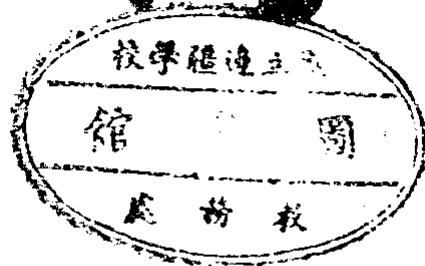


1536

遺

傳



學

國立邊疆學校

圖書館

分類號 575.1

7744

登錄號 8525

學 傳 遺

田中義磨著
陶英譯



中華書局印行



was die demselben am 27. September 1850, hielt
 das Bistum in der Regel, bei seinem Lebensabend, sich
 zu erinnern zu können. Und es ist zu hoffen, dass
 sich glücklich erfüllen, wenn aus der Aufzeichnung eines
 Heilichen Bistums, demselben mit der Erfüllung
 seiner Pflichten versehen wird. Es wurde demnach kein Brief
 und Befehle gegeben, um seinen Pflichten auf die demselben
 aufzukommen.

Laurent am 17. April 1850

Gregor Mendel
 Pfarrer
 am 17. April 1850

孟德爾及其筆蹟

此照相，爲著者訪問布林女王僧院時，由該院贈與一照相之翻印，此卽孟氏任該院院長時之肖像。肖像之原版，現保存於麥倫 Mähren 不動產銀行。其強毅之意志與真摯之氣質，躍然於其面上。此筆蹟，爲其自敘傳之末尾。其性格之方正，於此亦可窺見。

原 序

大正四年(1915)十月,裳華房之野口健吉君,致書於著者,內附外山博士之介紹書,請求著者作遺傳學之執筆,適值著者與外山龜太郎,阿部文夫諸氏,計劃創立日本育種學會(現今日本遺傳學會之前身)之當時。由此書函觀之,知為係最初請託外山博士者,外山氏謂,推薦閣下,務祈允諾。但著者當時,尚為一黃口青年,自知非此大器,因而躊躇確答,雖經數度推謙,但至次年十二月九日,終於確實允諾。

蓋以著者,截至大學畢業止,並未計及將來研究遺傳。至於入斯學之門之動機,完全由於恩師八田三郎博士令著者在動物學教室之雜誌會上,講讀當時新出版之柏特生著孟德爾之遺傳法則(Bateson: Mendel's Principles of Heredity)一書。著者今日,尚追懷二十餘年前之當時,此誠可謂偶然之機緣,不能不深致感謝。於是著者對於斯學之興味,日與俱深,至大正二年(1913),東北帝國大學農科大學(今之北海道帝國大學農學部)開設遺傳學課程(此在日本之大學中,為遺傳學獨立之嚆矢),著者拜命担任此最初之講義,誠感奮達於絕頂,於是堅定以遺傳研究,為畢生事業之決心,同時感覺關於遺傳學之執筆,不能不大加審慎。關於此,有如後天性遺傳一大問題,著者自身之意見,尚未決定,又於此時,美國學派基於果蠅(Drosophila)之研究,連續發表其新學說(例如遺傳之染

色體的說明,及複對因子說等),而此時各方面之反對學說亦多,關於此類學說,應採用至若何程度,不僅極難判斷,且因歐戰之影響,在歐洲方面,特別德奧之文獻,完全斷絕,戰終未幾,即大正八年(1919),拜命在外研究,而就外遊之途。大正十一年(1922)歸國後,所謂忙碌一平凡遁辭及基於臆拙之矜持外,別無其他理由,恰如振筆疾書,無何困難之函札,尙因久怠而成艱於執筆同一狀況,因而遲滯至今,於此時間內,並未將此事全擲腦後,且以相當之決心,而兩度起稿,特別在大正七年(1918)一次,已完成預成者四分之一,然此稿雖尙保存於篋中,究因爲十餘年前之舊稿,不能問世,遂決定斷然棄之。

如此與書店之契約,遲年十有七,於其最初數年間,在裳華房之圖書目錄上近刊預告中,常有拙著之名,但不知何時,此預告不復得見,於此時間內,司本書產婆役之外山博士,雖尙富於春秋,然不幸於大正十一年(1922)逝去,書店主人吉野氏亦逝去,又值關東震災等變故,然野口君期待本書完成,始終不渝,不催迫亦不忘懷,且從未企圖作同類書之出版,而守書店之德義,同此時間內,著者方面,雖經多數出版業者,以過分優遇條件及異常熱心,懇請作遺傳學之執筆,已不知若干次,然以不忍負故外山博士之知遇與野口君之信義,悉峻拒之,至於今日,著者方面之信義,差得保全,此甚感衷心滿足者也。

值昭和五年(1930)八月,得知著者當選爲1932在美國伊

薩加 (Ithaca)召集之第六屆國際遺傳學大會之名譽副總裁 (a Honorary Vice-President)。於此時機，遂決意一舉清算多年之書債。邇來組織腹稿已一年，至昭和六年(1931)秋，始作第三稿之動筆。過去十八年間，遺傳學之進步，勿庸多言，即契約當時送來之原稿紙，已變為褐色。剛過而立之年之著者，已達知命之年，而鬢髮斑矣，六歲與四歲之二男，今皆已出入大學之門，本書之當事者野口君與著者皆健在，今日得酬此宿志，勿寧謂意外之幸運。

如此難產之本書，而又‘技止此耳’故意長年屢月，試問於本書之價值上，有若何增加，自思之不免自慚。只不過於現在之自身，作最善之努力，務使本書，為最新最良之遺傳學書之一而已。

以上所述，大皆私事，著者之微衷，為記本書完成之由來，用作他日追懷之資而已，尚希讀者諒之。

昭和九年(1934)春 著者

譯 例

1. 本書之譯文,以‘信’字爲主,務期不失本來面目。
2. 除附註中,有少數譯成中文後無意義者外,巨細無遺,毫不割愛。
3. 關於遺傳學本身之一切專門名詞,皆採意譯,尤以此類名詞多屬初譯,雖苦心良多,仍恐有不當,尙希斯學先進,加以指正。
4. 動植物之學名,我國標準尙不一定,且多未譯出,故本書中,除可能參考得一般通用者外,皆只書其學名。至於變種名,品種名,則更只能書其原名。
5. 本書之原著,有若干排版時之錯誤,已請教於原著者更正。

原 凡 例

(譯者按:原凡例係爲原本而作,譯成中文後,多有不必要處,故譯者加以適當刪去。)

1. 在今日與十七年前殊異,即在日本,關於遺傳之書籍,亦相當多數出版,於此更以此一書問世者,除履行多年之契約,所謂個人的關係外,對於斯學之進步,無大意義。然著者於此,稍有抱負,今列舉二三言之。

a. 不偏於自己所好,對於遺傳學之全體事項,作廣汎公平之敘述。

b. 注意敘述之順序排列,以期保持全書爲一整然體系。

c. 期許爲一正統遺傳學之標準書,同時使其內容清新,尤其對於插圖,特別留意⁽¹⁾。

d. 附記詳細索引及文獻表,以便研究者之參考。

以上之希望,在本書能實現至若何程度,當一任讀者批判。然若一覽索引,當可見主要遺傳學者及其功蹟,用於遺傳研究之主要動植物,以及遺傳學各部門之主要學說,已作大抵無漏之網羅。由此觀之,本書之內容,不尙偏見,自可明瞭。

2. 除法國外,論文及著書中,所引用學者之名,其尊稱常略去之。本書亦依此法,序文之外,其學位,稱號,尊稱等一概不用。與歷史上之著名人物及過去與現在之藝術家,皆用直稱,同一意義,本國(日本)之醫書,已大有其例。

3. 遺傳學上之譯語,不幸尙未統一。本書開頭語彙一節下,即可見多數之同義語。英文與德文併記者,爲便讀外國書者參考之苦心。

4. 在女性名詞,爲便用歐文代名詞起見⁽²⁾,特別記明其爲女性,如有遺誤,尙希教示。

5. 行文避冗長而期簡潔,以是對於紙數之比例言,使其內容豐富。

6. 書中往往有著者獨自之見解,但皆記明。

7. 本書務期以既述之事項爲基礎,而說明新事實爲方針。然在學問之性質上,欲如數學書之完全澈底其主義者,多不可能。以是希望本書之讀者,在一次通讀之後,更一次精讀之。最初所認爲難解者,及二次反覆時,便當豁然。

註1. 例如哥爾登(F. Galton)之祖先遺傳圖式,在今日之遺傳學上,殆無價值。然所有遺傳學書,皆轉載之。又無論何書,皆將同學者之舊照相,以不鮮明綑版印入,其有何意義,殊費解。

註2. 以 he 或 er 代女性之論文,在日本人甚多,外國人亦屢有之,此殊非好錢裁。

遺傳學

目錄

扉畫 孟德爾及其筆蹟。

第一圖版 果蠅,鷄,蝗蟲,血球凝結反應。

第二圖版 龍葵與番茄之嵌合體。

第三圖版 麥魚,百萬魚, *Platypecilus*。

總論

第一節 語彙.....1—10

第二節 遺傳與變異.....10—12

1. 遺傳 2. 變異 3. 進化

第三節 遺傳學研究法.....13—20

1. 遺傳學之定義 2. 遺傳學之範圍 3. 遺傳學研究之基礎智識 4. 研究之方法 (A. 系統的方法 B. 細胞學的方法 C. 實驗形態學的方法 D. 記載的方法) 5. 遺傳學之應用 (A. 子孫之預言 B. 祖先之確知 C. 醫學上之應用 D. 教育 E. 社會政策)

前篇

遺傳與細胞

第一章 實驗的遺傳學.....21—120

第一節	<u>孟德爾</u> 之前驅者	21
	1. <u>孟德爾</u> 學說之前驅 (A. 生理單位說 B. 汎生說 C. 決定子說) 2. <u>孟德爾</u> 實驗之前驅	
第二節	<u>孟德爾</u> 及其研究	25
	1. <u>孟德爾</u> 之生涯 2. <u>孟德爾</u> 之論文再發見 3. <u>孟德爾</u> <u>爾</u> 之研究	
第三節	<u>孟德爾</u> 之法則	32
	1. 支配之法則 2. 分離之法則 3. 獨立之法則 4. 純粹之法則	
第四節	支配法則之例外	43
	1. 不完全顯性 2. 觀察之精粗與支配法則 3. 部分 的顯性 4. 顯隱轉換 5. 因子之顯隱與實驗 6. 顯 隱差別之原因 7. 支配法則之重要性	
第五節	非 <u>孟德爾</u> 式遺傳	59
第六節	因子之記號	61
第七節	上位,下位及等位	63
第八節	在不在說	65
第九節	因子之相互作用	68
	1. 互助因子 2. 條件因子 3. 被覆因子 4. 抑制因 子 5. 張大因子	
第十節	歸先遺傳	75
	1. 在 F_1 之祖先型出現 2. 在 F_2 之祖先型出現 3. 歸	

先遺傳之正確解釋

第十一節	變更因子	80
第十二節	複對因子	81
第十三節	<u>同義</u> 因子	86
	1. 二對同義因子 2. 多對同義因子	
第十四節	數量因子	93
第十五節	致死因子	99
	1. 致死因子之意義 2. 致死因子之種類 3. 動物之致死因子實例 (A. 黃色 <u>二十日鼠</u> B. 其他之哺乳動物 C. 人類 D. 鳥類 E. 蠶 F. 果蠅) 4. 植物之致死因子實例 (A. 葉綠素缺乏 B. 月見草 C. 半支蓮) 5. 平衡致死因子 6. 顯性形態因子與致死作用 7. 致死之時期及其環境	
第十六節	受精競走	118

第二章 染色體與遺傳……121—214

第一節	遺傳之物質基礎	121
	1. 細胞 2. 體細胞分裂 (A. 前期 B. 中期 C. 後期 D. 末期) 3. 成熟分裂 (A. 細長期 B. 接合期 C. 合體期 D. 二重期 E. 肥厚期) 4. 染色體	
第二節	染色體之自由分離	137
第三節	因子之關聯	140

1. 關聯檢出	2. 關聯之測定	3. 關聯因子之記號	
第四節	因子交叉率之變化		145
1.	交叉率與雌雄	2. 交叉率與年齡	3. 交叉率與溫度
4.	交叉率與 X 線及鐳線	5.	交叉率與變更因子
6.	交叉與染色體之異常	7.	交叉與淘汰
	8.	交叉與地方的影響	
第五節	染色體之部分的交換與關聯		155
第六節	因子之直線狀排列及染色體圖形		162
第七節	因子之再交叉及多交叉		169
第八節	染色體之部分的異常		173
1.	狹窄及橫斷	2.	轉位重複及缺失
		3.	逆位
		4.	染色體異常與因子
第九節	染色體之增減		182
1.	染色體之異數現象	2.	染色體之倍加現象(倍律)
3.	基本染色體分析		
第十節	染色體與遺傳的平衡		201
第三章 原形質與遺傳215—249			
第一節	母性遺傳		215
第二節	直接感應及副直接感應		223
第三節	細胞質遺傳		228
第四節	接木雜種與嵌合體		236

1. 所謂接木雜種與嵌合體 2. 眞接木雜種 3.
擬接木雜種 4. 動物之嵌合體

第四章 性之遺傳……250—422

- 第一節 性之決定……250
1. 動物之性染色體 (A. 雄爲性的異型者 B. 雌爲性的異型者) 2. 植物之性染色體 3. 性染色體之性決定作用 4. Y 染色體之意義 5. 性染色體不易識別之情形
- 第二節 菌蠅之特殊性決定方法……268
- 第三節 伴性遺傳……272
1. 雌異型伴性遺傳(Z W 型) 2. 雄異型伴性遺傳(X Y 型) 3. 菌蠅型 4. 伴性遺傳之特徵 5. 擬伴性遺傳
- 第四節 染色體不分離現象……290
- 第五節 限性遺傳……297
1. 百萬魚 2. 麥魚 3. 剪秋羅類 4. 果蠅 5. *Phytodecta variabilis* 6. 人類 7. 其他
- 第六節 從性遺傳……307
1. 羊角 2. 鱗翅目之單性多型 3. 鷄之產卵性與牛之泌乳量 4. 舞舞蛾 5. 人之身長
- 第七節 雌雄率……214

1. 動物之雌雄率	2. 在動物雌雄率變化之原因	
(A. 精蟲之二型	B. 不等死亡率	C. 伴性致死
因子	D. 性細胞之不等數	E. 雜種與雌雄率
F. 由於季節及年齡等之變異	G. 關於動物雌雄	
率變動之原因之結論	H. 異常雌雄率之遺傳)	
3. 植物之雌雄率		
第八節	去勢.....	337
第九節	<u>中間性</u>	345
1. <u>舞舞蛾</u>	2. <u>舞舞蛾</u> 以外之二倍數染色體中間	
性	3. 三倍數染色體中間性	4. 脊椎動物之中
間性	5. 植物之中間性	
第十節	性決定因子之所在.....	364
第十一節	性之轉換.....	367
1. 由於寄生之性轉換	2. 定着之場所與性轉換	
3. 由於年齡之性轉換	4. 偶發的性轉換	5. 植
物之性轉換		
第十二節	雌雄同體.....	379
1. 雌變為雌雄同體者	2. 雄變為雌雄同體者	
3. 併立的雌雄同體(真正雌雄同體)	4. 植物之雌	
雄同體		
第十三節	體的兩合體及性的兩合體.....	387
1. 體的兩合體	2. 性的兩合體	3. 性的兩合體

及體的兩合體之成因(A.波維里之二核說 B.摩爾根之二精蟲說 C.摩爾根及布里其斯之染色體放棄說 D.唐克斯特爾之二卵核二精蟲說)	
4.遺傳的體的兩合體 5.植物之斑色及斑花	
第十四節 單性生殖.....	403
1.植物之單性生殖(A.單數單性生殖 B.倍數單性生殖 C.無配生殖) 2.動物之單性生殖(A.減數分裂之省略 B.極體受精 C.隨意單性生殖 D.卵二型 E.擬受精 F.偶然單性生殖 G.人爲單性生殖)	
第十五節 多生兒及雙生兒.....	411
第十六節 性之支配.....	415
1.在本代內一個體之性變更 2.次代雌雄率之變化 3.性之支配之結論	
第五章 同系及異系交配 ·423—475	
第一節 同系交配.....	423
1.近親係數 2.血緣係數 3.近親係數及血緣係數之價值 4.因子與同系交配 5.同系交配之實際的結果	
第二節 異系交配及雜種強勢.....	435
1.異系交配總論 2.雜種強勢 3.雜種弱勢	

第三節 生殖減退及生殖不能.....442

1. 交雜生殖減退 2. 自家生殖減退 3. 生殖減退與分類上之位置
4. 生殖減退與雌雄蕊異長
5. 生殖減退之原因(A. 交雜生殖減退 B. 自家不調和 C. 生殖不能因子)
6. 生殖減退性之遺傳
7. 致死因子與生殖減退之區別

第四節 種間雜種之遺傳與染色體.....454

1. 孟德爾式分離明瞭之情形 2. 孟德爾式分離不明瞭之情形
3. 相反交雜及細胞質特性 4. 種間雜種與染色體(A. 近緣種之染色體及含有因子之比較 B. 在種間雜種之染色體行動 C. 種間雜種與染色體倍加及異數現象 D. 不稔性與染色體 E. 擬雜種)

後 篇

變異與應用遺傳學

第一章 突變.....477—548

第一節 概說.....477

1. 月見草之突變(A. 底佛里斯之研究 B. 底佛里斯學說之修正 C. 月見草之特異遺傳行動及其說明 D. 巨大月見草及其誘導體之結論)
2. 現

在之突變之觀念	3. 突變之種別	
第二節	性細胞突變	495
1. 因子的變化	(A. 因子的變化之表面上發現 B. 因子的變化之多數觀察動植物 C. 突變與複對因子 D. 平行突變 E. 反覆突變(回歸突變) F. 復歸突變 G. 多為隱性突變之理由 H. 突變發生之時期 I. 突變之頻度 J. 易變因子 K. 因子的變化之原因)	
	2. 染色體之異常	
	3. 色素粒突變	
第三節	體細胞突變	512
1. 體細胞突變之種類	2. 體細胞與易變因子	
3. 體細胞突變之發生時期	4. 體細胞分離	5.
	枝條變異(芽條變異)	6. 補遺
第四節	人爲的突變	625
1. 因子的突變之人爲的作成	(A. <u>陶維爾</u> 之實驗 B. <u>穆勒爾</u> 之實驗 C. 此後之研究)	2. 染色體異常之人爲的作成
	(A. <u>勒麥</u> 之實驗 B. <u>溫克勒爾</u> 之實驗 C. <u>維特斯坦</u> 之實驗 D. <u>穆勒爾</u> 及 <u>彭特爾</u> 之實驗 E. <u>田中</u> 及 <u>川口</u> 之實驗 F. 不分離之頻度)	3. 體細胞突變之人爲的作成
	4. 細胞質突變之人爲的作成	5. 人爲的突變要約
第五節	永續變異	546

第二章 彷徨變異.....549—630

第一節 總論.....	549
第二節 生物統計學.....	551
1. 生物統計學之目的及其方法	2. 彷徨變異之性狀及其圖示法(A. 階級及變異 B. <u>克特勒</u> 之法則 C. 變異之圖示法 D. 變異曲線 E. 正規曲線)
3. 變異之測定(A. 材料之選擇 B. 區分 C. 算術平均, 衆數, 中數 D. 變異之程度)	4. 誤差 5. 異形曲線(A. 歪曲線 B. 二頂(雙頂)曲線 C. 多頂曲線) 6. 相關(A. 相關表 B. 相關係數 C. 相關之強度 D. 相關之原因 E. 相關表作成上卡片之應用 F. 相關線) 7. 變異曲線之單純化(A. 直線式 B. 拋物線式 C. 對數曲線 D. 移動平均法) 8. 退行 9. 統計法適用之界限
第三節 分離比之決定.....	593
1. 觀察表型分離其必要個體數之決定	2. 分離比之決定(A. 依據誤差之方法 B. 依據的中率之方法)
第四節 交叉價之決定.....	599
1. 直接之方法	2. 間接之方法
第五節 變異之原因.....	602

1. 溫度	2. 濕度	3. 光線	4. 營養	5. 地域	
6. 環境之影響與彷徨變異	7. 何者遺傳				
第六節 後天性遺傳問題					618
1. 傳說的事實	2. 用不用之結果	3. 適應	4.		
移植	5. 異常刺激	6. 錯誤之原因	7. 先夫威		
應					
第三章 應用遺傳學					631—704
第一節 淘汰與純系					631
1. 退行現象	2. 純系	3. 淘汰(A. 集團淘汰法			
B. 系統淘汰法	C. 個體淘汰法	D. 分枝羣淘汰			
法)	4. 後退				
第二節 育種(品種改良)					649
1. 育種之方法(A. 交雜	B. 淘汰	C. 突變之利用)			
2. 植物之育種(A. 交雜之方法	B. 交雜之實例				
C. 淘汰之實例	D. 突變利用之實例	E. <u>維爾摩</u>			
<u>林</u> 式方法	F. <u>斯瓦諾夫</u> 式方法	G. <u>巴爾板板克</u>			
式方法	H. 林業與育種	I. 育種與遺傳學知識)			
3. 動物之育種(A. 概說	B. 動物育種家之妄信				
C. 種間雜種	D. 淘汰	E. 突變)			
第三節 優生學					673
1. 概說	2. 人類之遺傳	3. 消極的優生學	4.		

- 積極的優生學 5. 近親結婚及雜婚之問題 6.
環境之界限 7. 優生學之界限

第四節 血液型之研究.....690

1. 概說 2. 血液型之進化 3. 血液型之遺傳形式
4. 血液型與氣質及體質 5. 血液型之分佈 6.
血液型之應用(A. 輸血 B. 法醫學的應用 C. 親
子之鑑定) 7. 其他之血液型

結 論.....750—727

遺傳因子之本質

1. 遺傳因子之有無 2. 作為有機的單位之因子
3. 遺傳因子之大小 4. 遺傳因子之作用, 換言之
即因子與性質之關係 5. 遺傳因子與酵素 6.
遺傳因子之構造

文獻.....1—63

索引.....1—28

遺 傳 學

總 論

第一節 語 彙

Glossary, Terminology; Nomenklatur

(譯者按:本節所論,原爲日本文名詞而作,雖我國所譯名詞,多與日本同,但究有若干不盡脛合處,故譯者於本節,加以相當刪去及補足。)

遺傳學爲比較的新興科學,其中有若干未經習見習聞之用語。又在各學者間,常有非常歧異之用語,故讀者常有難於索解之情形。雖在他日各學者間,應加協議整理,然在今日之混亂狀況中,著者則儘可能,選擇其妥當而不紛亂之用語,因是煞費苦心。例如‘交配’一語,往往用於相異二品種間之配合,以作交雜之意。然如近親交配,同系交配等,殊覺不當。著者十數年來所用,皆主張爲相當‘Mating’之意。又如‘單性雜種’、‘兩性雜種’等語,雖著者自身,亦久已使用,但是感覺甚不妥當,蓋以‘性’之一字,不僅有‘sex’意義之情形而招誤解,即認爲‘性質’之‘性’,亦當與遺傳因子有判然區判之必要。以是新造成‘單因子雜種’、‘兩因子雜種’等新用語。此決非競新樹異,完全爲必要而不得,不然。務希同感之士採用之。其他之用語,在有必要時,當說明其採用或新造之理由。且相信爲最妥當者,列於第一次之用語順序,不依其歐文字母,而以其關係依次列

舉。在本節未載之用語，當於以後最初出現時說明之，又附註之德文，務採與英文異型者。例如與英文 Hermaphrodite 同型之德文 Hermaphrodit，即略去，而採用 Zwitter 者是。

遺傳 heredity, inheritance (1); Vererbung, Erbllichkeit. 此用語在日本無他譯語，我國亦然，其定義當於後節述之。

遺傳學、實驗遺傳學、遺傳進化學、遺傳變異學； genetics, Mendelism; Vererbungslehre, Vererbungswissenschaft, Erbllichkeit-lehre, Genetik. 此 genetics 一語，為十九世紀末葉，柏特生 W. Bateson 所新造，但由 genesis (創成) 所誘導而出之形容詞 genetic 一語，則以前已使用之。遺傳學之定義，當於後文述之。

遺傳因子、因子、遺傳質、遺傳子、單位形質、對形質、對因子、相對因子、遺傳要素； gene (2), allelomorph, factor, hereditary unit, Mendelian unit, unit character, determiner, element; Gen, Allelomorph, Allele, Erbfaktor, Faktor, Erbeinheit. 遺傳之根本之微細粒子，有如化學上之原子及物理學上之電子，雖今日之任何顯微鏡皆不能見之，然其存在則毫無懷疑之餘地。又 Allelomorph 一語，為柏特生所新造，其意原為成對 pair; Paar 之二因子之義，其譯語，今新提議作對因子或相對因子，但此語與遺傳因子同意義，應用處甚多。

交配； mating, breeding; Paarung (3), Züchtung. 交配之‘交’其義同交尾之‘交’，又‘配’之義，同配偶之‘配’，二者皆無交雜之意義，多數人用作交雜之意，殊難贊成。此與英文之 mating

相當,若一時無他適當譯文,則可解釋此語爲無論同系間與異系間,其由於雌雄配偶而生後代之行爲,當爲便利而妥當。

雌; female; Weibchen. 此以古代希臘神話中之女神薇娜絲 Venus 之符號 ♀(♀)表示之,又在表示人類之系統時,常以 ○ 表示女性。

雄; male; Männchen. 此以古代希臘神話中之軍神馬斯 Mars 之符號 ♂(♂)表示之,又在表示人類之系統時,常以 □ 表示男性。

雌雄同體; hermaphrodite; Zwitter. 此以羅馬神話中之使神麥爾扣里 Mercury 之符號 ♂ 或 ♀ 表示之。在動物言,爲一個體具有雌雄兩種性器官之意。在植物言,爲同一花中,具有兩種性器官之意。花異其雌雄而生於同一株者,謂之雌雄同株 monoecious; monözisch. 株異其雌雄者,謂之雌雄異株 dioecious; diözisch.

交雜; crossing, cross-breeding, outbreeding, hybridization; Kreuzung, Bastardierung. 此爲異系統、異品種或異種間交配之謂。此常以 × 一符號表示之。在遺傳學上之慣例,常書母親於前,父親於後,但在分類學上之動物命名規約,× 號之前爲父親,其後爲母親,或父親書於分數式之分子位置,母親則書於分母位置,又在植物命名規約,書其交雜之變種名,則依其第一字母在歐文中之次序而定其前後,再附加 ♀ ♂ 符號,以是 ♀ × ♂ 有之,♂ × ♀ 亦有之。

雜種(4)、交雜種(5); hybrid, heterozygote, bastard, mongrel; Bastard, Mischlinge, 此為由於交雜所生個體之謂。

退交雜、退交; back-crossing; Rückkreuzung, 此為 A 與 B 交雜所生之雜種, 更與 A 或 B 交雜之意。

相互交雜、交互交雜、反對交雜、相反交雜; reciprocal crossing; reziproke Kreuzung. $A♀ \times B♂$ 及 $B♀ \times A♂$ 之二種交雜, 謂之相互交雜。相互交雜所生之雜種, 謂之相互雜種。

F_1 , 一代雜種, 交雜第一代; first filial generation, half-breed; erste Bastard-Generation, Halbblut. 此為二相異純粹種間之交雜所生第一代之雜種(子)之謂。 F_1 同輩交配所生之次代, 由原純粹種觀之, 相當於孫, 此以 F_2 (孫) 稱之。 F_3 (曾孫), F_4 (玄孫) …… 以下準此, 亦有書 F_1 與隱性之親退交雜所生者為 FR_1 , FR_1 同輩之子為 FR_2 , 及 F_1 與顯性之親退交雜所生者為 FD_1 , $FD_1 \times FD_1$ 之子為 FD_2 者。

P_1 , 父母; first parental generation; erste Eltern-Generation. 此為 F_1 之前代, 更前一代稱為 P_2 (祖父母), 再更前一代為 P_3 (曾祖父母), 又再更前一代為 P_4 (高祖父母) … 更上倣此。

四分之三雜種; back-cross hybrid, sesqui-hybrid; Rückkreuzungsbastard. 此為退交雜所生之子之謂。此名詞不甚妥當, 以不用為佳。其理由於讀後文自明。

單因子雜種, 一因子雜種, 單性雜種; monohybrid, monogenic hybrid; Monohybrid. 從來單性雜種一語, 廣汎使用。然因

遺女生殖,亦有稱爲單性生殖者,以是易致紛煩,今後將稱爲單因子雜種。單因子交雜 monohybridism 一語,係由此語而生,其意爲只一對因子相異之兩親其交雜而生雜種之謂。

兩因子雜種,二因子雜種,兩性雜種; dihybrid; Dihybrid。此亦爲從來使用之名詞,兩性交雜一語,易與兩性生殖之‘兩性’相混,故思更易之。關於兩對因子相異之兩親間雜種,演出兩因子交雜 dihybridism 一語。

又三因子雜種 trihybrid, 四因子雜種 tetrahybrid, 多因子雜種 polyhybrid 等,準此。

雜種性,不純; heterozygosis; Heterozygotie。有雜種性質之現象之謂,其形容詞爲 heterozygous; heterozygotisch。

單式接合體; monozygote; Monozygot。在個體內,因子通常爲複式 duplex。然亦有爲單式 simplex 者。例如有XY性染色體之雄,其X染色體所含之遺傳因子,皆爲單式,此之謂單式接合體。李賓可特 W. A. Lippincott, 1921 稱此爲 hemizygote。

同系交配,同型交配,近親交配,近親結婚; inbreeding, pure-breeding, endogamy; Inzucht, Reinzucht。反對於交雜,在同一品種內,同一系統內或在所觀察之一因子或多因子,爲同型之個體間行繁殖之意。

純粹種,固定種⁽⁶⁾; homozygote, pure-breed; Vollblut。由於同型交配所生之個體,而所欲觀察之某因子,無雜種性者。所有之因子皆爲純粹之個體,雖在理論上可能存在,但在實際

上,殊不易獲得。在普通,只關於作為目標之一至數對因子,成為純粹之情形,即稱為純粹種。純系 pure line; reine Linie 為行一回以上之自家受精,而大多數之因子已成同一之個體一羣,此為純粹種之特殊情形,故兩者不可混同。

純粹性、固定型; homozygosis; Homozygotie。為個體之純粹狀態之謂。

性細胞、生殖細胞、配偶子; germ-cell, sexual cell, gamete; Keimzelle, Samenzelle, Geschlechtszelle。嚴格言之,配偶子為成熟之性細胞。單云性細胞者,其意義廣汎,凡幼稚時期及其成長者皆包含之。成熟之性細胞,更分為雌性細胞 female gamete; weibliche Gamet 即所謂卵 egg; Eizelle 與雄性細胞 male gamete; männliche Gamet 即所謂精蟲 spermatozoon; sperma 二者。

體細胞、榮養細胞; somatic cell; Soma。構成生物體之細胞中,除性細胞外,皆為體細胞。

有性生殖、有性繁殖; sexual reproduction; geschlechtliche Fortpflanzung。為由於性細胞而行之繁殖法。其中之由於雌雄交配者,謂之兩性生殖 bisexual reproduction, allogamy。單由雌性細胞形成次代之個體,謂之單性生殖(單為生殖,處女生殖⁽⁷⁾ parthenogenesis)。植物雖亦有單性生殖,尚有相似之別種繁殖法,即所謂無配生殖⁽⁸⁾ apogamy,其配偶植物 gametophyte 由性細胞以外之細胞,無性的(發芽法等)形成孢子植物 sporophyte, 或所謂無孢子生殖⁽⁹⁾ apospory, 其孢子植物,不形成

孢子,即直接形成配偶植物者亦有之。

無性生殖、榮養繁殖; asexual or vegetative reproduction; ungeschlechtliche Fortpflanzung, 此為由於體細胞之繁殖法,下等動植物之分裂,芽生等,高等植物之接木,插木等皆屬之,由於同一母體,以無性法所生個體之一羣,謂之分枝羣 clone; Klon.

系統; strain; Linie, 對於一因子或多因子相異之個體羣,稱為各別之系統。通常較變種或品種為更小之區分,而其在遺傳學上,為極普通而便利之名詞。

系統圖; pedigree; Stammbaum, 雖本名詞甚與前一名詞相似,然其意義判然不同。strain 者,不問其起原之如何,而單指現存之某型生物。至於 pedigree, 則為表示某 strain 或某個體之由來,以是有系統的行累代繁殖,謂之系統繁殖 pedigree culture.

因子型、因子構造、因子式; genotype, genetic constitution; Genotyp, 此為某個體所包含因子的組成之謂, genotype 一語,又為具同一因子型之生物一羣之意義。有時為某個體所有因子之總計之意義。

表型、表面型、現象型; phenotype; Phenotyp, 生物之表面的性質之謂,又 phenotype 一語,為具有同一外觀之生物一羣之意義。或有時為一個體所表現之性質之總和。

性質、形質; character; Merkmal, Eigenschaft, 在遺傳發達之

初期，‘性質’與‘因子’二語，常有混同者。在今日，二者為鮮明區別，即性質一語，限定其為表面的性質，而與表型同義用之。

集團、羣、羣體；population；Population，此為同一品種內，所有種種因子型個體之集合體之謂。其系統圖，有為明瞭者，但是在市場上所買得完全不明者，亦有之。

生殖減退、生殖不能、不生殖、不稔、不實、不妊；sterility, impotence⁽¹⁰⁾; Unfruchtbarkeit。主要為因性細胞發達不完全而生殖力不充分之現象。其間有種種程度，由殆不足注意之程度以至於完全不生後代者皆有之。此現象之反對，謂之生殖完全，生殖可能，稔性 fertility；Fruchtbarkeit。又生殖能力 potency 之多少，稱為繁殖力 fecundity。又僅在某一定組合時，其生殖力不完全，謂之不調和 incompatibility。

性腺、生殖腺、生殖巢；gonads；Gonaden。此為睪丸(精巢)及卵巢二者之總稱。又兩者未分化前，亦用此名。

性器官、生殖器；reproductive or sexual organs；Geschlecht-sorgane。此為關係雌及雄之生殖器官。由內部性器官及外部性器官(交尾器)二部成之。性腺為內部性器官之一部分。

除上述以外，需要解釋之名詞尚多，將於此後各關係處說明之。

第一節之附註

(1)英文之 heredity 與 inheritance，雖同譯為遺傳，然其原意稍別。heredity 稍為抽象，綜括的表示一般親子關係。而

inheritance 則爲具體的,物質的或特定性質之情形多用之,例如: heredity in man 或 heredity and variation 爲正確者,但 inheritance in man 或 inheritance and variation 則決不當。反之,吾人可云 inheritance of eye-colours, 但通常不云 heredity of eye-colours.

(2)此由於約翰生 Johannsen 之新造語 Gen 而來,底佛里斯 de Vries 基於達爾文 Darwin 之汎生說 pangenesis theory, 而用 Pangen 一語,作遺傳之原基。約翰生乃分離其一部 Gen (複數爲 Gene) 而用之,但在英文則爲 gene (發音爲 jeen, 複數爲 genes)。

(3)英文之 mating, 於動植物雙方皆用之,但德文之 Paarung, 則主要爲動物交尾之意義。

(4)孟德爾以雜種 Hybriden 一語,用作 F_1 。雜種第一代 erste Generation der Hybriden 一語,用作 F_2 。但現在,則雜種第一代一語,常爲 F_1 之意義。

(5)勿用‘交配種’代交雜種爲要。

(6)固定種 fixed race, 又稱選出種 extracted race, 特別在交雜種中,用淘汰法而使純粹者用之,但除須就該品種之全部性質考察者外,固定種與純粹種,無區別之必要。蓋以只須某一定因子爲純粹,無論其爲未交雜之純粹種,或交雜後而成純粹者,皆無差異。

(7)如蜜蜂之女王,既交尾後,已非處女,然尙盛行單性生殖。故處女生殖一名詞,殊欠妥當。

(8)羊齒類或某種高等植物(蘭, Hieracium之某種, 韭等)有此例。

(9)藻類,苔類,往往行之。

10)限用於動物。

第二節 遺傳與變異

Heredity and Variation; Vererbung und Variabilität.

1. 遺傳 Heredity; Vererbung.

依一般用例言之,遺傳爲子肖其親之現象(‘like produces like’)。大多數之生物學者,皆採用此同樣解釋,如保爾 E. Baur之第一流遺傳學者,亦不免如此⁽¹⁾。此定義,在繼續同系交配間,雖能維持其意義,而一旦行異系交配時,則爲全無意義,蓋以在異系交配之情形,生出之子孫,雖欲似其親而不可得者,殊爲不少。‘犂牛之子騂且角’,亦有其一部分真理存焉。

某學者單謂遺傳爲‘生物之連續世代 generations; Generationen 間之有機的關係’,而另一學者則謂爲‘在有血族關係之生物間之類似或相異狀態’。雖此等說明,皆爲無誤,但不免漠然。池野謂‘所謂遺傳者,爲親之性質傳於子,再傳於孫,更傳於其後代子孫之謂’。然性質一語,在遺傳學上須與因子完全區別而言之。

於此著者試新作一定義‘遺傳者，爲由親至子之遺傳因子移動現象’，其說明於次節遺傳學之定義一項下述之。

2. 變異 Variation; Variabilität.

變異者，類似之反對，爲生物之性質相異之謂。在地球上，同種之生物，雖有無數存在，但所有性質皆相同之個體，通古今中西皆無之。即由於無性生殖之分枝羣中，或所謂並蒂之雙生兒間，仍有若干相異之點。所謂‘在自然界最不變的事實，即爲變異之存在’⁽²⁾一語之意，誠哉，未有如變異之爲普遍的現象者。

變異可分爲二種：

A. 彷徨變異，個體變異，連續變異，不遺傳性變異，後天變異； fluctuation, continuous variation, individual v.; Modifikation, nichterbliche Veränderung, äü Berliche V., Paravariation。有如此名詞所示，此爲由於環境之影響而生成之後天的變異，無遺傳性。所謂環境者，不僅言發芽或孵化或出產後之環境，即在此前之受精以後之影響皆屬之，以是如哥爾登 F. Galton 以胎兒在母胎內所受之變化，認爲‘天賦’ nature，殊難贊成。

B. 突變，偶變，不連續變異，遺傳性變異，先天變異； mutation, discontinuous variation, genetic v.; Mutation, erbliche Veränderung, Heterogenesis, Idiovariation。此爲凡有遺傳性之變化之謂。

彷徨變異與突變，雖同有變異之名，然其性質，殆根本相

異。彷彿變異，爲在生物統計學上所研究者，而突變，則由因子構造上研究之。表現彷彿變異者之個體，稱爲變員 variant; Variant, 而作突變出現之個體，稱爲突變者 mutant; Mutant.

3. 進化; Evolution; Entwicklung.

遺傳與變異，恰爲正反對之現象，但此二者，於生物進上有如鳥之兩翼，皆爲不可缺之要素。若所生之子，皆與其親毫無差異，則無進化發生之理由。又若雖有變異而不遺傳於其子孫，則亦難希望作一定方向之進化。

不僅此也，且遺傳因子出現之表型，必然的受外界條件之支配，因其條件之如何，或有顯性因子其表現有如隱性因子，又或在甲情形與乙情形呈反對之外觀。故遺傳與變異二問題，不能不謂爲有極密切之關係。

第二節之附註

(1) "Mit Vererbung im biologischen Sinne des Wortes bezeichnen wir gemeinhin die Tatsache, daß die Nachkommen eines Elters- oder bei geschlechtlicher Fortpflanzung eines Elternpaares—dem, bzw. den Eltern gleichen." (Vererbungslehre, 1930 S. 2.) 尤以斷言爲'一般的' (gemeinhin), 故保爾之真意, 可以完全推測得之。其定義之不完全, 甚爲顯明。

(2) "the most invariable Thing in nature is variation." H. E. Walter; Genetics, 1920, P. 37.

第三節 遺傳學研究法

Modes of Research in Genetics; Methodik.

1. 遺傳學之定義 Definition

柏特生(¹)謂‘遺傳學爲研究遺傳及變異之生理者’。而某學者則謂‘遺傳學爲研究個體起原之科學’。又巴布可克及克勞生(²) E. B. Babcock and R. E. Clausen 謂‘遺傳學爲解釋有血族關係生物間,其所表現異同之原因之科學’。池野亦略與此同一意見。松浦謂‘遺傳學爲研究對於生物之形質乃至性質之發現之終局原因之科學’。如此下一廣汎定義。此外雖有多數大同小異之定義,但著者皆不能滿意。今試另作一定義如次:

‘遺傳學爲研究遺傳因子之移動方式,及其變化,及其存在,又其與外圍之關係等之科學。’更簡單言之,‘遺傳學爲關於遺傳因子之科學’。

以此言表示之,則其範圍,不獨當然包含狹義之遺傳學,即彷徨變異,突變,細胞學,核學,進化等各部門,悉包含之。且較明瞭而顯示其目的。雖然對於使用遺傳因子一語,尙有若干異論,然此目不能見之遺傳因子,已如原子或電子同有相當明確之輪廓,以此語用在定義,當無曖昧不明。在全無遺傳因子概念者,或有難解之評,然就上述之‘遺傳及變異之生理’或‘形質乃至性質之發現’言之,其難解之點,亦猶五十步與百

步耳。

2. 遺傳學之範圍 Scope, Problems.

遺傳學之關係範圍，頗為廣汎，認為人類及動植物全體之發生、生理、病理、形態、解剖、分類、進化、利用等所有生物科學之中心，亦非過言。若將正統遺傳學所應包含之主要部門列舉之，可得如次，

遺傳及突變

生物統計學(彷徨變異)。

細胞學(包含核學)。

性決定問題。

動植物之品種改良及優生學。

3. 遺傳學研究之基礎智識 Fundamental Knowledge.

欲作遺傳學研究者，其基礎智識，如一般生物學、動物學、植物學、發生學、生理學、形態學、解剖學、物理學、化學、數學(統計學)等之大體，不能不知之。關於此類，其他之科學，勿庸特別說明，唯對於數學，有加述一言之必要。

在遺傳學之研究中，特別在交雜實驗或關於變異部門，其實驗成績，須加以數學的整理，故數學之一般智識為必要，自無待論。但若謂不完全理解高等數學，即不能作此等研究，則為大誤。專門之生物統計學者，又當別論，若在一般遺傳學研究者，只須將數學者或生物統計學者所研究之結果，利用其最適當證明之公式及計算表，以整理吾人之實驗成績，誠

大有其例。生物統計學大家約翰生 W. Johannsen 謂‘吾人非以之作爲數學，而爲用數學以促遺傳研究之進步’。(3) 實爲千古名言。

4. 研究之方法 Modes of Research.

A. 系統的方法，實驗的方法；breeding experiment, pedigree method; Züchtungsexperiment, Stammlinienmethod. 先取個體之集團，行系統繁殖而分離其種種之型 types; typen. 次以各型互相交雜，最後乃就此雜種之子孫，作統計的精細研究。此種方法，可比於用試驗管之化學實驗，故在遺傳研究上，最爲必要。斯學至今日之進步，其功居多。如孟德爾 G. Mendel 之遺傳法則，約翰生之純系說，及底佛里斯 de Vries 之突變說等，皆爲此方法之賜。系統的方法之特徵，在其能得現實的證明，至於其理論的解釋，雖有因人而異其說之情形，然其事實，只須無實驗上之錯誤，永不失其價值。

B. 細胞學的方法；cytological study; zytologische Versuche. 此爲研究遺傳之物質的根據者。由於實驗的方法所得之事實，能在顯微鏡下證明者，卽此方法之賜。實驗的方法與細胞學的方法，可謂爲遺傳學之二大部門。此二部門之相互接近以至於完全結合者，在果蠅 *Drosophila* 之摩爾根 T. H. Morgan 一派之研究，其功績甚大。

但此方法之缺點，在死細胞之觀察。在若干各別細胞之相異位相 phase; Phase, 研究者於其腦中組織之成一定順序。

以是此順序,是否與真之順序一致,有時不易證明。

又因經過固定與染色等操作而生之人工產物 artefact, artifact; Artefakt, Kunstprodukt, 有誤認為自然狀態之虞。在細胞學者間,有觀察同一切片,而堅持完全不同之學說者,即由於上述二原因之某一原因。為補救此種缺陷起見,近來盛行研究生活細胞,甚希其將來有成。

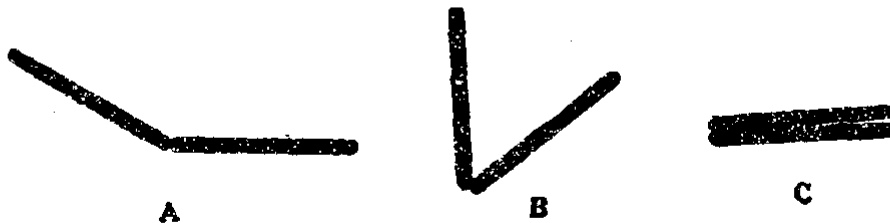


插圖 1. 染色體變化順序之模式。(原圖)

假定觀察若干細胞,而得圖中之三種不同位相,則可認為 A 為最初, B 次之, C 為末,或可認為 C 為最初, B 次之, A 為末,以是其理論的解釋,為正反對。在如此情形,須深注意其前後時期之聯絡,或細胞之大小,以及其他兩研究之,使變化之順序,得正確認識。

C. 實驗形態學的方法; experimental morphology; Entwicklungsmechanik。在動物或植物之發達途中,人為的調節外圍條件,而研究其發育上所起之變化,即為此方法,後天性是否遺傳,或體細胞對於性細胞有無影響,以及研究溫度、濕度、光線、切斷、剔出、結紮、移植、接植等之影響,皆屬於此部門。

此方法之更精緻者,如最近人為的突變之作成,及以刺激起因子的變化之方法,將成燎原之火而席卷遺傳學界。

D. 記載的方法觀察法; observation method, descriptive m.; Beobachtungsmethod. 此法除對於現在生存之個體作觀察外,

對於過去個體，依其記錄或遺物，亦作統計的調查。在實驗的方法盛行以前，大抵用此方法。如已故之達爾文 C. Darwin, 哥爾登 F. Galton 等以至現在之披爾生 K. Pearson 皆如是。在實驗的方法不適用之情形，例如研究人類之遺傳，除此以外，別無他法。此法之特點，非如實驗的方法以 F_1, F_2, F_3, \dots 等子孫為材料，而以 P_1, P_2, P_3, \dots 等祖先，為研究對象。

記載的方法之缺點，由於記錄、報告及其他材料之正確程度，時有可疑。因而連結其原因結果時，往往發生錯誤。例如達爾文認彷彿變異為生物進化之出發點，哥爾登之祖先遺傳法則 law of ancestral heredity; Gesetz vom Ahnenerbe, 其原因皆由於所用研究法之誤。所謂哥爾登之祖先遺傳法則者，其意謂某生物之一個體，其遺傳的性質之合計，若令為 1，則其中之 $\frac{1}{2}$ ，由於父母（由於父者 $\frac{1}{4}$ 及由於母者又 $\frac{1}{4}$ ，共為 $\frac{1}{2}$ ）， $\frac{1}{4}$ 由於父方及母方合計祖父母四人， $\frac{1}{8}$ 由於曾祖父母八人， $\frac{1}{16}$ 由於高祖父母 16 人，由此更溯及遼遠祖先，則對於該個體之遺傳賦與，益比例減少。此總計為 1 之學說，若以數式表之，則得如次：

$$\begin{aligned}
 1 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \dots \\
 &= \frac{1}{2^1} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^5} + \dots + \frac{1}{2^n}
 \end{aligned}$$

	父	祖	曾	高	五代前之祖先	n代前之祖先
		父	祖	祖	父	先
	母	母	母	母	先	

若 n 無限變大,則等號右側之合計,即趨於 1。

若依祖先遺傳之假說,則同一父母所生之個體,應有全部相同之遺傳質,此決不能然之事實,在今日不必多言,已明白證實。現在在畜產界等,於牛馬尚遺有二分之一雜種或四分之三雜種等名詞,此為多數遺傳因子相異者間之雜種,在便利上使用者,若就科學之見地言之,不免為不正確且不妥當之名詞。不僅如此,且祖先遺傳之數式,不能不認後天性與先天性對等遺傳,此種前提之謬誤,殊無討論價值⁽⁴⁾。

5. 遺傳學之應用 Application; Anwendung.

遺傳學在生物學中,為興味最深之學問之一,此為一般所公認。若言其故,第一為理論與實驗之適當結合。凡單為記述之學問,雖易入門,然興味殊少。故今日之動物或植物分類學,為青年學子所不留心者,當在此。又或純為理論,而易流於乾燥無味者,徵於大多數學生忌諱高等數學一事實,即可知之。然在遺傳學,不僅對於實驗結果作觀察記載,且須溯其原因而為理論的解釋。初見有如不可思議之事實,而得完全說明時,其歡忭非筆墨所能形容,以慘淡經營之苦心,而達到歡忭,其樂何如。

第二為遺傳學之普遍性。若蠅之研究只限適用於蠅,蠶之研究只限適用於蠶,則其興味,極為有限。然實際上則非如此,由昆蟲所得之結果,亦可應用於人類,而在植物之理論,立即可適用於動物。所用之材料,不過為尋求真理之方便而已。

以是各學者所使用之材料雖千差萬別，其結局要在於遺傳之各種法則之發見與證實。此故為能得多人感覺興味之理由。

第三，遺傳學之應用範圍，甚為廣汎。今將其主要事項列舉之：

A. 子孫之豫言：由於遺傳研究之進步，只須兩親之因子型為已知，則其子孫所應表現之性質或其數目之比，大體上可以豫言。

B. 祖先之確知：此與上述相反對，依據其子孫之因子型之研究，其真實之父母及其祖先，可以判定。例如由於人類血液型之鑑定，而知其生身父，即其例也。

C. 醫學上之應用：人類雖有種種遺傳性疾病，但對於具有此等因子之個體，講求適當方法，可能防患未然。例如具有血友病因子之男兒，使之避免有受傷危險之遊戲，成長後選擇職業時，若亦注意此點，其得保天年，非不可能。

D. 教育：若不知子弟或學生之天賦素質而施教育，是猶金工不知金成分而即以之作飾具，寶石工不能鑑別天然與人造即加研磨，不能不謂無謀之甚。應其天賦而施適當教育，是為教育之真諦。求知天賦之如何，是為遺傳學目的之一。

E. 社會政策：刑罪、救貧、養育、感化等社會政策，是猶驅逐飛來屋內之蚊蠅，徒疲於奔命而已。應善為研究其根本原因而出防患未然之策，以是社會政策之對象之人類，其遺傳

關係之研究,是為急務。

除上述外,動植物之品種改良,或在優生學上遺傳法則之應用,雖為絕大部分。然此因可認為遺傳學之一部分,於此不詳述。

第三節之附註

(1) Methods and Scope of Genetics, 1912, p. 1.

(2) Genetics, 1927, p. 2.

(3) "Wir müssen die Erblchkeitslehre zwar mit Mathematik, nicht aber als Mathematik treiben". Erblchkeitslehre, 1926, S. 2.

(4) 對於後天性遺傳問題,當於後章詳述,但任何後天性遺傳論者,決不認所有後天性,皆與先天性對等遺傳。

前 篇

遺 傳 與 細 胞

第 一 章 實 驗 的 遺 傳 學

第 一 節 孟 德 爾 之 前 驅 者

1. 孟德爾學說之前驅遺傳粒子說; Particulate theories; Aggregationstheorien.

如後所述,孟德爾以實驗證明生物之個體,爲遺傳的要素之集合體。此等要素,在其遺傳時,作個個獨立之行動。此實驗爲確立現代遺傳學之基礎。但相似於此之思想,在孟德爾以前已有之。然因彼等未能以實驗作確證,故其主張無充分權威。以下將此等主要學說敘述之。

A. 生理單位說 physiological unit theory; physiologische Einheitstheorie. 此爲斯賓塞爾 Herbert Spencer, 1863 所倡導者,其意義謂生物之各個體,各有其種之特殊生理單位存於其細胞中。此單位較蛋白質分子稍大而爲構造較複雜之粒子。身體之一部能再生全部者,即由於此單位之存在,性細胞亦爲身體之一分體,生殖者不外一種再生現象。有同一單位之細胞,由於身體部分之不同,其形態及作用因之而異,是乃由於極性 polarity 之故,是猶同一性質之粒子,相集合而成一定

形狀之結晶然。

B. 汎生說 pangenesis; Pangenestheorie, 此爲達爾文, 1868 說明後天性遺傳時所提出者, 其意謂由於生物體之各部分, 生出極微細之粒子, 名之曰生芽 gemmule, 此粒子循血管或導管而循環於體內, 若達到性細胞, 則留存而成遺傳單位, 但此粒子能受環境影響而生印象, 以是遺傳於次代。

C. 決定子說 determinant theory; Determinanttheorie, 在懷斯曼 A. Weismann, 1883 之有名性物質說 Keimplasmatheorie, 高論性物質與體物質, 根本相異, 環境之影響, 其變化只及於體物質, 毫不及於性物質, 以是後天性絕對不遺傳於子孫, 細胞內, 含有稱爲特定子⁽¹⁾ ids; Iden (複數) 一要素, 各特定子中, 含有更小單位之粒子, 稱爲決定子⁽²⁾ determinants; Determinanten (複數), 在剛受精後之卵, 有非常多數決定子存在, 但隨胚子發達, 各決定子漸次分配於適當之細胞, 最後至於一細胞含一決定子, 於是身體各部細胞間, 遂起分化, 只有性細胞, 儲積該生物特有之決定子而傳於次代。

以上三學說中, 雖汎生說與今日遺傳學之思想稍遠, 斯賓塞爾之生理單位及懷斯曼之決定子, 與孟德爾之遺傳因子概念甚相接近(雖一決定子分配於一細胞之思想, 與今日之遺傳學不相容), 但以其缺乏實驗證明, 仍未能出單純想像學說之範圍。

由孟德爾之實驗出發, 今日之遺傳學, 認爲生物之各細

胞,無論其為體細胞與性細胞,皆有由兩親所承繼之全部遺傳因子。由於此等因子之支配,而定身體各部之形態、色彩、生理作用等性質。若細胞分裂,因子亦隨之分裂增殖。以是生物體者,不外為所謂遺傳因子一種粒子之集合體之思想。

此種思想,一般皆承認之。雖間有倡反對論者,是皆由於誤解。例如赫爾布斯特 Curt Herbst 作海膽之交雜種 *Sphaerechinus* ♀ × *Paracentrotus*, 而以 F_1 之胚子置之高溫。若由兩親所得之遺傳因子為獨立,則抵抗高溫力弱之 *Sphaerechinus* 由來之因子,單獨受害,而 F_1 成長後,應似父親。然實際結果, F_1 個體,全部受害。因此認因子的集合體說為謬誤。此蓋由於將遺傳的獨立與生理的獨立二者混同所生之結果。縱然來於全然系統不同之因子,若入同一細胞內,則相互協力而營種種生理作用,決非各不相關者。讀及後文,當自明瞭。

2. 孟德爾實驗之前驅

如孟德爾所作同樣之實驗,在彼以前,已有多數學者。其中如克爾羅伊特爾 J. G. Kölreuter, 約在孟德爾百年前,已起始將煙草及紫茉莉種種植物作成雜種,而知相互交雜之 F_1 間,殆無差異。雜種所表現,多少為兩親之中間性。關於雜種的繁殖力,因兩親之組合如何,而有正常以至完全不稔種種程度。若繼續行退交雜,則終於至與一方之親殆無差別,有時雜種之生長旺盛一點,凌駕兩親等。

此後萊特 T. A. Knight, 1799 主要在利用雜種強勢現象

之實用上努力，又謂不僅由交雜之子孫，可選出優良系統而作植物品種改良，且由實驗結果言，‘自然界希望在附近之同種植物，相互間作有性生殖’。此後由於達爾文之敷陳，遂得所謂萊特達爾文法則。萊特亦如克爾羅伊特爾知相互雜種間無差異。又如孟德爾以豌豆作交雜實驗，紫花與白花之 F_1 ，開紫花，更以 F_1 與白花者作退交雜，而得其次代有開紫花者，有開白花者。換言之，已觀得分離現象，但兩型之比，未加注意。

次後果斯 J. Goss, 1822 又將豌豆指出其種子之青色與白色(淡黃色)，皆由子葉之色而來，渠將白豌豆花粉，使青豌豆花受精，由此所生之種子，全為白豌豆。其非他花受粉者，全為青豌豆。又由於交雜而生之白豌豆，其成長之植物一株中生有僅為白豌豆之莢，及僅為青豌豆之莢，更有青與白混合之莢。至於青豌豆之次代，則僅生青豌豆等記載如上述。

格爾特勒爾 C. F. V. Gärtner, 1849 曾作多數植物之種間雜種，但其結果，多未出克爾羅伊特爾所達到之領域，然孟德爾在其論文中，對於格爾特勒爾之研究，甚為關心而詳加評論。

羅丁 C. Naudin, 1862 剛在孟德爾之前，作多數植物之異種雜種，而謂雜種之性細胞，其一部份與父同一要素，他一部分與母同一要素，因此 F_1 雖表面齊一，而 F_2 則變為駁雜。此與孟德爾發見之法則之一部份，甚相近似。

在孟德爾之論文中,除克爾羅伊特爾及克爾特勒爾外,勒可克 H. Lecoq, 1862 之紫茉莉 *Mirabilis* 實驗,及威克那 M. Wichura, 1865 於柳屬 *Salix* 所得種間雜種之不變性(不分離性)諸成績,皆引用而申論之,但此等實驗,與孟德爾用豌豆之實驗結果,無直接關係。

此類植物學者,雖皆由觀察而得如孟德爾之同樣事實,然在理論的解釋,此一層單薄(但堅硬)障壁,終未得打破,而繼續上述之理論的及實驗的前驅者,遂生孟德爾之光榮研究。

第一節之附註

- (1)近於今日染色體之意義。
- (2)相當於今日之遺傳因子者。

第二節 孟德爾及其研究

1. 孟德爾之生涯

格里果爾,約翰,⁽¹⁾孟德爾 Gregor Jonann Mendel 生於 1822 年七月二十二日,舊奧屬今捷克斯拉夫 Czecho-Slovakia; Tschechoslowakei 西北隅,波希米亞 Bohemia; Böhmen 之一小村,而為農家子,在高等學校畢業後,即入布林 Brünn (今之 Brno) 之女王僧院⁽²⁾ Koniginkloster, 研究神學,後往維也納 Vienna; Wien 入大學,二年後歸來任僧院附屬之實科中學教員。孟氏之研究,雖為 1853—1871 之十八年間,然其最有名之豌豆實驗,則為其教員生活八年間所成者。

渠之不朽論文‘植物雜種之研究’ Versuche über Pflanzenhybriden, 爲於 1865 在布林之博物學會所宣讀者, 次年由該會之會報印刷發表, 不過爲 47 頁之小論文, 此後三年, 更發表一更小僅七頁之論文‘由於人工交配所獲得若干 Hieracium 雜種之研究’ Über einige aus Künstlicher Befruchtung gewonnene Hieracium Bastarde,

1869 普通所謂孟德爾之論文, 係指其最初一篇。

至 1868 年被舉爲僧院長, 更將實驗園地擴張, 欲將種種野生植物, 加以研究。但至 1871 年, 因寺院財產課稅法與政府爭執, 經十年不決, 遭此不幸, 及其論文之價值未遇知音, 於此

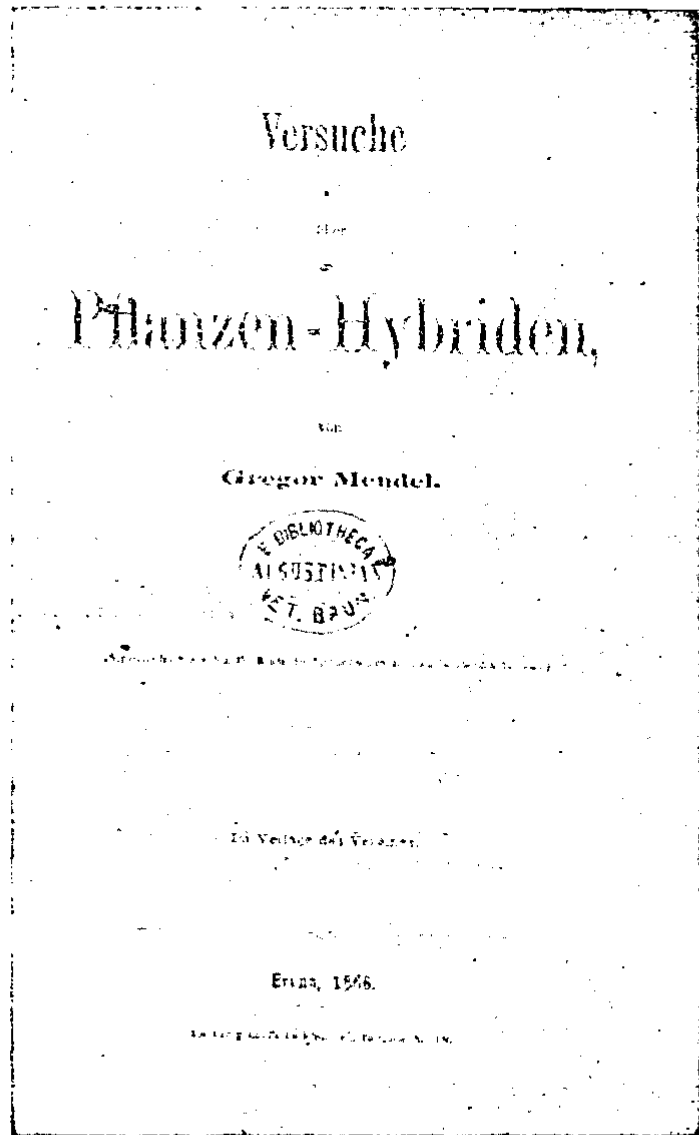


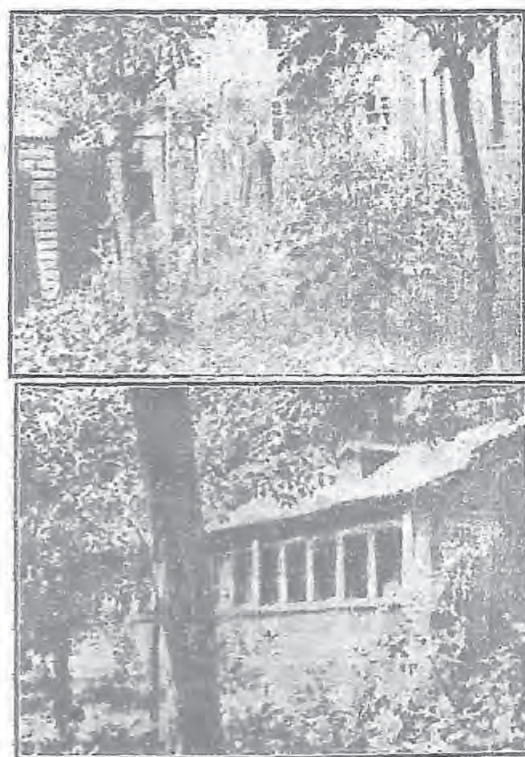
插圖 2. 孟德爾之論文(田中原圖)

布林女王僧院贈著者之原論文封面

失意之餘，遂於 1884 年一月六日，與世長辭，年六十一。彼生前有一口癖，常謂‘余之時代，即見到來’。‘Meine Zeit wird schon Kommen’。但其晚年，殊為寂寞。

渠除植物外，蜜蜂之遺傳，亦嘗着手。又對於天文學之研究及氣象學，亦有興趣，特別對太陽黑點之觀測，非常熱心。嘗有關於此之論文發表。又由其整齊而美觀之筆蹟，可見其性格之方正。

插圖 8. 孟德爾之實驗園地及養蜂屋(原圖)



上：實驗園地(圖中為女王僧院之一僧侶)

在此狹小庭園而造成功績如此偉大，念之感慨良深。

下：養蜂屋(行蜜蜂交雜實驗處)

此在稍隔僧院之田園中，為一磚造小屋。

孟德爾生前，曾數度致書於當時第一流之植物學家勒格里 Carl Nägeli，敘述自己實驗結果，即達爾文恐亦讀及其論文。然關心於渠之發見者，竟無一人。渠之不朽名著，出版後34年間，長埋於市井之塵。偶至1900年，荷蘭之底佛里斯用玉蜀黍，德國之苛倫斯 Carl Correns 及奧國之捷爾馬克 Erich Tschermak 同用豌豆，各作獨立研究，而發見分離、優劣、獨立等遺傳法則。及至探索文獻，乃得孟德爾論文，於是各自之論文中，皆加以引用與介紹，是之謂孟德爾論文之再發見 rediscov-ery; Wiederentdeckung。

由此再發見後之孟德爾論文，其真價遂被認識。從來遲遲不進步之遺傳學，突醒覺其長夜之眠，此後之活躍進步，誠可驚嘆。此新遺傳學，稱以 Mendelism; Mendelismus 之名。遺傳因子之分離，稱為 mendeln。惜哉，試將孟德爾之生涯與其功績通覽之，其數奇之運命，殊令後世遺傳學學子，不勝惆悵。

3. 孟德爾之研究

孟德爾之前驅者某氏，與渠同其實驗材料，選用最適之豌豆（有若干容易區別之形質，自然放任之，殆不他花受粉，其雜種有完全繁殖力等）。雖已至臨界地步，而未能發見普遍的法則，而孟德爾獨能成功者，蓋以渠對於每個體，皆加以調查，親子之關係記載明確，而為連續的系統繁殖。又在變異多之計量的性質不加注目，而只對於區別容易之特定之形態的性質，各別研究故也。

孟德爾由種苗商處,搜集豌豆計二十二品種,其中作為研究對象之性質,有次之七對。

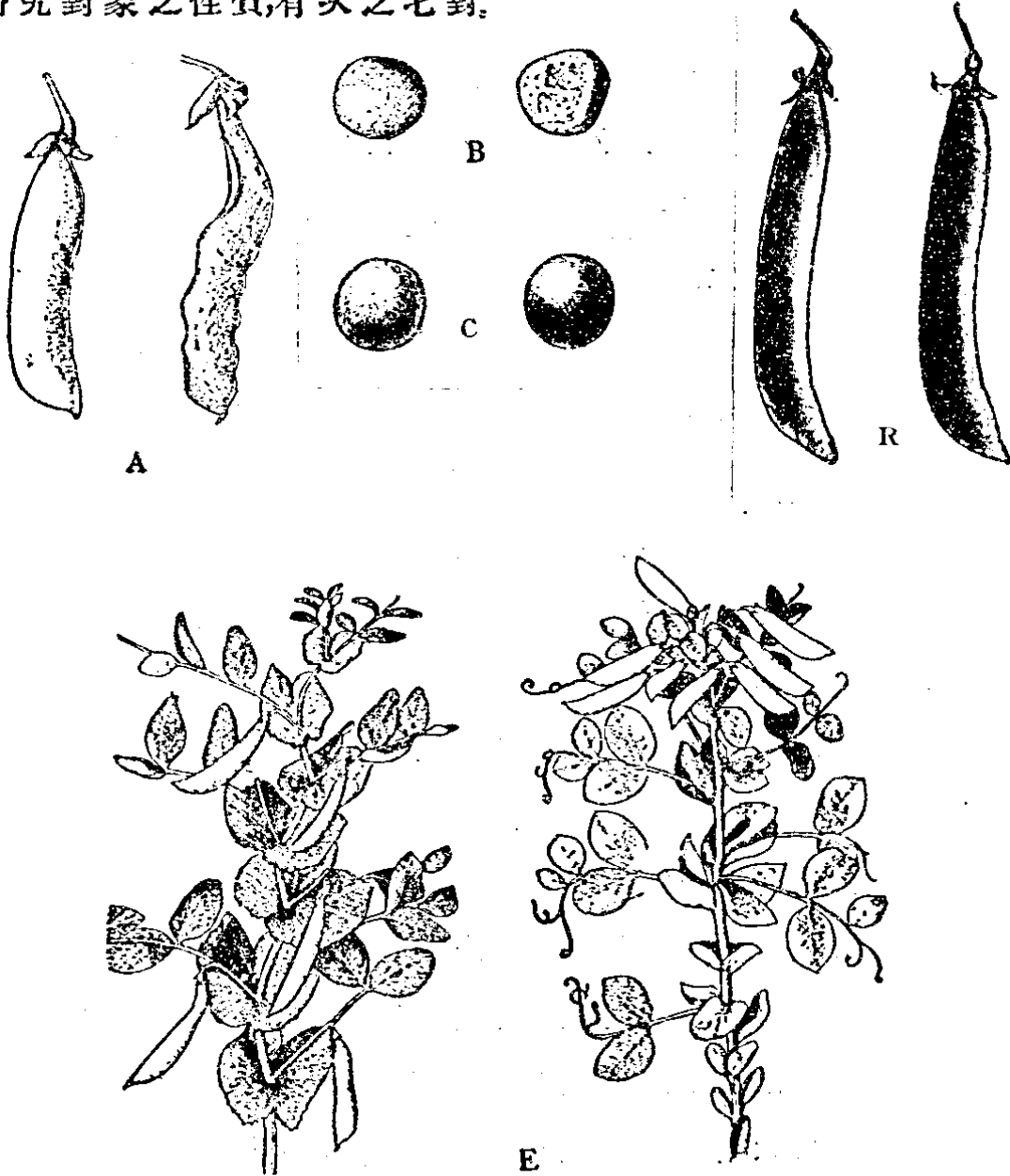


插圖 4. 孟德爾所用實驗豌豆之二三性質

(A—D: 原圖 E: White)

- A: 左, 硬莢, 右, 軟莢, B: 左, 圓粒, 右, 稜面多角形粒
 C: 左, 黃色豆, 右, 青色豆 D: 左, 黃莢, 右, 綠莢
 E: 左, 散生, 右, 簇生,

1. 種子之形狀 表面光滑而圓者與表面有皺紋而成多角形者。

2. 子葉⁽³⁾之色 透過種皮而見子葉之色爲綠色者與黃色者。前者稱爲青豌豆，後者稱爲白豌豆。在種皮灰色而帶紫色斑點之情形，子葉之色，不能透視，故須用小刀削去種皮之一部而觀察之。

3. 種皮之色 灰色至褐色者(有生紫色斑點者與無斑點者)及無色者，不可與子葉之色混同。凡種皮之着色者，花爲赤紫色，莖亦現紅色，而無色種皮之花爲白色，莖全爲綠色。

4. 莢之軟硬 軟莢者，即所謂莢豌豆(譯者按：俗稱菜豌豆)成熟時，種子與種子間，收縮縫入。硬莢者，即所謂實豌豆，成熟時，莢不變形。

5. 莢之色 未老熟時之莢，有綠色與淡黃色者。莖與葉之色，與此相伴。

6. 花之位置 有頂生與腋生：頂生者，花皆近於莖之頂端而簇生。腋生者，在莖之全長上，各葉腋皆生花。

7. 莖之長短 有高生與矮生：高生者，有如普通之豌豆，長達六尺左右。矮生者，不過 0.75—1.5 尺而已。莖之長雖因土壤等關係而大有影響，但在同一土地，其變化甚少。而在高生與矮生間，有非常差異，故決不至於不易區別。

孟德爾在一方面確定此等性質，在純粹種間，決無變化。又在他一方面，作成多數相互雜種，而各別觀察其子孫，其結

果即得次節所述之孟德爾法則。

渠在研究豌豆之同一論文中，記載有關於菜豆之莖長、莢色、莢軟硬、花色等。除花色外，與由豌豆所得之法則，完全一致。花色之赤紫色與白色者交雜而得之 F_2 ，除與兩親同色者外，有無數中間階級，其解釋有今日同義因子之思想，似此困難現象，而亦得如此計及，尤堪驚嘆。

此後渠在 *Hieracium* (*H. Japonicum* 或 *H. umbellatum* 之類) 一野生植物作實驗而發表其結果，此植物在自然狀態下，除有二種極端者外，其多數為中間型，其於成因亦多有不同之學說。欲解決此問題而着手研究，因其花甚小與構造上之困難，對於交雜，非常苦心。然其所得之結果，與豌豆完全相異。同一組合而得之 F_1

植物相互間，總有若干相異，或現中間性，或似一方之親，又在雜種之子孫，不分離者亦有之，極難理解。

至近來，已明此植物常作無配生殖。曾使孟德爾煩惱之問題，於是乃得解決。

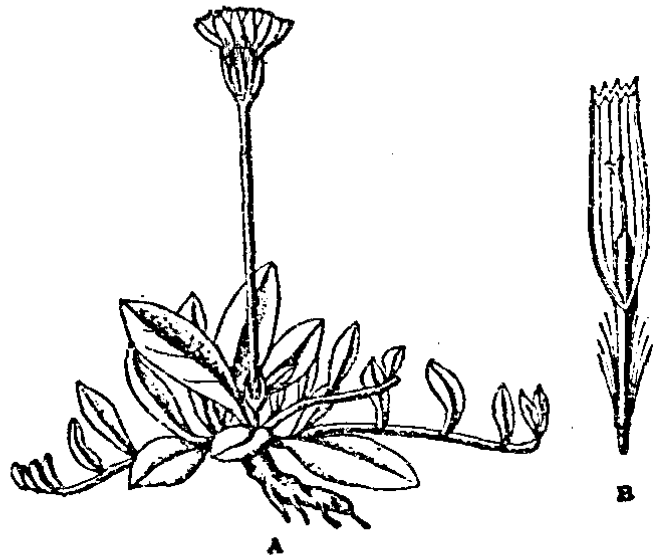


插圖 5. *Hieracium pilosella* (Itis)
A: 全株(縮小)
B: 舌狀花一朵(放大)

第二節之附註

- (1) 格里果爾爲僧名, 約翰爲基督教名。
- (2) 有人誤爲王之僧院 Königskloster 者。
- (3) 孟德爾非云子葉 Kotyledon, 而云胚乳 Albumen, 但成熱豌豆之種子, 無胚乳。

第三節 孟德爾之法則

Mendel's Laws of Heredity;

Mendels Gesetze der Vererbung

在孟德爾之論文中,並未分類記載其遺傳之法則,後之學者,爲幫助理解起見,乃抽出如後述之四原則,此即所謂孟德爾之法則。但各學者之見解,亦不一致,有人分爲優劣、分離、獨立三原則,又有人定爲分離、純粹,及生物爲遺傳單位之集合體三者,又更有人分爲分離與獨立二者。甚至認爲一分離法則之學者亦有之,在實際上,孟德爾發見之核心,即分離法則,若有與此相反之現象,即稱爲非孟德爾式遺傳,由分離法則,當然能導出純粹法則,又對於優劣、獨立二法則,雖此後發見多數不依此等法則之情形,然非與孟德爾之遺傳法則相反,不過附加新法則而已。

1. 支配之法則 優劣之法則,優性之法則; Law of dominance; Dominanzregel Uniformitätsregel.

孟德爾在異品種豌豆間之 F_1 , 得知只兩性質之一性

質出現,他方之性質,成爲潛伏,出現於 F_1 之性質,謂之優性 (1)(主宰性,發現性,顯性), dominant; dominante Eigenschaft, 而潛伏者,謂之劣性(退守性,潛伏性,隱性), recessive; rezessive Eigenschaft, 渠所研究豌豆之七性質,其優劣關係如次:

	優性	劣性	備考
種子之形狀	圓粒	皺粒	
子葉之色	黃色	綠色	
種皮之色	着色	無色	有無斑紋未計及
莢之軟硬	硬莢	軟莢	
莢之色	綠色	黃色	黃色者黃綠色之意
花之位置	腋生	頂生	腋生 = 散生,頂生 = 簇生
莖之長短	高生	矮生	

在優劣二性之 F_1 , 其表面上,與優性之親 (P_1), 無若何差異,

前此達爾文及其他諸人,已注意及雜種或多似其父親 Patroclinous; Patrokline, 或多似其母親 Matroclinous; Matrokline 之情形,此等寧爲例外,蓋因大多數皆表現兩親之中間性。至孟德爾謂 F_1 之個體似其一方之親至不能區別之程度時,給與學界以非常刺激,最初認此爲孟德爾法則中之最重要者,其後由於研究進步,雖此優劣法則之普遍性漸失,然以優性劣性之區別,因在表示遺傳現象上甚爲便利,故至今仍廣泛用之。

在豌豆以外之動植物,舉二三優劣關係之例言之:在蠶言,虎蠶對姬蠶為優性。在鼠言,黑色對白色為優性。在人類言,茶色眼對碧眼為優性。在金魚草言,左右相稱型Zygomorphous flower; Zygomorphe Rasse 對放射相稱型 Peloric flower; Radiäre Rasse 為優性。在稻言,紫色芒對紅色芒,又紅色芒對白色(莖色)芒為優性。在觀賞豌豆 Sweet Bea 言,紫色對白色為優性。在牽牛花言,全紅色花對小鹿紋花,又千鳥葉對圓葉及渦狀葉為優性。

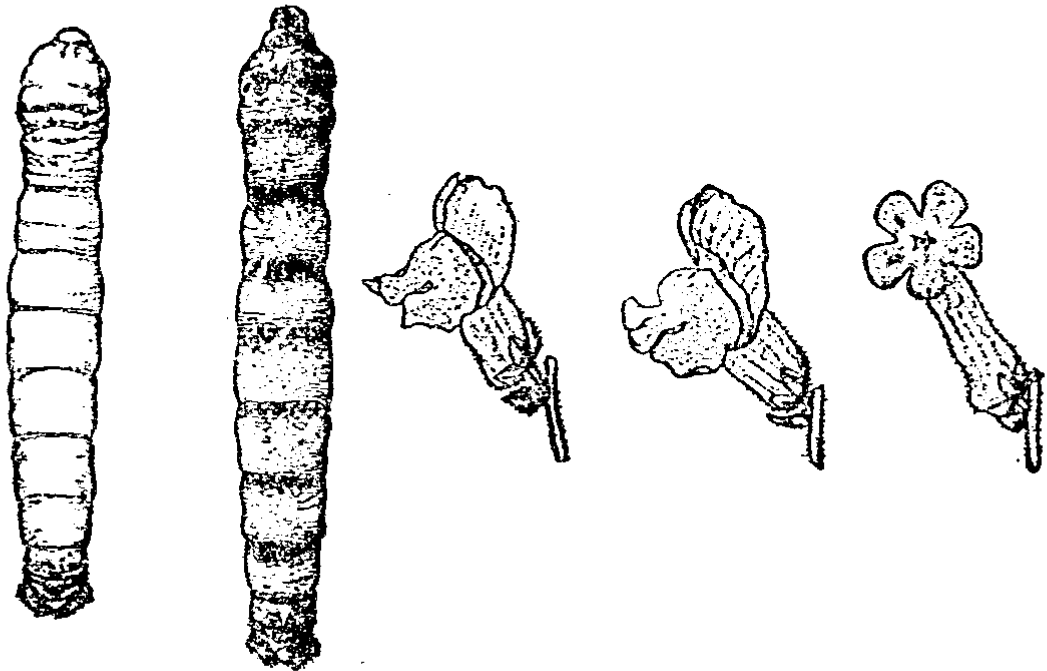


插圖 6. 姬蠶與虎蠶(原圖)

左: 姬蠶
右: 虎蠶

插圖 7. 金魚草之花形(Baur)

左: 左右相稱形(唇形)
中: F_1
右: 放射相稱形(筒形)

但二相對性質之優劣關係,不限定如上述諸例,有對無或濃對淡為優性,蓋因反對於上述之情形者亦有之,故必須

由實驗乃能確定,例如在蝸牛 *Helix*, 其有黑褐色大條紋者為劣性,而無色者為優性,又在蠶繭之白色,通常對黃色為劣性,然在某品種,白色則為優性。鷄羽之白色,對於黑色及褐色,有為優性者,有為劣性者(因品種而異), 普通稻之有芒為優性,但優性無芒之系統亦有之。此決非因時間及地域而變化其優劣關係者,今已明瞭其完全由於因子構造之差異所使然者。

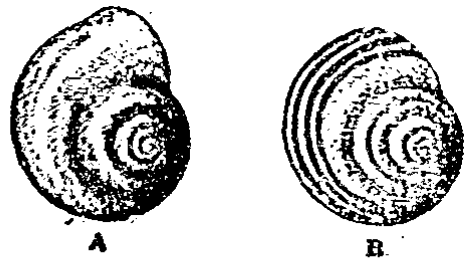


插圖 8. 蝸牛條紋之有無(原圖)
A: 無紋(優性)
B: 有紋(劣性)

2. 分離之法則 Law of segregation; Spaltungsregel.

在 F_1 只有優性出現之雜種,及至 F_2 遂分離而出現優性個體及劣性個體,今就最簡單之情形而說明其因子遺傳。

今以 A 表示優性因子,則在純粹系統內,由父所承繼者為 A,由母所承繼者亦為 A,故其子之因子構造為 AA, 今又以 a 表示劣性因子,與上同理,其純粹個體,則為 aa, AA 個體之性細胞,各有一 A, 而 aa 個體之性細胞,亦各有一 a, 故二系統交雜所生之 F_1 , 應為 Aa, 但因 A 對於 a 為優性,故 F_1 之表面上,與 P_1 之 AA 無異。

然在 F_1 之 Aa 個體形成性細胞時, A 與 a 兩因子,遂分別入於各別性細胞,因而某一性細胞承繼 A, 他一性細胞遂

承繼 a, 且兩種細胞之數目相等, 而雌雄雙方皆同然。令 F_1 之雌所生卵細胞之總數為 $4m$, 則含 A 之卵為 $2m$, 而含 a 之卵亦為 $2m$ 。又 F_1 之雄所生精蟲之總數, 令為 $4n$, 則含 A 之精蟲當為 $2n$, 而含 a 之精蟲, 亦當為 $2n$ 。此二種卵由於此二種精蟲行受精時, 遂有 A 卵與 A 精蟲, A 卵與 a 精蟲, a 卵與 A 精蟲, a 卵與 a 精蟲四種組合, 此各組合之數目, 完全由於數學上之確率 probability; Wahrscheinlichkeit 法則, 略為同數, 決無任何一組合, 有多得之理由。若令精蟲之數非常多, F_1 雌所生之卵皆受精, 則 F_2 之世代應為

$$mAA + mAa + maA + maa$$

因 Aa 與 aA 為同一因子型, 可合計之而成 $mAA + 2mAa + maa$ 。又因 m 為各項所公有, 故可書 $m(AA + 2Aa + aa)$ 。若單就三種因子型之比例言之, 更可簡略書為 $AA:2Aa:aa$, 以是在普通言, F_2 之上述三種因子型比例, 為 $1:2:1$, 在以下敘述, 將應為實數之 m, n 等略去, 而單言其比例。若解與此為同一數字之代數式 $(A+a) \times (A+a)$ 或 $(A+a)^2$, 亦可得之,

$$(A+a)^2 = A^2 + 2Aa + a^2 = AA + 2Aa + aa,$$

但由於優劣之法則, Aa 在表面上與 AA 不能區別, 故此二因子型合計而得 3。結果在 F_2 出現之優性個體與劣性個體之比, 成爲 $3:1$, 換言之, F_2 個體之 $3/4$ (75%) 爲優性, 他 $1/4$ (25%) 則爲劣性。

在 F_2 所表現優性個體中之 $1/3$, 因其爲 AA , 故在自家

交配或同型因子之交配,無分離現象發生。換言之,已為純粹。反之,其餘 $2/3$ 因為 Aa , 故在次代 (F_2), 亦恰如 F_1 作同樣之分離。 F_3 以下準此。若以圖式表示之,有如插圖 9。

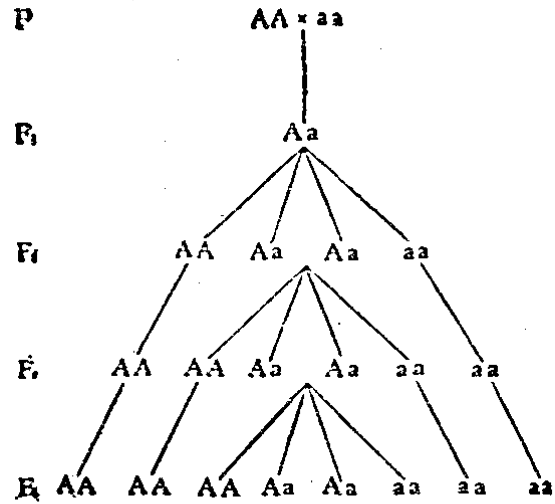


插圖 9. 一因子遺傳之分離式(原圖)

似此優劣二性之分離, 在表面上雖至 F_2 乃得見之。然由因子言, 在 F_1 形成性細胞時已發生。由於上文, 可以明瞭此不僅在理論, 有時在實驗上, 亦可證明。例如以碘酒染

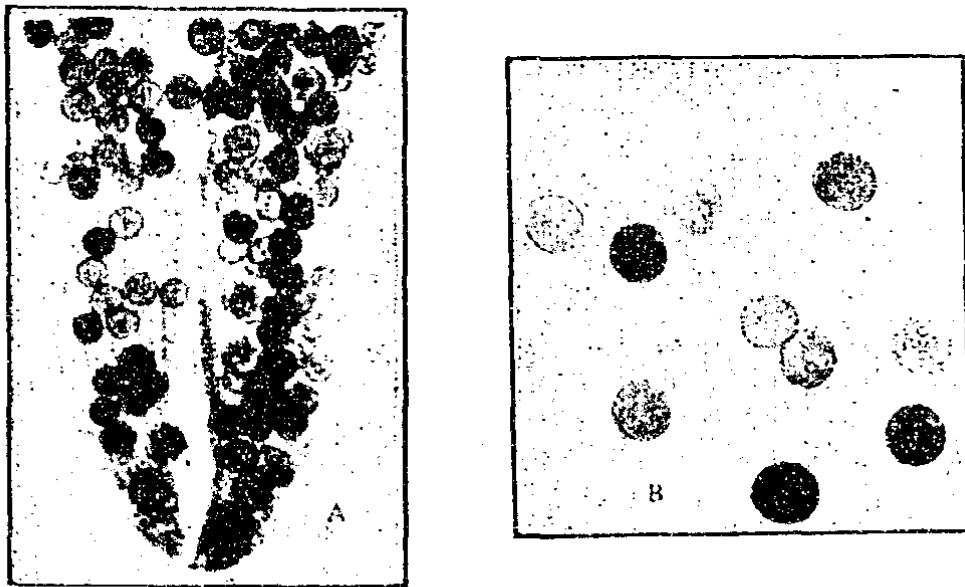


插圖 10. 加碘酒後之稈與糯之 F_1 花粉(Parnell)

A: F_1 植物之一部份花粉

B: 更加擴大之花粉粒

淡黑色者, 為具有稈性(澱粉)因子之花粉; 黑色者為糯性。

粳米成青黑色⁽²⁾，而染糯米，則成紅色⁽³⁾，今在粳稻與糯稻交雜而生之 F_1 粳，又其 F_2 分離成粳 3:糯 1，故粳鮮明為優性，若於 F_1 之花粉，滴下碘酒，則可見染成青黑色(粳性)之花粉粒與染成紅色(糯性)之花粉粒，殆為同數存在，此在顯微鏡下確實證明者(Parnell, 1921)。又關於玉蜀黍之澱粉粒與蠟質粒，在其雜型個體之花粉，亦觀察得同樣現象 (Kiesselbach and Petersen, 1926)。

雜種性之個體，無論在任何情形，皆依據分離法則而行分離。例如在退交雜方式之 $Aa \times AA$ ，一方面之親生出 A 及 a 二種性細胞，數目相等；他一方面之親只生出 A 一種性細胞，由此等性細胞結合所生之個體 AA 及 Aa，為同一數目。雖在表面上全現優性，但由因子型言之，則純粹性者與雜種性者各半。又在退交雜之另一方式 $Aa \times aa$ ，因一方面之親 A 與 a 同數生出，而另一方面則只生 a 一種性細胞，由於此等結合，遂生 Aa 與 aa 二種個體，數目相等。因所有 $Aa \times aa$ 式退交雜之結果，其所生之表型比立即表示雜種性之親所具性細胞之種類及其比例，在遺傳研究上，以此為目的者，最普通用此種退交雜 (FR_1)，例如上述稻之情形，以粳與糯之 F_1 與劣性之糯行退交雜，則其次代之粳稻與糯稻為同數，無論何者為雌株，皆無妨礙。蓋以縱令 F_1 為雌或雄，其具粳因子之性細胞與具糯因子者，其為同數，同樣得知。

尚須注意者，在 F_1 之 Aa 或以後之 Aa，其關於 A 及 a 部份，

完全為同型,又 F_2 以後之 AA 或 aa,其關於此等因子之範圍,亦完全與純粹種無異。

3. 獨立之法則 Law of independence, law of independent assortment; Unabhängigkeitsregel, Gesetz der Selbstständigkeit,

在兩對遺傳因子異型之個體,各相對因子間,全無關係而自由分配於性細胞,縱然在生理上,關係於同一表型之二對或多數因子,在其遺傳上,各為獨立者,大有其例,例如使小麥之粒為紅色之因子,有 A、B、C 三種優性因子,其劣性因子為 a、b、c,在 A、B、C 三種皆存在時,其色較任何單獨一種存在

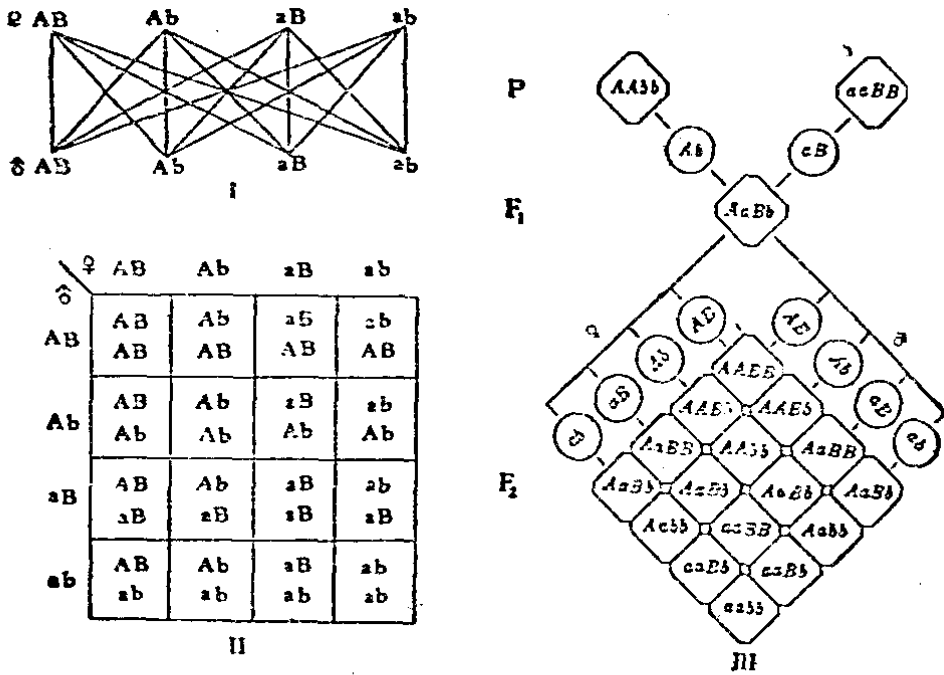


插圖 II. 獨立遺傳之三模式

在 F_1 雜種生成性細胞時, AB、Ab、aB、ab 四者,皆作 1:1:1:1 之比,

I: 直線式 II: 方格式 III: 斜方格式

時爲濃,換言之, A、B、C 三因子,在生理上相互協力,使粒色爲紅,但在遺傳上,此三者完全獨立,無論他因子之存在與否,純依確率而分配於各性細胞。

令 A、a 及 B、b 表示兩對因子,則 $AABB \times aabb$ (無論何者爲雌皆可)或 $AAbb \times aaBB$ 一交雜之 F_1 , 皆爲 $AaBb$ 二因子雜種,此 F_1 形成細胞時,其因子組合有 AB、Ab、aB、ab 四種,此四種皆爲同數,且雜種之卵與精蟲(或花粉,以後在便利上,稱雄性細胞爲精蟲者有之。)皆同然,此四種卵與四種精蟲,完全任意⁽⁴⁾結合而生 F_2 之個體,若以模式表示之,即如插圖 11。

若集合其中之相同因子型,而書爲一代數式,可得

$$\begin{aligned} &AABB + AAbb + aaBB + aabb + 2AABb + 2AaBB \\ &+ 4AaBb + 2Aabb + 2aaBb \end{aligned}$$

然若解 $(AB + Ab + aB + ab)^2$ 一代數式,亦可得同樣結果。

若將上式更簡單集合書之,可得

$$\begin{aligned} &A, B \text{ 皆有者 } (AB) \quad 9 \\ &A \text{ 有 } B \text{ 缺者 } (Ab) \quad 3 \\ &A \text{ 缺 } B \text{ 有者 } (aB) \quad 3 \\ &A, B \text{ 皆缺者 } (ab) \quad 1 \end{aligned}$$

此爲兩因子遺傳之比例數,爲今後本書中所常用之基礎數字。

於此順便將由單因子雜種以至多因子雜種,其獨立遺傳之 F_2 之比例數,綜括記之如次:

因子對數 $\frac{F_1\text{-之性細胞種類數}}{\text{類數}}$	F_2 之表型分離比(完全優性時)	F_2 之組合數
單因子雜種 2^1	$(3+1)^1 = 3+1$	$4^1 = 4$
兩因子雜種 2^2	$(3+1)^2 = 3^2 + 2 \times 3^1 + 3^0 = 9+3+3+1$	$4^2 = 16$
三因子雜種 2^3	$(3+1)^3 = 3^3 + 3 \times 3^2 + 3 \times 3^1 + 3^0$ $= 27+9+9+9+3+3+3+1$	$4^3 = 64$
四因子雜種 2^4	$(3+1)^4 = 3^4 + 4 \times 3^3 + 6 \times 3^2 + 4 \times 3^1 + 3^0$ $= 81 + 27 + 27 + 27 + 27 + 9 + 9 + 9$ $+ 9 + 9 + 9 + 3 + 3 + 3 + 3 + 1$	$4^4 = 256$
多因子雜種 2^n	$(3+1)^n = 3^n + n \times 3^{n-1} + \frac{n(n-1)}{2} \times 3^{n-2}$ $+ \frac{n(n-1)(n-2)}{3} \times 3^{n-3} + \dots \dots$ $+ \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{r} \times 3^{n-r}$ $+ \dots \dots + 3^0$	

4. 純粹之法則 Law of purity; Reinheitsregel.

如上所述, AA × aa 之 F_1 為 Aa, 又其 F_2 為 AA, Aa 及 aa 而分離比為 1:2:1. 此 F_2 分離出之 AA 及 aa, 與最初交雜所用之 AA 及 aa 完全相同, 換言之, 因子之純一性, 能完全維持, 雖在 F_1 之幼稚性細胞中, A 與 a 同混在一細胞, 而相互毫不污染 Contaminate, 有如鈉 Na 與氯 Cl 化合而成食鹽 NaCl, 雖此食鹽與原有之鈉及氯完全異其性狀, 但若經過分解, 此鈉與氯仍還原狀。

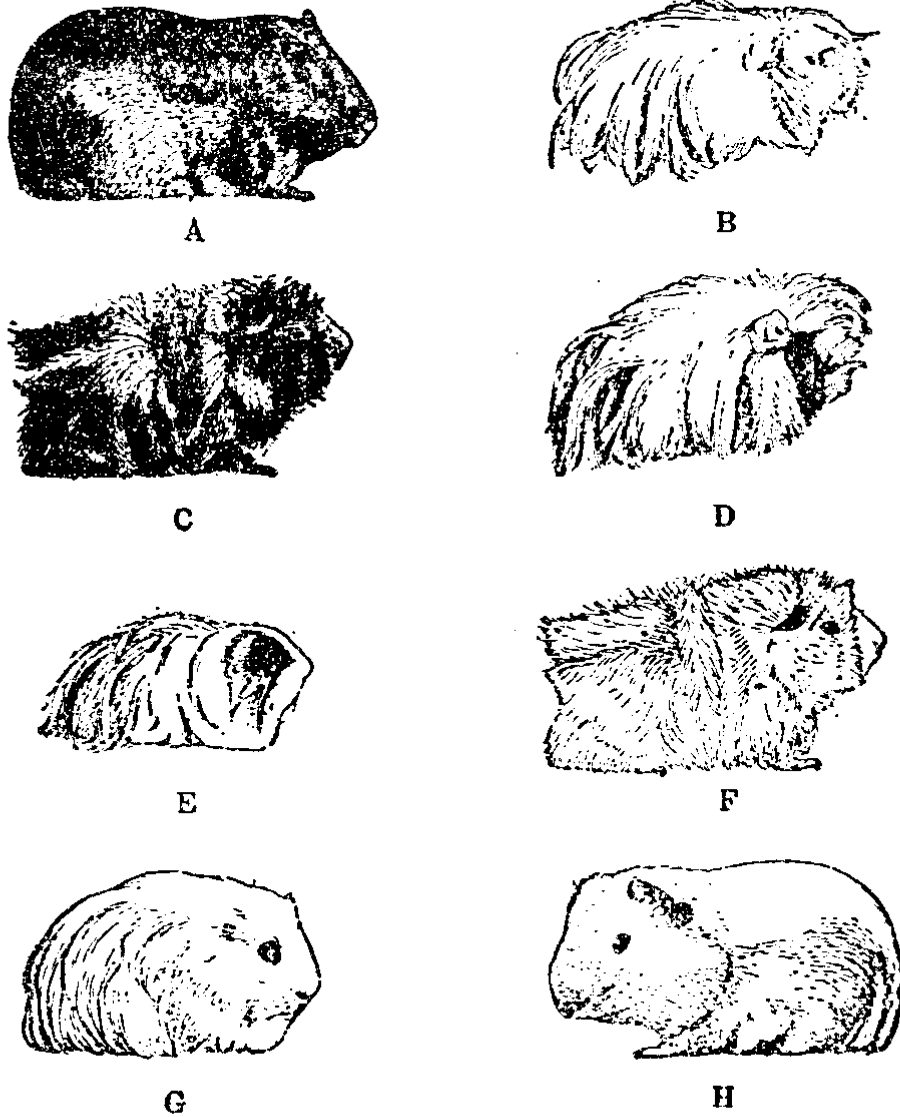


插圖 12. 天竺鼠(*Cavia cobaya*) 之三因子遺傳(Castle)
 A: 短直毛着色(P_1) B: 長捲毛白色(P_1) C: 短捲毛着色(F_1)
 D: 長捲毛着色 E: 長直毛着色 F: 短捲毛白色 G: 長直毛白色
 H: 短直毛白色
 短毛, 捲毛, 着色爲優性; 長毛, 直毛, 白毛爲劣性,
 在 F_2 ; C27:A9:D9:F9; B3.E3.H3; G1

第三節之附註

(1) 此決無優等劣等之意義, 只不過表示在 F^1 時, 其發現力之強弱而已, 優性中亦有對於生物甚不利之性質, 劣性

中亦有對於人類非常適合之性質。

(2) 因有澱粉存在。

(3) 由於 Amylodextrin 存在。

(4) 任何組合,不能特別多出之意義。

(5) 日本俗稱此爲モルモット。但英文之 Marmot 爲山撥鼠 *Mus montanus*, 其與天竺鼠 guinea-pig, 爲全然別屬別種之動物。

第四節 支配法則之例外

1. 不完全優性 中間雜種⁽¹⁾; Incomplete dominance, intermediate hybrid, unvollkommene Dominanz,

孟德爾之豌豆實驗,其所用之七對性質,雖皆爲完全優性,然在葉之形及大小,毛之有無,及開花期之早晚等,其雜種常表現兩親中間之性質。孟德爾自身已明記之,只不過在孟德爾以前,一般皆認爲雜種常出現兩親之中間性⁽²⁾,渠則特別堅持只有一方面之親之性質出現而已。

不完全優性之有名實例,爲苛倫斯 C. Correns 之紫茉莉 *Mirabilis Jalapa* 花色遺傳研究,其紅花與白花之 F_1 爲桃色,由此桃色 F_1 自家受精所生之 F_2 , 爲紅 1:桃 2:白 1 之比例,又其紅色與白色者自家受精所生 F_3 以後之個體,只各爲紅色與白色者,而桃色之 F_2 所生 F_3 , 其分離比與 F_2 同。在櫻草之花形,亦觀察得同樣事實。

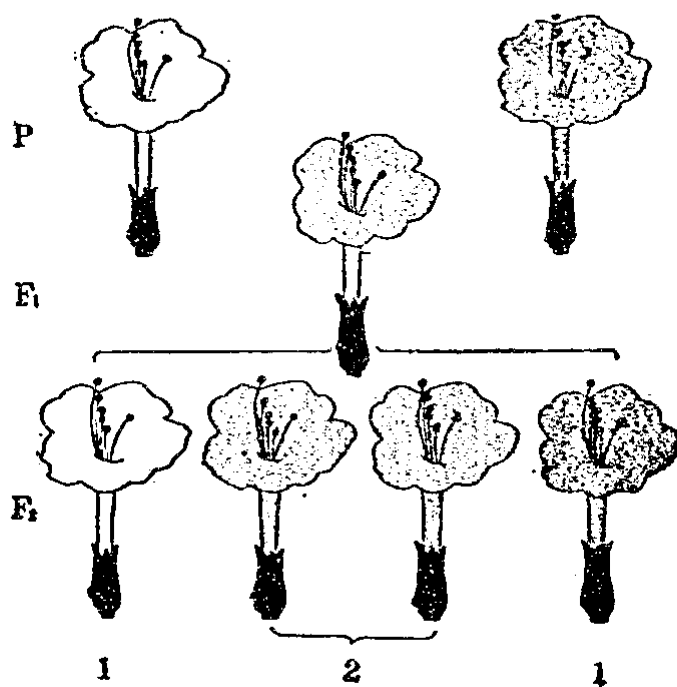


插圖 13. 紫茉莉花色之不完全優性(Correns)

P: 兩親(左爲白花,右爲紅花)

F₁: 雜種第一代(淡紅色)

F₂: 雜種第二代之分離,數字爲分離比。

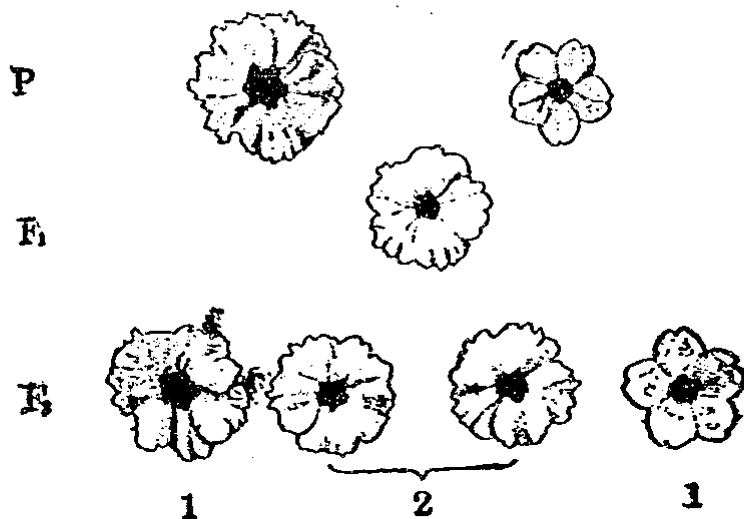


插圖 14. 根草之花形(Punnett)

P: 兩親

F₁: 第一代雜種(兩親之中間型)

F₂: 第二代雜種(除與兩親相同者外,尚有與F₁同型者)。

在蠶有所謂黑縞蠶者,爲全體黑色只各環節間有白帶之品種,其與皮膚爲白色之品種所謂形蠶者,相交雜而得之 F_1 , 爲淡黑縞,在其 F_2 , 則分離出濃黑縞 1:淡黑縞 2:形蠶 1 之比例,若不論濃淡而集合黑縞,其與形蠶,則作 3:1 之比。

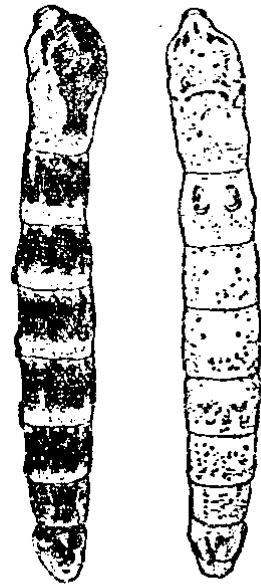


插圖 15. 黑縞蠶與形蠶(原圖)
左:黑縞蠶,右:形蠶(普通斑紋蠶)

天蠶蛾科之蛾名 *Agria tau* 者之黑化型,與其正常型者交雜所生之 F_1 , 爲兩親中間之斑紋(M. Standfuss),

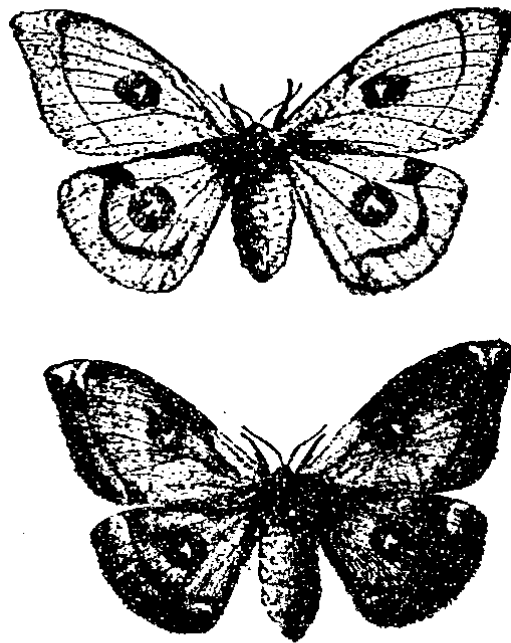


插圖 16. *Agria tau*(Standfuss)

上:正常型 下:黑化型

鷄卵之色,由於品種不同而有如來航鷄之白殼,及名古

屋種之褐色殼,但此二者之 F_1 之卵,爲淡褐色,又鷄之脚毛及毛冠⁽³⁾等,對於無此性質之品種,其 F_1 爲中間型,

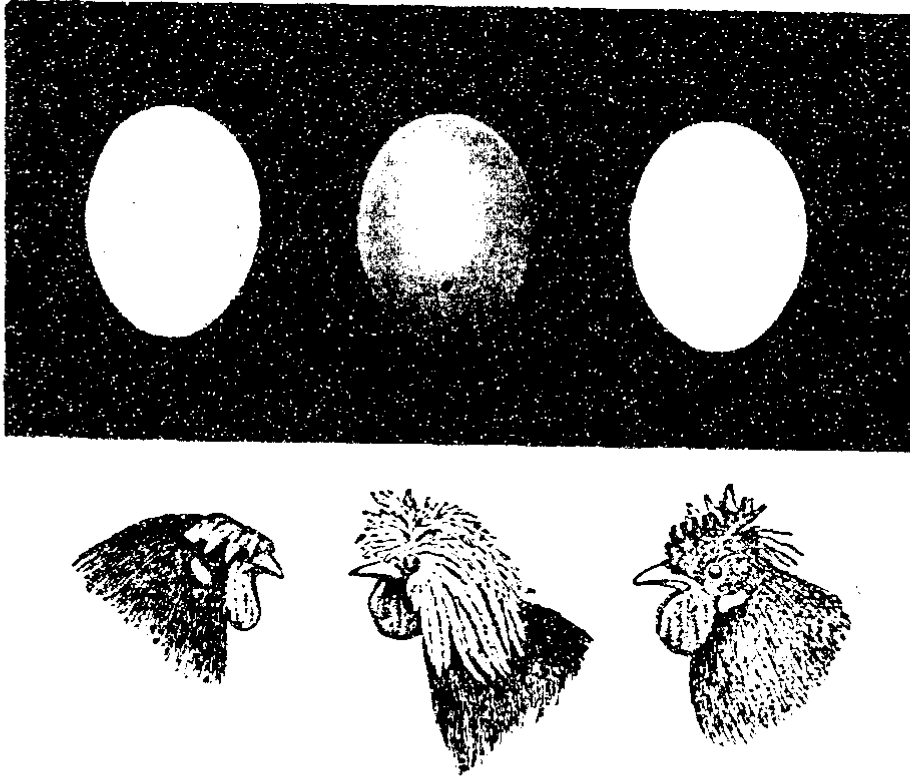


插圖17. 鷄之卵色及毛冠之不完全優性遺傳

(卵色由 Punnett 改作, 毛冠由 Davenport)

上圖: 左, 淡堡種, 中, 狼山種, 右, F_1 ,

下圖: 左, 門內客種, 中, 波蘭種, 右, F_1 ,

兔耳之長度,白人與黑人之混血兒,及小麥之粒色,雖亦嘗認爲融合遺傳,但在今日,尙有其他說明,將於後述之。

如以上所述之不完全優性,在孟德爾論文再發見後,最初提出者,爲苛倫斯。苛氏稱之爲玉蜀黍型⁽⁴⁾Zea-type; Maistypus,至於完全優性之情形,稱爲豌豆型pea type; Pisumtypus,

在不完全優性,其純粹(AA)優性與雜種性(Aa)優性,因可

完全區別,故由交雜種之子孫,作優性固定,與劣性同樣容易,又 F_2 之表型比,在單因子雜種,為 1:2:1,有如上述。然在兩因子雜種 $AaBb$, 則一對因子為不完全優性,及兩對因子皆為不完全優性,須分別考慮之,茲先將 A 對於 a 為不完優性,而 B 對於 b 為完全優性之情形言之,則有如次之分離比:

$$\begin{array}{cccccc}
 1 AABB & 2 AaBB & 1 AAbb & 2 Aabb & 1 aaBB & 1 aabb \\
 2 AABb & 4 AaBb & & & 2 aaBb & \\
 \hline
 3 & : & 6 & : & 1 & : & 2 & : & 3 & : & 1 \\
 \underbrace{\hspace{2cm}} & & & & \underbrace{\hspace{2cm}} & & & & & & \\
 9 & & & & 3 & & & & & &
 \end{array}$$

若 A 及 B 皆不為完全優性,則有如次之分離比:

$$\begin{array}{cccccccc}
 AABB & AaBB & AABb & AaBb & AAbb & Aabb & aaBB & aaBb & aabb \\
 \hline
 1 & : & 2 & : & 2 & : & 4 & : & 1 & : & 2 & : & 1 & : & 2 & : & 1 \\
 \underbrace{\hspace{4cm}} & & & & \underbrace{\hspace{2cm}} & & & & \underbrace{\hspace{2cm}} & & & & & & & & \\
 9 & & & & 3 & & & & 3 & & & & & & & &
 \end{array}$$

不完全優性之程度,不限定正確在兩親中間,如紫茉莉紅花與白花之 F_1 , 殆正在二者之中間,則紅色與白色,任何一者認為優性,皆無礙,然在有若干偏向之中間型,則其優劣關係,判然明瞭,例如果蠅 *Drosophila melan-*

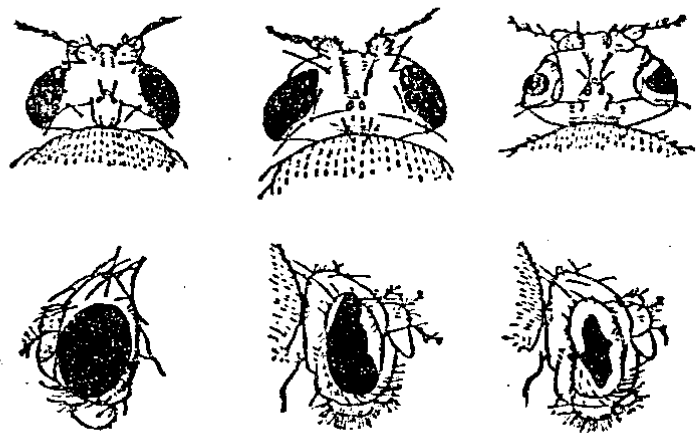


插圖 18. 果蠅之正常眼與細長眼(Morgan)
 上列: 背面觀 下列: 側面觀
 左: 正常眼, 中: 細長眼, 右: 細長之甚者。

gaster 之細長眼⁽⁵⁾ Bareye 一突然變異型與正常眼 Round eye 之 F_1 , 雖在兩親之中間, 然稍偏於細長眼一方, 又其黑體色 black 與正常色 grey 之 F_1 , 雖殆為正常色, 然稍帶黑色, 由完全優性以至於甚不完全之程度, 以其變異狀態圖示之, 有如插圖 19, 雖所有中間雜種之表型, 有相當顯著之變異, 然純粹之

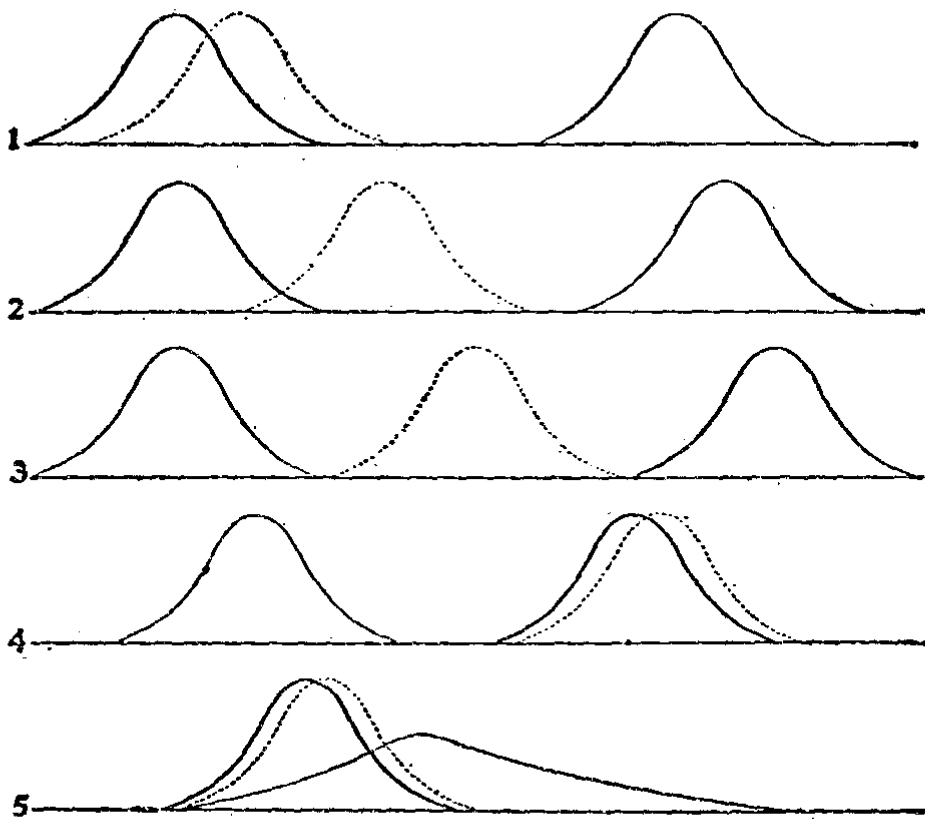


插圖 19. 種種程度優性之圖式(由 Morgan 改作)

表示所有之 F_2 分離狀態: 粗線為優性之變異曲線, 細線表示劣性, 點線表示雜種。

1: 果蠅之體色; 粗線為正常色, 細線為黑體色。

2: 果蠅之眼形; 粗線為細長眼, 細線為正常眼。

3: 紫茉莉之花色; 粗線為紅花, 細線為白花。

4: 豌豆之莖長; 粗線為高生, 細線為矮生, 雜種之植物, 較高生之純粹種稍長。

5: 果蠅之異常胸肢; 粗線為正常肢, 細線為過剩肢, 後者之變異甚大。



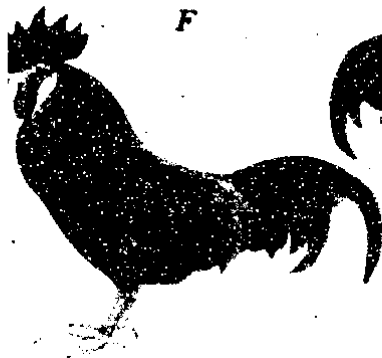
A



B



C



F



E



D



G



H



I



J



K



L



M



N



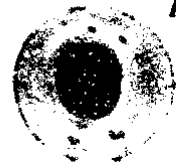
O



P



Q



R



S

第一圖版

A-C: 果蠅 *Drosophila melanogaster*(Morgan)

A: 正常形 wild type ♀ B: 黑體色 black ♀

C: 黃體色 yellow ♀

D-G: 家鷄 *Gallus domesticus*(Finlay)

D: 正常♀ E: 去勢♀ F: 移植睪丸於去勢♀者

G: 移植睪丸於正常♀者

H-Q: 蝗蟲 *Paratettix texanus*(Nabours)

H: +/+ (標準型) I: B/B J: C/C

K: Cext/Cext L: Cof/Cof M: +/D

N: E/E O: F/F P: H/H

Q: Hm/Hm

R-S: 人血球之凝集反應(Snyder)

R: 不凝集者。例如以 A 或 B 型之血清,加於 O 型血液之情形。

S: 凝集者。例如以 A 或 B 型之血清,加於 AB 型血液之情形。

優性或劣性品種,亦有若干變異,只不過不如雜種之顯著而已。

2. 觀察之精粗與支配法則

一見有如不完全優性,而精細研究之則有非然者。例如通常認為動物之中間雜種之有名品種 Andalusian 鷄,其灰色羽毛,為其品種之特徵。然由此灰色雌雄所生之子,非全為灰色,只有 50%。另有 25% 為黑色及 25% 為雜有

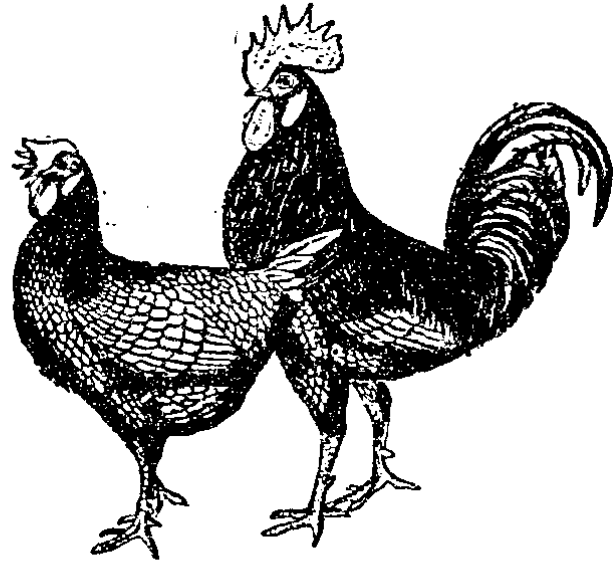
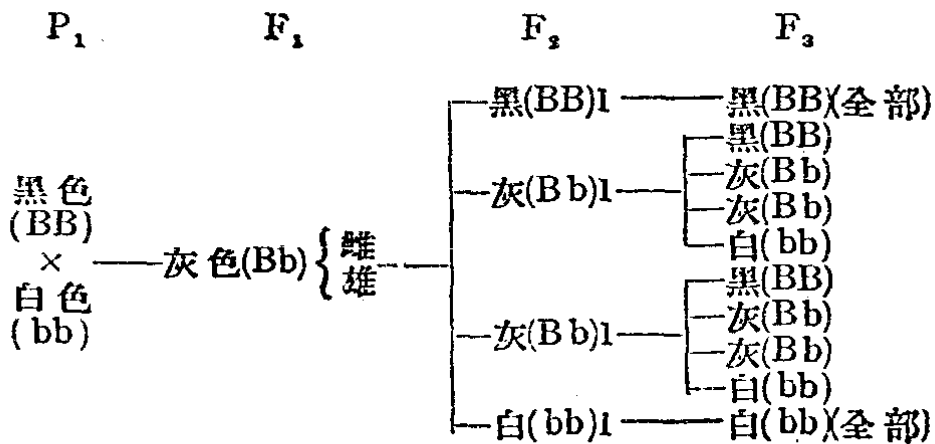


插圖 20. Andalusian 鷄的雌(左) 雄(右)(Lang)

黑斑毛之白色,由此系統所生之黑色鷄與白色鷄(雜有少數黑斑毛者)交雜所生之子,全為灰色,其遺傳有如次之模式:



灰色同輩之子,只半爲灰色,而白色與黑色之子,反全爲灰色。由‘遺傳者子肖其親之現象’思之,恐或認爲不可解,然若認爲不完全優性之一例,則無所不可解矣。

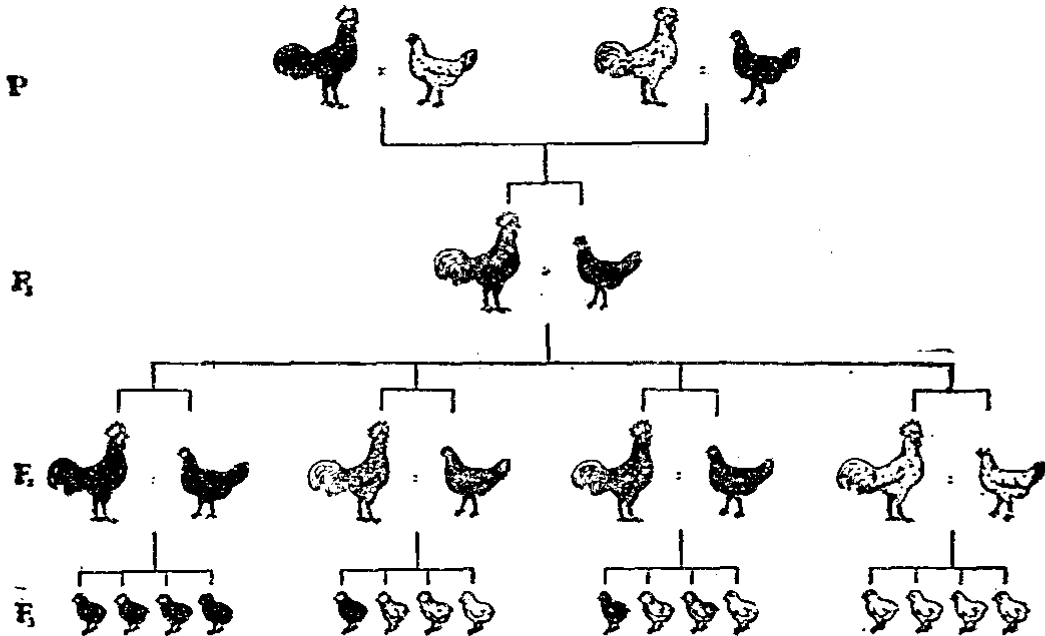


插圖21. Andalusian 鷄之遺傳模式(由 Sinnott and Dunn 改作)

其後,以 Andalusian 鷄之羽毛,用顯微鏡觀之,見非爲灰色分佈於全部者,而爲黑色細粒間隔(白色部)散在。故肉眼觀之,成爲灰色。此爲李賓可特 W. A. Lippincott, 1918 所闡明者。換言之,此爲部分的優性,而非真正中間遺傳。又若將黑色細粒集合而比較其量,則得灰色約爲黑色之半。

在孟德爾之實驗,其圓粒對於皺粒,爲完全優性,已如前述。然由達爾彼希爾 A. D. Darbishire 之研究,知其澱粉粒之數目及其形狀,皆爲兩親之中間型,在純粹之圓粒種,其種子內之糖分,大部變爲澱粉,而在皺粒種,則大部仍在糖分之狀態,

此化學性質之差異,即為乾燥種子能保持圓形或縮為多角形之理由,又在 F_1 之種子,其糖分化為澱粉之量,已為兩親之中間程度。

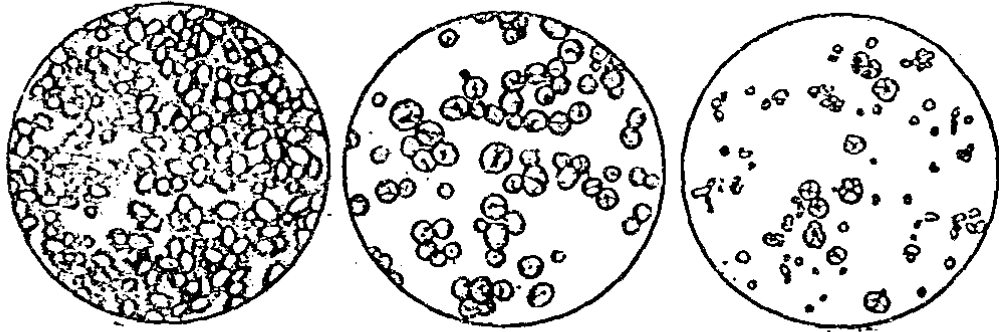


插圖 22. 豌豆之澱粉粒(Darbishire)
表示在顯微鏡下之澱粉粒
左:圓形粒之澱粉(多為球形至卵形)
右:多角形粒之澱粉(為多角形而有放射狀裂口者甚少)
中: F_1 (形狀與數目,皆為前二者之中間)

依據盧茲 F. E. Lutz 之研究,果蠅之正常型翅,對於小型翅 miniature, 見之如完全優性,在 F_2 , 鮮明為 3:1 之分離比,然精密測定之,則可見雜種之長翅(正常)較純粹種之長翅為稍

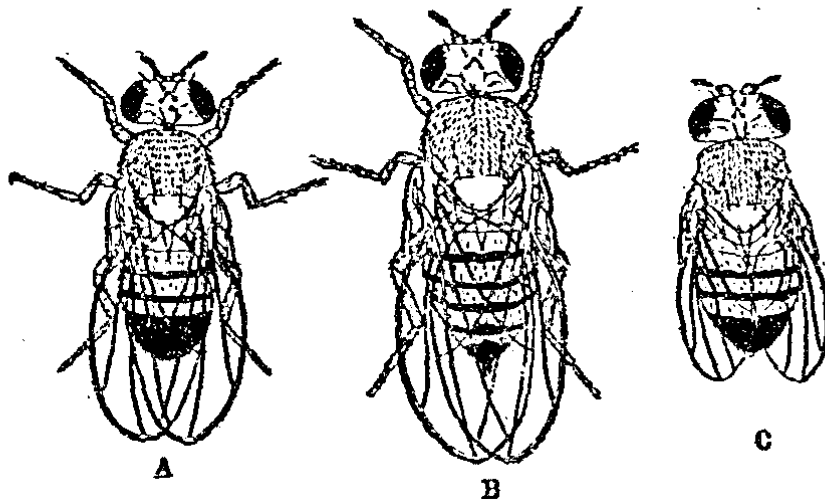


插圖 23. 果蠅之正常型翅與小型翅(Morgan)
A:正常雄 B:正常雌 C:小型翅雄

短,而知其為偏於正常一方之中間性。

縱表面上為完全優性,而精密研究之,則為不完全優性之情形,雖此外尚有其例,然若欲由於精密觀察,以求所有雜種個體與純粹個體之區別,則不可能。高豌豆與矮豌豆之 F_1 ,任以尺度測定,皆見與長莖之親同或較更長⁽⁶⁾,決無兩親之中間者。又巴哈 S. Bach 用盡方法以研究豌豆着色花之色素量,知純粹與雜種為相同。即在豌豆粒形之情形,雖內部澱粉粒之數目及形狀為中間性,然其外觀形狀,為完全優性之事實,不能抹殺。豆粒形雖與澱粉粒之數目及形狀有確實關係,然只以此而即斷定其能決定外形,則未免過早。表皮及其他要素,亦應認為有若干關係,此於澱粉雖為中間型,而雜種種子之外形,仍不為中間型一事實,可作鐵證。

著者於今後研究之前進時,尚當對於或為一見為完全優性者或不完全優性者,確信可能發見如後所述部分的優性之情形者,必然甚多。此關於遺傳因子作用之外部的發見,給與興味殊深之暗示。

3. 部分的優性 Mosaic inheritance; Mosaikbastard.

原因於異常遺傳現象之體的兩合體 Mosaic,將於後文述之。於此所言之部分的優性,其意義稍別。例如達文坡爾特 E. Davenport 用某品種全白色鷄之雄,與另一品種全黑鷄之雌交雜,而得 F_1 之羽色如圍棋子之交互綜錯狀。此可認為在某一部分,黑為優性;他一部分,則白為優性,在 Andalusian

之情形,其白黑部分甚為微細,即同一白與黑之雜種有時得相異之外觀,如上所述。又如白色來航種 White Leghorn 與黑色種之雜種,全為白色者亦有之,是皆因所含因子之相異,決非偶然生出各種外觀之子。

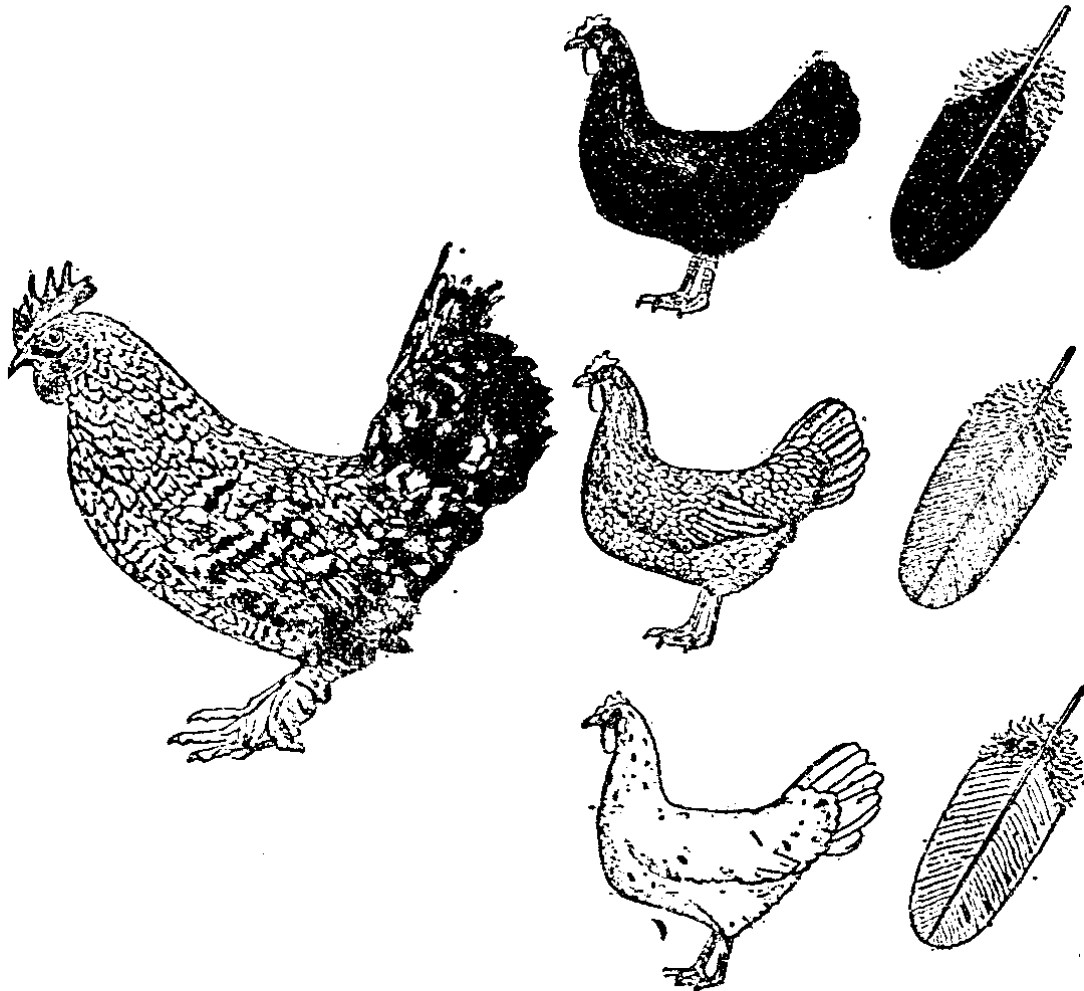


插圖 24. 部分的優性之一例
(Davenport)
白色之父與黑色之母間,所生
圖樣子繪錯狀斑紋之雞

插圖 25. Andalusian 雞及其
兩親之羽色
(Lippincott, 1921)
中: Andalusian
上: 黑色親 下: 白色親

池野以辣椒之莖葉花皆為濃紫色者,與莖葉為綠色花

爲白色之品種交雜,其 F_1 之莖葉爲淡紫色,花之大部分爲白色,但邊緣爲淡紫色,在 F_2 , 其與兩親及 F_1 同型之比爲 1:1:2, 又依據野原之研究,桔梗之白花與紫花之 F_1 , 往往在一花中,其某部分爲白色,他部分爲紫色。

又稱爲所謂中間雜種之例,其實可認爲部分的優性者不少,例如 *Salix viminalis* 之雄花有二根雄蕊,而 *Salix multinervis* var. *angustifolia* 之雄花,則二根雄蕊合爲一根,此二者之 F_1 之雄蕊,其上半部爲分開,下半部爲合體 (池野)。此可認爲在下半部,單一性爲優性;而在上半部,則分離性爲優性,換言之,在雄蕊組織之發達初期,單一性爲優性;但至後期,則成劣性,亦可言之。

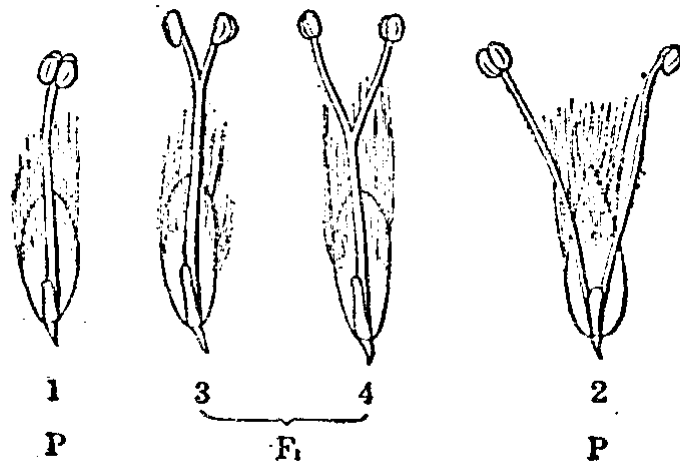


插圖 26. 柳之雄蕊(池野)

1:單一雄蕊者(*Salix multinervis* var. *angustifolia*)

2:有二根雄蕊者(*Salix viminalis*)

3, 4: F_1 , 基部合一程度,有種種差異。

普通車前草之葉,無缺刻而其長較闊爲大,又有稱爲獅子車前草者,有深缺而其闊較長爲大,此種交雜所生之 F_1 , 爲

中間型,又在 F_2 , 其普通型與中間型及獅子型之比,為 1:2:1 (池野),然若細審此中間型,不問其缺刻,而只觀其輪廓,則與普通車前草同一形狀,換言之,在輪廓言,普通型為優性;以缺刻性言,則獅子型為優性,至於缺刻之數,在 F_1 較少者,因由葉面變狹之自然結果,可以說明,野原之蔦蘿葉形遺傳,亦極與此相似。

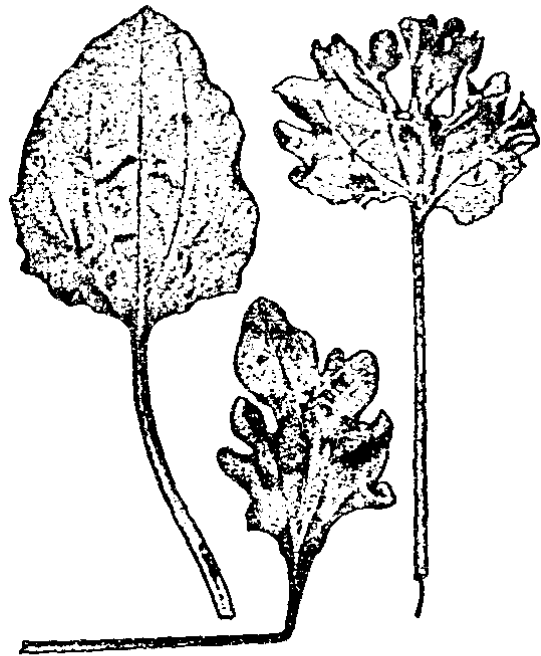


插圖 27. 車前草之葉形(池野)
左:普通型 右:獅子型
下: F_1

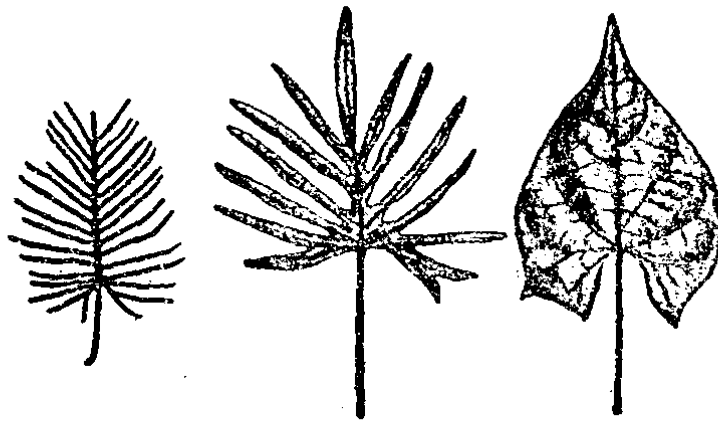


插圖 28. 蔦蘿之葉形(野原)
左:裂葉型 右:整葉型
中: F_1

4. 優劣轉換 Dominance change; Dominanzwechsel

所謂優劣轉換者,非言同在鷄中,來航之白對着色為優

性,而 Rosecomb Bantam 或 Silky fowl 之白色爲劣性一事實之意義,乃謂在同一個體,最初爲優性之性質,及後變爲劣性之情形。動植物之間性 intersex; Intersex valität 及性之轉換,雖爲相似現象,但在便利上,留在性之遺傳處述之。

洪林 J. A. Honing 以煙草之正常型 *Nicotiana Tabacum*, var. Deli 與畸形之 *N. T. var. deformis* 交雜,其 F_1 中在一株植物,其最初生出之三四葉爲正常型,由此以上之葉,則現 *deformis* 型,又據渠之研究,普通煙草之外,煙草屬之各種中,在其發芽有光線爲絕對必要之品種,及多少需要光線之品種,及無關於光線之品種,今將必要光線之 Deli 種爲雌親植物 *pistillate plant*,而以不需光線之 *Vorstenlanden* 一品種作爲花

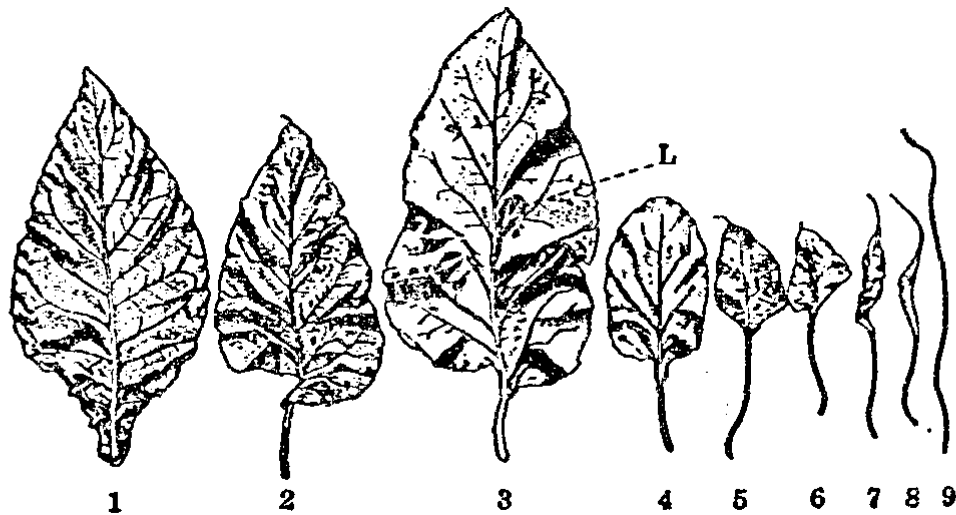


插圖 29. *Deformis* 型煙草與正常型之 F_1 (Honig)

1: Deli 煙草之正常型

2: 正常型與 *Deformis* 型之 F_1 葉之表面

3: 同上之裏面 (L 爲附屬小葉,此爲 *Deformis* 型之特徵)。

4—9: 純 *Deformis* 型之葉 (4 爲下部, 9 爲上部, 其餘爲中部所生之葉)。

粉植物 *Staminate* 行交雜,所生種子,置於暗處使之發芽,經過 30 日間,不過有 1.8% 發芽而已,然至二年後,播種於暗處,則有 91% 之發芽率。在如上述之反對交雜,採種後立即置於暗處,全不發芽,然至二年後,則有 37.7% 發芽。換言之,在最初需光性 *Lichtkeimung* 殆為完全優性,其後不需光性 *Indifferente* 變為不完全優性,至於殆為完全優性。

丹墨斯 *Tine Tammes* 觀察得 *Dianthus barbatus* 之花色,其白色 × 暗紅色之 F_1 , 最初為純白色,其後漸漸變為暗紅色。

在辣椒,其蕾與花及果實,有上向及下向之品種。池野謂此兩品種之 F_1 , 最初開上向之花,及至後期,漸次變為下向之花。在此情形之優劣轉換,渠謂大受環境特別溫度之影響。在夏期上向者多,及至秋期,漸增下向者,及後變為開花起即下向。此與植物體之年齡無關,蓋若將秋末時下向花多之 F_1 , 移入溫室,至次年夏期,更開上向之花,是為明證。

5. 因子之優劣與實驗

因子之優劣,須由交雜實驗,乃得知之,以想像決定在所不許。例如,即同為白色之鷄,由於品種不同,有為劣性(對於黑或褐色)者,亦有為優性者,已如前述。在蠶之繭色,日本種或中國種之白繭,對於黃色為劣性,然歐洲種之白繭,則有為優性者。稻之有芒者,通常對無芒者為優性,然某品種之無芒性,則為優性,大麥之長芒者,對於短芒者為優性,在其 F_2 之分離比,為 3:1; 但有時則現遙為複雜之分離比,此因表面上雖同

爲長芒,然其因子,則有種種相異者之故,費歇爾 R. A. Fisher, 1928 主張優性之程度,有種種階段,因關係於多數變化因子故也。

6. 優劣差別之原因

一對遺傳因子之一方面,其作用爲完全或不完全優性,而在他一方面爲完全或不完全劣性,若問其由何

種機構而使然,此蓋關於遺傳因子本質之事件,此雖豫定於後文說明,然其兩者非爲根本相異一事,徵於優劣轉換之事實,即可明之,希注意焉。

7. 支配法則之重要性

如上所述,對於支配法則,雖有甚多之例外存在,而依然不失其重要性者,不外其在類別 F_2 及其以後之表型比,頗爲便利。又在記載事實及理論解釋之單純化,亦大爲有用,不認優性法則爲完全優性之法則,而認不完全優性或部分的優性,亦爲支配法則之特殊情形,當較爲宜。

第四節之附註

(1) 本來中間雜種一語,亦稱融合遺傳 Blended inheritance, 此爲不僅指 F_1 , 即 F_2 以後,亦繼續現兩親之中間型而不有

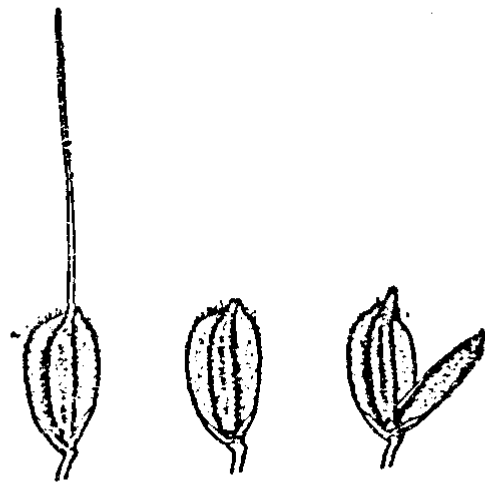


插圖 30. 稻穀之有芒與無芒
(原圖)

左:有芒 中:無芒
右:無芒穀之內穎張開者

分離現象者之意，但因近來研究進步，如此之例，漸次減少，而中間雜種之意義亦變遷，多用如上所記。

(2) 在日本，自昔稱雜種為‘合の子’，亦為中間性之意。

(3) 觀之如 Polish 或 Silky fowl，無肉冠而以羽毛被於頭頂如鬘然。

(4) 苛倫斯所觀察者，為玉蜀黍胚乳之糊粉層色，藍色與黃色之 F_1 為紫色。以此謂之中間色，殊覺不當，與其謂為玉蜀黍型，勿寧為紫茉莉型，較為適當。玉蜀黍雌穗之長度，其 F_1 雖表示中間性，此蓋與小麥之粒色同為多因子遺傳。R. A. Emerson and E. M. East 已闡明之。

(5) 構成複眼之單眼數較少，而複眼之輪廓有如日中之鱗瞳孔，變成縱細。

(6) 有較親為高之傾向，由於雜種強勢(後文參照)。

第五節 非孟德爾式遺傳

Non-Mendelian Inheritance;

Nichtmendelnde Vererbung

在孟德爾論文之再發現當時，多認為 Mendelism; Mendelismus，不過遺傳形式之一而已。以是稱為非孟德爾式遺傳⁽¹⁾者殊多。如兔耳之長度，白人與黑人之混血兒 Mulatto 等，皆認為融合遺傳 Blended inh., Constant hybrid; Nichtspaltende V.

之例,但此等例,如後文所述,已明白解釋其由於同義因子之遺傳,故在今日,已無人認其不合 Mendelism。

誠然,在孟德爾論文再發見後,由於斯學進步,已在孟德爾所發見之法則外,增加若干之重要新法則,但此等法則,在根本上毫不與孟德爾法則相抵觸,換言之,非為 Mendelism 之破壞,不過為增補訂正,以是依據新法則之情形,亦可謂為孟德爾式遺傳,最近,苛倫斯(1928)更擴張其範圍,將所有關係於染色體及其減數分裂之遺傳,悉編入孟德爾式遺傳,若依據此最廣義之解釋,在種間雜種等,因其染色體未起接合現象而不出現分離現象者,亦皆入於孟德爾式遺傳中。

月見草 *Oenothera*, 為從來久認為非孟德爾式遺傳之有名者,但近來由於染色體構成研究之進步,稱為不可解之現象,亦次第闡明,其大部分,得以 Mendelism 解釋之。

在今日可稱為非孟德爾式遺傳者,為有名之紫茉莉及其他植物之斑葉性所表現之細胞質遺傳,及 *Epilobium* 類其相互交雜種不同之情形,只此二羣現象而已,在細胞質遺傳,因卵之細胞質中,所含之色素體 *Plastids* 或寄生物等,直接遺傳 *direkte Übertragung* 於其子使然,又在 *Epilobium* 之情形,因細胞質的特性 *Plasmon*, 影響及於遺傳因子之結果,其詳情當於後文述之。

第五節之附註

(1) 蠶之化性及其卵色之母性遺傳 *Maternal inheritance*,

有人認為非孟德爾式遺傳者。此因有時將細胞質遺傳稱為母性遺傳，因此混同而生之重大謬誤。

第六節 因子之記號

Symbols; Bezeichnung

孟德爾以歐文字母之大楷，表示優性，小楷表示劣性，如 A, a, B, b, C, c 等。如此方式，與其謂為表示因子，毋寧謂為用作性質之略號。

其後對於遺傳因子之觀念，漸次明瞭，由其相對性，進而至於複對性之研究，以是其記號亦經種種變遷，而歸於次之二種方式。

A. 單依字母次序者。此為順因子發見之次序，用 A, B, C, D…… 依次表示之方法。此法雖簡單，然若因子之數目加多，則各記號所表示之特徵，殊難記憶。有如保爾 E. Baur 在其金魚草，最初雖用此方法，但近來亦改用次述之聯想式。然此方法，在一般記述，殊為簡便，因有此意義，故仍常用之。

B. 依據聯想法者。此為用可以聯想因子所代表之主要性質之字母之方法。在孟德爾論文再發見後，即多用之。例如，花之紅色 red，用 R 表示，白色用 r，長者 Long 用 L，短者用 l 者是。

選定聯想的字母，有二方法，第一為最初英國派學者所採用者。是為以表示優性之字母為基礎之方法。例如，因花色

之紫對白爲優性,即取 Purple 之第一字母 P 表示紫,而以 p 表示白,第二方法爲美國派學者所提倡者,在此法,先定野生型 Wild type 或標準型 Standard type,而以突然變異所生新因子之主要表面性質有關係字母表示之,例如,紫花野生型生出白花劣性突然變異,則以 White 之第一字母 w 表示白,而以 W 表示野生型,又假定長形之野生型生出短形之優性突然變異,則以 Short 之第一字母 S 表示新型,而以 s 表示野生型因子。

現在普通多依據第二法,如果蠅、觀賞豌豆等,其野生型明瞭者,即以之爲基準,然在原始型不明者,即以其動物或植物之任意之普通性質,作爲標準型,其他性質,認爲突然變異型,其具有野生型或標準型性質者,稱爲正常 Normal,此記號有時省略,或單以 + 代表之,如在前例,即以 w 代表白,以 + 代表紫,又短者以 S 代表,長者以 + 代表者是。

若干歐文其第一字母相同時,則附加第二字母或最後之字母或其他適當字母,以示區別,例如 Red 之因子,以 R_a 表示, Round 則用 R_b,此種書法,以前雖曾用 R^o 及 R^o,但以排版及打字之方便上,近來普通皆書作 R_a 及 R_b,又在表面性質相同之二個以上因子,則以 1, 2, 3, …… 等數字區別之,又有附記其染色體之號數,如 l_m, l_m 者,又在同一染色體而表面性質相同之因子有數個時,則用 l_{ma}, l_{mb} 等記之。

只在複對因子,附記一字母於對正常型爲一突然變異

型者之右角上,可使一目瞭然。例如在果蠅除對於野生型赤眼(+)爲劣性突然變異之w(白眼)外,其出現之複對因子 eosin, 用w^e書之,écru用w^ec, ivory用wⁱ, tinged用w^t, 又如對於正常型P,有劣性突然變異之p外,其優性突然變異S,書作p^s。

表示某個體之因子構造,有用分數式者。例如 $\frac{w}{v}$,表示一方之親爲白眼因子,他方之親爲朱眼因子v之雜種性個體,又 $\frac{wv}{+}$,表示由其一親承繼白眼及朱眼因子,此或以w+.v+及wv.++表示之亦可,又 $\frac{w}{w}$,表示由兩親皆承繼白眼因子之純粹個體。

第七節 上位下位及等位

Epistasis, Hypostasis and Equistasis

在一對之相對因子,一方面爲優性,他方面即爲劣性,前已述之,然二優性因子間,有優劣之情形者亦有之,在此情形之優性者,稱爲上位因子 Epistatic factor,他一因子,稱爲下位因子Hypostatic factor,例如,在鼠之毛色,其野鼠色Agouti or grey 與黑色Black及褐茶色Chocolate,皆對白色爲優性,但着色者中,野鼠色爲最上位,黑色次之,褐茶色爲最下位,換言之,在黑色與褐茶色之交雜,黑色爲優性,而褐茶色則爲劣性。

上位下位二語,爲柏特生所提倡者,其於在不在說時代,雖大爲便利,然在今日,不用上位下位,而用優性劣性等語,在實際上及理論上,皆無若何不便。關係於此,著者試新提出等

位 *Equistasis* 一語。

所謂等位者，為無優劣關係之情形。今舉二三之例言之：如在蠶，有虎斑一斑紋之品種與有褐圓斑一斑紋之品種所交雜之 F_1 ，全為褐圓虎斑；在 F_2 ，褐圓虎斑與褐圓斑與虎斑與普通斑紋（正常型）為 9:3:3:1 之比。所謂褐圓虎斑者，為褐圓斑與虎斑各有與純粹種同一濃度者所結合之新斑紋，其褐圓斑與虎斑之間，完全不能識出優劣之差。

等位現象，不可與中間雜種（不完全優性）相混同。蓋以中間雜種，為兩親性質之平均；而等位雜種，則為兩親性質之總和。

一見有如一方面為優性他方面為劣性，而精細觀察則知為等位遺傳之情形者有之。如蠶之黑縞性與暗色斑之 F_1 ，粗略觀之，有如雜型之黑縞，但其實際，為有如黑縞與暗色雙方之特徵重合印於一照相者。那傑爾斯 R. K. Nabours 在蝗蟲 *Paratettix*，亦觀察得同樣現象。此成蟲之翅紋，有十數種，任取何者二種交雜，結果皆出現兩親斑紋之完全結合者，即在肉眼不能判別之情形，若用顯微鏡，則可立即檢出其色調

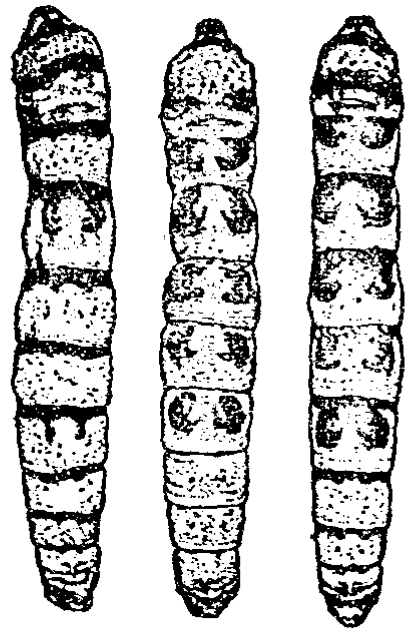


插圖 31. 虎斑與褐圓斑及其雜種（原圖）

左：虎斑
中：褐圓斑
右：褐圓虎斑

之配合。

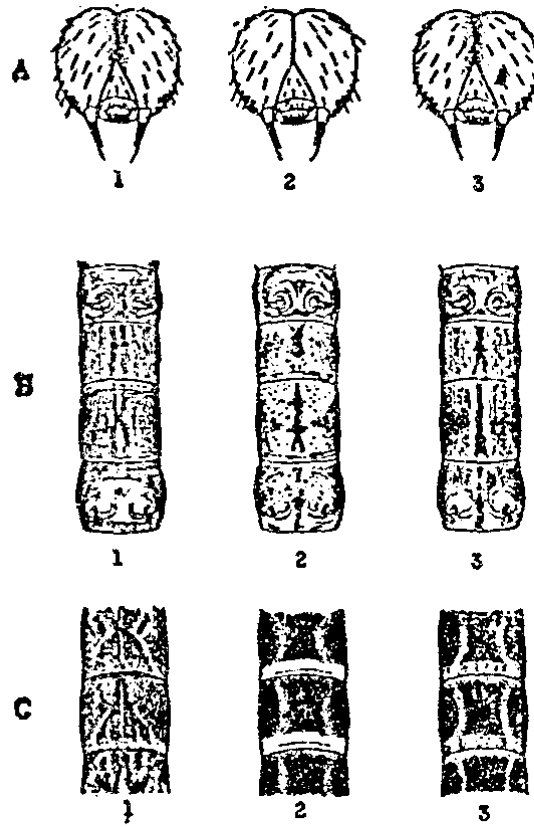


插圖 32. 蠶之黑綉斑與暗色斑之遺傳關係(田中原圖)

A: 頭部前面(表示額斑之有無)

B: 胸部第三環節及腹部第一至三環節之腹面

C: 腹部第三至五環節之背面

1: 純暗色蠶 2: 純黑綉蠶 3: 兩者交雜之 F_1

第八節 在不在說

Presence and Absence Hypothesis;

An-u-Abwesenheitstheorie

孟德爾不過簡單用 A 表示圓粒一性質, a 作皺粒, 又子葉之黃色作 B, 其劣性之綠色作 b 而已, 在只限於各因子各別代表不同性質時, 此種思想, 已為充分, 但在二因子以上, 關

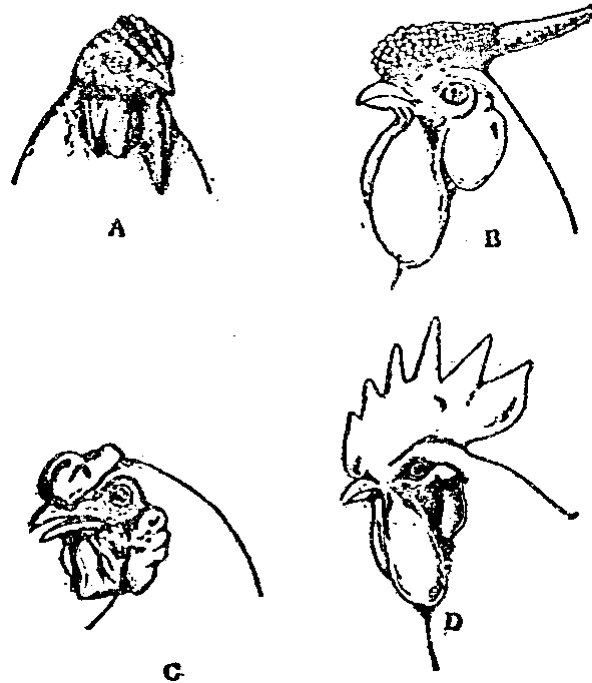


插圖 33. 雞的肉冠的遺傳(Morgan)

A: 豌豆冠 B: 薔薇冠
C: 胡桃冠 D: 單冠

係於同一性質之情形,則生出困難,例如,雞之豌豆冠Pea-comb與玫瑰冠Rose-comb交雜,其 F_1 ,全為胡桃冠Walnut-comb一新性質,及至 F_2 ,則分離出胡桃冠 9:豌豆冠 3:玫瑰冠 3:單冠 1,此單冠Single-comb,又為新出之性質,如此情形之胡桃冠及單冠,不能以為全無關係之因子,用作說明,然依柏特生及彭勸特之在不在說,則認為豌豆冠者,由於P因子之存在及R因子之不存在,其式為Pr,玫瑰冠者,由於P因子之不存在及R因子之存在,其式為pR,又胡桃冠為P與R皆存在,而單冠則為其皆不存在所生者,用此二對因子,得明瞭解釋之。

同樣用在不在說,對於種種複雜遺傳形式之說明,其於

斯學之進步,殊有貢獻。然其後,在果蠅 *Drosophila* 之研究發達,原有意義之在不在觀念,有訂正之必要,其理由為:

1. 由於因子之種類,其優性程度,有種種不同,若單以在不在說解釋,殊為困難。毋寧應認為由於優性因子與劣性因子,其構造上差異之多少。

2. 劣性突然變異,雖可認為原來存在之某優性因子之消失,然為數雖微,亦有優性突然變異確實存在。此意為由不在生在,換言之,由無生有。此殊不能謂為正當解釋。對於此之說明,雖尚有認為由於原來存在之抑制因子因突然變異而消失,然其不能解釋之情形亦有之。

3. 回歸突然變異不能說明。例如果蠅之細長眼,為由正常眼所生之優性突然變異,然由此細長眼生出正常眼者有之,又 eosin 眼為由白眼所生出之突然變異,然此 eosin 眼有復歸於白眼者。

4. 由在不在說,其二性質,必然成對,但在實際上,如複對因子,為多數因子相對之情形。或認其中之一為不存在而其他若干皆為存在,又或認其中之一為存在而其他若干皆不存在,任何一者,皆為無理。

由於上述四理由,故在今日,在不在說完全廢棄⁽¹⁾。以是將 a 為 A 因子不存在一意義,變更之為 A 為 A 優性因子之存在, a 為 a 劣性因子之存在,但在文詞上,通常稱為 AA $\bar{b}\bar{b}$ 者,為有 A 而無 B 之個體, aabb 者,為 A 與 B 皆無之個體,而不云

有 A 及 b 者或有 a 及 b 之個體。換言之，用改訂後之內容，但在不在說之用語，仍沿用之。

第八節之附註

(1) 柏特生，1926 擁護在不在說，謂複對因子為單有量的差異之因子一羣。其中之優性因子為量多者，劣性因子為上述因子以上之量之不在一意義，決非所有因子之不在之意。以是在不在說，並無何種矛盾。錢幣中雖云取去一枚，決不能言錢幣為空。是為同樣意義。但在此種思想，對於複對因子之任何二者相交雜，皆作單因子遺傳之分離一理由，則覺其說明殊為困難。

第九節 因子之相互作用

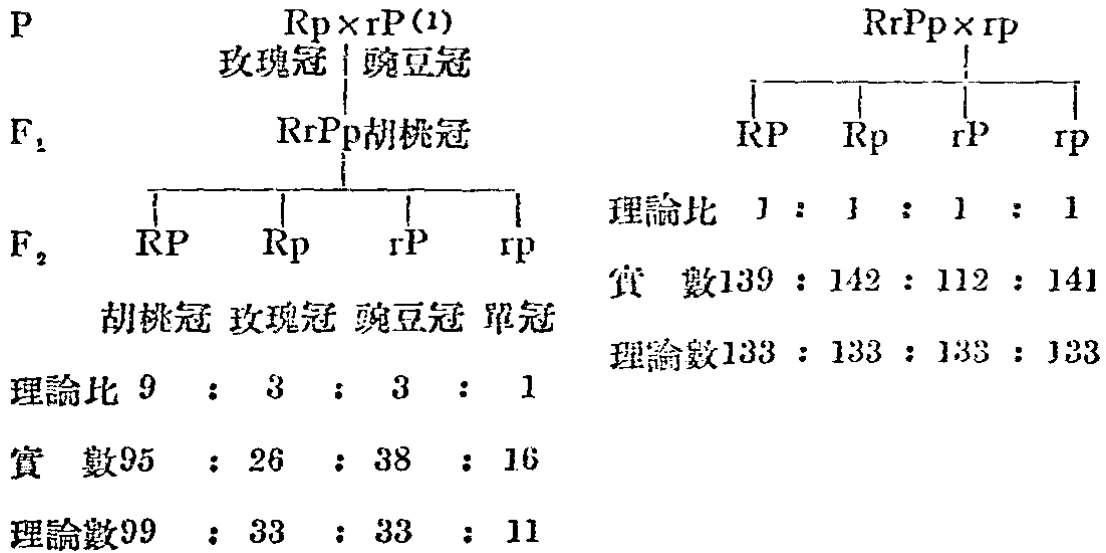
Interaction; Wechselwirkung

在遺傳上，雖為完全獨立之兩因子，但在生理上，為相互協力或抑壓作用者不少。由於其相互作用之種類，其 F_1 之表型及 F_2 之分離比，遂生顯著變化。

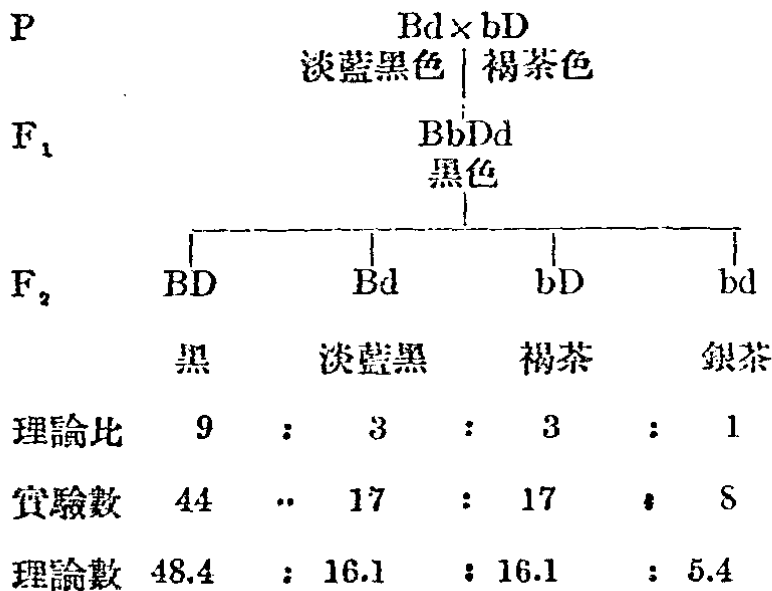
1. 互助因子 Complementary factor

柏特生及彭勒特，1904 在雞之玫瑰冠與豌豆冠之 F_1 ，得一稱為胡桃冠之新肉冠。然此固為馬來種 Malays 特有之肉冠。由此 F_1 同輩之交配，得胡桃冠 95:玫瑰冠 26:豌豆冠 38:單冠 16。此可認為 9:3:3:1，亦無妨礙。又以 F_1 與單冠交雜，得其子為上述四種肉冠，略為同數。如此情形，若認 R 與 P 或

r 與 P 有互助關係,則易說明。



又杜娜姆女士 F. M. Durham, 1908 在二十日鼠之毛色實驗,知其黑色與濃色兩因子,亦有相互之互助作用。



B = 黑色因子 (Black) D = 濃色因子 (Dense)

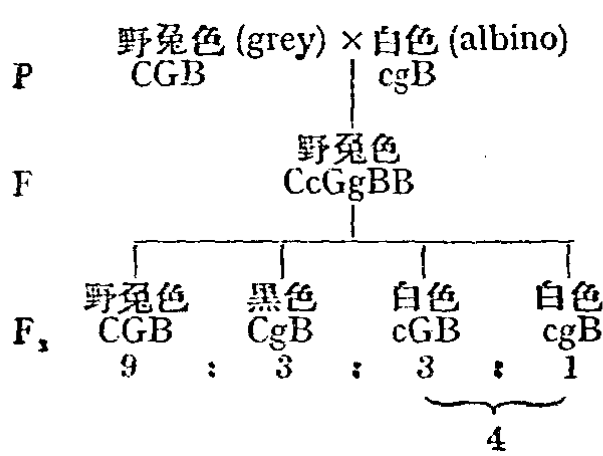
b 為純型之鼠,不生黑色素,又 d 為純型之鼠,其色甚淡。

若將二十日鼠之毛色與眼色之多數因子之相互作用表示之,則有如次表:

因	子	因子型	表 型	
A	B	D	S	CABDPS 野鼠色(Agouti)
			s	CABDPs 有斑野鼠色
		P	S	CABDPs 淡赤眼野鼠色
			s	CABDps 淡赤眼有斑野鼠色
		d	S	CABdPS 淡野鼠色(Dilute agouti)
			s	CABdPs 有斑淡野鼠色
	b	D	S	CABdPs 淡赤眼淡野鼠色
			s	CABdps 淡赤眼有斑淡野鼠色
		P	S	CAbDPS 肉桂色(Cinnamon)
			s	CAbDPs 有斑肉桂色
		d	S	CAbDpS 淡赤眼肉桂色
			s	CAbDps 淡赤眼有斑肉桂色
C	B	D	S	CABdPS 淡肉桂色(Dilute cinnamon)
			s	CABdPs 有斑淡肉桂色
		P	S	CABdpS 淡赤眼淡肉桂色
			s	CABdps 淡赤眼有斑淡肉桂色
		d	S	CaBDPS 黑色(Black)
			s	CaBDPs 有斑黑色
	a	D	S	CaBDpS 淡赤眼黑色
			s	CaBDps 淡赤眼有斑黑色
		P	S	CaBdPS 淡藍黑色(Blue)
			s	CaBdPs 有斑淡藍黑色
		d	S	CaBdpS 淡赤眼淡藍黑色
			s	CaBdps 淡赤眼有斑淡藍黑色
b	D	S	CaBDPS 褐色(Chocolate)	
		s	CaBDPs 有斑褐色	
	P	S	CaBDpS 淡赤眼褐色	
		s	CaBDps 淡赤眼有斑褐色	
	d	S	CaBdPS 銀茶色(Silver fawn)	
		s	CaBdPs 有斑銀茶色	
P	S	CaBdpS 淡赤眼銀茶色		
	s	CaBdps 淡赤眼有斑銀茶色		
c	上記之所有因子	c.....	赤眼白色(Albino)	

2. 條件因子 Conditional factor

在A, a及B, b二對因子, A雖能單獨出現其性質,而B則須以A之存在為條件,乃能出現其性質之情形,其F₂之分離比,即成9:3:4,家兔毛色之遺傳,即為此例。

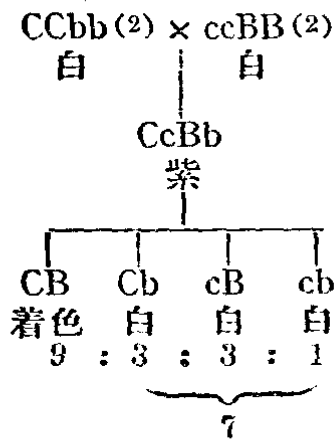


野兔色者,褐色與灰色中間之毛色。若取一根毛觀之,可見尖端為淡褐色,其下為黑色若胡麻鹽狀然。
 C = 着色因子, G = 野兔色因子。

(G須C之存在乃能出現)

B = 黑色因子(全體皆有)

其次,在 A 及 B 雙方互為條件因子之情形, F₂ 之分離比,即成 9:7。觀賞豌豆之花色,即為實驗結果之例。柏特生,桑德爾斯 E. R. Saunders 及 彭勒特, 1906 用觀賞豌豆 *Lathyrus odoratus* 之稱為 Family Henderson 者,以其白色之二系統交雜之,其 F₁ 殊出意外,全開紫色花,在其 F₂, 種種程度之紫及紅之着色花,與白色之比為 9:7。則書其因子式,則得如次:



C = 着色因子,

B = 紫色因子,

有 B 無 C 不生顏色,

有 C 無 B 仍為白色。

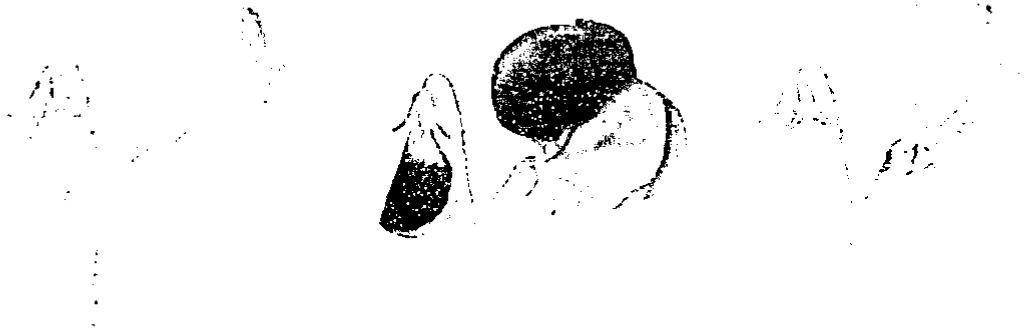


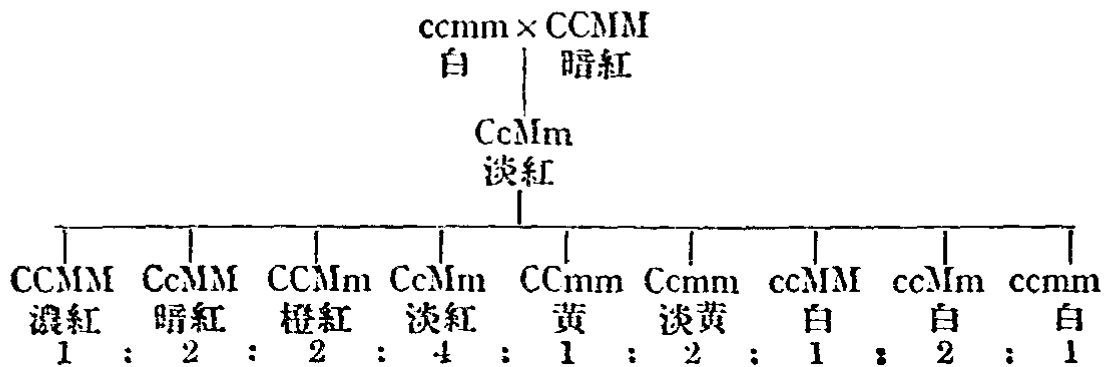
插圖34. 觀賞豌豆之因子相互作用(Bateson)

左及右: Emily Henderson 種之二系統(白花)

中:前兩系統之 F_1 (紫色)

如上所述之 F_2 着色花中,有種種着色程度,此蓋因有其他因子存在,凡二對因子相互為條件因子時,其 9:7 之分離比,是為特徵。

瑪麗雅特女士 D. C. E. Marryat, 1909 在紫茉莉花色之遺傳,得其二對因子之一對為條件因子,且因兩因子皆為不完全優性,故有如次之分離比:



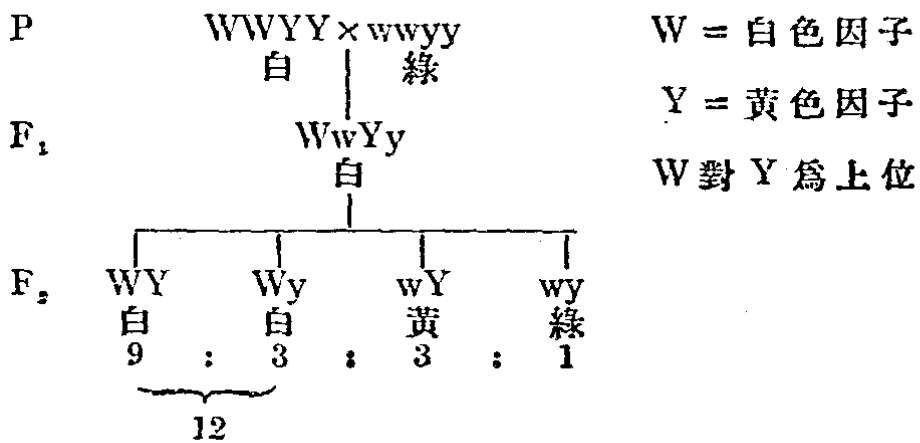
C = 着色因子。 M = 暗紅色因子(magenta)。

M 對於 m 為不完全優性,且須 C 之存在,乃能現顏色。

C 對於 c, 亦為不完全優性。

3. 被覆因子 Covering factor

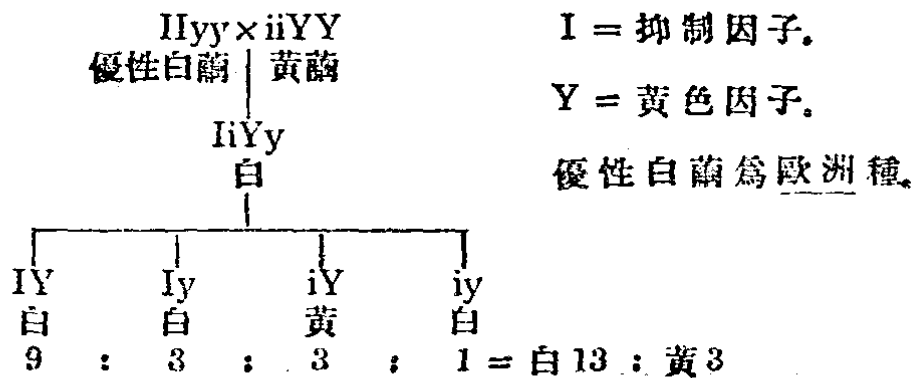
某一優性因子,因其對於另一優性因子為上位,故在兩者共同存在之情形,只有前一因子之性質出現於表面,因而 F_2 之分離比,成爲 12:3:1。其實例(3)可於觀賞用南瓜之果色遺傳見之(Sinnott and Dunn, 1932)。



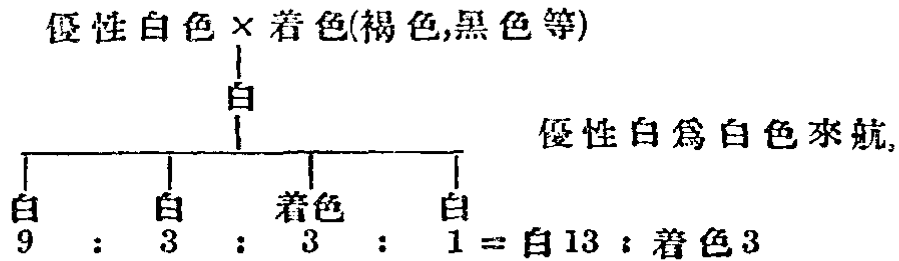
4. 抑制因子 Inhibitor; Suppressor

二對因子中,其一優性因子,對於他一優性因子之出現,有抑制作用,因而 F_2 之表型比,成 13:3。此種實例殊多,今舉下二者言之。

在蠶之繭色:



在鷄之羽色:



5. 張大因子 Exaggeration factor

此為與抑制因子有反對之意義,二因子相互使其特徵顯著者,如果蠅 *Drosophila* 之所謂鷗翅 Gull 者,其兩翅對體之長軸作 54° — 90° 角度之張開,又其翅脈有數處現異狀而翅之末端稍尖,此為一優性因子,又有稱為肥大 fat 一因子者,為使胸部、小橋板、腹部及翅之各部變短而廣闊之劣性因子,然其在翅脈之二橫脈間,使其距離變短一性質,則為優性,此二因子與正常因子,相互為複對因子(後文述之)。在鷗翅與肥大體二因子同時存在之個體,較之二因子分別存在時其特徵之合計,遂有顯著之異常性(O. L. Mohr, 1927)。

如上所述因子之相互作用,關於動植物之色者甚多,由此可以聯想及之者,為動物性或植物性色素,多由於二種物質共同作用之情形,其一為着色基礎物質 Chromogen; Farbensubstanz, 他一為有氧化作用之酵素 Enzyme。例如花之 anthocyan, 為由 Glucoside 一着色基礎物質,經氧化酵素 oxydase 所養化而生者,又廣泛分佈於動物體之黑色素 Melanine, 為由蛋白質分解所生產物之着色基礎物質例如 Tyrosine 經

Tyrosinase 一酵素氧化而生者。此等二種物質，若各別存在時，完全不生色素；然由於交雜而入同一個體，立即形成特有之色素。所舉前所述觀賞豌豆之例，C 可認為形成着色基礎物質之因子，而 B 則可認為生氧化酵素之因子。

第九節之附註

(1) 其後摩爾根 T. H. Morgan 對於玫瑰冠用 rP 一符號，而在豌豆冠則用 Rp。此為適用果蠅突然變異之記號，理論上無稍變，又柏特生及彭勒特在此實驗，為用雜型玫瑰冠 (Rrpp) 及雜型豌豆冠(rrPp)交雜者，以是在 F₁，除胡桃冠以外，尚有三型。於此只簡略示其分離比。

(2) 似此情形之雖有優性因子存在，而不出現於表面者，謝爾馬克 E. Schermak 稱之為 Kryptomerie。

(3) 被覆因子之實例不甚多。

第十節 歸先遺傳

Reversion; Rückschlag

有所謂返還祖先 Atavism⁽¹⁾ 現象者，此為在某系統，由於偶然或由交雜而出現祖先之性質之意義。偶然出現返還祖先，比較的為稀有，此固因突然變異，勿庸深論。反之，由於交雜之結果而出現者，則為屢常遭遇之事實，此現象亦稱為交雜返還祖先 Reversion on crossing; Bastardatavismus。

即在人類，有於一對乳房之外，尚有若干小乳房者(無論

男女) 此稱為副乳,可認為返還祖先之一種。又如現在之馬,為只發育一根中指而支持其體者。然在進化之當初,有指五根,其後次第減少成四根、三根、二根以至一根,此為無可懷疑之事實。其在今日,尚有產生一二根過剩指之馬者。此現象有時稱為偶發性返還祖先。但此等現象,與祖先之性質,無特別關係,不外為突然變異之一情形。其詳將於今後次第述之。

在交雜返還祖先中,其祖先之性質,有在 F_1 出現者,與在 F_2 出現之情形。

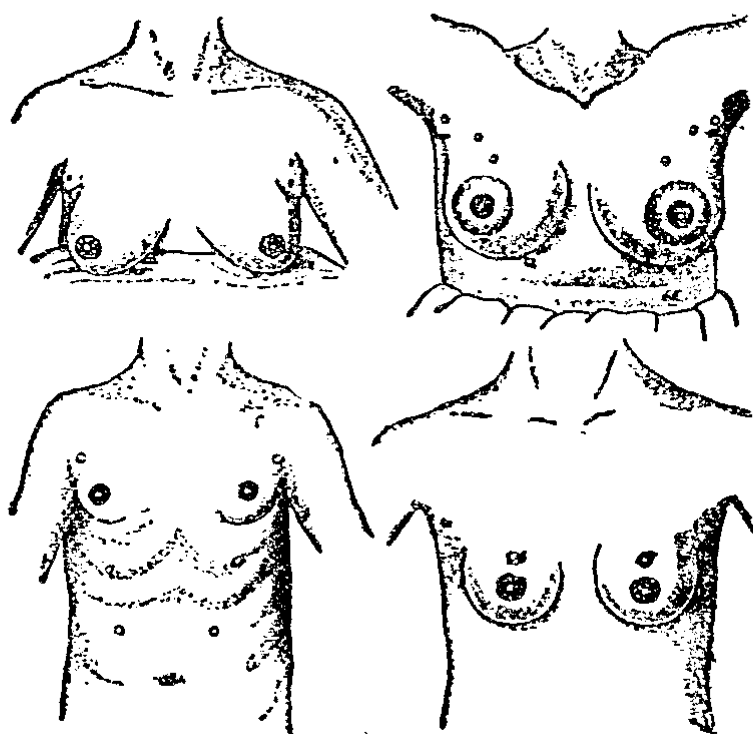


插圖35. 人類之副乳(Haeckel)

左上:有三副乳之45歲德國婦人(十七次生子女十九人)

右上:二十二歲俄國婦人(有八副乳)

右下:十九歲之日本少女(有四副乳)

左下:二十二歲之德國男子(有六副乳)

1. 在 F_1 之祖先型出現

在觀賞豌豆,有稱為高立型 Bush 及稱為 Cupid 型之低莖型二品種。二者交雜之 F_1 之莖,為高而蔓性。在其 F_2 , 分離出高莖蔓性者 9:高莖直立性者 3:低莖蔓性者 3:低莖直立性者 1。又觀賞豌豆之白花同輩交雜之 F_1 , 生出紫花,已如前述,然此植物,在其原產地西西里 Sicily, 為高莖蔓性而紫花。

桑德爾斯,在紫羅蘭 Mathiola 花之乳酪色 cream 與白色者相交雜,得其 F_1 為紫色,又在兩親之花及莖皆無毛茸,而 F_1 則生多數細毛,此有毛紫花,即為野生型紫羅蘭之特徵。若附記其 F_2 花色之分離,則為紫 27:紅 9:白及乳酪色 28 之比例。

家兔之所謂喜馬拉亞種 Himalaya 者,全體為白色,只耳、鼻、尾及四肢之末端為黑色,又有所謂荷蘭種⁽²⁾者,前半身(除去頭部)為白色,後半身為黃色,褐色及其他色。彭勒特(1919)以黃色荷蘭種與喜馬拉亞種相交雜,其 F_1 全為野兔色,其 F_2 則分離出野兔色、黃色、黑色、玳瑁色⁽³⁾ tortoise-shell 及喜馬拉亞型為 27:9:9:3:16 之比。若書此例之因子⁽⁴⁾,則為 $G =$ 野兔色因子, $I =$ 濃色因子, $X =$ 擴大因子 ($x =$ 喜馬拉亞因子)。其最初之兩親,為 $GiX \times giX$, 其 F_1 為 $GgIiXx$, 又其 F_2 之五表型之因子型,順上述次序書之,則為

$$GIX(27), GiX(9), gIX(9), giX(3), GIx(9) + gIx(3) + Gix(3) + gix(1),$$

2. 在 F_2 之祖先型出現

在前述鷄冠之遺傳,其 F_1 出現之單冠,與印度森林中棲息之野鷄 *Gallus bankiva* 所具肉冠相同,又在家養之鴿,其黑色巴爾布種 Black barb × 白色扇尾種 White fantail 之 F_1 (黑色), 與黑色巴爾布種 × 黑色而有白斑毛種之 F_1 (黑色) 相交雜,其次代有淡黑色者一頭,此為野鴿 *Columba livia* 之羽色,達爾文於其進化論中,嘗引此為例,其後斯塔浦爾斯 布朗 R. Staples-Browne 得黑色巴爾布 × 白色扇尾之 F_1 , 為黑色而有白斑毛者,其 F_2 為黑色,黑色有白斑毛者,淡黑,淡黑有白斑毛者,白色五種表型,除淡黑色者有時分離白色者外,大體即以其原型遺傳。

3. 返還祖先遺傳之正當解釋

在孟德爾論文再發現前,上述之返還祖先現象,咸相信為在進化途中變成潛伏 latent 之祖先性質,因偶然或交雜之刺激而再現於表面者,但在今日已判明偶發性返還祖先,其在生物界,為普通所見之突然變異,偶然與祖先型一致者,至於交雜結果所現祖先型完全由於因子之再組合 Recombination, 二者皆非何種特異現象,又若在進化型對於祖先型為劣性之情形,則在 F_1 出現返還祖先;若為優性之情形,則返還祖先當於 F_2 出現,其理易明,

柏特生(1913, p. 146)由此新立場,用巧妙比喻,以批評潛伏說如次:硫酸銅雖為鮮美綠色,然分解為硫酸及銅後,若認綠

色潛於何處,殊不合理,若一旦分解後之硫酸與銅,有機會化合,遂再生綠色,此與由交雜而生祖先型同理,

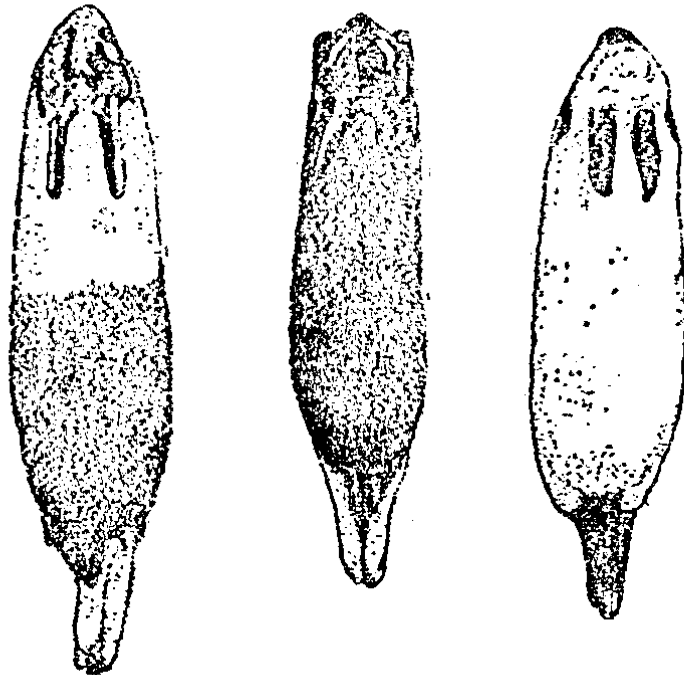


插圖36. 在兔之所謂返還祖先(Punnett)

左:黃色荷蘭種 右:喜馬拉亞種

中:現野兔毛色之 F_1

第十節之附註

(1)從來在英文中,對於近祖先性質之再現,稱為 Atavism,與遠祖先性質之再現,稱為 Reversion 者有別,但在今日,已無必要。

(2)在家兔之品種,多為附記其國名或地名者,所謂英國兔者,為質地白色而全身散佈有點點黑斑者,波蘭兔,為最小之紅眼白兔,Flemish兔,為甚大形之灰色種,維也納兔,為紅眼白毛,日本兔,為黃褐色而鼻尖黑,然此等名稱,皆與原產地無

關。

(3) 經過燻煙狀之黃色,亦即黃與黑之混雜色。

(4) 爲使分析簡單起見,此荷蘭兔之半身白一性質,未計入之。

第十一節 變更因子

Modifying Factors, Modifiers,

Minor Genes; Modifizierende Faktoren

變更因子者,爲對於某主因子 Chief factor, Major gene, 變更其量或質之作用之因子。若被變更之主因子不存在,則無變更因子之作用,以是此亦爲一種條件因子,然 Modifiers 或 Minor genes 一用語,甚爲廣汎應用,故試特設一節敘述之。

在二十日鼠,其白斑性對於全身着色 Self-coloured 爲單純劣性,然尚有若干變更因子,可左右斑之面積。又在大鼠,有黑色頭部及背中線稱爲黑頭巾鼠 Hooded rat 者之黑色部,或前述之荷蘭兔着色部,對於其面積,或使之大(遞增變更因子 plus modifiers), 或使之小(遞減變更因子 Minus modifiers), 皆有因子存在。在此等動物,由於淘汰而能見有如使其遺傳的性質變化者,全以其所用材料限於變更因子爲雜型之情形。

以上所論,爲量的變更因子。至於質的變更因子之例,則如布里奇斯 C. Bridges, 1919 在果蠅 *Drosophila*, 發見使 Eosin(w[•]) 一眼色變濃者,有一種變更因子 (dark), 而使之變爲淡者,則

有七種變更因子 (pinkish, cream c, cream b, cream a, cream II, cream I, whiting). 在最淡色變更因子存在之情形, 其眼色殆與白色無大差。又 eosin 眼之因子, 雖位於第一染色體, 然上述變更因子中, 至少有四者

在第二染色體, 又其一在第三染色體, 如前所述, 抑制因子雖亦為一種變更因子, 然與此反對之促進增大某主因子作用而稱為強調因子 Intensifier, 亦為一種變更因子。例如蠶之斑紋及黃蘭色之濃淡等, 即由於此等因子之作用。又有稱為擴大因子 Extension factor 者, 在兔、鼠、貓等, 雖在無着色因子時, 其作用不出現, 然只須有着色因子存在, 則有使面積擴大之作用。

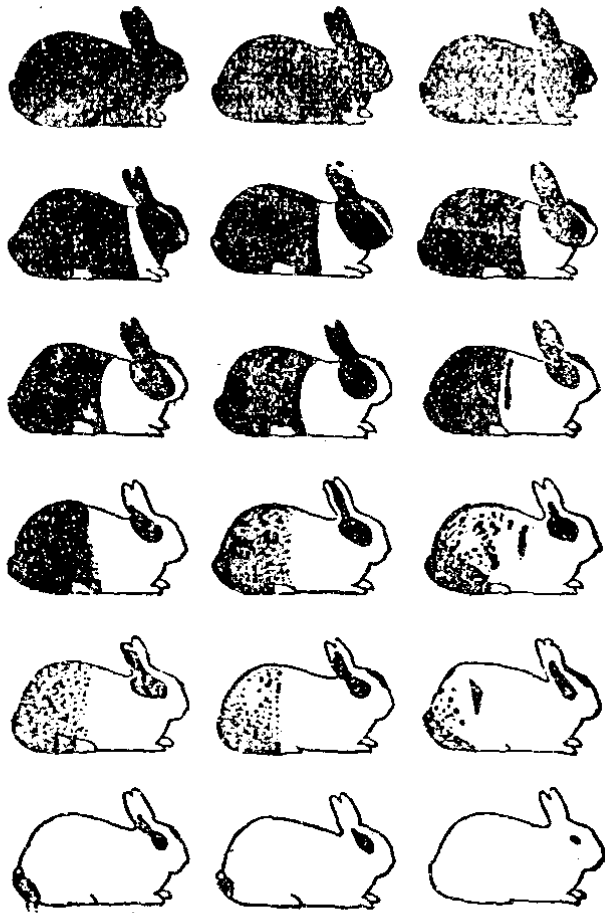


插圖31. 家兔之變更因子(Castie)
荷蘭兔之斑紋, 由於變更因子之故, 其程度顯著差異, 可分別為十八階級。

第十二節 複對因子

Multiple Allelomorphism(1); Multiple Allelis

因子在通常爲只有優性與劣性二者,成爲一對,例如紅對白,或高生對矮生之類,成對之意義,謂由父親與母親而來之一對染色體,即所謂相同染色體 Homologous chromosomes 上,存在於相對位置之意義,換言之,成對之二因子,即所謂相對因子 Allelomorphs 者,在成熟分裂之際,各分配於一性細胞,決不能二相對因子,入於同一性細胞。

但在美國摩爾根及其門下等,發見果蠅之紅眼(正常亦即野生型)與白眼與Eosin眼,相互成對而遺傳,最初由紅眼之突然變異,生出白眼之蠅,此白眼對於紅眼,爲單純劣性,其後,又由紅眼生出Eosin眼,而此Eosin眼亦對紅眼爲單純劣性,若以上三種眼色,不爲複對因子,則白眼與Eosin眼之他因子,爲其所以異於紅眼者,故白眼與Eosin眼之交雜,應生紅眼之 F_1 ,但在實際上,其 F_1 全爲Eosin眼,而 F_2 爲Eosin眼 3:白眼 1。換言之,白眼對於Eosin眼,亦爲單純劣性,其後更漸次發見白眼系 White-eye series 之複對因子,在現在至少已達十二因子(2)之多。

在家兔,其着色種與喜馬拉亞種與純白種 albino 三者,有複對關係,已爲斯塔德萬特 A. H. Sturtevant 所說明,渠於此始初用複對因子一語,此三性質,依上述次序爲優性而其符號則爲 C 、 c^b 、 c^a 。其後,更於此純白系 Albino series 發現三因子,

在二十日鼠,其濃色 C ,淡色 c^r (Chinchilla),極淡色 c^d 及純白 c^s ,稱爲純白系之複對因子,又黃色 A^r 、腹白而背面野鼠

色 A^L 、腹灰色而背面野鼠色 A^G (正常亦即野生型)、腹白而背面黑 a^t (Black and tan)、全身黑色 a 五因子,構成野鼠色系複因子。此黃色與野鼠色,為最初觀察出複對因子之關係者。

在天竺鼠之由濃色至白色,亦已知有七複對因子。

在蠶之黑縞斑 p^B 、暗色斑 p^M 、形蠶 P 、及姬蠶 p 四斑紋間,亦有複對因子之關係 (插圖 38), 其他尚發見有二三複對因子系。

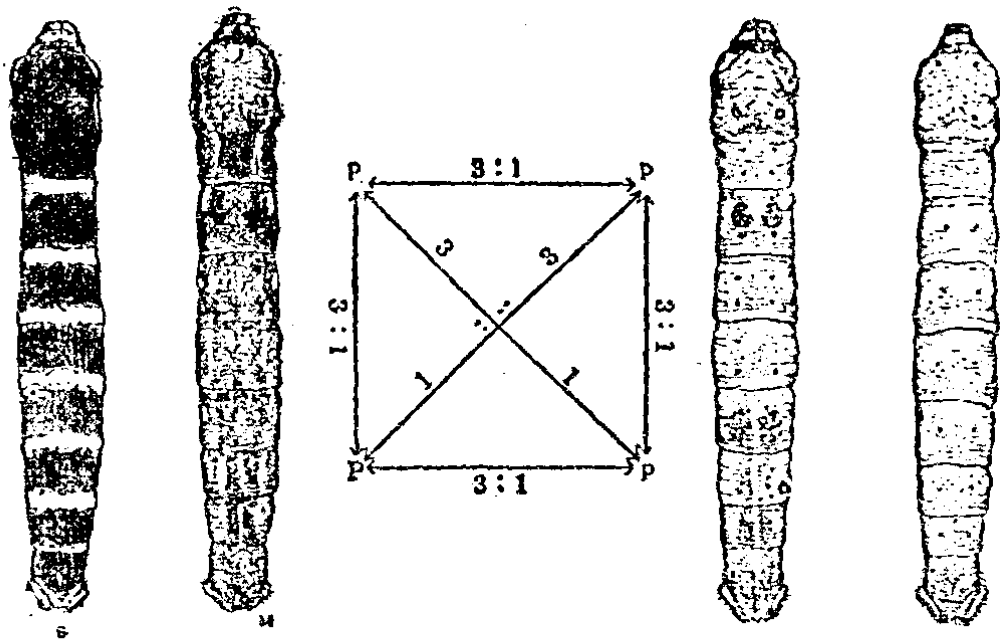


插圖 38. 蠶之複對因子(原圖)

p^B : 黑縞斑紋 p^M : 暗色斑紋

P : 形蠶 p : 姬蠶

數字,表示其交雜 F_2 之分離比

蠶蟲 *Paratettix texanus* 之斑紋,在其雜種為等位現象,已如前述,其純型之斑紋型有十五種,悉皆為複對因子。殊可謂為一顯著事實。例如 AA 及 BB 二斑紋型之 F_1 , 為兩者結合而

成之 AB 型,其 F_2 分離出 AA1: AB2: BB1, 又 AA 與 CC 或 BB 與 DD 之交雜,亦皆同然。

其次,舉植物之例言之。愛麥爾生 R. A. Emerson 在玉蜀黍,觀察得其穗軸 cob, 種子 Grain, 總鬚⁽³⁾ silk, 苞 husk 各部,各有紅色(優性)與白色(劣性)者,且各部皆有紅色者有之,只其中一部份為紅色而餘部為白色者亦有之,又全為紅色者亦有之,而成為斑條狀者亦有之。除此斑條不計外,依其紅色出現之部份,可分為十六型。在此等型中,任何二型交雜所生之 F_1 , 皆出現其兩親性質之複合(等位現象),其 F_2 , 則作 1:2:1 之分離⁽⁴⁾, 與蝗蟲之情形無異,例如,種子為紅色而穗軸總鬚及苞皆為白色者,與只種子為白色而他部皆為紅色者相交雜,其 F_1 , 全部皆紅,然其 F_2 , 則分離為(1)只種子紅他皆為白色者,與(2)全部皆為紅色者,與(3)只種子白他皆為紅色者三型,作 1:2:1 之比,而不出現其他表型,在其他組合,亦為同然。換言之,上述十六型之品種,皆已判明其相互為複對關係。

保爾 E. Baur 在金魚草 *Antirrhinum majus*, 發見關於其花之 Anthocyan 色素生成,有九複對因子,此為出現由紅色以至淡黃色(雜有紅斑)之種種濃度者,又其濃色者,常對淡色者為優性。

又在菜豆,其綠葉綠莢與綠葉黃莢與黃葉黃莢,成為複對因子列。

複對因子之記號,即以其中之某一種為基準,而在此記

說之右角上，附記字母，若為優性因子，則記大楷，若為劣性因子，則記小楷，已如前述，又複對因子，為因子在不在說之致命的新事實，亦嘗述之。

複對因子說初出時，因用完全關聯說 Complete linkage，其數的關係，亦為同樣結果。故曾有多辯論，例如，家兔之全着色者及喜馬拉亞種與純白種之情形，不用複對因子說，而假定為 C、c 與 S、s 二對因子，以 CS 代表全着色，以 Cs 代表喜馬拉亞種，以 cs 代表純白，且假定 C 與 S 為完全關聯，則在 CS × cs 之 F₂，只生 CS 及 cs 二型，而不能有 Cs 或 cS 之組合。故在說明實驗結果，與複對因子說，有同等價值。但在實際上，若任何情形，皆不生 cS 因子型，則二對因子之存在，全然無證明手段。特別在有十數複對因子之情形，須假定約有二倍之憑空相對因子，且須認定此等因子為完全關聯。與其用此非常複雜而無證明根據者，毋寧用複對因子說，簡單明瞭。又況其後多數學者之研究成績，可以反證複對因子說者竟無。反之，支持其真實性之事實，則陸續發現。

位於染色體上一定位置之某優性或劣性因子，由於突然變異，稍變更其構造，是為可能之現象。於此情形，因其染色體上之位置依然如故，遂成複對因子。複對因子羣之各因子，常為近似作用一事實，即可由此想像得之⁽⁵⁾。

第十二節之附註

(1) 不可與後述之 Multiple factors 相混同，兩者全為別物。

Multiple allelomorphs 一語，爲斯塔德萬特 A. H. Sturtevant, 1913 所提出者。然複對因子之事實，摩爾根(1911)已於二十日鼠之黃色因子與野鼠色因子間觀察得之(參考 T. H. Morgan, 1914)。

(2)由眼色之淡者至濃者順次列舉之，則爲 white, écru, ivory, tinged, buff, apricot, eosin, cherry, blood, coral, wine, red,

(3)相當於雌蕊之絲狀總鬚，

(4)紅種子、紅穗軸、紅總鬚、紅苞之品種，與全部白色之品種相交雜，或種子與穗軸爲紅而他部爲白之品種與只有種子爲赤而他部皆白之品種相交雜，或其他類似組合，其 F_2 之分離比皆爲3:1，此因最初交雜所用兩親之一方面，對於他方面爲完全劣性之故，無足怪也。

(5)多謂複對因子間之差異，完全爲量的差異。在實際上，僅爲量的差異者，誠爲大多數，但若謂全部皆如此，則著者殊難同意。

第十三節 同義因子⁽¹⁾

Duplicate and Multiple Factors, Polymery;

Gleichsinnige Faktoren

作用於同一方向，有二對或二對以上因子存在時，此等因子，稱爲同義因子。

1. 二對同義因子 Duplicate factors

關於此之最有名之例，為夏爾 G. H. Shull, 1914 在薺菜 Bursa (Capsella) bursa-pastoris 之實驗，此植物之莢，其正常型為絹扇形⁽²⁾以之與矛形之變種 var. Heegeri 相交雜，其 F₁ 全部為絹扇形，此表示絹扇形為優性之意義，至其 F₂，不出現普通 3:1 之比，而意外出現 15:1 之比，此蓋因支配薺菜莢形之因子有二對，其中之任何一優性因子存在時，其莢皆作絹扇形，而只在二重劣性之組合時，乃出現矛形，今以 C, c 及 D, d 代表二對因子，則純粹正常型為 CCDD，而矛形為 ccdd，此二者之 F₁ 為 CcDd 而出現絹扇形，其 F₂ 之因子型，雖亦同正常分離如次：

$$\begin{array}{cccc}
 CD & Cd & cD & cd \\
 9 & 3 & 3 & 1 \\
 \hline
 \text{絹扇形} & & & \text{矛形} \\
 (15) & & & (1)
 \end{array}
 \quad C \text{ 對於 } c \text{ 及 } D \text{ 對於 } d, \text{ 皆為完全優性。}$$

然其表型比，則成 15:1，其理如上述。

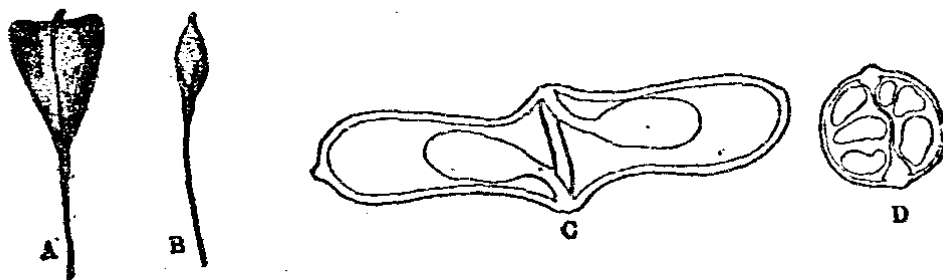


插圖 39. 薺菜之莢形(Shull)
 左二者:莢之全形 右二者:莢之橫斷面
 A 及 C:絹扇形 B 及 D:矛形

尼爾生愛爾 H. Nilsson-Ehle 發見燕麥 Avena sativa 之小穗 spikelet; Ährchen 使其穎色為暗色者，有二優性因子 (M=

melas, $N = niger$), 而關於穗之形狀, 亦有二對因子, 且全為不完全優性, 又在斯瓦諾夫 Svalöf, Sweden 之育種試驗場, 關於燕麥之穗形分離所得三型間, 亦證明其為不完全優性之同義因子。換言之, 使穗形成垂穗, *Schlaffrispenhafer* 者, 須有 A 及 B 二優性因子之純型 (AABB) 存在, 雜型 (AaBb) 者, 雖為垂穗, 但多

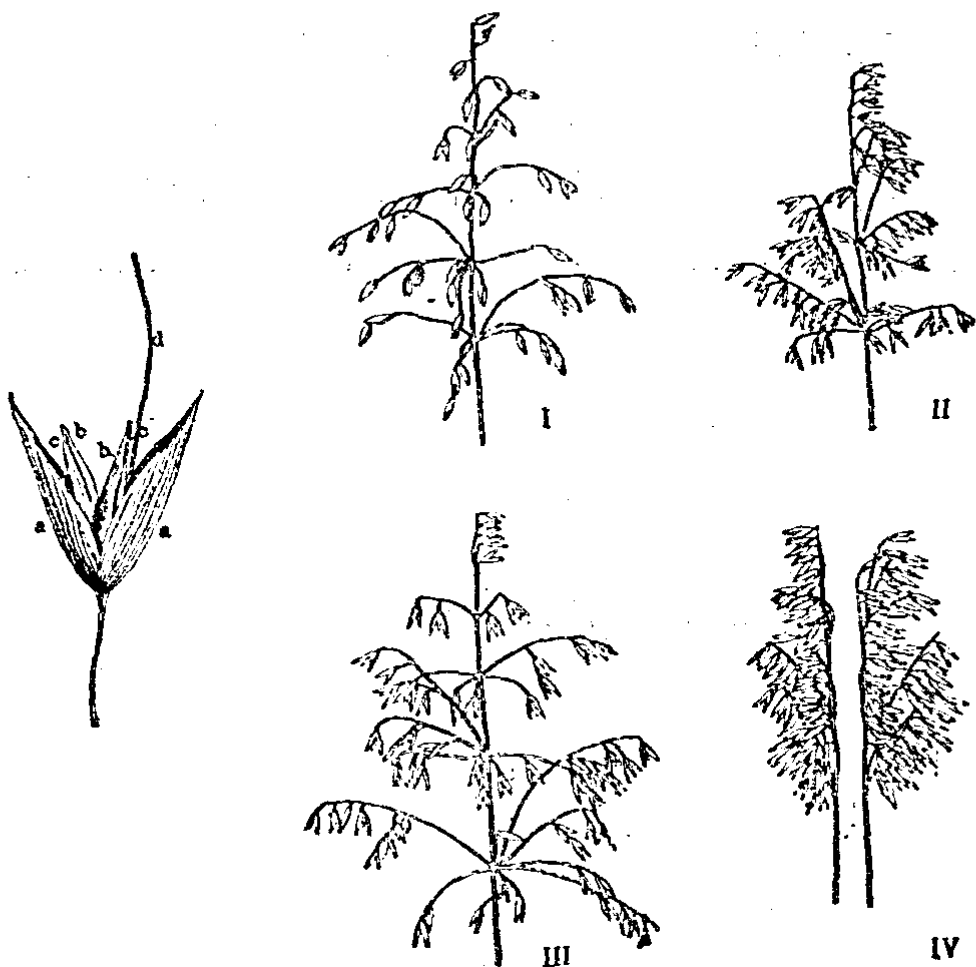


插圖 40. 燕麥之小穗(原圖)

- a: 虛穎(一對虛穎包含二粒種子)
 b: 內穎 c: 外穎
 d: 芒

插圖 41. 燕麥之穗型(Nilsson-Ehle)

- I: 垂穗(AABB)
 II: 立穗(AAbb, aaBB)
 III: 垂穗(雜型)(AaBb)
 IV: 側穗(aabb)

少作其與立穗之中間型。若缺此優性因子之任何一方面 (AAbb 或 aaBB), 則成立穗 Steifrispenhafer。若一優性因子皆無之情形 (aabb), 則成側穗 Fahnenhafer。故在 AAbb 立穗與 aaBB 立穗之 F_1 , 為雜型垂穗, 其在 F_2 , 則為 9/16 垂穗與 1/16 側穗, 其他皆為立穗。

2. 多數同義因子 Multiple factors

在小麥 *Triticum sativum*, 支配其穗形, 有三對因子。此三因子之作用, 稍有不同, 雖與嚴格意義之同義因子相異, 然以其同為關係於穗之長度, 故編入廣義之同義因子中, 當無妨礙。所謂三對因子者:

C=compactum, 使穗短而着粒密者。對於 c 為完全優性。

L=long, 使穗長而着粒疎者。對於 l 為不完全優性。

M=long, 使穗長而着粒疎者。對於 m 為不完全優性。

又 C 對於 L 及 M 為上位, 以是有 CC 及 Cc 之植物, 無論 L 及 M 之有無, 全為短穗而粒密生 (短形密生穗)。有 cc 因子者, 則依 L 及 M 之數而異其穗長。換言之, ccLLmm, ccllMM 及 ccLlMm 為中等穗長, 而 ccLLMM 為最長 (長形疎生穗)。又有 ccllmm 因子式者, 為紡錘形穗。

