

高中及專科學校用

生物學

編著者 吳元滌

世界書局印行

中華民國二十二年九月初版

高中及專科用

生物學(全一册)

平裝定價銀一元六角
精裝定價銀一元九角

(外埠酌加郵費匯費)

編輯者 吳元 濼

出版者 世界書局

發行人 沈知方

出版者 世界書局
上海大連路



發行所 世界書局
上海四馬路

序 言

二十世紀的生物學科突飛猛進，發揚蹈厲，各種學術思想，多受生物學的影響而革新推進，我國近年亦稍見發展，大學設有專系，中學定為學程，而調查研究亦漸趨精邃，但生物學的著述，則尚屬枯窘，既無詳略適宜的教本更乏精穎賅博的參考，教者學者均感困難，本書乃彙集東西名著，融會貫通，斟酌損益，纂訂成編，可供大學，專門和高級中學的教本或參考。

本書的章節程序，以最近教育部頒訂的『高中生物學課程標準』為基礎，並酌量補充擴大，以期完善。全書共分十八章，七十六節，各章取材分量，大致均平，各節綱領亦力求清醒，所有深奧原理，繁複事實，概分條剖析，列舉疏證。

敘述文字，則避免舊式的修辭，並不用新體的語調，以平易簡潔明白曉暢為主，至於術語譯名，概依據從前中國科學名詞審查會所審定的為準，但有許多新見術語，則概照原意逐譯，均各附原文，藉便查考。

本書關於生命現象的物質基本物質和能力的代謝作

用生長,生殖,發生,生態等事實,以及變異,遺傳,優生,天演等學說和法則論述特爲翔實新穎,而最後一章,更論及人類的由來,所以確實證明人類在自然界中的地位,並可了解生物學的人生觀。

各章末尾附有『提要』一欄概括每章的要點,藉供思維暗記,更附有『問題』一欄以備複習討論,教學時可斟酌採擇。

本書附圖概選自東西專著,亦有係著者實習所作,故大小形式,標註符號未能統一,而體裁編制論斷例證,亦不免疵謬粗疏,至希專家先達,賜以批判教誨爲幸!

中華民國二十一年一月,

吳元滌謹識,

目次

緒論	1
第一章 生物和無生物	
第一節 生命原始	9
第二節 生命的特徵	13
第三節 生命的物質基礎	16
第二章 動植兩界的區別	
第一節 生物出於同源	23
第二節 高等動植物的區分標準	28
第三節 動物和植物的相關	30
第三章 生物體構造的單位	
第一節 細胞的構造	35
第二節 細胞的生理	39
第三節 細胞的分裂	42
第四節 細胞研究的歷史	48
第四章 組織	
第一節 組織的原始和分化	55

第二節	動物組織	59
第三節	植物組織	64
第五章	器官	
第一節	器官的原始和大別	73
第二節	高等植物的器官	74
第三節	高等動物的器官	84
第四節	器官的變異和演化	100
第六章	代謝作用	
第一節	維持生命的要素	108
第二節	構成和分解	114
第三節	物質代謝	116
第四節	能力代謝	120
第五節	生活素	123
第六節	醱酵素	126
第七章	動物的營養	
第一節	動物攝食方法	135
第二節	分泌和消化	140
第三節	吸收作用	143
第四節	循環作用	145
第五節	呼吸作用	148
第六節	排泄作用	150

第八章	植物的營養	
第一節	植物食物的原料	155
第二節	光合作用	157
第三節	蒸發作用	160
第四節	同化作用	161
第五節	呼吸作用	164
第六節	寄生植物和食蟲植物的營養	166
第九章	感應	
第一節	植物的刺激感應和運動	175
甲	自發運動	175
乙	刺激運動	176
第二節	動物的神經官能	179
第三節	動物的內分泌和刺激素	183
第十章	生殖	
第一節	生殖的意義	191
第二節	生殖細胞的原始和構造	192
第三節	生殖細胞的發生和成熟	197
第四節	受精現象	201
第五節	無性生殖	203
第六節	有性生殖	206
第七節	世代交替	209

第十一章 發生和生長

- 第一節 植物胚胎的發生……………218
- 第二節 植物的胚期後發生……………220
- 第三節 動物胚胎的發生……………220
- 第四節 個體發生,系統發生和生物發生律……………230

第十二章 遺傳

- 第一節 孟德爾氏以前的遺傳觀念……………235
- 第二節 孟德爾氏定律……………239
- 第三節 因基說……………249
- 第四節 性染色體和伴性遺傳……………256
- 第五節 動植物的育種……………262

第十三章 優生學概要

- 第一節 優生的意義和起原……………267
- 第二節 人類的遺傳……………269
- 第三節 優生的實際問題……………282

第十四章 適應

- 第一節 動物的體構適應和功能適應……………285
- 第二節 植物的體構適應和功能適應……………294
- 第三節 生物間相互的適應……………305

第十五章 天演

- 第一節 拉馬克氏以前的物種由來概念……………309

第二節	拉馬克氏學說	311
第三節	達爾文氏學說	313
第四節	惠詩曼氏學說	316
第五節	寶佛雷氏學說	318
第六節	天演的證據	321
第十六章 分類		
第一節	分類的必要和其方法	333
第二節	植物分類的大綱	335
第三節	動物分類的大綱	337
第十七章 動植物和人生的關係		
第一節	生物の利用	341
第二節	生物的毒害	343
第十八章 人類的由來		
第一節	人類研究的發軔	349
第二節	人類形態的特徵和自然的位置	350
第三節	人類的先祖	351
第四節	原人的特徵和原人的化石	353
第五節	人類出現時代和其發祥地	356
附錄 生物學中西名詞索引		
本書教學進度細目		
生物學實習教學進度細目		

生 物 學

緒 論

生物學爲近世最新穎的科學，且爲吾人所不可缺少的知識。自西曆紀元前四世紀，希臘哲儒阿里士多德氏 Aristotle (384-322 B. C.) 解剖生活體，論述動植物形體構造以後，關於生活體的研究，代有精進，未嘗或輟。直至最近數十年間，對於生活現象的解釋，已得有新方法新途徑，即從來認爲不易解決的生命起原，和物種由來等重要問題，都可以從這種新方法上，新途徑中，去探討，去考證。

在古代科學未發達，人們對於自然現象，大都抱驚奇神秘的觀念，以爲風雲變幻，日月運行，動植蕃息，以及人類演進等，皆爲造物者所創造，神明所主宰。至後科學漸進，這種神秘幻想，遂失其根據而消沉。自物質不滅的定律 Law of Conservation of Mass 發明，對於自然物的生成和變化，始能探其因果。自能力不滅的定律 Law of Conservation of Energy 成立，對於自然力的功能和本質，始得明其秘奧。現時科學上所引用理學法則，就是根據物理學和化學的方法原理，來解決一切萬有的自然現象。

生物爲自然物類中具有生命的生活物體，所有生物的形體構造生理作用生態適應等，其關係，其變化，在現時科學的立場上觀察，當然多可以應用理學的法則來說明。故生物營養生長的消費，運動刺激的感應，生殖發生的過程，遺傳變異的基本，要不外乎物質和能力的代謝轉換。是即應用科學的法則來研究生物所得的新概念，而生物學所以成爲嶄新的科學，亦造因於此。

現在的生物學和從前的博物學，其研究的對象雖同，而研究的方法和結果則大異。博物學的研究，專以分類記載爲中心，就自然界森羅萬象的物類，無論有生無生，皆當一一考查其形狀，比較其異同，整理區分，使學者得有系統的知識，動物學植物學礦物學即由是產生。至於生物學的研究，則以推論思考爲中心，就生物界複雜紛陳的生活現象，論究其共同理法，和相關的因果，使學者明瞭生活物質的基本，和生活現象的真諦。

依上文所述，可知生物學實爲研究生命的科學。英語稱 Biology，其語原是從希臘語的“βιολόγος”所轉變，(βίος = Bio = life 爲生命的意義；λόγος = logy = discourse，爲論述的意義，) 其本意即爲討論生命問題的學問。首先創造這名稱的，爲德國的德雷維蘭那氏 Treviranus (1776-1832)，在 1802-22 年，氏著有「生物哲學」“Biologie oder die philosophie

der lebenden Natur', 始確定生物學的界說,而法儒拉馬克氏 Lamarck (1744-1829)亦曾首先應用生物學的名稱於著述,以推論動植物生活相關的現象,故生物學早起源於十九世紀初期,而發達進步則在最近的三四十年,自生物學發達後,不僅物質科學受生物學的影響而改進,即精神科學,如哲學,社會學,心理學等,亦因受生物學的支配而革新。研究生物學的使命,在學術思想上,所以探究自然的真理,生命的起原,發見種種的事實和法則以解釋生物的生存,原始和演進等問題,於人文發展很為重要,此外於人生日用上關係亦極密切,如農林,畜牧,醫藥,育種,優生等種種應用學術和技能,皆由生物學所分化,即增進生產,改善人生,都需要生物學的知識來運用,於國家的經濟發展和社會的安寧幸福,息息相關,故生物學不僅是博物學家,物理學家,化學家,和農林技師醫生等所當習知,即哲學家,教育家以及政治經濟學家亦應研究。

研究生物學的方法,當注重於觀察 Observation 和實驗 Experiment, 所謂觀察,係不變更生物的自然本質,專藉吾人感官的經驗,以認識生物的形態構造習性等實況,至於實驗,則須用人工的考案,變更生物的自然狀態,以查察生物的生理,生態,感應,變異等結果,例如考究植物的根,莖,葉,各部分的形性,或動物的體部器官的組成,均可用觀察方

法一一剖判,必能詳晰無遺.但是要明瞭根的如何吸收,莖的如何通導,葉的如何製造有機物質;更如消化器官的如何消化,呼吸器官如何呼吸,神經系統的如何感應,其物質上的變化,能力上的動靜等,非用實驗的方法,施以種種試驗,反覆證明,不能知之.故生物學的研究,不尙空談,當求實證 (Fact); 不重個別的記述,須發見共同的法則 (Law).

生物學雖以生物為研究的對象,但範圍廣博,分科極繁,就普遍而論,則生物學實繫各分科的要綱,倘從事精詳,則各分科均為專門的學問.故生物科學,論其內容,則包含動物學和植物學兩科.而別其性質,則可分為形態學和生理學兩大類,茲細別之如下:

形態學 Morphology 動植物機體的構造,細胞的組織和胚體的發育經過等,均屬本分科的範圍.更可分為八種重要的分科:

1. 解剖學 Anatomy. 考查動植物體的巨大構造,或分體解析,無須藉顯微鏡的幫助.

2. 組織學 Histology 考查動植物體的細微構造,必須藉顯微鏡的幫助.

3. 細胞學 Cytology 考查動植物構造上的單位形質,藉高深精密的顯微鏡技術,判明細胞的外形和內質,以及對於生長,生殖,遺傳,變異等的關係.

4. 胚胎學 Embryology 一名發生學亦稱個體發生 Ontogeny. 考查動植物如何從一個受精的卵細胞,發育生長為成體的經過,即論究個體的組織,和器官發達變遷的程序.

5. 病理學 Pathology 生物體的組織和器官,每因特殊的情況,發生畸形奇狀,致呈病態,病理學即考查其致病的原因,和預防的方法.

6 古生物學 Paleontology. 一名化石學,係考查地下埋存的化石遺跡,和現時生存的生物相互比較,以證明物種由來和系統發生 Phylogeny 的實例.

7. 分類學 Taxonomy. 考查各生物間遠近親疏,整列成系統,以區分種類,便於識別.

8. 分布學 Distribution 考查現在和過去的生物,在地理上分布的情況,可知地球上各區域生物羣落的特徵,和繁榮殄滅的原因.

生理學 Physiology 動植物機體的功能,生活上各種的適應變異等,均屬本分科的範圍,更可分為六種重要的分科:

1. 普通生理學 General Physiology 論究動植物各種的生理作用,根據理學的法則,以解釋生物各器官的活動和功能,更有人體生理學,動物生理學,植物生理學的區分.

2. 實驗動物學和實驗植物學 Experimental Zoology and Experimental Botany 就動植物各種生活現象,用人工變更其本質,經種種試驗,以論究其因果關係。

3. 生態學 Ecology 就動植物和環境的關係,論究其適應變異的實況。

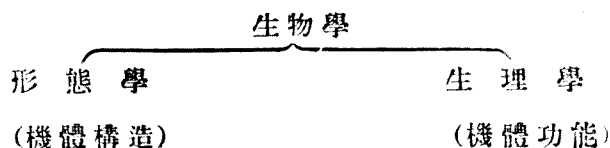
4. 遺傳學 Genetics 論究生物親子形質的相關,和先祖形質的本原,以明種性的繼承,和變異的定律。

5. 心理學 Psychology. 論究高等動物神經系統的官能,以及生活物質刺激感應的現象,而推論習性,行爲,本能的起原和發展。

6. 社會學 Sociology. 論究生物羣類生活的機體組織,和共存共榮的關係,但人類社會的情狀,尤爲繁複,故普通概以人類社會爲研究的對象。

7. 進化論 Evolution. 論究物種由來,生命原始,以確定生物演進的系統和法則,須綜合形態學生理學各分科的事實和論證爲基本,故進化論不能認爲生理學方面的分科,實生物科學最後的結論。

茲爲簡明計,把生物科學的各分科,列表於下:



植物學	1. 解剖學 (大形構造)	動物學	植物學	1. 普通生理學 (器官功能)	動物學
	2. 組織學 (細微構造)			2. 實驗動物和植物學 (生活現象的法則)	
	3. 細胞學 (構造單位)			3. 生態學 (生物和環境的關係)	
	4. 胚胎學 (個體發生)			4. 遺傳學 (種性的形質單位)	
	5. 病理學 (畸形病態)			5. 社會學 (生物生活集 團和演進)	
	6. 古生物學 (過去生物 系統發生)			6. 心理學 (刺激感應神經作用)	
	7. 分類學 (物類系統)			7. 進化論 (物種由來生命原始)	
	8. 分布學 (生物羣落和 地理的關係)				

提 要

1. 生物學是應用理學的法則來解釋生物的生活現象所謂生命的科學。

2. 生物學應行討論的範圍主要的有如下列七條：

a. 生物形體構造的基本和法則。

- b. 生物體內物質和能力的代謝.
- c. 生活物質的生成和原始.
- d. 個體發生和系統發生的經過和關係.
- e. 遺傳變異的原因和法則.
- f. 生物的自然系統和演進.
- g. 物種由來,生命原始.

3. 以觀察和實驗為研究的方法;以事實和因果,為論證思考的根據.

4. 生物學是啓發自然,發見真理,並能利用厚生使人類生活改善.

5. 生物學包括動物學和植物學各分科,以形態和生理為觀察實驗的基本.

第一章 生物和無生物

第一節 生命原始

據現時生物學上所公認的信條，爲「生物生自生物」“Omne vivum e vivo”，「細胞生自細胞」“Omnis cellula e cellula”，這兩句話，曾經許多學者的研究，和長時間的討論，認爲生物的定律，毫無疑義。故生物必有其先祖，生命必有其原始，但最初的老祖何自來？最先的細胞何由生？雖有種種的推想，然難得精確的論斷，或謂自然產出，或謂成自無生則究竟出現於何時？是否能繼續生成於現世？均無實例可以證明，故生命原始問題，自古至今，尚屬疑案，爲學者疑難思辨的焦點，而古來占有思想中心勢力的，則爲生物偶生說。

生物偶生或稱無生原始說 Spontaneous Generation or Abiogenesis. 在昔科學未發達，顯微鏡未發明前，生物偶生或自然發生的思想，深入人心，歐西古代，常有牡牛肉能化蜜蜂，汗泥可產青蛙的傳說，復有腐肉生蛆，河泥成螺的假

想。考之中國典籍，亦有腐草化螢，雀入大水爲蛤等的記載。以爲生物得自由從無生物發生動植無論高下，得自由相互變化。所謂濕生，化生，常和卵生，胎生，同認爲生命創始，物種由來的法則。自十七世以來，經許多學者的精密實驗，抉摘其謬誤，指證其無稽。直至十九世紀的後期，生物偶生的思想，纔失其根據。茲記其重要的實驗和論證如下：

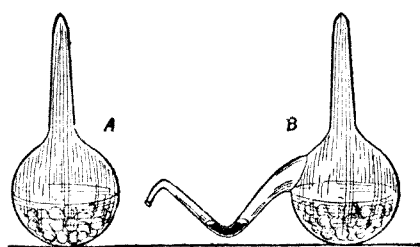
1 李德氏的實驗 意人李德 Francesco Redi (1626—1694) 懷疑腐肉生蛆的謬誤，曾實際試驗，將肉分別置於兩容器中，一器密封其口，一器則否，結果則不封口者生蛆，封口者則否。是因封口者蠅和肉不能接觸，故肉雖腐而蛆不生。可證明肉中的蛆，實產自蠅卵，並非化自腐肉。氏本此實驗，極力反駁生物偶生的虛偽，認生物皆有本原，大爲當世所驚駭，是非辨論，歷二世紀，至1875年，更經許多的實驗，李德氏的主張方纔確定。

2. 施伯蘭霜氏的實驗 李德氏的實驗，本極粗陋，封口不甚完密，殺菌亦未曾知，蠅固不能入器產卵，腐肉不復生蛆；但微生物則仍可自由繁殖，使肉腐化。故當時有一種主張，以爲高等生物，必產自祖先，而微生物則可由自然發生，頗爲學者所贊同。但意儒施伯蘭霜 Spallanzani (1729—1799) 則反對之。氏將有機物質的培養基，置於燒瓶中，加熱煮沸後，密封瓶口，其通氣於瓶中的玻管，亦須有殺菌的裝

置,其結果則瓶內的培養基中,決不復有微生物的發生。氏因堅決主張微生物亦有其祖先,必產自胚種,和高等生物相等。

3. 巴斯德氏的實驗

法國著名科學家巴斯德



第一圖 生物偶生的實驗

A 施伯蘭霜氏的裝置

B 巴斯德氏裝置

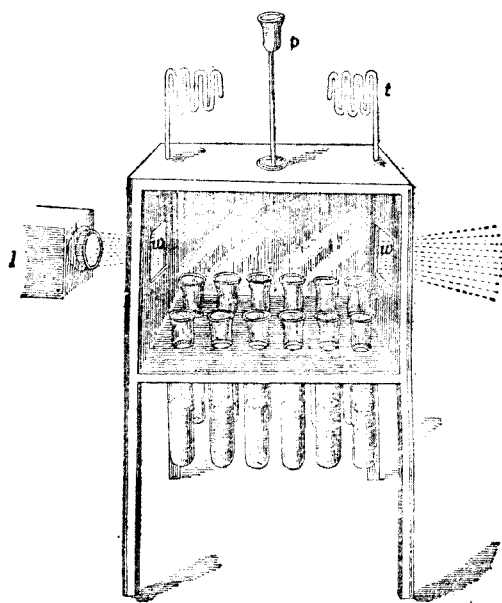
(說明參照本文)

Pasteur (1822—1895) 於

1861年,曾作精密的實驗,以反證微生物自然發生的謬誤。氏用一個平底燒瓶,其側面連接一曲折的玻管,以流通空氣,管的彎曲部,注有煮沸凝縮的水滴,以隔離空氣塵埃摻入的微生物,瓶內則置有機物質的培養基,經嚴格的殺生手續後密封瓶口,其結果瓶內的有機物質永不腐敗,而微生物亦決不發生。氏的實驗,不僅足以證明生物的決不會自然發生,而罐頭食品的保存,外科醫術的消毒方法等,亦因此而起源。(第一圖)

4. 丁道爾氏的實驗 英國物理學家丁道爾 Tyndall

(1820—1893) 更作精密的實驗,斷論生物偶生的非是。氏製一密閉不泄氣的矩形箱,內面滿塗甘油以吸取塵埃,兩側面有相對的玻璃圓窗,箱頂接有一對曲折的玻管,以流通箱內的氣體,管內壁亦塗甘油,箱頂壁中央插有長頸玻



第二圖 丁道爾氏生物偶生的實驗裝置

玻璃漏斗，箱底插入數個試驗管，口在箱內，底露於外，箱中空氣潔淨與否，可從玻璃窗壁考查之。倘箱內空氣已潔淨則從漏斗管將培養基分別注入各試驗管中，然後沸熱試驗管，以殺滅培養基中的微生物。其熱度和時間，須審慎確定。於是放置此箱，逐日檢視試驗管

l放光的燈 w玻璃窗壁 p漏斗 t曲玻璃管
由燈放強光，從玻璃窗壁射入箱內。倘箱中空氣已潔淨，無微生物存在，則通過箱內的光線，不能從箱的前面看見。

中有無微生物發現。據氏的實驗，決無微生物發生，因培養基中的微生物，已完全殺盡，而外來的空氣，因裝置完密，微生物亦不能摠入，胚種既絕，則生物未從發生。故氏於1875年發表其結論，謂『生物偶生，毫無事實可證明其存在，但其實驗的成功與否，則視實驗時方法的完備與否而定。』自此以後，生物偶生的思想，遂摧毀殆盡，廢棄無餘。（第二

圖)

據上述種種的實驗，現時生物學家概不認生命之得由無生起原，而造成有生原始 Biogenesis 的結論。然生命最初的發軔，究屬何來？則當論究宇宙初期物質的如何演進，地球構成時，生活物質的如何分化是等事實，在今日的科學範圍，尙不能得詳確的考證，故生命原始的問題，須待將來科學進步，方有解決。

第二節 生命的特徵

吾人在研究生物學以前，有生和無生的特質，應當如何區分，不能不先行解決。就大體而論，兩者的界限，很為顯著。如水氣，土，石等為無生物，草，木，鳥，獸等為生物，一望而知，無庸考慮。但嚴格而論其精微，則無生和有生，實難截然分界，或有物體介於有生和無生的中間，且有機物質的組成，同為無機物質的元素，故有生和無生，本無絕對的判別。茲姑就生命的特徵，略舉於下，以示有生和無生的概別。

1. 活動性 Activity 生物和無生物最著異的特點，即為自然活動性的有無，生物概具有獨立的活動性，無生物則否。例如一顆種子，當潛伏休靜的時候，和無生物相類似。倘使蒔植於適當環境之下，即茁芽萌蘖，發達為新植物。故種子具有這種活動性，當然屬於生物。但無生物中如時表，

火車,汽機等,亦均具有活動性,何以不屬於生物呢?這因機械的活動,完全感受外力而顯現,和生物的起源於體內的大不相同.故進一步言,凡物體須具有自發的活動性 Automatic activity 的,纔算有生命的生物.

2. 代謝作用 Metabolism 生命特徵中,最應特別注意的,即原形質所經營的代謝作用,為生物所特有,且為生命現象的出發點.原形質為膠質狀態的有機體,生活體的基本物質,能攝取營養物質以構成有機物質,更能受養化作用以分解有機物質.當生物生活時,原形質不絕經營構成和分解,使物質新陳代謝.前者或稱同化作用 Assimilation,後者或稱異化作用 Dissimilation.原形質因同化而增加,同時因異化而消費,機能極為微妙.且各生物的原形質,各有其特質,故其代謝的物質,亦各不相同,但因代謝作用而發生生活力,則各生物皆一致.

3. 生長 Growth 生物形體,千態萬狀,巨大如鯨,象,細小如螻蟻,各有定限.然其原始均由單一的卵胞漸次生長,以達一定的形體.而其生長的原因,則因生物體內物質的增加,機體的發育,是和無生物從外部物質的聚集而增大其體積的現象,絕然不同.故有稱無生物的增大,為外着生長 Growth by apposition. 稱生物的發育,為內填生長 Growth by intussusception.

4. 死亡 Death 生物生存期限,無論久暫,必有死亡。死為生的最後一幕,為生命現象的歸宿。哲學上對於死亡問題,雖有種種的推論,而原形質活動的停止和消失,實為死亡的主因。

5. 生殖 Reproduction 生物生長完成,即分離繁殖,產生新個體,以維繫生命於不絕,綿連種類於無窮。至於生殖方法的繁簡,則因生物的種類而異。

6 刺激感應性 Irritability 生物對於外圍的各種刺激,常顯示向背趨異等反應,為生命現象特徵之一,無生物所不備。在高等動物更有知識機能,為神經所主宰,其反應現象更為繁複。

7. 適應性 Adaptability 生物的器官構造,常受環境的支配,顯示種種的變異,是稱適應性。其變異的形質,則稱適應形質。例如動物的移動器,飛行的成翼,水棲的為鰭,陸生的具足。同一器官,因生活上需要的不同,遂形成特殊的形質以相適應,是實生物獨特的性質,無生物所絕無。且據生態和進化的法則,則生物適應性優越的,方能繁榮發達,否則不免淘汰滅亡。

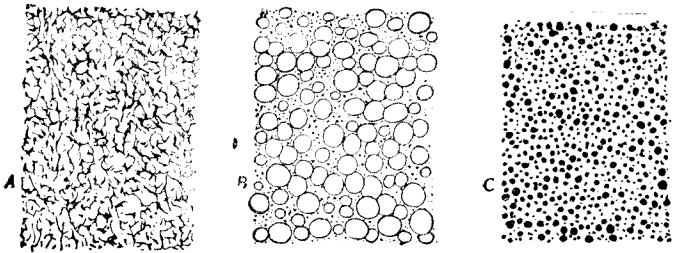
觀上述各點,則所謂生命現象,即為此等特徵表現的結果,吾人均可用實驗觀察方法,考查證明。總括生物生命全部的過程,亦可歸納為兩大要點:一為個體維持,一為種族

保存前者謀個體的安全，後者謀種族的蕃庶，無論動植，無論人類，生的任務，都不外乎是，無生物中雖或有類似生命特徵的一二的，然其結果，決不能綜合歸納於這兩點，無生和有生的根本不同，或即在此。

第三節 生命的物質基礎

生命的基礎為原形質，已為學術上所公認，1868年，英國生物學家赫行黎 Huxley (1829-1895) 首倡是說謂原形質為『生命的物理基礎』“Physical basis of life.” 而近世細胞學大家美國威爾孫 E.B. Wilson 教授，極贊同赫氏的說法，謂為科學上的名言，但現時關於原形質的性狀，則較赫氏當時的見解更為進步，赫氏以為原形質是一種的化合物，據近來生物化學上的考究則知原形質係極複雜的種種的蛋白質和其他支持生命上必要的化合物的混合體，各生物的原形質，固有多少的共通性，但常因生物的種類，各異其性質。

顯微鏡的性質 用顯微鏡考查原形質的形態，則為半透明半流動性的物質，呈膠質狀態的形體，無色，無臭味，全部構造均等，如在高倍鏡下觀察，又可見顆粒狀，纖維狀，網狀，和泡沫狀等構造，頗無定形，故學者的解釋亦各異其說，要知原形質原為生活物質，其自身有構成分解的作用，有



第三圖 原形質的顯微鏡構造

A 網狀 B 泡沫狀 C 顆粒狀 (仿 Wilson)

同化吸收的能力,故其構造實因時因類因物質的轉換而不絕變化,決非如無生物質的必具有定形的結構。就原形質普遍的構成而論,則由透明質 Hyaloplasm 的液狀基質,和海綿膠質 Spongioplasm 的顆粒體,兩種形質所混合組成。(第三圖)

化學的性質 據原形質的分析實驗,知構成原形質的化合物含有水分,鹽類等各種無機物質和蛋白質,炭水化合物,脂肪等各種有機物質極為繁複。茲分別略述各化合物的性狀如下:

1. 水分 原形質雖不溶於水,然其構成的物質中,實包含多量的水,其容量約占有 70% - 80%。水為最佳的溶劑,且有極大的比熱,為發生各種化學作用時所不可缺,且自然界如缺乏水分的供給時,則物質循環立停,生活體如缺乏水分的組成時,則生活機能全息。故構成生體的水分,亦

稱生活水,和礦物的結晶水,有同等的價值。

2. 鹽類 原形質內含有各種的無機鹽類,主為氯化物,硫化物,碳酸鹽類,磷酸鹽類,硝酸鹽類和曹達,加里,苦土等的化合物,其他尚有鐵,硅,碘,鋁,錳,鉛,銅,鋅,鋇,溴素等特殊的化合物,則視生物的種類而異,原形質中,鹽類約占有 1% 的容量,對於生活上各具有特殊功能。

3. 蛋白質 構成原形質的物質中,當以蛋白質最為重要,普通由炭,氫,氧,氮等四元素,複雜的結合,其比率大概為 C. 52%, H. 7%, O. 23%, N. 15%, 時或含有硫,磷,鐵,碘等,其構造極為繁複,生物異體的蛋白質,固各不同,即同體的蛋白質亦因器官組織的種類而各殊,故蛋白質的化學構造式,實難確定,即其種類究有若干,亦無從計數。

吾人普通易見的蛋白質,有鳥卵的卵白,乾酪的(俗稱奶油)酪素 Casein,肌纖維的肌蛋白質 Protein 等,大都可溶於水,用適當的試藥,可使沉澱,加熱即行凝固,受酵母或其他的化學作用,則可分解為各種的銻基酸 Amino acid 的簡單有機物質,生物化學家頗想結合各種的銻基酸使生成複雜的蛋白質,正在試驗中,現時尚未有結果。

蛋白質最特別的,為膠狀體 Colloid 的性質,常呈凝膠狀(Gel),乳狀(Emulsoid)和混濁狀 Suspensoid 等,在生活體內則多呈乳狀。

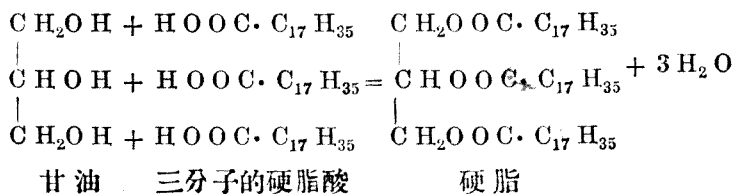
細胞膜原為半滲透性膜，原形質內的蛋白質，既屬膠狀體，故決不能滲透於細胞膜外，但水的可溶性物質，則可自由滲透細胞膜，故細胞內原形質能自由從細胞外攝入各種物質，以營同化構成等等作用。

4. 炭水化合物 炭水化合物廣分布於生物界，主為植物體內的貯藏物，而為動物的營養品，概由炭、氫、養，三種元素化合而成，其氫和養兩元素的分子比率，適相等於水的分子構造，故有炭水化合物的名稱。論其生成的原始，則須在生活的植物體內，方能形成，即綠色植物的光合作用，實為炭水化合物生成的原始。

炭水化合物普通分為葡萄糖 Glucose，甘蔗糖 Sucrose 和纖維素 Cellulose 等三大類，其一般的分子式為 $C_n (H_2O)_n$ ，或 $[C_n (H_2O)_{n-1}]_n$ ，亦或因其分子組合的繁簡，有多糖類，複糖類，單糖類等區分，每類中尚含有許多的種類。

5. 脂肪 脂肪的佳例為牛脂，羊脂，豬脂，菜油，豆油等，皆為食物的主要物質，動物概貯藏於脂肪組織內，植物則大都存於種子中，其成分和炭水化合物相類，同為炭、氫、養三元素合成，但其分子構造則大異。普通的脂肪，概由脂肪酸和甘油的化合物結合而成，其在常溫常壓呈液體的稱脂油，如呈固體的，則稱脂肪。但脂肪酸的分子組成，各有不同，故脂油的種類，亦極繁夥。例如硬脂 Stearin 的構成方程式

則如下:



動植物均能由攝入的營養物質,自行製成脂肪,如專用蛋白質和炭水化合物飼養動物,即能由此等物質轉化為脂肪,植物亦由其體內炭水化合物和蛋白質,變化成脂肪,是等轉變作用,完全是原形質的功能。

總之原形質為生命的物質基礎,其形態構造和化學組成,極為複雜,決非簡單的觀察,膚泛的推論所能詳盡,但各種的生活現象,均發源於此,倘吾人能將原形質的理學的特性狀和變化,闡發靡遺,則一切生命問題的疑議,即可迎刃而解決。

提 要

1. 原形質為生命的基本物質,一切生命現象,均由此發生。

2. 原形質為半透明半流動的體質,呈膠質狀態,由液狀的基質,和顆粒狀的晶質混合而成,全體均一。

3. 植物得直接攝取無機物質,在體內構成種種有機物質,動物則除水分,空氣,食鹽外,不能直接攝取無機物。

4. 蛋白質如經蛋白酵素或施加水分解作用,得分離產生一或數種銻基酸的單純蛋白質,但不能用人工方法,使數種或數個銻基酸分子,合成複雜的蛋白質.

5. 炭水化合物,專係綠色植物體內所生成.

6. 生物體內脂肪,一部由食物的脂肪成分直接同化,一部則由其他的有機物質所轉化而來.

問 題

1. 動物體內的無機鹽類如何生成? 何處得來?
2. 蛋白質和炭水化合物異點何在?
3. 脂肪和炭水化合物有何異點?
4. 澱粉和葡萄糖有何不同?
5. 膠質狀態的意義如何?
6. 原形質主要的功能有幾? 簡要條舉之.
7. 解釋原形質顯微鏡的形態,以何種學說最爲合理?
8. 原形質發見和研究的歷史能考查否?

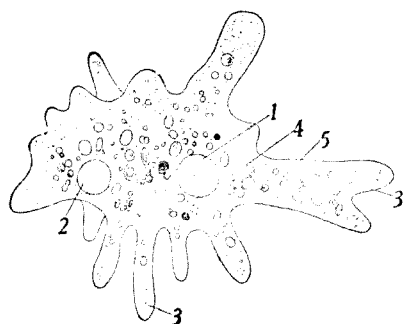
第二章 動植兩界的區別

第一節 生物出於同源

生物普通分動植兩界,如馥郁的香草,葱籠的嘉木,和飛潛的昆蟲,獠狃的獸類,孰動孰植,孩提盡知,無待識認。但就細微的原蟲,渺小的生體,即質之學者,亦難判別。據上章生命的特徵而論,已知生物的形態和生理具有共同的構造,和統一的定律。高等生物,因分化發達,其形性變異較多,而差別亦格外明顯,低級生物則形性單純,變異特少,而共同之點特多,是因生物的原始,本屬同源,並無分界。僅以分化發達的程度而略有不同。茲舉數種單純的生物於下,藉明同源的實例。

1. 變形蟲和變形菌 採取池沼污水中的浮滓和腐朽枯幹上的黏塊,用顯微鏡考查,可見變形蟲和變形菌的形體。兩者均為能變形流動的原形質體 *Plasmodium*, 從體部伸出偽足 *Pseudopodium*, 以匍匐移動。變形蟲 *Amoeba* 概透明無色,中央的原形質較為稠密,通稱內質 *Endoplasm*, 內

含一個細胞核 Nucleus 和伸縮泡 Contractile Vacuole, 更有無數的顆粒體, 其外圍的原形質, 則稀薄透明, 不含顆粒體,

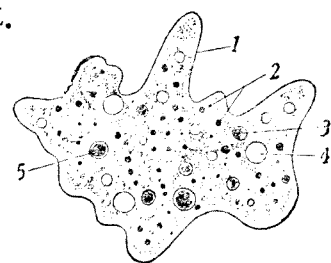


第四圖 變形蟲模式圖

1 核 2 伸縮泡 3 偽足 4 食泡
5 砂粒和消化的廢料 (自 Parker)

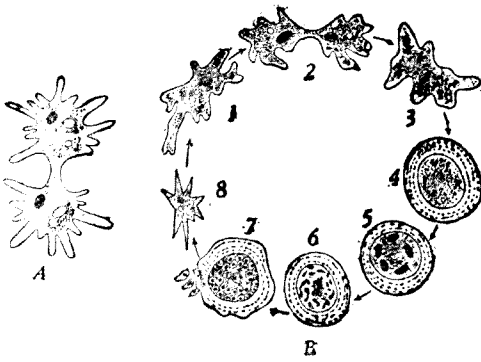
通稱外質 Ectoplasm, 前者為運動, 營養, 生長, 生殖的主要形質, 後者為保護或分化為被膜的形質。至於變形菌 Myxomycetes 的形體, 則為透明無色或呈黃, 紅色的原形質體, 內質中含有數多的細胞核, 數個的伸縮泡, 和許多顆粒狀物質, 藉偽足伸縮, 以匍匐運動, 和變形蟲幾完全相同。變形蟲和變形菌的食物, 皆運用其偽足, 攝取單細胞的藻類菌類或其孢子於內質中, 直接消化。

關於生殖, 變形蟲概為無性的分體生殖, 即成長達到一定的限度, 且環境適宜的時候, 其體內的細胞核, 先分裂為二, 繼以原形質亦二分, 生成兩個新體。如在環境不適宜的時候, 其外質變為堅厚的被膜, 全體圍



第五圖 變形菌的原形質體模式圖

1 偽足 2 顆粒質 3 食粒
4 空泡 5 核

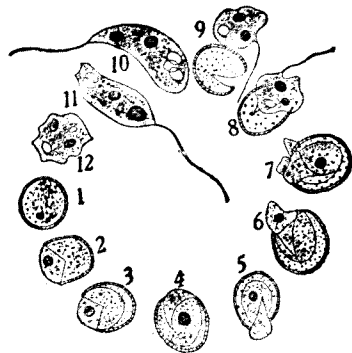


第六圖 變形蟲的生殖法和發生的程序

A 變形蟲分裂時的狀態 B 變形蟲的生命史
 1 成熟發達的變形蟲 2 分裂 3 分裂的新體
 4 被囊初期 5 細胞核繁複分裂 6 細胞核增生
 7 囊內除中央殘廢的以外，許多小細胞破囊膜而出，生成小變形蟲 8 新生變形蟲的幼體 (Doflein 氏原圖)

縮呈球狀，內部的細胞核，則繁複分裂，生成多數的小細胞。等到被膜破裂，則各個小細胞散出，發達成新體。至於變形菌，則因原形體的漸次發育，或數體合併成團塊，而形成大形的孢子囊；或變化發育，造成絲狀，葉

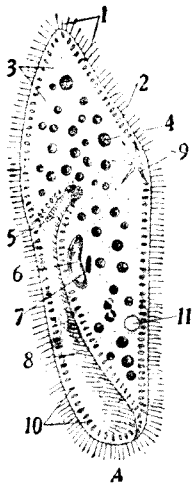
狀，塊狀，具柄軸的子囊體。囊中產生多數的孢子，每個孢子發芽繁殖為一個或四個的游走子，具鞭毛，能運動，至後鞭毛脫落，方成變形菌的本體。



第七圖 變形菌的孢子發芽和發生的程序

1 孢子 2-7 發芽順序 8, 9 發芽完了
 10, 11 游走子 12 變形蟲狀原形質體

2. 草履蟲和綠蟲 用枯草的培養液，或取污綠瀝水，置實驗室內，約經一



第八圖 草履蟲

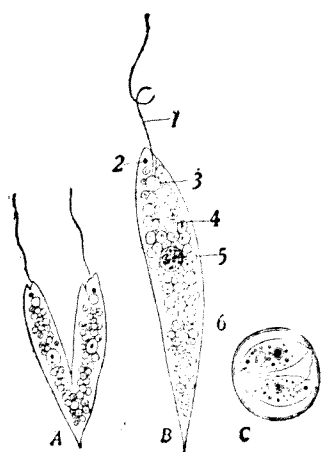
- | | |
|--------|-------|
| A 前端 | 1 纖毛 |
| 2 外質 | 3 內質 |
| 4 食泡 | 5 食道 |
| 6 大核 | 7 小核 |
| 8 口溝 | 9 伸縮泡 |
| 10 刺泡層 | 11 空泡 |

週,就顯微鏡下檢視,可見有草履蟲和綠蟲的蕃息,兩者均呈紡錘狀的單細胞體,在水中活潑游泳,略能伸縮其體,不能變形,草履蟲 *Paramecium* 為最大形的原蟲,長約 0.25 m.m.,呈橢圓形,宛如草履,普通為半透明無色,(但類似的種類頗多,亦有呈黃綠,鮮紅等色彩的)外質周圍密生纖毛 *Cilia*,並有皮層 *Pellicle* 和刺泡層 *Trichocyst*,藉以運動,保護和攝食,內質為流動稠密的原形質,內含一個或數個的伸縮泡,和大核 *Macronucleus* 小核 *Micronucleus* 各一,專營生長生殖營養等的功能,體的縱斜線,有一短裂隙,稱口凹 *Oral groove*,其緣亦密生纖毛,為食物入口的

定處,至於綠蟲 *Euglena* 多蕃殖於污水中,使水呈綠色,形體和草履蟲相類而較小,亦活潑游泳,兩端尖銳,一端有縱裂的口凹,由此生出一條細長的鞭毛,外質為透明的被膜,內質為富於葉綠的顆粒質,近口凹有一個赤橙色的色素點,稱眼點 *Eye-spot*,和伸縮泡,體部中央具一細胞核,其營養方法有兩種,一由鞭毛攝入有機固體於口,直接由內質消化,一由內質的葉綠素,行光合作用,自行製造有機物質,其

草履蟲的營養方法，則祇有前面的一種

草履蟲和綠蟲的生殖方法，頗為複雜，兩蟲普通多依無性的分體法而生殖，不過草履蟲為橫分，而綠蟲為縱裂，至相當時期，兩蟲更行有性生殖，但草履蟲祇兩體一部相接，交換其形質後，兩體仍舊分離，各自分生成新體，綠蟲則兩體（配偶子）完全合一，成圓形被體，囊內部再經複雜分裂，以產生新體，故兩蟲的生殖，其性質相同，



第九圖 綠蟲

- A. 分裂時的形體 B. 發達的個體 C. 休眠被囊體
 1 鞭毛 2 眼點 3 伸縮泡 4 色素粒 5 核 6 蛋白質體

而形式則稍異。

按普通動植物的分類，多以變形蟲草履蟲屬動物，以變形菌綠蟲屬植物，然亦有人以變形菌屬菌蟲類 *Mycetozoa*，以綠蟲屬鞭毛蟲類 *Mastogophora*，盡歸入動物範圍的，則單細胞生物的為動為植，人各異其主張，毫無定衡，如上述的四種的生物，極為原始，區別更難，變形蟲變形菌分化最簡，故共同性狀特多，草履蟲綠蟲分化較進，且程度相等，故性狀亦多相類，然和變形蟲變形菌相較，則又覺特異，由此可

證生物本屬同源，僅發達程度上可以定其區分，根本上則具有同樣的生命特徵，無從分界。

第二節 高等動植物的區分標準

從前博物學大家林那氏 Linnaeus (1707-1778) 曾區分自然物為三大類，即「礦物能生長；植物能生長和生活；動物能生長，生活，和感覺」，"Minerals grow: plants grow and live; animal grow, live, and feel". 這種定義當然過嫌簡略，不能賅括一切的事實，就現時生物學上的研究，則高等動植物可歸納為下列數點，為區分的標準：

1. 運動 從前常以動物能運動，植物則固着定處，不能運動，為區分動植的要點，實欠確當。動植物都能運動，低級生物運動的方式，如變形蟲狀運動，氈毛運動，伸縮運動等，動植完全一致，藉此使全體移動。倘若高等植物，則僅有局部的運動，如葉的睡眠，花的開閉，和莖的背地性，根的向地性等，皆屬於一部器官的變動，而不能移動其全體。在高等動物，則器官局部和全體，皆能運動，而獨立移動的現象尤為顯著。

2. 感應 生物對於外圍的刺激，均能顯示相當的反應為生命特徵的一種。不過低級生物，因為器官尚未分化，感應現象極為單純，不能據以區分動植。在高級生物，則動物

多具有神經系和感覺器，其感應作用，異常銳敏，知覺感覺分化特繁。至於植物，因缺乏神經和感覺的特殊器官，其感應作用，極為遲鈍，且無若何的分化。

3. 營養 高等動物和植物的營養方法，差異特著，區分較明。動物專攝取固形有機食物，即直接取動植物為營養。植物則專吸取液體或氣體的無機物，間接的製成營養物質以營生，如食蟲植物寄生植物，雖亦直接攝食有機物質，但究屬少數，不能當作通例。植物能將無機物製成有機物，完全是葉綠素的功能，故高等植物，多具有葉綠素，而動物則缺如。

4. 器官 植物需要的無機物質，或來自地下，或取諸空中，自然界存在較豐，得之自易，不必有捕獲吞嚥的勞力，因以器官簡單，且多發達於體外，如繁枝密葉，巨幹深根，即藉以廣占空間，擴大面積，以多得日光，多攝物質。動物則全賴生活的有機物為生，非經探搜攫取，攻擊角逐，不能獲得，故器官發達，感應運動，銳敏活潑，且因消化分解固體有機物質，其器官多發達於體內，如消化器，循環器，呼吸器，排泄器等，構造複雜，多不現於體外，是亦動植物區分上最顯著的一點。

5. 細胞膜質和細胞間質 植物細胞的細胞膜，因含有細胞膜質（或稱纖維素）Cellulose，特為堅厚，動物則缺乏

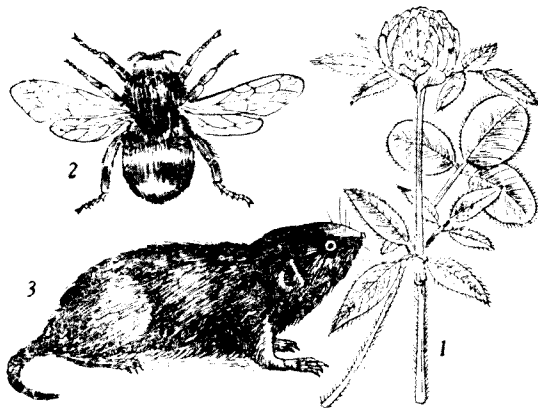
這種形質，細胞膜異常菲薄，在顯微鏡下考查動植物組織的時候，植物細胞分界鮮明，動物細胞分界隱約，即因細胞膜質有無的緣故。動物有許多組織，如皮膚，硬骨，軟骨等，除細胞外，還有細胞間質 Intercellular substance 的填充物質，這是植物組織所無。

以上僅就高等動植物器官分化的殊異，略示區分，其間尚有不少混同相類的特例。總之，植物藉光合作用構成有機物質，而動物則間接直接分解消費有機物質，一方行物質的建設，一方行物質的破壞，自然界即因為這種相反的物质變化，而發生生命現象，動植物的區分要點，多根本於此。

第三節 動物和植物的相關

自然界動物和植物，決不能單獨存在，其關係極為密切，且非常複雜，或相扶相助以維繫生存，或相殘相賊以抑制繁殖，而動植物各個體間，亦因有這種相對利害關係，和微妙的作用，使動植物的興衰繁殄，保持其常態，這種現象，稱自然界的平衡。倘一旦突有他種原因，失卻其平衡，則生存競爭，優勝劣敗的現象，立刻發生。例如英雀輸入北美，在一八五七年起，三十年中間，陸續有人輸入一千五百羽，放生於十六處的地方，在北美廣大的區域，這區區千餘羽的英

雀，真是滄海一粟，無關大體。不料英雀生殖力極強，不久散布全美，損傷穀物，且襲擊北美原有的鳥類。至一八八九年，據美國農部的報告，被英雀殘害的食蟲益鳥，已達七十種，因以害蟲增多，農產大受損失，當時以撲滅英雀，認作農業上重大的問題。可證英雀入美，竟擾亂北美自然界的平衡，不僅是北美固有的鳥類被其摧殘，並且影響到人生經濟，關係可稱重大。更有一實例，為英國生物學大家達爾文氏 Charles Darwin (1809-1882) 的記述，『英國飼牛，以斑葉雲英 (Clover) *Trifolium pratense* 為主要的飼料，但該植物的結實，一定要有花蜂 *Bombus* 來傳粉，則花蜂的增減，和斑葉雲英的繁殖，就發生重大的關係。但是花蜂的害敵為野鼠，其



第十圖 斑葉雲英和野鼠的關係

1 斑葉雲英 2 花蜂 3 野鼠

蜂巢三分之二，多受野鼠的侵害，而野鼠的繁殖，又和家貓的多少為反比率。村落附近畜貓多，野鼠少，花蜂繁殖，因此斑葉雲英收穫特多。則貓和斑葉雲

英,普通的見解,似乎毫無關係,而實際上竟發現這種複雜的因果』,英國人多食滋養多的牛肉,所以身體強壯,精力旺盛,故德國的生物學家赫克爾氏 Haeckel (1834-1919) 亦說:『英國的富強,以多貓起其源』,雖不免過甚其辭,然即此可見動植物相關的複雜,其錯綜奇妙,實出人意表。

茲更就生物學的範圍而論,則動物和植物的關係,得簡單歸納為下列數點:

1. 營養 動物和植物的營養,實相互維繫,不能單獨生存,動物直接間接依賴植物為食料,分解消化,呼出炭養氣,被植物吸取,為供給光合作用的原料;同時放出養氣,散於空中,復被動物吸取,為發生養化作用的張本,其關係乃聯絡循環,交相為用。

2. 生殖 蟲媒植物須藉昆蟲的傳粉,因以昆蟲的口器,和花部的形色,各有其特殊的適應,使各得其宜。某種植物,必須有某種昆蟲的傳粉媒介,纔可以結實。



第十一圖 香蘭 *Vanilla planifolia* 示果實
和有花的一枝

倘若缺乏這種昆蟲，則該植物必花而不實。如原產於墨西哥的香蘭 *Vanilla*，移植於東印度後，因無媒介香蘭花粉的昆蟲，故非用人工授粉的方法，不能結實。此外如果實種子的散布，在在和動物發生關係的實例很多。（第十一圖）

3. 人生關係 吾人生活所需，無一不取資於動植物。近時科學進步，技術日精，菌蟲病害可預防，育種栽培可實驗，則利用厚生的範圍，固隨知識的增進而進展。且人亦屬生物的一分子，人類生存，當然亦同受自然法則的支配，故人和動植物的關係，亦猶動植物相互間的關係，其錯綜奇妙，尙非本文所能詳盡。

提 要

1. 動植物出於同源，愈近於原始的，形質愈簡單，愈分化發達的，形質愈複雜。
2. 單細胞生物最爲原始，故無動植物的區分。
3. 高等生物，因分化發達的程度，得區分爲動植物，但根本的生命特徵，則完全同一。
4. 植物的器官，發達於體外，動物的器官，發達於體內，其原因在攝食和營養方法的差異。
5. 植物是有機物質的建設者，動物是有機物質的破壞者。
6. 動植物不能單獨生存，以相助相殺的現象，保持自

然界的平衡。

7. 生存競爭為自然界失卻平衡的原因,優勝劣敗是其結果。

8. 人類亦同受自然法則的支配而生存,與一般的動植物有同等的形質和關係。

問 題

1. 生物同源有簡單的證明否?

2. 比較變形蟲和變形菌的同異。

3. 用圖解說明變形蟲的生活史 (Life History)。

4. 變形蟲和草履蟲均能無性的分體生殖,是否是生生不絕? 有無生和死的定限?

5. 試檢舉確能獨立移動的植物數種,並說明是何種運動現象。

6. 試檢舉不能移動,固着生活的動物數種,並說明其何以能分布生長於各地?

7. 何為自然界的平衡? 依何種條件能保持平衡?

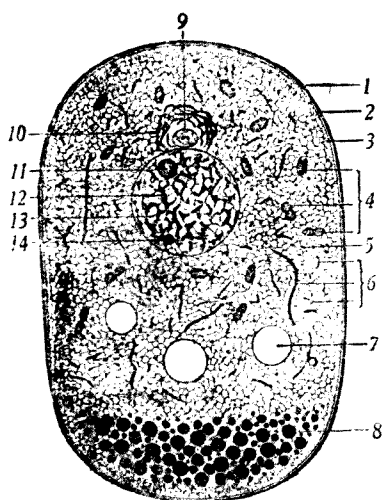
8. 有機無機的物質變化,何以能發生生命現象?

9. 動植物區分的標準如何?

10. 人在自然界的地位如何?

第三章 生物體構造的單位

第一節 細胞的構造



第十二圖 細胞模式圖

- 1 細胞膜 2 細胞質膜 3 細胞質
 外質 4 成形體 5 細胞質 6 粒
 綫體 7 空泡 8 後成形質 9 中心球
 10 Golgi體 11 小核 12 染色質
 13 核網 14 染色質塊

生物形體無論巨細，概有定形的構造，其最細微的單位，稱細胞，係原形質所造成。多數細胞相羣集則成組織 Tissue，各種組織相結合則成器官 Organ，故高等生物的形體，為無量數的細胞構成，通稱多細胞生物 Multicellular organism。最原始生物的形體，為單一的細胞個體，通稱單細胞生物 Unicellular organism。

細胞構造，大體一致，但因生物種類和部位不同，其分

化的形質亦有各種特性特形,茲列記於下:

1. 細胞膜 Cell wall 包被細胞的外表,植物細胞膜含有纖維素,較為發達,動物細胞膜不含纖維素,則極菲薄,有的細胞不被細胞膜,如精細胞白血球游走子等,完全裸出,更如角皮細胞木栓細胞,厚角細胞,厚膜細胞等,因含有特殊的物質,其細胞膜特別堅厚。

2. 細胞核 Nucleus 大多在細胞的中央,為原形質凝集的小球體,普通一細胞一核,但亦有例外的,核的外表,被有核膜 Nuclear membrane,核膜以外的原形質,稱細胞質 Cytoplasm,核膜以內的原形質稱核質 Nucleoplasm or Karyoplasm,核質中含透明流動的核液 Nuclear fluid,液內貫有網狀錯綜的物質稱核網 Linin,網上懸着多數的顆粒狀的染色質 Chromatin,細胞分裂,染色質凝集變化,成紐狀的染色體 Chromosome,有定數定形,為擔負生物遺傳形質的機體,核中除染色質外,更含有一或數個的小核,或稱仁質 Nucleolus or Plasmosome,呈大形結節狀或球狀。

3. 中心球 Centrosphere 常位於核外的頂點,較核為小,係較濃厚的原形質所形成,球中央有一或二個的中心體 Centrosome,在平常的細胞內,中心球不顯,須於細胞分裂時始現,且高等植物細胞大都缺如。

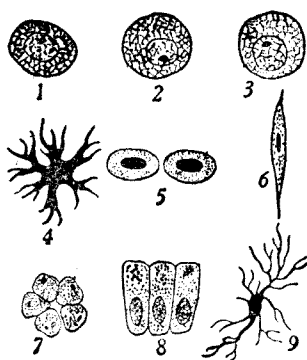
4. 成形體 Plastid 植物細胞內常有不規則粒狀的小

體，稱成形體，散在細胞質中。成形體每因細胞特異的生理作用，構成其他的形體，如綠葉中的葉綠體 Chloroplast，和其他細胞中的種種色素體 Chromatophores，皆係成形體所演化。

5. 粒線體 Chondriosome 高等動植物細胞質，或具有粒狀線狀桿狀紐狀等細微的形體，稱粒線體。對於細胞內物質構成上，有重要的關係，其功能現時尚在研究中。

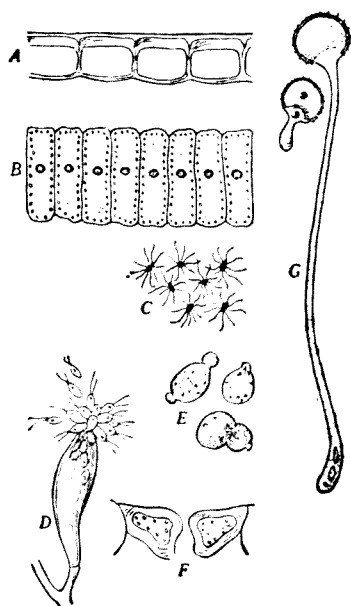
6. 細胞質 Cytoplasm 細胞構成形質，除上述的數種外，所有細胞膜以內，細胞核以外的透明半流動質，總稱細胞質 Cytoplasm，或通稱為原形質，因人而異。但細胞各種形質，盡為原形質所分化，則細胞全部可認為原形質的總體。今稱分化殘餘的原形質為細胞質，所以略示區別。

7. 空泡 Vacuole 單細胞生物的細胞質中，常有飽含液體的空泡，因細胞質的流動或伸縮，空泡能排除其內容物於體外，空泡即行消失，而細胞質中，再重生新的空泡，亦有空泡永存於細胞質中，



第十三圖 構成動物體的各種細胞

1 人類卵細胞 2 貓的卵細胞 3 海胆的卵細胞 4 蛙的皮膚色素細胞 5 蛙的紅血球 6 平滑肌細胞 7 胰細胞 8 表皮細胞 9 神經細胞 (自 Scott)



第十四圖 構成植物體의各種細胞

- A 葉的表皮細胞 B 柱狀細胞
 C 類似傷寒菌的運動性細胞
 D 游走胞子 E 酵母 F 氣孔細胞
 G 花粉管細胞(自 Gruenberg)

的種類和部分,各異其形更有分枝放射或附有纖毛鞭毛的細胞。至於細胞的大小,則概為顯微鏡的形體,非肉眼所能見。測計細胞的大小,則用微耗 Micron 為單位,一微耗等於千分之一。用 μ 字表之,極小的不及一 μ ,極大的不超出百 μ 。

幫助細胞質的流轉伸縮的,則稱伸縮泡 Contractile vacuole. 其細胞質包圍固形食物顆粒而呈泡狀的,則稱食泡 Food vacuole. 植物柔膜細胞中,有時亦有空泡的存在。

8. 後成形質 Metaplasm

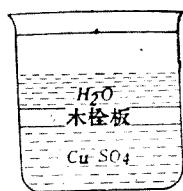
係細胞內無生物質,為細胞質的同化生產物。如卵黃球,脂肪球,乳球,澱粉粒,以及油點,晶體等均屬之。因動植物的種類和細胞的性質,生成各異。

細胞形狀,普通為圓形,實際上除卵細胞和紅血球外,真為圓形的甚少。依動植物的

第二節 細胞的生理

細胞不僅是構成生活體，且有自發的生活力，即一切生命現象，均發源於細胞的生理作用。上章所論的生命特徵的各項，大多為細胞生理的現象，不復贅述，茲更就細胞的物理化學性狀，以釋明細胞生理作用的要點。

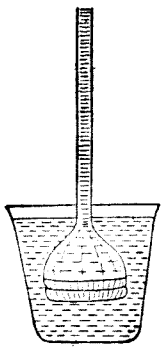
1. 擴散作用 Diffusion 茲以兩種得互相混和的液體使相接觸，經若干時後，兩種溶液互相摻雜，終至完全混同，如第十五圖所示。於容器中置硫酸銅溶液，上浮木栓板，復從上部徐注以水，因水的比重較硫酸銅的溶液為小，故起初水和硫酸銅液，顯分二層，後因硫酸銅液漸向上方擴散，致兩液分界不明，結果遂成濃度相等的同一液體。又如用蔗糖溶化



第十五圖 擴散作用的試驗

於水，則糖粒起初略於水中運動，後即完全溶化，成濃度均一的液體。可知兩溶液互相浸透混和為一，或某物質的分子完全平均散布於他物質的分子間而呈同狀時，是稱擴散作用。擴散的速度，則依溶質的本性，和當時的溫度而大異。食物或其他物質攝入細胞內時，亦呈此種現象，即食物為溶質 Solute，細胞質為溶媒 Solvent，因擴散作用而混合於細胞質。

2 滲透作用 Osmosis 滲透亦屬擴散作用的一種，即以異性物質的兩溶液，或同物質異濃度的兩溶液，隔以植物性膜或動物性膜使相接觸，則兩溶液或透過隔膜交互混同，或不透過而仍分離，須視溶媒溶質和隔膜的性質而異。其能透過隔膜呈相互交融現象的，即稱滲透作用。而滲透時膜壁所受的壓力，則稱滲透壓 Osmotic pressure。膜壁內外的濃度相差時，滲透壓當繼續存在，如內外濃度相等時，滲透壓即行消失，如第十六圖的裝置，將漏斗狀玻管倒置，以膀胱膜密紮其口，其中裝着色酒精，輕輕插入盛水的容器中，不久酒精即上升於玻管，同時容器中的水，亦略被着色，是即滲透現象的實驗。如用膠球滿裝酒精，投入水中，則球漸膨脹，終至破裂。反之，如膠球裝水而投入酒精中時，則球漸收縮，是即因滲透而同時發生滲透壓的現象。凡普遍易滲透的膜稱全透性膜，而分別滲透與否的膜則稱半透性膜。



第十六圖
滲透作用的
試驗

生活細胞的細胞膜，係半透性膜 Semi-permeable memberane。（死細胞的膜係全透性）即水最易滲透，鹽類稍難，而蛋白質澱粉或樹膠等物質，則不能滲透。生物體養分的吸收運輸和物質選擇等全憑細胞膜的滲透作用而發生，如植物的根毛細胞，依滲透

吸收地下水液，復依細胞相互的滲透壓而使水液上升。高等動物的養分，概藉血液以運輸，各細胞則因滲透而吸收同化。或有不能滲透的物質，則於消化分解時，先變化為可滲透的物質而運輸。由是可知滲透作用，為細胞生理上最重要的工作。

3. 養化和還元 Oxidation and Reduction 鐵的生鏽，煤的燃燒，均為普通的養化現象。生活細胞內各種物質變化，亦因養化作用而發生。即物質因養化而分解，而生熱，而成能，促進細胞的活動。故養化作用實為生物活力的原動力。細胞譬如燃燒機關，同化構成的物質相當於燃料，一經養化即行燃燒，而熱和能因以顯現。故養氣為生物所必需，不可須臾或缺，實以細胞內養化作用不可須臾停止的緣故。

還元和養化相反，係由某種化合物中除養或增氫的變化，亦為細胞體內必要的作用。於物質轉換上有密切關係。簡言之，則細胞質因養化而分解，復因還元而構成，所謂代謝作用，即發源於是。

4 加水分解 Hydrolysis 如於弱鹽基和強酸所成的中性鹽基溶液，加水則呈酸性反應；反之，或於強鹽基和弱酸所成的中性鹽基溶液，加水則呈鹽基性反應。是等反應，實因水中有解離的離子（ion）參與反應的結果，通稱加水分解。生活的細胞質中，常因加水分解使物質變化。

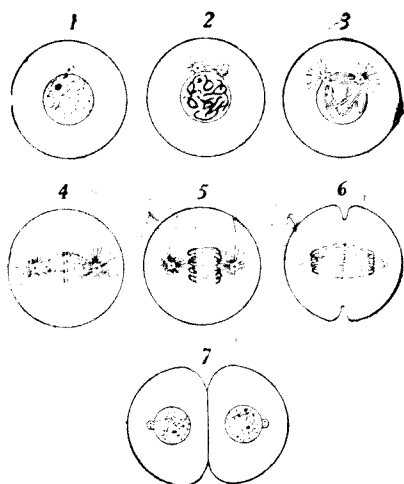
5. 觸媒作用 Catalysis 物質分解時,有須藉一種的觸媒質以媒助接觸,使分解的速度和作用增進,但觸媒的本身,絕不加入分解發生變化,是稱觸媒作用,生物體內的觸媒物質,係種種的醱酵素,且為生活細胞的生產品,對於有機物質的分解變化,作用極強,關於醱酵素的性狀,當於代謝作用的一章中詳論之。

依上面所述,則細胞的生理作用,皆根本於種種的物理化學的變化且其機能非常迅疾,如溶蔗糖於水,則蔗糖僅僅溶解為止,不復分解發生炭養,但在生活細胞中,則蔗糖不僅溶解,且同時養化分解,產生炭養而生熱顯能,又如煮澱粉於水,則澱粉僅溶化而止然在細胞中則瞬息間可轉變為葡萄糖,故細胞的生理作用,實異常迅疾而繁複。

第三節 細胞的分裂

原始生物的單細胞個體,發達至一定限度,即分離為二,形成兩新個體,高等生物為無量數的細胞合成的個體,但其最初發生亦僅為一個單細胞,因細胞不絕的增加,分化為組織器官,以長成定形的體制,故生物的生殖生長,多原於細胞的分離和增殖,是等現象總稱細胞分裂 Cell-division,普通分為有絲分裂和無絲分裂兩種。

一.有絲分裂 Mitosis 此乃生物界最普通的細胞分裂



第十七圖 有絲分裂模式圖

1 中心體顯於核側的休靜細胞 2 中心體二分,各放出極絲呈星狀體;同時染色質纏絡成迴旋絲; 3 核膜消失,染色體切斷,並各縱裂為二; 4 中心體各移着於兩極,染色體整列在赤道板上, 5 縱裂為二的染色體;因紡錘絲的牽引,分別向兩極移動; 6 細胞質分裂,赤道板變成新隔膜; 7 分裂終了,休靜狀態的兩新細胞, (從 Holms)

縮切斷形成染色體 Chromosome, 而小核和核膜等,亦漸消失不見。

染色質當分裂開始時,先行密集連接,和核網相混,呈纖細的絲狀構造,復漸變粗大成屈曲纏絡的迴旋絲 Spireme,

方法,又稱間接核分裂 (簡稱細胞間接分裂)

Indirect nuclear division,

主為核內的物質,經規則的二等分,先形成兩新核,然後細胞的分裂繼之,以分離為兩新細胞,其經過雖極繁複,然程序整然,連續進展,毫不紊亂,依其先後程序,得分為前期,中期,後期,末期四期述之。

1. 前期 Prophase 本期係從休靜狀態的核,開始為分裂的準備,其最重要的變化,為染色質凝集成絲狀後更短

幾充滿於全核，至後核膜消失，迴旋絲再粗縮切斷，形成定數的染色體，游離於細胞質中。

中心體亦在本期開始時顯出，且分離為二，分別移行於核的兩極，各體周圍復有星芒狀放射物質，形成兩個星狀體 Aster。迨核膜消失，則細胞質中更生出束狀纖細的絲，稱紡錘絲，Spindle 以連絡兩極的中心體，在細胞的中央部，即兩中心體間的中央面，稱赤道板 Equatorial plate，紡錘絲直角通過於此，至本期的終了，則染色體整列於赤道板上，暫時休止，（第十八圖 B-E）

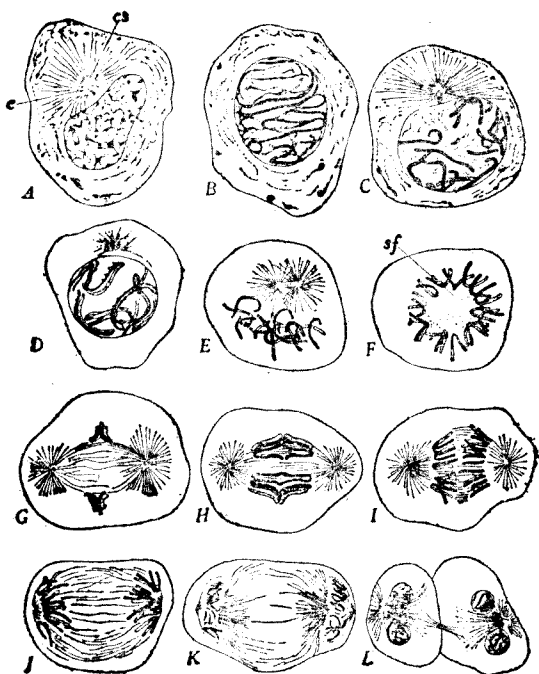
2. 中期 Metaphase 本期重要的變化，為赤道板上的各染色體，平等的縱裂為二，相互分離為同大同形的染色體，較原數增加一倍，以為形成兩新核的預備。斯時紡錘絲和中心體極為明顯，染色體亦大形分明，縱裂的各染色體，各附着一或數條的紡錘絲，藉此以分別連繫於各中心體。

有絲分裂的中期，即為染色體縱裂增加的變化，於遺傳形質的分配上極為重要，所以平均分配兩親的遺質形質於新細胞，而保存其固有的種性。（第十八圖 F-G）

3. 後期 Anaphase 本期為二分的染色體，受紡錘絲的牽引，分成兩組，各向兩極的中心體方面移種，其移動程序，極有規則，即各組的染色體羣，皆共同移行，決不參差凌亂，而雙方移動的速度，亦大致相等。迨到達各極時，則凝縮成

染色體的集團,同時赤道板部分的紡錘絲,亦密集凝聚,漸變成細胞板 Cell-plate, 為新細胞膜的基礎。(第十八圖 H-J)

4. 末期 Telophase 本期亦可稱回復期,係重行恢復核的構造,以成兩新核,即到達兩極的染色體集團,更形凝縮,外圍生出新核膜,內部則染色體連續成迴旋絲狀體,漸分化離散,復成顆粒狀的染色質,而新核完成,至後則中心體漸隱滅,小核亦



第十八圖 蠟蝶一種 *Salamandra maculosa*. 細胞的有絲分裂

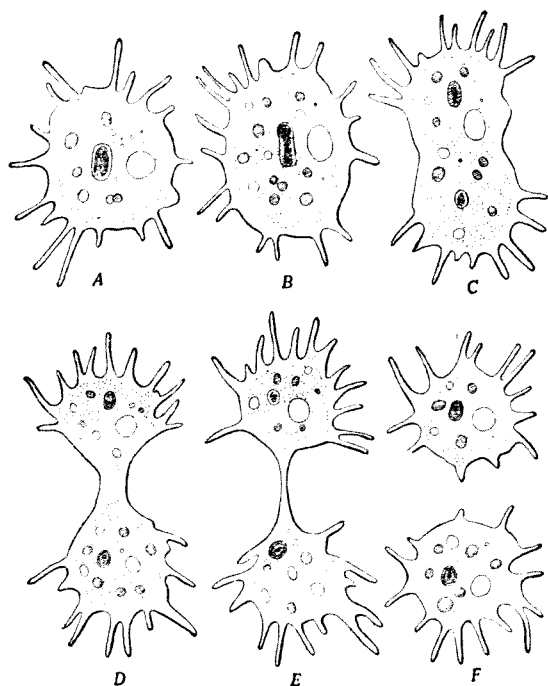
D, H. 係原精母細胞,其餘均係精原細胞; A. 休靜細胞; B, C, D. 前期; B 前期開始, 示迴旋絲迂曲的形狀; C. 前期迴旋絲切斷, 成染色體, 為分裂的先驅, 紡錘絲形成; D. 染色體縱裂開始; E. 核膜消失; F 中期, 示細胞板的平面, 染色體整列的狀況; G. 同上側面; H, I, J. 後期; H. 後期, 新染色體互相分離, 各末端尚相連接; I. 後期, 新染色體各自繼續分離; J. 後期的終了, 染色體各到達兩極端, 紡錘絲破裂, 星狀體不見; K-L. 末期; K. 新核開始造成, 染色體融化; L. 末期終了, 新細胞核完成; c. 中心球; c. s. 中心體; sf. 赤道板的平面, 其外圍列生定數的染色體, 紡錘絲則直角通過於赤道板。

(Prenant and Bouin 原圖自 Kellicott 轉寫)

顯現,同時細胞中央的細胞板,發達分離為新隔膜,細胞外圍,遂於中間縊斷,而成兩個新細胞。(第十八圖K-L)

有絲分裂時所顯示的染色體數,各生物均有定數,并知身體細胞的染色體數,常為生殖細胞的一倍,故身體細胞含有倍數的 Diploid 染色體,生殖細胞含有單數的 Haploid

染色體。如蚯蚓身體細胞的染色體為二十四,其生殖細胞祇有十二。關於生殖細胞染色體數減少的原因,係生殖細胞行減數分裂所致,後當詳述,茲略舉數種普通動植物的染色體數如下列。



第十九圖 變形蟲直接分裂的現象

A. 核開始變化; B. 核漸延長; C. 核分裂為二; D 細胞延長; E. 細胞漸分裂為二,中央尚有絲狀連繫; F. 完全分裂成兩個變形蟲的新體。(自 Parker & Haswell)

動物	染色體數
馬蛔蟲 <i>Ascaris megaloccephala univalens</i>	2
馬蛔蟲的一種 <i>A. megaloccephala bivalens</i>	4
蚊 <i>Culex pipiens</i>	6
果蠅 <i>Drosophila melanogaster</i>	8
家蠅 <i>Musca domestica</i>	12
蝶螈一種 <i>Salamandra maculosa</i>	24
蟾蜍 <i>Rana temporaria</i>	26
貓 <i>Felis domestica</i>	38
白鼠 <i>Mus norvegicus albus</i>	42
人 <i>Homo sapiens</i>	48
植物	染色體數
黴菌一種 <i>Ancylistis closterii</i>	4
黃花菜一種 <i>Crepis virens</i>	6
黃鵪菜 <i>Crepis lanceolata</i> Mak. var. <i>platyphylla</i>	10
蠶豆 <i>Vicia Faba</i> L.	12
玉葱 <i>Allium Cepa</i>	16
櫻花 <i>Prunus yedoensis</i>	16
百合 <i>Lilium japonicum</i>	24
稻 <i>Oryza sativa</i>	24
大理花 <i>Dahlia variabilis</i>	64

問 荊 *Equisetum arvensis*

230

上述的有絲分裂，係極規則的基本現象，因生物的種類不同，亦有多少的異狀。如高等植物細胞，則僅有紡錘絲，而無中心體。哺乳類的卵子成熟時，則無星狀體，而中心體亦甚細小，僅為紡錘體的頂點而略顯。

二、無絲分裂 *Amitosis* 為生物界特殊的細胞分裂方法，又稱直接核分裂 *Direct nuclear division*。（簡稱細胞直接分裂）高等生物在病理狀態，或將衰老死亡，或分化已達極度時，每有發生直接核分裂的現象。下等生物的分裂生殖，亦依直接核分裂方法，即細胞核直接分割為兩體，細胞亦隨之以分裂，無染色體的顯現，亦無星狀體紡錘絲等的產生。經過簡單，普通亦不多見。

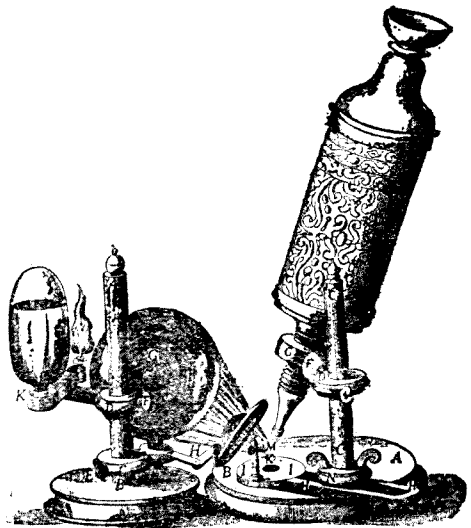
第四節 細胞研究的歷史

自顯微鏡發明，方能明瞭生物體的細微機妙；自顯微鏡技術進步，方有組織學胚胎學細胞學等產生。現代生物學科的進展，不得不歸功於顯微鏡的運用。當十七世紀時，關於光學的研究，勃焉以興，顯微鏡的製造亦於斯時發端。到1656年英儒虎克氏 *Robert Hooke* (1635—1703) 首先應用顯微鏡觀察植物的組織，細胞的名稱，始行創定。氏用木栓的切片，在白製的顯微鏡下考查，見有多數的蜂巢狀小室。

氏遂名之爲細胞 Cell，並著有『顯微鏡圖譜』“Micrographia”一書，附有八十餘圖板，記載植物的細微構造，是即細胞發見的起原。

自虎克氏發見細胞後，引起學者的驚奇，於是從事顯微鏡的研究日多，而發見亦日廣，其最著名的爲意醫馬爾璧基氏 Malpighi (1628

—1691)，對於生物體的解剖，極爲精細，如蠶兒的構造和變態，發見其氣管呼吸和神經系統；就蛙的解剖，考知肺氣胞構造和毛細管的血行循環；更於雞雛的發生，以及人體各器官的細微組織等，均有重要的發明。英儒葛露氏 Grew (1628—1711) 於植物的解剖，亦甚詳實，創植物組織學的始基。荷儒李溫霍克氏 Leeuwenhoek (1632—1723) 則關於血行循環的觀察，原蟲和細菌的發見，增益生物學上事實殊多，但當時對於細胞的觀念，未十分確鑿，僅概括的探求生物體的細微構造，斷續的發見新奇的事實，缺乏系統的研



第二十圖 虎克氏的顯微鏡
(Robert Hooke's "Micrographia" 1665)

究。

關於細微構造行系統的研究的，爲荷儒藍翁納氏 Lyonnet (1707-1789) 的昆蟲解剖，法醫畢謝氏 Bichat (1771-1801) 的人體組織解剖，造詣極深，可稱爲動物組織學的元祖，但對於細胞的形性等，均未知注意。

英儒布朗氏 Robert Brown

(1773-1858) 於一八三一年發見植物細胞核，爲細胞學說的先驅。德國植物學家胥賴登氏 Schleiden (1804-1881) 和動物學家胥黃氏 Schwann (1810-1882) 先後於 1838-39 年間，發表關於植物動物構造基本的論文，認生物的形體有一致共同的原則，即無論動植物，無論何器官，均爲細胞所成，其發育生長等，亦均有同一的法則，是



第二十一圖 德國植物學家
胥賴登氏

Mathias Jacob Schleiden (1804-1881)

稱細胞學說爲學者所信仰，且兩氏皆主張生物研究的方法，不僅以識別記載種類爲目標，應採用物理化學的方法，以探索生物的生理上因果爲最要，故細胞學說成立，於生物學研究方法上，起重大的革新，不特明瞭生物體構造的

基本，且為近世新研究方法的創始。但兩氏的學說，以細胞為核所產生的膜，包圍而成的空胞，并以細胞發生，為由一細胞內生出的小細胞所發達。此種見解，證以現時所知，可決其為謬誤，因為當時觀察，祇考求其外形，並未顧及內部，則觀察仍不免粗疏。

細胞學說的精進的原動力，為原形質學說所發端。一八三五年法儒杜却庭氏 Dujardin

(1801-1860) 最先發見細胞內有半液狀的物質，命名為黏肉質 Sarcode，認為生命的特質。至一八四六年，德儒馮謨爾氏 von Mohl (1805-1872) 於植物細胞內，亦發見同樣的物質，命名為原形質 Protoplasm。當時學者，咸認為兩種物質，動植各殊。後經德儒休爾茲氏 Max Schultze (1825-1874) 研究，於一八六一年說明黏肉質和原形質為同一物質，動植兩者毫無判別，具相同的性狀。且謂細胞為生物體構造的單位，即為有核的原形質塊，是稱原形質學說。

自此以後關於細胞的形態和生理，日趨精進，細胞學於



第二十二圖 德國動物學家
胥黃氏

Theodor Schwann (1810-1882)

以成立於形態方面，則注意於細胞的內部物質，故染色體學說為現今細胞學和遺傳學上重要的問題。於生理方面，則盡力於原形質的性狀和功能，故生活物質的理化學研究，亦為今日生物學上重要的問題。

提 要

1. 細胞全體為原形質的塊，細胞膜，細胞核等，均為原形質所分化。
2. 細胞內各種部分，均有一定的結構，故亦稱細胞器官。
3. 單細胞生物的各种生理作用，均由一個細胞經營，故稱「生理的共同」。多細胞生物的各种生理作用，則由各組織器官分司，故稱「生理的分工」。
4. 後成形質是無生命的，係細胞質的生產物。
5. 細胞具有伸縮力，感應性，物質代謝，生長，生殖等各种生理作用。
6. 細胞的代謝作用完全為物理化學的現象，主要的為擴散，滲透，養化和還元，加水分解，觸媒作用等，動植物一致。
7. 生物體的發生繁殖等，皆起源於細胞分裂。
8. 前期完全為核內的變動，故又稱核動機能 *Karyokinesis*。

9 中期為平均分配遺傳質於新細胞核,因染色體是遺傳形質的擔架體。

10. 後期為分裂增生的染色體分離移動。

11. 末期為前期的逆程序,故又稱回復期。

12. 身體細胞的染色體為倍數,生殖細胞的染色體為單數。

13. 有絲分裂染色體的觀察,須用一定的藥液和手續,固定染色後方可明瞭。

14. 細胞研究的歷史可分為四期:

a. 1660—1830年,細胞發見,用粗製顯微鏡考查細微機體。

b. 1830—1870年,細胞學說成立,確定細胞為生物體組成基本的觀念。

c. 1870—1900年,原形質學說發展,專意細胞內部的形質。

d. 1900—1931年染色體學說精進,討論遺傳基本物質,和生活物質的理化學性狀。

問 題

1. 高等動植物細胞有區別否?
2. 染色質和染色體如何區分?
3. 略舉細胞學說的大概。

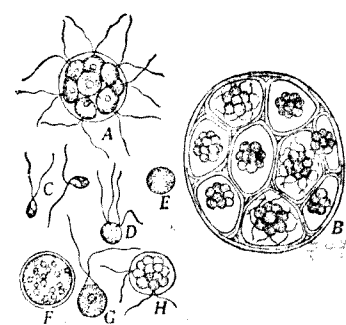
4. 活細胞和死細胞性狀上有何不同?
5. 染色體的功能如何?
6. 細胞質和原形質區分何在?
7. 滲透作用,於細胞生理上有何功能?
8. 膠質的定義如何?
9. 何為半透性膜?
10. 何為觸媒? 細胞內觸媒物質為何?
11. 有絲分裂和無絲分裂,根本上有何差異? 所謂絲,係指何種物質?
12. 有絲分裂程序,簡單分條記之.
13. 細胞內所有的物質變化,和外界的物質變化有差異否?
14. 中心體何時顯現? 何時隱滅?
15. 何為原形質學說? 何人創始? 現時對於原形質的見解如何?
16. 何為染色體學說? 何人創始?

