

# 學 種 育 物 作

---

著 舊 滌 蔣

---

行 印 社 學 化 文 平 北

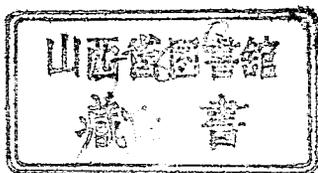
---

---

學 種 育 物 作

---

---



---

行 印 社 學 化 文 平 北

1 9 3 5

# 作物育種學目錄

蔣滌舊編著

## 第一章 緒論

一—七

作物育種在農業上之地位——作物育種學之起源——研究育種應注意之事項

## 第二章 我國作物育種之急需

八—一二

品種之混雜——品種之根本不良

## 第三章 育種之步驟

一三—一七

根據需要決定進行方針——根據方針採取合宜材料為進行之起點——繼續育種

——品種比較試驗——繁殖

## 第四章 育種方法之分類

一八—三二

一、引種良種法——(1)引種異邦者——(2)引種本國者

二、選種法——(1)混合選種法——選種於自花授精作物——選種於異花授精作

物——於雌雄異株作物——(2)單本選種法——選種於自花授精作物——選種於異花授精作物而不行人工節制傳粉者——選種於人工自花授精之品系——選種於雌雄異株作物——選種於無生殖之植物

三、雜交法——(1)雜交於自花授精或常爲他花授精之作物(2)雜交於人工自花授精之品系——單配法——雙配法——多配法——(3)變種雜交

四、利用突變種——形態上之突變——個性上之突變

## 第五章 育種與進化

三三—四一

進化之意義——達爾文之進化學說——變異性——生存競爭——天擇——遺傳性  
拉馬克之進化學說——境遇能左右生物各器官之退化與進化——境遇能限制遺傳個性——境遇能引起新個性

戴佛瑞之進化學說——突變屬於性質的——突變屬於間斷的——突變爲永久固定的

赫胥黎之進化學說——有生物之逐漸進化——胚胎學——形態學——地理上之

分佈——生物地質上之繼續程序——馴化——突變

其他關於進化之學說——隔離說——正統學說——進化由於雜交說

## 第六章 變異論

四二——一二七

變異之意義——變異從育種立場上之分類——變異之種類——變異之原因——

環境影響於生物變異——變異研究之方法——變異測定之功效與研究時應注意之點

生物測定學之實際方法——平均數之求法——中數之求法——衆數之求法——

平均偏差之求法——標準偏差之求法——四分偏差之求法——差異係數之求法——

平均數之或差求法——標準偏差之或差求法——差異係數或差之求法——常態曲線

之繪法——常態曲線圖之應用

個性相關——相關之效用——相關之原因——相關之分類——相關程度之計算

法——相關之計算——相關之種類——相關係數之求法——相關係數之解釋——分

拆相關迴歸方程及直線公式——迴歸方程之應用——直線公式之應用

## 第七章 突變論

一 二八——一四〇

突變之意義——突變之學說——突變之定則——突變之分類——發生之原因——突變之價值——生體質與生殖質同時突變

## 第八章 遺傳論

一四一——二二四

遺傳之物質基本——(一)細胞——細胞與遺傳——細胞之構造——細胞之分裂——(二)染色體——染色體與遺傳——染色體之內容——染色體之分裂——植物之減數分裂——生物發育時染色體之分佈——染色體之行動與遺傳因子之平行觀

生物個性遺傳研究之方法——統計方法——分析方法

孟特爾遺傳定律——研究之歷史——試驗成功之秘訣——試驗之程序——試驗之結果——一對個性遺傳之試驗——兩對個性遺傳之試驗——三對個性遺傳之試驗

——四對個性以上之遺傳——研究所得最重要之定律——反配

新孟特爾定律——隱顯不完全之現象——顏色之遺傳——相佐之現象——相成之現象——遺傳之連鎖現象——遺傳因子之交換——計算遺傳因子交換法——數量遺傳——數量遺傳學說——數量遺傳與環境之影響及與形狀相關之關係——數量遺傳之種類——數量遺傳之定則——數量遺傳之實例——習得性之遺傳——拉馬克學說——魏西門學說——習得性遺傳在植物方面之例證——習得性遺傳之解釋

## 第九章 純系論

二二五——二三一

祝恆生之純系說——純系之定義——純系之固定——生物之個體羣——純系與個體羣——純系原理之應用——應用於自花授精作物——應用於異花授精作物——純系選種與混合選種——混合選種——純系選種或系選

## 第十章 交配論

二二二——二七九

無性生殖——有性生殖——配合各個性而遺傳之——增加變異——花部構造及

## 授精程序——交配名詞之釋義

異配或雜交育種法——異配爲天然之現象——交配於同性品系——異花授精之植物可使之同性——異配之數學分離——異配爲造成特別之需要

自配或自花授精育種法——達爾文植物自配之試驗——易斯特 East 與祝奈斯 Jones 植物自配之試驗——自配之結果

雜種勢力——最初研究雜種勢力及最有貢獻者——達爾文研究之結論——薩爾氏 Sall 研究之結論——易斯特對於雜種勢力之研究——雜種勢力之現象——胚乳雜種勢力之現象——雜種勢力學說不足以解釋一般之現象——顯性不常爲適宜之個性雜種勢力須視顯性因子而定

交配之方法——父母本之決定——父母本之栽培——父本之保護——母本之去勢——移置花粉——啓視紙袋——分別收穫

交配之限度——開花時期之不同——花部組織之不同——不授精——不生殖

貝靈 Belling 氏荳類之交配——自花不生殖之理論

交配產生新種之困難及與交換種子之比較

預測交配結果之方法——依照佐因子之方法——依照累積因子之方法——預測

可見類數比例之方法

### 第十一章 作物生殖法與育種之關係 二八〇—二九九

天然自花授精作物——(一)小麥——育種家對於麥類天然異花雜交之研究——

(二)稻——育種家對於稻之天然異花雜交之研究——(三)豆類——育種家對

於豆類天然異花雜交之研究

常爲他花授精作物——(一)高粱——育種家對於高粱天然異花雜交之研究——

(二)棉花——育種家對於棉花天然異花雜交之研究

天然異花授精作物——玉蜀黍——育種家雜交之研究

雌雄異株植物

天然自花授精作物雜交之功效——常為異花授精作物之人工自配及人工異配之功效——必須異花授精作物人工自配之功效

## 第十二章 節制作物傳粉作用之方法 二〇〇—八一七

人工自配之手術——(一)棉花——(二)玉蜀黍——(三)高粱

人工雜交之手術——(一)小麥之交配——(二)稻之交配——(三)豆之交配——(四)棉花之交配——(五)玉蜀黍之交配

## 第十三章 作物比較試驗之困難及其補救法 八一八—三九〇

種子之差異與發芽率之不整齊——整地與灌溉之差異——栽培之差異——損害之差異——土壤之差異——土壤差異之普遍情形——漢瑞斯 *Hansen* 計算土壤差異之方法

### 作物育種學

試驗區之形狀與邊際影響——區之大小與重複次數——試驗區之排列——試驗區之種植——生長競爭——標準區及特別標準區——用標準區改正生產量——方法

一——方法二——方法三——方法四

應用生物統計學解釋試驗之結果——用標準區求或差法——由平均數求偏差由

偏差求或差法——用配偶法求或差——學生法 Student's method 對比法——

費雪爾之對比法 Fisher's method——偶差 Odds 之求法——白雪爾氏 Bessel's

Formular 公式求平均數之或差法——皮透爾氏 Peter's Formular 公式求平均數之或

差法——或差較之求法——產量比較求法——理論產量或差之求法——差數之或差

求法——標準差平方之求法 Variance method——費雪爾 Fisher 氏之拉丁方計算法

### 第十四章 重要作物育種法 三九一—五一六

天然自花授精作物之育種法——(一)小麥分系育種——分系育種法——交配

育種法——引種良種法——(二)稻之育種——分系育種法——交配育種法

常為異花授精作物之育種法——(一)棉花育種——混合選種法——單本育種

——交配育種法——利用突變種——(二)高粱育種——單本育種法——配交育

種法

—— 必須異花授精作物之育種法 —— 玉蜀黍育種 —— 穗行法 —— 利用第一代雜種法  
—— 單配法 —— 雙配 —— (1) 第一代親本法 —— (2) 多代親本法 —— 多配法

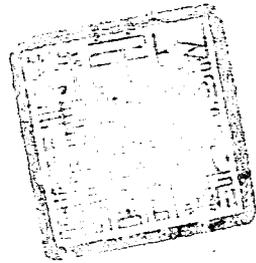
# 作物育種學

## 第一章 緒論

### 作物育種在農業上之地位

適應世界人類衣食之需要，為增加動植物之生產；欲達動植物之生產增加，其法有二；其一改善動植物生長之環境，其二促進動植物生產力之遺傳；前者為改良培養之方法，後者為改良品種，發現新種。昔之農學家以為增加農家收入之要素，僅為改良土質，保持土肥，與夫飼養方法之研究；故孜孜於此，而忽其所謂品種之改良，新種之發現。今之學者，則兼此二者而研究之，此其所以生產日增，而農村生活，得以次第改進焉。

本書專討論植物品種之改良，而於動物亦稍及之；故首述作物育種在農業上之



地位，以喚起我國學者之注意。

(一) 破除境界 作物各有其適宜之風土，故適於此地者，未必宜於彼處。若施行育種方法，則可使不適於本地風土栽培者適之：如埃及棉之生長於美國，美棉之能生長於我國是。

(二) 推廣範圍 世界土地非全可耕植者，膏腴肥沃之土壤，固為作物良好之生長地，但全球非皆膏腴肥沃也，氣候非皆適合各種作物栽培也，惟育種可以破除此界限而無往不適。仙人掌生於沙漠地，多刺，不宜喂牲畜，經育種工作而成為無刺之仙人掌。美棉原不適於鹽鹼地，今於鹽鹼地已育成抵抗性強之品種，如南通墾牧公司所植之美棉是也。他如玉蜀黍本熱帶植物，因育種故，竟能生長於溫帶，並半寒帶亦能栽培之。

(三) 增加產量 增加產量，為育種極顯著之功效。赫斯 Hayes 用同面積同品種栽培之小麥，其曾經育種比未經育種者所增加之產量，為六分之一云。作者在定

縣所育成之中棉一一四號，在同樣管理之下，每畝比普通農家種籽多收二十五斤。其他各處育種場關於增加產量之成績甚多。

(四)改良品質 育種對於此點更能見效：凡品質不佳，多因品種之混雜，優良之品種，雜有劣種，反不如純系之劣種，以優劣不能兼用故也。例如棉之纖維，平均長一吋又四分之一，雜有長一吋之劣種，反不及八分之七吋之純系棉；因長者紡紗雖佳，而短者則為廢花。又如小麥，普通磨粉有兩種：一種磨成硬粉 Hard Flour，一種磨成軟粉 Soft Flour。茲二種用途，絕對不能混合。若小麥品種不純，兼有此二者，則磨成之粉，既非硬粉，又非軟粉，廠家損失頗大。諸如此類，均可用育種方法使之純潔。而改良品質，如法國甜菜育種，增加糖分自 6% 增至 32%。作者在定縣所育成之中棉三十一號，其纖維長至二八耗 (m.m.)，而普通棉種平均僅及一九·五耗。

(五)防除病蟲害 防除果樹之病蟲害，用藥劑噴殺，似頗值得。若普通作物，以面

積之大，人工之費，而藥劑價值之高，殊不相宜。且枝葉密生，亦難處處噴到，功效甚不易見；但吾人可用育種方法以禦防之。如小麥之銹病，對於品種之不同，受病之輕重亦異；竟有不罹該病者。故知受病之輕，及不罹病害者，其抵抗力必強，吾人可選擇而繁殖之。又如抵抗銹病之因子 Factor 爲顯性，實行兩品種交配，亦可得抵抗該病之新品種。又如捲葉蟲之於棉花，其葉爲雞腳式者——缺刻<sup>3</sup>——受害輕；葉爲鴨腳式者——缺刻<sup>4</sup>——受害重。實行兩品種交配，可得雞腳式而兼有他親本優良個性之純系。

(六)變更農制 作物有一熟制，二熟制，及二年三熟制。南方多二熟制，北方多一熟制，或二年三熟制。熟制之不同，對於一年之總收入，相差頗大。如北方玉蜀黍收割之後，再種蕎麥，似覺稍晚，蕎麥未熟，而霜已降。育成早熟之玉蜀黍，可以提早蕎麥之下種。

(七)適合需要 美國伊利諾省 Illinois 農事試驗場，因受商人囑託，行玉蜀黍育種

試驗，結果育成兩種需要不同之品種。蓋近芝加哥 Chicago 有兩種玉蜀黍製造廠：一廠製糖，一廠製油。但玉蜀黍含糖分多者，含油分必少；若含糖分與油分相等，則兩家之副產物必多，均屬不利。該試驗場受託之後，於一八九六年開始工作，二十三年後，於其平均總含量 10.92% 之玉蜀黍，竟使糖分增至 14.53%，一面又減至 7.74%；油分增至 8.46%，一面又減至 2.03%。試驗之始，孟特爾定律 Mendel's law，尙未闡發云。

(八) 適合時宜 園藝家使其瓜菓適合時宜，常能提高價格；故多育成早中晚陸續成熟之品種，可以應市人之需要。

#### 作物育種學之起源

一八五九年達爾文發表「物種由來」Origin of Species 後，作物育種學，由是起源矣。在達氏以前之專家，如一六九四年克媚瑞 Camerarius 之植物生殖性試驗，一七六一年郭潤弟 Koelreuter 之烟草交配試驗，一八四九年格利爾 Gärtner 之產

生新種試驗，及其他專家之研究，俱爲育種學研究之鼻祖，祇皆有「種類不變」Constancy of Species之夢想，遂使育種學生一絕大之阻礙。達氏之後，育種家相繼輩出。一九〇〇年，孟特爾遺傳定律發表；一九〇三年，戴佛瑞 De Vries 發表突變學說；一九〇四年，祝恆生 Johnson 發表純系學說；一九一五年，墨爾根 Morgan 發表因子與染色體之關係；至今日，育種學遂大昌明矣。

#### 研究育種應注意之事項

(一)育種家應辨別作物生長之優劣，係環境上之影響，抑爲遺傳上之關係。如優良者爲遺傳上關係，則此品種可選擇之以爲後代種籽；如係環境之影響，則當慎擇而取捨之。

(二)育種家於其研究工作中，應知該作物個性之裏似 Genotype，並認定育成之品系，應以品系試驗 Progeny Test 測其優良，較爲精確，不能以個體之外型而定奪之。

(三) 育種家育成合於需要裏似之品系，務使之純系化；如爲異花授精，或常爲他花授精之作物，必使之自配；但亦須顧及其後代生長勢力。

## 第二章 我國作物育種之急需

我國目前食用作物，雖有因環境之影響：如天時不適宜，土質欠佳良，肥料不充分，或其他管理方法之有失妥當，以致收量短少，入不敷出，樂歲終年不飽，凶年難免飢寒，要以所有栽培作物種子之惡劣，爲其原因之最重者。試思歷世以來，曾有謀種子之改良否？如未改良，未有不劣變者。近年雖有注意及此，但以育種者既未深解育種之基本科學，又以政局不定，時興時止，故少有顯然之進步。考吾國目前作物品種之劣點，首爲品種之混雜，次爲品種之根本不良。吾人從事育種工作，即所以謀品種之純潔，並產生新種者也。

### 品種之混雜

作物品種之混雜，可分爲二：一爲籽雜；籽雜云者，即同品種之各種種籽，混合一起，混栽一地之謂也。一爲種雜；種雜云者，即該作物之遺傳因子不純潔之謂

也。前者由於種子混和，後者由於花粉之雜交，二者均非良好現象也。作者曾取農家之小麥，試種大地，有有芒白粒者，亦有無芒白粒者，有有芒紅粒者，亦有無芒紅粒者，有紫莖者，亦有白莖者，種種形態，不一而足；其混雜程度，可謂已達極點。又作者曾搜集蘇省各縣棉種從事研究，其因混雜而退化之程度，觀下表可得兩種之結論：

(一) 江蘇各縣棉種大都混雜；

(二) 江蘇境內退化，美棉之性質較中棉尤劣。

各縣中棉退化之研究(第一表)

品	種	葉深刻度	葉色	花色	花心色	纖維長度	衣分%	衣重	籽重	籽色
南通改良雞脚棉		2/3	青色	黃花	心	25.13	40.00	4.54	6.81	黑籽
泰縣小烏子		2/3	青色	黃花	心	23.79	35.10	3.14	5.15	黑籽
南通鴨脚棉		1/2	雜色	黃花	心	22.74	36.68	3.36	5.75	黑籽
崇明青莖墨措棉		1/2	雜色	黃花	心	21.94	36.20	3.35	5.91	黑籽

靖江青梗烏子棉	1/2	雜色	黃花	雜心	22.23	37.00	3.79	6.45	黑籽
海門鴨腳棉	1/2	雜色	小白花	雜心	21.87	36.90	3.07	5.25	黑籽
興化普通籽棉	1/2	雜色	小白花	雜心	21.10	34.50	3.03	5.75	黑籽
常熟黑籽棉	1/2	雜色	小白花	雜心	22.74	36.50	3.56	6.19	黑籽
江陰改良白籽棉	1/2	紅色	花紅	雜心	21.90	39.46	5.00	7.66	白籽
寶山改良白籽棉	1/2	紅色	花紅	雜心	24.14	39.20	4.53	7.02	白籽
太倉羊毛白籽棉	1/2	紅色	花紅	雜心	24.50	38.50	3.87	6.21	白籽
崇明白籽棉	1/2	紅色	花紅	雜心	20.51	36.40	3.83	6.70	白籽
靖江老白籽棉	1/2	紅色	花紅	雜心	23.97	34.60	3.71	7.20	白籽
常熟羊毛籽棉	1/2	紅色	花紅	雜心	22.19	36.80	3.61	6.20	白籽
嘉興白籽棉	1/2	紅色	花紅	雜心	20.27	38.48	3.93	6.28	白籽
上海白籽棉	1/2	紅色	花紅	雜心	21.64	38.40	4.56	7.32	白籽
南匯本地棉	1/2	雜色	花雜	雜心	21.72	35.77	3.66	6.57	白籽
蕭縣大繭花	1/2	紅色	花紅	雜心	22.64	25.20	2.06	5.12	白籽
蕭縣小繭花	1/2	紅色	花紅	雜心	22.63	26.20	2.17	6.12	白籽

各縣美棉退化之研究(第二表)

品 種	葉深刺度	葉色	花 色	花心色	纖維長度 耗	衣分%	衣 指 克	籽 指	籽 色	
南通馴化脫字棉		紅色	乳白	白	心	27.20	31.70	5.81	12.52	棕色
如皋退化美棉		紅色	白	花白	心	21.55	30.90	3.58	8.00	綠色
東台退化美棉		紅色	白	花白	心	20.99	31.53	4.00	8.66	綠色
啓東退化美棉		紅色	白	花白	心	20.25	30.70	4.00	9.00	綠色
鹽城退化美棉		紅色	白	花白	心	18.17	27.90	3.63	9.31	灰色
阜寧退化美棉		紅色	白	花白	心	17.23	29.00	3.68	9.00	灰色
銅山退化美棉		紅色	白	花白	心	22.17	22.00	2.14	7.60	灰色

品種之根本不良

我國栽培之作用，或飼養之動物，有生以來，從未施過育種工作，遂致品質惡劣，收量減少，至於今日，已達極度；間有突變種之發生，以無人注意，遺失新品種。異邦之品種，亦嘗引種，以環境影響，及保存無方，一二年後，又復劣變。在

吾人栽培之品種中，欲覓得需要之優良品種，幾不可能。如麥類籽粒之不飽滿，玉蜀黍果穗之細小，棉花纖維之粗短，以及抵抗病蟲害力之微弱，在在足以表示個性不良。故欲希望品種之改良，當於交配試驗多所致力，以發現新種也。

## 第三章 育種之步驟

### 第一項 根據需要決定進行方針

育種之第一步工作，須先決定宗旨，而宗旨視需要為轉移。進行之方針，須認定宗旨以不違反需要為主。如破除界限，增加產量，改良品質諸種需要中，尤須認定一種需要。若兼而有之，必歸失敗。需要既認定，則可着手育種矣。

### 第二項 根據方針採取合宜材料為進行之起點

(一)徵集原地之品種而攷察之 根據需要，先就原地所欲育種之作物中，選擇合乎需要之品種為材料。在此品種中，再選相當之植科，為育種之起點，並須先考察原地之品種。如中棉育種，欲其纖維長至一吋，則須就原地或附近各種中棉品種中，加以詳細之考查，該個體羣中是否有長及一吋纖維之品種；如有，則在此一種內特加選擇，即可得相當之植科，以為育種之材料。若原地中棉中，

竟無纖維長至一時之品種，則原地已無育種之材料，萬不可用一時以下之品種，爲育種進行之起點；蓋原品種長度僅及於此，不能望其後裔加長也。不然，育種之目的，必不能達。

(二)輸入客種而試種之 如原地竟無長及一時纖維之品種，則須至他處或國外輸入客種而試種之；然客種之輸入，須注意者有三點：

(1) 欲輸入客種之生長地 客種生長地之風土氣候，須與原地相差無幾；最好在同一緯度之處，舉行輸種。例如我國輸入埃及棉海島棉或印度棉，即不大相宜；蓋埃及之風土係乾燥，須人工灌溉；海島棉喜粘土，而我國宜棉之區少粘土。作者曾由印度購來印度棉兩種：其一爲 *Broach*，其一爲 *Combonia*；在作者初意，一面使之馴化，一面擬與河北定縣棉舉行交配；惟經夏而秋，並未開花，葉莖多毛，頗爲高大；其主要原因，爲溫度不足，不能促其開花結實也。

(2) 客種之來源 欲輸入之客種，須擇其純潔者。風土改易，足以使品種發生變異；若輸入為不純潔之品種，則變異更多，愈難期其純潔。

(3) 客種輸入之檢查 凡各處客種輸入，第一須先檢查其有無病害；因病害多隱伏於棉籽內，為極易傳佈之媒介。我國棉花，原無金鋼鑽蟲，自輸入美棉後，至今該種蟲害，已普遍大江南北。故輸入之始，須行消毒，清理客種。總之，輸入客種，較採用原地品種為育種材料似難達到需要之目的。若為純系，且風土相同，又當別論。

(三) 利用交配法產生新種 此法利用人工交配，產生新種，以代替原種。在原種與客種均無適當材料時，故爾出此一法舉行之。先將各具優良特性之二品種，用人工自花授精法使之純潔，然後始行人工雜交，研究其後代遺傳現象，可希冀獲得一種新品種兼有父母本之優良特性。

### 第三項 繼續育種

優良品種，無論係由原地選得，客種輸入，或為交配產生，均須繼續育種，以觀察其有無變異。不然，數年之後，又將劣變。我國曾由美國農部輸入大批棉種，分發農民，未及三年，原有優良特性，已不堪問。作者曾在蘇冀各省調查美棉生長狀況，其形態收量，均極惡劣，此為劣變之證（見前表）。故繼續育種，在育種過程中，極為重要。

#### 第四項 品種比較試驗

新種既已固定，應即舉行品種比較試驗；以本地種最優良者為標準區，用生物統計學以計算其差異數，取其產量甚高且甚優良者。但舉行比較試驗之品種，不可作為種子繁殖之用。輸入之客種，及未經育種者，不可行比較試驗，此不可不注意及之。

#### 第五項 繁殖

經品種比較試驗後，真正優良之品種，始可尋得（最好僅選一系），然後大事

繁殖。若試驗場之面積有限，推廣之面積甚廣，即利用表證農家之田地，一面繁殖，一面並可表證於一般農民之前。

## 第四章 育種方法之分類

作物之授精作用，及生殖方法，與該作物之改良，其關係之密切，頗足重視。自花授精不能生殖之作物，顯然不能與自花授精能生殖之作物，用同一育種方法。雌雄異花而同樣之作物如玉蜀黍，與雌雄完全花之作物如麥類，其育種法不甚相同。若異花授精之作物，使之自配，其生長勢力銳減。故關於各種作物，均固定各個特別育種法。梗言之，可分如下：

### 一、引種良種法

(1) 引種異邦者。

(2) 引種本國者。

### 二、選種法

(1) 混合選種或謂羣選

- 甲、於自花授精作物。
- 乙、於異花授精作物。
- 丙、於雌雄異株作物。

(2) 單本選種或謂純系選種

- 甲、於自花授精作物。
- 乙、於異花授精作物（純系育種），而不行人工節制傳粉者。
- 丙、於人工自花授精之品系。
- 丁、於雌雄異株作物。
- 戊、於無性生殖之植物。

三、雜交法

- (1) 雜交於自花授精或常爲他花授精之作物。
- (2) 雜交於人工自花授精之品系

甲、單配 Simple Crosses。

乙、雙配 Double Crosses。

丙、多配 Synthesized Varieties。

(3) 變種之雜交 Varietal Crosses。

#### 四、利用突變種法

(1) 形態上之突變。

(2) 個性上之突變。

#### 引種良種法

試驗場所在地，無適當育種之材料，則宜輸入他處之優良品種，以行馴化試驗。此法比較節省時間及經費，而成效亦易顯著；蓋品種業已於所在地經過相當手續，品系已達純良，引種於風土相同之地域，則變異較少，仍可維持優良個性。試驗場成立之初，宜舉行此法。

引種之地域，可分爲二種：一來自異邦者，如我國之愛字棉及脫字棉等，輸自美洲；美國之大豆，輸自我國。一來自本國者，如南京之白籽棉，取自江陰；江南之雞脚棉，來自南通。餘如浙江之百萬華棉，爲金大所推廣；南通棉場之所謂洋雞脚棉，即平教會育種場之美棉突變種。總之，以風土相差較微者，爲引種之最要條件，前章已略言之矣。引種之後，必須行去劣去僞手續，以淘汰因環境而變異之種。

(1) 去劣 去劣云者：即於引種之種子區內，將不合吾人所需要標準之品種，或由環境而劣變者，一律拔去，不容姑息。所以育種者，應在開花之前，巡視種子區，見有不良之株，即行拔去；一則免去互相雜交，遺傳後代；再則除去不良種子之混雜。

(2) 去僞 去僞云者：即於引種之種子區內，將不同形狀之植科，無論生長優劣，亦一律拔去。例如引種之棉花，爲紫莖黃花黃心，若發現青莖黃花黃心，或紫

莖黃花紅心者，當隨時拔去；但棉花至花心可見時，花瓣恐已成熟，難免不有花粉外散之虞；故對於以花心爲定真偽者，尤當特別注意。

### 選種法

#### 一、混合選種法

(1) 混合選種於自花授精作物 混合選種法，爲多數從事於自花授精作物育種者保存品種純良之重要方法。所謂混合選種者：即選擇合乎吾人標準之穗或株，混合一起以事繁殖者也。若所欲選種之區內，其植科惡劣，程度不高，可用去劣法以淘汰之。此種方法，施行於手選種子區，爲極重要之步驟；但自花授精作物之混合選種法，仍不若單本選種之切實，而合於科學。誠然在遺傳學最近原理發明以前，及純系學說高唱之先，混合選種法實爲育種家通常所用重要方法之一。

(2) 混合選種於異花授精作物 異花授精作物之育種，雖多用單本選種法及節制

授精法；然其中由混合選種法所改良之品種，亦屬甚多，如美國之 *Grimm alfalfa* 苜蓿，優良品種之產生，其好例也。以苜蓿言之，天然 *Nature* 即爲其選擇之能力。又如農人所產生之優良玉蜀黍品種，施用混合選種法，實爲多數。要之，混合選種法，育種家承認爲農人保存作物優良個性至適當程度最妥貼之方法也。此法行之最易，在我國今日之農人，技術與知識幼稚時，均可應用。

雌雄異株之作物，用混合選種法育種，與雌雄同株而異花，或完全花之作物，其育種法相同，茲不贅。

## 二、單本選種法

(1) 單本選種於自花授精作物 「單本選種法」應用於自花授精作物之改良，無論現在或將來，均可肯定爲繼續之重要方法。此法係應用祝恆生氏 Johnson 純系學說之原理而創成。穀類之穗選，大豆之株選，皆其例也。所謂單本選

種者：即同純系之各個體集合於個體羣，在自花授精作物中，用單株或單穗個別種植，以分離純系之謂也。

單本選種，須先知優良品種之標準；若所需要之優良個體，在原品種中，因天然影響發生遺傳上之變異，即用此法分離其個體羣，而求真正之純系。在自花授精作物之天然雜交，即為遺傳上變異之原因，故有時發生突變。

(2) 單本選種於異花授精作物 品系試驗 Progeny Test 或韋默瑞 Vilmorin 氏分離原理，為作物純系育種之唯一有價值之試驗法。異花授精作物之選種，根據於其母本之性狀，從事育成最合宜之新品種；其法即以單本之各母本，穗行或株行種植，隔離於相當之距離，以防止其同穗或同株間之交配，造成各個近配 Inbreeding。異花授精作物，使之近配，每有減少生長勢力之傾向；故宜如玉蜀黍之穗行種植，使同系之兩行間自由配合。用此法以改良玉蜀黍，甜菜，及其他異花授精作物之品種，均有良好成績。

(3) 單本選種於人工自花授精之品系 人工自花授精，為節制個性遺傳之方法，

此法對於育種上頗有利益。作物於人工自花授精之後，即從各該系中選擇優良之品系 Strain or Line，翌年再由選擇之品系中，更舉行人工自配，再選單系；如此數年，可得近於同性個體之品系。在異花授精時，所含不良之個性，因此漸漸淘汰，而同性個體之優良個性，亦漸分離矣。由此而得之各同性個體，對於基本生理學上之研究，及優良品系之接合，關係非常重大。植物中如向日葵，雖自配，仍不失生長勢力；若代代自配，使之同性個體分離，則可將所分離之同性個體之各系，互相接合，而造成改良之品種。玉蜀黍自配後，頗難得到與通常品種生長勢力相等之品系；然可擇其較優良之品系，使之接合，造成改良種，即所謂第一代雜種之利用也。

(4) 單本選種於雌雄異株作物 此類雌雄兩親體，均須行選種手續，然後舉行人工交配，用品系試驗法，決定其父母本遺傳個性。當交配之後代，已育成所

需要之個性，則此新品系即可繁殖而推廣矣。

(5) 單本選種於無生殖之植物 在無性生殖之植物，選擇單株，塊莖，塊根，或芽條；其目的為分開兩個或兩個以上芽條系 *Clonal lines* 之混雜，及染病部分之淘汰，或芽變異之分離；蓋在芽條系內，時常發見混雜現象故也。通常多用混合選種法，淘汰染病者；但單本選種法，亦施用之。如薯類之僅取一眼以事繁殖，增加抵抗病害之品種；其不用部分，乃證明其已染病害者。

#### 雜交法

(1) 雜交於自花授精或常為他花授精之作物 雜交為利用孟特爾遺傳定則，以求得理想之新品種者。根據各單株個性，選擇父母本；但須各具有優良之特性，庶幾交配可得理想之後代，而兼有父母本之優良特性。交配之後，繼續選種，直至所欲求之理想品種達到純系，不再分離為止。穀類作物，有第三代之後，所有個性，即可育成同性個體，而為純系。美國米奈蘇打 *Minnesota* 農事試驗場穀

類雜交試驗，在第五代即得同性個體，該場每種雜交，在第二代盡量種植，故至第三代有數百系之產生；於是選擇標準品種，比之第二代之少量種植，第三代之少數品系，機會為多；迨同性個體之純系已固定，則可舉行產量比較試驗矣。

在第二代後所分離之各系，均須分行種植，以研究各單株之性狀；再從單株或單穗之所有種子種植後，繼續數代選得各品系 Progeny，至此已達同性矣。產量比較試驗之種子，即由已顯示同性之各品系繁殖區取來，以舉行此項試驗。

(2) 雜交於人工自花授精之品系 天然異花授精作物，最近育種方法，可稱為「選種於自花授精系」。自花授精者：所以分離各種同性個體者也。而所分離各系之選擇，根據於其造成之個性優良與否。玉蜀黍於人工自花授精所分離之各系，採用下列三法，以育成強大之品種：

甲、單配法 單配係以人工自花授精，使之分離；選得兩純系互相配合所得之第一代雜種。（後當詳論）

乙、雙配法 雙配係以人工自花授精，使之分離；選得兩純系兩兩配合，再以其第一代雜種互配所得之第一代雜種。（後當詳論）

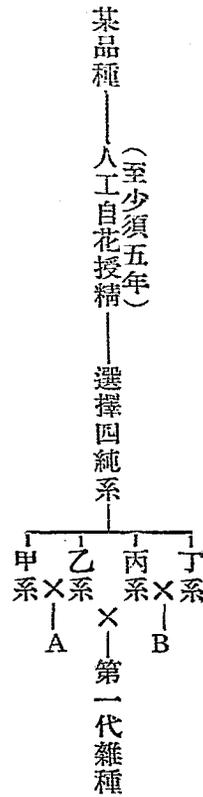
丙、多配法 多配法為不定之各純系，任意使之雜交，造成雜種。其法以同一品種，因自花授精所選得之各純系花粉，混合一起，用人工傳粉於該品種本系柱頭之上所得之雜種。

此三法施之於玉蜀黍之育種，均為求得第一代之雜種勢力，以增加生產能力也

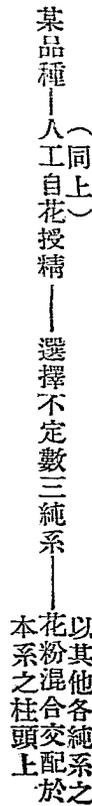
。茲以簡明圖解三法於次：



法配雙



法配多



(3) 變種雜交 Varietal Crosses, 多用於園藝植物。父母本之遺傳性，可以雜交之後代而研究之；變種之雜交，其意為欲求得理想所接合之新種，與純系雜交之意義相同；所不同者：即父母本為異性接合體 Heterozygous, 而第一代之植科，並不互相類似；但其雜種勢力，與純系雜種勢力無異。

利用突變種

良種之發現，有由個體羣內育成純良種，有由雜交育成新品種，除此尚有所謂突變種 *Mutants* 之發現。突變種為能遺傳，故育種家多利用之。突變分有益與無益兩種：有益之突變，在育種上極為重要；今日吾人種植之優良品種，多數從突變而來；吾人從事育種工作，除專心於原有品種之改良，尚須不時巡視田間，觀察有無突變種之發現。

(1) 形態上之突變 作物形態上之突變，最易發現；育種家發現之後，略事研究，即可斷定為突變，抑為返祖，或其他現象。形態上之突變，多影響於品質，故甚重要。

烟草通常為自花授精，在美國 Connecticut 地方，烟草田內，在數百萬植株之中，發現有數株無花者；且比有花者為高大。普通之烟草多花，直莖之上，生十五至二十五個葉子，又在大花序之上端，生有多數花枝；而所發現之突變種，並無頂枝，其葉在五十個以上；移而栽於溫室，僅開花而不結實；其後繼續栽培，仍現突

變之性狀，在大田內並無開花者；此種突變對於烟之改良，至關重大。

作者於民國十六年在平教會農場發現一突變之美棉——現稱爲平教棉——，其葉刻甚深，達全葉四分之三，頗似雞腳；其成熟期甚早，雖在河北定縣風土之下，霜降之前（約在每年十月廿四）已經開鈴完畢，歷年室內攷查，纖維細長達三十三耗，衣分三十四。南通省立棉作試驗場暨南京金陵大學試種之後，成績尤稱滿意；捲葉虫因其葉片缺刻甚深，不能爲害，且以南地雨水之多，其鈴並不霉爛。抵抗鈴腐病力甚強大，江南北頗爲適宜栽培，南通各紗廠現正竭力提倡栽培，江蘇實業廳曾索種推廣，作物育種專家駱夫博士 Dr. H.H. Love 曾親往該場並來定縣觀察，認爲希望甚大，頗具價值云。

(2) 個性上之突變 美棉中之比馬棉 Pima，纖維極長，品質極佳，在美棉中可稱傑出。考比馬棉係由猶馬棉 Yuma 中之突變，而猶馬棉係由埃及棉之阿非非棉 Ni-afri 選出引種於美國者。父母祖父母纖維，皆甚粗短，而比馬棉纖維

，達四二耗，故個性上之突變，價值尤高。一九一〇年，比馬棉僅有一株，至一九二〇年，已有二十五萬英畝之種子。今又十年，美國各處植棉區，皆有此項分佈矣。

## 第五章 育種與進化

育種與進化之關係，極爲密切，爲近代學者所公認；蓋變異爲生物之特有性質，非生物與生物之區別，即以能否變異爲斷。凡生物均有生機作用，時有變異，如羊齒木賊類之植物，今則進化爲種子植物。非生物如水與炭氣等亘千萬年，而其成分均爲H<sub>2</sub>O。與CO<sub>2</sub>。生物有變異，故能進化；非生物不能變異，故不能進化。故變異爲生物特有之性質，即生物進化之根源也。吾人育種之根據，即所以利用生物天然進化之優點，而實收改良品種之功效也。

### 進化之意義

進化學說，用以研究及闡明現代所有之複雜生物及簡單生物，經過若何程度之進化而來；換言之：即闡明其如何從簡單生物，遞變而成現代複雜有益之生物，亦即闡明近代之複雜生物，大都最初均從一個細胞之演進。準此以推，則所謂生物，

——動植物——殆皆同源歟？

達爾文之進化學說

在學說發達歷史上，達爾文學說爲最有價值者；茲摘達氏之進化學說如次：

(一)變異性 Variability 凡同類生物，吾人觀察之下，必無兩個個體完全相同者；若取多數之同類生物研究之，其變異甚大，此項變異，無可解釋，只能謂之天演。

(二)生存競爭 Struggle for Existence 生物之增加，成幾何學之比例；若所有之生物，依此定律，孳孳不絕，將使世界之大，載一生物而不能容；於是生存競爭之事起，適者得以生存，種類因而平衡；無論何處，每年每種生物之個體數，必大致相同。

學種育物作

(三)天擇 Natural Selection 生物在一定地點，必具有特別之形態，適合於其環境，始能生存，否則繼續滅亡，故天擇能產生新種。

(四)遺傳性 Heredity 遺傳性爲生物天然之定律，以維持其後代，接替其祖先，故生物孳孳不絕。

拉馬克之進化學說

拉馬克 Lamarck 於一八〇一年，首創境遇說，及用與不用論 Use and disuse Theory。一則曰：境遇能左右生物各器官之退化與進化，即境遇能變更生物之個性。再則曰：境遇能限制遺傳個性。三則曰：境遇能引起新個性。至於用與不用論，乃生物各部分之常用者，必因而發達進化；其不用者，必漸漸退化上終至消滅。凡生物驟移乎新境遇，則每因新境遇之影響，而發生需要；因有新需要，乃不得不設法滿足其新需要之慾望；故努力爲之，而努力之結果，乃使某部器官漸漸發達。此種個性，乃由境遇引起之習得性 Acquired Character。某種器官既漸漸發達，至後代亦因同樣之需要，而仍努力以滿足其慾望；故某部器官，更形發達。如是遞傳不已，終至因某種器官之故，而與原種不同，成爲新種。拉氏復引長頸鹿證明其

學說：如長頸鹿之祖先，其形如馬；將其馬狀之祖先，移住乾寒之地，因地面無青草可作食料，不得已仰食樹葉；有時樹高，必努力引長其頸；如是者久之，頸亦稍長；及傳至後代，仍爲同樣之練習，最後乃變成一種長頸鹿云。

### 戴佛瑞之進化學說

一九〇三年，荷蘭人戴佛瑞 De Vries 發表其偉著突變論 Mutation Theory，其結論均根據其試驗結果；彼偶於野外採得夜蓮香花一株，其形態特異，携歸試驗，以其與普通種不同，故決其爲突變之新種。携歸之後，行自花授精手續，免去雜交；種植十數代，其間又有突變種發生，與母樣之形態迥異；而母株一派之形態，仍不消失。繼續繁殖，僅添無數旁派 Mutants，而各派均能遺傳，保存突變之性質；於是戴氏自創突變論：謂生物進化，基於突變。

戴佛瑞氏之突變論，與達爾文氏主張之徬徨變異 Wandering Variation 完全不同；蓋(一)突變屬於性質的 Qualitative，後代能變出與母體性質不同之個性，或

突出母體素未有之個性；如某種植物之高度：最高者四尺，最低者三尺，而突變則能變出二尺或五尺高之品種；非如徬徨變異之僅爲母體某種個性程度上之變異，如某種植物高自四尺至五尺，則變異僅有四尺二寸至四尺六寸等不同之個體發生。

(2) 突變屬於間斷的 *Discontinuous*，其來也驟焉，非如徬徨變異之漸進而繼續的 *Continuous*，其變異有一定之層次，可按變異之程序而繪成 *Quetelet Curve* 曲線。

(3) 變突爲永久固定的 *Constant*，既變之後，即能固定，而不超出已變定範圍之外。易言之，即突變發自生殖質 *Germlinic*，故能遺傳；如戴氏所試驗之夜蓮香花，其新變成之各種，均能遺傳其變成之個性；而徬徨變異，爲左右不定之變異；在一定範圍之內，變異之方向，可向兩方面進行；且變異多屬生體質 *Somatic*，故能一變而再變；其變異又不能遺傳。總之，戴氏之進化學說，對於達氏之天擇說，有吻合之處，而對於變異原則，則大相逕庭。

赫胥黎 Huxley (一八二五年—一八九五年) 根據達爾文進化學說，而加以詳細之證明；茲摘其學說概要如次：

(一) 有生物之逐漸進化 The Graduation of Organisms 目今所有複雜生物，均由極簡單之組織漸變而成；雖年代亘長，均可按其每一時代之進化，而研究其目今複雜之生物。

(二) 胚胎學 Embryology 凡屬同類生物，其在胚胎期之形狀，往往相同；如動物中之人畜魚鼈之類，在胚胎時期，原屬同源，無從分別；迄後逐漸變化，次第成形，而所謂人畜魚鼈，始各具其父母之體形，顯然相異矣。

(三) 形態學 Morphology 單就形態學一方面而言，亦可證明生物同源；祇因變異進化，而漸趨不同。試攷人之手，犬之足，蝙蝠之翅，鯨之槳形足 Paddle，形態雖異，組織實同。原始之時，或為同一形態，其後因環境與使用之各異，遂各求適宜之進化。

(四)地理上之分佈 *Geographical Distribution* 同類之生物，多聚集於一處，或其鄰近；因其附近為本族之蕃殖地，易地則另為一族；即同一族中之生物，又因環境而變異；故距離愈遠，變異愈大。試觀熱帶溫帶及寒帶之生物，各有其形態與性質，地理分佈進化使然也。

(五)生物地質上之繼續程序 *The Geological Succession of Organism* 考古學家發現動植物之化石，與現今之動植物形態構造，頗多差異之處；因得考究其進化步驟之痕跡。如北美之馬，在古時身體之大，僅及於現在之犬，前足四趾，後足二趾，齒牙亦甚簡單，今於其化石中，已研究明瞭變異進化繼續之程序矣。

(六)馴化 *Changes under Domestication* 吾人現今所栽培之作物，所飼養之家畜，從前均為野生之動植物。自人類開化後，以為此等野生動植物可供食用，即取而栽培及飼養於家園，迄今皆已馴化而成家種；其原有之野生性質，遂逐漸退化無存。

(七)突變 Observed Facts of Mutation 生物於某時期，突然發生變異；其形態與性質，有完全不與其祖先相同者；而此種性質，並能遺傳子孫；故近代多數生物，有不能查考其來歷者，蓋以此也。

其他關於進化之學說

其他關於進化學說，尙有三種；茲分別述其概要：

(一)隔離說 Isolation Theory 此說創自美國 David Stan Jordan，略謂：遷移一種生物之數個體於新境遇中，而永遠使之與原產地之同種生物相隔離，不復予以交配之機會；則其結果能使此項遷移於新境遇之個體，獨成一支，而漸因新境遇之影響，變成一新品種。此種隔離說，並不能完全解釋進化之學說，不過爲達爾文拉馬克戴佛瑞諸說之一種推論而已。

(二)正統學說 Orthogenesis 此種學說，係解釋生物之變異，有一定之方向。凡某種生物之某個體，若初次變異之方向爲向某一方，則其後代往往向同一方向

變異而更甚之；例如某變異體 Variant 較其母本爲矮，則其後代往往更矮；故變異之方向，不必一定受環境之支配。

(三) 進化由於雜交說 Evolution through Hybridization 此說爲魏司門氏 Weisma

呂 所主張之學說，最近勞司太 Losty 更闡明斯說。生物學家蓋均知兩同種而不同亞種之個體雜交時，其結果第二代雜種必有新式之個體發現，且爲純種；其個性必有與父母本不同之點，此即雜交所得之新品種。據勞司太氏之試驗，雜交所得之各新式個體，若任其天然情形生長，則受天擇之支配，而僅數種式樣適於生存，其餘即歸消滅。由此以觀，則天然雜交，爲產生新種之一大原因，可無疑義；惟僅據雜交而解釋進化之理，則似未能滿意。

## 第六章 變異論 Variation

### 變異之意義

生物個體，由其父母之個性延綿，其相似之點，謂之遺傳；但生物中無有完全與其兩親相似，必有多少之差異者，謂之變異。吾人試取所栽培之作物，或飼養之家畜，在在可以証其相差之處。又試取動植物之化石研究之，吾人即可知同種之生物，今與古不同。易言之，遺傳為相似於其父母，變異為異於其祖先，前者為保守的，後者為進步的，故變異有新品系之發現；但變異之發現，究在何種環境之下，何者持久，何者為暫時，及如何使無益之變異，不致發生諸問題，目前尚無滿意之結論。

### 變異從育種立場上之分類

生物變異，從育種立場上可分為二：一為能遺傳之變異，一為不能遺傳之變異

。育種家研究變異，須觀其變異之來源，對於育種上有否利益，而變異是否爲生殖質；若能遺傳，則此種變異，爲有益於育種；不能遺傳，對於育種不獨無益，而且有害。蓋選得良種，而不能遺傳，則選擇之功，等於虛擲。按不能遺傳之變異，完全由於該作物發育時，環境上之差異，所謂生體質上之變異 *Somatic plasm*；而遺傳之變異，確由於遺傳個性之差異，所謂生殖質上之變異 *Germplasm*。於此二者，育種家應詳細研究焉。

不能遺傳之變異，如蓮香花在通常環境之下，爲紅花種與白花種；若置紅花種於攝氏三十度至三十五度之溫室內，則其花爲白色，同一植科，另移至攝氏十五度至二十度之溫室內，則其花仍爲紅色，又如作物不見日光則缺葉綠素，肥料充足，則作物高大；凡此皆所以示此項變異，無產生新種之價值也。

遺傳之變異，又可分爲二類：（一）突變 *Mutation*，（二）新結合 *New re-combination*。前者屬於遺傳因子之驟然變異，不可預定；後者屬於人工交配，利

用父母本之優良個性，結合於一新個體以遺傳之。此種結合，亦分爲兩種：其一爲因子 *Gamete* 變成胚細胞 *Germ Cells*，成減數分裂現象 *Reduction Division*，染色體各部互交 *Cross-over*，於是兩親之配偶子 *Gametes* 相配，所生成之分離及結合之新個體，如孟特爾之因子遺傳定律。易言之，即因子之結合。其二爲染色體排列之異形，因此通常染色體之數目，按倍增加，或按倍減少；所生成之新個體，如克奈勝 *J. Clausen* 交配兩種紫莖小麥，其一之染色體爲十三對，他爲十七對，所得之雜交種之染色體，爲二十三對。

#### 變異之種類

育種家研究變異，應注意變異之多方面的性質，始克有濟。茲綜合各方面，可分變異爲下列之種類：

(一) 變異之來源 變異之來源研究，最感困難；如棉之纖維長短，一面可云係遺傳而來，一面或由外界情形而變。欲知來源，非用試驗方法不可。此種來源可分

爲：

- (1) 生殖質上之變異 由於兩種個性配合，或分離，發生之變異爲遺傳的。
- (2) 生體質上之變異 由於生體質細胞，受環境之影響，發生之變異，不能遺傳的。

(二) 變異之性質 此項變異，依其功效，分爲生物構造之變異 *Structure Variation*，及生物功能上之變異 *Function Variation*。依其性質可分爲：

- (1) 形態之變異 *Morphological Variation* 如某也葉大，某也葉小，及莖節 *Nodes* 與節間 *Internodes* 之數目，均爲形態之變異。
- (2) 生理之變異 *Physiological Variation* 如玉蜀黍油分之多寡，成熟之遲早；小麥抵抗病害旱性寒性力之強弱；棉之能栽培鹽質土壤，皆屬生理之變異。
- (3) 境遇之變異 *Ecological Variation* 如土壤肥則收量多，瘦則收量少；高山之植物多矮，旱地之植物多刺；凡此皆爲境遇之變異。

(三)變異之程度 生物體依變異之程度，可分爲：

(1)繼續的 Continuous 此項變異，非爲環境之影響，即爲遺傳因子結合方式

不同之結果，或二者兼備也。若集合各個體之變異，可成一連續之表示；如就任何一百人之高度測之，最高與最低必屬相連。

(2)間斷的 Discontinuous 間斷之變異，於生物之形式及顏色，尤爲普遍；如

植物之單葉變爲複葉，家禽之單掌變爲玫瑰掌 Rose Comb，均爲生殖質組織上之差異；而此種差異，爲遺傳因子結合方式之不同，或突變所致。

(四)變異之方向 生物變異，有時有目的的，有時無目的的，其方向不同。前者謂之正途的，後者謂之偶然的。

(1)正途的 Definite (Orthogenetic) 有目的之變異，其變異有一定之限度；如美國之鳳尾草 Boston Fern，變異極多，但其變異有一定之目的；其葉初爲單葉，變爲複葉，再變爲雙葉，以至二次三次之複葉。

(2) 偶然的 Indefinite (Fortuitous or Purposel) 如棉之纖維今年長，次年同品種之纖維又短，麥之產量去年高，今年同品種之產量又低；凡此均屬偶然的。

變異之原因

育種家所不可不知者，為變異之原因；如光可引起葉綠質之發生，土質肥沃，環境適宜，可引起枝葉之發育，均為變異之原因也。茲羅述各家主張如下：

(一) 拉馬克主張用與不用論 生物環境變遷，必有一種新需要；適應此新需要，必生一種新變化；此種新變化，即直接影響於環境也。

(1) 環境足以變更遺傳個性 克利氏 *Clevis* 置景天花於不同光綫之下，所生之顏色各異，又轉置不同溫度及不同肥料之下，花之成分亦不同；即大蕊之數，原有一定，遂亦有多少之差；是無他，變更遺傳個性故也。

(2) 環境足以限制遺傳個性 如前例蓮香花，至高溫度時，紅色變為白色，溫度

低降，仍爲紅色云。

(3) 環境足以引起新個性

杜格爾 Mac Dougal 注射淡溶液如碘化鉀 KI 硫酸鉛

$ZnSO_4$  於未授精之子房內，即起一種變異；此種變異，並有數代之遺傳。又

如白氏 White 用乾血磷酸硫酸鉀及鐵屑合成之肥料，施於番茄，遂使枝葉

膨大，種子肥滿，如此遺傳至三代。

(二) 魏司門主張遺傳必須生殖質 魏氏深信變異之原因——至少是遺傳之變異——

是生殖質內部之影響，故其結論：謂有性生殖爲兩品種之生殖質互相配合，使

其後代增加變異之樞紐。

(三) 達爾文之自然說 達氏主張變異爲自然現象，故有云變異是一個公理，不解自

明。與其說明生物何以有變異，毋寧說明生物何以無變異爲重要。

(四) 懷南司 Wallace 之環境適宜說 懷氏謂變異爲生物期適環境而起之現象。

(五) 培得勝 Bateson 之論調 培氏謂變異一定是有的，但吾人現在之智能，尙未解

決其原因。

環境影響於生物變異

生物變異，受外界原因頗多；而其變異之程度，亦復顯著。此種外界原因，包括環境與訓練而言。舉其重要者：曰食料，曰日光，曰溫度，曰水分，曰緯度及寄生物等。

(一)食料 生物不獨影響於食料之分量，並且影響於食料之種類。吾人於肥料三要素適宜施下，收量增加；如棉生於瘦地，枝葉矮小，施以窒素肥料，植科驟見高大；缺乏燐肥，果鈴細小，補足之，累累滿株，此乃通常之現象。駱夫博士栽培豌豆於各種土壤中，砂土生長最劣，沙質壤土次之，壤土最優。

(二)日光 葉綠素之生成，完全藉日光；植物因之吸收空中炭氣及土中水分，造成糖分及澱粉；然日光可變更顏色。有數種玉蜀黍，若其穗尖及穗側露於日光下，則變為紅色，在生長時，若將其穗之包殼割去，則為無色。有數種無論露於

日光與否，均爲有色；此兩種玉蜀黍色素因子，皆能遺傳；但一則因日光而變更，一則無動於中。

日光量與晝夜之長短，足以影響於植物之生長及結實；日光時間，因季節及緯度而異；故植物生於該時期或該緯度，具有特異之工具以適應之。縮短或延長日光覆照時期，足以停止生長，使之開花結實；如黃豆植於北地，枝葉發育甚盛；但開花甚少，而結粒亦晚；若栽培於黑暗地方，每日再移至日光下半日，則開花早而子粒甚重；惟植科之大，僅及其原株之半。水稻每日使之有八小時之日光，其餘置之黑暗，可促晚熟種提早一月前開花，而與早熟種交配。反之，如紫雲英減少日光覆照時間，即行匍匐而生，不能開花。又如萊菔在盛夏時開花結實，或致於死；若用人工減少日光覆照，不過僅多長葉而已。故蔬菜之提早栽種，如豌豆及菠菜等，應先考其需要之適宜日光也。

(三)溫度 生物之顏色，常因溫度而變更。北極有多少動物體色，因季而變：夏爲

灰色，冬爲白色。昆蟲亦多因溫度而變更，所謂保護色是矣。植物中如蓮香花，因溫度不同，而爲紅色，或白色。拜爾氏 *Baur* 稱：此種現象，不能謂蓮香花之遺傳，非紅即白，其第一代至第二代之遺傳能力，爲生長於該溫度之下所生之反應。又如葦蕨子生於高溫之熱帶，其形如樹，生於低溫之溫度，變爲草本等是。

(四)水分 植物變異最甚者，莫如水分供給之多少；如水陸兩性植物之異形，既能生於水中，又能植於陸地。此種植物，生於陸地，其葉如杯形，沉於水中，其葉分裂，異於通常。又如生於乾燥土壤中之植物，木質緊密，根部擴大，葉小而厚；生於濕潤土壤，或濕潤空氣中，生長繁茂，枝葉闊大，蓋便於蒸發也。食料中之水分，與空氣中之水分，亦皆足以使動物發生變異；如果蠅中之一系，飼以濕潤食料，其腹部節數反常；乾燥氣候則否。空氣濕潤，鴿體之斑點加多；空氣乾燥，齧齒類動物之斑點變淡。

(五) 緯度 同品種之植物，生於緯度不同之處，其差異甚為顯著。高山之植物多細小，而質緊密；若取同一植物，分植於兩處，一為高山，其質緊密；一為平地，其枝幹發展仍如普通之常態。而動物於緯度，則少影響。總之：生物之有機體受環境之差異，其生出之形態，自有不同之處。

(六) 人工馴化 由環境致使之變異，在生物野生與馴化間之差異，為其好例。飼養之動物，飼料豐富，養分充足，保護周到。栽培之植物，耕種得宜，土壤肥美，加之選種工夫，故其差異尤為顯著。

(七) 寄生物 寄生物影響於各種生物之變異，既煩且雜；如形似五倍子之害蟲，工作於植物枝幹，使植物構造變異。小麥之銹病，玉蜀黍之穗病，及植物葉綠素之脫落，荳科植物之根瘤，皆菌類之寄生所致。

#### 變異研究之方法

就歷史上而言，變異研究之方法，可分三種，茲分述於下：

(一) 達爾文之觀察法 Darwin's method of observation 此種觀察法，專研究變異之性質，達氏物種由來一書，不啻專研究性質變異之書；彼之方法，在觀察生物不同之狀態，而記錄之，以研究其變異之性質。用此法以研究變異之來源，雖無不可；惟不能解決何者能遺傳，何者不能遺傳；多少能遺傳，多少不能遺傳。

(二) 葛爾頓之統計法 Galton's biometry method statistical Inquiry 此法即生物之測定法，用以研究變異之程度。此法雖比達爾文之觀察法為進步，然其功效相差，亦屬有限。動物育種，用此法研究遺傳係數 Coefficient of Heridity，至為重要；其方法以團體為單位，故不能研究個體之變異。

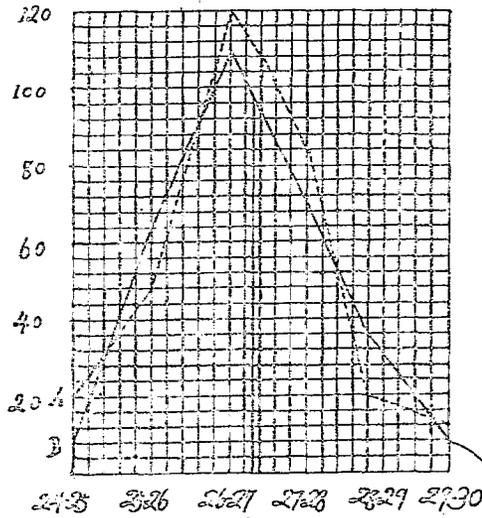
(三) 孟特爾之分析法 Mendel's Analytical method 此法以個體為單位，且以個體個性中之複雜因子為單位；如染色體 Chromosomes 內之各種因子 Factors，均為研究之根據。吾人可用此法研究變異之來源。

變異測定之功效與研究時應注意之點

生物測定學，乃應用統計方法，測定生物變異程度之科學也。此種科學，對於育種上功效頗大。茲簡言之：

(一)測定所用材料之真相 育種第一步手續，為選擇材料。生物測定學，即所以助吾人選擇材料也。例如有兩種棉種，其個性不同，一為青莖黃花黃心毛耗，一為紫莖黃花紅心毛耗；就普通之觀察，頗難決定其優劣；於是取兩種棉株，分別考其纖維，衣分，衣指，籽指諸品質，一一記載，畫成一曲線。就曲線之情形，即可決定其取捨。茲以纖維長度為例：

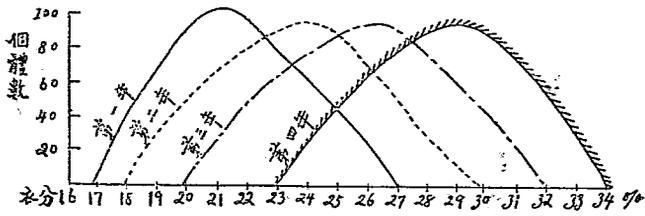
(二) 觀察歷年之進退化 生物測定學，可助吾人觀察一種品種歷年生長進化，抑為退化；如甲圖即表示一種棉花衣分歷年之進化，乙圖為退化。



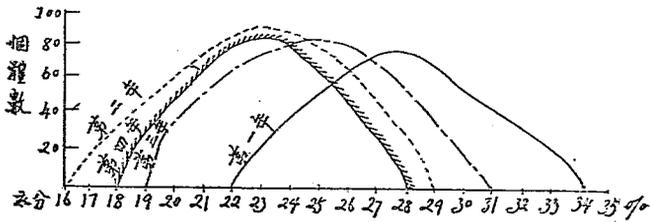
第一圖

—— B 品種平均線  
 - - - - A 品種平均線

第二圖  
甲圖

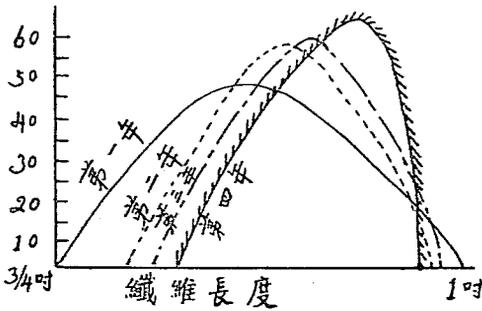


乙圖

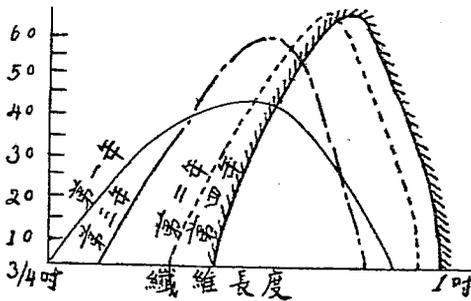


第三圖

甲圖 固定之品標



乙圖 不固定之品標



僅當時，此其品標不固定之表示也。

(三)推測品標 Type 之是否固定 生物測定學，可予吾人以推測品標之是否固定；如一種棉花今年平均纖維長一英吋，明年乃僅  $\frac{7}{8}$  吋，第三年又  $\frac{1}{2}$  吋，第四年又

(四)輔助發現新價值之所在 吾人育成之新品種，其真正價值，須用生物測定學，方知價值之所在；如棉麥各種育種之高級試驗，求其或差 Probable Error 及偶差 odds 等，方知新品種可靠之程度。(詳後)

生物測定學，既有上述之功效；但吾人研究時，不能不有下列之注意：

(一)採取材料時之注意 比較品種，採取材料時，須注意：(1)同一境過，(2)同一品種，(3)範圍不可過廣，(4)任意的。

(二)採取個體時之注意 個體愈多，求得之結果愈可靠，且可代表一種品種。

(三)度量時之注意 度量時應注意所用之單位相同，分級之等級相同，俾便計算；如棉之纖維長度 20—21mm, 21—22mm, 22—23mm, 等，單位均用耗，等級爲 1。

(四)決定品標時之注意 品標分爲理想品標與通行品標 Ideal type and Prevailing type。凡個體與個體比較異同，須假定一標準，如欲育成纖維長及一吋以上之棉種，須取一吋以上爲標準；此一吋以上之標準，即理想品標。若探到

與理想品標相合一吋長之品種，則須繁殖之。然以後所得之植料，即未必均合乎理想品標，必有長於一吋者，及短於一吋者，此時已不合吾人理想品標，須另尋其新事實上之品標，即通行品標。因理想品標僅有一種，而事實上之通行品標，則以個體之長短不一致，乃有各種統計之方法。

#### 生物測定學之實際方法

吾人欲求生物因環境影響或遺傳各別，而使其個性發生數量上之變異者，必用真確之方法，而計算其差異能力。其方法臚述於後：

(一)平均數 Mean ( $M$ ) 之求法 平均數者。爲一群量數之中間數，即最高與最低或最多與最少之平均數也。惟此種所得之平均數，宜固定而不受「取樣之變動」Random Sampling 始爲真確。茲羅列其求法如次：

#### (1)量數未歸類者——方法一

設  $M$  = Mean 平均數

$\Sigma$  = Sum 和數

$N = \text{Number 總數}$        $V = \text{Value 量數}$

$$\text{則 } M = \frac{\sum V}{N} \dots\dots\dots(1)$$

學例 以平教會棉花纖維長度為例

第 三 表

品 種	纖維長度	品 種	品 種	纖維長度	品 種	纖維長度
M2-1	26.2m.m.	M9-5	M12-3	27.7m.m		
M2-2	24.3	M9-6	M14-1	26.5		
M3-1	24.8	M10-1	M14-2	27.1		
M3-3	26.9	M10-2	M14-4	26.3		
M7-1	26.3	M10-3	M16-1	27.1		
M7-2	28.0	M11-1	M16-2	27.0		
M9-1	24.8	M11-2	M16-4	28.1		
M9-3	28.8	M11-3	M16-5	26.8		
M9-4	27.0	M12-2	M16-7	27.8		
				716.8		

$$N = 27 \quad \sum V = 716.8 \quad M = 716.8 \div 27 = 26.54 \text{ m.m.}$$

(2) 量數已歸類，但組距爲一單位者——方法二

$$M = \frac{\sum FV}{N} \dots\dots\dots (2) \quad F = \text{Frequency 爲組距之次數}$$

平均數等於各數內之組距次數，乘其同類中之量數，復將各類中如此所得之合數相加，以總數除之，則所得之商，即所謂平均數。茲舉例如下：（以作者九十一號 A16-91 棉花衣分爲例）

第 四 表

棉花衣分	F 次 數	FV 次數×衣分
31%	1	31
33	1	33
34	2	68
35	4	140
36	5	180
37	8	296
38	9	342

39	11	429
40	10	400
41	6	246
42	4	168
43	2	86
	63	2419

$$\sum FV = 2419 \quad N = 63$$

$$\therefore M = \frac{2419}{63} = 38.4\%$$

(3) 量數已歸類，而組距爲二單位者以上者——方法三

此法所用之公式同前，茲以作者所育成之三十一號棉花（即 A16-31）爲例，

其纖維長度自二四耗至三〇耗（m.m.），求其平均數：

第五表

V (m. m.)	F	FV
24—25=24.5	9	220.5
25—26=25.5	64	1630.0
26—27=26.5	111	2941.5
27—28=27.5	75	2062.5
28—29=28.5	36	1026.0
29—30=29.5	4	118.0
30—31=30.5	1	30.5
	300	8021.0

$$M = \frac{\sum FV}{N} = \frac{8021}{300} = 26.77m.m.$$

算法說明 先將纖維各個數中，最長與最短之相差數，分為若干組距，然後於此組距中，列入該組距個體之總數，如第一項V欄。纖維之長度，自24m.m. — 30m.m. 平均 24.5m.m.，於是檢其個體中之在此組距中者有九次，列入第二項F欄。以組

距乘次數所得之積爲第三項之欄，餘類推。再以第二項之各數相加，所得之和爲  $\Sigma FV$ ，同時亦將第二項之各個體相加，得次數之總和，除各數相加所得之和，即爲平均數。

斷定組距之大小有二原則：（一）大部分之數量，宜與組距中點大小相近，在斷定時必檢視各量數之情形，如每距量數均與每組距相近，而與組距兩端相遠者，則此組距爲合宜。（二）組距不宜太多，亦不宜太少，爲便利計算，大概組距之數，在十至二十之間爲合宜；故欲知組距之大小，可先以十至十五除全組距離之數，而得其大概。本例爲明瞭起見，組距爲一，組距之數爲七。

（4）量數已歸類平均數之簡便求法 Short method 即以假定平均數  $G$  與校正數  $C$  相加即得實在之平均數。如校正爲正則相加，負則相減，其公式如下：

$$M = G + C = G + \frac{\Sigma(F(V-G))}{N} \dots\dots\dots \text{公式 3}$$

舉例 以上例爲例

第六表

V	F	V-G	F (V-G)
24-25=24.5	9	-2	-18
25-26=25.5	64	-1	-64
26-27=26.5	111	0	0
27-28=27.5	75	1	75
28-29=28.5	36	2	72
29-30=29.5	4	3	12
30-31=30.5	1	4	4
	<u>300</u>		<u>+163</u>
			<u>-82</u>
			<u>81</u>

G=

$$M = G + C = 26.5 + \frac{81}{300}$$

$$= 26.5 + .27$$

$$= 26.77 \text{ m.m.}$$

算法說明 同前法將纖維各個體中最長與最短之相差數，分爲若干組距，然後於組距中列入該組距個體之總數，至此檢第二項 F 欄內最多之數爲假定平均數 G；在此欄內最多者，爲  $26m.m - 27m.m. = 26.5m.m.$ ，即以此爲假定之平均數。於是

以第一項 V 欄內之組距量數，減去假定平均數，列入第三項  $G - V$  欄內，如所得之差爲負數，則於數字前記以負的符號，如  $24.5 - 26.5 = -2$ ，如爲正數，則記以正的符號，如  $27.5 - 26.5 = +1$ ；既已即以第二項之次數乘之，其積或正或負，均列於第四項  $F(V - G)$  欄內，如  $-18. - 64 \dots \dots$  餘類推。再以此欄之各積數同號者相加，然後正負相減，所得之差，即記以正或負，於是以總數除之，即爲校正數。

(5) 量數未歸類平均數之簡便求法 即於量數內任意取一數（約爲中數）爲假定平均數，然後以校正數或加或減求得之，其公式同上式。

舉例 其材料同第三表

第 七 表

V	G	V - G		
		+	-	
26.2	25.2	1.0		
24.3			- .9	
24.8			- .4	
26.9			1.7	
26.3			1.1	
28.0			2.8	
24.8				- .4
28.8			3.6	
27.0			1.8	
25.8			.6	
25.0				- .2
27.1			1.9	
25.2				
24.7				.5
26.5			1.3	
27.0			1.8	
26.9			1.7	
22.1			1.9	
27.7			2.5	
26.5			1.3	
27.1			1.9	
26.3			1.1	
27.1			1.9	
27.0			1.8	
28.1			2.9	
26.8			1.6	
27.8			2.6	
N=27		38.8	2.4	

$$M = G + C = 25.2 + \frac{38.7 - 2.4}{27} = 26.54m.m.$$

(二)中數 Median 之求法 徬徨變異之總數量，分爲二等分，左右相等，其變量 Variable 之價，謂之中數。即如變異曲線所包圍之面積，引二等分垂直與底線相交，於此交點爲止之橫線之長度，即表示此價也。在常態曲線 Normal Curve 中數值等於平均數，但此種事實不易多得。欲求許多量數之中數，必經

過兩步手續：第一將量數依大小排列，第二從一端數起，至達量數之一半，此處爲分配之中心，兩邊量數相等，即爲中數。茲以例說明其求法：

(1) 獨立級數 *Discrete Series* 而次數爲單數者——方法一——獨立級數者，即量數依大小次序排列後，各數獨立而無繼續不斷之意之謂也。其算法先依數之大小次第排列。然後以次數之和再加於一，以二除之，即得中數之所在。(注意不可以次數爲中數之價值)

舉例 材料同第三表(見下表)

## 第 八 表

(2) 獨立級數而次數爲雙數者——方法二——此項中數，不爲整數，故中數之價

量 數(m.m.)

