

0017327

大學用書

# 普通生物學

(上)

鄭作新編著

正中書局印行

大學用書

普通生物學

(上)

鄭作新編著



正中書局印行

## 序

本書乃著者在福建協和大學擔任普通生物學歷年授課的講稿編輯而成。全書計分十二編，都七十七章；其中所述各項，相信大都皆係生物學的基礎原理，為一般曾受高等教育者所必備的科學常識。

本書教材的編纂係以生物學的諸分科為經，而於可能範圍悉以國內已知的事物為緯。舉凡與人生具有密切關係的各事項，罔不提綱挈要，昭示厚生之道，冀達學以致用之旨。至關於生命的基礎物質、構造以及生理、生殖、發育、生態、遺傳、演化等原理與事實，尤其為各方面研究所得的各種新穎結果與理論，均抉擇精要，分條剖析，使學者易於領悟。書中諸章，均有系統關係，讀者應前後參閱，藉可融會貫通，以求適當的概念。

本書屬稿時，曾經著者試教迄已十載，迭經增削釐訂，雖未敢自詡完善，然在今日吾國生物學正在萌芽的時代，或亦不無相當裨益。尚望海內外斯學賢達，不吝賜予匡正，以共謀吾國本位科學的發展。

在編著中，本系黃光華，洪元平，林光照，李銘新，葉英諸同學曾代繪圖，抄錄，並助編索引；吾妻陳嘉堅女士曾給予不少幫助與鼓勵，併誌於此，以表謝忱。

鄭作新識於福建協和大學

民國三十年五月

## 凡 例

1. 本書計分十二編，都七十七章，足供大學或專門學校兩學期每週三小時教學之用；其間倘因假期或其他原因不克授完者，教員可斟酌情形減少之。
2. 本書教材的編纂，係以生物學諸分科為經，而於可能範圍悉以國內已知的事物為緯。全卷前後一貫，循序漸進，冀使學者可窺生物學的全豹。
3. 本書所用名詞，悉以教育部所審定者為主，並於其初見時，附以原文，俾便參照。
4. 著者另編有生物學實驗指導（由商務印書館出版），可與本書相輔並用。
5. 本書列有比較表甚多，務使學者對於所學，易於融會貫通，以求適當的概念。  
書末附有中西名詞索引，藉資檢查；並附錄主要參考書籍，以便購置，供參閱用。

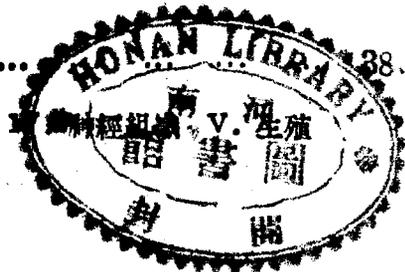
# 上册目次

## 第一編 緒論

第一章 生物學及其範圍	1
I. 生物學的定義 II. 生物學的範圍	
第二章 生命	6
I. 生命的定義 II. 生命的起源	
第三章 生物	10
I. 生物與非生物 II. 動物與植物	

## 第二編 生物體的基礎物質與構造

第四章 原形質	16
I. 原形質的發見 II. 原形質的構造 III. 原形質的化學組成 IV. 原形質的物理性質	
第五章 細胞	23
I. 細胞的發見及細胞學說的概略 II. 細胞的外觀形態 III. 細胞的內部構造 IV. 動物細胞與植物細胞的不同	
第六章 細胞的分裂	33
I. 細胞分裂的方法 II. 染色體的個性	
第七章 動物組織	38
I. 皮膚組織 II. 肌肉組織 III. 結締組織 IV. 神經組織 V. 生殖組織	



## 組織

## 第八章 植物組織 ... .. 54

- I. 形成組織 II. 保護組織 III. 支持組織 IV. 輸導組織 V. 營養組織 VI. 生殖組織

## 第三編 生物的分類

## 第九章 分類學史略 ... .. 60

## 第十章 生物的分類 ... .. 62

- I. 分類的方法 II. 分類的階級 III. 分類的單位 IV. 物種的命名法

## 第十一章 動物分類大綱 ... .. 64

- I. 原生動物門 II. 海綿動物門 III. 腔腸動物門 IV. 櫛水母動物門  
V. 扁形動物門 VI. 紐形動物門 VII. 圓形動物門 VIII. 毛顎動物門  
IX. 擔輪動物門 X. 擬軟體動物門 XI. 棘皮動物門 XII. 環形動物門  
XIII. 軟體動物門 XIV. 節足動物門 XV. 脊索動物門 脊  
椎動物與無脊椎動物的比較

## 第十二章 植物分類大綱 ... .. 91

- I. 裂殖植物門 II. 黏菌植物門 III. 鞭毛植物門 IV. 雙鞭植物門  
V. 矽藻植物門 VI. 接藻植物門 VII. 綠藻植物門 VIII. 輪藻植物門  
IX. 褐藻植物門 X. 紅藻植物門 XI. 真菌植物門 XII. 苔蘚植物門  
XIII. 羊齒植物門 XIV. 種子植物門

## 第四編 動物體的構造及其生理

## 第十三章 動物形態學與生理學史略 ... .. 120

## 第十四章 動物體的器官系統 ... .. 121

## 第一組 動物的代謝作用

第十五章 消化系統	124
I. 無脊椎動物的消化系統 II. 脊椎動物的消化系統 III. 營養素	
第十六章 呼吸系統	133
I. 無脊椎動物的呼吸系統 II. 脊椎動物的呼吸系統	
第十七章 循環系統	151
I. 無脊椎動物的循環系統 II. 脊椎動物的循環系統 III. 淋巴系統	
第十八章 排泄系統	164
I. 無脊椎動物的排泄器官 II. 脊椎動物的排泄系統	
第二組 動物體的支持及保護	
第十九章 皮膚系統	170
I. 無脊椎動物的皮膚 II. 脊椎動物的皮膚	
第二十章 骨骼系統	174
I. 外骨骼 II. 內骨骼	
第三組 動物的運動	
第二十一章 肌肉系統	181
第四組 動物體的協調作用	
第二十二章 內分泌系統	185
I. 甲狀腺 II. 副甲狀腺 III. 胸腺 IV. 松果腺 V. 黏液腺 VI. 腎 上腺 VII. 睪丸 VIII. 卵巢 IX. 胰腺 X. 腸黏膜	
內分泌腺的相互關係	
第二十三章 神經系統	198
I. 無脊椎動物的神經系統 II. 脊椎動物的神經系統	
第二十四章 感覺器官	216
I. 皮膚感覺器 II. 化學性感覺器 III. 平衡感覺器 IV. 聽覺器 V. 視覺器 VI. 內部感覺器	

## 第五組 動物的生殖作用

## 第二十五章 動物生殖的方法 ... .. 232

I. 無性生殖 II. 有性生殖

## 第二十六章 生殖系統 ... .. 240

I. 無脊椎動物的生殖系統 II. 脊椎動物的生殖系統 III. 兩性的差別

## 第五編 植體物的構造及其生理

## 第二十七章 植物形態學與生理學史略 ... .. 247

## 第二十八章 植物體的組織系與器官 ... .. 249

I. 植物體的組織系 II. 植物體的器官

## 第一組 植物的代謝作用

## 第二十九章 植物體新陳代謝的方法 ... .. 250

I. 植物的普通營養法 II. 植物的特殊營養法 III. 動植物代謝作用的比較 IV. 高等植物的營養器官

## 第三十章 莖 ... .. 256

I. 莖的種別 II. 莖的形態 III. 莖的內部結構 IV. 莖的機能 V. 莖的變態 VI. 芽

## 第三十一章 根 ... .. 268

I. 根的種別 II. 根的形態 III. 根的分部 IV. 根的內部結構 V. 根的機能 VI. 根的變態 VII. 莖與根的比較

## 第三十二章 葉 ... .. 273

I. 葉的分部 II. 葉脈 III. 單葉與複葉 IV. 葉序 V. 葉的內部構造 VI. 葉的機能 VII. 葉的變態

## 第二組 植物的感應與運動

## 第三十三章 植物的反應方法 ... .. 285

I. 趨動性 II. 屈向性 III. 傾動性

第三組 植物的生殖作用

第三十四章 植物生殖的方法 ... .. 188

I. 無性生殖 II. 有性生殖

第三十五章 植物的世代交替 ... .. 294

I. 苔蘚植物的世代交替 II. 單菌植物的世代交替 III. 裸子植物的世代交替  
IV. 被子植物的世代交替

第三十六章 植物的生殖器官 ... .. 309

I. 無性生殖器官 II. 有性生殖器官

第三十七章 花 ... .. 310

I. 花的分部 II. 子房的種別 III. 花的種類 IV. 花序 V. 傳粉作用

第三十八章 果實 ... .. 322

I. 單果 II. 聚合果 III. 複果

第三十九章 種子 ... .. 329

I. 種子的結構 II. 果實與種子的播散

第六編 生物的個體發生

第四十章 胚胎學史略 ... .. 334

I. 動物胚胎學 II. 植物胚胎學

第四十一章 生殖細胞的發達 ... .. 336

I. 起原期 II. 增殖期 III. 成熟期 IV. 受精期

第四十二章 動物的個體發生 ... .. 352

I. 胚期發育 II. 胚後發育

第四十三章 植物的個體發生 ... .. 366

I. 高等植物的胚期發育 II. 種子的萌發 III. 重演說

第四十四章 幼生物的保護 ... .. 372

# 第一編 緒論

## 第一章 生物學及其範圍

I. 生物學的定義 生物學英語稱爲“Biology”，其名稱係由德儒特雷維納魯斯(Treviranus)氏於1802年擬定，迄今沿用。此名辭源出於希臘語的“βίος-λόγος”。“βίος”係指生命，“λόγος”爲論述之意，是即研究生命問題的科學。凡具有生命的物體，均可謂之生物；生物學由研究生物體及其生活現象，進而探求生命的奧理，並謀解決關於人生的種種實際問題。

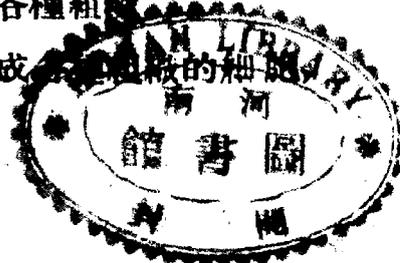
II. 生物學的範圍 生物學的範圍至廣，其內容性質亦甚複雜，因必將其分成諸科，以便研究。現就生物學的主要分科，列舉其名，並略述其內容於下，庶可窺斯學的全豹。

1. 形態學(Morphology) 研究生物體的外表形態及其內部構造。形態學又可分爲次列主要諸專科。

(a)解剖學(Anatomy) 係以解剖方法，就成長生物體，考究其內部的種種構造，詳察各構造的狀態、位置及其彼此間相互的關係。斯學尋常以生物體의各種器官爲其研究的對象，故又稱爲器官學(Organology)。

(b)組織學(Histology) 專究構成器官的各種組織。

(c)細胞學(Cytology) 斯學進而研究構成各種組織的細胞。



以及細胞中所含的種種構造。

組織學與細胞學的研究，非假顯微鏡之助，決難處理，故常將此二學統稱為顯微鏡解剖學 (Microscopic Anatomy)；而上述解剖學常對稱為概要解剖學 (Gross Anatomy)，以示區別。

2. 生理學 (Physiology) 研究生物體整個或局部的生理機能，及其一般生活現象，如營養、生長、生殖等。

生理學與形態學二者，貌似相反，實則相成。苟研究形態學，不明生理，則所知的構造失其意義；反之，研究生理學，設若不明構造，則生理上的各種現象亦必難於洞曉。是以研究形態學者，不宜忽視生理方面的機能；而研究生理學者，亦不宜置形態上的特徵於不顧。

3. 胚胎學亦稱發生學 (Embryology) 斯學考究一切多細胞生物的個體發生史 (ontogeny)，即自卵的受精以至成年期，依次考察生物體各時期的形態及生理；並就生物體的各種組織構造，推溯其發達變遷的程序。

專研究形態學、生理學、胚胎學或其中的任一專科者，常用比較方法，研究多類生物的情形，分別其異同，推究其簡繁，是謂比較研究，例如比較解剖學 (Comparative Anatomy)、比較胚胎學 (Comparative Embryology) 等是。

4. 生態學 (Ecology) 研究生物在形態、構造及生活習性上彼此間及其彼此對於自然界的種種關係，是即從生物的周圍環境而研究其物體的形態與生理；斯學與形態、生理二學的關係，由此可知。

5. 遺傳學 (Genetics) 專研生物的變異及其遺傳的事實與方

法。以統計法研究斯學者，謂之生物統計學(Biometry)。

6. 演化論或曰天演學(Evolution) 專論物種的起源、變異及其演化歷程，是即所謂種系發生史(phylogeny)。前述的胚胎學係考究生物個體的發生，一般學者能由個體發生史，推知種系的發生史；其二者彼此間關係的密切，不言而喻。

天演學與遺傳學二者，均以生物的變異為其研究的主要資料；惟前項研究純係關於物種方面，而後者則側重於個體方面。

7. 古生物學(Palaeontology) 研討古代動植物的化石(fossil)，考查其形態、分類、及其在地層中分布的情形，藉以追溯生物自古至今興衰存亡的歷史。

8. 生物地理學(Biogeography) 考查生物在地理上分布的狀況，並研究其分布的原因與方法。

9. 分類學(Taxonomy) 研究生物分類的方法，就生物形態、構造、或發育上的異同，及其相似相差的程度，將其分門別類，給予適當的名稱，以便記憶及識別。分類學且進而考求物種彼此間親緣的關係，藉以測定動植物的系譜，因又稱為種系學(Systemic Biology)。

10. 生物學史(History of Biology) 專論生物學或其各分科的發達史。

11. 特殊生物學(Special Biology) 專究動植物中的特殊種類；茲分動植二方面，舉例如次。

(a)植物方面 例如藻類學(Phycology)、菌類學(Mycology)、細菌學(Bacteriology)等。

(b)動物方面 通常有脊椎動物學 (Vertebrate Zoology) 與無脊椎動物學 (Invertebrate Zoology) 之別; 更依動物的親緣關係, 就自然分類的階級, 次第減縮其研究範圍以至於原生動物學 (Protozoology)、貝殼學 (Conchology)、蟹學 (Carcinology)、蠕蟲學 (Helminthology)、昆蟲學 (Entomology)、蟻學 (Myrmecology)、寄生蟲學 (Parasitology)、哺乳類學 (Mammalogy)、魚類學 (Ichthyology)、鳥類學 (Ornithology)、人類學 (Anthropology) 等等。

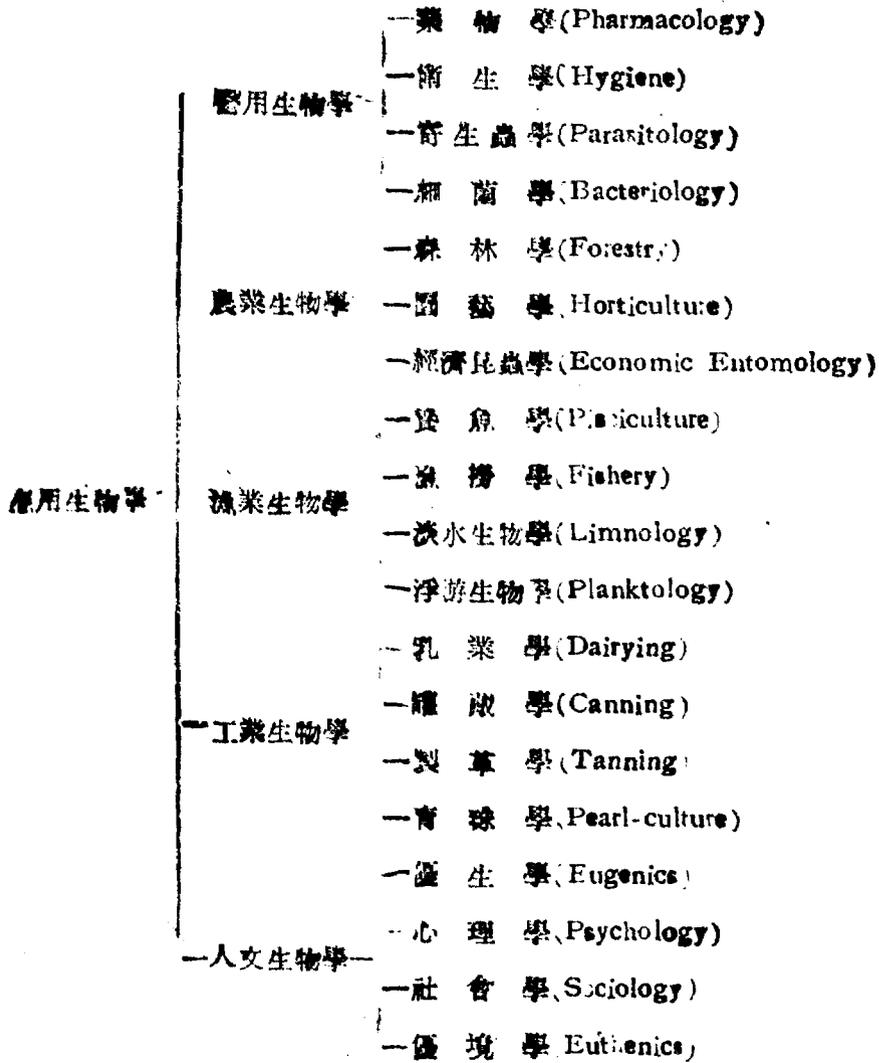
此外凡研究關於前述諸分科中的特殊問題者, 亦可括入此項; 例如內分泌學 (Endocrinology)、病理學 (Pathology)、畸形學 (Teratology)、牙齒學 (Odontology)、鳥卵學 (Oology)、樹木學 (Dendrology)、果樹學 (Pomology) 等, 甚至於花、葉、毛、革以及樹膠、糞、尿等, 素視為瑣碎微物者, 均可供為研究。總之, 生物的種類既多, 情況繁雜, 任何問題均得各自成為專科的研究。

12. 應用生物學 (Applied Biology) 凡就各種動植物或各科生物學的研究, 專論其對於人類的利害關係者, 統稱之曰應用生物學, 例如下頁之表所示。

表列各科, 雖其性質悉係隸屬於生物學的範圍, 而今則多已另闢徑, 分道揚鑣, 成為專門科學。

13. 理論生物學 (Theoretical Biology) 生物學各科中, 均有相當的理論, 尤其關於生命以及生物的起源、演化等諸問題; 專研學理者, 謂之理論生物學。

14. 實驗生物學 (Experimental Biology) 生物學所分諸科, 其中多有可供試驗的種種問題; 特重試驗方法以行研究者, 即為實



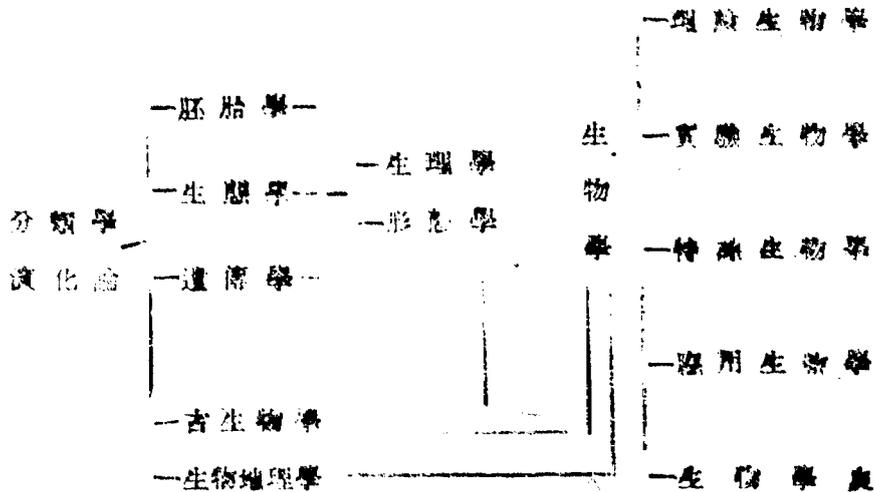
驗生物學。自實驗學出，無論何科生物學俱受其影響，如所謂實驗形態學、實驗胚胎學、以及動植物育種學等，均為晚近新立的科學，各有新奇的成績，貢獻於世。生物實驗或用化學方法以行之，是謂生物化學(Biochemistry)；或用物理學方法者，則稱為生物物理學(Biophysics)。

綜上所述，足見生物學研究範圍的廣大。但生物研究係整個問

題；所分各科不外表示此問題的各方面，絕非獨立，其彼此間既無截然清晰的鴻溝，且互有密切的關係。任何一種的生物研究，輒涉及他種的研究；而一種研究的發展，亦端賴乎他種相關研究的進步：是以欲完成生物學的任务，不可不從各方面，用各種方法以研究之。

生物學各科中所有的理論與事實，有屬於動物方面者，有屬於植物方面者。其關於動物方面的學問，統稱之曰動物學(Zoology)；關於植物方面者，統稱之曰植物學(Botany)。至將動植物共同的一般生命現象，以及生物界的普通原理，擇要刪繁，組成系統，是稱普通生物學(General Biology)；本書即循斯旨。

生物學各科系統



第二章 生命

I. 生命的定義 生物學係研究生命的科學，既如上述；但所欲研究的生命究屬何物，實為生物學中最饒興趣，而且最難解決的一種問題。古來議論紛紜，迄無定論；綜觀諸議，可歸納為下列二說：

1. 機械說(mechanistic theory) 此說以爲所謂生命，即係綜合生物體所表現之一切生活現象的一種抽象名詞。生物體的生命謂係由於體內物理化學諸作用所發生，且亦藉此等作用而得維持；是以生活物體，不外乎一種自動的機械，其所有的一切生活作用，與見諸非生物界中的現象一般，皆起於同一理法，且均受同一自然法則所支配，所以可用物理化學的種種定律以解釋之。

2. 生機說(vital theory) 此說以生命係一種靈妙不可思議的能力，謂之生命力(vital force)，與常見的自然力截然不同，迥非物質性，且不受自然定律的支配，是以超乎物理化學所能研究的領域之外。據此而行推論，則一切生物概有所謂靈魂留宿於其體中，功能維持、調節、及支配體內的一切作用與活動。靈在則生，靈去則死。

對於生命力是否存在，辯論尙烈；若就事實觀察之，固不能證明其存在，但亦無法否認之。蓋實際上吾人到處所見的種種生活現象，尙多不能以現有的科學知識解釋之。今後物理化學日形發達，生機說的領域同時必日見其縮小，此固不難預想的趨勢也。

II. 生命的起源 生命之爲物，既難探究，而其起源若何，尤覺其奧妙不置。關斯問題，學者間意見紛歧，不一而足；茲僅就其較著的數種學說簡述之。

1. 特創說(special creation theory) 此說以各種不同的生物係由神或超然的勢力，分別肇造而成；既創之後，恆久不變。現存的生物，與神造時毫無差異。此說在歐洲中古時，流傳甚廣，至今尙具相當的勢力。

2. 自生說(abiogenesis or spontaneous generation) 此說以

生物係出生於自然；無生命的物質，能偶然變為生物。昔時一般學者，上溯希臘時代，下迄科學復興，多信此說：有以萬物皆源於海；或主地黏液(earth slime)經日曝曬，可變成任何下等動植物；或以草由露生，蠅由腐肉化成；更有謂人體皮垢足生衣虱，牛糞可產黃蜂，子孓自發於溝渠，水蚤、鰻、鱒等自生於河底的臭泥；似此迷信邪說，甚為繁夥，不勝枚舉。逮十七世紀，蒲南泥(Buonanni)氏尚信久腐木材足可生蟲化蝶，以至蛻變為鳥。凡赫麥(van Helmont)氏仍以鰻係從青草浸在五月的露水中，經日曬而成；更發見所謂人工造鼠的方法，謂以舊污的襯衣，置於盛麥的鉢中，再置牛奶餅一片，使稍帶香味，不久麥即發酵而生鼠。植物學者的見解，同屬五十笑百之流。意儒馬提歐里(Matthioli)氏竟謂池沼中的浮萍，係由池水凝結而成。吾國古來亦有女媧氏抔土為人，怪石或怪物歷久可變妖精等種種傳說；即至今日，猶有謂潮溼生蚊，腐書生蠹，腐肉變蛆，腐草化螢；舉凡此等迷信，或託空想，或假憶解，迄無科學上的實據，其為謬妄，不辯自知。

3. 生源說 (biogenesis) 此說倡言生物皆源出於生物。現存世上的一切生物，悉由既往的生物所生成，絕無偶然發現的理由；代代生物，遞次承繼綿延，以至於無窮。

前述的自生說，昔時盛行二十世紀有奇。最初矯正此種謬說者，為意人雷狄(Redi, 1626-1697)氏。彼於1668年首用簡淺的實驗，證明腐肉之所以生蛆，係因蒼蠅產卵其上，而非自能生蛆，遂否定自生的迷信。自顯微鏡出後，一般學者發見種種細微的生物，自生之說復起，以為高等生物雖產自祖先，而細菌等類則可由自然發生。隨後

意儒斯巴蘭紫泥 (Spallanzani, 1729-1799) 氏於 1775 年, 曾就此種問題作種種有趣試驗。氏將有機物質置於燒瓶中, 先行煮沸消毒, 後將瓶口固封, 其結果則瓶內的物質永不腐敗生菌, 足以證明細菌亦不能自然發生。但自生說學派, 謂細菌必需空氣, 瓶內不生細菌, 係由於空氣不流通的原因。至 1861 年, 法國著名科學家巴斯特 (Pasteur, 1822-1895) 氏更作精密的試驗。氏用一平底燒瓶, 其開口處

接以彎曲的玻璃管。瓶內裝置有機的培養液, 經煮沸後, 與瓶相接的玻璃管, 其彎曲部注有水蒸氣凝結所成的水滴, 足以隔離空氣塵埃帶入的細菌, 是則瓶內培養液, 雖仍與空氣相通, 但因細菌不能侵入, 所以永可不致腐化生菌。同時英儒丁鐸爾 (Tyndall, 1820-1893) 氏亦曾作類似的實驗, 其結果與巴氏所得者, 恰相符合; 以是確證自生說為無稽, 而生源說始漸彰明於世。

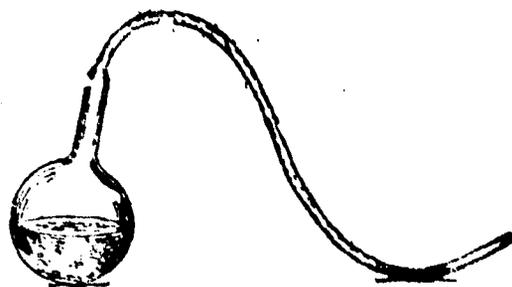


圖 1  
巴斯特氏實驗所用的玻璃器

4. 移來說 (cosmozoic theory) 此說主倡生物係由天空移來地上。原始的微小生物, 謂若塵埃一般, 彌滿空中, 漂浮無定, 是稱宇宙生物 (cosmozoan)。此種生物時或附着天空的隕石或塵埃上, 藉光線的催送力, 由天空降臨地上, 而漸發育。此說不啻將生物的起源, 移至地以外。縱使宇宙生物果真存在; 但此種生物如何形成, 如何得能通過天空而達地上, 且以隕石溫度之高, 宇宙生物能否耐持其生機, 而不致死; 凡此疑問似均該藉吾人研究範圍之外, 而生命的起

源究屬若何，尙不能謂已徹底解決也。

5. 新自生說 neo-abiogenesis) 據生源說的主張，世上一切生物均由其親所生；親復有親，依此追溯，則最初的親體果由何來。邇來一般學者推測其必由非生物按級進化而成。自從 1828 年味勒 (Wöhler) 氏用化學方法，製成尿素(urea)後，世人始知有機物質，可由無機物質造成，於是無機物與有機物的境界，因而消失。至論生物的最初形態，即吾人所知的最簡單者，實係細胞。細胞的解析，已昭示其中所含的各種化學物質；倘以此等物質，藉人工方法，照分析所得的比例而組合之，或能使成生活的物質。近有幾多理化生物學者，正在努力此種研究；雖迄今日，尙一無端倪，然恐亦不能斷其純爲夢想，永無實現的希望。晚近或謂今世動植物，雖未見其由非生物所生成，惟在地球形成的初期，最早發現的簡單生物，容或有從非生物的物質產生的可能。例如普夫律格 (Pflüger) 氏曾設想地球昔有一時期係在白熱情況之下，由過度酷熱的物質中，發生碳與氮的組合，而成氰根(CN)，後再得氧而變爲特殊的化合物，終成原形質。似此推測，奈皆虛妄渺茫，在今日的科學範圍內，尙未見有詳確的證明。

綜上而言，生物的起源究屬如何，雖迄現在仍屬懸案，而未能確定；但舉凡一切現存世上的生物，悉由其親體所生成，實爲今日生物學上絕無例外的真理。

### 第三章 生物

1. 生物與非生物 自然界中的物質，不外乎生物與非生物二大類。今就此二者分敘其異同如次。

A. 生物與非生物的相同。

1. 二者均屬物質，由原子(atom)、分子(molecule)等所組成。
2. 二者均能貯藏或發放能量(energy)。
3. 二者均占空間與時間。
4. 二者均能變化；其變化的性質，或屬化學，或屬物理，或者理化兼具。

B. 生物與非生物的不同 生物在生活中，與非生物亦顯有不同；今就一般生物的特徵，可與非生物區別者略言之。

1. 大小的有定 生物均有一定的大小；例如細菌，小至非用高度顯微鏡不能察見，而在海洋的鯨、鯨等，其體長竟有達數十米者。生物異種間，其大小雖各相差甚遠，但同種間總有相當的限度，非生物則不然；例如水，小為涓滴，大成海洋。

2. 形狀的有定 各種生物，其形態雖時在變化之中，但始終能保持其一定的形態。任一動物或植物，必與其同種的物體相類似，恰如由同一模型所造成者然。非生物的形態每不一定。

3. 化學組成的複雜 非生物的化學組成，多不相同；生物則不然，雖種類繁多，但其體質悉皆由十餘種的元素互配而成。此十餘種元素中，尤以碳、氫、氧、氮、硫等五種最為常見，約占生物體的重量百分之九十九。各種元素在生物體中，常組成極複雜的有機化合物，如醣類、脂肪、蛋白質等。似此複雜的化學組成，均為非生物界中所罕見。

4. 結構的有定 世上所見的生物，雖其形態、大小，各相差異；但就其體內的結構而言，凡生活體不拘其為簡單，抑為複雜，均為一

種基礎物質所構成，即所謂原形質 (protoplasm)。此種物質恆必形成一定的結構；其結構上的單位，即為細胞 (cell)。

5. 代謝作用 (metabolism) 凡在生活中的生物體，不論其形狀大小，構造簡繁；其體中的諸物質，均在川流不斷的變化中，是謂新陳代謝，或稱代謝作用。此種作用的過程，括有下列二法。

(a) 同化作用 (anabolism) 生物體均能由外界攝取與己不盡相同，或甚不相同的各種營養物質，將其變為原形質，以供其自體的發展，或資補償其體中的缺損，是為同化作用。

(b) 破化作用 (katabolism) 生物體更能將自體的實質，起化學作用以分解之，使其發散熱與能，以供各種活動。體中諸物質經此作用，遂變為種種老廢物，再排出於體外。

生物體因破化作用不絕消耗舊的體質，又由同化作用漸次補充新的體質；此二作用，循環不輟，藉得以維持生物體的生活，完成生命的偉大工作。斯種現象實係生物體最顯著的一種特徵，非生物界中絕無所見。

6. 生長作用 (growth) 前述的新陳代謝，其同化作用若超過破化作用，體內實質遂得逐漸增多，體積因而漸形增大，是稱內發生長法 (intussusception)。非生物的體積或能變大，惟其增大係由周圍的物質逐漸貼附於其表面，是謂外加生長法 (accretion)，與生物體的生長作用根本上絕不相同。

7. 生殖作用 (reproduction) 生物體生長達至一定時期，均能將其自體的一部分離獨立，形成與己相似的新物體，以延續其種類生命，是謂生殖作用。非生物不能生殖；新成的非生物，非由個體

產出，乃由生物集合成分解所變成。

8. 遺傳(heredity) 凡生物體其性質及特徵，均得由生殖作用，遺傳於其後代；是以就一般情形而言，類必生類，子必似親。非生物間自無所謂遺傳的現象。

9. 生活史(life history) 舉凡一切生物自從其親體產出後，必經一定的發育，由幼而長，終達生殖時期，自是以後逐漸衰老，以迄死亡；其間所歷的生活過程，謂之生活史。一般生物體在幼年時，其體內的同化作用特別旺盛，體積因漸增大；及至壯年，體內物質的吸取與消耗，互相抵消，致其身體得以維持常態；一至老年，同化作用衰退，體質羸弱，體力減退，終淪於死。至於非生物雖有毀滅，然無所謂壽命或生死。

10. 感應性(irritability) 生物體對於各種內部或外界的刺激，均具感應性，而現其相當的反應(reaction)，是即生命主要特徵的一種，為非生物所不具備者。生物因具有感應性，故能不斷行調節作用，而得適應其常在變化中的環境。此所以斯賓塞(Spencer)氏以生命即係生物體內外繼續不斷之一種互相調節的作用。

據前述的機械說，生物體所有的一切活動均係由於刺激所致，是皆所謂反應；生機說則主張生物無需刺激，而能自營各種活動，以行適應。

綜上所述，可知生物的特徵，或屬形態方面，或屬機能方面，二者均基於原形質；是以原形質的存在與否，實係生物與非生物根本上的差別。生物體的代謝、生長、生殖、感應等機能，均為常行不斷的作用，故可綜稱之為生活機能(vital function)，其進行及結果可統

稱曰生活現象(vital phenomenon),為生物體最顯而易見的特徵。

II. 動物與植物 普通生物可大別為動物與植物二類。昔時博物學家林內(Linné, 1707-1778)氏以植物能生長及生活,而動物則

特 徵 類 別	高 等 植 物	高 等 動 物
1. 形 態 方 面	體軀雖具有一定的模式,但個體形狀的變化常較動物為著。 木本植物體生長無限度,體積隨年增大。 體中器官精細,大都簡單;且通常向外發展,廣占空間。	體形變化不若植物顯著的。 體軀大小較為固定;既達成年期後,不復有顯著的增大。 器官構造常較複雜,且多常被藏於體內。
2. 運 動 方 面	通常不能自由移動,且不具任何行動器官(單細胞植物及下等植物的生殖細胞,多能自由運動;高等植物如含羞草等,其物體雖固着於一處,惟能發局部運動。)	通常善於移動,且常具有特殊的運動器官。(海綿、海葵、海鞘、海百合、藤壺、牡蠣以及其他類似動物,成長後移生附着一處,永不移動。)
3. 營 養 方 面	通常具有葉綠素,因能在日光下將水與二氧化碳製為有機物[1],以充養料。菌類植物及營寄生生活的高等植物,如菟絲子等,概缺葉綠素。是(除幾種裂菌外,參見第9章),均不能自製養料,而須直接攝取有機物質。食蟲植物能直接捕獲小蟲,吸取其體中所含的有機物[1],以供營養。)	無葉綠素,因不能自製養料,而必須直接攝取已成的有機物質,以供營養。
4. 感 覺 方 面	營養原料取自氣體及液體的無機物質。 感覺器官,無神經系統。(除低等植物的草,高等的尖端,捕蟲植物的捕蟲器等,均屬例外。)	營養原料不僅取自液體及氣體,亦能攝取固體的食物。 感覺敏銳,高等種更具有神經系統。(海鞘之類有否感覺,尚屬疑案)。
5. 排 泄 方 面	通常為氧,水及二氧化碳等。	通常為水,二氧化碳及尿,糞等。

能生長、生活及運動；是則植物與動物係以有無運動，爲其彼此間惟一的差異。此種區別由今視之，當然嫌其過於簡略；茲依現時所知，就高等動植物統括其相異的特徵，列成上表，以資比較。

綜觀上表，可知植物因能自製有機養分以自給，所以不必具運動的能力及敏銳的感覺；體中器官的構造，亦甚簡單，且多向外發展，藉可多攝物質，供其需要。至於動物，則多須攝食生活物體，必經探搜角逐，始能獲得；所以感應銳敏，運動活潑。凡與捕食競存有關的種種器官，均甚發達，且多藏於體內。至其體形大小，因適應關係，亦與一般植物顯然有別。

動植物除上述種種區別外，其細胞構造，亦頗有不同，容後敘及。但以吾人所知，動植物間的不同僅能就人體立論；任何一種的區別，均有不少的例外，而實無絕對的標準。高等動植物其彼此間的差異，似較顯著，而易於鑑別；至於下等生物，其形態生理均極簡單，動植兩界的區別，往往甚不明瞭。例如大團藻或稱團走子 (*Volvox*)、眼蟲 (*Euglena*)、梅毒螺旋體 (*Spirochaeta pallida*) 等，其所具的特性，有似動物，有似植物，有爲動植二者所共有；至其分類，或主將其列爲動物，或則將其編入植物，學者間爭議紛紜，究竟應屬何類，誰都不敢妄斷；所以在動植兩界間，欲畫出一種判然的鴻溝，實極困難。

動物與植物的區畫，其所以不甚明確，即因動植二者，均由同祖遞傳分派而成，且皆由原形質所組成，故悉依同一的原則而營生活。依一般學者的見解，最初的生物曾經幾許演化而成動植二支。高等的動植物進化較甚，所以其彼此間的差異特形昭著；至於下等者，根源未遠，血統尚甚接近，是以差異亦每不顯，因致難於辨識。

## 第二編

# 生物體的基礎物質與構造

## 第四章 原形質

生物之具有原形質，前曾提及；實則生物體中的種種生活作用，莫不溯源於此物質，非此弗克維持，是以赫胥黎 (Huxley, 1825-1895) 氏稱之為生命的物質基礎 (the physical basis of life)。

I. 原形質的發見 法儒度札當 (Dujardin, 1801-1860) 氏於 1835 年最初發見下等動物體中，有膠狀的物質，具有自動及收縮的作用，稱之為肉膠質 (sarcodé)。及至 1846 年；德人馮摩爾 (von Mohl, 1805-1872) 氏於植物細胞內亦發見類似的物質，氏稱之為原形質。按此名辭，初為 1840 年潘錦奇 (P. rkinje) 氏所創，惟自馮氏應用之，始漸通行。隨後經多方研究，漸知動物的肉膠質與植物原形質，實同屬一物質，根本上毫無差別；終由德人許物爾茲 (Schultze, 1825-1874) 氏於 1861 年，確定原形質係生活物體所共有而不可或缺的基本物質，一切生活作用皆係由此發生，且均賴之而得維持。

II. 原形質的構造 關於原形質的構造，學說頗多；今擇其較著者，簡述如次。

1. 粒狀說 (granular theory) 阿爾提曼 (Altmann) 氏以原形

質係由無數散在膠狀基質中的微么顆粒而成。此種顆粒，謂係主要的生活單位，不特具有生活的能力，且能分裂繁殖，因而特稱之為原生粒 (bioblast)。細胞體中的原生粒，時或集成團塊狀，時或相連而成線狀，滿布於半液狀的基質間。

。網狀說 (reticular theory) 係佛洛曼 (Fromman) 氏等所倡。此說以原形質內，具有網狀構造。網絲互相錯雜，形似海綿；而網眼間則填充較為稀薄的液質及小粒等。

3. 線狀說 (fibrillar theory) 主此說者，當推佛來銘 (Flemming) 氏為最著。氏以原形質係成自一種半固體強折光性的絲狀構造，名曰纖維 (mitome)。纖維互相交錯，或離或聚，紛紜纏繞，但不連不歧，不成網狀；絲間充以較為流動的透明物質，謂之絲間質 (paramitome)，絲間質中時或更含有小粒的構造。

4. 泡狀說 (alveolar theory) 此說以標瞿利 (Bütschli) 氏等主張最力。據其所說，原形質係成於無數大小不等、滿充液質的泡球，懸置或包被於較固的膠狀基質中，儼如蜂窩的構造。其鄰接的泡球，因彼此互相接觸；故在顯微鏡下視察之，宛似顆粒或細絲狀。若將橄欖油等濃厚油類，與鉀鹽類的溶液相混，即生無數微細泡沫，與所述原形質的狀態，恰甚相似。

近來學者大部確信原形質係一種繁雜的膠體 (colloid) 構造，其中填充無數大小及性質各不相同的懸膠體 (suspensoid) 及乳膠體 (emulsoid)，構成一種不等質 (heterogenous) 的膠體系。至於原形質的外觀形態，顯係隨其生理狀況而變遷；其中或成泡球，或現纖維，或結網狀，或藏顆粒，均視其所在的細胞，及細胞體發達的時期與活

動的情形，而有差異。原形質原係易變的物質，且常在物理化學變化之中；因其如斯，故常見有種種不同的形態。

從前研究原形質者，恆用藥劑固定染色；致所見的構造，未必足以代表原形質活時的原有形態。近來盛用活體染色(vital staining)、顯微鏡解剖及組織培養(tissue culture)諸法，以研究原形質；對於此種物質的形態構造，異日必可得有較為正確的觀念。

III. 原形質的化學組成 活原形質一經化學分析，即起重大變化，而不復繼續生活；是以原形質在其生活時的化學組成及結構，迄今無從洞曉。吾人現時所有關於原形質化學組成方面的知識，均係由於研究已死原形質所得的結果。就今所知，原形質的化學組成並非簡單而甚繁雜；茲將其中所含的幾種主要物質分述如次。

#### A. 無機物質(inorganic substance)

1. 水 水為原形質必不可缺的成分。一般原形質在其生活時所含的水分，通常有其全部重量百分之60至90以上。

2. 無機鹽 無機鹽約占原形質乾後重量百分之五至七。此類種別頗繁；其較常見者為碳、磷、硫、氯等與鉀、鈉、鈣、鎂及鐵等的化合物，就中以氯化鈉(即通常所謂食鹽 NaCl)為最普通。

3. 氣體 原形質常含有氣體，如游離的氧及二氧化碳等。

#### B. 有機物質(organic substance)

1. 醣(carbohydrate) 約占原形質乾後重量百分之12。此類物質均由碳、氫、氧三元素化合而成，其所含的氫與氧為二與一之比，恰如構成水的比例；故昔有碳水化合物之名稱。此類物質大多見於植物界，動物體中的含量甚少。醣類更可分為下列類，

(a)單醣類(monosaccharose) 此類物質的分子式為  $C_6H_{12}O_6$ 。常見之例有葡萄糖(glucose)、果糖(fructose)等。

(b)貳醣類(disaccharose) 其分子式為  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，即由二分子的單醣，減去一分子的水所造成；因其係為二分子的單醣所合成，故得是名。例如蔗糖(sucrose)、乳糖(lactose)、及麥芽糖(maltose)等。單醣與貳醣等類，均味甘而易溶於水中。

(c)多醣類(polysaccharose) 其分子式為  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，係由多數單醣分子集合，再減去幾個分子的水而成。多醣類皆無甘味；有能溶解於水者，或有遇水而行膨脹者，亦有遇水而毫無變化者。常見的多醣類為澱粉(starch)、肝醣(glycogen)、糊精(dextrin)、纖維素(cellulose)及樹膠(gum)等。

## 2. 脂肪(fat)及擬脂(lipoid)

(a)脂肪 此類物質在已乾的原形質中，所占的分量與醣類略同。其化學組成，亦如醣類之由於碳、氫、氧等三元素；惟其所含的氧量較少，故易氧化。各種脂肪均由一分子的甘油及三分子的脂肪酸化合而成；甘油僅為一種，而脂肪酸則有多種之別，所以脂肪的種別頗多。就其物理的狀況而言，脂類可分為軟脂、硬脂及油脂三種。軟脂與硬脂在常溫中均為固體；軟脂易溶解於熱酒精及乙醚中，其熔點約為  $65^{\circ}C$ ；硬脂溶解較難，而其熔點亦較高；油脂則在常溫中，恆為無色、無臭、無味的液狀體，通常稱之為油(oil)。

(b)擬脂 擬脂的化學性質，與脂類不同；而其物理性質，則與之相類似。擬脂的種類亦多；惟在生理上最屬重要者，厥推膽脂(cholesterin)及卵磷脂(lecithin)等。

3. 蛋白質(protein) 此類物質約占乾燥原形質的重量百分之40, 為原形質最主要的成分。其與生活現象的關係, 至深密切; 原形質缺此, 則不能生活。蛋白質之為物, 較任何化學物質似更複雜, 其性質亦不安定而易變化; 其所含的元素, 除碳、氫、氧等外, 尚有氮素, 是其與他種有機物質不同之點; 且蛋白質中時更含有硫、磷、鐵、銅等, 其組成可依百分率計之, 大略如次。

碳	50—55%	氧	19—24%
氮	15—19%	氫	6.9—7.3%
硫	0.3—2.4%	其他元素	微量

蛋白質經化學作用, 可分解為種種氨基酸(amino-acid), 氨基酸已發見者, 計有二十餘種, 其構造或較簡單, 或甚複雜; 但必具一個以上的氨基(NH 或  $\text{NH}_2$ ) 原子團。由此等氨基酸互相結合, 而產生無限種類的蛋白質。複雜的蛋白質竟有幾百個氨基酸相結而成; 且有其他元素如鐵、磷等的成分混合其中。人的血色素(haemoglobin), 其分子式據分析結果, 係為  $\text{C}_{758}\text{H}_{1213}\text{N}_{195}\text{O}_{278}\text{FeS}_3$ ; 蛋白質組成之複雜, 由此可得推知。蛋白質依其化學性質的不同, 又可分為三類如次。

(a) 單純蛋白質 即真正之蛋白質, 如卵中或乳中的卵白素(albumin), 肌肉中的球素(globuline)等。

(b) 複合蛋白質 即蛋白質與他物化合所成的物質, 如胞核中的核蛋白質(nucleo-protein), 乳中的乾酪素(casein)等。

(c) 擬蛋白質(albuminoid) 常見於動物體的結締組織中, 如角素(keratin)、彈力素(elastin)等屬之。

4. 酵素(enzyme) 原形質中含有一種物質,其含量雖微,而其作用則甚重要,是稱酵素。酵素的化學組成,迄未明瞭,但亦必為複雜的有機物質,似與蛋白質一般。酵素的重要功用,即在促進生物體內的各種化學變化;極微量的酵素,藉其接觸,能增速生理上極關重要的化學作用,使大量的他種有機物質發生變化,而酵素本身既不改變,亦不消滅,是與無機化學中催化劑(catalyzer)相似。例如唾液中所含的唾液酶(ptyalin),功能促使澱粉變成麥芽糖及糊精等;又如胃中產出的胃蛋白酶(pepsin)能使蛋白質分解消化,而成為氨基酸等。