第四章 組織

第一節 組織的原始和分化

生物為細胞構成，最原始的生物，僅為單細胞體；稍進則為少數細胞的集團，或稱羣體；再進則為多數細胞分化發

達的個體，因體部各細胞的形性，種種組織由此發生。故高級生物，概係多細胞有組織的個體，低級生物則為少數細胞的集團，或竟為單一的細胞，毫無組織的分化。



第二十三圖 綠團藻蟲的形態和生殖

A. 正常的羣體；B. 老羣體中分裂繁殖的新羣體；C. 配偶子；D. 配偶子的接合；E. 接合子；F, G, H. 接合子的發達。

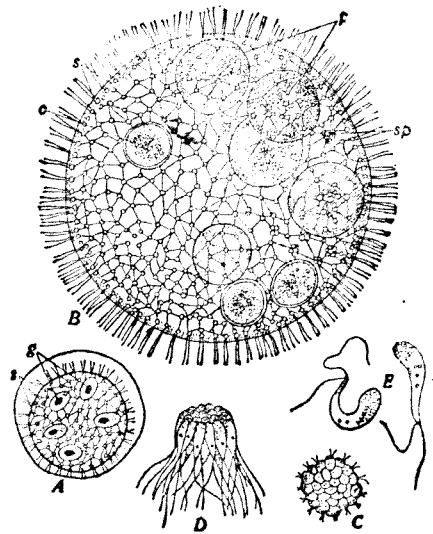
(自 Pringsheim)

如綠團藻蟲 *Pandorina* 屬鞭毛蟲類，浮游水中，全體為十六個同形同性的細胞羣，外圍包有透明菲薄的膠膜，細胞各具二鞭毛，用為水中游泳或攝食，細胞內復有細胞質，細胞核，眼

點,澱粉粒,空泡和色素體等,各細胞營同等獨立的生理機能,如求食,運動,消化,生長,生殖等,且因環境情形,各個細胞得分崩離析,營自由單獨生活,普通生殖,常由各細胞無性的分裂,產生十六個新羣,時或由羣體中分生較細的游走子,同形同大,在水中游泳,至後兩兩結合形成接合子,然後再分裂發達,而成新羣體。

又如大團藻蟲 *Volvox* 亦屬鞭毛蟲類,較

綠團藻蟲稍進步,全體為數千或萬數的細胞的集團,各細胞間有原形質的細絲相連絡,得交互通導其養料,各細胞亦非同形,普通得分為大小兩種,小形的細胞,概具鞭毛,眼點,空泡,色素體等,專營運動,攝食,生長,營養等機能,故又稱身體細胞,至於大形的細胞,形體較大,無鞭毛等形質且無



第二十四圖 大團藻蟲的形態和生殖

A. 大團藻新羣體; B. 成長發達的大團藻羣體; C. 精原細胞內藏三十二個精細胞; D, E. 發達分離的精子; p. 無性生殖細胞; s. 身體細胞; o. 卵原細胞; sp. 精原細胞; g. 無性生殖細胞;

(自 Kellicott)

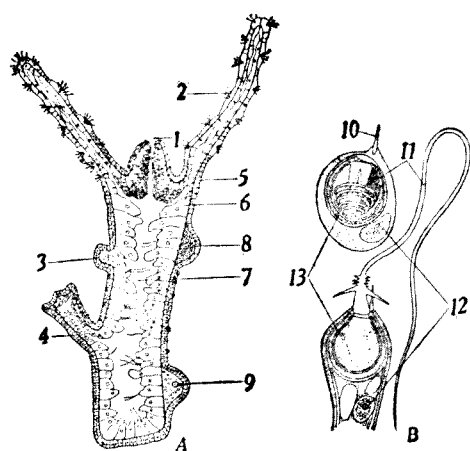
營養的功能,係專司分裂生殖的作用。當該蟲生殖時,則大形的細胞或發育為球形的卵子,或分化為絲狀的精子,分別產出,在水中自由相值而配偶,即形成接合子,由此再分裂發達,以成新羣體。

綠團藻蟲原為單一的細胞,經四次的細胞分裂,生成十六個細胞羣,各細胞同形同性,且乏統一連絡的關係,其有性生殖,亦由同形配偶子的接合,是綠團藻蟲已有由單細胞發達為組織的基形,但未完全分化。大團藻蟲則羣集的細胞較多,且細胞非全體同形,營養和生殖,亦各有分工,故組織的分化已略具規範。是可知生物原始為單細胞,因細胞增殖羣聚而成組織,因分化分工的演進,而組織愈繁複。其發達的程序,生物界均有一定的法則。

更如水螅 *Hydra* 屬腔腸動物,產於淡水中,黏着水草上,形體纖細,不易探尋,體為圓筒形,一端有口,周生六個觸手,能自由伸縮。一端為管筒狀吸着於水草,其體制極單純除口圍的觸手,和體內中央空洞的腔腸外,並無何種器官。而體壁的組織,則較為進步,可以分為內層 *Endoderm* 和外層 *Ectoderm* 的兩層組織。外層細胞形較細小,且互相密接,和高等動物的皮層相近。內層細胞則大形不規則,且伸縮變化,能出偽足以捕取食物,和變形蟲相類。兩層中間有中膠層 *Mesoglea*, 為透明膠狀的薄層,並非細胞的構造。倘再精細

考查，則外層組織由二種細胞所成，一為皮肌細胞 Epitheliomuscular cells，一為間充細胞 Interstitial cells。前者呈圓錐形，司保護和伸縮，後者則混存於皮肌細胞中時變形為刺細胞 Cnidoblast，突出於體表，為防衛捕餌的作用。刺細胞在觸手上最多，胞內更有刺絲胞 Nematocyst，內藏螺旋狀的刺絲 Cnidocil，並含毒液，遇外敵或食物，即突出襲擊構造極為微妙。內層細胞構成腔腸的內壁，各細胞能伸縮變形，或具鞭毛，或伸偽足，能直接攝食，並能消化吸收，故又稱營養細胞 Nutritive cells。此外尚有腺細胞和神經細胞混存於內外兩層間，亦屬外層細胞所分化，但形體細微，不易辨認，總之水螅組織，僅有二層，雖極單純，然形性各殊，功能各異，則組織的基礎已完全成立，可無疑義。（第二十

刺絲 Cnidocil，並含毒液，遇外敵或食物，即突出襲擊構造極為微妙。內層細胞構成腔腸的內壁，各細胞能伸縮變形，或具鞭毛，或伸偽足，能直接攝食，並能消化吸收，故又稱營養細胞 Nutritive cells。此外尚有腺細胞和神經細胞混存於內外兩層間，亦屬外層細胞所分化，但形體細微，



第二十五圖 水螅的縱切片和刺細胞

A. 縱斷切片 (自Parker); I. 刺細胞和放射的刺絲 (Schneider)

1 口緣部; 2 觸手; 3 幼胚芽; 4 老成的芽體; 5 外層; 6 內層; 7 腔腸; 8 精巢; 9 卵巢; 10 刺絲; 11 刺絲 (潛藏於刺絲胞內呈螺旋狀, 放射伸縮呈線狀); 12 刺細胞的核; 13 刺絲胞。

不易辨認，總之水螅組織，僅有二層，雖極單純，然形性各殊，功能各異，則組織的基礎已完全成立，可無疑義。（第二十

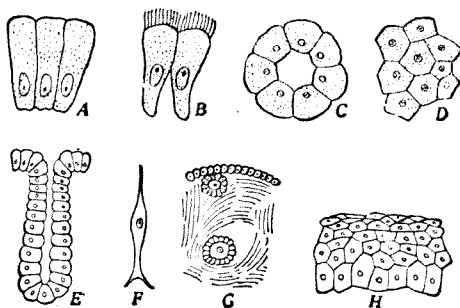
五圖)

第二節 動物組織

高等動物體的組織,普通可分為皮膜組織,結締組織,肌組織和神經組織的四種。

1 皮膜組織 Epithelial Tissue 體的外表和內腔的內壁,均屬皮膜組織,係多數細胞駢列構成單層或數層的組織。

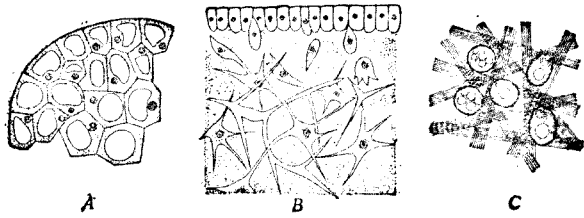
皮膜細胞的外表,或有毛狀的突起,如纖毛,鞭毛,絨毛等;或具角質的分泌物,如爪,蹄,鱗,羽,以及節足動物的外骨骼等,用為運動,觸感吸收和保護。有時細胞變形為囊狀,管狀,房狀,葡萄狀等腺細胞和腺體,以排泄廢料,或分泌酵素,或產生生殖素,如皮脂腺,汗腺,乳腺,消化腺,和生殖腺等,為最繁複的腺體。其腺的內壁細胞,概具有分泌性,不絕輸出生理上必要的物質。



第二十六圖 各種表皮細胞

- A. 柱狀細胞; B. 纖毛細胞; C. 方形細胞;
 D. 多角形細胞; E. 腺細胞; F. 感觸細胞;
 G. 生殖細胞; H. 鱗片細胞; (自 Smith)

多數表皮細胞,常不絕新生死滅,故極易脫離剝落,如昆蟲



A B C

第二十七圖 各種結締組織

- A. 細胞結締組織; B. 膠質結締組織;
- C. 纖維結締組織 (自 Galloway)

的羽化,蛇的
 蛻皮,係表皮
 組織全部剝
 離的結果.

2. 結締組織
 Connective
 Tissue 為細

胞和細胞間質混交而成,細胞形狀有種種,而細胞間質為細胞分泌產生的物質,以結合細胞,亦有種種性質,故結締組織有許多區分.普通填充於他種組織間,藉以連結維繫,或特殊變質,形成他種的器官.

a. 細胞結締組織 Cellular Connective Tissue 細胞大形,內有含水液的空腔,細胞間質極少,時或因細胞膜破壞,致空腔交通,呈胞狀或網狀的結締組織.

b. 膠質結締組織 Gelatinous Connective Tissue 亦稱同質結締組織 Homogenous tissue,細胞間質均一透明,呈膠狀,細胞呈球狀或星芒狀.海綿動物和腔腸動物的中膠層,即係膠質結締組織的一種.

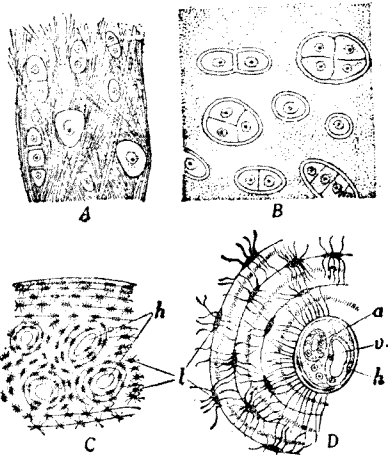
c. 纖維結締組織 Fibrous Connective Tissue 細胞間質為膠質纖維狀,細胞亦係纖維細胞,概有彈性如韌帶,肌腱,真皮,韌膜,聲帶等,均屬纖維結締組織.

d. 脂肪組織 Fat Tissue 常填充於皮膜組織和肌組織間,細胞間質為纖維質,細胞為不規則的球形,內含脂肪油滴,係儲藏養分的組織。

e. 軟骨組織 Cartilaginous Tissue 細胞間質為軟骨質 Chondrin, 呈膠狀,纖維狀或網狀,概具彈力性,細胞呈不規則球形或橢圓形,常兩兩或數個相羣聚。

f. 硬骨組織 Bony Tissue

細胞間質為膠質和其他無機鹽類所成,骨細胞亦硬化,生多數的放射突起交相連絡,細胞間質中處處生有中空的管腔,內有神經血管,這管腔通稱哈維氏管 Haversian canal. 細胞間質即包圍哈維氏管的外圍呈輪層的構造,稱骨層板 Lamella,層層相介的間隙稱骨窩 Lacune,骨細胞則以均等的距離分布於骨窩間。



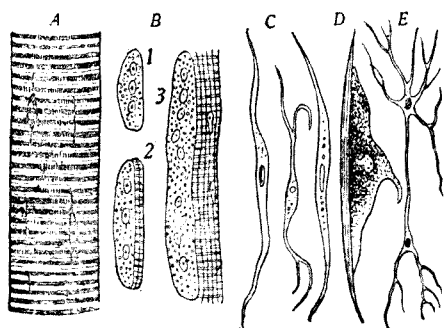
第二十八圖 軟骨和硬骨組織

A. B. 軟骨兩種; C. 硬骨橫切的一部; D. 同上放大,示哈維氏管的構造。(自 Galloway)

a. 動脈管; h. 哈維氏管; l. 骨窩; v. 靜脈管。

3. 肌組織 Muscular Tissue 構成動物肌組織的細胞有

二種。一為全形細長，兩端尖銳，中央膨大，內含細胞核，是稱平滑肌纖維 Plain muscle fibre。彈力性弱，伸縮遲緩，脊椎動物內臟器官的肌質，和環形動物軟體動物的皮膚，概屬平滑肌，或稱不隨意肌 Plain muscle or Involuntary muscle。二為伸長大形的細胞，亦呈纖維狀，外圍顯明的膜，內含多數的核，原形質生有一定距離的多數橫條，是稱橫紋肌纖維 Striated muscle fibre。彈性強，伸縮敏捷，如脊椎動物附骨的肌，節肢動物附於外骨骼的肌，概屬橫紋肌，或稱隨意肌 Striated muscle or Voluntary muscle。



第二十九圖 肌肉組織和其發生

A. 橫紋肌； B. 橫紋肌的發生； C. 脊椎動物的平滑肌； D. 圓形動物的平滑肌； E. 櫛水母平滑肌； 1 肌原細胞伸長，發生三個的細胞核； 2 縱橫紋理發生； 3 同上更發達的形狀。

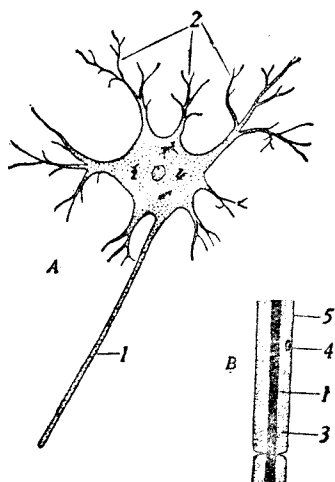
肌細胞的原形質一部分為液狀，富於顆粒質的肌漿 Sarcoplasm；一部分為纖維狀，能伸縮的肌質 Myoplasm。平滑肌纖維細胞，含肌漿多，其運動遲緩而能經久，橫紋肌纖維含肌質特多，其運動迅疾而易疲勞，心肌係橫紋

肌纖維，但屬不隨意肌，因細胞內肌漿豐富，故心臟雖不能

迅速伸縮,但能任長時間的運動,而不致疲勞。

4. 神經組織 Nervous Tissue

由神經節,神經細胞和神經纖維所構成,以傳導各種刺激和衝動。從外界感受的刺激,則求心的傳之於中樞;如係中樞發生的衝動,則遠心的達之於肌膚,或其他末梢器官。高等動物的精神作用,即係神經組織顯現的功能,而普通所謂神經,實指白腦脊髓分出的神經纖維羣束。



第三十圖 神經細胞和神經纖維

A. 樹枝狀神經細胞; B. 有髓神經的纖維。1 軸索; 2 樹枝狀分枝; 3 核仁; 4 胞核; 5 神經鞘。(自Holms)

神經纖維 Neurite or Axon 有兩種的區別,一為有髓神經纖維 Medullated fibre, 具有薄膜的神經鞘 Neurilemma, 和脂質的髓鞘 Myelin, 中央有傳導的軸索, 一為無髓神經纖維 Non-medullated fiber, 則缺乏髓鞘, 而中央的軸索, 祇包有極薄的結締組織。

神經細胞 Nervous cell 有種種分歧的突起, 形成樹枝狀纖維 Dendrite。各纖維分布於細胞時, 即構成神經軸索, 為

神經纖維的中軸。

神經節Ganglion 爲多數神經細胞集合體，包以結締組織，亦相當於神經中樞，無脊椎動物的神經中樞即由神經節所成，自頭部縱走於腹面中央，各神經節相互腳接以構成神經系。

血液和淋巴爲高等動物體內流動的物質，其中生活的紅血球，白血球和淋巴球等，均屬游離細胞，不構成組織，但於生理作用上，實有重要的功能。

第三節 植物組織

植物組織，至真菌類真藻類方始產生，但極爲簡單，至羊齒植物，各種組織，漸次分化，種子植物則組織繁複，變異亦多，茲就其發生上分植物的組織爲分裂組織和永久組織的兩大類。

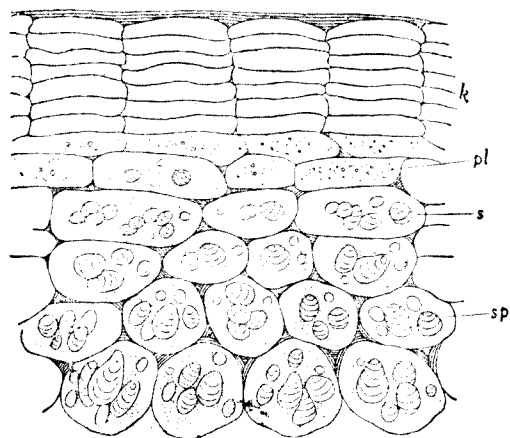
甲. 分裂組織 Meristem or Formative Tissue 細胞幼穉細胞膜極薄，細胞核大形，充滿細胞質，內無空腔，各細胞皆具分裂增生的能力，依其性質，得分爲原生分裂組織，和後生分裂組織。

1 原生分裂組織 Primary Meristem 自卵細胞受精後，盛行分裂而生胚，自胚發芽而成幼植物，此時的組織盡屬原生分裂組織，即植物幼嫩的形體皆爲原生分裂組織所成。

至相當發育後,大部分變為永久組織僅於根莖先端的生長點,保存分裂組織,得繼續生長。

2. 後生分裂組織 Secondary Meristem 是係永久組織的一部分,保留其幼稚性質得更行分裂增生如根,莖中皮層和材部間,常有一層細胞,不絕分裂,行肥大生長,此種分裂組織稱形成層 Cambium, 而皮層組織中,亦有相類的分裂組織繼續產生木栓層,特稱木栓形成層 Cork cambium, 更或於受傷的部分其永久組織亦能恢復其分裂性,分生癒傷組織 Callus, 以閉塞其傷口。

乙.永久組織 Permanent Tissue 細胞大形,細胞膜厚,細



胞質內有空腔不能繼續分裂經一定時期後即行死亡,因其位置和功能得分為下列六種。

1. 柔組織 Parenchyma 為幼稚植物最初形成的組織即自分裂組織新生的永久組

第三十一圖 馬鈴薯的貯藏柔組織

k. 木栓組織; pl. 柔膜細胞; s. 澱粉粒; sp. 貯藏澱粉的柔細胞。(自 Flank)

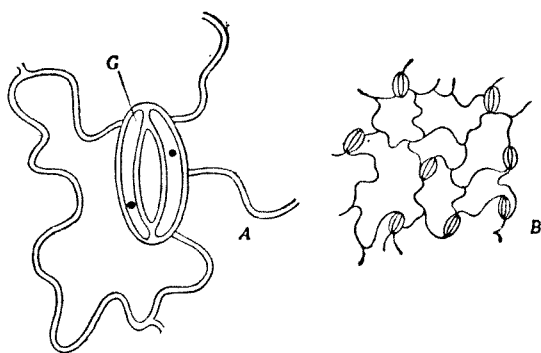
織。細胞概呈球形，膜菲薄，內含細胞質和空腔，貯藏多量的養分，具葉綠體或白色體以製造澱粉。凡植物體柔軟部分的基本組織，均為柔組織所構成，主司營養物質的製造和貯藏。

2. 表面組織 Boundary Tissue 植物因防衛風雹雨雪，病菌蟲害，和調節乾濕溫度等需要，其表面常被以表皮細胞，或木栓細胞，且有種種的適應變化，成特殊的組織。

a. 表皮 Epidermis 為透明密接的單層細胞組織。細胞內含有無色或着色的細胞液。細胞質僅接着細胞膜，略存痕跡。細胞膜時或堅硬角化，而成角皮 Cuticle，或更分泌蠟質，硅質等，以防止水分氣體的散失和傷害。但根部的表皮，則極柔薄，適於吸收滲透，無何種的分化。

b. 氣孔

Stomata 陸生植物的表面，概密生氣孔，亦為表皮細胞所分化。氣孔構造係二個表皮細胞，特稱保護細



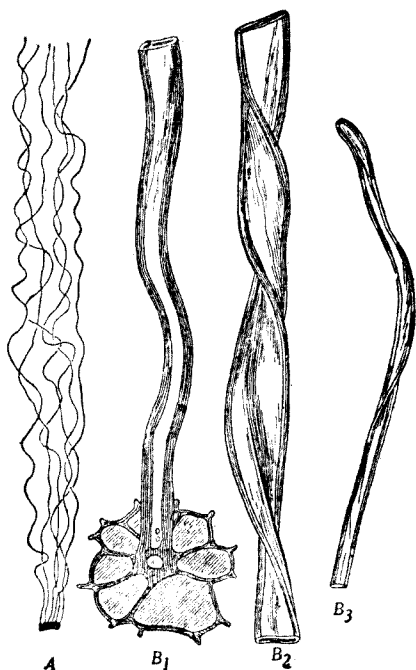
第十二圖 葉的表皮和氣孔

A. 一個氣孔放大； B. 表皮和氣孔的分佈；
G. 保護細胞，

胞相接合,呈橢圓形,中間殘留半月形的裂隙.因細胞膜的漲縮,使氣孔開閉,以調節氣體的出入.

c. 毛茸 Hairs 植物表面常具有種種的毛茸,亦係表皮細胞的變形物,或由單細胞變形,呈乳頭狀刺狀管狀等;或為多細胞集合,呈傘狀星芒狀,如蕁麻,豨薟等的毛茸,更含有刺激性的黏質或液體,如草綿蘿蘼的種毛,為細長乾燥的纖維,如食蟲植物的腺毛,更能分泌消化液以消化動物質,如根部的根毛,則為表皮細胞突出的管狀體,以吸收水液.

d. 木栓 Cork 木栓組織常在表皮的下面,亦有老成的莖幹或根莖等部分,表皮已盡剝落僅存木栓或因木栓形成層的分裂組織不絕分生,而發達增厚,如栓皮櫟

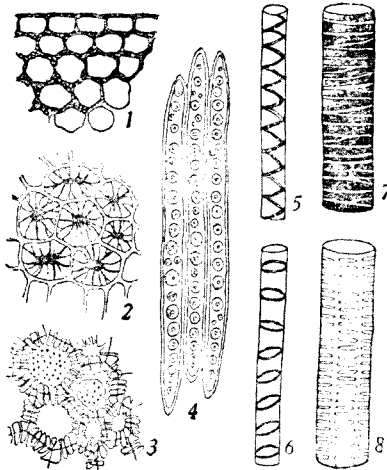


第三十三圖 棉子的毛茸

A. 種殼的一部分; B₁ 毛茸下部示着生於表皮處; B₂ 同上中部; B₃ 同上先端 (自 Strasburger)

Quercus serrata Thunb. var *chinensis*, Miq. 的木栓層,則特別發達,可供利用,其他如樹皮 Bark, 皮孔, Lenticles 等,亦屬表面組織的變狀,和木栓層亦有多少的關係。

3, 強固組織 Hardening Tissue 植物因為吸受日光或散



第三十四圖 構成強固組織和輸導組織的種種細胞

1 鳳仙花莖的厚角細胞; 2 梨果的石細胞; 3 榿核的石細胞; 4 柳杉材部的有緣孔細胞; 5 螺旋導管細胞; 6 環紋導管細胞; 7 網紋導管細胞; 8 階紋導管細胞。

播種子, 概莖高枝密以廣占空間, 同時又不免狂風暴雨的摧殘, 故組織上不得不發生強固構造, 以支持抵抗, 如細胞膜質全部堅厚的厚膜組織 Sclerenchyma, 或細胞膜部分發育的厚角組織 Collenchyma 等, 皆堅韌強固, 富有彈力, 以支持植物形體。

4. 輸導組織 Conductive Tissue

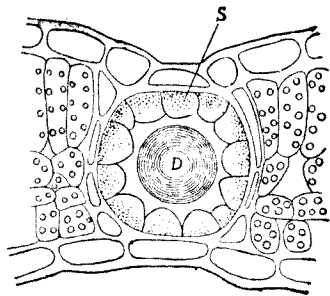
植物根部由地下吸收水液以上升, 而葉中製成的養料, 再下降運行

於植物體的全部, 是等輸導作用, 主為管狀的細胞所經營, 如導管 Vessels 為伸長的圓形或多角形的大管, 由多數細胞連接癒合, 其隔膜則完全消失, 管壁頗厚, 更因生長的不

均,管壁呈輪狀,螺旋狀,或網狀,孔狀等紋理,故導管亦因植物種類而有種種形狀,專用為通導水液,根毛從地下吸收的水液,即經由導管而上升於葉部,更有篩管 Sieve tube,亦為多角形的長管,惟管中處處有篩孔狀的隔膜,係癒合的細胞殘留的細胞膜,特稱篩板,管內充滿細胞質和種種有機物質,管壁亦無種種紋理,專用為輸運養分,導管和篩管,常依一定方式的結合,構成維管束,為植物體重要的部分。

5. 分泌組織 Secretory Tissue 摘取植物時,常有白色,黃色,褐色等液汁流出,是因植物體內具有分泌組織的結果。

分泌組織或為單細胞變形,或為多細胞癒合,呈囊狀,管狀,其細胞質中則含有樹膠樹脂單寧,有機酸類和有機鹼類等物質,如大戟,罌粟,樹膠樹,漆樹等組織中,均有乳管 Lacticiferous



第三十五圖 連翹屬
Hypericum 的離生細胞間隙

S 分泌細胞; D 油點,

(Strasburger)

vessel 的分泌組織,營分泌作用。

6. 腺組織 Glandular Tissue

腺組織常埋藏於表皮柔組織或其他組織的中間,以產生油脂,黏液,毒汁等於體外或體內,如松柏類的樹脂道,芸香類的油腔水芹類的油管,以及體表的腺毛等均屬普通的

腺組織。

高等孢子植物和種子植物的組織，因其生理功能的同異，得合數種組織為一系，藉此區分植物全體的組織成若干系統，是稱組織系 Tissues system。普通概分為表皮、皮層和中心柱的三系。

表皮 Epidermis 為包被植物外表的組織系，所

有一切表皮、角皮、氣孔、水孔和毛茸等組織均屬之。

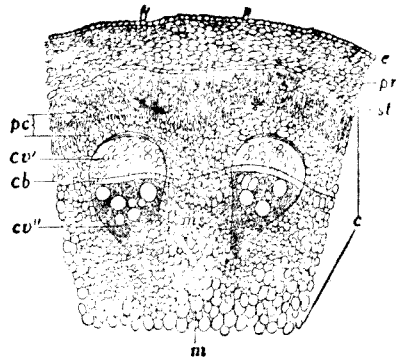
皮層 Cortex 為介於表皮系和中心柱系間的組織系如栓皮、綠皮、內皮、厚角厚膜等組織均屬之。

中心柱 Central Cylinder 為位於植物軀幹中心的組織系如維管束、形成層、髓和髓線等均屬之。

提 要

1. 組織為細胞的集合體，同一組織內的細胞，大都同形同性，單細胞生物的羣體已略示組織的雛型。

2. 動物組織自海綿動物腔腸動物始創其基，植物組織自真藻類真菌類始發其端。



第三十六圖 幼莖的橫切面

e. 表皮; pr. 皮層; st. 澱粉粒; c. 中心柱; pc. 內鞘; cv'' 篩管部; cv''' 伴管部; cb. 形成層; ms. 射出體; m. 髓. (Strasburger)

3. 同源的組織,每因適應生理的需要,發生種種的變狀,而分化為特殊的組織.

4. 組織有非細胞構成的,如中膠層 Mesoglea, 細胞間質 Intercellular substance, 間充質 Mesenchyma 等是.

5. 生活體的組織,在生存期間內,不絕新生和死滅.

6. 組織生成方法有四:(1)由細胞分生;(2)由細胞質分化;(3)由細胞的分泌物質或細胞間質的產生;(4)由細胞變質或枯死的構成物.

7. 動物組織起源於胚層組織,下等動物僅具外胚層 Ectoderm 和內胚層 Endoderm 的兩層;高等動物則尚有中胚層 Mesoderm 故具三層的胚層,為分化各組織的基本.

8. 植物組織最原始的為菌組織和葉狀體至蘚苔類以上始具分裂組織,分化為複雜的組織.

問 題

1. 組織的定義若何? 單細胞生物的羣體是否是組織?

2. 組織如何生成?

3. 何為組織系?

4. 動物的組織大別為幾種? 簡單條舉之.

5. 植物的組織系有幾種? 如何區分?

6. 分裂組織的特徵和功能如何？
7. 硬骨組織如何構成？起源於何種組織？
8. 腺和腺組織的定義若何？源於何種組織？
9. 神經組織如何構成？
10. 何爲胚層組織？

第五章 器官

第一節 器官的原始和大別

據前章的記述，則動物植物的組織已略舉其大凡。在低級生物如水螅藻菌等祇具有簡單的組織，無何種的變遷。在高級生物，其組織更錯雜混淆，或合數種組織以構成體軀的一部分，或由同種組織複雜分化，以兼營種種的生理功能。如皮膚係集合皮膜組織結締組織和神經血管等而成，以專司保護，觸覺，排泄等的作用，是等組織的集合體，專營一種的生理功能的，特稱器官 Organ。生物生理的分工愈完全，則器官的構成亦愈進步，兩者實互相成因果。

生物體的器官，有聯數種器官營相同的生理作用的是稱器官系 System of organs。普通因生理的性質，得分生物體的器官系為植物性和動物性兩大類。

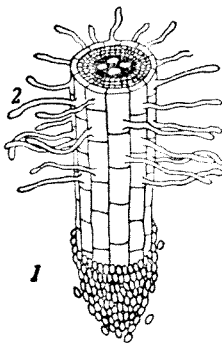
甲、植物性器官 Vegetative Organs 係動物植物共有的器官，其發達的程度，雖動植各異，但生理的功能則一致，如消化器，循環器，呼吸器，排泄器，生殖器等屬之。

乙.動物性器官 Animal Organs 係動物特有的器官,如運動器,神經系,感覺器等屬之。

第二節 高等植物的器官

植物體的生理分工,普通較動物體為低,故器官分化既少,而體制 Organization 亦較單純;且有一器官兼營數種生理功能的亦頗多,高等植物的器官得分為根,莖,葉,花果種子的六種。

1. 根 Root 概生於地中,為吸收水液,支持全體的器官,雙子葉植物多為單根,係從幼根向下垂直生長的主根,和



第三十七圖 幼根先端

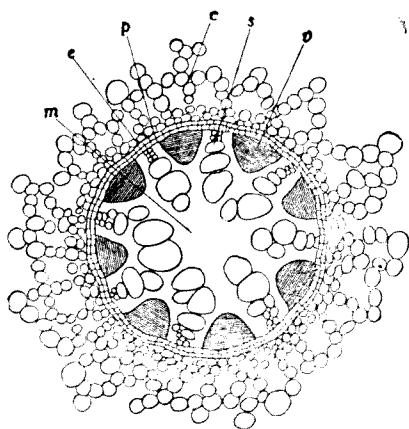
1 根冠; 2 根毛;
(自 Graebner)

由主根分歧的支根所構成,單子葉植物則多為複根,即自其莖的下端,平等的發生多數的鬚根,無主根和支根的分別,至於根的形狀,則因生活的情形,有種種的變化,更如寄生植物的寄生根,氣生植物的氣根,水生植物的水根,和呼吸根,蔓生植物的吸根等,概屬根的特例。

根的先端有生長點 Growing point

係分裂組織,能不絕分生,使根部繼續生長,其外表復有根冠 Root cap 保護之,生活的根部,其表皮

細胞發達突出成爲根毛
 Root-hairs, 伸入土壤, 和土
 粒黏着, 以吸收水液, 根的
 表皮內有甚發達的柔組
 織, 稱皮層 Cortex, 其中心
 則爲輸導組織的中心柱
 Central cylinder, 柱的外層
 有單層的內皮 Endodermis
 包被之, 內側更有一層的
 內鞘, 或稱周圍形成層
 Pericycle or Pericambium, 中



第三十八圖 根的橫切面

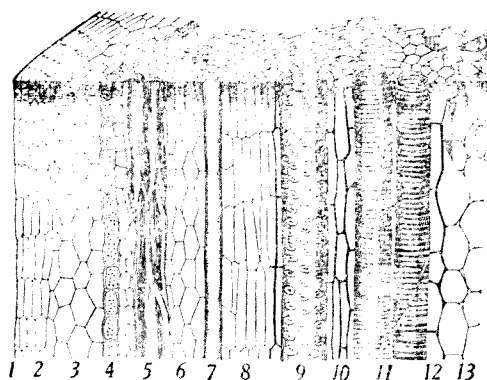
o. 皮部; e. 內皮層; p. 維管束鞘;
 v. 篩部; s. 木部; m. 髓。

心則由篩部和木部相間配列形成放射維管束 Radial vascular bundles, 爲根部特有的構造。

根的功能主爲吸收, 同時因受地上部的牽引, 故維管束發達於中心爲強固的結構, 以支持全體, 皮層的柔組織, 常爲貯藏養料的部分, 根毛更有分泌性, 可產生酸性液質以溶解或中和土中的礦質。

2. 莖 Stem 概植立於地上, 爲輸運和支持的器官, 頂端有生長點, 能不絕生長, 形態萬殊, 可大別爲木質莖和草質莖, 更因生育的地位, 有地上莖和地下莖的區分。

莖的組織得分爲表皮, 皮層和中心柱的三部, 表皮爲單



第三十九圖 雙子葉植物莖的組織模式圖

1 表皮; 2 栓皮層; 3 皮層; 4 維管束鞘;
5 纖維; 6 篩部柔膜細胞; 7 篩管; 8 形成層;
9 點紋導管; 10 木質柔細胞; 11 輪紋導管;
12 髓鞘; 13 髓 (Macilaum)

層細胞組織密接無間隙,但處處生有氣孔。皮層則在表皮直下,其隣接於表皮的部分,常發生栓皮細胞,厚角細胞,厚膜細胞等所成的組織,以強固莖體。其接近於中心柱的部分,則全屬柔組織,細

胞內概含有葉綠體,得起光合作用,或貯藏養料。中心柱則包括中央的髓部和維管束而言,為莖的心柱。維管束因篩部木部配列的異狀,得區分為數類。

裸子類和雙子葉類的維管束均為輪狀的配列,且木部在內,篩部在外,兩者內外相並,中間復間有形成層的分裂組織,得繼續肥大生長,故稱無限並生維管束 *Indefinite collateral vascular bundle*,其中央有柔軟的髓部,更由髓部發出多數放射的髓線,貫通維管束直達於皮層以相連絡。單子葉類的維管束,則分散於莖的全部柔組織中,各個維管束的構造,亦係木部和篩部內外相並,但兩者間無形成層,不

能肥大生長，並無皮
膚髓部和髓線等區
分，故稱有限並生維
管束 *Definite collateral*

vascular bundle。羊

齒植物的維管束，亦
分散於莖中，和單子
葉的相類似，但為數
甚少，且各個維管束
的構造，木部占中心，

篩部包圍於外，故稱

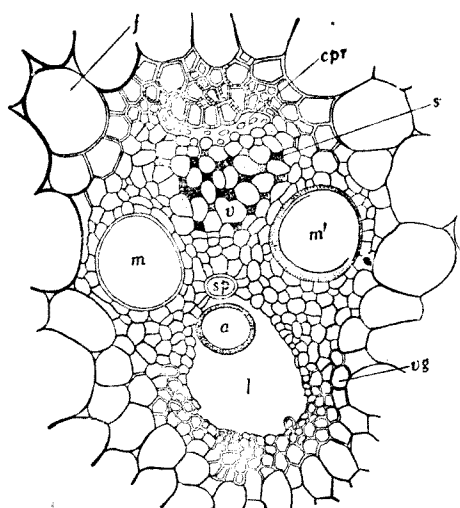
中心維管束 *Concen-*
tric vascular bundle。

至於種子植物根部

的維管束，概呈放射狀構造，稱放射維管束，已述於前，茲不
復贅。

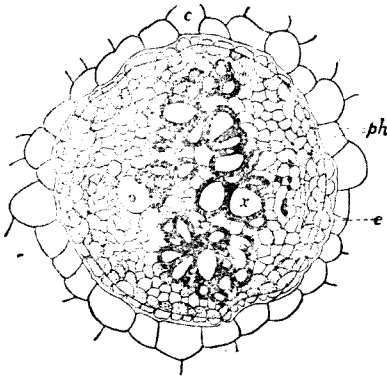
木部主為導管，假導管，木纖維，和木質柔細胞等組織所
構成，除通導根部上升的水液外，並有強固植物體的功能。
篩部主為篩管，伴細胞和韌皮柔細胞等組織所構成，專以
輸運葉部製成的有機物質於各部。

年輪 *Annual ring* 木質莖的斷面常見有同心環狀的



第四十圖 單子葉植物一個維管束的
橫切面放大(玉蜀黍)

a 輪紋導管, sp 螺紋導管; m, m' 點紋導
管; v 篩管; a 伴細胞; cpr 壓縮的初生
篩管; l 細胞間隙; vg 維管束鞘; f 柔
膜細胞組織。(S rasburger)



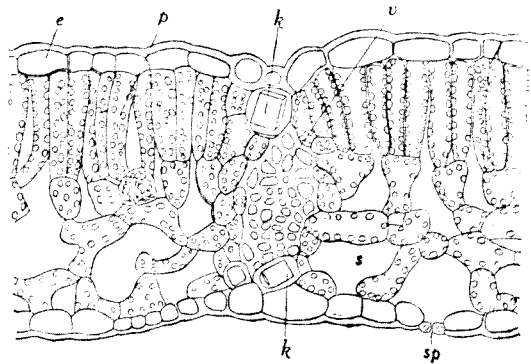
第四十一圖 羊齒植物的中心維管束

c 皮層, e 維管束鞘, ph 篩部, x 木部。(自 Strasburger)

紋理,是稱年輪,在無限並生維管束的莖,其形成層不絕分裂,向內增生木部,向外增生篩部,使莖漸次肥大,但因每年氣候的寒暖,其分裂生長的速度,和細胞組織的疏密,不能平均一致,普通春材粗疎,秋材緻密,故當年的秋材,和翌年的春材間,形成明瞭的分界,而年輪以成。

3. 葉 Leaf 概着生於莖枝,得區分為尋常葉和變形葉

兩種,如子葉,苞葉,鱗葉,花葉,捕蟲葉,葉針,葉卷鬚等,各顯示其特殊的適應,而呈異狀均屬變形葉,至於尋常葉概係扁平綠色的葉體,為製



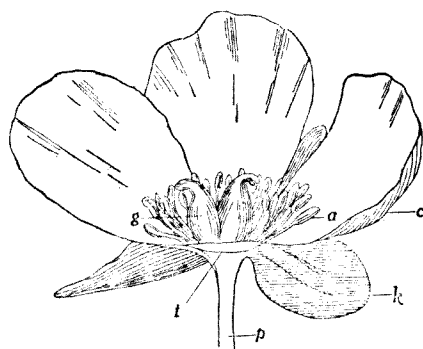
第四十二圖 葉的橫切面

e 表皮; k 細胞內結晶體; p 柵狀組織; s 海綿組織; sp 氣孔; v 維管束。(自 Strasburger)

造養料的器官。

葉的組織可分為表皮、葉肉和葉脈的三部。表皮包被葉體的表裏，為單層無色的細胞處處有氣孔得自由開閉，表皮下為葉肉 Mesophyll，為含有葉綠體的柔細胞所成。其接於葉表面的葉肉，係柱形駢列的柵狀組織 *Pallisade tissue*，一層或數層。其接於葉裏面的葉肉，為不規則圓形粗疏的海綿組織 *Spongy parenchyma*，處處存有細胞間隙。葉脈為貫通於葉肉中的維管束分枝，組織緻密，不含葉綠體。

尋常葉常由氣孔吸取空中的炭養，和由葉脈輸來的水液藉葉綠體的機能，和日光的能力，合成炭水化合物為產生有機物的始基，為植物養料的本源。同時更能吸收養氣於體內，使有機物質分解變化而排除炭養。故葉的功能實植物體部各器官中最為繁複，為植物體物質代謝的最重要器官。

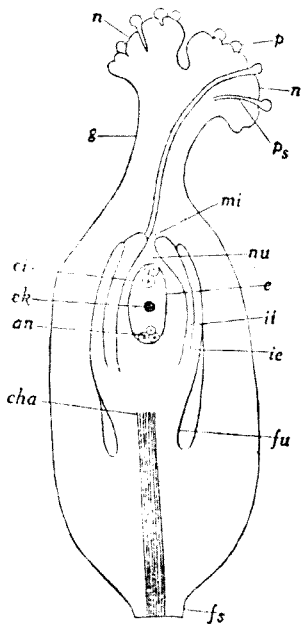


第四十三圖 花的模式

a 雄蕊； g 雌蕊； c 花瓣； k 花萼；
t 花托； p 花梗。

4. 花 *Flower* 係葉的變形發達而成，為種子植物的生殖器官，其模範的構造，具四種變形的花葉，排列為四輪。第一

輪爲花萼 *Caryx*, 由數個的萼片 *Sepal* 合成, 通常呈綠色. 第二輪爲花冠 *Corolla*, 由各個花瓣 *Petal* 構成, 常呈美色. 倘花



第四十四圖 受精中子房剖面的模式圖 (*Polygonum convolvulus* 的受精)

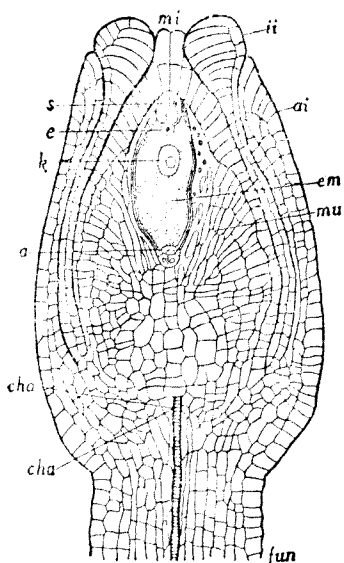
fs. 子房基部; fu. 珠柄; cha 合點; nu. 珠心; mi. 珠孔; ū, ie 內外珠皮; e 胚囊, ek 胚囊核; ei. 卵細胞和助胎細胞; an. 反足細胞; g 花柱; n. 柱頭; p. 花粉; ps. 花粉管. (Strasburger)

萼和花冠形色相同, 則總稱爲花被 *Perianth*. 第三輪爲雄蕊 (小蕊) *Stamen*, 得分爲花絲 *Filament*, 粉囊 *Pollen-sac or Anther* 的二部. 第四輪則位於花的中心, 稱雌蕊 (大蕊) *Pistil*, 成自柱頭 *Stigma*, 花柱 *Style* 和子房 *Ovary* 三部分. 但因植物的種類, 各輪的完缺和發達的程度, 甚不一致. 如因花被的有無或離合, 有無被, 單被, 重被等區分. 因花蕊的有無或離合, 有中性, 單性, 兩性等殊異. 其形態變化甚多, 茲不贅舉.

花粉粒 *Pollen-grain* 繁殖於粉囊中, 爲種子植物無性的生殖細胞, 發育成熟, 由粉囊散出, 傳至雌蕊的柱頭上, 發芽生成雄性的植物體.

花粉粒祇能在雌蕊的柱頭上

生活不能獨立在地上營生，其發生的雄性植物體，僅為簡單數個細胞，其發芽開始，先產生二個細胞，一為生精細胞 Spermatogenous cell，一為造管細胞 Tube cell。後來造管細胞即發達為花粉管，生精細胞則藏於管中，分裂為兩個雄精細胞，自管中向下移動，直達子房內胚珠中，以完成受精作用。



第四十五圖 蓼屬 Polygonium 一種的胚珠

mi. 珠孔； ii. 內珠皮； ai. 外珠皮；
em. 胚囊； mu. 珠心； s. 助胎細胞；
e. 卵細胞； k. 胚囊核； a. 反足細胞；
cha. 合點； fun. 珠柄。（Straesburger）

胚珠 Ovule 為發生種子的原器，着生於子房內，裸子植物則無子房，故胚珠常裸出。胚珠的外面包有內外兩珠皮 Integument，頂端有珠孔 Micropyle，以通於外界，中央為珠心 Nucellus，中有胚囊 Embryo-sac，為種子植物無性的生殖細胞，分裂發達，生成雌性的植物體。

胚囊藏於胚珠中心，成熟後即在胚珠中分裂為八個細胞，其三個占胚囊的上部，其中兩個稱助胎細胞 Synergidae cells，餘一個即為卵細胞 Egg cell, ovum。更有三個細胞則占胚

囊的下部，稱反足細胞 *Antipodal cells*，尚餘兩個，則游離於胚囊的中央，或癒合為一，特稱胚囊核（或稱中心核）*Embryosac nucleus (Central nucleus)*。以上各部分，概為雌性世代的植物體，但極隱微，不能獨自營生，和雄性植物體相同。

花粉管內的兩個雄精細胞，由管下降直達珠心，一個雄精細胞則和卵核相交配，其餘一個雄精細胞則和胚囊核相合一。前者即發育成種子的胚胎，後者則發育為胚乳，是為種子植物的受精現象 *Fertilization*。

胚胎發育時，胚乳亦同時發達，致胚囊中全為胚胎和胚乳所占領，如蕎麥、稻、玉蜀黍等的種子，均含有外胚乳，以包圍胚胎。但如蕁薹、大豆等的種子，其胚胎發育時盡將胚乳吸入子葉中，致子葉肥大，是稱內胚乳。胚胎和胚乳生長時，珠皮亦同起變化，形成堅韌的種皮，此時種子已完成，遂為休眠時期的無性世代植物體。

5. 果實 Fruit 除裸子植物和少數的特例外，果實概為子房發達而成，係散播種子的器官。其形態構造，則視子房的種類而定，有由單一子房生成的單果，有由多數子房合成的複果，更有由花萼、花托、花軸、花苞等連合子房而發達的假果。

果實的外形和色澤，殊不一致，普通有內、中、外的三層果

皮,其中果皮富於漿汁的稱漿果,反是則稱乾果.前者成熟後,大都不裂開,後者則有裂開和不裂開的區分.

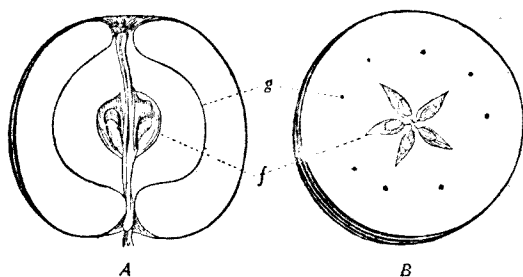
果實的外表,

或具冠毛,鉤毛,翅,翼,腺毛等附屬器官,或具堅硬的外皮,發達的針刺等,用為保護,同時藉以散布種子於遠處.

6. 種子 Seed 為種子植物特有的休眠植物體,係受精後胚胎發達而成,但有許多細小的果實,如瘦果穎果等,每有誤認為種子,不可不注意.

種子的形色和大小,因種而異,普通包有一或二層的種皮 Aril, 外種皮較堅厚,呈種種的色彩,內種皮則為無色的薄膜,種子外表時具有孔狀的斑痕或突起,如種阜 Caruncle 為珠孔的殘迹,甚小,種臍 Hilum 為種子生於胎座的附着點,更有於種臍周圍生成阜狀突起部,則稱種翅 Strophiole.

種子除種皮外,其內部的胚體,由胚軸和子葉兩種重要部分所成,胚軸 Hypocotyle 的一端,為成莖的起點,稱胚芽(幼芽) Plumule. 其他的一端,則為成根的起點,稱胚根



第四十六圖 蕓菜 的剖面(假果)

A 縱剖面; B 橫剖面;
g 維管束; f 子房即果皮.

(幼根) Radicle, 子葉 Cotyledon 常附於胚軸, 有一枚, 二枚或多數, 爲分類上的一種標準, 胚芽和胚根, 在種子中概不發達, 不易辨認。

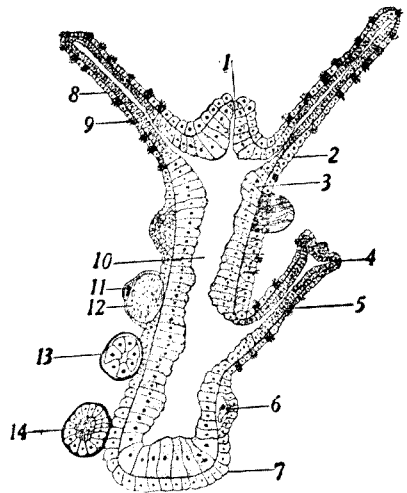
有胚乳的種子, 胚體較小, 祇占種子全體的一小部, 其大部爲外胚乳所充塞, 無胚乳種子, 則種子全部爲胚體, 其子葉因含有多量的內胚乳, 故極肥大, 種子若得適宜的水分和溫度時, 則胚乳分解, 胚體萌發而生成新植物。

第三節 高等動物的器官

動物因攝食方法的不同, 和營養性質的略異, 故器官分化發達, 概較植物爲繁複, 生理作用亦更爲完備, 茲分別述其大綱如下:

1. 消化器 Digestive

Organ 原生動物和海綿動物無特殊的消化器, 至於腔腸動物的腔腸, 係消化器最原始的模式, 其內胚層爲直接起消化作用

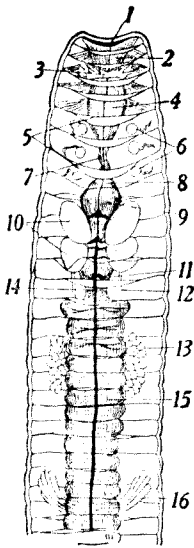


第四十七圖 水螅的縱切面

1 口; 2 外層; 3 內層; 4 芽體觸手;
5 芽體; 6 未熟卵子; 7 根極; 8 觸手;
9 刺細胞; 10 腔腸; 11, 12 精巢;
13 囊胚; 14 原腸胚。(Hegner)

的細胞,其分化極簡.高等動物的消化器官,則可別為消化管和消化腺兩部.

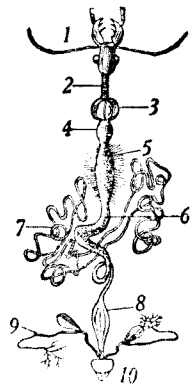
消化管 Alimentary Canal 係自口至肛門的通管.發達的有口腔,咽頭,食道,胃腸等區分,但各部的長短大小屈曲,甚不一致.扁蟲類的消化管最簡單,較腔腸動物的腔腸略進步.僅為內胚層所成的盲囊.各部稍有分歧.圓蟲類則為口肛溝通的管,縱走於體的中軸部.環蟲類如蚯蚓的消化管始有咽頭,食道,嗉囊,砂囊,胃腸等區分.然為通直無屈曲的管,僅管壁略具褶襞.棘皮動物軟體動物節足動物的消化管概盤曲於體內,且因食物的種類,胃部的形狀和腸的長短,變化甚



第四十八圖 蚯蚓內臟

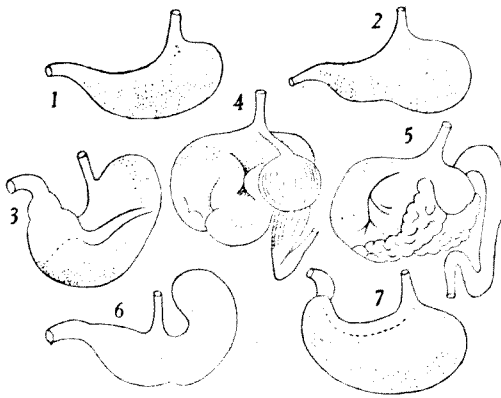
- 1 口; 2 口腔; 3 腦球;
- 4 咽喉; 5 隔膜;
- 6 受精囊; 7 食道;
- 8 嗉囊; 9 砂囊;
- 10 貯精囊; 11 動脈環;
- 12 輸精管; 13 攝護腺;
- 14 背血管; 15 腸;
- 16 盲腸.

多,至於脊椎動物的消化管,則分化最繁,各部異狀.胃有單複,腸有大小盤旋曲折,



第四十九圖 甲蟲的消化器

- 1 頭部; 2 食道;
- 3 嗉囊; 4 前胃;
- 5 胃; 6 腸; 7 馬爾堡基氏管;
- 8 直腸; 9 肛門腺及附屬物;
- 10 肛門. (Dufour)



第五十圖 哺乳動物的胃，示食肉和食草的不同

1 黃熊； 2 犬； 3 馬； 4 牛； 5 駱駝； 6 鼠； 7 人。

形性各殊，而消化管的全長，普通多超過體長，食肉獸較短，食草獸尤長。

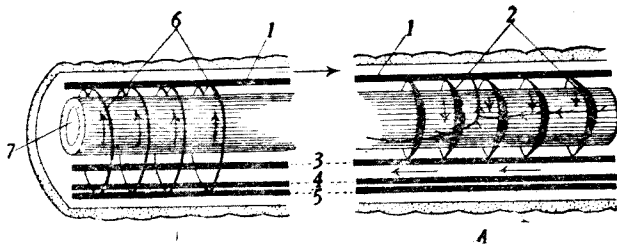
消化腺 Digestive Gland 係消化管內外附屬腺，簡單者為細微的盲管，複雜的成巨大的腺體，如肝臟、胰臟、唾腺、胃腺、腸腺等。於

脊椎動物大都完全發達，分泌消化液，輸入消化管的各部，以消化食物。

如絛蟲等寄生蟲，以體面全體吸收宿主的養液，故其消化器官或全部退化，或僅留痕跡，發育不全。

2. 循環器 Circulatory Organ 為動物體的運輸機關，所以輸送養料，排泄廢料，使各組織間營不斷的物質代謝作用。原生動物、海綿動物，其外界的養氣和食物的養料，得直接滲透浸潤入於細胞組織，無專司運輸的器官。腔腸動物的胃水管系 Gastro-vascular system，實係運輸體液最原始的構造。扁形、圓形動物的體液直接流行於體內的腔隙間，（

原體腔
Primary
body cavity) 是
等多不
能認爲
正式的
循環器
官,環形



第五十一圖 蚯蚓循環系的模式

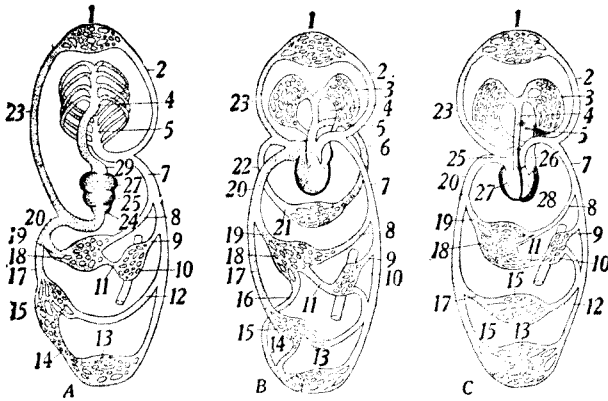
A. 前方體部; B. 後方體部;

1 背血管; 2 動脈環 (心臟); 矢形示血行方向; 3 腹
血管; 4 傍神經血管; 5 神經下血管; 6 側壁血管;
7 腸管.

動物雖屬閉鎖血管系,血液循環於血管中,但無心臟的中樞,軟體動物雖有心臟的中樞,和動靜脈的分化,然係開放循環系 Opened circulation,血管開通於原體腔,血液仍和體液混流於組織間隙中,棘皮動物的循環器則特稱血竇系 Blood-sinus system,係存於水管系 Ambulacral system 和神經系間の間隙,同爲放射狀的配列,血液和體液,由此直接間接以通達於體腔,節足動物則以背血管爲中樞,血液由背血管輸出,和體液混合,自由浸潤於體腔,故又稱血體腔 Haemocoel,以上概爲循環器分化單純,循環不完全的例證,至於脊椎動物,方具完全的閉鎖循環系 Closed circulation,有心臟爲中樞,有動脈連接心室,爲血液發出的經路,有靜脈連接心耳,爲血液迴歸的經路,而全體的動靜脈,更藉微

血管 Capillaries 網絡使血液循環於血管中，復獨立一種的淋巴系，以循環體液

(淋巴液) 和血液不相混淆。更因心臟構造的繁簡和血行的方式有單循環和



第五十二圖 脊椎動物各種循環系的模式圖

A. 硬骨魚; B. 兩棲類; C. 哺乳類;

- 1 頭部微血管; 2 頭頸動脈; 3 肺部微血管; 4 入鰓動脈(A); 肺動脈(BC); 5 出鰓動脈(A); 肺靜脈(BC); 6 肺皮動脈; 7 後大動脈(背大動脈); 8 肝動脈; 9 腸間動脈; 10 腸間微血管; 11 門脈; 12 腎動脈; 13 後部終末微血管; 14 腎門靜脈; 15 腎臟微血管; 16 腹靜脈; 17 腎靜脈; 18 肝臟微血管; 19 肝靜脈; 20 後大靜脈; 21 皮膚微血管; 22 肺皮靜脈; 23 頭頸靜脈; 24 靜脈竇; 25 心耳(A); 右心耳(B,C); 26 左心耳; 27 心室(AB); 右心室(C); 28 左心室; 29 大動脈.
- (Woodruff)

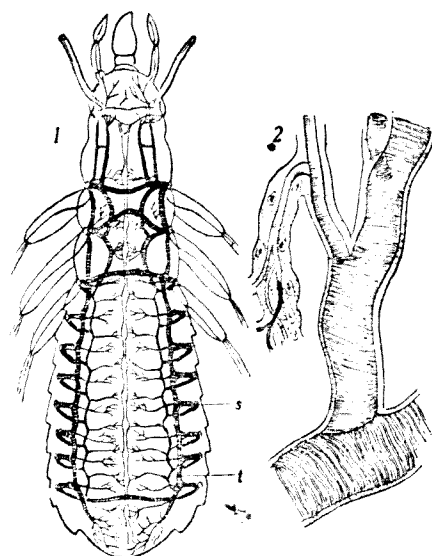
複循環的區分。

血液為含營養分的血漿,和游離細胞的血球所成。脊椎動物的血球,分紅血球白血球的兩種,紅血球中含有血紅素 Haemoglobin 的色素,無脊椎動物的血球細胞,則不含有血紅素,故大都無色,或因血漿中含有他種的色素,而呈黃

綠紫褐或赤褐等種種色澤。

3 呼吸器 Respiratory Organ 爲呼吸吸養,交換氣體的器官。海綿動物,扁形動物,圓形動物,環形動物等,其體部的全表面得營氣體的交換作用,無特殊呼吸器亦稱皮膚呼吸。棘皮動物的呼吸樹,係附屬於直腸以營腸呼吸。軟體動物和水生節足動物脊椎動物概營鰓呼吸;而陸生節足動物則營氣管呼吸,陸生脊椎動物則營肺呼吸。

鰓爲水生動物的呼吸器,以攝取溶存於水中的養氣並



第五十三圖 昆蟲的氣管

1 氣管系的全部; s 氣孔; t 氣管;
2 氣管一部分的放大

放出體內的炭養,而清潔血液。軟體動物的鰓,爲體腔內壁一部分的褶襞所成。甲殼類的鰓概附着於節肢的基部,藉肢的運動激動水流以盪滌其鰓部。脊椎動物的鰓則係咽喉側壁發生褶襞,更有鰓弓骨格維繫之,構造更爲繁複。

陸棲昆蟲類大都

行氣管呼吸於胸部和腹部各環節的側壁，有成對的氣門，內通氣管，發達於體內繁複分岐，形成獨立的氣管系，以營呼吸。

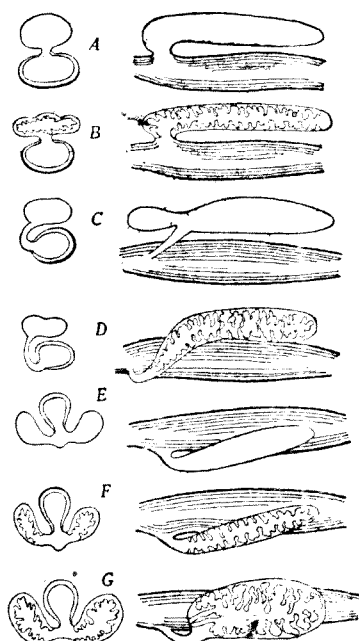
肺的起源，係消化管前端分離的囊狀突起，漸發達而成肺泡。魚類的鰓，亦出於同源，不過功用不同。兩棲類爬蟲類的肺臟，尚呈單純囊胞狀的模式，至於鳥類哺乳類，則複雜變化，有繁密分支的氣管，和無數的肺氣泡，更有血管神經，錯綜連絡，構成複雜的肺臟，為獨立完全的呼吸器。

4. 排泄器 Excretory Organ

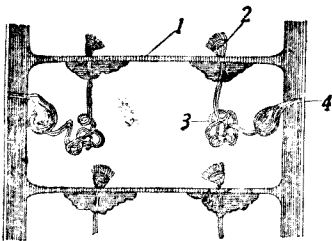
亦稱泌尿器 Urinary organ,

為排泄血液和體液中廢料

的器官。原生動物，海綿動物，腔腸動物無獨立的排泄器，其體部細胞外表，直接營其排泄作用。扁形動物在原體腔內



第五十四圖 魚類的鰓和高等脊椎動物的肺，示其相互關係：右列為鰓或肺和消化管縱斷模式，左列為兩者交通點橫斷模式。A 鮭魚和多數的硬骨魚；B 硬鱗魚的一種；C 硬骨魚一種；D 肺魚一種 *Ceratodus*；E 硬鱗魚類的多鱗魚；F 肺魚一種 *Lepidosiren*；G 爬蟲類，鳥類和哺乳類的肺。(Dean)



第五十五圖 環蟲類的腎管模式圖

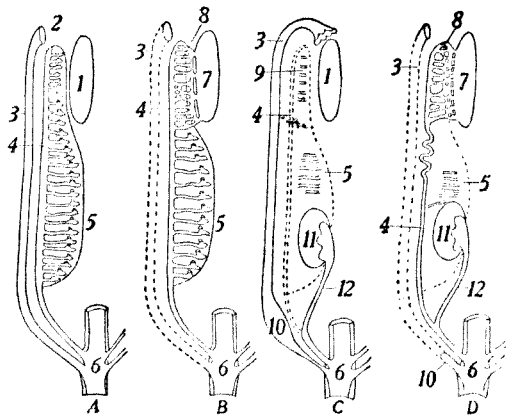
1 隔膜； 2 漏斗； 3 腎管；
4 排泄孔。

的兩側具一至數對的原腎管 Pronephridium, 分歧呈樹枝狀, 各枝的末端有特殊的篩細胞, 由一或數個的排泄口開通於體外, 是係最原始的排泄器。至環形動物則各體節具有一對的腎管 Nephrodium, 亦稱環節器, 為紆迴的細管, 一端為漏斗

狀的腎孔 Nephrostome, 開口於體腔, 一端則開口於體外。軟體動物的腎管, 僅有一對, 如瓣鰓類的巴耶那斯氏器 Organ of Bojanus 亦係排泄器官, 他如甲殼類的綠腺 Green gland, 昆蟲類多足類的馬爾壁基氏管 Malpighian tube, 蜘蛛類的腳基腺 Coxal gland 等, 皆屬腎管的變形為特殊的排泄器。

脊椎動物的泌尿器即為腎臟, 亦由腎管變形發達而成, 其發生的階段, 得分為原腎, 中腎和後腎的三期, 且和生殖器的形成有密切關係。原腎發生於胚體腰節背側左右, 由迂曲的原腎小管 Pronephric tubule 集成數對的腺組織, 和環形動物的環節器相等, 各側的原腎均連接於一個縱走的原腎導管 Pronephric duct, 而開通於排泄腔。不久原腎退化, 中腎發生原腎導管移變為中腎導管 Mesonephric duct, 且復分裂為胡爾甫氏管 Wolffian duct 和彌勒氏管 Müllcrian

duct 的兩管。魚類兩棲類的中腎，即發達為成體的腎臟。在雌體則胡爾甫氏管變成輸尿管，彌勒氏管變成輸卵管。在雄體則胡爾甫氏管成輸尿精管 Urino-semi-nal duct，兼輸精輸尿之用，而彌勒氏管則完全退化。若爬蟲類鳥類和哺乳類則中腎亦不久消滅，更發生後腎，發達為成體的



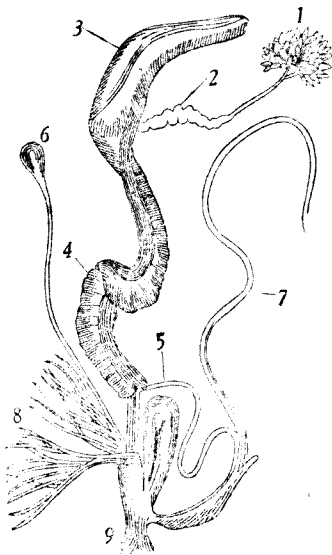
第五十六圖 脊椎動物泌尿生殖系發生的模式

A.B. 板鰓魚，兩棲類的雌和雄體； C.D. 爬蟲類，鳥類，哺乳類的雌和雄體。

1 卵巢； 2 輸卵管的腹腔口； 3 彌勒氏管，雌體為輸尿管，雄體退化消失； 4 中腎管，雄體為輸尿管 (A)，雌體為輸尿管 (B)；或雄體為輸精管 (D)，雌體退化消失； 5 中腎，在 (A.B) 即為永久腎臟，在 (C.D) 概消失退化； 6 排泄腔； 7 精巢； 8 輸精小管； 9 副卵巢； 10 子宮和男性子宮； 11 後腎； 12 輸尿管。(自 Kingsley)

腎臟。復有後腎導管 Metanephric duct 變為輸尿管 Ureter，而完成泌尿系統。在雌體則胡爾甫氏管退化，彌勒氏管成輸卵管，在雄體則胡爾甫氏管成輸精管，彌勒氏管全行消失。

5. 生殖器官 Genital Organ or Reproductive Organ 為產生生殖細胞 Germ-cell 的器官，其發達進步，概由生殖腺 Gen-



第五十七圖 蝸牛的兩性腺

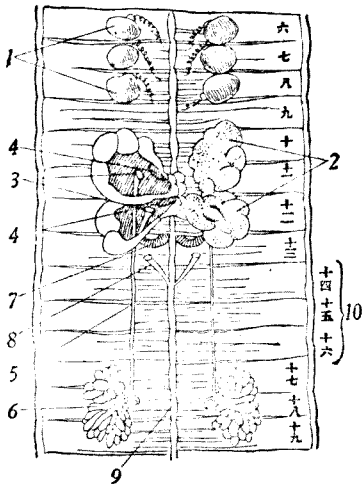
- 1兩性腺； 2兩性管； 3卵白腺；
- 4輸卵管； 5輸精管； 6受精囊；
- 7鞭狀器； 8粘液腺； 9膈。

ital gland 生殖道 Genital meatus 和交接器 Copulatory organ 三部所構成。生殖腺分卵巢 Ovary 和精巢 Spermary, 前者產生雌性的卵細胞或稱卵子 Ovum, 後者產生雄性的精細胞或稱精子 Spermatozoa。一動物倘兩性器官兼備的, 稱雌雄同體 Hermaphrodite, 反之稱雌雄異體 Gonocherite。生殖道即輸卵管 Oviduct 和輸精管 Vas

deferens 的總稱, 為輸出生殖細胞的通路, 其一部或分化

為卵黃腺 Vitelline gland, 卵殼腺 Shell gland, 卵白腺 Albuminous gland, 子宮 Uterus 等, 以滋養保育卵子, 或附屬受精囊 Seminal receptacle, 貯精囊 Seminal reservoir, 攝護腺 Prostate gland 以保護或貯蓄精子。至於交接器則生於輸卵管和輸精管的末端, 其構造則因種類而各異。

海綿動物無生殖器官的分化其生殖細胞自由發生於中層間質 Mesenchyma 中。腔腸動物由內外胚層組織中發



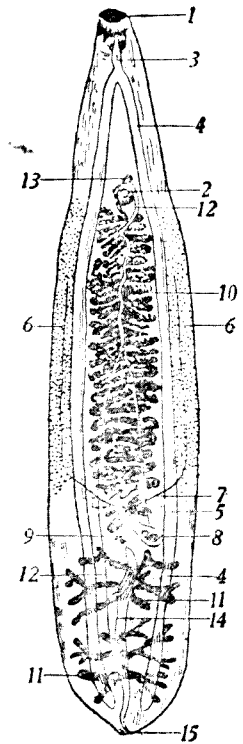
第五十八圖 蚯蚓的生殖器官
(中國普通蚯蚓)

1 受精囊; 2 貯精囊; 3 輸精管的漏斗口; 4 精巢; 5 輸精管; 6 攝護腺; 7 卵巢; 8 輸卵管; 9 腹神經索; 10 生殖環帶。(中國數字示環節的數)

生生殖腺或生殖細胞, 棘皮動物的生殖巢發育於體腔中步帶的位置, 皆屬單純的腺質, 未分化為完善的器官。至

扁形動物以上, 始有繁複的生殖器官, 即生殖腺, 生殖道和交接器的三部分均分別發達。在雌雄同體的動物, 如有肺類, 環蟲類, 扁蟲類等, 其生殖器官尤為繁複。

6. 運動器 Locomotive Organ 動物因

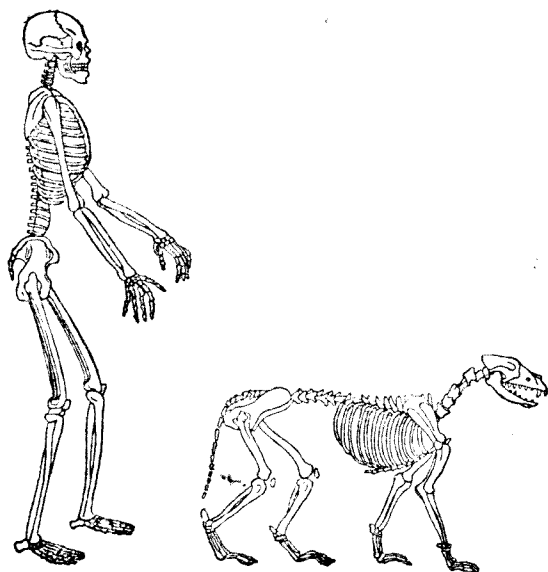


第五十九圖 肝蛭的兩性生殖器

1 11 吸盤; 2 腹吸盤; 3 咽頭; 4 腸; 5 卵巢; 6 卵黃巢; 7 卵黃輸管; 8 受精囊; 9 勞累爾氏 Laurer's duct 管; 10 子宮; 11 睪丸; 12 輸精管; 13 雌雄共同的生殖孔; 14 排泄管; 15 同上的開孔。

求食,求偶,防衛,繁榮等需要,概具有移行活動的器官,如原生動物的鞭毛纖毛偽足等,實係最原始的運動基形,又如海綿動物的中層間質 Mesenchyma, 腔腸動物的中膠層 Mesoglea, 可認為肌肉組織的始原,而尚未分化,高等動物的運動器,雖各具特殊形質,然肌肉和骨骼兩者,實為運動器的主部。

肌肉中如扁形圓形環形動物的皮膚最為原始,蚯蚓的皮膚已有輪肌縱肌的分化,軟體動物的閉殼肌足肌等,更為進步,節足動物的肌肉,附着於外骨骼的內側,運動作用

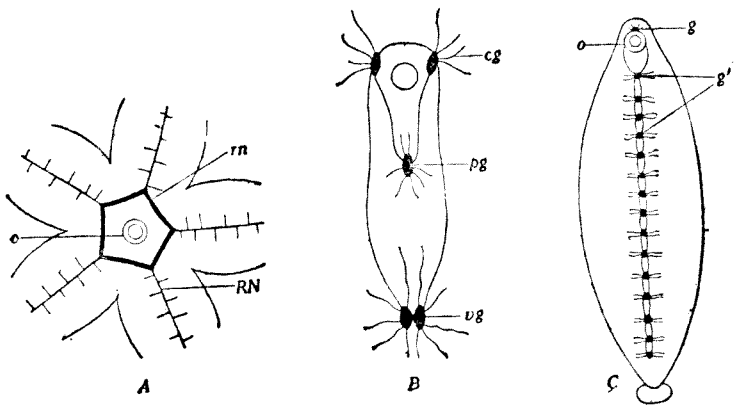


第六十圖 人和犬的骨骼系

尤為增進,至脊椎動物肌肉系統,附於內骨骼的外表,屈伸頷頰,運動異常繁複,他如海膽的管足,沙蠶的瘤足,節肢動物的節肢,以及脊椎動物的鰭翼四肢等,皆為特別發達的運動器。

骨骼為支持體形的擔架,同時又司保護和運動,無脊椎動物概發達於體表,故稱外骨骼 Exoskeleton, 如螺介甲殼角皮等均是,至於脊椎動物的骨骼,均深藏於肌肉內部,故稱內骨骼 Endoskeleton, 普通得分為中軸骨,四肢骨,臟骨等,致藉肌肉的連繫,構成各種關節,得自由運動。

7. 神經系 Nervous system 為司刺激感應的器官,主為神經細胞和神經纖維所構成,因其發達的程度,可分為散漫神經系 Diffuse nervous system, 和集中神經系 Concentrated nervous system 兩種。

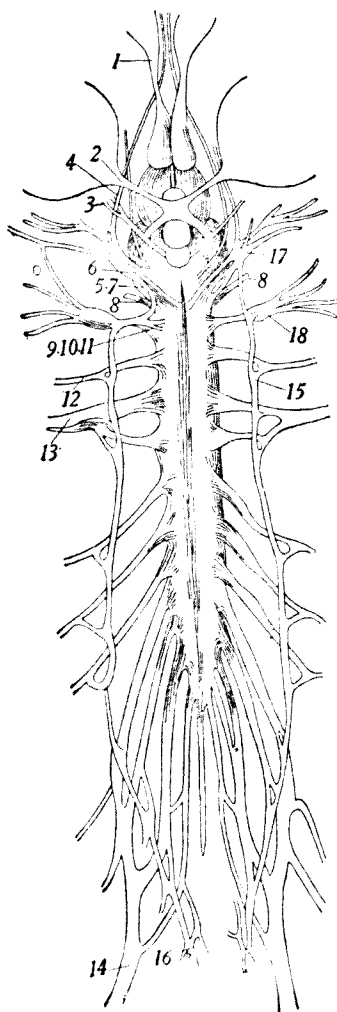


第六十一圖 數種無脊椎動物的神經系

A. 刺皮動物; B. 扁鰂類; C. 昆蟲類; o. 口; rn 口部神經環, RN 步帶放射神經; cg. 腦節; g'. 腹神經索和神經節; pg. 足神經節; vg. 內臟神經節 (Galloway)

腔腸動物如水螅類的外層細胞,有分化為神經細胞,散布於外層組織中,而無集合的中樞構造,是即散漫神經系

的實例。若水母類則神經纖維發達於傘緣形成神經帶，已略示中樞的基礎。至環形動物以上，始有和皮層分離獨立的神經系。其神經細胞集成若干對的神經節 Nervous ganglion，互相連絡以成中樞部。由此分派許多神經纖維於身體各部，以成周緣部 Peripheral nervous system。在無脊椎動物，其中樞部最前端的一對神經節常位於咽喉或食道的背側，特稱腦節 Cerebral ganglion，其餘則互相連接，位於腹側的中央，特稱腹神經索 Ventral nerve-



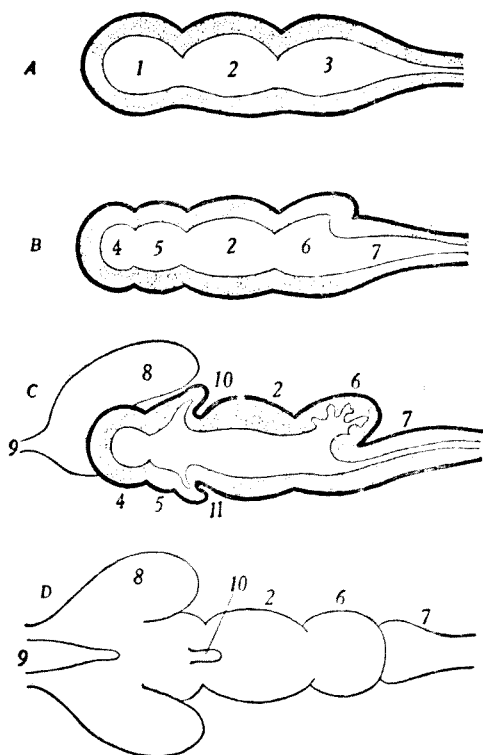
第六十二圖
蛙的神經系

1-11. 第一對至第十一對腦神經； 12 第一脊髓神經； 13 前膈神經； 14 骨神經； 15 第一交感神經節； 16 第十交感神經節； 17 Gasserian 氏神經節； 18 迷走神經節。
(Eoker)

chain, 但棘皮動物的神經系,其中樞為圍繞於口部的神經環 Nerve-ring,和由此發出輻射神經 Radial nerve,分佈於體部.軟體動物的神經中樞,則由腦節發出一對的足神經幹,和一對的臟神經幹,各有神經節相結合,由此分派神經

纖維於體的各部.