24.3  
24.7  
24.8  
24.8  
25.0  
25.2  
25.8  
26.2  
26.3  
26.3  
26.5  
26.5  
26.8  
26.9  
26.9  
27.0  
27.0  
27.0  
27.1  
27.1  
27.1  
27.1  
27.7  
27.8  
28.0  
28.1  
28.8  

---

N=27

$$\text{mdn之位置} = \frac{N+1}{2} \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

$$N=27$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{mdn 之位置} &= \frac{N+1}{2} \\ &= \frac{27+1}{2} \\ &= 14 \end{aligned}$$

$$\text{即 mdn} = 26.9$$

第 九 表

量 數(每畝斤數)

241.6

243.6

245.6

247.6

247.7

254.7

258.2

258.4

258.7

259.1

259.2

259.7

258.8

260.5

262.3

264.7

267.9

267.9

271.1

274.1

N=20

$$\text{mdn之位置} = \frac{N+1}{2}$$

$$N=20$$

$$\therefore \text{mdn之位置} = \frac{20+1}{2}$$

$$=10.5$$

$$\text{即 mdn之價值} = \frac{259.1+259.2}{2}$$

$$=259.15$$

舉例 以平教會小麥品種試驗之產量爲例  
值，爲量數居中二數之間之數。

(3) 連續變態 Continuous Series 其公式如左...

$$mdn = V + \frac{f_i - F}{f} \cdot i \dots \dots \dots \text{公式 5}$$

$N$  = 次數之總和       $f$  = 含有中數組距之次數

$i$  = 組距之大小       $F$  = 含有中數組距以上(或以下)次數之和

舉例

第十表

V	F	
24-25=24.5	9	$\frac{N}{2} = \frac{300}{2} = 150$
25-26=25.5	64	$150 = 9 + 64 + \frac{77}{111} \times 1$
26-27=26.5	111	
27-28=27.5	75	$mdn = 25.5 + \frac{77}{111} = 25.5 + .693$
28-29=28.5	36	$= 26.193m.m.$
29-30=29.5	4	
30-31=30.5	1	
	<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
	300	

棉之纖維長度	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5
株數	9	64	111	75	36	4	1
株數累積數	9	73	184	259	295	299	300

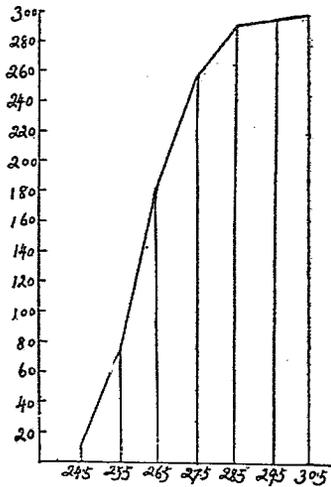
$\frac{N}{2} = 150$ , 株數 150 在株數累積數中 73 及 184 之間, 故中數實當可推定, 在纖維長度 25.5 呎與 26.5 呎之間; 而  $150 - 73 = 77$ , 是可知纖維長度 25.5 呎以下, 尚不足 77 株, 故此 77 株, 即在 25.5 呎以上, 26.5 呎以下之間明矣。而 25.5 呎纖維長度以下之株數有 111, 故  $111 : 77 = 1 : x$  即  $x = .693$ ;  $\therefore \text{mdn} = 25.5 + .693 = 26.193$

學種育物作

中數 median 之簡單算法 中數可以方格紙用圖表示, 尤為簡單。例如就棉之纖維長度言之, 其變異如前所述, 照可測之變異, 配列於橫線上, 以示變量之價。取任意之單位, 以同距離計之, 如 24.5, 25.5, 26.5, 等各點, 設垂直線, 其長度對

於各變量之累計數，取任意之單位，即  $15.5$  之點之垂直線為九之距離， $25.5$  之處為七十三之距離， $26.5$  之處為一百八十四之距離，漸次至  $30.5$  之處為三百之距離。如垂直線之先端，皆連接之，則得一曲線；此曲線稱為葛爾頓之曲線 Galton's Ogive，如下圖：

中數之用圖表示者



第 四 圖

(三) 衆數 Mode 之求法 在多數量數中，其次數最多者為衆數 Mode。即所謂通常之情形。凡物之為通常情形者，其數必衆；若中棉衣分以百分之三十七為最多

，則37%為衆數矣。（注意不可以次數為衆數之價值）

(1) 近似衆數 如第五表

量數	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5
次數	9	64	111	75	36	4	1

以上次數最多者為一一一，則衆數為二六·五耗。

(2) 理論衆數 如第三表之平均數，為26.77m. n. 及第十表之中數為26.193m. n.

$$Mo = M - 3(m - mdn) \dots\dots\dots \text{公式 6}$$

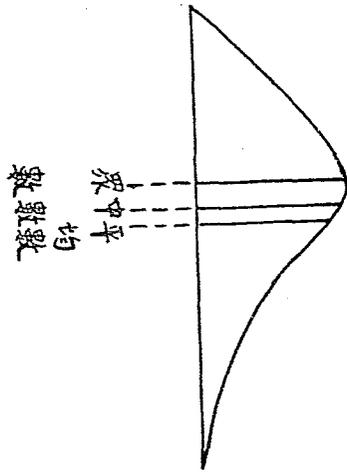
$$= 26.77 - 3(26.77 - 26.193)$$

$$= 26.039m. n.$$

根據以上結果，從可知在偏態分佈圖 Skewed Frequency distribution 之橫線

上，中數約在由平均數至衆數之距離三分之一處。

第五圖



(四)平均偏差之求法 Average Deviation 偏差者，平均數與各量數之差之謂也。如有1,2,3,4,5,五種量數，其平均數為3,故是等之偏差為-2,-1,0,1,2,等。平均偏差者，即以各偏差相加，不記正負符號，得一總和，以次數之總和除之，即得。求平均偏差時，中數與平均數均可用為標準，就理論言之，則以中數為較好，因中數常較平均數為簡單。茲將其計算方法列下：

$$A. D. (Average Deviation) = \frac{\sum F(M-V)}{N} \dots\dots\dots \text{公式 7}$$

第十一表

V	F	M-V	F(M-V)
24-25=24.5	9	-1.693	15.237
25-26=25.5	64	-.693	44.352
26-27=26.5	111	.307	34.077
27-28=27.5	75	1.307	98.025
28-29=28.5	36	2.307	83.052
29-30=29.5	4	3.307	13.228
30-31=30.5	<u>1</u>	4.307	4.307
	<u>300</u>		<u>292.278</u>

$$\text{mdn} = 26.195$$

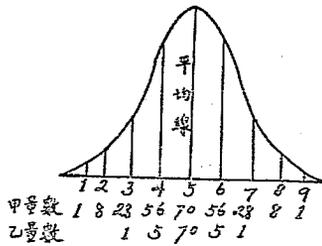
$$\therefore A. D = \frac{163.253}{300} = .574$$

算法說明 照常法求得中數爲26.195，然後以第一項之平均值24.5, 25.5, ……等，與中數相減得1.693, .693, ……等，再以次數乘之，得15.237及44.352, ……等，於是不分符號正負相加，得163.253，以次數之總和800除之，得.974，即爲平均偏差。

(五)標準偏差之求法 Standard Deviation 標準偏差者，依偏差固可以知各量數變

異性之強弱，然欲知其變異全體之變異性之強弱程度，則不可能；蓋以雖有同一平均數之二性質，而其變異性之強弱不同者有之；又其平均數雖異，而其變異性之強弱程度相等者，亦有之，例如

第六圖



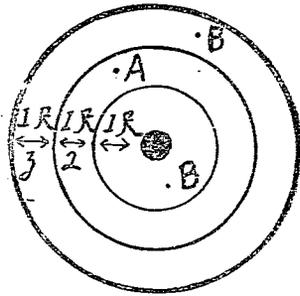
甲之平均數=5

乙之平均數=5

甲乙二量數之平均數雖同爲五，然在甲種變異之數有一至九，而在乙種僅有三至七。由此點觀之，可知甲乙兩種之變異性狀，更由是可知標準偏差用以表示變異全體之變異性強弱之最良方法也。

平均偏差，雖亦可用以表示全體變異性之強弱，然不及標準在計算上爲可靠。茲以圖說明之：（見下圖）

第七圖



圖示從中心至外輪，其距離為一尺之靶，  
 A 在第二圓內射中兩次，B 在第一圓內射  
 中一次，第三圓內又射中一次，試求 A 與  
 B 孰為善射者？

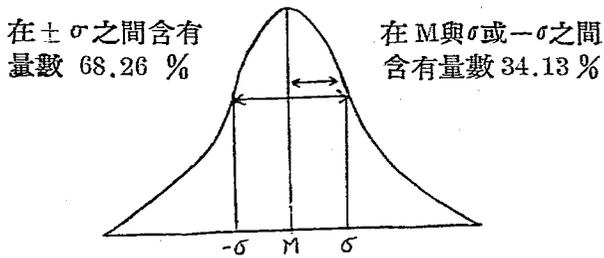
在數學上，標準偏差比之平均偏差為可靠之計算；因為根據於平方法也。  
 如從中心至最外輪其距離一尺之靶，A 與 B 二人向此靶各射兩次，A 於第二圓  
 內射中兩次，B 於第一圓第三圓內各射中一次，若以射中之中心距離遠近為標  
 準，則  $A = 2 + 2 = 4$ ,  $B = 1 + 3 = 4$ ，殊無優劣可分；然以面積論，A 之總面積較  
 B 為小。圓之面積為  $\pi R^2$ ，則 A 所需之面積為  $2\pi R^2$  即  $2 \times \pi R^2$ ；同時 B 所需之面  
 積為  $\pi R^2 + \pi R^2$  即  $1 + 3\pi R^2$ ，其面積之比為 8:10，若將圓之半徑自乘相加，然

後開方，則 A 爲  $\sqrt{2+2^2} = \sqrt{8} = 2.83$ ，而 B 爲  $\sqrt{2+3^2} = \sqrt{10} = 3.16$ ，故 A 爲善射者。依此證明，則標準偏差，較平均偏差，在計算上爲可靠矣。

標準偏差，在曲綫分配圖之橫線上，爲一距離。若在一常態分配圖上，則自平均數上之縱線起，至標準偏差上之縱線止，曲線內含有全部分配之 34.13%。若就平均數左右展開，至正負各一標準偏差計 9，則所含之數量，應加倍爲 68.26%。茲以圖表明之。

常態分配圖上之 $\sigma$ 

## 第 八 圖



在  $M \pm \sigma$  之間量數佔 68.26 %

在  $M \pm 2\sigma$  之間量數佔 95.5 %

在  $M \pm 3\sigma$  之間量數佔 99.7 %

(說明見後)

標準偏差之求法 標準偏差爲差數之方之平均數之平方根。

$$(一) \text{ S.D. (或 } \sigma = \text{Sigma)} = \sqrt{\frac{\sum(FD^2)}{N}} \dots\dots\dots \text{公式 8}$$

舉例

第 十 二 表

V	F	F.V.	D	D <sup>2</sup>	F D <sup>2</sup>
24—25=24.5	9	220.5	-2.27	5.1529	46.3761
25—26=25.5	64	1632.0	-1.27	1.6129	103.2256
26—27=26.5	111	2941.5	— .27	.0729	8.0919
27—28=27.5	75	2062.5	.73	.5329	39.9675
28—29=28.5	36	1026.0	1.73	2.9429	105.9444
29—30=29.5	4	118.0	2.73	7.4529	29.8116
30—31=30.5	1	80.5	3.73	13.9129	13.9129
M=26.77					347.3300

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{\sum(FD^2)}{N}} = \sqrt{\frac{347.33}{300}} = 1.08m, m,$$

算法說明 同前法求得第一項第二項及第三項諸數，但第三項於此公式並不重要，求之可，不求亦可。在求平均數公式內，已求得平均數為26.77m. m.，以此平均數減去第一項各組距列入第四項D欄，如所得之差為負數，則於數字前記以負號，如24.5m. m. - 26.77 = -2.27，正則記以正號。第五項D<sup>2</sup>欄，即第四項各數之平方；第六項FD欄為D之平方乘次數，各數之和，為 $\sum FD^2$ ，然後按公式求之。但求得之數，如組距在一單位以上，應以求得之標準偏差乘以組距之單位。又若N之總和小於五〇，則應以N-1代替N除之。

$$(27) \text{ S.D.} = \sqrt{\frac{\sum F(V-G)^2}{N} - C^2 \dots \dots \dots \text{公式 9}}$$

舉例

第十三表

V	F	V-G	F(V-G)	F(V-G) <sup>2</sup>
24-25=24.5	9	-2	-18	36
25-26=25.5	64	-1	-64	64
26-27=26.5	111	0	-82	0
27-28=27.5	75	1	75	144
28-29=28.5	36	2	92	36
29-30=29.5	4	3	12	16
30-31=30.5	1	4	4	300
	<u>300</u>		<u>163</u> <u>-82</u> 81	<u>371</u> <u>1,237</u>

G=

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum F(V-G)^2}{N} - C^2}$$

$$= \sqrt{\frac{371}{300} - \left(\frac{81}{300}\right)^2} = \sqrt{\frac{371}{300} - .27^2} = \sqrt{1.237 - .0729}$$

$$= 1.08 \text{ m.m.} \quad 1.08 \times 1 = 1.08 \text{ m.m.}$$

算法說明 同前，從略。

標準偏差之特點

(1)  $\mu \pm \sigma \parallel 68.26\%$  全數量數

(二) 從平均數起，各向正負展開一標準偏差，共含有  $68.26\%$  量數，其中任何一量數，與平均數之差，不能超過標準偏差之價值。

(六) 四分偏差之求法 Quartile Deviation 徬徨變異之變異數，以二等分處分之，其變異之價，謂之中數 Median。以四等分處分之，其變異之價，謂之四分價 Quartile。在變異曲線內，其曲線所包圍之面積，引四等分垂直線與底線相交於交點爲止之橫線之長度，即表示此價也。又如中數已有二等分之各面積更二等分之，有第一四分價與第二四分價兩種。若分配完全對稱者，則  $mdn - Q_1 \parallel Q_3 - mdn$ ，而其差數  $mdn - Q_1$  或  $Q_3 - mdn$ ，均可爲量數離中趨勢 Dispersion or Variability 之一種表示，但分配不對稱，則用下式：

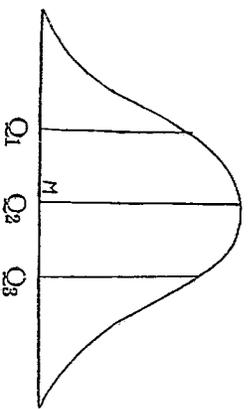
$$Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \dots \dots \dots \text{公式 10}$$

舉例

第十四表

V	F
24—25=24.5	9
25—26=25.5	64
26—27=26.5	111
27—28=27.5	75
28—29=28.5	36
29—30=29.5	4
30—31=30.5	1

第九圖



因  $Q_1 = \frac{1}{4}$  曲線面積     $Q_2 = \frac{1}{2}$  曲線面積     $Q_3 = \frac{3}{4}$  曲線面積

$$Q.D. = \frac{300}{4} = 75 \quad 75 - (9 + 64) = 2 \quad Q_1 = 25.5 + \frac{2}{111} \times 1 = 25.518$$

$$225 - (9 + 64 + 111) = 41 \quad Q_3 = 26.5 + \frac{41}{75} \times 1 = 27.046$$

$$Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2} = \frac{27.046 - 25.518}{2} = .764 \text{ m.}$$

算法說明 同求中數法，不贅。

四分偏差之特點

- (1)  $H - Q$  全數之 50% (或正負四分偏差  $\parallel$  全數之 25%)
- (2) 從中數起，前後展開各 25% 量數，共含有 50% 量數，其中任何一量數與平均數之差，不能超過四分偏差價值之外，此即  $Q$  之意義，例如上表所載事實之四分偏差為 .764 m.，意即謂此表量數之中間 50% 量數，與平均數之差無一能超過 .764 也。

(七) 差異係數之求法 Coefficient of Variability 標準偏差乃用比較同性各個體之差異，且其單位須相同，如其單位不同而相比較，即無價值；例如某個體高度

以尺計，他個體重量以斤計是也。又如兩個體之單位相同，而其平均數之大小多少懸殊，兩相比較，亦無價值，故欲比較之，則宜用差異係數。所謂差異係數者，為一羣中之關於一品性之平均數與標準偏差之比也。其公式如下：

$$C.V. = \frac{S.D. \times 100}{M} \dots\dots\dots \text{公式 11}$$

舉例 求棉花纖維長度之變異，係數同上例：

$$\text{已求得 } M=26.77 \text{ m. m.} \quad S.D.=1.08 \text{ m. m.}$$

$$C.V. = \frac{S.D. \times 100}{M} = \frac{1.08 \times 100}{26.77} = 4\%$$

(八)平均數之或差求法 Probable Error of Mean 在研究生物變異方面，或遺

傳方面，用生物測定學測定其變異程度，在數學上，雖能得其數量，然以物質變遷，所得之結果，或不正確；故須依計算結果上，另取一數，或正或負，使計算結果之數目擴大，則其正確之結果，即在此數目範圍內也。因此，凡計算或差之答數，必有正負二符號並列一起。

在常態分配圖 Normal curve 內，或差 P.E. 與四分偏差 O 本相同，即自橫坐標 Abscissa 中點，至  $\pm O$  或  $\pm P.E.$  之距離，各含 25%，或  $\pm P.E.$  含 50%；惟 O 已採為差數之用，而 P.E. 則用以度量可靠性，此二者之分也。

今既知 P.E. 含有面積 25%，則 25% 處之  $\sigma$ ，即 P.E. 用  $\sigma$  表示之價值。

$$P.E. \text{ 面積 } 25\% = \frac{1}{4} = 25000(O) \quad \text{全面積假設} = 100000$$

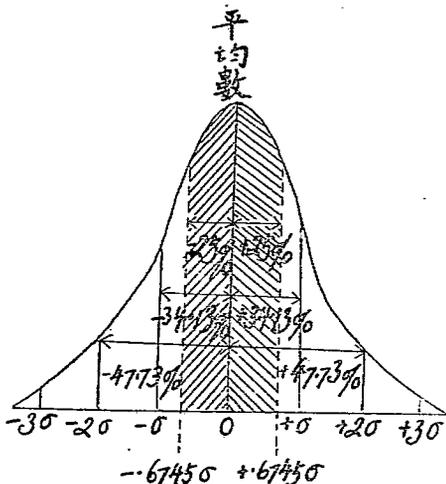
$$\text{檢 } X/S.D. \text{ (附表二)} \quad 25000 = .6745$$

即自平均數中點 O 至 .6745  $\sigma$  引一縱線則其面積為 25% 故 25% 處之  $\sigma$  即

$$P.E. \text{ 用 } \sigma \text{ 表示之價值} = .6745 \sigma \quad \therefore \text{求 } P.E. \text{ 均以 } .6745 \text{ 乘之。}$$

第十圖

常態曲線 P.E. 用  $\sigma$  表示價值



$$\frac{X}{S.D} = .6745$$

常態曲線上，在平均縱線橫坐標 abscissa 各段，與該段上曲線內之面積——平均縱線在橫坐標  $X = 0$  之上，橫坐標上之距離則以  $\sigma$  為標準； $X = .6745 \sigma$  則其所包之面積為 25%； $X = 1.0 \sigma$ ，則其所包之面積為 34.13%； $X = 2.0 \sigma$ ，則其所包之面積為 47.73%。或  $X = \pm .6745 \sigma$ ，面積為 50%； $X = \pm 1.0 \sigma$ ，面積為 68.26%； $X = \pm 2.0 \sigma$ ，面積為 95.46%。

(1) 單區或差，即以  $\pm .6745$  乘其標準偏差即得：

P.E.S. =  $\pm .6745 X \sigma$  (S.D.) ..... 公式 12

(2) 標準偏差，除以總數之方根，再以  $\pm .6745$  乘之，即得：

$$P.E.M. = \pm 0.6745 \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots \text{公式 13}$$

舉例 同前例：

$$P.E.M. = \pm 0.6745 \frac{1.08}{\sqrt{300}}$$

$$= \pm 0.6745 \frac{1.08}{1.73} = \pm 0.04$$

$$\text{即 } M = 26.77 \pm 0.04$$

(3) 總數 N 減一乘以總數 N，除偏差之平方 D<sup>2</sup> 開方後，乘以 ±.6745，即得：

$$P.E.M. = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{D^2}{N(N-1)}} \dots\dots\dots \text{公式 14}$$

(此項公式，多用為小麥十行試驗，或棉花八區試驗。)

舉例 茲以平教會小麥十行試驗品系(三三四號)為例：

第十五表

V各行之產量	D=V-M	D <sup>2</sup>
250.0	15.36	235.9296
222.6	12.04	144.9616
202.0	32.64	1065.3696
284.0	49.36	2436.4096
177.0	17.64	311.1696
199.0	35.64	1270.2096
261.0	26.36	694.8496
263.0	28.36	804.2896
249.0	14.36	206.2096
238.8	4.16	17.3056

$$10 \sqrt{2346.4} \qquad 10 \sqrt{7186.7040}$$

$$\qquad 234.64 \qquad \qquad 718.7$$

$$P.E.M. = \pm .071 \times \sqrt{718.7}$$

$$= \pm .071 \times 26.9 = 1.8$$

$$234.64 \pm 1.8$$

算法說明 先取所欲計算之各數，列於 項 V 欄內，求其和而平均之，然後以該

欄之各值，減去平均數，列於第二項 D<sup>2</sup> 欄內，再平方之，列於第三項 D<sup>2</sup> 欄，總計如此所得之和數，用公式計算之如前式。

(九) 標準偏差之或差求法 總數 N 二倍之方根，除標準偏差，再以 ±0.6745 乘之，即得：

$$P.E. \sigma = \pm 0.6745 \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} \dots\dots\dots \text{公式 15}$$

舉例 用第十二表所舉之例，標準偏差為 1.08 B. E.

$$P.E. \sigma = \pm 0.6745 \frac{\sigma}{\sqrt{2N}}$$

$$= \pm 0.6745 \frac{1.08}{\sqrt{2 \times 300}} = \frac{.728460}{24.5} = \pm 1.03$$

$$\text{即 } P.E. \sigma = 1.08 \pm 1.03$$

(十) 差異係數或差之求法 總數 N 二倍之方根，除差異係數，再以 ±0.6745 乘之

，即得：

$$P.E.C.V. = \pm 0.6745 \frac{C.V.}{\sqrt{2N}} \dots\dots\dots \text{公式 16}$$

舉例 用公式十一所舉之例，差異係數為四% ..

$$P.E.C.V. = \pm 0.6745 \frac{C.V.}{\sqrt{2N}}$$

$$= \pm 0.6745 \frac{4}{\sqrt{2 \times 300}} = \frac{2.6980}{24.5}$$

$$= \pm .11$$

即 P.E.C.V. = 4 ± .11

(十一)常態曲線之繪法 欲繪常態曲線，必根據以下公式：

$$Y = Y_0 - \frac{X^2}{2\sigma^2} \dots\dots\dots \text{公式 17}$$

Y = 圖內任何縱線      Y<sub>0</sub> = 平均縱線即縱線之最高者

$$\sigma = 2.71828 \text{ Napierian 對數底} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N}}$$

X = 橫坐標 Abscissa 上由平均點 0 至任何點之距離

$$\text{於 } Y_0 = \frac{N}{\sigma \sqrt{2\pi}} \quad (\text{甲}) \quad \therefore Y = \frac{N}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{X^2}{2\sigma^2}} \quad (\text{乙})$$

N,  $\sigma$ ,  $\pi$ , e, 均為常數 Constant, Y 與 X 為變數。

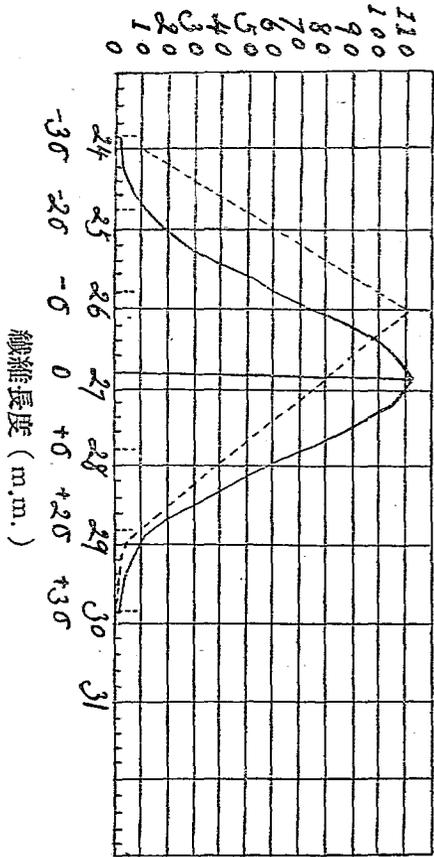
故 X 漸變時, Y 亦隨之漸變, 茲詳言 X 與 Y 之性質。

在常態曲線圖內,  $Y_0$  為平均線, 其餘如  $Y_1, Y_2$  為較短之縱線, 均以  $Y_0$  為標準, 而以  $\frac{Y}{Y_0}$  表示之。又在常態曲線圖內, 橫坐標上之平均點為  $X=0$ , 前已言之, 自 0 至其左右兩邊距離, 均以 X 表之; 因  $\sigma$  之距離, 已慣用為橫坐標上標準距離, 故無論較長較短之距離, X 均以  $\sigma$  為標準, 而以  $\frac{X}{\sigma}$  表示之, 如附表 1。如  $X=0$ , 則  $Y=100000$ ; 若  $X=.1\sigma$ ,  $Y=.99501$ ; 若  $X=.2\sigma$ , 則  $Y=.98020$ ; 依此可繪成常態曲線圖。

例如第十三表所載之事實, 茲繪常態曲線圖如次:

$$M = 26.77 \text{m.m.} \quad \sigma = 1.08 \text{m.m.} \quad Y_0 = \frac{N}{\sigma \sqrt{2\pi}} = \frac{300}{1.08 \sqrt{2} \times 3.1416} = 111$$

常態曲線分配圖 (材料見13表) (第11圖)



繪法說明

- (1) 實際平均數 26.77, 為理論之分配平均點。即  $X=0$ 。
- (2) 以 0 為起點, 在 0 左右兩邊橫線上分記 20, 40, 60, 80, 等距離, 其分

法以原來實際事實之 $\sigma$ 價值1.08乘.2, .4, .6, .8等而得.216, .432等。

(3) 用公式  $Y_0 = \frac{\sigma^2}{2N}$  求得理論分配之  $Y_0$  爲111。

(4) 其餘.2, .4等相對之  $Y$  價值即以附表一所載之值各乘即得：

$$100000:98000 = Y_0 : Y$$

$$\text{如 } X = .2\sigma, \quad Y_0 \text{ 之價值 } 111; \quad \text{則 } Y = 980 \times 111 = 108$$

$$\text{如 } X = .4\sigma, \quad Y = .923 \times 111 = 102; \quad \text{如 } X = .6\sigma, \quad Y = .835 \times 111 = 92;$$

$$\text{如 } X = .8\sigma, \quad Y = .706 \times 111 = 78; \quad \text{如 } X = 1.0\sigma, \quad Y = .606 \times 111 = 67;$$

$$\text{如 } X = 1.2\sigma, \quad Y = .486 \times 111 = 54; \quad \text{如 } X = 1.4\sigma, \quad Y = .375 \times 111 = 41;$$

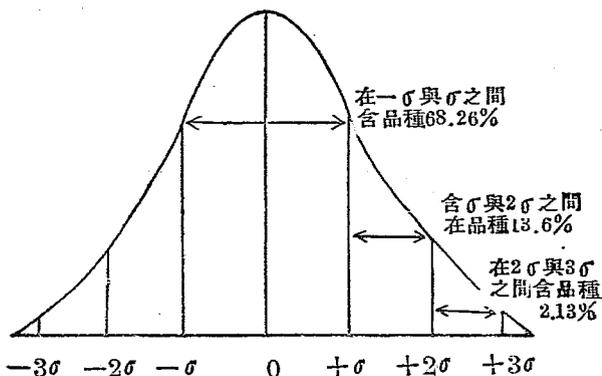
$$\text{如 } X = 1.6\sigma, \quad Y = .278 \times 111 = 30; \quad \text{餘類推。}$$

(十二) 常態曲線圖之應用 茲取棉花品種多種，分爲一二三四五六共六等，若無其他關係，其品種必三四等最多，二五等次之，一六等又次之。因之吾人可應用常態曲線圖以表示之。若將橫坐標上，用 $\sigma$ 分之，中點左右，各爲 $3\sigma$ ，計 $16\sigma$ ，則以一個 $\sigma$ 爲一段，可得六段，而每段所包括之品種，可從附表一檢出。如

第十二圖

常態曲線圖從橫坐標分為六段之圖

圖：



將橫坐標分為六級

- (1)  $-3\sigma$ 至 $-2\sigma$       (2)  $-2\sigma$ 至 $-\sigma$   
 (3)  $-\sigma$ 至 $0$           (4)  $0$ 至 $\sigma$   
 (5)  $\sigma$ 至 $2\sigma$           (6)  $2\sigma$ 至 $3\sigma$

檢表

0至 $3\sigma$ 之品種數為49.86%

0至 $2\sigma$ 之品種數為47.73%

2.13% (一六兩等)

0至 $2\sigma$ 之品種數為47.73%

0至 $\sigma$ 之品種數為34.13%

13.60% (二五兩等)

$34.13\% \times 2 = 68.26\%$  (三四兩等)

品種等級 一等 二等 三等 四等 五等 六等

每級品種數 2 14 34 34 14 2

或 2.13%, 13.6%, 34.13%, 34.13%, 13.6% 2.13%

## 個性相關 Correlation of Characters

個性相關者，即指兩個性中互有連帶關係者也。育種家於此種有連帶關係之品種，可由一個性之情形，而推知其他個性之情形。生物有某部分發達，而他部相連帶的發達；如植物莖枝之顏色，相關於花之顏色，如 *Nasturtium* 蔊菜屬之葉莖黑色，其花亦為黑色。又如以大小論，植科高者，比之低者重；植科大者，比之小者產量豐。此種相關，因遺傳與環境影響於生物之有機體，使有差別等級也。

相關之效用 顯明易見之個性，與吾人所需要而難以觀察之優良個性相關；則此相關現象，於育種頗為便利。蓋於植物幼小時代，即可以顯明易見之個性，而測知其優良個性，實行淘汰手續；既省時間，又節工本。例如巴克爾氏 Parker 在 *Kansas* 試驗場，舉行高粱交配試驗，得知高粱莖之含汁與否，相關於其葉之中脈明暗。赫得開氏 Hedrick 在日內瓦試驗場觀察，知葡萄在幼小時，如節間短，其果叢緊密，長則疏散。是節間長短，相關於果叢之疏密。

個性間非完全相關，但亦須知其相關之程度；若相關之程度大，即可由觀察而判斷之；但武斷之判定，常遭失敗。育種家宜用真確計算方法，以爲判斷之根據。相關之原因，從各種生物研究，知相關之起因，係多方面的同一感應，使個體之某一部分發達，而他部分同時進展。此種感應，非環境即遺傳，或二者兼具。其他之相關，因爲同一遺傳因子，或多數因子發現於有機體之各部，如莖之顏色，與花之顏色相關；亦有由於遺傳因子之新結合，而遞傳後代。

相關之分類 普通相關，可分爲身體質上相關，與生殖質上相關。身體質上相關，由於外界環境影響於有機體之各部，遂致一部分之發達，而他部分同時發達。生殖質上相關，基於生殖質，非由於同性因子之表現不同，即由於同染色體中三異性因子之連鎖表現也。

相關程度之計算 個體依兩對不同個性之在與不在而分類，吾人計算其間之連鎖相關程度，頗爲簡易；例如有苞殼籽粒，平滑而富澱粉質之玉蜀黍，與通常之果穗之

籽繙縮而富糖分者舉行交配，在第二代分爲有苞殼之穗，與富澱粉之種子相連鎖；及通常之果穗，與繙縮之種子相連鎖。據游爾氏 *W. C.* 試驗實在之數目，爲從澱粉籽粒生出一二三棵之有苞殼，四棵無苞殼；從繙縮籽粒生出七株有苞殼，二五棵爲通常者。易言之：上代個性，業已固定，而新結合甚少；因此，連鎖相關程度之計算，分爲二類：一爲澱粉種子之在與不在，二爲苞殼之在與不在。其圖式如次：

	澱粉籽粒	非澱粉籽粒
有苞殼	113	7
無苞殼	4	25

澱粉籽粒，與有苞殼穗之連鎖相關程度，可以下式算出：

$$\frac{(113 \times 25) - (7 \times 4)}{(113 \times 25) + (7 \times 4)} = +0.98$$

普通之公式爲：

$$\frac{ad-bc}{ad+bc}$$

abcd 代表個體在一類之數量，並分個性在與不在之 M 與 N 二種：

	具 M 個性	不具 M 個性
具 N 個性	a	b
不具 N 個性	c	d

當 ad 等於 bc 時，則連鎖關係數等於零；ad 大於或小於 bc 時，其係數或正或負；當 ad 或 bc 等於零時，則連鎖關係數爲完全，其係數爲一；否則介於「一」與「-」之間。如上例連鎖關係數爲 +0.98，以示同染色體之各因子互爲接近，而控制其後代個性；如無因子連鎖關係 Linkage，其比例當近於 9:3:3:1。

$$\frac{(9 \times 1) - (3 \times 3)}{(9 \times 1) + (3 \times 3)} = 0$$

相關之計算 計算相關，須從兩個性着手製成相關表，編定等級，然後按全個體中之一個性，詳為測算，列於相關表之縱列或橫列。一個性既畢，再測算另一個性，如此完成整個之相關表。可研究個性相關之為正抑為負，及有無相關諸問題。茲以作者定三十棉之育種研究記載為例：

表 指(g) 第十六表

指(g)	3.00-3.30 =3.15g	3.30-3.60 =3.45g	3.60-3.90 =3.75g	3.90-4.20 =4.05g	4.20-4.50 =4.35g	4.50-4.80 =4.65g	4.80-5.10 =4.95g	5.10-5.40 =5.25g	總數
5.80-6.20 = 6.00g		3	1	2	3				6
6.20-6.60 = 6.40g	2		1	9	3				15
6.60-7.00 = 6.80g			6	13	13	1	2	1	36
7.00-7.40 = 7.20g	2	1	1	9	7	18	4		42
7.40-7.80 = 7.60g			2	3	11	7	14	1	40
7.80-8.20 = 8.00g			3	12	1	4	16	3	39
8.20-8.60 = 8.40g			1	4	3	1	7	2	18
8.60-9.00 = 8.80g				1	1			2	5
總數	4	10	28	41	35	31	43	9	201

上表之解釋 上表就棉之衣指與籽指之關係而加以研究，相關表中令爲橫格與縱格各九行，橫格代表籽指，縱格代表衣指，如籽指在六·二克與六·六克之間，而衣指在三·〇克與三·三克之間，檢查各個體中之個數，一一記畫於第一格第二行內；又如籽指在七·〇克與七·四克之間，而衣指在三·〇克與三·三克間者，亦一一記畫於第一格第四行，餘類推。迨該各個體完畢時，記其各格各行之總數，且另抄寫一表，以便應用，如上表是也。

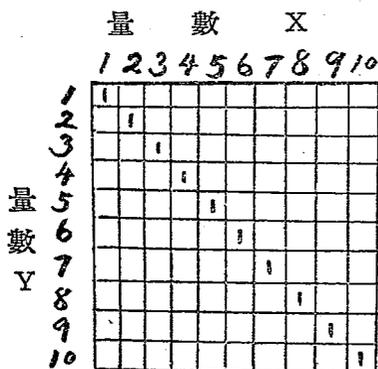
據上表，吾人可知棉之衣指與籽指爲正相關，即籽指愈大，而衣指亦愈高。同法求得棉之纖維長度，與衣分爲負相關，即纖維愈長，而衣分愈低。

相關之種類 相關之種類，可分爲三：

(一)正相關 若一種量數由小而大，他種量數亦隨之由小而大，則其相關爲正相關，如上表棉之籽指大者，衣指必高。

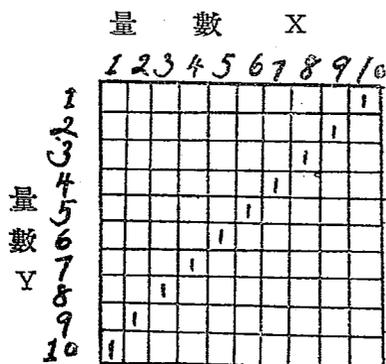
(二)負相關 若一種量數由大而大，他種量數反由大而小，則其相關爲負相關，如

第十三圖



甲

完全正相關



乙

完全負相關

茲以圖表明相關之情形：

(三)不相關 若一種量數由小而大，他種量數或大或小，毫無一定之趨勢，不稍受第一種量數之影響者，是謂之不相關；如小麥莖之高低，與分蘗之多少是矣。

棉之纖維長者，衣分常低。

三種不同之相關：

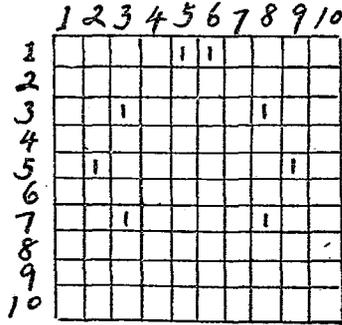
在圖甲  $r = +1.00$

在圖乙  $r = -1.00$

在圖丙  $r = 0$

相關係數 Correlation Coefficient

兩種量數相關之程度，必有確實之數字以表示



丙  
不 相 關

之，否則不足以示相關之實情。相關係數者，即兩種量數相關之指數也。

兩種量數完全相關時，其相關係數可定為  $\pm 1$ ；兩種量數完全負相關時，其係數為  $-1$ ；兩種不相關時，則係數為  $0$ ；故自  $-1$  至  $+1$  可得相關係數之種種等級。就事實言， $\pm 1$  與  $-1$  及  $0$  不可多得，實際上緊要問題，即相關之程度，宜根據何種標準。普通  $0.1$ — $0.4$  表示相關之低者； $0.4$ — $0.7$  表示相關之切實者； $0.7$ — $1$  表示相關之高者。

相關係數之求法 (一) 研究兩個個性相關之通常方法，並不全恃已知之遺傳連鎖關係，而必藉相關係數以為根據。 $r$  為代表相關係數者，其公式如下：

$$r = \frac{\sum D \times D Y}{N} - (C_1 C_2) \dots \dots \dots \text{公式 18}$$

$$C = \frac{\sum F D}{N}, \quad S.D. = \sqrt{\frac{\sum F D^2}{N} - C^2}$$

舉例(一)以正相關之圖為例

第十七表

N=10 G=1 X

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	D	FD	FD <sup>2</sup>	$\sum D$	$\sum D^2$	XD	XDY
1	1										1						1	
2		1									1	1	1				1	
3			1								1	2	2				4	
4				1							1	3	3				9	
5					1						1	4	4				16	
6						1					1	5	5				25	
7							1				1	6	6				36	
8								1			1	7	7				49	
9									1		1	8	8				64	
10										1	1	9	9				81	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	45	45				285	285

$$C_1 = \frac{\sum FD}{N} = \frac{45}{10} = 4.5 \quad C_2 = 4.5$$

$$S.D_1 = \sqrt{\frac{\sum FD^2}{N} - C^2} = \sqrt{\frac{285}{10} - (4.5)^2} = 2.87$$

$$S.D_2 = \sqrt{\frac{\sum FD^2}{N} - C^2} = \sqrt{\frac{285}{10} - (4.5)^2} = 2.87$$

$$r = \frac{28.5 - (4.5 \times 4.5)}{2.87 \times 2.87} = \frac{8.25}{8.25} = 1$$

$$\frac{\sum(XY)}{N} - \bar{X}\bar{Y}$$

$$\text{相關係數求法(二)} \quad r_{XY} = \frac{\sqrt{\frac{\sum(X^2)}{N} - \left[\frac{\sum(X)}{N}\right]^2} \sqrt{\frac{\sum(Y^2)}{N} - \left[\frac{\sum(Y)}{N}\right]^2}}{\frac{\sum(XY)}{N} - \bar{X}\bar{Y}} \dots\dots\dots \text{公式19}$$

如個體數頗少，而欲求其相關係數，可無須製成相關表以求之。本例求小麥蛋白質之含量，與麪包體積之相關。茲以海斯 Hayes 以拜來博士 Dr. C. H. Bailey 取 Minnesota 試驗場之小麥品種，用等量籽粒相和，研為麥粉，製成麪包試驗之結果例為例。

第十八表

X =	Y =
麵包體積	蛋白質含量
1,980	14.9
2,030	14.3
2,235	17.1
2,245	15.4
2,285	15.3
2,225	14.7
2,030	14.3
2,070	14.7
2,010	14.1
2,000	13.9
1,990	13.4
2,210	14.1
2,060	14.1
2,000	14.1
1,930	14.9
1,970	13.7
1,980	13.7
2,010	13.6
2,020	13.4
2,010	13.9
41,090	287.6

麵包之體積 X，與蛋白質含量 Y 列成平行格，X 與 Y 之平均數，直接由各該數和，除以試驗次數即得。 $M(X)$  與  $M(Y)$  之值，為 X 與 Y 平方之各該數和。 $M(XY)$  為 X 乘 Y 之積之和。

$$\begin{aligned} \sum(X) &= 41,090 & \sum(Y) &= 287.6 \\ \sum(X)^2 &= 84,624,900 & \sum(Y)^2 &= 4,149.96 \\ \sum(XY) &= 592,057.5 \\ \frac{\sum(X)}{N} &= 2,054.5 & \frac{\sum(Y)}{N} &= 14.38 \end{aligned}$$

$$\frac{\sum(X^2)}{N} = 4,231,245 \quad \frac{\sum(Y^2)}{N} = 207,498 \quad \frac{\sum(XY)}{N} = 29,602.875$$

$$r = \frac{29,602.875 - (2,054.5 \times 14.38)}{\sqrt{4,231,245 - 2,054.5 \times 207.498 - (14.38)^2}} = 0.6910$$

$$P.E. r = \pm 0.6745 \frac{1-r^2}{N} \dots \dots \dots \text{公式} 20$$

$$P.E. r = \pm 0.6745 \frac{1-r}{\sqrt{N}} = \pm 0.0788 \text{ 即 } r = .691 \pm .0788$$

相關係數求法(三) 如個體之數甚多，則每個性應置入相關表內，以求其相關係數之為便利。例如前例求棉之衣指與籽指之相關衣指之等級，自 3.15g—5.45g，每等級之差為 3g，同時籽指之等級，自 6.00g—8.80g，每等級之差為 .4g。茲為方便起見，每等級以一二三等數字代表之。

X 衣 指 第 十 九 表

	1	2	3	4	5	6	7	8	F	D	FDY	FD <sup>2</sup> Y	FDX <sup>2</sup> Y	FDX <sup>3</sup> Y
6.00	1	3	1	2					6	-3	-18	45	21	
6.40	2		1	9	3				15	-2	-30	60	8	
6.80	3		6	13	13	1	2	1	35	1	-35	35	-19	
7.20	4	2	1	9	7	18	4		42	0	0	0	0	
7.60	5		2	3	11	7	14	1	40	1	40	40	65	
8.00	6		3	1		4	16	3	39	2	78	156	100	
8.40	7		4	3		1	7	2	18	3	54	162	75	
8.80	8		1	1	1			2	5	4	20	80	32	
			28	41	35	31	43	9	201		108	588	282	
			10	41	35	31	43	9	201		108	588	282	
			28	41	35	31	43	9	201		108	588	282	
			1	ba	1	2	3	4						
			1	ba	1	2	3	4						
			28	41	35	31	43	9	201		108	588	282	
			20	41	35	31	43	9	201		108	588	282	
			12	41	35	31	43	9	201		108	588	282	
			36	41	35	31	43	9	201		108	588	282	

$CY = \frac{202}{201} = 1.0X, .3 = .3$

$CY = \frac{108}{201} = .537X, .4 = .215$

$MX = 4.05 + .30 = 4.35$

$MX = 7.20 + .215 = 7.415$

Y 籽 指  
E →

3.15 3.45 3.75 4.05 4.35 4.65 4.95 5.25

$$S.D.. = \sqrt{\frac{\sum FD^2}{N} - C_2^2} = \sqrt{\frac{794}{201} - (1.0)^2}$$

$$= 1.71 \quad S.D.. \times 3 = 5.13$$

$$S.D..r = \sqrt{\frac{\sum FD^2}{N} - C_1^2} = \sqrt{\frac{588}{201} - (.537)^2}$$

$$= 1.62 \quad S.D..r \times 4 = 6.48$$

$$r = \frac{1.403 - (.537 \times 1)}{1.62 \times 1.71} = \frac{.866}{2.7702} = .312 \pm .04$$

相關係數求法(四) 求多數個體之兩個性相關，用前法所求得之係數與此法所求得者相同，茲仍用前例說明之。(組距及個體分配俱同前)

在此例  $Y_x$  之值，等於以  $Y$  組距值乘  $X$  各組距中之次數之和。如組距 6.00 與 1 之  $YX$  值為：

$$(3 \times 2) + (1 \times 3) + (2 \times 4) = 17$$

又如組距6.00或1之 $(Y_x)^2$ 爲：

$$(3 \times 2^2) + (1 \times 3^2) + (2 \times 4^2) = 53$$

又如組距6.00或1之 $\Sigma(XY)$ 爲：

$$(1 \times 3 \times 2) + (1 \times 1 \times 3) + (1 \times 2 \times 4) = 17$$

第二十表

	3.15	3.45	3.75	4.05	4.35	4.65	4.95	5.25	F	$\Sigma(YX)$	$\Sigma(YX)^2$	$\Sigma(XY)$
6.001	1	2	3	4	5	6	7	8	6	17	53	17
6.402	2	3	1	2	3				15	56	230	112
6.803			6	13	13	1	2	1	36	163	785	489
7.204	2	1	1	9	7	18	4		42	214	1168	856
7.605		2	2	3	11	7	14	1	40	225	1351	1125
8.006		3	12	1		4	16	3	39	206	1256	1236
8.407		1	4	3		1	7	2	18	97	595	679
8.808			1	1	1			2	5	28	178	224
F	4	10	28	41	35	31	43	9	201	1006	5616	4738

$$\begin{array}{r} \sum(XY) \quad \sum(XY)^2 \quad \sum XY \\ 40 \quad 226 \quad 12 \\ 226 \quad 817 \quad 42 \\ 621 \quad 580 \quad 143 \\ 665 \quad 1351 \quad 145 \\ 368 \quad 237 \quad 136 \\ \hline 4738 \quad 4668 \quad 912 \\ \frac{\sum(XY)}{N} = \frac{912}{201} = \bar{Y} = 4.537 \\ \frac{\sum(XY)^2}{N} = \frac{4668}{201} = 23.223 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \frac{\sum(YX)}{N} &= \frac{1006}{201} = \bar{X} = 5.005 \\ \frac{\sum(YX)^2}{N} &= \frac{5616}{201} = 27.9403 \\ \frac{\sum(XY)}{N} &= \frac{4738}{201} = 23.572 \\ \frac{\sum(XY)/N - \bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sum(YX)^2}{N} - (\bar{X})^2} \sqrt{\frac{\sum(XY)^2}{N} - (\bar{Y})^2}} &= \frac{23.572 - 5.005 \times 4.537}{\sqrt{27.9403 - 5.005^2} \sqrt{23.223 - 4.537^2}} \\ &= \frac{23.572 - 22.708}{\sqrt{27.9403 - 25.050} \sqrt{23.223 - 20.582}} \\ &= \frac{0.864}{\sqrt{2.890} \sqrt{2.641}} \\ &= \frac{0.864}{\sqrt{7.634}} \\ &= 0.312 \pm 0.04 \end{aligned}$$

相關係數求法(五) 如所欲求兩個性相關之個體，並未歸類，則其間相關係數之求法，與上略異。茲舉例如次：

第二十一表

X 某一個體	Y 又一個體	DX	DY	DX <sup>2</sup>	DY <sup>2</sup>	DXDY
17	.5	-33	-3.8	1089	14.44	125.4
32	1.3	-18	-3.0	324	9.00	54.0
44	2.3	-6	-2.0	36	4.00	12.0

55	3.3	5	-0.6	25	.36	-3.0
52	5.3	2	1.0	4	1.00	2.0
60	6.3	10	2.0	100	4.00	20.0
65	8.5	15	4.2	225	17.64	63.0
26	.6	-24	3.7	576	13.69	88.8
28	.6	-22	3.6	484	12.96	79.2
60	4.7	10	0.4	100	.16	4.0
66	9.5	16	5.2	256	27.04	83.2
64	7.3	14	3.0	196	9.00	42.0
40	1.6	-10	-2.7	100	7.29	27.0
50	1.5	0	-2.8	0	7.84	0
46	3.3	-4	-1.0	16	1.00	4.0
51	2.6	1	-1.7	1	2.89	1.7
60	5.5	10	1.2	100	1.44	12.0
65	5.7	15	1.4	225	1.96	21.0
50	4.5	0	0.2	0	.04	0
67	11.4	17	7.1	289	50.41	120.7
20	20	20	20	20	20	20

X方面  
G=50  
C=-.1

Y方面  
G=4.3  
C=.4

$r = \frac{S.D.X.S.D.Y}{S.D.X.S.D.Z}$   
N  
ZDXY - C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>

S.D.=14.4 S.D.=3.04

20|4149 20|86.16 20|753.6

207.3 90.308 37.68

$$M=49.9 \quad M=4.7$$

$$S.D.=14.4 \quad S.D.=3.04$$

$$= \frac{37.68 - (-.04)}{43.776} = .68 \pm .08$$

相關係數之解釋 金氏 King 據相關係數與或差之關係，有以下之規定與解釋：

- (一) 如相關係數  $r$  小於其或差，則無相關現象。
- (二) 如相關係數  $r$  大於其或差六倍以上，則相關為顯著。
- (三) 如或差較小時：

- (1) 如相關係數  $r$  小於  $0.3$ ，則相關為不顯著。
- (2) 如相關係數  $r$  在  $0.5$  以上，則相關為事實。

據上數例，第一例  $r$  為  $+.1$ ，為完全相關。第二例為  $\frac{r}{P.E.r} = \frac{.6910}{.0788} \approx 8.8$ ，據金

氏定則第二項相關係數大於或差幾九倍，證明麵包體積與蛋白質含量之相關為顯著

。第三例  $\frac{r}{P.E.r} = \frac{.312}{.04} \approx 7.8$ ，相關係數大於或差八倍，雖或差較小，但  $r$  並

不小於  $0.3$ ，亦足以說明棉之籽指與衣指之相關為事實之存在也。又如第五例，

相關亦頗顯著云。

迴歸方程及直線公式 Regression Equation and Linear

相關係數，乃用數字表示甲乙二個性或甲乙二物之關係。但究竟甲個性對於乙個性，其影響多少；乙個性對於甲個性，影響多少；二者是否相等，或孰為較大；此項重要問題，相關係數殊難解答。迴歸方程能分析甲乙二個性，彼此互施不同之影響，惟其意義及算法較為深繁。茲錄 Pearson 之迴歸方程如下：

$$\bar{X} - r \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} (Y - \bar{Y}) \dots\dots\dots \text{公式 21}$$

$$Y - \bar{Y} = r \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} (X - \bar{X}) \dots\dots\dots \text{公式 22}$$

$$\bar{X} = \text{平均數MX} \quad \bar{Y} = \text{平均數MY}$$

$$X = \text{任何量數X} \quad Y = \text{任何量數Y}$$

$$r = X \text{及} Y \text{量數之相關係數} \quad \sigma_X \text{及} \sigma_Y \text{量數之} \sigma$$

舉例 以第十九表所載衣指與紵指之相關事實為例：

第十四圖

		3.15	3.45	3.75	4.05	4.35	4.65	4.95	5.25	
		1	2	3	4	5	6	7	8	F
6.00	1		3	1	2					6
6.40	2	2		1	9	3				15
6.80	3			6	13	13	1	2	1	36
7.20	4	2	1	1	9	7	18	4		42
7.60	5		2	2	3	11	7	14	1	40
8.00	6		3	12	1		4	16	3	39
8.40	7		1	4	3		1	7	2	18
8.80	8			1	1	1		2		5
	F	4	10	28	41	35	31	43	9	201

在該表所求得之  $\sigma_X = .3$   $\sigma_Y = .215$   $\sigma_{XY} = .312$

$MX=4.35$   $MY=7.415$

按公式  $X - \bar{X} = r \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} (Y - \bar{Y})$

即  $X - 4.35 = .312 \frac{.5.13}{6.48} (Y - 7.415)$

又按公式  $Y - \bar{Y} = r \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} (X - \bar{X})$

即  $Y - 7.415 = .312 \frac{6.48}{5.13} (X - 4.35)$

$\therefore X = 2.47Y + 2.518$

$Y = .394X + 5.701$

若  $Y=6.00$ 則  $X=4.0$  ;若  $Y=8.8$ 則  $X=4.7$ ;

若  $X=3.15$ 則  $Y=6.94$ ;若  $X=5.25$ 則  $Y=7.77$ .

算法說明：

(1)  $CX = .30$ ;  $CY = .215$ ;  $\sigma_X = 5.13$ ;  $\sigma_Y = 6.48$ ;  $r_{XY} = .312$ ; 均由第十五表算出。

(2) 求衣指之平均數，得  $MX = 4.05 + .30 = 4.35$ ，及籽指之平均數，得  $MY = 7.20 + 2.15 = 7.415$ 。

(3) 按公式求得  $X = 2.47$   $Y = 2.518$ ， $Y = .394X + 5.701$ 。

(4) 再用籽指  $Y$  最大量數  $8.80$  及最小量數  $6.00$  而求相當之  $Y$  價值，即：

若  $Y = 6.00$  則  $X = 4.00$ ，若  $Y = 8.8$  則  $X = 4.70$ ，於是畫得迴歸  $RR$ 。

(5) 同法，若  $X = 3.15$  則  $Y = 6.94$ ，若  $X = 5.25$  則  $Y = 7.77$ ，於是畫得迴歸  $CC$ 。

直線公式：

$$1. \quad \Sigma N + \Sigma X(M) = \Sigma Y \dots\dots\dots \text{公式 23}$$

$$2. \quad \Sigma X(N) + \Sigma X^2(M) = \Sigma XY \dots\dots\dots \text{公式 24}$$

簡便之式： $Y \quad N \quad X \quad X^2 \quad XY$

則  $Y = MX + N$ ，或  $M = \frac{N + MX}{Y}$

舉例 茲有甲乙兩量數，各求其直線：

(1) 甲量數為 20, 16, 26, 30, 20, 34 等。

(2) 乙量數為 26, 23, 23, 37, 26, 39 等。

(1) 先求甲量數

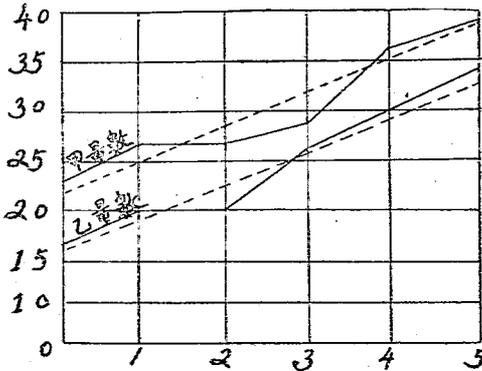
Y	N	X	X <sup>2</sup>	XY
16	1	0(M)	0	0
20	1	1(M)	1	20
20	1	2(M)	4	40
26	1	3(M)	9	78
30	1	4(M)	16	120
34	1	5(M)	25	170
146Y	6N	15X(M)	55X <sup>2</sup>	428XY

用 公 式

以 1 乘 (1) 式  
以 3 乘 (2) 式

$$\begin{array}{r}
 6N + 15M = 146 \dots\dots\dots (1) \\
 15N + 55M = 428 \dots\dots\dots (2) \\
 66N + 165M = 1606 \\
 45N + 165M = 1284 \\
 \hline
 21N = 322
 \end{array}$$

迴歸線圖



第十五圖

查N為起點，M為斜度，如M為正數，每級加以M數則可逐漸上升，如M為負數，則每級亦加此數，則逐漸下降。本例甲量數N為15.33，M為3.31， $y=31.88$ ，故能畫一虛線，而逐漸上升也。

(2) 同法求得乙量數

$$\begin{aligned}
 & \therefore N = 15.33 \\
 & \text{以N值代入任一式得 } M = 3.31 \\
 & Y = MX + N = 3.31 \times 5 + 15.33 = 31.88 \\
 & N = 21.6; M = 3.3 \\
 & Y = 3.3 \times 5 + 21.6 = 38.1
 \end{aligned}$$

迴歸方程之應用 根據相關係數，僅可知甲乙兩個性籠統相關之程度，根據迴歸方程，可知甲乙兩個性彼此互施影響之輕重；既知甲個性對乙個性之確切影響，則吾人可根據甲個性而預測乙個性之狀況；反之亦然。故迴歸方程，具有預測之功用。茲以前例說明之。

X衣指量之平均數  $\bar{X} = 4.35$

$$\sigma_X = 1.71$$

Y籽指量之平均數  $\bar{Y} = 7.415$

$$\sigma_Y = 1.62 \quad N = 2,01$$

如是則X向Y迴歸方程：

$$X - \bar{X} = r \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} (Y - \bar{Y})$$

$$X - 4.35 = .32 \frac{1.71}{1.62} (Y - 7.415)$$

$$X = 2.47Y + 2.518$$

根據上列方程201個品系之中，若知籽指Y任何一品系之量數，即可預知其衣

分析相關 Partial Correlations

假定肥料之 分量 (%)	假定某作物 之序量(噸)
0	2.0
2	3.0
4	3.6
6	4.2
8	?