5. 維他命(vitamin)\* 計有數種,俟於後文敘述之。各種維他命均具其特殊的功能;若遭缺乏,則原形質勢必不能維持其健康的狀態。

原形質中所含的各種物質,已如所述;但諸物質悉由種種元素所組成。就中成分最大者,厥推氧素,次為碳、氫等;他若氮、鈉、鉀、鐵等為量較少的元素,則甚繁多,不勝枚舉。茲將人體原形質中所含的各種元素及其各種的百分率,列成下表。

1. 氧(oxygen)	5.00%	2. 碳(carbon)	18.00%
--------------	-------	--------------	--------

\*維他命的名稱原文為“vitamine”,由“vit”(活性)與“amine”(氨基酸)二部合成,意即以其為生活必需的氨基酸。然據晚近研究,始知維他命大多不含氨基酸,而且有種維他命雖付缺如,亦非必至於死,名實似有不符之處;但因“vitamine”的名辭流傳已廣,故今仍沿用之,惟其字尾的“e”字母刪除,以示其含義與原定時不同之意。“Vitamin”的譯名頗多,如維生素、生機素、活力素、生命素、護生素、營養素或副營養素等,不一而足,亦有音譯為他或維他命等等;就中似以維他命的譯名最為妥當,因意與音兩方面均能顧及故耳。

3. 氫(hydrogen)	10.00%	10. 氯(chlorine)	0.5%
4. 氮(nitrogen)	3.00%	11. 鎂(magnesium)	0.05%
5. 鈣(calcium)	2.00%	12. 鐵(iron)	0.04%
6. 磷(phosphorus)	1.00%	13. 碘(iodine)	微量
7. 鉀(potassium)	0.35%	14. 氟(fluorine)	微量
8. 硫(sulphur)	0.25%	15. 矽(silicon)	微量
9. 鈉(sodium)	0.15%		

綜上所述，可知原形質之爲物，並非單純一種的化學物質，而爲多種性質不同的各種複雜物質互混化生而成。然原形質的化學組成，雖甚繁殊；但其所含的種種物質，竟無一種能單獨自營生活者，即其所由成的各種元素，亦未見有特殊奇異者，悉屬非生物界中通常所見的物质。因此之故，對於原形質的生活機能，深覺其奧妙不置。近今一般學者均以原形質中的諸種物質，容或互相溶解混合，而成特殊的有機系統；以此系統的整部，由其中所含的多種複雜且極易變而不安定的化合物，彼此之間互相爲用，交相影響，由激動而反應，更由反應而生反應，因而引起特殊之物理化學的變化，藉以啓發生命之種種重要的機能。生物體之所以能增加體質，發生所謂生活現象者，謂即基於此種特殊的有機系統。如斯系統，雖屬易變不居，惟仍能維持其固有的性質，猶如渦流火燄一般。

IV. 原形質的物理性質 原形質係一種無色，半透明，半流動，略具黏稠性的膠狀物質。其比重(specific gravity)較水略高，約爲1.045；但因含有油點及空泡等，故常較輕於水。此種膠質體若遇紫外線、X射線，或遇酸質、鹼液或高熱等，均起凝固現象。原形質又具

有表面張力 (surface tension), 所以游離的原形質塊恆呈球形或半球形; 更具擴散 (diffusion)、滲透 (osmosis) 等特殊作用。此等作用與生物體的種種機能, 如吸收、分泌、排泄等, 均具有密切的關係焉。

## 第五章 細胞

原形質係構成生物體的基礎物質, 既如所述; 但在生物體內原形質並非漫無組織, 而必具有一定的結構。原形質結構的最小單位, 即為細胞。

1. 細胞的發見及細胞學說的概略 細胞的發見, 實應歸功於英儒胡克 (Hooke, 1635-1703) 氏。氏於 1665 年用自製的顯微鏡檢察木栓, 見其係為無數蜂窩狀的小胞所組成, 因定名曰 “cell”, 即取小箱或小室之意。蓋胡氏所見者, 僅細胞體的外壁, 略似小箱或小室狀, 而未知其內尚有原形質的存在。後經研究, 雖知胡氏解說的謬誤, 但 “cell” 的名辭迄今仍沿用之。

胡氏以後百餘年間, 細胞的研究未見有若何顯著的進展; 直達十九世紀, 英儒布拉文 (Brown, 1773-1858) 氏於 1831-1833 年間, 發見植物細胞中具有胞核的構造。度札當 (Dujardin) 氏又於 1835 年發見細胞中所含的基礎物質, 即吾人現今所稱為原形質者 (參閱前章); 細胞的構造因而漸被重視。迨後德儒許賴登 (Schleiden, 1804-1881) 氏就植物方面, 及許範 (Schwann, 1810-1882) 氏就動物方面, 先後於 1838-1839 年間發表論文, 認一切動植物體均為細胞所組成, 是稱細胞學說 (cell theory)。

昔時研究細胞者, 大都以細胞的外壁, 作為細胞最主要的構造。

至發見胞核、胞質時，始知胞壁之內尚有其他結構。及至 1861 年，許物爾茲 (Schultze) 氏始確定原形質在細胞體中的重要；於是細胞的觀念爲之一變，以胞核與其周圍的胞質爲細胞的主體，而胞壁不過爲細胞體的一種產物已耳。

近來研究不僅確定賴登與許維二氏的細胞學說；且以研究所得的事實，從而擴大其重要性，即以細胞不僅爲生物體構造上的單位，且爲生理上、遺傳上及發育上的單位，爰特分別說明之。

1. 構造上的單位 凡生物體均爲細胞及其產物所構成。

2. 生理上的單位 生物體中的任何生理作用，如營養、生殖、感覺、運動等，莫不淵源於細胞體。凡生活體悉賴其所由成之諸細胞的生理機能，以得維持其生命。

3. 發育上的單位 各生物體的發育，無不由單細胞的受精卵始；且胚胎中的各種形態上或生理上的變化，均賴細胞體的構造及其種種機能與活動，而得實現。

4. 遺傳上的單位 遺傳的物質以及此物質的嗣續遞傳，均賴細胞，尤其是生殖細胞，爲其基礎。

II. 細胞的外觀形態 細胞體的原始狀態，略爲球形或橢圓形；在胚胎發育的初期，多呈此狀。迨後因分化及鄰胞互擠等作用，漸變成種種不同的形態：或爲多角形，或爲扁平形，或爲纖維形、紡錘形、星芒形、立方形、圓柱形等；其外形千差萬別，不一不定，且或可隨時變形，恰似白血球或變形蟲一般。

細胞的大小，亦甚不一致。普通動植物細胞其直徑爲五至一百微米 (micron)，大概非藉顯微鏡不能窺見；然亦有肉眼易能察見者，

但甚稀少耳。禽類的卵爲形最大，例如駝鳥的卵子，其直徑達 8.5 厘米，爲普通雞卵的直徑三倍有奇。又如現已滅種的鱉鳥 (*Aepyornis*)，其卵殼的化石有 33 厘米的長度及 23 厘米的直徑，其中容量竟有四升之多。植物體中的纖維，其長度往往在一二分米以上；而高等動物體中的神經細胞，其突起爲形特長，竟有達至一米的長度者。反之，幾多細胞，如精子、細菌等類，均僅數微米之大；時或更小，即用現時放大最高倍的顯微鏡，亦不能窺見之，是即所謂超顯微鏡微生物 (ultramicroscopic microorganism)。

III. 細胞的內部構造 細胞形雖微小，而其內部的構造則頗複雜，且因生物的種類而異其趣。茲擬一種模式細胞，將其分爲下列二部，順序略述之。

A. 胞質 (cytoplasm) 胞質係細胞體內的原形質，其基礎物質顯係一種純性半透明、半流動的膠狀體，謂之胞基質 (hyaloplasm)。胞基質之中，更含有下列種種構造。

1. 中央體 (centrosome) 通常位於胞核的近旁。此種構造或係久存細胞中；或則平常不見，僅於細胞體分裂時始行現出。其構造係由中央粒 (centriole) 及中央球 (centrosphere) 所組成。中央粒位居中央體的中心，染色甚深，其形或單或雙；具有雙形中央粒者，特稱爲雙中央體 (diplosome)。中央球繞於中央粒的四周，其所由成的原形質恆較他處更爲緻密，特稱爲中央質 (centroplasm)。此質在細胞分裂時，現有攝引力，因又名攝引球 (attraction sphere)。當細胞分裂時，中央球形成星絲 (astral ray)，向四圍射出，爲細胞分裂中的一種重要作用，容後述及。

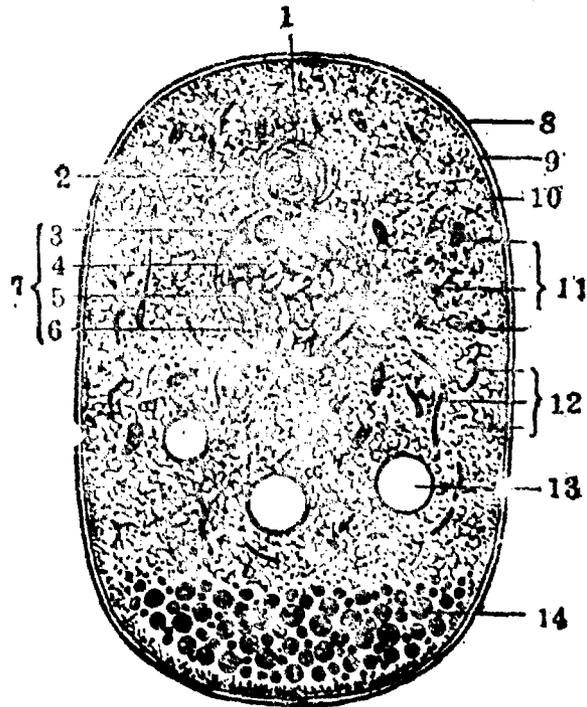


圖 2 橫切細胞圖 1. 中央體 2. 哥氏體 3. 真核仁 4. 圖色質  
5. 核絲 6. 圖色仁 7. 脂核 8. 胞膜 9. 基膜 10. 胞質  
11. 葉綠體 12. 粒線體 13. 空泡 14. 胞食物

中央體常被認為細胞體力學的中心；所以當細胞分裂時，特形顯明。且對於纖毛的形成，腺細胞的分泌，以及普通細胞的分裂及其他種種活動，均具有特殊的關係。中央體的構造，在一般動物及下等植物的細胞體內均見有之，惟在高等植物的細胞內，迄未發見\*。

2. 粒線體(chondriosome) 此種構造其形狀有為顆粒狀，有似

\*吾人湯其夫君謂最近於 *Lonocera alpigena* (忍冬科) 的花瓣細胞中，發見中央體構造。此說迄未證實。

纖維或纖維，有成線狀或鏈狀。其為顆粒狀者，稱纖維粒體 (mitochondrion)；桿狀者，稱纖維桿體 (chondriocent)；線狀者，稱纖維線體 (chondriome)。凡此構造其存在的時間，或暫或久；其在新成或生活活潑的細胞體中，為數特夥，而在老弱及衰頹的細胞體中，含量較少。至其功用，則意繁說雜：有謂其能支配細胞體中的代謝作用；有謂其與施質的遺傳機能有關；有以其為細胞體各種生理作用的基礎物質，能形成細胞體中的各種特殊構造；甚至有以其為特種細菌，寄居於細胞體內，而與之發生所謂共生 (symbiosis) 的關係。

3. 哥氏體 (Golgi body)，或曰胞網體 (dictyosome) 為哥爾知 (Golgi) 氏於 1898 年所發見。其形狀大小變化甚繁；或為柱狀 或為條狀、粒狀 環狀等；時或散布於胞質中，時或圍繞中央體，而形成密網狀，即所謂哥氏網 (Golgi apparatus)。此體的功用迄未明瞭，但一般謂其對於細胞體的分泌及其他相關作用，或具有相當的關係。

4. 色素粒 (plastid) 是為胞質中特化的一種構造，功能產生特種物質，如澱粉、脂肪及色素等。此等構造在動物體中，甚為罕見；但在植物則極普通，其最常見者，約有三種之別，略述如次。

(a) 雜色粒 (chromoplast) 此種構造呈有黃、棕、紅、或別種顏色。

(b) 葉綠粒 (chloroplast) 色素粒之為綠色者，特稱為葉綠粒。此種構造恆見於葉中，故有是名。葉綠粒中含葉綠素 (chlorophyll)，能營光合作用 (photosynthesis)；是以凡具葉綠素的細胞，常含有澱粉及其他有機營養料。

下等植物體中常見有富具色素的構造，為形特大，通常稱為色

葉體(chromatophore);其爲綠色者,特稱爲葉綠體。

(c)白素粒(leucoplast) 常含於植物體不與日光接觸的細胞中,時能變爲葉綠粒或雜色粒。

5. 空泡(vacuole) 空泡係囊狀構造,內貯胞液(cell sap or cytolymph),液中常混含營養物質及代謝作用的各種產物。空泡的形狀、大小及其存在的久暫,悉隨細胞的種類而有差異;惟在一般植物細胞中,形常較大而顯著,時或擴占細胞體的大部,細胞中的胞質以及其他構造均被擠壓,成一薄層,而緊貼於胞壁內面。動物的空泡有經專化而營特種的機能者,如草履蟲的食泡(food vacuole)與伸縮泡(contractile vacuole)等。

6. 纖維(fiber) 爲胞質中所見的種種線狀構造,各具有特殊的功能。橫紋肌(striated muscle)中的肌絲(myofibril),神經細胞中的神經絲(neurofibril)等,均屬常見的著例。

7. 顆粒(granule) 細胞內所含的各種顆粒,其形狀、大小、數目以及構造、機能等,均相懸殊。例如胞質染粒(chromidium),專司細胞體的營養方法;分泌粒(secretory granule),促成細胞體的分泌作用;貯藏粒(storage granule),司理細胞體的貯藏機能等。

8. 胞含物(cell inclusion) 是指細胞體中偶然含有或暫時儲存的諸種物質;或屬營養物,如澱粉、脂肪等;或係代謝作用的產品,如色素、結晶、分泌物質以及各種的頽廢物質等。此類物質或存或缺,時多時寡,或散在胞質中,或貯藏於空泡內,似與細胞體的構造無甚關係;且非由原形質所組成,顯係不營生活的物質而含於細胞體中,所以又稱爲後成質(metaplasm)。

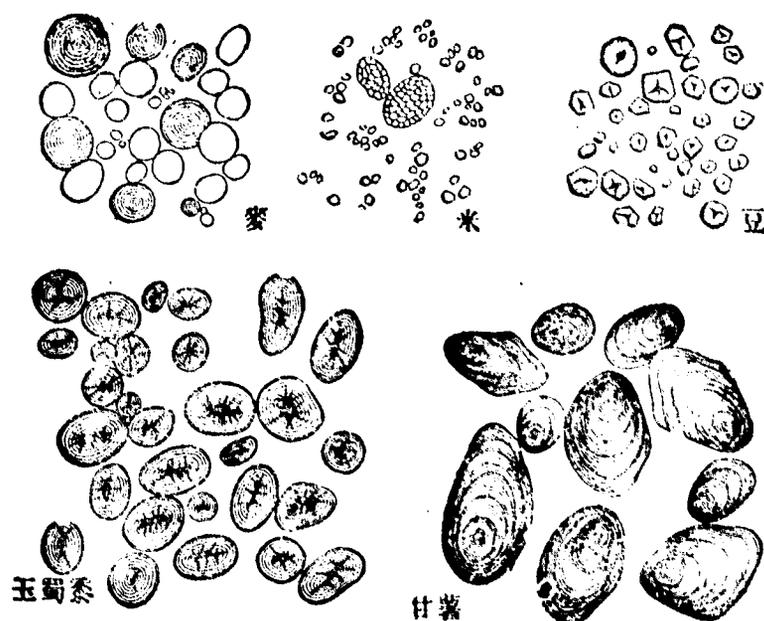


圖 3 植物細胞中所含 澱粉粒(由 Brown)

9. 質膜(plasma membrane) 無論何種細胞,其表面均覆以透明、纖微而有韌性的質膜,是為細胞體最外層的胞質,經表面之物理化學的作用硬化而成。此膜極薄,故不易見。

10. 胞膜(cell membrane) 質膜之外,常有較厚的胞膜,是為胞質分泌所成的產物,而非胞質的生活本體。胞膜功能被容及保護細胞內部的種種構造,兼能調節胞質的吸收、分泌及其他相關的種種作用。

動物細胞的胞膜通常柔薄,或竟付缺,但時或稍變堅韌;例如滴蟲類(Infusoria)的表膜(pellicle),皮膜細胞(epithelial cell)游離面的角質膜(cuticle)等是。

植物細胞的胞膜,往往較動物胞膜為堅厚 所以又稱為胞壁

(cell wall). 胞壁的主要成分, 原為纖維素(celulose), 係無色透明, 韌固而易能透水的物質. 但此種物質常被它物滲入, 而成為種種的變質. 胞壁的變質, 可大別為下列數種.

(a) 角質(cutin) 堅硬而光潤, 不能透水或透氣, 常見於莖、葉、果等表皮細胞的表面.

(b) 木栓質(suberine) 為不透水的物質, 有彈力; 常見於老莖的表面部.

(c) 木質(lignin) 其性堅脆, 易於透水. 尋常所見的木材, 即成於木質胞壁.

(d) 礦質(mineral matter) 胞壁含此, 變甚粗糙; 例如木賊類(Equisetales)莖部細胞的胞壁, 可供為摩擦之用.

(e) 膠質(gelatinous matter) 胞壁經漿化作用, 而成為黏性的物質. 例如桃、李等莖部所流出的樹膠.

動植物的胞膜, 常不完整, 而具有多數微孔; 鄰貼細胞體的原形質, 貫通此等孔道, 形成絲狀構造, 謂之胞間絲(plasma bridge or plasmodesma), 職司細胞間的聯絡及傳導刺激等作用.

B. 胞核或簡稱為核(nucleus) 胞核大多位居細胞體的中心, 或近中心處. 其形態恆隨細胞體的形態而異, 大抵以圓球狀最為習見; 其大小與細胞體的大小, 常有適當的比例.

通常細胞僅含一個胞核, 間有具二核、數核或多核者; 多核的原形質塊, 特稱為多核質(syncytium). 他若哺乳動物的紅血球, 長成後, 即失其胞核; 又如細菌之類, 恆缺普通形狀的胞核, 其核質恆形成多數細致的粒狀構造, 而散布於胞質中.

胞核功能調節及支配細胞體中的同化作用；對於細胞體的生活及增殖，尤其密切的關係。細胞體中若缺胞核，則將不能發育、生長或分裂，且其壽命亦將因而減短。例如若將變形蟲切成若干小部；凡無胞核的部分，不久必將見其死滅；至於有核的部分，則仍可繼續生活，且能再生其被截去的部分；復成原有的體型。

胞核中所含之原形質，特稱核質(nucleoplasm or karyoplasm)，是較胞質恆更稠密。核質中的基礎物質稱為核液(karyolymph or nuclear sap)，猶如胞質中的胞基質一般；其中所含的構造亦有多種之別，分敘如次。

1. 核絲(linin) 係纖細的絲狀構造，縱橫交錯，羅織而成網狀，稱曰核網(linin reticulum)。

2. 染色質(chromatin) 為胞核中最顯著且最重要的物質；因其對於鹼性染色劑易於染色，故又稱為鹼性染色質(basichromatin)。染色質恆集結而成大小不等的顆粒，是謂染色粒(chromatin granule)，彌散於核內。其形較大者，特稱為染色仁(karyosome or chromatin nucleolus)，形小的染色粒，時或附着於核絲上，宛似結節，是謂核網結(net knot)；時或比連，排成念珠狀，甚或分歧而成網狀，是稱染色網(chromatin network)。染色質在細胞分裂時，現有極複雜的變化，容後敘及之。

前述的核絲，據最近研究，不過係染色質的一種生理上的變態。核絲對於酸性染色劑易於着色，故又名曰酸性染色質(oxychromatin)，用以對別於上述的鹼性染色質。

3. 真核仁(plasmosome or true nucleolus) 胞核中常具一個

或數個的眞核仁，對於酸性染色劑着色較易。此種核仁的形態、大小，常不一定；其作用迄未明瞭，大概與胞核的代謝作用具有相當關係耳。眞核仁中，時或含有一個或數個的染色仁；此種構造特稱爲雙質仁(amphintoeus)。

4. 核膜(nuclear membrane)或稱內胞膜(inner cell membrane)是爲外層核質所成的薄膜，圍繞胞核全部，使與胞質相隔離。

IV. 動物與植物細胞的不同 細胞的構造上文已略言之，茲就所述，將動物細胞與植物細胞彼此的不同，列表示之如次。

### 植 物 細 胞

1. 胞膜特爲堅厚，通常由纖維素所成。(菌類的胞膜大都屬於膠質質。)
2. 高等植物細胞中，未見有中央體的構造。
3. 通常具有色素粒的構造，因而富含澱粉以及其他有機養分。
4. 空泡通常形大而顯著，久存於細胞體中。
5. 胞核位置常離細胞體的中心；在老畜細胞中，大多附著於胞膜的內面。

### 動 物 細 胞

- 胞膜通常柔薄，或具刺角質(chitin)，通常缺纖維素。(菌類類的胞膜係由一層纖維素所組成)
- 概具中央體的構造。
- 色素粒甚爲稀少，概缺葉綠素。故不能自製有機養分。
- 空泡形常微小，或付缺如。
- 胞核通常位近於細胞體的中心。

據一般觀察，動物細胞的特化程度，常較植物細胞爲高；且其所含胞質的黏結性(viscosity)往往亦較爲明顯。

## 第六章 細胞的分裂

當倡細胞學說時，許澗(Schwann)與許賴登(Schleiden)二氏，以爲新的細胞係由舊細胞體中的一種品質，次第吸收外圍物質長大而成。至1858年，微耳和(Virchow)氏始提出一切細胞必生自細胞(“*Omnis cellulae cellula*”)的名言；隨後於1882年，佛來銘(Flemming)氏更發見細胞核亦必生自胞核。於是細胞分裂的現象，始漸明瞭；至今學者間均已公認一切細胞必概由已存的細胞分裂而成。

1. 細胞分裂的方法 細胞分裂的方法，可分三種如次。

A. 直接分裂(direct cell division) 當開始分裂時，胞核與其中所含的核仁，相繼伸長，其中段漸形縮小縱細，終則兩端分離爲二，隨後細胞體亦漸伸長，而於二新胞核之間，形成隔膜，使一細胞完全分裂爲二子細胞。此法至爲簡單；在行分裂時，細胞體中不見有任何絲狀構造的形成，所以又稱爲無絲分裂(amitosis)。

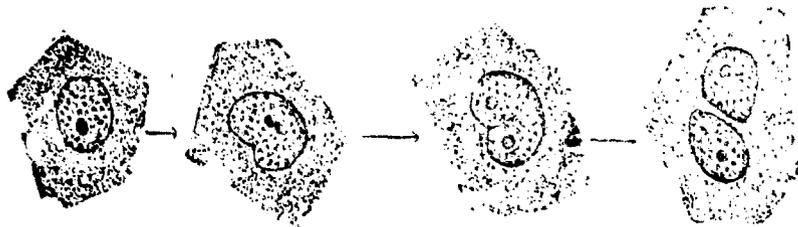
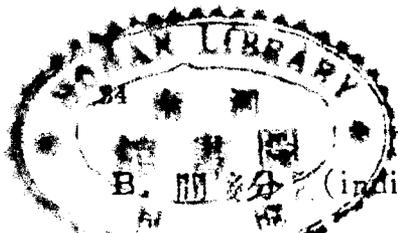


圖4 細胞的直接分裂(蟋蟀之包卵細胞)(仿 Daalgren and Kepner)

昔時學者恆以一切細胞悉依直接分裂法而增殖。其後研究結果，始知此種分裂法僅見於單細胞動物如變形蟲等，以及高等生物體內衰老頹廢或呈病態的組織中。此外絕不經見；因是現今一般學者，均以直接分裂爲細胞一種衰老的現象。



B. 間接分裂 (indirect cell division) 細胞經間接分裂時，其內部因現有絲狀的構造，所以又稱為有絲分裂 (mitosis)。此法甚為繁複，自始至終，依其前後程序，可分為四期。然所分各期，僅為便利敘述計耳；實則細胞體在間接分裂中所歷的種種變化，均為連續性而不間斷。茲就動物細胞間接分裂的情形，簡述如次。

1. 初期 (prophase) 即預備期 (preparation stage) 細胞未經分裂時，其胞核的形態與平常所見者無異，是謂靜止期 (resting stage)。當細胞分裂之初，胞核的染色粒，逐漸凝集聯結，形成纖細的絲狀構造，即所謂染色紐 (spireme)，紆迴於胞核內。染色紐形似一條長線，實則係由多數紐絲 (spireme thread) 首尾相接而成。此等紐絲旋漸各自緊縮，終成染色體 (chromosome)；染色體及紐絲，概有一定的數目。在同種中，其數恆同。

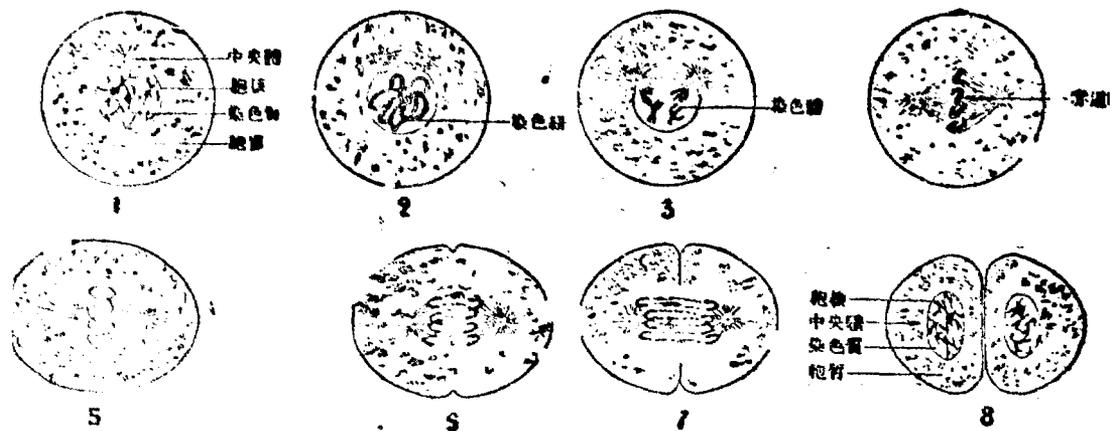


圖 5 細胞的間接分裂 1-2 前期 3 後期 4-5 中期 6-8 末期

當染色紐形成之時，細胞中的中央體，已分為二。體的周圍旋即現出輻射狀的星絲，使二體俱呈星狀，因特稱為星狀體 (aster)。兩星

狀體隨漸彼此分離，終達胞核相對的兩極；二體間有絲狀的構造相連，排成紡錘狀，因稱曰紡錘體 (central spindle)。紡錘體形成之際，核膜與核仁，均漸消失無遺；核膜一失，核質遂與胞質互相混合，胞核中的染色體因而游離於胞質中。

2. 中期 (metaphase) 此期染色體悉皆聚列於紡錘體的中央，猶如地球的赤道上，形成所謂赤道板 (equatorial plate)，一名核板 (nuclear plate)，此期因又稱為赤道板期 (equatorial-plate stage)。細胞中紡錘體所由成的絲狀構造，有縱走於兩極間而連續不斷者，謂之支持絲 (central-spindle fiber or centrosomal fiber)；有由任一的中央體而附着於核板上的染色體者，是稱索引絲 (traction fiber or chromosomal fiber)。

在此期中，染色體各自縱裂而成質量均勻的二半；經縱裂後，染色體的數目，自較其原有的數目增加一倍。此種分裂通常在前期中業已開始，惟至此時則恆特形顯著而易見，是為此期之一種主要的特徵。

3. 後期 (anaphase) 既經分裂的染色體，隨漸分離而向紡錘體的兩極趨行。此種移動的原因，至今尚未明瞭，但或係賴乎索引絲收縮牽引之力所致。迨達二極後，染色體悉行圍繞二中央體而形成雙星狀。在二極染色體之間，常見有一組細絲，為之維繫，是為極間絲 (interzonal fiber)。

4. 末期 (telophase) 染色體既集於紡錘體的兩極後，隨漸疏散，先延成螺旋狀的染色紐，繼經變化，終成顆粒狀，復歸於靜止期的狀態。同時，二新胞核次第構成，外現核膜，內生核仁；紡錘體漸次消

失；中央體時或漸滅，時仍存留，以備下一次的細胞分裂。最終，細胞體中的原形質及其內含的粒線體及哥氏體等，發生分裂；在二新胞核間的胞膜，漸就向內凹入，愈陷愈深，卒成隔膜，將細胞體完全分開爲二。

動物細胞的分裂，恆於初期現有二星狀體，因稱雙星分裂式 (diastral type)。高等植物細胞的間接分裂法與動物頗爲相以，但其分裂的初期，不見有星狀體的構造；其紡錘體所由成的細絲，在對立的兩端集成所謂極冠 (polar cap) 的帽狀構造，是即所謂無星分裂式 (anastral type)。及至末期胞質舉行分裂時，植物細胞因其胞壁特厚，不能內凹，故其子細胞間的胞膜形成法，與動物亦稍差異；先由其細胞體中的極間絲聚結而成胞板 (cell plate)，繼漸伸長變厚，終成爲兩子細胞間的隔膜。

細胞分裂中，凡屬於胞核的變化者，統稱之爲核裂現象 (karyokinesis)；凡屬於胞質的變化者，統稱爲質裂現象 (cytokinesis)。全部分裂所需的時間，因細胞的種類及其生理的狀態，而有差異；據一般觀察，大抵約需三十分鐘（如在人體），乃至三小時（如在兩棲類）不等。

細胞的間接分裂，法至繁雜，已如上述。其主要的特徵，顯係染色體的形成與分裂；其要旨不外欲求細胞中的諸染色體，在量與質兩方面悉行絕對相等的分裂，使各成爲均勻的二部，平均分配於新成的二胞核中。是以凡由此法所分成的二子細胞，其遺傳悉與母細胞完全相同，毫無差異。似此事實，足資解釋染色體的構造之所以視爲細胞遺傳的物質基礎。此種學理，俟於生物遺傳篇中詳敘之。

C. 減數分裂(reduction division) 此法見於生殖細胞成熟的時期(maturation period), 其分裂的程序, 與上述的間接分裂大略相同, 容後述及(參閱第41章)。此種分裂的特異處, 即在其細胞中的染色體並不分裂, 但各自兩兩配合成對, 隨後彼此又復相離, 分配於二子細胞中; 染色體的數目, 因由原有的雙數(diploid number)減為一半, 而成所謂半數(haploid number)。是以成熟的生殖細胞, 即雌性的卵子(egg or ovum)與夫雄性的精子(sperm or spermatozoon), 均僅含有半數的染色體。至受精(fertilization)時, 卵精互配, 二者所含的半數染色體, 遂復合成原有的雙數。

II. 染色體的個性 由上所述, 可知每種生物, 其細胞內均具有一定數目的染色體。在間接分裂時, 染色體各自分裂為二, 而移入於二個新成的胞核中; 所以子細胞中所含的染色體, 其數目仍與母細胞中所具者相同。及至減數分裂時, 染色體悉相配合成對, 各對隨復自相離開而分配於二子細胞中; 是以成熟生殖細胞中所含之染色體的數目, 僅為體中其他細胞所含者的一半。今就數種常見的動植物, 列舉其所含雙數染色體的數目於次表。

## A. 動物

人( <i>Homo sapiens</i> )	48	蜜蜂( <i>Apis mellifica</i> )	32
山羊( <i>Capra hircus</i> )	60	果蠅( <i>Drosophila melanogaster</i> )	8
貓( <i>Felis domestica</i> )	38	蚊( <i>Culex pipiens</i> )	6
鴿( <i>Columba livia domestica</i> )	16	蠅( <i>Musca domestica</i> )	12
蛙( <i>Rana nigromaculata</i> )	26	海星( <i>Asterias vulgaris</i> )	18
蠟螈( <i>Triton alpestris</i> )	24	水螅( <i>Hydra fusca</i> )	12

## B. 植物

小麥( <i>Triticum monococcum</i> )	14	洋葱( <i>Allium cepa</i> )	16
玉米黍( <i>Zea mays</i> )	20	百合( <i>Lilium</i> , 10 sp.)	24
豌豆( <i>Pisum sativum</i> )	14	松( <i>Pinus</i> , 8 sp.)	24
蠶豆( <i>Vicia faba</i> )	12	蕨( <i>Mosses</i> , 5 sp.)	52
月見草( <i>Oenothera lamarckiana</i> )	14	蕨( <i>Pteris aquilina</i> )	64
菠菜( <i>Spinacia oleracea</i> )	12	水綿( <i>Spirogyra negundo</i> )	24

染色體的數目，由雌雄而有異，近於多數動植物，已曾發見。此種差異與性別的決定，謂其密切的關係，俟於生物遺傳篇中，敘述其理。

各種生物細胞中所含的染色體，不僅其數目有定；且各個染色體均具有其特殊的形狀、大小，絕非一種混合而成的構造。細胞分裂時所形成的染色體，與前次分裂時所見者，直無絲毫差異，是足昭示染色體之具有個性 (individuality)，一若吾儕各個人之各具不同的性格然。

## 第七章 動物組織

下等生物，其體中所有的細胞，悉係同形同性，而且均營相同的生理機能；但在高等生物體中，細胞的形性漸相殊異，而其生理的機能亦起分工作用，是謂細胞的分化 (cell differentiation)，細胞經分化作用，漸失其大部分的普通機能，而專司其特殊的功用。由多數分化相同，形態機能均相類似的細胞，及其細胞間的諸物質即所謂胞間質 (intercellular substance)，依一定的方式，互相集結，以營一種有定的工作，是即所謂組織 (tissue)。

高等動物體中的組織，因其功能的不同，可別為下列主要的五

種。

1. 皮膜組織(epithelial tissue) 此係境界組織，被覆於動物體及體中諸器官的內外表面。此種組織的構造較簡，其中細胞聚結甚密，且甚整齊，胞間物含量甚微。

A. 普通皮膜(ordinary epithelium) 大都職司保護的機能；依其細胞層次的多寡，更可別為下列二種。

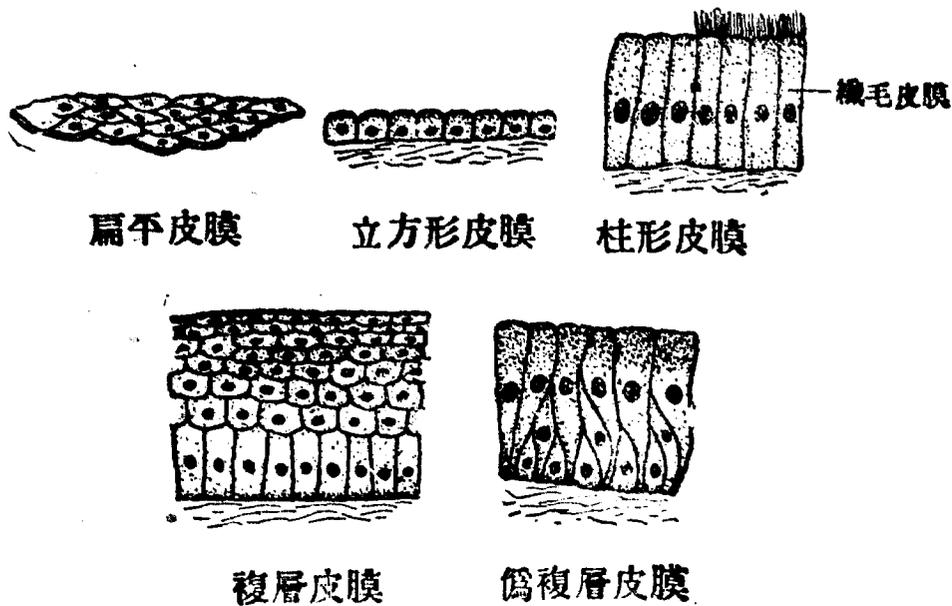


圖 6 皮膜組織

1. 單層皮膜 (simple epithelium) 為單層細胞並列而成。此種皮膜，依其所由組成諸細胞之形狀的不同，又可別為扁平皮膜 (squamous epithelium)、立方形皮膜 (cubical epithelium)、柱形皮膜 (columnar epithelium) 等。

2. 複層皮膜 (stratified epithelium) 係由數層細胞複疊所成，其最內層的細胞係與下面的結締組織互相接觸。人體表皮 (epider-

mis)以及咽壁等處的皮膜均其適例。此種皮膜中的細胞,位居最內層者,大多呈柱形或立方形;漸趨表面,則細胞漸變為扁平狀。

除上述外,尚有所謂偽複層(pseudo-stratified epithelium)及暫複層皮膜(transitional epithelium)的二種;前者見於副睪(paradidymis),後者見於膀胱(urinary bladder)等處。各種皮膜,其游離面時或具有多數纖毛(cilium),因而稱為纖毛皮膜(ciliated epithelium);時或具有鞭毛(flagellum),是可稱為鞭毛皮膜(flagellated epithelium)。

B. 腺皮膜(glandular epithelium) 此種皮膜職司分泌以及其他相似或相關的機能。所謂腺(gland)的構造,係由腺皮膜所組成,功能產出各種物質;其產出的物質有為代謝作用的老廢物,在體內絕無效用者,是稱排泄物(excretion);有可供為體用,或為體中所必需者,通常稱為分泌物(secretion)。是以體內諸腺,由其產出物的不同,可大別為排泄腺(excretory gland)與分泌腺(secretory gland)的二種。

腺的構造有僅或自單細胞者;但通常均由多數細胞所組成,而全部陷入於其他組織之內。多細胞腺(multicellular gland)更可別為次列二種。

1. 具管腺(duct gland) 其分泌物悉經導管而外運,是謂外分泌(external secretion or exocrine),具管腺因又稱為外分泌腺(exocrine gland)。外分泌腺的導管,有僅單個而無分歧者,是謂單腺(simple gland),如汗腺、腸腺等;有甚複雜而具分歧者,是謂複腺(compound gland),如胰、腎等。腺的本體有為管狀者,如汗腺、肝臟

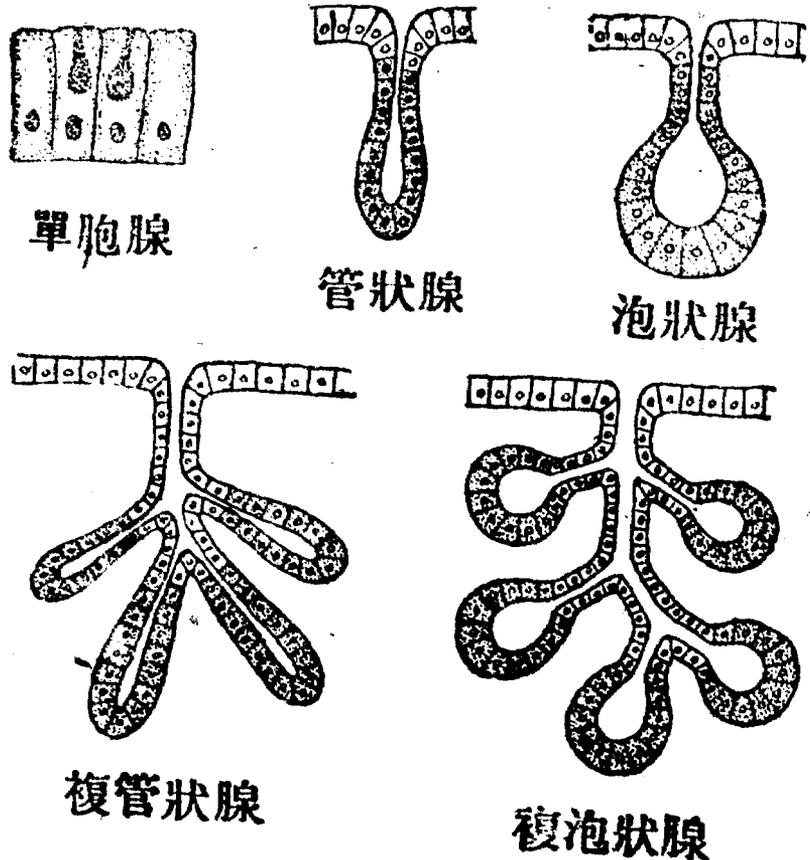


圖7 腺的種類

等，是謂管狀腺 (tubular gland)；有成泡狀者，如耳下腺 (parotid gland)、胰腺等，是謂泡狀腺 (alveolar gland)；有為管狀腺而其下端特形膨大而成泡狀者，是為管泡狀腺 (tubulo-alveolar gland)，例如舌下腺 (sublingual gland) 等。

2. 無管腺 (ductless gland) 是亦稱為內分泌腺 (endocrine gland)。此種腺不具導管，其所產出的物質係直接送於血液或淋巴液中，是即所謂內分泌 (internal secretion or endocrine)，例如腦下的黏液腺 (pituitary body)；喉旁的甲狀腺 (thyroid gland)，胰腺中

的藍氏島(island of Langerhans)等等均是。內分泌腺關係人體的發育、生長以及生活的維持，至為重大，後當詳論之。

C. 感覺皮膜(sensory epithelium) 此種皮膜中，含有游離神經末梢(nerve ending)，或具特殊感覺細胞，藉以感受外來的刺激，而傳達之於神經中樞。常見於感覺器內，例如眼的視網膜，鼻的嗅黏膜等。

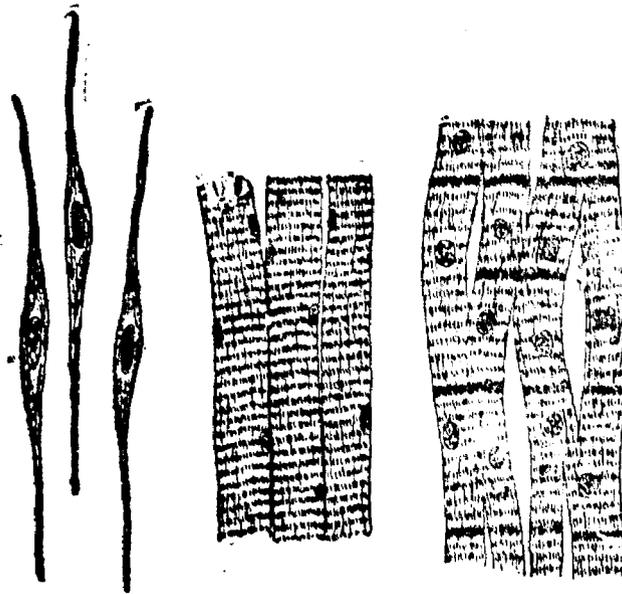
II. 肌肉組織(muscular tissue) 此種組織的特性，係在其收縮的機能。其中所含的細胞，悉延長作纖維狀，且富有伸縮力，因特稱為肌纖維(muscle fiber)。肌纖維中具有無數細微縱絲，是謂肌絲(myofibril)。肌組織依其肌絲構造的不同，可別為二種如次。

A. 橫紋肌(striated muscle) 其中所含的肌絲，悉具有無數與肌絲縱軸互成直角的橫紋。紋有二種，一暗一明，互為間隔；前者於偏極化光(polarized light)下，顯係各向異性的物質(anisotropic substance)，而後者則為各向同性物質(isotropic substance)。諸肌絲中的明暗橫紋，各從其類而並列於肌纖維中。橫紋肌更可大別為下列二種。

1. 隨意肌(voluntary muscle) 其中每一肌胞，外面均具肌胞鞘(sarcolemma)；內含無數肌絲，絲間充以流質肌漿(sarcoplasm)。肌胞鞘內面更附着多數橢圓形的胞核。此種肌肉大都聽隨意志的指揮而行收縮，故有隨意肌的名稱。人體四肢的肌肉，即屬斯種。隨意肌因多附着於內骨骼上，故又稱為骨骼肌(skeletal muscle)。此種肌肉的收縮作用頗為迅速，其收縮力亦甚強，但易於疲勞耳。

2. 心臟肌(cardiac muscle) 此種肌肉雖亦具有橫紋，但不需

隨意運動，是與前述的隨意肌有別。心臟肌的肌胞恆呈短圓柱狀，兩側有短形突起，互相聯絡而組成網狀。肌中具有特異的階級構造，稱曰閘盤 (intercalated disc)。各個肌胞僅含單個胞核，位於肌胞體的中央；肌胞鞘較隨意肌為薄；肌絲形較細微，絲上的橫紋，數亦較少且不明顯。心臟肌的收縮，不甚迅速，但能任長時運動，而不致疲勞；其動息雖不依隨意志，卻於無知覺中受交感神經系 (sympathetic nervous system) 的節制。



平滑肌

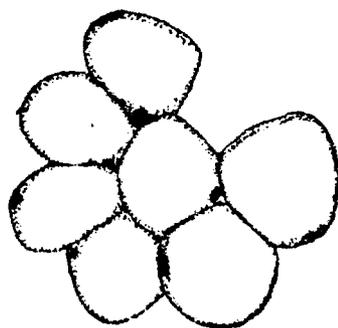
隨意肌

心臟肌

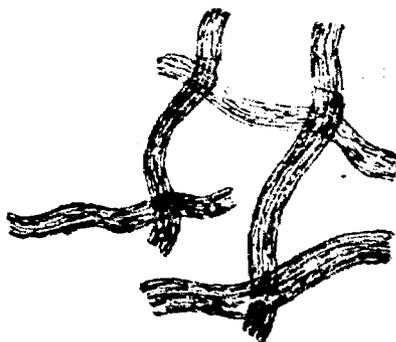
圖8 肌肉組織

B. 平滑肌 (plain muscle) 其肌胞形略似梭，兩端尖銳，大小頗不一致，其中胞核呈橢圓形而略扁，位於細胞體的中央；此外又含肌絲甚多，均沿細胞體的長軸，並行排列。諸肌絲均屬各向異性的物質，無明暗橫紋之別。此種肌肉，亦係受交感神經系所支配，不能隨意運動，所以又可稱為不隨意肌 (involuntary muscle)。平滑肌收縮蹉緩，但較持久，不易疲勞；在脊椎動物體內，常見於體內諸臟器中，故又有內臟肌 (visceral muscle) 的名稱。

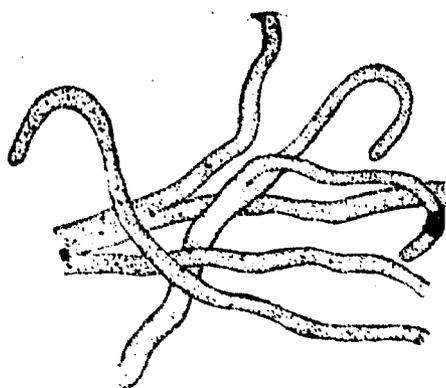
III. 結締組織 (connective tissue) 此種組織變化甚多，其中細胞大都不甚顯著，而胞間質則甚發達，特稱為基質 (matrix)，是為