脊椎動物的神經系,最為發達於頭蓋腔內有兩半球狀的腦髓,於背部中央脊髓管,內有兩半圓柱狀的脊髓,合成腦脊髓系 Cerebro-spinal system. 更有交感神經系 Sympathetic system 為縱走於大動脈兩側的二條神經節索 Sympathetic ganglionic chain, 一方和脊髓神經幹相



第六十三圖 腦胞發達原始的模式

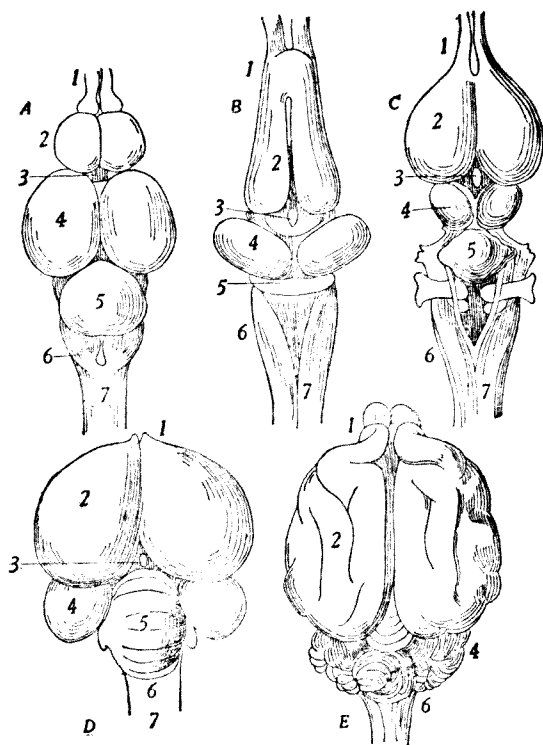
A.B.C. 縱切面; D. 背面; 1,4 前腦; 2 中腦; 3 後腦; 5 間腦; 6 小腦; 7 延髓; 8 大腦半球; 9 嗅葉; 10 松葉腺; 11 漏斗. (Woolruff)

連繫，一方則分派神經於內臟各器官，而節索的前端則入頭蓋腔內，和腦神經相連合。

腦髓的原始，為單一的原腦胞 Primary brain vesicle，其後發達變化成前腦 Prosencephalon，中腦 Mesencephalon，後腦 Metencephalon 的三個

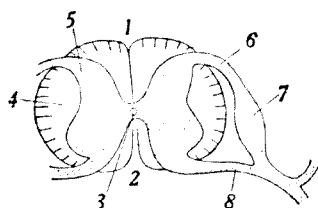
腦胞，各胞皆有內腔，至後殘留

成腦室。發育進步，則前腦胞復分為端腦 Telencephalon 和間腦 Diencephalon 二部，後腦胞分化為上腦 Epencephalon 和髓腦 Myelencephalon 二部。如在高等脊椎動物則端腦成大腦半球，間腦成視神經胎和視神經交叉，中腦則形成視葉，



第六十四圖 各種脊椎動物腦髓的比較

A. 硬骨魚, B. 蛙; C. 鱷魚 D. 鴿; E. 猴;
 1 嗅葉; 2 大腦半球; 3 松葉腺; 4 視葉;
 5 小腦; 6 延髓; 7 脊髓。(Woodruff)



第六十五圖 脊髓的橫切面和脊髓神經

1背側溝；2腹側溝；3中央溝；4白質；5灰白質；6背側根；7脊髓神經節；8腹側根；9脊髓神經幹。

四疊體和大腦腳，上腦成小腦半球，髓腦則成延髓，合以上各部，總稱為腦髓 Brain。但變遷發育的程度，則因種類而各殊。由腦髓派出的神經，稱腦神經。普通有十二對。

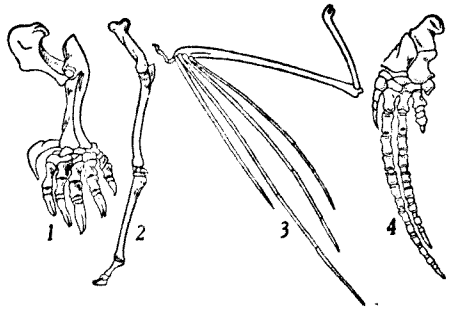
脊髓原為管狀的神經管，因發育進步，致內腔狹細，側壁肥厚，遂成柱形的脊髓，深藏於脊

椎骨中每一椎節，派出脊髓神經一對，各神經的基部分背側根 Dorsal root 和腹側根 Ventral root 的兩根，前者係司知覺，後者司運動。兩根相合，成脊髓神經幹，分出神經於體的各部。

8. 感覺器 Sense Organs 為感受外來刺激，傳達於神經中樞的器官。因動物分業的進步，感覺器構造和分化，亦各有等差。高等動物概具有視覺器 Optic organ，聽覺器 Auditory organ，平衡器 Static organ，嗅覺器 Olfactory organ，味覺器 Tastic organ，觸覺器 Tactile organ 等特殊器官，其詳細當於解剖學和組織學中討論之，茲概從略。

第四節 器官的變異和演化

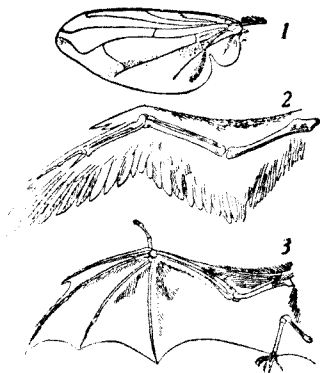
生物的器官,因環境情形的變更和生理功能的反常,其構造形態,遂千變萬化,不能一致。然就生物學上的觀察,決不以外形為標準而以構造基本和系統發生為根據,故生物器官有同源 Homology 或同功 Analogy 的不同和退化 Vestige 或癒合 Fusion 的變異。



第六十六圖 相同器官

1 鼯鼠; 2 馬; 3 蝙蝠; 4 鯨前肢。

1. 同源器官 Homologous Organ 異種或同種的生物,其器官或有形態功能全異,而實際則出自同源,是稱同源器官。(相同器官) 如人的手,獸的前腳,鳥的翼,魚的胸鰭等,外觀絕然不同,然考其骨骼的基本形,和發生的起源,實係同一的器官。又如仙人掌的針刺,豌豆的卷鬚,種子植物的花部,同屬葉的本源。蓮藕,竹鞭,皂角刺,葡萄卷鬚皆為莖的變狀,均屬同源器官。



第六十七圖 相似器官

1 蠅翅, 2 鳥翼, 3 蝙蝠翼

官。(相同器官) 如人的手,獸的前腳,鳥的翼,魚的胸鰭等,外觀絕然不同,然考其骨骼的基本形,和發生的起源,實係同一的器官。又如仙人掌的針刺,豌豆的卷鬚,種子植物的花部,同屬葉的本源。蓮藕,竹鞭,皂角刺,葡萄卷鬚皆為莖的變狀,均屬同源器官。

2 同功器官 Analogous Organ 和上項相反,係構造和發生全屬異型,而外貌和功能則絕相類似,如鳥翼和蟲翅水生動物的鰓和陸生動物的肺,皆構造相異而功能則同,又如浮萍的葉狀體,和仙人掌的青莖,雖同營養的作用,而實非葉的本源,是等皆屬同功器官, (相似器官)

3. 退化器官 Vestigial Organ 亦稱痕迹器官 Rudimentary organ 祖先時代為發達有用的器官至其後裔因環境和生理的改變,該器官漸次退化,或僅存痕跡,或祇現於胚期,如人類的運動耳殼的肌,盲腸,尾骶骨,鰓孔等均屬退化器官,又如雌花中的雄蕊,雄花中的雌蕊,每殘存其痕跡,而毫無功能,是皆示退化的特徵.

4. 器官的癒合 Fusion of Organ 生物體上每有同種或異種的器官,一部或全部癒合成一體,呈特殊的構造,如無脊椎動物的神經節,得數對集合以成腦球;節肢動物的口肢,得變形連結而成口器,人的薦骨為五個薦骨合成,骨盤為腸骨,坐骨,恥骨等三骨所構造,他如花瓣的離合,花蕊的癒着,為例甚多.總之器官的癒合,實由單純而趨於繁複的現象顯示器官進化的特徵.

進步 Progressive 和原始 Primitive, 複雜 Complex 和單純 Simplex, 完全 Complete 和不完全 Incomplete, 高等 Higher 和 Lower, 為生物學上慣用的區別詞,是等皆依生物器官

分化的程度和生理分工的情況比較而定。器官分化愈進步，則體制 Organization 愈複雜，分工愈完全，而系統亦愈高等。反是器官愈原始，則體制愈單純，分工愈不完全，而系統愈下等。

生物形體的對稱 Symmetry 的型式，亦為體制上區分的要點。即通過體軸如全無相稱面時，稱不對稱 Asymmetry，或含有一個相稱面時，稱左右對稱 Bilateral symmetry；或含有數個相稱面時，則稱放射對稱（或稱輻相稱） Radial symmetry。普通下等生物的形體，概為不對稱，或放射對稱。高等生物的形體，多屬左右對稱，但幼態和成體，亦有呈相反的體形的。是係後生變態的結果。如棘皮動物幼態，本為左右對稱形，成體則為放射對稱形，故棘皮動物的體制，並不因成體的對稱型式，而列為下等，是不可不注意。

提 要

1. 器官為組織的集合體，構成體制的一部分，專司一種的生理作用。
2. 司營養、生長、生殖的器官，為動物植物所同具，故總稱植物性器官；司調整運動感應刺激的器官，為動物所特有，故總稱動物性器官。
3. 維管束為植物的輸運器官，因木部和篩部配列的型式，有並生維管束、中心維管束、放射維管束等區分，更

因形成層的有無,復有無限維管束和有限維管束的不同.

4. 植物年輪的生成,因氣候,水濕,營養的不同,異其發達,不能作為正確的樹齡.

5. 花的各部分皆為葉的變形,係種子植物的無性生殖器官,即相當於孢子葉和孢子器.

6. 花粉管和助胎細胞反足細胞等,為種子植物的有性生殖器官,於受精時始發育,形極隱微.

7. 消化器官,因食物種類和生活情形,異其發達.

8. 高等動物的循環系,包含血管系和淋巴系,前者運行血液,後者流通體液.

9. 原腎管,腎管,環節器,綠腺,馬爾堡基氏管以及腎臟等,均屬同源器官,惟發達程度不同.

10. 彌勒氏管和胡爾甫氏管,均係中腎導管所分化,後來發達於生殖器官中,形成生殖輸管.

11. 神經系起源於外胚層組織,其中樞部概發達於體內,而末梢部則分佈於體表,及體內各器官.

12. 同源器官,係系統發生上相同的部分,同功器官係生理功能上相同的部分.

問 題

1. 何為體制? 高下如何判別?

2. 何爲器官？器官系如何區分？
3. 試列記構成維管束的各種組織？
4. 試區分葉部的組織系。
5. 試描子房剖面圖，表示胚珠和胚囊發育的各部分。
6. 何爲腔腸？和消化管有何不同？
7. 消化管和食物的關係如何？
8. 閉鎖循環和開放循環的構造和區分若何？
9. 血液和體液有區別否？
10. 泌尿器和生殖器有何關係？
11. 外骨骼和內骨骼的構成和功能上有何殊異？
12. 神經系的發達無脊椎動物和脊椎動物有無異點？
13. 何爲散漫神經系和集中神經系？
14. 腦髓的起源和分化發達的情形如何？

第六章 代謝作用

第一節 維持生命的要素

動物的食物,主爲植物質,而植物營養的原料,則攝自無機物,如氮,硫,鉀,鐵,磷,鈣,鎂,等無機鹽類,多存於土壤中,供根的吸收,葉內的葉綠素,更分離氣孔所吸入的炭養氣,和來自根部的水液,相合而成澱粉,斯時最要的爲日光,至澱粉產生後,即爲有機物質的基礎,由此更轉變爲糖質,脂肪,或復和氮,硫,磷,等化合而形成蛋白質,爲生物維持生命的要素,且爲生物構成組織的基本物質,植物自身,當然藉是等要素以營養生存,即動物的攝食謀生,亦完全需求是等要素,故炭水化合物,蛋白質,油脂等三者,總稱爲營養素。

1. 炭水化合物 Carbohydrates 或稱含水炭素,係炭,氫,養三原素所合成,其分子組成中,氫和養的比例,爲 2:1,恰如水的組成,故炭水化合物一般的分子式,爲 $C_n(H_2O)_n$ 或 $[C_n(H_2O)_{n-1}]_x$. 其生成原始,係綠色植物的光合作用所造成,廣分布於生物界,爲生物重要的營養素,即如蛋白質,脂

肪等亦由炭水化合物所轉變而來。普通炭水化合物，得分爲單糖類、複糖類和多糖類的三大類。

(1) 單糖類 Monosaccharides 具甘味，易溶於水，無色，無臭。得由複糖類或其他炭水化合物的加水分解而產生，其游離狀態存在於自然界的不多。如葡萄糖，果糖，可爲本類的代表，他如滿那糖 Mannose，褐藻糖 Fucoese，紅藻糖 Galactose，木糖 Xylose 等種類甚多。

葡萄糖 Glucose 或稱右旋糖 Dextrose，生物界分布極廣，植物的果實，種子，莖，根，葉，等部，均含有多量的葡萄糖。動物的血液中約含 0.1%，其他器官組織中，亦有存在。使葡萄糖於冷水中結晶，得析出無色板狀的晶體，其組成爲 $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ 。遇酵母即起發酵作用，分解爲炭養氣和酒精。

果糖 Fructose 或稱左旋糖 Laevulose，和葡萄糖同存於植物體中，以富於甜味的果實最多，故名。蜂蜜中亦含有之，易溶於水和酒精，其酒精溶液得析出有光輝的斜方形結晶體，遇硝酸養化，則生成蟻酸、蔞酸等有機酸類。

(2) 複糖類 Disaccharides 爲二分子的單糖類，放出一分子的水所生成的化合物。甘味強烈，不能直接受酵母作用而發酵，如蔗糖，乳糖，麥芽糖等可爲本類代表。其他如蘆糖 Trehalose，龍胆糖 Gentiobiose，纖維糖 Cellobiose 等。

種類亦不少。

蔗糖 *Sucrose* 爲廣存於植物界的一種糖類，尤以甘蔗的莖幹中含量最多，約有 20%；他如甜菜、糖槭、蘆粟等亦含有多量的糖，均可爲製糖的原料。蔗糖極易結晶，成單斜晶系的晶體，易溶於水，用酸加熱，則起加水分解，生成等量的果糖和葡萄糖。蔗糖得因酵素而醱酵，但須先經轉糖酵素 *Invertase* 的作用，轉變爲葡萄糖和果糖後，方能醱酵分解，成酒精及炭養氣。

乳糖 *Lactose* 祇存於動物乳汁中，牛乳含 4—5%，人乳含 6—7%。動物分娩時，血液中的葡萄糖運行至乳腺，轉化成乳糖。甘味較弱，易溶於水而不溶於酒精。因酸起加水分解，則生成等量的葡萄糖和紅藻糖 *Galactose*。

麥芽糖 *Maltose* 廣分布於植物界，發芽種子含量最多，且爲澱粉和肝糖 *Glycogen* 分解的中間產物。普通以麥芽的澱粉酵素 *Diastase* 作用於澱粉即生成麥芽糖，時或成麥芽糖和糊精 *Dextrin* 混合的餡。麥芽糖含有結晶水者，呈針狀結晶，甘味極強，易溶於水及酒精。無水麥芽糖，則呈玻璃狀，成無定形吸濕性的物質。受水分解則生二分子的葡萄糖。

(3) 多糖類 *Polysaccharides* 爲具有極大的分子量，構造不明的物質，由單糖類多數分子縮合的生成物。概非結

晶性,不溶於酒精,略溶於水,膨脹呈膠質狀態。如澱粉,糊精,肝糖,纖維素等為榮養素最重要的物質,生物生存上所不可缺。他如菊糖 Inulin,木質素 Lignin,角膠質 Pectins,樹膠質 Gums 和黏質物 Mucilages 等,均廣存於動植物的體質中。

澱粉 Starch 占炭水化合物的大部,概為植物的貯藏物質,儲存於根,莖,果實,種子,等部分。如馬鈴薯的塊莖含 17—24%,麥類含 60—70%,米則含 70—80%。

澱粉為粉狀的粉末,顯微鏡下檢視之,多呈卵圓,橢圓或多角形,因植物的種類而異。不溶於水,如加水煮沸,則細胞膨脹,破壞呈糊狀;加碘鉀溶液,則顯藍紫色的反應;用稀酸行加水分解,則生成糊精麥芽糖,最後分離成葡萄糖。

糊精 Dextrins 為澱粉和麥芽糖的中間物質,用麥芽澱粉酵素作用於澱粉,或將澱粉煮沸至 180° — 200°C ,均可得糊精。用稀酸使加水分解,則生多量的葡萄糖。

肝糖 Glycogen 為動物體的貯藏物質,可稱動物性澱粉,多存於脊椎動物的肝臟和肌肉中。無色,無味,非結晶的粉末,溶於冷水中呈膠狀,加少許的苛性鉀或醋酸,則得透明的液體。遇碘液呈紫褐色反應,加水分解,則生成葡萄糖。

纖維素 Cellulose 爲植物細胞膜的主要成分,或稱細胞膜質,植物體的各部分,均含有之。爲白色無味無臭的物質,不溶於水,酒精。用強酸行加水分解,則變爲葡萄糖。

動物攝取的炭水化合物,於消化器官內經複雜的化學變化,直接間接皆變爲葡萄糖,循環於血液或體液中以構成體質;復受養化分解,變葡萄糖爲簡單下級的炭素化合物終則分離爲炭養和水的排泄物,以排除於體外。

2. 蛋白質 Proteins 爲生物體有機成分中主要物質,由炭,氧,養,氮,四元素所成。此外或含有硫,磷,鐵等,構造極爲複雜,得自生物體者,概爲無定形的粉末,其元素百分的比率,大體如下:

C. 50—55%	O. 19—24%
H. 6.0—7.3%	S. 0.3—2.5%
N. 15—19%	

蛋白質分子量極大,測定結果亦不一致,如血紅素 Haemoglobin 爲 16,300,動膠質 Gelatin 爲 15,500,馬的血清蛋白質爲 32,000—50,000,卵蛋白質爲 14,270,因此分子式亦不易確定。如犬的血紅素 Haemoglobin 爲 $C_{758} H_{1203} N_{193} O_{218} Fe S_2$, 乾酪素 Casein 爲 $C_{708} H_{1170} N_{180} O_{221} S_4 P_4$, 卵蛋白質 Ovalbumin 爲 $C_{696} H_{1125} N_{177} O_{220} S_3$, 麥精 Gliadin 爲 $C_{685} H_{1068}$

$N_{196} O_{211} S_5$, 玉蜀黍素 Zein 爲 $C_{736} H_{1161} N_{181} O_{208} S_9$ 等, 其構成的繁複, 無機物質所絕無. 普通呈膠質狀態, 對於各種試藥示呈色反應; 以強酸行加水分解, 則生成多種的銜基酸 Amino-acid, 少量的阿母尼亞和腐植質 Humin. 其種類甚多, 據現時生物化學上所知, 約有六十餘種, 廣分布於生物界. 普通分爲單純蛋白質類 Simple proteins, 混合蛋白質類 Conjugated proteins, 和誘導蛋白質類 Derived proteins 的三大類. 茲略舉重要的蛋白質和其元素組成如下表:

(1) 單純蛋白質類

(元素百分率)

(組成元素)	C	H	N	S	O
血清蛋白質 Serumalbumin	52.93	7.05	15.89	1.82	22.31
卵蛋白質 Ovalbumin	52.75	7.10	15.51	1.62	23.02
乳蛋白質 Lactalbumin	52.19	7.18	15.77	1.73	23.13
肌蛋白質 Myosin	52.82	7.11	16.77	1.27	—
大豆精 Glycinin	52.01	6.89	17.47	0.71	22.92
豆精 Legumin	51.72	6.95	18.04	0.39	22.90
麥精 Gladin	52.72	6.86	17.66	1.03	21.73
燕麥精 Avenalin	52.17	6.96	17.93	0.53	—

(2) 混合蛋白質類

黏液素 Mucin	48.84	6.80	12.32	1.84	31.20
乾酪素 Casein	52.96	7.05	15.65	0.76	(P) 0.85
血紅素 Haemoglobin(犬)	53.85	7.32	16.17	0.39	(F) 21.84 0.43

(3) 誘導蛋白質

配百頓 Peptone	—	—	—	—	—
-------------	---	---	---	---	---

蛋白質為細胞原形質的主要成分，於生命的持續和細胞的增殖上不可或缺，故蛋白質的營養素，其價值實較炭水化合物和脂肪等為優。生物的卵胞和種子中，常貯藏多量的蛋白質，即所以供給幼穉生物發育生長的資料。蛋白質在生物體內，經消化吸收，同化為體質，再經養化分解生成炭養氣，阿母尼亞，尿酸尿素等廢料而排泄。

3. 脂油 Lipins 包括油，脂，蠟，揮發油，凝脂 Lipoid 等，植物的種子如亞麻，大麻，胡麻，落花生等，含量最多，他如麥，米，蕎麥，玉蜀黍和豆類等，則含量較少，平均約僅 1—4%。動物體則於皮下，肌肉間存在較多，他如卵黃，乳汁等亦含量不少。

脂油為脂肪酸和甘油的化合物，脂肪酸的種類頗多，故脂油的性狀和種類，概依其構成的脂肪酸而異。如棕脂酸 Palmitic acid $C_{15}H_{31}\cdot COOH$ ，硬脂酸 Stearic acid, $C_{17}\cdot H_{35}COOH$ ，阿列布脂酸 Oleic acid, $C_{17}H_{33}\cdot COOH$ 等，為構成脂油普通

的脂肪酸，缺乏阿列布脂酸的融點較高，牛脂羊脂即是。富於阿列布脂酸的，則融點較低，豚脂人脂即是。椰子油主為棕脂酸所成，阿列布油 Olive oil，棉子油和亞麻仁油，主為阿列布脂酸所成。

植物性油有乾性油 Drying oil，半乾性油 S midrying oil 和不乾性油 Non-drying oil 的區分。如亞麻仁油，大麻油，胡桃油，荳油，罌粟油等為乾性油，棉子油，菜油，豆油，麻油，芥子油等為半乾性油，阿列布油，花生油，茶油，蓖麻子油等為不乾性油。

動物性脂肪，主為中性脂肪，植物性油脂，則含游離脂肪酸故多呈酸性。純粹中性的油脂，概無色無臭無味，不溶解於水，而能溶解於醇精，酒精，偏蘇 Benzen，呀羅仿，煤油和二硫化炭素等。受脂肪酵素 Lipase 的作用，或因加水分解則分離為脂肪酸和甘油。

脂油富於炭素，燃燒熱量甚大，貯藏於生物體內，實為能力的本源。因以營養價值亦甚優厚。其他尚有蠟 Wachs 和擬脂 Lipoid 等概為高級脂肪酸的化合物，性狀和脂油略異，但亦屬動物體質中的重要成分。

第二節 構成和分解

生物因自行造成或自外界攝取的各種營養素，經複雜

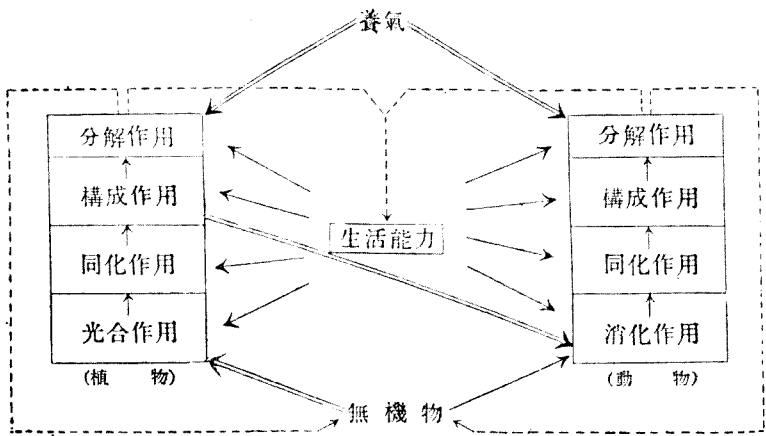
的化學變化,和體質同化,以構成組織,在生活期間內,復不絕養化分解,發生能力,變為體溫,以促進各器官組織的活動,一切生理作用,得繼續進行,所謂生命現象,亦因以綿延勿替,最後則營養素變為分解產物,而排泄於體外,生物體內,經營是等的變化,特稱代謝作用 Metabolism. 代謝作用有專論物質的變化者,稱物質代謝 Metabolism of matter, 有專論能力的變化者,稱能力代謝 Metabolism of energy.

動物體內的有機物質,所以能發生分解作用的主要原因,實為養氣的吸收,養氣依呼吸作用,吸入體內,將複雜的有機物質,分解為簡單的有機或無機物質,形成廢料而排除,茲就各營養素和排泄物雙方所含養氣的量,略一比較,則排泄物中的養氣,常較營養素中為多,如下表:

營養素中所含的養		排泄物中所含的養	
蛋白質	32.00%	尿素	26.67%
脂肪	11.50%	炭養氣	72.72%
葡萄糖	53.33%	水	88.89%

就上表觀察,則動物體所行的代謝作用,即為分解作用,亦即養化作用,可無疑義,此種分解作用,極為緩慢,且非直接即生成排泄物,於分解的過程中,尚有種種複雜的中間產物。

然生物體內,並非專營分解作用,同時更有構成作用,如爲營養素而吸收的葡萄糖,於動物的肝臟中,得構成肝糖 Glycogen 而貯藏,或由鹼基酸復合爲蛋白質而儲蓄。動物體內普通分解作用常較構成作用爲強盛;反之在植物則構成作用常較分解作用爲強盛。當物質構成時概攝取多量的能力,潛存於物質中,成爲靜能 Potential energy. 至物質分解時,則放散多量的能力,變靜能爲動能 Kinetic energy. 二者相需爲因,相合爲果,物質不絕的更新,能力不斷的轉換,生物的代謝作用藉以完成,生活能力由是肇始,故物質和能力的代謝,其關係異常繁複,且動物和植物,亦略有不同,茲爲簡明計,可參閱下列的圖解。



第六十八圖 動植物生活力發生的比較圖解

第三節 物質代謝

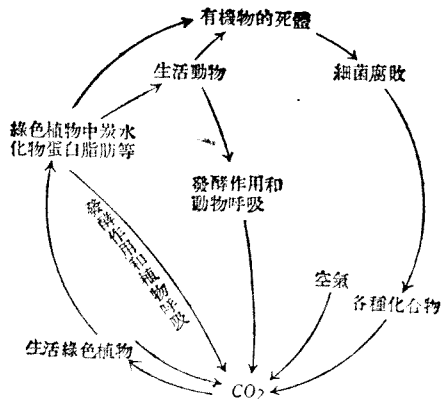
構成生物體的元素爲炭,氮,養,氮,磷,硫,氯,碘,鈉,鉀,鈣,鎂,鐵,等十三種,是等元素,悉來自無機物質常取食物的形式以入於生物體,構成有機物質後,經複雜的分解變化,成爲簡單的化合物,排除於體外,仍返爲無機物質,如是循環往復,有機無機不絕代謝於生物界和無生界。

營養素的組成炭素原子實爲其基依其四價元素的性質結合種種的原子或原子羣,以成無限的化合物,於無生界概和養結合而成炭養;或和鈣,鈉,鎂,鐵等化合而成種種的碳酸鹽類,其入於生物界,祇限於有葉綠素的綠色植物,即炭養氣攝於綠色植物後,取炭去養以成有機物質,惟炭和養的結合力,非常堅強,需藉特殊作用,始能分解,故葉綠素遂仰太陽的能力以分解炭養而得炭素,以和地下所得的水,合成一炭醛 *Formaldehyde*. 由是形成單糖類的葡萄糖,不久更轉變爲複糖類的麥芽糖和澱粉;或復由此化爲脂肪,以及種種的有機酸,或更形成蛋白質。

植物體內葡萄糖的合成一方爲生物體構成的基礎,同時亦爲生活力的本源,蓋當其合成時,所消費許多太陽的能力,即轉移爲靜能以含蓄於是等物質中,在動物則直接攝取此種富有靜能的物質爲食料,以構成體質,至分解養化時,即發揮靜能成動能,以爲生活力的基本,而分解的結果,炭則變爲炭養,氮則化爲尿酸,尿素,合成排泄物以捐棄

於外界總之受容炭素於生物界的為植物，而排出之於無生界的則為動物。

就養氣的代謝而論，則各元素僅養氣能從游離狀態直接入於生物體內，在植物則為量甚少，大部仍由化合物

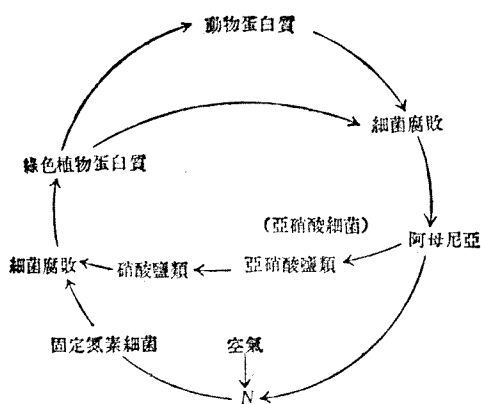


第六十九圖 炭素代謝的圖解
(說明見本文)

而來，在動物則盛行由外界吸入游離的養氣，遇氫成水，遇炭成炭養，以分解有機物質，而排除於體外，動物呼吸作用強，故常消費空氣中的養氣而增加炭養，植物則光合作用較呼吸作用強，故常減少空中的炭養而增加養氣，動植兩界相互消長，使必要不可缺的養和炭養得以保持其平衡而不絕代謝。

氫的入生物體，直接由於水和銹質等化合物，植物由此構成有機物質入動物體中，則再分離為水和阿母尼亞而排泄。

氮的入生物體，常為銹質和硝酸鹽類，植物則藉此以構成複雜的蛋白質，動物得蛋白質為食料，再生變化，於是大部分的氮合成尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 和尿酸 $\text{C}_5\text{O}_2(\text{NH})_2$ 等易解



第七十圖 氮素代謝的圖解

為銻質的化合物而排出。至於游離於空中的多量氮素，則須經特種細菌的變化後，方能代謝於生物體。

磷和硫皆為鹽類存於土壤中，供植物的吸收，構成細胞核

質的主要成分，和各種脂肪體，於動物體內則重行分解，仍為無機鹽類而脫離。

鐵和養的結合能力頗強，故鐵概由養化物以入植物體，存於葉綠素的組成中。動物則取諸植物，以構成血紅素的組成。當血液流行於肺臟微血管時，則血紅素接觸肺胞內的新鮮空氣，即和養化合，而成養化血紅素；血液出肺，循行於體部各組織間，即放養攝炭養，再變為還元血紅素，重入肺部以清潔之。故鐵的元素，實為生物體內養化和還元兩種代謝作用的媒介。

氯素在動物體內，除胃液中有游離的鹽酸外，餘概為氯化物而行代謝，其大部分即為食鹽。普通食物中食鹽量如減少，則組織中的食鹽量亦減少，同時組織中的水分亦減

少,因動物體液中的水分和食鹽常保有一定的濃度。

鈉,鉀,鈣,鎂和碘等化合物,亦為生物體的要素,鈉鹽常存於血液和體液中,鉀磷鹽則多存於血球,肌肉原形質和乳汁中,鈣質為量最多,成鈣磷鹽為硬骨的主成分;柔組織及體液中,亦含有鈣質鎂的化合物多存於骨和肌組織中,碘則見於甲狀腺的分泌物質中,是等物質,一部構成體質,一部則和其他的有機無機物質,共行代謝作用。

第四節 能力代謝

營養素入於生物體,營消化同化,復和養結合,起養化作用分解代謝,於是物質中的靜能變為動能,發生能力,使組織器官活動以放散體溫,略如前節所述,但據能力不滅的定律,則營養素直接燃燒所生的熱,和在生物體內經複雜機能所生的熱,理論上兩者的量必相等,如以人體為例,則欲知人體每日所需所生的熱量,應先行測定營養素的熱量,然其未全消化的排泄物,亦存有熱量,故於營養素的總熱量中,應除去排泄物中的熱量,即可得實際生活上所利用的熱量,普通測熱的單位量,稱加路里 Calorie,即一克的水在攝氏表上升一度的熱量,如千克的水上升一度的熱量,則稱大加路里,平常營養上所用的熱量單位,概以大加路里為標準,茲示主要營養品直接燃燒時一克的熱量如

下:

蛋白質的熱量	加路里	脂肪的熱量	加路里
麩素 Gluten	5.99	動物性脂肪	9.50
尿素	2.53	牛酪脂肪	9.30
乾酪素 Casein	5.83	體脂肪	9.60
豆精 Legumin	5.64	炭水化合物的熱量	
配百頓 Peptone	5.30	肝糖	4.19
肌蛋白質	5.72	葡萄糖	3.75
血清蛋白質	5.92	乳糖	3.75
卵蛋白質	5.80	澱粉	4.18
卵黃質	5.84	糊精	3.74

蛋白質脂肪及炭水化合物一克的熱量,如用 Bomcalorimeter (第七十一圖) 測定則如次:

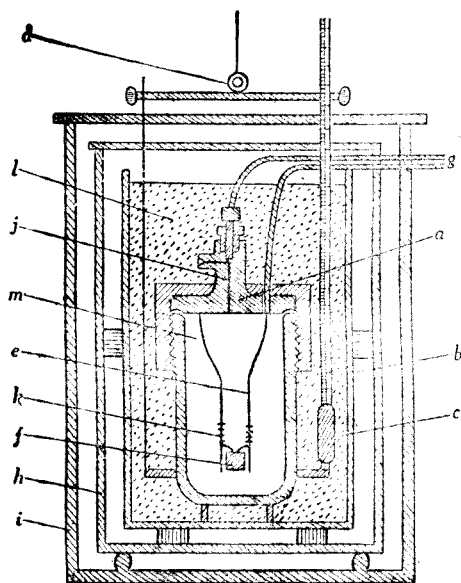
蛋白質 5.65 脂肪 9.45 炭水化合物 4.10

脂肪及炭水化合物,於體中發生的熱量,常和 Bomcalorimeter 所測定的相同,但蛋白質則因為體內分解不完全,體內的熱量,常小於 5.65. 故體內營養素發生的理論熱量為

蛋白質 4.35 脂肪 9.45 炭水化合物 4.1

然體內消化的養料,血液或不能完全吸收,因以不能發揮如理論的熱量,普通人體養料的吸收率為

蛋白質 92% 脂肪 95% 炭水化合物 98%



第七十一圖
Bomb calorimeter 剖圖

- a. 爆發器上蓋;
- b. 水槽;
- c. 檢溫器;
- d. 攪拌器;
- e. 電線;
- f. 試料皿;
- g. 電線;
- h. 內壁;
- i. 外壁;
- j. 通氣細孔;
- k. 細鐵線;
- l. 水槽的水;
- m. 爆發器的內部。

故體內實際發生的熱量，據阿脫華脫氏 Atwater 和羅勃那氏 Rubner 的研究，則如下：

阿脫華脫氏

羅勃那氏

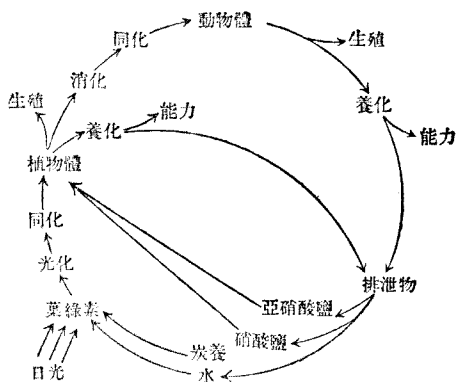
蛋白質 (1克) $4.35 \times 92\% = 4$ Calorie 蛋白質 4.1 Calorie

脂肪 (1克) $9.45 \times 95\% = 9$ Calorie 脂肪 9.3 Calorie

炭水化物(1克) $4.1 \times 98\% = 4$ Calorie 炭水化合物 4.1 Calorie

依上所述，可知有機物質燃燒時，能放出極大的熱量，吾人每日因養化分解所產生的熱量，實堪驚異，據學者的研究，健康不勞動的人，每日生活所需的熱量約二七〇〇加

路里勞動的人約需四〇〇〇加路里,其熱量的一部即為生活作用的 能力 ,其他則散為體溫,故生活力的產生實原始於物質和 能力 代謝,自無疑義,如右列的圖解,其關係更可顯明。



第七十二圖 物質和 能力 代謝作用的圖解

第五節 生活素

蛋白質脂肪,炭水化合物,和少數無機鹽類,為動物的主要營養素,已如上述,但近據多數學者的實驗,知自然食物中除上述的營養素外尚有特殊重要的未知物質,為量甚微,功能甚大,於營養上不可或缺,所謂生活素 Vitamine 的物質,因以發明。

生活素的研究,自 1897 奧醫哀克曼氏 Eijkman 於爪哇研究腳氣病 (BeriBeri) 而起,據氏的試驗,認腳氣病 (氏稱此病為多發性神經炎 Polyneuritis) 的原因,係專食精白米所致,倘食以米糠,該病即能速愈,則米糠中必含有一種未知物質,可以中和澱粉質分解生成的毒素無疑,至 1902 年,

李曼氏 F. Roemann 依飼養動物的實驗，發表動物因食物攝取的缺陷，發生疾病的論證，1906年霍布金氏 G. Hopkins 有動物成長上除普通的營養素外，更須有副營養素 Accessory food factors 的假定。總之，以上的種種研究，雖未能確定生活素的真相，然為生活素發見的導因，已明認動物生存上尚有特殊物質的存在。

1911年波蘭學者 芬克氏 Casimir Funk 在英國從事研究，經十餘年的努力，關於一種特殊未知的營養物質，方纔確實明瞭其性狀，且得用化學方法分離精製，於是生活素的命名亦從此產生。嗣後學者紛起，發見日多，至現時可精製可應用的，有 A, B, C, D, E, 等五種。

1. 生活素 A, 或稱脂溶性生活素 A, (Fat soluble Vitamin A) 為 1909年德人施脫泊氏 Stepp 所發見，由卵黃和牛酪的醇精 Ether 浸出液製成，多存於肝油、卵黃、牛酪中，植物性食物含量甚少，故有認此種生活素為動物性食物所特有，但豆類、甘藍、人參、落花生、阿列布油中，亦有此素的存在，均可分離製出之。不溶於水，而易溶於脂肪，有人假定其分子式為 $C_{27}H_{41}O_2$ ，然從牛酪和卵黃製成的，常含微量的氮和磷，對於熱度頗為安定，生長動物倘缺乏此素時，即體重減少，營養不良，發生呼吸器病和惡性腫瘤，對於傳染病的抵抗力薄弱於小兒和鼠類，已得有明確的試驗和報告。

2. 生活素 B 或稱水溶性生活素 B (Water soluble vitamin B) 即芬克氏首先發見的一種,廣存於豆,糠,米,麥和肉類及酵母中,普通用糙米的酒精浸出液製成,富黏性的精白米,含此素極少,分子式為 $C_6H_{10}N_2O$, 對於熱度的抵抗較前種為弱 ($100^{\circ}-120^{\circ}C$). 於動物體中無貯藏的能力,食物如缺乏此素時,神經系的官能,即發生阻障,最著者為東亞食米人種的腳氣病,其病狀為皮膚失其感覺,四肢水腫而麻痺,終至心臟衰弱而死,如與以富有生活素 B 的食物,即可治療.

3. 生活素 C 或稱水溶性生活素 C (Water soluble vitamin C) 1907-1912 年屈羅孟特氏 J. C. Drumond. 所發見,存於發芽種子,新鮮菜類和菜中,動物性食物含量較少,對於熱的抵抗極弱,在 $50^{\circ}C$ 以上,即破壞失其效能,故罐頭食品,缺乏此素,對於鹼性的抵抗亦弱,易養化,精製困難,化學性質尚未十分明瞭,普通用檸檬汁蘿蔔汁,製出之,易溶於水和酒精中,能預防壞血病,且增進骨組織中石灰質的沉積.

4. 生活素 D 係 1920 年霍布金氏 Hopkins 將肝油養化製成,和紫外光綫有關,存於酵母香蕈,松蕈中,對於體內石灰質,磷酸鹽等的吸收和沉積,有重要關係,故成長中的動物,其骨骼的發育與否,視生活素 D 的有無而定.

5. 生活素 E 爲1922年歐文斯氏 H. M. Evans 和皮曉泊氏 K. S. Bishop 兩人所發表。用酒精鉀使小麥胚子油鹼化，再蒸餾除去雜質，得褐色油狀的物，即爲生活素 E。其化學性質和生活素 A 相近。能促進生殖腺的發達，缺乏時，則生殖腺和生殖細胞均退化，失其效能，故此素於動物繁殖上極爲重要。

上述的五種生活素，均爲健康，營養，生長，生殖上所不可或缺。凡脂肪的轉換，炭水化合物的分解，無機物質的吸收，以及器官組織的發達，均藉各種生活素而增進。倘或缺少，即發生疾病。是等生活素，於動物體內，常有若干的儲藏。據馬克喀利孫氏 Mc Carison 的研究，則謂概儲存於胸腺，生殖腺和脾臟中。遇食物缺乏生活素時，即以儲藏者補充。總之，動物的生理功能和代謝作用，均和生活素有密切的關係。

酵母的繁殖，細菌和原蟲的培養基，主用麥芽，肉汁，石花菜和其他有機物質，即所以利用此中的生活素促進其生長發育。或謂高等植物的生長，如於土壤中加入生活素，亦足以使硝化作用增進，同化作用旺盛。

第六節 醱酵素

醱酵素爲生物體內生產的觸媒物質 Catalyser，得促進有機物質的構成和分解。因其產出的情況，分爲外生酵素

Extracellular enzyme 和 內生酵素 Intracellular enzyme 的兩種，前者由細胞分泌產生，作用於細胞外的酵素，如各種消化酵素，皆產自各消化腺，而作用於消化管內，且可以水液處理，分離浸出，後者則生成於細胞內的酵素，且不能作用於細胞外，如酵母，酒麪等，非破壞其細胞，不能抽出酵素。

酵素種類甚多，動植物體內，及自然界中存在甚廣，而效用甚巨，不僅於生物的消化，同化，構成，分解等有切要關係，即吾人口用所需和自然界有機和無機的物質轉換循環，均有賴乎酵素的作用，其化學性質，至今尚未大明，因其和蛋白質，脂肪，炭水化合物等吸着的性質極強，不易純粹分離，據學者研究，謂為類似蛋白質的無生有機物，能以至微的容量，分解多量的物質，但其自身，則毫無消費，此種現象，化學上稱為觸媒作用 Catalytic action。

酵素觸媒作用的發生，必須有相當的水濕和溫度，如在乾燥或高溫，則失其作用或竟被破壞分解，有許多酵素，對於鹽和酸或鹼類等物質，感應極銳敏，遇是等物質存在時，作用更為旺盛，如酵母酵素 Zymase 能變糖為炭養氣和酒精，但必須有磷酸鹽的存在，作用始顯，他如胃液素 Pepsin 須於微酸性溶液中，胰液素 Trypsin 須於鹼性溶液中，作用始著，亦有酵素因反酵素 Anti-enzyme 的存在致其作用消失，故胃液素能分解食物中的蛋白質，而不能分解自身胃

壁肌肉中的蛋白質即因胃壁細胞有胃液素的反酵素,足以抑制其作用。

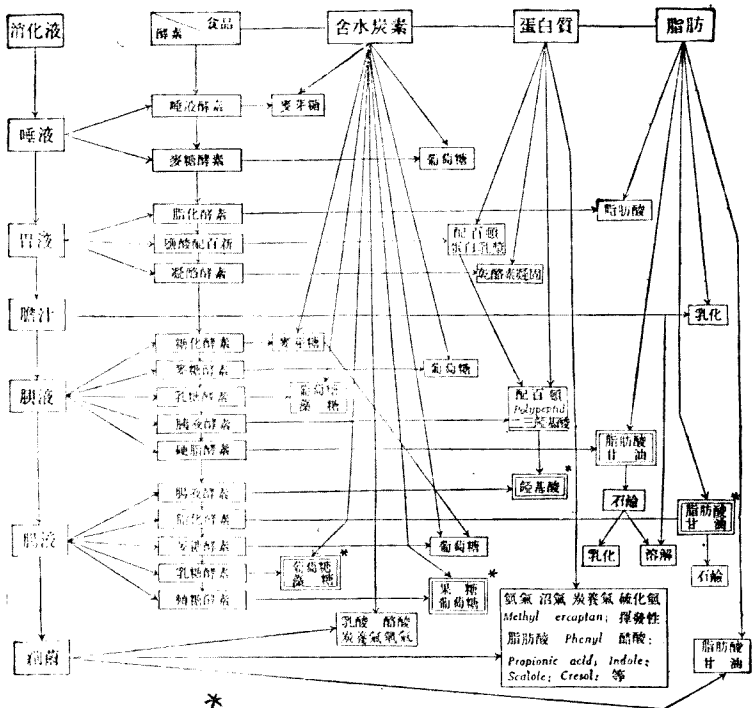
酵酵素存於動植物體內的種類甚多,就人體而論肝臟中至少有十六種的酵素,腸管內至少有十四種的酵素,茲依其作用的性狀,舉其主要的類例如下表:

名 稱	作用物質	生成物質	存 在
I. 加水分解酵素			
1. 炭水化物分解酵素 Carbonhydrases			
糖化酵素 Diastase, amylase	澱粉	麥芽糖及糊精	麥芽, 麴菌唾液, 胰液等.
糊精酵素 Dextrinase	糊精	麥芽糖	麥芽
纖維素酵素 Cellulase	纖維素	麥芽糖	細菌
轉糖酵素 Invertase	甘蔗糖	葡萄糖, 果糖	酵母
麥糖酵素 Maltase	麥芽糖	葡萄糖	麥芽
乳糖酵素 Lactase	乳糖	葡萄糖, 藻糖 Galactose	酵母, 腸液.
菌質酵素 Trehalase	麥角素 Trehalose	葡萄糖	菌類
2. 配糖體分解酵素 Glucosidases			

苦杏仁酵素 Emulsin 芥子酵素 Myrosin	苦杏仁精及一切 β 配糖體 β -Glucosides 含硫黃的配糖體	葡萄糖及其 他物質 葡萄糖及其 他物質	苦扁桃 十字花科植 物及其他
3. 油脂分解酵素 Esterases			
脂化酵素 Lipase	脂油	甘油, 脂肪 酸	含油脂的種 子, 胰液,
4. 蛋白質分解酵素 Proteases			
胃液素 Pepsin 胰液素 Trypsin 腸液素 Erypsin 蕃瓜素 Papain 核質酵素 Nuclease	蛋白質 蛋白質 乾酪素, 組織素, 蛋 白乳糜, 配百頓	蛋白質乳糜, 配百頓 銜基酸 銜基酸 銜基酸 有機鹽基, 糖分磷酸	胃液 胰液, 幼植物 腸液, 胃液, 植 物體, 蕃瓜 腸液, 植物體
II. 養化酵素			
養化酵素 Oxidase 過養化酵素 Peroxidase 分解酵素 Catalase	色原質 Chromogen 過養化氫 過養化氫	色 素 養 氣 養氣, 水分,	植 物 體 植 物 體 植 物 體
III 還元酵素			

IV 有機鹽基酵素 Deaminases			
尿素酵素 Urease	尿 素	碳酸銻	植 物 體
V 炭養酵素 Carboxylase			
銻基酸分解酵素	銻 基 酸	銻基, 炭 養氣	動植物體
VI 凝固酵素 Coagulases			
凝酪酵素 Chymase	乾 酪 素	凝 固	小牛第四胃
凝血酵素 Thrombase	纖維素原 Fibrinogen	纖 維 素	血 液
VII. 醱酵酵素			
酵母酵素 Zymase	葡萄糖或其他的 六炭糖	酒精, 炭 養氣	酵 母

醱酵作用, 爲自然物質代謝的大關鍵, 假定無此作用, 則不單是生物的生機全失, 卽地球上各元素的循環, 亦概行停滯, 草木鳥獸的遺骸屍體, 將堆積壅塞, 絕不腐化分解, 所有氮, 氫, 養, 炭, 等化合物亦固定不變, 自然界物質遂失其平衡而漸次減少, 一切生物則因食物缺乏而死亡, 由此可見醱酵的妙用和酵素的功能, 關係重大, 匪可言喻, 茲列圖解表示人體消化液中各酵素的作用如後:



第七十三圖 消化液中各酵素對於營養素分解變化的圖解 (*直接為腸壁吸收的物質)

提 要

- 1 生物體的有機物質,亦由無機物質所構成,綠色植物的光合作用,即為造成有機物質的始基。
2. 炭水化合物,蛋白質,脂肪等為生物維持生命的要素并為重要的營養素。
3. 澱粉和葡萄糖,於生物體內得轉換變化。
4. 炭水化合物分解時,直接間接生成葡萄糖,終則成

炭養和水。

5. 蛋白質分解時,生成種種的銜基酸,和其他的中間產物,終則成炭養氣,阿母尼亞,尿素,尿酸等。

6. 脂油的種類,因其結合的脂肪酸而異。

7. 脂油燃燒的熱量極大,故其營養價值亦高。

8. 代謝作用分物質代謝和能力代謝兩種,即生物體力發生的化學變化和物理變化。

9. 物質代謝即同化和異化兩作用,前者為攝取外界簡單的物質於體內,合成複雜的有機物,以構成體質,後者則將體內複雜的有機物,變為簡單的化合物,以分解體質。

10. 能有動能靜能的區分,物質構成時所有儲存的能,稱靜能,物質分解時所有發揮的能,稱動能。

11. 動能作用於生活細胞即成生活能力。

12. 生活力的真價,可從營養素熱量的測定和代謝物質的考查,精密計算之。

13. 生活素係生活細胞內生成的有機物質,為量甚微,且極不安定,為營養上重要的物質。

14. 醱酵素為生活細胞內產生的觸媒物質,得促進有機物質的分解,為物質代謝上的要素。

問 題

1. 述炭水化合物的通性和生成的原始。
2. 炭水化合物在生物體內分解變化的情形若何?
3. 述蛋白質的通性和生成原始。
4. 蛋白質在生物體內分解變化的情形如何?
5. 述油脂的通性和生成的原始?
6. 油脂在生物體內分解變化的情形如何?
7. 代謝作用的意義和其區分若何?
8. 澱粉和葡萄糖性狀上有何不同?
9. 靜能和動能的區分如何?
10. 構成作用的原動力何在?
11. 分解作用的原動力何在?
12. 就炭素代謝的圖解分條說明其變化。
13. 略舉代謝作用上重要的無機鹽類並述其營養的價值。
14. 營養素的熱量如何測定?
15. 生活能力如何發生?
16. 就物質和能力代謝作用的圖解分條說明其變化。
17. 生活素的性狀和其效能若何?
18. 醱酵素的性狀和其效能若何?

第七章 動物的營養

第一節 動物攝食方法

個體生存，種族維繫，為生物生命過程中兩大要端，而求生途徑即在食物不斷的攝取。故植物的深根密葉，廣占空間，皆為攝食所必需。動物的利牙銳爪，馳騁角逐，亦為攝食所必備。但植物的食物，主為無機物的水液和氣體，自然界存在較豐，故攝取方法極為簡易，因以攝取器官亦極單純。至於動物的食物，主為有機物的固體種類有限，捕獲不易，因以器官發達，方法繁多，各適其用，各制其宜。生物適者生存的法則，於攝食一端，亦可得相當的佐證。

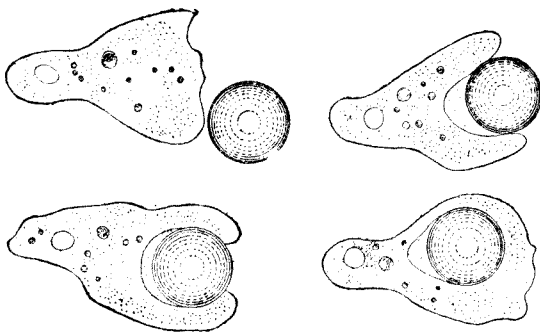
動物攝食方法因動物自身的生活情況，和需求的食品類而各殊。有水生陸生棲處的不同，有食草食肉性質的差異，寄生動物吸取宿主的養料為生，得之甚易，因以各種器官多呈退化的特徵。固着動物獲食較難，故有種種攝食器官，用以攝食；肉食動物，求食更難，故具強健犀利的武器，和銳敏活潑的感覺，藉以襲取殘殺而獲得食物。是以生物

界的營營擾擾弱肉強食,要其原因,實不外乎求生謀食使然。即人類社會一切事業和勞作,如用生物學的道理以觀察則直接間接,亦為求生謀食所驅策,不過方法進步關係繁複而已。

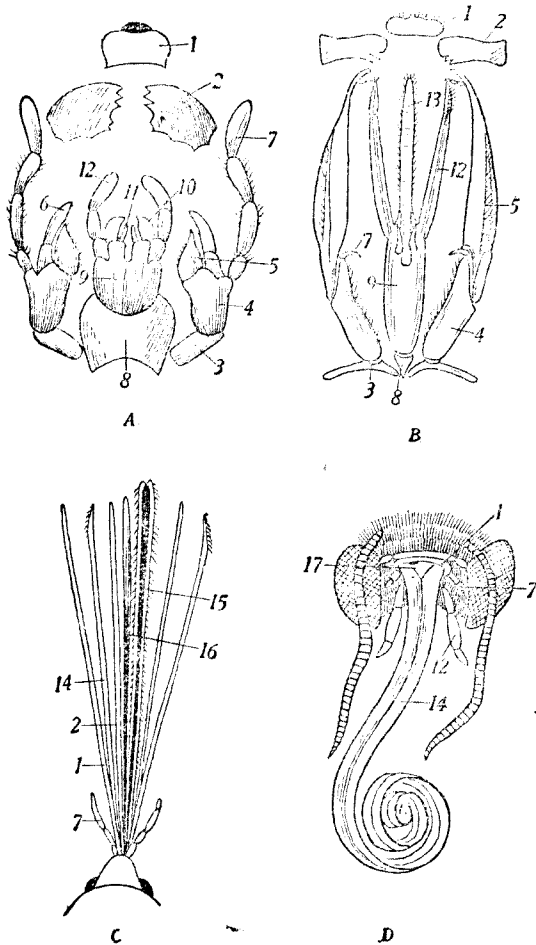
茲就動物攝食器官和方法,略舉其例證如下:

甲攝食器官 原生動物如變形蟲,草履蟲,團藻蟲等僅由細胞外質分化為偽足 Pseudopodia,纖毛 Cilia,鞭毛 Flagellum 等,以攝取細微的有機質或生物於細胞內直接消化。多細胞動物,如海綿腔腸等類,或於體內的鞭毛室,或於腔腸中,具鞭毛細胞以攝取水流中的微生物,直接消化於細胞內,和原生動物相同其稍進步的,則於口盤 Hypostome 的周圍,具觸手 Tentacles 或口腕 Oral arm 等攝食器官,更進則於體部前端,具吻管 Proboscis, 口吸盤 Oral sucker, 口前

葉 Prostomium 等為攝取液質或固體食物的器官。蠕形動物,無論寄生或自營生活,大都如是。至於軟體棘皮等類,除少數



第七十四圖 變形蟲攝食的狀態 (Hegner)



第七十五圖 昆蟲類的口器

- A 蜚蠊咀嚼口,
 B 花蜂吮吸口,
 C 蚊的螫刺口,
 D 蝶的吸收口,
- 1 上唇,
 2 大顎,
 3 小顎基節,
 4 小顎莖節,
 5 小顎內葉,
 6 小顎外葉,
 7 小顎鬚,
 8.9 下唇的基節和莖節,
 10 下唇內葉,
 11 下唇外葉,
 12 下唇鬚,
 13 舌,
 14 小顎,
 15 下唇變形的吻管
 16 刺舌,
 17 上唇突起,
 (仿 Hertwig 和 Lang)

種類外,概有發達的口器,如海胆的阿里士多德提燈 Lantern of Aristotle, 烏賊的口球 Oral mass, 其構造極為繁複,得以咀嚼堅硬的食物

高等動物口器構造更形複雜，如節肢動物的口器，具上下唇，大小顎和觸鬚顎腳等基形，因攝食的種類有許多變形，其吸取液質食物的，則有吸收口、舐吮口、螫刺口等不同，其攝取固形食物的，則有嚙下口、咀嚼口等差異，於昆蟲類尤為顯著。至若脊椎動物概具有堅強的上下顎，並齒牙，食草獸的臼齒概發達，門齒及犬齒多不完全，食肉獸則臼齒銳小，門齒犬齒多完整，前者得磨碎植物質，後者則便於割裂動物質。鳥類雖無齒牙，但鳥嘴的長、短、廣、狹、尖、曲、鈍、直，等種種形態皆因食餌的種類而異。

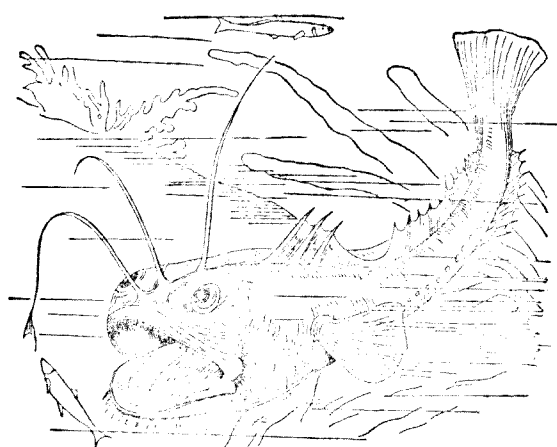
乙.攝食方法.

(1) 策略得食的 蜘蛛張網空中，靜待蟲類的自投羅網，和吾人張網羅雀，智巧相等，咬蜻蛉的幼蟲沙梭子，穿穴地面，靜待蟻的墜落，捕以為食，和吾人設陷宰獵獸，方法相同。鮫鱐類常搖動其頭上的觸鬚，以誘獲小魚，青蛙反張其舌以捕蟲，其他如射出刺絲，或注射毒液，以刺殺麻醉，獲得食餌，策略異常精妙。



第七十六圖 青蛙捕蟲的狀態

(2) 掠奪得食的 食肉性動物，性質兇暴，器官和反應亦極銳敏，於是弱肉強食，巧取豪奪的現象亦因緣而至。



第七十七圖 鯊鯨誘獲小魚的狀態

大魚食小魚，
小鳥食蟲貓
鼬嗜鼠捕雀
等實普通
的方法更有同
種類互食，自
相殘殺的如
魚類獸類昆
蟲等，爲例甚
多。

(3) 株守得食的 守株待兔，爲古人寓言但動物中株守一隅以待食物的亦甚多，如海百合，牡蠣，藤壺，海葵，珊瑚等固着生物，皆潛伏水底，藉觸手腕足或觸唇的動搖，靜待水流中食物的自然腐集，是等動物無追逐食餌的需要，故感覺和運動器官，概極退化。

(4) 寄生和共生 不能自營生活而寄居於他種生物的體內外吸收養液以生活的，稱寄生物 Parasites。其被寄生的生物稱宿主，如肝蛭，絛蟲，蛔蟲等，寄生於內臟的稱內部寄生，衣蝨，魚蝨，壁蝨，疥癬蟲等寄生於外皮的稱外部寄生。至於植物方面更有活物寄生和死物寄生的區分，寄生物大都與宿主以重大的損害或竟致死亡，亦

有異種類的個體,以相互的利益而營共同生活是稱共生 Symbiosis,如蟻和蚜蟲,海葵和寄居蟹等,為著名共生的實例。

第二節 分泌和消化

食物中各種營養素,不能直接為消化管所吸收,當營養素通過消化管時,經種種的變化,成為可溶性的物質後,方能吸收以輸運於血液中,是等變化稱消化作用 Digestion. 動物的消化器官,除消化管外,尚有各種消化腺,分泌消化液,以分解食物中的營養素,完成消化作用。

食物的消化,在高等動物,可分為口腔消化,胃腔消化,腸管消化的三部依次說明於下:

1. 口腔內消化 口腔內有唾液 Saliva 的分泌,人和草食動物的唾液,含有澱粉糖化的酵素,稱唾液素 Ptyalin,和微量的麥糖酵素 Maltase. 食物入口,因咀嚼運動和唾液攪拌,使一部的澱粉變為糊精,再受麥糖酵素的作用變為麥芽糖和葡萄糖。

唾液的分泌量,依動物的種類和食物的性質而大不相同,人於二十四小時內,約分泌 1.0—2.0 kg, 馬約 40 kg, 牛約 60 kg, 健康人的唾液,常呈弱鹼性,時或呈弱酸性,其組成如下表:

水分	98.83—99.52%	可溶性有機物	0.13—0.38%
固形物	0.48—1.12	硫青化鉀	0.004—0.01
粘液和表皮細胞	0.14—0.22	灰分	0.13—0.22

2. 胃腔內消化 口腔內咀嚼的食物和唾液嚥下,經食道而入胃腔,腔壁的胃腺更分泌胃液 Gastric juice,促進胃壁的運動,以繼續消化,胃液因食慾的刺激,得增加其分泌,其量則因營養狀態、食物種類和質量而定,人的胃液,常透明無色,呈酸性的液體,含 0.2—0.4% 的游離鹽酸,食肉獸類鹽酸的量較多。

胃液中含有胃液素 Pepsin, 脂化酵素 Lipase 和凝酪酵素 Chymase (Chymosin) 等重要酵素,胃液素得分解蛋白質成蛋白乳糜和配百頓 Peptone,更能作用於軟骨和結締組織,成膠質配百頓 Gelatin-pepton, 作用於核蛋白質 Nucleo-protein 成核質精 Nuclein, 作用於黏液和大麻素 Edestin 而溶解還原,但於植物細胞膜,脂肪,和炭水化合物等,則全不起作用。

胃中脂化酵素的分解能力不甚顯著,僅對於乳狀的脂肪,略有作用,至於凝酪酵素,係使乳汁中的酪精 Caseinogen 凝固成乾酪素,此種作用須有鈣鹽的存在,始能旺盛,故乳汁中常含有磷酸鈣,俾凝酪酵素得活動,而發生作用。

故胃腔的消化,主爲對於蛋白質的作用,一方更受胃壁收縮的機械作用,使食物成糜粥狀的物質,得易通入腸管而消化。

3. 腸管消化 胃腔內糜粥狀的食物送入腸管,則受胰液 Pancreatic juice 和膽汁 Bile 的浸潤,復混以腸液 Intestinal juice 而同行消化。

a. 胰液 爲胰臟分泌的透明液體無色無臭,易起泡沫,呈鹼基性,含有三種重要的酵素,即分解蛋白質的胰液素 Trypsin,分解澱粉的糊粉酵素 Amylopsin,及分解脂肪的硬脂酵素 Steapsin, 以分別作用於入腸的食糜。

b. 膽汁 爲肝臟分泌的稀薄透明液體儲蓄於膽囊後,則失其水分,變爲溷濁暗色濃厚的液體。人的膽汁含膽黃素 Bilirubin $C_{33}H_{36}N_4O_6$, 呈黃金色。草食動物的膽汁含胆綠素 Biliverdin $C_{32}H_{36}N_4O_8$, 呈鮮綠或暗綠色有苦味和固有的臭氣,示弱鹼基性或酸性,膽汁殆不含有消化酵素,不能如胰液直接營食物的消化,祇能促進胰液和腸液中酵素的作用,並增進腸的蠕動,使腸管內壁滑潤食物易於移動。

c. 腸液 由腸壁蒲倫尼爾氏腺 Brunnel's gland 和李槃鏗氏腺 Leiberkühn's gland 所分泌,呈強鹼基性,含蛋白質蛋白乳糜 Albumose 和尿素等有機化合物外更含有

少量的鹽類和數種酵素。

腸液中含極複雜的酵素,主要的爲腸液素 Erypsin,得分解特種的蛋白質成銜基酸,其他尚有脂化酵素 Lipase, 麥糖酵素 Maltase, 轉糖酵素 Invertase, 乳糖酵素 Lactase, 核質酵素 Nuclease 等,故食物在小腸內,實受完全的消化作用,大部分盡變爲容易吸收的物質,至於大腸的分泌液,主爲黏液,且其量甚少,不含消化酵素。

4 腸管內細菌的作用 腸管內的細菌,種類很多,功用亦大,胃和小腸中概含有酸性物質,細菌不易生存,故大腸中含細菌的數量,實較小腸爲多,主爲大腸菌型的桿狀菌,不僅無害於生物體,且能助各種營養素的分解,而不消化的食物殘滓,和不吸收的腸分泌物,在大腸中受細菌的作用,起腐敗和醱酵的現象,以構成排泄物,據近頃的研究,大便的乾燥物質中,三分之一爲細菌所成,一耗克中有二千六百萬個的細菌,健康青年每日排泄物中,生死細菌的總數,平均有 500×10^{10} , 其數量實堪驚駭。(參觀第七十三圖)

第三節 吸收作用

動物營養素的吸收,主爲腸管內的工作,特於小腸最爲旺盛,胃腔和大腸內吸收作用極爲微弱,當營養素流行於

小腸內壁時，即盛行吸收，通過腸壁而送入體內的淋巴液和血液中，是種吸收作用，完全起因於各細胞的擴散和滲透，（參觀第三章第二節）而吸收強弱的程度，則視物質的性質而各異。

可溶性蛋白質，從前假想以為能直接吸收於體內，近據實驗的結果則不盡然，蛋白質受胃液素的作用，變為蛋白乳糜（可溶性蛋白質）和配百頓後，尚不能供胃壁或腸壁的吸收，更須經胰液素或腸液素的作用分解為氨基酸，方能通過腸壁而被吸收，然後和動物體固有的蛋白質合成同化。

脂肪因胃液、胰液和腸液中脂化酵素的作用，變為脂肪酸和甘油，其脂肪酸的一部，和鹼性鹽類化合成石鹼使脂肪乳化，易受脂化酵素的作用，如斯生成的脂肪酸、脂肪酸鹼性鹽類和甘油，為腸壁吸收後，再合成中性脂肪，入於淋巴液而移行於血液中，其不溶性的石鹼，則因膽汁酸的作用而溶解。

食物中炭水化合物主為澱粉，先受唾液中糖化酵素的作用成麥芽糖，更因腸液中麥糖酵素的作用，變為葡萄糖以供腸壁吸收，然食物中尚有能生成葡萄糖以外的種種複糖類和多糖類，例如蔗糖則依腸液中轉糖酵素的作用形成葡萄糖和果糖；如乳糖則受腸液的乳糖酵素的作用

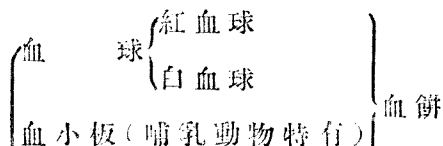
亦變成葡萄糖,均被吸收而移行於血液中,實際上血液吸收的不僅為葡萄糖,其他的單糖類亦能吸收於血液中,再迅速變為葡萄糖,雜食動物和草食動物的食物,炭水化合物的含量雖多,而體內所有炭水化合物的含量則甚少,即血液中葡萄糖的含量,亦有一定,僅為 0.1—0.2%。過剩的葡萄糖,常變為肝糖,而存儲於肝臟,肌肉中亦略有存儲。

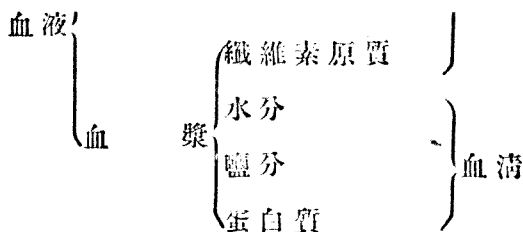
次之,鹽類的吸收,以食鹽為最易,不溶解性的鹽類,因胃液中游離鹽酸的作用,變為可溶性而吸收,直接移行於血液中。

第四節 循環作用

依物質交換的法則,動物體的各細胞,各須攝取養料和養氣,同時復排出生產廢料於體外,血液即專營此種工作,為生活現象的發端,為物質代謝的媒介。

1. 血液的組成和性狀 血液為粘稠性赤色的液體,不透明,具特臭,含食鹽故有鹹味,呈鹼性反應,由血球 Blood corpuscle 和血漿 Blood-plasma 所成,血球分白血球和紅血球,血漿含血清和纖維素原質 Fibrinogen。



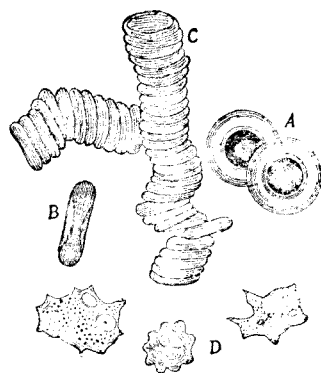


紅血球由基質 Stroma 和色素而成前者為蛋白質和擬脂肪的物質，後者為血紅素 Haemoglobin 和養化血紅素 Oxyhaemoglobin。動脈血中含有養化血紅素，靜脈血中則兩者混存。血紅素吸收氣體的力甚強，和養氣化合則成養化血紅素，呈鮮紅色。和炭養氣化合，則成炭化血紅素，呈暗紅色。

白血球形狀，大小無定，呈變形蟲狀，概較紅血球為大，數量甚少，和紅血球成 (350-500) : (1) 的比率，有核，無色素。

纖維素原質為血漿中可溶性的蛋白質，受凝血酵素 Thrombase 的作用，即變為不溶性蛋白質的纖維素，使血液凝固。

血清為強鹼性透明的液體，除蛋白質外尚含有種種酵素，如有



第七十八圖 人的血球細胞

- A. 紅血球兩個放大，
- B. 紅血球的側面，
- C. 紅血球的駢列，
- D. 白血球三個，

毒素 Toxin 侵入體內時，血清中即發生抗毒素 Antitoxin 以抵抗之。免疫血清 Immuno-serum 即應用此性質而製成，得預防或治療種種的傳染病症。

免疫血清中除抗毒素外，更含有種種特殊的物質如溶菌素 Alexine，凝集素 Agglutinine，沉澱素 Precipitine 和溶血素 Hoemolysine 等，依免疫血清的種類和免疫的性質而異，各具有特殊的功能。如應用沉澱素，可以鑑別各種的蛋白質，並可檢定各生物類緣的親疏。例如注射馬血於兔血內，則兔的血清中生有凝固馬蛋白質的沉澱素，而成爲一種的免疫血清。如再混以馬的血清或馬肉的浸出液，（蛋白質）即起沉澱反應。故無論注射何種類的蛋白質於一動物而得的免疫血清，若復加以同種類的蛋白質，則立生沉澱。然使加以異種類的蛋白質，則不生沉澱。即生物類緣愈近沉澱現象愈益顯明，愈遠則愈不顯著，或不生反應。

2. 血液循環的功能 血液循環於全體其主要的功能，爲輸運腸壁吸收的養料於組織，即水分，鹽類，銨基酸，脂肪酸等迅速由腸移入血液中，因循環作用輸入於各組織，同時將組織內分解產物，如炭養氣，水分，尿素，尿酸，阿母尼亞等向外輸出，由一定器官排泄於外界。

次之，爲氣體轉換的功能。動脈血含多量的氣體其 100c.c. 中在標準溫度壓力之下含養氣 18—19 c.c. 炭養氣 40 c.c.