試求肥料為 8 % 時之理論  
產量?

	y	N	x	x <sup>2</sup>	xy
0	2.0	1	0	0	0
2	3.0	1	1	1	3
4	3.6	1	2	4	7.2
6	4.2	1	3	6	12.6
	12.8	4	6	14	22.8

將求得之數代入公式

$$(1) 4N + 6M = 12.8$$

$$(2) 6N + 14M = 22.8$$

如上法求得  $N = 2.12$

$$M = .72$$

$$\text{因 } y = N + Mx$$

$$\text{故 } x = 0, y = 2.12 + .72 \times 0 = 2.12$$

$$x = 2, y = 2.12 + .72 \times 2 = 3.56$$

$$x = 4, y = 2.12 + .72 \times 4 = 5.00$$

依法可繪成直線而知  
施肥 8 % 產量之增加亦頗  
顯著云。

直線公式之應用 例如作物肥料之增加，其產量亦隨之而增加，但至一相當程度，則肥料雖增加，而作物產量未必隨之增加。因此須知施肥之顯著時期，藉定用量之多寡。今設產量之增加，隨肥料增加而成直線，其結果如下：

則  $X = .247 \times 8.8 + 2.406 = 4.58$ ，  
 指量數之大小。今若  $Y = 6.8$ ，則  $X$  大概為  $.247 \times 6.8 + 2.406 = 4.09$ ，若  $Y = 8.8$ ，

通常所謂相關法，多為兩個性或兩事物之相關，但實際上未有如此之單純。常有一個性受他數個性之影響，而此數個性又互有影響，情形甚為複雜也。例如棉花衣分之高低，與種子之輕重，有密切之關係；種子之輕重，與鈴之大小有關係；而鈴之大小，又與衣指有關係。若從中抽出某部分之關係，則其他兩個性相關之程度，必因之變更；如此所求得之兩個性相關，始為正確。

通常相關，只有二變量，如棉花衣分與種子輕重之相關為  $r_{12}$  者，吾人可書  $r_{12} = r_{21}$ 。1 代表第一變量，2 代表第二變量；設第一變量第二變量之外，又有第三變量，鈴之大小雜出其間，而與衣分高低及種子輕重各發生關係，則欲得兩變量之純粹關係，勢須抽出第三變量鈴之大小關係；其相關係數之表示如  $r_{12.3}$ 。茲將分析相關之公式列下：

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} r_{13} r_{23}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}} \dots \dots \dots \text{公式 25}$$

舉例：

設棉花之衣分爲 1

種子之輕重爲 2

鈴之大小爲 3

據 Dunlary 氏在 Texas 試驗之結果

衣分與種子輕重相關係數  $-0.53(r_{12})$

種子輕重與鈴之大小相關係數  $+0.66(r_{23})$

鈴之大小與衣分相關係數  $-0.39(r_{13})$

$$\text{依公式 } r_{12.3} = \frac{-0.53 - (-0.39)(0.66)}{\sqrt{1 - 0.39^2} \sqrt{1 - 0.66^2}} = -0.41$$

從可知若無鈴之大小混雜其間，則衣分與種子輕重相關較低。

四個變量之分析相關 個性而有四個，今僅求其中之二個相關係數，則必抽出其他

兩個性之關係，而所得之係數，方爲其真正之係數。其公式如下：

$$r_{12.31} = \frac{r_{2.3} - r_{4.3} r_{24.3}}{\sqrt{1 - r_{14.3}^2} \sqrt{1 - r_{24.3}^2}} \dots \dots \dots \text{公式 26}$$

此式算法至爲複雜，可代用以下之較便公式。

$$r_{12.31} = \frac{r_{12}(1 - r_{34}^2) - r_{13}(r_{23} - r_{24}r_{34}) - r_{14}(r_{24} - r_{23}r_{34})}{\sqrt{1 - r_{13}^2 - r_{14}^2 - r_{34}^2 + 2r_{13}r_{14}r_{34}} \sqrt{1 - r_{23}^2 - r_{24}^2 + r_{23}r_{24}r_{34}}} \dots \text{公式27}$$

舉例 以Hayes春小麥之麵包容積，蛋白質含量，麵筋質及發酵能力等之各各相關係數為例：

麵包容積(1)與： 蛋白質含量(2)與： 麵筋質(3)與：

蛋白質含量(2)相關係數0.6910 ± 0.0788

麵筋質(3)相關係數-0.3695 ± 0.1302 -0.4134 ± 0.1251

發酵能力(4)相關係數0.2467 ± 0.1416 0.3081 ± 0.1365

-0.2386 ± 0.1422

以各相關係數代入公式

$$r_{12.34} = \frac{.6910(1 - .2386^2) - .3695(.4134 - .3081 \times .2386)}{\sqrt{1 - .3695^2 - .2467^2 - .2386^2 + 2 \times .3695 \times .2467 \times .2386}} \\ - \frac{.2467(.3081 - .4134 \times .3081)}{\sqrt{1 - .4134^2 - .2386^2 - .3081^2 + 2 \times .4134 \times .2386 \times .3081}} \\ = .6216$$

同理可求得其他兩個性相關係數。

## 第七章 突變論 Mutation Theory

### 突變之意義

由環境而起之變異，可以人事調劑環境；由染色體內之因子結合或分離而起之變異，可用節制因子行動之定律校正之；但某種變異，事前不能預知，亦無法調劑與校正，育種家採取此種變異之品種而育種之，可得新品系。此種新品系，既不能以環境影響，與因子之分離及結合定律解釋之，又不能尋出過去之歷史，此種變異，謂之突變 Mutation。易言之：突變者，來自無定之突然變異，與其父母迥不類似，忽然間發生之新個體者也。通常之變異，雖少與父母親屬完全相同，但都為大體類似者；故在進化學上言之，進化為遲緩；而突變現象，其來也驟焉，寓有特異之個性；此種特異之個性，既變之後，又屬固定，遺傳後代，在進化學上供獻甚大。

突變約可分為三種：一為進化之突變，即突變之新個體，增進優良之新個性；

二爲退化之突變，即其優良個體隱而不顯；三爲返祖之突變，即其原有個性，突然失去，而返其祖先之性狀；吾人所謂無益之突變，即屬後二者。

### 突變之學說

一九〇三年，荷蘭植物學專家戴佛瑞氏 De Vries 發表偉著突變學說，其學說均根據其試驗結果而來。戴氏偶於野外發現月見草 *Evening Primrose* 中，有形態特異之一株，携歸園內試驗，並行自花授精手續，免去雜交遺失本性；乃種植數代，又有與母本不同之植科發現；但母本一派，仍不消失，繼續繁殖，僅多添無數旁派。戴氏認爲此種新變異，並非孟特爾之分離現象，確係生殖細胞之變異。故其結論：謂突變爲驟然而來，爲生殖細胞之變異；此種變異，與其親本迥然不同，能遺傳其新個性與其後代，而獨樹一新品系也。

### 突變之定則

(一) 新種之發現也驟焉 達爾文 主張變異由天擇 *Natural selection* 之影響而漸變，

根據小變異 Small Variation 之多寡，如同類之小變異漸積多，即另爲一品種 Variety，再積多數變異，而另成一新種 New species。戴氏謂新種之發現突如其來，實緣生殖細胞一朝變換者。無論變異之大小，均爲突變，小則另成一品種，大則另成一種或一屬 Genus 也。

(二)新種從嫡派而旁出 突變之種，由嫡派旁出，另成一新種；而嫡派自己仍繼續遺傳，並不消滅，如月見草之 *Oe. Lamarckian* 一種，仍繁殖甚盛是。

(三)新種之遺傳，乃固有之能力，無須藉選擇之功夫 突變之新種，雖能將新個性遺傳至後代；然生長之間，不免有幾許變異；此種變異，在育種家須嚴行淘汰，不令繁殖；故此條定則，不能完全成立。

(四)新種或爲原種進化種，或退化種 此定則謂雜種或爲原種，乃指新種之形質，相似與其上數代之祖先形質，所謂祖性還原。進化種即突變之新個體，增進優良之新個性；至退化種乃生物減少舊有性質，而變更其常態也。

(五)新種之產生，不限於一時，多數之新種，有在同年發生者；同樣之新種，有在歷年發生者。

(六)突變異於徬徨變異，業於「育種與進化」章詳言之，茲不贅。

(七)突變不限片面，突變之趨勢，為各方面的，非限於片面者。

(八)天擇常有淘汰突變之現象，在耕種時代，突變比野生時代為多，此因天擇有淘汰突變之現象，其故有三：(一)為境遇之變異。增加肥料與肥料之種類，在在足以促進突變，野生時代，無此變異。(二)為突變之採取。生於田園者，易於認識，隨時可採取。(三)為保護之不同。野生之突變，無人工保護，如突變之新品種，身體微弱，自不能與他物相抗，常被淘汰。在耕種時代，可以人工加以保護，不致無端糟踏。

突變之分類，與發生之原因，突變可分兩類：因子突變 Gene mutation、

與染色體反常突變 Chromosomal aberration 是也。

(一) 因子突變 突變之名稱，以因子突變之狹義言之，如墨利爾氏 *Miller* 謂爲「因子之更替」；此種變異，常發生於一染色體中之某點跡 *Points or Loci*；如變異初次發生於點跡，則新因子乃生，甚至有一個以上之突變，同時發生於同一點跡。如果蠅白眼球之因子突變後，有各種色澤眼球之果蠅發見。據墨氏因子突變論，突變發生染色體內之某點跡，雖較其他之機會爲多；但突變之發生，仍屬稀罕；外界能力，不能促其發生，而發生在其個體生活史，又無定時；縱或發生，又常爲隱性，或自行戕賊，竟至滅跡；故僅突變之最少數，而能生存者也。

孟特爾之遺傳因子，發生突變現象，專屬可能。現今影響于生物個性之遺傳變異，皆爲過去多數突變之遺留物，而爭持未遭滅跡也。

因子突變之次數與其性質，爲有興趣之研究問題。突變發生於因子，事尙易見。一九二六年史太爾 *Stadler* 曾作普通玉蜀黍胚乳 *Endosperm* 因子突變

次數之研究；其法先免除一切錯誤，以便決定雌體生殖細胞內之突變次數。茲節錄史氏之論述如下：

吾人欲測知玉蜀黍 C 因子突變之速度，當 C 因子與其他顯性因子同在一染色體內，胚乳之外皮 aleurone 爲有色。C 爲顯性，故外皮現色，c 爲隱性，故爲無色。玉蜀黍 C 顯性之同性接合體，可與 c 隱性之同性接合體交配。

交配後之異性接合的籽粒爲有色，但間有一粒紫色者；種此無色之籽粒，仍生無色之種穗。史氏謂在遺傳上當爲無色，非爲不能遺傳變異之所致。以此無色之籽粒所生長之植物，與同性接合的隱性因子 cc 交配，仍得無色；蓋均爲同性接合的隱性 c 因子故也。雖史氏謂因子突變，與染色體失去一部分之突變，無法分別，但試驗之結果，足以證明因子突變爲事實。

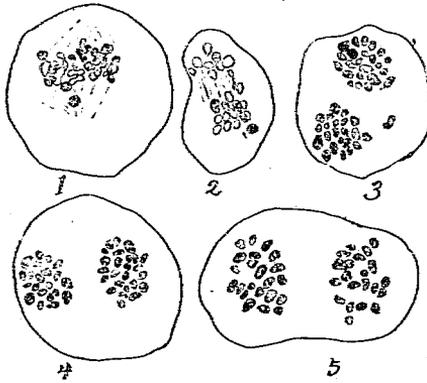
突變發生於染色中之點跡，僅限於染色中之一染色之某點跡；故祇有一因子之突變，與隣近者無關。普通點跡突變，與一對染色體之一染色體有關；但

無關於相互體 Allelemorphic mate 之相合點 Corresponding locus，故此突變多顯於異性接合體。拜爾氏 Barr 謂此種突變顯於異性接合體，比之同性者有四〇〇倍云。

(二)染色體反常突變 突變發生於同一植物之各部分，若將各部分用無性生殖法繁殖，均能各保存其突變之特性。此非孟特爾因子分離現象，因此項突變，僅於生殖細胞減數分裂時，染色體常為不等之分裂而發見之。在細胞減數分裂時，每對染色體不分為二個，而一對或一對以上之染色體，皆同集合於一雌細胞內，使其他雌細胞缺乏此種染色體，所以某種雌細胞有額外之染色體，而他種則缺乏。因此，從此種反常接合子 abnormal Gametes 所生成之個體，自與普通個體形態各異。

此種突變現象，在生物中見之頗多。Bla Kestee 等曾作 *Datura* 突變種（曼陀羅花屬）精密之研究，如葉之排列，生長習性，種蒴大小，及其形態等，

第 十 六 圖



堇菜 *Viola* 染色體不等分裂  
此圖示其細胞內之染色體數不等 (J. Clausen 原圖)

俱與原種不同；而種柄上刺之個性所含之染色體，又倍於原種。考 *Datura* 之染色體數為二十四個，而此二十四個染色體中多數染色體，又復取其他染色體而有之；故其突變種有十二個具有二十五個染色體，自成特性，並能遺傳後代，具有額外之染色體數目。染色體自相結合，事實可能，故 *Datura* 可倍其數個染色體或全數，或原染色體中增加或減少一個，或一個以上。

染色體排列之反常，亦足使生物發生變異。生物之形態，關係染色體之數目，染色體在分離時，常能倍增其數。夏開斯 Sax 發現普通小麥有染色體二十一對，其他如 *emmer*, *durum wheat*, *Polish wheat* and *Poulard wheat* 等品種有十四對，*einkorn* 有七對，與其他小麥交配，得不能生殖之雜種。又兩種紫莖小麥交配，一有染色體十三對，一有十七對，交配之結果，得二十三對染色體之雜種。此足以表明植物欲得新染色體數目，可交配兩種不同數目染色體之品種，並可得新品種。

染色體排列反常突變，因之可分三類：(一)染色體失去或增加一部分，結果不足原數，或較原數為多。(二)染色體失去或增加全部分，結果染色體互相連合，向同一方向發展。(三)染色體倍數之增加。

第 十 七 圖

對 稱 式	不 對 稱 式		
<p>雙染色體</p>  <p>( 2 N )</p>	<p>雙 染 色 體 之 變 形</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="356 474 532 663">  <p>Simple Trisomic ( 2 N + 1 )</p> </div> <div data-bbox="532 474 736 663">  <p>Simple Tetrasomic ( 2 N + 2 )</p> </div> <div data-bbox="736 474 900 663">  <p>Double Trisomic ( 2 N + 1 + 1 )</p> </div> </div>		
<p>三重染色體</p>  <p>( 3 N )</p>	<p>三 重 染 色 體 之 變 形</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px;"></div> </div>		
<p>四重染色體</p>  <p>( 4 N )</p>	<p>四 重 染 色 體 之 變 形</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="356 988 532 1198">  <p>Simple Pentasomic ( 4 N + 1 )</p> </div> <div data-bbox="532 988 736 1198">  <p>Simple Hexasomic ( 4 N + 2 )</p> </div> <div data-bbox="736 988 900 1198">  <p>Simple Trisomic ( 4 N + 1 )</p> </div> </div>		

Datura 之 染 色 體 結 合 之 異 形 (Blakeslee 原 圖)

突變之價值。突變並不一定利於育種，育種家亦並不專賴突變而育得優良種；因突變須適逢機會，不能有一定之把握，決定有良種之發現。今試述不可靠者有三：

(一) 突變之有無，不能預定，亦無從捉摸；且突變之新種，甚易退化。其固定力不及原種，易失優性。

(二) 突變之發現，多為失去染色體；或為增加染色體之突變。對於原有形質多有隱性，不過少數為顯性，墨利爾氏謂大多數點跡突變之發生於同性接合體，(或隱性)均為死亡或半死亡之結果。

(三) 得到突變之新種，其生殖力甚弱，而育種純賴繁殖力強者，故突變難為育種之起點。

上述突變之發生，似難利用，但未嘗無希望之處；如棉之突變，似多為天然雜交之分離，棉之天然雜交，專屬尋常，因之接合子 *Carnegies* 所含有之多數染色體發生變異，形態與普通不同；例如埃及棉原為棕色纖維，木本棉，與美國

海島棉交配後之雜交種，乃多突變，猶馬棉，比烏棉，及結奈棉 *Gina*，於是相繼而出；且其收量品質，均超越其祖先云。

#### 生體質與生殖質同時突變

生物之生體質，常有與生殖質同時突變之現象；例如玉蜀黍染色體中之一染色體某點跡含有因子  $W$ ，其籽粒為白色；含有因子  $v$ ，其色雜；含有因子  $S$ ，為完全色；但  $S$  顯於  $v$ ， $v$  顯於  $W$ ；故若玉蜀黍之方程式為  $rW$ ，則其籽粒為雜色；若為  $Sr$ ，則其籽粒為完全色。生體質突變之發生於其籽粒之組織中，如雜色  $vW$ ，變為完全色  $Sv$  是也。但此種突變現象，不獨起於粒之生體組織上，並能同時起於生殖組織上而能遺傳。要之，隱性雜色因子  $v$ ，可以變為顯性完全色相互體  $S$  則一也。

生體質與生殖質，雖有同時突變之可能，但其性質上究有不同之處。在生體質突變之雜粒種穗上，常有數個反常之籽粒，僅於粒冠 *Crown* 現有完全色，此種性質名為黑冠 *Dark Crown*，決無遺傳性，在顯微鏡下黑冠之完全色，及生殖質所突

變之完全色，實各具不同，前者籽粒之表皮，確爲完全色；後者籽粒之表皮爲無色；於是證明此兩種原爲相同，均爲因子突變；不過無遺傳性之黑冠種子，爲生殖質外部之表皮組織偶然之發生而已。

## 第八章 遺傳論

遺傳二字，誤會者頗多。或謂遺傳爲一種「力」Force：凡生物能遺傳其性狀於後代者，均爲一種「力」所遞傳。又有謂遺傳係一種「原理」Principle：此種「原理」，係自一種生物推求所得，而應用於他生物。按上所說，均屬誤解遺傳之真諦。所謂遺傳者：乃一種「名詞」Term，用以表明生物各代性狀之相像者也。故遺傳既非力，又非原理，僅用此名詞以研究生物之異同而已。

遺傳分直接遺傳，與間接遺傳兩種；前者爲下等生物之細胞分裂，一而二，二而四，以致形成個體，或高等植物之無性生殖等是。後者則爲高等生物之有性生殖，以其非由親體直接傳下，必須經過授精作用，分離或結合現象，再行發育孳生也。吾人研究生物遺傳，大都屬於後者。

## 一、細胞 細胞與遺傳

後代生物，或為前代生物身體之一部發育而成者，或為前代生物生成一個孢子發育而成者，或為前代生物生成雄精與卵子配合發育而成者。總之：無論生殖法是有性，或無性，直接或間接，其需要一個或幾個細胞為過渡則一也。然而同是一個細胞，同在一種環境，何以其生成之後代不一，則細胞內必有一種使生成不同生物之原因；此種原因，即所謂遺傳性。

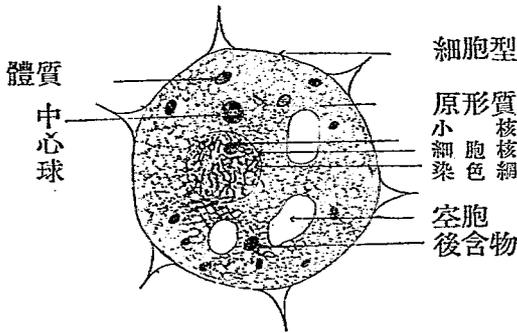
### 細胞之構造

原形質 Protoplasm 為組成生物之材料，但生物並非一團之原形質，乃係許多細微小團特化 differentiation 組織而成；此種組織之單位，吾人謂之曰細胞 Cells。試取植物或動物切成極薄細片，置顯微鏡下，吾人可見生物體之各部，均有許多大小不等，形狀各異之細胞；而母細胞又均為一小團原形質組織而成。

雖然，吾人置生物之薄片於顯微鏡下，可以看見細胞；但細胞內之詳細構造，

非利用細胞內各部吸收色素力之不同，分別染色，難以十分明瞭。若切成薄片，又染顏色，即可見細胞許多詳細構造。在此構造之中，細胞核與細胞質，任何細胞均有之。其餘各部之有無不定，要觀生物之種類而異。茲取一標準細胞圖，以示各部：

標準細胞圖(第十八圖)



Sinnott and Dunn 兩氏之原圖

## 細胞核 Nucleus

細胞內最重要之部分爲細胞核，生物性狀之遺傳賴焉。其形狀有時隨細胞形狀之改變而爲橢圓形，或其他形狀；但通常因表面漲力多爲圓形。未染色之細胞核，顯微鏡下爲無色透明物體，因吸色素力最強，故染色之後，尤爲顯著。核之周圍有核膜 *Nuclear membrane*，核膜之內有核液 *Karyolymph*。在核內佈滿如網狀物體，染色後深者爲染色網 *Chromatin Net Work*，淺者爲綫網 *Linin Net Work*。除此，又同時發現一個或一個以上之圓形物體曰小核 *Nucleolus*。

細胞質 *Cytoplasm*

細胞核之周圍，有半凝結液曰細胞質。凡細胞皆有此質，其形狀有網形，綫形，粒形泡沫等。除細胞核及中心球外 *Centrosphere*，完全爲細胞質。

原形質 *Protoplasma*

細胞膜內全部，總稱爲原形質。含有細胞質細胞核核膜染色網等等。

中心球 Centrosphere 在細胞核鄰近胞膜之外面，有一個小圓形物體，為中心球；而中心球內，有一個至兩個細圓球，曰中心體 Central Body。高等植物細胞內，無中心球。

質體 Plastid 細胞質內有許多能分裂之小物質，曰質體。植物細胞內有之，動物細胞則多無之。質體含葉綠素 Chlorophyll，有生長分裂，及組成細胞生理上重要物體之能力。

空胞 Vacuole 空胞是含在細胞質內之水泡，其形狀不一，多為圓形。植物細胞內有之，動物細胞內則多無之。

後含物 Metaplasm 後含物為細胞內偶有之物體，或為食物之殘餘，或為排泄之廢物。

細胞膜 Cell Membrane 細胞質極外面有一層透明薄膜，為細胞質特化而成，故名質膜 Plasma Membrane。凡生物細胞均有此層。

細胞壁 Cell Wall 質膜之外面，往往有一層很厚之細胞膜，曰細胞壁。植物細胞均有之。

### 細胞之分裂

一個細胞，吾人可認為係一完全器官；因其可以生存生長以及分裂，由簡單而複雜而成整個之個體也。其分裂約分為二：一為直接分裂 *Amiiosis*，一為間接分裂 *Mitosis*。間接分裂者：必先精子細胞與卵子細胞配合一體，然後分裂繼續增加。直接分裂者：乃一細胞至成熟期，即自行分裂，無所謂精子細胞與卵子細胞也。

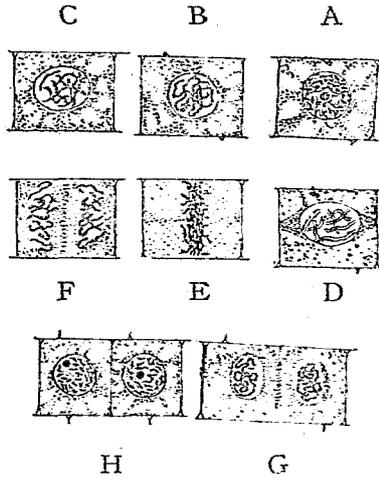
### 細胞間接分裂之細胞核

將生物細胞已染色之切片，於顯微鏡下考究之，多數之細胞均為休眠狀態。休眠狀態之細胞核，如前圖所示，而其精微構造，俱可了然。若以有生命之生物組織觀之，多數細胞仍可尋見其正行繁殖作用；此種繁殖作用，曰間接分裂，為複雜而精密之分裂。其進行過程中，細胞核之精微構造，一一可得而見之也。茲以圖明

之

第 十 九 圖

間 接 分 裂 細 胞 分 裂 之 程 序



Siunott and Dunn 兩氏之原圖

(一) 休眠狀態  
 休眠狀態之細胞，其細胞核內之染色質，分佈成網狀狀如A。

- (二) 初期 Prophases 之始 染色體集合而成長線如 B。
- (三) 初期之中 染色質長線，分段成染色體如 C。
- (四) 初期之末 每個染色體破裂而成雙數如 D。
- (五) 中期 Metaphase 破裂之染色體，排列於一平面；而相交於細胞之赤道盤，為兩極中心球所牽引如 E。
- (六) 晚期 Anaphase 染色體各半分離，一半至左極，一半至右極（在此情形之下，染色體為八個）如 F。
- (七) 末期 Telophase 新團體 New Group 內之染色體，排列成線狀；而兩團體間隱有細胞壁之產生如 G。
- (八) 為兩個完成之新細胞，每細胞之胞核所含之物體相等，並相似於親體 (A) 如 H。

初期與中期 Prophase and Metaphase

細胞在休眠狀態時內，有細胞核及中心球，球內有兩個中心體；分裂之始，細胞核內之染色質，漸漸集合而成長線，中心體亦漸漸分開成兩個中心球，是為細線時代 *Fine Spireme Stage*。其後細線短縮變粗，顏色亦由淺入深，兩個中心球分離更遠，其周圍現出星射線 *Astral Ray*，是為粗線時代 *Course Spireme Stage*。再後分段成染色體，小核及核膜漸漸消滅；再後每個染色體，分裂而成兩個染色體，兩個中心球移至兩極，星射線比前尤長，是為初期。分裂之染色體，排列成平行，而相交於細胞之赤道盤，各為兩極中心球所牽引，是為中期。

#### 晚期與末期 *Anaphase and Telophase*

中期之時間頗短，不久染色體分成兩隊，向兩極進行（減數分裂），是為晚期。晚期之後為末期。在晚期之終，末期之始，兩隊之染色體已達到兩極，細胞漸成長形，短軸之兩端，漸漸向內凹入，隱有細胞壁之產生。在末期之終，每隊染色體變成一個細胞核，每個細胞核和其周圍之細胞質，各自成一個新細胞。兩新細胞之間

，有細胞壁，而中心體亦各居其一也。

## 二，染色體——染色體與遺傳

子體所以形態與性格相似於其親體者，皆由父體之精子細胞，與母體之卵子細胞配合，而以細胞內之染色體爲其傳遞遺傳性也。

(一) 卵子細胞與精子細胞之大小，雖有差異；但對於遺傳性之功用則同。如以兩種之雌雄生物彼此相配，其結果恒等，蓋其外表之大小雖差，而核內染色體之功用則無異；於此可證明染色體爲傳遞遺傳性者。

(二) 兩性生殖之生物成熟時，行減數分裂，核內之染色體，變成半數，授精時兩半數之染色體配合，仍爲原數之染色體；故其子體遂得兼有其親體之性狀。

(三) 有時遇特別授精作用，卵子細胞內之精子染色體過剩發育後，即產生一種特別生物，其變異純由染色體數目之增加。

(四) 細胞分裂時，精子細胞入卵子細胞之主要部分爲核，核內之主要部分爲染色體

生物各具染色體之數目表

種 類	單 數	雙 數
<u>動 物</u>	Haploid	Diploid
人	24	48
猴	24	48
犬	11	22
牛	8	16
馬	30	60
驢	32	64
鼠	8	16
雞	9	18
鳩	8	16
蛙	13	26
蚯蚓	16	32
蝸牛	12或24	24或28
蠅	6	12
蚊	3	6
果蠅	4	8
<u>植 物</u>	單數	雙數
小麥		
J. Vulgure	21	42
J. Surum	14	28
J. Monococum	7	14
玉蜀黍	10-12	20-24
美棉, 及埃及棉	23	46
中 棉	13	26
印度棉	13	26
豆 (豌豆)	7	14
番茄	12	24
稻	12	24
大豆	8	16
烟草	24	48
高粱	10	20

## 染色體之內容

；在染色體經過複雜之間接分裂時代，能保存其個體之性質，如身體質。所有特殊形態，仍能遺傳於後代，皆為染色體所遞傳。

用最高倍顯微鏡研究染色體之內容，可得兩種結論：其一不獨可尋出各種生物

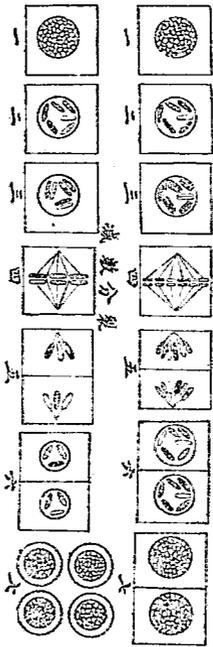
各有其染色體之固定數目，且以知所有之形狀大小，及其個性亦各有不同，即每個染色體各有其異樣之染色網；故各具有不同之特性。其二每個線狀染色體，含有許多之珠狀物體，一因子 Factors——此珠狀物體亦有其個性；當細胞核分裂時，亦由一個分裂為同大之半數兩個，授精後染色體數仍為原數，其因子數亦仍為原數也。

### 染色體之分裂

在通常細胞間接分裂，每個染色體為均等二縱裂，但在減數分裂時，染色體並不如此分裂，祇將所有染色體排列成對，對之各個，漸漸向兩極移動，此每對之兩個染色體為同性，其一來自父體，其一來自母體。茲有進者：所謂同性染色體，其大小形狀及其所含物，頗為相似，故核之網狀物體，極為相似，於是細胞分裂生成相似之接合子 Canes。更有進者：不獨每接合子含有生體細胞染色體之半數，且含相似兩染色體之一染色體，如玉蜀黍之染色體為二十個，當變為卵子細胞時，則為十個，減數分裂後，繼續其方程式之間接分裂 Equational mitosis，生成四

個接合子。如圖。

通常之間接分裂 第二十圖



Sinnot and Dunn 兩氏之原圖

圖示，生體細胞之間接分裂，與生殖細胞之減數分裂。

各個染色體，以不同色澤表現之，如上圖為通常之間接分裂，染色體在兩個生殖細胞間相同之分裂。(如七)又如下圖為減數分裂，染色體不分裂，而成對排列。

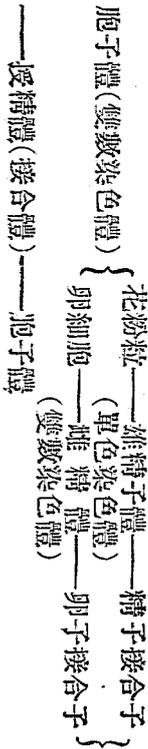
(三與四) 每個染色體各向兩極進行移動，(如五) 結果生成兩個細胞，(如六) 每個為生體細胞染色體之半數，於是幾何級數之間接分裂生成四個接合子。

植物之減數分裂

植物若以雌雄兩細胞互為交配，其結果恆等，前已言之。蓋以染色體各從其親體分出半數，即接合子含有父體染色體之半數，而他接合子亦含有母體染色體半數故也。植物在孢子體時代 Sprophyte generation，含有雙數 Diploid 染色體，但在精子時代 Gemitophyte generation，僅有單數 Haploid。分裂作用發生於孢子體生成孢子之時，在孢子體時代，每個母細胞含有雙數染色體，分裂為孢子時，即減半數，成為兩個母細胞。又每個母細胞分裂為二，均有四孢子。接合子生於精子體時代，含有單數染色體，當精子之接合子，與卵子之接合子配合生接合體 Zygote，又為孢子體時代矣。如圖：



第二十一圖



## 生物發育時染色體之分佈

授精爲兩生殖細胞核配合之結果，所謂接合體是也。授精之後，身體細胞幾何級數之分裂，發育成個體，所謂將來之新生物是也。夏爾甫氏 Sharpe 有云：「所有身體細胞，在性質上染色體均相同，故身體細胞，不啻爲親體之某種染色體，或每個染色體之代表或後代。」所以在每個身體細胞中，一半染色體來自父體，一半來自母體，而所有染色體，皆平均分佈於各身體細胞中。

## 染色體之行動與遺傳因子之平行觀

生物細胞核內之染色體，在減數分裂後，皆分佈於接合子內，此爲顯微鏡下證明之事實，非理想也。在生成接合子及授精過程中嚴格言之，染色體之行動頗相似於遺傳因子。孟特爾之遺傳因子之行動，業已從事實上證明矣。此種證明，非由於因子之在接合子而看出，實由因子分離原理，與因子獨立說，足以解釋試驗之結果。於是染色體之行動，與遺傳因子行動之間，可視爲平行觀。茲言於次。

(一) 染色體之行動，與遺傳因子之行動，在遺傳上同爲個性之單位。染色體個性，可由顯微鏡直接觀察而得。各成對之染色體，與其他成對之染色體互異，而每個因子亦各具一種個性，與其他因子亦不同；交配之後，各顯其個性。

(二) 從遺傳事實，可以解釋此種假設理論；即生成個體時，生物身體細胞內，每種有兩個因子，而接合子每種僅有一個，又一對相互體因子，每個因子各來自其父母體，此頗與染色體相似。在身體細胞內，每種染色體均成對數，變成接合子時，則減半之；授精後，又復成對，因此染色體與遺傳因子，在身體細胞內，均爲雙數；兩性細胞內，均爲單數；授精時，兩個單數又合併成雙數。

(三) 從事實上之觀察，每個接合子，僅含有單數染色體；尤其在減數分裂時。從育種經驗上之考究，每個接合子僅含有一對相互體 Allelomorph 因子之一個。孟特爾重要之因子分離定律：即每個因子，從其相互體內分離而入於接合子內。每對之兩個因子分離入於不同之接合子內，故接合子爲純。染色體減數分裂時

，一對染色體亦同樣發生分離現象，結果兩個染色體各入於兩個接合子之中；故該接合子亦爲純，於是染色體與因子皆純矣。據上所述，染色體之行動，相似於遺傳因子，頗爲顯著；則吾人可言：孟特爾遺傳因子即爲染色體，或爲染色體之一部，而染色體乃爲孟特爾遺傳因子之物質基本。Physical Base 易言之：即爲遺傳之物質基本。但染色體數目，並不與孟特爾遺傳因子相等，因子之數，常多於染色體數，故每染色體內之因子，必爲許多；例如蠅細胞內，只有染色體四對，而因子目前已經發現者數百對，因此每個染色體爲許多因子之物質基本結合而成之羣體。

#### 生物個性遺傳研究之方法

研究遺傳之方法，與研究變異之方法，大致相同；亦分統計方法與分析方法兩種。

(一) 統計方法 用分析的方法研究遺傳，始於一九〇〇年孟特爾氏。用統計的方法

研究遺傳，始於一八六九年蓋爾頓氏 Galton。蓋氏爲用科學方法研究遺傳之第一人，伊曾著遺傳智鑰一書 Hereditary Genius，此書專述用統計法研究遺傳，並闡明以下兩重要定律：

甲、祖傳律 Law of ancestral Inheritance

此定律解釋生物性狀之由來，如研究一種生物之遺傳，即以其中一個生物爲單位，則此一個生物全體之性質，必有  $\frac{1}{2}$  來自父母， $\frac{1}{4}$  來自祖父母， $\frac{1}{8}$  來自曾祖父母， $\frac{1}{16}$  來自高祖父母；如此推進而上，以至鼻祖。茲以 1 代表一個生物全體之性質，則得下列數式：

$$\begin{aligned}
 1 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \dots + \frac{1}{n} \\
 \frac{1}{2} &= \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \dots + \frac{1}{n} \\
 \frac{1}{4} &= \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \dots + \frac{1}{n} \\
 \frac{1}{8} &= \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \dots + \frac{1}{n}
 \end{aligned}$$

故生物遺傳之性質，可按祖傳律作成一表，此爲極簡單理想上生物遺傳性狀之解釋，而事實上却不如是；因按此律計算，則吾人之祖多不可計矣。昔人曾用此律計算，自耶穌降生至一七〇〇年，平均每代三十年，則應有五十七代；於是吾人之祖推至耶穌時代，當有  $2^{57} = 120,000,000,000,000,000$  人；然據事實，全球人民總數，亦無如是之多。其所以計算結果如是之多者：因祖先不乏親配，親配則有時一人常作數人計算，如中表相婚，則既爲父系或爲母系方面之親戚，又有自身親戚之關係，故其數不確。

## 乙、折中律 Law of Regression

此律於育種之關係甚重，今試舉例說明之。吾人選擇育種材料，倘選其性質高於平均數者，則所得之後代，常高於平均數；倘所選之個體，低於平均數者，則所得之後代，常低於平均數；近於平均數者，則其後代亦近於平均數。惟極高之父母本所生之後代，恆較父母爲低，極低之父母本所生之後代，恆較父母本爲高。故其

定律，可簡言之如下：

- (1) 子女平均之高，常與父母平均之高不同。
- (2) 在平均數以上之父母所生之子女，常低於父母。
- (3) 在平均數以下之父母所生之子女，常高於父母。

用統計方法研究遺傳，殊覺不確；其一，個性遺傳不能以羣之平均數為標準；因羣中包括許多不同之個體，每個體各有其個性；故一羣之個性，決不能代表一個個體之個性。其二，統計方法分類時，必須使各個體性質形成。故統計方法，對於研究遺傳似難精確。

(二) 方析方法 此法為近世研究遺傳最精確之方法，亦為孟特爾氏對於遺傳上一身成功之惟一秘訣，生物育種之偉大發明也。茲於下節孟氏遺傳定律詳言之：

#### 孟特爾遺傳定律

(一) 孟特爾研究裂傳之歷史 孟特爾生於一八二二年，奧國人也。早年入 *Winn* 修

道院爲神父，即隱居院中，在院中研究豌豆之遺傳歷八年，乃有著述發表於自然史學社會記錄中，時一八六五年也。當孟氏於一八五七年開始研究及試驗豌豆之際，適達爾文「物種由來」「天然淘汰」等學說風行之時，雖有此項偉大發明，後人亦莫知之。三十五年後，荷蘭之戴佛瑞德之葛能斯 Conens，與之太切莫斯 Tschermach，英之培得勝 Bateson，美之克斯替爾 Castle 諸氏均研究達爾文物種由來等學說，翻覓先輩著述，始發現孟氏三十五年前，發表之偉大著作，於是孟氏之名，及其學說，始大著焉。

(一) 孟特爾試驗成功之秘訣 孟氏之試驗，用豌豆爲材料，其成功要件，有如下述：

- (1) 問題簡單 如以花之一部分爲入手研究之問題。
- (2) 慎選材料 孟氏所用者爲豌豆，以其(一)本身自花授精，因之人工自然授精容易。(二)繁殖容易。(三)性形顯明。

(3) 以個性為單位。以個性為單位，不以個體為單位。

(4) 避免天然雜交，而行人工交配，自花授精。

(5) 個體數目衆多，免失機會。

(三) 孟特爾試驗之程序 孟氏試驗時所抱之宗旨，為發現父母造成子孫所需之性質，故其試驗程序有三：

(1) 個性之觀察是否固定。

(2) 人工交配。

(3) 遺傳試驗舉行自花授精。

(四) 孟特爾試驗之結果 孟氏用各族供食用之豌豆，培養於修道院園內，觀察異族豌豆各含不同之個性，此等個性之變異與遺傳，成為間斷之變異；於是孟氏將一種或數種不同性質之兩族豌豆交配，舉行遺傳試驗，見多種性質遺傳至後代，各有其分配法，並不相同；如以豆莖高低之性質為例：則有一種變種，高約

六呎，又有一種，高僅二呎。高莖變種，雖亦有繼續之變異，然若生於適宜地方，其最小之個體，必較低莖中最高之個體爲高；且各族生長均如此，不相混亂。香豌豆亦有高莖族與低莖族二種；若將此種配合，無論何族之雌花與何族之雄花交配，結果均同。所生之第一代植科，無高低適中之個體，均爲高莖之個體，且有較高莖族更高者；高莖之雜種，自花授精，所生之植科，有爲高莖，有爲低莖，然仍無高低適中之豌豆。

(五) 孟特爾一對個性遺傳之試驗 孟特爾根據試驗結果，認爲高低兩種性質，當第一次交配後，所生之植科，雖未表現兩種性質，僅見高之性質，而低之性質並未消滅。蓋第一代高的性質爲顯性 *Dominance*，低的性質與高的性質相遇，即隱伏不顯，稱爲隱性 *Recessive*。近代育種家，謂凡一個顯性，必有其決素 *Determiners* 此等決素，爲隱性所無。例如高莖豌豆，即含有繼續伸長能力，低莖即不含有此等能力；故顯性與隱性之分別，全恃有無此等決素。因此等決

素之存在與否，即使性質現與不現，如此一對性質， Bateson 稱爲相互體。 Allelomorphs 若高莖之豌豆，受低莖豌豆之花粉，其子孫即含有高的決素，故其植科爲高莖；此代雜種統名第一代子體 First Fidical Generation。尋常以  $F_1$  表之。若高莖  $F_1$  雜種自相交配，則第二代子孫  $F_2$ ，即有高低之分。高莖之個體均含有高的決素，則低莖個體不含有高的決素；故使低的個體自花受精，或與低的原種相配，其子孫仍爲低莖。

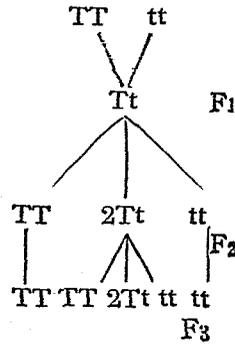
孟氏又於第二代  $F_2$  高莖豌豆，自花授精， $F_3$  有完全高莖者，有高莖同時亦有低莖發生者；歷代分離情形相同，可用一程式表明之。茲用大 T 代表高的決素，小 t 代表不含高的決素，即低的個體，其世代如下表：

低莖，又有TT完全含高莖決素，故其所生之子體，為高莖，所謂裡似者 Genotype 觀前方程式，即可見第二代子體中，有tt完全不含高莖決素，故其所生子體為

$$\begin{array}{r}
 T + t \\
 T + t \\
 \hline
 TT + Tt \\
 \hline
 Tt + tt \\
 \hline
 TT + 2Tt + tt
 \end{array}$$

即 1 高 : 2 高 : 1 低  
(雜種)

茲再以代數方程式表明之：



上示高莖與低莖豌豆交配之因子(決素)結合及分離現象。

是也。又有一類，孟特爾見其數目特多，比  $tt$  或  $TT$  個體約多一倍，故程式中寫為  $2Tt$ ；此類外表雖亦為高莖，然令其自然授精，則所生之子代，高低均有，故此類為雜種，與第一代之性質相同，所謂表似者 Phenotype 是也。茲以孟氏各種豌豆所含一個不同性質之個體相交配，實際上所得  $F_2$  各表似之個體數，及顯性與隱性個體數之比例。如下：

第 二 十 二 表

個體	性	顯性	隱性	個體	個體	比例
種	形	圓	皺	5474	1850	2.96 : 1
種	肉色	黃	綠	6022	2001	3.01 : 1
種	皮色	深黃	白	705	224	3.15 : 1
莢	形	扁平	切式	882	299	2.95 : 1

未成熟莢色	綠	428	黃	152	2.08 : 1
花之地位	旁軸	651	頂端	207	3.14 : 1
莢	高	787	低	277	2.84 : 1
總平均					2.98 : 1

據上表可知孟氏用高莖豌豆與低莖之豌豆交配， $F_1$ 均得高莖之個體， $F_2$ 則有高莖個體七八七株，低莖個體二七七株，其比例相近於三比一；且低莖個體自花授精後，所得之 $F_3$ 、 $F_4$ ，均為低莖個體，蓋無高莖決素存乎其個體內也。高莖個體占全體四分之三，若自花授精， $F_3$ 必有低莖個體之發現，其數亦必與高莖個體成一比三之比例。又高莖個體中，必有四分之三自花授精後，仍為高莖個體，此表明各不同性質交配之結果，均得顯性個性與隱性個體之比例為三比一；於是孟特爾一個因子遺傳之定律曰：「凡論生物性質之遺傳者，其有一性相異所生之子女，無論多寡，而

子女所具性質之支配，恒爲 1:2:1，或 3:1 之比例」。

(六) 孟特爾試驗結果之解釋 高莖豌豆發生生殖細胞，Germ cells 即接合子，均

含有高的決素；低莖豌豆所生接合子，均帶有低的決素。（即無高的決素）在

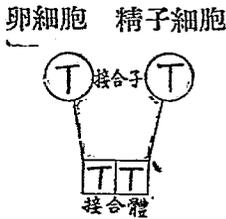
二種交配之後，F<sub>1</sub>代之雜種個體中兼含此二種性質。其各個細胞，既由兩個接

合子合併而來，故可認爲雙重的組成，含有兩種性質的定性體。Determinant

此兩個定性體，一由父方得來，一由母方得來。凡個體由兩個接合子生成而帶

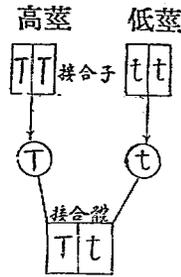
雙重性質者，曰接合體。zygote F<sub>1</sub>代之接合體，含有自高莖得來之高性定性體

，及自低莖得來之低性定性體。茲以圖表明之：

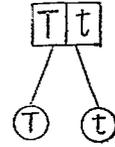


圖示兩個相同之接合子合併而成接合體。

在第二代之自花授精，第一代雜種接合體發生接合子時，有僅含高莖決素，有僅含低莖決素，不能生兼含兩種定性體之接合子；因形成接合子時，高低一對相互性質，又各彼此分離；而且含高定性體與含低定性體之接合子多少，數目必相等；並每種接合子為數極多，故交配時可起各種不同之配合。含高性之接合子，仍能與高性接合子配合，亦可與含低性之接合子配合；低性接合子，亦能與高性接合子配合，仍能與低性接合子配合；故自花授精有四種之接合式樣：



圖示兩種不同之接合子合併而成接合體。



圖示第一  
代接合體  
分成兩種  
不同性之  
接合子。

T 卵子細胞，與 T 精子細胞配合，生成 TT 高莖個體。

T 卵子細胞，與 t 精子細胞配合，生成 Tt 高莖個體。

t 卵子細胞，與 T 精子細胞配合，生成 tT 高莖個體。

t 卵子細胞，與 t 精子細胞配合，生成 tt 低莖個體。

T 與 t 交送配合，其接合體性質相同，無論何者為卵子細胞或精子細胞，均屬相似，但 TT 與 Tt 之接合體雖同為高莖個數，但其下代之分離完全兩樣。凡高莖個體後代，仍生高莖個體，或低莖個體後代，仍生低莖，曰同性接合體。Homozygote 反是，為異性接合體。Heterozygote 對於性質而言，前者為同性接合的，Homozygous 後者為異性接合的。Heterozygous 例如一個體只含一對同性相互體，如 TT

或tt，則稱爲同性質接合體，而含TT或tt之個體，即爲高莖或低莖之同性接合的。反之，一個體係含兩個不同之相互體之接合子如Tt，爲異性接合體；又如Tt之個體，因含有T，故爲高莖；但非高莖之純種，故稱爲高莖異性接合的。

孟特爾之原理：即凡一異性接合體生接合子時，一對相互體仍能各自分離，故異性接合體生下之子代，仍有高有低。同性接合體，若自花授精或與同性之純種交配，生出子代即是真種，性質與祖先相同，不再起變化。

(七)孟特爾兩對個性遺傳之試驗 二同類生物之性質，其有一點相異，或於多數異點中，擇其一者而言，以配合孳生遺傳於子女者，是爲一性遺傳，已如前節所述。其有二點相差，或於多數之差點中，僅擇其二者而論，是爲二性遺傳。二性遺傳，或多性遺傳說，由來已久；其能以實物試驗而證爲不易之理者，蓋自孟氏始。孟氏所試驗之材料，仍爲尋常所食之豌豆。緣豌豆皮有圓皺之分，豆色有綠黃之別，擇其皮與色之差，而以之爲推究工具。圓皮及黃色爲顯性，皺

皮及綠色爲隱性，顯性恆現，隱性則不常現；是圓皮黃色豆，與皺皮綠色豆互相交配，其所結之子實，咸爲黃色而圓皮，惟皺皮與綠色之性質，仍寄隱於子實中，不過未之顯現耳。故此異性接合體，生接合子時，圓與皺即起分離，黃與綠亦各分離，每對個性各自獨立，不相附屬。一個接合子，既不能含有一對之兩樣性質，則應生四種接合子。茲以R代表圓形，r代表皺形，Y代表黃色，y代表綠色，則一異性接合體即生：

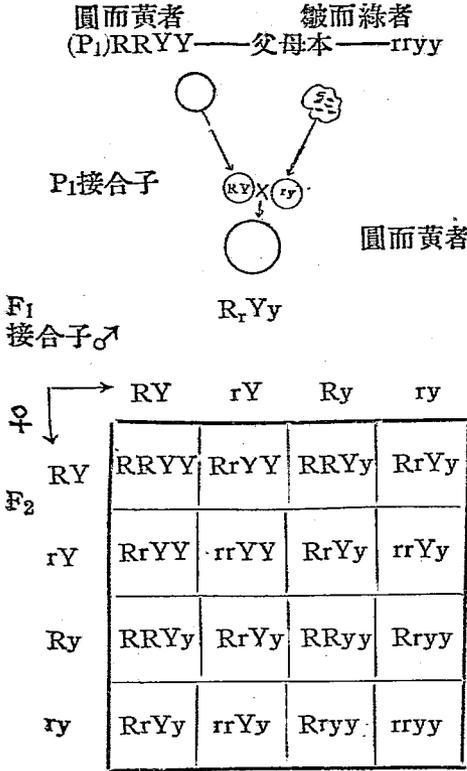
RY, rY, Ry, ry,

四樣接合子。每種接合子之數又相等，於是四樣接合子授精時，各自合併，即有各種不同之配置。在 $F_2$ 個體中，此四樣接合子互相合併，若以代數方程式計之，則得以下之各個體。

$$\begin{array}{r}
 RY+rY+Ry+rY \\
 RY+rY+Ry+rY \\
 RRYY+rRYY+RRYy+RrYY \\
 RrYY \\
 RRYy \\
 RrYy \\
 RRYy \\
 RRYy+2RrYY+2RRYy+2RrYy+rYYy+2RrYy+2RrYy+RRYy+RRYy+2RrYy+rYy \\
 \hline
 RRYy+2RrYY+2RRYy+2RrYy+rYYy+2RrYy+2RrYy+RRYy+RRYy+2RrYy+rYy
 \end{array}$$

觀上乘積或相配之式，第四項與第六項相同，今以相同者類置之，為RRYY+2RrYY+2RRYy+4RrYy+rYYy+2rYYy+RRYy+RRYy+2RrYy+rYy。

以上四樣支配所成之九種生物，為二性遺傳不易之配式；明乎此，可知性質之如何匹配。特此九種生物自外表觀之，僅祇四種，而實則其性質之別，有九種也。因圓形為顯性，能遮蓋皺的性質；黃為顯性，能遮蓋綠的性質，故4RrYy為圓形而黃色。又2RrYY,2RRYy,1RRYy 亦均為圓形而黃色，2RrYy,1RRYy 圓形而綠色，2rYY,1rYY 皺形而黃色，rYY 皺形而綠色。茲以目所能見而區別之，其比例為：



第二十二圖

圖示兩對個性交配F<sub>2</sub>之結果

合應有之數，或云Check board 方法。

Punnett 會將兩對個性交配之應得F<sub>2</sub>代之比例，劃成一表，就表可尋得每種配

例。

孟特爾實際試驗所得之各個體 9:3:3:1 即9圓黃:3圓綠:3皺黃:1皺綠

315RY:108Ry:101rY:32ry 亦適成上項比

(八)孟特爾三對個性遺傳之試驗——個體而有三個不同個性之交配遺傳試驗，其後代遺傳現象，與一性及二性遺傳原理相同；不過遺傳之程式比較複雜，共個體為多耳。例如圓粒黃皮有色花之豌豆，與皺粒綠皮無色花交配，則第一代完全為圓粒黃皮有色之豌豆；然第二代則較二性雜種複雜多多矣。因為三個個性在生成接合子時，各自獨立，不相附屬，故有八種接合子之產生：

$RYC, RYc, RyC, RyC, rYc, rYc, ryC, ryC,$

各自配合，共有六十四個個體，在二性遺傳之第二代，僅有十六個個體。以表似論，亦僅四種，而三性遺傳多至八種，此六十四個體中有  $\frac{27}{64} \left( \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \right)$

三個性，均為顯性，餘有三類，每類有  $\frac{9}{64} \left( \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} \right)$ ，兩個性係顯性，

一個性係隱性；又有三類，每類有  $\frac{3}{64} \left( \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \right)$ ，一個性係顯性，兩個

性為隱性；僅有  $\frac{1}{64} \left( \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \right)$ ，三個性均為隱性，故其遺傳比例為：

$$27:9:9:9:3:3:3:1$$

數學上三個個性之預測個體數之公式 設  $A_a, B_b, C_c$  為三個個性，則得八種接合子  $ABC, ABc, Abc, aBc, aBb, abc, AbC, abc$ ，其個體之公式為：

$$(A+2Aa+a)(B+2Bb+b)(C+2Cc+c)$$

(九)四對個性以上之遺傳 四對個性之遺傳，原理同前；不過更為複雜而已。在一對個性第二代之個體為四個，二對個性為十六個，三對個性為六十四個，四對個性為二百五十六個。下表所示，為個性對數表似裡似及個體數之關係 ( $F_2$ )，育種家按此可測知矣。

交配之個性對數	表似所見之類數	第一代雜種所生之接合子數	裏似實有類數	每類齊全必須之個體數
1	2	2	3	4
2	4	4	9	16

3	16	16	27	64
4	64	64	81	256
n	$2^n$	$2^n$	$3^n$	$4^n$

(十)孟特爾研究所得最重要之定律：

(1) 個性獨立說 Independent Unit Characters 個性獨立之意義，即每一種性質關

於遺傳上係獨立而不受其他性質或因子之影響之謂。例如豌豆高的性質與紫色或皺粒者，能同在一個體中，亦能與白花或光粒各個性同在一個體中，蓋其他各性質並不能影響於高之個性故也。

(2) 個性隱顯說 Dominance and Recessive 在生殖質中，有各種個性之決素，*Determiners* 使此項個性能表顯於外，且能壓制相對之個性不表現於外者，如植科之一高一低，粒色之一黃一綠，即一對相互體而同存在於一接合體中，則

此一對個性處於相對地位之一種個性，有一必顯於外，他則必隱而不顯，謂之顯性。凡個性之在生殖質不能表現於外者，謂之隱性。隱性遇顯性則隱，隱性遇隱性則顯；故隱顯乃指一種個性而言。例如高莖豌豆與低莖豌豆交配，高爲顯性，低爲隱性，則所有之低莖豌豆必不具高的顯性；交配之第一代，當然爲高莖，因高低二隱顯性相透於一處故也。

(3) 分離說 Segregation 欲明孟特爾之分離說，只須明生物之生命循環史 Life Cycle。生命循環史可分三期：

甲·自接合體分離之各同種而不同式樣之個性形成接合子之時期——一個接合子不能兼含兩式樣之同種個性，如豌豆顏色有紫白二式樣，同爲一種個性，而不能同存於一個接合子中，故接合體生接合子前，不同式樣之個性，已早分離矣。

乙·兩個接合子合成一個接合體之時期——分離之兩個接合子，各由親體分離

半數之高性及半數之低性，故其接合子為接合體時，又有隱顯之現象。

丙，接合體形成接合子前，各種個性之分離時期——此時期即各同種個性之不同樣式者之分離時期，如一接合體有高莖性，又有低莖性，又有紫花性，又有白花性，則紫與白分離，高與低分離，成四種接合子，紫高，紫低，白高，白低是也。

(十一)反配 Back Cross 孟特爾因子雜交之第二代純種，常與雜種之外表相似，頗難識別；故欲在雜交種中尋出新種，反配試驗之價值，不能忽視。例如某個體係兩對異性接合體如  $AaBb$ ，而  $A, B$  為顯性， $a, b$  為隱性，故  $AaBb$  之個體外形，與  $AABB$  之個體外形，十分相似；若欲繁殖  $AABB$  個體之純種，則用  $aabb$  與之反配，即可知孰為真正純種。 $AaBb$  異性接合體之接合子為  $AB, Ab, aB, ab$ ，與純粹隱性接合子  $ab$  相配合，其後代之外表，有  $AaBb, Aabb, aabb, aabb$  各具顯著之異樣，因後代所具之每個顯性因子，能直接於所含有之接合子

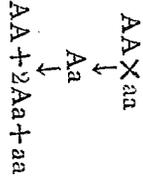
觀出也。但純種 AABB 個體，以 ab 配合，不過僅生出 Aabb 之單獨個體而已。茲用代數方程式示之如下：

$$\begin{array}{l}
 \text{AAbb} \times \text{aaBB} \\
 \swarrow \quad \searrow \\
 \text{AaBb} \quad \text{F}_1 \quad \text{自然授精} \\
 \swarrow \quad \searrow \\
 \text{AABB} + 2\text{AABb} + 2\text{AaBB} + 4\text{AaBb} + \text{AAbb} + 2\text{Aabb} + \text{aaBB} + 2\text{aaBb} + \text{aabb} \quad \text{F}_2
 \end{array}$$

在上式第二代之個體中，以表似論，可分四類；AaBb 個體類之表似佔全體十六分之九，而十六分之九之中，僅九分之一為純種，吾人頗難意測之。於是同以隱性個性 ab 反配，則得：

AAbb	——	AaBb + Aabb + aabb	.....	雜種
AABB	——	AaBb + aaBb	.....	雜種
AABb	——	AaBb + Aabb	.....	雜種
AABB	——	AaBb	.....	雜種
AABB	——	AaBb	.....	純種

上為兩對個性之反配法；一對個性之反配，更屬易易。例如 A 為顯性個性，a 為隱性個性，互相交配得：



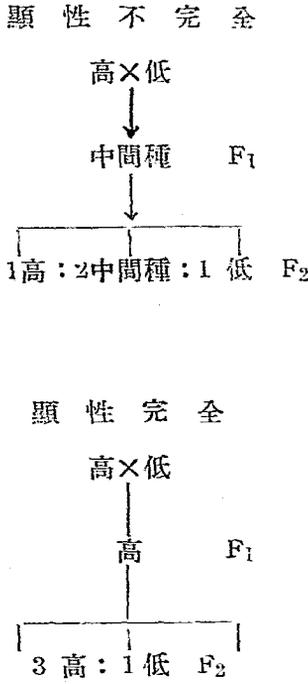
欲識別第二代個體之純種，即以隱性 aa 與其純種及雜種反配，則可別孰為純種：

$$\begin{array}{l}
 AA \times aa = Aa \quad \text{1 純種} \\
 Aa \times aa = Aa + aa \quad \text{1 : 1 雜種}
 \end{array}$$

新孟特爾定律

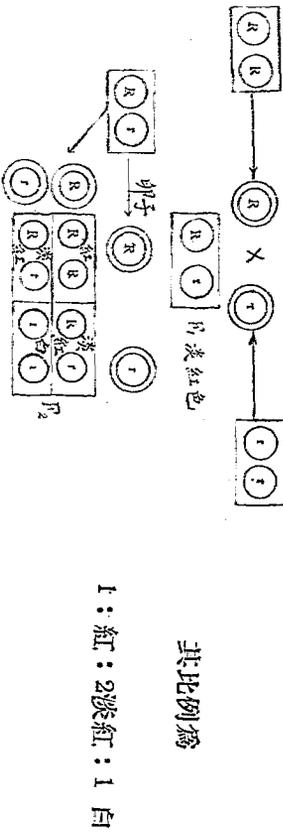
上述之孟特爾定律，經近今學者之研究發現，事實頗多不盡合於該項定律，有須加以說明與解釋者，此種新定律，稱為新孟特爾定律 New Mendilism。茲列舉

隱顯不完全之現象 Incomplete Dominance 不完全之顯性，可在F<sub>1</sub>與F<sub>2</sub>代發現之。今以一對個性遺傳而言之，則顯性完全者，如高莖豌豆與低莖豌豆互配，其F<sub>1</sub>必為高莖，而F<sub>2</sub>必有三個高莖，一個低莖之比例；但在不完全之顯性F<sub>1</sub>，既不為高莖，又不為低莖，乃係不高不低之中間種。F<sub>2</sub>則有一高莖，二中間種，一低莖之比例。



顯隱不完全之現象，顯性似屬失敗，然其實以葛能斯 Correns 之在不在說 Pr-

presence and absence Hypothesis 解釋之，仍無悖於孟特爾定律。葛氏交配紅花紫茉莉與白花紫茉莉所得之  $F_1$  雜種，為淡紅色， $F_1$  自花授精後，所得  $F_2$  之比例，為 1 : 2 : 1；即一紅花：二淡紅花：一白色。由此觀之，則仍有分離現象，顯性仍未失敗。其理由為紅花之母本為同性接合體，有紅之決素二個，即有 Double dose，而  $F_1$  所得之淡紅花，為異性接合體，僅有紅之決素一個，即有 Single dose 故有 Double dose 者為紅色，有 Single dose 者為淡紅色；而無紅色決素，祇有白色決素 Nullplex 者，則為白色。茲將其交配圖繪之如下：(第二十三圖)



## 顏色之遺傳

顏色之遺傳，須視顏色之種類及顏色之成分而定，培得勝氏試驗香豌豆之結果，可以明瞭顏色遺傳之程式。

培氏用紅色花與白色花配合， $F_1$ 爲紅色花， $F_2$ 即發生九紅色花：三乳紅色花：三白色花：一乳白色之比例。培氏之解釋，謂生物之細胞構造，有胞膜，胞核，胞液；而胞液之內有質體，*protoplasm* 各種顏色之要素，即寓於胞液之質體內。凡一種顏色，（即一個性）其所需之要素不止一種，如紅色必須紅色之胞液內含無色之質體者，方爲紅色；若紅色胞液內含黃色質體，即成乳紅色；故顏色須視胞液與質體所含之要素而定。今紅色花種，由紅色胞液與無色質體組成；其乳紅色，由無色胞液與黃色質體組成；故二品種之顏色，就外觀而言，似爲一對個性，但考其實，此一對個性，由四個要素組合而成。茲將其遺傳程式，列表如下：

$R$  = 紅色胞液       $C$  = 無色質體

$r$  = 紅色細胞液       $c$  = 黃色質體

∴ 紅色花 =  $RC$       乳白色花 =  $rc$

$RC \times rc$

↓  
 $RrCc$  紅色花  $F_1$

↓  
 $9RC + 3Rc + 3rC + 1rc$

9紅色花 : 3乳紅色花 : 3白色花 : 1乳白色

上表僅表示其 $F_2$ 之表似比例，並未表明其配合之由來。茲再解釋之：F<sub>1</sub>  $RrCc$  在接合子時，必有四種接合子，即  $RC, Rc, rC, rc$  用白奈特氏之十六方格法 Punnett Sixteen square 表明其配合結果如後：(第二十四圖)

$\sigma$	$\rho RC$	$Rc$	$rC$	$rc$
$RC$	$RRcC$ 紅	$RRcC$ 紅	$RrCc$ 紅	$RrCc$ 紅

## 相佐之現象 Complement

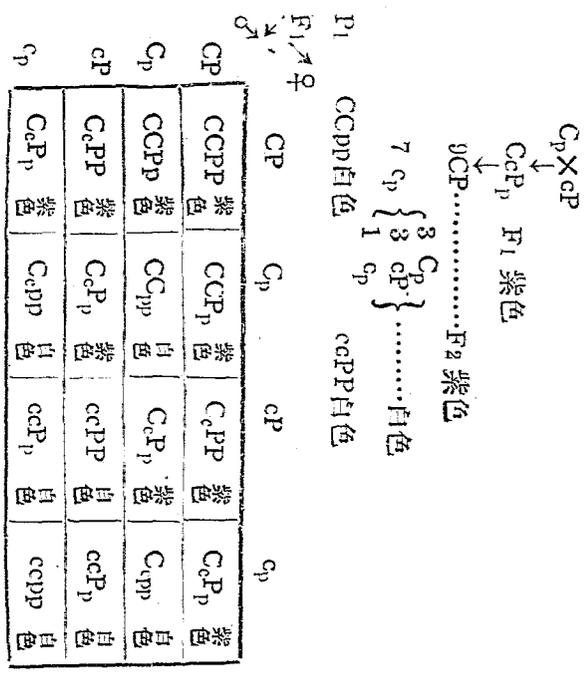
Rc	RRC <sub>c</sub> 紅	RRcc 乳紅	R <sub>r</sub> C <sub>c</sub> 紅	R <sub>cc</sub> 乳紅
rC	R <sub>r</sub> CC 紅	R <sub>r</sub> C <sub>c</sub> 紅	r <sub>r</sub> CC <sub>h</sub>	r <sub>r</sub> C <sub>c</sub> 白
rc	R <sub>r</sub> C <sub>c</sub> 紅	R <sub>r</sub> cc 乳紅	r <sub>r</sub> C <sub>c</sub> 白	r <sub>cc</sub> 乳白

相佐之現象，乃一種個體必須同時有兩種要素，方能表顯，如兩種要素不同在一個體，則各個體即無此個性之表現。二個體之各含其兩要素之一者相交配，則 F<sub>1</sub> 必返其祖先：個體因兩要素相遇，即顯其個性也。培得勝氏曾取兩種白色純系香豌豆交配，F<sub>1</sub> 產生出人意料不及之紫色花，並無一花為白色者。嗣後 F<sub>1</sub> 之雜種自花授精，F<sub>2</sub> 即成九個紫色花與七個白色花之比例。又將此 F<sub>2</sub> 之白色花各個體自花授精後，仍為白色花，並無分離現象。F<sub>2</sub> 紫色花之自花授精後，除少數產生仍為紫色花（

$\frac{1}{16}$ ) 外，餘有產生紫色與白色，成  $\frac{3}{16}$  與  $\frac{1}{16}$  之比例者，有產生仍為  $\frac{9}{16}$  與  $\frac{7}{16}$  之比例者。按其解釋，謂有種白花變種，缺乏一種顏色要素，此種要素若與另一種要素相遇，即發生紫色，此要素以 C 代表之。有種白花變種，缺乏另一種要素，若與 C 相遇，亦成紫色，以 P 代表之。故一個體必須兼具 P 與 C 兩種顏色要素，方能發生紫色，但兩種白色花變種，只各含一種要素，CC<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 及 cc<sub>1</sub>P<sub>2</sub>，於是均不能現其紫色，而為白色；一經交配 P<sub>1</sub> 與 C 相遇，存於一個體中，乃成紫色花 CC<sub>1</sub>P<sub>2</sub>。至以其 F<sub>2</sub> 紫色花自配後，則發生不同顏色之比例，亦至易解釋。表似之 CC<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 為純種，故仍為紫色花，四個表似之 CC<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 或 CC<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 自配後， $\frac{3}{4}$  為紫色花， $\frac{1}{4}$  為白色花；蓋其因子有  $\frac{3}{4}$  為造成紫色之同性故也。四個表似之 CC<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 自配後，紫色花與白色花成九與七之比例，相似於 F<sub>1</sub>，此無庸多為贅釋矣。

倘以 P<sub>1</sub> C 各代表兩種顏色要素，以 c 代表不含 C，以 p 代表不含 P，則二白花變種必為 CC<sub>1</sub>pp 及 cc<sub>1</sub>P<sub>2</sub>，而 F<sub>1</sub> 為 Cc<sub>1</sub>P<sub>2</sub>。其發生接合子時，有白種 CP<sub>1</sub>，C<sub>2</sub>p<sub>1</sub>，c<sub>1</sub>P<sub>2</sub>，c<sub>2</sub>p<sub>2</sub>

。茲仍用白奈特氏之十六方格法，表明其配合結果如後：（第二十五圖）



此外如白色玉蜀黍與白色玉蜀黍交配， $F_1$ 常有得紅色粒者，亦為相佐現象；惟所得之紅色粒均為異性接合體。

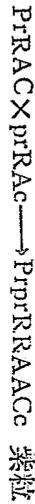
#### 相成之現象 Supplement

顏色之發生，由於兩種要素而成，近代 Miss Veheldale 謂研究花之化學性質，知生顏色最重要之物體，為一種有機基素，Organic Base 即色基素，Chromozon 及一種養化酵素 Oxidizing Ferment，而色基素不能自己生顏色，必須與養化酵素相作用方能發生顏色。又養化酵素如不得色基素，亦不能發生顏色，此之謂相成現象。

柯答與白克爾氏 Chodate and Back，謂養化酵素之能起作用，必含兩種成分，若缺其一，即不能使色基素養化而生花色素。Anthocyanin 茲以玉蜀黍試驗之結果，表明相成之現象，及色基素與養化酵素之關係。

數因子組成一種個性生物，頗不少此種情形；如墨西哥之紫色甜玉蜀黍之組成

紫色，係由 R, c, A 及 Pr 諸因子之作用而成。C 與 A 為基本因子，為組成紅色與紫色之惟一因子，故 C 與 A 稱為色素；如 R C 與 A 同時存在，則粒為紅色；R 為養化酵素；又如 R C A 及 Pr 四因子皆具，則粒為紫色，Pr 亦為養化酵素。今以該紫粒甜玉蜀黍（具有四因子）與白粒甜玉蜀黍（僅具 R 及 A 因子）交配，F<sub>1</sub> 仍得紫色：



紫粒與白粒，均含有 R 及 A 兩因子，故 R 及 A 在其接合子中均有存在。易言之：即 R 及 A 為其共同之因子。以 F<sub>1</sub> 之接合子 PrRAC, prRAc, prRAc prRAC 四種，依白奈特氏十六方格表計算，F<sub>2</sub> 有下列各種顏色之個體：

個體數	紫色
1 P <sub>1</sub> .P <sub>1</sub> RAACc	} 9
2 P <sub>1</sub> .P <sub>1</sub> RAACC	
3 P <sub>1</sub> .P <sub>1</sub> RAACc	
4 P <sub>1</sub> .P <sub>1</sub> RAACc	

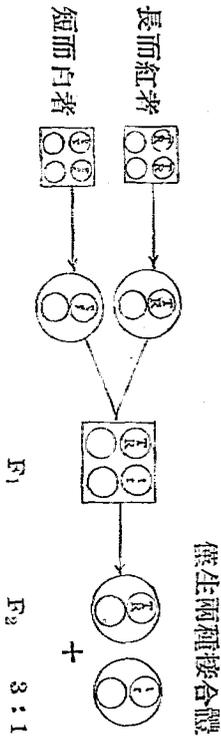
1	$P_r P_r R R A A C C$	}	3	紅粒
2	$p_r p_r R R A A C c$			
1	$P_r P_r R R A A c c$	}	4	白粒
2	$P_{pr} P_{pr} R R A A c c$			
1.	$p_r p_r R R A A c c$			

上述之  $R R A A C C$  為紅色， $A A C C$  即為色素， $A$  與  $C$  不能缺一， $R$  為養化酵素，與  $A$  及  $C$  相遇，即成紅色，而  $P_r$  亦為養化酵素，蓋  $R$  養化色素其力未足，加以  $P_r$ ，則養化更為完全，乃成紫色；故紫色除必須  $P_r$  外， $R A C$  均不可缺。

遺傳之連鎖現象 Linkage of Characters in Inheritance

前述之遺傳定則，為遺傳因子個別存於各染色體中，故其結果對於遺傳上此種因子完全各自獨立而不相關；但據近今之精細研究，知個體所有遺傳因子之總數，超過於其所含之染色體總數；故每一染色體中，必同時含有許多遺傳因子，前已言之，而在同一染色體中之遺傳因子，必互相連鎖，此連鎖學說所由起也。