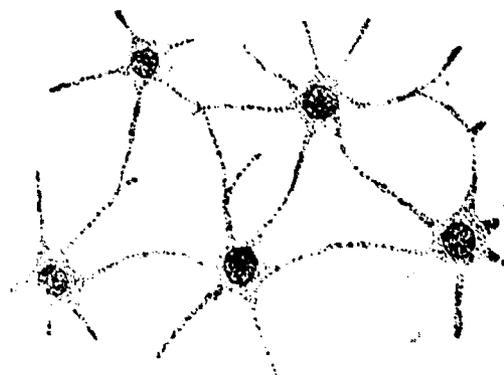
脂肪組織



膠質纖維



彈性纖維



網狀纖維

圖9 結締組織

此種組織的主要部分，而組織亦全賴此而行其功用。結締組織的主要機能，乃保護體中較為柔軟的構造，填充體中空隙，並聯絡體中各部以及支撐動物體及體內諸器官的狀態。茲就常見的結締組織，依次簡述於下。

A. 普通結締組織(ordinary connective tissue) 更可別為下列諸種。

1. 黏液組織(mucilaginous tissue) 或稱膠狀組織(gelatinous tissue) 是係原始的結締組織。其中細胞數寡,且恆呈星狀,而以其突起互相聯結,因而形成疏鬆的網狀構造;網眼間充以富具黏性的基質。見於海綿、水母、海鞘等類;在脊椎動物體內,大抵僅於發生期中始見之。

2. 網狀組織(reticular tissue) 此組織的基質形成多數硬性透明的纖維,彼此互結成束,交錯成網;而其細胞則常貼附於網絲交叉之處,且各具多數突起而互相堅結。網眼間滿充淋巴液及多種幼稚細胞。見於骨髓、脾臟等。

3. 脂肪組織(adipose tissue) 此種組織幾純由脂肪細胞所組成。脂肪細胞中富貯脂質,集成球狀,幾占細胞體的全部;胞核與其周圍所含極少量的胞質,悉擠至細胞體的一側,成爲薄層,而緊貼於胞膜的內面。此種組織,除填充體中隙處外,又供貯藏脂質養料;其生於皮下者,且能防阻體熱的發散。

4. 纖維性組織(fibrous connective tissue) 是爲脊椎動物體中常見的一種組織,其基質富有纖維;所含的纖維約有二種之別,茲將其互作比較如次。

彈性(黃色)纖維 (yellow elastic fiber)	膠質(白色)纖維 (white collagenous fiber)
(a)成於彈力素(elastin)。對於試藥的抵抗力甚強;浸之於酸中,煮之不溶。	成於生膠質(collagen)。遇稀鹼類則膨脹;煮之,則溶解成膠。
(b)質堅硬而具彈性。	質強韌而易於撓屈,惟無彈性。
(c)形直而兩端稍曲。	形彎曲,呈波狀。

(d) 纖維交叉成網，組織寬鬆。

每一纖維乃由多數纖維絲 fibril 並列而成，是以組織緊密。

纖維組織有含上述一種纖維而結成疏鬆的網狀者，是為蜂窩組織 (areolar tissue)。見於肌間及皮下等處；有幾純由緊密的膠質纖維所組成者，是謂膠質纖維組織 (white fibrous tissue)，例如尋常所見的腱 (tendon)；亦有富具彈性纖維者，是為彈性纖維組織 (elastic tissue)，例如頸韌帶 (ligamentum nuchae) 及動脈壁中的窗膜 (fenestrated membrane) 等。

5. 神經格細胞 (glia cell) 此種細胞概具多數纖維，互相聯繫而組成網狀，填充於神經中樞及視網膜等處。

B. 軟骨組織 (cartilaginous tissue) 或僅稱軟骨 (cartilage) 其中構造，一如其他組織，亦可分為細胞及基質二部。

1. 軟骨膠 (chondrin) 係一種緻密的基質，富有彈力，而易於

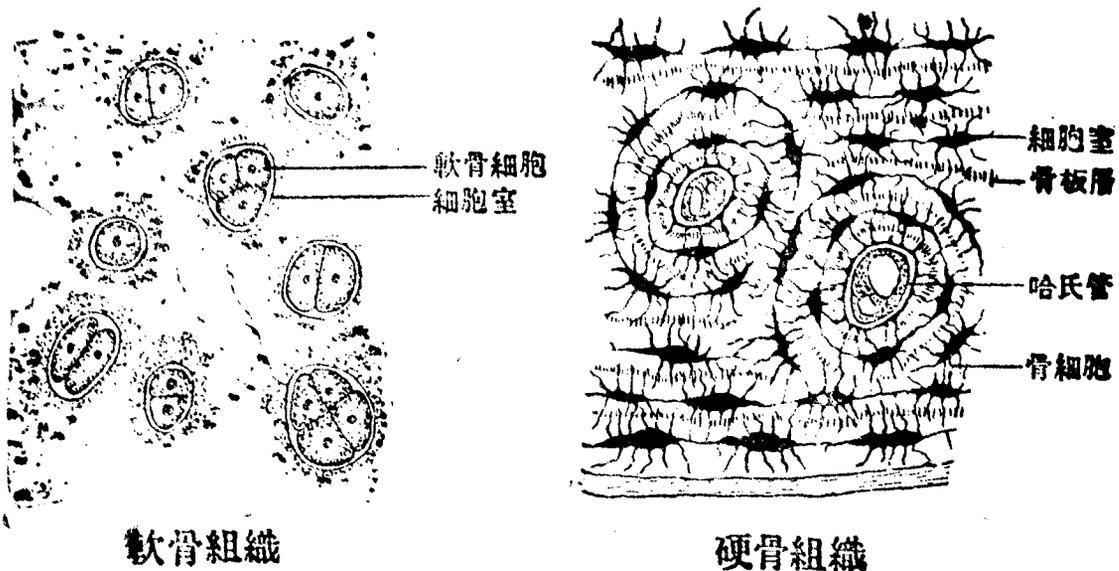


圖 10 軟骨組織及硬骨組織

攪單。此基質有爲純性而透光者，是爲透光軟骨(hyaline cartilage)；有含束狀的膠質纖維者，是爲纖維軟骨(fibro-cartilage)；亦有富於彈性纖維，分叉交錯而組成網狀者，是謂彈性軟骨(elastic cartilage)。基質經久，有因屯積鈣質而漸變硬化者，是謂鈣化軟骨(calcareous cartilage)；起此變化的軟骨，以喉部、肋端等處爲最常見。

2. 軟骨細胞(cartilage cell) 此種細胞悉係被藏於散處軟骨膠間之胞窩(lacuna)中；各胞窩初僅包藏單個細胞，隨經分裂而形成數個細胞結羣相處。

軟骨的外圍，均被有結締組織所成的軟骨膜(perichondrium)；膜中富含神經、血管及淋巴管等。軟骨的滋養料，即由此滲潤於其基質內。膜中的結締細胞且能形變而成軟骨細胞，藉使軟骨得漸增大；是對於軟骨的發育，甚有關係。

C. 骨組織(osseous tissue)或稱硬骨(bone) 骨的構造，通常顯有二種之別：一爲基質緻密而堅牢者，稱曰緻密骨(compact bone)；一則基質疏鬆而呈海綿狀者，曰海綿骨(spongy bone)。茲就長骨中部的緻密骨，略敘其構造的梗概如次。

1. 骨細胞 骨中的細胞，若軟骨然，亦係匿居於胞窩內。骨胞窩整排成層，環列骨中，彼此間且有細管互相連通，是稱骨細管(canalculus)；管中悉爲骨細胞體的突起所充塞。

2. 骨基質 骨的基質甚爲堅硬，其中所含的礦質及骨素(ostein)，恆結成多數輪層的構造，稱爲骨板層(lamella)，其排列與上述的骨細胞層互爲間隔。

3. 哈氏管(Haversian canal) 此種構造縱貫骨中，管內含有

血管、淋巴管及神經等。骨中諸細胞各具小突起，藉上述的骨細管，彼此得相聯繫，且得非直接即間接與哈氏管中的血管相連通，藉得營養的供給。

4. 骨髓腔 (marrow cavity) 居骨的中央，腔內滿貯富含脂質的骨髓 (marrow)。

骨的表面均被以堅韌結締組織的骨膜 (periosteum)，內含神經、淋巴管及血管等，是與骨組織的發育、修補及滋養等，均具密切的關係。

D. 血組織 (blood tissue) 即血液 (blood) 為流動性的結締組織。血液中有透明的液體，即所謂血漿 (plasma)，及浮澄於血漿中的血胞，一名血球 (blood corpuscle)。血胞實係血組織中的細胞，而血漿即為其胞間質。此種胞間質與前文所述者稍有不同，蓋以其係為液質，且非為血組織中的細胞所產出，而由身體各部滲集而成。

1. 血胞 無脊椎動物的血胞，殆皆為無色且無定形的游走細胞，宛如變形蟲然。至於脊椎動物，其血胞通常可別為三種如次。

(a) 紅血胞 (erythrocyte or red blood corpuscle) 哺乳類的紅血胞，概缺胞核；且除駱駝及其他近似種類以外，悉呈圓盤形，兩面凹陷，時相接着如緡錢狀。哺乳類以下的脊椎動物，其紅血胞除圓口類為圓形外，餘悉為橢圓狀，而具胞核。紅血胞具有一種極複雜而富含鐵質的有機化合物，稱曰血色素 (haemoglobin)。此素易能與氧結合，而成氧化血色素 (oxyhaemoglobin)；又可與氧分離，而成為還原血色素 (carbohaemoglobin or reduced haemoglobin)。血色素當飽含氧素時，呈鮮紅色；缺乏時，即變為暗紅色。紅血胞因含有此種物

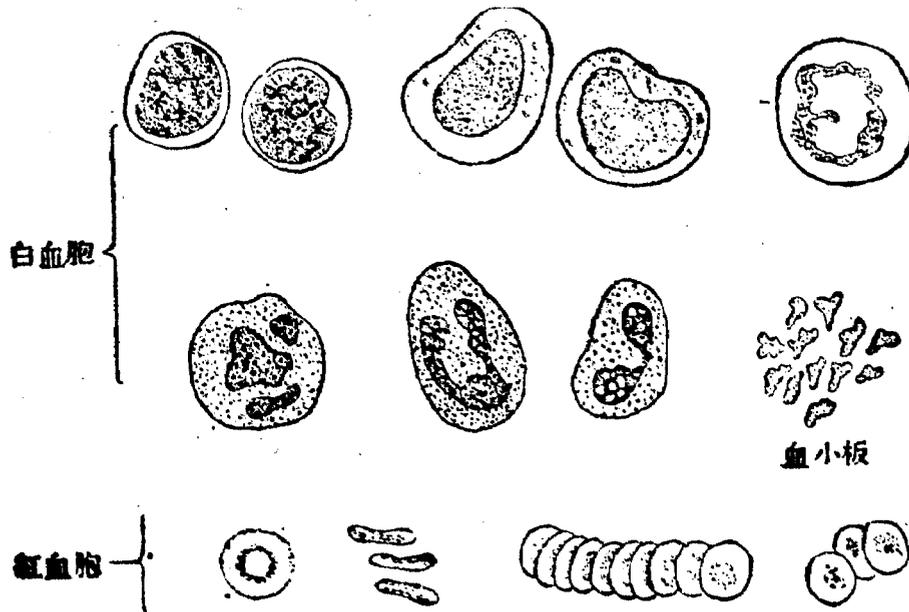


圖 11 血 細 胞

質，故能營呼吸的機能。

(b)白血胞 (leucocyte or white blood corpuscle) 此種血胞不含血色素，但概具胞核；其形多皆較諸紅血胞為大，惟數目則遠遜之。白血胞大多能作變形運動，藉得貫通血管壁，而竄入於組織間，且能吞噬體中種種廢物或衰頹退化的細胞以及外來的塵埃、菌類等，是稱吞噬作用 (phagocytosis)；營此作用的白血胞，特稱為吞噬細胞 (phagocyte)。此種工作猶如清道夫的掃除污物，或警兵的繫殺盜賊一般，其在動物體中，厥功甚偉。

(c)血小板 (blood platelet) 此種血胞形狀大小，均不一定；惟常為圓形或橢圓形，其平均直徑約為紅血胞三分之一。至其構造，則甚簡單；有以其為有核，有謂無核，各人觀察不同，其說自相迥異。此種血胞一露空中，瞬即解體而消失，故研究特難。其作用與血的凝固

(coagulation)甚有關係，所以又有血栓胞(thrombocyte)的名稱。

2. 血漿 血漿為流質的胞間質，呈淡黃色，中含水分、氣體、無機鹽及各種有機養分與代謝產物等；此外又有種種酵素，內分泌以及各種抗體(antibody)，如抗毒素(antitoxin)、溶菌素(bacteriolysin)、凝集素(agglutinin)、沉澱素(precipitin)等。血漿中所含的物質，若斯繁雜，可知其必係一種極乎複雜的液體。

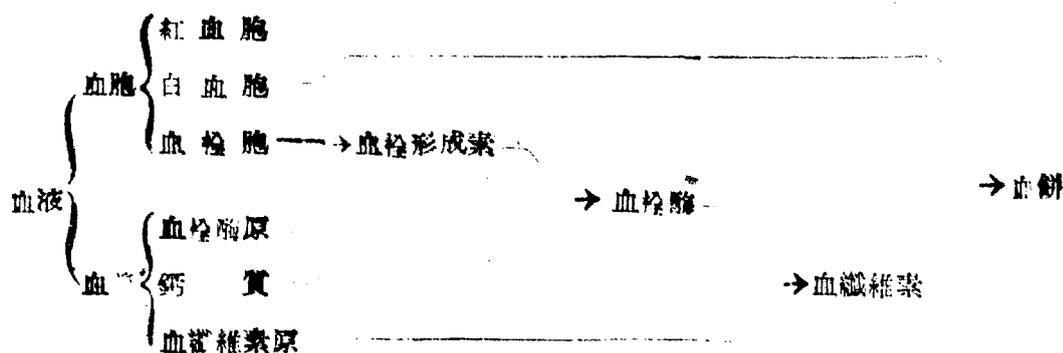
血漿的組成既如所述，其功能即在運送各種養分以及其他需要的物質，而分配之於全身諸組織細胞間；並收集各組織中的代謝廢物，分送之於有定的器官而排出於體外。

無脊椎動物的血，通常無色；至若有色者，其色素則多含於血漿中。例如蚯蚓、水蛭等，其血漿均含有血色素；他若甲殼類、蜘蛛類以及軟體動物等，則悉含有一種由銅質所化成的血綠素(haemocyanin)，具有與血色素相同的機能。

血的凝固作用(coagulation) 血液一遇空氣，其中所含的血栓胞立即崩裂，而產出血栓形成素(thrombokinas)。此形成素能使血液中的血栓酶原(thrombogen)變成血栓酶(thrombin)，惟此時須有鈣質存在血中；倘若缺乏，則此種作用勢必不能完成。血漿中的血纖維素原(fibrinogen)一經血栓酶的作用，即起化學的變化而成一種不能溶解的血纖維素(fibrin)。所成的纖維縱橫交錯，狀若蛛網，網間籠絡血中的細胞，凝成膠塊，是為血餅(clot)。血餅初甚柔軟，後漸固結。血漿經凝固後，賸下一種液體，清澄而色略黃，是稱為血清(serum)。

血液因有凝固性，故傷處出血，逾時即凝為血瘕，而壅塞傷口。此種機能，在動物生存上，甚為緊要。

血液的凝固方法，既如所述；茲簡括示之如次。



動物體內除血液外，尚有一種類似的組織，稱為淋巴 (lymph)。淋巴中祇含淋巴漿 (lymph plasma) 及白血胞；所含的淋巴漿，其成分與血漿略為相同。

IV. 神經組織 (nervous tissue) 此種組織的生理機能，係為感受刺激，傳達刺激，並發出適當的反應，以支配體中諸腺及諸肌肉的活動。神經組織中含有無數神經原 (neuron)；每一神經原，乃由單個神經細胞與其突出的纖維所組成，茲分述之如次。

A. 神經細胞 此種細胞為形大小靡定，但常具有多數突起，而呈星芒狀。其細胞體內，除含平常構造外，特具有神經絲 (neurofibril) 及尼氏體 (Nissl's body) 等。其全部外呈灰色，所以腦或脊髓中富含神經細胞的部分，悉呈此色，因稱為灰質 (gray matter)。

神經細胞的突起，恆有下列二種之別。

1. 根狀突 (dendron) 其形均短而多分歧，叢集於細胞體的一端，若鬚根然。

2. 軸狀突 (neuraxon) 每一神經細胞，通常僅具單個軸狀突，其形甚長；由其左右二側，常復分生與其主軸互成直角的短形橫支

(collateral branch).

根狀突與軸狀突或由細胞體相對的二極伸出，是謂二極神經細胞 (bipolar nerve cell)；二種突起基部，時或互相併合於細胞體的一端，是謂單極神經細胞 (unipolar nerve cell)；時則一個神經細胞除具單個軸狀突外，尚有多數根狀突分出，是謂多極神經細胞 (polypolar nerve cell)。若就功用而言，根狀突專司運輸神經衝動 (nervous impulse) 達於神經細胞本體，軸狀

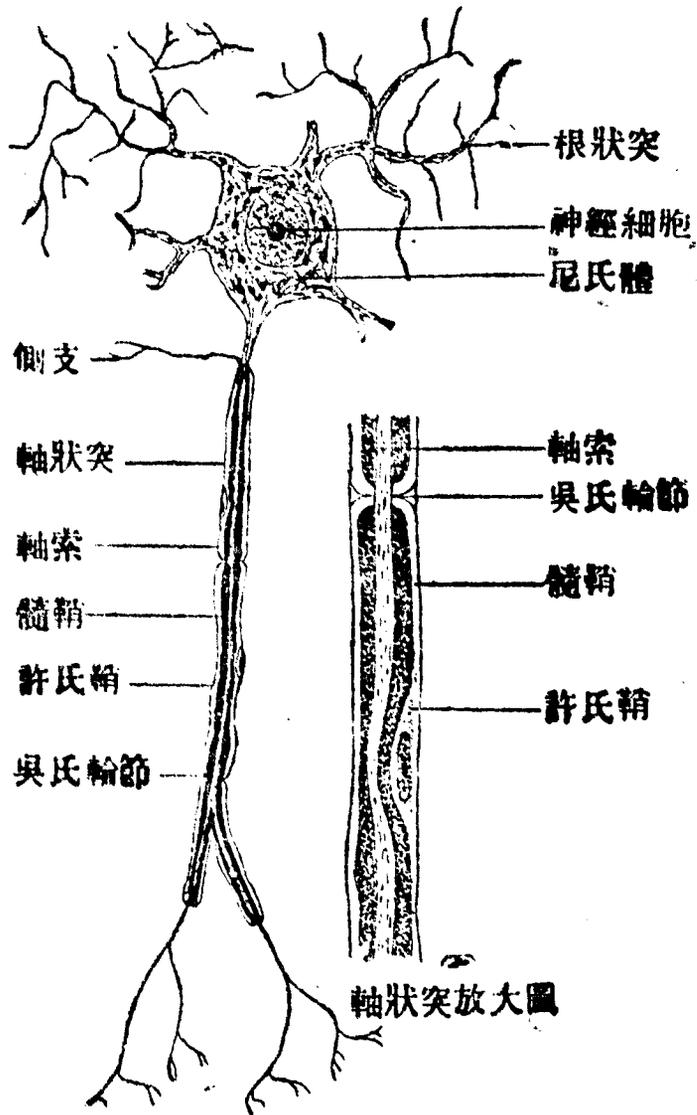


圖 12 神經原模式圖

突則由神經細胞本體將神經衝動傳導而出；是以神經衝動所歷的途徑，必由根狀突傳入於神經細胞體而由軸狀突輸出。每一神經原的軸狀突與其鄰接神經原的根狀突，二者的生理功用，互有感應的關

係。恆稱神經感接(synapse),是為生理上的連鎖,而構造上彼此仍各保持其獨立性,其間絕不見有任何直接的聯繫。

B. 神經纖維(nerve fiber) 神經細胞的突起特形延長者,恆稱為神經纖維,或簡稱為神經。神經纖維因其構造的不同,更可別為二種如次。

1. 有鞘神經(medullated nerve) 此種神經纖維,係由下列諸部所組成。

(a)軸索(axis cylinder) 其實質係由神經細胞體中直接分出,為神經纖維中重要的構造,主司傳導神經衝動的作用。

(b)髓鞘(medullary sheath) 此鞘內含白色的髓脂(myelin),供為保護及營養之用。有鞘神經因其此鞘,故呈白色;是以腦與脊髓中,凡富含此種神經的部分,依其外呈的顏色,可統稱為白質(white matter),用以對別於前述的灰質。

(c)神經鞘(neurilemma or neurolemma) 或曰許氏鞘(sheath of Schwann) 是係包被於髓鞘的外圍。髓鞘處處現有間斷,而神經鞘即於其間斷處絞縊,而與內部的軸索相接觸,因而形成節狀,是稱吳氏輪節(node of Ranvier)。

2. 無鞘神經(non-medullated nerve) 大都僅含軸索,不具髓鞘,神經鞘或存或缺。此種神經纖維因無髓鞘,故外呈灰色,而稱為灰色神經纖維(gray nerve fiber);又因其常發自交感神經系,故又稱為交感神經纖維(sympathetic nerve fiber)。

V. 生殖組織(reproductive tissue) 或曰殖質組織(germinal tissue) 是為生殖細胞(germ cell)所成,功能產生與母體相同的新

個體，藉以維持種族的生命於後代。

高等動物的生殖細胞，恆有雌雄兩性之別。成熟的生殖細胞，在雌為卵，在雄為精；精卵二者成熟時即行配合，是稱受精 (fertilization)。既經受精的卵，恆稱合子 (zygote) 或受精卵 (fertilized egg)，是為新個體的起源。

## 第八章 植物組織

高等植物體中的組織，種類甚為繁雜；但依其功用的不同，可大別為下列數種。

I. 形成組織 (meristematic or formative tissue) 係尚未分化的幼稚組織。其中細胞膜薄而核著，胞質稠密而活潑，常保持其分裂增殖的能力。細胞中不見貯有脂肪或澱粉等物質。

初期發育的胚體，以及成體中的根尖、芽端以至於莖、根等內部所具的形成層 (cambium) 等，均由此種組織構成之。

植物體中所具的各種組織，除形成組織外，餘可統稱為永久組織 (permanent tissue)，蓋以其業已特化長成，而營一定的作用。永久組織係由上述的形成組織，直接或間接發育分化而成。

II. 保護組織 (protective tissue) 此種組織係由植物體外部的細胞形變而成；功能保護內部，防禦乾燥、烈日以及風、雨、霜、雪等，且足以防阻外物的侵入及調節水分的蒸發。植物體常見的保護組織，可有二種之別。

1. 表皮組織 (epidermal tissue) 其構造與動物的皮膜組織相類似，係成於一層或數層的細胞，恆見於幼莖及樹葉的表面。表皮細

胞大都扁平，排列緊密，間無空隙。其胞膜向外的一面，往往被以一層不透水的角質，稱角質層(cuticle)，是禦外來的損害，並防水分的蒸發過甚；時且附生茸毛、刺突等，以助保護的機能。表皮中又有氣孔(stoma)的構造，用供蒸發及通氣。

2. 木栓組織(cork tissue) 此種組織的功用與上述的表皮組織略同，惟更有效。其中細胞的胞壁滿貯栓質，且係隨時增厚，因極適於抵禦寒暑，並防止水分的蒸發與夫害菌的侵蝕。木栓組織可於葉皮、及莖、根等較老的部分見有之。莖中的木栓組織通常具有空隙通外，稱為皮孔(lenticel)，其功用與氣孔大抵相同。

III. 支持組織(supporting tissue) 其中細胞均具堅厚的胞壁，足供支持植物體，使其堅固，不至受風雨的摧殘，以致彎曲或折斷，是與動物體所具的骨骼相當。支持組織更可分為下列數種。

1. 厚角組織(collenchyma) 其中細胞的胞壁四隅，特形增厚而變堅硬，常見於幼莖表皮的內方。

2. 硬膜組織(sclerenchyma) 此種組織常散見於植物體的邊角諸部。其中各細胞的胞壁均特增厚，且多木化變硬，全形有如砂石一般，因又稱為石細胞(stone cell)。此種細胞的胞質甚少，或竟付缺；其胞壁上常呈孔道，在細胞生活時，胞質藉此孔道，易與鄰近的細胞互相連通。

3. 韌皮纖維(bast fiber) 其細胞為形細長而兩端尖；胞膜甚厚，由纖維質所成，堅韌而具光澤，且易於屈撓；胞質原已不多，終則全部消失；各細胞均以其側壁互相密鑿，成為纖維狀的構造。此種纖維恆存於莖、根等部的韌皮組織中。

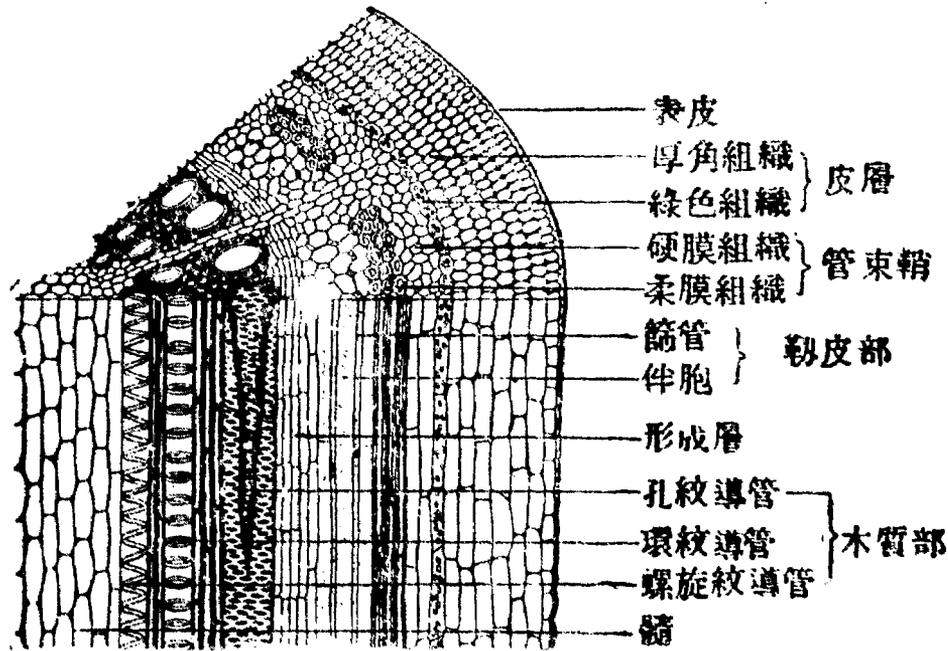


圖 13 莖的橫縱兩剖面，示其中所含的種種組織（由 B. van）。

4. 木質纖維 (wood fiber) 見於高等植物體的木質部中。其細胞的形狀大抵與韌皮纖維相似，惟較粗短耳。胞壁特厚，且皆木質化，因變硬脆而缺彈力；壁上常現有種種斑紋，與後文所述的導管相同。

IV. 輸導組織 (conducting tissue) 職司輸導植物體內的水分及養料，其作用實與動物體所具的循環系統相等。輸導組織中所含的細胞，可別為下列數種。

1. 導管 (trachea) 由多數同形細胞上下連接併合而成；其相接處的隔膜，概付消失，因而形成長管狀。細胞中的原形質，早遭消滅，因留一腔。其側壁恆特加厚而木質化；壁的厚薄有各部相等者，亦有薄於此而厚於彼者；厚薄既有不同，遂呈種種斑紋，如環紋

(annular marking)、螺旋紋(spiral marking)、網紋(reticulate marking)、孔紋(pitted marking)等。導管則依其管壁斑紋的互異，而可區別為不同的諸種。

2. 管胞(tracheid)\* 其細胞形特延長而成管狀，常上下相接，但其上下細胞間的隔膜，仍然存在。細胞體的內腔，不若導管之大，所含的胞質或少或缺；而其胞壁則若導管然，概為木質化，且亦現有各種斑紋。

導管與管胞，二者合組木質部的主要組織，功能輸送由根所吸取的水分，從下往上，而達於葉中。

3. 篩管(sieve tube) 是係薄膜長管，由多數同形的細胞上下相接而成，與導管相似；惟上下細胞間的隔膜並不消失，而穿有多數小孔，形似篩眼，故名篩板(sieve plate)。篩管因具此板，是以得名。篩管所由成的諸細胞，悉藉此篩板而得上下相通；管的側壁亦具有多數細孔，以通於鄰接的篩管。篩管的胞壁純由纖維質而成；壁的内面，貼附有薄層的胞質；其胞核迨細胞長成後，已遭消失不見。

篩管的功用乃輸導綠葉中所製成的有機營養料，由上向下，以分布於植物體的各部。

篩管的近旁，通常附有伴胞(companion cell)，與篩管稱為姊妹細胞，以其同係由於單一母細胞分裂而成。伴胞的形狀，恆較篩管為短小，其細胞體內具有胞核及胞質。伴胞的功用為何，迄未明瞭；惟因其有核，殆或對於篩管輸送養分的機能，具有相當關係焉。

木質與韌皮二部，常依一定的方式互相結合而形成維管束(fibro-vascular bundle)的構造，貫穿植物體中，猶如動物體內所具

的血管及淋巴管等。

V. 營養組織 (nutritive tissue) 為植物體中的基本組織，能營種種代謝機能。其中細胞富含胞質，外呈球狀、柱狀，或因受四周相互的壓力，而成為多角形；其胞膜質薄而柔，因又稱為柔膜組織 (parenchyma)。柔膜組織依其機能的不同，更可別為下列數種。

1. 光合組織 (assimilatory tissue) 其中細胞含有葉綠素，能利用日光，將所吸收的水分與二氧化碳，製成有機養分。此種組織，因含葉綠素，所以又稱為綠色組織 (chlorenchyma)，常見於綠葉中。

2. 貯藏組織 (storage tissue) 一般生活細胞，均能貯藏食物；但有種細胞，其功用專為貯藏水分或澱粉、脂肪、蛋白質等養分，例如種子中的胚乳 (endosperm) 以及塊根、鱗莖中的柔膜細胞等。

3. 分泌組織 (secretory tissue) 植物體中的柔膜細胞時或特化而營分泌的機能，如斯細胞常相集結而成為腺的構造。此種構造，其位置每不一定，但常係被藏於其他組織中；其形態或呈囊狀，或成管狀，管或分歧而連為網狀。植物體的分泌腺種別頗多；例如花中的糖腺 (nectary)，柑桔果皮中的油腺，松柏體中的樹脂管 (resin duct)，罌粟、漆樹、橡皮樹等的乳管 (latex duct)，食蟲植物的消化腺等。各腺所產出的物質，或為水狀的液體，或為濃厚的膠質；其對於植物本體，或為有用，或為一無所用的廢物。

4. 吸收組織 (absorptive tissue) 普通植物均賴其根部以吸收水分；其根端的柔膜細胞，即成為植物體中主要的吸收組織。此等細胞均係薄膜，因便於滲透作用；其位居根的表面者，又常具有根毛 (root hair) 的構造，藉以擴大吸收的面積。

VI. 生殖組織(reproductive tissue) 此乃包括花中所產生的花粉粒(pollen grain)與胚珠(ovule),以及花粉粒與胚珠成熟後所形成的配子(gamete)。雌雄兩性的配子,互相結合,即成為合子,由此發育遂生成新植物。

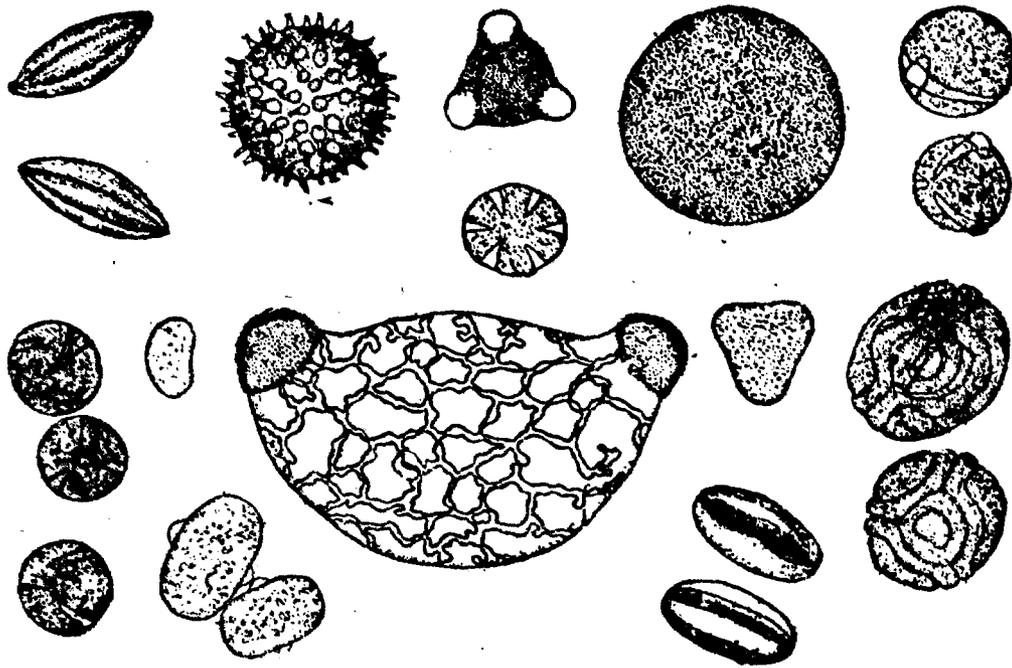


圖 14 各種植物的花粉粒(由 Brown)

綜上所述,可知植物體中具有表皮、木栓等,藉資保護;又有支持組織,以司支撐;輸導組織,以司分布各種所需的物質;營養組織,以司製造及儲藏養分,兼任吸收原料並分泌特種物質。凡諸種種組織,其彼此間皆具有密切相互的關係;其所營的各種機能,交相影響,綜合而成植物全體的生活現象。

## 第三編 生物的分類

### 第九章 分類學史略

世上生物，千態萬狀，紛紜繁雜；生物學家將其分門別類，彙同辨異，使其有條不紊，以便記憶及研究，是謂分類(classification)；至於研究生物分類的方法與原理，即稱為分類學。

所謂生物學的研究，最初實不過生物的分類已耳；蓋生物分類的研究較易着手，且因古時一般學者，急欲識別動植各物，是以分類學的研究發達特早。希臘著名先哲亞里斯多德 (Aristotle, 384-322 B.C.) 氏，即係斯學的遠祖。氏分動物為有血動物(Enaimata)與無血動物(Anaimata)兩大類。有血動物再分為胎生四足類(即今的哺乳動物)、鳥類、卵生四足類(即今的爬蟲類及兩棲類)、鯨類及魚類等，共 356 種；無血動物又分軟體動物(即今的頭足類等)、甲殼動物(即今的甲殼類)、昆蟲類(即今的昆蟲、蜘蛛及多足類等)及有介類(即括有殼動物、軟體動物及棘皮動物等)，計共 124 種。亞氏又將世上植物分為三大類，即喬木(tree)、灌木(shrub)及草本植物(herb)等是。亞氏以後，歷許多年代，無足可述；直至十七世紀，英人雷氏(Ray, 1628-1705)對於動植物的分類，始有相當成就，堪稱為近世分類學的開路先鋒。前人對於種(species)的一字，用法甚濫；氏即將其規定為生物分類的單位，並予以確切的界說。凡由同種所生者，據氏主

張，皆屬相同，萬古不變。

迨十八世紀，瑞典植物學家林內(Linné, 1707-1778)氏廣行蒐集動植物的標本，以及先哲的種種發現而陶冶之，從而定出分類的方法，實集分類學的大成。氏的最大貢獻，係在採用二名制(binomial nomenclature)以命名生物的物種，藉可避免前此繁複的記載。此種命名法，在分類上應用甚便，現猶通行各國。林氏所著的自然系統(*Systema Naturae*)一書，實為生物分類的基礎；書中列有4,378種的植物。氏以一切生物均係由神所創，各有其天賦的特徵，固定不變，是與雷氏的見解同出一轍。林氏更依解剖學及生理學的事實，就血液的狀態，心臟的構造，以及生殖、呼吸等諸方法，將動物界分為哺乳、鳥、兩棲（包括爬行類）、魚、昆蟲及蠕形動物(Vermes)等六綱。其最後一綱，包羅絕廣。至於植物，氏就花的構造，將其分為二十四綱，如一雄蕊類(Monandria)、二雄蕊類(Diandria)等。

林氏以後，動物方面，有法儒庫費埃(Cuvier, 1769-1832)氏以比較解剖學為基礎，分動物為四大類，即脊椎動物(Vertebrata)、軟體動物(Mollusca)、關節動物(Articulata)及輻射動物(Radiata)等。法儒拉馬克(Lamarck, 1744-1829)氏復將林氏所擬定的動物分綱，擴至十六，且將諸綱，自下臻上，列成樹狀的自然系統；其後由德人錫波爾德(Siebold)及劉克(Leuckart)二氏將動物分類大綱，重行釐訂，漸臻完善。現今一般所採用者，大都依帕刻(Parker)與哈斯威爾(Haswell)二氏所擬的分類法。

植物方面，繼林氏而起者，有舉謝氏叔侄(The Jussieus)、恩德力赫(Endlicher)氏，奧格斯丁·笛康杜(Augustine de Candolle)氏

等，屢經增訂，分類法漸趨穩妥。現代有格雷 (Gray)、恩格勒 (Engler) 及哈欽孫 (Hutchinson) 諸氏，對於分類系統，均具相當貢獻。昔時植物分類，悉詳於高等植物，而略於下等植物。林氏分類的二十四綱中；二十三綱均屬顯花植物（即種子植物），隱花植物僅占一綱耳。近來始將隱花植物分成十四門，而以高等的種子植物作為一門，計共十五門。

生物所分各類，在昔均以其位置為並行；至演化論昌明後，始知各類動植物，彼此間皆互有關係，猶如樹木的分枝一般，因稱分類學為種系學 (Systemic Biology)，實開新學之一新紀元。

## 第十章 生物的分類

I. 分類的方法 生物分類的方法，可別為二種，分述如次。

1. 人為分類法 (artificial classification) 即以易見易別的特徵，取為分類的標準。此法僅求檢索名稱的便利，而不顧及生物體中的基本構造，以及生物彼此間相互的關係。例如魚與鯨等，其外態略為相同，且皆能游水，據此則二者應屬同類；又如鳥與昆蟲等，均能飛行，若以翅為分類標準，則此等動物亦應歸為一類。吾國的本草綱目，以蛇、魚等均具鱗片，統稱之為鱗類；龜、蛙、蟹等均具介甲，悉歸入介類；至於植物方面，則分草為山草、芳草、毒草、水草、石草等類，甚至以人參、黃耆等，同歸於山草類；海帶、水萍等，同納於水草類。似此分類，不論從解剖學或胚胎學方面着眼，均屬錯誤。人參與黃耆抑或海帶與水萍，其二者的習性雖相類似，但其構造則甚不同，發育更非一致；由此可知，此等植物豈非隸於同類。至於動物方面，鯨的

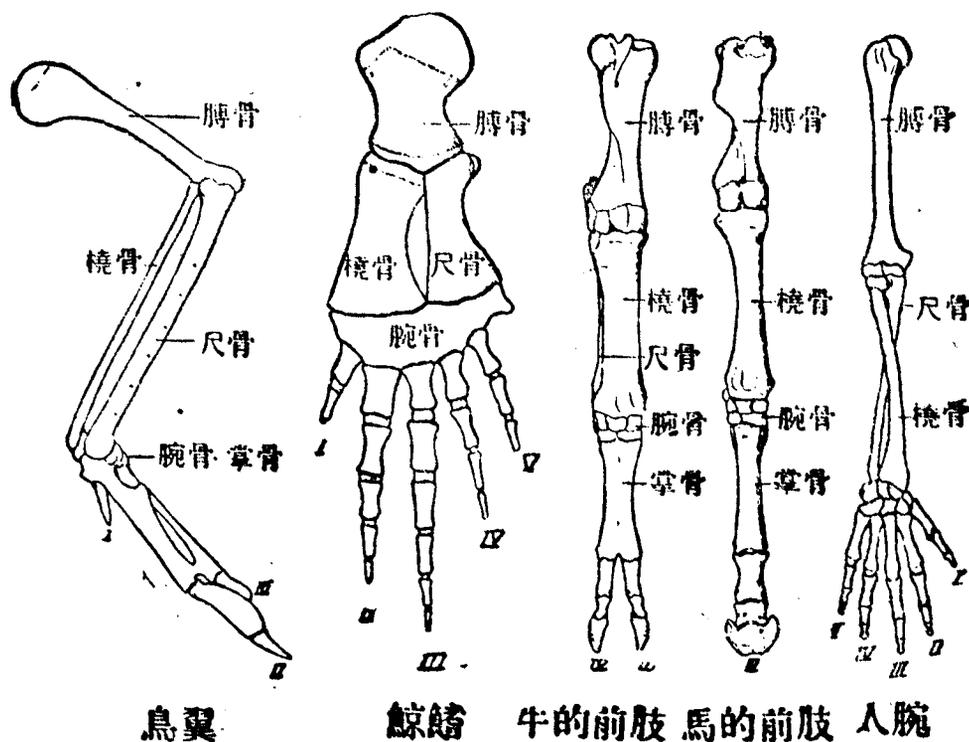


圖 5 同型器官(由 Woolluff, 仿 Scott)

外形與習性，雖與魚類相以；而鯨為溫血，呼吸用肺，偶鰭均屬五趾型，生殖為胎生，胎體的發育與魚亦異，母體且具有乳腺，以哺幼鯨；是以鯨與魚究屬不同，不能編入同類。又如鳥與昆蟲等，雖同具飛行器官，惟鳥翼與昆蟲的翅，功用雖同，而其構造及發育，均相懸殊，是即所謂同功器官(analogous organs)。魚、蛇等的鱗片，或則龜甲、蚌殼及蟹介等，均屬此種性質的器官。人為分類法，即以同功器官為其根據。古時人智未開，關於動植物的分類，悉用此法；邇來學術日進，漸知此法誤謬多端，因遭廢棄，而代以後述的自然分類法。

2. 自然分類法(natural classification) 此法係以生物體的構造與發育為生物分類的根據。例如人腕、鯨鰭、鳥翼以及牛、馬的

前肢，其外形與功能，雖皆互異；但若以此等器官的發育及其根本的結構互作比較，則彼此均屬相等，大同小異。是即所謂同型器官 (homologous organs)，與前述的同功器官，恰屬相反。以同型器官為根據而將人、鯨、鳥、牛、馬等，同納於一類；如斯分類，即稱自然分類法。此種分類方法，其目的不僅在彙別異同，以資吾人的研究；且由異種生物所具諸器官之構造上的相同，及其相同的程度，進而考求物種彼此間類緣的親疏遠近，藉以推究生物全體的系譜。自演化論倡行以來，自然分類法乃愈見其有意義；因藉此法得以表示生物，自其初現於世上，以至今日所歷演化的系統。

II. 分類的階級 生物分類上設有種種階級，用以表示物種彼此間類似的程度及其類緣的遠近，藉求生物系統的明確。今將分類的階級，序列其名稱於下。

- 界 (kingdom)
- 門 (phylum)
- (部) (series)
- 綱 (class)
- (區) (division)
- (派) (section)
- 目 (order)
- 科 (family)
- 屬 (genus)
- 種 (species)

所列的種種分類階級，有如全國地方之分為省、府、縣而終於區、鄉等；蓋不若是，則行政系統將無法求其整齊而有條理。各階級

間，時或不便直分，乃增設亞級，如綱與目間的亞綱，目與科間的亞目，科與屬間的亞科等。一種中有與原種相異者，特稱之為亞種 (subspecies) 或變種 (variety)。

茲據分類的階級，就人種而示其例如次。

- 界 動物界 (Animalia)
- 門 脊索動物門 (Chordata)
- 亞門 脊椎動物亞門 (Vertebrata)
- (部) 羊膜動物 (Amniota)
- 綱 哺乳綱 (Mammalia)
- 亞綱 真獸亞綱 (Eutheria)
- (區) 單子宮區 (Monodelphia)
- (派) 靈長派 (Primates)
- 目 靈長目 (Primates)
- 亞目 似人猿亞目 (Anthropoidea)
- 科 人科 (Hominidae)
- 屬 人屬 (*Homo*)
- 種 人種 (*sapiens*)

人與化石人種，如海德堡人 (Heidelberg man)、尼安德塔人 (Neanderthal man) 等，同為人屬而異種；人與猿等同為人科而異屬；人、猿與猴等，同屬靈長目而異科；猿、猴及貓、豬等同屬哺乳類而異目；哺乳動物與蛙、魚等同為脊椎動物而異綱。由此類推，可知分類階級愈高，則親緣的關係愈形疏遠，愈低則愈為親密。

III. 分類的單位 生物分類所用的單位，並非個體，乃為物種 (species)，前已提及。由相近的物種集而成屬，再進而為科、目、綱、門等，總稱之為生物界。關於種的界說，意見繁夥；但簡言之，種可認

爲一類形態構造均極相同的生物，似爲同宗同祖傳下的苗裔，世代常保其固有的特徵。

IV. 物種的命名法 生物的名稱，各國各地均有不同。同一種的生物，恆有不同的俗名；同一種的名稱，恆在異地不見其爲同一種的生物；因此，生物學家記載物種的名稱，悉用一種萬國一律的二名制，藉謀國際間交換知識的便利，及免除文字上的障礙或誤會。是種命名法，前已述明，係爲林內氏所倡用，因又稱爲林氏制 (Linnaean system)。所謂二名制，即以拉丁文或合於拉丁文格式的文字，記載物種的屬名 (generic name) 及其種名 (specific name)，更以二名連綴，以爲該種的學名 (scientific name)，是與吾人之有姓名的情形相同。人的學名由上列之表，可知其係爲 "*Homo sapiens*"。屬名的第一字母，須用大楷，以示其爲主格的名詞 (noun)；種名常爲形容詞 (adjective)，故其首字母常用小楷。屬名與種名二者的名詞，其文法的種種方式，均須協合一致；且此二名詞均常用斜字印，或於其名詞下面，畫條單線，以示區別。

凡新種發表時，於其學名之後，應附以 "n. sp." 或 "sp. nov." (*Species nova*) 等略字，是即新種之意。至若種名不明時，則於屬名之次，附以 "sp.?" 的符號。如遇亞種或變種時，即於種名之後，附加亞種或變種的名稱，例如家雀的學名爲 *Passer montanus saturatus*，是爲三名制 (trinomial nomenclature)。學名之後，通常附記該種命名者的姓氏，以爲根據；例如人的學名，其末後時見有 "L." 或 "Linn." 的字樣，是即命名者 Linne 氏的略字耳。

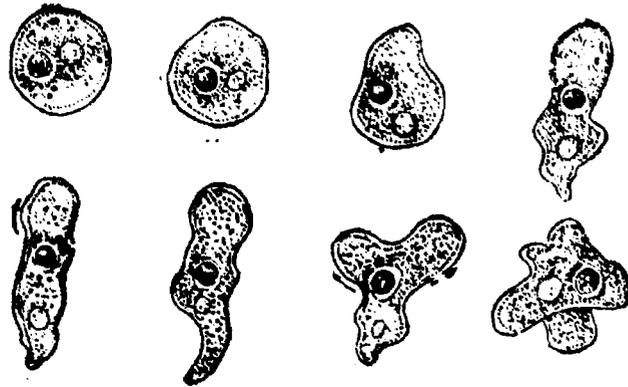
生物物種所定的學名，均須依據萬國學名命名法規。同一生物

如發見有兩種學名時，則應採用先經發表的學名，是即所謂先取權 (priority).