靜脈血 100c.c. 中含養氣 12%，炭養氣 48%，即動脈血不絕從肺臟搬運養氣於組織，靜脈血則不絕從組織搬運炭養氣於肺臟而直接任此搬運任務的，則為紅血球中的血紅素。

血紅素 Haemoglobin $C_{600}H_{960}N_{151}FeS_2O_19$ 為蛋白質的一種，構成紅血球的主成分，易和養氣、炭養，一養化炭，一養化氮及其他種種氣體化合。當血液流行肺臟時，血紅素接觸於肺胞內的新鮮空氣，和養氣化合，成養化血紅素。血液出肺後，循環於各組織間，血紅素即放出養氣以供給組織，同時復和組織中產生的炭養氣化合，變為還原血紅素，再循環於肺臟以復其舊，故血紅素實為氣體代謝的媒介體。

第五節 呼吸作用

動物的體質和營養素，於體內各器官組織間，不絕養化分解，生成水、炭養氣和尿素等簡單含氮素有機物，同時發生溫熱和活力。養化時所用的養氣，則由血液供給於組織，而養化結果所生的炭養氣，亦藉血液而排去。即血液經體循環後，回入右心耳的靜脈血，經右心室入肺臟，由肺氣胞壁吸收養氣，復放出炭養氣，變為鮮紅色的動脈血。此種作用稱肺臟呼吸，或稱外呼吸 External respiration。血液更經左心耳入左心室，再循行於體內各部供給養氣於各組織。

同時排除其炭養氣此種作用稱組織呼吸或稱內呼吸 Internal respiration. 茲示因呼吸作用致空氣組成的變化如下:

	養氣	氮和氫	炭養氣
空氣 (%)	20.95	79.02	0.03
呼氣 (平均)	16.00	79.60	4.10

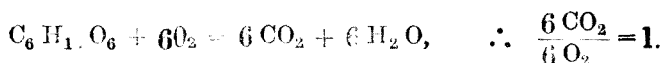
呼吸作用時所需要養氣的量因動物種類而異據康熙氏 König 的研究,則各動物體重每一公斤,平均於一小時內呼吸氣體的量如下:

	養氣 (G)	炭養氣 (G)		養氣 (G)	炭養氣 (G)
馬	0.394	0.393	豚	0.392	0.336
牛	0.328	0.320	犬	0.911	0.674
羊	0.343	0.341	魚	0.100	0.150

動物中鳥類的呼吸需要養氣的量最多,一小時體重每一公斤需要11.64(G),蛙最少,僅0.07(G).

動物呼吸如以攝取養氣容積除排泄的炭養氣容積,其所得的數稱呼吸商 Respiratory quotient, 常以 $\frac{CO_2}{O_2}$ 的公式表之,呼吸商依代謝物質的種類而異,例如葡萄糖於體內養化時,所生成的炭養氣的容量和需要養氣的容量,則如

下式所示兩者相等故其呼吸商如下：



但脂肪分子中存在的養氣量比炭和氫的量爲少故需要養氣的量常較生成的炭養氣的量爲多其呼吸商常小於一，普通爲0.71。蛋白質則位於兩者的中間其呼吸商爲0.8。依此研究，可證明專以炭水化合物爲食料的，呼吸商最高，蛋白質次之而脂肪爲最低。

發生動物生活能力基本的溫熱究自何來是否存在食物中，抑或來自養氣且以何種形式而存在，確係極複雜的問題。總之炭和氫，對於養氣均有極強的親和力，故是等化合物分離時，必消費一定的能力。在原形質中炭和養相互吸引的勢力甚強，其原子遂生前後左右劇烈的振動傳達於各分子，即分離而生熱。故呼吸作用爲動物體內物質養化分解的樞紐而生活能力的發揮亦根本於此。動物生活期間內，不可須臾或息。

第六節 排泄作用

生物體因代謝作用生成的廢料，不得不由排泄器官排泄於體外，其排泄的廢料，可分爲氣體液體固體的三類。

(1) 氣體——炭養氣，阿母尼亞，水蒸氣；

(2) 液體——水；

(3) 固體 —— 尿酸, 尿素.

是等廢料,概從組織送入靜脈,復由靜脈輸運於各排泄器官,即氣體由肺臟和皮膚排泄,液體和固體由腎臟排泄,其排泄量,則因生物的體質,食物的種類,和環境的關係而定.

大便係消化器內不消化不吸收的殘滓,並非代謝作用的生產物,故不能與排泄作用相提並論,普通一般動物的排泄,以腎臟的排尿作用為主.

1 腎臟的排泄 腎臟為泌尿的腺體,人和哺乳動物特為發達,附於腰椎兩側,呈一對赤褐色,橢圓形的器官,腎靜脈和腎門靜脈經過腎組織時,即將廢料遺棄,滯積於腎中,生成尿液,由輸尿管輸送於膀胱而排出.

尿為蛋白質的分解產物,為透明淡黃色的液體,含有多量的尿素,鹽分,和灰分,肉食動物的尿清澄,呈酸性反應,草食動物則概呈鹼性反應,其有機成分中,以尿素為主;人尿和哺乳動物的尿中,含量最多,但因食物中蛋白質的多寡為比例,次為尿酸,鳥類爬蟲類的蛋白質分解產物,以尿酸為主,此外為馬尿酸,草食動物的尿中特多,人尿較少,無機成分則以食鹽為主,而硫酸磷酸等鹽類亦含有多量.

尿量因食物,飲料,溫度等大有差異,每日普通男子,約排尿 1000—1500 C. C. 女子約 900—1200 C. C. 而神經質的人,尿

量更多,每日分泌至2000—3000 C.C.茲示成人一日間尿的平均組成如下:

尿量	1500 C. C.	總固形物	61 (G)
有機固形物	38.2 (G.)	無機固形物	22.7 (G.)
尿素	32.	食鹽	14.
尿酸	0.7	磷酸	2.6
Creatine	1.8	氧化鉀	3.0
馬尿酸	0.8	氧化鈣鎂	0.9
阿母尼亞	0.7	無機殘滓	<u>2.2</u>
有機殘滓	<u>2.2</u>		<u>22.7</u>
	33.2		

2. 肺臟的排泄 肺臟為氣體交換的機關,體內生成的炭養氣,即由此排除於體外,於前節呼吸作用已略述其大綱,茲從略.

3. 皮膚的排泄 皮膚能放散水蒸氣和炭養氣,其排泄量則與溫度的升降有密切的關係,水蒸氣的排泄,即發汗作用較炭養氣排泄的量為大,在成人平均一日間,得放散600—700克的水蒸氣,而炭養氣的排泄,祇有7.2—8.4克.

皮膚放散水蒸氣,非單純的濾過現象,尚須經汗腺的工作,故因神經的刺激,或運動的增進,足使分泌旺盛,在濕度濃厚的空氣中放散的水蒸氣不能迅速蒸發,遂凝集為汗,

汗的組成除98%的水外尚含有食鹽尿素及其他的有機無機物質和固形成分。

提 要

1. 求食為動物體維持個體生存的要件。
2. 動物係直接攝取有機食物以營養。
3. 動物的習性形態和消化器官均適應於攝食的情形而變異。
4. 消化主為消化腺分泌的酵素，發生醱酵作用，使固體變為液體，不溶性變為可溶性，方能通過腸壁，為血液所吸收。
5. 炭水化合物的消化，直接間接均變成葡萄糖纔能吸收同化。
6. 消化和吸收以小腸最為旺盛，各組織取得養料實因細胞的擴散和滲透。
7. 大腸內有多量的桿狀菌，使有機物質分解醱酵，形成糞便。
8. 蛋白質須分解為鹼基酸後，方能吸收，脂肪須分解成脂肪酸和甘油後，方能吸收。
9. 血液的功能：a. 自腸運輸養液於組織；b. 自組織移去廢料，排泄於體外；c. 分配內分泌物質（刺激素）於必要器官；d. 防禦病原細菌的侵害。

10.呼吸作用有養化組織,排除廢料的功能.

11.呼吸商可以算出營養素的消費量,藉此可測定發生活力的熱量.

12.體質和營養物質的分解產物即為廢料,由一定器官排除於體外.

問 題

1. 原生動物攝食方法如何?
2. 肉食動物和草食動物的形性有何殊異?
3. 述寄生動物生活上的適應變化.
4. 何為共生?
5. 碳水化合物蛋白質,脂肪等分解變化的程序如何?
6. 高等動物消化腺有幾種?
7. 關於消化作用的酵素,就其功能分泌等列表明之.
8. 血紅素的性狀和功能如何?
9. 血清反應何以能證明生物相互的類緣乎?
10. 何為外呼吸內呼吸?
11. 呼吸商如何計算乎?
12. 呼吸和循環的關係如何?

第八章 植物的營養

第一節 植物食物的原料

植物生活的現象極活潑繁複，和動物無異，體內的代謝作用亦無時或息，祇以器官構造較為單純，生理分工不甚顯著，然因此就以為植物的生活較動物為低下，是乃誤解。植物維持個體的生存，亦賴於有機食物的營養，和動物等。但植物的食物均以無機物質為原料，自行製造而成，則其營養方法，實較動物直接消化有機食物的情形，更為繁複。植物體的組成最多量的為水，平均約占50%，多漿汁的草本，或超過80—90%以上。若將植物體熱至 110° — 120°C ，則水分盡去，祇殘留乾燥物質，為植物體的有機無機物質成分，如再燃燒之，則有機物養化分解，放散於空中，剩餘的為不燃性的灰分，此灰分為組成植物體的礦物質，依分析的結果，得下列的各種元素：

C. H. O. N. S. P. Cl. Si. K.

Na. Ca. Mg. Ba. Al. Fe. Mn. I. Br.

上列各元素中,營養上最重要的爲 C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg, Fe, 等十種元素,即爲植物製造食物的原料,是等元素大抵成化合物狀態而入植物體除炭素和養氣直接得自空氣中外,其他概由根部攝自土壤,如氮,磷,鉀,鈣,鎂等概爲鹽類,溶存於土壤中,爲植物構成有機物質的主要的原料,故農田施肥,亦以氮素,磷酸,加里等化合物爲肥料的三要素。

上述十種元素,對於植物營養上的價值可依藥液培養法(或稱水耕法) Water culture 實驗證明之,普通應用的藥液的配合,有下列兩種:

Knop 氏液		Sachs 氏液	
MgSO ₄	0.25 (G)	KNO ₃	1.0 (G)
KNO ₃	1.00 (G)	NaCl	0.5 (G)
H ₂ KPO ₄	0.25 (G)	Ca(SO ₄) ₂	0.5 (G)
KCl	0.12 (G)	MgSO ₄	0.5 (G)
Fe ₂ Cl ₃	痕跡	H ₂ CaPO ₄	0.5 (G)
H ₂ O	1000.00	Fe ₂ Cl ₃	痕跡
		H ₂ O	1000.00

今試取已萌發的豌豆,蕎麥,玉蜀黍等幼苗,培養於上項的藥液中則其結果和栽植於肥土相同,使於藥液中缺少

其任何一種，考查其營養的結果，則知硝酸鹽、磷酸鹽和硫酸鹽等，均為構成蛋白質脂肪的重要原料。水、炭、養氣為構成炭水化合物的原料。缺乏硝酸鹽則葉不發育，缺乏磷酸鹽則根的發育遲緩，且不能成熟結實。鉀和鈣質得促進炭水化合物和蛋白質的合成，且可使植物體發達強固。鎂和鐵為構成葉綠素的主要成分，并能促進脂肪的形成，缺之則植物萎縮黃化。

但植物對於食物的原料，其需要亦因種類而異，如海藻需鈉和碘質，缺之則全不發育。馬鈴薯、葡萄喜鉀，故有鉀植物之稱。煙草、豌豆喜鈣，故有鈣植物之稱。



第七十九圖 藥液的培養法

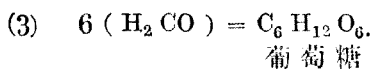
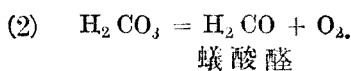
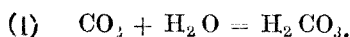
- A. 培養液缺鐵質的，
- B. 培養液調製完全的，
- C. 培養液缺鈣質的(Ganong)

第二節 光合作用

依前節所述則藥液培養的各溶液中，並無炭素的來源。然炭水化合物確占植物組成和營養成分的大部，則其原料決非專攝自土壤，其合成部分亦決非肇始於根部，可以斷言。

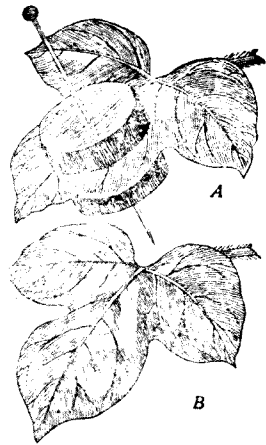
光合作用 Photosynthesis 即係植物體製造炭水化合物的作用。普通綠色植物常由氣孔吸取空氣中的炭養氣，因葉綠素的工作并藉日光能力的援助，使炭養氣和水合成炭水化合物同時分離養氣，由氣孔排除於體外。

關於光合作用的化學變化有種種學說。據裴伊爾氏 Bayer 的解釋，則謂炭養氣先溶合於水，成炭酸水，次復分離其養氣生成蟻酸醛 Formaldehyde，至後則由六分子蟻酸醛的縮合，遂產生可溶性的葡萄糖，其反應方程式如下：



是等化學變化，極為迅速。葡萄糖產生後，更縮合形成澱粉，是為光合作用最終的產物。由此或受種種酵素的作用，復形成各種的單糖和複糖，或更和其物質結合，以產生脂肪蛋白質等，供給植物生長發育的養料，並為構成植物細胞組織的要素。

日光為光合作用的原力，炭和養的分離，炭和水的結合，即蟻酸酐的形成，均賴日光的能力，故在暗室的植物，不能發生光合作用，即不能構成有機物，因此枯萎黃化，終致死亡。晝間日光強盛，植物光合作用亦強，夜間則反是。

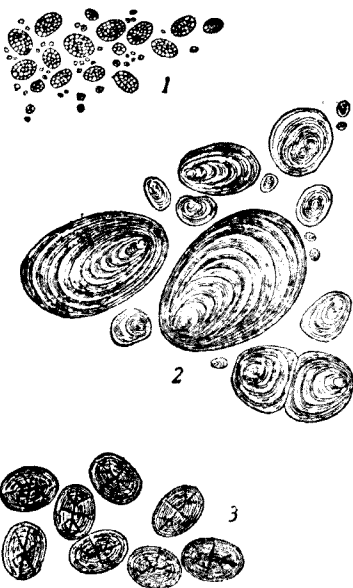


第八十圖 光合作用造成澱粉的試驗

A. 用木栓隔離葉部一部分的日光， B. 用濃墨書字於葉以隔離日光，兩種結果，可用碘液試驗之。

澱粉遇碘液則顯紫色的反應

可應用此反應以檢驗葉中澱粉的有無，如在日光下摘取一葉，投水中煮沸後再移入酒精中溶去其葉綠素，然後浸於稀薄的碘液中則呈青紫色，或暗黑色，是即證明澱粉存在的特徵。若於早晨日出前，用黑紙或遮光器



第八十一圖 植物的貯藏澱粉

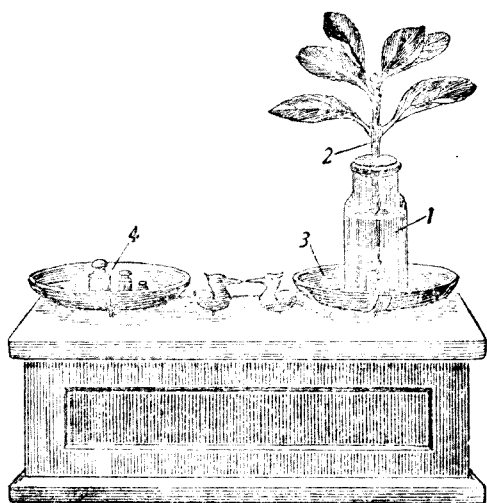
1 稻的澱粉粒， 2 馬鈴薯的澱粉粒， 3 菜豆的澱粉粒。

隔離葉的一部或全部，經日光照射數小時後，摘取其葉，用同法試驗，則隔離的部分，必呈黃白色，無青紫的反應，是即該部未行光合作用無澱粉存在的實證。

第三節 蒸發作用

凡陸生植物的各部分，時時放散水蒸氣於外界是稱蒸發作用 Transpiration. 欲試驗蒸發作用，可取盆栽植物密封其土面和盆口置於天秤中觀測之，可見重量逐漸減少，即可證明植物的蒸發，消失土中水分。

氣孔為調節蒸發的器官，由氣孔的保護細胞和附近表皮細胞的膨壓，使氣孔有開閉的作用。膨壓強盛時，則氣孔開展，反之則細胞弛緩而閉塞。蓋蒸發過甚，則失水過多，必致妨害植物的營養，但適度的蒸發，足以排除光合作用過剩的水分。



第八十二圖 植物的蒸發試驗

1 培養植物的瓶， 2 植物， 3 天秤的皿， 4 法碼

並放散日光過度的熱量，且促進根部的吸收。

植物蒸發量的多少，因種而異，厚葉多毛，或生長緩慢的植物，其蒸發量常較薄葉無毛，生長迅速的為少。表皮外的角質和蠟質，亦能阻止蒸發，如仙人掌，龍舌蘭等的莖葉，角質特厚，因以水分消費甚少。又如西瓜，南瓜長時放置，水分亦不見減少，因其皮面附有蠟質角質之故，栓皮亦能保護水分，如馬鈴薯，甘藷等均可長時儲藏，不大散失水分。

外界的濕度和溫度影響於植物的蒸發作用甚巨。空氣中水分飽和時，不起蒸發作用；空氣愈乾燥，蒸發亦愈強盛；而強烈的日光和高溫，亦足以促進蒸發。如在炎夏植物受烈光強熱，根部的吸收和莖的輸運，不能如蒸發的迅速，其枝葉即顯萎垂的現象。此時如澆灌以水，或延至夜間則蒸發遲緩，枝葉即恢復其原狀。多數觀賞栽培的常綠植物，於早春寒冷時，每凋萎而死，因葉面蒸發量過多，根部吸收量不能抵償之故。沙漠高山植物，每具毛絨，角質，厚葉，矮莖等堅厚組織，皆所以適應環境生成減少蒸發的特質。

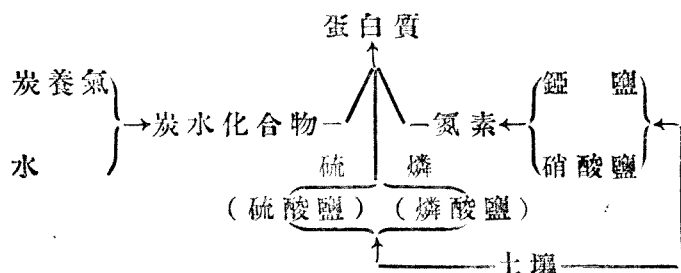
第四節 同化作用

光合作用製成的葡萄糖及糖和他原素合成的蛋白質，脂肪等，經維管束運至莖，根，芽，花，果，種子各部分，各取其所需，復經複雜的化學變化構成種種有機物質以各適其用。

是稱同化作用 Assimilation, 總其功能有下列兩種:

1 構成植物體質 植物細胞所含的糖, 其一部分用以製造細胞膜構成細胞膜的材料為纖維素 (或稱細胞膜質) Cellulose, 其化學分子式為 $(C_6 H_{10} O_5)_n$, 和葡萄糖的分子式 $C_6 H_{12} O_6$ 相類, 即由糖去水而成 ($C_6 H_{12} O_6 - H_2 O = C_6 H_{10} O_5$). 纖維素能透水, 有彈性, 於植物組織上極為重要. 此外木栓素 Suberin 和木質素 Lignin, 亦為糖質所分化混存於細胞膜中. 木栓得防止水分的蒸發, 木質則鞏固細胞膜, 以成堅硬的木材.

原形質為生命的基本物質, 由多數複雜的有機物質所成, 但其主要的成分, 則為蛋白質, 而蛋白質的合成, 亦由葡萄糖和硝酸鹽或銨鹽化合, 生成蛋白質的中間產物, (天冬精 Asparagine $C_2 H_3 (N H_2) (CONH_2) \cdot COOH$), 再和硫酸鹽或磷酸鹽相合而成蛋白質為構成原形質的基本.



2 變為儲藏食物 光合作用生成的葡萄糖, 一部分同

化構成爲植物形質，一部分則變爲各種營養物質，儲存於芽，莖，根，種子等部分，以備他日新植物生長發育的食物，其種類可分爲炭水化合物，蛋白質和油脂的三類。

炭水化合物爲植物體內儲藏最豐富的食物，普通利用的爲糖和澱粉兩種，糖爲炭水化合物的代表，種類甚多，惟最初生成於植物細胞中的則僅爲葡萄糖，由此再分解變化，合成其他種類的糖類，其性狀和分類，已述於第六章第一節，茲不復贅。

澱粉亦從葡萄糖變化而成，分子式和纖維素 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 同，常爲粒狀的固體，在高倍鏡下觀察，顯有明暗的輪紋，植物體中儲藏最多，如受酵素的作用，則復變爲葡萄糖而溶解吸收。（第八十一圖）

蛋白質於植物體內儲藏甚少，豆科植物種子中含量較多，其構成的基本物質亦爲葡萄糖，此外尚有氮，硫，磷等元素，其組成極複雜分子式尙不能確定，且種類頗多。

脂肪爲植物種子中重要的儲藏食物，常爲液體不揮發，不溶於水如蓖麻子，大豆，花生，棉子，桐子，菜子等含油脂最多，經酵素作用，再吸收分解以供營養。

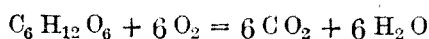
據上所述，可知植物的體質和儲藏食物，均直接來自光合作用所生成的糖或間接成白糖和各種無機鹽類的同化物，植物的營養消費，全賴於是，而動物的食物亦仰給於

是。

第五節 呼吸作用

光合作用係綠葉吸取外界的簡單物質，以構成複雜的體質，呼吸作用則吸取外界的養氣，分解體質為簡單的物質，兩者作用全相反，而實相成。

光合作用必藉日光的能力，分解炭養游離養氣，且限於綠葉，呼吸作用則發自原形質的活力，無須日光，且不限於綠葉，即植物體的各部，均能呼吸，一方分解體質中的糖質，而發生生活上必要的能力；一方生成炭養和水排出於外，其化學反應適和光合作用相反。



植物呼吸，晝夜無時間斷，但在日光下不及光合作用強盛，且根，莖，葉，花，果，種子，各部皆營呼吸，惟以葉部為特著。

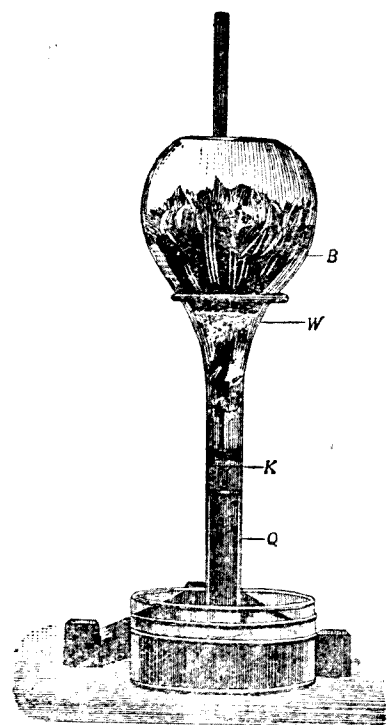
如實驗證明植物呼吸作用，和其氣體出入的量，可用長頸玻璃瓶(B)，納花蕾或發芽種子於中，塞以棉栓(W)，倒立之於水銀盆中，更導入加里液(K)於瓶頸，如是於置二十四小時後，考查其結果，則呼出的炭養氣，為加里液所吸收，而瓶內的養則為植物吸去，故瓶內空氣體積因以減少，而水銀遂上昇(Q)，細檢其減少的量，則約為原容積五分之一，(養氣占空氣中的量為 $\frac{1}{5}$)由此可知吸入的養，和排

出的炭養其容積相等故植物的呼吸商普通為 $\frac{C O_2}{O_2} = 1$.

但亦因植物的種類和發育的情形時有差異。

外界養氣的供給固為呼吸作用的要素然假使暫時斷絕養氣植物決不窒息死亡仍能維持其呼吸是因植物於體質分解物質中游離其中養氣以供呼吸是種特殊呼吸狀態稱分子間呼吸 Intra-molecular respiration.

分子間呼吸乃在異常境遇發生種子植物此種呼吸亦不能長久且作用亦極微歷時過久則原形



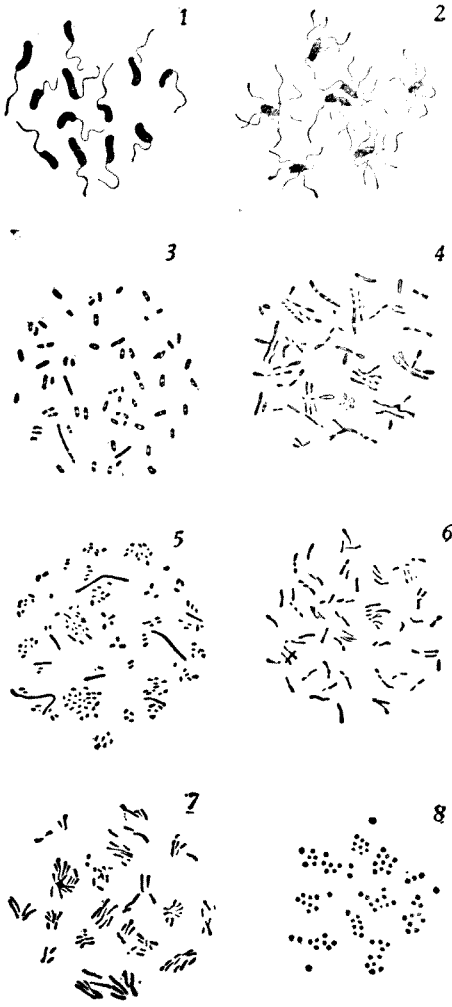
第八十三圖 植物呼吸試驗
(說明見文)

質憔悴以死分生植物有全營分子間呼吸以代通常呼吸的如嫌氣性細菌即是

無論動物植物均藉呼吸作用養化體質為生活能力的本源但植物的體溫不若動物的顯著是因植物散熱面積廣大且無保溫的構造所致如用精密方法測驗之則植物

體亦有相當的溫熱,和動物相等.

第六節 寄生植物和食蟲植物的營養

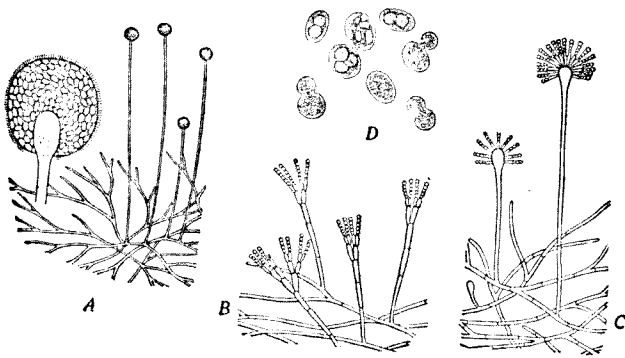


第八十四圖 種種的病源細菌

- 1 霍亂菌
Vibrio cholerae
- 2 傷寒菌
Bacillus typhi
- 3 鼠疫菌
Bacillus pestis
- 4 白喉菌
Bacillus diphtheriae
- 5 流行性感冒菌
Bacterium influenzae
- 6 肺結核菌
Bacillus tuberculosis
- 7 癩病菌
Bacterium leprae
- 8 化膿菌
Micrococcus pyogenes

綠色植物普通皆藉光合作用和同化作用構成有機物質，供生活的需要，然有少數特殊種類，和下等植物，或不營光合作用而營寄生生活，或除營光合作用外，更能直接攝取有機食物而消化，是等特殊營養的植物，可分下列的三類：

1. 寄生植物 細菌類和真菌類不能自營生活，寄生於他種植物或動物體上，吸取其營養分以爲生，其寄生於生活體上的，稱活物寄生 Parasite，其寄生於屍體上的，稱死物寄生 Saprophyte，如傷寒菌，霍亂菌，白喉菌，結核菌等的病原細菌，常寄生於動物體，能發生危險的傳染病，如黑穗病菌，赤銹病菌，麥角菌，麥奴菌，淚蕈等真菌類，多寄生於生活的



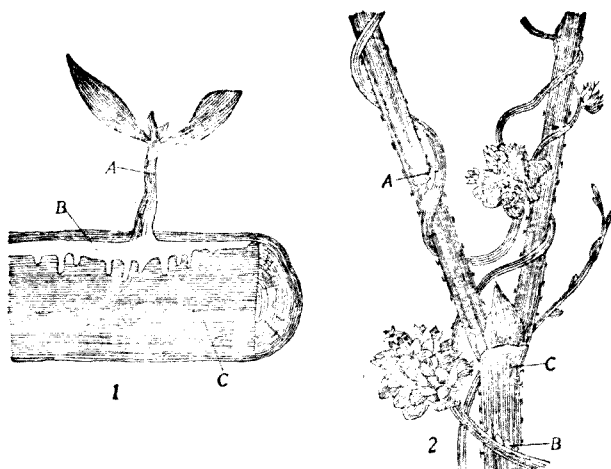
第八十五圖 真菌類的數種

- A. 毛黴 *Mucor stolonifer* B. 青黴 *Penicillium crustaceum*
 C. 麴菌 *Aspergillus oryzae* D. 酵母菌 *Saccharomyces sp.*

植物體，使植物

發生病害，他如枯草菌，乳酸菌，以及青黴，麴菌，酵母菌等，概

生存於有機物質中，發生醱酵作用，更如松蕈，香蕈，木菌，靈芝等高等蕈類，則寄生於朽木腐植土或動物的排泄物而成長發達，是等菌類，均不含葉綠色素，不能起光合作用，營完全寄生生活種類甚多，不勝枚舉。



第八十六圖 高等寄生植物

1 槲寄生， 2 菟絲子， A 寄生植物的莖， B 寄生根， C 寄主

種子植物中如菟絲子，槲寄生，松寄生，列當，野菰，水晶蘭 *Monotropa uniflora* 等，皆寄生於他植物的根莖，是等植物以無須營光合作用，故葉部多退化，呈細小的鱗片狀，且不含葉綠素。

2 食蟲植物 是等植物概具綠葉，能營光合作用，和普通植物無異，然其葉部則特別變形，得捕獲昆蟲，故特稱為



第八十七圖 數種食蟲植物

- 1 茅膏菜 *Drosera lunata*
- 2 耳挖草 *Utricularia bifida*
- 3 捕蟲堇 *Lingula vulgaris*
- 4 狸藻 *Utricularia vulgaris*
- 5 貉藻 *Aldrovanda vulgaris*

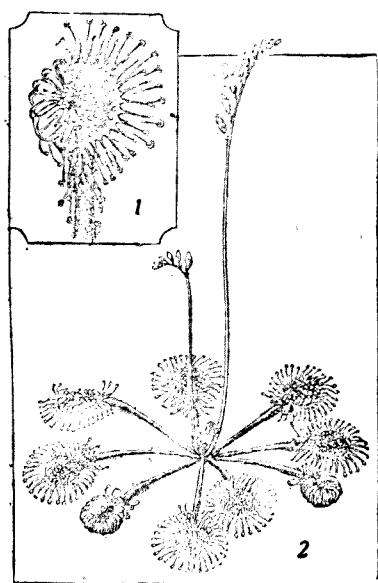
捕蟲葉，其葉表或葉緣，常分泌黏液，並生有剛毛或腺毛；葉形則變為囊狀瓶狀或附有關節，能起開閉運動。倘有外來昆蟲觸之，則被黏液剛毛所擒獲，或為葉部所包捲蟲體，遂為葉面分泌的消化液所消化。

食蟲植物種類不多，如馬來羣島產的豬籠草 *Nepenthes*，其捕蟲葉呈壺瓶狀，上部有蓋，內部有消化液，瓶口和蓋緣具多數蜜槽以引誘昆蟲。一旦有蟲竄入瓶口，則迅閉其蓋，蟲體即墜入瓶中而被消化。又如北美所產的瓶子草 *Sarracenia*，其葉部延長，發達成管筒狀，葉先如

蓋,得開閉運動,其捕蟲方
法和豬籠草相同.他如水
生的狸藻 *Utricularia*, 貉
藻 *Aldrovanda*, 陸生的茅
膏菜 *Drosera lunata*, 毛氈
苔 *Drosera rotundifolia* 等均
山野自生的小草本,爲著

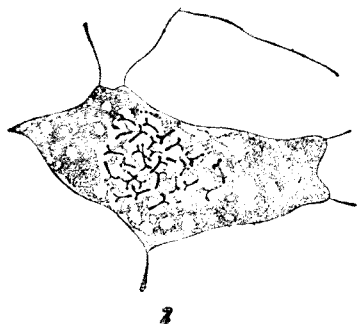
第八十八圖 豆科植物的
的根瘤細菌

- 1 根上附着的瘤(A)
- 2 細胞內的根瘤細菌



第八十九圖 毛氈苔
Drosera rotundifolia

- 1 捕蟲葉一枚放大
- 2 全形



名的食蟲植物。

3 共生 種屬不同的植物合爲一體,以相利的關係營共同生活;是稱共生,如豆科植物,常和根瘤細菌 *Bacillus radicola* 共生,豆科植物以炭水化合物和蛋白質的養料,供給細菌的生活,而細菌則攝取空氣中游離氮素,形成氮素化合物構成體質,至後則犧牲其生命,全體被豆科植物的細胞溶解吸收,又如地衣類本爲藻類和菌類的合體,藻則營光合作用,製成營養物質,菌則營吸收作用,以吸取水液,二者相依爲生分工合作,爲共生現象最顯著的實例。

提 要

1. 植物吸取空中和土中的無機物質並非食物,且非養分,祇爲製造食物的原料。
2. 植物的食物亦爲有機物質,係自行製造而成。
3. 藥液培養係人工配合各種無機鹽類的溶液,試驗食物製造上必需的原料。
4. 光合作用係藉日光的能力,使炭和水合成炭水化合物。
5. 光合作用的產物爲葡萄糖和炭氧氣,葡萄糖爲有機物質的始基由此可合成其他種種的炭水化合物,蛋白質,油脂等重要的食物。
6. 碘液遇澱粉呈特殊的呈色反應

7. 蒸發為植物生理上重要的作用,可放散水蒸氣和熱量,且促進根部的吸收.

8. 同化為構成體質的作用,植物各部細胞均能營同化,不一定在葉部.

9. 植物營養物質的吸收和同化,均須使有機物質直接間接先變為葡萄糖.

10. 呼吸係分解有機物質,和光合作用相反.

✓ 11. 分子間呼吸係組織分解物中的氧氣一部分直接供給呼吸.

12. 寄生植物概無葉綠素,不營光合作用.

13. 食蟲植物除光合作用,自行製造有機食物外,更須直接消化有機物質,係植物的特殊營養法.

14. 共生為相利的合體,動物亦有此現象係生態上的特例.

問 題

1. 試作光合作用和呼吸作用的比較.

2. 組成植物體的主要元素有幾種? 用何法考查而知?

3. 光合作用和日光的關係如何?

4. 葡萄糖和澱粉何以能交互循環變化? 於植物營養上有何關係?

5. 同化生成的產物大概有幾？植物的同化和動物的同化有異同否？
6. 何為分子間呼吸？舉例說明之。
7. 寄生植物的通性若何？並舉其例。
8. 食蟲植物的通性若何？並舉其例。
9. 肥料重要的成分為何？與植物的營養有何關係？
10. 豆科植物根瘤細菌的形態和生態略記之。
11. 試比較動物和植物營養方法的異同。
12. 植物的溫熱能測驗否？試舉其例。

第九章 感應

第一節 植物的刺激感應和運動

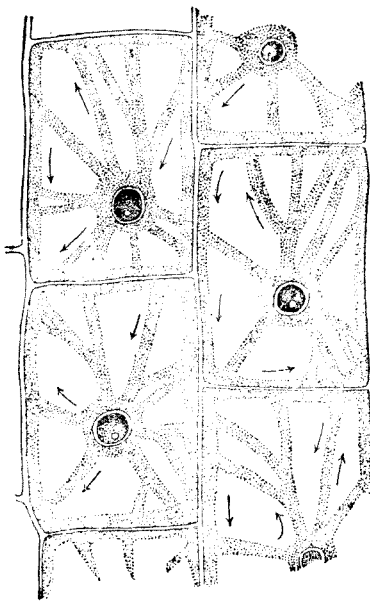
植物生活時感受內因或外因的刺激，發生運動，依其性質可分為自發運動 *Spontaneous movements* 和刺激運動 *Paratonic movements* 的二者，如下等植物變形菌、矽藻、鞭毛藻等，自由匍匐游泳，以移動其全體；如高等植物細胞腔內的原形質，不絕起循環迴轉的流動，是等皆原因於原形質自身的生長活動，均屬於自發運動。至於高等植物，根莖概固着於定處，不能移動其全體，但其各部的器官受重力，日光，水濕，溫熱機械接觸和化學物質等的刺激，常變化其位置方向，顯局部屈曲的運動；即下等植物亦有因此而移行變更其趨向，是等運動，皆原因於外界的影響而發生，均屬於刺激運動。凡感受刺激後，使器官部分屈曲於定向的稱屈動 *Tropism*；若感受刺激，使全體變更趨向的稱走動 *Taxis*；而刺激和感應不現方位的關係的，則稱傾動 *Nasty*。

甲. 自發運動

一. 匍匐運動 Amoeboid movement, 如變形菌的原形體藉偽足伸縮以匍匐移動其體。

二. 游泳運動 Swimming movement, 如藻菌類的游走子, 羊齒類的精子概藉鞭毛或纖毛, 在水中游泳。

三. 循環運動 Circulatory movement. 係高等植物細胞



第九十圖 植物細胞內原形質循環流轉的狀態, (箭形示流轉方向)

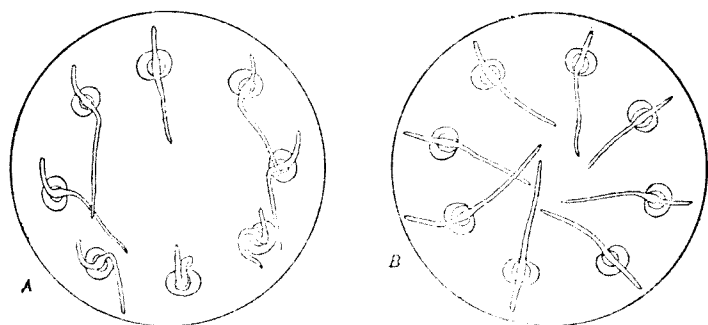
胞腔內原形質流動的一種現象, 即原形質在細胞腔內常有錯雜的原形質絲相互分界, 原形質或細胞液即在分界的區域內為循環流轉的運動。

四. 迴轉運動 Rotatory movements, 亦為原形質流動現象的一種, 即原形質沿細胞膜的方向而往復迴旋。

乙. 刺激運動

一. 重力刺激 Stimulus of gravitation. 地心引

力的影響, 植物各部感應不同運動現象亦異, 是稱屈地性 Geotropism; 莖部向上伸長示背地性 Negative geotropism;



第九十一圖 植物對於重力刺激的試驗

以發芽的玉蜀黍置於木板上,使根尖均排列於中心的方向, A 板靜止不動,則不久根漸向下示向地性,莖向上示背地性,B 板則裝置於旋轉器,使不絕等速的旋轉,使地心吸力失其定向,則根的位置,仍排列於中心,毫不變動。

根部深入地中示向地性 Positive geotropism; 側枝,根莖,側根等常占斜生或水平位置,稱橫地性 Diageotropism.



第九十二圖 植物對於光線感應的試驗,

二、光力刺激 Stimulus of light. 無論日光或人工光線,皆能刺激植物而起運動,下等菌藻類,因光而移動其全體的,稱走光性 Phototaxis; 有喜光而趨向光線的趨光性 Positive

栽植幼植物於暗室,則其生長的莖葉部,常屈曲於日光射入的方向,示向日性。

phototaxis; 有厭光而避光的避光性 Negative phototaxis. 綠葉細胞內的葉綠粒, 亦因光來的方向而變易其位置。

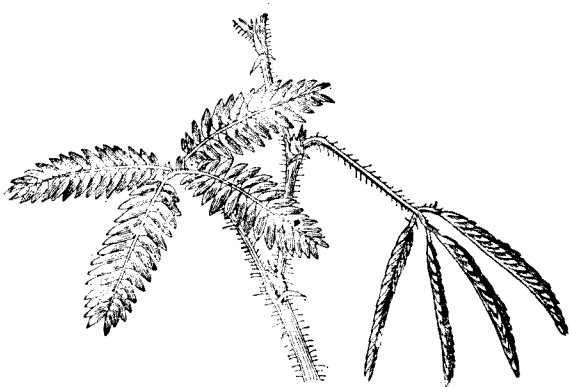
高等植物各部分, 每因日光的刺激而起屈日性 Heliotropism 的運動, 大抵葉部示向日性 Positive heliotropism, 根部示背日性 Negative heliotropism.

三. 水濕刺激 Stimulus of moisture 水濕對於植物的營養和生長關係頗巨, 因水濕而使植物體或部分的變動, 稱屈水性 Hydrotropism; 根部多傾向水濕方面生長, 示向水性 Positive hydrotropism; 莖, 花, 果, 及孢子植物的子實體子囊柄等, 均示背水性 Negative hydrotropism. 若下等菌藻類, 則常有走水性 Hydrotaxis 的感應; 若水濕缺乏, 則植物黃落呈乾憊 Draught rigor 的現象。

四. 溫熱刺激 Stimulus of heat 植物對溫熱的高低, 亦有屈熱性 Thermotropism 和走熱性 Therमतaxis 的運動, 示向背的現象, 惟因植物境界溫度的各殊, 其感應亦不一致, 溫度若過高過低, 則植物葉部即萎謝, 呈所謂熱憊 Heat rigor 或寒憊 Cold rigor 的現象。

五. 機械的刺激 Mechanical stimulus 係植物接觸於機械的能力而發生感應, 其運動變化有走流性 Rheotaxis, 走傷性 Traumatropism, 屈觸性 Thigmotropism, 屈流性 Rheotropism, 屈傷性 Traumatropism 等種種現象。

六. 化學的
 刺激 Chemical
 stimulus 接
 觸於植物體的
 溶液或氣體,因
 濃度或分配的
 不平等亦能誘
 起方向運動.如
 細菌和精細胞



第九十三圖 含羞草的睡眠運動
 無日光則葉部萎縮下垂

有走化性 Chemotaxis, 而根部菌絲,花粉管等則常示屈化性 Chemotropism 的運動.

以上各條,均為感受外界刺激的方向,顯示向背趨避等的定向運動,皆屬於屈動和走動的現象.此外尚有不關刺激的方向而感受刺激後,各表現其特異的反應是稱傾動 Nasty. 如豆科植物葉部的睡眠運動,和蒲公英,西番蓮等花部的開閉運動,為傾熱性 Thermonasty 和傾光性 Photonasty 的表現.

第二節 動物的神經官能

關於動物神經系的構造,和其分化發達,已述於第五章第三節中,茲就神經官能而論則可大別為知覺和運動的

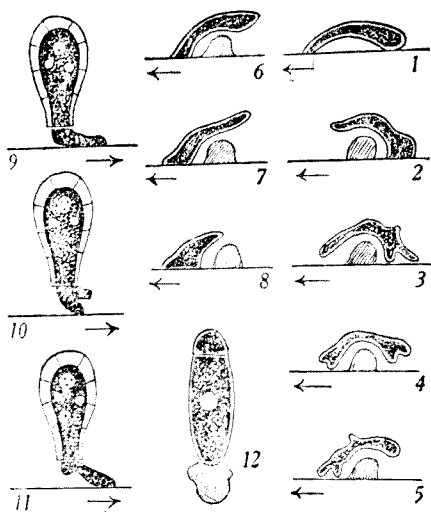
兩作用,是等作用,動物較植物爲顯着而尤以知覺感應,幾爲動物所特有是因動物體制較植物更爲微妙複雜,維持個體的生存亦更爲困難,其對於環境的適合與否,外敵的迫害與否,不能不豫知豫防,故知覺運動的作用遂靈敏而迅疾。

1. 知覺作用 Consciousness 此處所稱的知覺作用,係指神經系發生的一切精神作用 Mental function 而言,知覺作用的器官在植物概無特別的分化,僅爲生活細胞原形質的刺激反應並無感受刺激的中樞,祇藉原形質的聯絡而傳達刺激,因以無智情意等高尙的精神現象。

動物的精神作用,起源於特殊的神經細胞,除最低等的動物外皆有神經細胞集成的神經中樞,以感受外界的刺激,表現種種精神作用,並統轄指揮各器官,復由中樞發出許多神經纖維,分布於各器官構成末梢器,以傳達中樞命令或報告外界刺激於中樞,如海綿腔腸等動物的散漫神經系, Diffused nerve system 神經纖維和細胞,常散布於組織或器官而無一定的聯絡和中樞,故神經的官能極爲幼稚,至環形動物以上,始爲集中神經系 Concentrated nerve system, 但無脊椎動物的神經中樞,其發達者亦僅於咽喉或食道上有一對腦節 (球) Cerebral ganglion, 和縱走於腹側中央的神經索 Ventral nerve chain, 分化的程度尙屬簡單。

中樞既未完全集中,末梢亦不見十分發達,故知感作用極為單純,至於脊椎動物則神經中樞集中於腦脊髓而大腦實為身體全部的主宰,高等脊椎動物,大腦特別發達除司知覺運動的作用外,更顯現知,情,意等高尙的精神作用如吾人所有的記憶,思考,推理,想像,判斷等理智特別優異於他動物。

高等脊椎動物所有各項知感機能 and 生理腦脊髓上更有局部的中樞,分別主宰,而呈聯絡相關的現象,如視葉為



第九十四圖 變形蟲的運動

- 1—8 變形蟲的移動從側面觀察,
- 2—8 躍過障礙物的狀態,
- 9—11 有殼變形蟲運動的狀態,
- 12 孢子蟲一種的運動,

視覺中樞,嗅葉為嗅覺中樞,小腦主運動的調整延髓司呼吸血行並兼咀嚼嚥下嘔吐等反射中樞,脊髓則除為呼吸血行的自動中樞外,更為利尿,脫糞,分娩等的反射中樞而兼末梢和中樞的連絡司傳導的功能。

2. 運動 Movement

海綿,海葵等動物,除幼蟲外,概營固着生活,不

能移動,大多數的動物,均能移行運動,如變形蟲,則伸縮偽足,使內部原形質向偽足方向流動,不絕變易其體形,如草履蟲綠蟲等,更具有纖毛鞭毛等特殊部分,以運動其全體,而多細胞動物,則概具運動器官,為游行,匍匐,步行,飛翔等的移動,是等運動概因生活環境的不同,而異其狀態分別略舉於下:

(1)水中運動 水棲動物在水中游泳,其體形大多呈紡錘形,兩端尖銳,以避免水力的抵抗,更具有鰭或扁平的尾,以強壓鼓動水力,而使體前進,如鯨如魚類等是,浮水生活的游禽類,則以蹼足的運動,藉水流的反動力而活潑漂游,而甲殼類的橈足,烏賊類的漏斗和外套膜的側鰭皆為游泳器官,各具特形,各適其用。

(2)陸上運動 肌肉和肢部,大都發達,如蠕形動物的蠕動,軟體動物的匍匐概藉體壁肌肉和腹足或吸盤等,伸縮移行,節足動物和脊椎動物,則具節足和肢部,以步行或跳躍,其運動大多迅疾。

(3)空中運動 空氣的抵抗力較少,密度稀薄,故空中生活的動物,大都體軀輕快,或面積平廣,藉空氣的浮力,以支持其體,並具翅翼或皮膜等,並有肌肉的調節,而飛翔上下。

動物運動和體形的對稱,關係極為密切,無論運動於水

中,陸上,空中,其進行時身體所受的抵抗力,必使左右平均一致,倘或輕重不均,不僅阻碍進行,且不能保持體部的平衡,而致傾覆,故多數動物的體形皆左右對稱,內部器官,亦大致左右相等,是因外形和質量,本有連帶的關係,至於輻狀對稱的動物,體形無前後左右的區別,其運動時,方向的轉換,似較左右對稱爲優,但實際上,輻狀對稱的動物,大多營固着生活,即或運動,亦極緩慢。

第三節 動物的內分泌和刺激素

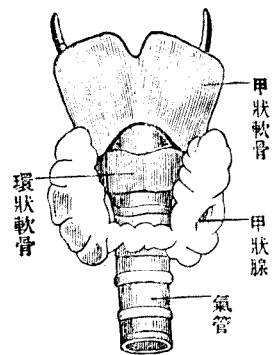
生物的刺激感應,於生活現象上最爲顯著而最重要,單細胞生物無何等的分化,其刺激感應,全發於原形質的本身,至於高等動物,則有神經系統專司刺激感應,表現知覺和運動的機能,並主宰營養和生長等的樞紐,但除神經系以外,尚有特殊的腺體,分泌特殊的物質,直接循行於血液中,以增進各器官的效能,輔助神經的運用,使全體生活機能得統一調和,得興奮持續,其功用異常偉大,是等腺體,通稱內分泌腺,其分泌物質則稱刺激素 Hormone。

內分泌腺 Internal secretory glands 係無導管或輸出管的腺體,其分泌物質決不輸出於體外或體腔內,而直接運輸於血液中,循環於全體,和消化腺皮下腺等外分泌腺,具有輸管,向外輸出其分泌物質者,絕不相同,故其分泌作用,稱

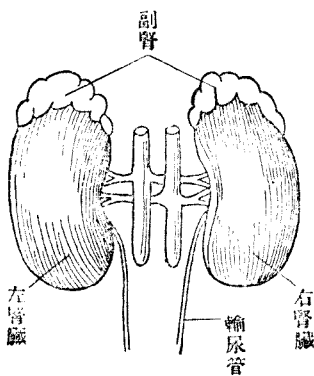
內分泌 Internal secretion. 如甲狀腺,副甲狀腺,副腎,腦下垂體,松葉腺,胸腺等,為專營內分泌的腺體,但如生殖腺,脾臟,胰臟等外分泌腺,亦兼行內分泌的作用。

1. 甲狀腺 Thyroid gland 位於喉頭甲狀軟骨左右成對的腺體為重要的內分泌腺,如完全切除,則動物必致死亡,倘有缺損,則一切器官皆發生阻障,營養不良,心身愚鈍,或成白癡,或起黏液性水腫,在小兒則發育停止,成侏儒狀態。

甲狀腺的刺激素,稱甲狀精 Thyroxine $C_{15}H_{11}O_4NI_4$ 係含碘的膠狀物質,現時得用牛羊的甲狀腺分析精製為無味無臭的結晶,易溶於水。



第九十五圖 甲狀腺的位置



第九十六圖 副腎的位置

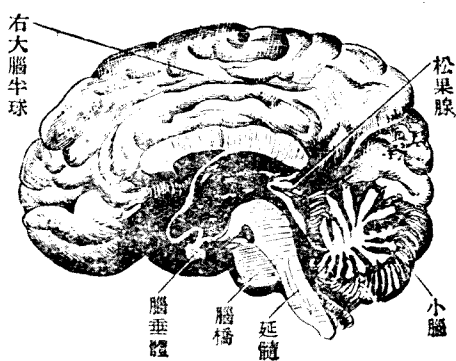
2. 副甲狀腺 Parathyroid gland 位於甲狀腺的後方,呈鮮紅色為極微小四個針頭狀體,其刺激素和甲狀精相類,而作用更強,有調節神經系的機能,缺損時則生長停止,骨骼不發達,或起肌肉痙攣。

3. 副腎 Adrenal 位於腎臟

的頂端係腺組織和神經組織構成。其刺激素稱為副腎精 Adrenalin $C_{10}H_{15}NO_3$ 。能加強烈的刺激於交感神經，促進心臟血管的收縮，以調整血行。缺損時，則體溫下降，體力衰減，皮膚蒼黑色成所謂青銅病 Bronze disease。（又稱阿狄孫氏病 Addisonic disease）

4. 腦下垂體 Hypophysis （亦稱黏液腺 Pituitary gland）

位於大腦前方底部的腺體由前葉和後葉二部所成。其刺激素得促進骨骼、生殖腺和外陰部的發育，並增進代謝作用的效能。倘或缺損，在幼兒則生長發育的機能停止，在成人則第二性徵不顯著，或全身肥滿，成脂肪過多症。反之如機能過強，幼兒即呈特殊發育成巨大症 Gi-



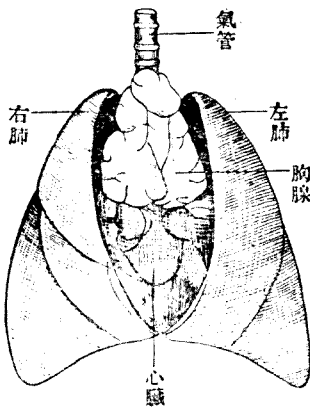
第九十七圖 腦下垂體和松果腺的位置

antism；成人則手、足、指、唇、鼻、顎等呈異常的畸形肥大，成末端肥大症 Acromegaly。腦下垂體的製劑稱腦垂體精 Pituitrin，為陣痛催進劑和強心劑。

5. 松果腺 Pineal gland 位於大腦後方底部的球狀腺體。其刺激素的性質，則和腦下垂體相反，防動物的早熟。人

類幼時，如松葉腺機能缺損，則第二性徵突著，心身發達，呈早熟的現象。

6. 胸腺 Thymus gland 位於心臟的直上，挾於兩肺間，為巨大的扁平腺體。其刺激素富有核質酸 Nuclein acid，可促進體內各腺的分泌作用，且抵抗病原細菌的侵襲；而組織間吸取鈣質的強弱，亦因胸腺刺激素的有無而定。胎兒和幼兒期最發達，十歲以上則逐漸退化，變為脂肪性。



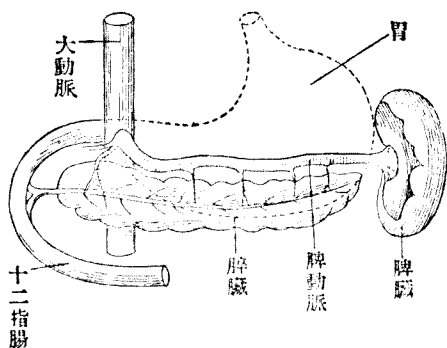
第九十八圖 胸腺的位置

7. 生殖腺 Genital gland 睪丸和卵巢，除產生精細胞和卵細胞外，尚有內分泌作用而產

出刺激素。睪丸由屈曲的細精管的內壁，生成精細胞，而於細精管間的間充細胞，則能分泌刺激素。卵巢則於皮質部生卵細胞外，更於皮質部和髓質部分泌刺激素。

睪丸分泌的刺激素稱睪精 Spermin $\text{NH}_2 \cdot (\text{CH}_2)_3 \cdot \text{NH} \cdot (\text{CH}_2)_4 \cdot \text{NH} \cdot (\text{CH}_2) \cdot \text{NH}_2$ 。得從動物的睪丸溶劑蒸餾製出，對於雄性第二性徵的表現極為重要。卵巢亦分泌一種刺激素，其化學構成，尚未十分明晰，但對於雌性第二性徵的發揮，極有關係。如行阉割的動物，則其第二性徵絕對不顯。

8 脾臟 Spleen 位於胃的左側，爲人體中大形的腺體，不具有外輸管，可認爲一種的內分泌腺，但其內分泌作用和分泌的刺激素，皆未明瞭。能破壞陳舊的紅血球和白血球而復行新生於感染傳染病和其他病症時則脾臟常特別肥大。



第九十九圖 示胰臟和脾臟的位置

9 胰臟 Pancreas 爲重要的消化腺，位於胃底部，而通輸管於十二指腸除營外分泌產生特殊的酵素外，更有內分泌作用，分泌刺激素以完成炭水化合物的代謝，倘缺乏是等刺激素，則血中葡萄糖不能完全分解而發生糖尿病。胰臟的刺激素得由羊胰製出之，稱胰精 Insulin，其結晶物質的化學組成爲 $C_{15}H_{69}O_{14}N_{11}S \cdot 3H_2O$ ，可治療糖尿病。

提 要

1. 植物運動分自發運動和刺激運動兩種前者起因於原形質固有的生活力，後者概感受外力的影響而起。
2. 植物除單細胞植物外，概不能全體移動僅營局部運動且因無神經系，故其感覺運動缺統一相關的現象。
3. 動物的神經官能，分知覺運動兩作用，均發源於神

經細胞,且有統一相關的現象

4. 腦脊髓爲神經中樞,因其生理性狀,有自動中樞,反射中樞,和其他各種的局部中樞.

5. 高等動物除刺激感應外,更有知情意等的精神作用.

6. 動物的運動器官和運動方法,因生活環境而各異,即體形構造亦適應於運動而變化.

7. 內分泌腺是無輸出管的,故其分泌物質,直接運行於血液中循環於體部各組織.

8. 內分泌物質能統一調和神經作用,對於動物的生長發育,和物質代謝有重要關係.

9. 內分泌腺祇見於脊椎動物,無脊椎動物和植物皆缺如.

10. 外分泌腺除營外分泌作用外,更兼有內分泌的作用.

問 題

1. 植物的屈動,走動和傾動,其現象有何不同?
2. 葉綠粒因光向而變更位置的現象如何?
3. 知覺運動的機能和精神作用有同異否?
4. 何爲散漫神經系和集中神經系?
5. 何爲反射中樞? 舉例明之.

6. 動物體形和運動有何關係?
7. 何爲刺激素? 其性狀功能如何?
8. 現時分離精製的刺激素舉其所知.
9. 外分泌和內分泌的異點若何?
10. 試作刺激素, 生活素和醱酵素三者的比較.

第十章 生殖

第一節 生殖的意義

現今地球上生存的生物，皆各從其祖先誕生的苗裔，是等苗裔亦各具生殖的能力，和其祖先等。故生殖實為生物界通有的現象，而為維持生物種族的要件。

生殖作用，實為生物復幼現象 *Rejuvenation* 的表示，其產生的苗裔，所有生長發育的變化，不過反覆其親體的生活過程。因為生物的壽命有限，無論長短，終不免死亡。故在未死亡以前，由舊個體分離新個體，以恢復其生活而縣延其種族。

生殖又為生理作用的一種，即因個體生長超越的結果，生物體的生長本有定限，若一旦造乎其極，則必發生細胞形質的分離，或組織的芽蘖而新個體以生。

分離和增殖，為產生新個體的要件，假如新體不分離，則不能成立為個體，使新體不增殖，則個體不能發育孳生。故無論卵生胎生，不問孢子種子，遲早必脫離母體而獨立營

生。

生物界的生殖方法，因類而殊，千變萬化不勝枚舉，大概可分為無性生殖 Asexual reproduction (Vegetative or Monogony) 和有性生殖 Sexual reproduction (Amphigony or Bixual) 的二種。無性生殖為極簡單的生殖方法，一個細胞從母體分離，即能發達成獨立生活的個體。有性生殖，則較為繁複，必經同種異個體產生的生殖細胞，相互配偶方能發達成新個體。蓋無性生殖祇為數量的增加，生物藉此得繁衍其種性；有性生殖，為性質的繼承，生物因以保存其遺傳形質。一般的植物和低級的動物，每兼有無性和有性的兩種生殖法，行整然的循環交替。

第二節 生殖細胞的原始和構造

除單細胞生物外，多細胞生物體的細胞，可區分為二。一為身體細胞 Somatic cells，分化發達構成各種器官，以維持個體的生存。一為生殖細胞 Germ cell 係產生於生殖腺內，分離增殖，以綿延種族的繼承。身體細胞隨個體而死亡，生殖細胞則離個體而繁殖。

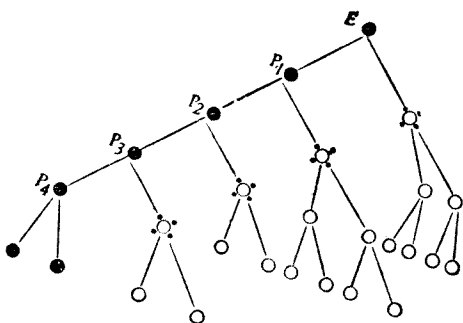
生殖細胞更可分為無性的孢子 Spore，和有性的配偶子 Gamete，前者得直接發生成新體，無須兩細胞的配合，後者不能直接單獨發生，必須兩細胞相配合纔能發達成新

體,其示雄性的生殖細胞,稱精子 Sperm, (或稱精蟲 Spermatozoa)

其示雌性的生殖細胞,稱卵子 Ovum.