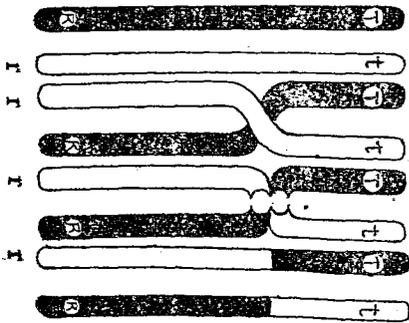
連鎖遺傳，與普通孟特爾氏所發明之遺傳比例，頗具不同。普通遺傳，其兩對個性之比例，在  $F_2$  爲  $9:3:3:1$ ，而  $F_1$  所生之接合子有四種，此因遺傳因子各位於不同之染色體中也。今舉長短紅白兩對個性爲例，則按孟特爾定律，長紅與短白交配， $F_1$  爲長紅之個體， $F_2$  爲九個長紅個體，三個長白個體，三個短紅個體，一個短白個體，但若使 T (長之決素) R (紅之決素) 同含於一染色體中，則  $F_1$  僅能生兩種接合子， $F_2$  之個體爲一對個性之比例：即三比一。長者必紅，短者必白，長者必不白，短者必不紅；蓋 T 與 R 同在一染色體中，減數分裂時無分離現象，t 與 r 亦然。易言之：即互相連鎖而遺傳也。茲以下圖明之：(第二十六圖)



遺傳因子之交換 Crossing Over

按上述長者必紅，短者必白，但有時長者亦有白性，短者亦有紅性，不過其比率甚微；然亦可知長紅二性，雖在同一染色體中成連鎖遺傳現象，但亦有分離之機會。即染色體當減數分裂時，成對排列，有時兩者竟呈彎曲形狀，互相絞繞；細胞

圖示同染色體中之兩遺傳因子間交換情形



第二十七圖

分裂時，而此兩染色體亦於是分離，各交換其遺傳因子矣。如 T 與 R 爲遺傳因子，同含於一染色體中，t 與 Y 亦爲遺傳因子；同含於另一染色體中，當兩染色體相並時，紋繞之作用，遂使 T 與 Y 在一染色體中，而 t 與 R 可在另一染色體中，此新式之染色體成功後，則 Tr 或 tR 之個體，仍倒發生之可能。此種現象，謂之遺傳因子之交換。

據 Morgan 氏謂染色體爲棍棒狀，許多遺傳因子排列於染色體中成線狀。又據該氏云：遺傳因子之交換，與其在染色體中相距之距離大小有關。凡二遺傳因子在一染色體中相距遠，則交換之機會多，相距近則交換之機會少；例如 A T R 遺傳因子，A 與 T 之交換值 Crossing over Value 爲 20%，T 與 R 之交換值爲 10%，A 與 R 之交換值爲 8%；故 A 與 T 之距離爲 20，T 與 R 之距離爲 10，A 與 R 之距離爲 30，此爲 Morgan 氏之解釋。惟近人研究，謂遺傳因子之交換，受環境之影響而變更其比率，如溫度與生物之年齡，皆足以變更因子交換之百分數。又如果蠅有一最特別之現象，即交換現象在雌體中甚易發現，而在雄體中則竟毫無。又生物之雌性個

體多為異性接合的，故交換現象見於雄性個體，而不見於雌性個體，與果蠅適相反。玉蜀黍非雌雄異體，故交換現象恒相等。

#### 計算遺傳因子交換法

計算遺傳因子交換法之前，須先假定一交換值，以推得 $F_2$ 之比例，則計算方法即可由 $F_2$ 之比例，設法求得交換值矣。

設T與R之交換價為10%，則 $F_1$ 雜種（ $\frac{1}{2}TR \times \frac{1}{2}TR$ ）減數分裂時，有10%之接合子含交換之染色體，有90%之接合子含不交換之染色體；（即仍持其原有連鎖現象者）結果有四種接合子。此四種接合子之比例，按百分分數，應得45%TR，45%tr，5%Tr，5%tR，或9TR，9tr，1Tr，1tR至 $F_2$ 之表似比例，Phynotypic Ratio 按Check board方法，得281TTR：19tR：19Tr：81tr 如圖：（第二十八圖）

茲用阿羅爾生氏 Emerson 公式計算因子交換百分數。

	90	10	10	90
90	81	9	9	81
10	9	1	1	9
10	9	1	1	9
90	81	9	9	81

第二十八圖

$$P = \sqrt{\frac{2(AB+ab)}{n}} - 1 \dots \dots \dots \text{接合子交換數 公式 25}$$

1 - P ..... 接合子不交換數

P x 100 ..... 接合子交換百分數

N = 個體總數      P = 接合子交換數

AB, aB, Ab, ab, = 兩對個性在F<sub>2</sub>之個體數

按LCheck board方法 F<sub>2</sub>表似比例為281 : 19 : 19 : 81

AB : aB : Ab : ab : 281 : 19 : 19 : 81

$$P = \sqrt{\frac{2(19=19)}{400} - 1} = -0.9 = .1$$

0.1 × 100 = 10% 交換值

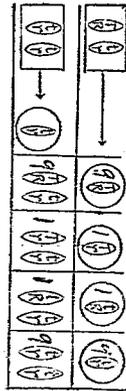
$$P = \sqrt{\frac{2(281+81)}{400} - 1} = 0.9 \text{ (或 } 1-9=.9)$$

0.9 × 100 = 90% 無交換值

求遺傳因子交換之簡單方法，即以F<sub>1</sub>異性接合體之有連鎖現象個體，如 (TR) (tr) 與雙隱性個體 (tr)(tr) 反配，則所得之結果，可以查出交換值。因雙隱性個體為完全同性體，故無論其有無交換作用，僅有一種接合子可以發生，即 tr。按下圖得其表似之比例，為 9TR : 1Tr : 1tR : 9tr，與F<sub>1</sub>所生接合子之各種比例完全相同

，故其交換值爲

$$P = \frac{Ab + aB}{N} = \frac{1+1}{9+1+1+9} = 0.1 = 10\%$$



第二十九圖

### 數量遺傳

學種育物作

數量遺傳學說 數量遺傳學說之重要，不僅在遺傳學上，且爲普通生物學之重要學說；此說學根據於累積因子 Accumulative Characters。所謂累積因子者，爲此種因子加於同種因子，能影響個性發達之程度也。而累積因子之學說，又不僅予育種學以重大之發明，即對於普通生物之變異進化，有莫大之關係。茲假設某育種

家交配二絕不相同之父母本，而致得一雜種兼有父母本之特性，如玉蜀黍以黍粒大而黍粒少之父本，與黍粒小而黍粒多之母本交配，其數量遺傳，可用累積因子法決定其雜種，必為父母本性之中性物，兼有父母本之個性，即粒大必適中，粒數必中多也。無論幾次同樣之交配，必仍得同樣之結果；而欲得黍粒特大特多之種，似不可能。然若以 $F_1$ 之中間種自花授精，其 $F_2$ 頗有得到粒大而粒數特多個體之機會。按累積因子之多寡，而定數量之遺傳，值設數量遺傳因子共有五對，則按計算結果，欲得純粹而有五對累積因子之粒數最多，粒最大之個體，必須 $F_2$ 有極大播種之面積，方能選得合格個體一個；此匪獨普通農夫之不能實用，即育種場亦難應用矣。其實此並不足以礙吾人之進行，祇育種之時間，略為延長而已。據易斯特氏 W. E. S. 曾 謂此項交配選擇方法，於 $F_2$ 選良種植一〇〇〇個體， $F_3$ 選良種植一〇〇〇個體， $F_4$ 選良種植五〇個體，比僅於 $F_2$ 種植二五〇，〇〇〇個體，選擇為便利；易言之：即在 $F_2$ 之個體中，欲覓得最佳合格之良株具有五對累積因子者，頗屬難行；若用每代繼

續選擇最合格之良株，以期其因子之代代增積，則甚為便利也。

達爾文所創之「天擇為物種之由來說」，久有認為不可能者。自累積因子學說發表後，達氏學說又有可能之處，惟略有限制而已。達氏謂個體微細之變異，能積聚而成為新種。一九〇〇年，戴佛瑞氏謂此項變異不能另成新種，至多另成原種中之一類，而與原種甚相近；且此種新變成之一類，Race 如遇環境稍有變遷，則必仍返其原種之性狀。吾人參攷各種學說，可知個體之變異，並不僅在乎徬徨變異，與環境之刺激，更有因個體所含累積因子之 *poles* 數目不同而變異者。逐年選擇累積因子，可成立新品種或新種類，因此數量遺傳，與生物進化，實為相連帶而不分立之學問也。

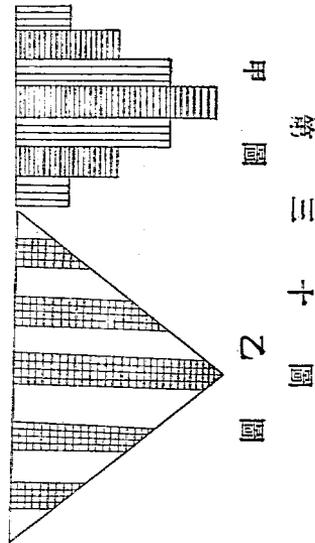
數量遺傳，與環境之影響，及與形狀相關之關係。

數量遺傳，有時不易解釋，其故有二：（一）為環境之影響，即為外界因子之影響，（二）為形性相關之影響；此二因均能使  $F_2$  數量遺傳之結果，不甚明瞭。茲分述

之：

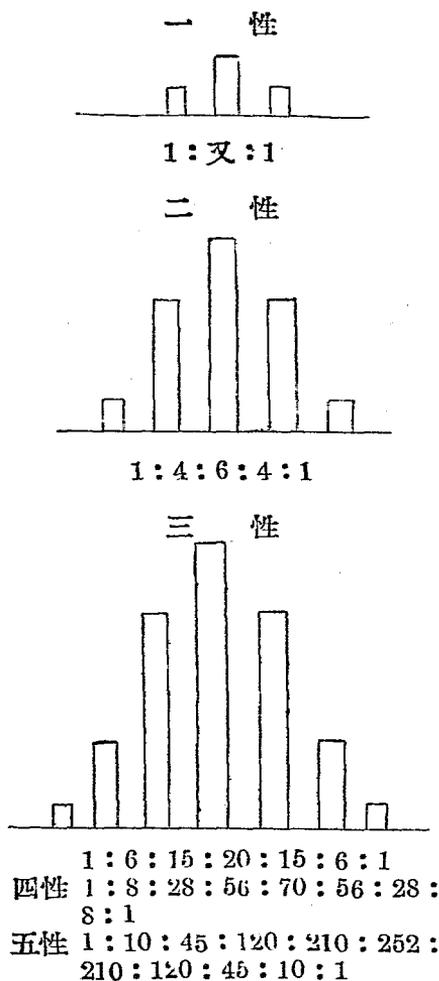
(一)環境影響於數量遺傳 數量遺傳， $F_2$ 個體用Number of doses之方法分類時，常受外界因子之影響，而不能確歸一類。阿墨爾生及易斯特氏 Emerson and East 兩氏之解釋，謂植物之變異，廣義的可分爲二類：一爲生殖質成分之不同，二爲環境刺激之反應。第一類爲孟特爾定律之基礎，第二類包括或謂不能遺傳之變異，即習得性 Acquired character，此類普通稱之爲徬徨變異。假設某植物有某良性之決素，則其高度常爲六尺；又有某個體無此種長性決素，則常爲三尺。高六尺之個體，植於肥地爲六尺五寸，植於瘦地爲五尺五寸；在遺傳上言之，謂高六尺五寸與五尺五寸之個體爲相似類，高六尺者亦屬之；但此情形若用 Number of doses 方法分別，其 $F_2$ 之類數必有變更；除外界因子而論，則可用下甲圖示之；而外界因子影響甚大時，則須用下乙圖示之：

觀乙圖，吾人並不能集合相近之個體，歸爲一類，而使同類之各體各含同數之



closer, 因環境能影響低個體變為較高, 或影響高個體變為較低也。若必欲分類之, 則類數必甚多, 而各類之相差, 亦必不遠; 是以生殖質之成分, 似被環境影響所隱遮; 如本高三尺者, 植於肥地, 則高四尺或五尺, 此即環境影響之故也。

(二) 形性相關, 與數量遺傳之關係。形性相關, 亦為影響數量遺傳之一因子。例如一植科甚小之玉蜀黍, 雖有遺傳產生大果穗之能力, 然此小植科究不能產生大如大植科產生之果穗也。



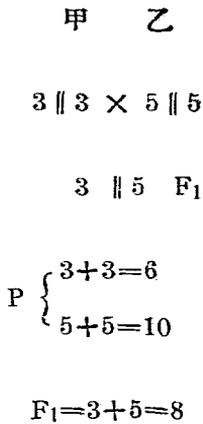
遺 傳 篇

數量遺傳之種類 數量遺傳之種類，分單性兩性三性以及多性等。所謂單性者：即作物對於數量遺傳為單一的，在 $F_1$ 或 $F_2$ 雜種時，其數量之變異成單性分離之數為最少。兩性者則在 $F_1$ 及 $F_2$ 雜種內，分離之數較多；若三性則加多，多性則愈多；總之，性愈多，其分離之數量亦愈大。茲以下圖示之：

按上圖：設甲之高度爲六尺，乙之高度爲十尺，則  $F_1$  雜種之比例，雖不能均爲八尺之高度，但大都在六尺至十尺之間者爲最多；故上圖爲塔形。

數量遺傳之定則

凡數量遺傳，無論以作物之高低大小顏色，或其他個性爲例，其後代雜種之最多者，恒位於父母之間；例如某兩種作物，甲之高度爲六尺，乙之高度爲十尺，舉行人工授精；在遺傳學上言之，甲在生殖細胞，分離時減數分裂，乙在生殖細胞時亦然；故  $F_1$  之雜種，半爲甲之遺傳性，半爲乙之遺傳性，其高度爲兩性半數之和；但實際上不能有如此之正確。

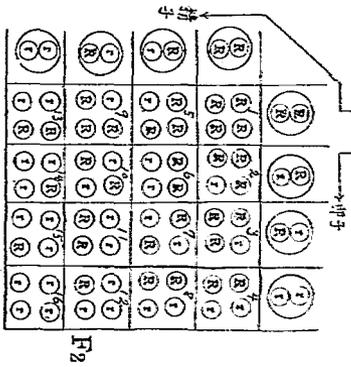
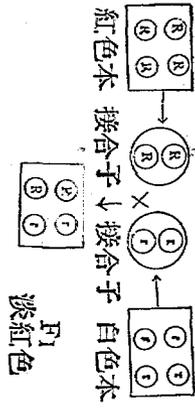


## 數量遺傳之實例

研究作物種子之顏色，大小，重輕，長短，及麥穎芒之有無，棉穎花之顏色，莖之高低，葉之缺刻等，均屬數量遺傳；而數量遺傳之 $F_1$ ，多為父母之中間種，不能以孟特爾比例法計算其個體之比例。茲舉愛爾生氏 *Nilsson* 小麥粒色交配所得之結果，與葛能斯 *Cortens* 之紫茉莉花交配所得之結果，以證其異同之處。

葛能斯交配紅花紫茉莉與白花紫茉莉 $F_1$ 之雜種，為玫瑰色，即淡紅色；自花授精後所得 $F_2$ 之比例，得一紅：二淡紅：一白之比例；而愛爾生氏之紅白交配 $F_1$ ，亦得淡紅色之個體與葛能斯交配之結果相同；但 $F_2$ 所生個體紅白比例，為一五比一，其間紅色程度，由深而淺，當屬平均。吾人若順其顏色之深淺，個粒之多寡，作曲線，則此項有規則之曲線，與生物統計學家所用以代表徬徨變異之曲線，完全相同；蓋均為連續的變異也。茲以 *Single dose* 與 *Double doses* 之理論解釋 $F_2$ 之結果：

第三十二圖



在本 Check board 中，僅第一格有 4doses，故為深紅色；第二，三，五，九等

格有 3 doses，故紅色稍淺；第四，六，七，十，十一，十二，等格有 2doses，故紅色又淺；第八，十二，十四，十五，等格有 1dose，故紅色最淺；而第十六格則不含紅色決素，故爲白色；此爲累積因子之解釋，亦即愛爾氏之小麥粒色交配，與葛能斯紫茉莉花色交配不同之點。

#### 習得性之遺傳 The Inheritance of Acquired Character

在生物學上未解決之問題中，最多爭辯而關係最重要者，首爲習得性之是否能遺傳。所謂習得性之能否遺傳者：即個體在生活過程中，受外界環境作用，起反應致生變異，此種變異，能否保留至後代之謂也。

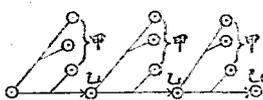
生物學家對於習得性遺傳說之觀念，各有不同：有主張習得性可以遺傳者，有主張不能遺傳者；主張前說爲拉馬克派 Neo-Lamarckians，主張後說爲新達爾文派 Neo-Darwinians，故生物學家對於此點，似已分爲兩派，而反對習得性能遺傳之第一人，實爲蓋爾頓氏，但反時最裂者爲魏西門氏。

習得性能遺傳之拉馬克學說 十九世紀初年，法國生物學家拉馬克氏，提倡習得性可以遺傳。拉氏謂長頸鹿之長頭，實由於食樹葉之便；蛇之無肢，因進出狹隘之孔突而失去。易言之：拉氏認生物肢體有用部分漸行發達；無用部分漸形退縮，即生物因反應環境之影響，適應新需要，形成此種形狀。至十九世紀中葉，達爾文氏「物種由來」出版，拉氏學說遂被遮沒。達氏以爲新種之形成最重要之原因，爲自然選擇，但歸根結蒂，生物之起變異，達氏亦承認爲外界影響所致，而此種變異，亦能遺傳；此與拉氏學說，根本上並無不同；不過達氏以爲必須變異上加以選擇作用，始能形成顯著之新種。

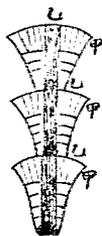
習得性不能遺傳之魏西門學說 魏氏倡生殖質連續說，說明生殖質是一系相承。構成身體，係自生殖質分出之生體質，而此一代生殖質，則遞自前代，並非自體質；故個體一生中所受之變異，只限本身而止，不能遺傳後代。要之，魏氏習得性不能遺傳之理由：爲（一）身體質之變化，不能遺於生殖質；即生體質方面之變

異，不能影響於生殖質。(二)倘身體能影響生殖質者，即習得性能遺傳，則此次證據為不能決定的 Inconclusive，為不滿意的 Unsatisfactory。(三)生殖質係連續的。茲以圖表明生殖質為一系相承，而生殖質為生殖質所分出構成者：

生殖質與生體質



第三十三圖



第三十四圖

甲 = 生體質

乙 = 生殖質

魏氏既倡生殖質連續說，一方面復以實驗之結果，維持其學說。魏氏將白鼠之尾割斷，養大令生小鼠；小鼠之中，無一為殘缺尾巴者；此足為身體受影響不能及於生殖質，而遺傳於子孫之證據。

魏氏學說之缺點

魏氏主張身體質與生殖質爲絕對不能相連者，此爲其主張之大缺點。現代細胞學家已發現細胞之間，實有空隙，可互相通其形質 Protoplasm。生物之生理方面，與形態方面爲相連之一種單位；而細胞完全分離獨立說，實爲不可能之事實。生物組織各細胞間，既有一種原形質連絡物，使各細胞可互相連通，則身體質影響生殖質，甚爲明顯。

#### 習得性遺傳，在植物方面之例證

習得性遺傳對於植物方面，據范地拜爾 Fedebaur's 之試驗，言某種薺屬，*Capsella* 經多年後，由大路旁葡萄匍延爬至於高山，習得高山性質，再移至低地，其高山性質仍不消失。波載什 *Edmond Bodge* 謂觀察桃樹生於列尼昂 Reunion 氣候之下，漸漸習得常綠性質，幾乎完全爲真的常綠樹，而此性質且爲遺傳性。如從該樹生出之苗木，移植於本來落葉地方，尙能保持常綠性質，顯出習得性能遺傳後代。鮑賴氏 *Bailey* 於一九一二年，宣言彼能於無論何項亞麻品種中，選得一亞麻

免疫之品系。按鮑氏之理論：謂作物若永遠繼續受病之侵害，則一代傳一代，相傳數代而後，其免疫性能漸漸增高而不爽。彼自一毫無免疫性之種子，取得亞蔬之純系，而植於稍有枯萎病菌之土中，多數個體受病而不生存，僅餘極少數之株數能生長結實；於是彼於次年，更植此項種子於枯萎病較烈之區，多數個體又因而死去，僅餘少數仍能結實；再次年後同樣增加土壤中之枯萎病菌，使病害更甚，而植少數存留之種子於其中；如是年年二選種，最後得一能完全免疫之純種。此最後所得之免疫種，據鮑氏言，決不致失去其免疫性。凡此皆足以爲習得性對於植物有遺傳之可能性云。

#### 習得性遺傳之解釋

(一) 達爾文之泛生說 *Pangensis* 達爾文之習得性遺傳說，見於其馴化動植物之變異篇內，稱爲泛生說。達氏以爲各個身體細胞內，能發生一種物質，極其細小，稱爲微芽 *Germules*。此微芽能流行於全身，及後歸入生殖質內；因身

體之一部分受外界影響及於微芽，微芽運行至生殖質內，後將從外界受得之結果，潛藏於其內。一個個體受到環境變化，能將效果傳於子孫，即爲此故。

(二) 刺激素說 刺激素說在生物生理上，分泌需盛或缺乏，能使生物某種機能亢進或衰退，形態上亦因之變遷；此種物質，從無管線分泌，混入血液，週行全體，即極遙遠之部分，亦能受其影響，發生變化。此種內分泌物，影響於形態及機能之顯明與習知之例，無過於生殖腺之影響。男子去勢後，形如婦女；公雞阉後，失其戰鬥之性格，母雞阉後，羽毛呈公雞之形狀。克林漢氏 J. J. Curniahan 即以刺激素影響於身體之事實，說明外界感受之習得性能遺傳之理由，便稱其學說爲刺激素說 Hormone Theory。克氏在一九〇八年發表其主張，復於一九二一年著刺激素與遺傳 Hormones and Heredity。克氏相信生物是能因所處環境，而變更其性狀，因性狀之變更，以致某部分發達，某部分退化；結果遂使從發達或退化部分發生之刺激素，亦生變化而發生增減；於是影響於

遺傳，使下代子息呈相似之性狀。

(三) 代謝作用改變說 生物在生活中，與代謝作用是不能分離者。凡生物在生活時期，必須吸收外界之物質，化爲與已體相同之複雜物質，以修補其組織破壞，及供給生長時增加質料之用；但一而復將複雜之物質破裂，發生能力，供給生活運動之用，其廢料排泄體外；前者謂之構造作用，後者謂之破壞作用。生理學者相信每種生物之所以能親子相似，便因親體有些種代謝作用子體亦有同樣作用，此種作用生理學家稱爲「遺傳惰性」Hereditary inertia。易言之：親子彼此相似，因爲原形質前後繼續下去，分子運動方式，前後一致相同故也。但此種遺傳惰性，並非不變者，亦常因外界之作用而發生變遷也。

(四) 記憶說 希蒙爲近年擁護習得性能遺傳中最有勢力之一人，其著名學說稱爲記憶說 Memoric Theory。記憶說之中心思想：簡言之，生物受環境影響而變遷已成之事實，此種體質所生之變化，對於生殖細胞，確似給予一種刺激；故

能使生殖細胞生一種比較長久之印象。例如吾人覺及受得一種刺激，腦細胞即生印象；此種印象及後尙能復活，故稱爲記憶。生物在生殖細胞內，亦有此種情形會從體質變遷得到之印象，及細胞質育爲新個體時，又復發現而活動，現出親體之性狀。

## 第九章 純系論

### 祝恆生之純系說

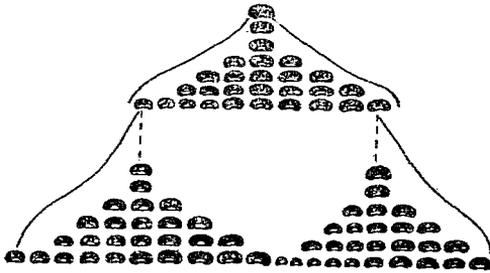
蓋爾頓氏觀察於異體授精之個體，而其變異因遺傳之不同，發生極大之差異，發明折中定律，前章已言之矣。祝恆生 Johnson，丹麥植物學專家，為研究自花授精變異之第一人。在自花授精之個體中，生殖質之變異頗少，而其變異均為環境之變化。祝氏為研究起見，取自花授精之菜豆為材料，此種菜豆通常名為 Princess Bean，選許多最重之種子，重量為八〇c.g.；由此項重量相同之種子所生之植科，依其莢內之種子數，莢在植科之位置，及開花之遲早，而其種子大小不等。平均每株種子之重量，自三五——六〇c.g.，雖有數株後代之種子與親本同大，但平均重量，無及於大種子植科所產生者。要之，後代有傾向折中之趨勢，而種子之自身相異之程度則甚大。

其後祝氏又從一植科中取最大與最小之兩種種子，依第種植，結果最大種子所生種子之平均重量，並不重於最小種子所產生者之平均數。此種單株所有之後代，祝氏稱之爲系 Line。茲舉其選擇最重與最輕之種子分別試驗六代之後之結果如下：

( 第 二 十 四 表 )

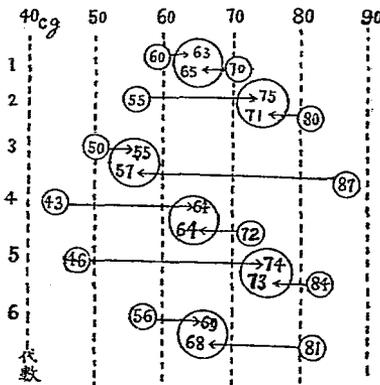
代別	親本之平均重量		重量之差	子本之平均重量		重量之差
	最輕	最重		由最輕親本所生之重量	由最重親本所生之重量	
1	60	70	+10	63	65	+2
2	55	80	+25	75	71	-4
3	50	87	+37	55	57	+2
4	43	73	+30	64	64	0
5	46	84	+38	74	73	-1
6	56	81	+25	69	68	-1

母 本 之 種 子



(母本小種子之後代) (母本大種子之後代)

第三十五圖示從單株上所選之最大與最小種子所產生後代之結果並無多大差異以可知環境所生之變異不能遺傳



第三十六圖示在純系選種之無效根據祝氏之上表記載及參 Walter 氏原圖而付以數字

據上表選擇之第六代五六 c.g. 之輕種子，產生平均重量六九 c.g. 之後代，而八一 c.g. 之重種子，產生與輕種子幾相等之重量六八 c.g.。親本與子本年年不同，以每年生長環境之各異故也。在第三代為歉收之年，第五代為豐滿之年，但可引為注意者：即

正選與負選幾相等也。輕重種子六代選擇之後，單株後代無差別之可言。所以祝氏之結論曰：菜豆因環境而生之通常變異，不能影響於次代種子之重量。故單株自花授精作物之後代，其遺傳性相等，而環境影響之變異，不能由此代而牽及次代。此種單株同性接合體，其生殖由於自花授精者，祝氏名之曰純系 Pure Line。

#### 純系之定義

祝恆生深信在一個遺傳純一而自花授精之後代個體中，舉行選種為無效，即謂此後代之個體羣為純系。近今其意益廣，凡個體羣具有同性之裏似者，皆為純系。所謂純系，專指生殖質而言，生殖質之異同，以定品系之純否，與外表無涉，故往往外表體質雖同，而生殖質則有異，不能謂為純系也。在自花授精之作物，或無性生殖及不須異體授精之動物，所有單體之後代，（無突變現象發生者）均屬同一純系。在異花授精植物，或高等動物不能自體授精者，欲得完全之同性接合體，一如純系之個體，雖不可能，但數代近配 Inbreeding 之後，亦可希冀該個體中某個性

之純系。吾人所飼養之家畜，及栽培之異花授精作物，欲得其所具有之各個性完全純系，既為不可能之事實，但純系理論之應用此類動植物，亦猶應用於自花授精之作物；蓋選擇於個性遺傳純一，或同性個體羣者，均無效也。

選擇於個性已固定之品系中為無效：如羽毛白色，身體橢圓，而冠深紅之雞是也。然此形態一致之雞種，若與羽毛花色，身體長大，雞冠為單冠者交配，則第二代產生之種，為形態混雜之異性形態，於此而舉行選擇，立奏功效。紅色雞冠為顯性，單冠為隱性，則用單體選擇法分離單冠，於是個體羣立即分裂，而成若干之純系，選擇又無效矣。

所以選擇之功效，全恃遺傳上變異性之存在。波爾不開 Luther Burbank 會利用此種原理，改良作物，頗奏成效。伊之成功，以能識別有價值之變異，發生於大多數異性接合體之後代。

育種家欲改良動植物，其遺傳因子，常影響於有價值之特性，如乳牛之產乳量

，家禽之產卵量，及作物之增加收量等是。又飼養之家畜，與栽培之異花授精作物等之遺傳因子非常雜異時，而於個體羣中加以選擇，則常有效而屢獲進益，此幸事也。惟在選擇初期之後，個體漸見同性，個性漸見純一，則選擇之功效，次第下減，育種家於此必設法改變其育種方法。

由上觀之，純系說乃解釋生物選擇方法僅為分離其遺傳因子而為純系，而不能造成新品種。

#### 純系之固定

一種生物純系之固定，根據於其因子之有無突變現象，細胞分裂時不規則之染色體行動如何，及異配之有無而定。又因此種現象有時或有多少之發生，故選擇必須特別注意各種形態，保存真正之純種。能注意及此，則自花授精作物之純系，可永久保存而不替。陸壽氏 Louis 曾從單穗小麥育成四系不同之品種，其後每年選擇佳穗，五十代之後，取其可以代表全體之穗，以與原地之原品種比較，其大小相同

，其形態在此長時間，雖無可珍貴之式樣發現，收量雖亦無若何之增加；然在此情形之下，選擇有保存其形態不變之傾向；至於成熟時期，歷年稍有不同，但可不必注意及之，因此種性質，頗受影響於環境也。

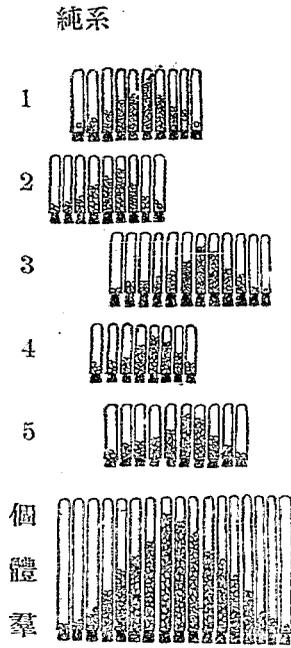
### 生物之個體羣

生物品種中，普通含有一個以上之純系，此品種有稱爲生物之型式 *Biotype*。以異花授精之植物，有時使之自花授精，即有孟特爾之因子結合，與因子分離現象，及因子間之變化，與染色體之不規則分佈，故一品種中含有若干之純系。夫多數個體之集合，無論同性或異性，均稱爲個體羣 *Population*。而所謂個體羣者，混合兩個以上之純系者也。每一純系必有其純系內特有性質之一定型式，故個體羣爲相異之多數型式集合而成，如一地之麥，一羣之羊，皆一個體羣也。

### 純系與個體羣

個體羣內至少含有一個以上之純系，但每一純系與一個體羣，均有徬徨變異，

不過在身體質上因外界環境影響，微有不同，然其裏似，則殊多差異。茲將祝恆生氏解釋個體羣與純系不同之點，圖示如次：



第三十七圖 (Jones 氏之原圖)

祝恆生氏首先發明如何選擇，造成一種新變異。秤相等之菜豆種子，分別下種，其所結之豆完全不同，所以每豆可假設為一種純系。祝氏又分別秤同年所生數系之豆，此數系各為每株之後代，各系秤得之數，均為通常之分配如圖所示。每管所有之各個種子，其重量相等，每系管內含有同等級之種子直接置於其上，以示比

較。

圖一二三四五表示五種純系，以及每純系中之徬徨變異。最下之圖，爲五種純系集合而成一個體群；此個體群之種子分配，相似於五純系；然五種純系雖集合一處，而在形態上絕對難以察出五種純系集合之痕跡，不過在個性上五種各有不同；如在第三純系管內之最小種子，爲第二純系普通大之種子是也。

在集合之個體羣中，每管內所有之種子，在重量上爲相似；但以此相似之種子種植後，所有之後代，依純系原理，其結果各異。易言之：任何純系種子，皆生不等重量之現象；但所有純系在第二代，關於種子大小之變異，均爲相同之結果；因此所有在形態上相異，而遺傳相同者，祝氏謂爲裏似 *Genotypes*，所有形態相同之個體，而遺傳不同者，祝氏謂爲表似 *Phenotypes*。裏似之分類，依照其生殖質，表似之分類，依照其生體質。

### 純系原理之應用

純系原理，應用於自花授精之作物。

選擇於自花授精作物，或同性個體，可謂為選擇作用 *Sortin Gout Process*。此作用頗相似農夫於其作物田內，分離其他所有品種；所不同者，純系之在個體羣，不能以觀察而分離之也。純系原理應用於自花授精作物之選種，如美國開繁斯 *W. B. S. S.* 試驗場之育成冬小麥新品種，現已繁殖至三百萬餘英畝。此若大之面積，均為二十年前一穗之後代。

純系原理，應用於異花授精之作物。

純系原理，應用於異花授精作物，亦同自花授精之作物，惟內容較為複雜而已；以其除環境足以影響其變異外，尚有孟特爾之因子結合現象，使其發生更大之變異性故也。在異性接合體中，難得完全之純系，選擇上能達到之程度，不過為分離近似於純系之各個體，尤以多數異體授精之動物，——家畜——完全以其繼續互配，而維持其生長勢力為甚。所以通常吾人除去一二個性不與生長勢力相連接者，不

能按此種個體而育成同性體。純系之與色澤，或體外之形態，易於固定而為純種；故吾人不必更為注意。但在許多情形之下，由普通環境從優良個體，分離而發生之任何變異，應用同方向之選擇方法以保存之；因此大多數之異性接合體，在可能情形之下，發生甚多之變異；在此變異中，可尋得一新個體。又在異花授精作物中，吾人比較上易於變更其開花期及成熟期；植科與果實之大小形態，亦可於限度之下改變之。至於動物之色澤，若以不同顏色之兩親體相配，可立即變更之；大小形態及成熟期之變更，亦因此而造成。易言之：異體授精之動植物，欲適應特別地域及特別需要，比之自花授精之作物為易；惟既造成適合之需要，若欲再為增加生產，則較難矣。

#### 純系選種與混合選種

未知個體祖先之個性，而選該個體之優良者混合為繁殖之用，其方法謂之混合選種法。純系之各個體，集於個體羣內，在自花授精作物中，選單株或單穗以為繁

殖之用，其方法謂之純系選種法。前者繁殖頗速，但不澈底；後者推廣遲緩，但可得一固定優良之品系；一俟優良品系之固定，即可繁殖推廣而及於一般農民矣。通常混合選種，多忽視雄方之遺傳性，所謂僅知其母本，不知其父本，僅知遺傳性質之一半，不知遺傳性質之整個，故其功效不大。至於純系選種，有各種個性之記錄可考，上自祖先，下至子息，系統分明，可按而淘汰選擇之，故其功效以增。但短時間未必有效，必須多年始可有成。美國邁因 Mare 試驗場，謂生蛋多之母雞，如僅根據於下蛋之記錄，而不考研其公雞產生女雛之能力，加以選擇，其功效甚微。易言之：混合選種之功效，終不及純系選種之偉大，以多數之形態，雖發育之程度相似，——表似——而在遺傳上——生殖質——之行動，有完全各異故也。

#### 混合選種 Mass selection

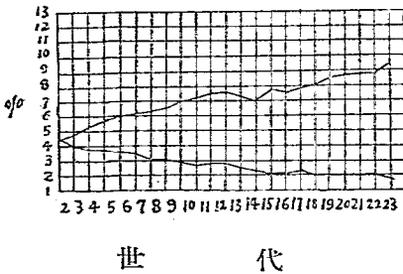
選種之基本原理，即選擇合乎吾人標準之各個體，以爲育種之用。普通藉顯見或可測定之個性，以鑑別之。即以當選之個體，進而爲系選之用；如玉蜀黍之在收

穫時，從所有之穗中，選擇最佳之穗，爲次年分行繁殖之用。此種選種法，動植物育種家行之頗久，但改良之功效遲緩，且不甚顯著。

此法應用於異花授精之作物，功效尙顯，可於玉蜀黍選種試驗之結果見之。一八九六年，美國伊利諾 Illinois 農事試驗場，開始選擇一六三穗之白玉蜀黍，以作蛋白質及油分含量之高低試驗：即每代籽粒，均選曾經分析而知其蛋白質及油分百分率之最高與最低，分區種植。九代之後，因自配之故，收量銳減，生殖力亦弱；於是每系選二十四穗分行種植，同行去雄，次代即從去雄之行選爲種子，二十三代之後，經易斯特與祝奈 East and Jones 二氏之分析，其含量爲從原品種平均 10.92% 中，蛋白質增至 14.53%，另一面減至 7.74%，同樣油分在正面增至 8.46%，反面減至 2.03%，如下圖。混合選種足以變更化學成分，其事甚顯：首數代變更之程度甚大，據易氏與祝氏意見，以爲玉蜀黍係異花授精作物，首數代爲裏似之分離於混雜品種中，故變更尤顯。

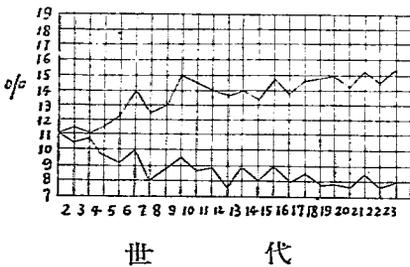
蛋白質高低含量之曲線

(第三十八圖)



油分高低含量之曲線

(第三十九圖)



混合選擇對於異體授精之動物，功效亦甚大；但在親配之中，不常見效。例如美國邁因試驗場研究母雞下蛋之增加，即母雞每年下蛋在一六〇枚以上者，用為育種，而公雞之下蛋數，由其母親而測知；若在一〇〇枚以上，則即以此二者舉行交配，復繼續選擇九代，其每年生蛋總數，並未增加。

混合選種在普通情形之下，大都有效；因為多數個體，顯然依據於多數遺傳因子而增加產量，或改進品質；此遺傳因子，由選擇漸漸分離而累積之；若多數因子已屬相近，或混合選種不能分離時，則選擇為無效。

然混合選種用於親配時，可使其所欲達到之結果較速，如易氏與祝氏變更玉蜀黍化學成分，用自花授精法之成效比異配為速。在動物方面，兄妹交配求已選得之品系之同性或同系，比之異配為速。選擇之最速者，為從自花受精之個體群中，分離純系而施以混合選種法，可於短時間內選得大批之個體也。

#### 純系選種或系選 Progeny selection

混合選種根據於品種之外表，不足為育種上之可恃者；因環境變異多發生於表似，發生於裏似者則僅無；且此種變異不能遺傳，故育種家利用最近遺傳學之新智識，多採用品系試驗法 Progeny Test。育種家深信生物根本改良，必須注意裡似，而不僅在個體形態之相似。一個個體之裏似性質，最易證明者為後代品系之產生

；例如作物從各單個體所產生之種子，分別種植，精密比較各系之後代，凡品系統一，具有優良個性合於吾人所需要者，則留之，次年再繼續試驗，否則淘汰。又如動物雄體之育種價值，由其最初之後代即可推測。故育種應先注意雄體之研究，一則多數之後代可從一雄體孳生而來，再則雄體之改良，較諸優良雌體之選擇為速。雌體如能產生優良之後代則留之，否則，雖其後代之外表美觀，亦不惜淘汰。此法不能廣為應用於一般動物之育種，例如改良之役用牛，多數能產生有價值之母小牛。

。郭文氏 Gower 發見雖多數改良役用之牝牛，其後代牝牛之乳量，與脂肪繼續保持優點，或更有進者；但亦有後代牝牛，並無此種優點。前者示（一）品系試驗之結果，足以證實曾經選擇之牝牛之價值，或（二）示此牝牛中根據其品系試驗，而直接選擇之結果；後者示（一）此牝牛與不能希望繼續生產量高之牝牛交配，或（二）裏似不含有生產量高之因子。但選為育種之用者，為其尚有其他優點，如外觀美麗是也。總之，無論所示為何，品系試驗之重要，功用甚偉。根據此試驗之，可選擇一真

正優良之品系。於是育種家不論何種生物，均應以品系試驗爲選擇之根據。因爲此種試驗爲育種價值最精確之所在也。

## 第十章 交配論

生物之前代如何產生後代，孳孳不絕，是謂生殖方法。生殖爲普通之現象；一切生物，均能生殖；但生之方法不同，普通分爲無性生殖，與有性生殖，或謂兩性生殖。前者有由自體分爲二部分，或數部分，而成兩支或數個支體；及由親體之一部漸漸長大成第二個生物，此第二個生物，有時不與親體分離，結果許多生物連成一個生物羣；有時長大之後，脫離親體成一個單獨生物。後者須有雌雄兩性接合成一新個體，所謂交配者，即雌雄兩性，由不同之個體互相接合是也。

### 無性生殖

無性生殖者：植物簡單之生殖也。(一)由自體均分裂成兩個子體，分裂後自體之全部變成子體，而親體即不繼續存在；此種生殖，曰二均分裂Binary division。下等生物，多係此法生殖，如變形虫，草履虫之分裂等是。(二)由親體之一部，漸

漸成長，直接分離發達而成獨立之新植物。如不定根之植物，一枝一芽，插之地下，用適當方法栽培，均可發生新根，生長枝葉，成一新植物。又如塊根及地莖之植物，皆能於地下發生新芽，漸出地面，長成與母體無異之植物。此種生殖，曰生芽生殖 *Budding*。簡單生物，及高級植物，用此法以行生殖者頗多，如草莓之用葡萄枝，葡萄之用插枝，蕃薯之塊根繁殖，葱蒜之地莖繁殖等是。(二)羊齒類之植物，在秋季葉之下面生出許多孢子囊，內含極多孢子，每個孢子遇到適宜之環境，可以發生成一個植物，此種生殖，曰孢子生成 *Spore Formation*。

#### 有性生殖

有性生殖，由雌雄兩性之細胞結合而成種子，由種子而發芽成長是也。細胞之雄者曰精子 *Sperm*，雌者曰卵子 *Egg*。花粉由媒介達於雌蕊之柱頭，發芽生管，曰受粉 *Pollination*。精子與卵子合併，曰授精 *Fertilization*。顯花植物多行此種作用，高級隱花植物亦間有之，惟是植物之能行此種作用，故變異多而有產生新

## 種之可能。

一、配合各個性而遺傳之 有性生殖法，即種子繁殖法；如前所述之插條接枝與根塊繁殖，均無性生殖；無性生殖不能發生新個性，亦不能減少舊個性，即其繁殖所得者，與親體毫不相異。而有性生殖則不同，有新個性加入之機會，故可配合各個性而遺傳之。

二、增加變異 用有性生殖繁殖，變異特多；例如芽變 Bud Variation，即用種子繁殖最多之變異。果樹須行無性生殖，所以減少變異也；否則用種子繁殖，則極佳之果樹，其子孫每失其優良性，而不似其祖先；至於農作物如已育成純種，不能再有進益；倘欲增加變異，以供選擇之材料，則可使與他種交配，其變異必多。

## 花部構造及授精程序

吾人試取通常之花詳為觀察，其最外之一層為花萼 Calyx，為數個綠色葉狀物

所組成爲萼片 Sepal，花萼之內一層爲花冠 Corolla，爲數片顯著顏色之葉狀物所組成爲花瓣 Petal；花冠之內，有許多細柱形之物體圍繞一個中央之柱形物，中央之柱形物爲雌蕊 Pistil；圍繞雌蕊之許多細柱形物爲雄蕊 Stamen；雌蕊下部擴大之部分爲子房 Ovary；子房上面之柱狀物爲花柱 Style；花柱之上爲柱頭 Stigma；雄蕊可分爲二部，一爲線狀花絲 Filament；一爲花絲上部之花藥 Anther，花藥含有粒狀花粉曰花粉粒 Pollen grain。

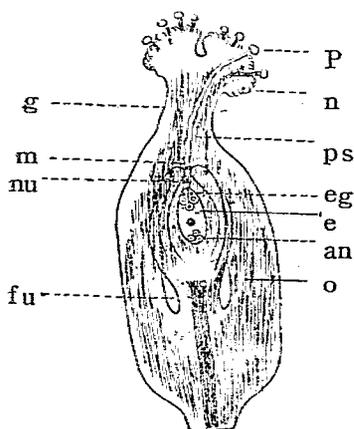
花外部之構造  
(第四十圖)



- a 爲花柱 } 雌蕊  
 b 爲柱頭 }  
 c 爲花藥 } 雄蕊  
 d 爲花絲 }  
 e 爲子房 — 雌蕊  
 f 爲萼片  
 g 爲花瓣

花部在生殖上最重要之部分，爲雄蕊與雌蕊，雄蕊並非發生雄精之器官，雌蕊亦非生成卵子之器官，乃係生成孢子之器管。雄蕊之花藥，雌蕊子房內之胚珠 Ovary

花 內 部 之 構 造  
(第四十一圖)



- |        |        |
|--------|--------|
| P=花粉粒  | an=極細胞 |
| n=柱頭   | o=子房   |
| g=花粒   | fu=珠柄  |
| Ps=花粉管 |        |
| m=珠孔   |        |
| nu=株心  |        |
| eg=卵器  |        |
| e=胚囊   |        |

Embryosax o

均，均是孢子囊。種子植物有兩種孢子，及兩種孢子囊；一為小孢子 Microspore，生成小孢子之器官曰小孢子囊 Microsporangium，一為大孢子 Macrospore，生成大孢子之器官曰大孢子囊 Macrosporogium；小孢子囊即花藥，小孢子即花藥內之花粉細胞 Pollen cell，大孢子囊即子房內之胚珠，大孢子即含在胚珠內之胚囊 Embryosax o

小孢子在花藥內分裂成雄配子代植物，此雄配子代植物不甚發達，祇有兩個細胞；內中一個是身體細胞，一個是種細胞；在花藥內雄配子代植物發育成兩個細胞時，就停止發達，成爲一個花粉粒；在雄蕊成熟時，花藥破裂，花粉粒以媒介——風或昆蟲等——傳至雌蕊之柱頭。雌蕊在成熟時，柱頭上即生粘液，迨花粉粒至柱頭，即行附着發芽，而其身體細胞變爲細長之花粉管，從柱頭經過花柱直達子房；（如上圖）同時種細胞變爲兩個細胞核，亦伸入花粉管內，此時花粉管就爲配子代植物之雄器；花粉管內從種細胞分裂所成之兩個細胞核，就成爲雄精細胞核。

雄精不能直接與子房內胚囊連合，因爲胚囊不是卵子，乃是大孢子，必須發育成雌配子代植物生成卵子，始能與雄精交合。發育之經過：先從一個細胞核分裂爲二，此兩個細胞核互相分離至胚囊之兩極，再從兩極之細胞核分裂兩次，成八個細胞核，每極四個，至後兩極各出一核至中央，互相併爲一個細胞核；此時胚囊之兩極，各有三個細胞核，中央祇有一核，在此細胞核中，有一個爲卵細胞核。（如

花粉管伸進胚珠與胚囊接觸處，即行溶解；雄精細胞核，即由花粉管進入胚囊，與卵細胞核交合。花粉管內共有兩個雄精細胞核，內中一個與卵細胞核交合成爲胚胎，將來發出新植物；一個與中央合併之細胞核交合，成爲胚乳，以爲胚胎將來發芽之養料；胚囊內之一極，有三個細胞核，內中一個爲卵細胞核，已與雄精交合，其餘之五個細胞，漸漸消滅，至是授精完畢矣。

#### 交配名詞之釋義

育成形態一致，及有經濟上價值之動植物，有時須藉助於同類品種之交配試驗。血統相近，或自花相配者曰近配 *Inbreeding*；然而多數之屬於同系或同種之動物，在程度上略有差異，但任何該系或該種之各個體交配，皆能謂發生近配；故近配之名詞，實含有廣義之親近交配；於是在實用上，吾人頗便於支配兩近體間之交配，如自花授精，兄妹成婚，父女相配，及其他血統相近等。又如兩異性相配，或無

血統關係者相配，謂之異配 Outbreeding。異配之意，含有異系異種之動植物交配；育種家謂之雜交 Cross-Breeding。此兩名詞常交相選用，以表示兩無關係，或相異之個體交配也。其他交配之各種名稱，均可以以近配與異配兩名詞概括之。此兩名詞之重要差別，即在各個體相似之程度而已。

#### 異配或雜交育種法

#### 異配爲天然之現象

有許多植物品種，其花部構造，足以阻止自花授精，而爲不同之兩種個體所結合；亦有許多植物，本身雌雄兩性不能自行作用，故自配現象頗少，或竟絕無；約言之，其故有四：（一）爲本身之雌雄兩花不於同時成熟，（二）花部構造阻止其花粉達於柱頭，（三）花粉適於傳布同品種之其他植物之柱頭，（四）生理上之矛盾，即本身花粉不能生長於本身之柱頭。

更有進者，許多高等植物，特備有天然雜交二器官，若人工使之自花授精，則

顯其損傷之結果；雖間有若干品種，在特質上爲自花授精，但有時爲異配。根據事實，動植物均以異配爲有利。陸也特氏在十八世末，即信植物之自花授精，非天然授精法，故常生多少之損傷。伊意以爲：「天然 *zatico* 常使同品種之兩鄰株間，發生互配之現象。」其後五十年，達爾文氏根據其結論，及其動植物之觀察，而曰：「天然最忌長久之自配」。近日科學昌明，吾人可改其言曰：「天然能尋到最大利益於異配之中」。

#### 交配於同性品系

當品系經數年之自配，已呈純一；其時穗之大小，粒之重輕，及生長勢力已行減弱，如玉蜀黍是。若舉行交配，即返其原有品種之生長勢力，而產量則過之；其與原品種之顯著差別，即所有雜種之植科，在第一代完全相似，其整齊一致程度，完全等於其自配之父母本；亦即植科高度，雄蕊形態，及植科之詳細構造，皆極均勻齊一；但此種齊一現象，只能維持第一代，若此第一代雜種再行自花授精或近配

，（因為第一代所有植株在生殖質上相似，分離完全相同之接合子，故此二法無差別。）其穗之大小整齊程度及產量，立即低落。若使之天然自動互配，則能維持在同平線之生長勢力，且繼續顯其同樣之變異，生長力與變異力於是完全相似於原種矣。若自花授精之後，再一代一代繼續下去，等於再行重複其初之自配，而穗之減小，及整齊度之傾向，與前者速度相等；結果自配之各系，在與其初自配約相同代數之後，生長勢力之減低亦同一程度；但不同之各系，二次雜交之子代自各不同，亦如其親體之自配，各系之不同，故亦不同於其親體，而有個性不同之結合也。

#### 異花授精之植物，可使之同性。

在天然情形之下，長時間及有力之選種，亦可使野生異花授精植物，在大地之上，變為近於同性之個體。許多野生異花授精植物，在同一情形之下，一能如自花授精植物之整齊程度，及品標之固定。其法為何？即使之人工自配也。然有數種野生之品種，竟因自配而絕跡。達爾文氏曾比較自花授精之後代，與同植物之與其同

品種互配而發見之現象，謂自配足以減弱生長勢力；惟一面可育成同性個體。

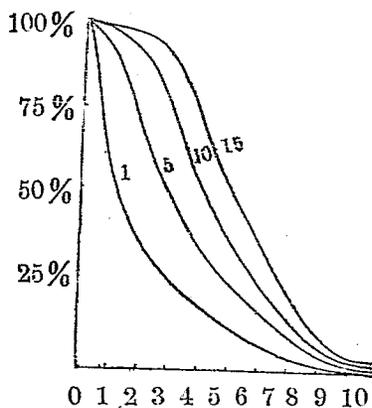
### 異配之數學分離

自動的分離一個複雜因子之異性接合體，而為各種純系個體，可用以下之簡單形式以明之。一對因子  $Aa$  之異性接合的植物或動物，當自花授精或與同性之其他個體結合時，可生三種子代，即孟特爾公式之簡單比例  $1AA:2Aa, 1aa$ ；在此子代，有百分之五十為同性接合體，并永不與其他異性個體相連；其餘百分之五十為異性接合體，類似其親體。同法，此百分之五十異性接合體再行分裂，則第二代之因子，如盡行分離且行同等之生殖，即有  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$  為純系個體，其餘  $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$  再如法分裂。在雜種個體減數分裂之曲線，每代均為所遺存異性接合體之半數，蓋同性個體之每代生成，皆為異性個體之 50% 故也。每代繼續自體授精，其異性接合體之百分數為 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625, 78125 等；七次繼續自體授精後，其異性接合體之數（即非純系）已減至一以下，而其餘即為  $AA, aa$  之兩純系，除另行交配外，

永遠不變。

異性接合體之個體，每代既減少50%，如上所述，則個體羣之理想自配曲線，亦屬相同，而雜種之程度在自配之初，可謂極大，但每代完全同性個體之可能個數，依據於因子之對數，在任何世代  $r$  時，完全同性接合體之比例於異性接合體之各類，等於  $1 + (2^r - 1)^2$  之二項式， $n$  代表因子之對數，第一數字為異性接合的因子數目，第二數字為同性接合的因子數目；例如假設某異花授精植物在最初自配時，有三個不同因子，自配至第五代，則第六代之個性分離，可展其方程式（依本書目次為第二十七公式） $1^2 + 3(1^2(31) + 3\{1(31)\}^2) + (31)^3$  即得  $1 + 93 + 2883 + 29791 = 32768$ ，即第五代個體羣之總數，首項為三對異性因子，含有一個異性接合體，並無同性因子之存在；次項為兩對異性因子，含有九十三個異性接合體，及一對同性因子之同性接合體；三項為一對異性因子，含有二八八三個異性接合體，及兩對同性因子之同性接合體；四項為三對同性因子之結合成二九七九一同性接

互相因子1,5,10,15,每代  
自花受精之異性接合體之  
百分數



分離之世代

(第四十二圖) 示在個體  
羣中每代自花授精之異性  
接合體相互體因子對之百  
分數

合體，在此代有總個體三二七六八個，而有異性接合體(1+3+2+8+3+2977)二九七七個，或為  $(29791 + 2977 \parallel 100 \parallel x) 9.09\%$ ；又在此代總個體中，有九八三〇四  $(32768 \times 3)$  相互體之因子對，有三〇七二  $(9830 + 32)$  或為  $3.125\%$  為異性接合的，此數即一〇〇之五次平分數；其減落曲線如圖第一線所示。如前法，各因子曲線皆可推算之；但異性接合體之減落程度，略有不同耳。如圖之一，五，一

○，一五，各因子數是也。若有連鎖現象，則此理想之曲線不能完全應用；但最後結果相同，異性接合體漸漸減少，而同性接合體亦於以增加焉。

#### 異配爲造成特別之需要

異配可希望得兼有親體之優良個性，以應吾人之需要也。作者曾於平教會育種場，取意大利白玉蜀黍舉行馴化試驗，結果非常良好；每畝產量平均一石九斗，而該場所在地之定縣土種僅產八斗，相差一倍有餘；即以馴化之意大利種試行推廣，凡該地表證農家，均以成熟太晚，採收後不能隨種替麥爲憾事。攷蕎麥亦爲該地主要食品之一，農人不願犧牲此季作物而不種。作者鑒彼彼情形，遂將土種及意大利種舉行人工自花授精四年，第五年開始雜交，第六年繼續行之，結果成熟期提早約兩星期，而收穫日期僅與土種相差四日，且果種肥大，子粒飽滿，收量增加22.5%，收穫後可以種蕎麥，農人稱便焉。

茲節錄試驗之結果如次：

## 玉蜀黍雜交種之試驗(第二十五表)

面積 3.4 分

	定 縣 種	雜 交 種	意 大 利 種	
下 種 期	四 月 八 日	四 月 八 日	四 月 八 日	
收 穫 期	八 月 三 日	八 月 五 日 至 八 月 十 一 日	八 月 十 八 日	
蕎麥下種期	八 月 三 日	八 月 十 二 日	八 月 十 八 日	雜交種區因該日下雨 未及下種
玉蜀黍 <sup>(1)</sup> 產量	106.5 市斤	130.5 市斤	129.2 市斤	玉蜀黍每20市斤合一 斗
<sup>(2)</sup> 價值	4.26 元	5.22 元	5.168 元	每斗價 8 毛

精麥 <sup>(1)</sup> 產量	13.5 市斤	21.5 市斤	26.5 市斤	意大利區之精麥籽欠飽滿
(2)價值	.714 元	1.14 元	1.20 元	精麥每 16 市斤含 1 大毛但意大利區之精麥每斗 7 毛因籽粒略欠飽滿
總價值	4.974 元	6.36 元	6.368 元	
每畝總價值	14.92元	19.08 元	19.10 元	

定縣種區之精麥開花時適值天雨故產量特少

此項意定玉蜀黍雜交種在平教會研究中心村——高頭村——表證之成績，據社會式教育委員會秦士端同志詳細造表報稱，本年高頭村表證農家段洛同君舉行意定白玉蜀黍雜交種與定縣種表證在同一環境之下，每畝多收四斗，合三元二毛云。

自配或自花授精育種法

植物在繁殖上，自花授精，不獨爲可能，且爲一定之規則。許多栽培之作物，每代自花授精，並不顯減少生長勢力及產量，麥稻豆等食用作物其例也。故其花部構造，專適於自花授精，不容他花之雜交。

#### 達爾文植物自配之試驗

達氏取各類植物舉行自花授精與異花授精之比較試驗，在普通多數情形之下，自花授精作物均不及異花授精者之強盛；此種事實，遂至以爲自配不良結果，代代累積，以致某種植物或某種動物繼續如此生殖，而遭絕種；然達氏之試驗，並不能表明此種假設爲公允。達氏取 *Ipomea* 與 *Mimulus* 兩種植物，舉行甚久之自配，第一代後，生長勢力之損失並不甚大，其個性頗爲一致。達氏田園管理員謂此種植物不必另行表記，即可識別；以各系之間互有差異，且非常齊一故也。

自配數代之後，達氏發見在自配試驗區，無論自花授精，或其間各株互配，其生長勢力並無差別。伊解釋此種事實，謂爲數代自配之後，生殖質已歸相似，而此

相似點，大都本於數代生長於同一環境所致。若憶及達氏環境影響於生物構造之理解，不難窺知其意也。

易斯特與祝奈斯植物自配之試驗

玉蜀黍為天然異花授精作物，藉風力由一植科之雄蕊花粉，傳播於其他植科之花絲上，然比較上自身之花粉，傳於自身之花絲，尚較為易，但玉蜀黍之自配，足以減少生長勢力。茲引易斯特與祝奈斯 East and Jones 最近關於玉蜀黍自配試驗之結論，有如左列各項：

( 第 二 十 六 表 )

自配之代數	每英畝之產量 (英斗)		植科高度 (吋)		每英畝之產量 (英斗)		植科高度 (吋)		每英畝之產量 (英斗)		植科高度 (吋)	
	0	1-5	6-10	11-15	0	1-5	6-10	11-15	0	1-5	6-10	11-15
0	75	117	75	117	75	114	75	114	75	114	75	114
1-5	64	81	51	81	58	91	41	77	41	77	41	77
6-10	45	97	38	85	39	88	34	82	34	82	34	82
11-15	38	97	34	84	30	87	28	82	28	82	28	82

(一) 植科顯然矮小，生產量減低，(如表)而尤以其初自配之數代最爲顯著，七八代之後，漸見固定，減落程度亦頗小。

(二) 最顯著之遺傳差別，爲自配各系間之形態上個性；各系形態上之差別，如子實穗軸，及花絲之顏色大小，及形態與子粒之排列，植科之形式等。

(三) 此種形態上個性差別，在每系中漸漸固定，結果減少變異力。當自配種達至最大齊一程度時，即停止生長及產量減低之傾向。

(四) 許多劣點如子葉發白，植科低小，不生殖諸形態，均爲自配之結果。

(五) 此種劣點，有世代之限制，過此則自配種雖比原種羶體生長勢力爲稍弱，然漸漸固定康健及通常之功能。

由此可知動植物自配有兩種主要影響：(1) 減少遺傳個性之變異力，故該系各個體各自相似；(2) 通常生長勢力有低減之傾向。

自配法應用於動植物之育種，實行已二百年矣。此爲天然自花授精作物生殖上

惟一之方法，如豌豆黃豆小麥等是。近年來育種家又用以固定天然異花授精作物之變異，如玉蜀黍是。人類亦有應用之者，如埃及之皇族，及歐洲之皇族，互相聯婚是也。以實際試驗之證明，此項自配法，多數育種家認為有增加齊一程度之功效；但亦有認為有減生長勢力及生產量之可能，尤以異花授精之作物如玉蜀黍為最顯著。在植物中天然自花授精者，並不比異花授精者生長力為低減，而動物優良品種，亦須經自配之過程；易言之，動物之繼續近配，致使先天衰弱；植物異花授精而自配者，減少收量及生長勢力。

#### 雜種勢力 Hybrid Vigor

最初研究雜種勢力及最有貢獻者

最初注意雜種勢力者，為一七七六年之葛允庭爾 Kornier。葛氏謂雜交結果，增加生長繁盛力與生殖力及生活力。現在研究者為蓋利爾 Carlier氏，但無重要見解。其最有貢獻者，為達爾文氏；伊謂雜交可以促進開花時期，成熟時期，及增

加植科之高度；伊又謂雜交最重要之事實，非獨可以激刺植物，且使其生殖成分組織之不同；易言之，同株異花之交配無何利益，同生殖質之兩個體交配，亦無利益。茲舉達氏雜種勢力實驗之例如下：

(一)牽牛花高度之試驗(第二十七表)

交配別	世代										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
自配種	76	79	68	86	75	72	81	85	79	54	77
交配種	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(二)牽牛花第九代並取異地生長同一品種之牽牛花相交配，結果如下；但同株之異花交配，不及自配者：(第二十八表)

交配別	項 目		
	高度	莢數	莢重
本地品種交配者	78	57	51
異地品種交配者	100	100	100

據此可證明全地品種交配後之子孫，生長勢力不及異地交配者。  
 (三)其他各種作物之交配試驗：(第二十九表)

交配者	植物別		玉蜀黍之高度	甜菜之高度	蕎麥之高度	蕎麥之重量	蕎麥之高度	生葉之高度	十穗之重量
	種別	程度比							
自配者	37	82	69	82	87	91	100	100	100
交配者	100	100	100	100	100	100	100	100	100

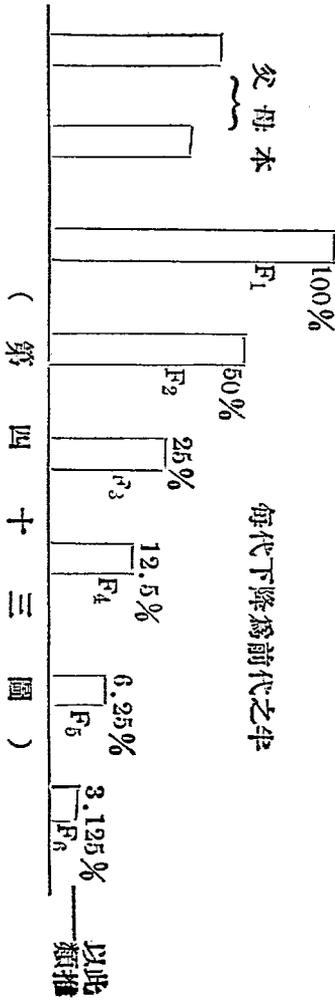
薩爾氏 Shull 對於研究雜種勢力之結論

薩爾試驗之材料為玉黍蜀，其結論如下：

(一)自花授精之玉黍蜀，比同種異花授精所生之後代，其大小勢力及生產量皆所不及。此結論，學者居多承認，但兩同族交配後，數代純系繁殖，其勢力漸漸減失，因同族交配，其原有勢力 Original Vigor 有重行隱藏之傾向。又純系之兩族交配，何以其雜種勢力並不減少，仍能保持原有之勢力，曾有以此質詢薩氏

者；薩氏答謂雜種勢力之顯出，當在父母本平均情形之上時，與在平均情形之下時相同。兩純系交配且可恢復原有之勢力。

(二)交配後第一代顯雜種勢力大，若 $F_1$ 自配或近配，則 $F_2$ 減少最大，以後漸漸減少，直至無減少為止。



與前節之異配數學分離相同，可引以參考。

(三)兄妹交配與同族交配，同為無進化可言，因同族純系繁殖，其性質必為同性。

(四) 白花授精之二植物相交配，其後代之勢力大小及生產力，與從未白花授精之植物交配相同。

(五) 兩種白花授精之更迭交配，其雜種勢力相同。

易斯特對於雜種勢力之研究

易氏研究之結果，謂雜種勢力，比例於其父母所含之因子；若父母之因子愈多，則雜種勢力愈大。

(1)  $AABBCcDD \times AABBCcDd = AABBCcDd$  雜種勢力弱 (有五個不同之因子)

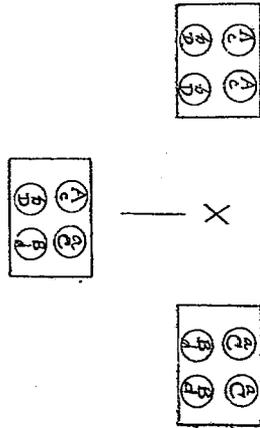
(2)  $AABBCcDD \times AABbcdd = AABBCcDd$  雜種勢力稍強 (有六個不同之因子)

(3)  $AABBCcDD \times AAAbccdd = AABbCcDd$  雜種勢力又強 (有七個不同之因子)

(4)  $AABBCcDD \times aabbccdd = AaBbCcDd$  雜種勢力最強 (有八個不同之因子)

## 祝奈斯對於雜種勢力之解釋

祝氏對於雜種勢力之解釋如下圖：（譯自十區圖）



一親本含有兩個顯性因子A與D，他親本亦含有兩個顯性因子C與B；雜種所有之勢力比任何親本為強，因連合四個顯性因子故也。

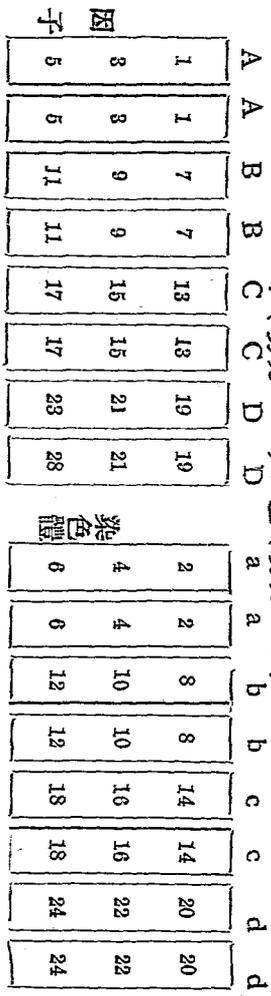
茲再舉例說明如次：

設有甲乙二純系玉蜀黍，其生長勢力同為八，而其遺傳因子完全不同，以此二系雜交，即可增加其生長勢力，使 $F_1$ 之生長勢力增為十六圖解如下：

( 第四十五圖 )