同義因子之例特別有名者, 為



插圖 42. 小麥之穗型 (Baur)
左: 短形密生穗
中: 紡錘形穗 (Square-head)
右: 長形疎生穗

尼爾生愛爾之關於小麥粒色之研究,在小麥之粒色,有種種濃度之紅色及白色,若以最濃紅之品種與無色者相交雜,其 F_1 爲稍淡之紅色,在其 F_2 , 生出少數濃紅色者及白色者,大多數爲中間濃度之紅色,由淡至濃殆爲連續的若干階級,在此研究,若令使粒色爲紅有三種優性因子,而任何一者對於劣性皆爲不完全優性,則能得解釋,換言之,最初交雜所用之濃紅色系統,有六優性因子 AABBCc, 而無色者有六劣性因子 aabbcc, 則 F_1 因只有三優性因子 AaBbCc, 故現中間性,此 F_1 所生性細胞,因雌雄兩方皆爲 ABC+ABc+AbC+aBC+Abc+aBc+abC+abc, 以此自乘,即得 F_2 個體之因子型,若依其中含有優性因子之數分別之,則得:

紅色因子之數	因 子 型	64 個 中 出現頻度
6	1AABBCc	1
5	2AaBBcC, 2AABbCC, 2AABBCc	6
4	4AaBbCC, 4AaBBcC, 4AABbCc, 1AABBcc	
	1AAbbCC, 1aaBBCC	15
3	8AaBbCc, 2AaBBcc, 2AabbCC, 2aaBbCC,	
	2aaBBcC, 2AABb cc, 2AAbbCc	20
2	4AaBbcc, 4AabbCc, 4aaBbCc, 1AAbbcc,	
	1aaBBcc, 1aabbCC	15
1	2Aabbcc, 2aaBbcc, 2aabbCc	6
0	1aabbcc	1

因粒色比例於因子數而變化,故依其濃度而作麥粒分類,則得如次圖之曲線,換言之,與最初之親為同一濃度之濃紅色粒,為 $1/64$; 而無色粒,亦不過 $1/64$ 。

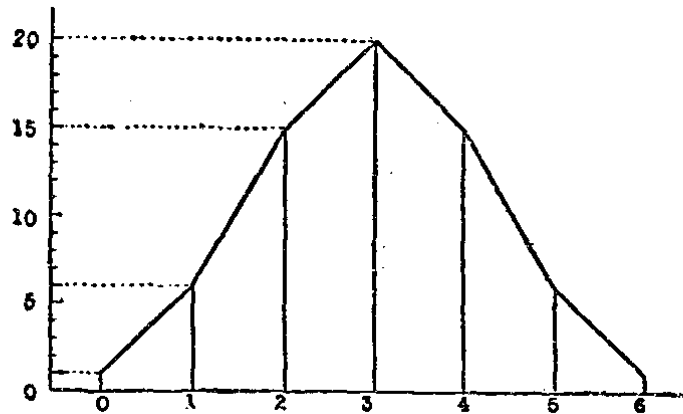


插圖 43. 小麥粒色分離曲線
縱軸之數字,表示粒數之比例。
橫軸之數字,表示紅色因子之數。

若最初交雜所用之紅色種,為 $AABBcc$, 則其與無色種 $aabbcc$ 之交雜 F_2 , 即分離出無色粒為 $1/16$, 又 $aaBBCC$ 或 $AAbbCC$ 等系統, 與無色種之 F_2 , 亦同樣, 然較上述情形, 則其色之變異較少。

對於小麥粒色之形成, 此三種紅色因子, 是否完全為同一價值, 殊難決定, 因無差別之證據, 故可認為同一價值, 以是有時稱此種因子為同價同義因子 Homomerie。與此為相對之同義因子中, 其價值相異者, 稱為異價同義因子 Heteromerie。異價同義因子之例, 有愛麥爾生之菜豆莖實驗。菜豆莖之長度與孟德爾之豌豆莖長度為同一情形, 有一對因子支配之, 然此外尚有作用稍弱之二對成長因子, 以是使高生及

矮生之中,其莖之長度及節數之變異,多少發生,在苛倫斯 C. G. Correns 所研究紫茉莉之斑葉之遺傳,其關係於綠色之形成,有 C 及 N 二因子。C 對於 c 爲完全優性,而 N 對於 n 則爲不完全優性,又 C 與 N 之綠色素形成能力不相同,換言之,CC 或 Cc,生葉綠素約 30%;而 NN 則生 70%;又 Nn 則只約 60%。故 CCNN 或 CcNN 爲 100%,CCNn 爲 90%,而 CCnn 則生 30% 之葉綠素,又 N 爲一種條件因子,故在 cc 之情形,無論 N 之有無,皆生白色。

以上所述,主要關於形或色之形態的性質者,然同義因子之例,有如次節所述關於計量的性質者殊多。有人認爲由於染色體之倍加而與進化有關。要之,同義因子之觀念,在 Mendelism 再發現當時,稱爲融合遺傳或不分離遺傳,而認其爲非孟德爾式遺傳,然至證明其爲純然孟德爾式遺傳後,可謂絕大貢獻。

在同義因子,有如蕒菜莖形之例,其爲完全優性者有之,在此情形之 F_1 , 與單因子遺傳無何區別。至 F_2 乃出現 15:1 之特殊分離比,於是乃知其存在,但同義因子之大多數,因其爲不完全優性,故多現次述之特徵:

1. F_1 表現兩親之中間性質,
2. F_2 之變異,顯著增大,較最初交雜所用之兩親,更具極端性質者亦有之,
3. 在 F_2 , 其全爲優性或劣性因子之結合,由其關係因

子數言之,則為 $1/16$, $1/64$ 及 $1/256$ 等比例。

第十三節之附註

(1) 亦稱多因子遺傳

(2) 亦可稱為三弦形。

第十四節 數量因子

Quantitative Factors; Faktoren für

quantitative Eigenschaften

數量因子(計量的因子)者,為支配可以度量衡計量之性質之因子。大小、重量、數目等皆屬之。此與形態因子,即所謂關於形狀、色彩等者,為相對意義。

然稱為數量的及形態的者,不過為便宜上之區別,兩者間並無根本差異存在。例如前節所述小麥之穗形,若以cm度量其長,及對於一定長度之粒數,則成為數量的性質。又紫茉莉葉斑之多少,若以綠色部之面積表示之,亦可成為數量的性質。哥倫斯已嘗如此。但在實際上,區別為形態的性質及數量的(或計量的)性質,別無不適當處,且反為便利之情形甚多。

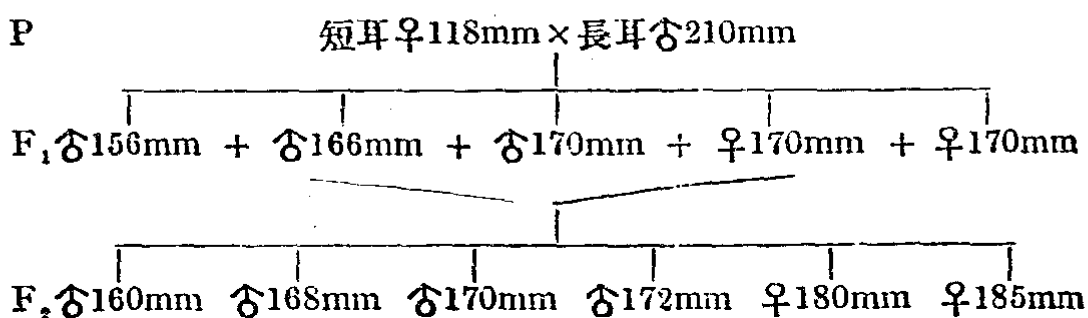
關於數量的性質,與同義因子有關係之例殊多,今舉其二三例如後。

卡色耳 W. E. Castle 之報告,謂家兔之長耳種與短耳種之 F_1 , 為中間之耳長, F_2 亦殆為同樣。更以 F_1 與長耳種

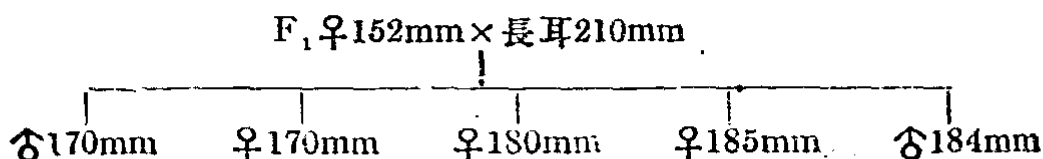
交雜之結果,得兩者中間之長度,又 F_1 與短耳種交雜之子,亦為其兩親中間之長度,其後,此成績經達文坡爾特 E. Davenport 之說明,復經蘭格 A. Lang 之更精密分析,得知由於同義因子之立場,可以說明,茲假定使耳長有不完全優性因子三種 A, B, C。又短耳及長耳共有之基本耳長為 100mm, A, B, C 任一優性因子,可使耳長增加 20mm。換言之,短耳種之因子型為 aabbcc(100mm),長耳種則為 AABBCc(220mm),而 F_1 為 AaBbCc(160mm),在其 F_2 則有:

優性因子之數	6	5	4	3	2	1	0
耳長(mm)	220	200	180	160	140	120	100
頻度	1	6	15	20	15	6	1

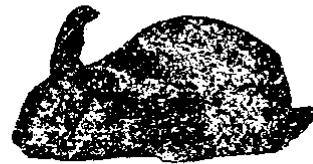
如兔一次所生之子,不過數頭,故 160mm 左右之耳長,即與 F_1 約為相同者,生出之機會較多,此為當然之事實,又若 F_1 與長耳種退交,則 AABBCc(220mm) 與 AABBCc + AABbCC + P



在退交雜,則得:



AaBBCC(皆為 200mm)與AABbCc + AaBBcc + AaBbCC(皆為 180mm)與 AaBbCc(160mm)之分離比應為 1:3:3:1, 亦仍然為兩親之中間者 180—160mm 甚多, 今將卡色爾之實驗結果錄前, 以示其與上述解釋甚為一致。



彭勒特及柏勒 R. C. Punnett and P. G. Bailey, 1914, 在 Bantam 鷄(1)之雌與普通鷄之一品種名漢堡 Hamburg 種者相交雜之 F₁ 為兩種之中間。

插圖 44 家兔耳長度之遺傳 (Castle)
 上: 長耳種(垂耳種) 雌
 中: 短耳種(Angora種) 雄
 下: F₁

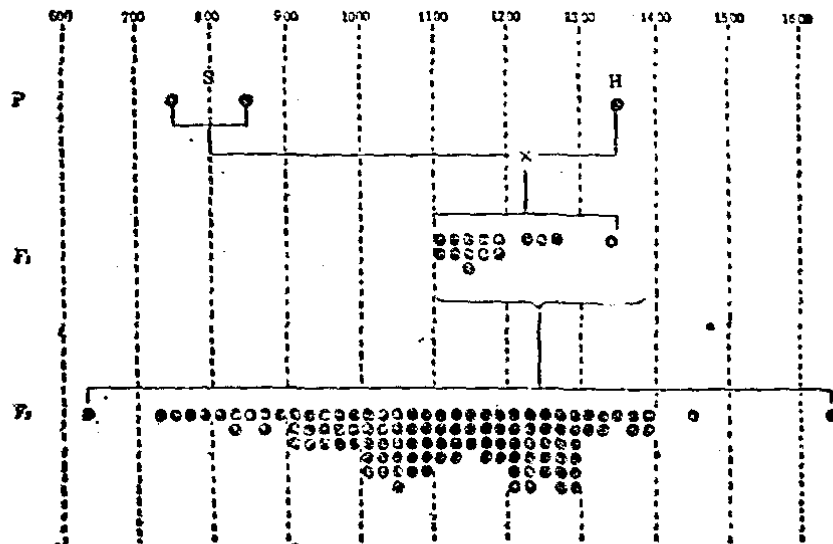


插圖 45. 鷄體重之遺傳(由 Punnett 改作)
 S: Sebright 種雄(二隻) H: 漢堡種雄
 F₁: 雌及雄 F₂: 只有雄
 數字表示體重之克數, 黑圓表示各個體

及其 F_2 之變異範圍,表現甚大。

彭氏等對於其結果之說明,假定有四種因子,普通雞之因子型爲 AABBCcdd, 而 Bantam 種爲 aabbccDD, A 與 B 二者皆爲純型之情形,此兩因子合計增加雞之最小體重之 60%;若爲雜型,則增加 38%,又 C 與 D 爲純型之情形,增加 30%;而雜型則只增加 25%,因在 F_2 , AABBCcDD 或 aabbccdd 等組合可能生出,故有較最初兩親更重或更輕之雞生出。

伊斯特 E. M. East 在玉蜀黍之短穗者與長穗品種相交雜,其 F_1 出現兩親之中間性,而在 F_2 則得由最短以至最長之所有各階級。又 譚麥斯 Tine Tammes 在普通之亞麻 *Linum usitatissimum* 與小葉之亞麻 *L. angustifolium* 相交雜,關於其花瓣之長度,與上述玉蜀黍之穗長,觀察得同樣遺傳現象。彼芬 R. H. Biffen 用二粒小麥之小穗長 28mm 名 Rivet 種者,與其短僅 9mm 名波蘭種 Polish 者相交雜,得其 F_1 爲 17mm, 而其 F_2 則出現 8—35mm 間之變異,其曲線爲在 10mm 與 17mm 與 30mm 處有衆數⁽²⁾之三頂曲線,各部所包圍之面積,如次所記,約爲 1:2:1 之比,

	以 10mm 爲衆數部分	以 17mm 爲衆數部分	以 30mm 爲衆數部分	共
Rivet × Polish	149	304	142	595
Polish × Rivet	205	432	188	825
共	354	736	330	1420
比	0.997	2.073	0.930	

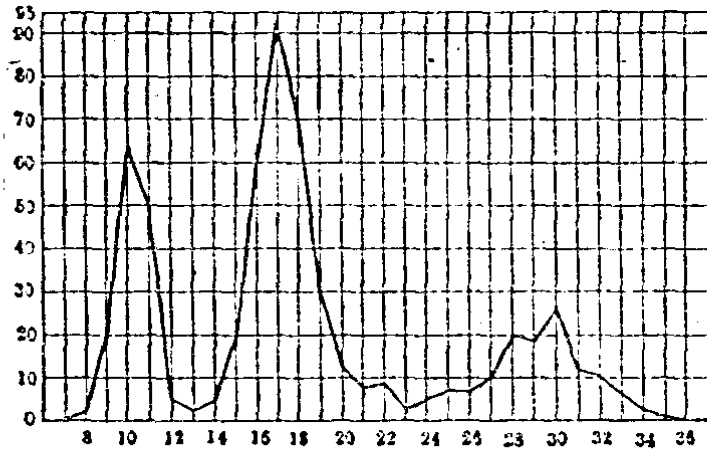


插圖46. 在小麥之雜種 F_2 其小穗長度之變異曲線(Biffen) Rivet(*Triticum turgidum*) \times Polish(*T. polonicum*)之 F_2

關於人類身長之遺傳,昔已有哥爾登 F. Galton 之統計的研究,最近更有達文坡爾特 C. B. Davenport 之精細研究,依據達氏之結果,亦知為由於多數數量的同義因子所支配,簡單言之,長身為劣性,短身為優性,即所謂由於若干優性抑制因子之存在,身長之發育被抑制,因而變低,以是在長身之夫婦間,只生長身之子;而雜型短身之夫婦間,生出長短種種程度之子。

今舉色或形之數量的研究之實例言之,在黑人與白人之雜種 Mulatto,其 F_1 、 F_2 及退交雜等之情形,皆為融合遺傳,嘗相信其為遺傳因子之不分離者,其後達文坡爾特用色輪 colour wheel 以檢查純粹黑人、白人及 F_2 雜種之皮膚色,得其黑色與白色之比例如次:

$\frac{\text{黑色}}{\text{白色}}$	$\frac{75}{2}$	$\frac{8}{33}$	$\frac{6}{60}$	$\frac{33}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{31}{24}$	$\frac{32}{17}$	$\frac{33}{33}$	$\frac{46}{7}$
純黑人	純白人	F_2							

在此七小孩間,可明白看出黑與白之比例,有分離遺傳現象
其中有與白人爲同一程度白色者,又有一略與黑人爲同一
程度黑色者,其餘則在此兩者之中間,表示種種比例。

復次,李克 H. M. Leake 在印度棉葉形之表示法,有如插
圖47,自葉底至中央葉片尖端之長,減去自葉底至缺刻底部
之長,所得差數,再以中央葉片之闊除之,此所得之商(比),稱
爲葉形係數。此係數之小者(1.52)與大者(3.57)相交雜之 F_1 , 出
現兩親之中間性(2.39),其 F_2 則作如次之分離:

葉形係數	小於 2 者	2—3 者	大於 3 者	共
實驗數	47	102	46	195
實驗比	0.964	2.092	0.943	
理論比	1	2	1	



插圖47. 棉之葉形(由 Emme 改作)

左:缺刻深者, 右:缺刻淺者,

a:由葉底至中央葉片尖端之長度,

b:由葉底至缺刻底部之長度;

c:中央葉片之最大闊度,

$$\frac{a-b}{c} = \text{葉形係數}$$

第十四節之附註

- (1) 體重約為普通雞之半。
- (2) 參考後篇生物統計學一章。

第十五節 致死因子

Lethal Factors; Lethal(Letal)faktoren

1. 致死因子之意義

致死因子者，為使承受有此等因子之個體，在發育之某時期終至於死亡之遺傳因子。此因子有狹義與廣義之別。

在狹義即所謂嚴格意義之致死因子，只包含致死之直接原因為不明之情形，而不包含致死原因已明瞭之情形。例如麥有易罹銹病品種與免疫性品種，前者在結實前多枯死，又高麗鼠對於癌病之抵抗力甚弱，若移植癌之組織於其身，其罹病而死者，殆為 100%。似此等例，皆認為其病感受性強弱之遺傳，而病之本體，不能認為致死因子。

又如後所述，染色體起不分離、放棄、缺失等現象，或在種間雜種，或有倍加染色體個體 Polyploid 之子孫，其染色體之不適當組合，因而生存不可能之情形，亦不稱為致死因子。

復次，所謂廣義之致死因子者，致死之原因如遺傳的畸形等亦包含之。例如山根(1927)在馬之作孟德爾式單因子遺傳之腸之畸形 Atresia coli，觀察得有此畸形之小馬，其上行結腸，在中途全然或幾全然閉塞，因而在產出後 2—4 日間，必

然死亡。

穆勒爾 H. J. Muller 將光線之光帶 Spectrum 與遺傳因子，作有趣味之比較，即光帶之可視部分，爲由紅至紫，此即相當於支配形態的性質之因子。較紅光波長更長之光線，眼雖不能見，然如熱線或紅外線照相之情形，有可使照相底板感光之化學作用，此即相似於變更因子之作用，復次，較紫色之波長更短之光線，有如紫外線及 X 線，對於微生物有殺滅作用，

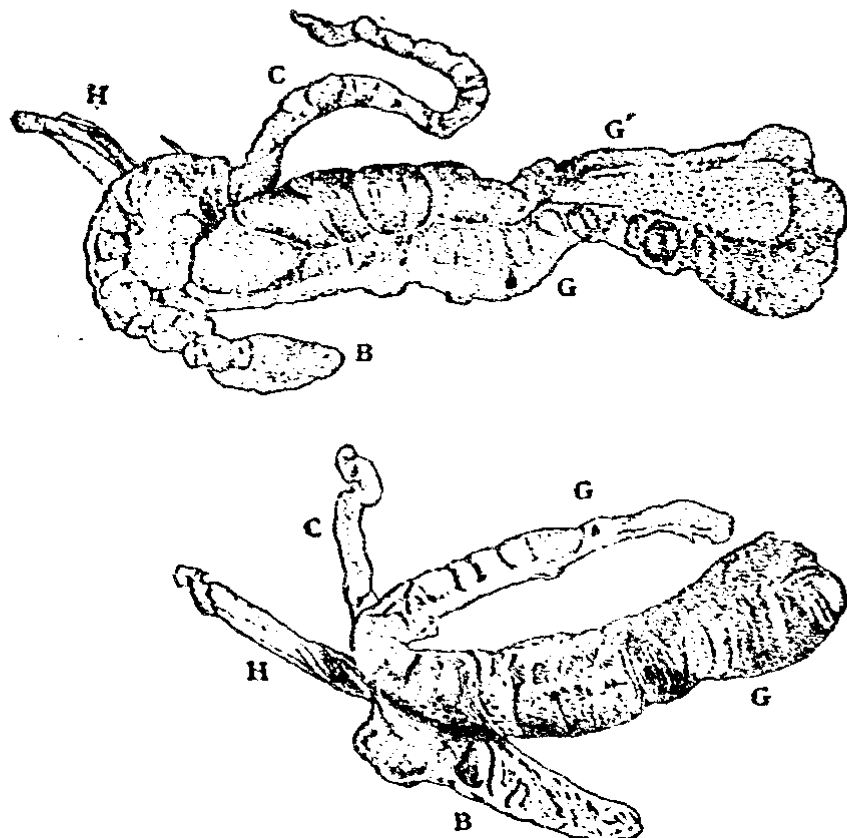


插圖 48. 馬之遺傳的大腸閉塞畸形(山根)
 上:正常型(上行精腸之腹面部與背面部相連絡)
 下:大腸閉塞畸形
 B:育腸 C:下行精腸
 G':上行精腸腹面部 G:上行精腸背面部
 H:小腸



插圖49. 菜豆之性細胞致死因子(由 Belling 改作)

Velvet×China 之 F_1 雜種之花粉,圓而大形者為正常,細長而小型者為退化萎縮之花粉。

而對於高等動植物之組織,有破壞作用,此即可比擬於致死因子或半致死因子者。

2. 致死因子之種類

a. 完全致死因子 absolute lethal 與部分致死因子(半致死因子) partial lethal, semi or sublethal。完全致死因子者,其純型之個體,完全死亡。部分致死因子者,只死亡一部分;換言之,其致死作用,稍較輕微。

b. 優性致死因子 dominant l.⁽¹⁾ 與劣性致死因子 recessive l.。前者在雜型之狀態亦有致死作用;而後者只在純型之情形有致死作用,其雜型為全然或殆為正常型。吾人可能觀察之致死因子,全為劣性致死因子。優性致死因子一物,在理論上,當可能由突然變異生出,但發現殊非容易。蓋以優性致死因子,若在胚子時代發生作用,自然不能觀察,又因優性突然變異,通常限於少數個體(普通為1—2)。縱令在吾人目前發生致死作用,吾人殊無方法證明此致死因子之起因⁽²⁾,反

之,劣性致死因子,在純型組合之情形,乃有致死作用,因一時死亡多數個體(通常為25%),易惹注目。且若取雜型個體繁殖之,每代繼續有一定數個體死亡,故此因子之存在,不難證明。

c. 個體致死因子 Zygotic l. 與性細胞致死因子 Gametic l., 前者在受精後之某時期死亡,而後者則在受精前為卵或精蟲(花粉)之時期即死亡者。個體致死因子之例,在動物及植物,由觀察而得,甚為多數。後屬實例之全部,皆屬於此。性細胞致死因子,較為稀有,且幾限於植物界。此恐因相當於配偶體植物 Gametophyte 之時期,在動物界全不存在之故。在配偶體植物,如苔蘚類及羊齒類,有大形之莖與葉,即在高等植物,其雌者之胚囊⁽³⁾ Embryosac 及雄者之花粉管⁽³⁾ Pollen tube, 普通認為性細胞之時代,因此等皆為相當顯著之器官,故若有致死因子作用,應較容易發見。在月見草 *Oenothera*, 觀察得有多數無受精力之花粉,此大部份由於致死因子之原因。

白林 J. Belling 用菜豆之 Velvet 種與里昂種 Lyon, 或與中國種 China, 或與橫濱種 Yokohama 交雜之結果,得知 Velvet 種之因子型為 KKll; 其他三種皆為 kkLL。在 F_1 KkLl 所生四種性細胞 KL, Kl, kL, kl 中, Kl 與 kL 為健全者; 其他二種組合 KL 及 kl, 若認其為全部致死, 則能適當說明。在實際上, F_1 植物所生之花粉與胚囊, 約有半數退化。又若依據此假說, 則 F_2 植物, 有 KKll 與 KkLl 與 kkLL, 當為 1:2:1 之混合存在, 而 KKll 與 kkLL, 只生正常花粉。KkLl 則與 F_1 同樣應有約半數之退

化花粉,其在實際上,正爲此情形。此爲由於K及L兩因子共存或共缺而使性細胞致死之例。

個體致死因子,對於性細胞爲無害。例如以l表示致死因子,則在Ll雜型生物形成性細胞時,有L者與有l者同數生出,且通常皆有生殖力。此恐因致死因子在生理上爲休息期而不影響於性細胞,及至受精後,盛行細胞分裂時,乃出現致死作用⁽⁴⁾之故。

d. 伴性 Sex-linked 及不伴性致死因子 non-sex-linked l. 前者爲伴性遺傳,而後者則作與雌雄性無關之遺傳。關於伴性致死因子,其雜型個體所生之子,其雌雄率發生變化,自勿庸贅述。在後女性之遺傳處,當詳述之。

e. 可視的 Visible 或形態的致死因子 Morphological l. 與不可視的 invisible 或生理的致死因子 physiological l. 所謂形態的致死因子者,爲與色或斑紋或形狀等相結合,而爲目可得見之致死因子。生理的致死因子者,爲不伴有若何形態的特徵者。今日所知之致死因子,大多數屬於前者。此蓋因發見容易之故。至於生理的致死因子,其發生之可能性,當不亞於形態的致死因子。此想像可於人爲的突然變異之實驗結果認識之。

在形態的致死因子,其所表現之形態的性質,有爲優性者,有爲劣性者。元來優性突然變異,較劣性突然變異爲少,然此少數之優性突然變異,其與致死作用結合之情形爲多一

事件,殊可注目,但縱以形態的性質言為優性,而其致死作用,則因只在純型之情形乃能發現,故勿待贅言,應稱為劣性致死因子。以此情形,甚難判斷其抑為一因子作用於形態的性質與致死作用兩方面,抑或為二相異因子密切關聯,因遺傳因子之多面的發現不乏其例,故第一假說,較為簡單而正當。

3. 在動物之致死因子實例

A. 黃色二十日鼠

在致死因子中,歷史的最先觀察得者,為居野洛 L. Cuenot⁽⁵⁾ 之研究,其後有多數學者確證之,元來,二十日鼠之黃色對於其他之色(黑、褐、野鼠色等)為優性,然因純型黃色因子之個體,不能生存,故黃鼠全為雜型,以是黃鼠同輩之子,必然生黃鼠與非黃鼠作2:1之比,此不作單因子雜種之3:1者,蓋因純型黃色,占優性個體 1/3 者死亡之故,依據克爾卡謨 W.B. Kirkham, 1919, 其死亡時期,為受胎後之第5—6日,所謂囊胞期時代,換言之,尚未成鼠形之早期,即已退變。

大鼠rat亦有黃色者,然毫不伴有致死作用,故能生純粹

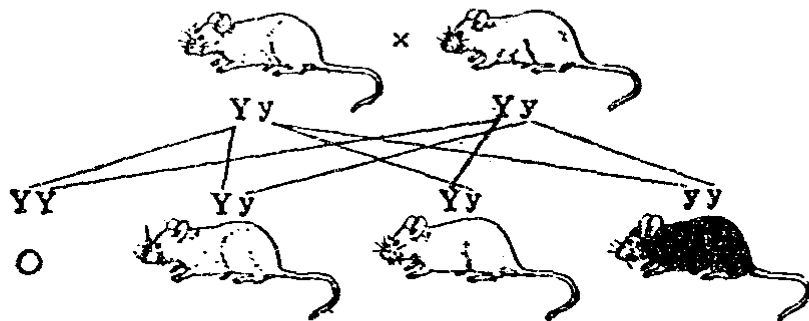


插图 50. 黃色二十日鼠之致死因子(由 Sinnott and Dunn 改作)
 Yy :雜型黃鼠 yy :黑鼠
 YY :純型黃鼠(在未成鼠之體形即已致死)

黃鼠，以是可推定為與二十日鼠不同，為另一種黃色。

在二十日鼠，除黃色外，其黑眼白斑因子(優性)及頭部畸形因子(劣性)等，與黃色因子作同樣致死作用，又無尾(包含短尾)致死因子為優性，其純型胚子，在受胎後第10日左右死亡，而無毛(裸體)一優性因子，亦有部分致死因子之作用。

B. 其他哺乳動物

在天竺鼠，其先天的神經症(不能步行)者，在產後兩星期以內死亡，此為劣性致死因子，而其雜型者仍健康。哈叭狗 bulldog 之上口蓋破裂⁽⁶⁾(劣性)，有致死作用，又無毛(優性)恐亦同然。挪威之獵犬名 Dunker 種者之虎斑，為優性，且作劣性致死因子之作用，關於此因子之純型個體，為質地白色而有灰斑紋，既為聾啞，且伴有種種異常眼，早期即死亡。

愛爾蘭產之 Kerry 牛，其 Dexter-form 者，四肢短⁽⁷⁾(優性)，其純型胎兒，皆為死產，挪威牛之 Telemarkrasse 種，所生劣性畸形，亦為致死因子。其上顎短作喇叭狗型，出產後不久，即因呼吸困難而死。Holstein 牛所生短肢畸形，亦為劣性，產後數星期內即死亡(Hadley)又無毛性 Hypotrichosis congenita 者，於產後即死亡(Mohr and Wriedt)。



插圖 51. Telemarkrasse 牛之致死畸形(Mohr)

以上所述 Dunker 犬之虎斑爲其品種之標準型,但因有致死作用,故認可其黑褐混雜色 black and tan,而僅維持其系統,又 Dexter-form 牛,爲品種之記錄型,但因致死因子之故,今殆至於絕滅,

C. 人類

莫爾及李德 O. L. Mohr and Chr. Wriedt 研究挪威之一家系,其手及足第二指之中央指骨較短而其軟骨在幼時即早硬骨化之畸形爲優性。連續遺傳六代。此畸形者之因子,全部爲雜型,又由於雜型之從兄妹結婚,生一手足皆完全無指之女兒。此女兒生約一年之後即死亡。莫氏等謂此女兒恐爲純型個體。

劣性畸形以至異常而呈致死作用者,其例殊多。魚鱗症 Ichthyosis congenita 者,產出後數日中即死。幼年黑內障癡呆症 Infantil-amaurotische Idiotie 而伴有神經性缺陷,盲目等者,在二三歲夭亡。皮膚着色木化症 Xyloderma pigmentosum 者,若皮膚觸日光,即作小疹狀。有時變成癩腫病,至十二歲,不免於死亡。

血友病 Haemophilie 者,爲小傷口出血不易止之病。其遺傳現象雖有若干異論,但多數人皆相信女性若爲雜型,則無異狀。若爲純型,則於胎內死亡。在男性若只有一因子,雖能致病,但可免胎內致死。然此因子,存在於性染色體 X-chromosome 中⁽⁶⁾,故血友病只限於男子,女子則無之,而其經女子以

遺傳者，即以此故。反之，如 Basedow 病，女性多而男性少者，因本病因子，在男性即為致死作用，而於女性則常為雜型狀態。在雜型者雖現病徵，但無致死作用。

D. 鳥類

在雞，白毛 Wyandott 種之白色，捲毛 Frizzles 種之捲毛，蘇格蘭之 Dumpy 種及 English Creeper 種之短腳，皆為其品種之標準的特徵。然此等形態的性質，皆有劣性致死作用。在金絲雀，其毛冠性 Scheitelhaube 及白色性，皆為優性形態因子，然同時有劣性致死因子之作用。

E. 蠶 *Bombyx mori*

在家蠶之稱為形蠶者，眼狀斑紋與半月形斑紋皆有之。又稱為姬蠶者，兩者皆無之。但著者研究室內，有由突然變異生出無半月斑紋蠶者，其眼狀斑紋雖明瞭存在，然半月形斑紋則無之。且此無半月斑紋蠶，必然為雜型。至今日已行數十代系統繁殖，然每代皆分離無半月斑紋蠶與正常形蠶為 2:1 之比，決無固定者。又由分離而得之形蠶，其後代未有生出無半月斑紋蠶者。故無半月斑紋蠶之形態的性質，對於形蠶為



插圖 52. 無半月斑紋蠶 (田中) 與正常形蠶
左: 無半月形 右: 正常

優性;而致死作用,則為劣性之作用;恰與黃色二十日鼠之情形相似(田中,1925),

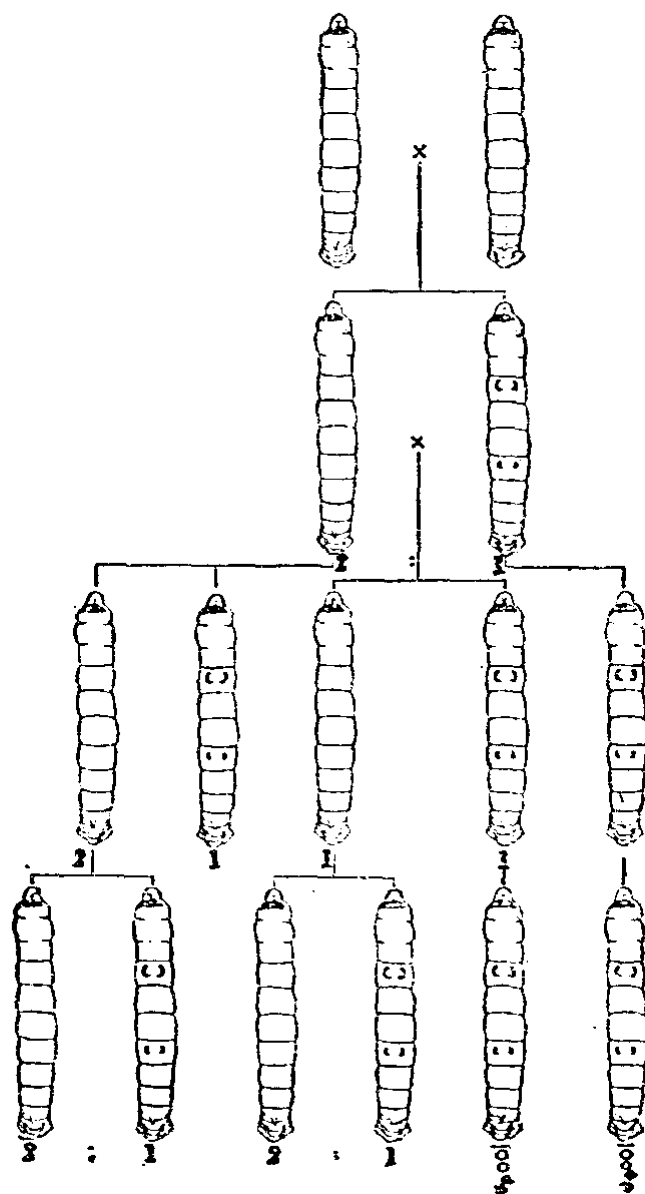


插圖 53. 無半月斑紋蠶之遺傳(原圖)

在二十日鼠,其純型個體,在胎內即已死亡,故實際上不易見之,但在蠶,則極易作大量觀察,若觀無半月斑紋蠶之雌

雄交配所生之卵，可見在其越年期狀態死亡者，約為總卵數之25%。即此目前，已得實證。及至正常卵孵化後，更一目瞭然。又無半月斑紋蠶♀ × 正常蠶♂(或形蠶，或姬蠶，或他種斑紋皆可)之交雜F₁ (以因子言，相當於退交雜)，其卵決不有如上述之死卵。其反對之交雜結果，亦為同樣。但其次代之蠶，則無半月斑紋蠶與正常蠶作1:1之比。由此事實，可證明無半月斑紋因子，在受精後乃有致死因子之作用，又在雌雄之性細胞，其因子的分佈，完全相同。

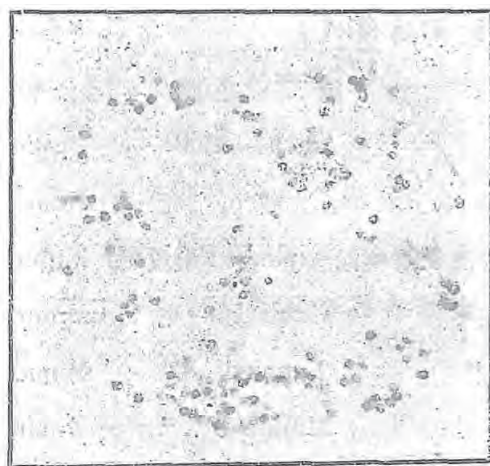


插圖54. 無半月斑紋蠶所產之卵(原圖)

白色者為正常卵孵化後所餘之殼。

黑色為死卵。為使白色之殼容易看出起見，其襯紙塗有白色。

與此相類似之數種完全致死因子，嘗於蠶發見之。

又部分致死因子之適例，為不伴性油蠶。在著者實驗(1929)之八種不伴性油蠶(其形態皆對於正常為劣性)，若將其種種程度之致死率示之，可得如次：

油蠶之種類	中國油蠶	Waxy 油蠶	t 油蠶	青熟油蠶	金鸚龍油蠶	又昔油蠶	歐五號油蠶	滿月油蠶
致死率%	0	15	22	4	46	20	100	100

F. 果蠅 *Drosophila melanogaster*

致死因子之觀察得最多數者，為在果蠅，在其自然生出者外，近來由於人為的生出突然變異，其致死因子之出現數目，遠較形態的因子之出現數為多。今將自然發生之形態的致死因子，依其染色體號數及ABC順序，列之如次：(完，為完全致死之略，又第一字母為小楷者，表示其形態因子為劣性；大楷者，其形態因子為優性。)

第一染色體	第二染色體	第三染色體	
cut(雌多死)	dachs-lethal	Beaded	(完)
dwarf(殆完)	Dichaete (完)	Hairless	”
inflated(生存及受精率低)	expanded(半致死)	Minute	”
Minute-k(雄死)	Giant II (完)	Minute-d III	”
Minute-n ”	Jammed ”	Minute-g	”
Notch	Minute-b ”	Minute-h	”
sable(生存率稍低)	Minute-d II ”	Minute-i	”
tiny-bristle(生存力弱)	Minute-e ”	Minute-j	”
chlorotic(半致死)	Minute-m ”	Pale-III	”
	Minute-o(雄死)	Pointed wing	”
	Plexate (完)	spineless-Suppressor ”	
	Star ”	Stubble	”

Streak ”

Thoraxate ”

Truncate ”

Gull ”

4. 植物之致死因子實例

A. 葉綠素缺乏 Chlorophyll-defect

禾本科植物,除大麥、黑麥、玉蜀黍等以外,菜豆、剪秋羅類 *Melandrium* (9)、蔥類 *Allium*、紫茉莉、金魚草及其他植物,皆發見白色至黃色莖、葉之變種。關於白色因子為純型(10)之個體,發芽後數日內即致死。此蓋因葉綠素全無,不能營同化作用,以是養分缺乏而枯死。在嚴格意義下,此不能稱為致死因子,但一般皆編入致死因子項中(11)。

反之,在煙草及蕁麻 *Urtica*, 關於其葉綠素缺乏因子為純型者,完全不發芽,此因葉綠素不存在,非為直接致死之原因,故應認為狹義之致死因子。

B. 月見草 *Oenothera*(12)

赫里柏爾特尼爾生 N. Heribert-Nilsson, 1920 在 *Oe. Lamarckiana*, 發見其使葉脈為紅色之因子 R, 對其淡綠色因子 r 為優性,但其紅葉脈植物,必為雜型,以是認為 R 有致死作用,其 RR 個體,在發育途中,即已死亡。

在月見草,有所謂二重反交雜種 *doppeltreziproke Bastarde* 者,例如,以 B 代表 *Oe. biennis*, 以 M 代表 *Oe. muricata*, 則 $B♀ \times M$

♂之 F_1 , 甚近似其父親 M , 且除花之大小以外之性質, 在 F_1 交配所生之 F_2 更及其後代, 皆酷似 F_1 , 而無分離痕跡, 復次, 反對交雜 $M♀ \times B♂$ 之 F_1 , 則顯著似其父親 B , 其後代亦不分離。要之, B 與 M 之雜種, 爲顯著之偏父遺傳 *patroclinous inheritance*。即在 F_2 以後, 亦殆無分離。於是以二重反交雜種之 $(B♀ \times M♂)♀ \times (M♀ \times B♂)♂$ 與 $(M♀ \times B♂)♀ \times (B♀ \times M♂)♂$ 等之子相比較, 則可見皆酷似其父方之祖父。即在第一組合者肖 B , 而第二組合者肖 M 。此即表示祖父之性質, 不能經由母而傳達, 而祖母之性質, 不能經由父而傳達。由此結果, 即認爲其一定因子結合之胚子, 在發育之某時期, 即已致死而使然。

C. 半支蓮 *Portulaca grandiflora*

半支蓮之白花種, 通常爲青莖, 此對於着色種爲劣性, 而與致死作用無關係, 以是有純粹種, 另有白花紅莖之品種, 對於上述普通白花種爲優性, 而其純型者則死亡。故紅莖白花同輩之子, 常分離出紅莖白花 2: 普通白花 1 之比。在實際上, 由於交配所生種子之約 $\frac{1}{4}$, 爲不稔種子。又在有稱爲擬白花種 *pseudo-white* 者, 其外觀上雖酷似上述之紅莖白花種, 然無致死作用。

以上所述, 爲在動植物之致死因子之代表者, 更爲有趣味者, 爲所謂平衡致死因子一現象。

5. 平衡致死因子 *Balanced lethals*

此爲穆勒爾 *H. J. Muller* 所初發見之現象。果蠅之連珠

翅 Beaded, 對於正常型為優性, 且因其純型有致死作用, 故連珠翅皆為雜型, 而其相互交配常分離出連珠翅與正常翅作 2:1 之比。繼續若干代皆如此, 但數年後, 突有純為連珠翅個體者生出。由穆勒爾研究之結果, 知在與連珠翅因子相對之染色體上, 近於對連珠翅為正常因子處, 另生出一致死因子。因不成為連珠翅之個體, 關於此新致死因子為純型, 因而不發育以至於死。在實際上, 生純連珠翅之系統, 其所生之子, 較正常者遙少。

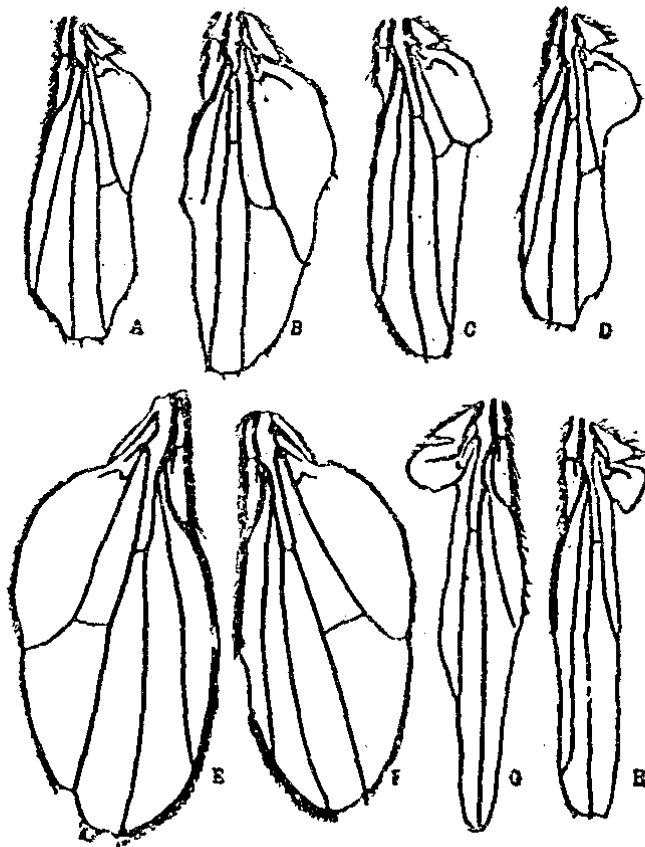


插圖 55. 果蠅之連珠翅(Morgan, Bridges, Sturtevant)

A-D: 普通連珠型 E, F: 與正常型交雜所生輕微連珠型
G, H: 由於淘汰而得之極端連珠型

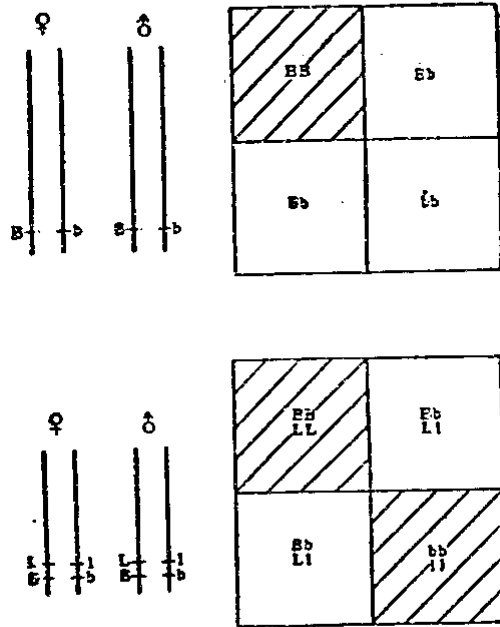


插圖 50' 左:有平衡致死因子之染色體
右:其組合模式(由 Morgan 改作)

上圖:連珠翅與正常翅為 2:1 下圖:純為連珠翅

B:連珠因子

b:正常因子

L:對致死因子 l 之正常因子

l:新生劣性致死因子

在月見草,有所謂雙生雜種 twin hybrid; Zwillingbastarde 一現象,即若 *Oe. Lamarckiana* 與 *Oe. biennis* 或 *Oe. Hookeri* 相交雜,其 F_1 即分離出 *laeta* 及 *velutina* 二型,此二型不似兩親之任何一者,且非其中間型,由此二型之自家受精繁殖,其後代只有此 *laeta* 及 *velutina* 二型而不分離出其外之型,穆勒爾認其為由於平衡致死因子之故,如果蠅之連珠系,由於平衡致死因子,雖其表面上似為純粹,然其與正常型交合時,則分離出連珠與正常二型,即為與此同一理由,但在月見草,如上述之異常遺傳現象,除用致死因子外,尚可用染色體環之形成

等明白解釋之(後文參照)。

6. 優性形態因子與致死作用

與致死作用相伴之形態因子,大部分爲優性一事,似若不可解者然,此不外由於形態的劣性因子而有完全致死作用之情形,其形態的特徵,無機會使吾人觸目。例如,令 a 爲有致死作用之某劣性形態因子,則表現其形態的特徵者,須限於 aa 純型之情形。然此組合,已由致死作用而死亡,故吾人不能見之。但在致死作用不完全之情形,雖爲形態的劣性因子,因尚有一部份或大部份殘存,而可觸及吾人之目。在蠶之不伴性油蠶等,不乏其例。

7. 致死之時期及環境

致死因子作用之時期,由於因子之種類,而不能一定。例如,使蠶之胚子死亡,有三種致死因子⁽¹³⁾。第一種,在未生胸肢時之最長期胚子,即發生作用而致死。第二種,在胸肢腹肢生後之反轉期前後胚子。第三種,則在體軀完成及生剛毛而頭部開始着色時。又第一種爲紅色死卵,第二種爲褐色死卵,而第三種則爲點青死卵。

環境之良否,對於致死作用之強弱有影響,特別在部分致死因子爲顯著。環境不良時,通則爲致死率較高,然某種因子在高溫時致死作用強,而他種因子則有在低溫時強者,其間殊有差別。

第十五節之附註

(1) 浦勒特 L. Plate, 1932 稱形態上為優性而伴有致死作用者,皆為優性致死因子。似此情形,則致死作用,只在純型狀態乃能發現,故以是稱優性致死因子,殊為不當。

(2) 間接推定其優性致死因子存在之情形,非不可能,如依據其所生子女之數目等,在人為的突然變異之情形有此例。

(3) 倫勒爾 O. Renner 謂胚囊及花粉管為孢子體組織,而非配偶體組織。故在此時代有作用之致死因子,應稱為性母細胞致死因子 gonische L.

(4) 蝸牛代代只生雌雄同體之個體,因其卵全部為 $X+A$ (X 為性染色體, A 為普通染色體) 而精蟲則應有 $X+A$ 及 $O+A$ 二種。但其 $O+A$ 精蟲,完全死亡,故只有 $X+A$ 精蟲殘存而受精。故其後代之全部為 $2X+2A$ 。此即為雌雄同體者,其他之雌雄同體動植物,亦往往採用此同樣說明。

(5) 居野洛 謂含黃色因子之卵與精蟲間,有完全不調和關係。且有黃色因子之性細胞與有非黃色因子之性細胞間,較非黃色因子相互間,易於受精 (選擇受精)。用此假定以說明其實驗結果 (居氏 曾得黃 263:非黃 100)。但其後, 卡塞耳 W.E. Castle, 李特爾 C. C. Little 及 杜娜姆 女士 F. M. Durham 等,皆證明其分離比為 2:1, 故斷定純型黃色個體,必在母胎內死亡者。

(6) 口蓋破裂成為所謂狼蓋者,乳汁由氣管入肺,因生肺

炎而死。

(7)依據克魯 F. A. E. Crew, 此畸形起因於腦下垂體之退變, 因而使軟骨早期硬骨化。

(8)男子只有 -X 染色體 (monozygote), 故血友病因子, 不能有二, 又女子亦有謂間有血友病者。

(9)亦有書爲 *Melandryum* 者, 在西文書, 或有書爲 *Lychnis alba* = *M. album* (Babcock and Clausen, 1927), 或爲 *L. dioica* = *M. album* (Sinnott and Dunn, 1932) 者。在 日本植物總覽, 有 *L. dioica* ヒロハノマンテマ, *L. alba* マツヨヒセンノウ, *Melandrium* フシグロ 屬, 而在 植物名彙, 則書 *Lychnis* 爲 センノウ。

(10)正常性對葉綠素缺乏性爲不完全優性, 故在雜型個體, 其綠色與白色混雜, 作所謂斑葉狀。

(11)金魚草之黃色性, 有 *aur* 因子與 *chry* 因子。前者對於正常因子 *Aur* 爲不完全劣性, 其純型 *aur aur*, 發芽後即致死。然 *chry*, 對於正常因子 *Chry* 爲完全劣性, 其純型 *chry chry* 爲黃色, 雖缺乏葉綠素, 然不知何故, 竟能生存。外觀上 *aur aur* 與 *chry chry* 相似至於殆不能區別之程度, 然一者有致死作用, 而他者則健全發育, 殊有趣味。

(12)在 松村植物名彙 爲 *Oe. biennis* var. *Lamarckiana* ツキミグサ (月見草), *Oe. odorata* マツヨヒグサ。而在 牧野根本日本植物總覽, 則爲 *Oe. biennis* メマツヨヒグサ (葉稍闊, 淡黃色花), *Oe. Lamarckiana* オホマツヨヒグサ (葉最闊, 黃花), *Oe. odorata* マツヨヒグ

ヲ(葉甚小,花初爲黃色,後爲紫色,), *Oe. tetraptera* (葉小,花爲白色,後爲紅色,). 不知孰是,本書則用月見草作屬名。

(13) 西川久, 1930.

第十六節 受精競走

Certation; Zertation

F_2 之分離比,有與單因子遺傳之 3:1 及兩因子遺傳之 9:3:3:1 之基礎比率相異者,已如上述,但除此等原因以外,尚有使分離比異常之一原因,即雄性細胞之受精競走者是。

月見草葉之紅葉脈因子 R , 在純型之情形有致死作用, 已如前述, 然 $Rr♀ \times rr♂$ 之退交雜, 雖有如理論上所希望有 Rr 與 rr 作 1:1 之生出, 而其反對交雜 $rr♀ \times Rr♂$ 所生出者, 其紅葉脈植物 (Rr) 與白葉脈植物 (rr 此爲淡綠色葉脈之略稱) 之比, 爲由 1.2:1 至 6:1 間種種之值, 甚不規則, 此蓋因花粉管經過若彼長度之月見草花柱而達子房所需之時間, 換言之, 花粉管之成長速度相異, 亦即 R 花粉之花粉管較 r 花粉之花粉管成長爲速所使然。此現象稱爲受精競走, 以是若將甚少量花粉, 敷於雌蕊柱頭上, 而成長較慢之 r 花粉到達時, 若尙有多數卵細胞未受精, 則由此生出之植物, 其紅與白, 即近於 1:1。然若以非常多量花粉, 塗於柱頭, 則成長較快之 R 花粉, 先使大部分卵細胞受精, 因而應與 r 花粉合體之卵細胞, 成爲少數, 甚至於紅爲白之六倍, 溫度之高低, 亦與此分離比有關。

在低溫,其競走上遲速之差,更爲顯著,以是愈與1:1之比相離,

花粉管之競走在 *Oe. Lamarckiana* 與 *Oe. gigas* 間亦觀察得之(後者較遲)。以此兩種花粉,等分量混合,而塗於 *Oe. Lamarckiana* 之柱頭上,則由此塗抹花粉量之多少,其次代植物中純粹型與雜種型之比,生出差異。在其他植物,亦觀察得同樣之例。

與此相似而更爲有趣味者,爲曼格斯爾朶爾夫及瓊斯 P. C. Mangelsdorf and D. F. Jones, 1926 在玉蜀黍所觀察得之事實。使玉蜀黍生不完全粒,有半致死因子 de_1 。在其純型之情形,使種子之胚乳及胚子縮小,有時使其完全退化。然另有優性因子 Ga 者,因能促進花粉管成長,故有此 Ga 因子之花粉,較 ga 花粉,有約四倍之受精力。又 de_1 與 Ga 有關聯,故在相引關聯 coupling⁽¹⁾, 其不完全粒,較正常比遙爲多出。而在相反關聯 repulsion⁽¹⁾, 則遙爲少出。又 Ga 與澱粉因子 Su(對於此之劣

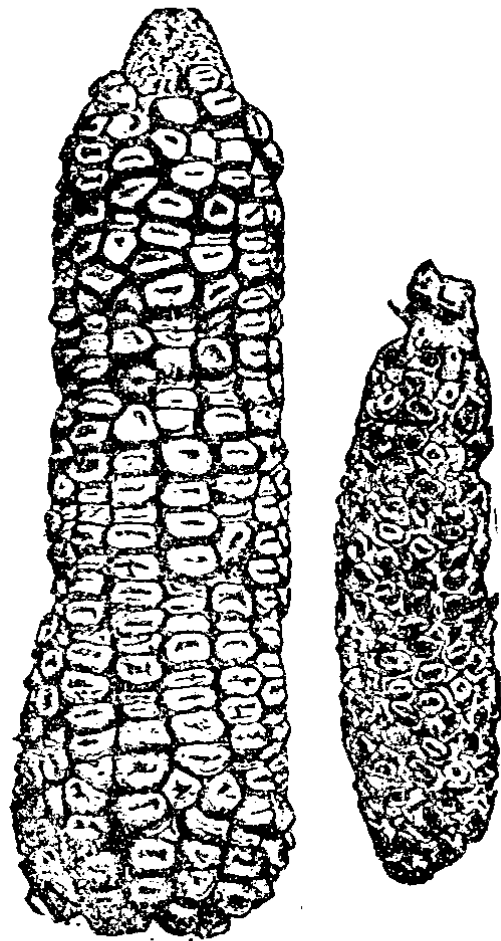


插圖 57. 玉蜀黍不完全粒 (Mangelsdorf)
左:分離出完全粒與不完全粒之穗 (大形粒間作萎縮狀者,爲不完全粒)
右:純型不完全粒個體之穗

性爲su甜玉蜀黍因子)有關聯。故在澱粉玉蜀黍與甜玉蜀黍之交雜 F_2 ，亦使其分離比異常。

在人類，男胎兒較女胎兒多生，爲各國共通之事實。其原因或爲具X染色體⁽²⁾之精蟲與具Y染色體⁽²⁾之精蟲間，有受精競走，因後者之運動較爲輕快，故先溯輸卵管而上，以是其與卵合體之機會較多。

第十六節之附註

(1) 參考後文‘因子之關聯’一節。

(2) 人類之卵細胞，純爲具一X染色體者，而精蟲則或有X或有Y染色體。若X精蟲受精，則生女兒，若Y精蟲受精，則生男兒。後文‘性之決定’及‘雌雄率’二節參照。

第二章 染色體與遺傳

第一節 遺傳之物質的基礎

Physical Basis of Heredity;

Stoffliche Grundlage der Vererbung

1. 細胞 Cell; Zelle

萬有生物體,皆為細胞及其生產物⁽¹⁾所構成。細胞之內容,可大別為細胞質或細胞原形質 cytoplasm; Protoplasma 與細胞核 nucleus; Kern 二者。又在細胞之周圍有細胞膜 cell membrane, cell wall, 然其在動物,則不顯著。細胞質為無色半流動體之膠質物 colloid, 其中包含有網狀或管狀之哥爾奇體 Golgi body, 細小絲狀至點狀之 mitochondria(或 chondriosome), 中心體 centrosome, central body, 空胞 vacuole, 顆粒體 plastid (葉綠體 chloroplastid 色素體 chromoplastid 白色體 leucoplast.) 等。又蛋白質以外之物質如脂肪球、澱粉粒等,亦有存在。

細胞諸要素中,在遺傳學上最為重要者,為細胞核。遺傳因子,即含於核內者。此可由殆僅為核之雄性細胞,而能將父方全部遺傳質傳之於子一事項推察得之。核之周圍被有核膜 nuclear membrane 而通常為球形或近於球形。核之內部為網狀或海綿狀至泡沫狀 alveolar 構造,其間充滿有核原形質 nucleoplasm, Karyoplasm 與核液 nuclear sap, enchylema, 此外尚

含有染色質 chromatin, 非染色質 achromatin, linin 及核仁 nucleolus 等, 非染色質一物, 自昔之細胞學者所用核染色劑之鹽基性色素 (2), 雖不能加以染色, 然近來則已明瞭, 若用酸性色素 (3), 即能鮮明染出。以是毋寧稱之為酸性染色質 oxychromatin, 而稱從來之染色質為鹽基性染色質 basichromatin 較為適當。又染色質為顆粒狀, 而存在於非染色質之絲條上, 此二種物質, 本非完全不同者, 似原為一種物質, 只因微少之化學的變化 (4), 而使一物質變為他一物質者。

核仁存在於核中, 其形狀及數目, 有種種不同, 大別之可分為真核仁 plasmosome, 染色質核仁 Karyosome 及中間性核仁 amphinucleoli (前二者合同存在者) 三者。普通認真核仁為核之生理的老廢物之貯藏所。染色質核仁為染色質之集團, 其在細胞分裂時, 生出該生物種類之特有形狀及一定數目之染色體。

2. 體細胞分裂 Somatic cell division; somatische Zellteilung

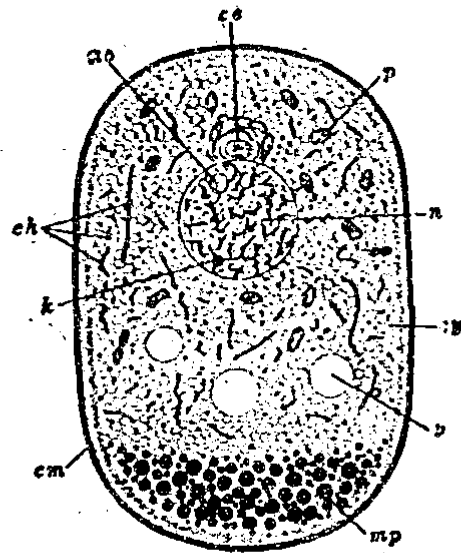


插圖 58. 細胞之模式 (Wilson)
 ce: 中心體 ch: Mitochondria
 cm: 細胞膜 cy: 細胞原形質
 k: 染色質核仁
 mp: 受動性顆粒體 (原形質變質物)
 n: 核 (網狀者為染色質)
 no: 核仁 p: 顆粒體
 v: 空胞

體細胞核分裂之方法,有直接分裂或無絲分裂 amitosis 與間接分裂或有絲分裂 mitosis 二種。在高等動植物,直接分裂毋寧可謂爲例外,而最爲正常之方法,則爲間接分裂,間接分裂之過程,分爲次之四期。

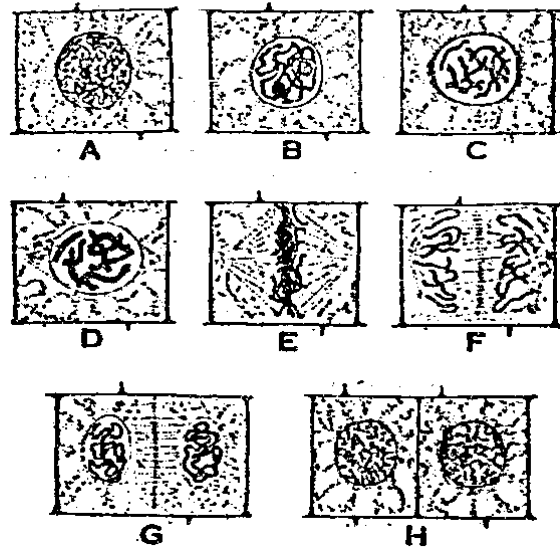


插圖 59. 體細胞分裂之模式(Sinnott and Dunn)

A: 靜止期

B-D: 分裂前期

E: 中期

F: 後期

G: 末期

H: 入靜止期之二子細胞

A. 前期 prophase. 靜止核之成網狀或粒狀染色質與非染色質相互融合而形成一細長帶狀染色體線 spireme, 次作一定數目之切斷, 再漸次縮短而成短大狀, 遂出現其種所特有數目及形狀之染色體。此染色體, 先沿核膜而擴散, 不久, 各染色體之一端或兩端發生裂縫, 終至裂通全體, 但其一半, 尙相接近而不遠離, 且相互扭纏者亦無。

B. 中期 metaphase. 染色體至前期之末, 漸次集於相當細

胞之赤道處，而排列作一平面。此時核膜完全消滅，若由兩極以觀此赤道板 equatorial plate 或核板 Kernplatte 而數體細胞之染色體數，最為正確，在此時，原在一極之中心體 (5)，已分移至兩極而向赤道面放出多數細長非染色質纖維，連結於各染色體之一定部位，此纖維稱為紡錘絲 (6) spindle fibre。

C. 後期 anaphase。列於赤道面之各染色體，其在前期所生之縱裂面，為與赤道面平行者。及至後期，則染色體之各一半，由於紡錘絲之牽引，遂由縱裂面分離，而漸次向兩極移動。分離後之二組染色體，因由於各原染色體所平分而成者，故在數目言，與分裂前無稍異。

D. 末期 telophase。達到兩極之染色體，復連結成一長線而周圍生核膜，遂入靜止狀態。同時二核間，新形成細胞膜，細胞分裂，於此終焉。

3. 成熟分裂 Meiosis, Maturation division

此限於性細胞發生之現象，其過程較體細胞分裂，更為複雜。元來在雄性細胞形成 spermatogenesis 與雌性細胞形成 oögenesis，其原始性細胞 primordial germ-cell，雖有無數回分裂增殖，然此增殖時代 multiplication period 之分裂，與體細胞分裂，無何差異。由此生出多數性原細胞 gonia (雄者稱精原細胞 spermatogonia，雌者稱卵原細胞 oögonia。) 後，遂入於體積增大之成長時代 growth period。此時期之性細胞，稱為第一性母細胞 primary cyte (雄之性母細胞稱精母細胞 spermatoc-

yte, 雌者稱卵母細胞 Oöcyte.), 此第一性母細胞, 漸次成長, 經

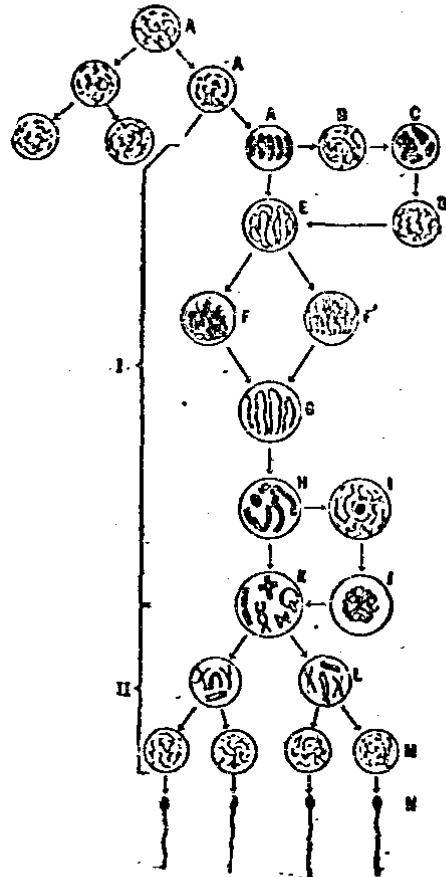


插圖 60. 精蟲之發達(主要表示第一成熟分裂前期)(由 Wilson 改作)

I: 成長期,

A: 精原細胞,

B: 第一精母細胞靜止期;

C-K: 第一精母細胞分裂前期,

C: 前染色體期(Prochromosomes),

D: 解舒期(Unravelling stage),

E: 細長期(Leptotene stage),

F, F': 接合期(Synapsis),

F: 收縮期 (Synizesis) = 第一收縮期(First contraction),

F': 花束期(Bouquet) {
 Synaptotene,
 Zygotene or
 Amphitene,

G: 合體期(Pachytene),

H: 二重期(Diplotene),

I: 分散期(Difuse, or confused stage),

J: 第二收縮期(Second contraction),

K: 肥厚期(Diakinesis),

第一成熟分裂之中期以後, 省略。

II: 第二成熟分裂,

L: 第二精母細胞(肥厚期),

第二分裂前期之大部分及中期以後, 省略。

M: 精蟲細胞,

N: 完成之精蟲。

過分裂前期,但在此前期內發生接合現象 Synapsis, 爲體細胞分裂所未有者。即由父而來之染色體,與對應之由母而來之染色體,即所謂相同染色體 homologous chromosomes, 沿長軸相連接,即以此狀態列於赤道面而入中期,以是在此時期之染色體,由兩極觀之,其數半減,由此經過後期及末期,而完成第一成熟分裂。次經短時之中憩期 interkinesis 後,更作第二成熟分裂。此次與體細胞分裂爲同樣,然第一成熟分裂之中期以後,雌雄稍異其經過。

雄者在第一分裂,生出等大之二個第二精母細胞 secondary spermatocytes, 其經第二分裂,亦生出等大之二個精蟲細胞 spermatids, 反之,在雌之第一分裂則生出一個大形之第二卵母細胞 secondary oöcyte 及一個甚小之第一極體 first polar body; I. Richtungskörper, 在第二分裂,亦生出一個大形之卵細胞 egg-cell 及一個甚小之第二極體 second polar body; II. Richtungskörper。此二極體,後皆退化消失,換言之,二回成熟分裂之結果,雄者生出四個等大之精蟲細胞,而雌者則僅一個大形之卵細胞殘存。此蓋因在卵中必須蓄積胚子發育必要之多量榮養分,而有此相異。

如上所述,成熟分裂之特異點,主要在第一分裂之前期。然此時期之經過,因生物之種類而有顯著差異,今對於雄舉其最典型的情形,述其要點如次。

A. 細長期 leptotene stage⁽¹⁾。由精原細胞之最後末期,經

過靜止期即前染色體期 prochromosome, 或不經過, 即入細長期, 即染色物質成爲若干細長組狀體, 其兩端通常集合於核之一極, 而形成所謂花束期 bouquet-stage 之初期。

B. 接合期 synapsis, syndesis, 集合於核之一極之染色體線, 或爲收縮狀 contraction-figure, synizesis, 或即在花束狀之情形, 其每二相同染色體, 由一端起(有時由任意一部分起), 開始接合, 漸次及於他部 (8)。終至沿其長軸, 完全接合。然此平行並列之二相同染色體間, 其境界線尙可認出。自此以後至

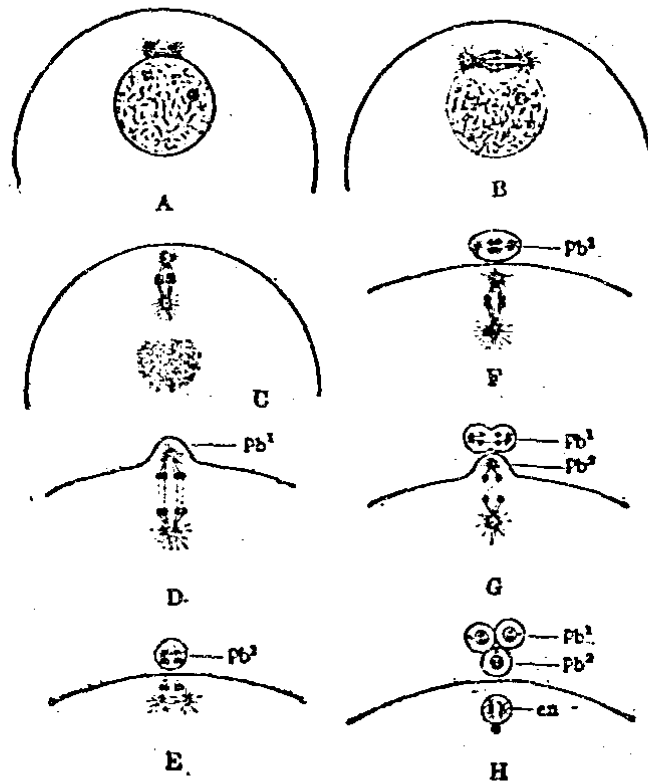


插圖 61. 卵母細胞成熟分裂之模式(Wilson)
 假定染色體數之倍數爲四個者。
 A-E: 第一分裂(放出第一極體)
 F-H: 第二分裂(放出第二極體, 及第一極體分裂),
 pb¹: 第一極體 pb²: 第二極體 en: 卵核

分裂中期之染色體，稱爲二價染色體 bivalent ch.

C. 合體期 pachytene stage, post-synaptic spireme. 二相同染色體，完全合體成一粗染色體線，而沿核膜擴散於周緣。

D. 二重期 diplotene stage. 各染色體線，再現出其縱裂縫而看出複合構造。在此期之終末時，二相同染色體線，常相互扭繞，故有特別稱爲撚扭期 strepsitene stage 以示區別者。在二重期之末，二相同染色體皆各縱裂⁽⁹⁾而成四根染色體線可得見者甚多，此種狀態，稱爲四分體 tetrad, four-strands. 構成四分體之四條染色體線，稱爲四分染色體線 chromatids.

E. 肥厚期 diakinesis. 染色體線縮短肥厚，成爲該生物種類之特有形狀染色體，亦近核膜而散佈。又二重期與肥厚期之間，有經過分散期(渾沌期) diffuse or confused stage 及第二收縮期 second contraction 者。

以上爲第一成熟分裂之前期。精母細胞之體積發育，於此停止。至中期，染色體在二重期初所生之裂縫，與赤道平行而作平面排列。及至後期，各相同染色體，由此裂縫分離而成單價染色體 univalent chromosome，由紡錘絲之牽引而移行於兩極。以是在各極，有體細胞染色體之半數，因而此分裂稱爲減數分裂 reduction division 或不等分裂(異型分裂) heterotypic division.

在卵之成熟分裂，其染色體之行動與精蟲(雄性細胞)無大差。(插圖 61.)

以上所述，為在第一成熟分裂起減數分裂而第二分裂為等分裂(同型分裂) equational or homœotypic division 之情形。大多數之動植物，或屬此型，此即稱為前減數 pre-reduction，但稀有為第一分裂為等分裂而第二分裂為減數分裂之情形者。在蕨類及半翅目之昆蟲等有之。此稱為後減數 post-reduction。

補遺。前減數與後減數

性細胞形成時，其二回成熟分裂中，在第一回作不等分裂而第二回作等分裂者，稱為前減數，又第一回作等分裂而第二回作不等分裂者，稱為後減數。前減數乎，後減數乎，曾有甚多爭論，曾歸結於普通為前減數。然在今日，後減數之情形，亦不能完全否定。溫里希 D. H. Wenrich 及 羅白爾特生 W. R. B. Robertson 在蝗蟲觀察得有大小相異之一對相同染色體(性染色體以外者)，或為前減數，或為後減數，又在其他情形，某一對染色體必然為前減數，又或必然為後減數。徵於此等事實，於是結論為即在同一細胞內，其全部染色體，非為同時起減數分裂。卡羅瑟爾斯女士 Miss E. E. Carothers 亦在他種蝗蟲 *Trimerotropis*, *Mecostethus* 觀察得大小相異之一對或二對染色體之行動，某染色體其前減數有 90%，他染色體之後減數有 95%。且前減數與後減之頻度，亦大體為一定。威爾生 E. Wilson 及 麥克隆 McClung, etc 等謂：在動物，其 XY 染色體在第二成熟分裂時分於兩極之情形者有之。

復次,在下等植物,由於二回成熟分裂而形成四個孢子時,雖作減數分裂,然性染色體及普通染色體,皆有前減數及後減數,此為多數學者在菌類、苔蘚類等所確知者。特別在多奇 B. O. Dodge 對於子囊菌類 *Ascomycetes* 之研究,尤為顯著。此菌連續作二回成熟分裂後,更作一回等分裂而成八個孢子,因此八個孢子在一孢子囊中順次排成一列,故用顯微鏡操作器 Mikromanipulator, 依其順序一一隔離而播下孢子,則其雌雄(以十或一代表)可以判明,即其他之遺傳的性質,亦可知之。以是在何時期行減數分裂者,應可明瞭。由此方法之結果,性染色體及普通染色體,皆觀察得有前減數及後減數二者。

最後,哥爾德希米特 R. Goldschmidt 及勝木在說明蠶之體的兩合體,主張後減數之可能,然此別無細胞學之根據。

4. 染色體 Chromosome

若將細胞分裂之過程通覽之,可知染色體分裂之複雜而週到之方法,蓋欲使二子細胞等分之故,反之,在細胞質只不過簡單之二分裂而已。即由此事實,已可推知染色體之重要。又況精蟲之頭部,殆全為染色物質所成,且其與卵核合體者,只有精蟲之頭部,由此思之,遺傳物質含於染色體內一事,不僅愈為確實,且近來多數研究,亦愈證明此結論。故最初雖有多數反對學說,至今誰亦不能持異論矣。

在分裂過程中之染色體,雖鮮明表示一定數目及形狀,

然在靜止核內，亦若維持其染色體之個性 individuality 然，例如，在馬蛔蟲之細胞分裂末期，有不規則突起之染色體，入於靜止狀態，雖失去染色性，然在下次分裂時，完全在同一地位再現出同樣染色體。由此事實觀之，當無懷疑餘地，有謂活動中之染色體，若為膠質體之 gel 狀態，而靜止中者，若為 sol 狀態然。

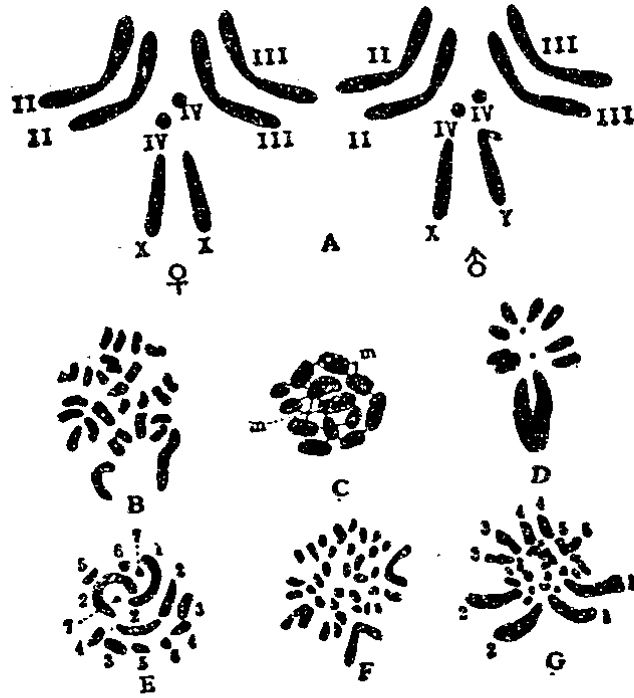


插圖 62. 染色體之個性

- A: 果蠅(左雌,右雄)之體細胞染色體(Morgan) X, Y, II, III, IV, 為染色體之號數,
 B: 螳螂之一種 *Tenodera superstitionosa*(Oguma),
 C: 半翅類之一種 *Pachylis gigas*(Wilson)m, 極小染色體,
 D: 蠅之一種 *Drosophila funebris*, E: 蚜蟲之一種 *Aphis rosae* (Stevens),
 F: 甲蟲之一種 *Blaps lusitanica*(Nonidez)
 G: 種子植物之一種 *Eucomis bicolor*(Müller),

因生物種類之不同,染色體或為長組帶狀,或為橢圓形

球形。又即在同一細胞之染色體間，亦各有其個性，又或在某處有狹窄狀 constriction，或有絲狀突起 seta，又或在絲狀突起之尖端有附屬體 satellite 等者亦有之。

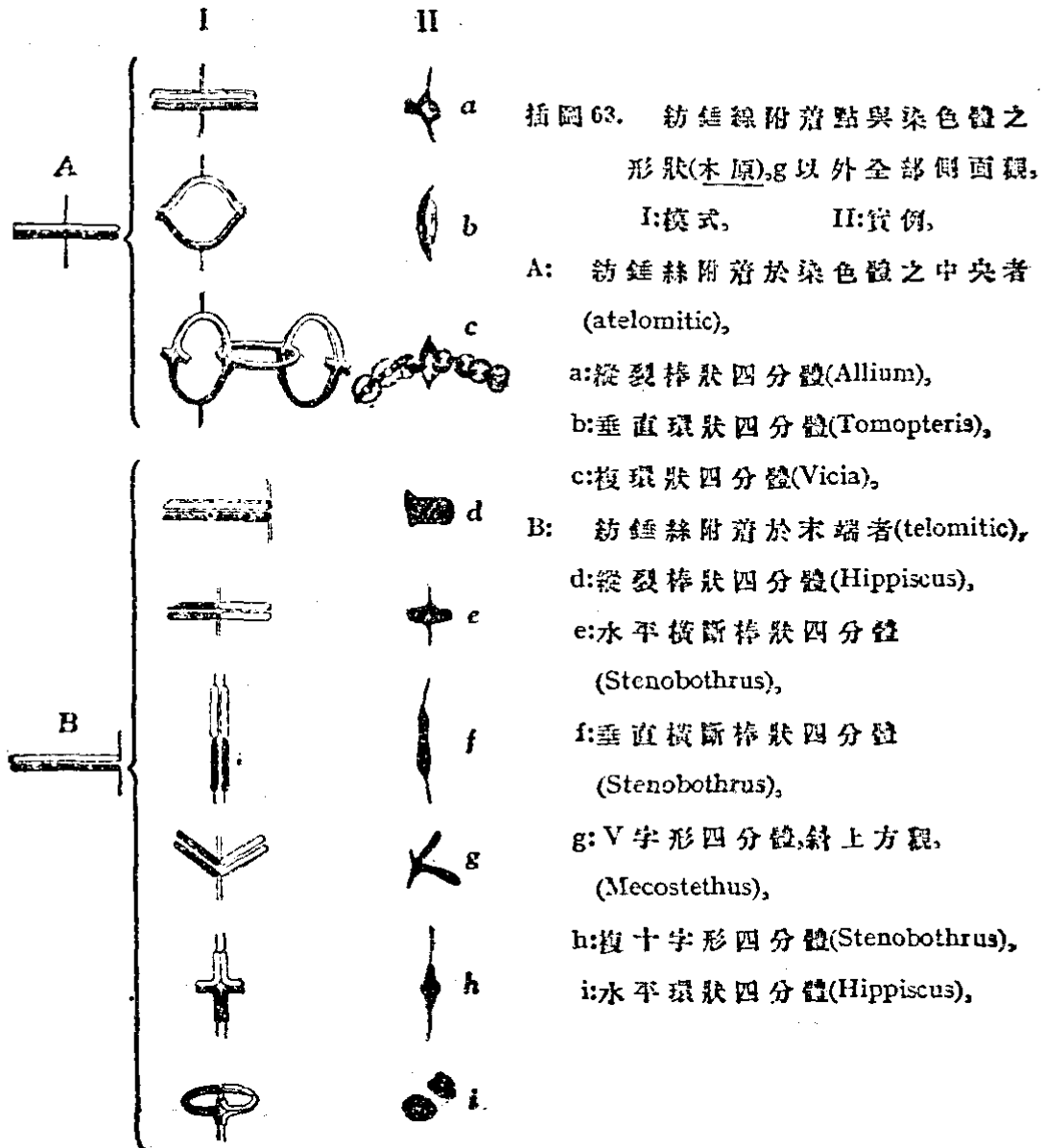


插圖 63. 紡錘絲附着點與染色體之形狀(木原),g 以外全部側面觀。
I:模式, II:實例。
A: 紡錘絲附着於染色體之中央者 (atelomitic),
a:縱裂棒狀四分體(*Allium*),
b:垂直環狀四分體(*Tomopteris*),
c:複環狀四分體(*Vicia*),
B: 紡錘絲附着於末端者(telomitic),
d:縱裂棒狀四分體(*Hippiscus*),
e:水平橫斷棒狀四分體 (*Stenobothrus*),
f:垂直橫斷棒狀四分體 (*Stenobothrus*),
g:V 字形四分體,斜上方觀, (*Mecostethus*),
h:複十字形四分體(*Stenobothrus*),
i:水平環狀四分體(*Hippiscus*),

染色體在赤道面之形態,與紡錘絲附着點之關係,殊為有趣味之現象,即紡錘絲若附着於染色體之中央 median 或

其附近 submedian, 則染色體成爲 V 字形或近於 V 字形,若附着於近一端處 subterminal, 則成 J 字形,若附着於尖端 terminal, 則爲直形,此蓋因染色體多少爲柔軟之飴狀,故當然可假定由於紡錘絲之牽引至於兩極者。

染色體有往往作間隔連珠狀者,其相當於珠之部分,稱爲染色粒團 chromomere, 染色體之內部構造,雖有若干異說,然在 *Tradescantia reflexa*, *Rhoeo discolor*, 玉簪花 *Hosta Sieboldiana*

及其他多數植物,則若爲螺旋狀⁽¹⁰⁾之染色體絲 chromonema 及埋藏此絲之某種基礎物質而成,且此等染色體絲,較上述之染色粒團爲更微小之顆粒團,而實質上爲由真正

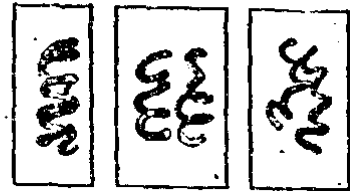
染色質所成,又有異染色質者,在細胞分裂時,較真正染色質早出現而遲沒形,故有認動物之性染色體等,主要爲此異染色質所成者。



A



B



C

插圖 64. 染色粒團及染色體之螺旋構造
A: 染色粒團 a-m, 由蝗蟲之一種 *Phrynotettix* 之各別個體, 取其十三個 B 染色體, 表示其染色粒團, 略作一定排列 (Wenrich),
B: 在 *Tradescantia reflexa* 花粉母細胞之異型分裂, 表示其染色體之螺旋構造 (桑田),
C: 同上之僅取出螺旋絲者 (桑田), 左爲在中期之二重構造, 右二者, 爲在分裂後期時向兩極分離者。

染色體在赤道面之排列,李利 R. S. Lillie, 1905, 桑田(1928)等謂酷似浮游磁鐵 floating magnet。尤其在染色體近於球形之情形,此現象更爲顯著。長形染色體,在多數情形,爲以赤道面爲中心向四方放射之位置。

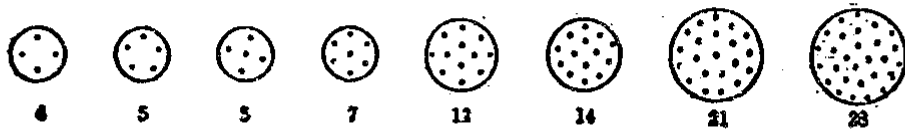


插圖 65. 浮游磁鐵之排列(由水野改作)

小點表示磁鐵, 數字表示磁鐵之數目。

在染色體成熟分裂之行動中,其最重要者,爲接合現象。所知者有二方法,即平行接合 parasynapsis 與末端接合 telosynapsis 者是。前者即爲在成熟分裂一項時所述之方法,後者爲在性原細胞之最後末期,相同染色體以末端相接着而生縱裂縫。此狀維持至第一性母細胞之分散期,及至第二收縮期,乃由接着點折斷,而相同染色體乃變成平行。究由何法行接合,則依研究者之觀點而有不同。即在同一生物,亦有或認爲平行接合,或認爲末端接合,而意見不同之情形。但今日多數人皆認通常爲平行接合,至於末端接合,可認爲變型。

在動物,其相同染色體,在分裂中期成爲環狀者,如昆蟲類(直翅目,半翅目)、環蟲、兩棲類等,已觀察得之。然數個之各別染色體,由分裂前期之末至中期始,共同作成一環者,近來在某種植物如 Tradescantia, 曼陀羅花 Datura, Rumex acetosella, 月見草等亦已發見,而月見草之染色體環,尤特別有名。其全

部染色體,形成一個,二個或數個之環,此現象雖嘗認為末端接合之有力證據,但此亦可認為平行接合之一變型,而得說明,有如插圖67所示。

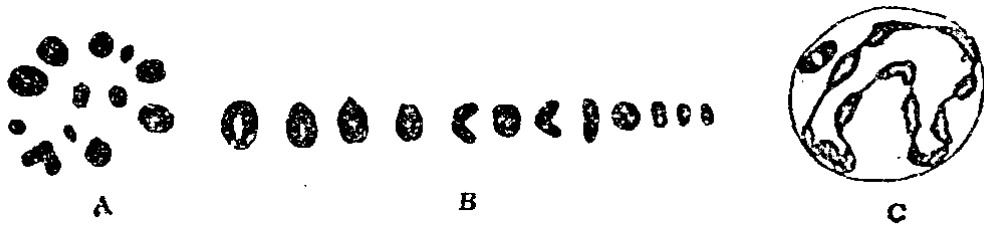


插圖66. 染色體環

A: 直翅目昆蟲之一種 *Hippiscus* 之成熟分裂中期,由兩極觀(Wilson),
 B: 蝗蟲之一種 *Syrbula* 之列於中期赤道板之染色體板,依其大小順序而排列者(Wilson),
 C: 在 *Oenothera Lamarckiana* 之成熟分裂,其十二個染色體所作成之一個大環,及二個(一對)染色體所成之小環(Cleland),

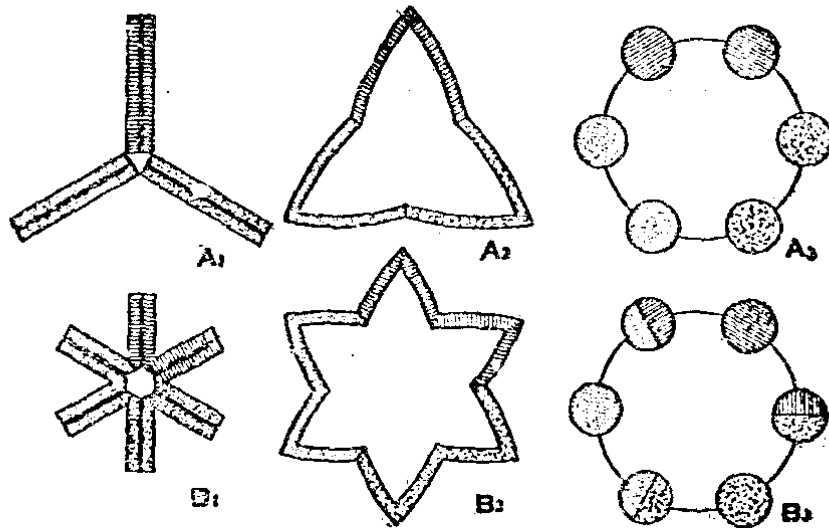


插圖67. 在平行接合,其染色體環形成之模式(木原),
 表示形成染色體環之情形,亦可先由平行接合起始。
 A₁-A₃: 無染色體之部分交換情形
 B₁-B₃: 有染色體之部分交換情形
 A₁, B₁: 平行接合 A₂, B₂: 末端接合
 A₃, B₃: 染色體環完成

第一節之附註

(1) 肌肉纖維,神經纖維,骨之大部分,木栓質,木材等,皆為細胞之生產物。

(2) carmine, haematoxyline, safranin, gentian violet, methyl green 等。

(3) eosin, acid-fuchsin, orange G, light green 等

(4) 如核酸 nucleic acid 與蛋白質之比率之相差。

(5) 在海胆類之靜止核,其中心體,分居於極之兩極 (sea-urchin type)。反之,中心體在靜止核之一極者,稱為馬蛔蟲型 *Ascaris-type*。

(6) 有合稱中心體與紡錘絲為非染色質像 achromatic figure 者。

(7) 此時期之染色體線,稱為 leptonema, 又 pachynema, diplonema 等亦準此。

(8) 紡錘絲附着於一端者,則由他端先接合。紡錘絲附着於中央部者,由染色體之兩端先接合,要之,紡錘絲附着點,為最後接合,分離時之經過亦同。

(9) 由同一染色體縱裂而生之二根染色體,稱為姊妹染色體 sister chromosomes, sister strands。

(10) 螺旋之捲曲方向,即在同一細胞內之相同染色體間,亦有一為左旋他一為右旋者。

第二節 染色體之自由分離

Free Assortment

關於遺傳現象,其實驗結果與細胞學的觀察至於精密一致者,比較的為近年之事件。其最重要貢獻,為摩爾根及其門徒在果蠅之功蹟,由以下各節所述多數事實,自可明瞭。今茲先述卡羅瑟爾斯女士 E. E. Carothers 在蝗蟲之研究,即可知其何由可以證明遺傳因子之獨立遺傳與染色體在細胞分裂時之行動為一致。

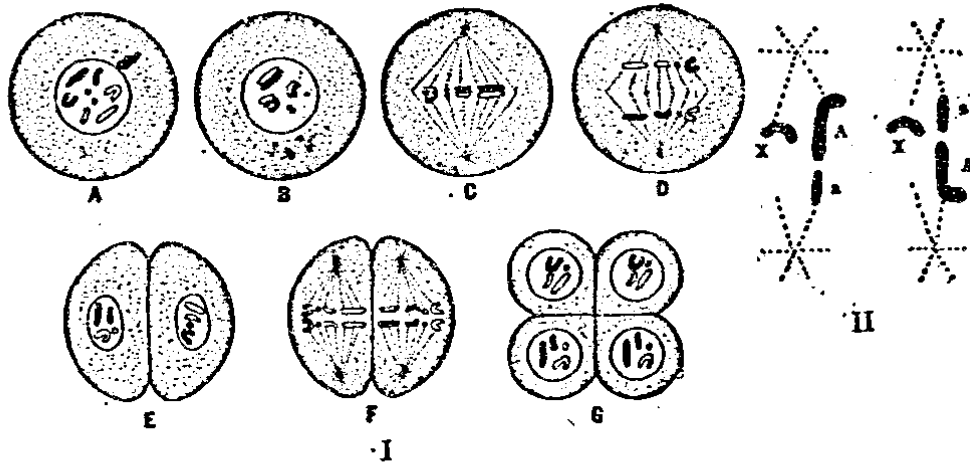


插圖 68. 由父母承繼之染色體在成熟分裂時之分離模式,及大小相異之一對相同染色體之行動。

I: 由父而來之染色體(黑)與由母而來之染色體(白),在成熟分裂時之分離模式(Goldschmidt),

A:接合前, B:接合中, C:第一分裂中期, D:第一分裂後期,

E:分裂之中憩期(Interkinesis),

F:第二分裂後期, G:第二分裂末期,

II: 大小相異之一對相同染色體(Carothers),

X:性染色體, A:普通染色體, a:與A成對之小染色體,

卡女士在一種蝗蟲 *Brachystola* 之雄,發見一個性染色體外,有大小及形狀相異之相同染色體一對,形狀之相異者,因一為紡錘絲附着點在尖端,他一為紡錘絲附着點在稍距尖端處,在第一成熟分裂,此不平等相同染色體中之大者,其與性染色體同趨於一極及反方向一極者,殆為同數。

更在別種蝗蟲 *Trimerotropis suffosa*,發見更為複雜之情形。雄者除有唯一之性染色體外,其七對相同染色體之紡錘絲附着點皆相異,然非所有個體皆必然如此者。由於個體不同,有為三對者,有為四對者,但同一個體之細胞,則全部一致。今取只有三對之附着點相異者為例。今以 A, B, C, 表示尖端附着之各對,以 a, b, c, 表示尖端附近之側面附着⁽¹⁾各對,以 D 表示性染色體之存在,以 d 表示性染色體之不存在。則在第一成熟分裂,此四對染色體之所有組合,其應移向於同一極之理論比與其實際觀察得之數目如次:

	ABCD	aBCD	AbcD	abcD	abcd
		AbCD	AbCd	abCd	
		ABcD	abCD	aBcd	
		ABCd	ABcd	Abcd	
			aBCd		
			aBcD		

理論比	1	:	4	:	6	:	4	:	1
實際數	12		48		84		48		8
理論數	12.5		50		75		50		12.5

似此形態相異之染色體,完全自由分向兩極,即自由分佈於二子細胞,是則形態上不能區別之其他相同染色體,或父方之染色體與母方之染色體,亦應依據確率,而成所有之組合與頻度,以分配於減數分裂終了之性細胞。此甚為有力之暗示。若然,此染色體之自由分離行動,既與因子之獨立遺傳完全一致,則在上式即認 A, B……及 a, b……為遺傳因子,其理論比,亦不生若何變化。

體細胞之染色體為倍數(即常數) diploid 存在,而在完成之性細胞為單數(即半數) haploid 之狀態,又遺傳因子,在體細胞為複合態 duplex (例如 AA), 而在完成之性細胞為單一態, Simplex (例如 A)。此等事實,更與上述完全一致,是殆勿庸深論。

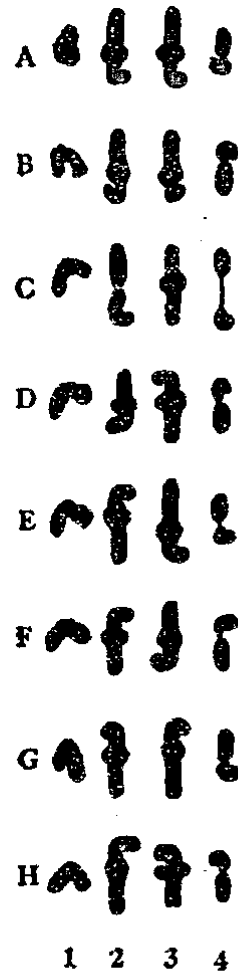


插圖69. 形狀相異之三對相同染色體之行動(由Carothers改作)

1: X染色體,
2--4: 形狀相異之相同染色體。

第二節之附註

(1) 紡錘絲之附着點,由染色體之或為直形,或一端為鉤狀,可容易判別。

第三節 因子之關聯

Linkage; Koppelung

以上所述,皆為獨立遺傳之情形。以下將述此等法則所不能適用者。此為遺傳學上極重要之現象。初發見此現象者,為柏特生,桑德爾斯及彭勒特 W. Bateson, E. R. Saunders and R. C. Punnett, 1906。渠等用觀賞豌豆之白花而花粉為長形者與白花(其因子與前之白花相異)而花粉為圓形者相交雜,其 F_1 為紫花而花粉為長形,其 F_2 之表型則分離如次:

花 色	紫	紅	白
花粉形	長 圓	長 圓	長 圓
實際數	1528 106	117 381	1199 394

今表示着色花=C,白色花=c,紅花=R,白花=r,紫花=B,非紫色=b,長花粉=L,圓花粉=l,則上述之交雜為 $CCrrBBLl \times ccRRbbll$ 。又C及B之作用,若無R存在則不出現。為避煩雜起見,假定R為公有而省略言之,則 F_1 為 $CcBbLl$,若此三對因子為獨立遺傳,換言之,若令 F_1 之雌雄,各生八種性細胞為同數,則 F_2 之表型應為 CBL (紫長): CBl (紫圓): CbL (紅長): Cbl (紅圓): $cBL+cbl$ (白長): $cBl+cbl$ (白圓)六型,作 27:9:9:3:12:4 之比。但上述之實際數,則暗示與此理論比大異。白花中之有B與無B者,在便宜上除外,只研究着色花中B與L之組合,可見 F_1 之性細胞,有如 $7BL:1Bl:1bL:7bl$ 之比,以是兩端之組合,若多

出約七倍,依此假定,則理論比成爲

	紫花長花粉	紫花圓花粉	紅花長花粉	紅花圓花粉
理論數	1474.1	124.9	124.9	408.1
理論比	177	: 15	: 15	: 49

而近於實際數字。似此兩優性與兩劣性之性細胞較單優性者多出之現象,柏特生等稱之爲相引 Coupling; Koppelung⁽¹⁾。反之,若最初之交雜爲 $BbLl \times bbLL$, 雖 F_1 仍爲 $BbLl$, 然 F_1 所生之四種性細胞,則有如 $1BL: 7Bl: 7bL: 1bl$, 而兩種單優性之組合,約較他二種多生七倍。柏特生等稱此現象爲相反 repulsion; Abstossung, 如此相反之情形,其 F_2 之表型比,應爲 $129BL: 63Bl: 63bL: 1bl$ 。而實驗之結果,亦甚與此一致,同樣之相引及相反實例,此後在動植物發見非常多數。

如此相引與相反,由 F_1 性細胞之數比觀之,有如完全反對現象,然由最初交雜所用兩親之因子組合較新生組合爲多一點,則兩者完全一致。故摩爾根合併此二現象稱爲關聯 linkage。此名詞至今廣汎應用,相引可稱爲優性因子同輩之關聯,而相反可稱爲優性與劣性間之關聯。

在上述實例,與最初交雜之兩親相異之因子型性細胞,雖爲少數,因尙有生出,故稱爲部分關聯 partial linkage。若與兩親相異因子型之性細胞完全不能生出者,稱爲完全關聯 complete linkage。在完全關聯 $AABB \times aabb$ 交雜之 F_1 性細胞,只有 AB 與 ab 二種,而在 $AAbb \times aaBB$ 交雜之 F_1 性細胞,亦只

有 Ab 與 aB 二種。

1. 關聯檢出

欲知二因子間有無關聯之最良方法，為取目的之二因子為雜型個體（兩因子雜種），以其雌或雄，與此二因子皆為劣性 double recessive 之雄或雌相交雜。例如在 AaBb 雜種，若 A 與 B 間有 n 關聯（相引），則 AaBb × AaBb 之次代，即 F_2 之表型比，當為

AB	Ab	aB	ab	共計
$3n^2 + 4n + 2$	$: 2n + 1$	$: 2n + 1$	$: n^2$	$4(n^2 + 2n + 1)$

又若假定 A 與 b 間，有 n 關聯（相反），則有

$2n^2 + 4n + 3$	$: n^2 + 2n$	$: n^2 + 2n$	$: 1$	$4(n^2 + 2n + 1)$
-----------------	--------------	--------------	-------	-------------------

在關聯程度低之情形，其發見殊非容易。特別在後者（相反），若 n 之值稍大時，則 ab 表型，每有不發見者。因而 AB: Ab: aB 之比，易誤認為 $2n^2 + 4n : n^2 + 2n : n^2 + 2n$ 約書此式，即成 2:1:1 以是有認為完全關聯之虞⁽²⁾。要之，由普通 F_2 之分離比以求關聯之有無及其程度，雖非不可，然不免甚不正確。

反之，以 F_1 與雙劣性相交雜時，則 F_1 所生各種性細胞之比，有實際得知之便。在 AaBb 之 F_1 ，若 A 與 B 間有 n 程度之關聯，則所生性細胞之比，為 $nAB: 1Ab: 1aB: nab$ 。又雙劣性 aabb 所生之性細胞，因全為 ab，故其與雜種之性細胞合體而生之次代個體，為 $nAaBb: 1Aabb: 1aaBb: naabb$ 。換言之，其在表型，即以 F_1 性細胞式之比率作表現。摩爾根對於關聯之偉

大研究，即專用此法成功者。又雜種之雌雄皆須檢定者，因如後文所述，有雌雄異其關聯率之情形是也。

2. 關聯之測定

如上所述，柏特生等表示關聯強度，即用 $n:1:1:n$ 及 $1:n:n:1$ 等性細胞式 gametic series。而 n 為大於 1 之整數⁽³⁾。換言之，若 n 之值小，則關聯為弱，若 n 之值大，則關聯為強。又示有由 $n=3$ 至 $n=127$ 之實例。其在 $n=\infty$ 時，則關聯為完全。

但摩爾根等則主張 n 不必要為整數。任何小數皆可，在 $F_1 \times$ 雙劣性所生四表型中，其與最初交雜所用兩親為同型者，稱為非交叉型 non-crossovers。其新組合者，則稱為交叉型 crossovers。若 P_1 代為 $AB \times ab$ ，則 $F_1 \times$ 雙劣性所生四表型中， AB 與 ab 為非交叉型，而 Ab 與 aB 則為交叉型。又若 P_1 為 $Ab \times aB$ 則為反對。由交叉型 ÷ 個體總數 (交叉型 + 非交叉型) 所得之商，再乘以 100，即稱為交叉率 crossing over percentage⁽⁴⁾。即此百分率愈高，則關聯愈弱，若百分率愈低，則關聯愈強。交叉率為 50% 時，關聯為 0。而交叉率為 0 時，則關聯為完全⁽⁵⁾。在上述之例，若 $F_1 \times$ 雙劣性作 7:1:1:7 之比，則交叉率為 $\frac{2}{16} \times 100 = 12.5\%$ 。又若在 15:1:1:15 之情形，則為 $\frac{2}{32} \times 100 = 6.25\%$ 。此方法為今日普通用以表示關聯強度者。

3. 關聯因子之記號

A 與 B 有關聯時，雖同為 $AaBb$ 之 F_1 ，其抑由 $AABB \times aabb$ 交雜所生，或由於 $AAbb \times aaBB$ 交雜所生，而後代之分離比大

異,故爲明瞭其區別起見,不用 AaBb,而用 (AB)(ab) 或 (Ab)(aB),以表示其所用兩親爲何。又有不用括弧而單書爲 AB.ab 或 Ab.aB 者。又或有書爲分數式如 $\frac{AB}{ab}$ 、 $\frac{Ab}{aB}$ 者亦有之。同理,即在純粹種,爲表示關聯因子起見,亦有書爲 (AB)(AB),(ab)(ab) 者。

第三節之附註

(1) 德文之 Koppelung, 狹義爲相引之義,若在廣義,則相引與相反皆包含而爲關聯之意。

(2) 若 A 與 b 間有完全關聯,則 AaBb 所生之性細胞,只有 Ab+aB 二種。解 (Ab+aB)² 所得 F₂ 之表型比,當然爲 2AB:1Ab:1aB。

(3) 柏氏後亦承認 n 不必爲整數。

(4) 亦有稱爲交叉價 crossing over value 者。

(5) 卡塞耳 W. E. Castle 提議因上述之表現法,使數之大小與關聯之強度成反比例。

爲使成正比例起見,可用 (50-交叉率%)×2,以表示關聯之強度。若依此法,則交叉率與關聯之強度,有如次之關係:

交叉率	50	40	30	20	10	0
關聯度	0	20	40	60	80	100

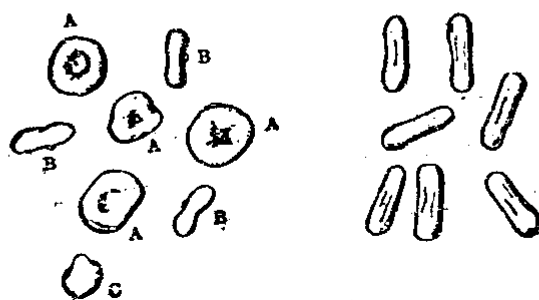


插圖 70. 觀賞豌豆花粉之形狀
(Bateson)

左:圓形(A 正面觀, B 側面觀, C 斜面觀),
右:長形(正面與側面無區別)

第四節 因子交率之變化⁽¹⁾

1. 交叉率與雌雄

在觀賞豌豆,豌豆,牽牛花等, F_1 之雌與雄,其交叉率無異。即在玉蜀黍 *Zea mays*, 其糊粉之紫色(對白色為優性)與胚乳之蠟質(對澱粉質為優性)間,已確知其關聯為 22.6% (F_1 之性細胞式為 3.4:1:1:3.4)而雌雄完全相同。又其他大多數情形,為關聯不依性別而表示差異者。然在若干動植物,則有不與此原則一致之實例。

先舉比較的輕微者之數實例。在櫻草 *Primula sinensis*, 其雄蕊之短花柱與花之紫色之交叉率,雌(7.5%)較雄(12.5%)低。反之,其綠色柱頭與淡色葉兩因子之交叉率,則雌(3.2%)較雄(1.8%)高。斯塔德勒爾 L. J. Stadler, 1926 得玉蜀黍,其同一株之雄之交叉率,鮮明較其雌為高。又由分蘖所生植物之雌,較其母本之交叉率為高,而雄則與母本無異。至於在動物,那保爾斯 R. K. Nabours 在蝗蟲 *Apotettix* 發見多數關聯羣,而謂雌之交叉較雄為頻繁。卡塞耳 在大鼠及二十日鼠,觀察得雌之交叉率較雄為高。但此等差異之全部或一部,有若由於環境等外的原因者。如在櫻草,或謂雌之交叉率高,或謂雄者高。又若玉蜀黍之母本與葉枝之相異。又如愛斯德耳 W. H. Eyster 謂在玉蜀黍雄之交叉率顯著為高,但至次年,此性之差異,似已取消。是皆為透漏此中消息者。苛耳 L. J. Cole 謂鴿之雄有交

又(40%),雌不起交叉,然其他學者,則確證鴿與鷄,其雌雄雙方之因子皆有交叉,哈克斯勒 I. Huxley 謂水蠶 *Gammarus chevreuxi* 之雄有 25% 左右之交叉,而雌者則有 50% (即獨立遺傳),此等皆可想像為由於染色體之轉位及其他原因之特殊情形。

然非為後章所述之伴性遺傳因子,其關聯亦有性之差異者,確有二種動物,此即果蠅與蠶,此二者之交叉率,與性之關係,為正反對,在果蠅,雌為部分關聯,而雄為完全關聯,然在蠶,則雄為部分關聯,而雌為完全關聯,換言之,果蠅之雄與蠶之雌,完全不起交叉,此顯著特徵,對於所有因子,皆無例外。發見此現象者,在果蠅為摩爾根(1912),而在蠶則為著者(1913)。

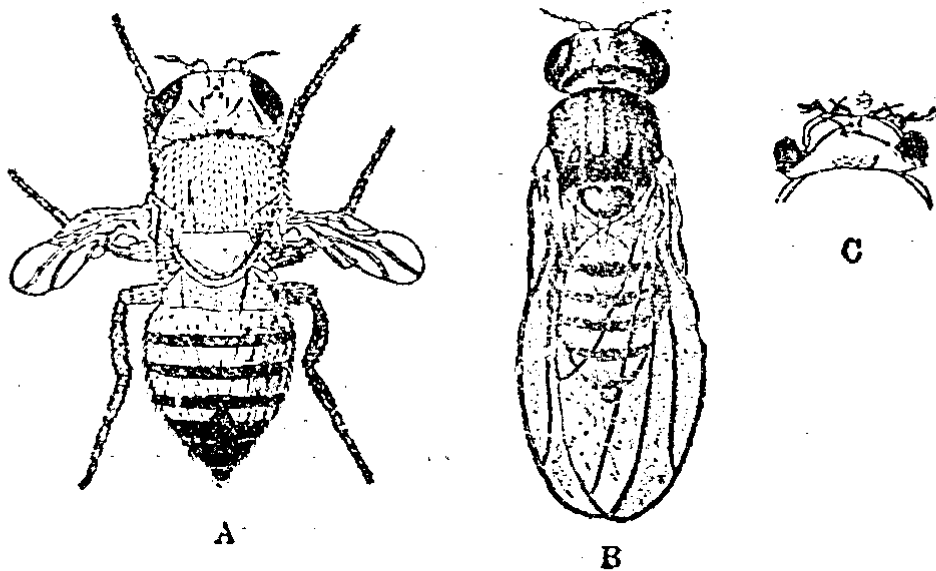


插圖 71. 果蠅之痕跡翅,黑體及突出眼

A: 痕跡翅(Morgan, Bridges, Sturtevant),

B: 黑體(由 Morgan 改作) C: 小形突出眼(Morgan)

茲舉果蠅之一二例言之。紫眼(對正常紅眼為劣性)長翅(正常)×紅眼痕跡翅 vestigial (對於長翅為劣性)之 F_1 ，為紅眼長翅。然此 F_1 雌與雙劣性之紫眼痕跡翅雄交雜，則生出除與最初兩親同一表型者外，尚有紅眼長翅及紫眼痕跡翅，其合計約為總個體數之12%。反之， F_1 雄若與雙劣性雌交雜，則只生出最初兩親之同型者各為半數，而交叉組合，完全不發生。無論因子之數任何增多，只須其有關聯，皆為同樣。例如在第二染色體所含五因子，即具黑體色 black、紫眼 purple、痕

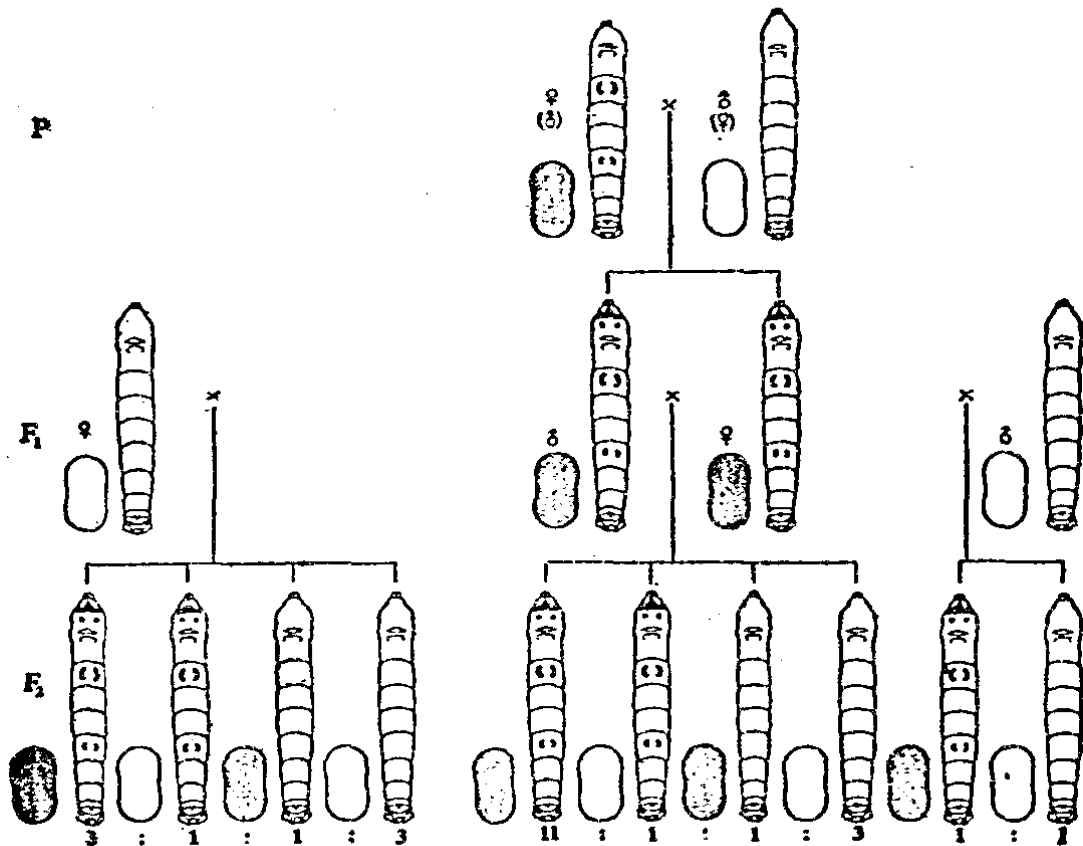


插圖72. 蠅之雌雄之配聯相異(原圖)

形黃齒種與紅齒白齒種交雜之 F_1 、 F_2 及 F_1 ♀、♂與雙劣性紅齒白齒種退交雜之結果，有點者為黃齒。

跡翅 vestigial, 小形突出眼 Lobe, 曲翅 curved 五劣性之雌, 與此五因子 × 正常(野生型)之 F_1 雄相交雜, 其次代為全有此五因子者及全不現此等性質而為正常型者各半數, 其他組合, 一頭亦無。

在蠶, 其斑紋與血液色間有關聯。若使黃血形蠶與白血姬蠶⁽²⁾相交雜, 又使其 F_1 之雌或雄與二重劣性相交雜, 則其結果, 有如插圖 72 所示, 又白血形蠶 × 黃血姬蠶之 F_1 , 再與雙劣性相交雜, 則其所生次代之表型, 由於同圖及其說明, 當能容易理解。

似此果蠅與蠶, 其交叉只有雌或雄一方面發生, 而他方面完全不發生之原因, 在今日毫無所知, 在細胞學上, 其精蟲與卵之成熟分裂過程, 似未有特別顯著差異然。

2. 交叉率與年齡

以下將敘述者, 為年齡、溫度、X 線、變更因子等作用, 使交叉率變化之情形。但其變化, 非為任一關聯羣皆同樣感受者, 而為某也有變動強, 某也變動弱。例如, 果蠅之小形翅 miniature 與黃體色 yellow 之交叉率, 殊為安定, 但是端截翅 truncate 與曲翅 curved 之交叉率, 則因變更因子等而變動大。

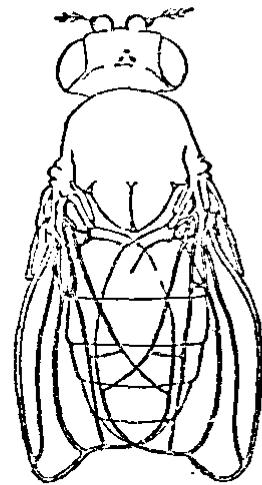


插圖 73. 果蠅之端截翅
(Morgan, Sturtevant, Bridges).

依據布里奇斯 C. B. Bridges 及浦老 H. H. Plough 之實驗，果蠅之黑體色與紫眼之交叉率，其幼蠅所生之子為 8%，然逐日低降，至羽化後第九日成 5%，此後至第十六日無變化，過此再上昇，至第 21 日又達 8%，於是又再下降，至第三十日為最小限度 3.5%。關於其他因子，亦大體作同樣變化，皆為羽化即後所生之子，其交叉率最高。

反之，哈克斯勒 I. Huxley 在水蚤 *Gammarus chevreuxi* 觀察得其 C-c(着色因子與其不在)，B-b(黑眼與紅眼)，W-w(優性白眼與非白眼)等間之交叉率，隨其年齡而增加，哈耳丹 及克魯 I. B. S. Haldane and A. E. Crew，觀察得鷄之 B(漣斑)與 S(銀

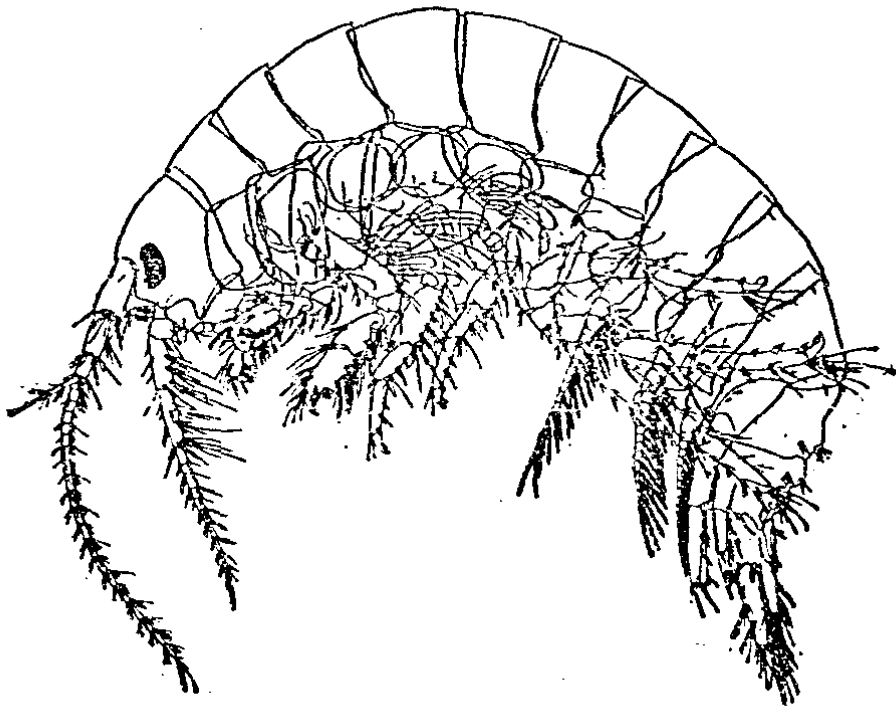


插圖 74. 水蚤(Sexton)

八回蛻皮告終，達於成長極度之雌(放大)，

色肩羽間之交叉率,與年俱增(第一年度 22 %,第二年度 37 %,第三年度 48 %)(3)。

3. 交叉率與溫度

浦老用果蠅之黑體色、紫眼、曲翅雌,與正常雄交雜後,次以此雌置於各別相異溫度中而使產卵,由此卵孵化之 F_1 雌,與三劣性之雄相交雜,再置於各別溫度中使之產卵孵化,由此孵化之幼蟲成長為成蟲時,乃觀察之,得見由於溫度不同,而交叉率有顯著變化,茲將黑體色與紫眼之交叉率示之如次,又此兩因子之正常交叉率為 6 %。

溫度 (C)	黑體色 (b) 與紫眼 (pr) 之交叉率	在 22° C 之對照區	用對照區之數值加以更正後之交叉率(4)
9°	13.5 %	6.1 %	13.6 %
13°	13.5	7.8	17.5
17.5°	8.3	5.9	8.2
22°	6.0	6.0	6.0
29°	8.8	5.9	8.7
31°	14.0	(7.8)	18.2
32°	15.7	(5.9)	15.4

又在 5°C 者不孵化,而在 35°C 者只有雌孵化,且無繁殖力。

似此交叉率變化之原因,與其謂為化學的,毋寧可謂為物理的 (5)。蛙肌肉之收縮度,雖學者間多少結果不同,然大體上在零度左右時為高,由此漸次低降,至 20°C 左右達於最低,此後又漸次高昇,至 30°C 左右較前尤高,過此又漸減少,至

40°C 變為硬直(6)。

木暮(1926)在蠶觀察(7)得 S(黑縞斑)與 Y(黃血)之交叉率,在平均溫度 19°C 飼育者為 25.9%,而在 30°C 者為 21.5%。

4. 交叉率與 X 線及鐳線

馬窩耳 J. W. Mavor, 1923 對於果蠅之性染色體(X),又次年與斯文生 H. K. Svenson 共著一報告,對於第二染色體,皆謂 X 線可使交叉價變化,若取性染色體之例言之, eosin 眼與小形翅, miniature 為雜型之母蠅,使之接觸 X 線約三分鐘,其交叉率由第六日急速下降,最初為 30% 者,終至於 10%,此後雖漸次回復,但不能完全復舊, X 線之強度或減低而放射時間長,或增高而放射時間短,只須放射量為相同,則其結果大體相同,尚有殊感興趣者,放射後五日間,交叉率雖無變化,然產卵數顯著減少,而第一次不分離現象(8)甚為增加,但至交叉價開始表現異常時,產卵數及不分離現象即恢復正常,屬於第二染色體之黑體色,紫眼,曲翅,雖亦受 X 線之影響,然自第六日左右起,其交叉價則反對作急速增加,第 6-9 日達於最高,此後漸次下降,但至最後終不恢復原狀。

如上所述,在放射後五日內之產卵,其交叉率不生變化者,蓋表示已入成長期(第一成熟分裂之前期)之性細胞,不受影響,又僅作三分鐘之放射而其變化繼續至十二日以上者,蓋證明在卵原細胞期之殆為全部細胞,皆受影響,又一定期間後,變化程度減少者,因對於幼稚卵原細胞之影響,殊為輕

徵故也。

依據浦老，謂鐳放射線，一般有使交叉價變高之傾向。

5. 交叉率與變更因子

某二因子間之交叉價，有時完全受另一因子所左右。斯塔德萬特 A. H. Sturtevant, 1917, 1919 在果蠅初發見者。即 C_{III} 一優性因子⁽⁹⁾，位於第二染色體之左半(即上半)者，能使同染色體由左端起至紫眼止之交叉價殆成爲零。又 C_{IIR} ，能使同染色體由右端至紫眼無交叉，此因子位於右腕(右半)。故若此二種交叉變更因子爲共存，則第二染色體殆無交叉發生。

在第三染色體，位於 *ebony* 體色附近，有稱爲 C_{III} 一變更因子者，能抑止由桃色眼 *pink* 至右端之交叉。X 染色體中，亦有使同染色體之交叉成爲殆無之因子，及減低 *eosin* 眼與朱色眼 *vermillion* 之交叉率由 31.5 % 至 10 % 者，又有減低朱色眼與叉狀毛 *forked* 間之交叉率由 23.5 % 至 15 % 之劣性變更因子。哥文等 J. W. and W. S. Gowen 觀察得位於第三染色體，有使雌蠅之交叉價殆爲零之劣性因子。

木暮(1926)謂在蠶有使 S-Y 間之交叉率 24 % 減下之變更因子，在純型減低爲 12 %，在雜型減低爲 17-18 %。

同樣之變更因子，在水蠹 *Gammarus* 及豌豆 *Pisum* 及玉蜀黍 *Zea* 亦觀察得之。

6. 交叉與染色體之異常

染色體之缺失、重複、轉位、逆位等異常現象，往往由於自然或人為可以發生，此等現象，皆使交叉價發生變化，上述之稱為交叉變更因子中，其實非為一個遺傳因子，而有起因於染色體異常者，近來已漸次判明，關於染色體異常，將於後文詳述之。

7. 交叉與淘汰

德特勒扶生及羅白耳慈 J. A. Detlefsen and E. Roberts 用淘汰使果蠅之第一染色體(性染色體)之白眼 white 與小形翅 miniature 間之交叉率(33%)低下，得到成功。在 A 系統，至 F_1 成爲 16.5%，及至 F_{10} - F_{13} 終至於 0%。又在 B 系統，至第二十九代降至 6%，此後至第六十代不再降低。此變化之原因，可認爲最初遠離之二因子，在淘汰進行中，遇某種機會，變爲非常接近，然德特勒扶生等，則用同義因子之集積以作說明，其證據爲如是育成之低交叉系與正常系交雜時， F_1 作兩親中間之交叉價， F_2 之交叉價，其變異顯著增大⁽¹⁰⁾。

德特勒扶生等又作使交叉率變多之方向淘汰，但終未成功。

哈克斯勒用水蠶行淘汰，其雄個體成變異甚大之交叉率 9-25%，但其原因已判明由於變更因子之存在。

近來塞勒布羅夫斯基 A. S. Serebrovsky, 1927 在果蠅觀察得非爲變更因子之故，只須形態因子集團，即影響交叉價，例如，紫眼因子 (pr)purple 影響第二染色體中部附近即黑體

色(b) black 與辰砂色眼(cn) cinnabar 間之交叉價,在 $prpr$ 雌, b 與 cn 間交叉率最低,在 $PrPr$ 雌則最高,此蓋因 Pr 因子較 pr 因子之體積為大之故,以是在 $Prpr$ 雜型個體,因相同染色體不相稱,故交叉應更少,然未認出與 $prpr$ 間之判然差別,如此劣性因子,其物質基礎若較優性因子為小,則關於多數因子為雜型之個體,其相同染色體愈不相稱,因而較雜種性少之個體,其交叉率應低,若然,由於淘汰而個體愈成純粹性,則二因子間之交叉率不能不增加,以此為將來研究之題目,當殊有興趣。

8. 交叉與地方的影響

果蠅之交叉價,即在同一溫度觀察者,在美國之數字,較在日本之交叉價為高,此為多數人認識之事實,然其原因則不明瞭。

第四節之附註

(1)關於交叉率變化之多數成績,愛洛夫 G. Elloff, 1932 搜集甚多。

(2)只須有着色蘭因子 (Yc) 存在,則血色與蘭色一致。

(3)然在他一方面,交叉率不隨年齡而差異之情形甚多,例如卡塞耳及瓦希特耳 W. E. Castle and W. L. Wachter 在鼠之實驗,又著者在蠶之實驗(未發表)可以證明。

(4)加重值 Weighted value. 在同兩親所產之雌間,其交叉率之變異甚小,然由各別個體或各別系統而來者,有時差至

3%。在此試驗,其試驗區與對照區,為用同兩親之雌者,然異溫度者,則用各別之親所生之雌,故須用加重值計算乃正確,但浦老之加重值計算法,似有錯誤,在對照區之交叉率為高之系統,其試驗區之數字,應相當低下,若改用此方法,則 13° 時之更正交叉率為 10.4,而 31° 時為 10.8

(5)若單因化學的變化,則應與溫度成正比例而增大,但實際上則非如此,

(6)由於溫度而交叉率變化,即在同一染色體,各部分亦不相同,即在浦老之研究,其 X 及第二染色體之近於左端部分,受溫度之變化較少,而右端則遙為顯著,

(7)卡塞耳及瓦希特爾在鼠之研究,因交叉率無季節的變化而否定溫度之影響,但未在同一時期置於異溫度,故非正確實驗,

(8)參照後文,

(9)除第二染色體之右端外,殆阻止全長度之溫度影響,

(10)哥文 J. W. Gowen 亦作同樣淘汰,結果 + - 兩方,皆無影響,因而謂德特勒扶生等所云,或因實驗方法不完全,然著者思縱為同種類生物,因系統相異而因子構造亦異,以是淘汰之結果不一致,無足怪也,

第五節 染色體之部分的交換與關聯

Crossing Over of Chromosomes and Linkage of Genes

遺傳因子之獨立遺傳，由於染色體之自由分離，可以說明，已如前述。欲到達自由分離，則各因子須位於非相同染色體一條，是則勿庸深論。以是非獨立遺傳因子，即所謂關聯遺傳因子，須認為位於相同染色體上，是為當然結論。

在成熟分裂前期中之某時期(例如接合期之前後)，一對相同染色體，若相互扭繞如繩，則至二重期分離時，此多少為柔軟膠質之染色體，由其交叉點切斷而相互與對方之他部份相融合，因而成染色體之一部份交換，此為當然可能，蓋因子為含於染色體中者，染色體之交換，同時因子亦交換，是固無待多論。然二因子例如 A 與 B 間，不一定染色體有扭繞。即或有扭繞，然不一定切斷。故因子起交換之情形，較之不起交換之情形為少數。此與關聯之實驗事實為一致。

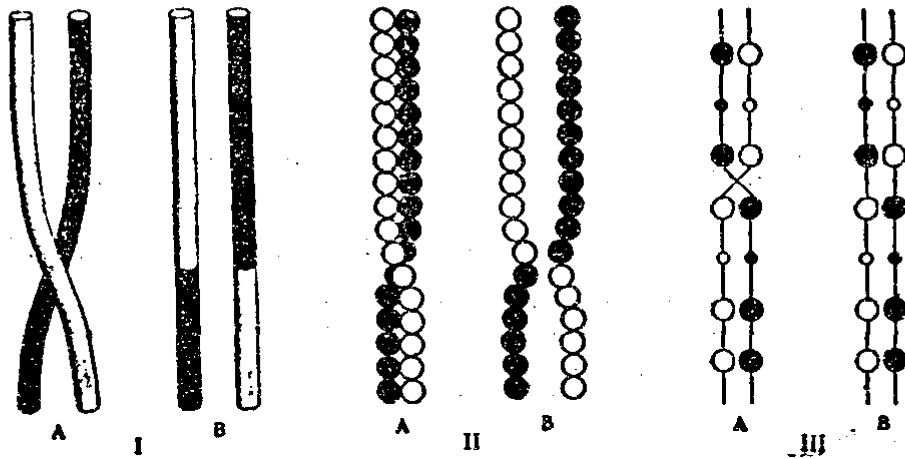


插圖 75. 一對染色體之部分的交換模式(Morgan)

I: 表示染色體為圓條狀者

II: 表示染色體為因子之連續而成者

III: 表示染色體為因子及由某基礎物質連絡之而成者

A: 二相同染色體交扭時 B: 部分交換終了時

相同染色體之部分交換,除各染色體為單一狀態而入於接合期之情形外,尚有先生縱裂縫而後乃入接合期者,亦為可能,由於插圖 76,即可明瞭。在此情形,四根染色體(四分體)之全部,或只內側二根行部分的交換。

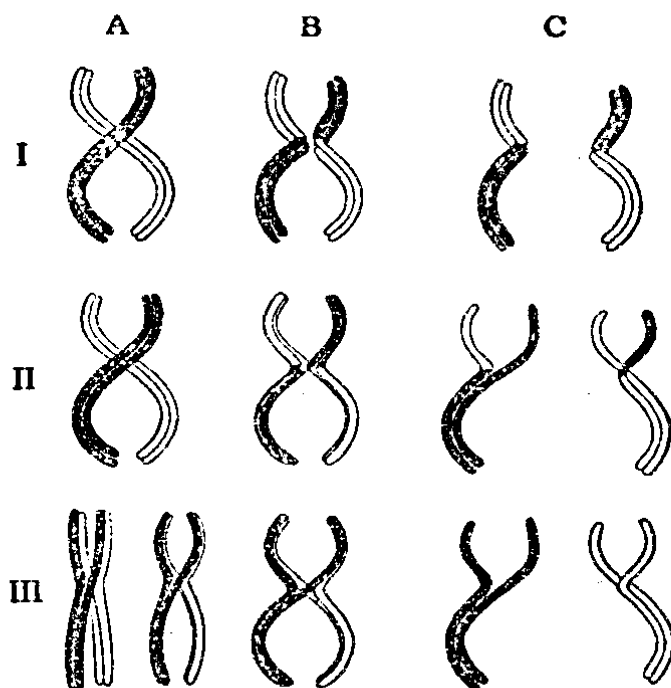


插圖 76. 四分染色體之部分交換模式 (Wilson)

白者為由母方而來之染色體,黑者為由父方而來者。

I: 由兩親之染色體一齊行部分交換之情形。

II: 四分染色體內之二根相互接觸,而行交換之情形。

III: 相同染色體不生扭繞,在接合後分離,不起交換之情形。

A: 接合初期, B: 接合後期, C: 分離期(二重期)。

如上所述,染色體之部分交換,是否實際發生一問題,楊生斯 F. A. Janssens 主張在山椒魚之一種 *Batrachoseps* 及直翅目昆蟲,可得細胞學的實證,特別在直翅目,其染色體之扭繞,成為若干連鎖狀環,而一環與次環間,作直角方向,即單純交

又之情形亦同。因而得行部分交換，且作有圖式。楊生斯所倡導之相同染色體作扭狀接合而行部分交換後乃分離一學說，稱為染色體交叉說 chiasmatype-theory。

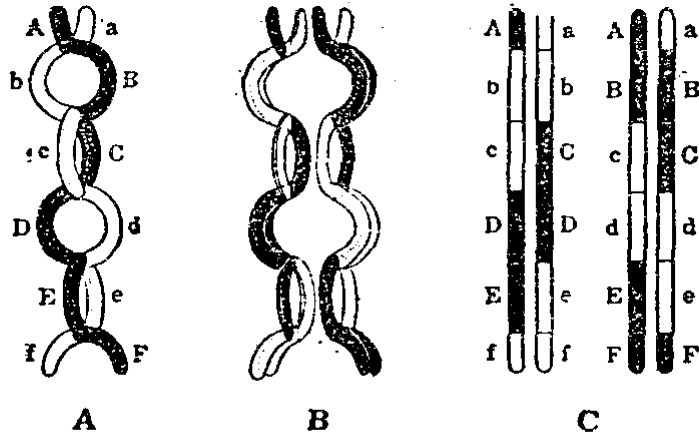


插圖 77. 直翅目昆蟲染色體之部份交換模式(Janssens)

在直翅目之精母細胞，一對相同染色體，形成若干環狀，表示在此情形，有部分交換可能。白者為由母來，黑者為由父來之染色體。

A: 接合狀態，點線為將發生之第一分裂面，

B: 第一成熟分裂，分裂面為與紙面成直角，

點線為將與紙面平行而起之第二分裂面，

C: 第二分裂後之染色體。

在事實言之，楊生斯之交叉說，多數細胞學者不十分加以支持。特別在重要地位之果蠅，未發生染色體若有交叉之現象，又如果蠅與蠶，雌雄關聯強度非常相差之生物，然其染色體之行動，在卵與精蟲間，並無若何顯著相異。是不能不謂為此學說之大難關。但摩爾根等應用此等學說於果蠅之實驗結果，兩者若合符節，而又無可作代替之其他細胞學的說明，故在今日，可謂不能不承認染色體交叉說。

為說明因子關聯之原因而創議之其他假說，非僅一二，

茲先舉柏特生及彭勒特之性細胞增殖遲速說 reduplication hypothesis, 即 F_1 之性細胞 AB, Ab, aB, ab 中, 若 AB 與 ab 之分裂速, 而 Ab 與 aB 之分裂緩, 則 AB 及 ab 性細胞多生, 而 Ab 及 aB 性細胞少生, 以是表示關聯現象, 用 F_1 之性細胞式如 3:1(3:1:1:3 之略, 以後準此), 7:1, 15:1 已足, 但在此等值之中間, 特別在有小數點以下數字之情形, 不能說明, 又因無細胞學之根據, 故至今完全廢棄。

哥耳德希米特之特殊勢力說 spezifische Kraft-Hypothese, 謂細胞學上, 染色體交叉現象, 因非普遍, 因而由純理論的立

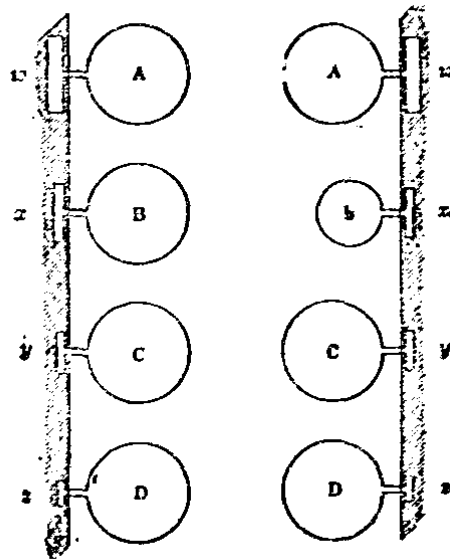


插圖 78. 特殊勢力說模式(Goldschmidt)

A、B、b、C、D 各圓, 表示遺傳因子, w、x、x₁、y、z 各長方形, 表示在染色體上具有特殊勢力之座位, 因子與座位, 有如鑰與鎖, 依其相對應形狀而結合, 特殊勢力, 不僅由因子種類而異, 即一對優劣因子間亦相異, 圖中 B 與 b 之座位 x 及 x₁ 之勢力, 為相差甚大時, 即一旦遊離外出, B 終必回歸於 x, 而 b 終必回歸於 x₁, 此即表示完全關聯, 若 x 與 x₁ 之差不甚大時, 則有時 b 與 x 結合, 而 B 與 x₁ 結合, 此即表示因子交叉。

場,創出一代用者。因子在靜止核中,為離去染色體而散在者;在核分裂開始時,乃附着於染色體之一定部位。因子如鎗,染色體如鎗,相互有特殊勢力而結合。由此特異性相差之大小,遂生關聯度之強弱。但此說,後經布里奇斯完全打破。

苛倫斯 C. Correns 之迴轉說 Rotationshypothese, 謂在接合期,其平行接着之二根染色體內,若因子沿染色體之周圍迴轉 180° ,則由父而來之因子與由母而來之因子相互换位,但用此方法,不能說明關聯之強度,因二異子之距離而異一事實。

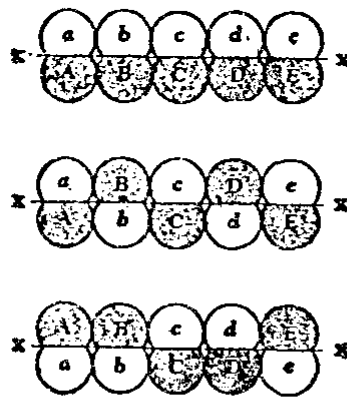


插圖 79. 因子迴轉說模式(Wilson)

X 表示相同染色體之接合線,其後變為迴轉軸,

上圖:在成熟分裂之接合期,二相同染色體相接合而未起迴轉現象者,

中下圖:某因子作迴轉而交換者。

最近溫克勒耳 H. W. Winkler 用因子變質說 Konversionstheorie 欲以解釋關聯,即染色體中之遺傳因子,在一定時期,有由優性變劣性及劣性變優性,所謂變質之傾向。其頻度在各因子略為一定。但此學說,有如斯特恩 C. Stern, 1930 所論駁

者,不僅對於複對因子及因二因子之距離而異其關聯度一事實不能的確說明,且純型個體不起變質,或因子依變質傾向之強弱而排列等,全般言之,無理點甚多。又染色體之缺失及轉位,全然不能說明,以是此說終不過為臆說而不能成立(1)。

最後尚須附加者,關聯羣 linkage groups 之數,在原則上與單數染色體數為一致。無論在任何情形,終不能超過此數。例如果蠅之單數染色體數為四,因而關聯羣亦為四。玉蜀黍之單數染色體數為十,因而關聯羣之數亦為十。染色體數愈多,則關聯羣之檢定,需要功夫多,因而進行遲。例如蠶有二十八個染色體,但已知之關聯羣不過五。關聯羣與染色體數之關係,其最有趣味之實例,為穆勒爾 H. J. Muller 等最近用 X 線之實驗中,發見果蠅之第五關聯羣。在反對染色體說之學者,或將認為染色體說,已崩壞一角而狂喜。然用顯微鏡觀之,則見崩壞者為一染色體。因其破片遊離,故其中存在之因子,形成第五關聯羣。於是染色體說,更得一強有力之證明。

第五節之附註

(1) 上述之外,尚有接合中交換說 synapsis theory (H. Kikawa, 1932), 即染色體之部分交換,不必要有染色體交叉 chiasma。只在接合期中,其四分染色體中之非為姊妹四分體 sister strands 之二根間起交換,則染色體之任何部份,可以起交換。

第六節 因子之直線排列及染色體圖形

Linear Arrangement of Genes

and Chromosome Maps

遺傳因子爲存在於染色體內者甚爲顯明，然作如何狀態之存在，則尚爲未確知者，但徵於至今日止之多數研究，則染色體之全部，非爲因子之連續而成者，而因子爲埋藏於某種基礎物質中，作一定位置之存在，此位置非爲立體的，而爲一行列之直線狀排列，此當無懷疑餘地，今日之遺傳學，卽以此因子之直線狀排列與數學上之定理作同樣看待者，闡明此點者，爲摩爾根及其門人在果蠅之研究⁽¹⁾。

因子作直線狀排列之最足以作證據者，爲數個因子間之關聯度，與其間之距離爲反比例，卽距離愈遠關聯愈弱，而交叉則正比例增多一事實，例如在一染色體上，有a、b、c三因子，依其順序而存在，若a-b間之交叉爲3%，而b-c間爲2%，則不必特別實驗，可以豫言a-c間之交叉爲5%。表示染色體上之距離，用交叉率1%而稱之爲一單位point，有時或稱此單位以提案者之姓卽一

morgan，如在上例，a-b間爲三單位之距離之意義，b-c

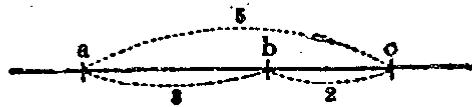


插圖 80. 因子間之距離與交叉

間爲二單位，a-c間爲五單位，卽多數因子存在之情形上原則亦不變，此事實須認因子爲直線狀排列乃爲可能，若在立

體位置,決不能如此。

若已承認直線狀排列,則此後之關聯實驗,大省煩雜,假定有新生突然變異,或由他地移來之新品種,有因子為 f 。首先即研究此因子屬於何染色體,換言之,即調查其與何染色體之既知因子有關聯,假定與第一染色體之既知因子 d 有關聯,而兩者間之交叉為 4%, 則知 f 位於第一染色體,而距離 d 為四單位。但尙未

明其抑在 d 之左或右。



於是更調查其與另一

插圖 81. 新因子之位置決定

既知因子 e (假定在 d

d, e : 既知因子, f : 新因子,

之右三單位)間之交叉率,若 $e-f$ 間之交叉率為 1%, 則 f 在 d 之右方四單位,若 $e-f$ 間之交叉率為 7%, 則知 f 在 d 之左四單位。

如此在各染色體上確定其多數因子之相互距離而標示其位置者,稱為染色體圖形,現在最精細測定之染色體圖形,在動物有果蠅,在植物則為玉蜀黍。

當染色體圖形作成時,在五單位以內之短距離之二因子間,即以交叉率作距離,亦無妨礙,然在稍遠離之因子間,則不可如此,蓋因如次節所述,由於再交叉之故,表面出現之因子交叉率,較實際之距離為少,例如果蠅之第二染色體左端(上端)之因子,距右端(下端)之因子,有 107 單位,然其間之交叉率,不過 49%。此即為與再交叉乃至多交叉有大關係者。

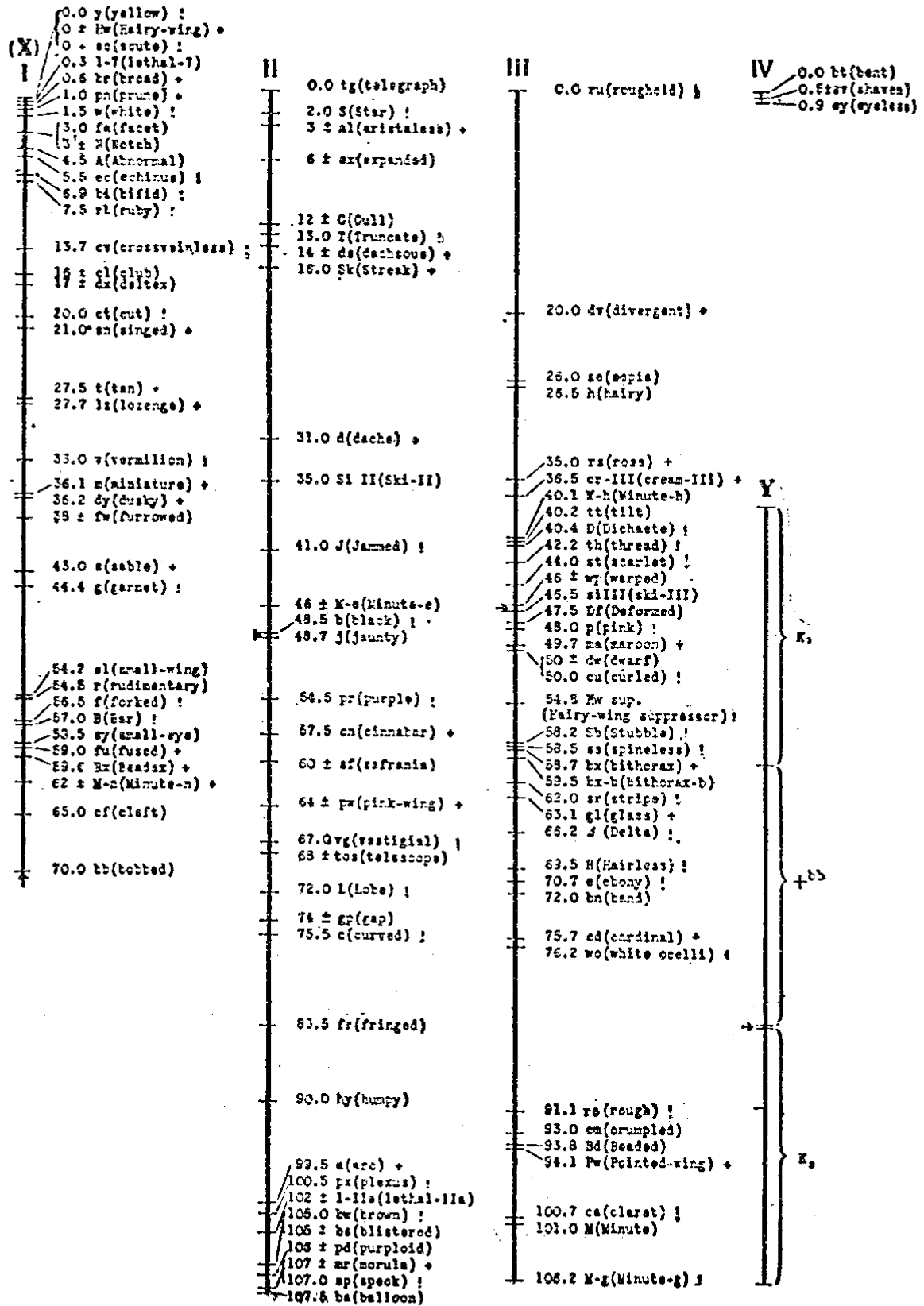


插圖 82. 果蠅之染色體圖形(Morgan, Bridges, Sturtevant)

數字之次有十或土者,為多少不確實之意,括弧之次有!者,為最重要因子,十為次要者,箭頭,表示紡錘絲之附着點,

I(X)	al 端刺缺少	tt 天幕翅(翅之位置)
y 黃體色	ex 兩翅張開	D 二剛毛(中胸背面少剛毛一對)
Hw 翅面多毛	G 鷹狀翅	th 剛毛形殘肢
sc 小樞板少若干剛毛	T 端截翅	st 緋色眼
1-7 第七致死因子	ds 體各部短大	wp 波狀翅
br 翅寬度大	Sk 腹部中央縱黑綫	silIII 雪鞋狀翅III
pn 梅子色眼	d 短肢	Df 眼形異常
w 白眼	SiII 雪鞋狀翅II	p 桃色眼
fa 小眼排列不規則	J 翅脈縮淡	ma 栗色眼
N 缺緣翅	M-e 小剛毛e	dw 短小登
A 腹部黑綫不整形	b 黑體色	cu 縮翅
ec 眼面毛排列異常	j 輕裝翅	Hw sup. 抑制翅面多毛
bi 翅脈二裂	pr 紫眼	Sb 剝蝕狀剛毛
rb 紅玉色眼	cn 辰砂色眼	ss 一定部位無剛毛
cv 橫脈缺	sf 番紅花紅色眼	bx 後胸部變形
cl 翅之末端膨大	pw 桃色眼翅異常	bx-b 同上 -b
dx 翅脈三角洲狀	vg 痕跡翅	sr 胸部背面黑綫
ct 截翅	tos 腹部引伸形	gl 玻璃狀眼
sn 燒焦毛	L 小形突出眼	△ 三角洲形翅脈
t 黃褐體色	gp 翅脈一部消失	H 一定部位無毛
lz 菱形眼	c 扁翅	e 黑檀色體色
v 朱色眼	fr 翅緣毛不整齊	bn 胸部斑紋作帶狀
m 小形翅	hy 胸部瘤狀隆起	cd 淡紅色眼
dy 微黑色翅	a 弧形翅	wo 白色單眼
fw 有溝眼	px 網狀翅脈	ro 眼面粗雜
s 暗褐色體色	IIIa 致死因子IIa	cm 糙翅
g 石榴色眼	bw 褐色眼	Bd 逆珠翅
sl 小翅	bs 水泡眼	Pw 尖翅
r 退化翅	pd 近於紫色眼	ca 葡萄酒色眼
f 叉狀剛毛	mr 眼面桑椹狀	M 小剛毛
B 細長眼	sp 體面斑點	M-g 小剛毛g
sy 小形複眼	ba 氣球狀翅	IV
fu 嵌合翅脈	III	bt 薄翅
Bx 連珠狀翅緣	ru 粗雜狀眼面	sv 腹部剛毛剝去
M-n 小剛毛n	dv 開翅	ey 無眼
cf 翅脈分裂	se 烏賊墨色眼	Y
bb 短毛	h 體面及翅面多毛	K ₁ 雄生殖力維持因子1
II	rs 玫瑰色眼	+bb 對短毛之正常因子
tg 翅脈異常	crIII 乳酪色眼III	K ₂ 雄生殖力維持因子2
S 星狀眼	M-h 小剛毛h	

摩爾根學派,由實驗的交叉率,次考慮再交叉乃至多交叉,取此實驗方法以作成染色體圖形。而其他多數人,亦做用此法。但哈耳丹 J. B. S. Haldane 則由數學的立場,作成次式,

$$x = .7y - \frac{.3}{2} \log_e(1-2y) \quad \begin{array}{l} x = \text{圖形上之距離(centimorgans)} \\ y = \text{交叉價。} \end{array}$$

$\log_e =$ 自然對數。

又生物學者金寧斯 H. S. Jennings 則提議次之公式,

$$U = \frac{\log(1-2c)}{-.0087739} \quad \begin{array}{l} U = \text{染色體圖形上之長度。} \\ c = \text{交叉價。} \end{array}$$

然因各別染色體,又即或在同一染色體內由於部分不同,而其再交叉之頻度亦異。故此等數式,欲適用於所有染色體,殊不可能。仍以實驗上之交叉價為基準,當最為妥當。

如上作成之染色體圖形之各部,與實際之長度是否一致,久已成為疑問。然近來由於人為的突然變異(後篇參照)研究之進步,此問題之某種程度內可以解決。若以果蠅之例說明之,接觸X線之果蠅,其子孫之第二染色體之一部份,即破裂分離而附着於第四染色體,成為所謂重複染色體 duplication,包含於雌或雄之細胞中。此轉位後之第二染色體斷片,其中所含之所有因子,應與第四染色體之無眼因子 eyeless 起新關聯。且轉位部分,由於系統不同,而有由短至長之種種階級。故若一方面用顯微測定法,測此轉位斷片之長度。同時他方面實驗的檢定此斷片中所含因子,則可決定若何長度間,有何種因子存在。又在X染色體之情形,若取承繼有其附加部分中,含有若干優性因子,其正常部分含有對上述優性

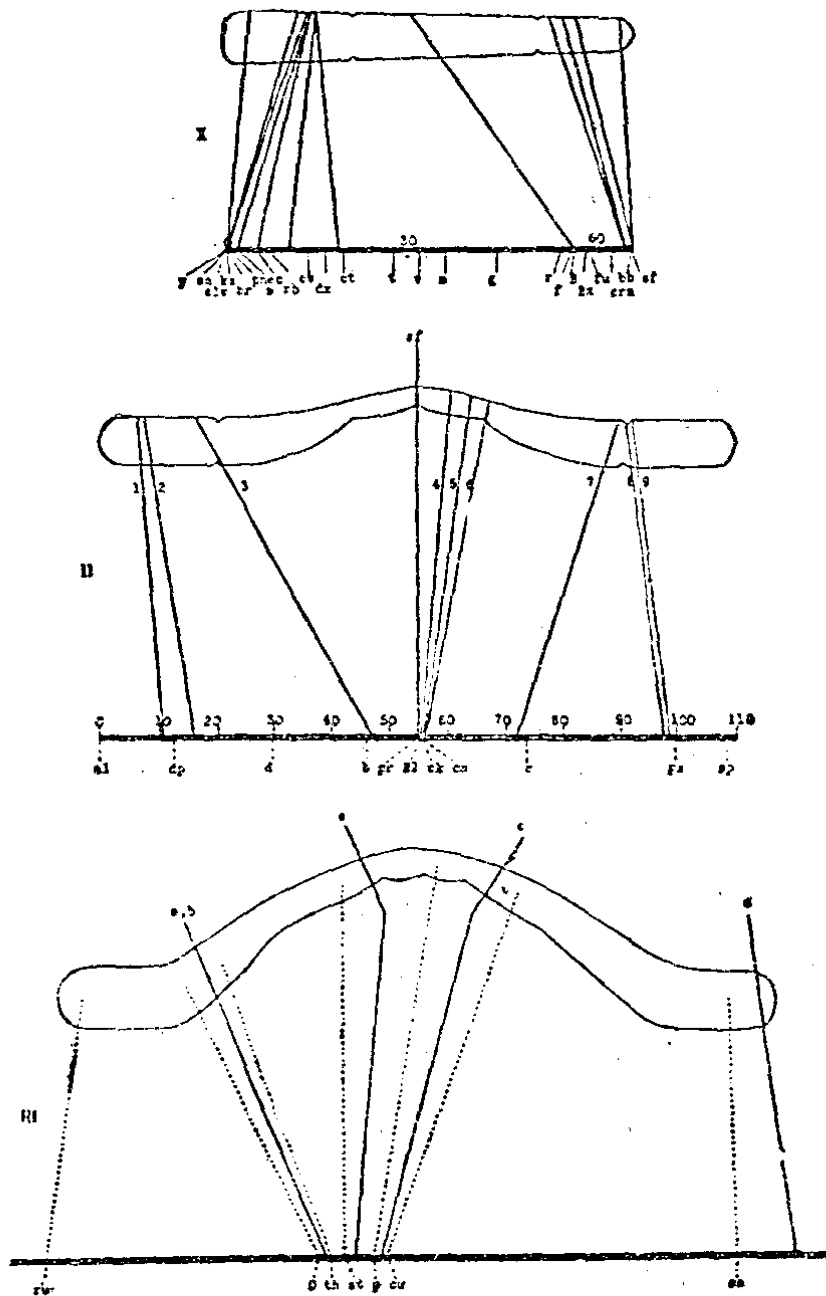


插圖 83. 果蠅之細胞學的染色體圖形(Dobzhansky)

三染色體之大小比例,不甚嚴密,然大體上如圖所示, X: X染色體, II: 第二染色體粗線為從來之實驗的圖形, sf: 紡錘絲附着點, 數字, 為從來圖形上之距離。

在 X 染色體(上圖), 其右端為指向赤道板之中心者, 以是稱為基部或頭部 proximal end, 又左端稱為末梢部或尾部 distal end, III: 第三染色體, a, b, c, d, e 表示橫斷而轉位之斷口, 其他之文字, 為因子符號。

因子爲劣性之X染色體之雄蠅觀察之，即可判明此附加部，含有若干優性因子。次對照顯微測定所得附加部之長度，即可決定因子之位置。如此作成者，稱爲細胞學的染色體圖形 Cytological map of the chromosome。此種圖形，爲麥克林妥克 B. McClintock, 1931 在玉蜀黍所初作成，然比較的精密者，則爲朶布冉斯基 Th. Dobzhansky 在果蠅所作成者。

如上所述，完全實驗的而歸納所得之因子直線狀排列說，不僅可由顯微鏡清晰證明，且其排列之順序，亦與既知者完全一致，只各因子間之相互距離，其由實驗的交叉率所得者，不與細胞學的距離一致。概言之，在實驗的染色體圖形，其因子分佈密之部分，在細胞學的染色體圖形上，較長；而分佈稀之部份則較短。換言之，即在細胞學的染色體圖形上，較從來之實驗的染色體圖形上，因子之分佈，較爲均等。或謂此事實由於染色體之物理的性質各部不一。在果蠅近於X染色體兩端部分不易起交叉，而中央部則易起交叉。然在第三染色體則爲正反對之性狀⁽²⁾。故二因子間之交叉率，可謂受其間之距離及該部染色體之性狀二者所支配。又在果蠅，其V型染色體有二對，孰爲第二，孰爲第三，不能確定。在實驗的染色體圖形，指稍長者爲第二，而彭德耳及穆勒爾 T. S. Painter and H. J. Muller, 1928 亦由細胞學的見解謂然。但其後朶布冉斯基 (1930) 則由細胞學確定長者爲第三染色體。又在從來之圖形上，其X染色體之長度，與第二及第三染色體相比爲

1:1.5,然在細胞學的圖形上,則第二及第三染色體為稍長而作 1:1.6 以上。

第六節之附註

(1)對於因子直線狀排列說有若干反對論,其中以卡塞耳 W.E.Castle, 1919 可為代表。但由穆勒爾 H.J.Muller, 1920 完全反駁及此後多數學者之實驗成績,遂於無言中完結反對論。

(2)此事實或因 X 染色體之紡錘絲附着點在右端,而在第三染色體則為附着於中央部一現象有關係。然在第二染色體,雖紡錘絲亦附着於中央部,而因子分佈,則比較的一樣。

第七節 因子之再交叉及多交叉

Double and Multiple Crossing Over

在一對相同染色體,其遺傳因子之交叉有二處者,稱為再交叉 double c.o. (1),三交叉 triple c.o.,四交叉 quadruple c.o. 乃至多交叉 multiple c.o. 之發生者,不可謂無。然在實際上,三交叉以上者,比較的為稀有。凡在二處或二處以上同時起交叉者,總稱為併發交叉 coincidence。

設有 AaBbCc 一雜種,其由一親而來之染色體,有 ABC 三因子,又由其他一親者,有 abc 三因子。若為無交叉,則只有 ABC 與 abc 二種性細胞發生。然若 A 與 B 間起交叉,則生出 Abc 與 aBC, 又若 B 與 C 間起交叉,則生出 ABc 與 abC, 更若上述二處同時起交叉,則生出 AbC 與 aBc。

如上所述,再交叉之發生,必須三因子同時觀察始得知之。若有只中央一因子交換時,即為再交叉發生之證據。

若言此再交叉以若何頻度發生,可說明如次,令 A 與 B 間之交叉率為 10%,又 B 與 C 間為 15%,則 A 與 C 間之再交叉為

$$\frac{10}{100} \times \frac{15}{100} = \frac{150}{10000} = 1.5\%$$

但在實際上,較此為少,不過 0.3% 左右而已,似此再交叉較理論數為少者,蓋因染色體有某種程度之剛性 rigidity。若在一處已發生交叉,則阻止其近傍發生第二交叉,此現象謂之

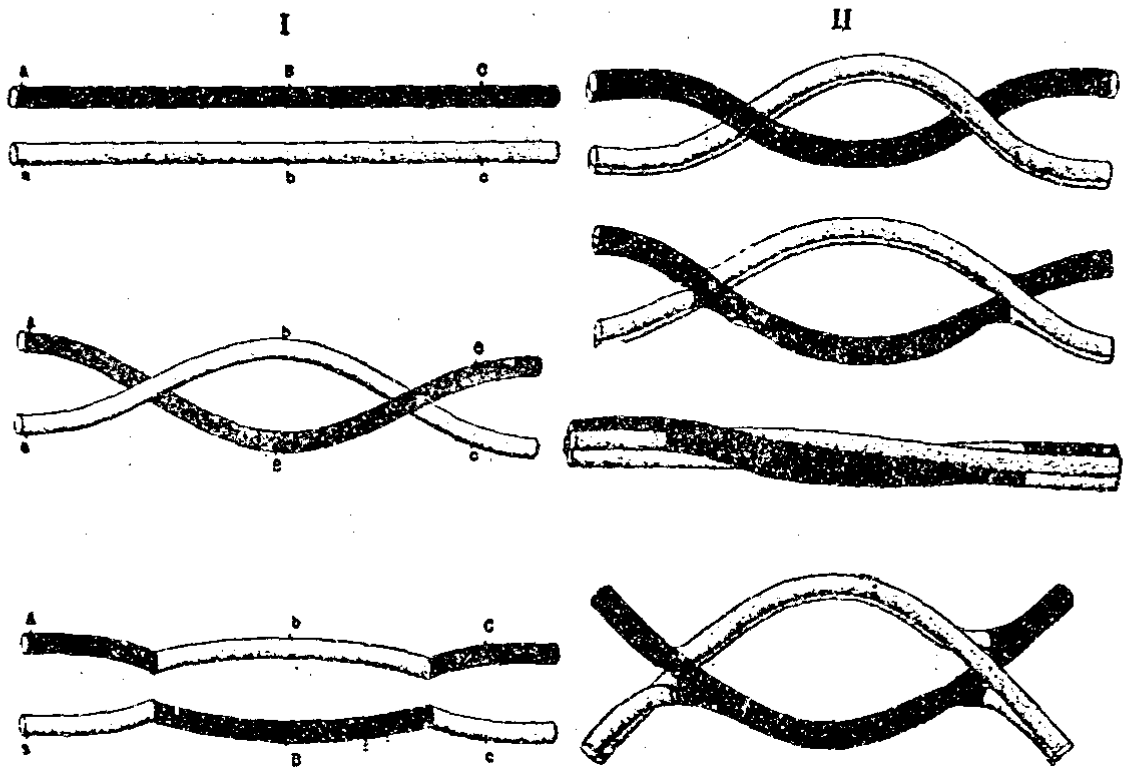


插圖 84. 於再交叉之染色體部分交換(Morgan)

I:各染色體在縱裂前,即在單一構造時,行部分交換之情形。

II:各染色體縱裂成為二條,即對手之相同染色體共成四根染色體線(四分體)後,行部分交換之情形。

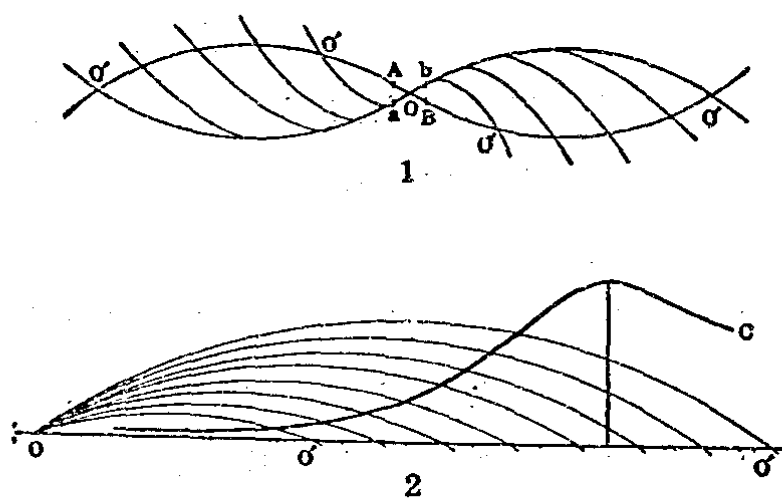


插圖 85. 染色體交叉之干涉圖式(Morgan)

- 1: 表示在第一交叉點附近,發生第二交叉困難之狀態,
- 2: 表示在第一交叉點附近,因干涉甚大,再交叉發生可能性少,若漸遠離,則可能性漸增,但過一定限度後,又再減少,
- A, a, B, b: 因子, C: 再交叉之可能曲線, O: 第一交叉點, O': 第二交叉點,

干涉 interference, 又實際發生再交叉之頻度,與理論的頻度之比,稱為併發率 index of coincidence, 在上例之併發率,即 $\frac{0.3}{1.5} = 0.2$, 以是干涉愈大,併發率愈減少 (2)。離第一交叉漸遠,則干涉因而減少,是固無待多論,然遠至一定距離,達於最小限度後,過此又再增大,換言之,染色體之部分交換,蓋有某適當長度者然,

併發交叉之頻度,即在同一生物,亦因染色體不同而異,又即在同一染色體,亦各部分而不一致,依據布里奇斯 C. B. Bridges 之研究,在 X 染色體,其中部黃褐體色因子 tan 附近,即在 13 單位之短距離,不起再交叉,然漸在其左或右,則非超過此距離不可,又在第二及第三染色體,亦為中央部最易發

生,在第三染色體之中央部,距第一交叉約六單位,即可有第二交叉發生,然由距此15單位左右起至兩端,則非有約20單位間,不起再交叉,故再交叉之多少,亦與單交叉同樣,除以實驗確定外,無他法也。

再交叉之多少,在染色體之實驗圖形作成上,有甚大關係。蓋若A與C兩因子間之交叉率,雖為20%。然由其他實驗,若知其間之再交叉率有1%。則A與C間之距離,不能不為 $20+1=21$ 。一般言之,交叉率在5%以內時,即以之作距離亦

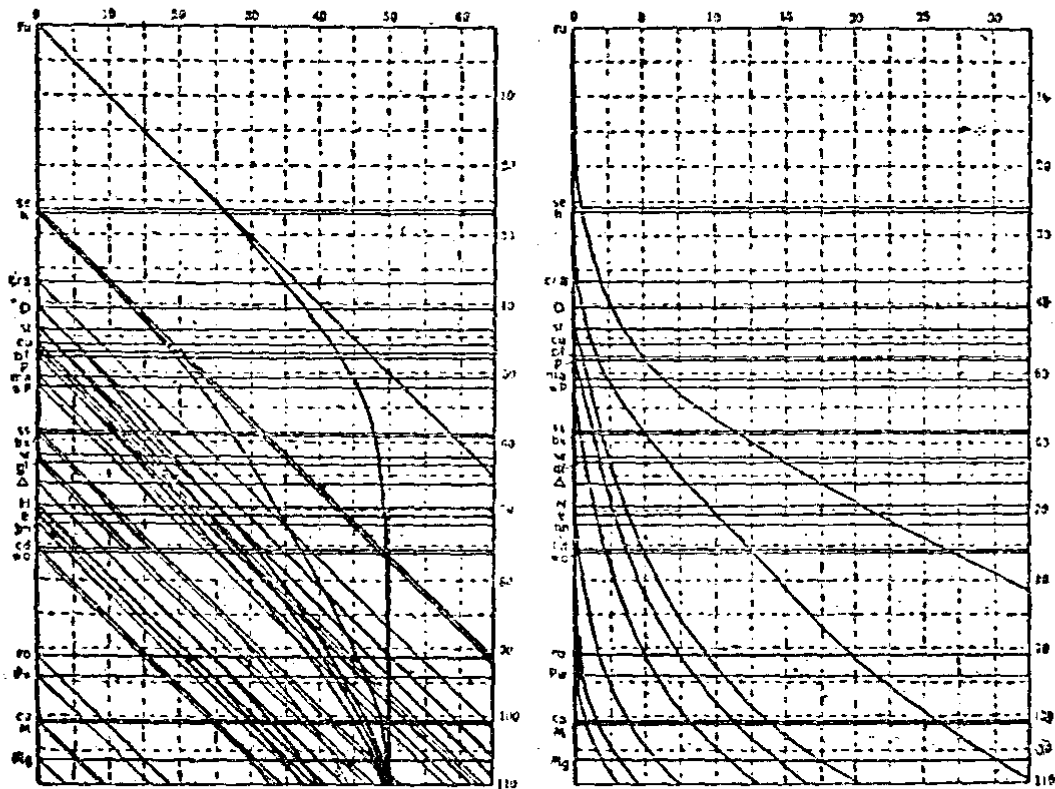


插圖86. 再組合率曲線及因子交叉率修正曲線

(由 Bridges and Morgan 改作)

左:果蠅第三染色體之再組合率曲線。

右:果蠅第三染色體之交叉率修正曲線。

可。但交叉率在 5% 以上時，則須調查此二因子間再交叉之有無及多少。若有再交叉，須以其數加於實驗之交叉率⁽³⁾上，而以此和數作二者間之距離。

在果蠅之各染色體，其中主要因子之再交率皆加以計算者。插圖 86，即示其一端。

第七節之附註

(1) c. o. 爲 Crossing over 之略，以後倣此。

(2) 併發率 = 1 時，則干涉 = 0。併發率 > 1 之情形，在實際上雖亦有之，但仍只有干涉爲 0 之意。

(3) 實驗之交叉率，又稱爲再組合率 Recombination percentage。在染色體一定區間之因子交叉回數。若在短距離，則與再組合率一致。然在長距離，則較再組合率爲大。

第八節 染色體之部分的異常

Chromosomal Aberrations

在普通狀態之染色體，若用藥品，X 線及其他刺激，則出現種種部分的異常。特別在近來由於人爲刺激，可使多數染色體生異常，於是此方面之成績，大加豐富。

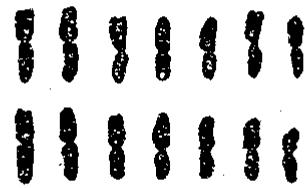
1. 狹窄及橫斷 Constriction and fragmentation

於插圖 83，可見果蠅之第一及第二染色體，即在正常情形，亦各有二個淺縊而可區別爲三部，特別在植物，狹窄之例甚多，而其部位及程度，亦有種種。在黑麥，其常數七對染色體

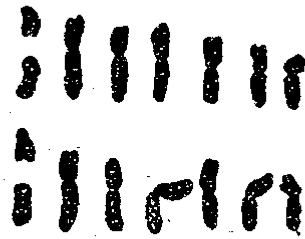
之全部,皆中央部有狹窄處,有時最大之一對,在其狹窄部橫斷而成八對染色體(後藤,1924),有謂此作橫斷之染色體,原為二各別染色體,由附着而成為複合染色體者,其分離亦即由此合着部。現在如馬蛔蟲及避債蛾類,在某時期之細胞,其全部或一部染色體,相互合着。至他一時期,乃再橫斷之現象,由觀察得之。在黑麥,其七對染色體者與由於橫斷而成八對染色體者之雜種之體細胞中,有為七對者,有為八對者,然七對者不外為橫斷者之合着,而八對者不外為正常者之橫斷。又此橫斷及合着,只於體細胞分裂見之,在玉蜀黍(桑田,1919)亦有橫斷及合着之研究,然此現象,只能在成熟分裂見之。



A



B



C

插圖87. 染色體之狹窄及橫斷
 A: 有種種狹窄之體細胞染色體模式(木原)
 B: 體細胞染色體有14個(七對)之黑麥(後藤),各染色體之中央有一粒。
 C: 有16個(八對)染色體之黑麥(後藤)左端一對,由狹窄部橫斷而成二對。

在月見草之一種 *Oenothera scintillans* 本來之體細胞,有十五個染色體,以是其性細胞之染色體有七個與八個二種。然有時體細胞之染色體數,有16-21個者。此蓋因1-6個染色體,由於橫斷而二分。若將此等斷片接着而觀之,可見與正常

者完全一致,似此染色體之數目雖有不同,而其實質分量則為同一,故在外觀上,與正常無若何異狀。

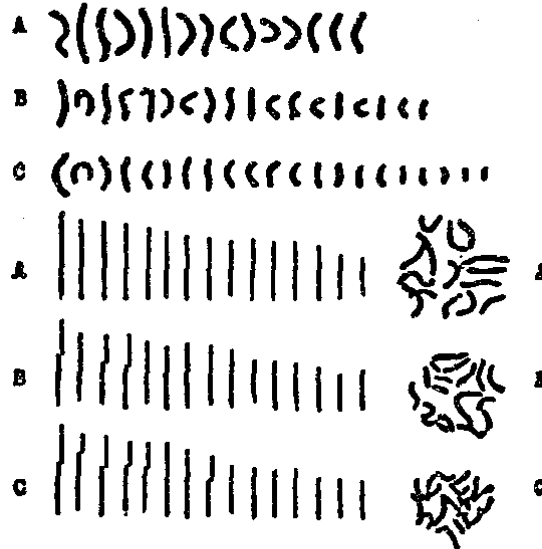


插圖 68. 月見草之一種 *Oe. Scintillans*, 由其體細胞染色體之橫斷而得數 (Hance)

A: 正常數者 B: 18 個者 C: 21 個者

上三列為依染色體之大小順序排列者,下之左側三列,為恢復橫斷染色體之舊位而排列者,下之右三圖,為在成熟分裂中期列於赤道板之染色體。

2. 轉位,重複及缺失 Translocation, duplication and deficiency

布里奇斯(1917)在未施何種手術之果蠅發見其一 X 染色體,由中部分離而附着 Attachment 於他 X 染色體之一端,似此染色體之一部由正常位置而移動之現象,稱為轉位或轉座,其後,相類之實例,發見甚多。

如上所述,果蠅之轉位部分,為具有 V(對朱色眼 *vermillion* 之正常因子)與 S(對暗褐體色 *sable* 之正常因子)者,轉位後,附着於具有朱色眼 *v* 與暗褐體色 *s* 之正常染色體之一

端(紡錘絲附着之一端)。承繼此被附着X染色體之雄,外觀上必為正常。然承繼此被附着X染色體及另一具有v與s之正常X染色體者之雌,雖含有V與S,而外觀上不為正常,反為朱色眼暗褐體色。此蓋因二重劣性因子vv及ss之存在,對於唯一正常因子V及S,有優性作用。凡受附着之染色體,因其附加部分因子為重複,故稱為重複染色體 Duplicated chromosome。

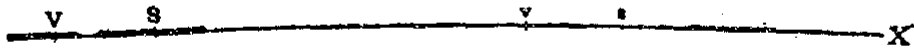


插圖89. 果蠅X染色體之重複模式
v: 朱色眼 V: 對朱色眼之正常因子
s: 暗褐體色 S: 對暗褐體色之正常因子

然在具有二個重複染色體之雌蠅,雖其外觀上為正常,然其因子構造為優性劣性各二對VVvvSSss,故與普通雜型VvSs為同一結果。若以此雌與具有vs正常X染色體之雄相交合,則所生次代之雌,其因子構造為VVvvSSss而作朱色眼暗褐體色。又次代之雄VvSs,因其為正常,故作如後文所述果蠅之伴性遺傳,為正反對之交又十字形遺傳 crisscross inheritance。

布里奇斯又發見第二染色體之一部份分離而附着於第三染色體之中部。在此系統之果蠅,其第二染色體所含因子與第二染色體之其他因子有關聯,同時與第三染色體之因子亦有關聯之奇異現象。

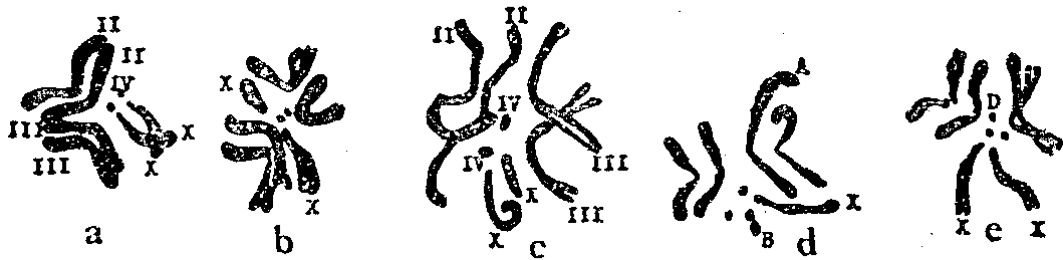


插图 90. 在雌果蝇,其染色體之轉位附着及遊離重複
(a, b, c,; Painter and Muller, d, e; Dobzhansky)

- a: 正常染色體,
 b: X 染色體之一部,附着於第二染色體(?)者,
 c: X 染色體之一鮮明較短,而第二染色體之一髮長者,
 d: X 染色體之大部分附着於第三染色體 (A), 而第三染色體之一部,附着於 X 染色體色之小片 (B) 者,
 e: 表示 X 染色體小片之遊離重複,
 X, II, III; IV, 為染色體之記號,

由於轉位之染色體重複,不一定長存留於被附着處,經過若干代而又遊離者亦有之,又最初即為遊離狀態者亦有之。

因轉位之故,額外多承繼一部分染色體之細胞有之,然染色體一部份不足之細胞亦當然有之。後一現象,稱為染色體之缺失 deficiency。在缺失現象中,除染色體之一部由分離而棄去 deletion 者外,尚有某部分即存在於原有位置而無力化 inactivation 者。

缺失現象,亦為布里奇斯在普通飼養之果蠅所發見者。其第一特徵,為缺失染色體與僅短少缺失部位者作同樣行動。換言之,在此部位反對側二因子間,其交叉即減少此缺失部份。又正常染色體中,其相當於缺失部位之諸因子間,因無

對手,故不起因子交叉。

缺失之第二特徵,為對應於缺失部位之正常染色體上,雖其因子為劣性,亦為與優性同一結果,例如 X 染色體之細長眼因子 Bar 附近發生缺失,若在他一染色體,有叉狀剛毛 forked 劣性因子存在,則此個體即成叉狀剛毛,蓋因對叉狀剛毛之正常因子,位於細長眼因子附近,由於缺失而失其作用者。

缺失之第三影響,為致死作用。缺失同一部位之染色體若為純型,則此個體不能生存,染色體之任何部份若完全缺乏,即若給與致命的打擊然,故維持缺失系統,亦與致死因子之情形同,須在雜型狀態 (1)。此事實告訴吾人,生物生存上必要之因子,為非常多數,而染色體上,隨處有之。

麥克林安克 B. McClintock, 1931

在玉蜀黍亦如彭特耳及穆勒爾 T.

S. Painter and H. J. Muller 在果蠅,由

細胞學與實驗兩方面,確證缺失現象之存在。

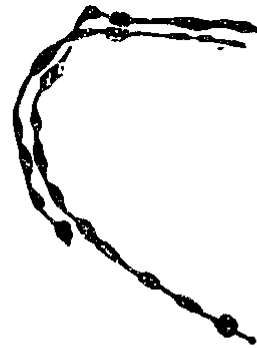


插圖 91. 玉蜀黍之染色體缺失 (McClintock)

二相同染色體之一方,有四染色粒圈缺失。

3. 逆位 Inversion

在某染色體之一端或中央,一經橫斷而再融合時,有與正常方向作反對方向附着者,是之謂逆位。在逆位現象,其染

色體之長度及形狀,殆不發生變化。故用顯微鏡,殊難證明。然由實驗以推定其存在,則非難事。例如有 a b c d e f 等因子順次存在一染色體上,若由 b 與 c 間分離而倒轉接着,則成爲 a b f e d c。此與正常染色體 a b c d e f 成對時,即作 $\frac{a b c d e f}{a b f e d c}$,而 c 以後者,二相同染色體間其因子不相對應。以是接合與交叉,完全或殆不發生。在關聯現象一節,曾述斯塔特萬特 A. H. Sturtevant 在果蠅之第二染色體,發見抑制交叉因子。然此抑制交叉因子,似爲由於逆位。換言之,右半之抑制交叉因子,當爲右半逆位。左半之抑制交叉因子,當然左半逆位。而第二染色

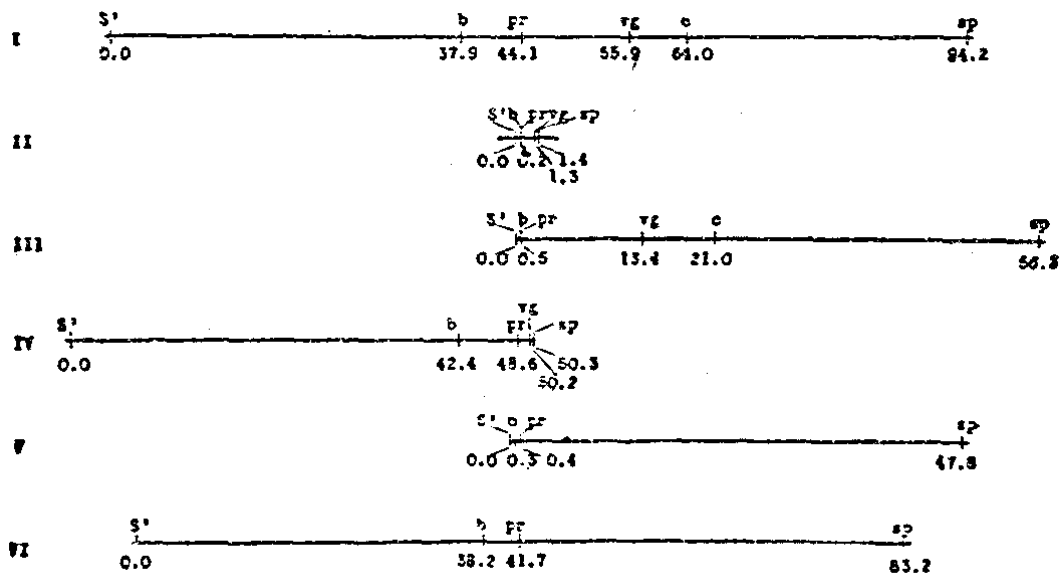


插圖 92. 果蠅第二染色體之交叉抑制(Sturtevant)

- I: 正常(無交叉抑制之情形)
 - II: 全部交叉抑制
 - III: 左半交叉抑制
 - IV: 右半交叉抑制
 - V: 右半交叉抑制因子爲純型,而左半交叉抑制因子爲雜型者。
 - VI: 右半及左半交叉抑制因子,皆爲純型者。
- 以上爲根據實驗之交叉率而作成之圖形。然抑制之原因,似非由染色體之缺失或縮短,而似由於逆位。

體全部之抑制交叉因子,當然左右兩半皆逆位,以是在其雜型個體,妨止其交叉,又在此抑制交叉因子爲純型個體時,其交叉殆爲正常一事,更足以證明此推定,若以上述符號言之,則純型個體,因其爲 $\frac{abfedc}{abfedc}$, 故在接合期,所有因子皆相對應,因而染色體之部分交換即因子交叉,自屬可能。

與果蠅 *Drosophila melanogaster* 近緣之 *D. simulans*, 其各染色體之因子排列,大體上與果蠅一致,只第三染色體之 *pe* (桃色眼), *H* (無毛, Δ (三角洲形翅脈) 三因子,其排列爲正反對,此亦可認爲此染色體之一部,在進化之某時期變成逆位者,即容易理解。

逆位現象,又有爲次代發現缺失及重複之原因者。例如一染色體爲 *abc.hgfed.ijk* 逆位,而其相同染色體爲 *abcde.hgf.ijk* 逆位時,若此二者接合,則有如 $\frac{abc.hgfed.ijk}{abcde.hgf.ijk}$, 只 *h* 與 *f* 間相對應,而其他部分只稍斜掛,其相對因子,未能平行並列,以是若在 *h* 與 *f* 前後或其間任一點起部分交換,則一方之染色體變成 *abc.hgf.ijk* 而生缺失,他一方則成 *abcde.hgfed.ijk* 而生重複。

1. 染色體異常與因子

染色體之部分異常與因子變化,決非同一現象,然兩者之區別,常有不能謂爲明瞭者。斯塔特萬特之果蠅第二染色體交叉抑制因子,其實不外爲該部份之逆位,已如上述,然此外似此情形者亦不少,例如所謂缺緣翅 *Notch* 者,位於果蠅

之 X 染色體距左端約 2.6 單位而為一優性因子。純型時有致死作用⁽²⁾。若此缺緣翅之紅眼雌與正常翅白眼雄相交雜，其次代為缺緣翅與正常翅，與豫期相同。然缺緣翅之雌全為白眼，而正常翅之雌

全為紅眼。此以因子言之，似若不可解者然。但判明其實所謂缺緣翅者，非一因子，而為對白眼之正常因子附近，約 3.8 單位之染色體缺失所使然。故由父來之白眼因子，在缺緣翅個體，

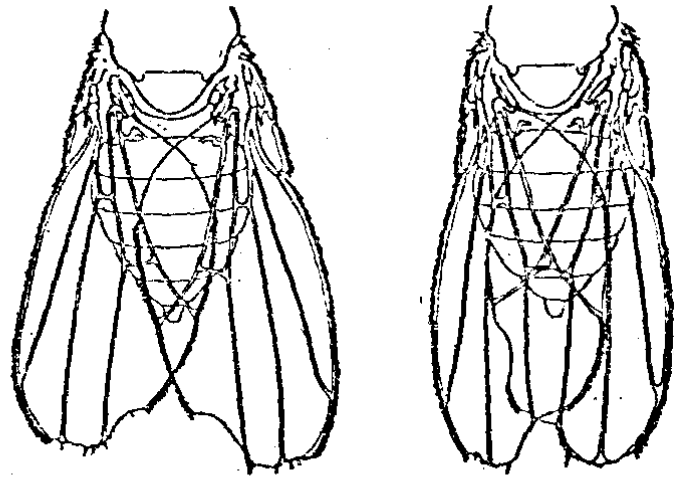


插圖 93. 果蠅之缺緣翅(Morgan)

缺緣之多少，由於變更因子之存在。

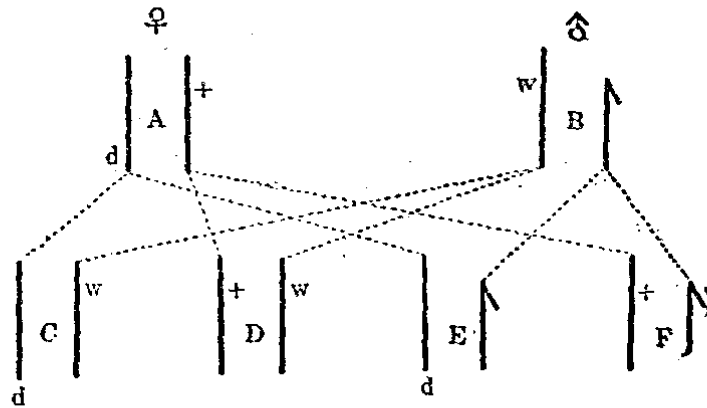


插圖 94. 缺緣翅之染色體缺失及其遺傳(Sinnott and Dunn)

- w:白眼因子
- d:白眼因子附近有缺乏之染色體
- A:紅眼缺緣翅♀
- C:白眼缺緣翅♀
- E:由於缺失而致死♂^(?)
- + :紅眼因子(對白眼之正常)
- B:白眼正常翅♂
- D:紅眼正常翅♀
- F:紅眼正常翅♂

有如優性因子之作用,又此次代之雄,全爲紅眼正常。

第八節之附註

(1) 缺失現象之研究,對於因子之在不在說,與以致命的打擊。若依據在不在說,則優性爲存在,劣性爲不存在,因不能謂由不在生存在,故所有突然變異,皆爲喪失突變 loss mutation, 以是其後發見多數優性突然變異,皆必須認爲由存在於原種型之抑制因子之喪失,例如果蠅之細長眼 Bar 一優性突然變異,須認野生型中有細長眼因子與對此之抑制因子併成因而爲正常圓眼 round, 但因抑制因子喪失,故細長眼因子之作用現於外,若然,則雌之二 X 染色體之一,其細長眼因子附近發生缺失,即與由突然變異而喪失抑制因子者同樣,應即成爲雜型細長眼。然實際上爲正常之圓眼,又若一 X 染色體上有細長眼因子,而他一 X 染色體有缺失之個體,應與純型細長眼在外觀上爲同一。然實際上則與雜型細長眼同一程度(雜型者,爲純型細長眼與正常眼之中間大小),此等事實,皆與在不在說之期待相反,故此說之根據,爲之傾覆。

(2) 如後文所述,因果蠅之雄爲 X Y 而雌爲 X X, 故缺緣翅之雄,因其致死作用不能生存,以是缺緣翅之雌,全爲雜型雌。

第九節 染色體之增減

Heteroploidy and Polyploidy

在前節,已敘述一染色體之某部份或缺失或重複之情形,然一完整染色體之增加或減少者,亦非稀有,此稱為染色體之異數現象 heteroploidy。元來,染色體在性細胞為單數(半數) haploid number;而在體細胞則為倍數(常數) diploid。然由自然或人為,常有三倍染色體之體細胞發生,此稱為三倍數個體 triploid。若以 n 表示單數染色體,則倍數為 $2n$,三倍數為 $3n$ 。此外,四倍數 tetraploid 之例,亦相當之多,而五倍數 pentaploid, 六倍數 hexaploid, 七倍數 septaploid, 八倍數 octoploid 等亦有之,似此單數染色體成整組增減,稱為染色體之倍加現象 polyploidy。在實際上,染色體之倍加現象,較異數現象之例為多。

1. 染色體之異數現象 Heteroploidy

先敘述在飼養或栽培中之動植物由觀察而得之異數現象。在果蠅發見有其他之染色體皆為倍數,只第四染色體僅為一個之個體,此名第四染色體單數個體 Haplo-IV。以此個體比於正常者,其體稍小而斑紋亦淡,作全般發育不良狀,若與第四染色體有劣性因子(例如無眼)之正常個體相交配,則其次代為正常型與劣性型(無眼)各半,此蓋因 Haplo-IV 之第四染色體,有對無眼之正常因子,而此染色體,只能分配於其次代之一半,又有果蠅,其體細胞有三個第四染色體者,此稱為第四染色體三倍個體 Triplo-IV。一般言之,只某一染色體成為三倍,稱為一相同染色體三倍個體 Trisomic,即若令 n

爲單數染色體,而有 $2n+1$ 個染色體者。有三個第四染色體之果蠅較正常者其體稍大,若與具二個第四染色體而其無眼因子爲純型者相交雜,則其次代生出三染色體型與二染色體型(正常)各半,而其眼皆爲正常。若以此三染色體型之 F_1 , 與無眼之二染色體型退交雜,則其次代爲正常眼與無眼作 5:1 之比。此分離比,爲一相同染色體三倍個體所特有。其說明,與其用文字,毋寧如插圖 96 更爲簡便。上述 5:1 之比,爲退交雜

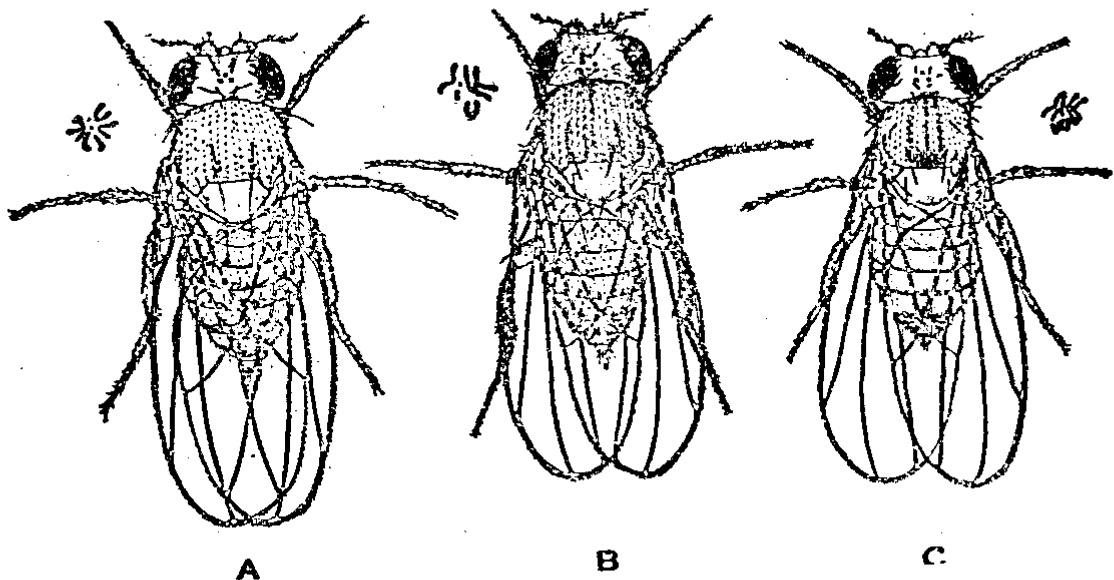


插圖 95. 正常及異數染色體之果蠅(Morgan)

A: 正常雌。

B: 有三個第四染色體之雌 Triplo-IV, 外觀上與正常無大差,然體色較正常一般爲暗,無胸部背面之三齒狀斑紋,眼稍小而表面平滑,翅稍狹而尖端稍尖。

C: 第四染色體只一個之雌 Haplo-IV, 此蠅較正常者體色稍淡,胸部之三齒狀斑紋稍明瞭,眼比較大而表面粗雜,毛細,翅稍短,端刺(Arista) 或小或缺乏,若此型之殘餘第四染色體有無眼因子時,此眼之退化程度,較無眼因子爲純型者更甚,此可認爲失去之第四染色體,含有防止此眼若干退化之某因子。

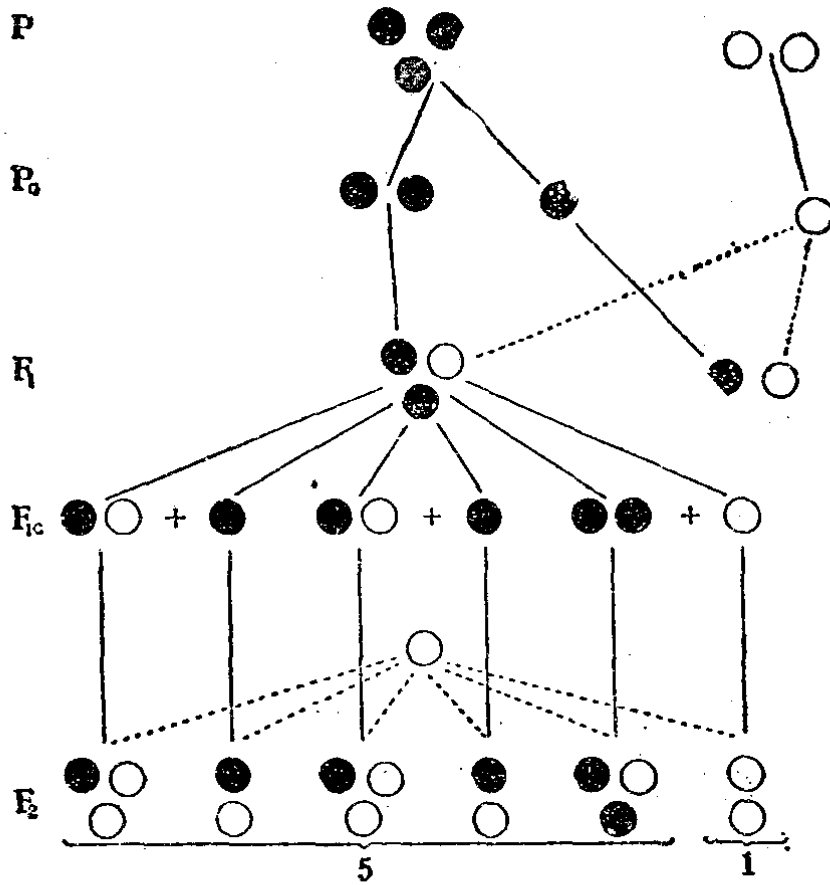


插圖 96. 一相同染色體三倍個體與正常型之交雜(Morgan)
 ●:表示含優性因子之染色體 ○:表示含劣性因子之染色體
 P:兩親 P₁:兩親所生性細胞
 F₁:第一代雜種 F_{1c}:第一代雜種所生性細胞
 F₂:第二代雜種

之情形,若在 F₁ 同輩之交配時,理論上應為正常眼 35:無眼 1 之比,其理由當亦可於此圖理解之。

有一 X 染色體而無 Y 染色體之果蠅雖為雄,然常缺乏生殖力,又有三個 X 染色體者,為超雄(後文參照)而常能生存,第二及第三染色體之其一不足或過多之果蠅,尙未發見,恐

或因生存不可能之故。

一相同染色體三倍數之最顯著實例，吾人可於曼陀羅花 *Dature stramonium* 見之，對於此植物之研究，主要為布勒克斯里 A. F. Blakeslee 及其合作者所努力，此植物之染色體，單數為 12，倍數為 24 即 12 對。此 12 個染色體之任何一者有過多之突然變異型皆有，以是有 12 種，換言之，在體細胞有第一染色體為三倍數

者，有第二染色體為三倍數者等等，即各染色體皆有成一相同染色體三倍數($2n+1$) 之個體者，而此等個體之表型，亦鮮明可以區別。因加以各別之名稱。此等突然變異型，非為因子種類之差，而為其數量之差，蓋其與正常型交雜，不作普通之孟德爾式遺傳(1)。又其莖之形狀及大小，刺之長度及數目等

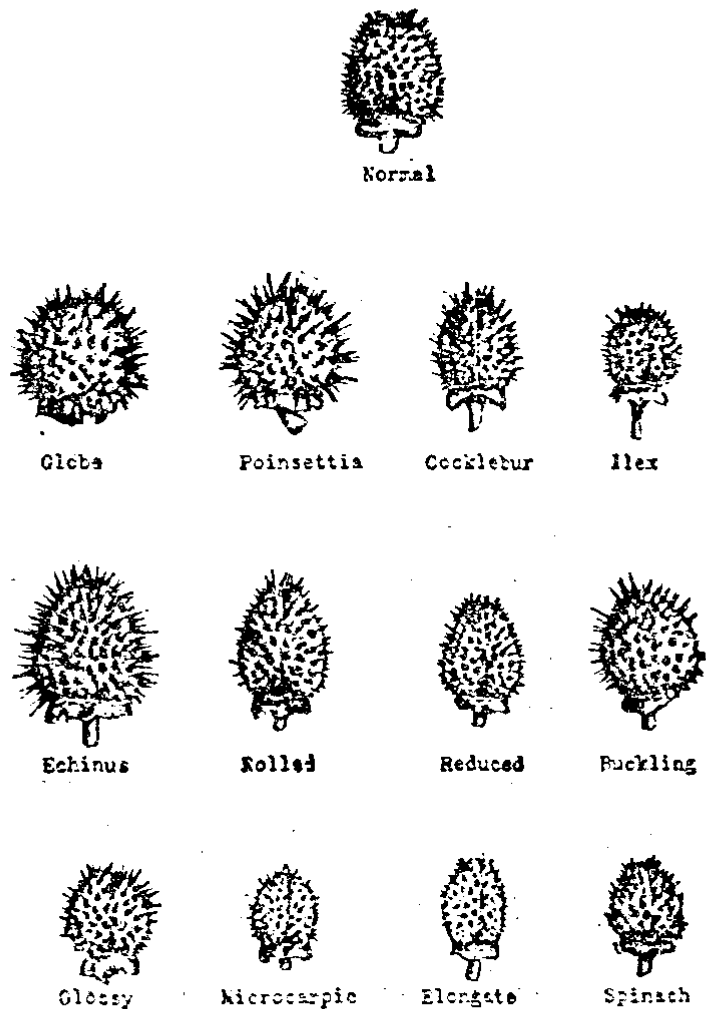


插圖97. 曼陀羅花之($2n+1$)型(第一次型)(Blakeslee)

多數性質，常相伴遺傳，決不分別組合等事實，可以明之。又此原因，亦可由細胞學加以證明。似此某因子只須過分多量存在，可使表型生顯著差異。又如上述果蠅之情形，及此後敘述之多數事實，即表示在細胞內染色體之平衡有若何重要關係。

以上所述，為在人類管理下而發生之異數現象，然在生物進化之途中，在自然狀態下而發生同樣現象者，相信亦不少。例如黃花菜屬 *Crepis* 之植物，由於種類不同，而有 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 20 等單數染色體。又如莎草屬 *Carex* 之植物，亦有 9, 15, 16, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 56 等單數染色體。此必因在某時代，發生染色體異數現象而成者。又如家蠶之染色體，單數為 28。然在普通認為原種之桑蠶，則為 27。此蓋因桑蠶向家蠶進化之途中，其一染色體分離為二者，觀於

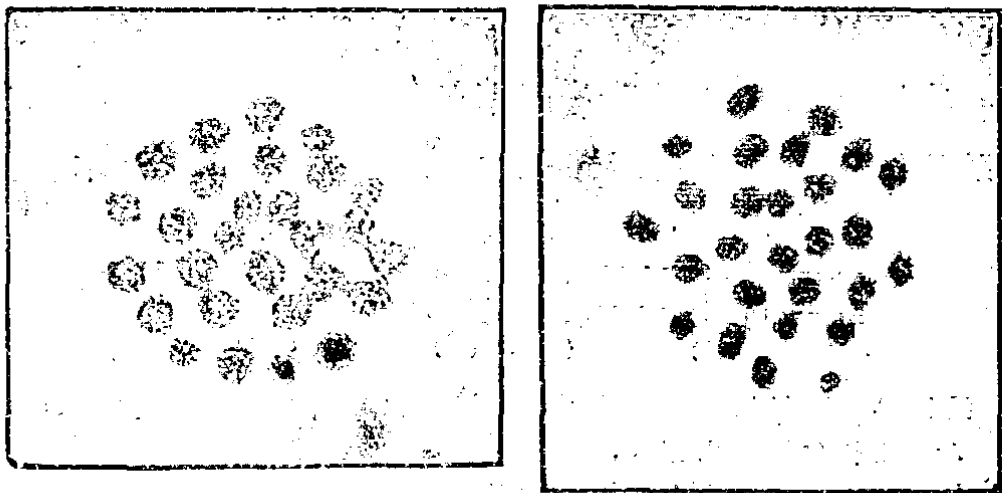


插圖 98. 家蠶與桑蠶之染色體(波紋分發中期)(川口)

左: 家蠶(28個). 右: 桑蠶(27個)

家蠶與桑蠶相交雜之 F_1 之成熟分裂,即易理解,即在 F_1 之倍數,有 55 個染色體,其在第一成熟分裂之中期,26 對染色體,每一對相互接着而成二價染色體 bivalent chromosomes or gemini。然其餘三個,則為二個與一個成對而成一個三價染色體 trivalent chromosome。其中之二個,為由家蠶來者,他一個為由桑蠶來者,是蓋勿庸多論,此行動,即暗示家蠶多一染色體之成因(川口,1928)

偲勒耳 J. Seiler, 1925 在避債蛾之一種 *Phragmatobia fuliginosa* 亦觀察得同樣事實,在此昆蟲,有三相異系統,其染色體數如次,

系統	體細胞	雄性細胞	雌性細胞
I	56	28	28
II	57	28	28+29
III	58	29	29

此染色體數之相異,蓋因某一染色體之橫斷 (2), 故在異系統間交雜時,此橫斷後之二染色體,即與對應之不橫斷

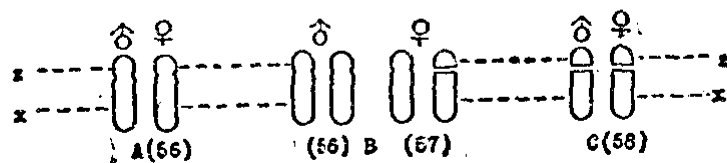


插圖 99. 避債蛾 *Phragmatobia fuliginosa* 之三系統與染色體(Seiler)

A: 雌雄皆無橫斷之系統。

B: 雌之一對相同染色體之一起橫斷,以是生二種卵,而雄則無橫斷。

C: 雌雄皆為一對相同染色體起橫斷者。

數字為體細胞染色體數。Z: 為由於橫斷而生之小片。X: 為大斷片。

染色體相接合。

桑田(1919)觀察得玉蜀黍之體細胞染色體,雖普通為20,然由於品種不同,而有21,22,23,24等者。在此等異品種間之交雜,有一染色體與二染色體相接合者(3)。

在細胞分裂之後期至末期,某一個或二個以上之染色體,不與其他多數染色體共同行動,而留存於中央,及後退化消失者有之。此現象稱為放棄 elimination。在果蠅其性的兩合體 gynandromorph 及體的兩合體 mosaic (後文參照)之成因,即主要由於此。又在異種間雜種之子孫,往往可見放棄現象。

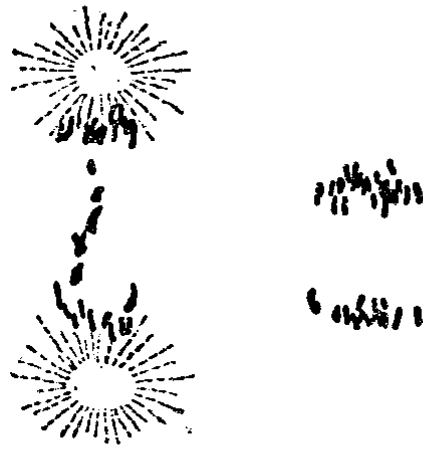


插圖100. 染色體之放棄(Baitzer)

左:在海胆雜種(*Strongylocentrotus*♀×*Sphaerechinus*♂)之卵第一成熟分裂,留存於中央之數個染色體,不久即放棄消失。

右:上之反對交雜(*Sph*♀×*Str*♂),染色體不起放棄。

在細胞分裂,其一對相同染色體有不分向兩極而只移向一極者。此稱為不分離現象 non-disjunction。其結果使一方面之子細胞額外多一染色體,而他一子細胞則差一染色體。*Oenothera Lamarckiana* 之體細胞,有14個染色體。然有時由於不分離現象,而生出二突然變異型即 *Oe. lata* 與 *Oe. semilata*, 此二者皆為有一過剩染色體之變種,又在長翅蝗蟲 *Parate-*

ttix, 有由於普通染色體之不分離而生一相同染色體三倍數個體之例,不分離現象之最顯著者,為果蠅性染色體之例,然容於後文述之。

在異種間雜種,某數染色體在成熟分裂時,不行接合而

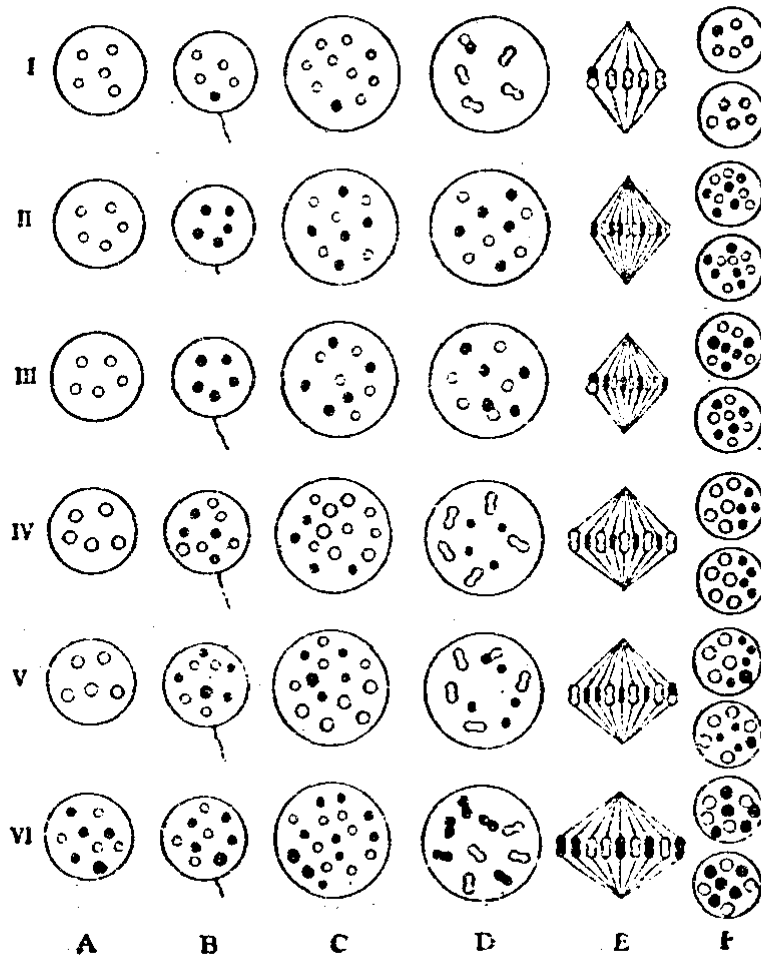


插圖 101. 異種生物之受精及 F_1 成熟分裂模式(Federley)
 I: F_1 起接合如正常之情形 II: F_1 完全不起接合之情形
 III: F_1 之僅一部份染色體起接合之情形
 IV: 純粹種♀ $\times F_1$ ♂, III之 F_1 之精蟲(下方)
 V: 純粹種♀ $\times F_1$ ♂, III之 F_1 之精蟲(上方) VI: F_1 ♀ $\times F_1$ ♂
 A: 成熟卵 B: 完成精蟲 C: 次代體細胞
 D: 減數分裂中期之兩極觀 E: 減數分裂中期之側面觀
 F: 減數後(第二性母細胞)

存留於單價 univalent 之狀態,其後某者向一極,他者則另向一極,完全胡亂分去者有之,此不行接合之現象,稱為不接合 non-conjugation,此現象亦為惹起染色體數異常之原因,是蓋無待多論,如海胆之種間雜種即其一例。又費德耳勒 H. Federley 研究某種蛾之雜種而示其染色體變化之一端如上圖。(其詳可參考第五章第四節)

2. 染色體倍加現象(倍律)Polyploidy

所謂倍加者,為一組染色體作集團的增加之現象,若以 n 表示單數染色體數,則 $2n$ 為二倍數即常數,此為普通體細胞之染色體數,然體細胞中亦有 $3n$ 即三倍數,或 $4n$ 即四倍數者。又由他方面言,體細胞之染色體數,為僅單數 haploid (4) 者雖少,然亦有之。

先舉在人為管理下而發生倍加現象之二三實例言之。Oe. Lamarckiana 之 $2n$ 為 14, 然常有 $4n$ 即體細胞有 28 個染色體者,此種突然變異型,稱為 Oe. gigas (5)。格里哥里 R. P. Gregory, 1924 在櫻草 Primula sinensis 之系統栽培中,由普通之二倍數個體內,得四倍數個體二株。布勒克斯里 等亦在曼陀羅花之普通型中,偶然發見一株四倍數個體(染色體數 48)。溫克勒耳 H. Winkler 在番茄與龍葵,用接木法作成人為的四倍數個體。關於四倍數個體之成因,底佛里斯 H. de Vries 謂由未行減數之二性細胞所合體而成者,而格惹 R. R. Gates 則謂行減數後之普通性細胞,其受精後應繼續核分裂而起之細胞分裂省

略一次,即可生成,因不減數之性細胞本已甚少,欲此雌雄兩性細胞皆為 $2n$ 而相會,其機會更少,殆可謂絕無。以是四倍數個體之生成法,當以格慈所云,其可能性較多。

三倍數個體,亦有時在實驗中突然生出。布里奇斯在果蠅發見其X、第二、三、四各染色體,皆為三個之個體。斯妥浦斯 Th. J. Stomps, 底佛里斯等謂 *Oe. semi-gigas* 為由 *Oe. Lamarckiana* 生出,然此 *Oe. semi-gigas* 有21個染色體,鮮明為三倍數變異型。底摩耳 W. E. de. Mol 在夜香蘭 *Hyacinthus orientalis* 之二倍數個體栽培中,得三倍數個體,因其花較大,遂將從來之品種驅逐。三倍數個體,完全由二倍數之性細胞與單數之性細胞受精而生者。現在布勒克斯里等,在朝鮮牽牛花使四倍數個體($4n=48$)之卵細胞與二倍數個體之花粉受精,人為的育成三倍數($3n=36$)個體。

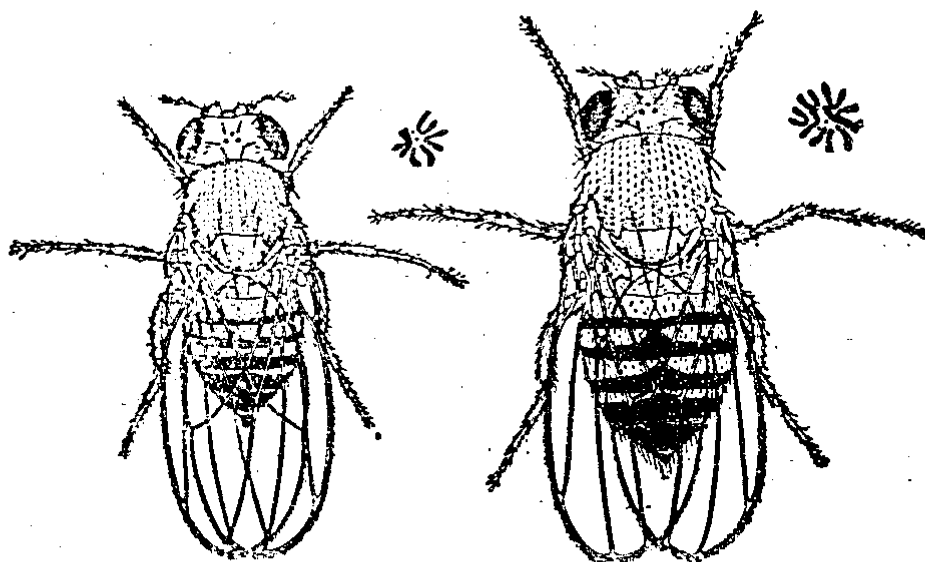


插圖102. 果蠅之正常(二倍數)雌(左)與三倍數之雌(右)(Morgan)

實驗中生出單數個體之例,如布勒克斯里在曼陀羅花發見一株單數個體,以此接木於正常二倍數植物上,能使其生存數年間,此個體之大體形態,似普通者,然只生極少數花粉(有單數染色體)。此外在煙草屬之雜種 *Nicotiana Tabacum* × *N. sylvestris* (R. E. Clausen and M. C. Mann) 及月見草之雜種 (Th. J. Stomps, R. R. Gates), 亦發見單數個體。又在牽牛花(禹),

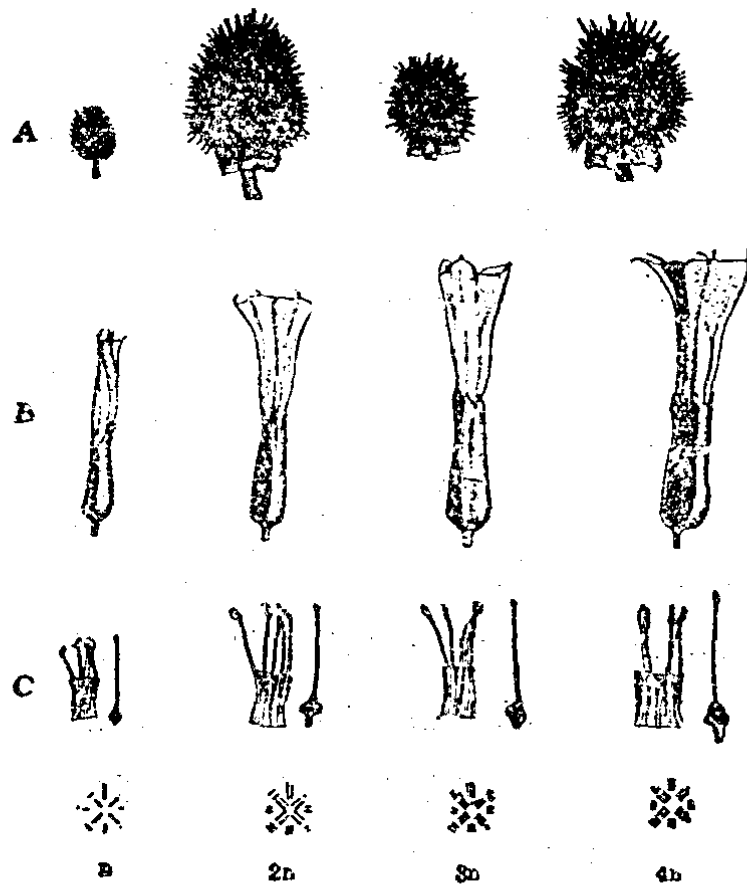


插圖103 曼陀羅花之染色體倍加與形態(Blakeslee)

- | | | |
|-----------|---------------|-------|
| A: 莖 | B: 花 | C: 雄蕊 |
| n: 單數個體 | 2n: 倍數個體(正常型) | |
| 3n: 三倍數個體 | 4n: 四倍數個體 | |

稻(中村),小麥(木原,片山)等,亦有同樣報告。至於在動物,於果蠅曾得單數個體(T. H. Morgan etc)在動物未受精卵作單性生殖而發達之個體,通常不為半數個體,而為含有正常倍數染色體。

以此等具有單數或倍加染色體之植物或動物,與正常個體比較時,則單數個體常為小形而虛弱,缺乏生殖力,而四倍數個體,則各器官皆大而成長旺盛。以是在植物品種改良上有重大意義,但在雌雄異株之植物及雌雄異體之動物,縱有一個體成為四倍數,然其系統之維持,殊非容易,蓋因四倍數個體與普通二倍數個體交雜所生之子為三倍數,三倍數個體,其各部之大小有為二倍數個體與四倍數個體之中間者,然有反較正常型為小者,而性細胞發育不完全者亦多。蓋因 $3n$ 染色體中,只有 $2n$ 在成熟分裂作正常接合而分向於兩極,然其餘之 n 個染色體,不能完全接合。故在分裂末期,不規則移行於兩極,而易使染色體組合不均衡。格慈將 *Oe. gigas* 與原始型作各部細胞大小之比較,知前者常較大,然其比例,則各部份不一致,在雌蕊細胞,其容積為四倍;柱頭則為三倍;而花粉母細胞則為一倍半。又染色體之倍加與細胞或器官之容積增大,非為必然相伴。

復次,畢可認為在自然狀態下生物進化之某時期所發生倍加之例。在馬蛔蟲 *Ascaris megaloccephala* 之體細胞,有為二染色體⁽⁶⁾者 *univalens* 與四染色體者之品種 *bivalens*,其大小

及其外觀殆無區別。

在俗稱爲豐年魚之淡水產甲殼類之一種 *Artemia salina*, 其體細胞有42染色體及有84之品種,後者爲由單性生殖作繁殖(C. Artom, 1921).