## 第十一章 動物分類大綱

世上動物業經發現而定有學名者，殆達六十餘萬種，分隸十五門。茲就諸門動物以及各門所屬的諸綱，將其名稱、著例及其在分類上的主要特徵，賅括如次。

1. 原生動物門  
(Protozoa 10,000 種)  
體為單一細胞所成，因  
又稱為單細胞動物  
(unicellular animal)。  
形恆微小，大部非肉眼



所能辨認，構造殊簡，  
體表時或被殼。生殖以無性法最為普通，亦有營受精與接合的有性  
生殖者。棲息於淡水、腐水、鹹水及溼地等處。分布甚廣，多營獨立生

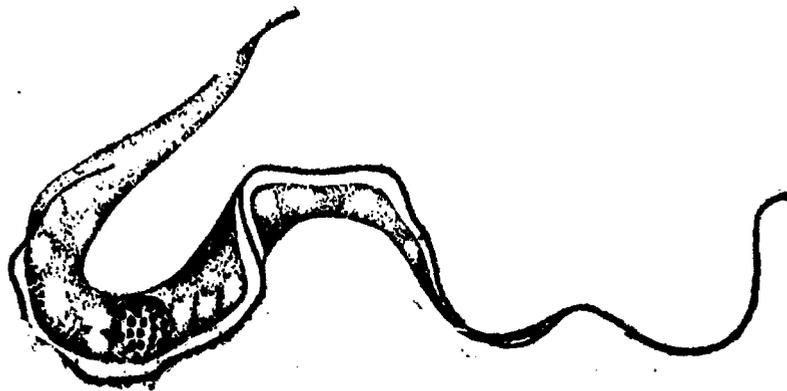


圖 17 絛形蟲(由 Woodruff)

活，亦有寄生於其他動物體內，時或集成羣體。

1. 偽足蟲綱 (Sarcodina) 藉偽足 (pseudopodium) 運動及攫取食物。例如變形蟲 (*Amoeba*)、赤痢變形蟲 (*Entamoeba histolytica*) 等。

2. 鞭毛蟲綱 (Mastigophora) 藉鞭毛運動。例如眼蟲 (*Euglena*)，海中夜間發光的夜光蟲 (*Noctiluca*)，非洲著名的睡病蟲 (*Trypanosoma*) 等。

3. 滴蟲綱 (Infusoria) 以纖毛行動，例如草履蟲 (*Paramecium*)，鐘形蟲 (*Vorticella*) 等。

4. 孢子蟲綱 (Sporozoa) 大都無行動器官，營寄生生活，生殖概以孢子 (spore) 營之，故有是名。例如為瘧疾原因的瘧原蟲 (*Plasmodium*)，寄生於蠶體引起微粒病 (pebrino) 的微粒蟲 (*Nosema bombycis*) 等。

原生動物以外的動物，其物體均由多數細胞所組成，因可統稱為多細胞動物 (multicellular animal)，或稱後生動物 (Metazoa)，用以對別於原生動物。

II. 海綿動物門 (Porifera 2,500 種) 體形不定，通常為輻射對稱 (radially symmetric) 或呈不對稱式 (asymmetrical)；大都羣

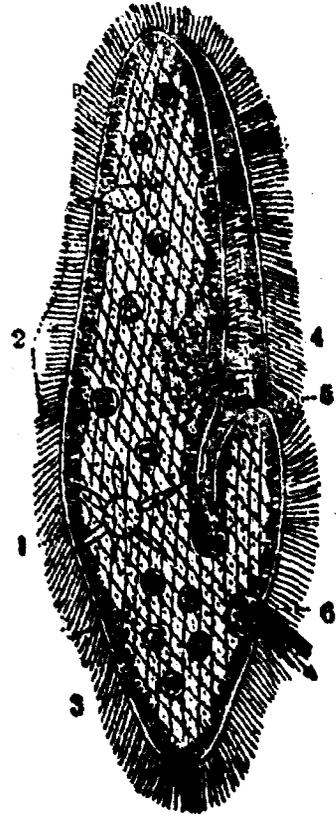


圖 18 草履蟲

1. 伸縮泡 2. 纖毛 3. 食泡  
4. 核 5. 口 6. 排洩處

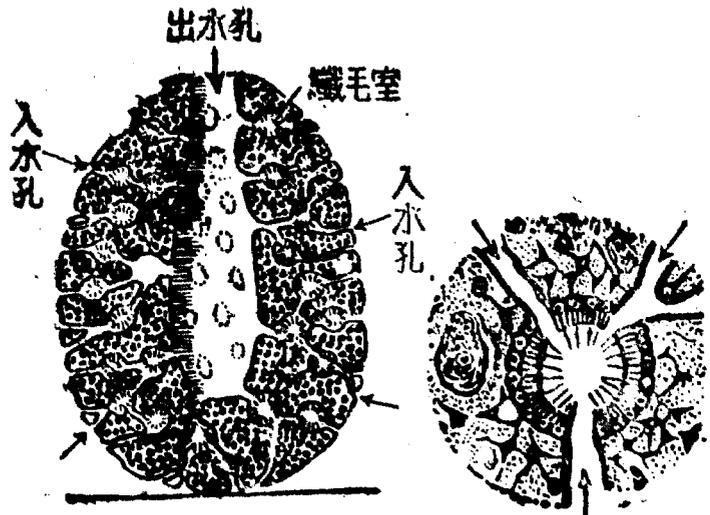


圖 19 海綿的構造(模式圖)(一)縱剖面；(二)橫剖面。

居，外觀酷似植物。體面現有多數小孔，與體的內腔相通，所以又稱為多孔動物，英名“Porifera”即本斯義。體壁甚厚，由皮層(dermal layer)及胃層(gastral layer)所成；二層之間恆有膠質組織，內含游走細胞，並具堅硬的針骨或柔韌的海綿基纖維(spongin fiber)。生殖通常藉芽殖法及兩性法。概為水產。大多棲息海中，附着於巖石上，固定不動。

1. 鈣質海綿綱(Calcarea) 體具鈣質針骨。例如毛壺(*Grania*)。

2. 六射海綿綱(Hexactinellida) 具矽質針骨，其外形悉呈六射狀。例如供觀賞用的借老同穴(*Euplectella*)，其形呈籃狀，因又名為仙女花籃(Venus' flower basket)。

3. 尋常海綿綱(Demospongia) 具矽質針骨或海綿基纖維，或則二者兼有，間或二者均缺。矽質針骨存在時，悉非六射狀。例如沐

浴海綿(*Euspongia*)、淡水海綿(*Spongilla*)等。

### III. 腔腸動物門 (Coelenterata 4, 500種) 體型輻射對稱, 體

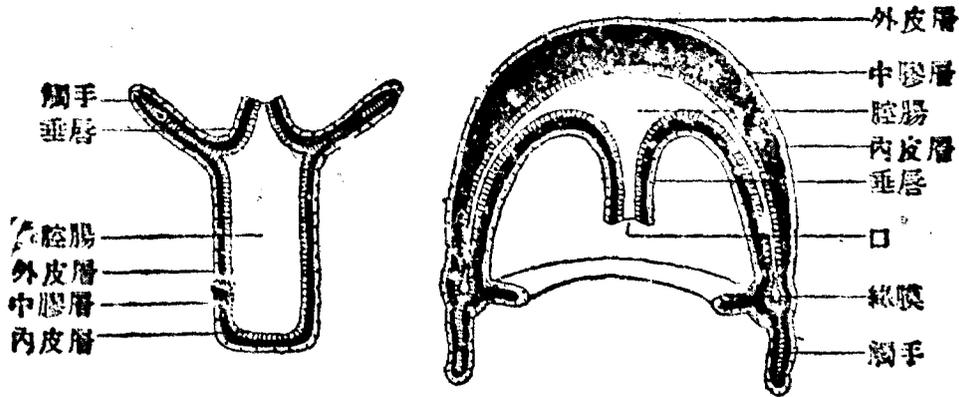


圖 0 腔腸動物的體型

劃分為外層 (ectoderm) 與內層 (endoderm), 二者間尚具一膠質薄層, 通常稱為中膠層 (mesoglea), 體型有二大別, 茲分述之。

A. 水螅型 (hydroid type) 形似圓筒, 一端附着於他物, 他端游離而具口孔, 口緣環生觸手 (tentacle), 生殖多依無性的芽殖法, 而成爲羣體的構造。

B. 水母型 (medusoid type) 形扁而圓, 宛如開張的傘狀; 其下部垂直如傘柄, 柄端具口, 口緣懸垂唇瓣 (manubrium); 傘的周圍環生觸手甚多, 生殖通常依有性法, 大多營獨棲生活。

此類動物的體面, 滿具刺細胞 (nettle cell), 供防禦、捕餌之用。體內有腔腸 (coelenteron), 兼消化循環的功能; 腔腸有口, 而缺肛門, 概水產, 多棲海中。

#### 1. 水螅綱 (Hydrozoa) 腔腸構造簡單, 無原口 (stomodaeum)

及懸膜 (mesentery)。體常有水螅及水母兩型，互相交遞。水母型在其傘狀體的邊緣，恆具緣膜 (velum)。例如水螅 (*Hydra*)。

2. 水母綱 (Scyphozoa)

體內具有原口及懸膜。體型亦有水螅及水母的二別：水螅型不甚發達，水母型概缺緣膜，但具觸手囊 (tentaculocyst) 及緣瓣 (marginal lapnet) 等。日常食用的海蜇 (jellyfish) 即屬此類。

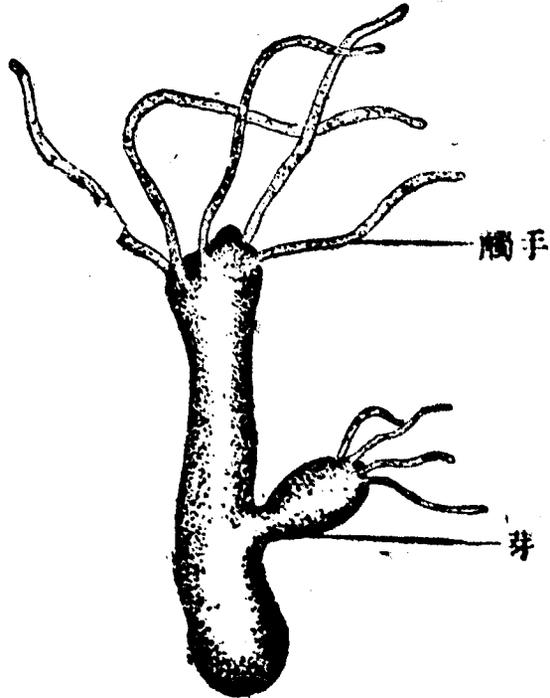


圖 21 水螅

3. 珊瑚綱 (Anthozoa) 體呈複雜的水螅型，而缺水母型。體內具有原口及複雜的懸膜；且或具有骨軸，能連續芽生，儼然成島成礁。蜿蜒海中。例如海葵 (*Metridium*) 及供觀賞用的珊瑚 (*Corallium*) 等。

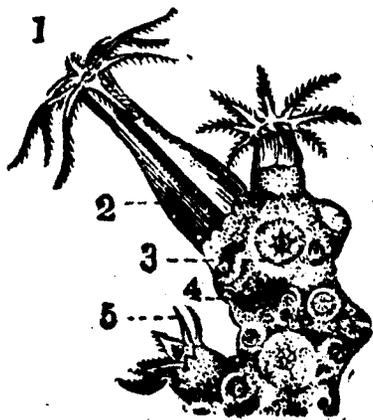


圖 22 珊瑚 1. 一個芽體；  
2. 伸展狀態；3. 收縮狀態；  
4. 共肉；5. 觸手。

[IV. 櫛水母動物門] (Ctenophora 100種) 形似水母。體面有櫛狀板 (meridional plate) 八條，各具多列纖毛，形似櫛齒。藉此顫動，而得游泳水中。體面無刺細胞而代以黏細胞 (adhesive

cell), 富具黏着性, 觸物能黏之以納諸口中, 生殖藉兩性法, 雌雄同體, 概海產, 例如瓜水母 (*Beroe*).

較腔腸動物更為高等的動物, 其身體悉由內、中、外三胚層所生成. 中胚層 (mesoderm) 內, 恆成一腔 (扁形動物或鬍例外), 特稱體腔 (coelom); 是以下列各門動物, 通常又統稱為體腔動物 (Coelomata).

V. 扁形動物門 (Platyhelminthes 5,000 種) 體制左右對稱 (bilaterally symmetrical), 體形扁平, 消化管猶如腔腸, 具口而缺肛門;

時或全部付缺, 內臟的周圍, 悉被結締組織所填滿; 成蟲的生殖管或可代表其體腔. 排泄系具有特異的焰細胞 (flame cell). 生殖器甚為發達, 雌雄同體, 多係寄生; 可怖的寄生蟲, 大多隸屬於此.

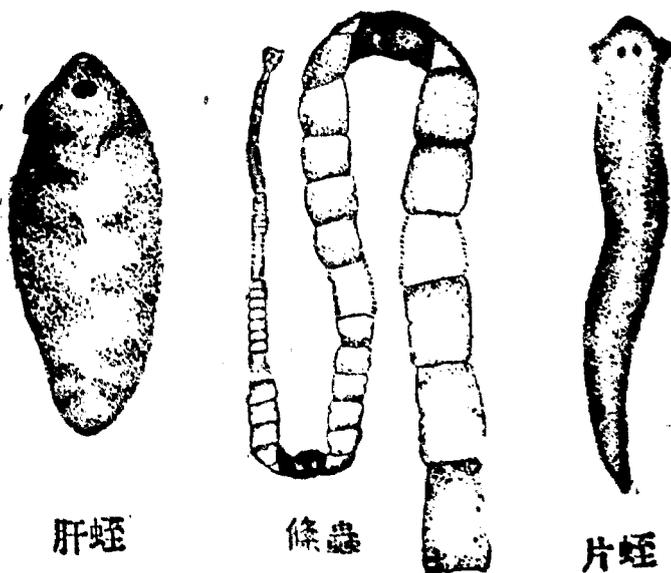


圖 23 扁形動物的實例

1. 渦蟲綱 (Turbellaria) 體表滿具纖毛, 藉此顫動, 以起渦流, 因而得名. 營獨立生活, 棲息於淡水或溼地, 例如片蛭 (*Planaria*).

2. 吸蟲綱 (Trematoda) 體面無纖毛, 但具吸盤 (sucker), 用以吸附於寄主體內, 營其寄生生活. 例如寄生於吾人肝中的華肝蛭

(*Clonorchis sinensis*), 肺中的肺蛭 (*Paragonimus westermani*), 血中的日本住血吸蟲 (*Schistosoma japonicum*) 等。

3. 條蟲綱 (Cestoda) 體表無纖毛; 體形爲帶狀, 可分爲頭結 (scolex)、頸 (neck) 及節體 (proglottis) 等。頭結具鈎及吸盤, 均供附着用。體內無消化管, 悉營寄生生活。例如寄生於牛的無鈎條蟲 (*Taenia saginata*), 寄生於豬的有鈎條蟲 (*T. solium*) 等。

[VI. 紐形動物門] (Nemertinea) 體制左右對稱, 體形細長爲紐狀, 前端具吻 (proboscis), 吻端有針, 內通毒腺, 消化管具口及肛門; 體內有血管系, 又有一對側神經索及一背神經索。多係海產, 營獨立生活。例如腦紐蟲 (*Cerbratulus*)。

此類動物在分類上的位置, 頗多疑竇, 或將其編入扁形動物。

VII. 圓形動物門 (Nemathelminthes 1,500種) 體制左右對稱, 外呈線狀或圓筒狀。體表具韌滑的角膜, 而無纖毛。消化管具口及肛門, 時或全部付缺。頭部或具長吻。生殖藉有性法, 大都雌雄異體, 多營寄生生活。

1. 圓蟲綱 (Nematoda) 體表具側線。頭部無吻。體內具簡單消化管。例如寄生於吾人血中的血絲蟲 (*Filaria bancrofti*), 腸中的十二指腸蟲 (*Ancylostoma duodenale*)、蛔蟲 (*Ascaris lumbricoides*) 及蟯蟲 (*Oxyuris vermicularis*) 等。

2. 髮蟲綱 (Nematomorpha) 外觀呈絲狀, 無側線。頭部無吻。消化管大部退化。例如寄生於螻蛄體內的鐵線蟲 (*Gordius*)。

3. 鈎頭蟲綱 (Acanthocephala) 形似蛔蟲, 惟多皺紋, 無側線。前端有具鈎的長吻, 能自由伸縮。體內無消化管。生殖器甚爲複

雜。例如鈎頭蟲(*Macracanthorhynchus*)。

[VIII. 毛顎動物門](Chaetognatha) 體制左右對稱。全體可分為頭、軀幹及尾三部。口旁列生強壯的顎毛，藉此顫動以捕餌物。故有毛顎類的名稱。體腔顯著。消化管具口及肛門。神經系頗為發達。生殖藉有性法，雌雄同體。體側及尾部均具鰭狀構造。浮游海面時，其形似箭。例如箭蟲(*Sagitta*)。

此門動物其分類上的位置亦不明確。有將其併入圓形動物。

[IX. 擔輪動物門](Trochelminthes 5,000種) 體制左右對稱，形微小，質略透明。體的前端具一伸縮如的輪盤(trochal disc)，盤緣環生多數纖毛，顫動迅速視之儼若車輪的旋轉。足供行動及捕食之用。雌雄異體。

大多淡水產，能耐乾燥以及種種溫度。

例如輪蟲(*Rotifera*)。



圖 25 輪蟲

[X. 擬軟體動物門](Molluscoidea 2,000種) 此門括有多數混淆不明，形態不一的動物。體制常為左右對稱，不分環節(segment)。體面常具殼樣的管，以資保護。口旁通常見有馬蹄狀突起，其上簇生富具纖毛的觸手，是稱櫛突(lophophore)。肛門常開於體的前端，接近口旁，因又稱為前肛動物(Prosopygii)。生活或單獨或羣棲。



圖 26 箭蟲

[1. 羣棲綱](Polyzoa)或曰苔蘚蟲綱(Bryozoa) 常營羣體生

活，形似苔蘚狀，故名。體表具膠質、鈣質或角質的外殼。櫛突顯著。通常海產，附着於巖石上。例如苔蘚蟲(*Bugula*)。

[2. 筲蟲綱](Phoronidea) 體細長，形似蠕蟲。櫛突上生有筲狀觸手。體表具有角質的膜管包圍之。潛伏於海邊沙中，不成羣體。例如筲蟲(*Phoronis*)。

[3. 腕足綱](Brachiopoda) 體的背腹兩面，各被以一枚介殼，酷似軟體動物；一般所謂擬軟體動物，即指此類而言。櫛突形彎曲，藏於殼內。體的一端常具肉柄，附着於泥沙間，營獨立生活。此類在古代曾一度極形繁盛，今已衰退，僅留少數耳。例如豆芽海(*Lingula*)。

[4. 星蟲綱](Sipunculoidea) 體作蠕蟲狀。前端有吻，能伸縮自如；吻末具口，口緣環列觸手，狀若星芒然。體壁外呈縱橫的皺紋，作格子狀。雌雄異體。棲息於海底砂泥中。例如星蟲，俗稱龍腸(*Sipunculus*)。閩省福清一帶，取之為食。

XI. 棘皮動物門(Echinodermata 4,000種) 體制幼時係左右對稱；成長後，變為輻射對稱。體壁內含鈣質骨片，常相密結而成堅殼；體表每具多數硬棘 (spine)。消化管頗完備。體腔發達；內具水管系(water-vascular system)，終於無數管足(tube foot)，突出於體面，以司運動，兼營各種機能。生殖概有性法，雌雄異體。悉棲海中。

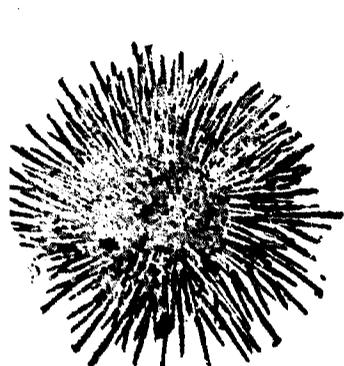
1. 海星綱(Asteroidea) 大都呈五角狀或星芒狀。腕(arm)



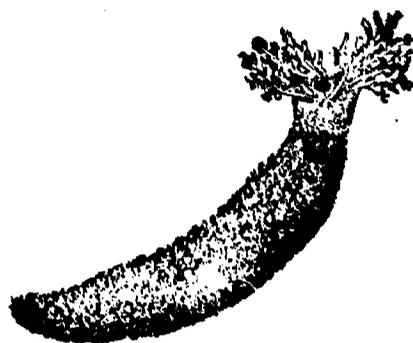
圖 25 海豆芽

形粗大，與中央的體盤 (body disc) 分界不明。口居正口面 (oral surface) 的中央，肛門及篩板 (madreporite) 均在反口面 (aboral surface)。腕的正口面具有步溝 (ambulacral groove)，管足發達。例如海星 (*Astarias*)。

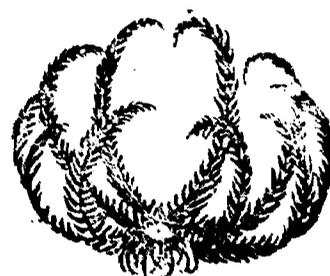
2. 陽遂足綱 (Ophinoidea) 形似海星，惟腕細長，與體盤區畫判然。概缺步溝與肛門。篩板與口均在體的正口面。例如陽遂足



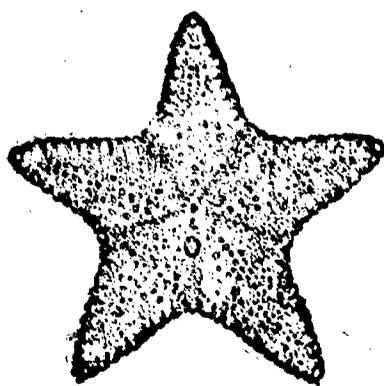
海胆



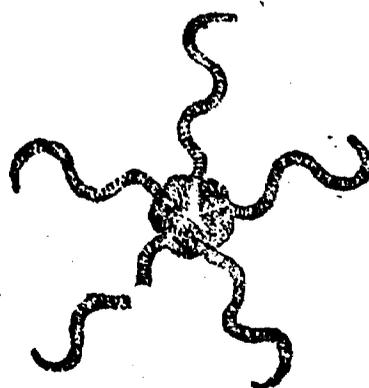
海參



海百合



海星



陽遂足

圖 27 棘皮動物的著例

(*Ophiura*).

3. 海膽綱 (*Echinoidea*) 體呈球形,無腕。體壁的骨片,密相結合,構成膽殼 (*corona*)。體面密生能動性的鉗棘 (*pedicellaria*),不具步溝。口在正口面中央,肛門及篩板等均在反口面。例如海膽 (*Echinus*)。

4. 海參綱 (*Holothuroidea*) 體呈蠕蟲狀;外似左右對稱,而其內部構造實係輻射狀。體壁柔軟似革,內藏微細的骨片;皮面黏滑,鑿棘而具疣。篩板位居於體內;口與肛門分列於體的相對兩端。口周圍生多數觸手。例如海參 (*Stichopus*)、光參 (*Cucumaria*) 等,均供食用。

5. 海百合綱 (*Crinoidea*) 通常具有分節的腕五枚;腕恆分歧,呈鳥羽狀。管足形似觸手。篩板與步溝概付缺如。口居正口面中央,肛門位於口旁;體的反口面恆具蔓枝 (*cirrus*),或具有節的柄用以附着於巖石上,或蟠入於泥沙中。例如海百合 (*Pentacrinus*)。

XII. 環形動物門 (*Annelida* 4,000種) 體制左右對稱;全體由多數幾相類似的環節所組成。行動器官或具剛毛 (*seta*),或具疣足 (*parapodium*);概缺有節的附肢。體腔發達,內具隔膜 (*septum*);循環系統為完備。體內具環節腎 (*nephridium*),以司排泄;神經的主要部位於體的腹側。生殖多營有性法。除少數棲息土中外,概營水中生活。

[1. 原環蟲綱] (*Archiannelida*) 無剛毛及疣足,亦無吸盤;體面環節不明,顯係最下等的環形動物。例如角蟲 (*Polygordius*)。

2. 毛足綱 (*Chaetopoda*) 悉具剛毛,疣足或有或無,吸盤則概



圖 28 沙蠶

付缺。例如蚯蚓(*Pheretima*)、沙蠶(*Nereis*)等。

3. 蛭綱(Hirudinea)：體表無剛毛，亦無疣足，惟概具有吸盤。例如醫蛭(*Hirudo medicinalis*)，西洋昔時醫士常用之以吸鬱血。

[4. 螭綱](Echiuroidea)

成體僅具環節的遺跡。體形圓長呈囊狀；前端稍細為吻，吻能伸縮自如。口孔位居吻先端，腹面具有多數鈎狀剛毛，惟概無疣足及吸盤。悉棲於海底。例如螭蟲(*Echiurus*)。



圖 29 水蛭

1. 蛭舌口部 2. 棲息狀態

扁形、圓形、環形以及其他類似動物，皆常統稱為蠕形動物(Vermes)。此類共有的特徵，無甚可述；惟一般體質柔軟，概缺骨骼，且行動時，常作蜿蜒狀而前進，是以得名。

XIII. 軟體動物門(Mollusca 60,000種) 體質柔軟，不分環節，且亦不具節肢。外形通常左右對稱。體表被以外套膜(mantle)，往往由此分泌石灰質的堅殼，包被全體。腹面具有肌肉發達的肉足(foot)。生殖經營有性法，多雌雄異體。除少數陸棲外，餘概水產。

[1. 雙經綱](Amphinera) 無頭。體的背面常具八枚殼板；腹面肉足發達。體內左右二側各有二縱神經索，合成二對，故有雙經綱的名稱。例如石蠶(*Chiton*)。

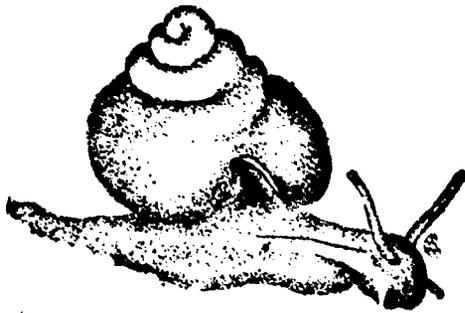
2. 斧足綱(Pelecypoda) 一名鰓鰓綱(Lamellibranchia) 無

頭，體具兩枚介殼，分置左右，肉足呈斧狀，呼吸用瓣狀的鰓，例如蚌 (*Anodonta*)、牡蠣 (*Ostrea*) 等。

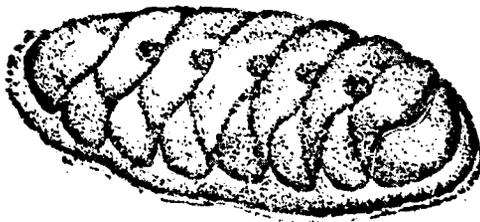
3. 腹足綱 (*Gastropoda*) 頭部顯著，頭、足等部左右對稱，但體內諸臟器常不對稱，外殼僅單枚，呈螺旋狀，但亦有付缺者，口具



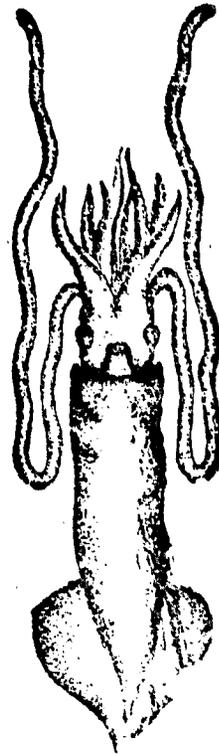
蚌



蝸牛



石蠶



柔魚

圖 30 軟體動物的著例

齒舌 (radula), 供咀嚼用。呼吸用鰓或肺囊。例如食用的石決明 (*Haliotis*)、田螺 (*Vivipara*), 爲害於農的蝸牛 (*Helix*), 蛞蝓 (*Limax*) 以及供作住血吸蟲中間寄主的片山螺 (*Katayama*), 肝蛭中間寄主的豆田螺 (*Bithyria*) 等。

[4. 掘足綱] (Scaphopoda) 頭部不明顯, 其前端具有口孔, 口內有齒舌。外殼細長而彎曲, 形似牛角, 兩端均具開孔。肉足爲圓錐狀, 能挺出於殼外, 用以掘沙及匍行。常棲息海底沙泥中。例如角貝 (*Dentalium*)。

5. 頭足綱 (Cephalopoda) 頭部顯著。肉足形成觸腕 (arm) 及噴水管 (siphon)。介殼或甚發達呈螺旋狀; 或則縮藏體內, 而成所謂墨魚骨 (cuttlebone); 或竟全付缺如。口具齒舌。鰓作羽狀。例如柔魚 (*Ommastrephes*), 章魚 (*Octopus*) 等, 均供食用。

XIV. 節足動物門 (Arthropoda 600,000 種) 體制左右對稱, 爲多數異型環節所成。概具成對分節的附肢, 是爲本門動物命名的由來。體表通常具有明角質 (chitin) 的堅殼。體腔不甚明顯; 血體腔 (haemocoel) 反特發達。心臟位於體的背側, 神經系的主要部則居腹側。生殖用兩性法。間有行單性生殖者; 通常卵生, 間或卵胎生。生活情形, 甚爲複雜; 水、陸、空等處均有其分布。

節足動物可分爲五綱, 茲列表比較之如下 (第 81 頁)。

節足動物所分的五綱中, 以昆蟲綱的種類特形繁夥, 實冠全動物界; 其種數據今調查, 約占現存世上的動物五分之四; 其勢力之大, 分布之廣, 脊椎動物以外, 當首推及此, 至其生殖的繁盛, 尤遠過之。

類 別	甲殼綱 Crustacea	有爪綱 Onychophora	多足綱 Myriopoda	蜘蛛綱 Arachnida	昆蟲綱 Insecta
體 部	頭(cephalothorax)及腹(abdomen)二部	頭(head)及軀幹(trunk)二部	頭及軀幹二部	頭胸及腹二部	頭、胸(thorax)、腹三部
特 角 (antenna)	通常二對	一對	一對	無	一對
足	通常具五對步足及六對游泳肢(swimmeret)	具14-42對有爪的步足	軀幹部的體節各有一對或二對步足	胸部具四對步足	胸部具三對步足
翅	無	無	無	無	通常具翅二對
呼吸器	鰓(gill)	氣管(trachea)	氣管	氣管、書肺(book lung)或書鰓(book gill)	氣管
微 排洩器	綠腺(green gland)	馬氏腎(nephridium)	馬氏腎管(Malpighian tubule)	基節腺(coxal gland)及馬氏腎管	馬氏腎管
生 育	卵生	大都卵胎生	卵生	卵生	通常卵生
著 例	藍 蟻 藤 壺 劍水蚤 鱒 蚌	綸匙蟲	蜈 蚣 馬 陸	蜘 蛛 蠍 疥癬蟲 蚤	蠅 螞 蟻 蠶 蛾 蟋 蟀

類別	特 翅	口 器	變態 (meta- morphosis)	著 例
無翅目 Aptera	無	咀嚼	無	衣魚
直翅目 Orthoptera	前翅形直而質硬，後翅為膜質。	咀嚼	遞漸	蟋蟀 蝗
半翅目 Hemiptera	前翅基部常特加厚而變硬，後翅為膜質。	吸吮	遞漸	椿象 蚜蟲
擬脈翅目 Pseudoneuroptera	四翅均為薄膜；翅脈繁多，呈網狀。	咀嚼	大都遞漸或不全	白蟻 蟻
脈翅目 Neuroptera	四翅均為薄膜；翅脈繁多，呈網狀。	咀嚼	完全	蜻蜓 蚊
鞘翅目 Coleoptera	前翅形成鞘；後翅為膜質，折疊於前翅下面。	咀嚼	完全	天牛 甲蟲
鱗翅目 Lepidoptera	翅為膜質；上面覆以無數鱗片。	吸吮	完全	鳳蝶 蛾
雙翅目 Diptera	前翅為膜質，後翅退化成平衡棍(balance)。	吸吮	完全	蚊 蠅
膜翅目 Hymenoptera	四翅均為透明的薄膜，翅脈稀少。	咀嚼及 吸吮	完全	蜜蜂 蟻

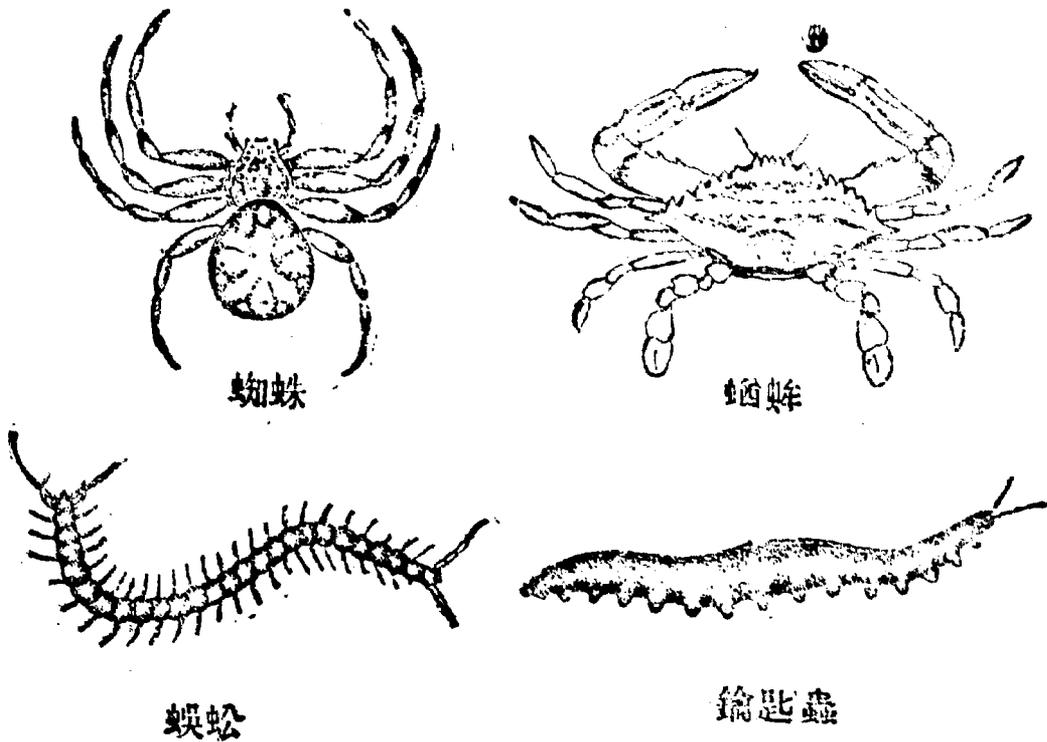


圖 31 節足動物的寄例

昆蟲的分類甚為繁殊，茲依簡法將其分為九目，並將各目的主要特徵及著例，列成簡表（第 82 頁）藉資比較。

XV. 脊索動物門 (Chordata 60 000 種) 體的背側既具脊索 (notochord); 此種構造間或畢生存在，但大都僅現於胚體，旋漸退化而代之以脊柱 (vertebral column)。神經幹部位於脊索的背方，而內具腔。咽腔的左右側壁上，具有成對的鰓囊 (gill pouch); 此種構造或為終身有用，或則退化而僅現於胚體。

A. 原索動物亞門 (Protochordata) 脊索或幾貫全身，或僅現於吻部及尾部；鰓裂終生存在。

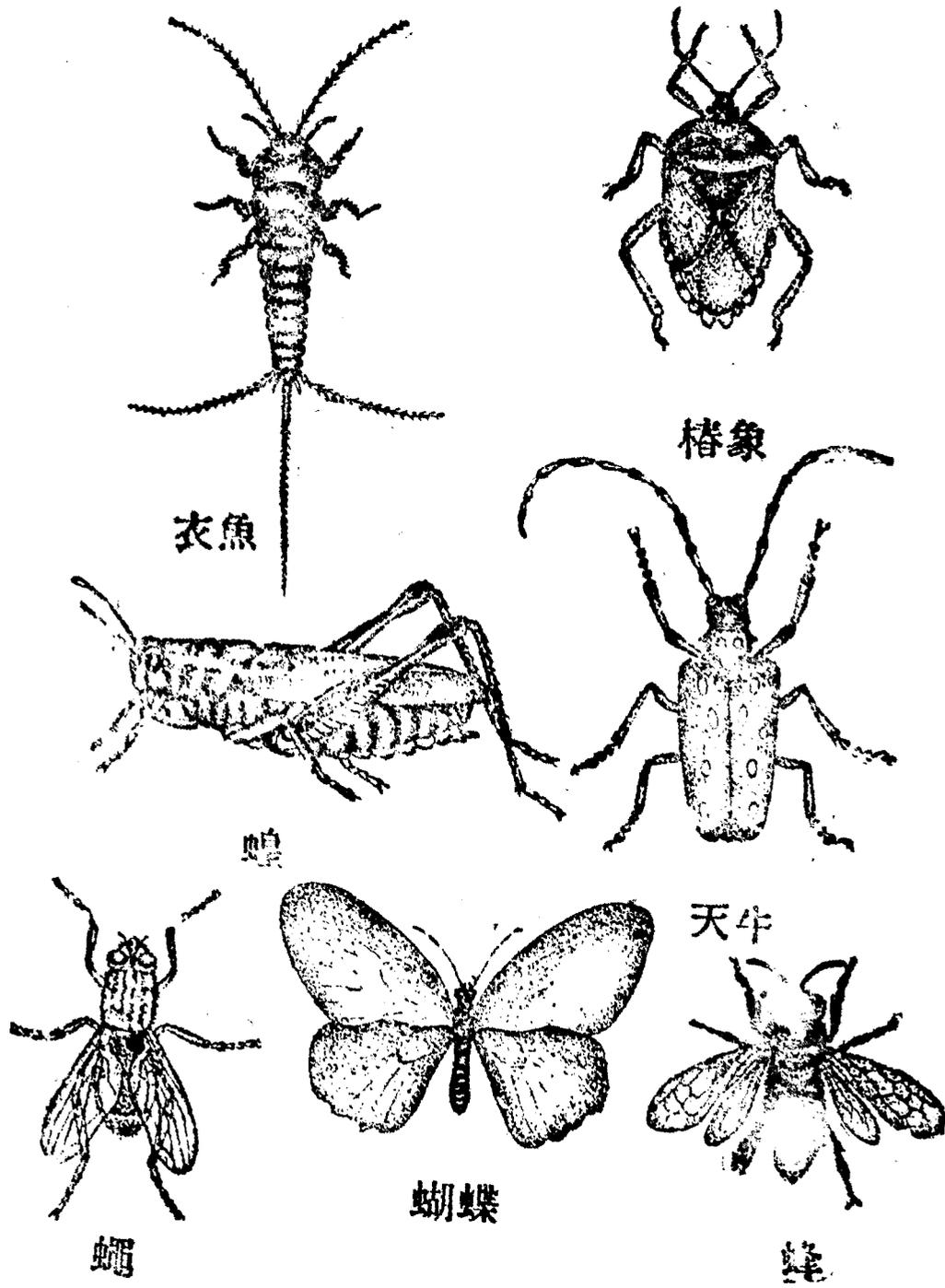
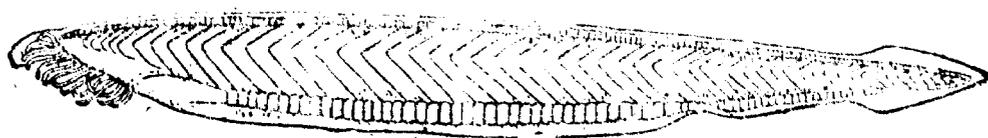
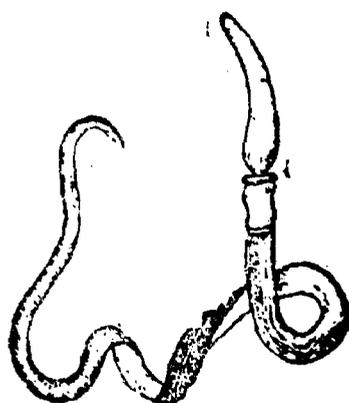


圖 5. 昆蟲的著例

1. 半索綱 (Hemichorda) 一名擬索綱 (Adelochorda) 體形頗似蠕蟲；由吻、領 (collar) 及軀幹三部所成。吻部具脊索，例如玉鈎蟲 (*Balanoglossus*)。



文昌魚



玉鈎蟲



海鞘

圖 35 原索動物的等例

2. 被囊綱 (Tunicata) 或曰尾索綱 (Urochorda) 體外被以一種纖維質囊包。幼時形似蝌蚪，其尾部具有脊索及神經索；成長後即消失其尾，而變為囊狀，固着於巖石上，例如海鞘 (*Ascidia*)。

3. 頭索綱 (Cephalochorda) 一名真索綱 (Euchorda) 體形似魚；惟無頭，亦無所謂腦，所以又稱無頭綱 (Acrania)。脊索幾貫全身之長。例如文昌魚 (*Branchiostoma*)。

綱名	體形	特			發		
		體部	體表	附肢	呼吸器	心、臟	血溫
圓口綱 Cyclostomata	終生或幼時似魚	頭、軀幹、尾等部	裸出鱗	僅具奇鰭 奇鰭及偶鰭	口圓無顎 鰓 鰓(時或用鰓)	一心房 一心室	冷血
魚綱 Pisces	似魚	尾、頭、軀幹及尾等部	裸出鱗或甲	趾間通常具蹼 趾端無爪 四肢為五趾式的 四肢為蹼狀，或前肢成翼；後肢四肢大都為蹼	長後大多用肺 幼時用鰓，生	二心房 二心室 二心室 二心室	冷血
兩棲綱 Amphibia	基型似蜥蜴類	尾等部	羽	為蹼，趾極具爪 趾端通常具爪	口具上下顎	二心房 二心室 二心室	溫血
爬行綱 Reptilia	基型似蜥蜴類	尾等部	羽	為蹼，趾極具爪 趾端通常具爪	口具上下顎	二心房 二心室 二心室	溫血
鳥綱 Aves	基型似蜥蜴類	尾等部	羽	為蹼，趾極具爪 趾端通常具爪	口具上下顎	二心房 二心室 二心室	溫血
哺乳綱 Mammalia	通常為四腳	尾等部	毛髮或毛髮的變形物	為蹼，趾極具爪 趾端通常具爪	口具上下顎	二心房 二心室 二心室	溫血

棲處 水棲 水陸兼棲 主為陸棲 主為空棲 主為陸棲

胚膜 胚體無羊膜及尿囊 胚體有羊膜及尿囊

生育 卵生 時或卵胎生 主為卵生，時或卵胎生 主為卵生，時或卵生 以乳哺兒 通常胎生，親體

骨骼 骨格概為軟骨性 或為軟骨性、或為骨性 骨格通常為硬骨性

骨 脊索畢生存在，脊索除少數外，

B. 脊椎動物亞門 (Vertebrata) 體制左右對稱，全體通常可分為頭、頸、軀幹及尾四部；頸或不明，尾或付缺。除少數下等者外，餘概具有脊柱(vertebral column)，中藏脊髓(spinal cord)；其頭部又有頭骨(skull)，藉資護腦。神經幹部悉在體的背側，心臟位居腹側；是與節足動物的情形，適為相反。附肢亦係有節，但至多不過兩對。此類動物因具有顯著的頭部，所以又可稱為有頭動物 (Craniata)，以示其與其他脊索動物的差別耳。

脊椎動物素推為最高等的動物；水、陸、空隨處均有其分布，稱霸世上。此類更可分為六綱，今將其各綱的主要特徵，列成一比較表如上頁。

所述六綱的脊椎動物，又可依據上列種種不同的特徵，將其歸括分類，略如下表所示。

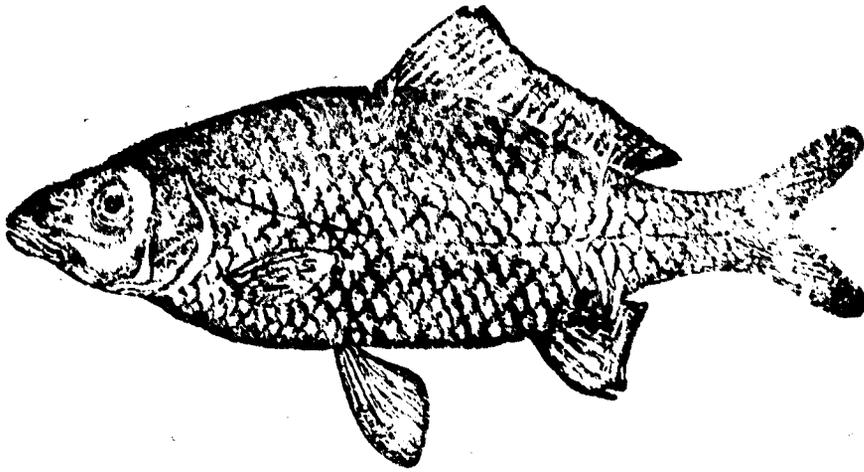
綱	名	依體形的不同而分類	依頸的有無而分類	依血溫的情形而分類	依胚膜的情形而分類
圓口綱	圓口綱		圓口類 (Cyclostomata)		
魚綱	魚綱	魚形類 (Ichthyopsida)		變溫(即冷血)動物(cold-blooded animal)	無羊膜動物 (Anamniota)
兩棲綱	兩棲綱				
爬行綱	爬行綱	龍形類 (Sauropsida)	顎口類 (Gnathostomata)		
鳥綱	鳥綱			定溫(即溫血)動物 (Warm-blooded animal)	羊膜動物 (Amniota)
哺乳綱	哺乳綱	獸形類 (Mammalia)			