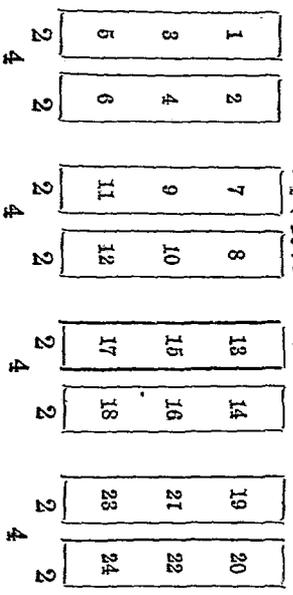
P<sub>1</sub>(親系)

甲(勢力=8) × 乙(勢力=8)



因子

F<sub>1</sub>(勢力=16)



## 雜種勢力之現象

雜種勢力，能（一）增加細胞之寬大，等於增加細胞之數目；易言之，此爲光化作用 Assimilation 之能力。（二）增加種子之生活力，故其生長快，成熟早。（三）雖有時增加植物繁盛力，然能促進開花成熟時期。（四）增加植物之根部。（五）在莖上並不增加節數，但使節間延長。（六）普通莖之生長，不及葉之生長爲速；但葉之生長爲有限的。（七）花之大小，果之大小，不因雜種勢力而增加，如烟草是；然番茄與銀杏樹，*Gesner Plant* 因雜種勢力而增加。（八）花軸常因雜種而伸長，如玉蜀黍之花穗是也。（九）抵禦不適宜之環境及抵抗病害，亦爲雜種之勢力。（十）繁殖力增加。

通常雜種勢力與適應環境，反映相同，蓋植物之許多特性，因外圍環境而起變異，一若交配後所起之變異也。然二者之間，至少亦有不同之處；如就植物之成熟早遲言之，環境與雜種勢力適相反。適宜之環境，足以延長開花成熟時期；雜種勢

力有使植物促進開花成熟之傾向。

### 胚乳雜種勢力之現象

植物之孢子體 *Sporophytes* 既現出雜種勢力，則胚乳 *Endosperm* 亦有同樣之現象；胚乳與孢子體之遺傳相等，若交配增加孢子體之勢力與大度，則可希望胚乳之大度增加。祝奈斯選一白色胚乳之玉蜀黍，以自己之花粉及黃色胚乳花粉之混合花粉，舉行傳粉作用，其結果得黃色胚乳粒與白色胚乳粒之玉蜀黍。黃色胚乳粒為雜種，白色為同性體。祝氏在一種上得雜種與同種胚乳之二種籽粒，此二種個體，雜種之重量比同性重自 5%—35%。祝氏又用黃色與白色之混合花粉，與黃色雜種交配，自然所得之胚乳皆為黃色，但雜種（雜種之黃色因子由雌體而來）之色較淡，而同性接合體（同性之黃色由雌雄兩體而來）色濃。秤此兩種之重量，其結果與前同，超過其他之重量平均為 38%。

雜種勢力學說不足以解釋一般之現象

雜種勢力學說，不足以解釋一般之現象，僅直接與交配之寬度 Width of the

cross 有關。

(一) 父母本差異過大，不能交配。

(二) 能交配而種子不能發芽者，如 *Nicotiana*。

(三) 種子能發芽，但雜種植科柔弱，不能成熟，如其他之 *Nicotiana*。

(四) 雜種植科能成熟，且勢力強健，但不能生殖，除非實行反配 Back cross；植物

如 *Cabbage-Radish hybrid*，動物如驃子。

(五) 雜種植科，比父母本尤強，能生殖，如玉蜀黍。

(六) 父母本之血統過近，交配後幾無雜種勢力可見。

顯性不常為適宜之個性，但雜種勢力強弱，須視顯性因子而定。

顯性並不常為適宜之個性，如患莖銹病之小麥，與小麥交配，而易感染病害者為顯性，故顯性須為優良個性而始為適宜也。雜種勢力之強弱，並不完全視所含雜

性之多寡而定，亦須視顯性因子之多少始決；此顯性因子意即多數之適宜因子，如前節易斯特所舉之例是也。

### 交配之方法

交配之方法，因植物之構造與性質不同而有差異。本節僅述方法之概略，至各種作物之個別交配法，後當詳論之。

(一) 父母本之決定 父母本決定以前，須認定一種標準，並父母本均為純系；若非純系，須行人工自花授精數年。其他二點，亦須認定不易。

(1) 人工交配期成之目的 如為研究遺傳而交配，則目的在集合各個性，視其遺傳之程度方式；如為育種而交配，則目的在欲得一新品種合乎吾人之需要，故交配後須在雜種中覓得合乎目標之個體。

(2) 品種個性之攷查與試驗 父母本之各具何種特性，吾人須先認定，子代所遺有之個性，亦予以攷查，是否兼有父母本之特性；此種特性，各代之結合及分離

現象，須予以遺傳試驗；如已得目的所需要之品標，乃行比較試驗；比較試驗之後，再行繁殖。

(二) 父母本之栽培 父母本既決定之後，次年即須將父母本栽於同地，或距離甚近之處，庶交配時易於工作。

(三) 父本之保護 在花蕊成熟前行包花手續，免去其他花粉之混雜。

(四) 母本之去勢 去勢在花粉成熟之前，去其雄蕊，罩以紙袋，免去其他花粉之雜交。

(五) 移置花粉 迨母本雄蕊成熟時，將已成熟之雄花花粉移置其柱頭之上，仍罩以紙袋，繫以紙標，記以交配日月及父母本之品種及號數；但每交配一株，須用酒精洗手，以免附着手指之花粉，混交於第二株。

(六) 啓視紙袋 交配後三四日，即可啓視紙袋，如已授精，子房膨大，花瓣脫落，即可去紙袋；但標杆仍然繫上。

(七)分別收穫 該交配之穗或果，一俟成熟，即行分別收穫，舉行遺傳試驗。

#### 交配之限度

交配之方法，既如上述；但交配每為天然情形所限制。前言異花授精為天然之現象，則異花授精植物，天然可防止其自配，以免減少其生長力。又如前節雜種勢力學說不能解釋一般植物，即所以示自花授精植物有一定之限度也。茲復贅舉其限度之種類如次：

(一)開花時期不同 開花時期不同，則各個雌雄花成熟時期，當然亦不同；成熟時期不同，自不能舉行交配。

(二)花部組織不同 普通花如花瓣甚大，而開花時期雌雄蕊均露出，交配則甚易，如棉之花是。雌雄異花之植物如玉蜀黍，交配尤易；惟豌豆及一切荳科植物，雌雄蕊全包於一舟瓣內，開花時雌蕊上早已受有自花之花粉，故頗難交配。

(三)不授精 各種不同植物，其花柱柱頭均能分泌一種液汁，此液汁因種類之不同

，而亦自異；故同種類之花粉，落於同種類之柱頭上，則得液汁之作用而發芽；若不同種類之花粉，落於不同種之柱頭上，則不能發芽；故花粉之能否發芽，須視柱頭之液汁而定。不授精者，即因液汁不同，交配後不能刺激花粉，使其發芽也。

(四) 不生種 (甲) 不生種之種類——不生種之現象有三：(1) 不生種，(2) 半生種——花粉一部或子房一部，或二者各一部失其功效，(3) 自花不生種——花粉與子房異花授精則有効，自花則無効。

(乙) 不生種之原因——不生種之原因亦有三：(1) 環境 Environment，(2) 進化傾向 Large evolutionary tendencies，(3) 遺傳現象 Phenomena of Genetics。

### I 環境

(1) 太潤濕之情形 花粉成熟散佈時，氣候最宜於乾燥；若此時太潤濕，則花粉粒吸收水分而膨大，以致成熟過度，失其功效。又若花粉至柱頭未久，即下大雨

，花粉勢被洗去，結果有幾許不能生育。

(2) 太乾燥之情形 花粉至柱頭上，若氣候過於乾燥，柱頭表面之液汁，勢受影響，不能互相黏着和發芽。

(3) 養分之缺乏 養分缺乏，則限制植物之發達，使不至成熟程度而交配。

(4) 養分過於充足 養分之過於充足，尤其是硝酸化物與可利用之炭水化物之供給多，則增加生長能力，而不能生殖。

(5) 生長期短 植物在生長期短之地方，不能完成其生長週 *life circle*，即不能使植物有生殖之機能。

(6) 過強烈之日光 各類植物每日應有適當與一定之時間，暴露其花果於日光之下，否則受強烈之日光，發生熱毒 *Heat Poison*，難以生育。

## II 進化傾向大

(1) 不生殖 在某種植物個體群中，科或屬之天然遺傳結果，顯示在造成孤雌生殖

## Paremeno genesis 方面之進化。

- (2) 半生殖 植物某種形態顯出上述進化傾向之不完全，結果顯出半生殖。
- (3) 自花不生殖 即雌雄異株，雌或雄花先開之植物。

## III 遺傳現象

## (1) 不生殖

甲、極遠交配 交配於兩極遠之植物，則  $F_1$  所得之植科，似甚強健，但不生殖。

乙、近親交配 結果失其強健。

丙、遺傳因子有定數 如玉蜀黍之有稃種爲同性之因子，爲不生殖；爆用種爲異性之因子，爲半生殖。

丁、染色體排列之不規則 不生殖之現象，常爲染色體排列不規則之結果；如伯瑞基氏 Bridges 曾謂通常雌果蠅有兩個 X 染色體，減數分裂時，並不能平分而同聚於一母細胞中。當此類之不完整接合子，與通常所生之接合子相交合，結

果產生缺少四對染色體中之一對染色體之個體，而此個體爲不生殖。

(2) 半生殖

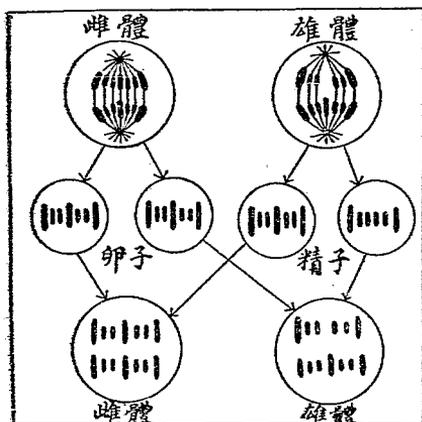
甲、極遠交配 由極遠交配所得之雜種，有非完全不能生殖者；不過接合子一部分不能成熟，如花粉之一部分是。

乙、近親交配 近配之退化種，亦非完全不能生殖者；不過有若干種子不能發芽是矣。

丙、遺傳因子有定數 如玉蜀黍之爆用種爲異性之因子，爲半生殖。

丁、染色體之分裂不均勻 如蝗虫之雄者，有十三個染色體在身體細胞內，此十三個染色體分裂爲六個整對，及一個不成對者。其雌者有十四個染色體，皆分裂爲對數。雌者之六對染色體，其大小形態，與雄者之六對相似，所遺之一對，相當於雄者之單數。染色體在減數分裂時，分成生殖細胞；雌之十四個染色體各自成對，分離七個至一母細胞中，又七個至其他母細胞中，同時雄之六對

(第四十六圖)

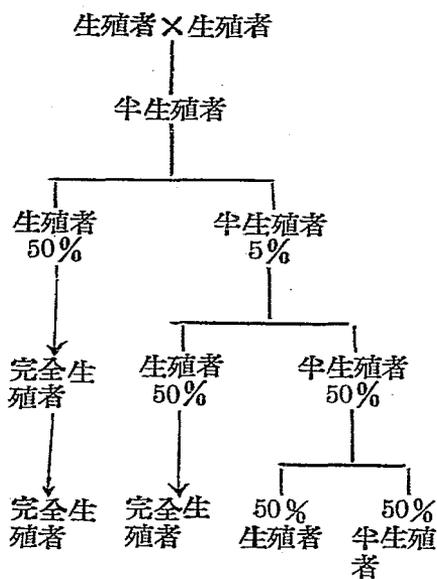


圖示雌體有十四個染色體，雄體有十三個染色體，雌體之卵子，均為七個；雄體之精子，一為七個；一為六個。接合時，雌體之七個與雄體之七個配合為雌體，又其他之七個，與雄體之六個配合，仍為雄體。

及一單數染色體排列有序而分離。此單數染色體並不分裂，而與兩母細胞中之一個連合；所以雄方細胞之一半含有七個染色體，一如卵細胞，一半含有六個染色體如圖。交配時雄精之兩種染色體，含七個染色體者與卵細胞結合，成雌體；含六個染色體者與卵細胞結合，成雄體；為不能生殖者。

## 貝靈 Bellin 荳類之交配

貝靈以兩種能生殖之荳類舉行交配，則得半生殖之雜種；以此半生殖之雜種純系繁殖，則F<sub>2</sub>植科之花，一半為完美之花粉，他一半為完美與不完美各半之花粉。



若爲完美者，則胚囊亦屬完美；若植物之生殖花粉僅爲 $20\%$ ，則不生殖之胚囊亦必爲 $20\%$ 。 $F_3$ 從生殖之植物所生之子孫，其花粉胚囊皆甚完美；從半生殖之植物所生之子孫，則得生殖與半生殖兩種。（如上圖）

貝靈用完全生殖之荳類舉行交配，假設用親體含有 X 因子，若 X 因子不存在於精子體，Gametophyte（花粉粒與胚囊）即爲不生殖；又如乙親體含有其他因子 Y，此 Y 因子不存在於精子體，亦爲不生殖；但遺傳上各自獨立，交配之結果， $F_1$ 之雜種爲半生殖；易言之，在  $F_1$  之殖物，一半之精子體爲不生殖；但  $XO$  與  $OXY$  爲生殖，而  $OO$  爲不生殖（缺少兩種因子）。據貝氏解釋，謂精子體僅有孢子體 Sporophytes 之一半因子數，故不相類；若精子體之因子仍爲倍數，此爲反常情形，其結果亦屬反常；所以精子體有反常之倍數因子 Double doses (XY)，相似於精子體無因子 (No dose OO)。



柱頭與花柱凋謝時，自花花粉管尙未達至子房內，而異花花粉管至終點處，其路尙未閉塞也。(二)有謂自花花粉在其柱頭上，亦能發芽出管，例如烟草；但以柱頭之液汁毒傷其發芽管，或養分不足，不能使之十分發達，而達胚囊。(三)有謂自己之柱頭，因供給發芽管過好之養分，使管肥粗，但不甚延長而至胚囊。

#### 交配產生新種之困難及與交換種子之比較

一、交配產生新種之困難 交配非爲一定極可靠之育種方法；在已有育種材料中，如無法使之進益，始舉行交配試驗，增加變異，以冀產生新種；但手續繁複，困難甚多，結果如何，亦難預斷。茲述交配事實上之困難如下：

- 一、交配爲天然所反對，
- 二、雜種生殖力常弱，或多怪形；
- 三、雜種之變異極多，
- 四、目標之新品種既難獲得，且易劣變。

五、交配試驗時期甚長，有無新品種發現，尙在不可知之列。

培雷氏 Bailey 曾用南瓜爲材料交配十餘年，未得固定之新品種；即有新品種，但不能遺傳；且交配所得之南瓜，均無種子，即有種子，有時不能發芽；即稀少之種子縱然發芽，所得之南瓜，又各個不同；最後終歸失敗。此即以雜種生殖力弱，與變異多諸困難也。

二、交配與交換種子之比較 交配可破除植物過於固定之品標，其目的爲集合新個性爲一體而遺傳之。交換種子之目的，與交配之目的相仿，亦爲增加育種材料之一法；但交換種子用農學眼光觀察之，似乎不妥；因一地之品種，未必適合於他地。以育種眼光觀察之，則可得多量之育種材料，祇須交換地有一定之限制可矣。溫帶之種子，仍移於溫帶，潮濕之種子，須移於潮濕地，如埃及及棉在埃及甚乾燥之地，需人工灌溉，移至美國亦須在高燥之地如Arizona，亦需人工灌溉，方克生長。

### 預測交配結果之方法

交配之方法及原理，既如上所述，則交配後之結果如何，吾人亦應事先推測，以驗其實在個體是否與之符合，藉證手續之錯誤。

一、依照佐因子之方法，計算下列交配之結果：

例如玉蜀黍之遺傳因子爲  $PpRrCc$  者，其籽粒爲紫色；爲  $ppRrCc$  者，其籽粒爲紅色；而  $PPRrcc$  及  $PprrCc$  均爲白色；即  $R$  與  $C$  同在一體者爲紅色， $P$  與  $C$  同在一體者爲紫色，無  $R$  或  $C$  者爲白色；明乎此，可以預測下列交配之結果。

(1)  $PpRrcc \times PpRrcc$  ?

(2)  $PpRrCc \times ppRrCc$  ?

(3)  $PpRrCc$  (自花授精) ?

(1)  $PpRrcc \times PpRrcc =$  無色或白色

因親體無  $C$  之因子，故其結果爲  $O:1$ ，而色爲無色或白色。

(2)  $PpRrCc \times ppRrCc = 3PRC : 3pRC : 2prC$

$$\begin{array}{r} Cc \\ Cc \\ \hline Cc + Cc \\ Cc + Cc \\ \hline 2Cc + 2Cc \end{array}$$

先計算C因子，則其後代均有C因子，  
為 1 : 0。

$$\begin{array}{r} Rr \\ Rr \\ \hline RR + 2Rr + rr \end{array}$$

次計算R因子，得3R : 1r。  
即其後代中有  $\frac{3}{4}$  均含有R與C，而有  $\frac{1}{4}$  雖含有C而  
缺R，故為無色。

$$\begin{array}{r} Pp \\ Pp \\ \hline 2Pp + 2pp \end{array}$$

第三次計算P因子，得 1 : 1，即  $\frac{1}{2}$  有P， $\frac{1}{2}$  無P，故  
可知RC均全之  $\frac{3}{4}$ ，有  $\frac{1}{4}$  為紅色，則其結果如下：

$\frac{1}{4}$  無R有C，故亦無色。

$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$  有R有c，無P之紅色。

$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$  有R有C，且有P之紫色。

∴ 3紫 : 3紅 : 2白 之比例

$$(3) PpRrCc \times PpRrCc = 27PRC : 9pRc : 28prc$$

$$Cc \times Cc = CC + 2Cc + cc$$

先計算C因子，則得其後代， $\frac{3}{4}$ 有C因子， $\frac{1}{4}$ 無C因子。

$$Rr \times Rr = 3R + 1r$$

次計算R因子，得3R : 1r之比。

即其後代中 $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ 均有R與C，即後代有 $\frac{9}{16}$ 為紅色， $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ 為無色，有C無R。

$$Pp \times Pp = 3P : 1p$$

再次計算P因子，則得3P : 1p之比。

即其後代中有 $\frac{9}{16} \times \frac{3}{4} = \frac{27}{64}$ 為紫色，

$$\frac{9}{16} \times \frac{1}{4} = \frac{9}{64} \text{ 為紅色。}$$

$$\text{故得 } \frac{27}{64} \text{ 紫色} : \frac{9}{64} \text{ 紅色} : \frac{7}{16} \left( \text{即 } \frac{28}{64} \right) \text{ 白色}$$

即 27 紫色 : 9 紅色 : 28 白色

二、依照累積因子之方法，預測下列交配之結果：

$$(1) AaBbCc \times AABbcc ? \quad (2) AABbCc \times AABbcc ?$$

$$(3) AABbCc \times AaBbcc ?$$

$$(1) AaBbCc \times AABbcc = 1^5 : 4^4 : 6^3 : 4^2 : 1^1$$

$$Aa \times Aa = 2AA : 2Aa = 1^2 : 1^1$$

A因子有1爲2doses；1爲1dose；以1<sup>2</sup>：1<sup>1</sup>代表之

$$Bb \times Bb = BB : 2Bb : b$$

B因子有1爲2doses；1爲1dose；1無dose，以1<sup>2</sup>：2<sup>1</sup>：1<sup>0</sup>

$$(1^2 : 1^1) \times (1^2 : 2^1 : 1^0) = 1^4 : 3^3 : 3^2 : 1^1$$

$$Cc \times cc = 2Cc : 2cc$$

C因子有1爲1dose；1爲無dose以1<sup>1</sup>：1<sup>0</sup>

$$(1^4 : 3^3 : 3^2 : 1^1) \times (1^1 : 1^0) = 1^5 : 4^4 : 6^3 : 4^2 : 1^1$$

結果 1 個有 5doses ; 4 個有 4doses ; 6 個有 3Doses ; 4 個有 2Doses ; 1 個有

1Dose o

$$(2) AABbCc \times AABbcc = 1^5 : 3^4 : 3^3 : 1^2$$

$$AA \times AA = 4AA = 1^2$$

$$Bb \times Bb = BB : 2Bb : bb = 1^2 : 2^1 : 1^0$$

$$(1^2 : 2^1 : 1^0) \times (1^2 = 1^4 : 2^3 : 1^2$$

$$Cc \times cc = 2Cc : 2cc = 1^1 : 1^0$$

$$(1^4 : 2^3 : 1^2) \times (1^1 : 1^0) = 1^5 : 3^4 : 3^3 : 1^2$$

結果 1 個有 5doses ; 3 個有 4doses ; 3 個有 3doses ; 1 個有 2doses

$$(3) AABbCc \times AaBbCc = 1^5 : 3^4 : 3^2 : 1^2$$

$$AA \times Aa = 2AA : 2Aa = 1^2 : 1^1$$

$$Bb \times Bb = 2BB : 2Bb = 1^2 : 1^1$$

$$(1^2 : 1^1) \times (1^2 : 1^1) = 1^4 : 2^3 : 1^2$$

$$Cc \times Cc = 2Cc : 2cc = 1^1 : 1^0$$

$$(1^4 : 2^3 : 1^2) \times (1^1 \times 1^0) = 1^5 : 3^4 : 3^3 : 1^2$$

結果 與上同。

三、預測可見類數比例之方法 預測可見類數比例之方法，除用算盤式方法 Check board 外，尚有一簡便之方法，即以因子各自相乘，如以 R 代表紅色因子，r 爲無色因子，則  $Rr \times Rr$  即得  $RR, Rr, Rr, rr$ ，即一紅：一白。若爲兩對因子，可用一對個性之比例，乘他一對個性，即得  $(3^{\text{紅}} : 1^{\text{白}}) \times (1^{\text{紅}} : 1^{\text{白}})$ ，即三長紅：一短紅：一短白：三長白，此法於孟特爾遺傳定律一章已詳明言之，茲不多贅。

## 第十一章 作物生殖法與育種之關係

作物以其生殖方法之不同，分爲四大類：

- 一、天然自花授精作物 如麥稻豆等；
- 二、常爲他花授精作物 如高粱棉花等；
- 三、天然異花授精作物 如玉蜀黍向日葵等；
- 四、雌雄異株植物 如果樹苧麻等。

天然自花授精作物

(一) 小麥 小麥花與大麥花，其構造頗相似，茲僅以小麥爲其代表。小麥之花最外部爲護穎 *Glumes*，稍內爲外穎 *Lemmas*，最內部爲內穎 *Palea*，其生殖器有兩分枝而帶細毛之雌蕊柱頭二個，及三個雄蕊而帶花粉囊，被內外穎包之。內穎基部之對面，有兩個細微之囊爲麟被 *Lodicules*，麟被吸收水分而增長，致令

花開；當柱頭能授精時，雄蕊之花絲延長，而使花粉囊由內穎外出破裂之。小麥之開花時期，雖因各地氣候環境之不同而有差異，然大都在早晨開花，其時在四點四十分左右，花開頗快，甚少過二十分鐘之久。一九一九年李特與郝開盛 Leighy and Hutchison 兩氏，謂穎之開裂，自始至完成，不過一分之短時間。花粉囊之破裂，及其散出花粉粒之時間，僅二三分鐘。外內穎重行閉合，在十五分至二十分之間。一八八六年，開梯利爾 Kirchner 氏謂僅約三分之一花粉落於花之內部，當花粉被風所吹散至麥田內，頗可發見偶然異花之授精。柱頭爲羽狀，緊合於兩穎之間，且開裂甚快，足防其他花粉之飛入，故爲自花授精作物。吾人育種時，將兩種不同品種之小麥並行種植，頗少雜交之現象；除非收穫時手續之欠妥，致種子攪入耳。

育種家對於麥類天然異花雜交之研究

一九〇六年，戴佛銳氏謂小麥大麥燕麥，均為自花生殖，在農田中因異粉作用而混雜者則無之。一九〇五年，密芬氏 *Biffin* 謂伊從未在小麥中而發見異粉作用者。一九〇九年，福羅偉爾斯 *Fruwirth* 列舉德國研究天然異配育種家研究之事實，而謂各種小麥間行栽培，無品種混雜現象。一九一五年，聶盛也爾氏 *Niissonchle* 在斯偉登地方 *Sweden* 發見有幾種品種異配成分，比其他幾種為多。一九一〇年，胡偉德 *Howard* 與其助手在印度研究小麥天然異配數僅發見二百三十一個。一九

小麥之花穗



(第四十八圖)

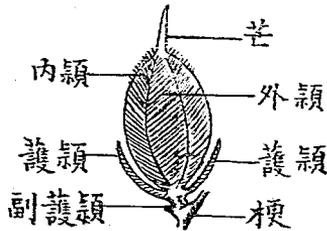
示兩個柱頭三個花  
粉囊

一二年，斯密斯 Smith 報告謂在九十六行中之土耳其小麥，發見八個天然雜交種；一九〇五年山濤氏 Saunders 報告在屋特瓦地方 Ottawa，亦曾發見雜交種。最近數年，白爾大學 Paul 農事試驗場，在作物育種區內，發見雜交種至少有百分之二三。此外如一九一九年克利爾 Culler 氏在薩克通與加拿大地方 Saskatoon and Canada，嘗發見天然雜交現象。一九二三年，蓋不爾氏 Gardner 等發見天然雜交成分少於百分之一。一九二一年皮西爾氏 Percival 謂小麥品種如是之多，皆為天然雜交所致。吾人根據諸育種家之研究，敢言小麥天然雜交成分甚稀，至多亦不過百分之一二而已。因此小麥育種，較諸其他異花授精作物，或常為異花授精作物之保持純良種為易也。

(二) 稻 稻花外部為護穎，稍內為外穎，花之內為內穎，用以保護花部之器官。護穎之外為副護穎，其花部生殖器官有兩分枝之柱頭，及六個雄蕊，而麟被最為發達焉。

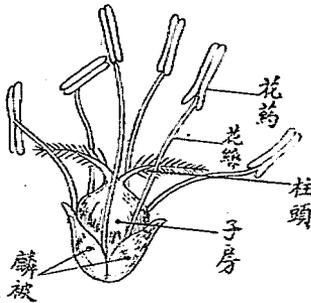
一九〇九年，福羅偉爾斯研究稻之開花時期，謂自一花起初開放，至各花完全

稻之花 (第五十圖)



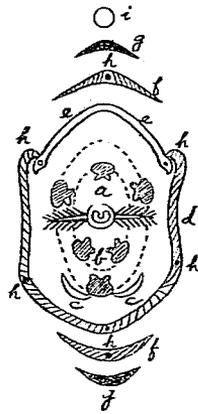
(第五十一圖)

稻之雌蕊及雄蕊



(第四十九圖)

稻之花部解剖



- a 為雌蕊
- b 為雄蕊
- c 為麟被
- d 為外穎
- e 為內穎
- f 為護穎
- g 為副護穎
- h 為脈
- i 為花軸之位置

開放，不過三十秒鐘之短時間；而花囊之破裂，約在花瓣後七分，花之重合，約在花瓣三時之後。一九二四年，祝奈斯謂在美國有數省稻之開花，在上午十時以前，但在California 有四分之三，在正午十二時至下午二時之間開放，其餘四分之一大部分在下午二時至四時之間，較之十二時以前為多云。我國稻花之開放，均在午前八時至十二時，八時以前或十二時以後，從未見有開花者。又在我國氣候情形之下，平均每花開放時刻為八十五分鐘，至多不過九十七分，至少七十分鐘；但開花時間之長短，須以（一）時刻關係，（二）氣候關係，（三）花在植物上地位之關係；如花已開而當時日光不烈，或在清晨，則此花開放之時期較長，如在十一時至十二時，則花頃刻而謝；穗端之花，授精之時間較長，兩旁則較短。

育種家對於稻之天然異花雜交之研究

自花授精為稻之普通生殖法，然亦間有異花授精之機會。一九一三年海克特爾氏 Hoctor 以為異花授精在二尺距離之內，藉風力可以發生；此種現象在低窪之

蓋爾地方 Bengal 約有百分之四爲天然雜交。一九一四年，阿開龍氏 Ikeno 研究一九〇花穗之一五〇〇〇稻粒種子，雖爲隣行種植，而無 Xenia 之情形。Xenia 者：爲雜花粉授精之現象，其結果爲雙重授精 Double fertilization 也。普通稻籽用碘酒試驗，則澱粉粒變爲藍色，而富膠質之粉粒，則變紅色，藍色顯於紅色。今以富膠質之稻，與普通稻種交配，所得之後代，用碘酒試驗，則發生 Xenia 情形。從一九〇個圓形花所生之一五〇〇〇籽粒而考研之，並無 Xenia；於此可見無雜交現象。一九一五年，宋普斯通氏 Thompsonstone 在密爾馬 Burma 地方試驗，謂稻花通常授精，在稻穎開放之前，但在普通稻地，仍有雜交現象。一九一七年，白奈氏 Parnell 與其助手用籽粒尖端帶紫色之稻種，圍種於純綠品種之四周，發見天然異配之現象；其成數自 1%——2.9%。一九一四年，愛爾開密 Aikenine 氏謂：若花粉囊因環境不適，而變其天然位置，則發生異配現象；此種現象發生於柱頭伸出，外穎花粉囊未破裂之前，而即下垂之時。一九二五年，蘇義泰氏 Stryuta 與鄧謀瑞

Tomura 氏，研究結果爲植於低窪地方，而互爲隣行之各種稻種，其雜交程度自 0.9%——1.45% 以上。

(三)豆類 豆類爲極難異花授精者；如豌豆花係一向平分花，有五個不相連合之萼片，五個互相連合之花瓣，九個相連之雄蕊，及一個不相連之雌蕊；故雄蕊共爲兩束，一個雌蕊，且子房係上位。大豆花形如蝶，有雄蕊十個，雌蕊一個，花冠花萼各五個，花冠不整齊，稍作淡紅色，雌蕊有單子房，其果爲莢。

(第五十二圖)

豌豆花之解剖



- a 爲萼片
- b 爲花瓣
- c 爲雄蕊
- d 爲雌蕊

育種家對於豆類天然異花雜交之研究

一九一二年，皮佩爾氏 Piper 氏謂在多數地方，豇豆頗少天然異花雜交現象。

在美國阿林登 Arlington 農事試驗場試驗區內，曾發現有雜交之事實，其他各處亦多有此種事實；所以印度某農夫其初僅有八種，數年之後竟超過四十種以上之形態。皮氏之結論，謂新有之形態，即雜交之結果。米息根農事試驗場 Michigan station 亦有同樣之論調。一九一九年，郝蘭氏 Harland 在豇豆雜種中，曾發現天然雜交現象。

皮氏曾於一九一六年，發現大豆天然雜交種於衛劍利亞 Virginia 農事試驗場內。在開薩斯 Kansas 農事試驗場，亦有相同之發現；發現之證明，即以其籽色之區別。一九二二年，吳偉士 Wood worth 間行種植各種大豆，而得 0.19% 之天然雜交種。一九二六年，蓋不爾氏 Garber 與阿蘭得氏 Orland，在西衛劍利亞 Virginia 農事試驗場，種植各種大豆，行距三十英吋，其雜交成數，在一九二二年為 1.4%，在一九二三年為 3.6% 云。

常爲他花授精作物

(一)高粱 高粱開花次序由穗之上部，而中部，而下部，每穗須三四日始能開花完畢。開花時間均在早晨七時以前，雄蕊三個，雌蕊兩個。雄蕊開花特別延長，垂於穎外，雌花亦出穎外便於傳粉也。故高粱異花傳粉之機會除玉蜀黍外，較其他作物爲多。穗之小節有小穗兩個或三個，亦有僅具一個者。小節之中穗多不能授精，結實亦如小麥然。

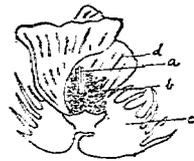
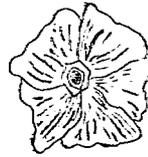
育種家對於高粱天然異花雜交之研究

一九一〇年，博爾氏 Baird 謂所有高粱之品種，均適宜於風媒傳粉，並其大部分似爲自花授精；若各種品種互爲隣行種植，開花又近於同時，則下風之隣行種子，由異花授精產生者，最高有百分之五十。由此可知普通田內之品種，亦有同樣之雜交百分數云。一九一六年，格瑞恒氏 Griffith 在印度精密研究高粱雜交成數，伊認爲穗之散放者，比之緊密者雜交成數爲高；研究七年，而得散放之穗雜交百分數爲 6.0%，緊密者爲 0.6%。一九一九年，開皮爾氏與康利爾氏 Karper and Conner 研

究黃白兩種高粱異花授精試驗，而黃白種係同時成熟者；該氏等曾採取四周種黃高粱之四十一個白高粱穗，次年種植結果，發現 6% 雜交。一九二二年，壽林基氏 Sieglinger 發見鄰行種植之白高粱爲黃高粱所雜交者，有 5.33%。一九二三年，師懷生 Swanson 研究 *Ferria* X *Red amber* 之  $F_2$  異花授精次數，即以該代葉之中脈色澤分離現像識別之；白色中脈顯性於淡褐色，並其內部僅含此一個因子，在  $F_2$  分離有二八一六植科爲褐色中脈，五九八植科爲白色中脈，即白色中脈占全體 17.48%，褐色中脈之植科，自花授精  $F_3$  仍得褐色 1%。

(二)棉花 棉花屬錦葵科植物，故其花部構造略異，雄蕊集成筒形，雌蕊一，出自雄蕊之中心，且高於雄蕊；柱頭上形成數片面，其片面數即爲鈴之室數，中棉多三室，亦有四室者；故柱頭形成三片面或四片面。美棉多四—五室，故爲四—五片面。雄蕊外有五花瓣，花瓣之外有三苞葉，中棉多爲聯合，美棉爲分離，中棉苞葉外有三蜜腺，美棉苞葉內外各有三個，所以引誘昆虫也。

(第五十三圖)



- a 爲雌蕊之柱頭
- b 爲雄花
- c 爲花苞
- d 爲花瓣
- e 爲蜜腺

棉花開花在上午九時以前，過時鮮有開放者，即於當日下午五時閉合，次日花色變紅，第三日即行脫落；此時授精完成，子房漸漸膨大矣。

育種家對於棉花天然異花雜交之研究

一九一一年，芮爾氏 Leake 在印度研究棉花雜交成數，謂有5%。懷不爾氏 Weber 在美國南部研究之結果，其種普通爲異花授精者，自5—10%。一九一二年，博爾氏在埃及棉田中，有6—10%植科，爲異花授精。一九二三年，扣奈氏 Karney 謂兩種品種種植甚近，且多傳粉昆蟲時，異花授精約在20%以下，但亦以品種之不同而稍異；如陸地棉之雜交成數，常高於埃及棉，因此棉作育種場，不應有

兩種品種之中棉，或美棉，同時舉行育種。

天然異花授精作物

玉蜀黍

玉蜀黍爲雌雄異花作物，雄穗 *Male* 爲簇聚形，生於植株之最上端；普通每小節有兩個雄花，每個雄花成熟時，散放三個花粉囊，花粉粒於是藉風力傳於其他植株之花絲 *Silk*。每個雄穗約有四千萬花粉粒。雄穗通常在花絲生出前二日至四日出顯，所以避免自花授精。每一花絲，將來即生一粒種子於穗軸，故花絲之延長，達於苞葉之外；在花絲之上，有極細短毛，以爲花粉粒之附着；及花粉粒附着之後，又復繼續延長；若該花絲無花粉粒之附着，則該花絲所在穗軸之處，即無籽粒。

玉蜀黍植株形態



(第五十四圖)

玉蜀黍傳粉之初步



(第五十五圖)

玉蜀黍爲異花授精之最著者，以其異花授精爲其通常生殖之方法也。一九〇九年，福羅偉爾斯將兩種玉蜀黍種植隔離頗遠，已足避免雜交，而在未包之植科中，仍有 $24\%$ 之異花授精者。同年開勒氏 *Klein* 研究結果，玉蜀黍之上穗自花授精僅 $16\%$ ，下穗 $4\%$ 。一九一七年，瓦利爾氏 *Waller* 及一九一八年海斯氏 *Hages*，用無色種子與有色者舉行交配，試驗結果僅 $5\%$ 爲自配。一九二二年，扣薩拜期氏 *Koelb* 精密研究雜交成數，曾以四十株白玉蜀黍分配栽植於黃玉蜀黍田內，僅 $.7\%$ 爲自配。

#### 雌雄異株植物

雌雄異株之重要植物，爲果樹及芋麻與菠菜等；此類植物均爲異花授精，育種家亦可視作異花授精植物類自配不能生殖者。

#### 天然自花授精作物雜交之功效

自花授精品種間之交配，其所生之子代，比之於其親體均顯有雜種勢力之增加

；亦猶異花授精之品種，人工自花授精後之勢力減低，前已述及。故交配自花授精作物之影響，可以增加生長勢力及生產量；自配種異花授精植物之影響，足以減少生長勢力及生產量；但自花授精作物，吾人實難以利用其雜種勢力，蓋其產生雜交之種子，所費甚大故也。自花授精作物中如麥稻等，人工交配既甚困難，且生產量又少，以之繁殖所得；幾不償所費。若為研究抵抗病害產生新種，則雜交試驗，亦為育種之一法也。

茲以一九二一年顧一費氏 Fred Griffec 小麥交配成績，以證明其F<sub>1</sub>之雜種勢力與其親體之差，為增加之生長勢力。

由下表觀之，品種間交配，均能增加種子重量；惟 Velvet Chaff X mundum 自配所生之種子，以或差 Propable Error 言之，重於異配者；此項試驗，足為兩種間在種子大小方面交配，為顯然之有利。

1. 親體自配之種子重量與雜交種子重量之比較 (第三十表)

品 種 之 交 配	親 體		雜 交		雜 交 種 之 增 量
	種子數	種子平均重量 (mg)	種子數	種子平均重量 (mg)	
Marquis X Velvet Ohaff	38	12.6 ± 0.5	48	15.6 ± 0.5	+3.0 ± 0.7
marquis X Peuny	38	12.6 ± 0.5	24	20.2 ± 1.0	+7.6 ± 1.1
Haynes Bluestem X m,	49	17.2 ± 0.8	26	23.5 ± 0.7	+6.3 ± 1.1
Little club X m,	39	10.1 ± 0.5	50	9.4 ± 0.3	-0.7 ± 0.6
Emmer X Velvet chaff	44	26.4 ± 0.8	24	27.1 ± 1.3	+0.7 ± 1.5
Velvet Chaff X min dum	104	19.9 ± 0.6	23	15.9 ± 0.6	-4.0 ± 0.8
Emmer X Little club	44	26.4 ± 0.8	15	25.0 ± 1.2	-1.4 ± 1.4

2. 親體每株植物生產量與雜種F<sub>1</sub>之比較 (第三十一表)

甲 親 體	個體數	產量 (克)	乙 親 體	個體數	產量 (克)	親體之平均 產量(克)	雜 交 種	
							個體數	產量 (克)
Marquis	15	1.9	Peny	36	2.4	2.2	18	2.7
	15	1.9	Bobs	59	3.0	2.5	65	3.3
Velvet chaff	38	1.5	Penny	36	2.4	2.0	28	2.5
	38	1.5	Bobs	59	3.0	2.3	92	2.9
Denny	36	2.4	Bobs	59	3.0	2.7	23	2.8
Haynes Blue Xnn	47	2.4	Marquis	15	1.9	2.2	18	2.5
Marquis	15	1.9	Little club	46	2.2	2.1	45	2.3
Velvet chaff	38	1.5	Little club	46	2.2	1.9	37	2.5
平 均	30	1.7		45	2.5	2.2	41	2.7

3. ( 第三十二表 )

甲 親 體	個體數	產量 (克)	乙 親 體	個體數	產量 (克)	親體之平均 產量(克)	雜 交 種	
							個體數	產量 (克)
Little club	46	2.2	Emmer	48	1.1	1.7	9	0.3
Little club	46	2.2	Mindun	49	2.1	2.2	1	1.0
Marquis	15	1.9	Mindun	49	2.1	2.0	13	0.3
Velvet chaff	38	1.5	Mindun	49	2.1	1.8	8	1.1
	38	1.5	Emmer	48	1.1	1.3	23	0.5
Marquis	15	1.9	Emmer	48	1.1	1.5	18	0.6
本 均	38	1.9		49	1.6	1.8	12	0.6

觀上第三十一表交配之結果：雜交之第一代，每株產量均高於其親體，第三十二表則低於其親體；至其所以低於其親體者，以該品種交配產生之種子為小，故有

不生殖者。

常爲異花授精作物之人工自配及人工異配之功效

高粱異品種間交配之第一代，發生異常之雜種勢力；同品種間之交配，幾無雜種勢力之可言。一九二四年，開皮爾氏及康利爾氏 Karper + Conner，發現 Kafir 高粱可以自配，數年而不減低其生長勢力；故能給高粱育種者之非常機會，造成最高產量之品系。一九二三年，扣奈氏 Kearney 對於比馬棉亦有同一之結果；即人工自配比馬棉，七代之久，絲毫未減低其生長勢力；故其言曰：「棉花自配對於花粉生活力，胚珠數目，每日開花數，結鈴百分數，鈴之大小重輕與種子數，種子重量與生活力，及纖維之密度等，比之繼續天然授精者，並無不及之處。」

學種育物作

由此結論：吾人敢云常爲天然異花授精作物類，與自花授精作物類，除非吾人欲希冀新品種之產生，採用異配法；及造成純系，採用自配法外，均可以用同一方法育種之。

必須異花授精作物人工自配之功效

玉蜀黍爲必須異花授精作物，若以人工舉行自花授精，則其生長勢力常低  
前章於易斯特及祝奈斯玉蜀黍自配之結論，一節已詳言之矣。茲不贅。

## 第十二章 節制作物傳粉作用之方法

傳粉方法之節制，爲育種上應注意之事項；例如防止自花授精作物天然之異配，爲研究遺傳之所必須；所以交配之正確手續，及自配各種作物之方法，爲從事作物育種者所應知；一則藉以節制遺傳因子，二則希冀個性之結合，而爲吾人所需要者。因此育種者應先在廣場之中實際練習，庶幾實施時可得良好之結果。

### 人工自配之手術

(一)棉花 棉花將開花之前，花蕾飽滿，稍有經驗者，一見而知其何日可以開花；故育種者須於每日下午四時後，巡視育種區，如見翌日早晨可開花者，本日下午四時即用 $12 \times 12$ 寸之牛皮紙袋，就該花蕾之基部包之；若須包之花甚多，可於前二三日包之；不用紙袋而用紙莢頗爲經濟，亦可防他花花粉之傳播。近有用線扎者，惟用力過大，常傷及花柄不可不慎。開花之後，三十六小時即行授精完

畢，至此紙袋本可除去，但爲慎重計，三日後再去，萬一紙袋包之不緊，適遇風雨淋吹，以致脫落，則該鈴雖已授精，當宜除去。

(二)玉蜀黍 玉蜀黍人工自花授精頗爲容易，雄穗與花絲各以紙袋包之，在花絲伸出穗苞以前，即以透明之紙袋如玻璃紙包住穗苞，以便觀察花絲之伸長程度；而授粉之雄穗，即以牛皮紙袋包之可矣。當花粉已經成熟，而花絲亦伸延至相當時期，即行授粉，如花絲太長，可切去二寸至三寸之長度，授粉尤爲易易。授粉之適宜時期，在花絲出穗苞後之第三日。

授粉時宜有二人共同工作，一人解開花絲之口袋，一人搖動雄穗，使花粉集落於袋內而撒於花絲之上。在此時最應注意者，即避免其他花粉飛落，及手續不淨帶有他粉，故每株授粉完畢，即應用酒精洗手。在套袋至自配期內，如遇風雨，紙袋破裂，或太潮濕，授粉困難，當更以新袋。作者每年舉行人工自花授粉時，多在霉雨期內，暴風大雨，時來摧殘，再套紙袋，視爲常事，此宜注意之處。

一九二二年季鐸氏 Jenkins 用新穎授粉方法，頗得滿意之結果；此法名爲水

瓶法 Bottle method，穗苞先用紙袋包住，花絲長出，即啓袋切去半寸至一寸半之穗苞，既已，仍以袋罩上；在二十四小時至四十八小時內，又重生新花絲，此時即可預備授粉。雄花事前亦須用紙袋罩住一二日，以免他花之花粉攪入。授粉之際，即以細而口寬之玻璃瓶盛以水，繫於主莖穗節正上部分，並將其雄穗花莖取而插於水瓶，套以紙袋，緊緊於穗苞之上，即可自行傳粉。此法比之普通自配方法較爲煩雜，有時亦難得完美之成績，故用此法者尙少。

(二)高粱 高粱係雌雄同花，故包花手續較玉蜀黍又易，祇於開花之前，將各穗用牛皮紙袋包紮之；袋之大小，以品種不同，隨時規定。在開花期內，如遇暴風雨，紙袋破裂時，應趕即重包，不及包紮者，收穫寧缺毋濫。

至於麥稻豆等，本係自花作物，雜交成數甚少，該種作物純系育種，可毋須包花。

### 人工雜交之手術

所欲施行手術交配之花部構造，在舉行交配之前，應先詳細明瞭；而花蕊在一株之上，何者生長力強而結果容易，此最關重要，育種者不能不事預知之。例如各種小麥，每小穗產生數粒種子，而節之中部，小穗兩外旁之花最爲強健，種子亦稍大。又如棉花中部果枝，近主莖之花，亦較上下兩部或枝端之花爲強健，且結鈴亦較大；故舉行交配時，在小麥應去上下兩部之小穗，取穗之中部兩外旁之花去雄交配；在棉花則取中部近於主莖之第一朵花去雄交配之。花部構造熟悉之後，即應知在一日之中，何時花粉最易採集，柱頭接收花粉時間，究有多長，及花粉粒之生活力，究可保存若干時間。環境足以改變個性之表現，但對於各種作物均各有普通規律之限制。

其餘交配工作之重要者，爲交配之工具。普通應用者，爲薄而尖之小剪一把，鑷子一把，上帶薄而銳之刀片，一個或兩個解剖用之細針，一個擴大鏡，一枝鉛筆，及小標杆紙袋等，以爲記載及包花之用。

一、小麥之交配 穀類作物之行人工交配，較其他作物爲簡單，但手術必須熟悉，種子成功之百分數始高。海斯氏 Hayes 在一九〇一年，曾已指明小麥之交配，須在早晨四時左右。芮泰氏與郝盛氏 Leighty and Hutchison 在一九一九年，曾研究小麥開花時間，於上午七時，正午十二時，下午五時或六時，各觀察一次。開花云者：內外穎開張之謂也。從下午五至六時，至清晨七或八時，均屬於夜間，曾取六十九穗共二九七七個花研究之，夜間開放者有一四九二個，白天開放者有一四八五個；內中約有半數爲白天之上午所開放者，此足以改正小麥授粉，必須在清晨之謬論。一九一四年薩爾門氏，Salmen 謂環境誠然爲開花時間之重要因子，但開花實際完全者，在早晨七時以前。

芮氏等謂小麥去勢後，不用紙袋包花，殊非完全之道。在密里蘇打 Minnesota 農事試驗場，去勢未包穗之一二四〇花中，能結籽者有五〇七粒。在阿瑞登 Arlinton 農事試驗場，去勢未包穗之一三二四花中，能結籽者有一一〇三粒，僅少於去勢並

包穗者百分之一而已。一九一五年，黃瑞爾氏 Frear 用土耳其小麥試驗結果有 80% 之去勢未包穗能結籽者，亦僅少於去勢並包穗者百分之一。

父母本之性狀

小麥交配，希得新品種適合吾人所需要，必須於交配之前，注意於父母本之優良個性；而父母本之個性，可分為主要的與相關的：

(1) 主要之個性

(a) 植科發育健全——北地風大，尤應注意莖之挺直。

(b) 產量豐富。

(c) 品質佳良。

(d) 抵抗病害力及旱力寒力強——此數點在北地尤應注意。

(2) 相關之個性

(a) 葉部 (甲) 葉身平伸之種，多能抗寒，惟晚熟。(乙) 葉身平直，抵抗力

弱，惟早熟，且不易傾伏。(丙)葉身寬，示穗大粒重。

(b)分蘗 分蘗多之種，抵抗病害力大，但產量常低。

(c)稈 稈粗而短，不易傾伏，細而長者反是。

(d)花粉囊 花粉囊微帶紫色者，抗寒力強。

(e)穗之色澤 褐殼者，抵抗各種病害旱寒力強。

(f)直穗與密穗 直穗與密穗，均不易倒伏，惟產生小形麥粒。

(g)疏穗與彎穗 反是。

(h)花苞 成熟時呈半開狀態者，子實易於脫落。

(i)麥粒之性狀 粒長呈脈狀，與橫切面呈玻璃狀者，多蛋白質；粒短而豐滿，

與橫切面呈粉狀者，多澱粉。

(j)粒色 粒色淺紅與白色者為佳，灰色與帶有黑色斑點者不佳。

(k)早熟種 早熟種抗寒力及一切病害力均大，且多蛋白質。

## 交配之方法

先定所欲得之新品種，應爲何種性狀，然後選定父母本着手交配。

(1) 去花 一穗之花，多者達六七十朵，少亦三十朵，但其中有不能結實者，其或生殖力不強，因之於未行交配之前，宜先去一部分之花。據前節言，中部小穗，及小穗之兩外邊花，生長力最強，故宜去其上下兩部八至十穗，及中部之中間花。茲略舉各學者對於去花方式之主張如次：

(a) 斯替芬 *Patriek Schirff* 氏主張母本之穗，僅留四至六小穗，每穗只留最小之二花，父本之穗亦然。

(b) 萊潤特 *Laurent* 氏主張不去小穗或花，只分離已授精之花，而選穗之下部者以供交配之用；蓋伊以爲去小穗或花，有礙養料之上升，而妨植科之發育。

(c) 邁林氏 *M. Maylin* 最近所採用之法有二：(甲) 一穗之花留爲兩列者，(

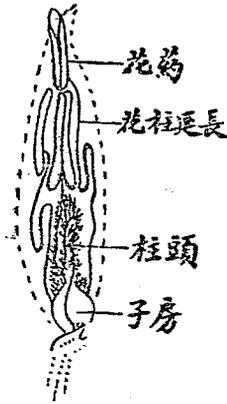
一) 每穗之正面與反面，於抽穗期中只留最小之一花，已去花之總苞，仍留之以作保護之用。(二) 正面小穗留右邊之第一花，反面小穗留左邊之第一花；如是則兩面之花同在一邊，以免交配時之捻轉也。(乙) 小穗之花留為四列，(一) 每穗正面各花節留第一花，如正面之第一小穗留右邊者，則第二小穗留左邊，第三小穗復留右邊，如此類推，至穗頂為止，反面亦復如此。(二) 穗之正面每隔一小穗留二花，不得花之小穗，只留二總苞，反面同之，此二法均為四列。

(2) 去雄 當花粉囊為綠色而開始為黃色時，即可去雄，又名去勢。去雄之先，如上法剪去所欲造成之花式，然後以尖刀輕輕分開護穎及外穎，再用鑷子將花粉囊鑷去，以擴大鏡檢查花粉是否完全除去，及有無花粉遺留花中。檢查完畢，用 1.5×6.1 之玻璃紙袋罩上，以適宜長度之細線繩緊緊繫之，並繫標杆，標杆之上，記以母本之名稱，去雄之日期，及交配者之姓名。

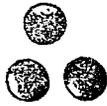
(3) 交配 通常去雄後，二日即可交配，然亦依去雄時之發育程度，及氣候之變遷不一。在特別情形下，可遲至去雄後五六日，亦能得優良飽滿之種子。在父母本爲異種，交配須二次或三次，父母本爲同種，交配一次足矣。父本之花粉囊，集於手掌而破裂之，同時將母本之玻璃紙袋啓開，將花粉粒用毛筆置於每花之柱頭上，仍罩以袋。在母本之標杆上，記載父本之名稱，交配之日期。紙袋直至收穫時始去，一則預防鳥害，二則在北方四五月多風之際，若將紙袋逕行除去，籽粒未飽滿而焦乾。最好用一竹桿或高粱莖插於交配株之近根處，以繩繫穗於其上，足防暴風。

此外適宜於溫室情形，如德人季利開氏 Jelinek 所用之接近法 Approach method。此法即將所欲舉行交配試驗之兩種品種，分別種於盆中，至雄花將成熟前，先將外部護穎外穎及雄蕊除去，次除小穗之中間花，至所餘之花之內穎，於柱頭上端剪去，以便授粉；父本之處置相同，惟不去雄蕊。於是兩穗就近一同夾住，罩以

開花後之情形



花 粉 粒



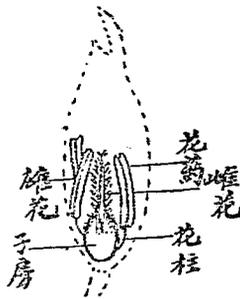
開花前之子房與柱頭



去雄之穗



開花後之雌雄蕊狀態



紙袋，雄穗稍高於雌穗，可任意彎曲一穗之莖，但不使之受損傷，手續既畢，輕搖其莖三四次以交配之。美國伊利諾 Illinois 農事試驗場試驗之成績，頗為良好云。

( 第 五 十 四 圖 )

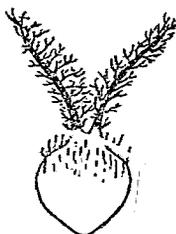
二，稻之交配 (一) 去雄與去花——稻之去雄，應在早晨日未出之前，或下午六時之後，以避免日光之下，花粉粒由花粉囊內暴裂而出，附粘於本花之柱頭。致花粉之成熟，因種類而異，有在花穗剛出葉梢之後，即行成熟，有略遲者。其成熟次序，由上而下，故去花宜在八——十五小穗以下，當花粉囊延長至內外

接近法之圖式



(第五十五圖)

開花時之子房與柱頭



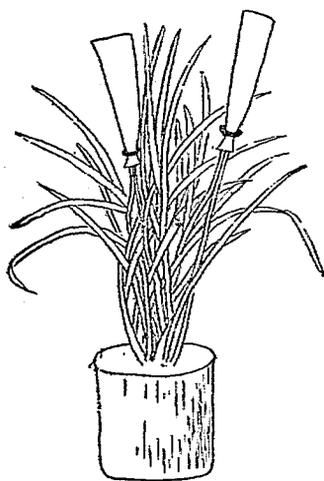
開花後之子房與柱頭



成熟之種子



圖配人工之稻



(第五十六圖)

穎長度之半時，將近小穗頂部處，用剪刀剪去穎芒，成四十五度之斜角，使外穎切去其半，而內穎祇切其尖，或全不切到，如是則六個花粉囊盡皆露出，不難一次除去；然後用  $\text{CaCl}_2$  之玻璃紙袋罩之，並繫標杆，一如小麥。

(二)交配 在去雄後十五小時至二十四小時內，即可交配。交配之手續，以成熟父本之花粉囊置於小穗之切面，且分佈花粉粒於柱頭之上，仍罩以紙袋，詳載交配目的，父母本及交配人。

(三) 稻交配後，子房發育之程序：



( 第 五 十 七 圖 )

三、豆之交配 美國農部瓦立術爾氏 Oliver 曾發明最妥當之豆類交配方法，茲摘

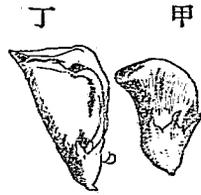
錄如次：

在荳科植物如豌豆等開花之前晚，可以尋知翌晨開放之花蕾，以翌晨開放之花

蕾，今晚已發育完全而膨大故也。如圖甲。於是在開花之前晚，即行去雄。去雄之法，先夾花芽於大指二指之間，而使龍骨瓣向上，然後以尖針沿旗瓣 *Standard* 相連脊背處，輕輕剖開，令外瓣之一下彎，用大指定其地位。同樣亦令同邊之翼瓣 *Wing* 下彎，移其大指加之。於是在龍骨瓣彎曲均八分之一英吋處，以針輕輕縱剖，至距柱頭十六分之一英吋處為止，至此未成熟之十個雄花，乃一一顯露矣，如圖乙。雄花既顯露，乃以細尖之剪刀，緩緩剪去，同時計數，誠恐尚有遺而未剪到者，如圖丙。雄花剪去之後，仍使龍骨等盡量恢復原來位置，如圖丁。其次從本株摘下一葉，摺置於已去雄之花芽上，翌晨即行交配。如此之去雄交配法，瓦氏試驗結果，頗為良好云。

四，棉花之交配 (一) 去雄——花蕾開放，均在早晨七時至八時；未開花之前一日下午四時，花蕾已達充分之大度，花瓣略鬆，即知明晨開放；故每日下午四時，至所欲舉行交配之育種區內，見有如此之花蕾，即行去雄。去雄之法，用剪刀

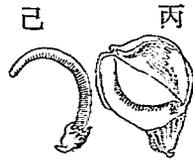
Oliver 氏之豌豆交配圖



甲 開花之前  
丁 翌後交配之形態  
去雄之晨



乙 時期去雄  
丙 芽人工形態  
第晨  
後早莢  
配日之  
交二之



己 四時後  
配八小  
交十之  
豆莢  
丙 柱後顯出  
去頭

(第五十八圖)

將花瓣輕輕啓開，最好勿傷及花瓣，然後剪去花藥，取出遺留花中之藥囊，或搖動花部，使之擺出；再以擴大鏡檢查有無花粉粘貼柱頭，或雄花簇上尚有未盡去之花藥；既已，以玻璃紙袋  $10 \times 10$  罩之，繫以標杆，一如其他作物。

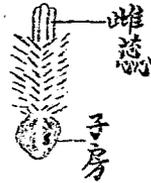
(二) 交配 於翌晨九時前，取父本花粉，散於母本之柱頭；或以父本之花摘下，以花藥與母本柱頭相擦，以擴大鏡觀之，如柱頭有花粉粒附着，即仍以紙袋罩之；翌晨花瓣變紅，再一日而脫落，其子房漸漸膨大矣。交配後三十六小時，授

精完畢，爲安全計，三日後再去紙袋，並於標杆記載交配日期，父母本，及交配人等。

棉花開放之形態



去雄後之形態



交配後一日



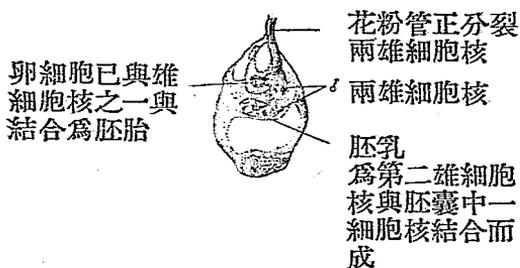
(第五十九圖)

五，玉蜀黍之交配 玉蜀黍因其爲雌雄異花，故人工交配，頗爲容易；所有一切手續，均同人工自花授精；所不同者，以自己之花粉，易以所欲舉行交配之異花花粉而已。

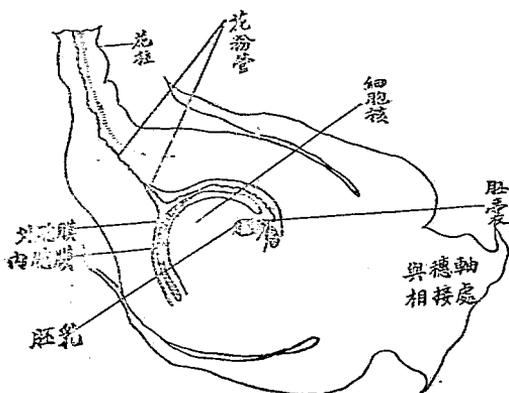
花粉一至柱頭，即發芽生管，沿花絲而下，直達胚珠（如圖甲）與卵細胞接合而生種子，（如圖乙）當花粉管至胚珠時，花粉粒即分爲兩個雄細胞核，一個與卵細胞核接合爲胚胎，即真正之授精；其他之一雄細胞核，與胚囊中之一細胞核接合爲

胚乳，為發芽養分供給之用。此種授精法，謂之兩重授精，故馬齒類之黃玉蜀黍與白玉蜀黍交配之數星期後，產生黃粒，此即黃色個性由父體而帶入胚乳，顯於籽粒之重要部分也。

玉蜀黍授精時之胚囊 (甲圖)



花粉管經過花絲至胚珠之程序 (乙圖)



( 第 六 十 圖 )

## 第十三章 作物比較試驗之困難及其補救法

作物比較試驗，須在同一環境同一管理之下舉行試驗，然後各品種之個性，始克真正表顯；但欲求完全相同之環境，及管理絕對一致，頗多困難，祇可於可能範圍以內，力求相似程度，以減少差異，而使如個性表顯，以爲吾人取捨之標準也。育種家所感困難之處，即育種家應努力之處；時至今日，各項育種方法，雖未詳盡，而差異程度已於是減少。茲述作物試驗之困難，而施以補救之方法：

一，種子之差異與發芽率之不齊整 種子之大小與飽滿，均與發芽率之齊整及幼芽之強弱有關。同一品種之大種子與小種子，雖與個性遺傳無關，然大種子與飽滿者，其胚珠發育充分，胚乳供給發芽時之養分，亦綽有餘裕，幼時生長，自較瘦小者爲佳。故比較試驗，須取同一大小與飽滿之種子；若需用多量，則宜置適當大小眼之竹篩，以爲區別，謂爲篩選亦可。

玉蜀黍果穗之上中下三部種子所含之成分不一；上部多澱粉，下部多蛋白質，中部適中。上部多澱粉，吸收水分容易，發芽較快，但不強健。下部多蛋白質，吸水稍緩，發芽略遲，但頗強健。故在比較試驗，宜同取中下部之種子。又如棉花莖之下部所生之鈴，其籽指大，中部次之，上部最小。作者曾以南通雞腳棉研究之，其結果如次：

南通雞腳棉莖部籽指之考查（第三十三表）

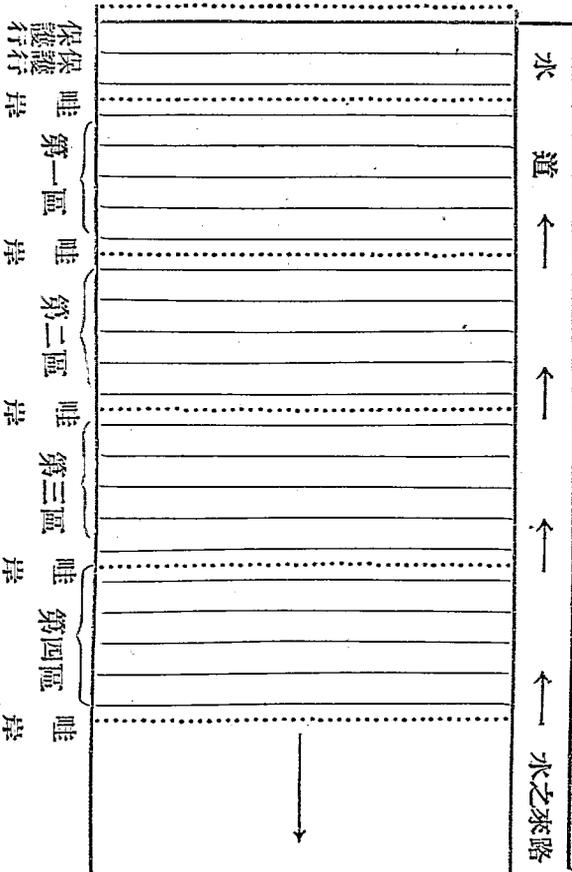
	上 部	中 部	下 部	
第一次之考查	5.220g	5.815g	6.295g	
第二次之考查	5.025g	5.665g	6.195g	
第三次之考查	5.030g	5.880g	6.450g	
平 均	5.092g	5.757g	6.312g	

由上表觀之，棉花比較試驗時須收同一部分之棉籽，以示一致。

二、整地與灌溉之差異 整地灌溉不當，足以發生不少之差異。我國北方田地，耕後須耙，耙後須蓋，蓋後須平，手續至爲繁雜，皆所以使灌溉之均勻也。但耕，耙，蓋，平，四種整地手續，施之不當，每易使表土分佈不均，肥瘦有差；故整地之工人，須經過訓練者。及至灌溉，又以水量之難於同量，發育又難一致；若以同大之盛水器量而後灌溉之，在小面積之範圍，尙可易爲；地積稍大，勢所不許。况灌溉須畦，畦之劃分，又須注意行或區之長短大小。如棉之二區試驗五區試驗，及高級試驗等，均五行爲區，即以每區劃爲一畦面積大小，（ $\frac{1}{2}$ 畝）尙屬適宜，水之分佈亦甚一致。若以二行爲畦，面積略小，三行爲畦，畦之分配又不均勻，故宜以區爲畦。（如第六十一圖甲）又如麥之稈行試驗，其行長不及棉花，行距亦較窄狹；據作者主張之行長十二市尺，行距一市尺，以兩標準行爲一畦，（五行）面積不過 $\frac{1}{2}$ 畝，即美國康奈爾大學所用之方法