在植物此類例更多,依據底摩耳之研究,在水仙花 *Narcissus* 爲 $n=7$, 雖至 1885 年專門栽培小花之 $2n$ 型(染色體數爲 14), 然其後 $3n$ 型(21)出現,至 1889 年左右,更獲得最大形之 $4n$ 型(28)而漸次普及於世,在桑爲 $n=14$, 依據大澤所觀察 85 品種中,有 45 品種爲 $2n$ 型及 40 品種爲 $3n$ 型,而後者爲完全不稔性,在槭屬 *Acer* 有普通二倍數 ($2n=26$)及四倍數個體 ($4n=52$) (W. R. Taylor). *Hieracium* 屬之植物,由於種類不同而倍數亦異,其體細胞染色體數在 *Hieracium auricula* 爲 18, 在 *H. aurantia-*

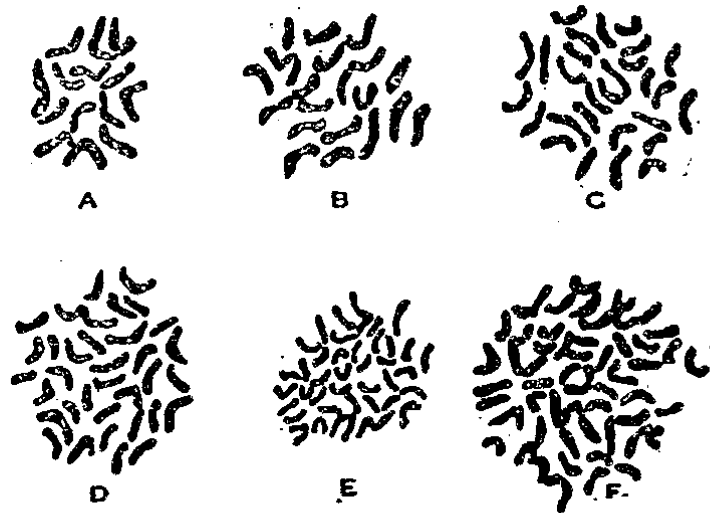
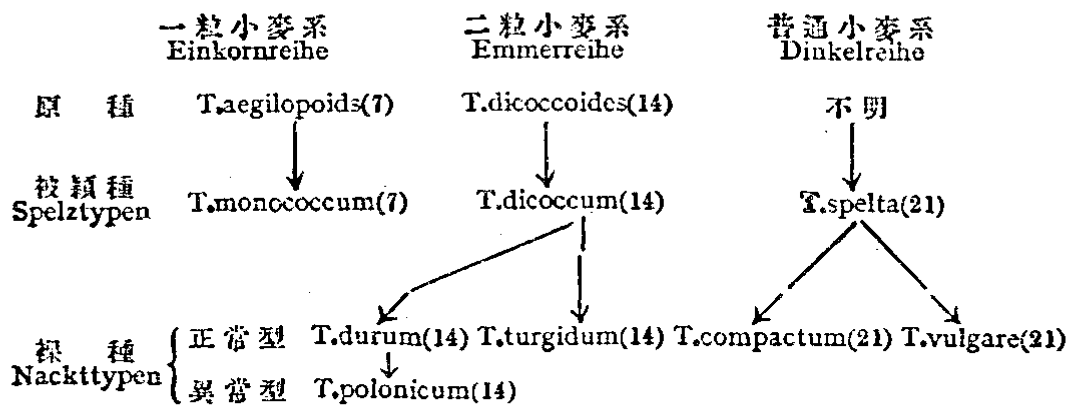


插圖 101. 玫瑰花之染色體倍律 (Täckholm)

A:二倍數 B:三倍數 C:四倍數
D:五倍數 E:六倍數 F:八倍數

cum 爲 36,而在 *H. excellens* 則爲 36 或 42 (O. Rosenberg)。依據田原之研究,在 10 品種菊花之性細胞染色體數爲 9,又二種爲 18,又二種爲 27,又一種爲 36,又二種爲 45。而此等數,皆爲 9 之倍數。又最後所舉者,相當於 10 倍數 decaploid (?)。在玫瑰之一種 *canina rose*, 其體細胞染色體數最少之品種爲 14(2n),然此外尚有 21(3n)、28(4n)、35(5n)、42(6n)、56(8n)等品種存在 (G. Täckholm)。

在小麥、大麥、燕麥、黑麥等麥類,其染色體之倍律關係,已有研究。就中在小麥,有坂村、木原、薩克斯 K. Sax, 及他學者之精細研究,獲得甚有興趣之結果。依據此等研究,小麥屬 *Triticum* 之最原始種類,其單數染色體爲七個。而現在廣泛栽培之普通小麥,其性細胞有 21 染色體,而在體細胞則有 42 即六倍數個體。茲將各系統之關係示之如次,括弧內爲性細胞染色體數。



在此等各種間之雜種,其染色體之行動,當於次項及後一章詳述之。

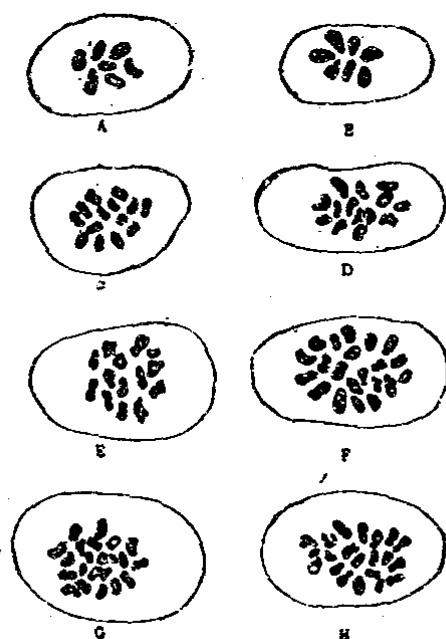


插圖 105. 小麥屬之染色體倍加(木原)
皆表示減數分裂之中期

- A: *Triticum aegilopoides boeoticum* (染色體數 7)
 B: *T. monococcum* (7) C: *T. dicoccoides* (14)
 D: *T. dicoccum* (14) E: *T. durum* (14)
 F: *T. Spelta* (21) G: *T. compactum* (21)
 H: *T. vulgare* (21)

3. 基本染色體分析 Genomanalysis

所謂基本染色體 Genom⁽⁸⁾者,為一生物生存上最小限度必要染色體之一組 Grundzahl,其數目雖相當於上述之 n (原種性細胞之染色體數),然基本染色體不僅謂數目,且關係於各染色體之本質,故染色體數雖相同者,亦不能斷定其為同一基本染色體,包含同一基本染色體之二組、三組、四組之個體,稱為同基本染色體個體 homogenomatische oder autopolyploide Organismen,而包含若干相異基本染色體者,稱為

異基本染色體個體 heterogenomatische oder allopolyploide Organismen。若甲乙二品種或種類，其基本染色體相互相等時，則稱此兩種之基本染色體為相同 homolog。所謂基本染色體檢定者，即在相互近緣之動植物，檢定其基本染色體之異同，由此可知各種之系統及因子之關係。

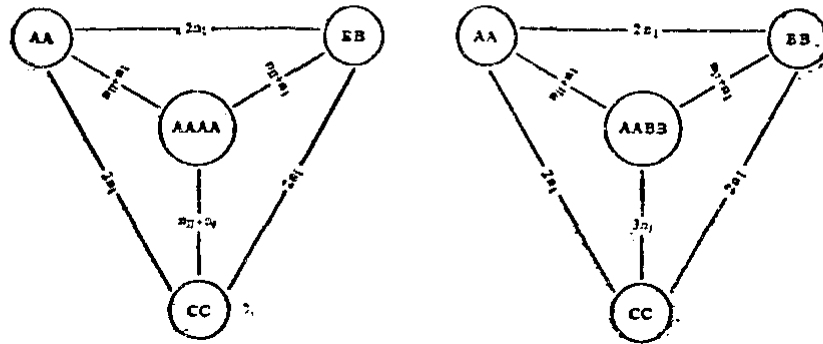


插圖 103. 基本染色體分析法模式(本原,山本,細野),

中央大圓，為將作基本染色體檢定標準之供試驗用四倍數品種，角上之三小圓，為作檢定標準之分析種， n_{II} 表示 n 個二價染色體，亦即成為接合者， n_I 表示 n 個一價染色體，即不作接合者。

左圖：在 $AAAA \times BB$ 而生 n_{II} 者，為 $AAAA$ 之染色體相互接合，又 n_I 者，為由 BB 而來之染色體， $AAAA \times CC$ 及 $AAAA \times AA$ ，結果亦同，在此情形，可知供試品種為同基本染色體之四倍，亦即同四倍數品種 Autotetraploid，但此基本染色體，抑為 A 或 B 或 C ，則僅由此成績不能判明，若此供試品種，其外觀上與 AA 近似，只其體較大而與 BB 及 CC 顯著相異則可斷定其基本染色體為 A ，當無差誤。

右圖：若供試品種只在與 CC 之交雜生出 $3n$ 個一價染色體，則可知此品種為由異基本染色體所構成者，亦即異四倍數品種 Allotetraploid，而此基本染色體，與 CC 無共通者，以是可知其為 $AABB$ 。

基本染色體分析之方法，若目的之二系統皆為二倍數個體時，則觀察其 F_1 之成熟分裂中期，若全部成為正常二價染色體 (n_{II})，則兩者之基本染色體完全相同，若完全不相

接合,而只作一價染色體($2n_1$),則可知其為異基本染色體。如此既經檢定而判明為屬於各別基本染色體之二三種生物,則可與化學分析之試藥同樣作用分析種 Analysator,而檢定未知種類之基本染色體,即未知種類為四倍數至六倍數個體之情形,理論上亦無何等差異。插圖 106,即為四倍數之未檢定種,用三種二倍數分析種以作檢定之結果,而示其模式者。

依據基本染色體檢定,而知一粒系小麥之基本染色體為 AA,二粒系為 AABB,普通系為 AABBDD。以是普通小麥為異基本染色體之倍數個體(木原)。蕓薹屬 *Brassica* 之各種植物,亦有如 AA, AABB, AACC 種種組合之基本染色體。然其各基本染色體之數目不相同, A 為 10, B 為 8, 而 C 為 9⁽⁹⁾(盛永, 笹岡)。在玫瑰及小麥,有同一基本染色體之植物,其品種雖異,而其主要形態性質則一致。以是可當作變種。然有別種基本染色體者,則可認為別一種類,例如有 AABB 基本染色體之小麥,其穗軸在各小穗之上折斷,然有 AABBDD 或 CCDD (*Aegilops cylindrica*) 之 D 基本染色體者,則皆在小穗之下折斷。

第九節之附註

(1)此不僅因相同染色體上額外多一染色體,且多承繼一染色體之花粉完全死亡,其 $2n+1$ 型只可由卵細胞傳達,亦為一原因。此點與果蠅有三個第四染色體相異,又玉蜀黍之 $2n+1$ 型,與曼陀羅花作同樣遺傳。

上述之12種突然變異型,稱爲第一次型 primary types (插圖97)。第二次型 secondary types 以下,容後文述之。

(2)可認爲最初之二個融合而爲一者。

(3)但克色耳巴哈及拍特耳生 T. A. Kiesselbach and N. E. Petersen, 1925 及後用白林 J. Belling 法,即以花粉之原有狀態染色,而將非常多數玉蜀黍品種及認爲原種之植物 teosinte, sorghum 等之花粉母細胞染色體數計之,謂全部之單數皆爲10,無一例外。

(4)亦有稱染色體爲三倍數之個體爲 triplont, 四倍數個體爲 tetraplont, 單數個體爲 haplont, 正常之二倍數個體爲 diplont 者。

(5)依據斯妥浦斯 Th. J. Stomps 之研究, *Oe. Lamarckiana* 生出 *Oe. gigas* 之頻度,爲約百萬分之九。

(6)馬蠅蟲之染色體,爲一種複合染色體,在胚子之細胞中,其應成體細胞者,各染色體橫斷分離而成多數小染色體乃至染色質粒團,然其數目,大體上爲一定。即在受精後,第一回分裂成二細胞時,其中之一細胞,有橫斷而成之多數染色體,然他一細胞則仍作原狀,有二染色體,及至第二回分裂成四細胞期時,其有原來之二染色體之細胞,則只有一個,而他三細胞,皆有多數橫斷染色體,此等現象,已由波維里 Th. Bo-veri 之研究所闡明。體細胞之小染色體數,在 *A. m. univalens* 之雄,爲 $63 \pm$ (士爲左右之意),而雌爲 $72 \pm$ (Kautsch, 1913),但其

後階尼慈 B. Geinitz, 1915 則謂♂為52而♀為60。

(7)各羣核之半徑三乘(球體積之公式為 $\frac{4}{3}\pi r^3$,因 $\frac{4}{3}\pi$ 為常數,故體積與 r^3 成比例)。若計算之,2n者為17.6-43.1,4n者為50.7,6n者為57.3,8n者為85.4,10n者為125.0等比例。此等數學之單位,為接眼顯微尺 micrometer 之一刻度,而此一刻度,相當於8/5u者(田原)。

(8)此為溫克勒耳 H. Winkler 所命名者,在一基本染色體中,相同染色體決無二根存在。

(9) B. chinensis 為AA, B. japonica 為AA, B. pekinensis 為AA, B. Rapa 為AA, B. cernua 為AABB, B. junca 為AABB, B. Napella 為AACC。

第十節 染色體與遺傳的平衡

Chromosomes and Genic Balance

在同一種或同一個體,其任何部份細胞之染色體數目,皆為相同(除去減數後之性細胞)。從來屢有對此染色體數之恆常性 constancy 倡異論者,雖近來尙未絕跡,然由精查之結果,已判明皆為無根據者,但任何法則,皆不免有若干例外,即關於染色體亦然,如在某種半翅目之昆蟲 Metapodius, 有稱為M染色體者,為額外之小染色體,其在某一細胞有二個,某細胞有一個,他一細胞無之等情形亦有之,然其有無殆不發生若何影響,此或因已成無力化之染色體(E. Wilson),似此

例外情形,作為別論。其他之關於染色體者,只須一個染色體或一斷片之存在與否,即大影響於個體之形態或生理,甚或奪去其生殖力,或使其生存不可能。是皆由於染色體亦即遺傳因子之均衡如何而定,此為近來大可注目之事件。

在此方面最明快之成績,當舉布勒克斯里 A. F. Blakeslee等在曼陀羅花 *Datura* 之研究,在此植物,其二倍數、三倍數、四倍數等個體,皆有均衡型 balanced type 與不均衡型 unbalanced type。均衡型,在大體上近似野生型,只不過數量的相異,然其中之單數個體為不稔性,又三倍數個數,在減數分裂

時,因其染色體之分配有種種,故其所生子孫變異甚著。以其形態之維持殊難。反之,四倍數個體則為比較的安定,因其特長為細胞及各器官皆較大形,故在自然界之進化或人為的品種改良上,有重要意義。

不均衡型者,比較其對應之均衡型,

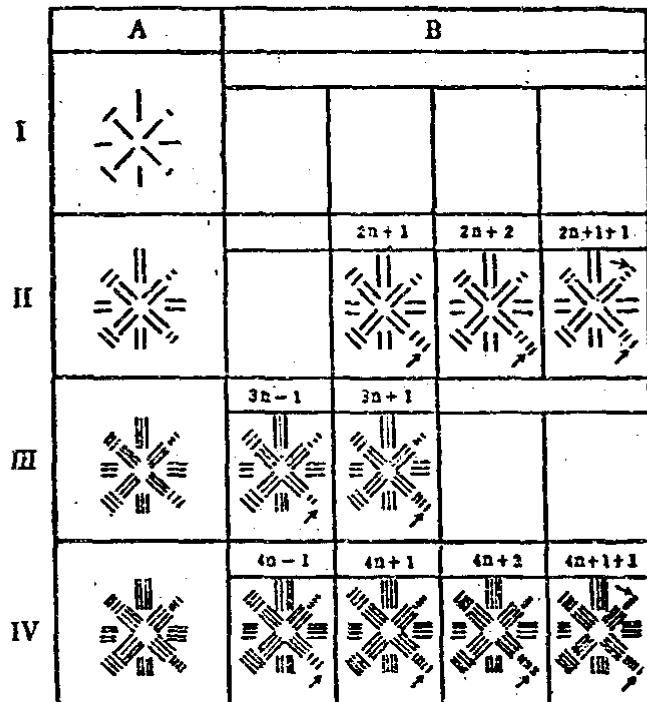


插圖 107. 朝鮮牽牛花之均衡型與不均衡型(Blakeslee)

- A: 均衡型
- B: 不均衡型(變異型)
- I: 單數個體
- II: 倍數個體(正常型)
- III: 三倍數個體
- IV: 四倍數個體

爲只某一種染色體過多或不足。其與野生型在形態上之差異，較均衡型爲甚。其原因不能不完全歸於染色體亦即遺傳因子之未能均衡。體細胞染色體數，其24與25間之差，較24與48間之差爲大一事實，即爲均衡之重要之有力證據。

由於只一個過剩染色體之種類，其形態上即生顯著差異，此即確證各染色體個性之存在。由此一個過剩染色體而生之12種一相同染色體三倍型 ($2n+1$)，稱爲第一次突然變異型 primary mutant types。又各染色體之名稱，亦即以該染色體由一過剩者而生之第一次突然變異型之名稱稱之。例如，倒數第二之小染色體有一過剩染色體時，其萌形成爲球形，於是稱此第一次變異型爲球形 Globe，而此染色體即稱爲 Globe 染色體。

正常染色體即相同染色體只有二個之情形，此二個染色體皆以同一端(基端或末端)指向同一方面而平行排列，其後中央分開而成一環，行接合及分離時，皆無若何異常。然在 $2n+1$ 型，其三個相同染色體，或爲其二個作成一環餘一個附着於其接口處，或成一直線狀，或二染色體成 V 字狀餘一者附於一端。在如此狀態接合者，當其分離，有時基部之一半與末梢部之一半相交換。因此有兩基部及兩末梢部所成之染色體生出，似此在相同染色體相互間，行非相對應部分交換，稱爲非相同部轉位交換 chromosomal interchange, segmental interchange。由此所生多一染色體即 $2n+1$ 植物，稱爲第二次

變異型 secondary types. 相同染色體,在接合期,因其為相同之端互相接着者,故在第二次型之 $2n+1$ 植物之接合,其三個相同染色體作成一環一事實,即可容易明瞭.由第二次型之重複生成之染色體,其為何種第一次變異型,可以知之.茲將曼陀羅花之第一次及第二次變異型綜括示之如次,括弧內之數字,為染色體部份之記號.

染色體 號 數	染色體之大 小及其符號	第一次變異型	略號	第二次變異型及其略號
1	最大(L)	Rolled(1,2)	Rl	Polycarpic (Py) (1.1) Sugarloaf (Sg) (2.2)
2	大(l)	Glossy(3,4)	Gs	Smooth (Sm) (3.3)
3	大(l)	Buckling(5,6)	Bk	Strawberry(St) (5.5), At (6.6)
4	中大(M)	Elongate(7,8)	El	Undulate (Un) (7.7)
5	中大(M)	Echinus(9,10)	Ec	Mutilated (Mt) (9.9), Th(10.10)
6	中大(M)	Cocklebur(11,12)	Ck	Wedge (Wd) (11.11)
7	中大(M)	Microcarpic(13,14)	Mc	? (13.13), (14.14)
8	中大(M)	Reduced(15,16)	Rd	Scalloped (Sc)
9	中小(m)	Poinsettia(17,18)	Pn	Dwarf (Df)
10	中小(m)	Spinach(19,20)	Sp	Dv (19,19)
11	小(s)	Globe(21,22)	Gl
12	最小(s)	Ilex(23,24)	Ix

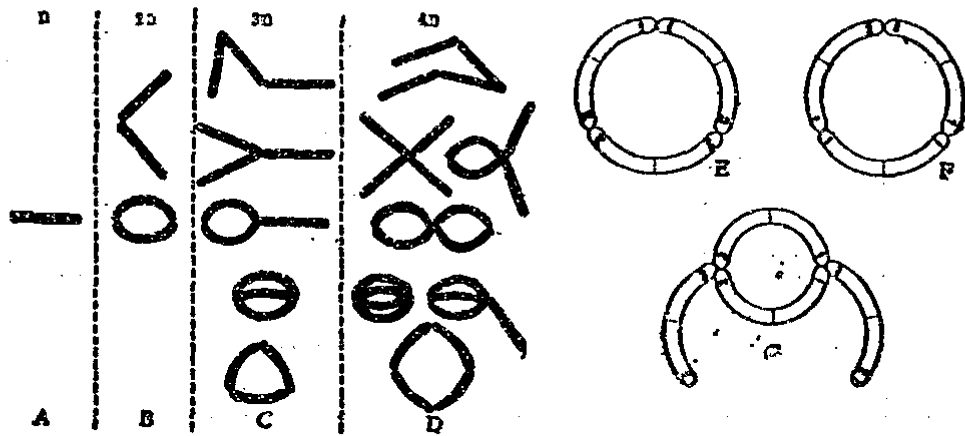


插圖108. 倍加及三相同染色體之接合(曼陀羅花)

(A-D: Belling and Blakeslee E-F: Sinnott and Dunn)

- A: 單數個體(不起接合)
- B: 倍數個體(成V狀或環狀)
- C: 三倍數個體
- D: 四倍數個體
- E, F, G: 三相同染色體之接合方式(G為同時表示以1端接合及以2端接合者)

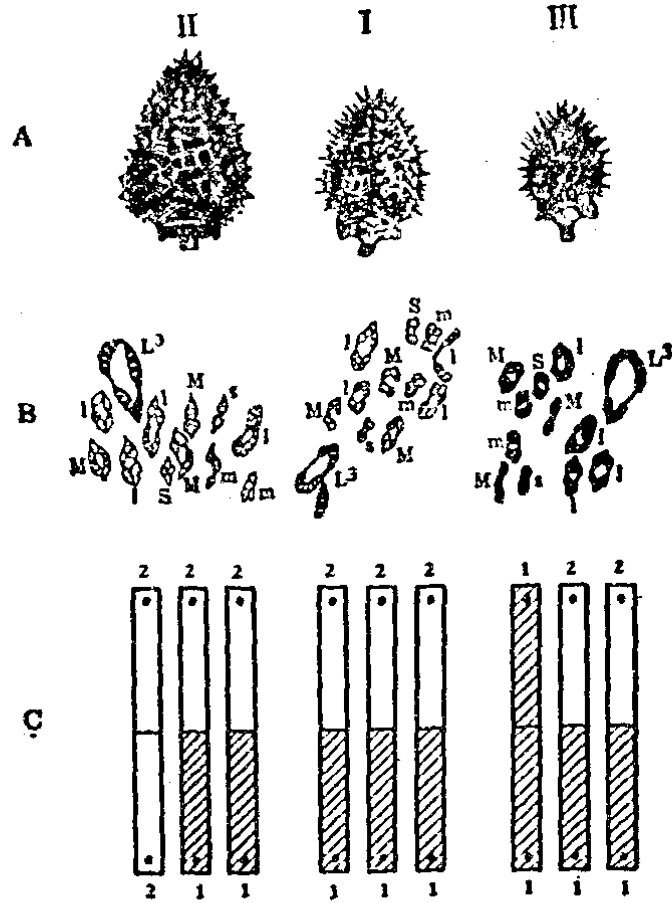


插圖109. 曼陀羅花之第一次變異型 Rolled 及其第二次變異型 (Blakeslee)

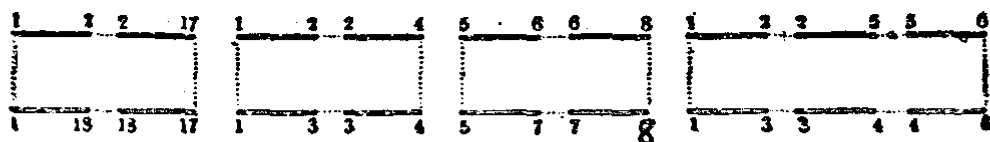
- A: 莖,
- B: 分裂中期之染色體, L, l, M, m, S, s 為染色體之六階級(依其大小及形狀),
- C: 三個染色體之部分的構造模式
- I: 第一次變異型 Rolled II: 第二次變異型之一種 Sugarloaf
- III: 第二次變異型之一種 Polycarpic

如上所述之染色體轉位交換,不僅在相同染色體之非相應部分間發生,即非相同染色體間,亦有發生者。例如Poinsettia染色體與 Rolled 染色體間,行部分交換而生 Wiry 變異

型,似此由於完全相異染色體間,相互橫斷及轉位而部份交換所生之變異型,稱為第三次變異型 tertiary mutants. 此種變異型,雖比較的為稀有,然已發見者,有15種左右。

在三倍數個體之子孫,常生出第一次型,而由正常型亦偶有生出者.由第一次型生第二次型,比較的為少.然反之,由第二次型常復歸於第一次型,此即表示第二次型較第一次型多少不安定。

凡染色體在接合期,其相同部份有相互牽引性,故第二次型或第三次型之 $2n+1$ 植物,在成熟分裂時,形成種種染色體環.由插圖 111, 可易明瞭,然如次之簡單表現(僅表示第三次型),亦已充分。



(I) Dwarf Sugarloaf (II) 有四染色體所成之二環 (III) 六染色體作成一環

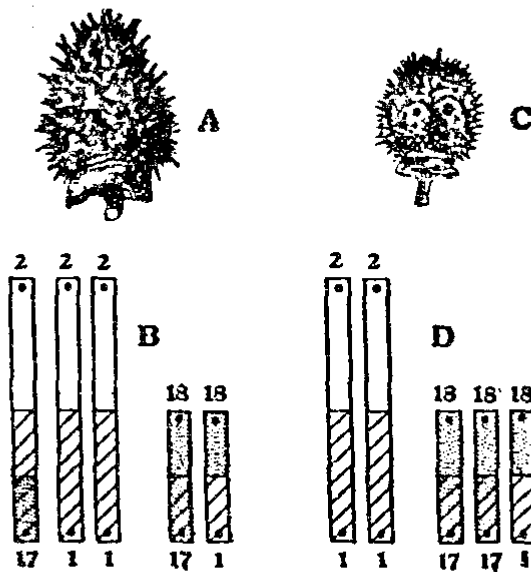


插圖 110. 曼陀椒花之第三次變異型 (Blakeslee)

- A: 第三次變異型之一種 Dwarf Sugarloaf ($2n+1$)之莖,
- B: 同上,其染色體之部份構造,
- C: 第三次變異型之一種 Wiry ($2n+1$)之莖,
- D: 同上,其染色體之部份構造,

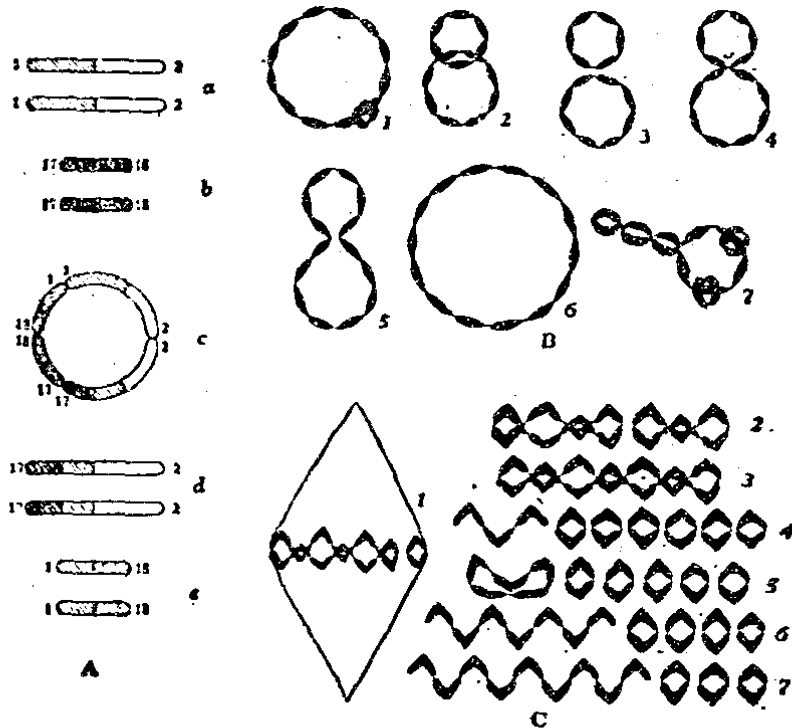


插圖111. 曼陀羅花及月見草之染色體環模式

A: 曼陀羅花(Sinnott and Dunn)

甲品種之二對染色體(a, b)與乙品種之二對染色體(d, e)及在此兩種之雜種所形成之染色體環(c)

B: 月見草之異型分裂前期(Cleland)

- 1: *Oenothera franciscana sulfurea*
- 2: *Oe. biennis*(標準型) 3,4,5: *Oe. biennis*(變異型)
- 6: *Oe. muricata* 7: *Oe. oblonga*

C: 月見草之異型分裂中期側面觀(Cleland)

- 1 表示紡錘絲部份之輪廓,其餘者略去。
- 1: *Oe. franciscana sulfurea* 2: *Oe. biennis*
- 3: *Oe. muricata* 4-7: *Oe. oblonga*

Oenothera Lamarckiana 之遺傳行動,自底佛里斯 de Vries 之研究以來,久已成爲疑問。在此植物之相互交配,只生出與親同型者,雖有變種出現,然不過極少數,但其與他種類(或品

種)交雜時,在其 F_1 , 已有種種性質分離,此表示其為遺傳的雜型,又在其異種間之雜種,種種性質之分離,亦不依從孟德爾式獨立遺傳之法則,而為若干性質之組合,生出二種、三種、或四種完全異型植物,此蓋所謂雙生雜種 twin hybrids 之現象,例如在 *Oe. muricata* 與 *Oe. Lamarckiana* 交雜,只生出 *velutina* 與 *laeta* 二型,而其他性質之組合,竟無一者,此蓋因多數因子間,有完全關聯,又在其自家交配,有非常多數不稔花粉及不稔種子之顯著特徵。

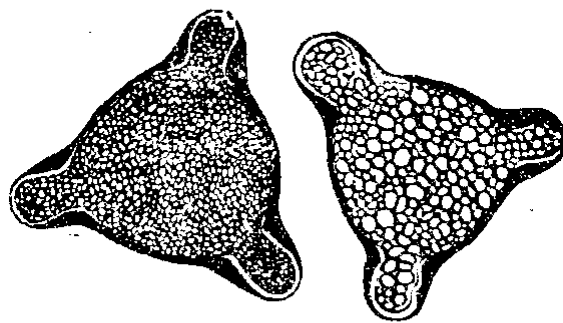


插圖 112. *Oe. muricata* 花粉之二型 (Renner)

構成 *muricata* 之二因子羣 *curvans* 與 *rigens* 入於各別花粉,此二種花粉可在顯微鏡下區別之。

左:*curvans*花粉粒(正常,其澱粉粒小而數多)

右:*rigens*花粉粒(異常大形澱粉粒而少數,且無受精力)

倫勒耳 O. Renner 在月見草之雜種作精細研究,而謂月見草屬之大多數種類,只生二種細胞,各含緊密關聯之因子羣 gene complex, 且各因子羣之種類依月見草之種類而異,例如 *Oe. Lamarckiana* 為 *gaudens* (以 *g* 表示)因子羣⁽¹⁾ 與 *velans* (以 *v* 表示)因子羣⁽²⁾ 所組成,亦即 *g·v*。故在自家受精,應生出 *g·g*

(1/4) 與 $g \cdot v(1/2)$ 與 $v \cdot v(1/4)$ 三者。然因 $g \cdot g$ 與 $v \cdot v$ 不發育而死亡，故 *Oe. Lamarckiana* 全部為 $g \cdot v$ 。在實際上，有受精後之胚珠約死亡半數一事實，已觀察得之，似此純型之 $g \cdot g$ 與 $v \cdot v$ 之死亡，如前述平衡致死因子之理論可以說明 (H. J. Muller, 1918)。茲將月見草之主要種類所含因子羣及在其種間雜種所生之型，

交雜種類名	由其交雜所生之型	
<i>muricata</i> (<i>rigens-curvans</i>)		
× <i>biennis</i> (<i>albicans-rubens</i>)	<i>rigens-rubens</i>	全部
<i>Lamarckiana</i> (<i>gaudens-velans</i>)	{ <i>velans-rubens</i> <i>gaudens-rubens</i>	(死)
× <i>biennis</i> (<i>albicans-rubens</i>)		
<i>Lamarckiana</i> (<i>gaudens-velans</i>)	{ <i>velans-curvans</i> <i>gaudens-curvans</i>	(早死)
× <i>muricata</i> (<i>rigens-curvans</i>)		
<i>biennis</i> (<i>albicans-rubens</i>)	{ <i>albicans-curvans</i> <i>rubens-curvans</i>	(早死)
× <i>muricata</i> (<i>rigens-curvans</i>)		
<i>muricata</i> (<i>rigens-curvans</i>)	{ <i>rigens-velans</i> (‘ <i>velutina</i> ’) <i>rigens-gaudens</i> (‘ <i>laeta</i> ’)	
× <i>Lamarckiana</i> (<i>gaudens-velans</i>)		
<i>biennis</i> (<i>albicans-rubens</i>)	{ <i>albicans-flavens</i> (<i>suaveolens</i>) <i>rubens-flavens</i> (‘ <i>flava</i> ’)	
× <i>suaveolens</i> (<i>albicans-flavens</i>)		
<i>suaveolens</i> (<i>albicans-flavens</i>)	{ <i>albicans-rubens</i> (<i>biennis</i>) <i>flavens-rubens</i> (‘ <i>flava</i> ’)	
× <i>biennis</i> (<i>albicans-rubens</i>)		
<i>Lamarckiana</i> (<i>gaudens-velans</i>)	{ <i>velans-flavens</i> <i>gaudens-flavens</i>	
× <i>suaveolens</i> (<i>albicans-flavens</i>)		

biennis(albicans·rubens) × Lamarckiana(gaudens·velans)	}	albicans·velans albicans·gaudens rubens·velans('fallax') rubens·gaudens (死)
suaveolens(albicans·flavens) × Lamarckiana(gaudens·velans)	}	flavens·velans flavens·gaudens albicans·velans albicans·gaudens

示之如上。

生出上述結果之原因，蓋由致死因子之作用，以致某因子羣只有卵，某因子羣只有花粉，又或某因子羣卵及花粉兩者可以生殖，例如 albicans 與 rigens 只有卵，curvans 只有花粉，rubens, flavens, gaudens, velans 則為卵與花粉皆可傳於子孫⁽³⁾。如上所述，月見草屬植物之大部分為雜型，只有少數為純型，如 *Oe. Hookeri* 為 ^bHookeri·^bHookeri⁽⁴⁾ 因子羣所組成，其與此種類中因子相異者間之交雜，即作普通孟德爾式獨立遺傳或正常之因子交叉現象。

此種特殊遺傳現象，有克勒蘭德 R. E. Cleland 之細胞學研究支持之，即在月見草屬植物之成熟分裂，數個或全部(14個)染色體，以末端相連而形成一大染色體環(插圖 66.C)。在分裂後期，構成此環之染色體，遂散落而交互者向同一極⁽⁵⁾。似此染色體僅以末端相接而未平行排列，故因子之交叉不可

能。以是多數因子作完全關聯遺傳，又相同因子羣有二者時，恐因如前述平衡致死因子之故，而生存不可能，以是所有種類，皆為二相異因子羣所成者。又如 *Oe. Hookeri* 因無平衡致死因子，故能保持純型狀態，由此點觀之，*Oe. Hookeri* 當為最原始者。其他之種類為由其分化而成，由於染色體之行動，即可證實此推察，即在 *Oe. Hookeri*，其 14 個染色體，皆各二者相接而成七小環，茲表示其狀態如次。

1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14

其他種類，為此七對染色體之不相同染色體間起轉位交換而生成者。例如 *flavens* 因子羣，可認為由於 1-2 染色體與與 3-4 染色體⁽⁶⁾間起轉位交換，而成 1-4 與 2-3 者。故其染色體為

1-4	2-3	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
-----	-----	-----	-----	------	-------	-------

在有 *flavens* 之種類如 *Oe. suaveolens* 與 *Oe. Hookeri* 交雜，其 F_1 有一稍大之環與五小環，茲示其構造如次⁽⁷⁾，

1-2—2-3	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
	()	()	()	()	()
1-4—4-3	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14

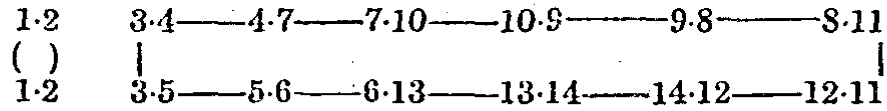
又 *Oe. Lamarckiana* 為由 *gaudens-velans* 因子羣組成已如上述，此 *gaudens* 之構造⁽⁸⁾為

1-2	3-5	4-7	8-11	9-10	6-13	12-14
-----	-----	-----	------	------	------	-------

而 *velans* 之構造為

1-2	3-4	5-6	7-10	9-8	11-12	13-14
-----	-----	-----	------	-----	-------	-------

故此二者存在於同一個體時,即應成大小二環,而可由細胞學證明。茲示其構造式如次,



在月見草之他種類,其因子羣之染色體構造,由遺傳的及細胞學的觀察,亦有分析歸納。凡含於一染色體環內之因子,皆為完全關聯之遺傳。而屬於各別染色體環者,則為獨立遺傳。例如使葉中脈變紅之因子R,與使莖之乳嘴突起變紅之因子P,在 *Oe. Hookeri* 相互間及與他因子間,為獨立遺傳。然在14個染色體全部成一環之種類,不僅此二因子為完全關聯,

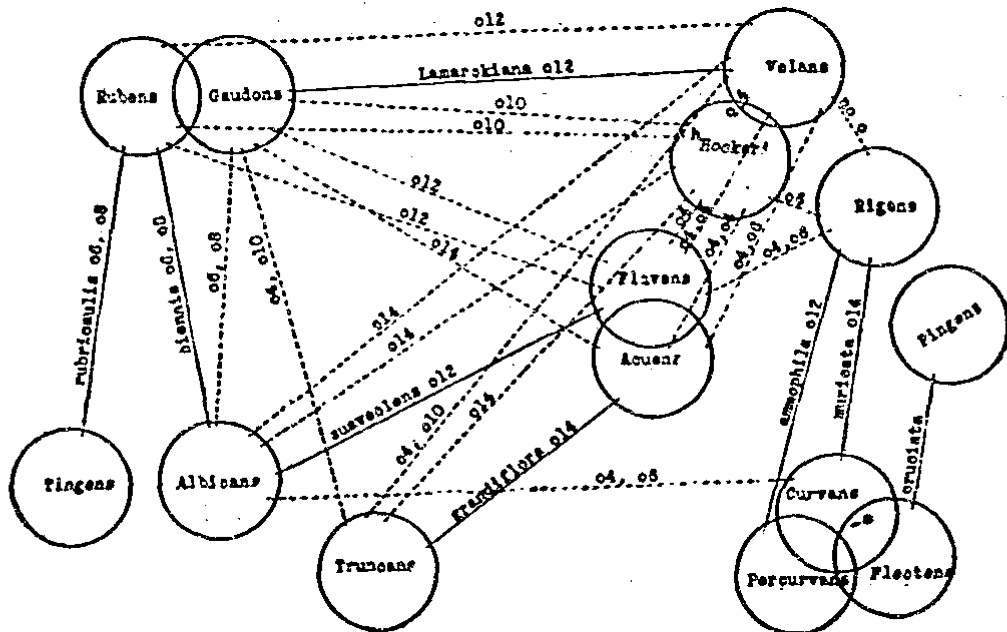


插圖 113. 月見草屬植物與因子羣及染色體環之關係(Cleland)

圖為因子羣連格二圖之實線,為已命名之種類,虛線者,為雖已由細胞學的研究然尙未命名之種類,在一甚小圓後之數字,為構成染色體環之染色體數,例如 04, 06, 為有四染色體之環與六染色體之環之意義。

而其他之所有因子,亦皆為完全關聯。但在 *Oe. Lamarckiana*, R 與 P 為獨立遺傳,然 P 與其他大多數因子,則為完全關聯。由此推之, R 當位於上記號數之 1·2 染色體,而 P 則在 3·4 染色體。同樣研究,則各種月見草屬植物及其種間雜種之因子羣,與由細胞學所觀察得之染色體環數目及構成各環之染色體數間之關係,可以知之。

自然存在之染色體轉位交換之例,如上所述,為限於植物者。然近來在動物,亦實驗的發見相似之例。斯塔特萬特及朶布冉斯基 A. H. Sturtevant and T. Dobzhansky, 1931, 在經 X 線照射之果蠅之子孫,發見數頭為第二染色體因子與第三

染色體因子作關聯遺傳者。由精細檢定交叉之結果,知其為由第二與第三兩染色體,殆為中央部截斷而轉位交換者。但非如朝鮮牽牛花及月見草之形成染色體環,而為如插圖 114 之平行接合者,由於細胞學的證明可以知之。具此異常染色體而其中所含多數因子為雜型之雌,若與具正常染色體而其中皆為劣性因子之雄相交雜,則其次代為正常個體與染色體構造異常之個體約各半數,有如豫期。與此相似之轉位

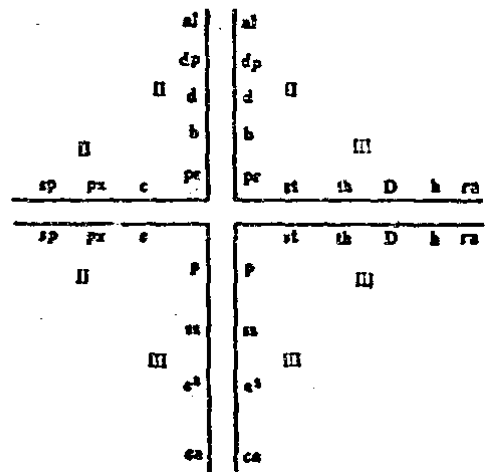


插圖 114. 果蠅之染色體轉位交換 (Sturtevant and Dobzhansky)

II: 第二染色體之部分
 III: 第三染色體之部分
 其他文字皆為因子符號

交換,苦拍耳及布林克D. C. Cooper and R. A. Brink亦嘗於玉蜀黍發見。

第十節之附註

(1) *gaudens* 者,芽爲綠色,莖無斑點,葉脈爲白色,葉之闊度大,葉座有紅斑等因子之一羣。

(2) *velans* 者,爲芽有紅斑條,莖生斑點,葉脈爲白色,葉形細長,葉座無紅斑等因子之一羣。

(3) 多少有例外。單由卵傳達者,爲使其因子羣發達起見,某種細胞質之存在,當爲必要。又單由花粉傳達者,在其發達上,某種細胞質之存在,或爲有害。

(4) ^b*Hookeri* 爲 haplo-*Hookeri* 之意。

(5) 曼陀羅花亦與此同。

(6) 染色體之號數,在月見草多少爲任意的,因非如朝鮮牽牛花,可由其大小而識別。

(7) 形成一環之染色體,爲以相同號數之端接着者,因此前述之構造式,變其順序者,當然有之。

(8) 對於 *gaudens* 之構造式,尙可有他種,然其決定,則有待於將來之研究。

第三章 原形質與遺傳

以前所述各種情形,只用含於細胞核之染色體中之遺傳因子所發生之作用,即可說明者。但因子作用之發現,細胞原形質之協力,是為必要。有時細胞質之影響,甚為顯著。以是一見有如不依從孟德爾式遺傳者亦有之。然此等由於原形質影響之情形,雖與普通遺傳應判然區別,但 Mendelism 之銳則,毫不以此而動搖其根據⁽¹⁾。

第一節 母性遺傳

Maternal Inheritance

家蠶之卵色,正常為暗紫褐色以至紫藤色⁽²⁾。然由於品種不同而有褐色、綠色、橙色、灰色、白色⁽²⁾等種種,正常色對褐色為優性,又正常雌與褐卵系雄相交雜,其 F_1 為正常,而其 F_2 亦為正常,至 F_3 乃分離,然此卵色之分離,在同一蛾所產之卵間,決不發生,而為某一蛾只產藤色卵,他一蛾只產褐色卵,此二種蛾之比例,為 3:1。

若為上述之反對交雜,即褐卵系雌與藤色卵系雄相交雜,則其 F_1 全為褐卵, F_2 為藤色卵,至 F_3 即與上述作同樣分離,此種遺傳現象,稱為母性遺傳⁽³⁾ (外山, 1913)。此母性遺傳之表面特徵,有如次述。

a. F_1 常與母親現同一表型(但只限於純粹種相互間之

- F₁ 之情形).
- b. 無論正反交雜,其 F₂ 只出現優性.
 - c. 至 F₃ 乃起分離,然同一個體所產之卵,無相異之色,而為各別個體所產之卵間,有優性及劣性之分離出現.

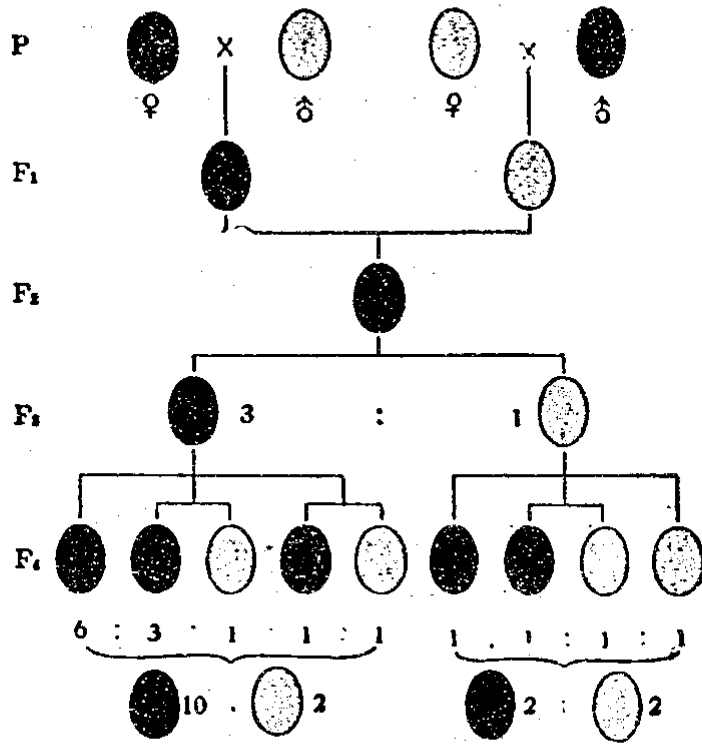


插圖 115. 母性遺傳模式(田中原圖)
 黑者為藍色卵, 淡者為褐色卵,
 F₄ 所生二種卵之總計為 12:4, 亦即 3:1.

所謂紫色或褐色者,為卵之漿液膜內所生之色素.因漿液膜為受精後所生之部份,故若在普通情形,此 F₁ 應現優性,而此 F₂ 在同一蛾產卵中,應為優性與劣性作 3:1 分離,然實際上,則為上述之情形者,要皆由於因子作用遞遲一代發現.

若謂 F_2 之分離比何由得如普通遺傳作同樣3:1,可說明如次,設以 br 表示褐色因子,以 Br 表示藤色因子,則 F_2 之卵雖皆為藤色,而由此卵所孵化之蠶,其因子構造,與普通之 F_2 同樣有 $BrBr$, $Brbr$, $brbr$ 三種,而其比例為 1:2:1. 因其雌雄皆為同樣,故其交配所生之 F_3 , 解此 $(1BrBr + 2Brbr + 1brbr)^2$ 式即可得之,然於此最須注意者,即在母性遺傳之情形,子肖其母者,只限於上述純粹正常型與純粹褐色型之交雜 F_1 . 至於其後代,則決不適用,例如在 F_2 , 不論其親為褐色或藤色卵,皆必為藤色卵,而在 F_3 , 雖其親 F_2 皆為藤色卵,然某蛾產褐色卵,某蛾產藤色卵,觀於此即可明瞭,故母性遺傳之一般通用原則,不在子出現同母表型,而在子之表型受母之因子型所支配,由 $brbr$ ♀ × $BrBr$ ♂ 之 F_1 , $Brbr$ 卵為褐色,即可明瞭,又 F_2 之 $brbr$ 為藤色者,因母親為 $Brbr$, 以是當然認其為受母之因子型所支配,因其如此,故在同一蛾之產卵中,無二色相混,亦可理解。

依據此理論而觀次表,則 F_3 之分離比何以成3:1,當能

F_2		F_3		
♀	♂	因子型	表型	數 比
1BrBr	1BrBr	1BrBr	藤色	1 2 1 12
	2Brbr	1BrBr + 1Brbr	藤色	
	1brbr	1Brbr	藤色	
2Brbr	1BrBr	1BrBr + 1Brbr	藤色	2 4 2
	2Brbr	1BrBr + 2Brbr + 1brbr	藤色	
	1brbr	1Brbr + 1brbr	藤色	
1brbr	1BrBr	1Brbr	褐色	1 2 1 4
	2Brbr	1Brbr + 1brbr	褐色	
	1brbr	1brbr	褐色	

明瞭。

由此觀之, F_2 之藤色者中, br 爲純型者, 尙有 $1/6$, 而褐色者中含有優性之 $Brbr$, 尙有一半, 故在 F_2 分離出之褐色卵, 其次代有生出藤色卵者, 而 F_2 之藤色卵所孵出之蠶, 其 F_3 有僅生褐色卵者, 以是似與普通之優劣關係顯明相異, 然若用子之表型受母之因子型所支配一原則解釋之, 則無何等困難。

在蠶之卵色中, 作母性遺傳者, 爲褐色卵、白色卵等(對藤色卵)。然褐卵與白卵, 皆另有作普通遺傳之系統, 似此表型相似而因子完全相異之情形, 因爲常有, 而不可謂爲不可解, 宇田(1923)所報告褐卵之遺傳, 與上述母性遺傳雖有大異之點, 然不能否定外山及著者所觀察得之母性遺傳事實, 自勿待論, 宇田之情形, 若假定二種褐卵因子之存在, 則可說明至某種程度(田中, 1924)。

蠶之化性⁽⁴⁾, 亦爲母性遺傳, 蓋一化性對二化性(外山), 二化性對四化性(渡邊, 1918)及一化性對四化性(渡邊, 1919)爲優性, 其任何交雜之分離比, 因皆爲3:1, 故此三種化性因子, 鮮明爲複對因子, 然爲異化性間之 F_1 , 表現與母親同一化性, F_2 則現優性, 至 F_3 乃起分離。

海胆及其他種間雜種, F_1 出現徧母的性質者, 與上述母性遺傳, 其意義大異, 故不具論, 可認爲真正母性遺傳之實例, 在蠶以外之數種生物, 亦有發見, 其在動物, 斯塔特萬特 A

H. Sturtevant, 1923 指出波伊可特及戴維耳 A. E. Boycott and C. Diver 在綠桑螺 *Limnaea(Lymnaea)peregra* 之研究,此螺殼之右旋與左旋為母性遺傳。此螺為雌雄同體,自家受精及他家受精皆行之。在母體育囊內之子螺除如後述之例外情形者外,常為同一方向旋曲者。又右旋之母體內為皆左旋子螺者有之,而左旋之母體內全為右旋子螺者亦有之。右旋對左旋為優性,然旋曲方向不同之個體間,似不行交尾。然若謂雜型個體何由生成,則因有如在蝸牛常見之情形,綠桑螺之右旋品種中有例外的生出一左旋者。此即可與因子的左旋者相交尾。元來,螺殼旋曲方向之左右,在胚子發育之初期,其受精卵行第一回或第二回分裂時即已決定。此恰與蠶卵漿液膜形成時期相當。

勒德費耳德女士 Helen Redfield, 1926 在果蠅發見作母性遺傳之致死因子,此因子對正常為劣性,位於第二染色體,雖由父及母皆可遺傳,然其作用只在雌者發現。因在卵中已使雌胚子大部份死亡,故成蟲之平均雌雄率,為對於雌 1 而為雄 5.5 左右。此因子為母性遺傳者,或因卵在未出母體前,已受母染色體構成(因子型)之影響。又只在雌有致死作用者,或因上述母體之影響,因 Y 染色體之存在而打消。

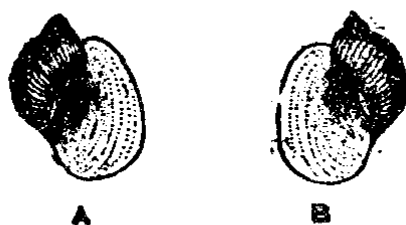


插圖116. 右旋與左旋之綠桑螺(原圖)
A:右旋 B:左旋

復次在植物,寺尾(1918)謂大豆 *Soja max* (*Glycine hispida*) 之子葉作母性遺傳。然其內容,與外山所述之母性遺傳完全各別。此不外爲後述細胞質遺傳之一例。但其後伍德渥耳斯 C. M. Woodworth, 1921 謂大豆之子葉色⁽⁵⁾爲普通遺傳,只不過有二個黃色同義因子,及此同義因子之一與使種皮⁽⁵⁾爲綠色之因子作完全關聯而已⁽⁶⁾。

母性遺傳一語,從來常有誤解及濫用者。例如一部份學者,堅持此非若何特殊遺傳形式。誠然,此固爲依據孟德爾式遺傳者,無待多論,然若謂母性遺傳一名詞所表示之特殊遺傳現象爲不存在,則謬也。又一部份學者,以母性遺傳一名詞適用於與上述顯著相異之情形,例如安德耳生 E. G. Anderson, 1923 在玉蜀黍之葉,其淡綠色只由母一方面遺傳,而卽稱之爲母性遺傳,卽其例也。

復次,關於母性遺傳之原因,外山(1912)根據底佛里斯 H. de Vries 之汎生說,而謂由卵核所生之母體汎生子 Pangen, 在受精前已出生卵原形質內,故其後雖有精蟲侵入,父系之影響亦不出現。其次,著者(1919)之想像爲褐色之發現,必須有某基礎物質及有此作用之遺傳因子共同協力。在胚子發生初期只出現母系之卵色者,因此基礎物質,只含於細胞質中,而精蟲殆不伴有細胞質故也。但此基礎物質,在個體發生之後期,卽由遺傳因子之作用而於細胞質內形成。其後,渡邊(1924)用抑制質一名詞以代上述之基礎物質而試作同樣說明。又

宇田 (1923) 認爲凡因子作用之發現,須有一定之發動時間 time of action。其特別遲者,即爲母性遺傳,然以上諸說,皆爲大同小異者,母性遺傳之根本解釋,尙有不透澈之憾,以是其解決不能不待之於將來。

尙有擬母性遺傳者,於此須述一言。若以產灰白色卵系統之雌蠶與正常雄相交雜,則此蛾受精而產之卵全爲灰白卵。其次代亦然,再次一代雖產灰白卵之蛾與產正常卵之蛾爲3:1之比,然同一蛾決無生兩種卵者。又正常雌與灰白卵系雄相交雜,此雌蛾所生之卵全部爲正常。其次代爲灰白卵。再次一代則與上述情形作同樣分離。一見此與前述之母性遺傳相似,然其實完全相異。灰白色卵,爲卵殼不透明而作乳白色者。因卵殼爲受精前母體卵管內之包卵細胞所形成者,故謂爲母體之一部,亦無妨礙。換言之,因卵內之胚子爲 F_1 時,其卵殼尙爲 P 代,胚子爲 F_2 時,卵殼爲 F_1 代,胚子爲 F_2 時,卵殼爲 F_2 代。故若置此思想於念中,即可明瞭灰白色卵之遺傳,不過普通之簡單孟德爾式遺傳而已。同此理由,可適用於蠶之紡錘形卵與正常卵(橢圓形),卵膠着性之有無及產下當時卵色之濃黃與淡黃(卵黃之色)等之遺傳。植物種皮之色及斑紋之遺傳,亦全然與此相同。孟德爾在豌豆已正確解釋其關係,以是雖無特別設定擬母體遺傳一名稱之必要,然在蠶,有同一卵色而爲真母性遺傳及非然者。外山亦嘗將此兩者在母性遺傳一名詞下討論⁽⁷⁾,故在便宜上可有此

名詞。

第一節之附註

(1)有人主張只須細胞質之影響由親及於子,即認為遺傳,而稱之為非孟德爾式遺傳。若依據此說,則母體對於胎兒之直接影響,及在相互交雜之 F₁ 由於卵黃量之多少而使幼動物體之大小有差異者,亦不能不謂為遺傳。然此確為不合理者。

(2)指越年卵色者,產下當時皆為白色至黃色。

(3)亦稱為母親遺傳。母性遺傳一語與英文之 maternal inheritance 一語,皆為不甚妥當之名詞。苛倫斯在所謂 *Nachwirkungserscheinungen des mütterlichen Genoms* 中,舉有植物之例,而未包含有如蠶之情形者。著者思做此作成一名詞‘母體因子之後作用’ after effect of maternal genes, 以代‘母性遺傳’ maternal inheritance。

(4)謂一年中孵化之回數。一化性者一年一回,二化性者一年二回,四化性者一年四回。多化性者一年五回以上。

(5)在子葉,黃色對於綠色為優性,而在種皮,則綠色對黃色為優性。

(6)其後寺尾及中富(1929)觀察得支配種子子葉與幼苗子葉與種皮之色(黃或綠),有二對孟德爾性因子及存在於細胞質中之黃變性與不黃變性葉綠體。

(7)外山雖將真母性遺傳與擬母性遺傳在同一項下討

論,然此兩者之遺傳學的差別,則各別加以正確解釋。

第二節 直接感應與副直接感應

Xenia and Metaxenia

在說明直接感應及副直接感應之現象以前,有稍將高等植物之性細胞敘述之必要。元來植物之性細胞形成,殊較動物為複雜。且下等植物與高等植物間,顯著相異。然在被子植物(1),不論其為雌雄同花 hermaphrodite, 或雌雄同株

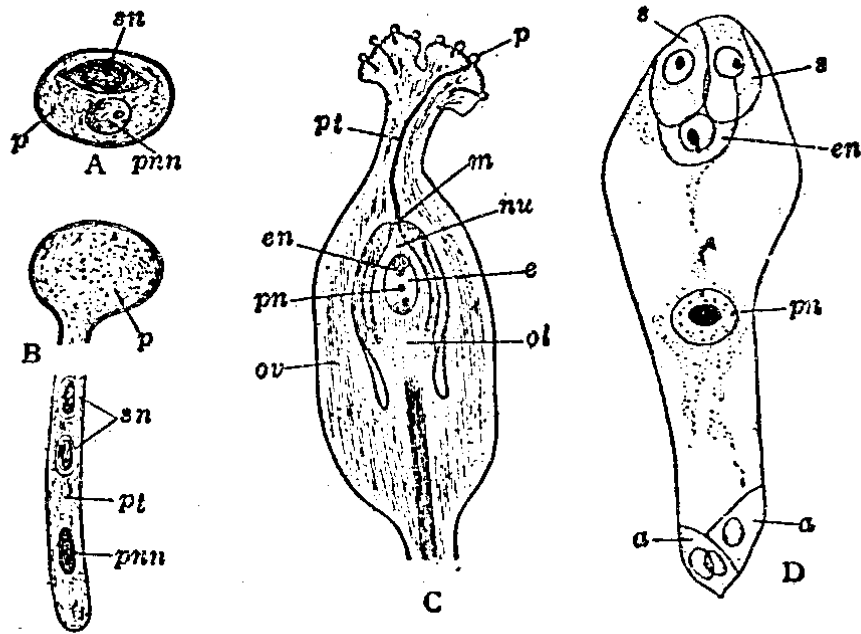


插圖 117. 被子植物之花粉與胚囊

A: 花粉(Claussen)

B: 花粉發芽(Claussen)

C: 雌蕊縱斷面(Strasburger)

D: 胚囊(酸枚)(小野)

a: 反足細胞

e: 胚囊

en: 卵核

m: 珠孔

nu: 珠心

ol: 胚珠

ov: 子房

p: 花粉

pn: 極核

pnn: 花粉營養核 pt: 花粉管

s: 助細胞

sn: 雄核(雄性細胞)

monoecious, 或雌雄異株 dioecious, 只須其營有性生殖, 則有雌雄兩性器官, 而由受精以至新植物形成, 無所差別。雄性器官之雄蕊 anther, 若由系統植物學言之, 為相當於雄孢子囊 microsporangium 者, 由其中先生出花粉母細胞 pollen-mother-cell, 由此再生出花粉時, 已起減數分裂。故完成之花粉, 有單數染色體。此恰有如雄性細胞, 故在方便上常以此稱之, 然其實際, 則應稱為小孢子體 microspore。此物附着於雌蕊之柱頭時即發芽, 而其內容先裂為二, 其一更分為二而成三細胞(在下等植物為多數)。此時代為雄配偶體 microgametophyte。由染色體觀之, 此不過為等分裂。此三細胞中, 其一為營養細胞, 他二者乃為真正雄性細胞, 即所謂精核 male gamete; Spermazellen。此乃侵入雌之胚囊內者。

雌性器官之主要部份為雌蕊, 在此雌蕊之基部有子房 ovary。此子房中有一個或一個以上之胚珠 ovule。胚珠之中心有珠心 nucellus。珠心之中心乃為胚囊 embryo sac。胚珠相當於雌孢子囊 macrosporangium, 而胚囊為雌配偶體 macrogametophyte 而相當於雄性器官之花粉。所謂胚囊母細胞 embryo-sac-mother-cell, 最初為單一細胞。其行二回分裂而形成四分體 tetrad 時, 染色體即行減數。此四分體為一直線縱列四細胞所成。只其最內方一細胞, 發達成為大孢子體 macrospore, 而其他三細胞皆退化。大孢子體最發達, 其核行三回分裂而生八核: 其中二者, 位於近珠孔 micropyle 處, 稱為助細胞

(助胎細胞) Synergidae; 其一為卵核, 在接近於助細胞之內方; 又三者偏在於反對一極, 稱為反足細胞 antipodal cells; 餘二者位於中央, 稱為極核 pole nuclei 或胚乳核。

上述之花粉管, 伸長達於珠孔時, 其二精核即脫出花粉管而入於胚囊, 其一與卵核合體形成胚子, 他一者則與二極核相合而形成胚乳 endosperm。此現象, 稱為雙受精 double fertilization。

似此在被子植物, 因雄核之一參與胚乳之形成, 故本應認為母體一部之胚乳, 其受父親之影響可以直接發現, 特別如玉蜀黍等種皮甚薄而透明者, 尤為顯明。如此現象, 稱為直接感應 Xenia。又在胚子及胚乳以外之組織, 亦有受花粉之直接影響者, 稱為副直接感應 Metaxenia。

例如澱粉玉蜀黍, 有 Su 因子, 其種子之表面為緊張而滑澤, 又糖分玉蜀黍, 有 su 因子, 其種子之表面為萎縮而擠皺, 一見即可區別。若以糖分性之花粉施於澱粉性之雌花, 則所生種子之胚子為 Su su, 而胚乳則由於雙受精之故, 其因子構造

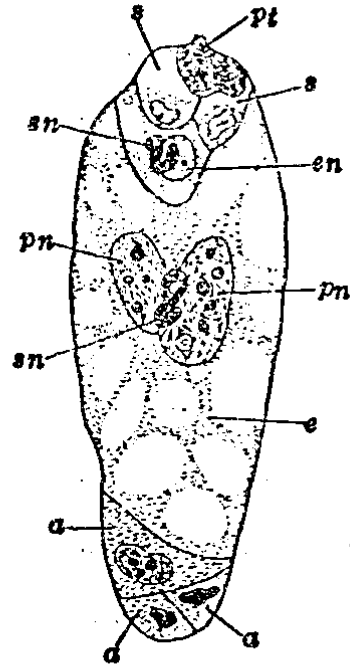


插圖118. 被子植物之雙受精 (Guignard)

- | | |
|------------|----------|
| a: 三個反足細胞 | e: 胚囊 |
| en: 卵核 | pn: 二個極核 |
| pt: 花粉管之末端 | s: 二個助細胞 |
| sn: 二個雄性核 | |

應為 $Su Su su$ 。因澱粉性對於糖分性為優性，故種子之表面為光滑。又若在反對交雜，則胚子雖仍為 $Su su$ ，而胚乳則為 $Su su su$ ，然 Su 對於二個 su 亦為優性，故種子現澱粉性。此雄親之影響，因直接現於表面，故為直接感應現象，然播此種子而生 F_1 植物，此植物所生之種子即相當於 F_2 ，為澱粉性與糖分性作 3:1 之比而混合同存於一穗中，此與普通孟德爾式單因子遺傳，無若何差異。

關於玉蜀黍胚乳之諸性質，雖大部份有直接感應現象，然亦有不然者。例如角質玉蜀黍 flint corn 之胚乳，大部分為堅硬角質澱粉所成，不過其中心有少量軟澱粉而已。所謂粉質玉蜀黍 flour corn 者，胚乳之大部份為粉狀軟澱粉，只其周圍被有薄角質層。前者對於後者為優性，然只在角質 (F) 與粉質 (f) 為一對一之情形。若 $1F$ 對 $2f$ ，則為劣性。以是用粉質花粉施於角質雌花，其所生種子之胚乳為 FFf ，自然現角質。然以角質花粉施於粉質雌花，則其所生種子為 ffF ，而出現粉質。如此情形，花粉之影響，不於胚乳發現，故無直接感應現象，然胚子為普通之 Ff ，故在 F_1 植物，其雌花之極核或為 FF ，或為 ff ，因由花粉而來之精核或為 F 或為 f ，故由 F_1 植物自家受精所生種子之胚乳，有 FFF 、 FFf 、 ffF 、 fff 四種因子構造，而前二者成角質，後二者成粉質。兩表型比為 1:1。具有 FFF 及 fff 胚乳之種子，因其為純型，故次代無分離。然具有 FFf 及 ffF 胚乳之種子，其胚子為 Ff ，故與上述作同樣分離。

又玉蜀黍種子之性質,有由其他原因而不發生直接感應現象者。例如在小豆色(優性)種子之品種與普通白色(劣性)種子之品種相交雜,無論何者為雄親,皆無直接感應。此蓋因小豆色非為胚乳之色而為種皮之色,以其全然屬於母體組織,其形成毫不與精核相干。

稻之粳性與糯性,為胚乳之性質。因粳對糯為優性,故在糯♀ × 粳♂之交雜,有直接感應發生。

與雄核無關之組織而受雄親性質之影響者,斯溫格耳 W. T. Swingle, 1928 稱之為副直接感應 Metaxenia。斯氏在棗形椰子 date-palm 之一品種名 Deglect Noor 者,在其同一房之雌花施以種種品種之花粉,而得所生果實之大小,種子之長度及成熟期等,皆大相差異。勒白耳 B. R. Nebel, 1930, 1932 在蘋果同一株 Fameuse 種之雌蕊,施以 McIntosh 種及 Yellow Bellflower 種之花粉,而觀察得果實之形狀及顏色皆有雄親之影響。又將 McIntosh 種之花去勢(除去雄蕊)而隔以紙袋,並施以 Yellow Bellflower 種及 Red Astrachan 種之花粉,此二種果實間,其大小、重量及酸度等,有較顯著之差異。

此外,安田及北村觀察得茄科植物之成熟果實,有紅色者與紫黑色者,其雜種之果肉及果汁,作中間色。哈利生 G. J. Harrison, 1931 在棉之纖維長度,又野口(1931)在柿之甘澀性及果型,皆謂觀察得可認為副直接感應之事實。

直接感應之成因,由於雙受精可以明快說明。然在副直

接感應，則尙無明白解釋。故一部份學者，對副直接感應之事實，表示懷疑。肯定其存在者之諸人中，斯溫格耳謂由於胚子或胚乳所分泌有如內分泌狀物質之作用，又可斯妥夫 Kostoff 謂或由於胚子與母體間發生不調和。

第二節之附註

(1)對於下等植物，當於後章述之。

第三節 細胞質遺傳

Cytoplasmic Inheritance, Plastid Inheritance

以上所述之所有情形，雖有一見與普通之孟德爾式遺傳相異者，然其因子之分離方式，則一步未出孟德爾式遺傳之法則。但此後將敘述之事項，則頗異其趣。若此現象亦包括入遺傳之範圍，即可稱為非孟德爾式遺傳。

在此方面最有名者，為苛倫斯 C. Correns 所研究之斑葉紫茉莉 *Mirabilis Jalapa albomaculata*。在此植物之同一株，有全綠葉、全白葉⁽¹⁾及斑葉⁽²⁾。由枝不同而相異。由全綠枝所開花之自家受精而採種者，其發芽後之植物，皆為全綠。又若由全白枝採種者，其次代皆為全白苗。全白植物不能生存。然全綠植物，只須不與斑葉植物相交雜，則無論若干代，皆為全綠。然有斑葉之枝所開花自家受精而採種者，其次代與親同樣生斑葉、全綠葉及全白葉之植物。更若將全綠、全白、斑葉三部分之花間行交雜，則其次代不僅完全似其母親，且至其後代，

亦不分離,例如以全白部之花粉施於全綠部之雌蕊,其 F_1 爲全綠, F_2 以後亦爲全綠。又若以全綠枝之花粉施於全白部之雌蕊,其 F_1 爲全白而枯死。又若斑葉♀ \times 全綠♂之 F_1 ,爲斑葉,全綠及全白。而全綠♀ \times 斑葉♂之 F_1 爲全綠。即 F_2 以後亦與 F_1 同型。要之,只須關於斑葉之有無,其斑葉♀ \times 全綠♂與斑葉之自家受精相同,而全綠♀ \times 斑葉♂亦與全綠之自家受精無異。

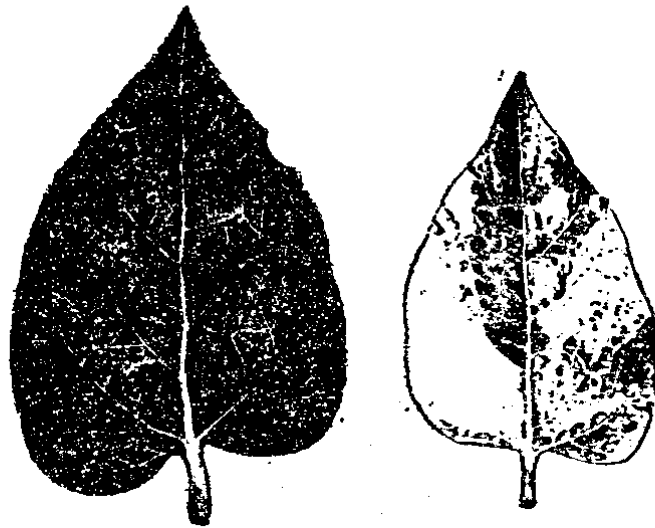


插圖 119. 紫茉莉之葉與斑葉(Correns)

左: 綠葉

右: 斑葉(綠色有濃淡)

與此爲同樣現象者,在斑草金魚葉 *Antirrhinum majas albomaculata* 與普通型間,又縞稻即稻葉上有濃綠淡綠白色等縱條紋者與普通全綠葉間觀察得之。即正常♀ \times 縞稻♂之子孫皆爲正常,而縞稻♀ \times 正常♂之子孫皆爲縞稻。



插圖120. 縞稻(池野)

A, B, C:表示種種程度之色及闊
度之縱條紋。

黑者為綠色,其他為淡綠至白色,表示父方之縞性不傳於其子。

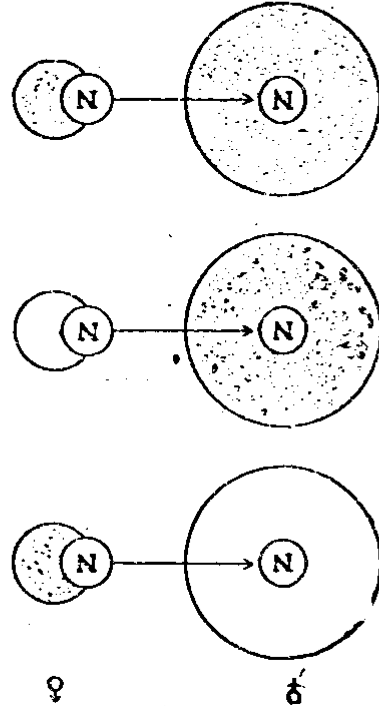


插圖121. 縞稻之遺傳模式(由池野改作)

N:核
上:正常♀ × 縞♂
中:縞♀ × 正常♂ 下:縞♀ × 縞♂

如上所述之斑葉性,若認為與核內之遺傳因子無關,蓋起因於細胞質內所含葉綠體 chloroplastids 之異常者,即可說明。即葉綠體含於卵細胞內者,因雄性細胞殆只有核而不伴有細胞質,故雄親之葉綠體,無法傳於次代,因之葉綠體之正常或異常,完全受母體之支配。即至於其後代,當然不分離(3)。

然植物斑葉之遺傳,不可謂皆與紫茉莉及稻之斑葉同樣。由植物之種類不同,而亦有大異其趣者。在保爾 E. Baur 所研究之天竺葵 *Pelargonium zonale*, 即其一例。此植物同一株

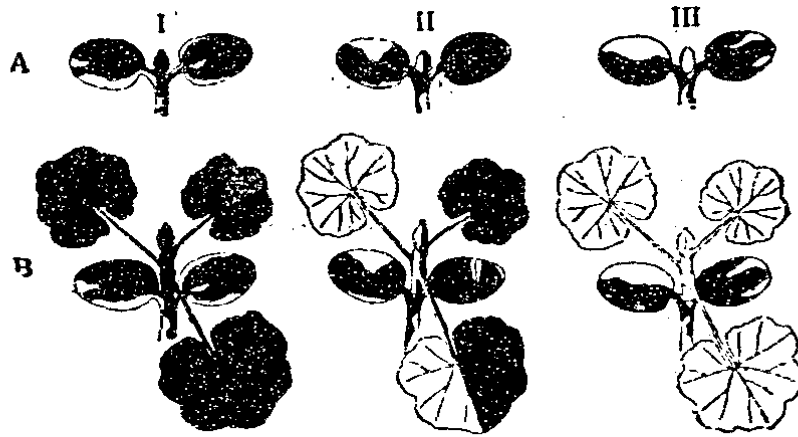


插圖 122. 天竺葵之斑葉模式(Baur)

由綠葉植物與白色植物交雜之 F_1 植物。

A:子葉剛開放時。

B:更成長之植物:

I:因成長點為全綠,故成長後之植物亦全綠。

II:因成長點為綠白各半,故成長後之植物亦有綠葉,白葉及綠白各半之葉。

III:因成長點為全白,故成長後之植物亦全白。

之莖,或枝或葉皆有綠色部份及白色部份。若使綠色之枝上之花自家受精,則生綠色之子孫,而白色部之花只生白色之植物,此為與紫茉莉相同者。然綠色部之花與白色部之花行交雜時,則無論何者為雌,其 F_1 幼苗皆有綠色部及白斑,此苗成長後,或為全綠,或為半白,或為全白之植物。然此三種植物之生成,非有特別因子的差異,只由於莖之成長點組織,或偶然為全綠,或半白,或全白。依據保爾之解釋,天竺葵白斑之成因,亦仍由於葉綠體不完全。然在此情形,因葉綠體可由精核而傳達,故無論何者為雄親,其綠與白之受精卵,皆併有若干

完全葉綠體及若干不完全葉綠體。在細胞分裂進行時，承受完全葉綠體之某細胞，遂成綠色，而由此出發所成之一羣細胞，遂皆為綠色。又承受不完全葉綠體之細胞，遂形成白色細胞羣。天竺葵與其近緣者 *Erodium* 之斑葉，完全作同樣遺傳。

葉綠體及其他顆粒體 plastids，在核外分裂增殖，而隨細胞分裂以分配於子細胞。故在廣義言之，亦可謂為遺傳。然顆粒體之分配，不依有如染色體之複雜過程，且不僅作簡單而機械的二分裂以分配於二子細胞，又與如遺傳因子分離之減數分裂有一定限制者相異。故在任何細胞分裂(或體細胞或性細胞)，皆以同樣方法分配，以是在同一個體，可發生部份分離。

斑葉遺傳之第三部類為辣椒 *Capsicum annum*。依據池野之研究，若斑葉辣椒自家受精，其子孫只有斑葉植物，不僅不生全綠及全白，即全綠♀ × 斑葉♂ 或斑葉♀ × 全綠♂ 之任何交雜，其 F_1 皆全為斑葉。 F_2 亦然。毫不見有分離現象。

屬於第四部類者，為葎草 *Humulus Japonicus* 之斑葉。溫格 \dot{O} , Winge 發見此植物之斑葉，在自家受精有如辣椒之遺傳。然在交雜，則與紫茉莉同樣遺傳，即在自家受精，只生斑葉。而在綠♀ × 斑♂，其 F_1 及後代皆為全綠。又斑♀ × 綠♂，其 F_1 及後代皆全為斑葉。

更有屬於第五部類之斑葉為車前草 *Plantago major asiatica*，斑葉車前草與普通全綠者交雜之 F_1 為全綠。其 F_2 為

全綠15:斑葉1之分離,此鮮明表示有二對生綠葉之同義因子存在,與薺菜莢形之遺傳相似。又金魚草及剪秋羅類 *Melandrium* 有全白系統,若以之與全綠者相交雜,其 F_1 為全綠,其 F_2 作普通單因子遺傳之3:1分離比,但全白植物,非全皆作此同樣行動者。天竺葵之全白系,以之接木於綠色品種之砧木上,可以永久維持其全白性,然與全綠行交雜時,無論何者為母體,其 F_1 幼苗皆為綠色部與白色部相混合。此即前述天竺葵之斑葉,其後成長時之情形,已如前述。

最後將溫格 O. Winge, 1919 之斑葉之遺傳學的分類表及歇耳慈 W. Scherz, 1927 之補遺,綜括記之如次。

I. 斑葉原基存於核內,以是作孟德爾式遺傳者。

A. 對於綠葉性為劣性者。

1. 剪秋羅類 *Melandrium* 及金魚草 *Antirrhinum* 之純白型 *albina* (Baur),
2. 紫茉莉 *Mirabilis* 及蕁麻 *Urtica* (Correns),
金魚草及耬斗菜 *Aquilegia* (Baur) 等之蒼白型 *chlorina*,
3. 紫茉莉 (Correns) 及
蕁麻 (Baur) 之斑葉型 *variegata*,
4. 十字花科之一種 *Lunaria* 之白緣型 *albomarginata* (Correns)。

B. 對於綠葉性為非劣性者。

1. 金魚草及天竺葵 *Pelargonium* 之黃色型 *citrina*,
(Baur)(綠 × 黃生出黃金色型 *aurea*)

II. 斑葉原基不存在於核內者。即不作孟德爾式遺傳者。

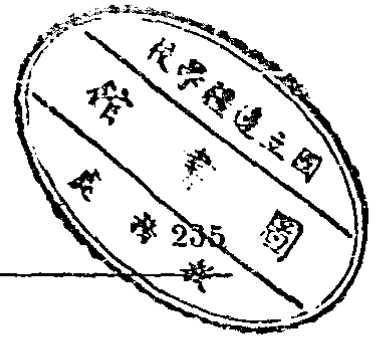
A. 原基存在於顆粒體，以是可分離出白葉與綠葉。

a. 在受精時，精核伴有細胞質及顆粒體者(以是兩親皆可傳達斑葉性)。

1. 天竺葵(Baur)
2. 月見草 *Oenothera*(Stomps, Renner).
3. 牻牛兒苗 *Geranium*(Dahlgren).
4. *Erodium*(Scherz).

b. 在受精時，精核不伴有細胞質及顆粒體者(以是斑葉性只由母親傳達)。

1. 紫茉莉(Correns).
2. 金魚草(Baur).
3. 櫻草 *Primula*(Gregory).
4. 紫雲英 *Trifolium*(Kajanus).
5. 蕁麻(Correns).
6. *Mesembryanthemum*(Correns).
7. 南芥菜 *Arabis*(Correns).
8. *Aubrietia*(Correns).
9. 山藍 *Mercurialis*(Correns).
10. 繁縷 *Stellaria*(Correns).



第三章 原形質與遺傳

11. Senecio(Correns)
12. 蒲公英 Taraxacum(Correns).
13. Hieracium(Correns).
14. 虎耳草 Hydrangea(Chitenden).

B.原基瀰漫於細胞原形質中,以是不起白葉與綠葉之分離,

a.受精時,精核伴有細胞質者(以是父母皆可傳達斑葉性),

1. 辣椒斑葉型 *Capsicum annuum* var. *albomaculata* (池野).

b.受精時,精核不伴有細胞質者(以是只有母親可傳達斑葉性),

1. 狗爪藤 (hop)*Humulus lupulus* var. *albomaculata* (Winge).

第三節之附註

(1)所謂白者,在多數情形爲帶淡黃色。

(2)在濃綠與白之外,在兩者之境界線混有種種濃度之綠色部。

(3)一部份學者,認爲不僅由於葉綠體而爲細胞質全體之正常或異常。斑葉者,爲細胞質患某種疾病而使然,但由斑葉植物之某枝爲全綠而他枝爲全白一點思考之,恐或僅由於葉綠體之性質。

第四節 接木雜種與嵌合體

Graft Hybrids and Chimeras(1)

Pfropfbastarde und Chimären

所謂雜種一名詞,通常只限於有性生殖之情形用之。在無性生殖(營養繁殖),關於異品種或異種之核,是否可能融合,嘗有多數議論,於此所稱之接木雜種,大部分非為真正雜種,不過只在外觀上與雜種相似而已。

1. 所謂接木雜種與嵌合體

從來最有名者,為亞當金雀枝 *Cytisus Adami* or *Laburnum Adami* 一灌木,此為 1829 年(亦可謂 1825 年)一花匠名亞當 Adam, 以紫花金雀枝 *Cytisus purpureus*



插圖 123. 亞當金雀枝 (Strasburger)
淡色花(A)為黃花紫藤,濃色花(B)為紫花金雀枝,濃淡交混花(C)為兩種花色結合於同一花者,即亞當金雀枝特有部分。

之芽接於黃花紫藤 *Laburnum vulgare*, Goldregen 之砧木⁽²⁾上,而於此中有出現二種之中間性質(花爲紅黑色)者。此種亞當金雀枝,由接木法繁殖,現爲各國植物園中不可缺者。此植物同一株之各枝間,常起分離,不僅此一枝現紫花金雀枝之形態,他一枝現黃花紫藤之形態,且一房之各花間或一片葉一朵花中起分離者亦有之。然其花爲不稔性,無一例外。元來,上述二種植物間,因決不能生有性的雜種,故其由來,恐或由於最初兩者之雜種之芽所接木而成者一疑問,爲全無根據。

第二例爲山榲子木瓜 *Crataegomespilus Dardarii* and *C. Asnieresii* 一種樹木⁽³⁾。其性質現山榲子 *Crataegus monogyna*, whitehorn; Weissdorn 與西洋木瓜 *Mespilus germanica*, medlar; Mispel 之中間性。常有作分離現象而出現一方面之性質者,此與亞當金雀枝之情形,全然相同。

以上爲偶然所生之接木雜種。然溫克勒耳 H. Winkler 用實驗的作成,亦告成功。由是從前議論甚多之亞當金雀枝及山榲子木瓜之謎,自然冰釋。溫氏在番茄 *Solanum lycopersicum*, tomato; Tomate 之砧木上,用龍葵 *S. nigrum*, nightshade; Nachtschatten 之穗,以種種方式作接木。若在癒着後其接合部附近橫斷之,則由此切口處所生新芽中,普通爲或龍葵或番茄,然間有一枝,其一側爲番茄他一側爲龍葵所合成而生之植物。此不必多論,蓋不外此新芽之成長點爲兩種植物之細胞所合成。溫氏稱此新生植物爲嵌合體。

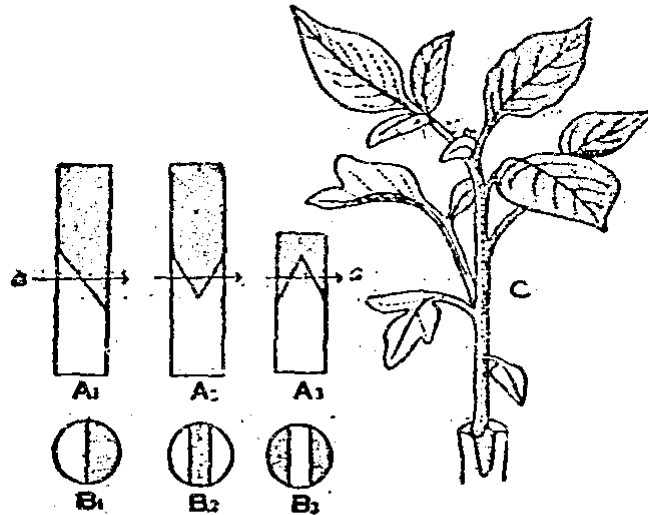


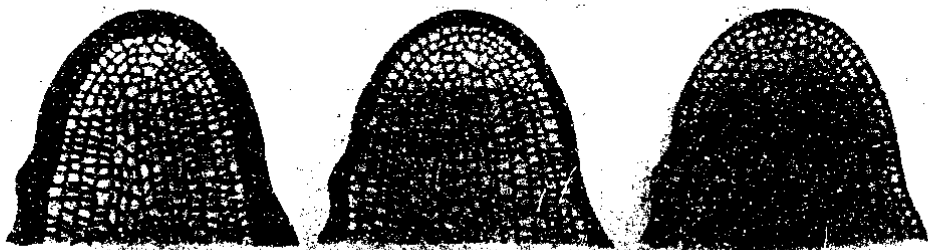
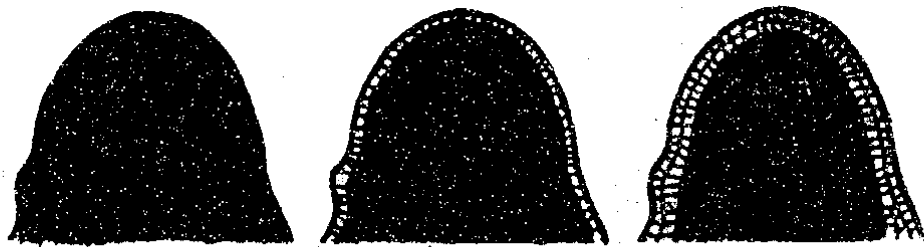
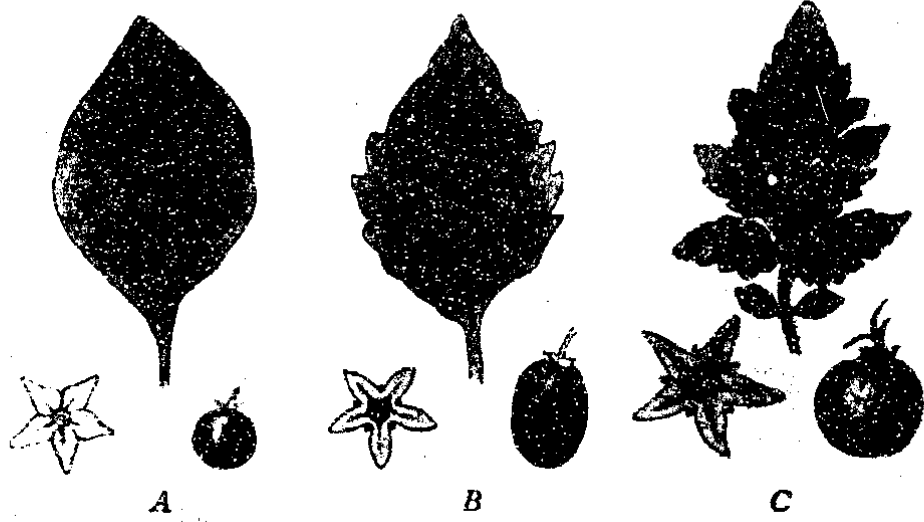
插圖 124. 番茄與龍葵之接木(Wiukler).

白者為番茄之組織， 有點者為龍葵之組織，
 A₁-A₃:接木法模式 B₁-B₃:橫斷面
 A₁、B₁:斜接 A₂、B₂:楔接
 A₃、B₃:按接 a-a:切斷面

C:嵌合體植物

溫克勒耳如上述之嵌合體外,更育成全枝為番茄與龍葵之中間性之接木雜種,又其與一方面植物作種種程度相似之數型,為區別計,附加以種種名稱如 *S. tubingense*, *S. proteus*, *S. Gaertnerianum*, *S. Koelreuterianum* 等,此等植物皆由接木繁殖,然此等中間型,決非由於兩種植物體細胞核之合體而生真正雜種,而為某者有番茄之芯而被以龍葵之皮,某者有龍葵之芯而被以番茄之皮之嵌合體。由於表面所被之細胞組織為一層或二層,因而成上述之種種中間型(圖版 II)。

如此在番茄與龍葵之接木雜種,有植物體之一部酷肖



第二圖版

龍葵與番茄之嵌合體(Winkler, 由 Jost)

A: 龍葵 *Solanum nigrum*,

F: 番茄 *S. Lycopersicum*,

以下四種,爲上二種之接木雜種。

B: *S. tubingense* 型,

C: *S. Proteus* 型,

D: *S. Gaertnerianum* 型,

E: *S. Koelreuterianum* 型,

表示各型之葉,花,果實及成長點縱斷面模式圖。

在斷面圖上,棕色部爲龍葵之組織,黃色部爲番茄之組織。

一方面之種類而他一部份爲他種類之原狀者，及全體爲兩種類之中間型者，保爾 E. Baur 稱前者爲區分嵌合體 sectorial chimera，後者爲周緣嵌合體 periclinal chimera。

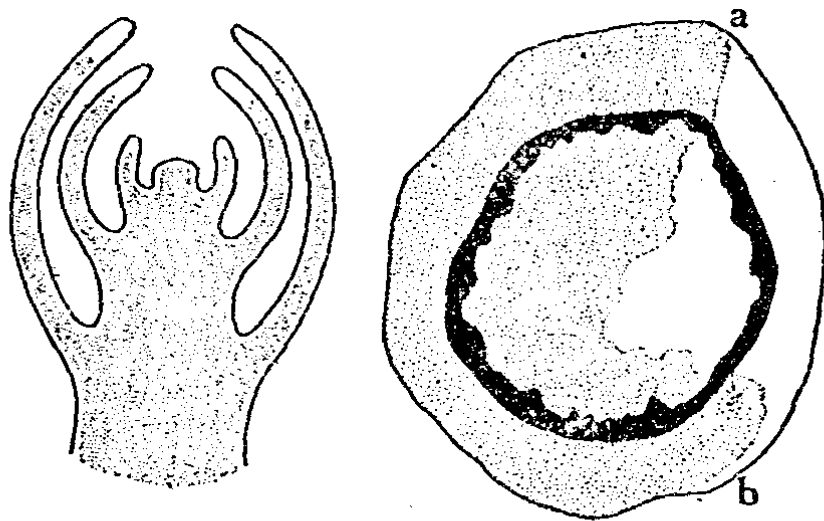


插圖 125. 周緣嵌合體與區分嵌合體之模式(Baur)

有點者爲綠色部，其他爲白色部。

左：周緣嵌合體縱斷面，其白色層枝於綠色部全面。

右：區分嵌合體橫斷面，a，綠色部與白色部之境界線成爲放射狀，在 b，白色部稍被覆綠色部之表面。

此二者，在表面上雖爲全然各別，然由二者皆爲相異植物組織所結合一點言之，則爲完全相同，以是常有由一方面變爲他方面者。例如保爾觀察得天竺葵之區分嵌合體栽培中，由綠色部與白色部之境界線，生出周緣嵌合體。此天竺葵之區分嵌合體，爲綠色部與白色部所組合；而周緣嵌合體，通常表面一層或二層細胞爲白色，而內層爲綠色，然外層爲綠內層爲白者亦有之。

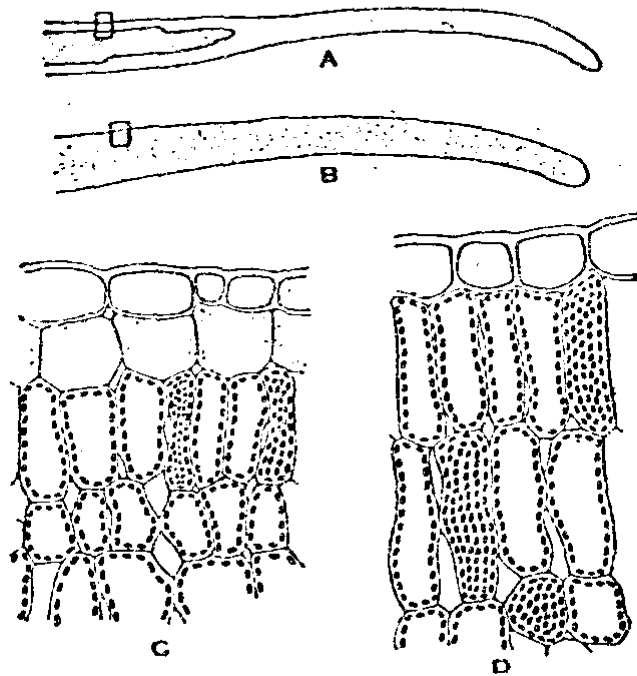


插圖126. 天竺葵之周緣嵌合體與葉綠體之分佈(Baur)

A, B: 葉緣橫斷面 (低顯大), 有點者為綠色部,

C, D: 在A及B上之長方形部份, 高度顯大者, 黑點為葉綠體, 點線表示無色顆粒體,

A, C: 周緣嵌合體,

B, D: 正常綠葉,

在繼續營養繁殖中, 如外白內綠之周緣嵌合體, 若其外層受傷, 則內部之第三層綠色組織, 遂再生而埋沒白色層之損傷部。若此為在成長點附近, 則有生綠色枝者。此種情形, 一見可誤認為體細胞因子分離 Somatic segregation; vegetative Spaltung。如前述之亞當金雀枝, 為黃花紫藤組織而被以紫花金雀枝之表面之周緣嵌合體; 而山檀子木瓜, 為山檀子之組織而被以西洋木瓜表皮之周緣嵌合體, 此等事實, 可由解剖學證明之。

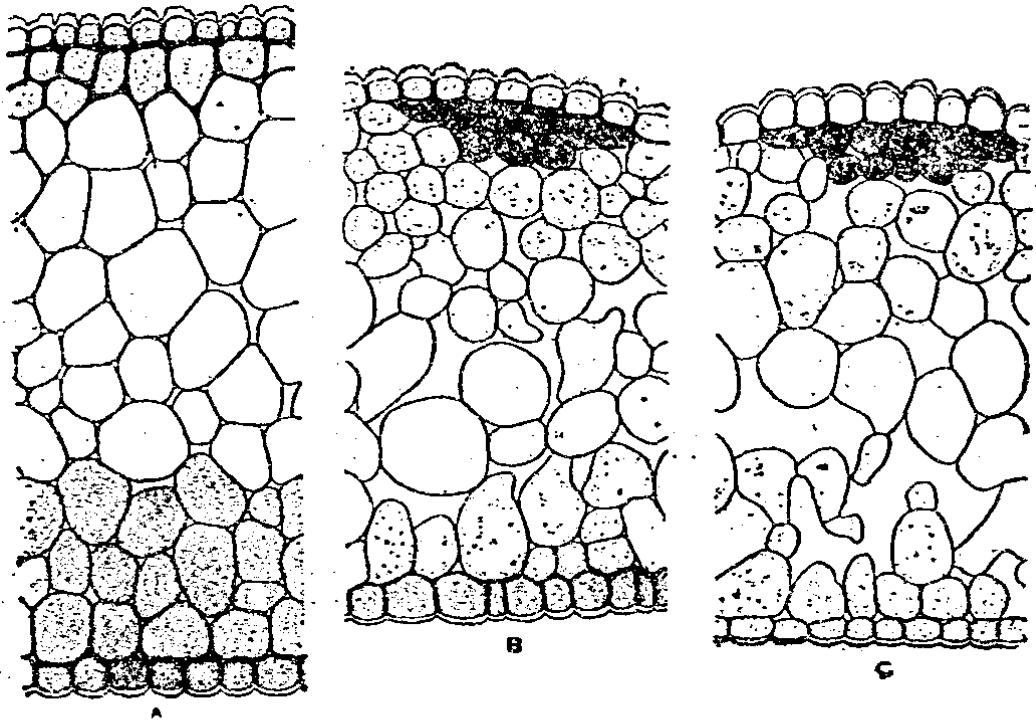


插圖 127. 亞當金雀枝花瓣之斷面(Buder)

A: 紫花金雀枝(表皮及內部組織皆含紅色素)

B: 亞當金雀枝(表皮含紅色素, 內部組織與黃花紫藤同),

C: 黃花紫藤(表皮及內部皆含黃色素, 又在內部組織之一部, 有暗紅色部份),

最密點者, 表示暗紅色, 次密點為紅色, 最稀點表示黃色色素,

周緣嵌合體與外觀上真正雜種相混淆一點, 誠特別有興趣。在此後遺傳的及細胞學的研究, 當更明確其本質。元來, 植物之性細胞, 為由第二層細胞所分化而形成者。故周緣嵌合體, 在其有性生殖, 即以其第二層細胞為何種組織因而決定其遺傳的性質。例如番茄, 龍葵接木雜種之一種 *S. tubigense*, 因其第二層為龍葵之組織, 故其遺傳行動亦完全與龍葵同。又其他一種 *S. Koelreuterianum*, 雖其表皮層為龍葵, 然

因第二層爲番茄組織,故其遺傳完全與番茄同。

復次由細胞學言,番茄之染色體數爲24,而龍葵爲72(皆以倍數言)。若在接木雜種有細胞核之合體,則或爲此兩種之中間其染色體數應爲48,或爲兩種之合計而應爲96,然依據溫克勒耳之研究,接木雜種之性細胞,由其種類不同而有或爲番茄之染色體數者,有或爲龍葵之染色體數者,決無兩者之中間,數或其合計數,又在體細胞之染色體數,亦或如番茄,或如龍葵,其外者無之。

除上述外,自然生出之嵌合體,其實例甚多,其中最著名者,爲橘柑之一品種名 *bizzaria* (4) 者,在其一果實,葉及花等部

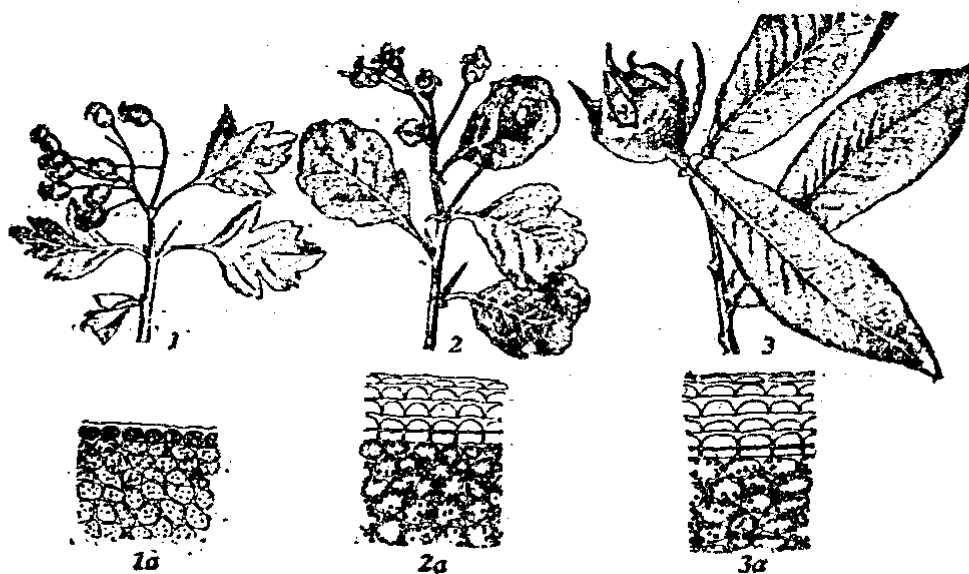


插圖128. 山楂子木瓜之外形及其組織(Baur).

- 1: 山楂子 *Crataegus mongyna* 之外形,
- 1a: 同上,其葉之橫斷面,
- 2: 山楂子木瓜 *Crataegomespilus Asnieresii* 之外形,
- 2a: 同上,其葉之橫斷面,
- 3: 木瓜 *Mespilus germanica* 之外形,
- 3a: 同上,其葉之橫斷面,

分的出現檸檬、枸橼、橘、橙等性質之二者或數者。此外，在同一樹上生出純粹檸檬或橙者亦不少。至於嵌合體之狀態，不僅為區分嵌合體，而周緣嵌合體亦有之。例如果皮為橙而果肉為檸檬者，即屬於後者。關於 *bizzaria* 之起源，某園藝家主張其為數種類之芽接合而成者，然此多半非事實，實際上可謂接穗枯死後由砧木所生者。若然則似為接木雜種，然由種種方面觀察之，又似非接木雜種而若由於真正雜種所生出者。

與此相似之嵌合體，在他種植物亦屢有觀察得者。如蘋果、無花果、番茄等，即其例也。蘋果之嵌合體，為由二變種接木

之接着點所成長之枝生出者。其果實之連接果梗之上半球，為枯葉色而酸味，其下半球則有紅色縱條紋，果皮光滑而果肉味甜(W. E. Castle)。無花果之嵌合體，在其果實及莖上，有綠與黃間種種階級之縱條斑，然其葉則為濃綠(J. Condit)。麥克

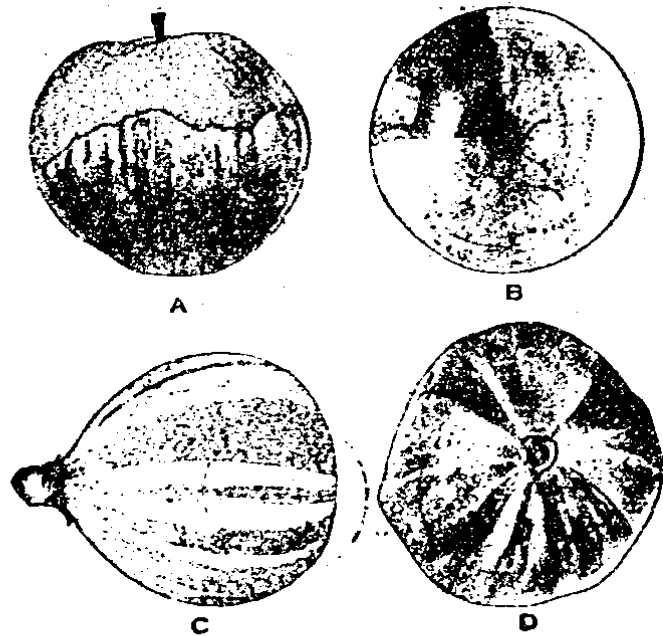


插圖 129. 嵌合體

- A: 蘋果(Castle) B: 蘋果(Dahlgren)
C: 無花果(Condit) D: 番茄(MacArthur)

阿薩耳 J. W. MacArthur, 1928 在番茄，行五年間純粹繁殖之二

品種(Dwarf Aristocrat 及 Yellow Pear) 相交雜,於其 F_1 植物之一株,有一枝之莖、葉、莖、果實皆為綠色部與白色部作縱條斑狀,而認其為基因於體細胞突然變異之嵌合體,其他偶然之嵌合體,如大豆(一種子之子葉,一為綠,一為黃, C. M. Woodworth, 1921),向日葵(在頂花之一部,有舌狀花一羣, T. D. A. Cockerell), 黑莓(莖之一側有刺,他側無刺, M. Darrow, 1931), 一品紅(花及葉之紅色與桃色, T. R. Robinson)等,不遑枚舉。

如前所述,嵌合體之種類,通常分為周緣嵌合體與區分嵌合體二種,然近來耶耳梗生及克蘭 C. A. Jørgensen and M. B. Crane, 1927 則注意及有稱為周緣區分嵌合體 mericlinal chimera (5) 者之存在。如從來一般認為區分嵌合體之 bizzaria, 至

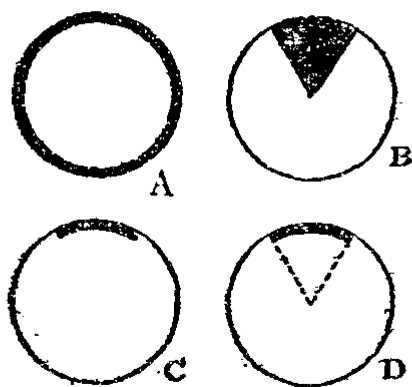


插圖 130. 嵌合體之三型模式
(Jørgensen and Crane)

A: 周緣嵌合體 B: 區分嵌合體
C, D: 周緣區分嵌合體

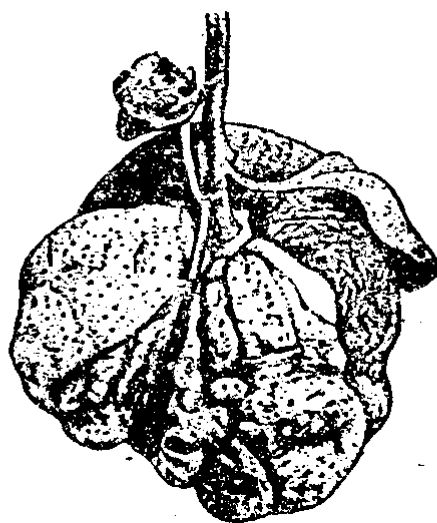


插圖 131. bizzaria(田中)
凹凸甚激之部分,為橙之組織,平滑者,為枸櫞之組織。

少,田中(1927)在意大利 Firenze 所採集者,爲內部枸櫞而外皮橙之周緣嵌合體,不過在外皮損傷或脫落處,內部枸櫞組織出現於表面而已。且不僅果實爲然,枝亦相同。在嵌合體中,最普通者爲周緣嵌合體,次爲周緣區分嵌合體,最少者爲真正區分嵌合體。

2. 真正接木雜種

如上所述,大部份之所謂接木雜種者,已判明不外周緣嵌合體,然真正接木雜種一物,誠一無存在乎,尙不可如此匆促斷定。即在溫克勒耳所育成之接木雜種中,至少有一種 *Solanum Darwinianum* 者,其體細胞染色體數爲48,剛巧相當於番茄與龍葵之單數染色體之和。但此抑或爲由於實際上二種細胞之合體者,抑或爲體細胞有24個染色體之番茄由於切斷而生之四倍數,除用基本染色體分析法等外,不能確定。現在溫克勒耳用接木法,已育成純粹之番茄及龍葵之四倍數個體。由此思之,此推察當有根據。又近年耶耳梗生等,在茄屬之多數異種間行接木,即在其中五種間使成嵌合體之實驗,其嵌合體之大部份爲與接穗或砧木有同一染色體數。只在一種嵌合體 *S. lycopersicum-guineense*, 其體細胞約有48染色體。然耶氏等謂此由於番茄染色體之倍加。哈白耳蘭特 G. Haberlandt, 1927. 所云即在山楂子木瓜之每一細胞,假定可認識山楂子與木瓜之中間性質(表皮細胞之形狀及其他),自當推定兩種核在體細胞內合體者,然各細胞皆表現雜種

性一事實,不能不深致懷疑。

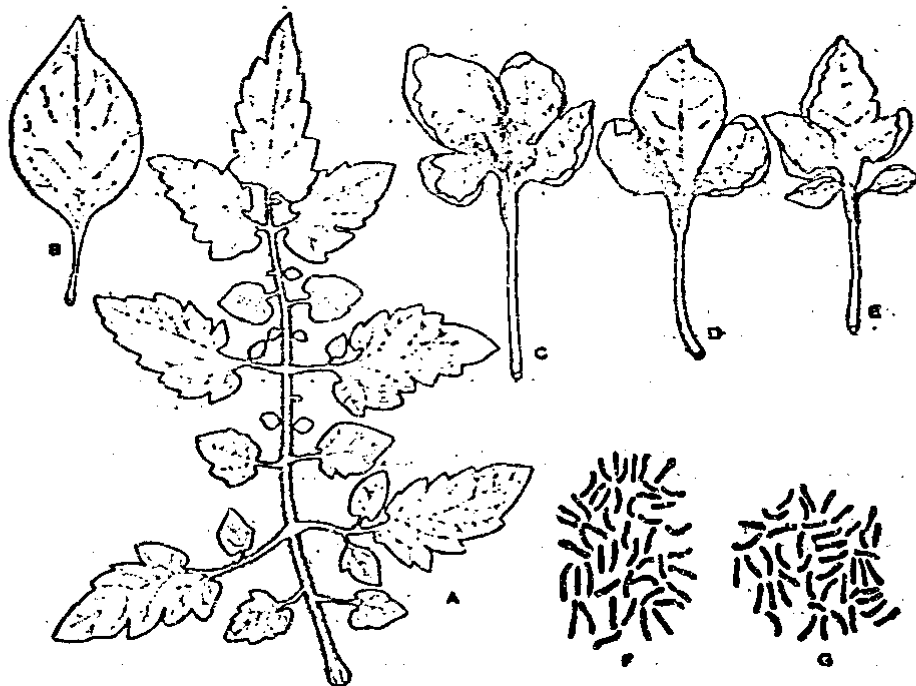


插圖132. 茄屬之嵌合體與染色體(Jørgensen and Crane).

A: 番茄之葉

B: *Solanum guineense* 之葉,

C-E: 嵌合體 *S. lycopersicum-guineense* 之葉,

F, G: 同上之根端細胞,在其分裂中期之染色體(約48個)。

要之,真正由於體細胞合體而生之接木雜種,在今日可認為確證者尙未之見。

3. 擬接木雜種

既非嵌合體,又非真正接木雜種,只在外觀上由於接木之影響,而作雜種之外觀,例如,綠葉植物之枝接於紅葉品種上,則接穗多少變紅,故為有如兩品種之中間性,但此因接穗組織內花青素之含量,由於營養等影響而生變化,換言之,因接木法之故,水分供給因而減少,然上部組織之花青素含量

則變多，是爲其原因。卽如綠色枝接於綠色砧木上，其上部之葉，仍帶暗紅，亦爲一證據。

與此相似而稍異之實例，如在苘麻 *Abutilon striatum* 及黃花紫藤 *Laburnum vulgare chrysophyllum* 及其他溫室植物可見之傳染性斑葉 *infektiöse Chlorose*。此爲起因於一種超顯微鏡微生物 *virus* (6) 之作用。若以此種斑葉之枝接於正常植物上，則正常部亦生斑葉。此卽因病原體含於細胞質內，與汁液同時在導管內運行，因而使健康細胞罹病。

黴菌之一種名 *Phacomycetes nitens* 者，其菌絲之細胞，非爲每一細胞間有隔膜者，而爲一大細胞內，含有多數之核。若形態相異之他品種之核侵入此大細胞時，由於菌絲之發育，此兩種核漸次分離而作一種嵌合體狀 (H. Burgeff)。此亦因別種之核間不起融合，以是非爲真正接木雜種，自不必多論。

又有完全由於觀察之粗忽及實驗不正確，而達到謬誤結論者亦有之。如若以茄子接於番茄，其所生果實除普通西洋梨形外，尙有如番茄之有溝者；又或以白色甜菜 *Beta vulgaris* 接於紅色甜菜而採種，播此種子後而謂混有紅色苗等；皆屬於此類，保爾已明確指摘之。

4. 動物之嵌合體

在動物，哈利生 R. G. Harrison 將二種蛙之胚子由其中部切斷，而將其前後半身交換接合，使發達成爲蛙。又如斯拍曼 A. Spemann 將異種之蝶鰩，使其左右兩半身接合而成一

頭蝶蠟以營生活，有時稱此等為嵌合體者，殊不妥當。蓋若依此稱呼法，則所有接木植物，皆為嵌合體。又如將異種蝌蚪之尾部交換接合，若癒着後再斜切斷之，則有新尾再生。然在此新生組織，其各

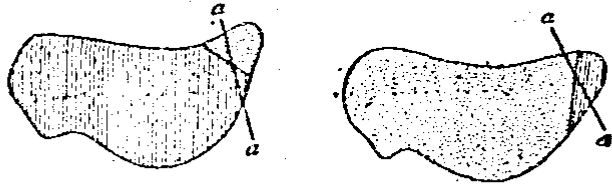


插圖133. 異種蝌蚪尾之移植與切斷(Morgan)

平行線部: *Rana sylvatica*

小點部: *Rana palustris*

a-a: 切斷線

種蛙之組織可劃然區別(Morgan)。又如使二種海胆之卵，一一相接，而加以強大遠心力，則二卵合而為一者有之，由此合體卵發達之胚子，有部分的出現兩種之形態。一部份學者，亦稱此等為嵌合體，然著者難表贊意。

又在雞雛，或左脚為黃色右脚為黑色；或皮膚之色，左半與右半相異。往往有稱此為嵌合體者。誠然，此與植物之偶然而生之嵌合體為相似現象，加以相同名稱，自無何等不便。然在習慣上，在動物此等個體稱為體的兩合體 mosaic。又在植物，此 mosaic 一語普通不用者，蓋以在諸種植物(煙草、番茄及其他)所發現之一種 virus 性縮葉病，已以 mosaic 稱之故也。

第四節之附註

(1)亦有書為 Chimæra 者。本來在希臘神話上，為獅子與山羊與蛇之合成動物，以此名詞用於植物者，為溫克勒耳。

(2)紫花金雀枝發育弱，其根際有枝叢生，可謂為幹者無之。然若接於黃花紫藤上，則生長主幹而發育高大

(3)現在法國之 Metz 市附近 Bronvaux 地方,在 Dardar 氏之庭園,有約經 100 年之西洋木瓜接木於山楂子砧木上者,由其接口附近連接生出有二小枝,皆為山楂子與西洋木瓜之中間性,但一枝近似於山楂子,而他一枝近似於西洋木瓜,其後更在其反對一方生出一小枝,此小枝最初完全似山楂子,但成長後,漸現中間性。

(4)bizzaria 一語,多半起源於 bizarre,此 bizarre 一語,為奇態之意,又 bizzaria 之原產地為意大利。

(5)此或相當於溫克勒耳之所謂 Hyperchimera 者。

(6)亦有謂為非生物,而有如酵素由於熱或藥品可使失其作用之一種化合物。

第四章 性之遺傳

第一節 性之決定

Sex Determination; Geschlechtsbestimmung.

1. 動物之性染色體

A. 雄爲性的雜型者

在多種生物,其雌雄之數,略爲相等,最初在孟德爾式遺傳之立場解釋此現象者,爲柏特生 W. Bateson, 柏氏謂若雌雄之某一方面,關於其性決定因子爲雜型,而他一方面爲純型,則雌雄之數相等。例如令雌爲 Ff 而雄爲 ff, 則含有 F 之卵與含有 f 之卵爲同數,又因精蟲全部爲 f, 故兩者合體所生之個體,當然 Ff 與 ff 各半,勿待多論。

此假說最初僅爲理論,然由於性染色體之發見,終至顯微鏡的實證。性染色體,最初爲德國之亨金 Hermann Henking, 1891 在半翅目昆蟲之椿象 *Pyrrhocoris* 所發見,但亨氏未注意其意義,其後美國之麥克隆 C. E. McClung, 1902 稱亨金所觀察得之特殊染色體爲副染色體 accessory chromosome, 而想像其應與性之決定有關係。更自家在直翅目之昆蟲有同樣發見,其次斯特芬絲女士 Miss N. M. Stevens 在雙翅目之昆蟲及天竺鼠等,尤以威爾生 E. B. Wilson 在多數動物,更確切追究此染色體之意義,此染色體亦稱爲異染色體 hetero-ch-

romosome(Montgomery),異向染色體 heterotropic chr. (Wilson),特殊染色體 idio-chromosome 等。然在如今,性染色體 sex-chromosome; Geschlechtschromosome 之名,為一般所通用,性染色體以外之染色體,稱為普通染色體 autosomes,

依據威爾生之研究,在綠椿象之一種名 *Protenor* 者之雄,有六對普通染色體及一個大形性染色體,而在雌有六對普通染色體及一對大形性染色體。此種性染色體,通常稱為 X 染色體,若以 a 表示普通染色體,則在成熟分裂終了後之卵,皆有 X+6a 染色體。而在雄則因最初只有一個 X 染色體,故在不等分裂時, X 不分裂,只移向於一極。因而在精蟲細胞

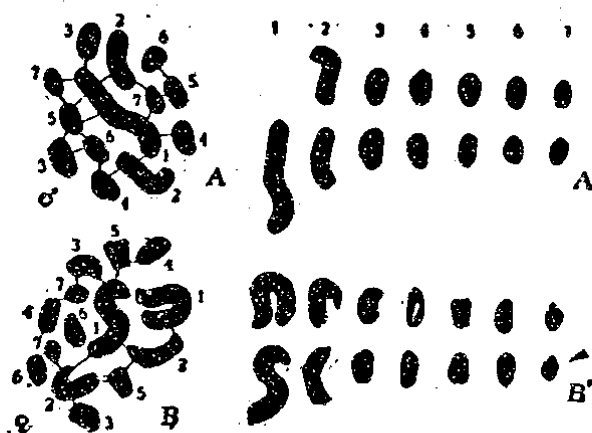


插圖 134. 綠椿象 *Protenor* 之染色體(Wilson)

- A, A': 雄之倍數染色體(精原細胞),
- B, B': 雌之倍數染色體(卵原細胞),
- A, B: 分裂中期赤道板之極面觀,
- A', B': 將分裂中期之染色體變更其位置,而以其相同染色體各使作對,依其大小順序排列者,
- 1: X 染色體,
- 2-7: 普通染色體,

中有承受 X 者 (X+6a) 及無 X 者 (O+6a) 各半。由於此等卵與精蟲之合體，其所生雌雄之子有如次式，

卵	精蟲	次代個體
$X+6a$	↗	$X+6a = XX+12a = \text{雌} 1$
	↘	$O+6a = XO+12a = \text{雄} 1$

故 X+6a 精蟲，稱為生雌個體之精蟲 female-producing spermatozoa，而 O+6a 精蟲，稱為生雄個體之精蟲 male-producing S.。此二種精蟲，使卵受精之能力相同，故次代之雌雄略為同數。

復次，在長椿象 Lygaeus，其雌之倍數為 $XX+12a$ ，且 X 染色體較任何普通染色體為小。在雄者，除 12a 外，尚有大小二個染色體。其大者相當於雌之 X，而小者為雄所特有之性染色體，此小染色體稱為 Y 染色體，亦即在雄之倍數為 $X+Y+12a$ 。在此情形，減數分裂後之卵，亦皆有 X+6a 染色體，然精

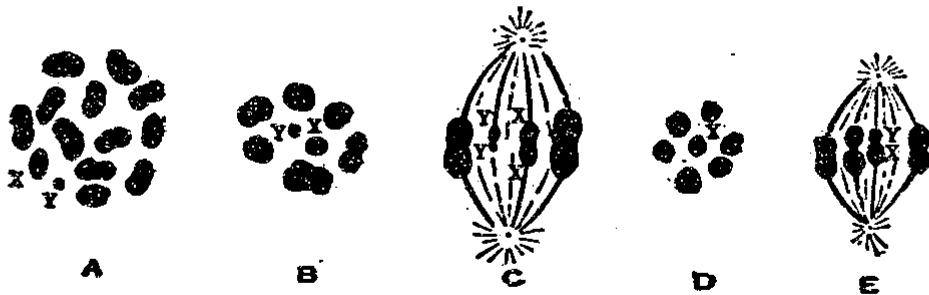


插圖 135. 長椿象之染色體 (Wilson)

此昆蟲為在第二分裂減數者，此種例較少。

- A: 精原細胞分裂中期。
- B: 第一成熟分裂中期之極面觀。
- C: 同上，側面觀。
- D: 第二成熟分裂中期之極面觀。
- E: 同上，側面觀。

蟲則有 $X+6a$ 及 $Y+6a$ 二種,此 X 與 Y 成爲一對,在分裂後期,故各向一極 (1)。又由於此一種卵與二種精蟲之合體,其所生次代之雌雄,亦與上述無異。

卵 精蟲 次代之體

$$\begin{array}{l}
 X+6a \begin{cases} \nearrow X+6a = XX+12a = \text{雌 I} \\ \searrow Y+6a = XY+12a = \text{雄 I} \end{cases}
 \end{array}$$

如綠椿象之情形,稱爲 $XX-XO$ 型,或簡稱爲 XO 型,又如長椿象之情形,稱爲 $XX-XY$ 型,或簡稱爲 XY 型。此二情形,皆爲其性染色體在雌爲純型而在雄爲雜型者,又性染色體爲純型者,其所生之性細胞只有一種 (homogametic), 然雜型者則有二種 (heterogametic)。



插圖 136. XO 型之精蟲成熟分裂 (Mulsow)

寄生於淡水魚之鰓之一種線蟲 *Ancyracanthus cystidicola*, 由其一個精原細胞所生之四個精蟲細胞,

a: $X+5$ 染色體者 (生雌個體之精蟲細胞),

b: $O+5$ 染色體者 (生雄個體之精蟲細胞),

如上所述,在昆蟲,其性細胞之 X 或 Y 爲一個或爲 O 。然由於動物種類不同,其性細胞中有二以上之性染色體者亦有之,如此之例,在半翅目昆蟲特別多。然蠕蟲類等亦有之。

動物名	♀(單數)	♂(單數)
Diplocodus(半翅目)	X+12a	X+12a Y+12a
Fitchia "	2X+12a	2X+12a Y+12a
Prionidus "	3X+11a	3X+11a Y+11a
Gelastocoris "	4X+15a	4X+15a Y+15a
Acholla "	5X+10a	5X+10a Y+10a
Ascaris incurva(線蟲)蛔蟲之一種	8X+13a	8X+13a Y+13a
Lepisma domestica(彈尾目)蠹魚	2X+16a	2X+16a 16a
Ascaris lumbricoides(線蟲)蛔蟲	5X+19a	5X+19a 19a
Ascaris megaloccephala univalens ⁽²⁾ (線蟲) 馬蛔蟲	8X+22a	8X+22a 22a

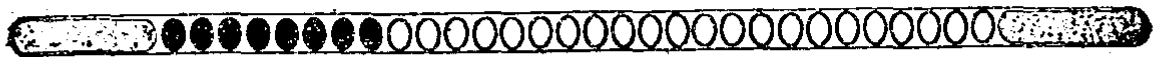


插圖137. 馬蛔蟲 *Ascaris megaloccephala univalens* 之大染色體之構造模式(Geinitz)

兩端有點之部分,爲大染色體細分時損失去者,中間之橢圓,爲小染色體;其中之黑色者,爲X染色體。

似此有多數X染色體者,恐由於X之橫斷而增加其數目者。以是在雄方雖X有二以上時,其在不等分裂,此一羣X與唯一之Y成對,稍時即各別移向一極,由此可以理解之。

性染色體之大小,由於生物之種類不同而異,有較任何普通染色體爲大者,有較任何普通染色體爲小者,亦有中間大小者。如上所述,在若干X與一Y成對之情形,此Y較每一

X 反爲大。

果蠅亦屬於雄性細胞二型之部類，在雌之體細胞⁽²⁾或卵原細胞，其四對染色體中之大小列爲第三者，爲二棒狀 X 染色體，而在雄，則有一棒狀之 X 及 J 字形之 Y。

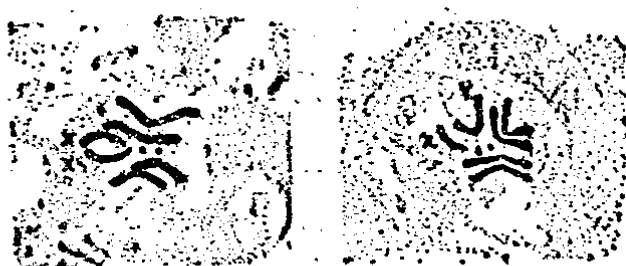


插圖 138. 果蠅之正常染色體
左：雌之倍數染色體(Belar)
右：雄之倍數染色體(Stern)
X, Y: 性染色體

在人類亦爲雄性細胞二型，已早知之。其抑爲 XY 或爲 XO，則有二種學說。截至 1910 年之報告，謂人類之染色體，有 8-43 個之間。然在今日，不過有其歷史價值而已。至 1912 年，溫尼瓦特耳 H. Winiwarter 始發表女之倍數爲 48，男之倍數爲 47。至近來對於女一方面，無人持異論，只在男一方面，伊文思 H. M. Evens, 1918 及 彭特耳 T. S. Painter, 1922 則主張爲 48。其後 肯浦 T. Kemp, 1929 亦謂男女皆爲正常 48 而間有 47 者。卡耳浦那斯 H. Karplus 亦謂在體細胞其染色體之變異甚大。又對於 X 染色體而言者，有 溫尼瓦特耳 及 小熊 H. Winiwarter et K. Oguma 謂所有染色體中之最大者爲 X。然反之，多數學者則謂由最小者起算其第 5-6 號以下者爲 X，而最小者爲 Y。最近，希瓦果 及 安德勒斯 P. I. Shiwago u. A. H. Andres, 1932 將從來之研究綜合抄錄後而敘述其自己之研究，謂男子確

爲48,且有一對異型相同染色體 heteromorphes Paar 之性染色體,Y爲最小者,而X約爲Y之三倍大,由其在第一成熟分裂中期此二者成爲對 Geminus 及至後期各趨於反對一極,即可明瞭,且結論謂由於人種不同而有47或48者無之(3)。

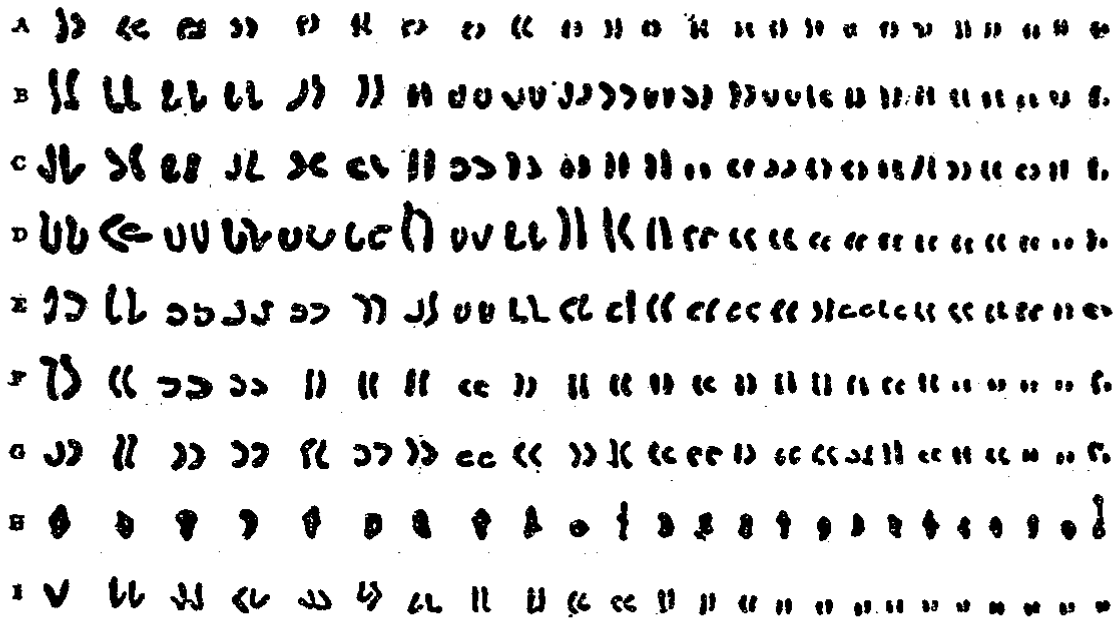


插圖139. 人類之染色體(Shiwago u. Andres)

以上皆爲男子之倍數染色體,將其相同染色體並列而依其大小順序排列者,右端爲XY;但在I,則左端爲X,

- A: Evans and Swezy(精原細胞),
- B: Painter (白人之精原細胞),
- C: Painter (黑人之精原細胞),
- D: Shiwago u. Andres (白人之精原細胞),
- E: Shiwago u. Andres (白人精原細胞),
- F: 同上(精母細胞之減數分裂中期),
- G: 同上(精母細胞之減數分裂中期),
- H: Evans and Swezy(在減數分裂之四分染色體),
- I: Winiwarter et Oguma (白人之精原細胞),

以上之外,雄爲性的雜型者,有哺乳類,爬蟲類,兩棲類,魚類,昆蟲之大部份及昆蟲以外之無脊椎動物之大多數等,故動物之大部份,屬於此部類。

B. 雌爲性的雜型者

恩勒耳 J. Seiler 在避債蛾之一種名 *Fumea casta* 者,確證其雌之倍數有 61 染色體而雄有 62。又其他一種名 *Talaeporia tubulosa* 者,其雌有 59 而雄有 60。亦即前者之精蟲皆爲 31 染色體,而卵則有 30 者與 31 者二種。在後者之精蟲皆有 30 個染色體,而卵則有 29 者與 30 者同數生出。其他鱗翅目昆蟲,可謂皆屬於此類,亦無妨礙。在此情形,雄者有二個性染色體,而雌者爲一個,此種性染色體,雖仍有稱爲 X 者,然往往爲區別起見,稱之爲 Z 染色體者亦有之。以是如上述避債蛾之第一種爲 $\text{♀} = \text{ZO} + 60\text{a}$, $\text{♂} = \text{ZZ} + 60\text{a}$ 。而第二種則爲 $\text{♀} = \text{ZO} + 58\text{a}$, $\text{♂} = \text{ZZ} + 58\text{a}$ 。此種型式有稱爲 ZZ-ZO 型者。

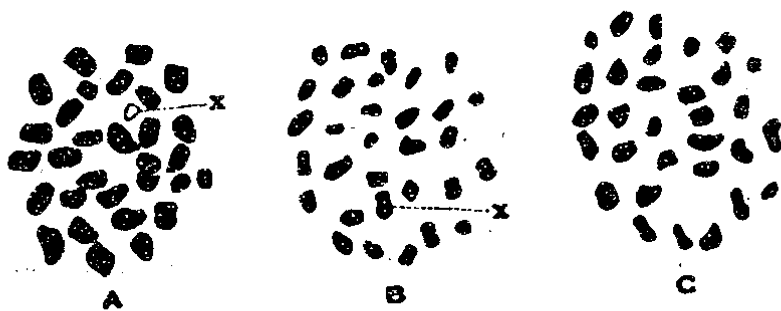


插圖 140. 避債蛾 *Fumea casta* 之染色體 (Seiler)

- A: 在卵之減數分裂,其單數之二個染色體(只 X 爲一個)
 B: 在第一分裂後期,其單數之一個染色體(有 X 者),
 C: 與上同一母核所分出之單數一個染色體(無 X 者),

希瓦果謂雄鷄除32個普通染色體外,有大小相同之二性染色體,而雌鷄除32個普通染色體外,有一大及一小性染色體。此雄之大性染色體稱為Z(或X),而小者稱為W染色體(=Y),此種型式,稱為ZZ-ZW型。此不僅在鷄為然,即所有鳥類皆屬於雌雜型。關於其性細胞為精蟲只一種而卵為二種。家蠶之雌雄皆為倍數56個,在形態上殊難區別何者為性染色體,然川口(1928)在卵之營養細胞,發見有與核仁連結之二性染色體。此可由在性染色體常觀察得之位置異常Heteropyknose⁽⁴⁾現象思考之,其後(1933)更在數種野棲蛾類,確證得同樣事實,再將此等蛾類在伴性遺傳之行動合併思考之,即可判明其為ZZ-ZW型。

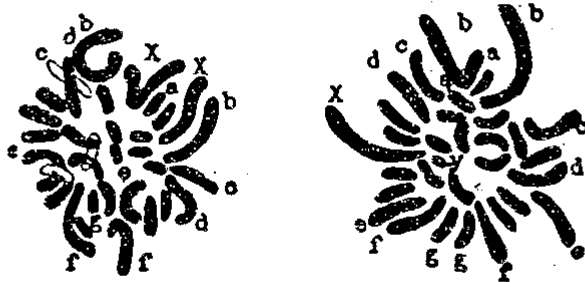


插圖141. 鷄之性染色體(Shiwago)
 二者皆為胚子體細胞之赤道板,
 左: 雄 右: 雌
 X: Z染色體 y: W染色體
 a-g: 主要普通染色體

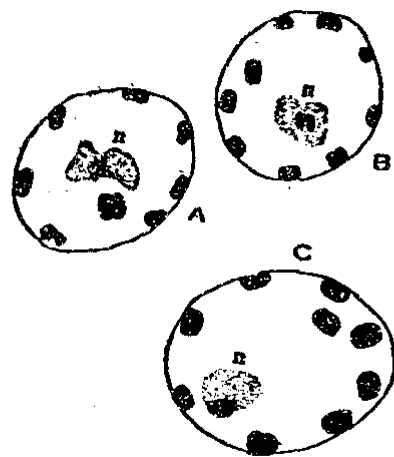


插圖142. 鱗翅目昆蟲之性染色體(川口)
 A, B: 家蠶幼蟲之卵營養細胞,
 C: 松枯葉蛾幼蟲之卵營養細胞,
 n為核仁,其中之黑色部,為性染色體。

白尺蠖 *Abraxas grossulariata* 普通之雌雄皆為 $2n=56$ 。然當克斯特耳 L. Doncaster 發見雌之 $2n$ 為 55 個之特殊系統。在此系統內，無論至若干代，皆見其雌為 55，雄為 56。換言之，在正常系為雌 $=ZW+54a$ ，而在特殊系則為雌 $=ZO+54a$ 。而在雄，其兩系皆為 $ZZ+54a$ 。又在此特殊系統內之卵形成時，放出 28 個於極體而留存 27 個於卵內之傾向甚強，故此系統之雌較雄多生出；甚有在極端情形，僅生雌者亦有之。

2. 植物之性染色體

植物性染色體之發見，較動物遲 26 年。特別因有名植物學者斯特那斯巴格耳 E. Strasburger 及其門弟子，在 10 種以上雌雄異株植物，探求性染色體，而終得否定的結果，以是大阻礙此方面研究之發達，至 1917 年，阿倫 C. E. Allen 始在錢苔類之 *Sphaerocarpus Donnellii*，發見其雌配偶子為 $X+7a$ ，雄配偶子為 $Y+7a$ ，因而判明植物亦有性染色體之存在。然尚相信，在高等植物無之。及至 1923，有四國之學者，在各別植物，皆報告發見性染色體之存在，此誠可謂偶然機緣。即菲律賓之散妥斯⁽⁵⁾ J. K. Santos 在苦草類之 *Elodea gigantea*；日本之木原及小野 在酸模 *Rumex acetosa*；英國之布拉克巴恩女士 Miss K. B. Blackburn 在剪秋羅類之 *Melandrium album*⁽⁶⁾；丹麥之溫琪 O. Winge 在剪秋羅類外，復在狗爪藤 *Humulus lupulus*；葎草 *H. Japonicus*；苦草類之 *Vallisneria*，皆發見性染色體。近來研究植物之數急速增加，在今日已在 24 屬 53 種，皆確證有性染色

體之存在(7)。

在此等植物,除草莓之一種名 *Fragaria elatior* 者外,全為雄屬於性的雜型,而雌為純型,且確實證明者殆全為 XX-XY 型。只在前述之苦草外,尚有山薯 *Dioscorea sinuata* 與花椒 *Xanthoxylum piperitum* 可謂 XX-XO 型,然此尚為未確定者。此 XX-XY 型中,應特書者,為酸模、葎草及狗爪藤。在酸模為 $\text{♀}2n = \text{XX} + 6n\text{a}$ (8), $\text{♂} = \text{XY}_1\text{Y}_2 + 6n\text{a}$; 在葎草為 $\text{♀} = \text{XX} + 7n\text{a}$, $\text{♂} = \text{XY}_1\text{Y}_2 + 7n\text{a}$; 在狗爪藤為 $\text{♂} = \text{X}_1\text{X}_2\text{Y}_1\text{Y}_2 + 8n\text{a}$, 而雌或多

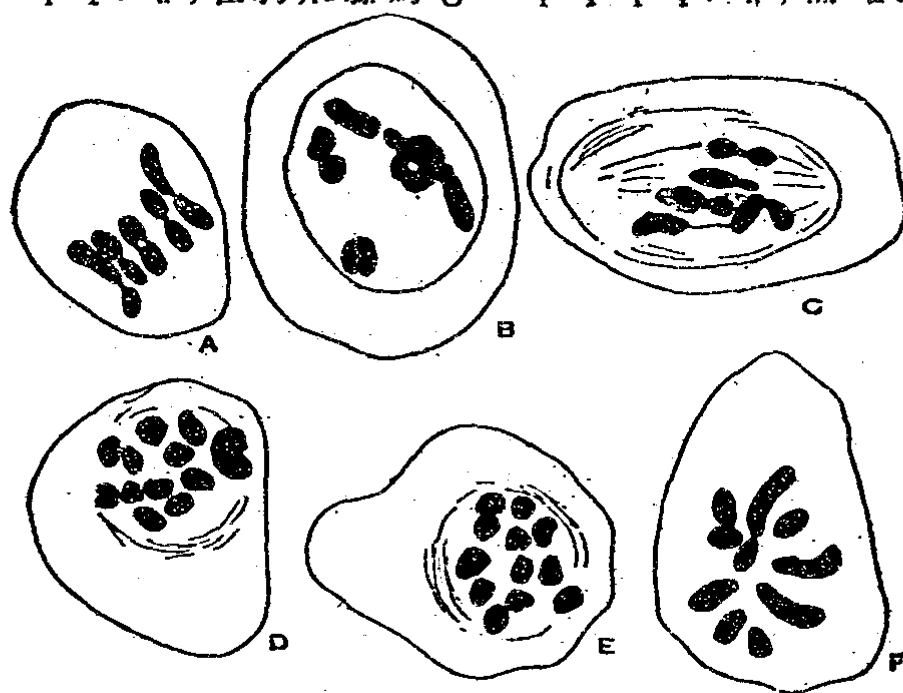


插圖 143. 植物之性染色體(Winge)

- | | | | |
|----|--------|-----------------------------|--------|
| A: | 狗爪藤 | <i>Humulus lupulus</i> | (側面觀) |
| B: | 葎草 | <i>Humulus japonicus</i> | |
| C: | 同 | | (側面觀) |
| D: | 剪秋羅之一種 | <i>Melandrium album</i> | (11+X) |
| E: | 同 | | (11+Y) |
| F: | 苦草 | <i>Vallisneria spiralis</i> | (8+X) |

半為 $X_1X_1X_2X_2 + 8na$ 。在雌方之分裂別無特異然在雄性細胞形成時，酸模及葎草皆為二 Y 對一 X 形成為三連染色體 tripartite chromosome，而在狗爪藤則為二 X 對二 Y 形成為四連染色體 tetrapartite chr.。但若 X 有二個者，二個同向一極，Y 有二個者，二個亦同向他一極，決無 X 與 Y 混亂移行者。

草莓之一種名 *Fragaria elatior* 者，為植物界中唯一之 ZZ-ZW 型，即關於其性為雌雜型雄純型。其在花粉母細胞之不等分裂，21 對相同染色體，相互同其形狀。然在胚囊母細胞，則有 20 對相等之相同染色體外，尚有大小相異之一對染色體，此即 Z 與 W。

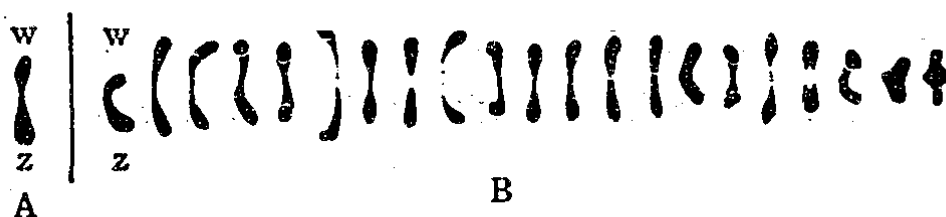


插圖 144. 草莓之一種名 *Fragaria elatior* 之 ZW 染色體(木原)

A: 一胚囊母細胞，在不等分裂中期之 ZW 染色體。

B: 某胚囊母細胞，在不等分裂中期之全部染色體，左端為 ZW 染色體，其他 20 對，為普通染色體。

3. 性染色體之性決定作用

由於以上所述，可明瞭性染色體與雌雄之決定上，有密切關係。然其抑為有如其他性質相同，由位於 X 或 Z 染色體上之一或多數性決定因子而使然者，抑或由於性染色體全體之作用，則有種種議論。

柏特生及彭勒特 W. Bateson and R. C. Punnett 對於白尺

變 *Abraaxas*, 假定其雌有 Ff (F 爲雌性因子性決定因子, 而雄有 ff), 然因蛾之性染色體, 雌者爲 ZO 或 ZW , 而雄者爲 ZZ , 故上述因子, 無寧書如雌爲 Mm (M 爲雄性因子) 或 MF , 雄爲 MM , 卽對純型者之性, 用優性因子表示之。

果耳德希米特 *R. Goldschmidt* 表示舞舞蛾 *Lymantria (Liparis) dispar* 之雌爲 $(F)Mm$ 因子, 而其雄爲 $(F)MM$, (F) 雖爲雌性因子, 然因含於細胞質內, 故可由卵傳達, M 爲雄性因子而認其爲與普通因子同樣, 爲含於 Z 染色體內者。果氏之性決定說, 其詳當於後文間性一節述之。

摩爾根 *T. H. Morgan* 及其門弟子在果蠅, 謂只有雌雄之性與一般性質相異, 爲由 X 染色體之全體所決定者, 例如 X 染色體發生一部分缺失, 而性之決定不發生顯著障礙, 卽其理由, 又 X 染色體所含之其他因子, 不與性因子間發生交叉現象, 亦可認爲上述推定之根據, 但若云性因子只一對雖遭遇上述困難, 然認其爲多數因子之一羣所成, 則小區域缺失不發生顯著影響一事實, 卽可容易說明, 其後, 布里奇斯 *C. B. Bridges*, 1922 想像爲比較多數之雌性決定因子含於 X 中, 而比較多數之雄性決定因子, 爲含於普通染色體中者, 彭特耳 及 穆勒耳 *T. S. Painter and H. J. Muller* 亦由有 X 染色體之重複(過剩)斷片者之雄果蠅具有生殖力一點, 而推定性決定因子不存在於此等斷片中, 然此亦可認爲決定性者, 有某主要因子 *primary genes* 及其變更因子 *modifying factors* 之存在, 卽

可容易理解。

最近，朵布冉斯基及夏耳慈 Th. Dobzhansky and J. Schultz 利用果蠅之問性對於其雌雄性發現，敏感於因子的及環境的影響，而行實驗之結果，達到結論為性決定之多數同義因子 multiple factors，為含於 X 染色體內者。

在此等學說外，關於性決定問題近來大進步者，為性因子平衡說 genic balance theory。即布里奇斯(1925)在果蠅，謂參與性之決定者，不僅性染色體，即其與普通染色體之數的比例，亦即因此兩者之平衡如何，或成雌，或成雄，或者問性。其詳當於問性一節述之。於此只就正常之情形言，若 X 與普通染色體之比為 $2X:2A$ (♀) 時，即為正常雌。又在倍數其 X 為一個 monosom 時，亦即 X 與普通染色體之比為 $1X:2A$ 時，則成雄。在四倍數個體 $4X:4A$ 為正常雌而 $(2X+2Y):4A$ ，因 X 與 A 之比為 1:2，故為正常雄。以是性之決定，不僅性染色體，即普通染色體亦有關係，且兩者間可想像為有正反對方向之作用。

又關於性之決定，尚留有如多數顯花植物在其一株或一花中有雌雄兩性器官者，動物之雌雄同體，在單性生殖之雌雄，世代交替與染色體，性之轉換與染色體等問題。當於後文中，在其各別有關係處敘述之。

4. Y 染色體之意義

在 XY 型之雄，其 Y 染色體在性之決定上若問有何任務，設由 XO 型動物為正常雄一方面言，Y 似為無用之物。且

可認為不僅與性之決定無關係，即支配其他性質之因子亦無而為完全空洞者。然至近來，依據斯特恩 C. Stern 之研究，已知 Y 染色體中，含有對於 X 染色體中所含斷毛 bobbed 一劣性因子之優性正常因子。又如後文所述之限性遺傳，在魚類發見有若不假定 Y 染色體中含有支配性以外之性質之因子，則不能解釋之情形，故已判明 Y 非為無用之物者。又若依據斯特恩之研究，Y 染色體原為曲尺狀，其曲角處，即為紡錘絲之附着點。此附着點，在體細胞分裂中期，為指向於赤道板之中心者。又指向中心者，稱為頭端 proximal end；而指向外方者，稱為尾端 distal end。在此曲尺狀染色體之長腕上約在其中部切斷，則餘部為約同長之二腕。此殘餘 Y 染色體，稱為 Y'' 又長腕之全部，由其與短腕之境界線切斷而轉位附着於 X 之頭端（較尖之一端，從來染色體圖形上之 O 者，為鈍端，亦即尾端）者，稱為 Y'。斯氏發見異常之 Y'' 染色體及 XY'（Y' 轉位附着於 X 者）等系統。以此為材料而累積實驗之結果，確定 Y 染色體之短腕，含有司雄之生殖力之因子或因子羣，又長腕之尾端半部，亦為同樣；而長腕之近於頭端一半，則含有對於斷毛之正常因子。

關於 W 染色體，雖研究無多，然近來在蠶之性決定上，有主張 W 為含有使成雌性之積極的因子，而使 ZZW 個體成為雌者（橋本，1933）。

5. 性染色體難識別之情形

在生物中,有在現在用任何方法而不能區別其性染色體與普通染色體者甚多。若問此等生物何故在性之分化毫無障礙,此可由二原因思考之。其一為在實際上雖性染色體與普通染色體為獨立存在,因大小及形狀等無顯著特徵(特別因X與Y及Z與W間差異甚少),故不能在顯微鏡下區別。然其存在,由於技術日益精巧,非無證明希望。如前述某蛾類之性染色體,因其在卵母細胞或其營養細胞,為與核仁相結合者,故可與普通染色體相區別。

另一原因為性染色體添着於某一普通染色體之情形⁽¹⁰⁾。染色體之轉位附着現象,在自然的或人為的情形下,其發生相當頻繁。若一旦有此現象發生,即以其狀態傳於其子孫甚為顯明。此想像非為無稽。以是若附着於普通染色體,而X與Y或Z與W之長度,又無顯著區別,則用顯微鏡區別殊非容易。此種例之有名者,為馬蛔蟲 *Ascaris megalcephala*。在此動物之倍數,有四個染色體。然雌雄皆為X染色體常附着於普通染色體者,只間有X獨立存在者。在獨立之情形,雌者有二X,雄者有一X,故為XX-XO型,而以此型之共通方式遺傳。在含有添着者之複合染色體之馬蛔蟲,其普通系統之雌,有二複合染色體,而雄者則只一複合染色體。故在雌,其X中之因子間起交叉,而雄則不起交叉。然複合染色體中之普通染色體部分有交叉,自勿待多論。又在複合染色體之X部分,因雄為孤獨體 monosomic, haplosomic, 故位於其中之因子,優

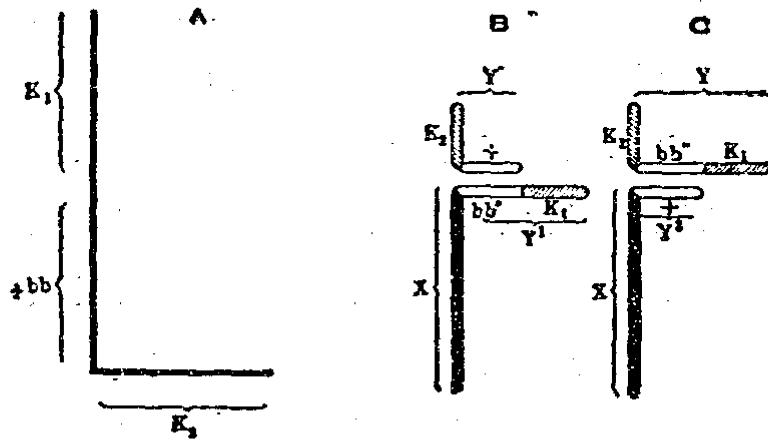


插圖 145. 果蠅之 Y 染色體圖形(Stern u. Ogura)

A: 正常 Y 染色體圖形

K_1 : 約占長腕之一半, 爲第一生殖力完全因子羣。

K_2 : 占短腕之全部, 爲第二生殖力完全因子羣。

+bb: 對於鬍毛之正常因子。

B: 上部爲長腕失去一半之 Y'' 染色體, 下部爲失去短腕之 Y^1 染色體, 轉位附着於 X 染色體者。

C: 上部爲正常 Y 染色體, 下部爲失去 K_1 及 K_2 部分之 Y^3 染色體, 轉位附着於 X 染色體者。 bb' : 第二鬍毛因子。

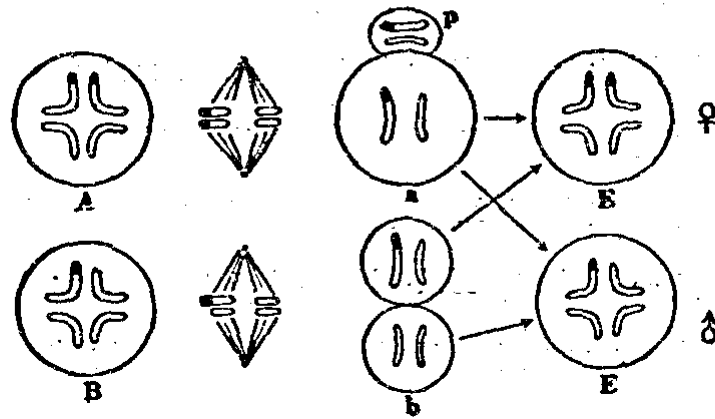


插圖 146. 馬蠶蟲之性染色體遺傳模式(Boveri)

A: 卵原細胞

a: 成熟卵

B: 精母細胞

b: 精蟲

p: 極體

E: 受精後

黑色部爲性染色體, 白色部爲普通染色體。

性自勿庸論，即劣性亦出現其作用於表面，然在普通染色體部分，只優性因子之作用現於表面，而劣性者則潛伏。

在某種蝗蟲 *Hesperotettix*，其 X 之添着為不變。然此添着之普通染色體有時相異，故關聯甚為複雜。又在動物，其原則為不添着，而間有（由於個體不同）X 添着於普通染色體者，發見甚多。

在某種動物之雄，其複合染色體之 X 部分與普通部分，染色反應相異者亦有之。

第一節之附註

(1) X 與 Y 之接合，稱為異接合 *heterosynapsis* (G. Bonnier, 1923)。

(2) 在體細胞，由於所謂細分 *Diminution* 而成為多數原染色體 *original chromosome*, *Kleine Chromosomen* 所推定之數。實際上，在性細胞不過只有一個大染色體 *grosse Chr.*，大染色體之構造，或如插圖 137。

(3) 此外尚有多少議論，然在人類，有如父傳於子所謂只在男系遺傳之二三性質已知之，此等性質，可認為含於 Y 染色體者。

(4) 在不等分裂之後期，性染色體向極移動，較普通染色體為遲者不少，此稱為移動時期異常 *Heterokinese*，接合異常 *Heterosyndese*，即此特殊情形。

(5) 雖在美國生長，然研究則在菲律賓大學所作者。

(6)此植物之學名,可參考第一章第十五節4A之註。

(7)此等中,有數種爲斯特那斯巴格耳曾否定其有性染色體者,海慈 E. Heitz, 1925曾將斯氏之剪秋羅類切片再檢查,而證明已有X與Y之存在。

(8) 6_n 者,爲二價染色體六個(即相同染色體六對)之意,與書爲12相同,a爲普通染色體之意。

(9)A爲普通染色體之單數一組,即單就普通染色體言之,爲一組基本染色體。

(10)威爾生稱此爲X染色體關聯X-linkage,然謂爲添着attachment當較宜。

第二節 菌蠅之特殊的性決定方式

與上述普遍的性決定方式顯著相異之型式,爲麥慈 C. W. Metz等在菌蠅類 *Sciara* 所發見。此屬動物,有多數種類,然皆爲在某一對雌雄所產出之次代,或全爲雌,或全爲雄,決無同時生出雌雄二者。此種單性的 unisexual 繁殖之原因,已判明完全由於母親;至於父親,則視交尾對方爲如何,可使產雌可使產雄。此只產雌個體之母蠅,稱爲產雌性 female-producing 之雌。而只產雄個體之母蠅,稱爲產雄性 male-producing 之雌。此二種雌蠅,在外觀上無若何差別,且二者皆爲有二X染色體者。在細胞學上,欲尋出其若何差異,殊爲困難。然由實驗事實推測之,可知產雄性之雌蠅,其X爲純型(二X染色體有同

樣性質),而產雌性之雌蠅,除有一普通之 X 外,尚有性質稍異之所謂 X' 性染色體。要之,關於其 X 為雜型,雄者全部為 XY,故生 X 精蟲與 Y 精蟲,又在受精時,因行選擇受精,產雌性雌蠅之卵,只與 X 精蟲合體而成 X'X 及 XX,二種雌,產雄性雌蠅之卵,只與 Y 精蟲合體,而生 XY 雄,每代皆如此循環,其圖式有如插圖 148。

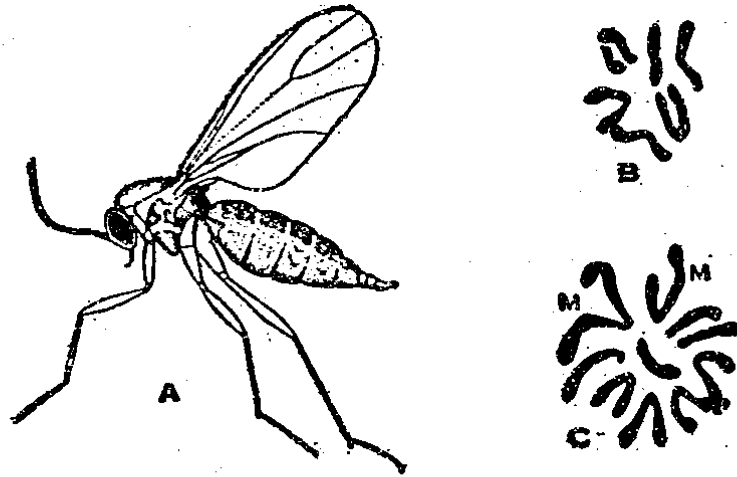


插圖 147. 菌蠅之一種 *Sciara similans* 及其染色體(千野)
 A: 全形
 B: 雌之倍數染色體
 C: 雄之倍數染色體
 M: 二個大 V 形限雄染色體

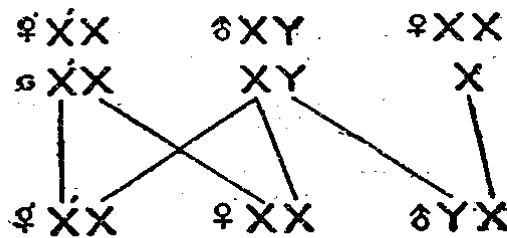


插圖 148. 菌蠅之性決定圖式(Metz)
 ♀': 產雌性之雌
 ♀: 產雄性之雌
 ♂: 雄
 G: 性細胞

如此 X' 常由母傳於女,由女傳於孫女,而 X 則為或一代異性,如父傳於女,女傳於孫子,或二代異性,如母傳於女,女傳

於孫子。又X與X間，可以發生染色體之部分交換，然X與X'間，則無此現象。

除依據上述原則以外，亦有產雌性雌蠅產出極少數(約2%)之雄，又產雄性雌蠅產出極少數(約1%)雌之例外者。前者為產雌性雌蠅之X或X'與Y精蟲合體者，後者為產雄性雌蠅之X卵與X精蟲合體者，二者皆屬於對選擇受精之例外。由此方法所生出之X'Y雄，其外觀上亦與XY正常雄無異，且因有生殖力，故若與產雌性雌蠅交尾，亦可能生出X'X'。在實際上，此種雌雖亦可獲得，然其外觀及生殖力，皆為正常。但X'Y與X'X'，為非常稀有。

在菌蠅類之倍數，雄之普通染色體常較雌多二個。例如在*S. similans*，雌者有二對棒狀染色體⁽¹⁾及二對近於V字形之染色體，然在雄，除此四對外，尚有一對甚大之近V字形染色體。此特別染色體，稱為限雄染色體male-limited chromosome; androsome。其與性之決定無關。

此蠅之精蟲形成方法，經過殊為特異之過程。今就*S. similans*述其大要。精原細胞中所含之10個染色體，經過成熟分裂之各期，皆為單價。所謂接合synapsis一時期無之。在第一成熟分裂，紡錘絲只由一極發出，限雄染色體二個及普通染色體四個合為一羣，其餘四個另為一羣。稍時，此四個之一羣，被絃出於細胞外。第二分裂，雖如普通方法行之，然在後期，其非限雄染色體之一，即以其二價狀態先行至一極，以是在此

極有五個單價染色體及一個二價染色體,反對一極則只有五個單價染色體。不多時,後者即被絨出於細胞外,而完全發達之精蟲,只有一種。以上之行動,即暗示精蟲內之染色體,只為父或母某一方面之染色體所成者,及由實驗的研究,已判明其普通染色體,只含有母方傳來之染色體。完成後之精蟲,有二個限雄染色體及四個普通染色體,卵形成之順序雖不明瞭,要之,缺乏限雄染色體,而完成卵只含有四個普通染色體。

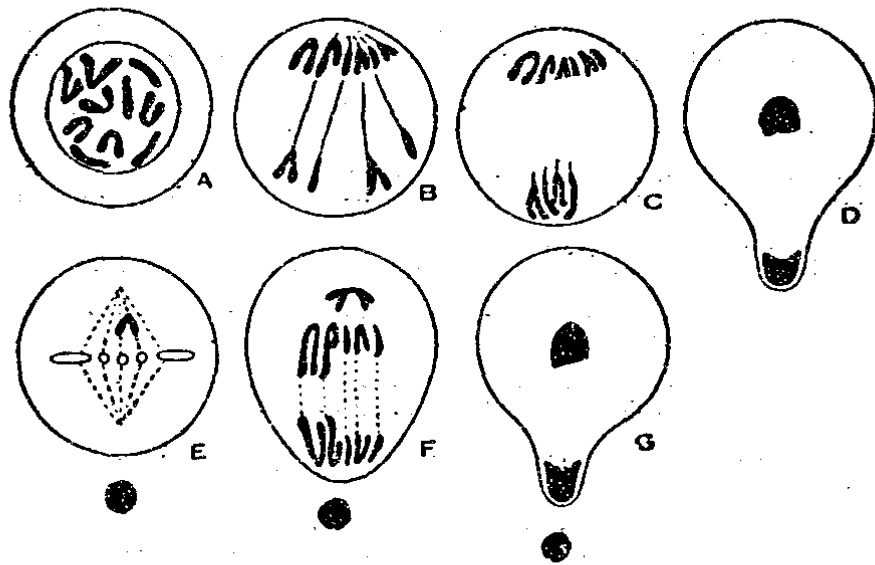


插圖 149. 菌蠅之精蟲形成(Metz).

- A: 性細胞成長期之染色體(不行接合),
- B: 單極分裂 monocentric division, 全部紡錘絲向一極,
- C: 含二限雄染色體之六個染色體, 移向中心體存在之一極, 其餘四染色體, 集於反對一極,
- D: 細胞之不平等分裂,
- E: 第二成熟分裂(兩極的分裂), 黑色者為先行染色體(二價),
- F: 染色體之分離(分裂後期),
- G: 第二回之不平等細胞分裂,

第二節之附註

(1) 其中之一對或為X染色體。

第三節 伴性遺傳

Sex-linked Inheritance, Sex-linkage;

Geschlechtsgebundene od.

Geschlechtsabhängige Vererbung

性染色體，為決定雌雄分化之主要原動力。然若此性染色體中含有性關係以外之遺傳因子，則此等因子與性有一定關係而遺傳，自不難察知。如此情形，稱為伴性遺傳。

如前所述，生物之關於性者，可區別為雄為雜型及雌為雜型二者。以是伴性遺傳亦有二種型式。然再加上特殊性決定之菌蠅，即共有三種類，又在伴性遺傳，XX—XY型與XX—XO型無區別必要，而ZZ—ZW型與ZZ—ZO型亦為同樣，此蓋因Y及W之存在與否，除特別情形外，無所關係。然其有重要職務者，則在限性遺傳之情形。

1. 雌雜型之伴性遺傳(ZW型)Female digamety

此亦稱為白尺蠖型 abraxas type。在伴性遺傳中最先為當克斯特耳 L. Doncaste 所研究而發見者。此蛾有濃色標準種名 *Abraxas grossulariata* 者外，尚有斑紋甚淡之變種名 *A. lacticolor* 者。然在英國，G⁽¹⁾之雌雄及L⁽¹⁾之雌雖為普通存在，而

L之雄則甚少自然存在。L♀×G♂之F₁，雌雄皆為G型。而F₂，則生G♀:G♂:L♀=1:2:1之比例。若以此交雜之F₁G♂與L♀相配合，則其次代為G♀:G♂:L♀:L♂=1:1:1:1之比例。於此乃有L♂生出。若以此雄與純型G♀相交配，則其F₁為L♀與G♂各半。而其F₂，則為G♀:G♂:L♀:L♂=1:1:1:1之結果。上述之成績，若假定此蛾之雌有ZW性染色體，而雄者為ZZ，又使翅之黑斑紋變濃而大者之因子對於使翅之斑紋變小而淡者為優性，且前者含於G型之Z染色體內，而後者含於L型之Z染色體內，則容易理解(插圖151)。

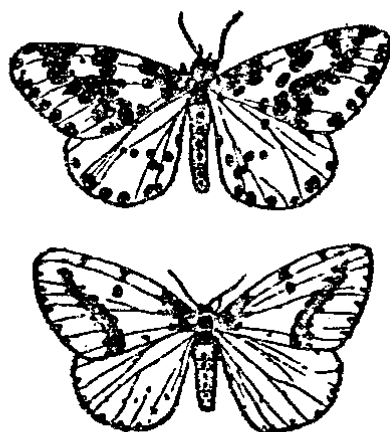
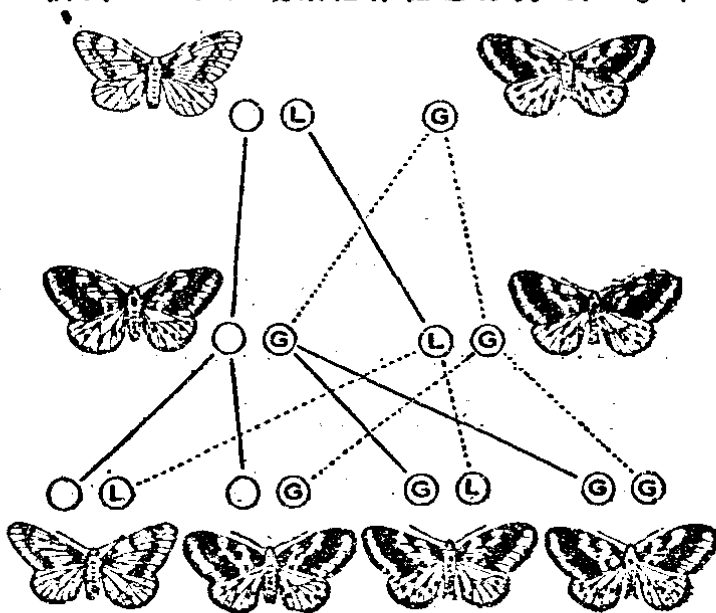


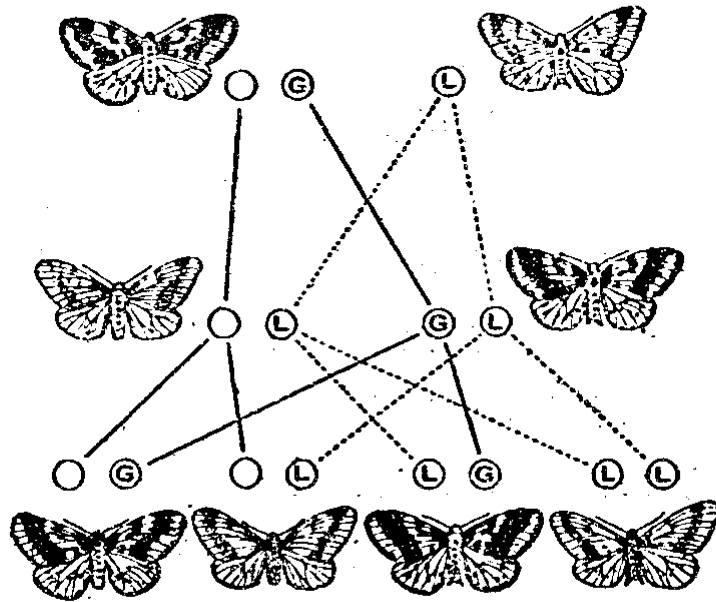
插圖 150. 白尺蠖蛾Abraxas (Bateson)
上:濃色型(grossulariata),
下:淡色型(lacticolor),

插圖 151. 白尺蠖蛾之伴性遺傳模式(Morgan)



(接次頁)

(承前頁)



淡色蛾爲 lacticolor, 濃色蛾爲 grossulariata, 其雌雄可由尾部之形狀區別之。

Ⓐ 爲含有 lacticolor 因子之 Z 染色體。

Ⓑ 爲含有 grossulariata 因子之 Z 染色體。

○ 爲 W 染色體。

在蠶之正常型幼蟲,其皮膚爲白色不透明,然在稱爲油蠶者一系統爲稍透明,恰如白紙上塗以油而成爲暗色半透明,以是由表面似可透見內臟之一部爲暗色狀,據著者之研究,此油蠶之遺傳行動有種種,其中卽有爲伴性遺傳者,凡在雌雜型之伴性遺傳,其優性♀ X 劣性♂之 F_1 ,必分離出劣性♀與優性♂,要之,爲男子似母親,女子似父親之有趣味現象,此稱爲交叉十字形遺傳 crisscross inheritance,若由性染色體之行動以觀此現象,別無不可解處,然以其與普通遺傳相異,且應用之以鑑別次代之雌雄,殊爲容易,例如使正常蠶之雌

蛾與伴性油蠶之雄蛾交尾產卵而飼育此 F_1 ，則單作體色選別，即可清晰分別其雌雄，亦即正常體色者全部為雄，而油蠶體色者全部為雌。又在蠶尚有其他伴性遺傳之二三性質已知之，凡屬蛾類，皆為此部類之伴性遺傳型。

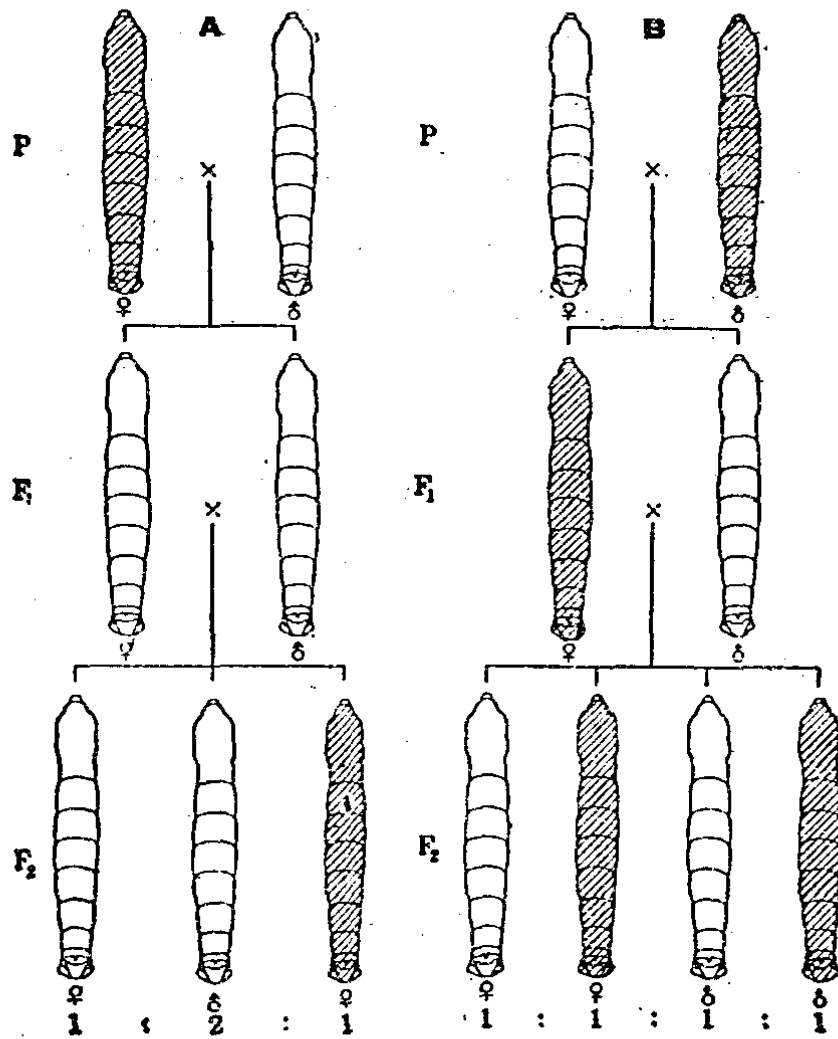


插圖 152. 伴性油蠶之遺傳(田中原圖)

A: 伴性油蠶♀ × 正常♂.

B: 正常♀ × 伴性油蠶♂.

白者為正常,有斜線者為油蠶.

鷄亦為同型之伴性遺傳。Plymouth Rock 種之鏈狀斑紋，對於門內客種 Minorca 或黑色狼山種 Black Langshan 及其他種之黑色為優性。黑♀ × 鏈♂ 之 F_1 ，雌雄皆為鏈紋，其 F_2 為 鏈♀:鏈♂:黑♀ = 1:2:1 之比例，又在反對交雜，即 鏈♀ × 黑♂ 之 F_1 ，其雌者全為黑色，而雄者全為鏈紋，由此 F_1 雌雄所生之 F_2 ，其鏈紋雌雄及黑色雌雄皆為同數出現，故在 鏈♀ × 黑♂ 所生之雛，在其剛孵化後，即可由羽毛區別其雌雄。此外使鷄之簔毛由黃金色變為銀色之抑制因子，及使羽毛發育遲慢之因子，亦為同樣伴性遺傳。

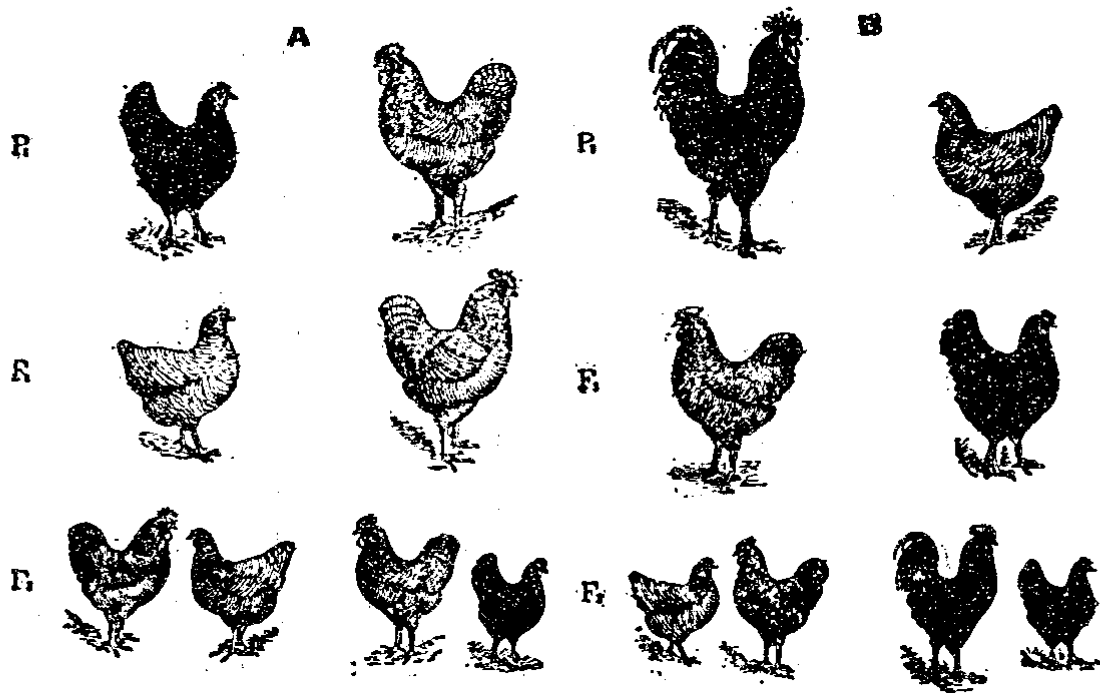


插圖 153. 鷄之伴性遺傳(Morgan)

A: 黑色♀ × 鏈紋 Plymouth Rock♂,

B: 鏈紋 Plymouth Rock♀ × 黑色♂.

皮耳 R. Pearl 謂鷄之產卵性亦為同樣之伴性遺傳。在冬

季產卵少之品種名 Cornish Indian Game 者與多者之品種 Barred Plymouth Rock 相互交雜,其 F_1 之雌,二情形之產卵性皆比較近似於父系品種 (2)。凡鳥類皆與鷄為同型之伴性遺傳,在鴿亦已知若干此等例 (R. Staples-Browne),最近,丹下 (1932) 在鴿之褐色與白色間,亦觀察得雌雜型之伴性遺傳。

墨西哥原產之 *Platyopocilus maculatus*, 為屬於鯉目 *Cyprinodontes* 之淡水產小魚,近來為觀賞用而輸入於各國,此魚之體色有黑色、紅色、金色、無色等種種品種,此外有全體上散佈無數小點者 Stippled 及無小點者,又有散佈少數較大斑點者 Spotted 及無斑點者,此小

點為普通遺傳,然大斑點則為 ZZ-ZW 型之伴性遺傳,其雌之性為雜型,已由 柏那米 A. W. Bellamy 及 果耳登 M. Gordon 闡明,原來不僅魚之大多數其性細胞為 XX-XY 型,即其比較近緣之百

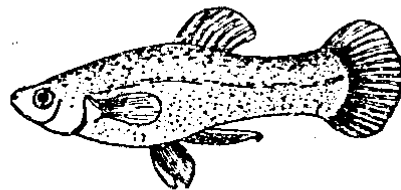
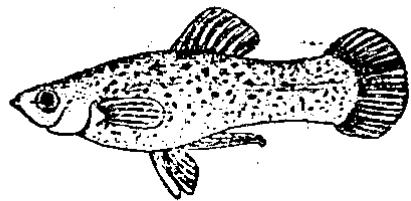


插圖 154. *Platyopocilus*(Gordon)

上: 黑色素成稍大斑點狀者(Spotted)

下: 黑色素成小點狀者(Stippled)

萬魚 *Lebistes* 及麥魚 *Aploc-*

heilus (*Oryzias*), 亦已證明雄為 XY, 而此 *Platyopocilus* 獨為 ZW 型,不能不謂為可注目之事實。

2. 雄雜型之伴性遺傳(XY 型) Male digamety

此亦稱為果蠅型 *Drosophila* type, 因雌為 XX 而雄為 XY

或 XO。故卵只有一種，而精蟲則有含 X 者及含 Y (或 O) 者。前者為生成雌之精蟲，而後者為生成雄之精蟲。以是在雌雜型，其後代之雌雄由卵決定。然在雄雜型，則次代之雌雄由精蟲決定。

先取果蠅之例用作說明。若以正常紅眼雌與由突然變異所生白眼系雄相交雜，則 F_1 之雌雄皆為紅眼。於是知紅眼對於白眼為優性。及至 F_2 ，分離出紅眼♀：紅眼♂：白眼♂為

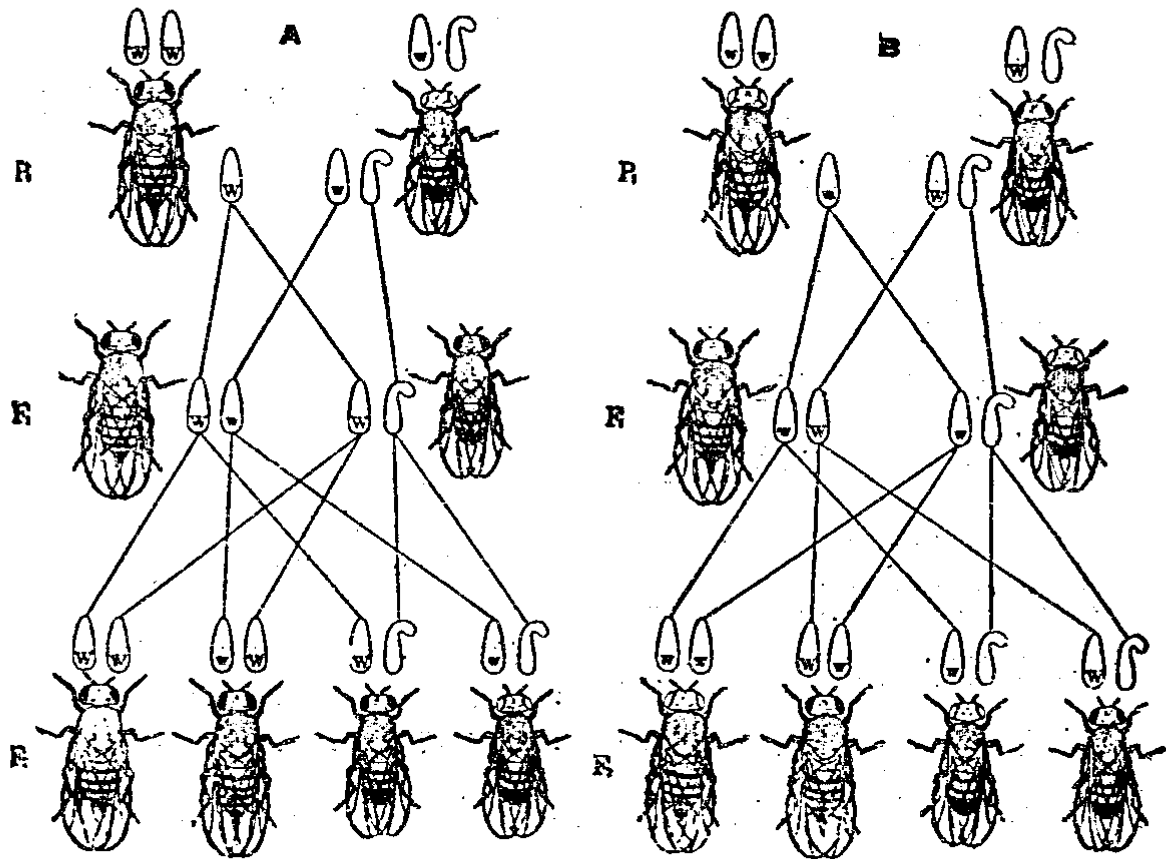


插圖 155. 果蠅之伴性遺傳(Morgan)

A: 紅眼♀ × 白眼♂, B: 白眼♀ × 紅眼♂,

果蠅之雌雄，由於其身體大小，腹部之形狀及黑橫條紋狀腿，可以鮮明區別。

2:1:1 之比,而無白眼♀,然若不論其性關係,只就 F_2 之分離比觀之,固為3:1之單因子遺傳。但如上述之反對交雜,即白眼♀ \times 紅眼♂之 F_1 ,則生出眼色分離為紅眼♀與白眼♂。其他之型,完全不出現,亦即女似其父,子似其母之交叉十字形遺傳。在果蠅,只其為伴性遺傳之最顯著形態因子,已有35。若合計致死因子及其他形態因子,則有200之多(T. H. Morgan: Theory of Gene, 1928, P. 52)。

貓之毛色,大別之有黑(包含漆黑、黑褐、淡黑色等)與黃(包含由橙色以至乳酪色)與黑黃斑即玳瑁色 tortoise-shell 三種。此黑黃斑中混有白斑者,稱為三色毛 tricolour。自昔已一般週知三色毛貓之牡甚少,其原因亦仍在伴性遺傳。以下敘述為用意更廣之黑黃斑一語以代替三色毛一語者。黑色同輩之子只有黑,黃色同輩之子通常只為黃。然黃貓♀ \times 黑貓♂之 F_1 ,為黑黃斑♀及黃♂。又其反對交雜,即黑貓♀ \times 黃貓♂之 F_1 ,為黑黃斑♀及黑♂。又在黑黃斑♀ \times 黑♂,則生出黑黃斑♀黑♀黃♂黑♂四種。而在黑黃斑♀ \times 黃♂,則生出黃♀黑黃斑♀黃♂黑♂四種。其說明可以B表示使毛成黑色之因子,b表示使毛成黃色之因子(B對b為不完全優性)(3),且假定此一對因子含於X染色體內,而Y完全不含毛色因子。又書含B之X為 X^B ,含b之X為 X^b ,則 $X^B X^B, X^B Y$ 為黑貓之雌雄, $X^b X^b, X^b Y$ 為黃貓之雌雄, $X^B X^b$ 為黑黃斑之雌。於是上述之交雜結果,可解釋如次。

- | 親貓之表型及因子型 | 子貓之表型及因子型 |
|-------------------------------------|--|
| (1) 黃 ♀(X^bX^b) × 黑♂(X^BY) | 黑黃斑♀(X^BX^b) + 黃♂(X^bY) |
| (2) 黑 ♀(X^BX^B) × 黃♂(X^bY) | 黑黃斑♀(X^BX^b) + 黑♂(X^BY) |
| (3) 黑黃斑♀(X^BX^b) × 黑♂(X^BY) | 黑黃斑♀(X^BX^b) + 黑♀(X^BX^B)
+ 黑♂(X^BY) + 黃♂(X^bY) |
| (4) 黑黃斑♀(X^BX^b) × 黃♂(X^bY) | 黑黃斑♀(X^BX^b) + 黃♀(X^bX^b)
+ 黑♂(X^BY) + 黃♂(X^bY) |

但除上述原則外,在(2)及(4)之交雜,生出少數黑♀,又黃色同輩之子,有生出黑者,又在(2),(3),(4)等組合,有極少數黑黃斑牡貓生出者,此等例外情形之說明,可舉出三種學說:(a)由於X及Y染色體之部分交換者(參考後文麥魚之遺傳);(b)由於如後述之染色體不分離現象而生出 X^BX^BY 之雌及 X^BX^bYY 之雄者;(c)為間性 intersex 者,在今日言,以其中之第三說,當最近於真實,亦即三色毛之雄,為由雌出發之間性,其性染色體構造與普通之雌同樣為 X^BX^b ,只不過由於其他原因成為間性,因而外觀上變為雄之形狀,實際上,三色毛之牡貓,大部份缺乏生殖力而體質虛弱,又由解剖觀之,亦可見三色毛牡之睪丸組織變成退化,殆不能觀察出完全精蟲,又有謂間有三色毛之牡貓具有生殖力者,此縱云報告無誤,然因間性有種種程度,若由雌變雄之間性達於極端之情形,亦可認為生殖可能,白色因為普通遺傳之因子,故在前之說明時,為便利起見,省略去者,關於貓之毛色,從來所提出之非常多數

學說,要約之,即大體上如上所述。

然最近班白耳及赫耳德曼兩女士 R. C. Bamber (Mrs. Bisbee) and E. C. Herdman, 1932 在完全管理下將一頭黑黃斑牡貓與黑、黃、黑黃斑等種種牝貓配合,而使產多數次代個體。由此結果觀之,黑黃斑含與黃含作同樣遺傳行動,故謂由於染色體之部份的不分離現象 partial non-disjunction⁽⁴⁾, 亦即因含黑色因子之 X 染色體其一部份轉位附着於含黃色因子之 X 染色體,而使同一 X 中有黃色因子與黑色因子共存。然因轉位部份甚小,故未使性發生變化,又此黑黃斑之牡,在其精蟲形成時,因放棄其轉位斷片,故有如純然黃貓牡之遺傳。

在人類,其伴性遺傳之性質,亦已知有相當多數。其最為規則嚴正且最有詳細研究者為色盲。若依據達文坡耳特 C. B. Davenport, 1930 關於人類伴性遺傳所綜合敘述者,則色盲可分為次之三類。(a) 全色盲,此僅可識別明暗,蓋起因於圓錐體之不發達。其為不遺傳性者多。(b) 紅綠色盲。紅綠皆認為黃色者。此中又可區別為認綠較明而認紅則為淡暗之紅色盲 protanopia; 與其反對,即認紅為相當明而認綠較正常人遙為淡暗之綠色盲 deuteranopia。(c) 三色感性色盲。紅與黃與綠雖可視別,然關於混合色則為異常色感者。此中又有為使感覺紅與綠之混合色為黃起見,須較正常人多混入紅者(視綠者 green-see-er, protanomalous), 及須多混入綠者(視紅者 red-see-er, deuteranomalous)。

依據瓦勒耳 G. H. M. Waaler, 1927 之研究, 視綠性對於紅色盲爲優性, 視紅性對於綠色盲爲優性, 而正常性對於上述諸性質, 皆爲優性。又視綠性與紅色盲與正常成一複對因子羣, 而視紅性與綠色盲與正常成另一複對因子羣。在歐洲, 色盲者之比例, 大體上男子爲 4%, 而女子爲 0.4%。就中尤以紅綠色盲最多。似此男女之所以大差者, 蓋因若男子之一根 X 染色體含有色盲因子, 卽成色盲, 而女子若非二根 X 染色體同時含有色盲因子, 不成色盲。色盲之遺傳, 由於插圖 156 所示, 卽可一目瞭然, 故省略其詳說。然純粹正常之女與色盲之男間, 所生子女, 皆爲正常。此正常之男兒, 在遺傳上, 已由色盲解放。若與純粹正常女子結婚, 則子子孫孫, 不生色盲。但此正常女兒, 因潛伏有色盲因子, 故雖與正常男子結婚, 其所生男兒中, 有半數爲色盲, 而女兒之半數, 又含有潛伏色盲因子。故

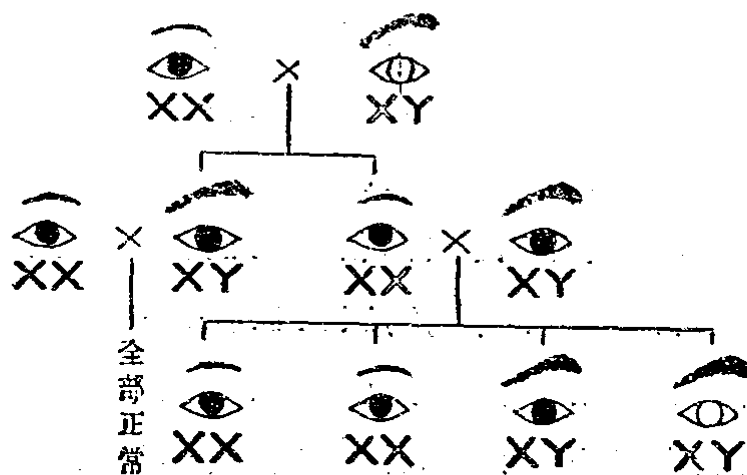


插圖 156. 色盲之遺傳模式(原圖)

細眉者爲女, 粗眉者爲男, 黑眼爲正常, 白眼爲色盲。

黑 X 爲有正常因子之染色體, 白 X 爲有色盲因子之染色體。

女子,恰與虎列拉病及腸窒扶斯病之細菌保持者為同樣行動,因是稱為傳導者 conductor (5)。

所謂血友病 haemophilia; Blutung 者,為一種傷及血管時容易出血不止之先天性疾病,普通人之血中,含有凝固酵素 Thrombin 及纖維素 fibrinogen,若接觸空氣,由此兩者之作用,可以形成不溶解性之纖維物質 fibrin。此物質即捲入血球,將傷口閉塞,而使出血停止。然在血友病患者,因此種凝固酵素之形成不甚充分,故止血遲,因而至出血過多以死。血友病之遺傳,亦完全與色盲同樣,只稍異者,為血友病之女殆不存在。其理由為男子因此病雖多早夭,然究已出世。而在女子若其因子為純型,即於胎兒時代致死 (6)。亦即血友病為一種劣性致死因子。然若謂男子為何不於胎兒時期致死,恐或因具有本因子之 X 染色體有二個時,亦即複式 duplex 時,其致

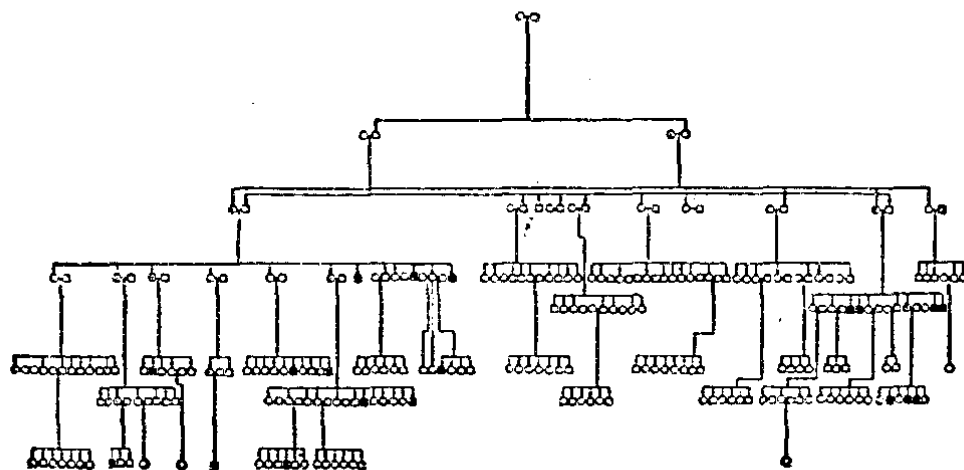


插圖 157. 血友病之一家系圖(平岩)

- : 健全女
- : 健全男
- ⊙: 含有血友病因子之女
- : 血友病之男

死作用強。而在男子之單式 Simplex, 雖生後可使發現本病, 然出產前, 無殺死胎兒之能力。

視神經萎縮症, 雖混有種種相異之遺傳型, 然其中之一, 即為典型的伴性遺傳。此外, 先天的夜盲症, 某種強度近視, 高維爾病 Gower's disease, 巨大角膜 megalocornia, 放浪性 nomadism; Wanderlust 等, 亦證明為伴性遺傳。又眼球震盪症 nystagmus, 小眼症 microphthalmia, 虹彩缺裂症 coloboma, 亦謂屬於此部類。

在雌雄異株植物, 除草莓外, 皆已知為 XY 型。然在實驗上, 伴性遺傳之鮮明者甚少。僅有石竹科之 *Lychnis dioica* (C) 一例。此植物雖為雌雄異株, 然其正常型, 雌雄之葉皆闊。此中突有一株窄葉雄植物 (*angustifolia*), 由於突然變異而生出。以

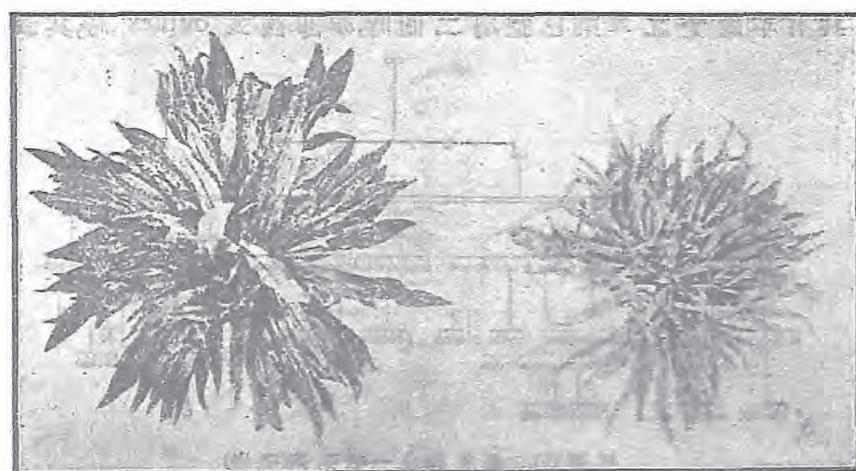


插圖 158. *Lychnis dioica* 之葉形 (Shull)
左：闊葉型 (正常型) 右：窄葉型 (突然變異型)

此與闊葉之原型雌相交雜，其 F_1 雌雄全部皆為闊葉，其 F_2 分離出闊葉♀：闊葉♂：窄葉♂ = 2:1:1，窄葉♀一株亦無。以此完全為XY型之伴性遺傳。

3. 菌蠅型

菌蠅之伴性遺傳，在根本上與果蠅無異，只不過有產雌性與產雄性二種雌蠅一點，稍為複雜而已。如在菌蠅之一種名 *Sciara coprophila* 者，有翅之一部膨大 swollen 之伴性因子，因其對於正常為劣性，故產雌性正常♀ ($X'X$) × 膨大♂ (X^*Y) 之 F_1 ，全部為正常雌 ($X'X^*$ 及 XX^*)。又此 F_1 ♀與膨大♂ (X^*Y) 行退交雜，所生之 FR_1 (參考總論之語彙中 F_1 一條)，無論產雌性♀ ($X'X^*$) 或產雄性♀ (XX^*)，所生者皆為正常蠅 ($X'X^*$ 或 XY) 與膨大蠅 (X^*X^* 或 X^*Y) 各半。此產雌性♀所生之正常者，因完全為產雌性♀ ($X'X^*$)，故若與膨大♂ (X^*Y) 相交配，則所生次代，亦為正常與膨大各半。又在 FR_1 出現之膨大♀ (X^*X^*)，因完全為產雄性，故即與正常雄或膨大雄相交配，所生次代，全部皆為膨大♂。以下皆可準此解釋。

在此同種蠅，其含於X染色體內之稱為狹翅 narrow 一劣性因子，及含於X'染色體內之稱為波狀翅 Wavy 一優性因子之遺傳，亦可由上述方式推知之。

於此附帶將菌蠅之不伴性因子之特異遺傳方式敘述之。

在上述同種之蠅，發見有稱為端截翅 truncate 一劣性因

子。此不伴性因子，出現有如次之交雜結果。

親	子
(a) 端截♀ × 正常♂ (由於正常♀ × 端截♂者)	全部正常
(b) 端截♀ × 正常♂ (由於端截♀ × 正常♂者)	全部端截
(c) 正常♀ (由於端截♀ × 正常♂者)	
× 正常♂ (由於端截♀ × 正常♂者)	端截1:正常1

亦即在此情形，可以判明父親精蟲之普通染色體 autosomes，只為由祖母承繼而來者。

又在同一屬之別種蠅，發見有稱為闊翅 Broad 一優性因子，更在別一種蠅，發見有翅脈融合 fused 一劣性因子，皆為同樣遺傳。

4. 伴性遺傳之特徵

以上所述伴性遺傳之特徵，想已大體明瞭，茲為注意起見，試綜括簡單列舉如次。

(a) 在反對交雜，例如 A♀ × B♂ 及 B♀ × A♂，其 F₁ 及 F₂ 之表型比完全相異。

(b) 若性的雜型之個體有伴性優性因子，而性的純型個體有伴性劣性因子時，此兩者交雜所生之 F₁，即出現特有之交叉十字形遺傳。換言之，在 F₁ 已有表型分離。

(c) 伴性遺傳之型式與性染色體之型式，完全一致。

(d) Y 及 W 染色體，有時稱為異性染色體 allosome (Babcock and Clausen)。在此異性染色體之性 sex，只其伴性形質

雖爲劣性,亦與優性同樣可出現於表面。

(e)在具有XX或ZZ性染色體之個體,X與X或Z與Z間雖有因子交叉,然X與Y或Z與W間,在原則上不發生交叉。

以上所述五條中,最初三者,前已敘述,當已明瞭。然最後二條,有稍說明之必要。在XY及ZW個體,因X與Z爲孤獨的monosomic存在,故其中若爲優性因子,自無待論,即爲劣性因子,亦以其單價simplex, hemizygous, monzygous之狀態,而發現作用。此蓋因抑制劣性因子之優性因子,不存在於其對手之異性染色體Y及W中故也。此種特別性質,在遺傳研究上,有種種便益利用。

復次,在X與X及Z與Z間,亦與普通染色體間同樣比例於其距離而行部份交換,因之發生因子交換。舉一果蠅之例言之,若體色黃而眼色白之雌與體色灰褐(正常)而眼色紅之雄相交雜(黃體色對於灰褐體色爲劣性,白眼對於紅眼爲劣性),則F₁即有如交叉十字形遺傳生出灰褐體色紅眼雌及黃體色白眼雄,由此雌雄交尾而生之F₂,則分離如次,且雌雄二者皆然。

黃體色白眼	灰褐體色白眼	黃體色紅眼	灰褐體色紅眼
49.5%	0.5%	0.5%	49.5%

此四表型中之外側二者,爲非交叉型,中間二者爲交叉型,此交叉率低,即表示黃體色與白眼兩因子,在X染色體上爲極相接近之位置。

菌蠅之產雄性雌蠅因有二X,故其間可發生部分交換。例如令含窄翅因子之X爲Xⁿ,含膨大翅因子之X爲X^b,則在XⁿX^b個體(♀),約有0.5%之因子交叉,而可生出窄狹膨大

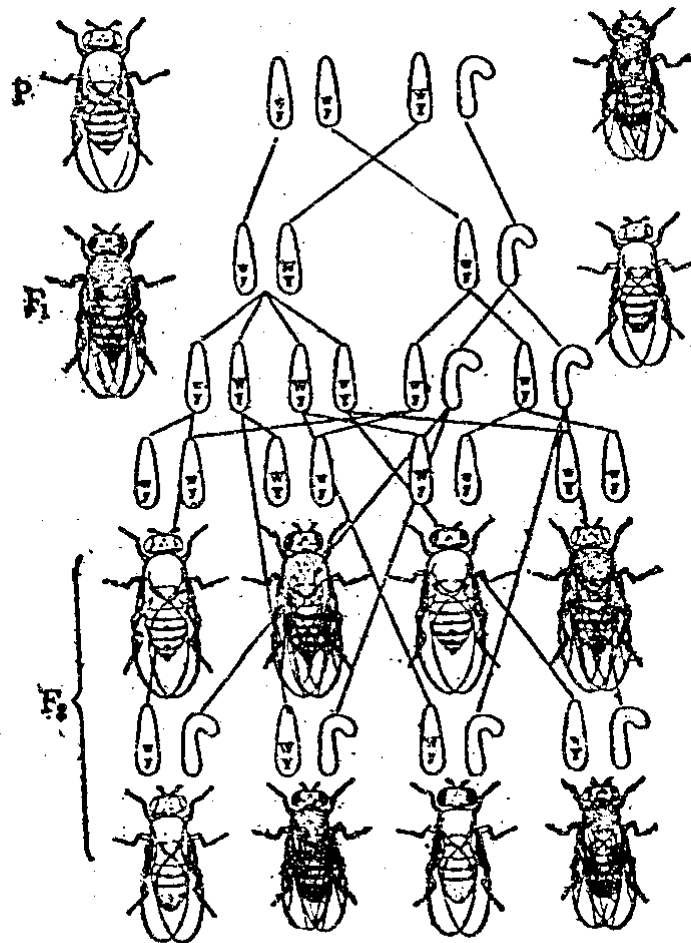


插圖159. 果蠅之二X染色體間,由於部份交換而生因子交叉。

(由Morgan改作)

體之大者爲雌,小者爲雄,體之白色者表示黃體色,複眼之白者表示白眼,棒狀者爲X染色體,一端彎曲者爲Y染色體,X相互間之部份交換,於F₂之雌發生。

w: 白眼因子

W: 對於w之正常因子(紅眼)

y: 黃體色因子

Y: 對於y之正常因子(灰褐色)

翅雄(X^wY)及正常雄(XY)。然在產雌性雌蠅，雖其 X' 中有波狀翅優性因子， X 中有膨大翅因子而為 X^wX^e ，但因不起交叉，故其次代無波狀膨大翅之雄(X^wY)生出。

5. 擬伴性遺傳

有外觀上似伴性遺傳，而實際上不過為普通遺傳者，在蜜蜂，如後所述，其受精卵皆發達為雌(蜂王及職蜂)，而不受精卵，由單性生殖發達者，皆為雄。故雄蜂之染色體，只由母一方面承繼者。例如有某種劣性(如體色淡者)之純粹種蜂王與有其優性(體色暗者)之雄蜂相交配，則其結果所生之雌，全部為暗色似其父親，而雄之體色全部皆淡而似其母親。一見此有如一種交叉十字形遺傳，然如此情形，決不能謂為伴性遺傳。

第三節之附註

(1) G 為 *grossulariata* 之略，L 為 *lacticolor* 之略。

(2) 但古達耳 H. D. Goodale 在其他品種，則未認出父之影響對於產卵性特別大。

(3) 亦有認黃對黑為優性之學者，然在說明上，二者皆無礙。

(4) 此名詞不甚適當，寧可稱為重複 *duplication* 或轉位 *translocation*。

(5) 在佛典謂女子為罪孽深重者，又有外面女菩薩，心內如夜叉等語，然與此相異意義言，男女遺傳行動之差，殊有興味甚深者，但即在色盲因子為雜型之女，亦有自身成色盲者。

(J. Bell, 1926).