圖 34 八目鰩(圓口類)



鮫

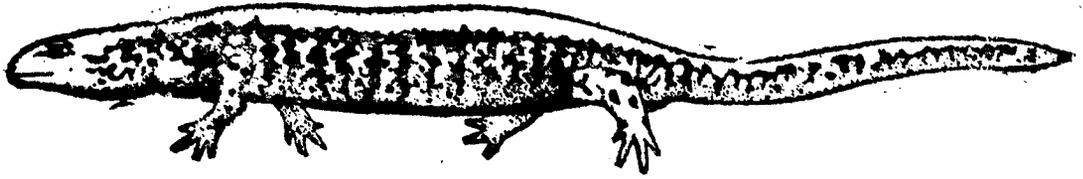


鯽



肺魚

圖 35 魚類的省例



蝾螈

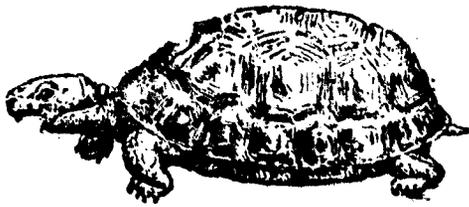


金線蛙

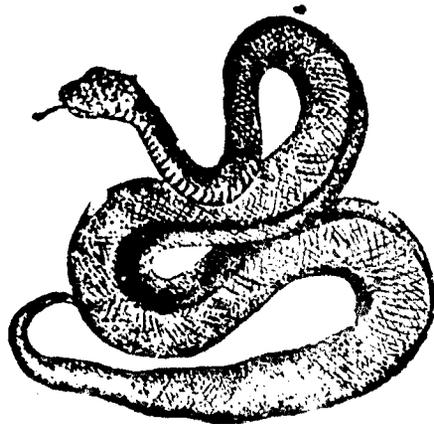


蟾蜍

圖 36 兩棲類的著例



龜



蛇



鱷魚

圖 37 爬行類的著例



圖 38 環頸雉 (*Phasianus colchicus torquatus* Gme'in;  
Chinese Ring-necked Pheasant) 吾國南部常  
見之一種獵禽

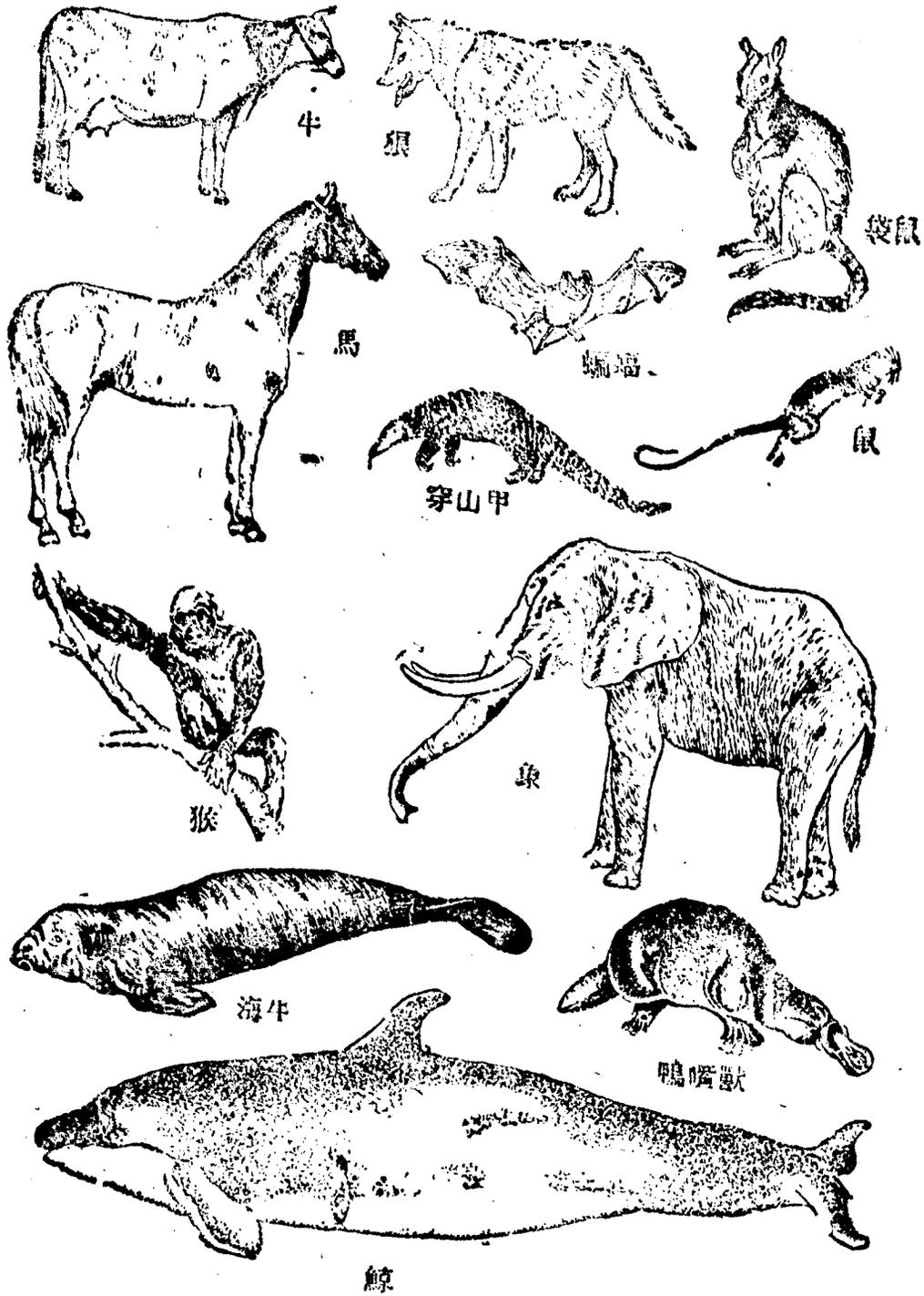


圖 39 哺乳類的善例

脊椎動物與無脊椎動物的比較 脊椎動物以外的動物，概缺脊柱，故統稱曰無脊椎動物(Invertebrata)，藉資對別。此二類動物，其彼此間，除脊柱的有無外，尚有其他相異；茲特列表比較之如次。

特 性	脊椎動物	無脊椎動物
體 制	左右對稱	左右對稱，輻射對稱，或不對稱等型。
分 部	全體分爲頭、頸、軀幹及尾四部；頸或不明，尾或付缺。	體的分部不定。
骨 骼	體內骨骼發達；頭部有頭骨；軀幹有脊柱，附肢有附肢骨。	大多無骨骼；或具外骨骼，而缺內骨骼。
神 經 幹 部	構造複雜，分腦及脊髓等，均位於體的背側。	構造簡單，位置常在體的腹側；腦的構造或有或無。
呼 吸 器	以鰓與肺爲主。	鰓、氣管或其他種種器官。
心 臟	位於胸部的腹側，內分二部至四部。	大多無此構造；在高等種類，心臟的位置，係在體的背側。
血 液	冷血或溫血。	概冷血。
附 肢	大都具有二對附肢。	多寡有無，甚不一定。
生 殖	大都藉兩性法，雌雄異體；生育爲卵生、卵胎生或胎生。	藉有性法或無性法；生育大多卵生，間或卵胎生。

## 第十二章 植物分類大綱

植物種類，業經發見而定有學名者，已超過二十五萬種。現今植物分類系統，大都依恩格勒(Engler)氏而分為十四門。茲將植物分類大綱，列述於下。

I. 裂殖植物門 (Schizophyta) 由一個乃至數個的細胞所成，或單獨或羣生。細胞體內無正確的胞核；或僅含粒狀核質，散於胞質中。生殖通常用二殖法，是以得名。

1. 裂殖菌綱 (Schizomycetes) 即通常所謂細菌。係單細胞植物 (unicellular plant)，形極微細，普通呈球狀、桿狀或螺旋狀。構造簡單，概無葉綠素。此類常與人生具有顯著的關係，例如霍亂弧菌 (*Vibrio cholerae*)、結核菌 (*Bacillus tuberculosis*) 等。

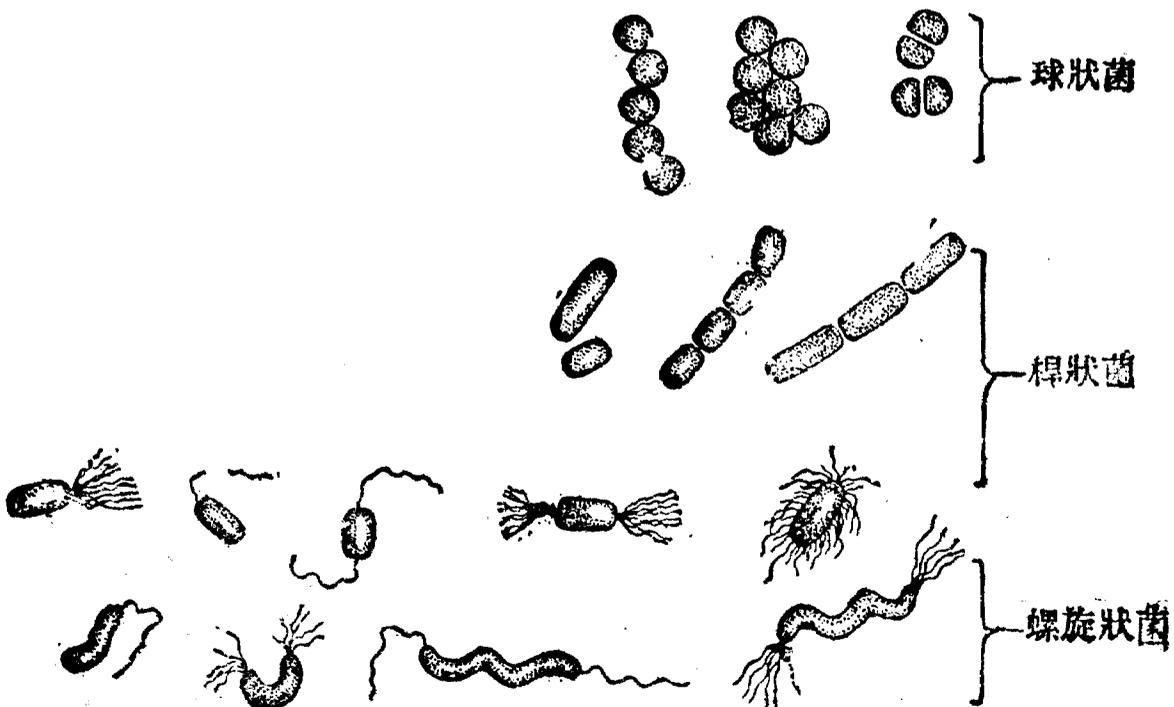


圖 40 裂殖菌

2. 裂殖藻綱 (Schizophyceae) 或稱藍藻綱 (Cyanophyceae) 由單個或多數細胞而成。細胞體內除含葉綠素外，尚具藍藻素 (phycocyanin)，故有藍藻的名稱。例如顫藻 (*Oscillatoria*)、念珠藻 (*Nostoc*) 等。

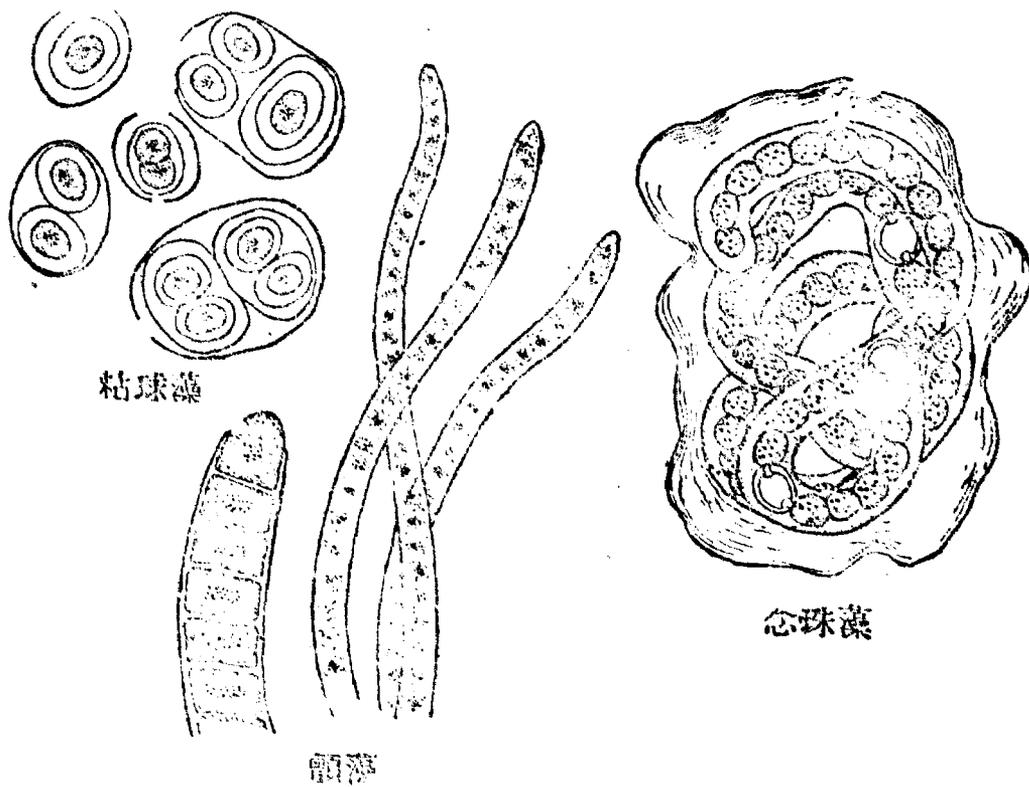


圖 41 裂 殖 藻

[II. 黏菌植物門] (Myxomycetes) 爲形小無膜的原質體 (plasmodium) 內存一個或數個胞核，能伸出偽足而爲變形運動。無葉綠素，成長時形體固定，生殖以胞殖法；由孢子發芽，再成原質體，常生於腐木、凋葉或樹根上，例如紫塵菌 (*Stemonitis*)。

III. 鞭毛植物門 (Flagellatae) 爲水生的單細胞植物，時或集

結而成爲羣體。體形易起變化。體內具核及伸縮泡。有若干種類且具有綠色及黃褐色的色素體。細胞體的前端恆具一條至數條的鞭毛(flagellum);近鞭毛處常具紅色的眼點(eye spot)。藉以感光。多營分裂生殖。此類植物與屬於動物界的鞭毛蟲綱具有連帶關係。例如前述的眼蟲,或將其歸入此類,而稱之爲綠眼藻。

[IV. 雙鞭植物門](Dinoflagellatae) 體爲單個細胞,或營羣體生活。體形各異,但以球狀或卵形居多。體表具二枚乃至數枚鏢狀片所成的胞膜;膜上有小孔,外呈美麗的斑紋,且更具有多數棘狀突。體內含有紅褐色素(phycoerythrin)、黃綠色素(chlorophyllin)及暗紅色的兜藻色素(peridinin)。體表通常具有橫縱二溝,由二溝相合處的小孔伸出二鞭毛,一橫一縱,以司運動。除少數外,大都行裂殖法。例如兜形藻(*Ceratium*)、溝環藻(*Gymnodinium*)、脫甲藻(*Exuviella*)等。

[未定門. 矽鞭植物](Silicoflagellatae) 單細胞植物,具矽質多孔的外殼,並有一條或二條鞭毛。例如矽鞭藻(*Ebria*)。

[V. 矽藻植物門](Bacillariophyta) 矽藻大都係單細胞體。其胞膜頗厚,大抵爲矽酸化合物所成;膜的形態甚奇,恆分兩半,恰似二匣蓋互相蓋合一般;膜的表面又現種種豔麗的斑紋,或呈羽狀,或爲放射狀。體內含有胞核,又有葉綠素及褐色的矽藻素(diatomin)等。生殖通常用裂殖法及胞殖法。種類甚多,例如三角矽藻(*Triceratium*)、有柄矽藻(*Gomphonema*)等。

VI. 接藻植物門亦稱接合植物門(Conjugatae) 爲單細胞植物,或由多數細胞結成不分枝的絲狀羣體,形極整齊鮮麗。其細胞體

內具一核，又有板狀、帶狀或星芒狀等的葉綠體；葉綠體中更藏有所謂澱粉核 (pyrenoid)，為製造澱粉的主要構造。生殖由裂殖法及接合法；概不發生游走孢子 (zoospore)，或其他能動性的生殖細胞。例如水綿 (*Spirogyra*)、小星鼓藻 (*Microsteria*)、新月藻 (*Closterium*) 等。

VII. 綠藻植物門 (Chlorophyceae) 為單細胞植物，或由多數細胞集成羣體。各細胞體內具有一個乃至數個的胞核；葉綠體甚為發達，其中時有澱粉核的構造。生殖通常藉無性的游走孢子及有性的配子。多產於淡水及陰溼的地上。

1. 原藻綱 (Protococcales) 體為單個細胞；或單獨生活，或則多數集成團狀，而包被於膠質中。每個細胞中均含一核或

數核。且具有杯形的葉綠體。生殖藉無性的裂殖法。恆棲於多溼向陰之地。例如原藻 (*Protooccus*)、水網藻 (*Hydrodictyon*) 及與原生動物或腔腸動物營共生 (symbiosis) 生活的原球藻 (*Chlorella*) 等。

2. 絲藻綱 (Ulotrichales) 由多數細胞互連而成為絲狀或扁平狀的植物體。其細胞內具胞核、澱粉核及網狀或帶狀的葉綠體等。生殖藉有性法及無性的裂殖、胞殖等法。例如波髮藻 (*Ulothrix*)、石莖 (*Uva*) 等，均屬此類。

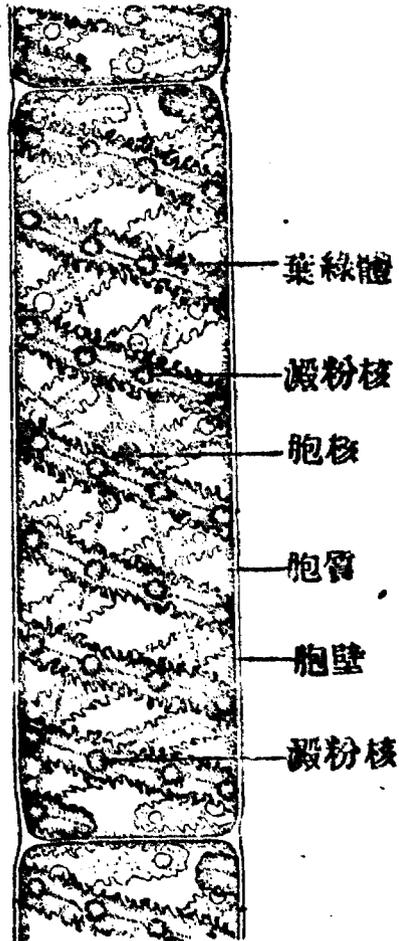


圖 42 水綿

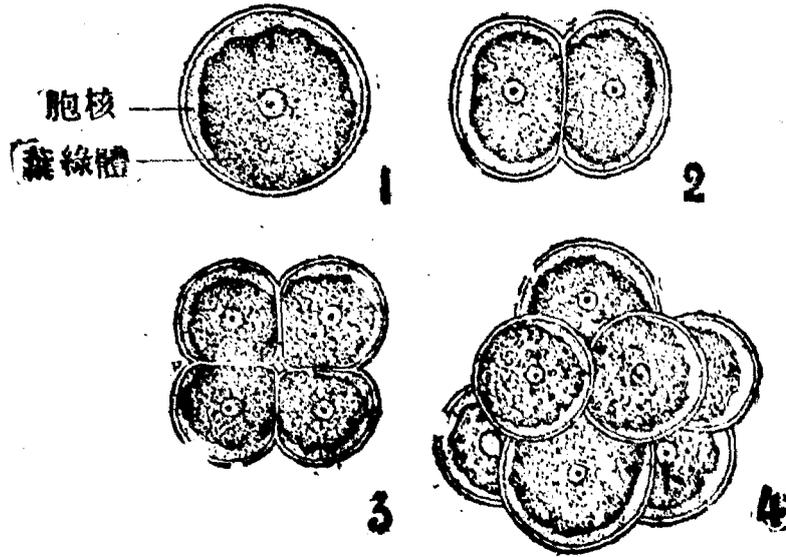


圖 43 原藻 此類綠藻或為單細胞(1), 或則形成羣體(2-4)

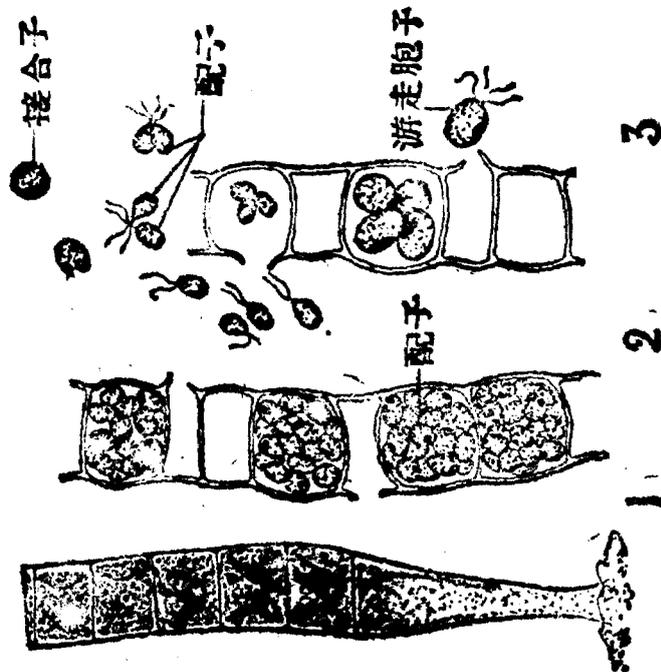


圖 44 波麗藻

1. 營養細胞 2- 產生配子及游走胞子的細胞(由 Coulter)

3. 綠毛藻綱 (Siphonocladales)

為多數細胞所成的絲狀體，常有分歧。各細胞中均具有數核及網狀或片狀的葉綠體。生殖法與絲藻綱略同。例如供玩賞用的剛毛藻 (*Cladophora*)、及附着於龜甲上的濱髮藻 (*Chaetomorpha*) 等。

4. 管狀藻綱 (Siphonales) 多為絲狀而有分歧，外觀上已有莖、葉、根等的分化。其中細胞彼此間不具隔膜，因而形成多核的細胞體。生殖藉游走孢子及兩性法。例如水松 (*Codium*)、無節藻 (*Vaucheria*)、風船藻 (*Botry-*



圖 45 剛毛藻  
1. 外觀 2. 放大圖

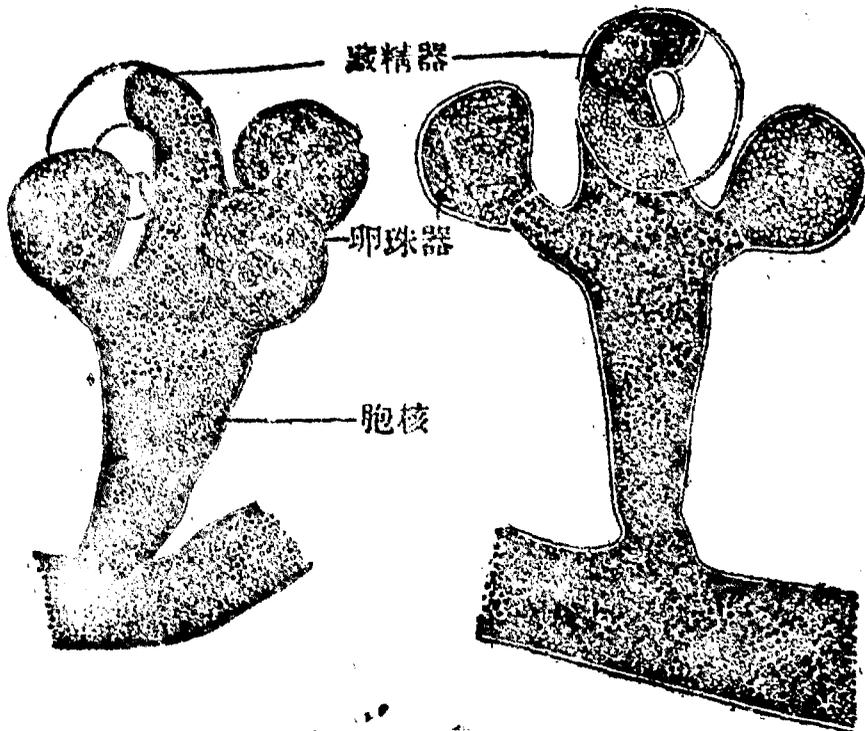


圖 46 無節藻 (由 Brown)

*Elvira*)等,均為其常見的代表。

VIII. 輪藻植物門 (Charophyta) 為多細胞植物。形狀頗大。構造複雜,其體中各部擬似莖、根、葉等構造。莖形細長而具節 (node); 節上具葉,環生如輪,故名輪藻。節端時亦生有藏精器 (antheridium) 及卵珠器 (oogonium), 均屬多細胞的構造; 由精與卵而行有性生殖。例如車軸藻 (*Chara*)。

IX. 褐藻植物門 (Phaeophyceae) 體由多數細胞而成,構造亦甚複雜; 大小不定,大者長達數十米。體的基部附着於巖石上,宛似高等植物的根; 上部類似莖、葉等的部

分,特稱為葉狀體 (frond)。細胞內含有葉綠素及褐藻素 (fucoxanthin), 因現褐色。生殖藉無性的游走孢子,或有性的配子。多生於溫帶海洋。例如供食用的昆布 (*Laminaria*), 或供飾用的馬尾藻 (*Sargassum*) 供造碘用的槁布 (*Eisenia*)、裙帶菜 (*Ecklonia*) 等均屬之。

X. 紅藻植物門 (Rhodophyceae) 係多細胞的構造; 形狀或似管狀藻,或較複雜; 通常不及褐藻之大。其細胞外被以多量的黏膠質; 細胞體內有葉綠素及紅藻素 (phycoerythrin), 是以外呈紅色以至紫色。鄰接的細胞通常具有胞質的聯繫。生殖方法複雜; 生殖細胞不

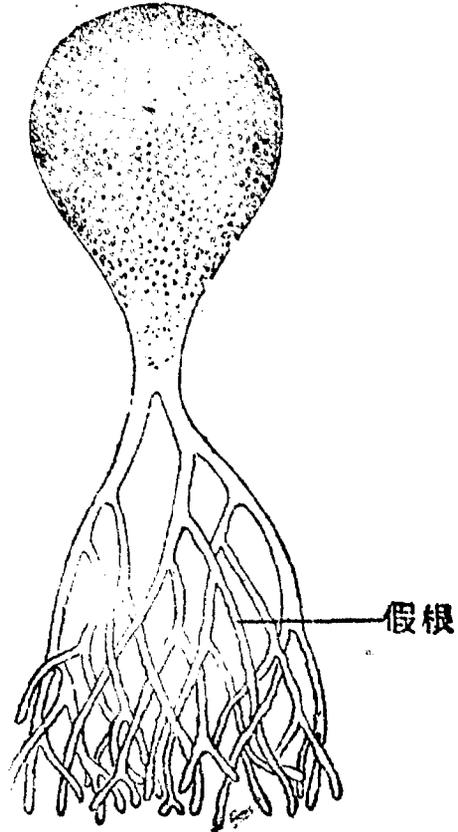


圖 47 風藻

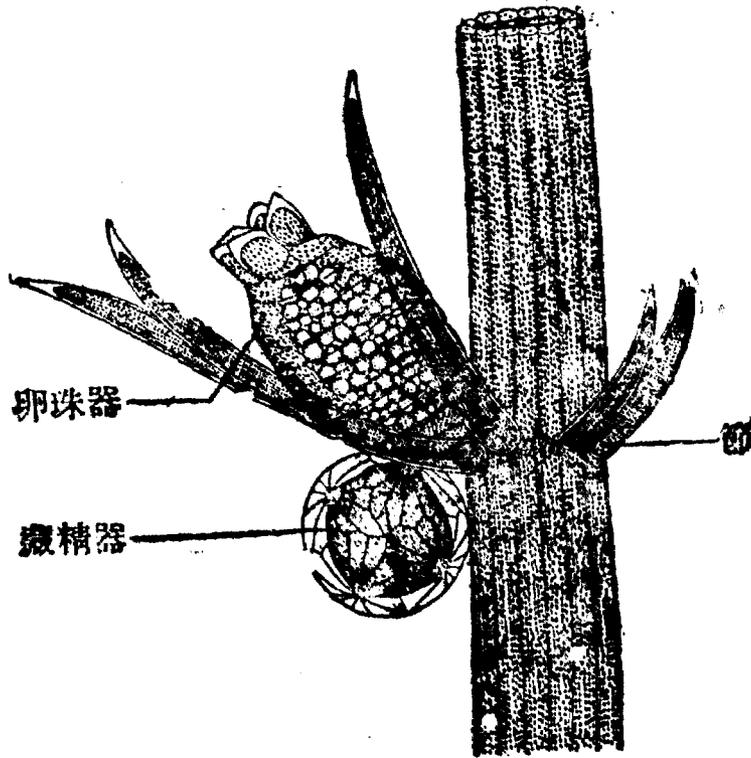


圖 48 雌蕨類(由 Brown.)

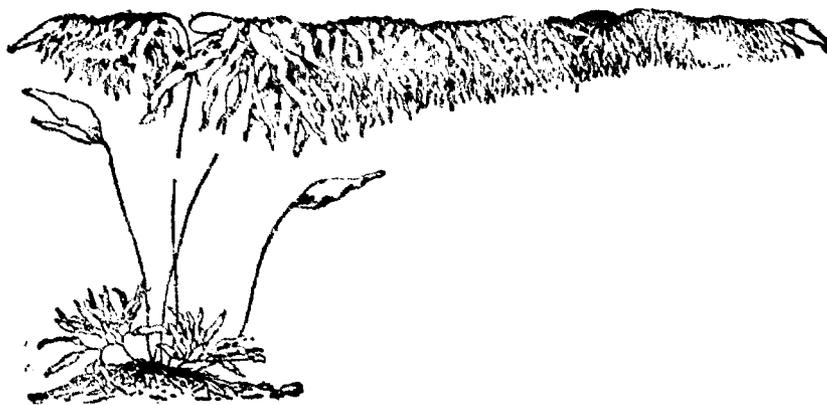


圖 49 大囊昆布(*Ma racy stis* 長達七十里  
(由 Beigen and Davis)

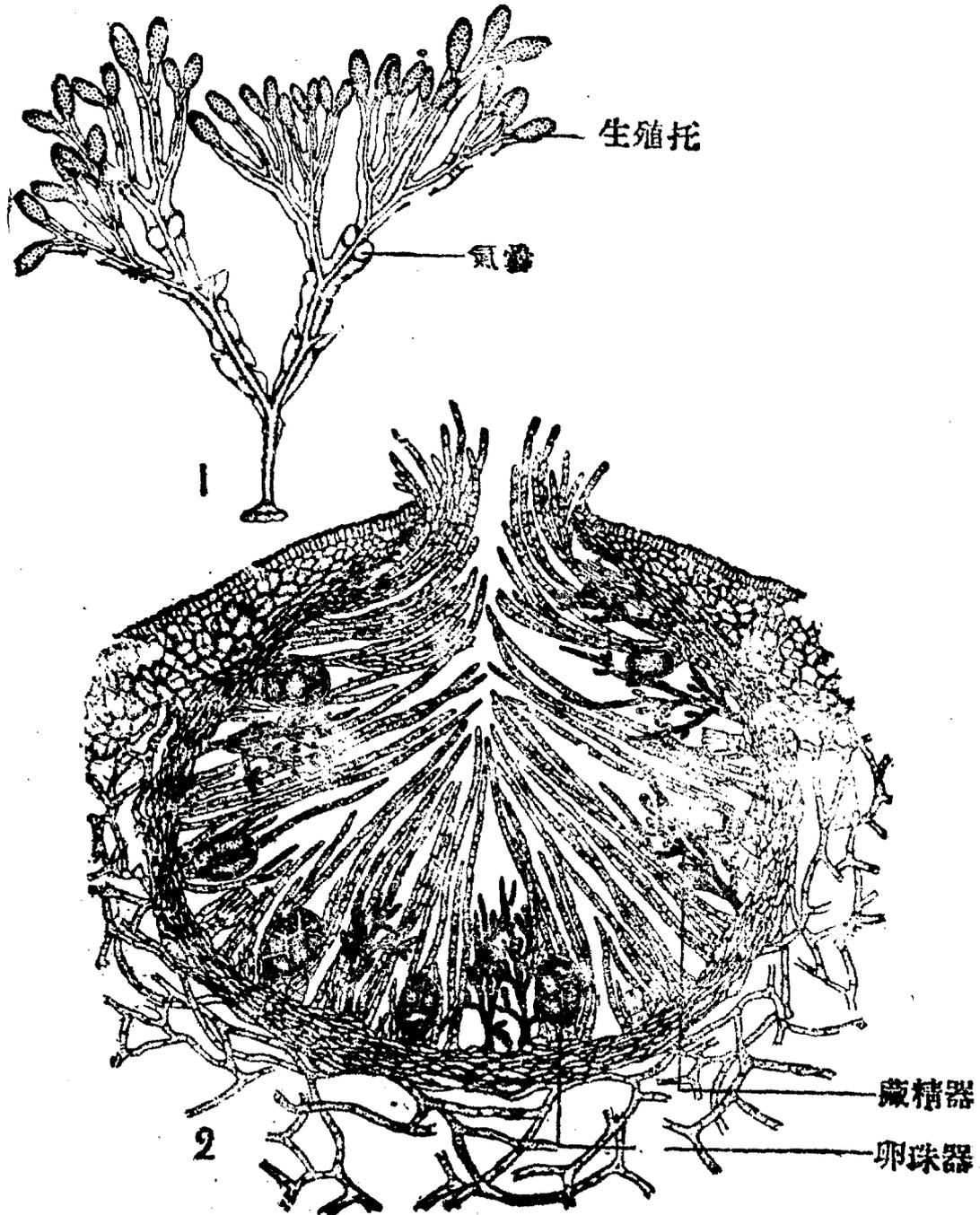


圖 50 1. 精藻 (*Fucus* 褐藻的一種) 的外觀形態, 示其所具的氣囊及生殖托 (receptacle). 生殖托內藏多數生殖窩 (conceptacle)  
2. 精藻生殖窩放大圖.

具纖毛，因概無運動性，多生於熱帶海底。例如可供食用的紫菜 (*Porphyra*)，供藥用的海人草，俗稱鷓鴣菜 (*Digenea*)，供製瓊脂 (agar-agar) 的石花菜 (*Gelidium*) 及充糊料用的江籬 (*Gracilaria*)、海羅 (*Gloiopeltis*) 等。

XI. 真菌植物門 (Eumycetes) 或簡稱為菌類 (fungi) 其物體為單個細胞或多數細胞組成的菌絲 (hypha)；概無葉綠素及近似的色素，所以不能自製養分，而須賴其他有機物體以營生活。

1. 藻菌綱 (Phycomycetes) 又稱管狀菌類 (Siphonmycetes) 大都為絲狀或毛狀的菌絲，形多分歧，細胞間不具隔膜，若管狀藻然。生殖藉有性法，及無性的孢子、頂端孢子 (conidiospore)、游走孢子等。例如食品上發霉的白黴 (*Mucor*)、匍枝毛黴 (*Rhizopus*)，及寄生於死蠅體上的水生菌 (*Saprolegnia*) 等均屬之。

2. 囊菌綱 (Zygomycetes) 菌體或係單細胞或為菌絲；其菌絲係由數個乃至多數細胞所成，各細胞間均具隔膜。無性生殖多藉頂

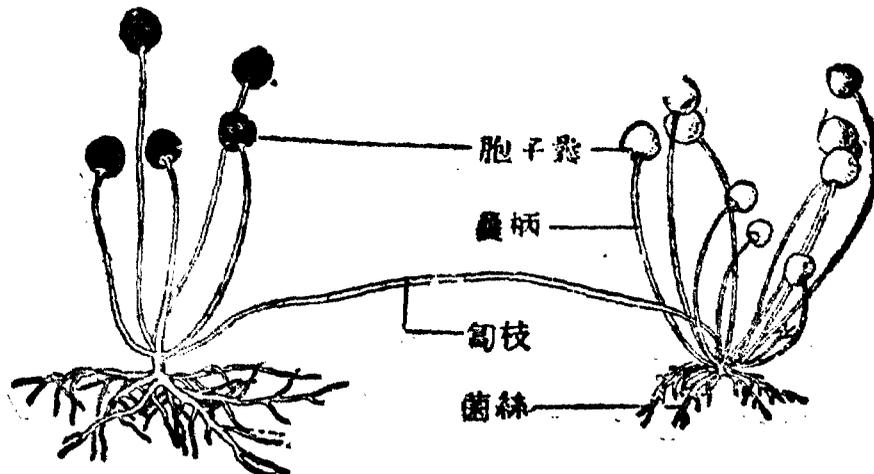


圖 51 匍枝毛黴 (由 Gager)

端孢子；又能於有性生殖後所形成的子囊(ascus)內，產生八裂孢子(ascospore)。此所以斯類有囊菌的名稱。例如製麵所用的麴菌(*Aspergillus*)，釀酒所用的釀母菌(*Saccharomyces*)，寄生於昆蟲的冬蟲夏草菌(*Cordyceps*)，餅及麵包上所生的青黴或稱綠黴(*Penicillium*)等，均為常見之例。

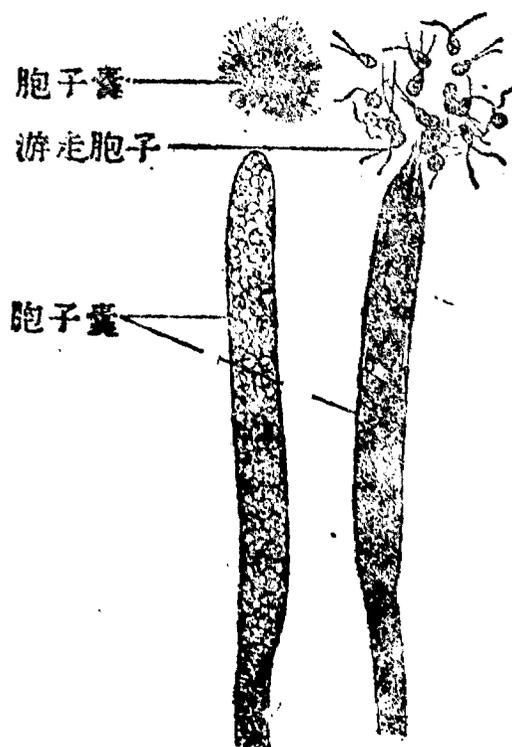


圖 52 水生菌

[3. 原菌綱](Protomycoetes) 生殖方法與藻菌類相似，而其菌絲構則較進步；其所由成的諸細胞彼此間均具隔膜。例如寄生於繖形科植物上的腫病菌(*Trotomyces*)。

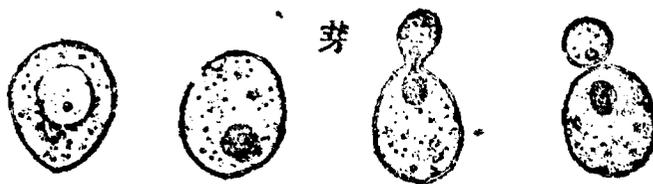


圖 53 釀母菌(由 Woo ruf.)