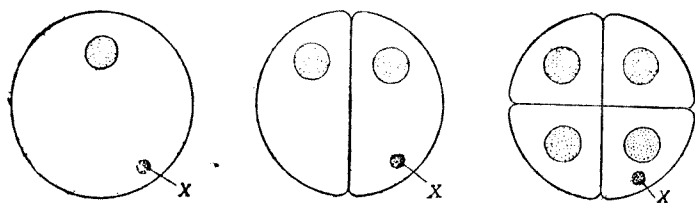
構成生殖細胞的原始形質,於受精卵細胞開始分裂時,早經分離獨立,據矢蟲發生的實驗,知卵胞最初分裂時,即有 X 體的形質,常單

獨存於一細胞內,不隨細胞分裂而分化,至胚胎發育至相當時期,此 X 體方進行分裂,構成矢蟲的生殖細胞,又如馬蛔蟲 *Ascaris megalocephala* 的受精卵,當分裂為四個細胞



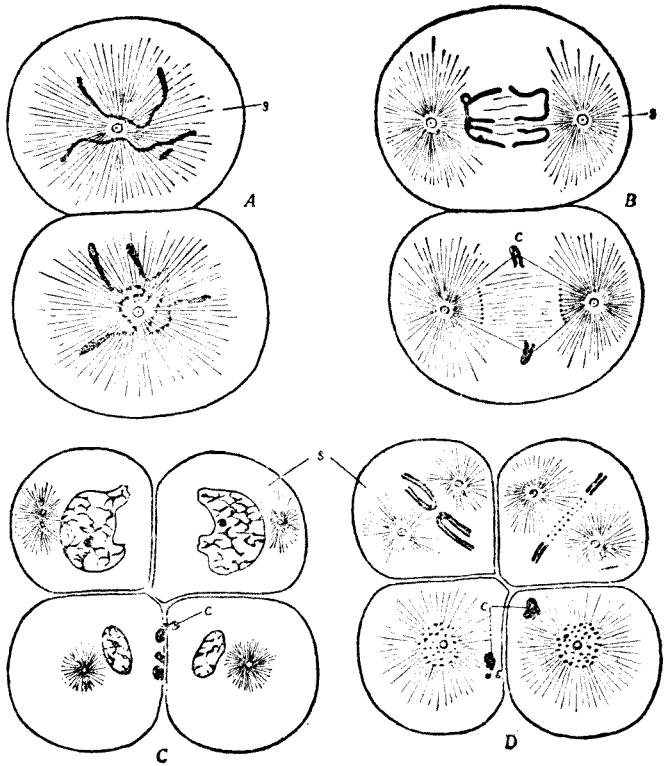
第一百圖 生殖細胞和身體細胞分化的圖解 (示蛔蟲 *Ascaris* 的模式)

E. 受精卵, P₁—P₄, 生殖細胞, 白圓示身體細胞, (圓外四黑點示染色體回復為倍數的模式, (Boveri))



第一百零一圖 矢蟲的生殖細胞,原始分離的模式

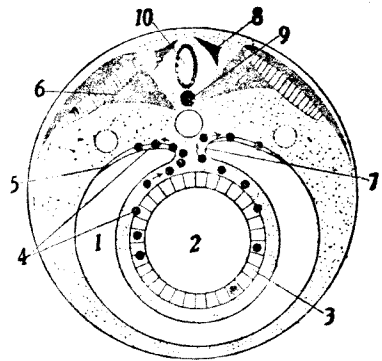
X 體係卵裂開始時即行分離,不隨卵裂而分裂,至一定時期後始分裂增殖成生殖細胞. (Ckklberg)



第一百零二圖 馬蠅蟲卵裂的開始,生殖細胞分化的基本

A 示兩細胞分裂,其下方一細胞的染色體,一部分分離為斷片而殘留, B 同上更進步的,其下方一細胞的染色體,一部分排出於細胞質中, C 分裂成四個細胞,其下方兩細胞,含有排出的染色體,其核較小, D 同上四細胞繼續分裂,其上方一細胞的染色體,反覆分離排出染色體的一部分, s 莖幹細胞 Stem cell, 生殖細胞由此發生, c 排出於細胞質內的染色體, (From Wilson after Boveri)

時,其一細胞所含的染色體,一部分忽分離排出於細胞質中,仍保有其染色質的原始形性於最初二細胞中,將來即由此生成生殖細胞,昆蟲的分裂卵,亦具此同等的現象,至於脊椎動物的分裂卵中,雖未見生殖形質的存在,然於極早的胚體中,即可見原始生殖細胞的移動,最

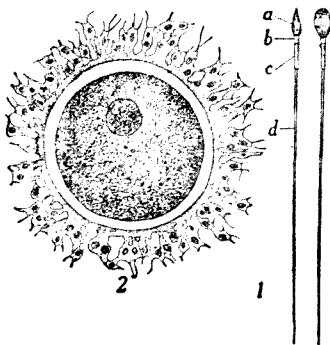


第一百零三圖 脊椎動物幼胚體腔縱斷的模式

1 體腔, 2 腸腔, 3 腸的內層, 4 生殖細胞, 5 生殖細胞上皮, 後來即為生殖腺的外皮, 6 肌節, 7 腸間膜, 8 神經冠, 9 脊索, 10 脊髓管, (Shull)

初混雜於消化管的內層細胞中,後來漸向外遷徙,出腸膜以沉着於體腔背壁,而形成生殖腺體。

原始的生殖細胞,精卵同形,不能分別,造成熟後,則精子和卵子,常各異其形,卵子概為生物體內最大形的細胞,普通呈球形,外圍卵膜,內



第一百零四圖 人類的精子和卵子

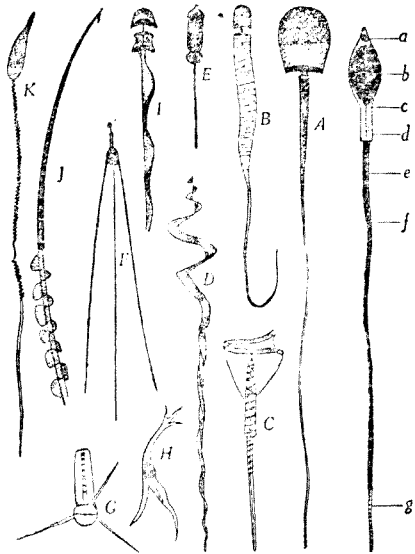
1 兩個方向觀察的精子, 2 卵子,外圍的小細胞稱包卵細胞, Follicle cells, a 頭, b 頭, c 中片, d 尾部 (Retzius)

含卵核細胞質和卵黃,而卵黃量的多寡和分配的情形,各不相同,故卵亦有種種區分,並有動物極和植物極的判別,

精子概為生物體內最小形的細胞,下等動物和植物,多係胞狀精子,高等動物則多係絲狀精子,全體得分為頭,頸,中片和尾等數部,頭部全係細胞核質,先端具尖銳的頭頂 Perfractonium,便於受精時穿鑿卵膜,頸和中片內,含細胞質和中心體,尾部則延長成絲狀,藉以活潑運動。

單細胞生物和藻菌類的有性配偶子,常同大同形無精卵的可分,

是稱同形配偶子 Isogamete, 高等動植物的精卵概大小異形,是稱異形配偶子 Anisogamete, 普通稱卵子為大配偶子 Macrogamete, 精子為小配偶子 Microgamete,



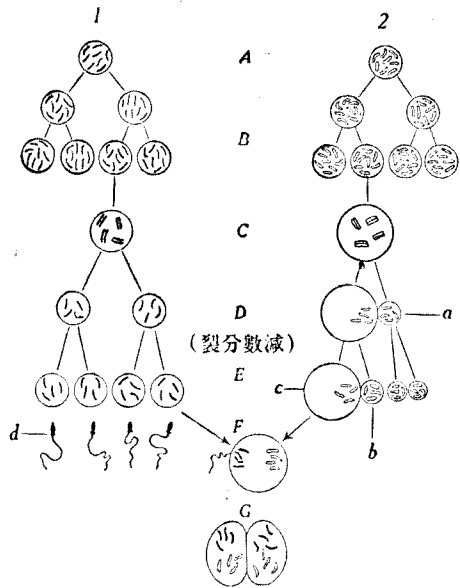
第一百零五圖 精子的模式和數種動物的精子

A 狸, B 蝙蝠, C 袋鼠, D 鳥, E 鮫, F 蟹, G 蝦, H 甲殼類一種, I 昆蟲, J 線蟲, K 蛇, a 頭頂, b 頭, c 頸, d 中片, ef 尾軸, g 終片, (Dahlgren & Kepner)

第三節 生殖細胞的發生和成熟

動物的生殖細胞,發生於構成生殖腺的幹細胞 Stem cell,斯時精卵毫無分別,稱始原生殖細胞,須經反復的分裂,生成卵原細胞 Oogonia 和精原細胞 Spermatogonia,再繼續的分裂成卵母細胞 Oöcyte 和精母細胞 Spermatoocyte,更經特殊的減數分裂 Reduction division (又稱成熟分裂 Maturation division) 後,纔發育成熟為卵子精子,其經過可分為增殖期,成長期和成熟期的三期,而卵子發生 Oogenesis,和精子發生 Spermatogenesis 又略有不同,茲分述之如下:

1. 卵子發生 卵



第一百零六圖 卵子和精子的發生模式

A 卵原細胞和精原細胞, B 卵母細胞和精母細胞, C 原生卵母細胞和原生精母細胞, D 後生卵母細胞和後生精母細胞, E 卵細胞和精細胞, F 受精, G 卵裂, a 第一極體, b 第二極體, c 成熟卵子, d 精子 (Woodruff)

原細胞經最後的增殖，漸次成長發育，成原生卵母細胞（或稱第一卵母細胞）Primary oocyte。於是開始進行減數分裂，其細胞內的定數染色體，先兩兩成對，呈染體接合 Synapsis 的現象，繼以各個染色體各縱裂為二，仍暫時集合，不相分離。原生卵母細胞斯時即行第一次的分裂，生成一個大形的後生卵母細胞（第二卵母細胞）Secondary oocyte，和一個小形的第一極體 First polar body。各細胞內的染色體，即先前成對的染色體，分離分配於此兩細胞中。但極體因養料缺少，大多不能再行分裂，至後或致死亡，而後生卵母細胞，則復繼續其第二次分裂，生成一個大形的卵細胞 Ootid 和第二極體 Secondary polar body。各細胞內含有前此縱裂各半的染色體，其結果祇為原數的一半，減數分裂即於此告終，而卵細胞即成熟為卵子 Ovum，不復變化，靜待受精。

2. 精子發生 精原細胞經最後增殖，漸次成長發育，成原生精母細胞（或稱第一精母細胞）Primary spermatocyte，於是開始進行其減數分裂，其細胞內原有的染色體，行癒合和縱裂的現象，與卵子發生時相同。此後原生精母細胞經第一次分裂，成二個同大的後生精母細胞 Secondary spermatocyte，繼續行第二次分裂，成四個同形的精細胞 Spermatid。各細胞內的染色體，祇有精原細胞的一半，和卵細

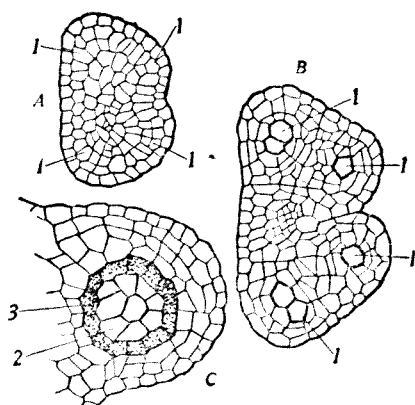
胞等,而精細胞更須經一度的變態,始成熟為絲狀的精子,活潑運動於精液中,或附着於精巢的滋養細胞 Nurse cells,不復變化,受精時即由輸精管輸出和卵子相配。

精卵發生,均經減數分裂,即染色體分裂一次,細胞連續分裂兩次,使成熟的精子和卵子,各含有定數染色體的半數,即精母和卵母細胞含有倍數 ($2x$) 的染色體,而精子和卵子,則含有單數 (x) 的染色體,二者的變遷和性質,完全相等,不過卵子發生時,兩次的減數分裂,係不均等分裂,故一個原生卵母細胞,祇生成一個成熟卵子,而精子發生時兩次的減數分裂,係均等分裂,故一個原生精母細胞,得生成四個成熟精子。

植物的生殖細胞,有無性生殖的孢子 Spore, 和有性生殖的配偶子 Gamete, 孢子發芽的新植物體,即係產生配偶子的有性世代;而大小配偶子配後所發育的新植物體,即係產生孢子的無性世代,孢子常有大孢子 Macrospore 和小孢子 Microspore 的區分,大孢子直接發生為雌性植物體,小孢子則為雄性植物體,而有性的配偶子,亦有大小的不同,已說明於前節中。

無論孢子和配偶子,其發生於植物體上,均有保護的器官,或其他附屬物,多細胞植物的孢子,常藏於孢子囊內,配偶子則概發育於雌器和雄器中。

被子植物的花粉粒，即為小孢子，係發生於粉囊即孢子囊中。最初此粉囊為全體同形的細胞所成，後表皮直下的細胞因細胞分裂生成胞源組織 Archegonium，中有一至數個大形的胞源細胞 Archegonial cell。此細胞復經數次的分裂，成多數的花粉母細胞 Pollen mo-

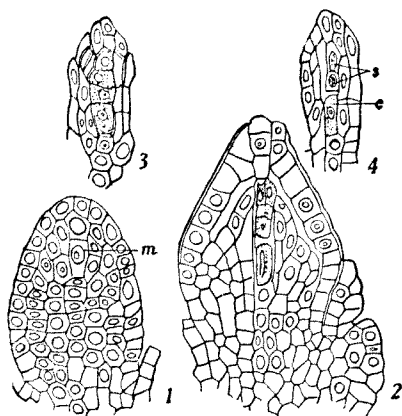


第一百零七圖 花粉形成的原始

A 幼稚粉囊的橫斷，C, B 同上更進步發達的，1 生成胞源組織的細胞，2 花粉母細胞，3 絨氈組織。

thor cells，其外方更有司營養的絨氈組織 Tapetal tissue 的細胞圍繞之。花粉母細胞含有倍數 ($2x$) 的染色體，各經減數分裂，生成四個花粉粒，皆含有單數 (x) 的染色體。是即成熟的小孢子。由此發芽生成的細胞，其所含的染色體，盡為單數。

羊齒植物的大孢子發生，和小孢子相等。被子植物的大孢子即胚囊的發生，則和花粉大異。幼穉胚珠的細胞，均為同形的柔膜細胞。其後表皮直下的細胞，因細胞分裂生成胞源組織，中間有一個大形的胞源細胞，此細胞再行分裂，



第一百零八圖 胚囊形成的原始

1 胚珠內的胞源組織，其中有一個的胚囊母細胞 (m)，2 分裂為二個的胚囊細胞，3 分裂成四個胚囊細胞，4 更進步發達四個細胞中，三個退化，一個發育成胚囊，e 胚囊，s 退化的細胞，

成胚囊母細胞 Embryo-sac mother cell，含有倍數的染色體，更經減數分裂，形成四個大孢子細胞，各含有單數的染色體，其中三個漸次消滅，其餘一個則發育肥大，形成胚囊是即成熟的大孢子，由胚囊發芽生成的一切細胞，盡含有單數的染色體。（關於種子植物花粉粒和胚囊的發育，以及受精

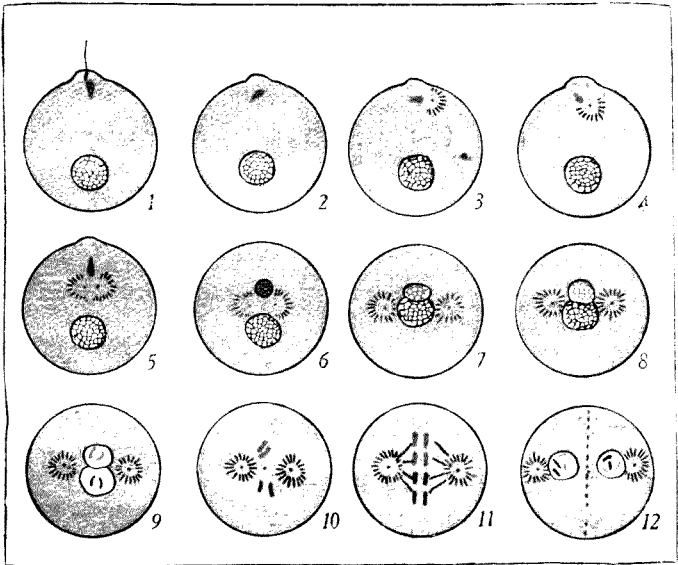
作用，可參觀第五章第二節（4）花條）

第四節 受精現象

受精為有性生殖中大小配偶子，即卵和精相配合的現象，精子大概有運動性，能藉精液或水分活潑游泳，以搜索卵子而行交配，其入卵體時，先用頭頂，突破卵膜，鑽入卵內，而卵子又有特生的卵門，或迎接突起，以誘導精子，通例一卵祇受一精，且僅容精子的頭頸部分入內，尾部則遺棄於

卵外。

卵受
精後，體
積漸次
變小，而
入卵的
精子則
反膨大，
恢復其
胞狀的
核，是稱
雄性原



第一百零九圖 受精現象的模式

核 Male pronucleus, 和卵中原有的雌性原核 Female pronucleus, 漸相接近而合一。同時由雄性原核借來的中心體，亦分裂為兩個星形體，至是受精現象終了，而卵體分裂即行開始。

受精重要的關鍵，在恢復其倍數 ($2x$) 的染色體。成熟的精卵，均含單數 (x) 的染色體，至兩者合一，則成倍數 ($2x$) 的染色體，和親體的數相等。於兩性形質的遺傳和種性的保存，極有關係。

但受精現象，在生物的生殖作用上，亦非必要，如單性生殖和人工的單性生殖等事實，可以證明，昆蟲類單性生殖

的例甚多，如蜜蜂的單性卵，可發生為雄蜂、蚜蟲的單性卵，可發生為雌蟲。據近來研究，已知單性生殖的雄體，祇具有單數(x)的染色體，而雌體則因其極體未曾排出，仍含有倍數($2x$)的染色體。至於人工的單性生殖，近時實驗，亦頗著成效，陸勃氏 Loeb 曾用酪酸或鹼性溶液刺激海膽的卵，亦能發育為新體，和受精的卵相等。

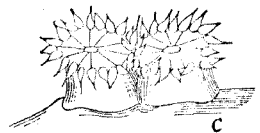
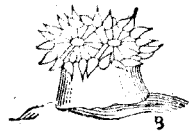
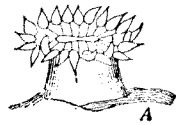
關於受精現象的學說，頗不一致。有主張染色體遺傳說，以為遺傳形質的繼承，必須雌雄兩性的染色體相融合，方能發育遺傳。有主張酵素說，以為生物形質的遺傳，非完全出於形態上的構成，實為化學上的變化，精卵結合即使原形質內發生酵素的化學作用，而確定遺傳。又有主張復幼現象說，認受精係一種能力上轉換循環的作用，和細胞形質無何等關係。更有主張變異說，其解釋有兩種：一謂受精乃限制形質變異，以保存種性的；一則謂受精乃促進形質的變異，以造成新種的，兩種意義適相反對。總之受精現象的因果，決非簡單的假定所能說明，然於形質遺傳和兩性決定，確有重要的關係，則為學者所共認。

第五節 無性生殖

無性生殖方法，生物界最為普通，多屬於單細胞生物，或體制較單純的動物和高等植物，即直接由親體的營養細

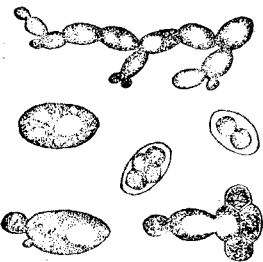
胞,分離獨立而成新個體,其方法極為簡易,可分為分體,出芽和孢子形成的三種:

1. 分體法 Fission (或稱分裂 Division) 單細胞生物的細胞分裂,即為生殖現象,如變形蟲,細菌等即為分體生殖的代表,多細胞生物,因體部分離發達成新個體的,為例甚多,腔腸動物的海葵,環形動物的蚯蚓等,均能分割體部,營無性生殖。



第一百零十圖 海葵的分體法

A. B. C. 分體的程序



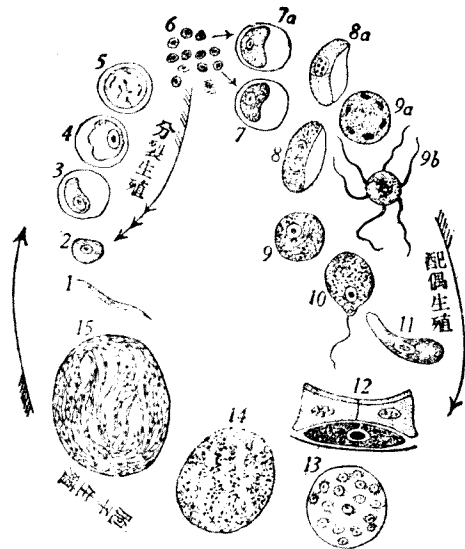
第一百十一圖 酵母菌的孢子形成和出芽

2. 出芽法 Budding 營養細胞或體部的生長,超過定限,即隨時發生芽蘗,突出體表,漸行分離發達,形成新體。出芽生殖於植物界極普遍,如酵母菌的出芽最為單純,多細胞植物的芽生,則

如珠芽 Bulbils, 球芽 Bulblets, 不定芽 Adventitious bud 以及根莖 Rhizome, 塊莖 Tuber, 鱗莖 Bulb 等,均可營無性的繁殖而動物的出芽,則以淡水水螅為最顯著。

3. 孢子形成 Sporulation (或稱造

子法) 植物無論高下,皆有孢子生殖的時期,如藻菌類的游走子 Zoospore 和內孢子 Endospore, 係直接由原形質分化產生。真菌類的子囊 Ascus, 被子器 Perithecium, 地衣類的裸子器 Apothecium, 苔蘚類的蒴胞 Sporangium, 羊齒類的孢子囊 Sporangium 等,均為造孢子的器官。孢子成熟即散播繁殖;而種子植物的粉囊和胚珠,亦係形成孢子的器官,和孢子植物的孢子囊相等。



第一百十二圖 瘧病原蟲的生活史

1 由瘧蚊傳入紅血球的孢子小體, 2 在紅血球中發達為變形蟲狀體, 3-5 原蟲在紅血球中發育, 6 由分裂生殖, 形成細裂孢子, 其一部回入紅血球, 再行發育繁殖; 其一部則形成大小配偶子行有性生殖, 7-9, 大配偶子, 7a-9a 小配偶子, 10-11 接合子, 12 入於蚊的胃壁中, 13-15 原蟲在蚊體內營孢子生殖, (Schaudinn)

動物中營孢子生殖的, 僅原生動物孢子蟲的一類, 如瘧病原蟲 *Plasmodium malariae*, 最初為孢子小體 (或稱種蟲

) Sporoides, 因瘧蚊的媒介, 入人體紅血球中寄生發達成變形蟲狀本體, 體內原形質, 即分化為許多的細裂孢子 Merizoites, 成熟後即散出而重入新紅血球以營生, 經數回的反復, 產生大配偶子 Macrogamete 和小配偶子 Microgamete, 被吸入蚊體而配偶, 經複雜的變化, 再產生孢子小體 (種蟲), 復行寄生於人體, 循環其生活。

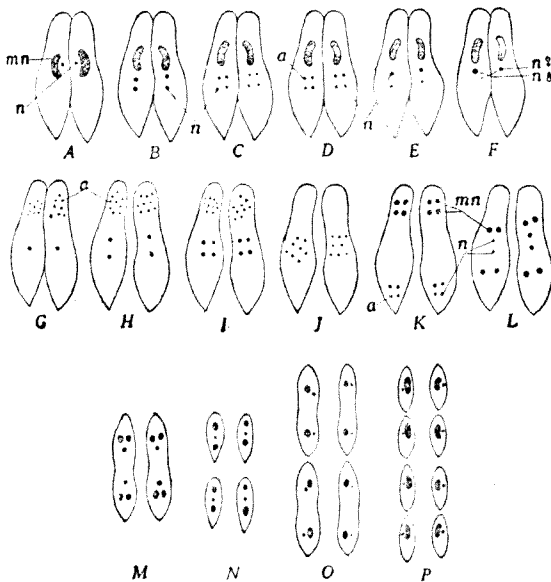
第六節 有性生殖

大多數的多細胞生物, 必經同種異個體, 產出生殖細胞兩兩配偶, 始能發育成新個體。其產自雌體的稱卵子, 產自雄體的稱精子。普通多雌雄異體 Gonochorites, 然亦有精卵產自一體的雌雄同體 Hermaphrodite; 但同體精卵, 概不能自行交配仍須經異體的配偶。

有性生殖的方法, 因物類而各異, 可區分為接合, 受精, 單性生殖和早熟生殖的四種:

1. 接合 Conjugation 原生動物和接合植物, 除無性的分裂生殖外, 常有由兩細胞體相互接合, 交換其形質而後再行分裂增殖, 如矽藻的形成增大孢子 Auxospore, 鼓藻 Cosnium, 半月藻 Closterum, 水綿 Spirogyra 等造出接合孢子 Zygospore 皆為二個體接合後的結果; 而草履蟲接合的現象, 尤為繁複。

草履蟲的接合最初甲乙兩蟲各以口部相接，大核即呈變化，後分裂為數片終致消失。小核經兩次分裂成四核，此四核中三個退化，僅存其一，更分裂為二。其中一核則甲乙兩蟲交互移易，和各體內固有的一核相合為一，至是接合作用已完兩蟲即行分離。嗣後各體內的配偶核，復經三次的分裂各成



第一百十三圖 草履蟲的接合和細胞核分裂的程序

A—P 連續的變化，細點紋的核體，示退化的核，mn 大核，n 小核，n δ 殘留於個體內的一小核，n σ 移入於他個體的一小核，和 n δ 相癒合，A—G 兩蟲接合時的經過，H—L 兩蟲分離後，大小核的分裂變化，M—P 分裂增殖 (Shull)

的分裂各成八核，其四核不復分裂變化，為將來形成大核的形質，尚餘四核，則三個退化而留一，再行二分，此時各個體中，含有四大核和二小核，於是各個體即分裂為二個新體，各含二大核和一小核，其

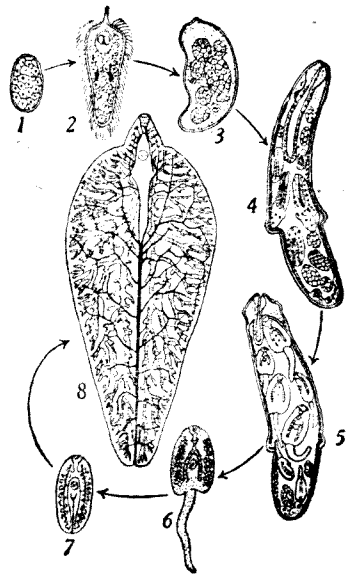
小核復分裂而二,各個體亦復二分,遂各成四個新體。至此接合後的增殖亦告終,各新個體經若干時的生長,再重演其分裂生殖。

2. 受精 Fertilization 係有性生殖最普遍的現象,動物的受精現象,已述於第四節中。植物的雄生殖細胞,即等於動物的精子,如孢子植物和少數的裸子類,其有性世代皆發生自由運動,具纖毛或鞭毛的精子,和動物相同。然種子植物的雄生殖細胞,概無鞭毛或纖毛,不能自由運動,故須藉花粉管的輸運,以和雌生殖細胞相合,完成受精的作用。

3. 單性生殖 Parthenogenesis (或稱孤雌生殖) 雌雄異體動物的雌個體,其產生的卵,有不必受精即能發生成新個體,是稱單性生殖。如蜜蜂的生殖,同一女王所產的卵有受精和不受精的兩種,前者常生成女王和職蜂,後者則發育為雄蜂。又如水蚤和蚜蟲類等,常於一定時期,僅由雌蟲盛行產卵,直接孵化為成蟲,皆屬單性生殖的特例。

4. 早熟生殖 Paedogenesis 幼蟲體內的卵,即行成熟產生,而直接孵化復成幼蟲,實係幼蟲時代的單性生殖,稱早熟生殖。如肝蛭的發生,由一個受精卵,孵化成纖毛幼蟲 *Miracidium*, 暫時生活游泳於水中,後入螺類而寄生,纖毛脫落,變為囊胞幼蟲 *Sporocyst*。斯時體內的生殖細胞即發育產出,成多數的曳尾幼蟲 *Cercaria*。除尾部外,和成蟲的形態相等,

生長成熟，則脫離螺體，游泳水中，搜尋第二中間宿主（螺類、蠕蟲、昆蟲的幼蟲、甲殼類、兩棲類等）而寄生，即在第二中間宿主体內形成被囊，休眠不動，以靜候終末宿主（羊、牛、貓、犬等）的機遇。或有囊胞幼蟲，不即發生曳尾幼蟲，而先產累登幼蟲 *Rodii*，然後產生曳尾幼蟲，其發生經過異常複雜。總之一卵孵出的幼蟲，即能單性的產生多數的個體，成種種形態的幼蟲，故又稱幼體生殖。



第一百十四圖 肝蝨的生活史

1 卵 2 纖毛幼蟲， 3 寄生於螺體囊胞幼蟲， 4—5 囊胞幼蟲的後期發育， 6 曳尾幼蟲， 7 失尾的囊蟲， 8 成體 (Kerr)

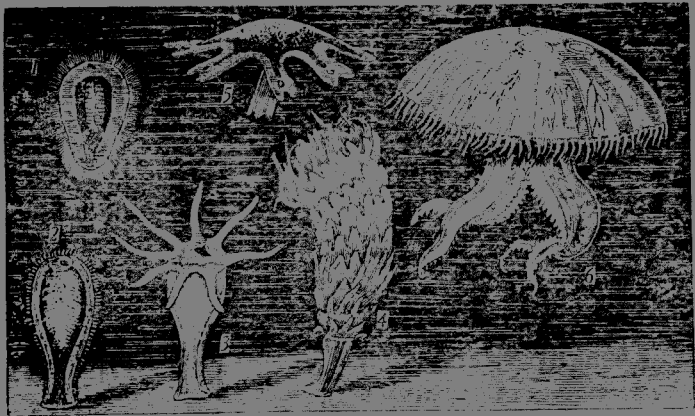
第七節 世代交替

生物的生殖，除高等動物外，每兼有無性和有性的兩種方法，循環反復表演其複雜的生命史。營無性生殖的個體和營有性生殖的個體，其形態常各不相同，前者稱無性世代，後者稱有性世代。

單細胞生物的世代交迭如草履蟲、綠蟲的分裂生殖和

接合生殖有一定的交替。瘧病原蟲的分裂生殖孢子生殖和配偶生殖亦係規律的連續循環，已如上述。大團藻蟲的生殖，則分裂生殖和配偶生殖常相更迭；且其有性配偶子，已呈趨異的變化，為異形配偶 Anisogamy，較綠團藻蟲的同形配偶 Isogamy 更為進步。（參觀第四章第一節）

腔腸動物的水母其世代交替的現象，更為顯著，有性世代的動物體，為水母體無性世代的動物體，則為水螅體精



第一百五十五圖 水水母的發生

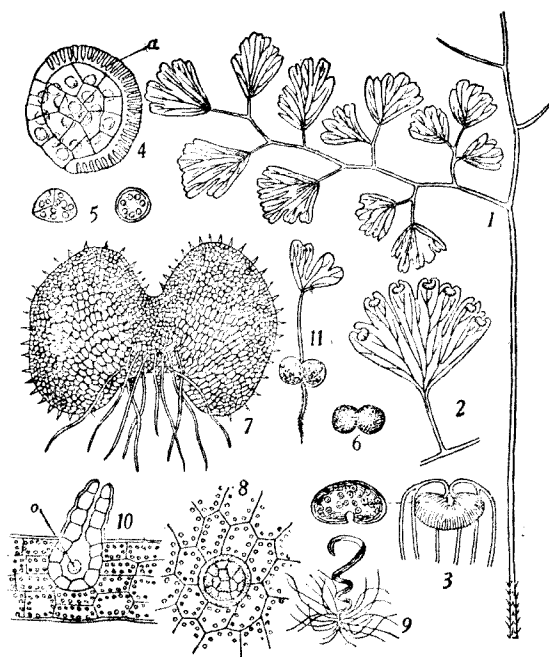
1 纖毛蟄形幼蟲 Planula, 2 同上口道形成, 3 蟄形幼蟲 = (蟄體) Scyphula, 4 同上橫裂發生為蟄形幼蟲 = (蟄體) Ephyra, 5 蟄形幼蟲 Ephyra, 6 水水母的成體

子和卵子由水母體產出，於水中交配，繙化成有纖毛的胚，發育而成無性世代的水螅體，固着外物以生長，後於體上

生多數橫紋，形成橫分體而漸次分離復各發達為有性世代的水母體，故水母的生活史，實由此水母體和水螅體互為循環交替，整然不紊。如和大團藻蟲比較，則大團藻的無性和有性生殖，皆出自同個體，世代不明；且分裂生殖的新

細胞，和精卵配偶細胞，亦由同一的生殖細胞所產出，而水母則異性異代，交替現象，特為顯著

植物的世代交替現象，更為普通。下等者姑勿論，如孢子植物的羊齒類，無性和有性兩世代的植物體，各能獨立營生。無性世代的植物體，具根、莖、葉，三



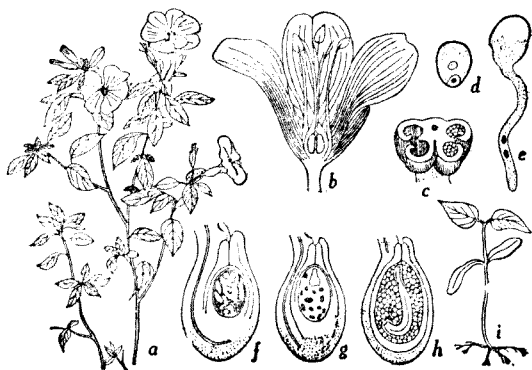
第一百十六圖 羊齒植物世代交替的現象
(鐵絲草一種 *A. filix*)

1 羽狀葉的一部，2 葉的小羽片，3 小羽片一部放大，示孢子囊羣的形狀，4 一個孢子囊的放大，a 為環帶，5 孢子，6 孢子發芽，7 原葉體放大，8 一個藏精器的平面，9 精子，10 藏卵器縱斷的模式，o 為卵細胞。

部,常由葉部無性的產生同形或異形孢子,故又稱此世代為孢子體 Sporophyte. 孢子發芽,形成小形扁平的原葉體 Prothallium, 其上生有藏精器 Antheridia 和藏卵器 Archegonia, (如係大小異形的孢子,則大孢子生成雌性原葉體,小孢子生成雄性原葉體) 產生精子和卵子而行配偶,故亦稱此世代為配偶體 Gametophyte 精子細胞成熟,具螺旋狀的鞭毛由藏精器散出,藉水的媒介竄入卵器,和卵子相合,行受精作用於是卵細胞分裂,再萌發為根,莖,葉的無性世代植物體,故羊齒

類的生殖,即由孢子體和配偶體相互交替,循環其生活.

種子植物為吾人所見的形體,均屬無性世代的孢子體,其有性世代異常退化,發生於無性世代體內,僅於受精時略現



第一百十七圖 種子植物世代交替的現象

a 麻的莖和花, b 花的剖面, c 粉囊的剖面示四個小孢子囊(粉囊)和囊中的小孢子(花粉粒,) d-e, 花粉粒發芽, f 胚珠的縱切面內藏一個大孢子(胚囊),內有多數細胞核即為雌性世代的植物體, g 胚珠發達成種子,內藏胚胎和內胚乳, h 成熟的種子 i 種子發芽的幼植物(Ganong).

其痕迹粉囊中的花粉即爲小孢子,子房內的胚囊,即爲大孢子,均係無性的生殖細胞。至受精時,則花粉在花柱內發達的花粉管,即相當於雄性原葉體的藏精器;同時胚囊分裂生成的助胎細胞和反足細胞,即相當於雌性原葉體的藏卵器。是等皆屬有性世代的配偶體,不過退化隱微,不能脫離孢子體而生活。迨精卵於胚珠內配合,則發育爲胚,形成種子,復成無性世代的幼植物。故種子植物亦有整然的世代交替,祇因有性世代退化,故不爲人所注意。(參觀第五章第二節)

提 要

1 無性生殖爲個體數量的增加,有性生殖爲保存種性的遺傳。

2. 生殖細胞,起源甚早,於卵裂開始時,已有一部分的形質,分離獨立,和身體細胞的形質,不相混淆。

3. 有性生殖時,其兩性配偶的細胞,同形同大的,稱同形配偶,如大小異形的,稱異形配偶。

4. 減數分裂又稱成熟分裂,係生殖細胞特有分裂方法。精母細胞係兩回均等分裂,生成四個精子。卵母細胞則經兩回不均等分裂,生成一個大形卵子,和兩種極體。

5 減數分裂的要點有二:其一爲染體接合,使原有兩性遺傳形質融合調和;其二爲染色體減數,使兩性細胞

配偶後,染色體不致增加,永保其恆數.故成熟的生殖細胞含有單數(x)的Haploid 染色體.身體細胞含有倍數($2x$)的Diploid 染色體.

6. 被子植物的花粉和胚囊,即小孢子和大孢子,均發生於表皮直下的胞源組織.但花粉和胚囊的生成,已經過減數分裂,各含單數的染色體.由此再經普通的分裂,始產生精卵的配偶子.是等現象,和動物精卵發生的情形略異.

7. 受精的要點,在恢復其倍數($2x$)的染色體,於兩性形質遺傳,和種性的保存,有密切的關係.

8. 草履蟲的接合和受精現象不同,前者係兩個體交換其形質,後者則為兩性形質的癒合.

9. 早熟生殖和單性生殖,為有性生殖中的特例,皆係繁衍其個體.

10. 世代交替係生物適應生存的方法,普通環境佳良,營養充足時,營無性生殖,反之則營有性生殖.

問 題

1. 身體細胞和生殖細胞如何區分?
2. 試作羊齒植物和種子植物世代交替的比較
3. 肝蛭的生命史簡單說明之.
4. 瘧病原蟲的生命史簡單說明之.

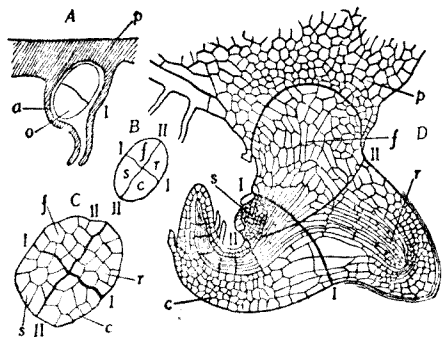
5. 受精學說有種種,試論述之.
6. 草履蟲的接合生殖和高等動物的受精有何不同?
7. 出芽法和分體法有異乎?
8. 試述精卵發生的經過,並比較其異同.
9. 被子植物精卵發生的情形如何?
10. 試將精子和卵子的異同比較之.

第十一章 發生和生長

第一節 植物胚胎的發生

植物胚胎的發育原始，即為受精卵核，分裂發達，造成胚胎，以迄於休眠種子的經過，其變遷則因種類而異，茲就高等植物，略記其胚胎的發生如下：

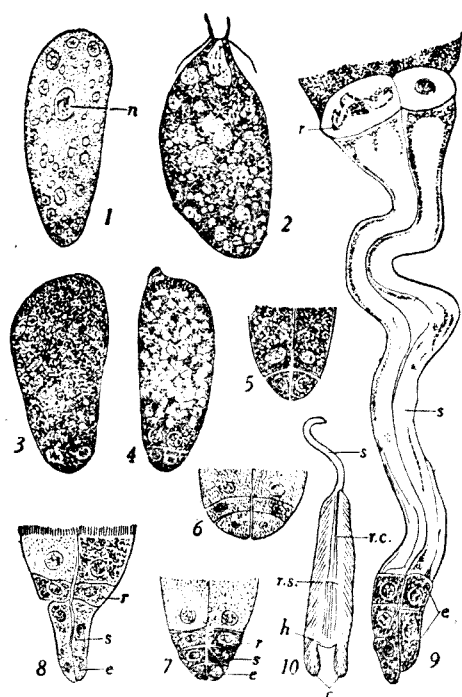
1. 羊齒植物胚胎原始 有性世代的精卵，一經配偶，即分裂發達。當卵裂開始時，先於橫向分裂為二，次更縱向分裂，即直角於橫向的分裂面，形成四分球體，是即所謂前胚 *Proembryo*。此四分球體的各細胞，



第一百十八圖 羊齒植物胚胎原始 (鳳尾草的胚胎發生 *Pteris serrulata*)

A 受精卵經第一次分裂的模式，B 同上經第二次分裂的模式，C 同上經數次分裂的模式，D 完成的胚胎。(B 亦稱前胚時代)

a 藏卵器，o 受精卵，p 原葉體，I-I 第一次分裂面，II-II 第二次分裂面，f 足部，r 幼根，s 胚軸，c 子葉。(Hofmeister)



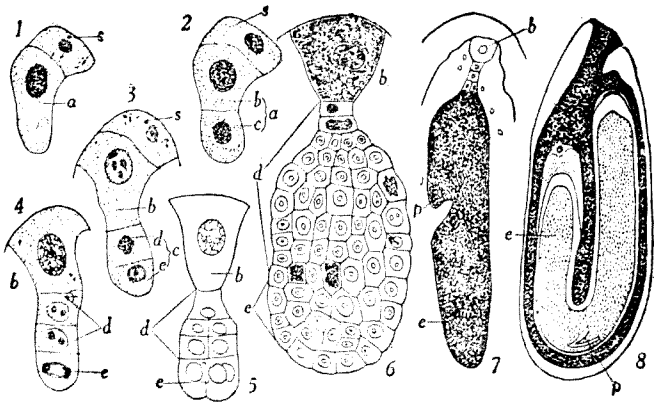
第一百十九圖 裸子植物的胚胎原始
(松的胚胎發生)

1 受精直後的胚珠，藏卵器中有雌雄兩核合一的核，2 形成四個游離核的時期，3 沉集於藏卵器基底的時期（兩核在另一側面故不見），4-5 分裂成八核的時期，6-8 十六核的時期，前胚時代於是完成，9 稍些成長的兩幼胚，10 發育完成的胚胎，
e 形成胚體的細胞，s 形成胚柄的細胞，r 營養細胞（亦稱薔薇細胞 Rosette）c 子葉，h 胚軸頂，rs 幼根，ic 幼根鞘，s 胚柄。

繼續分裂，以構成子葉，幼莖，胚軸，幼根和足部的原基。復分化發育，以完成胚體，並藉足部附着於原葉體，攝取養料而滋生。不久原葉體枯萎，胚體即迅速成長，為自營生活的孢子植物。

2 裸子植物胚胎原始 受精後，雌雄合一的核，經兩次的分裂，生成四個游離核，沉集於雌器（藏卵器）的基底。復經數回的分裂，並各發生細胞膜，發育為多細胞體，而前胚以成。前胚下端的細胞，繼續分裂發達，深入內胚乳中，而構成胚體。

前胚上
端的細
胞,亦延
伸成長
以形成
胚柄。同
時胚珠
的珠皮,
亦發育
包被內
胚乳和
胚體生



第一百二十圖 單子葉植物的胚胎原始 (慈姑的胚胎發生)

1-4 前胚時代, 5-6 幼胚發育形成, 7 完成的胚胎, 8 種子的縱切面, a 受精卵細胞, s 媒助細胞, c 形成子葉的細胞, 7-8 的 e 即為子葉, b 形成胚柄的細胞, p 幼芽, (Schaffner)

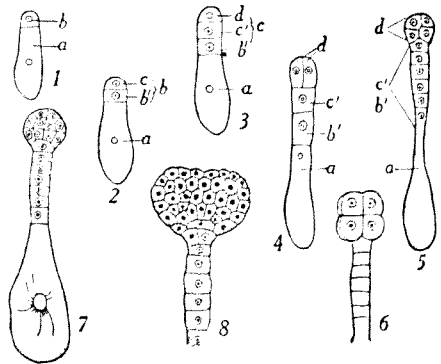
長完成,即為休眠的種子。

3. 被子植物胚胎原始 單子葉類和雙子葉類各異其型,前者的受精卵,先橫裂為二細胞,其中一細胞,更直接復分為二,合成三個細胞 (見一百二十圖中 b, d, e)。其後 b 細胞不再分裂,延長成胚柄, d 細胞則分裂發達,造成胚軸幼根,幼芽等部分, e 細胞則形成子葉,於是胚體完成。珠皮同時發育為種皮,保護胚體,成休眠的種子。後者則如一百二十一圖,受精卵亦先行分裂為二,其頂端的一細胞,則分裂於種種方向,成八個細胞的集團,其下方的一細胞,亦繼

第一百二十一圖 雙子葉植物的胚胎原始
(薺菜的胚胎發生)

1-6 前胚時代, 7-8 幼胚
形成, a b 卵細胞分裂的原始細胞, c b 為 b 細胞分裂生成, a', b' 即為形成胚柄的細胞, d 為形成子葉幼芽的細胞,

(Coulter & Chamberlin)

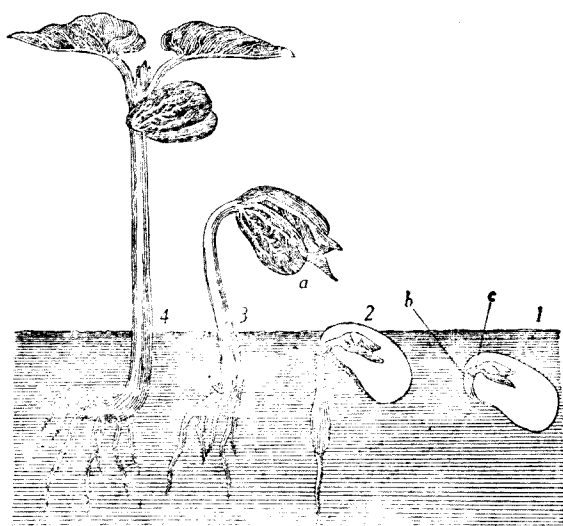


續橫分,且盛行延伸,是為前胚時期.至後頂端的上半部,形成子葉和幼芽,下半部則生成胚軸和幼根.而下方的延長部分,則發達成胚柄同時胚囊核亦增生成內胚乳,珠皮變為種皮,包被胚體全部,而完成種子.

第二節 植物的胚期後發生

植物的胚胎期,至完成種子而告終.經相當的休眠,種子復行發育,以形成幼植物,是稱胚期後發生 Postembryonal development. 種子的萌發得分為六時期:(1) 種子因水分的吸收,特別膨大,時或兩倍於原有的體積,致種皮破裂而成甲析植物 Seedling; (2) 種子中的養料,因養氣和水分的吸收,起醱酵作用,分解變化,運輸於胚胎各部,供生長發育的消費

3) 胚軸一端，
 伸出種皮後，
 即現屈地性，
 向下生長。於
 其先端發生
 根部和根毛，
 深入土中以
 固着其芽蘖。
 胚軸的另一
 端，則向上直
 伸，現背地性，
 子葉和幼芽
 亦連帶的抽



第一百二十二圖 種子萌發的程序

1,2 去子葉的一部分，示幼莖，幼芽，等部分，3,4 高出地面，發育成幼植物，a 子葉，b 幼莖，c 幼芽，

出；(4) 子葉不含多量的內胚乳的，則高出地面，且呈綠色，其作用無異於普通的綠葉，得行光合作用。如子葉肥大，含有多量的內胚乳的，則概埋藏地下，無綠色，無光合作用的功能，僅幼芽向上生長；(5) 幼苗生長於日光的部分，如子葉幼芽等，脫出種皮後，即現綠色，細胞內發生葉綠素，起光合作用而製造炭水化合物，同時根部向地下發展，而吸取水分；(6) 胚軸子葉和幼芽，皆因吸水而膨脹，胚胎中所有各細胞，多十分發達，是時根已堅定，幼莖已伸長，子葉或亦已展布

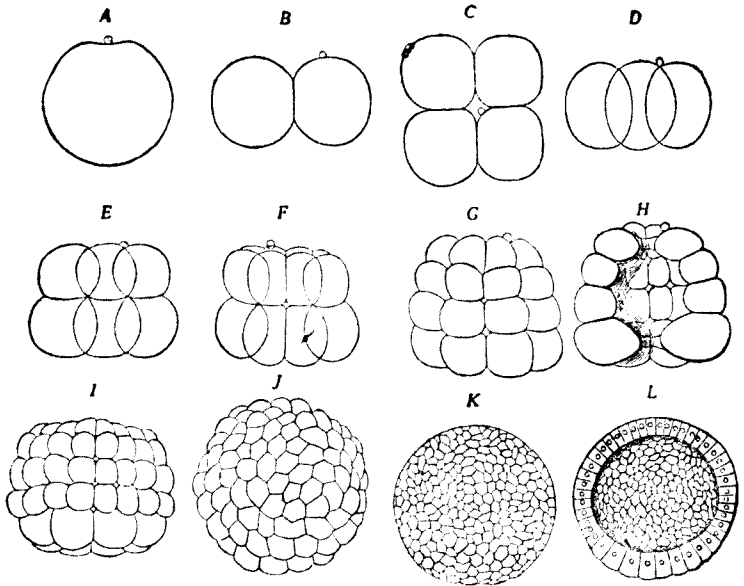
而現綠色，則胚期後發生的經過，即種子的萌發，已告完成。由此繼續發達幼苗，新葉和新芽，而成幼小的植物。

種子的萌發，實際上僅為胚胎原有細胞組織的擴大，除根和葉綠素外，並未發生其他的新構造，故已萌發的胚胎，其體積常較未萌發的胚胎增加數倍或數十倍，其細胞的大部，飽含水分，所有的養分，大半消費於呼吸作用及分生根部和擴大其胞膜之用。而各組織的分化，和器官的發生，則須待胚組織擴大延伸終了後，纔能開始，是時細胞常多少變形變質，或癒合肥厚，然後完成組織，構成器官。

第三節 動物胚胎的發生

動物胚胎的發育，始自受精卵的分裂發達，以迄胚體形成，和植物相等。不過動物的卵胞，皆含有多少的卵黃質，其分裂方法，常因類而異。而胚層組織，和器官原始，均於胚胎期中分化完成，其構成和變化，均較植物為繁複，故動物的發生經過，極複雜精微，茲略記其要項如下：

1. 胚胎原始的三期 受精卵反覆分裂，集成多數單純的細胞球體，是稱桑椹期 *Morula stage*。所有細胞駢列於球體的外表，中心則生成空腔。發育稍進，則外表細胞更繼續增殖，相互連合，造成單層或數層的外壁；而中心的空腔，亦愈見擴大，遂成一個無口的囊體，是稱囊胚期 *Blastula stage*。

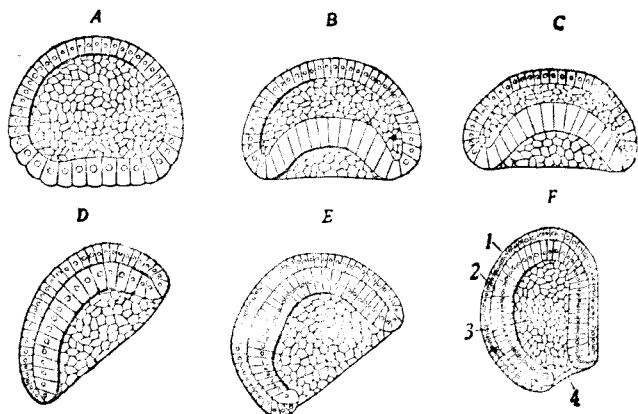


第一百二十三圖 蛞蝓魚 *Amphioxus* 的卵裂現象
(完全平等分裂的型式)

A 受精卵上附極體， B—H 依次分裂形成桑椹期 *Morula stage*，
I—L 分裂更進形成囊胚期 *Blastula stage*， H—L 均係縱剖面
(Hatschek)

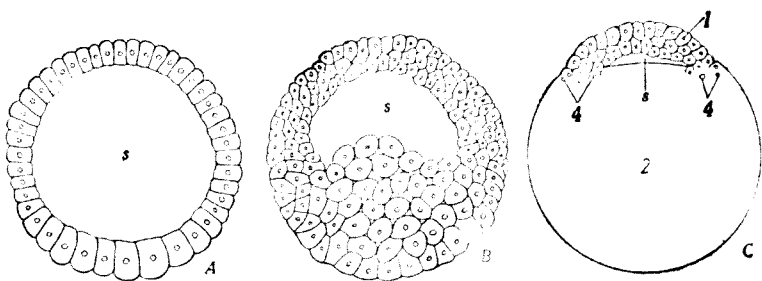
其內腔稱分裂腔 *Segmental cavity*，其外壁的構造，則因類而異。大概無脊椎動物和無頭類（蛞蝓魚）的胚胎，多屬單層細胞組織，而脊椎動物，則概為多層細胞組織。分裂腔的大小，則因卵裂的均等與否而異。囊胚續行發展，其植物極部向體內陷入，或一部內褶而形成原腸期 *Gastrula stage*。是

時胚胎已具二層膜壁，即外壁為外胚層 Ectoderm，內壁為內胚層 Endoderm，其內腔稱原腸 Archenteron，其外口稱原口 Blastopore.



第一百二十四圖 鮎魚原腸胚的形成

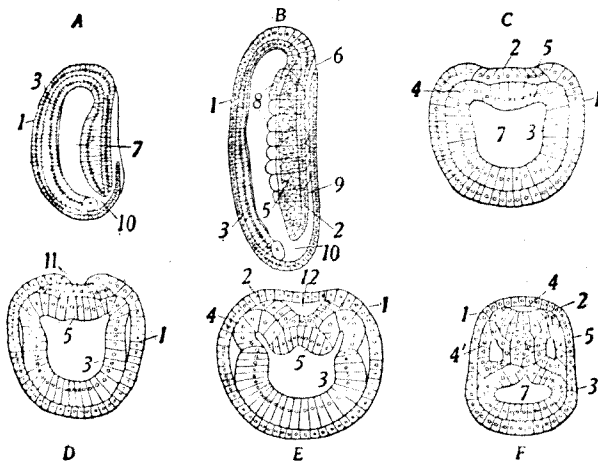
A 囊胚的剖面， B C 示植物極部，向分裂腔內陷入， D 內、外兩胚層相接着， E 同上更發達， F 原腸期的胚胎， 1 外胚層， 2 內胚層， 3 原腸腔， 4 原口， (Hatschek)



第一百二十五圖 囊胚期三種的斷面

A 鮎魚， B 螺類，不等分裂卵的囊胚期， C 魚類，盤狀分裂卵的囊胚期， 1 分裂盤，或稱胚盤，等於 B 的上半部， 2 不分裂卵黃塊， 4 游離核， s 分裂腔 (Hatschek and Hertwig)

上述的桑椹期,囊胚期和原腸期的三期,為卵裂後發育成胚的原始,且為多細胞動物發生時必經的變化,但各期形成的形式,則因卵黃量的多少,和動物的種類而各不相同,如綠團藻蟲和大團藻蟲的形體,即發育至桑椹期而止。



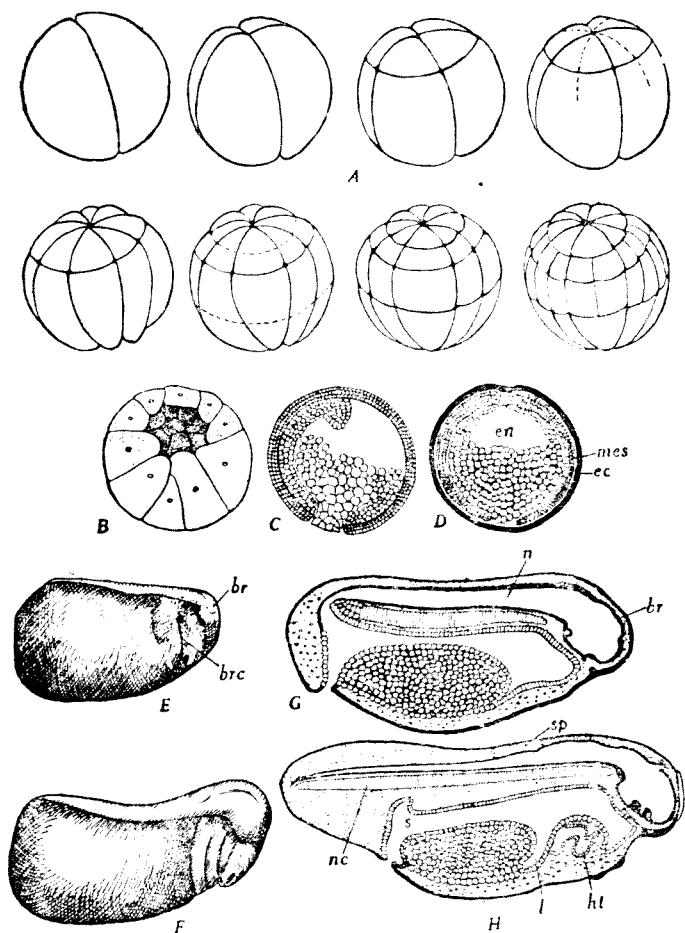
第一百二十六圖 蛙鰻魚的中胚層發生和神經系的原始

AB 胚胎的縱切面, C-F 同上橫切面, 1 外胚層, 2 髓板, 3 內胚層, 4 中胚層的原始, 4' 中胚層形成的體腔囊, 5 脊索, 6 神經孔, 7 原腸腔, 8 中胚層形成的肌節, 9 髓溝, 10 神經腸管, 11 髓溝原始, 12 中管 (Hatschek)

腔腸動物和海綿動物,則發育至原腸期而止;內外胚層,即其體壁的内、外皮膜,原腸即其腔腸,故是等動物的形體,實保存原腸期的基形,不再

發展。至於較此高等的動物,則原腸期以後,更須繼續發育,構成繁複的組織和器官,而完成形體。

2 組織完成和器官發生 原腸期的胚胎,更進行發育,



第一百二十七圖 蛙的發生模式

A 示卵裂的八個階段，B 卵球切面示外胚層的分化，C 同上更進步，示外胚內褶形成內胚層，D 三種胚層完成，*ec* 外胚層，*en* 內胚層，*mes* 中胚層，E 幼胚的表面，示兩對鰓裂孔，*br*，*brc*，F 較上更長成的胚，G 同上縱切面的模式，H 胚胎發達後期的縱切面，*br* 腦，*ht* 心，*l* 肝，*n* 神經系，*nc* 脊索，*s* 殖輸管，*sp* 脊髓，(粗黑線表外胚層，黑點陰影的細胞表中胚層，內胚層無色)，(Conn)

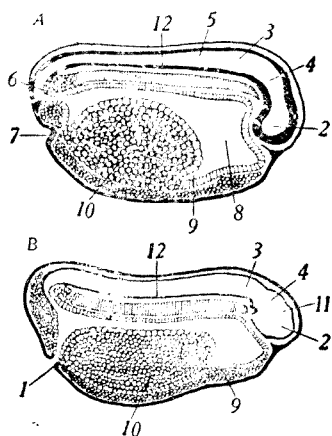
其最要的變化，爲中胚層的發生，以完成組織。高等動物的體腔，以及肌肉骨骼均爲中胚層組織所生成。中胚層的起源，有生自內外兩胚層間分生的細胞羣，後即填充於內外兩胚層の間隙，是稱填充中胚層 *Mesenchyma*。有由內胚層的一部，突出分離於分裂腔中，漸發育增大，復分裂爲二層：其接於外胚層內側的，稱體壁層 *Somatopleure*；其接於中央內胚層外側的，稱腸壁層 *Splanchnopleure*。是稱皮膜中胚層 *Mesoeipithelium*。蛙蠨魚的中胚層發生，即屬此例。

外，中，內，三種胚層組織既經完成，則復因此三層的褶曲，凹凸或轉移等變化，致組織參差錯雜，遂爲器官發生的原始。脊椎動物各胚層所發生的器官，各有定則，列其大綱則如下表：

外胚層	中胚層	內胚層
表皮，結締組織，齒的珐瑯質	胸腹膜，心囊膜，心臟，生殖器	消化管內壁上皮，肝臟，胰臟
五官器，知覺上皮，水晶體	橫紋肌，平滑肌	耳氣管，扁桃腺，甲狀腺，胸腺
口腔，肛門上皮和腺體	腸的漿液層	呼吸器的上皮
羊膜，絨毛膜上皮，	骨髓，血細胞	膀胱大部的上皮
	軟骨，硬骨	
	血管，淋巴管的內	女性尿道，攝護腺，

神經系	皮	脊索。
男性尿道	腎臟,脾臟	
脊索		

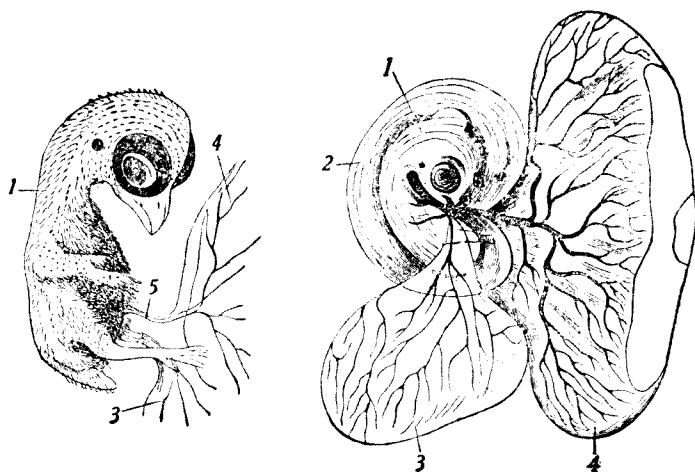
3 胚體形成和胚外囊膜 脊椎動物在原腸期終了,於背脊中央部特行增厚成原條 Primitve streak 的線狀體,該部前方的外胚層,一部分漸下陷而成髓溝 Medullary groove,至後左右溝堤因發育進步,互相連接,遂造成神經管 Neural tube,前端膨大成原腦胞 Primary brain vesicle,後端延伸而成髓管 Medullary tube,為腦脊髓的原基,胚胎的頭尾兩部,亦因是區分顯著,至是胚體的雛形始具。



第一百二十八圖 蛙幼胚的縱切面

A 示肛門道的發生, B 示肛門道和原腸道癒合的狀態, 1 肛門, 2 前腦, 3, 後腦, 4 間腦, 5 髓管, 6 原腸腔和髓管的通路, 7 肛門道, 8 原腸腔, 9 肝臟的原基, 10 卵黃, 11 松葉腺, 12 脊索, (Marshall)

胚體形成後,其腹部每有連接卵黃囊 Yolk-sac, 或更生臍帶 Umbilical cord 以連繫之,或無卵黃囊,則其腹部因卵黃細胞的萃集,以致膨大



第一百二十九圖 雞的發育完成的胚胎

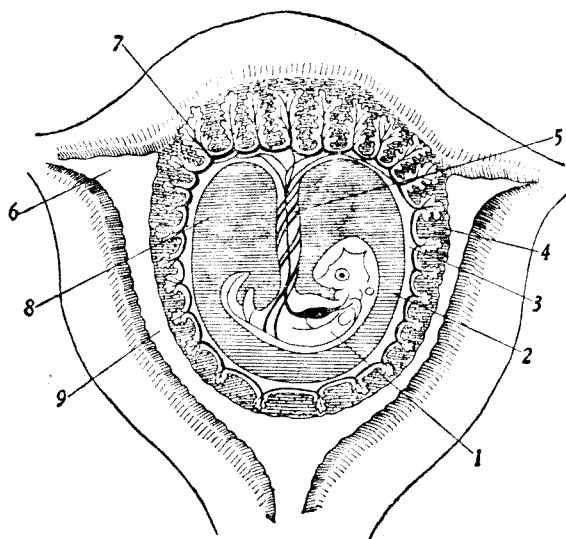
1 胚體, 2 羊膜, 3 尿膜, 4 卵黃囊, 5 臍帶, (Duval)

突出。兩棲類, 爬蟲類, 鳥類, 哺乳類, 尚有尿膜 Allantois; 爬蟲類, 鳥類, 哺乳類, 更具羊膜 Amnion, 皆係包圍胚外的囊膜為保護, 呼吸, 排泄的功用。

羊膜起源於胚體周圍發生的縐褶和隆起以後此縐褶相互癒着, 形成兩層的膜壁, 內層即羊膜, 外層則稱漿膜 Serous membrane, 羊膜內腔含有羊水, 以浸潤胚體, 漿膜則包圍羊膜, 尿膜和卵黃囊, 其內腔稱外體腔 Exocoelom。

尿膜亦稱尿囊, 始於胚體後腸部發生的盲囊, 突出於外體中, 富於血管, 鳥類爬蟲類藉此以營呼吸, 哺乳類則為胎盤的重要部分。

哺乳類的胚胎，發育於子宮內，其漿膜尿膜結合而成絨毛膜 Chorion，胚體即藉此以黏著於子宮壁，而子宮壁復增生新黏膜以結合之，是稱胎盤 Placenta，其由



第一百三十圖 人類子宮截面和胚胎的模式

1 胚體，2 羊膜，3 胎兒膜，4 子宮組織，
5 臍帶，6 輸卵管通於子宮處，7 胎盤，8
羊膜內的液體，9 子宮內腔 (Woodruff)

胚生成的部分稱胎兒胎盤 *Placenta foetalis*，其由子宮壁生成的部分，稱子宮胎盤 *Placenta uterina*，其形狀則因類而異。胚體即藉胎盤以攝取母體的營養，並排泄廢料。

第四節 個體發生，系統發生和生物發生律

生物的發生現象有個體發生 *Ontogeny* 和系統發生 *Phylogeny* 的二種。自卵胞分裂發達，以至於成體。其間胚胎的如何原始，組織的如何分化，器官的如何發軔，於胚胎學上均

須一一考查，知其順序，定其關係，是皆屬個體發生的事項，藉此可以明瞭個體的由來，至於系統發生，則須比較各類個體發生的情況，推究其同異，判別其先後，以確定各生物類緣的親疎遠近，種族的高下繁簡，藉此可以明瞭系統的由來。

據胚胎發生的事實，以討論生物進化的法則，知個體發生的歷程即系統發生的重演，是即所謂生物發生律 *Biogenetic law*。無論何種生物，其發生途中所顯示的形質，即為其祖先進化途中所稟賦的形質；祖先進化為時極悠久，形質變遷亦極複雜。總之，則由下等漸趨於高等，由單純漸臻於繁複。個體發生為時雖暫，而其變遷經過，必將其祖先進化時所經的形質，於短時期中，一一復現。迨發達為成體，則各具其特形。當其在胚胎時，類緣愈相近，則其類似的形質愈多；發達愈幼稚，則其類似的程度亦愈著。故生物發生律，實根據胚胎學上的事實而成立，毫無疑義。

個體發生更可分為直接發生 *Direct development* 和變態發生 *Metamorphosis*，前者係自卵孵出的幼體和親形相等，其幼體的發育，僅為體積的生長和增大，如龜，鳥，等是。後者則孵出的幼體，和親體大異，須經幾度的變化，纔能發達為親形的幼體，如鰻，蛙，等是。

變態發生又有系統變態 *Primary or Palingenetic metamorph-*

osis 和後生變態 Secondary or Coenogenetic metamorphosis 的兩種。前者即顯示該種族系統發生的形質，如蝌蚪的頭側具三對的鰓，心臟爲一心耳一心室，完全和魚類的形質相等，足以證明蛙的祖先，必爲水生動物和魚類有密切的親緣。至如蜂蝶等的變態發生，祇因幼體的生活環境和親體不同，故變爲特殊的形質，以適應環境對於系統發生實毫無關係。

提 要

1. 植物胚胎發生，概先由卵胞分裂形成前胚，後即發達胚軸，幼莖，子葉等以完成胚體，終則生長休眠，即爲種子。
2. 植物胚期後發生，爲種子萌發成甲析植物的經過，全屬胚胎組織的吸水膨脹和擴大，除根部外並無新生的構造。
3. 高等動物胚胎的原始，大概經桑椹期，囊胚期，和原腸期的三期，而胚胎以成，但三期構成的形式，則因動物而異。
4. 高等動物胚胎後期的發達，即爲組織完成和器官發生。
5. 中胚層因起源不同，有填充中胚層和皮膜中胚層的區分。

6. 神經系係背部中央陷入發達而成。
7. 卵生脊椎動物大多具卵黃囊，至胚胎完成後即行消失。
8. 胎生哺乳類，卵黃囊概不發達，胚胎藉胎盤接合於子宮內壁，直接吸取母體的營養料。
9. 羊膜起源於胚外的外胚層，完全包蔽胚體內腔含有羊水，胚則浮懸於其中。
10. 復初現象說 *Recapitulation Theory* 即生物發生律，二者均認個體發生，即系統發生的重演，為馮皮亞 *Von Bear* (1828) 赫克爾 *Haeckel* 二氏先後所倡導。

問 題

1. 何為前胚？各類植物的前胚相同否？
2. 動物卵裂的順序如何？舉例證之。
3. 卵裂的形式和卵黃質的多寡有何關係？
4. 試說明動物胚胎原始的三期。
5. 何為外體腔？
6. 胎盤如何生成？各類哺乳動物相同否？
7. 羊膜如何生成？功能如何？
8. 尿膜如何生成？功能如何？
9. 何為系統變態？何為系統發生？
10. 何為後生變態？其原因如何？

第十二章 遺傳

第一節 孟德爾氏以前的遺傳觀念

生物有兩種重要的特性，一為遺傳性Heredity，一為變異性Variability。種瓜得瓜，種豆得豆，親子形質，大多相類，種性特徵，亦世襲罔替，是即所謂遺傳。但仔細考之，則生物界同種類的個體，決無兩體絕對相同，總有多少的差異，各個體間，各有其特點，人性不同，各如其面，是即所謂變異。這兩種特性，似相矛盾，實則相互為因果。現時遺傳學的討論和發明，自孟德爾氏定律成立後，日趨精進，已確知遺傳現象根本於單位形質的分離集合，有規律可求。而變異原因，主為雜種相交，形質淘汰所致。有遺傳故種性可以持續，能變異故新種可以產生。

古來對於遺傳的觀念，甚屬籠統，無具體的研究，并無記述的價值。自十八世紀以後，學者輩出，關於遺傳的理論和變異的原因，學說紛起，其論點不外兩端：一為遺傳形質Inheritance character的基本，究存在於何處；一為後天習得性

Acquired character 是否能遺傳。前者的討論，因細胞學術的進步，已得相當的解決。後者的問題，則至今尚主張各異，學派分歧，迄無定論。茲略記關於遺傳的重要學說如下：

1. 拉馬克氏用進廢退說 Theory of use and disuse of Lamarck 氏係主張進化學說的先輩。於所著“動物哲學”一書中認物種不絕變異，而變異的法則，不外乎器官的用進廢退，用則發達，不用則退化，其變異的形質，均能遺傳於子孫，積漸顯著，因此以成新種。此種學說，為主張後天習得性能遺傳的基本，努力倡導，現時所謂新拉馬克派 Neo-Lamarckians，即師法拉氏學說認環境情形，足以影響於遺傳形質而起變異。

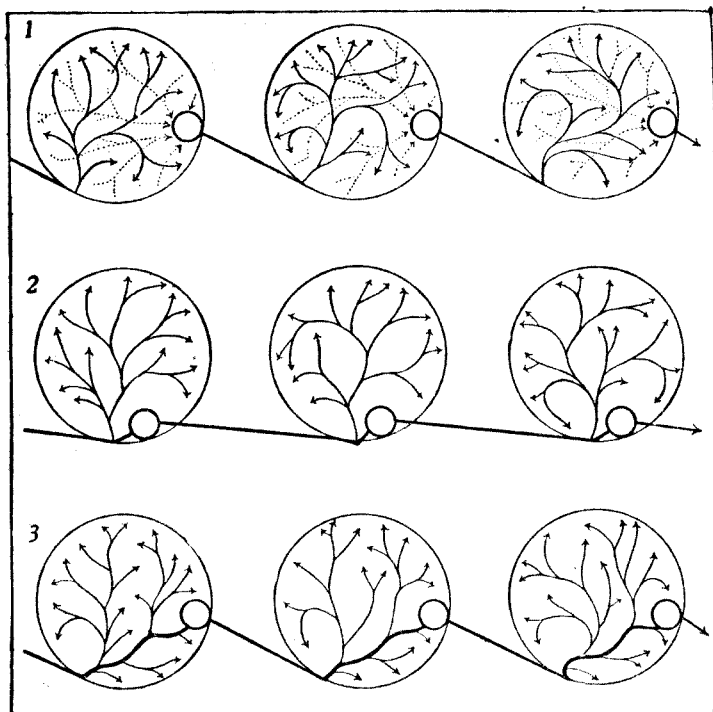
2. 斯賓塞氏生理單位說 Physiological unit Theory of Spencer 斯氏認生物體含有許多的生理單位，器官的發育生殖的形質，均因此種單位的構造而各有定形，其性質似和現時所謂遺傳相類，不過斯氏並未實證此種單位的實際，完全出於理論的假定。

3. 達爾文氏汎生說 Pangenesis Theory of Darwin 達氏謂生物細胞中具有多數芽質 Gemmule 的小體，有增殖新生的能力，或由前代所遺傳，或為現代所新產，得藉血液循環廣汎的流行於全體，至生殖部分遂集成生殖細胞，個體的各種組織器官大都由前代的芽質分化發達而成，但身體細

胞時或受環境的變異，積微漸著，產生新芽質，亦能遺傳於後代，是實達氏對於遺傳形質的一種假設，所謂芽質，並無確定的存在。

4. 內齋里氏遺替質說 Idioplasmic Theory of Nägeli 氏謂生物體具有滋養質 Trophoplasm 和遺替質 Idioplasm 的兩種形質，前者專構成身體的組織，不含有遺傳形質，故又稱成形質 Morphoplasm，後者為遺傳形質的基本，故又稱原基質 Anlageplasm，而遺替質更由無數的微子 Micella，集成複雜的構造，生物各種形質的原基，早確定於此種微子羣中，並不受外界影響而變動，當卵胞分裂開始，遺替質亦隨細胞而分裂，以分配於各細胞，且相互連絡成網，但各保其原來的配列和構造，各生物形質的不同，即因遺替質構造的各異，及分化發達，遂成種種特性殊形，迨發育完成，則原基質的大部亦盡，其一部則分離入於生殖細胞中，復成後代的遺替質而遺傳，據氏的主張，則對於遺傳物質的基本，漸有具體的見解。

5. 惠詩曼氏生殖質連續說 Theory of Continuity of Germplasm of Weismann. 氏謂生物形質的原基，即生殖細胞內的生殖質，生殖細胞內的染色體，即為生殖質生產地，卵胞分裂時，生殖質得分化為二部，一部不絕隨卵胞反覆分裂，造成身體細胞，一部則暫不變化，至後轉移於生殖器官中，以



第一百三十一圖 達爾文氏汎生說和惠詩曼氏生殖質連續說的比較

大圈示前後代繼承的生物，小圈示前後代的生殖細胞，1為達爾文氏汎生說的圖解，圖中實線和矢形符號示由生殖細胞散出的芽質，形成身體各部，虛線示由身體各部集合輸送其芽質於生殖細胞，以遺傳於後代，2,3惠詩曼氏生殖質連續說的圖解，圖中無虛線即表示身體細胞的形質不能影響於生殖細胞，2生殖細胞和身體細胞在發生的初期，即行分離，3生殖細胞和身體細胞分離在發生的後期，(Sharp)

發育為次代的生殖細胞，身體細胞有衰老死亡的定限，而生殖細胞則世代相傳承襲勿替，故遺傳形質，早決定於生

殖質中，決不因外界的任何作用而生變異。然生物形質所以變異的原因，實原於生殖質的各單位間，有相互淘汰的作用。故氏的主張，認遺傳形質確有其實質，由祖先連綿繼續後天的變異形質，決不能影響於遺傳，其學說極為精邃，至今尚為學者所宗仰。

上述諸家的學說，皆發表在孟德爾氏定律未昌明以前，雖無精確的實驗和例證。然對於遺傳現象和形質單位，均有相當的解釋。對於遺傳研究上啓發頗多。斯賓塞和達爾文兩氏的學說完全出諸理想，所謂單位，所謂芽質，均不能實證。僅泛言廣分布於體內而已。至內猗里和惠詩曼兩氏的推論大致相同，然生殖質出自生殖細胞的染色體較遺替質為網狀微子所構造的解釋，較為真確，和現時細胞學上的考查，實相吻合，故惠氏學說更比內氏為完善。

第二節 孟德爾氏定律

首先應用實驗方法來研究遺傳，而得發明遺傳定律的，當推奧儒孟德爾氏 Gregor Johann Mendel (1822—1884)。氏生於奧國西里西亞州的農村，幼受宗教教育，長為奧國蒲倫 Bunn 市教院牧師。1851年受教院資助，入維也納 Vienna 大學，修數學物理學和博物學，畢業後回蒲倫市教院，任院長，兼任蒲倫市實科中學的博物學講師。同時在院內栽植豌豆



第一百三十二圖 奧國遺
傳學家孟德爾氏
Gregor Johann Mendel
(1822-1884)

豆和菊科某種植物，行人工雜種試驗，繼續八年，潛心研究遺傳和變異的事實，統計考查其結果，發見整然不紊的規律。在1865年第一次發布其論文於蒲倫市博物學會會報。當時並未有人注意，直至1900年，經荷蘭的賓弗雷氏 De Vries，德國的高倫斯氏 Correns 奧國的支奇馬克氏 Tschermak 等，先後行雜種試驗，結果和孟氏完全相同，遂重行介紹孟德爾氏的論

文於世，且廣為闡明。於是遺傳學者皆奉為圭臬，視為準繩。所謂孟德爾氏定律 Mendel's law or Mendelian law，纔彪炳於學術界而不朽。

1 孟德爾氏豌豆的雜種試驗 孟氏用豌豆為實驗材料，為雜種交配的試驗，事前先確定豌豆的相對形質 Antagonistic character or Allelomorphic pairs，即就同種器官或相同部分，選其相反對的形質，作為試驗的標準。豌豆的相對形質，據氏的選定，大致有下列數種：

莖 高和矮，

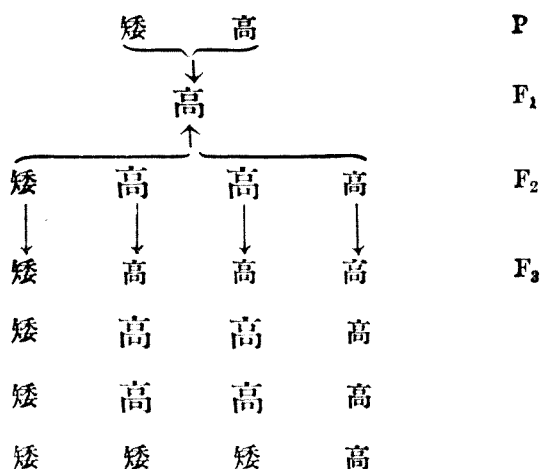
子葉	黃和綠,
花色	紫和白,
莢形	膨大和有節,
豆色	黃和青,
豆粒	圓形和縐紋,
豆皮	平滑和粗糙,

相對形質既經選定,即栽植兩種具有相對形質的豌豆,以人工方法,相互交配使生成雜種.例如以高莖豌豆和矮莖豌豆雜交,則第一代(F_1)雜種皆為高莖,即高矮的相對形質於雜種的第一代(F_1)祇現高的形質,矮的形質不現.氏稱此現出的形質為顯性 Dominant character,不現的形質為隱性 Recessive character. 又如以黃色豆和青色豆雜交,其第一代(F_1)皆為黃色豆,則黃為顯性青為隱性,結果亦同.由此可知相對形質中,有顯隱的不同,而第一代雜種,祇現顯性,不現隱性.

孟氏的實驗不限於一代,實互歷數代而繼續研究.故復以第一代雜種自行受精,或同種交配,使產生第二代(F_2)而考查之,則第一代未現的隱性更復出現.且於總數中顯隱兩性的比率,常為(3:1)的定比.即顯性占四分之三,隱性占四分之一.是種現象,實為孟氏實驗中最重要的一點.