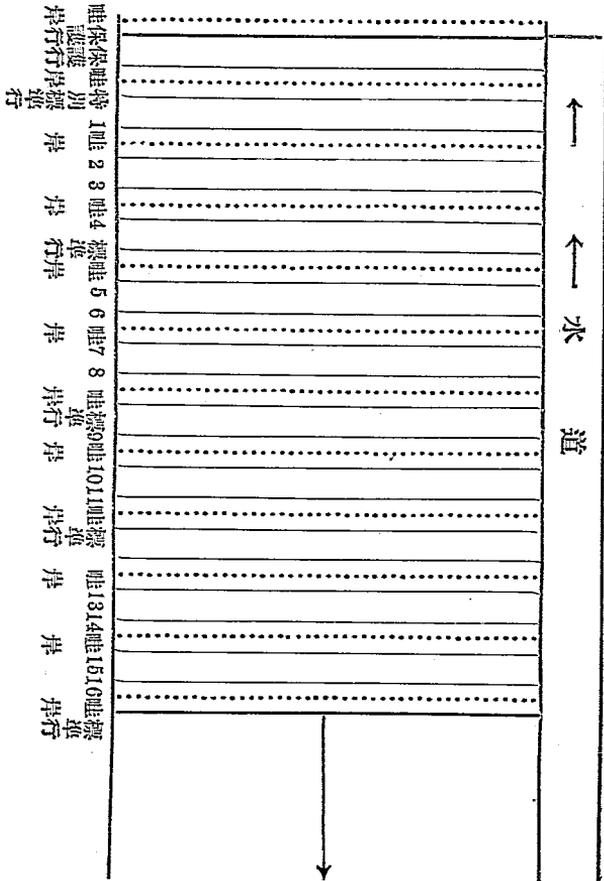
，行長十六呎，行距一呎，以兩標準行爲一畦面積，約等於畝中畝。故吾人在灌溉區域之內，似宜兩標準劃爲一畦，畦之兩邊，各設標準行，共計四個標準行，收穫時近畦之兩行不收，而產量計算，以近品系之標準行爲準；如此可免畦岸之影響。（如圖乙）但此種佈置，需地較大，需時較多，在試驗面積不大，品系又多時，似不宜應用此法。每行爲畦，灌溉一行，再灌一行，但水源稍亟，灌溉時應特別注意，殊覺不便，且水量難以一致。又如兩行爲畦，各行與畦之關係相等，無畦岸影響，雖面積不大，但爲免除畦岸影響計頗合應用。（如圖丙）又如高級試驗，即以三行之區爲畦，亦頗合宜。穗行試驗，行長僅三尺，以一行爲一畦，固爲不可，以兩標準行間爲畦，橫行灌溉，亦覺不便，最好以三標準行之間爲一畦，畦之兩邊，各設標準行。（如圖丁）

棉花灌溉法第六十一圖 (甲圖)





小麥種行試驗雜穀法(丙圖)





灌溉之次數，依天時而異，自下種至收穫，小麥約須五次至六次，棉花須三次至四次，玉蜀黍須四次至五次，其他作物略等於棉花，此我國北地情形。在南地乾燥過久，亦應如法灌溉。總之，無論灌溉幾次，其灌溉管理者須爲一人；最忌一項試驗灌溉未完，中途又易他人，致灌溉不能處置相等。

三，栽培之差異 播種所用之種子，須取同一部分及大小飽滿一致者，已如上言。在播種之前，根據重複次數，取此種子分別秤同量或數同數若干份，然後依號點播或條播下種，於同日完畢，但須使規定之種子，均勻稀密於一定行長或一定區積之內，將來發育，庶可望同等也。

栽培須施肥，但在育種區內可以不施肥，恐增差異也。如施肥，須取同量，分行分區均勻撒播，而肥料種類須爲化學肥料，或爲豆餅，豆籽，棉餅，棉籽，成分比較相等者；不然，仍宜不施肥爲安全。

四，損害之差異 各處育種場，大都均有意外之損失，若不妥爲防除，將來統計產

量，自多不確之處；以之爲取捨之標準，難免個性優良之品系，不因此而被淘汰；故此項損害，不可輕而忽之。茲舉損害之重要者如次：

### 獸害

此種意外之損害，包括掘穴之野獸，放縱之家畜，掘土之田鼠或鼯鼠，當宜極力防範；即使損害，亦須用補救之法。若遇顯然之損壞，則除用補救方法外，靠近危險地方，須先種幾區以保護之，庶發生損害後，不致變更計算之數目。

### 草害

害草蔓延，應設法防除；中耕宜勤，鋤草及時，非惟殲滅草類，且保留土中水分，及宣洩地內空氣。我國南地野草蔓延之快，殊足驚人，故草害在南地爲害尤厲。

### 虫害

虫害爲損害最重者；棉花之害虫，在南地有捲葉虫，金鋼鑽等；在北地爲蚜虫。麥之害虫，在北方爲螻蛄，在南地爲粘虫。此種害虫，爲害作物之重輕，足以影

響產量之統計。作者曾於小麥稈行試驗區內，研究螻蛄爲害之程度，計於一百二十八稈行中，因螻蛄損害輕重缺苗者三十五行；同一系者八行。又於七十八稈行中，檢其缺苗者三十四行；同一系者十二行，爲害尤烈。

### 病害

一般病害，傳佈甚快，影響作物生長及產量頗鉅。作者於民國十九年南通省立棉作試驗場，發現棉花育種區患病之烈，爲從來所未有。計高級試驗(一)14-1-4及14-5-4兩系，各染病三區；14-6-5系五區均病，14-7-3系病兩區，16-29-4系病四區；又高級試驗(二)14-7系病三區，14-8系病二區，14-9及14-10兩系各病一區；此固於品系之抵抗病害力強弱有關，而病害傳染之廣，與傳染之快，實爲其重要原因也。吾人應於斯二者預防之。

五，土壤之差異 田地爲作物育種者之實驗室，故關於田間規劃，及土壤差異情形，Soil Heterogeneity 均須一律，然後試驗所得之結果，始云可靠，因此選擇試

驗地，須能代表一般均勻情形。若所欲採用之田地，面積有限，並無選擇之餘地，則育種者應設法盡力在可能範圍，使達齊一之程度；如供試驗地積，有左右選擇之餘裕，則育種者應先行土壤空白試驗，Blank Test 或行預備試驗 Preliminary Test，決定何處為比較近於齊一者。

#### 土壤差異之普遍情形

在用土壤差異試驗，或其他方法，以決定不同田，或同田不同地段生產力之相關差異以前，吾人勢須先具土壤差異普遍情形之觀念。相關係數者：Correlation Coefficient 用以研究土壤差異之範圍。係數者：為表示鄰近各區生產力相同之程度，並可用以比較各田間之土壤差異，及較遠地段之差異。相關係數，其數字由 0.0——1.0，正負號皆可。土壤之差異，如為一致之順序，則相鄰各區之生產能力，皆足以證明其相同，此即所謂土壤差異之普遍情形。研究土壤差異之最貢獻者，為漢瑞斯氏 Harris。漢氏以田間為試驗室，即將所欲試驗土壤差異之地，

種植一種作物，在種植之後，作物生長尚未長大時即照預定之計劃分段分區，收穫時兩端各除去一—二尺並分別放置，以研究各小試驗區之生產量，相隣區之生產量。此種產量之差異，可以相關係數決定之；即相關係數愈大，而土壤差異之程度亦愈大。茲節錄漢氏以各研究家所得之材料，彙集而得之相關係數，表明區之大小，及各種作物某個性之土壤差異。

( 第 十 三 四 表 )

植 物	收 量	區 之 大 小	相 關 係 數	研 究 者
小 麥	粒之收量	5.5 X 5.5呎	.603 ± .029	Montgomery Nebr
小 麥	淡素含量	5.5 X 5.5呎	.115 ± .044	Montgomery Nebr
燕 麥	粒之收量	$\frac{1}{30}$ 英畝	.495 ± .035	Kiesselbach Nebr
燕 麥 (Mangels)	根之收量	$\frac{1}{30}$ 英畝	.346 ± .042	Mercer and Ital, England (Rothamsted)
燕 麥 (Mangels)	葉之收量	$\frac{1}{300}$ 英畝	.466 ± .037	(Rothamsted)

香 玉 苗	薯 黍 薯	塊根收量 粒之收量 葉莖收量	長行72呎7寸 畝英畝	.311 ± .013 .830 ± .019	Lyon Smith, Ill. (1895)
	1913第一次收割	.085英畝	.407 ± .059	Scottfield, Hunday experiment Farm, mont.	
	第二次收割	.085英畝	.343 ± .032		
	1914第一次收割	.085英畝	.602 ± .045		
	第二次收割	.085英畝	.057 ± .040		

漢瑞斯計算土壤差異之方法

漢氏方法之相關係數，為表明土壤一致之程度；兩隣區間土壤差異關度，即以係數之大小定之。若任擇一地為試驗，其產量由此區向彼區而差異，則兩隣區之間無相關。反言之：若其地在某隣區有高產量之傾向，他隣區又有相反之趨勢，在此情形之下，相關係數必高。應用漢氏法，必使田間之管理相同，如種子，中耕，施肥等，皆須相同，然後分田為若干小區，但須在收穫前之任何時期，最好在種植後即

(2) P <sub>1</sub>	(2) P <sub>2</sub>	(4) P <sub>3</sub>	(6) P <sub>4</sub>
Cp <sub>1</sub>		Cp <sub>2</sub>	
(3) P <sub>5</sub>	(3) P <sub>6</sub>	(6) P <sub>7</sub>	(4) P <sub>8</sub>
(3) P <sub>9</sub>	(3) P <sub>10</sub>	(5) P <sub>11</sub>	(5) P <sub>12</sub>
Cp <sub>3</sub>		Cp <sub>4</sub>	
(5) P <sub>13</sub>	(5) P <sub>14</sub>	(4) P <sub>15</sub>	(4) P <sub>16</sub>

$P$  = 所有小區之平均產量 = 4

$n$  = 每大區之小區數

$m$  = 大區數

$S(p^2)$  = 各小區產量平方之和 = 280

$S(Cp^2)$  = 各大區產量平方之和 = 1080

$O^*p^1$  = 各小區產量之標準偏差

$$= \sqrt{1.5} = 1.2247$$

$\sigma p^2 = (1.2247)^2 = 1.4999$

$r_{p_1 p_2}$  = 隣區相關係數

行劃分，以減少損害作物之生長，已如前所述，例如某田劃分為十六小區，合為四大區，如 P<sub>1</sub> P<sub>2</sub> P<sub>3</sub> …… 代表小區，而 Cp<sub>1</sub>, Cp<sub>2</sub>, Cp<sub>3</sub>, Cp<sub>4</sub> …… 代表大區，(2), (3), (4) …… 等為產量，如圖：

漢氏之相關公式爲  $r_{p_1 p_2} = \frac{\{S(Cp^2) - S(p^2)\} / m(n(n-1))\} - p^2}{\sigma p^2}$

$$= \frac{\{(1080 - 280) / 4(4 - (4 - 1))\} - 4^2}{1.2247^2}$$

$$= \frac{16.6667 - 16}{1.4999} = .444 \pm 135^{*2}$$

$$r_{p_1 p_2}^{*1} = \frac{\pm 0.6745(1 - r^2)}{\sqrt{n}}$$

$$P.E. r_{p_1 p_2}^{*2} = \frac{0.6745(1 - .444^2)}{\sqrt{16}}$$

$$= \pm 0.135$$

產量	D	D <sup>2</sup>	$\sigma p = \sqrt{\frac{ED^2}{n}}$
2	-2	4	$\sqrt{\frac{24}{16}} = \sqrt{1.5}$
2	-2	4	
4	0	0	
6	2	4	
3	-1	1	
3	-1	1	
6	2	4	
4	0	0	
3	-1	1	
3	-1	1	
5	1	1	
5	1	1	
5	1	1	

$$\begin{array}{r}
 5 \\
 4 \\
 \hline
 4 \\
 0 \\
 0 \\
 \hline
 24 \\
 \hline
 24
 \end{array}$$

此相關係數之大小，影響於小區及大區之面積，性質，及試驗之品種或品系。土壤差異試驗，應舉行數年，然後再作正式試驗；因無前人試驗報告可資參攷，故均須依吾人試驗結果判斷而定。最爲吾人所值得採用者：爲將試驗區先行劃定，乃在此試驗區上，計劃一輪作制，每季採用各種不同之作物，作土壤差異試驗，以求相關係數。一次輪作完畢，最好再行一次，爲時約四至六年。此法稍費時間，但爲準確計，爲永久計，而費四年至六年之預備試驗，亦所值得。或有主張用某種少數作物，如麥類作土壤差異試驗，以代替多種作物之輪作制；此種主張，據駱夫博士 Love 云，不可採用；蓋土壤對於多種作物普遍情形，非一二種特殊作物所可表現也。

## 試驗區之形狀與邊際影響

何者爲試驗適當之形狀，亦爲從事育種者所應考慮之一點：蓋邊際產量之影響，頗有關於區之形狀故也。作物生於邊際，或區之末行之端，常較生於中央者爲繁茂；若區爲桿行所組成，則沿邊者優於較遠者。（如下表）但米斯爾氏 Mercer 與赫爾氏 H. E. 劃分同一種作物田地爲若干等分之面積，惟區之形狀不同，研究結果均無顯然之邊際影響。又據普通試驗區研究之論斷，謂在平常田間之試驗，其稍大之試驗區，所得之結果，比之小面積者爲精確。在同面積之試驗區，其試驗區內分成若干小區，結果又較不分者爲精確；即如二百分之一英畝面積之試驗區，倘其他情形相同，所得之結果，較同種作物四十分之一英畝面積之試驗區爲精確。長狹試驗區所佔之面積內，土壤難以一致，且區邊亦較大，故其結果常較短而寬，或方形試驗區爲不可靠；除非其區邊之作物，取消不列入統計也。在實際上多數之育種家，均用長而狹之試驗區，以其下種中耕及收穫，皆形方便；而受邊際之影響者，完全棄去。

邊際之取消，在事實上必須因不同品系或不同品種之作物，對於邊際或區端發生不等之影響，致使生產量有多少之差而始棄去也。其取消之程度，在長方形之試驗，至少取消一尺，稈行則於兩端亦各取消一尺。又採用長狹試驗區時，宜南北排列，使區上所植各行之端東西向，以得平均之日光，且免彼此蔭蔽之弊。

麥類之兩邊行及中間行每英畝平均產量之比較(Hayes and Arny)(第三十五表)

行、別	燕 麥		小 麥		大 麥	
	區號	每英畝產量(英斗)	區號	每英畝產量(英斗)	區號	每英畝產量(英斗)
外邊行	44	132.0	20	55.0	16	97.7
內邊行	44	88.0	20	41.0	16	64.5
中間行	44	71.4	20	27.5	16	42.9

上表所得之結果，兩邊行生長較中間行為優，而以外邊行為甚。

## 區之大小與重複次數

重複次數，所以求其準確程度，然亦須以區之大小而定；即重複次數愈多，而區應愈小，則準確程度亦愈高；蓋每區之面積小，則土壤較為均勻一致；若區之面積大，重複又多，則所需地之面積亦大，結果生產量之差異亦大。雖然，亦以試驗區之面積，品種，本身之價值，及作物之種類，而重複次數及區之大小，可酌量增減；即在試驗面積不够支配，及品系價值尙未十分顯著時，重複次數不妨減少。穀類之作物，在小面積試驗中，自甚適宜；而玉蜀黍，高粱，及棉花試驗區，不得不略為增加，以免株數太少。少數植科之豐歉，將影響於全區之結果。

每品種由重複次數而求得平均之結果，在平均時土壤漸變，及一切偶然之影響，有相消之傾向，故平均結果較單獨結果所表示之價值，為近於品種之真正價值。既行重複試驗，則依照指定之試驗地，面積，品種數，及重複次數，應使各重複區間，有最大之距離，如是而後可為每品種取得土壤，及其他環境影響之無取樣

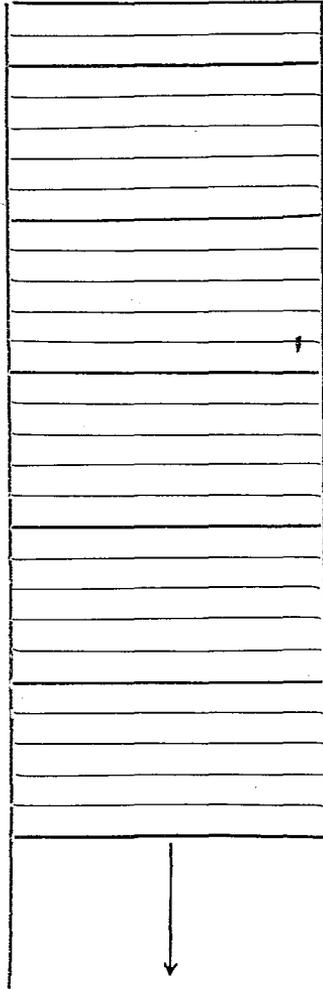
據米斯爾氏與郝爾氏謂土壤差異之減少，以區之大小至四十分之一英畝爲度，即約合六分之一中畝，過此則差異又大。氏等又主張，若用機械耕作試驗區，形狀宜長狹，每區面積自百分之一英畝，至四十分之一英畝，重複五次爲適當；如能由人工操作，每區面積宜爲千分之一英畝至五百分之一英畝，重複至少十次；即人工操作之試區，面積在千畝應爲 $\frac{1}{100}$ 至 $\frac{1}{50}$ 畝，重複十次。

#### 試驗區之排列

試驗區排列法有二：一爲系統排列，即試驗各組按相同之次序而排列之，而重複之；（如圖）一爲無系統排列，即各種試驗在一試驗區內所佔之面積，不先爲指定，臨時任意決定之。在小面積而能重複數次之試驗，宜用系統排列法，亦足以代表一地普遍情形，且關於管理時之記載收獲等手續，俱有莫大之便利。無系統排列，雖能使試驗得自然情形，無人力支配之嫌，但記錄管理諸多不便。

系 統 排 列 法

G<sub>2</sub>G<sub>1</sub>CK<sub>1</sub> 2 3 4CK 5 6 7 8CK 1 2 3 4CK 5 6 7 8CK 1 2 3 4CK



費雪爾氏 Fisher 主張用所謂拉丁方形試驗法 Latin square method 目的在減

少土壤差異；其法即劃分試驗區為若干小方區；每小方區祇種一種品系，但每品系於縱行或橫行各小方區中，祇可舉行一次，不能重見。其用意為田間土壤為縱橫行所構成，在同一縱行或橫行內其土壤情形相同。一種品系，在多得各種不同土壤之

影響，故縱橫行內不可有同種品系重見也。如圖：

合理化之重複區

1	3	2	4
2	4	6	5
3	5	1	2
4	6	3	1
5	2	4	6
6	1	5	3

不合理化之重複區

1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6

試驗區之種植

試驗區規劃既畢，即須下種，通常吾人多用系統排列法，由左而右，或由右而左。例如由右而左開始下種，迨至左端，種植尙未完畢，即須另在第二排由左而右，祇於第二排兩保護行之後，加一特別標準行  $E \times C_k$ ，即可繼續下種。如此種植，頗便於記載及管理收割等工作；但同時須注意重複之各品系，有否與第一排相對者；如有，應設法避免之。此種種植佈置圖，須在計劃書上繪明各區或各行，標以木

杆，尤爲顯著。

種植時，先由一人按號將所欲試驗之品系，一一分別置諸各區或各行，一人在後隨時檢閱有無錯誤，檢閱既畢，然後下種，每人種一區，或兩標準行內之各行，以免錯誤。品系無論多少，須於同日種畢，即或不能，亦不可遲至第三日。

#### 生長競爭

兩品種鄰行種植，頗有生長競爭現象：尤以一品種植甚高，妨礙鄰行植料低者；生長迅速者，妨礙遲緩者之生長爲甚。若以此類情形所有之產量，舉行比較，自難準確。如 Kiesel Bach 氏小麥試驗結果，生長競爭在間行者，最高爲一〇〇比六三，間區者爲一〇〇比八五。玉蜀黍間行者爲一〇〇·比三一，間區者爲一〇〇比三七。作者舉行中棉異品種間之生長競爭爲一〇〇比六三·五，（見江蘇省立棉場十九年工作報告內）故吾人欲減少生長競爭影響，應於比較試驗時，同品種間須（1）播種均勻，（2）種子大小一致，（3）播種量同。異品種間須（1）行間或區間距離不宜太狹

，(2)品種依成熟期排列，(3)植科依高低排列，(4)多設保護行，而於收穫時，再除去該區之兩邊行。如區爲三行，即以中一行產量爲準；區爲五行，即以中三行產量爲準；區之兩端，或行之兩端，亦須各除去一尺；如是雖不能完全免除生長競爭，然減少多多矣。

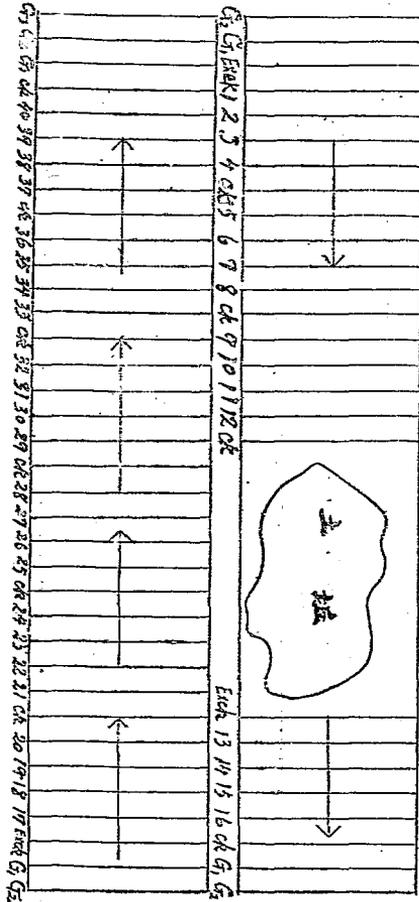
#### 標準區及特別標準區

任何試驗，均須置標準區，或標準行；一則表示土壤差異之程度，再則用以校正各行或各區之產量。普通初級試驗，每三區或四區設標準區，五行或十行設標準行。高級試驗每二區設一標準區，標準區之種子，須爲當地最良或足以代表內地品種者；庶試驗之結果，可爲優良之比較。

特別標準區或行，爲下種至地端，或開始下種之保護行後第一行，或第一區或地中遇有坟墓土坵之類，一系尙未種完，則置標準行，或標準區，謂之特別標準行，或特別標準區。如圖：(參外十二圖)

計算法：

標準區（或行）除用以表示土壤差異，常直接用為改正生產量，茲舉最簡便之



標準行	1	2	3	CK <sub>2</sub>	4	5	6	CK <sub>3</sub>
CK <sub>1</sub>								

(1) 設每第四區為標準區，即以最近兩標準區為根據；相減之數，即其中各區應加之數，使標準區與中間區之產量，表現一算術級數：

設  $C_1, C_2$  為首末兩標準產量

$N$  為兩標準距離區數

則中間第  $r$  區之理論產量 =  $C_1 - r \left( \frac{C_1 - C_2}{N} \right) \dots\dots\dots$  公式 28

理論產量，由四個或二個品種之一邊標準區平均產量，與其他一邊標準區平均產量之差，遞級支配於各品種之間；例如某作物第一區（即第一標準區）收量為五十斤，第五區（即第二標準區）為五十四斤，因此第二區應為五十一斤，第三區

應爲五十二斤，第四區應爲五十三斤，以其相差之數，應加於其實收之量也。

(2) a. 求相近兩標準區平均產量之差，b. 以其中間區數加一，除其差數；如爲四區，即以五除之，三區則以四除之。c. 第一標準區之平均產量減去除得之商，即爲品種一之理論產量。d. 從品種一之理論產量，再減去該商，即得品種二之理論產量，依第得品種三品種四之理論產量。但第一標準區平均產量小於第二標準區平均產量時，則加其商即得，或用下式亦可。

$$r \text{ (爲品種所在位置之理論產量)} = \frac{WC_1 - r}{N_P} \left\{ \frac{WC_1 - WC_2}{N_{NP}} \right\} \dots \dots \text{公式29}$$

$WC_1, WC_2$  前邊或後邊標準區產量之總數

$N$  = 標準區間之區數

$N_P$  = 種植次數

舉例：茲以作者棉花第四年純系比較試驗材料之一段爲例：

第三十八表

品系	產量 (每畝)				平均產量 (每畝)	理論產量	產量比
標準區	209.9	110.9	82.5	77.9	86.5	113.5	
A31-1-1 <sup>a</sup>	185.5	139.9	110.9	106.9	105.6	129.8	20.4
A31-1-3	152.5	143.9	106.9	115.5	115.5	126.9	21.6
A31-1-6	176.9	139.9	103.0	103.0	95.0	123.6	22.4
A31-2-1	176.9	143.9	124.4	119.5	90.4	131.6	34.5
標準區	115.5	99.0	73.9	86.5	90.4	93.1	

$$r(A31-1-1) = \frac{563.5}{5} - r \left\{ \frac{567.5 - 465.3}{5 \times 5} \right\}$$

$$= 113.5 - 1 \left( \frac{102.2}{25} \right)$$

$$= 113.5 - 4.09 = 109.4$$

$$r(A31-1-3) = \frac{569.5}{5} - 2 \left( \frac{569.5 - 4653}{5 \times 5} \right) = 105.3 \quad \text{餘類推}$$

(3) 以生產力（或理論產量）比較於各區之產量，例如設第四區為標準區，如下之排列，則每中間之一區產量，即根據於兩邊標準區而求得之。上二例亦可用下法求得，其求得之數相同。

	CK <sub>1</sub>	1	2	3	CK <sub>2</sub>	4	5	6	CK <sub>3</sub>
實在產量	6	6	8	4	4	8	6	4	8
生產力		5.5	5	5		5	6	7	
改正產量		5.5	6.6	3.3		6.6	6	4.6	

$$r = \frac{n-1}{n} C_1 + \frac{1}{n} C_2 \dots \dots \dots \text{公式30}$$

$$\text{第一區生產力} = \frac{3}{4}CK_1 + \frac{1}{4}CK_2$$

$$\text{第二區生產力} = \frac{2}{4}CK_1 + \frac{2}{4}CK_2 \text{ 或 } \frac{1}{2}CK_1 + \frac{1}{2}CK_2$$

$$\text{第三區生產力} = \frac{1}{4}CK_1 + \frac{3}{4}CK_2 \quad \text{除類推}$$

改正產量 = 所有標準區平均產量 : 生產力 :: 實在產量 : x

$$\text{即改正產量} = \frac{\text{生產力} \times \text{實在產量}}{\text{所有標準區平均產量}}$$

(4) 一九一〇年，烏得氏與斯出瑞頓氏 Wood of Stratton 用標準區以改正多區之產量；此項產量係由一方向有漸漸下降之傾向。烏氏等取 $\frac{1}{4}$ 英畝二十五個鄰區之產量，自上而下排列，其產量下降之傾向，亦由上而下，在首五區與末五區產量之差，為五百磅，即區與區之差為二十五磅 $\left(\frac{500}{20}\right)$ ；於是由中區於低方次第以二十五磅乘距離中區之遠近數，加其積；同時於高方次第減之。據烏氏等所改正之數與未改正之數，其或差相差3%。此法僅用為多數相同管理之試

	$\frac{1}{28}$ 英畝之 (產量磅)	改正數	改正後之產 量(磅)	驗區，產量之比較，但普通多用前述諸法，茲照錄其計算法如下：
平均產量2640	2.537	12×25	2237	
	2.515	17×25	2240	
	2.866	10×25	2616	
	2.468	9×25	2423	
	2.636	8×25	2436	
	2.581	7×25	2406	
兩平均之差爲 500磅	2.814	6×25	2664	
	2.944	5×25	2819	
	2.748	4×25	2648	
	2.593	3×25	2518	
區與區差爲	2.567	2×25	2517	
	2.357	1×25	2332	
	2.415	0×25	2415	
	2.424	1×25	2449	
$\frac{500}{20} = 25$ 磅	2.423	2×25	2473	
	2.399	3×25	2474	
	2.722	4×25	2372	
	2.374	5×25	2499	
	2.123	6×25	2273	
	2.273	7×25	2448	
	2.117	8×25	2317	
	2.101	7×25	2226	
	2.115	10×25	2365	
	2.246	11×25	2521	
	2.222	12×25	2522	
		P.E.±7%		E.±4%

第三十九表

## 應用生物統計學解釋試驗之結果

## 或差之計算法

比較試驗須有重複；一區試驗之結果，不足以得準確之比較；多區之平均，方可代表品種之真正價值，前已言之；然多區之試驗，雖在肥瘠均勻之地，其中仍有多少之差異程度。計算最精密之方法，為田間統計方法；而田間統計方法之利用，為解釋田間試驗之結果；其中為育種研究上重要之一者，為或差 Probable Error

for

吾人於一品種試驗之結果，假設每畝收量為一〇〇斤，此一〇〇斤，吾人不能謂為該品種之一定價值，祇云在某種試驗，可生產一〇〇斤，不能謂在同樣情形，同大面積之重複數次，均為一百斤，不過近似於該數而已。對於平均數至少總有多少之差異，此種差異或正或負，將來該品種生產力，即以此為限度，所謂或差是也。

(一)由標準區求或差法 此法係阿奈氏及蓋不爾氏 Army of Garber 用多數之標準

區，求得某品種之單區 Single Determination 之或差，即  $S.D \times H$  0.6745，然後以有系統排列區重複次數之方根  $\sqrt{n}$ ，除單區之或差，即得該試驗  $n$  區平均數之或差，其公式已見第六章：

$$\text{單區之或差} = S.D \times \pm 0.6745$$

$$n \text{ 區之或差} = \pm 0.6745 \times \frac{S.D}{\sqrt{n}}$$

茲以平教會棉花摘心試驗之結果為例；下列之產量為行長三十六尺，寬四尺五寸為區，每區計三行，即行距為一尺五寸，面積占中畝  $\frac{1}{10}$  之摘心產量，共計十六區。

每區產量(斤)	
X	X <sup>2</sup>
3.25	10.5625
3.37	11.3569
3.18	10.1124
2.87	8.2369
2.68	7.1824
3.00	9.0000
2.62	6.8644
2.75	7.5625
3.06	9.3636
2.68	7.1824
2.93	8.5847
2.75	7.5625
2.37	5.6169
2.56	6.5536
2.81	7.8961
2.81	7.8961
<hr/>	
$\sum X = 45.69$	
$M = 2.85$	
$\sum X^2 = \frac{131.5341}{n}$	
$= 8.22$	

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - m^2} = \sqrt{8.22 - 8.12} = .316$$

$$\text{單區或差} = 316 \times \pm 0.6745 = .213$$

$$16\text{區或差} = \pm 0.6745 \frac{.213}{\sqrt{16}} = \pm .036$$

(二)由平均數求偏差由偏差求或差法：此法係海斯氏(Hays)所發明其計算法如次

(1)由各品種之平均數，求得各該個品種每區之偏差，及其百分數。

(2)平方偏差之百分數  $D^2\%$  而加其和數  $\sum D^2$ 。

(3)以品種  $N$  總數除其  $\sum D^2$  而開方之。但  $N$  少於五十次應以  $(N-1)$  代  $N$ 。

(4)開方之後，以  $+0.6745$  乘之，即得每單區之或差百分數，即

$$\pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum D^2}{n}}$$

(5)用  $\sqrt{N}$  除單區之或差，即  $N$  區有系統排列之或差百分數。

第四十表

區第	每區產量 (斤)	平均產 量m	偏差D	偏差 D%	偏差 D <sup>2</sup> %
第一區	4.50	4.625	.125	2.70	7.29
	4.75				
第二區	16.25	17.125	.875	5.10	26.01
	18.00				
第三區	14.00	16.250	2.250	13.83	191.27
	18.50				
第四區	16.00	17.375	1.375	7.91	62.57
	18.75				
第五區	13.25	15.375	2.125	13.81	190.71
	17.50				
第六區	15.25	16.125	.875	5.43	29.48
	17.00				
第七區	13.50	16.750	3.250	19.40	376.36
	20.00				
第八區	15.75	19.375	3.625	18.71	350.06
	23.00				
第九區	18.75	17.065	1.685	9.87	97.42
	13.38				
第十區	17.25	16.125	1.125	6.98	48.72
	15.00				
第十一區	16.25	15.375	.875	5.69	32.31
	14.50				
第十二區	17.95	16.875	.875	5.18	26.83
	16.00				
					$\sum D^2 =$
					1439.09

茲以作者棉花行長試驗結果之一部舉例如次。

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1439.09}{11}} = \sqrt{130.82} = 11.44\% \text{ 單區之標準偏差}$$

$$\pm 6745 \times 11.44 = 8.716 \text{ 單區之或差}$$

$$\frac{8716}{\sqrt{2}} = 6.16\% \text{ 兩個有系統非列之或差數}$$

(三)用配偶法求或差 烏得氏與斯出瑞頓氏 Wood of Stratton 發明此法並不藉助於標準區而求得可靠之或差。簡言之：此法在同一管理之下，用有系統配偶區，Systematically pair plots，求其平均產量，從各原區所求得之平均偏差，以百分數表之，其法如下：

區之排列	A'	B'	C'	等	A''	B''	C''	等	A'''	B'''	C'''	等
每畝產量	20	22	24	等	21	23	25	等	24	22	23	等

因所有 A 品種為同樣管理，故 A 可與 A' 配偶，A 可與 A'' 配偶，A 可與 A''' 配偶。同樣 B 可與 B' 配偶，B 可與 B'' 配偶；C 可與 C' 配偶，C 可與 C'' 配偶。餘同此。

品 別	產 量	平 均 數	偏 差	偏差百分數
A'	20	20.5	.5	2.4
A''	21			
A''	21	22.5	1.5	6.7
A'''	24			
總數	86		2.0	9.1
平均數	21.5		1.0	4.6

在各偏差改算為百分數後，即以配偶對數除其和，即得偏差平均數，普通可直接以區之偏差平均數為其或差，或以各區平均產量乘偏差平均數，即為單區之或差。

$$\text{單區之或差} = 21.5 \times \frac{4.6}{100} = .99 \dots \dots \dots A'$$

阿奈氏與蓋不爾氏又將此法略加變更，即平方其各偏差百分數，然後和之，以其總數除之再開方，如此所得之或差，有時高於烏得氏等配偶法之或差。

(四)學生對比法 Student's method 『學生對比法』，用以比較處理相同兩品種之產量，或作物高級試驗，及重複次數少之試驗，由其比較結果，決定其相差數是否顯著。而顯著之程度，因偏差平均數之大小，及相對產量之差異如何為準。其方法有如下述：

(1)以舉行高級試驗之各區產量，或其品種之產量，與各標準區或另一品種產量相減，以正或負，表其相差數，爲偏差  $D$ 。

(2)以各個偏差數相加，平均之，得偏差平均數  $m$ 。

(3)各個偏差平方之和  $M^2$ ，以總數除之，減去偏差平均數  $m$  之平方，再開方即得標準偏差  $S.D.$ 。

(4)以標準偏差除偏差平均數  $m$ ，得  $z$ 。

(5)求得  $z$  後，即可檢表得偶差  $Odds$  (表見後)。

茲以平教會棉花高級試驗 A13-114 與標準區比較之結果爲例：(各爲五區)

A16-114號 (每畝產量(斤))	標準區 (每畝產量(斤))	D	D <sup>2</sup>
165.2	140.0	25.2	635.04
188.0	177.2	10.8	116.64
220.0	217.6	2.4	5.76
200.0	190.0	10.0	100.00
207.2	192.4	14.8	219.04
		5   63.2	5   1076.48
		m=12.64	215.296

$$\begin{aligned}
 S.D. &= \sqrt{\frac{\sum D^2}{n} - m^2} \\
 &= \sqrt{215.296 - 12.64^2} \\
 &= \sqrt{55.6164} = 7.45
 \end{aligned}$$

$$z = \frac{m}{SD} = \frac{12.64}{7.45} = 1.67 \quad \text{公式 32}$$

檢附表四

Odds = 65.7 : 1

(五)費雪爾之對比法 Fisher's method 費氏之方法，比學生對比法用途為廣，即學生法僅能用於區數或行數相等之兩品種之相比，如上例 A16—114 為五區，而標準區亦為五區；而費氏方法，係用  $\chi^2$ ，即在變異程度內，以一固定數目為根據，其餘各數均在此固定範圍內變異也。費氏之公式有二，第一種與學生法結果極相似，第二種則應用尤便，即不互相對照，如某二品種一在二十年有十次之試驗，一在二十一年有八次之試驗，亦可相比。茲列其公式如次：

(1)費氏之第一種公式

公式 33

$$M = \frac{\sum(x)}{n}, \quad s^2 = \frac{\sum(x-m)^2}{n_1(n_1-1)}, \quad t = \frac{M\sqrt{n_1}}{s}$$

$$N_1 = n_1 - 1.$$

$N_1$  = A. B 品種產量之相等次數， $M$  = 差數平均數

$x$  = A. B 品種產量相離之等次差數， $s^2$  = 各差數平方之總數

$$\frac{s^2}{n} = \text{平均差數}, s = \text{標準差次數}, t = P \text{ 數之檢數}$$

算法說明：

1. 先求 A, B 兩品種產量每次之差數。
2. 次將各次差數相加，以次數除之，得差數平均數 M 值。
3. 以差數平均數 M，與各次差數相減，然後平方之。
4. 以平方和，除以  $\sum (n_i - 1)$ ，即得平均差數。
5. 標準差數 s 值，即從  $\frac{s^2}{n} = \frac{\sum (x - m)^2}{n_i (n_i - 1)}$  移項開方求得。
6. t 值即以差數平均數 m，乘次數之方根  $\sqrt{n}$  除以 s 即得。

舉例：仍以上例爲例

A16-114號	標準區	x	(x-m)	(x-m) <sup>2</sup>
165.2	140.0	25.2	12.56	157.7536
188.0	177.2	10.8	1.84	3.3856
220.0	217.6	2.4	10.24	104.8576

200.0	190.0	10.0	2.64	6.9696
207.0	192.4	14.8	2.16	4.6656
		<u>5   63.2</u>		<u>277.6320</u>
		m = 12.64		

$$n_1 = 5, m = \frac{\sum(x)}{n_1} = \frac{63.2}{5} = 12.64, \quad \frac{s^2}{n_1} = \frac{\sum(x-m)^2}{n_1(n_1-1)}$$

$$= \frac{277.6320}{5(5-1)} = 13.88,$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-m)^2}{n_1(n_1-1)}} \times n_1 = \sqrt{13.88 \times 5} = 8.33,$$

$$t = \frac{M\sqrt{n_1}}{s} = \frac{12.64\sqrt{5}}{8.33} = \frac{12.64 \times 2.236}{8.33} = 3.393$$

$$N_1 = n_1 - 1 = 5 - 1 = 4$$

既得  $N_1=4$ ,  $t = 3.393$  於是檢  $t$  表 (見附表) 即得  $P$  數, 然後再計算偶差 Odds 可知優劣顯著之可靠與否。

今  $N=4$ ,  $t=3.393$  查得之  $P$  介於 .02 與 .01 之間

$P = .01$   $t$  為 4.032

$P = .02$   $t$  為  $\frac{3.365}{.667}$

今  $3.393 - 3.365 = .028$  此時  $P$  為何數可用下列比例式求得

$$.667 : .01 = .028 : x \quad \therefore x = \frac{.01 \times .028}{.667} = \frac{.00028}{.667} = .00042$$

則 3.393 之  $P$  數為  $.02 - .00042 = .01958$

於是求偶差  $1 - .01958 = .98042$

今以 .01958 為 1, 則 .98042 為 50.7 即 50.7 : 1 頗為顯著

(2) 費氏之第二種公式

公式 34

$$M_1 = \frac{\sum(x_1)}{n_1}, \quad m_2 = \frac{\sum(x_2)}{n_2},$$

$$s^2 = \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) = \frac{\{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + 2\}}{n_1 n_2 \{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)\}} \times \{\sum(x_i - m_i)^2\}$$

$$t = \frac{m_1 - m_2}{s} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + 2}}$$

$$N = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$$

$x_1$  = A 品種之產量，  $x_2$  = B 品種之產量

$n_1$  = A 品種之次數，  $n_2$  = B 品種之次數

$m_1$  = A 品種之平均數，  $m_2$  = B 品種之平均數

算法說明： 1. 先求各品種之平均產量，然後以各次產量減平均產量得平均偏差

$$(x_1 - m_1) \text{ 或 } (x_2 - m_2)。$$

2. 以各偏差平方之，并求其和。

3. 依公式可求得  $s$  與  $t$  值。

4. 檢  $t$  表，可得  $P$  值，而求其偶差 Odds。

舉例： 例如平致會棉花 A16-114 在二十年有十次之試驗，A16-30 在二十

一年僅八次之試驗，其產量如次試比較之。

A16 — 114 (每畝產量), A16 — 30

$x_1$	$x_2$	$x_1 - m_1$	$x_2 - m_2$	$(x_1 - m_1)^2$	$(x_2 - m_2)^2$
163.8		2.8		7.86	
170.5		3.9		15.21	
170.0	160.5	3.4	2.1	11.56	4.41
172.0	160.0	5.4	1.6	29.16	2.56
168.4	172.0	1.8	13.6	3.24	184.96
172.0	153.2	5.4	5.2	29.16	27.04
153.0	160.3	13.6	1.9	184.96	3.16
167.0	157.2	0.4	0.8	.16	.64
158.3	142.0	8.3	16.4	68.89	268.96
171.0	162.0	4.4	3.6	19.36	12.96
$\frac{10 \mid 1666.0}{m = 166.6}$		$\frac{8 \mid 1267.2}{158.4}$		$\frac{371.56}{}$	$\frac{504.69}{}$

$N_1 = 10, n_2 = 8$

$$M_1 = \frac{\sum(x_1)}{n_1} = \frac{1666.0}{10} = 166.6$$

$$M_2 = \frac{\sum(x_2)}{n_2} = \frac{1267.2}{8} = 158.4$$

$$s^2 = \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) = \frac{\{(n_1-1) + (n_2-1) + 2\}}{n_1 n_2 \{(n_1-1) + (n_2-1)\}} \times \{\sum(x_1 - m_1)^2 + \sum(x_2 - m_2)^2\}$$

$$= \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{8} \right) = \frac{\{(10-1) + (8-1) + 2\}}{10 \times 8 \{(10-1) + (8-1)\}} \times \{371.56 + 504.69\}$$

$$= \frac{4+5}{40} = \frac{9+7+2}{80 \times (9+7)} \times 876.25$$

$$= .225 = \frac{18}{1280} \times 876.25$$

$$= .225 = 11.54$$

$$\therefore s = \sqrt{.225} = \sqrt{11.54}$$

$$= \frac{\sqrt{11.54}}{\sqrt{.225}} = \frac{3.4}{.474} = 7.16$$

$$t = \frac{m_1 - m_2}{s} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + 2}}$$

$$= \frac{166.6 - 158.4}{7.16} \sqrt{\frac{10 \times 8}{9 + 7 + 2}}$$

$$= \frac{8.2}{7.16} \sqrt{\frac{80}{18}} = 1.145 \sqrt{4.44} = 2.414 \text{ 非}$$

$$N = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) = 9 + 7 = 16,$$

既知  $t = 2.414$ ,  $N = 16$  查  $t$  表而得  $P$  值

$$P = .02 \quad t = 2.583$$

$$P = .05 \quad t = \frac{2.120}{.463}$$

今  $2.414 - 2.120 = .294$  此時  $P$  爲何數可用比例式算得

$$.463 : .294 = .03 : x$$

$$\therefore x = \frac{.294 \times .03}{.463} = .0189$$

則 2.414之P值應為 .05 - .0189 = .0311

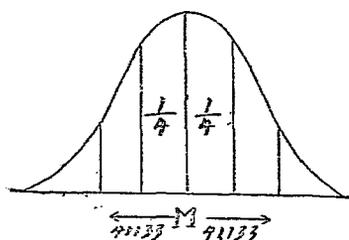
於是求偶差 1 - .0311 = .9689

設 .0311 為 1, 則 .9689 應為  $\frac{.9689}{.0311} = 31.1$  即 31.1:1 顯著

(六) 偶差 Odds 之求法 兩品種產量相較之差，其差數若等於或差，其偶差數為一

比一，不可靠；大於兩倍，其偶差為四，六比一，仍不顯著；大於三倍，其偶差為二·五比一。凡偶差在三〇比一以上則所試驗之結果，始為可靠；故兩品種產量之差，應大於或差三至四倍以上：即某品種產量，須高於另一品種百分之十五以上，其偶差始顯著也。例如一品種產量為四十斤，則他品種應至少為四十六斤，其生產力始能判明也。

常態曲線圖



曲線之全面積設為 100,000

X = 平均偏差

S.D = 標準偏差

兩品種產量之差數，如僅大於或差二倍，即以  $2 \times 41133$ ，然後以乘得之數，再以二乘之，即為所估常態曲線 Normal Curve 之面積；設常態曲線之全面積為一〇〇，〇〇〇，則從常態曲線減去所估之面積，即為未估之面積，以減得之數，除所估之面積，即為該數之偶差。今以  $41133$  乘以一，二，三，四，等數字，即兩品種產量之差數大於或差一倍二倍三倍或四倍等。

(a) 大於或差一倍者：

$$S.D \times 0.6745 = P.E.s$$

$$\frac{X}{S.D} = .6745 = 25000 = \text{曲線} \frac{1}{4} \text{面積}$$

$$\frac{X}{S.D} = .6745 \times 2 = 1.3490$$

$$\text{檢表} = 1.3490 = 41133$$

故  $S.D \times .6745 = P.E.s$  約佔曲線全面積  $\frac{1}{2}$  或 odds 1 : 1

(b) 大於或差二倍者：

$$2(S.D \times .6745) = P.E.s = 1.3490 \text{ 佔曲線半邊面積 } 41133$$

$$41133 \times 2 = 82266 \dots \text{佔曲線全面積}$$

$$100,000 - 82,266 = 17734;$$

$$82,266 \div 17734 = 4.6 : 1 \dots \text{odds}$$

(c) 大於或差三倍者：

3 (S. D. X .6745) = P. E. s = 2. 0235 檢表二佔曲線半邊面積 47,848.5

47,848.5 X 2 = 95,697.....佔曲線全面積

100000 - 95697 = 4303;

95697 ÷ 4303 = 22.5 : 1.....odds

(d) 大於或差四倍者..

4 (S. D. X .6745) = P. E. s = 26980 檢表二佔曲線半邊面積 49,651.

49,651 X 2 = 99,302.....佔曲線全面積

100,000 - 99,302 = 698

99302 ÷ 698 = 142 : 1.....odds

偶差之解釋

偶差者，以表示事實之可有與否 Probable 其表示有二：一以標準偏差表示之，一以或差表示之，如在一常態曲線分配圖內，在  $\pm 6\sigma$  之間，共佔 68.26%，尚餘 31.74

%；則在  $\pm 6\sigma$  內之事實，其可有之偶差爲 2.15，其不可有之偶差爲 1，此謂 2.15::1。在  $\pm P.E.$  之間共佔 50%，尙餘 50%，則在  $\pm P.E.$  內之事實，其可有之偶差爲 1，其不可有之偶差亦爲 1，此謂 1::1。茲將兩種方法所表示之偶差，列之如次：

(1) 偶差之用標準偏差 $\sigma$ 表示者		(2) 偶差之用或差 P.E. 表示者	
$\pm \sigma$ 爲	2.15::1	$\pm P.E.$ 爲	1::1
$\pm 2\sigma$ 爲	21::1	$\pm 2P.E.$ 爲	4.5::1
$\pm 3\sigma$ 爲	369::1	$\pm 3P.E.$ 爲	21::1
$\pm 4\sigma$ 爲	12819::1	$\pm 4P.E.$ 爲	142::1
$\pm 5\sigma$ 爲	174398::1	$\pm 5P.E.$ 爲	1310::1
		$\pm 6P.E.$ 爲	19200::1

(七) 白雪爾氏公式求平均數之或差法 Bessel's Formula 白氏公式，常用於穀類十  
 釋行試驗，其求法如次：

(1) 以所欲求平均數或差之品種，各行產量相加，以行數除之，得平均數。

(2) 以平均數與各行相較，大於該行者，即於其差數前附以負號，小者為正，所謂偏差是也。 $D = V - m$

(3) 各偏差平方之，並求其和  $\sum D^2$ 。

(4) 以行數減一，乘以行數，除偏差之平方和。然後開方，乘以  $H \cdot 0.6745$  即得平均數之或差。

$$P.E.m = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{D^2}{n(n-1)}} \dots \dots \dots \text{公式 35}$$

茲舉例如次：

V 各行之產量	D=V-m	D <sup>2</sup>
26.0	-1.1	1.21
40.6	13.5	182.25
25.9	-1.2	1.44
19.1	-8.0	64.00
27.4	.3	.90
31.8	4.7	22.09
35.0	7.9	62.41
25.3	-1.8	3.24
24.0	-3.1	9.61
16.0	-11.1	123.21

10|271.1  
m=27.1

469.55

其結果與白雪氏之公式相同；吾人應用時，可任用之。皮氏之公式爲：  
 皮透爾氏公式求平均數之或差法 Peter's Formula 皮氏之公式求平均數或差，

$$P.E.m. = \pm \frac{S \sqrt{D}}{n \sqrt{n-1}} \dots \dots \dots \text{公式 36}$$

$$P.E.m = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{469.55}{10(10-1)}}$$

$$= \pm 0.6745 \sqrt{\frac{469.55}{90}}$$

$$= \frac{\pm 0.6745}{\sqrt{90}} \cdot \sqrt{469.55}$$

$$= \pm 0.71 \times 21.669 = \pm 1.54$$

D 爲各行產量與平均數之偏差，n 爲行數，M 爲和數，+ 爲無論偏差 D 爲正，抑爲負，皆相加之。茲以上例，用皮氏公式演算之：

V 各行之產量	D
20.0	-1.1
40.6	13.5
25.9	-1.2
19.1	-8.0
27.4	.3
31.8	4.7
35.0	7.9
25.3	-1.8
24.0	-3.1
16.0	-11.1
10 $\frac{271.1}{m=27.1}$	52.7

$$\begin{aligned}
 P.E.m &= \pm .8453 \frac{\sum +D}{n\sqrt{n-1}} \\
 &= \pm .8453 \frac{52.7}{10\sqrt{9}} \\
 &= \pm \frac{.8453 \times 52.7}{30} \\
 &= \pm 1.49
 \end{aligned}$$

(八) 或差較之求法 或差較 P.E. of a difference 等於兩品種或差之平方和，開方後即得；普通或差較，以 P.D. 爲其代表符號。

$$P.D. = \sqrt{EA^2 + EB^2 \dots \dots \dots} \text{ 公式 37}$$

上項公式係從  $E_A - B = \sqrt{E_A^2 + E_B^2} - r$  完全式簡單化而來，其中  $r$  為相關係，如  $r$  在 0.4 或 0.3 以下其影響所及，可不置問。即布置試驗時，如能使兩品種間相關係，減至無足輕重，即可用簡單式以計算其差數之或差。

例如，品種 A 平均產量為 40.0，品種 B 平均產量為 38.20，而 A B 兩品種之平均產量或差均為  $H = 0.0368$ ，即品種 A 為  $\pm 0.0368$ ，品種 B 為  $38.2 \pm 0.0368$ ，依公式計算如下：

$$\begin{aligned} \text{P.D.} &= \sqrt{E_A^2 + E_B^2} = \frac{40.0 \pm 0.0368}{38.2 \pm 0.0368} \\ &= \frac{1.8 \pm \sqrt{0.0368^2 + 0.0368^2}}{1.8 \pm 0.00271} = 1.8 \pm 0.052 \end{aligned}$$

根據或差較  $1.8 \pm 0.052$ ，檢閱皮爾氏與米立爾氏 Pearl & Miner 之或差較除差數  $\frac{D}{P.D.}$  表，可決定其優異之點係偶然的，抑係確然之差別。又據魯台氏與史密斯 Rutty and Smith 云：倘二數之差僅二三倍於或差較，則其為偶然的，不可靠；若其差數

大於或差較，自五倍至十倍，則爲確然之差別，無庸疑意。通常以大過二倍以上者，即認爲可靠。茲以本例計算結果論之：

$$\frac{D}{P.D.} = \frac{1.8}{.062} = 34.6$$

檢附表三尙無此數，且越過至三十四倍以上，故可斷然爲可靠。

(九)產量比較求法： 本法爲用兩相近標準行之平均數而求得產量比較

(1) 以平均產量減理論產量，如平均產量低於理論產量爲負數，反之爲正數。

(2) 第一標準平均產量，加第二標準平均產量，以一除之，減第一品種之平均產，即

得第一品種之產量比較；如係負數，即可淘汰。此法多爲棉花之二區試驗及小

麥三行試驗其公式爲  $(\frac{CK_1 + CK_2}{2} - \text{品種之平均產量})$  即爲某品種之產量比較

(3) 用理論標準而求產量比較，見前「用標準區以改正生產量」之第二例。

產量比較之求法有二，一爲用兩相近標準行之平均數求得，即上法名爲平均法

。一爲用理論產量求得，即見「用標準區以改正生產量」之第二例，名爲等級法。

土壤肥力之差異，多成遞減或遞增，故吾人多用等級法。

( 第四十一表 )

品 系	本 區	宜 植 區	平均產量	兩相近標準 行之平均數	比較產量
CK <sub>1</sub>	86.5	90.4	88.0		
S18-3	86.5	86.5	86.5	86.1	+0.4
S18-5	103	86.5	94.8	86.1	+8.7
S18-6	103	82.5	92.8	86.1	+6.7
S18-7	99	85.8	92.4	86.1	+6.3
CK <sub>2</sub>	77.9	90.4	84.2		

(十)理論產量或差之求法 此項理論產量或差，因其算法較煩，且不甚精確，十行

試驗計算方法，已略有變更，茲僅述其方法如次，至目前通用之法，當於下節

述之。

- (1) 用白雪爾氏求平均數或差法 求相近兩個標準行或標準區平均產量之或差。
- (2) 兩個標準行或區之平均產量，各除其或差。
- (3) 兩個標準行或區除得之數，以百分數表示之，相加然後平均之。
- (4) 以平均之數乘以所欲求品種之理論標準，即得其或差。

舉例：以小麥十稈行試驗所得之結果爲例：

(第四十二表)

品系	本行	重一	重二	重三	重四	重五	重六	重七	重八	重九	平均產量	理論標準	產量比較	備註
CK <sub>1</sub>	31.6	25.6	35.0	18.7	23.0	28.5	15.9	25.4	22.0	18.6	24.5 ± 1.29			
1	37.8	35.0	26.7	32.2	30.9	44.6	25.4	23.5	26.1	19.0	30.1 ± 1.61	23.5 ± 1.48	6 ± 2.19	
2	30.1	21.4	22.9	21.9	22.0	35.0	25.6	21.7	20.5	30.0	21.8 ± 1.09	22.5 ± 1.42	1.6 ± 1.75	
3	25.0	21.9	22.7	21.4	21.4	18.4	22.6	26.7	30.8	35.2	22.1 ± 1.75	21.5 ± 1.35	.6 ± 1.54	
4	28.6	21.2	22.0	15.9	31.6	33.0	24.6	23.7	22.3	25.2	24.8 ± 1.09	20.5 ± 1.29	4.3 ± 1.69	
CK <sub>2</sub>	25.7	31.2	20.6	20.2	19.1	24.5	16.8	8.0	17.5	11.9	19.5 ± 1.43			

用白雲爾氏公式求得：

第一標準行平均產量為 24.5 其或差為 1.29 即  $24.5 \pm 1.29$

第二標準行平均產量為 19.5 其或差為 1.43 即  $19.5 \pm 1.43$

$$\text{第一標準行 } 24.5 \pm 1.29 = \frac{1.29}{24.5} = 5.27\%$$

$$\text{第二標準行 } 19.5 \pm 1.43 = \frac{1.43}{19.5} = 7.33\%$$

$$(5.27\% + 7.33\%) \div 2 = 6.30\%$$

$$23.5 \times 6.30\% = 148.05\% = 1.48 \text{ 即 } 23.5 \pm 1.48 \quad \text{餘類推}$$

(十一) 差數之或差求法 此法為最近十行試驗通行之方法，與  $(3X \times \text{平均產量})$  其取捨結果相等，前者如所得之商在三倍以上，即可當選，後者如所得之積相等或優於產量比較，即可當選，如此為取捨標準決無遺珠及誤選之情形，茲述其方法如次：

- (1) 用白雪爾氏公式求平均數或差法，求各個標準行平均產量之或差。
- (2) 以平均數除其或差乘以  $100 \left( \frac{\text{或差}}{\text{平均數}} \times 100 \right)$ ，得該標準行之或差百分數。
- (3) 同樣將各個標準行依法算出其或差百分數，并平均之。
- (4) 以所得之百分數乘  $\frac{1}{2}$ ，得差數之或差百分數。
- (5) 以差數或差之百分數乘各品種之平均產量，即得各品種差數之或差。
- (6) 以差數之或差除產量比較所得之商，如在三倍以上，則其優劣程度之顯著為斷然的。

舉例：仍以上例為例。

( 第 四 十 三 表 )

品系本行	重一	重二	重三	重四	重五	重六	重七	重八	重九	平均產量	理論產量 產量比較	差 異 係 數		產量比較 差數之或差	
												「產量之或差」	或「 $3s^2 \times$ 平均產量」		
CK <sub>1</sub>	31.0	25.6	35.0	18.7	23.0	28.5	15.9	26.4	22.0	18.6	24.5 ± 1.29 5.22%	23.5	6.6	6.27%	2.5
1	37.8	35.0	26.7	32.2	30.9	44.6	25.4	23.5	26.1	19.0	30.1	23.5	6.6	2.06	7.98
2	30.1	21.4	22.9	21.9	22.0	35.0	25.6	21.7	20.5	30.0	24.8	22.5	1.6	2.19	6.57
3	25.0	21.0	22.7	21.4	21.4	18.4	23.6	28.7	20.8	25.2	22.1	21.5	.6	1.95	5.85
4	28.6	21.2	22.0	15.9	31.6	33.0	24.6	23.7	22.3	25.2	24.8	20.5	4.3	2.19	6.57
CK <sub>2</sub>	25.7	31.2	20.6	20.2	19.1	24.5	16.8	8.0	17.5	11.9	19.5 ± 1.43 7.33%				2.0

算法說明

(A) 差數或差之算法

(1) 用貝雪爾氏公式  $\pm .6745 \sqrt{\frac{\sum D^2}{n(n-1)}}$  求得標準行平均產量之或差為

24.5 ± 1.29 及 19.5 ± 1.43

(2) 求或差之百分數及其平均數

$$\frac{1.29}{24.5} \times 100 = 5.22\% \dots \dots \dots \text{第一標準行或差}\%$$

$$\frac{1.43}{19.5} \times 100 = 7.33\% \dots\dots\dots \text{第二標準行或差}\%$$

$$\frac{5.22+7.33}{2} = 6.27\% \dots\dots\dots \text{各個標準行平均或差}$$

(3) 用等級法求理論產量及產量比較

$$\text{第 } r \text{ 品種所居位置之理論產量} = \frac{\sum C_{1r} - r}{NP} \left\{ \frac{\sum C_{1r} - \sum C_{2r}}{N \cdot NP} \right\}$$

$$\text{則品種 1 之理論產量} = \frac{21.5}{10} - \left\{ \frac{24.5 - 19.5}{5 \times 10} \right\} = 23.5$$

同樣，品種 2, 3, 4 之理論產量為 22.5, 21.5 及 20.5 等

以平均產量——理論產量 = 產量比較

$$30.1 - 23.5 = 6.6 \dots\dots\dots \text{品種 1 之產量比較}$$

同樣，品種 2, 3, 4 之產量比較為 1.6, .6, 及 4.3 等

(4) 差數之或差 (標準行平均或差  $\% \times \sqrt{2}$ )

$$6.27 \times \sqrt{2} = 6.27 \times 1.41 = 8.8407\%$$

(5) 品種差數之或差 (標準行平均或差% $\times\sqrt{2}$ ) $\times$ 平均產量

$$8.8407 \times 30.1 = 2.66 \dots \dots \dots \text{品種 1 之差數或差}$$

同樣，品種 2,3,4 之差數或差為 2.19, 1.95, 及 2.19 等

(6) 求產量增減顯著之程度 (  $\frac{\text{產量比較}}{\text{差數之或差}}$  通常以  $\frac{D}{P.E.}$  表示之 )

$$\frac{D}{P.E.} = \frac{6.6}{2.66} = 2.5 \dots \dots \dots \text{品種 1 優於產量比較之倍數}$$

同樣，品種 2,3,4 優於產量比較 .7, .3, 及 2.0 倍

依本法求得之倍數，不甚顯著，但品種 1 與品種 4 仍可置十行試驗，再行試驗。

(B)  $3X'X$  平均產量之算法  $\dots \dots \dots$  公式 38

$$3X' = 3 \text{ (標準行平均或差 \% } \times \sqrt{2} \text{)}$$

$$3X'X \text{ 平均產量} = 3 \text{ (標準行平均或差 \% } \times \sqrt{2} \text{)} \times \text{平均產量}$$

$$= 3(6.27 \times \sqrt{2}) \times 30.1 = 7.98 \quad \text{餘額推}$$

(C) 最高產量—3 (標準行平均或差 $\times\sqrt{2}$ )

在本例不用「差數之或差」或「3X'X 平均產量」而由最高產量—3 (標準行平均或差 $\times\sqrt{2}$ ) 定取捨之標準亦甚精確即凡品種平均產量低於其減得之餘數者淘汰之如本例低於 24.35 者棄之

$$\begin{aligned} \text{最高產量—3 (標準行平均或差}\times\sqrt{2}\text{)} &= 30.1 - 3\left(\frac{1.29 + 1.43}{2} \times \sqrt{2}\right) \\ &= 30.1 - 3(1.36 \times 1.41) = 24.35 \# \end{aligned}$$

(十二)標準差平方之求法 Variance method 土壤差異並非如吾人理想中所想像，係由一方面而傾向，且其傾向程度亦非有等次的，故作物育種試驗時而用標準行，以校正產量，有時不盡合理，在此情形之下，如品系不多，改用拉丁方式 Latin Square 佈置試驗區，免去標準行，用標準差平方法，計算產量比較，優劣為淘汰之根據，甚為合理，此法為英國 Rothamsted 試驗場費修爾氏 Fisher 所

創立，近今應用者漸多，實田間技術之新進步也。茲述其方法如次：

(1) 先求各區偏差平方總和 (a)

$$\text{公式 各區偏差平方總和} = S(X)^2 - \frac{(S(X))^2}{n^2} \dots\dots\dots\text{公式 39}$$

(品種之次數與重複次數相等則為  $n^2$  否則仍以總區數除之)

先將各區產量平方相加，而得各區之平方和，減去各區總產量之平方之平均值。

(2) 次求各排偏差平方之和 (b)

$$\text{公式 各排偏差平方和} = \frac{(S(X_1))^2 + (S(X_2))^2 + \dots + (S(X_n))^2}{n} - \frac{(S(X))^2}{n^2} \dots\dots\dots\text{公式 40}$$

先求各排（橫的）總產量之平方，相加而得各排產量之平方和，以排數除之，減去總產量之平方之平均值。

(3) 再次求各列（縱的）偏差平方之和 (c) (公式同 1.)

先求各列總產量之平方相加，而得各列產量之平方和，以列數除之減去總產量之平方之平方值。

(4) 再次求各品種偏差平方之和 (d) (公式同上)

(5) 求試驗差誤 Error 之平方和—— $a-b-c-d$  即得

(6) 求以上各數之自由變異數 D.F.