4. 擔菌綱 Basidiomycetes) 為菌類中的最高等者。菌絲所由成的諸細胞間均具隔膜。生殖概藉擔孢子(basidiospore)，着生於擔子柄(basidium)上；擔孢子為此類植物特有的生殖細胞，故有擔菌的名稱。種類甚多；例如有毒的捕蠅蕈(*Amanita*)，供食用的松蕈(*Cortinellus*)、木耳(*Auricularia*)、白木耳(*Tremella*)等以及寄生於高等植物的葉上而起銹

病的銹菌類(Uredineae),寄生於禾本植物上的黑穗菌(Ustilagineae)等,均屬此類。

5. 地衣綱(Lichenes) 爲囊菌或擔菌與綠藻或藍藻相集所成的共生植物,外呈葉狀、塊狀或枝狀,常附着於巖石或樹幹的表面。例如松蘿(*Usnea*),山石蕊(*Cladonia*),梅衣(*Parmelia*)等。

上列十一門植物,或將其統併爲一類,而稱爲菌藻植物,其種數

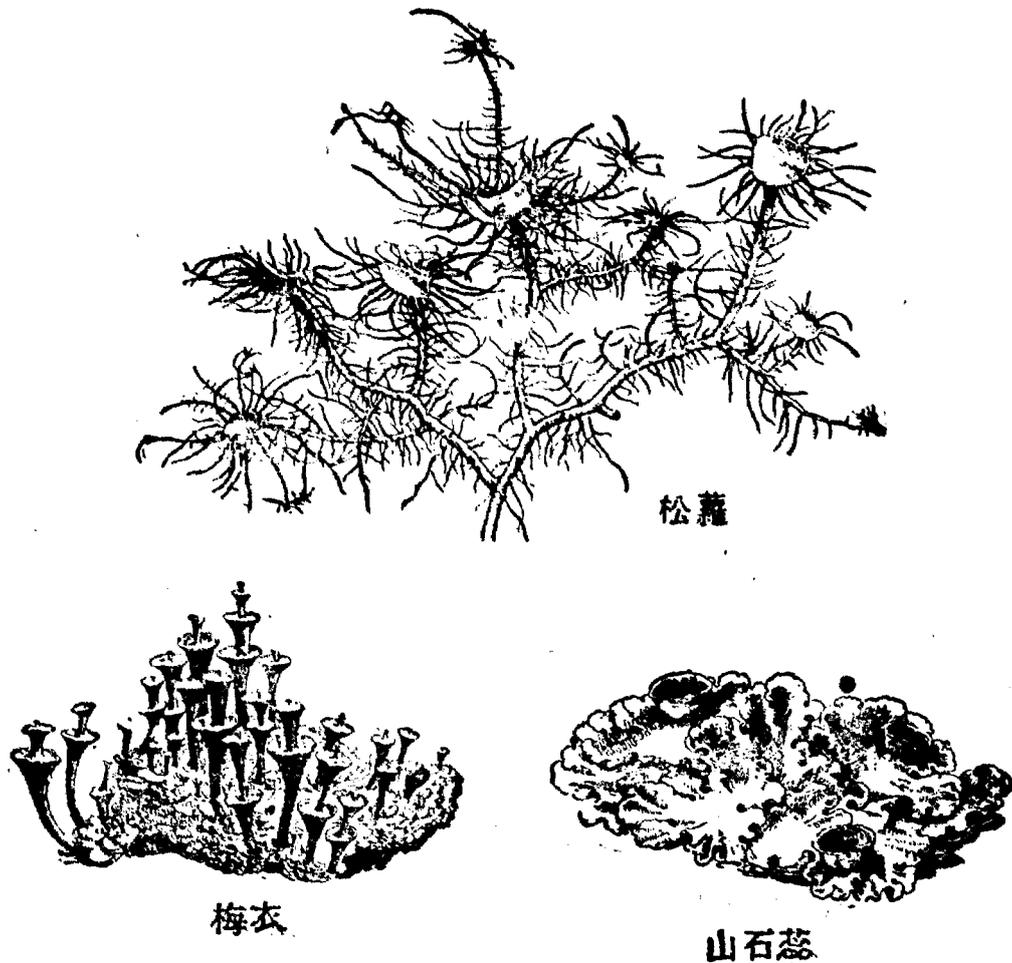


圖 54 地衣

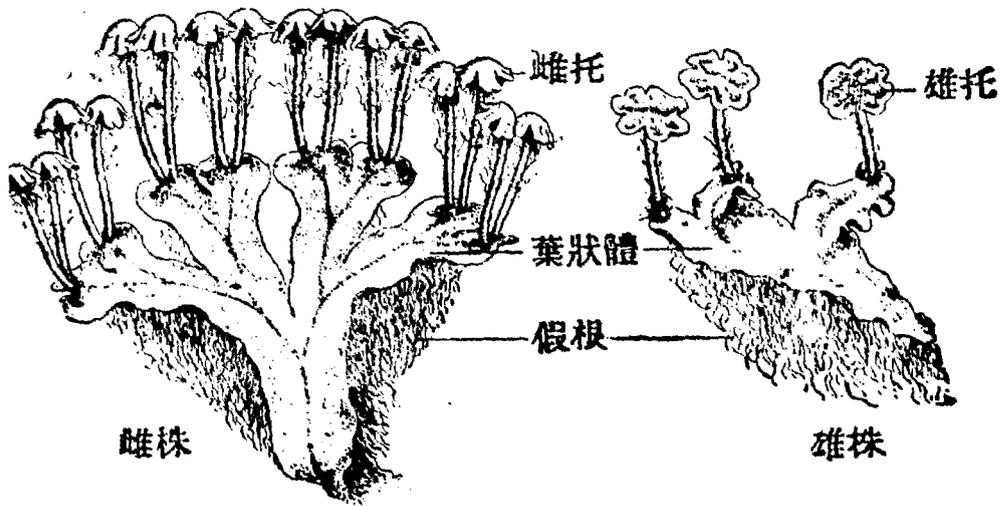


圖55 地錢 (由 Brown)

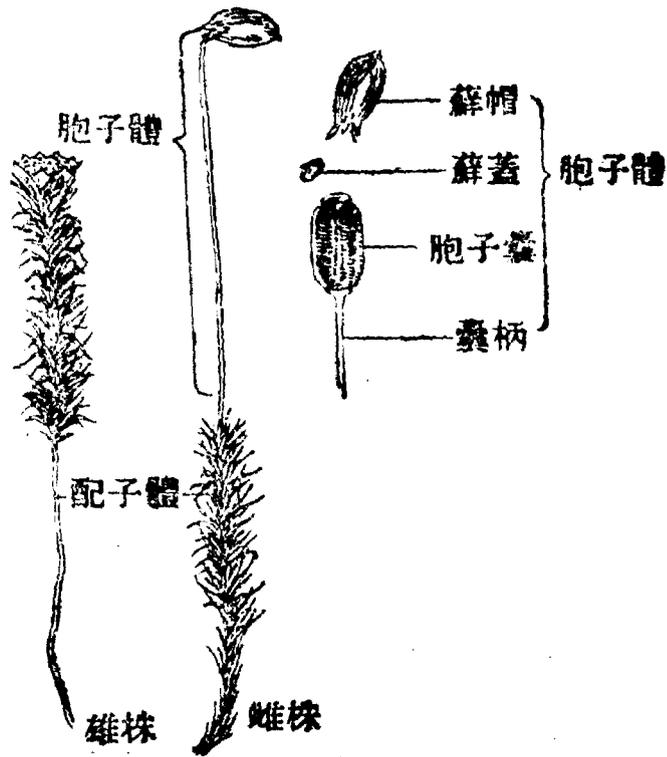


圖56 土馬騷

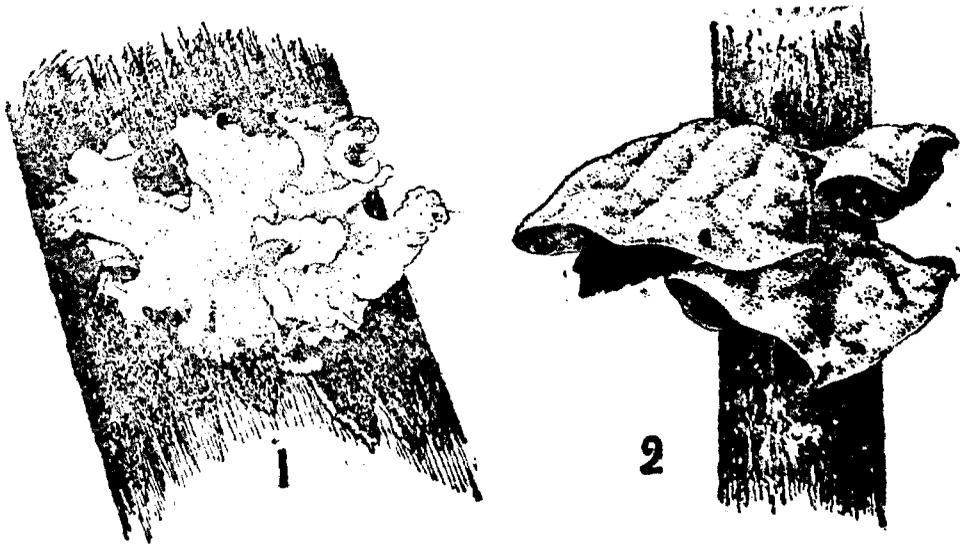


圖 57 1 白木耳的一種，2. 木耳 (由 Brown)

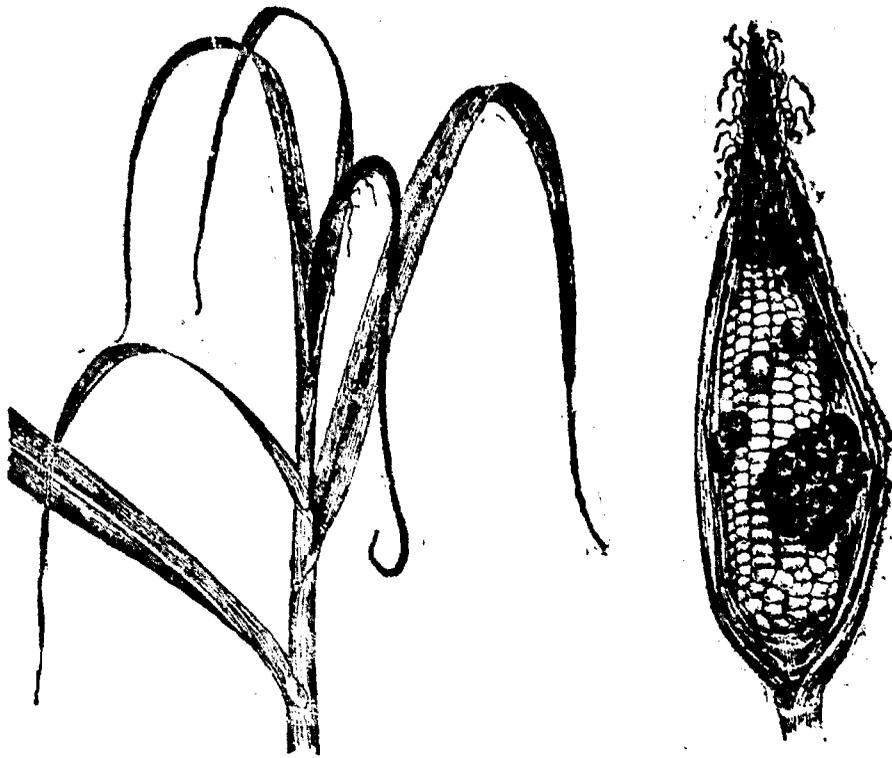


圖 58 黑穗菌類 1. 甘蔗黑穗病 2. 玉蜀黍黑穗病 (由 Brown)

約達 80,000 種。此類悉係原始植物，其形狀大小既不一定，而其構造又甚簡單，非為單細胞即為多數細胞所集成的葉狀體 (thallus)，所以又稱為葉狀體植物 (Thallophyta)。此類植物，除裂殖菌及真菌等外，大都具有葉綠素以營光合作用。通常無莖、根、葉等的區別，亦無維管束 (fibro-vascular bundle) 的分化。生殖常藉兩性法及胞殖、裂殖等無性法。大都生於水中或陰溼處。

XII. 苔蘚植物門 (Bryophyta 12,000 種) 此類係多細胞植物。其生活歷程中有無性與有性二時代而起交替的現象。有性時代的植物體，稱為配子體 (gametophyte)，無性時代的植物體為孢子體 (sporophyte)。苔蘚植物的配子體甚為顯著，有葉綠素以營同化作用，且大都有莖、葉及假根 (rhizoid) 等的分化，但因缺維管束，所以此類植物體通常不能生高。配子體又具有藏卵器 (archegonium) 及藏精子器 (antheridium) 兩種複雜的生殖器官。卵在藏卵器中受精發育，而成為孢子體；孢子體終生附寄於藏卵器上，成熟時產生無性孢子 (spore)，孢子發育而復成為配子體。

1. 苔綱 (Hepaticae)\* 其配子體形似葉狀體；莖、葉等的分化，常不顯著；體的下面具有多數假根，各由單個細胞所成。孢子囊 (sporangium) 中具有無數彈絲 (elater)，惟外無蘚帽 (calyptra)。此類植物形多扁平，匍匐陰溼地上，儼似天然的綠氈；例如地錢 (*Marchantia*)，即為其常見的代表。

2. 蘚綱 (Musci)\* 配子體有莖、葉及多數細胞所成的假根。莖直立，其上端密生細葉。孢子囊較為發達，中具柱軸 (columella)，惟

\*若作者間亦有稱 Hepaticae 為蘚類，而稱 Musci 為苔類者。

無彈絲，頂端多被蘇帽。孢子萌發先成原絲體(protonema)，隨再由此發芽生長，而成爲配子體。例如水蘚(*Sphagnum*)、土馬騮(*Polytrichum*)等。

### XIII. 羊齒植物門，亦稱蕨類植物門(Pteridophyta 4,000種)

孢子體較苔蘚類更爲發達；有葉、莖、根等的區別，且具有維管束，大都由管胞所組成。多數的種類悉在其普通的葉片上產生孢子，但也有另生一種形態不同的孢子葉(sporophyll)者。孢子囊叢生於葉的邊緣或底面，形成所謂胞囊羣(sorus)。配子體的結構反見簡單，形成所謂原葉體(prothalamium)，但仍營獨立生活。羊齒植物恆着生於陰地或樹幹上；通常爲形矮小，但在熱帶地方，亦有成爲喬木者。此類古時曾一度繁殖特甚，今則漸趨退化。

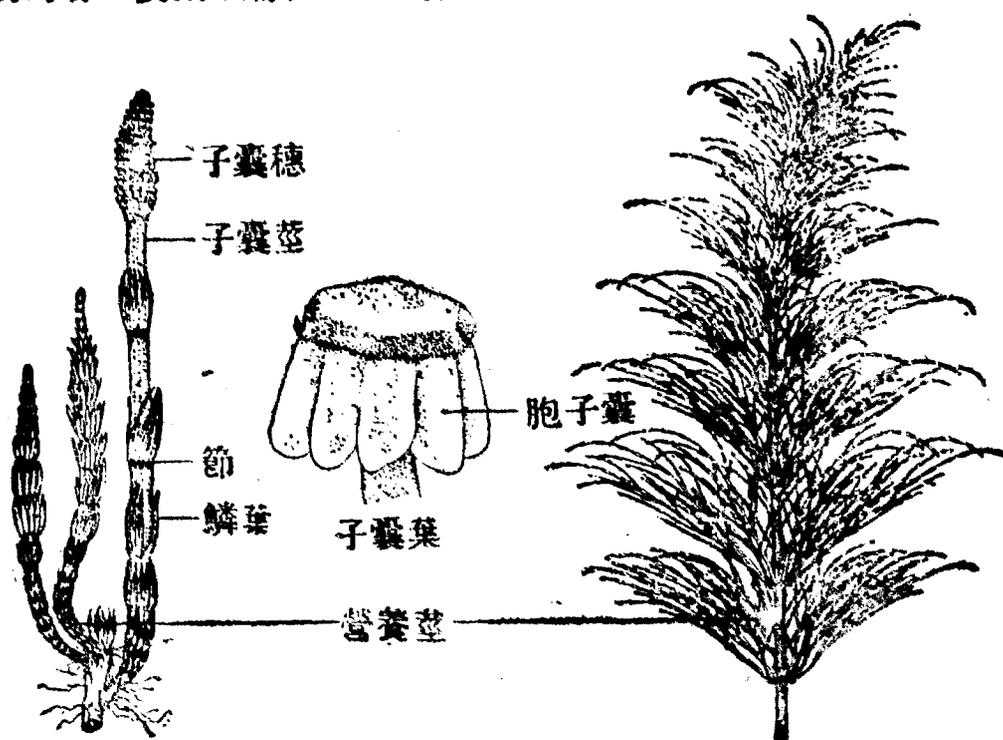


圖59 木賊 (由B own)

1. 木賊綱 (Equisetales) 莖分地上與地下二部；地上莖直立而多節，各節輪生鱗狀葉，或更於葉腋，輪生細枝。孢子葉着生於莖梢，叢集而成子囊穗 (strobilus)。孢子僅一種。精子有多數纖毛。此類昔曾一時繁盛，今已大衰，僅剩一屬耳。例如木賊 (*Equisetum hyemale*)、問荊 (*E. arvense*) 等。

2. 石松綱 (Lycopodiales) 其莖匍匐於地面，處處生根並抽出直立分歧的長莖；莖與枝的周圍皆密生無柄鱗狀的細葉。至生殖時期，莖梢恆伸出棒狀的子囊穗。孢子或僅一種，或有大小二種之別。精子有二纖毛。例如石松 (*Lycopodium*)，供裝飾用。

[3. 松葉蘭綱 (Psilotales) 葉小如鱗。孢子囊在葉的上面，內具二室或三室。孢子僅一種。有性生殖器官，迄未發見。此綱種類甚少，例如木葉蘭 (*Psilotum*)。]

4. 水韭綱 (Isoetales) 莖粗短不分節。葉細長，呈叢草狀；葉的下部有葉舌。根或有或無。孢子囊單

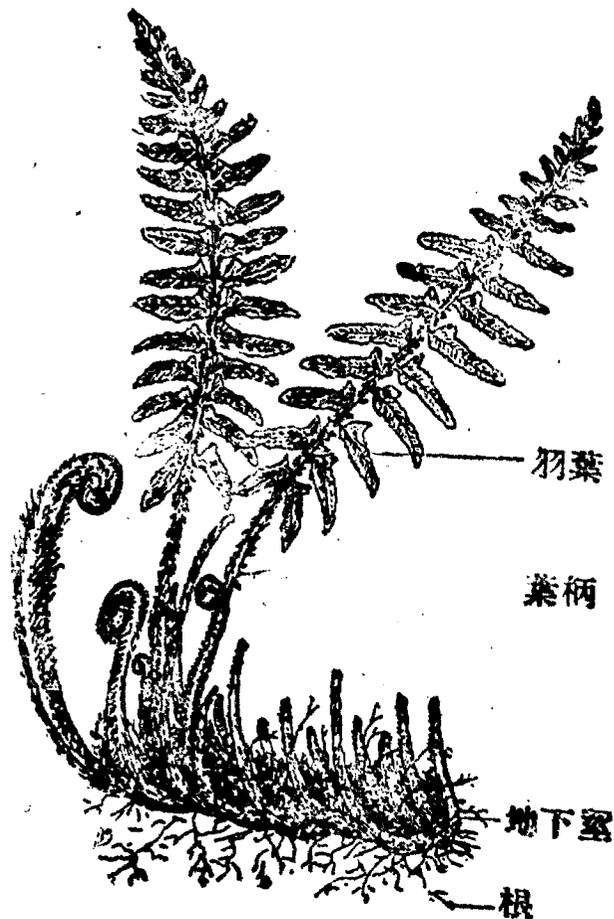


圖 60 水韭

生於葉的基部。孢子有大小不同的二種。精子有多數纖毛。例如水韭 (*Isoetes*)，生於水中。

5. 羊齒綱或稱蕨綱 (*Filicales*) 莖恆匍匐地下，而葉則皆豎立於地面。葉形幼時卷曲，漸長乃展開而成為羽狀多歧的複葉 (compound leaf)。胞囊羣着生於普通葉或孢子葉的內緣或底面。孢子僅一種。精子具有多數纖毛。例如蕨類 (*Polystichum*)、蘋 (*Marsilia*)、槐葉蘋 (*Salvinia*) 等。

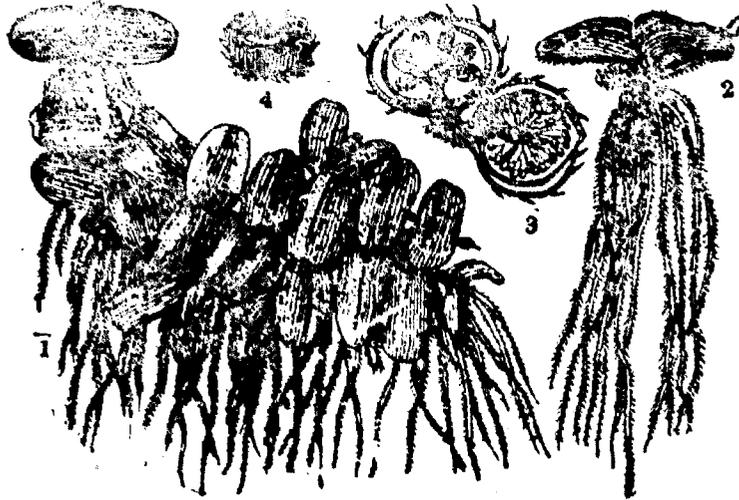


圖 61 槐葉蘋

羊齒植物與苔蘚植物，常合稱為藏卵器植物 (*Archegoniatae*)；蓋以藏卵器的構造。除少數下文所述的裸子植物以外，僅於此二類中見有之。

XIV. 種子植物門 (*Spermatophyta* 133,000 種) 此類在植物界中，占有最高的地位，因恆稱為高等植物。其根、莖、葉等區別顯明；維管束亦甚發達；成長時，開放顯著的花，因又稱為顯花植物 (*Phanerogamia*)。此類以下的諸類植物，昔恆統稱為隱花植物

(Cryptogamia), 以示對別。但在現時植物學的觀念上, 則花中的花被 (floral envelop) 直可視為葉的變形物, 而大小花蕊亦不過為孢子葉的集團; 若以此為根據, 則所謂隱花植物中, 有花的種類亦殊不少。隱花顯花的界限既不明晰, 故隱花植物及顯花植物的名稱, 亦已漸遭廢棄不用矣。

種子植物的大孢子葉 (megasporophyll), 內含有胚珠 (ovule), 經受精後形成種子, 藉此繁殖, 是以有種子植物的名稱。此類植物, 因其小孢子 (microspore) 萌發時生有花粉管 (pollen tube), 而其種子內又含有胚胎 (embryo) 的構造, 所以恆又稱為有管有胚植物 (Embryophyta siphonogamia); 苔蘚、羊齒二類, 因其有胚, 但無花粉管, 故可將其對稱為無管無胚植物 (Embryophyta asiphonogamia)。

種子植物分布甚廣, 種類繁盛; 吾人日常所見山野草木, 大都屬此。

(甲) 裸子植物亞門 (Gymnospermae 450 種) 皆係木本植物, 其大孢子葉不具子房 (ovary), 胚珠因而裸露於外, 故名裸子植物。莖常為外長莖 (exogenous stem); 其木質部通常僅具管胞而無導

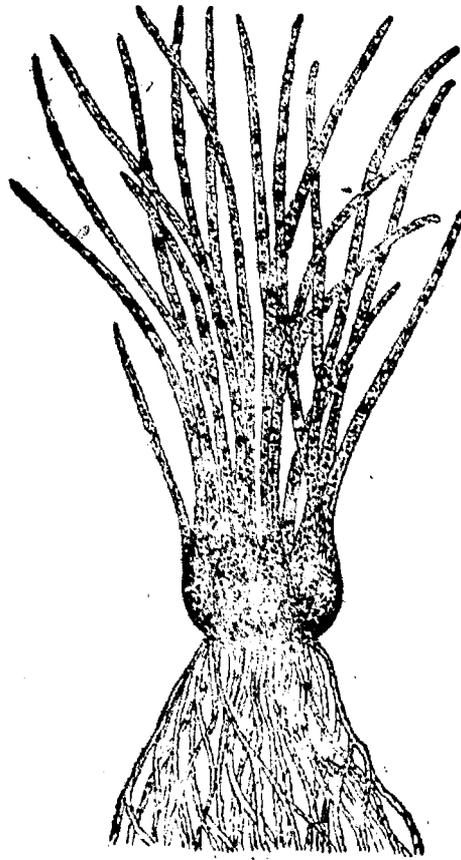


圖 6: 水韭

管。花甚簡單，無花被；通常具鱗片苞而集成子囊穗，胚珠內大多生有藏卵器。此類植物常生於乾旱之地。

1. 蘇鐵綱亦稱鳳尾松綱(Cycadales) 大小子囊穗異株。精子有活動性。莖的生長甚緩，不分歧；莖頂叢生羽狀複葉，形成傘狀。產於熱帶與亞熱帶之地。例如鳳尾松一名鐵樹(*Cycas*)，供觀賞用。

2. 銀杏綱(Ginkgoales) 此綱昔曾一度甚為繁盛；而今所存者，僅銀杏或稱公孫樹(*Ginkgo biloba*)的一種已耳。莖常分歧。葉作闊楔形或扇狀。大小子囊穗異株。精子具活動性，與蘇鐵同。種子植物中，僅蘇鐵與銀杏二類生有活動性的精子。

3. 松柏綱(Coniferae) 莖多分歧。葉作披針狀或鱗狀。大小子

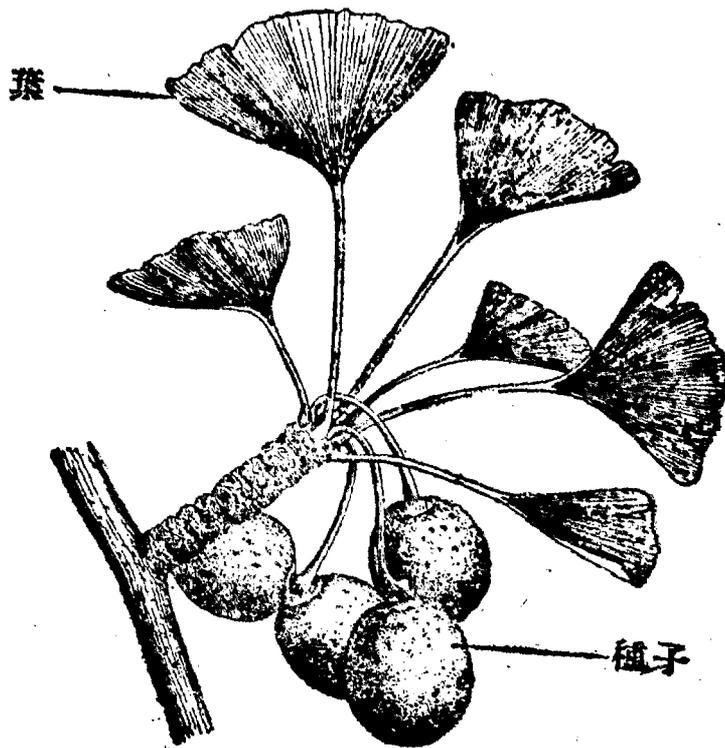


圖 33 銀杏 (由 Brown)

蕨穗同株或異株。大子囊穗經受精作用後漸發育為吾人所常見的球果(cone)。種類甚多,例如松(*Pinus*)、杉(*Cunninghamia*)等,均為建築上常用的木材。

4. 麻黃綱 (Gnetales) 莖具顯著的節,其內部的組織與被子

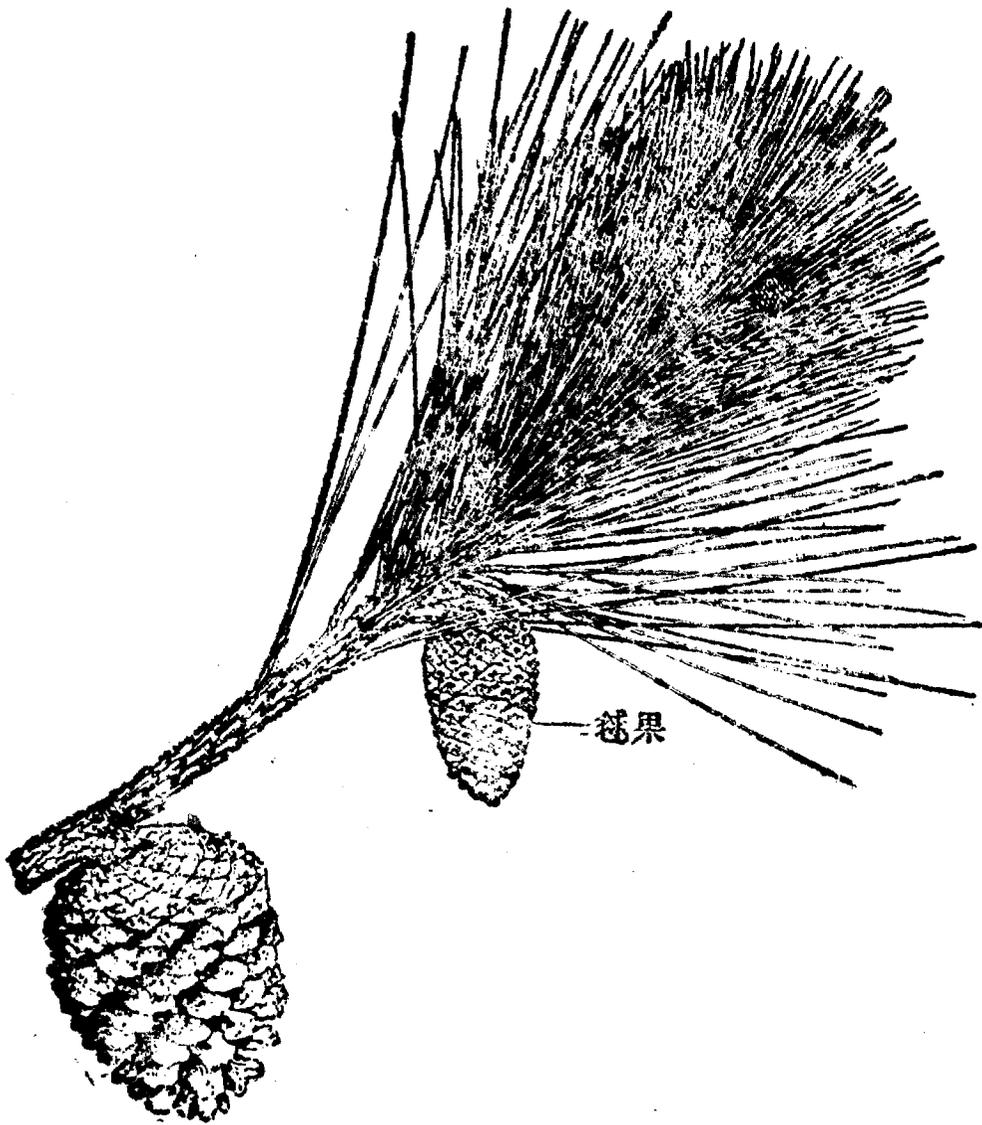


圖 64 松的一枝(由 Brown)

植物略同。葉對生。花爲單性，有花被，且有一種貌似子房的構造；胚珠內無藏卵器，僅賸卵子。例如麻黃(*Ephedra*)，可供藥用。

(乙)被子植物亞門(Angiospermae 133,000種) 其大蕊(pistil)即等於裸子植物的大孢子葉，概具有子房，胚珠常藏於子房內，故名被子植物。莖或爲內長莖(endogenous stem)，或爲外長莖；木質部具有導管；花或兩性或單性，常具美麗的花被。花粉不能直接與胚珠接觸；先附着於柱頭上，隨後伸出花粉管直達於胚囊(embryosac)中，而發生雙受精作用(double fertilization)。胚珠內無藏卵器，僅有卵子。此類植物爲現代植物中的最繁茂者；其植物體的形態、構造以及生活方法，變化均特昭著，容後敘及。

單子葉植物	雙子葉植物
<p>胚具單瓣子葉(cotyledon)</p> <p>維管束散在莖中，且缺形成層(cambium)，所以莖不能立樞增大，特稱內長莖。</p> <p>葉大多具有葉鞘(sheath)，無托葉(stipule)，葉脈通常爲平行狀(parallel venation)。</p>	<p>胚具二瓣子葉</p> <p>莖中的維管束列成環狀，且具有形成層，故能立樞增大，特稱外長莖。</p> <p>葉呈網狀脈(net venation)，常具托葉。</p>
<p>根大都爲鬚狀，無主根。</p> <p>花的各部多爲三或三的倍數，萼片(sepal)與花瓣(petal)通常相似，而統稱爲花被(perigone)。</p>	<p>根爲直狀，主根發達。</p> <p>花的各部大都爲四或五，或四，五的倍數，萼片與花瓣通常區別甚晰。</p>

被子植物可分為單子葉 (Monocotyledoneae) 與雙子葉植物 (Dicotyledoneae) 二綱。茲將此二類的特徵，列表比較之如上。

A. 單子葉植物綱 此類植物更可分為多科，茲略舉其較為常見者數科以爲例。

1. 澤瀉科 (Alismaceae)。例如食用的慈菇 (*Sagittaria sagittifolia*)，藥用的澤瀉 (*Alisma plantago*)。
2. 百合科 (Liliaceae)。例如百合 (*Lilium brownii*)、韭 (*Allium odorum*)。
3. 石蒜科 (Amaryllidaceae)。例如水仙 (*Narcissus tazetta*)，供觀賞用。
4. 鳶尾科 (Iridaceae)。例如蝴蝶花 (*Iris japonica*)。
5. 禾本科 (Gramineae)。例如稻 (*Oryza sativa*)、玉蜀黍 (*Zea mays*) 等，皆屬重要的食用品。
6. 芭蕉科 (Musaceae)。例如香蕉 (*Musa sapientum*)。
7. 蘭科 (Orchidaceae)。例如建蘭 (*Cymbidium ensifolium*)。
8. 椶櫚科 (Palmae)。例如椰子 (*Cocos nucifera*)、雀藤 (*Calamus margaritae*) 等。
9. 天南星科 (Araceae)。例如芋 (*Colocasia esculentum*)。
10. 浮萍科 (Lemnaceae)。例如浮萍 (*Lemna minor*)。

B. 雙子葉植物綱 此類植物依其花瓣的形態，更可別爲離瓣與合瓣二類。

【子】離瓣亞綱 (Choripetalae or Polypetalae) 花瓣彼此分離。種類甚多，最普通者有下列諸科。

1. 樺木科(Betulaceae). 例如樺木(*Betula chinensis*).
2. 山毛櫸科(Fagaceae). 例如栗(*Castanea mollissima*)、櫸(*Quercus glauca*).
3. 楊柳科(Salicaceae). 例如柳(*Salix babylonica*)、響楊(*Populus tomentosa*).
4. 桑科(Moraceae). 例如桑(*Morus alba*), 葉可飼蠶; 楮(*Broussonetia papyrifera*), 可供製紙.
5. 大麻科(Cannabaceae). 例如大麻(*Cannabis sativa*), 供紡織用.
6. 蕁麻科(Urticaceae). 例如苧麻(*Boehmeria nivea*), 爲吾國最佳的一種紡織原料.
7. 榆科(Ulmaceae). 例如榆(*Ulmus pumila*)、樺(*Zelkova acuminata*)等.
8. 蓼科(Polygonaceae). 例如供藥用的大黃(*Rheum palmatum*), 供染料用的蓼藍(*Polygonum tinctorium*).
9. 金縷梅科(Hamamelidaceae). 例如楓(*Liquidambar formosana*).
10. 大戟科(Euphorbiaceae). 例如蓖麻(*Ricinus communis*), 供製瀉劑; 油桐(*Aleurites fordii*), 供油漆用.
11. 藜科(Chenopodiaceae). 例如菠菜(*Spinacia oleracea*)、甜菜(*Beta vulgaris* var. *cicla*)等, 皆供食用.
12. 莧科(Amaranthaceae). 例如莧菜(*Amaranthus mangostanus*).

13. 仙人掌科(Cactaceae). 例如仙人掌(*Opuntia vulgaris*)
14. 木蘭科(Magnoliaceae). 例如木蘭(*Magnolia abovata*)、白玉蘭(*Michelia alba*).
15. 樟科(Lauraceae). 例如樟(*Cinnamomum camphora*)、楠木(*Phoebe nanmu*)等,均供良材。
16. 毛茛科(Ranunculaceae). 例如牡丹(*Paeonia moutan*).
17. 睡蓮科(Nymphaeaceae). 例如蓮(*Nelumbium nelumbo*).
18. 罌粟科(Papaveraceae). 例如罌粟(*Papaver somniferum*), 爲製鴉片的原料。
19. 十字花科(Cruciferae). 例如白菜(*Brassica chinensis*)、甘藍(*B. oleracea*)等,均爲常用的蔬菜。
20. 秋海棠科(Begoniaceae). 例如秋海棠(*Begonia*), 供玩賞用。
21. 山茶科(Theaceae). 例如供飲料用的茶(*Camellia sinensis*), 及果供榨油用的油茶(*C. drupifera*).
22. 錦葵科(Malvaceae). 例如草棉(*Gossypium herbaceum*)、苘麻(*Abutilon avicennae*)等,均供紡織用。
23. 梧桐科(Sterculiaceae). 例如梧桐(*Firmiana simplex*), 供材用及食用; 可可樹(*Theobroma cacao*)供食用。
24. 芸香科(Rutaceae). 例如各種柑橘(*Citrus*), 均屬重要果品。
25. 橄欖科(Burseraceae). 例如橄欖(*Canarium album*), 可供食用。

26. 漆樹科(Anacardiaceae). 例如產漆的漆樹(*Rhus vernici-flua*), 又如鹽膚木(*R. chinensis*), 其蟲瘿產五倍子。
27. 無患子科(Sapindaceae). 例如荔枝(*Litchi chinensis*)、龍眼(*Euphoria longana*)等, 均為閩、粵名產。
28. 葡萄科(Vitaceae). 例如葡萄(*Vitis vinifera*), 供食用並可釀酒。
29. 薔薇科(Rosaceae). 例如桃(*Prunus persica*)、梅(*P. mume*)、枇杷(*Eriobotrya japonica*)等, 皆屬名果; 玫瑰(*Rosa*)、海棠(*Malus spectabilis*)等, 皆屬名花。
30. 豆科(Leguminosae). 例如大豆(*Glycine soja*)、豌豆(*Pisum sativum*)等, 其種子均供食用。
31. 五加科(Araliaceae). 例如人參(*Panax ginseng*), 為吾國名藥。
32. 繖形科(Umbelliferae). 例如胡蘿蔔(*Daucus carota*)、水芹(*Oenanthe stolonifera*)等, 均供食用。

【丑】合瓣亞綱(Sympetalae or Gamopetalae). 花瓣彼此或僅下方合併, 或則全部連結而不分離; 最常見者有下列諸科。

1. 柿樹科(Ebenaceae). 例如柿(*Diospyros kaki*)、烏木(*D. peregrina*)等, 其果實均供食用, 而木材可製器
2. 旋花科(Convulvulaceae). 例如供為食用的甘藷(*Ipomaea batatas*)及蕷菜(*I. aquatica*)等。
3. 茄科(Solanaceae). 例如馬鈴薯(*Solanum tuberosum*)、番茄(*Lycopersicon esculentum*)等, 均可供食。

4. 玄參科(Scrophulariaceae). 例如玄參 (*Scrophularia oldhami*)、地黃 (*Rehmannia glutinosa*)等,均為著名的藥用植物.
5. 唇形科(Labiatae). 例如薄荷 (*Mentha arvensis*)、紫蘇 (*Perilla frutescens*)等,均供藥用及食用.
6. 木犀科(Oleaceae). 例如供烘茶葉用的茉莉 (*Jasminum sambac*),及供觀賞用的木犀,俗稱桂花 (*Osmanthus fragrans*).
7. 蘿藦科(Asclepiadaceae). 例如夜來香 (*Telosma cordata*),供觀賞用.
8. 茜草科(Rubiaceae). 例如梔木 (*Gardenia jasminoides*)、虎刺 (*Damnacanthus indicus*)等,均為觀賞植物. 又如奎寧樹 (*Cinchona succirubra*)產奎寧(quinine),供為藥用;咖啡樹 (*Coffea arabica*)產咖啡,供飲料用.
9. 葫蘆科(Cucurbitaceae). 例如黃瓜 (*Cucumis sativus*)、西瓜 (*Citrullus vulgaris*)、瓠 (*Lagenaria leucantha*)等,皆為著名的瓜果.
10. 菊科(Compositae). 例如萵苣 (*Lactuca sativa*),俗名生菜供食用,菊 (*Chrysanthemum morifolium*)供觀賞用,蒲公英 (*Taraxacum officinale*)供藥用,除蟲菊 (*Chrysanthemum coccineum*)供製驅蟲劑.

## 第四編

### 動物體的構造及其生理

#### 第十三章 動物形態學與生理學史略

動物體的解剖研究，實亦肇始自希臘名哲亞里斯多德 (Aristotle) 氏。繼亞氏之後而起者，為格林 (Galen, 131—200) 氏。對於解剖生理諸學，均具相當貢獻；所著解剖學一書，實係生平傑作，其後千數百年，治斯學者，均奉為圭臬。氏對於動物生理的研究，雖多穿鑿附會，但試驗生理學實亦導源於此。

格林氏以後，教權漸行膨脹，宗教的迷信彌漫於思想界，是以科學毫無進展。直迨十六世紀，比利時人維薩留斯 (Vesalius, 1514—1564) 氏始起而打破崇古主義，推翻向日對格林氏經典的迷信，並倡用科學方法，直接解剖人體，研究其構造，實為解剖學奠定基石，厥功甚偉。同時在生理學方面，有英人哈維 (Harvey, 1578—1657) 氏最初打破傳統的見解，躬自觀察實驗，發見人體內的血液循環，後人尊之為生理學的始祖。

解剖學方面，繼維氏而起者，有法儒庫費埃 (Cuvier) 氏，首用比較方法，研究動物體的結構，遂創比較解剖學的偉業。其後有英儒奧文 (Owen) 氏創同型 (homology)、同功 (analogy) 之別。他若赫胥黎

(Huxley)、赫克爾(Haeckel)、給根寶耳(Gegenbaur)諸氏，對於動物形態學均有專精的貢獻。近代斯學發達甚繁，名流輩出，就中以魯(Roux)、赫提烏葉兄弟(Oskar and Richard Hertwig)、杜烈覆(Driesch)諸氏，以致力於實驗形態學的研究，尤著盛功。

生理學方面，至何勒(Haller, 1708—1777)氏，始漸脫離醫學與解剖學而獨立。迨十九世紀，德儒約罕涅斯·米勒(Johannes Müller, 1801—1858)氏對於斯學貢獻至富，建樹至廣，實創立比較生理學的基礎。同時法國有伯爾拿(Bernard, 1813—1878)氏特重實驗以考究各種消化液的功用，以及消化、呼吸、循環等作用，並肇創內分泌學的研究，為現代實驗生理學的巨擘。

## 第十四章 動物體的器官系統

高等動物，因其體中細胞的分化，遂成各種不同的組織，已如前文所述。不同種的組織，更依一定方式而互相結合，以營一種有定的生理作用，是謂器官(organ)。例如腸係一種消化食物的器官，其壁的外面被有漿膜(serosa or serous membrane)，而內面則覆以黏膜(mucosa or mucous membrane)，二者均屬皮膜組織，其間填充以肌肉及結締組織等，此外尚有神經及血管、淋巴管等密布成網；由此可知腸的構造，係由各種不同的組織密結而成。吾人體內所有的其他各種器官，其結構亦復如此。至於工作相同或機能互相關應的諸器官，恆依一定的順序而互相聯絡，統稱為器官系統(system of organ)。動物體中的器官系統，可別為下列十種；按其所營功能的不同，更可括為五項如次。

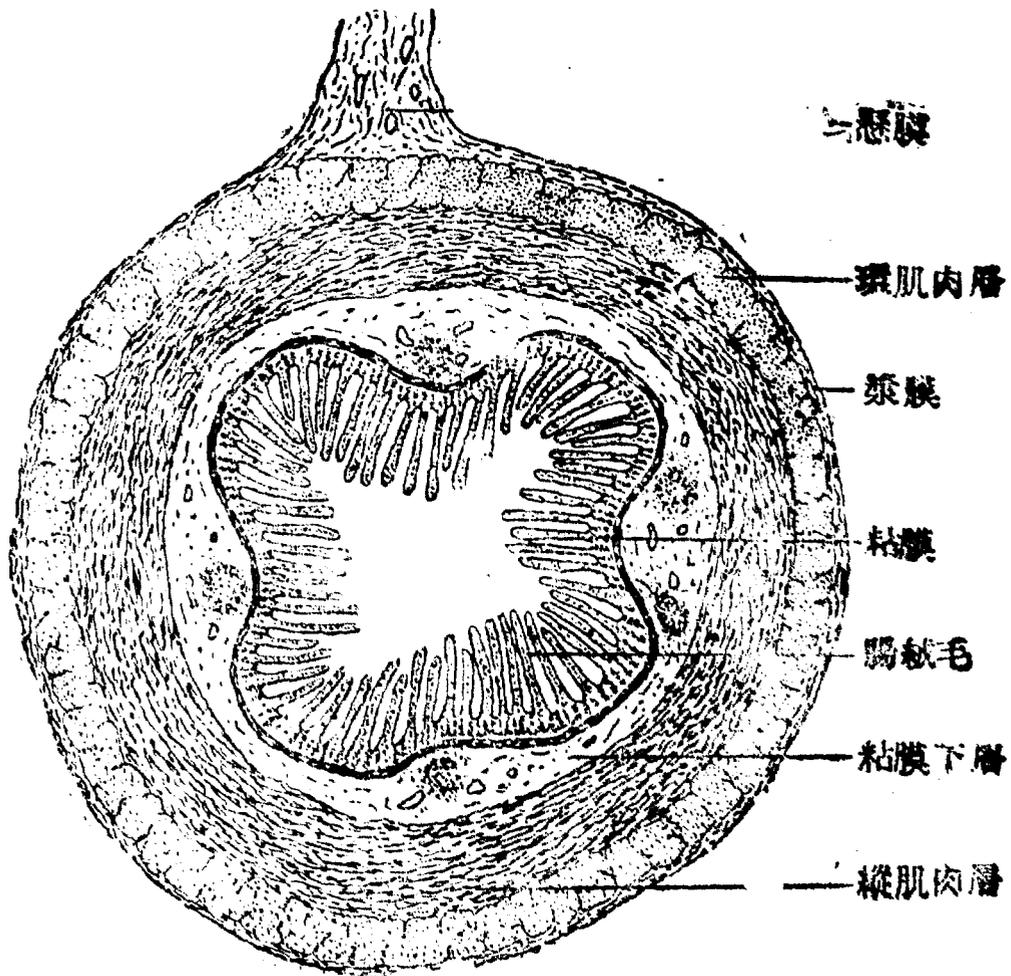


圖 85 腸的橫式橫剖面

1. 代謝作用 賅括下列諸系統，其機能均相關聯，調和不紊，藉以維持動物體的生活。

1. 消化系統 (digestive system) 主司攝食、消化及吸收養分等作用。

2. 呼吸系統 (respiratory system) 專司呼吸作用。

3. 循環系統 (circulatory system) 專司運輸養分、氧氣及老

廢物等。

4. 排泄系統(excretory system) 專司含氮廢物的排出體外。

II. 支持及保護 動物體常具有下列二系統,以司此種作用。

5. 骨骼系統(skeletal system) 專司支持及保護體軀。

6. 皮膚系統(integumentary system) 專司保護體軀內部。

III. 運動 動物體通常善於行動,以及各種動作;是亦一般動物與植物互異的一種特徵。

7. 肌肉系統(muscular system) 職司動物體局部或全部的動作;肌肉恆賴骨骼為其支架,而得行使其機能。

IV. 協調作用 動物體中各部彼此間均須互相協調,藉以統制全體,而得保持其生理作用的平衡狀態。

8. 神經系統(nervous system) 專司感受刺激及傳達反應,藉以調節及統御體中諸部。

9. 內分泌系統(endocrine system) 專營各種內分泌作用,藉以聯繫體中的諸構造。

V. 生殖作用 動物體藉此作用,得以維持其種族的生命,傳諸後代。

10. 生殖系統(reproductive system) 專司生殖作用。

綜上可知動物體的生活,端賴上列各種器官系統的分工合作,始克完成。各器官系統復須賴於其所由成的諸組織,而各組織又復有賴於其所由成諸細胞,始克行使其所司的機能。是以動物體整部的生活,雖由體中各器官系統分司其事,實係為多數細胞互相連結,分工協作的結果。

本篇中以下各章，擬將上列諸器官系統，分別提論；每一器官系統，均就可供示範的諸種動物以至於人類，略述其梗概，藉示動物體之構造及生理的一般情形焉。

### 第一組 動物的代謝作用

高等動物體的代謝作用，如前所述，係由消化、呼吸、循環、排泄，諸系統分任其事。消化器官職司攝食、消化，以及吸收各種養分。呼吸器官專供吸氧，而放出二氧化碳。無域間斷，消化系所得的各種養分以及呼吸系所吸取的氧素，均賴循環系而輸送分配於體中各部的組織細胞，使能營同化作用，產生新原形質以促生長，同時又能使同化產物的一部，由氧化或其他破化作用而分解，產生熱與能，以供種種生活作用。體中物質經分解後所成的各種老廢物，隨又藉循環系統而輸送之於各種有定的器官，將其排出體外。

## 第十五章 消化系統

消化系統的功用，係為食物的攝取、消化以及養分的吸收與夫消化渣滓的排除。

1. 無脊椎動物消化系統 無脊椎動物除幾類營寄生者外，餘概具有消化系統，以司上述的種種機能。下等的原生動物，若變形蟲然，能於其胞膜的任何部分，攝取食物；其不消化的廢物又得隨處排出。至於草履蟲，則具有口溝(oral groove)，下接細口(cytostome)。溝內密生纖毛，時常擺動，使生水流，藉得收集隨水漂來的微小食物於口內。食物既集體內，即被原形質所包圍而形成食泡(food vacuole)，隨經消化，成為養分，次則漸被吸收而同化於體中的原形質；其不消化的廢物，悉由細肛(anal spot)而排出體外。

海綿動物如毛壺等，其表面具有多數微孔，稱流入孔(incurrent

pore), 一名皮孔(ostium), 外界的水經此而通入於貫穿體壁的管道, 隨乃匯聚於體中的擬消化腔(paragastric cavity) 終由流出孔(osculum) 而排出體外。貫穿體壁的管道中, 藏有無數領細胞(collar cell or choanocyte) 其游離面均具鞭毛; 鞭毛擺動不息, 激水成溜, 而領細胞即能攝取與水俱來的細微食品, 作為營養。在原生與海綿二類動物, 食物的消化均在細胞體之內行之, 是即所謂胞內消化法(intracellular digestion)。

一切腔腸動物, 其體中均具有腔腸的構造。腔腸僅具一孔通外, 食物由此而入, 廢物亦由此而出; 是為進食的口孔, 而同時又為排糞的肛門。此孔的周圍通常環列着多數觸手, 均能伸縮自如。觸手的表層藏有多數刺細胞(nettle cell), 內具刺器(nematocyst); 器中含有倒置的刺絲(nettling filament), 卷縮為螺旋形。刺細胞的游離面生一短毛, 向外突出, 是稱感覺絲(cnidocil)。感覺絲一受刺激, 刺器立即由內向外, 翻射其刺絲; 被刺的微小

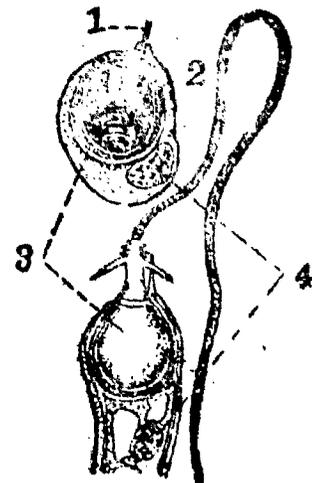


圖 55 水螅的刺細胞  
1. 感覺絲 2. 刺絲  
3. 刺器 4. 胞腔

生物, 非傷即死, 隨由觸手而納諸口中, 以供食餌。食物既經攝入, 腔腸壁中的細胞旋乃分泌酵素於腔腸中, 以行消化, 是為胞外消化法(intercellular digestion)。壁中細胞有具鞭毛者, 亦有具偽足者。鞭毛擺動, 足使腔腸內含的水旋流不已, 並能助碾食物, 使成細屑, 因而易於消化及吸收。食物經碾碎後, 間或由偽足攝入於細胞體內而行胞內消化。

扁形動物的消化管，亦僅具口而缺真正的肛門。其管壁中的細胞，功能分泌消化酵素於管腔中，以行胞外消化。所有的食物均須經完全消化後，始得漸行吸收。高等動物之消化食物，悉循此法。

較扁形動物更為高等的諸類無脊椎動物，其消化管均具有分立的口與肛門，與外相通；且管的近旁常具有消化腺(digestive gland)的構造，以產特種的消化液。蚯蚓的消化系統，特為發達；其消化管直貫體中，自前而後，可分為下列諸部。

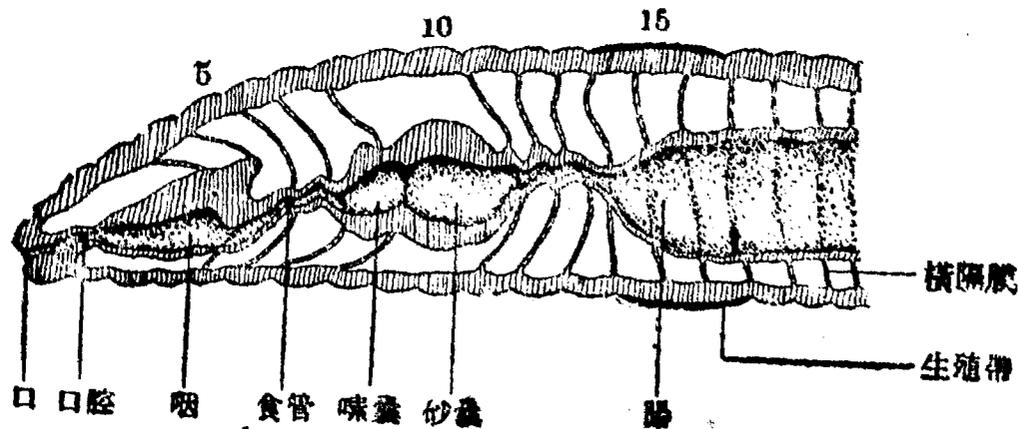


圖 5 蚯蚓消化管的前部

1. 口 (mouth) 前具口孔 (oral opening)，內具口腔 (oral cavity)。口孔呈橫裂縫狀，其上蓋以弧狀的前唇 (prostomium)，用拱攔取食物。口腔內無牙齒，亦無其他特殊的構造。

2. 咽 (pharynx) 其壁多肌，有如吸管，能伸出口外，吸土入內。當其突出時，儼若長喙。

3. 食管 (oesophagus) 為短細彎曲的管，由咽直達嗉囊。

4. 嗉囊 (crop) 為薄膜囊狀的構造，供儲糧用。

5. 砂囊 (gizzard) 壁厚多肌；囊中恆貯有砂礫，能藉以磨碎食

物。

6. 腸(intestine) 可分為小腸(small intestine)、大腸(large intestine)及直腸(rectum)等。大腸的左右兩側具有突出物一對，是為盲囊(caecum)。食物的消化與吸收悉在腸部行之。腸壁背向的一部向內突入腸腔，前後相連若阜袋狀，是稱腸袋(typhlosole)，用以擴充消化與吸收的面積。

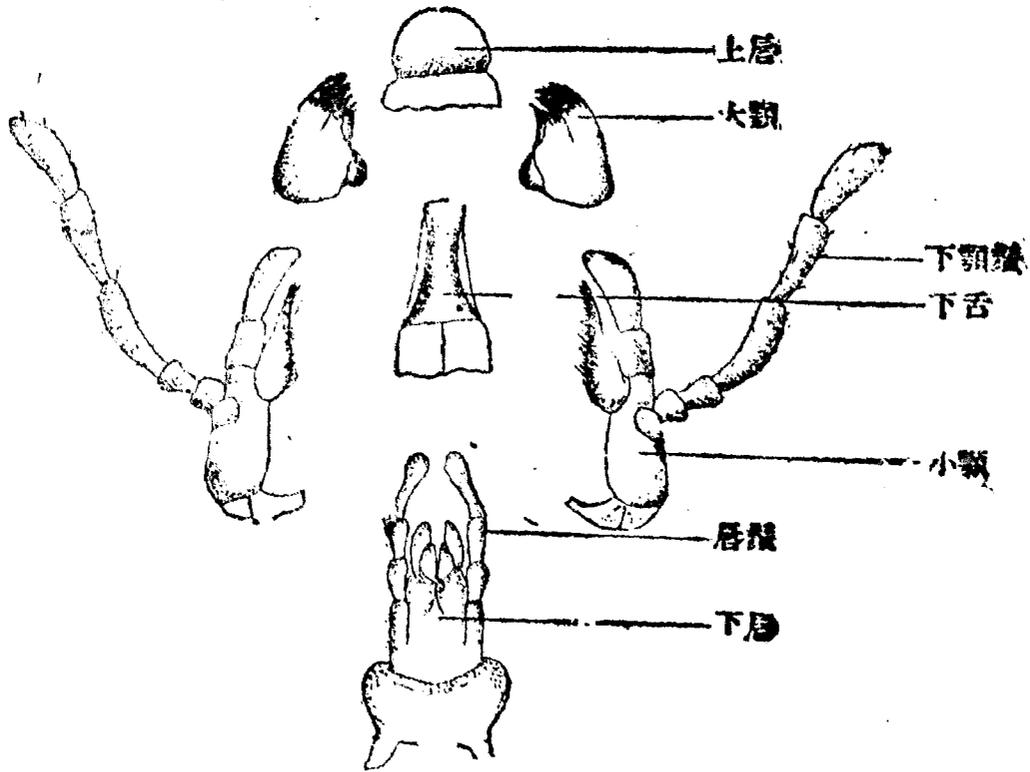
7. 肛門(anus) 位於體的後端，廢物即由此排出體外。蚯蚓排出的糞，恆極鬆溼，堆積地面，足使田土沃饒，於農業大有裨益。

高等無脊椎動物，其消化系與蚯蚓大抵相同。節足動物常具有複雜的口器，或適於咀嚼、螫刺，或供吸吮、舐嘗以及其他相似的功用。口器以外，或有以附肢，如蟹的鉗腳，蠍的顎腳，蜈蚣的毒腳等，供為捕殺餌物，兼任防敵自衛之用。昆蟲口中常具有唾腺(salivary gland)，其分泌液足供溼潤食物，但間有變成毒腺(蚊)或絲腺(蛾)者，以營特殊的機能。軟體動物的口腔中，常具有帶狀的齒舌(radula)，其表面密着銳齒，有如鏟狀，供舐取及咀嚼食物之用。

II. 脊椎動物的消化系統 脊椎動物的消化系統乃由消化管(digestive tract)與其附屬的各種消化腺所組成；茲分述之。

【甲】消化管及其分部 脊椎動物的消化管亦悉具有攝食的口孔及排糞的肛門，分列管的前後兩端。茲將管的各部，自前而後，依次分述如次。

A. 口 為消化管的最前部。其中所具的種種構造，因動物的種類而有差異。在龜、鼈以及現存的鳥類，其口腔中概缺牙齒。多數的魚、爬蟲及兩棲等類，均具細齒；諸齒的形態構造，彼此悉屬相同，是謂



圖(5) 蜱(蜱蟲)的口器

同性齒(homodont dentition). 此種牙齒僅供嚙物而不能咀嚼. 進至哺乳類, 牙齒始經分化, 而成互異的現象, 是稱異性齒(heterodont dentition).