普通以(P)字表親代的原種,以(F_1)表第一代, (F_2)為

第二代, (以下類推) 的雜種, 茲以高莖和矮莖的豌豆為 (P), 使相交配, 則 (F_1) 代盡為高莖, 至 (F_2) 代則高矮並現, 其比率為高三矮一, 如下表:



第一百三十三圖 孟德爾氏豌豆的遺傳圖解

取 (F_2) 代復使自相交配而生 (F_3), 則全體中可區分為兩種不同的性質, 一為無論至何代皆為高莖, 一則仍照 (F_1 代三高一矮的比率, 繼續變化, 前種為高莖的純種, 後種為高矮相混的雜種, 此項雜種以高表示之, 則如表中所示 (F_2) 代的雜種占全體的二分之一, 至 (F_3) 則減為四分之一, 代愈多而比率愈減, 終則仍分離為親代的原種。

2. 孟德爾氏定律的說明 上述的現象, 原因何在, 孟氏即根據自己的實驗, 創單位形質 Unit character 的假說以說

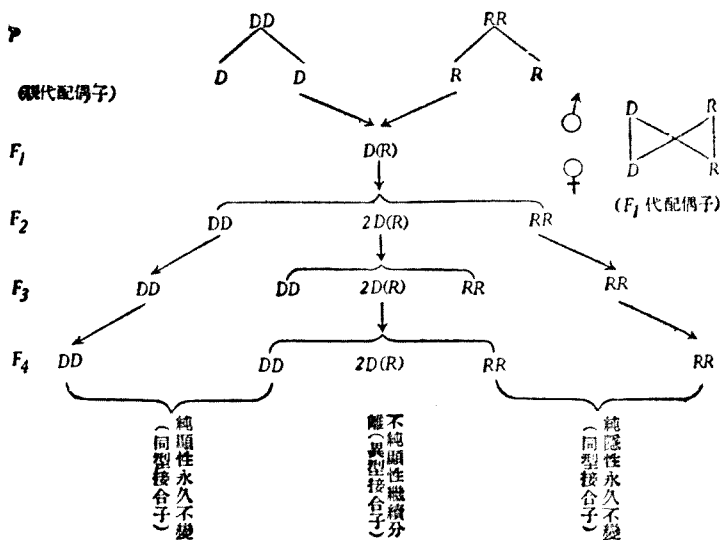
明之氏認一切生物的遺傳形質,各具有一定的單位或因子 Factor, 親傳之子,子傳之孫,因子形質不變,則遺傳現象亦不變,然因子能離合集散,顯隱出沒,有一定規律的變化,如豌豆的高莖有高的因子,矮莖有矮的因子,(F_1)代雖一顯一隱,而(F_2)代則顯隱兩因子仍依定數的比率,而分離顯現,可知遺傳因子,各保其獨立存在的特性,因雜種試驗,而因子的特性始顯,孟氏定律的內容,實含有下列的三大法則:

第一:支配法則(又稱支配律) Law of Dominance and Recessive 遺傳因子的由親傳子,常藉生殖細胞為媒介,遺傳學上稱兩性生殖細胞為配偶子 Gamete. 受精後,則兩配偶子相合成一個接合子(又稱配偶體) Zygote, 由此發育生長為新體,配偶子中祇能含有相對形質中一個因子,接合子中則相對形質的兩因子可以俱存,例如豌豆的配偶子,僅有高或矮的兩因子之一,而接合子中,則或高矮兩因子俱備或含有一方的兩因子,是皆指相對形質的因子而言,倘非相對形質,如高莖和黃葉的兩種因子,則儘可同時存在.

茲假定以高莖的因子為 D, 矮莖的因子為 R, 則高莖純種的親,其兩性配偶子中皆含 D 的因子;矮莖純種的親,其兩性配偶子中皆有 R 的因子,故兩種無論如何交配,所生的接合子,必含有 D 和 R 的兩因子,然 D 為顯性,特別顯著,

R 爲隱性，暫時隱藏。故 (F_1) 代的表型 Phenotype 均爲高莖，即雜種第一代，相對形質的兩單位，其顯隱有一定的支配。

第二：分離法則 Law of Segregation. (F_1) 代產生的配偶子，無論雌雄，各有兩種不同因子的配偶子，即一含 D，一含 R，使 (F_1) 代自行交配，則如圖所示，雌雄相配，依蓋然律 Probability 的假定，則 (F_2) 代可生四種接合子，即 DD, DR, RD, RR, 的四種，其中有 D 單位的占四分之三，無 D 而僅有 R 單



第一百三十四圖 孟德爾氏定律的圖解

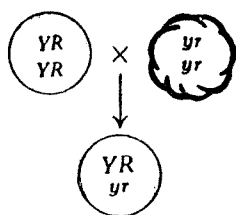
P 親代, F_1 F_4 第一,第二,第三,第四代的接合子, D 顯性單位, R 隱性單位, DD 純顯性的同型接合子, RR 純隱性的同型接合子, D(R) 不純顯性的異型接合子,

位的,占四分之一,DD爲純顯性,RR爲純隱性,DR和RD的表型皆屬顯性,故(F_2)代分離顯現其親代的因子,確爲(3:1)定數的比率,可以證明,DR和RD同爲雜種,由異種配偶子生成的異型接合子 Heterozygote 其後代仍如(F_2)代繼續分離,DD和RR爲同種配偶子生成的同型接合子 Homozygote,如自行交配,則永遠固定不復變化。

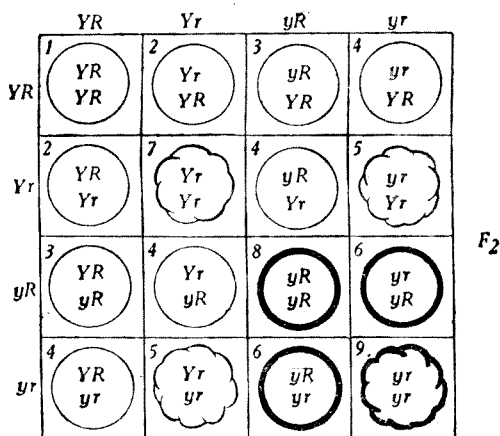
第三單位形質獨立的法則 Law of Independent unit character 孟氏定律的要義爲形質單位(因子)的獨立性,生物形質的遺傳,全因單位(因子)的存在,而遺傳的變異,即因單位(因子)離合的結果,單位(因子)不生不滅宛如化學的分子原子,分子原子可依化學方法分析之,形質單位亦可用雜種試驗分析之,無論如何離合集散形質單位決不消失,亦決無新生。

3. 孟德爾氏兩對以上相對形質的雜種 以上僅就具一對相對形質的單性雜種 Monohybrid 而言,如有二對以上的相對形質則爲二性雜種 Dihybrid,變化更繁,例如以子葉黃色,豆粒圓形的豌豆和子葉綠色,豆粒皺紋的豌豆,互相交配,其第一代(F_1)盡爲黃色圓形,可知黃和圓爲顯性用(YR)表之;綠和皺爲隱性用(yr)表之故(F_1)代皆含有(Yy,Rr)的遺傳因子,其雌雄生殖細胞各有四種,各異其因子,即

♀ YR, ♀ Yr, ♀ yR, ♀ yr,
♂ YR, ♂ Yr, ♂ yR, ♂ yr,



P 使 (F₁) 代產
生的配偶子雌
雄相配, 則生成
F₁ 十六個的接合
子, 即為第二代



(F₂) 的個體
其變化當如圖
所示, 有四種表
型 Phenotype, 即
黃圓, 黃皺, 綠圓,
綠皺. 凡圖中同
具 (Y) (R)
兩因子的均為
黃色圓形豌豆,
其數有九單具
(Y) 的, 均為黃
色皺紋豌豆, 其
數有三, 單具 (R)
的, 均綠色圓形

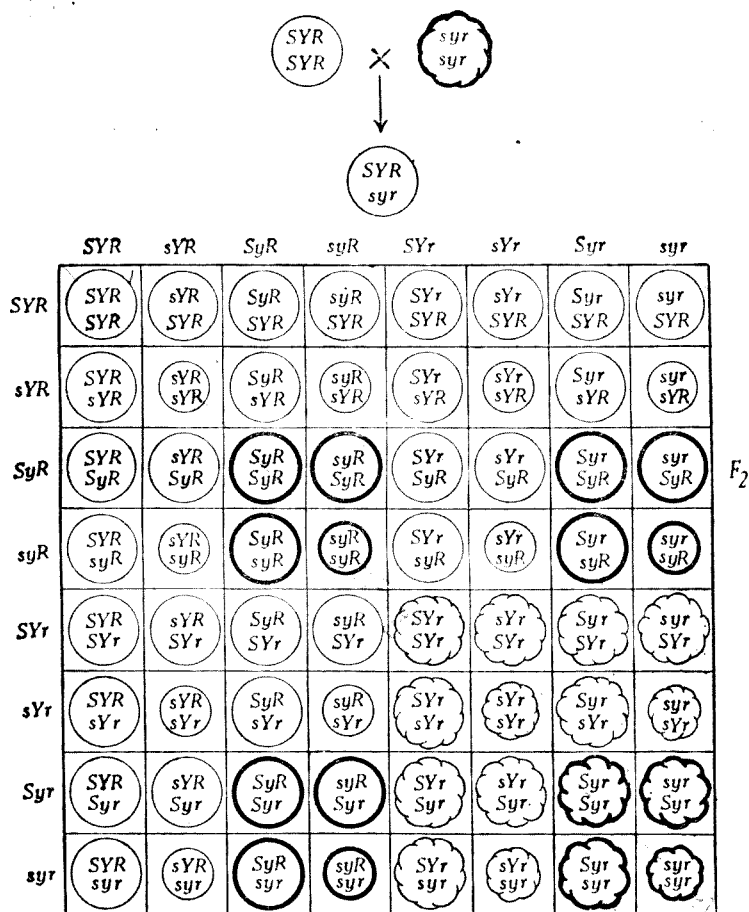
第一百三十五圖 孟德爾氏二性雜種的模式圖

圓線的形狀示接合子的表型, 圖內字母示各個接合子的性型, F₁ 第一代, F₂ 第二代, 方格外方的字母示 F₁ 代雌雄各四種的配偶子, 1, 7, 8, 9, 皆為同型接合子, 餘均為異型接合子, 各個表型和總數的比率為 9:3:3:1 (Woodruff)

豌豆,其數亦有三,而(Y)(R)俱無,僅具(y)(r)因子的,則為綠色皺紋純隱性的豌豆,其數僅有一個,綜其比率,為9黃圓(YR):3黃皺(Yr):3綠圓(yR):1綠皺(yr),即為(3:1)²的倍數,而十六個接合子的性型 Genotype,則共有九種,圖中附以1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,的數字表之。

前圖如從左上向右下劃一對角線,則線上四個接合子,皆為同型接合子(即1, 7, 8, 9,)其中(YR)和(yr)係親代純種的分離,而(Yr)和(yR)則為新品種,如繼續同種交配,即固定不變,其餘各個體盡屬異型接合子,後代仍須繼續分離變化。

若更取三對的相對形質行雜種試驗,則(F₁)代稱三性雜種 Trihybrid, 其(F₂)代當有二十七種的性型和八種的表型,其結果為27:9:9:9:3:3:3:1的比,即(3:1)³的乘數,可知親代有兩對相對形質的因子的,在(F₂)代可產生四種不同形的個體(接合子);若親代有三對相對形質的因子的,在(F₂)代當產生八種不同形的個體;若親代有六對相對形質的因子的,在(F₂)代當產生六十四種不同形的個體,但自然界中兩性配偶的生物,其所具有遺傳形質的因子,實無定限,因以後代的變異,亦屬無窮,然據孟德爾氏的研究,則相對形質無論若干對,其遺傳變異的現



第一百三十六圖 孟德爾氏定律三性雜種的遺傳模式

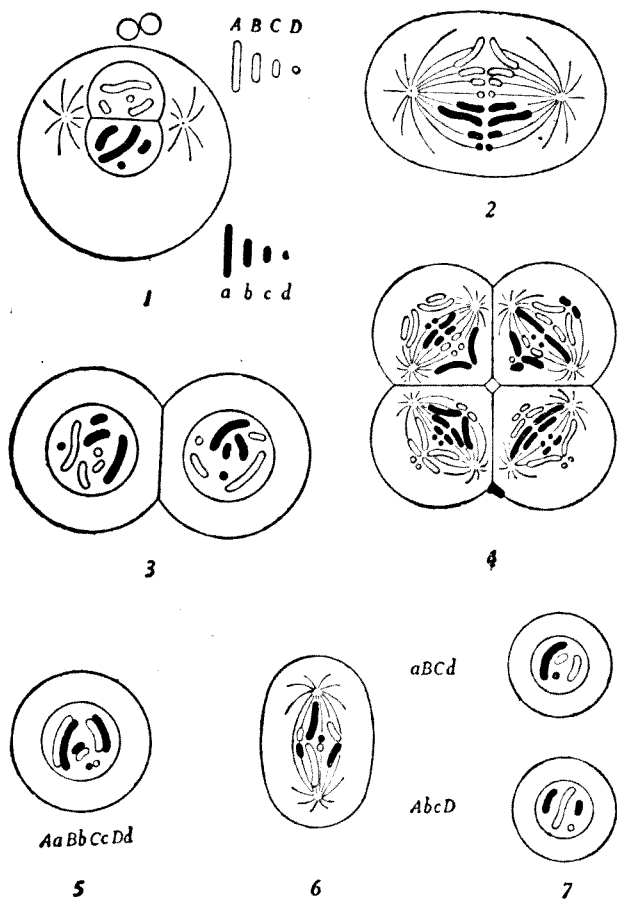
高莖,黃色,圓形,的豌豆 (SYR) 和矮莖,綠色,縐紋,的豌豆 (syr) 交配的結果,圓周的外形示接合子的表型,圓周的中心字母示接合子的性型,方格邊緣外方的字母,示雌雄兩性的配偶子, (F₁) 代產生八種的配偶子,因其相互交配,產生 (F₂) 代,有六十四種的接合子,其中有八種表型和二十七種性型,即成 27:9:9:9:3:3:3:1 的比率 (Woodruff)

象,確有一定的規律,概能以 $(3:1)^n$ 的定比證明之,是實孟德爾氏定律成立的要素。

相對形質的對數	個體數的比率	種類的數(即表型)
1	3:1	2
2	9:3:3:1	4
3	27:9:9:9:3:3:3:1	8
n	$(3:1)^n$	2^n

第三節 因基說

孟氏發見遺傳定律時,細胞學的研究,尙未精進。近數十年來細胞的研究,日新月異。關於遺傳形質的物質基本和因子的存在,更較孟氏的假說,尤為精微切實。現已確知染色體為遺傳形質的基本物質,各生物有定數定形,而兩性細胞的染色體,其分裂時和配偶後,更有繁複的變化。即成熟的生殖細胞中,祇含有單數的(x)染色體,身體細胞中則含有倍數的(2x)染色體。和孟氏的解釋,謂配偶子中有每種相對形質的一個因子,接合子中則含有每種相對形質的兩個因子,意義頗相吻合。故孟德爾氏所謂單位形質或遺傳因子,和細胞的染色體,其性質行為實相類似。但一個染色體,決不僅代表一個單位,而一個單位,亦決非占有一個染色體。要知生物體的遺傳因子或單位,實非常繁複。

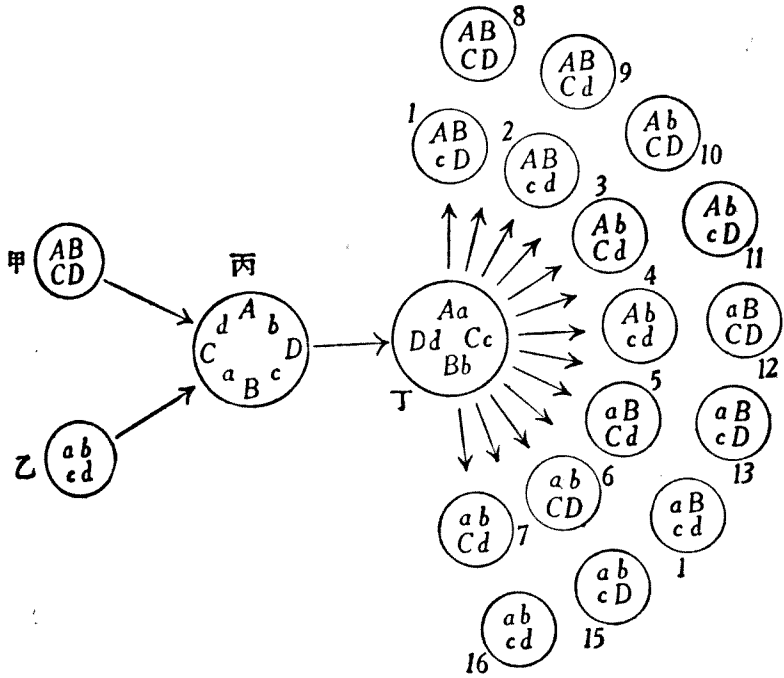


第一百三十七圖 動物染色體循環變遷的模式

假定身體細胞具倍數 Diploid 的染色體，總數有八，精子內的染色體為 A, B, C, D. 的四個，卵子內的染色體為 a, b, c, d, 四個，均示單數 Haploid 的染色體，1, 係精卵配合，兩核合一，使單數變為倍數，2, 3, 4, 普通的間接分裂，5, 相對的染體癒合，6, 減數分裂，7, 成熟的生殖細胞，各含有單數的染色體，(Woodruff)

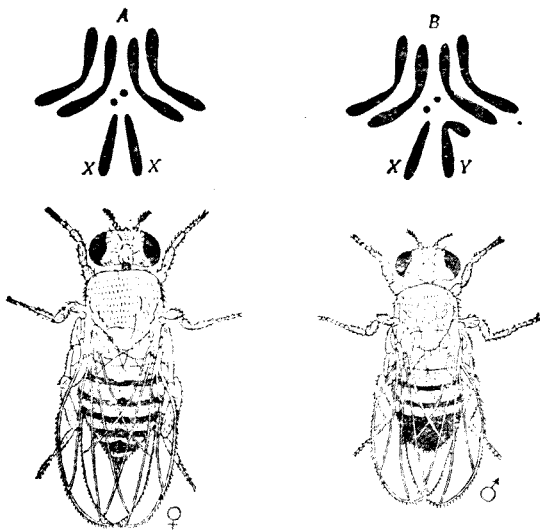
而細胞中染色體的數量，則有定限如馬蛔蟲的細胞，僅含有一對的染色體，果蠅 *Drosophila* 有四對，人類有二十四對，而是等的遺傳因子，則決不止此數，故每一染色體實具有多數因子的物質基本，可無疑義。

關於一染色體附有多數遺傳單位的事實美儒茅根氏 Morgan 更就其研究的結果，創為因基的假說以證明之。氏稱遺傳因子的物質基本為因基 Gene，在普通的遺傳現象，如具有兩對因子的相對形質，其每對因子常分別存在於



第一百三十八圖 同前圖示染色體集合和分離的圖解

甲、乙、兩個具單數染色體的雌雄配偶子，丙、接合子，含倍數的染色體，丁、成熟分裂（減數分裂）前染體成對癒合，1—16，各染色體分離於各配偶子中的型式，即四對染色體，(Aa, Bb, Cc, Dd,) 有十種的分離配合的變化，(Woodruff)



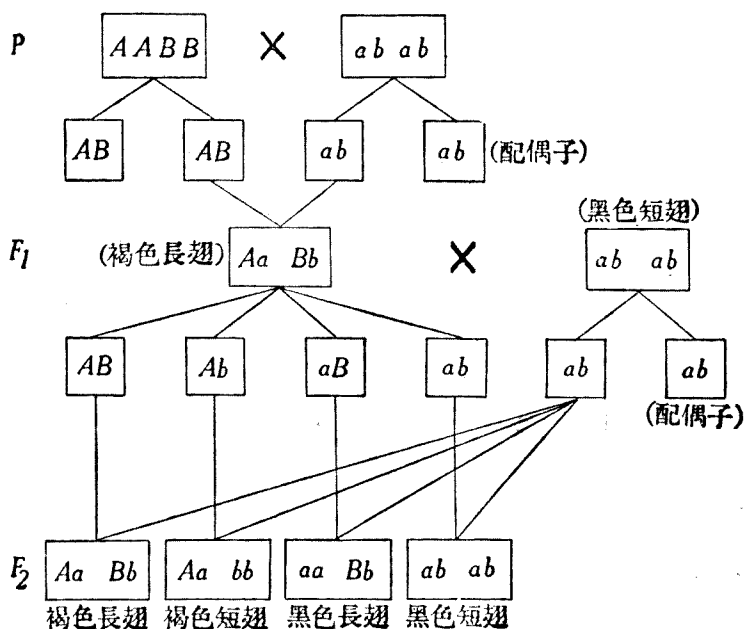
第一百三十九圖 果蠅 *Drosophila melanogaster* 和其染色體

A 褐色長翅的雌蠅，身體細胞有八個染色體，內有兩個XX的性染色體， B 黑色短翅的雄蠅，身體細胞具同數的染色體，內有XY的性染色體。(Morgan)

一對相異的染色體上，即每染色體各具相對形質的一個因基，然有特殊的變例，其相對形質的兩因基或相互連帶不能分離，同存於一染色體上，因以遺傳現象即和孟氏定律不同，麥氏係就果蠅試驗而得此種的實例，果蠅有

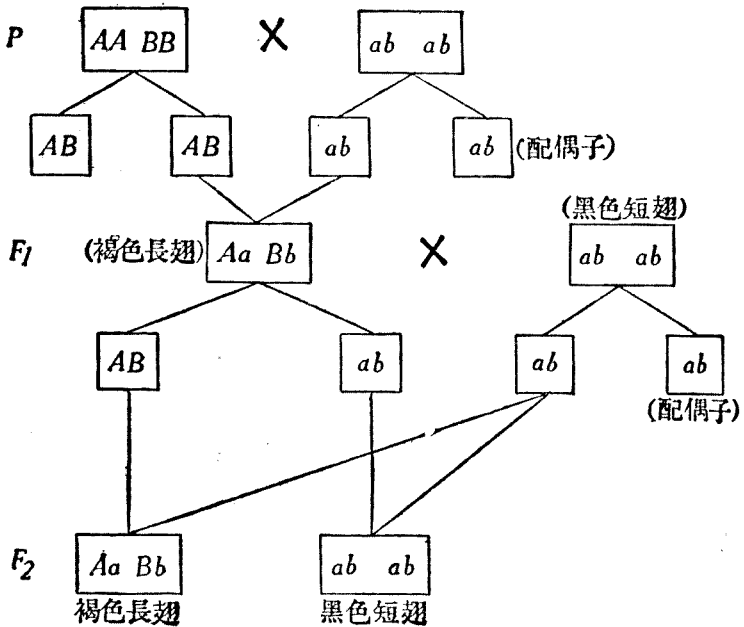
褐色長翅，屬顯性；有黑色短翅，屬隱性。二種交配，其 (F_1) 代均為褐色長翅的果蠅，若使 (F_1) 代和親代的黑色短翅果蠅行反交 Back-cross 時，照孟氏定律則其所生的 (F_2) 代常有褐色長翅：褐色短翅：黑色長翅：黑色短翅的四種果蠅，但實驗的結果，祇有褐色長翅：黑色短翅的兩種。茲以 (A) (B) 示褐色長翅的顯性，以 (a) (b) 示黑色短翅的隱

性圖解比較之如下：



第一百四十四圖 褐色長翅和黑色短翅兩種果蠅交配的 F_1 ，再和黑色短翅的親代反交，照孟氏定律，應如圖所示，生成 (F_2) 有四種果蠅，但實驗的結果不是如此。

據茅根氏的解說，是因褐色和長翅的兩因基及黑色和短翅的兩因基，各自連帶，各存於同一的染色體上，不能分離即褐色長翅果蠅的各個染色體，皆附有褐和長的兩因基；黑色短翅果蠅的各個染色體皆附有黑和短的兩因基。其 (F_2) 代所生的配偶子此兩對相對形質的四個因基，因



第一百四十一圖 褐色長翅和黑色短翅兩種交配的 (F_1), 再和黑色短翅的親代反交, 依茅氏的實驗結果, F_1 代的配偶子, 因褐和長兩因基, 黑和短兩因基各相連帶, 不能分離, 故 (F_2) 代祇有褐色長翅, 和黑色短翅兩種果蠅。

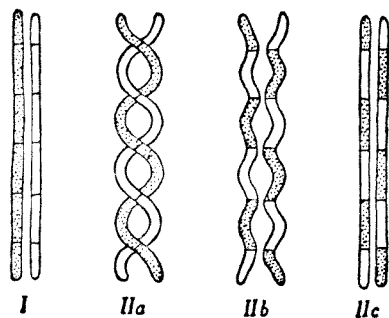
各相連帶不能如孟氏律的分離法則產生四種配偶子, 祇能產生兩種配偶子, 即仍為褐長, 和黑短的兩種, 使復和親代黑色短翅種反交, 故結果祇生褐色長翅和黑色短翅兩種果蠅。

自孟氏定律表彰以後, 研究遺傳學者日見其多, 均承認孟氏定律的真確精粹, 得運用無窮, 但學術日新, 學理亦無

一成不變。時至今日，已發見許多遺傳現象，和孟氏定律不符，且不能引用孟氏定律來說明的例證甚多，於是學者復設想許多假說，補充孟氏說明的缺陷，以期適合於孟氏定律。如茅根氏的因基說，即其一例。

據細胞學的研究，

當生殖細胞成熟分裂時，染色體經癒合分裂，致染色體有種種絞捩 Crossing over



第一百四十二圖 染色的環連

的現象。因以染色體上存在的遺傳因子，亦起反常的支配，而遺傳現象亦發生異狀。更或因遺傳因子

I, 示一對染色體各含有特別因基，雖經癒合成熟，仍各保有其本性，未曾環連。

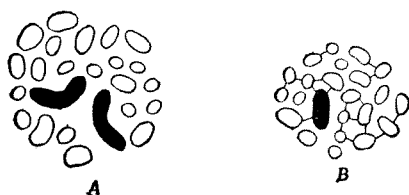
II a, 示一對染色體在癒合成熟時，相互環繞。II b, 同上結果，其因基即相互絞捩，起反常的支配。II c, 示以分配完成的一對染色體，其因基相互錯雜，遺傳現象，因以發生異狀。(Wilson)

自身的牽引性 Coupling 和相斥性 Repulsion, 致遺傳的比率，和孟氏的定律不符，是等現象的說明，總稱環連說 Linkage Hypothesis, 例證頗多，非本文所能詳盡。

第四節 性染色體和伴性遺傳

關於兩性決定的因果古來早有種種假想紛紜疑議莫

裏一是現時從細胞學和遺傳方面研究的結果，已知無論卵和精，皆有性染色體 Sex-chromosome 的存在。此項性染色體異於常形，或稱爲 X 染色體 X-Chromosome；兩性區分，即因



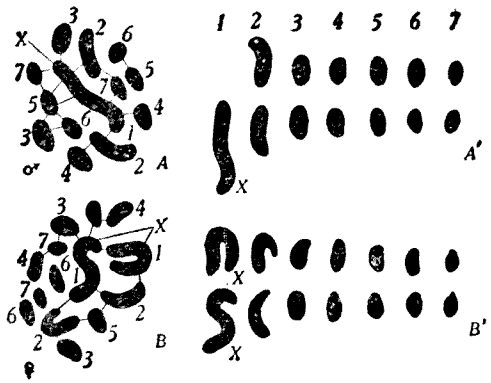
第一百四十三圖 *Pyrrhocoris* 的染色體 (倍數)

A 雌體的染色體羣，有二十四個染色體，其中有兩個的性染色體，B 雄體的染色體羣，有二十三個染色體，其中有一個性染色體，(Wilson)

性染色體的性狀和配偶而決定，或雌雄奇偶異數，或雌雄同數而異價，因生物的種類而各殊。就大體而論，則普通精卵兩細胞配偶時，其性染色體合成同型接合子的，即成雌性。如合成異型接合子的，則成雄性。然亦有相反對的現象，因性染色體的性狀而特異，故雌雄兩性的決定，實決定於精卵配偶時的霎那間，受精完成的卵胞，則爲雌爲雄，早經確定，和後天環境，兩親體質等，毫無關係。故性染色體，遺傳學上亦稱爲定性因子 Sex determiner.

1891 年亨金氏 Henking 於星椿象科 *Pyrrhocoridae* 的一種 *Pyrrhocoris apterus* 發見其有二種精子：一含十二個染色體，一含十一個染色體，於是知同個體產生的精細胞，亦有異數異形，並非一致。1902 年馬克蘭氏 McClung 於蠡斯科

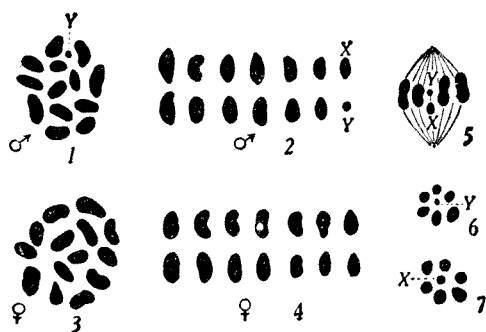
Locustidae) 的一種
Orphania denticuda 的
 精子始發見 X 染色
 體,認爲兩性決定的
 基本物質.1906年蒙
 哥美里氏 Montgomery
 於綠椿象科 Coreidae)
 的一種 *Protenor bel-*
fragosi 加以研究,確
 知雌體細胞和卵原
 細胞內,有十四個染
 色體列爲七對,其中
 有特別大形的二個,



第一百四十四圖 *Protenor* 的兩性相異的染色體

A 雄體精原細胞內的染色體羣, B 雌體卵原細胞內的染色體羣,數字表示大小相對的染色體, A', B', 依其大小排列成對,雄體成奇數,有一個性染色體,雌體成偶數,有兩個性染色體, (Wilson)

即爲性染色體.同時并知雄體細胞和精原細胞內,有十三個染色體,其中十二個列爲六對餘一個則不成對而呈異形,亦即爲性染色體.迨精卵細胞成熟時,經減數分裂的變化,結果成熟的卵子,各有七個染色體,即六個普通的染色體,和一個異形的性染色體.而成熟的精子,則有含七個染色體的和六個染色體的兩種;即一種有性染色體的存在,一種則缺如.使精卵相互交配,則染色體合成偶數的成雌體,染色體合成奇數的爲雄體.人類細胞亦屬此型,故男子



第一百四十五圖 *Lygaeus turcicus* 的性染色體

1 雄體倍數的染色體羣， 2 同上排列成對， 3 雌體倍數的染色體羣， 4 同上排列成對， 5 後生精母細胞分裂， 6, 7 兩個成熟的精子，一含 Y 性染色體（雄性形質），一含 X 性染色體（雌性形質），(Wilson)

精原細胞有四十七個的染色體，即四十六個普通染色體和一個性染色體。女子卵原細胞四十八個的染色體，即四十六個的普通染色體和一個性染色體。其精卵成熟的結果和配偶的變化，

則可依下列的方式解釋之：

$$\text{卵}(23 + X) + \text{精}(23 + X) = 46 + XX \quad (\text{女})$$

$$\text{卵}(23 + X) + \text{精}(23 + O) = 46 + XO \quad (\text{男})$$

然亦有兩性細胞，具同數的染色體，則兩性決定，不因奇偶而分，和上述的型式相異。據 1905 年 威爾遜氏 Wilson 就長椿象科 Lygaeidae 的一種 *Lygaeus turcicus* 研究，其雌雄兩性，各具十四個染色體，其中雌性細胞，含兩個同價的性染色體，即 $(12 + XX)$ ，而雄性細胞則含兩個異價的性染色體，即 $(12 + XY)$ 。故其成熟卵子，均具 $(6 + X)$ 的染色體，而成熟精子，則有兩種，即一具 $(6 + X)$ 的染色體，一具

(6 + Y) 的染色體,其配偶的結果,則當如下式

$$\text{卵}(6 + X) + \text{精}(6 + X) = 12 + XX \quad (\text{♀})$$

$$\text{卵}(6 + X) + \text{精}(6 + Y) = 12 + XY \quad (\text{♂})$$

即 XX 成同型接合子,而為雌,XY 成異型接合子,而為雄。

上述兩例,雌雄的決定皆原因於精子內染色體的異數異價,但近今細胞學上的研究,則知卵子內的染色體,亦有異數異價為兩性決定的基礎的,例證頗多。1910—23年唐克斯脫氏 Doncaster 和 薛魯爾氏 Seiler 先後於鱗翅類的昆蟲,發見其雌性具奇數染色體,雄性具偶數染色體的事實。而1913年唐氏研究海膽的一種 *Echinus acutus*, 其雌雄兩性同具三十八個染色體,但精子僅一種,含同價的性染色體,即(18 + X), 卵子有兩種,含異價的性染色體,即(18 + X) 和(18 + y) 的兩種,其配偶結果,則同型接合子為雄,而異型接合子為雌,和上例完全相反,其方式如下:

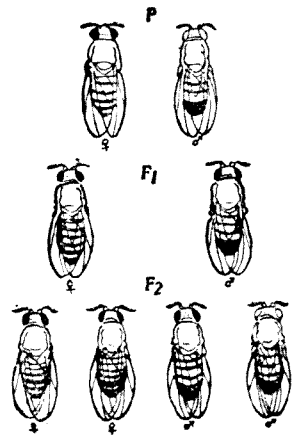
$$\text{卵} AX + \text{精} AX = AA XX \quad (\text{♂})$$

$$\text{卵} AY + \text{精} AX = AA XY \quad (\text{♀})$$

總之,兩性的決定,亦肇始於遺傳定性因子或性染色體,即為兩性遺傳的物質基本,且兩性因子,原係一種相對形質,其顯隱的支配,和離合的變化,亦和孟氏定律相符,可相互疏證。

和兩性遺傳有密切關係的,稱伴性遺傳 sex-linked inher-

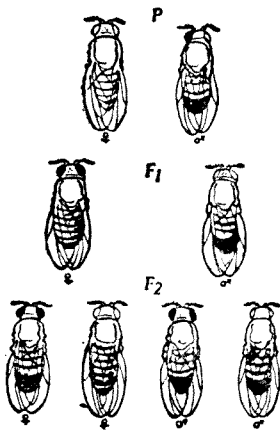
itanoe. 即某種遺傳因子,其遺傳現象,或因雌雄性而異其顯隱,或祇限於雌雄的一方,於雜種試驗上已發見許多實例,如茅根氏 Morgan 用紅眼雌果蠅和白眼雄果蠅交配則 (F_1) 代無論雌雄皆現紅眼,再使 (F_1) 代自行交配,則所生 (F_2)



第一百四十六圖 白眼雄果蠅和紅眼雌果蠅的雜種交配試驗, (說明見本文) (Morgan)

代中,四分之三為紅眼,四分之一

一為白眼,如以白眼雌果蠅和紅眼雄果蠅相配則 (F_1) 代雌性為紅眼,雄性皆為白眼,至 (F_2) 代,則雌雄兩性,紅白眼各居其半,此兩種遺傳現象似不相同,而推論其原因,則歸一致,果蠅有八個染色體,其成熟卵子,具同價的性染色體,祇有一種即 ($3 + X$), 成熟精子,則具異價的性染色體,而有兩種,即 ($3 + X$)



第一百四十七圖 紅眼雄果蠅和白眼雌果蠅的雜種交配試驗 (說明見本文) (Morgan)

和 (3 + Y)。而紅眼和白眼的兩因基，則環連在 X 性染色體，而不存於 Y 性染色體，故其結果，可依下列方式解析之：

假定 X 為環連紅眼因子的性染色體且示顯性。
 x 為環連白眼因子的性染色體，且示隱性。
 Y 為雄性的性染色體，不環連紅、白因子的。
 雌性為同型接合子，即 (XX), (xx), (Xx)；
 雄性為異型接合子，即 (XY), (xY)。

第一例為

$$(F_1) \quad \text{♀} (X + X) \times \text{♂} (x + Y) = \text{♂} 2XY + \text{♀} 2Xx$$

(雌紅蠅) (雄白蠅) (雄紅蠅) (雌紅蠅)

$$(F_2) \quad \text{♀} (X + x) \times \text{♂} (X + Y) = \text{♂} XY + \text{♂} xY +$$

(雌紅蠅) (雄紅蠅) (雄紅蠅) (雄白蠅)

$$\text{♀} XX + \text{♀} Xx$$

(雌紅蠅) (雌紅蠅)

$$\text{紅} : \text{白} = 3 : 1$$

第二例為

$$(F_1) \quad \text{♀} (x + x) \times \text{♂} (X + Y) = \text{♂} 2xY + \text{♀} 2Xx$$

(雌白蠅) (雄紅蠅) (雄白蠅) (雌紅蠅)

$$(F_2) \quad \text{♀} (X + x) \times \text{♂} (x + Y) = \text{♂} XY + \text{♂} xY +$$

雌紅蠅 (雄白蠅) (雄紅蠅) (雄白蠅)

$$\text{♀} Xx + \text{♀} xx$$

(雌紅蠅) (雌白蠅)

$$\text{紅} : \text{白} = 2 : 2$$

據上列方式可知伴性遺傳現象，即遺傳因子和性染色體有環連的關係而相伴顯隱，是等現象，於人類的疾病遺傳如色盲 Daltonism，夜盲 Night-blindness，血不凝性 Haemophilia 等亦現伴性遺傳，和上例相等。

第五節 動植物的育種

現時遺傳學的研究，一方從事學理的探討，一方復應用於農藝畜牧，實施動植物的品種改良。所謂育種學 Breeding 即根據遺傳學的原理以改良穀菽果蔬，家畜家禽，供應人生的需要，方法頗多，成效亦著，或分離選擇以成純種，或雜種交配以繁殖新種，或利用變異形質，以保存變種，茲略記其大綱如下：

1. 純系分離 是係依照丹麥植物家約翰孫氏 Johansen 純系說 Theory of Pure Line 的原理，分離選擇，可得優良純系的形質。普通品種，實際上其遺傳質概含有許多異性因子，故變異甚多。如將普通品種分別栽培，代代選擇，則異性因子逐漸分離，遂形成種種的純系。育種時，即於各純系中，選其最優良的一系，作為標準品種。此種方法，需經長久時間，且須精密統計，難求速效。然所得純系，形質較為固定，不易變化。

2. 雜種造成 是即應用孟德爾氏定律，使產生雜種，或

構成新種，施行時應先考查品種的形質，孰為顯性孰為隱性，然後用人工方法，使異種類的品種雜交，即可將希望的形質顯現於（ F_1 ）代而成優良的雜種（DR），或更於（ F_2 ）代將希望的形質，分離為同型接合子的新種而保存，此項育種方法，最有價值，但非精確熟練，不易成功。

3. 變種保存 是根本於荷蘭植物家竇佛雷氏 De Vries 突變說 Mutation Theory 的原理，而保存突然變異雜種，動植物的形質，每有無原因的變異，且具有遺傳性，吾人希望的形質，或偶然發見於變異形質中，則育種上即可設法利用，使其繁殖保存，成為變種。

應用科學方法以改良物種，使劣者變優，使弱者轉強，已屬無疑的事實，故現世農藝畜牧上，認育種一端，為重要的任務，不僅可養成許多優良品種，且可增加生產優裕人生，於國計民生，關係甚為重大。

提 要

1. 遺傳和變異，係生物的特性，前者可保存種性，後者得形成新種。
2. 遺傳形質的物質基本，存於生殖細胞的染色體中，染色體為遺傳形質的附着體。
3. 形質單位亦稱因子，或稱因基，具獨立存在的特性。
4. 染色體雖附着遺傳形質，但一個因子，非即一個染

色體;因子無窮,染色體則有限。

5. 生殖細胞成熟前,同形的染色體,常互相癒合成對,此項成對的染色體,即代表親代的兩性遺傳形質,其癒合原因,所以調和兩性形質為減數的準備。

6. 配偶子中的因子概為單型 Simplex, 接合子中的因子概為複型 Duplex, 和生殖細胞中有單數 Haploid 的染色體,身體細胞中有倍數 Diploid 的染色體,意義相吻合。

7. 孟德爾氏定律,係從雜種試驗所得的結果,證明遺傳現象係形質單位或因子有離合集散的變化,且有一定的支配和分離的比率。

8. 純顯性和純隱性,均為同型接合子,其形質固定不復分離,不純顯性,為異型接合子,得繼續依定數的比率而分離。

9. 相對形質係雜種試驗時,就兩品種所選定的相反的形質,單性雜種二性雜種等,即依相對形質的數而定。

10. 因基說和環連說,為茅根氏所主張,係補充孟德爾氏定律的一種假定。

11. 兩性的遺傳因性染色體的性狀和配偶而決定。

12. 伴性遺傳係某種遺傳因子,環連於性染色體上的結果。

13. 表型係指遺傳形質顯示的外形,性型係指內含的遺傳因子。

問 題

1. 何為遺傳? 何為遺傳形質?
2. 後天習得性是否能遺傳? 有無例證?
3. 惠詩曼氏對於遺傳的主張若何?
4. 試記孟德爾氏定律的要義。
5. 何為性型? 何為表型? 就兩性雜種的 (F_2) 代分別統計之。
6. 假定有 A, B, C, 和 a, b, c, 三種相對形質的雜種, 其 (F_2) 代的分離比率若何?
7. 上題 (F_2) 代的表型和性型, 分別統計之。
8. 一染色體並非代表一個單位或因子, 何由證明?
9. 因基和因子的意義有異同否?
10. 何為環連說?
11. 兩性決定的性染色體, 就現時所知有幾種型式?
12. 何為伴性遺傳? 和孟德爾氏定律有無關係?

第十三章 優生學概要

第一節 優生的意義和起原

人類智愚賢不肖，本萬有不齊，然概為遺傳環境和教養，三方面陶鑄而成，此三方面稱生命的三角形 Triangle of Life。個體的稟賦，即因此三者交相為用的結果，在遺傳學家則不認環境和教養為有效，以為人性的善惡，盡屬先天的遺傳，欲使人類優良，向上發展，應於兩性婚配，血統考查加以限制改善，在教育家和社會學家，則認環境和教養，或較遺傳尤為重要，所謂性相近習相遠，欲民族品性優美好善疾惡，應於政法，教育，醫學方面努力增進改革，前者的主張和研究，稱優生學 Eugenics，後者的主張和研究，稱優境學 Euthenics。

人類原屬生物之一，和一般的生物同受自然淘汰而繁榮殄滅，現時對於培養的動植物，得應用遺傳學的法則，行人為淘汰而改良品種，則對於人類的自身當然亦可以依生物學的法則，加以淘汰，使個體康健，宗系繁榮，民族發展，



第一百四十八圖 英儒高爾登氏

Francis Galton (1822-1911)

俾可免於自然淘汰而角勝於生存競爭場中。故優生問題，實為二十世紀重要的問題且為民族興亡的關鍵，在此民族自決的潮流中，尤應注意於優生的研究。

優生學的創始，實為英儒高爾登氏 Francis Galton (1822-1911)，氏初熱心於遺傳學，並用數學方法，考證遺傳原理，徵集事實，調查統計，闢研究的新途徑。於1865年

發表其論著為『遺傳的才能和天才』“Hereditary Talent and Genius”，始論述優生的意見。至1883年有『人類能力的研究』“Inquiries into Human Faculty”的著作，始應用優生學的名稱。嗣後氏努力於優生運動，到處宣傳積極研究，著述日富，聲譽日隆。復得數學家披耳孫氏 Karl Pearson 的贊助於倫敦大學創設優生學研究所 Eugenios Laboratory。於是優生學乃獨立成為科學的研究。

優生學的本義係就身體或精神的研究，設法改進或抑制次代人類性質的學問。然在實際問題，則須使優秀階級的生殖率增加，使卑劣階級的生殖率減少或斷絕。如發現天才俊傑出類拔萃的優性當如何使其血統保存繼續反

之如有低能犯罪酗酒疾病缺陷等劣性應設法隔離禁婚，或施行絕產法，以杜絕謬種流傳，故優生學的研究應就全民族或完全家系的身體和精神方面種種形質精密考查，確定其優劣的標準，善惡的因果，但優生事業，則因人類社會情形繁複，不能如動植物可任意支配隨便芟夷，故施行時應先實行下列的數事：

1. 普及遺傳學的知識，並獎勵研究。
2. 古今社會上種種階級的生殖率調查。
3. 家系的調查登記。
4. 影響於結婚問題的條件設法改善。
5. 宣傳優生學的重要和事實。

第二節 人類的遺傳

人類因生存期較長，生產數較少，其遺傳現象，不能如動植物可依標準行雜種試驗，故研究人類的遺傳，除調查統計外，無從考較，且因道德和習慣，每多隱惡揚善，故關於惡性形質的遺傳，尤不易確鑿，普通人類的遺傳形質，可分為身體形質精神形質和疾病形質的三大類。

甲. 身體形質的遺傳

1. 膚色 皮膚色素的有無或濃淡亦屬遺傳形質的特徵，白人和黑人婚配，可生種種着色的子女，更如白子 Albi-

anismus的形質,則爲人類膚色的特殊遺傳,白子不僅皮膚缺乏色素,即毛髮亦呈白色,眼球常帶藍灰或無色,因無色素的保護,故白子概不能抵抗強光而視力弱,無論黃種,白種,黑種人類,均有白子,即飼養動物如貓犬兔鼠等亦有白子,據達文樸脫氏 Davenport等研究,確知白子爲隱性故白子和普通人結婚,其第一代決不生白子,至第二代近親結婚時,則依孟德爾氏定律的法則而分離遺傳即

$$(F_1) \quad A \times a = Aa \quad (\text{不純顯性的異型接合子}) \\ (\text{正常}) \quad (\text{白子}) \quad (\text{表型正常})$$

$$(F_2) \quad (A + a) \times (A + a) = AA + 2Aa + aa \\ (\text{表型正常}) \quad (\text{表型正常}) \quad (\text{純正常}) \quad (\text{表型正常}) \quad (\text{純白子})$$

2. 髮形 人髮分直髮和捲髮兩種形狀,直髮示隱性,捲髮示顯性,兩者相配則生中間性的波狀髮,據達文樸脫氏於1903年,就七十八個家族的祖父母,父母和子女的三代譜系調查的結果,知波狀髮兩親所生的子女,爲捲髮:波髮:直髮 = 1 : 2 : 1,和孟氏律相符合。

3. 體長 人類身長,各民族大抵有一定的平均長度,世界最低的人種爲小黑奴族 Akkas,其平均體長爲1.36m,最高的人種爲蘇格蘭族,其平均體長爲1.79m,但體長係腳長,軀長,頭頸長的總和應分別調查統計,據學者研究則體長的遺傳,不僅關係於兩親併關係於兩親雙方的祖父母,即子女的體長,概徬徨變化於其兩親和祖父母體長的中

數間。普通短爲隱性，長爲顯性，故長身的兩性，大多生長身的子女。

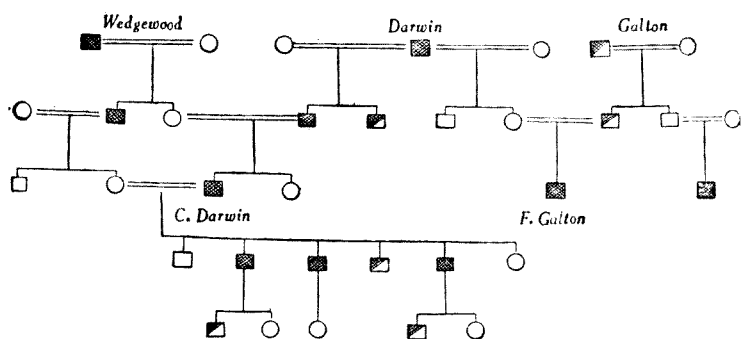
4. 壽命 各生物生存期限，大致有定，於人類亦然，但亦有系族的不同，有長生和短命的遺傳性。據披耳孫氏的研究則謂兩親的壽命，因其子女的死亡率而定，即子女在五歲內死亡率多的，其兩親壽命亦短，且亦有遺傳性。

5. 畸形 如多指 Polydactylia，短指 Brachydactylia，指趾癒着 Syndactylia 和兔唇 Hare-lip 等畸形，據調查的結果，遺傳的實例頗多。

乙. 精神形質的遺傳

1. 天才 個人的知能，半由後天教養和經驗所得的精神內容 Mental content，半由先天稟賦的精神能力 Mental capacity。前者固無關於遺傳，後者則於遺傳上極爲重要。學術技藝特異的親代，其子女每多良才；知能卓越的系族，其後裔亦多賢俊。據溫希柏氏 Winship 調查的郁那生愛德華氏 Johnathan Edward 家系的實例，則郁那生愛德華爲伯靈斯敦 Princeton 大學校長，傾學多能。其祖父李卻特愛德華 Richard Edward，爲有名法學家，祖母愛儷薩勃托脫兒 Elizabeth Tuttle，係出於英國皇家的遠系，德容兼備。父鐵木叟 Timothy 爲哈佛大學高材生。此家系傳至1900年，先後共有一千三百九十四人，其中二百九十五人爲大學畢業生，

十三人任大學校長,六十五人任大學教授和其他學校校長教授等,六十人爲名醫,百人以上爲宗教牧師,七十五人爲海陸軍將校,六十人爲著述家,三十三人在美國各州和外國各州充重要公務員,九十二人在美國和外國都市充重要公務員,百人以上爲法律家,三十人任法官,八十人任高等行政官,其中有一人任副總統,此外尚有任公司總裁,銀行家工業家實業家等,均爲社會的領袖,其全系中無一人犯罪,可稱爲卓越的天才遺傳的家系,更就學術方面著名的家系考之,則達爾文家系可爲代表。伊拉斯馬達爾文 Erasmus Darwin 爲有名詩人兼哲學和醫學家,其子女和魏其完德家及高爾登家相婚媾,其五代間產生非常天才的學者,共十六人,其中查里斯達爾文 Charles Darwin 爲有名



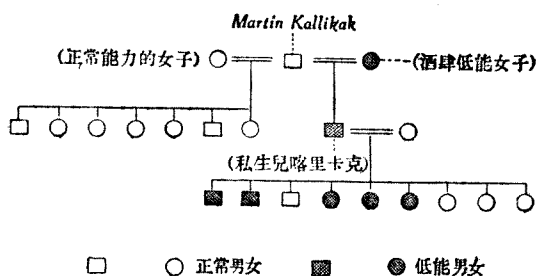
第一百四十九圖 達爾文家系的一部分

□ 示男, ○ 示女, 均普通性 ◻ 有名科學家,
◻◻ 有名科學家並皇家學會會員

生物學家，其進化論的學說，為學者所宗仰。高爾登 Francis Galton 為生物測定學 Biometry 和優生學的鼻祖，和達爾文 為表弟兄，茲示其一部的家系如第149圖。

2 低能 精神低能的原因有因，腦膜炎，猩紅熱，梅毒等後天的病害而來，然亦有許多例證，多出自先天的遺傳，如白癡，癲癇，意志薄弱等，均屬於低能範圍，據郇達德氏 Goddard 的報告，美國某低能兒感化院，有一低能幼女，名德保拉喀里卡克 Deborah Kallikak，八歲時不能識數，至十歲僅知十以內的數，能

說的單語，亦不足十種，至十二歲，始勉強記憶二十種的單語，並三十以內的運算，氏研究此幼女的家系，則



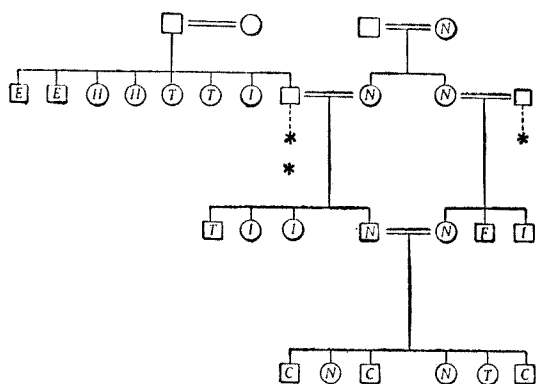
第一百五十圖 馬丁，喀里卡克家系一部
(低能遺傳)

知此幼女的先祖，為1776年美國獨立戰爭時有一青年志願兵名馬丁喀里卡克 Martin Kallikak，當時和酒肆一低能女兒私生一男，名以己名，後即退伍，此私生兒亦係低能，和其母同，長大後和普通女子婚配，生子女九人其中五人為低能，四人則正常，嗣後約經百二十年間，其後裔共達四百

八十人,內二百九十一人情況不明,餘一百八十九名中,有一百四十三人爲低能,四十六人則具普通的能力此可憐的低能幼女,即淵源於是,但喀里卡克退伍後,復和普通女子結婚,生子女七人,無一人低能,其後裔和低能系統約經同年的期間有四百九十六人,亦無一人低能,僅有三人品性不良其餘概具普通或普通以上的能力,其中且有美國第一流的名家,和創立私立大學的女傑。

精神低能的遺傳,常和癲癇或其他神經性病患有密切的關係,有併發的可能,據達文樸脫氏和威克斯氏 Weeks 的調查,則如下表:

兩 親	子女數	子女的性質
精神低能和精神低能	163	精神低能 158 癲癇 5,
精神低能和精神病	15	低能 4, 癲癇 1, 精神病 1, 正常 9,
精神低能和正常	17	低能 10, 正常 7,
精神低能和酒精中毒	61	正常 5 癲癇 10, 精神病 5, 性不健全 7, 低能 17 幼時夭亡 17,
癲癇病和精神低能	21	癲癇 5, 低能 16,
癲癇和癲癇	3	癲癇 3,
癲癇和精神病	53	正常 22 癲癇 15, 低能 3, 精神病 9, 酒精中毒 2, 性不健全 2,
癲癇和健康	35	正常 16, 癲癇 19,



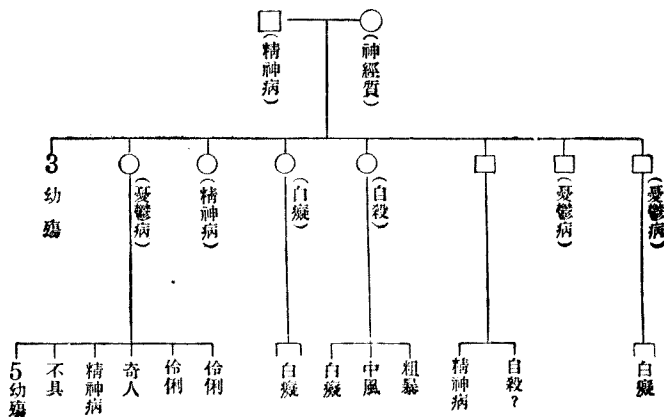
第一百五十一圖 病的精神形質遺傳系統

□男，○女，◎白內障和腦水腫，①瘋狂，
 ✱怪僻，Ⓜ平常性，Ⓝ精神薄弱，Ⓟ癲癇，
 ✱✱魯鈍，Ⓜ歇私的利 Hysteria，Ⓟ肺癆病。

3. 精神病

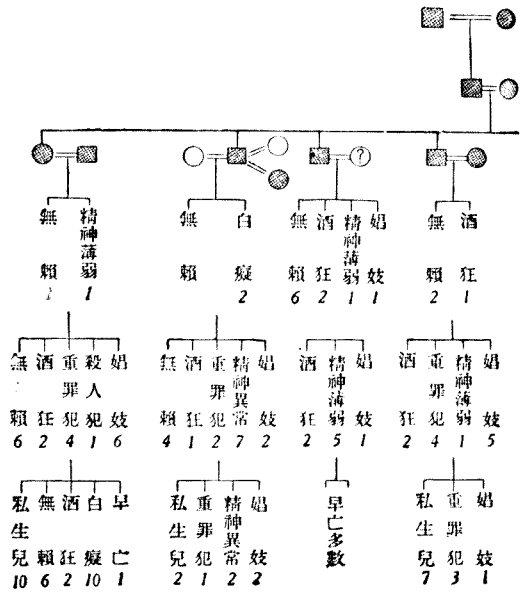
種類頗多時或和健全者不易區分或發生於青年，或長期潛伏而現於衰老。其原因概由環境的刺激如重病中毒，酗酒暴亂，失戀煩悶或經濟壓迫為發

病的誘因，然亦以具有精神病的遺傳素質所致。據美國精



第一百五十二圖 精神病的遺傳系統(□男,○女)

神病院的統計，精神病患者中，百分之五十為家系中有同病患者，可決定其出自遺傳。其完全發自後天環境的，則百分之十三因梅毒，百分之十二為酒精中毒，百分之二十五為病痛



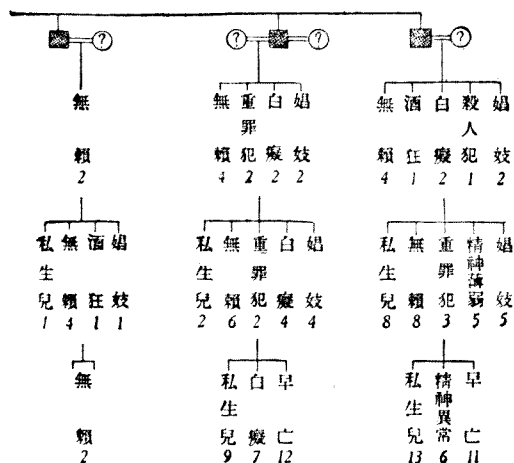
第一百五十三圖 墜落

苦惱和生計問題。據皮生溪氏 Bisench 調查病的精神形質遺傳，有種種不良形質混交於同一家系的特例，如第151圖。

更有精神病遺傳的家系，據馬寇姆氏 Mackem 的調查，則如第152圖。

4. 犯罪 犯罪的動機，固有種種，教養不良，環境惡劣，實造成犯罪的主因；其中亦有少數特例，出自先天犯罪形質的遺傳。此種犯罪形質，亦係神經系統的一種病態。故每有知能優越的，自甘冒犯罪行為，毫不後悔，而先天低能的，則更易陷於犯罪。故據優生學的調查，則低能系統和犯罪系

統有多少的相關而共同遺傳。犯罪形質遺傳的例證極多，其最著的為喬爾奇爾氏 Jorgor 所研究的瑞士的『墜落家系』 (Familio Zero)。此家系在十七世紀時，曾分為三支系，其中二



家系的遺傳系統) 犯罪遺傳)

系至今仍為優良世族，而一系則極惡劣，世代幾無善人。其起始為祖父和父的兩代近親結婚，產生精神病的後裔；更和漂泊無依的某意大利女子結婚，其子代亦得兩親的遺傳；復和德國某浮浪家族婚配，生子女七人，皆屬雞鳴狗盜，身心缺陷的劣種。其後世代相傳，遂成特殊惡劣的世系，詳見第153圖圖解。

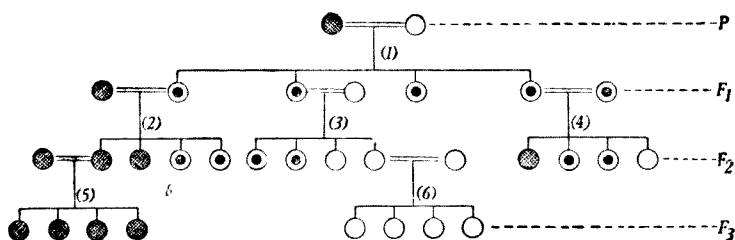
丙. 疾病形質的遺傳 疾病係對健康而言，其區分程度實難明瞭。有許多疾病，如肺結核，梅毒，癌腫等，雖無直接的遺傳，但有病的兩親，其子女每具有易感染或抵抗力

薄弱的素因。據克魯氏 Crew 的著述中，列舉二百十七種的遺傳疾病，可見種類的繁多。大概遺傳疾病，得分為三種型式，即顯性疾病，隱性疾病和伴性疾病三種。

1. 顯性遺傳病 可歸納為數類，即 (a) 皮膚病，如角化症 Keratosis, 先天性水泡症 Epidermolysis, 魚鱗癬 Ichthyosis, 早期禿頭 Monilithrix, 多毛症 Hypotrichosis 等屬之。(b) 物質代謝病，如糖尿病 Diabetes mellitus, 多汗症 Hyperidrosis, 尿崩症 Diabetes insipidus 等屬之。(c) 神經病如痛風 Gout, 瘋症 Rheumatism 等屬之。(d) 眼病如白內障 Star, 綠內障 Glaucoma, 虹彩缺乏症 Aniridia, 夜盲症 Hemeralopia, 色盲症 Colour-blindness 等屬之。

下圖所示為顯性疾病遺傳的系統，圖中 (RR) 和 ○ 均為不含有疾病因子的純健康體。(DD) 和 ● 為含有二個疾病因子的純病體。(DR) 和 ⊙ 為表型疾病，不純病體，交配的男女不拘，結果相同。其各代所生的子女，依孟氏定律的說明，均假定為四人，則第一代假定為病父健母的親代 (1)，其所生子女 (F_1) 均屬不純病體。其子如和健女結婚 (3)，則孫代 (F_2) 有半數健康。如健康孫代再和健女結婚 (6)，則曾孫代 (F_3) 必全健康，餘可參觀圖解。

2. 隱性遺傳病 如遺傳性聾啞 Hereditary deaf-mutesm, 白子 Albinism, 癲癇 Epilepsy, 假性半陰陽 Pseudohermaphroditism 等屬之。



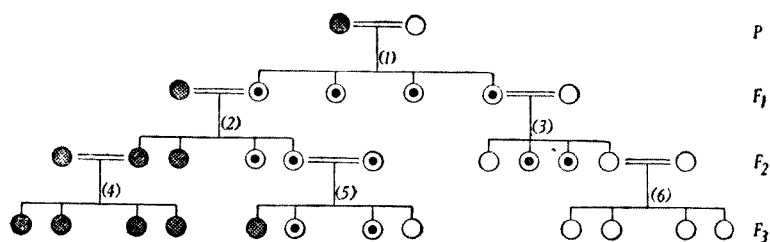
第一百五十四圖 顯性疾病遺傳系統的說明

● 純病體, (○) 不純病體, ○ 純健康體,

- (1) 疾病 (DD) × 健康 (RR) = 全部疾病 (DR)
- (2) 疾病 (DD) × 疾病 (DR) = ½ 疾病 (DD) + ½ 疾病 (DR)
- (3) 疾病 (DR) × 健康 (RR) = ½ 疾病 (DR) + ½ 健康 (RR)
- (4) 疾病 (DR) × 疾病 (DR) = ¼ 疾病 (DD, DR) + ¾ 健康 (RR)
- (5) 疾病 (DD) × 疾病 (DD) = 全部疾病 (DD)
- (6) 健康 (RR) × 健康 (RR) = 全病健康 (RR)

後圖所示,為隱性疾病遺傳的系統,圖中 (RR) 和 ● 為含同型接合子的純病體, (DD) 和 ○ 為同型接合子的純健康體, (DR) 和 (○) 為異型接合子的不純健康體,茲假定病父和健母的親代 (1), 所生子女 (F₁) 全部皆為不純健康體, 其子和病女結婚 (2), 則孫代 (F₂) 半為純病體, 半為不純健康體, 倘其子或和健女結婚 (3), 則孫代 (F₂) 半為純健康體, 半為不純健康體, 如純健康體的孫, 再和健女 (6) 相配, 則曾孫代 (F₃) 全部皆為純健康體。

3. 伴性遺傳的疾病 亦有顯隱性的不同, 如肌肉萎縮症 Muscular atrophy, 偏頭痛 Migraine, 色盲 Daltonism, 血不凝性



第一百五十五圖 隱性疾病遺傳系統的說明

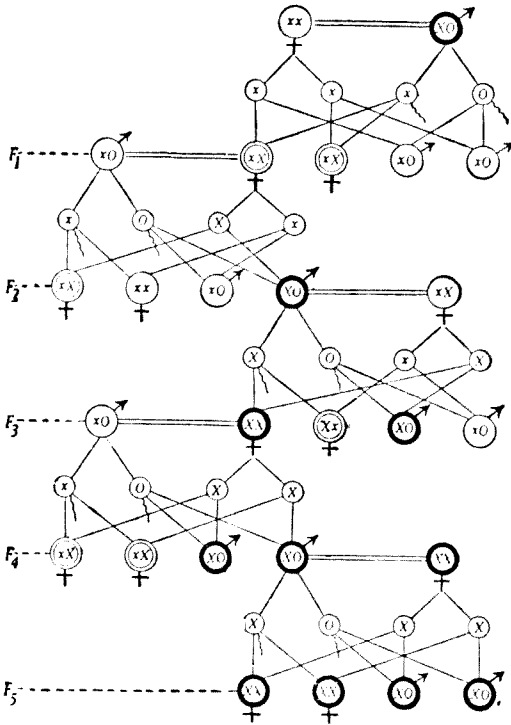
● 純病體， ⊙ 不純健康體， ○ 純健康體，

- (1) 疾病 (RR) × 健康 (DD) = 全部健康 (DR)
 (2) 疾病 (RR) × 健康 (DR) = $\frac{1}{2}$ 健康 (DR) + $\frac{1}{2}$ 疾病 (RR)
 (3) 健康 (DR) × 健康 (DD) = 全部健康
 (4) 疾病 (RR) × 疾病 (RR) = 全部疾病
 (5) 健康 (DR) × 健康 (DR) = $\frac{3}{4}$ 健康 (DD, DR) + $\frac{1}{4}$ 疾病 (RR)
 (6) 健康 (DD) × 健康 (DD) = 全部健康 (DD)

Haemophilia, 近視兼夜盲 Myopia, Homeralopia, 赤綠盲 Red-green blindness 等屬之。

茲以色盲為例，說明伴性遺傳的關係。色盲為最普通的伴性遺傳，歐洲男子平均二十五人中有一色盲；有不辨赤和綠的色盲，有不見任何色彩的全部色盲，是因網膜的圓錐體和桿狀體發育不良所致。色盲遺傳因子，常環連在性染色體於遺傳支配律上，示隱性。女子細胞中有兩個性染色體，其中如僅有一個性染色體附有色盲因子時，則表型仍為健康；必須兩個性染色體，多附有色盲因子，纔成色盲。男子細胞中祇具一個性染色體，如附有色盲因子時，即成

色盲下圖所示,色盲的男和普通女結婚,則所生 (F_1) 代



的子女全部健康,但女子概含隱性的色盲因子。若 (F_1) 代的女和普通男子結婚,則所生 (F_2) 代的男,半為色盲,半為健康,而女子則均健康,但有半數則含隱性的色盲因子。如 (F_2) 代色盲的男和含隱性色盲因子的女結婚,則所生 (F_3) 代的男女,半為色盲,半為健康,但健康女子中,有半數含隱性色盲因子。如 (F_3) 代色盲女,復和普通男結婚,則所生

第一百五十六圖 色盲伴性遺傳說明圖

X環連色盲因子的性染色體

x普通性染色體

♂普通性男, ♀普通性女, ○卵子, Q精子

♀含隱性色盲因子的女

♂色盲男, ♀色盲女

(F_4) 代的男子,均爲色盲,女子均屬健康,但皆含有隱性色盲因子,倘(F_4)代色盲男,更和色盲女結婚,則所生(F_5)代的男女盡屬純色盲。

第二節 優生的實際問題

上節係略述人類遺傳的現象和家系調查的實例爲優生學研究上重要事項,優生實際的問題,即根據調查研究的結果,以討論民族性格的如何可使之向上發展,如何可防止或避免其墮落或式微,改善教養革新環境,當然可以增進民族的福利,然根本要點,則必須注意民族性格的遺傳形質,改善其遺傳系統,簡言之,則婚配選擇,和產兒制限兩事,實爲優生的關鍵,實施的要綱,在歐美早已有種種的法令和制裁,一方行積極的優生,使優良家系生齒日繁,一方行消極的優生,使惡劣家系漸歸殄滅,研究極爲精審,其方法亦極完善,其詳細情形則非本章所能盡舉。

提 要

1. 優境學係主張教養和環境的改善,以陶冶人類的品性,優生學係研究人類精神和身體的遺傳以改良人種的形質。

2. 人類遺傳的研究應從事家系的調查及全民族身體形質,精神形質和疾病形質的考查統計。

3. 形質遺傳有顯性、隱性和伴性的不同結果各異，但人類各種遺傳現象均和孟德爾氏定律的原理相符。

4. 體長遺傳常徬徨變化於其兩親和祖先體長的中數。

5. 壽命修短和子女的死亡率有關，且有遺傳性。

6. 近親結婚的缺點，因為易將兩親不良形質，生成同型接合子而遺傳，故結果不良，但天才的遺傳，則於近親結婚反易顯著。

7. 低能遺傳和犯罪癲癇系統，每相連帶。

8. 精神病的原因，半為環境造成，半為遺傳素質所致。

9. 色盲遺傳和雄果蠅白眼遺傳的例證，完全相同。

10. 優生實際問題，為婚配選擇和產兒制限，前者為積極的優生，後者為消極的優生。

問 題

1. 優生和環境孰為重要？例證之。

2. 遺傳學和優生學有何不同？

3. 近親結婚的利害如何？並說明其理。

4. 就白子遺傳的例證，依孟德爾氏定律圖解說明之。

5. 就疾病遺傳的例證，依孟德爾氏定律圖解說明之。

6. 低能是否完全出自先天遺傳和後天環境有關係否？

7. 色盲因子如來自父方或傳自母方,二者遺傳結果如何? 試以簡單公式解析之.

8. 優生實際問題要點何在?