(6)關於血友病之遺傳,從來所知者有二法則,一為那斯 F. Nasse 之法則,謂本病只於男子發現,為由正常女子傳於其子者。他一為羅生 H. Lossen 之法則,謂本病男子之男兒,決不患本病,其遺傳完全為由母至女或由母至男兒,決無由男傳於女者。但此羅生之法則中,謂血友病因子不能由父傳至女一節,顯然為謬誤。極少數雜型女子而患血友病者,此恐為一種優劣轉換。

(7)在美國主要用 *Lychnis dioica* 一語,在歐洲則主要用 *Melandrium album* 一語。又可參考第一章第十五節之4A之附註。

(8)此雌之表面為正常,蓋以 X^p 含有對於 s 之正常因子,而 X^r 則含有對 n 之正常因子。

第四節 染色體不分離現象

Non-disjunction; Nichttrennen

具有 XX 性染色體之個體(因在 ZZ 亦為同樣,以是不重述)。在成熟分裂時,因各一 X 趨向一極,以是完成後之卵,各應有一 X 。然若由於某種原因,二 X 不分離而共同趨向一極,則完成後之卵,有為具有二 X 者,有為一 X 亦無者。此種現象,為布里奇斯 C. B. Bridges, 1916 在果蠅所初發見,此不僅提供種痘有興趣材料,且其後在其他動植物亦發見多數實例。此

稱為染色體不分離現象。

不分離現象有二類，即第一次不分離現象 primary non-disjunction 與第二次不分離現象 secondary n. d.，前者為某一卵母細胞，只放出普通染色體於極體中而不放出 X，故形成 XX 卵。此卵若與 Y 精蟲合體，即成 XXY 個體。此 XXY 形，是為不分離現象之最大特徵，又若 XX 卵與 X 精蟲受精，其所生

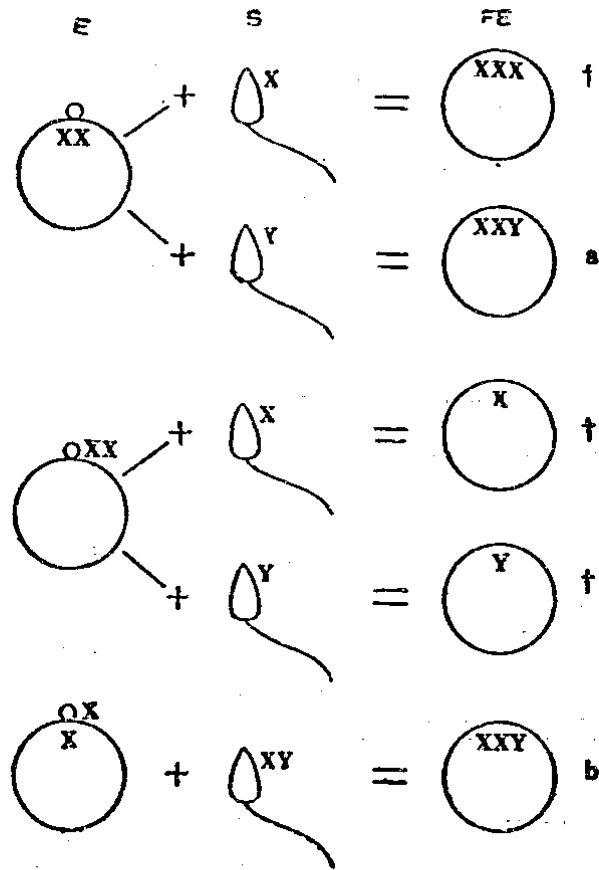


插圖160. 第一次不分離現象及XXY個體之形成(原圖)

E: 受精前之卵細胞, S: 精蟲, FE: 受精後之卵(個體)

a: 由於卵之不分離現象而成之XXY個體。

b: 由於精蟲之不分離現象而成之XXY個體。

†: 缺乏生殖力或不發育而死亡者。

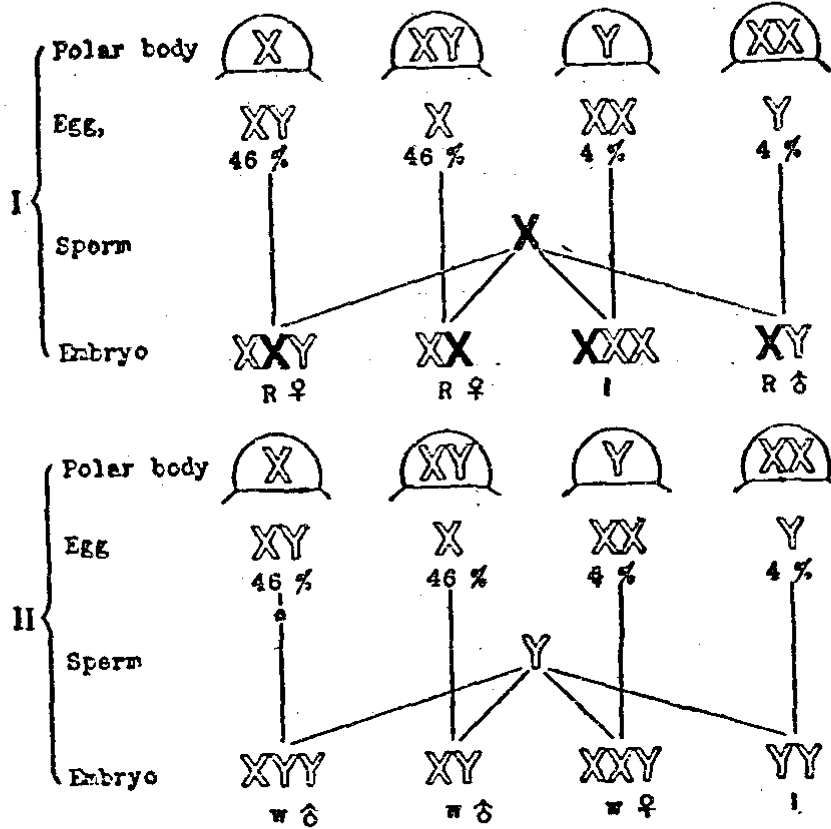


插圖 161. 第二次不分離現象(Morgan)

- I: 其二 X 含有白眼因子之 XXY 卵母細胞,由其減數分裂所生之四種卵,與含有紅眼因子之 X 精蟲受精之情形(數字為四種卵之比例)。
 - II: 上述四種卵與 Y 精蟲受精之情形(數字同上)。
- Polar body: 極體, Egg: 卵, Sperm: 精蟲, Embryo: 受精所生胚子,
 R: 紅眼, w: 白眼,
 !: 無生殖力或不發育而死亡者。

之 XXX 個體,大部分在發達中途死亡而不至於孵化。

與上述相反對,即二 X 皆放出於極體而卵內之 X 無餘,亦可發生第一次不分離現象,此卵與 X 精蟲受精而成之 XO 個體,雖能生存,然缺乏生殖力。又若此卵與 Y 精蟲合體,其所成之 YO 個體,不能生存。

第一次不分離，常在卵形成時發生，然在精蟲亦有發生可能。如此所生出之 XY 精蟲，若與 X 卵受精，即生出 XXY 個體，又若 X 及 Y 皆無之精蟲與 X 卵受精，即生成 XO 個體。

XXY 個體雖含有 Y，然以其 X 染色體與普通染色體之比為 2:2，故成有生殖力之雌。然其卵形成時，必生 XY 與 X 與 XX 與 Y 四種卵，此稱為第二次不分離現象。由此結果所生出之 XXY 及 XX 個體為雌，及 XY 與 XYY 為雄，皆能生存。YY 全部死亡，又 XXX 雖亦同樣，然若有極少數生存者則為雌。

以上為僅由細胞學之見地敘述者，然實驗上亦可清晰證明此不分離現象。例如在白眼♀ × 紅眼♂ 一交雜，因白眼為伴性劣性因子，故在原則上應 F₁ 之雌全為紅眼，雄全為白眼。然有時有少數白眼雌及紅眼雄生出，此蓋因或由於交雜所用之雌體內發生第一次不分離；或此雌為 XXY，因而發生第二次不分離。若為第一次不分離，則例外表型極為少數，又僅有例外雌或僅有例外雄之情形甚多。若為第二次不分離，則例外型之雌與雄略為同數，且其比例，亦大體一定，即雌或

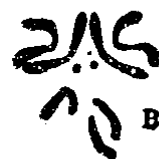


插圖 162. 不分離現象結果所生果蠅雌之異常性染色體 (A, B, C: Bridges, D: Stern)
A: XX (正常), B: XXY, C: XYY, D: XXX
(有二 X 為在其一端相互接者)。

雄之總數約為4.3% (1)。

由於不分離而生之雌中,其XXY在卵形成,再作第二次不分離,以是可以每代繼續而保存其系統,又雄中之XXY,亦可生出精蟲,若其XY精蟲入於正常卵,即成爲XXY雌,此亦爲第二次不分離,當勿待言,又XXY之分作X與YY者,爲比較的少數,然亦有YY精蟲,與X卵合體而再成XXY雄。

在第二次不分離,其例外型生出之比例,普通約為4.3%,已如上述,然在某特別系統,有出現由8-9%甚至20%之高度者,如此生出多數例外型之系統,稱爲高度不分離系統,布里奇斯謂此系統之Y染色體,由於突然變異而成Y',此XXY'雌,皆出現高度不分離。

茲再示一作奇異現象之情形,在XXY之特殊系統,此系統之雌,其XX以一端相互接着,故常相伴行動,而必與Y趨向反對一極,以是在成熟卵,只有 \widehat{XX} 與Y二種卵,若其與X及Y精蟲合體者,即生出 \widehat{XXX} 與 \widehat{XXY} 與XY與YY四種組合,然第一與第四中途死亡,故殘存者只有 \widehat{XXY} 雌及XY雄,又因此 \widehat{XX} 中,二者皆各含有黃體色因子y,故 \widehat{XXY} 雌爲黃體色,若此與正常體色之雄相交配,則其次代雌之 \widehat{XX} 爲由母所承繼者,而雄之X爲由父所承繼者,故前者全部爲與其母之同樣黃體色,而後者則完全爲似其父之正常體色,換言之,此與普通之伴性遺傳完全相反,然其原因可由上述事實清白說明。

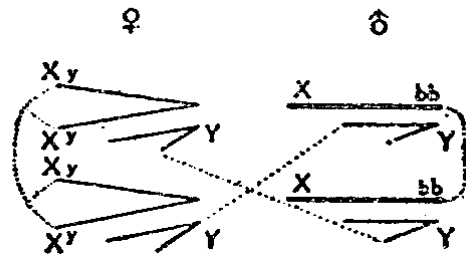


插圖 163. 接着 X 染色體 (XX) 及其遺傳 (Muller)

X, Y: X 及 Y 染色體 y: 黃色因子 bb: 斷毛因子
 接着 \overline{XX} , 常由母傳於其女, Y 則為父傳於其女及母傳於其子,
 又單獨 X, 常只由男系傳達。

由於不分離現象,尚有其他之一見若不可解之情形,即在 XXY 雌,若其一 X 含有 eosin 眼因子 w^* 而他一 X 含有朱色眼因子 v , 則此個體之關於 w^* 及 v 者為雜型,因而其表型為正常(紅眼),然其與正常交雜而生之次代,有 eosin 眼雌一例外型生出,此例外型雌之 eosin 眼因子,勿待多論,自當為純型,又同時由其子孫觀之,知其朱色眼為雜型,以是知其一 X 有 v 與 w^* 共存,而他一 X 只有 w^* ,無可懷疑,由此觀之,其母之 Xv 與 Xw^* 間,必有交叉而生 Xw^*v 。且他一性染色體,仍留於原狀 Xw^* 。此甚若不可解者,然,但若假定此二 X 染色體各縱裂而成四分染色體,在其相互扭繞時,只內側二根發生部分交換,若在普通情形之第一分裂,為由父而來之染色體與由母而來之染色體分離,在第二分裂,為縱裂所生之姊妹染色體分離,茲設想第二分裂不分離,則可生出一根染色體為已發生部份交換者,而他一者為未發生交換者之卵,由此即可容易理解,若 Y 精蟲入此卵,即可生出前述之 Xw^*vXw^*Y 雌。

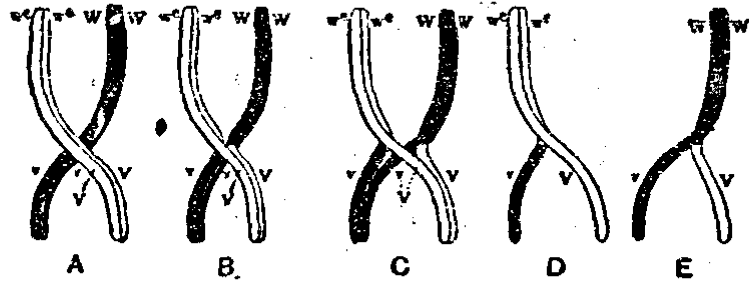


插圖 164. 在第二成熟分裂不分離之情形(Bridges)

白者為由母來之 X 染色體,黑者由父而來。

A: 四分染色體。

B: 只內側二根間發生染色體部分交換之情形:

C: 減數分裂之初期。

D, E: 同上之後期, D 向一極, E 向他一極。

在第二分裂, D 或 E 以其不分離狀態入於一方面性細胞時,即生出一 X 為交叉型他一 X 為非交叉型之 XX 卵,此卵與 Y 精蟲合體,即成 XXY 個體。

w^{*}: eosin 眼

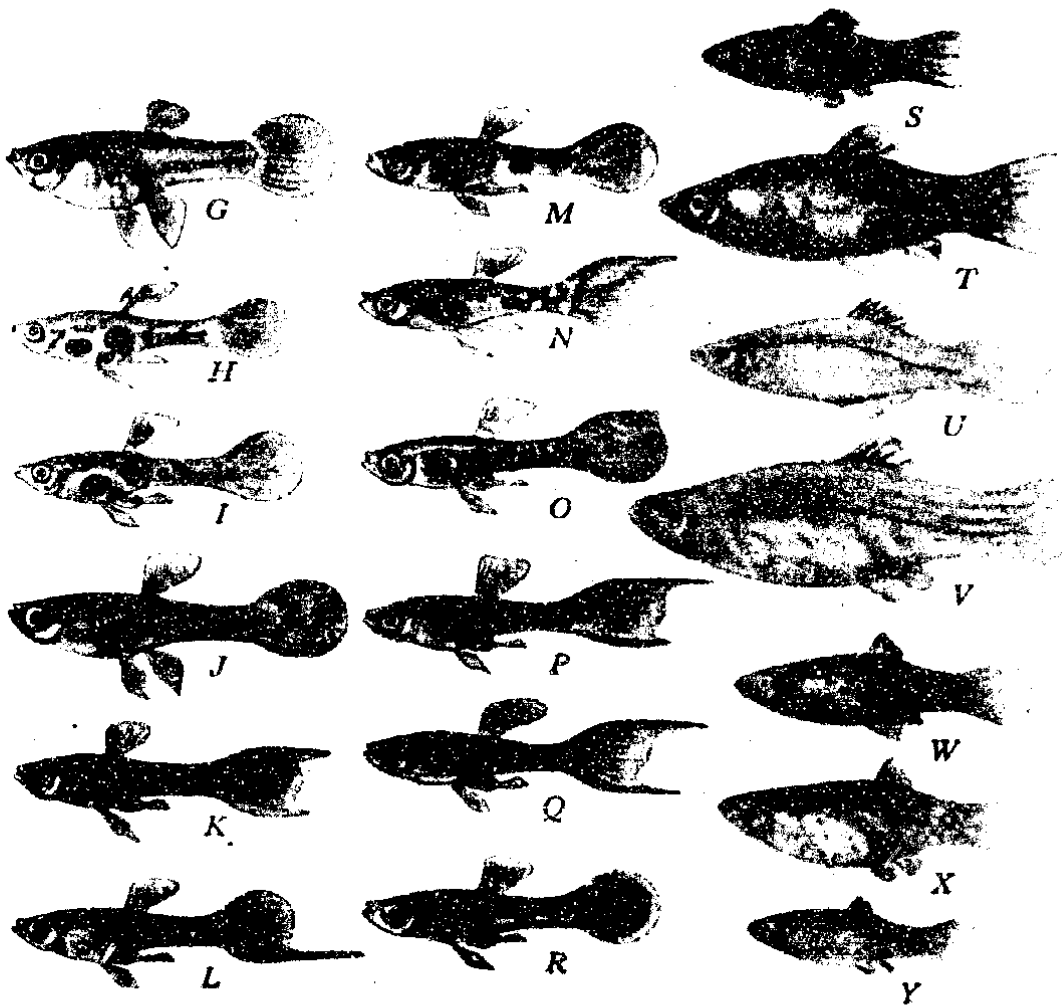
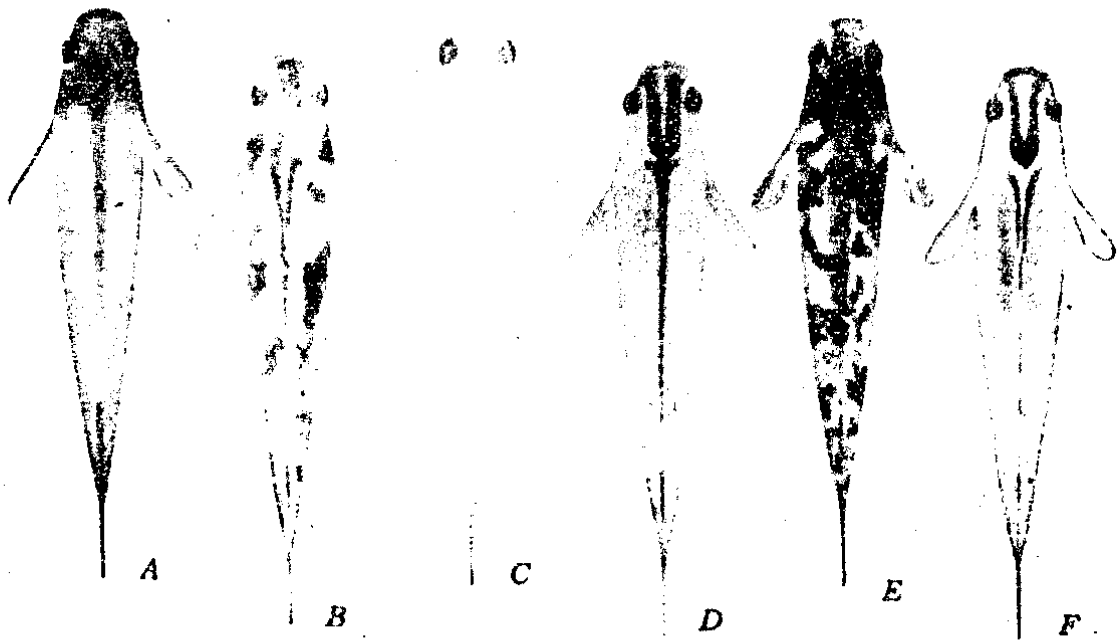
W: 紅眼(正常)

v: 朱色眼

V: 紅眼(正常)

當克斯特耳 L. Doncaster 在白尺蠖 *Abraxas* 之飼育系統及野生者,皆數次發見較正常倍數染色體少一個只有 55 個之系統,又觀察得由此 55 個之系統,生出 56 個之雌者,以是皆認為由於不分離,其他在鴿,金絲雀,鷄,貓,蛾等所觀察得實驗上伴性遺傳之例以外,又如在椿象之一種名 *Metapodius* 者,蠹斯科之一種名 *Ceuthophilus* 者,金花蟲之一種名 *Diabrotica* 者,馬蛔蟲 *Ascaris* 等,亦觀察得 Y 及 X 染色體之異常數,然皆可以不分離現象說明之。

不分離現象,不一定限於性染色體,即普通染色體亦有發生可能,例如月見草之 *Oenothera lata* 及 *Oe. semilata*, 皆有一



第三圖版

A—F: 麥魚 *Aplocheilus*(會田)

A: 緋 orange-red

B: 黑斑白 white variegated with black

C: 白 white

D: 黑 brown black(wild type)

E: 黑斑緋 orange-red variegated with black

F: 黑藍 blue black

G—R: 百萬魚 *Lebistes*(Winge)

G: loloXliNo H: lolzeXoYma I: lolzeXliYma

J: NoXco,vi K: XoYau L: XoYar

M: XoYva N: XtiYau O: Xti, luYau

P: XelYma Q: XoYma,el R: lzelzeXoYfe

S—Y: *Platypoecilus*(Gordon)

S: 紅 red ♂ T: 紅 ♀ U: 金 gold ♂

V: 金 ♀ W: F_1 (金 ♀ × 紅 ♂)♂

X: F_1 (金 ♀ × 紅 ♂)♀

Y: F_1 (紅 ♀ × 金 ♂)♀

過剩染色體，已由細胞學及實驗兩方面證明。此二種，有時亦可由 *Oe. Lamarckiana* 直接生出。然實際上，在 *Oe. Lamarckiana* 之性細胞形成時，常觀察得有一對普通染色體，在其接合後，雙方不分別即共同入於一性細胞之情形。此確為第一次不分離現象。似此 *aa* 性細胞，若與正常 *a* 性細胞合體，當然生出 *aaa* 一個相同染色體三倍數之個體。此即 *lata* 與 *semilata* 生出之理由。然在 *Oe. Lamarckiana* × *Oe. lata*，雖應生出 *aa* 個體及 *aaa* 個體各半，然實際上，後者遙少。蓋因過剩之 *a*，常殘留於紡錘絲中而不達於任何一極，因而消失者有之。

在那保耳斯 *R. K. Nabours* 所研究之長翅蝗蟲 *Paratettix*，其複對因子之三個斑紋因子，有觀察得共同入於一個體之實例。此恐亦由於普通染色體之不分離。

第四節之附註

(1) 例外之雌或例外之雄甚少者，為極體放出時，*XY* 向一極而 *X* 向他一極者甚多，作 *XX* 與 *Y* 分離者甚少之意義。換言之，*X* 與 *X* 相接合 *Synapsis* 者，較 *X* 與 *Y* 相接合遙多之故。熟覽插圖第一百六十一即可明瞭。

第五節 限性遺傳

Sex-limited Inheritance⁽¹⁾, One-sided I., Allosomal I.;

Geschlechtsbegrenzte Vererbung

限性遺傳者，為只出現於雌雄某一性之性質之遺傳。然

非謂有如某種甲蟲之角,鷄之筭毛與距,獅子之鬣等只於雄性發現之性質,及蛾類之膨大腹部,哺乳動物之乳房等只於雌性發現之性質,此等性質,稱為第二性徵 Secondary sexual characters, 又第一性徵 Primary s. ch. 亦即關於內外性器官之性質,亦為除外者,又同種或近緣種之雄或雌所具共通性質,亦不包含於此,與染色體無關之細胞質遺傳,亦完全各為一事。

1. 百萬魚 *Lebistes reticulatus*

所謂百萬魚 millions fish 者,為南美洲原產之小淡水魚,為觀賞用起見,輸入於各國者,雄者由於品種不同而有種種美麗斑紋及相異形狀,然各品種之雌者,皆為單純暗色而無斑紋,又鰭之形狀亦皆相同。

希米特 J. Schmidt, 1920 用某純粹種之雌與他品種之雄相交配,其 F_1 之雄,完全與父為相同外觀, F_2 之雄亦全部與父及祖父同樣,而祖母所屬品種之雄性特徵,完全不出現, F_3 、 F_4 亦皆同然,在與此反對之交雜,其 F_1 以後每代之雄所出現品種的特徵,雖與上述情形相異,然只有父系性質傳於雄性子孫一點,則完全相同。

其後溫格 O. Winge, 1922, 1923 重複希米特之實驗,而主張應認為雄之 Y 染色體⁽²⁾非為空虛,而含有某種積極的遺傳因子,以說明上述之限雄性遺傳 one-sided masculine inheritance, 令 m 表示使背鰭上生大黑斑之因子 maculatus, Y_m 為

含 m 之 Y 染色體, X_o 為不含對於 m 之因子之 X 染色體, 則有如插圖 165 所示, 黑斑因子, 每代只傳於雄性子孫, 似此只位於 Y 染色體之因子, 此外尚有使體側生水平位大紅斑紋因子 *aureus* 及其他, 共有九個⁽³⁾。

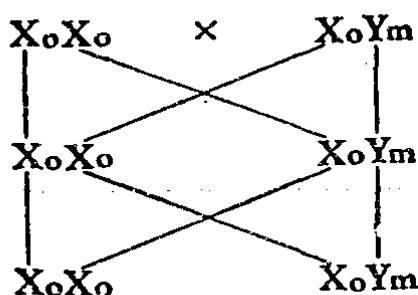


插圖 165. 百萬魚之限雄性遺傳模式

X_oX_o : 雌 X_oY_m : 雄 m 表示背鱗之黑斑

只位於 X 染色體中者, 有三因子⁽⁴⁾。此與普通之伴性遺傳作同樣行動。

復次, 在百萬魚之特殊現象, 為有因子由 X 向 Y 移行一事⁽⁵⁾。例如使尾之上下兩緣向後延長突出之 e 因子 *elongatus*, 即其一例此等因子, 又可由交叉方法自 Y 歸 X 。且在雌者之 X 間, 亦發生交叉。更有某種因子⁽⁶⁾, 因交叉之故, 由 X 或 Y 染色體消失去者亦有之。除上述外, 位於普通染色體之因子⁽⁷⁾, 只有一個, 殊堪注目。

在此魚之雌性決定因子, 似為位於 X 染色體上 co 因子 *coccineus* 附近。又雄性決定因子, 似為位於 Y 染色體上 sa 因子 *sanguineus* 附近。又在任何情形之雌, 雖為同形同色, 然其 X

有時含有種種因子。有四頭老齡之雌，出現性轉換之傾向而生雄交尾器之一部。又有甚至卵巢之外生睪丸者。其色彩則依其X染色體內所含因子而鮮明表示其特徵，然此等個體，尚保持雌之生殖力，與雄交尾而作正常遺傳。

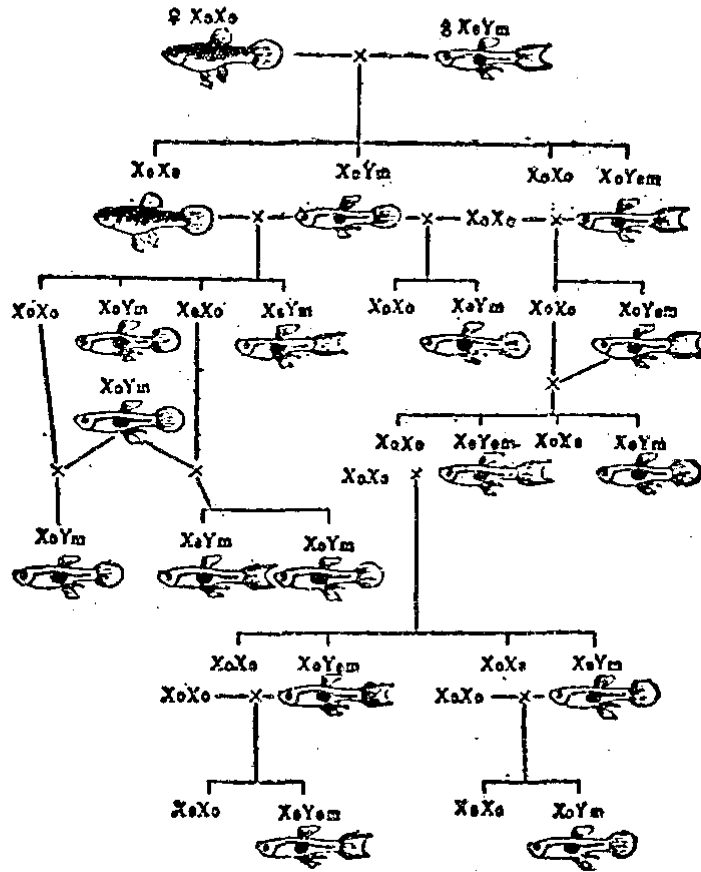


插圖166. 百萬魚之XY染色體之部份交換(Wingo)
 XX 皆為雌， XY 皆為雄， 小字為因子之記號。
 e 為長尾， m 為背鱗之黑斑， o 為因子之不在。
 大而右有鱗之左上二頭為雌， 其餘皆為雄。

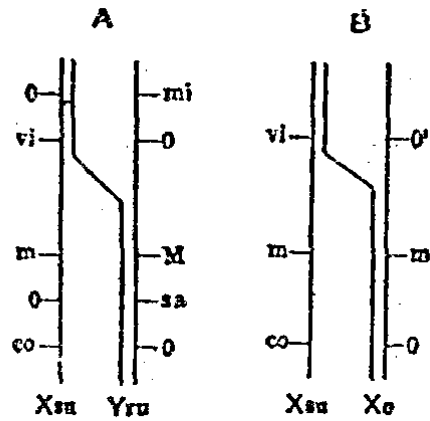


插圖 167. 百萬魚之染色體上性決定因子之位置 (Winge)

Xsu 爲 sulphureus 羣之因子,即含有 vitellinus(vi)與 coccineus(co)之 X 染色體,

X₀ 爲無上二因子(爲在不在說之不在之意)之 X 染色體,

Yru 爲 ruber 羣之因子,即含有 minutus(mi)與 sanguineus(sa)之 Y 染色體,

M 爲優性雄因子, m 爲劣性雌因子,

A 及 B 圖之中央,其斜折線表示染色體交叉發生之部份,

似此關於百萬魚之性之遺傳,與從來所知之果蠅及其他生物大異其趣。然 摩爾根 提出一新說明,謂 X 染色體附着於普通染色體之一而成複合染色體, m, e 等因子爲含於複合染色體之普通染色體部份者。在此魚之所謂 Y 染色體者,其實即爲無添着之普通染色體。若依據此說明,則與從來之情形,無若何相異。

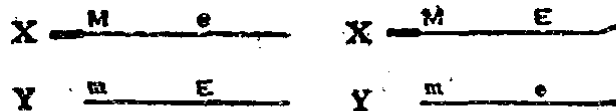


插圖 168. XY 交叉與複合染色體說 (Morgan)

細線爲含 M, m, E, e 等因子之普通染色體粗線爲真正性染色體換言之, X 表示真正 X 染色體添着於普通染色體而生之複合染色體,又 溫格 所謂之 Y 染色體,不過純然普通染色體而已。

2. 麥魚 *Aplocheilus latipes*

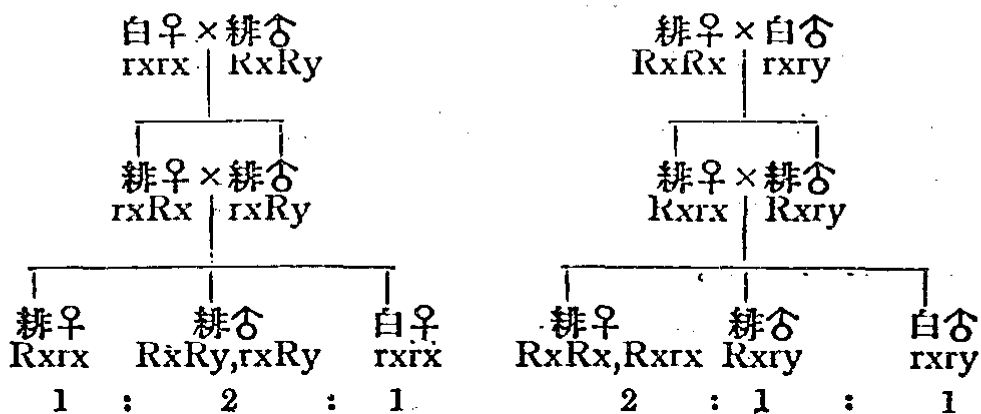
希米特簡單發表其百萬魚特異遺傳現象之次年，會田 (1921)報告其在麥魚之研究成績，在當時殊富於獨創見解。會田在其自家庭園多年飼養麥魚而觀察其遺傳，得其白♀ × 耕♂之F₁，雌雄皆為耕，其F₂分離為耕♀：耕♂：白♀ = 1:2:1 之比。然在反對交雜，雖其F₁之雌雄皆為耕，但F₂則分離為耕♀：耕♂：白♂ = 2:1:1 之比。此結果表示體色與性之間，有確切關係，然與普通之伴性遺傳，則顯著相異。為說明此現象起見，會田思考之如次。

Rx = 存在於 X 染色體之耕色因子 (8)

rx = 白

Ry = Y

ry = 白



即若令耕色對白色為優性，且X及Y染色體內皆可存在，則上述實驗結果可以解釋。然使白♀ × 耕♂之F₁，耕♂(rxRy)與白♀(rxrx)退交雜，除豫期之二型，即白♀ 197 及耕♂ 251 外，

尚生出白♂ 1 及緋♀ 2 之二種例外型。又黑斑緋與白之 F_1 ♂使與白♀行退交雜之情形，於其總數 172 頭中，亦生出 11 頭例外型。此可認為在 F_1 ♂之 X 與 Y 兩染色體間發生部分交換⁽⁹⁾而生出少數 ry 與 Rx 以作解釋，最為簡單。且徵於其他實驗結果，不能用染色體不分離以作說明。又麥魚之與性無關之性質，尚有位於普通染色體上，使生暗色色素之因子 B，及生成黑或緋斑之因子 B'，及劣性因子 b。此三因子相互為複對因子。由於此等不伴性因子及上述伴性因子之組合，所有麥魚之體色遺傳，皆可說明。

又依據其後會田之研究，由於交叉之故，緋色因子由 Y 移向 X 之頻度為約 1:300，然由 X 歸還於 Y 之頻度，不過僅約 1:1200 而已。換言之，R 因子由 Y 向 X 之移動，較其反對移動多及四倍。在溫格之百萬魚，其 e 因子由 Y 移向 X 者，為 4:68。然反之，由 X 移向 Y 者，不過 1:73 而已。其原因雖不明瞭，然若令 Y 之因子易失而 X 易得，則在長久期間，Y 之優性因子當然變少。此與多數生物之 Y 染色體為空虛一事實相關聯，殊為有興味之發見。

又有與 X 及 Y 間之交叉為獨立者。由於第一次不分離而生出若干 XXY 個體，此個體與果蠅之情形相異，為雄性者。若其與正常雌交配，所生次代，或大部份雌而少數 XXY 雄，或完全無雄。第一次不分離之頻度，約為 1:360。由於第二次不分離而生 XXY 之頻度，則一代多於一代，其第一代為 1:200，

然至第三代即爲 1:20, 亦即其比率增高 10 倍。

3. 剪秋羅類 *Melandrium*

溫格(1927)用此類之二種植物相交雜,即在 *M. rubrum* ♀ × *album* ♂ 之 F₁, 發見 32 株萎黃性 *chlorina* 個體,其葉爲淡黃色而成長遲,有易成初年不開花而爲二年生之性質,此萎黃性植物,自初發見以來,皆爲雄株,即在其與綠葉雌交雜之子孫,出現萎黃色者,全部爲雄,無一株雌者,此即爲此劣性因子存在於 Y 染色體之證據,此爲植物之 Y 染色體遺傳之第一例。

又對於萎黃性爲上位者,有二個綠葉因子 A 及 B,存在於普通染色體內,須在此二上位因子皆無之情形,即 *aabbXYchl.* 個體,其萎黃性乃能發現,若以 A 及 B 爲雜型之雌 *AaBbXX* 與萎黃性雄 *aabbXYchl.* 相交雜,則其次代之綠葉個體與萎黃性個體,爲 7:1 之比,即其理由。

4. 果蠅 *Drosophila melanogaster*

果蠅 Y 染色體,久已認爲完全不含有若何因子之空虛者,然近來由於 斯特恩 C. Stern, 1926, 1928 之研究,已判明其中含有一個優性因子,即對於 X 染色體右端(基端)之斷毛因子 *bobbed* 爲正常因子者,含於 Y 染色體內,令 *Xbb* 表示含斷毛因子之 X,則 *XbbXbb* 雌表現斷毛性,其頭部及胸部之剛毛全部短小,然 *XbbY* 雄,則因 Y 中含有正常因子,故不出現斷毛性,又若此雌雄交配,其次代只有雌爲斷毛而雄爲正常,每代皆如是,且對於斷毛之正常因子存在於 Y 一事,更可以由

XbbO 雄爲斷毛,及不分離現象所生 Xbb XbbY 雄爲正常等事實證明之,在同屬之他種類如 *D. simulans* 及 *D. hydei*, 亦有同樣事實發見。

5. *Phytodecta variabilis*

在西班牙,此甲蟲有四變種,稱爲 L 一變種 *de lineas* 者,其翅鞘上有黃與黑之條紋。A 變種 *amarillo* 之翅鞘爲黃色而有二黑斑。R 變種 *rojo* 之翅鞘爲紅色而亦有二黑斑。N 變種 *negro* 之翅鞘大部份或全部爲黑色。此四型皆有雌及雄。又相互爲複對因子羣,依上述順序之前者爲劣性,後者爲優性。依

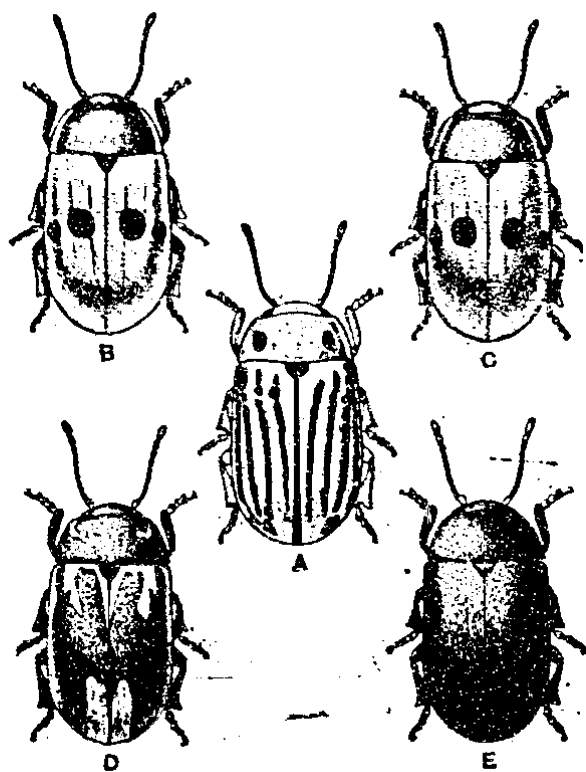


插圖 169. *Phytodecta variabilis* 之四型(Zulueta)
A: *de lineas* B: *amarillo* C: *rojo* D,E: *negro*

據慈魯愛塔 A. de Zulueta, 1925 之研究,謂在馬德里德附近, L 之雌非常多,占四型雌雄總數之 59%。然 L 型之雄則甚少,為 0.5% 以下。此四型之遺傳型式之特徵,為其因子含於 X 及 Y 染色體內,又其雌為 XX, 而雄為 XY, 由於此即可得說明。

6. 人類 Homo sapiens

學飛耳德 R. Schofield 在其自己所屬之家系,於四代間調查足之第二趾及第三趾以皮膚相連結之蹼狀畸形(骨格無所差異),謂只有男系發現。雖僅此不能謂為確定,然若假定此性質為由於 Y 染色體內之因子,即可簡單說明。

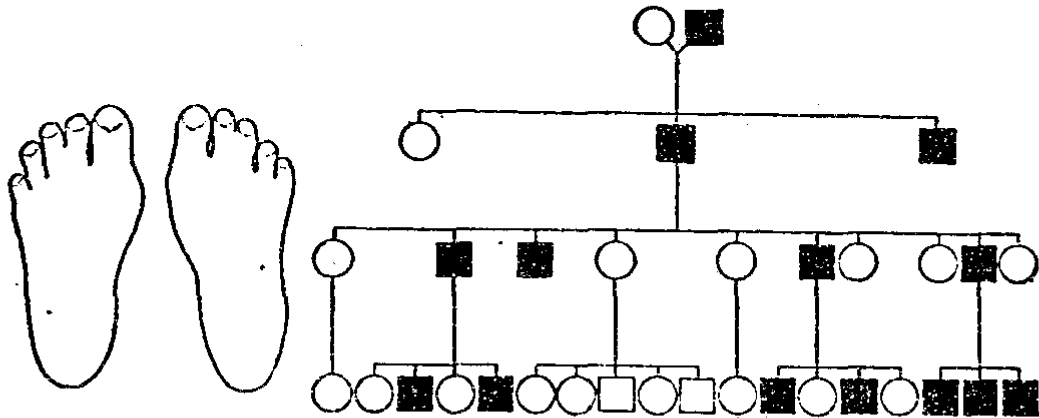


插圖 170. 人類蹼足之遺傳(Schofield)

左圖: 有蹼狀皮膚之兩足。

右圖: 家系圖。圓者為女,方者為男,白者為正常,黑者為蹼足。

7. 其他

威奇 E. Witschi 在蛙及 果耳德希米特 R. Goldschmidt 在舞蛾,皆假定 Y 染色體⁽¹⁰⁾上有性決定之積極的因子,然當於後文詳述。

第五節之附註

(1)此語在最初與伴性遺傳之意同樣應用,然在今日則有鮮明區別。

(2)此魚之雌,在其體細胞有44個普通染色體及XX,而雄者除44普通染色體外,有XY(O. Winge, 1922)。

(3)maculatus, iridescens, oculatus, ferrugineus, sanguineus, aureus, armatus, pauper, variabilis.

(4)coccineus, lineatus, tigrinus.

(5)leuteus, elongatus, minutus, vitellinus, cinnemoneus.

(6)luteus, minutus.

(7)zebrinus.

(8)通常所謂麥魚之緋色者,為橙紅色之意義。

(9)X與Y之交又,為會田所初提倡。溫格乃繼承其說者。一部份學者對於此學說表示反對,謂若X與Y間可以比較的自由行交叉,則及至後來,X與Y將完全各自失其特性。

(10)在舞蛾之情形,若依據一般用例,為相當於W染色體者。

第六節 從性遺傳

Sex-controlled Inheritance; Geschlechtskontrollierte Vererbung

從性遺傳者,為不含於X及Y染色體內之因子所支配之性質,因內分泌及其他關係而或只出現於一性,或在一性為優性,他一性為劣性之現象。以是此不宜與限性遺傳相混

同,如鳥之羽毛及產卵性,有蹄類之角及泌乳性等二次的性徵,多為從性遺傳。

1. 羊之角

羊之品種不同,其角之特徵有三型,第一為雌雄皆無角者 (Shropshire, Cotswold, Suffolk.)。第二為雌無角而雄有角者 (American Merino⁽¹⁾)。第三為雌雄皆有角者 (Dorset),然在第三型,雄之角較雌為發達。若以雌雄皆無角之 Suffolk 種雄與雌雄皆有角之 Dorset 種雌相交雜,則 F_1 之雌無角而雄有角。其 F_2 雌之無角與有角之比為 3:1,而雄則為有角:無角 = 3:1。又在上述之反對交雜即 Suffolk ♀ × Dorset ♂, 其 F_1 及 F_2 亦完全與上述相同,由此結果觀之,若假定有角因子 H 對於無角因子 h 在雄有優性作用,而在雌則有劣性作用,即可容易理解。換

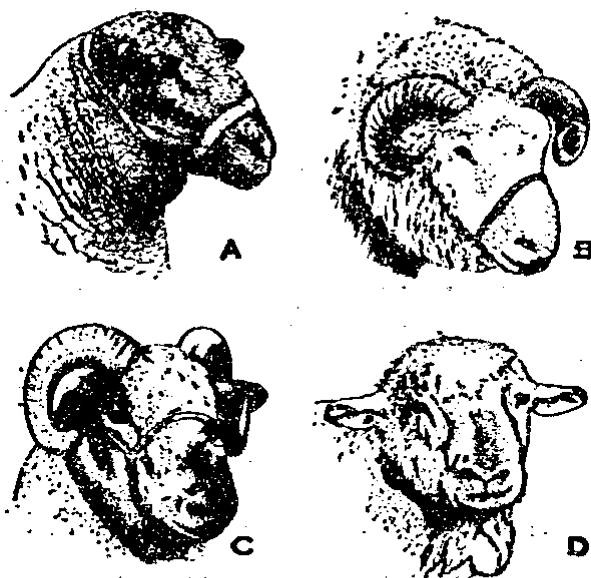


插圖 171. 羊角之遺傳(由 Bateson 改作)

A: Suffolk 無角牡. B: Dorset 有角牡. C: F_1 牡. D: F_1 牝.

言之, Hh 個體, 在雄有角, 而在雌為無角。

人類之禿頭, 亦似與羊角作同樣遺傳, 以是女子之禿頭較少, 換言之, 男子只須有父或母一方面承繼禿頭因子, 即成禿頭, 然女子若非由兩親皆承繼禿頭因子, 不成禿頭, 此現象一見雖似伴性遺傳, 然其禿頭因子無論由父或母而來, 其子孫之表型皆不生差異一點, 是與伴性遺傳根本不同者, 於此所言之禿頭, 為在老年期前之青年禿頭。

椿象之一種名 *Euschistus variolarius* 者, 其雄者之腹部有一黑斑, 而雌者無之, 與此近緣之 *E. servus* 雌雄, 皆無黑斑, 在此兩種間之 F_1 , 只雄者有黑斑, 而雌者無之, 在其 F_2 , 雌者仍無黑斑, 雄者則有黑斑與無黑斑二者, 在有黑斑者中, 由斑紋甚發達者至不完全者, 其間有種種程度 (K. Foot and E. C. Strobell, 1914)。

2. 鮮翅目之單性多型 Unisexual polymorphism

在蝶類, 有屬於某一種之雄為一型, 而雌為鮮明相異之二型或數型者, 黃粉蝶 *Colias hyale poliographus* 之雄, 全翅為黃色而前後翅之外緣皆為黑色, 在其雌, 有與雄同色者及白色者二型, 紫粉蝶 *C. aurora* 之雄, 其翅之底色為橙紅, 而雌者之底色有橙紅色者及青白色者二型, 美國產之黃粉蝶 *C. edusa* 亦為雌二型, 然依據傑羅耳德 J. H. Gerould 之研究, 其雌二型完全由於孟德爾式遺傳因子, 因子的構造為雌雄同樣, 然只在雌其作用乃出現於表面, *Argynnis paphia* 蝶之雌二型, 亦可

同樣說明(R. Goldschmidt u. E. Fischer, 1922)。

在長崎鳳蝶 *Papilio memnon*, 對於雄之一型, 雌者有三型 *forma laomedon*, *f. agenor*, *f. achates*, 然亦完全由於不伴性遺傳因子之差異。雖雌與雄皆可有此等因子之純型或雜型, 然雄性之存在, 可以抑制其特徵之發現。此已由邁耶勒 J. C. H. de Meijere 所說明, 其他類似之情形, 想皆可同樣說明。

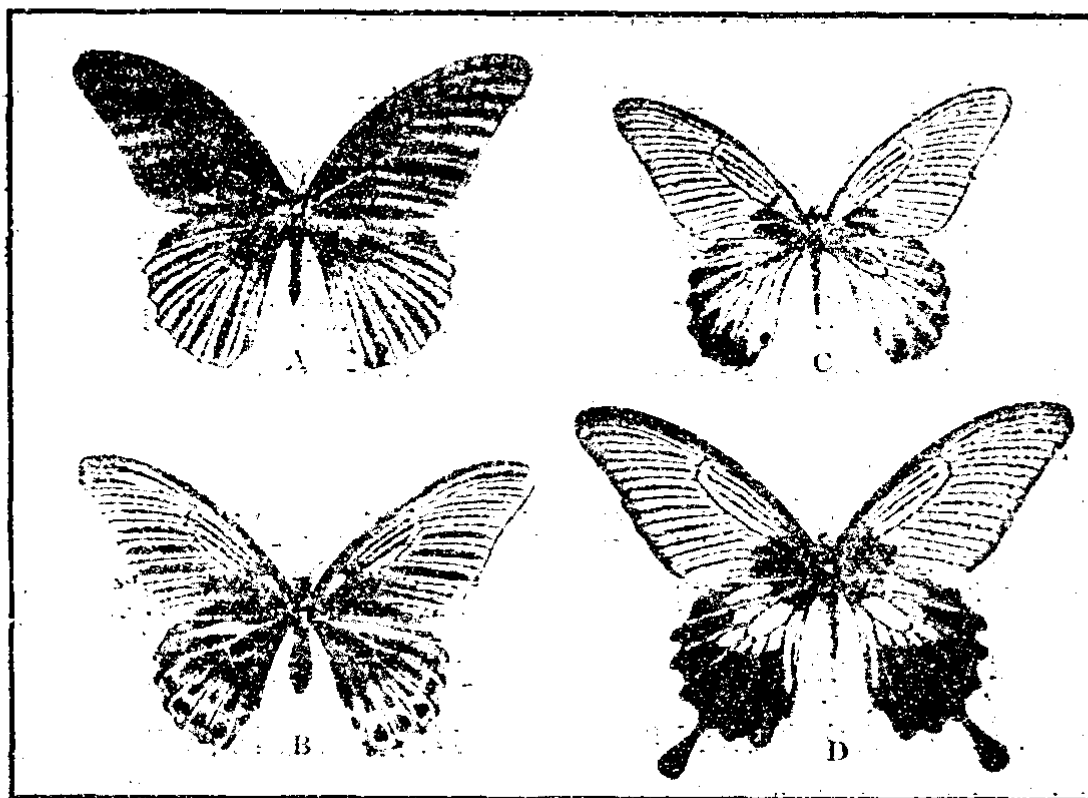


插圖172. 長崎鳳蝶之雌多型(de Meijere)

A:雄 B:雌 *forma laomedon* C:雌 *forma agenor* D:雌 *forma achates*

在鳳蝶類, 有雄一型雌多型且其雌擬似於別屬之種種有毒蝶者。白帶鳳蝶 *Papilio polytes* 即其一例, 此雌之標準型, 與雄為同樣前後兩翅皆為黑褐色, 且在後翅上有一條白帶。

然此外尚有擬似於紫紋鳳蝶 *Papilio aristolochiae* 者及 *P. hec-*
tor 者。依據佛萊耶 J. C. F. Fryer 之研究，已知此雌多型為由於
 二個孟德爾式因子之關係，即 A 為使標準型變成紫鳳蝶者，
 B 為使紫紋鳳蝶型變為 hector 型者。然 B 須有 A 之存在乃
 能發生作用。亦即標準型之雌有 aabb, aaBB 及 aaBb 三種因
 子型，紫紋鳳蝶型有 AAbb 及 Aabb 二型，hector 型有 AABB,
 AaBB, AABb 及 AaBb 四型。又在雄一方面，雖亦有九種因子
 型存在，然其表型只有唯一之標準型。

此事實可給與一般之擬態說明以一線光明。有如彭勒
 特 R. C. Punnett 在各種情形所闡明者，從來認為巧妙不可解
 之擬態現象，決非由於微細變異之自然淘汰所保存蓄積而
 生者。僅須一二回突然變異，即可由標準型躍至擬態型，此推
 察已甚充分。在實際上，某種擬態，例如以某種斑蝶 *Danais ar-*
chippus 為模型而作模倣之北
 美洲產一種蛺蝶 *Basilarchia*
disippus，若將其近緣種通觀之，
 即可見構成此蛺蝶之每一部
 如黃褐之底色，近於外緣之小
 白斑行列，翅之周緣及翅脈之
 黑褐色等，於各別種類已有之。
 換言之，此蛺蝶為此等要素之
 偶然結合者，不過偶然相似於

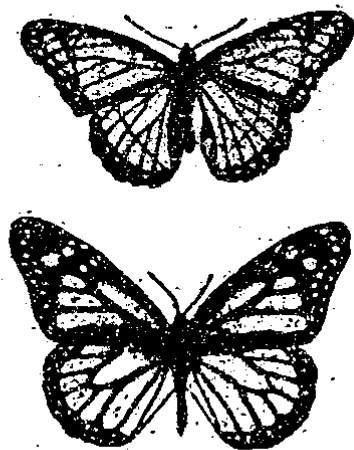


插圖 173. 模倣者之 *Basilarchia*
 (上) 及其模型 *Danais archippus*
 (下) (Punnett)

該種斑蝶而已，以是對於擬態現象，殊無必要認其為或由於特別神祕之動物所希望或由於自然淘汰而微細變異所蓄積等。

3. 鷄之產卵性及牛之泌乳量

此等性質，皆為二次的性徵，一見知為從性遺傳，然試問究為何種情形。

對於鷄之繁殖力 fecundity，最為大規模而正確之實驗者為皮耳 R. Pearl。皮耳在四五月間孵化之雛，對於少產卵種名 Cornish Indian Game 者及多產卵種名 Barred Plymouth Rock 者，調查其至次年三月一日止之產卵量。結果判明其含有不伴性多產因子 L_1 （對於 l_1 為完全優性）及伴性多產因子 L_2 （位於 Z 染色體，因鷄之雌為 ZW，故雌者不能有 L_2, L_2, L_2, l_2 等因子型）。 L_1, L_1, L_2 及 L_1, l_1, L_2 個體，在上述冬期，其產卵數有 30 個以上。 $l_1, l_1, L_2, L_2, l_1, l_2$ 及 L_1, l_1, l_2 者，有 30 個以下。至於 l_1, l_1, l_2 ，則不生一卵。在少產種，雖有含 L_1 之個體，然含 L_2 者則無之。在多產種，其含 L_1 及 L_2 之個體相當多。雄者因有二 Z，故 $L_1, L_1, L_2, L_2, L_1, l_1, L_2, l_2$ 等因子型亦有之⁽²⁾。

關於牛之泌乳量，研究甚不充分。然依據哥文 J. W. Gowen 之研究，泌乳量多之性質，對於泌乳量少之性質為不完全優性。兩者間之 F_1 雖為中間之泌乳量，然較近於多量系。泌乳量為受多數因子所支配者，又無論由父或母，皆可承繼此等因子。

4. 舞蛾

在舞蛾雌之腹部,有毛之集團,產卵後即以之包被卵,此毛之集團,稱為腹綿 Afterwölle。腹綿之色,因品種而異,日本產者為淡黃色,意大利之阜姆產者為褐色,德國產者為黑褐色。若在此等間行交雜,則見上述三種顏色為複對因子。即無論其任何二色相交雜,皆分離出孟德爾式單因子雜種之比例。雄者因無腹綿,故其因子之特徵,自不出現。然其因子構造,雌與雄皆為相同一事,可於雄成間性,即表現雌之第二次性徵因而生與雌同樣之腹毛見之。又其 F_2 ,出現與雌同樣腹綿色之分離(R. Goldschmidt u. S. Minami, 1927)。又由於品種不同,而有雄者異其翅色雌為同色者。在此等品種之雜種,原則上只在雄發生翅色分離而雌不發生,然因間性之故,在雌者作雄之第二次性徵之情形,雌者亦有翅色之分離(R. Goldschmidt, 1920)。

5. 人類之身長

身長雖因民族不同而有長短,然在任何民族之成人,其男女有一定之差。在白種人,男較女約高 12cm。若以比例言之,設男之身長為 100,則女為 92。此數字為哥爾登 F. Galton 在身長之遺傳研究所採用者。然其他多數哺乳動物,亦可適用。在幼年及少年期之成長,男女殆無差異,然女較男為早成熟,以是早停止成長,因而生上述之差異。又身長因營養良否,內分泌腺特別在甲狀腺、腦下垂體等分泌之內分泌液之作

用,受影響甚大,然依據達文坡爾特之研究,身材高者爲劣性(即成長抑制因子之不在),低者爲優性,但此因子非爲一對,而爲由多數同義因子所支配者,故在兩親皆爲身材高之情形,原則上其子女皆爲身材高,然間有生出身材低者,例如一親之因子型爲aBcd,他一親之因子型爲abCd,則其子爲aBCd,故較兩親之身長爲低,由身材短之兩親,生出高者,低者及中間者,表示甚大之變異,若令短者爲優性,此爲當然豫期者。

此等多數身長因子,雖皆若爲普通遺傳,然若將同一因子型比較,則女常較男低約8%,由此點言之,當可謂爲從性遺傳。

第六節之附註

(1) Merino 之雌,雖有角之痕跡,然一般稱爲無角。

(2) 蠶之產卵數,亦同樣有不伴性及伴性多產因子存在,已有報告。

第七節 雌雄率

Sex-Ratio; Geschlechtsverhältnis

雌雄個體數之比,稱爲雌雄率或性比,通常以雌爲100而以雄之百分率表示之,又有時以一方面之性爲1而表示他一性之比例,或以雌雄總數爲100而表示雌及雄之百分率者亦有之。

1. 動物之雌雄率

若一方面之性為純型 Homosexualität 他一方面之性為雜型 Heterosexualität, 則依據孟德爾之分離方式(DD×DR), 其所生次代之雌雄率,當以1:1為原則,然在實際上,由此理論比多少向一方偏移之情形甚多,茲將主要動物之雌雄率示之如次。

動物名	對於♀ 100 之♂數目	發表者
人	103	
馬	98.3	Düsing
牛	107.3	Wilckens
羊	97.7	Darwin
豬	111.8	Wilckens
大鼠	105.0	Cuénot
鴿	115.0	"
鷄	94.7	Darwin
果蠅	95.0	Warren, D. C. 1918
"	96.0	Bridges, 1932
蠶	100.0	<u>田中一松野</u> , 1929

以上所記,為選其調查之比較容易正確者。此外在魚類或無脊椎動物,雖亦有作顯著異常之比者 (1), 然其可相信程度有若何,殊大可疑。

在雌雄率,有第一次 primary 與第二次 secondary 之別。所謂第一次雌雄率者,為在受精個體之雌雄率;第二次雌雄率

者，爲生出時或成長至某種程度時者。又成熟雌雄之比例，稱爲第三次 tertiary 雌雄率。以上所記動物之雌雄率，在哺乳類爲第二次之數字，果蠅爲羽化當時之計算，在蠶則爲成長極度之幼蟲所調查者。

現在各國之人口，其男女之比例，由於國家不同而有相當變異，依據柏耳慈 E. von Bälz, 1911 之研究，對於女子 100 人，男子之數目，中國有 124.8 是爲最高，印度爲 104.1，日本則爲 102.0 (2)。在歐洲，除二三小國外，皆爲男稍少。意大利之 99.0 是爲最高，法國爲 97.8，德國爲 96.9，英國之 93.4 是爲最低。然反之，在生出當時之性比，對於女子 100，男子鮮明爲超過。

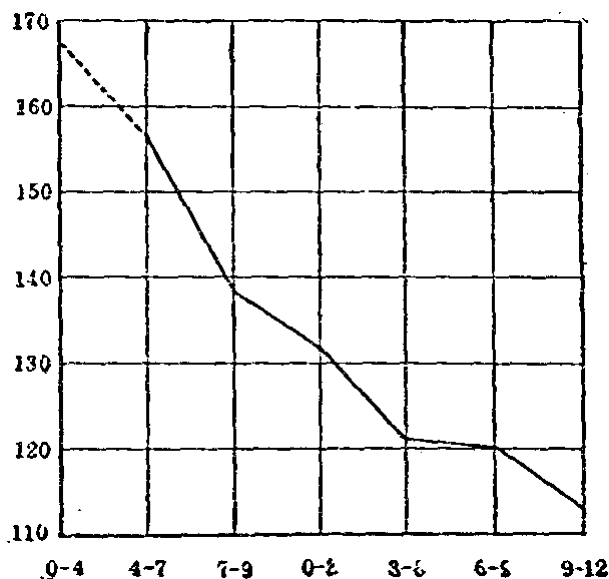


插圖 174. 人類之由胎兒至生出後一年間，其雌雄率之變化(Parkes)
 縱線之數字，爲對於女 100 之男數目，曲線表示男性比例之減少，
 橫線之數字，0-4, 4-7, 7-9 爲由受精至生出之月數，0-3 以後，爲生
 出後之月數。

英國	103.6	俄國	105.4
法國	104.6	意大利	105.8
德國	105.2	西班牙	108.3

若更進一步,將死產兒加上,則男子之超過率愈更增大,茲示之如次。

德國	128.3	奧國	132.1
意大利	131.1	法國	142.2

若再進而加上流產胎兒之性,則成第一次雌雄率 (3)。於是其差別愈加顯明,約至♀100:♂160(A. S. Parkes, 1926)。

果蠅之第二次雌雄率,已如上述。在胚子或幼蟲,欲大數觀察其第一次雌雄率,殆不可能。然斯塔耳克女士 M. B. Stark 用使果蠅幼蟲生腫傷之伴性因子 l , 而計算其有腫傷雄幼蟲與無腫傷雌幼蟲,得♀100:♂100.57(參考次項c)。其後朋妮愛女士 Gert Bonnier, 1923 更由別方面檢定果蠅之第一次雌雄率,即在出現第二次不分離之 XXY 雌系統,例外雌生出者,為由 XX+Y, 而例外雄生出者,為由 Y+X。換言之,由 Y 精蟲受精之卵成雌,而由 X 精蟲受精之卵成雄,此剛與正常情形為反對。故若比較 XXY(♀)×XY(♂) 所生正常型與例外型之雌雄率,即可判明受精後,雌雄死亡率之差。由此方法所得果蠅之第一次雌雄率,為♀100:♂101.98。

2. 動物之雌雄率變化之原因

如上所述,雌雄率由其理論比有多少偏移,其原因有遺

傳的及非遺傳的,茲舉其種種項目如次。

A. 精蟲之二型

在哺乳動物之精蟲,有含 X 染色體者及含 Y 染色體者。精蟲之頭部殆全為染色體構成要素之染色質所成。因 Y 較 X 遙為小,故 Y 精蟲之頭部稍輕而運動敏捷,在溯源輸卵管之競走,較 X 精蟲早達到成熟卵 (4)。以是受精機會較多。此種思想,不一定為憑空想像,窩塞達勒克 J. E. Wodsedalek 發表豬及馬精蟲之頭部長度,其變異曲線,顯明為二頂曲線。長者

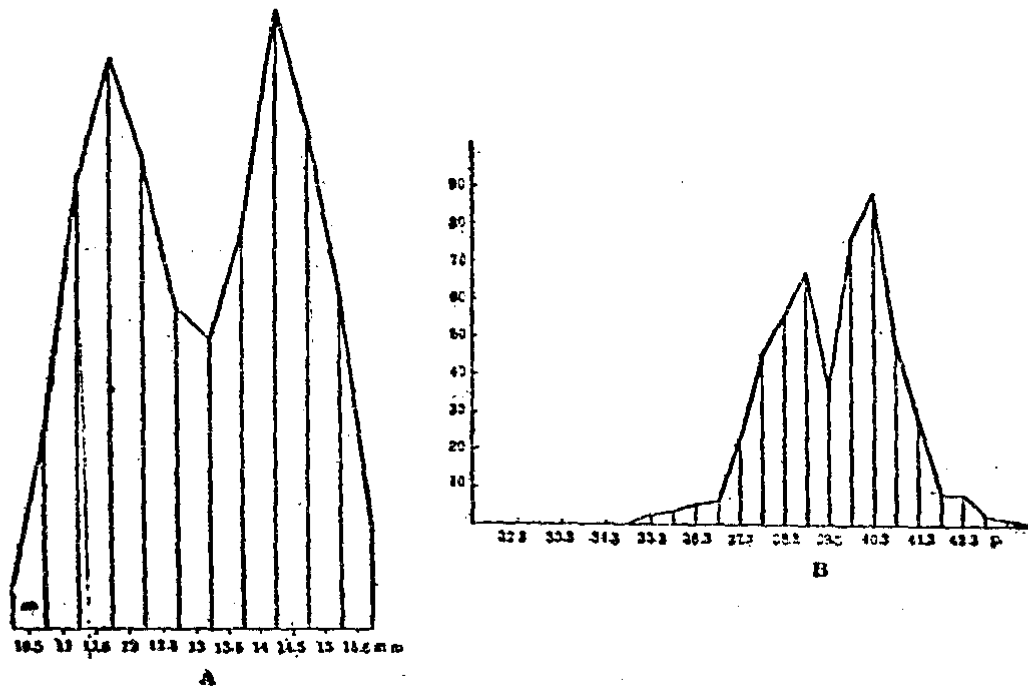


插圖 175. 豬及椿象之精蟲頭部之長度變異曲線

A: 豬之精蟲(Wodsedalek)

數字為將頭部膨大 2000 倍,而以 mm 表示其長度者,

B: 椿象 *Lygaeus Kalmii* 之精蟲(Zeleny and Faust)

此為將精蟲之頭部用千分之一 mm(%)表示者,以上二者,皆鮮明為二頂曲線。

爲生雌精蟲,短者爲生雄精蟲,必無差誤。澤倫尼 C. Zeleny 在長椿象 *Lygaeus* 之精蟲,亦發見同樣事實。

B. 不等死亡率 Differential mortality, D. elimination (= 選擇死亡 Selective mortality)

此與所謂不等生存率 differential viability, 爲反方向表示之相同事實。在人類之受精後胎兒及生出後特別在嬰兒, 男性之死亡率較高, 是爲顯著事實(插圖 174)。然經過全生, 亦爲同樣傾向, 特別在婦女經過生產年齡後更甚。若觀 日本 之統計, 男女數之差, 在一歲未滿者最多, 及其成長則漸減少, 然至滿 51 歲爲止, 尙爲男多而女少, 既至 52 歲即爲女之數多。至 60—64 歲, 對於女一百男爲 92.5; 在 70—74 歲男爲 78.2; 在 80—84 男爲 57.8; 在 90—94 則男激減爲 38.1。

以前有認爲蝶蛾之幼蟲, 由於營養而雌雄率變化者, 此種謬誤, 勿待多論。然有時一見有如似此者, 不外由於雌雄死亡率之相差, 例如舞蛾之幼蟲, 通常孵化後經五回脫皮而作繭, 然在某品種, 雌者爲五回而雄者四回脫皮後即營繭, 亦即雌者較雄之成長約遲十日, 故在此時間內, 因軟化病而死者頗多。若依據 哥耳德希米特 所調查者, 死亡率之大小, 可使雌雄之比例生顯著差異如次。

第四回脫皮後之死亡率	殘存個體之雌雄率
多於 90 % 時	只有 ♂
多於 50 % 時	♀100:♂246

多於 20 % 時	♀100:♂177.8
多於 10 % 時	♀100:♂142.7
少於 10 % 時	♀100:♂103.1

幼齡死亡率為 82.3 %

而五齡死亡率為 0 者 ♀100:♂105.6

在蠶,外山謂對於雌 100 雄為 103—108。然著者等(田中及松野,1929)在由同一蛾所產卵而孵化之幼蟲,一頭不淘汰而全部作一蛾區飼育。及其成長達於極度而鑑別其九萬餘頭之性,得♀45675,♂45526頭,即其比例為♀100:♂99.67。然因其較 100:100 之偏差,此誤差尚不及一半,故可斷言雌雄為同數。

果蠅之第二次雌雄率為 100♀:96♂之原因,當因雄較雌之體重(相當♀之 70%)輕而發育約遲 3%,故體質較雌為弱,且曝露於危險期間較長(C. B. Bridges, 1932)。

C. 伴性致死因子

致死因子若含於性染色體內時,在關於性為純型者,非由兩親皆承受致死因子,不發生致死作用。然在雜型者,只須由一親承受致死因子,即出現其作用。例如在 XX-XY 型,令 X_1 為含劣性完全致死因子(今日所知之致死因子,殆全部為劣性,已如前述)之 X 染色體,則 XX_1 雖生存而 X_1Y 全部死亡。以是 $XX_1 \times X_1Y$ 一組合,為不可能。因而 X_1X_1 因子型不能生出。亦即雄者可受致死作用,然雌者毫不受其影響。以是在 $XX_1 \times XY$ 之次代,雌者無何異狀,而雄者為 XY 與 X_1Y 各半。因後

者死亡之故,以是其雌雄率成爲♀2:♂1.

在果蠅所發見伴性致死因子之數,即除去由於人爲的突然變異者以外,在數年前,已知有50種以上,其中與形態的特徵相伴者爲多數.

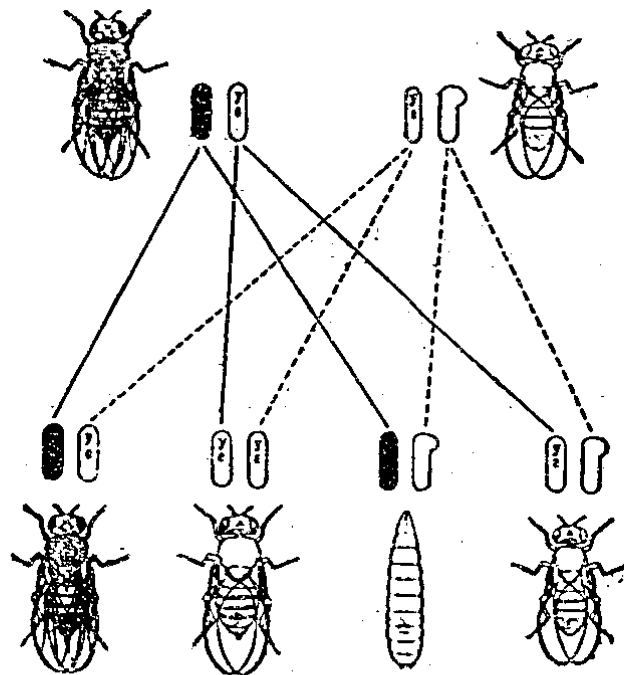


插圖176. 果蠅之伴性致死因子之遺傳(Morgan)

含有腫瘤tumor一伴性致死因子之X染色體,以黑棒狀表示,y爲黃體色,e爲eosin眼色.

本圖表示外觀上正常之雜型♀,與黃體色eosin眼♂相交雜之結果,承受有腫瘤因子之X染色體之♂,在其幼蟲狀態,即已致死.

在蠶,由西川及著者報告有伴性完全致死因子之存在.因蠶爲 ZZ-ZW 型,故承繼含有致死因子之 Z 之雌,於孵化前即已死亡.以是其雌雄率,成爲♀1:♂2.此由於插圖 177,即可明瞭.又在伴性致死系,其正常雌完全不含致死因子,而雄只有半數含有致死因子.故在此系統之保存上,雖與任何

雌相交雜皆可,然須常注意其次代分離,而保存其出現異常雌雄率系統之雄。

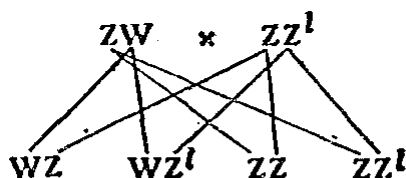


插圖 177. 蠶之伴性致死因子遺傳模式(原圖)

Z: 含正常因子之 Z 染色體

Z^l: 含伴性致死因子之 Z 染色體

ZZ, ZZ^l: 雄

ZW: 雌

利用伴性致死因子,可作出種種雌雄率。 l_1 為在果蠅所初發見之致死因子,而為位於 X 染色體上者。然在含此因子之系統,其他一 X 染色體上,更生出有另一致死因子 l_a , 亦即此雌雖為 Xl_1Xl_a , 然因 Xl_1 含有對 l_a 之正常因子,而 Xl_a 含有對 l_1 之正常因子,故不死亡,反之,在雄之半數為 Xl_1Y , 其他半數為 Xl_aY , 而皆為有致死作用,故殆為完全死亡。似此相異致死因子,含於一對相同染色體之情形,稱為雙致死因子 double lethal。假定雙致死因子之二者為 a 與 b, 若 a 與 b 在染色體上之位置非常相近,則雄者殆不出現。布里奇斯所研究之稱為 l_1 者,為使果蠅成矮小性之致死因子,而為位於一 X 上者。又 l_2 一致死因子,為位於他一染色體上者。以具有此二 X 之雌與正常雄相交雜之結果,即為上述之一例,是即殆無雄者生出。在二致死因子稍相距離之情形,由於因子交叉,則除 X_aY 外,尚有若干 XY 生出,此 XY 即可生存,因 a 與 b 之距離愈大,交叉型愈多生出,故雌雄率漸次接近於 2:1, 又若一

X上有二致死因子 a 及 b 而他一 X 上則無致死因子之雌 $X_{a,b}X$, 與正常雄 XY 相交雜, 設其 a 與 b 愈相接近, 則雌雄率愈近於 2:1; 設漸遠, 則交叉型 X_aY 及 X_bY 愈多生出, 因此二者皆有致死作用, 故雌雄率漸近於 ♀2:♂0。

莫耳 O. L. Mohr, 1923 實驗得僅一個致死因子, 亦可使雌雄率發生變異如上所述, 莫耳 在果蠅得一蒼白 (6) chlorotic (記號為 cc) 因子, 為作用於蛹期之劣性伴性半致死因子。具有此因子之雄及此因子為純型之雌, 皆可少數生存, 且生存者, 雌雄皆有生殖力, 若以蒼白因子為雜型之雌與他系之雄相交配, 則其所生次代為 ♀2:♂1 之比, 若以雖有蒼白因子而殘存者之雄與雜型雌相交配, 則所生次代為 ♀1:♂1, 若以此

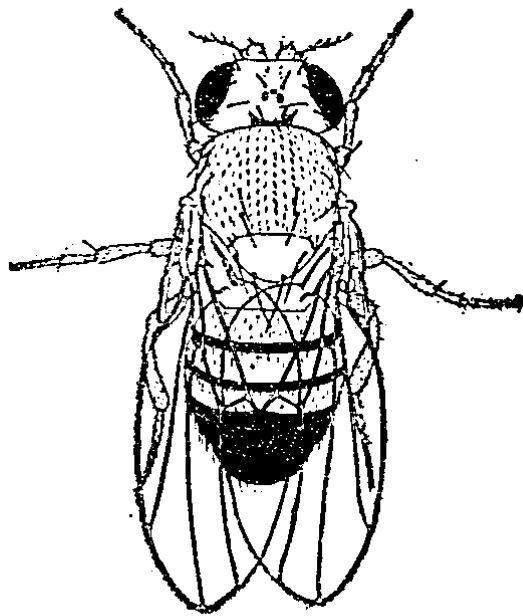


插圖178. 果蠅之蒼白型(Mohr)

身體比較正常者小而光明, 其體色有如暗處所生植物之蒼白色, 翅甚薄而末端尖。

同樣雄與純型而殘存之雌相交配，則次代之數非常少，然雌雄仍略為同數。最後，若以純型雌與正常雄相交雜，則其次代之雄非常少，在極端情形只有雌生出。

前述不等死亡率之原因，恐即由於伴性致死因子之存在者居多。因人類與果蠅，雄者皆為 XY，故若只須 X 中有致死因子，其作用即可發現而使雄者死亡，又在致死因子，有作用強弱相異之種種半致死因子，且此等半致死因子，以其作用輕微，故易忽略。然其意外多數之存在，若行精密實驗，必能發見。又在不良環境，其雌雄之不等死亡率，更為顯著者，恐即由於此等多數半致死因子之原因，在蠶之環境不良時，雌之死亡率大一事，亦可同以此理論說明。

伴性致死因子，使性之雜型者死亡一事，已如上述。然間有只使性之純型者死亡之因子。例如在 *Drosophila funebris*，即發見有只作用於雌之半致死因子 (O. Mohr and A. H. Sturtevant 1919)。在果蠅，亦謂有雖對於雌為完全致死因子，然在雄，只使其兩翅向背上直立 (D. H. Thompson, 1920)。又與斷毛因子 bobbed 成為複對因子之斷毛致死因子 bobbed-lethal，在雌之純型時即死亡，然因雄之 Y 染色體內含有正常因子，故無異常 (C. B. Bridges, 1932)。

D. 性細胞之不等數 Numeral inequality of the gametic types

關於性，若雄為雜型，則精蟲有二型，若雌為雜型，則卵有二型，已為反覆申述者。此二型，在原則上應為等數生出，然不

等數形成之情形,不可謂絕無。在有單性生殖之昆蟲,如蚜蟲、蜜蜂等,其性細胞形成時,分裂為二個大小相異之細胞,小細胞退化,只大細胞殘存。似此應生二種性細胞者只生一種,當為不少。傑勒耳 J. Seiler 在避債蛾,實驗得由於溫度之影響,或為 X(=Z) 染色體向極體排出者多,或為 Y(=W) 染色體向極體排出者多。由此觀之,性細胞之二型有時為不等數生成,當可想像。

摩爾根等(1925)在 *Drosophila affinis*, 觀察得常有生雄較少之系統。格耳興生 S. Gershenson, 1928 在 *D. obscura*, 發見同樣之系統⁽⁶⁾。依據格氏之研究,已判明此系統之雄性,有妨害承受 Y 染色體精蟲形成之因子,此非如普通在受精後受致死因子之作用,蓋因死亡率與正常為相同故也。其機構雖不明瞭,然此情形之二種精蟲不能同數生出,是為無懷疑餘地。

E. 雜種與雌雄率

雜種性 hybridity 影響於雌雄之比例一事,已於種種動物知之。德特勒扶生 J. A. Detlefsen 以天竺鼠與其野生原種相交雜,次以此雜種與天竺鼠行若干代退交雜而檢查其每代之雌雄率,得如次之數字。

代	對於♀100之♂百分率
F ₁	60.9
F ₂ (F ₁ × 天竺鼠)	59.6
F ₃ (F ₂ × 天竺鼠)	87.1

$F_4(F_2 \times \text{天竺鼠})$	103.9
$F_5(F_4 \times \text{天竺鼠})$	101.2
$F_6(F_5 \times \text{天竺鼠})$	90.6
$F_7(F_6 \times \text{天竺鼠})$	76.2
全部平均	92.0

在野生鼠與白鼠之交雜則反是，而為雌之比率高。又在鴿之雜種，亦觀察得同樣現象，即在人類雜婚之影響，亦可見之。依據皮耳 R. Pearl 之研究，在阿根廷之純粹意大利人，對於女 100，男為 100.77。又在阿根廷人間，為 103.26。然在兩者之雜種，則男性為 105.72 之高率。

在野牛 bison 牡與家畜牛牝之交雜，殆不生雄。此恐純為生理的原因，蓋因雄胎兒較為大形，且背上有大肉峯，故在母畜牛之胎內，不能完全發育，因而易於流產。

依據哥耳德希米特之研究，在種間雜種，其異常雌雄率之一部，蓋起因於間性（參照後文）者。特別在哥氏之舞蛾，哈利生 J. W. H. Harrison 之大尺蠖 Biston，及李德耳 O. Riddle 之鴿等情形，似由於此。斯塔特萬特在果蠅♀與 *Drosophila simulans* ♂ 之交雜，其次代殆僅為雌，是鮮明為間性之故。又過於血緣遠隔種類間之雜種，其體質虛弱，一方面之性，特別容易死亡，亦為異常雌雄率之一原因。古夜耳 N. C. Guyer 在雉類之種間雜種及鷄與珠鷄之雜種觀察得之⁽¹⁾。

F. 由於季節及年齡等之變異

人類之男女率,由於年齡而變異,已如前論,然不甚顯著,但在其他哺乳動物,其雌雄率之季節的變化,則有相當顯著者。

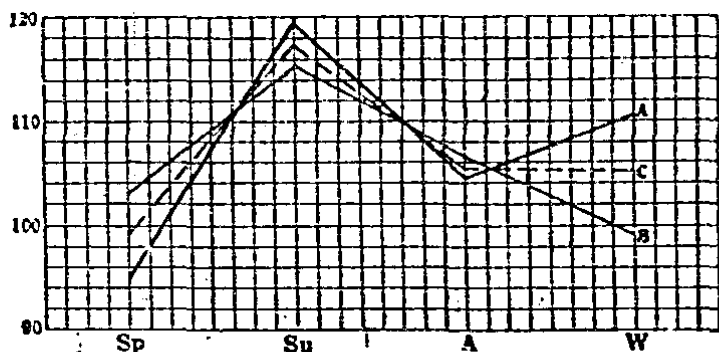


插圖179. 白鼠雌雄率之季節的變化(King)

縱軸之數字: 對於雌 100 之雄性百分率

橫軸之文字: sp:春(三、四、五月)

su:夏(六、七、八月)

A:秋(九、十、十一月)

W:冬(十二、一、二月)

A: 1911-1913年之成績 B: 1914年之成績 C: 上二者平均

肯女士 H. D. King 在白鼠連續行數年試驗之結果,確定對於雌 100 之雄百分率,以三月與九月為最小,而盛夏為最高。又肯女士根據其他學者之報告,作成次表。表中之數字,為對於♀ 100 之♂數目。

動物名	溫暖期	寒冷期	全年平均
馬	96.6	97.3	97.9
牛	114.1	103.0	107.3
羊	102.1	94.0	97.4
豬	115.0	109.3	111.8
犬(Wolfhund)	126.3	122.1	118.5

亦即在此等動物,除馬以外,皆為在溫暖期雄性率高,在寒冷期雄性率低。動物之雌雄率,因研究者各異而數字亦相當不同,然大體傾向為一致者多 (8)。例如在 greyhound 犬,戴同 A. Dighton 每月調查之結果,有如插圖 180 所示。

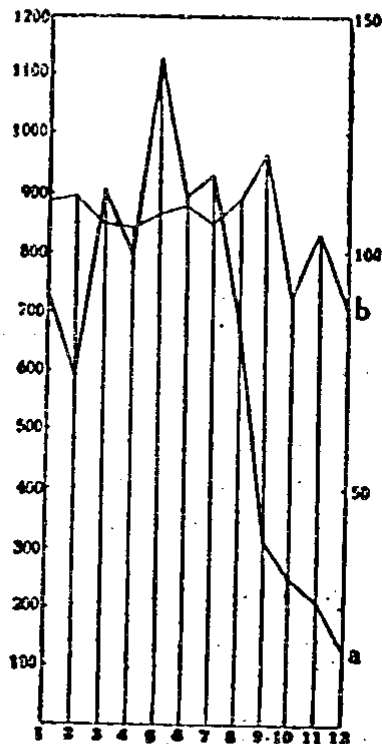


插圖 180. 犬之出產數及雌雄率之季節變化(依據 Dighton 之數字)
 左側縱軸之數字,為出產頭數。 右側縱軸之數字,為雌雄率。
 底軸之數字為月份。
 a: 出產頭數曲線 b: 雌雄率變化曲線

依據都新 K. Düsing 及希浦 W. Heape 之研究,人類在冬季,男子之生出為多。此為相當於生產率最低之時期。茲將生產率之高低及男女之比例,示之如次。數字為對於♀ 100 之♂者數目。

	普魯士(Düsing)	古巴(Heape)	
	白種人	白種人	土人
生產最多季節	105.92	104.29	99.3
生產最少季節	108.77	108.02	108.3

在由精蟲決定雌雄之動物,雄之交尾回數與其子之雌雄率間,有某種關係存在,已由赫斯 F. A. Hays 在兔之調查,得如次之數字。

交尾順序	1	5	10	15	20
雄之百分率 <small>(對於雌雄總數為 100)</small>	56.33	43.50	44.44	54.64	21.87

依此順位,其變化雖不一定,然表示有相當顯著之增減,皮耳及帕耳希勒 R. Pearl and H. M. Parshley 對於牛,搜集當業者之報告,得其結果為雌發情期當初之交尾者,較其後期交尾者,產雄率較低 (9)。有謂貓之青年雄比較的可使多生雌,而老年雄則可使多生雄者。

一雄多雌 polygyny 與次代雌雄率之關係,在馬表示頗為規則整齊之數字(K. Düsing, 1884-87)。元來種馬之愈優良者,交尾回數亦愈多,其一發情期間所交尾之雌數愈多者,其次代之雄性率亦愈高(插圖 181)。在二十

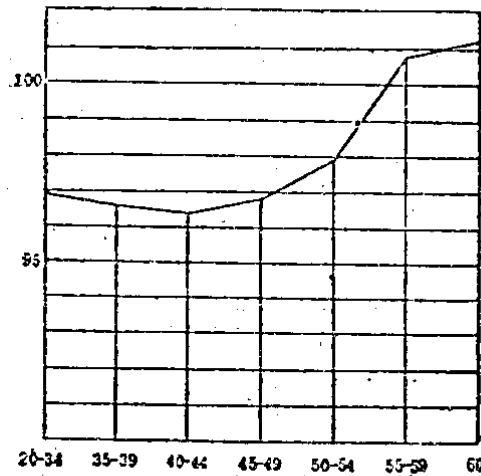


插圖 181. 馬之交尾回數與雌雄率 (依據 Düsing 之數字)
 縱軸之數字,表示對於雌 100 之雄性率,橫軸數字,為交尾之回數。

日鼠,亦爲一雄一雌者之雄性率爲 53.2 ± 8.1 (令雌雄合計爲100)。一雄交尾8-12頭雌者,爲 59.2 ± 6.7 (A. S. Parkes, 1925)。

母之年齡影響於次代之雌雄率,如鳥類以卵決定雌雄之動物,想當可能。養鷄業者謂青年雌初產卵當時,孵化出之雛雄爲多。及漸經時日,則雌之比例增多。一見此似爲母之年齡增大因而產雌率增多,然依據賈耳 M. A. Jull 之記錄,則謂其變化爲每年循環。賈耳利用伴性形質,在三年間以45頭牝鷄之產卵孵出而調查雛之雌雄,得有如下之數字。

由每年產卵初之產卵順序	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	平均
對於雌雄合計爲100之雄性率	62.91	57.45	45.00	44.61	37.65	32.53	48.41

可見產卵期之前進,其雄性率漸次低下。換言之,在此情形,與其謂爲完全由於年齡之影響,無寧謂似由於母體之生理機能影響及於卵之化學成分之變化。

肯女士及斯妥村白耳格 H. D. King and J. M. Stotsenburg 將大鼠之雌自生產至老齡分爲四期,而判明年齡日增,其次代之雄性率漸次低下(對於雌100之雄性率)。

生產期	1(生產21回)	2(21回)	3(18回)	4(15回)
雄性率	122.0	110.4	101.6	103.1

帕耳克斯 A. S. Parkes 在二十日鼠,謂其初產之雄百分率(以雌雄合計爲100)爲 55.4 ± 2.14 ,而第二回以後爲 60.0 ± 2.39 。即在犬亦有與此相似現象。

帕氏更在英國某宏大產科醫院調查之結果,謂17歲以

下之母親,所產男兒對女兒100為164;18-22歲者為120;23-37歲者殆為111左右,然在38-42為92,而43歲以上則為85。

卵齡之如何,亦可影響及於其發達成為個體之性比。赫耳特委希 R. Hertwig 謂使蛙卵過熟後乃令精蟲侵入,則雄者多生成。牟耳西克 W. Mršić 在鱒魚亦觀察得同樣事實。戰爭中及戰爭後,男兒之生產率增加,似為統計的事實,然其原因,或仍在於卵之過熟。

G. 關於動物雌雄率變動原因之結論

由人類以至於哺乳動物,決定次代之性者,為精蟲而非卵。然若謂母之年齡如何影響於雌雄率之理由,恐由於母性器官分泌物之化學的或物理的性質,例如H電離子濃度pH等之變化,因而青年者比較的多吸引X精蟲,然年齡日增,則Y精蟲在受精競爭上變為有利,如此反應之差異,常使異種間交雜,只一方向為可能,而其反對交雜為不成功。更或某二個體間有受精困難之情形,若將雌分泌液之酸性中和之,即可達其目的等事實思之,當有其理由。

雄之交尾回數等影響於次代之雌雄率者,想因由於交尾之多少,而精蟲之活力生差異,或對於一定雌性分泌液之反應生差異。又由於季節而雌雄率變化者,想因精蟲對於雌性分泌液之反應或分泌液自身之H電離子濃度及其他,由季節而變化所使然。

與此有關之有興味實驗,為可耳及大衛斯 L. J. Cole and

C. L. Davis 在家兔所研究者，即以一頭雌兔與外觀相異之二雄兔繼續交尾，得一方面雄兔之子，顯著為多。此實驗無論反覆若干次，其結果皆同。然只將受精力強之雄兔以酒精氣後，再作同一實驗，則未嗅酒精氣之雄兔所生之子為多。若由受酒精麻醉之雄兔，在單獨交尾，仍能使完全受精而產子觀之，在雙交尾之情形，當因酒精之害而使精蟲在受精競爭上蒙不利。

精蟲間之競爭，在雞亦已實驗證明。克魯 F. A. E. Crew 以遺傳的相異之二雄雞與六頭雌雞，共飼於一處，得其所生次代，大多數為 A 雄雞之子。復次，將上述二種雄雞分隔，而使此六頭雌與 A 雄雞同居 10 日後，更將雌者隔離，待其受精卵產盡而產不受精卵時，乃再使與 B 雄雞同居。由此反覆實驗，於是判明 A 雄雞之精蟲，在九日間尚有受精力，而 B 雄雞之精蟲，在五日間即失其活力。

上述兔及雞之實驗，雖為關於不伴性形質者，然異型精蟲間行競爭一事，已有充分證明。布魯姆 女士 Agnes Bluhm 更實驗的確證酒精等可使次代之雌雄率變化。布女士先求得二十日鼠之正常雄百分率為 44.38%，而一產之頭數平均為 4.94。次以酒精處理其雄後而使交尾，則其次代之雄性率為 54.98%，而一產之頭數為 4.94。由是可知酒精對於生殖力無害，然使產雄率增大。以強精劑 *Johimbin* 施於雄之情形，亦得同樣結果，即其次代之雄性率為 54.57%。又以咖啡精 *Coffein* 處理後之雄，其次代之雄性率為 53.71%，然此時之不處理區

爲 45.35 %。至於雌者，雖經以上處理，然若與正常雄相交配，其次代之雌雄率，仍爲正常。由是知生雌之 X 精蟲，較生雄之 Y 精蟲，易受藥品之害而減殺其活動力。

H. 異常雌雄率之遺傳

卽在同種動物，由於系統或個體之不同，其產兒之雌雄率相異之情形，想亦有之。卽在人類，如此事實，常觀察得有如俗語所謂男腹或女腹。然凡屬單生兒動物 *monotocous animals*，此言殊不能謂爲確實。肯女士在多生兒動物 *polytocous a.* 之白大鼠，由其一對雌雄所生子孫中，淘汰育成產雌率大之系統及產雄率大之系統，亦卽此任何一系統，其初六代間皆繼續兄妹交配使其近於純型後，乃將 A 系統向雄多一方向淘汰，及經過 15 代，至於對雌 100 雄爲 125。又在向雌多一方向淘汰之 B 系統，其同一期間，至於 ♀100:♂83。

3. 植物之雌雄率

高等植物之大多數，爲雌雄同花或雌雄同株，少數爲雌雄異株，此等大概皆屬於 XX-XY 型。故次代植物之雌雄，由花粉之精核所決定。

苛倫斯 C. Correns 在剪秋羅類之 *Melandrium album*，若於其雌蕊之柱頭施以約 25000-50000 粒豐富之花粉，則次代之雌雄率約爲雄 31.65 %，雌 68.35 %。反之，若施以 400 粒以內之少數花粉，則次代之雌雄率約爲雄 43.78 %，雌 56.22 %。其後苛氏更在酸模 *Rumex acetosa* 作同樣實驗，而其成績更爲顯著。

即在施以豐富花粉者,其次代之雄性率,由系統不同而有6.3—12.6%。在施以微少花粉者,達於29.0—32.6%。此蓋完全由於生雌花粉與生雄花粉間受精競爭 *Konkurrenz* 之結果,亦即含有大形 X 染色體之花粉,生理機能旺盛因而花粉管之伸長較速,只含有微少染色質之 Y 花粉,則反是而花粉管之伸長較遲。然花粉數少時,因 X 花粉受精後,尚餘有多數未受精之胚珠,因而伸長較遲之 Y 花粉,尚可能使相當多數卵細胞受精。反之,在多量花粉施於柱頭時,由於伸長較速之 X 花粉,已占領胚珠之大部份,故餘留與 Y 花粉者,為數甚微,以是雄植物生出之比例變少。但在如菠菜 *Spinacia*, 其減數分裂所生二子細胞間,無若何可看出之差異,故其次代之雌雄株數,完全相等(雌雄率為依據野原,1923)。

溫格謂大麻 *Cannabis sativa* 之正常雄性百分率為41.8%; 葎草 *Humulus Japonicus* 為29.0%; 狗爪藤 *H. lupulus* 為9.8% 與22.3%, 常為雌較雄遙多。如此情形,亦表示生雌之 X 花粉與生雄之 Y 花粉間,競爭上有顯著優劣之存在。又在狗爪藤,溫格所實驗而得9.8% 數字之一區,其母本為多數異系統者,然父本全部由於有♂3 一記號之一株。又雄性率為22.3% 一區,其母本亦仍為多數異系統者,而父本為有♂4 記號之一株。由是知由於父之個體不同,其次代之雌雄率有生出大差者。

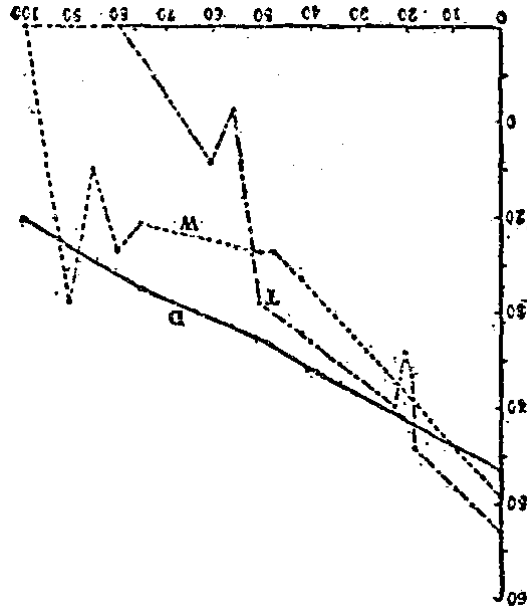


插圖 162. *Melandrium album* 之花粉貯藏期間與次代之雌性百分率 (Correns)

縱軸之數字,為雌性百分率,

橫軸之數字,為花粉貯藏日數,

D、T、V 三曲線,表示採取花粉之三雄株之各別結果。

苛倫斯又在 *Melandrium album* 注意其花粉乾燥之狀態,有貯藏百日以上乃施於柱頭者,其結果為貯藏日數愈多,優良花粉愈減少,因而次代之雌性率低下。此想因隨花粉時日之增多, X 花粉較 Y 花粉多受害。苛氏又在同植物,若以一花粉囊之花粉施於一柱頭,則次代之雄性率為 8.2%,若施以微少花粉,則為 21.8% 之異常雌雄率系統,將花粉放於酒精氣中 30 分鐘而施稍多量於柱頭使受精,得其雄性率為 21.9%。然接觸酒精氣 40-60 分鐘者,則為 37.7%。此結果與 布魯姆女士之白鼠實驗,甚為相似。

苛倫斯其後更在同植物確證雄種子較雌種子發芽為

早,然發芽後之成長,則雄者反較遲,第一年不開花至第二年乃開花之植物,多為雄者。又即為同一母株所生之兄弟雄植物,由其花粉受精而生之種子,其發芽之速度,亦有顯著相差者。發芽愈速者,雌之百分率愈少。

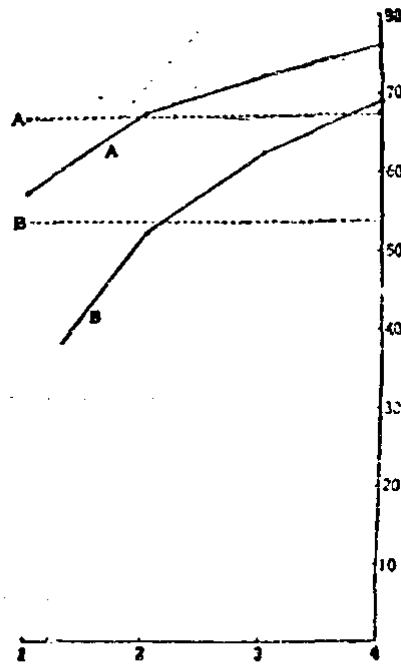


插圖 163. *Melandrium album* 兄弟雄株之產雌率相差(Correns)
縱軸之數字,為對次代個體 100 之雌性率,橫軸之數字,為種子發芽遲速之四期,二條曲線,表示種子發芽早者雌少,遲者雌多,A 與 B 為各別二雄株所生次代之曲線,A 及 B 點線,為其各別平均雌百分率,表示兩者間有顯著差異(A 之平均為 67.2%,B 之平均為 53.9%),

第七節之附註

(1) 鮫魚 *Cottus* 對♀100♂為 188.0, 鮫鱈 *Lophius* 為 385.0, 烏賊 *Lorigo* 為 16.6, 章魚為 33.3, 蜘蛛之一種名 *Latrodectes* 者為 819.0 等數字已有報告,此等恐為調查成熟個體者,出生後至成熟期之死亡率有差異等,似大有關係。

(2)男多之國皆有統計不正確之疑,哥耳德希米特曾如是斷定(Mechanismus u. Physiologie d. Geschl.),此言在中國及印度或可適用,然在日本決不確切。

(3)在非常幼稚之胎兒,因難區別男女,故不能謂為真正第一次雌雄率,然大體上確實相近。

(4)哺乳動物之受精,為在輸卵管之上端。

(5)此因子較位於X染色體左端0點之黃體色 yellow 更在其左,亦即位於-0.1單位處者。

(6)有由全部雌至約15%雄之變異,平均為雄4%。

(7)但坡耳 H. Poll 對於此強硬反對。坡耳謂如此鳥類之種間雜種,所獲得者為正常雌雄率。

(8)然作完全相反成績者亦不少。此恐因調查材料之不同或粗暴而使然。在如雌雄率調查容易者,此弊甚多。

(9)此為最初蘇里 M. Thury 所提出者。皮耳等則為加以確證。依據皮耳等之研究,在雌之發情初期所妊娠之雄性百分率(對於雌100)為98.4,中期為115.5,末期為154.8。

第八節 去勢

Castration, Gonadectomy; Kastration

除去性巢(生殖腺)謂之去勢。去勢手術對於該個體之影響,在植物殆完全不能察覺。即在動物,可依其種類不同而程度大異。

第一爲昆蟲，縱將灼熱白金絲使舞舞蛾幼蟲之生殖腺灼毀，然其化蛾後，除生殖腺外之性器官及其他所有器官，皆無若何變化。觸肢及其他，亦與正常之雌雄同。即性之本能，亦完全與普通者無異。又在上述爲早之幼蟲時期施手術，亦仍無效。金毛蟲類，枯葉蛾類，蠶，白粉蝶類，孔雀蝶類及其他昆蟲，亦得同樣結果。此不僅在蝶蛾類，即如在蟋蟀 *Gryllus campestris* 去勢之雌雄，其外觀上亦毫無異常。雄者發特有之音與雌交尾，而雌者以產卵管刺入地中作產卵之姿勢。然在同爲節肢動物之水蟲 *Asellus aquaticus*，若將鑷放射線破壞雌之卵巢組織，則此動物之雌所應有之育囊，不能生成。

蚯蚓爲雌雄同體，然若將睪丸存在之環節切去而將其前後之環節縫合，則手術後約第14日，其環帶 *clitellum* 大部分退化。若經過三個月左右，即成爲全無痕跡。但若將卵巢存在之環節切去，其環帶不生變化。由此觀之，環帶似爲雄性之第二次性徵。扁蟲類之 *Planaria*，亦爲雌雄同體，卵巢及睪丸位於前半身咽喉部附近，而交尾器在後半身。若將此動物在咽喉後方橫切爲二，則前半身生出後半身，同時交尾器亦迅速形成。然反之，後半身雖亦生出前半身，但生殖腺不能再生，且自來存在之交尾器官，不久亦即退化。

在魚類中，如 *Phoxinus laevis* 及棘魚 *Gastrosteus aculeatus* 在生殖時期，有所謂婚姻色 *Hochzeitsfarben*。其雌雄(雄特別顯著)之身體全部，尤其在腹面帶有紅色。然若去勢，則紅色殆不

出現。若只一側去勢，則作淡婚姻色。若將金魚之雄去勢，則雖至繁殖期，亦不出現追星現象 Perlorgan。

在歐洲所產之鱉蟾中，有在其交尾期生出凹凸背鰭之 *Triton cristatus* 者。此鱉蟾之雄，至交尾期，除背鰭外，尾上生出銀白色條紋，頭部生白斑，總排泄腔顯著隆起而擴大。然若於此時期前除去辜丸，則此等特徵一無出現，且無論何時皆保持其冬眠期之形態。蛙及蟾蜍，至生殖期，其前肢之拇指生出胼胝 *Brunstschwiele*, *Daumenschwiele*，然若去勢，則胼胝消失。

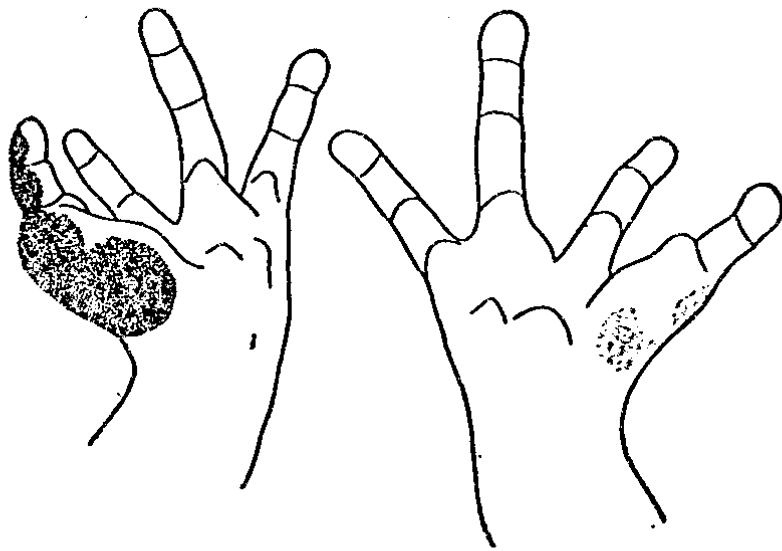


插圖 164. 蝦夷紅蛙拇指之胼胝與去勢(Meisenhelmer)

左：正常雄之生殖期之前肢

右：去勢雄之生殖期之前肢

若依據古德耳 H. D. Goodale 在鷄及鴨所作之有興味實驗，則鳥類去勢之影響甚為顯著。在雄成長鷄，除去辜丸 *orchidotomy*，則肉冠漸次萎縮而失其紅色，轉為蒼白色。在小雛時去勢之雄，則其肉冠長停留於不發達之狀態。反之，在羽毛，無

論去勢之早遲,皆能完全發揮其雄之特徵,即在以後換毛時,亦不生變化。又去勢雄 capon; Kapaun 之特徵,為體內之脂肪顯著蓄積因而體量增大,此不外因體內之新陳代謝變為緩慢而能力之消費減少之故。復次,若在雌雛時將其卵巢除去 ovariectomy, 其成長後完全出現雄之第二次性徵,亦即肩及腰上之絨毛充分發達,尾毛變長而向下垂,身體變大而頸變長,脚上生趾,行動亦如雄之闊步,鳴聲亦近於雄,只肉冠停留於雌雛之狀態。就全體言之,完全與去勢雄為同樣外觀。此等事實,即表示雌雞與雄雞在遺傳上有同樣因子構造(對於羽毛、距及其他),只因卵巢分泌液之作用,將雄之第二次性徵抑制,因而發現雌之第二性徵。雌雞至老齡而有生雄之羽毛或生距者,想因卵巢之機能減退因而抑制作用亦減退之故。

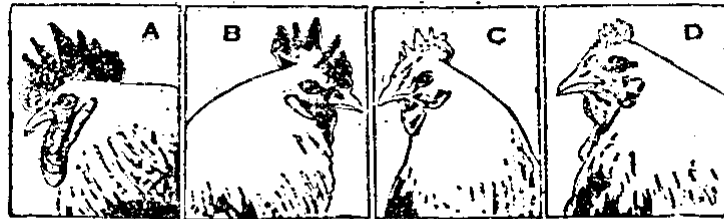
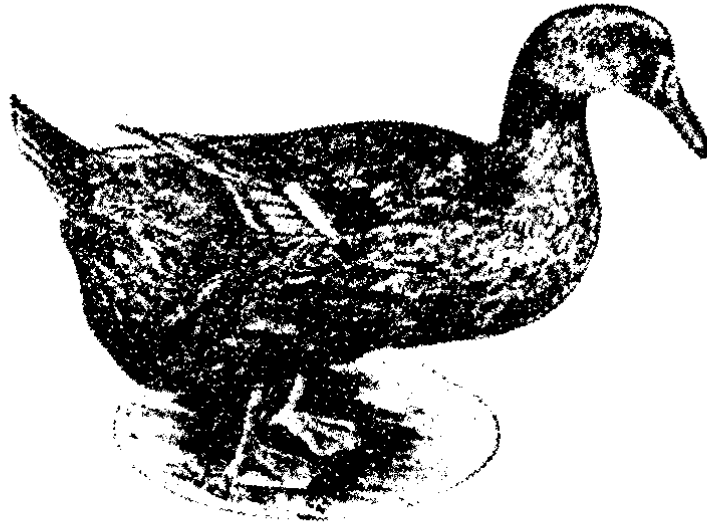


插圖 185. 因去勢而雄雞之內冠退化(Pézar)

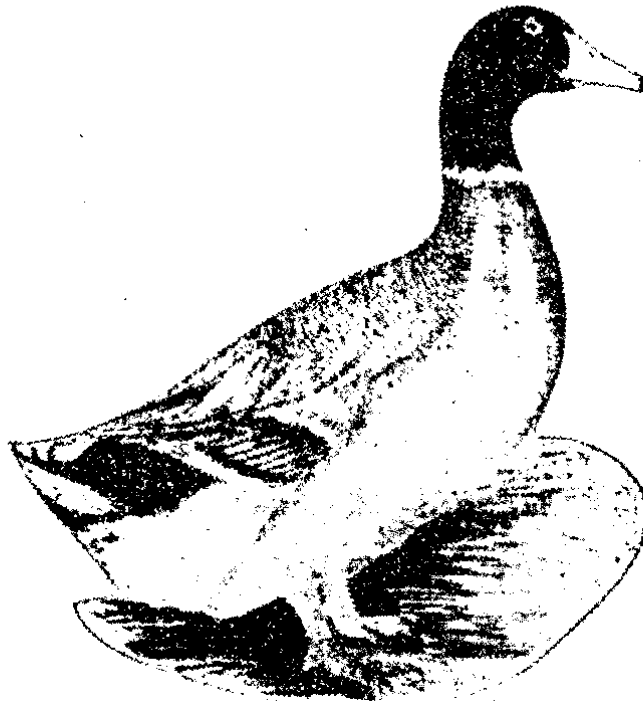
A: 施手術當時 B: 25 日後 C: 35 日後 D: 135 日後

雄鴨去勢,殆無若何可看出之變化,只至夏日不生夏毛者為普通 (1)。雌鴨去勢,則變成外觀上殆與雄鴨相同,只在嘴上尚殘餘多少暗色及鳴聲為雌之特徵。然雌鴨去勢之結果有二型,其一即為如上述殆完全現雄性特徵者,他一型為雌雄之第二次性徵在身體之某部份混合出現。後者亦可謂

爲近於雄之夏毛者。生此二型之原因，尙不明瞭。雄、鶖、駝鳥等之雌，若去勢亦成雄之羽毛。



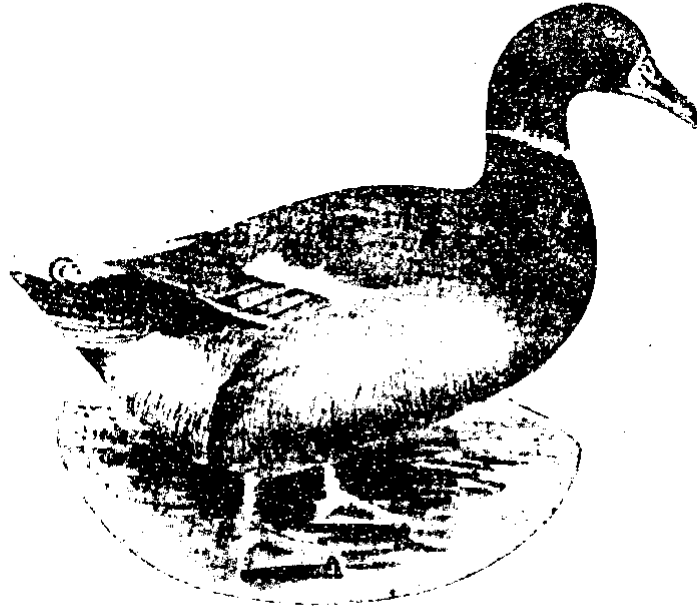
A



(接次頁)

B

(承前頁)



C

插圖 186. 鴨(Rouen種)之去勢(Goodale)
A: 正常雌 B: 正常雄 C: 去勢雌

觀賞用雞 Bantam 之一種⁽²⁾名 Sebright 者,其雄雞皆為具雌雞羽色,且無肩及腰之簍毛而尾羽直立(但距仍發達)。摩爾根以之與普通種相交雜,又在同種及 Campine 種行去勢實驗。其去勢雄在換毛後,即生出正常之雄羽。以是此情形,為與普通雞之情形相反對,而不能不認為睪丸中存在有抑制雄羽發達之物質。又若以雌羽之雄與正常型品種之雌相交雜,其 F_1 之雄仍為雌羽,然在 F_2 或 F_3 與正常系之退交雜,則分離出雌羽之雄及雄羽(正常)之雄。又 F_1 及 F_2 之雌,自為雌羽,而無若何分離。由此觀之,生雌羽雄之因子,對正常為優性,而其作用在雄之發現,必須有睪丸存在,此優性因子為一個或為二個,尚不能斷定。摩爾根最初認為二個,然其後(1920)又想像其

多半為一個，且為不存在於 Z 或 W 染色體之不伴性因子。彭勒特及柏勒R. C. Punnett and P. G. Bailey 認為生雌羽之因子有 A 及 A' 二種，A 位於普通染色體而 A' 存在於 W 染色體。只須此二因子之一，即可使生雌羽。此為假定有出現雌羽之 A'，而不藉內分泌說之力以說明雌羽之雄，除此而外，當與摩爾根之後說無大差異。

在人類及其他哺乳動物，其雄性去勢，可使內外之性器官停止發達，體格及聲音等接近於雌性，或停止於幼年期之狀態。

然在雌性去勢，無何顯著外觀變化。只在人類有鬚及胸毛發達。又如羚羊或鹿為雄之毛色者，無寧可謂為例外。要之，鳥類與哺乳類，因其性染色體組成為相反，故其去勢之結果，亦完全相反。

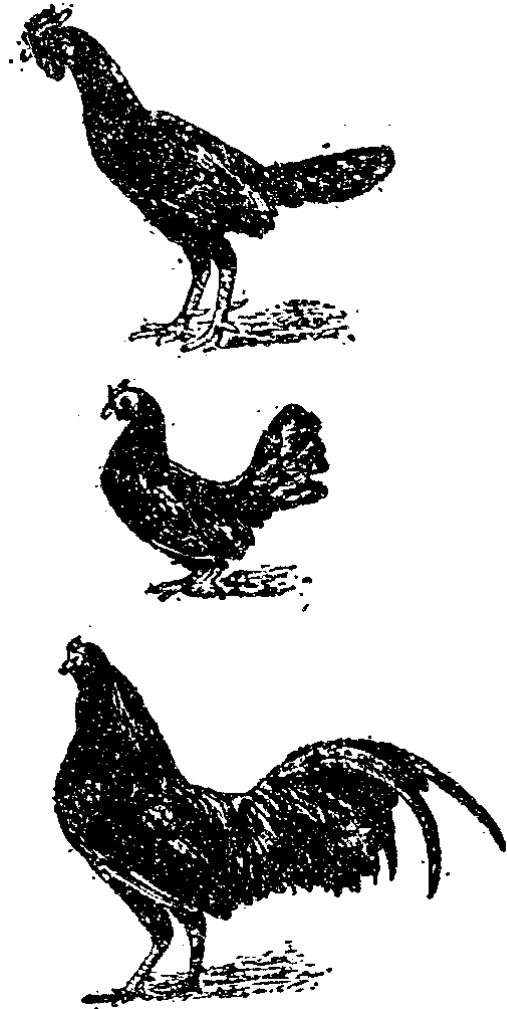


插圖 187. 雌羽之雄雞與去勢 (Morgan)
 上: Sebright種之雌羽雄
 中: 同上雌
 下: 由於去勢而生普通雌羽之 Sebright 種雄

斯太那哈 E. Steinach 將天竺鼠、兔、大鼠等之輸精管結紮或切斷，則睪丸之精蟲形成，殆為斷絕。然反之，間組織變為非常肥厚，同時內外之性器官亦顯著發達。而謂雄性內分泌液，因由間組織所分泌，故若將老衰動物行此手術，則可使性器官之機能回復，同時身體各部亦發現所謂返老還童 *Verjüngung*。

斯太那哈 更將卵巢移植於去勢雄。在其癒合而保全生命者，其在以前發育至某種程度之雄性器官，立即停止發育或開始退化，其更甚者，則向雌之方向變化。有時體形、體量、骨骼、毛之生長狀態，皆作雌之形狀。乳房發達而泌乳。同時本能亦變化而至於哺育幼兒。又若移植睪丸於去勢雄，則出現雄性。體形、外觀、性本能等，亦近於雄。陰門之一部或完全閉鎖者有之。鳥類之雌，單只去勢，即出現反對一性之特徵，然其雄去勢後，須有移植卵巢之情形，乃接近於雌性。

由以上事實，可明瞭去勢之影響，依動物之種類不同而異。昆蟲為影響最少之極端者。鳥類及哺乳類，則為最多方面之極端者。此恐因在昆蟲之各組織細胞，皆雌雄兩者之性的內分泌液，以其分量之多少而各出現其性特徵。反之，在哺乳類，性的內分泌液之生成為睪丸或卵巢間組織之專業，而其他組織細胞無所能為，亦即性分化之中央化者。

第八節之附註

(1) 此因由於去勢之生理的影響，故無遺傳的意義。

(2)此外 Henny Game, Campine 等品種,亦為雌羽雄 hen-feathered cock.

第九節 間性

Intersexuality; Intersexualität

從來咸知雌雄為割然相對立之二生物羣,在一個體之或為雌性多或為雄性多一事項,在生物學上殆無思及之者。然哥耳希米特 R. Goldschmidt, 1917 在舞舞蛾 *Lymantria dispar*

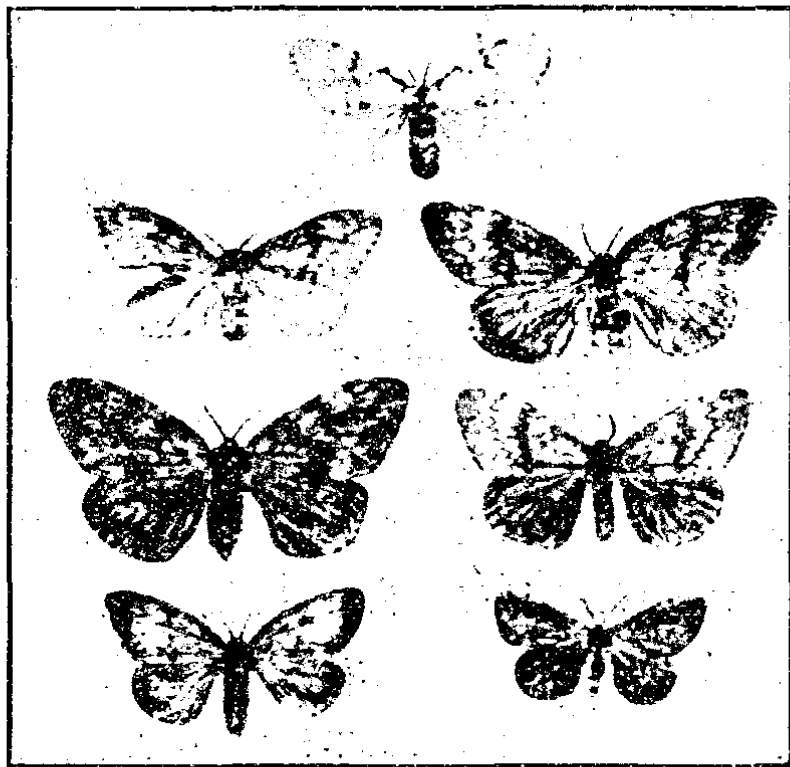


插圖188. 舞舞蛾之雌間性(Goldschmidt)

上部中央為正常雌, 左上為輕度之雌間性, 右下為強度之雌間性, 其他為中庸之雌間性, 大小之區別, 為環境之影響, 別無他意。

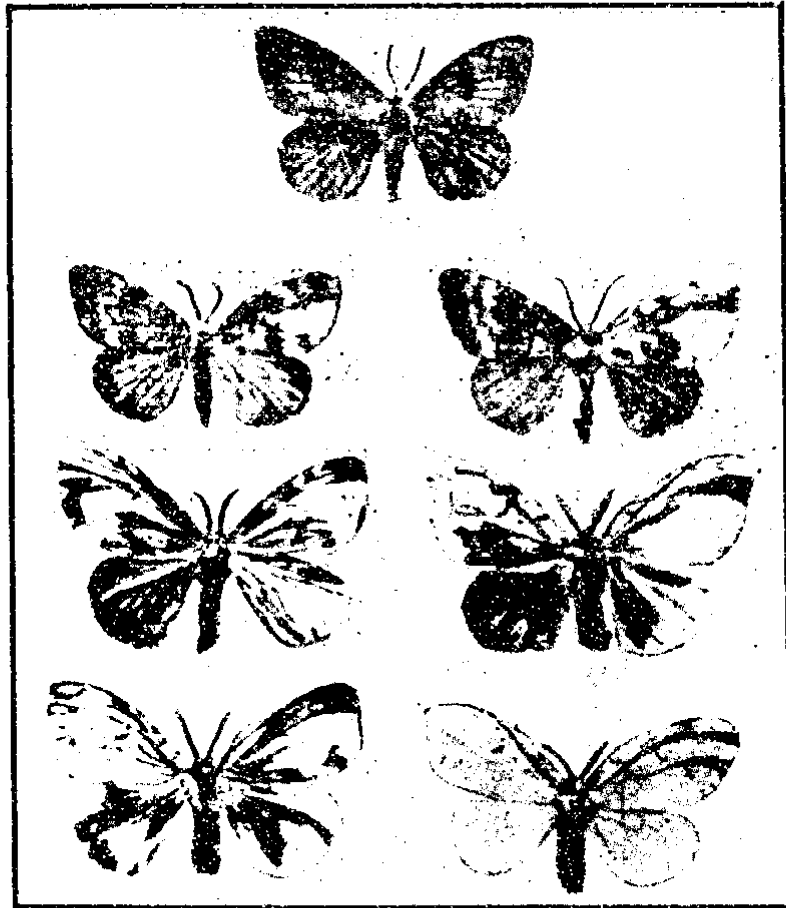


插圖189. 舞舞蛾之雄間性(Goldschmidt)
 上部中央爲正常雄，其他爲種種程度之間性，
 右下者，爲外觀殆與雌相同之雄間性。

(1) 之各地方所產者之交雜，發見有比較多爲雌性或比較多爲雄性之數量的差異，似此位於正常雌及正常雄之中間者，稱爲間性 intersex; Intersexe。近來，吾人關於性之智識急速進步，如上述雌雄之數量的性質，不僅爲一種蛾特有之現象，而確認其爲廣汎一般生物界之共通法則。

1. 舞舞蛾

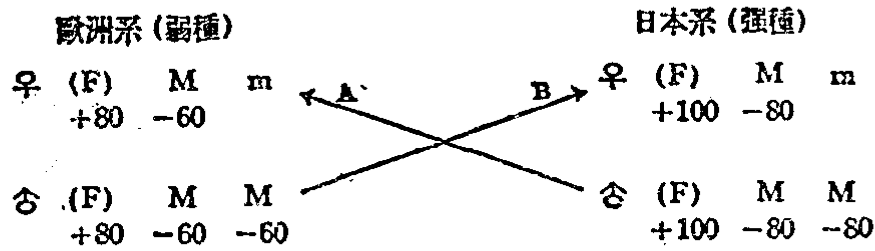
在舞舞蛾之日本種與歐洲種相互交雜，其 F_1 、 F_2 及後

代,出現性之異常一事實,初發見者,為娛樂養蟲家布拉克 B. Brake, 1907. 其後哥耳德希米特以此行大規模試驗之結果,知此昆蟲由其產地不同,而性之強弱有顯著差異,大別之,日本種強,歐洲種弱.然日本種及歐洲種中,亦因地方不同而大異.例如熊本系♀ × 岐阜系♂之 F_1 ,其間性極輕微.然希來德米耳 Schneidemühl (德國)或北海道系♀ × 岐阜系♂之 F_1 ,則間性稍增.阜姆 Fiume (意大利)系♀ × 岐阜系♂之 F_1 ,又更顯著.希來德米耳系♀ × 日本系(產地不明之一系統)♂之 F_1 ,其雌之外觀上殆難與雄區別.最後,若以希來德米耳系或阜姆系或北海道系♀與小坡系或青森系♂相交雜,則 F_1 ♀全部變化為雄,其卵巢內之卵細胞退化而至於生出睪丸組織.

凡生間性之情形,在弱種♀ × 強種♂之交雜,其 F_1 已生出由雌向雄轉變之雌間性 weibliches Intersexualität⁽²⁾. 其 F_2 亦有同樣間性出現(上述之實例,皆屬於此部類).然在反對交雜,即強種♀ × 弱種♂,其 F_1 之雌雄皆為正常.及至 F_2 ,乃有由雄向雌轉變之雄間性 männliches I. ⁽²⁾生出.

在說明此現象時,哥耳德希米特假定有雌性因子 (F) weibliches Faktor 及雄性因子 (M) männliches F. 而解釋之如次, F 為含於細胞質內者,只可由母傳於次代而不能由父傳於次代 (精蟲不伴有細胞質). 然 M 為含於雌雄皆有之性染色體內者,故由父或母皆可傳於次代.關於性之雌因子構造為 (F)Mm 而雄為 (F)MM,亦即雌與雄皆共有雌性因子及雄性因

子。然因 F 較一個 M 為強，故前者成爲雌；但因較二個 M 爲弱，故後者成爲雄，又卵有 (F)M 與 (F)m 二種生出，而精蟲則只 M 一種。茲若假定 F 有 +80 單位之強度，M 有 -60 單位，則 (F)Mm = +20 及 (F)MM = -40。又因差數之絕對值在 20 以上者，即認爲正常雌雄，故上述二者成爲正常之雌或雄 (3)。因此等數字，爲對於弱種而言者，若在強種，則 F 及 M，皆相應於其程度，而作較上述爲大之絕對值，若令日本系 F = +100, M = -80，則其與弱種交雜之結果如次：



此兩系之同系內交配時，決不發生間性，蓋以如上所述，在歐洲系 ♀ = +20, ♂ = -40。在日本系 ♀ = +20, ♂ = -60。因其絕對值皆在 20 以上，故成正常之雌雄。然在上記之交雜 F₁，則爲

交雜	F ₁ ♀	單位之差	F ₁ ♂	單位之差
A	(F) Mm +80 -80	0	(F) M M +80 -80 -60	-60
B	(F) Mm +100 -60	+40	(F) M M +100 -80 -60	-40

亦即在交雜 A (弱種 ♀ × 強種 ♂) 之 F₁，因其雌之 F 與 M 之差爲 0，故成間性。又雄之差爲 -60，故爲正常。又在交雜 B，雌雄

二者其差之絕對值因皆在20以上，故為正常。若以此 F_1 之雌雄相互交配（假定間性者有生殖力），則其結果如次：

交雜	F_2 ♀	單位之差	性	F_2 ♂	單位之差	性
A	(F) Mm +80 -80	0	間性	(F) M M +80 -80 -80	-80	正常
	(F) Mm +80 -60	+20	正常	(F) M M +80 -80 -60	-60	正常
B	(F) Mm +100 -80	+20	正常	(F) M M +100 -60 -80	-40	正常
	(F) Mm +100 -60	+40	正常	(F) M M +100 -60 -60	-20	正常

亦即在交雜A, F_2 ♀之一半成為間性，然在B則雌雄皆為正常。但若令強種為 $F=120, M=-100$ ，則交雜B之 F_2 ♂，其半數為 $F_{+1:20}, M_{-80}, M_{-80}$ 。而其差為0，即生間性之雄。

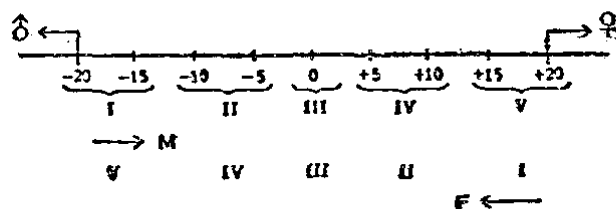


插圖190. 表示間性階級之圖式(Goldschmidt)

- M:雄間性之方向 F:雌間性之方向
- 阿拉伯數字: F與M之勢力的差異
- 羅馬數字: 間性之程度 I:極輕度
- II:弱度 III:中庸度
- IV:強度 V:最強度
- ♂:正常雄 ♀:正常雌

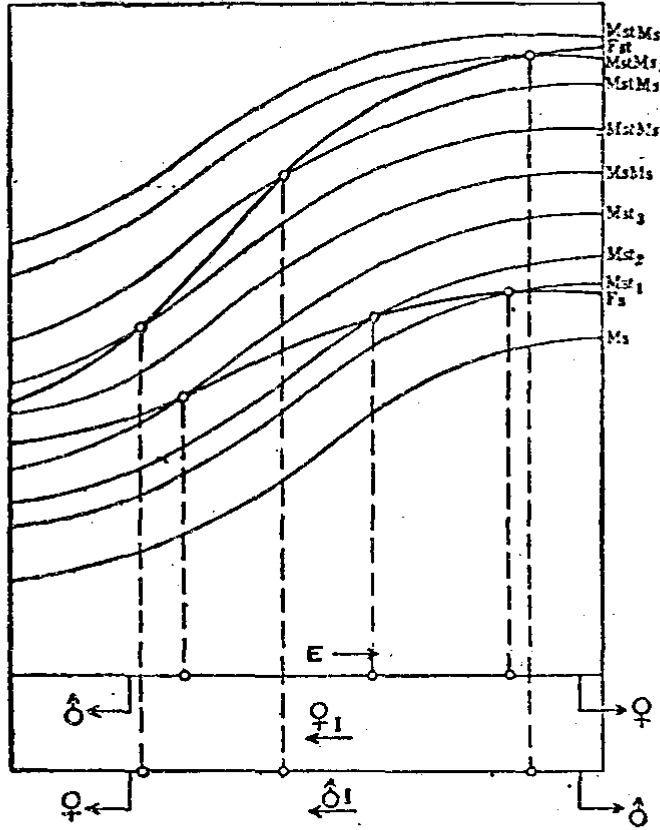


插圖 191. 種種程度之間性
白銀(Goldschmidt)

F: 雌性因子作用之強度,
M: 雄性因子作用之強度,
S: 弱種,
st: 強種,
1,2,3: 強種或弱種之相異系統,
♀1: 雌間性,
♂1: 雄間性,
0: 性轉變期,
E: 胚子發育之方向,

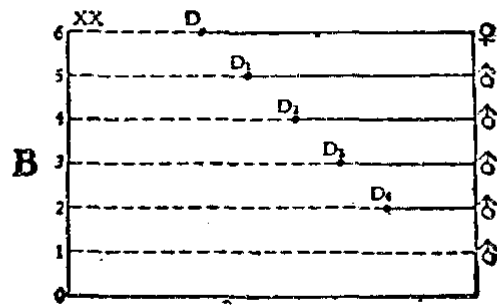
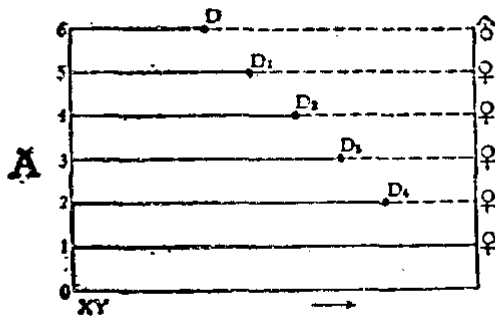


插圖 192. 間性之強度與性轉變期 (Goldschmidt)

A: 具有 XY 染色體之個體
1: 正常雄
2-5: 雌間性(2, 輕度; 3, 中庸; 4, 高度; 5, 最高度)
6: 變性成雄之雌
B: 具有 XX 染色體之個體
1: 正常雄
2-5: 雄間性(2, 輕度; 3, 中庸; 4, 高度; 5, 最高度)
6: 變性成雌之雄

實線為雌性期, 點線為雄性期,
D-D₄: 性轉變期

在舞舞蛾,其性染色體不能識別,而伴性遺傳之性質亦尚未知。然徵於其極近緣之 *L. monacha*, 其性染色體及伴性遺傳皆已發見,故謂舞舞蛾屬於 ZZ-ZW 型⁽⁴⁾,無所懷疑。又上述種種程度之間性,其染色體數全部相同⁽⁵⁾,單數為 31,倍數為 62,亦即全部皆為正常倍數個體。

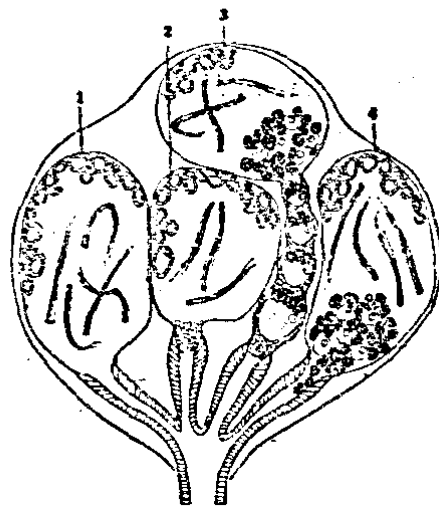


插圖 193. 舞舞蛾之強度雌間性之生殖腺模式(化蛹當時)(Goldschmidt)

1:完全變成翠丸精室之卵管

2:在基部尙些微存有卵管之痕跡

3:一半變成精室之卵管

間性個體,在身體各部份,雌性與雄性之比例不一樣。有在某一器官出現純粹雌或或雄特徵,而他一器官出現間性者。又有同一器官中,出現正常部份與間性部份混合存在者。此蓋因最初由純粹雌或雄出發之胚子,在其發達途中之性轉變期 turning point; Drehpunkt 前,出現正常之性特徵。經過此時期後,所分化之器官或器官之一部,因無完全發揮反對一

性特徵之必要時間,故成爲間性,以是達到性轉變期愈遲者,間性愈輕微,而愈早者,則間性愈高度,此稱爲間性之時間律 *Zeitgesetz der Intersexualität*。由此法則觀之,在此昆蟲之生活史中,分化愈遲之器官,其成間性之機會應愈多,若依據哥耳德希米特之研究,其第一次及第二次性徵之分化遲速,大體上有如次表所示。

器 官 名	胚	子 幼 蟲	成 長 幼 蟲	幼 蛹	中 齡 蛹	
雌	卵巢	類似睪丸	卵管形成	卵管伸長	卵管進雄	一部份卵完成
	觸肢	成蟲盤形成	成蟲盤發達	作觸肢之形	內部構造	完成
	交尾器	成蟲盤形成	成蟲盤發達	成蟲盤發達	交尾囊及導管	陰唇及枝狀突起
雄	睪丸	睪丸形成	精細胞發達	精蟲發達	睪丸增大	完成
	觸肢	成蟲盤形成	成蟲盤發達	作觸肢之形	內部構造	側枝完成
	交尾器	赫洛耳德腺形成	赫洛耳德腺發達	交尾鈎及陰莖原基	交尾鈎及陰莖分化	幾丁棍

若將上表與次之略示間性強度表相對照,則時間與間性強度之關係,即可清晰明瞭。

器 官 名	最低度間性	弱 度 間 性	中 庸 度 間 性	強 度 間 性	最 強 度 間 性	
雌	卵巢	成熟	殆成熟	不成熟卵管退化	停止於幼時狀態 卵管一部變成 殆與雄同	由幼時狀態至 睪丸之各階級 完全雄性
	觸肢	側枝較正常 稍伸長	側枝之長度 爲雄之1/3	側枝之長度 爲雄之2/3	殆與雄同	完全雄性
	交尾器	雌性	不完全雌性	不完全雌性 陰唇多少近 於幾丁棍	交尾鈎類似物及 幾丁棍形成	更近於雄性
雄	睪丸	成熟	成熟	有少數精蟲 及微少卵原 細胞	睪丸之一部變成 卵管	卵管成長
	觸肢	雄性	雄性	雄性	雄性稍少	多少雌性
	交尾器	雌性	雌性 幾丁棍分爲 二	雌性 生不完全陰 唇	雌性 陰唇	由雌性而有 陰唇者至殆 完全雌性

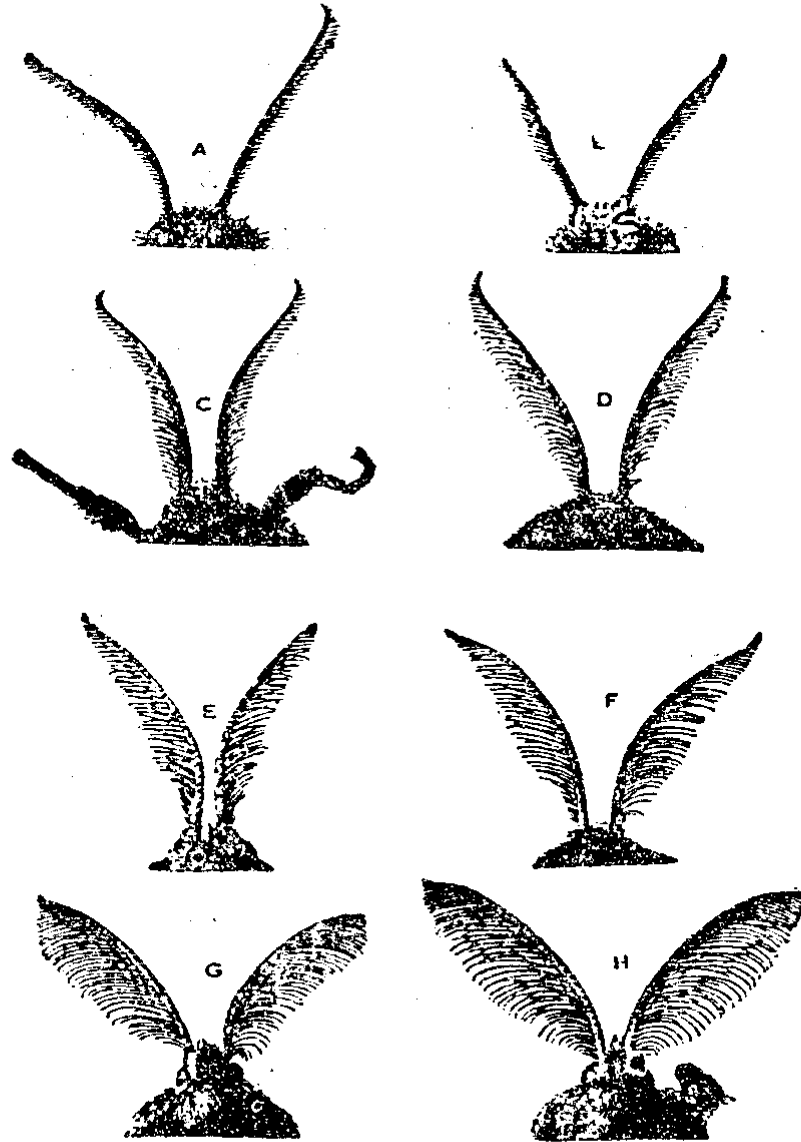


插圖 196. 間性之觸肢(Goldschmidt)

表示舞舞蛾雌間性,由其最低度者(A)至最高度者(G)之各階級,A與雌殆無異,H為正常雌之觸肢,

如上所記身體各部之性特徵,依其發達分化之時期,而生間性影響之多少,已無再詳述必要,然對於斑紋,不能不再加一言,舞舞蛾之翅,在雌者,前翅與後翅之底色皆為白色,只

有小暗褐斑紋散佈於其上而已，然在雄者，較雌之斑紋大而淺，且底色為暗褐色，故與雌之區別，可一目瞭然，在雌間性之輕微者，全翅稍作暗色。又間性程度愈甚者，暗色愈濃，特別條狀之雌雄斑紋無混在者(插圖 188)。然與歧阜系雄交配時，只其所生子孫之雌間性，有二種斑紋，作條紋模樣。

復次，雄間性者，皆為雌之翅紋作條斑狀混入，而其分佈，四翅不一致。大體上之感覺，有如粘稠半流動體流走於翅面上而生之條斑然(插圖 189)。

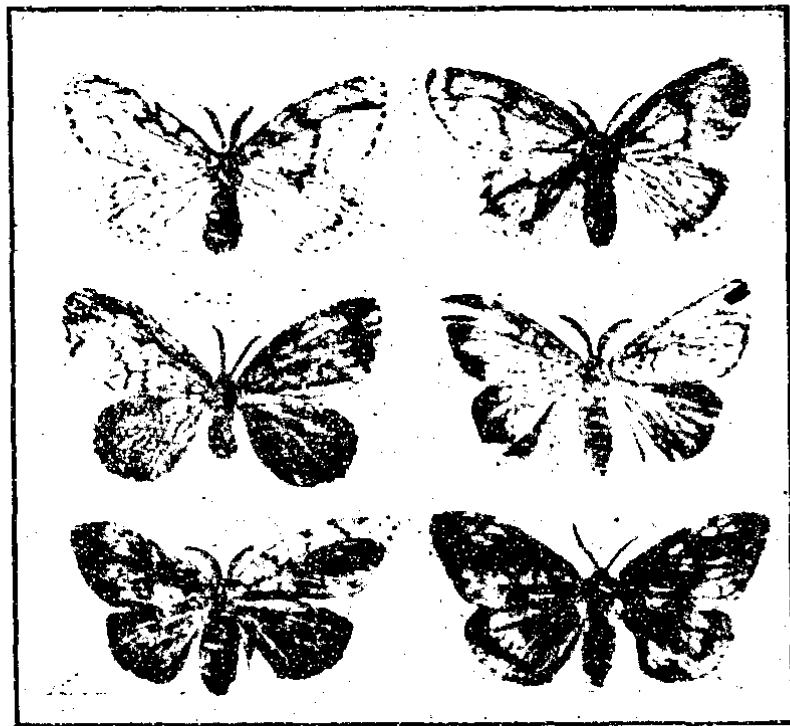


插圖 197. 歧阜系之雌間性(Goldschmidt)

在舞蝶之雌間性中，與歧阜產雄交雜所生子孫之條斑狀翅紋。
左上為最輕度， 右下為最強度， 其他為中間程度，

如上所述，雌間性與雄間性之翅紋狀態相異，其原因恐

在於雌雄發育之遲速。雄者達於成長極度多為四回脫皮。其辜丸在幼稚幼蟲，已完了成長其大部份。而雌者經過五回脫皮為多。其卵巢在化蛹後，始作顯著發達。以是在雄者性轉變期時，構成之大部份細胞，已在雄性勢力下生成，而僅有少數細胞，在新成之雌性勢力下生成，此少數細胞為由翅之基部向翅緣作放射狀增殖，故成條斑狀分佈。反之，在雌者雖與雄同時至性轉變期，然因身體之發育較遲，翅之原基細胞，尚未十分分化，故全部之色變黑；又即在雄性勢力下行細胞分化，而終不能與雄作同一程度之濃暗褐色者，可認為因暗色之發現，須較白色發現需要較長時間。又在用岐阜系雄之子孫，當因由於某因子之關係，而使雌之發育變早所使然。以上之說明，非為完全無根據之想像說。由發生機構學等各方面以說明至某種程度，是為哥耳德希米特所力陳者。

哥氏又行代換法 Substitutionsversuche 以作性因子強弱說證明之一方法。若令 F_B 為最強種之雌性因子， M_W 為最弱

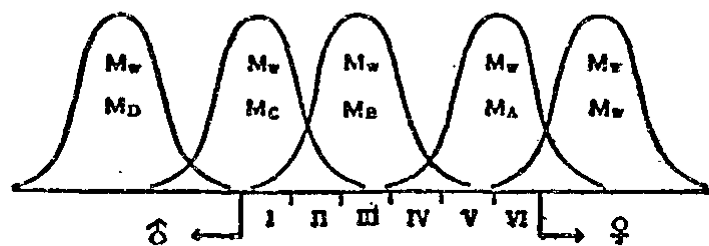


插圖 198. 雄性因子代換之實驗(Goldschmidt)

M_W : 最弱種之雄性因子 M_A : 較 M_W 稍強之雄性因子

M_B, M_C, M_D : 愈後愈強之三雄性因子

I-VI: 間性(由雄向雌)之階級

種之雄性因子,則 $F_{\text{B}} M_{\text{W}} M_{\text{W}}$ 雄,因 M_{W} 之作用弱,結果全部變為雌 (6)。復次,若以此系統之雌與具有較 M_{W} 稍強之 M_{A} 品種之雄相交雜,則其 F_1 為 $F_{\text{B}} M_{\text{W}} M_{\text{A}}$ 而成高度之雄間性。同樣,以具有漸次強度雄性因子 $M_{\text{E}}, M_{\text{O}}, \dots$ 等品種代換其一個 M ,則雄間性之強度漸次減低,終至於正常之雄。

2. 舞舞蛾以外之二倍數染色體間性 Diploid intersex

哈里生 J. W. H. Harrison 在大尺蠖 *Biston* 種間雜種之 F_1 , 獲得只生雄性者,因而認其一半為雌之變化者。著者(1929)在蠶之遺傳的體的兩合體系統,觀察得睪丸中有卵巢組織如鳥狀。

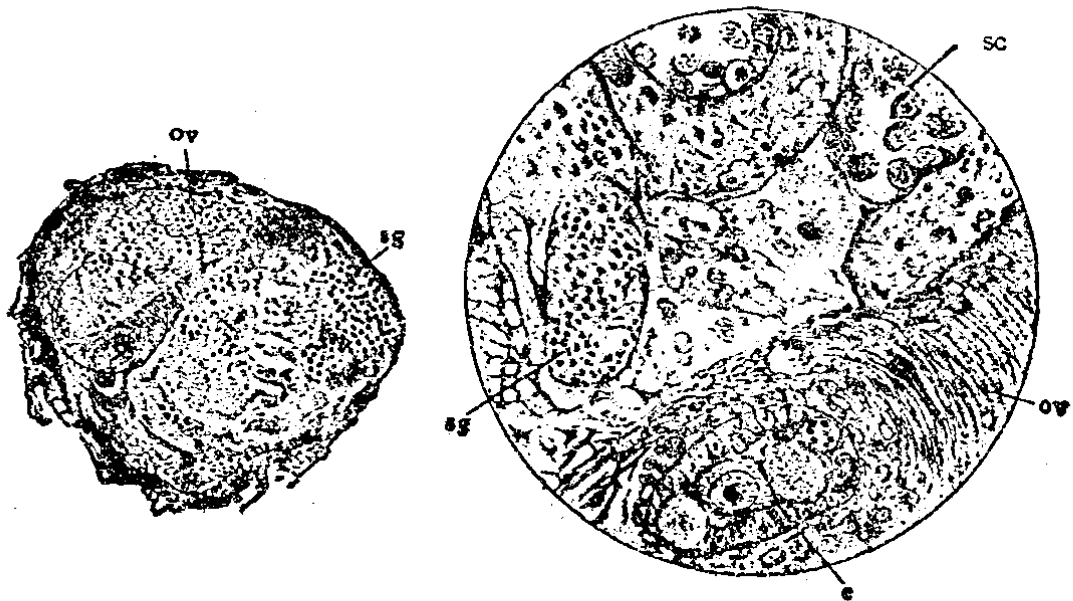


插圖199. 家蠶之間性(原圖)

左: 在睪丸組織中,有一條卵管之睪丸卵巢。

右: 將左圖之圓內部份更擴大者。

e: 卵細胞 ov: 卵管 sc: 精母細胞 sg: 精原細胞

其他如 *Drosophila simulans*, 斯塔特萬特 A. H. Sturtevant, 1920 記載有由於第二染色體而發生一劣性突然變異,因而 XX 雌出現輕微之雄性第二次性徵,又有寄生於人類之蝨 *Pediculus hominis* 之種間雜種(D. Keilin and H. F. Nuttall), 水蝨 *Gammarus chevreuxi* 之某系統(E. W. Sexton and J. S. Huxley), 浮塵子 *Simocephalus*, *Daphnia* 之某系統(A. M. Banta, R. de la Vaulx), 蛔蟲之一種名 *Agamermis albicans* 者等,其間性動物,亦有研究,在此等例,皆為確實或多半有二倍數染色體者。換言之,皆為染色體無異常之間性。

3. 三倍數染色體間性 Triploid intersex

因染色體不平衡而生間性者,在果蠅 *Drosophila melanogaster* 已由 布里奇斯 C. B. Bridges, 1925 所發見,依據 布氏 之研究,果蠅之性,由 X 染色體之個數與普通染色體之組數(單數為一組)之比所決定。其比為 2:2 時,成正常雌; 1:2 時,成正常雄; 3:2 時,成超雌; 1:3 時,成超雄; 2:3 時,成間性,此最後者,為三倍數間性,其詳有如次表。

果蠅之性與染色體數之關係

X 為性染色體。A 為普通染色體。X 下之數字,為 X 之個數。A 下之數字,為 A 之組數。性比者,為令 X=100 單位, A=80 單位,而使 $X \div A$ 所得之比值。差者,為由性比之低者向性之高者移行之差之百分率。N 為單數染色體之一組, 3-IV 為三倍數個體,只第四染色體差一個(即有二個)者。

性	型	X	A	性比	差	X = -6 A = +2
超	雌	3	2	1.88		-14
雌	4N	4	4	1.25	50% ↑	-16
	3N	3	3	1.25		-12
	2N	2	2	1.25		-8
	N	1	1	1.25		-4
間性	♀型	2	3	.83	50% ↑	-6
	♂型	2	3-IV	.83		-6
	雄	1	2	.63	33% ↑	-2
超	雄	1	3	.42	50% ↑	0

在上表中之 N 單數個體,由理論上將其編入雌一類然在當時,尚未獲得如此果蠅,以是其性為不明,但其後發見體的兩合體個體之一部份為單數,此單數個體為雌性,誠如豫期,由上表即可明瞭,在果蠅, X 有招致雌性之因子,而 A (普通染色體) 含有使生雄性之因子。又表之右端所示者,為依據哥耳德希米特之方法,以相反符號之數值代入 X 及 A 而表示其代數和與性型之關係,然其結果,不甚一致,亦即果蠅之性,與其用 X 值與 A 值之差,不如用其比以作決定。

4. 脊椎動物之間性

即在魚類,兩棲類,鳥類等,由於年齡或去勢或病變之結果,或先天的畸形而生間性個體者有之。然此等情形,將於後文各有關處詳述,於此省略,茲僅就哺乳動物之間性稍述之。

又即在哺乳動物之間性，亦只及於主要由於遺傳因子者，亦即由於上述 F 與 M 之能力之比者。在哺乳動物，可稱為真正雌雄同體 hermaphrodite 者無之，俗稱為半陰陽者，殆完全屬於間性。在山羊，有報告謂其外部交尾器殆如正常雌，亦有小形之子宮存在，同時在其內部，有發達完善之睪丸、輸精管、貯精囊等者。又卵巢中生成

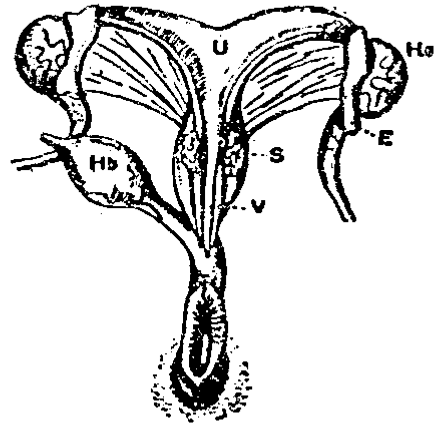


插圖 200. 山羊之間性 (Prange)

E: 副睪丸 Hb: 膀胱
Ho: 睪丸 S: 精囊
U: 子宮 V: 陰道

若干睪丸組織而成卵巢睪丸 ovotestis 等者。在豬亦記載有強弱種種程度多數之雌間性。三色毛貓之間性，已如前述。然此外在天竺鼠、牛、馬等，亦知有可認為間性者。

在人類有種種性的中間階級 Zwischenstufen 之存在，是為吾人殊有興味而必須知之之事項。從來在性格上，常觀察得有男性之女及女性之男者，此等與間性有何關係，是為另一問題，然性器官之外部及內部，在形態上可認為間性者決不少。世人往往稱此等為雌雄同體，且謂同一個體生出精蟲及卵者，為真正雌雄同體 Hermaphroditismus verus，非然者為擬似雌雄同體 Pseudohermaphroditismus，又只有卵巢者稱為雌型 Typus feminus，只有睪丸者稱為雄型 Typus masculinus，然此等皆為無意義之稱謂。真正與擬似間，並無劃然區別。又所

謂雌型半陰陽者，其實為高等之雄間性，而所謂雄型者，實際不外為高等之雌間性者有之。哥耳德希米特在理論上將人類雌間性之程度分為五階級。(1)最低度之間性。成人後始至性轉變期者，卵巢殆為正常，然其內部組織之一部，變為辜丸之相當部份。(2)弱度之間性。青春前期或胎兒之最後期至性轉變期者，卵巢之大部份或全部變成辜丸，內部性器官，停止於幼稚期之狀態，外貌稍似男性。(3)中庸度之間性。生殖腺之一部份或全部變成辜丸組織，然精蟲不能形成，輸精管生成，輸卵管大退化或仍殘存，子宮亦仍殘存，外部性器官，有時純為雌性，然有時顯著近似男性。(4)強度之間性。輸卵管原基之生成前至於性轉變期者，或導管殘存若干雌性痕跡，或完全為男性，生殖腺完全變成辜丸，然精蟲可以存在亦可不存在，辜丸有時降下於陰囊中，外部性器官與前一型大同小異。(5)最高度之間性。形態上殆與純然男性難區別，其性行動亦為男性。若某一對夫婦間只生男子，且此男子性器官多少有異常，又此男子與正常女子結婚只生女兒，在此情形，此男子有雌間性之疑殊為濃厚。

以上所述理論上分雌間性為五型，在人類之研究上，雖伴有甚大困難，然哥耳德希米特謂實際上獲得與此略為一致之事實。復次，關於雄間性之實例，所有哺乳動物及人類，皆無可認為證據者。或為完全不存在亦未可知。

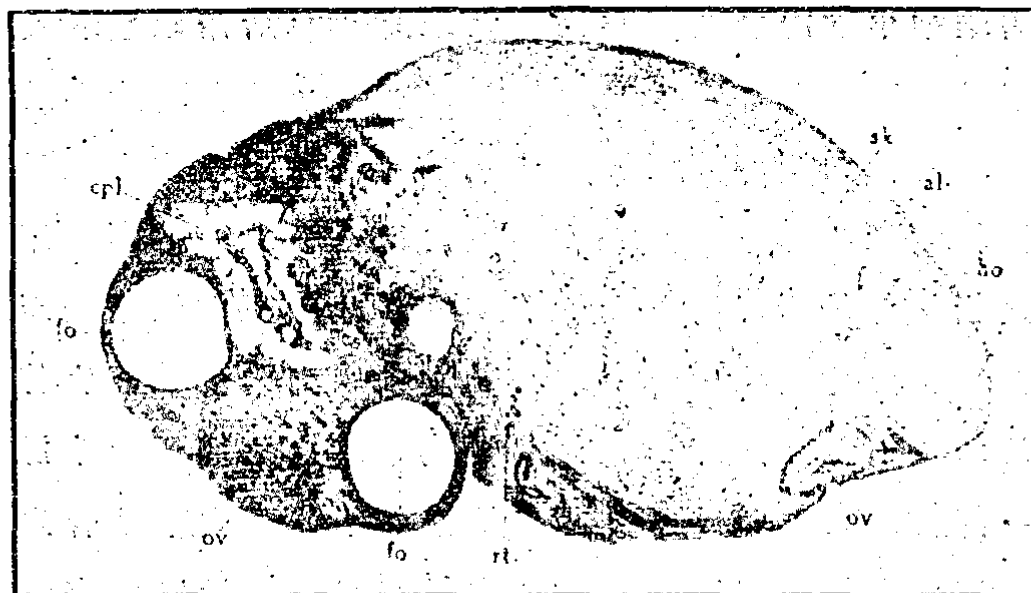


插圖201. 人類之卵巢舉丸(Pick)

al: 卵巢白膜 cpl: 卵巢黃體 fo: 卵小胞 ho: 卵巢組織
 ov: 卵巢組織 rt: 網狀組織 sk: 精小管

5. 植物之間性

剪秋羅類之 *Melandrium album* 雖為雌雄異株,然間亦有生兩性花(雄蕊與雌蕊皆有)者。其性染色體組成,雖正常雌為 XX 而正常雄為 XY,然在有兩性花之植物,有 XY 者(K. Bělař, 1925)及 XX 者(Akerlund, 1927, *M. rubrum*),想皆為間性。平田(1927)在大麻 *Cannabis sativa* 觀察得酷似於舞舞蛾情形之間性,即因品種不同而 X 及 Y 之性決定能力有差異,由其組合如何,而雖有 XX 染色體者,亦有向雄之間性(雌間性)或雖有 XY 者,亦成向雌之間性(雄間性)。又若將雌間性植物上所生雄花與雌花交配,則次代只生雌株,若將雄間性植物上所生雄花與雌花交配,則次代生雄株與雌株。又在大麻,由於營養及

其他環境關係,亦可生出間性。

在酸模 *Rumex acetosa* 之三倍數個體間性,已由 小野 及 下斗米(1928),木原 及 山本(1931)等所發見,其性型及性比之關係如次:

性 型	X(100)	A(80)	性比(X:A)	
雌 {	2n(7)	2	2	1.25
	3n	3	3	1.25
間性 {	3n	2	3	0.83
	4n	3	4	0.94
雄 2n	1	2	0.63	

此表示與果蠅之三倍數間性有極相似之關係,而知雖酸模之性染色體雌為XX雄為XY,Y,,然性之決定,則與雄為XY之果蠅完全相同。

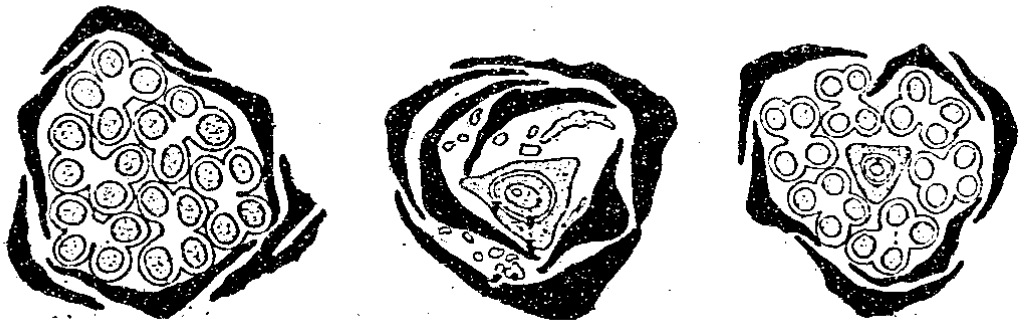


插圖202. 酸模之間性(小野)

左:正常雄花之橫斷(只有花粉囊) 黑色者為花瓣

中:正常雌花之橫斷(只有子房)

右:間性花橫斷(花粉囊與子房皆有)

第九節之附註

(1) *Ocneria dispar* 或 *Liparis dispar* 等,皆為異名同種,

(2) 冷慈 F. Lenz 提倡應以 heterozygotisches 代 weibliches, homozygotisches 代 männliches.

(3) 哥耳德希米特(1917)認此單位為性酵素之強度 F 所生出者稱為雌性酵素 gynase, M 所生出者為雄性酵素 andrase, 但其後 哥氏 避免用此等名詞。

(4) 哥耳德希米特書為 ♂XY 及 ♀XX, 然與此為同一意義,自無待論。

(5)最近 哥耳德希米特謂為性的品種 Geschlechtsrasse 者,其染色體數為一樣,然各染色體之比較的大小及大中小染色體數之比例等,則有相當差異,概言之,染色質之量與性之強度為反比例,即最強種最少,最弱種最多。

(6)由雄變成雌之個體大部分死亡,只極少數生存。

(7) n 為單數染色體之一組。

第十節 性決定因子之所在

由前所述,決定生物之性之要素,為含於性染色體之 X 或 Z 內者,已毫無懷疑餘地。成為問題者,為 Y 或 W 及普通染色體。斯特恩 C. Stern 主張果蠅之 Y 染色體內含有雄性決定因子,更表示其大體上之位置,已如前述,但由另一方面言,若將 XO 型動物(植物亦報告有一二例),毫無故障作性決定一事項思考之,可認為在 Y 內不存在有積極的性決定因子。又

由於三倍數間性及其他研究,鮮明爲普通染色體含有與X反對之性決定要素。苛倫斯 C. Correns 認爲除X內有雌性因子及Y內有雄性因子外,普通染色體上尚有AAGG二種性決定因子。性染色體組成爲XY時,AA即活動使發現雄性。又爲XX時,則反對之GG活動而發現雌性。

哥耳德希米特 R. Goldschmidt 在舞舞蛾,認爲雌性因子F含於細胞質⁽¹⁾內,雄性因子M含於X(Z)染色體內,然m一劣性因子位於Y染色體,而其作用完全爲消極的(零)。

威奇 Emil Witschi 在蛙 *Rana temporaria* 等,思之如次,雌者有FFMM之性的因子構造,而雄爲FfMM⁽²⁾。F爲雌性因子, M爲雄性因子。F之數值在M之1-1.5倍間。亦即有 $FF > MM > F$ 之關係成立。f爲F之相對因子,然不爲零而仍爲雌性因子,其值較一個M爲低。又M存在於普通染色體, F在X染色體而f在Y染色體。由於實驗之結果, M之值在各性的品種 sex races 間,無所差異。F之變異亦甚微少。只f之數量的變異相當顯著。

布里奇斯 C. B. Bridges, 1932 指摘舞舞蛾之性決定因子,是否僅F、M等少數,大可懷疑。布氏謂F存於X染色體上,其在種種性的品種有相異值之F及M,或爲複對因子之遺傳,抑或位於染色體上之各別位置,尚有檢討餘地。在舞舞蛾,關於其性之遺傳,雖爲少數,然已觀察得顯著變異。此當可認爲非因突然變異,實爲由於多數性因子間之組合交換。組合交

換之比較的少者,由其因子互相接近,或因存於 X 染色體上之交叉稀少部位。

生物體各部之發達,為多數正常或突然變異因子協力之結果,果蠅之眼,翅及剛毛等,特別為適當之例。然在其他性質或其他生物,恐亦同樣。從來已發見使果蠅之性器官種種部分異常之多數突然變異因子。特別如斯塔特萬特(1920)在 *Drosophila simulans* (3) 發見一因子,此因子使雌變為間性,而使雄生殖不可能。由是思之,性亦想由於多數因子之共同作用而發達者。

原來,間性為決定此問題之最適當者。蓋因在正常雌雄,縱有若干性因子行組合交換,然若非為極端者,因有性發達之門限作用 threshold reaction,而不出現於表面。但在間性,只須微少之性因子變化,即可發生可以觸目程度之變化(4)。朵布冉斯基及夏耳慈 T. Dobzhansky and J. Schultz, 1931 在果蠅之三倍數間性(5)系統,用 X 線照射刺激,使 X 染色體生種種長度之斷片而成重複染色體 duplication。以此與無過剩染色體之兄妹相比較,而觀察此含有重複 X 染色體者之性的影響,在任一情形,皆為含有 X 斷片者較無者,其間性向雌性方向推移,而斷片愈長者,影響亦愈大。此結果即謂雌性決定因子,在 X 染色體上之相異位置 locus 有多數存在。將來此等性生產因子 sex-producers (與此相對之決定性分化之第一步之因子,稱為性分化因子 Sex-differentiator。是皆由於布里奇

斯所命名),在X染色體上之圖形及其各因子之相對的強度(勢力),當有決定之一日。

第十節之附註

(1)哥氏又常記載F位於Y染色體。

(2)具有此性因子之雄,生出FM及fm二種精蟲,自無待論。威奇稱fm精蟲為雄精蟲 androsperm, FM精蟲為雌精蟲 gynosperm。

(3)為與果蠅 *D. melanogaster* 極為近緣者。兩者間已發見有多數之共通性突然變異因子。

(4)間性果蠅易受性因子以外之因子及環境之影響。朵布冉斯基謂某形態因子,雖對於正常雌雄無若何變化,然對於間性,可使發生顯著變化者有之,又溫度亦已知可影響間性之程度。

(5)普通染色體為三倍數,而X染色體為二個之個體。

第十一節 性之轉變

Sex Reversal; Geschlechtsumwandlung,

Epigame Veränderung des Geschlechts

雌雄之性,與受精同時決定,是為原則。然有受精後發生性之變化者,不僅已由多數實例證明,且因近來確認間性之存在,故在理論上亦至認性之轉變為可能,亦即間性之最極端情形為性之轉變,性轉變過程中者為間性,以是可謂此二

現象,有密切不可分離之關係。

1. 由於寄生之性轉變

依據賈爾 A.Giard 及斯密斯 Geoffroy Smith 之研究,蟹之一種名 *Inachus* 者,雄之腹部,若蔓脚目之甲殼類如 *Sacculina* 或 *Peltogaster* 寄生於其上,則每次脫皮後,其雄性大形之螯,漸次變小。腹部則反之,漸變成與雌相近之廣闊,又與作卵附着用之附屬肢同樣之物,亦新生出。此變化不僅限外觀,即內部之辜丸亦退化。在某一例,甚至有可認為卵細胞者形成。元來,在甲殼類,即除去辜丸或卵巢,亦不影響於第二次性徵。故辜丸退化,非為上述變化之直接原因。又觀於因寄生而外觀完全雌化 *Verblichung* 之蟹,亦有具含完全精蟲之正常辜丸者,更可

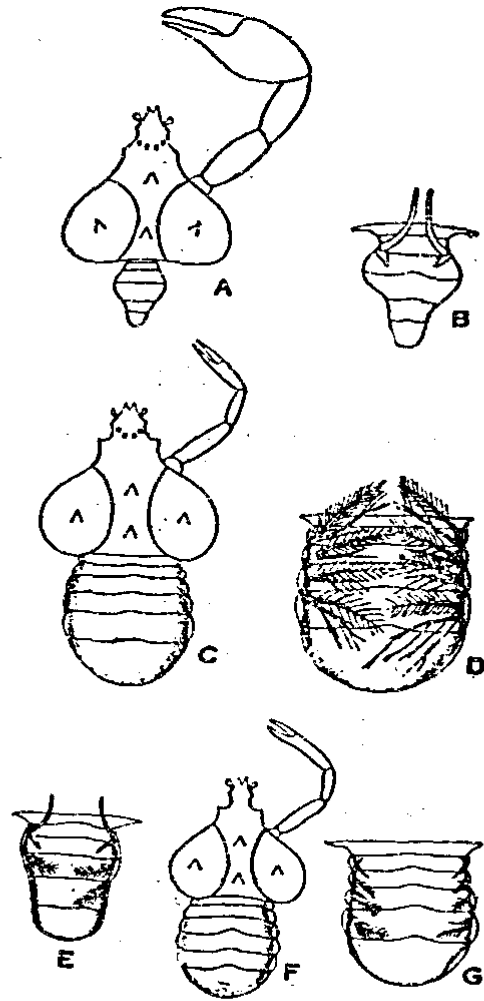


插圖 203. *Inachus mauretanicus* 蟹由於寄生之性轉變(Smith)

- A: 正常雄之背面
- B: 正常雄之腹部腹面
- C: 正常雌之背面
- D: 正常雌之腹部腹面
- E: 雌之性轉變初月
- F, G: 雄之性轉變更甚者(近似雌)

明瞭。尚有殊屬有興味者，在寄生者脫離而此蟹尚殘餘若干辜丸組織時，不僅再生辜丸組織，有時卵巢組織亦形成。

與蜜蜂相近緣之 *Andrena*，若有被一種寄生蟲名 *Xenos Rossi* 者寄生，則雄者發現種種程度之雌特徵。近於椿象之一種半翅目昆蟲名 *Thelia bimaculata* 者之雄，若被一種寄生蜂名 *Aphelopus theliae* 者寄生，則不能發揮雄性而作近於雌之形態。然一般言之，昆蟲為由於去勢不發生若何外觀變化之動物。

關於此等現象之起因，有種種學說，然恐因由於寄生動物吸收養分而寄主之血液成分大生變動所使然。例如，在正常雌，因形成卵黃而消費多量之蛋白質及脂肪，為補充起見，須將此等物質旺盛生成。而在受寄生之雄體內，因寄生動物之故，營養分被奪，以是其結

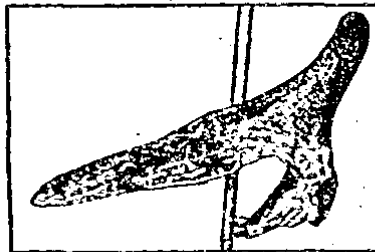
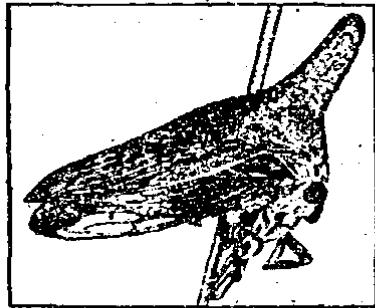
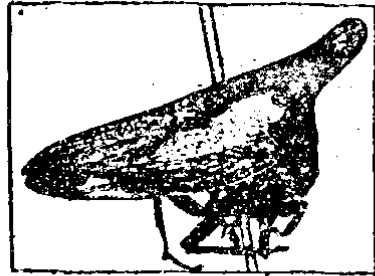


插圖 204. *Thelia bimaculata* 之性轉變 (Kornhauser)

上：正常雄 中：正常雌
下：強度之雄間性(第二胸節以後除去，只殘留頭部及前胸者)

果與雌作同樣之生理機能，哥耳德希米特認為因寄生之影響而有新物質生成，或由於寄主之代謝作用發生變化，而使 MM 因子之作用曲線與 F 因子之作用曲線之交叉點，即性轉變期變早。以是因子雖為正常，然為後天的間性，但此與前說，不過用不同語言表現而已。

2. 定着之場所與性轉變

依據斯密斯之研究，屬於蔓脚目之 *Lepas*，其幼蟲自由游泳於海水中；然若定着於岩石木片等上，則經過雄之時代而發達成大形之雌。又若附着於已定着之雌體上，則永停留於小形之雄。

巴耳澤耳 F. Baltzer 所研究之 *Bonellia* 一例，最為有名而詳細。此蠕蟲之雌，有梅子大小而有長吻。雄者甚小，如用肉眼，須用心詳視乃能得見。在 *B. viridis* 一種之雄，為生存於雌者之子宮內。又在 *B. fuliginosa* 一種之雄，則附着於雌者之體面而生活。由卵解出之幼蟲，為有二毛環之簡單構造而為中性體 *indifferente Larve*。此幼蟲在海中自由游泳後，若附着於雌之吻部者，約經三日即大部分成雄；而不附着於吻部繼續游泳者，其後沈下水底而在該處發達成大形之雌。在實驗上，若將雌吻之斷片投入中性幼蟲之飼養液中，幼蟲即附着於其上而大部分成雄。又不投入吻之斷片者，大部分成雌。又不必用吻而只用吻之浸出液，亦雄化 *Vermännlichung* 者多。更若不用吻之浸出液而加入對海水容積為 2.5% 之 1/10N 食鹽溶

液,則海水之pH價,由 8 左右低下至5.6左右,若於此酸性液中養幼蟲而每日將培養液更新,則雄者可達最高,約90%。

若將附着於雌吻之幼蟲中途分離,則依其附着於吻之時間長短,而成種種程度之間性,吻斷片或吻浸出物又或 pH 價不低下之海水中飼養者,亦有生出若干間性者。

若然,將問此 *Bonellia* 其抑為最初之性因子型即有♀=FFMm,♂=FFMM,或♀=FFMM,♂=FfMM之雌雄區別,抑或最初為全部同一因子組成之雌雄同體,只因M因子之作用早出現早衰弱,而發育經過需要長時日者變成雌。若依巴耳澤耳之多數實驗,其最初性因子組成為相異之個體,非各為50%徵於由環境影響,殆全部成雄或雌一事實,即可明

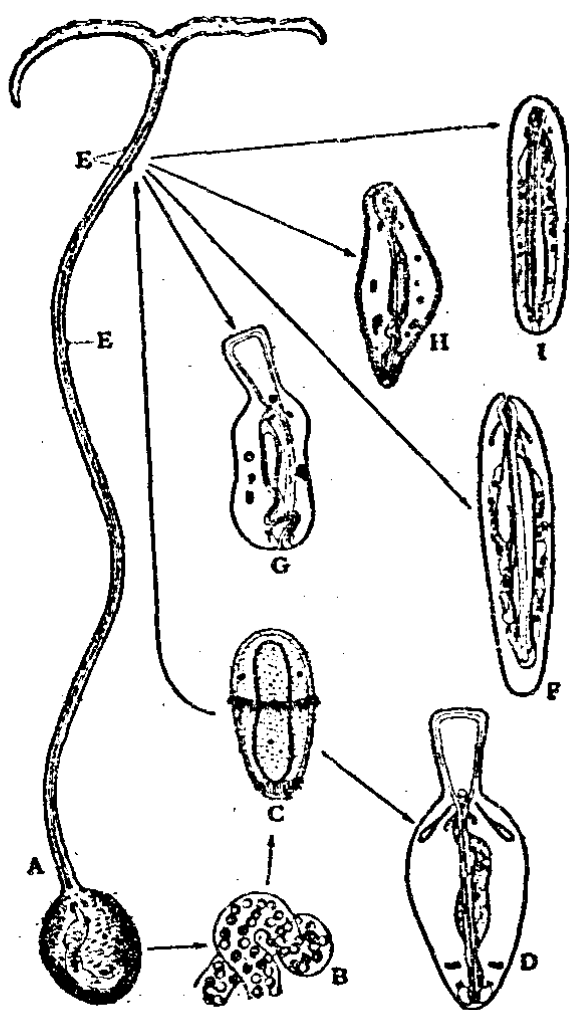


插圖 205. *Bonellia* (Goldschmidt)
 A:成熟雌 B:產下之卵
 C:孵出之幼蟲 D:幼稚雌
 E:附着於成熟雌之幼蟲
 F:成熟雄(終生附着於雌吻上者)
 G:強度之雌同體 H:中庸度之間性
 I:高度之雌同體

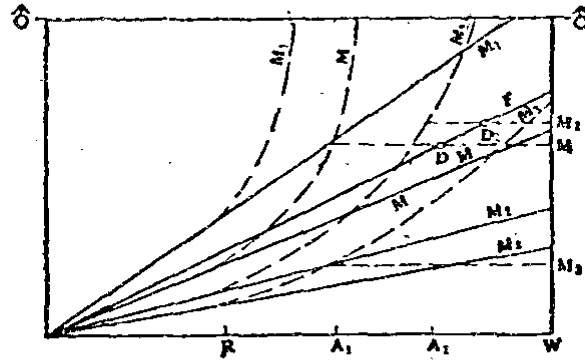


插圖206. *Bonellia* 之性決定曲線 (Goldschmidt)

表示性之遺傳因子及吻之影響，關係於性決定之情形，實線表示性的遺傳因子之強弱各階級，虛線表示雄性遺傳因子，因吻之刺激而促進其雄化作用之情形。

D, D_1 : 性轉變期, F : 雌性因子,

MM_1, M_2, M_3 : 雄性因子,

M 為標準強度, M_1 為最強, M_2 為中庸度, M_3 為最弱。

R, A_1, A_2, W : 幼蟲發育經過時期,

R 為附着於雌吻之時期, W 為雌性之決定時期,

水平斷線, 表示中途由吻脫離(在 A_1 或 A_2 之時期), 故其後雄化作用不前進之情形,

頂上之水平實線 σ , 為成爲完全雄之最低界限。

瞭然又非全部屬於同一性型, 此可由即在同一環境下, 而有易於雄化及易於雌化種種程度一事實證明, 故此當爲位於雌雄同體與異體境界上之動物。關於其性的因子, 所有皆相同, 然只 F 與 M 之值, 依個體而異, 故生雄化或雌化之難易。

3. 由於年齡之性轉變

螻蛄之一種名 *Perla marginata* 者之雄有 XY 染色體, 而雌者有 XX 。然所有雄者之幼時, 其睪丸之前端皆生有完美

總狀之卵管。及其成長，卵管乃漸退化而成完全雄蟲。

Crepidula 為具有石決明形扁平貝殼之小卷貝。其幼時為中性。若為單獨成長，則不經過雄之時代即成雌。然若在成長之 *Crepidula* 附近發育，則成雄。但若經過某時期，又全部轉變為雌。雄性之發達，與年長者之關係，有相當密切。若將已經過雄性時期而向雌轉變途中之個體，置於大形之年長者附近，則又返還為雄。此實

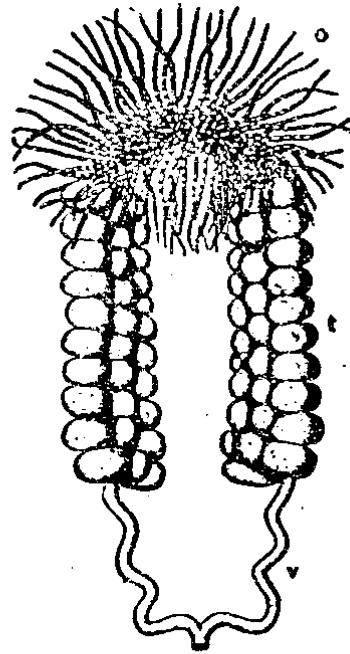


插圖 207. 幼稚蜆站之性器管 (Schönemund)

o: 卵巢 t: 睪丸 v: 輸卵管

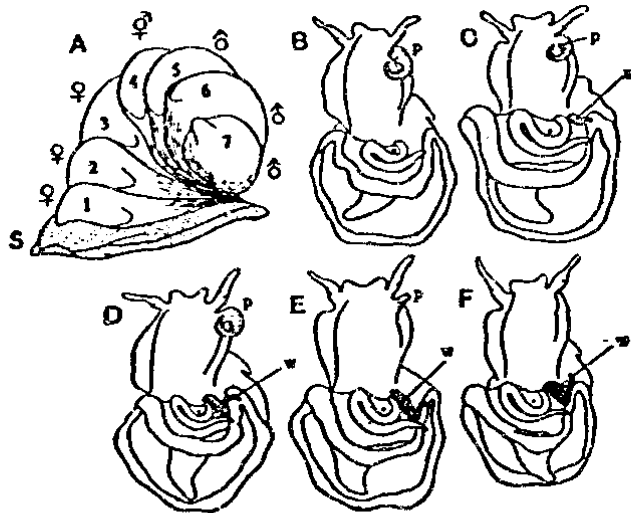


插圖 208. 定居於牡蠣殼上之 *Crepidula fornicata* 之性轉變 (Orton)

A: 定居於牡蠣殼 (S) 上之七個 *Crepidula fornicata*

B: 正常雄

C-E: 性轉變中之個體 (C 近於雄, E 近於雌, D 為中間度)

F: 正常雌

P: 陰莖

W: 雌性器官

驗無論反覆若干次皆可。但一旦成爲雌後，則不能再變性。如上所述，由於年齡而自雄經中間期發達成雌之過程，若觀察重疊附着於一處者，最爲明瞭。

依據希米勒耳 K. E. Schreiner 之研究，鰻之一種名 *Mixyne glutinosa* 者之幼稚時代，生殖腺之前部爲睪丸，後部爲卵巢。然其後某一者發達，同時他一者退化而成雌或雄。

從來作爲玩賞用而飼養於淡水中之劍尾魚 *Xiphophorus* 或百萬魚 *Lebistes*，由其幼時卽有雌雄之別。但往往有已成長完全之雌，轉變爲雄者。依據愛生白耳格 J. M. Essenberg 之研究，在未成熟劍尾魚之性，約 75% ♀, 25% ♂。然在成長極

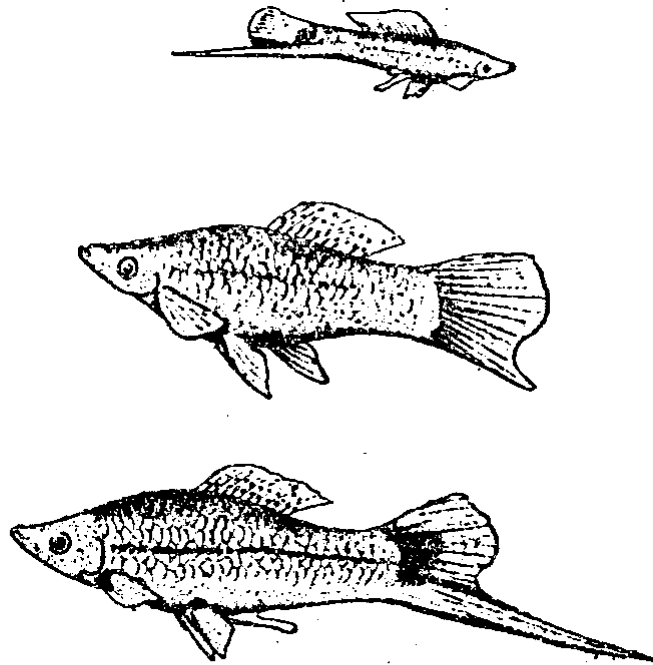


插圖209. 劍尾魚 *Xiphophorus* 之性轉變(Harms)

- 上: 幼稚雄魚 中: 開始性轉變之老齡雄魚
下: 性轉變完功已完全成雌之雌魚

度者，則為 25% ♀, 75% ♂ 左右。愛氏認為此魚之真正原型的雌雄率，為 75% ♀: 25% ♂, 雌中之 25% 由早即發達卵巢而成終生雌 (第一型)，然雌之其他 50%，其體長至 14-65mm 間，卵巢早晚退化而轉變為雄 (第二型)。如此變性之雌，亦有完全雄之生殖力。哥耳德希米特認為劍尾魚之外，如百萬魚或麥魚，亦有如上述同樣，不僅因子為雌性 genetisches Weibchen 其後變雄者有之，即因子雖為雄 genetisches Männchen，而幼時經過雌之時期者亦有之。

關於蝦夷紅蛙之性，威奇 E. Witschi 之研究，殊為大規模者。其近緣之他種蛙雖亦如此，然在此種蛙，有種種性的品種。在其分化種 differenzierte Rasse，於其蝌蚪時代，卵巢及睪丸，即已分化而成正常之雌雄。然在不分化種 undifferenzierte Rasse，其發育之初，全部由雌出發而形成卵巢，其後轉變為睪丸而成雄。其性轉變之時期，各地方種間，大有早晚之差。以是因蛙之發育時期相異，而其雌雄率為雌 50% 至 100% 間變化。例如，德國南部產者，生後約一個月間，全部為雌或中性，然因時日經過而雄化者日多，至 22 個月後，殆為雌雄各半，亦即此蛙之雄，為經過一時的間性 (轉變之間性) transitorische Intersexualität 而乃發達成雄者。德國南部、荷蘭、英國 等地，為不分化種所棲息。德國北部 及 阿爾卑斯山 附近地方，為半分化種。阿爾卑斯山 區域及 波羅的海 區域，則棲息分化種。此蓋因氣候特別在溫度之影響甚大，其地方愈溫和，而愈有不分化之傾向。依

據威奇之研究,此蛙之染色體數,單數為13,性染色體為♀XX,♂XY亦即屬於果蠅型者。又有時有異常的生出完全精蟲及卵,且皆有受精力之雌雄同體者,此雌雄同體,因由雌所變化而成者,亦即XX個體,故若以其卵與分化種雄之精蟲受精,則生出雌雄各半,然若以分化種雌之卵與雌雄同體之精蟲受精,則生出大多數雌,與少數雌雄同體。哥耳德希米特在此情形,亦適用其自家之性因子數量說,

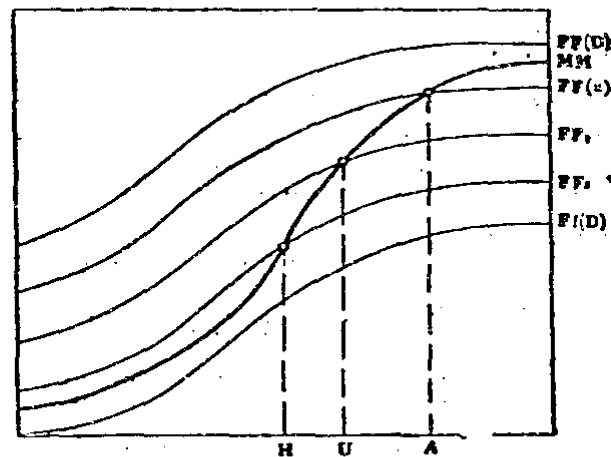


插圖210. 蛙之性因子作用曲線(Goldschmidt)

$F(D)$ 為分化種之雌性因子,因常在 MM 之下,故始終為正常之雄, $FF(D)$ 因常位於 MM 之上,故始終為完全雌(分化種), FF_1 為不分化種之雌性因子, FF_2 為半分化種之雌性因子, U 及 H 表示此等之性轉變時期, $FF(u)$ 為完全雌雄同體個體之雌性因子,因其與 MM 之交叉點,即其性轉變期在發育之後期,故兩性皆完全發達,

4. 偶發的性轉變

在鳥類,其雌雄之外部性器官,無大差別,以是往往有由於完全性轉變而成反對一性個體之作用者,無足為怪,今日所知者,完全為由雌而變雄,其反對之例,竟無一者,依據克魯

F. A. E. Crew, 1923 之研究, Buff Orpington 種之一頭產卵孵雛雌雞,約三年半後,產卵漸次減少,距及肉冠,雖不完全,然已發達,其後換毛而生出雄之羽毛,至於完全與雄雞區別。其與雌交尾所射出之粘液中,可檢查出少數精蟲。又交尾之結果,可使生少數受精卵。由此卵孵得二頭雞雛。在此變性雄死後解剖視之,有睪丸組織之器官及一對輸精管可鮮明識別,而卵巢因結核菌之故,已完全破壞。與此同樣之由雌向雄性轉變,李德耳 O. Riddle 在鴿亦有報告。

在哺乳動物,完全性轉變之例,尙未發見。但與此稍為近似者當為李利 F. R. Lillie 所研究牛之異性雙胎 free-martin; Zwicke 之情形。元來,牛之雙生兒若為♀♀或♂♂,其二兒之性皆為正常。若在♀♂雙生兒,則♂為正常,♀之性為異常而

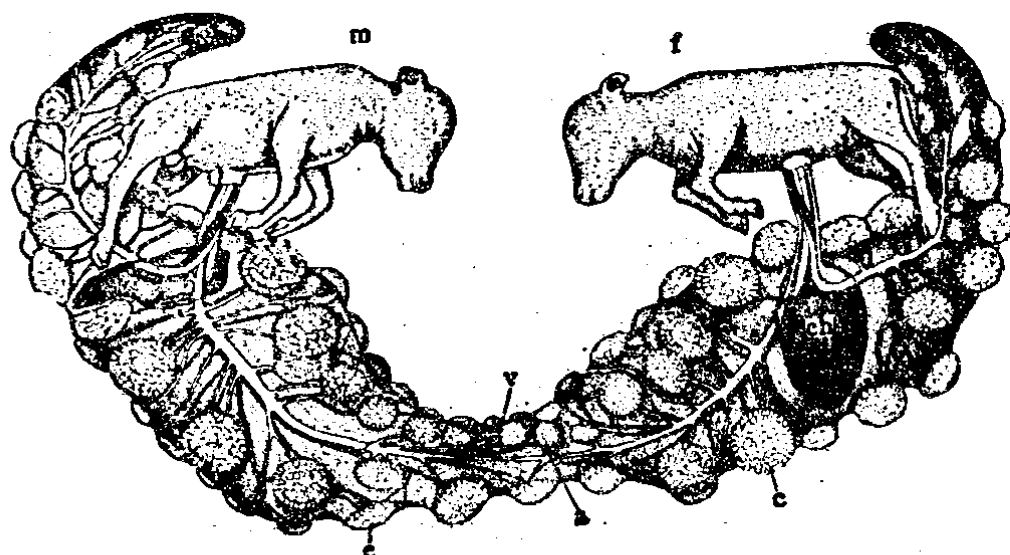


插圖211. 牛之異性雙胎(Lillie)

- | | | |
|----------|--------|----------|
| a:融合動脈 | c:胎盤小葉 | ch:胎膜切開者 |
| f:性異常之化胎 | m:正常牡胎 | v:融合靜脈 |

生殖不能。亦即外部性器官與正常雌同或相近似，然其生殖腺甚似睪丸組織，而又不形成精蟲。此蓋因由合胎兒所生雄性內分泌液影響於早胎兒使之成間性。又在作上述異常之情形，必以其二胎盤為共同而其血管相互融合者。即在雌雄雙生兒，若兩者之血管間無連絡，則不發生如上述之性異常。例如羊之雙生兒間，因其血管各為獨立，以是不成異常雙胎。又只有雌受雄性內分泌液之影響，而雄不受雌雄內分泌液之影響者，完全因睪丸發達較早，而卵巢發達較遲之故。

5. 植物之性轉變

在植物之性轉變，亦有不少事實。沙扶勒耳 J. H. Schaffner 實驗得日照時間之長短，可使發生性轉變。夏季播種之大麻，只有正常之雌株與雄株。然由秋季至翌春播種於溫室中者，特別在十二月播種者，雌株之 50—90% 漸次性轉變，終至成完全雄。與此反對之情形，即由雄向雌之性轉變，則不甚顯著。然在雄株上，生出若干雌花。葎草 *Humulus Japonicus* 亦與大麻同為雌雄異株，然在二月播於溫室者中，亦發見有雄花漸變為雌花者。藤井 謂赤松之花，至新芽發育後某時期，尚為中性，在此時間內，依營養狀態如何決定雌雄。自此以後，雄花變為雌花者常有之，然雌花變為雄者殆無。苛倫斯 C. Correns 謂唇形科之 *Satureia hortensis* 其一花序內雌花與兩性花之比例，與環境有顯著關係，在不充分營養或日光下者，雌花之比例非常減少。

第十二節 雌雄同體

Hermaphroditism, Monoecism;

Zwitter Hermaphroditismus⁽¹⁾

雌雄同體者，為在同一個體具備有雌雄兩種性器官，且二者皆有作用者之謂。但有時在一方面性器官不完全之情形，亦以此名稱之。由於生物之種類，有在原則上為雌雄同體者，然亦有間性之某個體成為雌雄同體，或性轉變之結果而單性生物成為雌雄同體者亦有之。以上三者，相互有密切關係。

元來（雌雄同體之記號），在動物界之下等者甚多。故知此為原始性型。與此相對之雌雄異體 bisexuality; Geschlechtstrennung 為進化性型。然有時亦似與此推定相反者。例如在軟體動物中，其最高等之蝸牛或牡蠣等為元來，而其下等者，反為異體者是。此不外一旦由元來變成異體者，更進化而成二次的雌雄同體 secondary hermaphroditism。若然，則二次的雌雄同體，其抑為雌之變化者，抑或雄之變化者，特別如由普通雌雄異體動物，偶發生成元來之情形，殊應成為問題。然此因動物之種類而異，不能一概言之。舉次之二三例用作說明。

1. 雌變為雌雄同體者 Gynomoecie

線蟲類大概為雌雄異體。然在 *Angiostomum* (*Rhabdonema*) *nigrovenosum*，則為雌雄同體與異體作世代交替。亦即元來者

爲蛙之寄生蟲而生活，產生以自己精蟲受精之卵，由此受精卵孵化之個體，有雌與雄，在泥中營獨立生活，此二者交尾所產之卵孵化後，完全爲♀動物，其性染色體，♀與♀皆爲XX 而♂則只一X。♀所生之卵，全部皆有一X，然在形成精蟲時，有放棄一X者，以是生出有含一X之精蟲及不含X之精蟲。若含X之精蟲與卵合體即成♀，而不含X之精蟲受精則生♂，是固勿待多論。然♂體內之精蟲形成時，只發達有X之精蟲，而缺乏X之精蟲皆退化，故由此精蟲而受精之卵，皆生XX 胚子，由此發育即成♀。

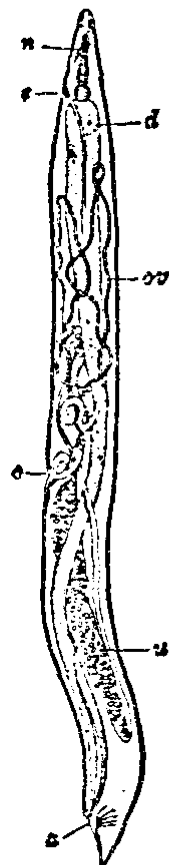
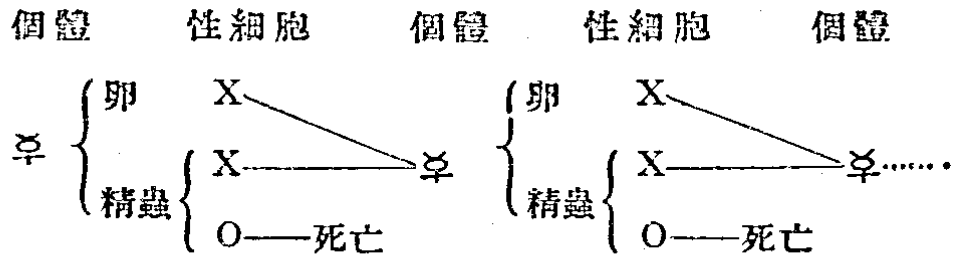


插圖 212. Angiostomum (Goette)
a: 肛門 d: 消化管 c: 排泄孔
n: 神經環 ov: 卵巢 u: 子宮
o: 生殖孔

又在線蟲之某一種類，只有♂與♀存在，而♀之形態者全無，♀者在幼時生精蟲，及其成長則生卵。然其中有將精蟲貯藏於體內，待卵成熟而行受精者亦有之。故♂，在事實上爲不用。以是其數甚少，約爲♀1000:♂1者亦有之，或♂完全生殖不能者亦有之。

蝸牛 Helix 或羽足類 Pteropoda 之一種如 Creseis 者，每代只生♀當因其應成♂之精蟲退化消失之結果，似此情形，稱

爲定例的雌雄同體 habituelle Zwitter,



2. 雄變爲雌雄同體者 Andromonoecie

線蟲之一種名 *Bradydema rigidum* 者,其幼蟲有♀♂之別。然其成長動物,全部爲♀。而其中間之時期,爲不明瞭。此♀,在解剖上近於♂。有時有具完全睪丸與痕跡的卵巢者。故如此情形,可認爲♀在幼期死亡,而由♂變爲♀者。

甲殼類中寄生等脚類之一種名 *Bopyrus* 者,幼時爲♂,附着於雌之體上而使受精後,更附着於其寄主如蝦或其他甲殼類之體上而成長。於是經過♀之時代而發達成♀。此外在其他甲殼類,由♂變爲♀之例不少。

軟體動物之 *Crepidula*, 最初爲中性,若在成長個體之附近發育,先成爲♂,漸長變成♀,更長乃變爲♀,已如前述。如上述 *Bopyrus* 及 *Crepidula* 之情形,稱爲先雄性雌雄同體 protandrische Hermaphroditismus,或時期的雌雄同體 consecutive hermaphroditism。

3. 併立的雌雄同體(真正雌雄同體) Räumliche Hermaphroditismus

此爲兩性之器官同時存在於同一個體者。貧毛類吸蟲,

渦蟲、條蟲、蔓腳類等，此例甚多。例如由牛傳染人之條蟲 *Taenia saginata*，其每節皆具有非常完備之辜丸及卵巢及其附屬器官（包含雌雄交尾器官）。又在此部類中，除孳外，尚有所謂補助雄 *complementary male* 之小形雄性，其中最著名者，為 *Scalpellum peronii*，其補助雄極小，所有器官皆退化，只存性器官，而寄生於孳之外套腔內。

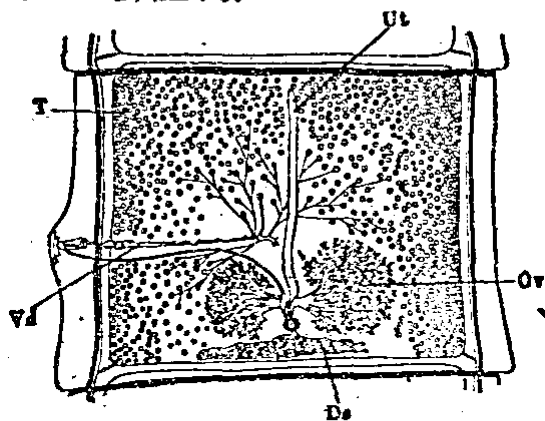


插圖 213. *Taenia saginata* 條蟲之一節(Claus-Grobben)

Ds: 卵黃腺(樹根狀之器官) Ov: 卵巢(樹枝狀之器官)
T: 辜丸(顆粒狀物之全部) Ut: 子宮 Vd: 輸精管

此種孳何由生成，又其因子組成及生理的分化之機構，完全不明瞭。若令在動物界有匹敵於植物之雌雄同體者，當為此部類之雌雄同體。但即在動物之併立的雌雄同體，其與發育時期之關係，亦非絕無。例如吸蟲之一種名 *Didymozoa* 者之孳，為真正雌雄同體，然及後某一方面之性器官退化而成孳或♂。又多毛類之一種名 *Myzostoma* 者，為扁平小圓盤狀，其營陽遂足或海百合之外寄生蟲生活之孳外，尚有補助雄，然此補助雄，其實不外為孳之幼稚時代者。*Scalpellum* 之補助

雄,亦同樣爲 σ ,蓋有時其舉丸中生出卵者有之。然若令有由於補助雄而受精者,恐因老齡之 σ 雄器官退化。綜合此等事實觀之,併立的雌雄同體,結果亦應屬於時期的雌雄同體,似爲幼時 σ ,中期 σ ,至老齡即成 ρ 者。只其 σ 之時期較長一點不同而已。

4. 植物之雌雄同體 Monoecist; einhäusige Pflanze

在植物,其於同一花而雄蕊與雌蕊兼備者,稱爲兩性花 hermaphrodite。花之雌雄相異而生於同一株者,稱爲雌雄同株。株之雌雄相異者,稱爲雌雄異株 dioecist; zweihäusige Pflanze。赫耳特委希 R. Hertwig 將 *Angiostomum* 之情形適用於植物,而推想其染色體如次。德摩耳 R. Demoll 亦發表同樣意見。

植物之性型		染色體構造
雌雄異株	雌株	A+X A+X
	雄株	A+X A+O
雌雄同株	雌花	A+X A+X
	雄花	A+X A+O*
	全植物體	A+X A+X

X 爲具有正常雌性決定能力之 X 染色體。

X 爲雌性決定能力減退者之 X 染色體。

A 爲普通染色體。

* 雌雄同株植物之 A+O 性細胞死亡。

反之,荷倫斯則堅稱植物之雌雄同體與 *Angiostomum* 之

情形,完全各為一物,亦即因 *Angiostomum* 或 蝸 牛 之 雌 雄 同 體 為 二 次 的⁽²⁾, 然 植 物 之 雌 雄 同 體, 為 一 次 的⁽³⁾, 故 異 體 可 認 為 進 化 型, 以 是 其 性 的 機 構 不 能 不 大 相 差 異, 由 下 等 植 物 漸 至 於 高 等 植 物, 其 一 生 活 圈 *life cycle* 內 之 雌 雄 同 體 時 期, 漸 次 減 少, 終 至 於 完 全 消 滅, 有 如 插 圖 214 所 示。

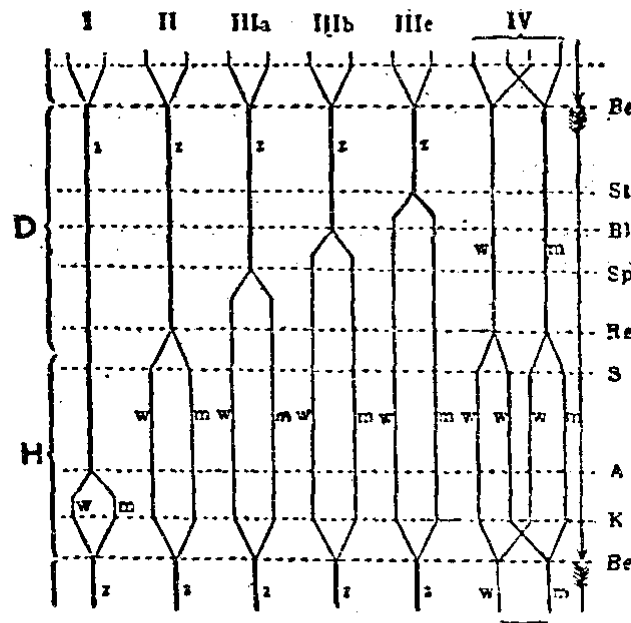


插圖214. 植物性型之分化 (Correns)

D: 倍數體(具有倍數染色體之時代)

H: 單數體(具有單數染色體之時代)

I: 雌雄同株之蘚類, 羊齒類

II: 雌雄異株之蘚類

IIIa: 蕨

IIIb: 水韭, 卷柏及兩性顯花植物

IIIc: 雌雄同株顯花植物

IV: 雌雄異株顯花植物

m: 雄性

w: 雌性

z: 雌雄同株

Be: 受精

St: 花序形成始

Bl: 開花始

Sp: 孢子葉形成

Re: 減數分裂

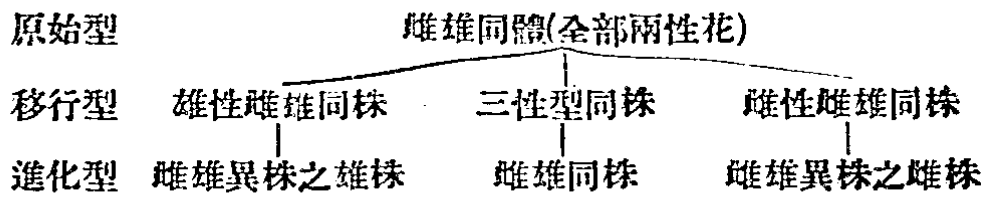
S: 孢子着生

A: 雄及雌器官形成

K: 性細胞

又雖在同種植物, 亦有雌雄兩性花與雌花同存在於一株者⁽⁴⁾(雌性雌雄同株 *gynomonöcisch*), 或雌雄兩性花與雄花

同存在於一株者⁽⁵⁾(雄性雌雄同株 andromonöcisch), 在某種植物, 不僅雌雄同體之外有種種程度之雌植物或雄植物⁽⁶⁾(多性型異株 polyöcisch), 即在同一個體, 亦有生兩性花與雌花與雄花者⁽⁷⁾(三性型同株 trimonöcisch), 此等各種性型之進化, 恐為如次(Correns, 1928).