人的牙齒依其生成時期的不同, 可別為暫齒(temporary dentition)與恆齒(permanent dentition)二種. 暫齒因其為乳兒所生, 故又名乳齒(milk dentition); 自生後六月左右, 即開始發生, 至滿二歲時, 則全數達二十枚. 約八歲後, 乳齒次第脫落, 恆齒代之而生, 全數通常有三十二枚, 分嵌於上下顎骨內. 人齒因其形狀與功用的不同, 可別為四種如次.

1. 門齒(incisor) 上下各二對, 位於口腔前面的中央. 其齒緣

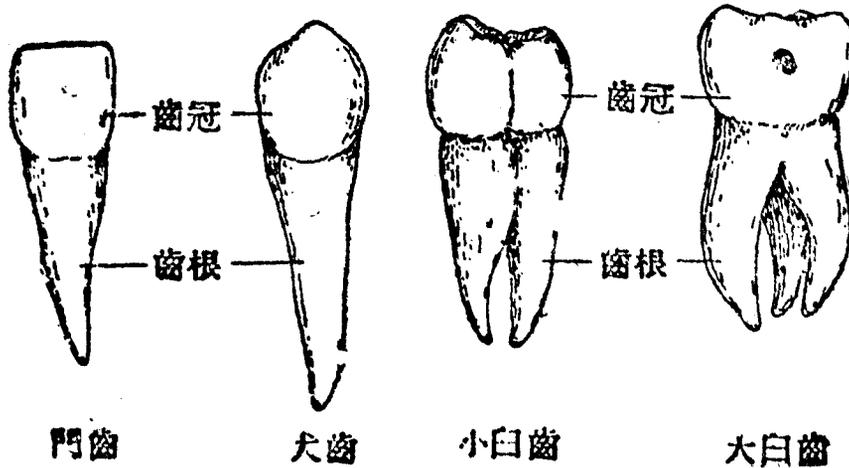


圖 29 人齒的外形

堅銳似鑿，適於咬斷柔軟的食物，齒根祇一，作圓錐狀。

2. 犬齒 (canine) 上下各一對，分列於門齒的左右。齒冠尖銳，形似犬牙，適於嚼裂強韌的食物；齒根亦僅單一，唯較門齒為粗大。

3. 小白齒又名前臼齒 (premolar) 上下各二對，位列於左右犬齒之後。其齒冠為形廣大而低，咀嚼面有二隆起，因又名曰二尖齒 (bicuspid)。其在下顎的齒根，與門齒犬齒相同，皆為單一，但在上顎者，則稍呈二裂狀。

4. 大白齒一名後臼齒，或簡稱臼齒 (molar) 上下各六枚，左右成對而列於小白齒的後方。其齒冠甚大，咀嚼面具有數個隆起；齒根二本或三本。小白齒與大白齒，其表面均廣闊而形凹凸似臼，專司研磨食物之用。

上述人齒的種別及其各種的數目，得書如次式，是稱齒列式 (dental formula)。

乳齒式： $\frac{2(\text{門齒}), 1(\text{犬齒}), 2(\text{小白齒}), 0(\text{大白齒})}{2(\text{門齒}), 1(\text{犬齒}), 2(\text{小白齒}), 0(\text{大白齒})}$  或  $\frac{2.1.2.0.}{2.1.2.0.}$

恆齒式： $\frac{2(\text{門齒}), 1(\text{犬齒}), 2(\text{小白齒}), 3(\text{大白齒})}{2(\text{門齒}), 1(\text{犬齒}), 2(\text{小白齒}), 3(\text{大白齒})}$  或  $\frac{2.1.2.3.}{2.1.2.3.}$

各種脊椎動物，其口腔底面均具有舌(tongue)。魚類的舌，通常固着不動。蛙及蟾蜍等的舌，前端尖形，依附於下顎骨，後端常稍分歧，能由後向前翻出口外，捕蟲為食。其他脊椎動物的舌，概係前端游離，而以其後端固着於口腔底面。人舌特富於縱橫交錯的肌肉，故甚柔軟，而轉動亦甚自如，故能調和聲音，並能助食物的咀嚼及下嚥。



圖 70 牙齒的構造

B. 咽 咽腔位於口腔之後。在兩棲類及更為高等的諸類脊椎動物，此腔的

背面有一對內鼻孔(choana)，直通於鼻腔；側面由耳咽管或稱歐氏管(Eustachian tube)而通於中耳腔(tympanic cavity)；其腹面前方經聲門(glottis)直達於喉(larynx)，而後方則漸變窄狹而接於食管。由此可知咽腔係為飲食的物品，及呼吸的空氣必經的路徑。

C. 食管 職司輸送食物入胃，其形長短大小隨種而異。鳥類的食管特長，其一部通常擴大，變成嚙囊(crop)；食物至此，暫時停貯，旋乃移入胃部。鴿類的嚙囊在生殖期中，其囊壁的内面能分泌一種乳狀液，供為哺雛之用。

D. 胃(stomach) 一般脊椎動物，其胃部恆呈簡單的囊狀而彎屈體的左方。鳥胃則恆分為前胃(proventriculus)及砂囊；前胃富具消化腺，功能分泌消化液；砂囊俗稱為胗，其壁特厚而強韌，而其內腔

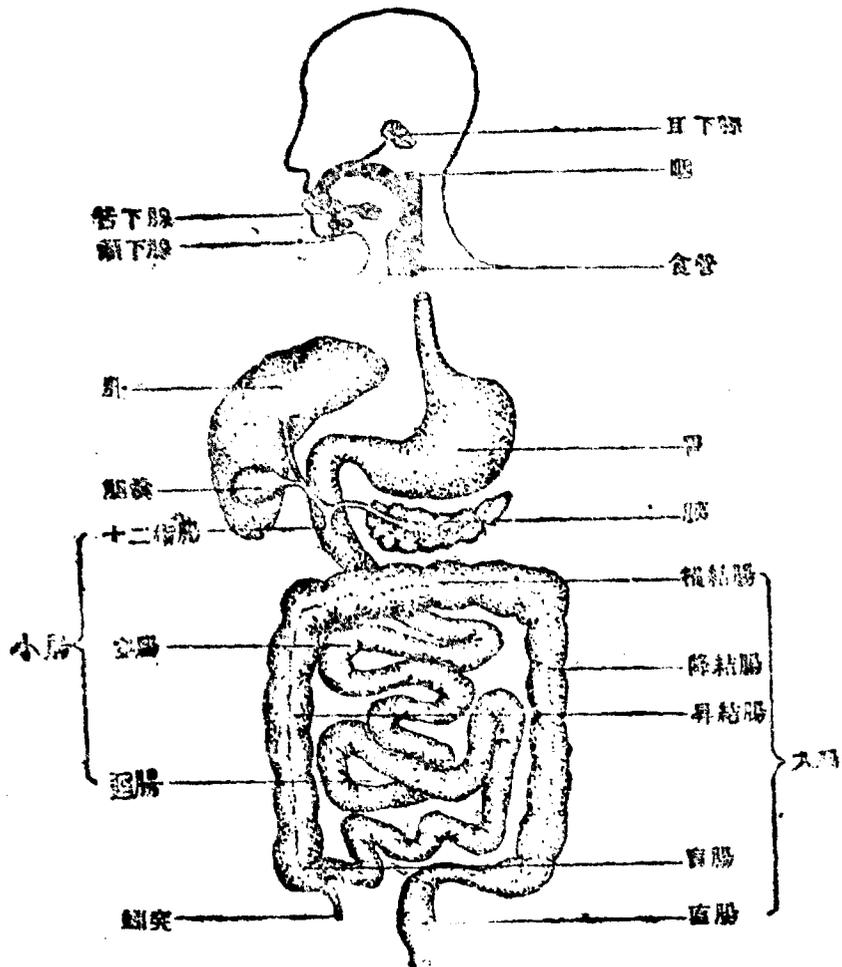


圖 71 人體的消化系統

恆貯砂礫少許，足供碾碎食物之用，是則鳥類直用其砂囊以代牙齒。反芻類的胃可分為瘤胃 (rumen)、蜂窩胃 (reticulum)、重瓣胃 (omasum) 及皺胃 (abomasum) 等四部，其構造甚為複雜，藉供反芻消化之用。脊椎動物的胃，概具上下二門：上門與食管相接，稱為贛門 (cardiac orifice)；下門通於腸管，稱為幽門 (pylorus)。幽門的周圍，具有括約肌 (sphincter)，職司此孔的開閉；肌弛則開，肌縮則閉。

E. 腸 腸管長短大小,若食管然,亦恆隨種而異。大抵肉食的種類,形較短細,全長不過體長的三倍乃至五倍;草食的種類,則較粗長,約達體長的20至27倍不等,人係雜食,其腸部的長度約12倍於軀體。腸可大別為小腸與大腸二部;茲就人體的情形,略言如次。

1. 小腸 (small intestine) 其形蜿蜒屈曲,蟠踞腹腔的大部。小腸更可分為下列三段。

(a) 十二指腸 (duodenum) 上端接於胃的幽門;其形彎曲,頗似蹄鐵狀;全長幾與十二手指的橫徑相等,故名。後文所述的肝與胰等,其所分泌的消化液均經導管而輸入此。

(b) 空腸 (jejunum) 為小腸的中部。昔時因人死後,剖視此部多空,故稱之為空腸。

(c) 迴腸 (ileum) 其形細長彎曲,占小腸的大部,與空腸無畫然的限界。

小腸全部的内面富具皺褶,且徧生無數毛狀突起,若天鵝絨然,是稱腸絨毛 (intestinal villus),藉以增加消化與吸收的面積,其功用與蚯蚓的腸陵恰為相同。

2. 大腸 (large intestine) 形較小腸為粗大;亦可分為三部,分述如次。

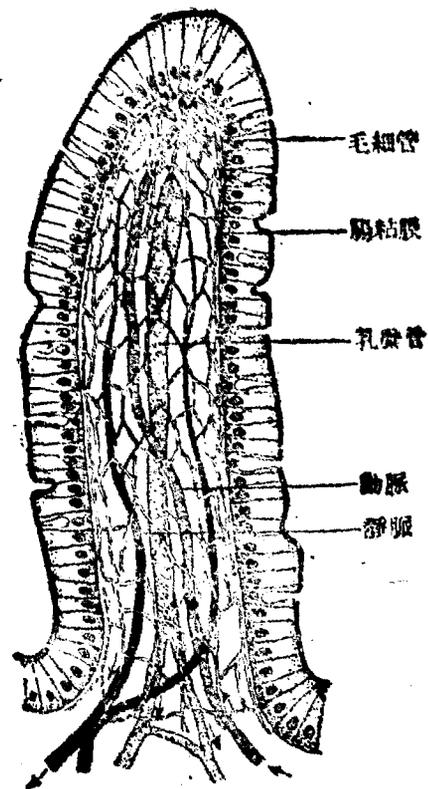


圖 72 腸絨毛的剖面圖

(a)盲腸 (caecum) 爲大腸的首段，與迴腸相連；二者之間界以膜瓣，是稱盲腸瓣 (caecal valve)。盲腸的末端附有蟲狀突起，是曰蚓突 (vermiform appendix)，俗稱闌尾。此種構造殆無所用，且易惹起闌尾炎等種種危險的病症，故有人預爲除去，以免後患。

(b)結腸 (colon) 形彎曲，環繞小腸全部的周圍。依其位置及其內含食物運行方向的不同，更可別爲升結腸 (ascending colon)、橫結腸 (transverse colon) 及降結腸 (descending colon) 等三部。

(c)直腸 (rectum) 甚短，呈“S”字狀，位居結腸之下；其內恆貯消化所剩的精粕，終成糞便，而由肛門排出。肛門的周圍亦具有括約肌，司其開閉的運動。

哺乳類以下的脊椎動物，除圓口綱及硬骨魚類外，餘則於其大腸之後，概具泄殖腔 (cloaca) 的構造。此種構造不僅與腸相通，且其內面概有排泄管及生殖管等的開孔；尿、糞以及生殖腺的產物等，均經此腔而排於外。

【乙】消化腺及其作用 脊椎動物的消化管全部，其內面均被以黏膜，膜中具有無數黏液腺 (mucous gland)，功能分泌黏液 (mucus)，用供濡潤管內所含的物質。此外，消化管的管壁中及其近旁尚具有種種消化腺。茲就人體的情形，括述如次。

A. 唾液腺 (salivary gland) 位居口腔附近，計有三對。

1. 耳下腺亦稱腮腺 (parotid gland) 在耳部的前方下部，其導管開口於第二上大白齒的附近。

2. 舌下腺 (sublingual gland) 形成二組，分據於口腔前方底部的左右兩旁，其導管頗多，均開口於舌下。

下頷腺(submaxillary gland) 位近舌下腺, 左右各一; 其導管係開口於下門齒的附近。

上述諸唾腺所分泌的唾液(saliva), 功能潤濡口腔, 又能浸漬食物, 以便嚥味, 並使其變稍黏滑而易於下嚥。唾液中又含有唾液酶(ptyalin), 能使食物中所含澱粉的一部, 變為麥芽糖。吾人細嚼食物時, 覺有甜味, 即因澱粉糖化的結果。

B. 胃腺(gastric gland) 為數甚夥, 悉藏於胃壁中, 胃腺分泌的消化液, 稱為胃液(gastric fluid), 其中含有下列諸種物質。

1. 稀鹽酸(hydrochloric acid) 使胃的內含物稍着酸性, 以促其消化。鹽酸除助消化外, 尚有殺菌的作用; 其未經消滅的菌類, 或得由胃侵入腸內, 因而引起各種疾病。

2. 胃蛋白酶原(pepsinogen) 在酸性溶液中, 變為胃蛋白酶, 亦稱胃液素(pepsin), 能將蛋白質轉分解而成為可溶性的蛋白胨(proteose), 蛋白醃(peptone)等。

3. 胃脂酶(gastric lipase) 能使脂肪由食物中釋離, 而成乳糜狀, 是謂乳化作用(emulsification)。

4. 凝乳酶(rennin) 能將乳中所含的乾酪精(caseinogen) 凝成乾酪素(casein), 使其易於消化; 例如牛乳經此作用, 立即凝固而成塊狀, 凝乳酶與胃蛋白酶, 二者有謂祇為一種物質, 而具兩種不同的作用耳。

C. 肝(liver) 為人體中最大的腺, 位偏右方, 與胃相對。肝中具一膽囊(gall bladder); 出自膽囊的膽囊管(cystic duct), 及自肝臟各部發出的肝管(hepatic duct) 集合而成輸膽管(bile duct), 開口

於十二指腸。肝臟分泌的膽汁(bile),經肝管及膽囊管,而匯聚於膽囊,貯藏其中;迨行消化時,膽汁復由膽囊,經膽囊管及輸膽管,終達於十二指腸之內。

膽汁因其為鹼性,故能中和由胃送來的酸性物質,並能促進脂肪的乳化作用,使其易為腸壁所吸收。膽汁中無消化酵素,故不能直接消化食物。

D. 胰腺(pancreas) 胰腺為形扁長,位於胃與十二指腸之間。其所分泌的消化液,稱曰胰液(pancreatic fluid) 經胰管(pancreatic duct),而送入輸膽管,終達十二指腸;此外,胰腺尚具一個副胰管(accessory pancreatic duct),由此直達於腸管中,胰液亦呈鹼性反應,其中含有下列三種酵素。

1. 胰澱粉酶(diastase) 其作略似唾液酶。凡在唾液中消化未盡的澱粉,一至腸中,即由此種酵素使之變為麥芽糖。

2. 胰脂酶(steapsin) 功能消化脂肪,使其分解為脂肪酸(fatty acid) 與甘油(glycerin)。此酶初為胰脂酶原(steapsinogen),迨入腸後,遇膽汁始變成有效的酵素。

3. 胰蛋白酶(trypsin) 此種酵素能使消化未盡的蛋白質分解為蛋白胨及氨基酸等。其作用與胃蛋白酶,頗為相似;惟胃蛋白酶的作用係起於酸性,而胰蛋白酶則在酸性或鹼性溶液中,均具效能,尤其在鹼性中作用特強。胰蛋白酶初係胰蛋白酶原(trypsinogen),及遇腸液中的激腸素(enterokinase),由其作用,始變為有效的酵素。

E. 腸腺(intestinal gland) 小腸全部的內面黏膜,密生腸絨毛,既如所述。其絨毛間又具有無數腸腺,功能分泌腸液(intestinal

fluid), 腸液中含有種種主要物質, 茲可分述如次。

1. 滲腸素 其功用已如所述, 能變胰蛋白酶原為胰蛋白酶。
2. 腸蛋白酶 (erepsin) 亦稱腸液素, 能使蛋白質的分解物如蛋白胨之類, 更進一步的分解, 而成為各種不同的氨基酸。
3. 轉化酶 (inverting enzyme) 能將貳糖類轉變為單糖, 此酶更可別為下列三種。
  - (a) 麥糖酶 (maltase) 功能分解麥芽糖為果糖及葡萄糖。
  - (b) 蔗糖酶 (sucrase) 功能分解蔗糖為果糖及葡萄糖。
  - (c) 乳糖酶 (lactase) 功能分解乳糖為奶糖 (galactose) 及葡萄糖。

茲將上述人體中的諸種消化腺, 各腺所產的消化液, 各液所含的消化酵素以及各種酵素的消化作用, 統列一表, 如 137 頁所示。

【丙】食物在人體內所經的變化 食物既輸入於人體中, 其所歷的各種變化, 可分為三項述之如次。

1. 消化作用 固形食物入口腔後, 藉上下牙齒的咀嚼, 以及唇、舌等相助的運動, 漸被磨成碎塊; 同時由唾腺分泌唾液, 浸潤食物並使其一部消化; 不久食物即與唾液互相調勻, 一併嚥下食管而送入胃。在胃中約歷四小時的攪動, 遂漸與胃液完全混和而融成軟爛一團, 若糊漿狀, 是謂食糜 (chyme)。食糜既成, 幽門括約肌乃漸弛, 能將食糜擠入小腸中。

食糜入小腸後, 腸壁的肌肉因其刺激, 遂起收縮。其環狀肌 (circular muscle) 一經收縮, 即使腸管變小而伸長, 而縱狀肌 (longitudinal muscle) 卻能使腸管變大而同時縮短; 兩種動作交互而生, 因成

消化腺	消化液	消化酵素	消化作用
唾 腺	唾 液	唾 液 酶	澱粉 → 麥芽糖
胃 腺	胃 液	胃 脂 酶 凝 乳 酶 胃 蛋 白 酶	脂肪 → 乳膠質 凝乳中乾酪精 蛋白質 → 蛋白胨 + 蛋白腩
肝 腺	膽 汁	無	促 脂肪質的乳化作用
胰 腺	胰 液	胰 澱 粉 酶 胰 脂 酶 胰 蛋 白 酶	澱粉 → 麥芽糖 脂肪 → 脂肪酸 + 甘油 蛋白質 → 蛋白胨 + 氨基酸
腸 腺	腸 液	麥 糖 酶 蔗 糖 酶 乳 糖 酶 腸 蛋 白 酶	麥芽糖 → 葡萄糖 + 果糖 蔗糖 → 葡萄糖 + 果糖 乳糖 → 葡萄糖 + 奶糖 蛋白胨 → 氨基酸

所謂蠕動(swaying movement).腸中食物藉此作用,得漸往下輸送,且得與管內的各種消化液調和均勻,而成爲白色黏稠的乳狀膠質,是稱乳糜(chyle);消化作用至此始臻完妥。

吾人大腸中不具消化腺,因無消化液的分泌;惟小腸的消化酵素,在大腸的上部仍能繼續工作,至其下部,則此種作用亦漸消失。腸中有無數細菌,能使種種食物的殘滓起發酵(fermentation)及腐敗(putrefaction)等作用,胃與小腸所不能消化的醣類如纖維素等,至此因發酵作用,含氮有機物質至此因腐敗作用,均經分解而變成各種較爲簡單的物質,以供吸收;其中亦有形成各種惡臭的氣體,常由肛門放出爲屁。

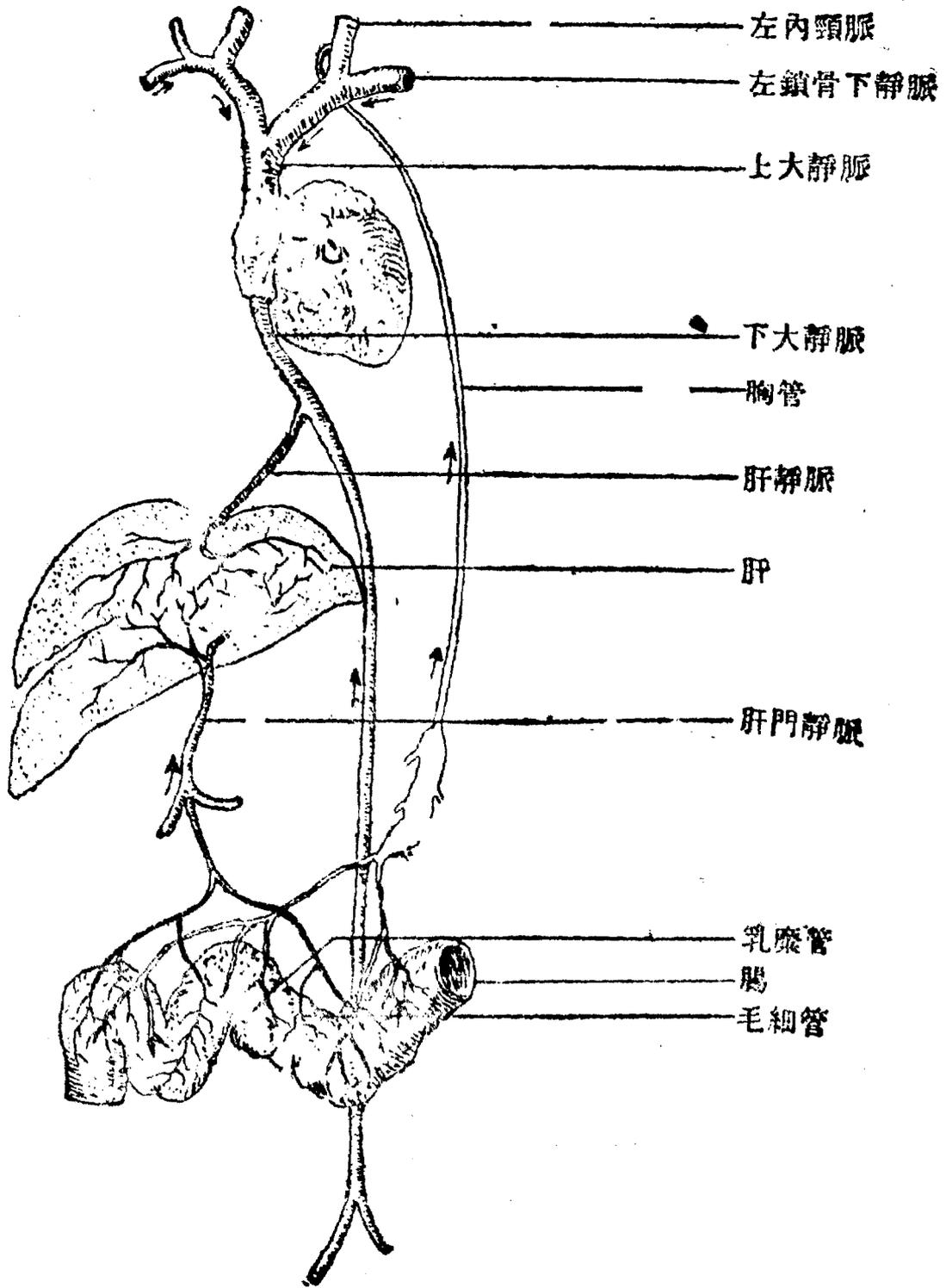


圖 73 養分由人腸吸收後所經的途徑

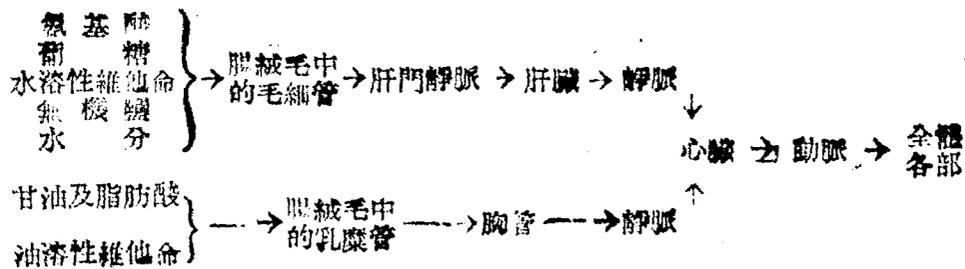
食物經上述消化作用後，遂變為各種滋養物質，亦如前文所述，茲更將消化產物括成一表如次。

營 養 素 (nutritive element)	消 化 產 物 (product of digestion)
醣 類	葡萄糖
脂 類	脂肪酸及甘油
蛋白質類	蛋白質 → 氨基酸

此外尚有水分以及各種無機鹽與維他命等，其在消化中悉無若何顯著的變化。無機鹽終皆溶化於水中，而維他命非溶於水，即溶於油中，視其性質而互異。

2. 吸收作用 既經消化的養分漸被吸收。吸收作用在胃腸各部，均能行之；惟在小腸中，最為顯著。小腸內面具有腸絨毛甚多。腸絨毛內密布毛細管 (capillary)，縱橫成網，此外又具有稱為乳糜管 (chyle duct) 的一種小淋巴管：此等管道，均供吸收養分之用。既經消化的醣類與蛋白質，以及溶解於水中的無機鹽及維他命等，均漸滲入毛細管的血液中，隨由毛細管輸入於較大的血管，終達肝門靜脈 (hepatic portal vein)，送至肝臟，再由肝而心，由心經各動脈而分配於全體諸組織中。脂類與擬脂類的消化產物，以及溶解於其中的各種維他命等，均由腸絨毛內的乳糜管吸收之。乳糜管次第集成較大的淋巴管，而輸送其內容物於胸管 (thoracic duct)，由此通入頸部靜脈，以達於心，由心遂乃隨同血液而輸送於全體各部，以供需用。

茲更將上述的吸收作用，列成簡表，示之如次。



3. 排糞作用 凡不消化或消化未盡的食物，以及食物消化後所餘剩的渣滓，隨同腸管中所含過剩的膽汁，黏液、消化液及其各種分解物等等，均漸由結腸向後移行，而送入直腸；其中所含的水分，再經吸收，因而漸變濃稠，卒成凝固的塊狀物。迨積集有相當分量時，即刺激腸壁，而引起強度的蠕動；同時肛門周圍的括約肌，亦行疏弛，遂將其排出體外，是謂糞便。

III. 營養素 凡動物體日須攝取各種食物，以供其生活及生長。食物在動物體中，經消化吸收後，具有下列三種作用。

1. 產生熱與能，以供體溫以及各種生活作用。
2. 構成新體質，用以彌補體中消耗，並供全體組織的發育及生長。
3. 維持並調整體中的各種生活機能與作用。

吾人食物的供給，大都賴諸動植物；所食的物品雖有種種的不同，但其內含的營養素不外下列數種，與前述原形質的組成，殆無稍異；茲分述之如次。

#### A. 無機物質

1. 水 水為生活原形質中不可或缺的成分，已如以前所述。其在身體中功用甚廣；舉凡各種食物的消化，養分的吸收，血液的循環，

腺的分泌，肺的呼吸，廢物的排出，體溫的調節，以及體內各種化合物分解等作用，均須賴水為媒溶劑，非水莫克完成。若水分的補給不足，體中各部的生活機能，即受影響，而失其常態，各種組織亦漸呈枯乾現象，因而引起不適及疾病，甚或致死。

2. 無機鹽 種類繁多，包括磷、硫、鈣、鈉、鐵、碳、氮、碘、矽、鉀等諸元素。無機鹽功能維持體中諸組織的正常成分；例如鐵之於血，碘之於甲狀腺，氮之於胃腺，硫之於毛髮、指甲等，鈣之於乳汁、骨骼、牙齒等，磷之於神經、精子、肌肉等；均屬各組織構造中的重要化學成分。無機鹽又能促進消化液的分泌，輔助廢物的排泄，調節組織間的滲透壓與血液的酸鹼性，及中和體中代謝作用所產生的種種有害酸質。無機鹽類的一部常與有機物質互相結合，故與各種生活機能，輒具有相當關係，其效用益見顯著。

食物若久缺鹽類，則雖他種營養素充足，終必不免貧血乏力，面頰蒼白，生理失調，發育因亦失常，甚且有致命之虞。

#### B. 有機物質

1. 醣類 此類物質多得自植物體中，例如糖之得自甘蔗，澱粉之得自穀類等等。其在人體中經氧化後，功能產生熱與能，以供體中種種活動；剩餘者非排於尿中，即變為肝醣，而存於肝臟及肌肉中，以供不時之需，或竟變為脂質，而貯藏於脂肪組織中。

2. 脂類 多得自動物體中。富含脂肪的動物性食品，均屬肥膩的物質。植物之富於油類者亦甚多，如油菜、芝麻、落花生以及其他豆類等，其種子均可榨油。脂肪的功用與醣類略同，惟因其所含的碳素較後者更多，故其氧化所發的熱與能亦較豐足，其熱價超過醣類

二倍有餘。餘剩的脂肪，若醣類然，恆變成肝醣；倘更有剩餘者，則常輸運至皮下層 (subcutaneous layer) 及體中臟腑器的周圍，蓄積而成脂肪組織，使體增胖。

3. 蛋白質 為極複雜的含氮有機化合物。蛋白質在體中效用甚大，非特經氧化後能產生熱與能，且能構成新體質，用以修補體中消耗及供給全體組織的發育與滋長。醣類付缺時，蛋白質恆變為燃燒的物質，以供需用；久餓的動物不僅脂肪減少，體質亦形消瘦者，即因此故。

蛋白質的供給，若遭缺乏，則動物體的生長及生活均受阻礙；倘若供給過於所需，則餘剩的蛋白質，常變為肝醣，藏於體中，間亦有由腎而行排出體外者。

蛋白質的來源，多出於動物，如在乳、卵及肉等類，含量特富；植物方面以豆類為最豐足，所以豆腐常稱為無骨之肉，而豆漿亦有人造牛乳的名稱。

4. 維他命 除上述各種營養素外，據近來研究的結果，乃知尚有一類複雜的營養素，對於人類的生活及生長特具關係，因名之曰維他命。人體若非攝食適當分量的維他命，則勢難維持其健康的狀態。

維他命業經闡明者，計有六種。茲將其各種的性質、功用、主要來源，以及缺乏時所發生的種種症狀，即所謂維他命缺乏症 (avitaminosis)，統列一表，示之於附頁。

混食的必要 吾人日常攝取食物，其營養素的配合須有一定的比例，方為適當。天然食品中，欲求含有適量比例的營養素者，殆不可多得；所以攝食的物品，若專恃一二，實非所宜。例如專食米飯者，

必富於澱粉，而乏蛋白質及維他命等等；專食魚、肉者，必富於蛋白質及脂肪等，而乏他種的物質；是以欲求均衡的糧食，必須兼食各物，使諸種營養素具備於體中，尤其應選擇食品，使各種營養素支配得中，盈虧相濟，而能適合於身體的生活情形與其營養上的需要，藉得保持身體的健康。近來利用科學方法以研究食物的滋養成分，以及個人的適當糧食者，特稱為食品學(Dietetics)

吾國膳食的改良 吾國地廣人衆，膳食情形因地而殊，因人而異；惟據普通調查與觀察，吾國人膳食中醣類較爲富足，而蛋白質則嫌太低。牛乳與雞蛋均爲營養極富的食品，惜因其市價均昂，一般平民未能購用。至於城市居民鮮用蔬菜，且喜用白米、白麵等，確有缺乏維他命之虞。

改良的方法，亟應推廣畜產事業，提倡養鷄、養牛，使雞蛋與牛乳之用，得漸普及民間。豆類食品，因含適當分量的無機鹽、蛋白質及乙、丙二種維他命等，且其產量既豐，而其價格又廉。故宜設法推廣其用。葉類蔬菜以及蕃茄等，對於甲、乙、丙三種維他命均甚豐富。尤應多食。至於米、麥等，最好能用未經磨白的粗米粗麵，或用潔淨的糠混米煮飯，以佐維他命乙的不足。

## 第十六章 呼吸系統

凡動物體均須攝氧，以供體內諸物質的氧化作用，使其產生熱與能，以維生活。體中諸物質經此作用後，恆皆產生二氧化碳而排出。氧的吸收與夫二氧化碳的排出，如斯的氣體交換，在生活的動物體中，無或間斷，是謂呼吸作用。

I. 無脊椎動物的呼吸系統 下等動物如原生動物、海綿動物、腔腸動物、扁形及圓形動物等，因其體制簡單，無需特化的呼吸器官。其體中與水接觸的諸細胞，均能直接藉滲透作用，與水互換氣體；至其內部各細胞，則能直接或間接由與水接觸的細胞，藉滲透及擴散作用，吸取其所需的氧及排出其所產的二氧化碳。

環形動物中的蚯蚓，其呼吸作用係賴體壁營之。別亦不具任何特殊的呼吸器官。其體壁的表面恆為溼潤，體外空氣遂得溶解於水分中，因易與體壁中的血液互相接觸而行氣體交換，較為高等的動物，如蟹、蝦、螺、蚌、烏賊之類，則均具有鰓 (gill) 的構造，專司呼吸作用。鰓的位置，隨種而異；其形態亦各不同，或為羽狀，或為絲狀、葉狀或板狀等。至其構造通常係由多數鰓絲 (gill filament) 所組成，鰓絲中具有無數血管。管中血液得由與鰓接觸的水流，攝取其所需的氧，並得游離其所含二氧化碳於水中，是謂和氧作用 (oxygenation)。經此作用後的血液，即將其所攝得的氧素輸送於全體諸組織；又由各組織中收集二氧化碳而送之於鰓，由此排出。

成長的昆蟲，其體中具有氣管系 (tracheal system)，以司吸的作用。氣管有孔通外，是稱氣孔 (spiracle)。吸入的空氣係由此隨氣管 (trachea) 的分支，

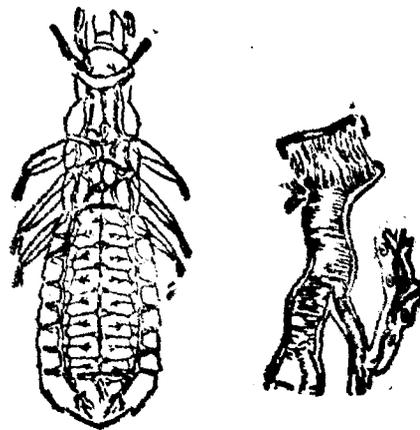


圖 74 昆蟲氣管系(左)  
和氣管部的放大(右)

散播於蟲體的各部組織間，與諸組織互相接觸而交換氣體。氣管於其分歧處，常具有氣囊(air sac)的構造，用供貯氣，藉以減輕體重，以便於飛翔。

## II. 脊椎動物的呼吸系統

(甲)魚類 魚類通常以鰓呼吸。魚咽的側壁貫穿有左右成對的鰓裂，內通咽腔，外達體面。水由口入，經咽而從鰓裂通出，因生不斷的水流。魚類的鰓概生於鰓裂中，各由多數薄膜的鰓絲所組成，其中滿布血管，管中的血液與鰓裂中的水流不斷交換氣體，而行和氧作用。

多種魚類除具鰓外，尚有單個或成對的囊狀構造，稱曰鰾 (swim bladder)，用以調節魚體的浮沉；但肺魚的鰾，時能兼營呼吸的機能。沉鰻之類，除用鰓呼吸之外，尚能用腸營此作用，故於水盡河涸時，仍能生活於泥中。

(乙)蛙類 蛙類幼時，悉居水中，用鰓呼吸；先有外鰓(external gill)，繼漸退化而生內鰓(internal gill)於鰓裂中。迨變態後，內鰓亦遭消失，而有肺(lung)代營其功用。

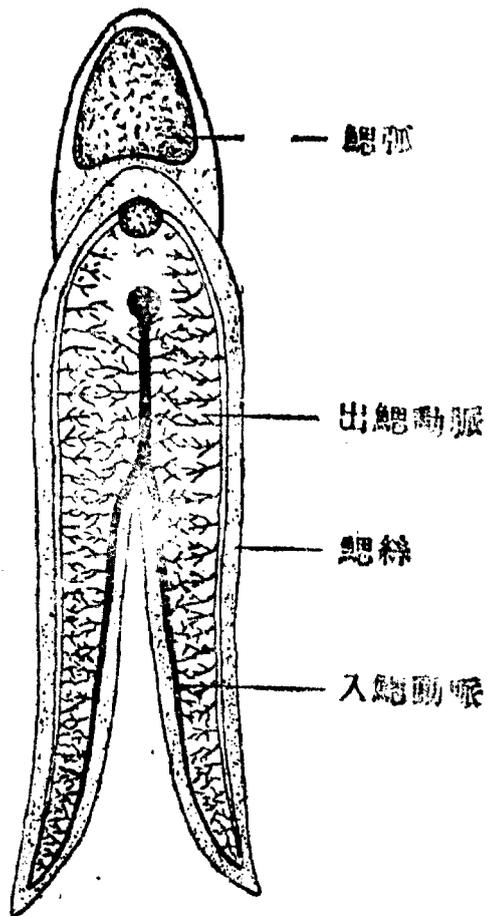


圖 75 魚鰓的構造

蛙的肺臟共有一對。肺的上端，直通於喉(larynx)。蛙的喉部實係喉與氣管合成的構造，特稱喉氣管(laryngo-trachea)；其內具有膜褶一對，稱為聲帶(vocal cord)，藉此振動而發聲音。雄蛙咽部更具聲囊(vocal sac)，鳴時

脹大如球，使聲音更響亮，喉氣管上經聲門(glottis)而通於咽喉。聲門兩旁具有披裂軟骨(aryenoid cartilage)一對，職司聲門的開閉。蛙吸氣時，先翕其口而抑低下

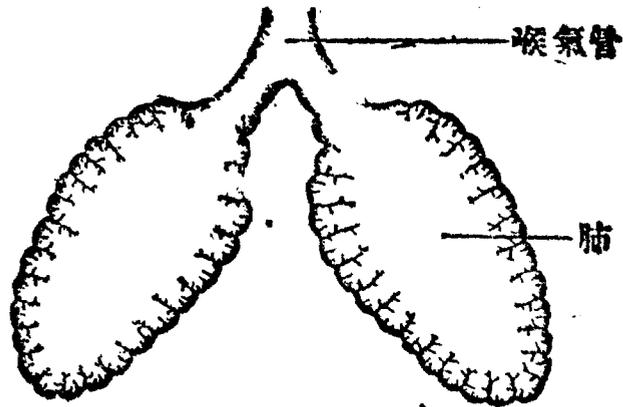


圖 75 蛙肺模式圖

顎，空氣旋乃由鼻入咽；迨咽腔中空氣充滿後，即掩閉鼻孔，而下顎亦同時提起，因將咽中所含的空氣逼入肺中。呼氣時，胸廓縮小，而兩肺亦若隨之而收縮，因將其中所含的氣體，循其吸入的途徑而呼出於體外。

蛙類肺壁的內面，具有多數隔膜，形成蜂巢狀的肺氣泡(alveolus)，是使肺壁與肺內空氣接觸的面積得以增加。肺氣泡的膜壁中，有毛細管散布殆滿，以司呼吸作用。蛙類除具鰓、肺等諸器官外，又能以其溼潤的皮膚，輔助呼吸的機能。