各區之自由變異數等於  $n^2 - 1$

各排各列及各品種之自由變異數等於  $n - 1$

試驗差誤之自由變異數等於  $n^2 - 3n + 2$

(7) 求試驗差誤 Error 之平均平方值 Mean of Square of Variance 即以試驗差誤之 D.F. 除其平方和，即得。

(8) 求標準差誤 Standard Error

$$\sigma \text{ 區平均產量 St. E} = \sqrt{\frac{\text{平均平方值}}{n}}$$

(9) 求品種間顯著之程度 既得 *S.E.D.* 則凡兩品種間之相差如大於三倍 *S.E.D.* 方為顯著之差異

舉例：以南通學院農科棉花品種試驗結果為例

( 第 四 十 四 表 )

	中大靈字棉 (衣務產量%)	acola 87-0	青煙頭	acola 1114	靈寶船	總產量	總產量之 平方	平均 產量
本 區 (1)	628	662	511	627	330	2758	7606564	551.6
重複一 (2)	367	506	405	513	540	2331	5433561	166.2
重複二 (3)	514	465	512	628	538	2657	7059649	531.4
重複三 (4)	605	612	408	559	375	2559	6458481	511.8
重複四 (5)	676	706	499	772	208	2861	8185321	572.2

總產量	2790	2951	2335	3099	1991	13166	34743576	
總產量之平方	7784100	8708401	5452225	9603801	3964081		35512608	
平均產量	558	590.2	467	619.8	399.2			

各區產量之平方

中大愛字棉 acala37-6 青梗頭 acala1114 靈寶棉 產量平方和

本區(1)	394384	438244	261121	393129	108900	1595778
重複一(2)	134689	256036	164025	263169	291600	1109519
重複二(3)	264196	216325	262144	394384	289444	1426393
重複三(4)	366025	374514	166164	312481	140625	1360139
重複四(5)	456976	498436	249001	595984	43264	1843661
產量平方和	1616270	1783485	1102755	1959147	873333	7335490

$$(1) \text{ 各區偏差平方總和} = S(X)^2 - \frac{(S(X))^2}{n^2}$$

$$= 7335490 - \frac{13166^2}{5^2} = 7335490 - \frac{173343556}{25}$$

$$= 7335490 - 6933742.2 = 401747.8$$

$$(2) \text{ 各排偏差平方和} = \frac{(S(X_1))^2 + (S(X_2))^2 + \dots + (S(X_n))^2}{n} - \frac{(S(X))^2}{n^2}$$

$$= \frac{7606564 + 5433556 + 7059649 + 6458481 + 8185321 + 34743376}{5} - \frac{173343556}{25}$$

$$= \frac{34743376}{5} - \frac{173343556}{25} = 6948715.2 - 6933742.2 = 14973.0$$

$$(3) \text{ 各品種偏差平方和} = \frac{(S(X_1))^2 + (S(X_2))^2 + \dots + (S(X_n))^2}{n} - \frac{(S(X))^2}{n^2}$$

$$= \frac{7784100 + 8708401 + 5452225 + 9603801 + 3964081 + 173343556}{5} = 25$$

$$= \frac{35512608}{5} - 6933742.2 = 7102521.6 - 6933742.2$$

= 168779.4 (各列偏差平方和同此)

(4) 試驗差誤之平方和=(1)-(2)-(3)

$$= 401747.8 - 14973.0 - 168779.4$$

$$= 217995.4$$

(5) 本例試驗結果之偏差分析：

	D. F.	偏差平方之和	平均平方值
排	5-1=4	14973.0	
列	5-1=4	168779.4	
品種	5-1=4	168779.4	42194.85

試驗差誤  $n^2 - 3n + 2 = 12$       49216.0      4101.33

總和  $n^2 - 1 = 24$       401747.8

$$(6) \text{ Standard\_Error} = \sqrt{\frac{4101.33}{5}} = \sqrt{820.266} = 29.41$$

(7) 凡三倍於 St. E 者即  $29.41 \times 3 = 88.23$  方為顯著

本例 acala 37—6 及 acala 1114 均優於青梗頭及靈寶棉

因  $590 - 467 > 88.23$ ,  $619.8 - 467 > 467$  故也

## 第十四章 重要作物育種法

天然自花授精作物之育種法——小麥育種

一、小麥分系育種 吾國近今小麥育種所採用之方法，多為美國康奈爾大學所用之法，其單位俱為英制，沿用至今，未有稍能變更者。自我國新式度量衡公佈之後，作者首先主張改用新制，且以我國南北情形略有不同，方法亦應有變動之處，故為合乎我國情形起見，作者特將其原有方法略加改革。

(1) 第一年穗選 在小麥成熟時，育種者即至各處選擇各品種之單穗，穗愈多愈好，面積愈廣愈好，但不選株，因在田中分別一株，頗為困難，每致二三株，拔起而當一株，反失系選之意。系選之標準，須分主要者與相關者，已如交配論章所述，茲僅擇其要者言之：

(一) 成熟早者，

- (二) 種子充實而飽滿者，
- (三) 植科發育良好者，
- (四) 穎緊密而硬者，
- (五) 莖宜直立者，
- (六) 無病害者，

右列六項，不過舉其要者；總之，應隨時隨地擇要注意，而道旁水邊或缺棵之周圍，雖佳而不取；且選種不宜專在一地一田多選，一則農家恐有煩言，再則一地之品系多屬相同，故地宜廣而每田不宜多採。採得之種，隨時用繩捆束，晚間再將該處所採得之穗一齊捆束，繫以標杆，記以地名，置於大紙袋或布袋內。

試驗場無論大面積或小面積，都希望優良品系之發現，勢須有五千穗以上；蓋選穗愈多而優良品系獲得之機會亦愈多故也。但小麥成熟之時間，前後約自一星期至一星期半；過此則皆收穫，故欲選擇五千穗至一萬穗，非一人所得趕及，至少亦

須二人，出發之前，先行分配地域，以免重複，致穗雖多而品系不多。

選擇既畢，携歸即行脫粒，但每日選得之穗，應隨時掛起陰乾。脫粒用手，既脫一穗，再脫一穗，不可有一粒之混雜。在脫粒時，應注意粒之色澤，及芒之有無，隨手分別放置，編號種植，庶幾有次。脫得之穗，每穗取三十粒或四十粒，置於形似信封之小紙袋內，同時和少許之樟腦粉，然後用打數機 *Numbering Machine* 於紙袋上編號，即為每穗之號數。

編號之前，須取當地最佳之品種，因其產量及性質均已知之，作為標準行之種子，粒數與各品系同，置於另一色澤之紙袋內；例如品系之紙袋為牛皮紙，色為棕色，標準行之紙袋可用白色，以示區別。每九品系之末，即置一標準行；凡標準行之號數，均為一〇，二〇，三〇等數字，每十袋用夾夾之；標準行之預備，應越過預定之數，因尚有特別標準行之需用。

## (2) 同年秋舉行穗行試驗

甲，種植計劃書——播種以前，先做種植計劃，將來下種始有所根據與攷究。

(1) 計劃書式

取較厚抄本用打數機打號，此計劃書即為收穫後計算產量及生長時觀察記載之用；故預留記載，產量及計算產量之地位，決選取捨各號，亦於此簿上標明。簿首留十頁，寫本年計劃及工作概要。每年計劃書兩本，一本作為存根，一本為時常查閱之用，兩本封面最好紙色不同，以示區別。

(2) 永久號及臨時號

永久號即各系之固定號數，亦即原單穗號，如1—20—1，

1—20—2，1—20—3即為該系系統，年年不變。臨時號即地中行號，接連排置，年年不同，因便於種植，考查及收穫也。地中只有臨時號數，欲查永久號數，非閱計劃書不可，在計劃書上第一直行為永久號數，第二直行以下為臨時號數，但小麥試驗之永久號，多自第二年三行試驗始。茲先示穗行試驗之種植計劃書式樣如次：

產地	編號	臨時號	生長情形記載	備考
定 縣	特別標準行 (Ex. ck)			
	1	0		
	2	1		
	3	2		
	4	3		
	5	4		
	6	5		
	7	6		
	8	7		
	9	8		
	標準行 (CK)	10		

生長情形之記載宜先記載各系之耐寒力，耐旱力，積之溫度，成熟期，有無病蟲害等；次則記載麥之顏色，穎色，芒之有無以及良好品系應行之性質。

臨時號數——最常用打號機 Numbering machine 打號以示與產量記載區別



第六十三圖 穗行試驗下種

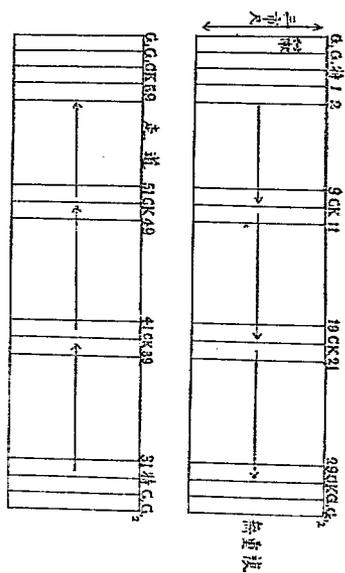
乙、穗行穗植法 整地完畢，用行距一市尺之割行器劃出痕跡，然後用獨脚耨開溝，法以一人扶耨之柄，一人拉耨，依劃出之痕跡開溝，頗為迅速齊一。在北方施用此法甚覺便利，南方無獨脚耨，可用手鋤，惟比較遲緩。如整地輕鬆，二人將割行器帶壓帶扶，二人拉之，一次即可劃成種溝。開溝既畢，用長繩距試驗地邊二尺處，用力拉直，釘以鐵籤，然後依繩量三市尺（即一米）之距離，再以繩折而拉之，治繩拉直，以皮尺測各距離間，是否有過與不及三尺之處，隨時校正。第一區之後，留

二尺爲走道，或作水灌爲灌溉之用。第二區再如法行之。

彼時一人取紙袋按號置於行端，凡標準行以○示之，均以木籤栽之，上書臨時號數，（即田間號數）一人在後檢閱，是否有錯誤處，如無錯誤即可下種。首二行爲保護行，普通用G<sub>1</sub>G<sub>2</sub>示之，次爲特別標準行，普通以B.N.C.N.示之，再次始爲品系行。保護行特別標準行與標準行均用木籤標識，區之末端同之。每人每次下種十行，如爲三人下種，則一人自一號至十號止，第二人自十一號起，第三人自二十一號起，不可兩人同種兩標準行內之各行，以免錯誤。下種以手行之，酌量種子均勻，分佈於三尺之短行。種過之紙袋，在南方可埋於各該行之首，便於檢驗，但在北方以灌溉故，每多腐爛，埋之亦難保留，而字跡亦不能顯。故埋與不埋殊無關係。爲經濟計，此項紙袋，可作麥之選穗，棉之選鈴用；不埋爲宜，種畢兩標準行間之各行即須覆土，尤以北方多風之處，尤應隨時覆土，固然種子有飛散之虞，而水分蒸發，爲其極重要之原因。

穗行如在五〇〇〇至一〇〇〇〇行左右，應至遲於兩日內下種完畢，不可延至第三日。種植既畢，於計劃書上，繪種植佈置圖。茲將種植之佈置圖示如下：

種植佈置圖（第六十四圖）



穗行生長情形之觀察

在小麥生長時，不時巡視田間，比較標準行與各穗行之耐寒力，耐旱力，莖之

粗挺，色澤，成熟期，及抵抗病害力；並注意麥之粒色，穎色，莖色，及芒之有無長短，隨於計劃書上，就各該行生長情形項內，詳細記載。

#### 穗行之選定

小麥於收穫之前，即至育種區各穗行舉行比較觀察，如有優於標準行者，即行錄取，於該行之端，繫以標杆，並誌該行號數，如是繼續觀察，直至完畢為止。觀察既畢，即可按當選之行從事收穫。

#### 穗行之收穫

收穫時，一人用鏈刀由莖之基部割斷，二人捆束，並繫標識。收穫畢，分別懸掛室內，使之陰乾；在陰乾後，如有空暇即行脫粒，此為普通收穫之方法；但以數千當選之穗行，勢須空房數間，方資應用，且在此陰乾期內，麥蛾產卵穗頭，脫粒後每多蛀蝕，種子常有不能下種者。作者歷年患之，為免除蟲害，及掛穗室之建設，即於小麥成熟時，先擇成熟早者以 $7 \times 4 \times 2.5$ 紙袋按行剪穗，隨時以橡皮圈封

閉袋口，置日光下乾燥之。每組二人，每小時可收六十行，不熟者遲日再收，如此穗行雖多，亦無收穫不及之弊。此法行之殊覺方便，而麥蛾之害亦大減。

脫粒用簸器，以刻齒兩木板互搓，搓後簸揚，盛於原袋。一袋既畢，再搓他袋，其中手續，須極精慎，不可有前袋種子之遺留。脫粒工作完畢，各以樟腦粉末置袋內。

#### 當選之穗行編號法

當選之穗行，必非從一處所來者，故一處之品系，宜以特別數字表明之；如甲地爲Ⅰ，乙地爲Ⅱ丙地爲Ⅲ。又如甲地品系，爲民國二十年所選者，則該甲地品系爲Ⅰ—20—1，Ⅰ—20—2，Ⅰ—20—n該乙地品系爲Ⅱ—20—1，Ⅱ—20—2，Ⅱ—20—n。但地別所代表之數字宜於計劃書上先行載明，此品系統數固定之後，即爲永久之號數。

#### 預備三行之種子

三行試驗行長十二市尺，（即四米）行距一市尺，每四行置一標準行，重複兩次，每行用種子十二克，故預備種子須為三份。作者主張行長及重複次數之理由，已於農學週報七期，十三期，及三十期發表，當時頗多反對，近已通行矣。茲謹摘其要者言之：

（一）行長十二尺，行距一尺，即每行之面積為十二平方尺，而每畝之面積為六〇〇〇平方尺，適為每畝五百分之一。

（二）每市斤等於五〇〇克，則每行之產量克數，即為每畝之收量。（斤數）

$$\frac{500 \times X}{500} = X \text{ 每畝斤數} \quad X = \text{每行克數}$$

（三）若按容量計算，據作者試驗之結果，每市斗其重為七六八〇克，則  $\frac{500 \times X}{7680}$  為每畝收量之斗數，即以  $\cdot 065 \times X$  為每畝斗數。

（四）設每畝應需之播種量為 N 斤，每行所占之面積為 A 平方尺，則每行之播量為：

$$\frac{N \times 500}{6000} \times A$$

小麥每畝播種量爲十二斤，則每行應用種子十二克。

$$\frac{12 \times 500}{6000} \times 12 = 12 \text{ 克}$$

(五)第二年之行試驗，應重複兩次，其(1)發芽後之螻蛄害，——作者於試驗之一百二十八行中，因螻蛄輕重者三十五行，同一系者八行；又於七十八行中，檢其缺苗者三十四行，同一系者十二行，爲害尤烈。若遽爾將此缺苗之行，逕行取消，性質既未實現，棄之終覺不妥，如僅以一行之收量，與其品質之表現，爲去留之標準，似又不可。若重複兩次即爲三行，螻蛄雖厲，必不致同一品系之三行，俱爲所害；害一行即以他二行爲準，二之，不得已準其一，此爲僅見。第一年穗行之種子，平均可收九十五克，每行十二克，所餘尙多；又第二年品系雖多，重複兩次，場之面積，當不爲所限。其(2)種植後之灌溉忙——北地天氣自秋徂春，雨量特少，大有非灌溉不能生長之勢。自下種至成熟，約需五次之灌溉，始克遂其發育。各行各畦之水量，若有多少不等之別，則生長之不齊，

品性之表現，常因水分量之多少，或因某時期水分量之多少，而發生影響。若量而後灌溉之，費時頗多始能週遍也。重複較多，或差之數，當可減少，試驗結果，較為精確，然後定去留，不致有遺珠之憾。

(3) 第二年三行試驗 下種之先，將錄取之各穗行，依某地各系形態上之性質，挑定先後之次序，如以早熟遲熟分組，則相近之行，庶無生長競爭之影響。分組方法，又可以他性質定之；如芒之有無，穎之色澤，粒之色澤，凡同樣者鄰近，以便比較。是年行長十二尺，重複兩次，每隔四行，置一標準行；先按序每系種一行，迨各系種畢，再週而復始，但重複之臨時號數之第一號，須以一為單位，便於田間記載及收穫，其種植計劃書如下：

種植計劃書 (第六十五圖)

品系	本行	重複一	重複二	平均產量	產量比較	備考
CK <sub>1</sub>	0					

I—20—1	1	1141	2281		
I—20—2	2	1142	2282		
I—20—6	3	1143	2283		
I—20—8	4	1144	2284		
CK <sub>2</sub>	5	1145	2285		
I—20—9	6	1146	2286		
I—20—11	7	1147	2287		
I—20—14	8	1148	2288		
I—20—17	9	1149	2289		
CK <sub>3</sub>	10	1150	2290		

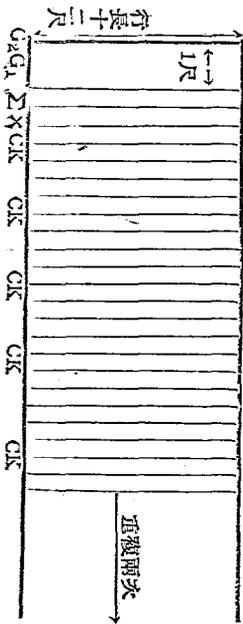
### 三行試驗種植法

種植方法與穗行同，但行長爲十二市尺，即兩長繩之間爲十二尺。種植時須注意灌溉之設備，如第十三章所述。

三行試驗之收穫

收穫之前，先用打數機按計劃書上行數之次序，打數字於鉛絲之帶牌上，然後按號繫於該行之首端。至收穫方法，仍以剪穗爲妥，但置穗之紙袋，須爲  $\infty \times \frac{1}{2} \times \infty$  方爲盛置，紙袋上所寫之號，須與紙牌同。爲免除錯誤起見，將紙牌亦置袋內。陰乾後，次第脫粒，仍置於原紙袋，一如第一年。如恐時間不尙，可割而懸諸室，以陰乾之。

三行試驗種植佈置圖 (第六十六圖)



## 三行品系之決選

脫粒之後，按次將各系種子，用天秤分別稱之，隨於計劃書上，按號登載。同系之產量相加，而三平均之，再與兩相近標準行產量相比較，如大於或等於標準行者，留為五行試驗。國內小麥育種者，有認為三行試驗，無詳細計算產量之價值云。

三行試驗計算法（第四十五表）

品系	本行	重複一	重複二	平均產量	產量比較	備攷
CK <sub>1</sub>	248.0 0	200.3	210.3	219.5		
I—20—1	200.2 1	320.1 1141	281.6 2281	267.5	46.3	當選
I—20—2	311.2 2	323.7 1142	300.0 2282	311.6	90.6	當選
I—20—6	234.6 3	290.4 1143	278.4 2283	267.8	46.8	當選
I—20—8	259.8 4	268.5 1144	257.3 2284	261.9	40.9	當選
CK <sub>2</sub>	214.4 5	230.8 1145	222.4 2285	222.5		

算法：1. 求各系之平均產量

$$\text{如 } \frac{248.0 + 200.3 + 210.3}{3} = 219.5$$

2. 求產量比較

$$\text{如 } \frac{CK_1 + CK_2}{2} = \frac{219.5 + 222.5}{2} = 221.0$$

以兩標準行之平均產量減去某系之平均產量即為某系之產量比較如

$$267.3 - 221.0 = 46.3$$

$$311.6 - 221.0 = 90.6$$

(4) 第二年五行試驗 每系種一行，重複四次，計五行，故名五行試驗。種植收穫等，均同三行試驗，但五行試驗產量統計，須先求理論產量，以除去因土壤肥瘦關係而增減之產量，次再求量比較。如產產量比較為負，即不及標準者，即行淘汰；優於標準行者，進為十行試驗；結果不明者，仍留為五行試驗。茲將種植佈置圖，及其產量統計法敘述如次。



五行試驗之產量統計法(第四十六表)

品系	去年 行號	本行	重複一	重複二	重複三	重複四	平均產量	理論 產量	產量 比較	2x 平均 產量
CK <sub>1</sub>		366.0 0	230.0	315.7	184.1	207.5	260.7±17			
		393.5	355.4	470.0	375.9	298.3	378.6	245.2	133.4	57.7
I-19-183023		321	411	501	591	681				
		264.4	274.4	270.0	266.4	256.4	266.4	229.7	36.6	40.6
I-19-193024		322	412	502	592	682				
		302.8	241.2	483.3	328.8	283.7	328.0	214.2	133.8	50.0
I-19-203026		323	413	503	593	683				
		347.4	305.1	478.0	359.8	292.8	356.6	194.2	157.8	54.3
I-19-283034		324	414	504	594	684				
		178.6	218.6	205.0	154.4	159.3	183.2±7.9			
CK <sub>2</sub>		325	415	505	595	685	4.3%			

算法：1. 先求各系之平均產量如  $CK_1 = \frac{5660 + 230.0 + 315.7 + 184.1 + 207.5}{5}$

$$= 260.7$$

2. 次求理論產量

用公式 27  $I - 19 - 18$  之整論產量  $= C_1 - r \left( \frac{C_1 - C_2}{n} \right) = 260.7 - 1 \times$

$$\frac{260.7 - 183.2}{5} = 245.2$$

$$I - 19 - 19 \text{ 之理論產量} = 260.7 - 2 \times \frac{260.7 - 183.2}{5} = 229.7$$

$$I - 19 - 20 \text{ 之理論產量} = 260.7 - 3 \times \frac{260.7 - 183.2}{5} = 214.2$$

$$I - 19 - 28 \text{ 之理論產量} = 260.7 - 4 \times \frac{260.7 - 183.2}{5} = 194.2$$

3. 再次求產量比較

以各系平均產量減理論產量 = 產量比較

如  $378.6 - 245.2 = 133.4$  餘類推

4. 再次求 $2X'X$ 平均產量——五行試驗，祇可用 $2X'X$ 平均產量，如用 $3X'$ 恐洶

汰太多，有失良種。

$$2X' = 2 (\text{標準行平均或差}\% \times \sqrt{2})$$

$$= 2\{6.5\% + 4.3\% \times \sqrt{2}\} = 2(5.4\% \times \sqrt{2})$$

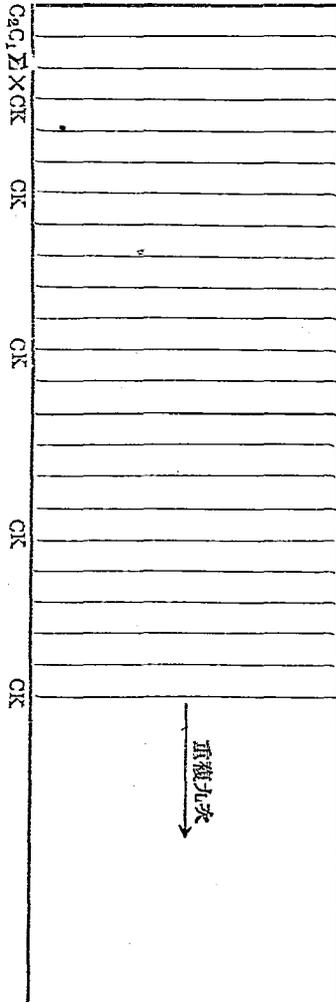
$$2X'X \text{ 平均產量} = 2(5.4\% \times \sqrt{2}) \times 378.6 = 57.7 \text{ 餘額推。}$$

凡產量比較高於 $2X'$  (標準行平均或差 $\% \times \sqrt{2}$ )  $X$ 平均產量者皆當選

(5) 第四年十行試驗 播種，記載及收穫等，均同前，惟重複九次，計每系十行，故名十行試驗。如一新系，在十行試驗，得有良好成績，而認為有實用上之價值者，乃置所謂高級試驗。十行試驗，為最後淘汰所用之正式行數，據洛夫博士與克瑞斯兩氏 H. H. Love and W. J. Craiz 三年試驗結果，表明五行試驗之或差，高於十行試驗之或差 80%，如用十五行代替十行，則或差減至 17% 云。

茲將種植佈置圖及其統計結果敘述如次：至統計方法，見前章「差數之或差求法」茲不贅。

十行試驗種植法（第六十八圖）



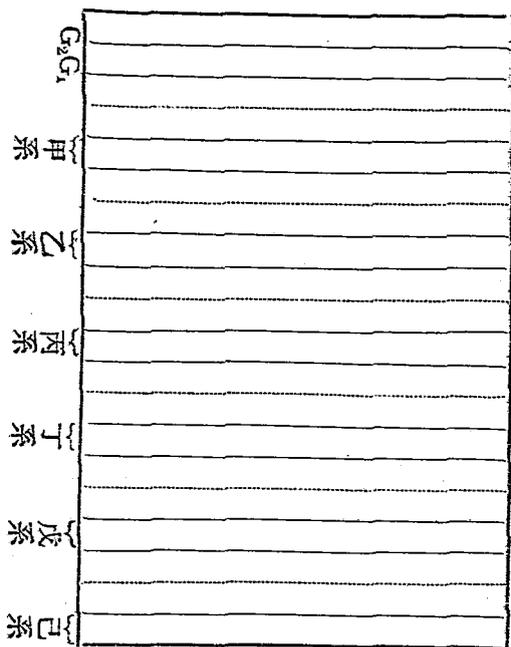
(6) 同年舉行種子行 在上述育種法進行時，同時試驗許多品系，各系之行距一尺，則此行之穗，落於彼行，亦為可能之事。當同時管理數千行，且趕快收穫時，尤易犯之，少數混雜，尚不影響當年產量，若任其留而不去，此項雜子繁殖

十行試驗之產量統計法 (第四十七表)

品系	本行	重一	重二	重三	重四	重五	重六	重七	重八	重九	平均產量	理論產量	產量比較	32"x平 均產量
CK	208.9 000	187.0	259.0	204.0	213.6	159.9	206.0	222.0	207.0	204.0	207.14±1.08 .81%			
I-18-316	235.0 601	222.5 681	252.0 761	184.0 841	194.0 921	169.0 1001	174.6 1081	225.0 1161	253.6 1241	209.2 1321	211.89	206.98	4.91	7.35
I-18-317	238.0 602	229.0 682	272.0 762	213.0 842	166.0 922	196.0 1002	241.5 1082	251.0 1162	252.0 1242	248.5 1322	230.7	206.82	23.88	8.00
I-18-318	219.0 603	205.0 683	209.0 763	215.0 843	174.0 923	222.2 1003	200.0 1083	243.0 1163	245.3 1243	221.0 1323	215.35	206.66	8.69	7.72
I-18-319	225.3 604	253.0 684	222.0 764	200.0 844	207.7 924	219.2 1004	229.3 1084	318.0 1164	221.0 1244	292.7 1324	238.82	206.50	32.32	8.28
CK	233.0 605	220.7 685	202.0 765	205.0 845	152.7 925	188.2 1005	195.0 1085	236.6 1165	203.0 1245	227.0 1325	206.34±1.7 .82%			

算法：此項算法在「用生物測定學解釋試驗之結果」一節已演述之茲再按步一一演述以俾讀者得整個之計算法

，實有影響於產量。且種子又不純一，致失優良個性，欲淘汰此項混雜，則種



種子行 (第六十九圖)

子行尙焉。然亦不必每系皆以種子行之法試之也。平常非在五稈行試驗當選之後，則不用之；即謂該系有置入十行試驗之價值時，始用種子行。種植種子行之法：如每系連種二行，兩邊各空一行，以與他系分離；育種者既可至四週以去劣，且可減此系之穗，落於彼系之機會。此項種子行，以特別謹慎之手續收割之。

(7) 第五年高級試驗 高級試驗之處理方法，均與前同，惟種植佈置略異。其佈置每系連種三行爲一小區，重複九次，每兩區置標準區，亦爲三行；地邊先種兩保護行，再種三行爲標準區，次始種甲系，再次種乙系，如此類推。至全數新系種畢，乃週而復始，循序重複九次，如此可使供試之各系，一一與標準區靠近。此法長處爲三行靠近，比一系一行時，對於稈之強弱，系之通性等，觀察更爲清楚。且各新系與標準區靠近，而標準區之性質爲已知，故對於新系之習性，易於觀察而斷定之。計算產量爲分行脫粒，分別權其籽粒之重量，如覺有生長競爭影響時





361系	CK	D	D <sup>2</sup>
633.0	630.0	-7.0	49.00
694.5	702.0	-7.5	56.25
732.0	634.5	97.5	9506.25
948.0	684.8	264.0	69696.00
637.8	559.8	78.0	6084.00
785.4	567.0	218.4	47698.56
609.0	634.2	-25.2	635.04
900.0	747.0	153.0	23409.00
861.0	658.8	202.2	40884.04
714.0	549.9	164.1	26928.81

二、用學生對比法求之(第四十九表)

$$\begin{array}{r} 10 \overline{) 1137.5} \\ 113.75 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 10 \overline{) 224946.95} \\ 22494.695 \end{array}$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n} - m^2}$$

$$= \sqrt{\frac{224946.95}{10} - 113.75^2} = 309.05$$

$$z = \frac{m}{S.D.} = \frac{113.75}{309.05} = .368$$

檢附表四 odds = 5.13:1

(8) 同年舉行種子區 十行試驗當選各系，一面舉行高級試驗，一面舉行種子區，在種子區內，嚴行去劣，爲繁殖及二次高級試驗之用。每系面積，約一分，能多亦可。

(9) 第六年二次高級試驗 經過初次試驗，而新品系確屬優良，本可大事繁殖；但爲慎重起見，本年一面繁殖，一面再舉行二次高級試驗，並加入其他試驗場之優良品系，共同比較；其試驗方法，同初次高級試驗。

(10) 同年舉行繁殖區 從高級試驗所得之良系，入於繁殖區，其目的在以田間情形，與新系比較，並繁殖種子。此項繁殖區，面積約半畝長方形，寬五尺，便於去劣，重複一次或二次，能多更佳；每四區或三區置標準區。如新系證明有充分實地栽培之價值，乃入大田繁殖；在大田繁殖，須小心去劣，以保持該品系之最高純度。

(11) 第七年實施表證 將二次高級試驗決選之品系，本年在農家舉行實施表證，其

意在使農家明瞭此項新種子之優點，翌年推廣，始能順利。其表證方法，在同一環境，同一面積之下，由農夫自行管理，損益多少，自行報告於附近農家；而附近農家，目瞻耳聞，必能堅其信仰心，比之試驗場人員之演講或報告必更有效。又表證最宜劃農家所欲種植之地於數區，每區不宜太大，間區種植表證之種子，縱地有肥瘦，亦可因此減少差異，而兩兩比較之結果，始能正確也。同年在本地試驗場大事繁殖，為明年推廣之用。

(12) 實施推廣 經表證之後，農民已知新品系優點之所在，本年即可實施推廣。推廣之區，宜集中於一處，如所欲推廣之處，小麥栽培面積設為一千畝，則一千畝之種子，試驗場須有充分之準備，不可於此一處或一村，僅推廣半數或極少數，以免日後種子之仍歸混雜，故勢次普及一處或一村之全民。因此推廣之先，宜調查清楚，究有面積若干，然後推廣，方不致拮据，所謂推廣應用地方純種主義也。又吾人推廣之面積，不僅限於一處或一村而已也，勢須注意全區或

全縣，若專恃試驗場繁殖之種子欲普及全區或全縣，縱繁殖面積稍大，然事有不能，故須藉已推廣之處而推廣。已推廣之處，不啻爲全區或全縣之種子繁殖場矣。因此在已推廣之處，須組織種子販賣合作社，專以平價供給附近之種子推廣，而附近農家，栽培之種子，務須向此購買，如此則推廣較易。但推廣之種子，如何保存純種，是又在試驗場供職人員之指導及監督也。

爲使讀者明瞭起見，將小麥整個育種程序圖解如次：（見七十一圖）

二、小麥交配育種法 以產量爲選種目的之天然自花授精作物，如小麥之選種或選株，雖亦須五年至八年之久，始得良好之品系，然究屬容易；若以交配方法，希得新品系，其方法並不如此之簡單而易行；蓋須應用孟特爾氏遺傳定律，以尋所需要之新品系也。

此項育種之初步，即爲交配；但雜亂無目的之交配，爲無用。必須每種交配之父母本，在育種上已有相當可取之點，然後舉行交配，方可希望獲得真正有價

## 植之新品系。

交配所得之第一代種子，應種植於相當之距離，使各個植科自由發展。根據個性遺傳定則，在第一代即可除去未交配之植科。第二代之試驗區，應十分寬大，有研究之餘地；而每株須生長於充分面積之內，以便個別研究。在是年多選田間生長良好，及其理想所需之個性者，此種所選之植科，在第三代亦須分行種植，並個別研究各種之形態與個性。第三代及其後代繼續單株選擇，至所需要之個體，皆呈一致之形態時，然後舉行釋行試驗，而與普通之品種比較，以定其價值。此項育種法，費時頗久。育種者雖喜用此法，但每以無暇作單株之遺傳研究，常不得良好結果；蓋孟特爾氏交配遺傳研究，在異性接合體中，尋得一真正之純良者，非一時所能奏效也。

交配之兩品系，初無系統，直至證明為同性時，始有系統；例如甲地民國十六年所選之第一號，與同地同年所選之第十號交配，即寫為  $P1-16-1 \times \delta 1-16-10$

交配之第一代二代以至三代四代，最宜用簡易之字以代表之。如美國農部用A代表第一代，A-1代表第二代之第一號，A-1-1代表第三代之第一號，A-1-1-100代表第三代之第一百號，迨若干代後，交配所得之品系，已經用單株育種法，求得同性個體，並有置稈行試驗之價值時，則可給以系號。如在民國十八年交配者，則書

第一年 C-18 A (C為交配之意18為十八年)

第二年 C-18 A-1

第三年 C-18 A-1-1至A-1-100

若A-1-1至A-1-100間之單本，已屬純系，而品性亦佳，則置於稈行試驗時，依次給以C-18-1, C-18-2, C-18-3……等系號。

茲述小麥交配後，每年工作之程序如次：

第一年夏季——舉行小麥交配工作。

第一年秋季——舉行第一代  $F_1$  遺傳試驗，分別種植於適相行長之內，如成功之穗爲二十穗，即爲二十七行。行之長短，不必相同，均以粒數爲準。粒間距離，不妨稍寬，普通粒間三寸，行間一尺，以便各植科之充分發育，研究其特性。

第二年夏季——考察植科中形態有無父本之特性，及中間性，如父本之性狀爲顯性，而雜交之植科無此種性狀，或中間性者，顯然非雜交種，可即去之。

第二年秋季——將  $F_1$  當選之植科種子，分別種植於各行，一如上年。

第三年夏季——考察  $F_2$  之分離情形，並多選理想中所需要之個性，分別收穫。

第三年秋季——將  $F_2$  當選之植科種子，分別種於各行，一如上年；如交配之目的，

除產量品質外，尚欲研究抗病性，抗旱性等，又須將各系再另行種植，最好溫室內，重複二三次，以便研究。

第四年夏季——研究  $F_3$  各系之個性，及觀察有無分離現象，並選純系。

第四年秋季——如所選之品系爲純系，而具有需要之個性者，即可入正式桿行試

驗。

第五年以後之程序同小麥分系育種詳前不贅。

三、引種良種法 用引種良種法，可以得到已經其他育種家所育成之新品種，或得到

原產地之原品種，祇須馴化而已。對於時間經濟，均有莫大之利益。

穀類從風土相異之地方引種，最初一年之試驗，殊難判斷其個性良否。通常引種之初年，發芽率均不甚高，或其他種原因，致使結果不足以表示其本能。第一年引進之各種，分別種於短行，第二年種於釋行，可視為正式釋行試驗之一部，而產量及其他個性亦於是考究焉。若經此試驗之後，其個性均屬佳良，當列入正式釋行試驗，與純系品種同一管理。二三年後，如結果均佳，即不純系仍可為單株選擇之基本材料矣。

天然自花授精作物之育種法——稻之育種

稻之品種繁多，通常分為秈，粳，糯，香四類；而四類之中，秈粳又以成熟遲

早，分早，中，晚三類；香稻又以米質不同，分香粳，香秈，香糯三類。品種既然如此繁多，育種目的，亦自隨之各異。故稻作育種試驗場成立之初，應先調查所欲推廣之地域稻種如何，何種品種最適宜當地情形，然後決定方針；根據方針，採取適宜材料，進行育種工作。

稻之育種方法，與小麥無甚差異，管理法亦多相同。通常亦分引種良種法，分系育種法，及雜交育種法。方法雖異，而其為改良品質，增加產量，及抵抗病害則一也。惟僅以增加產量為目的，則可用分系選種法，蒐集多數品系，精密比較，選出最優之數系，作為育成之品種。如欲育成抵抗病害，或品質佳良之品種，僅賴分系育種法，恐難達到目的；因對於抵抗力強健者，品質或行下劣，產量或有不豐，或品質佳良，而抵抗力又弱；故欲兼而有之，勢須舉行交配育種法，淘汰其劣點，結合其優點，育成一新系，以合乎吾人之需要。至於引種良種，或為豐產，或為質佳，或為抵抗力強者，在目的之如何，隨時由各處引種也。

一、分系育種法 稻之分系育種法，與小麥之步驟程序相同，惟行長行距略有差異。故對於稻之管理，整地，及計劃書佈置，均同小麥，此處亦不贅述，請參閱上述可也。

(1) 第一年單穗選種 在本年秋季，至各處種稻區域，舉行單穗選種，地面以廣為佳，單穗愈多愈好。茲述選種標準如次：

甲、出產豐富 此條件為育成良種之要點。而稻之多產與否，因該品種之性質，及周圍境遇之良否，而定。其主要者：

(一) 分蘖繁茂。(二) 根深入而張開廣。

(三) 葉繁茂而廣闊。(四) 穗長而重，粒密而多。

乙、品質優良 本條件依用途及各地方人民之嗜好而不同。吃飯用：以脂肪和蛋白質多為佳，釀酒用：以澱粉多為佳。約言之，有：

(一) 米粒形狀豐滿而整齊。(二) 要澱粉多，選大粒；要脂肪蛋白質選小

粒。(三)白斑部少，(四)色澤鮮明。(五)風味佳良。(六)不混赤米青米。(七)打白不易破碎。

丙、成熟期早 暖地每年栽二次，可不必注意成熟期，但長江流域宜早熟者。

丁、對於病虫害及風害抵抗力大 稻常有螟虫，伏於稻稈爲害。

戊、穀粒不易脫落 稻之收穫時，若穀粒容易脫落，不特收量減少，且第二年插秧時發芽，混有別種品種，對於品種純正，妨礙殊多。

己、莖幹強韌不易倒伏 增加收量，對於施肥量，頗關重要；但多施肥料，生長柔弱，容易倒伏；故欲在一定面積之田內，增加施肥量，勢須注意育成莖幹強韌者。

選種既畢，携歸陰乾，但所選之穗，須分別記載地名，品名，以及成熟期。凡同種同地者，捆成一束，季冬取出各穗脫粒，並檢驗有無赤米青米。凡不適於育種目的者，概棄之。脫粒以手，脫一穗，再脫一穗，手續須十分清楚，以免混雜。脫

粒後，隨置於信封式之小紙袋，每袋數六十粒，以打數機編號，每九袋置一標準行，標準行之紙色，與品系不同，凡標準行均爲十，二十，三十，等數字，均與小麥同。標準行之行數，須比預定行數爲多。

編製種植計劃書 在第二年播種之前，應先編製種植計劃書，以憑根據，亦與小麥同。

(2) 第二年穗行試驗 每袋六十粒種植一行，行長六尺，行距一·五尺，每十行有一標準行。生長期內，隨時巡視，記錄性狀。收割以後，攜回室內，再加考查，見有不良者即棄去之。

(3) 第三年二釋行試驗 每系種植二行，即重複一次。行長十二尺，行距一尺，或行行十六尺行距七寸五分亦可，每行用種子十二克，每五行置一標準行，收穫時以二行之平均產量，與標準行比較，以定取捨；但比較標準，不妨稍寬，恐失良種。產量計算同小麥。

(4) 第四年五稈行試驗 每系種五行，即重複四次。行長行距同上，每第五行為標準行，仍以產量為選擇之標準，產量計算法同小麥。

(5) 第五年十稈行試驗 每系種十行，即重複九次。行長行距同上，每五行置標準行，以比較產量，凡十行各系，一律設種子區，計算方法同小麥，種子之設置亦同小麥。

(6) 第六年高級試驗 將十行試驗所得之優良品系，舉行高級試驗。先將各系浸種，播於規定之木框內，作為苗床，然後移植本田；移植方法，一為農民之習慣。每區三行，每二區置標準區，如是週而復始，重複九次，如面積小時，可重複四次。行長與行距同上，每行十五株，每株五本，株間八寸，則每行種子收量之克數，亦即每畝之斤數。產量計算同小麥。

(7) 第七年繁殖區 經過高級試驗之後，品系如有特別優良者，即入繁殖區。每區半畝，重複一次或二次，每五區置一標準區。能三區置一標準區更佳，在本年

舉行去劣，並選一二千穗，入特別種子區，餘入大田繁殖，以為推廣之用。如在高級試驗之後，尚無充分把握者，再舉行二次高級試驗。

二、交配育種法 施行分系育種法，雖可增加產量，改良品質，但不能兼有數種優點，創成新種；故品種改良上，甚希望得一種栽培上有利之早熟種，而兼有晚生種優良性之新品種，是在交配育種法。

(1) 光線足以變更開花期 早熟種與晚生種，開花期相差太遠，必須設法，使其互相雜交。從前曾經多人研究試驗，欲開花期之二品種變化其開花期，實為不可能之事；最近美人格利爾及阿諾得兩氏 Garner & Allard 數年間曾用各種植物，於一日內以人工加減植物所受之光線，實驗結果，竟能將其開花期變改之。日人野口彌吉利用此種原理，實施於從來出穗期不能變更之水稻，亦能收效。野口氏實驗之材料，為四區；一區為標準區，放置於自然；一區則夜間用電燈補足其光線；其餘則曝於日中五時及八時；此外均放入暗室中，阻止其日照。

試驗結果，在八時日光之下者，爲最早，工作後約四十五日，即開始出穗。五時則約五十日出穗，均比諸標準區早一月以上。夜間電燈照光區，則播種後一六三日，猶未見其有出穗之徵候。

野口氏又謂短縮日照時間，繼續約十五日至二十日以後，雖停止而不復行短縮，其效果仍然存在。由此觀之，則可取稻之晚生種，短縮其日照時數，促其抽穗，使與早生種之出穗期一致，而行交配，實爲容易之事，可以利用也。

(2) 水稻之柱頭，及花粉之授精能力 育種上實行雜交之際，往往有一時未能得適當之配偶，或因天時及其他外境不良，而致延緩交配時期，故育種者須先知各作物之柱頭及花粉之生命，以爲之備。大約去勢後，以至翌日之花，仍無妨礙於授精結實；若達至三日以上，則柱頭授精能力，極端減少，僅其十分之一耳。其次花粉貯於溫室狀態者，數小時內尙能保存其生命，其他之狀態，概遭死滅。然尙有少數，無論其貯藏狀態，猶保有二日間之生命。

(3) 水稻之授精結實 花粉落於柱頭上，約一分半鐘發芽，延長其花粉管，彎曲數回，經一小時後始入柱頭之內。花粉管入柱頭，遂在細胞間隙之中，急即延長。授精後三小時，遂達柱頭之基部。以後走入子房壁間。九小時後遂達珠孔，花粉管入珠孔，約需二小時。其先端伸入卵細胞，將其兩個雄精核，送入卵細胞內，第一雄精核與卵細胞相併，而暫存留，第二雄精核則立刻與上下極核融合。授精後約十八小時，而卵核與第一雄精核完全融合，遂開始分裂。本此事實，稻亦雙重授精作用之作物。

交配所得之第一代雜種，應種於適宜距離，使籽粒有自由發展之可能，然後個別研究其性狀。第二年將各株之種子，用株行種植法下種，而株間之距離亦須寬大，使發展其本能。在本年多選成熟早，而具有晚生種優良性之個體。第三年仍用株行種植法。如是繼續數年，約至第五代已可得到同性個體。迨獲得新系，然後分系育種，舉行比較試驗。

常爲異花授精作物之育種法——棉花育種法

棉花育種應用之方法，當視現有之材料而定。

(1) 設現有之品種，其品質大致不差，產量亦尚豐富，惟不盡純潔，則當行嚴厲選種之方法，淘汰不良之分子，保存優良之個體，以冀其品質及產量，有逐漸改進之效。

(2) 設現有之品種，不足以供給吾人之需要，必須向外輸入良種，防止劣變之發生，而使其馴化，保持其固有之特性。

(3) 設現有之品種，品質雖佳，而產量不豐，或纖維細長，而衣分不足，或產量雖豐，而品質不佳，此種劣點，絕無改進之希望，則當利用交配之方法，以育成新種。

(4) 設現有之品種中，發現特異之新品種，不類普通之個體，並其性狀有可取之點，應另行採收，分區種植，研究其遺傳能力，開未有之新種。

以育種材料情形之不同，而方法亦因之而異，或則兼用或則單用，概其方法為：

(一) 選種 甲、混合選種 乙、單本選種（或謂分系育種）

(二) 引種良種 甲、輸入外國種 乙、輸入國內種

(三) 交配育種

(四) 利用突變種

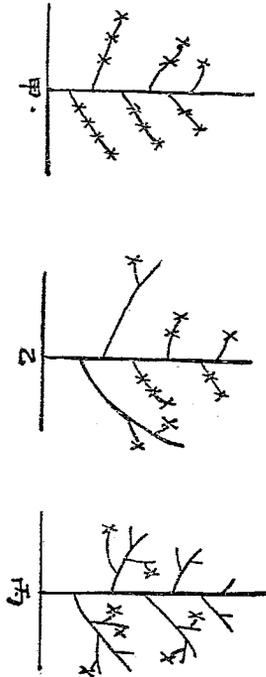
(一) 選種 甲、混合選種

混合選種者，就普通棉田中，選擇多數優良整齊之單本，採集其種子，混合一起，以為下年繁殖之用之謂也。以其簡而易行，並可得多量之種子，故為自行育種之農家，及育種者於繁殖良種必須採用之方法；或育種場成立之初，附近農家，盼望良種推廣之殷切，為應一時之需要，亦可利用此法；至真正純良種育成之後，再行停止推廣（圖解見後）；但此項種子之推廣，應向農家言明此為較良種，非純良種，免失所望。混合選種法，須先定標準，選種時又須考察此株之是否合於標準。

茲述其應有之標準如下：

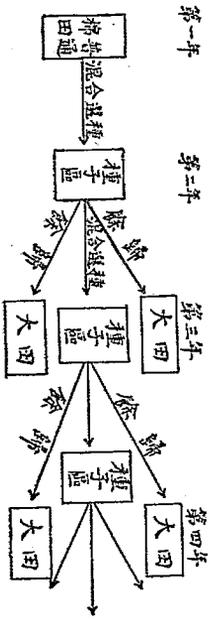
- (1) 雌花柱頭長 柱頭長則纖維長。
- (2) 纖維細長而柔軟。
- (3) 結果枝多 結果枝多，收量豐，但須上下兩部均有，始佳。
- (4) 生長枝少。
- (5) 節間短 節間短成熟早。
- (6) 成熟早。
- (7) 抵抗風雨力強 花柄長而鈴向下開美棉尤為緊要。
- (8) 植科高低適中。
- (9) 桃鈴大。
- (10) 同一品種 例如吾人所選之植科為紫莖黃花黃心，非是不取。
- (11) 無病虫害。
- (12) 選種之式樣。

植科形態圖 (第七十二圖)



甲爲最良之株 乙次之 丙又次之

以上關於混合選種之標準，茲以圖明其種植之程序 (第七十三圖)



乙、單本選種 單本選種之功效最大，無論改良固有之品種，引種之良種，以及交配所得之新種，均須行單本選種之手續。以價值論，祇有單本選種，可稱爲正當之育種方法。

#### 工·中棉育種法

棉花單本選種方法，雖爲正當之方法，但我國各棉作試驗場，所用之方法，人各一殊，並無統一之規定，近今始略歸趨一，所謂新方法是也。

#### 第一年選單本或選鈴

棉花成熟之前，育種者根據上述之標準，至大田選擇單本，如認爲有選擇之價值者，即以白布條繫之，以爲標識，此爲初選；及至開鈴前，再行檢查，是否真正有可取之價值，如屬可取，即於布條上記以號數。如該年爲民國二十年，其株爲選種之第一株，即寫 2011，第二株即寫 2012，次第記下，以便收花。同時做 1.0X.8E 布袋，其數約超過所選之株數，袋上印有品種號數，結果枝，形狀等，



單本選種圖（第七十四圖）



成熟時最好第一次之間鈴不收，二次按號，收入袋內，三次同之，末次仍棄去不用，冬季即行室內考種。考種應注意之事項，爲纖維長度細度，衣分，衣指，籽指，籽色等。其記載如下：

單本室內攷種表 (第五十一表)

1	纖維長度(耗)		纖維長度之差	衣
	尖	中		
2			同 籽	異 籽
3			100 粒籽棉重量	
4				
5				
6			籽 指	籽 色
7				
8				
9			衣 指	備 攷
10				

總計		寬度	
平均			

室內攷種之標準——纖維宜長——纖維長度者係取當選之棉鈴，由一瓢之中間，撕下籽棉一粒，用小梳將該粒之纖維，緩緩向兩邊梳之，籽之中間，分成一線，而纖維分成蝶狀，是為最良之手術。然後以米達尺量其反面腹部，兩邊之總長以耗B.B. 計之，同時再量其正面尖部兩邊之總長，俟十籽量完後，將腹部纖維之總數，除以十，再除以二，即得一株纖維之長度。（耗）近有主張纖維兩邊之總長，應除去種子之寬度，方為真正之纖維長。以同籽尖部與腹部纖維長相較，其最大差數，即為同籽之差。以尖端最短之纖維，與任何棉籽腹部相較，其相差最大之數，即為異籽之差。觀其同籽異籽之差，即可知纖維之整齊度。又考種者標準不一，量法亦異，同一纖維，兩人量之，有一至二耗之差，故同一品種，須為一人所量，以期一致。

(第七十五圖)

改良棉與未改良  
棉纖維之比較圖

中棉纖維長度不一，高者達三十耗以上，低者不及十八耗。凡長及一寸者，紗廠始認為及格。故育種者，對於纖維長度，應十分注意，亦品質中最重要之事也。

## 衣分宜高

衣分者，即一百單位籽棉重量，所出之花衣量之謂也。例如一百克籽棉，軋出花衣四十克，即衣分為百分之四十即 $40\%$ 。中棉花衣分最高者，達百分之四十六，

如河北趙縣大青棉及平教會之一一四號棉；最低僅達百分之三十二，如湖北孝感長絨棉。檢定衣分之方法：先將籽棉量秤之，記下數目，用軋棉機軋去棉籽，秤之，然後計其衣分之高低。

50粒籽棉重量：50粒籽棉重量一籽重 = 100 = x

$$x = \frac{50 \text{粒籽棉重量} - \text{一籽重}}{50 \text{粒籽棉重量}} \times 100 = \text{衣分}\%$$

或 籽棉重量：花衣重量 = 100 = x

$$x = \frac{\text{花衣重量} \times 100}{\text{籽棉重量}} = \text{衣分}\%$$

衣指宜大

衣指者，一百粒籽棉重量，所出之花衣重量之謂也。通常均以克 Gram 為單位。中棉衣指最大者五、四克，如河北趙縣大青棉；最低者三、二克如河北趙縣絲棉。求衣指之方法：先取一系數出五十粒之籽棉，以天秤秤之，計其重量，然後以軋

得之花衣秤之，以二乘之，即爲衣指。

$$\text{衣指} = 50 \text{ 粒棉籽純出花衣} \times 2$$

$$\text{或 衣指} = \frac{50 \text{ 粒棉籽之花衣}}{50 \text{ 粒棉籽重量}} \times 100$$

籽指宜大

籽指者，一百粒籽棉重量，所出之棉籽重量之謂也。通常亦均以克爲單位。中棉籽指最大者，達九、五克，如江蘇江陰白籽棉；最低者六、〇克，如南通鷄腳棉。求籽指之方法：以五十粒籽棉，減去其花衣，以二乘之，即爲籽指，籽指大，則籽大，所生之花指亦大。

$$\text{籽指} = 50 \text{ 粒籽棉所有之種子重量} \times 2$$

$$\text{或 籽指} = \frac{50 \text{ 粒之籽棉重量}}{50 \text{ 粒籽棉重量}} \times 100$$

籽色

觀察棉籽之顏色，可以知種性之純雜，中棉籽色大都分爲黑白二種，即光籽與毛籽是也。毛籽有灰色與褐色。

#### 細度

纖維細度，關係於棉花紡紗之支數；纖維愈細，紡紗支愈多。所謂支數者，即重一磅之皮棉，紡幾個八百四十碼之意也。纖維長短，固與紡紗支數有關，而同長度之纖維，其能紡紗支數亦有上下，即所謂粗細問題。蓋纖維直徑粗，則所紡之紗直徑亦粗，因粗而重量隨之增加，支數於是少矣。英人包爾氏 *Balls* 研究纖維粗細，首創纖維量測驗法，其法用擴大鏡數出同長度纖維千根，於規定溫度下，以精密天秤稱其重量，然後計算一公厘長之每根纖維重量，其法頗爲精確。吾人初步考究纖維粗細，用手摩之已够精密，但非有經驗者却難定之。其法先定一相當標準，如以美棉最細者爲細，中棉最粗者爲粗，其中間分上次中次下次三級，共計五級，在摩覺時可靜心定之，或請另一人校正之尤爲可靠。

## 個性之相關

棉花各部個性，頗有相關現象。有正相關，亦有負相關。故育種欲纖維之長，而衣分每不高；籽指大，而衣分難以提高，育種家頗難兼有之也。相關之發生，有為遺傳上之連鎖，有為身體質上之連鎖。一九二五年，斯出路孟氏 *Stroman* 研究十六種棉花個性之相關。斯氏認為有正相關者：為纖維量與種子量，纖維量與鈴之室數，及種子量與鈴之室數。無固定相關者，為纖維量與衣分，纖維量與纖維長度，種子量與衣分，種子量與纖維長度，及衣分或纖維長度與室數。一九二二年佩瑞西得氏 *Prased* 謂：纖維長度相關於柱頭之長短。布絨氏 *Brown* 謂：纖維長度相關於棉鈴形態之長短。一九二三年鄧奈爾氏 *Dunlary* 研究美國達開斯地方 *Texas* 美棉之個性相關，謂：有八對顯明之相關：

衣指與種子重量

$+0.70 \pm 0.02$

鈴之大小與種子之輕重

$+0.66 \pm 0.03$

五室棉鈴百分數與鈴之大小	— 0.53 ± 0.06
種子輕重與衣分	— 0.53 ± 0.04
鈴之大小與衣指	+ 0.48 ± 0.05
衣分與纖維長度	— 0.44 ± 0.04
種子之輕重與纖維長度	+ 0.43 ± 0.04
鈴之大小與衣分	— 0.39 ± 0.05

## 鈴選

如本場選種之材料太少，或為防止雜交之危險，吾人勢須至各處選鈴。選鈴之標準，一如單本。如能每株選二鈴更佳，每鈴或同株之鈴，置一紙袋，攜歸，俟有暇再行簡單之初步致種，給以號數，因每號籽棉甚少，故考種事項，與單本略異。如下表：

品 種 給選考種記載表 (第五十二表)

系 別	雜 種			棉 籽			備 考
	長度(籽)	色澤	粗細	色澤	光毛	大小	

編號及數粒

致種既了，繼以決選，決選之後，即給以號數，每號置於長約六寸，寬三寸之牛皮帶袋，每九號置一標準號，標準號之種子，為防止雜交，中棉宜用美棉，美棉宜用中棉，此項標準行不過用以示土壤差異程度而已，互不比較產量也。此項種子

種植計劃書 (第五十三表)

品系	臨時號數	生長記載	備考
Ex. ck.	0		
20-1	1		
20-2	2		
20-3	3		
20-4	4		
20-5	5		
20-6	6		
20-7	7		
20-8	8		
20-9	9		
CK.	10		
⋮	⋮		
⋮	⋮		

種植計劃書

如爲鈴選者，可數二〇粒。各項工作完竣之後，即做計劃書。

置於異色之昏袋，以示區別。每袋種子，如爲單本者，可數二〇〇粒或一五〇粒，

小麥。

在第二年下種之前，將計劃書做妥，種植時，即可按計而行，其計劃書，一如

## 第二年株行試驗

行長二十尺，株距八寸，行距一尺五寸，每行二十六穴，每穴點播五粒，每隔九行設置標準行，保護行設全區之兩邊行。

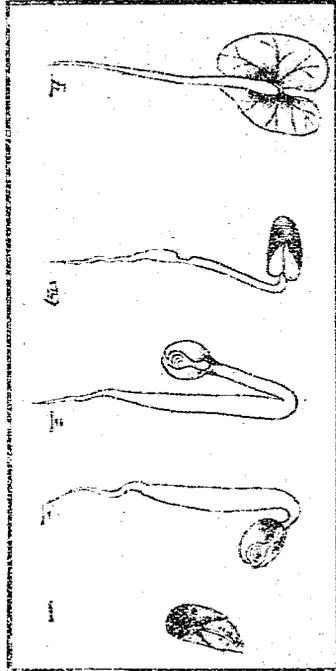
## 種植方法

整地既畢，用劃行器劃行，器之各齒間距離，爲一尺五寸，迨此器劃成痕跡後，以長繩距地邊二尺五寸至三尺處，用力拉直，釘以鐵籤。然後依繩量二十尺之距離，再以第二繩拉直，如法釘以鐵籤。如地形甚長，雖兩邊繩間之寬爲二十尺，而中間則有長短之差，宜用皮尺量兩繩之中間，是否仍爲二十尺，以校正之。

彼時一人取布袋，按號置於行端，兩邊爲保護行，再一行爲特別標準行，以木牌標之。以後凡十行爲標準行，亦用木牌標之，並書田間號數。一人在後，檢閱有無錯誤，隨時更正；同時一人掘穴，穴間八寸；一人點播，每穴種子五粒；每點播至標準行，即行覆土，覆土不宜深，但宜略緊。

棉花下種一星期至十日之間，即見兩子葉露出地面，色澤鮮綠，幼芽強健，爲發芽良好之現象如圖五。若下種時氣溫稍低，覆土略深，或下種時氣溫尚高，越時驟降，及下種後大雨，凡此，皆足以影響種子之發芽。此種不良現象，在我國華北情形，尤多見之。如圖一，爲剛發芽而氣溫驟低，不能繼續生長，日久腐爛於土中；有時腐爛處寄生許多幼虫，如蛆狀者。圖二爲種子剛發芽，而天大雨，大雨後，氣溫必降，土面又凝結，幼芽不能破土，因之幼莖特別肥大，兩子葉呈淡黃色，曲屈於土內，雖以人工疏鬆表土，助其外出，若遇強烈之日光，又多焦死，此種現象，難望生長良好。若覆土太深，地溫又低，幼莖亦特別肥大，而幼芽轉向地下伸長，不久幼莖下部腐爛，如圖三。發芽後，如害虫傷及幼莖，致無力脫去種皮，結果亦不免枯死，如圖四。此作者歷年發現之事實，雖下種時充分注意而氣溫驟降，暴雨驟下，不能預爲節制，故此種病態終難完全免除也。

棉花發芽良好形態 棉花發芽不良形態 (第七十六圖)



株行生長之觀察

在棉花生長期內，不時巡視田中，比較各株行生長情形。如同行間，株之形式，莖之顏色，花之顏色，及開花吐絮之遲早，是否一致，隨於計劃書上，就該行生長情形項內詳細記載。

株行之包花

棉花爲常爲異花授精作物，雜交程度有 50%—75%。故爲避免雜交起見，宜行包花手續。法於花蕾將開之際，夾以鐵夾，或硬棉夾，花謝落下，並無危險。惟欲將所有株行之花，盡行包過，誠恐人工不及，可擇中部之花包之，並以紙標杆標記之。本年包花二〇株留爲翌年二區試驗之用。如用鈴選者，爲鈴行試驗，其方法略同。祇行長爲四尺八寸，每行爲七株。

(第七十七圖)



開花前晚之形態

(第七十八圖)



開花早晨之形態

## 株行之收穫

收穫之前，先購洋麵袋，其數目應比原有品系稍多，以爲標準行特別標準行收穫之用。袋口貫以繩，如網之在網，可以縮小袋口。繫以布條，上記田間臨時號數。

採收時，即以各個布袋，先行按號放置，最好校對一次，然後採收，如有落於地下之棉，不可拾取亂置，毋寧棄之，或置於普通花內。每次採棉均須如此，以防雜亂。在此時應將包花之鈴，（即中部之鈴）所收之花另行分號放置以備攷種；蓋同一部分之籽棉，其纖維長度，衣分，衣指，籽指等同一故也。茲以作者研究之結

(第七十九圖)

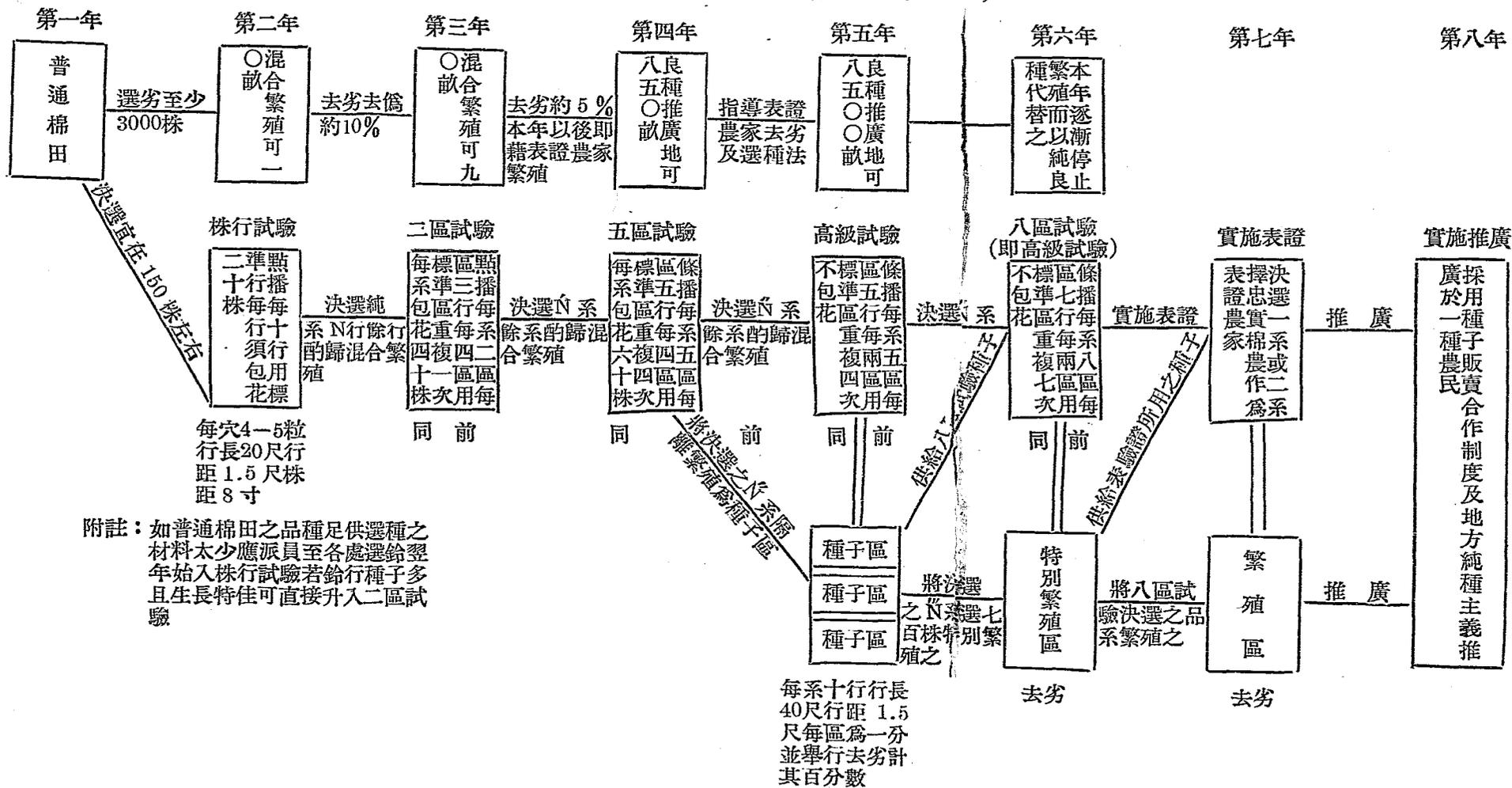


一日後之花  
形態之早晨  
開

1. 纖維長度之考查 (南通雞脚棉) (第五十四表)

下	部	中	部	上	部
1, 46m. m.	11, 49m. m.	1, 47m. m.	11, 50m. m.	1, 41m. m.	11, 43m. m.
2, 48m. m.	12, 50m. m.	2, 48m. m.	12, 46m. m.	2, 44m. m.	12, 48m. m.
3, 48m. m.	13, 48m. m.	3, 47m. m.	13, 46m. m.	3, 46m. m.	13, 42m. m.
4, 46m. m.	14, 48m. m.	4, 47m. m.	14, 46m. m.	4, 47m. m.	14, 45m. m.
5, 47m. m.	15, 50m. m.	5, 48m. m.	15, 46m. m.	5, 48m. m.	15, 43m. m.
6, 51m. m.	16, 52m. m.	6, 48m. m.	16, 45m. m.	6, 46m. m.	16, 44m. m.
7, 49m. m.	17, 47m. m.	7, 46m. m.	17, 47m. m.	7, 40m. m.	17, 43m. m.
8, 46m. m.	18, 48m. m.	8, 52m. m.	18, 47m. m.	8, 44m. m.	18, 45m. m.
9, 47m. m.	19, 52m. m.	9, 51m. m.	19, 43m. m.	9, 44m. m.	19, 44m. m.
10, 47m. m.	20, 51m. m.	10, 45m. m.	20, 46m. m.	10, 50m. m.	20, 42m. m.
總計	870m. m.		938m. m.		889m. m.
平均	24.5m. m.		23.6m. m.		22.2m. m.