但此等非為恆久的, 而為相當富於變化性者。

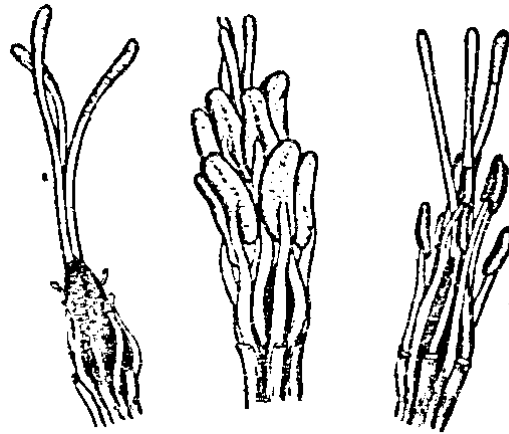


插圖215. 石竹科之一種名 *Silene dichotoma* 者之多性形異株(Correns)
 花莖與萼除去而露出雄蕊及雌蕊者
 中: 完全之雌雄同花(兩性花)
 右: 具有稍退化雄蕊之雌花
 左: 具有大退化雄蕊之雌花

苛倫斯在瓜科植物名 *Bryonia* 者, 以其雌雄同株者 *B. alba* (以 a 表示之) 與雌雄異株之種類 *B. dioica* (以 d 表示之) 相交雜而得次之結果。

交雜方式	F ₁
(1) d♀ × a♂	全部♀
(2) a♀ × d♂	50%♀, 50%♂
(3) d♀ × d♂	50%♀, 50%♂
(4) a♀ × a♂	全部♀

爲說明此結果,令 z 爲雌雄同體因子,而假定欲使某植物成雌雄同體,須其 z 爲純型,而欲成雌雄異體,必須爲 ZZ 或 Zz 。茲示之如次:

雌雄同體植物 (雌花雄花皆同)	雌雄異株之雌株	雌雄異株之雄株
$zzXX$	$ZZXX, ZzXX$	$ZZXY, ZzXY$

以是上之交雜結果,可解釋之如次:

交 雜	F ₁
(1) $ZZXX \times zzXX$	$ZzXX$
(2) $zzXX \times ZZXY$	$ZzXX, ZzXY$
(3) $ZZXX \times ZZXY$	$ZZXX, ZZXY$
(4) $zzXX \times zzXX$	$zzXX$

雌雄同體植物之雌雄花有同一因子構造一點,是爲與動物大異者,然在植物,不能不如此推想者之情形殊不少。菊科植物之 *Dimorphotheca pluvialis*, 其頂生花中,有♂♀及♀三種花,無論以此三種花若何交配,其次代植物皆與前代同樣。同一頂生花中,混生三種花,卽其一例。

第十二節之附註

(1) Hermaphroditismus (E. Witschi)

(2) 雌雄同體所生精蟲之一半 (A+O) 死亡, 即其證據, 若一次的 (A+O) 精蟲死亡, 則應無雌雄異體生出。

(3) 在植物亦間有二次的雌雄同體。例如普通雌雄異體之剪秋羅類之 *Melandrium*, 常有生出雌雄同體者是。

(4) 例: *Matricaria chamomilla*, *Achillea sibirica*, *Belis perennis*, *Chrysanthemum Leucantemum* 等菊科植物, 唇形科, 石竹科。

(5) 例: 橡 *Aesculus turbinata*, 茜草科 (*Galium Aparine*, *Asperula odorata*), 繖形科 (竊衣, *Torilis Anthriscus* 等), 蒜藜蘆 *Veratrum album*。

(6) 例: 薄荷 *Mentha arvensis*, *Salvia officinalis*, *Satureia*, 石竹 *Dianthus chinensis*, 車前草 *Plantago major*, *Eriophorum vaginatum* (以上為雌性雌雄異株 *Gynodiöcie*), 鹿蹄草之一種 *Caltha*, 水楊梅 *Geum japonicum*, *Pulsatilla* (毛茛科) (以上為雄性雌雄異株 *Androdiöcie*)。

(7) 例: *Cleome spinosa*, *Dimorphotheca pluvialis* (菊科), *Poterium Sagnisorba* (薔薇科)。

第十三節 體的兩合體及性的兩合體

Mosaics and Gynandromorphs

此等皆非正常生物, 不外各為一種畸形的存在, 然與表面上嵌合體及雌雄同體皆有關係, 而為遺傳學上有興味問

題之一。

1. 體的兩合體

著者不知從來對於 'mosaic' 生物之適當而正確之定義。著者思解釋之為 '生物之一個體，由因子的表型相異之二或二以上部份所成，而此個體為有性生殖之結果所生出者，稱為體的兩合體 mosaic。' 想當最為妥當。若依據此定義，則起因於接木等無性繁殖之嵌合體，當然除外。又如鳥類或哺乳類之毛，其白色與黑色(或其他色)之斑，又或同一蘋果之果皮上，其紅色與綠色部分混合存在等，因其斑紋為某因子之發現



插圖216. 蠶之左右半身體的兩合體(原圖)
左半身:淺蠶, 右半身:深蠶

而非異色部分屬於各別因子型，以是亦當然不包含於體的兩合體內。植物之斑葉病，亦稱為 Mosaic，為免混同起見，故多稱植物之此種 mosaic 為斑色 variegation。又與體的兩合體為相似意義之嵌合體一名稱，務須避免混淆為宜。

體的兩合體之關於色彩者最多，他如關於體部之形狀及毛之有無等者亦有之。又相異二表型作割然分佈者既有(1)，而混合不規則分佈者亦有之。

2. 性的兩合體(2)

此為在雌雄異體生物,由染色體異常行動之結果,身體之一部份成雌,而他一部份成雄,此兩部份相併發達者之謂。故或有在發育之初期為雌而某時期以後變雄者,又或其相反者等,其由於時間之經過,而有性之變化所生出之間性,應完全各別。又性的兩合體,因為一種畸形的產物,故與正常一性型之雌雄同體,不可混同。

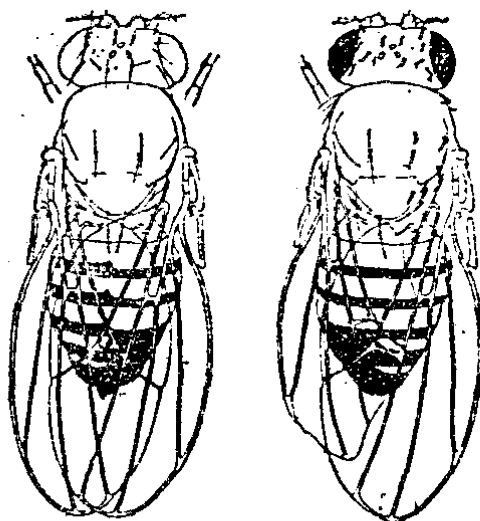


插圖 217. 果蠅之性的兩合體 (Morgan and Bridges)

左:由胸部背面及兩翅之大小觀之為雌性,然由胸部腹面之附肢觀之左右皆有性櫛 Sex-combs,又無異於雄性,腹部之左半身為雌,右半身為雄,頭部為雌而白眼。

右:胸部及腹部之左側為雄,右側為雌,在雄性部分形較小,斑紋亦為雄性,前肢有性櫛,剛毛為正常,翅形為切翅,在雌性部份之剛毛為叉狀,兩翅為正常。

雌雄性結合之程度有種種:有以經過背中線與腹中線之平面為界,而左右兩半身劃然相異者;亦有一方面較多而他一方面較少者。著者在家蠶蛾,發見在身體外部之性器官

爲雄而內部之生殖腺則如卵巢之情形(未發表)。

性的兩合體與體的兩合體，從來皆認爲各別之遺傳產物。然依據近來之研究，已判明此二者在遺傳上爲同種類，只不過一者爲性的形質異常，而他一者爲形態的性質異常而已。故在今日，有不用 gynandromorph 一語而用 sex mosaics 者(本書卽用此語之譯文)。以是合併普通 mosaic 及性 mosaic，當可稱爲廣義之 mosaic (本書譯普通 mosaic 爲‘體的兩合體’，性 mosaic 爲‘性的兩合體’，而廣義之 mosaic 只單作‘兩合體’)。

3. 性的兩合體及體的兩合體之成因

不僅昆蟲、魚類等之性的兩合體及體的兩合體，常有在野生狀態採集得者，卽在飼養中之動物(蠶、果蠅、舞蝶等)，亦有多數記載，又最近由於人爲刺激，可使頻繁發生。

關於性的兩合體生成之原因，從來提出有種種假說。

A. 波維里 Th. Boveri 之 二核說。此爲適合於蜜蜂之情形而提出者。波氏認爲如正常二次放出極體而成熟之卵核，在受精前分裂爲二，及一精蟲浸入此卵，卽與一卵核合體而成身體之一半，其他半身，則爲他一卵核單獨發達而成者。懷挺 P. W. Whiting 在寄生蜂之一種名 Habrobracon 者，關於其二卵核之形成法，則提出另一假說。謂在第二回成熟分裂，應爲第二極體而放出之核，回歸於卵內，以是此卵成爲二核。

B. 摩爾根 T. H. Morgan 之 二精蟲說。亦爲說明蜜蜂情形之假說。摩氏認爲有二精蟲同入於一核之卵內，其精蟲之一

與卵核合體而成胚子之半身,其他一精蟲則單獨發達而成他一半身。

C. 摩爾根布里奇斯 Morgan-Bridges 之染色體放棄說,有如正常受精而成 XX 核之第一回或以後之分裂,其一子核放棄 X 之一,以是體之一部為 XX,而他一部成只一 X,此為適合於果蠅之性的兩合體而說明其成因者。

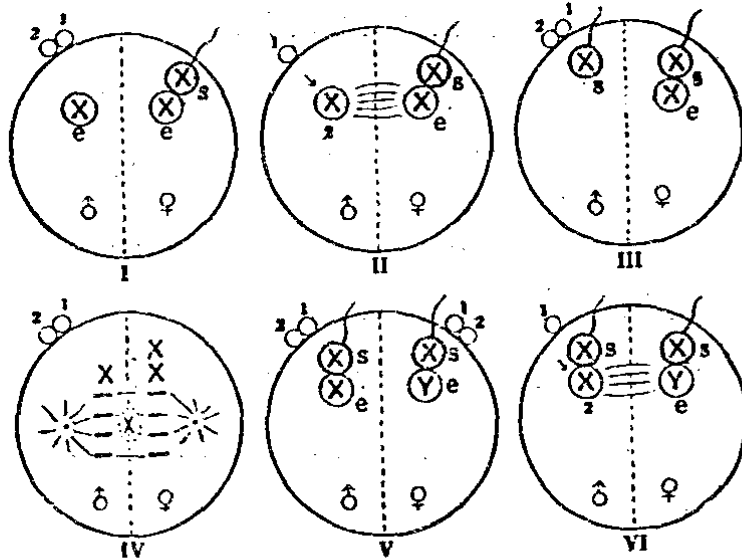


插圖218. 性的兩合體成因之模式(原圖)

I: 在第二極體放出後受精前,卵核分裂為二,其一與精蟲合體 (Boveri),

II: 第二極體逆行而形成二核卵 (Whiting),

III: 二個精蟲侵入一正常卵 (Morgan)

IV: 放棄一個 X 染色體 (Morgan-Bridges),

V: 由最初,一卵中即有二核,各別放出極體,而各別受精 (Doncaster),

VI: 極體之一個逆行而形成二核卵,此二核與各別精蟲合體 (Goldschmidt u. Katsuki),

1: 第一極體

2: 第二極體

e: 卵核

s: 精蟲核

X: X 染色體

Y: Y 染色體

D. 當克斯特耳 L. Doncaster 之二卵核二精蟲說, 當氏 認為有二卵核之卵而有二精蟲侵入, 則卵核與精蟲各別合體, 此為主要適合於鱗翅目昆蟲之假說。有二或二以上之精蟲入於一卵, 是為在蛾類廣泛觀察而得之事實。關於一卵生出二卵核之方法, 倫格耳肯 H. V. Lengerken 認為由二卵原細胞之合體, 然 哥耳德希米特 及 勝木 則由細胞學的結論, 謂在第二成熟分裂應成極體而放出之核, 中途返還於卵內, 而與正常卵核同樣各與一精蟲合體而各形成體之一部。但由此方法生出性的兩合體, 須減數分裂不在第一回成熟分裂(前減數 pre-reduction), 而必在第二回成熟分裂(後減數 post-reduction), 然在大多數生物, 皆相信為前減數說。

以上之四種假說, 為對於各別動物所提出者, 無論任何一種, 皆可利用於體的兩合體及性的兩合體之說明, 然最為頻繁引用者, 為第三及第四說。

此等學說, 皆為注重於性之異常者, 故僅計及 XY 染色體。然若令以含 X 之核代 X, 以含 Y 之核代 Y, 則不僅性的兩合體, 同時體的兩合體之成因, 亦可解釋。在實際上, 若將蠶之遺傳的體的兩合體系統所生出之異常型分類之, 可知有次之三型。(1) 為性的兩合體而非體的兩合體者。(2) 為體的兩合體而非性的兩合體者。(3) 既為性的兩合體而又為體的兩合體者。哥耳德希米特 及 勝木 在蠶之情形, 以 N 表示支配某種形態性質之優性因子, n 為劣性因子, 而試作次之說明:

令 $XYNn$ 卵母細胞,由於第一極體放出而生染色體之減數,則應有 XN, Xn, YN, Yn 四種卵生成,然若減數前之卵有二核,而各核獨立行減數分裂,則在一成熟卵,其一方面乃為 XN 他方面亦為 XN 者有之,而一核為 XN 他一核為 Xn 者亦有之,其他種種組合亦有之,茲列表如次:

(1) $XN+XN$	(5) $Xn+XN$	(7) $YN+XN$	(9) $Yn+XN$
(5) $XN+Xn$	(2) $Xn+Xn$	(9) $YN+Xn$	(8) $Yn+Xn$
(7) $XN+YN$	(9) $Xn+YN$	(3) $YN+YN$	(6) $Yn+YN$
(9) $XN+Yn$	(8) $Xn+Yn$	(6) $YN+Yn$	(4) $Yn+Yn$

(號數為二核組合之種類,參考下文)

以是有 16 種二核卵生成可能,若 Xn 精蟲每二個入於每一卵,而使二核受精,則所生個體之表型,依上記因子型之號數示之如次:

(1) 正常之♂出現優性(N)者	1	} 4
(2) 正常之♂出現劣性(n)者	1	
(3) 正常之♀出現優性(N)者	1	
(4) 正常之♀出現劣性(n)者	1	
(5) 正常之♂而為體的兩合體者	2	} 4
(6) 正常之♀而為體的兩合體者	2	
(7) 性的兩合體而不為體的兩合體者(N)	2	} 4
(8) 性的兩合體而不為體的兩合體者(n)	2	
(9) 性的兩合體而又為體的兩合體者	4	4

亦即二核卵之總數之 $1/4$ 為正常,其 $3/4$ 應為體的兩合體或性的兩合體。然實際上,在遺傳的每代生體的兩合體等之系統,其體的兩合體及性的兩合體之比例,亦不超過 20%。此當因在一雌之產卵中,其二核卵比較少,大部份仍為單核(即正常)卵。

然著者確信除以上諸說外,起因於體細胞突然變異之體的兩合體,為比較的多數。莫耳 L. Mohr, 1923 發見果蠅之腹部左半身及胸部全背面之剛毛為捲縮而其他為正常之體的兩合體雄。以此與正常雌相交配,在其子孫,獲得全身縮毛者。此縮毛與從來所知之剛毛異常者,為另一因子,是為第三縮毛 Singed³ 一新劣性因子。著者在蠶之多年純粹而繼續系統飼育者一品種中,突發見一頭半身油蠶⁽³⁾而半身正常之雌。在其與正常蠶雄交雜之 F_2 , 獲得 25 頭全身油蠶。由於其後之實驗,得確定此油蠶為從來不存在者,完全為稱為 d 油蠶一新因子。此等情形,可認為受精卵至少在行一回分裂後,只子細胞之一方面發生突然變

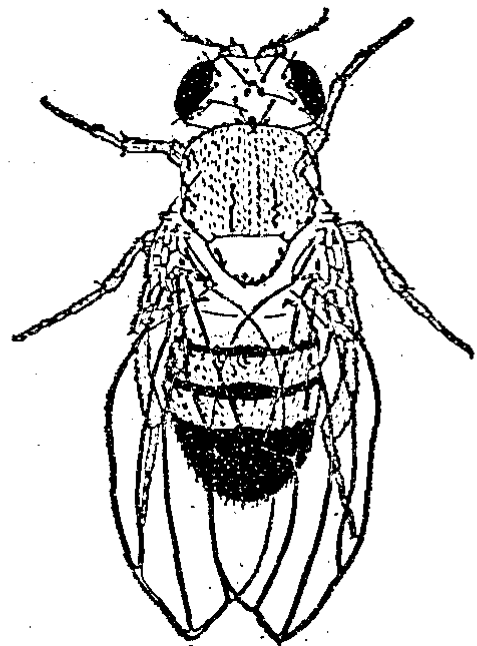


插圖 219. 果蠅之縮毛體的兩合體(Mohr)

胸部背面之全部及腹部左半身之剛毛為捲縮,其他皆為正常,此蠅之翅,見之雖如異常,然為由於後天的原因者,無何遺傳意義。

異。要之，不外 在 胚 子 發 達 之 初 期，由 於 其 體 細 胞 突 然 變 異 者。

此外，著者在蠶獲得多數之不規則型體的兩合體。若用上述諸家之假說，殊難說明。此亦想像為起因於體細胞突然變異者。染色體或其因子，由於某種原因而可置於極不安定狀態者，是為可能之事件。後篇所述易變因子 *mutable genes*，即其最著之情形。

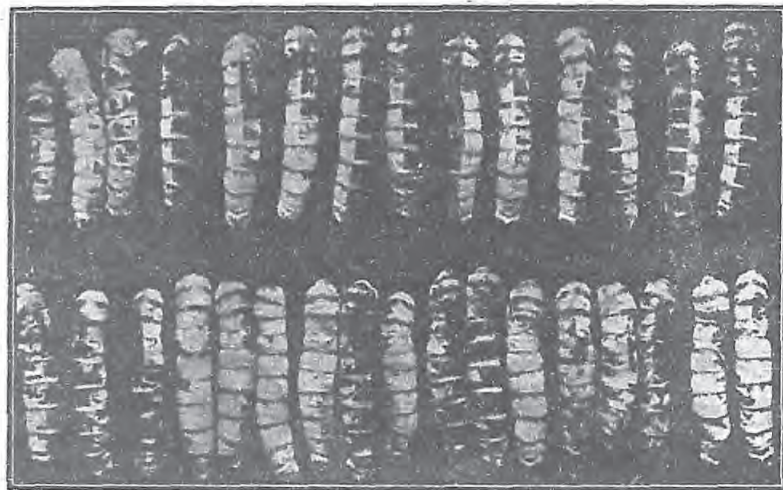


插圖 220. 蠶之不規則型體的兩合體(田中原圖)

由同一蠶之產卵(271m996號)所得黑綉、虎蠶、形蠶及姬蠶四斑紋之種種體的兩合體。

4. 遺傳的兩合體

於此所謂兩合體者，為包含體的兩合體及性的兩合體。從來所記載之兩合體，大多數為偶發生出者。然有數例，為在某特殊系統每代發生若干兩合體之遺傳的兩合體。其中最著者，為查蜂、蠶、蠅、寄生蜂等，皆屬昆蟲。

蜜蜂之遺傳的兩合體,爲最早知之者。在 1860 左右,德國康斯坦慈市 Konstanz 之養蜂家名歐格斯特耳 Eugster 者,用意大利種(黃色)之王蜂與德國種(暗色)之雄交尾,於是此王蜂連續數年生多數之兩合體個體。及此意大利種女王死後,其

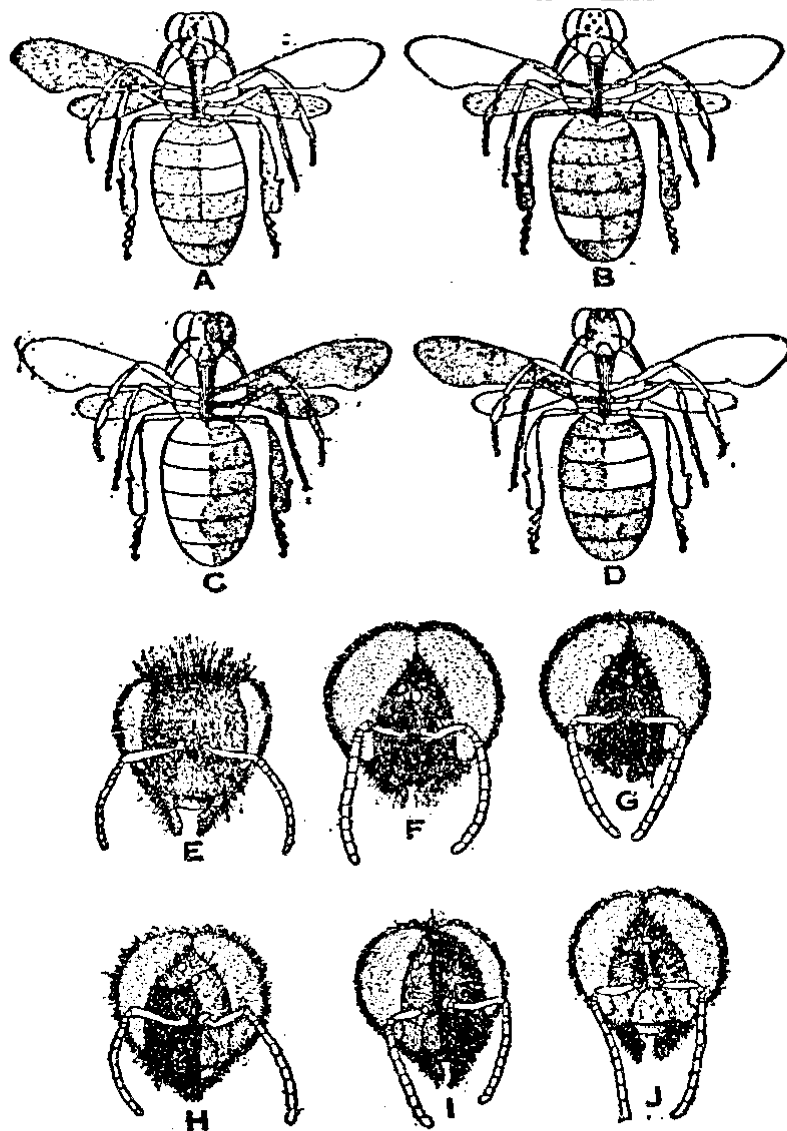


插圖 221. 歐格斯特耳 蜜蜂之兩合體(Mehling)

A-D: 全部之腹面觀, E-J: 頭部之前面觀,暗色部分爲雌性,淡色(白色)部分爲雄性, E: 正常雌(職蜂), F: 正常雄,

F₁ 女王,更生多數之兩合體蜂。若依據至今世紀後之研究,此等兩合體,大部分為左右兩合體 bilateral mosaics,然前後兩合體亦有之,又非常微細部份的兩合體亦不少。

在蠶除哥耳德希米特及勝木發表其遺傳的及細胞學的研究外,著者(1927)亦有遺傳的兩合體系統之記載,在蠶之情形,已歷數十代,每代皆生出若干兩合體。然在同一蛾所生個體,無全部成兩合體者,而兩合體蠶,為比較的少數。又體的兩合體之出現,必限於其形態因子分離之世代。若令 A 及 a 表示形態因子(體色或斑紋因子),則兩合體限於在 Aa × Aa 或 Aa × aa 組合之蛾區⁽⁴⁾出現,AA × Aa 或 AA × AA 或 aa × aa 等交配之結果,決不發生,但雌雄之性,因每代分離,故性的兩合體,每代皆有若干出現,以是無不可解。

在果蠅亦有多數兩合體發見,然每代皆規則整齊生出兩合體之系統,則比較為少。若依據布里奇斯之研究,具有位於 X 染色體之 n 短剛毛 Minute-n 一優性因子(在純型有致死作用)之一系統,在其胚子發達之比較的後期,因放棄⁽⁵⁾ X 染色體之一個,故所生雌性之身體表面,大部分生短剛毛,只比較的狹小區域,生正常毛而為兩合體狀。斯塔德萬特(1920, 1929)觀察得在 D. Simulans, 其屬於第三染色體之葡萄酒色眼因子 claret 若為純型,則在雌胚子之早期,有使放棄由母來之 X 染色體之作用,以是由此所生之兩合體蠅,在其身體之雄性部份,關於伴性遺傳之諸形質(即含於 X 染色體內之

因子所支配諸性質),只出現父方性質,又此葡萄酒色因子,可引起 X 染色體之不分離或第四染色體(有時亦為第二及第三染色體)之放棄等,故愈作複雜遺傳,但此情形之染色體放棄,尙未有細胞學的證明。

懷挺等 P. W. and Anna R. Whiting 在 *Habrobracon* 屬寄生蜂之 *H. juglandis* and *H. brevicornis* 之若干系統,發見多數之兩合體。在此等中,其單數雄,即由不受精卵單性生殖而發達之個體,亦有出現兩合體性者。由於其他多數事實,懷挺等認為此等寄生蜂卵之二回成熟分裂中,或在第一回行減數分裂,或在第二回行減數分裂,更或在第一回一部份為減數分裂一部份為等分裂。又在此動物,尙相當多數觀察得其消化器官,觸肢及其他器官之遺傳的畸形或間性個體等。

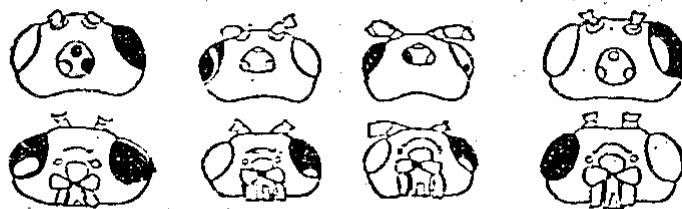


插圖 222. *Habrobracon juglandis* 寄生蜂雄之兩合體眼色(Whiting),

黑者表示黑色部分,白者表示橙色部份。

上例: 頭部之背面觀。 下例: 頭部之腹面觀。

5. 植物之斑色及斑花 Mosaic anthocyanin distribution; Mosaikscheckung

在植物之稱爲芽條變異 bud variation 者,即一枝條與其母體作顯著相異之性質,此現象非爲稀有。此爲在體細胞之

突然變異或因因子分離之結果。如此生出之植物，雖無異於一種體的兩合體，然新性質占有比較的廣汎區域而為集團出現之情形⁽⁶⁾，在便宜上與此區別，容於後篇體細胞突然變異一章述之。於此僅敘述在一穗、一花或一花瓣中有因子的相異之二或二以上表型混合存在之情形。此種情形，通常稱為斑色植物 variegated plants。斑花即為其特別顯著之情形。但如牽牛花之只有花緣為白而其餘為着色所稱為輪狀者，蓋因有輪狀因子之存在，為一恆久的孟德爾式性質，故不入於本項中。又綠葉上有白斑之存在即所謂斑葉者，已於細胞質遺傳及他處述及，故於此不再重複。

關於雞冠花 *Celosia cristata* 斑花之遺傳，有寺澤(1922)、神名(1929)、小島(1930)、木原(1932)等之研究。元來此植物有紅黃斑花株與全體紅色株與全體黃色株。在斑花之自家受精，生出大多數斑花與少數全紅及全黃。然由通常斑花之紅色部採種者，則比較的多生全紅個體，而由黃色部採種者，則只生少數全紅株。斑花所生出之全紅株雖為雜型，然在其子孫，可生出純型者。在外觀上全黃植物之自家受精，生出全黃與斑花，然其比例不一定。小島用淘汰法育出不分離之全黃系。在全紅與全黃交雜之結果，若認全黃株及斑花株皆為劣性，則有如孟德爾式因子遺傳之分離。由以上結果推定之，則紅色起因於A優性因子，而黃色為由於a劣性因子。但a有時有如 $a \rightarrow A$ 之優性化性質，亦即全紅植物為AA或Aa，全黃為aa，斑

花亦爲aa,然在斑花株,常有 $a \rightarrow A$ 轉化,因其在營養細胞內發生,故各處生紅色部。寺澤以外之研究者,未觀察出 $A \rightarrow a$ 轉化,又若依據小島之研究,紅色在解剖上有三種類,第一型爲表皮及皮層皆有紅色素,第二型爲只在皮層有紅色素,表皮內殆無之,第三型爲只在表皮有紅色素。元來性細胞爲皮層生出者,故第一型及第二型之子孫,生出多數紅色株,而第三型則生紅色株甚少,又第三型仍生少數紅色株者,因在行解剖時期以後,可以發生 $a \rightarrow A$ 轉化之故。似此有三種紅色型存在,是爲紅色株分離比有種種階級之原因。此外 $a \rightarrow A$ 轉化之發生頻度,依系統不同而顯著相異。寺澤及木原所用材料,其轉化性強,而神名及小島之材料則較弱。又木原已確定 $a =$ 斑花因子, $A =$ 紅色因子, $ak =$ 黃色不變因子, $Ap =$ 淡紅色因子。此四因子相互成爲複對因子。

在雁來紅之一種名 *Amarantus paniculatus* 者,若依據今井及神名(1927)之研究,此植物之穗之紅色對於白色爲優性,然由白色株亦生紅色白色及斑色之各種個體。由此所生之三種個體,其遺傳行動殆爲同樣,其次代皆生大多數白色株與少數之紅色株及斑色株。今井等認爲在白色株之次代生出紅色株者,由於性細胞的僞突然變異 pseudo-mutation。而斑色乃由於營養細胞之僞芽條變異。又由於此等個體或穗不同而次代之分離比大有差異者,乃因轉化能力 'potency' of variability 之強弱。

牽牛花 *Pharbitis Nil* 有綠色與黃色混合之斑葉(松島斑), 此斑葉由特殊黃葉系統約有平均 20% 生出(今井, 1927)。松島斑與生此之黃葉系統⁽¹⁾, 其遺傳行動為相同, 皆不能固定。亦即黃葉屢發生由黃變綠之優性轉換, 而此轉換, 在植物體之任何部分, 皆可發生(宮澤, 1929)。

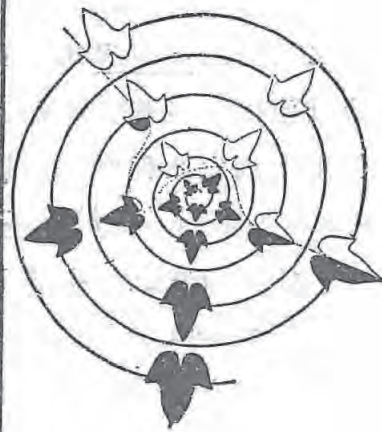
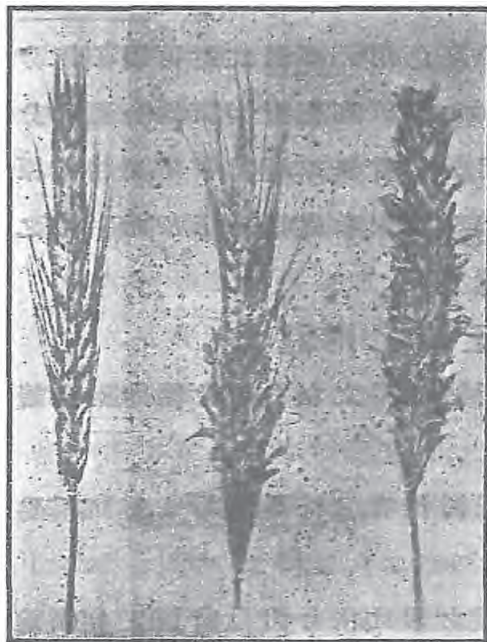


插圖 223. 大麥之莖的兩合體(依據 洞野)

- 左: 日本種大麥(直芒)。
- 右: 喜馬拉亞麥(芒有三歧作鑽形)。
- 中: 出現於 F_1 之體的兩合體個體。在普通情形, 鑽形對直芒為優性。

插圖 224. 牽牛花之松島斑(今井)

螺旋線表示莖, 在外者為下部之葉, 中心者為上部之葉, 同一放射線上者, 為位於莖之同一側之葉, 黑色表示綠色部分。

在玉蜀黍種皮之色, 有生種種程度紅色斑之系統若依

據愛美耳生 R. A. Emerson, 1917 之研究, 此系統之斑色因子 V, 在分裂組織之細胞, 常變化為全色因子 S (此為 V 之複對因子)。故此等皆為孟德爾式遺傳因子。又斑之程度, 亦由孟德爾式因子所支配。

此外又有懷耳達耳女士 M. Wheldale 及保爾 E. Baur 在金魚草, 彭勒特 R. C. Punnett 在觀賞豌豆 sweet pea, 格里果里 R. P. Gregory 在櫻草, 皆對於斑色, 用孟德爾式遺傳因子作分析。反之, 起吞頓 R. J. Chittendon, 1927 在花青素作兩合體狀分佈之遺傳, 用孟德爾式說明, 誠相當無理, 而毋寧謂其相似原形質遺傳者多。著者認為起吞頓未考慮鷄冠花及牽牛花之情形而創立此種意見, 殊難贊成。

第十三節之附註

(1) 例如在蠶及果蠅所觀察得之左右半身體的兩合體 bilateral mosaics 者是。

(2) 亦有稱為異常雌雄同體者。又哥耳德希米特簡稱為 Gynander。

(3) 油蠶者, 皮膚透明蠶之謂。此兩合體以背腹正中線為界, 正常性與油蠶性, 左右劃然分別。

(4) 一母蛾所生次代之一羣之謂。

(5) 被放棄者常為由母方而來之 X, 亦即含有 n 短剛毛因子之染色體。

(6) 誠然, 此亦恐為最初由只一個細胞之突然變異而發

生者。

(7)此外尚有稱為普通黃葉之品種,此為可以固定者。

第十四節 單性生殖

Parthenogenesis

單性生殖,因其為由性細胞之生殖,故無異於一種有性生殖,然只由雌性細胞單獨發達而形成一個體,以是與由於雌雄兩性細胞之合體,亦即由於受精之普通生殖法 *Amphimixis*,鮮明各異其方法。在本節,除真正單性生殖外,如無配生殖、無孢子生殖及其他特殊生殖法,亦於便宜上合併敘述之。

1. 植物之單性生殖

A. 單數單性生殖 *Haploid parthenogenesis*. 始終以單數染色體之狀態作單性生殖,在維管束植物,比較的為稀有,在若干植物,其具有單數染色體之卵細胞,雖知可單獨發達至某種程度,然不能成長至一株植物。至於例外所生單數植物 *haploid plants* 之例,如第二章第九節所述,牽牛花、稻、小麥、曼陀羅花、煙草之雜種、月見草雜種之外,在紫羅蘭 *Matthiola* (M. Lesley and H. B. Frost, 1928), 茄屬 *Solanum* (C. A. Jørgensen, 1928), 黃花菜 *Crepis* (L. Hollingshead, 1928; E. B. Babcock and M. Nawaschin, 1930), 煙草 *Nicotiana* (M. L. Ruttle, 1928; Th. H. Goodspeed and P. Avery, 1929), 番茄 (E. W. Lindstrom, 1929), 月見草 (S. H. Emerson, 1929; R. R. Gates, 1929; etc.), 半枝蓮 *Portulaca* (大倉, 1933)

等亦有發見。

在小麥之種間雜種 *Triticum compactum* × *Aegilops cylindricum*, 有 21 個染色體之單數個體生出。然此恐因在胚子發育初期, 放棄由一親 (*Aegilops*) 而來之染色體所成。又在茄屬之種間雜種 *Solanum nigrum* × *S. luteum*, 亦似有同樣核放棄 *Kernelimitation* 現象。

在藻類及其他下等植物, 單數單性生殖, 相當不少。

B. 倍數單性生殖 *Diploid parthenogenesis*. 此為在植物界常觀察得之現象。亦即由單性生殖所生個體, 含有倍數染色體者。在蕨 *Marsilia*, 蕨之一種名 *Athyrium* 者及名 *Scolopendrum* 者, 菊科之 *Antennaria* 及 *Erigeron*, 蘭草 *Eupatorium*, 蠟梅 *Calycanthus*, 蒲公英 *Taraxacum*, 瑞香科之 *Wikstroemia*, 韭 *Allium* 及其他植物已知之。

卵之染色體成爲倍數之方法, 依植物之種類而異。然其減數分裂被抑止一點, 是爲一致。或由胚囊母細胞直接發達, 或與體細胞分裂作同樣方法分裂而發達成胚囊。或至中途作減數分裂之相似行動後, 其相同染色體之融合終不發生。又如在蒲公英或 *Hieracium* 所觀察得者, 雖一旦行減數分裂, 然在其末期不規則分移於兩極之所有染色體, 生出一核膜完全包圍之, 故結果仍爲倍數⁽¹⁾之狀態者有之。

C. 無配生殖 *Apogamy*. 此爲配偶植物, 由其營養細胞, 直接形成孢子植物之謂。此中之單數無配生殖 *haploid apogamy*

者,爲具有單數染色體配偶植物之營養細胞,不與其他細胞合體,即形成新孢子植物。此在羊齒類爲常見,然在被子植物,絕對不能發見。反之,倍數無配生殖 *diploid apogamy*, 即由配偶體之不減數之倍數細胞以形成孢子植物者,在 *antennaria*, *Burmannia*, 韭等被子植物,亦觀察得之。又間有在子房中,除真正胚子外,有由其他細胞轉化而成之過剩胚子,其後發育而成一個植物。以是如此情形,可謂爲與普通營養繁殖甚爲相似之現象。

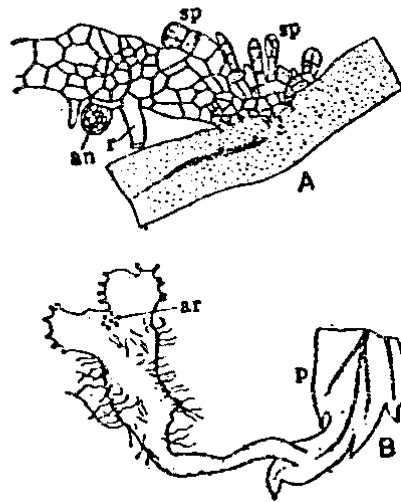


插圖225. 羊齒之一種名 *Polystichum* 者之無孢子生殖(Bower)

- A: 由孢子囊(sp)之集合體組織不生孢子而即生出假根(r)及雄器官(an)者。
- B: 由葉片(p)之先端,不生孢子而即生出雌器官(ar)者。

他如在羊齒類等,配偶植物之一細胞核侵入於隣近他一細胞而與其核合體,由此形成有倍數染色體之孢子植物,是謂偽受精生殖 *Pseudomixis*。又如由孢子植物之體細胞,不生孢子而即用發芽法直接形成配偶植物,是謂無孢子生殖

Aposporie (插圖 225)。又或如在微菌類,由其同性之二細胞之核合體而形成新個體之單性受精生殖, Parthenomixis (2) 等, 雖亦有之, 然皆為例外之生殖法, 不足深加注意。

2. 動物之單性生殖

單性生殖, 為正常繁殖法之一而廣泛分佈於動物界。多數為與兩性生殖交互行之, 然間有單以此方法行繁殖者。又或時時行例外的單性生殖者亦有之。由單性生殖而生出之個體, 本來雖由單數染色體出發, 然至某時期, 即變成倍數。此由單數復歸於倍數, 有種種方式。

A. 減數分裂之省略 卵不經二回成熟分裂, 只行一回且為等分裂, 故染色體不減半。此為在動物之單性生殖所最多用之方法。蚜蟲、甲殼類(葉腳類、介形類)、輪蟲等皆為其例。在此方法, 因次代之染色體完全與母同, 故次代不能不為雌。在實際上, 雖大部分為雌, 然有時亦有雄生出。若云其故, 則如在輪蟲, 有某卵亦猶正常放出二個極體而行減數分裂, 因是生雄。又如在蚜蟲, 雖普通染色體為等分裂, 然 X 染色體則行減數分裂, 以是生出 $X+2a$ 個體, 即此成雄。

B. 極體受精 此為在俗稱為豐年魚 *Artemia* 一葉腳類所發見, 其後在海胆、海盤車、捻翅目昆蟲之 *Xenos*、蠶等, 亦觀察得之。雖行二回成熟分裂而使卵核之染色體數半減, 然在第二成熟分裂所生之第二極體, 不放出於卵外而停止於卵內, 且逆行與卵核合體。此恰似精核與卵核合體者然。

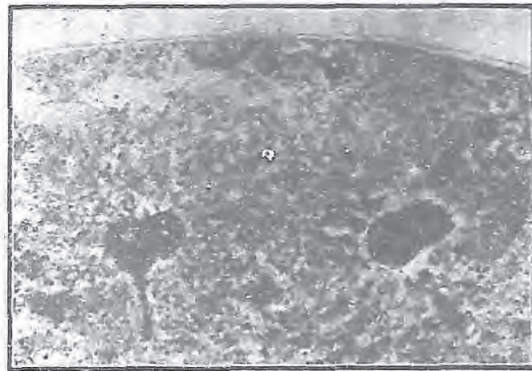


插圖 226. 蠶之極體受精 (Goldschmidt u. Katsuki)

二對球狀核之一對，爲卵核與精核正將合體者。他一對爲極體之一運行而與另一精蟲正將合體者（孰爲極體核，則不明瞭）。雖與本文記載之情形稍異，然可作爲極體逆行之一例而掲載者。

C. 隨意單性生殖 Facultative parthenogenesis 在膜翅目之大多數，卵經二回成熟分裂而染色體減數後，若行單性生殖而發達即成雄，若由精蟲受精即成雌（王蜂及職蜂）。亦即王蜂一旦與雄蜂交尾而取得其精蟲後，以之儲於自己之受精囊中至數年間之久。當其產卵時，或將受精囊之導管開放而使精蟲達於卵門，或將導管封閉而阻止精蟲外出。以是任意產下受精卵及不受精卵。

雄蜂雖由此不受精卵生出，然身體較職蜂遙大。性細胞（在某種類，其神經系細胞亦然）皆只有單數染色體，然其他組織之細胞，則在某時期已成倍數（有時爲四倍數）而至於與雌有同樣之染色體數。元來，雄之性細胞因最初只有單數，故不作如普通情形之減數分裂，以是在蜂之多數種類（胡蜂等），

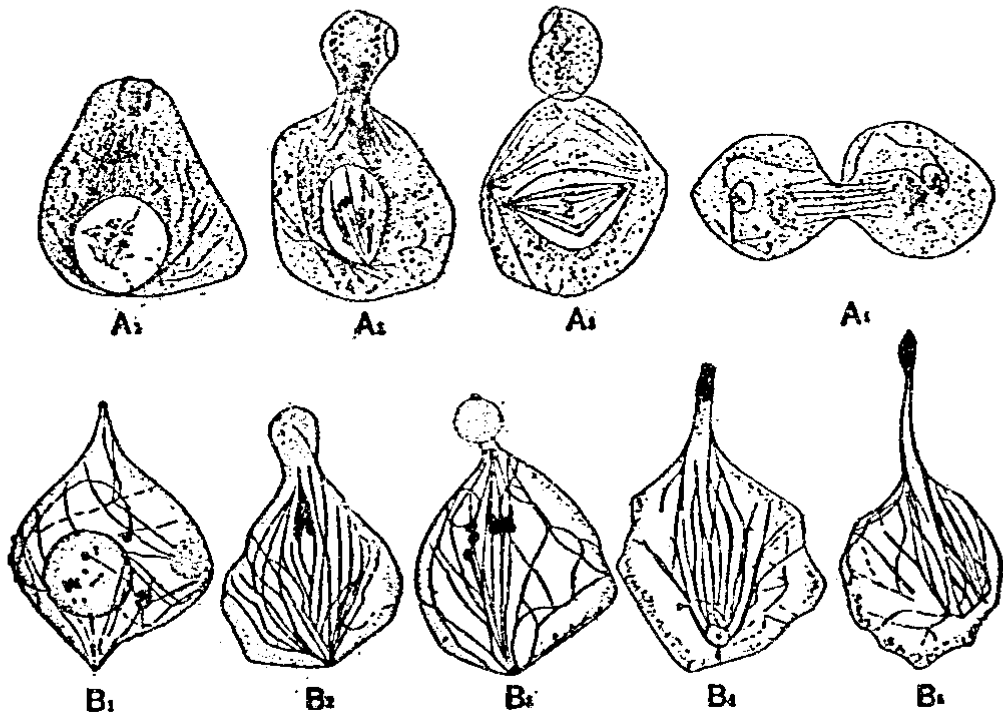


插圖227. 胡蜂及蜜蜂之精蟲形成

A₁-A₄: 胡蜂之精蟲形成(Meives)

A₁: 第一分裂初期 A₂: 第一分裂末期

A₃: 第二分裂中期 A₄: 第二分裂末期

B₁-B₅: 蜜蜂之精蟲形成(Mark and Copeiland)

B₁, B₂, B₃: 第一分裂 B₄, B₅: 第二分裂

其第一成熟分裂,只有痕跡,雖生紡錘絲,然不發生染色體分裂,只細胞質之小片縊出而已,第二回成熟分裂,則為普通之等分裂,在蜜蜂,其第一成熟分裂,由如上述之放出小片細胞質行之,然在第二分裂,新生紡錘絲之一極,作芽狀突出後,染色體之一半,入於此突出之尖端,殆不伴有細胞質而被分離放棄,留存之大細胞,即正常發達而成精蟲,此第二分裂之方式,與卵之極體形成相酷似,然其因何如此,殊不明瞭。

D. 卵二型 在寄生於植物組織而作成蟲瘻之蜂⁽³⁾如 *Neuroterus lenticularis* 等, 普通為單性生殖與兩性生殖成世代交替, 然由於種類不同, 而作恆久單性生殖者亦有之, 在成世代交替之種類, 五月間由造於檜葉上之蟲瘻生出雌雄之蜂而交尾產卵, 此卵之核, 在特殊減數分裂後, 與精核合體而

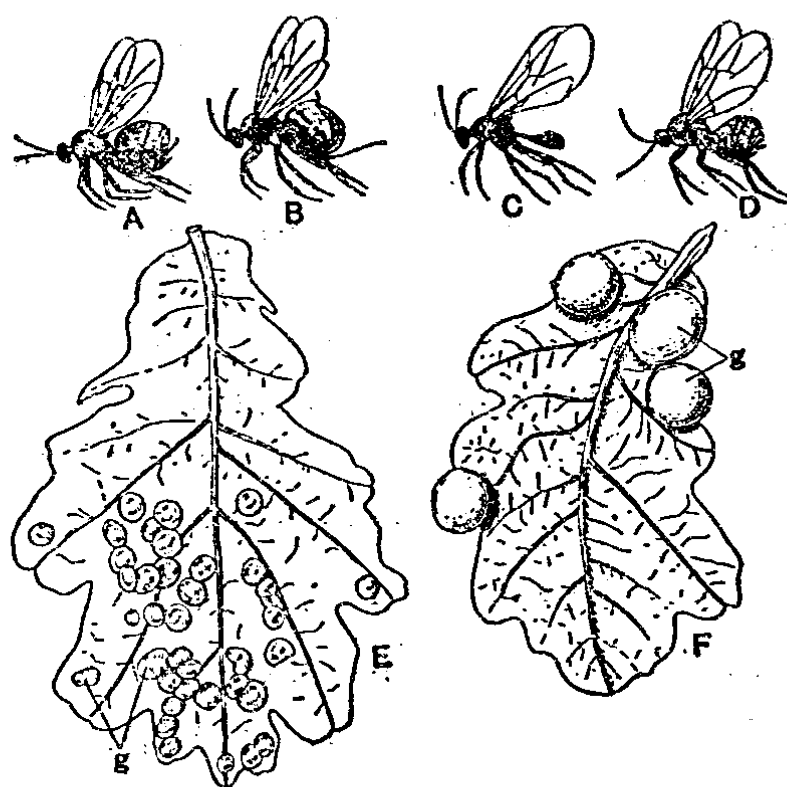
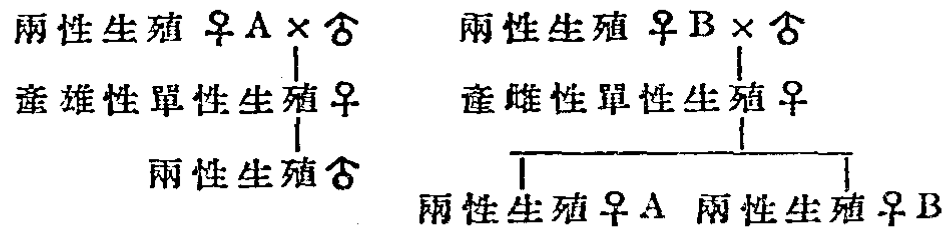


插圖 228. 生二種卵之蟲瘻蜂 *Neuroterus* (Doncaster)

- A: 卵管收縮之單性生殖雌
- B: 卵管突出之單性生殖雌
- C: 雄蜂
- D: 管兩性生殖之雌蜂
- E: 由兩性生殖雌(D)產卵而生成之小形堅硬蟲瘻(至翌年三月間由此羽化出A及B)
- F: 由單性生殖雌(A,B)產卵而生成之大形多胞蟲瘻(本年五月間由此羽化出C及D)
- G: 蟲瘻

成倍數染色體。至翌年三月間羽化而全部為雌。然此雌有產雄性者與產雌性者。前者與前代同樣經過特殊之二次成熟分裂而生單數染色體之卵。後者雖為二次分裂，然一次之極體不放出於卵外而逆行再與卵核合體，維持其倍數。此等皆產卵於檣芽而為單性發達，前者成雄，後者成雌。至五月乃羽化而交尾產卵。於是再反覆前述之生活史，亦即由五月至翌春之長期間，為兩性生殖世代；而由三月至五月之短期間，為單性生殖世代。此二者相互交錯。又此單性生殖期之雌有產雄性與產雌性者，似由於其母代決定，若以模式表示則如次：



E. 偽受精 False fertilization 在某種動物之卵，若有遠血緣種類之精蟲侵入，雖精核不與卵核合體，然亦形成胚子者有之。例如淡菜貝精蟲，侵入海胆卵之情形，即可見之。又在自然狀態下，線蟲之一種名 *Rhabditis aberrans* 者，為雌雄同體，精蟲較卵早成熟而貯藏於體內，及其後卵成熟時乃侵入而使發達。然精核與卵核不合體，而卵只作一回等分裂以放出極體，始終維持其倍數染色體數。

F. 偶然單性生殖 Accidental parthenogenesis 在舞舞蛾、蠶、避債蛾等昆蟲，往往有由於自然放任之不受精卵，發達成

完全成蟲者。此等單性生殖個體，雌雄二者皆有，且體細胞之染色體為倍數，不受精卵之減數分裂，亦如正常行之，已由多數學者證明。然若問何由回復其倍數，有謂卵之第一分裂所生染色體之二羣再相合一者。因鱗翅目之性型，雄為ZZ雌為ZW，以是若單性生殖之個體全部為雄，可以肯定亦未可知。但在實際上，雌與雄皆有，故此說不能適用。又有謂先生成ZZ核而後放棄一Z成為ZO者，然假定只有性染色體放棄，殊覺無理，此恐因減數分裂所生極體逆行而與卵核合體，以是回復倍數染色體。

G. 人為的單性生殖 在某種動物以藥品刺激其不受精卵，可使發生單性生殖。如此所得之個體，在海胆全部為雄，在蛙大部分為雄而少數為雌。此蛙之體細胞似有倍數染色體，然其成因則不明瞭。此恐因由單數至倍數之種種胚子皆有生出，只有倍數者生存。

第十四節之附註

- (1) 此種現象，稱為回復核形成 *Restitutionskernbildung*。
- (2) 此種方法，在原生動物比較的其例為多。
- (3) 英文稱為 *gall-fly*，以其外觀似蠅。

第十五節 多生兒及雙生兒

Polyembryony and Diembryony

由一個受精卵生成三個或三個以上胚子之情形，稱為

多生兒 polyembryony. 其適例爲南美洲產犰狳之一種名 Tatusia 者。若依據牛曼及拔特耳生 H. H. Newman and J. T. Patterson 之研究,此獸之一個受精卵,在胚子發育之初期,分裂爲四個完全相同之胚子,此四胚子只有一個共同胎盤,且全部爲雌或全部爲雄。又在犰狳之他種類,由於發芽法而一個卵生出多數胚子。

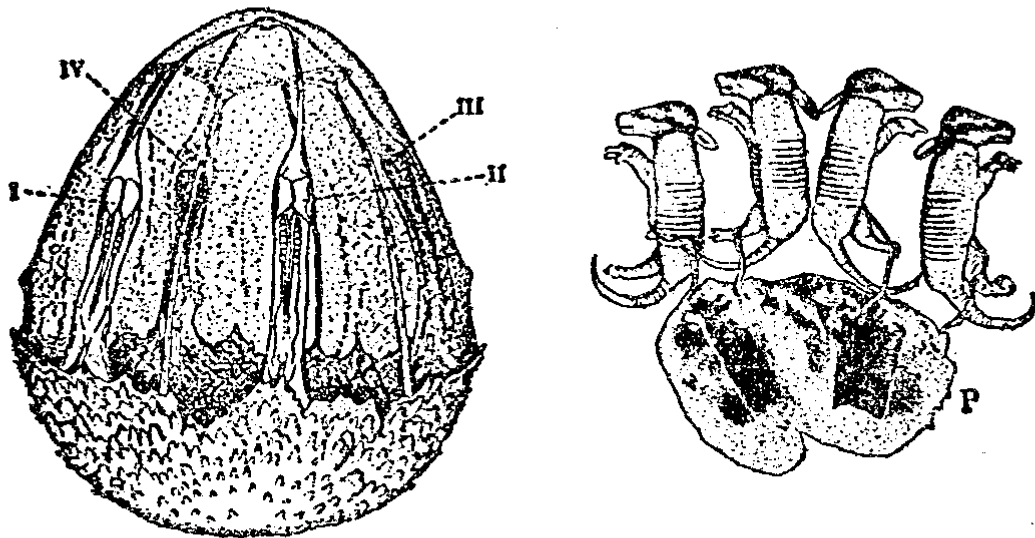


插圖 239. 犰狳之一種名 Tatusia 者之一卵多生兒(四分胚子)
(Newman and Patterson)

左圖:胚子發育之初期

右圖:完成之胚子

I-IV:一卵所生之四個胚子。

P:胎盤

更爲顯著者,爲屬於粗脚小蜂科 Chalcididae 之某種寄生蜂。此蜂產卵於蝶蛾之卵,其胚子與寄主共同發育,至羽化時,破壞蝶蛾幼蟲之體而出。此寄生蜂之卵,先經若干分裂而生成多數細胞後,此等細胞,個個分離而形成各別胚子;此等胚子,存在於一共同細長管狀被膜中成連珠狀,似此有時由

一卵有生出一千個體者,然全部皆為同性。



插圖 230. Encyrtus 寄生蜂之多生兒(Marchal)

在管內之多數胚子,皆為由一卵所生出者,白色點線部分之胚子,為省略去者。

在人類之多生兒,雖有一產七人之記錄,然初生兒具有完全大小形態而有發育可能者,不過三生兒 triplets; Drillinge, 至多為四生兒 quadruplets; Vierlinge. 最普通者為雙生兒 twins; Zwillinge. 此有一卵雙生兒 monozygotic or identical twins; eineiige Zwillinge 與二卵雙生兒 dizygotic or fraternal t.; zweieiige Z. 二種. 前者為由卵受精後乃分裂而成二胎兒者. 後者為二卵同時成熟受精而各別生成者. 凡一卵雙生兒,其容貌、體格、性質等皆相互酷似,其相似之程度,較其他兄弟間固無論矣,即與其父母間亦較高. 此在玃狨之多生兒,即可證明。

雙生兒生出之比例(雙生兒生出次數,對全生出次數之比),由於民族不同而有相當差異. 在歐洲諸國中,以挪威之 2.70% 為最高,以西班牙之 0.87% 為最低. 概言之,寒地多而

險地少。平均言之，大約在80次生產中，有一次雙生兒生出。

一卵雙生兒與二卵雙生兒之比例，可由雙生兒間之酷似程度推定之。然由另一方面，亦可計算。亦即一卵雙生兒必為同性，而♀♀之情形與♂♂之情形，不能不約為1:1。然在二卵雙生兒，則依據確率法則，應為♀♀:♀♂:♂♂=1:2:1。茲依據尼可耳斯 J. B. Nichols 所調查者，人類雙生兒之性別如次：

♀♀	♀♂	♂♂	共計	平均
219,312	264,098	234,497	717,907	239,302

殆為 1:1:1 之比。若將此表示為 2:2:2，則其中之♀♂組合，因限於二卵雙生兒，又若依此比例而令♀♀及♂♂中亦有二卵雙生兒，則♀♀之一半即 1 及♂♂之一半亦即 1，可推定為二卵雙生兒；而其餘之♀♀ 1 及♂♂ 1 為一卵雙生兒，以是對於二卵雙生兒之合計 4，一卵雙生兒為 2。要之，其比例為 2:1。

若依據駒井及福岡(1932)之研究，日本之雙生兒生產率為 0.60%，不僅較歐洲諸國遙低，且因♀♀:♀♂:♂♂=2.54:1.00:2.50，由此推定一卵性之頻度，與白種人無大差；而二卵性者，則非常少。元來，雙生兒出產率之民族的變異，主要在二卵性者，至於一卵性者，則各國略為相同。

母之年齡與二卵性無關係，然在一卵性，則有顯著影響。如在澳洲及瑞典調查之結果，皆為母在 15—20 歲最少，其後與年俱增，至 35—40 歲而達於最大限，由此又再下降。至於父



插圖 231. 人類之一卵三生兒(駒井及福岡)

在此女三生兒,雖其胎盤鮮明分爲二,然容貌、體質、知能等,相互酷似。如掌紋及腳紋,在三人同一側之手或足,較同一人之左與右間更爲相似,但與此三人之妹等,以上諸點,皆大相異,由此等事實觀之,此三生兒確爲由一卵生成者。

之年齡,則無影響。

雙生兒生產率之傾向,確實有遺傳性,且此等性質(一卵性及二卵性)由母而來,已由多數學者認識。然達文坡耳特 C. B. Davenport 主張除此之外,父屬於雙生兒多之系統,其子亦比較多生雙生兒。

第十六節 性之支配

Control of Sex

動植物之雌雄,是否可以人爲的支配,殊爲一大問題,然支配之意義,包含有種種情形。

1. 一個體之性即於其代變化者

此為性已決定之某一個體，施以某種人為的操作，而使發生性轉變者。然不包含單由去勢等僅使其第二性徵發生變化者。屬於此部門之研究，比較的為少。然如雄蟾蜍之辜丸除去後，由其拜德耳器官 Bidder's organ 發達完全卵巢；或如雌天南星之塊莖切去一半而栽培，則生出雄植物；又如大麻之雌或雄，若繼續行摘心，則反對一性之花，有百分之數十生出等：皆其適例。

關於用平行接植 parabiosis 而發生性轉變者，布恩斯 R. K. Burns 將山椒魚之幼稚胚子，自卵取出而切去其右半身，次

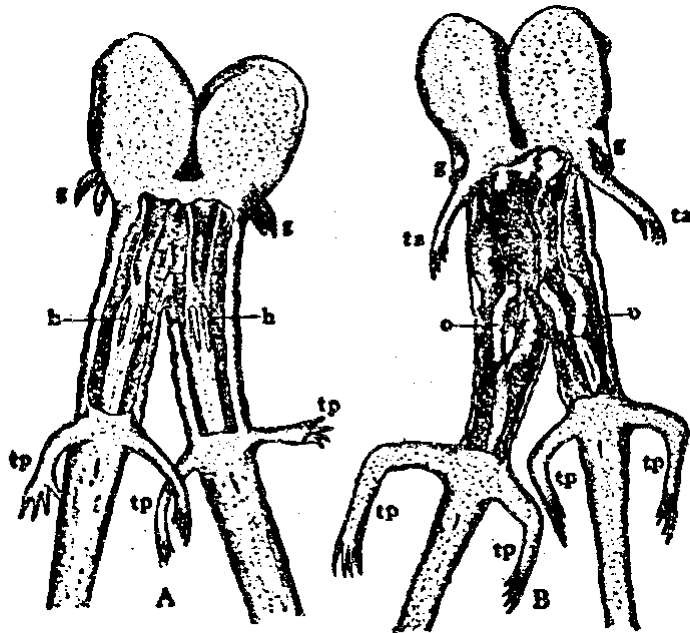


插圖 232. 行平行接植之山椒魚一種名 Axolotl 者(Burns)。腹面之皮膚切去而露出內臟者。

A: ♂♂

B: ♀♀

g:外總

h:辜丸

o:卵巢

ta:前肢

tp:後肢

將另一個體之右半身使之相接着而癒合。在其生存者之 80 對中，得左右皆為雄者 44 對，左右皆為雌者 36 對。在胚子之雌雄，應為同數存在，頃接植時，因未檢查其性別，然若依據確率法則，則 80 對之性的組合中，應為♀♀20:♀♂40:♂♂20。但實際上，♀♂組合一頭亦無。布氏認為當因一方面之性受他方面之性的內分泌液之影響，因而發生性轉變者。然此亦可想像為性相異之半身平行接植，因發生生理障害而全部致死者。威奇 E. Witschi 亦在鱉鰻之一種名 *Triturus torosus* 者，由其接植成功一對動物之一個體，摘出其變態促進內分泌液之源泉之腦下垂體，而雙方個體之變態皆遲緩，以是推定性內分泌液相互影響之可能性。其後，漢扶勒 R. R. Humphrey 在山椒魚之一種名 *Amblystoma* 者，觀察得接植成功之二個體，在其♀♂之情形，因睪丸內分泌液之影響，卵巢組織多少退化，然不發生完全變性。換言之，漢氏已闡明有相當多數之♀♂接植個體存在。

2. 次代雌雄率之變化

試先將項目分別列舉之如次。

A. 遺傳的變化

- (a) 伴性致死因子之利用(果蠅、家蠶及其他)
- (b) 由於交雜之間性作成(舞舞蛾等)

B. 環境之影響

- (a) 卵之適熟與過熟(蛙、蟾蜍等)

- (b)繁殖期(鷄,鴿)
- (c)食物(輪蟲,微塵子,金絲雀)
- (d)刺戟物(對於哺乳動物之酒精)
- (e)飼育場所之廣狹(Miastor 蠅,球形微塵子)
- (f)溫度(Talaeporia 避債蛾,果蠅)

對於伴性致死因子,已如前雌雄率一節所述。在雌為XX,雄為XY之動物,若用雌之X之一具有完全致死因子者,則無論對手雄之系統如何,其次代皆為♀ $2:\delta$ 1之比。又若用雌之二X各具有一各別完全致死因子者,則次代殆無雄生出。但若為二不完全致死因子,則由於環境之適當與否,可使生出由♀1: δ 1至♀1: δ 0之種種比率。若在雌為ZW雄為ZZ之動物,亦有同樣可能性,然雌雄之關係,則與上述為正反對。

至於在間性亦已如前述。在性的強種雄與弱種雌之交雜,若強弱之差為最大之情形,則F₁殆全部成雄。若在與上述為反對之交雜,則對應於強弱相差之大小,而使F₁正常雄之比例發生種種變化。

赫耳特維希 R. Hertwig, 1912 將在繁殖期之蛙,其雄抱雌而使產卵受精者,在其中途強迫分離,此雌無雄不產卵,然經過數時間至64時間,而再使雄抱雌者,則又產卵受精。於是檢查其第一回產卵與第二回產卵之雌雄率,得第一回者,皆略為雌雄同數,然第二回者,則經過時間愈多者,雄亦愈多。赫氏之門弟子苦沙克維奇 Kuschakewitch, 1910 使第二回產卵與

第一回隔89時間,而得100%為雄。牟耳西克 W. Mršić, 1923 謂在鱒亦得同樣結果。

李德耳 O. Riddle 謂家養鴿,每次必連續產二卵。在純粹種,普通其第一卵較第二卵為小,而化學的能力亦比較少,由第一卵孵出者為雄而第二卵為雌⁽¹⁾。然在其與其他屬之雜種,則一季可產任何次數,而最初者殆僅為雄,及其產卵季前進,則似僅產雌,在鷄亦謂產卵季初期或營養不足之情形,雄為多,及其後期或營養佳良時,則雌多生出。微塵子中之一種名 *Simocephalus* 者,在其初產只生單性生殖雌,然及其生產回數增加,則生雄或兩性生殖之雌(G. Papanicolau)。

在光明而溫度相差少之禽舍,用普通飼料飼育之金絲雀,其 100♀:270♂。然在黑暗而溫度變化多之禽舍,用濃厚飼料飼育者,則作 100♀:85♂。其後將兩禽舍之鳥交換,結果仍為在第一禽舍者,雄之率高(W. Heape, 1907)。

在輪蟲之一種名 *Hydatina* 者,若以無色鞭毛蟲 *Polytoma* 飼育,則只生產雄性之雌約 9%。然若用綠色鞭毛蟲 *Duniella* 飼育,則生出約 80%。換言之,對於某個體之食物影響,可使其孫代生少數雄或多數雄。又若以濃厚食料飼養此動物,則只生產雌性之雌,而無論至何時,皆繼續單性生殖。然若給與以稀釋飼料,則稀釋度愈大者,產雄性雌多生出。與此相似之事實,在微塵子之一種名 *Simocephalus* 者,亦有觀察(A. Jssakowitsch)。又在另一種輪蟲名 *Asplanchna* 者,食物之急速變化,可

以促進產雄性雌之發現(Cl. W. Mitchell).

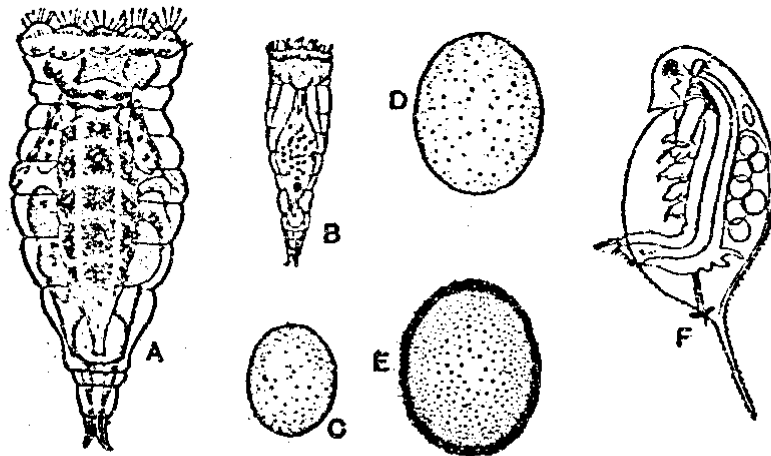


插圖 233. 輪蟲之一種 *Hydatina senta* 及微溼子之一種 *Daphnia pulex*

A-E: 輪蟲(Whitney)

A: 營單性生殖之雌

B: 雄

C: 雄卵

D: 雌卵

E: 冬卵

F: 微溼子(動物圖鑑)雌

依據斯妥卡耳德及帕盤尼可老 Ch. R. Stockard and G. Papanicolau 之研究,在天竺鼠,酒精之害雄較雌為甚然影響於次代動物之受害程度,則為反對,即雌較雄多死亡。且父方祖父所害酒精之害,尚於孫女相當強度出現。若依據布魯姆女士 A. Bluhm 之研究,白二十日鼠之正常雌雄率則為♀100:♂79。然繼續一個月注射少量之 20% 木酒精於其父親,則次代為 ♀100:♂122 而生多數之雄。在此二十日鼠之情形,似因酒精對於 X 精蟲與 Y 精蟲,作用有差別。

蠅之一種名 *Miastor* 者之幼蟲,自春至夏,繼續營處女生殖⁽²⁾ paedogenesis, 至秋乃成有翅之雌雄成蟲而交尾生受精卵。然依據哈利斯之研究,若將蛆密集飼育,即生成蟲。若隔離

飼育,則無論至何時,皆停止於幼蟲狀態⁽³⁾。又球形微塵子 *Moina* 之雌,若每頭隔離飼育,則無論至若干代,皆反覆單性生殖,然多數集於一處而飼育之,則生約 30% 之雄 (G. H. Grosvenor and G. Smith)。

偲勒耳 J. Seiler 在避債蛾之一種名 *Talaeporia tubulosa* 者,用細胞學的證明其卵之 X 染色體 (=Z), 作極體放出者與殘留於卵內者之比,在室溫時為 136:100, 在 3—5°C 低溫時為 155:100, 在 35—37°C 高溫時為 62:100。又 X 多作為極體放出者,為其次代多為雌之意義(在避債蛾雌為 XY 亦即 ZW, 雄為 XX 亦即 ZZ)。曼女士 M. C. Mann 謂果蠅在常溫,雌雄略為同數;然在高溫飼育者,其次代多為雄。又如微塵子之一種名 *Simocephalus* 者,其產卵季初所產之

雌,雖遇寒冷,別無影響,仍反覆單性生殖;然近於終期所產之雌,若遭寒冷,則立即生雌及雄而移於兩性生殖。

在蚜蟲,亦確證有由於溫度高低或光線有無,而成或繼續單性生殖或生出兩性生殖個體 (S. Marcovitch; A. F. Shull)。

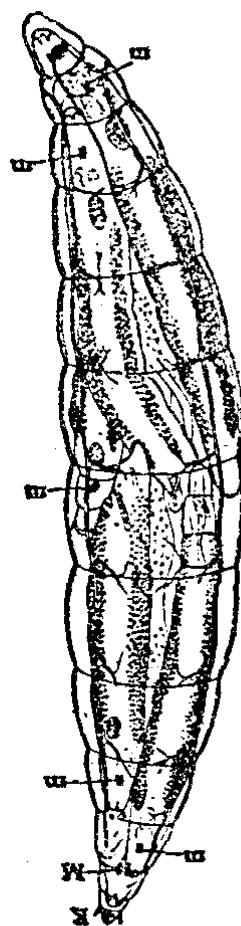


插圖 234. 蒼蠅女生殖之 *Miastor* 蛹之幼蟲 (Pagenstecher)

- K: 母蟲之頭部
- M: 母蟲之鈎狀體
- m: 子蟲之鈎狀體

3. 性之支配之結論

對於性決定之環境影響，古來有種種想像學說，特別關於人類者為多。荒唐無稽不值一笑者置之不論，即父母勢力之強弱，年齡多少之關係，營養良否等可影響於次代之性等學說，在今日尚有相信至某種程度者。然就現在言，對於高等動物而有如此影響之證據，殆可謂無一者。故吾人研究性之支配一問題時，須將從來之想像說，一齊清算去之，而由完全新立場出發。以此態度而研究此問題，性之支配，亦不一定將來絕望。雌為性的新型而生卵二型者，加以某種刺激而使 X (Z) 染色體，作極體放出或留於卵內，有如避偵蛾之情形，非為不可能。又雄為性的雜型而生精蟲二型者，若 X 精蟲與 Y 精蟲對於藥品等有反應差別（有如酒精之於二十日鼠），以此使二種精蟲之某一種，在受精競走上落後，亦決非不可能。要之，性之支配之正道，除此以外，無他法。如由於間性而變動雌雄率，是勿待深論，自不免為異常手段。

第十六節之附註

(1) 對於李德耳之學說，尚有多數異論。

(2) 所謂蛆——幼蟲之體內，更生成數頭幼蟲（當然未由於受精），此等小幼蟲，其後破壞母幼蟲之身體而脫出。

(3) 由一條幼蟲處女生殖而生出之次代，是為一羣，及其變為成蟲，必然全部為雌或全部為雄。由此觀之，雌之幼蟲及雄之幼蟲，似同樣營處女生殖。

第五章 同系及異系交配

有如所謂同系交配及所謂異系交配之曖昧名詞，在遺傳學上殊少比類。例如 AA 一純粹系統與 aa 一純粹系統交配，自為一種異系交配，即所謂交雜。然至其 F₂ 分離出之 AA 個體與 aa 個體之交配，試問究應如何稱謂。以因子言，與上述同，故不能不稱為異系統交配。然實際上，此二個體為同兩親所生之兄妹關係。以是系統言，不能不稱為同系交配。著者為避免混淆起見，思區別為二類如次：

同系交配	系統相同者間之交配
異系交配	系統相異者間之交配
同型交配	表型相同者間之交配
異型交配	表型相異者間之交配

在兩類皆包含之情形，不能不廣義使用。以是在廣義與狹義之分別使用，亦仍難免若干煩雜。似此同系及異系交配等名詞，誠如色之濃淡在科學上殊乏明確，然在實際上動植物品種改良等應用方面，有非常重要之意義。

第一節 同系交配

Inbreeding, Endogamy; Inzucht

1. 近親係數. Coefficient of inbreeding

同系交配之最極端情形，為自家受精 Self-fertilization;

Selbstbefruchtung, Autogamie. 然此非雌雄同體者不能行之。在雌雄異體之生物，由其祖先之個體數，可以測定其同系交配之程度。亦即在不曾行同系交配之情形，父母有二，祖父母有四，曾祖父母有八。若更溯源，則祖先之個體數（若令 n 為代之數，則有 2^n ）更增加⁽¹⁾。然若其間有行同系交配者，則依其同系交配次數愈多，又或愈在近代行同系交配者，其祖先數因而減少，由於插圖 235，即可明瞭。根據此事實，皮耳 R. Pearl 計算

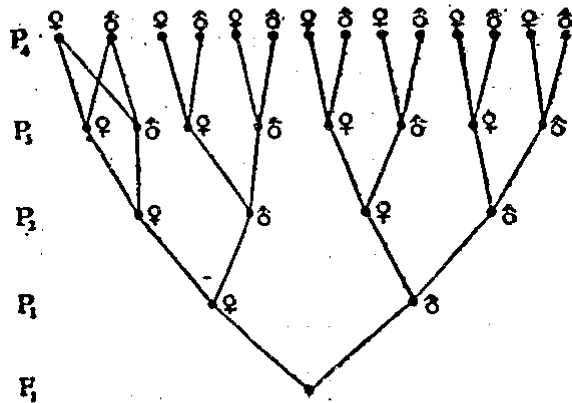


插圖 235. 祖先系統樹(原圖)
表示曾祖父母一代，有一次兄妹交配之情形。

近親係數如次式⁽²⁾。

$$Z_n = \frac{100(p_{n+1} - q_{n+1})}{p_{n+1}}$$

- Z_n : p_n 代之近親係數，
- p_{n+1} : 無同系交配情形之 p_n 代祖先個體數，
- q_{n+1} : 在 p_n 代之實際祖先個體數。

若令在曾祖父母一代(p_3)有一次兄妹交配 sibmating, 則 $p_4 = 16$, $q_4 = 14$. 故由上式計算之⁽³⁾, $Z_3 = 12.5$.

若依據皮耳之方式,在兩性生殖 bisexual reproduction 之最高度同系交配,為兄妹交配,其次為親子交配,在每代繼續兄妹交配之近親係數如次:

$$Z_0 = \frac{100(2-2)}{2} = 0, \quad Z_1 = \frac{100(4-2)}{4} = 50, \quad Z_2 = \frac{100(8-2)}{8} = 75,$$

僅為三代已成 75%。在四代則增至 87.1%。五代為 93.8%,若以曲線表示之,則有如插圖 236 所示:

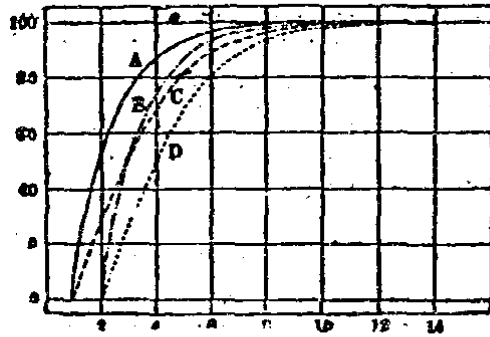


插圖 236. 同系交配曲線(Pearl)

縱軸之數字,表示近親係數,橫軸數字,為代之數,

A: 兄妹交配

B: 複從兄妹交配(兩親皆有兄弟關係之情形)

C: 親子交配

D: 單從兄妹交配(只一親有兄弟關係之情形)

2. 血緣係數 Coefficient of relationship

上述之近親係數,為大體上表示同系交配之程度者,然若僅止此,殊不充分,例如長久繼續高度同系交配之二相異系統相交雜,所生次代之近親係數,雖尚有相當高度,然以因子言,則帶有相當強之雜種性,為補此缺陷起見,皮耳更提出血緣係數,此以 K 表示之, K 為父方祖先與母方祖先之共通個體數對於全個體數之百分率,如在上述情形, Z 雖非常高,

然父方與母方之祖先無一共通個體，以是 $K=0$ 。如此 Z 與 K 不一定相伴，故須兩者同時考慮，乃能判斷同系交配之程度。然 Z 與 K ，自非為常相反者，故若繼續兄妹交配，則 Z 成甚為高度，而 K 亦常為 100。

3. 近親係數及血緣係數之價值

此二係數，若每代個體皆為具有同一因子構造者，自甚適合。然由孟德爾式遺傳之立場觀之，則不能承認，自無待言。亦即在某種意義，與哥爾登 F. Galton 之祖先遺傳法則（參考總論第三節 4 之 D），有相似缺點。只以作為觀察對象之遺傳性質有非常多數，欲一一追究其遺傳分離之狀態，殊為困難之情形，又或在實用上，只求知其大概者，則決非無益。實際上，競走馬或乳牛之育成時，行相當高度同系交配之例，非為稀有，以是近親係數曲線，不失為實用上一參考。

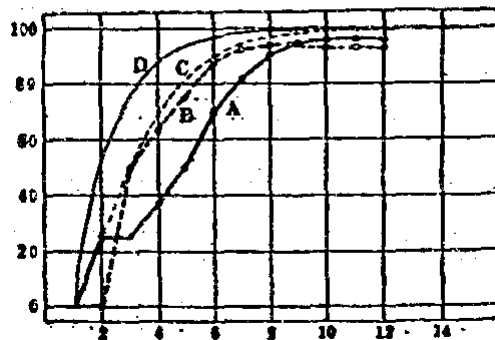


插圖 237. 連續同系交配之實例 (Pearl)
 Jersey 種乳牛之牡名 King Melia Rieter XIV
 者在其系統中之高度同系交配之情形。
 A: 此牛之近親係數 B: 此牛之血緣係數
 C: 親子交配之理論的近親係數曲線
 D: 兄妹交配之理論的近親係數曲線

4. 因子與同系交配

茲更進一步研究由於繼續同系交配,而其系統之因子構造漸次增加其純粹程度之狀態,在某種個體之集團,若各個體行自家受精,則隨其代數之增加,而雜型個體減少,純型個體增加,其增加比例,若解次式,即可求得,其中之 r 為代之數, n 為相對因子數,

$$[1+(2^r-1)]^n$$

此若以曲線表示之,即有如插圖 238 所示,例如使 $AaBbCc$ 雜種繼續五代,自家受精,則在 F_5 之純型與新型之比例,若依上

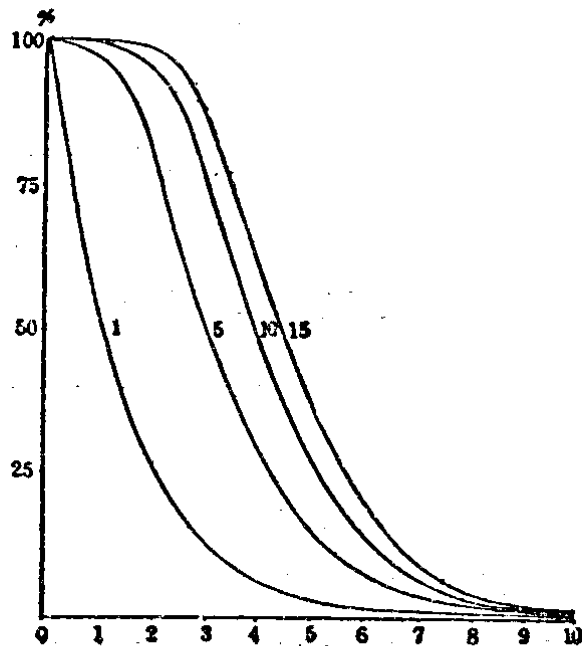


插圖 238. 由於自家受精而雜型個體減少之曲線(East and Jones) 表示繼續自家受精而雜型個體漸次減少之狀態, 縱軸為雜型個體對全個體數之百分比,橫軸為繼續自家受精之 世代數,曲線側之數字,為關係遺傳因子之對數,

式,其 $r=5, n=3$, 故得

$$1^3 + 3(1^2 \times 31) + 3(1 \times 31^2) + 31^3$$

若將此計算之,即得如次之數字:

三對因子 為雜型者	二對因子 為雜型者	一對因子 為雜型者	純型者	合 計	雜型%
1	93	2,883	29,791	32,768	9.09

又此代中成含因子對數之總數為 98,304, 而其中之雜型因子為 3,072 對, 亦即相當於 3.125%。如此繼續若干代自家受精, 在動物為稀有, 然在植物則不乏其例。又如在上述情形, 只欲知純型個體之百分率, 則只須解次式即可求得。

$$\frac{(2^r - 1)^n}{2^{rn}} \times 100$$

在理論上, 若繼續七代自家受精, 則殆成純粹。然絕對的純粹, 殊不容易達到。不僅如此, 在實際上, 或致死因子之存在, 或因子之關聯等, 更妨礙變成純粹。關於致死因子為純型之個體至於死亡, 已如前述。又在某二因子間有關聯之情形, 若此等因子為雜型者, 其子孫之成功純型組合機會, 較獨立遺傳之情形少若干。

復次, 將雌雄異體之兩性生殖之情形研究之。先由 Aa 雜種出發, 每代不行若何淘汰而繼續完全自由交配 random mating, 則無論經過若干代, 其因子型之比例, 皆為 1AA:2Aa:1aa, 亦即純型與雜型各半。

再次, 在上述雜種之子孫 (F₂ 以後), 每代只選優性者使其自由交配, 若經過 n 代繼續繁殖, 則其因子型之比, 有如金

寧斯 H. S. Jennings 所提出之次式:

$$AA = \frac{(n+1)^2}{(n+2)^2}, \quad Aa = \frac{2(n+1)}{(n+2)^2}, \quad aa = \frac{1}{(n+2)^2}.$$

亦即如在 F_3 , 因 $n=1$, 故 $AA = \frac{4}{9}$, $Aa = \frac{4}{9}$, $aa = \frac{1}{9}$. 又如在 F_{11} , 因 $n=9$, 故 $AA = 0.826$, $Aa = 0.165$, $aa = 0.008$.

5. 同系交配之實際的結果

以上為主要用數學研究同系交配之結果,以下將敘述在實際上,動物及植物繼續進行同系交配之結果。古來一般皆謂同系交配於生理有害,達爾文 C. Darwin 在植物結論為永續自家受精為有害,懷斯曼 A. Weismann 及房加塔 G. von Guata 在 19 世紀,各以二十日鼠為實驗材料,得同系交配滅殺其繁殖力之結果。在實際上,即為雌雄同體動物,亦觀察得或同一個體之辜丸與卵巢成熟期相異,或必須與其他個體交尾而相互交換性細胞(例如蝸牛)等事實。又大多數顯花植物,具有以色彩、香氣、蜜等引誘昆蟲而使之巧妙營他花受精之機構,是為一般知之者,由是可以想像,至少在此等動植物,他家受精較自家受精為有利。綜括從來一般認為同系交配之惡影響,有次述諸點(a)強健性之低下(成為全般體質虛弱);(b)身體大小之減少(發育不良);(c)對於疾病之抵抗力減退(易罹病患);(d)繁殖力之減退(次代數之減少);(e)異常型之出現。

然在關於同系交配為有害之業績中,不可信賴者,不能謂無。此蓋因第一為以雜種作材料而出發者,想多與起因於

異系交配之生殖力減退等有關係；第二為多數個體飼育於狹小箱中，或食物不適當而有發生營養障害之疑。金女士 H. D. King 對於上述各點，加以十分注意，而在大鼠行實驗之結果，與從前學者之學說相異。亦即金女士用同一親所產二頭雌及二頭雄白大鼠 *Rattus norvegicus*，繼續 25 代兄妹交配，在其最初數代，所有從來認為同系交配之惡影響皆出現；然由於食物改良及對於強健性行淘汰之結果，由第七代後，無若何惡影響。比較對照區，其成長速度雖不必優，但亦不劣。由此同系交配系統，甚至有突破記錄之大形個體出現，平均一產之次代數，較最初出發時，毋寧謂有若干增加之傾向。

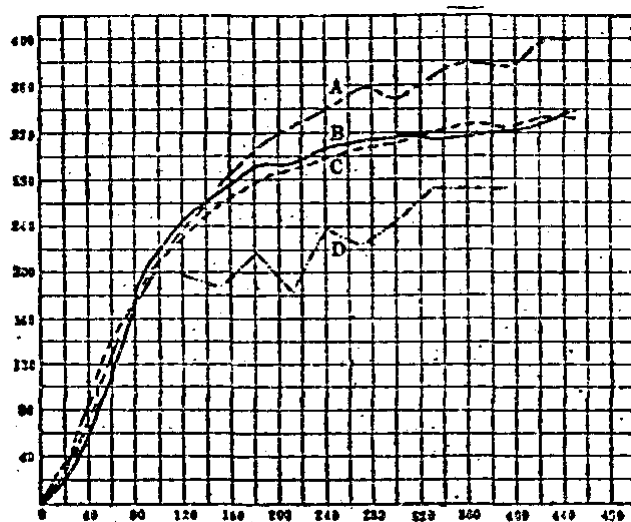


插圖 239. 白大鼠同系交配之堆發育曲線(King)

縱軸數字為體重(grams)

橫軸數字為年齡(日數)

- | | |
|-------------------|----------------|
| A: 同系交配系統第 7-9 代者 | B: 同第 10-12 代者 |
| C: 同第 13-15 代者 | D: 同第 1-6 代者 |

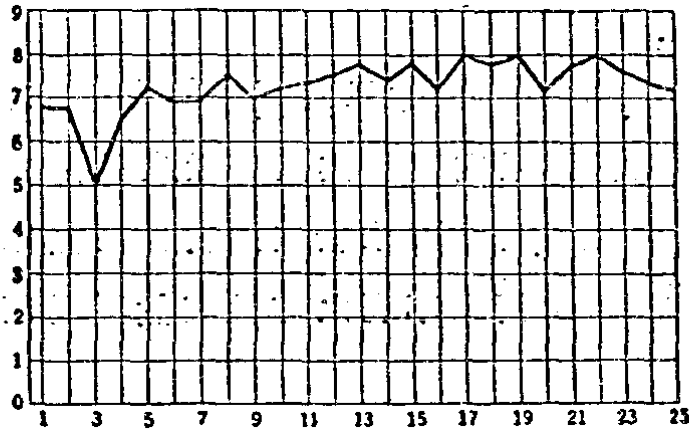


插圖240. 同系交配鼠之一產平均數曲線(King)

縱軸之數字,爲一產之頭數,

橫軸之數字,爲同系交配繼續世代數,

表示卽至後代,亦無若何繁殖力減退之傾向,

萊特 S. Wright. 在天竺鼠繼續約 20 代之最高度同系交配,於其 17 試驗區中,較對照區爲劣者多。然與其謂此爲由於同系交配之直接影響,毋寧由其試驗區間優劣之差甚顯著一點觀之,而謂其爲由於遺傳因子組合之關係。

在牛馬之育成,其行親子兄妹等極端同系交配,是爲人所熟知者。然其結果,生出傑出之名牛或名馬之例,亦有甚多。

在無脊椎動物,卡塞耳 W. E. Castle 等以果蠅繼續 59 代兄妹交配,其繁殖力最初似稍衰弱;然其後毋寧謂爲變好,其成績如次:

同系交配世代數	6-24	25-42	43-59
生殖不能個體 %	17.80	18.47	3.37

身體之大小較對照區稍小,然漸至其後代,可注目之惡影響無何增大。其他多數學者,在此蠅之試驗成績,亦大體與此一

致。

然懷特勒 D. D. Whitney 及夏耳 A. F. Shull 在輪蟲 *Hydatina senta* 實驗得同系交配，使其產卵數、成長速度、家族(羣)之大小等顯著變劣。對於此雖未給與適當說明，然恐因食物不適當或在此動物生活上不利之劣性突然變異頻繁發生，亦未可知。

復次，在植物有認為特別避免自家受精者，已如上述。在此等植物，若人為的使其以自家花粉受精，則為顯著有害。然在他方面言，原則上行自家受精之高等植物，亦決不少。例如荳科植物之全部，稻、大麥、小麥、燕麥、煙草、蕃茄等，即其例也。在此等植物，其自家受精，未觀察得有若何不良結果發生。

達爾文比較自家受精與他家受精之次代，而知大多數自家受精者較劣。然及其世代經過，在最長久繼續同系交配之甘薯 *Ipomea* 及玄參科之 *Mimulus*，其二代以後，殆不見強健性減退，只分為種種優劣系統，而優良者，在所有各點，皆較原種為優。達爾文又在如此繼續數代自家受精之植物，觀察得自家受精者，與同系統而他株交配者，其結果無差別。

由孟德爾式遺傳之見地，初在植物研究同系交配之影響者，為夏耳 G. H. Shull, 伊斯特 E. M. East, 瓊斯 D. F. Jones 等於玉蜀黍之業績。元來此作物認為自家受精致害最甚者之一。然依據此等學者之研究，誠然在最初一代或二代，受害殊甚，但其後只分離出有種種特徵之系統，而不見特別退化之

形跡。由自家受精開始至第四代，只以顯著性質言，大體已成齊一。及至第八代，其所有性質，殆皆齊一。在自家受精之子孫中，其發育甚不良或極乏繁殖力者有之，同時與此大異其趣之系統亦有之。然就全般觀之，最初數代間所出現莖長之低下，種子生產量之減少等傾向，至其後代，多為保持此種狀態。

綜合以上之敘述，同系交配之影響，大體上可分舉如次：

(a) 分離出種種特徵相異之型。在其中有形態上或生理上為優良者，亦有為劣

等者。其間差別之多少，與最初所用材料之不純性多少成比例。

(b) 在同系交配之各系統間，其變異反為增大，然在一系統內則減少。此蓋因純粹性因子增加之故。

(c) 同系交配開始之當初，出現不良之結果。此不過因生

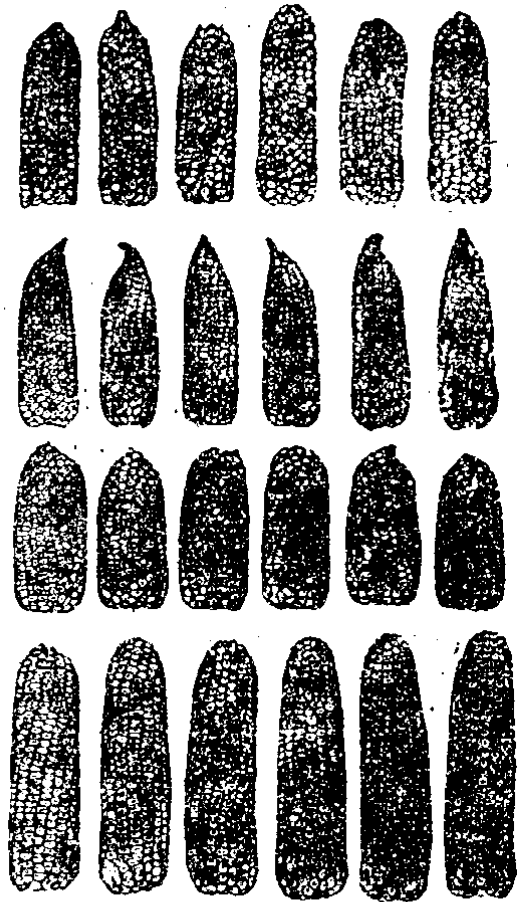


插圖 241. 同系交配玉蜀黍之穗 (East and Jones)

由同一母株自家受精而生出之四系統(第 11 代)

表示各系統間之差甚大，而同一系統內齊一程度甚高。

存上不利之劣性遺傳因子,其組合機會較多之故。

(d)大多數因子成爲純粹時,多伴有發育及強健性之低下。但此低下,至數代即達於最低限度,而其後即停止於同一程度。

(e)同系交配之影響,因生物之種類而有大差。

第一節之附註

(1)誠然所有生物皆由最初少數原始型個體漸次增殖進化而成者。故若用上述方法無限向前代溯源,其後反漸次隨代數而減少祖先個體數,若不減少而逐代增加,則31代前,已有21億。及至54代(約1900年)前,則實達18兆而爲現在全世界人口之一萬倍。此爲與事實相距甚遠,是固勿庸多論,亦即一個體之祖先系統樹,應爲二扇形而以二扇緣相互連接之形狀(菱形)。但在吾人之研究範圍,似此包括悠久歲月之問題,決不能計及如此。

(2)此式亦可書爲 $Z_n = 100 - \frac{Q_{n+1} \times 100}{P_{n+1}}$ 。

(3)其後克西惹勒斯基 Krizenecky 謂皮耳之公式,不過表示只某一代祖先之近親係數,以是殊不充分。而提倡以全祖先數爲基準之次式: $Z_n = \frac{100(P_n - Q_n)}{P_n}$ 。

P_n 爲由現在至某代祖先其無同系交配情形之祖先個體總數, Q_n 爲其間之實際祖先個體數。

第二節 異系交配及雜種強勢

Outbreeding(Exogamy)and Heterosis(Hybrid Vigor)

Bastardierung und Luxurieren der Bastarde

1. 異系交配總說

異系交配,不過與同系交配同為比較的名詞。然於此所言,非為一品種內表型之小差異有如紅花×白花者,而為敘述各別品種或變種間或異種間或異屬間,其遠血緣二個體間之交雜。

雜種較兩親之發育為旺盛,在植物及動物,自昔即已注意此現象,稱為雜種強勢。其為異系交配之一長處,自古及今,於實用上為常應用之者。又血緣過遠生物間之雜種,作生殖減退乃至不能之現象,亦為廣汎知之者,而認為異系交配之一大缺點。以上二者,是為伴隨異系交配之陰陽兩面,而因血緣之遠近及因子構造之差異如何,有種種情形。

(a)在血緣比較的近者間,可看出某種程度之雜種強勢,而生殖力完全為正常。有如家蠶之諸品種間,玉蜀黍之諸品種間之雜種,即屬於此。

(b)在異種間之雜種,身體強健而發育良好,然有完全缺乏生殖力者。馬♀×驢♂之雜種騾,及蘿蔔與甘藍之 F_1 等,即其例也。

(c)血緣過於隔絕者間之雜種,不獨生殖不能,且有身體

亦甚劣弱者。某種煙草間之雜種如 *Nicotiana Tabacum* × *N. paniculata*, *N. rustica* × *N. alata* 等者是。

又位於上述三型之中間者，尚甚多。

2. 雜種強勢

孟德爾以前之業蹟姑不論，即孟德爾自身在品種間雜種亦觀察得之。亦即莖長相異者間之雜種，如1尺×6尺之 F_1 ，皆達於 $6-7\frac{1}{2}$ 尺，非為例外。

第一先敘述比較的近緣者間之雜種強勢。蠶之異品種間之 F_1 ，較兩親之任一者皆強健而發育迅速齊一，繭層率及絲量多，桑葉利用率大，其在經濟上為有利，是蓋一般知之者。在歐洲已於前世紀之後半，在日本已於大正（1912—1926）初期以來，為一般養蠶家所利用。鷄之雜種之強健，亦為確實。特別有趣者，即在同種或同品種中，以及各別行極端同系交配者之二系統相交雜，則有殊為顯著之強勢出現。例如以果蠅之長久繼續兄妹交配二各別系統相交雜，則出現殊為顯著之優良結果（繁殖力及強健性之增進等）。在蠶亦觀察得同樣事實。特別在玉蜀黍可以觀察得適當之例。由於同系交配而生出之極貧弱二系統，其交雜第一代之莖長及穗長，皆甚美滿。種子之收穫，達於兩親之180%。達爾文謂‘同系交配之惡影響，因其徐徐累積，故不易發見。反之，異系交配之好影響，為急速而明瞭出現。然同系交配之利益，有時補償其強健性之若干低下而有餘’，誠為至言。

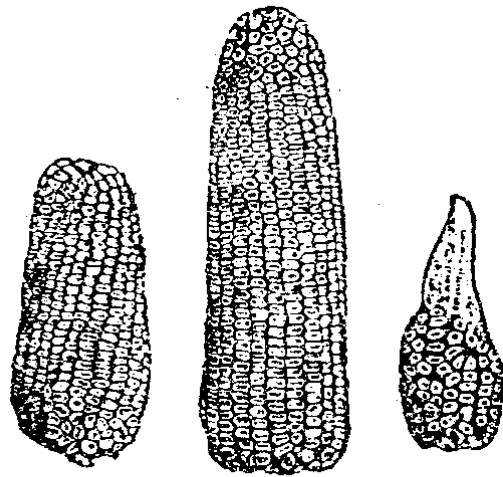


插圖242. 玉蜀黍異系交配之結果(East and Jones)
兩邊爲各別繼續六代自家受精之系統，
中央爲此二者之 F_1 ，

又玉蜀黍之品種間雜種，若與純粹種比較，則莖較高而穗較長，種子粒數亦較豐富，特別有趣味者，若以自家之花粉與他株之花粉混合而施於雌穗，使同一穗中生出自家受精之種子及他家受精之種子，前已敘述，由於直接感應現象之故，花粉之影響，立即於當代種子之胚乳出現，以是得知他家受精種子，較自家受精種子之平均重量重3—21%，成熟較早而生存力亦強，發芽率多16%，成長亦較迅速。(G. N. Collins and J. H. Kempton, 1913)。苛林斯 G. N. Collins 謂單只遠離地方出產玉蜀黍間之交雜，亦可以大增加其收穫。

若舉變種間交雜之一例言之，在圓葉煙葉之二變種間相交雜如 *Nicotiana rustica-brazilica* × *N. r. Scabra*，其 F_1 較兩親之任一者爲高。

在異種間之雜種，即所謂種間雜種 Species hybrid, inter-

specific, 其雜種強勢之例頗多。此等中,伴有生殖力減退者為多。此有趣味現象,表示體細胞與性細胞之發育,至某種程度為無關係。

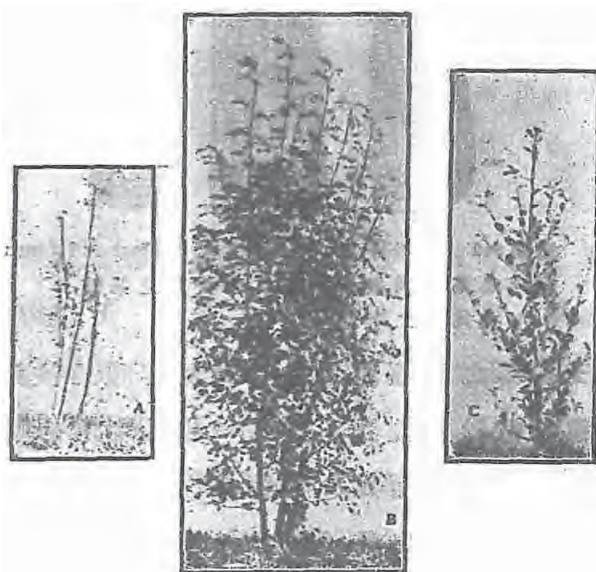


插圖243. 野槐 *Sorbus* 之種間雜種 (Baur)

A: *S. aucuparia* B: F_1 (A♀ × C♂) C: *S. aria*

A 及 C 為自家受精所生之植物,以上三株,皆為播種後經過五年而繪為在同一環境生成者。

屬於落葉喬木之野槐 *Sorbus*, 其種間雜種 *S. aucuparia* × *S. aria* 之發育旺盛,殊為可驚。然全部皆為不稔性,煙草之種間雜種如 *Nicotiana sylvestris* 與 *N. Tabacum angustifolia* 之 F_1 , 亦成長甚大,而枝或葉或花之形態,無論以何者為母株,皆常似 *N. Tabacum angustifolia*。若以此 F_1 與 *N. sylvestris* 行退交雜,則其次代之相似於 *N. sylvestris* 者,約 10%, 其他為異常型而大

部份爲不稔性。反之，以 F_1 與普通之煙草行退交雜，則殆全部相似 *N. Tabacum angustifolia* 而難認出 *N. sylvestris* 之痕跡，且殆有完全生殖力。

在美國有稱爲‘詹姆士 James 河胡桃’之大樹者，高有 166 尺，幹之直徑達 31 尺，而此樹謂由於波斯胡桃與美國普通之牛油胡桃 butternut 之自然雜種，又前所言及之蘿蔔與甘藍之屬間雜種(參考本節

1 之 b 及第四節 4 之 c)，雖殆爲不稔性，然發育極旺盛，高達一丈以上。

牝馬與牡驢之 F_1 ，爲騾 mule; Maulesel, 其身體之大小雖不及馬，然體質強健，耐粗食而力強，在滿洲等氣候苦寒地方供勞役用，最爲便利。上述之反對交雜，其 F_1 稱爲駃騠 hinny, 亦仍體質強健，然皆殆無生殖力。

格耳希勒耳 M.W. Gerschler 謂鯉科魚類

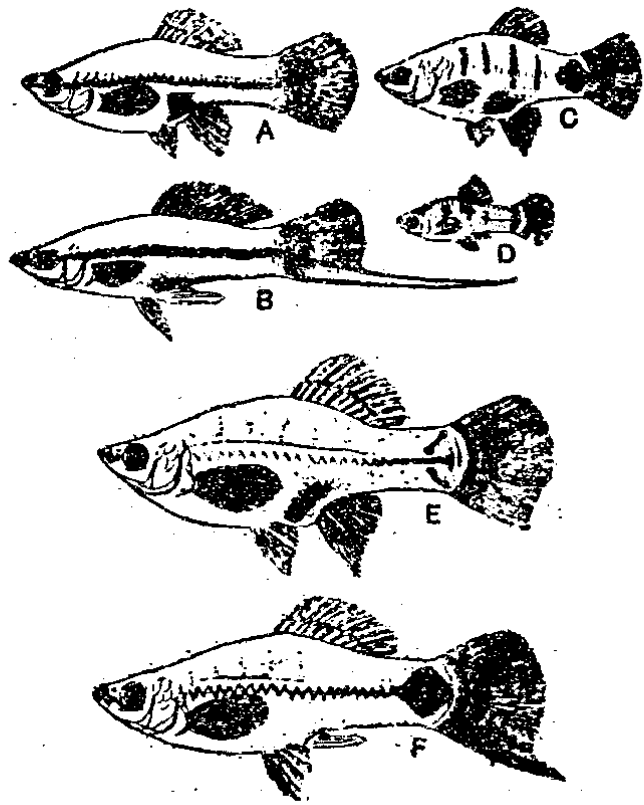


插圖 244. 鯉科魚類之屬間雜種(Gerschler)

- A: *Xiphophorus strigatus* ♀
- B: 同上 ♂
- C: *Platypoecilus maculatus* ♀
- D: 同上 ♂
- E: A×D 之 F_1 ♀
- F: A×D 之 F_1 ♂

以上皆爲同一比例之縮小

之屬間雜種,不僅其 F_1 頗為大形,且♀♂皆生殖可能而可生出 F_2 及 FR_1 ($F_1 \times P_1$ 之次代)。

天竺鼠 *Cavia cobaya* 之野生型 *C. cutleri* 甚為小形,然兩者間之 F_1 ,較大形之天竺鼠親發育遙為強盛(插圖 245)。

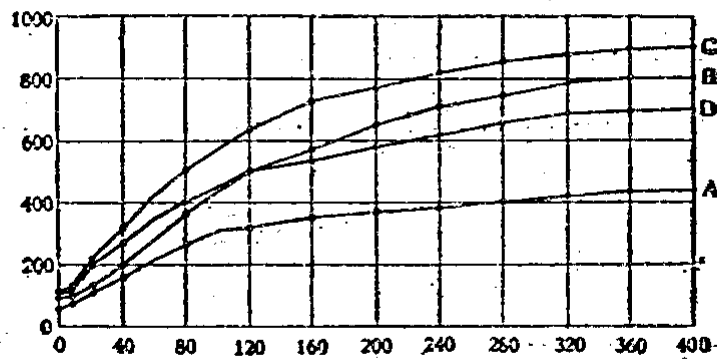


插圖 245. 天竺鼠之種間雜種發育曲線(Castle)

縱軸之數字為體重,以格蘭姆(g)表示者,

橫軸之數字,為生出後經過日數,

A: 野生天竺鼠♂

B: 飼養天竺鼠♂

C: F_1 ♂

D: F_2 ♂

若將雜種強勢之原因思之,即在於雜種性之刺激與因子之補充二者。雜種性 *germinal heterogeneity* 促進細胞之生理作用,若由為使卵發育必須有多少性質相異之核物質即精蟲核之侵入一事實觀之,即可明瞭。同一核內有多少因子相異,當較只有同種類遺傳因子對於細胞發育之刺激為多。

復次,因子之補充者,例如有促進發育之 A、B、C、D 四種因子,若異系統生物之留有 *AbCd* 因子構造,乙有 *aBcD*, 則因兩者交雜,生出 *AaBbCcDd* 個體。故此個體之發育,由因子構造言,其較兩親之任一者皆旺盛,毫無足怪。

因子補充之實例甚多,茲舉其一例言之。克拍耳及拍流 F. Keeble and C. Pellew, 1910 將豌豆之二品種(莖長皆為 5-6 尺者)相交雜,其 F_1 較任一親高約二尺(即 7-8 尺),其 F_2 分離出與 F_1 同一高度者,及與一親相等者(莖粗而節間短者),及與他親相等者(莖細而節間長者),及較兩親皆短者(矮生)四型為 9:3:3:1 之比。此蓋因使節間數多之因子及使節間長之因子,由兩親匯來,以其相互作用,故 F_1 之莖變高。

3. 雜種弱勢

在種間雜種,其強健性及身體之大小皆較親代為劣者,雖比較的稀少,然亦有之。如普通之煙草與 *N. Paniculata* 之雜種及圓葉煙草 *N. rustica* 與宿根煙草 *N. alata* 之雜種,皆甚虛弱,或在開花前枯死,或雖至開花期而成長緩慢較兩親之任一者皆小(E. M. East and H. K. Hayes)。

雜種弱勢之更甚者,其雜種在胚子之狀態即已死亡。例如蛙與蟾蜍之 F_1 , 在腸胚期 gastrula 即已死亡。赫耳特維希 兄妹 G. u. P. Hertwig 所研究之魚類屬間雜種 *Crenilabrus* × *Gobius*, 大部份在胚胞期 blastula 死亡,少數變成幼魚後死亡。海胆之屬間雜種,亦同樣以腸胚告終。費德耳勒 H. Federley 謂在蛾類之種間雜種,胚子最初為正常發育,然至某時期,突然殆一齊死亡。

在植物,如剪秋羅類之種間雜種 *Melandrium album* × *M. nocitflorum*, 在結實後約第八日之胚子時代死亡。若以蕁麻

之一種名 *Urtica urens* 者之花粉使狗爪藤 *Humulus lupulus* 受精,則殊困難達到種子成熟,且即於此狀態死亡。

生出劣弱雜種者,仍表示在某種程度之血緣相近,若至血緣更遠者,則完全不能生出雜種。

第三節 生殖減退及生殖不能

Partial Sterility and Total Sterility

關於此有種種原因及種種程度。

1. 交雜生殖減退 Cross-sterility

在異種或異屬間之雜種,發生生殖減退至於生殖不能之若干情形,已如上述。茲再舉數例如次。先由動物言之,果蠅屬之蠅,約 200 種之多數,然其種間雜種,全部無生殖力。在鳥



插圖 246. 白鷺鷥及其雜種(原圖)

左: 白鷺鷥

右: 鷄

中: 兩者之 F_1 (立於木上者為 F_1 雄, 右下角只現出頭部者為 F_1 雌)

皆為瀋陽市外雜種水族館所出產而現在飼養中。

類,因其交尾器簡單,可以相當自由行異種間之交雜,特別如坡耳 H. Poll 曾獲得多數種間雜種。然此等雌雄皆生殖不能,殆無例外。家雞 × 雉,雉 × 白鷓,雉 × 錦雞,白鷓 × 錦雞,孔雀 × 珠雞,白鷺 × 鷓鴣等即其例也。

亨斯勒耳 H. Henseler 謂在哺乳動物之虎 × 獅之 F_1 ,無生殖力,騾亦為同樣,然間有生殖可能者存在。

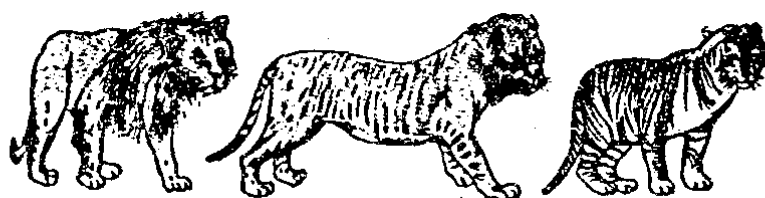


插圖 247. 獅與虎之雜種(依據 Przibram)

左: 獅 中: F_1 右: 虎

此 F_1 ,在德國之海京伯 Hagenbeck 動物園,曾生出多數次。

在植物,如石楠屬 *Rhododendron*、柳葉菜屬 *Epilobium*、仙人掌科之 *Cereus* 屬等之某式種間雜種,有完全不出現開花之傾向。瓜科或秋海棠科之種間雜種,雖生花蕾,然不至開花即零落。藥木 *Berberis vulgaris* × 老鼠之刺 *Mahonia japonica* 之 F_1 ,亦同樣,或完全不開花,或生少數花而不實。

由於交雜之生殖減退,有雌雄相異其程度者。例如天竺鼠屬之種間雜種 *Cavia porcellus* × *C. rufescens*, 其 F_1 雄生殖不能,而雌則可能。若依據德特勒扶生 J. A. Detlefsen 之研究,此 F_1 雌之生殖力為完全。若與天竺鼠 *C. porcellus* 行退交雜,其最初之雄性子孫,尚缺乏生殖力。然繼續行若干代退交雜,則生殖可能雄之比例,漸次增加及至 F_7 ,至於雄之 73.3% 有生

殖力。又普通之牛 *Bos taurus* × 羣牛 (yak) *Bibos grunniens*,
gayal 牛 *Bibos frontalis* × gaur 牛 *Bibos gaurus*, 野牛 *Bison americana-*
nus × 牛 等種間雜種之 F_1 合, 皆無生殖力, 然雌則生殖可能。

在植物, 小麥 ♀ × 黑麥 ♂ 之 F_1 ,
雄為生殖不能, 而雌為可能。又黑麥
♀ × 小麥 ♂ 一交雜, 常不成功。如上
所述, 由於雌雄而繁殖力有差別之
情形, 多為雄者生殖不能而雌者可
能, 然亦有與此為正反對之情形。例
如在金魚草之種間雜種 *Antirrhin-*
um majus × *A. siculum*, 其胚珠完全不
受精, 然花粉有一部份受精力, 而可
與兩親之一行退交雜。



2. 自家生殖減退 Self-sterility, Self-incompatibility

此又稱為自家不稔, 自家不受
精或自家不調和⁽¹⁾。主要為植物觀
察得之現象。

插圖 248. 小麥與黑麥之雜種
(Jesenko)

左: 小麥 右: 黑麥
中: F_1 (小麥♀ × 黑麥♂)

此現象在植物界廣汎分佈, 若將其主要者列舉之, 有蘋
菓、梨、李、櫻桃、無花果、葡萄、楊梅、苦扁桃 *Prunus amygdalus*, *Ver-*
bascum, 煙草、金魚草、*Petunia*, *Linaria*, 苦蕒菜 *Cichorium*, *Hippe-*
astrum, *Amaryllis*, *Gladiolus*, 鳳仙花 *Impatiens* *Balsamina*, *Diant-*

hus caryophyllus (carnation), 桔梗、虞美人、*Senecio cruentus*, 向日葵、櫻草, *Dahlia*, 亞麻、蘭等數十科之多。然此等不一定完全自家不稔。例如蘋果及其他果樹, 由於品種不同而有自家不稔者及非然者。又自家不稔之程度亦有種種。有為自花之花粉雖不受精, 然同株之他花粉則可使之受精(隣花受精)。有為非別株之花粉不能受精。又有即為別一株, 而其最初為由同一母株之無性繁殖分枝羣 clone 者, 其個體間之花粉不生效, 然



插圖 249. 西洋李之不調和(Sutton)

此樹為全樹開花之 Jefferson 種西洋李, 其上部各枝, 為以 Coe's Golden Drop 種, Coe's Violet 種及自家花粉授粉者, 皆完全不結果實。只最下一枝, 為以 Pond's Seedling 品種之花粉授粉者, 獨得結實累累。

屬於同品種之別一系統之花粉,可使受精,更有甚者,爲若非相異品種之花粉不能結實。薩同女士 I. Sutton 在李,櫻桃及蘋果,其實驗結果如次:

果樹之種類	自家不結果 之品種數	部分的 結果之 品種數	自家不 結果之 品種數	自家結 果之 品種數
西洋李	16		5	18
櫻桃	17		2	3
蘋果	8		10	16

在梅恩 Maine 農事試驗場調查 119 品種蘋果,得其自家受精而結實者,只 42 品種,而其大小及品質可以供諸市場者,僅不過 15 品種而已。

自家不調和之程度,受環境之影響相當顯著。達爾文證明罌粟科之 *Eschscholtzia californica*, 在巴西者,由於自家花粉,完全不生種子,而由於他株之花粉,則可完全受精;然在英國者,則完全自家調和,及由兩地間行種子交換,移至巴西者,在其初年已出現相當自家不調和之傾向,又移至英國者,自家受精,生出少數種子。此當因完全由於環境,特別因溫度之影響。苧麻 *Abutilon* 亦似有同樣現象。

伊斯特及拔耳克 E. M. East and J. R. Park, 1917 行精密實驗之結果,知使植物變衰弱之環境,可以緩和自家不調和之程度,因而以自家花粉,可使生出若干種子。並稱此爲偽自家調和 pseudo-self-fertility。多數學者在玄參及金魚草屬之諸種,又往昔達爾文在龍鬚藤 *Bauhinia Championi*, 謂在花期

之近終末其勢力衰弱時,可以觀察得同樣之偽自家調和。安田(1930)發見⁽²⁾*Petunia* 為嚴格之不調和性,即變化環境條件,亦不易使其自家受精。然在蓓蕾時,若以同株之他花花粉施之,則相當美滿受精。又及其老衰時,自家受精力變大,然若用插木法而使返老還童,則又成自家不受精。

3. 生殖減退與分類上之位置

起因於交雜之生殖力減退程度,大體上與血緣之遠近有關係,是為一般知之者。分類學者中,甚至有人主張相互交雜而能生出有生殖力之子孫者,不能認為別種。然在實際上,此原則不甚正確適合。有在分類上比較的近緣者間,生出完全無生殖力之次代者,又或有即在別屬生物間,亦生出多少有生殖力之次代者。是否可以雜種之生殖力如何為標準而訂正分類上之位置,尚為將來之研究題目。

金魚草屬之二種即 *A. majus* 與 *A. Molle* 之 F_1 , 有完全生殖力。特別如 *A. molle* 因自家不調和,故若以自花之花粉與異種之花粉混合授粉,則次代只生出雜種。煙草屬之種間雜種,有種種程度之生殖力如次:

交雜之種類	F_1 之生殖力
<i>Nicotiana alata</i> × <i>N. Langsdorffii</i>	完全
<i>N. paniculata</i> × <i>N. rustica</i>	♀♂皆稍有生殖力
<i>N. Tabacum</i> × <i>N. sylvestris</i>	花粉生殖不能 卵細胞一部份生殖可能

又如在動物,魚類之屬間雜種多少有生殖力,已如前述,然在鯉與金魚或鮒之屬間雜種,則有生殖力(石原操,1929),鼬鼠 *Mustela putorius* 與貂鼠 *Martes furo*, 雖為各別一屬,然生出有完全生殖力之雜種。

在種間雜種或屬間雜種之生殖減退之例,前已敘述,茲不再贅。

4. 生殖減退與雌雄蕊異長

雌雄蕊異長 heterostylism 者,為在同種植物,由於系統相異而有或為雌蕊長而雄蕊短,或為雌蕊短而雄蕊長之現象,在櫻草屬 *Primula* 之各種,亞麻屬 *Linum*、葳靈仙 *Veronica*、睡菜 *Menyanthes* 等,已知有多數如此例,自達爾文 C. Darwin 起以及多數學者之研究,已闡明此特性與不稔性有關係,即若以

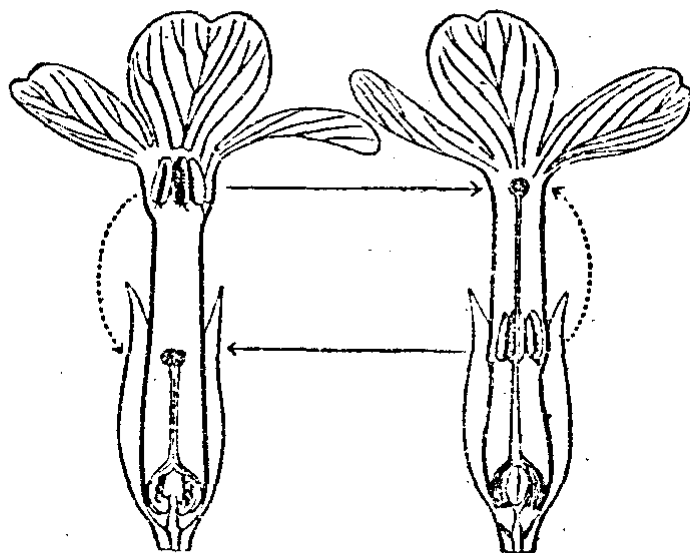


插圖 250. 櫻草之雌雄蕊異長 (Darwin)

左: 短雌蕊長雄蕊之花 右: 長雌蕊短雄蕊之花
實線之方向為受精可能,虛線之方向為受精不可能。

長雄蕊之花粉施於長雌蕊,亦即所謂行正授粉 homomorphous or legitimate combination, 則美滿生出種子。又短雌雄蕊間,亦為同樣。然若以長雄蕊之花粉施於短雌蕊,或短雄蕊之花粉施於長雌蕊,即所謂行不正授粉 heteromorphous or illegitimate c., 則完全或大部分為不稔。

5. 生殖減退之原因

A. 交雜生殖減退 此原因為比較的簡單。次節即將敘述異種或異屬生物,不僅由核學言其相互之基本染色體 Genom 相異,即其細胞質特性 Plasmon 亦相異。以是在此等特性過於隔離之生物間行雜種,其核或細胞之分裂,不能正常進行,因之不能形成完全性細胞。此即生殖減退以至生殖不能之原因。

B. 自家不調和 對於此有種種學說。

(a) 岳斯特 L. Jost 繼承 達爾文 之學說,且更進一步認為各個體有多少各相異之個體物質 Individualstoffe,而自己之個體物質,可以抑制花粉管之成長。

(b) 苛倫斯 C. Correns 謂自家不調和,當因有遺傳性,由於系統不同,即有性質相異之系統物質 Linienstoffe, 此即妨害花粉之發芽成長者。伊斯特及拔耳克亦謂有相同因子構造之個體,當因其花粉與胚珠之相互生理反應為相同,故其相互間無受精能力。

(c) 安田主張自家不調和,大體上可認為遺傳的關係,同

時各個體之妨害自家花粉成長花粉管之系統物質,其由子房分泌者,可於雌蕊換接法實驗證明。且此有害物質形成之分量,由於種種條件可以變化之。

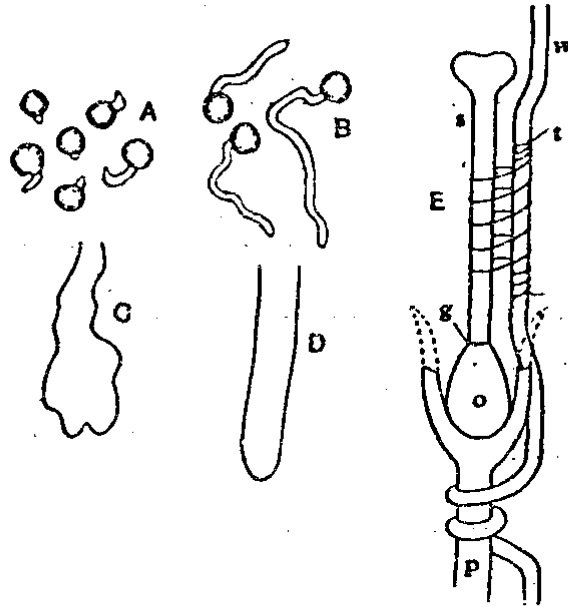


插圖 251. *Petunia* 之花粉成長及雌蕊之換接(安田)

- A: 在加以同花之花柱組織液之蔗糖液中,花粉管之成長,
 B: 在加以他系花柱組織液之蔗糖液中,花粉管之成長,
 C: 在同花之花柱內,花粉管之尖端,
 D: 在他系花柱內,花粉管之尖端,
 E: 雌蕊換接之手術,

g: gelatine o: 子房 p: 花梗
 s: 他系之雌蕊 t: 蜘蛛之絲 w: 金屬絲

C. 生殖不能因子 在果蠅有多數種種程度生殖減退之因子,其中有伴有形態的特徵者,有不相伴者。又有對於雌雄為平等作用者,有依其性別而程度相異者。例如痕跡翅 rudimentary 之某複對因子,對於雄之生殖力無若何妨害,然使雌殆完全生殖不能。又融合翅脈 fused 亦同為位於 X 染色體

之劣性因子,而使二條翅脈合而為一者。且此變異型之雄,其生殖力無若何異狀,而雌則缺乏生殖力。果蠅屬之另一種名 *D. hydei* 者,具有一優性因子 Twisted 之雌為正常,而雄則完全生殖不能。

短角牛 Shorthorn 之一優良系名 Bates' Duchess 者,因其同系交配而繁殖率低下,然除此關係以外,若將其八代系統表觀之,可知此系之牝之約一半,完全生殖不能,而他一半為可能。此恐因有妨害牝之生殖之某種孟德爾因子存在。若努力行他系交配,此不良因子,應可於某時期淘汰除去。然因繼續行同系交配,故存留於本系統內。

6. 生殖減退性之遺傳

由於交雜之生殖減退與自家不調和,一見如大相異,然深思之,則不一定如此,二者皆為遺傳的性質一點,為相互一致。但前者除由於遺傳因子外,尚有起因於細胞質特性者,而後者則主要由於遺傳因子,只此相異。關於細胞質特性者;容於後文敘述,於此只敘述遺傳因子之行動。

伊斯特及拔耳克謂煙草屬之某二種如 *Nicotiana forgetiana* 及 *N. alata*, 除開花期之末期外,自家受精,皆殆不生種子。然若為他株之花粉,則完全受精。此兩者之 F_1 性強健而較兩親之平均莖長高約 25%, 花之色及大小皆甚齊一,但為全部自家不稔,須與其他 F_1 株間行授粉,乃生多數種子。在 F_2 及 F_3 , 不僅全部植物為自家不稔,且有 2-5% 個體,即與他株間行

授粉,亦不受精。似此繼續兄妹交配至五代,他家不受精個體之比率,漸次增加至26%。其說明當認此植物之與受精有關係範圍內同一因子構造之個體間,不能受精。又由於高度同系交配,雖株相別,而因子完全相等者,漸次增加,是為其原因。又在此情形,決定他家受精之能否者,為各植物體之因子構造,而非性細胞所含之因子,以是同一株之性細胞,完全作一致行動。若假定一方面原種之因子為 $AA'BB'CC'$,他方面原種為 $A''A'''B''B'''C''C'''$,而 A, A', A'', A''' 相互為複對因子,又 B 及 C 為同樣。且此植物至少須有此三複對因子羣之一為相異,乃能他家受精,則伊斯特等所得之結果,即能美滿說明⁽³⁾。

梯崎(1929)在甘藍之一品種名 *Succession* 者,關於其稔性,區別為 A, B, C, D, E 五階級型。而觀察得 A, B, C 各型,為自家不稔,而各型間為可稔⁽⁴⁾。 D 與 E 為自家可稔,而兩者間為不稔。又 A, B, C 對 D, E 二羣間,為可稔等現象,其說明謂若假定 S_1, S_2, S_3 三對因子,有相同因子構造時,即阻止花粉管之發育(例如有 S_1, S_2 因子構造之植物,不許 S_3 以外之花粉發育),有 T_1, T_2 相對因子為相同因子構造者,使花粉之發育為可能,則 S 對 T 為上位,然一 S 對二 T 為下位,又若上述之五階級型為 $A=S_1, S_1, T_1, T_2$, $B=S_2, S_2, T_1, T_2$, $C=S_1, S_2, T_1, T_2$, $D=S_1, S_3, T_1, T_2$, $E=S_1, S_3, T_1, T_2$, 則可能理解。

復次,若將煙草之自家可稔者與自家不稔品種之交雜結果敘述之,則 F_1 為全部自家可稔, F_2 分離出自家可稔3:自

家不稔 1 之單因子雜種比例。然由於系統不同，而亦有較此作稍複雜之比者。又普通之金魚草 *A. majus* 為自家可稔，而 *A. molle* 為自家不稔。此兩者之 F_1 為自家可稔，在 F_2 明瞭分離出可稔 15:不稔 1 之比 (Baur)。亦即在此等情形，自家可稔者為優性。

若生殖減退可以遺傳因子說明，由高度之自家不稔個體以育成自家可稔個體非為絕望，當自明瞭。例如洛夫及克來格 H. H. Love and W. F. Craig, 1919 之實驗，雖小麥與黑麥之 F_1 原為殆完全自家不稔，但此次生出唯一個以自家花粉受精之種子。 F_2 亦只生出一粒種子。然至 F_3 ，則生出多數種子。及至 F_4 ，則獲得種種穗之形態及稔性之多數植物。

7. 致死因子與生殖減退之區別

關於某種致死因子成為純型之個體，在胚子時代或發芽後即死亡，其在植物已報告有多數實例。然其與本節所述之生殖減退現象，應鮮明區別。蓋以於此所述之生殖減退者，為具有某一定因子構造之個體相互間之關係，而不問各性細胞所含因子種類為何。然在實際上，因致死因子而使胚子或性細胞之一部分死亡之情形，亦常有稱以生殖減退 sterility 之名者。故讀者無論其稱呼之如何，須將此兩者區別而理解之。例如石川 (1927) 在稻發見高度不稔 sterile，半不稔 semi-sterile 及部份不稔 partial-sterile 三種不稔系。並證明高度不稔者有使種子退化之一個性細胞致死因子；一部份不稔者，

起因於左右雌及雄性細胞之受精力之一個不稔因子(5)存在;半不稔者,關係於A及B二因子,無論雌或雄性細胞,AB及ab皆致死,只Ab及aB生存。

第三節之附註

(1) 瓊斯 D. F. Jones 謂性器官及性細胞完全發育,只在某特定交配不受精者,為不調和 incompatibility. 性器官或性細胞之異常或不發達因而不生種子者,為性的不能 impotence. 此兩者合併,乃稱為遺傳的生殖減退 hereditary sterility. 然在實際上,此等名詞之使用區別,似未為正確。

(2) 伊斯特及曼格耳斯朵耳夫 E. M. East and A. J. Mangelsdorf, 1926 在煙草之自家不受精者,在開花三日前授粉,即可容易使其結實。

(3) 若依據此理論,則無論如何繼續同系交配,他家不受精之比率,不能多於50%。成為此50%者,為 $AA \times AA'$, $A''A'' \times A''A''$ 或相類似組合時。

(4) 若依據 伊斯特等之表示法,則為 intra-class sterile, inter-class fertile.

(5) 此似為與其謂左右受精之能否,毋寧認為使受精所生之胚子早期死亡之個體致死因子。

第四節 種間雜種之遺傳與染色體

Heredity and Chromosomes in Interspecific Hybrids

異種生物交雜所生之 F_1 ，綜括言之，多出現兩親之中間性質，然亦有作偏於父或母之性質而頗為複雜者。

1. 作明瞭孟德爾式分離之情形

金魚草之普通種 *Antirrhinum majus* 與 *A. molle*，相當多數性質為鮮明相異，確可認為各別一種。其 F_1 之花之大小及形狀，葉之形狀，莖之高度，細毛及其他，皆為兩者之中間。又無論以任一種為母株，其結果皆相同。在 *A. majus* 有筒形花之品種，其與 *A. molle* 唇形花交雜之 F_1 ，為唇形花，此與 *A. majus* 中之筒形與唇形之 F_1 ，無稍不同。在其 F_2 ，除分離出與兩親同型者及 F_1 型者外，尚多少有新表型(例如在花形)出現。此外從來在 *A. majus* 之變種間所確定之多數劣性因子，其相對優性因子，悉存在於 *A. molle*，以是在其 F_2 ，此等相對因子，各分離出 3:1 之比。

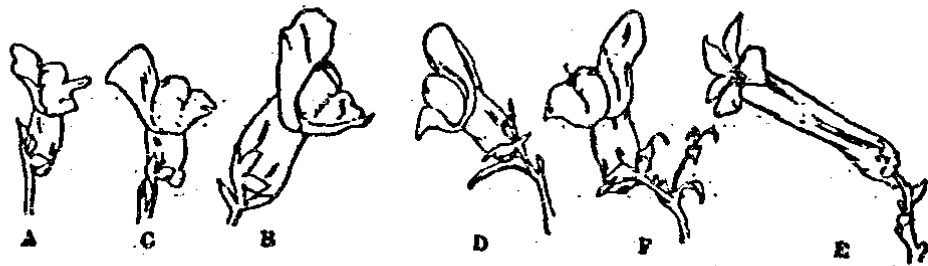


插圖 252. 金魚草種間雜種之分離遺傳(Baur)

- A: *Antirrhinum molle*
- B: *A. majus* (花較 *A. molle* 者約大三倍)
- C: 以上二種之 F_1
- D: *A. molle*
- E: *A. majus* (筒形)
- F: 以上二種之 F_1

同樣之單純孟德爾式分離，在 *A. majus* 與其他多數金魚草之野生種間之雜種，煙草屬之種間雜種 *Nicotiana Lan-*

gsdorffi × *N. alata*, 荷蘭瞿麥 carnation 之種間雜種 *Dianthus Armeria* × *D. deltoides* 等, 亦觀察得之, 如羅丁 Ch. Naudin 在前世紀之中葉, 已在玄參科之 *Linaria* 種間雜種 *L. vulgaris* × *L. purpurea*, 注意其發生分離現象, 只未注意其法則。

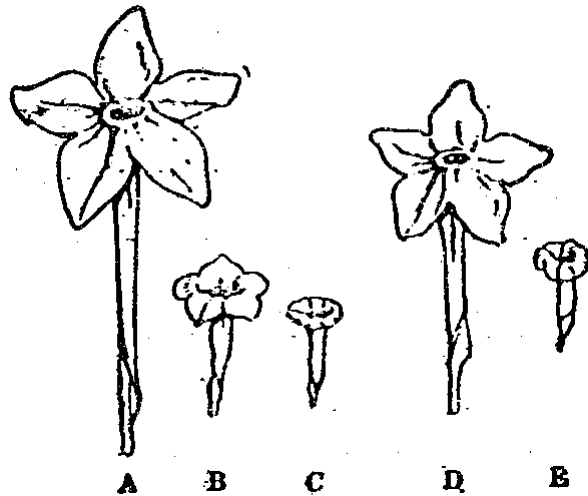


插圖 253. 煙草種間雜種之分離遺傳 (East)

A: *Nicotiana Langsdorffi* B: AC 二種間之雜種
C: *N. alata* D, E: 在 F_2 出現之原種型

2. 作不明瞭孟德爾式分離之情形

從來多相信在種間雜種, F_1 出現兩親之中間性質, F_2 以後亦同樣止於中間型而不分離, 然此殊為大可懷疑者。蓋因異種生物, 常為有非常多數因子相異, 故在 F_2 代, 非觀察至數十個體, 不能斷定是否真有分離發生。特別在相異因子多而表型之差異少之情形, 其判斷更為困難。實際上, 種間雜種之大多數, 因生殖力減退, 故所得子孫數常為甚少, 以是一見宛如不分離。縱令因染色體不接合而不能行正常孟德爾式分離, 然因若干染色體趨向一極, 而殘餘染色體趨向另一極, 亦

當然有某種程度之性質分離發生。

3. 相反交雜與細胞質特性

伊斯特及曼格耳斯朵耳夫 E. M. East and A. J. Mangelsdorf, 1926 在煙草之自家不稔二種間之雜種 *N. alata grandiflora* × *N. forgetiana* 證明其有 S_1, S_2, S_3 三個自家不稔因子, 構成一複對因子羣。在 $S_1 S_2$ ♀ × $S_1 S_3$ ♂ 生出 $S_1 S_2$ 及 $S_2 S_3$ 二種次代植物, 然在 $S_1 S_3$ ♀ × $S_1 S_2$ ♂ 則生出 $S_1 S_2$ 及 $S_2 S_3$ 二種。在與此類似之其他交雜, 亦為同樣, 在其相反交雜所生次代植物之因子構造相異。

若依據維特斯太恩 F. V. Wettstein 之研究, 蘚類之一種名 *Funaria hygrometrica* (以下以 hy 表示之) 者與另一種名 *F. mediterranea* (以下用 me 表示之) 者, 容易交雜而生出有完全生殖力之雜種。然由於 $hy♀ × me♂$ 者, 其孢子囊頗近於 hy, 而由於

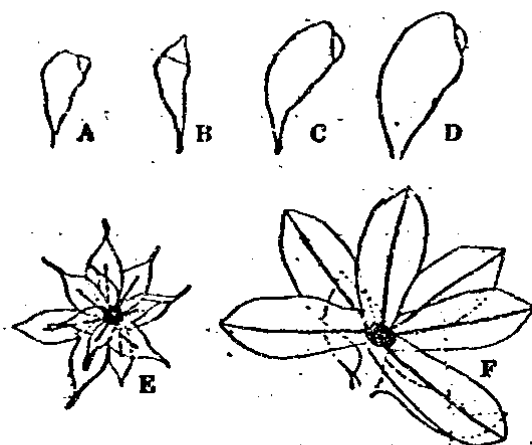


插圖 254. *Funaria* 種間雜種之相反交雜結果(Wettstein)

A-D: 孢子囊

E-F: 配偶體之葉

A, E: *F. mediterranea*

D, F: *F. hygrometrica*

B: ($me♀ × hy♂$) F_1

C: ($hy♀ × me♂$) F_1

me♀ × hy♂ 者，則其孢子囊大似 me。換言之，此為偏母遺傳 matroclinous i.。又 F₁ 之孢子及原絲體所生出之植物，雖其葉形顯著出現分離，然由 hy♀ × me♂ 生出者，大體上近於 hy，而其相反交雜者近於 me。

柳葉菜屬 *Epilobium* 之 *E. parviflorum* 或 *E. hirsutum* 與其他種類間之雜種，明瞭作偏母遺傳。又在其相反雜種，葉之大小、花瓣、花粉囊、枝式，特別如其主幹頂端之直立或垂下等諸點，出現全然相反之性質。然比較的為近緣之 *E. parviflorum* 與 *E. hirsutum* 相互間之相反雜種，則殆無差別。又 *E. parviflorum* ♀ × *E. roseum* ♂ 之 F₁，花瓣與花粉囊皆甚小而為完全不稔性。然其反對交雜之 F₁，花瓣與花粉囊皆甚大而為可稔性。又臺灣柳葉菜之由於系統不同，而如上述相反雜種，有種種相異程度，而非為一定。

美國耬斗菜 *Aquilegia vulgare* 與黃花耬斗菜 *A. crysantha* 之 F₁，多數性質為偏母性，F₂ 之分離狀態，亦與上述情形相同。其他如月見草之某種間雜種 *Oe. Hookeri* × *Oe. purpurata*，亦與其相反交雜之結果不相等。紫花毛地黃 *Digitalis purpurea* 與黃花毛地黃 *D. lutea* 之雜種，亦同樣鮮明為偏母遺傳。反之，月見草之某種間雜種 *Oe. biennis* × *Oe. muricata*，則常近似父親，即所謂偏父遺傳 patroclinous i.

如上所述在相反交雜生出相異之 F₁，試問究為何故。關於 F₁ 之核，A♀ × B♂ 與 B♀ × A♂，應為同一⁽¹⁾。相異者，只其細

胞質。在受精中，雄性細胞殆不伴有父方之細胞質，又即令多少伴隨有之，但若與卵細胞之細胞質相比較，不過為不足介意之少量而已。換言之， $A♀ \times B♂$ 之 F_1 ，主要有 A 種之細胞質，而 $B♀ \times A♂$ 之 F_1 ，應主要承受 B 種之細胞質。此種差異，即使相反交雜之結果相異之主因，此異種類或異品種間之細胞質的特性，稱為細胞質特性 Plasmon。

用作交雜二種類之細胞質特性相差愈大，則相反交雜結果之差異亦應愈大。維特斯太恩 以前述之 *Funaria hygrometrica* 與另一種蘚類名 *Physcomitrium* 者相交雜，其 F_1 之孢子體，殆完全與母同型。 F_1 之苔蘚植物，僅 0.1% 左右生存，而此殘存者，殆皆與母體無異。又 哈耳德耳 R. Harder 在擔子菌之一種名 *Pholiota mutabilis* 者之 A 及 B 二品種間，行單數菌絲 Haplo-Myzel 接合使成倍數菌絲 Diplo-Myzel 後，再使核復歸於單數，亦即此菌絲之細胞質特性為 A、B 二品種之混合，只有核為 A 或 B。如此核雖相同，而細胞質特性則相異，以是種種性質出現中間性。

如前所述，即在種間雜種，亦有為普通之孟德爾式遺傳者。然此等情形，因其兩種之細胞質特性略為相同，只其因子構造相異而已。反之，相反交雜種出現不等結果如本項所述之情形，除有如月見草等基於致死因子作用有性的差異者外，大概認為由於細胞質特性之相異亦可。

4. 種間雜種與染色體

A. 近緣種之染色體及含有因子之比較 比較的為近緣種類之生物,不僅其表面的性質相互近似,其染色體構成 chromosome complex, 亦大相近似。例如果蠅近緣種之染色體以數言,雖有 $n=3, n=4, n=5, n=6$ 等差異,又大小及形狀亦相當不同,然若比較對照觀之,即可知某染色體為橫斷,某為若干縮小或消滅等關係。

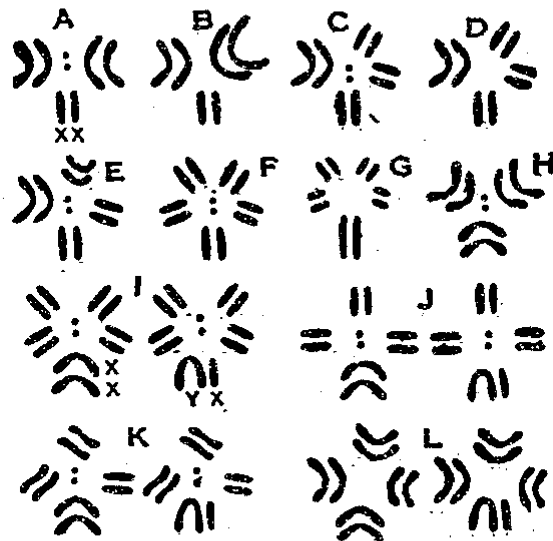


插圖 255. 果蠅之近緣種(包含異屬若干種)之染色體(Morgan)

- A: *Drosophila melanogaster* (果蠅), *D. simulans*, *D. busckii* 等
 B: *D. earlei* C: *D. calloptera*, *Scaptomyza adusta*
 D: *D. immigrans* E: *D. melanica*
 F: *D. similis*, *D. virilis* 及其他數種 G: *D. funebris*
 H: *Cladochaeta nebulosa* I: *D. hydei*, *D. repleta* ♀, ♂
 J: *D. obscura* ♀, ♂ K: *D. affinis* ♀, ♂
 L: *D. carribbea* ♀, ♂

此種關係,不僅在染色體之外形,即內部之因子排列,亦可明瞭觀察得之。例如果蠅與 *D. simulans* 染色體之數目與形狀,皆為相同,又在 X 染色體內之因子排列,兩者亦完全一

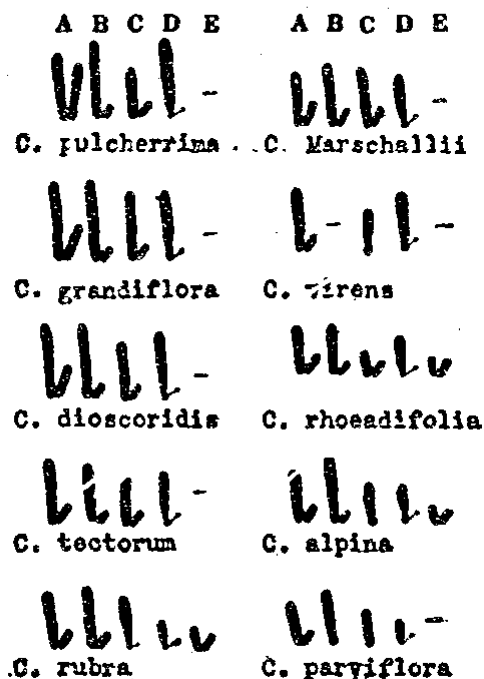


插圖 257. 黃花菜屬 *Crepis* 之染色體對照 (Nawaschin)

A, B, C, D, E: 染色體之記號 其他文字為種類名

	I	II	III	IV		I	II	III	IV
1	VUV	VUV	VUV		14			VUV	VUV
2	VUV	VUV	VUV		15		VUV	VUV	VUV
3	VUV	VUV	VUV		16	VUV	VUV	VUV	VUV
4	VUV	VUV	VUV		17		VUV	VUV	VUV
5	VUV	VUV	VUV		18	VUV	VUV	VUV	VUV
6	VUV	VUV	VUV		19		VUV	VUV	VUV
7	VUV	VUV	VUV		20	VUV	VUV	VUV	VUV
8	VUV	VUV	VUV		21		VUV	VUV	VUV
9	VUV	VUV	VUV		22		VUV	VUV	VUV
10	VUV	VUV	VUV		23		VUV	VUV	VUV
11	VUV	VUV	VUV		24	VUV	VUV	VUV	VUV
12	VUV	VUV	VUV		25	VUV	VUV	VUV	VUV
13	VUV	VUV	VUV						

插圖 258. 蠶豆屬各種之染色體比較 (Sveshnikova)

1-25: 蠶豆屬之各種類 I-IV: 染色體之類別

但由另一方面言,在相當廣汎範圍之異種或變種,其染色體殆無可見之差異者亦有之。例如松柏科之植物,皆為 $2n=24$ 。米心樹 *Fagus*、山蘿蔔 *Scabiosa* 等,其近緣種間亦同樣無染色體數變化,日本、中國、印度各國之所有各品種稻,皆為 $2n=24$ 。家蠶之日本、中國、歐洲各國種,亦皆 $n=28$ 。舞舞蛾之各地方種,亦為 $n=28$ 。又由他方面言,如小野、木原等所研究之酸模,雖為同種,然染色體之地方的差異,有相當顯著。

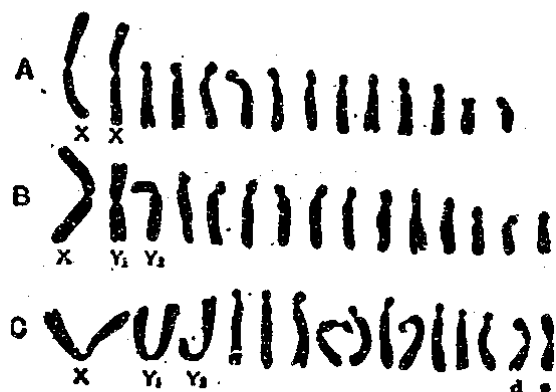


插圖 259. 酸模之染色體變異

- A: 仙台地方之酸模雌(小野) B: 仙台地方之酸模雄(小野)
 C: 京都地方之酸模雄(木原、山本) C之d,e:V字形染色體,在A及B無之。

在今日言,近緣種屬之染色體構成(數目、形狀及大小),與分類上之位置至於形態的差異,不能不認為不精密一致。然兩者間有相當密切關係存在,是為無可爭論者。以是動植物之核學的研究及將來血清學的研究,兩者相依,必能在進化系統樹作成上,開拓一新境地。

B. 種間雜種之染色體行動 異種生物間之 F_1 ,在其性細胞形成時,第一成熟分裂之狀態,可大別為三型:

a. 由兩親而來之染色體,全部作正常接合而成二價染色體者。

b. 只一部份染色體行接合者。

c. 染色體一無接合,全部停留於一價狀態者。

(a) 此與同種內之普通雜種同樣,在作正常孟德爾式遺傳之種間雜種,皆可見之。故無特別敘述必要。

(b) 此為只若干染色體(兩親之屬於共通基本染色體者)行接合而成二價,其餘則停止於一價狀態者。又停止於一價狀態之所有染色體,在第一成熟分裂時不分裂,而完全由機會 Chance 任意分於兩極者,稱為茅膏菜型 *Drosera* type。一價染色體全部列於第一分裂赤道面而縱裂,次即各半移向各一極者,稱為小麥型 *Triticum* type。一價染色體之某一部份縱裂,某一部份不縱裂而分於兩極者,稱為 *Pilosella* type。茲將小麥之情形為例說明之。

一粒系 *Einkornreihe* 小麥之 $n=7$,而基本染色體為 AA。二粒系 *Emmerreihe* 小麥之 $n=14$,而基本染色體為 AABB。普通系 *Dinkelreihe* 小麥之 $n=21$,而基本染色體為 AABBDD, 已如前述。木原在此等種類間作成多數雜種而觀察其子孫之染色體行動。例如在二粒系小麥之 *T. durum* 與普通小麥之 *T. vulgare* 交雜,其 F_1 植物之第一成熟分裂赤道面上,屬於兩親共通之 A 及 B 基本染色體者,各成二價並列,而屬於 D 基本染色體之七個,則停止於一價狀態,此狀態可以 $14n+7_1$ 式

表示之。然此七個一價染色體，全部在赤道面縱裂而分向於兩極，故子細胞皆承受 $14+7=21$ 染色體。

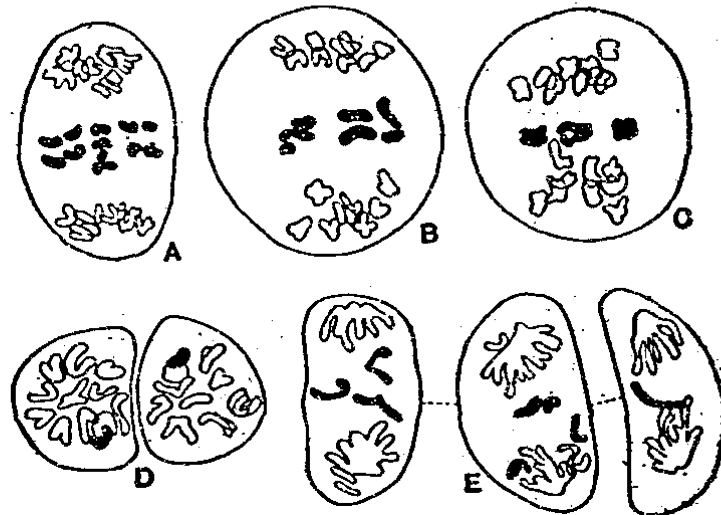


插圖 260. 小麥種間雜種 *T. dicoccum* × *T. monococcum* 之染色體(本原)

接合染色體以白色表示,不接合者以黑色表示。

A—C: 三個各別細胞之第一成熟分裂後期側面觀

(表示殘留於赤道之一價染色體行縱裂)

A: 上極為 $8+6$ 下極為 $7+6$

B: 上極為 $9+4$ 下極為 $8+4$

C: 上極為 $9+3$ 下極為 $9+3$

} 不足之染色體為存在於其他切片中

D,E: 第二分裂後期(一價染色體不縱裂而分配於兩極)

D: 左極為 $11+1$, 右極為 $9+1$

E: 表示彷彿於赤道部之一價染色體

又在(b)項中,除如上述三型,其成二價者必然有一定數外,尚有因相同染色體之親和力弱,以是成爲二價之染色體數有變動之種類。

(c) 此亦稱 *Pygaera* type. 費德耳勒 H. Federley, 1913 在天社蛾科之異種間作成多數雜種,元來 *P. anachoreta* 之 $n=30$ 。

P. curtula 之 $n=29$, *P. pigra* 之 $n=23$ 。而 F_1 之個體細胞,常等於兩親之單數染色體之合計(例如 $a \times c=59$, $p \times c=52$)。在成熟分裂,完全不發生接合,而所有染色體皆止於單數。然此等一價染色體,在赤道面全部縱裂而分向於兩極,故子細胞與 F_1 之體細胞,有同數染色體。

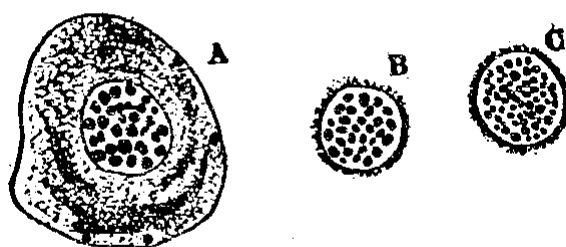


插圖 261. 天社蛾科種間雜種之染色體(Federley)

A 為細胞全體, B 及 C 為只有核。

A: *Pygaera anachoreta* 之第一分裂赤道面

B: *P. curtula* 之第一分裂赤道面

C: *P. anachoreta* ♀ × *P. curtula* ♂ F_1 之第一分裂赤道面

以上所述,為在第一成熟分裂者。若問其在第二分裂為如何,則(a)為正常之情形,別無可記述。然(b)之茅膏菜型,其所有一價染色體,皆在第二分裂赤道面行縱裂而分向於兩極。反之,小麥型者,在第二分裂,其一價染色體一無縱裂,只由機會的分向於兩極。故如前述之二粒系與普通系之 F_1 ,其所生性細胞之染色體數,為由 $14+0=14$ 至 $14+7=21$ 之變異,而其中以 $14+3=17$ 及 $14+4=18$ 者最多。又在 *Pilosella* 型,其在第一分裂已經縱裂之一價染色體,即以其原狀依機會而分向兩極;至於前次未分裂者,此次即縱裂而等分向兩極。要之,凡屬於(b)之種類,在 F_1 之性細胞形成時,其為一價之染色體,或在

第一分裂,或在第二分裂省略一回縱裂。反之,其二價染色體,則生二回縱裂(一回爲等分裂,一回爲不等分裂),自勿待多言。

屬於(c)者,即 *Pygaera* 型者,雖在第一分裂各一價染色體行縱裂,然在第二分裂,所有染色體亦同樣再分裂。以是 F_1 所生之性細胞,與 F_1 之體細胞有同數染色體。

上述之染色體行動與種間雜種之實驗成績,甚爲一致。例如在 *Pygaera* 之情形,其 F_1 個體一見爲兩親之中間性質,然精細觀之,可知其爲兩親性質之重複出現。 F_1 僅有甚微弱之繁殖力,因而所得之 F_2 ,殆完全與 F_1 爲同樣。又 F_1 與兩親之一行退交雜,可生出多數退交雜種。然此個體,不出現所謂 $3/4$ 雜種之性質,而顯著近似 F_1 。由染色體觀之,此蓋爲可能者。例如 $a \times c$ 之 F_1 ,其體細胞有 $30 + 29 = 59$ 染色體,而性細胞亦爲同數。然在 $(a \times c)F_1 \times c(P)$ 退交雜,其由 F_1 之 c 而來之 29 個染色體與 P 之 c 而來之 29 個染色體,大體上含有相同遺傳因子。以是 $59 + 29 = 88$ 體細胞染色體之 FR_1 (退交雜種),亦與含有 59 個之 F_1 ,其外觀上應無大差。

手島亦在芙蓉屬之美國黃蜀葵(okra) *Hibiscus esculentus* ♀ 與其近緣種 *H. Manihot* ♂ 之交雜⁽²⁾,觀察得同樣事實。美國黃蜀葵之 $n=36$,而 *H. Manihot* 之 $n=30$ 。然 F_1 之 $n=36+30=66$ 。又此 F_1 與美國黃蜀葵之 FR_1 , 爲 $66+36=102$ 。故在成熟分裂之赤道面,排列爲 $36_I + 30_I$ 。而 $F_1 \times F_1$ 即 F_2 之體細胞染色體,有 $66+66=132$ 。故兩成熟分裂時,有 $36_I + 30_I$ 二價染色體。在

F_1 除有顯著之雜種強勢(3)外,其形態性質,為外觀齊一,而各部性質,或為兩親之中間,或一親之性質為優性,在 FR_1 分離不明瞭,然其變異程度確較 F_1 為高,反之, F_2 為外觀齊一而酷似 F_1 , 只雜種強勢減低而繁殖力較 F_1 增進。

C. 種間雜種與染色體倍加及異數現象

(a) 倍加現象 Polyploidy. 在上述種間雜種,可認為鮮明有染色體數增加之傾向,特別在美國黃蜀葵之情形,可謂 FR_1 相當於三倍數個體,而 F_2 相當於四倍數個體,黃花菜屬 *Crepis* 之 *C. biennis* 其 $n=20$, 而 *C. setosa* 為 $n=4$, 故兩者之 F_1 , 為 $2n=24$, 在其第一成熟分裂,至少成功 10 對二價染色體,停止於一價者,不過甚少數,此當因 *C. biennis* 有倍加染色體(多半為八倍數)之故,於此之二價染色體,有如正常之各分向一極,而一價者,多少遲後,最後任意分向二極,如此所生之 F_2 植物,有 24-25 個染色體,是為稍安定之新染色體組合,若由 *C. setosa* 言

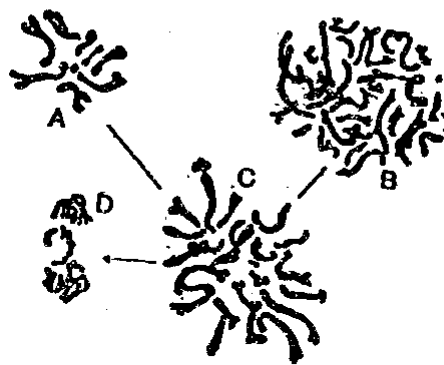


插圖 262. 黃花菜屬種間雜種之染色體(Collins and Mann)

- A: *Crepis setosa* (一年生) B: *C. biennis* (二年生)
 C: F_1 第一成熟分裂極面觀
 D: F_1 第一成熟分裂側面觀(2-4 個染色體向極移動多少遲後)

之,此為相當於三倍數染色體者,尚為有趣味者,*C. biennis* 為二年生,而 F_1 為一年生。

溫格 Ö. Winge 認為菊屬植物,由於種類不同,而有 $n=9, 18, 27, 36, 45$ 等 9 之倍數者。為由相異基本染色體種類間之 F_1 , 在其發育途中,倍加其染色體數者。羅生白耳格 O. Rosenberg

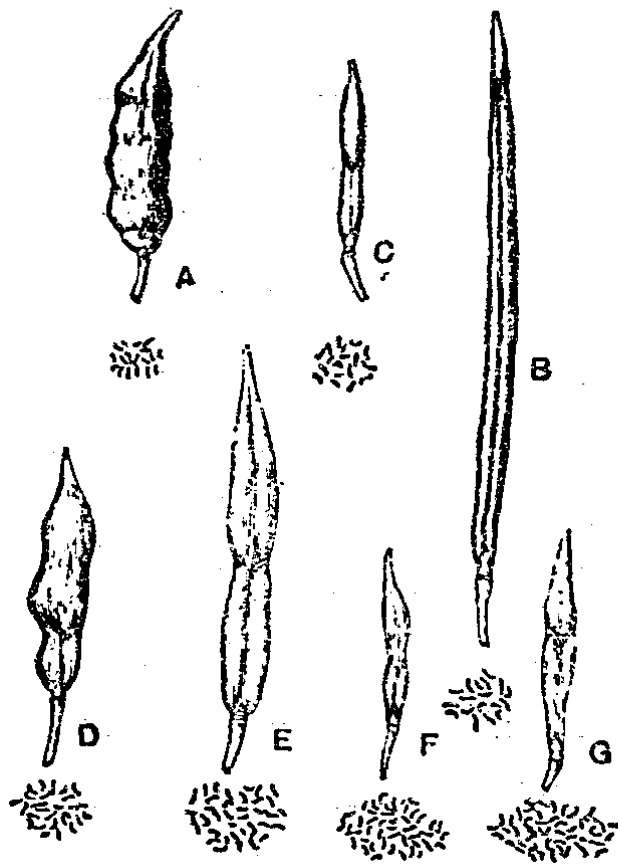


插圖 263. 蘿蔔與甘藍之 F_1 及其子孫(Karpechenko)

- A: 蘿蔔 *Raphanus sativus* 18R(R 為蘿蔔染色體之略)
- B: 甘藍 *Brassica oleracea* 18B(B 為甘藍染色體之略)
- C: F_1 9R+9B(二倍數) D-G: F_2 以後
- D: 18R+9B(三倍數) E: 18R+18B(四倍數)
- F: 27R+18B(五倍數)
- G: 24R+21B(次六倍數 hypohexaploid)

在 *Hieracium* 屬之種間雜種,觀察得在其第一成熟分裂,有發生退行現象 Regression 者。此即由分裂後期,不經過末期,即突然移行於分裂間期,以是染色體不分配於二子細胞,即成一具有非減數染色體之巨大細胞。換言之,此完成之性細胞,承受有不減數之染色體數。與此同樣之事實,卡耳拍卿可 G. D. Karpechenko 在蘿蔔 *Baphanus sativus* ($n=9$) 與甘藍 *Brassica oleracea* ($n=9$) 之 F_1 , 亦觀察得之。若以 R 表示蘿蔔之染色體, B 表示甘藍之染色體,則 F_1 之體細胞,為 $9R+9B$ 計 18 個染色體。然在其第一成熟分裂,因退行現象之故,不發生減數,只行第二分裂(等分裂)。以是生出 $9R+9B$ 之性細胞,由於此等雌雄性細胞之合體,故 F_2 成爲 $18R+18B=36$ 之四倍數個體。

(b) 異數現象 Heteroploidy. 異數現象,即在純粹種內,由於染色體不分離 non-disjunction, 亦可發生,已如前述。然在種間雜種,殊爲普遍發生者。亦即在此等雜種之成熟分裂,若有留存於一價狀態之染色體,其在第一或第二分裂,爲任意分向兩極者。例如假定有七個一價染色體,則分向於兩極之方法及其確率,解 $(1+1)^n$ 二項式之 $n=7$, 即可得之。

趨向一極之染色體數	0	1	2	3	4	5	6	7
確 率	1	7	21	35	35	21	7	1

亦即趨向一極爲三他極爲四者最多,約爲總數之 55%; 作二與五分配者,爲 33%; 一與六分配者,爲 11%; 零與七者,爲 1.6%。

三倍數個體 $3n$, 在成熟分裂,亦只 $2n$ 接合而形成二價染

色體,其餘之 n 個,則停留於一價。此 n 個一價染色體,即如上述情形,任意分向兩極,以是生出有種種異數染色體之個體。在月見草、曼陀羅花及其他,有多數實例。

D. 不稔性與染色體 雜種之染色體行動中,特別有興趣者,為其與不稔性(生殖力減退)之關係,關於此已有多數學者在種種植物之研究,然其最可為代表之例者,當推木原、西山、若桑等在小麥雜種之一之研究。

二粒小麥($n=14$)與普通小麥($n=21$)之 F_1 ,其體細胞有 35 個染色體,此稱為五倍數雜種 pentaploider Bastard。此 F_1 在第一成熟分裂,作成 14 個二價染色體及 7 個一價染色體。雙方皆縱裂而同數分配於二極,然在第二分裂,則只 14 個縱裂,而其餘 7 個任意分配於二極。故所生性細胞,為 $14_1 + (0_1 \text{ 至 } 7_1)$,亦即全體為有 14 至 21 個染色體,而其中以 17—18 個者為最多,由於此等性細胞合體而生之 F_2 個體,以是有 28—42 個染色體。

及至 F_3 以後,在 F_2 有 34 以下者,漸次減少其染色體數而出現成爲 28 個以固定之傾向。又有 35 以上者,漸次增加其數而成 40 與 42 之安定。此 34 以下者,稱為減少羣 Verminderungsgruppe; 而 35 以上者,稱為增加羣 Vermehrungsgruppe。又在此減少羣,其二價染色體爲 14 個而一價者爲 0—6 個時;而在此增加羣,其二價染色體爲 14—21 個而一價者爲 7—0 時。後者若爲 $n=21$, 則生殖可能,其他爲不稔。列表表示之可得如次:

	F ₁ 染色體數	F ₂ 染色體數	平衡組合(可稔)	不平衡組合(不稔)
	28	14 _I		
	29	14 _I + 1 _I		
	30	14 _I + 2 _I	15 _I	
	31	14 _I + 3 _I	15 _I + 1 _I	
	32	14 _I + 4 _I	15 _I + 2 _I	16 _I
	33	14 _I + 5 _I	15 _I + 3 _I	16 _I + 1 _I
	34	14 _I + 6 _I	15 _I + 4 _I	16 _I + 2 _I 17 _I
35	35	14 _I + 7 _I	15 _I + 5 _I	16 _I + 3 _I 17 _I + 1 _I
	36	15 _I + 6 _I	16 _I + 4 _I	17 _I + 2 _I 18 _I
	37	16 _I + 5 _I	17 _I + 3 _I	18 _I + 1 _I
	38	17 _I + 4 _I	18 _I + 2 _I	19 _I
	39	18 _I + 3 _I	19 _I + 1 _I	
	40	19 _I + 2 _I	20 _I	
	41	20 _I + 1 _I		
	42	21 _I		

由此表可以明瞭,即為有同一染色體數者,由於染色體之組合如何,而有為稔性或不稔性,又具有同一染色體數之稔性個體中,其染色體之種類亦有多種⁽⁴⁾。二粒小麥(2n=28)之基本染色體為 AABB,普通小麥為 AABBDD,已如前述。然可認為此等基本染色體為相互近似而含有若干相異之同義因子,茲假定二粒系之因子為 A_x 及 B_e,普通系之因子為

A_D 、 B_D 及 D ，則 F_1 爲 $A_E A_D B_E B_D D$ ($2n=35$) 而出現兩種之中間性。在 F_2 ，因 D 爲普通小麥特有之因子而只含於增加羣中，故增加羣之個體，其形態多少近似於普通小麥，是爲當然。反之，在減少羣之純型個體，理論上應有 $A_E A_E B_E B_E$ 、 $A_E A_E B_D B_D$ 、 $A_D A_D B_E B_E$ 、 $A_D A_D B_D B_D$ 四型（在雜型個體，當然更有多數相異組合）。在實際上，此具有 28 染色體之 F_2 個體間，有近似二粒小麥者，有近似普通小麥者，有中間性者等種種異型之事實，以是甚與理論一致。

木原 又謂除上述起因於性細胞不發達之不稔性外，尚有受精後之胚子，在母體內時或發芽後枯死者。又 瓦特傑斯 A. E. Watkins 發見胚乳之基本染色體，可以影響種子發芽之良否。二粒小麥胚乳之基本染色體爲 AAABBB（參考第三章第二節），而普通小麥胚乳之基本染色體爲 AAABBBDDDD。然二粒♀ × 普通♂ 所生種子之胚乳爲 AAABBBBD，此種子形爲萎縮而發芽甚不良。但普通♀ × 二粒♂ 所生種子之胚乳爲 AAABBBDD 因子組成，故爲健全。若桑 更在多數小麥之種間雜種，觀察得以染色體數少者爲母株而以染色體數多者爲父株之結果，穗之粒數多而發芽率低。然若以染色體多者爲母株而染色體數少者爲父株，則穗之粒數少而發芽率高。

E. 偽雜種 約四十年前，米納耳德 M. A. Millardet 在葡萄屬 *Vitis* 之種間雜種，發見其酷似於母，而父方之性質，殆不出現。且稱此爲偽雜種 *faux hybrides*，依據最近 市島 (1930) 之研

究,草莓 *Fragaria* 之具有七染色體種類與具有21染色體種類之雜種,非常近似於母親,在若干性質, F_1 與母親至不能區別者亦有之。及由細胞學研究之結果,乃判明 F_1 植物之染色體,完全與母親相同,而毫不能觀察得雜種性。復次,在7染色體種與28染色體種之 F_1 ,有為上述情形之似於母親者,然其他組合,亦有酷似父親者。在後者,蓋因卵核完全被驅逐出胚珠只由精核發達而使然者。但草莓之種間雜種,非為皆作此異常遺傳者。外部形態及染色體,鮮明出現雜種性者亦不少。

第四節之附註

(1)但有例外,如月見草雜種之某組合,某因子不能由精核傳達,而他因子不能由卵核傳達者亦有之。

(2)其相反交雜,為完全不稔,似為美國黃蜀葵之基本染色體不能在 *H. Manihot* 之細胞質特性情形下發育。

(3)

主幹之長度 花之大小(直徑) 花粉之大小(直徑)

<u>美國黃蜀葵</u>	228 cm	9-10 cm	89 %
<i>H. Manihot</i>	30 cm	8-9 cm	88 %
F_1	393 cm	14-17 cm	106 %

(4)平衡組合為稔性,不平衡組合為不稔性。在平衡組合,若以a,b,c,d,e,f,g表示七個單價染色體,則減少羣為 $14_{II} + a_{-g} C_n$ (者,在a……g七個中,每次取一至七個之同時取得之組合 combination 數)增加羣為 $14_{II} + abcdefg + a_{-g} C_n$ 。例如

染色體數為40之平衡組合，為 $14_{II} + abcdefg + a-gC_3 = 28 + 7 + 5 = 40$ 。在此式中之5，為由abcdefg中任意取五個皆可者。故abcde亦可，bcdef亦可，cdefg亦可，又其他組合之數尚多。以是無論在任一情形，此五個皆可與前之七個一價染色體中之五者相對應而接合成五個二價染色體，只七個中有二個殘留於一價。

後 篇

變異與應用遺傳學

第一章 突然變異

第一節 概說

1. 月見草之突然變異

A. 底佛里斯之研究 突然變異(偶然變異)mutation; Mu-

tation (1) 一語,初用於生物學界者,為底佛里斯 Hugo de Vries。



插圖 264. *Oenothera Lamarckiana* (Renner)

左: 全株 右: 一枚

1886年,底氏在荷蘭亞姆斯特丹 Amsterdam 不遠之鄉間名 Hilversum 附近之荒廢馬鈴薯田中,發見一羣月見草 evening-primrose; *Nachtkerz*, *Oenothera Lamarckiana*。元來,月見草屬植物,爲北美洲原產,爲觀賞用而輸入於英國,更由此傳於歐洲各地者,底氏所發見之集團,亦似由附近庭園所出而野生化者。

底佛里斯觀察得此 *Oe. Lamarckiana*, 有相當顯著之變異性,而時時探訪此馬鈴薯田。至次年,在此聚落中,發見鮮明可認爲獨立基本種 elementary species 之二異型,其一爲葉表面平滑而闊度小,花瓣亦稍細長,遂稱此爲 *Oe. laevifolia*。他一爲花柱短,柱頭位於花粉囊下,遂命名爲 *Oe. brevistylis*。此等皆爲從來未知之新種。底氏爲便於更正確觀察起見,將九株 *Oe. Lamarckiana* 移植於自己庭園中,而使其每代自家受精,總計於 54,343 株中,獲得七種,計 834 株之突然變異者。茲將其實驗結果綜合表示之如下頁所記。

此表之讀法,爲由下向上。

在說明此表時,附帶將各突然變異型之特徵略述之。

Oe. gigas 之莖葉花皆大,葉爲密生而作濃綠色。

Oe. albida 之葉綠素少,一見似有病象,若不注意栽培,不能生存。

Oe. oblonga 之葉細長而體虛弱,與上型同爲在自然狀態不能生存。

代年	gigas	albida	oblonga	rubrinervis	Lamarckiana	nanella	lata	scintillans	變異型 %
YIII 1899	5	1	0	1700	21	1			1.65
YII 1898		9	0	3000	11				0.67
YI 1897	11	29	3	1800	9	5	1		3.22
Y 1896	25	135	20	8000	49	142	6		4.71
IY 1895	1	15	176	8	14000	60	73	1	2.39
III 1890-91			1	10000	3	3			0.07
II 1888-89				15000	5	5			0.07
I 1886-87				9					

Oe. rubrinervis 之葉脈為紅色,莖之邊緣及成熟果實之表面,有多量紅色素存在。莖易由節處折斷,葉細長而性質強健,可以野生。

Oe. nanella 為矮生種,然性質強健。

Oe. lata 之葉廣闊而先端不尖,莖纖弱,高度不過 *Oe. Lamarckiana* 之約一半,子房完全,然花粉囊中不生花粉,故不能自家受精。

Oe. scintillans 為不固定種,由於自家受精所生次代植物,有 53% 為 *Oe. Lamarckiana*, 10% 為 *Oe. oblonga*, 僅 35% 為 *Oe. scintillans* 型。此外尚生出少數

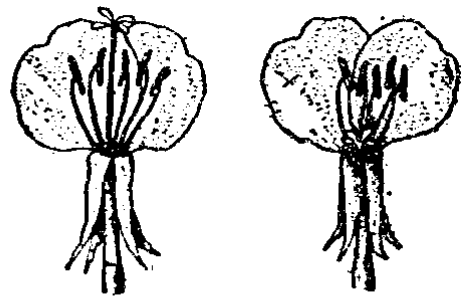


插圖 265. *Oe. brevistylis* (Baur)

除去前面二片花瓣而露出雌雄蕊者
左: *Oe. Lamarckiana* (雄蕊長)
右: *Oe. brevistylis* (雌蕊短)



插圖 266. *Oe. Lamarckiana* 及其突然變異型之幼苗(de Vries)

L: <i>Oe. Lamarckiana</i>	l: <i>Oe. lata</i>
R: <i>Oe. rubrinervis</i>	a: <i>Oe. albida</i>
s: <i>Oe. subovata</i>	o: <i>Oe. oblonga</i>



插圖 267. *Oe. gigas* 及其染色體

左: *Oe. gigas* (Renner)
 上左: *Oe. Lamarckiana*
 (染色體數 14)(Baur)
 上右: *Oe. gigas*(染色體數 28)
 (Baur)

之 *Oe. lata*。又此植物之葉細小而葉柄長，葉面光澤強而作深綠色，葉脈為白色。

以上各變異者中，*Oe. gigas*、*Oe. albida*、*Oe. rubrinervis*、*Oe. nanella* 等，由發現當時，即作固定種行動，在其自家受精，不生他型。*Oe. oblonga*，除生出 *Oe. alliba* 及 *Oe. rubrinervis* 各一次外，常為固定性。*Oe. lata* 因不能自家受精，其與 *Oe. Lamarckiana* 交雜所生出者，有 20% 為 *Oe. lata*，而 80% 為 *Oe. Lamarckiana*。

底佛里斯 根據此等繼續多年觀察之結果，遂到達次之結論，生物之進化，非如 達爾文 所主張之由於連續變異累積而發生者。蓋由於突躍之不連續變異，亦即突然變異，先新生出基本種，此基本種後乃發達成為獨立種，因突然變異者，常同時生出相當數目，故由於其相互間之交配，不難形成一羣同型生物之聚落。突然變異在栽培中及自然狀態下皆可發生，然因某種變異者為虛弱之故，若放任之於自然狀態，終至死亡。突然變異之方向，完全不一定，有較原種為強者，亦有較原種為弱者。葉或變狹或變廣。葉面或成甚凹凸，或成平滑。花或變大而色濃，或變小而色淡。果實或變長或變短⁽²⁾。以是較原種不一定更適應於環境。又 底氏 雖更在非常多數植物行觀察，然只有月見草生出如上述之顯著突然變異，其他無可與此倫比者。因謂在生物有突然變異期 *Mutationsperiode* 及不變異期 *Prämutationsperiode*，以某種週期相交替，月見草者，當為剛巧值其突然變異期。

B. 底佛里斯學說之修正 底佛里斯之大著‘突然變異論’The Mutation Theory, 1901-1903⁽³⁾, 可謂對於進化高標不連續變異重要性之柏特生W. Bateson著‘變異研究資料’Materials for Study of Variation, 1894 之後起者。其於遺傳進化學界, 有如投石水中, 生出一大波紋。此學說之核心, 至今尚為生動。若無突然變異即不能有進化, 是為遺傳學子之信條。然關於此學說出發點之月見草突然變異, 其後更發見多數新事實, 以是至於根本加以修正。先言底氏所獲得之突然變異, 渠歸因於遺傳因子, 即渠所稱為汎生子 Pangen 之變化或新生者。然真正起因於因子突然變異者, 只有 *Oe. brevistylis* 及 *Oe. laevifolia* 二型。*Oe. brevistylis* 與普通之長雌蕊種類如 *Oe. Lamarckiana* 相交雜, 其 F_1 全部為長雌蕊, 其 F_2 分離出長雌蕊 3: 短雌蕊 1 之比。*Oe. laevifolia* 之特徵亦似起因於孟德爾式遺傳因子者。此二型為底氏在野外發見者, 於其栽培系統中未有生出。然徵於上述事實, 其由於 *Oe. Lamarckiana* 而來者, 蓋無可疑⁽⁴⁾。

Oe. nanella 為由於因子之組合交換而生者, 此不能謂為真正突然變異。

除上述外, 全部基因於染色體之異常。*Oe. Lamarckiana* 為 $2n=14$, 然 *Oe. lata*, *Oe. scintillans*, *Oe. albida*, *Oe. oblonga* 之染色體為 15, 亦即 $2n+1$ 型(一相同染色體三倍個體)。*Oe. gigas* 為四倍數個體, 即有 28 個染色體者。染色體之變異, 在廣義言, 亦

包含在突然變異內，然與底氏所想像之因子的變化，則有甚相異之性質。茲將底佛里斯及其後之學者所發見 *Oe. Lamarckiana* 之變異型之主要者，分類記之如次：

A. 14 染色體型

1. 因子突然變異型。 *brevistylis*, *laevifolia*, *rubrinervis*, *rubricalyx*.
2. 由於因子之組合交換而生之變異型。
 - a. 非致死因子型。 *blandina*, *decipiens*, *deserens*, *tarda*, *fragilis*.
 - b. 退交雜產物型。 *sesquplex*, *derivatives*, *simplex*, *secunda*, *compact*, *elongata*, *favilla*, *linearis*.
 - c. 平衡致死因子型。 *nanella*.

B. 15 染色體型

1. 第一次型。 *lata*, *scintillans*, *cana*, *pallescens*, *liquida*, *spathulata*, *pulla*.
2. 第二次型
 - a. *lata* 羣。 *semilata*, *albida*, *flava*, *delata*, *subovata*, *sublinearis*.
 - b. *scintillans* 羣。 *oblonga*, *aurita*, *auricula*, *nitens*, *distans*, *diluta*, *militaris*.
 - c. *cana* 羣。 *candicans*.
 - d. *pallescens* 羣。 *lactuca*.

C. 倍數型

1. 三倍數型, semigigas.

2. 四倍數型, gigas.

C. 月見草之特殊遺傳行動及其說明 不僅如上述 *Oe. Lamarckiana* 所分出之變異型間, 即月見草屬各種間之雜種, 亦由多數學者發見其遺傳行動有多數甚特異之點, 一時世界視聽咸集於此月見草屬植物, 而認其為遺傳學界之謎, 然近年由於實驗及細胞學的研究之進步, 此謎漸次解除。

最先 哈格朶恩 等 A. L. and A. C. Hagedoorn 認為月見草屬植物為一部份細胞只有精核而一部份細胞只有卵核之嵌合體, 然此學說, 未得其他學者支持, 洛奇 J. P. Lotsy 將 哈格朶恩 等之思想, 轉用於細胞核, 而謂為核嵌合體 nucleus chimera, 是為一大進步, 亦即所謂永久雜種 permanent hybrid 之核, 為二相異生殖質羣作嵌合體狀相結合而成者。

Oe. Lamarckiana 非為純粹種而為雜型個體, 現在 底佛里斯 自身亦承認, 然關於其雜型之起源, 則 底佛里斯 及 格慈 R. R. Gates 認為由於突然變異, 而 柏特生 及 倫勒耳 O. Renner 認為種間雜種⁽⁵⁾, 不相一致, 要之, 若為雜型, 則在其子孫所發現之種種變異型之大部份, 即非真正突然變異, 而為由因子之組合交換所成者, 是當容易想像得之, 若然, 即謂其何故與正常 孟德爾 比顯著相異, 是蓋由於致死因子有重大職務。

Oe. Lamarckiana 為由 *gaudens* 及 *velans* 二因子羣所成, 已

如前述(前篇第二章第十節),其與 *Oe. rubrinervis* 交雜之 F_1 , 生出三變種,如插圖第二百六十八所示,至於 *velans* 爲純型之個體,則死亡,又 *Oe. rubrinervis* 爲 *velans* 與 *deserens* 二因子羣所成,故在其自家受精,雖 *deserens-deserens* 純型個體之 *Oe. deserta* 能生存,然 *velans-velans* 純型者則死亡,又在 *Oe. Lamarckiana* 同

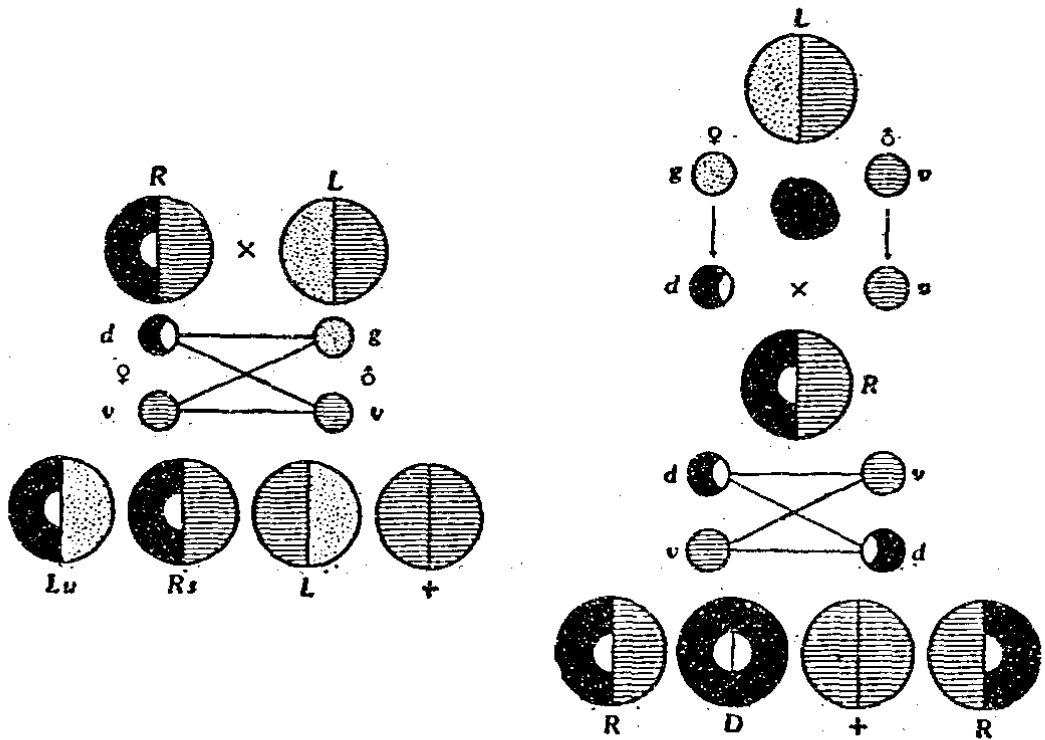


插圖 268. *Oe. rubrinervis* 與 *Oe. Lamarckiana* 之交雜(Lehmann)

- R: *Oe. rubrinervis*
- L: *Oe. Lamarckiana*
- R_2 : *Oe. rubrinervis subrobusta*
- L_2 : *Oe. lucida*
- +: 致死
- d: *deserens*
- g: *gaudens*
- v: *velans*

插圖 269. *Oe. rubrinervis* 之起源及其自家受精之結果(Lehmann)

- L: *Oe. Lamarckiana*
- g: *gaudens*
- v: *velans*
- d: *deserens*
- R: *Oe. rubrinervis*
- g 由於突然變異變成 d, 此與 v 合體即成 R_2
- D: *Oe. deserta*
- +: 致死

輩之交配,何故無純型個體生出,是蓋不獨 *velans* (以 *v* 表示之) 爲純型者死亡,即 *gaudens* (以 *g* 表示之) 爲純型者亦不能生存。要之, *Oe. Lamarckiana* 者,不過爲 *g-v* 雜型植物之名稱而已,在此等因子羣,各含有特有之劣性致死因子,故其關於一因子羣爲純型之個體死亡,是爲當然。換言之, *g* 與 *v* 中存在之二致死因子,有平衡致死因子之作用,在實際上,由於 *Oe. Lamarckiana* 自家受精所生種子約有一半,爲退化之不稔種子。

復次,若謂上述之因子羣究爲何物,是蓋皆可認爲同一染色體內所含因子之一羣,例如 *g* 與 *v* 皆爲 *Oe. Lamarckiana* 之第一染色體內所含因子之一團, *g* 染色體與 *v* 染色體,雖爲相同染色體,然關於多數因子,則互相異,且 *g* 與 *v* 各成一羣而遺傳,通常此二者間不發生組合交換,是恐因月見草屬形成特有之染色體環,不能如其他動植物可以自由發生染色體交叉之故,但即在形成染色體環之生物,亦可如前所述(前篇第二章第一節之4)之方法,成爲平行接合,於此時行染色體之部分交換,非不可能⁽⁶⁾,因此發生交叉之部份不爲一定,以是所生之新因子羣,亦應有種種, *g* 變成 *deserens* 或成 *decipiens* 或成 *perficiens*, 又 *v* 變成 *blandina*, 即似爲比較的稀有發生之因子交叉之產物, *blandina* 爲 *v* 失去致死因子者, *perficiens* 亦爲 *g* 失去致死因子者,以是不僅 *blandina-blandina* 及 *perficiens-perficiens* (此植物稱爲 *Oe. fragilis*) 之純型個體可以生出,即此兩者之 F_1 *blandina-perficiens*, 亦酷似 *Oe. Lamar-*

ckiana, 其相異者, 只其自家受精, 不生出不稔種子。

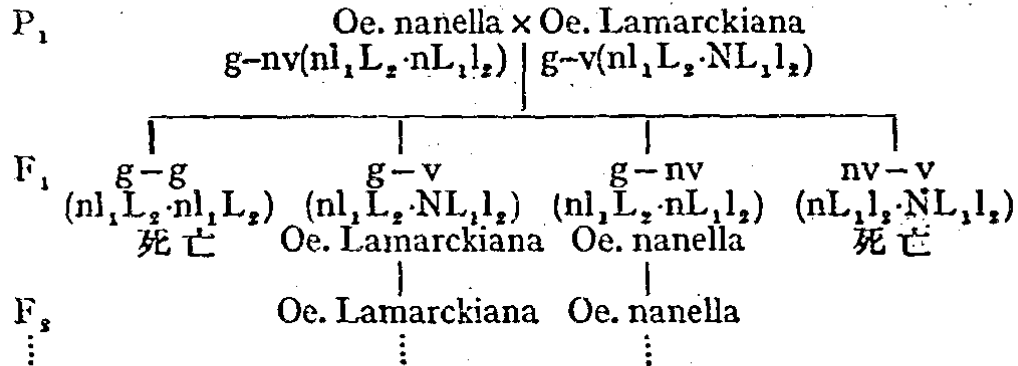
為更具體說明此點起見, 茲取 *Oe. nanella* 出現之情形為例。

g 染色體	v 染色體	<i>Oe. Lamarckiana</i>	<i>Oe. nanella</i>
nl_1L_2	NL_1l_2	$\frac{nl_1L_2}{NL_1l_2}$	$\frac{nl_1L_2}{nl_1l_2}$

n 為矮性因子, l_1 為 g 羣之致死因子, l_2 為 v 羣之致死因子, N, L_1, L_2 為此等之優性正常因子。

Oe. nanella 之 nL_1l_2 , 稱為 nanovelans 因子羣(以 nv 表示之)。此為由於 nl_1L_2 與 NL_1l_2 之間發生交叉而生出者。

以此因子式, 可以容易說明次之實驗結果:



若由於似此因子之組合交換而能生出新因子羣, 則在 *Oe. Lamarckiana* 之子孫, 反覆出現同一之所謂突然變異型, 是即無若何不可解。在 *Oe. Lamarckiana* 常分離出之變異型中, 其有 14 個染色體者, 可認為大概屬此部類, 當無妨礙。

以上敘述之致死因子, 皆為個體致死因子。然比較的例少之性細胞致死因子, 亦給與月見草之異常遺傳現象以一

種解釋。如 *Oe. muricata* 與 *Oe. biennis* 之 F_1 常酷似其父者，即因承受一定因子羣之雌或雄性細胞致死之故（前篇第二章第十節）。依據夏耳 G. H. Shull 之研究，此等致死因子，亦存在於夏耳之所謂第一染色體，而與某種形態因子如花色者相結合，以是生出種種之次述情形。

S = 黃色 s = 硫黃色(淡黃色)

l_f = 使雌性細胞致死因子

l_m = 使雄性細胞致死因子

偏父遺傳 patroclinous 黃色 = $l_f S l_m s$ 淡黃色 = $l_f s l_m s$

淡黃♀ × 黃♂ = F_1 : 黃 F_2 : 黃

偏母遺傳 matroclinous 黃色 = $l_m S l_f s$ 淡黃色 = $l_f s l_m s$

淡黃♀ × 黃♂ = F_1 : 淡黃 F_2 : 淡黃

黃♀ × 淡黃♂ = F_1 : 黃 F_2 : 黃

正常遺傳 normal 黃色 = SS 淡黃色 = ss

淡黃♀ × 黃♂ = F_1 : 黃 F_2 : 3黃; 1淡黃

黃♀ × 淡黃♂ = F_1 : 黃 F_2 : 3黃: 1淡黃

在實際上，夏耳使上述三情形之實現，皆已成功。

其 $2n+1$ 型，亦即體細胞有 15 個染色體者之遺傳行動，與前述朝鮮牽牛花 *Datura* 之變種之情形，甚為相似。在 $n=12$ 之朝鮮牽牛花，其 $2n+1$ 型之第一次變異型，有 12 種。與此同樣，在 $n=7$ 之 *Oe. Lamarckiana*，依據底佛里斯之研究，亦有七種 (1) $2n+1$ 型。在此七種第一次型之外，尚發見有多數可認



插圖 270. 四種月見草之花(Renner)

上: *Oe. Lamarckiana* 右: *Oe. biennis*
左: *Oe. suaveolens* 下: *Oe. muricata*

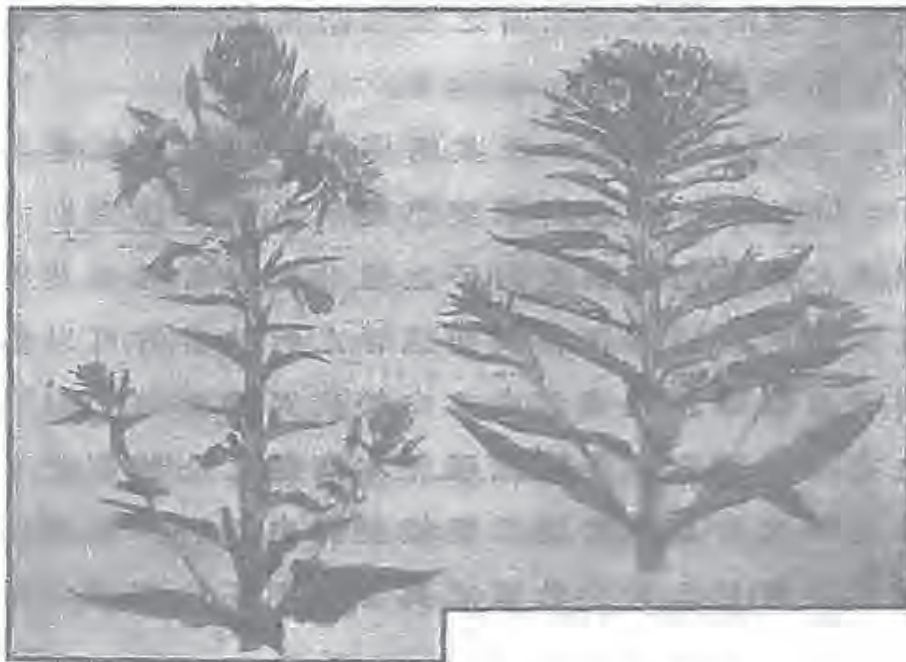


插圖 271. *Oe. biennis* 及 *Oe. muricata* (de Vries)

左: *Oe. biennis* 右: *Oe. muricata*

爲第二次型者。此等第二次變異型，爲比較的稀有出現，多爲在三倍數變種之 *Oe. semigigas* 之子孫，因染色體之異常分配而生出者⁽⁶⁾。

月見草之倍數個體，有三倍數(21)之 *Oe. semigigas* 及四倍數(28)之 *Oe. gigas* 二種。*Oe. gigas* 性強健而有比較高度之繁殖力。然 *Oe. Semigigas* 之大小，位於 *Oe. gigas* 與 *Oe. Lamarckiana* 之中間，而繁殖率非常低。此蓋因其染色體分配不規則之故，而完成性細胞應承受 7 至 14 個染色體，然在花粉一方面，只 7 及 14 二種有受精力，胚珠則具 7 至 14 染色體各階級者，皆受精可能。*Oe. gigas* 爲比較的安定者，然往往生出與 *Oe. Lamarckiana* 所生各變異型相當之種種四倍數變異型，其中之最普通者，爲稱爲 *Oe. gigas nanella* 者。

D. *Oe. Lamarckiana* 及其誘導體之結論 依據以上敘述，*Oe. Lamarckiana* 之所謂突然變異者，與底佛里斯之最初想像，殊大相異，而單由於因子之組合交換者殊多，其所以與單純孟德爾式遺傳作相異而複雜之行動者，當可以多數致死因子存在，染色體環形成，或由於交叉抑制因子而因子交叉之完全或部分不能等說明。然本問題之全般解決，不能不俟諸將來。又月見草之所謂突然變異中，亦有少數真正因子的突然變異，且由於染色體之異常者，亦不能不認爲可以編入廣義之突然變異中。

由月見草展開之突然變異研究，不論此本源之真象如

何,然已擴張至各方面。如在果蠅,即除去人爲的突然變異,亦已知有約 600 種突然變異型。他如朝鮮牽牛花,玉蜀黍,金魚草,稻,蠶等,亦已觀察得多數實例。遺傳因子,在某種原因下可以變化一事實,已毫無容疑。

2. 現在之突然變異之觀念

今日吾人能理解之廣義突然變異,有如次述。突然變異者,爲因子之質或數之變化⁽⁹⁾。染色體數之變化,亦即使因子之數目變化。突然變異,不一定使表面上發生大變化。極小而不注目之變化亦有之,且不僅爲形或色之變化,即計量的性質之變化亦有之。又如發生變更因子之情形等,須有受其作用之主因子存在,乃能認識。

有如一部分學者所主張,突然變異,非僅常爲優性 \rightarrow 劣性之方向,劣性 \rightarrow 優性之方向亦確有發生。又 AA 即變爲 Aa, 若 A 爲完全優性,則不出現於表面。如此所生出之 Aa, 須其與 Aa 或 aa 交配,始乃出現於表型。以是劣性突然變異,由其實際發生一代至出現於表型一代,中間不能不經過若干代。AA 一躍而變爲 aa 之確率非常少。苟若假定 AA \rightarrow Aa 之頻度有 1/1000, 則 AA \rightarrow aa 之頻度,正不過 1/1000000 而已。

優性突然變異之是否發生,即可於表面認識。然發現之個體數極少,多爲一二個體而已。反之,劣性突然變異,普通爲由於 Aa \times Aa 之交配發見。在此情形發現之新形質個體殊多,應約爲總數之 25%。然劣性突然變異之最初發生個體,恐亦

只一二,其後由於AA×Aa交配而潛行增加雜型個體數,終至Aa與Aa偶然相會,乃為吾人所發見,優性突然變異之大多數有致死作用,已如前述(前篇第一章第十五節之3及4)。

突然變異,決非與生物進化之方向常相一致(前進的突然變異 progressive mutation);換言之,與其謂生物之生存上更適應者,毋寧謂反對方向者為多。生存上不利之突然變異者,在人類保護下可以生存,然在野外,則在其本代或數代間,終歸絕滅。只有利突然變異者生存,而貢獻於生物之進化。

突然變異與環境有若何關係,尙未明瞭。從來咸相信與環境無關係而基因於細胞之內部的刺激(其本體不明),然近來已證明人為的突然變異之可能性,於是此觀念,有訂正之必要。

3. 突然變異之種別

由於突然變異之性質而為之分類,可得如次:

A. 自然突然變異 Natural mutation, Spontaneous mut.

a. 性細胞突然變異 Germinal mutation

1. 因子變化 Gene mutation, Factor mut.

優性突然變異 Dominant mut.

劣性突然變異 Recessive mut.

2. 染色體異常 Chromosomal aberration

部分的異常 Partial abnormality

不分離——缺矢——重複——逆位——轉位

不等位交叉 Unequal crossing over (其反對論可參
考本書結論)

異數 Heteroploidy

$2n+1$ —— $2n-1$

倍數 Polyploidy

單數——三倍數——四倍數——多倍數

3. 色素粒變化 Plastid mutation

b. 體細胞突然變異 Somatic mutation

1. 體細胞單獨突然變異 Solo somatic mutation

半身兩合體——不規則型兩合體

2. 體細胞性細胞平行突然變異 Parallel mut. (與異
種間平行突然變異各別)

B. 人為突然變異 Artificial transmut., Induced mut., Tran-
sgeneration

a. 性細胞突然變異

1. 因子變化

優性及劣性突然變異

2. 染色體異常

部分的異常

異數

倍數

b. 體細胞突然變異

兩合體

第一節之附註

(1) 此名詞原只為廣義之變化之意。特別在音樂及發音學，用以表示音之變化。突然變異之事實，在早已有觀察得者（例如 1590 年，德國海德耳堡 Heidelberg 一藥劑師名 斯浦林格耳 Sprenger 者，在其多年栽培之普通地黃蓮中，見突然有葉及花瓣作細裂之新種生出），故稱為逸出種 *escape* 及其他名稱。*mutation* 一語，在今世紀以前，尚無用者，達爾文 亦稱此現象為變形種 *sports*。又 *mutation* 一語，在相當著名人物間，亦屢有濫用者，例如美國之 巴耳板克 L. Burbank 及 法國之勒開容 A. Lécaillon 等，在交雜之子孫中由於因子新組合者，亦以此名詞稱之，即其適例。此殊為不能容忍之謬誤。

(2) 底佛里斯 稱 *Oe. gigas*, *Oe. rubrinervis* 等為前進種 *progressive species*; *Oe. albida*, *Oe. oblonga* 為虛弱種 *feeble mutants*; *Oe. nanella*, *Oe. laevifolia*, *Oe. brevistylis* 為後退種 *regressive species*; *Oe. lata*, *Oe. scintillans* 為不安定種 *inconstant species*。

(3) 同時亦有 德文 發表。

(4) 由 *Oe. rubrinervis* 所生出之 *Oe. rubricalyx* 變種 (R. R. Gates, 1910)，特別有多量赤色素。此性質相信由於對 *Oe. rubrinervis* 為優性之一二 孟德爾 因子所使然者。

(5) 大衛斯 B. M. Davis 由野生植物之 *Oe. biennis* 與 *Oe. franciscana* 之雜種，獲得與 *Oe. Lamarckiana* 相似至不能區別

之植物,且可認爲*Oe. Lamarckiana*之原種之野生種,在地球上不論何處,皆未能發見,以是給與此植物之種間雜種說以重要支持。

(6)或認爲交叉抑制因子之存在亦可。即在此情形,亦可以發生少數交叉。在果蠅等,即有此例。

(7) *lata*, *scintillans*, *cana*, *pallescens*, *liquida*, *spathulata*, *pulla*. 若同在第一染色體內有 g 與 v , 而 $g-g-v$ 與 $g-v-v$ 在形態上爲相異, 則 $n+1$ 型應有更多數之變種存在。然在現在, 尚不能判明此點。第一染色體成三倍者, 爲 *pulla*, 此與 *Oe. Lamarckiana* 相酷似。

(8) 例如 *Semilata*, 似多有 *lata* 染色體之一半。在其子孫, 生出 *semilata lata* 及 *Lamarckiana*。

(9) 狹義之突然變異, 只爲遺傳因子之質的變化之意義。

第二節 性細胞突然變異

Germinal Mutation; Keimbahn-Mutationen

1. 因子變化 Gene mutation; Faktor mutation

A. 因子變化之表面上發現 一個突然變異, 在某個體之性細胞發生時, 其次代 ($a \rightarrow A$, 亦即優性突然變異之情形) 或後代 ($A \rightarrow a$, 亦即劣性突然變異之情形) 即生出作此新性質之若干個體, 尤以劣性突然變異在性染色體發生時, 殊爲特別。例如關於 A 伴性因子爲純型之雌 $X_A X_A$, 若有 $A \rightarrow a$ 變化

發生而生成 $X_A X_a$ 卵原細胞，則由此可以生出 X_A 及 X_a 二種卵細胞。以是在此個體與 $X_A Y$ 雄交配，則應生出 $X_A X_A, X_A X_a, X_A Y, X_a Y$ 四種個體。其中之 $X_a Y$ ，即為出現新性質之雄。又若在 $X_A Y$ 雄之某精原細胞， A 變為 a 而生成 $X_a Y$ ，則其與 $X_A X_A$ 交配，即生出 $X_A X_a$ 及 $X_A Y$ 。更至後一代，即孫代，則生出 $X_a Y$ 而出現於表面。

以上所述，為對於雌雄異體之生物者。若在雌雄同體而自家受精之植物等，其有 $A \rightarrow a$ 變化而成 Aa ，則立即於次代發現 aa 。換言之，即若由於因子變化，自 AA 生出 Aa 只一個體，因其雌性細胞及雄性細胞皆生出 A 及 a 二型，故自家受精之結果 $(A+a) \times (A+a) = AA + 2Aa + aa$ ，其次代總數四分之一，應出現 a 形質為新生出者。如此實例，在金魚草等，已觀察得多次。

B. 觀察得多數因子變化之動植物 因子變化之最適例，為果蠅 *Drosophila melanogaster*。此蠅在實驗室中研究者之管理下，最初由唯一之野生型⁽¹⁾，於20年間，生出600種以上之突然變異。其大多數為因子變化，當於後文隨時論及之。

在金魚草 *Antirrhinum majus*，保爾 E. Baur 獲得只其起源最確實之劣性突然變異，已有100種以上。關於此植物，後文當更敘述。

稍為原則上自家受精者，他家受精甚為稀少。以是可以發見劣性突然變異之機會殊多。截至今日，其由於染色體之

變化者甚少，大多數皆屬於因子變化。此殊為顯著現象。大黑稻、盆栽稻、種種不稔稻等，殊不乏其例。

家蠶 *Bombyx mori* 之祖先為桑蠶 *B. mandarina*，是為多數學者所承認。此桑蠶之卵為暗紫色，幼蟲為暗色斑紋，繭為紡錘形綠黃色，蛾有濃暗褐色斑紋。而現存家蠶之卵色，幼蟲斑紋，繭色及繭形，成蟲之斑紋等，蓋有多數種類。此等性質，想當由祖先型之突然變異而生者。於此姑不具論，即在吾人之實驗中，其確實由因子變化而生出者，亦決不少。waxy 油蠶、t 油蠶、大青油蠶、枝蠶、黑蛹、畸形蠶之多數系統，長節蠶、白卵等劣性因子，淡黑縞、新黑縞、無半月斑紋蠶、過剩半月斑紋蠶等優性因子，皆為在著者管理中所生之突然變異。

C. 突然變異與複對因子 在染色體上之一定部位，時期相異而發生別種突然變異者，有多數實例。若有二種突然變異在同一部位發生，則與原始型合計，即成三因子之複對關係，是為當然。截至今日，在各種生物所觀察得之所有複對因子，認為皆如此生出者亦可。例如在果蠅，其經過若干代皆為野生型紅眼者，突然有白眼 w 伴性因子生出。此性質對於紅眼 W 為單純劣性，然其後由白眼更生出 eosin 眼 w^e 。此性質對於紅眼亦為單純劣性，而對於白眼則為單純優性。換言之， W 、 w 及 w^e ，鮮明為在 X 染色體上同一部位之因子變化，而相互成複對因子。此白眼部，共生出有十數個之一複對因子羣。

蠶之新黑縞及淡黑縞二因子,爲在第二染色體上同一部位相異時間發生之因子變化。此與劣性之正常因子,共形成一複對因子羣。

永井在稻之石川返 × 大黑之 F_1 ,發見葉無中脈,粗細而無芒,由於雌蕊雄化而完全自家不稔之畸形稻。更在同一系統,獲得葉之中脈稍發達,粗有芒而部分不稔之另一種畸形。此二種畸形與原始型之正常稻間,已判明爲複對因子。

似此染色體上同一部位之因子變化,稱爲同部位突然變異 unilocale (E. Baur) od. äquilocale (L. Plate) Mutationen.

D. 平行突然變異 Parellel mutation 在近緣種類間發生

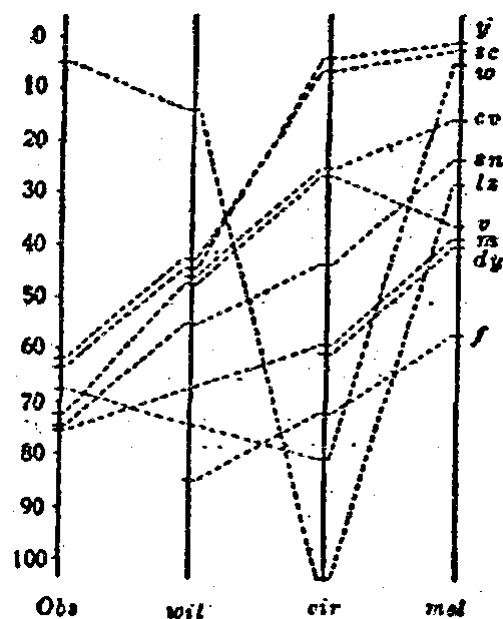


插圖 272. 果蠅近緣種之平行突然變異 (Babcock and Clausen)

左縱軸之數字,爲 X 染色體之部位,

右縱軸之文字,爲因子之記號(參考插圖第八十二及其解說),

obs: *D. obscura*

wil: *D. willistoni*

vir: 黑果蠅 *D. virilis*

mel: 果蠅 *D. melanogaster*

甚相似之因子變化一事，已於果蠅與 *D. simulans*, 黑果蠅 *D. virilis*, *D. willistoni*, *D. obscura* 間證明。又與此稍異其意義者，保爾以金魚草與八種野生金魚草相交雜，而調查其 F_1 及 F_2 ，遂知對於金魚草之所有劣性因子之正常因子，殆皆含於野生種內。以是謂若此等野生種發生因子變化，則此新因子當與栽培金魚草之某既存因子相似。

普通天竺鼠 *Cavia porcellus* 與秘魯天竺鼠 *C. cutleri* 與巴西天竺鼠 *C. rufescens*，皆為各別種類。然其交雜，生出有生殖力之子孫。德特勒扶生 *J. A. Detlefsen* 及卡塞耳 *W. E. Castle* 證明此三種類間，皆共通有色素生成之基礎因子 *C*，使眼及毛



插圖 273. 異種植物之葉形之平行突然變異 (Baur)

左上: *Syringa vulgaris*

左下: *Sambucus nigra*

右上: *Corylus*

右下: *Alnus*

為黑色之 B, 實大色素
 分佈之 E, 紅眼, 褐色, 麻
 灰色毛 p, 捲毛 R 等因
 子, 以是甲種類之因子,
 可以轉移於乙種類。

以上所述, 為可用
 交雜以決定其為同一
 因子者。至於外觀上之
 平行突然變異, 其例更
 多。因此等交雜為不可
 能, 故不能實證。然其因
 子變化之本體, 恐亦相
 似。例如木犀科之 *Syrin-*
ga vulgaris 與接骨木之
 一種名 *Sambucus nigra*
 者之葉形, 又榛 *Corylus*
 與石櫟 *Ainus* 之變葉突
 然變異, 即其例也。又如
 多數植物之矮生型, 柳
 櫻, 桑及其他多種樹木
 之垂枝性, 亦屬於同一
 部類, 又如可稱為哈叭



按圖 274. 異種動物之平行突然變異。

- 上: 絨毛羊 (Wooled)
 中: 短腳羣牛 zebu (Henseler)
 下: 短脚牛 Grandper fowl (Cattle)

狗型之四肢變短之突然變異,於綿羊,家養牛犛牛 Zebu,鷄⁽²⁾等有出現者。特別顯著者,為兔、鼠類之平行因子,茲綜括示之如次表(+ 為有該因子者,一為無該因子者):

因子及其所表現之性質		二十日鼠	大鼠	家兔	天竺鼠
純白羣複對因子	C = 着色	+	+	+	+
	c ^k = 稍淡色	-	-	-	+
	c ^d = 最淡色	+	-	-	+
	c ^r = 紅玉色眼	+	+	+	+
	c ^h = 喜馬拉亞型	-	-	+	+
	c ⁱ = 純白albino	+	+	+	-
黃色羣複對因子	E = 色素擴張	-	+	+	+
	E ^d = 優性黑色	-	+	+	-
	e ^b = 玳瑁色	-	-	+	+
	e ^y = 黃色(與致死性優性黃色有別)	-	+	+	+
黑色羣複對因子	A = 麻灰色agouti	+	+	+	+
	A ^y = 優性黃色	+	-	-	-
	A ¹ = 腹白色之麻灰色毛	+	-	-	+
	a ^t = 黑色與草色之斑	-	-	+	-
	a = 黑	+	+	+	+
	B = 黑麻灰毛 b = 褐麻灰毛	+	-	+	+
	P = 濃色 p = 淡紅眼淡色毛	+	+	-	+
I = 濃色 i = 淡色毛	+	-	-	+	
R = 濃色 r = 紅眼淡色毛	-	+	-	-	

E. 反覆突然變異(回歸突然變異) Recurrent mutation

此為在同種生物之各別個體,同一突然變異,先後於相互無關係之情形發生者之謂。反覆突然變異之發生回數,由於因子不同而大異。茲將果蠅及金魚草之主要部位 locus 所發生之反覆突然變異回數及其所生成之複對因子種類數,示之如次:

果蠅(第一字母大楷者為優性,小楷為劣性)

因子名	反覆回數	複對因子數	因子名	反覆回數	複對因子數
apterous	3	1	Lobe	6	3
Bar	2	2	lozenge	10	5
bobbed	6	1	miniature	7	1
broad	6	4	Notch	25	3
cut	16	5	pink	11	5
Delta	2	2	rudimentary	15	5
Dichaete	3	3	Truncate	8	5
ebony	10	5	vermillion	15	2
eyeless	3	2	white	25	11
forked	12	4	yellow	15	2

金 魚 草(3)

因子名	反覆回數	複對因子數	因子名	反覆回數	複對因子數
choripetela	2	1	graminifolia	2	1
cornuta	2	1	pallida	11	8
crispa	39	1	radialis	2	1
deficiens	3	3	roseus	2	2
delila	2	1	unicolor	3	1

F. 復歸突然變異. Reversional mutation; Rückmutieren, 此爲由於A→a因子變化而生之劣性因子作a→A變化復歸於優性情形之謂。果蠅之eosin眼,最初爲由白眼所生出者,然其後由於紅眼,亦有直接生出,此eosin眼,有時復歸於紅眼或白眼,此爲用優性爲存在,劣性爲不存在所不能說明者。反之,白眼復歸於紅眼者殆無。

在異常染色體或體細胞,復歸突然變異之例殊多,又甚爲頻繁發生復歸之特別情形,稱爲易變因子。容當於次敘述。

G. 多爲劣性突然變異之理由 因子變化之方向A→a及a→A皆可發生,然特別A→a變化爲多者,已在果蠅可鮮明認識(參考前篇第二章第六節之染色體圖形)。特別在金魚草等,其突然變異型對於原始型,殆爲全部劣性。此傾向,在全般動植物皆甚顯著。若謂其理由爲何,蓋以劣性突然變異者之大多數爲畸形乃至虛弱性,其在野外,殊難維持其生命。以是野生動植物,多爲具有優性正常因子者。若由其發生因子變化,當然應爲變成劣性者。此推論不僅限於野生動植物,即飼養動物及作物等,亦可適用。蓋以在多數情形,此等生物之所以爲強健而發育正常者,因由選擇淘汰而來之故。但故意欣賞其異形之園藝植物及愛玩動物等,則往往可見其例外。

優性突然變異,常伴有致死作用。如果蠅之缺緣翅Notch,起因於染色體之缺失者有之(參考前篇第二章第八節之4)。然非爲染色體異常之情形,亦多現致死作用者。誠如穆

勒爾 H. J. Muller 所云,由於突然變異所生出者,致死因子較形態因子遙多(約六倍),此等致死因子,應有次之三種:(a)相伴於優性形態之變化者;(b)相伴於劣性形態之變化者;(c)不伴有形態之變化者。其中之(b)與(c)皆難發見。然反之,(a)則極容易發現。又即令(b)之致死因子之存在,可由生出死卵及不稔種子等知之⁽⁴⁾,然若非劣性形態因子成爲純型,亦不惹人注目。且若成爲純型,因致死作用之故而死亡,故結果仍應不能觸及吾人之目。此即爲一似只有優性突然變異與致死因子相伴之理由。劣性形態因子有致死作用者亦不少。若將部份致死因子之情形觀之,即可明瞭。

H. 突然變異之發生時期 若謂突然變異在性細胞形成之若何時期發生,由承受新形質個體之數目,可以推察得之。若數目愈多,可認爲愈在性細胞完成時之早期,若數目愈少,則愈在末期。穆勒爾在果蠅之某系統,獲得純型紅眼 WW 之子之雄 141 頭中,有 9 頭象牙色眼 ivory 劣性伴性因子個體,其比率約爲 13%,因謂恐在母體內卵原細胞生成八個時,其中之一,即發生 $WW \rightarrow Ww'$ 因子變化。

保爾在連續 12 代自家受精之金魚草之某系統,謂 29 株姊妹植物中,其一株生出次代之約 $1/4$ 爲所謂苔蘚狀 *muscoides* 矮生植物,又另一株,生出約 $1/4$ 爲總狀 *fimbriata* 突然變異型。此情形之新型爲劣性,因原爲自家受精,故確爲在親代之性細胞,已發生因子變化,又其比例皆不過 3%,故當爲

在性細胞形成之比較的後期(例如成爲32個性原細胞時)所發生者。

更在蠶,由同一母蛾之數百頭個體中,觀察出只一頭之突然變異者亦不少,似此情形,當爲近於性細胞完成時而發生因子變化者。

要之,因子變化想在性細胞發達之任何時期皆可發生者。

I. 突然變異之頻度 穆勒爾及阿耳吞巴耳格 H. J. Muller and E. Altenburg 於雌果蠅,欲知其伴性致死因子之新生而調查其次代之雌雄率,觀察得1,062頭雌中,有20頭(1.9%)其次代生出♀2:♂1之比。因雌有二個X染色體,故爲2,125個X中,只20個(約1%)發生一個因子變化。穆勒爾又關於第二染色體獲得對於5,000有30(0.6%)個突然變異。果蠅屬之其他種類,亦大體爲相近數字。

保爾在金魚草⁽⁵⁾,謂的確鮮明可區別爲突然變異者有5-7%。換言之,由於一個體之有性生殖而生100株次代植物中,有5-7株含有一個突然變異。意大利北部及法國南部所產之 *A. latifolium*, 或西班牙所產之野生金魚草屬各種,亦略爲同樣之比率。

以上所述,爲比較的容易發生突然變異之生物,在上述百分率中,如不伴隨形態特徵之輕度致死因子,無主因子存在之變更因子等發見困難者,尚不包含在內。

然在他方面言,不容易發生突然變易之生物亦不少。例如燕麥⁽⁶⁾,其因子爲極安定。又如意大利南部所產金魚草之近緣種名 *A. siculum* 者,保爾繼續 20 年栽培中,未觀察得一次因子變化。

若觀果蠅及金魚草之例而認因子爲容易變化者,是爲錯誤。假定果蠅之突然變異率爲 $0.7\% = 1:140$, 又令此蠅所含之因子數大約爲 3,000, 則對於因子之數 40 萬, 只有一回之比率。且此數字, 在實際上尚似過高。截至今日, 實際經調查之果蠅數, 計之大約有二千萬頭, 然在此大數中, 同一因子變化之發生回數, 即在變化最容易之白眼 *w* 及缺緣翅 *N* 部位, 亦不過各爲 25 回。既知因子之平均反覆回數, 恐只二回左右。換言之, 對於一千萬頭只有一回。

J. 易變因子⁽⁷⁾ *Mutable genes* 德麥勒克 *M. Demerec* 在黑果蠅 *Drosophila virilis* 獲得具有變化極易之伴性劣性因子名小形翅 *miniature* 之系統, 在此易變小形翅, 有稱爲 α , β 及 γ 三個之複對因子。 α 爲在性細胞及體細胞雙方使容易發生歸於正常型之突然變異。 γ 只使體細胞容易發生同樣突然變異。 β 不復歸於正常, 而爲最安定者。然於此所謂安定者, 只謂 β 不直接變爲正常型, 而非永久不發生變化者。 β 可以變爲 γ , 由此之體細胞, 可以移行於正常型。 β 向 α 之變化雖不明瞭, 然因 γ 與 α 之間可以相互變化, 以是 β 向 α 之變化, 自然間接可能。體細胞突然變易之結果而生出體的兩合體,

是固勿待贅述,又促進由 γ 變正常之體細胞突然變異,觀察出有二個優性因子(S-1,S-2)及一個劣性因子(s-2),不含此等促進因子之情形, γ 之體的兩合體的形成率為3.4%。然關於S-1或S-2為雜型又或關於s-2為純型之情形,殆生出100%體的兩合體,以上之所有情形,皆限於突然變異之由變異型向正常型(野生型)之方向,至於其反對方向,則不發生。同在此蠅,尚發見有微紅體色 reddish α 及洋紅眼 magenta α 二羣易變因子。

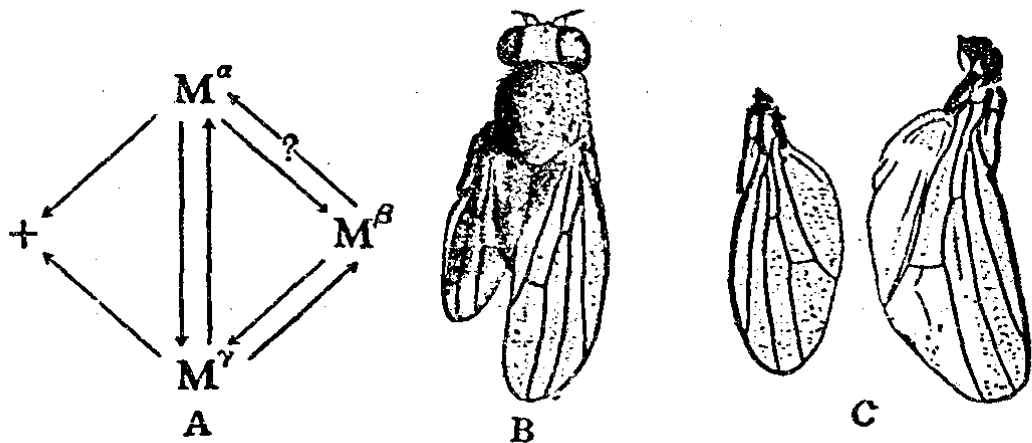


插圖 275. 黑果蠅之易變因子(Demerec)

A: 三種小形翅因子之變化模式

M^{α} : α 小形翅

M^{β} : β 小形翅

M^{γ} : γ 小形翅

+: 正常翅(野生型)

$M^{\alpha} \rightarrow +$ 變化,在體細胞性細胞兩者皆可發生,

$M^{\gamma} \rightarrow +$ 變化,只在體細胞可以發生,

B: α 小形翅及正常翅合成之體的兩合體蠅,

C: 左為 α 小形翅,右為 α 小形翅與正常翅合成之體的兩合體翅,

今井(1925)謂牽牛花之柳葉型劣性因子,易變化為優性複對因子之楓葉型(楓葉型對於正常型為劣性),池野(1923)觀

察得車前草之扭繞型 *contorta* 及萎縮型 *contracta*, 常復歸於正常型。在牽牛花, 性細胞及體細胞皆可發生變化。然在車前草, 則只限於性細胞發生。

K. 因子變化之原因 因子變化之本體, 尚為不明。然非僅為有如多數學者所謂喪失變異 *loss mutation*, 已如前述。特別在徵於復歸變異及易變因子之事實, 可以想像因子變化, 非為若何根本的大變化, 而由於化學組成之微少變化, 即可發生。

又因子變化, 大概只一個細胞發生。次乃由此增殖而成多數, 此為一般承認者。又其變化, 只限於某一個因子, 其與此相同關係之他一因子, 仍為原狀, 而謂此為因子變化不受外界影響之證據。然由於 X 線等而發生人為的突然變易之情形, 亦有此同樣事實存在, 試問其理由又何在。關於此點, 想當有再考慮之必要。

2. 染色體之異常 Chromosomal aberration

由正常二倍數個體, 因突然變異, 生出種種染色體異常及其表型之影響等, 已於前篇詳為敘述, 故無多言必要。染色體異常中, 橫斷、轉位、逆位等, 為位置之異常; 缺乏、重複等, 為一染色體之部份異常 *sectional variation*; 不分離、放棄、一染色體三倍數或一染色體單數等, 為一個染色體之增減; 三倍數、四倍數、單數等, 為由於整個基本染色體增減之變化。染色體之異常, 非為因子之質的變化, 而為其量的變化, 因以使表型出

現種種特徵,特別以因子平衡破裂之 $2n+1$ 或 $2n-1$ 爲顯著。然概言之,則由於染色體異常而生之新型,不若由於因子變異者之特徵顯著。又在從來認爲一個因子,其實不外染色體異常者,亦已證明有之,果蠅之缺緣翅,已判明起因於 X 染色體之缺失現象之一,而第二染色體之交叉抑制因子,不外由於逆位,即其實例。

染色體異常,在動物及植物皆可同樣發生,然染色體倍加現象,則只在植物特別多,而在動物則甚爲稀少(6)。關於染色體異常之最精細研究者,爲曼陀羅花,月見草與果蠅次之。那瓦興 M. Navashin, 1925 在黃花菜之一種名 *Crepis capillaris* 者,偶然獲得三倍數、五倍數等植物,茲附記之。

染色體異常之頻度,茲舉不分離之情形,用作一例,依據吉川之研究,在果蠅之第一次不分離,約爲 1:2,000,而在黑果蠅則約爲 1:1,000。至於第二次不分離,前者爲 4.3%,而後者不過 0.53%。且在後者,例外雌之生出數,只爲雄之約 1/15。

於此試敘述由於不等位交叉之一種染色體異常。澤倫尼 C. Zelany 在果蠅之具有位於 X 染色體之優性因子細長眼 Bar 爲純型者之子孫,觀察得復歸於正常者,爲 1:1,600 之比率,又變爲更極端之極細長眼 ultra-Bar 者,爲 1:28,000 之比率。此極細長眼又變爲正常者,爲 1:1,700 之比率,而復歸於細長眼者,爲 1:2,900 (皆爲只在雌)。斯塔特萬特 A. H. Sturtevant 用染色體之不等位交叉以說明此現象,令 B 爲細長眼, f 爲又

狀剛毛 forked, fu 爲融合翅脈 fused, 若 $fB+$ 及 $+Bfu$ 相同染色體, 稍前後移而行部份交換, 則由此結果所生之一 X 染色體爲 $fBBfu$, 而成極細長眼, 他一 X 失去 B, 即復歸於正常型。B 之複對因子, 有稱爲次細長眼 infra-Bar 者, 以 B^1 表示之。此爲使生細長眼與正常眼之中間大小者, 此亦與細長眼同樣, 或復歸於正常, 或變爲更細長之複次細長眼 double infra-Bar。其機構亦與細長眼之情形同樣(不等位交叉否定論, 可參考結論之末)。

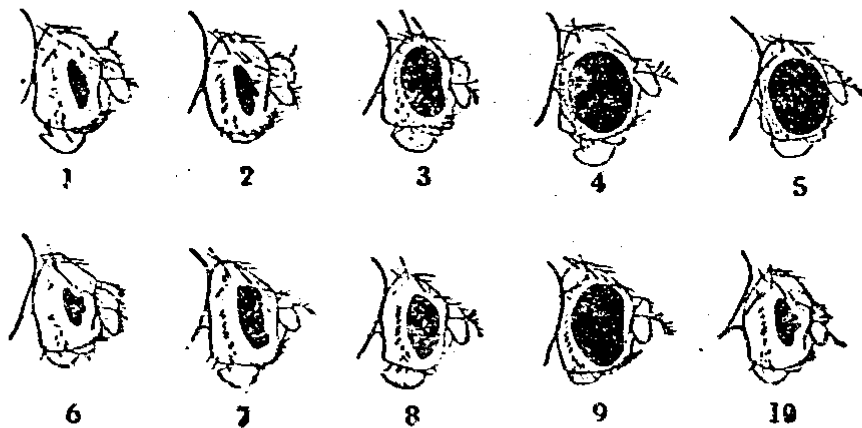


插圖 276. 果蠅之種種程度細長眼(Sturtevant)

$$\begin{array}{l}
 1: \frac{B}{B} \text{♀} \quad 2: \frac{B}{Y} \text{♂} \quad 3: \frac{B}{+} \text{♀} \quad 4: \frac{+}{+} \text{♀} \quad 5: \frac{+}{Y} \text{♂} \\
 6: \frac{BB}{Y} \text{♂} \quad 7: \frac{B^1}{B^1} \text{♀} \quad 8: \frac{B^1}{Y} \text{♂} \quad 9: \frac{B^1}{+} \text{♀} \quad 10: \frac{B^1 B^1}{Y} \text{♂}
 \end{array}$$

4 及 5 爲由細長者復歸者。

B = 細長眼因子 Bar, B^1 = 次細長眼因子 infra-Bar,

+ = 正常。

Y = Y 染色體。

3. 色素粒突然變異 Plastiden-Mutation

依據保爾之研究, 在金魚草之大量栽培, 可發見由全綠株中, 大概有約 0.1-0.5% 之斑葉植物。此只可經母株傳於次

代保爾又在牻牛兒苗 *Geranium*, *Beta vulgaris*, 甘藍屬 *Brassica* 等,亦觀察得同樣現象。幼苗全體出現斑葉者有之,又如後所述由於體細胞突然變異,莖之半面或只一枝等出現斑葉者亦有之。

第二節之附註

(1)依據近來之研究,野生果蠅中,亦可觀察得若干突然變異型。例如捷特維里可夫 *Tschetwerikoff* 在南俄捕獲果蠅 239 頭,及在實驗室內行同系交配之結果,分離出 32 種劣性因子。

(2)短腳雞或稱爲匍匐型雞 *Creepers*, 對於正常爲優性,其純型在胚子發育開始後約 72 時間即致死(*W. Landauer*)。

(3)自始至終只發生一回者,有 *aeruginosa*, *aurea*, *chlorina*, *chrysophylla*, *decipiens*, *fimbriata*, *minuta*, *muscoides*, *nivea* 等數十種。

(4)伴性致死因子之情形,由於雌雄率之異常,可以容易發見。

(5)金魚草因可自家受精,在此點言,較果蠅遙爲便利。

(6)在燕麥,亦發見有稱爲 *fatuoid mutation* 者,然此與燕麥之原種 *A. fatua* 爲相似,而主要由於染色體變異。但亦有染色體無若何異常而只由於因子變化者亦有之(西山, 1933)。由於染色體變化之情形,因在減數分裂,染色體爲不規則分配,而表型之分離亦同樣不規則,然由於因子變化者,其純型野

生型(iatuooid)及雜型及栽培型劃然分離為 1:2:1, 是蓋謂為在栽培燕麥之 C 染色體中含有使種子固着於穗軸之因子, 無芒, 粒之基部無毛等因子, 與此等關聯之栽培型因子, 同時作集團的變化而成野生型, 因至於種子成熟後易脫落, 芒及毛生出, 與此甚相似者, 為由栽培小麥生出之 speltoid mutation.