第十四章 適應

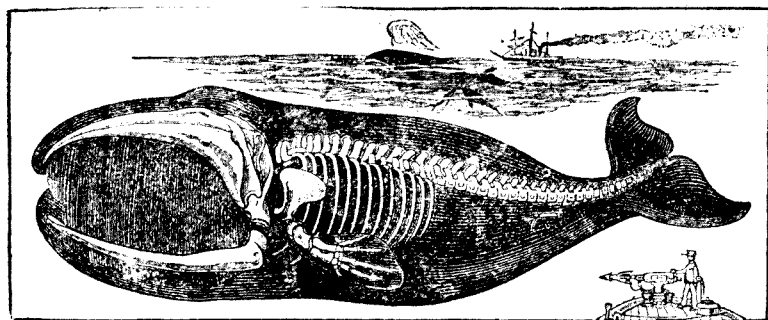
第一節 動物的體構適應和功能適應

動物的生存,常由環境方面感受有利有害的種種影響,動物即因是等影響而變易其形性,以適合於外圍環境而永保其生存,是等現象,總稱為適應 Adaptation. 如水生的必具鰓和鰭,陸生的必有肺生肢,草蟲多綠土蟲概褐,可知動物的器官和色彩,完全受外圍環境的支配而各異,是稱體構適應 Structural Adaptation. 又如海產者不能生於池沼,棲於沙漠者不能生於原隰,熱帶種屬不見於極地,則動物生理的性質和分布的羣落,亦大多因外圍環境的區分而各殊,是稱功能適應 Physiological Adaptation. 凡巧於適應的,則於生存競爭上可占優勝,而發達繁榮,否則即漸歸劣敗而死亡殄滅,此乃自然淘汰的結果無可避免,競爭愈益劇烈,則淘汰愈益精微,而適應亦愈益複雜,茲就普通動物對於無生和有生兩種環境的適應,分論於下:

甲. 對於無生外圍的適應

1 水和空氣 一切動物起原於水即高等脊椎動物,其胚胎發生時,概現鰓孔鰓弓的構造,可證明其祖先曾具有適應於水生的器官,空氣以含有養氣為生活力發生上所必需,故無論水生陸生均有呼吸器官,故水和空氣與動物的關係極為重要其適應亦極繁複,最顯著的體構適應,即為運動器和呼吸器。

動物由水生進而為陸生,其適應於空氣的形質漸次發達,體表概被有角皮羽毛以防乾燥,亦有由陸生而重反為水生的動物,如海狗海龜鯨等其呼吸器雖仍保存其陸生



第一百五十七圖 鯨的形態構造

性質的肺臟然運動的外肢均變為鰭,更如水陸兩棲或幼生於水長生於陸的動物如蛙,肺魚等其器官的適應變化,尤為顯著。

2 光線 強烈的光線對於生物大多有害故動物體表具有種種色素以為防衛,反之,棲息於地下,深海,洞穴的動

物,以及寄生動物因無強光的刺激每無色素。

光線對於視官器有重大關係,深海魚類,夜禽,夜獸均不接觸於強光,如盲鰻,洞螺螈 *Proteus* 等的眼,概行退化,幾全失其效用。

3. 溫度 動物對於外圍溫度的高低,亦有種種的適應。溫血動物概被有羽毛,或發達的脂肪層以保護體溫,復有汗腺蒸發汗液,以放散調節。溫度過高過低均妨害動物的生存,故動物每有因溫度關係,其生活上亦有週期的變化。如候鳥的移徙,溫帶動物的冬眠,熱帶動物的夏眠,皆為功能適應的著例。而鳥獸羽毛的長短疏密,和色彩的濃淡,以及昆蟲類的季節異形 *Seasonal dimorphism* 等,皆因寒煖季節的不同而發生體構適應。

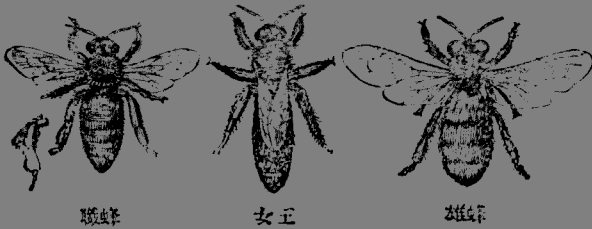
乙. 對於有生外圍的適應

1. 食物 動物藉植物或動物為生,食物供給的豐吝,於生活上影響甚巨。昆蟲蕃息的草木,則食蟲鳥類翔集。魚類豐富的海面,則水禽類羣聚。海產魚類和一切游行性動物 *Nektonic animals* 的分佈,生殖等,均因食物而有定限。陸生動物的移徙和蕃息,亦因食物而更變。至於動物的體形和器官構造亦適應於食物的種類,各具特徵。草食性和食肉性的動物,其齒牙的配列,胃的構造,腸的長短以及運動器感覺器等均有顯著的差異。更如節足動物的口器,有適於嚼

咬,螫刺,吸吮,舐食等變化,其適應尤為精巧,而寄生動物則消化器官大多退化或全消失,可見動物的形態習性,於食物的適應上變化特多。

2. 生殖 同種類的個體,因須便於兩性的交配常羣集棲息,於着生動物,雌雄同體的動物和移動遲緩的動物為尤著,亦有平時生活各相離散,至生殖時期則羣集於一定區域,如海產魚類和棘皮動物,概於生殖時由深海而趨淺

海或由海洋而上溯河川,陸生動物定期的移徙除氣候和食物的影響外,生殖適應亦為重要原因,下等動物,如寄生魚鰓的仔蟲 *Lipozoon* (吸蟲類),和寄生於家禽的氣管蟲



第一百五十八圖 蜜蜂的聚棲

Syngamus (線蟲類), 則成熟個體常二蟲結合成一體, 終生呈交接的狀態。高等動物如蜂, 蟻, 白蟻等, 則營分工生活, 集合大多數的個體而羣棲。其主要原因, 即在保護雌體的生殖, 和養育幼體以維持其種系。鳥類哺乳類概於生殖時暫時兩性羣居共同生活以養育幼兒, 已有家族生活的雛型。是等現象, 皆為動物生殖上的功能適應。

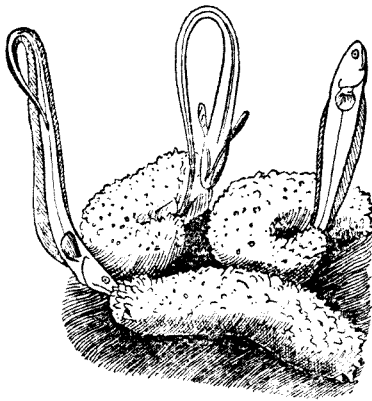
雌雄異體的動物, 除原生的性徵 (第一性徵) Primary sexual character 外, 更有後生的性徵 (第二性徵) Secondary sexual character。成長的雌雄個體其形態行為各相殊異是稱性的異形 Sexual Dimorphism。普通動物的雌體常較雄體為大, 且生存期亦較長。然鳥類哺乳類, 則雄體較雌體強大,



第一百五十九圖
海葵和寄居蟹的共棲

感覺運動亦靈敏活潑, 齒牙蹄角, 特別發達, 毛羽色彩, 更為優美, 所以誘惑雌性, 制伏同類, 而達配偶占有的行為, 是等現象, 稱雌雄淘汰, Sexual selection, 或稱性擇, 亦為動物種族進化上一種的重要原因。

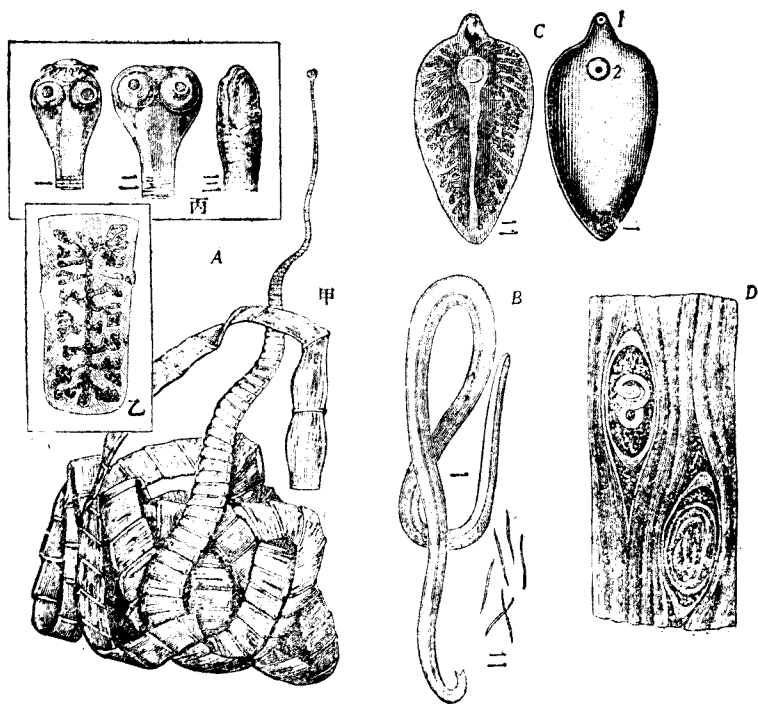
3. 共棲 異種類的動物, 有連着於一體於生活上發



第一百六十圖 隱魚和海參的
共棲 (Grassi)

生密切的利害關係，是稱共棲 Commensalism，其例甚多。如海葵附生於寄居蟹的螺殼，藉寄居蟹的移動得以覓食，同時用其刺絲為寄居蟹防禦害敵，雙方各得其利而生存，是為相利的共棲 Symbiosis，亦稱共生。如隱魚 *Fierasfer acus*

隱居於海參的肛門內，自由出入，於海參毫無妨害，而隱魚藉以藏身避敵，是為片利的共棲 Synoekosis。更如疥癬蟲，毛囊蟲，蚤等附着於他動物的皮膚，吸吮血液或組織以營生，蛔蟲，絛蟲，肝蛭，十二指腸蟲等，附着於他動物的內臟，吸收養液以生活，是皆與宿主以損害，或發生重大的疾患，是為寄生 Parasitism。前者稱外部寄生 Ectoparasite，後者稱內部寄生 Endoparasitism。凡寄生動物，其形態習性常有顯著的變化，內部寄生蟲概具有吸盤，吸鈎或剛毛等的吸着器，藉以繫附於宿主，而運動，感覺，消化，呼吸，循環等器官，則特別退化以節省其消費，但生殖器官則極發達，幼蟲概孵化於宿主體外，暫時自營生活，以搜尋新宿主而維繫其種系，是等現象皆屬於動物生存上特殊的適應。



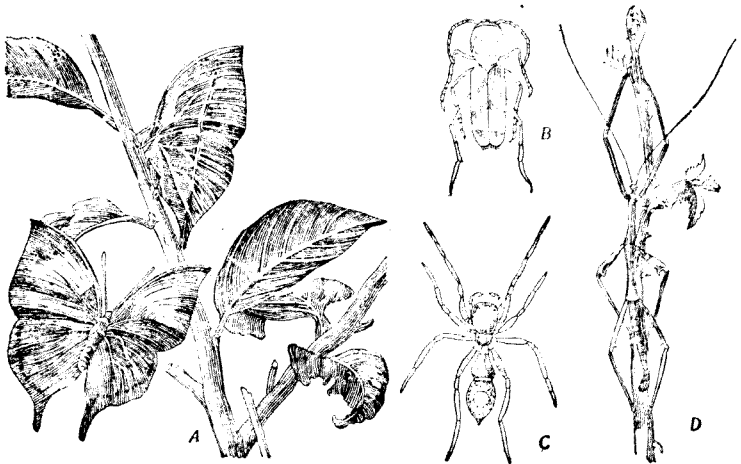
第一百六十一圖 種種的內部寄生蟲

A 疥蟲,甲全形,乙片節一部分,示卵巢的形狀,丙頭部吸盤,吸溝和吸鉤,一有鉤疥蟲,二無鉤疥蟲,三裂頭疥蟲, B 一蛔蟲,二十二指腸蟲, C 肝蛭,一外形, 1 口吸盤, 2 腹吸盤,二同上內部器官, D 旋毛蟲,

4. 姿態色彩 動物因自衛和求食上的適應其體形體色,常顯示特殊現象,爲例甚多,分記於下:

①保護色 Protecting coloration 動物的體色,常和其生存環境的色調相合,終年積雪的極地,鳥獸的羽毛概爲

白色沙漠動物多呈砂色，草蟲均綠，魚背盡蒼或藉以避匿敵類的目標或同化於周圍的景色，或依兩性而不同，或依時期而變易，因種類而異。



第一百六十二圖 擬態的種種實例

A 木葉蝶， B 擬蜂的甲蟲， C 擬蟻的蜘蛛， D 竹節蟲，
(Gruenberg)

(2) 擬態 Mimicry 一動物的體形，時或酷肖他物的姿態，以混亂敵類的視覺，如尺蠖的彷彿樹枝，竹節蟲類似草桿，識別甚難，又如印度產的木葉蝶 *Kallima*，靜止時常摹擬枯葉，熱帶產的綠葉蟲 *Phyllium* 全形酷肖綠葉為擬態著名的特例。

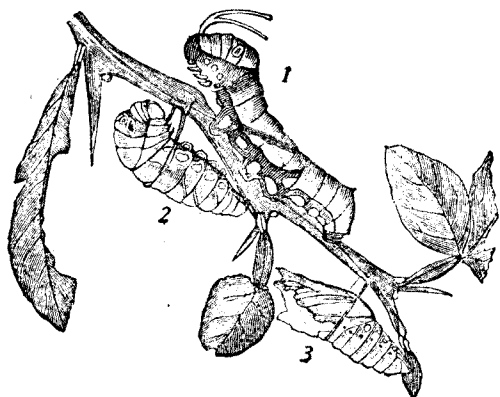
昆蟲類中擬態的例最多，有許多蛾類，蠅，甲蟲等，常類似有毒針的蜂類，亦有蜘蛛類的形色，和無翅類的蜂類

相等。

(3)廣告色 Advertising coloration 是和保護色的作用相反,有具鮮明的色彩以威脅害敵,完全為一種防衛的適應,稱警戒標 Warning mark, 有於同種類兩性的個體上,現有一特別部分以為兩性間和同個體間的認識標徵,特稱認識標 Recognition mark, 如北極兔的耳端,和北極狐的尾端,皆有黑色部分,為顯著的認識標。

(4)擬勢 Terrifying 毫無毒害的動物,一旦遭遇強敵,亦

能裝腔作勢,威嚇強敵,使行退卻,如蝶蛾幼蟲的烏蠅,往往於頭端具棘狀突起或於尾端有鞭毛狀物,遇敵即突出動搖,其他許多昆蟲類,每有色彩突變,



第一百六十三圖 鳳蝶的變態

1 示幼蟲頭上伸出棘狀突起的擬勢,
2, 3, 蛹期

體形伸縮的姿態,均可認為擬勢的適應。

(5)假裝 Masking 係類似保護色的自衛手段,即採取外物附着於體外,以便隱藏,軟體動物和甲殼類的介殼

上，每黏着海藻海綿水媳等以假裝無生外物，多數昆蟲的幼蟲，其繭囊或附着泥砂，枯枝，黃葉而被覆其軀體，是等現象概稱為假裝。

(6) 欺詐 Alluring 動物因求食或防衛的適應時表演一種虛偽誘引的習性，如鮫鱈頭前有鬚，常浮沉於水面以誘小魚，藉此捕獲得食，或為敵所追迫不及逃避時則呈假死的狀態，以緩衝襲擊乘隙脫逃，如刺猬水龜，穿山甲等，多能蜷縮其身，暫時擬死 *Death mimicry*，亦或割斷身體一部，以迅速脫逃，如守宮的尾蟹類的螯肢皆易斷易續，是稱自割 *Autotomy*，皆屬欺詐適應的特例。

第二節 植物的體構適應和功能適應

甲. 器官的適應

各種植物其各部器官皆具特性特形，以適應其生活的環境，且因環境的變更，亦不絕變易其形質，故植物的器官雖較動物為簡單，而適應變化則極繁複，於第五章第二節高等植物的器官和第九章第一節植物的感應刺激和運動各節中，已略舉其綱要，茲就葉的落葉和秋色，花的傳粉，果實種子的散佈等適應，分述於下：

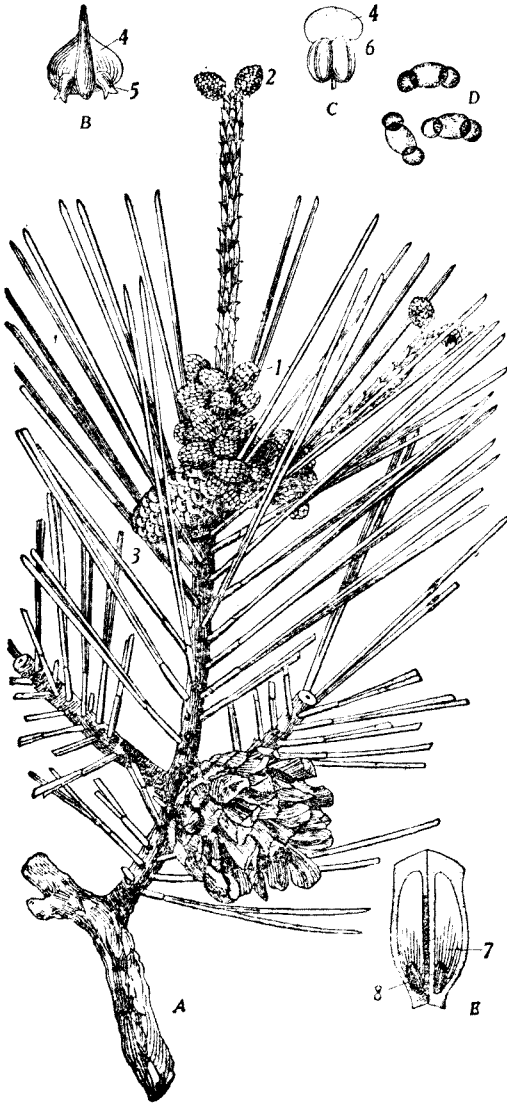
(1) 葉的落葉和秋色 溫帶產的木本概於冬季落葉，至翌春復生在落葉以前，葉柄基部和莖部連接處，發生

一薄膜細胞組成的離層 *Abscis layer*，漸將莖葉的交通隔離葉遂因自身重量或風雨的摧殘而脫落，是因冬令溫度低降，根的吸收減少，不能供葉的需求，故落葉以節省消費，而保植物的生存。至於常綠樹的經冬不凋，則因其葉部有特別的保護構造，且其落葉係新舊交代，無一定的季節。

葉普通為綠色，但於深秋時，每有許多闊葉樹變為紅葉或黃葉，為溫帶森林的特異現象。葉中除葉綠色素外，本含有花青素、葉黃素、胡蘿蔔精 *Carotin* 等，平時葉中製造葉綠素特多，且其功用最著，故祇現綠色，而隱蔽其他的色素。至深秋葉老，葉綠素逐漸消退，於是葉黃素等顯現而成黃色。紅葉的紅色素，則原始於花青素，當葉將凋謝時，葉中沉着的糖分和鞣質，受強烈日光的作用，即促進花青素的形成，故富於糖分鞣質的葉，如楓、槭、櫟、鹽膚木等秋時概呈鮮艷的紅色，亦係感受環境的影響，所生成的適應形質。至若幼芽的外苞、果實的表皮，亦每呈紅色，則為避免強烈日光的適應。普通花葉和猩猩木雞冠花的葉部，亦多呈紅黃等色彩，則為誘引昆蟲的適應，和深秋紅色的情形不同。

(2) 花的傳粉適應 種子植物的花粉，必須附着於柱頭，方能發達生成精子，以和胚囊發生的卵子相配合，而

第一百六十四圖 風媒花的代表植物 (松)

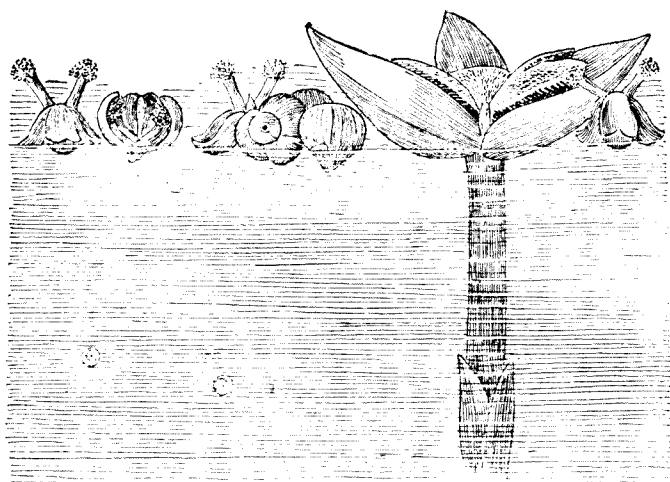


- A 有花的松枝,
- B 雌花,
- C 雄花,
- D 具氣囊的花粉粒,
- E 果鱗和種子,
- 1 雄花序,
- 2 雌花序,
- 3 球果,
- 4 鱗片,
- 5 裸出的胚珠,
- 6 粉囊,
- 7 種翅,
- 8 種子,

完成受精作用,但花粉無運動性,一花的花粉,必賴他物傳送,始能達到他花的柱頭,是稱傳粉 Pollination. 普通傳粉的媒助,為風,水和動物,而花的形性,亦適應於傳粉的環境而各具特徵.

風媒植物 Anemo-

philous plants 的花,概細小不美觀,無色香蜜腺惟花粉量甚多,乾燥輕微,得因風遠播,松樹的花粉,更生特別的氣



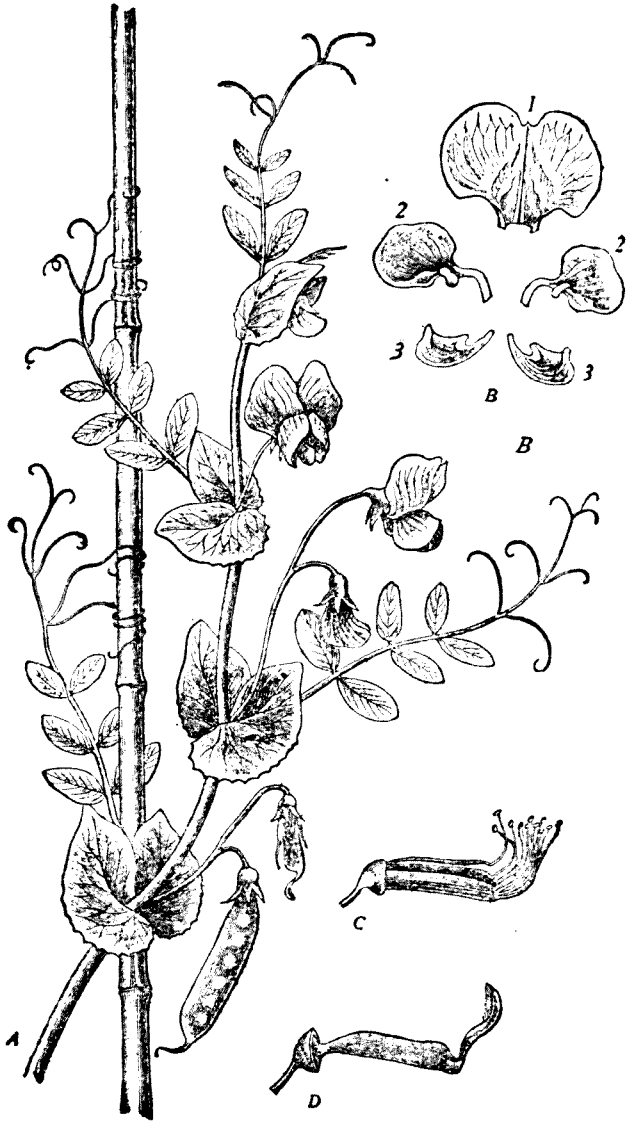
第一百六十五圖 水媒植物的傳粉

苦草的雄花,成熟後即從花柄脫離,浮行水面,雌花生於長柄的頂端,成熟時亦浮於水面,傳粉後則雌花的長柄,即屈曲爲螺旋綫狀,引其花於水中,以發達成果實。

囊,以便飛翔,風媒花的雄蕊,頗多特點,如禾本科的雄蕊,花絲纖細而長,樺木科殼斗科等的雄花,概列爲葇荑花序,得搖曳於風中,使花粉飛揚,風媒花的雌蕊亦呈異形,花柱概細長,柱頭密生茸毛,或分裂爲叉狀,以便留滯花粉。

水媒植物 *Hydrophilous plants* 水生植物大多藉水的媒介以傳粉,如茨藻,眼子菜,苦草等花概不顯著,花粉與

水等重
 從粉囊
 散出後,
 得漂浮
 水面,藉
 水流輸
 送以達
 於雌蕊
 的柱頭。
 動物
 媒植物
 Zoidio-
 philous
 plants
 普通植
 物的花
 粉,大多
 藉昆蟲
 媒介,以
 達於柱
 頭,蟲媒



第一百六十六圖 蟲媒花的代表植物(豌豆)
 A 有花果的莖枝, B 花的解剖, 1 旗瓣, 2 翼瓣,
 3 龍骨瓣, C 雄蕊, D 子房,

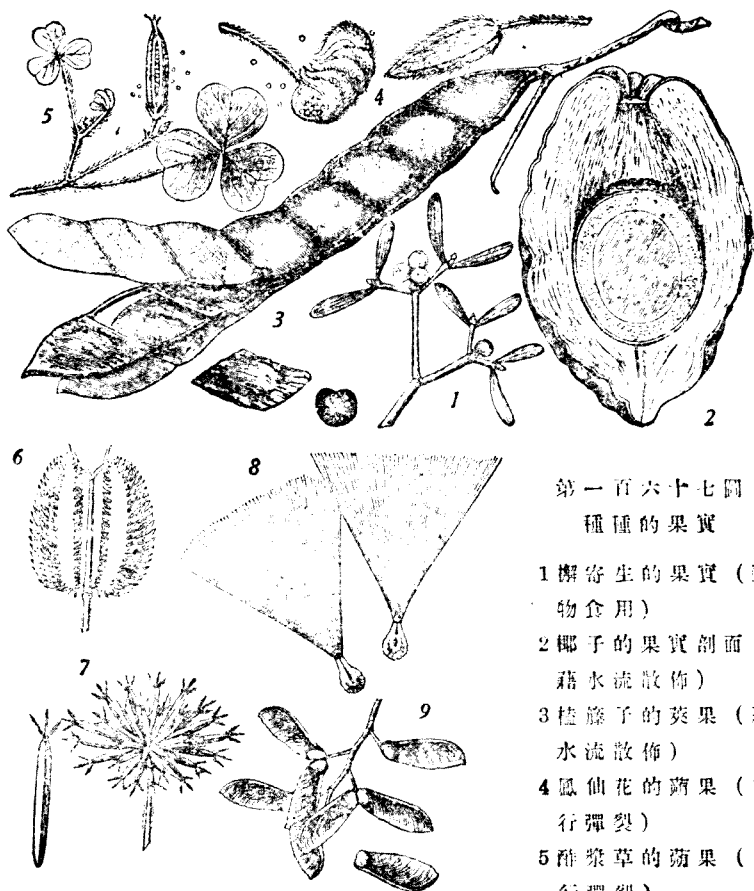
花概具色香和蜜腺以誘引蟲類，花粉有黏質或具刺毛，俾易黏着於蟲體。而花部構造亦因媒介的昆蟲而各異，如豆類的蝶形花冠，其中間的龍骨瓣，包藏雄蕊和雌蕊，柱頭伸出於粉囊的上方，當蜂飛至花上時，龍骨瓣為天然的駐足處，龍骨瓣受蜂體的重量而下折，於是花柱即凸出而接觸於蜂體，其體上由他花攜來的花粉即黏着於柱頭，而蜂體復穿入龍骨瓣中，採得同花的花粉以傳於他花，其構造的精妙，完全為異花傳粉的適應。其他尚有兩蕊異長和兩蕊異熟的特徵，以適應於異花蟲媒的傳粉，為例甚多。

動物媒植物中昆蟲的媒介固最為重要，然尚有藉鳥媒和蝸牛媒的植物，其適應形質又和蟲媒不同。

(3) 果實種子散佈的適應 植物不能如動物的能自由移動，但其散佈的迅速和廣大，實不亞於動物。莠草一達新地不久即遍佈全境，近時美國流行的栗疫病 Chestnut blight，係傳自亞洲，十年間已蔓延美國數州。

植物的散佈，為種族維繫上重要條件，每一植物概生產數萬或數十萬的種子或孢子。假令不能散佈各地，而代代集生於定處或羣生於母植物的地位，則日光，空氣，水分，食物原料等將均感不充足而同歸於盡。故散佈遠處，可免同種間的生存競爭。

植物散佈的適應如下等植物孢子的得自由飄散運動,高等植物的根莖匍匐莖等無性生殖,雖均可認為散



第一百六十七圖
種種的果實

- 1 槲寄生的果實 (動物食用)
- 2 椰子的果實剖面 (藉水流散佈)
- 3 槲藤子的莢果 (藉水流散佈)
- 4 鳳仙花的蒴果 (自行彈裂)
- 5 酢漿草的蒴果 (自行彈裂)

- 9 竊衣的離果 (藉動物散佈)
- 7 鬼針草的瘦果 (藉動物散佈)
- 8 牛肉消的種子 (藉風力散佈)
- 9 槲的翅果 (藉風力散佈)

佈,但以果實種子的散佈適應,形質更爲顯著。

藉風力散佈的果實種子,概乾燥輕鬆,具有翅翼毛茸等如槭榆松柳,草綿,蘿藤白頭翁蒲公英等,爲最普通的實例,如藉水力以散佈的果實種子,則具有疏鬆浮水的果皮,或有堅厚強韌的種殼,得隨波逐浪,或沉積水底隨砂泥以搬運,如普通的水生植物均有是等的適應,至於藉動物而散佈的植物,則或爲具鉤刺,剛毛,黏質等的瘦果,以便附着於動物體,或爲有漿汁多肉的核果漿果,易爲動物吞食,其種子則不被消化,隨動物的排泄物以散佈,或爲易於彈裂的蒴果成熟後自行開裂而散出種子,形形色色,各有其特殊的適應。

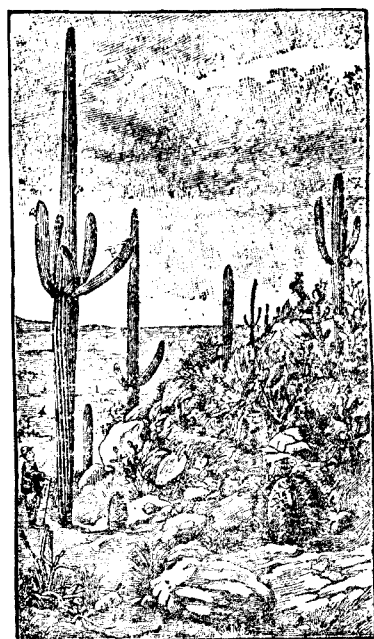


第一百六十八圖 水生植物羣落的景色

乙. 羣落分布的適應 植物分佈於大地,區域甚廣,形性各殊,川原山澤,寒燠燥濕無處無植物,大如葱籠喬木,小如纖細的苔藻,各應其周圍的狀態和生存的要素,而造成自然的植物羣落 Plant formation, 或稱植物社會,有喬木灌木草本苔蘚地衣

藻菌等各異其類別,有密生疎生上生下生等各異其生態,惟其對於土壤的性質,和日光,空氣水濕,溫度的條件,則一羣落中必有共同的適應,而形成同一的形式,即水生植物羣落,無論其植物的種類如何,皆具有適應於水生的形態和習性。

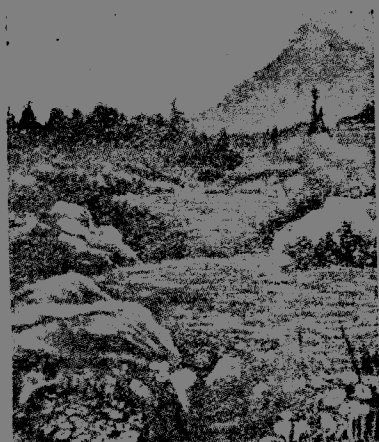
植物羣落亦非一成不變,常依外圍情況的變遷,呈移徙和繁殄的現象,一羣式微,復有新生的羣落以相交迭,是即適者生存的結果,至於移徙,則亦由漸而來,例如芰蓮,蒲,葦,多生存於池沼淺水,若池沼漸為泥土淤積,則所生植物,亦漸移徙於池沼的中央,倘完全淤塞成陸,則其中植物遂無可移徙而死亡,而陸生植物的新羣落更因以代興。



第一百六十九圖 乾生植物羣落的景色

植物羣落的概別,普通依水濕的標準,分為水生植物羣落 *Hydrophytes*, 乾生植物羣落 *Xerophytes*, 中生植物羣落 *Mesophytes* 和鹽生植物

Halophytes的四大類更因其所受光熱和吸收食物原料的不同，得復細分為若干羣落。就大體而論，水生植物最單純的，為浮游生物Plancton的單細胞藻類，次之則為真菌，地衣，苔蘚以及少數的草本，而木本或樹林則極屬罕見。高等水生植物根莖概柔滑，組織亦粗疎，葉或細



第一百七十圖 中生植物羣落的景色

絮下沉水中，或大形上浮水面，皆為適應於水濕的形質。至於乾生植物的形性，則適和水生植物相反，根系特別發達，



第一百七十一圖 鹽生植物羣落的景色

莖葉堅厚縮小，組織亦多緻密，或莖葉中生成特別的貯水組織，致莖葉肥大，外表概附有鱗片，毛茸，角質等以抵抗乾燥，以減少蒸發，主為針葉樹林，矮小灌木，和多年生草本為多。中生植物則分佈最廣，且為最暢茂的植物羣落，各

部器官均適宜發達，莖葉開展，花果繁榮，森林、草原、種類富庶，更如鹽生植物，多生於海濱鹽原，主為矮小草本和灌木林，其形質和乾生植物相近，體表常有毛茸針刺以減少水分的蒸發。

丙. 防衛的適應

動物大多以植物為食，故植物為保護自身起見，常設種種方法以防動物的侵害，茲為簡明計，可分下列二種述之：

(1) 物理性的防衛 植物每具有針刺，為防衛動物的武器，針為葉或枝的變形，刺為表皮細胞所發達，普通多生於莖幹枝葉，亦有生於果實部分，如仙人掌類的葉，全變為針，薔薇類的莖，全體有刺，而栗的果實，則宛如刺猬，皆所以避免動物吞食，次於針刺的為毛茸，可以防禦菌類或昆蟲類的侵襲，如荻草，苧麻，飛廉，大薊等均有發達的腺毛或剛毛，此外尚有於莖葉上分泌黏液或放出惡臭，使動物嫌棄。

(2) 化學性的防衛 有毒植物含有種種植物鹼質或有機酸，味多辛苦，有劇烈的刺激，而單寧質亦多辛澀，為動物所不喜，故新葉嫩果，含單寧特多，更如大戟科，罌粟科，芸香科，松柏科等植物，能分泌乳汁，樹脂和揮發性的物質，以避免害蟲病菌的侵入，或封鎖掩閉傷口以為保護。

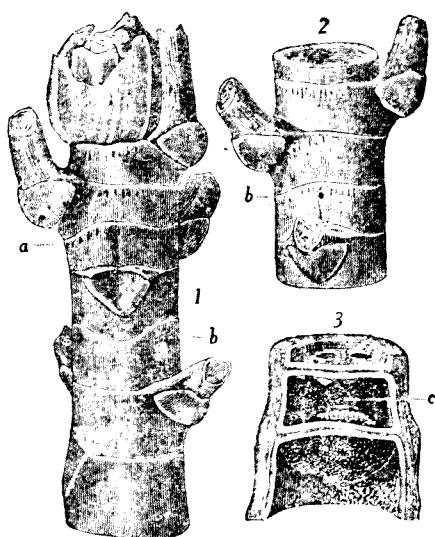
丁 特殊營養的適應 植物除普通營養外有寄生生活，直接攝取他種動植物的養料以爲生，或異種類合生一體而營共生，或如食蟲植物，能兼營動物質的消化，是等營特殊營養的植物，其器官和功能亦有種種特異的適應，已於第八章第六節記其大凡，茲不贅述。

第三節 生物間相互的適應

『秋蟬之後有螳螂，螳螂之後有黃雀，黃雀之後有彈丸，而於挾弓彈者之旁，尚有陷穽』，古籍寓言，足徵生物關係的繁複，故動植物的適應形質，其相互間的關係，尤極精微奇妙；強者和弱者，害者和被害者，祇就人生主觀的觀察而言，若就自然界全部而論，則弱肉強食，寄生共生各有其相對的適應，互爲頡頏消長，以保持自然界的平衡，茲就動植物生存上相利的適應，記其數例如下：

1. 植物和蟻 熱帶地方有所謂蟻植物，其相互適應，更爲奇特如蟻巢樹 *Cecropia Adonopus* 爲巴西原產有名的蟻植物，此植物的葉，常爲一種害蟻名亞塔蟻 *Atta* 所蠶食，但另有一種益蟻名亞粹加蟻 *Azteca*，常棲息於該樹爲之驅除害蟻而保護之，蟻巢樹略似無花果而大，莖直立，表面滑澤，處處有三角形的葉痕，內部中空且因有橫隔而區分莖內腔爲若干室，亞粹加蟻即營巢於室中，開小孔於莖表而

自由出入。蟻巢樹的葉柄基部被褐色的絨毛，內藏許多卵圓形的小體，富於蛋白質和脂肪。此小體易脫落，且能新生。亞粹加蟻即搬運此小體於巢中，以爲食用。而亞塔害蟻，遂爲亞粹加蟻所驅除，蟻巢樹的葉，因以保全。

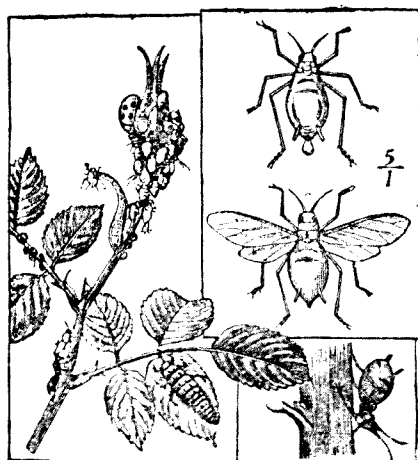


第一百七十二圖 蟻巢樹的莖

- 1 幼莖一部， a 尚未穿透的孔，
b 已穿透的孔，
- 2 同上示莖上的小孔 (b)
- 3 莖節的縱斷， c 幼蟲和其排泄物， (Schimper)

2 植物和蟲癭 植物的花芽枝葉被蟲類刺傷，產卵於中，該部即特殊發育，形成癒傷組織，成囊狀或球狀的蟲

癭。內部有富於澱粉的營養組織，外圍以數層的器械組織，是等組織，直接爲癒傷，間接則爲保護蟲卵，幼蟲得從中攝取養料以發生。如五倍子蟲癭，係一種蚜蟲 *Schlechtendalia chinensis*，寄生於鹽膚木的葉部而成。其他能生成蟲癭的植物尚多，更有所謂壁蝨植物，即生有壁蝨的蟲癭植物，供給壁蝨以棲處，而壁蝨則爲植物清潔葉表，使無菌類或地



第一百七十三圖 蟻、蚜蟲和玫瑰的關係

衣類的着生。

3 植物和蚜蟲 栽培

植物和野生植物的嫩莖新芽，常有許多蚜蟲的叢集，吸取植物的液汁，於體內構成多量的蜜，復由腹部後方的蜜管逐漸分泌排出，浸潤葉面，足以反射日光，減少蒸發。故葉肉細胞雖受蚜蟲刺傷的損害，

然一方亦與植物以間接的利益。同時蚜蟲的蜜汁，又為蟻的佳餌。蚜蟲繁殖則蟻類因綠而來，藉此可防止毛蟲的侵害。植物和蚜蟲，蚜蟲和蟻，三者的關係皆顯示相利的適應。

提 要

1. 動物的器官色彩和生理行為，均受外圍環境的支配，而各具特徵前者稱體構適應，後者稱功能適應。
2. 適應現象為生存競爭的要件，即適者生存，不適者絕滅。
3. 運動器呼吸器對於無生外圍的適應最為重要，消化器和感覺器則概適應於食物的種類，變化頗著。
4. 雌雄淘汰和後生性徵的表現係生殖上的適應。

- 5 姿態色彩的變化,主爲自衛和求食上的適應。
6. 落葉係秋季植物生長停止節約消費的現象,紅葉係葉綠素退化,受強烈日光的作用,形成花青素的結果。
7. 花粉的媒介以昆蟲爲主,故花的形態構造,亦適應於昆蟲的種類而各異。
8. 植物果實種子的散佈適應,可以避免同種間的生存競爭。
9. 植物羣落係自然景色在同一環境中得生成共同形性的羣落,大概依水濕氣溫,和水陸土壤的性質而定。
10. 動植物有相互適應,頗頗消長,保持自然界的平衡。

問 題

1. 何爲體構適應和功能適應?
2. 生物適應和生存競爭有何關係?
3. 寄生生物的適應形質分別記之。
4. 何爲季節異形和雌雄異形?
- 5 何爲相利共棲和片利共棲?
6. 紅葉的原因如何?
7. 試作風媒花和蟲媒花適應形質的比較。
8. 植物羣落如何形成?
- 9 植物防衛適應的形質如何?
10. 何爲蟻植物? 其相互適應的情形如何?

第十五章 天演

第一節 拉馬克氏以前的物種由來的概念

物種由來的問題，久爲人類思想中心的疑義，而人類由來的歷史和其過去的統系，尤爲古來學者紛爭辨難的焦點。希臘哲學始祖泰爾斯氏 Thales (625 - 548 B. C.) 以水爲萬物的本原，安那克西曼特氏 Anaximander (611 - 547 B. C.) 則認生物爲大地燥裂的碎屑，人類係萬物中最先出現，安那克西甫斯氏 Anaximenes (583 - 521 B. C.) 則以空氣爲萬物的始原，歐孫諾芬斯氏 Xenophanes (570 - 480 B. C.) 亦認無生物得變爲生物，且已知化石爲古生物的遺迹，恩配道克爾斯氏 Empedocles (495 - 435 B. C.) 則以水、火、風、土，四者爲構成萬物的本質，是皆阿里士多德氏以前的學者和思想，皆確認生物的由來，必有其物質的基本而中心思想實已偏於生物偶生 Spontaneous generations 的概念。

阿里士多德氏 Aristoteles (384 - 322 B. C.) 爲博物學的元祖，對於動物植物的研究極爲精詳，著述亦極宏富，認無

機物質得變為有機物質，由簡單的有機物質漸次變遷以產生多種多形的生物，其主張頗和後世的進化學說相符，但氏當時未有具體的論證，確定其主張，僅為賅括的推論和假想，故對於進化思想並未發生如何的影響。

自第五世紀以後，宗教勃興，思想束縛，以為一切生物，均為造物所創造，物種固定不變，物類亦永無增減，所有動物植物以至人類，皆和天地同其原始，一一為神的創造，此種思想，全屬古代宗教神權的狂妄，以罔世愚民。然至十三世紀以後，更為發揚蹈厲，深中人心，有所謂特創說 Theory of Special Creation，至十九世紀中尚大張其旗，為進化學說的阻障。



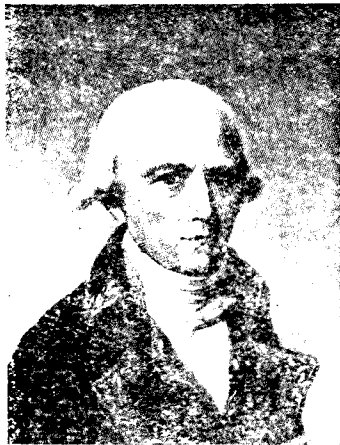
第一百七十四圖 博物學大
家林那氏 Karl von Linné
(Carolus Linnaeus) (1707—1778)

至十八世紀的中葉，進化思想漸萌新機，林那氏 Linne (1707—1778) 確定種的定義為分類的標徵，伯芬氏 Buffon (1707—1788) 則認種屬有不絕的變異，於進化學說已啓其端，伊拉慈馬達爾文氏 Erasmus Darwin (1731—1802) 則極端否認特創說，主張生物因環境影響而變異，更因刺激感應，選擇

等作用,生物得發生新形質,且能持續遺傳,是等思想,實爲進化學說的先驅,爲拉馬克氏學說的前導。

第二節 拉馬克氏學說

拉馬克氏 Lamarok (1744—1829) 實爲最初建設進化學說的第一人,氏的進化學說,見於其所著的『動物哲學』(Philosophie Zoologique 1809) 一書,以爲生物由無生物進化



第一百七十五圖 進化學者
拉馬克氏 Jean Baptiste
Lamarok (1744—1829)

而來,最初爲單一的構造後因自然的法則,發達形成如現世複雜的生物界,生物進化的間接原因,爲外圍環境的變化,其直接原因,則爲體部器官的用進廢退,所謂用進廢退說 Theory of use and disuse, 即爲拉氏進化學說的中堅。

用進廢退說的要義,可概括爲下列的四條解釋之:

1. 生命因其特有的作用,對於保持生命的生活體,和構成形體的各部分,常於一定限度內,不絕變化發展,即器官愈使用愈強大發達,反之則退化消失。

2. 生物體部新器官發生的主因，係感受生活上必要的新要求，和因要求而發生的新運動，漸次形成。簡言之，則生物因適應環境而生成新器官，復因新器官的運用，而改變新生活。

3. 許多器官的發達和器官的功能，則依其使用的程度和使用的時間，相互成正比。

4. 因用進廢退的結果，器官的發達和退化所生的影響，得由親傳子，代代繼承，故後天習得性的遺傳亦為物種進化的主因。

氏更確認萬物同源，動植一系，譬如喬木，根幹則一而分枝別極，愈分愈繁，參差錯落，各有體系，所謂系統樹 Genealogical tree 的例證，亦為拉氏所創定。

氏的學說，在當時概以為新奇怪誕，誹議紛紜，即其至友顧維爾氏 Cuvier (1769-1832) 亦大為反對，致氏終生潦倒，齋志以沒，其說未能大行，但其進化思想和研究的精神，實堅強不拔，邁越往古。

和拉氏同時如孫希累氏 St. Hilaire (1772-1844)，亦主張環境影響，為生物變異的主因，和拉氏同調，為拉氏張目，和顧維爾氏辨難，為當時學術界所驚駭。此外尚有德國詩人葛帝 Goethe (1776-1832)，和德雷維蘭那斯氏 Treviranus (1776-1837) 二氏，於進化學說亦有發明而英國地質學

家胡頓氏 Hutton (1726—1797) 和 藍懿爾氏 Lyell (1797—1875), 研究地質, 發表地球進化的學說, 於生物進化的事實, 更多徵信。

第三節 達爾文氏學說

查里斯達爾文氏 Charles Darwin (1809—1882) 爲近代進化學者的泰斗, 名震寰宇, 幾盡人知之。達氏幼負生物學的天才, 壯乘皮格爾號 Beagle 探險南美, 歷時五年, 採集標本極多, 回國後整理記錄, 發表於世, 聲譽日隆, 故南美探險, 實達氏一生學術思想的淵泉, 其物種由來的思想, 和其學說的論證, 於考察南美生物的種種現象時, 早植其基, 以後更就園藝畜牧和養鴿等, 實際考察其變異遺傳的因果, 於是人爲淘汰 (人擇) 和雌雄淘汰 (性擇)



第一百七十六圖 查里斯達爾文氏 Charles Darwin (1809—1882)

的學說以定, 復領會馬爾塞斯氏 Malthus (1766—1813) 人口論的原理, 和拉馬克氏的法則, 於是自然淘汰 (天擇) 的學說以成, 於1858年和友人潛雷斯氏 Wallace (1822—

1913) 共同發表自然淘汰的論文於林那學會雜誌翌年「物種由來」(The Origin of Species)的名著出版,進化的事實始昭然若揭進化的學說,乃鞏固不移。

達爾文氏學說的要義,係以自然淘汰(天擇),說明生物的變異和遺傳,認生存競爭 Struggle for Existence 爲淘汰的起因優勝劣敗 Survival of the Fittest 爲淘汰的結果;故達氏學說亦稱爲自然淘汰說 Natural Selection Theory, 於其「物種由來」的著述中,反覆論證之,茲舉其大要於下:

1. 生物的繁殖率,常依幾何級數而增加,例如象爲哺乳類,生殖稀少的動物,須三十歲始成熟,平均年齡爲九十歲,在其生存期間,假定產生六頭幼子,如經七百四十年至七百五十年,則從一對的親象,當產二千九百萬頭的象,又如一種植物,每年平均產生十個種子,每種子發達後再生十個種子,如此繼續,則十年後,當達兆數以上數十年後,則此種植物,將佔據全球,故生物的生殖數無論多寡,其增加的迅速,實堪驚駭,使生物生生不絕,個個生存,則地球上早經充塞,不能復容。

2. 生物以無窮盡的繁殖,各個體必各發展其能力,各圖其生存,但因棲處食物,日光,水濕以及其他外圍環境的種種限制,遂發生劇烈的生存競爭,不僅同種類間以需要相同而競爭,即異種類間亦因複雜的關係而競爭,於是強者,

優者適者得慶生存，而弱者劣者不適，者則遭殄滅。如一尾的鯽，雖產數十萬的卵，然其能發達生存繼續其後代的，不過三數尾，故生存競爭的現象，死為常事，生實偶然。

3. 生物界因生存競爭的結果，常保持其平衡。試就一區域考查其動植物的種類和羣落大致相同，每年的生長死亡亦維持其常態，即令有多少的變動，亦相互消長，相互維繁。例如某地有專食某種牧草的昆蟲，使盛行繁殖，則不久必致牧草盡而蟲亦亡，但同時有食蟲的鳥類，直接阻止此蟲的繁殖，間接即助長牧草的繁榮，而鳥和他種動物，又有其他的關係，於是牧草、昆蟲和鳥的三者，常保其均平的現狀而生存，是稱生物界的平衡。

4. 生物各個體的形態、構造、習性、行為等，各具有特徵，決無兩個體絕對的同一，故生物有不絕生成變異的特質，此種變異的特質，一方受環境的影響適應新生，一方則為來自兩性的遺傳，生物必具有變異和遺傳的兩種性質，種屬纔有進化，新種方可產生。

5. 栽培飼育的動植物，皆由人類選自野生的種類，經長時間的淘汰改良而成，其形性已大異於野生原種，依人類的希望和需求而變異，故家畜、家禽、果樹、花卉等，因選擇時間的久遠，致形態愈雜，而變種亦愈多，如鴿、如菊，可為例證，是稱人為淘汰（人擇）Artificial selection。



第一百七十七圖 英儒赫胥黎氏 Thomas Henry Huxley
(1825--1895)

方能適應淘汰而生存,有遺傳方能保存變異而進化。

自達氏學說發表後,學者翕然宗之。英儒赫胥黎氏 Huxley (1825—1895) 和德儒赫克爾氏 Haeckel (1834—1919) 更爲鼓吹宣傳闡明解釋進化思想始普遍於學術界。但至近世,因細胞學遺傳學和其他生物學科的進步,對於達氏學說,疑議辨難的學者,正方興未艾。

第四節 惠詩曼氏學說

上列五條,爲達氏進化學說的骨幹,氏認物種由來主因於淘汰人爲淘汰可以產生變種,已無疑義,則自然淘汰的作用,尤較人類施行的方法爲繁複,故新種的形成,實事所必至理所當然,生存競爭即係自然淘汰的手段而變異遺傳,則爲生物固有的特性,能變異



第一百七十八圖 德儒赫克爾氏 Ernst Heinrich Haeckel
(1834--1919)

惠詩曼氏 Weismann (1834-1914)

爲達爾文氏以後的有名生物學家，對於生物的變異遺傳和進化有獨創的見解，其主張和拉馬克氏完全相反，和達爾文氏亦略有不同，氏所倡導的生殖質學說 Germ-plasm Theory，可分爲生殖質連續說 Theory of Continuity of Germ-plasm 和生殖質淘汰說 Theory of Germinal Selection 的兩種，前說主爲遺傳上的討論，已略述於第十二章第一節，後說則爲進化上的辨證較達爾文氏的學說更爲精進。

氏對於自然淘汰，可以促進生物的進化，亦所贊同但不承認後天適應形質，所發生的身體變異，得直接遺傳，以爲兩親遺傳於子代的變異形質，當先植基於生殖細胞，此種基本物質稱生殖質 Germ-plasm，常存於生殖細胞的染色質中，生殖質並非單一的組成，乃由代表各個遺傳單位的定生質 Determinants 所集合，當生殖細胞經成熟、交配和發育等的程序時，其各個定生質間常起生存競爭的現象，顯一種的淘汰作用，其結果則因兩性定生質的優劣強弱和分配的情況而確定所生個體的形質，遺傳的變異即根本



第一百七十九圖 惠
詩曼氏 August
Weismann (1834-1914)

於是在達氏則以自然淘汰結果所生成的變異形質積微漸著，得直接影響於遺傳，而形成新種。在惠氏則以變異形質應先影響於兩性的生殖質，而生殖質自身，再經淘汰作用，方能影響於遺傳；如僅為身體的變異，則無關於生殖質，亦無關於遺傳。



第一百八十圖 寶佛雷氏

Hugo de Vries (1848—1928)

總之，惠氏以淘汰作用，不僅限於外圍環境，使身體形質感受影響而變異，並於兩性交配時，其各個遺傳單位間，亦有淘汰作用。變異形質確定於此，新種由來亦起原於此。其所論淘汰的範圍，實較達氏為廣大，而論證亦較達氏為精密，故為學者所欽信，且為新達爾文學派 Neo-Darwinism 的中堅，但反對之者亦頗不少。

第五節 寶佛雷氏學說

寶佛雷氏 De Vries (1848—1928) 為荷蘭植物學家，氏就月見草的一種 *Oenothera Lamarckiana*，經八年栽培試驗的結果，前後共栽植五萬四千三百四十三株，中有八百三十

四株，為變異新種，細別之有七種，即栽培原種 *Oenothera*

Lamarckiana,

變異新種(1) *Oenothera gigas*,

變異新種(2)

Oenothera albida,

變異新種(3)

Oenothera oblonga,

變異新種(4)

Oenothera rubrinervis,

變異新種(5)

Oenothera nanella,

變異新種(6)

Oenothera lata,

變異新種(7)

Oenothera scintillans.



(本種性質不固定)

是等變異新種其葉形、高矮、花色和其他性質均各具特徵，且均固定遺傳，不復返其原種，

於是倡為突變學說 Mutation Theory 於1901年發表其理論

第一百八十一圖 月見草的栽培原種和變異新種

1 月見草(原種) *Oenothera Lamarckiana*

2 同上新種 *Oenothera lata*

3 同上新種 *Oenothera nanella*

的大要如下：

1. 突然變異的形質，係突然發生，和兩親的形質無關，並和環境的變遷無涉，決非積微漸著的形質。

2. 突然變異於一種類中限於某個體而發生，開始即為固定性，且以後不再生同一的變異新種，決非自然淘汰的結果。

3. 變異形質，不一定顯著，但變異雖極細微，既生成後，則不再變化得遺傳其形質於後代。

4. 變異的起因，係發於內部，無論何部分，均能突然變化，不限於任何部分。

5. 突然變異的機會甚少，且為不連續的變異。

6. 突然變異的新種中，有除原種固有形質外，更增加新形質而成的，稱進步的突變 *Progressive mutation*。反之，有於原種固有形質中消失或減少其一部的，稱退化的突變 *Retrospective mutation*。

氏據其實驗，認突變為造成新種的主因，其變異的形質，亦能適應於自然淘汰而保存遺傳。氏又謂自然淘汰可以說明適者生存，然不能說明適者出現，和達氏的學說微有不同。

以上為現今進化學說的重要理論，略舉其大綱，其他尚有歐米爾氏 *Emier* 的直進說（或稱正統發生說）*Orthoge-*

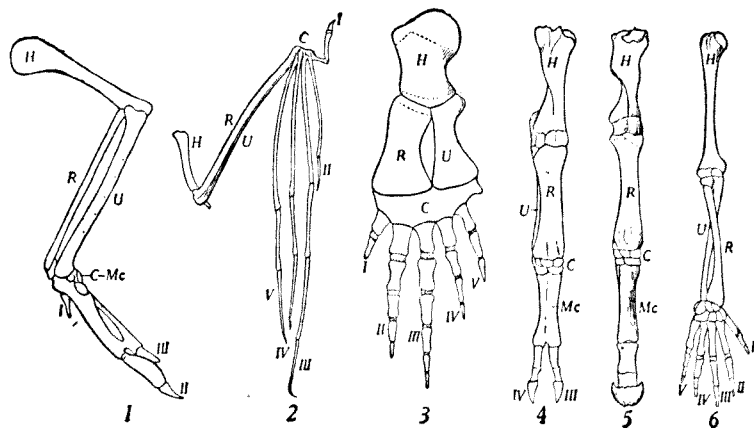
nesis 華格那氏 Wagnerer, 羅曼納斯氏 Romanes 等的隔離說 (或稱獨在說) Isolation, 和洛茲氏 Lotsy 的雜種說 Hybridization 等, 或以變異有一定的趨向和程序, 或謂環境隔離足以保存變異, 或認雜種交配為新種形成的主因, 各有其主張, 各有其例證, 誰是誰非, 尚難判別。

總之生物變異的原因, 不止一端, 遺傳的法則亦多變化, 故進化的現象, 極為繁複, 非單純的理論和例證所能說明, 習得性是否能遺傳, 固屬疑問, 然以淘汰為變異的原因, 亦多缺陷, 而生殖質淘汰說, 和突變說, 亦祇得其一偏, 不能賅括生物界複雜的進化現象, 故變異, 遺傳, 淘汰三者, 均為生物進化的方法, 亦為學者研究的焦點, 但關於三者的因果和事實的證據, 則現今所知, 尚未能詳盡。

第六節 天演的證據

事實的考證, 實為學說的基礎, 生物的有進化, 已無可疑義, 但其進化的程序和變遷, 必須蒐集種種事實, 加以考較說明, 然後進化的證據, 方始確鑿而學說的論斷, 乃可堅強, 茲就現今生物學上已確定的證據, 條舉於下:

1. 解剖學的證據 生物的類緣愈近, 則其形態構造的同點愈多, 如脊椎動物, 無論鳥獸龜鼈蛙魚, 皆有脊柱為身體的中軸, 腹面有大體腔以藏內臟, 背面有髓管以藏神經。



第一百八十二圖 脊椎動物前肢骨骼的比較

1鳥, 2蝙蝠, 3鯨, 4牛, 5馬, 6人手, C腕骨, H上膊骨,
Mc掌骨, R橈骨, U尺骨, I-V指骨 (Scott)。

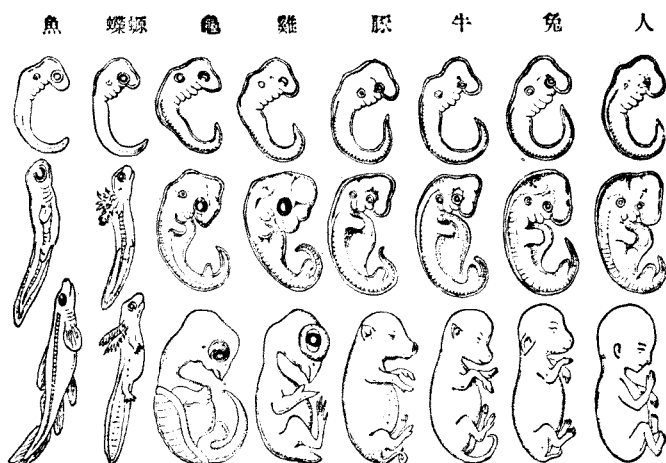
更進而考之,則凡屬獸類多為胎生,哺乳被毛,其共同點更多,由是推及同科同屬同種則構造幾全一致,如獸的前肢,鯨的鰭,蝙蝠的翅,鳥的翼,魚的胸鰭等,其功能和外形,雖有不同,然就解剖上比較觀察之,則全為同一的基形,可知脊椎動物的各綱,原出自共同的先祖,因分化發達的程度,而顯趨異的變化,因以支派紛歧,親疎各異。

解剖上更有所謂退化器官 Vestigial organ, 係生物進化時祖先器官的殘迹,因退化器官的存在,可以證明器官的原始和生活環境的變遷,如盲腸和蟲樣垂,於人類的消化上毫無功能,故極不發達,但於草食性獸類,確有重要的官能,更如動耳的肌肉,護眼的瞬膜,均係人體的退化器官,於解

剖上僅留痕跡，皆因進化的結果而呈變異。

2. 生理上的證據 生物有相互的類緣，於器官構造上已可考證，但現今生理化學進步，對於類緣親疎的判斷，更可從血清反應或蛋白質反應以證明，例如以注射人血清於兔體的免疫血清，使復混以人的血清，則迅即顯示沉澱反應，倘若混以牛馬犬羊的血清，遂絕不起反應，然使混以猩猩的血清，則反應雖不如人的明瞭，然亦有相當的沉澱現象，由此可以證明人和猩猩的類緣確相接近，故無論注射何種類的蛋白質或血清於某種動物而得的免疫血清，若再加同種類的蛋白質或血清時，均可起沉澱現象，如加以異種類的蛋白質或血清時，即不生沉澱，或其沉澱的程度有種種濃淡的差別，可知生物的類緣愈近，則蛋白質的性質亦愈相類似，故反應明顯；反是則不起反應，或反應的程度極微，應用此原理，不僅可以檢定各種蛋白質，并可判斷各生物類緣的親疎。

3. 胚胎學的證據 依赫克爾氏 Haeckel 生物發生律 Biogenetic Law 的原理，認個體發生即系統發生的重演，故胚胎時代的器官，不僅顯示其祖先經過的形質，且其變遷的過程，即示其祖先進化的順序，所以類緣相近的動物，其胚胎的初期大都相同，脊椎動物的脊椎骨，在胚胎原始概為脊索，蛙蠅魚終生具脊索，不發生椎骨，圓口類則脊索外



第一百八十三圖 脊椎動物的胚胎比較圖（第一行列的形態完全相同）（Gruenberg）

水生有結締組織的軟骨，鯨類則脊索大形退化，發生軟骨的脊椎。至魚類以上，始有完全硬骨的脊椎骨，其發育變遷，自有一定的階級。更有同一原始器官，下等動物或存其原形，高等生物或複雜變化，形成特殊的新器官。如胚胎時的鰓裂孔，為脊椎動物所同具，而人類的耳氣管 Eustachian tube 即係鰓孔一部退化變形。如鰓弓在水生脊椎動物，概用以支鰓，在陸生脊椎動物，則一部變形為舌骨，或更變形為喉頭的一部。故成體的器官構造，雖千態萬狀，變化無窮，然使就胚胎發生上仔細考較，則器官的原始和變遷的沿革，均能明瞭，一切生物的系統由此可以證明。

4. 古生物學的證據 現世生存的生物，皆為古代祖先

以後始現。綜地史時代生物興替的狀況則生物系統發生的程序，可以瞭然。

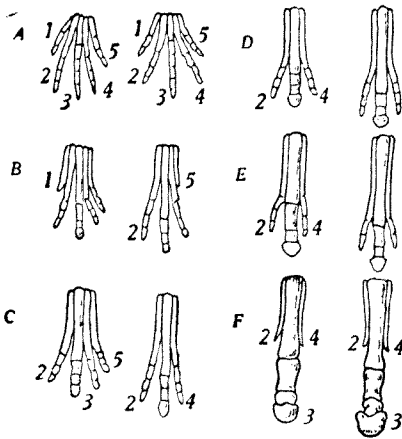
就一系統或一種屬考查其先祖進化發達的陳迹，則現時化石上的發見尚少，然確已有相當的例證。如始祖鳥 *Archaeopteryx* 為中生代侏羅紀 *Jurassic period* 發見的化石，現世早已絕迹，實為鳥類的祖先。口具齒牙，翼有指爪，尾椎的數甚多，形雖類鳥而構造尚具有爬蟲類的形性，是可為鳥類的祖



第一百八十五圖 始祖鳥的化石 (Zittel)

先，自爬蟲類進化的證據。又如馬的進化，現時化石上已發見其完全的系統，最初為具五趾的小形獸類，後為四趾的始新馬 *Eohippus*，漸變為具三趾的中新馬 *Mesohippus*，復變為側趾（第二第四趾）退化，中趾着地的更新馬 *Protohippus*，終則成為一趾的鮮新馬 *Pliohippus*，是即現生馬屬 *Equus* 的近祖。故生物的進化歷時甚久，變遷甚多，於化石上可以考求其實證。

5. 分類學的證據 生物皆由共同的祖先，漸次進化發達，愈原始則愈簡單，基形愈相一致，如單細胞生物為動為



第一百八十六圖 馬趾的進化

- A. 古馬 *Euprotogonia*
- B. 始新馬 *Eohippus*
(*Hyracotherium*)
- C. 原新馬 *Protorohippus*
(*Pacynolophus*)
- D. 中新馬 *Mesohippus*
- E. 更新馬 *Protohippus*
- F. 現生馬 *Equus*

植，幾全無判別，愈進步則愈繁複，基形的變化愈多，而區分亦愈著；故高等生物，為動為植一見即知，無庸細別。但生物的全部，由原始而進步，由簡單而繁複，其相互的關係，譬如一株的喬木，從一本的莖幹，分枝別極，發生無數的末梢，如就各個末梢而追溯其原始，則得分為許多羣束組合，錯綜維繫，而連合於總幹，生物種屬千變萬化，宛如喬木

的末梢，如就解剖發生，化石等各方面的事實，比較類列則遠近親疎高下異同，有一定的關係，有一定的階段，如自然分類，以種 *Species* 為分類上最小的單位，集許多相類似的種，合而為屬，種和種間，差異特少，區分甚難；屬和屬間，差異較著，區分稍易。由此類推，集屬成科，集科成目，集目成綱，集綱為門，階級愈進，則差異愈多，區分愈易，而關係亦愈疎，故

6. 分布學的證據 生物地理的分布，因經緯度的不同，和海陸山澤的區劃而異狀，然亦有氣候土宜相同的兩地，而生物的羣落種類絕不相同，是因生物繁殖力和移動法的變動，以及滄海桑田的改造，於生物分布遂生成特異的現象。如中國和日本，亞洲和澳洲，現時雖完全隔絕，而地質時代實相接壤。又如亞洲和印度，南美和北美，今日雖相連屬，而昔日實嘗分離。然生物分布的情形，更因隔絕分離的年代而生變化。如澳洲和大陸分離最早，故所產哺乳類除有袋類和單孔類外，無其他種類。南北美和歐亞隔絕極久，故動植種屬，和歐亞稍異。中國和日本分離時代極淺，故動植種屬大致相同。可證各地的生物種屬，實受地質上的改造和環境的限制而進化變異，其關係和因果，亦可從分布學上考求而知。

綜上述各種的證據，則生物進化的學說，已確立不移，所謂神的創造和種的不變，實無存在的餘地。自進化學說成立後，從前空想的哲學亦大受影響而改變；即以人為中心之思想和宗教信仰的迷夢，亦大受抵觸而銷沉。故進化學說的傳播，不僅是促進生物學的發展，實引起一切學術思想的革新。達爾文氏首創其基，故有稱十九世紀的後半期為達爾文時代，洵非虛語。

1. 拉馬克氏學說: a. 變異原因,係器官用進廢退的結果. b. 變異形質經長時間的運用,和適當的狀態得直接遺傳,新種由是生成.

2. 達爾文氏學說: a. 變異和遺傳,為生物具有的特質. b. 自然淘汰起因於生存競爭,而適應生存的變異,可積微漸著,以形成新種.

3. 惠詩曼氏學說: a. 生殖質為生命的始原,世代連繼,且得受環境的影響構成複雜的遺傳體制; b. 變異原因,為生殖質淘汰的結果,後天習得性決不能遺傳.

4. 賓佛雷氏學說: a. 新種形成,起因於突然變異,並非積微漸著的結果; b. 自然淘汰可以處理突然變異的形質,使保存遺傳.

5. 神的創造,種的不變,皆係違反進化學說的幻想.

6. 生物同源,動植一系,為生物進化的基本原則.

7. 解剖學,生理學,胚胎學上種種證據,可確定生物形質的同異,和進化退化的原始.

8. 古生物學,分類學,分布學上種種證據,可確定生物類緣的遠近和進化的系統.

問 題

1. 物種由來的問題,得分析為生命原始,種屬原始和個體原始的三項,試分別論之.

2. 特創說和生物偶生說有何異同？
3. 現時對於進化學說已證明的要點，分別條舉之。
4. 達爾文氏和拉馬克氏的學說有何不同？
5. 惠詩曼氏和賓佛雷氏的學說，何以屬於新達爾文學派？
6. 何爲新拉馬克學派？
7. 後天習得性是否遺傳？例證之。
8. 自然淘汰說和突變說有何不同？
9. 生存競爭的原因若何？
10. 現時進化學說的理論和研究的趨勢如何？

第十六章 分類

第一節 分類的必要和其方法

地球上生存的生物，動植紛陳，種類繁複，使無條理以判別，系統以賅括，則不僅關係不明，抑亦無從考較。故自古迄今，學者於生物的分類，均定有標準，列有法式，以區分動物植物的種系，大別之有人爲分類和自然分類的兩種。

甲.人爲分類法 Artificial classification 係專依人爲的便利，自由確定標準，區分動植物爲若干類；此法現已廢棄，然其起源則極悠遠，如阿里士多德氏曾分動物爲有血類 Enaimate 和無血類 Anaimate 的兩大類；前者更分爲胎生四足類，鳥類，卵生四足類和魚類的四類；後者更分爲軟體類，甲殼類，昆蟲類和有殼類的四類。氏復分植物爲喬木，灌木和草本的三部。是乃二千年以前人爲分類的起源。後經歷代學者的增訂，日有進步。至十八世紀生物學大家林那氏 Linne (1707 - 1778)，分動物爲哺乳類，鳥類，兩棲類，魚類，昆蟲類，和蠕蟲類的六大類，分植物爲二十四綱；人爲分類法，至林

氏可謂大成,但其標準和程序,全不合進化的法則,和自然發達的程序。

乙.自然分類法 Natural classification 自法儒顧維爾氏 Cuvier (1769-1832) 於比較解剖和古生物上的發見分類方法因之一變,自拉馬克氏 Lamarck (1744-1829) 的進化論出,而分類方法又一變,迨達爾文氏 完成生物進化學說後,而自然分類的系統,方始確定,由下等而高等,從單純而繁複,其間皆有親疏遠近的相關進化發達的程序,依此標徵,更用綱目類列的法式,區分動植物為若干階段而相互連絡維繫,其例如下:

界 Kingdom (動物或植物)

門 Phylum

綱 Class

目 Order

科 Family

屬 Genus

種 Species

門,綱,目,科,屬,種,六階段,係就各生物構造的同異,和類緣的遠近比較而定,在同一階段的生物,必具同一的特徵和類似的形質,階段愈近,則特徵亦愈類,其考查的方法,固不止一端,而事實的根據,則不外下列的數項:

1. 從比較解剖上詳細辨認生物的同源 Homologous 和同功 Analogous, 而體制的繁簡, 和發達進化的變異, 均可明晰.

2. 從胚胎發生上研究器官的原始和發育的經歷, 於生物進化的系統可以推測.

3. 從化石上搜尋各生物的遺跡, 可考較生物系統進化的歷史, 和種屬的由來, 而類緣的遠近親疏, 可以確定.

上述三條實為自然分類的共同標準, 生物種屬即由此判別其自然位置, 確定其進化系統, 依規律而考查變異, 就已知而決定未知自然分類的功能, 胥是乎在.

第二節 植物分類的大綱

植物分類起源極早, 但最初僅注意於有花植物而孢子植物和真菌類, 至十九世紀始漸精進, 現時植物分類, 大多依德儒恩格爾氏 Engler 的分類法, 茲記其大綱如下:

分生植物門 Schizophyta 單細胞體, 無色或含綠色和藍色素分裂生殖.

黏菌植物門 Phytosarcodina (Myxothallophyta) 無細胞膜的原形質體, 營變形蟲狀的運動特稱原形體 Plasmodium.

鞭毛植物門 Flagellata 單細胞體, 具一或數個的鞭毛, 能活潑游泳.

蟲藻植物門 Dinoflagellata 單細胞體, 具縱走和橫走的兩

鞭毛並有兩個以上甲狀板的細胞膜。

矽藻植物門 *Bacillariales* 單細胞體，爲蓋狀兩半部構成，細胞膜含有硅酸物質。

接合植物門 *Conjugatae* 單細胞或簡單的多細胞體，有葉綠色質，營接合生殖，然決不生游走子。

綠藻植物門 *Chlorophyceae* 單細胞或多細胞體，葉綠體甚發達，同化產物爲澱粉。

輪藻植物門 *Charales* 多細胞體，有類似根莖葉的分化，葉輪生莖節，雌雄器同株，均着生莖節。

褐藻植物門 *Phaeophyceae* 葉狀體，含有類似葉綠的褐藻素。

紅藻植物門 *Rhodophyceae* 絲狀或葉狀體，含有葉綠素和紅藻素。

真菌植物門 *Eumycetes* (*Fungi*) 單細胞或多細胞的菌絲體，或由菌絲構成菌組織，無葉綠素和相類似的色素，多寄生，孢子生殖。

苔蘚植物門 *Archegoniata* 多細胞體，有根莖葉的分化，但維管束不發達，無性的孢子生殖，和有性的精卵配偶生殖，循環交替。

a. 苔蘚植物亞門 *Bryophyta* 有性世代極發達，維管束分化不全，無性世代的孢子體，常附着於有性世代體上。

b 蕨類植物亞門 *Pteridophyta* 無性世代極發達,維管束亦完全分化,有性世代的原葉體甚小,大多自營生活,種子植物門 *Spermatophyta* 根莖葉三部完全發達,維管束複雜分化,有性世代完全退化,雌器雄器即附生於無性世代體上而發育。

a. 裸子植物亞門 *Gymnospermae* 胚珠着生於露出的鱗片上,無子房的部分,概為木本。

b. 被子植物亞門 *Angiospermae* 胚珠包藏於子房中,形成極發達有性世代退化,并無動性的精子。

第三節 動物分類的大綱

動物分類的詳略,和排列的程序,各學者微有不同,茲舉其近時通行的大綱如下:

原生動物門 *Protozoa* 單細胞,無器官,無組織,時或成羣體,然各細胞概同形,生活上各具獨立性。

海綿動物門 *Porifera*, 體具兩層的組織,體壁有多數陷沒的孔穴,體內有間充質,內含針骨或海綿絲和鞭毛室。

腔腸動物門 *Coelenterata* 體具兩層的組織,輻射對稱,具觸手,刺絲胞和單一的腔腸,體形分水螅形和水母形的兩種。

扁形動物門 *Platyhelminthes* 體為三層的組織構成左右對稱,背腹扁平,腔腸單一,無肛門。

紐形動物門 *Nemertini* 陸生或水生，扁平或圓筒狀的蠕蟲，有口和肛門，具吻管，腸管和血管系。

圓形動物門 *Nemathelminthes* 體左右對稱，圓筒形，具真體腔和腸管，有口和肛門。

毛顎動物門 *Chaetognatha* 海洋漂游動物，體左右對稱，無色透明，頭部有剛毛列圍繞，體部有體腔，尾端有一個尾鰭，雌雄同體，僅矢蟲 *Sagitta* 的一科種屬不多。

輪形動物門 *Trochoelminthes* (*Rotifera*) 水生極微小的動物，顯微鏡下纔可觀察，體外被以透明的角質皮膜，有鉗狀的尾，或尾部分泌黏質附着於他物。

環形動物門 *Annelida* 全體為同形多數環節合成，體腔發達，依環節的分界而有隔膜，雌雄同體或異體，具發達的血管系。

前肛動物門 *Prosopygii* 附着生活，合體或單體，背側短縮，口和肛門常相接近，口端有多數纖毛的絲狀觸手，腸管和體腔均發達，雌雄同體或異體，如苔蘚蟲類 *Bryozoa*，筲蟲類 *Phoronida*，腕足類 *Brachiopoda* 等屬之。

軟體動物門 *Mollusca* 體無環節，為柔軟的肌肉質，外被介殼，具體腔。

棘皮動物門 *Echinodermata* 體輻射對稱，係五數的體輻 *Antimeres* 構成，體腔發達，內具水管系，以管足營運動。

節足動物門 *Arthropoda* 體左右對稱,全體爲異形的環節構成,具成對有環節的肢,外骨骼和體腔均發達。

脊索動物門 *Chordata* 體內幼時均發生脊索 *Notochorda*, 胚體或成體,具鰓裂孔,於消化管的背側,有神經索。

a. 腸鰓動物亞門 *Enteropneusta* 蠕蟲狀的脊索動物,棲於海岸沙泥中。

b. 被囊動物亞門 *Tunicata* 體囊狀,外被角質或纖維素的被囊,海產。

c. 頭索動物亞門 *Cephalochorda* 體形如魚,有永存的脊索,頭部不發達,故又稱無頭動物 *Acrania*。

脊椎動物門 *Vertebrata* 體制完全發達,概可分爲頭、胴、尾和四肢各部,脊索或終生存在,或一部變爲脊柱,或完全退化而脊柱爲多數脊椎骨連合而成,爲體軀的中軸。

提 要

1. 分類學是用歸納的方法,來區分自然界生物的種系,明瞭動植物進化發達的階段和關係。

2. 生物有遠近親疏的類緣,有高下同異的差別,分類學的研究,即注意生物的類緣和差別,而加以區分,列爲體系。

3. 人爲分類係自由選擇的標準,便於辨名識物,和進化法則和自然系統無關。

4. 自然分類的標準,係根據解剖,胚胎和化石上種種證據,以確定生物的發達階段和自然地位.

5. 自然分類的系統,與生物進化的程序完全一致.

問 題

1. 人爲分類的起源和發達的情形如何?

2. 自然分類如何起源?

3. 人爲分類和自然分類有何不同?

4. 自然分類和進化法則有何關係?

5. 就植物分類的大綱,說明其進化發達的要點.

6. 就動物分類的大綱,說明其進化發達的要點.