中棉育種程序 ( 第八十圖 )



2. 衣分衣指及籽指之收量 (第五十五表)

試驗次數	下部		中部		上部		全部	
	衣分%	衣指 (克)	衣分%	衣指 (克)	衣分%	衣指 (克)	衣指 (克)	籽指 (克)
第一次	37.5%	3.780g	40.7%	4.000g	42.5%	3.940g	5.220g	
第二次	38.2%	3.825g	40.7%	3.876g	43.1%	3.175g	5.025g	
第三次	37.3%	3.840g	40.8%	4.000g	43.1%	3.810g	5.003g	
平均	37.7%	3.813g	40.7%	3.958g	42.8%	3.827g	5.092g	

果，亦併錄之。

株行之收量統計

將各號布袋之籽棉，及預備考種之籽棉，仍以天秤稱之爲準。秤得之數，記於計劃書上各該行，以爲比較各號產量之參考。

## 株行之考種

本年考種之事項，與上年同，惟標準比之為高。考種之第一步，即為纖維之取樣，如取樣時，見有不能及格之品系，（包括纖維細度長度等）即可去之，以免多費時間，但非有經驗者，不能做此步工作。其考種表如下（如品系多，可考二十籽。）：

## 室內考種記載表（第五十六表）

品系 試驗臨時號數 民國 年

織	維		長		度		(耗)		纖維之差		籽指(克)	籽色
	尖	中	尖	中	尖	中	尖	中	同籽	異籽		
1			11				21					
2			12				22		50克籽棉之量			
3			13				23		棉		衣指(克)	細度
4			14				24					
5			15				25					
6			16				26		50克籽棉之量			
7			17				27		棉衣重			

8	18	28	50克籽棉之 棉籽數目	衣分%	備考
9	19	29			
10	20	30			
總計 平均	總計 平均	總計 平均			
三			十 總 平均		

株行之決選

參考收量及品質，先決定當選之標準，然後按號考查。如在標準以下，即行淘汰，但本年標準不可太高，致失良系。

第三年二區試驗

棉花育種方法，本無規定，作者曾以中央大學農學院所用之方法，再加兩次空白試驗，結果認為此法可行，故本章所用之棉花育種方法，即以此為例。近有主張用單行區，而其程序俱仿照小麥育種法，據個人棉花空白試驗分析後，似覺未盡妥善。且近今棉花育種趨勢，以專事一種品種育種為防止雜交之安全，故一場某品種

之品系，亦不致太多，有場址不敷之事實，此其一；又如以一單行之產量，作推算每畝產量之標準，似有失之毫釐之嫌，此其二；最近 Fisher 氏主張用拉丁方法 Latin Square 舉行各種試驗，雖為統計方法之改進，要亦以區為進行試驗之單位耳。

將株行試驗，決選之各系，每系分區條播成點播，每區五行，行長二十四尺，株距八寸，行距一尺五寸，每區等於  $1\frac{33}{4}$  中畝，條播均勻，播下如為點播，每穴點五粒；幼苗長至三寸左右，即行間苗。每隔四區置一標準區，重複一次，每系共兩區。

#### 種植計劃書

由株行試驗所取之各系，進而為二區試驗。在種植之先，做妥計劃書。如本年之株行試驗田間號數，至二百號止，則本年二區試驗號數由二〇一號起。又如本區已排至五〇一至五一〇之間任何號數，則重複區之起首號數為五一一；即同系之號數，均同尾之數字也。故第一特別標準區為零號，則凡五，一〇，一五，等號，皆為標準區，所以便於觀察及校正也。

二區試驗 (第 五十七表)

品系	行號		平均產量	理論產量	比較產量
Ex.ck.	1.31	1.37	88.0斤		
	0	90.4			
20—1	86.5	1.37	86.5	87.2	-0.7
	1.31	511			
	201	86.5			
20—2	865	1.31	94.6	86.4	8.4
	1.56	512			
	202	86.5			
	103				
20—4	1.56	1.25	92.8	85.6	7.2
	203	513			
	123	82.5			
20—6	1.50	1.30	92.4	84.8	7.6
	204	514			
	99	85.8			
CK	1.18	1.37	84.2		
	205	515			
	77.9	90.4			

20—7	1.44 206 95	1.68 516 110.9	103.0	85.1	17.9
20—9	1.56 207 103	1.56 517 103.0	103.0	86.0	17.0
20—12	1.81 208 119.5	1.62 518 106.9	113.2	86.9	26.3
20—15	1.37 209 90.4	1.56 519 103	96.7	87.8	8.9
CK	1.44 210 95	1.25 520 82.5	88.8		

種植方法。與株行試驗相同。惟在北方天氣四五月多旱，且多大風，不行灌溉，萬不能發芽。故整地之先，宜行灌溉。整地既畢，須將棉籽浸種，促其發芽，不然多風之際，蒸發太快，下種之後，未及發芽，即已乾燥，發芽率必低。浸種之法

，將水溫至攝氏六十度上下，傾於大桶，以欲浸之棉籽，分別貯於小布袋內，上繫各該系號數，同時浸於溫湯，不時攪拌，使溫度均勻；浸至七八小時後，即行出水，用舊棉絮或稻草之類，遮蓋一夜，即可見芽破種口而出。以此項種子，播於既灌漑之田中，四五日即可露出地面。此種浸種法，在乾燥地方，似非行不可，不然發芽率必低，且難望齊一，作者用之，頗為方便。

#### 生長情形之觀察

在生長時期，亦應不時巡視田間，將每區生長情形，於計劃書上記載之，並注意莖色花色是否一律；如有偽株劣株，即用番牌扣之，以便計算產量，但不留為種子用。本年包花三〇—四株。

#### 收穫

收穫之前，先預備布袋。每區一袋，每系兩袋，並標記田間號數於袋口布條之上。收穫時，將袋按號放置區端，再檢閱一遍，即可收棉。每人一區，週而復始，二次

收棉，同之。如各系以人工不够分配，即於莖之中部結果枝每株包花四朵至六朵，此所包之花，即爲考種，及翌年五區試驗之用，收穫時另行放置。

#### 產量記載法

每區產量，記於臨時號數之上左角，折爲每畝之產量，記於其下右角，最好各用色筆記下，較爲顯目，然後於每畝平均產量項下，記其平均產量，再用 Summerby 氏公式校正，因土壤差異所增減之產，即得所謂「比較產量」。凡比較產量爲負數者，淘汰之。統計方法如小麥五行試驗。

#### 考種

根據產量之統計，然後就高於或等於標準行者，舉行考種。考種之手續，及注意之事項，均同株行試驗。惟決選之標準宜稍提高。

#### 第四年五區試驗

將二區試驗決選之各系，每系分區點播，或條播每區五行，行長及行距均同前

，幼苗長至三寸左右，即可間苗，每四區置標準區，重複四次，每系共五區。

本年所使用之方法及產量統計，均同二區試驗；惟種植計劃書以重複次數不同，略為複雜。本試驗之號數，仍繼續本年株行及二區試驗排下，如二區試驗之末號為八一八號，則本試驗應由八二一號或九〇一號起。

明年種子區內之種子，本年須於各系舉行包花手續，每系包花五十株至八十株以爲種植之用，包花手續一如前述。

#### 第五年高級試驗

高級試驗之處理方法，均與前同，惟種植佈置略異，每系五區，每區五行，每兩區置一標準區。先種兩保護行，次種特別對照區，再次種甲乙兩系，然後即種標準區。週而復始，重複四次，如此可使供試驗之各系，一一與標準區，直接互相比較也。至於一切產量統計，普通多用「學生法」。茲以平教會高級試驗之結果，藉以顯明種植佈置法，產量記載法，以及統計中之偶差 *errors* 與產量比較之關係也。

五區試驗(第五十八表)

品系	行號						平均產量 (每畝斤)	理論產量	比較量
Ex. ck.	1.56	1.81	1.56	1.44	1.68		106.3		
	0	119.5	103.0	95.0	110.9				
	103.0	1.68	1.59	1.50	1.18				
20—2	821	871	921	971	1021		98.3	106.6	—8.3
	99.0	110.9	104.9	99.0	72.9				
	2.12	2.18	1.55	1.75	1.81				
20—6	822	872	922	972	1022		124.6	106.9	17.7
	139.9	143.9	104.3	115.5	119.5				
	1.15	1.93	1.53	1.68	1.62				
20—9	823	873	923	973	1023		116.3	107.2	9.1
	115.5	127.4	120.8	110.9	106.9				
	2.00	1.68	1.59	1.56	1.62				
20—15	824	874	924	974	1024		111.5	107.9	4.0
	132.0	110.9	104.9	103.0	106.9				



高級試驗 (第五十九表)

品系	本區	重複				平均產量	得差	產量百分比
		一	二	三	四			
標準區	3.68(市斤) 1053 147.2	3.18 1093 127.2	4.06 1133 162.4	3.93 1173 157.2	3.50 1213 140.0	146.8		
16-91	4.12 1054 164.8	3.68 1094 147.2	4.18 1134 167.2	3.87 1174 154.8	4.12 1214 164.8	159.7	32.3 : 1	100 : 108
16-114	4.37 1055 174.4	4.06 1095 162.4	4.00 1175 160.0	4.25 1215 170.0	4.25 1215 170.0	164.4	49.0 : 1	100 : 121
標準區	3.62 1056 144.8	2.87 1096 114.8	3.56 1136 142.4	3.93 1176 157.2	3.00 1216 120.0	135.8		

## 種子區

在五區試驗舉行包花決選之純系，分別隔離種植於種子區內，意即各區須隔離稍遠，或以高莖作物種於兩種子區間，但以不妨礙其生長為要。高級試驗區內之棉

花，僅作產量比較用，故無須包花，種子區之種子，爲翌年繁殖用，故極須注意免除異花之雜交也。每系種十行，行長四十尺，行距一、五尺，夏間舉行去劣，並記載去劣之百分數。

#### 第六年八區試驗

由高級試驗決選之各系，再舉行此項試驗，則決選之品系，尤屬具有價值，不啻爲二次高級試驗，只重複次數略多，每區面積略大而已。每系分區條播，每區七行，重複七次，共計八區，故名。茲再錄平教會八區試驗之成績如次以示一般也。

#### 特別繁殖區

高級試驗決選之各系，即選用種子區內之種子繁殖之，仍以各系遠離爲宜，並行去劣手續，以爲翌年大批繁殖之用。

第七年實施表證

八區試驗之後，審慎決選一系或二系，而以特別繁殖區內之種子，先擇所欲推廣之村區三五農家，實施表證，表證而有成績，實行推廣，斯為可靠。前者為推廣而研究，後者為推廣之試行。

八區試驗 (第六十表)

區系	行號	平均產量 (每畝)										得差	百分比	備註	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
標準區	1225	4.25	4.50	4.37	4.37	3.56	4.18	4.50	4.12	CK.	120.8				
	1226	1236	1236	1246	1266	1266	1276	1286	1296	1296	120.8				
	121.4	128.5	124.8	124.8	124.8	101.7	119.4	128.5	117.7						
16-114	4.50	5.62	4.02	3.37	4.75	3.31	5.37	5.25	5.25	145.6	4399	1	100	121	
	1227	1237	1247	1257	1267	1277	1287	1297	150.0						
	128.5	160.5	132.0	153.4	135.7	151.7	153.4	150.0							
16-146	2.68	3.53	3.50	4.68	3.12	3.65	2.53	2.50	93.4	-9.02	1100	79		特殊	
	1228	1238	1248	1258	1268	1278	1288	1298							
	76.5	101.7	100.0	133.7	89.1	101.7	73.1	71.4							
標準區	4.18	5.00	3.68	4.62	3.43	4.50	4.12	3.81	CK.	119.0					
	1229	1239	1249	1259	1269	1279	1289	1299	119.0						
	119.4	143.9	105.1	132.0	98.0	128.5	117.7	108.8							

第八年實施推廣

採用種子販賣合作制度，及地方純種主義，將純良之種子，推廣於一般農民，此爲實施之推廣。（見第八十圖）

#### 美棉單本育種法

美棉輸入我國後，類皆劣變；劣變之程度，經作者研究之結果，反多不及中棉。（見第二章）在引種之最初一二年，尙能維持固有之性態，迄後幾不可收拾。考其原因，實緣國人輸入美棉之後，以爲優良品種之輸入可以一勞永逸，未嘗注意育種，故一再退化，至於目前之狀況。作者以爲除輸入之純良種，使之馴化外，尙須另行單本育種。茲本研究結果草擬美棉單本育種方法於次：

#### 第一年單本選種

單本選種，至少須三百株，或選鈴一千個以上，如選種之場所，美棉之品種多，宜選鈴不宜於選株，經室內考種後，約可決選百株，或五六百鈴，標準亦同中棉。考種標準如下：

纖維須在三〇耗以上。(脫字棉須在二六耗以上，金字棉須在二四耗以上)  
衣分須在三三%以上。

衣指須在七克以上。(脫字棉須在六克以上)

籽指須在十三克以上。

田間選種，與室內攷種表格，與中棉同。在是年，同時舉行混合選種可萬株，翌年種植大田。單本選種未入選之株，亦酌歸混合選種內繁殖。

#### 第二年初次遺傳試驗

輸入之美棉，業經育種，成爲一品種，祇以環境變異，不免劣變；爲防止劣變而行育種，故可名爲初次二次遺傳試驗；不曰株行二區者，所以別於中棉，以其混雜程度太深，尙不堪稱爲品種也。

將第一年決選之株，株行下種，舉行初次遺傳試驗。行長一百尺，行距二尺，株距一尺，每十行置一標準行。但行長在我國宜二十四尺至三十尺，行距可寬至二

尺五寸。標準行之種子，為當地已經馴化優良之美棉。或用中棉以免雜交。點播下種，每穴五粒。

按一〇〇尺行長，曾據 Oklonoma 試驗場一九二五年試驗結果，重複一次，其或差為6.05%與7.62%。一九二六年重複二次，其或差為6.37%。一九二七年，或差為5.61%，平均為6.41% $\pm$ 1%。

#### 生長觀察

須按表精密記載其生長情形，以研究其遺傳。記載之事項，為(1)棉株式 (2)棉鈴式 (3)成熟度 (4)整齊度 (5)抵抗病虫害力強弱 (6)棉鈴室數 (7)及其他。

#### 包花

最好株行各株，均須包花，如人工不濟，每行須包花二十株。該株之籽棉，另行收放，但須秤準，加於原行其他各株之重量，以便比較產量。

#### 收花

每行分行收花，包花之株亦須另收；一則爲下年種子試驗之用，再則取其中部爲考種之用。

在混合選種之大田繁殖區內，是年應行去劣並選良，爲翌年繁殖之用。

#### 考種

根據收量，比較標準行爲豐收，或等於標準行者，舉行攷種。考種之方法，一如中棉，標準則比較爲嚴密。

#### 第三年二次遺傳試驗

將初次遺傳試驗之決選各系，舉行二次遺傳試驗。行長與行距，株距同去年。每四行置標準行，重複一次，條點或點播下種。

#### 生長觀察

生長觀察之要件及包花收花考種等均同上年。

#### 第四年初次品系比較試驗

將二次遺傳試驗所決選之品系，舉行比較試驗。行長一百尺，美棉在我國行長二十四尺至三十尺可矣，行距二尺，株距一尺，每三行爲一區，每二區設標準區，重複兩次，條播下種，餘均同上年。惟本年對於每畝產量，特別注意。

按三行爲區，區長爲一百尺，重複二次，據 Oklahoma 試驗場一九二六年試驗結果；其或差爲 4.8%，二百尺者或差爲 8.67%，三百尺者爲 6.76%。一九二七年試驗結果：一百尺者爲 5.63%，二百尺者爲 7.47%，三百尺者爲 6.3%。

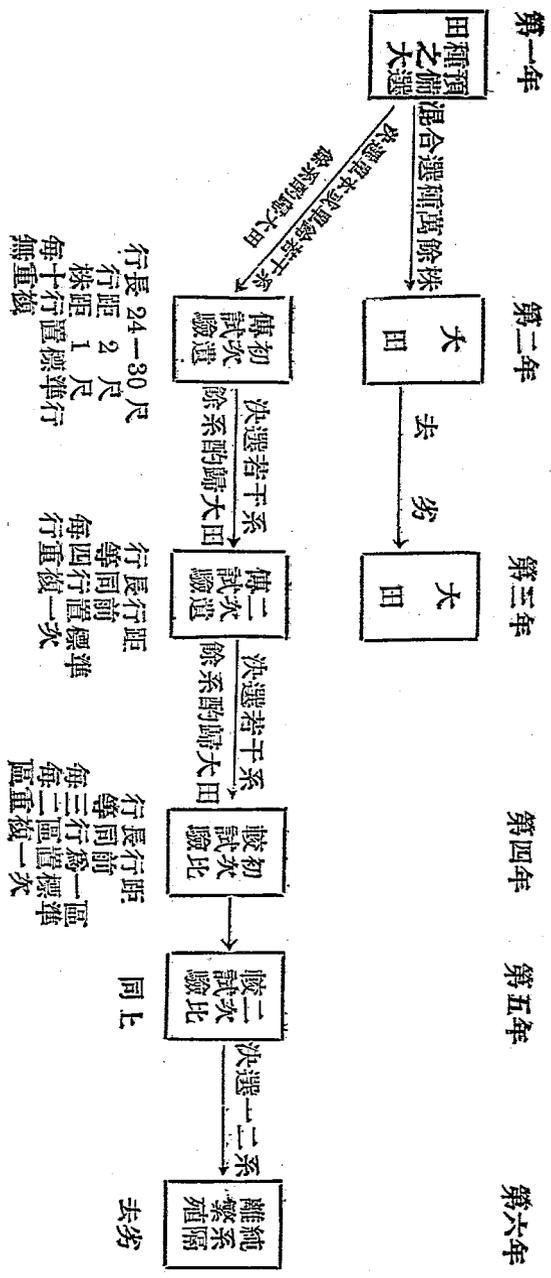
第五年二次品系比較試驗 同上年。

第六年純系繁殖

二次品種比較試驗之後，即決選一二純系，舉行純系繁殖，田間嚴行去劣，以保持優良個性。爲節省時間，急應推廣起見，二次遺傳試驗後，如覺有品質特異，產量豐滿，而成熟期及抵抗病蟲害適於環境者，即可隔離繁殖，俟初次二次品系比較試驗決選後，而此種品系已有大批種子矣。萬一落選，自爲多費工夫，此所謂「

476 「押寶式」的繁殖法。但為急應推廣，此法有採取價值。  
 茲為明瞭起見，爰作圖解如次：

美棉青種程序（第八十一圖）



## 交配育種法

如育種之材料，僅有一方面可取，而他方面甚劣，此項棉種，雖育成純系，對於經濟方面，並無價值。如品質頗佳，而產量甚低，或產量甚豐，而衣分甚低，欲求兼備，有非單本育種所能濟事。故交配育種法，在棉花育種上，頗占重要。而育種家應用此法，育成理想之良種，實不乏其人。

雖然棉花交配，因可得理想希冀之新種，但非任何品種，均可交配，或能授精，而不能生殖，或簡直不能交配。作者舉行各種中棉交配試驗，均有良好結果。如：

- (1) ♀河北定興棉 × ♂南通雞眼棉
- (2) ♀河北小紅桃棉 × ♂南通雞眼棉
- (3) ♀趙縣大青棉 × ♂平教棉

繼以各中棉與美棉愛字棉交配，不三日而花謝，子房凋零，中亦曾結有一二小鈴，

但不能生殖。試驗之結果，認中棉互可交配，而中棉與美棉不能交配。

#### 棉花之分類與交配

棉花之分類，茲僅以生產地名舉其學名，至詳細分類法，非本編範圍從略。棉花產於印度者以 *Gossypium Herbaceum* 代表之，產於埃及者，以 *G. Barbadense* 代表之，產於美洲者以 *G. Hirsutum* 及 *Barbadense* 代表之，產於我國者以 *G. Nanking* 及 *G. Herbaceum* 代表之。據印度植物學家鄧亨氏 Denham 及印度中央棉業研究委員會研究員貝利耶氏 (I. Banerji) 研究結果，均謂印度棉之染色體單體為十三個，中棉亦為十三個，埃及棉及美洲棉均為二十六個，適為中印棉之一倍。屬於十三個染色體之品種，其中有一個染色體大於其餘之十二個，屬於二十六個染色體之品種，其中有兩個染色體大於其餘之二十四個者。鄧氏又云，二十六個染色體之棉，比之十三個染色者，植科為高大，葉片為寬廣，花鈴亦大，纖維較長。染色體之數目不同，故交配不能授精，以理言之，中印棉可以交配，但作者曾向印度購得 *Conifonia* 1 在

江蘇之南通種植，一在河北之定州種植，以溫度不足，均未能開花，僅長粗大多毛之葉莖，未能舉行交配試驗，若種於溫室，當可開花結實。

#### 棉花交配遺傳之研究

棉花個性之遺傳，經多數育種家之研究，謂棉花各個性之遺傳，均與孟特爾遺傳定律相符云。茲僅擇其個性直接有關於經濟價值，或與之相關者摘錄如下。

(1) 葉片顏色 一九一一年，李開氏 *Leake* 交配數種紅葉與綠色棉花，第一代紅色為顯性，第二代分離為一比一。一九一二年，倫敦氏 *Mc Lendon* 交配紅色與綠色之陸地棉，第一代為中間色，第二代分離為一比二比一。

(2) 葉片缺刻 葉片缺刻，在第二代之分佈，為多因子之遺傳。一九〇八年，李開氏研究葉片缺刻深度之遺傳，得第一代為中間性，第二代為一比二比一。而費生氏與博爾氏 *Fyson and Balls* 亦得同樣之結果。作者以南通雞腳棉(缺刻 $\frac{3}{8}$ )與河北定州棉(缺刻 $\frac{1}{2}$ )交配，第一代雜種為雞腳式葉，第二代為三比一，葉

片缺刻深者爲顯性。

- (3) 花瓣顏色 一九〇七年，費利期爾氏 Fletcher 交配紅色花瓣與黃色之印度棉，紅色顯性黃色。又交配黃色與白色，黃色又顯性於白色。一九〇八年費生氏交配之結果亦同此，第二代之比例爲一比一。博爾氏一九一〇年交配陸地棉與埃及棉，第一代花瓣爲中間色，第二代爲  $1H:2H:1h$ 。一九一三年，扣奈氏 Kearney 交配黃色與白色種，第二代淡色花瓣爲最多。一九一一年李開氏用印度棉黃花與白色交配，第二代之比例，頗近於二比一，而不爲三比一。
- (4) 棉鈴室數 棉鈴室數之遺傳，似爲多因子所控制。扣奈氏以 Folder X Pina 交配，第一代爲中間性，第二代則分配對稱。博爾氏以陸地棉與埃及棉交配，亦得同樣之結果。

- (5) 纖維長度 博爾氏以陸地棉與埃及棉交配，所得之雜種，長纖維對於短纖維爲顯性，且此個性爲單一因子之遺傳。倫敦氏扣奈氏研究之結果：謂纖維長短之

隱顯，根據於數個因子。一九二五年西得林氏 *Thadani* 以長短纖維之兩品種交配，亦得長纖維顯於短纖維之結論。作者以南通雞脚棉，交配於河北定州棉，長纖維亦顯於短纖維。

(6) 衣分 西得林氏以衣分高之品種，交配於衣分低之品種，衣分高為顯性。作者以河北趙縣大青棉，（衣分平均為 5%）與定州棉（衣分 27%）。交配，亦得衣分高為顯性，第二代及第三代之遺傳，皆為相異之單一因子作用。

(7) 種子光毛 毛籽之遺傳，為數個因子所控制，業經扣奈氏費生氏博爾氏等之證明。在 *Holdon-Pima* 交配陸地棉之全毛籽，顯性於埃及棉之半毛籽。另一交配試驗，*G. Peruvian* 之光籽顯性於陸地棉之毛籽。博爾氏以陸地棉之毛籽與埃及棉之半毛籽交配，第二代之比例為一五比一。

(8) 莖色 作者以南通青莖雞脚棉與定州紫莖棉交配，第一代為紫莖，示紫莖為顯性，第二代紫莖與青莖成三比一。

(9) 連鎖現象 一九二三年西得林氏交配兩種陸地棉，其結論，謂光籽與低纖維量

絕對相連鎖。即凡光籽，所出之纖維量皆低少也。

#### 棉花交配後種植和研究法

棉花交配後，對於種植方法，應十分精密，否則求得之遺傳比例不確，且恐有失所欲希冀之個體。茲以作者舉行河北趙縣大青棉與定棉小紅桃交配為例。考大青棉爲青莖黃花黃心，衣分甚高，最高達四三%，平均四二，五%。小紅桃紫莖黃花紅心，纖維甚長，達二八耗，惟衣分甚低。交配之目的，希望得纖維長而衣分高之新品種，特根據前人研究結果，及孟特爾遺傳定律，先設一遺傳方式，以便研究，且對於種植方法，尤極注意，茲分述之。

#### 第一年

以小紅桃爲母本，趙縣大青棉爲父本，舉行人工交配。

#### 第二年

將此配成之各鈴，舉行鈴行試驗，每穴一籽，並自花授精。如每穴一籽，難以發芽，宜間以大豆，助其出土。各鈴行之棉株，是否中間性，或父本爲顯性，母本爲隱性，或父本之某個性爲顯性，母本某個性爲隱性，宜詳細考究。

### 第三年

將鈴行之各株，無論顯性爲何種，或某個性，均一一種植。但同鈴行之各株，須依次在一區種植，再行自花授精。鈴行之每株，須在一行，如鈴行有二十株，即爲二十行。每行之種穴，須等及該株之籽粒。易言之，即一穴一粒，以盡其分離之能事。萬一有缺株現象，亦爲不得已之事。各株包花，然後在田間須觀察其形態上之分離，在室內考查其品質之分離，而此純系兼有父母本之優良品種，如以纖維衣分言之，僅佔全體十六分之一。

### 第四年

根據孟特爾分離及結合定律，吾人所得之理想標準株，常於紫莖黃花黃心及青

莖黃花紅心之各株中發現。故取各該株分行種植，再行自花授精，觀其有無分離現象，並考查其品質。

#### 第五年

同上。或用交配法亦可尋出純系之新種。

#### 第六年

第五年之後，至第六年，可尋出純系之新種。

#### 第七年

取理想之新系一部分，與本地種之優良者，舉行比較。比較試驗之種子，不作繁殖用。

#### (1) 品質上之遺傳

設大青棉衣分高之因子以H代表。

小紅桃棉衣分低之因子以h代表。

大青棉纖維短之因子以 $l$ 代表。

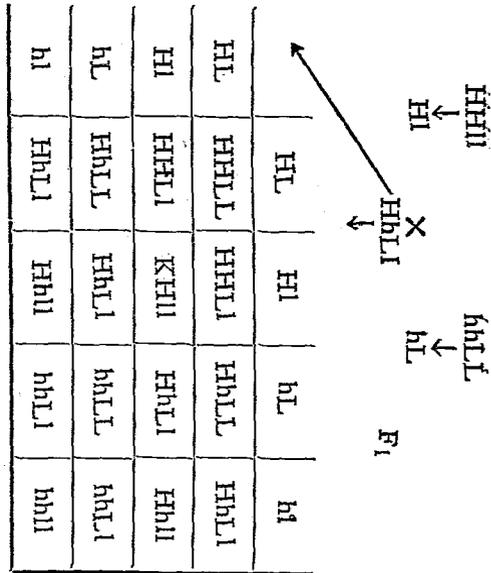
小紅桃棉纖維長之因子以 $L$ 代表。

以纖維與衣分之個性論，則

大青棉因子方式爲  $llll$ 。

小紅桃棉因子方式爲  $LLLL$ 。

以孟特爾兩性遺傳 $F_2$ 之分離言之，則



據前人研究結果，纖維長與衣分高爲顯性，則F<sub>1</sub>爲纖維長衣分高者HhLl。F<sub>2</sub>分離爲純系之HHLL，僅奇，頗不易尋得。故須分株分行種植，以研究之。而個性之研究，一則藉室內之考種，以統計其整齊度，再則以其形態上之一致，而判斷

尤較切實可靠。

(2) 形態上之遺傳

設大青棉黃花黃心之因子，以  $y$  代表。

小紅桃棉黃花紅心之因子，以  $Y$  代表。

大青棉青莖之因子，以  $G$  代表。

小紅桃棉青莖之因子以， $g$  代表。

以花色莖色論，則

大青棉之因子方式爲  $YYGG$ 。

小紅桃棉之因子方式爲  $yygg$ 。

以孟特爾兩性遺傳  $F_2$  之分離言之，則



黃心之純系  $Y_1y_1$ ，蓋吾人所欲求之優良品系  $YY_1$ ，均於上二者之中發現之。

### 棉花 $F_2$ 之遺傳比例計算法

先將田間之結果，審查是否合於孟特爾定律。審查之方法有二：一為比例計算法，一為實數計算法。

甲、比例計算法 For ratio。

(1) 先照實際個體求得其比例公式

$$\text{所得之比例} = N \div \frac{S}{R} \quad (S : N = R : x)$$

$N$  = 該類之個數,  $S$  = 各類總個數

$R$  = 孟特爾比例所須之全數 (一對因子為 4, 二對因子為 16, 三對為 81……)

例如大青棉與小紅桃交配之  $F_2$  所有紫莖為六七七株，青莖為二三四株，則

$$\text{紫莖所得之比例} = 677 \div \frac{911}{4} = 2.97$$

$$\text{青莖所得之比例} = 234 \div \frac{911}{4} = 1.03$$

(2) 次以所得之實數比例與希望之比例相減得偏差數

$$3 - 2.97 = .03; \quad 1.03 - 1 = .03$$

(3) 再照下列公式求或差

$$P.E. = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{N(R-N)}{N^2}}$$

R = 孟特爾比例之全體如 4, 16, 81 等

N = 該數佔得之孟特爾比例數如 3 : 1 或 9 : 3 : 3 : 1

N = 所考查之生物總個數如 911

$$\therefore \text{藍色之或差} = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{3(4-3)}{911}} = \pm .039$$

(4) 以或差除偏差數得其商  $\frac{D}{P.E.}$  而查得其機遇數 Probability

$$\frac{D}{P.E.} = \frac{.08}{.039} = .78$$

凡以或差除偏差數所得之商，不在三或二以上，或機遇數不小於三以下者，則所得之比例為可靠。

乙、實數計算法 For number 數個個性在  $F_2$  分離時，先觀察實際上之數目，即觀察數 Observed number。然後求該對數個性孟特爾比例應有之數目，即計算數 Cultivated number。求得之後，再用海瑞氏之適合率 Harris Goodness of Fit 以測其機遇數。

$$\text{海瑞氏公式 } \chi^2 = W \left[ \frac{(O-C)^2}{C} \right]$$

$$\chi^2 = \text{適合率 Chi-Square} \quad W = \text{總數}$$

$$O = \text{觀察數} \quad C = \text{計算數}$$

例如 ♀ 小紅桃 × ♂ 大青棉  $F_2$  所有之藍色花色之觀察數計算如下：

個 性 目 見 者	O 觀察數	C 計算數	O-C	(O-C) <sup>2</sup>	$\frac{(O-C)^2}{C}$
紫莖黃花紅心	465	441	24	576	1.307
青莖黃花紅心	142	147	-5	25	.170
紫莖黃花黃心	121	147	-26	676	4.600
青莖黃花黃心	56	49	7	49	1.000

$$\frac{16 \sqrt{784}}{49}$$

$$x^2 = 7.077$$

$$n' = 4 \quad x^2 = 7 \quad p = .071897 \text{ (見附表五)}$$

$$x^2 = 8 \quad p = \frac{.046012}{.025885}$$

$$1 : .025885 = .077 : x$$

$$\text{即 } x = .025885 \times .077 = .001993$$

$$p = .071897 - (.025885 \times .077) = .069904 = 7. \%$$

即偶差 odds = 93 : 7 即 1328 : 1 不顯著

## (三) 利用突變種

棉花係常爲他花授精作物，故田間異花授精之成分，自 $\infty$ —1— $\infty$ 。此項天然交配之後代，分離而爲異態之新作物。所謂突變種，大多數即爲先前天然交配分離之結果也。或有爲生殖細胞減數分裂，染色體不等分裂，而生之突變也。凡天然異花授精愈易，及配偶子所含之染色體數目愈多，則異態之新種發生，亦愈多。埃及棉即突變種之一，係棕色纖維之棉樹，與美國海島棉之交配所產生者。吾人從事棉花育種，應巡視田間，有無突變種之發現迨突變種發現之後，即按單本育種法進行育種。

種變突棉美之現發會教平

(棉教平)



(圖二十八第)

(四)引種良種 引種棉種，最爲簡易，但引種之後，須嚴行去劣與去僞，以保純良種。而引種之地方，最好由北而南。我國農民所種之美棉，多由美國引進，間亦有從其他農學院或農事試驗場引種之。對於引種之地方，既未注意，引種之後，又不去劣與去僞，故退化甚速。目前我國美棉退化。致不如中棉，其顯例也。育種者對於棉花引種，應先馴化，馴化之後，須行品種比較，如確屬優良，即可繁殖。但比較試驗之種子，不可作爲繁殖之用。

#### 常爲異花授精作物之育種法——高粱育種法

高粱亦係常爲異花授精之作物，故育種方法，亦多同於自花授精作物。然高粱之天然異配，較之其他天然自配作物爲多；因此高粱各品種之育種，其主要手續，須行包花。包花並不能阻止種子之發育，已經育種家之證明矣。一九一一年，李點氏 Leitcher 謂橘紅高粱之一系包花兩年，而發育力及生長力均極旺盛，且結果得有形態一致之純種云。一九二四年康利爾氏 Conner and Karper 自花授精高

梁六七年後，得一結論：謂高粱自配除由其親本分離若干品系外，並不能增減穗之大小，及生產量。高粱自配，足以固定品標，Type 而品標之優良，根據於複雜個性之分離。因此欲求得優良之品種，品標之固定，及新品種之發現，高粱育種法，至少須舉行下列二法：

(一) 單本育種法

第一年穗選

在高粱成熟時，至各處選擇單穗，區域以愈廣愈佳，穗數以愈多愈佳，至少亦須選千穗，蓋如此，選得良好品種之機會，亦愈多故也。選穗標準須為：

- (1) 成熟早
- (2) 種子充實而飽滿
- (3) 莖稈堅實而多汁
- (4) 莖稈宜稍低矮不必太高

(5) 穗宜緊密但屬繖狀穗者不在此限

(6) 無病害及抵抗旱性强者

依此標準，各處選擇，選擇既畢，曬乾後即行脫粒，每穗置於一袋，同時分開紅粒黃粒及白粒。編號時，即依色粒次第下排。每袋秤種子十五克，每四袋置本地優良種一袋為標準行，袋色則異於本行，凡第五，十，十五均為標準行。而標準行之袋數，應比預定之行數為多。編號既竣，即做種植計劃書，法與前同，不贅。

### 第二年穗行

穗行行長三十尺，行距二尺，株距一尺二寸，每四行置一標準行，每行單株二十六棵。

### 穗行種植法

整地須平整細緻，開溝用鋤，或獨腳耨，開溝之先，用二尺距離之劃行器，劃成痕跡，即依此開溝。每五行置木牌，上書田間號數，然後按號置袋於行端，一人

隨後檢閱，有無錯誤。檢閱既畢，即行條播下種。每人種五行，例如一人由第一號起，他人須由第六號起，每種至標準行，即行覆土。

#### 間苗及補苗

苗長至七八寸時，即可按一尺二寸之距離間苗，如有缺苗現象，勢須移本行之苗補植之。作者曾行補苗試驗，結果甚為良好，故在高粱比較試驗缺株補苗，並非難事也。

#### 穗行生長情形之觀察

在高粱生長時，不時比較標準行與各穗行之耐旱力，抗病力，莖之粗挺，成熟期及穗之緊密大小，隨時於計劃書記載。

#### 包花

包花無妨礙於種子之發育，前已言之，為防止雜交，宜行包花。每穗行，用牛皮紙袋擇最佳之穗四穗包之，如遇風雨之後，須檢查一遍或更換。

## 穗行之選定

收穫之前，即至育種區各穗行，精密觀察，並參閱生長情形記載。如覺優於標準行者，即可錄取。於行端之株，繫以標識，並書該行號數，如此繼續觀察，直至完畢爲止。

## 收穫

高粱第一年收穫，最爲簡單，祇將選定之穗行，所包花之四穗，用刀割下，置於一袋，袋上記號數，並將行端之標記，亦置於袋內，以免錯誤。其餘各穗一如普通收穫法，因本年並不計算產量也。

## 預備二程行之種子

包花之四穗乾燥後，舉行脫粒，每袋仍秤種子十五克，每號秤兩袋，爲重複之用。其所餘種子，爲預留種子。每四袋仍置一標準行，秤裝既畢，隨即製定種植計劃書。

## 第三年二程行試驗

行長三十尺，行距二尺，株距一尺二寸，每四行置一標準行，每行單株二十六棵，均同穗行，惟須重複一次。種植方法，應依成熟遲早，植科高低，次第排列，餘均同穗行。惟包花須擇最優良者六株包之，以爲下年種子之用。

間苗補苗及生長記載，均同穗行。

二程行之收穫。收穫之前，先用打數機，按號打數字於大紙袋上，然後依號置於行端。一人割包花之穗，一人裝袋，仍置行端。迨割竣，即携歸曝乾，再收各該行之穗，分別放置。

二程行之決選

將各行之穗，分別脫粒秤妥，並加上包花之六穗籽粒重量，隨於計劃書上寫明。同號之產量相加，而平均之，再與兩相近標準行產量相較；如大於標準行，或等於標準行，留爲五程行試驗。其計算法一如小麥等之三程行試驗。

### 預備五稈行試驗之種子

低於標準行之包花種子，即可淘汰，當選之種子，每系秤四袋，並製定種植計劃書。

### 第四年五稈行試驗

五稈行試驗之方法，均同二稈行，惟重複四次。產量計算，一如小麥等之五稈行試驗。本年包花八穗，爲下年種子之用。

### 第五年十稈行試驗

十稈行試驗，重複九次，餘同上。本年包花八穗，產量統計方法，一如小麥十稈行試驗。

同年舉行種子區，即經過五稈行試驗之後，每年每系即須另有種子區。在種子區，須行去劣，一則免籽雜，再則免天然雜交。

### 第六年高級試驗

行長行距及株距等，均同前，惟三行一區，每隔二區置標準行，重複九次。產量計算法，一如小麥高級試驗。

#### 第七年

爲慎重決選起見，本年再舉行高級試驗一次，並決選最優一系或二系，以資繁殖。

#### 第八年繁殖區

從兩次高級試驗所決選之純系，本年入於繁殖區，其目的在以田間情形，舉行比較試驗。此項繁殖區，每區面積可一畝，長行三十尺，行距二尺，株距一尺二寸，條播。本年包花數十穗，以充種子區種子之用。

(二) 交配育種法 高粱之品種甚多，各具之特性亦不同，欲結合數種個性於一體，亦惟交配之一法。而交配最顯明之功效，爲抵抗黑穗病，育種家已有良好成績矣。茲論交配之遺傳如次：

(1) 種皮色澤 一九一六年，格瑞漢氏 Graham 謂種皮色澤遺傳為單一之因子，紅色顯黃色，黃色顯性於白色，即紅色顯性於黃白二色。一九二一年，魏奈爾氏與克戎氏 Vinal and Con 交配藍白色籽粒 Black hull Kafir 高粱，與紅棕色 Feteria 高粱，第二代之比例，為九個藍白色，七個紅棕色。一九二三年，康利爾與開皮爾兩氏，交配低莖黃粒與低莖白粒之 Milo 高粱，第一代之雜種，相似於黃粒親本，第二代之比例，至三個黃粒比一個白粒。

(2) 莖 一九一六年侯爾生 Henson 謂多髓之莖，顯性於富甜汁之莖，其遺傳現象，亦為單一之因子。又多髓之莖，與葉之中脈清白完全相關，甜汁之莖，與葉之中脈暗度相關。

(3) 穗狀 美國開煞西 Kansas 試驗場交配 Kansas orange X Dwarf yellow milo，發現散形穗狀顯性於緊密者，其遺傳為多數因子所控制。又前者之穗為直生，後者之穗為下垂，交配之結果，第一代下垂穗之數目無定，第二代則直生者多

於下垂者約二十倍，即直生之穗爲二九一穗，下垂者僅一五穗。

(4) 穎之形式 一九二一年魏奈爾氏與克戎戎氏研究穎之形式遺傳於 Dwarf milo

X Feterita 間之交配，前者爲寬而成截形狀，後者爲狹而成卵形狀，第一代寬而成截形狀之穎爲顯性，第二代截形之植科，有一八七棵，卵形有六四棵云。

(5) 穎上短毛 一九二四年瑞莫西氏 Kamatian 發見穎毛之產生及分配，非單一因子，乃爲多數因子所控制。通常多毛者顯性於無毛者。

(6) 芒 瑞氏研究芒之遺傳性，曾交配 Dwarf milo 於 Feterita，前者有芒，而後者無芒。交配結果：第一代無芒，第二代無芒者一八三株，有芒者六八株。同時美國開煞西試驗場，交配 Kansas orange X Dwarf milo，第二代得有二四七株爲無芒者，有芒爲六二株。

(7) 穎之長短 一九一六年格瑞莫氏研究穎之長短遺傳，謂：長穎與短穎，爲孟特爾之一對因子遺傳，而長穎爲顯性。

(8) 籽粒之大小 格氏交配 Red amber X Feterita，第二代小籽粒為三三七棵，中籽粒為二〇二五棵，大籽粒為二八六棵，其遺傳為多數因子。

(9) 抵抗黑穗病 一九二三年，斯懷生氏 Swanson 研究抵抗粒黑穗病，曾交配

Feterita X Red amber，後者染病之程度為17.6%，交配結果：第二代選得無病者三〇〇株，第三代用系統試驗法，Progeny Test 其染病與不染病之比例近於二比一。

#### 必須異花授精作物育種法——玉蜀黍育種法

玉蜀黍育種法有二：一為穗行法，一為利用第一代雜種法，而尤以後者用之為廣，故稱為最新育種法。

(一) 穗行法 玉蜀黍成熟時，選佳穗二百穗，其選擇標準如次：

#### 第一年選穗

(1) 以穗形為選擇標準

甲、果穗行列宜直而緊密——表示授精完全，產量豐滿。

乙、果穗苞葉宜密封——苞葉密封，害蟲難以鑽入。

丙、果穗大而果軸小——爲籽粒產量豐滿之徵。

丁、果穗之籽粒肥大而均勻——亦爲豐產之徵。

(2) 以果穗生長位置爲標準

甲、果穗生於莖之中部——遇暴風雨，不能傾伏。

乙、取一株結兩果穗以上之中部一個果穗爲種子——足使產量增加。

(3) 以植科生長健全爲標準

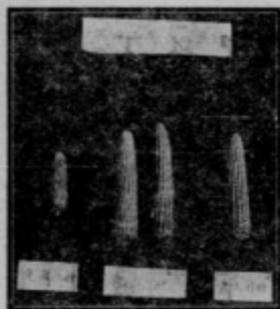
甲、不染黑穗病且無蟲害者——可減少第二年之爲害。

乙、無旁枝者——旁枝能吸收母株之養分，減弱母株之生長。

丙、不選環境佳良而生長旺盛者——不能遺傳。

依此標準，選擇二百穗，陰乾脫粒，每穗置一袋中，逐一秤過，就其輕重，依

次排列，再由二百穗中選其形態特優，分量尤重者四十枚，然後逐穗脫去子粒，穗之上部籽粒另置，因上部籽粒多澱粉，發芽雖快，但不強健。分秤其穗軸，及子實之重量；全穗占重量多者為良穗，軸大者為劣。隨由四十穗中，選出二十五穗，各附號碼，其排列法以十三號為最良，十二號及十四號次之，最末為一號及二十五號。



(圖三十八第)

第二年穗行試驗

整地一片，縱橫開穴各五十行。行長一百尺，行距二尺，株距亦二尺，即株間 $20 \times 20$ ，為四平方尺，每穴點播種子四粒，來自一穗。第一穗種於第一行及第二十六行，第二穗種於第二行及第二十七行，如是則第二十五穗，於第二行及第二十七行，即間苗，每穴留一株，如有缺苗種於第二十五行及第五十行。幼芽長至四寸左右，即間苗，每穴留一株，如有缺苗

現象，可取同行之幼苗移植之。據作者移植試驗結果，能照常生長者，百分之八十  
三。

### 摘雄

雄花初見時，即隔行摘除雄花；即第一排之（二十五行前）雙數，第二排（第二十六行以後）之單數，舉行摘雄，避免近交。

### 收穫

至適當成熟期，摘每行之果穗秤之，以該號二行產量平均定優劣。

### 選良穗

從優良各系之去雄穗行，各選良穗若干，爲下年繼續試驗之用。

### 第三年

將第二年去雄行所選之各系，取出種子一半，亦如第二年之種植，是爲穗行區。另將決選之種子，種數小區，是爲種子區。各小區宜互距數十丈，或以高梁隔之。

，每小區可種兩穗。一穗之種子，種於單行，他穗種於雙行，仍間行摘雄。

本年於種子區及穗行區內良株上，選最佳之穗又二百枚，其餘種子區內良株之穗，為第四年種子區之種子。餘下之種子，種於大田。

#### 第四年

決選二百枚之穗，種於穗行區，以產量最大者決選二十五穗。然後以該決選之二十五穗之原種，為第五年種子之用。本年種子區之種植法，同上年。

#### 第五年以後均同前

(二)利用第一代雜種法 玉蜀黍繼續自配數年，使之完全純系，然後選系之最良者互配。其第一代雜種生長勢力之增加，比之親體純系為大，即比之該純系之原品種亦較強大也。其雜交之方法有三：

(1)單配法 單配法，為結合同一品種兩純系之需要個性於一體之謂也。此所謂純系，係數年人工自花授精，經選擇之植科強健，形態一致之品系也。其進行方

法如次：

第一年

於玉蜀黍成熟時，巡視田中，選穗一二百枚，其標準一如穗行法所述。

第二年

各穗分行種植，株距爲 $5 \times 5$ 呎，迨將開花時，用布袋包雌雄花，行人工交配，使其自花授精。包花不必於該行完全行之，可擇植科強健者十株至二十株包之。在生長期內，亦須考察其生長情形，抗病能力。成熟之後，各行分別收穫，再考查其產量，穗形與穗軸大小，決選若干行。而決選之行中，各株性質，與其所生之穗又須詳加考查，遇有不良者，即去之。

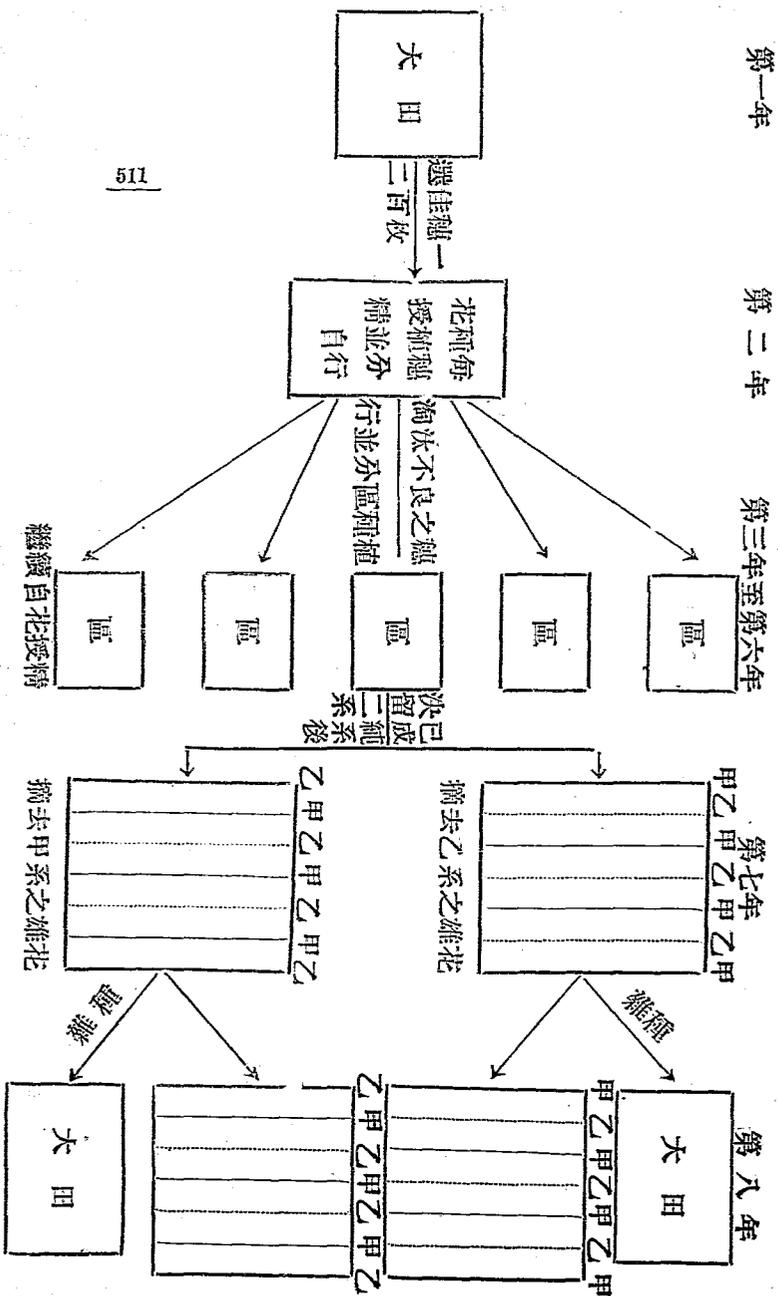
第三年將各行之種子，分區種植，再如法包花，如是繼續數年，至少亦須五年，迨各系已屬純系，決選二系。

第七年

設決留二系爲甲乙，於是在場之一角，劃地一區，將甲乙二系種子之一部，交互行種植；迨乙系之雄花將出未出時，即摘去之，使其雌花與甲系之雄花花粉授精，而成雜種，所謂第一代雜種者此也。甲系則因自花授精，故仍爲純系。甲乙二系之其他一部分種子，種於場之另一角，兩區相距，以不致引起雜交爲度。萬一場址太狹，則必設法隔離。如以高粱隔離，亦屬相宜；但須預計高粱生長至若干高度時，玉蜀黍方始開花。總之高粱不妨提早下種，以免未至相當高度，而玉蜀黍已經開花。在此區中，其去雄穗之方法，與前相反；摘去甲系之雄穗，使甲系成雜種，乙系仍爲純系。凡摘雄之穗行，皆爲雜種，未摘者爲純系。所得之雜種，下年繁殖，其收穫常較原種大二倍有餘。如此繼續行之，每年均能保存甲乙兩純系，而每年又能推廣雜種，甚屬便利也。

茲將玉蜀黍單配法，圖示如下：

玉蜀黍單配法(第八十四圖)





(圖五十八第)

之雙配，爲  $(\text{甲} \times \text{乙}) \text{F}_1 \times (\text{丙} \times \text{丁}) \text{F}_1$ 。

第一代親本法 First-generation parent method

每一單配時，均預留一純系之種子一半，則雜交時，祇須種植兩區，而四純系

(2) 雙配法 雙配法，爲結合同一品種四純系之需要個性於一體，即兩個單配之再配之謂也。雙配之雜種，其成熟期比之原種爲早，且穗粒之百分數，比之原種亦較高云。近今雙配法，比之單配成績爲優，故多應用此法。雙配法之人工自花授精，造成純系，一如單配法。惟至育成純系時，決留四系，如所決留之四系，爲甲乙丙丁，則  $\text{甲} \times \text{乙}$  爲一單配， $\text{丙} \times \text{丁}$  又爲一單配，或  $\text{甲} \times \text{丙}$ ， $\text{乙} \times \text{丁}$  均可，則第一年

仍可年年保存。此法在育種場面積小時，最為適用。例如甲乙單配時，預留乙系種子之一半，在此區兩系交互行種植，摘去乙系之雄花，可得甲系之純種。第二年乃以預留乙系之純種，及去年甲系之純種，再舉行單配，但須摘去甲系之雄花。即本年之雄本，為翌年之雌本。丙丁單配時，亦如之。如是年年均有甲乙丙丁四系之純種，而雙配即以去年兩單配之雜種重配之。

年份	第一代單配	第一代單配	第一代雙配
民國19年	♀ ♂ (甲×乙)	♀ ♂ (丙×丁)	♀ ♂ (甲×乙) (丙×丁)
20年	甲×乙 (預留乙系種子) 乙×甲 (預留甲系種子)	丙×丁 (預留丁系種子) 丁×丙 (預留丙系種子)	(甲×乙) <sub>1</sub> F <sub>1</sub> ×(丙×丁) <sub>1</sub> F <sub>1</sub> (乙×甲) <sub>1</sub> F <sub>1</sub> ×(丁×丙) <sub>1</sub> F <sub>1</sub>
21年	甲×乙	丙×丁	(甲×乙) <sub>1</sub> F <sub>1</sub> ×(丙×丁) <sub>1</sub> F <sub>1</sub>
22年	乙×甲	丁×丙	(乙×甲) <sub>1</sub> F <sub>1</sub> ×(丁×丙) <sub>1</sub> F <sub>1</sub>

23年	甲×乙	丙×丁	(甲×乙) $F_1$ ×(丙×丁) $F_1$
24年	乙×甲	丁×丙	(乙×甲) $F_1$ ×(丁×丙) $F_1$

多代親本法 Advanced-generation—parent method

多代雜種之生成，係親體之交配，比之自配，在生產方面為佳。其法即以預備摘雄之某兩純系第一代雜種——雌本——一部分，與其他兩純系之第一代雜種——雄本——相配，翌年預留雄本之雜種一部分，而以前年之雌本種子相配。如此繼續不絕，可永保兩系之雜種。例如預備摘雄之某兩純系第一代雜種，(甲×乙) $F_1$ 、與其他兩純系之第一代雜種(丙×丁) $F_1$ 相配，即♀(甲×乙) $F_1$ ×♂(丙×丁) $F_1$ ，則第二年為♀(丙×丁) $F_2$ ×♂(甲×乙) $F_1$ 。

年份	第一代單配	第一代單配	變配
民國19年	甲×乙	丙×丁	♀
20	——	——	♂
			(甲×乙) $F_1$ ×(丙×丁) $F_1$ 預留後者之種子

21	—	—	(丙×丁) F <sub>2</sub> × (甲×乙) F <sub>1</sub> 預留後著之種子
22	—	—	(甲×乙) F <sub>2</sub> × (丙×丁) F <sub>2</sub>
23	—	—	(丙×丁) F <sub>3</sub> × (甲×乙) F <sub>2</sub>
24	—	—	(甲×乙) F <sub>3</sub> × (丙×丁) F <sub>3</sub>

雙配法之利用 F<sub>1</sub> F<sub>2</sub> 及 F<sub>3</sub> 產量之比較

據三年試驗平均結果，雙配利用 F<sub>1</sub> 之雜種，與利用 F<sub>2</sub> 之雜種，其每畝產量之比  
 例，爲 100 比 100、三，其差甚微。又 F<sub>1</sub>，F<sub>2</sub> 及 F<sub>3</sub> 之每畝產量，二年平均之比  
 例，爲 100 比 100、五比九九、五，(100 : 100.5 : 99.5) F<sub>1</sub> F<sub>2</sub> F<sub>3</sub> 差亦甚微，故均可  
 用。

(3) 多配法 多配法爲不定之各純系，任意雜交之謂也。選擇自花授精之純系，須  
 其生產力較平均數爲高，而無反常之變態者。各純系之重行接合，係用同一品  
 種其他各系之混合花粉，人工傳粉於該品種之每系數株之花絲。茲取該品種每

系如此交配所得之同數種子，翌年混合種植，再以五十株之混合花粉，傳粉於其他五十株之花絲，如此可得完全重行接合之種子，即第二代花粉之接合體。此法較之單配法，與雙配法，爲有利益。即農人可以保存其種子生長力於不低減，且無須年年舉行雜交手續也。



附 表 二

$X/\sigma$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	0000	0040	0080	0120	0159	0199	0239	0279	0319	0359
0.1	0398	0348	0478	0517	0557	0596	0635	0675	0714	0753
0.2	0793	0832	0871	0910	0948	0987	1026	1064	1103	1141
0.3	1179	1217	1255	1293	1331	1368	1409	1443	1480	1517
0.4	1554	1591	1628	1664	1700	1730	1772	1808	1844	1879
0.5	1915	1950	1985	2019	2054	2088	2123	2157	2190	2224
0.6	2257	2291	2324	2357	2389	2422	2454	2486	2518	2549
0.7	2580	2612	2642	2673	2704	2734	2763	2794	2823	2852
0.8	2881	2910	2939	2967	2995	3023	3051	3078	3106	3133
0.9	3159	3186	3212	3238	3264	3289	3315	3340	3365	3389
1.0	3413	3438	3461	3485	3508	3531	3554	3577	3599	3621
1.1	3643	3665	3686	3718	3729	3749	3770	3790	3810	3830
1.2	3849	3869	3888	3907	3925	3944	3962	3980	3997	4015
1.3	4032	4049	4066	4083	4099	4115	4134	4147	4162	4177
1.4	4192	4207	4222	4236	4251	4265	4279	4292	4306	4319
1.5	4332	4345	4357	4370	4382	4394	4406	4418	4430	4441
1.6	4452	4463	4474	4485	4495	4505	4515	4525	4535	4545
1.7	4554	4564	4573	4582	4591	4599	4608	4616	4625	4633
1.8	4641	4649	4656	4664	4671	4678	4686	4693	4699	4706
1.9	4713	4719	4726	4732	4738	4744	4750	4758	4762	4767
2.0	4773	4778	4783	4788	4793	4798	4803	4808	4812	4817
2.1	4821	4826	4830	4834	4838	4842	4846	4850	4854	4857
2.2	4861	4865	4868	4871	4875	4878	4881	4884	4887	4890
2.3	4893	4896	4898	4901	4904	4906	4909	4911	4913	4916
2.4	4918	4920	4922	4925	4927	4929	4931	4932	4934	4936
2.5	4938	4940	4941	4943	4945	4946	4948	4949	4951	4952
2.6	4953	4955	4956	4957	4959	4960	4961	4962	4963	4964
2.7	4965	4966	4967	4968	4969	4970	4971	4972	4973	4974
2.8	4974	4975	4976	4977	4977	4978	4879	4980	4980	4981
2.9	4981	4982	4983	4984	4984	4984	4985	4985	4986	4986

附 表 三

皮爾氏及米立爾氏 Pearl and Miner 表

或差較除差數 D P.D.	在 100 次試驗中一 個偶然的差數等於 或大於所示之差數	一個偶然的差數等於或 大於所示之差數發現之 偶差odds
1.0	50.00	1.00 : 1
1.1	45.81	1.18 : 1
1.2	41.83	1.39 : 1
1.3	38.06	1.63 : 1
1.4	34.50	1.90 : 1
1.5	31.17	2.21 : 1
1.6	28.05	2.57 : 1
1.7	25.15	2.98 : 1
1.8	22.47	3.45 : 1
1.9	20.00	4.00 : 1
2.0	17.73	4.64 : 1
2.1	15.67	5.38 : 1
2.2	13.78	6.26 : 1
2.3	12.08	7.28 : 1
2.4	10.55	8.43 : 1
2.5	9.18	9.89 : 1
2.6	7.95	11.58 : 1
2.7	6.86	13.58 : 1
2.8	5.90	15.95 : 1
2.9	5.05	18.80 : 1
3.0	4.30	22.26 : 1
3.1	3.65	26.40 : 1
3.2	3.09	31.36 : 1
3.3	2.60	37.46 : 1
3.4	2.18	44.87 : 1
3.5	1.82	53.95 : 1
3.6	1.52	64.79 : 1
3.7	1.26	78.37 : 1
3.8	1.04	95.15 : 1
3.9	0.853	116.23 : 1
4.0	0.698	142.26 : 1
4.1	0.569	174.75 : 1
4.2	0.461	215.92 : 1
4.3	0.373	267.10 : 1
4.4	0.300	332.33 : 1
4.5	0.240	415.67 : 1
4.6	0.192	519.83 : 1
4.7	0.152	656.89 : 1
4.8	0.121	825.45 : 1
4.9	0.095	1,051.63 : 1
5.0	0.074	1,350.35 : 1
6.0	0.0052	18,230.00 : 1
7.0	0.00023	434,782.00 : 1
8.0	0.00000068	1,470,588,284.00 : 1



Figure 5. Pearson's  $\chi^2$  test for goodness of fit  $D$  vs difference in age  $N - N_0$ , Phenoclypeus taenioides

$N - N_0$	$\chi^2$	$D$									
1	0.0000	0.0000	1	0.0000	0.0000	1	0.0000	0.0000	1	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	2	0.0000	0.0000	2	0.0000	0.0000	2	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	3	0.0000	0.0000	3	0.0000	0.0000	3	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	4	0.0000	0.0000	4	0.0000	0.0000	4	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	5	0.0000	0.0000	5	0.0000	0.0000	5	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	6	0.0000	0.0000	6	0.0000	0.0000	6	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	7	0.0000	0.0000	7	0.0000	0.0000	7	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	8	0.0000	0.0000	8	0.0000	0.0000	8	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	9	0.0000	0.0000	9	0.0000	0.0000	9	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	10	0.0000	0.0000	10	0.0000	0.0000	10	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	11	0.0000	0.0000	11	0.0000	0.0000	11	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	12	0.0000	0.0000	12	0.0000	0.0000	12	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	13	0.0000	0.0000	13	0.0000	0.0000	13	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	14	0.0000	0.0000	14	0.0000	0.0000	14	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	15	0.0000	0.0000	15	0.0000	0.0000	15	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0000	16	0.0000	0.0000	16	0.0000	0.0000	16	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0000	17	0.0000	0.0000	17	0.0000	0.0000	17	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0000	18	0.0000	0.0000	18	0.0000	0.0000	18	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0000	19	0.0000	0.0000	19	0.0000	0.0000	19	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0000	20	0.0000	0.0000	20	0.0000	0.0000	20	0.0000	0.0000
21	0.0000	0.0000	21	0.0000	0.0000	21	0.0000	0.0000	21	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0000	22	0.0000	0.0000	22	0.0000	0.0000	22	0.0000	0.0000
23	0.0000	0.0000	23	0.0000	0.0000	23	0.0000	0.0000	23	0.0000	0.0000
24	0.0000	0.0000	24	0.0000	0.0000	24	0.0000	0.0000	24	0.0000	0.0000
25	0.0000	0.0000	25	0.0000	0.0000	25	0.0000	0.0000	25	0.0000	0.0000
26	0.0000	0.0000	26	0.0000	0.0000	26	0.0000	0.0000	26	0.0000	0.0000
27	0.0000	0.0000	27	0.0000	0.0000	27	0.0000	0.0000	27	0.0000	0.0000
28	0.0000	0.0000	28	0.0000	0.0000	28	0.0000	0.0000	28	0.0000	0.0000
29	0.0000	0.0000	29	0.0000	0.0000	29	0.0000	0.0000	29	0.0000	0.0000
30	0.0000	0.0000	30	0.0000	0.0000	30	0.0000	0.0000	30	0.0000	0.0000



表七 6%乙表

期 日	單位									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2,542.1	2,667.5	2,837.0	2,707.1	2,719.6	2,757.6	2,788.9	2,773.4	2,738.8	2,708.3
2	1,459.2	1,497.5	1,476.0	1,479.7	1,499.9	1,504.8	1,483.9	1,483.0	1,484.0	1,478.8
3	1,247.7	1,193.4	1,118.7	1,105.1	1,098.4	1,090.8	1,084.2	1,078.2	1,074.0	1,071.0
4	1,033.3	1,087.7	1,143.0	1,201.5	1,259.8	1,303.2	1,341.5	1,374.7	1,402.7	1,425.1
5	844.0	818.0	773.6	734.8	703.8	679.4	661.4	648.4	640.4	636.4
6	674.4	647.7	617.7	584.8	549.8	512.8	473.8	432.8	389.8	344.8
7	504.0	477.7	444.6	408.8	370.8	330.8	288.8	244.8	198.8	150.8
8	334.0	307.7	274.6	236.8	195.8	151.8	104.8	54.8	2.8	-42.8
9	164.0	137.7	104.6	66.8	24.8	-21.8	-76.8	-130.8	-184.8	-238.8
10	84.0	57.7	24.6	-13.8	-67.8	-121.8	-175.8	-229.8	-283.8	-337.8
11	788.9	804.6	818.7	829.5	836.2	839.6	840.6	839.1	835.1	828.7
12	779.8	777.0	763.0	735.4	704.9	672.4	638.0	601.6	563.4	523.5
13	770.2	760.2	737.4	702.8	656.2	607.6	567.0	524.4	480.0	433.8
14	761.8	748.2	721.4	682.8	632.2	579.6	525.0	469.4	412.8	355.2
15	754.6	743.1	721.6	681.4	628.4	573.8	517.2	459.6	401.0	341.4
16	748.2	737.4	715.6	674.8	621.8	566.2	509.6	452.0	393.4	333.8
17	742.6	732.4	710.6	670.4	617.4	561.8	505.2	447.6	389.0	329.4
18	737.0	727.4	705.6	665.4	612.4	556.8	499.2	441.6	383.0	323.4
19	731.4	722.4	700.6	660.4	607.4	551.8	494.2	436.6	378.0	318.4
20	725.8	717.4	695.6	655.4	602.4	546.8	489.2	431.6	373.0	313.4
21	720.2	711.4	689.6	649.4	596.4	540.8	483.2	425.6	367.0	307.4
22	714.6	705.4	683.6	643.4	590.4	534.8	477.2	419.6	361.0	301.4
23	709.0	700.4	678.6	638.4	585.4	529.8	472.2	414.6	356.0	296.4
24	703.4	694.4	672.6	632.4	579.4	523.8	466.2	408.6	350.0	290.4
25	697.8	688.4	666.6	626.4	573.4	517.8	460.2	402.6	344.0	284.4
26	692.2	682.4	660.6	620.4	567.4	511.8	454.2	396.6	338.0	278.4
27	686.6	676.4	654.6	614.4	561.4	505.8	448.2	390.6	332.0	272.4
28	681.0	670.4	648.6	608.4	555.4	499.8	442.2	384.6	326.0	266.4
29	675.4	664.4	642.6	602.4	549.4	493.8	436.2	378.6	320.0	260.4
30	670.0	658.4	636.6	596.4	543.4	487.8	430.2	372.6	314.0	254.4

附表九 1%表

年	元									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4.1035	4.2083	4.3294	4.4573	4.5921	4.7338	4.8823	5.0385	5.2024	5.3741
2	1.7640	1.7148	1.6718	1.6339	1.6007	1.5720	1.5475	1.5260	1.5064	1.4886
3	1.2523	1.2328	1.2152	1.1993	1.1848	1.1715	1.1592	1.1478	1.1372	1.1273
4	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
5	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
6	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
7	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
8	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
9	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
10	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
11	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
12	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
13	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
14	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
15	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
16	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
17	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
18	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
19	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
20	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
21	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
22	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
23	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
24	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
25	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
26	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
27	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
28	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
29	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
30	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
31	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
32	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
33	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
34	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
35	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
36	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
37	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
38	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
39	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
40	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560
∞	1.2103	1.1882	1.1677	1.1486	1.1307	1.1139	1.0981	1.0833	1.0693	1.0560

元

◎ 高中師範教育教本 ◎

- |         |                      |    |    |
|---------|----------------------|----|----|
| 各科新教學法  | 劉仁甫                  | 一冊 | 二元 |
| 現在教學法通論 | 郭鳴鶴                  | 一冊 | 八角 |
| 興味與教育   | 孫 鈺                  | 一冊 | 五角 |
| 遺傳與兒童訓練 | W. D. Chapin<br>杜增瑤譯 | 一冊 | 八角 |
| 現代哲學    | 瞿世英                  | 一冊 | 七角 |
| 教育與哲學   | 瞿世英                  | 一冊 | 五角 |
| 小學教材研究  | 孫 鈺                  | 一冊 | 六角 |

◎ 普通心理學 ◎

定價一元二角 精裝一元五角

本書著者積十年以上之研究，著成此書。內容撮行爲派，意識派，完形派，及變態心理學之精英，融會貫通，自成系統。誠海內關於普通心理學之第一本著作也。本書共參考書籍四十餘種，插圖四十餘幅。并於每原則之下都有事例說明，亦有出自外國者，亦有出自本國者。教學參考，均應人手一編。

文化學社  
最近出版 **博物書類**

○初中博物教本○

新標準 初中植物學	李約	一冊	五角
新標準 初中動物學	李約	一冊	七角
新標準 初中衛生學	朱隆勳	一冊	六角
初中礦物學	黃人濱	一冊	五角
初中生理衛生	李約	一冊	五角
初中植物學	朱隆勳 張起煥	一冊	六角
初中動物學	朱隆勳 張起煥	一冊	七角
○高中博物教本○			
生理學	周頌聲	上下冊各	三元
組織學綱要	鮑鑑清	一冊	一元四角
高等生物學	吳元滌	一冊	一元二角
生物學史	鮑鑑清 洪式閔	一冊	五角

**數學書類**

○初中數學教本參攷書○

初中師範算術	高佩玉	一冊	一元
初中新算術	王鶴清	一冊	一元
平面幾何學	Schulze Sevenoak Schuyler 王俊奎譯	一冊	一元二角五分
初等幾何學	馬純德譯述	一冊	一元二角
算術新解法	高佩玉	一冊	六角
算術分類詳解 難題	王錦璋	一冊	六角
算術及其詳解 範問題	王錦璋	一冊	七角

民國二十四年三月初版發行

實價大洋一圓

(實價不折不扣  
外埠酌加郵費)

作物育種學



版權有所翻印必究

著者 蔣滌舊

發行人 邵松如

印刷者 文化學社

北平和平門前  
文化學社  
電南三五八〇

總發行所

北平和平門前電話南局三五八〇  
有線電報掛號二四二九

文化學社

分發行所 上海公共租界老靶子路三六九號

開封特約分社  
鄭州特約分社

本書已照出版法呈請內政部存查