(7) 亦有稱為常變因子者。

(8) 在一屬中有染色體倍加關係之種類, 若舉例說明之, 在植物有菊屬 *Chrysanthemum* 為至 $5n$, 甘蔗 *Saccharum* 為至 $7n$, 玫瑰 *Rosa* 為至 $8n$, *Silene* 及睡蓮 *Nymphaea* 為至 $16n$; 在動物, 果蠅為至 $4n$, 避債蛾 *Solenobia* 為至 $4n$, 豐年魚 *Artemia salina* 為至 $4n$, 微塵子 *Daphnia pulex* 為至 $6n$. 然上舉動物之例, 皆為只於雌出現者。

第三節 體細胞突然變異

Somatic Mutation; Vegetative Mutationen

在體細胞是否果有真正突然變異發生, 已為多年懸案. 然在性細胞與體細胞已判明非如懷斯曼所想像為根本相異之今日, 體細胞亦有因子變化及染色體變化發生, 蓋無足異⁽¹⁾. 只在若性細胞發生突然變異, 即可於後代若干個體出現形質變化, 而體細胞發生突然變異, 其新形質, 只於當代個體之某部份出現一點, 是為相異. 後者稱為嵌合體 chimera 或兩合體 mosaic, 而在植物亦有稱為花斑或枝條變異者. 體細

胞突然變異,因已有於嵌合體及兩合體處敘述者,於此只在其不重複範圍,一申敘述。

1. 體細胞突然變異之種類

此亦有因子變化及染色體異常二種方式。

體細胞因子變化之最明瞭一例,為著者(1928)在家蠶所觀察得者。其最初一頭蠶,為以腹中線與氣門線為界之區域,亦即全體之約 $1/4$ 之面積,有透明皮膚(油蠶性),而其他部份,全為白色不透明之體的兩合體蠶。此蠶為從來不曾發生油蠶之二系統之 F_1 。此體的兩合體蠶為雌,其與同區正常雄相交配之 F_1 ,全為正常。由飼育其 F_2 四蛾區中,只一蛾區生出約 $1/4$ 為全身油蠶個體而全為雌。

在此系統之子孫,遂生出油蠶雄,因而樹立純粹之油蠶系統。此為定名為 d 油蠶之劣性伴性油蠶。其皮膚之透明度高而致死率大等,可與著者從來所報告之普通伴性油蠶,鮮明區別。且其在 Z 染色體上之部位,亦相互遠隔,以是完全為一新因子。此油蠶之祖先之體的兩合體蠶,恐為在受精核行二回分裂成四個時,其中之一,即發生因子變化,次由此一核所



插圖 277. 最初出現之 d 油蠶體細胞突然變異(原圖)
暗色一側為油蠶,其他一側為正常。

生體細胞與性細胞，即為承受有新性質者。若由此推論之，則蠶在受精後之分裂核成為四個時，似尚未發生體細胞與性細胞之分化。

莫耳 L. Mohr 亦在果蠅之半身體的兩合體雄，獲得位於 X 染色體之新因子名縮毛 *singed* 3 者。因此等皆為由於體細胞突然變異而生出之從來未知之新因子，以是完全無用其他說明之餘地。在蠶為 ZW 雌之 Z，而在果蠅為 XY 雄之 X，是故上述之體的兩合體，可以發見。若在 ZZ 或 XX 又或普通染色體 AA，即有同樣之新劣性因子發生；若非二相同染色體皆同時發生，當不能出現於表面。然二染色體同時發生同一因子變化，是為可謂殆不可能之稀有現象。但新生因子為優性之情形，則無論在任何染色體發生，皆可立即識別，是固勿待多論。著者在普通黑縞之純粹系統所出現之一頭半身

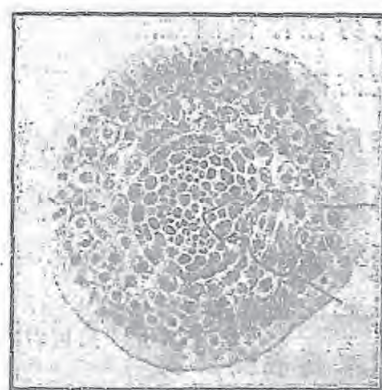


插圖 278. *Crepis dioscoridis* 之組織的體的兩合體 (Navashin).

根端橫斷而表示其四倍數組織(右下方之粗線包圍部份)。

體的兩合體,由之育成位於第一染色體之新優性因子名新黑縞 new striped 者之系統。

體細胞之染色體異常,除布克勒克斯利及白林 A. F. Blakeslee and J. Belling 在朝鮮牽牛花(某正常倍數植物之一枝為 $2n-1$,而在他個體為 $2n+1$,更在其他個體,有生 $4n$ 之枝者)有記載外,勒斯勒夫人 M. Mann-Lesley 觀察得具普通二倍數染色體之番茄,其根端有四倍數之細胞,那瓦興 M. Navashin (2) 在黃花菜之一種名 *Crepis dioscoridis* 者,發見其二倍數植物之根端,有一羣四倍數細胞。和林喜得女士 E. Lillian Hollingshead 亦在黃花菜之種間雜種 *C. setosa* × *C. biennis* 所獲得 24 染色體植物之根,觀察得四倍數細胞一羣。

馬利洛夫斯基及斯莫耳斯卡女士 E. Malinowski and A. Smólska, 1932 在體的兩合體系之 *Petunia violacea*, 發表其實驗及細胞學研究兩方面之感人興味成績,亦即花之全體為紫色者花形大,白色而混有紫斑者,則比例於紫色素之量變少而花形變小。又一花為區分嵌合體狀之兩者結合者,亦為在原則上不變。以上二型之體細胞染色體在赤道面時,依其大小而分別之,即得如次,單位用 μ 。

全 色 (3) 3.5 3.5 3.3 3.2 3.1 3.0 2.9 2.8 2.7 2.6 2.5 2.4 2.3 2.2

色素最少 (3) 3.5 3.4 3.3 3.2 3.1 3.0 2.9 2.8 2.7 2.6 2.5 2.4 2.2 2.2

似此在體細胞,不僅殆所有染色體其長度相異,縱令有同長之二染色體存在,其在成熟分裂,互相接合,毋寧謂為稀有,普

通為長度相差 $0.1-0.3\mu$ 者之二染色體相互接合。若假定 2.3μ 之染色體含有使色素分佈於花瓣全面及使花變大之因子, 3.5μ 之染色體含有使花更大之因子, 2.2μ 之染色體含有使色素之分佈成斑及使花變小之因子, 3.4μ 之染色體不含有使花變大之因子,則此植物之複雜遺傳現象,可以說明。出現上述兩極端之中間色素量及中間大小之系統,當由於或含 2.3 與 3.4 ,或有 2.2 與 3.5 之存在。似此長度相異之二染色體相接合,即為暗示此系統之雜種性者。

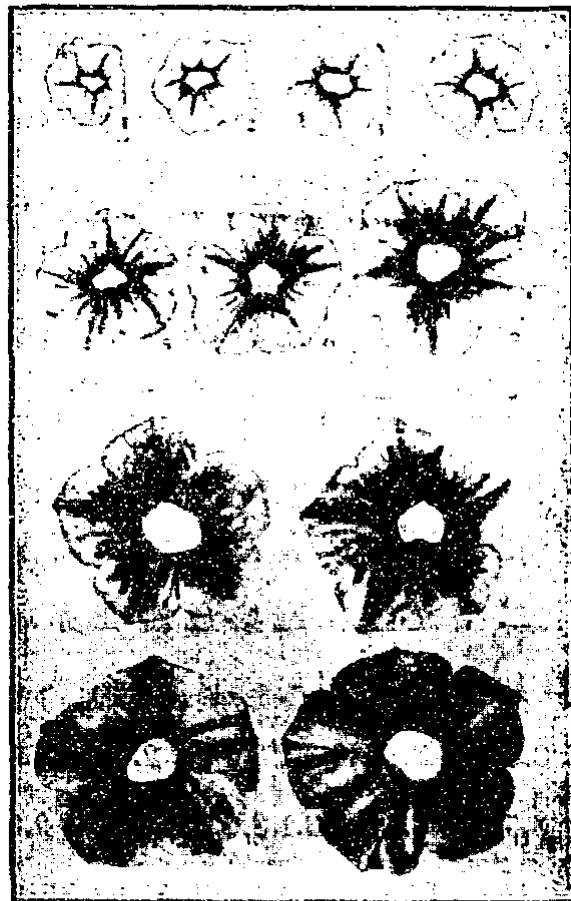


插圖 279. *Petunia violacea* 之斑花及全色花(Malinowski and Smólska)
 11 為全色,其他皆為斑花。注意色素量與花之大小關係。

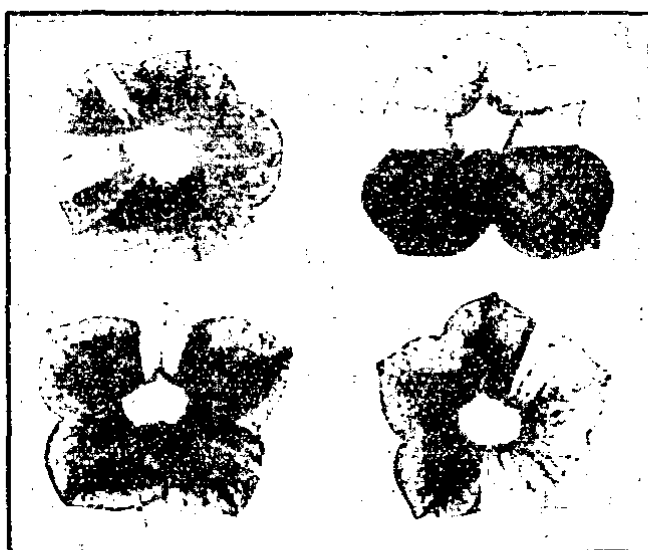


插圖 250. Petunia 之嵌合體花 (Malinowski and Smólska)
全部為區分嵌合體,色素量與花瓣大小之相關,於此亦可鮮明見之。

2. 體細胞與易變因子

在斑花雞冠花體細胞之因子變化及德麥勒克之易變因子,不僅限於性細胞,體細胞亦容易變化,已如前述,於此再將玉蜀黍種子及金魚草花之情形敘述之。

在玉蜀黍為愛美爾生 R. A. Emerson 所研究者,使種皮全為紅色之 S,使成中庸度花斑之 V^m ,使成輕度花斑之 V^l ,使全為無色之 W,皆相互為複對因子,而依所述之順序為優性。若 V^m 與 V^l 合併論之,即單書作 V。又即在 VV 純型植物,又 VW 雜型植物,其所生種子之花斑程度有多種,且播種此等多種花斑種子所生之次代植物,其全色與花斑之比率,有顯著差異,茲將以 WW 之花粉施於 VV 之雌蕊,而生種子之花斑程度及其次代之全色株與花斑株之比率,示之如次:

播下種子	A	B	C	D	E	F	G	H
全色株%	49.65	39.09	9.64	0.19	0.33	1.57	0.37	0
花斑株%	50.35	60.91	90.36	99.81	99.67	98.43	99.63	100

(A,B,C...相當於插圖第二百八十一之A,B,C...)

若無體細胞突然變異,則播下種子,應全部為VV,而上之結果,不能解釋,是當因在A之母親VV變成SV,故與WW \times 交

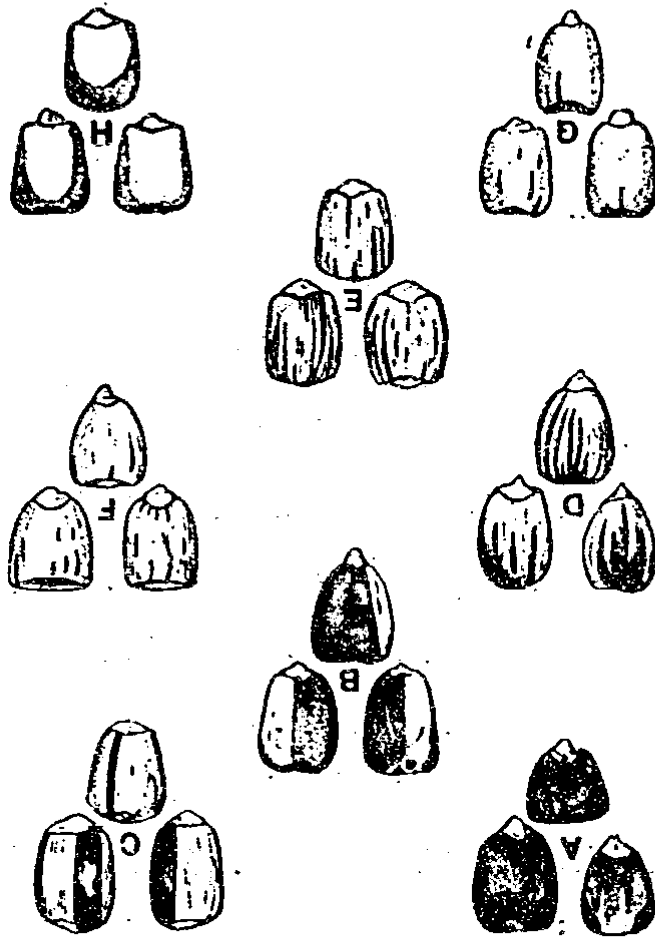


插圖 281. 玉蜀黍種子之花斑(Emerson)

使生此八種斑紋型之因子,有如構成同一複對因子者,然B—G六種相互間,極易變化,只A與H為安定而作普通之孟德爾比。

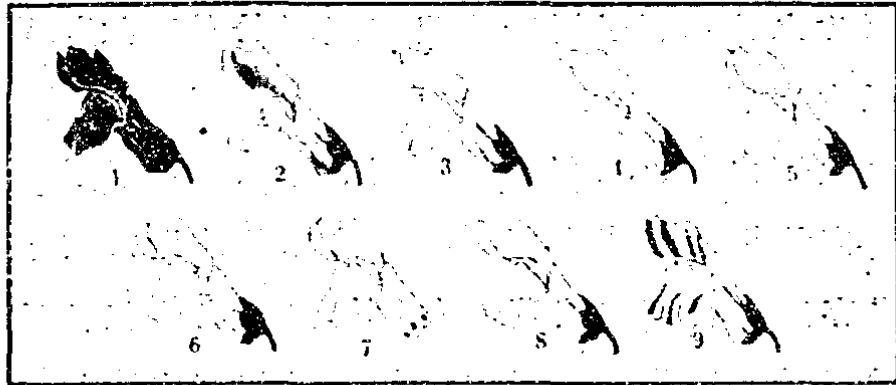


插圖 252. 金魚草之花色易變因子(Baur)

形成九種花色之一複對因子羣 (unilokale Faktoren) 及易變因子

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1: 紅色(符號為 Pal) | 2: 淡紅(pal rub) |
| 3: 肉色(pal car) | 4: 淡肉色(pal rhod) |
| 5: 僅存瓣微紅(pal mal) | 6: 微暈紅斑(pal mac) |
| 7: 花筒上有紅斑(pal tub) | 8: 象牙色(pal tin) |
| 9: 紅縱條斑(pal rec) | |

在以上九種中,(9)之 pal rec 為易變因子,元來此花型,莖葉皆完全無花青素,花為象牙色至黃色,而為九種中之最劣性,然在其組織細胞中,極容易復歸於 Pal 而成雜型,有時甚至生出純型之 Pal,似此變成 Pal 之部份,即為紅色之縱條斑,而出現於花,又有一株之枝條之一部或全部,出現 Pal 之特徵者,Pal rec 自家受精之結果,常生出 Pal 及 pal rec 之個體,復歸突然變異之頻度,由分枝羣不同而有差異,行淘汰可使多少增減,關於金魚草花形之不完全 deficiens,亦有四個之複對因子存在,其中之最劣性者(不完全之程度最甚者),常有復歸於最優性之正常型,與上述花色之情形相似。

雜之結果,生出 SW(全色)與 VW(花斑)各半,在 B 以後,因 $V \rightarrow S$ 體細胞突然變異,為在母體之個體發生之比較後期變化者,故承受 S 之性細胞較少,此推定與紅斑條之較少一事為一致,又 V^m 較 V^1 之變化性遙高,故在 $V^m V^1$ 雜型個體,若發生因子變化,必生成 SV^1 ,而不生成 SV^m ,又尚有趣味者, VV 個體雖較 VW 有二倍 V,然其 $V \rightarrow S$ 變化,兩者殆為相同,又由於 V 之

變化而生之全色種子，間有生出花斑者，於是可知 $S \rightarrow V$ 之變化，雖微少亦有發生。

金魚草之花色，爲保爾所研究者，關於 $pr^{(4)}$ 因子爲純型之個體，完全缺乏花青素，莖與葉皆爲綠色，花則因其他花色因子之存在與否，而爲淡黃、濃黃等，然決不成爲紅色。元來此因子爲屬於P羣複對因子之一，然 $prpr$ 個體之體細胞內，殊頻繁發生突然變異而成 P_{pr} 。因此細胞生成紅色素，故莖或花瓣出現紅縱條斑。又在 $prpr$ 植物，雖甚少，然亦甚至有因子



插圖 283. 金魚草之葉形易變因子(Baur).
m: 綠葉型 n: 正常型

變化二回獨立發生，而成 PP 純型，遂生出紅色枝。此 $pr \rightarrow P$ 變化，不僅在體細胞，亦及於性細胞。故由於 $prpr$ 植物之自家受精，其次代有相當多數全體紅色株生出。在體細胞，其上述變化之程度，因系統不同而大有差異。若在個體發生之初期發生變化者，其紅色部大，愈至後期則愈小。

金魚草花形之一異型 *globifera*，同樣容易變化為正常型。又其葉如柳之一變異型 *phantastica*，亦有不斷復歸於正常闊葉型之傾向。

3. 體細胞突然變異之發生時期

上述情形，為體細胞突然變異。在個體發生之任何時期，

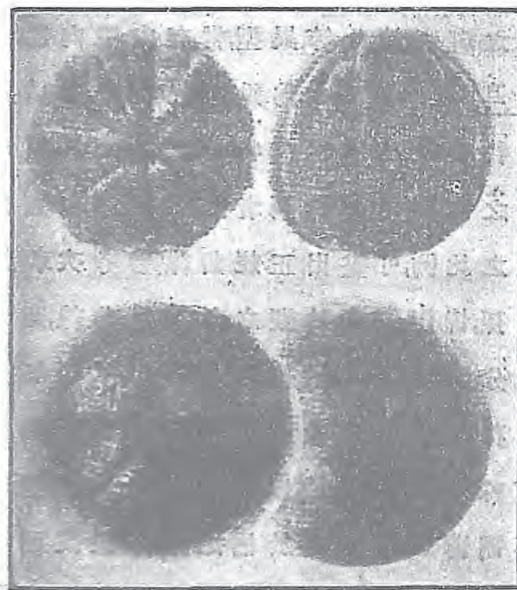


插圖284. 橘之體細胞突然變異(Sharnel, Pomeroy and Caryl)

上: 由於 navel-orange 之某一枝條突然變異所生有縱溝之果實

下: 同株之另一枝條所生正常果實

皆可發生者。然在另一方面言，亦有限於一定時期者。例如德麥勒克謂飛燕草 *Delphinium* 之易變因子，只在個體發生之最初與最後作顯著變化，而在其中間時期，殆完全不發生變化。

4. 體細胞分離 Somatic segregation

在Aa雜型個體，其某一部份出現劣性 a 之形態之情形，有稱為體細胞分離者。然此語殊不妥當⁽⁵⁾。在此情形，決非Aa分離而成 A 及 a。不外在一部份體細胞，發生A→a突然變異而已。但於此有謂為真正體細胞分離之情形者，navel-orange之果皮，為由無色至濃黃紅色之種種色調，又往往有出現種種精粗異色之斑者。然此等異型，常有由甲向乙，由乙向丙之變異。伊斯特耳 W. H. Eyster 為說明此現象，認為果皮色因子有使生着色物質者及不着色物質者，由兩物質之比率而出現種種程度之色調，中庸色調者之子孫，為由無色至濃黃紅色，其各階級之比例，可畫出正規曲線(參考次章)。反之，濃黃或淡黃者之子孫，皆作偏向於親之色調之曲線，此上述兩物質在果皮細胞分裂時，發生體細胞分離而不平等分配於各細胞時，即生出花斑，然在此說明遺傳因子與細胞質乃至色素粒之關係，有殊欠明瞭之憾。以是可認為真正體細胞分離之根據，不能不謂薄弱。其他關於橘之果形果皮面有無凹凸及粗滑等，亦常有體細胞突然變異生出，有如沙麥耳 A. D. Shamel 及其他學者所研究者。

5. 芽條變異 Bud-mutation, Bud-variation, Bud-sport; Knospemutation, vegetative Mutation

在實質上,此與花斑及體的兩合體為相同現象。然因為由某一株植物之枝之成長點所發生體細胞突然變異,故由其成長之枝,全部出現新形質,有時可由此枝行插木接木等而形成一新分枝羣。依據田中之研究,由温州蜜柑之芽條變異,有生出早生温州之傾向,此早生温州,因經濟價值多,故漸次普及於各地。克勞生及古德斯匹德 R. E. Clausen and T. H. Goodspeed 觀察得紅色花煙草與古巴種 Cuba 白花煙草之 F_1 ,全部為紅花,在 F_2 分離出紅與淡紅與白作 9:3:4 之比。然 F_1 之一株為紅花枝與淡紅花枝分生,其自家受精之結果,無論何枝之次代,皆分離出 9:3:4 之比。又在其與白花行退交雜,皆生出 1:1:2 之比。於是知此芽條變異之淡紅花,為表皮細胞失去紅色因子,而第二層以下之內部組織,則仍為原狀者。唐菖蒲 *Gladiolus* 之一品種名 *Bride* 者,為由紅花種 *G. Colvillei* 所生出之白色種。然後者為不稔性之雜種,故 *Bride* 恐為由芽條變異而生成者。又此 *Bride* 有時生出紅花之枝。在大麗花 *Dahlia*, 其白底色而紅斑之品種,亦往往有生出全紅花者。

半支蓮 *Portulaca* 之矮生種,為由正常種所生出者。然此矮生種,常有一枝復歸於正常者 (Blakeslee)。又此半支蓮之白花株,莖葉皆為純綠色,而開着色花者,則為紅色。然有一白花株,生出紅色枝而開紫花者 (池野)。產長形薯之馬鈴薯,在同株

往往有生出圓薯者。然此植物之關於薯形者為雜型，其長形為優性 (R. Salaman)。約翰生 W. Johansen 在菜豆之純系，見某一株生白色枝，此枝所生之豆，雖為普通之褐色，然播種後所生幼苗，全部為白色而不能成長。在豌豆之軟莢純系之一株，其一花梗有生出優性硬莢者 (S. J. Wellensiek)

6. 補遺

以上所述體細胞突然變異，為選其比較顯著之例者。然在不如此顯著之情形，則應更多。猶有稱為金眼銀眼之一眼為黃褐色而他一眼作淡青色者。人類或為左右耳形顯著相異，或在其額上只一羣毛髮為白色等例甚多。此等現象，抑或單純左右對稱法則之例外即可說明，抑或其中之某種類起因於體細胞突然變異者，

是為有研究必要之問題。在蠶之體的兩合體，假定有哥耳德希米特及勝木所謂由於極體受精者，然此外由於體細胞突

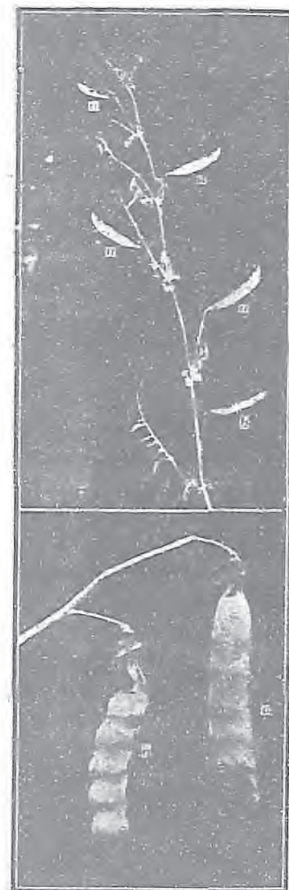


插圖 285. 豌豆莢形之芽條變異 (Wellensiek)

上: 一株之枝上生出硬莢與軟莢者

下: 一花梗上生出硬莢與軟莢者

a: 硬莢 b: 軟莢

然變異者，著者確信有多數存在。

第三節之附註

(1)在今日，吾人視為體的兩合體與性的兩合體之區別不甚重要者，亦為同樣意義。

(2)那氏自己書為 Navashin, Nawaschin, Navaschin 等。

(3)對於兩合體系之色素量行淘汰，其達於正方向之極端者為全色，而達於負方向之極端者，其色素最少。

(4)為保爾之 pal rec(recurrens)之略，P 為 Pal 之略。

(5)若單謂表面上優劣二性分離，亦無不可。

第四節 人為的突然變異

Artificial Transmutation;

Erzeugung(Experimentelle Auslösung) von Mutationen

隨遺傳研究之進步，突然變異之重要性，愈益顯明。同時，只謂其由於細胞之內的刺激而突發生出者不能滿足，試用某種方法而可使之人為的發生，是為斯學界多年之願望。

1. 因子突然變異之人為作成 Induced gene-mutation

人為的可使染色體異常分配，在相當時間以前，已有多數學者嘗試而到達某種程度之成功，然在嚴格意義言之，突然變異即因子變化之人為作成，其在學術上，有更深之意義。關於此，有陶維耳 W. L. Tower, 1906 之先驅業績，及穆勒爾 H. J.

Muller, 1927 在果蠅所作之決定實驗, 不能不大書特書。

A. 陶維耳之實驗 陶維耳在馬鈴薯之甲蟲名 *Leptinot-arsa* 者, 調查其地理的分佈, 形態之變異及習性等, 更行淘汰與刺激二種實驗, 用作新種育成之方法, 於此將敘述者, 即其由於刺激之實驗, 陶氏將此蟲長期間處於高溫乾燥低氣壓, 高溫多濕, 低溫多濕, 低溫乾燥等主要為溫度與濕度之異常環境, 並使在此中行性細胞發達, 成熟分裂及受精等, 觀察得其生出成蟲之淡斑紋者, 條紋之融合者, 甚帶微紅色者, 小型者, 蛹之色特別紅者, 習性異常者等異型, 此等新型, 一出現即同時固定, 其與原始型交雜之 F_2 , 分離出原始型 3: 新型 1 之比。依據陶氏之研究, 此昆蟲即在野生狀態, 亦可觀察得對於六千頭即有一頭左右之比例為突然變異, 故想為因異常溫濕度促進其變異性者。陶氏又將硝酸鈣溶液注射於蟲體而使發生突然變異, 亦告成功。

B. 穆勒爾之實驗 因陶維耳之業績, 其記述多少粗漫, 馬鈴薯甲蟲之因子構造, 非為精細知之者, 又以時代過早, 其他類似報告全無而為孤立, 更以不久陶氏即捨去科學研究而轉向於其他方面等等, 故在今日, 學界不甚重視之⁽¹⁾。其後哈利生及加勒特 J. W. H. Harrison and F. C. Garrett, 1926 將紫尺蠖蛾類 *Selenia bilunaria* 之純粹種, 用錳酸鉛溶液撒於葉上飼育之結果, 生出黑化種, 其與原種交雜, 作單純劣性遺傳, 亦有報告。然所用材料之因子構成非為精知者一點, 亦不免大

蒙不利,其後之學者 (Mc. Kenny Hughes, 1932; M. Thomsen u. H. Lemche, 1933)又重複同此實驗,而皆到達陰性之結果。

穆勒爾由 1925 年用溫度,由 1926 年用 X 線作實驗。在其第一試驗,為將 X 染色體上有 bb 因子之雄一羣,使之受 X 線放射,次以此雄與未經放射而關於 sc, v, f 為純型之雌相交尾,或以經放射之雌與未經放射之雄相交尾,又或使經放射之雌雄同輩相交尾。於是在其子孫,精細調查其形態的或致死的突然變異之出現。如上所述,用多數伴性因子為純型之雌雄者,蓋使新突然變異發生之部位得易知之,同時容易發見有混入者之故。又 X 線放射之方法,為將果蠅置於膠質 gelatine 小盒中,距離柯立芝管球 Coolidge tube 之鎢對陰極板 tungsten target 16 cm,中間隔以厚 1mm 之鋁板而行放射。其時間分為 12, 24, 36 及 48 分,對於此等,各以 t-1, t-2, t-3, t-4 等符號表示之,其結果觀察得有突然變異如次:

		致死因子	半致死因子	虛弱因子	強健因子	
		交叉異常	交叉正常	(0.5-10%生存)	(10-70%生存)	(70-100%生存)
形態的	顯著	23	68	7	3	6
	不顯著			5	6	5
	不可視			5	多數?	1

交叉異常,為伴隨交叉之一部或全部抑制而從來總稱為 C 因子者,此為主要起因於染色體之轉位逆位等。

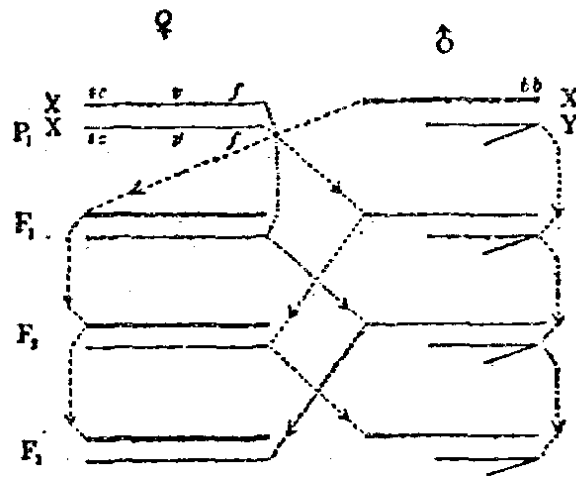


插圖286. 穆勒爾之第一實驗模式(Muller)

- | | |
|-------------|---------|
| sc: 小橋板剛毛不足 | v: 朱色眼 |
| f: 叉狀剛毛 | bb: 斷毛 |
| X: X染色體 | Y: Y染色體 |

如圖所示,以♀受X線放射之結果,立即於次代之雌出現以♂受X線放射之結果,其所生優性因子,出現於次代之雌,而劣性因子,則出現於孫代之雄,sc、v、f等,為使新因子之位置容易知之起見,而選定之標記,

在第二實驗,將具有X染色體之大部份為逆位而殆完全不能行交叉之雜型 Cl-X 染色體(純型者致死)之雌,加以X線放射,次以此與未經放射之雄相交配,其次代之雌全為正常,然雄之一半死亡,若在經放射之雌,其不含Cl之X發生新致死因子,則具此新因子之雌與正常雄間之 F_1 ♂,無論承受母親之任何一個X,皆有致死作用,故結果不免完全死亡,以是只將飼育瓶一觀,其新致死因子之是否發生,即可判明在此實驗,其198對照區,完全未發生致死因子,然經放射之1448區,生出有138個致死因子,16個半致死因子,及4個形

態的突然變異。

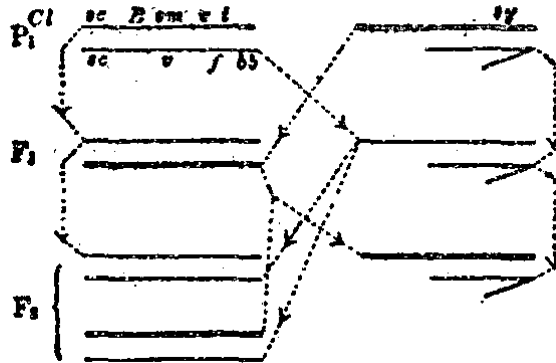


插圖 287. 穆勒爾之第二實驗模式 (Muller)

其應用 Cl 因子一點是為特長。C 為 X 染色體全長之交叉抑制因子，換言之，除 X 之左端外，大部份為逆位者。l 為劣性完全致死因子。關於 Cl 為雜型之♀能生存，然♂則死亡，以是 X 染色體中之具有 Cl 者，只由♀傳♀，其他一 X，則由♀傳♂，再由♂傳♀，又在♂之 X 為或傳於♀次返於♂，或傳於♀。B 為細長眼，s 為暗褐體色，m 為小形翅，t 為黃褐體色，sy 為小形複眼，sc、v、f、bb 則與前圖同。

綜合上述二回實驗觀之，X 線放射時間愈長，突然變異之發生比率亦愈多。若強度相同而時間為二倍，則突然變異之發生數，為 $\sqrt{2}$ 倍。

更在第三實驗，用具有皆含黃體色因子 y 而右端接着之 \overline{XX} 染色體與 Y 染色體之雌，及含有斷毛因子之雄為材料，而在雄行 X 線放射。在如此之雌雄(參考前篇第四章第四節)，若雄之 X 染色體有某突然變異新生出，無論其為優性或劣性，應皆於次代之雄發現。此殊為巧妙實驗設計。在此實驗調查雄之總數為 2640 頭，其中發生形態的突然變異者有 147 頭，其大多數，出現頗為明瞭之既知或新特徵。

穆勒爾又關於從來作為疑問之優性致死因子之實現

可能性爲如何,基於經 X 線放射雄所受精之卵生出多數死卵,及 F_1 雌之比率低下等,而肯定其存在之可能性,一般言之,由於 X 線之形態的突然變異出現之頻度,達於不放射區之 150 倍以上,又起因於人爲刺激之突然變異,性細胞及體細胞皆可發生,後者即成兩合體動物。

C. 其後之研究 上述之穆勒業績,在遺傳學界,可謂生出一大波紋,於是遺傳學又尋出新之研究領域,各國學者,爭先於此方面着手實驗,茲將其中之代表者,選出二三,介紹如次:

在金魚草,保爾用種種藥液刺激其成長點,然次代完全無異常,及其 F_2 (2), 所出現之新形質,不足 1.2%。而此植物之未經刺激者,亦生出 1.5% 之突然變異,以是合併思之,在其比率言,毋寧可謂歸於消極的結果,然在他方面言,染色體異常,則的確顯著增加。

斯塔白 H. Stubbe 更擴大刺激範圍,用 X 線,紫外線,於化學藥品溶液中加以旋轉,溫度等刺激,最初由一株增殖之多數金魚草之成長點,得其 F_1 已生出多數異常型,其比率已達於親植物之 75.6%。若與對照區之 2% 相比,是有雲泥之差。然異常型之種類,則與保爾所得者無大異,矮生及細葉型爲多,生活力缺乏及性細胞形成異常之個體亦有之,但關於花之變異型則甚少,保爾之情形,想因刺激過弱,以是未獲得陽性結果。



插圖288. 金魚草之人爲的因子突然變異(Stubbe)

左: 正常型(對照)

右: 經X線放射之 F_2 之細葉型

巴希何耳慈及布拉克斯里 J. T. Buchholz and A. F. Blakeslee 在朝鮮牽牛花,以不使發生染色體異常只使發生因子變化爲目的,特別避免減數分裂時期,而以鐳線刺激花粉及花粉管。其 F_1 生出三種異常型:(a)花粉之半數無發芽力者;(b)花粉管之半數早破裂者;(c)花粉管之約半數發育遲者。在 F_2 則正常與異常分離。因此等異常型之染色體,完全與普通者相同,故此異常性爲有如豫期之起因於因子變化者。(a)及(b)爲花粉致死因子,此因子只可經卵細胞傳於子孫。(c)爲部份

致死因子,因其使花粉管成長遲,故在未達於子房之途中,即多枯死。

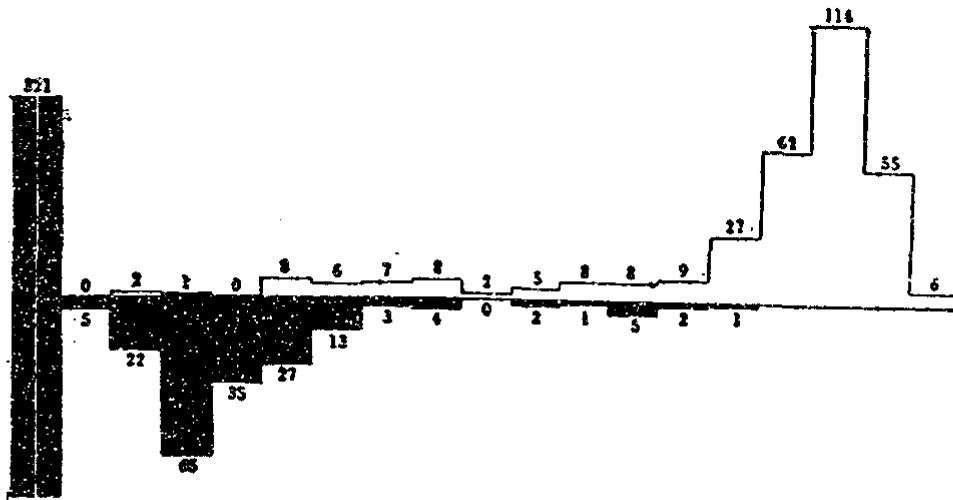


插圖 289. 朝鮮牽牛花由於鐳線而發生之花粉致死因子
(由 Buchholz and Blakeslee 改作)。

表示以經鐳線放射植物之花粉施於曼陀羅花之柱頭,經過 14 時間後,其花粉管尖端所達到之部位,左端之二條粗線,為完全不發芽之花粉,橫線下之黑色矩形,為異常花粉管之分布,上部之白色矩形,為正常花粉管之分布,左端為雌蕊之柱頭,右端為子房。

即在人為突然變異之研究,亦當以自然突然變異之最多知之之果蠅為最便利,自無待言。關於此蠅之業績非常多。穆勒爾亦於其後發表多數報告。此等將於後文敘述之。然在第四染色體發生優性無眼 dominant eyeless, 為從來所知劣性無眼之複對因子。又在 X 染色體發生膨脹翅 bloated 等優性因子外,尚有特別有趣味者,為同時突然變異 simultaneous mutation。亦即由於 X 線放射之故,自又狀剛毛 forked 而正常複眼之蠅羣中,生出正常剛毛而眼鏡狀複眼 spectacle 之個體,其關於剛毛者,為由劣性變優性;而在複眼,為由優性變

劣性之因子變化而同時發生,然因經 X 線放射者,由正常剛毛向叉狀剛毛之變化極為普通,故此兩者間之變化,可謂為可逆的 reversible。又小楯板剛毛不足 scute 與正常者間之變化,亦判明為可逆的。

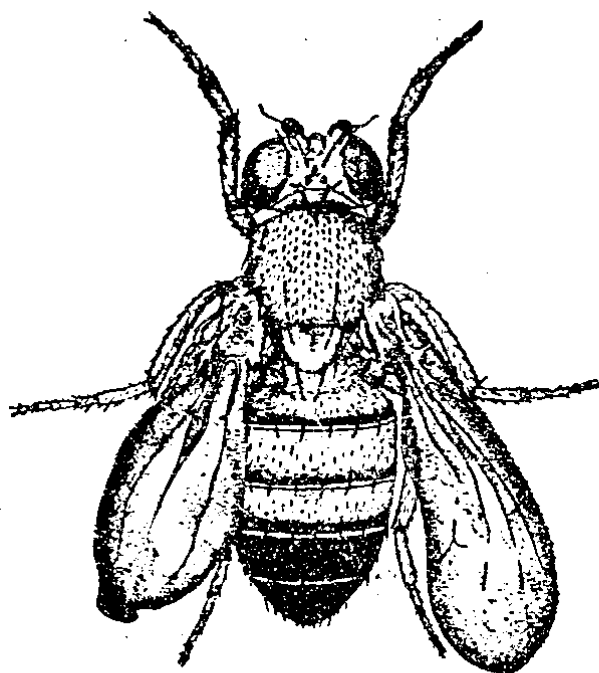


插图290. 果蠅之人為突然變異之膨脹翅 bloated wings (Muller), 為伴性劣性因子而含有 X 染色體一部之不致死性遺位。

漢生及希斯 F. B. Hanson and F. M. Heys 以鐳線放射於

野生型果蠅,而得次之結果:

		鐳線之強度	觀察數	發現致死因子	同上百分率
第一實驗	對 照		110	0	0
	150 mg 6時間		31	4	12.9%
第二實驗	對 照		423	0	0
	鐳之全放射線140mg 6時間		426	35	8.2%
	只用γ線	150mg13時間	426	12	2.8%

依據漢氏等之研究,鐳放射線中,以 β 線最爲有效,而 γ 線爲無效。在上述實驗,僅 γ 線亦生出若干突然變異者,蓋因此線通過其他物質時,所生二次的 β 線之作用。 β 線有效之原因,想爲與電離子發生量成正比例一事實有關係。又漢氏等證明置於鐳與果蠅間之鉛遮蔽板厚度與突然變異發生數間,爲可驚的一致。

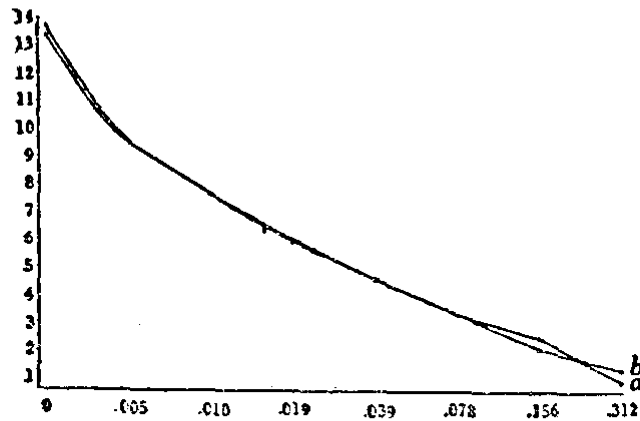


插圖 291. 鐳線放射量與突然變異之頻度(Hanson and Heys)

a: 實驗曲線 b: 理論曲線

縱軸爲突然變異之頻度(%), 橫軸爲鉛板之厚度(英寸)。

阿耳吞巴耳格 E. Altenburg 用紫外線長時間照射於果蠅, 獲得陽性之結果。又哥耳德希米特將行同系交配之果蠅幼蟲置於 37°C 高溫中 10-12 時間, 其 F_1 及 F_2 出現種種可視的(= 形態的)突然變異 62 回。

著者在家蠶, 於 1916 年用溫度及旋轉作成人爲的兩合體, 又 1927 年以來用 X 線、溫度、旋轉(遠心分離器)、藥品等刺激使發生種種因子變化, 亦得成功。

2. 染色體異常之人爲作成 Induced chromosomal aberra-

tion

A. 勒麥克之實驗 在今世紀之初,勒麥克 B. Němec 已於大巢菜 vetch、豌豆、洋蔥等,行人爲的染色體倍加實驗。即以 chloralhydrate 使根端細胞麻痺,阻止其核分裂後應繼續發生之細胞分裂,於是形成二核。其後二核合體成 $4n$ 而增殖者有之。繼續用此方法, $8n$ 、 $16n$ 等細胞,亦可作成。然若停止藥品之刺激,即有復舊之傾向。

B. 溫克勒耳之實驗 溫克勒耳 H. Winkler, 1916 以番茄 *Solanum lycopersicum* 接於龍葵 *S. nigrum* 之砧木上,經過10日後,於其接合部位橫斷,使其癒合組織所發不定芽中,生出嵌合體之枝,次截下此枝作營養繁殖之增殖,於是發見其中有表皮爲二倍數染色體之番茄細胞而內部組織爲四倍數染色體之龍葵細胞所合成之個體。將此嵌合體橫斷,於其切口所生不定芽中,取由內部組織生出者行營養繁殖,遂育成龍葵之 $4n$ 個體。又作如前所述,由表皮爲 $2n$ 之龍葵而內部爲 $4n$ 之番茄嵌合體,番茄之 $4n$ 個體,遂得人爲作成。又龍葵之倍數染色體爲72,而番茄爲24,故其四倍數爲144及48。

其後,耶耳更生 C. A. Jørgensen, 1928 亦由同樣方法育成單數、三倍數、四倍數等之龍葵。然單數植物爲完全不稔,而三倍數與四倍數個體,只生少數種子。

C. 維特斯太因之實驗 馬夏耳兄弟 Élie et Émile Marchal, 1906 在真菌類,成功人爲的染色體倍加。元來真菌類植物之胞

子發芽為原絲體 protonema, 由此乃生出此植物之最大形部份之莖葉體。在此莖葉體之頂端, 某株生出雌性器官 archaegonia, 而他株生出雄性器官 antheridia。若雌性器官之卵由於雄性器官之精子受精, 則作細胞分裂而生成子囊柄及子囊

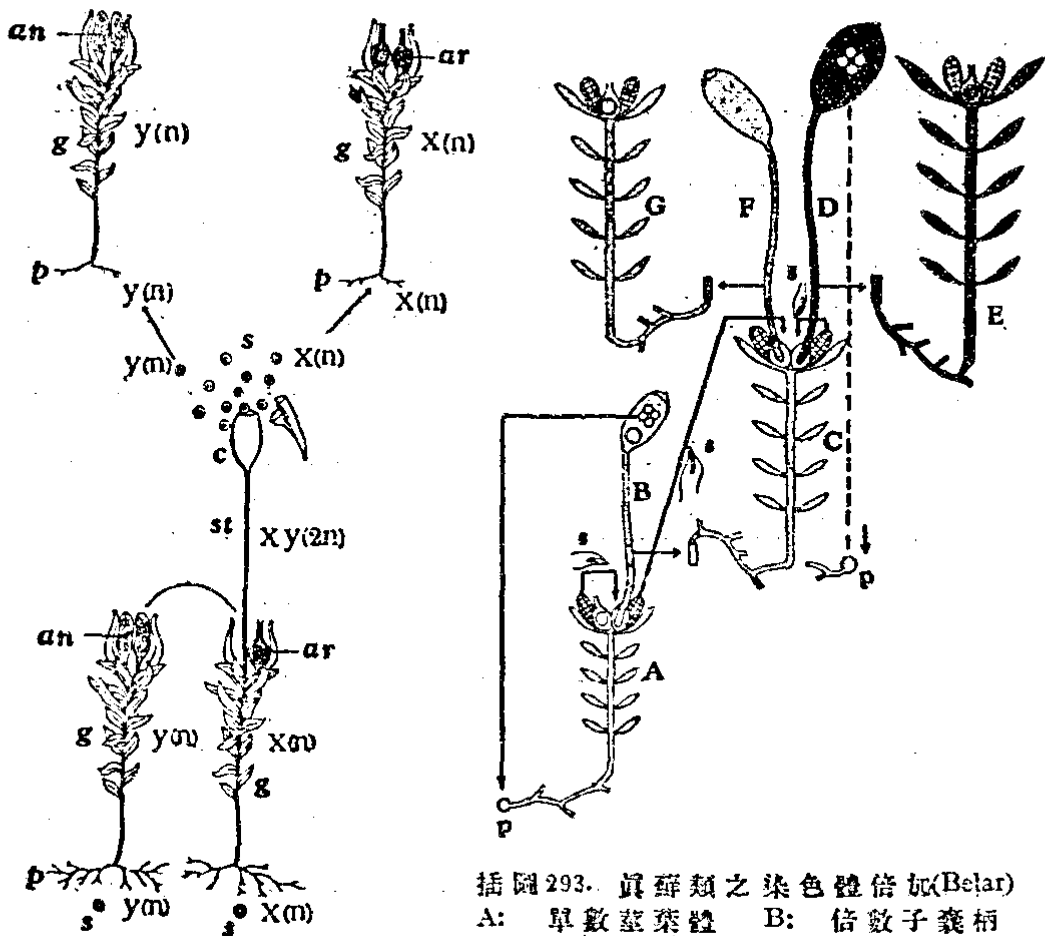


插圖 292. 眞蘚類之生活圈與染色體(Morgan)

- an: 雄性器官
- ar: 雌性器官
- c: 子囊
- g: 莖葉體
- n: 普通染色體
- p: 原絲體
- s: 孢子
- st: 子囊柄
- X: X染色體
- Y: Y染色體

插圖 293. 眞蘚類之染色體倍數(Belar)

- A: 單數莖葉體
- B: 倍數子囊柄
- C: 種植倍數子囊柄斷片, 而生出之倍數莖葉體。
- D: 受精結果所生四倍子囊柄。
- E: 種植四倍數子囊柄斷片, 而生出之四倍數莖葉體。
- F: 倍數染色體卵與單數染色體精子合體, 而生之三倍數子囊。
- G: 三倍數莖葉體
- p: 孢子
- s: 精子

sporangium, 子囊中形成多數孢子 spores, 此孢子落於地上, 又發芽而反覆上述之生活圈。此孢子、原絲體、莖葉體, 皆有單數染色體而稱爲配偶體(有性世代植物) gametophyte。子囊柄、子囊孢子母細胞, 皆有倍數染色體而稱爲孢子體(無性世代植物) sporophyte。孢子母細胞形成孢子時, 行減數分裂。其在雌雄異株之種類, 孢子中卽有雌與雄之區別。馬夏耳等截下子囊柄而植於潤濕砂土上, 此子囊柄再生成原絲體而與子囊柄同有倍數染色體。以是其所發達之莖葉體而生出卵與精子, 亦仍然維持其倍數。若此卵與此精子合體, 卽成爲四倍數個體。若蘚類之性染色體爲 X 及 Y, 則卵全爲 X, 精子全爲 Y, 子囊及子囊柄爲 XY, 而孢子及莖葉體則或爲 X 或爲 Y。然上述作成之莖葉體, 則 XY 皆有。

維特斯太因 F. V. Wettstein 不僅用上述方法作成 $XY+2a$ (a 爲普通染色體之單數) 之莖葉體, 尚用種種方法, 使發生倍加現象, 亦卽用 chloral hydrate 刺激原絲體, 以阻止其染色體分裂後之細胞分裂, 由是使生出 $XX+2a$ (雌性) 或 $YY+2a$ (雄性) 之倍數染色體莖葉體, 因此二者所生出之卵及精子, 亦同樣爲 $XX+2a$ 及 $YY+2a$ 。故由其合體所生之子囊柄, 有 $2X+2Y+4a$ 之四倍數染色體。又若使 $2X+2a$ 卵與普通之 $Y+a$ 精子受精, 則成 $2X+Y+3a$ 之三倍數子囊柄。若截下此等子囊柄栽植, 卽各得四倍數及三倍數之莖葉體, 由此作成之單數、倍數、三倍數及四倍數之 *Funaria* 蘚, 卽依上記順序

而各細胞及各器官漸次變大,且其性之特徵,亦極顯著。維氏
 又用同樣方法,作成染色體與細胞質之種種組合。令 A 與 B
 為二種 *Funaria* 蘚,則由於 $A♀ \times B♂$ 所生子囊柄截下而栽植
 成長之 *Funaria* 蘚,含有 A 之細胞及 A 與 B 之各組單數染色
 體。由此生出之卵,亦為同樣。若再使此卵與 B 精子受精,則生

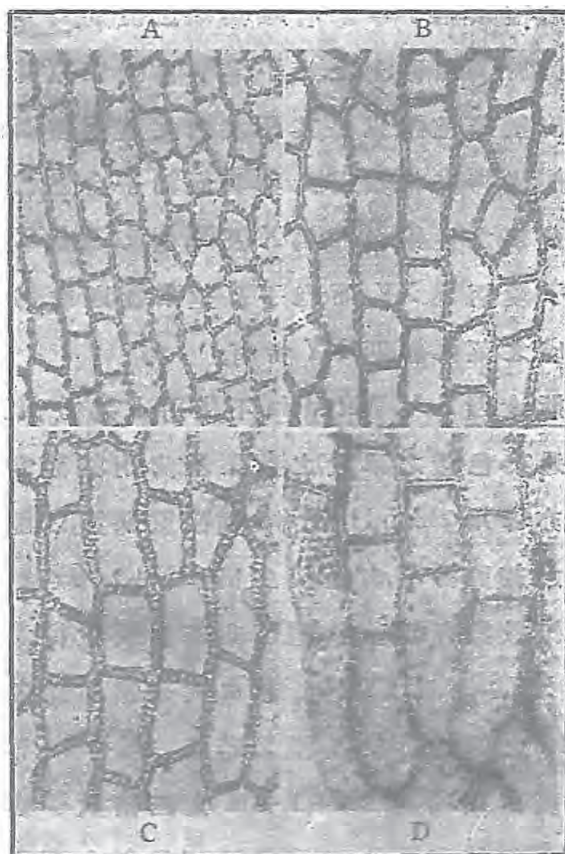


插圖 294. *Funaria* 蘚之染色體倍加與葉細胞大小之關係 (Wettstein)

A: 單數 B: 倍數 C: 三倍數 D: 四倍數

出之子囊柄,應為 A 之細胞質內含有 A 之單數染色體及 B 之倍數染色體,同樣行之,其他種種組合亦可作成。

似此 *Funaria* 蘚,其染色體倍加可使容易發生一點言,殊為甚有趣味之材料,然繼續上述方法,欲使染色體無限增加,則不可能。蓋因四倍數之 *Funaria* 蘚,缺乏有性生殖之能力,故不能增大至四倍以上。

D. 穆勒爾及彭特耳之實驗 穆勒爾與細胞學者彭特耳 T. S. Painter 合作,對於經 X 線放射所生果蠅染色體之轉位、重複、缺失(削除)、分割等,作顯微鏡的及實驗的研究,而判明兩者甚相一致,在其中最顯著者之一,即為生出而稱為短壯 Tubby 一新型,此新因子,不屬於既知之任何關聯羣,而為一獨立優性因子,亦即形成第五關聯羣者。然實際上,在此細

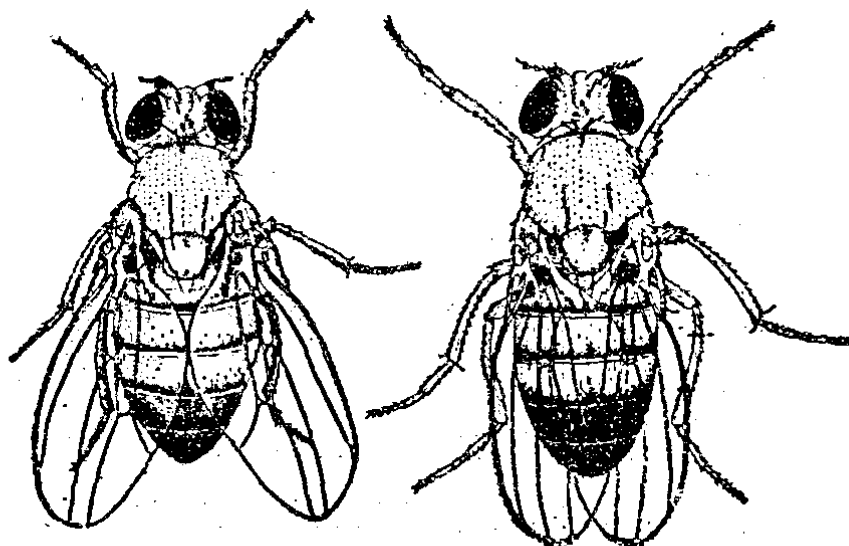


插圖 295. 具有第五關聯羣之短壯 Tubby 果蠅(Muller and Painter)

左: 短壯雄

右: 正常雄

胞中,雖不明瞭由於何染色體之分離,但有一額外多出之遊離小染色體⁽³⁾。

E. 田中,川口之實驗 著者等將家蠶之產卵後三時間以內之卵,加以遠心分離器之旋轉,由其解出之蠶中,發見多數畸形及兩合體外,尙有三倍數染色體之個體,其成因想爲卵核與二精核合體,或由卵核與極體與精核三者之合體。

F. 不分離之頻度 馬窩爾 J. W. Mavor, 1923 以 X 線放射於果蠅之雌,觀察得其後約五日間,生產力顯著低下,而第一次不分離現象,甚爲增加,然交叉價則無變化,及其後,交叉價變成異常,而生產力及第一次不分離之頻度,即回復正常。

若依據德麥勒克及法羅 M. Demerec and J. G. Farrow 之研究,黑果蠅 *D. virilis* 之第一次不分離之頻度,在放射量比較的弱者,殆正確與 X 線之強度成比例。然若超過某程度,則比率於放射量增加,而不分離不增加,此似因發生不分離之性細胞多數致死之故。新井(1930)亦於此蠅,施以 X 線放射,而謂其不分離,較對照區約多 20 倍發生。

加格耳及布勒克斯里 C. S. Gager and A. F. Blakeslee 將鑷錠細管插入曼陀羅花之子房內,並用隔簾吸收 α 及 β 線,只使 γ 線透達於細胞內,得其次代生出 17.7% 之染色體突然變異,然其大部份爲 $2n+1$ 型,此蓋由於染色體之不分離,是固勿待多論。

3. 體細胞突然變異之人爲的作成 Induced somatic mut-

ation

使發生性細胞突然變異之刺激,同時體細胞之因子的或染色體的變化亦使發生,是蓋容易想像得之者。即在穆勒之實驗或在著者自身之實驗,亦由於體細胞突然變異而生出多數體的兩合體動物。在其他學者之情形,與性細胞突然變異平行的發生若干體的兩合體個體者,亦非稀少。由於發生體細胞突然變異時期之早晚,而生出體的兩合部份之大小,亦與自然突然變異之情形無異。

斯塔德勒 L. J. Stadler 以 X 線放射於大麥之種子,而使生多數性細胞突然變異(主要為葉綠素形成不充分),然體的兩合體個體只少數出現。反之,在玉蜀黍則生出多數體的兩合體個體。特別以種子胚乳之色為最顯著。若受精前施以 X 線,則生出較對照區為 20 倍以上之兩合體種子,而體的兩



插圖 296. 玉蜀黍之體的兩合體胚乳(Stadler)

在雜型個體之黑與白胚乳色分離中,觀察得只一粒體的兩合體種子(四),此為經 X 線放射而生者。

合部份亦大。然受精次日乃加刺激者，則體的兩合部份小而數目多；若五日後乃施刺激者，則生出無數微細斑點，其小殆非有擴大鏡不能見。

拔特耳生 J. T. Patterson 將 X 線放射於黃體色白眼果蠅與正常之 F₁ 雌，發見其紅色複眼中，混有白單眼之多數體的兩合體，在純型之雌，決無此種體的兩合體出現，而雄亦然，雄不能出現之理由，蓋因上述突然變異為白眼因子附近之染色體缺乏，具有此 X 染色體之雄，不能生存(4)。

凡體的兩合體只在關於其因子為雜型者發生，著者亦於蠶得確證。然因人為的使體細胞發生新因子，其大多數為劣性因子，若欲相同染色體之二者同時發生同種變化，其確率極少，殆可謂絕無。由此言之，即無若何不可解釋。

4. 細胞質突然變異之人為的作成 Induced plasmon-mutation

保爾 E. Baur 之所謂細胞質突然變異 plasmogene M. 者，在自然的出現之例無之，即令為有，當因其特徵輕微，不能發見。然保爾及斯太因女士 E. Stein 在金魚草之發芽中種子施以鐳線放射，而獲得矮生、細葉、縮葉、條斑葉、畸形花等，並命名為鐳型 Radiomorphosen。此等異型植物，其組織形成極不規則，巨大細胞 Riesenzellen 及癌 Carcinom 或相似肉腫 Sarcom 之細胞等，生成頗為頻繁，然染色體數別無增加之痕跡。如此植物，為完全或部份的生殖不能，然在其有若干生殖可能之情形，

爲主要經母親傳於其子,又有時亦可由父親傳於其子,又此等體細胞爲不安定,極易復歸於正常型。

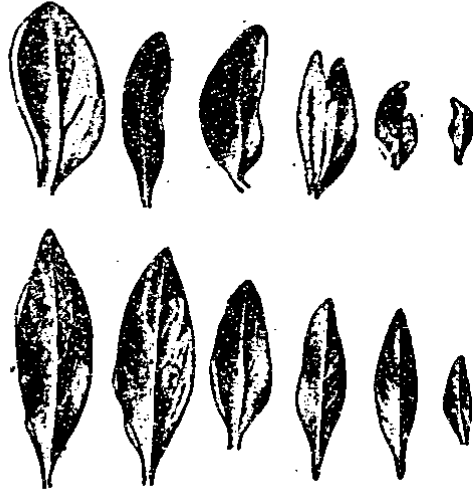


插圖297. 金魚草之所謂細胞質突然變異(Stein)
 上列: 由於鐳線放射而生之有色及形缺陷之葉
 下列: 對應於上列之正常葉

其後,保爾用X線、溫度、藥品等刺激,亦得同樣之異型然在某種情形(恐爲刺激弱時),其當代植物自勿論,其 F_1 亦完全爲正常,至 F_2 始生出異型個體者亦有之,保爾斷定此爲細胞質突然變異,似爲根據薄弱。

5. 人爲突然變異之要約 *Résumé*

(a) 人爲突然變異,以其量言,較自然突然變異爲優,以其質言,亦無若何特殊之點。

(b) 由於刺激之種類,而突然變異之頻度相異,然以質言,不能觀出特別差異。

(c) 由動物或植物之種類,又卽爲同種類,亦依其遺傳因子而人爲突然變異之頻度相異。

(d)對於人爲突然變異之頻度,在調查最爲正確之穆勒所行實驗,果蠅之X染色體,由於X線而生之突然變異,可於性細胞之16.5%看出,故若假定比例於染色體之容積而發生突然變異,則對於全染色體,約爲47%。設再加上優性致死因子之數,則爲性細胞總數之76.8%中,每一染色體,至少應有一個突然變異發生,且此外,想尚有生殖減退因子,輕度之虛弱因子,變更因子等不伴有自主的形態異常者存在,故實際上,認爲全部性細胞皆發生某種變化,亦無妨礙。只就可視的突然變異觀之,其頻度已相當於未施刺激區之150倍。一般言之,刺激愈強,突然變異亦愈多,然當代之生產率,即伴之激減。

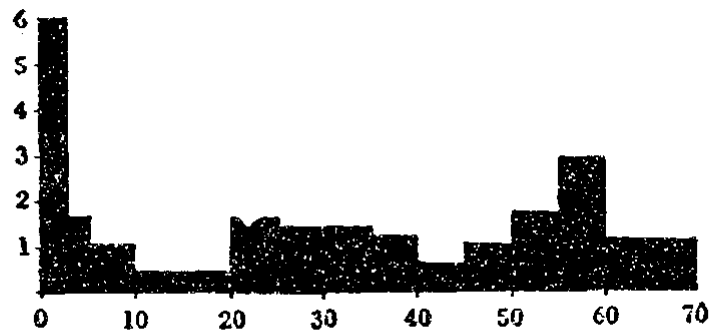


插圖298. 果蠅X染色體之部份與人爲突然變異之頻度(Muller)
此爲穆氏根據第一實驗之結果而作成之圖,縱之數字,爲突然變異之發生回數,橫之數字,表示染色體部位之單位數。

(e)優性致死因子之可能性,在理論上,確能存在,然在自然突然變異,毫不能尋得其痕跡,但穆勒在實驗上,可以確定其至某種程度之存在,其一根據爲與經刺激雄交尾之雌所產受精卵中,有生多數死卵者,他一根據爲次代雌雄率之

變化,亦即在父親經X線放射而其X染色體發生優性致死因子之情形。承受此X者,只為次代之雌,而次代之雄,其X為由母承繼者,故得免於致死作用,以是 F_1 雌之比率應變低下。在實際上,較對照區為雌少者,有達於10-18%者。若此事實亦可適用於其他普通染色體,則由染色體容積之比率,可以算出所有染色體中應發生優性致死因子之比率。如此獲得之數字,與刺激區生產率減退之比率,在理論上,應為相同,而在實際上,亦觀察得大體一致之傾向。

(f)雖不能一概言之,然在刺激最強之情形,其被刺激當代之個體,可使發生體細胞突然變異。在強度較次者,可使 F_1 發現異型。在刺激弱之情形,至 F_1 尚為正常,至 F_2 始有生出異型之傾向。若刺激過強,則全部死亡,若過弱,則無若何影響,是固無待言。

(g)綜合種種結果思之,與其謂人為突然變異為刺激之直接影響,毋寧謂似因刺激之故,使細胞之內的狀態,變為發生自然突然變異之同樣狀態,其結果即發生上述之變異。換言之,刺激為間接的原因,此為余所相信者。

(h)人為突然變異,其將來不僅可期待對於細胞學的染色體圖形之完成,因子的及染色體的均衡之研究,性因子所在之決定,遺傳因子本體之探討等為有力貢獻,即作經濟的應用,蓋當為日不遠。

第四節之附註

- (1)發表當時,實可謂非常重視,然其後似漸次忘去者。
- (2)此非爲雜種,然在便宜上而用 F_1 、 F_2 等語,以下準此。
- (3)穆勒爾等,稱此爲 hyperploidy。
- (4)只在少數之體細胞發生缺失,是否能使全個體生存不可能一點,想尙有研究之餘地。

第五節 永續變異

Permanent Modification; Dauermodifikation

岳羅斯 V. Jollos 在草履蟲,有殼阿米巴 *Arcella* 等原生動物,用藥品或溫度作使其發生種種繼續性變異之實驗。例如在草履蟲之飼養液中,加入其可能忍受程度之亞砷酸,且漸次增高亞砷酸之濃度,最初不過能忍耐 0.5% 左右,然其後即在 3.5% 之液中,亦能生存。此耐毒性者,即移至普通飼養液中,尙能維持相當時間,然漸次減退,至數月後,即完全消失。此種現象,岳氏稱爲永續變異 Dauermodifikation,而認位於突然變異與彷徨變異之中間者,亦即只有細胞質之變化者。用亞砷酸或鈣而使草履蟲發生之永續變異,若移於正常環境中,即在同一世代,亦逐日減輕其新性質。特別由於無論有性或無性繁殖而世代變化時,其消失更快。然由於溫度而生之永續變異,同一世代中無變化,又由於無性繁殖,亦不減退。只在行有性繁殖時,始向正常方面退行。

永續變異之思想,從來相信爲在下等生物之突然變異,

又其在所謂後天性遺傳之真象說明上,有甚大幫助⁽¹⁾,茲更舉數例。

窩耳夫 F. Wolf, 1909 在靈菌 *Bacillus prodigiosus* 之一系統, 欲用淘汰以育成紅色素生產多者及少者, 然結果無效, 但將此系統移植於 37.5°C 高溫下及加有 0.01% 昇汞之培養基中, 繼續如此若干次, 遂生出完全無色之新型, 又移植於加有微量過錳酸鉀之培養基而繼續若干次者, 遂生出濃紅色之新型。以此二者移於常溫而在普通培養基中培養, 亦不失其新性質。

近年來成爲一般注目之大腸菌, 有不分解乳糖之系統 *Bacillus coli mutabile*。若以此培養於含有乳糖之培養基中, 不久即形成乳糖分解酵素 lactase 而使乳酸發酵。欲得證明, 可用含有無色之中性 fuchsin 及乳糖之培養基, 而以不分解乳糖系統之大腸菌移植其中, 其最初全部無色, 然不久, 某一細菌開始分泌乳糖分解酵素, 因此結果所生之乳酸, 即使菌周圍之 fuchsin 變紅。由此菌分裂所生之子孫, 皆有同樣作用, 然其中不斷分離出若干原型之乳糖不分解菌。又若一旦移植於含有石炭酸之培養基上, 則菌之全部, 一舉失其新性質。與此相似之現象, 近來在種種細菌觀察得之。例如以 *Paratyphus* 菌培養於含有 Malachitgrün 之培養液中, 則獲得分解蔗糖之能力, 即其一也。愛生白耳格 P. Eisenberg 將脾脫疽菌 *Bacillus anthracis* 之形成孢子之純粹系統, 移植於加有甘油之寒天

上而繼續若干次，則完全失去孢子形成之能力，其後即在普通之培養基上，亦決不形成孢子。

更附加一原生動物之例，若依據哈耳特曼 M. Hartmann 之研究，稱為 *Gonium pectorale* 一種類，通常為16個細胞作一集團狀，然放入某種特殊飼養液中，即一一分解。若使之立即返還於普通飼養液中，則一晝夜以內，回復其集團狀。然若長置於上述特殊飼養液中，則即返還於正常液，亦維持8—14日間之孤立生活。

在原生動物及細菌以外，可確實認為永續變異之例，殊為稀少。然與此之相似現象，在其他動植物亦有存在。在一見似為後天性遺傳之情形，可以永續變異說明者，想為相當之多也。

第五節之附註

(1) 保爾 所稱為細菌突然變異 *Bakterien-Mutation* 者，其實即屬於此部類。

第二章 彷徨變異

第一節 總說

即在同一種類或同一品種之生物,所有個體皆完全相同者無之也;必也在某處有其相異之點。此相異之點,有由於因子組成相差,有非然者。前者即上文所敘述者,後者即此章所敘述之彷徨變異是也。

一般稱突然變異為不連續變異 *discontinuous variation*, 而彷徨變異稱為連續變異 *continuous v.*。在實際上,吾人注意其為突然變異者,為由某一羣生物中,突然生出顯著相異之個體,而此個體隔離繁殖,在其子孫,能生出同型變異者之情形。在連續變異,縱令其有遺傳性,然無與其他個體相區別之方法。又在他方面言,彷徨變異之多數情形,為連續的。但連續不連續,究竟為表面區別,而非實質區別。以是其與實質區別之不遺傳的及遺傳的變異,非為完全一致。表面上似為連續變異,而實質上為遺傳的變異之實例,有如同義因子處所述。又如種種畸形等,雖為不連續變異,然亦有不遺傳者。且外表區別之連續不連續,其實為比較的而不能作嚴密區別。即在最初見之似為不連續者,但若搜集非常多數個體觀察之,即見有中間階級而成為連續的,此為分類學者所常經驗者。所謂‘有區別然無界限’一原則,在此情形亦可適用。

同一因子構造者間亦有變異存在之適例,有如草履蟲。

此纖毛蟲爲單細胞之簡單構造,因由於分裂而增殖,故最初只須置一頭於飼養液中,不久即生出多數個體,如此生出之個體,即所謂分枝羣 clone 或純型間,其大小亦有顯著變異(插圖第三百四十五)。又由於不明原因而生之不遺傳性變異,在其營養繁殖,有觀之恰如遺傳者(插圖第二百零九)。由一株植物充分成長之葉,採取其全部而測定其長度,或採一株稻結實之粃,而一一衡其重量,亦可得同樣之事實,

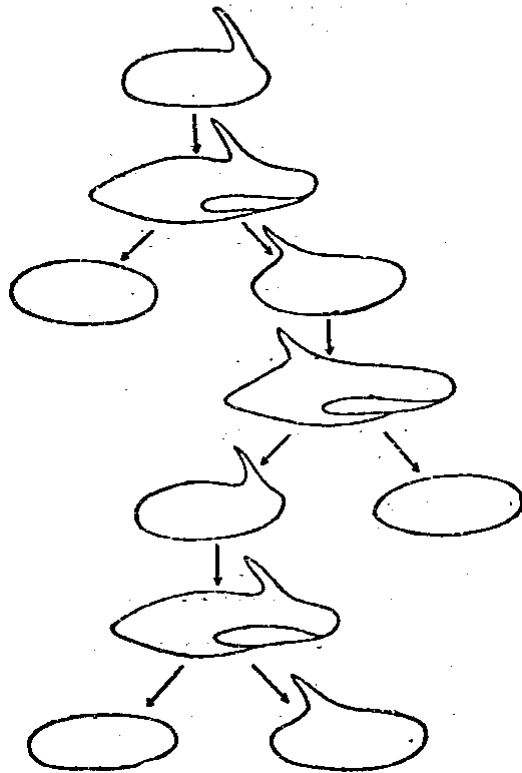


插圖 299. 在草履蟲一分枝系之不遺傳性變異(Jennings)

表示體之背面有異常突起之一個體,由其分裂所生之二新個體只其一有此特徵之狀態,一見似爲遺傳,然決非如此。在某一時期異常突起之所有者,常限於一個體,同時二個以上個體有此特徵者無之。

然在實際上,常有不嚴格限定同一因子型,而將種類或

品種相同生物而因子型不明者,取其一大數集團之變異,而研究其廣義之彷徨變異。例如克特勒 L. A. J. Quetelet 測定美國志願兵 25,878 人之身長,而換算為對於一千人之比例如次:

身長(英尺)	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
對1000人之兵士數	2	2	20	48	75	117	134	157	140	121	80	57	26	13	5	2	1

凡此種變異,皆以某一值為中心,而在其上(正)與下(負)兩方向,殆作同樣分布,是為特徵。稱為彷徨變異 fluctuation 者即以此。

變異有數量變異 quantitative variation 與形態變異 morphological v. 之別。在數量變異,又分為數的變異 meristic v. 與量的變異 measurable v. 二者。數的變異者,為一與二等可數之數目。量的變異者,為重量及長度等。形態變異,即關於色或形者,因此亦有數字的表現方法,故根本上與數量變異相同。

第二節 生物統計學

Biometry; Variabilitätslehre

1. 生物統計學之目的及方法

生物統計學,為由英國之哥爾登 F. Galton 所創始,更由皮耳生 Karl Pearson 集大成之學問,而為遺傳學之一分科。由其體系完整之歷史,與現今之新遺傳學,同樣不過三十年左右。此學問之目的,為調查種種生物之各種性質之變異,研究

其與環境之關係,又某二性質間之關係有無,或不能行直接交配實驗之生物(例如人類)之遺傳現象,加以統計的研究,在遺傳實驗所得數比,可信賴至若何程度,又實驗上之數字,與豫期之分離比是否一致之確定等,一方面幫助遺傳學之研究,他方面為實際育種事業上不可缺之指導。

似此生物統計學,為以生物作材料而行數學的研究者,然其目的,因非為純數理之研究,故非常難解之高等數學理論,不必完全了解,在實際上,亦無若何妨礙。斯學之研究法,完全與統計學 Statistics 之方法同,其對於數學,特別以確率法則 law of probability 為中心者。故應為此學問之對象者為數字,而必然可以數、長度、重量、容積等表示之者。

研究之方法,首先需要對於生物各性質可以正確測定之尺度、衡、容量器等,固勿待論。而對於微細物體,不能不用適當之測微尺 micrometer。又為使色彩化為數字起見,須有色輪 colour wheel 或色度計 colorimeter、着色計 tintometer 等。而在表示形狀,往往有需要角度計之必要。此外,依據測定性質之種類,各需要其特殊器具。又有時只用肉眼將色或形分為若干階級,而調查屬於各階級之個體數者。

測定數字之演算,除算盤外,若有計算尺 slide rule、計算器 calculating machine, 最為便利。又輯錄自乘、三乘、平方根、逆數等成表之書籍⁽¹⁾,集載生物統計學上種種公式者⁽²⁾,對數表等,亦為應備座右之必需品,又畫變異曲線之必要方格紙

外,爲計算標準偏差、誤差、變異係數等,用於自己材料之印刷計算用紙,亦爲需要適合率 *goodness of fit* 或相關之計算,亦以各準備適當計算用紙爲宜。

2. 彷徨變異之性狀及其圖示法

A. 階級及變異 前述兵士身長之情形, 61, 62, 13……英吋等, 稱爲變異之階級 *class*。屬於各階級之個體, 稱爲變員 *variant*。其數目稱爲變員數或頻度 *frequency*。表示各階級值之數字(在此例爲英吋數), 稱爲階級值 *class value*。排列所有階級及其變員數之表(如第一節所記兵士身長表), 稱爲變異表 *variation table*; *Frequenzreihe*。

B. 克特勒之法則 克特勒在其人類測定學, 樹立有次之法則:(a) 在彷徨變異, 具有中庸之值者, 位於中央, 而屬於此之個體數最多;(b) 由中心階級, 向左右兩端之個體數減少程度爲相等。

在兵士之身長, 其中心階級爲 67 英吋, 屬於此之個體數, 爲 157%⁽³⁾。由此向最長及最短兩極端, 殆爲左右對稱之遞減, 此法則, 在所有彷徨變異, 殆爲共通。

C. 變異之圖示法

(a) 變異多角形 *Variation polygon* 若將鯉科魚類名 *Pimapheles notatus* 者之側線鱗數目之例(J. H. Voris 之調查) 示之, 可見其與克特勒之法則甚爲適合。其中之大字, 表示個體數最多之階級。

鱗之數目	40	41	42	43	44	45	46	47	48
個體數(對500)	3	7	36	126	157	121	37	11	2

克特勒之兵士身長之情形,以變異多角形表示之者,有如插圖第三百所示。

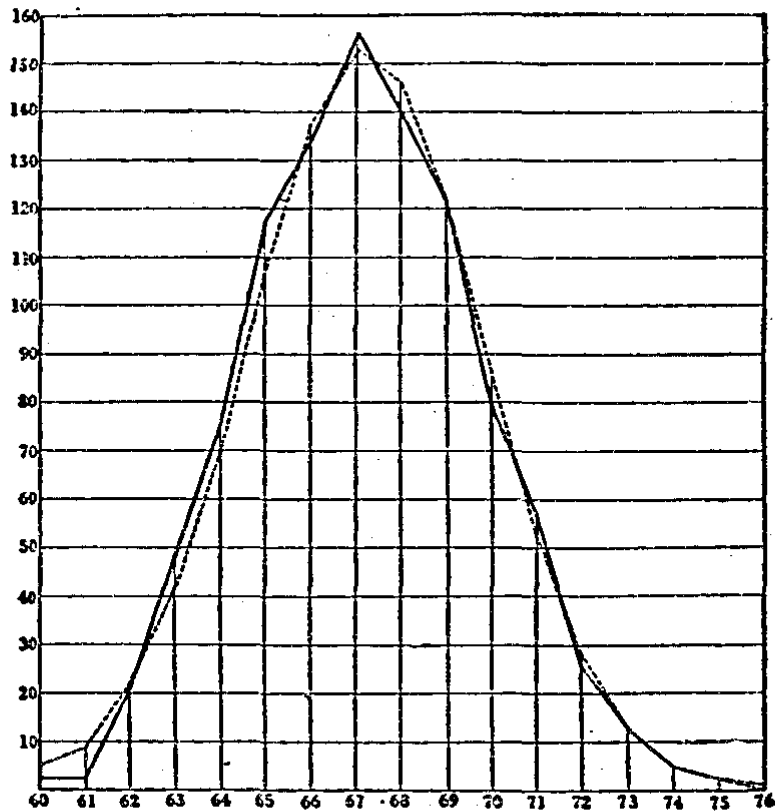


插圖300. 變異多角形(原圖)

此為將克特勒 Quetelet 所測定兵士身長之結果用圖表示者,實線為實際數,虛線為理論數,縱軸之數字為個體數,橫軸之數字表示身長(英吋)。理論數之曲線,相當於後述之正規曲線,然一見似為左右不對稱者,蓋因階級之區分法,非以算術平均 (67.207) 為中心,故左右不能對稱。試由相當於平均值處引一垂線,則由此縱垂線至左右點線之距離,無論測定任何階級,當能發見左右完全相同。

(b)變異矩形 Histogram 在兵士身長之情形,其階級值

爲突隔一英吋。然所謂67英吋者，實際上爲包含66.5—67.5英吋之間之所有變員，其他各階級亦爲同然。然因在變異表，未表示各階級內之變異狀態，若以圖表示之，卽有如插圖第三〇一所示。

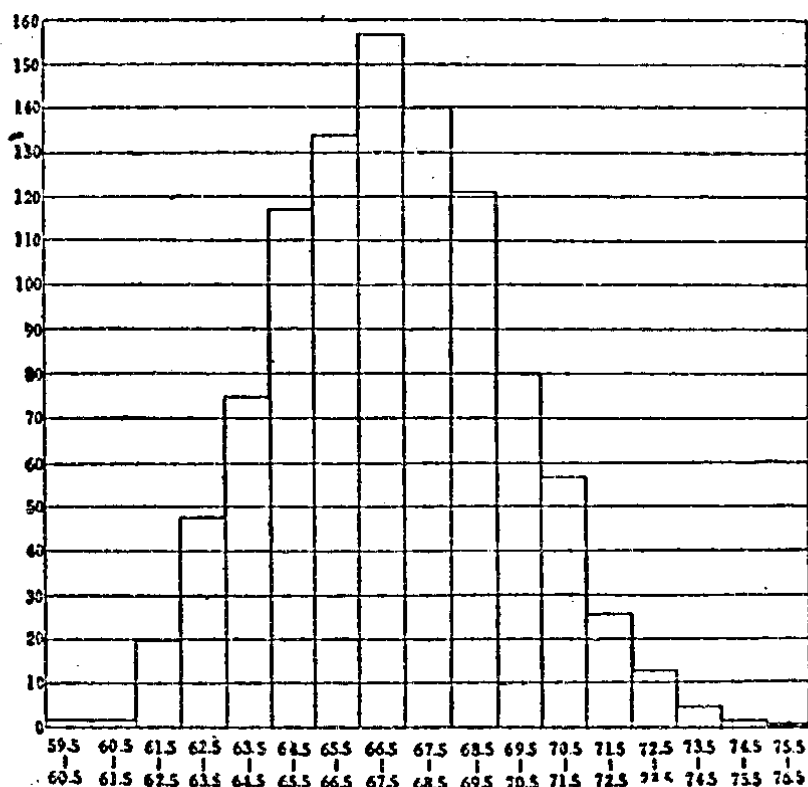


插圖301. 變異矩形(原圖)

此爲普克特勒所測定兵士身長之結果，用變異矩形表示者，縱軸之數字爲個體數，橫軸之數字爲身長之階級值(英吋)。

D. 變異曲線 Variation curve 變異多角形非爲曲線，然階級之數及調查個體數非常增多，卽漸近於曲線。又在變異矩形，若連結各矩形頂邊之中心作一線，卽得一變異多角形。且其包括之面積，亦完全與變異矩形相同。又各階級內變員之分布，悉亦近於如此獲得之多角形。若個體數充分變多，同

時 1 英吋間隔之階級值,變為 1/10 英吋或 1/50 英吋,又或更為細分,則多角形逐漸次變平滑而成為曲線,此即變異曲線。然在便利上,普通稱變異多角形為變異曲線者(4)亦不少。又在某時間內或年月間,表示一變異事件 variable 之變異狀態之曲線,稱為經過曲線 historigram(5)。例如一個月內之每日最高氣溫之圖示等是也。

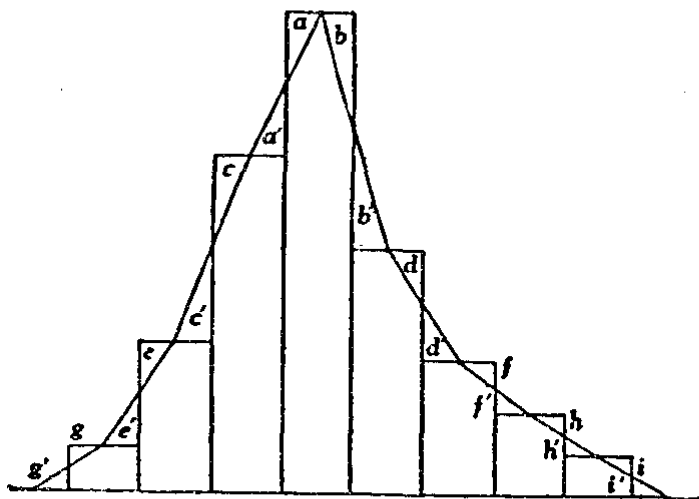


插圖 302. 由變異矩形作變異多角形(原圖)

只連結各矩形頂邊之中點即得,如此則變異多角形包圍之面積,與變異矩形之總面積完全相等。

$$a = a', \quad b = b', \quad \dots \dots \quad i = i',$$

E. 正規曲線 Normal curve, ideal c., theoretical c. 若以種種之值代入 $(a+b)^n =$ 項式之 n , 即得

$$(a+b)^1 = a+b$$

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$\begin{aligned}
 (a+b)^1 &= a^1 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4 \\
 &\vdots \qquad \qquad \qquad \vdots \\
 (a+b)^n &= {}_n C_0 a^n + {}_n C_1 a^{n-1}b + {}_n C_2 a^{n-2}b^2 + \dots + {}_n C_r a^{n-r}b^r \\
 &\qquad \qquad \qquad + \dots + {}_n C_{n-1} ab^{n-1} + {}_n C_n b^n
 \end{aligned}$$

若令 $a=b=1$, 亦即 a 與 b 之發生確率為完全相同, 則形成次之所謂巴斯克耳三角形 Pascal's triangle,

$$\begin{aligned}
 (a+b)^1 &= \qquad \qquad \qquad 1 + 1 \\
 (a+b)^2 &= \qquad \qquad 1 + 2 + 1 \\
 (a+b)^3 &= \qquad 1 + 3 + 3 + 1 \\
 (a+b)^4 &= \qquad 1 + 4 + 6 + 4 + 1 \\
 &\vdots \qquad \qquad \qquad \vdots \\
 (a+b)^n &= {}_n C_0 + {}_n C_1 + {}_n C_2 + \dots + {}_n C_r + \dots + {}_n C_{n-1} + {}_n C_n
 \end{aligned}$$

在上式中, 若令 a 為銅元之表面, b 為裏面, 則 n 為同時投擲之銅元數。 $(a+b)^1$ 者, 為投擲一個銅元而其表與裏出現之情形, 即應為 1:1 之比例之意義。 $(a+b)^2$ 者, 為投擲二枚銅元之情形, 表示有二枚皆為表者 1: 一表一裏者 2: 二枚皆為裏者 1 之確率, 其他之情形亦準此。 以此確率之數字畫於圖上者, 即成正規曲線⁽⁶⁾。

徧律變異之曲線, 若無何種擾亂原因存在, 則隨調查變員之數愈益增加, 而漸接近於正規曲線。 最後應殆為一致, 此已為克特勒所確言者。

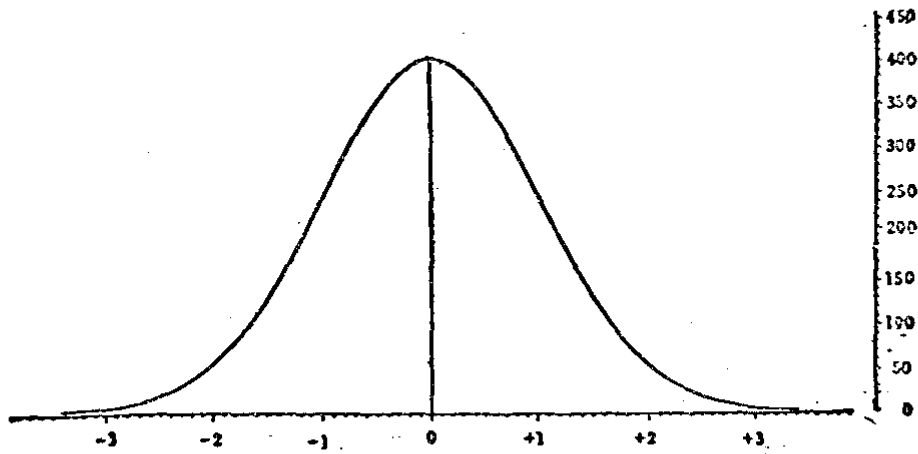


插圖303. 正規曲線(Johannsen)
 縱軸為變異數, 橫軸為變異之範圍,
 0:算術平均, 衆數及中數亦同位於此,
 $\pm 1 = \pm \sigma$, $\pm 2 = \pm 2\sigma$, $\pm 3 = \pm 3\sigma$.

3. 變異之測定

A. 材料之採取 Sampling 變異研究之第一步,為標本之公平無私採取。若於此點有不當,則以後之計算無論若何正確精密,皆為徒勞。例如一水田之稻穗,因全部調查殊為困難,故只採取其中最可為代表之穗,有適當數目以供調查即可。然不可故意採其生長良好者或惡劣者,又或偏於何方向。若由理論言之,個體數愈多愈好,然實際上調查可能之程度,亦自有其限制。若超過此限制,勉強採集多數個體而調查流於粗漏不正確,反生弊害。以是由兩方面中應定一適當之數。然此數須依據材料之種類而定,不能一概言之。在一般所謂400一數,在研究上為便利。較此數大者自無妨礙。即在比較的難得之材料,或調查煩難之性質,若在50以下,可謂無生物測定學之價值。

B. 分區 Grouping, classification 應設定若干階級,有熟思之必要,若過少,則真正變異狀態不能明瞭。若過多,則徒成爲不規則之多頂曲線(後文),反使大體之傾向變爲不明。階級之實際數,因性質而異。然大體上,在測定數少之情形爲少,測定數多之情形爲多,是乃原則。如在數的變異(例如前之魚鱗數),由於變異之多少,自然決定階級數,不能任意增減。然在量的變異,大體上 10-20 左右,想爲適當。

階級之記載法,如書爲 1-5, 5-10, 10-15 cm, 或書爲 0-4, 5-9, 10-14 cm, 皆爲同樣意義。蓋以在第一方式,鮮明爲由 1 與 5(4.99.....), 由 5.00.....至 10(9.99.....)等;而在第二方式,可以知其爲由 0(0.01.....)至 4 以上(4.99.....), 由 5 至 9 以上(9.99.....)者。然使計算容易起見,務使各階級之中心值簡單以作區分,是爲得策。在 1-5, 5-10, 10-15..... 其階級之中心值爲 2.5, 7.5, 12.5, 殊不便利。然若爲 2.5-7.5, 7.5-12.5, 則中心爲簡單之 5, 10, 而甚便利。

C. 平均值, 衆數, 中數

平均值 mean; Mittelwert 亦即算術平均 arithmetic mean, 略號爲 M。此有二種,其一爲單純平均 Simple mean, 他一爲加重平均 Weighted mean。單純平均者,爲以變員總數除全變員測定值之和而所得之商數,此數雖爲正確,然費手續。加重平均者,爲先以各階級值乘所屬變員數,次總和之,其後乃以變員總數除此總和而得之商數,因其簡便,故爲最常用,其式爲

$$M = \frac{\sum fV}{n}$$

Σ 爲同樣總和之意。 f 爲變員數。
 V 爲階級值。 n 爲變員總數。

上述兵士身長之加重平均爲 67.207 英吋。

加重平均值之簡便算法, $M = A + \frac{\sum f(V-A)}{n}$ 。 A 爲揣度得最近於平均值之某一階級值, 直覺此式, 似較上述理論的方法更複雜, 然在實際上, 因 $V-A$ 之值小而爲簡單數字, 故與 f 相乘甚易, $f(V-A)$ 之 +、- 符號勿遺忘, 須分別合計, 次乃相較其差數, 即成 $\sum f(V-A)$, $\frac{\sum f(V-A)}{n}$ 亦有單以 b 表示之者, 亦即爲 $M = A + b$ 。

衆數 Mode (M_o) 於此所言者, 爲實驗衆數 empirical mode, 亦即變異表中有變員最多之階級值, 因只須作變異表, 此外不需何種手續即可知之, 故作一集團之代表值, 最爲簡單。在育種實驗等, 依據衆數之移動方向, 其品種之漸向上或漸退化, 可以大體察知, 然全集團之變異內容, 則依據衆數, 不能知之。又因衆數隨階級之區分法而大移動, 故比較區分法相異二集團之衆數, 是無意義。

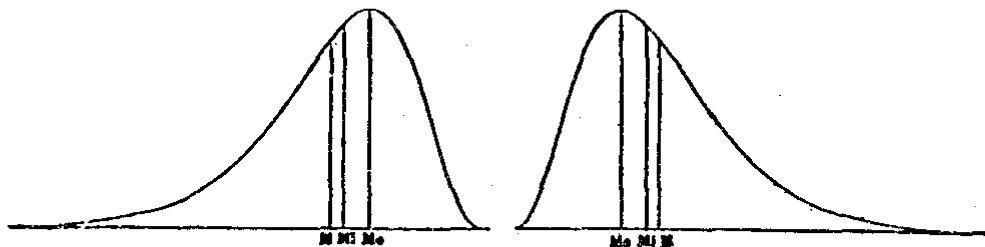


插圖 304. 二變異曲線之平均值中數及衆數之關係(Yule)

M : 平均值 M_i : 中數 M_o : 衆數

中數 Median (M_i) 此爲使測定個體總數二等分之階級

值。例如前述一千兵士身長之中數，即在67英吋一階級中。若精密言之，即相當於67.15英吋處。在中數位置之縱線，為將變異多角形或變異矩形之面積分成+與-等分二部之線。若以中數與衆數相比較，則其重視全集團之變異內容一點，是為優勝。

在正規曲線，以上三者完全一致。在輕度之歪曲線，大體上可成立 $M - M_0 = 3(M - M_i)$ 一方程式，於實驗上知之。

D. 變異之度程 Deviation

四分偏差 Quartile(Q); Quartilgrenze 上述之平均值、衆數及中數，非為表示一集團之變異度 variability 者。即令此等數值皆為相同，而變異程度甚相異者有之(插圖第三〇五B)。四分偏差，為表示變異度之一方法。元來，即依據兩極端階級值，亦可知變異之程度。

然此兩極端之階級，隨測定數之多少而極易變化，故改用二等分中數兩側變異所引之縱垂線，而稱之為下方四分值(Q_1)及上方四分值(Q_3)。次以 $Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$ 表示變異之範圍。上方

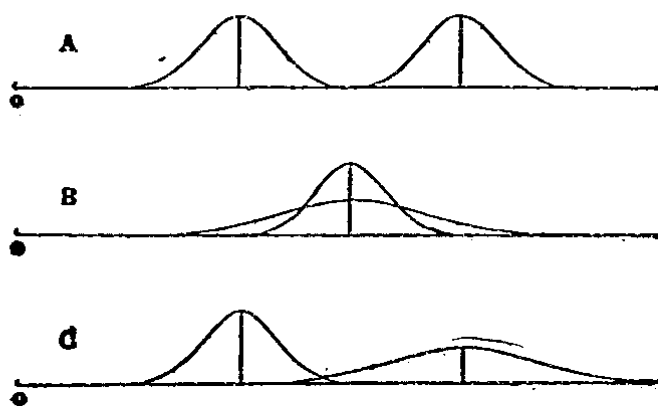


插圖 305. 變異程度與變異曲線 (Yule)

- A: 變異程度完全相等，只平均值相異之二變異曲線。
- B: 平均值相等，只變異程度相異之二曲線。
- C: 變異程度與平均值皆相異之二曲線。
- O: 階級值為零之點(縱橫軸交叉點)。

及下方四分值,亦稱為四分界點。

茲就兵士身長之情形說明四分值之計算法如次。在此情形之總數為1000,而四分數為250,因60--64英吋之變員計數為147,而65英吋一階級之變員數為117,故下方四分值之線,必位於65(64.5--65.5)英吋一階級中,以是由次之數式,可以計算得之。

$$64.5 + \frac{(250 - 147) \times 1.0}{117} = 65.38. \text{ 同理,上方四分界點為}$$

$$69.5 - \frac{(250 - 184) \times 1.0}{121} = 68.95. \text{ 故四分偏差為}$$

$$Q = \frac{68.95 - 65.38}{2} = 1.78.$$

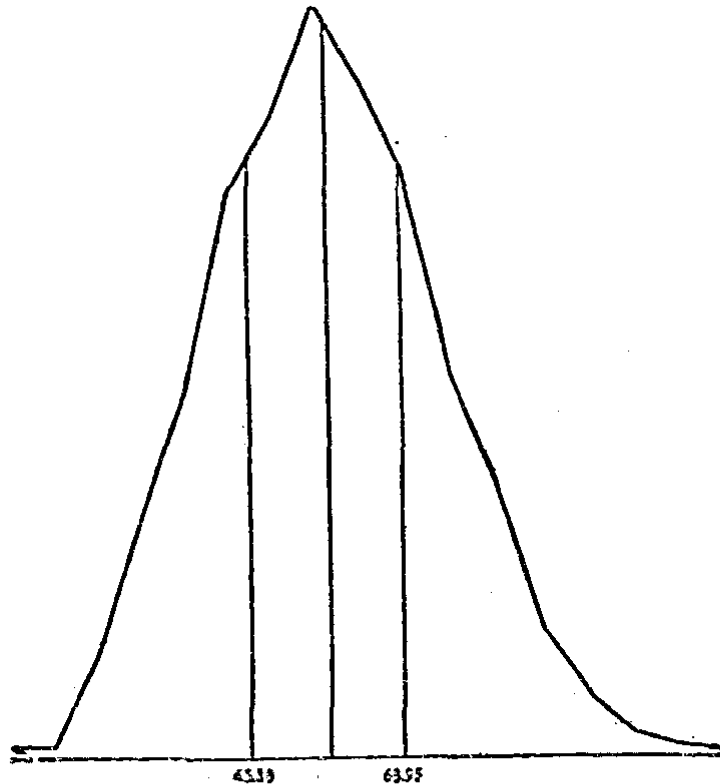


插圖 306. 四分偏差(原圖)

表示克特勒之兵士身長情形之上下四分值(65.38,68.95及中數67.15)之線

偏差 Deviation (D); Abweichung 此為平均值與各階級值之差之謂。在上述兵士身長之平均值為 66.56 英吋。故 66 英吋一階級之偏差為 -0.56, 67 英吋一階級之偏差為 +0.44, 而 60 英吋一階級之偏差即為 -6.56 英吋。

平均偏差 (7) Average deviation (A. D) 以各階級之偏差乘其相當階級之變員數, 次總和此等絕對值, 最後乃以變員總數除此總和而得之商數是也。其式如次:

$$AD = \frac{\sum |fD|}{n}$$

Σ = 總和, | | = 絕對值, D = 偏差,
 f = 各階級變員數, n = 變員總數,

此平均偏差之計算, 亦可適用與平均值情形同樣之簡便法, 用於計算平均偏差之偏差, 為普通意義之偏差, 換言之, 距離平均值之偏差亦可, 又距離中數之偏差亦可。無論用何者, 其結果皆無大差。然因用距離中數之偏差之情形, 平均偏差為最小, 故普通用此方法。

上述兵士身長之平均偏差為 2.017 英吋。平均偏差較四分偏差為精密, 而較標準偏差, 則為概略的表示變異程度者。

標準偏差 Standard deviation (σ); Standardabweichung Streuung, stetige Abweichung 在今日最普通用以表示變異度者, 為皮耳生所創議之標準偏差, 其求平方根一點頗費手續, 然其正確度遙較他法為優, 其重視距平均值遠之階級, 又偏差為二乘, 是乃其特色。其本來計算式為 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum fD^2}{n}}$ 。然有簡便計算式為 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(V-A)^2}{n} - b^2}$ 。 Σ, f, D, n 與平均偏差式同。又

V, A, b 與平均值之式無異。在標準偏差，須附記測定之單位為宜。又在標準偏差，其 D 或 (V-A) 及 b，因皆為自乘，故其符號完全為 +。兵士身長情形之 σ 為 ± 2.46 。在大體上左右對稱之變異曲線，AD: $\sigma=0.8:1$ 之比，可以成立⁽⁸⁾。

變異係數 Coefficient of variation (C); Variationskoeffizient
標準偏差，為表示變異程度之最適當者。然在平均值甚相異之二集團，則不能比較其變異度。又況在如長度與重量為完全別種單位間，更不能比較其變異度。為補償此缺點起見，用平均值除 σ 再以 100 乘之，換言之以 σ 對平均值之百分率為變異係數，於是上述之情形，可以比較。其計算式為

$$C = \frac{\sigma}{M} \times 100.$$

極端階級之處置 Rejection of extreme variates 在變異表中只有極少數個體作遠離階級者，可認為例外而除去，不必經上述種種計算，反可得近於真實之數字。若用數字以決定其範圍，先計算 $\frac{4n-1}{4n}$ (n 為個體數) 之數值，次由 歌拔耳德 W. F. Sheppard 之表⁽⁹⁾ 求相當於此數值之 $\frac{x}{\sigma}$ 值，後乃以 σ 乘之即得 x 之值。於是 $M \pm x$ 範圍外之階級，可除去之。

4. 誤差 Error (E)⁽¹⁰⁾; Fehler

在上述計算所得之平均值、標準偏差、變異係數等，表示其至若何程度乃可信用之指示，謂之誤差。例如 池野 調查 499 個油菊之小頭花中之舌狀花數，得次之結果：

舌狀花之數 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

小頭花之數 1 3 11 33 66 100 104 77 62 33 7 2

其平均值爲 21.88 個,然此非爲真正平均值,自無待論。須測定小頭花數漸次變多,乃能漸次接近真正平均值,及至測定無限大之小頭花,始得真正平均值。以是由若干千百測定數所得之平均值,不過單爲代表數字而已。尤以標準偏差大之情形,其信用程度低,標準偏差小之情形,其信用程度高,故只大體可以明瞭。然若計算其誤差,則更能精確判斷。在誤差有二種區別:

平均誤差⁽¹¹⁾ Mean error; Mittelfehler mittlerer Fehler(m)

確率誤差⁽¹²⁾ Probable error; wahrscheinlicher Fehler(P.E)

又平均值之誤差之計算式爲 $m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$$P.E^{(13)} = \pm 0.6745 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

此二種誤差之價值及用途,完全相同,只其大小相異。在習慣上,德國多用平均誤差,而英美多用確率誤差。在油菊之情形,因標準偏差爲 1.86,故由上式可得 $m_M = \pm 0.083$, $P.E_M = \pm 0.056$ 。誤差必須附記於平均值後如 $M \pm E$ 。亦即在油菊之例,爲 $M = 21.88 \pm 0.083$, 或 $M = 21.88 \pm 0.056$ 。又在兵士身長之情形,爲 $m = 0.19$, 平均值若非較平均誤差大三倍以上,或較確率誤差大五倍以上,則不可以信用。又平均值之平均誤差,有書爲 E_M 者。

在附記有誤差之二平均值相加減時,平均值自身可直接行加減;然在誤差,則須取其自乘之和之平方根。

$$(M_1 \pm E_1) + (M_2 \pm E_2) = (M_1 + M_2) \pm \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$(M_1 \pm E_1) - (M_2 \pm E_2) = (M_1 - M_2) \pm \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

以上所述，為平均值之誤差 (E_M ，平均值之誤差，亦有單書為 m 或 E 者)，又標準偏差之平均誤差 (m_σ)，變異係數之平均誤差 (m_C)，相關係數之平均誤差 (m_r)，退行係數之平均誤差 (m_R) 等，可由次式求之。

$$m_\sigma = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}, \quad m_C = \pm \frac{C}{\sqrt{2n}} \sqrt{1 + 2\left(\frac{C}{100}\right)^2}$$

$$m_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}, \quad m_R = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \sqrt{\frac{1-r^2}{n}}$$

若 $C < 10$ 時即近於 $\sqrt{1 + 2\left(\frac{C}{100}\right)^2} = 1$ ，以是省略去之亦可。

確率誤差與四分值，只其數字相異然在其意義言，有密切關係。在正規曲線， M 為將曲線與橫軸所包圍之面積二等分者。 $+Q_1$ 與 $-Q_1$ ，更將此二部份再作等分。以是 $+Q_1$ 與 $-Q_1$ 間所含之面積 (= 變異數)，比此範圍外之面積為 1:1。恰為某測定值之或在 1P.E 範圍內或在範圍外之確率 1:1。此情形之 P.E，為單一變異之確率誤差 P.E of a single variate = P.E., 亦即在某集團中，取任意一變異之情形，其屬於何一階級之確率誤差，故即與 Q 相同。

Q	PE	σ	nQ內變異數	nQ外變異數	內外之比 odds
$M \pm Q$	1PE	0.6745σ	50%	50%	1:1
$M \pm 2Q$	2PE	1.3490σ	82.24	17.7	4.64:1
$M \pm 3Q$	3PE	2.0235σ	95.76	4.3	22.20:1

$M \pm 4Q$	4PE	2.6980σ	99.3	0.7	142.00:1
$M \pm 5Q$	5PE	3.3725σ	99.924	0.076	1310.00:1

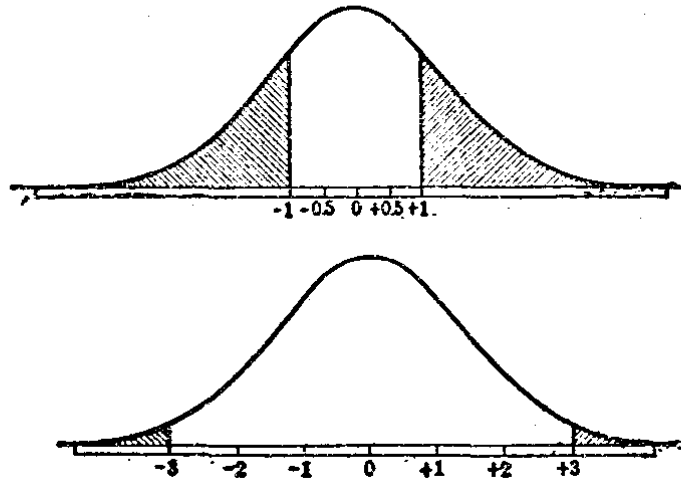


插圖 307. 在理論曲線之四分值與確率誤差(Pearl)

O: 平均值。±0.5=1/2P. E。±1=1P. E(四分值), ±2=2P. E。±3=3P. E。
±3P. E之範圍,包含有彷徨變異之大部份。

例如某植物之長度之平均值為 150 cm, 而 $Q=10$ cm, 則 140—160 cm 之株數與此外之株數, 為同數存在。而 200 cm 以上者與 100 cm 以下者, 合計只在總株數 1310 中有一株之比例。又在此情形, 若令 P. E 為 ±0.45 cm, 則此植物之真正平均值為 $150 \text{ cm} \pm 0.45$ 。換言之, 即在 149.55—150.45 cm 之間。即在另一次測定同植物之另一集團, 其平均值應在 $M \pm 5P. E$ 即 147.75—152.25 cm 之間。若得此外之值, 即可想像有材料或方法或其他之錯誤, 又或有其他特別原因存在, 不可認為偶然而忽視。換言之, 初測定一集團與次測定一集團, 可知其本質非為相同。

茲更舉皮耳 R. Pearl 所示之一例,使確率誤差之意義更爲明瞭。一分鐘間之脈搏數,由 150 人之平均爲 79.68 ± 0.15 。然同使此等人攝取某種藥品,則其脈搏數爲 81.12 ± 0.20 。問題爲此抑由藥品有使心臟鼓動數變多之作用,抑應認爲偶然發生者。依據前述附有誤差之平均值比較方法而計算之,得前後二回平均值之差爲 1.44 ± 0.25 ,可知其大於確率誤差之約六倍,以是此非爲偶然之結果,而應認爲藥品之作用。

5. 異形曲線

以上所述,皆爲多少近似於正規曲線之曲線。然生物之各種性質,有時爲與上述顯著相異之左右不對稱曲線,或出現二衆數或多衆數之曲線。

A. 歪曲線 Skew curve; schiefe Kurve 此爲由衆數向左右之傾斜度顯著相異者。其最極端之情形,卽爲半曲線 half curve。計算歪斜之程度(S),有 $S = \pm \frac{\sum fD^3}{11\sigma^3}$ 一計算式,由此式所得數字,若爲 0.25 以下,歪度爲小;若在 0.50 以上,則謂之顯著。

B. 二頂(雙頂)曲線 Bimodal curve; zweigipfelige Kurve 柏特生 W. Bateson 測定缺蟲 Forficula 之尾部(缺)之長度,得鮮明二頂曲線。反之,同一集團之體長曲線,爲單頂曲線。此事實似表示此集團中,有遺傳的相異之二羣。然依據賈可洛夫 D. M. Djakonov 及哈克斯勒 J. Huxley 之研究,則謂卽在遺傳的單一之缺蟲,其缺之長度之成長,當爲依使體長生種種變化之外的條件,而分爲長者與短者二型之平衡狀態。然此僅爲想

像,而非證明。

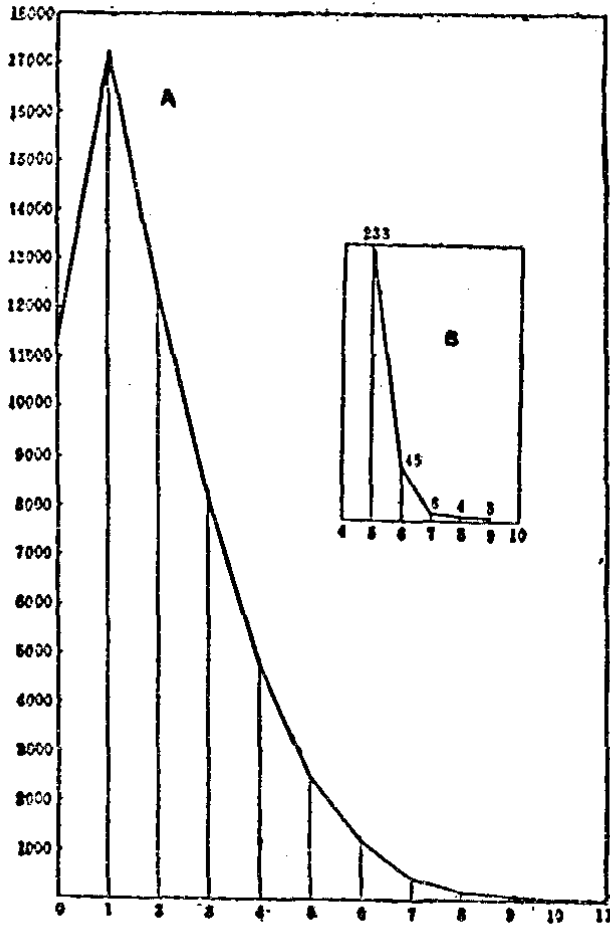


插圖308. 歪曲線及半白線

- A: 在東京市(麴町,本所,淺草)一家庭內男子生出數之歪曲線(原圖,數字由古屋),縱軸為家庭數,橫軸為男子生出數。
- B: 毛茛科之 *Caltha* 之花瓣數變異,作半白線 (Baur),橫軸為花瓣數,沿曲線之數字,為花之數。

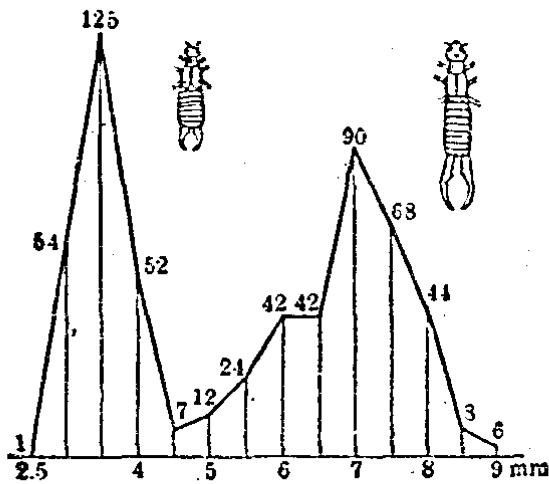


插圖309. 二頂曲線(Bateson)

蝨蟲之一種名 *Forficula auricularia* 者,集其體長為單頂曲線(在本區省略),然其蝨之長度,依據此曲線,可知鮮明長短二型,橫軸為蝨之長度,沿曲線之數字為個體數。

如上述之例,實際上為稀有。在多數情形之二頂曲線,其測定材料常表示有某種意義之不純。例如測定蠶之一蛾區全部之蛹體重量,即可見有如圖中之二頂曲線。然若將雌雄分別之,即各成完美之單頂曲線。

又在遺傳的相異之二系統或種類相混合之情形,其出現二頂曲線,自為當然。故在測定某集團而得二頂曲線,其第一可疑者,即在此點。若將各型分離,當能還元普通之單頂曲線。

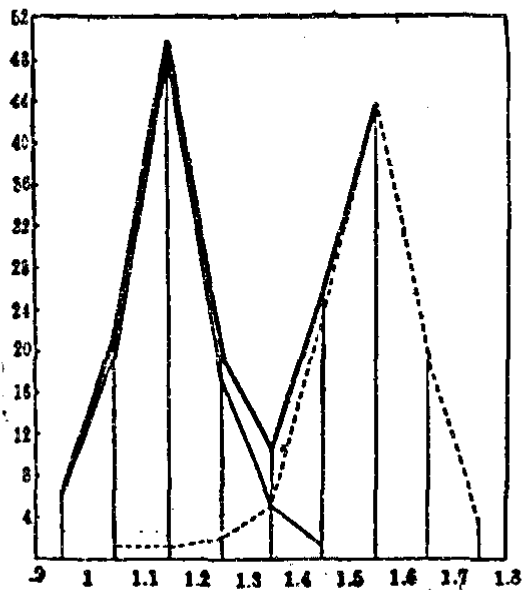


插圖310. 蠶之蛹體重量曲線(原圖)
中國種(品種名下木村)
縱軸為個體數,橫軸為蛹體重量(單位g),

細實線: 雄
虛線: 雌
粗實線: 雌雄合計(其與雌一致部分省略)。

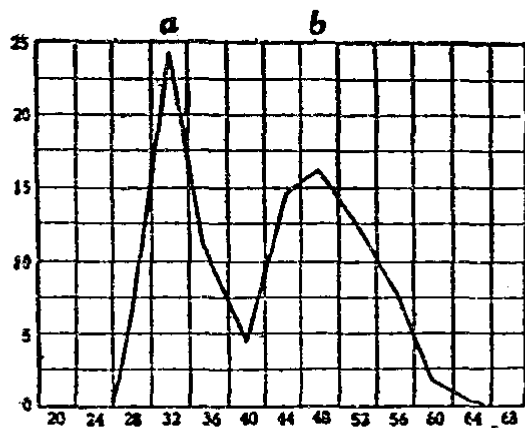


插圖311. 草履蟲之體圖二頂曲線
(Jennings)

二種草履蟲混合集團之體圖變異曲線。

縱軸之數字為個體數,橫軸之數字為體圖(單位g)

a: *Paramecium aurelia*
b: *P. caudatum*

C. 多頂曲線 Polymodal curve; mehrgipfelige Kurve 此亦

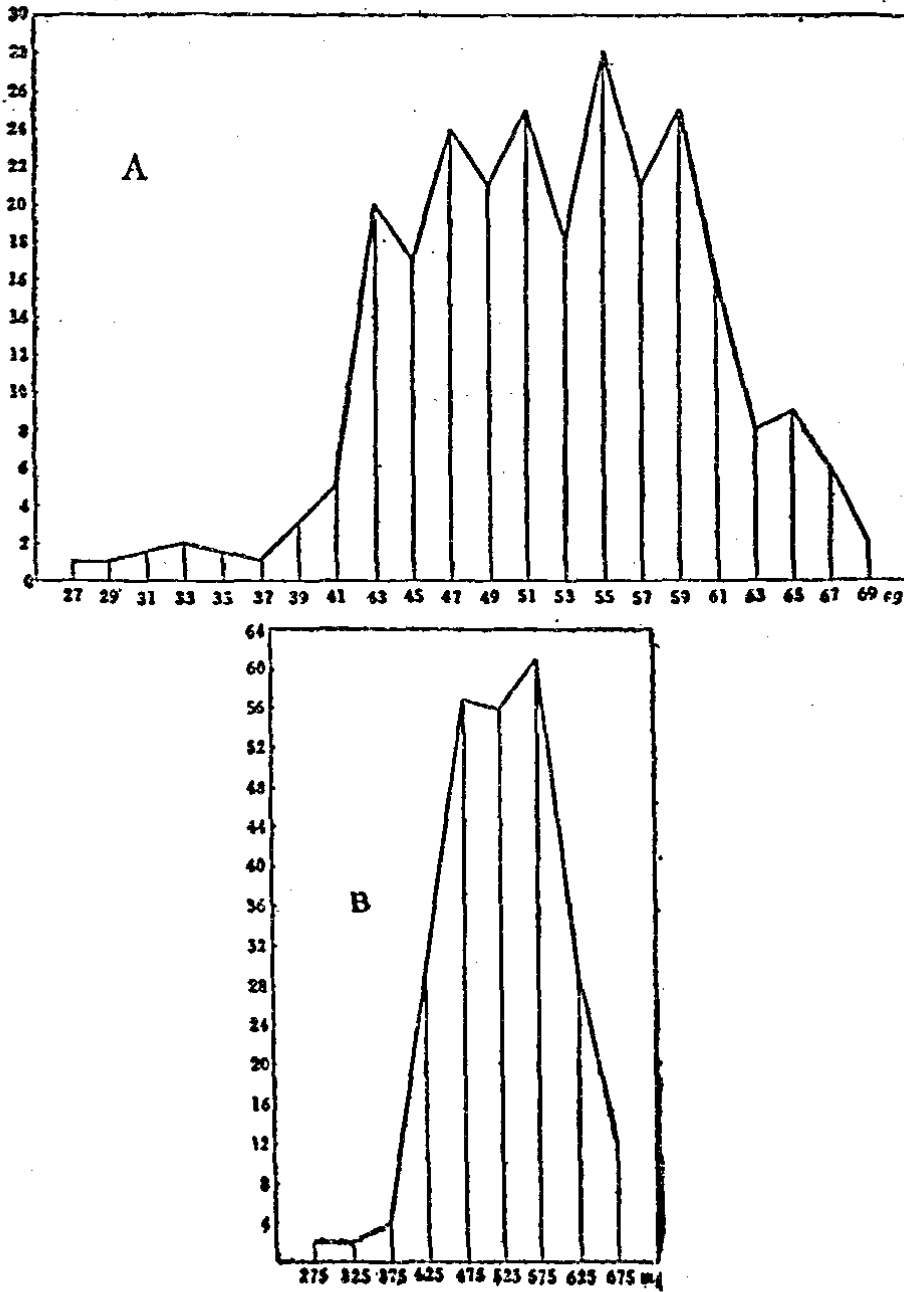


插圖 312. 多頂曲線(原圖)

- A: 屬於日本種家數之一蝦區,將其253個乾菌重量之階級過分細分而生出之多頂白線,階級區分為2cg,縱軸為菌之個數,橫軸為乾菌重量,
- B: 即用上述之菌,只將階級區分變為50mg者,縱軸之長度只用A之一半表示者,只稍微有二頂曲線之痕跡,殆近於單頂曲線,所以成為二頂曲線者,蓋以雌雄混合之故。

爲在三個或三個以上相異因子構造之混合集團出現者爲多。又在比例於測定個體數之階級區分過細時，亦成不規則之多頂曲線。然若將階級區分變爲適當大小，則通常可成規則整齊之單頂曲線。

6. 相關 Correlation; Korrelation

在某個體之二性質，例如長度與闊度間，若有長度增加闊度亦隨而增加之關係時，此二性質間，稱爲有相關，相關不限定於可以同單位測定之性質間，如果實愈大糖分愈多之二別種單位上，此二性質之相關，亦可存在。又在非爲同一個體之二性質間，如在某國，其鳥之羽色，愈向北行愈濃之情形，可以想像緯度與羽色間有相關。又父親在學校時代之成績與其子女成績間之相關等，亦有研究。

A. 相關表 Correlation table; Korrelationstabelle 二性質間之關係列於一表者，稱爲相關表。茲示大豆 Glycine Soya 509 粒之長度與闊度之相關表如次(池野, 1927)。

闊度(y) 單位mm M=7.639	長度(x) 單位 mm M=9.629mm							合計(f _y)	D _y
	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5		
5.5	2	1	—	—	—	—	—	3	-2.139
6.5	—	19	41	6	—	1	—	67	-1.139
7.5	—	—	63	175	56	4	—	298	-0.139
8.5	—	—	2	18	95	26	1	142	+0.861
9.5	—	—	—	—	—	1	—	1	+1.861
合計(f _x)	2	20	106	199	151	32	1	511	
D _x	-3.129	-2.129	-1.129	-0.129	+0.571	+1.571	+2.571		
∑fD _x D _y	+13.366	+50.628	+60.666	+2.007	+61.463	+42.194	+2.472	+235.816	

$$\sum fD_x D_y = 2 \times (-3.129) \times (-2.139) + 1 \times (-2.129) \times (-2.139)$$

$$\begin{aligned}
& +19 \times (-2.129) \times (-1.139) + 41 \times (-1.129) \times (-1.139) \\
& + 63 \times (-1.129) \times (-0.139) + 2 \times (-1.129) \times (+0.861) \\
& + 6 \times (-0.129) \times (-1.139) + 175 \times (-0.129) \times (-0.139) \\
& + 18 \times (-0.129) \times (+0.861) + 56 \times (+0.871) \times (-0.139) \\
& + 95 \times (+0.871) \times (+0.861) + 1 \times (+1.871) \times (-1.139) \\
& + 4 \times (+1.871) \times (-0.139) + 26 \times (+1.871) \times (+0.861) \\
& + 1 \times (+1.871) \times (+1.861) + 1 \times (+2.871) \times (+1.861)
\end{aligned}$$

在上書相關表中,6.5者,爲6-7mm之意,其他亦準此。

B. 相關係數 Correlation coefficient; Korrelationskoeffizient(r)

由次式計算。

$$r = \frac{\sum f D_x D_y}{n \sigma_x \sigma_y} \quad \text{簡便法爲} \quad r = \frac{\sum f (V_x - a_x)(V_y - a_y) - n b_x b_y}{n \sigma_x \sigma_y}$$

符號之意義,可參考‘變異之測定’一項。

依據此方法計算得大豆之相關係數爲+0.731,相關係數之誤差,則由次式計算,在大豆爲 ± 0.013 。

$$\text{平均誤差}(m_r) = \pm \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$$

$$\text{確率誤差}(PE_r) = \pm 0.6745 \times \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = (1-r^2) x_1 (14)$$

C. 相關之強度 依據相關係數作判斷之情形,爲如次。
 $r = +1$, 表示正完全相關。 $r = 0$, 爲無相關關係。 $r = -1$, 爲負完全相關。又 r 之絕對值 > 0.7 時, 爲強度相關; > 0.5 時, 爲顯著; $0.3-0.5$ 時, 爲中庸; < 0.3 爲弱度相關。又 r 在誤差之四倍以內, 則相關之存否, 殊爲可疑。

相關係數之計算, 縱令有簡便法, 亦殊費手續。故在爲供

(c) 相關完全不存在之例($r=0$)。

階級	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
2	—	—	—	1	2	4	2	1	—	—	—
3	—	—	1	5	9	15	9	5	1	—	—
4	—	1	5	12	20	44	20	12	5	1	—
5	—	2	9	20	39	70	39	20	9	2	—
6	1	4	15	44	70	160	70	44	15	4	1
7	—	2	9	20	39	70	39	20	9	2	—
8	—	1	5	12	20	44	20	12	5	1	—
9	—	—	1	5	9	15	9	5	1	—	—
10	—	—	—	1	2	4	2	1	—	—	—
11	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—

(d) 部份相關之情形($1 > r$, 絕對值 > 0)。

前述之大豆長闊相關表,即其一例。在普通相關表,X之階級,左端最小,右端最大;Y之階級,上端最小,下端最大。在如此排列之表,其數字之分布,若大體為近於由左上至右下之對角線,則有相當強度之正相關存在。反之,若近於由右上至左下之對角線分布,則表示有同樣高度之負相關。無論為正或負,若數字之分布離開對角線之闊度愈大,即為相關程度愈弱之意義。又即使小數字分布於相關表之全面,若大數字沿對角線分布,則亦可察知有相當程度之相關。漸次蓄積此等經驗,即可一覽而判斷之。

D. 相關之原因 二性質間有相關存在之原因,有(a)二性質由於同一因子之作用者,(b)支配二性質之因子間,有關聯存在者,(c)二因子間,有相互作用者,(d)由於生理的關係者。

E. 相關表作成上卡片之應用 作相關表時,以用卡片最為便利。其方法為以一個體相當於一卡片,而將種種性質之測定值完全記上。若將此等卡片最初依甲性質而橫分類,次依乙性質而縱分類,則自然成為圍棋盤狀之相關表。各方格內之卡片重複次數,即變員之數。

F. 相關線 Correlation line 不用數字作相關表,而將二性質之一依其大小,長度,重量等之一定順次排列,次將對應

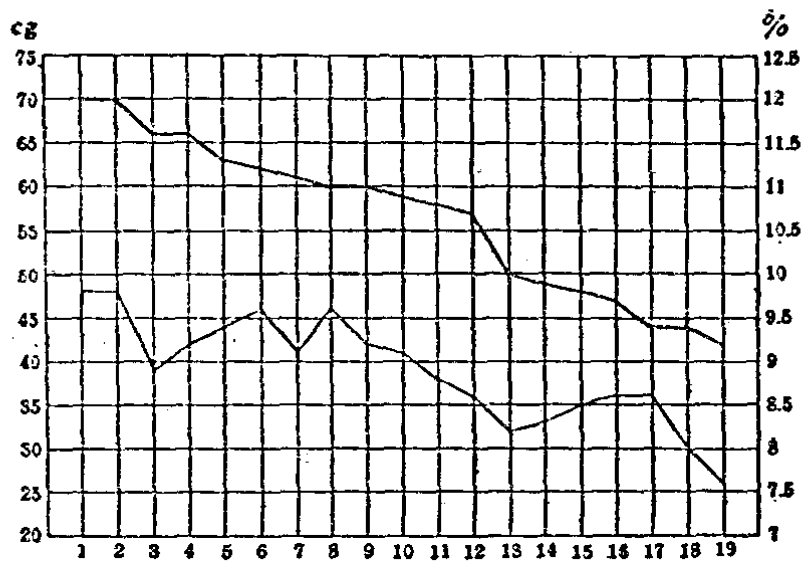


插圖314. 相關線(原函)

在19蟻區柞蠶,表示各蟻區平均繭層量與繭層率之相關。繭層量為將繭剖開取去其蛹及脫皮層後之重量。繭層率為繭層量與全繭量之比。

粗線(上): 繭層量

細線(下): 繭層率

左側縱軸之數字: 繭層量

右側縱軸之數字: 繭層率

橫軸之數字: 蟻區號數

6	14.9	5	25	74.5	1
7	15.2	6	36	91.2	1
8	14.7	7	49	102.9	1
9	15.3	8	64	122.4	1
10	16.8	9	81	151.2	1
11	16.4	10	100	164.0	1
12	17.0	11	121	187.0	1
13	17.8	12	144	213.6	1
14	17.4	13	169	226.2	1
15	17.4	14	196	243.6	1
16	17.7	15	225	265.5	1
17	17.0	16	256	272.0	1
18	16.1	17	289	273.7	1
Σ	283.3	153	1785	2533.4	18

將此表中之數字代入上述公式(1)及(2)中,即得如次,

$$(1) \quad 18n + 153m = 283.3$$

$$(2) \quad 153n + 1785m = 2533.4$$

由此計算 m 及 n 之值,即得

$$m = 0.2587, \quad n = 13.54.$$

n 爲直線之出發點,復次將 m, n, x 之值代入公式(3),即可計算得直線之終點如次。

$$(c) \quad y_{17} = 13.54 + (0.2587 \times 17) = 17.94$$

故若將左縱軸之 13.54 及右縱軸之 17.94 連結一直線,即成上

速曲線之代表直線,此直線不僅表示過去成績之單純化,且暗示將來發展之方向,亦即本種今後之前進可能性。

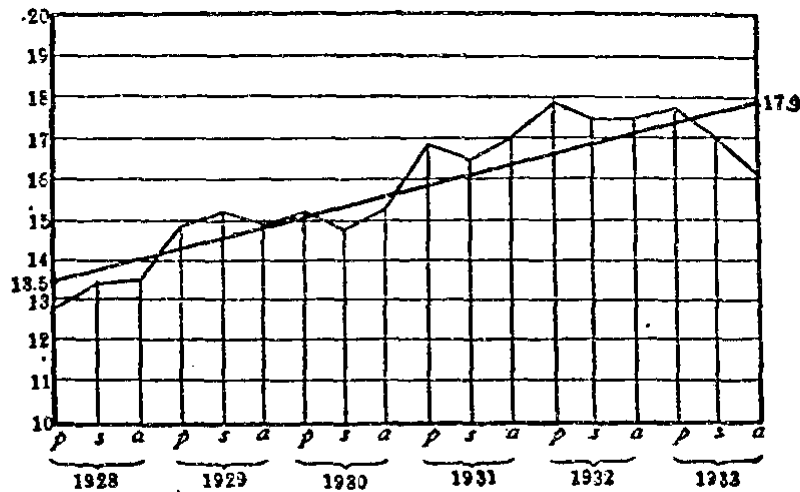


插圖 315. 變異曲線之直線化(原圖)

表示育種中家蠶(品種記號為73)之繭層率,其18代間之變化曲線及其代表直線。

p: 春蠶 s: 夏蠶 a: 秋蠶

復次,用同一材料在二地方行實驗,或同一地方在相異時期行二回實驗之結果對照,為使一目瞭然二者間有若何關係存在,有用相關線者。在此情形,若二成績間之相關度愈大,則此等成績愈可信賴,換言之,其正確度高。例如著者將柞蠶之一蛾產卵二分之,一半飼於滿洲,一半飼於福岡,若以六蛾區之繭層量比較之,可得如次。

1933年春蠶 F: 福岡 M: 滿洲(萬家嶺)

平均值者,為只將表中之六蛾區,福岡與滿洲各別計算者。

順位者,為給表中之六蛾區,福岡與滿洲分別排列者。

若除去 116B 一區,則其他結果,如偏差及順位,皆甚相似。

蛾區號數	飼育地	繭層量cg	地方的差異cg	距平均值之偏差cg	順位	除去116 B之順位
24 B	F	60.0	26.0	-2.7	5	5
	M	34.0		-5.7	6	5
116 A	F	60.6	24.6	-2.1	4	4
	M	36.0		-3.7	5	4
116 B	F	59.9	15.9	-2.8	6	—
	M	44.0		+4.3	1	—
415 A	F	62.0	21.5	-0.7	3	3
	M	40.5		+0.8	4	3
353 A	F	64.2	23.7	+1.5	2	2
	M	40.5		+0.8	3	2
191 A	F	69.7	27.7	+7.0	1	1
	M	42.0		+2.3	2	1
平均	F	62.7	23.0	2.8	—	—
	M	39.7		2.9	—	—

若將上表之繭層量作圖,即得如插圖第三百十六。

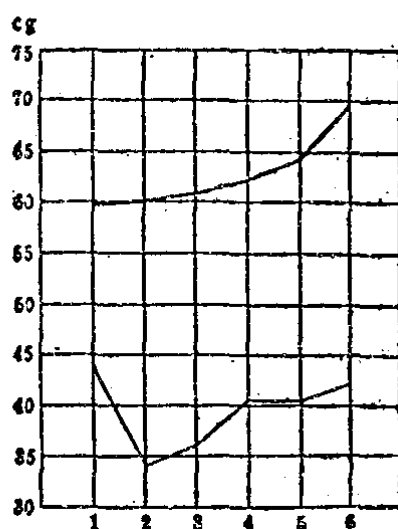


插圖 316. 觀察二成績相關之方法(原圖)

取柞蠶之六蛾產卵,將各區二分兩飼育於福岡(粗線)與滿州(細線),此為比較其繭層量者,縱軸為繭層量,橫軸為蛾區號數,福岡飼育者,繭層量一般較多,又除蛾區 1 外,兩地飼育之成績,殊甚平行,此事實即表示兩地之成績,可以相當信賴,又對於繭層量,遺傳有若何強烈影響。

更將各個體之二性質間之相關用圖表示之情形敘述之。茲測定某植物10個體之長度與重量，令得次之數字。

個體號數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
重量(g)	50	46	50	48	57	51	53	52	53	50
長度(cm)	54	49	55	49	46	54	56	56	55	55

將此變異表依重量之順序而排列之，即得如此。

個體號數	2	5	4	1	3	10	6	8	7	9
重量(g)	46	47	48	50	50	50	51	52	53	53
長度(cm)	49	46	49	54	55	55	54	56	56	55

由此計算之，得 $m=1.018$, $n=48.39$ 。

更由公式(3)之 $x=0$ 時得 $y_0=48.39$ 。又 $x=9$ 時，得 $y_9=57.55$ 。故連結 y_0 與 y_9 之直線，即為相關直線。此線與重量之變異曲線，甚相平行。亦即可知此兩者有強度相關。

B. 拋物線式 Parabola line. 此與直線之只以簡單二點決定者相異，而不能不一一計算多數點，故費手續甚多。然其代價為其與變異曲線之一致程度，遠較直線為優。其公式為

$$(A) (\sum a) + (\sum x) b + (\sum x^2) c = (\sum y)$$

$$(B) (\sum x) a + (\sum x^2) b + (\sum x^3) c = (\sum xy)$$

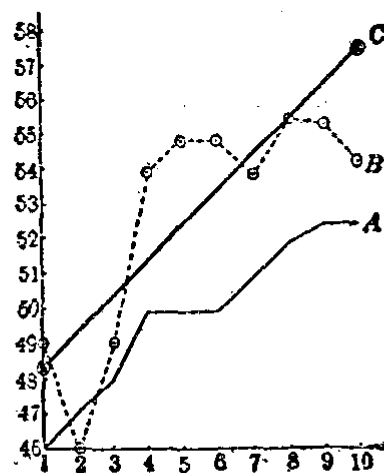


插圖317. 相關直線(安田)
A: 重量 B: 長度
C: 代表長度之相關直線

故費手續甚多。然其代價為其與變異曲線之一致程度，遠較直線為優。其公式為

$$(C) (\sum x^2)a + (\sum x^3)b + (\sum x^4)c = (\sum x^2 y)$$

$$(D) y = (a) + (bx) + (cx^2)$$

a 為拋物線之出發點。

b 及 c 為拋物線方向之決定要素。

x 為橫軸上之距離， y 為縱軸上之長度。

設有次之相關表，用作一例，其階級之單位，無論若何皆可。

15-20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45 45-50 50-55 55-60 60-65 65-70 共計平均值(M)

0-1	1	3	10	12	8							34	30.88
1-2				4	16	20	5	1				46	40.65
2-3						23	23	7				55	46.05
3-4						2	15	17	2	1		37	50.47
4-5						1	3	20	8	1		33	53.26
5-6							1	4	4	8	2	19	58.53
6-7							1		9	11	2	23	60.33
7-8									5	8	3	16	61.67
8-9									3	7	1	11	61.59
9-10									1	4	5	10	64.50
10-11										1	3	4	65.00
11-12											1	1	67.50
12-13												1	67.50
	1	3	10	16	24	46	50	49	33	40	18		

若將表示此表中對於各縱階級之變異分佈狀態之變異曲線，及連結此等平均值之曲線圖示之，即有如插圖第三百十八所示。用同樣方法，相關表之對於各橫階級之變異曲

線,亦可畫出。

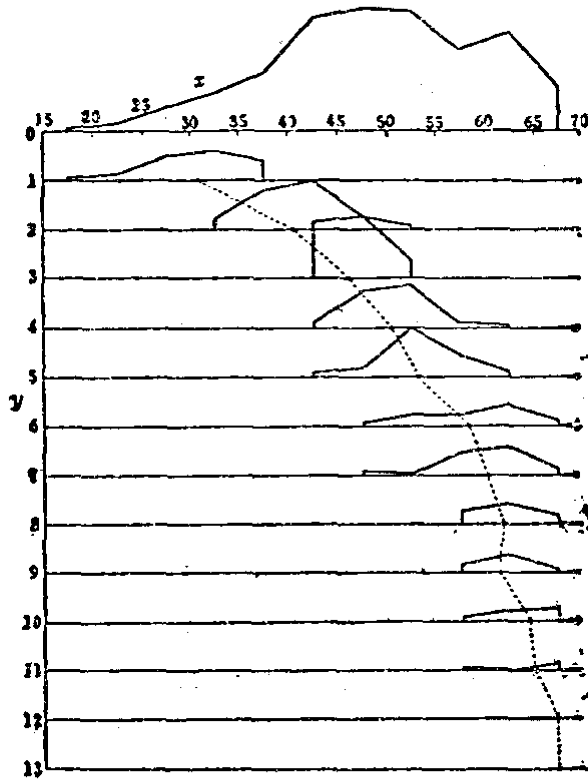


插圖318. 對於 y 之各階級之 x 變異曲線(由安田改訂)
點線為連結各變異曲線之平均值者,最上之大曲線,為全變異之變異曲線,

由上述公式以計算作拋物線之要素,即有如次表

y	a	x	x ²	x ³	x ⁴	xy
30.88	1	0	0	0	0	0
40.65	1	1	1	1	1	40.65
46.05	1	2	4	8	16	92.10
50.47	1	3	9	27	81	151.41
53.26	1	4	16	64	256	213.04
58.53	1	5	25	125	625	292.65
60.33	1	6	36	216	1296	361.98

61.87	1	7	49	343	2401	433.09
61.59	1	8	64	512	4096	492.72
64.50	1	9	81	729	6561	580.50
65.00	1	10	100	1000	10000	650.00
67.50	1	11	121	1331	14641	742.50
67.50	1	12	144	1728	20736	810.00
$\Sigma y 728.13$	$\Sigma a 13$	$\Sigma x 78$	$\Sigma x^2 650$	$\Sigma x^3 6084$	$\Sigma x^4 60710$	$\Sigma xy 4860.24$

若以上表之數字,代入公式(A),(B),(C)之括弧內,即可得 $a=33.59, b=6.07, c=-0.28$ 。再以此等值代入公式(D)中,即可求得對於 x 之種種而有 y 之各值。

x之值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y之值	33.59	39.38	44.61	49.28	53.39	56.94	59.93	62.38	64.28	65.54	66.29	66.48	66.11

若以此作圖,即得如插圖第三百十九,又為參考起見,並添畫相關直線於圖中。

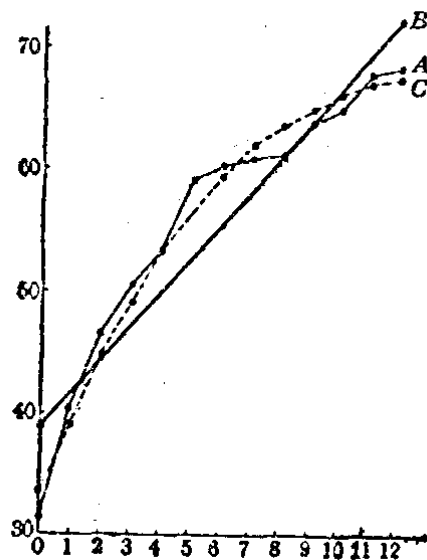


插圖 319. 相關拋物線(安田)

A: 實際變異曲線 B: 將 A 直線化者 C: 將 A 拋物線化者

C. 對數曲線 Logarithmic curve. 此與拋物線為同樣計算, 其公式為

$$(A) \quad (\Sigma)a + (\Sigma x)b + (\Sigma \log x)c = (\Sigma y)$$

$$(B) \quad (\Sigma x)a + (\Sigma x^2)b + (\Sigma x \log x)c = (\Sigma xy)$$

$$(C) \quad (\Sigma \log x)a + (\Sigma x \log x)b + [\Sigma (\log x)^2]c = (\Sigma y \log x)$$

$$(D) \quad y = (a) + (bx) + (c \log x)$$

因此方法之數字甚大, 故演算不便。又因與原曲線甚相接近, 故反有離去單純化目的之嫌。

茲舉一例用作說明。設某個體間週測定, 得 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13 等數值之情形, 而欲求其對數曲線, 則因 $\Sigma y = 67$, $\Sigma a = 7a$, $\Sigma xb = 28b$, $\Sigma \log xc = 3.7024306c$, $\Sigma x(\log x)c = 18.5211077c$, $\Sigma (\log x)^2 c = 2.4890091c$, $\Sigma (\log x)y = 40.4346613$, 故以此等值代入公式(A),(B),(C)中, 即得 $a = 4.4360$, $b = 0.5156$, $c = 5.81$ 。更以此等值代入公式(D)中, 即可得次之數字。

x之值	1	2	3	4	5	6	7
y之值	4.95	7.22	8.75	10.00	11.07	12.05	12.96

根據此等數字, 即可得插圖第三百廿。

D. 移動平均法 Smoothing by means of moving averages. 在某地方之三月之氣溫(每日平均氣溫), 有如次表。若以此作成圖, 即得凹凸甚多之經過

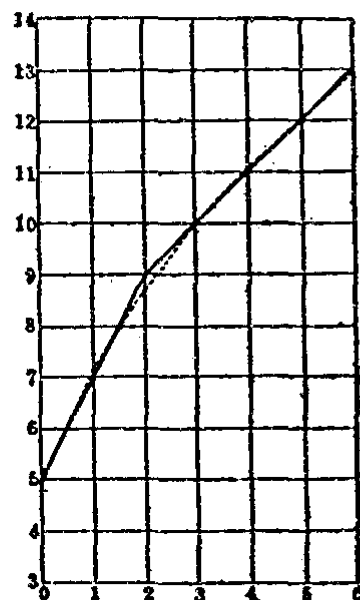


插圖320. 對數曲線
(原圖數字依據安田)
實線: 變異曲線
點線: 對數曲線

曲線。若欲使其平滑，可先分爲某種週期而取其平均，次每移動一日作平均，終乃連結此等平均值，測定值不限定溫度，如在個體數之情形，小數點以下可四捨五入而取整數。於此所示者，爲七點平滑法 7-point smoothing。然五點、九點亦可。最普通用者，爲三點平滑法。若有必要，再將三點平均二次三次行之亦可。在計算移動平均時，若以單位 point 數除次之測定值與最初測定之差，加之於最初之平均或由其減去亦可。又有在最初測定值之前及最後測定值之後，更以同一測定值附加而使首尾延長者。在上例即附加六個 20 於前及六個 50 於後者。移動平均法，適宜於表示經過曲線或普通變異曲線之傾向。又在相關線，亦有應用者。於此所示，爲最簡單者。此外亦有用最小二乘法等複雜方法者。

日	氣溫 (F)	移動平 均值	日	氣溫 (F)	移動平 均值	日	氣溫 (F)	移動平 均值
1	20		9	28	28.7	17	43	38.4
2	25		10	34	29.9	18	48	38.9
3	22		11	39	31.9	19	47	41.1
4	35	24.0	12	40	32.7	20	39	43.3
5	26	24.0	13	30	33.6	21	35	44.3
6	22	24.4	14	32	34.9	22	42	
7	18	26.1	15	26	36.1	23	49	
8	20	26.7	16	34	37.1	24	50	

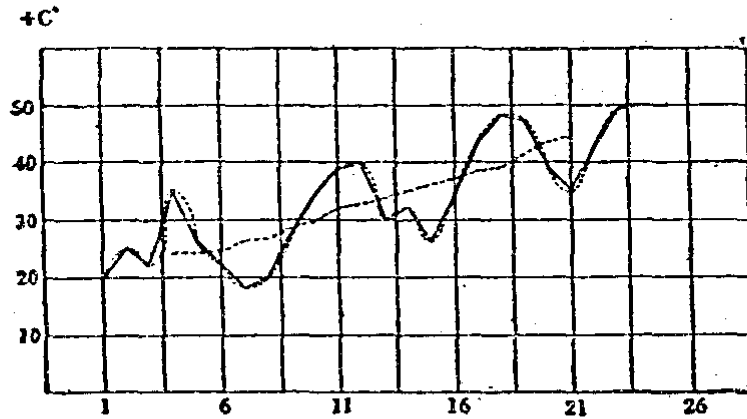


插圖321. 由於移動平均之變異曲線平滑法(King)

縱軸之數字為溫度，橫軸之數字為日期，

實線：連結每日觀測值之折線，

細點線：因溫度之變化非為急速的直線狀變化，故用目測
而作近於實際之平滑曲線，

粗點線：用七點移動平均法所得之平滑曲線。

8. 退行 Regression; Rückschlag ⁽¹⁵⁾(R)

互為相關之二性質，若一者作一單位之增或減，他一者亦作相當單位之增減，則由此計算得之係數，稱為退行係數 regression coefficient。其計算式為

$$R_{x:y} = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y}, \quad R_{y:x} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}.$$

($R_{x:y}$ 為對於 y 一單位之 x 退行係數， $R_{y:x}$ 為其反對)

在大豆之情形， $R_{x:y} = 1.143\text{mm}$ ， $R_{y:x} = 0.508\text{mm}$ 。故若闊度增 1mm，則長度增 1.143mm，反之，若長度增 1mm，則闊度增 0.508 mm。

表示退行程度之直線，稱為退行直線 regression lines。由次式可以得之。

$$(X - M_x) = R_{x:y}(Y - M_y) \text{ 或 } X = R_{x:y}(Y - M_y) + M_x \quad (1)$$

$$(Y - M_y) = R_{y:x}(X - M_x) \text{ 或 } Y = R_{y:x}(X - M_x) + M_y \quad (2)$$

其中之 M_x , 爲 x 之平均值; M_y 爲 y 之平均值。

以 Y 之任意二數值(通常用 y 之兩極端值), 代入(1)式而求其對應之 X 值, 於是定圖上二點而連結一直線, 次將 X 之任意二值(通常用 x 之兩極端值), 代入(2)式而求其對應之 Y 值, 以此值移於圖上作他一直線。此二者, 即爲 x 及 y 之退行直線。

x 退行直線, 爲代表 x 之各階級平均值之直線。 y 退行直線, 爲最適合於 y 之各階級平均值之直線。此二直線之交叉點, 即同時爲 x 與 y 之平均值。若令 x 退行線與水平線所成之角爲 a , y 退行線與水平線所成之角爲 b , 則相關係數與此等角之間, 有 $r = \sqrt{\tan a \times \tan b}$ (\tan 爲正切, 亦即以直角三角形之底邊除側邊所得之值)之關係成立, 故由退行曲線, 大體上 r 之值, 亦可計算得之。

r 爲負值時, 而引一退行線由右上至左下, 則二線之交叉點, 不相當於 $M_x M_y$ 點, 故相關係數皆爲正而其直線由左上至右下, 在畫退行線前, 自當已計算 r , 故其正負已知之, 又二直線皆爲由右上至左下者亦有之。

退行直線之特長, 因其爲二直線, 故用 r 不能表示之變異分佈狀態, 亦可表示之。特別在個體數少之情形, 只用 r , 甚不充分, 要當有觀察退行線之必要。在比較品種或系統之範

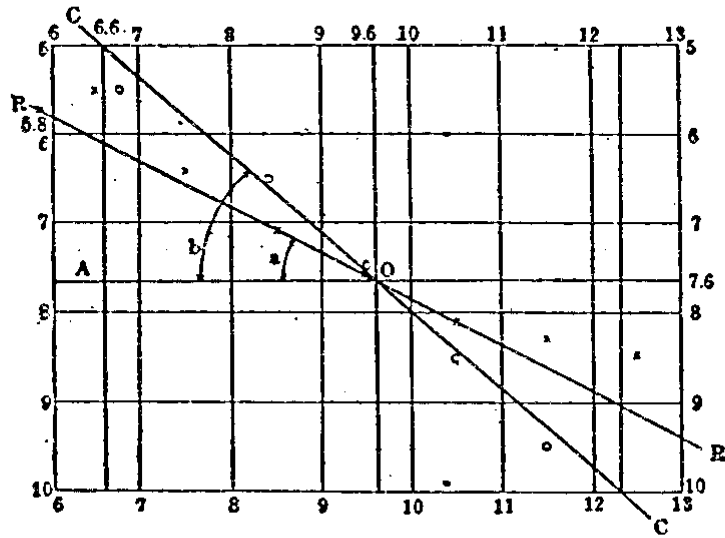


插圖 322. 退行線(池野)

此為大豆之長度與闊度之退行線。縱線之數字，表示闊度，橫線之數字，表示長度，× 為屬於長度之各階級變異，其闊度之平均值，○ 為屬於闊度之各階級變異，其長度之平均值之相當位置，RR 為代表全部 × 闊度之直線，CC 為代表全部 ○ 長度之直線。此直線之畫法，先引相當於長度平均值 9.6mm 之縱線及相當於闊度平均值 7.6mm 之橫線，則此縱橫線之交叉點 O，相當於長度及闊度二者之平均值，RR 及 CC 必然通過此點。依據計算，X=6 時，Y=5.8，故由橫線之 6 處所引縱線上之 5.8mm 處作一記號，更由此與 O 連結一直線而延長之，即得 RR 線。又若 Y=5，則 X=6.6，故由此點與 O 連結一直線更延長之，遂得 CC 線。若令 $\angle ROA = a$ 及 $\angle COA = b$ ，則相關係數與角之間，有 $r = \sqrt{\tan a \times \tan b}$ 式可以成立。

型 type 之情形等，甚為便利，其作成時，因只用計算 r 之材料已足，故實際上，殊不大費手續。

又退行係數或退行線，常有用於比較同一性質在親子二代間之變異者。然關於此，容於第三章之淘汰與純系一節敘述之。

9. 統計法適用之界限 Limits of statistical method

生物學上之統計的研究,常為補助手段,決非終極目的,是為不可遺忘者。亨克 F. Heincke, 1897-98 在鯨魚研究之業績,可舉作一適例。亨氏欲決定歐洲之鯨魚,其抑為只一種而廣汎漫遊於各地者,抑或有若干地方種存在,而各種徘徊於比較的狹小範圍者,又其他種種問題,由北歐各地之海中,採集十萬尾以上標本,而一一測定其脊椎骨之數,頭骨之長闊率,鱗之數等 60 種以上之性質,更計算各地海中之魚之平均值。又調查某季節、某地方所採集之個體,應屬於何一系統,在一個體調查 60 種性質,與對於 60 個體測定一性質,有同樣充分之統計學的價值,亦即 60 種性質,應依據確率而某者近於其品種之平均值,某者偏於負方向,某者偏於正方向等,所有情形皆存在。

復次,在所有變異表,其距平均值之偏差自乘之和,較距其他任何值之偏差自乘之和為小,是乃原則。例如 11, 12, 15, 18 四階級之平均值為 14, 由此距各階級之偏差為 -3, -2, +1, +4, 其自乘為 9, 4, 1, 16, 而合計為 30。然在平均值以外之值,例如距 15 偏差為 -4, -3, 0, +3, 自乘為 16, 9, 0, 9, 而合計為 34, 故較前之 30 為大。由此原理推論之,於是調查上述鯨魚一個體之 60 餘性質距各品種之平均值有若何程度之偏差,次計算此偏差之平方和,而認此個體屬於使其和為最小之品種。例如在某個體,亨克示其各性質之偏差之平方和若以白海

產鯨魚之平均值為標準，即為 3,213；若對於挪威海岸之春鯨，即為 3,696；若對於丹麥海岸所採集之鯨魚，則為 6,317。於是知此個體，應屬於白海系統。

亨克用似此巧妙之統計的方法，結論謂歐洲之鯨魚為若干地方種及系統所集成。然此結論，無論如何，終只為暗示。其抑為真有此等地方種及系統因而為遺傳的相異者，抑或為有如服飾與人類之關係，其差別只不過表面者，此等之最後決定，終不能不用遺傳實驗。亦即此為統計的研究法所能達到之界限。

第二節之附註

(1) Barlow's table of Squares, Cubes Square-roots, Cuberoots and Reciprocals of all Integer Numbers up to 10,000.

(2) K. Pearson: Tables for Statisticians and Biometricians, 1914.

(3) per mille 即千分率。

(4) 變異曲線，由於設定橫軸上一階級之闊度及縱軸上對於一定個體數之長度，而或變高或變闊，以是不可用目測而比較二變異曲線之異同。

(5) 不可與上述之變異矩形 histogram 相混同。

(6) 此曲線可以 $y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ 式表示之。因 $\pi = 3.1416$,

$e = 2.7183$ ，故此式可變形為 $\log y = -0.39909 - 0.21715x^2$ 。以種種之值代入 x ，即可計算得 y 之對應值。 x 為距離正規曲線中

心之橫軸上距離, y 為縱軸上之高度。

(7) 此亦稱為 mean deviation.

(8) 精密言之為 $AD:\sigma=0.7979:1$.

(9) New tables of the probability integral; Biometrika 2, 1903
(Pearsons Tables 中亦載有之)。

(10) 略字在學者間有多種。用 E 為確率誤差之略字者亦有之, 用 p 代 f , 用 α 代 D , 用 a 代 $(v-A)$ 者亦有之。

(11) 所謂非甲即乙非乙即甲之變異(例如在孟德爾式遺傳之優性與劣性分離), 即稱為彼此變異 alternative variation。然在彼此變異, 平均誤差有特別稱為標準誤差 standard error; Standardfehler 者。

(12) 在德文漫然書為 wahrscheinlicher Fehler 之情形, 其實亦有平均誤差之意義, 不能不注意之。

(13) 左右對稱之變異曲線, 例如在正規曲線, 有 $\sigma:Q=1:0.6745$ 之關係成立。計算 P.E 所用之常數 0.6745, 即由此而來。

(14) $ki = \frac{0.6745}{\sqrt{n}}$ 。W. Gibson 計算有 n 之 1-1000 之對應 ki 值, 載於 Biometrika 4 及 Pearson's Tables 中。

(15) 此德文, 因亦有用為歸先遺傳之意義者, 故不可混同。

第三節 分離比之決定

Determination of Segregating Ratios;

Bestimmung der Spaltungsverhältnisse

在孟德爾式遺傳, 決定其實驗上之分離比與若何理論

比最相接近,又爲使豫期之理論出現起見,須觀察若干個體乃可等問題,應用生物測定學或統計學之原理,最爲安全。

1. 觀察表型分離之必要個體數之決定

用二個體交配,欲在其後代看出優性劣性之分離,若問其後代之數目須若干爲必要,是固無所謂過多,然欲知其程度,是乃理論上及育種等實際上所甚希望者。關於此,布勒克斯利等 A. F. Blakeslee, J. Belling, J. A. Harris, 1922 提出次之計算法。設在二個體交配,其次代應出現之豫期分離比,假定爲 $p:q$ (p 爲優性, q 爲劣性, $p+q=1$), 則只有 p 出現而 q 不出現之情形,展開 $(p+q)^n$ 二項式時,即相當於 p^n 之值者。 p^n 對於總數愈小,則只生優性而不生劣性之機會應愈少,亦即使應出現之劣性不出現而誤認兩親爲純型之機會即愈少。若令 $p^n = 0.001$ 時,即爲有如上述誤認爲純型之機會,千回中只一回之意義。故若至此程度,實際上即已無妨礙。

在豫期分離比爲 1:1 之情形,若次代之數僅有二個,則二個皆應爲優性之機會 p^n , 可由 $(0.5+0.5)^2$ 計算而得 0.25。亦即四回中應有一回發生之比率。然若爲 $(0.5+0.5)^{10}$, 則 $p^n = 0.001$, 即達於實際上無妨礙之程度。亦即若次代之數達於 10, 則由應分離 1:1 比率之親, 其不生出劣性之情形, 殆不能有。若將其他分離比之情形亦綜括示之, 可得如次。

分離比	1:1	2:1	3:1	5:1	8:1	11:1	35:1
$p^n = 0.001$ 時之 n (個體數) 值	10	17	24	38	59	79	244

其他之情形,例如9:7,可求 $\left(\frac{9}{16}\right)^n = 0.001$ 時之 n 值。又如在 63:1 之情形,可求 $\left(\frac{63}{64}\right)^n = 0.001$ 時之 n 值。

然本項所述之必要個體數,決非對於理論比之計算為充分之數。在計算理論的分離比時,更必要若干倍之數,是不能不知之。次項即將敘述。

2. 分離比之決定

在遺傳實驗之數字,有苦於判斷其抑或為 3:1, 抑或為 13:3, 抑或為 9:7, 抑或為 1:1 者。於此可用誤差或適合率以作決定。

A. 依據誤差之方法 計算分離比之誤差,有三種方式。元來,誤差有平均誤差 (m) 與確率誤差 (P.E)。兩者間有 $P.E = 0.6745 \times m$ 之關係,已如前述。於此為敘述簡單起見,可就平均誤差言之。 n 為個體總數, g 為因子之對之數。

$$(A) \text{以個體數表示者} \quad m = \sqrt{np(1-p)}$$

$$(B) \text{以比率表示者} \quad m = \sqrt{\frac{p(4^g - p)}{n}}$$

$$(C) \text{以百分率表示者} \quad m = \sqrt{\frac{p\%(100-p)\%}{n}}$$

在孟德爾之豌豆實驗,圓粒與皺粒之 F_2 ,有圓粒 5474 及皺粒 1850 (總數為 7324)。在此情形之理論上,其個體數為 5493:1831, 分離比為 3:1, 百分率為 70%:25%。然在實驗上,個體數為 5474:1850, 分離比為 2.99:1.01, 百分率為 74.74%:25.26%。故實驗數距理論數之偏差,各為 $\pm 19, \pm 0.01, \pm 0.26\%$ 。

若將誤差與偏差比較之,即得如次。

$$(A) m = \sqrt{7324 \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4}} = \pm 37.06 \text{ 個} \quad \text{偏差} \pm 19$$

$$(B) m = \sqrt{\frac{3 \times 1}{7324}} = \pm 0.02 \quad \text{偏差} \pm 0.01$$

$$(C) m = \sqrt{\frac{75 \times 25}{7324}} = \pm 0.506\% \quad \text{偏差} \pm 0.26\%$$

亦即此分離,無論用何一方法計算⁽¹⁾,其偏差皆較誤差為小。故可認為3:1之比已實現。

同樣,9:7及13:3之情形為如次。

$$9:7 (A) m = \sqrt{n \times \frac{9}{16} \times \frac{7}{16}}, (B) m = \sqrt{\frac{9 \times 7}{n}}, (C) m = \sqrt{\frac{56.25 \times 43.75}{n}}$$

$$13:3 (A) m = \sqrt{n \times \frac{13}{16} \times \frac{3}{16}}, (B) m = \sqrt{\frac{13 \times 3}{n}}, (C) m = \sqrt{\frac{81.25 \times 18.75}{n}}$$

其他凡為二表型分離之情形(1:1,2:1,15:1等)皆準此。又若將 $\sqrt{\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}}$, $\sqrt{3 \times 1}$, $\sqrt{75 \times 25}$, $\sqrt{\frac{9}{12} \times \frac{7}{16}}$, $\sqrt{9 \times 7}$ 等常數部分豫先計算準備之,則在實際應用時,只將 \sqrt{n} 計算而或乘或除,至為便利。茲將(A)與(B)二最常用式之二三常數示之如次。

分離比	(A)之 $\sqrt{p(1-p)}$	(B)之 $\sqrt{p(4^p-p)}$
2:2 ⁽²⁾	0.5000	2.0000
2:1	0.4714	1.7321
3:1 ⁽³⁾	0.4330	1.7321
9:7	0.4961	7.9373
13:3	0.3903	6.2450
15:1	0.2421	3.8730
12:4 ⁽⁴⁾	0.4330	6.9282

復次,若在兩因子雜種如 9:3:3:1 或 9:3:4 之情形,則以上述公式之 p 相當於任一表型,而以 $(1-p)$ 相當於其他表型之合計,次順序取各一表型相當於 p 而計算之即得,例如在公式 (A),由 $\sqrt{n \times \frac{9}{16} \times \frac{(3+3+1)}{16}}$, $\sqrt{n \times \frac{3}{16} \times \frac{(9+3+1)}{16}}$, $\sqrt{n \times \frac{1}{16} \times \frac{(9+3+3)}{16}}$ 三式,即可得對於 9 與 3 與 1 各表型之誤差。例如宇田在黃血白蘭蠶與白血白蘭蠶之 F_2 ,得黃血黃蘭 1944 顆,黃血白蘭 643,白血白蘭 886,欲知此是否可認為 9:3:4 之比,依據(B)公式而計算對各表型之 m 。

$$\text{對於表型 9, } m = \sqrt{\frac{9 \times 7}{3473}} = \pm 0.135, \text{ 實驗上之偏差 } -0.044$$

$$\text{對於表型 3, } m = \sqrt{\frac{3 \times 13}{3473}} = \pm 0.105, \text{ 實驗上之偏差 } -0.038$$

$$\text{對於表型 4, } m = \sqrt{\frac{4 \times 12}{3473}} = \pm 0.117, \text{ 實驗上之偏差 } +0.082$$

由是知偏差較誤差為小,故與 9:3:4 之理論比,甚為適合。

凡偏差在平均誤差之三倍以內,或確率誤差之五倍以內,其實驗數可認為適合於理論比,亦無妨礙,然偏差愈小,則適合之程度愈高,自無待論。

B. 依據適合率之方法 Goodness of fit 依據誤差而作分離比之判斷,必須 $\sqrt{n_1(1-p)}$ 之 n , p 及 $(1-p)$, 皆不過小。又在有多數表型之情形,對於各表型,皆須分為二組而計算其偏差與誤差,不僅相當煩雜,且表型之種類多時,各表型之誤差與偏差之比例,殊有種種,而決定全體之一致程度,殊非容易。為補救此種缺點起見,皮耳生創製次之適合率計算法。

先計算實驗上各表型個體數距理論數之偏差,次以此等偏差自乘,再以理論數除之(次表中之 $\frac{(o-c)^2}{c}$),最後全部合計稱為 ki^2 。依據愛耳德耳吞 W. P. Elderton 之表⁽⁵⁾,由 ki^2 而求 P 。 $P=1$ 時,表示實驗數與理論數完全一致。若 P 愈小,亦即 ki^2 之值愈大,則表示兩者一致之程度低。

例如在某二系統之 F_2 ,生出 170:67:83 之結果,而欲求其相當於何一理論比,因一見近於 9:3:4,故試計算其與此理論比之適合率 P 。表中之 n ,為表型數。

表型	測定數(o)	理論數(c)	$o-c$	$(o-c)^2$	$(o-c)^2/c$
A	170	180(9)	-10	100	0.5556
B	67	60(3)	+ 7	49	0.8167
C	83	80(4)	+ 3	9	0.1125
$n=3$	320	320			$ki^2 = 1.4848$

由 ki^2 之表,得對於 ki^2 為1, $P=0.606531$;對於 ki^2 為2, $P=0.367879$,此兩者之差,為0.238652。故對於 ki^2 為1.4848,其適合率為 $P=0.606531 - (0.4848 \times 0.238652) = 0.490833$,而不甚高。然在其他分離比,例如 9:3:3:1,其 $P=0.007053$,而更不適合。以是須認其為最近於 9:3:4。

若 ki^2 較1為小,則 P 之值近於1,不必由表計算,而即認為與理論數甚適合亦可。要之, ki^2 或 P ,對於判斷全般分離比之適當與否,較為便利,然對於只包含少數個體之階級,則不

免不正確。

第三節之附註

(1) 其為一致，自屬當然，若不一致，必於某處有錯誤，在實際上，任用三方式之一作計算，已為充分。

(2) 若略為1:1，則(B)公式之結果，生出差異，而(A)公式則不妨礙，參考附註(4)。

(3) 在不完全優性之情形，應作1:2:1計算，即因致死因子之故，而生出2:1之比時，(B)之計算亦非 $\sqrt{2 \times 1}$ 而為 $\sqrt{2 \times (1+1)}$ 及 $\sqrt{1 \times (2+1)}$ ，然在(A)，單為 $\sqrt{\frac{2}{3} \times \frac{1}{3}}$ 亦可。

(4) 此在(B)公式，其兩因子雜種之9:3:4，而對於4求其m時，必須為 $\sqrt{4 \times 12}$ 。若略為 $\sqrt{1 \times 3}$ ，則由(B)式求得之m，發生變化，在(A)雖略書亦無妨礙，由此點觀之，由(A)公式作計算，錯誤當較少。

(5) 載於Pearson's Tables中。

第四節 交叉價之決定

Determination of Crossing-over Values;

Bestimmung des Koppelungswertes

1. 接直之方法 Direct method

因 F_1 與雙劣性交配所得之分離比，立即表示 F_1 之各型性細胞之比，故由此即可算出交叉價。此為最確實而簡單之

方法,特別在雌雄之交叉價不同之情形,除此以外,無他法。然在植物,或因花小而他花受精之手續甚困難,或一花所生種子數非常少等情形,則實際上難望用此方法。又二重劣性個體缺乏生存力之情形,亦為同樣,在用此方法時須注意者,即由因子型不同而生存率相異之情形。若關於一因子為純型而生存率低,於交叉價尚無影響。然若關於二因子如 a 與 b 為純型之個體多死亡,則大有影響。愛麥耳生 R. A. Emerson 用次式表示真正交叉價由於不等生存率之歪斜程度(e),

$$e = 0.1 - r - s + 2rs$$

(r = 對於劣性個體,例如 $aB + ab$ 之總數之比)

(s = 對於優性個體,例如 $AB + Ab$ 之總數之比)

又摩爾根及布里奇斯提議用死亡率平衡法 balanced inviability, 即以 $AB \times ab$ 之 F_1 及 $Ab \times aB$ 之 F_1 各與雙劣性個體交配,而平均其分離比。

2. 間接之方法 Indirect method

此為由 F_2 之分離比而計算 F_1 之各型性細胞之比者。關於此已有種種方式提出,其對於相引者,無論何一方法皆無大差。然其相反之情形,則結果有相當顯著差異。要之,同為二因子間之交叉價,其相引與相反甚為相異之方法,終不能謂為適當。又計算方法之煩難者,亦非所希望。由此等見地而可認為最適當者,當為費歇耳及巴耳半坎德 R. A. Fisher and Bhai Balmukand 之二種方法,其一為乘積比法。若令 F_1 之性

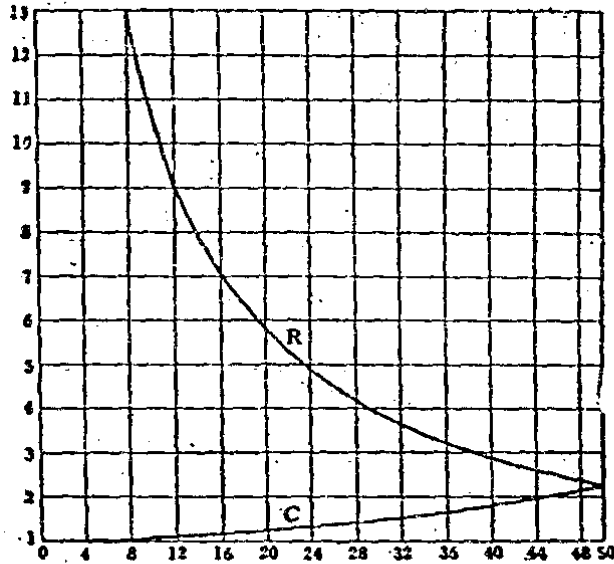


插圖 323. 由 F₂ 分離比計算得之交叉價之正確度 (Immer)
 縱軸表示欲得與退交雜所獲成績有同一確率誤差, 其 F₂ 個體,
 應必要若何倍數之數字,
 橫軸為交叉價。

C: 相引 R: 相反

由此觀之, 由 F₂ 之分離比以計算交叉價, 在個體總數為相同之情形, 相反之正確度, 較相引遠低。

細胞列, 雌雄皆為 $\begin{cases} AB & Ab & aB & ab \\ p & 1-p & 1-p & p \end{cases}$ 則 F₂ 之表型比成爲

$\begin{cases} (AB) & (Ab) & (aB) & (ab) \\ 2+p^2 & 1-p^2 & 1-p^2 & p^2 \end{cases}$ 。故在相引之情形, 若令 $\frac{(Ab)(aB)}{(AB)(ab)}$

乘積比爲 x, 則由 $x = \frac{(1+p^2)^2}{(2+p^2)p^2}$ 一方程式, 可以求得 p 之值。

又在相反之情形, 由 $\frac{(AB)(ab)}{(Ab)(aB)} = \frac{(2+p^2)p^2}{(1-p^2)^2}$ 可以求得 p 值(棄去負值)。

其他一方法, 爲最高近似法 method of maximum likelihood, 即各表型之實驗數乘其理論數之對數而合計之和, 如

$$(AB)\log(2+p^2) + (Ab)\log(1-p^2) + (aB)\log(1-p^2) + (ab)\log p^2$$

一數式,應爲最大而求其 p 之值,且必要有次之方程式成立,

$$\frac{(AB)}{2-p^2} + \frac{(ab)}{p^2} = \frac{(Ab) + (aB)}{1-p^2}$$

若將此式變形爲

$$np^4 - [(AB) - 2(Ab) - 2(aB) - (ab)]p^2 - 2(ab) = 0$$

而求 p 之值,則最近於實驗之交叉價,可以算出。

以上二種方法,以計算言,最高近似法較簡單,然在乘積比法,若先將對於種種交叉價之乘積比計算而作成一表,則亦可簡單計算,又在只由於一因子而有生存率不平等之情形,不受若何影響,是爲其利益(1)。

由 F_2 之分離比以計算交叉價,在相引之情形,爲比較的正確。然在相反之情形,關聯愈強者愈不正確,非觀察非常多數個體,不能得可信賴之數字,故在可能範圍,以用直接方法爲佳。

第四節之附註

(1)以上之方法,皆只適用於雌雄交叉率相等,或作自家受精之生物。在果蠅或蠶,或用直接方法,或在相引之情形,用 $\frac{F_2(Ab+aB)^2}{F_2 \text{ 個體總數}} = \text{交叉價一式}$ 。在相反之情形,由 F_2 之數字不能計算交叉價。

第五節 變異之原因

Causes of Variation; Ursache der Variabilität

在生物之各個體間所觀察得變異之種類,可分爲因子

的變異 genetic variation 與體的變異 somatic v.; Modifikationen 二者。關於因子的變異者，已於前詳述。於此只就體的變異之原因敘述之。

在嚴格意義言，彷徨變異與體的變異為相同，然實際上，常有與因子的變異混同稱呼者。例如稱人類身長之彷徨變異，或在一地方採集得若干植物之器官之彷徨變異等，其中確為體的變異與因子的變異綜錯存在。

體的變異，為只有體細胞所受之變化，而與遺傳因子無關係，以是不遺傳，即所謂不遺傳性變異。故體的變異，皆為後天變異。與此相對之因子的變異，除突然變異之情形外，全部為先天變異。換言之，體的變異之原因，完全為環境之影響。故本節將述敘者，不外遺傳與環境之關係 heredity and environment。

1. 溫度

環境諸要素中，最能使發生顯著影響者，當為溫度。范特霍夫 van't Hoff 根據每增高 10°C 化學反應速度即增加 2-3 倍之溫度與反應速度之法則 Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel，即簡單之 $K_{t+10} \div K_t = Q_{10}$ 。式 (K 為反應速度之常數，t 為溫度，t+10 為由 t 增高 10°C 之溫度)，是否可以適用於生物之複雜生活現象，殊為疑問⁽¹⁾。然溫度的確為左右生活現象之主要原因。有如成長不能在一定界限溫度外，若遭遇過度之高溫或低溫⁽²⁾，不免於死亡。又近於致死程度之

異常溫度，為誘發突然變異之原因。

稱為俄國兔或喜馬拉亞兔之家兔一品種，其身體之大部份為白色，只鼻耳尾四肢之末端為黑或褐色。然似此只有尖端部着色，似由於溫度之影響。即在身體之其他部份，若特別加以連續的冷卻，亦生出着色毛。其最簡單者，即將一部份之毛剃落而置於冷處，則剃落部份經冷卻而生出着色毛(插圖第三百二十四)。又若將耳毛剃落，而纏以繃帶保其溫暖，則由此剃落部份，生出白色毛。



插圖324. 喜馬拉亞兔之毛色與溫度(Laura Kaufman)

a: 人為的使生出之黑色毛。

某系統果蠅之單眼⁽³⁾ facets, ommatidia 之數目，由於溫度而大變化。若依據克拉夫加 J. J. Krafka 所作大規模之實驗，正常蠅之單眼數，平均約雌 780，雄 740。由於溫度之高低，殆無影響。然對於具有細長眼 Bar 或極細長眼 Ultra-bar 因子之蠅(插圖第二百七十六)，溫度之影響，則甚顯著。因溫度之上升，而單眼數激減(參考次表及插圖第三百二十五)。

溫度 C	♀ 細長眼 ♂		♀ 極細長眼 ♂		經過一生活圈之日數
15	189.0	240.2	51.5	60.8	31.9
16	158.2	207.2	43.3	51.1	22.9
17.5	127.3	164.7	38.6	45.2	19.2
20	98.9	122.9	32.6	37.2	13.6
25	74.3	103.1	25.2	27.6	10.4
27	55.1	79.5	21.3	23.7	9.2
29	47.4	65.6	17.2	19.0	8.3
30	36.6	57.8	—	—	9.0
31	28.9	41.7	14.6	14.2	9.2

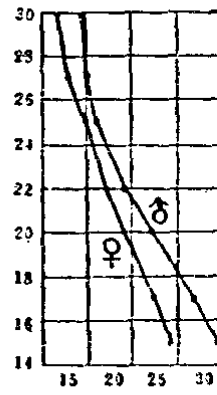
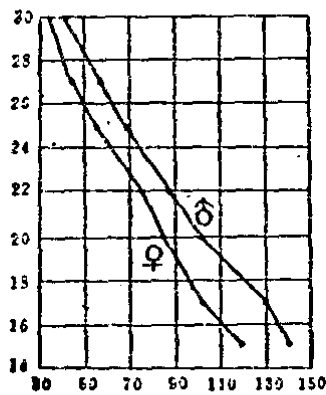


插圖 325. 果蠅細長眼之單眼數與溫度 (Driver)
 A: 細長眼 B: 極細長眼
 縱軸為溫度(C) 橫軸為單眼數

依據表及插圖,雄較雌之單眼數,常顯明為多。此蓋因細長眼及極細長眼為伴性因子,本實驗所用之雌,關於此等因子皆為純型,而雄之伴性因子皆為雜型(hemizygous),有如前述。換

言之,可知其爲二個細長眼因子,較一個細長眼因子之作用強,然由於溫度而單眼數變化之傾向,雌與雄又細長眼與極細長眼,皆甚一致,所受溫度影響之時期,爲比較的短期間。在 27°C 發育之幼蟲,爲孵化後第四日約18時間。又在 15°C 中之幼蟲,爲第8-11日,而感受時間,約繼續72時間。若與前表之經過日數相比較,可見此數字甚爲一致。在感受時間之前或後,則溫度對於單眼數,不發生若何影響。

位於果蠅第二染色體之痕跡翅 vestigial(插圖第七十一A)因子,若在成長適溫發育,則出現翅小而萎縮之顯著特徵。然置於溫度愈高,則翅愈大,至近於生存可能極限之高溫飼養者,則與正常翅無大差。在另一方面言,痕跡翅之大小,有種種變更因子。而溫度對於表面,恰與此等變更因子,有同樣作用。浦朗克特 C. R. Plunkett 謂對於果蠅之二剛毛 Dichaete, 溫度有影響,元來此因子,除使中胸之二剛毛缺乏外,其他之剛毛,亦往往使之減少。然溫度漸次變高,剛毛之減少程度愈增,且溫度之感受期間,普及於發育期之全期,而時間愈長,影響亦愈大。

在春與夏作二回羽化之蝶類中,有春型與夏型顯著相異者。此稱爲季節型 seasonal dimorphism。關於其原因,由朵耳夫邁斯特耳 G. Dorfmeister 及懷斯曼 A. Weisman 起,有多數學者研究之結果,已判明殆完全由於蛹期中溫度之高低。例如在紅斑蝶 *Araschnia*, 嘗認爲別種之 *levana* 與 *prorsa*, 其實不外

同種之春生與夏生。若將應成 *levana* 之蛹置於高溫使之羽化，即成爲 *prorsa*。若將應成 *prorsa* 之蛹置於低溫，即變爲春型之 *levana*。

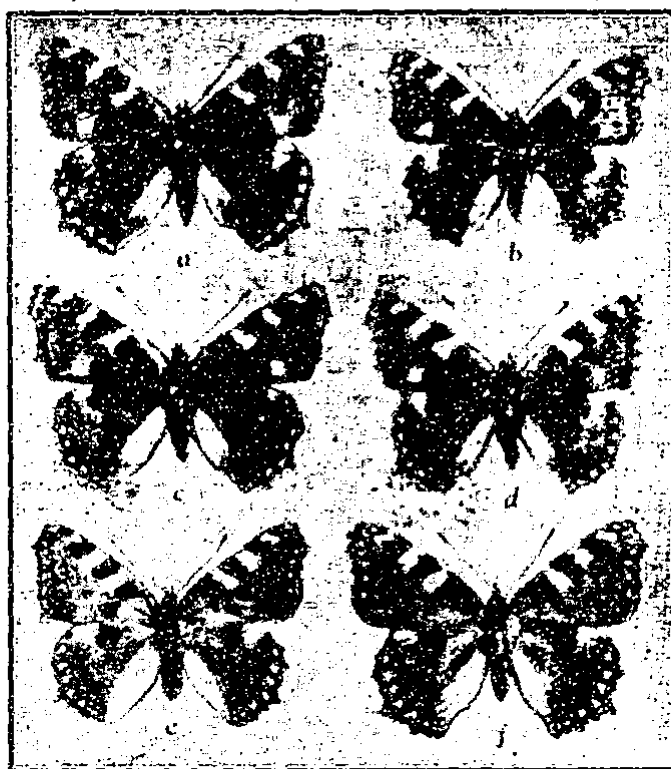


插圖 326. *Vanessa urticae* 之溫度變異(Fischer)

- | | |
|---------------------------|----------------|
| a: 正常型 | b: 由於高溫而生之變異型 |
| c: b之後裔 | d: b之後裔 |
| e: var. <i>ichnusa</i> 變種 | f: 同 e (斑紋稍濃者) |

注意 b 及 d 與 e 之外觀近似，而 c 與 f 之外觀近似。

斯坦德福斯 M. Standfuss 爲專門蝶類之大實驗育種家。斯氏由於溫度之作用，作成與北方產或南方產種類外觀上相同或甚相近之蝶。又闡明在野生狀態稀有發見之異常型 *Aberrationen*，亦可由溫度自正常型而人爲的作成。費歇耳

E. Fischer 關於此點,更作深遠研究而確定,且謂過度高溫與過度低溫,殆得完全相等之結果,費氏所得溫度型 Temperaturformen 中,亦有可認為人爲的突然變異者。斯坦德福斯又在鳳蝶 *Papilio* 等屬觀察得雌雄二型者,有時由於溫度之作用變為同型,又起因於溫度之異常型,有時近似於遠血緣之某種類等,亦有記載。

在溫度 $15^{\circ}-20^{\circ}\text{C}$ 開紅花之櫻草 *Primula sinensis*, 若移於 30°C 左右而光線不充分之溫室中,其後即開白花,若再移於溫度低之露地,雖次日尚開白花,然二三日後,只開紅花,因開花後花色不變,故用上述方法,可使同一莖上,同時生白花與紅花,櫻草屬之別種類,亦有在暖地開白花,移植於寒地而開着色花者,然此等之外,亦有不論溫度何如而常為白色之品種,是不可以不知也。

2. 濕度

一般言之,高濕度空氣中成長之動物較乾燥空氣中成長者,色常較濃。皮白 C. W. Beebe 將美國之一種鴿名 *Scardafella inca* 者,飼育於特別多濕之空氣中,則每次換毛,羽色變濃,終至於變成美麗之青銅色至綠色,此等羽色,相當於南美或中美野生近緣種之若干。

恩特曼 W. M. Enteman 將長腳蜂 *Polistes* 之蛹分置於高溫多濕,高溫乾燥,低溫多濕,低溫乾燥四區,而使之在其中羽化,則多濕增加皮膚之黃色部份,而腹部之亞背點變紅,乾燥

可使黃色減少而生暗褐色，又低溫比高溫，常使生多量黑色素。

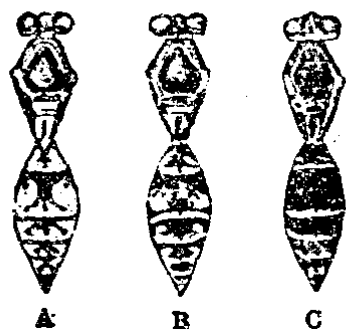


插圖327. 溫濕度與長腳蜂之斑紋(Enteman)

- A: 高溫多濕區最淡色(大部份黃色) B: 中庸區稍淡色
C: 低溫乾燥區最濃色(大部份黑色)

在植物，豆科之 *Ulex europaeus* 為乾生植物，若栽培於水蒸氣飽和之空氣中，則生出多數綠葉，是有羅德里耶 A. Lot-helier 之報告。又栽培於排水佳良之水田，穀上不生芒之某品種稻，在濕田中有時生芒，觀之宛然如有芒種。

3. 光線

飽耳吞 E. B. Poulton 謂若將白紋蝶 *Pieris* 之幼蟲於化蛹數日前置之暗處，即成暗色之蛹，若置於黃色光線中，則成綠色之蛹。加達里勒耳 L. Kathariner 將孔雀蝶類 *Vanessa* 之幼蟲飼育於種種光線下，其蛹色作多種變化。即以黑色為背景而以日光或藍色光線照射者，生成暗色之蛹；若置於紅色至黃色光線中者，則生出橙黃至金黃色之蛹。光線對於蛹色之影響，斯坦德福斯及其他學者，亦有研究。

一般具有葉綠素之植物，因其借日光之力營同化作用

而以此維持其生命,故光線之必要,較動物更甚,自無待言。但在本節,非以敘述某外界要素對於生物之生活上有何必要為目的,所欲言者,為外界之影響在表面上與遺傳因子有若何相似作用之情形。在此意義言,其最適當例之一,為日晒紅玉蜀黍 'Sun-red' corn 此品種之種子,若藏於莖內成熟為白

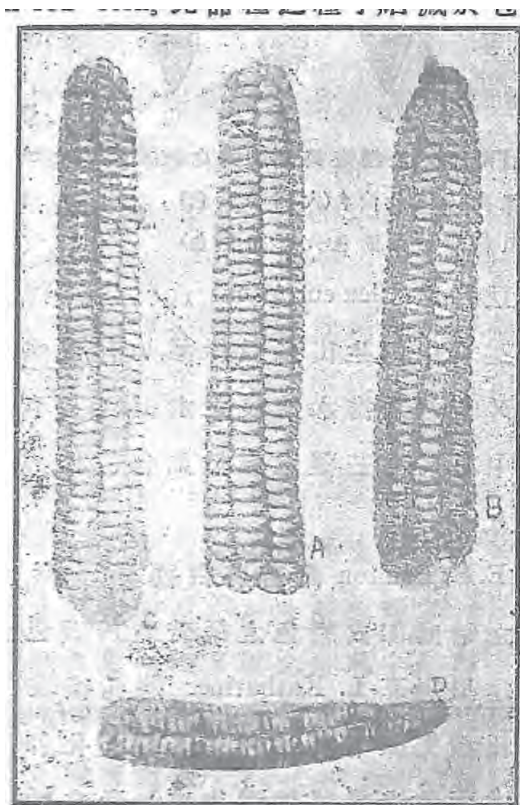


插圖328. 日晒紅玉蜀黍(Blakeslee)

- A: 普通白色玉蜀黍(即受日光照射,亦不變紅)
 B: 普通紅色玉蜀黍(受日光照射或不受照射,皆為紅色)
 C: 日晒紅玉蜀黍(有苞蔽之部份為白色,露出於日光之部份成紅色)
 D: 在日晒紅玉蜀黍之苞上,挖孔成為 LIGHT 之文字,而只使此等部份受日光變紅者(T字不明瞭)

色,然若去其苞而使之當於日光以至成熟,則變為濃紅色。但在他方面言,有無論照射日光與否皆為白色之品種;又有無論在何條件下皆為紅色之品種(插圖第三百二十八)。

光線照射時間之長短,換言之,晝夜之長短與植物之開花結實之早晚,大有關係。此已由加耳勒耳 W. W. Garner 作最精細之研究。一般言之,如菜類、菠菜、水仙、梅、櫻等春季開花者,為長日植物,日照時間長,可以促進其開花結實。然在多數禾穀類、菊、大麗花、煙草等秋季開花者,為短日植物,日照時間愈短,開花結實愈早。故在玉蜀黍或稻或煙草等之晚生種,若自然放任即不結實之品種,可每日傍晚早入暗室,早晨九時左右乃自暗室取出,即繼續人為的日照時間縮短,則開花早而可獲種子。

4. 營養

營養之良否,可使生物之發育生非常差異,甚至有一見認為別種者。然於此所論者,非為發育之良否。

果蠅之關於腹部斑紋不整形 Abnormal 一伴性優性因

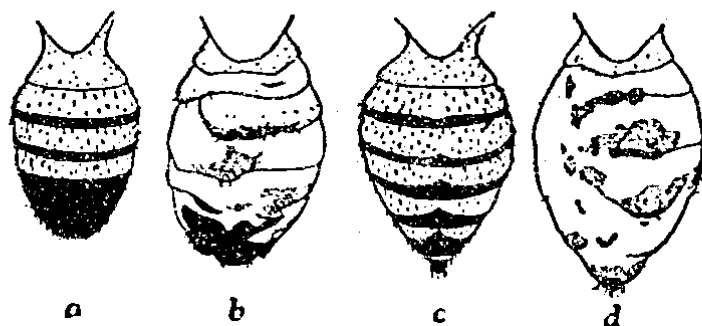


插圖 329. 腹部斑紋不整形之果蠅(Morgan)
a: 雄正常 b: 雄異常 c: 雌正常 d: 雌異常

子爲純型之系統,只在食物爲新鮮時生出有此特徵之蠅,然食物變陳而酸化且水分減少後乃羽化爲成蟲者,其腹部爲正常,毫不出現其特徵。但此表面上成正常之蠅之次代,若以新鮮食物飼養,全部成腹部斑紋不整形。

斯坦德福斯(1896)及匹克特 A. Pictet, 1905 將多數之蝶蛾幼蟲飼以種種植物,結果得卽爲同種之蛾;若飼料相異,其斑紋不同至於可以認爲完全另一種。

若由蜜蜂之一羣取去其蜂王及應成未來蜂王之蛆,則職蜂等協力供給濃厚食物與應成職蜂之某蛆而養之成蜂王。亦卽本來應成缺乏生殖力之職蜂者,其變爲有完全生殖力之蜂王,完全由於營養之如何。

淡水產微塵子名 *Hyalodaphnia* 者,其頭部之長度,作季節的變化 *Cyklomorphose*。一見似爲溫度之影響,然依據窩耳特勒克 R. Woltereck 之研究,此爲由於食物多少之原因。卽爲溫度高,若節約飼料,而頭部亦變短;卽在低溫,若給以豐富食物則變長,其作季節的變化之原因,不外因溫度之高低,影響其食物中硅藻之多少而已。

續斷 teazel; Distel 之一種名 *Dipsacus silvestris* 者之矮生種,若稀播於肥沃土壤而使之充分發育,則全部成爲矮生。然在反對條件下,則全爲高莖而與正常爲同樣外觀。又若胡亂栽培,則因各個體之條件相異,故生出正常株與矮生株。此爲底佛里斯之研究所闡明者。又底氏觀察得罌粟花之副雌蕊

Nebencarpelle, 因株別而異,且卽在同一株,亦依花別而顯著相異,並證明此爲在某一定之臨界時期 *kritische Periode*, 依營養之如何而決定,卽花之原基在成長點之分化時期,換言之,在可以認出近似花組織之約二星期前,或加移植,或水分抑或肥料缺乏,則此後無論若何優厚培植,雖植物之發育成爲旺盛,然該時期分化之花,副雌蕊殆一無生成,反之,若在臨界時期營養優良,則成功非常多數之副雌蕊。

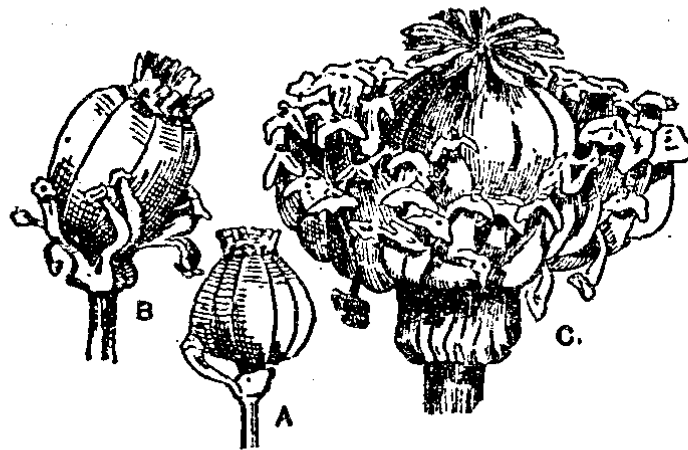


插圖330. 罌粟花之副雌蕊之多少 (de Vries-Klebahn)

A, B: 副雌蕊少之花 C: 副雌蕊豐富之花

5. 場所

所謂場所者,爲溫度、濕度、光線、食物氣象及其他要素之二或多數之綜合。若將綠桑螺 *Lymnaea* (*Limnaea*) 飼於大容器內則變大,飼於小容器內則不能大,此已爲多數學者所證明。關於其原因,則謂或因水中成分之缺乏,養氣之溶解量,運動之多少,心理的影響等。

由日本之東北地方至北海道之河川中所生息之山女

魚,在今日已確實知其爲鱒之陸封型(封閉於河川內,而不得入海者),山女魚自身所繁殖者,或鱒之小魚養於池中,皆成山女魚,又如琵琶湖之小鮎,其在琵琶湖內,終生體長只在10cm以下。然若移於河川中,則成爲30cm以上有如普通之大鮎,此已由石川之研究所闡明。在今日琵琶湖之小鮎,以放養於河川爲目的,漸次多量移出於他縣。

墨西哥山椒魚 Axolotl 若在水中,其外鰓終生存在而保持其幼生型,然勉強使其在陸上生活,則不久外鰓即失去,而原有扁平之尾變成帶圓形,終發達至於以前相信爲別種之 Amblystoma。

高山植物作特有形態,無論何人皆知。然將同種植物,例如蒲公英之同株縱分爲二,其一半栽植於平地,他一半栽植於高山,則數個月後,兩者完全有如別種。波尼愛 G. Bonnier 對於多種植物行與此類似之實驗。若將在山地矮生化者移於平地,則以後成長之部份,與平地者同樣長大。又無論由平地產採種者,或高地產採種者,若將種子播於高地使之成長,則成高山型;若在平地者,則成平地型。換言之,前代之形態,不影響於次代。

克勒布斯 G. Klebs 在景天科之植物名 *Sedum spectabile*, *Sempervivum* 者,用土壤之水分,肥料之多少,光線之調節,使其比較的安定性質如雄蕊之數,花瓣之數,萼之數等,生顯著變化,得到成功。

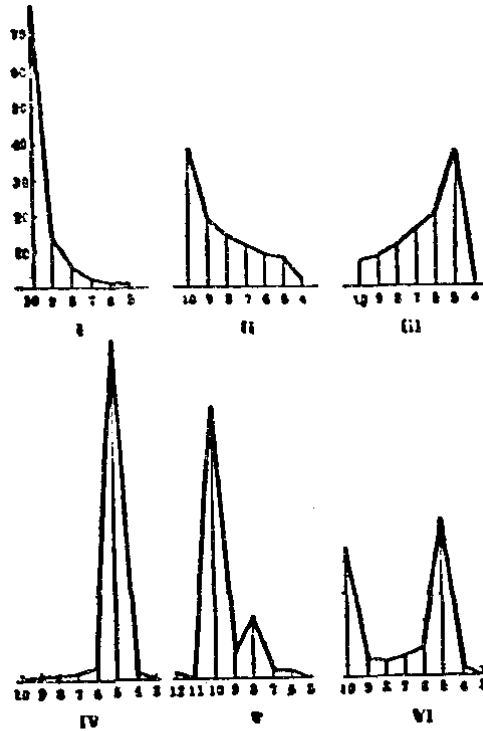


插圖331. 景天草屬之一種名 *Sedum Spectabile* 者之雄蕊數與環境(Klebs)

- I: 栽培於施肥之稍乾而日照充分之土壤者,
 - II: 栽培於久不施肥之乾燥而日照充分之土壤者,
 - III: 栽培於施肥之潤濕而日照不充分之土壤(溫床)者,
 - IV: 溫室之紅光線下栽培者, V: 晚夏插木於濕土者,
 - VI: 栽培於抑制發育之溶液中者,
- 縱軸之數字: 花之數, 橫軸之數字: 一花中之雄蕊數,

6. 環境之影響與彷徨變異

由於環境之變化,即所謂體的變化,何故為多少近似於正規曲線之變異曲線,試研究之。元來關係於生物之某器官之長度或重量之外界要素,可想像為決非一二種,而有多數種存在。例如使豆之重量變化之要素,日光,肥料,水分,一枝上所生莢數,一莢內所生豆數,分枝之數,枝之大小,開花之早晚,

莢之着生位置,同一莢中之豆之位置及其他,尚有非常之多。特別在開花之早晚中,含有各期之雨量、溫度、日照時間、風、施肥之時期等。即使謂外界條件之全部,直接間接影響豆之重量,亦非為過言。假定使一豆變重之環境要素(+),便宜上令有 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J 10 種,反之,使其變輕之要素(-),令有 a、b、c、d、e、f、g、h、i、j 10 種,是則 10 種好條件皆具備之情形及全部不良條件皆有作用之情形,在理論上極為稀少,只一半為 + 一半為 - 之情形最多,四 + 六 - 及六 + 四 - 者次之,以下漸次減少其出現之確率。換言之,若畫成變異曲線,即為應近於正規曲線者。

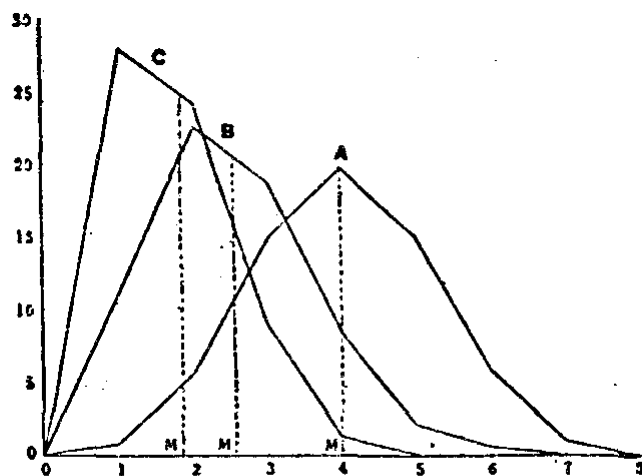


插圖 323. 確率曲線(Duncker)

- A: 展開 $(1+1)^6$ 二項式情形之多角形(=確率曲線)
 B: 展開 $(\frac{3}{2}+\frac{1}{2})^6$ 二項式情形之多角形(=確率曲線)
 C: 展開 $(\frac{7}{4}+\frac{1}{4})^6$ 二項式情形之多角形(=確率曲線)

7. 何者遺傳

如上所述,生物之性質,若由外界之條件而變化殊甚,則將問遺傳者究爲何物,在日晒紅玉蜀黍,其遺傳者,抑爲白色,抑爲紅色。果蠅之極細長眼,雖云較細長眼之單眼數爲少,然 15°C 之極細長眼,其所有單眼數,豈非較 31°C 之細長眼所有者爲多乎。

此等質問,蓋因遺忘性質與遺傳因子之判然區別而發生者。若再讀總論第二節之 1 著者所作遺傳之定義,如此疑問,應不發生。亦即在日晒紅玉蜀黍遺傳者,爲若觸日光即變紅,若不觸日光即爲白之因子。極細長眼,爲在 15°C 生 56 個(雌雄平均)單眼,而在 31°C 生 14 個單眼之因子,細長眼爲在 15°C 生 219 個,在 31°C 生 35 個單眼之因子。櫻草之遺傳者,亦爲在 20°C 以下開紅花, 30°C 以上開白花之因子,果蠅之腹部斑紋不整形因子,不外只在食物新鮮時乃發現之因子。

在如此意義言之,生物之某個體所具遺傳因子之合計,可稱爲反應系統 reaction system; Reaktionsnorm。因子爲有生命之原形質粒,是無可疑。關於其詳細構造之論述,容於本書結論處敘述,然生物之所有性質,要當爲此反應系統之產物。以是吾人所稱爲紅色因子或白色因子者,只不過在一定環境,爲司掌某性質發現之最主要任務者而已,要之,一個體所有因子合計與外的要素合計之相互作用之結果,乃成此個體之各性質。福爾摩斯 S. J. Holmes 用次之方程式以表示此關係,甚爲得當。

$C=f(HE)$ C爲性質，H爲遺傳，E爲環境，f爲常數，對於個體之性質出現，遺傳與環境皆不可輕視者，由此方程式，當能一目瞭然。

第五節之附註

(1)縱令可以適用，亦限於比較的狹小範圍之溫度，又非所有生物，所有性質，皆適合者。

(2)過度高溫或低溫之影響，與曝露時間之長短大有關係。

(3)構成複眼之六角形小眼。

第六節 後天性遺傳問題

Acquired Characters; erworbene Eigenschaften

後天性亦稱爲獲得形質，即生物之一個體在其一生涯中所受外界影響而生之變化。所謂一生涯者，不僅動物由母胎生出後或植物由發芽以後，即其在胎兒或胚子時代，亦包含之。

有如後天性是否遺傳一問題自古即激烈論辯，在生物學界，恐無其他問題可以比類。至今日尙爲論戰不休之狀態。著者自身，從來亦長久茫於判斷，本書遲出世之一原因，亦即在此，然近來漸次可以決定態度。著者所得結論，爲後天性不遺傳，以下即由此立場，而試檢討從來業績中之主要者。

1. 傳說事實

後天性之遺傳爲默認中之事實，可舉出多數例證。弘法大師以石礮投魚，中其一眼，其後此池之魚，皆爲獨眼等類傳說，在日本各地，不遑枚舉。在外國亦有所謂條斑鼠之背面數條黑褐色斑紋，爲因此鼠與熊鬥魔法，熊負而怒，逃走時自鼠後以爪搔之所留之痕跡。似此童話式之傳說，作爲別論，即亞里斯多德 Aristotle 之著述中，亦記載有由於腕上有烙印之父，其子之腕上，可見有相同烙印之痕跡者。又在門縫軋斷其尾之貓，其子爲短尾等，然此等爲記錄一般人所云者，極似世俗流傳之神怪雜談。又如無角牛爲時時截去其角之系統所生出，或矮生植物爲肥料及水分供給不足者之子孫，是不過單純想像。即在人類，妊娠中之母所受周圍印象可傳於子一說，非常廣汎流傳（若妊娠中見火災，其子生出紅痣之類），其代表者，即爲胎教。例如所謂周大任之娠文王也，目不見惡德，耳不聽惡聲，口不出敖言。文王生而明聖，卒爲周王。或母在妊娠中傾心於音樂，則所生之子好音樂，若對於計算等用力，則所生之子長於數學等，亦有相信者。然皆爲無根據之妄說，勿勞置辯。但妊婦之保養可生健全之子，是爲可能，然此爲完全別一問題。

2. 用不用之結果 Use and disuse; Gebrauch u. Nichtgebrauch

(1) 動物之各器官，由於連續使用而發育強大，由於不使用則退化。(2) 生物之由於長居環境之影響及用不用所生變化，可以遺傳。此拉馬克 Ch. d. Lamarck 所樹立之二法則，蘭克

斯特耳 E. R. Lankester 謂其互相矛盾,第一法則爲生物之器官容易變化之意義,而第二法則爲已變化之性質,卽不變而傳於子孫之意義;此評論誠爲至言。人類胎兒之足蹠皮膚較其他部份爲厚,最初由達爾文,其後有西門 R. Semon 之研究,認其爲直立步行之影響所累積之結果。眼下有疣因稱爲疣豬 Warzenschwein 之美國產野豬 Phacochoerus,因以前掘地覓食物,故前肢之下面無體毛而成爲胼胝,然在胎兒,已可認出此種特徵,杜愛耳登 J. E. Duerden 謂在駝鳥有與此酷似之例。稱爲儒艮 Halicore 一海獸之齒,在最初形成,爲有皮被覆之瘤齒 Höckerzähne。元來在其他動物,由此瘤齒之咀嚼結果,乃露出其內部之咀嚼面,然在儒艮,依據克鏗達耳 W. Kükenthal 之研究,在出產前,已露出其咀嚼面。白嘴烏 Corvus frugilegus, Saatkrähe 因在地面掘穴,故嘴基部之羽毛缺乏,然在其鳥雛,嘴基部有羽毛,又卽在飼養下不使掘穴,該部份之羽毛,亦自然脫落。又在植物,含羞草 Mimosa 及阿仙葉 Acacia, 爲每日中每 12 時間或閉或開者。然若由發芽之最初,卽人爲調節每六時間或每 24 時間之明暗,則以此新週期作開閉,又或有時以原來之 12 時間週期作開閉。但若停止人爲調節而移於常暗或常明處,卽完全回復 12 時間之週期。

若將此等例觀之,其由非常多數生物界現象中,發見此極少數適合於用不用說者,誠如砂內淘金,有歷歷然苦心之形跡。著者願聞如對於足蹠皮膚之鼻下鬚之起源。但對於駝

鳥之胼胝,其未接近地面之翼內側指骨末端之胼胝,又將如何說明。在孺良之齒,不能不反問何故胎兒不具有更至老齡者有缺損之齒,特別在白嘴烏更為奇妙。若此鳥之嘴基部,其羽毛在孵化當時即不存在,拉馬克派之論者,當仍謂為用不用之遺傳之適例。若然,則生出當時無論有羽毛無羽毛,皆為用不用之遺傳,是乃陷於矛盾。含羞草等之情形,用刺激之後作用可以說明,其12時間週期,認為本能亦無不可。

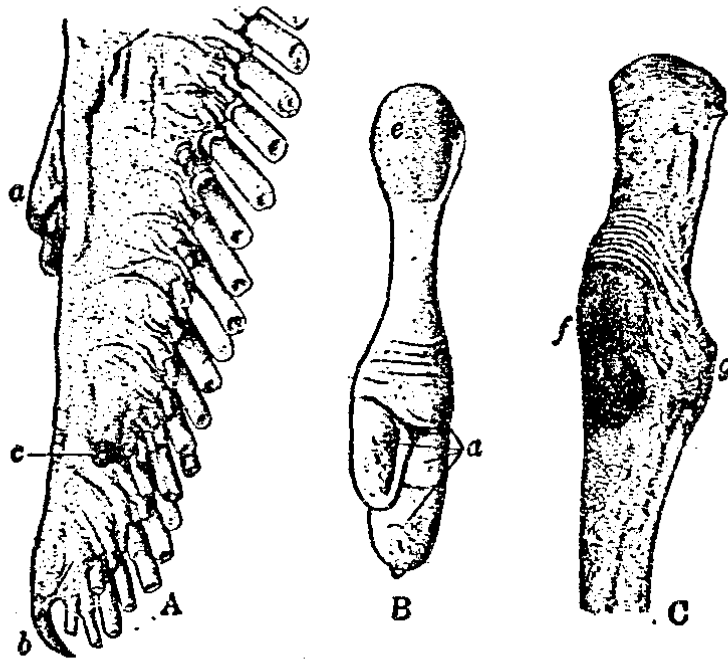


插圖333. 駝鳥之胼胝(Duerden)

- A: 翼之先端下面 B: 雛鳥之趾及趾部下面之胼胝
 C: 老鳥之踵之胼胝
- a: 第一指(有鈎爪) b: 第二指(具鈎爪)
 c: 第三指(無鈎爪而以胼胝被覆)
 d: 趾部之胼胝 e: 趾部之胼胝
 f: 踵部之遺傳的胼胝 g: 趾節內側之後天胼胝

反之,不用器官之存在,爲數甚多。人類之體毛,盲腸,司耳運動之筋肉,尾骶骨,蛇及鯨魚之後肢骨,馬之第二及第四趾骨等,殆不遑數。又鷄之肉冠大,孔雀之肉冠小,此不能以用不用作說明。鼠之尾長,兔之尾短,亦爲同樣。此種例,有數不能盡之多。然反之,若用突然變異,則此等事實,容易說明。何不可認爲人類有使體毛變少之突然變異發生,同樣,使足蹠皮膚變厚之因子有生出。駝鳥胼胝之情形,若認爲在進化之某時期,有使各指端生胼胝之因子發生,當較用不用可以合理說明。又有名洞窟動物之盲目一事實,其眼非爲完全退化而消失者,蓋隱於皮下,若移於明處,則可生色素至某種程度。由此事實觀之,在洞窟內之眼,因失其生存競爭上之意義,故已置於自然淘汰之範圍外。卽在其個體一代,因缺乏光線刺激,因而眼不發達,用此當可說明。

要之,悠久歲月之進化,究其原因,易流於空論,吾人不能不仰實驗的證明,作爲最後解決。關於此,以下將敘述之。

3. 適應 Adaptation; Anpassung

生物之或適宜於其長居土地之氣候⁽¹⁾,或相似周圍事物之色或形(生於極地冰原之白極熊,其毛色白,非洲荒野之獅作土色,木葉蝶酷似枯葉,桑樹害蟲之桑尺蠖幼蟲,勞鬚桑枝等),或擬似其他遠血緣之種類⁽²⁾(蠅之一種,蛇之一種,甲蟲之一種等,擬似胡蜂,又與 Heliconidae 之有毒蝶擬似之完全別科蝶類,其外觀上相似者甚多)皆爲適應。此等從來認爲後

天性遺傳之好例，在適應中，有實在可認為神秘者，例如木葉蝶之翅之裏面，其色與形，皆酷似枯葉，相當於葉脈者及枯葉之病斑等，皆具備，誠有如此相似決非偶然之感。然如由底恩 B. Dean 以至多數學者 (T. Esaki F. Heikertinger) 之觀察及主張，若實際注意木葉蝶之棲息狀態，其靜止中，不斷扇動其翅而露出鮮麗之表面，且好附於白壁及綠葉之木，又在靜止時，多為頭部向下，可認為擬似枯葉而免危難之情形極少。其後多數學者，亦有同樣認識。要之，吾人所驚嘆之適應現象，不過只為建築於人類想像上之一種蜃樓而已。蝶類之擬態非為由於輕微變異之多年累積而遺傳者，其當為一二回突然變異所生出，已有彭勒特 R. C. Punnett 之論斷(參考前篇第四章第六節之2)。

更在實驗方面最有名者，為坎麥勒耳 P. Kammerer 關於斑點山椒魚 *Salamandra maculosa* 之體色，阿耳卑斯 山椒魚 *S. atra* 之習性，產婆蛙 *Alytes* 之本能，幽靈海鞘 *Ciona intestinalis* 之水管再生等之實驗。茲將產婆蛙之例敘述之，此蛙通常產卵於陸上而包於膠質之被膜內，雄者捲此卵包於自己體上而行動，直至孵化為止。然在高溫中飼育此蛙，則雌者產於水中之卵，膠質膨大而無紐帶，故不能捲於雄之體上。若如此經過四代，即飼育於常溫中，雌者亦產卵於水中，而雄者失去將卵捲着於體上之本能。然通觀坎麥勒耳之實驗，其試驗動物頭數寡少，又有材料之遺傳的純粹性不確實等缺點。即

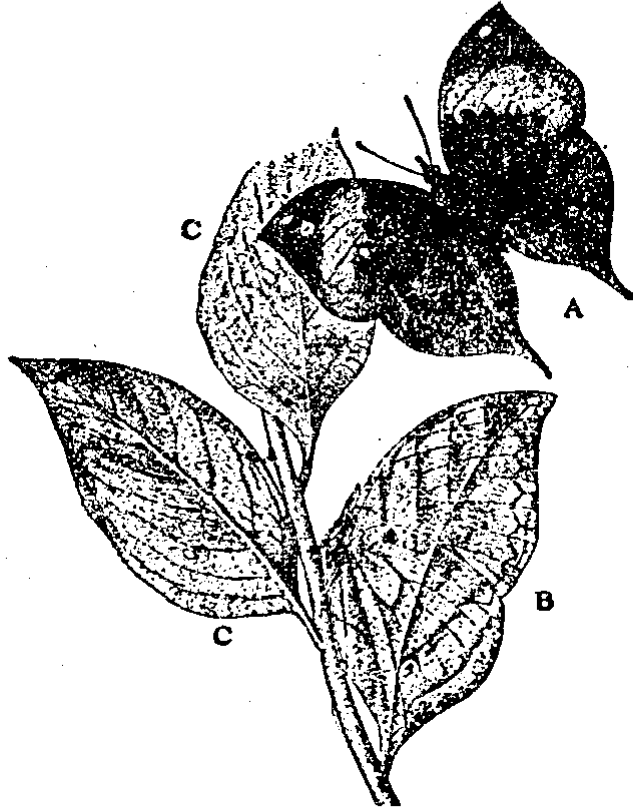


插圖334. 木葉蝶 *Kallima* (Handlirsch)

- A: 飛翔中露出鮮麗之翅表面
 B: 靜止中以相似木葉之翅裏面向外 C: 木葉

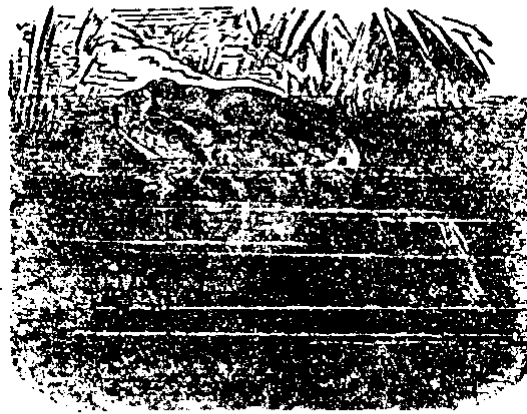


插圖335. 產孃蛙

雄者以卵捲於腰及後肢而游泳者

實驗成績之記載真偽,亦有可疑。故在今日,殆為不可信用。赫耳布斯特 K. Herbst 及 福克斯 H. M. Fox 重複同此實驗,皆終於陰性之結果。

希洛德耳 Ch. Schroeder 實驗之柳葉蟲 *Phratora vitellinae* 之食性變化,及柳捲葉蟲 *Gracilaria stigmatella* 之捲葉方法一習性變化,皆頭數(特別在後代)甚少,而材料之遺傳的變異,亦研究不足,且有僅實驗 2-4 代等缺點,故不能十分信賴,殊為遺憾。

4. 移植 Transplantation; Transplantationsversuche

馬格那斯 W. Magnus 在兔,及 加斯里 C. C. Guthrie 在鷄行卵巢移植,認為受移植之雌,即寄養母之影響,出現於其子。然此似因材料不純。希浦 W. Heape 在兔移植受精卵,卡塞耳及 飛利浦 W. E. Castle and J. C. Philipps 在天竺鼠之卵巢移植,皆否定上述結果。達文坡耳特 C. B. Davenport 在鷄,於嚴密用意下反覆實驗,而觀察得移植卵巢常變萎縮,又被除去卵巢一方面,可以再生。梅谷 成功蠶之卵巢移植,觀察得其化性有寄養母之影響,然此影響,只限於一代,至次代即復歸於本來之化性,而決不遺傳。

5. 異常刺激 Physical and chemical stimuli; physikalische u. chemische Reize

桑勒耳 F. B. Sumner 將二十日鼠分別飼育於溫暖室中及寒冷室中,謂溫育之鼠,其尾、耳、四肢等,較冷育者長。然 桑氏

之實驗，僅及 F_1 ，其 F_2 以後則不知，又系統之記載殊不明瞭，且有多數例外及實驗方法粗漫等缺點。浦西布拉牟 H. Przibram亦行同樣實驗，然在最近之結果，似可認為一種永續變異者。

格里非斯 C. R. Griffith 在白大鼠之旋轉實驗，若依據德特勒扶生 J. A. Detlefsen 之與此實驗有關係者，亦似其結果不能證明後天性之遺傳。

古耶耳及斯密斯 M. F. Guyer and E. A. Smith 之實驗，為此種業績中之有最高價值者。其連續 8-9 代有新性質之遺傳一點，特別惹人興味。其方法為將家兔眼水晶體之液汁注射於雞而作成免疫血清。次以此血清注射於妊娠中之兔，則其產兒生出水晶體濁濁，小眼球，裂虹彩及其他眼之異常者，相

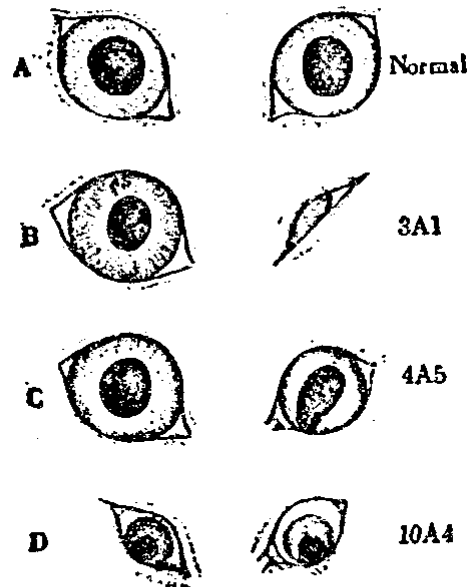


插圖336. 由於注射免疫血清之家兔眼異常(Guyer and Smith)
A: 正常眼 B, C, D: 異常眼(右側之數字, 為個體號數)

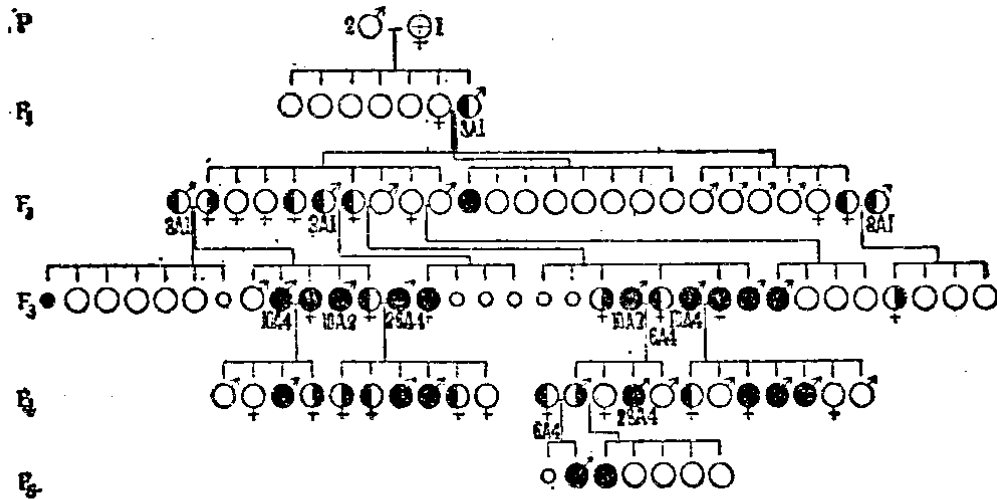


插圖 337. 兔之人爲的異常眼遺傳系統圖 (Guyer and Smith)

- | | | | |
|----|------------|---|------------|
| ⊕ | 注射的兔 | • | 眼異常夭死(性不明) |
| ○ | 正常(性不明) | ● | 眼異常(性不明) |
| ⊕♂ | 隻眼異常雌雄 | | |
| ⊕♂ | 兩眼異常雌雄 | | |
| ○ | 眼正常夭死(性不明) | | |

當多數。不僅在其子孫再生出同樣缺陷，且愈至後代，尚有增大之傾向。

在本實驗對照區之兔，飼育有多數，又由美國各地搜集之材料行此實驗，亦得同樣結果。故眼之異常，爲由於注射手術而發生且遺傳於後代，是爲確實。然余相信此結果與其說是後天遺傳之一例，毋寧認爲人爲的突然變異。其理由爲若將系統表一覽即可明瞭，在後代生出眼之異常者，殆只唯一頭爲 3A1 記號之牡兔。故若認突然變異在此個體發生，即毫無足怪。若爲後天性遺傳，則其全部兄弟姊妹，不能不有多少同一變化。又至其後代其異常反爲加甚者，亦反於普通後天

性遺傳之概念。然若認爲由於突然變異而新生某劣性異常因子或與此有關係之變更因子，則可理解。又受刺激之親眼無異常一點，亦與普通之後天性遺傳相異。

草川在鷄用石油精 Naphthalene 及其他藥品注射，得與此相似之結果。然此實驗之特點，爲未用水晶體免疫血清而使發生眼之異常。由是著者確信此愈證明與人爲的突然變異無別。

6. 錯誤之原因 Causes of mistake; Fehlerquelle

誤信後天性遺傳之原因，列舉之當有如下。

(a)用語之不正確，母體傳染等之情形，亦有誤稱爲後天性遺傳者。(b)實驗材料之遺傳的不純。(c)實驗頭數之寡少。(d)對照區之缺乏。(e)實驗世代數之寡少。(f)與人爲的突然變異相混同。(g)與永續變異相混同，在細菌及其他微生物之所謂後天性遺傳，殆全部認爲永續變異亦可。(h)確率法則之認識不足。由大千生物界現象中，即令尋得僅一二適合情形，若由確率法則觀之，除偶然一致外，別無他物。如斯賓塞爾 H. Spencer 謂自己之手之所以小者，當因父及祖父曾爲教員，即爲漠視確率法則之好例。

可以認爲真正後天性遺傳者，爲體細胞感應 somatic induction。即有如坎麥勒耳之實驗，外界之影響，使親之體細胞發生某種變化，此變化及於性細胞，以是可使其子孫再現同樣變化之情形。對於此有稱爲平行感應 parallel induction 者，

即某一原因,使親之體細胞與性細胞同時發生同樣變化。如費歇耳 E. Fischer 使燈蛾 *Arctia caja* 之蛹遭遇低溫,有濃色翅之蛾 Melanic form 生出,此暗色蛾同輩之次代 173 頭中,只有 17 頭與兩親為同樣暗色,即為屬於此之例。希洛德耳 C. Schroeder 亦在白尺蠖之一種名 *Abraxas grossulariata* 者,用高溫飼育得同樣結果。此等若令為真正平行感應,則與後天性遺傳之區別甚為困難。然在上述之蛾,黑化型為從來所常知之者。此實驗材料,先有黑化因子存在,亦未可知,此種實例非常少,在今日言,可肯定為確實平行感應者,竟無一例。坎麥勒耳 等之體細胞感應之實驗成績可以否定,已如前述。若平行感應之主張亦無確實根據,則當然歸結於後天性遺傳之全般的否定。

7. 先夫遺傳(感應遺傳) Telegony; Keiminfection

若多數之牡次第與牝交尾,其先交尾牡之影響及於以後所生之子一現象,稱為先夫遺傳。優良犬之飼主相信其牝犬若一度與野犬交尾,則以後即與優良種之牡交尾,亦不生優良小犬。最有名者,為達爾文所記載之 Lord Morton 牝馬。一頭栗色毛牝馬,曾與斑馬交尾生雜種,其後同此牝馬與阿拉伯牡馬交尾,其所生三小馬中,有一頭具有雜種斑馬之同樣條紋,鬃短而直立。然其後依據愛瓦耳特 J. C. Ewart 所調查者,已知此牝馬原為阿拉伯種與印度之 Pony 種之 F_1 , 此 Pony 種,即有上述小馬所現之條紋。短鬃者,為馬伏依從當時之流

行自由剪定者。又愛瓦耳特在多數之家畜及鳥類重複同樣試驗，而證明先夫遺傳之現象為無根據。

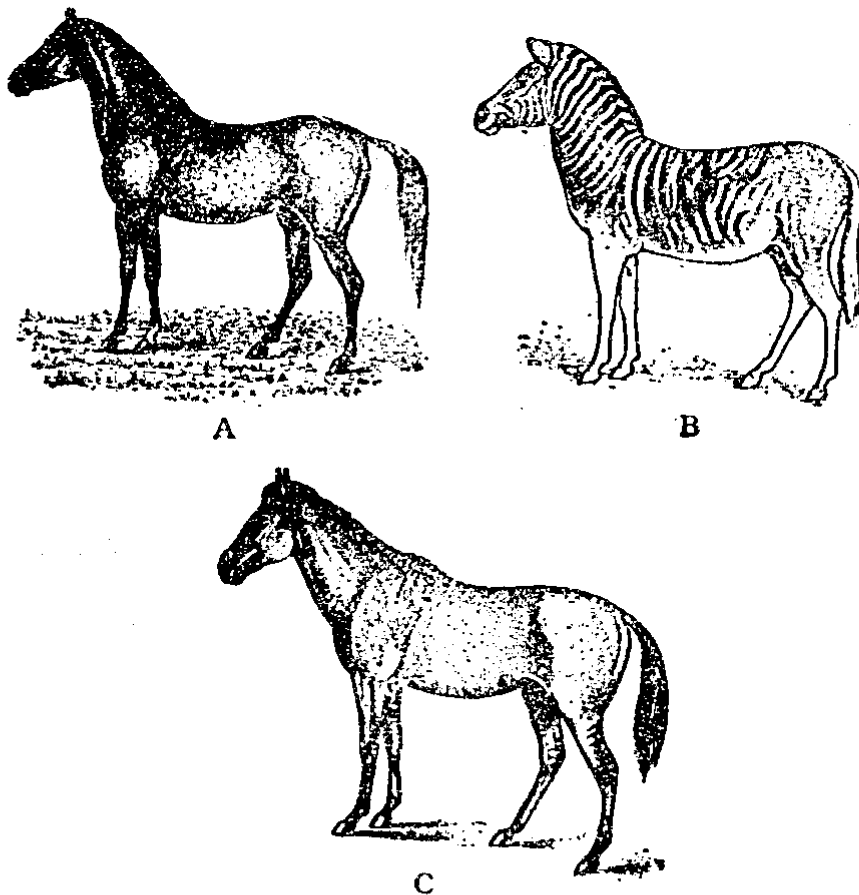


插圖338. Lord Morton 北馬之所謂先夫遺傳(Ewart)

A: Lord Morton 之先夫遺傳之馬 B: 斑馬

C: 普通馬與斑馬之雜種

第六節之附註

(1) 此稱為氣候適應 Acclimatization.