第十七章 動植物和人生的關係

第一節 生物の利用

生物可供人生利用的範圍，非常廣博，即就衣食住行而論，無一不取給於動植物，人生的安寧幸福，社會的產業經濟，其維持發展，亦和生物の利用有重大的關係。

利用生物的程度，和文化學術的進步俱增，古代原始人類或今日未開化的人種，大多茹毛飲血，穴居野處，無耕稼畜牧蠶桑等的智識，無宮室衣服舟車等的器用，生活簡陋，需求無多，迨智識稍進，則游牧漁畋，蠶桑耕織，經驗愈富，利用亦愈廣，至後，人口繁息，需求愈多，於是利用程度，日益增進，農林事業，因以勃興，工藝製作，漸以發展，時至今日，則育種改良，製造生產，不僅為天然物的利用，更進而人為的加工創造，故人生和生物的關係，尤為繁複，茲就普通利用的範圍，略記如下：

1 食用 植物的穀菽果蔬，動物的鳥獸魚介，為吾人主要的食物，而香辛糖類珈琲茶煙等嗜好品，消費亦多，更由

是等原料,製
造的食物,尤
不勝枚舉。

2 工藝用

巨大的木
材,可供船舶
橋梁家屋等
建築,次之則
爲器具,印板,
雕刻製紙薪
炭等需用。韌
皮纖維主爲
紡織製紙的
原料,油脂樹
膠蠟漆染料
等,均取材於
植物。而羽毛,
鱗甲,牙,蹄,皮,
骨,貝殼,絲,菌
等動物原料,
亦爲製器用



第一百八十八圖 藥用植物和觀賞植物

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. 天竺葵 <i>Pelargonium</i> | 4. 金雞納樹 <i>Cinchona</i> |
| 2. 波斯菊 <i>Corcopsis</i> | 5. 牻牛兒苗 <i>Geranium</i> |
| 3. 大理菊 <i>Dahlea</i> | 6. 毛地黃 <i>Digitalis</i> |

衣服的要需。

3. 藥用 動植物可為藥用的，更為繁夥，中國舊藥無一不取材於動植物，本草綱目所載盡屬藥材，現時新藥如嗎啡、大黃、地黃、麻黃、茴香、古柯 Cocain，樟腦、薄荷、馬錢、番木鱉、金雞納霜等皆為植物的製品，更如近日流行的免疫血清、免疫苗、生活素和內分泌腺的製劑等概利用動物或動物的生產物精製而成，於治療上功效甚著。

4. 肥料和飼料 豆科植物和禾本科植物主用為牧草以飼養家畜，並用為綠肥以膏腴農田，而動物的糞便、內臟、血液、骨屑等，均可製為肥料。

5. 觀賞和愛玩 奇花異草、鳥獸蟲魚，供人類耳目聲色的娛樂，大地錦繡，全藉動植物生息而成，庭園景色，尤非動植物點綴莫致，而動物園、植物園、水族館、博物館等，一方固為學術的考求，一方實為賞玩的施設，愛好自然、審美習尚，亦因人文的進步而發展。

總之，人智日進，則利用範圍，和厚生方法亦日益廣博，古時所謂斧斤以時，網罟以節，則材用無虞匱乏，是乃利用天然產物的經驗，今者則育種有方，生產有術，物阜民富，本可預期，是等事功，生物學科的研究，乃其始基。

第二節 生物的毒害

上節係專記生物有利於人生的事項，證明人類生存，和生物利用有密切的關係，但亦有許多生物，不僅不能利用，且有非常的毒害，足以致疾病遭死亡。在草昧時代，防衛無方，人生不絕受生物的毒害而損失死亡，固為常事。至於近世，則防衛毒害的方法，日益完密，損失死亡漸以減少。然人生和生物關係，異常繁複，稍一疏虞，則毒害立即侵襲，如毒蛇猛獸，寄生蟲病原細菌等，為直接的毒害。如害蟲，害鳥，病菌等則為間接的毒害。分述如下：

甲 直接毒害

1. 寄生蟲病 *Parasitic disease* 人體的內外，時有他種動物寄生，發生種種疾病，如疥癬蟲毛蟻蟲蝨蚤等，皆屬外部寄生蟲，吸吮血液，或破壞組織，致成皮膚病，或為其他傳染病的媒介。如肝蛭綠蟲蛔蟲十二指腸蟲等，皆屬內部寄生蟲，潛伏於內臟，發生重病，甚或死亡。（參觀第一百六十一圖）

2. 傳染病 *Infectious disease* 係生活的微生物傳入人體，增殖發育，產生毒素，致局部或全身組織器官，起中毒現象，且易於傳播感應。如猩紅熱 *Scarlatina*，天花 *Variola*，沙眼 *Trachoma*，沙疹 *Morbilli*，狂犬病 *Lyssa* 等，係超越顯微鏡的病原微生物，其病原體尚未明瞭。如黃疸疫 *Morbus weilii*，梅毒 *Syphilis* 等為螺旋絲狀的病原微生物，如白喉 *Diphtheria*，肺結核 *Tuberculosis*，傷寒 *Typhus abdominalis*，霍亂 *Cholera*，赤痢 *Dysentery* 鼠

疫 Pest, 淋病 Gonorrhoea, 麻瘋 Lepra 等, 均為病原細菌所發生。

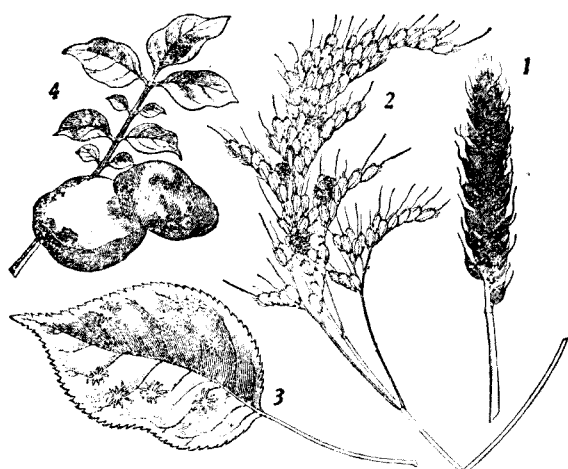
(參觀第八十四圖) 此外如睡眠病 Sleeping disease, 瘧疾 Malaria 等則屬原生動物的病原體, 是等傳染病大都危險, 急性的頃刻死亡, 慢性的亦終身殘廢, 近時因免疫血清 Immuno-serum 和免疫苗 Vaccine 等治療方法的發明, 有許多傳染病已得有相當的防衛方法。

乙 間 接 毒 害

1. 蟲害 Worm-injury 動物加害於果樹森林和各種農作物的種類甚多, 每致釀成饑饉荒歉, 民不聊生, 其中以昆蟲類為最, 如烏蠅, 蛄, 蠅, 蟻, 螞蟥, 地蠶, 尺蠖, 松毛蟲, 螟蟲等, 皆為昆蟲類的幼蟲, 為蔬果棉麻稻麥禾黍的大患, 更如浮塵子, 飛蝗, 蚜蟲, 介殼蟲, 天牛, 椿



第一百八十五圖 蟲害
A 蠅蟲和蠅蟻 B 浮塵子



第一百九十圖 菌害

1. 麥的黑穗病, 2. 稻穗病,
3. 梨的赤銹病, 4. 馬鈴薯疫病,

象等,盡係著名的害蟲,種類繁多,生殖迅速,驅除匪易。昆蟲類以外尚有線蟲,蟻類,壁蝨類等,亦足以傷害植物,減少生產。

2. 菌害

Fungi-injury 菌類寄生於栽培作物,致植物全部枯死,或組織器官硬化腐化,為植物的病害。最普通的為黑穗菌類 *Ustilaginea*, 銹菌類 *Accidiomyces* 和真子囊菌類 *Euscalos* 等三大類種類繁富,生態複雜,當專門研究植物病害,方能詳盡。

此外尚有鳥獸的侵襲,高等寄生物的繁榮,均足以使農林園藝畜牧蠶桑上,受重大的損失,產業因以低落。

上述直接間接的毒害,僅略舉其大凡,未能詳盡。人類為謀生活的安全,和生產的增進,當從事研求,設法防衛。自科學的農藝日新月異,而病蟲害的損失漸少,自衛生醫術發展進步,而病原傳染的危險亦漸滅,故人類趨利避害的技

能安寧幸福的範圍，全視吾人努力程度的如何而定。

提 要

1. 利用厚生的範圍，因人文進步而發展。
2. 衣食住行的物質供給，概取材於動植物。
3. 愛好自然，審美習尚，亦因人文進步而發展。
4. 生物對於人生直接的毒害，主為寄生蟲病和傳染病。
5. 生物對於人生間接的毒害，主為蟲害和菌害。
6. 趨利避害的技能，安寧幸福的範圍，全視吾人努力的程度而定。

問 題

1. 試就食用的動物和植物，分別類列其品名性狀。
2. 試就工藝用的動物和植物，分別類列其品名性狀。
3. 試述蛔蟲的生活史。
4. 試述瘧病原蟲的生活史。
5. 銹菌類的生活狀況舉例說明之。
6. 肺結核的病狀如何？
7. 梅毒的經過病狀如何？
8. 免疫血清如何製成？有何功能？
9. 疫苗如何製成？有何功能？
10. 傳染病的傳播情形如何？有無預防方法？

第十八章 人類的由來

第一節 人類研究的發軔

人類研究的思想，起源很早，人何以爲萬物之靈？人的原始究由何來？在草昧未闢的時代，就有此懷疑。人類求知的本性對於自身的來源，非常急切的要求解決，但人類研究的證據，尙未十分詳盡，到現在有許多問題，還是不能完全解決。

埃及文明時代，分人類爲紅色人，黃色人，黑色人，白色人四大類，這四類人種的由來，大都是神話，總不外乎上天所生神明所造；中國古來思想，亦是如此，但是有許多拜物教的民族，則認其所崇拜的物類，卽爲其先祖。

希臘文化最爲發達，關於人類的研究，亦較進步，阿里士多德氏以爲人是有思考有理性的動物，且分自然物爲動物、植物和人類的三大類，認人屬自然物的一種，和動植並列區分，確有獨到的見解。

阿氏以後，希臘文化消沉，耶穌出世，創世紀的思想發生，

對於人類的由來，均以爲天生神造，無所發明。至第十四紀以後，因地理和人文的進步，關於人類研究復見活動。意人馬哥保羅 Marco Polo (1254—1323) 來中國游歷，介紹東方文化於歐西，始知有東亞人種。後來再有哥倫布 Columbus 發見美洲，麥哲倫 Magellan 環航世界，於是學者纔有世界觀念，人類研究之思想和材料，大爲增進。

自1859年達爾文發表物種由來的著述，說明生物進化的法則，認人類並非萬物之靈，和犬馬等同其原始。此種主張，在當時學術思想上，激起大革命，研究人類的興趣因以日增，漸成爲專門的學術，故人類學 Anthropology 的學科，至十九世紀的末期，始告成立。

第二節 人類形態的特徵和自然的位置

人類的形態，和其他哺乳類相類，得分爲頭、胸、四肢等部分。頭部顛圓額突，顏面部分較小，上下顎縮短，齒數減少，智齒退化，眉部不突起，無眼窩結節，頤部發達。至於胸部則分胸腹二部，直立平均發展，而四肢則手足異形，指能握物，趾蹠步行，上肢較下肢短三分之一，是皆人類的特徵。由此可以決定其分類上的位置如下：

脊椎動物門 Vertebrata

哺乳綱 Mammalia

靈長目 Primates

猿猴亞目 Simiae

狹鼻族 Catarrhini

人科 Hominidae

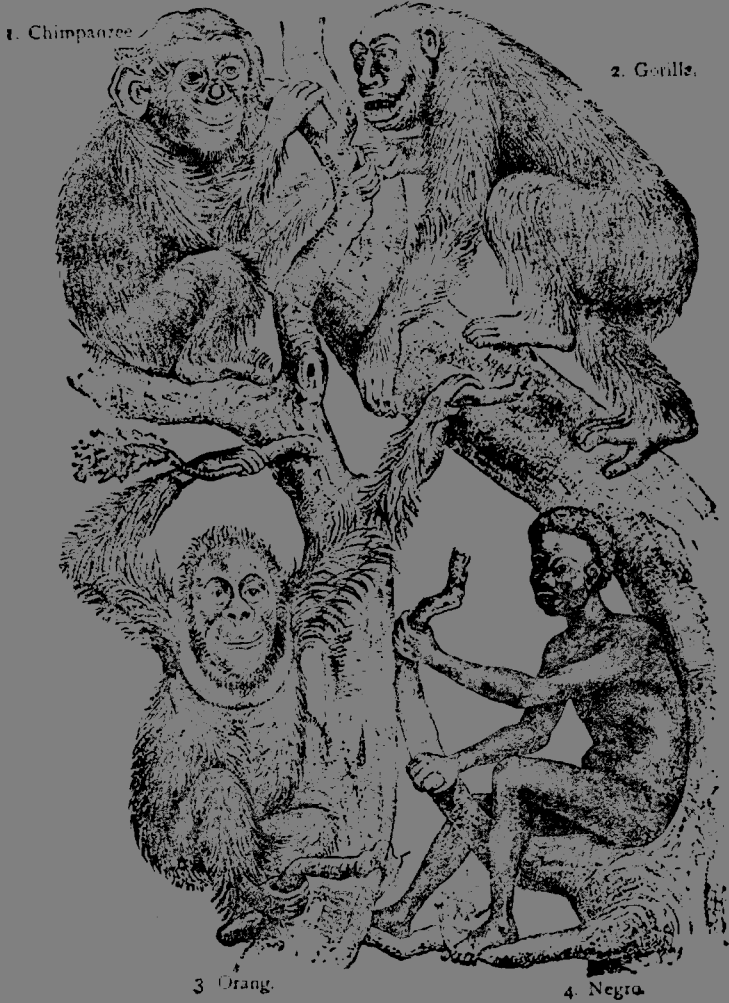
人 *Homo sapiens* L.

據上所述，則人類在自然的位置早經確定，人爲哺乳動物的一種已毫無疑義，即宗教家亦不能加以否認。

第三節 人類的先祖

人類在自然的位置，既經確定，但人類先祖的由來，則學說分歧，頗多爭論，可大別爲下列兩種：

1 人猿說 此說發端於達爾文 達氏定人類屬於猿猴的系統，後來有許多學者，偏信達氏，更爲推論，竟明白主張，認人是從猿猴進化而來，其證據則有三點：(a) 人的臂毛，自肩至肱，多向下順生，自肘至手背，多向上倒生，和猿猴一樣，可證明人類的先祖和猿猴同經過樹林生活，臂毛倒生，則雨滴不致淋濕手掌。(b) 人腦和黑猩猩的腦質和量多同。(c) 人血清和猩猩或黑猩猩的血清能起反應現象。最近英國著名人類學家寇士氏 *Arthur Keith*亦確認人類爲類人猿所進化，但就心理上行爲上，生理上和進化上的證據，則疑義甚多，此說頗難成立。

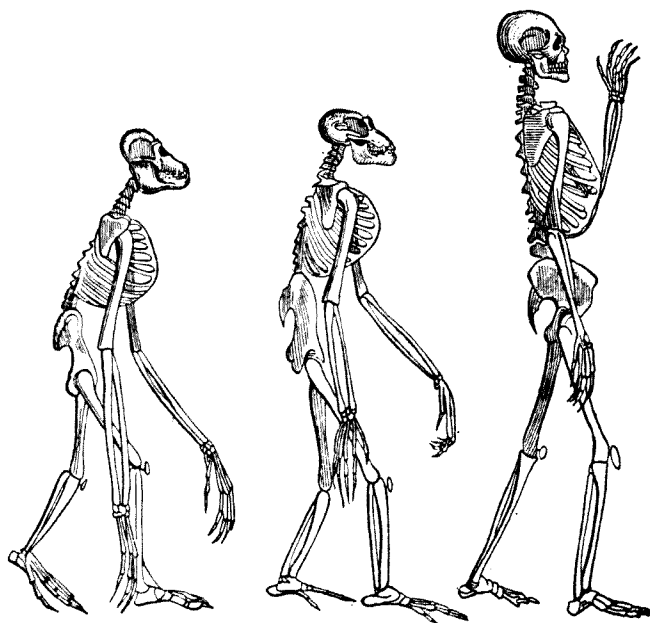


第一百九十一圖 類人猿猴和黑人

1 黑猩猩, 2 大猩猩, 3 猩猩, 4 黑人,
(Haeckel's Evolution of Man)

2 人猿同祖說 此說為美國奧斯朋氏 Osborn 所主張，

以為人
祖和猿
猴係同
宗演進，
並非自
猿猴直
接進化。
其論證
有兩點：
(a) 在千
萬年以
前，地球
上已發



第一百九十二圖 黑猩猩，大猩猩和人的骨骼。(Haeckel)

現人類，高等猿猴類亦同時生存，不過猿猴營樹林生活，人類則營平原生活。(b) 千萬年以前所現出的人類係一種原人 Primitive man (Dawn man) 並無家族，僅有母系，其後裔或分派為人類和類人猿的兩支，其起源或為同祖，但分支演進，以後分離發達，各成獨立的系統。

第四節 原人的特徵和原人的化石

據現時研究,知人祖爲原人化石上發見的種類甚多,最古的原人能直立步行,上肢較下肢爲短前額向後平削,眉部突起,有眼窩結節,顏面下部向前突出,顛部向後退縮,犬齒強大,皮膚黃色,毛髮赤色,已發見的化石有下列數種:



第一百九十三圖 有史以前原人頭骨的模式

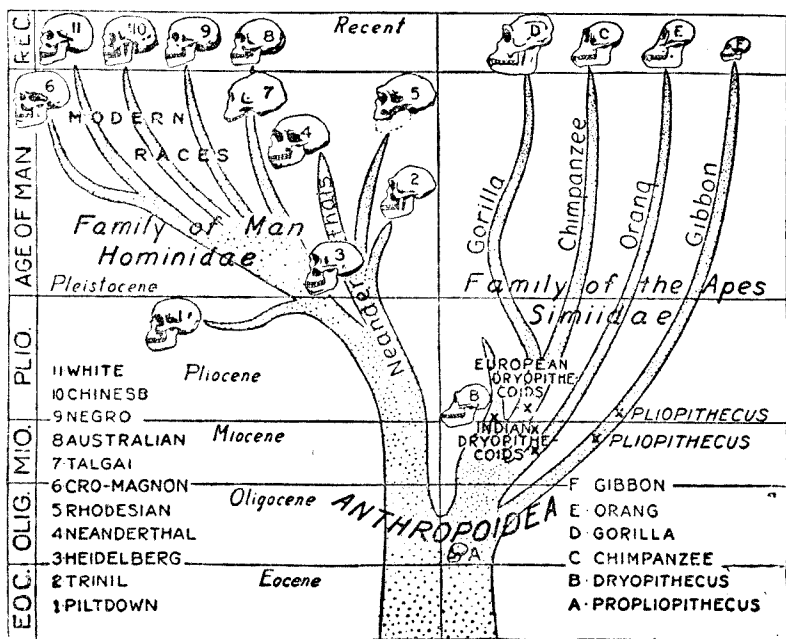
- 1 直立猿人 (爪哇原人) Trinil man (*Pithecanthropus*)
- 2 辟爾當原人 Hildown Man (*Eoanthropus dawsoni*)
- 3 尼安特他爾原人 Neanderthal man
- 4 克羅馬尼原人 Cro-Magnon man

1. 尼安特他爾原人 *Homo neanderthalensis* (*Homo primigoidis*) 1856年在德國發見,頭圓額扁,具眼窩結節,眉部突出,犬齒不著,和大猩猩的頭骨相類。

2. 奧林尼原人 *Homo aurignacensis* 1861年在法國發見,頭圓,無眼窩結節,和猩猩的頭骨相類。

3. 克羅馬尼原人 *Crô-magnon man* 1868年在法國克羅馬尼洞穴中發見體高大,頭狹長,顏面部廣闊,鼻高無眼窩結節,較其他原人爲進步略和現代高加索人種相近。

4. 直立猿人 *Pithecanthropus erectus* 1894 年在爪哇發見體



第一百九十四圖 人和猿系統的關係,和原人進化支派的模式

Hominidae 人科

- 1 Pittdown 辟爾當原人
- 2 Trinil 直立猿人 (爪哇原人)
- 3 Heidelberg 海德爾堡原人
- 4 Neanderthal 尼安特他爾原人
- 5 Rhodesian 勞特鄉原人
- 6 Cro-magnon 克羅馬尼原人
- 7 Talgai 塔爾蓋原人
- 8 Australian 澳洲土人
- 9 Negro 黑種人
- 10 Chinese 黃種人
- 11 White 白種人

Simiidae 類人猿科

- A. Propliopithecus 原始猿猴
- B. Dryopithecus 樹生猿猴
- C. Chimpanzee 黑猩猩
- D. Gorilla 大猩猩
- E. Orang 猩猩
- F. Gibbon 長臂猿

軀直立，頭扁，前額突出，犬齒不著，其形質實位於人和猿的中間，或為原人的先祖。

5. 海德爾堡原人 *Homo heidelbergensis* 1907年在德國發見頭扁額突，犬齒尖銳。

6. 辟爾當原人 *Eoanthropus dawsoni* 1913年在英國發見頭圓額平廣，犬齒不著，和現生人類相同。奧斯朋氏認為最古的原人，和類人猿分支的始祖。

7. 北京原人（中國原人）*Sinanthropus pekinensis*，1929年在中國河北省房山縣周口店發見較爪哇的直立猿人為進步，和英國辟爾當原人相當，其腦量和齒形，完全和現生人類相等為中國發見的最古原人。

以上僅舉原人的化石種類，其演進的程序，和相關的系統，則學者見解，尚未一致。

第五節 人類出現時代和其發祥地

人類出現時代，大約在地質時代新生代第三紀鮮新世 *Pliocene epoch* 的末期距今至少一百萬年，至多則在二千萬年以上，可知原人在地球上活動時期非常久遠，自原人演進為人類，復經過長期間的原始生活，始發達為有文化的人羣。

關於人類的發祥地亦有種種主張有謂人類始現於北

極地帶，係歐亞美三洲連接的區域；有謂來自大西洋大陸 *Atlas*；又有謂起源於印度洋大陸 *Leulia*，是等地方皆出現於地質時代，現時已變遷消滅，認人類發源於以上的地方，稍嫌理想。最近奧斯朋氏則主張人類發祥於亞細亞的北部，氏在亞洲蒙古考察，採集不少化石，愈堅信其主張；而北京原人的發見，更可爲氏說的左證。但是否確當，尙不能決定。

人類由來的問題，在生物學和化石學方面，已有相當的基礎。人猿說不免過於偏激，而人猿同祖說則較爲穩固。人類和猿猴，決非直系的進化，然其類緣的親密，血統的相關，實無可疑義。現時所應討論的問題，在原人和猿猴的先祖究何自分支，其支派絛衍，究如何程序，則以化石所得，系統尙未完全，形體又多殘缺，祇可留待將來的考證。至於人類的種系，和發祥地的問題，則當於人種學，考古學，人類學等各分科中，專精討論，非本編所能殫述。

提 要

1. 人類學的研究，有兩方面：(1) 體質研究，以動物學，化石學，心理學，生理學等學科爲基本；(2) 文化研究，以考古學，語言學，社會學，風俗學，人種學等學科爲基本。

2. 關於人類種屬的支派，有單元說 *Monism* 和多元說 *Pluralism* 的兩種。前者認世界人類，來自共同的先祖，故人

種應一律平等；後者則謂現世人類起源於多數系統，決非同祖，故文化有文野，人類亦有高下。

3. 原人化石大多殘缺不完，其形態的全部，係根據相關的法則而推測。

4. 人猿說以爲人祖即類人猴類所演進，故人祖即猿猴，人類即爲類人猴類的支裔。達爾文氏祇論其大凡，而赫胥黎氏始詳細推論。

5. 人猿同祖說，以爲人和猿並無直接關係，類人猴類和人類全屬兩系。不過原人的始祖，和類人猴類的始祖，或同其源，以後分支演進，各成獨立的系統。

6. 中國原人，係1927年中國地質調查所在房山縣周口店地方發見白齒一枚，經瑞典人類學家步達生氏Davidson Black 鑑定命名。至1929年復經斐文中氏在同地發見完整的頭骨，爲中國創始發見的人類化石。

問 題

1. 特創說對於人類由來的解釋若何？
2. 試比較原人和類人猴類形質上的異同。
3. 原人和現生人類的形質有何不同？
4. 人猿說和人猿同祖說有何異點？
5. 關於人類發祥地的討論，舉其所知。
6. 人種平等，爲現世民族上的大問題，試論列之。

生物學中西名詞索引

A	PAGE		PAGE
Abiogenesis, 無生原始說.....	9	Analogous, 相似.....	335
Absciss layer, 離層.....	295	Analogous organ, 同功器官.....	102
Accessory food factors, 副營養素	124	Analogy, 同功.....	101
Acquired character, 後天習得性..	236	Anaphase, 後期.....	44
Acrania, 無頭動物.....	339	Anatomy, 解剖學.....	4
Acromegaly, 末端肥大症.....	185	Anaximander, 安那克西曼特氏.....	309
Activity, 活動性.....	12	Anaximenes, 安那克西萌斯氏.....	303
Adaptation, 適應.....	285	Ancylistis closterii, 黴菌一種.....	47
Adaptability, 適應性.....	15	Anemophilous plant, 風媒植物....	296
Addisonic disease, 阿狄孫氏病...	185	Angiospermae, 被子植物亞門.....	337
Adrenal, 副腎.....	184	Animal organ, 動物性器官.....	74
Adrenalin, 副腎精.....	185	Aniridia, 虹彩缺乏症.....	278
Adventitious bud, 不定芽.....	204	Anisogamete, 異形配偶子.....	196
Advertising coloration, 廣告色...	293	Anisogamy, 異形配偶.....	210
Aecidiomycetes, 銹菌類.....	346	Anlageplasm, 原基質.....	237
Agglutinine, 凝集素.....	147	Annelida, 環形動物門.....	338
Akkas, 小黑奴族.....	270	Annual ring, 年輪.....	77
Albinism, 白子.....	269, 279	Antagonistic character, 相對形質	240
Albuminous gland, 卵白腺.....	93	Antheridia, 藏精器.....	212
Albumose, 蛋白乳糜.....	142	Anthropology, 人類學.....	350
Aldrovanda, 貉藻.....	171	Anti-enzyme, 反酵素.....	97, 127
Alexine, 溶菌素.....	147	Antimeres, 體輻.....	338
Alimentary canal, 消化管.....	85	Antipodal cell, 反足細胞.....	82
Allantois, 尿膜.....	229	Antitoxin, 抗毒素.....	147
Allelomorphic pairs, 相對形質...	240	Anxospore, 增大孢子.....	206
Allium Cepa, 玉蔥.....	47	Apothecium, 裸子器.....	205
Alluring, 欺詐.....	294	Archaeopteryx, 始祖鳥.....	326
Ambulacral system, 水管系.....	87	Archegonia, 藏卵器.....	212
Amino acid, 氫基酸.....	18, 112	Archegoniata, 苔蘚植物門.....	336
Amitosis, 無絲分裂.....	48	Archenteron, 原腸.....	224
Amnion, 羊膜.....	229	Archesporial cell, 胞源細胞.....	200
Amoeba, 變形蟲.....	23	Archesporium, 胞源組織.....	200
Amoeboid movement, 匍匐運動..	176	Aril, 種皮.....	83
Amylopsin, 糊粉酵素.....	142	Aristotles, 阿里士多德氏.....	1, 309
Animate, 無血類.....	333	Arthropoda, 節足動物門.....	339
		Arthur Keith, 寇士氏.....	351
		Artificial classification, 人爲分類.	333

	PAGE
Artificial selection, 人為淘汰 (人擇).....	315
Ascaris megalcephala bivalens, 馬蛔蟲之一種.....	47, 193
Ascaris megalcephala univalens, 馬蛔蟲.....	47
Ascus, 子囊.....	205
Asexual reproduction, 無性生殖.....	192
Asparagine, 天冬精.....	162
Assimilation, 同化作用.....	14, 162
Aster, 星狀體.....	44
Asymmetry, 不對稱.....	103
Atlantes, 大西洋大陸.....	357
Atta, 亞塔蟻.....	305
Atwater, 阿脫華脫氏.....	122
Auditory organ, 聽覺器.....	100
Automatic activity, 自發的活動性.....	14
Autotomy, 自割.....	294
Avenalin, 麥精.....	112
Azteca, 亞齊加蟻.....	305

B

Bacillariales, 硅藻植物門.....	336
Bacillus radiceicola, 根瘤細菌.....	171
Back-cross, 反交.....	252
Baeyer, 裴伊爾氏.....	158
Bark, 樹皮.....	68
Benzen, 偏蘇 (倫).....	114
Beriberi, 腳氣病.....	123
B-glucosides, B-醣糖體.....	129
Bichat, 畢謝氏.....	49
Bilateral symmetry, 左右對稱.....	103
Bile, 胆汁.....	142
Bilirubin, 胆黃素.....	142
Biliverdin, 胆綠素.....	142
Biogenesis, 有生原始.....	13
Biogenetic Law, 生物發生律.....	231, 323
Biology, 生物學.....	2
Biometry, 生物測定學.....	273
Bisench, 皮生溪氏.....	275

PAGE

Bishop K. S., 皮曉泊氏.....	126
Blastopore, 原口.....	224
Blastula stage, 囊胚期.....	222
Blood-corpucle, 血球.....	145
Blood-plasma, 血漿.....	145
Bomecalorimeter, 測熱量計.....	122
Bombus, 花蜂.....	31
Bony tissue, 硬骨組織.....	61
Boundary tissue, 表面組織.....	66
Brachiopoda, 腕足類.....	338
Brachydactylia, 短指.....	271
Brain, 腦髓.....	100
Breeding, 育種學.....	262
Bronze disease, 青銅病.....	185
Brunnells gland, 蒲倫尼爾氏腺.....	142
Bryophyta, 苔蘚植物亞門.....	336
Bryozoa, 苔蘚蟲類.....	338
Budding, 出芽法.....	204
Buffon, 伯芬氏.....	310
Bulb, 鱗莖.....	204
Bulbil, 珠芽.....	204
Bulblet, 球芽.....	204

C

Callus, 癒傷組織.....	65
Calorie, 加路里 (卡).....	120
Cambium, 形成層.....	65
Capillaries, 微血管.....	88
Carbonhydrases, 碳水化合物分解酵素.....	128
Carbohydrates, 碳水化合物.....	107
Carboxylase, 炭養酵素.....	130
Carotin, 胡蘿蔔精.....	295
Cartilagenous tissue, 軟骨組織.....	61
Caruncle, 種阜.....	83
Caryx, 花芎.....	80
Casein, 乾酪素.....	180, 111, 113
Caseinogen, 酪精.....	141
Casimir Funk, 芬克氏.....	124
Catalase, 分解酵素.....	129
Catalyser, 觸媒物質.....	126

	PAGE
Catalysis, 觸媒作用	42
Catalytic action, 觸媒作用	127
Catarrhini, 狹鼻族	351
Cell, 細胞	49
Cell-division, 細胞分裂	42
Cellobiose, 纖維糖	108
Cell-plate, 細胞板	45
Cellular connective tissue, 細胞 結締組織	60
Cellulase, 纖維素酵素	128
Cellulose, 細胞膜質 (纖維素)	19, 29, 111, 162
Cell-wall, 細胞膜	36
Cenozoic era, 新生代	325
Central cylinder, 中心柱	70, 75
Centrosome, 中心體	36
Centrosphere, 中心球	36
Cephalochorda, 頭索動物亞門	339
Cercaria, 曳尾幼蟲	208
Cecropia adenopus, 蠟巢樹	305
Cerebral ganglion, 腦節(球)	97, 180
Cerebro-spinal system, 腦脊髓系	98
Chaetognatha, 毛顎動物門	338
Charales, 輪藻植物門	336
Charles Darwin, 達爾文氏	31, 271, 313
Chemical stimulus, 化學的刺激	179
Chemotaxis, 走化性	179
Chemotropism, 趨化性	179
Chestnut blight, 栗疫病	299
Chloroplast, 葉綠體	37
Chlorophyceae, 綠藻植物門	353
Cholera, 霍亂	344
Chondrin, 軟骨質	61
Chondriosome, 粒線體	37
Chordata, 脊索動物門	339
Chorion, 絨毛膜	230
Chromatin, 染色質	36
Chromatophores, 色素體	37
Chromogen, 色原質	129
Chromosome, 染色體	36, 43
Chymase (chymosin), 凝酪酸素	130, 141

	PAGE
Cilia, 纖毛	26, 136
Circulatory movement, 循環運動	176
Circulatory organ, 循環器	86
Class, 綱	334
Closed circulation, 閉鎖循環系	87
Closterum, 半月藻	206
Cnidoblast, 刺細胞	58
Cnidocil, 刺絲	58
Coagulase, 凝固酵素	130
Cocain, 古柯精	343
Coelenterata, 腔腸動物門	337
Cold rigor, 寒僵	178
Collenchyma, 厚角組織	68
Colloid, 膠狀體	18
Colour blindness, 色盲症	278
Columbus, 哥倫布	350
Commensalism, 共棲	290
Complete, 完全	102
Complex, 複雜	102
Concentrated nervous system, 集 中神經系	96, 180
Concentric vascular bundle, 中心 維管束	77
Conductive tissue, 輸導組織	68
Conjugatae, 接合植物門	336
Conjugated protein, 混合蛋白質 類	112
Conjugation, 接合	206
Connective tissue, 結締組織	60
Consciousness, 知覺作用	180
Contractile vacuole, 伸縮泡	24, 38
Copulatory organ, 交接器	93
Coreidæ, 綠椿象科	257
Cork, 木栓	67
Corkecambium, 木栓形成層	65
Corolla, 花冠	80
Correns, 高倫斯氏	239
Cosmarium, 鼓藻	206
Cortex, 皮層	70, 75
Cotyledon, 子葉	84
Coupling, 牽引性	256

	PAGE
<i>Crepis lanceolata</i> Mak. var. <i>platyphylla</i> , 黃鵪菜.....	47
<i>Crepis virens</i> , 黃花菜一種.....	47
Crew, 克魯氏.....	277
Crô-magnon man, 克羅馬尼原人.....	354
Crossing over, 綫撮.....	255
<i>Culex pipiens</i> , 蚊.....	47
<i>Cuneatum</i> , 同個體.....	211
Cuticle, 角皮.....	66
Cuvier, 顧維爾氏.....	312
Cytology, 細胞學.....	4
Cytoplasm, 細胞質.....	36, 37

D

<i>Dahlia variabilis</i> , 大理花.....	47
Daltonism, 色盲.....	262, 280
Darwin, C. 達爾文氏.....	26, 197, 228
Davenport, 達文機脫氏.....	270
Davidson Black, 步達生氏.....	358
Deaminases, 有機鹽基酵素.....	130
Death, 死亡,	15
Death mimicry, 擬死.....	294
Deborah Kallikak, 德保拉喀里卡克氏.....	273
Definite collateral vascular bundle, 有限並生維管束.....	77
Dendrite, 樹枝狀纖維.....	63
Derived protein, 誘導蛋白質類.....	112
Determinant, 定生質.....	317
De Vries, 賽佛雷氏.....	239, 263, 318
Dextrin, 糊精.....	109, 110
Dextrinase, 糊精酵素.....	128
Dextrose, 右旋糖.....	108
Diabetes insipidus, 尿崩症.....	277
Diabetes mellitus, 糖尿病.....	277
Diageotropism, 橫地性.....	177
Diastase, 澱粉酵素.....	109
Diastase, Amylase, 糖化酵素.....	128
Diencephalon, 間腦.....	99

	PAGE
Diffused nervous system, 散漫神經系.....	96, 180
Diffusion, 擴散作用.....	39
Digestion, 消化作用.....	140
Digestive gland, 消化腺.....	86
Digestive organ, 消化器.....	84
Dihybrid, 二性雜種.....	245
Dinoflagellata, 蟲藻植物門.....	335
Diphtheria, 白喉.....	344
Diploid, 倍數的(染色體).....	46, 214
Diplozoon, 孖蟲.....	288
Direct development, 直接發生.....	231
Direct nuclear division, 直接核分裂.....	48
Disaccharides, 雙糖類.....	108
Dissimilation, 異化作用.....	14
Distribution, 分布學.....	5
Division, 分裂.....	204
Dysentery, 赤痢.....	253
Dominant character, 顯性.....	241
Doncaster, 唐克斯脫氏.....	259
Dorsal root, 背側根.....	190
<i>Drosera lunata</i> , 茅膏菜.....	171
<i>Drosera rotundifolia</i> , 毛氈苔.....	171
<i>Drosophila</i> , 果蠅.....	259
<i>Drosophila melanogaster</i> , 果蠅.....	47
Drought rigor, 乾應.....	178
Drumond J. C., 特羅孟特氏.....	125
Drying oil, 乾性油.....	114
Dujardin, 杜卻庭氏.....	51
Duplex, 複型.....	264
Dysentery, 赤痢.....	344

E

Echinodermate, 棘皮動物門.....	338
<i>Echinus acutus</i>	259
Ecology, 生態學.....	6
Ectoderm, 外胚層.....	57, 224
Ectoparasite, 外部寄生.....	230
Ectoplasm, 外質.....	24

	PAGE
Edestin, 大麻素.....	141
Egg cell, or ovum, 卵細胞.....	81
Elizabeth Tuttle, 愛麗薩勃托脫兒氏.....	271
Embryology, 胚胎學.....	5
Embryo-sac, 胚囊.....	81
Embryo-sac mother cell, 胚囊母細胞.....	201
Embryo-sac-nucleus (Central nucleus), 胚囊核(中心核).....	82
Emier, 歐米爾氏.....	320
Empedocles, 恩配道克爾斯氏.....	309
Emulsin, 苦杏仁酵素.....	129
Emulsoid, 乳狀.....	18
Enaimate, 有血類.....	333
Enderdomis, 內皮.....	75
Endoderm, 內胚層.....	57, 224
Endoparasitism, 內部寄生.....	290
Endoplasm, 內質.....	23
Endoskeleton, 內骨骼.....	96
Endospore, 內孢子.....	205
Engler, 恩格爾氏.....	335
Enteropneusta, 腸腕動物亞門.....	339
Eoanthropus dawsoni, 辟爾當原人.....	356
Eohippus, 始新馬.....	326
Epencephalon, 上腦.....	99
Epidermis, 表皮(面).....	66, 70
Epidermolysis, 先天性水泡症.....	277
Epilepsy, 癲癇.....	279
Epithelial tissue, 皮膜組織.....	59
Epitheliomuscular cell, 皮肌細胞.....	58
Equatorial plate, 赤道板.....	44
Equisetum arvense, 閩荆.....	48
Equus, 現生馬屬.....	326
Erasmus Darwin, 伊拉茲馬達爾文氏.....	271, 310
Erypsin, 腸液素.....	129, 143
Esterases, 油脂分解酵素.....	129
Ether, 醇精.....	124
Euascales, 真子囊菌類.....	346
Eugenics, 優生學.....	267

	PAGE
Eugenics laboratory, 優生學研究所.....	268
Euglena, 綠蟲.....	26
Eumycetes (Fungi), 真菌植物門.....	336
Eustachian tube, 耳氣管.....	324
Euthenics, 優境覺.....	267
Evans, H. M., 依文斯氏.....	126
Evolution, 進化論.....	6
Excretory organ, 排泄器.....	90
Exocoelom, 外體腔.....	229
Exoskeleton, 外骨骼.....	96
Experiment, 實驗.....	3
Experimental botany, 實驗植物學.....	6
Experimental zoology, 實驗動物學.....	6
External respiration, 外呼吸.....	148
Extra-cellular enzyme, 外生酵素.....	127
Eye-spot, 眼點.....	26
Eykman, 哀克曼氏.....	123

F

Fact, 實證.....	4
Factor, 因子.....	243
Familie zero, 墜落家系.....	276
Family, 科.....	334
Fat-soluble Vitamin A, 脂溶性生活素 A.....	124
Fat tissue, 脂肪組織.....	61
Felis domestica, 家貓.....	47
Female pronucleus, 雌性原核.....	202
Fertilization, 受精.....	82, 208
Fibrinogen, 纖維素原質.....	130
Fibrous Connective tissue, 纖維結締組織.....	60
Fierasfer acus, 隱魚.....	280
Filament, 花絲.....	80
First polar body, 第一極體.....	198
Fission, 分體法.....	204
Flagellata, 鞭毛植物門.....	335
Flagellum, 鞭毛.....	136

PAGE	PAGE		
Flower, 花.....	79	Giantism, 巨大病.....	185
Food vacuole, 食泡.....	38	Glandula tissue, 腺組織.....	69
Formaldehyde, 甲醛(一炭醛).....	117, 158	Glaucoma, 綠內障.....	278
Francesco Redi, 李德氏.....	10	Gliadin, 麥精.....	111, 112
Francis Galton, 高爾登氏.....	268, 273	Glucose, 葡萄糖.....	19, 108
Fructose, 果糖.....	108	Glucosidases, 醣糖體分解酵素.....	128
Fruit, 果實.....	82	Gluten, 麩素.....	121
Fucose, 藻糖.....	108	Glycinin, 大豆精.....	112
Fungi-injury, 菌害.....	346	Glycogen, 肝糖.....	109, 110, 116
Fusion, 癒合.....	101	Goddard, 鄒達德氏.....	273
Fusion of organs, 器官的癒合.....	102	Goethe, 葛帝氏... ..	312
G		Gonochorite, 雌雄異體.....	93, 206
Galactose, 紅藻糖.....	108, 109	Gonorrhoea, 淋病.....	345
Gamete, 配偶子.....	192, 199, 243	Gout, 痛風.....	277
Gametophyte, 配偶體.....	212	Green gland, 綠腺.....	91
Ganglion, 神經節.....	64	Gregor Johann Mendel, 孟德爾氏.....	239
Gastric juice, 胃液.....	141	Grew, 葛露氏.....	49
Gastro-vascular system, 胃水管系.....	86	Growing point, 上長點.....	74
Gastrula stage, 原腸期.....	223	Growth, 生長.....	14
Gel, 凝膠狀.....	18	Growth by apposition, 外着生長.....	14
Gelatin, 動膠質.....	111	Growth by intusception, 內填生長.....	14
Gelatin-pepton, 膠質配百頓.....	141	Gum, 樹膠質.....	110
Gelatinous connective tissue, 膠質結締組織.....	60	Gymnospermae, 裸子植物亞門.....	337
Gemmule, 芽質.....	236	H	
Gene, 因基.....	251	Haeckel, 赫克爾氏... ..	32, 233, 316, 323
Genealogical tree, 系統樹.....	312	Haemocoel, 血體腔.....	87
General physiology, 普通生理學..	5	Haemoglobin, 血紅素... ..	111, 146, 148
Genetics, 遺傳學.....	6	Haemolysine, 溶血素.....	147
Genital gland, 生殖腺.....	186	Haemophilia, 血不凝性.....	262, 280
Genital meatus, 生殖道.....	93	Hairs, 毛茸.....	67
Genital organ, 生殖器官.....	92	Halophyte, 鹽生植物.....	303
Genotype, 性型.....	247	Haploid, 單數的(染色體).....	46, 214
Gentiobiose, 龍胆糖.....	108	Hardening tissue, 強固組織.....	68
Genus, 屬.....	334	Hare-lip, 兔唇.....	271
Geotropism, 屈地性.....	176	Haversian canal, 哈維氏管.....	61
Germ-cell, 生殖細胞.....	192	Heat rigor, 熱癱.....	178
Germ-plasm, 生殖質.....	317	Heliotropism, 屈日性.....	178
Germ-plasm theory, 生殖質學說.....	317	Hemeralopia, 夜盲症.....	280
		Heredity, 遺傳性.....	235

	PAGE
Hereditary deafmutesm, 遺傳性 聾啞.....	278
Hereditary talent and genius, 遺傳的才能和天才.....	268
Henking, 亨金氏.....	257
Hermaphrodite, 雌雄同體.....	93, 206
Heterozygote, 異型接合子.....	245
Higher, 高等.....	102
Hilum, 種臍.....	83
Histology, 組織學.....	4
Hominidae, 人科.....	351
Homo aurignacensis, 奧林尼原人	354
Homogenous tissue, 同質結締組 織.....	60
Homo heidelbergensis, 海德爾堡 原人.....	356
Homologous, 相同.....	335
Homologous organ, 同源器官.....	101
Homology, 同源.....	101
Homo neanderthalensis, 尼安特 他爾原人.....	354
Homo sapiens L., 人.....	351
Homozygote, 同型接合子.....	245
Hopkins, G., 霍布金氏.....	124, 125
Hormone, 刺激素.....	183
Humin, 腐植質.....	112
Hutton, 胡頓氏.....	313
Huxley, 赫胥黎氏.....	16, 316
Hyaloplasm, 透明質.....	17
Hybridization, 雜種說.....	321
Hydra 水螅.....	57
Hydrolysis, 加水分解.....	41
Hydrotaxis, 走水性.....	178
Hydrophilous plant, 水媒植物....	297
Hydrotropism, 屈水性.....	178
Hyperidrosis, 多汗症.....	277
Hypocotyle, 胚軸.....	83
Hypophysis, 腦下垂體.....	185
Hydrophyte, 水生植物羣落.....	302
Hypostome, 口盤.....	136
Hypotrichosis, 多毛病.....	277

	PAGE
I	
Ichthyosis, 魚鱗癬.....	277
Idioplasm, 遺替質.....	237
Idioplasmic theory of Nägeli, 內 裔里氏遺替質說.....	237
Immunoserum, 免疫血清.....	147, 345
Incomplete, 不完全.....	102
Indefinite collateral vascular bundle, 無限並生維管束.....	76
Indirect nuclear division, 間接核 分裂.....	43
Infectious disease, 傳染病.....	344
Inheritance charactor, 遺傳形質.	235
Insulin, 胰精.....	187
Integument, 珠皮.....	81
Intercellular substance, 細胞間質	30
Internal respiration, 內呼吸.....	149
Internal secretion, 內分泌.....	184
Internal secretory gland, 內分泌 腺.....	183
Interstitial cells, 間充細胞.....	58
Intestinal juice, 腸液.....	142
Intracellular enzyme, 內生酵素....	127
Intramolecular respiration, 分子 間呼吸.....	165
Inulin, 菊糖.....	110
Invertase, 轉糖酵素.....	128, 143
Ion, 離子.....	41
Irritability, 刺激感應性.....	15
Isogamete, 同形配偶子.....	196
Isogamy, 同形配偶.....	210
Isolation, 隔離說(獨在說).....	321
J	
Johansen, 約翰孫氏.....	262
Johnathan Edward, 郁那生受德 華氏.....	271
Jorger, 喬爾奇爾氏.....	276
Jurassic period, 侏羅紀.....	326

	PAGE		PAGE
K			
Kallima, 木葉蝶.....	292	Lilium japonicum, 百合.....	47
Karl Pearson, 披耳孫氏.....	268	Linin, 核網.....	36
Karyokinesis, 核動機能.....	52	Linkage hypothesis, 環連說.....	255
Karyoplasm, 核質.....	36	Linne, 林那氏.....	28, 310, 333
Keratosiis, 角化症.....	277	Lipase, 脂化酵素.....	114, 129, 140, 143
Kinetic energy, 動能.....	116	Lipins, 脂油.....	113
Kingdom, 界.....	334	Lipoid, 擬脂.....	113
König, 康尼顯氏.....	149	Locomotive organ, 運動器.....	94
L		Locustidae, 螞蟥科.....	257
Lactalbunin, 乳蛋白質.....	112	Lotsy, 洽茲氏.....	321
Lactase, 乳糖酵素.....	128, 143	Lower, 下等.....	102
Lacticiferous vessel, 乳管.....	69	Lyell, 藍懿爾氏.....	313
Lactose, 乳糖.....	109	Lygaeidae, 長椿象科.....	259
Lacune, 骨窩.....	61	Lygaeus turcicus.....	259
Laevulose, 左旋糖.....	108	Lyonnet, 藍翁納氏.....	49
Lamarck, 拉馬克氏.....	3, 311, 334	Lyssa, 狂犬病.....	344
Lamella, 骨層板.....	61	M	
Lantern of Aristotle, 阿里士多德 提燈.....	137	Mackem, 馬寇姆氏.....	275
Law, 法則.....	4	Macrogamete, 大配偶子.....	196, 206
Law of Dominance and Recessive, 支配法則(支配律).....	243	Macronucleus, 大核.....	26
Law of conservation of energy, 能力不減定律.....	1	Macrospore, 大孢子.....	199
Law of conservation of mass, 物 質不減定律.....	1	Magellan, 麥哲倫氏.....	350
Law of Independent unit char- acter, 單位形質獨立的法則.....	245	Malaria, 瘧疾.....	345
Law of segregation, 分離法則.....	244	Male pronucleus, 雄性原核.....	202
Leaf, 葉.....	78	Malpighi, 馬爾璧基氏.....	49
Leeuwenhoek, 李溫霍克氏.....	49	Malpighian tube, 馬爾璧基氏管... ..	91
Legumin, 豆精.....	112	Maltase, 麥糖酵素.....	128, 140, 143
Leiberkuhn's gland, 李榮鏗氏腺... ..	142	Malthus, 馬爾塞斯氏.....	313
Lemlia, 印度洋大陸.....	357	Maltose, 麥芽糖.....	109
Lenticles, 皮孔.....	68	Mammalia, 哺乳綱.....	350
Lepra, 麻瘋.....	345	Mannose, 滿那糖.....	108
Lignin, 木質素.....	110, 162	Marco Polo, 馬哥博羅氏.....	350
		Martin Kallikak, 馬丁略里卡克氏.....	273
		Masking, 假裝.....	293
		Mastigophora, 鞭毛蟲類.....	27
		Maturation division, 成熟分裂.... ..	197
		Max Schultze, 休爾茲氏.....	51
		McCarison, 馬克略利孫氏.....	126
		McClung, 馬克蘭氏.....	257

PAGE	PAGE
Negative hydrotropism, 背水性... 178	Oenothera gigas, 變異新種(1) ... 319
Negative phototaxis, 避光性..... 178	Oenothera lamarekiana, 月見草
Nektonic animal, 游行性動物..... 287	一種 318
Nemathelminthes, 圓形動物門 338	Oenothera lamarekiana, 栽培原種 319
Nematocyst, 刺細胞..... 58	Oenothera lata, 變異新種(6) 319
Nemertini, 紐形動物門 338	Oenothera nanella, 變異新種(5)... 319
Nepenthes, 豬籠草..... 169	Oenothera oblonga, 變異新種(3). 319
Nephrodium, 腎管..... 91	Oenothera rubrinervis, 變異新種
Nephrostome, 腎孔..... 91	(4) 319
Neo-Darwinism, 新達爾文學派..... 318	Oenothera scintillans, 變異新種
Neo-Lamarckians, 新拉馬克派..... 236	(7) 319
Nerve ring, 神經環..... 98	Oleic acid, 阿列布脂酸 113
Nervous cell, 神經細胞..... 63	Olfactory organ, 嗅覺器 100
Nervous ganglion, 神經節 97	Olive oil, 阿列布油(橄欖油)..... 114
Nervous system, 神經系..... 96	Omne rivum e vivo, 生物生自生物 9
Nervous tissue, 神經組織..... 63	Omne cellula e cellula, 細胞生自
Neural tube, 神經管 228	細胞 9
Neurilemma, 神經鞘 63	Ontogeny, 個體發生..... 5, 230
Nourite or Axon, 神經纖維 63	Oocyte, 卵母細胞 197
Night-blindness, 夜盲 262	Oogenesis, 卵子發生 197
Nolochoorda, 脊索..... 339	Oogonia, 卵原細胞..... 197
Non-drying oil, 不乾性油..... 114	Ootid, 卵細胞 198
Nonmedullated fiber, 無髓神經纖維 63	Opened circulation, 開放循環系... 87
Nosty, 傾動..... 175	Optic organ, 視覺器 100
Nucellus, 珠心..... 81	Oral arm, 口腕 136
Nuclear fluid, 核液..... 36	Oral groove, 口凹 26
Nuclear membrane, 核膜..... 36	Oral mass, 口球 137
Nuclease, 核質酵素 129, 143	Oral sucker, 口吸盤 136
Nuclein, 核質精..... 141	Order, 口..... 334
Nuclein acid, 核質酸..... 186	Organ, 器官..... 35, 73
Nucleolus, 小核..... 36	Organization, 體制..... 74, 103
Nucleoplasm, 核質..... 36	Organ of Bojanus, 巴耶那斯氏器. 91
Nucleoprotein, 核蛋白質..... 36, 141	Orphenia denticauda, 257
Nucleus, 細胞核..... 24, 36	Orthogenesis, 直進說(正統發
Nurse cell, 滋養細胞 199	生說) 320
Nutritive cell, 營養細胞..... 58	Oryza sativa, 稻 47
	Osborn, 奧斯朋氏 353
○	Osmosic pressure, 滲透壓力..... 40
Observation, 觀察..... 3	Osmosis, 滲透作用..... 40
Oenothera albida, 變異新種(2) ... 319	Ovalbumin, 卵蛋白質 111, 112
	Ovary, 卵巢..... 93

	PAGE
Oviduct, 輸卵管.....	93
Ovule, 胚珠.....	81
Ovum, 卵子.....	93, 193, 198
Oxidase, 養化酵素.....	129
Oxidation, 養化.....	41
Oxyhaemoglobin, 養化血紅素.....	146

P

Paedogenesis, 早熟生殖.....	208
Palaeozoic era, 古生代.....	325
Paleontology, 古生物學.....	5
Pallisad tissue, 柵狀組織.....	79
Palmitic acid, 棕脂酸.....	113
Pancreas, 胰臟.....	187
Pancreatic juice, 胰液.....	142
Pandorina, 線團藻蟲.....	55
Pangensis theory of Darwin, 達爾文氏汎生說.....	236
Papain, 蕃瓜素.....	129
Paramoecium, 草履蟲.....	26
Parasite, 活物寄生.....	139, 167
Parasitic disease, 寄生蟲病.....	344
Parasitism, 寄生.....	220
Parathyroid gland, 副甲狀腺.....	184
Paratonic movement, 剌激運動.....	175
Parenchyma, 柔組織.....	65
Parthenogenesis, 單性生殖.....	208
Pasteur, 巴斯德氏.....	11
Pathology, 病理學.....	5
Pectins, 角膠質.....	110
Pellicle, 皮層.....	26
Pepsin, 胃液素.....	127, 129, 141
Peptone, 醃百頓.....	113, 141
Perfrationium, 頭頂.....	196
Perianth, 花被.....	80
Pericycle or Pericambium, 周圍形成層.....	75
Peripheral nervous system, 周緣部.....	97
Perithecium, 被子器.....	205
Permanent tissue, 永久組織.....	65

	PAGE
Peroxidase, 過養化酵素.....	129
Pest, 鼠疫.....	345
Petal, 花瓣.....	80
Phaeophyceae, 褐藻植物門.....	336
Phenotype, 表型.....	246
Phoronida, 簪蟲類.....	338
Photonosty, 傾光性.....	179
Phototaxis, 走光性.....	177
Photosynthesis, 光合作用.....	158
Phyllium, 綠葉蟲.....	292
Phylogeny, 系統發生.....	5, 230
Phylosarcodina (Myxothallophyta), 粘菌植物門.....	335
Phylum, 門.....	334
Physical basis of life, 生命的物理基礎.....	16
Physiological adaptation, 功能適應.....	285
Physiological unit theory of Spencer, 斯賓塞氏生理單位說.....	236
Physiology, 生理學.....	5
Pineal gland, 松果腺.....	185
Pistil, 雌蕊(大蕊).....	80
Pithecanthropus erectus, 直立猿人.....	355
Pituitary gland, 黏液腺.....	185
Pituitrin, 腦下垂體精.....	185
Placenta, 胎盤.....	230
Placenta foetalis, 胎兒胎盤.....	230
Placenta uterina, 子宮胎盤.....	230
Plancton, 浮游生物.....	303
Plain muscle or Involuntary muscle, 不隨意肌.....	62
Plain muscle fiber, 平滑肌纖維.....	62
Plant formation, 植物羣落.....	301
Plasmodium, 原形質體.....	23
Plasmodium malariae, 瘧病原蟲.....	205
Plasmosome, 仁質.....	36
Plastid, 成形體.....	36
Platyhelminthes, 扁形動物門.....	337
Pliocene epoch, 鮮新世.....	356

	PAGE
Recognition mark, 認識標.....	293
Red-green blindness, 赤綠盲.....	280
Redia, 累絲幼蟲.....	209
Reduction, 還原.....	41
Reduction division, 減數分裂.....	197
Rejuvenation, 復幼現象.....	191
Reproduction, 生殖.....	15
Reproductive organ, 生殖器官.....	92
Repulsion, 相斥性.....	256
Respiratory organ, 呼吸器.....	89
Respiratory quotient, 呼吸商.....	149
Retrogressive mutation, 退化的 突變.....	320
Rheotropism, 屈流性.....	178
Rheotaxis, 走流性.....	178
Rheumatism, 癩症.....	277
Rhizome, 根莖.....	204
Rhodophyceae, 紅藻植物門.....	336
Richard Edward, 李卻特愛德華氏	271
Robert Brown, 布朗氏.....	49
Robert Hooke, 虎克氏.....	48
Roemann, F., 李曼氏.....	124
Romanes, 羅曼納斯氏.....	321
Root, 根.....	74
Root-hair, 根毛.....	75
Rotatory movement, 迴轉運動...	176
Rubner, 羅勃那氏.....	122
Rudimentary organ, 痕迹器官.....	102

S

Sagitta, 矢蟲.....	338
Salamandra maculosa, 蠟螈一種...	47
Saliva, 唾液.....	140
Saprophyte, 死物寄生.....	167
Sarracenia, 瓶子草.....	169
Sarcode, 粘肉質.....	51
Sarcoplasm, 肌漿.....	62
Searlatina, 猩紅熱.....	344
Schizophyta, 分生植物門.....	335
Schlechtendalia chinensis, 蚜蟲 一種.....	306

	PAGE
Schleiden, 胥賴登氏.....	49
Schwann, 胥黃氏.....	49
Sclerenchyma, 厚膜組織.....	68
Seasonal dimorphism, 季節異形...	287
Secondary meristem, 後生分裂組 織.....	65
Secondary coenogenetic meta- morphosis, 後生變態.....	232
Secondary oocyte, 第二卵母細胞..	198
Secondary polar body, 第二極體..	198
Secondary sexual character, 後生 的性徵(第二性徵).....	289
Secondary spermatocyte, 後生精 母細胞.....	198
Secretory tissue, 分泌組織.....	69
Seed, 種子.....	82
Seedling, 甲析植物.....	220
Segmental cavity, 分裂腔.....	223
Seiler, 薛魯爾氏.....	259
Semidrying oil, 半乾性油.....	114
Seminal receptacle, 受精囊.....	93
Seminal reservoir, 貯精囊.....	93
Semipermeable membrane, 半透 性膜.....	40
Sepal, 萼片.....	80
Serous membrane, 漿膜.....	229
Serumalbumin, 血清蛋白質.....	112
Sense organ, 感覺器.....	100
Sex-chromosome, 性染色體.....	256
Sex-determiner, 定性因子.....	257
Sex-linked inheritance, 伴性遺傳.	260
Sexual dimorphism, 性的異形.....	289
Sexual reproduction (Amphigony or Bisexual), 有性生殖.....	192
Sexual selection, 雌雄淘汰;.....	289
Shell gland, 卵殼腺.....	93
Sieve tube, 篩管.....	69
Simiae, 猿猴亞目.....	351
Simple protein, 單純蛋白質類.....	112
Simplex, 單純.....	102, 264
Simplex, 單型.....	264

	PAGE
Tastic organ, 味覺器.....	100
Taxis, 走動.....	175
Taxonomy, 分類學.....	5
Telencephalon, 端腦.....	99
Telophase, 末期.....	45
Tentacle, 觸手.....	136
Terrifying, 駭勢.....	293
Tertiary period, 第三紀.....	325
Thales, 泰爾斯氏.....	309
The origin of species, 物種由來...	314
Theory of continuity of germ-plasm by Weismann, 惠詩曼氏 生殖質連續說.....	237, 317
Theory of germinal selection, 生 殖質淘汰說.....	317
Theory of pure line, 純系說.....	262
Theory of special creature, 特創 說.....	236, 310
Theory of use and disuse of La- marck, 拉馬克氏用進廢退說.....	311
Thermonosty, 傾熱性.....	179
Thermotaxis, 走熱性.....	178
Thermotropism, 屈熱性.....	178
Thigmotropism, 屈觸性.....	178
Thrombase, 凝血酵素.....	130, 146
Thymus gland, 胸腺.....	186
Thyroid gland, 甲狀腺.....	184
Thyroxine, 甲狀腺精.....	184
Timothy, 鐵木叟氏.....	271
Tissue, 組織.....	35
Tissues system, 組織系.....	70
Toxin, 毒素.....	147
Trachoma, 沙眼.....	344
Tranmatropism, 屈傷性.....	178
Transpiration, 蒸發作用.....	160
Trehalase, 菌質酵素.....	128
Trehalose, 雙糖.....	108
Trehalose, 麥角素.....	128
Treviranus, 德雷蘭那斯氏.....	2, 312
Triangle of life, 生命的三角形 ...	267
Trichocyst, 刺泡層.....	26

	PAGE
Trifolium pratense, 斑葉雲英.....	31
Trihybrid, 三性雜種.....	247
Trochelminthes (Rotifera), 輪形 動物門.....	338
Trophoplasm, 滋養質.....	237
Tropism, 屈動.....	175
Trypsin, 胰液素.....	127, 129, 142
Tschermak, 支奇馬克氏.....	239
Tube cell, 造管細胞.....	81
Tuber, 塊莖.....	204
Tuberculosis, 肺結核.....	344
Tunicata, 被囊動物亞門.....	339
Tyndall, 丁道爾氏.....	11
Typhus abdominalis, 傷寒.....	344

U

Umbilical cord, 臍帶.....	228
Unicellular organism, 單細胞生物.....	35
Unino-seminal duct, 輸尿管.....	92
Unit character, 單位形質.....	242
Urease, 尿素酵素.....	130
Urinary organ, 泌尿器.....	90
Ustilaginea, 黑穗菌類.....	346
Uterus, 子宮.....	93
Utricularia, 狸藻.....	171

V

Vaccine, 免疫苗.....	345
Vacuole, 空泡.....	37
Vanilla, 香蘭.....	33
Variability, 變異性.....	235
Variola, 天花.....	344
Vas deferens, 輸精管.....	93
Vegetative organ, 植物性器官....	73
Vegetative reproduction, 無性生 殖.....	192
Ventral nerve-chain, 腹神經索.....	97, 180
Ventral root, 腹側根.....	100

	PAGE		PAGE
Vertebrata, 脊椎動物門.....	339, 350	Weismann, 惠詩曼氏	317
Vessel, 導管.....	68	Wilson, E. B.....	16, 258
Vestigial organ, 退化器官.....	102, 322	Winship, 溫希柏氏	271
Vestige, 退化	101	Wolffian duct, 胡爾甫氏管	91
Vicia Faba L., 蠶豆	47	Worm-injury, 害蟲	345
Vitamine, 生活素	123		
Vitelline gland, 卵黃腺.....	93	X	
Volvox, 大團藻蟲.....	56	X-chromosome X- 染色體.....	256
Von Bear, 馮皮亞氏	233	Xenophanes, 孫諾芬氏	309
Von Mohl, 馮莫爾氏.....	51	Xerophyte, 乾生植物羣落.....	302
		Xylose, 木糖	108
W			
Wachs, 蠟	114	Y	
Wagnerer, 華格那氏.....	321	Yolk-sac, 卵黃囊	228
Wallace, 滑雷斯氏	313		
Warning mark, 警戒標.....	293	Z	
Water culture, 藥液培養法.....	156	Zein, 玉蜀黍素.....	112
Water soluble vitamin B, 水溶性 生活素 B.....	125	Zoidiophilous plant, 動物媒植物	298
Water soluble vitamin C, 水溶性 生活素 C	125	Zoospore, 游走子	205
Weeks, 威克斯氏	274	Zygospore, 接合孢子.....	206
		Zygote, 接合子(配偶體).....	243
		Zymase, 酵母酵素	127, 130

生物學附錄一

本書教學進度細目

甲 第一學期進度表

部頒教材大綱程序	第一學期週數	各週教材進度細目	備註
(叁) (肆) (伍) (陸)	第一週	(綱) 緒論 (細目) 生物學的意義和研究方法 生物學的分科及其發達史	關於發達史材料可配量增入
(壹)	第二週	(綱) 第一章 生物和無生物 (細目) 1. 生命原始 2. 生命的特徵 3. 生命的物質基礎	
(貳)	第三週	(綱) 第二章 動植兩界的區別 (細目) 1. 生物出於同源 2. 高等動植物區分的標準 3. 動物和植物的相關	
(柒)	第四週	(綱) 第三章 生物體構造的單位 (細目) 1. 細胞的構造 2. 細胞的生理	
(柒)	第五週	(綱) 續上週 (細目) 3. 細胞分裂 4. 細胞研究的歷史	本週舉行臨時考試

(捌)	第六週	(綱) 第四章 組織 (細目) 1. 組織的原始和分化 2. 動物組織	
(捌)	第七週	(綱) 續上週 (細目) 2. 動物組織(續) 3. 植物組織	
(捌)	第八週	(綱) 第五章 器官 (細目) 1. 器官的原始和大別 2. 高等植物的器官	
(捌)	第九週	(綱) 續上週 (細目) 2. 高等植物的器官(續) 3. 高等動物的器官	
(捌)	第十週	(綱) 續上週 (細目) 3. 高等動物的器官(續) 4. 器官的變異和演化	本週舉行臨時考試
(玖) 之 (三)	第十一週	(綱) 第六章 代謝作用 (細目) 1. 維持生命的要素 2. 構成和分解	
(玖) 之 (三)	第十二週	(綱) 續上週 (細目) 3. 物質代謝 4. 能力代謝 5. 生活素 6. 醱酵素	

(玖) 之 (二)	第十三週	(綱) 第七章 動物的營養 (細目) 1. 動物攝食方法 2. 分泌和消化	
(玖) 之 (二)	第十四週	(綱) 續上週 (細目) 3. 吸收作用 4. 循環作用	
(玖) 之 (二)	第十五週	(綱) 續上週 (細目) 5. 呼吸作用 6. 排泄作用	本週舉行臨時考試
(玖) 之 (一)	第十六週	(綱) 第八章 植物的營養 (細目) 1. 植物食物的原料 2. 光合作用	
(玖) 之 (一)	第十七週	(綱) 續上週 (細目) 3. 蒸發作用 4. 同化作用	
(玖) 之 (一)	第十八週	(綱) 續上週 (細目) 5. 呼吸作用 6. 寄生植物和食蟲植物的營養	

乙 第二學期進度表

部頒教材大綱程序	第二學期週數	各週教材進度細目	備 註
(拾)	第一週	(綱) 第九章 感應 (細目) 1. 植物的刺激感應和運動	本週學期始業進度較緩
(拾)	第二週	(綱) 續上週 (細目) 2. 動物的神經官能 3. 動物的內分泌和刺激素	
(拾壹) (一) (二) (三)	第三週	(綱) 第十章 生殖 (細目) 1. 生殖的意義 2. 生殖細胞的原始和構造	
(拾壹) (二) (拾參) (一)(二) (三)(四)	第四週	(綱) 續上週 (細目) 3. 生殖細胞的發生和成熟 4. 受精現象 5. 無性生殖	教部大綱缺拾貳條恐係脫誤
(拾壹) (二)(三)	第五週	(綱) 續上週 (細目) 6. 有性生殖 7. 世代交替	本週舉行臨時考試
(拾參) (五)	第六週	(綱) 第十一章 發生和生長 (細目) 1. 植物的胚胎發生 2. 植物的胚期後發生	

(拾叁) (六)(七)	第 七 週	(綱) 續上週 (細目) 3. 動物的胚胎發生 4. 個體發生系統發生及 生物發生律	
(拾肆)	第 八 週	(綱) 第十二章 遺傳 (細目) 1. 孟德爾氏以前的遺傳 觀念 2. 孟德爾氏定律	
(拾肆)	第 九 週	(綱) 續上週 (細目) 2. 孟德爾氏定律(續) 3. 因基說	
(拾肆)	第 十 週	(綱) 續上週 (細目) 4. 性染色體和伴性遺傳 5. 動植物的育種	本週舉行臨 時考試
部頒大綱 無優生學 的一項	第 十 一 週	(綱) 第十三章 優生學概要 (細目) 1. 優生的意義和起原 2. 人類的遺傳	關於優生學 事項暫行標 準內曾有規 定為現行標 準所無教學 時當從節約
同 上	第 十 二 週	(綱) 續上週 (細目) 2. 人類的遺傳(續) 3. 優生的實際問題	
(拾伍) (三)	第 十 三 週	(綱) 第十四章 適應 (細目) 1. 動物的體構造適應和 功能適應	

<p>(拾伍) (三)</p>	<p>第十四週</p>	<p>(綱) 續上週 (細目) 2. 植物的體構造適應和 功能適應 3. 生物間相互的適應</p>	
<p>(拾伍) (一)(二)</p>	<p>第十五週</p>	<p>(綱) 第十五章 天演 (細目) 1. 拉馬克氏以前的物種 由來的概念 2. 拉馬克氏學說 3. 達爾文氏學說 4. 惠詩曼氏學說 5. 寶佛雷氏學說 6. 天演的證據</p>	<p>本週舉行臨時考試</p>
<p>(拾陸)</p>	<p>第十六週</p>	<p>(綱) 第十六章 分類 (細目) 1. 分類的必要和其方法 2. 植物分類的大綱 3. 動物分類的大綱</p>	
<p>(拾柒)</p>	<p>第十七週</p>	<p>(綱) 第十七章 動植物和人生的 關係 (細目) 1. 生物的利用 2. 生物的毒害</p>	
<p>(拾伍) (四)</p>	<p>第十八週</p>	<p>(綱) 第十八章 人類的由來 (細目) 1. 人類研究的發軔 2. 人類形態的特徵和在 自然界的位罝 3. 人類的先祖 4. 原人的特徵和原人化石 5. 人類出現時代和其發 祥地</p>	

附誌：

1. 教部新頒課程標準，規定高中生物學為每週五小時。教學上時間的支配，當為三小時講演，兩小時一次的實習。查部定的教材大綱，綿密賅博，極為豐富。如以每週三小時預計，一學年完畢，則教材分量，似嫌過多。故選擇教本，並從事講演時，應注意全部分量的平均，和繁簡的抉擇。

2. 本進度表係根據本書所編製，和部定教材大綱的程序，比較對照，大體一致，因本書內容，本遵照部定大綱編製，而體裁分量，頗新穎平均，每章並附提要問題等項，極便於教學的用運。在未有標準教本以前，本書似尚可適用。

3. 每學期以十八週時為標準。事實上或多或少，教材分量，儘可臨時加以伸縮。如表內在第二學期末了兩週的教材，分量較輕。在第二學期末了四週的教材，分量較重，即為週期有過多或不足的準備。繁簡調劑，可由教師酌定。

4. 在第一學期始業的兩三週內，實習時可暫併作講演。因開講伊始，學生尚未有實習目標，而教師實習事項的準備，亦或未能完整，故實習可至第三或第四週開始。

5. 講演時應注意教本內容的綱要和整理，關於原理原則的定義，和形態構造的同異比較，應特別提示，令學生作聽講筆記。（不是令抄黑板）在每週或每一大綱完畢後，應預留時間，加以討論問難，啟發學生的思索和理解。

6. 關於分類一項,部頒大綱規定須注意中國特產,並動植物的地理分佈.在目前中國的學術情況,高中教學上能否達到此目的,尙待討論.中國地大物博,產物繁富,珍品饒多,但調查研究,尙未精詳,間有學術專刊或專門著述,亦無體系,且難普遍.在高中教學的時間和程度,對於分類分布等事項,實難求其精細,祇能於可能範圍內,注意於地方物產,並於實習材料,儘量的收集國產或土產,加以觀察研究.

生物學附錄二

生物學實習教學進度細目

實習教學進度細表

實 習 數 次	實 習 事 項 預 定 進 度	備 註
1	(綱) 指定實習時應遵守的規律, 觀察方法研究興趣, 以及應行準備的事項.	本週應編定坐號器械用具等須行分組支配
2	(綱) 顯微鏡的構造和使用方法 (細目) 練習運用, 練習描圖, 考較倍數表	
3	(綱) 細胞 (細目) 植物細胞(玉葱鱗莖的表皮細胞, 花粉細胞, 木栓細胞, 接骨木髓的細胞)	括弧內的材料依時間的便利預備二三種
4	(綱) 續上 (細目) 動物細胞(蛙表皮, 蚯蚓表皮, 頰皮, 血球)	
5	(綱) 單細胞生物 (細目) 單細胞植物(綠球藻, 念珠藻, 細菌, 酵母菌)	
6	(綱) 續上 (細目) 單細胞動物(變形蟲, 草履蟲, 綠蟲, 團藻蟲)	
7	(綱) 簡單多細胞生物 (細目) 植物(水綿, 網藻, 青黴, 石蓴)	

8	(綱) 續上 (細目) 動物(水螅,渦蟲,海綿,水母)	
9	(綱) 高等生物的組織 (細目) 植物組織(根,莖,葉,果肉,種子等切片)	
10	(綱) 續上 (細目) 續上	
11	(綱) 續上 (細目) 動物組織(蛙皮,蛙肌切片,軟骨,硬骨玻片)	
12	(綱) 續上 (細目) 續上	
13	(綱) 高等生物的器官 (細目) 植物(蕨類形態,種子植物形態)	
14	(綱) 續上 (細目) 續上	
15	(綱) 續上 (細目) 動物 $\left. \begin{array}{l} \text{蚯蚓} \\ \text{水蛭} \end{array} \right\}$ 的形態解剖	
16	(綱) 續上 (細目) 續上	

17	(綱) 續上 (細目) 植物器官的變異(變態的根, 莖,葉,花)	
18	(綱) 續上 (細目) 動物器官的變異(蝗蟲,蝴蝶, 蝦,蜂等形態)	
19	(綱) 續上 (細目) 脊椎動物的器官(蛙,蛇,魚等 解剖)	
20	(綱) 續上 (細目) 續上	
21	(綱) 食物和營養 (細目) 植物生產的有機物 (糖,澱粉等) (呈色反應及鑑定)	
22	(綱) 續上 (細目) 動物生產的有機物 (脂肪,蛋白質等) (鑑定及離析)	
23	(綱) 動物營養 (細目) 醱酵作用 (酵素培養和試驗) 消化作用 (胃液,胰液,膽汁等試驗)	

24	(綱) 植物營養 (細目) 光合作用(日光和綠葉)等試驗 呼吸作用(空氣和綠葉)驗	
25	(綱) 續上 (細目) 寄生生活及其他(真菌類, 吸蟲類和食蟲植物等觀察)	
26	(綱) 生長和生殖 (細目) 細胞分裂(玻片標片)	
27	(綱) 續上 (細目) 生殖細胞(卵, 精, 玻片標本)	
28	(綱) 續上 (細目) 植物生長生殖(花粉粒發芽, 種子萌發, 孢子萌發等觀察試驗)	
29	(綱) 續上 (細目) 續上(子房切片, 原葉體等)	
30	(綱) 發生 (細目) 卵裂和變態(蛙卵, 家蠶蛾卵, 蝌蚪, 家蠶)	
31	(綱) 續上 (細目) 胚胎(雞卵孵化標本)	
32	(綱) 適應和天演 (細目) 功能適應 (脊椎動物肢帶肢骨比較) 體構適應 (蟻和蚜蟲, 蟲瘻, 根瘤)	

33	(綱) 生物和人生 (細目) 蟲害(蚊, 蠅, 螟蛾) 菌害(白銹菌, 黑穗菌)	
34	(綱) 續上 (細目) 傳染病原生物(防疫, 殺菌, 免疫等方法) (瘧疾原蟲, 赤痢菌等玻片標本)	

附誌:

1. 生物學實習進度的細目, 因各校環境和設備, 各有等差, 不能一致, 但實習事項, 本須與演講教材相輔, 斷不可視為具文, 或各不相謀, 茲特擬定一種最低限度的實習程序, 並依據——‘A.M. Boring: Laboratory outlines for General Biology’ 1929 (燕京大學或武漢大學生物系或有代售, 英文本, 定價兩元)。一書為標準, 藉供參考。

2. 實習須令學生作實習報告, 其內容可分記載, 描圖, 和研究結果等項, 應注意精確, 整潔, 和條理, 每次教師須檢閱品評, 關於須長時期的實習, 應令學生須於課外繼續工作。

3. 每學期須應利用時間, 施行郊外觀察和山野採集一二次, 事前須指示關於調查觀察上的注意和方法, 事後亦應令其作報告。

4. 上表所列, 係預計一學年的實習進度, 至多三十四次,

至少則每學期亦應有十五次,可依表列程序,配量支配和準備.此項進度,與演講教材的進度,大致符合.關於遺傳天演等事項,非高中程度可能研究,實習事項概從略.

460
5/0



九二

高中生物學 價洋

經
細
編
書