(2) 此稱為擬態 Mimicry. 在廣義言，動物擬似無生物者，亦稱擬態。然在嚴格上，只稱外觀近似於分類學上之遠緣種類動物者之情形。

第三章 應用遺傳學

第一節 淘汰與純系

Selection and Pure Lines;

Auswahl u. reine Linien

古來動植物之改良,即謂主要由於淘汰所成功者,亦非過言,其結果至於誤信只須用淘汰,若何新品種皆可育成。然近代遺傳學所明示者,謂用淘汰所能達到之範圍,有鮮明界限,且由於淘汰之方法如何,在發生效果上,大有遲速之差。

1. 退行現象 Galton's law of regression

對於退行之現象,已於生物測定學一節之末敘述。然此為對於二性質之相關者。而元來之退行法則,為哥爾登欲表示某一性質在親與子間有若何相異而創製之法則。例如測定某一集團人口之身長平均,則較此平均高之夫婦(1)所生子之身長,較兩親為低,而較此平均低之夫婦所生子之身長平均,較兩親者為高。換言之,即正方向或負方向極端者同輩所生之子,多少有復歸於親所屬集團之平均值之傾向。哥爾登調查由 205 對夫婦所生 928 人達於成年之子女之身長,其結果如次表。(單位用英吋)

子 女 平均 值	62.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	計	M
	以下												以上		
72.5 以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	4	-
72.5	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	2	7	2	19	72.2
71.5	-	-	-	-	1	3	4	3	5	10	4	9	2	43	69.9
70.5	1	-	1	-	1	1	3	12	18	14	7	4	3	68	69.5
69.5	-	-	1	16	4	17	27	20	33	25	20	11	4	183	68.9
68.5	1	-	7	11	16	25	31	34	48	21	18	4	3	219	68.2
67.5	-	3	5	14	15	36	28	28	38	19	11	4	-	211	67.6
66.5	-	3	3	5	2	17	17	14	13	4	-	-	-	78	67.2
65.5	1	-	9	5	7	11	11	7	7	5	2	1	-	66	66.7
64.5	1	1	4	4	1	5	5	-	2	-	-	-	-	23	65.8
64.5 以下	1	-	2	4	1	2	2	1	1	-	-	-	-	14	-
計	5	7	32	59	48	117	138	120	167	99	64	41	17	928	
M	-	-	66.3	67.8	67.9	67.7	67.9	68.3	69.5	69.0	69.0	70.0	-		68.5

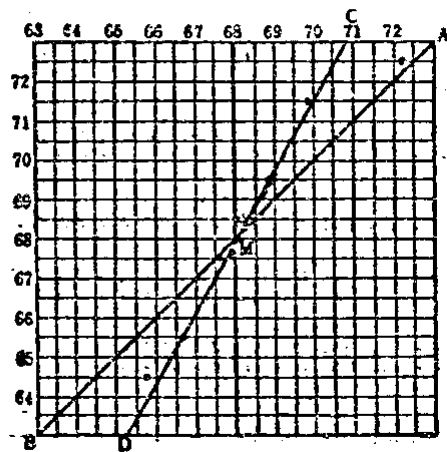


插圖339. 兩親與子女之身長之退行線(Galton)

縱軸之數字，為兩親之平均身長，橫軸之數字，為子之平均身長(單位英寸)。

A B 為親之身長直線，C D 為子之身長直線。

此圖表示若兩親之平均為中庸身長，子之身長平均亦近於中庸然若兩親之身長甚偏於一方，則子之身長較兩親有若干退行向此圖之平均值之傾向。

此即對於同一性質之親子相關表。由此可以畫出退行直線。依據此直線，則大體上可以容易察知由某一定平均身長之親之子之平均身長。例如親之平均身長為70英吋時，子約為69.0英吋。即在觀賞豌豆種子之大小，哥爾登亦觀察得同樣現象。

然上述在親子間之退行法則，在對於問題之性質有多數變更因子存在，且所用材料之集團，關於此等多數因子為雜型之情形，可以適用至某種程度。然若由孟德爾式遺傳之立場觀之，在其漠視因子構成之差別，已於出發點謬誤。此與前述之祖先遺傳法則(總論第三節之4D)相同，其表面上雖為精密，然實質上不免囚於粗雜方法。

2. 純系 Pure lines; reine Linien, Biotypus (2)

約翰生 W. Johannsen 所提倡之純系說，關於淘汰之效果，可使正確理解，是誠於此方面一大貢獻。約氏初用菜豆 *Phaseolus vulgaris nana* 繼用豌豆及大麥種子行實驗。茲以關於菜豆之重量者為例而敘述其結果。約氏由市場上取一集團菜豆播種而衡量由此收穫之種子，其變異為20-90 cg 之間。而40-50 cg 者最為多數。由此中選其重者，即85 cg 者播種，其次代為上下於40-90 cg 之間，而60-65 cg 之重量者最為多數。又選其輕者，即20-25 cg 者播種，其次代之變異，為20-65 cg 之間，而最多數之階級為45-50 cg 者。亦即似如證明哥爾登之退行法則者。似此伴有退行，在其數代間，可以看出正與負

兩方向之淘汰效果,然不久即達於某極限,在其後無論行若何淘汰,皆不能變動其子孫之平均至一定方向。約氏由此樹立關於菜豆重量之19純系,而此等純系,皆相異其平均值,最輕者為 $M=25.1$ cg,最重者為 $M=64.2$ cg,其他皆為中間。

若依據約翰生之定義,必須行一回以上自家受精而成爲因子的純型者,乃爲純系⁽³⁾。即在一純系內,其豆之重量亦非相同,而有多少之輕重,然變異之範圍,較最初由市場上所得集團,顯著爲狹,又此等輕重,因完全由於外界之影響,故無遺傳性,無論選重者或輕者,其子孫之平均值,皆不生差異,亦即不能適用哥爾登之退行法則,若然,則其最初數代間,何故有淘汰之效果出現,是蓋因最初所用材料之一集團,爲多數純系之集合體,又若選其中之重者,則平均值輕之純系漸次

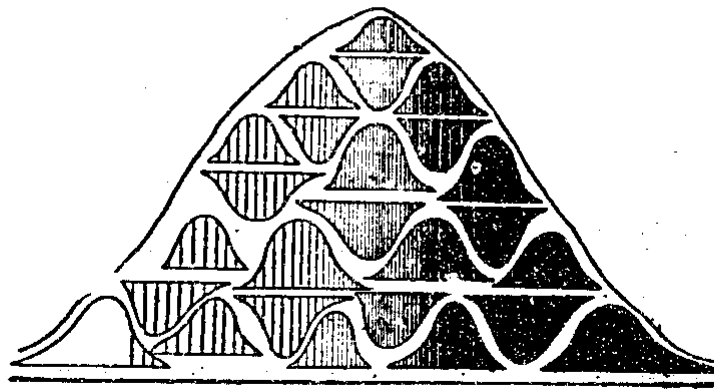


插圖340. 集團與純系(Lang)

表示25個小山形集合而成一大山形,小山形爲一純系之變異曲線,而大山形爲一集團之變異曲線,純系之變異曲線中,有10個爲豎成底邊向上而倒轉者,一集團中所含純系之數,由於集團不同,而亦有多者,亦有少者。

棄去，故次代之豆，其平均爲重，又若選其中之輕者，則平均值重之純系即被淘汰，故次代之平均爲輕，此即爲其理由。又即令多數純系混合而表面上亦爲近於彷徨變異之正規曲線者，由插圖第三百四十，當可明其理由。

其後，尼耳生愛耳等 H. Nilsson-Ehle etc. 在小麥、大麥、燕麥等，行大規模淘汰試驗之結果，亦證實約翰生之學說。在法國之維耳摩林 Louis de Vilmorin 育種場，於1840年，已作成小麥之若干純系，邇來將各純系行嚴密淘汰而以當時之穗與今日之穗比較，殆不見有若何變化。即在通常他家受精之植物，例如玉蜀黍，若用紙袋籠罩而使繼續數代自家受精，其受同系交配之影響，強健性及繁殖力顯著減低，然分爲若干特徵相異之純系，其在各純系內，變化少而比較齊一，是與原則上爲自家受精之植物無所異。

大多數動物爲雌雄異體，又即在雌雄同體，亦多不能行自家受精者，然長久繼續同系交配，而支配觀察對象性質之因子變爲純型者，其淘汰無效果，已由皮耳 R. Pearl 在雞之產卵性之實驗，可以證明。又萊特 S. Wright 在天竺鼠，繼續30代兄妹交配，育成相互異其顯著特徵而在同一系統內變異甚少之16系統，此等皆非嚴格意義之純系，然可稱爲準純系。

3. 淘汰 Selection; Zuchtwahl

在野生動植物之間行自然淘汰，是爲生物進化之重大要素，達爾文 C. Darwin 之進化論中，關於變異原因之意見，大

部份有修正必要,然關於自然淘汰部份,即在今日,尙儼然不失其權威,與此同樣,在人類保護下之家畜及作物,由於人為淘汰而得自然淘汰以上之顯著發達,亦已由達爾文明瞭指出。

A. 集團淘汰法 Mass selection 離去實用見地之最有名淘汰實驗,爲卡塞耳 W. E. Castle 在頭巾鼠 hooded rat 所行者。卡氏先確定頭巾鼠之黑斑,對於全黑爲單純劣性,即在此兩者交雜之 F_2 ,爲全黑 3:頭巾 1 之分離。次注意頭巾鼠之黑斑程度,有甚大變異,於是開始向黑斑面積多之方向 plus direction 及少之方向 minus d. 行淘汰。即以某種黑斑面積之標準型令爲 0,較此之黑斑部大者,分爲 +1, +2, +3, +4, +5。較此小者,分爲 -1, -2, -3。更於二階級間,應其必要區分爲 $1/4$, $1/2$, $3/4$ 等。如此繼續 20 代,其個體數, + 方向有 17,250 頭, - 方向有 17,716 頭之多數,所得結果,在兩方向,每代皆表示頗確實之淘汰效果。

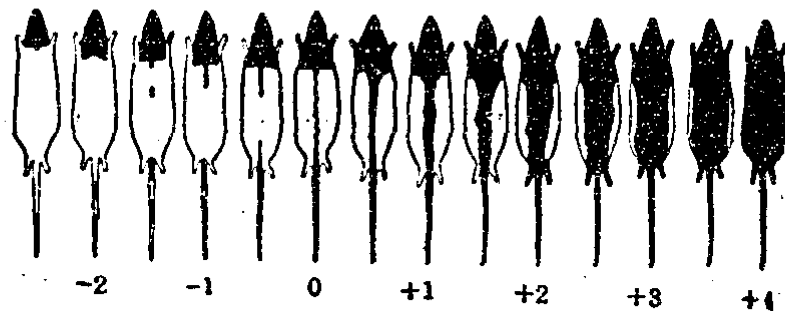


插圖 341. 頭巾鼠之斑紋型 (Castle)

+4 之背面雖爲全黑,然體之腹面及側面,尙殘留有白色部份。

代	+ 淘汰			- 淘汰		
	親之平均	子之平均	子之數	親之平均	子之平均	子之數
1	2.51	2.05	150	-1.46	-1.00	55
2	2.52	1.92	471	-1.41	-1.07	132
3	2.73	2.51	341	-1.56	-1.18	195
4	3.09	2.73	444	-1.69	-1.28	329
5	3.33	2.90	610	-1.73	-1.41	701
6	3.52	3.11	861	-1.86	-1.56	1,252
7	3.56	3.20	1,077	-2.01	-1.73	1,680
8	3.75	3.48	1,408	-2.05	-1.80	1,726
9	3.78	3.54	1,322	-2.11	-1.92	1,591
10	3.88	3.73	776	-2.18	-2.01	1,451
11	3.98	3.78	697	-2.30	-2.15	984
12	4.10	3.92	682	-2.44	-2.23	1,037
13	4.13	3.94	529	-2.48	-2.39	1,006
14	4.14	4.01	1,359	-2.64	-2.48	717
15	4.38	4.07	3,690	-2.65	-2.54	1,438
16	4.45	4.13	1,690	-2.79	-2.63	1,980
17	4.81	4.48	351	-2.86	-2.70	868
18	4.80	4.46	420	-3.09	-2.84	330
19	4.66	4.49	280	-3.10	-2.89	130
20	4.66	4.61	92	-2.81	-2.78	79
21	—	—	—	-2.58	-2.74	35

卡塞耳根據此結果,主張遺傳因子由於淘汰而變化。一時與反對論者間,行激烈論爭,但結果承認反對論,即認假定有多數變更因子或同義因子存在為正當,而淘汰所以有效。

之蛋白質含量之多者與少者,又脂油含量之多者與少者為目標,而行淘汰,在蛋白質高率區,最初為 10.93 %,至第 23 年,成為 15.48 %。在低率區,亦以同一材料出發,然在同上年月間,低下至 7.31%。又在脂油高率區,最初為 4.69 % 者,成為 9.35 %。而低率區,亦用同一材料,然低下至 1.87%(插圖第三百四十三)。

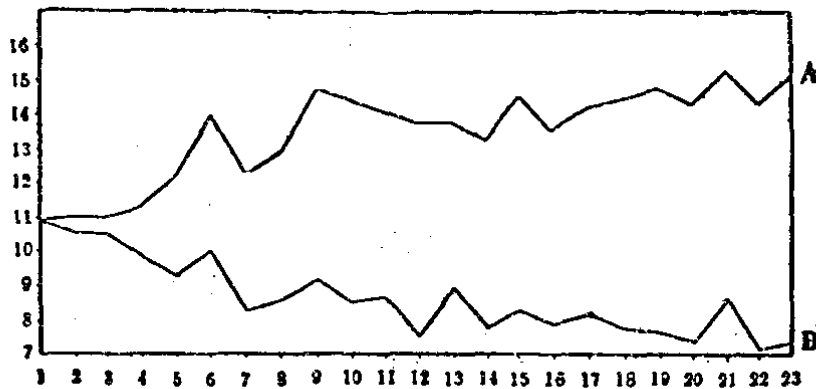


插圖243. 玉蜀黍蛋白質率之集團淘汰 (East and Jones)

將伊利諾農事試驗場之結果,表示成曲線者,

縱軸之數字,為蛋白質含有率(%),

橫軸之數字,為世代數,

A: 向高率之淘汰, B: 向低率之淘汰,

B. 系統淘汰法 Pedigree selection 伊斯特及瓊斯 E. M. East and D. F. Jones 在玉蜀黍,闡明由於自家交配而作蛋白質含量之淘汰,較集團淘汰法,遙為有效果。即其在某一品種,只由五年間之淘汰,其蛋白質含量,已增至 17.07%。又伊氏等由伊利諾之蛋白質率增進試驗分受一系統,由第 16 代起行自家受精,及經五代淘汰,已達於 18.69 % 之高率。

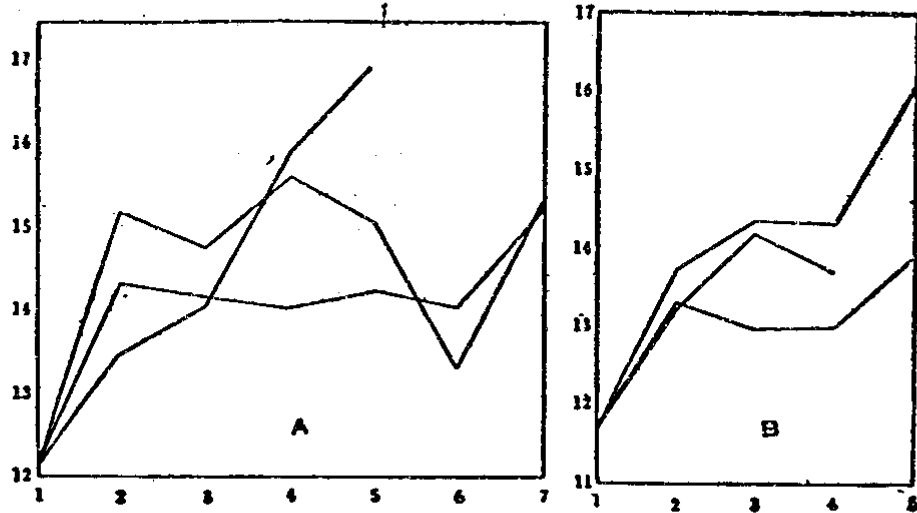


插圖 344. 玉蜀黍之蛋白質含有率之系統淘汰 (East and Jones)

由於繼續自家受精而行淘汰者。

縱軸為蛋白質含有率(%) 橫軸為世代數

A: 品種名 Stadtmueller's Leaming 者之同系交配三系統

B: 品種名 Burwell's Yellow Flint 者之同系交配三系統

假定在某集團,最初所有個體之因子組成皆為 Aa, 而次代分離為 AA:2Aa:aa 之比之情形,由此代以後,每代皆於優性個體同輩間行集團的繁殖,則經過 n 代後之各因子型之比例,若依據金寧斯 H. S. Jennings, 1916, 1917 之次式,

$$AA = \frac{(n+1)^2}{(n+2)^2}, \quad Aa = \frac{2(n+1)}{(n+2)^2}, \quad aa = \frac{1}{(n+2)^2},$$

即 n=100, 其雜型之個體(Aa), 尚占有全個體數之 1.94%。然若繼續自家交配, 則由 Aa 個體至其第 n 代之子孫, 即為

$$AA = \frac{2^n - 1}{2^{n+1}}, \quad Aa = \frac{1}{2^n}, \quad aa = \frac{2^n - 1}{2^{n+1}}$$

故至 n=7, 其雜型(Aa)個體, 已低至 0.8% 以下。

在雌雄異體動物, 令一組兩親所生全部個體為一區, 他兩親所生者另為一區, 而飼育之情形, 若除去分離優性與劣

性之區,只留全生優性之區,而以此等個體混合採種。假定最初之 Aa 爲 F_1 ,則至 F_n , AA 個體與 Aa 個體之比,爲 $(2n-3):2$ 。又若只除去每代分離出之 aa 個體,而分離區之 AA 及 Aa 皆加入採種,則至 F_n ,即成爲 $AA:Aa:aa = \frac{(n+1)^2}{(n+2)^2} : \frac{2(n+1)}{(n+2)^2} : \frac{1}{(n+2)^2}$ 。

更若進而在兄妹交配,飼育其 F_3, F_4 相當多數區,只保存其經數代皆無劣性分離之系統,而棄去在其子孫有劣性分離之系統之全部,則於 F_4-F_n , 殆能固定優性。此不外爲後述之次代鑑定法之更擴張者。

C. 個體淘汰法 Individual selection 所謂個體淘汰一語,原爲不論系統如何,只以個體之表面性質爲目標而行淘汰之意義,亦即與集團淘汰,有用於同一意義者。然在此處之意義,爲對於某一性質,由優良系統之兄妹中,選其特別優秀之若干個體而採種之情形。此方法在使優良因子急速集積上,又在淘汰進行中所發生突然變異之利用上,皆大爲必要。

D. 分枝羣淘汰法 Clonal selection 此亦有二種意義。其一爲分枝羣間之淘汰,例如在馬鈴薯,依其薯之品質而行分類淘汰,只選留其優良分枝羣。他一爲一分枝羣內之淘汰,例如植物之芽條淘汰 bud-selection 者是。在多數分枝羣相互間其淘汰有效者,當然因此等相互間異其因子型之情形。又在同一分枝羣內假定淘汰有效,是不能不歸結於其體細胞突然變異或永積變異。

金寧斯在草履蟲 *Paramecium* 之一集團,觀察得其長度

有顯著變異。於是將此等個體一一隔離，而使其由於分裂繁殖以形成多數個體之若干分枝羣。此各分枝羣，縱令置於同一環境，亦各異其平均值，因即在各分枝羣內，亦有若干大小之差，故單就外觀上，不得判斷某二個體，是否屬於同一分枝羣，然相互隔離而使各別形成分枝羣，則觀其平均值，即可容易決定。蓋以屬於同一分枝羣者，其子孫分枝羣之平均值為同一故也。換言之，在屬於同一分枝羣之個體間，即無論加以若何淘汰，皆無效果。此與約翰生之在純系內行淘汰結果同。

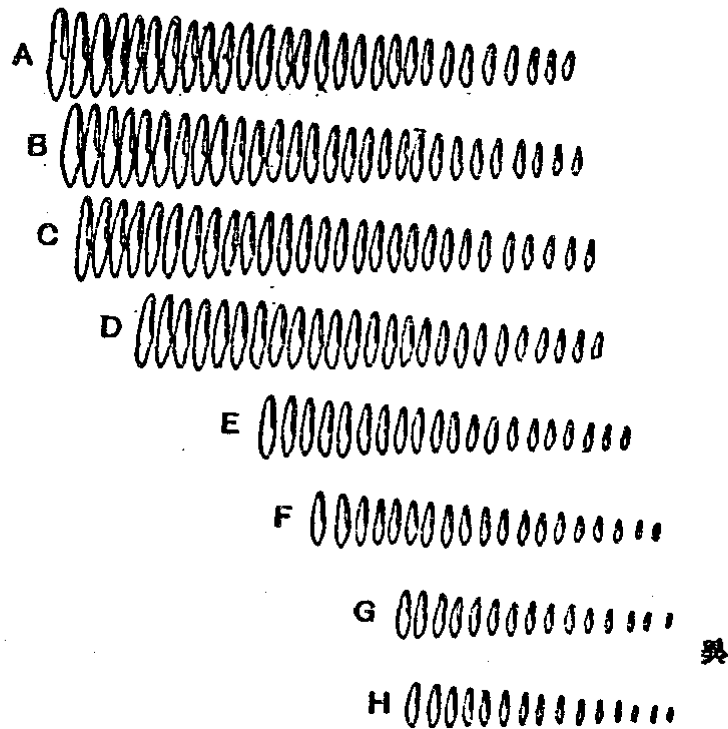


插圖 345. 草履蟲之純系 (Jennings)

A-D: *Paramecium caudatum* E-H: *P. aurelia*

一橫列為屬於同一純系之個體(此亦有稱為範型 biotype 者)

單為生殖因由性細胞所繁殖，故與由營養細胞者異其

意義然繁殖結果所生個體其因子皆相同一點，則兩者一致。以是在單為生殖所生個體間行淘汰，亦與分枝羣內行淘汰同樣無效。例如愛文 H. E. Ewing 在燕麥之蚜蟲 *Aphis avenae*，對於蜜腺突起之長度，觸肢之長度，體長等，於數十代單為生殖個體間，行大規模淘汰，然闡明皆為無效。

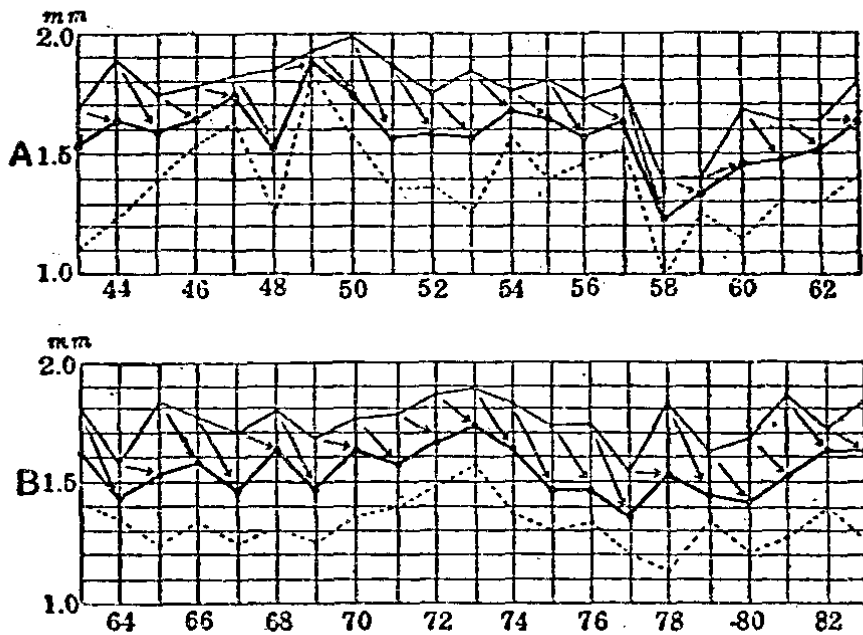


插圖 346. 蚜蟲之單為生殖個體間之淘汰 (Ewing)

表示使蚜蟲體長增大方向之淘汰成績，而淘汰無效之情形。A 為在自然溫度下行試驗者，B 為在一定溫度(65°F)者。細線為連結每代最長個體之值者，粗線為連結每代之平均體長者，點線為連結每代最短體長者。縱軸為體長(單位 mm)，橫軸為世代之數。

與此等結果反對而在某分枝羣內，其淘汰作用有效之情形，亦非絕無。例如前述金寧斯，其後在同原生動物之另一種名 *Diffugia corona* 者之分枝羣中，對於被殼之大小，棘之長度，齒(在根足出入口周圍之鋸齒)之數等行淘汰。元來此等性

質,在由分裂形成新個體時即決定,在同一個體,其後不隨環境而變化。然依據金氏之實驗,由被殼大之親,生出平均較大之子,由長棘者,亦生出長棘之子孫。若將親子之棘長相關示之,即得如次,長度之單位用 $4\frac{2}{3}\mu$ 。

	子之數	相關係數	親之平均值	子之平均值
長棘之親	210	.239±.044	16.62	15.42
中庸之親	167	-.015±.052	13.78	13.48
短棘之親	456	.224±.030	11.01	11.25
合計,平均	833	.426±.019	12.98	12.75
不淘汰之親	386	-.147±.033	11.74	11.92

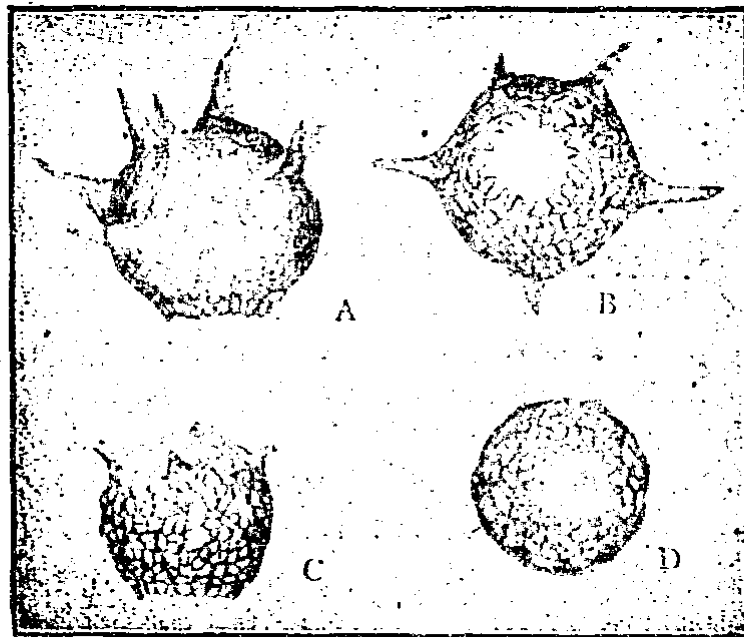


插圖347. *Diffugia*(Jennings)

- A, B: 殼大,棘數多而長,鋸齒亦深。
 C, D: 殼小,棘數少而短,鋸齒亦短小。
 A, C: 側面觀。 B, D: 由殼口方面觀。

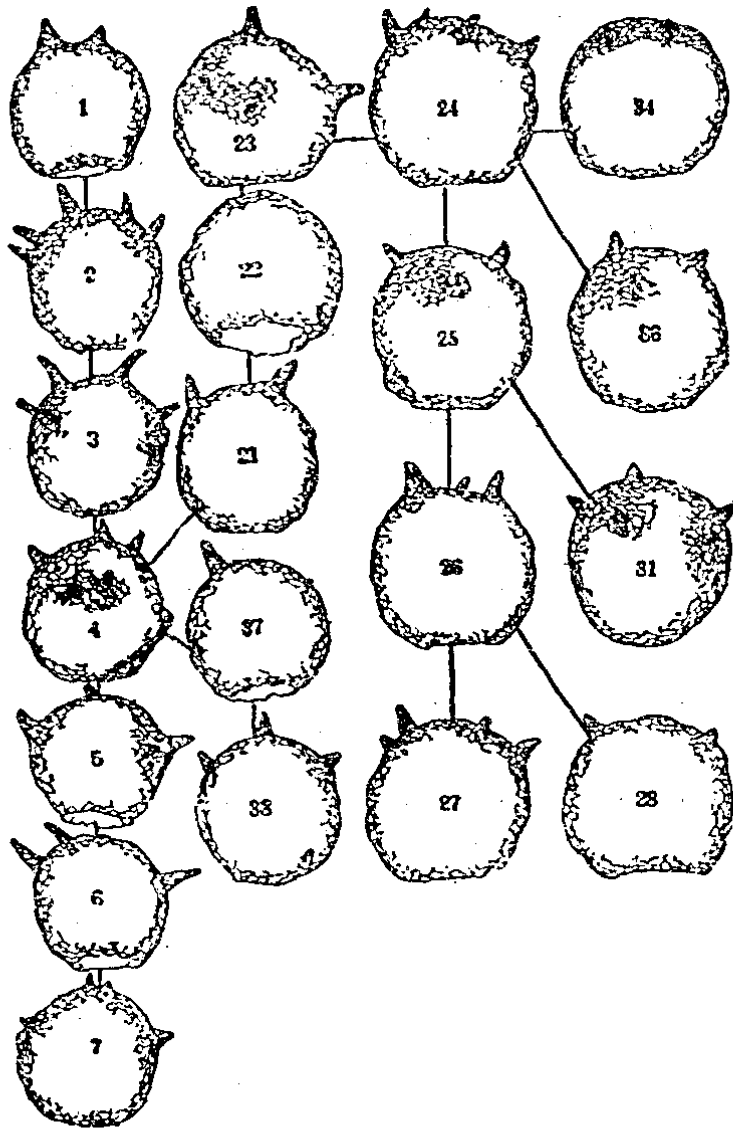


插圖348. *Diffflugia* 之突然變異(Jennings)

皆為屬於家系 317 之個體,號數愈少者愈為前代,愈多者愈為後代,注意個體 22 及其子孫,成爲顯著大形。

在關於被殼直徑淘汰前進者之區,其親子之相關係數,達於 .605±.009 之高度,在某系統,如 No. 326,最初由唯一個體出發,其繼續無性生殖若干代中,漸次分出多數系統,此等之

遺傳的特徵,鮮明相異。

對於如此結果,金寧斯謂或由於某種遺傳的變異(4),亦未可知,並特別記明在一純系內之變化,為徐徐而非躍進。摩爾根對於此謂無性生殖之際,其染色物質不平等分配於子細胞,又分散於細胞質中之染色質微粒 chromidia,與植物細胞之色素體 plastids 同樣有種種比率分配於子細胞等,用作說明。然著者思用體細胞突然變異以作解釋,亦即此可比擬於植物之芽條變異者,蓋若精查金寧斯之實驗成績,確有可認為作躍進的變化之情形(例:插圖第三百四十八所示家系 317 之被殼大小之突然變異)。又表面上即為徐徐變化,而其實有起因於因子型之分離者,本書已屢有敘述,因其在數量的性質之遺傳,非為若何稀有現象故也。

4. 後退 Degradation, Regression

無論在動物或植物,在其行嚴密淘汰中,可以保持其優秀品質,然若一旦停止淘汰,則在數代間,即變質為原來之惡劣狀態,是為一般當業者所相信者。學者之實驗,亦頗多其例。陶維耳 W. L. Tower 在馬鈴薯甲蟲類 *Leptinotarsa* 之前胸斑紋之淘汰結果,謂由於試驗區不同而大有差異,不能一概論之。其在某情形,經一二代淘汰,已分離為劃然二系統,雖在以後行淘汰中,亦殆保持同一程度。然經過七代淘汰而中止者,僅再經三代,其+及-兩方面,皆退化至與淘汰着手前,完全同一程度。

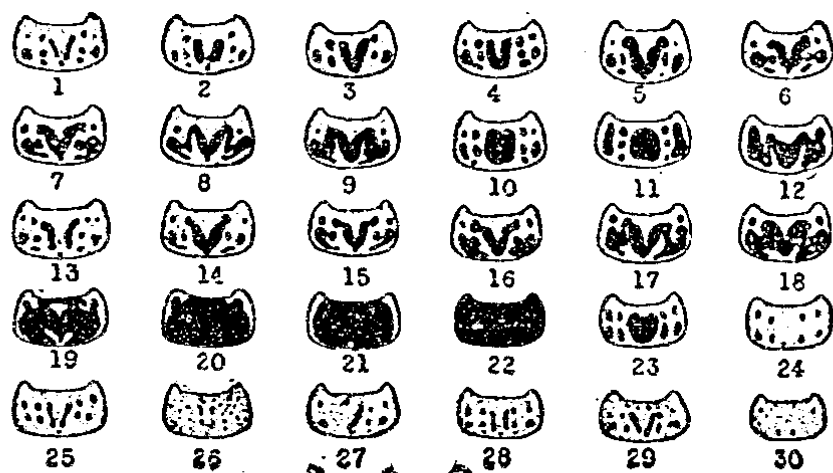


插圖 349. 馬鈴薯甲蟲類之前胸板斑紋變異(Tower)

1-12: *L. undecimlineata* 13-22. *L. multitaeniata*

23-30: *L. decemlineata*

若謂以上事實應如何解釋,可認為在上述陶維耳之情形,至少關於斑紋之突然變異,有相當頻繁發生,若人為淘汰停止,則含有此等突然變異因子之個體,與不含此等因子之個體間,立即發生交配,即由於所謂因子型混合 admixture,而斑紋之程度發生變化,又向中庸者之突然變異,較向正負兩極端者多見之,而其平均值,亦成為近於最初出發之集團之平均值。若假定最初集團之因子型為 $AaBb$, 由於淘汰而分為濃斑紋型 $AABB$ 與淡斑紋型 $aabb$, 則 $AABB$ 變為 $AaBB$ 及 $AABb$ 之可能性,較變為 $AABBCC$ 者大,而 $aabb$ 變為 $Aabb$ 及 $aaBb$, 亦較變為 $aabbcc$ 之機會為多。此非無理推定。此等突然變異型,即某種程度退行之意義。又若 $AaBB$ 所生後代 $aaBB$, 與 $AABb$ 所生後代 $AAbb$ 交配,則應成原型之 $AaBb$, 在其他動植物之情形,恐亦可同樣說明。

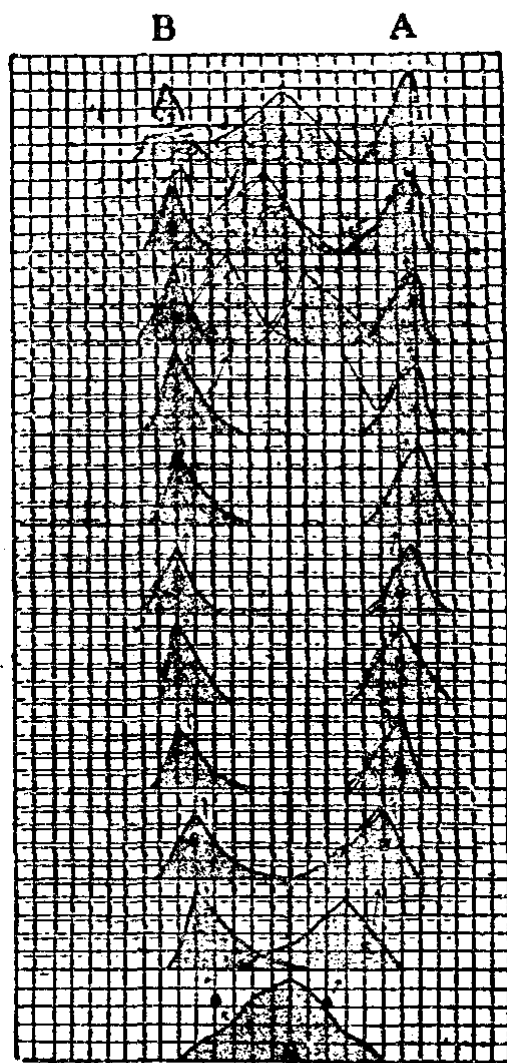


插圖 350. 馬鈴薯甲蟲之淘汰 (Tower)

此圖由下向上觀之，最下段為最初所用材料之混合集團，在淘汰之第二代，已有淡(A)與濃(B)兩系分離，第四代以後之變異中心，殆無變化，以至於第11代，由第八代另作向濃淡之中間型淘汰者，至其第三代，已完全表示中間之變異，

黑色鐘形者，為供次代繁殖所用個體之位置，

若認突然變異為非常稀有之現象，則關於淘汰之實驗結果，難於理解者殊多。反之，若認為關於數量因子，變更因子

之突然變異，相當頻繁發生，則可容易解釋。

第一節之附註

(1)依據哥爾登之研究，女較男之身長低 8%。故將女之身長乘以 1.08 而成更正身長後，乃與男之身長相加而平均之，即成平均親 mid-parent; Elternmittel。於是由此以調查親子之身長關係。

(2)亦有譯為生物範型者。在今日不甚用之，亦無用之之必要。

(3)然由今日之遺傳學思之，即不一定自家受精，只須成為所有因子皆為純型之一羣個體，稱為純系，亦應無若何不可。

(4)Saltation。此語與突然變異 mutation 相似，而意義稍廣汎，想亦包含永續變異。

第二節 育種(品種改良)

Breeding⁽¹⁾, Thremmatology,

Race-Amelioration; Zuchtung⁽¹⁾

1. 育種之方法

誠如達爾文所指示，今日存在之家養禽各品種，若其進化之過程不明而於野生之狀態發見，則有相異至終不能認為同種之鳥者。犬之各品種，亦為同樣。果樹、花卉、作物等亦皆

然。是不能不謂繼續數百年來育種之賜。特別近年來由於遺傳學之進步，在世界各國之農事試驗場、園藝研究所、種苗場、種畜場、蠶業試驗場等，應用遺傳學上之最新知識，相競育出理想之品種，其壯觀殊不亞於工業界之技術競爭。美國在數年前，甚至實施植物專利法 Plant Patent Law，以保護新種育成家之權利，育種之方法，大別之有次之三種。

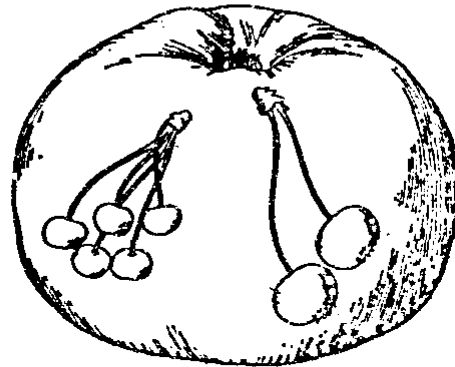


插圖 351. 蘋果之原種與現在之改良種 (Freeman)

大形者為現在之栽培品種，小形者為二種野生型。

A. 交雜 於異品種間或異種間行交雜，而利用其 F_1 以後，所得之新因子型者。又因在 F_1 ，有往往作顯著雜種強勢 heterosis 者，故此亦為普通利用。因雜種強勢為利用 F_1 之最後目標，故即在缺乏生殖力之種間雜種，亦無妨礙（例如騾）。在嚴正意義言， F_1 之利用，不能稱為品種改良，然因非為環境之影響，而為利用某特種之因子組成，故在便宜上，認為品種改良之一，亦無妨礙。

B. 淘汰 以未知因子型之混合集團為材料之情形，着手第一步，即為行淘汰。在能自家受精者，行純系分離，不能者

行系統分離，是皆為淘汰，如此分離得之純粹系統，更加以適當估定而相互交雜。

如此，淘汰不僅為交雜之前提，且在交雜之後，亦不得不伴有淘汰。利用 F_1 之雜種強勢者除外，在 F_2 及其後代，由多數因子型中，欲選擇其最適合目的者，除淘汰以外無他法。亦即在雜種之固定，淘汰為必須附隨者。交雜與淘汰，誠可謂育種事業之缺一不可者。

在育種上之淘汰，其最必要者，為次代鑑定 progeny test。因即在同一表型而包含有種種相異因子型者，已屢申述，故必須根據系統的淘汰法而觀察其次代之個體，乃能判斷前代之選擇，是否得當。

C. 突然變異之利用 若謂現存之家畜及作物，單由交雜與淘汰即能成功，是蓋不能置信。無論將野生之鴿若何淘汰與交雜，若謂能生出翻筋斗種 Tumbler，或扇尾種 Fan-tail，或膨胸種 Pouter，則不可相信。又將狼無論若何淘汰，而謂能得哈叭狗 Bulldog，牧羊犬 Collie，或獵犬 Terrier，或短腳種 Dachshund，或狎（全體皆短小而長毛，養於室內賞玩者），亦不能想像。此等諸品種之育成，蓋由在人為淘汰之某時期有突然變異發現者為多。

若只有交雜與淘汰，則吾人只能得某一定限之種種因子組合，不能越出此範圍一步，是須有突然變異者，始能給與新之育種材料。假定關於某性質，從來之因子有20個，今有一

突然變異發現，則其與在來種之組合，應有 20 種新因子型。

突然變異，為生物之生存上不利者殊多，而於人類之利用上無價值者亦甚多。然往往發生有利者，亦無可疑。特別關於數量的性質之突然變異，其例殊多。在著者現在所研究之蠶品種改良，亦不止一二例證。

由於人為的突然變異而行品種改良，在今日尚不能舉出實例，然在將來，可認為有充分可能性。

2. 植物之育種

A. 交雜之方法 由於植物之種類不同，而花之形態構造，有千差萬別，故須各別加以特殊注意。於此只就一般方法敘述之。第一須對於現存諸品種，在可能範圍有詳細知識。其次為選定對於改良目的為最適當之交雜對手。若對手既定，則務使兩者之開花期殆為同時而行栽培。在雌雄兩性兼有之花即所謂完全花 perfect flower，須於適當時期除去雄蕊，即所謂去雄 castration, emasculation。因去雄過早，於花之生理有害，故在不發生自家受精之範圍，務以遲為宜。但如豌豆，其龍骨瓣尚未開時，自家之花粉有早已附於柱頭者，故此類情事，須先充分研究知之。

雌雄異花者之雌花及已行去雄之完全花，為保護其免去自由交配(污染) contamination 起見，須用硫酸紙或蠟紙之袋被覆之。在蟲媒花無花粉飛散之憂者，即用麻或棉紗袋亦可。(2)。黏貼袋縫，以用抵抗雨水強之麻糊最為安全。袋口以

線縫之，其上縛以細金屬絲。及至柱頭達於適當時期⁽³⁾，即以鉗取交雜對手品種之雄蕊，次將保護雌蕊之袋取去，而以花粉施於其柱頭。又或用毛筆行媒助亦宜。若在雄親開花過早之情形，即可取殆為成熟而尚未破裂之花粉囊，貯於乾燥之玻璃瓶中，以待雌親開花。若花粉有長期貯藏之必要時，須置於容有氯化鈣或濃硫酸之乾燥器 desicator 內，而保護於低溫之暗室中。

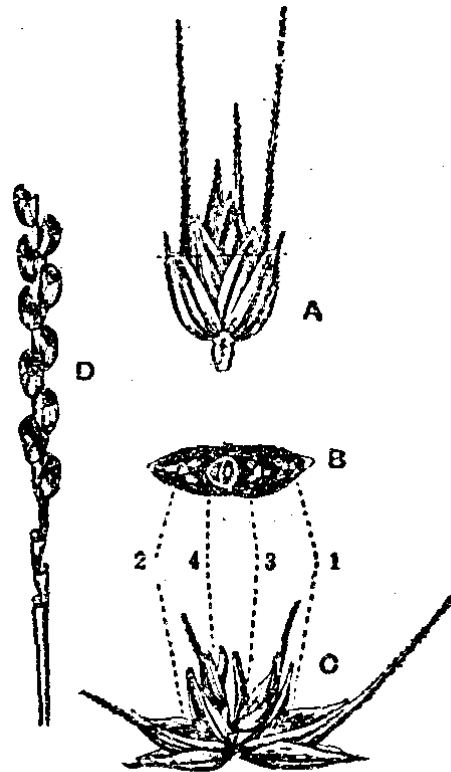


插圖 352. 小麥花之去雄法(野原)
 A: 在一小穗之上方約三分之一處橫斷
 B: 橫斷面
 C: 開花後之各部與橫斷面之對照
 1...4: 一小穗內之花之號數
 D: 去雄後之穗

凡行人工媒助之情形，須準備一瓶 50% 以上酒精於手側，用作時時洗滌手指、鉗及其他器具，以防他花之花粉混入。又授粉既終，即須以袋再罩上。

即在授粉成功所生之種子，亦不可安心認為目的已達，須播種後觀察次代，以確定是否此交雜已如預計以行者。

B. 交雜之實例 由於交雜而改良品種之實例，可舉彼芬 H. R. Biffen 在小麥之業績。彼芬受英國麵粉協會之委托，為

育成品質及收量不低下而對於銹病抵抗力強且無芒之品種起見,用品質低劣然耐病性⁽⁴⁾ disease resistance 強之 Rivet 種,與優良而易罹黃銹病 *Puccinia glumarum* 之 Red King 種相交雜。在 F_1 , 罹病性為優性,然至 F_2 , 即生出約 $1/4$ 之耐病性植物。在其後代,即選出耐病而優良之系統⁽⁵⁾。又在其他種類,亦有對於銹病之耐病性為優性遺傳者(N. I. Vavilov, 1915),元來植物之耐病性,與其謂由於形態的原因,毋寧謂由於生理的原因為多。此可以有在一地方為耐病性,而在他地方則非耐病性者,足為說明之理由。

窩耳頓 W. A. Orton 企圖改良西瓜 *Citrullus vulgaris* 之一優良種名 Eden 者對於立枯病之罹病性。因知食用種中無耐病性之品種,故與稱為 'citron' 種或畜用西瓜之耐病性非食用種相交雜。在其 F_2 及 $F_1 \times$ Eden 退交雜之子孫,至 F_3 , 遂育成稱為 Conqueror 一品種,此與 Eden 種比較,其大小相同,重量反較大而富於液汁,香味雖不及 Eden 種之最優良者,然亦頗佳良,皮薄然堅牢,可耐長途輸送,又對於立枯病有耐病性。然此耐病性,只限於北美之中部及南部,在太平洋沿岸,即不能出現其能力。此似因立枯病菌 *Fusarium nivium* 之性狀,因地方而異。棉及豇豆 cowpea 之耐立枯病品種,亦由美國之農務部育成而給與當業者以利益。

范福里特 W. van Fleet 在美國之栗受樹皮病之慘害以前,用對本病有免疫性之日本栗 *Castanea crenata* 與美國之

一野生種 *Virginia chinquapin*, *C. pumila* 間作成雜種,由其子孫,育出無論若何接觸本病菌亦不被害之品種,又對於梨之腐爛病,有耐病性之品種,存在於中國之北部及西比利亞南部,以此輸入於美國而與改良種間行交雜,試漸育成有耐病性而品質優良者。

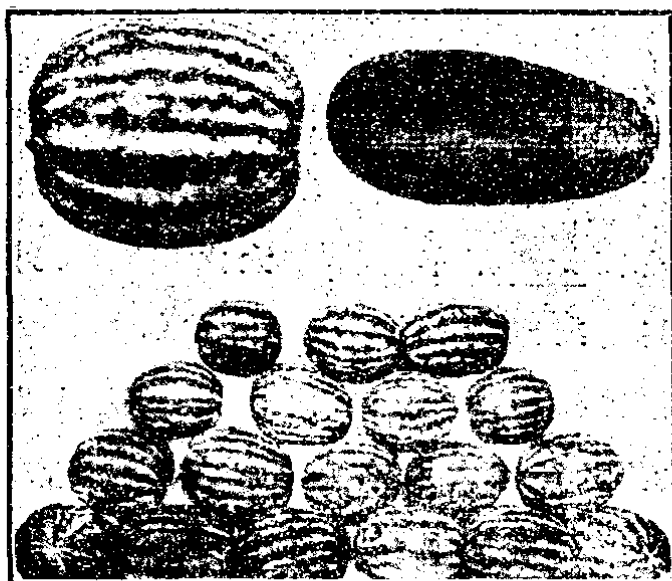


插圖353. 西瓜之改良 (Orton)

上左: 西瓜 (Eded 種)

上右: 野生西瓜 ('Citron')

下: 兩者之交雜 F_3

西瓜由於 *Fusarium* 菌易罹立枯病 wilt, 而野生西瓜雖生此病, 然不能供食用, 在其雜種之子孫, 可以育成對此病抵抗性強而品質優良之一系統名 Conqueror,

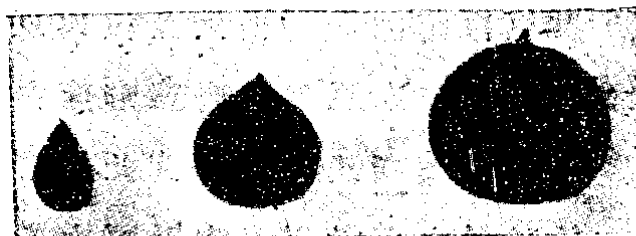


插圖354. 耐病性栗之育成 (van Fleet)

當美國之栗因樹皮病之故而至於慘害時, 此乃作為對策而育成者,

左: 美國產之野栗 *Virginia or bush chinquapin*, *Castanea pumila*

右: 日本栗 *C. crenata*

中: 前兩者之雜種, 其大小較日本栗為小, 然有耐病性而品質佳良,

其他如番茄之耐立枯病性爲劣性，對於腐蒂之耐病性爲優性。甜瓜 muskmelon 之葉焦病 leaf blight 耐病性及石刁柏 asparagus 之耐銹病性，亦爲優性遺傳，是皆已知之。

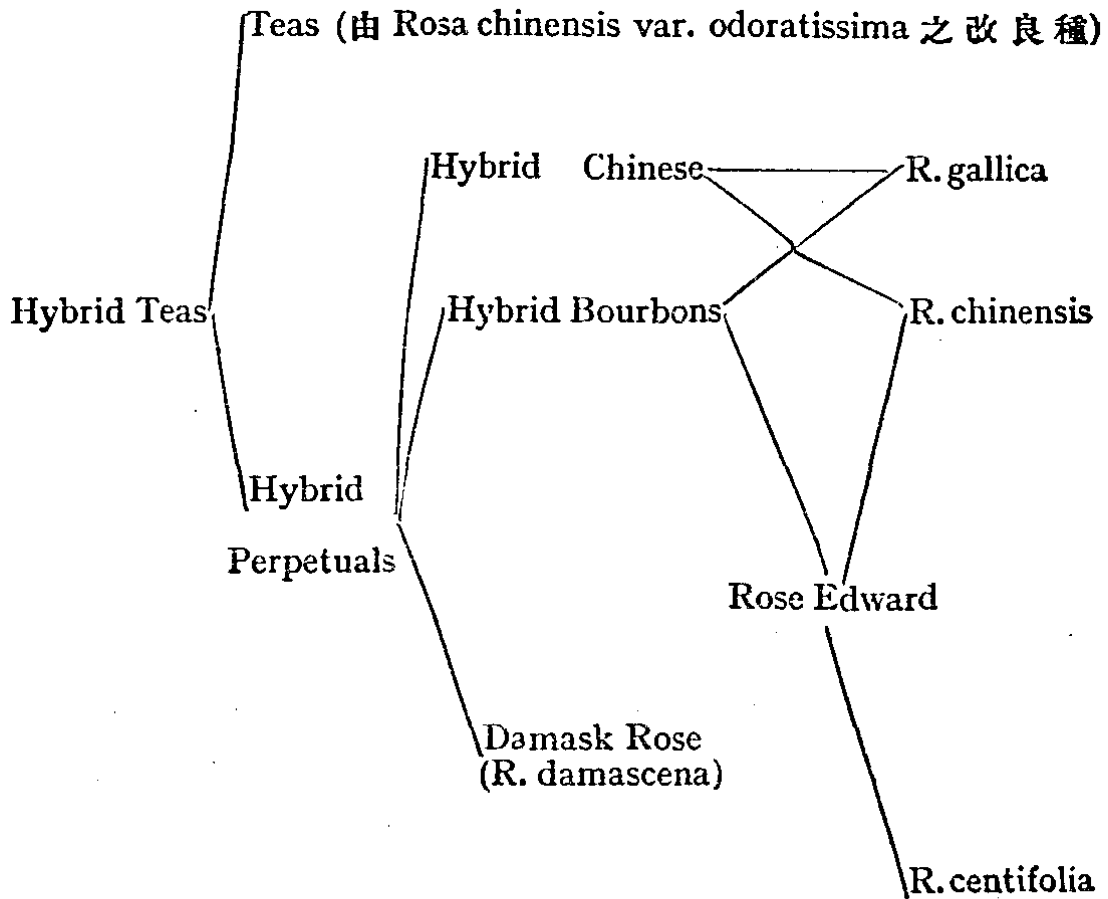
不僅對於病菌之抵抗力，即對於害蟲有抵抗力植物之育成，亦漸在企圖中。例如加大害於葡萄根之根蚜蟲⁽⁶⁾ Phylloxera，對於美國種雖無大害，然對於歐洲種葡萄則爲非常大敵。對於此，從來皆用有免疫性之葡萄爲砧木，而以歐洲種葡萄接木於其上。然在今日，則由於交雜而試解決此問題。又玉蜀黍之蚜蟲，在美國年年有非常大之損害，故對於此抵抗力強之品種，甚爲期望。苛林斯及哈根 J. L. Collins and H. R. Hagan, 1932 將波羅密 pineapple 之根受一種線蟲名 Heterodera radiculicola 者之害甚大而名爲 Cayenne 種者，與巴西產之野生種交雜，其 F_1 殆有完全免疫性。

對於病蟲害之抵抗力外，關於成熟期之早晚，可舉加坡恩 A. St. C. Caporn 之早生燕麥育成爲例。關於其他性質，可舉斯特里克及提米奇 V. Stehlik and V. Tymich 之無筋菜豆育成爲例。在後者，爲將豆白而圓莢彎曲之品種與豆黑而長莢形直之品種相交雜，欲以育成豆爲長腎臟形而白莢無長筋(強大維管束)之新種。若依據斯氏等之研究，此情形之關係因子，即除去色，亦達於 10 對之多數。以是由計算之希望因子型，在百萬以上個體中，僅能有一個，然實驗之結果，終至育成。

即在稻，於日本亦漸行多數交雜試驗，其一例爲在農事

試驗場畿內支場,加藤及岡田於關取♀×神力♂之子孫,固定一早生種,命名爲‘國の光’而以之推廣。

在園藝植物,由於交雜而改良之例特別多,其中之觀賞豌豆及玫瑰,即其好例,茲將玫瑰之稱爲 Hybrid Tea 一品種之育成經過,示之如次。



如上述之將多數種類或品種行反覆交雜之方法,稱爲複合交雜法 composite hybridization. 著名之巴耳板克 L. Burbank 之植物改良,即主要因此方法所成功者。



插圖355. 由於交雜之玫瑰育成 (Garden Magazine)

A: Hybrid Tea

B: Hybrid Perpetual

C: Damask Rose

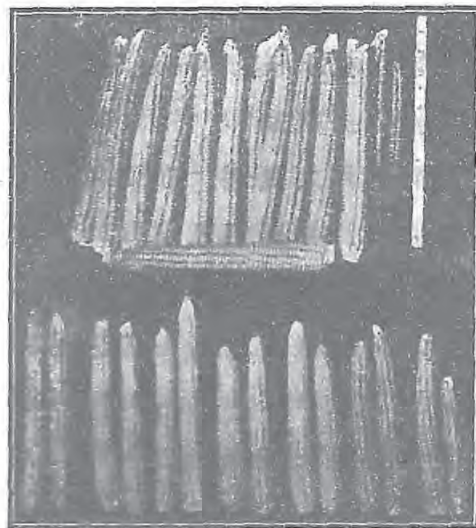
D: 向來之原始單瓣種 *R. gallica*

C. 淘汰之實例 多數作物,皆多少有雜種性,以是有淘汰之效果。美國之農務部及營業者,將海島棉及罹病率更高之高地棉,栽培於病害蔓延最甚之地,由於淘汰而育成安全之數系統。亞麻亦然,依據波勒 H. L. Bolley 之研究,是有不斷曝露於立枯病而行選擇耐病性品種之必要。又甘藍之黃化病菌 *Fusarium conglutinosum*,在美國有使甘藍不能大量生產之為害。然由於瓊斯 L. R. Jones 之淘汰,遂育成耐病性品種。又甜菜之萎縮病,為以昆蟲為媒介之一種 virus 病,美國之農務部及某製糖公司,各獨立淘汰分離出耐病性品種。

最大規模行淘汰法作物之一,當為玉蜀黍。在此植物,廣

汎行一穗一區法 ear-to-row method (T)。此亦為集團淘汰法之一種。然不以個體為單位，而以穗為單位。即在行開放受精之穗，調查目的之性質而選擇最良之穗若干，次以一穗之種子播於一區，而調查各區之成績。更選其平均值最高之區，於此區中選最優良之穗若干，以供次代播種。此方法即前述伊利諾農事試驗場所行者。

近時馬考勒 T. B. Macaulay 所發表之同區交配法 plot-inbreeding method，得有極顯著之成績。此方法為將一穗之種子播於一區，而使區與區之間隔離，其中間栽培晚生玉蜀黍，以作防花粉飛散之障壁，使穗行開放受精，而於其中選優良



新圖356. 由於同區交配法之玉蜀黍改良(Macaulay)
同區交配法開始後第六年之穗。單位為英吋。
下列表示每一株所生之二穗(相接近者，為同株之穗)。

穗，馬氏謂若用此方法，無自家受精之強健性及收量低減，又無集團淘汰法之需要長年月，而改良之目的可以達到，馬氏在僅六年間，最初長度為 9 英吋之穗，成為 11 英吋（收量為比例於穗之長度而增大），成熟期亦顯著變早。

美國之康乃耳 Cornell 農事試驗場所作梁（牧草）timothy, *Phleum pratense* 之育成，誠為可驚，先由世界各地搜集種子之標本，次由於淘汰而育出 17 新品種，其平均收量，較從來種高 36.6 %。若估計其價格，年額約九千萬美金。

同在美國之俄克拉荷馬 Oklahoma 栽培 *Bermuda grass* 於其栽培區域之北界限，而行耐寒性之淘汰育成。

在日本之國立及府、縣立農事試驗場，亦用水稻、陸稻、大麥、小麥、大豆、棉等之在來種，行系統分離淘汰法，而作成多數優良純系，以之推廣於農家⁽⁸⁾。

D. 突然變異利用之實例 在最初只有唯一因子型之時代，無論交雜與淘汰，皆應無可施，由於突然變異而生出種種因子型後，始有交雜淘汰之可能，以是突然變異為育種之前提，即謂現在之栽培植物之殆全部皆為實例，亦非過言。如野生之觀賞豌豆 *Lathyrus odoratus*，由西西利島經意大利本土，於 1699 年，輸入荷蘭及英國後以至今日，只關於花之色，已生出 500 以上品種，若將其他性質計入，則只花之完美發達之品種，已達 700。其進化之過程，可由種苗商之目錄等比較的詳細知之，且其出現多次突然變異之證據，有歷歷然可見者。

Florida Velvet Bean, *Stizolobium deeringianum* 因其晚生,故原只限栽培於美國之南海岸,然因突然變異生出早生種,故其栽培面積,非常擴張。在煙草亦知有多數突然變異,其實用價值大者之一例,有如在 Connecticut 由 Cuban 種之突然變異,發現純型狀態之新種名 Stewart Cuban。此新種成長非常之高,葉極多而開花遲是為特徵。在 Havana 種之與此相似品種,自古來即存在。

在園藝植物,其由於染色體倍加之改良,前已敘述,於此不再贅。

在水稻之關取種,為三重縣三重郡菰野村人名佐佐木惣吉者,由稱為千本一品種,於嘉永三年所選擇育出之中生豐產種,竹成種亦為同郡竹成村人名松岡直右衛門者,於明治七年,在稱為千本選一品種中,選擇其一株之粒數特別多者三穗以作採種而起源者。朝日種,為京都府乙訓郡向日町人名山本新次郎者,在‘日の出’種中,發見二優秀穗而區別採種以起源者,此等不能斷定為突然變異亦未可知。然由最初出現者為少數個體,而發見後為齊一而不分離等點觀之,想恐仍為突然變異。

在兩性生殖者之突然變異,有時與因子之組合交換,區別困難。然為芽條變異而出現之情形,則無此憂慮而最為確實。觀賞植物之波斯頓羊齒 Boston fern, *Nephrolepis exaltata bostoniensis*, 其由芽條變異而生出多數新品種,是為有名。柑

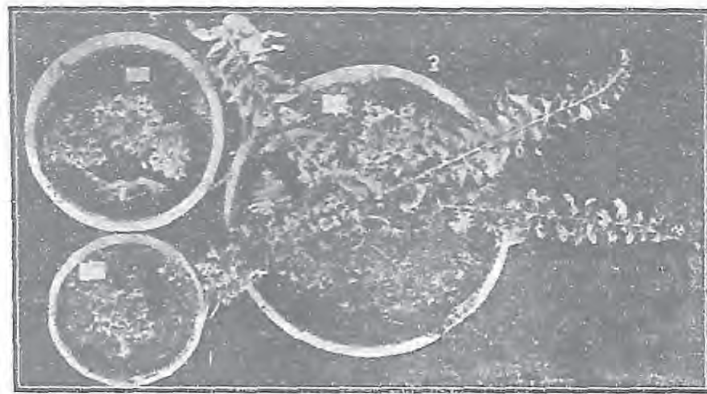


插圖357. 波斯頓羊齒 (Benedict)

- 1: 爲苔蘚狀縮葉之一株波斯頓羊齒。
- 2: 爲同樣縮葉之三株植物,爲比較其葉之圓度起見,將正常之波斯頓羊齒之一片小葉,置於其側。
- 3: 由一株植物所生出之五葉,皆由於體細胞突然變異,而具有正常部份與縮葉部份。

橘類爲芽條變異多之植物,例如在 Washington Navel orange, 沙麥耳 A. D. Shamel 等由於芽條淘汰,即育成 14 系統,然實用上特別優良者無之,但若用爲除去不良系統之方法,亦爲有益,依據 田中 (1932) 之研究,早生 溫州, 爲由 溫州蜜柑 之芽條變異,在 大分 (津久見), 靜岡, 廣島 等各地所生出,而漸次擴大其栽培面積者。

馬鈴薯之芽條變異極爲稀有,然當業者在收穫之薯,不斷行淘汰,似此分枝羣內之淘汰 clonal selection 及其一形式之芽條淘汰 bud-selection, 亦爲育種上不可疎忽之一手段。

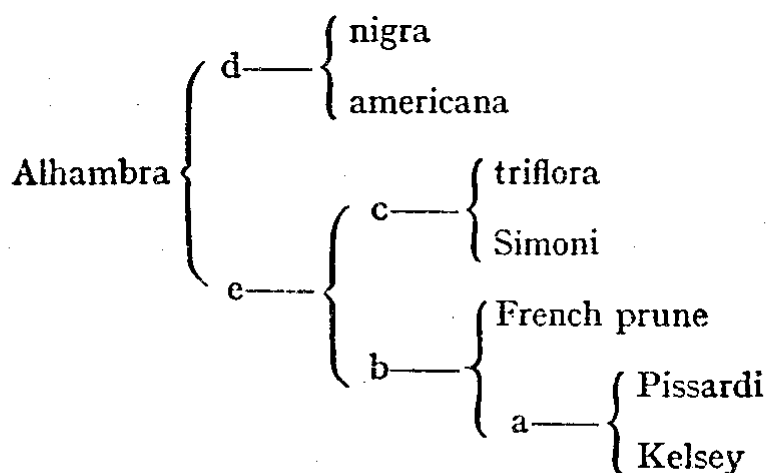
純系內之淘汰爲無效,已如前述,然經過某時日間,其中

若有突然變異生出而再成雜型，則可更由於純系分離而分生若干純系。小麥在自然狀態下，有某種程度之他家受精，即在大麥，雖極少他家受精，然其可以分離為特徵相異之數系者，即為純系內可有突然變異發生之證據。在實際上，實驗中之小麥、大麥、稻等之純系，有獲得突然變異之例。約翰生在菜豆之純系，觀察得二種突然變異。尼耳生愛耳在燕麥之純系，屢發見關於色及其他性質之突然變異。此等或為最初即固定，或為雜型至後代乃固定。

E. 維耳摩林式方法 Vilmorin-method 此為與英國里丁 Reading 之薩同 Sutton 育種場相對等之大規模育種場，位於巴黎之郊外。自1843年路易維耳摩林 Pierre Louis François Lévêque de Vilmorin 為第三代主人後，即由系統淘汰及次代鑑定而改良多數植物，其特別有名者為甜菜。從來單由外形作淘汰，維氏則採用依據比重之方法，次用偏光計以測定糖分含量，於是根據此結果以行淘汰，遂使糖分含量顯著增進。

F. 斯瓦諾夫式方法 Svalöf system 瑞典種子協會 Swedish Seed Association 於1886年成立，其育種場即設於斯瓦諾夫。此場最初只行簡單之集團淘汰，及1891年夏耳馬尼耳生 Hjalmar Nilsson 為該場場長，乃採用維耳摩林式，於其更精密計劃下，遂得偉大成績。其方法為第一因子型分離，其次於田間行系統鑑定及交雜，最後乃為新品種之推廣。其育成之植物，有禾穀類、豌豆、紫雲英、禾本科牧草、馬鈴薯等。

G. 巴耳板克式方法 Luther Burbank's method 美國加州之 Santa Rosa 之巴耳板克,其育種事業,誠有可驚嘆者。其中之著名者,有無刺仙人掌,無核李,梅杏 Plumcot (梅 plum × 杏 apricot 之雜種),王家胡桃 Royal walnut, 多數花卉類之育種等。巴氏之方法,為不甚科學之方法,由世界各地搜集廣汎之品種,於此等間行複合交雜 composite hybridization, 於是栽培非常大量之個體數。於其中選擇極少數之優良個體,故巴氏之異常熱心與銳敏觀察,是乃其成功之主要原因。茲將西洋李之稱為 Alhambra 品種之育成史,示之如次,用作巴氏之複合交雜之例。



H. 林業與育種 從來之植物育種事業,有如限於普通物及園藝植物等,然在將來,想在林業上,亦將發生效果。此為除用交雜以育成新樹種外,其最簡單者,為應用 F_1 之強健性。現今巴耳板克將英國胡桃與加州黑胡桃交雜所作成之 F_1 , 成長非常快(年輪之闊度約 5cm), 僅 15 年,其高度已達 80 尺,直

徑達於 2 尺,且木材之紋理細而堅硬緻密,有如絲綢之美觀 (de Vries, 1919), 與此相似之例,在自然交雜而生之 F_1 樹木,亦往往可以見之。

1. 育種與遺傳學之知識 有如巴耳拔克,雖無精深科學修養而亦能成功偉大業績之實例者,蓋由於巴氏之天賦非凡,而絕非大多數研究者所能模倣,以一般育種家言,除植物生理學,土壤肥料學等外,特別以遺傳學之知識為必要,否

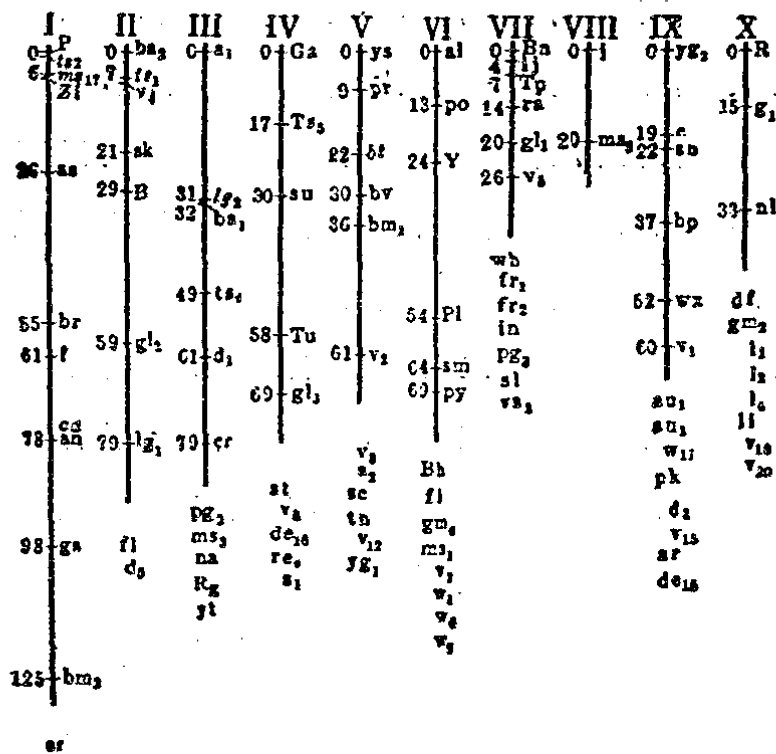


插圖 358. 玉蜀黍之染色體圖形(Emerson)

I-X, 為染色體號數,阿拉伯數字,為各因子之部位,歐文字母,為因子之記號,因子記號中之羅馬體 (正體), 為部位確定者,意大利體 (斜體), 為大概確定者,各染色體下之因子記號,為只知此等因子屬於其上之染色體,而未確定其部位者。

則易陷於勞而無功之結果，純系之正確認識，變異之種類，相關現象，因子之關聯等，自無待論；即如染色體之研究，不待實驗，然關聯羣之數須先知之；又如似為去實用甚遠之染色體圖形，其在種種遺傳的性質之研究上，意外有用，是為實際從事者所常體驗之事實。

3. 動物之育種

A. 概說 應用新遺傳學知識於動物之育種事業，比較植物非常遲緩，其原因恐由動物之體制複雜，關係因子之數亦多，產兒數少，因場所及經費之關係，欲非常多數飼養同種動物，殊為困難，除去如兔或鷄之小動物外，由生出後至成熟期，多數需要長年月等。二分之一雜種，四分之三雜種等陳腐名詞，現尚流行於畜產界，想即暗示斯界之空氣者，以是多數動物育種家，尚根據古來之傳說與自己之經驗（非為實驗）而固守任意獨斷之方法。然在動物，雖有育種上不利之點，但其同一個體多能生存若干年，故應其必要，可與種種對手交配而確定其因子構造，是乃其便利。

B. 動物育種家之妄信 在日本，因無舊來之動物育種家，故新知識反易輸入。然在外國之實際家間，尚有可謂迷信之種種傳說，相當根深蒂固。所謂感應遺傳（第二章第六節之7）已如前述，茲將此外之數項，舉之如次。

(a) 對於雌交雜之惡影響 例如牝馬與牡驢生雜種騾之情形，若連續作此交雜，即相信牝馬變弱，故有時時與牡馬

行交配之必要，即若此為事實，與其謂此為交雜之惡影響，毋寧謂恐因F₁胎兒發育強大之結果，而使母馬生理上負擔過重之故。

(b)對於雄交雜之惡影響 Infection of the male 牛、馬或犬等之優良種牡，若與劣等種之牝交配，以後同此牡與優良種牝交尾之情形，其子之品位，亦使之低下，此為無若何根據之想像說，自無待論。

(c)飽和 Saturation 此為基於感應遺傳之累積之觀念，謂若一組之牝牡間，使之生子多數次，則愈在後生出者，愈似父親，在人類亦屢有同此傳說者，此亦無若何根據⁽⁹⁾。

(d)母親之印象 Maternal impression 此可認為後天性遺傳之一情形。先言舊約聖經之創世紀中，謂雅各伯 Jacob 將白楊與榛與栗之棒剝皮而插於溝中，來飲水之羊與山羊，在棒前受胎，遂生出有斑之山羊與褐色之羊。更有謂肉用種牛之稱為 Aberdeen Angus 種者，若與 Ayrshire 種隔一鐵絲網飼育，則除生出 Aberdeen-Angus 特徵之紅色小牛外，尚若干代繼續生出與 Ayrshire 同樣之白黑斑小牛，亦屬於此。關於此牛，尚有更覺有趣之故事，麥克康比 McCombie 為有名之牛育種家，謂為使此牛之毛色變黑起見，曾在廐舍旁之運動場周圍，設有黑柵。

(e)優先遺傳 Prepotency 常聞某個體、某系統或某品種，其遺傳力特別強或特別弱等傳說，此在今日，不過只為因子

之優劣問題,例如純型葦色毛之牡馬與任何毛色之牝馬交配,皆只生葦色毛之小馬;又若栗色毛之牡馬與其他色毛牝相交配,則大概生出牝之毛色之小馬,然此單為毛色因子優劣之差,而非限於其個體或系統之特殊勢力,又若認與毛色相伴而其他性質亦似父或母,是為大誤,有如‘犂牛之子驛且角’之現象,亦可以得因子的解釋,是無待言。

C. 種間雜種 在家畜與家禽,皆可作種種之種間雜種,特別如牛與其近緣種間,能作多數組合之雜種,其某者尙有微弱繁殖力,然大部份皆只有學術的興味,其有實用價值者,不過馬♀ × 驢♂之F₁ 騾而已⁽¹⁰⁾,即其反對交雜之馱馱,亦不多用之,關於相反交雜之異同,有種種學說,達爾文謂此兩雜種皆為父親之性質作優先遺傳,然實際上,騾之形態有非常變異,而馱馱亦含於此變異範圍內,故大體上,可認為相互交雜之結果無差異。

騾之牝牡皆生殖不能,特別以其不能生成完全精蟲,已由細胞學作證明 (Woodsdalek)。然往往有報告騾生子者,似多由於觀察之謬誤,此蓋因有時之牝驢,其外觀上非常近似於牡騾,又牝馬有時與騾相似者亦有之,且牝騾因能分泌乳,故往往哺育其他小馬,以是此等事實易被誤認,若即使有騾生子,想當為非常稀有之可能性。

D. 淘汰 在動物之育種,其用強度之同系交配及淘汰之情形,較異系交配者為多。

在馬，英國之 Thoroughbred 種及美國之 Standardbred trotters 種，在過去百年間，其跑一定距離之時間，顯著縮短其記錄，然此不能不認為有如人類於運動之記錄向上為同樣之技術進步，又由於實行回數增加而機會增大，且隨參加個體數之增加而極端變異之實現可能性加多等，但在他一方面言，選擇最高記錄者而累代繁殖之效果，亦不能忽視。又因除其個體之能力外，尚參考其親與子之能力而決定種馬之資格，此點與前述次代鑑定之旨趣相合。在實際記錄之改訂，可見非為任何系統之馬皆可成功，而為某少數馬之子孫生出特別優秀馬，其事實顯然存在。

牛之泌乳量，以一年間之產乳量及脂肪之含有率為標準，而與馬之速度行同樣淘汰。其年年記錄增高之原因，亦謂與馬之情形同樣。又因乳量隨年齡而有大差，故須或在一定年齡，如滿八歲時作比較，或以一定係數乘之而行更正。又作為比較之乳牛，其飼育管理，務須均等。即已注意此等各點，尚有一難關，即父親之能力不能直接知之。關於此有相信父親之遺傳力似較母親為強者，然在比較異父姊妹 ($A♀ \times C♂$ 及 $A♀ \times D♂$) 間之差與異母姊妹 ($A♀ \times C♂$ 及 $B♀ \times C♂$) 間之差，若其略為相等，則父母之遺傳力為相等。哥文 J. W. Gowen 用此間接方法，計算得父與女之相關係數為 0.52，而母與女之相關為 0.497 ± 0.021 ，故兩者可謂殆無差異。

關於雞之產卵性之淘汰，已如前述，於此不必求詳。要之，

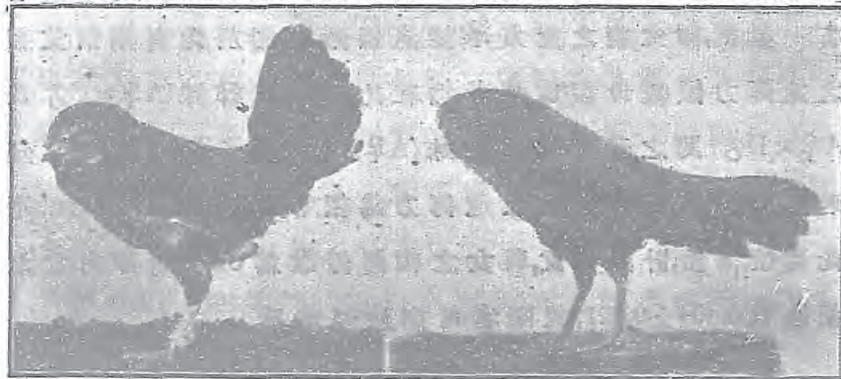
如今日之一年產卵數超過 340 個者，是為最近之事實。此蓋因用自動關閉產卵巢 trap-nest 而產卵數可以正確調查及根據此以行淘汰之結果。所謂多產性有遺傳性者，已為一般營業者間所週知之事實。

在蠶之育種之歷史，亦可窺見交雜、淘汰、突然變異三者之作用，其詳細希參考拙著‘蠶の遺傳講話’。

E. 突然變異 在高等動物發生確實突然變異之例，比較的為少。特別為育種上有用者，更為稀少。安康羊 Ancon sheep 為載於達爾文之著作中之有名者，起因於 1791 年美國麻省 Massachusetts 一農家名萊特 Seth Wright 者生出此羊一頭，因其脚短無越垣之虞，故為一時所歡迎。然在今日，已被美利奴種 Merino 所代替而歸於絕滅。

無角牛 Polled cattle 對於普通之有角性為單純劣性。然常有報告其由於有角種之突然變異而生出者。因無角牛自

昔已存在，故在稱為突然變異者中，當亦有由於交雜者，然確



A

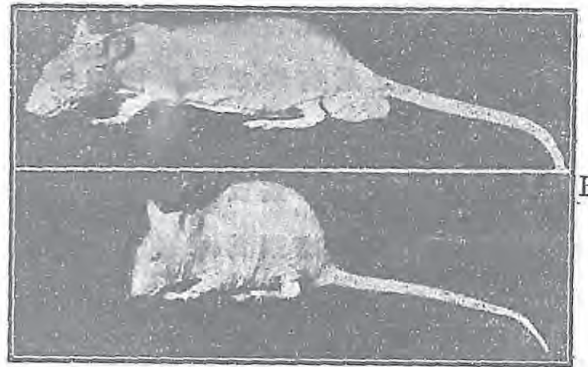


插圖359. 鳥獸之突然變異

A: 曲頸雞 (Jull and Quinn)

左: 曲頸雞之左側 右: 曲頸雞之右側(頭部不能見)
 1926年,在美國之 Beltsville 出現六頭曲頸褐色來航雞,其與
 正常交雜,作單因子劣性遺傳。

B: 裸大鼠 (Wilder, Bethke, Kick, Spencer)

在美國之俄亥俄州 Ohio 農事試驗場,1930年生出一頭無毛
 之鼠,其後由同親及其姊妹,更生出數頭裸鼠,由交雜之結果,
 其對於正常性,為單純劣性遺傳。

上: 裸鼠牡 下: 裸鼠牝

為突然變異生出者,亦似有之。

以上之外,其雖稱為突然變異,然多少有可疑者;又畸形的突然變異,在家畜及家禽等,是皆多數知之。

第二節之附註

(1)此語等本來只有‘繁殖’之意義。近來乃用為‘新品種育成’之意。

(2)在特別情形,亦有用兩端用棉封之玻璃或假象牙筒者。

(3) 柱頭分泌粘液,觀之似待花粉來之時期,即為適期。

(4) 小麥對於銹病之耐病性,起因為何,尚屬不明,在其形態的性質,亦難看出差異,若依據近來之研究,謂為恐因輕電離子濃度之差,此外如因發芽或成熟期早,或反之因其遲,又或不患某一定病患,是皆不能謂為耐病性。 F_1 因雜種強勢之故,難罹病患,亦不能稱為耐病性。耐病性之原因,由於病患種類或植物種類不同,而非為一樣。有部份的耐病性者,有完全者。後者亦常稱為免疫性 immunity。耐病性除生理之原因外,亦有形態之原因,例如因植物體表面密生細毛,或分泌粘液,表皮或厚或硬而可免病原物之侵入。

(5) 與此相類之育種,如浦林格耳 Pringle、布郎特 Blount、法勒耳 Farrer 等所成功者,然非如彼芬之根據孟德爾式遺傳而有組織的進行。

(6) 與蚜蟲近緣之半翅目昆蟲。

(7) 在麥類稱為 head-to-row。與此相對之播一株植物之種子於一區而作比較調查之方法,稱為一株一區法 plant-to-row or plant-row test。此為用於麥類等之淘汰者。

(8) 稻之自昔淘汰法中,有稱為拔穗者,此為在收穫前迴觀水田全部而選擇拔取認為優良之穗以作原種之方法。此亦不外集團淘汰法之一種。

(9) 皮耳生 K. Pearson 對於人類之同夫婦所生二人以上之子,作統計的研究而謂未有如末子之肖其父之傾向者。

(10)騾之身體較馬爲小，然強健而有力，可主要供鞍用，又較馬可賣高價。

第三節 優生學

Eugenics⁽¹⁾; Eugenik, Rassenhygiene

1. 概說

優生學之觀念，由來甚古。在古代希臘之哲學家柏拉圖 Plato，於西曆紀元前四世紀時，已於其所著‘共和國’ Republic 中謂在優秀男女間，應獎勵繁殖，其所生子女，須立即送入國立養育院，使其父母之關係不明。劣等者，務宜不使其繁殖，設即有生產，亦應不加養育。然至近年，優生學乃惹起世人之注意者，是爲哥耳登 F. Galton 之力。若依據哥氏之定義，‘優生學爲關於在知能及體質上，使子孫之人種的價值向上或低下之種種原因之研究’。

在今日，各國皆對於生產率之低下，甚爲注意，然對於國民之本質低下，似尙未十分關心。若依據哥耳登之研究，英國人之平均知能，與 11-13 歲之正常兒童同一程度，此蓋與精神病者相去不遠。歐戰時美國行徵兵檢查之結果，除鮮明有精神的缺陷者外，所有各階級之男子，年齡爲 21-31 歲之 10 萬人，其平均知能，屬於 13 歲正常小兒同一程度，又其中 2.6%，爲 10 歲小兒之程度，即所謂精神耗弱者，若依據達文坡耳特 C. B. Davenport 之研究，美國每年雖有 250 萬嬰兒生出，然其

50萬,於一年以內死亡,其80萬,在20歲內死亡,所餘120萬成人中,有一萬人,即.8%,為依賴國家之保護者(犯罪者、白癡、低能、極貧者)。現在美國有50萬人為精神病者,8萬囚徒及10萬人極貧者,用於此等人之經費,每年有一億美金,且此等贅瘤人類,數與率皆逐年漸次增加。若依據費契耳 R. Fetscher 之計算,德國現在有約23萬人為精神病者,假定其一半有遺傳性,即相當於11萬5千人,因對一人之經費,平均為1482 R. M. (Reichsmark),故全體一億六千九百萬 R. M., 每年直接由國家負擔。

如此情形,恐不僅上述三國,由此可以察知世界各國,皆受同樣煩惱,汲汲於遺傳的劣弱者之保護,誠如使雜草繁滋,因而至於嘉卉漸滅。若令其在量為增大而其質變低下,則國家恐將瀕於危殆。吾人既已在動植物之改良,而得凌駕自然之實績,何故不進而改良吾人自身,優生學之任務即在於此。然優生學之本來面目,為改善人類之本質 nature, 即遺傳的性質,其與改善環境 nurture 為目的之優境學 eugenics, 自有分野。

2. 人類之遺傳 Human inheritance; menschliche Erblchkeitslehre

人類之遺傳研究,伴有種種困難:(a)實驗在所不許;(b)產兒之數少;(c)世代經過需要長年月;(d)近親交配少,故直系之 F_2 分離,不能見之等;以是終不能與其他生物相比類。且隨人

類之體制複雜,除有多數變更因子外,其染色體間,亦似有相當多數之轉位,逆位,部份的轉換等,以是表面上之相同性質,或為優性遺傳,或為劣性遺傳。又其分離比,亦決非單純。

研究之方法有依據系圖,照相,肖像畫等者,有依據現存者之記憶者,有由研究者直接觀察者,然其最安全者,仍為最後一方法,只其在人類所能及之範圍甚為狹小,殊為憾事,以是美國之加耳勒奇研究所 Carnegie Institution 之優生記錄局 Eugenics Record Office 及倫敦之優生學研究所 Eugenics Laboratory 之工作,搜集優生學之正確資料,較任何為急務。非有觀察者之談話或傳說,有時含有謬誤,特別因畸形及其他

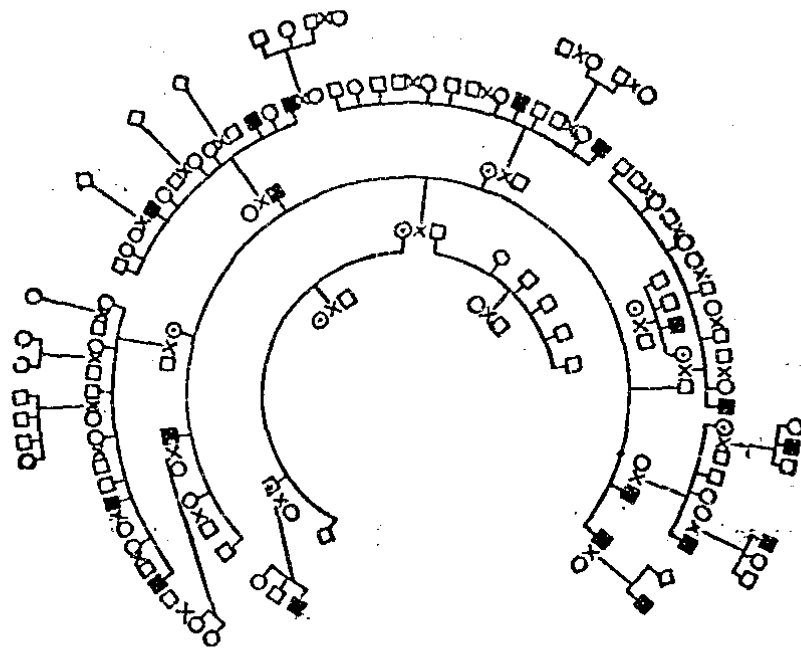


插圖 360. 家系圖之一例(Kroon)

此為大酒狂dipsomania之一家系,各代排列為同心圓狀,為充分利用紙面者。○:正常女, □:正常男, ⊗:異常性傳導者之女, ⊠:大酒狂之男, ◇:男女不明, ◻:例外之正常男, 由左至右,為年齡順序。

缺陷,易於隱蔽,故根據此等材料而下結論,往往不中正謬,家系圖之圖示法有種種,然如插圖第三百六十之扇形,有節約紙面之長處,故在大家系圖,甚為便利。

更有一研究法,即由於統計的方法,例如由某一集團人口中,調查其一對相對因子之純型優性,雜型優性及純型劣性三因子型之比率,而歸納此因子之遺傳行動等是。

以下為主要根據克魯 F. A. E. Crew 而表示人類之遺傳的性質之大要者。D 為優性, R 為劣性, s 為伴性。> 之左側為優性,右側為劣性。

性質或異常型之名稱		遺傳行動
Achondroplasia	軟骨缺乏(多侏儒病)	D?
Acoustic tumors	聽官腫瘤	D
Adenoid disposition	腺病質	D
Adiposity(Corpulence); Fettsucht	肥胖症	D(亦有謂伴性者)
Albinism	白膚	R
Albinism, limited to th eye	白眼	R ^s
Albinism, partial	白斑	D
Alkaptonuria	阿耳加浦頓尿	R
Alopecia	禿頭症	D(亦有謂R ^s 者)
Amaurotic idiocy	黑內障白癡	R(半致死)
Anencephaly	無腦	R
Angioneurotic oedema	血管神經性水腫	D
Anidrosis	無汗症	R ^s
Aniridia	虹彩缺乏	D
Anodontia	無齒	R ^s
Anonychia	無指甲	D
Anophthalmia	無眼球	R
Aplasia axialis extracorticalis	拍里色扶斯病(Pelizaeus)	R ^s

Arteriosclerosis	動脈硬化症	D
Asthenia	全身無力	D
Asthma	喘息	D(或R ³)
Astigmatism	亂視	D
Ateliosis	侏儒	R
Atheroma	粉瘤	D
Atrophia cutis	皮膚萎縮症	R
Atrophy(auditory nerve)	聽神經萎縮	D
Baldness	青年禿頭	從性(在男為D)
Brachydactyly	短指症	D
Brachydactyly, hypo-and brachyphalangy	短指(指骨不足)	D(部份致死因子)
Bimanual synergia	兩手同一舉動症	D(不規則)
Bullosis(Pemphigus) connata	先天性天疱瘡	R
Camptodactyly	曲指(痛風性曲指)	D
Carcinoma	癌	D?
Carpal displacement	指骨位置異常	D(D ⁵ ?)
Cataracta	白內障	D
Cerebellar ataxia	小腦性運動失調	D
Chondrodystrophy, non-severe	軟骨萎縮(輕症)性侏儒	D(有時為R)
Chondrodystrophy, severe	軟骨萎縮(重症)性侏儒	R
Chorea, Huntington's	舞蹈病	D
Cleft-palate	口蓋破裂	D(不規則)
Clinodactyly	手指外方彎曲症(指趾變位)	D
Clubbed fingers	手指棍棒狀畸形	D
Club-foot(Pes varus)	鰓足	R
Coloboma iridis	虹彩缺損症	D(不規則,多為男)
Colour blindness	色盲	R ⁴
Compulsive insanity	脅迫觀念狂	D
Congenital absence of calvaria	顱頂骨缺乏	R
Congenital hypertrophy of colon (Hirschsprung's d.)	先天性結腸異常膨大	D
Corneal opacity	角膜濁濁	D
Cretinism	甲狀腺肥大白癩	R
Cryptophthalmus	無眼症(先天性眼臉癒合症)	R
Cyclopia	兩眼癒合畸形	R
Cystinuria	西斯廷尿	D

Deaf-mutism	聾啞	R
Dementia amauroticans in infant	黑內障性癡呆(嬰兒時代)	R(2)
Dementia amauroticans in childhood	黑內障性癡呆(幼年時代)	R(猶太人以外)
Dementia praecox	早發性癡呆性	R(同義因子)
Dermatosis Darier vegetans (Psorospermosis)	增殖性毛囊症	D
Diabetes mellitus	糖尿病	R(不規則)
Diabetes insipidus	尿崩症	D
Diathesis adenoid	腺病質	D
Diathesis dystrophic	本質的營養不良	D
Diathesis exudative	滲出性體質	R ^s (有時爲D)
Diathesis lymphatic	淋巴性體質	D
Dipsomania	大酒狂(參考插圖360)	從性(男子優性)
Distichiasis	睫毛重生	R
Dupuytren's contraction	手掌慢性炎症	D
Dysostosis cleidocranialis	頭鎖骨發達不全	D
Dysostosis craniofacialis	頭顏面骨發達不全	D(不規則)
Ear, absence of external	外耳缺乏	D(不規則)
Ear, bilobed or deeply pitted	裂耳	D(不規則)
Ectopia lentis	水晶體偏位	D
Ectopia pupillae	瞳孔偏位	R ^s (不規則)
Elephantiasis (v. Recklinghausen's disease)	象皮病	D
Embryotoxon	胎兒素毒, 初生兒角膜翳	D
Enuresis nocturna	夜尿症	R?
Epicanthus	內眥贅皮	D(大部份)
Epidermolysis, bullosa, dystrophica	萎縮性水泡症	D
Epidermolysis bullosa, traumatica	外傷性水泡症	D
Epilepsy	癲癇	D(或R ^s)
Epilepsy, muscle clonus	癲癇(周期性)	R(瑞典)
Epispadias	尿道上裂	R
Exostosis	外骨腫	D
Eye-colour, Tortoiseshell	黑黃複眼色	D
Eyelids, constricted	縮眼瞼	D
Feeble-mindedness	精神耗弱	R(在某系統爲D)

Flat foot	扁平足	D
Flocculus iridis	絨毛狀虹彩	同義因子(其一大半伴性)
Fragilitas ossium (+ Blue sclerotics)	脆骨症(+青色鞏膜)	D(特別在猶太人)
Freckles	雀斑	D
Friedreich's ataxia	運動失調(脊髓硬化性)	R
Gallstones	胆石	D
Glaucoma	綠内障	D(有時為R)
Glioma	膠質腫(神經膠腫)	R?
Glomerulo-nephritis	腎絲球體炎	D
Goitre; Basedow'sche Krankheit	甲狀腺腫	D*
Gout	痛風	D(不規則)
Gower's disease (Saltatory spasm)	小兒運動性痙攣	R*
Haemophilia	血友病	R*(部份致死)
Haemophilia, pseudo-	擬似血友病	D
Haemorrhagic telangiectasis	出血性血管擴張	D
Hallux valgus	外翻趾	D
Hapsburg jaw	下顎突出	D
Hare-lip	兔脣	D(不規則)*3)
Hay fever	枯草喘息(花粉熱)	D
Hemeralopia	夜盲症	D
Hemeralopia, with myopia	近視性夜盲症	R*
Hereditary epistaxis	遺傳性鼻血	D
Hereditary spinal ataxia	遺傳的脊髓性失調症	R
Hereditary tremor	遺傳性震顫	D
Hermaphroditism masculinis externus	外性器官男性半陰陽	R
Heterochromia iridis	異色性虹彩	R(不規則)
High blood pressure	高血壓	D
Hydro-aestivale	種痘狀水疱疹	R
Hydrophthalmia	水腫眼	R
Hyper-extension at joints	關節過度伸展症	D
Hyperidrosis	多汗症	D
Hypermetropia	遠視	D(亦有謂為R者)
Hyperphalangia pollicis	拇指骨過多	D
Hyperthyroidism	甲狀腺肥大	D
Hypertrichosis	多毛症	D

Hypoplasia	發育不全	R
Hypospadias	尿道下裂	D(不規則,從性,男)
Hypotrichosis congenita	先天性脫毛症(生毛不全)	D(不規則)
Hysteria	歇斯的里	D
Ichthyosis congenita	先天性魚鱗症	R(部份致死)
Ichthyosis vulgaris	普通性魚鱗症	D(不規則)
Infantilism	發育不全(小兒性體格)	R
Infundibular thorax	漏斗狀胸	D(不規則)
Inguinal hernia	鼠蹊脫腸	D
Insanity, maniac depressive	躁鬱狂	D
Jaundice, hereditary	遺傳性黃疸	D(不完全,不規則)
Keratoconus	圓錐角膜炎	R(或為同義因子)
Keratosis universalis	全身性角化症	R
Keratosis follicularis	毛囊角化症	D
Keratosis follicularis lichenoides	毛囊苔狀角化症	R ^o
Keratosis palmaris et plantaris	掌蹠角化症	D(或為R)
Lagophthalmus	兔眼	D
Leuconychia	白指甲症	D
Luxatio coxae congenita	先天性髖關節脫臼	D,R(不規則)
Megalocornea	巨大角膜症	R ^o
Microbrachycephaly	短小腦	R
Microcephaly	小形腦	R
Micromelia	四肢短小症	R
Microphthalmia	小眼症	R(歷史上R ^o)
Migraine	偏頭痛	D ^o
Moniletrichosis	紡錘毛	D(多少不規則)
Muscular dystrophy	筋萎縮	R ^o (有時為D ^o)
Mlyopia	近視	R(有時為D)
Myotonia atrophica	萎縮性紡錘麻症	D?
Myotonia congenita (Thomson's disease)	先天性筋強直麻	D
Nanosomia primordialis	原始性侏儒	R
Nanosomia infantilis	小兒性侏儒	R
Neurasthenia	神經衰弱	D
Neuritis optica	視神經炎	R ^o (不規則)

Neurofibromatosis	神經纖維腫	D(不規則)
Nomadism	放浪性	R*
Nyctalopia	晝盲症	R
Nystagmus	眼球震盪症	D
Nystagmus with head swaying	頭搖動眼球震盪症	R*
Oedema of legs (Milroy's disease)	腳部水腫	D
Oguchi's disease	小口(人名)病(先天病夜盲之一)	R
Optic atrophy; Leber'sche Krankheit	視神經萎縮	R*(不規則)
Osteopsathyrosis	骨質脆弱	D
Otosclerosis	中耳硬化症	D(歷史上R)
Oxycephaly	尖頭畸形(頭顱細小)	D(或為R)
Paralysis agitans	震顫麻痺	R(某一系統為D)
Paroxysmal myoplegia	發作性筋麻痺	D(不規則)
Patella, absence of	膝蓋骨缺乏	D
Pernicious anaemia	惡性貧血	D?
Peroneal atrophy	腓骨萎縮	D
Pityriasis versicolor	癬風	R*
Polycystic kidney disease	多囊胞性腎臟病	D
Polycythaemia	赤血球增加症	D
Polydactyly	指趾過多	D(不規則)
Porokeratosis Mibelli	汗口角化症	D
Prognathism	上顎突出	D
Progressive muscular atrophy	進行性筋萎縮	R*
Psoriasis	鱗屑症	D
Pterygium	內眥翼狀贅片	D
Ptosis	眼瞼下垂症	D
Rachitis	佝僂病	D
Radio-ulnar olisthy	橈尺骨脫臼	D
Radio-ulnar synostosis	橈尺骨癒着	D*(不完全優性)
Red-green blindness	紅綠色盲	R*
Retinitis pigmentosa	網膜色素變性症	R*(或為D*,R)
Retinitis punctata albescens	白點狀網膜炎	R
Rounded back	駝背	D
Scarlatinal nephritis	猩紅熱腎炎	R
Schizophrenia	意思分裂性早發性癡呆	D

Sclerosis	硬化症	D
Scoliosis	脊柱側彎	D
Sickle-celled anaemia	貧血之一種	D(限於黑人)
Spasmodic torticollis	痙攣性斜頸	R
Spastic paraplegia	痙攣性風癱(半身不遂)	D(或為R, R ^s)
Spastic spinal paralysis	痙攣性脊髓麻痺	D(或為R)
Splenomegaly	脾臟肥大	D(不規則)
Split hand and foot (Lobster claw)	裂手及裂足	D或R
Stammering	口吃	D(不規則)
Steatorrhoea congenitalis	紅斑性狼瘡(先天性皮脂瀰)	R
Stenosis of mitral valve	僧帽瓣狹窄	D ^s
Strabismus	斜視	R
Strabismus + hypermetropia	斜視+遠視	D
Struma sporadica idiotypica	散發性癩呆甲狀腺腫	D
Suicide	自殺狂	D
Syndactyly	指趾癒着	D
Synphalangy	指骨融合	D
Teeth, absence of canine	犬齒缺乏	R
Teeth, absence of molars	臼齒缺乏	R
Teeth, early decay of	齒之早期脫落	從性(女)
Teleangiectasien	血管症	D
Torsion neurosis	扭轉性神經症	R
Trophoneurosis	營養神經症	R
Urticaria	蕁麻疹	D
Valvular disease of heart	心臟瓣膜症	D
Webbed toes	蹼足	D(從性)
White forelock	白前髮	D
Xanthomatosis	黃斑腫本質	D(不規則)
Xeroderma pigmentosum	色素性乾皮症	R(部份致死)
Zygodactyly	前後雙指症	D(不規則)
Blood groups	血液型	A>0, B>0
Eye colour	眼色	黑>茶>碧
Finger print	指紋	渦卷>流紋>山形
Hair colour	髮色	黑>紅>淡色

Hair form	髮型	捲縮>波狀>直
Head form (brachy-and dolicocephaly)	頭型	短頭>長頭
Intelligence	知能	優秀>劣等
Left-handedness	左便	不規則(一部份為後天性)
Mongolian spot	蒙古斑	二因子(一為D,一為R)
Musical ability	音樂才能	D(多數因子)
Skin colour	皮膚色	暗黑>淡色
Stature	身長	短身>長身(數因子)

3. 消極的優生學 Negative eugenics

欲使人類之遺傳的性質向上,其最必要方法之一,即為遺傳的惡質之排除。因幼時患腦膜炎而成白癡者,或難產所生之畸形,或起因於受傷或病患而成盲目等,因不遺傳,故不成問題。然有先天的瘋癲、白癡、不道德性、犯罪性等缺陷者,甚盼用適當方法以限制或阻止其繁殖。特別如低能、白癡及犯罪性之遺傳確實者,非斷然阻止其生殖不可。低能遺傳之最有名例,為加里加克一家 Kalikak family。犯罪性遺傳之適例,為久克一家 Juke family。

在美國,1907年,印第安那州 Indiana 最初發動,現在48州中,已有30州發佈實行斷種法 Sterilization Law。截至1933年一月一日,實行斷種之人數,已達16,066人,以此比於截至1930年一月一日之10,877人,約增加50%,此即謂本法之必要,已漸次廣汎認識。在加拿大之亞耳伯耳塔州 Alberta,亦發佈有同樣法律。在歐洲,丹麥已實施本法。瑞典亦漸將倣效。德國之拉齊 Nazi 政府,亦已決定1934年一月起實行。其他如挪威、英國等,亦漸高唱對於遺傳的缺陷者有斷種之必要。

斷種之方法，在男性頗簡單，只須將左右輸精管之一小部份切除 vasectomy 已足，然在女性，因必須行開腹術以切除輸卵管 salpingectomy，故多少有煩難。近來雖注意及用 X 線放射以行斷種，然尚未至能完全代替手術，是為憾事。放射過度時，所有卵巢細胞皆破壞，故與除去卵巢有同樣惡影響。若放射不充分，不僅不能確實達到目的，且有使嬰兒變為異常之虞。近來研究出不用開腹術而以金屬線由陰道口以灼毀輸卵管之子宮開口部之方法 cauterisation，前途甚為有望。又隔離收容有缺陷者以阻止生殖之方法，粗視之似合人道，然其實不僅奪其人之自由而害其幸福，且需要甚多經費，故不能實行。

4. 積極的優生學 Positive eugenics

使民族本質向上之他一手段，為獎勵優良遺傳質家系之繁殖。然在實際上，各國之最多行受胎限制者，為知識階級，以是其生產率，較勞動階級遂為低下。若依據達文坡耳特之研究，美國之布林摩耳女子專門學校 Bryn Mawr College，於 1888—1913 年間，有 1,193 人之得有學位者 bachelors of arts，然截至 1913 年一月，其中之有生產者，僅不過 263 人。又達氏謂哈佛 Harvard 大學之某期畢業生(男子) 328 人，於其後 20 年間，僅有 195 人之子女，又另一級之 278 人，於其後 25 年，不過生 141 人。一般言之，美國之女子大學畢業生，其終身不結婚者近於 50%，男子畢業生亦達於 25%。依據加特耳 J. McK. Cattell 之

研究美國科學者之生育完成後之家庭(4) completed family, 其子女之平均為 1.88 人,而其中之 12% 於成年以前夭亡,故餘者不過 1.65 人,亦即夫婦二人間,平均不能生出子女二人。此傾向不僅為美國,世界各國相信皆然。故若如此放任,則世界上知識階級之子孫,非漸次減少不可。設 A 階級之一對夫婦平均生二兒, B 階級之一對夫婦平均生四兒,一世代平均為 33 年,則在 300 年後, B 階級占總人口之 99.8%。其對策不能不計劃助長遺傳優秀家系之繁殖,如或使結婚年齡提早,或援助其子女養育,又在一方面設婚姻商議 Eheberatung 之機關,關於其配偶之選擇給與適當注意,以免遺傳上有重大缺陷之家系,混入優良血統家系。

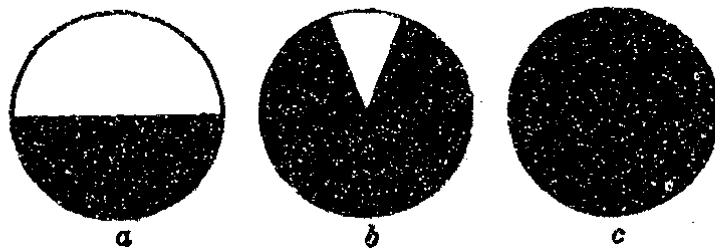


插圖 361. 繁殖率相異之二階級之將來(Lenz)

白者為每一代生二兒之 A 階級 黑者為每一代生四兒之 B 階級
 a: 出發點(同數) b: 100 年後 c: 300 年後

5. 近親結婚及雜婚之問題 Consanguineous marriage and racial crossing

過於近親之男女間結婚,在有害於善良風俗之意義上,多數國家皆禁止之,即在日本,亦不許叔姪及較此為近之親屬間結婚,以是通常近親結婚之問題,為從兄妹間以至再從

兄妹間之結婚。有如前記之表，在人類之異常性質中，其劣性者相當多。因在近親者間，其關於同一劣性缺陷為雜型之情形，想相當多。故當事者自身雖為正常，不一定不生出異常之子。在實際上，聲啞或遺傳的盲目，在近親結婚者較普通之比例為多，是無容疑。

然近親結婚，不限定皆為不良之結果。例如有名之進化論學者查里斯達爾文 Charles R. Darwin 與其舅父之女結婚，生五男二女，其四男皆為有名之英才，末子之勒窩那耳得達爾文 Leonard Darwin，現為英國之優生教育學會會長。要之，近親結婚結果之良否，須依其家系之遺傳的本質如何而定。



插圖 362. 在黑人與白人行退交雜時之分離(Lotsy)

後方之黑人型婦人，為英國男人與南非洲之 Basuto 地方女人之 F_1 ，前方之男兒，為此 F_1 婦人與白種男人間所生之子，其皮膚之色固無論，即髮之色與形，又眼之色等，亦接近白種人，

復次，地球上之任何民族，皆無完全純粹者，必在某種程度內與異民族間會行雜婚。特別隨交通機關之發達，而雜婚有愈變多之傾向。用從來所行之集團統計的方法，雜婚之結果，殊難知之，是非對於各家族行精細之遺傳學的分析不可。此方法為最近乃漸抬頭者。然多年爭論之人類雜種是否發生性質之分離一問題，至今日乃確實肯定。

格慈 R. R. Gates 將雜婚之程度分為二者。(1)比較的近緣之異民族間之雜婚。(2)遠血緣之異民族間之雜婚。後者更分為二。(a)二文化民族間之雜婚，或二原始民族間之雜婚。(b)一文化民族與一原始民族間之雜婚。只有在(b)之情形，伴有甚大困難。所謂困難者，不僅社會的關係，肉體上亦有種種不調和之意義。例如或為小顎生大齒⁽⁵⁾，或為上下兩顎異其大小，而不能適當運用，或為大體軀而小內臟，故結果成為早死。然同時不否認有比較優良性質組合出現之可能性。

要之，認為血緣過遠人種間其雜婚有害，是為多數學者之意見⁽⁶⁾，著者亦相信在無優生學的設施之國家，除對此肯定以外無他言。然在有方法排除有缺陷者之國家，雜婚不僅無若何可懼，且其使遺傳質之組合增多變化，當尚有為民族之向上所資者。所謂社會遺傳 social inheritance⁽⁷⁾一問題，是為在第二要義以下者。

(6)環境之界限 Limits of education

在人類，與其謂遺傳，毋寧謂其有注重於環境之傾向。然

在實際上，無論使環境至如何理想，無論施以任何充分教育，尚有不可動搖之遺傳領域存在，是蓋不可忘者。古語所謂‘唯上智與下愚不移’，即為透漏此中消息者。哥爾登所搜集之雙生兒實例，因大概皆為同一環境下所成長之雙生兒，故雖其性格與知能等為可驚的相似，然其若何部分屬於遺傳，則難確知，是為憾事。反之，近來牛曼 H. H. Newman 對於由幼時即在各別環境養育之一卵雙生兒數組，作身體的及心理的研究，而漸次增加此方面之材料。若此能大成，則對於此問題，當有大貢獻。

(7) 優生學之界限 Limits of eugenics

對於優生學之主張，今日尚有種種反對論：(a) 奪去生殖力為反於人道。(b) 愛神比較執照為婚姻之安穩指導(自然放任主義) Cupid is safer guide in matrimony than a licensing board. (c) 人類不能如牛馬之使其繁殖。(d) 環境之改良，較遺傳為急務。(e) 人類以中庸為佳，曠世英才，反多不幸。(f) 現在關於人類遺傳之知識，為貧弱而不足備賴，根據此以樹立實行方案，殊為危險。(g) 無論如何改良本質，終不能絕滅一國社會罪惡。(h) 在一方面有缺陷而他方面有所長之情形，試問又將如何。所謂天才為近於狂人者，因除狂人之故，豈不阻止天才之出現乎。有此等等。

茲試對於此簡單答覆之。(a) 若高唱所謂人道，則有如死刑，乃非人道之極。與刑罰難全廢之意義同樣，不僅為大多數

良民之幸福起見，不能不阻止少數異常者之繁殖，且以不害自己生涯之幸福而不遺留子孫，故不乏本人自身希望如此之實例。(b)愛為盲目的 love is blind，決非安全道路。(c)此非為將人類當作牛馬待遇者，只為使勿與特定個人陷於戀愛，而在事前給與警告而已。(d)環境之不可忽視，是當承認者，然同時不能不力陳遺傳質改良之必要性。(e)優生學之目的，非為造成少數偉人，而為欲使民族之本質全般的向上。(f)因由現在遺傳知識之可認為確實之範圍內，而實施一定方策，故無若何危險。(g)若再引用對於(d)所論述者即足矣。(h)斷種法非施於有一長一短而茫於取捨之人類者，又對於有異議提出者，亦有充分考慮。

以是今日之優生學學子所應進行之道路，一方面關於人類之遺傳研究，應更充分進行，同時他方面之感傷的人道主義或謬誤方面之慈善思想，使其醒覺，且指導大眾勿囚於目前之事象，而須着眼於國家之百年大計，然若相信人類之遺傳的改良可如家畜及作物完全行之，則為過早。例如在馬，其競走馬與輓用馬，可在完全各別之系統育成。然在人類，則不能鮮明區分學者家系，軍人家系，勞動者家系以決定結婚之對手。單除去極端不良分子，當已可滿意。

第三節之附註

(1)此語為1883年哥爾登所初合成。Eu=Well, Genos=Race, 而 Eugenics=Well-born, 亦有用 Race biology, Race hygiene

等語者，然此等皆較 Eugenics 之本來意義稍為廣汎。

(2) 殆全為猶太人，此為部份致死因子。

(3) 亦有由於妊娠中之營養不良等而與遺傳無關係者。

(4) 此兩夫婦今後無生育希望之家庭。

(5) 於此所舉之不調和或在白種人與黑種人之雜種所常出現之黑斑等，豈不可認為一種體的兩合體乎。

(6) 所謂雜種有害者，因文明國之不良分子，至未開化人間，放縱作成混血兒及使性病蔓延之例甚多。健全之文明國人與土人結婚而成立有統制之社會，而其有良好成績者，如在勒赫波斯雜種 Reheboth hybrids (荷蘭系 南非洲之波耳人 Boer 與荷吞妥特土人 Hottentot 之雜種)及匹特加里安島民 Pitcarian Islanders (英國之水手與坡里勒遜人 Polynesians 間之雜種)等，可見其適例。

(7) 親傳於子，子傳於孫之知識習慣等之累積之謂。

(8) J. McK. Cattell: It is easier to decrease or eliminate typhoid fever by hygienic measures than to attain racial immunity.

第四節 血液型之研究

Blood Groups; Blutgruppenforschung

1. 概說

在人類之遺傳中，有如血液型研究之為一般的且漸廣汎應用者，其他蓋無類例。以是特設一節敘述之。

奧國之蘭德斯泰勒耳 Karl Landsteiner, 1900, 1901 始觀察得在健全人類,以乙之血清加於甲之血液而甲之赤血球發生凝集之情形(1),同種動物之血液間而有此現象存在,當時頗以為意外,而稱此現象為同種血球凝集反應(2) iso-hemagglutination or iso-agglutination. 蘭氏依據此反應而將人類之血液分為 A、B、C 三型。A 與 B 在今日為同一符號,而 C 則相

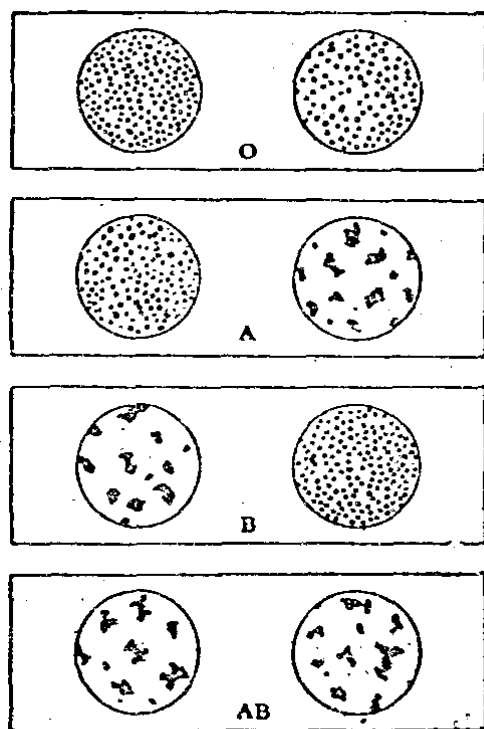


插圖 363. 四種血液型之凝集反應模式 (Snyder).

所有各切片,皆為左側加以 A 型之人血清,右側加以 B 型之人血清者。

O: O 型之人血球(不凝集)

A: A 型之人血球(用 A 型之人血清不凝集,然用 B 型之人血清則凝集)

B: B 型之人血球(用 A 型之人血清則凝集,然用 B 型之血清則不凝集)

AB: AB 型之人血球(無論用何一血清皆凝集)

當於今日之 O 型。其後德卡斯特羅及斯塔耳里 A. v. Decastello u. A. Sturli 更發見一型，故血液型有四種。揚斯基 J. Jansky, 1907 以 I, II, III, IV 表示上述四種血液型。而莫斯 W. L. Moss 則將揚斯基之 I 與 IV 顛倒。然東格恩及希耳慈費耳德 E. v. Dungern u. L. Hirszfeld⁽³⁾, 1911 則用 O, A, B, AB 等文字，而今日多推獎此方法。茲將此等關係示之如次。

蘭氏	楊氏	英氏	東氏等	血 清	血 球
C	I	IV	O	使 A, B 及 AB 之血球凝集	無論用何型血清皆不凝集
A	II	II	A	使 B 及 AB 之血球凝集	由於 O 及 B 之血清可使凝集
B	III	III	B	使 A 及 AB 之血球凝集	由於 O 及 A 之血清可使凝集
-	IV	I	AB	不能使任何型之血球凝集	由於 O, A 及 B 之血清可使凝集

血球所以能凝集者，蓋因血球中存在有特異之凝集原 agglutinogen，而血清中含有特異之凝集素 agglutinin。O, A, B, AB 之區別，即根據凝集原而命名者⁽⁴⁾。至於血清之凝集素，有 α (Anti-A) 與 β (Anti-B) 二種。O 型含有 α 與 β ，A 型含有 β ，B 型含有 α ，AB 型則完全不含凝集素。此 α 血清，有使 A 及 AB 血球凝集之作用。而 β 血清，有使 B 及 AB 血球凝集之作用。在病中時，亦有暫時多少發生反應變調者，然在健康體，其血液型，經全生涯不變。

血液型檢查之方法，先準備 A 型之人血清 (β 血清) 及 B 型之人血清 (α 血清)，作為標準血清。次採取被檢查者之耳或手指背面之血液，以之滴於載玻璃上分為二處，再各別加以 A 及 B 型之人血清，而振動載玻璃，則數分鐘即發生凝集反

應,依此可以區別四種之血液型,其詳可參考插圖第三百六十三。市上販賣之血液型檢查用試藥名 Abotest 者,爲由某種動物血液所採取之血清,其 α' 試藥,相當於 B 型之人血清,而 β' 試藥,相當於 A 型之人血清。

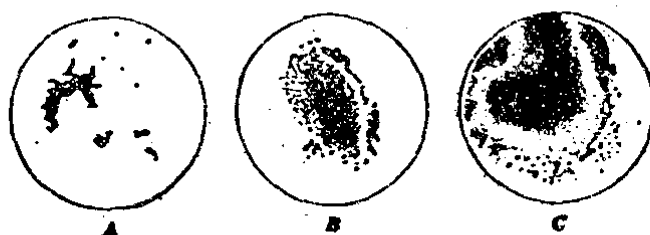


插圖 364. 血球凝集反應之強弱(淺田)

- A: 陽性凝集反應(強度) B: 陽性凝集反應(中等度)
C: 陰性凝集反應

若依據吉田之研究,由汗、唾液、淚、鼻涕、精液、子宮分泌物等,亦可檢定血液型。其方法爲採取一片浸有此等物質之任何一者之紙或布,二分之而置於載玻璃上,一者滴以 α 血清,他一者滴以 β 血清,五分鐘後,將紙或布片棄之,次於此殘留血清上,各滴下一滴 AB 型之血球浮游液,則作次述之反應:

被檢查物 + α 血清 + AB 血球	} 充分凝集	} O 型
被檢查物 + β 血清 + AB 血球		
被檢查物 + α 血清 + AB 血球	} 不凝集或凝集力弱	} A 型
被檢查物 + β 血清 + AB 血球		
被檢查物 + α 血清 + AB 血球	} 充分凝集	} B 型
被檢查物 + β 血清 + AB 血球		
被檢查物 + α 血清 + AB 血球	} 不凝集或凝集力弱	} AB 型
被檢查物 + β 血清 + AB 血球		

已乾血液,則先使成粉末後,而準據上述方法以行檢定。乾血之血球,已無自己凝集之能力,然因可以中和而解消 α 或 β 血清抗體 antibody 所具凝集作用之抗原 antigen, 其特性依然保持,例如 A 型之乾血,無力使 α 血清發生凝集作用,然對唾液等,亦有同樣之中和作用。

2. 血液型之進化

柏恩斯太因 F. Bernstein 認 O 型為原始型,由此之突然變異,乃生出 A 及 B,再由此兩者交雜,遂生出 AB。然大庭及西氏等,認 AB 為原始型,西氏更證明與人同樣有四種血液型之動物,其胎兒之初期為 AB 型,漸次乃分化為 A、B、O 等型。但若依據古畑及水氏等之研究,謂胎兒之血液型,於受胎後三月,已與成人同樣分為四型,然血清之凝集素,則至生出後之某時期,尙未完成。淺田等謂 AB 型為原始型,其後凝集素之自家免疫的發生之程度,在遺傳上有次之相異:

O 型($O_{\alpha\beta}$)	A 型(A_{β})	B 型(B_{α})	AB 型(AB_0)
$A < \alpha \quad B < \beta$	$A > \alpha \quad B < \beta$	$A < \alpha \quad B > \beta$	$A > \alpha \quad B > \beta$

人類以外動物之血液型,近來亦漸次研究,且已發見與人血同樣之凝集原及凝集素,有多數種類,亦即已證明在猿、犬、豬、綿羊、山羊等,有 A 凝集原存在,而在猿、犬、牛、馬、豬、羊、兔、天竺鼠、白鼠等,有 B 凝集原存在。依據對於人血球之作用,動物血清之種類,可分為六型,如插圖第三百六十五。為因與人血清之區別起見,稱之為 α' 、 β' 等。

動物名	血清之種類
家兔	O 與 α' 占大部份, β' 為稀有。
猴	大部份為 α' 。
馬	O 與 α' 。
豬	O、 α' 、 β' 、 $\alpha'\beta'$ 四型皆有, 然特別以 O 與 α' 為多, 型之差異顯著, 凝集價亦甚高者有之, 故實用上甚有利。
犬	O、 α' 、 β' 之外, 尚有第五型。
牛	O、 α' 及第五型。
雞	只 O、 β' 二型, 無 α' 。
鰻	大部分為第六型, 間亦有他型者。

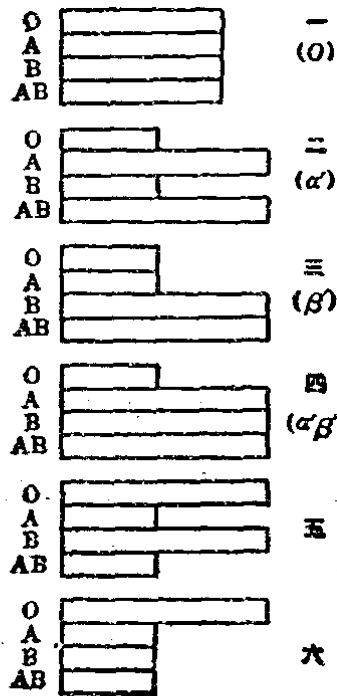


插圖 365. 動物血清之六型模式(古插)

長方形為對於人血球之凝集價,

縱之文字為人之血液型,

一至六為動物血清之種類, 第五與

第六, 為人類所無之血清型,

3. 血液型之遺傳形式

窩吞白耳格及愛匹斯太因 R. Ottenberg and A. A. Epstein, 1908 始暗示血液型應為孟德爾式遺傳。至東格恩及希耳慈費耳德(1910)乃假定為二對獨立遺傳之 A, a, B, b 遺傳因子, 以 A, B 表赤凝集原, 以 a, b 表示凝集素, 此學說長為一般所承認, 實際上由此學說誘導出之‘兩親皆未含有之凝集原, 無於其子出現者’一原則, 至今尚充分保持其權威, 然其他各點, 則不能不大加修正。

柏恩斯太因(1925)主要用統計的研究之結果, 假定有 R, A, B 三個之複對因子, 而認為各血液型之因子構造如次。

血液型	O	A		B		AB
因子構造	RR	AA	AR	BB	BR	AB
血清	$\alpha\beta(\rho)$	$(\alpha)\beta\rho$	$(\alpha)\beta(\rho)$	$\alpha(\beta)\rho$	$\alpha(\beta)(\rho)$	$(\alpha)(\beta)\rho$

括弧中者, 為已成無力之血清, R 與 ρ 之存在無方法證明, 只為理論上存在, 故柏恩斯太因用 \cup 符號, 附於 R 與 ρ 之上。

復次, 古畑(1926)⁽⁵⁾提議以三個遺傳因子用作說明, 然其結論, 甚不明瞭, 而人類之血液型究竟以何種形式遺傳, 尚為未解決之問題, 但古畑其後拋棄前述之所謂第一假說, 而謂二對遺傳因子 A, a, B, b 之完全關聯, 採用次之因子構造, 此即與柏恩斯太因學說相異之第二假說。

血液型	O	A	B	AB
因子構造	(ab)(ab)	(Ab)(Ab), (Ab)(ab)	(aB)(aB), (aB)(ab)	(Ab)(aB)

括弧內為完全關聯之二因子。

此假設謂 A 與 b 及 B 與 a 完全關聯，且又謂 A 與 B 決不關聯，而 a 與 b 又完全關聯，故其不合理處相當多。於是古畑等又拋棄之，而與柏恩斯太因之學說合流，似此理論上經過曲折，然古畑及其門下所行大多數血液型檢查，為提供於斯界之有益資料，其貢獻於日本之血液型研究殊多。

桐原(1927)，田中(1927)，保愛耳 K. H. Bauer, 1928 所發表之業績，其特別在檢查 O×AB 之兩親所生之子之血液型，因大多數為 A 及 B，少數為 O 及 AB，故提議應以二對因子之部份關聯，用作說明，然其後隨多數學者之檢查數增加，乃漸覺以前 O×AB 之子所出現之 O 及 AB 二型，或有技術上錯誤(擬凝集反應等)之疑，又或有基於親子關係不正確之疑，以至部分關聯說，自然無存在之必要⁽⁶⁾。

以是以前現在言，柏恩斯太因之複對因子說，可謂最近於真實，其詳俟後文親子之鑑定處敘述之。

4. 血液型與氣質及體質

古川(1931)謂血液型與氣質間有密接關係，而作成次之氣質表。

血液型	O	A	B
氣	傾向於意志堅強	傾向於陰沉	傾向於澹泊
	傾向於沉着	傾向於溫和	傾向於輕浮
	傾向於精神力強	傾向於用心深	傾向於對事物不當心
	傾向於不聽人言	傾向於抱杞憂	傾向於快活而健談
質	傾向於不為感情驅使	傾向於深謀遠慮	傾向於對事求華美
	傾向於自信力強	傾向於感動深	傾向於受刺激即反應

又謂 AB 型者，其內省的為 A，而外表的為 B，故判斷殊為困難。此學說頗引起一時世人之注意，甚至影響於就職希望者之採用與否。然此學說之當否，已漸次判明不能出於確率法則之範圍，因而漸次失其重要性。

若依據田上、辻氏等之研究，血清凝結素之作用，與內分泌腺之活動如何有關係。若使甲狀腺副腎等之作用減弱，則抗 A(=α) 或抗 B(=β) 之力變弱。反之，若使生殖機能變弱，則抗 A 或抗 B 之力變強。若由此推測之，則血液型與體質，亦有關係。蓋以 O 型或 B 型者，多為甲狀腺活動而瘠瘦之人，而 A 或 AB 多為肥胖之人，是為淺田所云者。藤田、原口等謂血液型與疾病，亦有關係。結核病者，多為 A 與 O。癩病者多 B。癌者多 O。若 AB 罹梅毒，殊難治愈，而對於其他病患，亦弱於抵抗。

肯定論者更高唱因氣質與體質有在後天而大變化者，故其不一致之情形，多為二次的原因。

以上所述，為各別個人之情形，古川更計及團體氣質，而以次式計算之：

$$\frac{O+B}{A+AB} = \frac{\text{Active}}{\text{Passive}} = \frac{A}{P} = \text{團體性指數}$$

而謂若此指數大於 1, 則積極者多, 而此團體為積極的進取的。若小於 1, 則因消極者多, 故作溫和之團體性。然此若非個人之氣質與血液型有確實相關, 不能成立, 是固勿待論。

5. 血液型之分佈

各種血液型之比率, 由於國家或民族又或地方不同, 而大有變異。簡單表示之者, 即計算 $\frac{A\% + AB\%}{B\% + AB\%}$ = 人種係數 biochemical racial index。窩吞白耳格依據此將世界之人種分為次之六型。括弧內之數字, 為人種係數。

1. 歐洲型(2.0—4.5) European type 歐洲人之大部份(包含德國系及猶太人)。
2. 中間型 (1.3—1.5) Intermediate 阿拉伯人, 土耳其人, 俄國人, 西班牙系, 猶太人。
3. 湖南型(1.6) Hunan 日本人, 湖南人, 匈牙利人, 羅馬尼亞系, 猶太人。
4. 印度滿洲型 (0.6—1.2) Indo-Manchurian 朝鮮人, 滿洲人, 北平人。
5. 非洲南亞洲型(0.3—1.4) African-South Asiatic, 黑人, 馬達加斯加人 Madagascar, 蘇馬特臘人 Sumatra, 爪哇人。
6. 太平洋美洲型 (0.8—10.0) Pacific-American 美洲印第

安人、澳洲土人、冰島土人
Iceland, 菲律賓人。

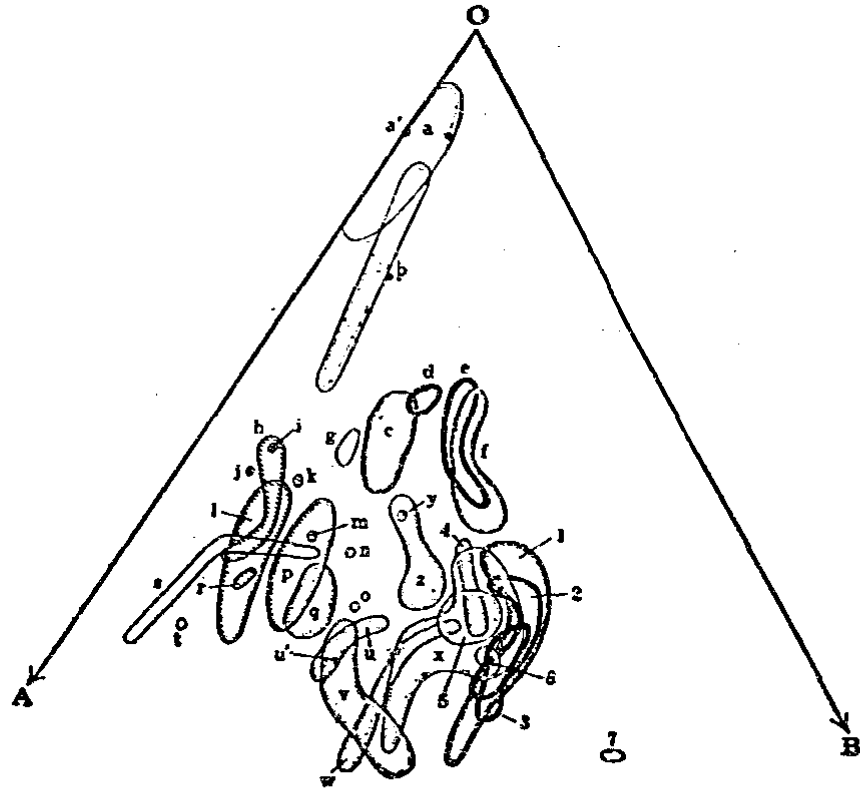


插圖 366. 人種三角形(Steffan)

對於一民族在若干地行測定,而表示其A、B、O三型比率之分佈狀態者,例如 $p=8.1$, $q=0.0$, $r=91.9$ 之美洲印第安人之位置爲 a' , 又 $p=28.4$, $q=16.8$, $r=54.1$ 之日本人之位置爲 u' , (p, q, r 參考本文)

- | | | | |
|--------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| a: <u>美洲人</u> | b: <u>Eskimo 人</u> | c: <u>Micronesian 人</u> | d: <u>Bantu 人</u> |
| e: <u>黑人</u> | f: <u>菲律賓人</u> | g: <u>Sardinia 人</u> | h: <u>意大利人</u> |
| i: <u>英國人</u> | j: <u>西班牙人</u> | k: <u>法國人</u> | l: <u>德國西部人</u> |
| m: <u>捷克人</u> | n: <u>土耳其人</u> | o: <u>波蘭人</u> | p: <u>德國東部人</u> |
| q: <u>芬蘭人</u> | r: <u>斯堪的拉維亞半島人</u> | | s: <u>Laplander 人</u> |
| t: <u>德國阿耳卑斯山人</u> | u: <u>日本人</u> | | v: <u>匈牙利人</u> |
| w: <u>朝鮮人</u> | x: <u>Uzbek 人(阿富汗)</u> | | y: <u>俄國人</u> |
| z: <u>Vatyak 人(俄國中部)</u> | 1: <u>蝦夷人</u> | | 2: <u>Zigeuner 人</u> |
| 3: <u>印度人</u> | 4: <u>中國人</u> | 5: <u>Chuvash 人(俄國中部)</u> | 6: <u>滿洲人</u> |
| 7: <u>Marisk 人(俄國中部)</u> | | | |

然人種係數不過只為 A:B 之比,故斯特倫 O. Streng 提倡用人種三角形 Rassendreieck, 以便對 O, A, B 各型之比率, 一目瞭然,插圖第三百六十六即表示此正三角形之近於頂點一部份.由其中之某點,例如 u', 向 OA 邊引垂線之長度,令為 q, 由 u' 向 OB 邊引垂線之長度,令為 p, 向底邊 AB 之垂線長度,令為 r. 底邊 AB 未畫出者,蓋以 r 之多數情形,有 50 以上之大數字.計算各血液型比率之數式,已由柏恩斯太因簡明教示,即若以 r, p, q 表示 O, A, B 各遺傳因子之頻度,則可由 $(rO + pA + qB) \times (rO + pA + qB)$, 得各因子型之比率如次:

		A		B		
因子型	O	AA	AO	BB	BO	AB
比率	r^2	p^2	$2pr$	q^2	$2qr$	$2pq$

即 $O=r^2$, $A=p^2+2pr$, $B=q^2+2qr$, $AB=2pq$.

故 $O+A=r^2+2pr+p^2=(r+p)^2$, $O+B=r^2+2qr+q^2=(r+q)^2$.

以是若令 $p+q+r=1$, 則 $r=\sqrt{O}$, $p=1-\sqrt{O+B}$, $q=1-\sqrt{O+A}$.

若如此求出 r, p, q 之值, 則六種因子型之比率, 立即可以算出. 以是 A 型中之 AA 與 AO 之比率, 及 B 型中之 BB 與 BO 之比率, 亦可知之.

6. 血液型之應用

(a) 輸血 Transfusion 血液型問題至於引起一般注意者, 為歐戰時治療負傷者之際, 判明其若給血者 donor 與受血者 recipient 之血液型不適當, 可立即致負傷者於死. 亦即若

受血者爲 AB 型,則無論用何人之血液輸血,皆無妨礙;然若爲 O 型,則除同型以外之血液不能用,對於 A 型,只能用 A 或 O 型;對於 B 型,只能用 B 或 O 型,以給血者言, O 型者最爲安全,因其血液無論輸血於何人,皆無危險之憂,故稱爲普遍給血者 universal donor; Universalspender。對於此 AB 型,稱爲普遍受血者 universal recipient; Universalempfänger。組織移植之手術,亦與輸血之情形同樣,不能不先事血液型檢查。

(b)法醫學之應用 Application for legal medicine 此爲主要應用於搜查犯人之情形。遺棄於犯罪地點之紙或布片及其他之血液型,若與被疑者之血液型不一致,則被疑者可以立即釋放,若爲一致,則有第二步調查之必要。

(c)親子之鑑定 鑑定私生子或幼年被誘拐之小孩與疑似親間之親子關係,可依據次表:

已知兩親之型而鑑定子之型者

兩 親	子女(有可能性之型)	兩 親	子女(有可能性之型)
O × O	O - - -	A × B	O A B AB
O × A	O A - -	A × AB	- A B AB
O × B	O - B -	B × B	O - B -
O × AB	- A B -	B × AB	- A B AB
A × A	O A - -	AB × AB	- A B AB

已知母子之型而鑑定父之型者

母 子	父(有可能性之型)	母 子	父(有可能性之型)
O O	O A B -	B O	O A B -
O A	- A - AB	B A	- A - AB
O B	- - B AB	B B	- - B AB
O AB	- - - -	B AB	- A - AB
A O	O A B -	AB O	- - - -
A A	O A B AB	AB A	O A B AB
A B	- - B AB	AB B	O A B AB
A AB	- - B AB	AB AB	- A B AB

又 A 型中,有 AA 與 AO 之別,而 B 型中,亦有 BB 與 BO 之別,此等因子構造,可由兄弟及其他關係以判定之情形甚多,故若以此計入之,則此表應更成精密(即可能性之範圍變狹)。

然依據血液型作親子鑑定,主要為否定的,若欲積極的肯定,則非伴有其他證據不可能。

7. 其他之血液型

蘭德斯泰勒耳及勒文 K. Landsteiner and Ph. Levine 在人血球中發見新物質,而命名為 M、N、P。對於此之抗體,人血清中無之,然存在於其他動物之免疫血清中,而可由此作凝集反應。M 或 N 必然存在於人血球中,又兩者共存者亦有之。

P 則限於黑人方能尋出。此等物質，在每個人為終生不變，且有遺傳。上述之四種血液型，與此 M、N、P 間，無若何關係。在美國之白種人，有 M 陽性 80.9%，N 陽性 73.9%。此兩者之和超過 100 者，蓋以 MN 個體存在之故。若依據 滋野(1931)之研究，日本人為 M 陽性 77.1%，N 陽性 63.2%。此等之比率，距 MM:MN:NN = 1:2:1 之比不遠，換言之，根據此比而計算得之理論數，為 M 陽性 75%，N 陽性 25%。

第四節之附註

(1)最初觀察得類似此之現象者，為英國之 沙妥克 S. G. Shattock。沙氏所研究者為有病患者，故恐為今日之所謂擬凝集 pseudo-agglutination。

(2)近來有謂應稱為型的血球凝集反應 Typenblutagglutination 者之說。

(3)此為由其祖國之 波蘭語拚成。希氏至 1919 年止，曾用德國式拚音法書為 Hirschfeld。

(4)0 為零之意，此可記憶 Ohne Agglutinogen 之略字。

(5)柏恩斯太因之論文，為 1924 年六月收到，而於 1925 年春印刷發表者。古畑為 1925 年十一月所講演，而於 1926 年夏印刷公佈者。

(6)在部份關聯說，除 A 與 B 為相反之情形外，為相引之情形，亦不能不認為有少數存在。以是將來若能發見 A-B 相引之例，則部份關聯說，將再發生。

結 論

(遺傳因子之本質)

Conclusion; Schluss

(Nature of the Gene; Natur der Gene)

有如總論中遺傳學之定義一條下所述,若將遺傳學要約之,可謂為遺傳因子之科學。故關於遺傳因子本質之討論,置於本書之末,當為最適當之順序。誠然,因子之本質,在今日決不能謂為已成明瞭,然其決非為全無推量而神秘的或在虛空的單位者,由於以下敘述,相信可以充分了解。

1. 遺傳因子之有無

對於因子之在不在說及其批判,前已詳述。然溫格 O. Winge, 1923 稍變更柏特生 W. Bateson 等之在不在說之意義,而提倡新在不在說。在今日已成普遍之摩爾根 T. H. Morgan 等之學說,謂凡為屬於同一種之變種,不能不具有同數之優性或劣性因子,然即在同種類中,因往往有染色體之長度或數目相異者,故所有變種,不能認為因子相同。溫格之出發點,即在於此。以是溫格謂若由原種或標準種,由於突然變異而 X 染色體上生出 a 一劣性因子,則此新系統為 X_a,而原種為 X₀。換言之,在原種無 a 因子存在。又若同染色體生出 B 一優性因子,則成為 X_B,然原種一方面,仍然為 X₀。以是原

種與突然變異者之因子數相異。然溫格對於複對因子或可逆性突然變異等之方式，未給與明快之說明。故溫格之學說，只在說明魚類之特殊遺傳現象之情形，有多少方便。若對於一般言之，則難承認。故在現在，仍以認優性為優性因子之存在，劣性為劣性因子之存在，乃最為穩當。

2. 作為有機的單位之因子

因子作用之發現形式，雖由於環境如何而大受影響，然因子之本體，則有相當強度之安定性 stability。若依據摩爾根(1928)之研究，此安定性，即暗示遺傳因子為某種有機化合物之一分子或數分子之集合體，除此以外，不能想像有如此安定性之微粒，其位置確實在細胞核之染色質中，而大體上為直線狀排列，又所有因子之相互的位置，亦略為一定，是無容疑。

關於染色體內所含多數因子，抑為各自獨立存在，或成有機的結合之若干因子羣，可舉布林克 R. A. Brink, 1932 在玉蜀黍所研究染色體轉位之某一例，因由於轉位之有無，不生出若何可觀察得之差異，故認各因子為各自獨立。反之，在果蠅，則觀察得隨轉位而有普通生殖減退及其他異常發生。然徵於種種遺傳學上之事實，不問其為動物或植物，縱令為位於同一染色體之因子，其生理上為各自獨立，殊不難想像。因染色體之轉位、逆位等而發生之異常，想為隨此現象之染色體一部份缺失，或相同染色體之一部份接合不能等而起

因者。

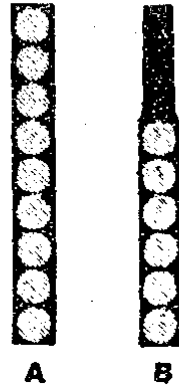


插圖 367. 遺傳因子與遺傳基質(Bonnier)
引若干細線之圓(實際爲球),爲遺傳因子 gene,
黑色部份,爲遺傳基質 genebasis,
A: 正常染色體 B: 有一部份缺失之染色體

多數人認爲因子與染色體,有如珠串,因子相當於珠,連絡其爲一定順序之繩,相當於染色體。然龐愛女士 G. Bonnier, 1923 確定發生高度(20%)染色體不分離之系統,其高度不分離之原因,非存在於 Y 及普通染色體,而在 X 染色體以後,更追究得此染色體內之因子,與普通之低度(4.3%)不分離系統無異,故結論謂真正原因,存在於因子以外染色體構成要素,而稱此新要素爲遺傳基質 genebasis。亦即染色體非爲珠串,而爲由遺傳基質所成之軟棒,因子爲埋藏於此中者。

3. 遺傳因子之大小

若因子爲一種具體的存在,則不能不有大小。摩爾根氏(1922)對於此以給與極大體之概念爲目的,由三方面以試計算果蠅因子之大小⁽¹⁾。(1)設一囊容有若干個記有號數之球,由其中每次取出一球而記其號數,次以此球返還囊中。由是

繼續行若干次，則同一球應有二次以上取出之情形，然其回數，則反比例於囊中之球數。反之，由同一球取出之頻度，則囊中之球數，可以推定。取出之球，相當於突然變異，而取出同一球，相當於反覆突然變異。依據由於此方面之計算，則果蠅所有之因子數，大約為二千個。復次，列於赤道面之四個染色體，其總容積，計算之有 $0.236\mu^3$ 。以二千除之得 $0.000118\mu^3$ 。若令此為球形，則由 $\frac{4}{3}\pi r^3 = 0.000118$ 而計算其直徑 ($2r$)，即得 0.06μ 。(2) 測定第二染色體之細長期之長度，得約 11μ (²)。實驗上所得此染色體之單位數為 108。若令在 0.2 單位以下之短距離不發生因子交叉，則此染色體所含之因子數，有 540 個。根據此而計算得之因子直徑，為 0.02μ 。(3) 精蟲之頭部，因殆只由染色物質所成，故以因子之概算數除其容積，即得 0.077μ 。要之，由以上三種相異方法所得之值，其為意外之相近數字，是誠可謂殊有興味。

亞歷山大及布里奇斯 J. Alexander and C. B. Bridges 將此因子之大小與其他微細物質比較而作成次表(3)：

	物理的單位	大約之直徑	生物的單位
電 子	{ +	$2 \times 10^{-8} \text{Å}$	
	{ -	$3.8 \times 10^{-8} \text{Å}$	
原子核	{ 輕(H)	$2 \times 10^{-8} \text{Å}$	
	{ 金(Au)	$4 \times 10^{-7} \text{Å}$	
原 子		$0.1 - 0.6 \text{m}\mu$	

分子	0.2— 5m μ	
分子羣	0.5— 10m μ	
第一次膠質粒	2 — 20m μ	
第二次膠質粒	5— 100m μ	$\left\{ \begin{array}{l} 20-70m\mu \text{ 遺傳因子(果蠅)} \\ 50\pm m\mu \text{ Bacteriophage} \end{array} \right.$
顯微鏡的可視顆粒	100m μ (=0.1 μ) 以上	$\left\{ \begin{array}{l} 2\pm \mu \text{ 球菌} \\ 0.2-3.5\mu \text{ 染色體(果蠅)} \\ 5-15\mu \text{ 核 (果蠅)} \\ 7-25\mu \text{ 細胞 (果蠅)} \end{array} \right.$
肉眼可視顆粒	50 μ 以上	

分子之最大者為蛋白質,如 haemoglobin 或 casein 分子,其直徑約為 2.5 m μ , 是為相當於遺傳因子之約 20 倍。其後哥文及格氏 J. W. Gowen and E. H. Gay, 1933 計算得因子之容積為 10 m μ^3 。

其後穆勒爾 H. J. Muller, 1929 除根據反覆突然變異及交叉率以行更精密計算外,更由細長眼因子附近所發生非對照交叉 askew crossing over (與不等位交叉相同)方面,以行計算,而推定在單數染色體,果蠅之因子總數為 1150—1800,以是一因子之大小為 0.02—0.05 μ 。若其大小如此,則用限外顯微鏡,應可視見,故謂實際上為較此遙小之顆粒。

4. 遺傳因子之作用即因子與性質之關係

因子 gene 與性質 character 應相區別,已如語彙中所簡單

敘述。Gene 一語之創始者約翰生 W. Johannsen, 其最初亦多少含有形態的意義。又柏特生 造成 allelomorph 一語時, 亦多半含有同樣意義。然在今日, 約翰生 (1923) 自身亦力陳因子為在某一定環境下有表現一定性質之作用之生理的乃至生物化學的單位, 其與性質一物間, 自然有因果關係成立, 然兩者決非為同一物。

在果蠅之紅眼與朱色眼之 F_2 , 分離出紅眼 3: 朱色眼 1。然此二種表型, 為便宜上普通謂由於對朱色因子之正常因子之存否而成者。為使紅眼之發現, 在 X 染色體之種種部位或在其他染色體, 已發見之眼色因子假令有 50, 則須以此等皆作正常(在純型或雜型之狀態)為條件。又為使成為朱色眼, 則 v 因子與其他所有正常眼色因子, 不能不皆具備。若 v 以外之某正常因子缺乏之情形, 紅眼固無論矣, 即朱色眼亦不能有。因其他所有性質皆可認為同樣, 故即為一性質, 不能不謂為多數因子共同作用之結果。

反之, 一個因子之多面的發現 multiple effects or pleiotropism of the gene 之例, 亦非稀有。例如果蠅之痕跡翅 rudimentary 因子, 不僅使翅變小, 且使胸肢、產卵數、生存力等變為異常。蠶之白眼因子, 不僅使幼蟲之單眼及成蟲之複眼變白, 且由幼蟲皮膚奪去其紅色素, 卵之漿液膜不使生紫褐色。又阻止幼蟲發現半月斑紋之因子若成純型, 則使胚子完全死亡。其他類似之例, 不遑枚舉。換言之, 生物受有一因子之變化, 則

全身體皆受某種程度之影響,然其中之一或數性質特別顯著,而其他因為微弱,故被忽視而已。

性質為因子與環境兩者之函數,換言之,即在同一環境,若因子有變化,性質亦隨之而變化,又令因子即為相同,若環境相異,性質亦因之而異,研究此第二情形者,為哥耳德希米特 R. Goldschmidt, 1928, a 所謂遺傳之生理 Physiologie der Vererbung 或動態遺傳學 Dynamik d. V., 即研究因子隨個體發生之進展,其對於外界刺激之反應為如何者。今後於此方面,大可注意。

有如哥耳德希米特 (1928, b) 所述,因子之存在,與物理學之原子之存在同樣,是為不可動搖之事實,然其以如何機構指導統制生物體各部器官之形成 organogenesis, 則尚為不明。懷斯曼 A. Weismann 所假定之決定子 Determinant, 與吾人今日所想像之遺傳因子甚為相近,然懷氏謂在個體發生之途中,各種決定子各別分配於細胞以指導各部之器官分化 differentiation (參考前篇第一章第一節之 1c), 在此點言,與今日之遺傳學認所有體細胞皆含有所有因子一點不一致。李利 F. R. Lillie, 1927 亦謂若所有細胞皆含有因子完全一組 entire complex, 則各部之分化當不能發生。布林克 (1929) 對於此認為若所有因子之發動順序有一定即可, 是蓋若一般思考之, 此現象除用極性 polarity 以外, 在今日無他說明, 無機或有機之整然結晶, 既可同樣認為極性之作用, 生物體之分

化亦作如此想像,非爲無理。縱令如懷斯曼所想像因子各分配於特有之器官,則亦決非爲胡亂行之者,而不能不認其爲有統制分配之力,以是不能謂特別進一步說明。

5. 遺傳因子與酵素

謂遺傳因子爲類似酵素 ferment; Enzyme 之物質,已早浮於多數學者之腦中。哈格妥恩 A. L. Hagedoorn, 1911 認其爲一種之自家媒觸 autocatalyser。元來,媒觸 catalyser, catalyst; Katalysator 一物,有爲無機物者,有爲有機物者,又固體者有之,液體者亦有之。酵素(4)爲媒觸之一種,亦即普通動植物體所生產之有機的媒觸之意義,媒觸之作用有如次:(1)促進(5)

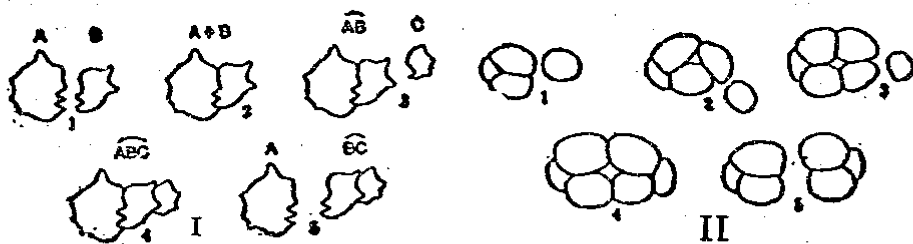


插圖 368. 媒觸作用模式(Alexander and Bridges)

I: 普通媒觸作用模式

- A: 媒觸之一分子或分子羣, B: 受媒觸作用物質之分子,
 C: 受媒觸作用之第二種物質之分子
 1: 因 A 分子之含電量多少不充實,故若接近於 B 分子,即被其吸引。
 2: B 具有適合於 A 之一面之面,故有如鎖與鑰完全與 A 密着,同時 AB 之一部份電量被中和。
 3: 即 AB 已合體,因尚有未充實之電量,而更吸引 C。
 4: A, B, C 三種分子接前後,電量完全被中和。
 5: 因 BC 間之結合,較 AB 間爲強,故 BC 離 A 而他去,而 A 則繼續反覆同一吸着作用。

II: 自家媒觸作用模式

媒觸爲三個小單位之合成體,依 1, 2, 3, 4 之順序,逐漸吸着新小單位,最終則作如 5 之分離而成二個媒觸。

其他物質之化學反應速度 *Reaktionsgeschwindigkeit*。以是在最初之反應速度甚微小之情形，觀之似為由於媒觸始起反應者。(2)在原則上，媒觸不參加其媒介反應，以是不成爲終產物之一部份，而其平衡狀態(自身之分量)亦不變。(3)故若假媒觸以充分長時間，則雖少量之媒觸，亦與大量存在者發生同樣結果。然在某一定時間內，則媒觸之作用，比例於其分量。又在上述之自家媒觸，與普通之媒觸相異，由其有關係之反應，而媒觸自身之分量亦生變化。

媒觸經若何過程而出現上述作用，尙未判然明瞭，然可想像其有二種方法。其一爲極不安定中間化合物之形成，他一爲吸着作用。所謂吸着作用者，即由於媒觸之故，而使受作用物質之分子吸着凝縮，以是促進此等物質之分子間之反應。然若被吸着物質之分子間完了其一定反應，則媒觸之分子，遂遊離而更作用於其他分子。

以上之特徵，與遺傳因子甚爲適合。哥耳德希米特(1928, c)亦斷言除開自家媒觸，不能發見其他相似物質，如浦朗克特 Ch. R. Plunkett 等所謂非媒觸而爲媒觸之生產物，畢竟僅爲不可知論者 *Agnostiker* 而已。亞力山大及布里奇斯(1929)特別對於此點力陳，謂遺傳因子爲最簡單最微小之生命單位，其作用爲自觸的 *autocatalytic*，可用物理化學說明至某種程度。

依據布林克(1929)之研究，玉蜀黍之蠟質粒因子 *wx*，對

於非蠟質粒因子 Wx 為單純劣性,而其所生澱粉之性質相異,其在蠟質澱粉粒,形較小而糖化亦遲,此 wx 似有抑制澱粉糖化酵素生成之媒觸作用,且此作用在 $Wx wx$ 雜型個體所生性細胞(花粉及胚囊),已早能見之,故為在顯花植物中,研究因子作用之無匹好材料,亦即雖由同一植物採取同一材料,其 wx 花粉與 Wx 花粉所生成澱粉之性質相異,可由 wx 花粉管較 Wx 花粉管成長遲因而受精率低一事實,想像得之。

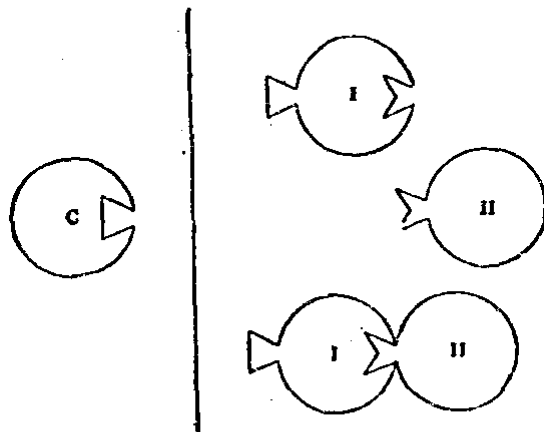


插圖369. 關於哺乳動物之毛色決定之假設模式(Wright)

C 為存在於細胞質中之色素體, I 及 II 為存在於核中(或由染色體之作用而形成)之酵素, I 為色素形成之基礎物質,若其單獨作用於 C ,即生黃色, II 為 I 之補助物質,此兩者合作而加作用於 C ,則成黑系統之色, II 不能單獨作用於 C ,可由模式圖知之, C 、 I 、 II 三者,皆各有其特性,相互為如鑰與鎖之穴之有關係。

萊特 S. Wright, 1917 認為哺乳動物之毛色,由於二種酵素之作用而決定,酵素 I 使生成黃系統(由其分量而有由乳酪色至紅色),酵素 II 須與 I 共存,乃有作用使生成黑系統(由灰色至漆黑)之色,亦即黃色因子相當於酵素 I ,黑色因子相

當於酵素 II, II 為作用於由 I 所生成蛋白質分解產物而使其變化之酵素。

萩原(1928)在牽牛花 *Pharbitis Nil*, 對於其花色與因子組成及想像之化學成分之關係, 示之如次:

	花 色 因 子 組 成	化 學 組 成(未 確 實)
純色	青色羣 C ^a CRKPB	delphinin
	青紫色羣 C ^a CRKPb	peonin
	紫色羣 C ^a CRKpB	青色+紅色
	紅色羣 C ^a CRKpb	pelargonin
混色	暗青色羣 { C ^a CRkPB C ^a CRkPb	
	暗紫色羣 C ^a CRk pB	
	暗紅色羣 C ^a CRk pb	

C^a, C 及 R, 關係於 flavon 之生成, 無論缺此三因子之任何一者, 花皆為白色, C^a 及 C 為色原體 chromogen, R 為色原還原體。K, P, B 之化學組成不明, 然 k 為使純色成暗色(混合暗色)之物質, B 似與無機物之 Ca 或 Mg 之分子有關係。又萩原(1931)在牽牛花, 記載有關係於養化酵素 oxidase 之 O' 因子及過氧化酵素 peroxidase 有關係之 O 因子。巴克斯吞 B. H. Buxton 及斯葛特蒙克利夫 R. Scott-Moncrieff, 在櫻草 *Primula acaulis* 之花色, 有與此同樣之研究, 在今日言, 不明之點尚相當之多, 然隨此方面研究之進步, 遺傳因子之化學作用, 當

能漸次闡明。

6. 遺傳因子之構造

因子爲生活體之最簡單最微小單位,已如上述,與此爲相近階級而能獨立生存之生物(?),當爲可以通過任何濾過器之 bacteriophage, 或 virus, 或 biont 等。若然,則因子當爲較此更小之單位所成,亞歷山大及布里奇斯(1928)即認爲有此可稱爲因子素 gene elements, genels 之小單位存在之可能性。

穆勒爾(1929)亦認爲一個因子爲多數小單位所成,有如套盒狀。然而在果蠅及其他,其割然左右半身之體的兩合體 bilateral mosaics 及性的兩合體 gynandromorphs 之形成,因用此複合構造,殊難說明,故被否定。只在易變因子之情形,此小

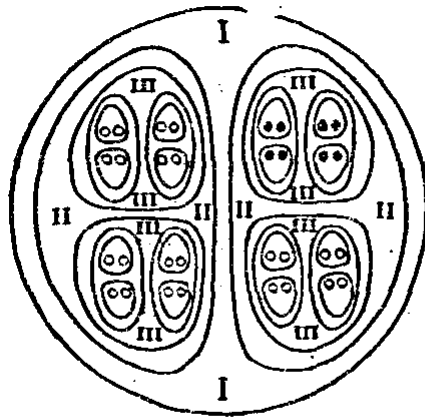


插圖 370. 因子之假想複合構造模式(Muller)

圖爲染色體之橫斷面,表示一個因子者。黑色小圓,爲發生突然變異之小單位;白色小圓,爲正常之小單位,在體細胞分裂,仍保持此狀態。然在減數分裂,則由 I-I 之面分裂,在次代之減數分裂,則由 II-II 之面分裂,在第三代,則由 III-III 之面分裂,同時,在其內部,亦想像有第二次、第三次發生裂縫,然結果穆氏仍否定有此染色體,亦即此因子之複合構造。

單位說,認為有利,換言之,穆氏在原則上,仍認為一因子 = 一分子。

然最近,杜賓林 N. P. Dubinin, 1929, 色勒布羅夫斯基及杜賓林(6) A. S. Serebrovsky and N. P. Dubinin, 1930, 阿果耳 I. J. Agol, 1930 等,提倡階段因子說 step-allelomorphism; Treppenallelomorphismus, Treppenallele 一新學說,並主張對於因子之自來觀念,不能不根本改造。彼等謂在經 X 線照射之果蠅,可以證明小楯板剛毛一部缺乏因子(7)即所謂 scute(以下以 sc 表示之),為多數之小因子所成。茲更參考其後杜賓林單獨

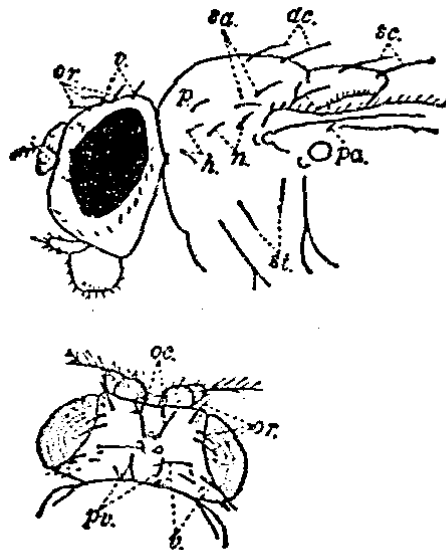


插圖 371. 果蠅之頭部及胸部之剛毛(Dubinín)

上: 頭部及胸部側面

下: 頭部背面

dc: 胸部背中线剛毛 dorsocentrals

h: 上膊剛毛 humerals

n: 側背剛毛 notopleurals

oc: 單眼部剛毛 ocellars

or: 複眼部剛毛 orbitals

p: 縫合線前剛毛 pre-sutural

pa: 翅後剛毛 post-alar

pv: 後頭垂直剛毛 post-verticals

sa: 翅上剛毛 supra-alar

sc: 小楯板剛毛 scutellars

st: 側腹剛毛 sternopleurals

v: 垂直剛毛 verticals

之論文(1932,a,b)而介紹階段因子說之大要。

sc 因子,為位於 X 染色體之 0.0 單位處者。在其同部位,截至今日,已知生出有 13 個新生因子 transgenes,此等皆為支配頭胸部之一定剛毛者。此等稱為小因子 sub-genes,而小因

	l ¹⁰	mr dc	v ¹ sa	l ³	v ² vt n ²	pa n ¹	or ² or ^{1,2}	pa oc	cxpvscat	h	l ¹	w
sc ¹												
sc ²												
sc ³												
sc ⁴												
sc ⁵												
sc ⁶												
sc ⁷												
sc ⁹												
sc ¹⁰												
sc ¹¹												
sc ¹³												
sc ¹⁴												
sc ¹⁵												

插圖 372. scute 部小因子之剛毛支配區域(Dubin and Friesen)

上部橫欄為剛毛略號(其解說可參考插圖 371 及 375)

點線表示小因子支配(使其消失)剛毛之範圍

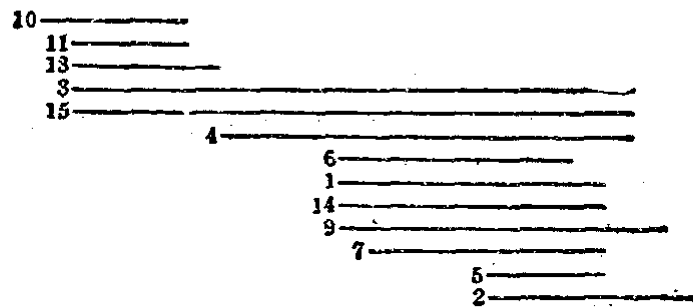


插圖 383. sc 小因子之階段的排列(原圖)

由於受支配剛毛之部位及範圍而將前圖之小因子變換排列者。

10 為 sc¹⁰, 11 為 sc¹¹, 其他準此。

子之集合體，稱爲因子 gene 或基本因子 basi-gene。因在各小因子間，相互有複對因子關係 multiple-allelomorphic relation，故由基本因子之立場觀之，亦可謂爲部份相對 partial allelomorphie，此等小因子，因皆各支配一定之中樞 centres，而對於正常(剛毛存在)爲劣性，故只在純型時，乃出現其作用，是無待論。又在二種小因子之合成體 compound，只兩者之支配區域之共通部分，缺失剛毛。以是在支配區域完全相異之二種小因子(例如 sc^4 與 sc^{13})合成體，殆復歸於野生型。似此在異種小因子之合成體，缺失其支配區域之共通部份之剛毛，雖在雜型狀態，亦發現劣性之一部，故此二者，亦可謂爲部份的不相對 partial non-allelomorphic。所有之中樞，在基本因子中，大體上爲直線狀排列，而小因子，若依支配區域之順序排列之，即成階段狀。

上述之多數小因子中， sc^1 爲從來所知之 scute。 sc^2 ，剛毛以外，尚關係於翅之性質。 sc^3 在純型時，有致死作用，關於小因子之起源，茲舉一二例。 sc^2 爲由於 sc 附近之染色體一部份轉位。 sc^5 由於 X 染色體恐爲全部之逆位。 sc^3 、 sc^4 、 sc^6 等，爲由於因子的變化 transgenation。元來支配剛毛之發現，各有其中樞，因取去中樞部之染色體一小片而發生 sc 部之變化，即所謂因子的變化，故其實此亦不外微小之染色體變化。

黃體色 yellow(y)亦位於 X 染色體左端 O.O. 單位處，此亦

知有 y^1 及 y^2 二小因子。 y^1 除眼色之外,亦使剛毛(垂直第二,縫合線前等)發生變化。 y^2 則只對眼色,而與剛毛無關係,亦即眼色之中樞,想較剛毛之中樞更位於左,又以前稱為無毛 *achaete*(*ac*)者,若依據杜賓林之研究,非在其他學者所定 0.1 之部位,而為 0.0 處,其與 *sc* 相接而成 *ac-sc* 基本因子⁽⁸⁾。在其內部,*ac* 位於左半,*sc* 位於右半,兩者各別構成複對小因子羣。例如 $sc^{10}(=ac^2)$, $sc^{11}(=ac^1)$ 等,為屬於 *achaete* 區之小因子。

似此 *sc* 部位之內部構造複雜,當可用為說明在此部位完全不出現同一反覆突然變異之理由。根據反覆或近似突然變異之回數,而新作成之 X 染色體圖形,有如插圖第三百七十四,除表示於此新圖形上者以外,菱形眼 *lozenge*, 小形翅 *miniature*, 灰色翅 *dusky*, 鷗翅 *Gull* 及其他染色體缺失之例,如無刺 *spineless*, 小眼 *small eye*, 截端翅 *Truncate* 等,亦似有同樣之複雜小因子構造。由此等事實推察之,從來認為單一因子者,其實不能不認為由若干小因子所成。特別以最近杜賓林(1932)由 sc^1 者經 X 線照射而得 sc^{13} , 此 sc^1 為位於基本因子之右半 *scute* 領域,而 sc^{13} 位於左半 *achaete* 領域,以一中樞(小單位)相距離,然實際遺傳上,已判明相互為別種行動。由此完全同一因子而生出上述二種新因子,是為殘難說明者。又雌雄之剛毛缺失發現方式, $sc^1 \text{♂}$ 與 $\frac{sc^1}{sc^1+sc^{13}}$ ♀ 間,或 sc^1+ $sc^{13} \text{♂}$ 與 $\frac{sc^1+sc^{13}}{sc^1+sc^{13}}$ ♀ 間,殆無差異。

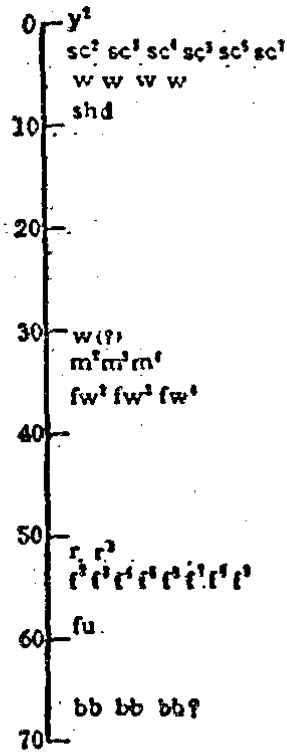


插圖 374 X 染色體之新圖形

(Serebrovsky and Dubinin)

數字表示染色體上因子部位之單位， f_2-f_3 ，表示叉狀剛毛因子發生八回，各種異之突然變異，www，表示白眼因子之同一反覆突然變異發生四回，其他準此。

y^2 :第二黃體色， sc^2-sc^7 :scute小因子，
 w:白眼， shd:翅脈移動，
 m^2-m^3 :小形翅小因子，
 fw^2-fw^4 :凹眼， r, r^2 :痕跡翅，
 f_2-f_3 :叉狀剛毛小因子，
 fu:融合翅脈， bb:斷毛。

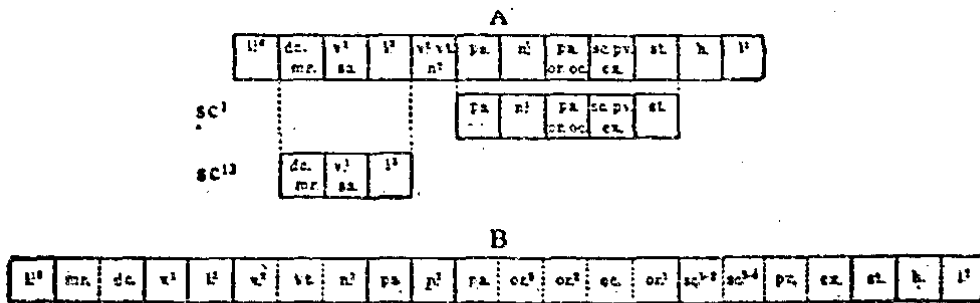


插圖 375. scute 基本因子及 sc^1, sc^{13} 小因子圖形(Dubinin)

A: scute 基本因子圖形,各小區劃表示一中樞,
 B:同上,但將各中樞內之剛毛排列為直線狀者,實線為中樞之境界,點線為同一中樞內之剛毛種別。

符號除參考插圖 371 外,更說明如下,

l^{10} : sc^{10} 半致死因子 semilethal of sc^{10} , l^3 : sc^3 半致死因子 semilethal of sc^3 ,
 l^2 : sc^2 半致死因子 semilethal of sc^2 , mr: 胸部小剛毛 microchaetes,
 vt:腹部剛毛(在第一、第二胸肢之境界)ventral,
 cx:腰節剛毛(在第三胸肢之腰節)coxal,

對於上述小因子說，斯塔特萬特及夏耳慈 A. H. Sturtevant and J. Schültz, 首先張反對旗幟，阿果耳謂在用 X 線使 X 染色體發生一部份削除 deletion 之情形，可以證明在 sc 因子之內部切斷，以是殘斷片失去某小因子而保有其他小因子。斯氏等指出其有多數說明方法，或為與切斷同時發生優性因子，或如其他有例之因切斷而 sc 部之優劣關係變化，實驗之結果，已發見 X 染色體之中部，有使 sc 成為劣性，而白眼因子與銀色肢因子 silver 間之部份，有使 sc 之作用變為強調者。又在與位於第三染色體之無毛因子 Hairless (H) 共存時，可以擴大 sc¹ 或 ac 之作用，在普通情形，留於限度下之剛毛抑止作用，發現於表面之結果，此二因子，可以決定杜賓林等所研究之剛毛之所有影響。根據此等事實，以是否定小因子說。

又哥耳德希米特(1931)主張其流派之發生生理學的說明，亦可適合於此情形，且力陳杜賓林及福利生 N. P. Dubinin and H. Friesen, 1932 之說明為不可能。

最後介紹湯姆生 D. H. Thompson, 1925, 1931 之側鎖說 side-chain theory 而攔筆。在此學說，謂各遺傳因子，為固結於染色體之部分即因子主體 protosome，與附加於主體上之因子副體 episome 所成。同種之副體，若有二個以上存在時，則相互重疊而成側鎖狀，然別種副體，決不入於同一側鎖中。因子突然變異者，普通為由於一個或二個以上副體之喪失，稀有

由於附加而發生，由於副體數之多少，而出現數量的相異之多數因子所成一複對因子羣。

果蠅之細長眼複對因子羣，即為說明此問題之適當者。細長眼因子 *bar*，只 1913 年由野生型發見一次，其後此突然變異，曾無再一次由野生型生出。然由細長眼復歸於正常，則屢發生，又極細長眼 *ultrabar*、次細長眼 *infrabar*、雙次細長眼 *double infrabar* 等複對因子，則漸次出現。此等細長眼羣之各型，只單眼之數相異，各單眼之大小，殆無差異。斯塔特萬特謂因細長眼因子附近不等位交叉 *unequal crossing over* 之故，而一染色體上得二個細長眼因子，以是生出極細長眼。然若依據此假定，因他方之染色體失去細長眼因子，故由細長眼成為極細長眼與正常之突然變異，應為 1:1 之比。但實際上，正常者遙為多數。此外，以 X 線照射具有單數染色體之精蟲，亦可使細長眼區之突然變異發生，又由細長眼復歸於正常與由細長眼變為極細長眼，可以同時發生，故 湯姆生 根據此等事實而否定不等位交叉說，且認為若附加一副體於無副體之正常因子主體，即成細長眼。若更有同種副體附着於此細長眼副體上，即成極細長眼。次細長眼，為由於別種副體之附加而生，雙次細長眼，為次細長眼副體二者重合而生者（插圖第三百七十）。次細長眼為純型時，其單眼數殆與雜型之細長眼相同，然不僅眼面粗糙一點與細長眼相異，若幼蟲期之溫度加高，細長眼，極細長眼及正常眼，皆減少其單眼數，然次細長

眼與雙次細長眼,反有增加等點,以是細長眼與次細長眼,想確為副體相異。斯塔特萬特在雌果蠅之一X有極細長眼(若依據斯氏,則為二個細長眼因子)而他一X有正常因子者,及二X各有一細長眼因子者,雖其細長眼因子之數相同,然細長眼因子之作用,前者為強,遂說明此事實為由於位置之影響 position effect,然在側鎖說,若認為副體成為二重者較各別附於主體者作用強,則甚易理解。

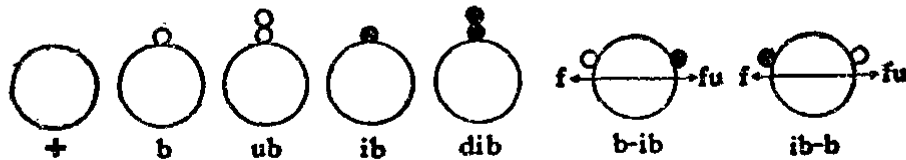


插圖 376. 由側鎖說觀之細長眼複對因子之構造(Thompson)
 +: 正常(顯眼) b: 細長眼 bar ub: 極細長眼 ultrabar
 ib: 次細長眼 infrabar dib: 雙次細長眼 double infrabar
 b-ib: 細長眼與次細長眼之雜型
 ib-b: 與前者同,只 f 與 fu 之關係反對
 f: 叉狀剛毛 fu: 融合翅脈
 右方之二圖,為說明即同為細長眼與次細長眼雜型之個體,其因子交叉時,對於 f 與 fu 之行動相異之事實。

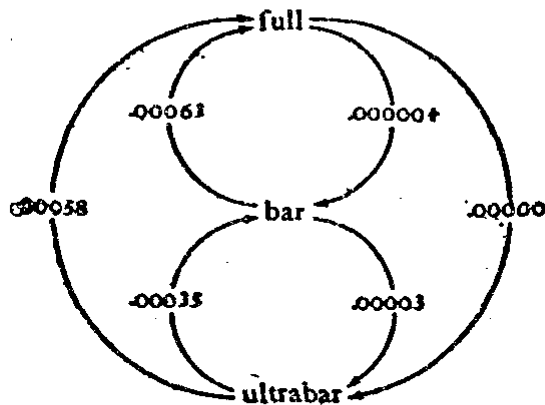


插圖 377. 細長眼複對因子羣之突然變異率(Zeleny)
 full: 正常 bar: 細長眼 ultrabar: 極細長眼
 箭頭表示突然變異之方向, 數字表示突然變異率,
 (.00003 為十萬分之三, .00000+ 為十萬分之一以下之某數)

構成複眼之單眼數,與依據上述假說之副體數間,有一定之比例成立,由於次表,即可明瞭。

雌蠅之因子	副體數	平均單眼數
純型極細長眼	4	24.5
細長眼與極細長眼之雜型	3	28.1
純型細長眼	} 平均 2	49.0
正常與極細長眼之雜型		
正常與細長眼之雜型	1	325.0
純型正常	0	740.0

其關係可以 $\log_{10} f(n) = a + bc^n$ 一式表示之。 f 為單眼數, n 為副體數。 a, b, c 為常數,在此情形, $a = 1.363, b = 4.209, c = 0.276$, 由此式以計算得之理論數,除 $n = 0$ 者外,皆甚與實際數一致。

對於黑果蠅 *D. virilis* 之易變因子,前已敘述,位於此蠅之 X 染色體上部位相異之三個易變因子紅體色 reddish, 小形翅 miniature 及洋紅色眼 magenta, 若依據湯姆生之研究,皆為由於與各自之不變因子之同一副體而生出者,只因其副體在染色體上移動,而發現突然變異,又突然變異之是否容易發生,恐與副體之位置有關,例如若在主體之赤道附近者,最不安定,漸向極之方向而漸安定,則由於淘汰而具有易變因子個體之子孫出現安定個體之事實,可以容易說明(副體之同一主體上移動)。

以上爲一般敘述關於遺傳因子構造之假說，其爲代表者，有階段因子說與側鎖說二者，吾人對於此二學說之今後如何展開，有甚大關心。又此等關於因子構造之諸學說，與其謂爲細胞學的方法，毋寧謂其根據在實驗的方法，此當可謂特別可以注目之事實。

結論之附註

(1) 摩氏反覆謂此等計算，未出純然推量 speculative 之範圍。

(2) 摩爾根在此時，未云染色體之直徑，然似可認爲 0.1μ 。

(3) $\text{\AA} = \text{\AA}ngstrom = 1 \times 10^{-7} \text{mm}$, $1\text{m}\mu = \frac{1\mu}{1000} = 1 \times 10^{-6} \text{mm}$,
 $1\mu = \frac{1\text{mm}}{1000} = 1 \times 10^{-3} \text{mm}$.

(4) 細菌或酵母，亦計入廣義之媒觸中，然此等毋寧認爲含有媒觸性化合物之生物爲佳。

(5) 反之使其遲滯者，稱爲負媒觸。若普通單謂媒觸，爲正媒觸，卽有促進作用者。

(6) 色氏等最初之論文，爲以俄文而發表於俄國之實驗生物學雜誌 *Journal de Biologie Experimental* 1929, T. V., 1.2 者。

(7) 最初認爲只小楯板 scutellum 之剛毛，然在今日，已知與全胸部之背面及側面至頭部剛毛亦有關係。

(8) 現在之 scute 基本因子，以前之 achaete 因子 *ac* 亦包含之，故亦稱爲 *achaete-scute* 基本因子。然在本書，只將 scute 基本

因子簡單書爲 sc 。

遺傳學(終)

文 獻

以本文所引著者及有關事實之業績爲主體,再加上遺傳學上重要之代表論文或著書而成者,相信對於進入專門研究之讀者,有相當幫助。又本文獻表中,有著者未直接參考之原著,因讀者之方便而編入者,尙希諒之。

- AGOL, I. J. 1930. Evidence of the divisibility of the gene. *Anat. Rec.*, 47.
- AIDA, T. 1921. On the inheritance of color in a fresh-water fish, *Aplocheilus latipes* TEMMINCK and SCHLEGEL, with special reference to sex-linked inheritance. *Genetics*, 6.
- AIDA, T. 1930. Further genetical studies of *Aplocheilus latipes*. *Genetics*, 15.
- AKERLUND, E. 1927. Ein *Melandrium*-Hermaphrodit mit weiblichem Chromosomenbestand. *Hereditas*, 10.
- ALEXANDER, J. and BRIDGES, C. B. 1928. Some physico-chemical aspects of life, mutation, and evolution. *Colloid Chemistry, Theoretical and Applied. II. Biology and Medicine*. New York. (See also *Science*, 70, 1929.)
- ALLEN, C. F. 1917. A chromosome difference correlated with sex difference in *Sphaerocarpus*. *Science*, 46.
- ALTENBURG, E. 1930. The effect of ultra-violet radiation on mutations. *Amer. Nat.*, 62.
- ANDERSON, E. G. 1923. Maternal inheritance of chlorophyl in maize. *Bot. Gaz.*, 76.
- ARAI, Y. (新井美二). 1930. X線の放射に依りて生じたる黒猩猩眼の non-disjunction に就て. *遺傳學雜誌*, 6.
- 10 ARTOM, C. 1921. Il significato delle razze e delle specie tetraploidi e il problema della loro origine. *Riv. d. Biol.*, 3.
- ASADA, H. (淺田一). 1929. 最近に於ける血液型の知見の進歩に就て. *治療及處方*, Nr. 111.

- ASADA, H. (淺田一). 1931. 吾教室の血液型研究に關して. 民族衛生, 1.
- ASADA, H. (淺田一). 1932. 血液型の話. 日本學術協會報告, (大阪 (1931)), 7.
- 14 BABCOCK, E. B. and CLAUSEN, R. E. 1927. Genetics in Relation to Agriculture. 2. Ed., 2. Impr. (1. Ed. 1908). New York.
- BABCOCK, E. B. and NAVASHIN, M. 1930. The genus *Crepis*. Bibl. Gen., 6.
- BACH, S. 1919. Zur näheren Kenntniss der Faktoren der Anthozyanbildung bei *Pisum*. Zeits. f. Pflzüchtg, 7.
- BALTZER, F. 1910. Über die Beziehung zwischen dem Chromatin und der Entwicklung und Vererbungsrichtung bei Echinodermenbastarden. Arch. f. Zellf., 5.
- BALTZER, F. 1914. Die Bestimmung des Geschlechts nebst einer Analyse des Geschlechtsdimorphismus bei *Bonellia*. Mitt. Zool. Stat. Neapel, 22.
- BALTZER, F. 1926. Über die Vermännlichung indifferenten *Bonellia*-Larven durch *Bonellia*-Extrakte. Rev. Suisse Zool., 33.
- 20 BALTZER, F. 1928. Neue Versuche über die Bestimmung des Geschlechts bei *Bonellia viridis*. Rev. Suisse Zool., 35.
- BALZ, E. von. 1911. Das Verhältniszahl der Geburten in verschiedenen Ländern. Korrespbl. Deutsch. Anthr. Gesells., 42.
- BAMBER, R. C. (Mrs. BISBEE) and HERDMAN, E. C. 1932. A report on the progeny of a tortoiseshell male cat, together with a discussion of his gametic constitution. Jour. Gen., 26.
- BANTA, A. M. 1916. Sex intergrades in a species of crustacea. Proc. Acad. Natur. Sci. Soc. Wash., 2.
- BARLOW, P. (Ed. COMRIE, L. J.), 1930. BARLOW'S Tables of Squares, Cubes, Square Roots and Reciprocals of All Integer Numbers up to 10,000. 3. Ed. (Orig. Ed. 1814). London.
- BATESON, W. 1894. Materials for the Study of Variation. London.
- BATESON, W. 1912. The Methods and Scope of Genetics. Repr. (1. Ed. 1908). Cambridge.
- 27 BATESON, W. 1913. MENDEL'S Principles of Heredity. 3. Impr. (1. Print, 1909). Cambridge.

- BATESON, W. 1926. Segregation. Jour. Gen., 16.
- BATESON, W. and PUNNETT, R. C. 1904. Experimental studies in the physiology of heredity. Rept Evol. Comm., II.
- 30 BATESON, W. and PUNNETT, R. C. 1911. On gametic series involving reduplication of certain terms. Jour. Gen., 1.
- BATESON, W. and PUNNETT, R. C. 1911. On the interrelations of genetic factors. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 84.
- BATESON, W. and PUNNETT, R. C. 1911. The inheritance of the peculiar pigmentation of the silky fowl. Jour. Gen., 1.
- BATESON, W.; SAUNDERS, E. R.; and PUNNETT, R. C. 1906. Experimental studies in the physiology of heredity. Rept Evol. Comm., III.
- BAUER, K. H. 1928. Zur Lösung des Problems der Blutgruppenvererbung. Klin. Wochenschr. Nr. 34.
- BAUER, K. H. 1929. Zur Genetik der menschlichen Blutgruppen. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 50.
- BAUR, E. 1907. Über infektiöse Chlorosen bei *Ligustrum*, *Laburnum*, *Fraxinus*, *Sorbus* und *Ptelea*. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 25.
- BAUR, E. 1910. Pfropfbastarde. Biol. Zentrbl., 30.
- BAUR, E. 1919. Über Selbststerilität und über Kreuzungsversuche einer selbstfertilen und einer selbststerilen Art in der Gattung *Antirrhinum*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 21.
- BAUR, E. 1924. Untersuchungen über das Wesen, die Entstehung und Vererbung von Rassenunterschieden bei *Antirrhinum majus*. Bibl. Gen., 4.
- 40 BAUR, E. 1927. Faktoren mutationen bei *Antirrhinum*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 46.
- BAUR, E. 1930. Mutationslösung bei *Antirrhinum majus*. Zeits. f. Bot., 23.
- BAUR, E. 1930. Einführung in die Vererbungslehre. 7.-11. Aufl. (1911). Berlin.
- BAUR, E.; FISCHER, E.; und LENZ, F. 1927. Menschliche Erblchkeitslehre. München.
- BEEBE, C. W. 1907. Geographic variations in birds, with special reference to the effects of humidity. Zoologica, New York Zool. Soc., 1.

- BĚLAŘ, K. 1923. Über den Chromosomenzyklus von parthenogenetischen Erdnematoden. Biol. Zentrbl., 43.
- BĚLAŘ, K. 1925. Chromosomen und Vererbung. Naturw., 13.
- BĚLAŘ, K. 1928. Die cytologischen Grundlagen der Vererbung. Handb. d. Vererbwiss., 1. (Liefg 5.)
- BELL, J. 1926. Colour-blindness. Treas. Human Inherit., 2.
- BELLAMY, A. W. 1922. Sex-linkage in the teleost *Platypoecilus maculatus* GUNTHER. Anat. Rec., 24.
- 50 BELLING, J. 1914. The mode of inheritance of semi-sterility in the offspring of certain hybrid plants. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 12.
- BELLING, J. 1931. Chiasma in flowering plants. Univ. Calif. Publ. Bot., 16.
- BELLING, J. and BLAKESLEE, A. F. 1922. The reduction division in haploid, diploid, triploid and tetraploid *Daturas*. Proc. Nat. Acad. Sci., 9.
- BENEDICT, R. C. 1924. The moss-leaved fern. Jour. Hered., 15.
- BENEDICT, R. C. 1924. Variation among the sporelings of a fertile sport of the Boston fern. Jour. Hered., 15.
- BERNSTEIN, F. 1925. Zusammenfassende Betrachtungen über die erblichen Blutstrukturen des Menschen. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 37.
- BIFFEN, R. H. 1907. Studies in the inheritance of disease resistance. Jour. Agr. Sci., Cambridge, 2.
- BLACKBURN K. B. 1923. Sex chromosomes in plants. Nature, 112.
- BLAKESLEE, A. F. 1917. Corn and education. Jour. Hered., 8.
- BLAKESLEE, A. F. 1928. The genetics of *Datura*. Verh. V. Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927). I.
- 60 BLAKESLEE, A. F. 1929. Cryptic types in *Datura*. Jour. Hered., 20.
- BLAKESLEE, A. F. 1931. Extra-chromosomes, a source of variation in the jimson weed. Smithsonian Rept (1930), Publ. 3096.
- BLAKESLEE, A. F. and AVERY, B. T. 1919. Mutations in the jimson weed. Jour. Hered., 10.
- BLAKESLEE, A. F. and BELLING, J. 1924. Chromosomal mutations in the jimson weed, *Datura stramonium*. Jour. Hered., 15.

- BLAKESLEE, A. F. and BELLING, J. 1929. Chromosomal chimeras in the jimson weed. *Science*, 60.
- BLAKESLEE, A. F.; and BELLING, J.; and HARRIS, J. A. 1922. The probability established by a culture of a given size that a mating is capable of producing only dominant individuals. *Amer. Nat.*, 56.
- BLAKESLEE, A. F.; BELLING, J.; FARNHAM, M. E.; and BERGNER, A. D. 1922. A haploid mutant in the jimson weed, *Datura stramonium*. *Science*, 55.
- BLAKESLEE, A. F.; MORRISON, G.; and AVERY, A. G. 1927. Mutations in a haploid *Datura*. *Jour. Hered.*, 18.
- BLUHM, A. 1922. Alkohol und Nachkommenschaft. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, 28.
- BLUHM, A. 1930. Zum Problem "Alkohol und Nachkommenschaft." Eine experimentelle Studie. *Arch. f. Rassen u. Gesells-Biol.*, 24.
- 70 BLUHM, A. 1931. Über erbliche und nicht-erbliche Beeinflussung der Nachkommenschaft durch väterlichen Alkoholismus. *Zeit. f. ind. Abst. u. Vererb.*, 57.
- BLUHM, A. 1932. Über einen Fall von Beeinflussung des Geschlechtsverhältnisses der Albino-Hausmaus durch Behandlung des Weibchens. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, 62.
- BOLLEY, H. L. 1907. Plans for producing disease resistant crops. *Soc. Promotion Agr. Sci. Proc.* 28 Ann. Meet.
- BONNIER, G. 1895. Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au clima alpin. *Ann. d. Sci. Nat. Bot. Sér.* 7, 20.
- BONNIER, G. 1923. On different sex-ratio in *Drosophila melanogaster*. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, 31.
- BONNIER, G. 1923. Studies on high and low non-disjunction in *Drosophila melanogaster*. *Hereditas*, 4.
- BOVERI, T. 1909. Die Blastomerenkerne von *Ascaris megalocephala* und die Theorie der Chromosomen-Individualität. *Arch. f. Zellf.*, 3.
- BOVERI, T. 1909. Über "Geschlechtschromosomen" bei Nematoden. *Arch. f. Zellf.*, 4.

- BOVERI, T. 1915. Über die Entstehung der EUGSTERSchen Zwitterbienen. Arch. f. Entwmech., 41.
- BOWER, F. O.; KERR, J. G.; and AGAR, W. E. 1919. Lectures on Sex and Heredity. London.
- 30 BOYCOTT, A. E. and DIVER, C. 1923. On the inheritance of sinistrality in *Limnaea peregra*. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 95.
- BRAKE, B. 1907. Resultate der Kreuzungen zwischen *Lymantria japonica* MOTSCH und *L. dispar*. Entom. Zeits., 1.
- BRIDGES, C. B. 1913. Non-disjunction of the sex chromosomes of *Drosophila*. Jour. Exp. Zool., 15.
- BRIDGES, C. B. 1915. A linkage variation in *Drosophila*. Jour. Exp. Zool., 19.
- BRIDGES, C. B. 1916. Non-disjunction as proof of the chromosome theory of heredity. Genetics, 1.
- BRIDGES, C. B. 1917. Deficiency. Genetic, 2.
- BRIDGES, C. B. 1917. An intrinsic difficulty for the variable force hypothesis of crossing over. Amer. Nat., 51.
- BRIDGES, C. B. 1919. Specific modifiers of eosin eye color in *Drosophila melanogaster*. Jour. Exp. Zool., 28.
- BRIDGES, C. B. 1921. Triploid intersexes in *Drosophila melanogaster*. Science, 54.
- BRIDGES, C. B. 1922. The origin of variations in sexual and sex-limited characters. Amer. Nat., 56.
- 90 BRIDGES, C. B. 1923. The third chromosome group of mutant characters of *Drosophila melanogaster*. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 327.
- BRIDGES, C. B. 1925. Haploidy in *Drosophila melanogaster*. Proc. Nat. Acad. Sci., 11.
- BRIDGES, C. B. 1925. Sex in relation to chromosomes and gene. Amer. Nat., 59.
- BRIDGES, C. B. 1932. The genetics of sex in *Drosophila*. Sex and Internal Secretion. Chapt. III.
- BRIDGES, C. B. and MORGAN, T. H. 1919. The second chromosome group of mutant characters. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 278.

- BRINK, R. A. 1929. Studies on the physiology of a gene. *Quart. Rev. Biol.*, 4.
- BRINK, R. A. 1932. Are the chromosomes aggregates of groups of physiologically independent genes? *Amer. Nat.*, 66.
- BUCHHOLZ, J. T. and BLAKESLEE, A. F. 1930. Radium experiments with *Datura*. *Jour. Hered.*, 21.
- BUDER, J. 1910. Studien an *Laburnum Adami*. I. Die Verteilung der Farbstoffe in den Blütenblättern. *Ber. Deutsch. Bot. Gesells.*, 28.
- BUDER, J. 1911. Studien an *Laburnum Adami*. II. Allgemeine anatomische Analyse des Mischlings und seiner Stammpflanzen. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.* 5.
- 100 BURBANK, L., (with W. HALL). 1927. *The Harvest of the Years*. Boston.
- BURGEFF, H. 1928. Variabilität, Vererbung und Mutationen bei *Phycomyces Blakesleeanus*. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, 49.
- BURNS, R. K. 1927. Some results of the transplantation of larval gonads in Urodele amphibians. *Anat. Rec.*, 37.
- BUXTON, B. H. 1932. Genetics of the primrose, *P. acaulis*. *Jour. Geo.*, 25.
- CANNON, H. G. 1923. On the nature of the centrosomal force. *Jour. Gen.*, 13.
- CAPORN, A. S. C. 1918. An account of an experiment to determine the heredity of early and late ripening in the oat cross. *Jour. Gen.*, 7.
- CAROTHERS, E. E. 1913. The Mendelian ratio in relation to certain Orthopteran chromosomes. *Jour. Morph.*, 24.
- CAROTHERS, E. E. 1917. The segregation and recombination of homologous chromosomes found in two genera of *Acrididae* (*Orthoptera*). *Jour. Morph.*, 28.
- CAROTHERS, E. E. 1931. The maturation divisions and segregation of heteromorphic homologous chromosomes in *Acrididae* (*Orthoptera*). *Biol. Bull.*, 64.
- CASTLE, W. E. 1905. Heredity of coat characters in guinea-pigs. *CARNEGIE Inst. Wash. Publ.*, 23.

- 110 CASTLE, W. E. 1914. An apple chimera. Jour. Hered., 5.
 CASTLE, W. E. 1916. Can selection cause genetic change? Amer. Nat., 50.
 CASTLE, W. E. 1916. Studies of inheritance in guinea-pigs and rats. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 241.
 CASTLE, W. E. 1919. Piebald rats and the theory of genes. Proc. Nat. Acad. Sci., 5.
 CASTLE, W. E. 1919. Is the arrangement of the genes in the chromosome linear? Proc. Nat. Acad. Sci., 5.
 CASTLE, W. E. 1925. A sex difference in linkage in rats and mice. Genetics, 10.
- 116 CASTLE, W. E. 1930. Genetics and Eugenics. 4. Ed. (1. Ed. 1921). Cambridge, U. S. A.
 CASTLE, W. E.; CARPENTER, F. W.; CLARK, A. H.; MAST, S. O.; and BARROWS, W. M. 1906. The effects of inbreeding, cross-breeding, and selection upon the fertility and variability of *Drosophila*. Proc. Amer. Acad. Arts and Sci., 41.
 CASTLE, W. E. and HADLEY, P. B. 1915. The English rabbit and the question of Mendelian unit character constancy. Proc. Nat. Acad. Sci., 1.
 CASTLE, W. E. and LITTLE, C. C. 1910. On a modified Mendelian ratio among yellow mice. Science, 32.
- 120 CASTLE, W. E. and PHILIPS, J. C. 1909. A successful ovarian transplantation in the guinea-pig, and its bearing on problems of genetics. Science, 30.
 CASTLE, W. E. and WACHTER, W. L. 1924. Variations of linkage in rats and mice. Genetics, 9.
 CASTLE, W. E.; WALTER, H. E.; MULLENIX, R. C.; and COBBS, S. 1909. Studies of inheritance in rabbits. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 114.
 CATTELL, J. McK 1917. Families of American men of science. Pop. Sci. Month., 86; Scient. Month., 5.
 CHINO, M. (千野光茂). 1929, 1930. 黑猩猩蠅の遺傳研究. I, II. 遺傳學雜誌 4, 5.

- CHINO, M. (千野光茂); KIKKAWA, H. (吉川秀男). 1931. *Sciara* 遺傳學の概觀 (綜合抄録). 遺傳學雜誌, 7.
- CHITTENDEN, R. J. 1925. Studies in variegation. II. Jour. Gen., 16.
- CHITTENDEN, R. J. 1927. Vegetative segregation. Bibl. Gen., 3.
- CLAUS, C. und GROBBEN, K. 1917. Lehrbuch der Zoologie. 3. Aufl. (1. Aufl. 1905). Marburg.
- CLAUSEN, R. E. and MANN, M. C. 1921. Inheritance in *Nicotiana Tabacum*. V. The occurrence of haploid plants in interspecific progenies. Proc. Nat. Acad. Sci., 10.
- 130 CLAUSSEN, P. 1915. Fortpflanzung im Pflanzenreiche. Allgemeine Biologie. Leipzig.
- CLELAND, R. E. 1923. Chromosome arrangements during meiosis in certain *Oenotheras*. Amer. Nat., 57.
- CLELAND R. E. 1929. Meiosis in the pollen mother cells of the *Oenotheras*, and its probable bearing upon certain general problems. Proc. Intern. Congr. Plant Sci. (1926).
- CLELAND, R. E. and BLAKESLEE, A. F. 1931. Segmental interchange, the basis of chromosomal attachment in *Oenothera*. Cytologia, 2.
- COCKERELL, T. D. A. 1925. Chimera in head of sunflower. Jour. Hered., 16.
- COLE, L. J. and DAVIS, C. L. 1914. The effect of alcohol on the male germcells studied by means of double mating. Science, 39.
- COLE, L. J. and KELLEY, F. J. 1919. Studies on inheritance in pigeons. III. Description and linkage relations of two sex-linked characters. Genetics, 4.
- COLLINS, G. N. 1914. A more accurate method of comparing first-generation maize with their parents. Jour. Agr. Res., 3.
- COLLINS, G. N. and KEMPTON, J. H. 1913. Effects of cross-pollination on the size of seed in maize. U. S. Dept Agr. Circul., 124.
- COLLINS, J. L. and HAGEN, H. R. 1932. Nematode resistance of pineapples. Jour. Hered., 23.
- 140 COLLINS, J. L. and MANN, M. C. 1923. Interspecific hybrids in *Crepis*. II. A preliminary report on the results of hybridizing

- Crepis setosa* HALL. F. with *C. capillaris* (L.) WALLR. and with *C. biennis*. Genetics, 8.
- CONDIT, I. J. 1928. Other fig chimeras. Jour. Hered, 19.
- COOPER, D. C. and BRINK, R. A. 1931. Cytological evidence for segmental interchange between non-homologous chromosomes in maize. Proc. Nat. Acad. Sci., 17.
- CORRENS, C. 1900. G. MENDEL'S Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 17.
- CORRENS, C. 1902. Die Ergebnisse der neuesten Bastardforschungen für die Vererbungslehre. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 19.
- CORRENS, C. 1903. Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 20.
- CORRENS, C. 1905. Gregor MENDEL'S Briefe an Carl NÄGELI. Leipzig.
- CORRENS, C. 1908. Die Rolle der männlichen Keimzellen bei der Geschlechtsbestimmung der gynodioecischen Pflanzen. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 26.
- CORRENS, C. 1909. Vererbungsversuche mit blass (gelb) grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 1.
- CORRENS, C. 1913. Selbststerilität und Individualstoffe. Biol. Zentrbl., 33.
- 150 CORRENS, C. 1916. Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum. Biol. Zentrbl., 36.
- CORRENS, C. 1921. Versuche bei Pflanzen das Geschlechtsverhältnis zu verschieben. Hereditas, 2.
- CORRENS, C. 1922. Alkohol und Zahlenverhältnis der Geschlechter bei einer getrenntgeschlechtige Pflanzen (*Melandrium*). Naturw., 49.
- CORRENS, C. 1922. Geschlechtsbestimmung und Zahlenverhältnis der Geschlechter beim Sauerampfer (*Rumex acetosa*). Biol. Zentrbl., 42.
- CORRENS, C. 1927. Der Unterschied in der Keimungsgeschwindigkeit der Männchensamen und Weibchensamen bei *Melandrium*. Hereditas, 9.

- CORRENS, C. 1928. Über nichtmendelnde Vererbung. Verh. V. Intern. Kongr. Vererb., Berlin (1927) I.
- CORRENS, C. 1928. Bestimmung, Vererbung, und Verteilung des Geschlechtes bei den höheren Pflanzen. Handb. d. Vererbwiss., 2. (Liefg 3.)
- CREW, F. A. E. 1923. The significance of achondroplasia-like condition met with in cattle. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 95.
- CREW, F. A. E. 1923. Studies in intersexuality. I. A peculiar type of developmental intersexuality in the male of the domestic mammals. II. Sex-reversal in the fowl. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 95.
- CREW, F. A. E. 1926. On fertility in the domestic fowl. Proc. Roy. Soc. Edinb., 46.
- 160 CREW, F. A. E. 1927. The Genetics of Sexuality in Animals. Cambridge.
- CREW, F. A. E. 1927. Organic Inheritance in Man. London.
- CUÉNOT, L. 1899. Détermination du sexe chez les animaux. Bull. Sci. de France et Belg., 32.
- CUÉNOT, L. 1902-1907. La loi de MENDEL et l'hérédité de la pigmentation chez les souris. Notes 1-6. Arch. Zool. Exp. et Génér., 3-4.
- CUTLER, I. E. 1925. Reptilian fowls. Jour. Hered., 16.
- DAHLGREN, K. V. O. 1923. *Geranium bohemicum* L. × *G. bohemicum depressum* ERIK. ALMQ., ein grünweissmarmorierter Bastard. Hereditas, 4.
- DAHLGREN, K. V. O. 1927. Eine Sektorialchimäre vom Apfel. Hereditas, 9.
- DARBISHIRE, A. D. 1911. Breeding and the Mendelian Discovery. London.
- DARLINGTON, C. D. 1929. Ring formation in *Oenothera* and other genera. Jour. Gen., 20.
- DARROW, G. M. 1931. A productive thornless sport of the evergreen blackberry. Jour. Hered., 22.
- 170 DARWIN, C. 1859. Origin of Species. London.
- DARWIN, C. 1868. The Variation of Animals and Plants under Domestication. London.

- DARWIN, C. 1876. The Effects of Cross- and Self-Fertilization in the Vegetable Kingdom. London.
- DAVENPORT, C. B. 1907. Inheritance in poultry. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 52.
- DAVENPORT, C. B. 1911. The transplantation of ovaries in chickens. Jour. Morph., 22.
- DAVENPORT, C. B. 1911. Heredity in Relation to Eugenics. New York.
- DAVENPORT, C. B. 1917. The effects of race intermingling. Proc. Amer. Phil. Soc., 56.
- DAVENPORT, C. B. 1917. Inheritance of stature. Genetics, 2.
- DAVENPORT, C. B. 1920. Heredity of constitutional mental disorders. Eug. Rec. Office Publ., 20.
- DAVENPORT, C. B. 1920. Defects found in drafted men. Sci. Month. (Jan. Feb.)
- 180 DAVENPORT, C. B. 1923. Body build and its inheritance. Proc. Nat. Acad. Sci., 9.
- DAVENPORT, C. B. 1928. Is there inheritance of twinning tendency from the father's side? Verh. V. Intern. Kongr. Vererb., Berlin (1927). I.
- DAVENPORT, C. B. 1930. Sex-linkage in man. Genetics, 15.
- DAVIS, B. M. 1914. Genetical studies on *Oenothera*. V. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 12.
- DEAN, B. 1902. A case of mimicry outmimicked? Concerning *Kallima* butterflies in museums. Science, 16.
- DECASTELLO, A. von, und STURLI, A. 1902. Über die Isoagglutinin im Serum gesunder und kranker Menschen. München Med. Wochenschr.
- DEMEREK, M. 1924. A case of pollen dimorphism in maize. Amer. Jour. Bot., 11.
- DEMEREK, M. 1927. A second case of maternal inheritance of chlorophyll in maize. Bot. Gaz., 84.
- DEMEREK, M. 1928. The behavior of mutable genes. Verh. V. Intern. Kongr. Berlin (1927). I.

- DEMERIC, M. 1929. Cross sterility in maize. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 50.
- 190 DEMERIC, M. 1929. Changes in the rate of mutability of the mutable miniature gene of *Drosophila virilis*. Proc. Nat. Acad. Sci., 15.
- DEMERIC, M. 1931. Behavior of two mutable genes of *Delphinium ajacis*. Jour. Gen., 24.
- DEMERIC, M. and FARROW, J. G. 1930. Relation between X-ray dosage and the frequency of primary non-disjunction of X-chromosome in *Drosophila virilis*. Proc. Nat. Acad. Sci., 16.
- DEMOLL, R. 1912. Über Geschlechtsbestimmung im allgemeinen und über die Bestimmung der primären Sexualcharaktere im besonderen. Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool., 33.
- DETLEFSEN, J. A. 1914. Genetic studies on a cavy species cross. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 205.
- DETLEFSEN, J. A. 1923. Are the effects of long-continued rotation in rats inherited? Proc. Amer. Phil. Soc., 62.
- DETLEFSEN, J. A. 1925. The inheritance of acquired characters. Physiol. Rev., 5.
- DETLEFSEN, J. A. and ROBERTS, E. 1921. Studies on crossing-over. I. The effect of selection on crossing-over values. Jour. Exp. Zool., 32.
- DIGHTON, A. 1922. The sex ratio. The Sport Chron. (Sept.)
- DIVER, C. 1925. The inheritance of inverse symmetry in *Limnaea peregra*. Jour. Gen., 15.
- 200 DJAKONOV, D. M. 1925. Experimental and biometrical investigations on dimorphic variability of *Forficula*. Jour. Gen., 15.
- DODGE, B. O. 1931. Inheritance of albinistic non-conidial character in interspecific hybrids in *Neurospora*. Mycologia, 23.
- DOBZHANSKY, T. 1930. Translocations involving the third and the fourth chromosomes of *Drosophila melanogaster*. Genetics, 15.
- DOBZHANSKY, T. 1930. Cytological map of the second chromosome of *Drosophila melanogaster*. Biol. Zentrbl., 50.
- DOBZHANSKY, T. 1930. Genetical and environmental factors influencing the type of intersexes in *Drosophila melanogaster*. Amer. Nat., 64.

- DOBZHANSKY, T. 1932. Cytological map of the X-chromosome of *Drosophila melanogaster*. Biol. Zentrbl., 52.
- DOBZHANSKY, T. and SCHULTZ, J. 1931. Evidence for multiple sex factors in the X-chromosome of *Drosophila melanogaster*. Proc. Nat. Acad. Sci., 17.
- DONCASTER, L. 1908. On sex inheritance in the moth, *Abraxas grossulariata* and its var. *lacticolor*. Rept. Evol. Comm., IV.
- DONCASTER, L. 1914. On the relations between chromosomes, sex-limited transmission and sex-determination in *Abraxas grossulariata*. Jour. Gen., 4.
- DONCASTER, L. 1914. The Determination of Sex. Cambridge.
- 210 DORFMEISTER, G. 1864. Über die Entwicklung verschiedener während der Entwicklungsperioden angewandter Wärmegrade auf die Färbung und Zeichnung der Schmetterlings. Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark.
- DRIVER, E. C. 1931. Temperature and age expression in *Drosophila*. Jour. Exp. Zool., 59.
- DUBININ, N. P. 1929. Allelomorphentreppen in *Drosophila melanogaster*. Biol. Zentrbl., 49.
- DUBININ, N. P. 1932. Step-allelomorphism in *Drosophila melanogaster*. Jour. Gen., 25.
- DUBININ, N. P. 1932. Step-allelomorphism and the theory of centres of the gene, achaete-scute. Jour. Gen., 26.
- DUBININ, N. P. und FRIESEN, H. 1932. Die Unmöglichkeit einer Erklärung des Falls der Treppenallele scute vom Standpunkt der GOLDSCHMIDTSchen physiologischen Theorie der Vererbung. Biol. Zentrbl., 52.
- DUERDEN, J. E. 1920. Inheritance of callosities in the ostrich. Amer. Nat., 54.
- DUGDALE, R. L. 1910. The Jukes; a Study in Crime, Pauperism, Disease and Heredity. 4. Ed. 1. Ed. 1877). New York.
- DUNCKER, G. 1904. Die Methode der Variations-Statistik. Arch. f. Entwmech., 17.
- DUNCKER, H. 1929. Genetik der Kanarienvögel. Züchter, 1.

- 220 DUNGERN, E. von, und HIRSCHFELD, L. 1910. Über Nachweis und Vererbung biochemischer Strukturen. I, II. Zeits. f. Immunforschg, 4, 6.
- DUNGERN, E. von, und HIRSCHFELD, L. 1911. Über gruppenspezifische Strukturen des Blutes. III. Zeits. f. Immunforschg, 8.
- DURHAM, F. M. 1906. A preliminary account of the inheritance of coat-colour in mice. Rept. Evol. Comm., IV.
- DUSING, K. 1884. Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen. Jen. Zeits. f. Naturw., 17.
- DUSING, K. 1890. Das Geschlechtsverhältnis in Preussen. Staatswiss. Studien, 3.
- EAST, E. M. 1908. Inbreeding in corn. Connecticut Agr. Exp. Sta. Rept. (1907).
- EAST, E. M. 1911. The genotype hypothesis and hybridization. Amer. Nat., 45.
- EAST, E. M. 1913. Inheritance of flower size in crosses between species of *Nicotiana*. Bot. Gaz., 55.
- EAST, E. M. 1928. Heredity in the genus *Fragaria* with special reference to the false hybrids of MILLARDET. Verh. V. Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927). I.
- EAST, E. M. 1929. Self-sterility. Bibl. Gen., 5.
- 230 EAST, E. M. 1929. The concept of the gene. Proc. Intern. Congr. Plant Sci., I.
- EAST, E. M. and HAYES, H. K. 1912. Heterozygosis in evolution and in plant breeding. U. S. Dept, Agr. Bur. Plant Ind. Bull., 243.
- EAST, E. M. and JONES, D. F. 1919. Inbreeding and Outbreeding. Philadelphia.
- EAST, E. M. and MANGELSDORF, A. J. 1926. Studies of self-sterility. VII. Heredity and selective pollen-tube growth. Genetics, 11.
- EAST, E. M. and PARK, J. B. 1917. Studies on self-sterility. I. The behavior of self-sterile plants. Genetics, 2.
- ELOFF, G. 1932. A theoretical and expermental study on the changes in the crossingover value, their causes and meaning. Genetica, 14.

- EMERSON, R. A. 1916. The calculation of linkage intensities. *Amer. Nat.*, 50.
- EMERSON, R. A. 1917. Genetical studies of variegated pericarp in maize. *Genetics*, 2.
- EMERSON, R. A. 1921. The genetic relations of plant colors in maize. *Mem. Cornell Univ. Exp. Sta.*, 39.
- EMERSON, R. A. 1933. The present status of maize genetics. *Proc. 6. Intern. Congr. Gen. (1932)*.
- 240 EMERSON, R. A. and EAST, E. M. 1913. The inheritance of quantitative characters in maize. *Univ. Nebraska Agr. Exp. Sta. Bull.*, 2.
- EMERSON, S. H. 1929. The reduction division in a haploid *Oenothera*. *Cellule*, 39.
- EMME, H. 1932. Vererbung vegetativer und physiologischer Merkmale der Baumwolle und Besprechung weiterer Fragen über die Genetik der Baumwolle. (Sammelreferat.) *Züchter*, 4.
- ENTEMAN, W. M. 1904. Coloration in *Polistes*. *CARNEGIE Inst. Wash. Publ.*, 19.
- ENTZ, G. 1906, 1907. Die Fragen der Tiere und Mimikry. *Math. u. Nat. Ber. aus Ungarn*, 24, 25.
- ESAKI, T. 1925. Über die Mimese der *Kallima*-Arten. (*Lepidoptera, Nyphalidae*). *Zeits. f. Wiss. Insektenbiol.*, 20.
- ESSENBERG, J. M. 1923. Sex differentiation in the viviparous Teleost *Xiphophorus helleri* HAECKEL. *Biol. Bull.*, 45.
- ESSENBERG, J. M. 1926. Complete sex reversal in the viviparous Teleost *Xiphophorus helleri*. *Biol. Bull.*, 51.
- EVANS, H. M. 1918. Cited in BABCOCK and CLAUSEN: *Genetics in Relation to Agriculture*. 1. Ed.
- EVANS, H. M. and SWEZY, O. 1929. *The Chromosomes in Man, Sex and Somatic*. Univ. Calif.
- 250 EWART, J. C. 1899. *The Penycuik Experiments*. London.
- EWART, J. C. 1901. Experimental contributions to the theory of heredity, reversion, and telegony. *Trans. Highland Agr. Soc. Scotland*.

- EWING, H. E. 1916. Eighty-seven generations in a parthenogenetic pure line of *Aphis avenae* Fab. Biol. Bull., 31.
- EYSTER, W. H. 1921. The linkage relations between the factors for tunicate ear and starchy-sugary endosperm in maize. Genetics, 6.
- EYSTER, W. H. 1922. The intensity of linkage between the factors for sugary endosperm and for tunicate ears, and the relative frequency of their crossing over in microspore and megaspore development (in maize). Genetics, 7.
- EYSTER, W. H. 1925. A genetic analysis of variegation. Genetics, 9.
- EYSTER, W. H. 1928. The mechanism of variegations. Verh. V Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927), I.
- FARRER, W. 1898. The making and improvement of wheat for Australian conditions. New South Wales Agr. Gaz., 9.
- FEDERLEY, H. 1913. Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermatogenese der Schmetterlinge *Pygaera anachoreta*, *curtula* und *pigra* sowie einige ihrer Bastarde. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 9.
- FEDERLEY, H. 1923. Bilden Chromosomenkonjugation, Mendelspaltung und Fertilität bei Speziesbastarten einen Dreibund? Hereditas, 4.
- 260 FEDERLEY, H. 1928. Das Inzuchtproblem. Handb. Vererbwiss., 2. (Liefg 4.)
- FETSCHER, R. 1933. Zur Frage der Kosten für Erbkrankte. Arch. f. Rassen- u. Gesells.-Biol., 27.
- FINLAY, G. F. 1925. Studies on sex differentiation in fowls. Brit. Jour. Exp. Zool., 2.
- FISCHER, E. 1895. Transmutation der Schmetterlinge infolge der Temperaturänderungen. Experimentelle Untersuchungen über Phylogense der Vanessen. Berlin.
- FISCHER, E. 1901. Experimentelle Untersuchungen über Vererbung erworbener Eigenschaften. Allg. Zeits. f. Entom.
- FISCHER, E. 1907. Zur Physiologie der Aberrationen- und Varietätenbildung der Schmetterlinge. Arch. f. Rassen- u. Gesells.-Biol, 4.

- FISCHER, E. 1913. Die Rohobother Bastarde und das Bastardierungsproblem beim Menschen. Jena.
- FISHER, R. A. 1928. The possible modification of the response of the wild type to recurrent mutations. Amer. Nat., 62.
- FISHER, R. A. 1931. The evolution of dominance. Biol. Rev., 6.
- FISHER, R. A. and BALMUKAND, B. 1928. The estimation of linkage from the offspring of selfed heterozygotes. Jour. Gen., 20.
- 270 FLEET, W. van. 1914. Chestnut breeding experience. Jour. Hered., 5.
- FOCKE, W. O. 1881. Pflanzenmischlinge. Ein Beitrag zur Biologie der Gewächse. Berlin.
- FOOT, K. and STROBELL, E. C. 1914. Results of crossing *Euschistus variolarius* and *Euschistus servus* with reference to the inheritance of an exclusively male character. Linn. Soc. Jour., 32.
- FOX, H. M. 1924. Note on KAMMERER'S experiments with *Ciona* concerning the inheritance of an acquired character. Jour. Gen., 14.
- FREEMAN, G. F. 1909. Plant breeding for farmers. Kansas Agr. Coll. Farmer's Bull., 1.
- FRYER, J. C. F. 1913. An investigation by pedigree-breeding into the polymorphism of *Papilio polytes*. Phil. Trans. Roy Soc., 294.
- FUJII, K. 1895. Physiological researches on the sexuality of the flowers of *Pinus densiflora* S. et Z. Bot. Mag., Tokyo. 9.
- FURUHATA, T. 1928. On the heredity of the blood groups. Verh. V. Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927). I.
- FURUHATO, T. (古畑種基). 1933. 胎兒の血液型と動物の血液型. 遺傳學雜誌, 8.
- FURUHATA, T. (古畑種基); ICHIDA, K. (市田賢吉); and KISHI, T. (岸孝義). 1926. 人血球の生物學的構造と其の遺傳とに就て. 日本學術協會報告, 東京 (1925), 1.
- 280 FURUKAWA, T. (古川竹二). 1931. 血液型と精神現象, 民族衛生, 1.
- FURUKAWA, T. (古川竹三). 1932. 血液型と氣質. 東京.
- GAGER, C. S. and BLAKESLEE, A. F. 1927. Chromosome and gene mutations in *Datura* following exposure to radium rays. Proc. Nat. Acad. Sci., 13.

- GALTON, F. 1897. The average contribution of each several ancestor to the total heritage of the offspring. Proc. Roy. Soc., 61.
- GALTON, F. 1889. Natural Inheritance. London.
- GALTON, F. 1892. Hereditary Genius. London.
- GARNER, W. W. 1927. Effect of short alternating period of light and darkness on plant growth. Science, 66.
- GARNER, W. W. and ALLARD, H. A. 1920. Effect of the relative length of day and night and the factors of the environment on growth and reproduction in plants. Jour. Agr. Res., 18.
- GÄRTNER, F. von. 1849. Beiträge zur Kenntnis der Befruchtung. Stuttgart.
- GATES, R. R. 1910. The material basis of Mendelian phenomena. Amer. Nat., 44.
- 290 GATES, R. R. 1913. Tetraploid mutants and chromosome mechanisms. Biol. Zentrbl., 33.
- GATES, R. R. 1915. The Mutation Factor in Evolution. London.
- GATES, R. R. 1917. Vegetative segregation in a hybrid race. Jour. Gen., 6.
- GATES, R. R. 1923. Heredity and Eugenics. London.
- GATES, R. R. 1925. Species and chromosomes. Amer. Nat., 59.
- GATES, R. R. 1925. Present problems of *Oenothera* research. Mem. Publ. 100th Birthday of MENDEL, Prag.
- GATES, R. R. 1929. A haploid *Oenothera*. Nature, 124.
- GATES, R. R. 1929. Heredity in Man. London.
- GATES, R. R. and GOODWIN, K. M. 1930. A new haploid *Oenothera*, with some considerations on haploidy in plants and animals. Jour. Gen., 23.
- GEINITZ, B. 1915. Über Abweichungen bei der Eireifung von *Ascaris*. Arch. f. Zellf., 13.
- 300 GEROULD, J. H. 1911. The inheritance of polymorphism and sex in *Colias philodice*. Amer. Nat., 45.
- GEROULD, J. H. 1923. Inheritance of white wing color, sex-limited (sex-controlled) variation in yellow pierid butterflies. Genetics, 8.

- GERSCHLER, M. W. 1914. Über alternative Vererbung bei Kreuzung von Cyprinodontiden-Gattungen. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 12.
- GERSHENSON, S. 1923. A new sex ratio abnormality in *Drosophila obscura*. Genetics, 13.
- GIRD, A. 1886. De l'influence de certains parasites rhizocéphales sur les caractères sexuels extérieurs de leur hôte. C. R. Acad. Sci., 103.
- GIARD, A. 1904. Comment la castration agit-il sur les caractères secondaires? C. R. Soc. Biol., 56.
- GODDARAD, H. H. 1921. The Kalikak Family. A Study in the Heredity of Feeble-Mindedness. New York.
- GOLDSCHMIDT, R. 1917. Crossing over ohne Chiasmotypie? Genetics, 2.
- GOLDSCHMIDT, R. 1917. A further contribution to the theory of sex. Jour. Exp. Zool., 22.
- GOLDSCHMIDT, R. 1920. Untersuchungen über Intersexualität. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 23.
- 310 GOLDSCHMIDT, R. 1920. Mechanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung. Berlin.
- GOLDSCHMIDT, R. 1927. Physiologische Theorie der Vererbung. Berlin.
- GOLDSCHMIDT, R. 1928. Gen und Aussencharakter. Verh. V. Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927). I.
- GOLDSCHMIDT, R. 1928. The gene. Quart. Rev. Biol., 3.
- GOLDSCHMIDT, R. 1928. Einführung in die Vererbungswissenschaft. 5. Aufl. (1. Aufl. 1911). Berlin.
- GOLDSCHMIDT, R. 1929. Experimentelle Mutation und das Problem der Parallelinduktion-Versuche an *Drosophila*. Biol. Zentrbl., 49.
- GOLDSCHMIDT, R. 1931. Die sexuelle Zwischenstufen. Monogr. a. d. Gesamtgeb. d. Physiol. d. Pfl. u. d. Tiere, 9.
- GOLDSCHMIDT, R. 1931. Die entwicklungsphysiologische Erklärung des Falls der sogenannten Treppenallelomorphe des Gens scute von *Drosophila*. Biol. Zentrbl., 51.

- GOLDSCHMIDT, R. 1932. Untersuchungen zur Genetik der geographischen Variation. IV. Cytologisches. Arch. f. Entwmech., 126.
- GOLDSCHMIDT, R. und FISCHER, E. 1926. Erbliche Gynandromorphismus bei Schmetterlingen. Arch. f. Entwmech., 109.
- 320 GOLDSCHMIDT, R. und KATSUKI, K. 1927. Erblicher Gynandromorphismus und somatische Mosaikbildung bei *Bombyx mori* L. Biol. Zentrbl., 47.
- GOLDSCHMIDT, R. und KATSUKI, K. 1928. Cytologie des erblichen Gynandromorphismus von *Bombyx mori* L. Biol. Zentrbl., 48.
- GOLDSCHMIDT, R. und MINAMI, S. 1927. Über die Vererbung der sekundäre Geschlechtscharaktere. Studia Mendeliana. Prag.
- GOODALE, H. D. 1909. Sex and its relation to the barring factor in poultry. Science, 20.
- GOODALE, H. D. 1911. Sex-limited inheritance and sexual dimorphism in poultry. Science, 33.
- GOODALE, H. D. 1916. Egg production and selection. Amer. Nat., 50.
- GOODALE, H. D. 1916. Gonadectomy in relation to the secondary sexual characters of some domestic birds. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 243.
- GOODSPEED, T. H. and AVERY, P. 0929. The occurrence of a *Nicotiana glutinosa* haplont. Proc. Nat. Acad. Sci., 15.
- GORDON, M. 1927. The genetics of a viviparous top-minnow *Platypercilus*; the inheritance of two kinds of melanophores. Genetics, 12.
- Goss, J. 1824. On the variation in the colour of peas, occasioned by crossimpregnation. Trans. Hort. Soc. London. (Read before the Society in 1822.)
- 330 GOTOH, K. 1924. Über die Chromosomenzahl von *Secale cereale* L. Bot. Mag., Tokyo, 38.
- GOWEN, J. W. 1919. A biometrical study of crossing-over. Genetics, 4.
- GOWEN, J. W. 1919. Analysis of milk records in animal husbandry investigations in 1919. Maine Agr. Exp. Sta. Bull., 283.

- GOWEN, J. W. 1920. Self-sterility and cross-sterility in the apple. *Maine Agr. Exp. Sta. Bull.*, 287.
- GOWEN, J. W. 1925. Studies in milk secretion. *Maine Agr. Exp. Sta. Bull.*, 324, 327, 329.
- GOWEN, J. H. 1926. Genetics of breeding better dairy stock. *Jour. Dairy Sci.*, 9.
- GOWEN, J. W. and GAY, E. H. 1933. Gene number, kind, and size in *Drosophila*. *Genetics*, 18.
- GOWEN, J. W. and W. S. 1922. Complete linkage in *Drosophila melanogaster*. *Amer. Nat.* 56.
- GREGORY, R. P. 1911. On gametic coupling and repulsion in *Primula sinensis*. *Proc. Roy. Soc. Ser., B*, 84.
- GREGORY, R. P. 1914. On the genetics of tetraploid plants in *Primula sinensis*. *Proc. Roy. Soc. Ser. B*, 87.
- 840 GREGORY, R. P. 1915. On variegation in *Primula sinensis*. *Jour. Gen.*, 4.
- GRIFFITH, C. R. 1922. Are permanent disturbances of equilibration inherited? *Science*, 56.
- GROSVENOR, G. H. and SMITH, G. 1913. The life-cycle of *Moina rectoris*. *Quart. Jour. Micr. Sci.*, 53.
- GUAITA, G. von. 1898. Versuche mit Kreuzungen von verschiedenen Rassen der Hausmaus. *Ber. d. Naturf. Gesells. Freiburg*. 10.
- GUIGNARD, L. 1899. Sur les antherozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes. *C. R. Acad. Sci.*, 123. (Also in *Rev. Gén. d. Bot.*, 11.)
- GUTHRIE, C. C. 1908. Further results of transplantation of ovaries in chickens. *Jour. Exp. Zool.*, 5. (See also *Science*, 1909, 1911.)
- GUYER, M. F. 1909. On the sex of hybrids. *Biol Bull.*, 16.
- GUYER, M. F. and SMITH, E. A. 1918, 1920. Studies on cytolytins, I, II. *Jour. Exp. Zool.*, 26, 31.
- HABERLANDT, G. 1927. Sind die Cratagomespili von Bronvaux Verschmelzung-pfropfbastarde oder Periklinalchimären? *Biol. Zentrbl.*, 47.

- HADLEY, F. B. 1927. Congenital epithelial defects of calves. Jour. Hered., 18.
- 350 HAECKEL, E. 1907. The Evolution of Man. I. English Transl. London.
- HAGEDOORN, A. L. 1911. Autocatalytic substances, the determinants for the inheritable characters. Votr. Aufs. Entwmech., 12.
- HAGEDOORN, A. L. and A. C. 1914. Studies on variation and selection. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 6.
- HAGIWARA, T. 1928. Genetico-physiological studies on the formation of pigments in several organs of Japanese morning glories. Bot. Mag., Tokyo, 42.
- HAGIWARA, T. (萩原時雄). 1931. [あさかほ]の種子色の遺傳生理學的研究. 遺傳學雜誌, 7.
- HALDANE, J. B. S. 1919. The combination of linkage values, and the calculation of distances between the loci of linked factors. Jour. Gen., 8.
- HALDANE, J. B. S. and CREW, F. A. E. 1925. Change of linkage in poultry with age. Nature, 115.
- HÄMMERLING, J. 1929. Dauermodifikationen. Handb. Vererbwiss., 1. (Liefg 11.)
- HANCE, R. T. 1918. Variation in the number of somatic chromosomes in *Oenothera scintillans* de VRIES. Genetics, 3.
- HANLIRSCH, A. 1916. Die biologische Bedeutung der Tierfarben. Verh. Verbr. Nat. Kenntn, 56.
- 360 HANLIRSCH, A. 1929. Biologie (Oekologie-Ethologie). Handb. Entom., 2.
- HANSON, F. B. and HEYS, F. 1929. An analysis of different rays of radium in producing lethal mutations in *Drosophila*. Amer. Nat., 63.
- HARDER, R. 1928. Zur Frage nach der Rolle von Kern und Protoplasma im Zellegeschehen und bei der Übertragung von Eigenschaften. Zeits. f. Bot., 19.
- HARMS, J. M. 1921, 1923. Untersuchungen über das BIDDERSche Organ der männlichen und weiblichen Kröten. I. II. Zeits. f. Anat. u. Entw., 62, 69.

- HARMS, J. M. 1926. Körper und Keimzellen. I, II. Monogr. a. d. Gesamtgeb. d. Physiol. d. Pfl. u. d. Tiere, 9.
- HARMS, J. M. 1926. Beobachtung über Geschlechtsumwandlungen reifer Tiere und deren F₁-Generation. Zool. Anz., 67.
- HARRIS, R. G. 1923. Occurrence, life-cycle, and maintenance, under artificial conditions, of *Miastor*. Psyche, 30.
- HARRIS, R. G. 1924. Sex of adult *Cecidomyidae* (*Oligarces* sp.) arising from larvae produced by produced by paedogenesis. Psyche, 31.
- HARRISON, G. J. 1931. Metaxenia in cotten. Jour. Agr. Res., 42.
- HARRISON, J. W. H. 1916. Studies in the hybrid *Bistoninae*. I, II. Jour. Gen., 6.
- 370 HARRISON, J. W. H. 1919. Studies in the hybrid *Bistoninae*. IV. Concerning the sex-ratio and related problem. Jour. Gen., 9.
- HARRISON, J. W. H. and GARRETT, F. C. 1926. The induction of melanism in the *Lepidoptera* and its subsequent inheritance. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 99.
- HARRISON, R. G. 1908. Embryonic transplantation and development of the nervous system. Anat. Rec., 2.
- HARTMANN, M. 1924. Über Veränderung der Koloniebildung von *Eudorina elegans* und *Gonium pectorale* unter dem Einfluss äusserer Bedingungen. IV. Arch. f. Prot., 49.
- HASIMOTO, H. (橋本春雄). 1933. 蠶のテトロイド雌の遺傳學的研究. 蠶業試驗場報告, 8.
- HAYS, F. A. 1921. Effect of excessive use of male rabbits in breeding. Breed. Gaz. p. 66.
- HEAPE, W. 1898. Further note on the transplantation and growth of the mammalian ova within an uterine foster mother. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 67.
- HEAPE, W. 1907. Note on the influence of extraneous forces upon the proportion of the sexes produced by canaries. Proc. Cambridge Phil. Soc., 14.
- HEAPE, W. 1909. The proportions of the sexes produced by white and colored peoples in Cuba. Phil. Trans., 200.

- HEIKERTINGER, F. 1926. Zur Mimese der *Kallima*-Arten und anderer Blattschmetterlinge. Zeits. f. Wiss. Insektenbiol., 21.
- 380 HEINCKE, F. 1897-4898. Naturgeschichte des Herings. Abh. d. Deutsch. Seefischereivereins.
- HEITZ, E. 1925. Beitrag zur Zytologie von *Melandrium*. Planta, 1.
- HENKING, H. 1891. Über Spermatogenese und deren Beziehung zur Eientwicklung bei *Pyrrhocoris apterus*. Zeits. f. Wiss. Zool., 50.
- HENSELER, H. 1925. Ein Teckelzebu! Eine Mutation? Deutsch. Landw. Tierz., 29.
- HENSELER, H. 1925. Ein fruchtbares Maultier. Hannover.
- HERBST, C. 1919. Beiträge zur Entwicklungsphysiologie der Färbung und Zeichnung der Tiere. I. Der Einfluss gelber, weisser und schwarzer Umgebung auf die Zeichnung von *Salamandra maculosa*. Abh. Heidelberger Akad. Wiss. Math.-Naturw. Klasse, 7.
- HERBST, C. 1926. Die Physiologie des Kernes als Vererbungssubstanz. Handb. d. Norm. u. Path. Physiol., 17.
- HERIBERT-NILSSON, N. 1920. Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche und gestörte Mendelzahlen bei *Oenothera Lamarckiana*. Hereditas, 1.
- HERTWIG, G. 1913. Parthenogenese bei Wirbeltieren, hervorgerufen durch artfremden radiumbestrahlten Samen. Arch. f. Mikr. Anat., 81. Abt. II.
- HERTWIG, G. und P. 1914. Kreuzungsversuche an Knochenfischen. Arch. f. Mikr. Anat., 84. Abt. II.
- 390 HERTWIG, P. 1916. Durch Radiumbestrahlung verursachte Entwicklung von halbkernigen Triton- und Fischembryonen. Arch. f. Mikr. Anat., 87. Abt. II.
- HERTWIG, P. 1927. Partielle Keimesschädigungen durch Radium und Röntgenstrahlen. Handb. Vererbwiss, 3. (Liefg 1.)
- HERTWIG, R. 1906. Weitere Untersuchungen über das Sexualitätsproblem. Verh. Deutsch. Zool. Gesells., 2.
- HERTWIG, R. 1912. Über den derzeitigen Stand des Sexualproblems. Biol. Zentrbl., 32.

- HERTWIG, R. 1921. Über den Einfluss der Überreife der Eier auf das Geschlechtsverhältnis von Fröschen und Schmetterlingen. Sitzber. Bayer. Akad. Wiss. Math.-Physik. Klasse.
- HIRAIWA, Y. 1930. Pedigree of a hemophilic Japanese family. Jap. Jour. Gen., 6.
- HIRATA, K. (平田儉二). 1924. 大麻に於ける性の反轉現象に就きて. (豫報) 札幌農林學會報, 16.
- HIRATA, K. 1927. Sex determination in hemp (*Cannabis sativa* D.). Jour. Gen., 19.
- HOLLINGSHEAD, L. 1928. A preliminary note on the occurrence of haploids in *Crepis*. Amer. Nat., 62.
- HOLLINGSHEAD, L. 1928. Chromosomal chimeras in *Crepis*. Univ. Calif. Publ. Agr. Sci., 2.
- 400 HOLMES, S. J. 1924. A bibliography of eugenics. Univ. Calif. Publ. Zool., 25.
- HOLMES, S. J. 1924. Studies in Evolution and Eugenics. New York.
- HONING, J. A. 1923. *Nicotiana deformis* n. sp. und die Enzymtheorie der Erbllichkeit. Genetica, 5.
- HONING, J. A. 1928. Dominanzwechsel bei der Lichtkeimung. Verh. V. Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927), II.
- HUGHES, A. W. McK. 1932. Induced melanism in *Lepidoptera*. Proc. Roy. Soc. Ser. B., 116.
- HUMPHREY, R. R. 1933. Sex-reversal in *Amblystoma*. VI. Interactions of ovary and testis in Arkansas strain of *Amblystoma punctatum*. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 30.
- HUXLEY, J. S. 1923. Further data on linkage in *Gammarus chevreuxi*; and its relation to cytology. Brit. Jour. Exp. Biol., 1.
- HUXLEY, J. S. 1927. Discontinuous variation and heterogony in *Forficula*. Jour. Gen., 17.
- HUXLEY, J. S. 1928. Sexual difference of linkage in *Gammarus chevreuxi*. Jour. Gen., 20.
- ICHIJIMA, K. 1930. Studies on the genetics of *Fragaria*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 55.

- 410 IKENO, S. 1913. Studien über die Bastarde von Paprika (*Capsicum annuum*). Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 10.
- IKENO, S. 1917. Studies on the hybrids of *Capsicum annuum*. II. On some variegated races. Jour Gen., 6.
- IKENO, S. 1921. Studies on the genetics of flower-colours in *Portulaca grandiflora*. Jour. Coll. Agr. Imp. Univ. Tokyo, 8.
- IKENO, S. 1923. Erblichkeitsversuche an einigen Sippen von *Plantago major*. Jap. Jour. Gen., 1.
- IKENO, S. 1927. Zikken-Idengaku. 4. Ed. (1. Ed. 1913). Tokyo.
- IKENO, S. 1933. La Verkarō Botanika de Seiitiro IKENO. Tokyo.
- ILTIS, H. 1924. Gregor Johann MENDEL. Berlin.
- IMAI, Y. 1925. Genetic behaviour of the yellow leaf in the Japanese morning glory. Jour. Gen., 16.
- IMAI, Y. 1927. The genetics of *Pharbitis purpurea*. Jour. Coll. Agr Univ. Tokyo, 9.
- IMAI, Y. 1927. A genetic study of green variegated yellow leaves in the Japanese morning glory. Jour. Gen., 17.
- 420 IMAI, Y. 1928. A considerations of variegation. Genetics, 13.
- IMAI, Y. 1930. Segregation data on the flower clour of *Pharbitis Nil*. Jap. Jour. Gen., 6.
- IMAI, Y. 1930. A genetic monograph on the leaf form of *Pharbitis Nil*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 55.
- IMAI, Y. 1931. Linkage studies in *Pharbitis Nil*. Genetics, 16.
- IMAI, Y. and KANNA, B. 1927. On the variability of a white-eared form in *Amarantus paniculatus*. Genetics, 12.
- IMAI, Y. (今井喜孝); MIYAKE, K. (三宅驥一). 1920-1924. あさかは屬ノ遺傳學的研究. I—XIII. 植物學雜誌, 34-38.
- IMMER, F. R. 1930. Formulae and tables for calculating linkage intensities. Genetics, 15.
- ISHIHARA, M. (石原誠); MISAO, T. (操坦道). 1929. 鯉, 鮒及金魚間の雜種に於ける血清學的研究. 遺傳學雜誌, 4.
- ISHIKAWA, C. (石川千代松). 1928. 鮎の移殖. 科學知識, 8.
- ISHIKAWA, J. 1927. Studies on the inheritance of sterility in rice. Jour. Coll. Agr. Hokkaido Imp. Univ., 20.

- 430 ISSAKOWITSCH, A. 1906. Geschlechtsbestimmende Ursachen bei den Daphniden. Arch. f. Mikr. Anat. u. Entw., 69.
- JANSKY, J. 1906. Hämatologische Studien bei Psychotikern. (Tschech.) Kliniky Sbornik, Nr. 2.
- JANSSENS, F. A. 1905. Evolution des auxocytes mâle de *Batrachoseps Attenuatus*. Cellule, 22.
- JANSSENS, F. A. 1909. La théorie de la chiasmotypie. Nouvelle interprétation des cinèses de maturation. Cellule, 25.
- JENNINGS, H. S. 1908. Heredity, variation, and evolution in Protozoa. Jour. Exp. Zool., 1.
- JENNINGS, H. S. 1911. Pure lines in the study of genetics in lower organisms. Amer. Nat., 45.
- JENNINGS, H. S. 1916. Heredity, variation and the results of selection in the uniparental reproduction of *Diffugia corona*. Genetics, 1.
- JENNINGS, H. S. 1916. The numerical results of diverse systems of breeding. Genetics, 1.
- JENNINGS, H. S. 1923. The numerical reations in the crossing over of the genes, with the critical examination of the theory that the genes are arranged in a linear series. Genetics, 8.
- JENNINGS, H. S. 1923. Crossing-over and the theory that the genes are arranged in the chromosomes in serial order. Proc. Nat. Acad. Sci., 9.
- 440 JENNINGS, H. S. 1929. Genetics of the Protozoa. Bibl. Gen., 5.
- JESENKO, F. 1913. Über Getreide-Speziesbastarde (Weizen-Roggen). Seits. f. ind. Abst. u. Vererb., 10.
- JOHANNSEN, W. 1903. Über Erbllichkeit in Populationen in reinen Linien. Jena.
- JOHANNSEN, W. 1903. Über Knospenmutation bei *Phaseolus*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 1.
- JOHANNSEN, W. 1911. The genotype conception of heredity. Amer. Nat., 45.
- JOHANNSEN, W. 1923. Some remarks about units in heredity. Hereditas, 4.

- 446 JOHANNSEN, W. 1926. Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 3. Anfl. (1. Aufl. 1909). Jena.
- JOLLOS, VI 1920. Experimentelle Vererbungsstudien an Infusorien. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 24.
- JOLLOS, V. 1924. Untersuchungen über Variabilität und Vererbung bei Arcellen. Biol. Zentrbl., 44.
- JONES, D. F. 1916. The effects of inbreeding and cross-breeding upon development. Connecticut Agr. Exp. Sta. Bull., 207.
- 450 JONES, D. F. 0925. Genetics in Plant and Animal Improvement. New York.
- JONES, D. F.; WALKER, J. C.; and TISDALE, W. B. 1920. *Fusarium*-resistant cabbage. Wisconsin Agr. Exp. Sta Res. Bull., 48.
- JORGENSEN, C. A. 1926. The experimental formation of heteroploid plants in the genus *Solanum*. Jour. Gen., 19.
- JORGENSEN, C. A. and CRANE, M. B. 1927. Formation and morphology of *Solanum* chimeras. Jour. Gen., 18.
- JOST, L. 1907. Über die Selbststerilität einiger Blüten. Bot. Zeitg, 65.
- JULL, M. A. 1923. Can sex becontrolled? Proc. Amer. Soc. Anim. Product., 92-98.
- JULL, M. A. and QUINN, J. P. 1931. Inheritance in poultry. Data on the genetics of vulture hock, hen feathering and "crooked neck" in the domestic fowl. Jour. Hered., 22.
- KAJANUS, B. 1913. Über einige vegetative Anomalien bei *Trifolium pratense*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 9.
- KAKIZAKI, Y. 1922. Self sterility in the Chinese cabbage. Jour. Hered., 13.
- KAKIZAKI, Y. (柿崎洋一). 1929. 自家不稔性の行爲に関する一新現象と理論. 遺傳學雜誌, 4.
- 460 KAMMERER, P. 1911. Direkt induzierte Farbenanpassungen und deren Vererbung. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 4.
- KAMMERER, P. 1913. Vererbung erzwungter Farbveränderungen. IV. Arch. f. Entwmech., 36.
- KAMMERER, P. 1924. Inheritance of Acquired Characteristics. English Transl. (With a complete bibliography.) New York.

- KANNA, B. (神名勉聰). 1929. けいとうノ或ル常習的偶變品種ニ就テ. 植物學雜誌, 43.
- KARPECHENKO, G. D. 1924. Hybrids of *Raphanus sativus* L. and *Brassica oleracea* L. Jour. Gen., 14.
- KARPECHENKO, G. D. 1927. Polyploid hybrids of *Raphanus sativus* L. × *Brassica oleracea* L. Bull. Appl. Bot. Gen. and Pl. Breed. Leningrad, 17.
- KATHARINER, L. 1900. Versuche über den Einfluss der verschiedenen Strahlen des Spektrums auf Puppe und Falter von *V. urticae* L. und *V. io* L. III. Zeits. f. Entom., 5.
- KAUFMAN, L. 1925. Experimental study on the partial albinism in Himalayan rabbits. Biol. Generalis, 1.
- KAÜTSCH, G. 1913. Studien über Entwicklungsanomalien bei *Ascaris*. II. Arch. f. Entwmech., 35.
- KAWAGUCHI, E. 1928. Zytologische Untersuchungen am Seidenspinner und seine Verwandten. I. Gametogenese von *Bombyx mori* L. und *Bombyx mandarina* M. und ihre Bastarde. Zeits. f. Zellf. u. Mikr. Anat., 7.
- 470 KAWAGUCHI, E. 0933. Die Heteropyknose der Geschlechtschromosomen bei Lepidopteren. Cytologia, 4.
- KEEBLE, F. and PELLEW, C. 1910. The mode of inheritance of stature and of time of flowering in peas (*Pisum sativum*). Jour. Gen., 1.
- KEILIN, D. and NUTALL, H. F. 1919. Hermaphroditism and other abnormalities in *Pediculus hominis*. Parasitology, 2.
- KEMP, T. 1929. Über das Verhalten der Chromosomen in den somatischen Zellen des Menschen. Zeits. f. Mikr.-Anat. Forschg. 16.
- KIESSELBACH, T. A. and PETERSEN, N. F. 1925. The chromosome number of maize. Genetics, 10.
- KIESSELBACH, T. A. and PETERSEN, N. F. 1926. The segregation of carbohydrates in crosses between waxy and starchy types of maize. Genetics, 11.
- KIHARA, H. 1924. Zytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten

- der Chromosomen und die Sterilität in den Bastarden. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. B, 1.
- KIHARA, H. 1926. Chromosomenverhältnisse bei *Fragaria elatior*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 41.
- KIHARA, H. (NISHIYAMA, I.; KATAYAMA, Y.) 1931. Genomanslyse bei *Triticum* und *Aegilops*. I—III. Cytologia, 1, 2.
- KIHARA, H. (木原均). 1932. 咲分鶏頭の遺傳. 農業及園藝, 7.
- 480 KIHARA, H. (木原均), KATAYAMA, Y. (片山義勇). 1932. 一粒小麥のハプロイド. 科學, 2.
- KIHARA, H. and ONO, T. 1923. Cytological studies on *Rumex* L. I. Chromosomes of *Rumex acetosa* L. Bot. Mag. Tokyo, 37.
- KIHARA, H. and YAMAMOTO, Y. 1931. Karyomorphologische Untersuchungen an *Rumex acetosa* L. und *Rumex montanus* DESF. Cytologia, 3.
- KIHARA, H. (木原均); YAMAMOTO, Y. (山本幸雄); HOSONO, S. (細野重雄). 1931. 植物染色體數の研究. 東京.
- KIKKAWA, H. 1932. Studies on the mechanism of crossing-over in *Drosophila*, with special reference to the phenomenon of interference. Cytologia, 3.
- KIKKAWA, H. 1932. Contributions to the knowledge of non-disjunction of the sex-chromosomes in *Drosophila virilis*. Cytologia, 3.
- KING, H. D. 1910. The sex ratio in hybrid rats. Biol. Bull., 21.
- KING, H. D. 1918. Studies on inbreeding. I. The effects of inbreeding on the growth and variability in body weight of the albino rat. Jour. Exp. Zool, 26.
- KING, H. D. 1918. Studies on inbreeding. II. The effects of inbreeding on the fertility and on the constitutional vigor of the albino rat. Jour. Exp. Zool., 26.
- KING, H. D. 1918. Studies inbreeding. III. The effect of inbreeding with selection on the sex ratio of the albino rat. Jour. Exp. Zool, 27.
- 490 KING, H.D. 1921. A comparative study of the birth mortality in the albino rat and in man. Anat. Rec., 20.
- KING, H. D. and STOTSENBERG, J. M. 1915. On the normal sex ratio and the size of litter in the albino rat. Anat. Rec., 9.

- KING, W. I. 1920. *The Elements of Statistical Method*. New Ed. (1. Ed. 1912). New York.
- KIRIHARA, S. (桐原真一). 1927. 人血液型ノ遺傳及ヒ其遺傳假說ニ對スル批判. 社會醫學雜誌, No. 487-488.
- KIRKHAM, W. B. 1919. The fate of homozygous yellow mice. *Jour. Exp. Zool.*, 28.
- KLEBS, G. 1907. Studien über Variationen. *Arch. f. Entwmech.*, 24.
- KNIGHT, T. A. 1799. An account of some experiments of the fecundation of vegetables. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Pt. 1.
- KOGURE, M. (木暮樸太). 1926. 蠶の縞黒, 黄血兩因子交叉價の變異に關する研究. 九州帝大農學藝雜誌, 2.
- KOIZUMI, M. (小泉丹). 1920. 遺傳. 東京.
- KOJIMA, H. (小島均). 1930. 咲分ヲ生ズルけいとうノ花色ノ遺傳. 植物學雜誌, 44.
- 500 KOLREUTER, J. G. 1761-1766. Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen, nebst Fortsetzungen 1, 2, und 3.
- KOMAI, T. and FUKUOKA, G. 1931. A set of dichorionic identical triplets. *Jour. Hered.*, 22.
- KOMAI, T. (駒井卓); FUKUOKA, G. (福岡五郎). 1932. 雙生兒に關する二三の問題. 日本學術協會報告, 大阪 (1931), 7.
- KORNHAUSER, S. I. 1919. The sexual characteristics of the membracid *Thelia bimaculata* (FABR). I. External changes induced by *Aphelopus theliae* (GAHAN). *Jour. Morph.*, 32.
- KOSTOFF, D. 1929. An androgenic *Nicotiana* haploid. *Zeits. f. Zellf.*, 9.
- KOSTOFF, D. 1931. Sterility, transplanting and immunity. (In Russian with English summary.) *Zemedelska*, 1.
- KOYA, Y. (古屋芳雄). 1931. 本邦の兩性出生比率に關する社會生物學的研究. 民族衛生, 1.
- KRAFKA, J. 1920. The effect of temperature upon facet number in the bar-eyed mutant of *Drosophila*. *Jour. Gener. Physiol.*, 2.
- KRIZENECKY, J. 1924. Über die Inzucht in Populationen und über eine Methode zur Bestimmung ihres Grades. *Studia Mendeliana*. Prag.

- KROON, H. M. 1924. Die Erbllichkeit der Trunksucht in der Familie X. *Genetica*, 6.
- 510 KRUMBHÖLZ, G. 1932. Untersuchungen über das Vorkommen von Xenien und Metaxenien bei Äpfeln. *Gartenbauw.*, 6.
- KUKENTHAL, W. 1897. Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Sirenen. SEMON Zool. Forsch.-Reisen in Australien. Jena.
- KUSAGAWA, S. 1927. Über die experimentelle Erzeugung von angeborenem Star bei Hühnern und seine Vererbung. A. v. GRAEFES Arch. f. Ophthalm., 118.
- KUSCHAKEWITSCH, S. 1910. Die Entwicklungsgeschichte der Keimdrüsen von *Rana esculenta*. Festschr. HERTWIG, 2.
- KUWADA, Y. 1919. Die Chromosomenzahl von *Zea Mays* L. Jour. Coll. Sci. Tokyo Imp. Univ., 39.
- KUWADA, Y. 1927. On the spiral structure of chromosomes. Bot. Mag. Tokyo, 41.
- KUWADA, Y. (桑田義備). 1928. 浮游「マグネット」と染色體の排列比較. 東洋學藝雜誌, 44.
- LAMARCK, J. B. A. de. 1809. Philosophie Zoologique. Paris.
- LANDAUER, W. and DUNN, L. C. 1930. Studies on the creéper fowl. I. Genetics. Jour. Gen., 23.
- LANDMAN, J. H. 1932. Human Sterilization. New York.
- 520 LANDSTEINER, K. 1900. Zur Kenntnis der antifermentativen, lytischen und agglutinierenden Wirkungen des Blutserums und der Lymphe. Zentrbl. Bakter., 1.
- LANDSTEINER, K. 1901. Über Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes. Wien. Klin. Wochenschr, 14.
- LANDSTEINER, K. and LEVINE, P. 1927. A new agglutinable factor differentiating individual human bloods. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 24.
- LANG, A. 1908. Über die Bastarde von *Helix hortensis* MULLER und *Helix nemoralis* L. Festschrift.
- LANG, A. 1910. Die Erbllichkeitsverhältnisse der Ohrenläng der Kaninchen nach CASTLE und das Problem der intermediären

- Vererbung und Bildung konstanter Bastardrassen. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 4.
- LANG, A. 1914. Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. I. Hälfte. Jena.
- LANKESTER, E. R. 1890. The transmission of acquired characters and panmixia. Nature, 41.
- LEAKE, H. M. 1911. Studies in Indian cotton. Jour. Gen., 1.
- LÉCAILLON, A. 1924. Sur les races ou variétés nouvelles que l'on peut obtenir par la méthode des croisements chez le *Bombyx* du mûrier. C. R. Acad. Sci., 178.
- LECOQ, H. 1862. De la Fécondation Naturelle et Artificielle des Végétaux, et de l'Hybridation. 2. Ed. Paris.
530. LEHMANN, E. 1922. Die Theorien der Oenotheraforschung. Jena.
- LEHMANN, E. 1928. Selbststerilität. Handb. Vererbwiss, 2. (Liefg 4.)
- LENGERKEN, H. 1928. Über die Entstehung bilateral-symmetrischer Insektengynander aus verschmolzenen Eiern. Biol. Zentrbl., 48.
- LENZ, F. 1922. Erfahrungen über die Erblichkeit und Entartung an Schmetterlingen. Arch. f. Rassen- u. Gesells.-Biol., 14.
- LENZ, F. 1930. Menschliche Auslese und Rassenhygiene (Eugenik). München.
- LESLEY, M. M. and FROST, H. B. 1928. Two extreme "small" *Mathiola* plants: A haploid with one and a haploid with two additional chromosome fragments. Amer. Nat., 62.
- LILLIE, F. R. 1907. The free-martin; a study of the action of sex hormones in the foetal life of cattle. Jour. Exp. Zool., 23.
- LILLIE, F. R. 1927. The gene and the ontogenic process. Science, 66.
- LILLIE, R. S. 1905. On the conditions determining the disposition of the chromatic filaments and chromosomes in mitosis. Biol. Bull., 8.
- LINDSTROM, E. W. 1929. A haploid mutant in tomato. Jour. Hered., 20.

- 540 LIPPINCOTT, W. A. 1918. The case of the blue Andalusian. *Amer. Nat.*, 52.
- LIPPINCOTT, W. A. 1921. Further data on the inheritance of blue in poultry. *Amer. Nat.*, 55.
- LIPPINCOTT, W. A. 1921. Genetic terminology. *Amer. Nat.*, 55.
- LOTHELIER, A. 1890. Influence de l'état hygrométrique de l'air sur la production des piquants. *Bull. Soc. Bot. France*, 37. (See also *Rev. Génér. Bot.*, 24, 1912.)
- LOTSY, J. P. 1919. Proeven en Beschouwingen over evolutie. I. De Oenotheren als Kernchimèren. *Genetica*, 1.
- LOTSY, J. P. 1928. Hybridization among human races in South Africa. *Genetica*, 10.
- LOVE, H. H. and CRAIG, W. F. 1919. Fertile wheat-rye hybrids. *Jour. Hered.*, 10.
- LUTZ, F. E. 1913. Experiments concerning the sexual difference in the wing length of *Drosophila ampelophila*. *Jour. Exp. Zool.*, 14.
- MARTHUR, J. W. 1928. A spontaneous tomato chimera. *Jour. Hered.*, 19.
- MACAULEY, T. B. 1928. The improvement of corn by selection and plotbreeding. *Jour. Hered.*, 19.
- 550 MAGNUS, W. 1907. Transplantation of ovarier med soerligt hensyn til afkommet. *Norsk Mag. f. Laegevidenskaben*, 9.
- MALINOWSKI, E. 1927. The hypothesis of chromosome affinity and the phenomenon of suppression of characters on crossing. *Jour. Gen.*, 18.
- MALINOWSKI, E. 1928. Variegation and chromosomes in *Petunia*. *Jour. Hered.*, 19.
- MALINOWSKI, E. and SMÓLSKA, A. 1932. Studies on a mosaic strain of *Petunia violacea*. *Bull. Acad. Polon. Sci. et Lettre, Classe Sci. et Math. et Natur. Sér. B*, 1.
- MANGELSDORF, P. C. 1926. The genetics and morphology of some endosperm characters in maize. *Connecticut Agr. Exp. Sta. Bull.*, 279.
- MANGELSDORF, P. C. and JONES, D. F. 1926. The expression of Mendelian factors in the gametophyte of maize. *Genetics*, 11.

- MANN, M. C. 1923. A demonstration of the stability of the genes of an inbred stock of *Drosophila melanogaster* under experimental conditions. Jour. Exp. Zool., 38.
- MAN-LESLEY, M. 1925. Chromosomal chimeras in the tomato. Amer. Nat., 59.
- MARCHAL, P. 1896. La reproduction et l'évolution des guêpes sociales. Arch. Zool. Exp. Génér. Sér. 3, 4.
- MARCHAL, El et Em. 1906. Recherches expérimentales sur la sexualité des spores chez mousses dioïques. Mém. Couronnés, Classe d. Sci. (déc. 1905).
- 560 MARCOVITCH, S. 1923. Plants and light exposure. Science, 58.
- MARCOVITCH, S. 1924. The migration of the Aphids and the appearance of the sexual forms as effected by the relative length of daily light exposure. Jour. Agr. Res., 27.
- MARK, E. L. and COPELAND, M. 1907. Some stages in the spermatogenesis of the honey bee. Proc. Amer. Acad. Arts and Sci., 42.
- MARK, E. L. and COPELAND, M. 1908. Maturation stages in the spermatogenesis of *Vespa maculata*. Proc. Amer. Acad. Arts and Sci., 43.
- MARRYAT, D. C. E. 1909. Hybridization experiments with *Mriabilis Jalapa*. Rept Evol. Comm., V.
- 565 MATSUURA, H. (松浦一). 1927. 遺傳學原理. 東京.
- MAVOR, J. W. 1923. An effect of X-rays on the linkage of Mendelian characters in the first chromosome of *Drosophila melanogaster*. Genetics, 8.
- MAVOR, J. W. and SVENSON, H. K. 1924. Crossing-over in the second chromosome of *Drosophila melanogaster* in the F₁ generation of X-rayed females. Amer. Nat., 58.
- MCCLINTOCK, B. 1931. Cytological observation of deficiencies involving known genes, translocation, and inversion in *Zea Mays*. Univ. Missouri Res. Bull., 163.
- MCCLINTOCK, B. 1931. The order of the genes C Sh and Wx in *Zea Mays*. Proc. Nat. Acad. Sci., 17.
- 570 McCLUNG, C. E. 1902. The accessory chromosome—sex-determinant? Biol. Bull., 3.

- McCLUNG, C. E. 1914. A comparative study of the chromosomes in Orthopteran spermatogenesis. *Jour. Morph.*, **25**.
- MEHLING, E. 1915. Über die gynandromorphen Bienen des EUGSTERSCHEN Stocks. *Verh. Physik.-Med. Gesells. Würzburg*, **43**.
- de MEIJERE, J. C. H. 1910. Über JAKÖBSONS Züchtungsversuche betreffend den Polymorphismus von *Papilio memnon* L. *Zeits. f. ind. abst. u. Vererb.*, **3**.
- MEISENHEIMER, J. 1930. Geschlecht und Geschlechter im Tierreiche. II. Jena.
- 575 MENDEL, G. J. 1866. Versuche über Pflanzenhybriden. *Verh. Naturf. Ver. Brünn (Abhandl. 1865)*, **4**.
- 576 MENDEL, G. J. 1889. Über einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene *Hieracium*-Bastarde. *Verh. Naturf. Ver. Brünn*, **8**.
- METZ, C. W. 1920. The arrangement of genes in *Drosophila virilis*. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **6**.
- METZ, C. W. 1925. Chromosomes and sex in *Sciara*. *Science*, **61**.
- METZ, C. W. 1928. Sex determination in *Sciara*. *Amer. Nat.*, **63**.
- 580 METZ, C. W. and SCHMUCK, M. L. 1931. Studies on sex determination and the sex chromosome mechanism in *Sciara*. *Genetics*, **16**.
- METZ, C. W.; MOSES, M. S.; and HOPPE, M. S. 1926, 1927. Chromosome behavior and genetic behavior in *Sciara*. I, II. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, **45**.
- MEURMAN, O. 1925. The chromosome behaviour of some dioecious plants and their relatives with special reference to the sex chromosomes. *Soc. Sci. Fennica, Comm. Biol.*, **2**.
- MEVES, J. F. 1907, 1908. Die Spermatocyte-teilungen bei der Honigbienen. *Arch. f. Mikr. Anat.* **70, 71**. (Hornisse).
- MILLARDET, M. A. 1894. Note sur l'hybridation sans croisement ou fausse hybridation. *Mém. Soc. Sci. Phys. et Nat. Bordeaux*, **4**.
- MITCHELL, C. W. 1913. Sex-determination in *Asplanchna amphora*. *Jour. Exp. Zool.*, **15**.
- MIYAZAWA, B. (宮澤文吾). 1929. 朝顔の松島斑の遺傳に就て. *遺傳學雜誌*, **4**.
- MIZU, M. (水美登利). 1931. 胎兒の血液型に就て. *民族衛生*, **1**.

- MOHR, O. L. 1923. A somatic mutation in the singed locus of the X-chromosome in *Drosophila melanogaster*. *Hereditas*, **4**.
- MOHR, O. L. 1923. Modifications of the sex-ratio through a sex-linked semilethal in *Drosophila melanogaster*. *Studia Mendeliana*. Prag.
- 590 MOHR, O. L. 1926. Über Letalfaktoren, mit Berücksichtigung ihres Verhalten bei Haustieren und beim Menschen. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, **41**.
- MOHR, O. L. 1927. Exaggeration and inhibition phenomena. *Avhandl. utgitt av Nors. Videns. Akad.*, Oslo, **1**.
- MOHR, O. L. 1929. Letalfaktoren bei Haustieren. *Züchtgskunde*, **4**.
- MOHR, O. L. and STURTEVANT, A. H. 1919. A semi-lethal in *Drosophila funebris* that causes an excess of males. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **16**.
- MOHR, O. L. and WRIEDT, C. 1919. A new type of hereditary brachyphalangy in man. *CARNEGIE Inst. Wash. Publ.*, **295**.
- MOHR, O. L. and WRIEDT, C. 1928. Hairless, a new recessive lethal in cattle. *Jour. Hered.*, **19**.
- de MOL, W. E. 1921. De l'existence de variété hétéroplœides de *l'Hyacinthus orientalis* L. dans les cultures hollandaises. *Inst. Bot. Univ. Zürich, Sér. II*.
- de MOL, W. E. 1923. The disappearance of the diploid and triploid magnicoronate *Narcissi* from the larger cultures and the appearance in their place of tetraploid forms. *Proc. Koninklijke Akad. van Wetenschappen te Amsterdam*, **25**.
- MONTGOMERY, T. jun. 1906. Chromosomes in the spermatogenesis of *Hemiptera* and *Heteroptera*. *Trans. Amer. Phil. Soc.*, **21**.
- MORGAN, T. H. 1899-1901. Regeneration of tissue composed of parts of two species. *Biol. Bull.*, **1**, **2**.
- 600 MORGAN, T. H. 1908. The determination of sex in frogs. *Amer. Nat.*, **42**.
- MORGAN, T. H. 1909. A biological and cytological study of sex-determination in Phylloxerans and Aphids. *Jour. Exp. Zool.*, **7**.
- MORGAN, T. H. 1910. sex-limited inheritance in *Drosophila*. *Science*, **32**.

-
- MORGAN, T. H. 1912. Complete linkage in the second chromosome of the male of *Drosophila*. *Science*, **36**.
- MORGAN, T. H. 1914. Two sex-linked lethal factors in *Drosophila* and their influence on the sex-ratio. *Jour. Exp. Zool.*, **17**.
- MORGAN, T. H. 1914. Multiple allelomorphs in mice. *Amer. Nat.*, **48**.
- MORGAN, T. H. 1914. *Heredity and Sex*. 2. Ed. (1. Ed. 1913). New York.
- MORGAN, T. H. 1917. The Theory of the gene. *Amer. Nat.*, **51**.
- MORGAN, T. H. 1919. A demonstration of genes modifying the character "Notch". *CARNEGIE Inst. Wash. Publ.*, **278**.
- 609 MORGAN, T. H. 1919. *The Physical Basis of Heredity*. Philadelphia.
- 610 MORGAN, T. H. 1920. The effect of castration of hen-feathered campine. The genetic factor for hen-feathering in the sebright bantam. *Biol. Bull.*, **39**.
- MORGAN, T. H. 1922. Some possible bearings of genetics on pathology. *MIDDLETON GOLDSMITH Lecutur*e.
- MORGAN, T. H. 1922. Croonian lecture on the mechanism of heredity. *Proc. Roy. Soc. Ser. B*, **94**.
- 613 MORGAN, T. H. 1928. *The Theory of the Gene*. 2. Ed. (1. Ed. 1926). New Haven.
- MORGAN, T. H. 1932. *The Scientific Basis of Evolution*. New York.
- MORGAN, T. H. and BRIDGES, C. B. 1919. The origin of gynandromorphs. *CARNEGIE Inst. Wash. Publ.*, **278**.
- MORGAN, T. H.; BRIDGES, C. B.; and STURTEVANT, A. H. 1919. Contributions to the genetics of *Drosophila melanogaster*. *CARNEGIE Inst. Wash. Publ.*, **278**.
- 617 MORGAN, T. H.; BRIDGES, C. B.; and STURTEVANT, A. H. 1925. The genetics of *Drosophila*. *Bibl. Gen.*, **2**.
- MORINAGA, T. 1929. Interspecific Hybridization in *Brassica*. I. *Cytologia*, **1**. II. *Jap. Jour. Bot.*, **4**. III. *Jour. Dept Agr. Kyushu Imp. Univ.*, **2**.
- MORINAGA, T. and FUKUSHIMA, E. 1931. Preliminary report on the haploid of rice, *Oryza sativa* L. *Proc. Imp. Acad.*, **7**.

- 620 MOSS, W. L. 1909. Studies on isoagglutinins and isohemolysins. Trans. Amer. Physicians, 24.
- MŔSIĆ, W. 1923. Die Spätbefruchtung und deren Einfluss auf Entwicklung und Geschlechtsbildung. Arch. f. Mikr. Anat., 98.
- MULLER, H. J. 1916. The mechanism of crossing-over. Amer. Nat., 50.
- MULLER, H. J. 1917. An *Oenothera*-like case in *Drosophila*. Proc. Nat. Acad. Sci., 3.
- MULLER, H. J. 1918. Genetic variability, twin hybrids and constant hybrids, in a case of balanced lethal factors. Genetics, 3.
- MULLER, H. J. 1920. Are the factors of heredity arranged in a line? Amer. Nat., 54.
- MULLER, H. J. 1926. Induced crossing-over variation in X-chromosome of *Drosophila*. Amer. Nat., 60.
- MULLER, H. J. 1927. Artificial transmutation of the gene. Science, 66.
- MULLER, H. J. 1928. The problem of genic modification. Verh. V. Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927). I.
- MULLER, H. J. 1929. The gene as the basis of life. Proc. Intern. Congr. Plant Sci., 1.
- 630 MULLER, H. J. 1930. Radiation and genetics. Amer. Nat., 64.
- MULLER, H. J. 1930. Types of visible variations induced by X-rays in *Drosophila*. Jour. Gen., 22.
- MULLER, H. J. and ALTENBURG, E. 1919. The rate of change of hereditary factors in *Drosophila*. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 17.
- MULLER, H. J. and ALTENBURG, E. 1930. The frequency of translocations produced by X-rays in *Drosophila*. Genetics, 15.
- MULLER, H. J. and PAINTER, T. S. 1929. The cytological expression of changes in gene alignment produced by X-rays in *Drosophila*. Amer. Nat., 63.
- MULLER, H. A. 1911. Kernstudien an Pflanzen. I, II. Arch. f. Zellf., 8.
- MULSOW, K. 1912. Der Chromosomenzyklus bei *Ancyraacanthus cystidicora* RUD. Arch. f. Zellf., 9.

- NABOURS, R. K. 1914. Studies of inheritance and evolution in *Orthoptera*. I. Jour. Gen., 3.
- NABOURS, R. K. 1919. Studies of inheritance and evolution in *Orthoptera*. II. Jour. Gen., 7.
- NABOURS, R. K. 1929. The genetics of the *Tettigidae* (grouse locust). Bibl. Gen., 5.
- 640 NAGAI, I. 1924. Observations on the somatic segregation in soy beans. Jap. Jour. Bot., 2.
- NAGAI, I. 1926. Studies on the mutation in *Oryza sativa*. I, II, III. Jap. Jour. Bot., 3.
- NAKAMURA, S. (中村誠助). 1933. 稻に於けるハプロイド植物. 遺傳學雜誌, 8.
- NAUDIN, C. 1863. Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux. Ann. Sci. Nat. Bot. Sér. 4, 19. (This paper was communicated to l'Académie des Sciences, Paris.)
- NAVASHIN, M. 1925. Polyploid mutation in *Crepis*. Genetics, 10.
- NAWASCHIN, M. 1925. Morphologische Kernstudien der *Crepis*-Arten in Bezug auf die Artbildung. Zeits. f. Zellf. u. Mikr. Anat., 2.
- NAWASCHIN, M. 1926. Variabilität des Zellkerns bei *Crepis*-Arten in Bezug auf die Artbildung. Zeits. f. Wiss. Biol. Abt. II.
- NEBEL, B. R. 1930. Xenia and metaxenia in apples. N. Y. State Agr. Exp. Sta. T. B., 170.
- NEBEL, B. R. and TRUMP, I. 1932. Xenia and metaxenia in apples. II. Proc. Nat. Acad. Sci., 18.
- NEMEC, B. 1904. Über die Einwirkung des Chloralhydrates auf die Kern- und Zellteilung. Pringsh. Jahrb. Wiss. Bot., 39.
- 350 NEWMAN, H. H. 1917. The Biology of Twins. Chicago.
- NEWMAN, H. H. and PATTERSON, J. T. 1909. A case of normal identical quadruplets in the nine-banded *Armadillo*. Biol. Bull., 17.
- NEWMAN, H. H. and PATTERSON, J. T. 1910. The development of the ninebanded *Armadillo*. Jour. Morph., 21.
- NICHOLS, J. B. 1907. The numerical proportion of the sexes at birth. Mem. Amer. Anthrop. Assoc., 1.

- NILSSON, H. H. 1914. Plant breeding in Sweden. Jour. Hered., 5.
- NILSSON-EHLE, H. 1908. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. Lund's Univ. Arsskrift.
- NILSSON-EHLE, H. 1911. Über Fällens spontanen Wegfallens eines Hemmungsfaktors beim Hafer. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 5.
- NILSSON-EHLE, H. 1920. Multiple Allelmorphe und Komplexmutationen beim Weizen. Hereditas, 1.
- NISHIKAWA, H. (西川久). 1930. 家蠶ニ於ケル致死因子ニ就テ. 朝鮮總督府農試蠶絲部報告, 2.
- NISHIYAMA, I. 1929, 1931. The genetics and cytology of certain cereals. I, II. Jap. Jour. Gen., 5, 7.
- 660 NISHIYAMA, I. (西山市三). 1933. フォトオイド及びスベルトイド突然變異とその機構. 科學, 3.
- NOGUCHI, Y. (野口彌吉). 1931. Metaxenia の一例. 科學, 1.
- NOHARA, S. (野原茂六). 1913. 遺傳の實驗し品種の改良. 第二版 (第一版 1909). 東京.
- NOHARA, S. 1923. Genetic studies on *Spinacia*. Jap. Jour. Bot., 1.
- NOHARA, S. 1930. Genetical studies on quamoelit. Jous. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ., 11.
- NONIDEZ, J. F. 1920. Spermatogenesis of *Blaps*, etc. Jour. Morph., 34.
- OGUMA, K. (小熊捍). 1919. 螳螂の特殊染色體 (Idiochromosomes). 動物學雜誌, 30.
- OGUMA, K. 1930. A further study on the human chromosomes. Arch. Biol., 49.
- OHKURA, E. (大倉永治). 1933. 「マツバボタン」に於けるハプロイド植物の出現に就て. 遺傳學雜誌, 8.
- OHSHIMA, H. (大島廣). 1928. 間性の問題し三毛貓. 日本學術協會報告, 仙台 (1927), 3.
- 670 OKA, T. B. (岡徹). 1939. 遺傳質の量し斑入の問題. 遺傳學雜誌, 6.
- OKADA, K. (岡田鴻三郎). 1910. 米麥の種類改良に就て. 大日本農會報告, No. 354.
- ONO, T. (小野知夫). 1928. すいばノ細胞學的研究續報 (豫報). I—V. 植物學雜誌, 42.

- ONO, T. (小野知夫). 1930. すいばノ細胞學的研究續報. VJ—VIII. 植物學雜誌, 44.
- ONO, T. 1930. Chromosomenmorphologie von *Rumex acetosa*. Sci. Rept Tohoku Imp. Univ. Ser. Biol., 4.
- ONO, T. and SHIMOTOMAI, N. 1928. Triploid and tetraploid intersex of *Rumex acetosa* L. Bot. Mag. Tokyo, 42.
- ORTON, J. H. 1909. On the occurrence of protandric hermaphroditism in the mollusc *Crepidula fornicata*. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 81.
- ORTON, J. H. 1924. Sex change and breeding in the native oyster Nature, 114.
- ORTON, W. A. 1908. Development of farm crops resistant to disease. U. S. Dept Agr. Yearbook (1908).
- OSAWA, I. 1920. Cytological and experimental studies in *Morus*, with special reference to triploid mutants. Bull. Imp. Seric. Exp. Sta., 1.
- 680 OTTENBERG, R. 1921. Hereditary blood qualities; medico-legal application of human blood grouping. Jour. Immun., 6.
- OTTENBERG, R. 1925. Races differentiated by blood groups. Eng. News, 10.
- OTTENBERG, R. and EPSTEIN, B. 1908. Studies in isoagglutination. Trans, New York Path. Soc., 8.
- PAGENSTECHE, H. A. 1864. Die ungeschlechtliche Vermehrung der Fliegenlarven. Zeits. f. Wiss. Zool., 14.
- PAINTER, T. S. 1922-1923. Studies in mammalian spermatogenesis. I, II. Jour. Exp. Zool., 35, 37.
- PAINTER, T. S. and MULLER, H. J. 1929. The parallel cytology and genetics of induced translocation in *Drosophila*. Jour. Hered., 20.
- PAPANICOLAOU, G. 1910. Experimentelle Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse der Daphniden. Biol. Zentrbl., 30.
- PARKES, A. S. 1924. The sex-ratio in mice and its variation. Brit. Jour. Exp. Biol., 1.
- PARKES, A. S. 1924. Studies on the sex-ratio and related phenomena. II. The influence of the age of the sex-ratio in man. Jour. Gen., 14.

- PARKES, A. S. 1926. Proportions of sexes in man. *Eug. Rev.*, 17.
- 690 PARKES, A. S. 1926. The mammalian sex-ratio. *Biol. Rev.*, 2.
- PARNELL, F. P. 1921. Note on the detection of segregation by examination of the pollen of rice. *Jour. Gen.*, 11.
- PATTERSON, J. T. Polyembryony in animals. *Quart. Rev. Biol.*, 2.
- PATTERSON, J. T. 1929. X-rays and somatic mutation. *Jour. Hered.*, 29.
- PATTERSON, J. T. and MULLIER, H. J. 1930. Are "progressive" mutations produced by X-rays? *Genetics*, 15.
- PEARL, R. 1911. Inheritance of fecundity in the domestic fowl. *Amer. Nat.*, 45.
- PEARL, R. 1914. Studies on inbreeding. *Amer. Nat.*, 48.
- PEARL, R. 1914. Improving egg production by breeding. *Ann. Rept. Maine Agr. Exp. Sta.*
- PEARL, R. 1917. Studies on inbreeding. VII. Some further considerations regarding the measurement and numerical expression of degrees of kinship. *Amer. Nat.*, 51.
- PEARL, R. 1917. Studies on the physiology of reproduction in the domestic fowl. XVII. *Genetics*, 2.
- 700 PEARL, R. 1930. Introduction to Medical Biometry and Statistics. 2. Ed. (1. Ed. 1923). Philadelphia.
- PEARL, R.; GOWEN, J. W.; and MINER, J. R. 1919. Studies in milk secretion. VII. Transmitting qualities of Jersey sires for milk yield, butter-fat percentage and butter-fat. *Ann. Rept. Maine Agr. Exp. Sta.*
- PEARL, R. and M. 1908. On the relation of race crossing to sex-ratio. *Biol. Bull.*, 15.
- PEARL, R. and PARSHLEY, H. M. 1913. Data on sex-determination in cattle. *Biol. Bull.*, 24.
- PEARL, R. and SURFACE, F. M. 1909. Is there a cumulative effect of selection? *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, 2.
- PEARSON, K. 1914. Tables for Statisticians and Biometricians. Cambridge.

- PÉZARD, A. 1918. Le conditionnement physiologique des caractères sexuels secondaires chez les oiseaux. Bull. Biol. France et Belg., 52.
- PÉZARD, A. 1929, 1925. Le déterminatisme des caractères sexuels secondaires chez les gallinacés. I, II. Rev. Génér. sci. (Déc. 1924, Jan. 1925).
- PÉZARD, A. 1926. La greffe des glandes sexuelles et les problèmes de la biologie générale. Rev. Suisse Zool., 33.
- PÉZARD, A. 1927. Les hormones sexuelles et l'hérédité mendélienne chez les gallinacés. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 46.
- 710 PÉZARD, A.; SAND, K.; et CARIDROIT, F. 1923. Féminisation d'un coq adulte de race leghorn doré. C. R. Soc. Biol., 89.
- PICK, L. 1924. Über den wahren Hermaphroditismus des Menschen und der Säugetiere. Arch. Mikr. Anat. II, 84.
- PICTET, A. 1905. Influence de l'alimentation et de l'humidité sur la variation des papillons. Mém. Soc. Physique et d'Hist. Nat. Genève, 35.
- PLATE, L. 1932, 1933. Vererbungslehre. I, II. Jena.
- PLOUGH, H. H. 1917. The effect of temperature on crossing-over. Jour. Exp. Zool., 24.
- PLOUGH, H. H. 1921. Further studies on the effect of temperature on crossing-over. Jour. Exp. Zool., 32.
- PLOUGH, H. H. 1924. Radium radiations and crossing-over. Amer. Nat., 58.
- PLUNKETT, C. R. 1926. The interaction of genetic and environmental factors in development. Jour. Exp. Zool., 46.
- POLL, H. 1912. Mischlingsstudien. VII. Mischlinge von *Phasianus*, und *Gallus*. Sitzber. Preuss. Akad. Wiss., 38.
- POLL, H. 1920. Mischlingsstudien. VIII. Pfaumischlinge, nebst einen Beitrag zur Kern-Erbfaktorenlehre. Arch. Mikr. Anat., 95. (Festschr. HERTWIG).
- POLL, H. 1921. Die Zahlenverhältnis der Geschlechter bei Vögel-mischlingen. Jour. f. Ornith. 512-526.
- 720 POULTON, E. B. 1884. Notes upon or suggested by the colours, markings and protective attitudes of certain Lepipopterous larvae

- and pupae, and of a phytophagous Hymenopterous larva. Trans. Entom. Soc. London.
- PRANGE, F. 1923. Vier Fälle von zygotischer Intersexualität bei der Hausziege. Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool., 40.
- PRZIBRAM, H. 1910. Versuche an Hitzratten. Verh. Gesells. Deutsch. Naturf. u. Arz. Salzburg, 2.
- PRZIBRAM, H. 1910. Experimental-Zoologie. 3. Phylogenese. Leipzig.
- PUNNETT, R. C. 1915. Further experiments in the inheritance of coat colour in rabbits. Jour. Gen., 5.
- PUNNETT, R. C. 1915. Mimicry in Butterflies. Cambridge.
- PUNNETT, R. C. 1919. Mendelism. 5. Ed. (1. Ed. 1905). London.
- PUNNETT, R. C. 1923. Linkage in the sweet pea (*Lathyrus odoratus*). Jour. Gen., 13.
- PUNNETT, R. C. 1923. Heredity in Poultry. London.
- PUNNETT, R. C. 1929. *Lathyrus odoratus*. Bibl. Gen., 1.
- 750 PUNNETT, R. C. and BAILEY, P. G. 1914. On inheritance of weight in poultry. Jour. Gen., 4.
- PUNNETT, R. C. and BAILEY, P. C. 1921. Genetic studies in poultry. III. Henfeathered cocks. Jour. Gen., 11.
- QUETELET, L. A. J. 1871. Anthropométrie. Paris.
- REDFIELD, H. 1926. The maternal inheritance of a sex-limited lethal effect in *Drosophila melanogaster*. Genetics, 11.
- RENNER, O. 1914. Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. Flora, 107.
- RENNER, O. 1917. Versuche über die gametische Konstitution der Oenotheren. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 18.
- RENNER, O. 1919. Über Sichtbarwerden der Mendelschen Spaltung im Pollen von Oenotherabastarden. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 37.
- RENNER, O. 1925. Untersuchungen über faktorielle Konstitution einiger Komplexheterozygotischer Oenotheren. Biblioth. Gen., 9.
- RENNER, O. 1929. Artbastarde bei Pflanzen. Handb. Vererbwiss., 2. (Diefg 7.)

- RIDDLE, O. 1916. Sex-control and known correlations in pigeons. Amer. Nat., 50.
- 740 RIDDLE, O. 1917. The theory of sex as stated in terms of results of studies on pigeons. Science, 46.
- RIDDLE, O. 1924. A case of complete sex-reversal in the adult pigeon. Amer. Nat., 58.
- RIDDLE, O. 1927. The quantitative theory of sex. Science, 66.
- ROBERTS, H. E. 1929. Plant Hybridization before Mendel. Princeton.
- ROBERTSON, W. R. B. 1915. Chromosome studies. III. Inequalities and deficiencies in homologous chromosomes: Their bearing upon synapsis and the loss of unit characters. Jour. Morph., 26.
- ROBERTSON, W. R. B. 1916. Chromosome studies. I. Taxonomic relationships shown in the chromosomes of *Tettigidae* and *Acrididae*: V-shaped chromosomes and their significance in *Acrididae*, *Locustidae*, and *Gryllidae*: Chromosomes and variation. Jour. Morph., 27. (I が III よりも後に出版).
- ROBINSON, T. R. 1931. A chimera in the *Poinsettia*. Jour. Hered., 22.
- ROBINSON, T. R. and DARROW, G. M. 1929. A pink *Poinsettia* chimera. Jour. Hered., 20.
- ROSENBERG, O. 1917. Die Reduktionsteilung und ihre Degeneration in *Hieracium*. Svensk. Bot. Tidskr., 3.
- ROSENBERG, O. 1930. Apogamie und Parthenogenese bei Pflanzen. Handb. Vererbwiss., 2. (Liefg 12.)
- 750 RUTILE, M. 1928. Diploidy and partial diploidy in root tips of *Tabacum* haploid. Univ. Calif. Publ. Bot., 11.
- SAKAMURA, T. 1915. Über die Einschnürung der Chromosomen bei *Vicia Faba* L. Bot. Mag. Tokyo, 29.
- SAKAMURA, T. 1916. Über die Beeinflussung der Zell. und Kernteilung durch die Chloralisierung mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen. Bot. Mag. Tokyo, 30.
- SAKAMURA, T. 1918. Kurze Mitteilung über die Chromosomenzahlen und der Verwandtschaftsverhältnisse der *Triticum*-Arten. Bot. Mag. Tokyo, 32.

- SAKAMURA, T. 1920. Experimentelle Studien über die Zell- und Kernteilung mit besonderer Rücksicht auf Form, Grösse und Zahl der Chromosomen. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, **39**.
- SALAMAN, R. N. 1925. Genetic studies in potatoes: Mckelvie's Arran Victory mutations. Jour. Gen., **15**.
- SANTOS, J. K. 1923. Differentiation among chromosomes in *Elodea*. Bot. Gaz., **75**.
- SANTOS, J. K. 1924. Determination of sex in *Elodea*. Bot. Gaz., **77**.
- SASAOKA, E. 1930. Karyological observation in different interspecific hybrids of *Brassica*. Jap. Jour. Gen., **6**.
- SAX, K. 1922. Sterility in wheat hybrids. II. Chromosome behavior in partially sterile hybrids. Genetics, **7**.
- 760 SCHAFFNER, J. H. 1919. Complete reversal of sex in hemp. Science, **50**.
- SCHAFFNER, J. H. 1921. Influence of environment on sexual expression in hemp. Bot. Gaz., **71**.
- SCHERZ, W. 1927. Beiträge zur Genetik der Buntblättrigkeit. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., **45**.
- SCHMIDT, J. 1920. The genetic behavior of a secondary sexual character. C. R. d. Trav. d. Labr. CARLSBERG, **14**.
- SCHOFIELD, R. 1921. Inheritance of webbed toes. Jour. Hered., **12**.
- SCHONEMUND, E. 1912. Zur Biologie und Morphologie einiger *Perla*-Arten. Zool. Jahrb. Abt. Anat., **34**.
- SCHREINER, K. E. 1904. Über die Generationsorgan von *Myxine glutinosa* L. Biol. Zentrbl., **24**.
- SCHROEDER, C. 1903. Über experimentell erzeugte Instinkvariationen. Verh. d. Zool. Gesells.
- SCHROEDER, C. 1903. Die Zeichnungsvariabilität von *Abraxas grossulariata*. Allg. Zeits. f. Entom., **8**.
- SCOTT-MONCRIEFF, R. 1923. A note on the anthocyanin pigments of the primrose, *P. acaulis*. Jour. Gen., **25**.
- SEILER, J. 1914. Verhalten der Geschlechtschromosomen bei Lepidopteren. Arch. f. Zellf., **13**.

- SEILER, J. 1917. Geschlechtschromosomen—Untersuchungen an Psychiden. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 18.
- SEILER, J. 1921. Geschlechtschromosomen—Untersuchungen an Psychiden. III. Arch. f. Zellf., 16.
- SEILER, J. 1925. Ergebnisse aus Kreuzung von Schmetterlingrassen mit verschiedener Chromosomenzahl. Arch. f. Julius KLAUS-Stiftung, 1.
- SEMON, R. 1920. Die Mneme. 4. u. 5. Aufl. (1. Aufl. 1904), Leipzig.
- SEREBROVSKY, A. S. 1927. The influence of the purple gene on the crossing-over between black and cinnabar in *Drosophila melanogaster*. Jour. Gen. 18.
- SEREBROVSKY, A. S. and DUBININ, N. P. 1939. X-ray experiments with *Drosophila*. Jour. Hered., 21.
- SEXTON, E. W. 1924. The moulting and growth-stages of *Gammarus* with descriptions of the normal and intersexes. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., 13.
- SEXTON, E. W. and HUXLEY, J. S. 1921. Intersexes in *Gammarus chevreuxi* and related forms. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., 12.
- SHAMEL, A. D.; SCOTT, L. B.; and POMEROY, C. S. 1918. Citrus fruit improvement; a study of bud variation in the Washington navel orange. U. S. Dept. Ags. Bull., 623.
- 780 SHAMEL, A. D.; POMEROY, C. S.; and CARYL, R. E. 1928. Bud selection in the Washington navel orange. VIII. Progeny tests of two color variations—yellow and golden nugget. Jour. Hered., 19.
- SHARP, L.-JARETZKY, R. 1981. Einführung in die Zytologie. (Aus dem Englischen übersetzt und neu bearbeitet.) Berlin.
- SHATTOCK, S. G. 1899. Chromocyte clumping in acute rheumatism. (Lectures, Brit. Med. Soc. London.) Rev. Brit. Med. Jour., 1.
- SHIGENO, S. 1931. Vorkommen der serologischen Faktoren M und N bei Japanern. Zeits. f. Immunforsch., 71.
- SHIWAGO, P. J. 1924. The chromosome complexes in the somatic cells of male and female of the domestic chicken. Science, 40.

- SHIWAGO, P. J. und ANDRES, A. H. 1932. Die Geschlechtschromosomen in der Spermatogenese des Menschen. Zeits. f. Zellf. u. Mikr. Anat., 16.
- SHULL, A. F. 1912. The influence of inbreeding on vigor in *Hydatina senta*. Biol. Bull., 24.
- SHULL, A. F. 1918. Genetic relations of the winged and wingless forms to each other and to the sexes in the aphid, *Macrosiphum solanifolii*. Amer. Nat., 52.
- SHULL, A. F. 1925. Sex and parthenogenetic-bisexual cycle. Amer. Nat., 59.
- SHULL, A. F. 1926. Heredity. New York.
- 790 SHULL, G. H. 1909. A pure line method of corn breeding. Amer. Breed. Assoc. Rept., 5.
- SHULL, G. H. 1910. Hybridization methods in corn breeding. Amer. Breed. Mag., 1.
- SHULL, G. H. 1914. Duplicate genes for capsule form in *Bursa bursa-pastoris*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 12.
- SHULL, G. H. 1914. Sex-limited inheritance in *Lychnis dioica*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 12.
- SHULL, G. H. 1923. Further evidence of linkage with crossing over in *Oenothera*. Genetics, 3.
- SHULL, G. H. 1926. Old-gold flower color, the second case of independent inheritance in *Oenothera*. Genetics, 11.
- 796 SINNOTT, E. W. and DUNN, L. C. 1932. Principles of Genetics. 2. Ed. (1. Ed. 1925). New York.
- SMITH, G. 1910, 1912. Studies in the experimental analysis of sex. II, III, VII. Quart. Jour. Micr. Sci., 54, 55, 57.
- SNYDER, L. H. 1929. Blood Grouping in Relation to Legal and Clinical Medicine. Baltimore.
- SPEMANN, A. 1921. Die Erzeugung tierischer Chimären usw. Arch. f. Entwmech., 48.
- 800 SPENCER, H. 1864-1866. Principles of Biology. I, II. Loodon.
- STADLER, L. J. 1926. The variability of crossing over in maize. Genetics, 11.

- STADLER, L. J. 1928. Mutations in barley induced by X-rays and radium. *Science*, **68**.
- STADLER, L. J. 1928. Genetic effects of X-rays in maize. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **14**.
- STANDFUSS, M. 1896. *Handbuch der paläarktischen Grossschmetterlinge für Forscher und Sammler.* Jena.
- STANDFUSS, M. 1902. Zur Frage der Gestaltung und Vererbung auf Grund 28 jähriger Experimente. *Insektenbörse*.
- STANDFUSS, M. 1910. Die alternative oder diskontinuierliche Vererbung usw. *Deutsch. Entom. Nationalbibl.*, **1**.
- STANDFUSS, M. 1910. *Chacrocampa (Pergesa) elpenor* L. etc. und Mitteilungen über... Mutationen. *Iris (Dresden)*, **24**.
- STAPLES-BROWNE, L. 1908. On the inheritance of colour in domestic pigeons, with special reference to reversion. *Proc. Zool. Soc., London*.
- STAPLES-BROWNE, R. 1912. Second report on the inheritance of colour in pigeons, together with an account of some experiments on the crossing of certain races of doves with special reference to sex-linked inheritance. *Jour. Gen.*, **2**.
- 810 STARK, M. B. 1919. An hereditary tumor. *Jour. Exp. Zool.*, **27**.
- STEFFAN, P. 1932. *Handbuch der Blutgruppenkunde.* München.
- STEHLIK, V. and TYMICH, V. 1925. Application of Mendel's law in the practice of improvement. (Russian with English summary.) *Pametni Spis Mendela (Memorial volume for 100th birthday of MENDEL)*.
- STEIN, E. 1926. Untersuchungen über die Radiomorphosen von *Antirrhinum*. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, **43**.
- STEIN, E. 1930. Weitere Mitteilung über durch Radiumbestrahlung induzierten Gewebe-Entartungen in *Antirrhinum (Phytocarcinome)* und ihr erbliches Verhalten. *Biol. Zentrbl.*, **50**.
- STEINACH, E. 1913. Feminisierung von Männchen und Maskulierung von Weibchen. *Zeits. f. Physiol.*, **27**.
- STEINACH, E. 1916. Pubertätsdrüse und Zwitterbildung. *Arch. f. Entwmech.*, **42**.

- STEINACH, E. 1920. Künstliche und natürliche Zwitterdrüsen und ihre analogen Wirkungen. Arch. f. Entwmech., 46.
- STERN, C. 1926. Vererbung im Y-Chromosom von *Drosophila melanogaster*. Biol. Zentrbl., 46.
- STERN, C. 1928. Fortschritte des Chromosomen-Theorie der Vererbung. Ergebn. d. Biol., 4.
- 820 STERN, C. 1929. Untersuchungen über Aberrationen des Y-Chromosoms von *Drosophila melanogaster*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 51.
- STERN, C. 1929. Die Bedeutung von *Drosophila melanogaster* für die genetische Forschung. Züchter, 1.
- STERN, C. 1930. Konversionstheorie und Austauschtheorie. Biol. Zentrbl., 50.
- STERN, C. und OGURA, S. 1931. Neue Untersuchungen über Aberrationen des Y-Chromosoms von *Drosophila melanogaster*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 58.
- STERN, C. und SEKIGUCHI, K. 1931. Analyse eines Mosaikindividuums bei *Drosophila melanogaster*. Biol. Zentrbl., 51.
- STEVENS, N. M. 1905. Studies in spermatogenesis with special reference to the "accessory chromosome." CARNEGIE, Inst. Wash. Publ., 36.
- STEVENS, N. M. 1908. A study of the germ-cells of certain *Diptera*, ect. Jour. Exp. Zool., 5.
- STOCKARD, C. R. and PAPANICOLAU, G. N. 1916. Further studies on the modification of the germ cells in mammals; the effect of alcohol on treated guineapigs and their descendants. Jour. Exp. Zool., 26.
- STOMPS, T. J. 1912. Die Entstehung von *Oenothera gigas*. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 30.
- STOMPS, T. J. 1916. Über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei Oenotheren. Biol. Zentrbl., 36.
- 830 STOMPS, T. J. 1928. Über die Mutationserscheinungen der *Oenothera biennis* L. Verh. V. Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927). II.
- STOMPS, T. J. 1931. Weiteres über Parthenogenesis bei *Oenothera*. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 49.

- STRASBURGER, E. 1910. Über geschlechtsbestimmende Ursachen. *Jahr. f. Wiss. Bot.*, **48**.
- STRASBURGER, E. 1913. Pflanzliche Zellen- und Gewebelehre. Die Kultur der Gegenwart. Leipzig.
- STRASBURGER, NOLL, SCHENCK, SCHIMPER. 1923. Lehrbuch der Botanik. 16. Aufl. Jena.
- STRENG, O. 1926. Eine Völkerkarte. Eine graphische Darstellung der bisherigen Isoagglutinationsresultate. Duodecim, Helsingfors, **8**.
- STUBBE, H. 1930. Untersuchungen über experimentelle Auslösung von Mutationen bei *Antirrhinum majus*. I, II. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, **56**.
- STURTEVANT, A. H. 1913. The Himalayan rabbit case, with some considerations on multiple allelomorphs. *Amer. Nat.*, **47**.
- STURTEVANT, A. H. 1917. Genetic factors affecting the strength of linkage in *Drosophila*. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **3**.
- STURTEVANT, A. H. 1919. Inherited linkage variations in the second chromosome of *Drosophila*. *CARNEGIE Inst. Wash. Publ.*, **278**.
- 840 STURTEVANT, A. H. 1920. Intersex in *Drosophila simulans*. *Science*, **51**.
- STURTEVANT, A. H. 1920. Genetic studies on *Drosophila simulans*. I. Introduction. Hybrids with *D. melanogaster*. *Genetics*, **5**.
- STURTEVANT, A. H. 1923. Inheritance of direction of coiling in *Limnaea*. *Science*, **58**.
- STURTEVANT, A. H. 1925. The effects of unequal crossing over at the bar-locus of *Drosophila*. *Genetics*, **10**.
- STURTEVANT, A. H. 1928. A further study of so-called mutation at the bar-locus of *Drosophila*. *Genetic*, **13**.
- STURTEVANT, A. H. 1929. The claret mutant type of *Drosophila simulans*: a study of chromosome elimination and of cell-lineage. *Zeits. f. Wiss. Zool.*, **135**.
- STURTEVANT, A. H. 1929. The genetics of *Drosophila simulans*. *CARNEGIE Inst. Wash. Publ.*; **399**.

- STURTEVANT, A. H. and DOBZHANSKY, T. 1930. Reciprocal translocations in *Drosophila* and their bearing on *Oenothera* cytology and genetics. Proc. Acad. Sci., 16.
- STURTEVANT, A. H. and DOBZHANSKY, T. 1931. Contributions to the genetics of certain anomalies in *Drosophila melanogaster*. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 421.
- STURTEVANT, A. H. and SCHULTZ, J. 1931. The inadequacy of the sub-gene hypothesis of the scute allelomorphs of *Drosophila*. Proc. Nat. Acad. Sci., 17.
- 850 SUMNER, F. B. 1910. An experimental study of somatic modifications and their reappearance in the offspring. Arch. f. Entwmech., 30.
- SUMNER, F. B. 1915. Some studies of environmental influence, heredity, correlation, and growth in the white mouse. Jour. Exp. Zool., 18.
- SUTTON, I. 1918. Reports on tests of self-sterility in plums, cherries, and apples at John INNES Horticultural Institution. Jour. Gen., 7.
- SVESHNIKOVA, L. N. 1927. Karyological studies in *Vicia*. Bull. Appl. Bot. Gen. Pl. Breed., 17.
- SWINGLE, W. T. 1828. Metaxenia in the date palm. Jour. Hered., 19.
- TACKHOLM, G. 1920. On the cytology of the genus *Rosa*. Svensk. Bot. Tidskr., 14.
- TAHARA, M. 1921. Cytologische Studien an einigen Kompositen. Jour. Coll. Sci. Tokyo Imp. Univ., 43.
- TAKEZAKI, Y. (竹崎嘉德). 1926. 實驗作物改良講義. 東京.
- TAMMES, T. 1926. Dominanzwechsel bei *Dianthus barbatus*. Genetica, 8.
- TAMMES, T. 1928. The genetics of the genus *Linum*. Bibl. Gen., 4.
- 860 TANAKA, T. 1927. Bizzaria—a clear case of periclinal chimera. Jour. Gen., 18.
- TANAKA, T. 1932. A monograph of the Satsuma orange with special reference to the occurrence of new varieties through bud variation. Mem. Fac. Sci. Agr. Taihoku Imp. Univ., 4.

- 862 TANAKA, Y. 1913. Gametic coupling and repulsion in the silkworm. Jour. Coll. Agr. Tohoku Imp. Univ., 5.
- 863 TANAKA, Y. 1916. Gametic studies on the silkworm, Jour. Coll. Agr. Tohoku Imp. Univ., 7.
- 864 TANAKA, Y. (田中義麿); 1917. 蠶の遺傳の品種改良. 東京.
- 865 TANAKA, Y. (田中義麿). 1919. 蠶の遺傳講話. 東京.
- TANAKA, Y. 1924: Maternal inheritance in *Bombyx mori*. Genetics, 9.
- 867 TANAKA, Y. (田中義麿). 1925. 無半月紋蠶の遺傳と致死因子, 九大農學部學藝雜誌, 1.
- TANAKA, Y. (田中義麿): 1926. 致死因子. 自然科學, 1.
- TANAKA, Y. (田中義麿). 1926. 動物の體細胞に於ける突然變異. 日本學術協會報告, 東京 (1925), 1.
- 870 TANAKA, Y. (田中義麿). 1928. モザイク動物及ジナンドロモルフ. 日本學術協會報告, 仙臺 (1927), 3.
- TANAKA, Y. (田中義麿). 1928. 血液型の遺傳に就こ. 日本法醫學會第十二次總會演說要旨.
- TANAKA, Y. (田中義麿). 1929. 蠶の雌雄の割合を變へること. 中央蠶絲報, No. 151.
- TANAKA, Y. (田中義麿). 1929. 間性の蠶. 蠶絲界報, 38.
- TANAKA, Y. (田中義麿); KAWAGUCHI, E. (川口榮作). 1932. 人爲的に獲たる triploid の蠶. 遺傳學雜誌, 7.
- TANAKA, Y. (田中義麿); MATSUNO, S. (松野正一). 1929. 不伴性油蠶ノ遺傳學的研究. 蠶業試驗場報告, 7.
- TANGE, M. (丹下正治). 1932. 褐色ジユズカケバトよりアルビノ個體の偶發例. 遺傳學雜誌, 8.
- TAYLOR, W. R. 1910. A morphological and cytological study of reproduction in the genus *Acer*. Bot. Contrib. Univ. Pa., 5.
- TERAO, H. 1918. Maternal inheritance in the soy-bean. Amer. Nat., 52.
- TERAO, H. (寺尾博). 1921. 稻に於ける半稔性の突然變異及其遺傳現象. 遺傳學雜誌, 1.
- 380 TERA0, H. (寺尾博). 1923. 自家不稔性の遺傳現象に就へ. 遺傳學雜誌, 2.
- TERAO, H. (寺尾博). 1931. 育種. 岩波講座生物學.

- TERAO, H. (寺尾博); NAKATOMI, S. (中富貞夫). 1929. 大豆の子葉及種皮の葉綠體に関する遺傳に就て. 遺傳學雜誌, 4.
- TERAO, H. (寺尾博); U, N. (禹長春). 1929. ペチユニヤに於ける白縁綠心型斑葉の芽條變異並に母親遺傳. 遺傳學雜誌, 4.
- TERASAWA, Y. (寺澤保房). 1922. 咲分ケイトウの遺傳に就て. 遺傳學雜誌, 1.
- TERASAWA, 1922. Vererbungsversuche über eine mosaikfarbige Sippe von *Celosia cristata* L. Bot. Mag. Tokyo, 38.
- TESHIMA, T. 1933. Genetical and cytological studies on a interspecific hybrid of *Hibiscus esculentus* L. and *H. Manihot* L. Jour. Fac. Agr. Hokkaido Imp. Univ., 34.
- THOMPSON, D. H. 1920. A new type of sex linked lethal in *Drosophila*. Anat. Rec., 20.
- THOMPSON, D. H. 1925. Evidence of structure in the gene. Amer. Nat., 59.
- THOMPSON, D. H. 1931. The side-chain theory of the structure of the gene. Genetics, 16.
- 890 THOMSEN, M. und LEMCHE, H. 1933. Experimente zur Erzielung eines erblichen Melanismus bei dem Spanner *Selenia bilunaria* Esp. Biol. Zentrbl., 53.
- THOMSON, J. A. 1920. Heredity. 4. Ed. (1 Ed. 1906). London.
- THURY, M. 1863. Über das Gesetz der Erzeugung der Geschlechter. Leipzig.
- TOWER, W. L. 1906. An investigation of evolution in chrysomelid beetles of the genus *Leptinotarsa*. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 48.
- TOWER, W. L. 1918. The mechanism of evolution in *Leptinotarsa*. CARNEGIE Inst. Wash. Publ., 263.
- 895 TOYAMA, K. (外山龜太郎). 1909. 蠶種論. 東京.
- TOYAMA, K. 1912. On certain characteristics of the silkworm which are apparently non-Mendelian. Biol. Zentrbl., 32.
- TOYAMA, K. 1913. Maternal inheritance and Mendelism. Jour. Gen., 2.
- TSCHERMARK, E. 1900. Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. Zeits. f. Landw. Versuchsw. Oesterreich, 3.

- TSCHEWRIKOFF, S. S. 1928. Über die genetische Beschaffenheit wilder Populationen. Verh. V, Intern. Kongr. Vererb. Berlin (1927). II.
- 900 U. N. (禹身春). 1930. 朝顔に於けるハプロイド植物の發生. 遺傳學雜誌, 6.
- UDA, H. 1923. On "maternal inheritance." Genetics, 8.
- UDA, H. (宇田一). 1924. 母親遺傳ニ關スル研究. 蠶業試驗場報告, 6.
- 903 UDA, H. (宇田一) 1931. 實驗遺傳學講義. 東京.
- UMEYA, Y. (梅谷與七郎). 1925. 家鷺に於ける卵巢移植及血液移注實驗特に化性の變化に就いて. 遺傳學雜誌, 3.
- VAULX, R. de la. 1921. L'intersexualité chez un crustacé-cladocère *Daphnia atkinsoni* BAIRD. Bull. Sci. France et Belg., 55.
- VAVILOV, N. I. 1914. Immunity to fungus diseases as a physiological test in genetics and systematics, exemplified in cereals. Jour. Gen., 4.
- VILMORIN, L. de. 1852. Note sur la création d'une nouvelle race de betterave à sucre. Notice sur l'Amériol. d. Pl. VILMORIN-ANDRIEUX.
- VILMORIN, M. H. 1883. Experiences de croisement entre des blés différents. Bull. Soc. Bot. France, 30.
- VILMORN, P. de. 1935. Fixité des races de froment. C. R. et Rapports d. IV. Conf. Intern. d. Génét. Paris (1911).
910. VORIS, J. H. 1899. Material for the study of the variation of *Pimapheles notatus* etc. Proc. Indiana Acad. Sci.
- de VRIES, H. 1900. Das Spaltungsgesetz de Bastarde. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 15. Sur la loi de disjonction des hybrides. C. R. Acad. Sci., 130.
- de VRIES, H. 1901-1903. Die Mutationstheorie. Leipzig.
- de VRIES, H. 1911. Über doppelreziproke Bastarde von *Oenothera biennis* und *Oe. muricata*. Biol. Zentrbl., 31.
- de VRIES, H. 1913. Gruppenweise Artbildung. Berlin.
- de VRIES, H. 1919. Plant-Breeding. Comments on the Experiments of NILSSON and BURBANK. Chicago.

- WAALER, G. H. M. 1927. Über die Erblchkeitsverhältnisse der verschiedenen Arten von angeborener Rotgrünblindheit. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 45.
- WAKAKUWA, S. 1929. Variation of chromosome numbers among F_2 - and F_3 -progenies in the crosses between two dwarf wheat plants. Jour. Gen., 4.
- WAKAKUWA, S. 1930. Bestäubungs- und Keimungsversuche in reziproken *Triticum*-Kreuzungen. Jap. Jour, Gen., 6.
- WALTER, H. E. 1920. Genetics. New Impr. (1. Print 1913). New York.
- 920 WARREN, D. C. 1918. The effect of selection upon the sex-ratio in *Drosophila ampelophila*. Biol. Bull., 34.
- WATANABE, K. (渡邊勘次). 1918. 蠶ノ化性ニ關スル研究 (第一報). 蠶業試験場報告, 4.
- WATANABE, K. (渡邊勘次). 1919. 蠶ノ化性ニ關スル研究 (第二報). 蠶業試験場報告, 4.
- WATANAKE, K. (渡邊勘次). 1924. 家蠶ノ化性ニ關スル研究 (第三報). 蠶業試験場報告, 6. (第三報の標題には「家蠶」とあり).
- WATKINS, A. E. 1927. Genetic and cytological studies in wheat. III. Jour. Gen., 18.
- WEISMANN, A. 1833. Über die Vererbung. Jena.
- WEISMANN, A. 1885. Die Kontinuität des Keimplasmas, als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena.
- WEISMANN, A. 1913. Vorträge über Descendenztheorie. I. 3. Aufl. (1. Aufl. 1902). Jena.
- WELLENSIEK, S. J. 1929. Mutation in *Pisum*. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 50.
- WENRICH, D. H. 1916. The spermatogenesis of *Phrynotettix Magnus* with special reference to synapsis and the individuality of chromosomes. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., 60.
- 930 WETTSTEIN, F. von. 1923, 1924. Kreuzungsversuche mit multiploiden Moosrassen. I, II. Boil. Zentrbl., 43, 44.
- WETTSTEIN, F. von. 1925. Genetische Untersuchungen an Moosen. Bibl. Gen., 1.

- WETTSTEIN, F. von. 1927. Über plasmatische Vererbung, sowie Plasma- und Genwirkung. Nachr. Gesells. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl.
- WETTSTEIN, F. von. 1928. Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Moose auf genetischer Grundlage. Biblioth. Gen., 10.
- WHELDALE, M. 1909. Colours and pigments of flowers, with special reference to genetics. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 81.
- WHELDALE, M. 1910. Die Vererbung der Blütenfarbe bei *Antirrhinum majus*. Zeits. f. ind. Aest. u. Vererb., 3.
- WHITE, O. E. 1918. Inheritance studies in *Pisum*. III The inheritance of height in peas. Mem. Torrey Bot. Club, 17.
- WHITING, P. W. 1928. Mosaicism and mutation in *Habrobracon*. Biol. Bull., 54.
- WHITING, P. W. 1928. The relation between gynandromorphism and mutation in *Habrobracon*. Amer. Nat., 62.
- WHITING, P. W. and A. R. 1927. Gynandromorphs and other irregular types in *Habrobracon*. Biol. Bull, 52.
- 940 WHITNEY, D. D. 1909. Observations on the maturation stages of parthenogenetic and sexual eggs of *Hydatina senta*. Jour. Exp. Zool., 6.
- WHITNEY, D. D. 1912. Reinvigoration produced by cross-fertilization in *Hydatina senta*. Jour. Exp. Zool., 12.
- WHITNEY, D. D. 1914. The influence of food in controlling sex in *Hydatina senta*. Jour. Exp. Zool., 17.
- WICHURA, M. 1865. Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich, erläutert an den Bastarden der Weiden. Breslau.
- WILCKENS, M. 1886. Untersuchungen über das Geschlechtsverhältnisse und die Ursachen der Geschlechtsbildung bei Haustieren. Landw. Jahrb., 15.
- WILDER, W.; BETHKE, R. M.; KICK, C. H.; and SPENCER, W. P. 1932. A hairless mutation in the rat. Jour. Hered., 23.
- WILSON, E. B. 1905-1912. Studies on chromosomes. I-VIII. Jour. Exp. Zool., 2-13.

- WILSON, E. B. 1914. Groonian lecture: The being of cytological research on heredity. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 88.
- 948 WILSON, E. B. 1925. The Cell in Development and Heredity. 3. Ed. (1. Ed. 1896). New York.
- WILSON, E. B. and MORGAN, T. H. 1920. Chiasmatype and crossing over. Amer. Nat., 54.
- 950 WINGE, Ö. 1919. On the non-Mendelian inheritance in variegated plants. C. R. d. Trav. d. Labor. CARLSBERG, 13.
- WINGE, Ö. 1922. One-sided masculine and sex-linked inheritance in *Debistes reticulatus*. C. R. d. Trav. d. Labor. CARLSBERG, 14.
- WINGE, Ö. 1923. Crossing-over between the X- and the Y-chromosome in *Lebistes*. C. R. d. Trav. d. Labor. CARLSBERG, 14.
- WINGE, Ö. On sex-chromosome, sex determination, and preponderance of female in some dioecious plants. C. R. d. Trav. d. Labor. CARLSBERG, 15.
- WINGE, Ö. 1927. The location of eighteen genes in *Lebistes reticulatus*. Jour. Gen., 18.
- WINGE, Ö. 1927. On a Y-linked gene in *Melandrium*. Hereditas, 9.
- WINIWARTER, H. de. 1912. Etudes sur la spermatogenèse humaine. I. Cellule de SERTOLI. II. Hétérochromosome et mitoses de l'épithélium séminal. Arch. Biol., 27.
- WINIWARTER, H. de et OGUMA, K. 1925. Recherches sur quelques points controversés de la spermatogenèse humaine. C. R. Assoc. Anat. 20. (Réunion Turin).
- WINIWARTER, H. de et OGUMA, K. 1930. La formule chromosomale humaine. Arch. Biol., 40.
- WINKLER, H. 1907. Über Pfropfbastarde und pflanzlichen Chimären. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 25.
- 960 WINKLER, H. 1908. *Solanum tubingense*, ein ether Pfropfbastarde zwischen Tomate und Nachtschatten. Ber. Deutsch. Bot. Gesells., 26.
- WINKLER, H. 1910. Über die Nachkommenschaft der *Solanum*-Pfropfbastarde und die Chsomosomenzahlen ihrer Keimzellen. Zeits. f. Bot., 2.

- WINKLER, H. 1916. Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. *Zeits. f. Bot.*, **8**.
- WINKLER, H. 1820. Parthenogenesis. Jena.
- WINKLER, H. 1921. Untersuchungen über Pfropfbastarde. Jena.
- WINKLER, H. 1930. Die Konversion der Gene. Jena.
- WINKLER, H. 1933. Konversions-Theorie und Austausch-Theorie. II. *Biol. Zentsbl.*, **53**.
- WITSCHI, E. 1925. Ergebnisse der neueren Arbeiten über die Geschlechtsprobleme bei Amphibien. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, **31**.
- WITSCHI, E. 1927. Sex-reversal in parabiotic twins of the American wood-frog. *Biol Bull.*, **52**.
- WITSCHI, E. 1929. Bestimmung und Vererbung des Geschlechts bei Tieren. *Handb. Vererbwiss.*, **2**. (Liefg 10.)
- 970 WITSCHI, E. 1929, 1930. Studies on sex-differentiation and sex-determination in Amphibians. I, II, III, IV. *Jour. Exp. Zool.* **52, 54, 56**.
- WITSCHI, E. 1931. Exchange of hypophysis hormones in parabiotic Amphibians. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **28**.
- WITSCHI, E.; GILBERT, W.; and ANDREW, G. O. 1931. Sex of parabiotic twins of *Ambystoma maculatum* (SHAW). *Pro. Soc. Exp. Biol. Med.*, **29**.
- WODSEDALEK, J. E. 1913. Spermatogenesis in the pig. *Biol. Bull.*, **25**.
- WODSEDALEK, J. E. 1914. Spermatogenesis in the horse. *Biol. Bull.*, **27**.
- WODSEDALEK, J. E. 1916. Causes of sterility in the mule. *Biol. Bull.*, **30**.
- WOLF, F. Über Modifikationen und experimentelle ausgelöste Mutationen bei *Bacillus prodigiosus* und anderen Schizophyten. *Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb.*, **2**.
- WOLTERECK, R. 1909. Über natürliche und künstliche Varietätenbildung bei Daphniden. *Verh. Deutsch. Zool. Gesells.*
- WOODWORTH, C. M. 1921. Inheritance of cotyledon, seed-coat, hilum and pubescence in soy-beans. *Genetics*, **6**.

- WRIEDT, C. 1927. Vererbungslehre der landwirtschaftlichen Nutztiere. Berlin.
- 980 WRIGHT, S. 1917-1918. Color inheritance in mammals. I.XI. Jour. Hered., 8, 9.
- WRIGHT, S. 1920. Principles of live stock breeding. U. S. Dept Agr. Bull., 905.
- WRIGHT, S. 1921. Systems of mating. Genetics, 6.
- WRIGHT, S. 1922. The effects of inbreeding and cross-breeding on guinea pigs I, II, III. U. S. Dept Agr. Bull., 1090, 1121.
- WRIGHT, S. 1926. A frequency curve adapted to variation in percentage occurrence. Jour. Amer. Stat. Assoc., (Jun.).
- WRIGHT, S. 1929. The evolution of dominance. Amer. Nat., 63.
- WRIGHT, S. 1931. Evolution in Mendelian population. Genetics, 16.
- WRIGHT, S. and EATON, C. N. 1926. Mutational mosaic coat patterns of the guinea pig. Genetics, 11.
- YAMAHA, G. (山羽儀兵). 1933. 一般細胞學. 東京.
- YAMANE, J. 1927. Über die "Atresia coli," eine letale, erbliche Darmmisbildung beim Pferde, und ihre Kombination mit Gehirngliomen. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb., 48.
- 990 YUSUDA, R. (安田倫也). 1932. 生物測定學. 東京.
- YASUDA, D. (安田貞雄). 1929. 自花不受精の原因に関する生理學的考察. 農業及園藝, 4.
- YASUDA, S. (安田貞雄). 1930. 自花不和合の植物に自花植精種子を結ばせる方法. 日本作物學會記事, 2.
- YASUDA, S. (安田貞雄). 1927-1931. *Petunia violacea* ノ受精力 = 關スル生理學的研究. 植物學雜誌, 41-45.
- YASUDA, S. (安田貞雄); KITAMURA, T. (北村利夫). 1930. 茄科植物に認めらるる metaxenia 様現象 (豫報). 遺傳學雜誌, 6.
- YASUDA, S. 1931. An experiment to graft the style upon the ovary in *Petunia violacea*. Proc. Imp. Acad., 7.
- YOSIDA, K. 1928. Über die gruppenspezifischen Unterschiede der Transsudate, Exsudate, Exkrete, Organextrakte und Organzellen des Menschen und ihre rechtsmedizinische Anwendungen. Zeits. Exp. Med., 63.

-
- YULE, G. U. 1919. An Introduction to the Theory of Statistics. 5. Ed. (1. Ed. 1910). London.
- ZELNY, C. 1921. The direction and frequency of mutation in the bar-eye series of multiple allelomorphs of *Drosophila*. Jour. Exp. Zool, 34.
- ZELNY, C. and FAUST, E. C. 1915. Size dimorphism in the spermatozoa from single testes. Jour. Exp. Zool., 18.
- 1000 ZULUETA, A. de. 1925. La herencia ligada al sexo en el coleoptero *Phytodecta variabilis*. Eos, 1. (Abstr. Resumpt. Gen., 3.)

I 術語索引

	頁數
A	
<i>Adrasax</i> (白尺蠖)	259
—type (白尺蠖型)	272
Abstossung (相反)	141
<i>Abutilon</i> 苘麻屬	446
<i>striatum</i> 苘麻	247
Abweichung (偏差)	563
stetige—(Standard—)(標準偏差) ..	563
<i>Acacia</i> 阿仙菜	620
Acclimatization (氣候適應)	630
<i>Acer</i> 槭屬	195
<i>Acholla</i> (半翅目之昆蟲)	254
Achromatic figure (非染色質象)	136
Achromatin (非染色質)	122
Acquired characters (後天性遺傳) ..	618
Adaptation (適應)	622
<i>Aegilops cylindrica</i> (小麥之近緣種) ..	199
After effect of maternal genes (母體 因子之後作用)	222
<i>Agamermis albicans</i> (蠅蟲之一種)	358
Agglutination, iso —(同種血球凝集反 應)	691
pseudo — (擬凝集)	704
Agglutinin (凝集素)	692
Agglutinogen (凝集原)	692
Aggregationstheorien (遺傳粒子說) ...	21
<i>Aglia tau</i> (一種蛾名)	45
Ahnenerbe, Gesetz vom (祖先遺傳說) 17	
Allele (遺傳因子)	2
Allelic, multiple — (複對因子)	81
Allelomorph (相對因子)	2, 710
multiple — (複對因子)	86
Allelomorphie	
partial — (部分的相對)	719
partial non — (部分的不相對)	719
Allelomorphism	
multipile — (複對因子)	81
step — (階段因子說)	717
Allogamy (兩性生殖)	6
Allopolyploide Organismen (異基本 染色體個體)	198
Allosomal inheritance (限性遺傳)	297
Allosome (陰性染色體)	288
<i>Alnus</i> (白楊)	500
Alternative variation (彼此變異)	593
<i>Alytes</i> (產婆蛙)	623
<i>Amarantus paniculatus</i> (雁來紅之一 種)	400
<i>Amblystoma</i> (山椒魚之一種)	417, 614
Amitosis (直接核分裂)	123
Amphimixis (父母遺傳質混合)	403
Amphinucleoli (中間性仁)	122
Amphitene (核分裂中花束期之一部) ..	125
Analysator (分析種)	199
Anaphase (核分裂後期)	124
<i>Ancyrananthus cystidicola</i> (線蟲之一 種)	253
Andalusian (鷄種)	49
Androdiöcie (雄性雌雄異株)	387
Andromonöcisch (雄性雌雄同株)	385
Andromonoecie (雄性雌雄同體)	381
Androsome (限雄染色體)	270
Androsperm (芹精蟲)	367
<i>Angiostomum (Rhabdonema) nigrove-</i> <i>nosum</i> (線蟲之一種)	379, 383
Anpassung (適應)	622
Antheridia (雄器)	536
Anthocyan (花青素)	74, 84
Antibody (抗體)	694
Antigen (抗原)	694
Antipodal cell (反足細胞)	225
<i>Antirrhinum</i> (金魚草)	233, 455
<i>latifolium</i>	505
<i>majus</i>	84, 229, 444, 445
<i>molle</i>	455
<i>phantastica</i>	521
<i>siculum</i>	444, 506

- An-u. Abwesenheitstheorie (在不在說) 65
Aphelopus theliae (寄生蜂之一種)369
Aphis,
 avenae (蚜蟲之一種).....643
 rosae (蚜蟲之一種)131
Aplocheilus latipes (麥魚)277, 302
 Apogamy (無配生殖) 6
 Aposporie; Apospory (無孢子生殖) ... 6
Apotettix (一種蝗蟲類)145
Apricot (一種杏類).....644
Aquilegia (鵝斗菜).....233
 crysantha (黃花鵝斗菜)458
 vulgare (美國鵝斗菜)458
Arabis (南芥菜)234
Araschnia (紅斑蝶).....606
 levana606
 prorsa606
 Archaeogonia (雌器).....536
Arctia caja (一種燈蛾)629
Argynnis paphia (一種蝶).....309
Artemia salina (豐年魚).....195, 512
Ascaris
 incurva (蛔蟲之一種)254
 lumbricoides (蛔蟲)254
 megalcephala (馬蛔蟲) ...193, 245, 265
Ascaris-type (馬蛔蟲型中心體)136
Ascomycetes (子囊菌類)130
Asellus aquaticus (一種水蟲)338
Asplanchna (一種輪蟲名)419
 Atavism (歸先遺傳) 75
 Atelomitic (紡錘絲非末端附著).....132
Athyrium (蕨之一種)404
Atresia coli (大腸閉塞畸形) 99
 Attachment (染色體添著)175, 268
Aubrietia.....234
 Auswahl (淘汰)631
 Autocatalyser (自家觸媒)712
 Autogamie (自家受精)424
 Autopolyploide Organismen (同基本
 染色體倍體)197
 Autosome (普通染色體)..... 251, 286
Avena sativa (燕麥)..... 87
Axolotl (墨西哥山椒魚)614
- B**
- Bacillus anthracis* (辟脫疽菌)547
 coli mutabile (大腸菌)547
 prodigiosus (靈菌)547
 Back-crossing (退交雜) 4
 Back-cross hybrid (四分之三雜種) ... 4
 Bacteriophage709, 716
 Bakterien-Mutation (細菌突然變異)...548
 Balance
 balanced inviability (死亡率平衡法)600
 balanced type (均衡型)202
 genic balance (遺傳的平衡)202
 genic balance theory (性之因子平衡
 說).....263
 unbalanced type (不均衡型)202
 BASEDOW (一種病)107
 Basichromatin (鹽基染色質)122
Basilarchia disippus (一種蚊蝶)311
 Bastarde (雜種) 4
 doppeltreziproke — (二重反交雜種)111
 Luxurieren der — (雜種強勢)435
 Bastardierung (交雜, 異系交配).....3, 435
Batrachoseps (山椒魚之一種)157
 Bermuda grass (Bermuda 牧草).....660
Beta vulgaris (一種白色甜菜).....247, 511
Bibos americanus444
 frontalis444
 gaurus444
 grunniens.....444
 BIDDER'S organ (拜德耳器官)416
 Bimodal curve (二頂曲線).....568
 Biochemical racial index (人種係數)..699
 Biometry (生物統計學)551
 Biont716
 Biotype; Biotypus (範型)633
 Bisexualism (雌雄異體)379
Biston (一種大尺蠖)357
 Bivalent chi (二價染色體).....128, 183
 Bizzaria (柑橘之一異型).....242, 244, 249
Blaps lusitanica (甲蟲之一種)131
 Blastula (胚胞期).....441
 Blended inheritance (融合遺傳)..... 58

Blood groups; Blutgruppen (血液型) 690
 Blutung (血友病).....283
Bonellia (一種蠕蟲).....370
 fuliginosa.....370
 viridis370
Bopyrus (等脚類之一種).....381
 Boston fern (波斯頓羊齒)661
 Bouquet-stage (花束期).....127
Brachystola (一種蝗蟲)138
Bradynema rigidum (線蟲之一種).....381
Brassica (芸苔屬)199, 511
 cernua201
 chinensis201
 japonica201
 juncea201
 Napella201
 oleracea (甘藍).....470
 pekinensis201
 Rapa.....201
 Breeding (交配, 育種).....2, 649
 cross— (交雜).....4
 in— (同系交配)423
 out— (異系交配).....435
Bryonia alba (瓜科之一種).....385
 dicica (瓜科之一種).....385
 Bud-mutation: Bud-variation; Bud-sport (枝變, 芽株變異)398
Burmannia405
Bursa bursa-pastoris (一種薺菜)87
 Bulldog (哈叭犬).....651
 Bush chinquapin (栗)655

C

Caltha (一種毛茛科植物).....569
Calycanthus (蠟梅)404
Cannabis sativa (大麻)334
Capsella bursa-pastoris (薺).....87
Capsicum annum (辣椒)232, 235
Carex (一種莎草屬之植物)187
Castanea (栗) *crenata*.....654
 Castration (去勢, 去雄)337, 652
 Catalyser; Catalyst (觸媒).....712
 Cauterisation (子宮口灼毀)684

Cavia cobaya (天竺鼠)440
 Ceil (細胞)121
 antipodal — (反足細胞).....225
 egg — (卵細胞)126
 membrane (wall) (細胞膜)121
 pollen-mother — (花粉母細胞)224
Celosia cristata (雞冠花)399
 Central body; Centrosome (中心體).....121
 Certation (受精競走)118
Ceuthophilus (螽斯科之一種).....296
Chalcididae (粗脚小蜂科)412
 Character (性質).....7
 acquired — (後天性)618
 primary sexual — (第一性徵).....298
 secondary sexual — (第二性徵).....298
 unit — (遺傳因子) (單位形質)2
 Chiasma, Chiasmotype (染色體交叉)
 158, 161
 Chimera, Chimæra, Chimāra (嵌合體)
 236, 248, 512
 Hyperchimera.....249
 mericlinal chimera (周緣區分)244
 periclinal chimera (周緣)239
 sectorial chimera (區分)239
 Chlorophyll-defect (葉綠素缺乏)111
 Chloroplastid (葉綠體)121, 230
 Chlorose, infektiöse (傳染性斑葉).....247
 Chondriosome; Mitochondria121
 Chromatids (四分染色體絲)128
 Chromatin (染色質)122
 Chromidia (染色質微粒).....646
 Chromogen (色原體).....74, 715
 Chromomere (染色粒團).....133
 Chromonema (染色體絲)133
 Chromophelein (色原還元體).....715
 Chromoplastid (色素體).....121
 Chromosomal
 aberration (染色體異常).....173, 492, 508
 induced — (染色體異常之人爲的作
 成).....534
 interchange (染色體轉位交換)203
 Chromosome, (染色體)130, 454
 accessory — (副染色體)250

- bivalent — (二價染色體)123
 complex (染色體構成).....460
 cytological map of the — (細胞學的
 染色體地圖)168
 duplicated — (重複染色體)176
 hetero — (異染色體)251
 herterotropic — (異向染色體)251
 homologous — (相同染色體)126
 idio — (特殊染色體)251
 male-limited — (限雄染色體)270
 map (染色體地圖)162
 sex — (性染色體).....251
 sister — (姊妹染色體).....136
 tetrapartite — (四連染色體).....261
 tripartite — (三連染色體)261
 trivalent — (三價染色體)188
 univalent — (單價染色體).....128
Chrysanthemum (菊屬)512
Cichorium (苦蕒菜).....444
Ciona intestinalis (幽靈海鞘).....623
Citrullus vulgaris (西瓜).....654
Cladochaeta nebulosa (蠅之一種)460
 Class (變異階級)553
 value (階級值)553
 Clone (分枝群).....445, 550
 Coefficient of, inbreeding (近親係數) 423
 relationship (血緣係數)425
 variation (變異係數)564
 correlation (相關係數)573
 Coincidence (併發交叉)169
 index of— (併發率).....171
Colias
aurora (紫粉蝶)309
edusa (美國產之黃粉蝶)309
hyale poliographus (黃粉蝶)309
Coloboma (虹彩缺裂症)284
Columba livia (野鴿)78
 Combination, homomorphous or le-
 gitimate — (正授粉)449
 heteromorphous or illegitimate
 — (不正授粉)449
 Completed family (完成家族)685
 Confused stage (分散期).....128
 Consanguineous marriage (近親結婚)..685
 Constriction (染色體狹窄)132,173
 Continuous variation (連續變異) 11
 Contraction (收縮期)125
 Contraction-figure (收縮像)127
 Corn
 flint — (角質玉蜀黍)226
 flour — (粉質玉蜀黍)226
 Correlation (相關)572
 coefficient (相關係數)573
 line (相關線, 相關直線)577
 table (相關表)572
Corvus frugilegus (白嘴烏)620
Corylus499
Collus (鰈魚)336
 Coupling (相引)119
 Cowpea (豇豆).....654
Crataegomespilus
Asnieresii (山楂子木瓜)237
Dardarii (山楂子木瓜).....237
Crataegus monogyna (山楂子)237
 Creeper fowl (匍匐雞).....511
Crenilabrus (魚類)441
Crepidula (一種軟體動物, 小卷貝) 373, 382
Crepis (黃花菜屬)461
alpina462
biennis463, 515
capillaris509
dioscoridis515
grandiflora462
Marschallii462
parviflora.....462
pulcherrima.....462
rhoadifolia462
rubra462
setosa463, 515
tectorum462
virens462
Creseis (羽足類之一種)380
 Crisscross inheritance (十文字遺傳)...
 176, 274
 Cross-breeding (交雜)..... 3
 Crossing (交雜) 3

racial — (雜婚)685
 reciprocal — (相互交雜)..... 4
 Crossing over,
 askew —, (非對照交叉)709
 double —(再交叉)169
 of chromosomes (染色體部分的交換)155
 multiple — (多交叉)169
 percentage (value) (交叉率)(交叉價)143
 unequal — (不等位交叉)493, 723
 Crossovers (交叉型)143
 non — (非交叉型)143
 Curve (曲線)
 bimodal — (二頂曲線)568
 half — (半曲線)568
 ideal (=normal=theoretical) (正規
 曲線).....556
 logarithmic — (對數曲線)536
 polymodal — (多頂曲線)571
 probability (蓋然率即確率曲線).....616
 skew — (歪曲線).....568
 variation — (變異曲線)555
 Cyklomorphose (季節的變化)612
 Cyte (性母細胞)124
 Cytisus
Adami (亞當金雀枝)236
purpureus (紫花金雀枝)236
 Cytoplasm (細胞質)121
 Cytoplasmic inheritance (細胞質遺傳)228

D

Danais archippus (一種斑蝶).....311
Daphnia (浮塵子)358, 512
Datura (曼陀羅花)186
 Dauermodifikation (永恆變異)546
 Decaploid (染色體 10 倍數)196
 Deficiency (染色體缺失).....175, 177
 Degradation (後退)646
 Deletion (染色體刪除)177, 722
Delphinium (飛燕草)522
 Determinant (決定子)22, 711
 theory; Determinanttheorie (決定
 子說)22
 Determiner (因子)2

Deuteranomalous (視紅者)281
 Deuteranopia (綠色盲)281
 Deviation (偏差).....563
 average — (平均偏差)563
 mean — (平均偏差).....593
 standard — (標準偏差)563
Diabrotica (金花蟲之一種).....296
 Diakinesis (肥厚期).....128
Dianthus (荷國覆麥雜種)
Armeria456
barbatus57
caryophyllus445
delloides456
Didymozoa (吸蟲之一種)382
 Diembryony (雙生兒)411
 Differentiation (Organ) (器官分化) ...711
 Differenzierte Rasse (分化種)375
Diffugia corona (原生動物之一種) ...643
 Diffuse stage (分散期)128
 Digamety
 female — (雌雜型)272
 male — (雄雜型).....277
Digitalis (毛地黃)
lutea (黃花毛地黃)458
purpurea (紫花毛地黃)458
 Dihybrid (兩因子雜種)5
 Dihybridism (兩因子交雜).....5
 Dimorphism: seasonal (季節型)606
Dimorphotheca pluvialis (菊科之一種)386
 Dioecious; Dioecist (雌雄異株).....3, 224
Dioscorea sinuata (薯蕷)260
 Diözisch (雌雄異株)3
Diplocodus (半翅目昆蟲)253
 Diploid (倍數染色體).....139, 183
 Diplonema (二重期染色體)136
 Diplont (染色體倍數個體)200
 Diplotene stage (染色體二重期)128
Dipsacus silvestris612
 Disease resistance (耐病性)654
 Distal end (染色體之尾部)264
 Distel (稜蕒)612
 Division (分裂)
 equational orhomœotypic — (等或

- 同型分裂)129
heterotypic → (異型分裂)128
maturation → (成熟分裂)124
monocentric → (單極的分裂)271
reduction → (減數分裂).....128
somatic cell → (體細胞分裂).....122
Dominance, (優性)
change (優劣轉換) 55
incomplete → (不完全優性) 43
law of → (支配之法則) 32
Dominant; dominante Eigenschaft
(優性) 33
Dominanz (優性)
—regel (支配之法則) 32
—wechsel (優劣轉換) 55
unvollkommene → (不完全優性) ... 43
Donor (給血者)701
Drillinge (三生兒)413
Drosera type (茅膏菜型)464
Drosophila (果蠅) 15
afinis325
buschii460
calloptera460
carribbea460
earlei460
funebri131, 324
hydei.....305
immigrans460
melanica460
melanogaster47, 110, 180, 304
obscura.....325
repleta460
similis460
simulans180, 303, 326, 358, 460
type (果蠅型伴性遺傳)464
virilis (黑果蠅)460, 506, 540, 725
willistoni498
Duplex (複式).....5, 139
Duplication (染色體重複)175, 289
- E**
- Ear-to row method (一穗一畝法).....659
Education, limit of, 環境之限界687
Egg (卵) 6
Eigenschaft (性質) 7
dominante → (優性)
erworbene Eigenschaften (後天性) 618
Einhäusige Pflanze (雌雄同體植物) ...383
Eizelle (卵細胞) 6
Element (因子) 2
Elementary species (基本種)478
Elimination (染色體放棄)189
differential → (不等死亡率)319
Elodea gigantea (一種苔草類植物).....259
Emasculation (去雄)652
Embryo sac (胚囊).....102, 224
— mother-cell (胚囊母細胞)224
Enchylema (核液)121
Encyrtus (蜂之類)413
Endogamy (同系交配)5, 423
Endosperm (胚乳)225
Entwicklung (進化) 12
Environment (環境), heredity and —
(遺傳與環境之關係).....603
Enzyme; Enzym (酵素)74, 712
Epilobium (柳葉菜屬)443, 458
Episome (因子副體)722
Epistasis (上位) 63
Equatorial plate (赤道板)124
Equistasis (等位) 63
Erbeinheit; Erbfaktor, (因子) 2
Erblichkeit (遺傳因子) 2
Erblichkeitslehre (遺傳學)..... 2
Erigeron (一種菊科植物)404
Erodium (一種天竺葵之近緣植物).....232
Error (誤差)564
mean → (平均誤差)565
probable → (公算誤差)565
standard → (標準誤差)565
Erste Eltern-Generation 4
Escape (逸出種)494
Eschscholtzia (一種罌粟科植物).....446
Eucomis bicolor (種子植物之一種).....131
Eugenics; Eugenik (優生學)673
negative → (消極的優生學)683
positive → (積極的優生學) ... 684

Eupatorium (鬧草)404
Euschistus servus309
variolarius (椿象之一種).....309
 Euthenics (優境學)671
 Evening-primrose (月見草)478
 Evolution (進化)..... 12
 Exogamy (異系交配)435
 Extracted race (選出種) 9

F

Facets (小眼)604
 Factor (因子) 2
 chief — (主因子)..... 80
 complementary — (互助因子) 68
 conditional — (條件因子) 70
 covering — (被覆因子) 73
 duplicate — (二對同義因子) 86
 epistatic — (上位因子) 63
 exaggeration — (誇張因子) 74
 extension — (擴大因子)..... 81
 hypostatic — (下位因子) 63
 lethal — (致死因子) 99
 absolute — (完全致死因子)101
 balanced — (平衡致死因子)112
 dominant — (優性致死因子).....101
 double — (複致死因子)322
 gametic — (性細胞致死因子).....101
 invisible — (不可視或生理的致死因子)103
 morphological — (形態的或可視致死因子)105
 non-sex-linked — (不伴性致死因子).....105
 partial — (部分或半致死因子) ...101
 physiological — (生理的或不可視致死因子)105
 recessive — (劣性致死因子)101
 semi- or sub — (半致死因子).....101
 sex-linked — (伴性致死因子).....105
 visible — (可視或形態的致死因子)105
 zygotic — (偶體致死因子)101
 modifying — (變更因子)80, 262
 multiple — (多數同義因子)85, 263

mutation (因子的變化)495
 quantitative — (數量因子) 93
Fagus (米心樹)463
 Faktoren
 für quantitative Eigenschaften (數量因子) 93
 gleichsinnige — (同義因子) 86
 modifizierende — (變更因子) 80
 unilokale — (複對因子群)519
 Faktormutation (因子的變化, 因子的突然變異)495
 Farbengrundsubstanz (色原體或着色基礎物價) 74
 Fatuoid mutation511
 Fecundity (繁殖力)8, 312
 Fehler (誤差)564
 mittlerer — (平均誤差)565
 wahrscheinlicher — (公算誤差及平均誤差)593
 Female gamete (雌性細胞) 6
 Ferment (酵素)712
 Fertile, inter-class (級間可稔)454
 Fertility (稔性) 8
 pseudo-self — (擬自家和合)446
 Fertilization (受精)
 double — (重複受精)225
 false — (擬受精)410
 self — (自家受精)423
 Fibrinogen (血液纖維素)283
 First filial generation 4
 First parental generation 4
Fitchia (半翅目昆蟲)254
 Fixed-race (固定種) 9
 Flavon715
 Florida Velvet Bean (一種豆)661
 Fluctuation (彷徨變異)11, 551
Forficula auricularia(蝥蟲之一種)568, 569
 Fortpflanzung, geschlechtliche — (有性生殖) 6
 ungeschlechtliche — (無性生殖) ... 7
 Four-strands (四分體)128
Fragaria (草莓)260, 474
 Fragmentation (染色體橫斷).....173

- Fres-martin (異性及胎)377
 Frequency (變異數)553
 Frequenzreihe (變異表).....553
 Fruchtbarkeit (稔性)..... 8
Fumea casta (避債蛾之一種)257
Funaria (蘚屬)537
 hygrometrica (蘚類).....457, 459
 mediterranea (蘚類).....457
Fusarium
 conglutiniosum (黃化病菌)658
 niveum (立枯病菌)654
- G**
- Gall-fly* (寄生蜂之一種)411
Gallus bankiva (野雞)..... 78
 Gamet (性細胞) 6
 männliche — (雄性細胞) 6
 weibliche — (雌性細胞) 6
 Gamete (性細胞)..... 6
 female — (雌性細胞) 6
 male — (雄性細胞)..... 6
 Gametic series (性細胞式).....144
 Gametophyte (配偶植物)6, 102, 537
 macro— (雌配偶體)224
 micro— (雄配偶體).....224
Gammarus chevreuxi (水蚤) 146, 149, 358
Gastrosteus aculeatus (棘魚)338
 Gastrula (腸胚期)441
 Gaur.....444
 Gayal523
 Gebrauch und Nichtgebrauch (用不用).....619
Gelastocoris (半翅目昆蟲)254
 Gemmule (生芽) 22
 Gen (因子) 2
 Gene (因子).....2, 705, 719
 basi — (基本因子)707, 719
 complex (因子群)208
 elements (因子素).....716
 linear arrangement of — (因子之線狀排列)162
 major — (主因子) 80
 Genbasis (遺傳基質).....707
- Genels (因子素).....716
 Generations; Generationen 10
 Genetic constitution (因子型, 因子構造)..... 7
 Genetics; Genetik (遺傳學) 2
 Genic balance (遺傳的平衡)201
 theory (性因子平衡說)263
 Genom.....197
 analysis (基本染色體分析)197
 Genotyp; Genotype (因子型) 7
Geranium (牻牛兒苗).....511
 Germ-cell (性細胞) 6
 primordial — (原始性細胞)124
 Geschlechts, epigame Veränderung des (性轉換).....367
 Geschlechtschromosom (性染色體) ...251
 Geschlechtsorgane (性器) 8
 Geschlechtsrasse (性的品種)364
 Geschlechtstrennung (雌雄異體)379
 Geschlechtsumwandlung(性之轉變)...367
 Geschlechtsverhältnis (雌雄率)314
 Geschlechtszelle (性細胞) 6
 Gesetz (法則) 39
 vom Ahnenerbe (祖先遺傳說) 17
 der Selbstständigkeit (獨立法則) ... 39
Gladiolus (唐菖蒲)444, 523
 Colvillei523
 Glossary (語彙) 1
Glycine
 hispida (大豆)220
 Soya (一種大豆)572
Gobius (魚之一種)441
 GOLGI body (哥爾奇體)121
 Gonad; Gonaden (性腺)..... 8
 Gonadectomy (去勢)337
 Genia (性原細胞).....124
Goniium pectorale548
 Goodness of fit (的中率)597
 GOWER'S disease (小兒運動性痙攣) ...284
Gracilaria stigmatella (柳菴紫莖)625
 Graft-hybrid (接木雜種)236
 Green-see-er (視線者).....281
Gryllus campestris (蟋蟀)339

- Guinea-pig, (天竺鼠) 43
 Gynander 402
 Gynandromorph (性的兩合體)
 189, 387, 390, 716
 Gynase (雌雄酵素) 364
 Gynodiöcie (雌性雌雄異株) 387
 Gynomonöcie; Gynomonöcisch (雌
 性雌雄同體) 379, 384
 Gynosperm (母精蟲) 367
- H**
- Habrobracon* (寄生蜂之一種) 390, 398
brevicornis 398
juglandis 398
 Haemophilia; Haemophilie (血友病)
 106, 283
 Halbblut; Half-breed (F_1) 4
Halicore (僑良) 620
 Haplo-IV (第四染色體單數個體) 183
 Haploid (單數染色體) 139
 Haplont (染色體單數個體) 200
 Haplosomic (孤獨染色體) 265
Heliconidae 622
Helix (蝸牛) 380
 Hemagglutination
 iso- — (同種血球凝集反應) 691
 Hemizygote; Hemizygous (單價因子)
 5, 287
 Hereditary unit (遺傳因子) 2
 Hereditary sterility (遺傳的生殖減退) 454
 Heredity, (遺傳) 2, 454
 and environment (遺傳與環境)
 Hermaphrodite (雌雄同體, 兩性花)
 2, 3, 223, 383
 Hermaphroditism; Hermaphroditis-
 mus (雌雄同體) 379, 387
 consecutive — (時期的雌雄同體) ... 381
 protandrische — (先雄性雌雄同體) 381
 räumliche — (併立的雌雄同體) 381
 verus (真正雌雄同體) 360
Hesperotettix (一種蝗蟲) 267
Heterodera radicola (根線蟲之一種) 656
 Heterogametic (性細胞二型) 253
 Heterogenesis (突變) 11
 Heterogenomatische Organismen (異
 基本染色體個體) 198
 Heterokinese (性染色體移動時期異常) 267
 Heteromerie (異價同義因子) 91
 Heteromorphes Paar (異型相同染色體) 256
 Heteromorphous combination (不正
 授粉) 449
 Heteroploidy (染色體異數現象)
 182, 183, 470, 493
 Heteropyknose (性染色體位置異常) ... 258
 Heterosexualität (性的雜型) 315
 Heterosis (雜種強勢) 435
 Heterostylism (雌雄蕊異長) 448
 Heterosynapsis (異接合) 267
 Heterosyndese (不相同染色體接合) ... 267
 Heterozygosis (雜種性) 5
 Heterozygote (雜種) 4
 Heterozygotie (雜種性) 5
 Hexaploid (六倍數染色體) 183
Hibiscus (美國黃蜀葵)
esculentus 467
Manihot 467
Hieracium 10, 26, 31, 235, 470
aurantiacum 195
auricula 195
excellens 193
pilosella 31
 Hinny (駃騠) 439
Hippeastrum 444
Hippiscus 132
 Histogram (變異矩形) 554
 Historigram (經過曲線) 555
 Höckerzähne (瘤齒) 620
 Hockzeitsfarben (婚姻色) 338
 Homogametic (性細胞一型) 253
 Homogenomatische Organismen (同
 基本染色體個體) 197
 Homotherie (同價同義因子) 91
 Homomorphous combination (正授粉) 449
Homo sapiens (人類) 306
 Homosexualität (性的純型) 315
 Homozygosis; Homozygotie (純粹性) 6

- Homozygote (純粹種) 5
Hosta Sieboldiana 玉簪花.....133
Humulus
Japonicus (葎草).....232, 259, 334
lupulus (狗爪藤)259, 334, 442
Hyalodaphnia (水蚤類)612
Hybrid (雜種) 4
back-cross — (四分之三雜種) 4
constant — (融合遺傳) 59
graft — (接木雜種).....236
intermediate — (中間雜種, 不完全
優性)..... 43
interspecific — (種間雜種).....438, 454
monogenic — (單因子雜種) 4
permanent — (永久雜種)484
Reheboth — (勒赫博斯雜種).....690
sesqui — (四分之三雜種) 4
species — (種間雜種)437
twin — (双生雜種)114
vigor (雜種強勢)435
Hybrides
faux — (擬雜種)473
Hybridization, (交雜)..... 3
composite — (複合交雜法).....657, 664
Hydattina senta (輪蟲類)419, 432
Hydrangea (虎耳草).....235
Hyperchimera249
Hyperploid (過剩染色體)546
Hypohexaploid (變六倍數染色體).....469
Hypostasis (下位) 63
- I
- Ichthyosis congenita (魚鱗症)106
Id; Iden (特定子)..... 22
Ideal curve (正規曲線)556
Illegitimate combination (不正授粉).....449
Immunity (免疫性).....672
Impotence (性的不韻)8, 454
Inachus mauretanicus (一種蟹).....368
Inactivation (染色體無力化)177
Inbreeding (同系支配)5, 423
coefficient of — (近親係數)423
plot-inbreeding method(同區交配法)659
Incompatibility. (不和合)8, 444, 454
self — (自家不和合)444
Inconstant species (不安定種)494
Individuality (個性)131
Individualstoffe (個體物質)449
Infantil-amaurotische Idiotie (幼年
黑內障癡呆症)103
Infection of the male (對於雄交雜之惡
影響)667
Inheritance (遺傳)2, 8
allosomal — (限性遺傳).....297
crisscross — (十文字遺傳)176
cytoplasmic — (細胞質遺傳).....223
maternal — (母性遺傳)60, 215
matroclinous — (偏母遺傳)458
mosaic — (部分的優性) 52
non-Mendelian — 59
one-sided — (限性遺傳)297
one-sided masculine — (限雄性遺傳)293
patroclinous inheritance (偏父遺傳)112
plastid — (細胞質遺傳)223
sex-controlled — (從性遺傳).....307
sex-limited — (限性遺傳)297
sex-linked — (伴性遺傳)272
social — (社會遺傳)687
Inhibitor (抑壓因子) 73
Intensifier (強詞因子)..... 81
Inter-class fertile (級間可稔).....454
Interference (染色體交叉之干涉)171
Interkinesis (中鵝期)126
Intersex; Intersexe (間性).....280, 345
diploid— (二倍數染色體間性)357
triploid— (三倍數染色體間性)358
Intersexualität; Intersexuality (間性)345
heterozygotische — (雌間性)364
homozygotische — (雄間性)364
männliche — (雄間性)364
transitorische — (一時的間性)375
weibliche — (雌間性).....347
Zeitgesetz der — (間性之時間律) ...352
Inversion (染色體逆位)178
Inzucht (同系交配).....5. 423
Ipomea (甘薯).....432

- Iso-hemagglutination (同種血球凝集, 反應).....691
 Iso-agglutination (同上)691
- J**
- JUKE family683
- K**
- KALIKAK family.....683
Kallima (木紫蝶)624
 Karyoplasm (核原形質).....121
 Karyosome (染色質仁)122
 Kastration (去勢)337
 Katalysator (觸媒).....712
 Keiminfektion (先夫遺傳).....629
 Keimplasmatheorie (性物質說).....22
 Keinzelle (性細胞).....6
 Kern (核).....121
 Kernelimination (核放棄)404
 Kernplatte (核板)124
 Klon (分枝群)7
 Knospenmutation (芽條變異)523
 Konkurrenz (受精競爭)334
 Konversionstheorie (因子變質說).....160
 Koppelung (因子之關聯)140
 Koppelungswert (交叉價)599
 Korrelation (相關).....572
 Korrelationskoeffizient (相關係數) ...573
 Korrelationstabelle (相關表)572
 Kreuzung (交雜).....3
 reziproke — (相互交雜).....43
 Kritische Periode (臨界點)613
 Kryptomerie (不發現因子)75
 Kurve (曲線)
 mehrgipfelige — (多頂曲線)571
 schiefe — (歪曲線).....571
 zweigipfelige — (二頂曲線)571
- L**
- Laburnum Adami* (亞當金雀枝).....236
vulgare (黃花紫藤)237, 247
Langshan 狼山雞.....276
Lathyrus odoratus (觀賞豌豆).....71, 660
Latrodectes (蜘蛛之一種)336
 Law
 of ancestral heredity (祖先遺傳) 17
 of dominance (支配法則)32
 independence; Law of independent
 assortment (獨立法則)39
 of purity (純粹法則)41
 of segregation (分離法則)35
 Leaf blight (葉燒病)656
Lebistes (百萬魚)277, 298, 374
 Leghorn (來航雞)45
 Legitimate combination (正找粉) ...449
Lepas370
Lepisma domestica (衣魚)254
Leptinotarsa (馬鈴薯甲蟲類)526, 646
 decemlineata647
 multitaeniata647
 undecimlineata647
 Leptonema (細長期染色體絲)136
 Leptotene stage (細長期)125
 Letalfaktoren; Lethalfaktoren; Let-
 hal factor (致死因子)99
 Leucoplast (白色體)121
Linnaea peregra (綠葉螺)219, 613
Linaria444, 456
 purpurea456
 vulgaris456
 reine — (純系)6
 Linie (系統).....7
 Liniestoffe (系統物質)449
 Linin (非染色質).....122
 Linkage (關聯)140
 complete — (完全關聯)85
 group (關聯群)161
 partial — (部分關聯)141
 sex — (伴性遺傳)272
 X— (X 染色體關聯)268
Linum (亞麻)
 angustifolium96
 usitatissimum96
Liparis (舞舞蛾).....364
 Logarithmic curve (對數曲線)586

- Lephus* (鰲鱧)336
Lorigo (烏賊)336
Lunaria (十字科植物之一種)233
Lychris (剪秋羅類)117
 alba117
 dioica117, 290
Lygaeus kalmii (姬十字長椿象) ...252, 319
Lymantria
 dispar (舞舞蛾)262, 345
 monacha (舞舞蛾近緣種).....351
Lymnaea peregra (綠桑螺)219, 613
- ### M
- Macrogametophyte (雌配偶體).....224
 Macrosporangium (雌孢子囊)224
 Macrospore (大孢子體)224
 Maistypus (玉蜀黍型優性, 不完全優性) 46
 Male (雄) 2
 complementary — (補助雄)382
 gamete (雄性細胞)6, 224
 Marmot (山撥鼠)..... 43
 Marsilia (蘋)404
 Martes furo (貂鼠)448
 Mass selection (集團淘汰法)636
 Maternal impression (母親印象)667
 Maternal inheritance (母親遺傳) 60, 215
 Mating (交配) 1
 random — (自由交配).....428
 Matroclinous inheritance; Matrocline
 Vererbung (偶母遺傳) 33, 222, 45S, 48S
Matthiola (紫菀屬)..... 77
 Maulesel (驃馬)439
 Maximum likelihood, method of (最
 高近似法)600
 Mean (平均).....559
 arithmetic — (算術平均)559
 deviation (平均偏差)593
 error (平均誤差)565
 simple — (單純平均)559
 weighted — (加重平均)559
Mecostethus (一種蝗蟲)129, 132
 Median (中央值)560
 Medlar (西洋木瓜)237
Megalocernia (巨大角膜炎)284
 Meiosis (成熟分裂)124
Melandrium; Melandryum (剪秋羅類)
 111, 117, 233
 album117, 259, 290, 441
 noctiflorum441
 rubrum.....304
 Melanic form (黑化型)629
 Melanine (黑色素) 74
 Mendelian unit (遺傳因子) 2
 Mendelism; Mendelismus (遺傳學) ...
 2, 28, 59
Menyanthes (陸萊)448
Mercurialis (山藍)234
 Merino (羊)308, 670
 Merkmal (性質, 形質)..... 7
Mesembryanthemum234
Mespilus germanica (西洋木瓜)237
 Metaphase (核分裂中期).....123
Metapodius (椿象之一種)201, 296
 Metaxenia (副直接感應).....223, 225, 227
 Method of maximum likelihood (最
 高近似法)600
Miastor (蠅之一種).....418, 420
 Microgametophyte (雄配偶體)224
 Microphthalmia (小眼症)284
 Micropyle (珠孔).....224
 Microsporangium (雄孢子囊).....224
 Microspore (小孢子體)224
 Mikromanipulator (顯微鏡操作器) ...130
 Mid-parent (平均親)649
 Millions fish (百萬魚).....298
 Mimicry (擬態)630
Mimosa (含羞草).....620
Mimulus (一種玄參科植物)432
 Minorca (雞種)276
Mirabilis Jalapa (紫茉莉)25, 228
 Mischlinge (雜種) 4
 Mispel (西洋木瓜)237
 Mitochondria121
 Mitosis (間接核分裂)123
 Mittelfehler; Mittlerer Fehler (平均
 誤差).....565

- Mittelwert (平均值)559
Mixyne glutinosa (蝨之一種).....374
 Mode (衆數).....560
 Modifier (變更因子) 80
 minus — (遞減變更因子) 80
 plus (遞增變更因子) 80
 Modifikation (彷徨變異)11, 546
Moina (球形微蟲子)421
 Mongrel (雜種)..... 4
 Monœcious; Monözisch; Monoecism;
 Monoecist, (雌雄同株) 3, 224, 379, 383
 Monohybrid (單因子雜種) 4
 Monohybridism (單因子交雜) 5
 Monosom; Monosomic (孤獨染色體)...263
 Monotocous animals (單生兒動物) ...333
 Monozygot; Monozygote (單價因子)5,117
 Morgan (染色體上因子間之單位)390
 Mortality (死亡率)
 differential — (不等死亡率)319
 selective — (選擇死亡率)319
 Mosaic (兩合體)189, 248, 387, 512
 anthocyanin distribution; Mosaiks-
 checkung (植物之斑色及斑花).....398
 bilateral — (左右半身兩合體)...397, 716
 sex — (性的兩合體).....390
 Mosaic inheritance; Mosaikbastard
 (部分的優性)..... 52
 Mulatto (黑人與白人之混血兒)59, 97
 Mule (驢馬)439
 Multiple allelie; Multiple allelomorphism; Multiple allelomorphs (複對因子)..... 81
 Multiple factors (多數同義因子) 89
 Muskmelon (甜瓜)656
Mus montanus (山鼯鼠) 43
Mustela putorius (鼬鼠).....448
 Mutant (變異型或突然變異型, 變者) ... 12
 feeble— (虛弱種).....494
 primary types (第一次變異型)203
 secondary types (第二次變異型) ...204
 tertiary types (第三次變異型)206
 Mutationen; Mutations(突然變異)477,649
 äquilocale — (同部位突然變異).....498
 Bakterien — (細菌突然變異).....548
 bud (枝變或芽條變異).....523
 dominant — (優性突然變異)492
 Erzeugung (Experimentelle Auslösung) von — (人爲的突然變異) ...525
 fatuoid —511
 gene —; factor — (因子的變化, 因子的突然變異)492
 germinal — (性細胞突然變異)492
 induced — (人爲的突然變異).....493
 induced gene — (人爲的突然變異) 525
 induced plasmon — (人爲的細胞質突然變異)542
 induced somatic — (人爲的體細胞突然變異)540
 Keimbahn — (性細胞突然變異) ...495
 loss — (喪失變異)508
 natural — (自然突然變異)492
 parallel — (體細胞性細胞平行突然變異, 異種間平行突然變異).....493
 plasmogene — (細胞質突然變異) ...542
 plastid —; Plastiden — (色素粒變化).....493, 510
 progressive — (進步的突然變異) ...492
 pseudo — (偽突然變異)400
 recessive Mutations (劣性突然變異).....492
 recurrent — (反覆突然變異)502
 reversal — (復歸突然變異).....503
 simultaneous — (二重突然變異) ...532
 solo somatic — (體細胞單獨突然變異).....493
 somatic — (體細胞突然變異)...493, 512
 unilocale — (同部位突然變異)498
 vegetative — (體細胞突然變異) 512, 523
 Mutationsperiode (突然變異期).....481
 Myzel (菌絲), Diplo — (倍數菌絲),
 Haplo — (單數菌絲)459
Myzostoma382
- N
- Nachtkerz (月見草).....478
 Nachtschatten (龍葵).....237

Nachwirkungserscheinungen des mütterlichen Genoms (母體因子後作用).....222
 Nebencarpelle (副雌蕊).....613
Nephrolepis exaltata bostoniensis (波斯頓羊齒).....661
Neuroterus lenticularis (蟲癭蜂).....409
 Nichterbliche Veränderung.....11
 Nichttrennen (染色體不分離現象).....290
Nicotiana.....56, 436
 Nightshade (龍葵).....237
 Nomadism (放浪性).....284
 Nomenklatur (語彙).....1
 Non-conjugation (染色體不接合).....191
 Non-disjunction (染色體不分離現象).....189, 290, 470
 partial — (部分的染色體不分離)...281
 primary — (第一次染色體不分離)...291
 secondary — (第二次染色體不分離).....291
 Non-Mendelian inheritance (非孟德爾式遺傳).....59
 Normal curve (正規曲線).....556
 Nucellus (珠心).....224
 Nuclear membrane (核膜).....121
 sap (核液).....121
 Nucleolus (仁).....122
 Nucleoplasm (核原形質).....121
 Nucleus (核).....121
 pole nuclei (極核).....225
 Nucleuschimera (核嵌合體).....484
Nymphaea (睡蓮).....512
 Nystagmus (眼球震盪症).....284

O

Ocneria (舞舞蛾).....364
 Octoploid (八倍數染色體).....183
Oenothera (月見草).....60, 102, 111
 Okra (美國黃豨葵).....467
 Ommatidia (小眼).....604
 Oögenesis (雌性細胞形成).....124
 Oöcyte (卵母細胞).....126

Oögonia (卵原細胞).....124
 Orange, Navel.....522, 662
 Orchidotomy (蕊丸除去).....339
 Organogenesis (器官形成).....711
 Outbreeding (異系交配).....3, 435
 Ovariectomy (卵巢除去).....340
 Ovary (子房).....224
 Ovotestis (卵巢卵丸).....360
 Ovule (胚珠).....224
 Oxydase (氧化酵素).....715
 Oxychromatin (酸染色質).....123

P

Paarung (交配).....2
Pachylis gigas (半翅目之一種).....131
 Pachynema (合體期之染色體).....135
 Pachytene stage (合體期).....128
 Paedogenesis (處女生殖).....420
 Pair (成對).....2
 Pangen (汎生子).....220, 482
 Pangenesis theorie; Pangenesis theory (汎生說).....22
 DARWIN 之.....22
 de VRIES 之.....220
Papilio (鳳蝶).....608
aristolochiae (紫枝鳳蝶).....311
hector.....311
meknon (長好鳳蝶).....310
polytes (白帶鳳蝶).....310
 Parabiosis (平行接植).....416
 Parabola line (拋物線式).....582
Paracentrotus.....23
 Parallel induction (平行感應).....628
Paramaecium (草履蟲).....641
aurelia.....570, 642
caudatum.....570, 642
 Parasynapsis (染色體之平行接合).....134
Paratettix (蝗蟲).....64, 83, 297
 Paratyphus (細菌名).....547
 Paravariation.....11
 Parthenogenesis (單性生殖).....6, 403
 accidental — (偶然單性生殖).....410

- diploid — (倍數單性生殖)404
 facultative — (隨意單性生殖)407
 haploid — (單數單性生殖).....403
 Parthenomixis (單性受精生殖)406
 Particulate theories (遺傳粒子說) ... 21
 PASCAL'S triangle (巴斯克耳三角形)...557
 Patroclinous inheritance; Patrokline
 Vererbung (偏父遺傳) 33, 112, 458, 488
 Pea-type (豌豆型優性) 46
Pediculus hominis (蝨之一種)358
 Pedigree (系統圖) 7
 Pedigree culture (系統繁殖) 7
Pelargonium (天竺葵).....230
 Peloric flower 放射相稱型 34
Pellogaster (甲殼類之一種).....368
 Pentaploid (五倍數染色體)183
 Perfect flower (完全花)652
Perla marginata (蝻蛄之一種)372
 Peroxidase (過氧化酵素)715
Petunia444
violacea.....515
 Pfropfbastarde (接木雜種)236
Phacochoerus (疣豬) 620
Phacomycetes nitens(蠍之一種).....247
Pharbitis (牽牛花)401, 715
Phascolus vulgaris (菜豆)633
 Phenotyp; Phenotype (表型) 7
Phleum pratense 梁 (牧草).....660
Pholiota mutabilis (擔子菌之一種).....459
Phoxinus laevis (一種魚)338
Phragmatobia fuliginosa (避債蛾之一種).....188
Phratona vitellinae (柳葉蟲)625
Phrynotettix (蝗蟲之一種)133
Phylloxera (根蚜蟲).....656
Physcomitrium (一種蘚類).....459
 Physiologie der Vererbung (遺傳之生理).....711
 Physiological unit theory; Physiologische Einheitstheorie (生理單位說) 21
Phytodecta variabilis (一種甲蟲)305
Pieris (白紋蝶)609
Pilosella type464, 466
Pimapheles notatus (經科之一種)553
 Pineapple (鳳梨).....656
 Pistillate plant (雌親植物) 56
Pisum (豌豆)152
Pisumtypus (豌豆型優性) 46
Planaria (扁蟲類之一種)333
Plantago major asiatica (車前草)232
 Plant Patent Law (植物特許法)650
 Plant-row test; Plant-to-row test (一株一畝法)672
 Plasmon (細胞質特性)60, 459
 induced plasmon mutation (人爲的細胞質突然變異)542
 Plasmosome (質核仁).....122
 Plastid (色素粒)121, 232, 646
 inheritance (細胞質遺傳)228
 mutation (色素粒變化)493
Platyocilus maculatus (一種鯉目之小魚).....277
 Plot-inbreeding method (同區交配法)659
 Plum. (西洋李).....664
 Plumcot (梅杏)664
 Plymouth Rock (雞種)276, 277
 Polar body (極體)126
 Polarity (極性)711
Polistes (長脚蜂).....608
 Pollen (花粉)
 mother-cell (花粉母細胞)224
 tube (花粉管)102
 Polyembryony (多生兒).....411
 Polyhybrid (多因子雜種).....5, 99
 Polymery (同義因子) 85
 Polymodal curve (多頂曲線).....571
 Polymorphism, unisexual — (單性多型).....309
 Polyöcisch (多性型異株)385
 Polyploidy. (染色體倍加現象).....
 182, 183, 468, 493
Polystichum (羊齒之一種)405
 Polytocous animals (多生兒動物).....333
 Polytoma (無色鞭毛蟲).....419
 Population (集團) 8
Portulaca grandiflora (半支蓮)112

- Post-reduction (後減數)392
 Potency (生殖能力) 8
 of variability (轉化能力)400
Poterium Sanguisorba (薔薇科之一種) 387
 Prämutationsperiode (不變異期)481
 Prepotency (優先遺傳)667
 Pre-reduction (前減數)392
 Presence and Absence Hypothesis (在不在說) 65
Primula (櫻草)
 acaulis715
 sinensis145, 191, 608
Prionidus (半翅目之昆蟲)254
 Probabilty (確率) 36
 curve (確率曲線)616
 Prochromosome (前染色體期)125
 Product-ratio method (乘積比法) ...600
 Progeny test (次代鑑定)651
 Progressive species (前進種).....494
 Prophase (前期)123
 Protanomal (視紅者)281
 Protanopia (紅色盲)281
Protenor (綠椿象之一種)251
 Protonema (原絲體)536
 Protoplasma (細胞質)121
 Protosome (因子主體)722
 Proximal end (染色體之頭部) ...167, 264
 Pseudo-agglutination (擬凝集).....704
 Pseudohermaphroditismus (擬雌雄同體).....360
 Pseudomixis (偽受精生殖).....405
 Pseudo-mutation (偽突然變異).....400
 Pseudo-self-fertility (偽自家和合).....446
Pteropoda (羽足類)380
Puccinia glumarum (黃銹病).....654
Pulsatilla (毛茛科植物)387
 Pure-breed (純粹種) 5
 Pure-breeding (同系交配) 5
 Pure-line (純系)6, 631, 633
Pygæra (天社蛾科之昆蟲)467
 anachoreta465
 curtula466
 figra466
Pygæra type465
Pyrrhocoris (椿象)250
- Q**
- Quadruplets (四生兒).....413
 QUETELET (克特勒法則).....553
- R**
- Race
 amelioration (育種)649
 biology (民族生物學)689
 extracted— (選出種) 9
 fixed— (固定種)..... 9
 hygiene (民族衛生)689
 Racial
 biochemical racial index (人種係數)699
 crossing (雜婚)685
 Radiomorphosen (鑄型).....542
Rana (蛙)
 palustris248
 sylvatica248
 temporaria365
Raphanus (蘿蔔).....470
 Rassendriecck (人種三角形)701
 Rassenhygiene (優生學).....673
 Rat (大鼠) ...
 hooded— (頭巾鼠).....636
 Reaktionsgeschwindigkeit - Temperatur-Regel (反應速度溫度律)603
 Reaktionsnorm; Reaction system (反應體系).....617
 Recessive; Rezessive Eigenschaft (劣性)..... 33
 Recipient (受血者)701
 Reciprocal crossing (相互交雜)..... 4
 Recombination percentage (組換率)78, 173
 Red-see-er (視紅者).....281
 Reduction division (減數分裂)128
 post— (後減數)129
 pre— (前減數)129
 Reduplication hypothesis (性細胞增殖遲滯說)159

Regression (退行).....470, 588, 646
 lines (退行直線).....588
 Regressive species (退行種).....494
 Reheboth hybrid (勒赫博斯雜種).....690
 Reine Linie (純系).....6, 631, 633
 Reinheitsregel (純粹之法則).....41
 Reinzucht (同系交配).....5
 Reproduction (生殖, 繁殖)
 asexual — (無性生殖).....7
 bisexual — (兩性生殖).....425
 sexual — (有性生殖).....6
 vegetative — (無性生殖).....7
 Reproductive organ (性器).....8
 Repulsion (相反).....119, 141
 Restitutionskernbildung (回復核形成)411
 Reversion (歸先遺傳).....75
 on crossing (交雜歸先).....75
 Reziproke Kreuzung (相互交雜).....4
 Rhabditis aberrans (線蟲之一種).....410
 Rhabdonema (Angiostomum) (線蟲之一種).....379
 Rhoë discolor.....133
 Richtungskörper (極體).....126
 Rose (玫瑰).....512
 Rotationshypothese (迴轉說).....160
 Rückkreuzung (退交雜).....4
 Rückkreuzungsbastard (四分之三雜種) 4
 Rückmutieren (復歸突然變異).....503
 Rückschlag (退行).....588
 Rumex acetosa (酸漿).....259, 333
 acetosella (小酸漿).....134

S

Saatkrähe (白嘴烏).....620
 Saccharum (甘蔗).....512
 Sacculina (一種甲殼類).....368
 Salamandra atra (阿耳卑斯山椒魚) ...623
 maculosa (斑點山椒魚).....623
 Salix (柳屬).....25
 Salpingectomy (輸卵管切除).....634
 Saltation (廣義之突然變異, 主用於發
 生物).....649
 Sambucus nigra (接骨木之一種).....500

Samenzelle (性細胞).....6
 Satellite (染色體之附屬體).....132
 Saturation (飽和).....667
 Satureia (唇形科植物).....397
 hortensis.....378
 Scabiosa (山蘿蔔).....463
 Scalpellum peronti.....382
 Scaptomyza adusta (蠅之一種).....460
 Scardafella inca (一種鷓名).....608
 Schiefe Kurve (歪曲線).....563
 Sciara (菌蠅類).....263
 coprophila.....285
 similans.....269, 270
 Scolopendrum.....404
 Seasonal dimorphism (季節型).....606
 Sea-urchin (海胆)
 type (海胆型中心體).....136
 Sebright (雞種).....342
 Sedum spectabile (一種景天科植物) ...614
 Segmental interchange (染色體之轉位
 交換).....203
 Segregating ratios (分離比).....593
 Segregation (分離).....
 somatic — (體細胞因子分離)...240, 522
 law of — (分離法則).....35
 Selbstständigkeit, Gesetz der (獨立
 法則).....39
 Selbstbefruchtung (自家受精).....424
 Selection (淘汰).....631, 635
 bud — (芽條淘汰).....641, 662
 clonal — (分枝羣淘汰法).....641, 662
 individual — (個體淘汰法).....641
 mass — (集團淘汰法).....636
 pedigree — (系統的淘汰法).....639
 Selenia bilunaria (紫尺蠖蛾類).....526
 Sempervivum.....614
 Senecio.....235, 445
 Sesqui-hybrid (四分之三雜種).....4
 Sex
 controlled inheritance (從性遺傳)...307
 control of — (性之支配).....415
 differentiator (性分化因子).....366
 limited inheritance (限性遺傳).....297

- linked inheritance (伴性遺傳)272
 mesoic (體的兩合體)387
 producers (性生產因子)366
 races (性的品種)365
 ratio (雌雄率, 性比)314
 reversal (性轉換).....367
 Sexual
 cell (性細胞)..... 6
 character (性徵)296
 primary — (第一次性徵).....298
 secondary — (第二次性徵).....298
 organs (性器) 8
 Side-chain theory (側鎖說)722
Silene512
dichotoma (石竹科之一種)385
Simocephalus (浮塵子)358, 419
 Simplex (單式)5, 139, 284, 287
 Sister strands (姊妹染色體)136
 Skew curve (歪曲線)568
 Smoothing by means of moving averages (移動平均法)586
Soja max (大豆)220
Solanum (茄屬)403
Darwinianum245
Gaertnerianum.....238
guineense246
Koelreuterianum.....238, 241
luteum404
lycopersicum (番茄).....237, 535
lycopersicum-guineense237, 245
nigrum (龍葵)237, 535
proteus238
tubingense238, 241
Solenobia (避債蛾之一種)512
 Soma (體細胞)..... 6
 somatic cell (營養細胞) 6
Sorbus (野槐)438
Sorghum (玉蜀黍原種)200
 Spaltung (分離)
 vegetative — (體細胞因子分離).....240
 Spaltungsverhältnisse (分離比)593
 Spaltungsregel (分離之法則)..... 35
 Species
 hybrid (種間雜種)437
 elementary — (基本種)478
 inconstant — (不安定種)494
 progressive — (前選種)494
 regressive — (退行種)494
 Speltoid mutation512
 Sperma (精蟲)..... 6
 Spermatid (精蟲細胞).....126
 Spermatocyte (精母細胞)124
 Spermatogenesis (雄性細胞形成)124
 Spermatogonia (精原細胞).....124
 Spermatozoa; Spermatozoon, (精蟲) : 6
 female-producing — (生雌個體的精蟲).....252
 male-producing — (生雄個體的精蟲)252
 Spermazellen (精核)224
 Spezifische Kraft-Hypothese (特異勢力說).....159
Sphaerechinus (海膽)..... 23
Sphaerocarpus Donnellii (錢苔類).....259
Spinacia (菠菜)334
 Spindle fibre (紡錘絲)124
 Spireme (染色體絲).....123
 post-synaptic — (合體期).....128
 Sporangium (子囊)537
 Spore (孢子)537
 Sporophyte (孢子植物)6, 537
 Sport (變種)494
 bud — (枝變或芽株變異)523
 Staminate plant (花粉植物, 雄親) ... 57
 Stammbaum (系統圖) 7
 Standard deviation (標準偏差).....563
 Standard error; Standardfehler (標準誤差).....593
 Standardabweichung (標準偏差)563
 Statistics (統計學)552
Stellaria (繁縷)234
Stenobothrus132
 Step-allelomorphism (階段因子說) ...717
 Sterile, intra-class (同級內不稔)454
 Sterility (生殖減退)8, 453
 cross — (交雜生殖減退)442
 hereditary — (遺傳的生殖減退) ...454

- partial — (生殖減退)442
 self- — (自家生殖減退)444
 total — (生殖不能).....442
 Sterilization Law (斷種法)683
Stizolobium deeringianum (一種豆) ...661
 Straight line (直線式).....578
 Strain (系統)7
 Strands
 four — (四分體)128
 sister — (姊妹染色體).....161
 Strepitene stage (攪扭期)128
 Streuung (標準偏差)564
Strongylocentrotus (海胆)189
 Substitutionsversuche (置換法)356
 Suppressor (抑制因子)73
 Svalöf system (斯瓦諾夫式方法)663
 Sweet pea (觀賞豌豆)34, 402
 Bush.....77
 Cupid77
 Emily Henderson71
 Synapsis (接合, 接合期).....125, 270
 hereto— (異接合)267
 para— (平行接合)134
 telo— (末端接合)134
 theory (接合中交換說)161
 Synaptotene (花束期)125
 Syndesis (接合期)126
 Synergidae (助細胞)225
 Synzesis (收縮期)125
Syrbula (蝗蟲之一種).....135
Syringa vulgaris (一種木樨科植物) ...500
- T**
- Taenia saginata* (牛絛蟲)382
Talaeporia
 tubulosa (避債蛾之一種)257, 421
Taraxacum (蒲公英)235
Tatusia (南美產犴猴之一種)412
 Teazel (橫斷)612
 Telegony (先夫遺傳)629
 Telomitic (紡錘絲末端附着)132
 Telophase (終期).....124
 Telosynapsis (染色體之末端接合).....134
 Temperaturformen (溫度型).....608
Tenodera superstitionosa (螳螂之一種)...131
 Teosinte (玉蜀黍之原種).....200
 Terminology (語彙).....1
 Tetrad (四分體)128, 224
 Tetrahybrid (四因子雜種).....5
 Tetraploid (四倍數染色體).....183
 Tetraplont (染色體四倍數個體).....200
Thelia bimaculata (半翅目之一種) ...369
 Theoretical curve (理論曲線)556
 Thremmatology (育種).....649
 Threshold reaction (性發達之關作用) 366
 Thrombin (凝固酵素).....283
 Time of action (發動時間).....221
 Timothy (梁, 一種牧草).....660
Tomopteris132
Tradescantia133, 134
 Transfusion (輸血).....701
 Transgenation (人爲的突然變異) 493, 719
 Transgene (新生因子).....718
 Translocation (染色體之轉位) ...175, 289
 Transmutation, artificial (人爲的突然變異).....525
 Transplantation; Transplantationsversuche (移植)625
 Treppenallele; Treppenallelomorphismus (階段因子表)717
Trifolium (紫雲英)234
 Trihybrid (三因子雜種)5
Trimerotropis (蝗蟲之一種)129
 suffosa138
 Trimonöcisch (三性型同株)385
 Triplets (三生兒).....413
 Triplo-IV (第四染色體三倍個體)183
 Triploid (三倍數染色體).....183
 Triplont (染色體三倍數個體).....200
 Trisomic (一相同染色體三倍數個體, 2n + 1 型).....183
Triticum (小麥屬)196
 aegilopoides196
 compactum196, 401
 dicoccoides196
 dicoccum196

- durum*196, 464
monococcum196
polanicum196
sativum 89
spelta196
turgidum196
vulgare196, 464
Triticum type (小麥型成熟分裂)464
Triton cristatus (蝶螺之一種)339
Triturus torosus (同上)417
 Twin (雙生兒)413
 dizygotic or fraternal — (二卵雙生兒)413
 hybrid (雙生雜種)114, 208
 monozygotic or identical, — (一卵雙生兒)413
 Typenblutagglutination (型的血球凝集反應)704
- U**
- Ulex europaeus* (一種豆科植物)609
 Unabhängigkeitsregel (獨立法則) 39
 Undifferenzierte Rasse (不分化種) ...375
 Unfruchtbarkeit (生殖減退) 8
 Ungeschlechtliche Fortpflanzung (無性生殖) 7
 Uniformitätsregel (支配法則) 32
 Unisexual Polymorphism (單性多型) 309
 Unit character (單位形質) 2
 Universal donor; Universalspender (萬能給血者)702
 Universal recipient; Universalempfänger (萬能受血者)702
 Unravelling stage (解舒期)125
Urtica (蕁麻屬)111
 urens (蕁麻之一種)442
 Use and disuse (用不用)619
- V**
- Vacuole (空胞)121
Vallisneria (苦草之一屬)259
 spiralis260
Vanessa (孔雀蝶類)609
 urticae607
 var. ichnusa607
 Variabilität, (變異) 10
 Variabilitätslehre. (生物統計學)551
 Variability, potency of (轉化能力) ...400
 Variable (變異物件)556
 Variant (變異) 12
 Variationskoeffizient (變異係數)564
 Variation (變異)9, 11
 alternative, — (彼此變異)593
 bud, — (枝變或芽條變異)523
 coefficient of — (變異係數)564
 continuous — (連續變異, 彷徨變異) 549
 curve (變異曲線)555
 discontinuous — (不連續變異, 突然變異)549
 genetic — (因子的變異, 突然變異) ... 11
 individual — (個體變異, 彷徨變異) .. 11
 measurable — (量的變異)551
 meristic — (數的變異)551
 morphological — (形態的變異)551
 polygon (變異多角形)553
 quantitative — (數量的變異)551
 somatic — (體的變異)603
 table (變異表)553
 Variegation; Variegated plants (斑色) 388, 399
 Vasectomy (輸精管切除)684
 Veränderung, äusserliche (外的變異, 彷徨變異) 11
 erbliche — (遺傳性變異, 突然變異) .. 11
 nichterbliche — (不遺傳性變異, 彷徨變異) 11
Verbascum444
 Vererbung (遺傳)2, 10
 Dynamik der — (動態遺傳學)711
 geschlechtsbegrenzte — (限性遺傳) 297
 geschlechtsgebundene od. geschlechtsabhängige — (伴性遺傳)272
 geschlechtskontrollierte — (從性遺傳)307
 nichtmendelnde (非孟德爾式遺傳) ... 59
 nichtspaltende — (融合遺傳) 59
 Physiologie der — (遺傳生理)711

Vererbungslehre; Vererbungswissenschaft (遺傳學) 2
 Verjungung (返老還童) 344
 Vermännlichung (雄化) 370
 Vermehrungsgruppe (染色體增加群) .. 471
 Verminderungsgruppe (染色體減少群) 471
 Veronica (葳蕤仙) 448
 Verweiblichung (雌化) 368
 Vetch (大巢菜) 535
 Viability, differential (不等生存率) ... 319
 Vicia (豨豆屬) 461
 Vierlinge (四生兒) 413
 VILMORIN method (維耳摩林式方法) ... 663
 Virginia chinquapin (栗) 655
 Virus (一種病原體) 247, 658, 716
 Vitis (葡萄) 473
 Vollblut (純粹種) 5

W

Wahrscheinlicher Fehler (公算誤差或平均誤差) 565, 593
 Wahrscheinlichkeit (確率) 36
 Walnut, Royal (胡桃) 664
 Wanderlust (放浪性) 284
 Warzenschwein (疣豬) 620
 Weighted value (加重值) 154
 Weissdorn; Whitethorn (山楂子) 237
 Wikstroemia (一種瑞香科植物) 404
 Wilt (立枯病) 655

X

Xanthoxylum (山椒) 260
 Xenia (直接感感) 223, 225
 Xenos (一種蠟翅目昆蟲) 406
 Rossi 369
 Xiphophorus (劍尾魚) 374
 strigatus 439
 X 染色體 106
 Xyloderma pigmentosum (皮膚着色木化症) 106

Z

Zea mays (玉蜀黍) 145
 Zea-type (玉蜀黍型優性, 同不完全優性) 46
 Zebu (羣牛) 501
 Zeitgesetz der Intersexualität (間性時間律) 352
 Zellteilung; somatische (體細胞分裂) .. 122
 Zertation (受精競走) 118
 Zuchtwahl (淘汰) 635
 Züchtung (交配) 2, 649
 Zweihäusige Pflanze (雌雄異株) 383
 Zwicke (異性雙胎) 377
 Zwillinge (雙生兒) 413
 Zwillingsbastarde (雙生雜種, 雙子雜種) 114
 Zwitter (雌雄同體) 2, 3, 379
 habituelle — (定例的雌雄同體) 381
 Zygomorphous flower (左右相稱型) ... 34
 Zygotene (花束期) 125

II. 人名索引

A

ADAM	236
AGOL, I. J.	717
AIDA, T. (會田龍雄), 第三圖版	307
AKERLUND, E.	362
ALEXANDER, J.	708
ALLEN, C. E.	259
ALTENBURG, E.	505, 534
ANDERSON, E. G.	220
ANDRES, A. H.	255
ARAI, Y. (新井美二)	540
ARISTOILE	619
ARTOM, C.	195
ASADA, H. (淺田一)	694, 698
AVERY, P.	403

B

BABCOCK, E. B.	13, 288
BACH, S.	52
BAILEY, P. G.	95, 434
BALMUKAND, B.	600
BALTZER, F.	189
BÄLZ, E. V.	316
BAMBER, R. C. (Mrs. BISBEE)	281
BANTA, A. M.	358
BARLOW	592
BATESON, W.	2, 140, 250, 261, 482, 568
BAUER, K. H.	697
BAUR, E.	61, 84, 230, 239, 402, 542
BEEBE, C. W.	608
BELAR, K.	255
BELL, J.	290
BELLAMY, A. W.	277
BELLING, J.	102, 200, 515, 594
BENEDICT, R. C.	662
BERNSTEIN, F.	694
BETHKE, R. M.	671
BIFFEN, R. H.	96
BISBEE	281

BLACKBURN, K. B.	259
BLAKESLEE, A. F. 186, 202, 515, 523, 594	
BLOUNT	672
BLUHM, A.	332, 420
BOLLEY, H. L.	658
BONNIER, G.	641, 707
BONNIER, Gert.	267, 317
BOVERI, Th.	200, 390
BOWER, F. O.	405
BOYCOTT, A. E.	219
BRAKE, B.	347
BRIDGES, C. B. 80, 171, 262, 290, 315, 708	
BRINK, R. A.	214, 709
BUCHHOLZ, J. T.	531
BUDER, J.	241
BURBANK, L.	494, 657
BURGEFF, H.	247
BURNS, R. K.	416
BUXTON, B. H.	715

C

CAPORN, A. St. C.	656
CAROTHERS, E. E.	129, 137
CARYL, R. E.	521
CASTLE, W. E. 93, 116, 154, 243, 625, 636	
CATTELL, J. McK.	684
CHINO, M. (千野光茂)	269
CHITTENDEN, R. J.	402
CLAUS, C.	382
CLAUSEN, R. E.	13, 523
CLAUSSEN, P.	286
CLELAND, R. E.	210
COCKERELL, T. D. A.	244
COLE, L. J.	331
COLLINS, G. N.	437
COLLINS, J. L.	656
CONDIT, IRA J.	243
COOPER, D. C.	214
COPELAND, M.	403

CRAIG, W. F.453
 CORRENS, C.28, 43, 92, 160, 228
 CRANE, M. B.244
 CREW, F. A. E.149, 332, 377
 CUENOT, L.104, 315
 CUTLER, Ira E.500

D

DAHLGREN, K. V. O.234
 DARBISHIRE, A. D. 50
 DARDAR249
 DARROW, G. M.244
 DARWIN, C.17, 315, 429, 635, 686
 DARWIN, L.686
 DAVENPORT, C. B.94, 625
 DAVENPORT, E.52, 281
 DAVIS, B. M.494
 DAVIS, C. L.332
 DEAN, B.623
 DECASTELLO, A. V.692
 DEMEREC, M.506, 540
 DEMOLL, R.333
 DETLEFSEN, J. A.153, 325, 443, 626
 DE VRIES 9
 DIGHTON, A.328
 DIVER, C.219
 DJAKONOV, D. M.568
 DOBZHANSKY, T.213, 263
 DODGE, B. O.130
 DONCASTER, L.272, 296, 382
 DORFMEISTER, G.606
 DRIVER, E. C.605
 DUBININ, N. P.717, 722
 DUERDEN, J. E.620
 DUNCKER, G.616
 DUNGERN, E. v.692
 DUNN, L. C. 73
 DURHAM, F. M.69, 116
 DÜSING, K.315, 328

E

EAST, E. M.59, 69, 432, 441, 446
 EISENBERG, P.547

ELDERION, W. P.598
 ELLOFF, G.154
 EMERSON, R. A.59, 84, 402, 517, 600
 EMERSON, S. H.403
 EMME, H. 98
 ENTEMAN, W. M.608
 EPSTEIN, A. A.696
 ESAKI, T. (江崎悌三)623
 ESSENBERG, J. M.374
 EUGSTER396
 EVANS, H. M.255
 EWART, J. C.629
 EWING, H. E.643
 EYSTER, W. H.145, 522

F

FARRER, W.672
 FARROW, J. G.540
 FAUST, E. C.318
 FEDERLEY, H.191, 441, 465
 FETSCHER, R.671
 FINLAY, G. F., 第一圖版
 FISCHER, E.310, 608, 629
 FISHER, R. A.600
 FLEET, W. VAN.655
 FOOT, K.309
 FOX, H. M.625
 FREEMAN, G. F.650
 FRIESEN, H.722
 FROST, H. B.403
 FRYER, J. C. F.311
 FUJII, K. (藤井健次郎)378
 FUJITA, (藤田)698
 FUKUOKA, G. (福岡五郎)414
 FURUHATA, T. (古畑種基) ...694, 696, 697
 FURUKAWA, T. (古川竹二)697, 698

G

GAGER, C. S.540
 GALTON, F.11, 17, 313, 426, 551, 673
 GARNER, W. W.611
 GÄRTNER, C. F. v. 24

- GARRETT, F. C.526
 GATES, R. R.191
 GAY, E. H.709
 GEINITZ, B.201
 GEROULD, J. H.309
 GERSCHLER, M. W.439
 GERSHENSON, S.325
 GIARD, A.368
 GOETTE,380
 GOLDSCHMIDT, R. 130, 262, 306, 310, 711
 GOODALE, H. D.289
 GOODSPEED, T. H.523
 GORDON, M., 第三回版277
 GOSS, J.24
 GOTOH, K. (後藤一雄)174
 GOWEN, J. W.152, 669, 709
 GOWEN, W. S.152, 155, 312, 709
 GREGORY, R. P.91, 402
 GRIFFITH, C. R.626
 GROBBEN, K.382
 GROSVENOR, G. H.421
 GUAITA, G. V.429
 GUIGNARD, L.225
 GUTHRIE C. C.625
 GUYER, M. F.626
 GUYER, N. C.326
- H**
- HABERLANDT, G.245
 HADLEY, F. B.105
 HAECKEL, E.76
 HAGAN, H. R.656
 HAGEDOORN, A. C.484
 HAGEDOORN, A. L.484, 712
 HAGIWARA, T. (萩原時雄)715
 HALDANE, J. B. S.149
 HANCE, R. T.175
 HANDLIRSCH, A.624
 HANSON, F. B.533
 HARAGUCHI (原口)698
 HARDER, R.459
 HARMS, J. W.374
 HARRIS, J. A.594
- HARRIS, R. G.420
 HARRISON, G. J.227, 247, 326
 HARRISON, J. W. H.357, 523
 HARRISON, R. G.247
 HARTMANN, M.548
 HASIMOTO, H. (橋本春雄)264
 HAYES, H. K.441
 HAYS, F. A.329
 HEAPE, W.328, 419, 625
 HEIKERTINGER, F.623
 HEINCKE, F.591
 HEITZ, E.267
 HENKING, H.250
 HENSELER, H.443
 HERBST, K.23, 625
 HERIBERT-NILSSON, N.111
 HERDMAN, E. C.281
 HERTWIG, G.383, 441
 HERTWIG, P.331, 441
 HERTWIG, R.418
 HEYS, F. M.533
 HIRAIWA, Y. (平岩壑邦)283
 HIRATA, K. (平田儉二)362
 HIRSZFELD (HIRSCHFELD), L. ...692, 701
 VAN'T HOFF,603
 HOLLINGSHEAD, E. L.515
 HOLMES, S. J.617
 HONING, J. A.56
 HOSONO, S. (細野重雄)193
 HUGHES, Mc. Kenny527
 HUMPHREY, R. R.417
 HUXLEY, J. S.146, 568
- I**
- ICHIJIMA, K. (市島吉太郎)473
 IKENO, S. (池野成一郎)507, 523, 572
 ILTIS, H.31
 IMAI, Y. (今井喜孝)400, 507
 IMMER, F. R.601
 ISHIHARA, M. (石原誠)448
 ISHIKAWA, C. (石川千代松)614
 ISHIKAWA, J. (石川潤一)453
 ISSAKOWITSCH, A.419

J

JANSKY, J.692
 JANSSENS, F. A.....157
 JENNINGS, H. S.....429
 JESENKO, F.444
 JOHANNSEN, W.9, 15, 576, 633, 710
 JOLLOS, V.546
 JONES, D. F.119, 432, 454, 639
 JONES, L. R.653
 JØRGENSEN, C. A.244, 535
 JOŠT, L.449
 JULL, M. A.....330

K

KAJANUS, B.234
 KANIZAKI, Y. (柿崎洋一)452
 KAMMERER, P.623
 KANNA, B. (神名勉聰)399
 KARPECHENKO (KARPETSCHENKO), G.
 D.470
 KARPLUS, H.295
 KATAYAMA, Y. (片山養勇).....194
 KATHARINER, L.....609
 KATO, S. (加藤茂苞)657
 KATSUKI, K. (勝木喜重)391
 KAUFMAN, LAURA604
 KAWAGUCHI, E. (川口榮作)258, 540
 KEEBLE, F.....441
 KEILIN, D.358
 KEMP, T.....255
 KEMPTON, J. H.....437
 KICK, C. H.671
 KIESSELBACH, T. A.38, 200
 KIHARA, H. (木原均)199, 399, 463
 KIKKAWA, H. (吉川秀男)161
 KING, H. D.327, 330
 KING, W. I.....588
 KIRIHARA, S. (桐原真一)697
 KIRKHAM, W. B.104
 KITAMURÁ, T. (北村利夫)227
 KLEBAHN.....613

KLEBS, G.614
 KNIGHT, T. A.23
 KOGURE, M. (木暮慎太).....151
 KOJIMA, H. (小島均)399
 KÖLREUTER, J. G.23
 KOMAI, T. (駒井卓)414
 KORNHAUSER, S. I.369
 KOSTOFF, D.228
 KOYA, Y. (古屋芳雄)569
 KRAFKA, J. J.....604
 KRIZENECKY, J.434
 KROON, H. M.675
 KUKENTHAL, W.....620
 KUSAGAWA, S. (草川正也).....628
 KUSCHAKEWITCH, S.418
 KUWADA, Y. (桑田義備)190

L

LAMARCK, CH. D.619
 LANDAUER, W.511
 LANDSTEINER, K.511, 691, 703
 LANG, A.94
 LANKESTER, E. R.620
 LEAKE, H. M.....98
 LÉCAILLON, A.494
 LECOQ, H.25
 LEHMANN, E.485
 LEMCHE, H.527
 LENGERKEN, H. V.....392
 LENZ, F.364
 LESLEY, M. M.515
 LEVINE, PH.703
 LILLIE, F. R.377, 711
 LILLIE, R. S.134
 LINDSTROM, E. W.....403
 LIPPINCOTT, W. A.5, 50
 LITTLE, C. C.116
 LOSSEN, H.290
 LOTHÉLIER, A.609
 LOTSY, J. P.484
 LOVE, H. H.453
 LUTZ, F. E.....51

M

- MACARTHUR, J. W.243
 MACAULAY, T. B.659
 MACROVITCH, S.421
 MAGNUS, W.625
 MAKINO, T. (牧野富太郎)117
 MALINOWSKI, E.515
 MANGELSDORF, A. J.454, 457
 MANGELSDORF, P. C.119
 MANN, M. C.421
 MANN-LESLEY, M.515
 MARCHAL, P.413
 MARCHAL, ELIE535
 MARCHAL, EMILE,535
 MARK, E. L.408
 MARRYAT, D. C. E.72
 MATSUMURA, N. (松村任三)117
 MATSUNO, S. (松野正一)315
 MATSUURA, H. (松浦一)13
 MATSUOKA, N. (松岡直右衛門)661
 MAVOR, J. W.151, 540
 McCLINTOCK, B.168
 McCLUNG, C. E.129, 250
 McCOMBIE667
 MEHLING, E.396
 DE MEIJERE, J. C. H.310
 MEISENHEIMER, J.339
 MENDEL, G. J.15, 25
 METZ, C. W.268, 461
 MEVES, J. F.408
 MILLARDET, M. A.473
 MINAMI, S. (見波定治)313
 MISAO, T. (椋垣道)448
 MITCHELL, CL. W.420
 MIYAZAWA, B. (宮澤文吾)401
 MIZU, M. (水美登利)694
 MIZUNO, B. (水野敏之丞)134
 MOHR, O. L.106, 323, 394, 514
 DE MOL, W. E.192
 MONTGOMERY, TH. JUN.251
 MORGAN, T. H.15, 75, 248, 262, 279
 MORTON630
 MORINAGA, T. (盛永俊太郎)199
 MOSS, W. L.692
 MRSIC, W.331, 419
 MULLER, H. J.161, 262, 504, 526
 MÜLLER, H. A.100, 505, 709
 MULSOW, K.253

N

- NABOURS, R. K.64, 145
 NAGAI, I. (永井威三郎)498
 NÄGELI, C.28
 NAKAMURA, S. (中村誠助)194
 NAKATOMI, S. (中富貞夫)222
 NASSE, F.290
 NAUDIN, C.24, 456
 NAWASCHIN (NAVASCHIN, NAVASHIN),
 M.461, 509, 525
 NEBEL, B. R.227
 NEMEC, B.535
 NEMOTO, K. (根本堯爾)117
 NEWMAN, H. H.412, 688
 NICHOLS, J. B.414
 NILSSON, HJALMAR663
 NILSSON-EHLE, H.87, 635
 NISHI (西)694
 NISHIKAWA, H. (西川久)118
 NISHIYAMA, I. (西山市三)471, 511
 NOGUCHI, Y. (野口彌吉)227
 NOHARA, S. (野原茂六)334
 NONIDEZ, J. F.131
 NUTTALL, H. F.358

O

- OGUMA, K. (小熊捍)255
 OGURA, S. (小倉三郎)266
 OHBA, S. (大庭士郎)694
 OKADA, K. (岡田鴻三郎)657
 OKURA, E. (大倉永治)403
 ONO, T. (小野知夫)463
 ORTON, J. H.654
 OSAWA, I. (大澤一衛)195
 OTTENBERG, R.696

P

PAGENSTECHER421
 PAINTIER, T. S.255, 262, 539
 PAPANICOLAU, G.419, 420
 PARK, J. R.....446
 PARKES, A. S.....330
 PARRELL, E. P. 38
 PARSHLEY, H. M.329
 PASCAL.....557
 PATTERSON, J. T.412, 542
 PEARL, R.276, 329, 424, 568, 635
 PEARSON, K.17, 551, 672
 PELLEW, C.....441
 PETERSEN, N. F.38, 200
 PEZARD, A.340
 PHILLIPPS, J. C.....625
 PICK, L.362
 PICIET, A.612
 PLATE, L.116
 PLATO673
 PLOUGH, H. H.149
 PLUNKETT, C. R.606, 713
 POLL, H.443
 POMEROY, C. S.521
 POULTON, E. B.609
 PRANGE, F.....360
 PRINGLE672
 PRZIBRAM, H.....626
 PUNNETT, R. C.95, 140, 261, 311, 623

Q

QUETELET, L. A. J.551
 QUINN, J. P.671

R

REDFIELD, H.....219
 RENNER, O.116, 208
 RIDDLE, O.....326, 377, 419
 ROBERTS, E.153
 ROBERTSON, W. R. B.129
 ROBINSON, T. R.244

ROSENBERG, O.196, 469
 RUTTLE, M. L.403

S

SAKAMURA, T. (坂村徹).....196
 SALAMAN, R. N.524
 SANTOS, J. K.....259
 SASAKI, S. (佐々木惣吉).....661
 SASAOKA, T. (笹岡恒太郎).....199
 SAUNDERS, E. R.....71, 140
 SAX, K.196
 SCHAFFNER, J. H.378
 SCHERZ, W.....233
 SCHMIDT, J.....298
 SCHOFIELD, R.306
 SCHÖNEMUND, E.373
 SCHREINER, K. E.374
 SCHROEDER, CH.....625, 629
 SCHULTZ, J.263, 722
 SCOTT-MONCRIEFF, R.715
 SEILER, J.257, 325, 421
 SEMON, R.620
 SEREBROVSKY, A. S.153, 717
 SEXTON, E. W.149
 SHAMEL, A. D.522, 662
 SHATTOCK, S. G.....704
 SHEPPARD, W. F.564
 SHIGENO, S. (滋野左右吉)704
 SHIMOTOMAI, (下斗米直昌)363
 SHIWAGO, P. I.255
 SHULL, A. F.421, 432, 488
 SHULL, G. H.87, 432
 SINNOTT, E. W.73
 SMITH, E. A.626
 SMITH, G.421, 626
 SMOLSKA, A.515
 SNYDER, L. H.673
 SPEMANN, A.247
 SPENCER, H.21, 628
 SPENCER, W. P.671
 SPRENGER494
 STADLER, L. J.145, 541

- STANDFUSS, M.607
 STAPLES-BROWNE, R. 78
 STARK, M. B.317
 STEFFAN, P.700
 STEHLIK, V.656
 STEIN, E.....542
 STEINACH, E.344
 SIERN, C.160, 264, 304
 STEVENS, N. M.250
 STOCKARD, C. R.420
 STOMPS, T. J.....192, 200
 STOTSENBURG, J. M.330
 STRASBURGER, E.259
 SIRENG, O.701
 STROBELL, E. C.....310
 STUBBE, H.....530
 STURLI, A.692
 STURTEVANT, A. H.
 82, 152, 213, 358, 509, 722
 SUMNER, F. B.625
 SUTTON, I.446, 663
 SVENSON, H. K.....151
 SVESHNIKOVA, I. N.461
 SWEZY, O.256
 SWINGLE, W. T.....227
- T**
- TÄCKHOLM, G.195
 TAHARA, M. (田原正人)201
 TAMMES, TINE57, 96
 TANAKA, T. (田中長三郎)245
 TANAKA, Y. (田中義麿).....540, 662, 697
 TANGE, M. (丹下正治)277
 TANOUÉ (田上中次).....698
 TAYLOR, W. R.195
 TERAQ, H. (寺尾博)220
 TERASAWA, Y. (寺澤保房).....399
 TESHIMA, T. (手島寅雄).....467
 THOMPSON, D. H.324, 722
 THOMSEN, M.527
 THURY, M.337
 TOWER, W. L.525, 646
 TOYAMA, K. (外山龜太郎).....220, 222
- TSCHERMAK, E. 28
 TSCHETWERIKOFF, S. S.511
 TSUJI (辻)698
 TYMICH, V.....656
- U**
- U. N. (禹長春).....193
 UDA, H. (宇田一)218
 UMBYA, Y. (梅谷興七郎)608
- V**
- VAULX, R. DE LA358
 VAVILOV, N. I.654
 VILMORIN, L. D.....635
 VORIS, J. H.553
 DE VRIES, H.191, 477
- W**
- WAALER, G. H. M.282
 WACHTER, W. L.154
 WAKAKUWA, S. (若桑俊二郎)471
 WALTER, H. E. 12
 WARREN, D. C.315
 WATANABE, K. (渡邊勘次)220
 WATKINS, A. E.473
 WEISMANN, A.....22, 429, 606, 711
 WELLENSIEK, S. J.524
 WENRICH, D. H.129
 WETTSTEIN, F. v.457, 537
 WHELDALÉ, M.402
 WHITE, O. E. 29
 WHITING, ANNA R.398
 WHITING, P. W.....390
 WHITNEY, D. D.....432
 WICHURA, M. 25
 WILCKENS, M.315
 WILDER, W.671
 WILSON, E. B.129, 201, 250
 WINGE, Ö.....233, 259, 298, 469, 705
 WINIWARTER, H. D.255
 WINKLER, H.....160, 191, 201, 237, 535
 WI TSCHI, E.306, 375, 417
 WODSEDALEK, J. E.318, 668

人 名 索 引 29

<p>WOLF, F.547</p> <p>WOLTERECK, R.612</p> <p>WOODWORTH, C. M.220, 244</p> <p>WRIEDT, C.106</p> <p>WRIGHT, S.431, 635, 670, 714</p> <p style="text-align: center;">Y</p> <p>YAMAMOTO, S. (山本新次郎)198</p> <p>YAMAMOTO, Y. (山本幸雄)661</p>	<p>YAMANE, J. (山根甚信)100</p> <p>YASUDA, R. (安田倫也)532</p> <p>YASUDA, S. (安田貞雄)227</p> <p>YOSIDA, K. (吉田寛一)509, 693</p> <p style="text-align: center;">Z</p> <p>ZELENY, C.319, 509</p> <p>ZULUETA, A. D.306</p> <p>ZWICKE377</p>
---	--

8525		
575.1	並 建	德 島
7744	陶	英
中國	12	

國立邊疆學校 圖書館

借閱者注意

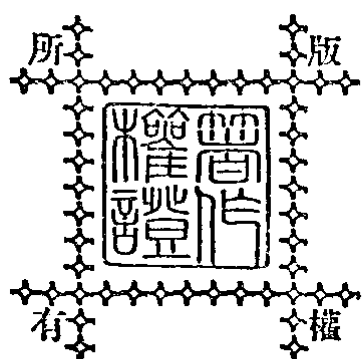
- (一) 加意愛護勿失原有形狀
- (二) 損壞或遺失應照原價加倍賠償
- (三) 借閱以一星期為限期滿欲續借者須持書至館聲明但本館於必要收回時須即交還
- (四) 逾期不歸還者應照章納金

民國二十九年十二月印刷
民國二十九年十二月發行

大學用書
遺傳學 (全一册)

◎ 實價國幣十六元

(郵運匯費另加)



原著者

田中義麿

譯者

陶英

發行者

中華書局有限公司
代表人 路錫三

印刷者

美商永寧有限公司
上海澳門路

總發行處 昆明

中華書局發行所

分發行處 各埠

中華書局



(1259)
16.0