### (丙)人類

A. 人體的呼吸器官 人的呼吸系統大抵與蛙相同，惟較複雜，可分為氣道(air duct)與肺臟二部。

【子】氣道 是為空氣出入肺臟的通路，由下列諸種器官所組

成。

1. 鼻腔 (nasal cavity) 鼻中具有鼻腔, 左右成對; 各鼻腔均具外鼻孔 (nostril or external nare) 通於外界, 又有內鼻孔 (choana or internal nare) 通入咽腔。鼻腔的內面密着粗毛, 且具多數腺體, 富有黏液的分泌。吸入的空氣經鼻腔後, 常受黏液的溼潤飽和, 且其溫度又略得增高, 而與血溫相等; 至於混在空氣中的塵垢雜物, 亦多為黏液與鼻毛所留捕, 而不得侵入肺中。

2. 咽 咽的構造, 前已述及。此部非僅為消化器官之一, 且為呼吸空氣必經的途徑。咽腔上通鼻腔, 下經聲門而通入喉。

3. 喉 位於頸部前面的正中。此部具有數枚軟骨, 分述如次。

(a) 會厭軟骨 (epiglottis) 為舌形軟骨, 位居舌後, 其邊緣向

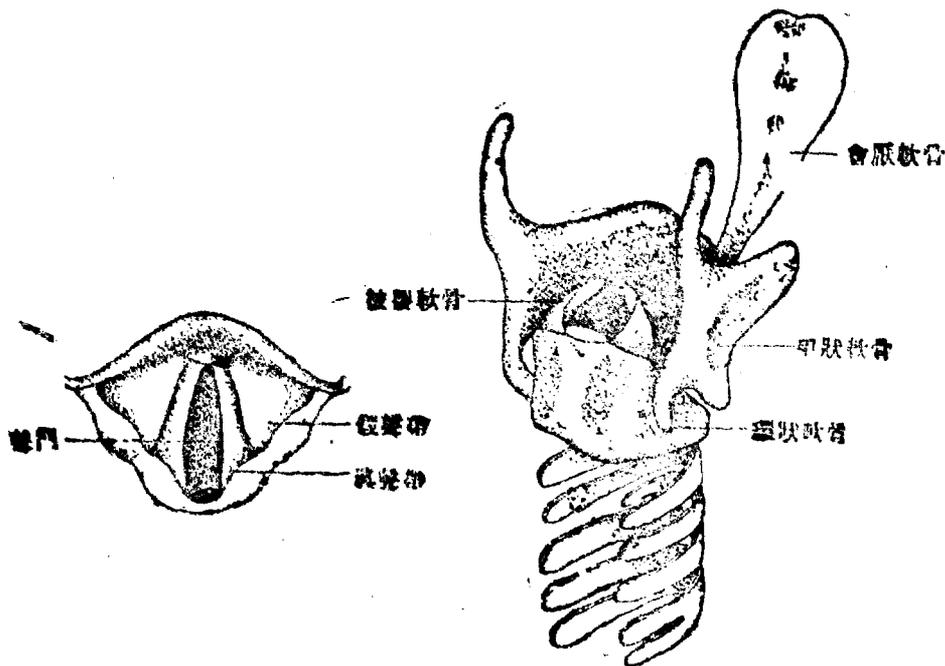


圖 17 喉 部 模 式 圖

喉游離。食物嚥下時，折於後方，覆蓋於聲門上，以防食物之誤入氣管。

(b) 甲狀軟骨(thyroid cartilage) 位於喉的前壁，其形頗大，向前挺出而構成所謂喉結，西洋人稱之為亞丹氏蘋果(Adam's apple)，在男性尤形顯著。

(c) 環狀軟骨(cricoid cartilage) 僅單枚，疊在甲狀軟骨的下方，形似指環，前低而後高。

(d) 披裂軟骨(arytenoid cartilage) 為三角形的小軟骨，左右成對，連接於環形軟骨的後部上緣。

喉內具有上下二對的彈性韌帶，即上聲帶或稱假聲帶(false vocal cord)，及下聲帶或稱真聲帶(true vocal cord)。上下聲帶均展張於甲狀與披裂二軟骨之間，各對均左右並列。出入喉部的空氣，觸於真聲帶而使之顫動，因發聲音。至於男女老幼的音調，所以有高低的差別者，純由於喉部之大小不同，而聲帶的長短亦各有異，是以音調恆皆因人而異。至於在同一之人而亦能變更其音調者，則大都由於聲帶的弛緊及呼吸的強弱而起。

4. 氣管 其管壁中具有多數半環狀軟骨，上下互相銜接。氣管上承喉部，下達胸腔；其下端左右分歧而成一對初級支氣管(primary bronchus)，各入一肺。氣管的內面，具有纖毛無數，不絕向外顫動；凡混在空氣中的塵埃，至此受黏液的黏着而變成痰，隨藉纖毛的顫動，漸趨入口而排出。

【丑】肺臟 呈海綿狀，計一對，左右各一。各肺均為肺葉(lobe)所組成；左肺有二葉，右有三葉。肺壁具有彈性，能隨胸腔的增減而張

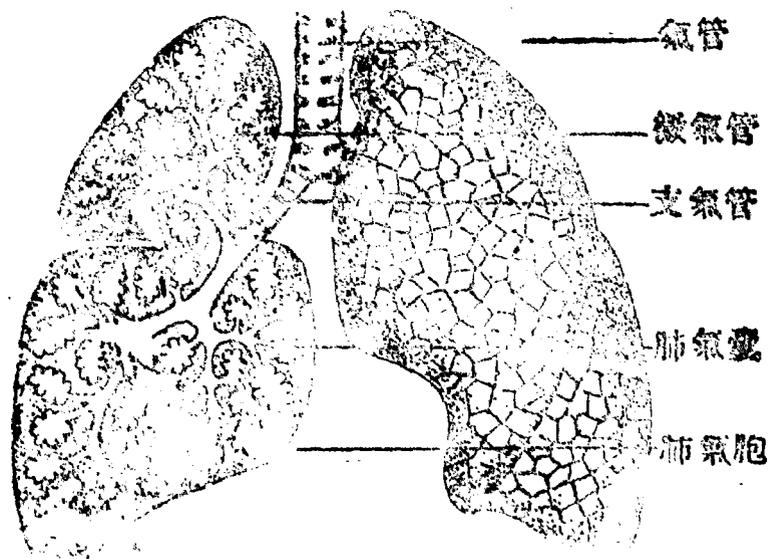


圖78 人肺標式圖

綜。初級支氣管既入肺後，即分為次級支氣管(secondary bronchus)，隨乃反覆分枝，愈分而管愈細，終成無數微氣管(bronchiole)，全形頗似樹枝的分出。微氣管的末端，具有囊狀構造，是為肺氣囊(alveolar sac or infundibulum)；囊的周壁概不平滑而呈現多數葡萄狀的突起，是為肺氣泡。肺氣囊與肺氣泡，其壁膜均甚柔薄，滿布毛細管的網絡，是以血液易得與吸入的空氣交換氣體。

B. 人體的呼吸作用 肺內空氣其所含的氧量，雖較外面空氣略少，然總比肺壁中的血液為多，其氧壓因亦較血液為高；是以氧素易能由肺氣囊所含的空氣中，擴散入血。況且血中具有血色素，能吸收氧素與之化合，而成氧化血色素；血液藉此作用，因能攝取多量的氧。至於二氧化碳，肺中空氣的含量，自較肺壁中的血液所含者為少，其氣壓因亦較低，是以二氧化碳漸由血液而擴散於肺氣囊中所貯的空氣，與之相混，終遂由肺而呼出於體外。血液與肺內空氣的互

換氣體，即爲人體的外呼吸作用(external respiration)。凡具循環系統的動物，其血液在營呼吸作用的器官中，與外圍的空氣或其他含氧物質互換氣體；如斯的氣體交換，均可稱爲外呼吸作用。

人的血液在肺中既經和氧作用，隨乃流至體中各部的組織中。體中諸組織所含的氧量自較血液爲少，是以氧即由血藉擴散作用而漸釋於組織中。至於二氧化碳，組織中所含者，其氣壓恆較血中爲高，故漸由組織擴散入血。血液與組織間的互相交換氣體，即爲人體的內呼吸作用(internal respiration)，又稱爲組織呼吸。此種作用於其他脊椎動物體中，悉屬相同。

C. 吸氣與呼氣的不同 吸入與呼出的空氣，大部均爲氮、氧及二氧化碳等所組成，惟其成分則多不相同。茲以百分率比較之於次表。

項別	成分	氮	氧	二氧化碳	有機物	水蒸氣
吸氣		79	20.98	0.04	無定	變化
呼氣		79	16.02	4.88	微量	飽和
差異數		0	4.94	4.84		

由上列之表，足示呼氣中的二氧化碳較吸氣中所含者，增多至百倍之上；而氧素則已失去五分之一。氮與血液不生若何關係，故其分量亦未改變。由此可知呼吸作用的要務，即在氧與二氧化碳的互易。至於水蒸氣，吸氣中所含者甚無一定，而呼氣中則恆飽和。

D. 呼吸氣量與肺內空氣的容量 中年成人平常呼吸時，出入其肺臟的氣量約爲 500 立方厘米，是爲潮氣(tidal air)。若行最深呼

吸，後將空氣盡行呼出，男子平均可呼出 3,500 立方厘米的氣量，是謂肺活量(vital capacity)。既行最極度的呼息後，肺中尚餘 1,500 立方厘米的空氣，任用何法均不能逼其外出，是謂肺剩氣(residual air)。肺活量可用肺量計(spirometer)測定之；其與身長的比例，足可視為判定體質強弱的一標準。

## 第十七章 循環系統

循環系統功能輸送氧與養分，由其吸入的部分而至全體各部，將其供給諸組織中的細胞；又能蒐集代謝作用所產生的無用老廢物，如尿、二氧化碳等，由體中各組織送至職司排除各該廢物的器官而排出。在高等動物體中，職司循環機能的血液且能發生種種抗體，藉以抵抗或消滅外來的毒害，兼能運送各種內分泌於體中各部，以司聯絡。

1. 無脊椎動物的循環系統 原生動物如草履蟲等，其體內形成的食泡，常依有定的途徑，循行體中，以分送業經消化的養分於各部。海綿動物，其體中諸管道以及擬消化腔的界細胞，凡與水流相接觸者，多能由水中直接攝取養分，隨漸遞送於其體壁內部的諸細胞。水螅體中的腔腸，兼司消化循環之用；既經消化的養分，即由腔腸，直接或間接輸送於體中各部。由是可知，上舉諸類的動物，均無循環系統的存在，且亦無此需要。稍較高等的動物，其體中通常有體腔液(coelomic fluid)，運行不息，藉司循環的作用。至於蚯蚓，其循環系更為發達，其血管滿布於全體各部，循流血液。茲將其體中所見的主要血管，略述如次。

1. 背血管(dorsal vessel) 縱貫體中,位於消化管上方的正中處,運血由後而前。

2. 腹血管(ventral vessel) 亦係縱血管,居消化管下方的中央,運血由前而後。

3. 環血管(aortic arch) 位近蟲體的前端,計有數對,大部由背血管環繞消化管而與腹血管相銜接,是即蚯蚓的心臟;其臟壁具伸縮力,依其搏動,得使血液循流於體內而不息。

4. 神經下血管(subneural vessel) 縱走於腹神經索之下,此管由左右成對的環聯血管(commisural vessel)而與背血管相通。

蚯蚓的血液既自心臟送出,遂由腹血管而分配於體壁、消化管及排泄器等處的毛細管中,血在消化管的管壁中者,專司吸收養分;在排泄器中者,功能排棄其所含的種種老廢物;其在體壁中者,則營呼吸作用,既經循環後,血液有直接由消化管歸聚於背血管者;有由體壁及排泄器等,匯入於神經下血管,更經環聯血管而復通於背血管者;背血管終將所含的血液,由後運前,而迴流於心。

昆蟲類的循環系統,甚為簡單,其心臟係為一管狀膜囊,位居腹部背側的中央,內分數室,各室具有心孔(ostium)一對,諸室間亦具有成對的門瓣(valve),門瓣導血前行,又能阻其逆流,心臟後端閉塞,前端發出一總動脈,血液由心流出,經總動脈及其支管,旋由血管而彌漫於全體諸組織間的血竇(sinus),直接潤澤與其接觸的諸細胞,順路推流,終乃匯集於圍繞心臟的血竇,即圍心竇(pericardial sinus),由此隨經心臟兩側的心孔,而流回心臟中。

昆蟲體中不具毛細管的構造;由心導出的血管悉通於血竇,而

血液得自由循環於組織間，是稱開放循環系(open circulation)。凡具此種循環系統的動物，其體中均滿布有血竇，互為連通，而統稱為血體腔(haemocoele)。

昆蟲的血液中不含血色素或其他類似的物質；故對於氧素的輸送，殆無特殊的關係。此種作用在昆蟲體中，係由氣管系行之，已如前文所述，是為此類動物之一種顯著的特徵。

II. 脊椎動物的循環系統 脊椎動物既具單個心臟，其內均有心房(auricle)與心室(ventricle)的區分。至其體內各部均具毛細管的構造，是以血液均在血管內行其循環，是稱閉鎖循環系(closed circulation)，與上述昆蟲類的情形截然不同。

(甲)魚類 魚類的循環系，與其他脊椎動物一般，概由心臟、血管以及血液所組成。魚的心臟係位於消化管的前部下方，內可分為下列諸部。

1. 心房亦稱心耳(auricle) 此部外壁柔薄，職司容受由體運來的血液。通於心房的靜脈，其基部特形膨大而稱為靜脈竇(sinus venosus)。

2. 心室(ventricle) 壁厚多肌，能將其中所含的血液由動脈樞管(truncus arteriosus)送出。心臟的諸部間，均具有門瓣，用以防阻血液的逆行。

魚體內所具的血管，亦若其他脊椎動物然，可大別為三種，分述如次。

A. 動脈(artery) 其功用係運血出心或離心而行。魚體中由心通出的動脈，係為腹大動脈(ventral aorta)，由心前行，不久即向左

右分出數對弧狀的入鰓動脈(afferent branchial vessel), 終達鰓絲中的毛細管. 血在鰓絲中既經和氧作用, 即由成對的出鰓動脈(efferent branchial vessel) 通出鰓部, 彙成一幹, 是為背大動脈(dorsal aorta), 由此復發出多數支管, 分布於體軀各部. 此外尚有頸動脈(carotid artery) 由鰓部附近分出, 以達於頭部諸組織.

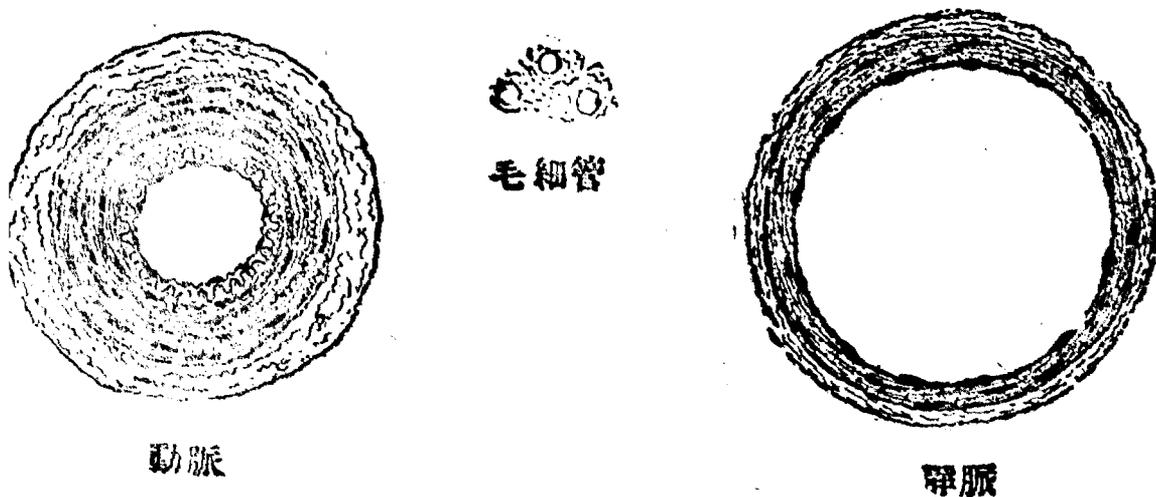


圖70 血管的結構

B. 靜脈(vein) 功能運血入心, 或向心而行; 計有下列主要二種的不同.

1. 體靜脈(systemic vein) 運血直接入心. 魚體中的主要體靜脈更可別為二組, 列舉如次.

(a) 總大靜脈(common cardinal vein) 或曰庫氏管(Cuvierian duct) 共一對, 各由前大靜脈(anterior cardinal vein) 及後大靜脈(posterior cardinal vein) 所合成. 前大靜脈匯聚頭部的汚血, 而後大靜脈則運返由軀幹及尾各部歸流的血液.

(b)肝靜脈 (hepatic vein) 此靜脈及其支管係由肝臟各部匯集血液 而運之入心。

2. 門靜脈 (portal vein) 此種靜脈職司運血入肝或腎; 血液經肝或腎中的毛細管, 始得輸入於前述的體靜脈, 而終達於心. 魚的門靜脈可別為二系如次。

(a)肝門靜脈系 (hepatic portal system) 此系有多數血管, 蔓布於腸、胃、胰、脾等內臟, 交錯成網, 由此集成肝門靜脈 (hepatic portal vein), 前行入肝, 輸血於肝組織中。

(b)腎門靜脈系 (renal portal system) 魚的尾部有尾靜脈

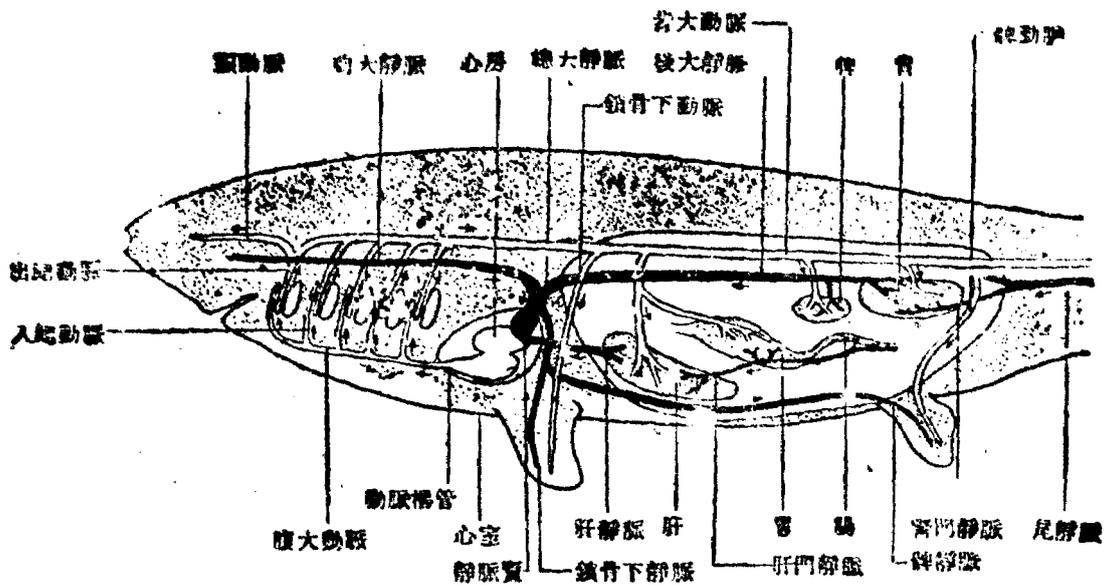


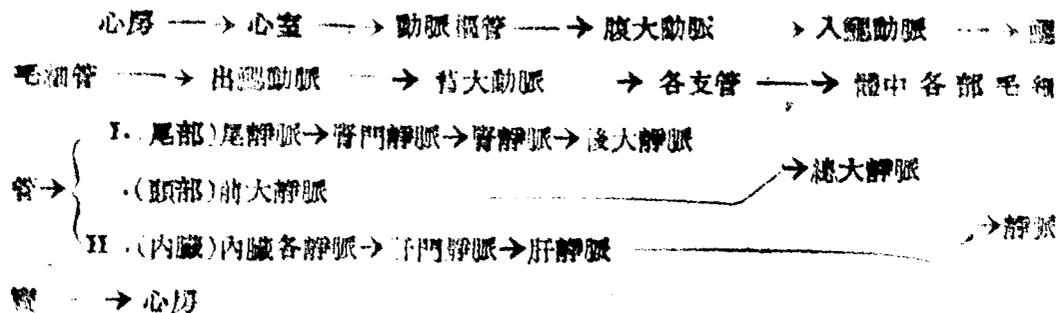
圖 8) 魚 的 血 液 循 環

(caudal vein) 導血前行, 隨即分成左右腎門靜脈 (renal portal vein) 輸血於腎, 由腎經腎靜脈, 而歸流於前述的後大靜脈中。

C. 毛細管 上文所述的諸大動脈, 恆皆分成較小的動脈, 小動脈

又復分歧不已，終成微小的毛細管，其形如髮，幾不可辨；血胞至此，僅能一一魚貫而過。毛細管蔓延網羅，隨復漸行集合而成大管，猶如細流之匯聚而成大川者然；所成的血管，即為靜脈。形小的靜脈，相併而成較大的靜脈，終成總管而通於心。由是可知毛細管的構造係聯絡動脈與靜脈，其分布幾遍全身諸組織間，是為閉鎖循環的主要特徵。

魚體中的主要血管，既如所述；至其血液循環的途徑，可列一表示之如次。



魚的血液係在鰓中行其和氧作用，經此作用後，即成清血。隨由背大動脈及其諸支管而流徧全體。血液經體中各部，釋出其所含的氧而吸取各組織的二氧化碳以及其他廢物，因遂變成汚血，由各靜脈而送返於心。心臟搏動，再將汚血直送至鰓，使由和氧作用而復變為清血。清血以其大都係在動脈中運行，因又稱為動脈血 (arterial blood)；汚血以其常在靜脈中，故又稱為靜脈血 (venous blood)。魚的血液循環係由心而體，由體復流回心；每一循環僅經心臟一次，是謂單循環式 (single circulation)。

(乙) 蛙類 蛙類的循環系統，較魚更稍複雜。其心臟分為一心室及左右二心房。右心房專司容受由體運來的汚血，左心房專司容

受由肺運來的清血。右心房中的汚血及左心房中的清血，隨均輸入心室中；二種血流雖同時於心室中，然其室壁的内面，具有多數肉稜 (trabecula)，形成袋狀的構造甚多，是以汚血與清血流過其中，不易相混。

心室係連於動脈樞管。此管由心前行，隨即左右分歧，各支復分爲三管；茲可自前而後，列舉如次。

1. 頸總動脈 (common carotid artery) 分布於頭中各部。
2. 體動脈 (systemic artery) 左右二體動脈圍繞消化管，及至管的上方遂相合併而成背大動脈；由此再分出支管，而散布於內臟及後肢等部。
3. 肺皮動脈 (pulmocutanecus artery) 送血於肺及皮膚等部。

心室收縮時，其中所貯的汚血，因位近出口，恆先送出，經動脈樞管而流入於肺皮動脈中。血液由此終達於肺及皮膚，而行和氧作用。汚血既出，心室中的清血即隨之而行；斯時，肺皮動脈已貯有血液，於是清血乃由動脈樞管直驅入頸總動脈及體動脈，而分布於體中諸部。

蛙的靜脈如魚類然，亦有體靜脈與門靜脈之別。

A. 體靜脈 蛙的主要體靜脈計有二種如次。

1. 前大靜脈 (precava) 計一對，由頭部運血返心。
2. 後大靜脈 (postcava) 僅單管，由體的後部，運血入心。

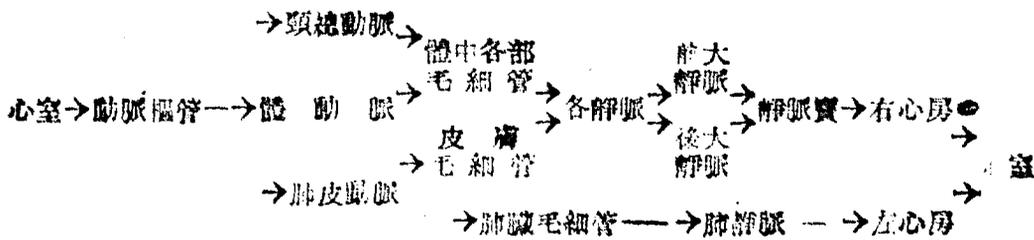
B. 門靜脈 蛙的門靜脈系亦有二種之別。

1. 肝門靜脈系 匯聚胃、腸、脾、胰等臟器的血液而輸入肝臟。後肢的血液，亦有一部經腹靜脈 (abdominal vein)，而注入肝。

2. 腎門靜脈系 由後肢運回的血液大部經腎門靜脈而流入腎。

上述的二種門靜脈系，其血液經肝或腎等的組織後，均循血管而歸聚於後大靜脈，終復導流入心。

蛙的血液循環既如所述，茲更列表示之如次。



由上列的表，可知蛙的血液循環，可別為二種如次。

1. 體循環 (systemic circulation) 係由心而循環至體中諸組織，隨復返流於心。

2. 肺循環 (pulmonary circulation) 係由心至肺，旋由肺復返入心。

蛙因僅具單一心室，故其體中的體循環與肺循環，尚未完全分開；由左心房輸來的清血與由右心房流回的污血，雖有前文所述的諸種方法為其隔離，然終不免稍混於心室中。此種循環特稱為不全雙循環式 (semi-double circulation)。

(丙) 人類 人的心臟內分左右二心房與二心室，計共四部，各具特殊的機能，茲分述之。

1. 右心房 專司容受由體匯歸的污血。
2. 右心室 將心中污血送出至肺 而行和氧作用。
3. 左心房 專司容受由肺運回的清血。

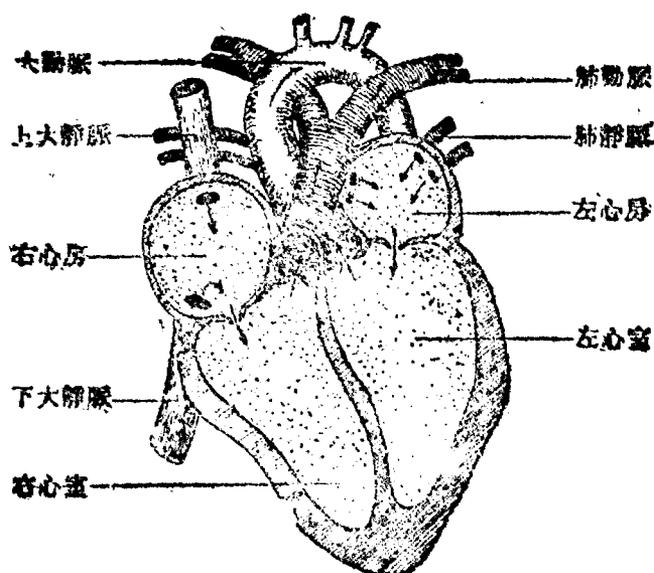


圖 81 人 的 心 臟

4. 左心室 將心中清血由大動脈(aorta)送出, 循各動脈而至體中各部。

二心房與二心室間, 均護以膜狀門瓣: 其在右側者, 稱三尖瓣(tricuspid valve); 在左側者, 曰二尖瓣(bicuspid valve), 或以其形似天主教神父的法冠, 而又稱為僧帽瓣(mitral valve)。此二門瓣均開向心室, 導血由心房而入心室中。右心室有肺動脈的開口, 左心室有大動脈的開口; 凡諸血管的開口處亦均附有半月形的門瓣, 特稱為半月瓣(semilunar valve), 其邊緣悉向血管內游離着。上述各種門瓣, 悉屬防遏血液逆流的裝置。

人體血液的循環, 係於 1628 年, 始由哈維氏(Harvey)確證其理, 前文業已提及。其循環的途徑與蛙略為相似, 亦可別為體循環與肺循環, 茲分述之於下。

1. 體循環即大循環(greater circulation) 血液由左心室送

出，循序輸運於全身諸組織中，於是血液遂與各組織中的細胞互換其成分。既經如斯交換，血即由清變濁，隨乃歸聚於諸靜脈，終由上下二大靜脈而流回右心房以至右心室。在體循環中，動脈內概流清血，而靜脈中則含汚血。人體亦有肝門靜脈，與其他脊椎動物同，腎門靜脈僅現於胚胎，成長後，則遭消失。

2. 肺循環亦稱小循環 (lesser circulation)。血液由右心室經肺動脈而通於肺，至此行其和氧作用，由濁變清，後乃循肺靜脈而流歸左心房，以至左心室。在此循環中，動脈內所流的血概為汚血，而靜脈中反為清血。

人的心臟，依上所述，其左側的心房與心室均貯由肺歸來的清血，其右側則貯由體歸來的汚血。清汚二種血液雖同流經心臟，但清血流在左側，而汚血流在右側，彼此絕不相混。大小二循環若斯完全相隔，是稱雙循環式 (double circulation)。

除上述二循環外，人體的血液尚有一簡短的循環，稱曰冠脈循環 (coronary circulation)。血由大動脈流入冠狀動脈 (coronary artery)，分歧而成毛細管網於心壁中，卒皆匯入冠狀靜脈 (coronary vein)，經冠狀竇 (coronary sinus) 而注於右心房。此種循環即由心的左側循流以至於其右側。

III. 淋巴系統 (lymphatic system) 淋巴系統的功用即在輔助上述的循環系統。此系統賅括下列諸部，茲可分述如次。

1. 淋巴 (lymph) 是係由血液透出毛細管壁而滲入組織間的液體。此種液體徧布全身；體中諸細胞組織均為其所圍繞，而浸漬其中。淋巴內含各種白血胞，就中以淋巴胞為數最多。白血胞大多能穿

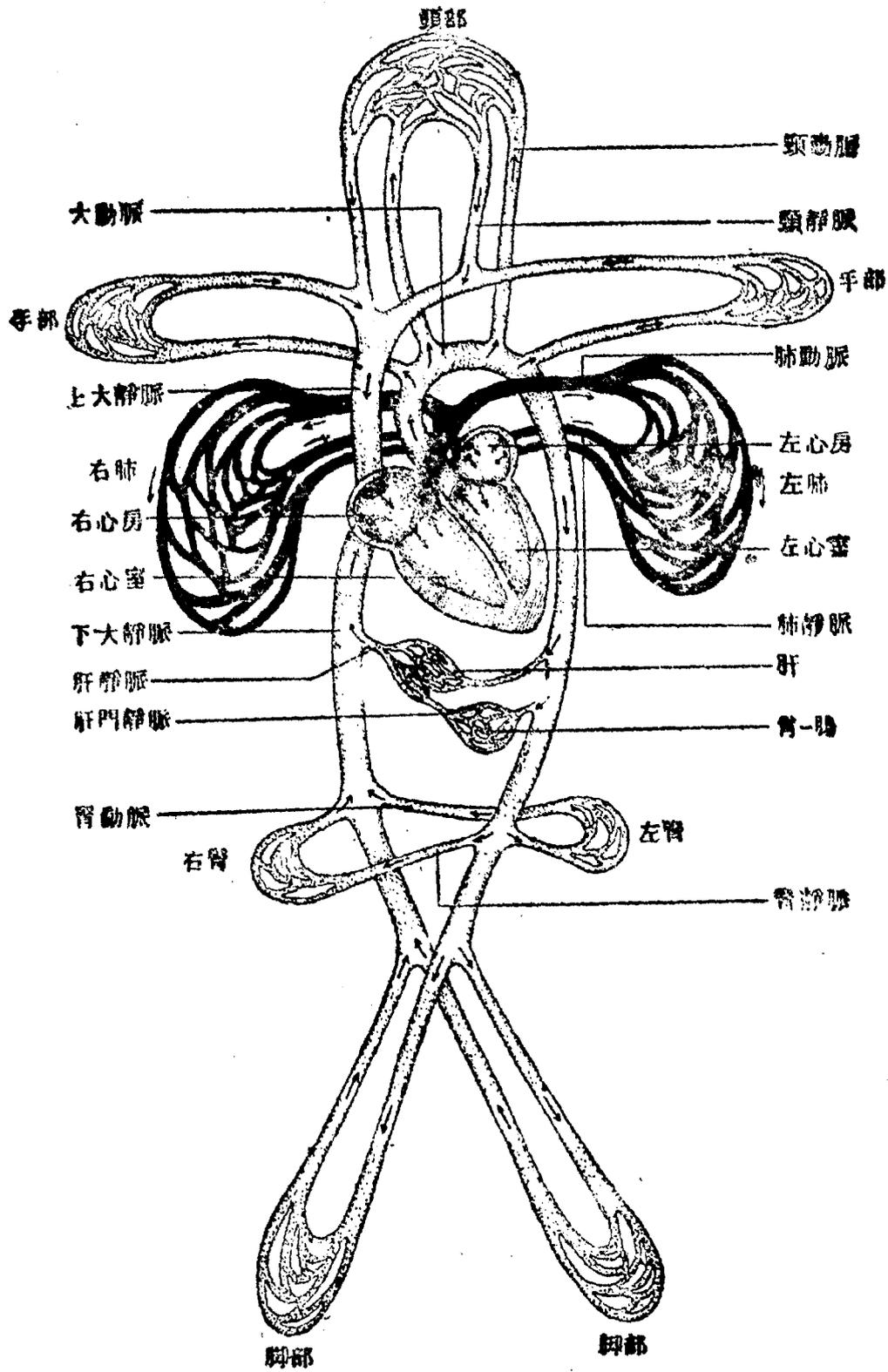


圖 8 人體血液循環莫式圖

過毛細管壁而自由行動，故得時由血液而至淋巴，時或由淋巴而復返於血液中。

血液在血管中因不能直接與諸組織細胞互相接觸，是以其所含的氧及養分，必先滲入淋巴，由此而輸於附近的諸細胞。至於細胞的老廢物亦必先排入淋巴，後始流聚於血管中。是以淋巴竟成爲血液與細胞間物質交換的媒介，其功用的重要由此可知。

2. 淋巴管 (lymphatic vessel) 爲淋巴流行的管道，其最小的支管係發源於細胞間的淋巴腔 (lymph space)，參綜錯雜 徧布全身，其曰淋巴毛細管 (lymphatic capillary)。此種毛細管之在腸絨毛內者，功能吸收脂肪性的乳狀消化產物，特稱爲乳糜管，前曾提及。淋巴毛細管次第併合，遂成較大的淋巴管；愈合愈大，終成一對淋巴幹 (lymphatic trunk)，位於軀幹部的左右兩側。斯二淋巴幹以在左側者較爲發達，特稱爲胸管 (thoracic duct)。此管匯集腸壁中諸乳糜管在消化時所吸收的消化產物 以及其他附近各部流回的淋巴，上行至頸，隨於左內頸靜脈 (left internal jugular vein) 與左鎖骨下靜脈 (subclavian vein) 的交匯處，通於血管以達於心。

3. 淋巴腺 (lymph gland)、淋巴結 (lymphatic node) 以及其他類似的淋巴構造 此類構造常呈圓形或卵形，大小不一，大都分布於淋巴管的徑路中，於頸腋窩及鼠蹊等部爲數特多。凡諸淋巴構造，其表面恆有結締組織膜包被之，而內部則大都由網狀組織而成，其間充填無數淋巴胞，且有多數流通淋巴的淋巴竇 (lymph sinus)，

所述諸種淋巴構造，其功用乃在增生淋巴胞，並能留住或消除淋巴中的種種有害物質，如病菌，塵埃等，藉以濾清此液。在雌性哺

乳動物體中，當其妊娠時，淋巴腺或有產生紅血胞的可能。

除上述各種淋巴構造以外，脊椎動物體中，尚具有所謂血腺 (haemolymph gland)，功能濾清血液，而且或能形成新的血胞。至於脾臟 (spleen)，其外形雖似消化腺，而實係血腺的近似構造。此腺的機能迄未明瞭；有謂其能製造新的血胞，或能毀滅頹老的紅血胞，有謂其能調節內臟的血量，有以其能抵抗病菌，更有以其能助肝臟將血液中所含的蛋白質分解物變為尿素；究竟孰是孰非，未易斷定。然有時因疾病而將脾臟完全割除，亦無顯著的障礙；大概脾既除去，其機能可由其他構造代任之。

## 第十八章 排泄系統

凡動物體在生活中，因營代謝作用，均產生有種種老廢物；其主要者為由醣、脂肪等類氧化所成的水與二氧化碳，及由蛋白質分解所成的尿素、尿酸以及其他含氮廢物。此等物質均於身體無益，若久積於血液中，且能致害，故須迅速排除之。至於糞便，大都係為食物消化所剩的殘渣，與上述由代謝作用所產生的廢物，截然異趣。

所述之各種代謝廢物，悉賴淋巴及血液，由體中各部組織收集之。血液至呼吸器，恆排出其所含之水分的一部及二氧化碳的大部；及至排泄器，則復排出水分、無機鹽及各種含氮廢物。哺乳動物的皮膚，其中所具的汗腺，亦能排出水分，及微量的尿素與無機鹽等。

1. 無脊椎動物的排泄器官 原生动物的老廢物，常藉其體中的伸縮泡而排出。海綿與腔腸動物均無特殊的排泄器官，其排泄機能乃由各個細胞自營之。扁形動物，其體中恆具有單個或成對的排泄總管；管有開孔通外，且分出多數支管，終於所謂焰細胞 (flame cell)。焰細胞形稍膨大，而內具腔，腔中有纖毛一簇，不絕顫動，頗似火燄狀，故有焰細胞的名稱。此種細胞功能吸收體中的種種老廢物，並由其所具纖毛的振動，漸將此等老廢物運入排泄管中，終經總管而排於外。圓形動物體中亦有排泄管，惟概缺焰細胞的構造。

蚯蚓體中的各個環節，除少數外，悉具有成對的環節腎 (nephridium)。此種排泄器係為迂曲的細管，其內端作漏斗狀，開口於體腔，是稱腎內孔 (nephrostome)；孔緣滿被纖毛，能使混於體腔中的排泄物，匯流於管內。管的他端通常開孔於體面，時或通於消化管內；

排泄物非直接排於外界，即送於消化管，與糞相混而排出。

蝦的排泄器，甚為特異，係為一對綠腺(green gland)，位於頭部前方。腺的一端形成尿管而開口於大觸角(antenna)的基部。

昆蟲體中具有數條乃至數十條的盲管，稱為馬氏腎管(Malpighian tubule)。管形細長而迂曲，散布於腹腔中，其一端悉通於腸，是即此類動物的排泄器官。排泄物由馬氏腎管而匯集於腸，與糞相混，終乃同由肛門而排出體外。

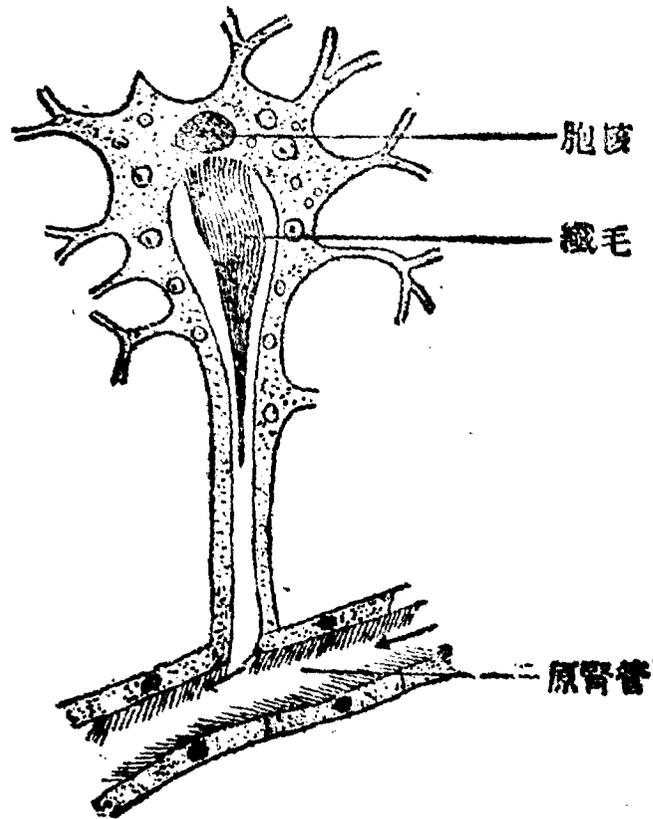


圖 83 蟻 細 胞

II. 脊椎動物的排泄系統 脊椎動物的腎臟(kidney)計有三代之別，即原腎(pronephros)、中腎(mesonephros)與後腎(metane-phros)等是。圓口類終生具有原腎；惟成長後，其腎的構造稍呈差異耳。魚類與兩棲類先有原腎，後漸退化而消失，中腎繼生而代之。羊膜動物，其發達時先有原腎，次有中腎而代原腎，終則有後腎而代中腎；其後腎終生留存，以司排泄之用。各代的腎臟，均具總管一對。原腎的總管稱為原腎管(pronephric duct)；中腎的總管，為中腎管

mesonephric duct), 又稱吳氏管 (Wolffian duct); 後腎的總管, 爲後腎管 (metanephric duct)。

(甲) 蛙類 蛙類的腎臟係爲中腎, 已如所述。其構造計有一對, 形略橢圓而扁, 位居腹腔的背方。腎中具有細管無數, 是曰腎細管 (kidney tubule), 功能攝取血中所含的排泄物。腎的外緣各具一輸尿管 (ureter), 卽前述的中腎管, 由腎後行, 直達泄殖腔 (cloaca); 管的開口, 均在泄殖腔的背壁。腹腔的下方有一薄膜囊狀的膀胱 (urinary bladder), 開口於泄殖腔的腹壁。輸尿管送出的尿, 依其自身重力, 由上而下, 經泄殖腔而輸入膀胱; 待積至相當容量時, 一經腹壁肌肉的收縮, 卽由膀胱經泄殖腔及肛門而排出於體外。

(乙) 人類 成人的腎臟與蛙不同, 因其係爲後腎; 其數目亦僅一對, 懸垂於腹腔中。腎的外形頗似蠶豆, 其內緣有凹入處, 是稱腎門 (hilus renalis), 爲輸尿管、血管及神經等出入的門戶。人的輸尿管係爲後腎管, 與蛙類所具者功用雖同, 但從發育方面着眼, 實係不同的構造。

腎臟的實質可分爲內外二部。內爲髓部 (medulla), 外爲皮部 (cortex)。腎中含有多數迂迴的細管, 若蛙類然。各腎細管的起源部, 特形膨大而先端向內陷凹, 形成鮑氏腎囊 (Bowman's capsule); 囊內具有血管球 (glomerulus), 此二構造恆可統稱爲馬氏腎球 (Malpighian corpuscle)。血管球爲多數微細血管蜷曲縈繞所成, 與腎囊的內壁互相密貼。

腎細管的途徑, 始自鮑氏腎囊, 位居腎的皮部。經數回彎曲後, 轉入髓部, 旋於髓部中折爲“U”字狀, 復返於皮部, 再經彎曲, 終與

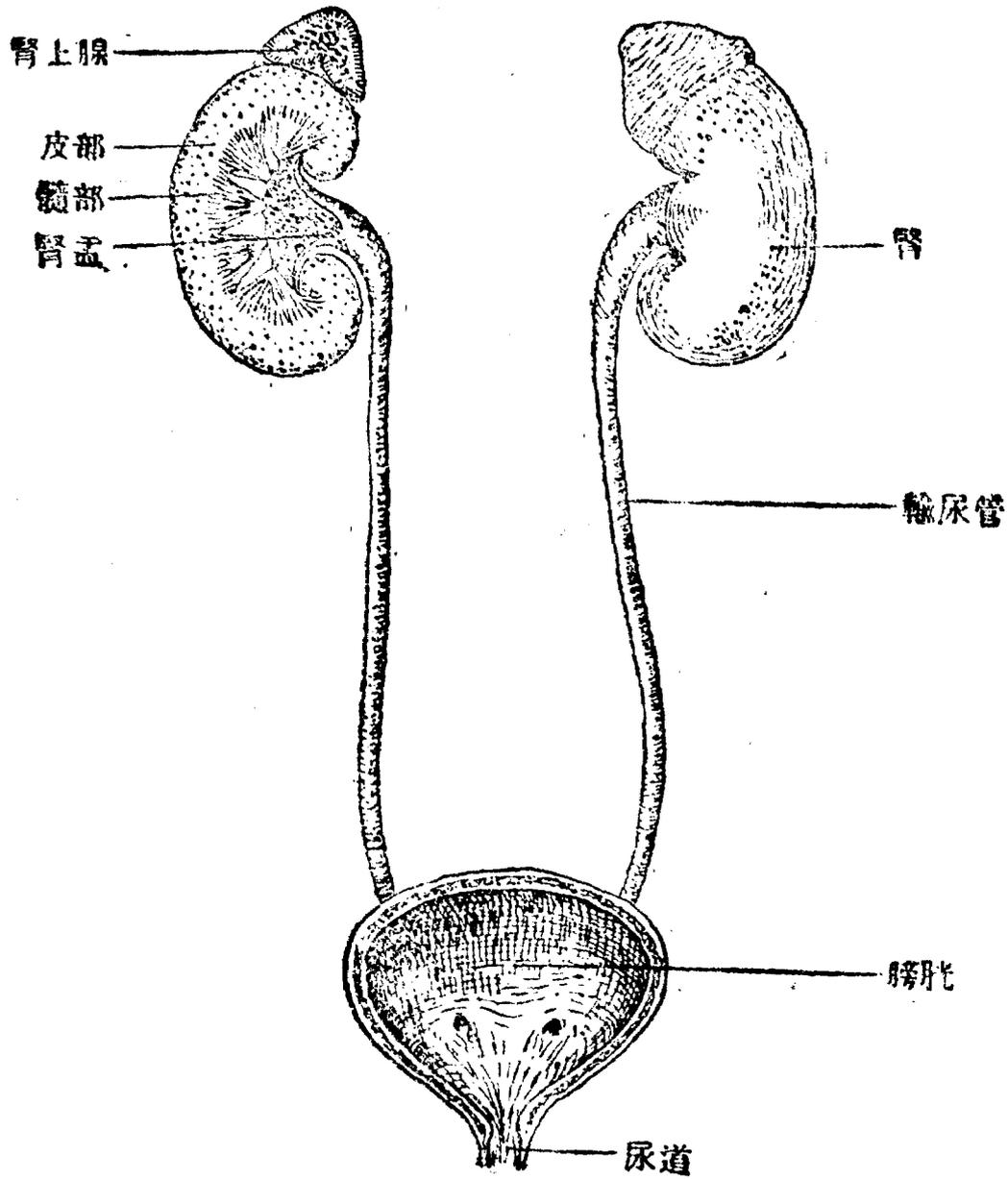


圖81 人的排泄器官

其他腎細管共通入集尿管 (collecting tubule). 各集尿管相併而成較大的導管, 愈合愈大, 卒均匯聚於腎門附近的腎盂 (pelvis). 腎盂

作漏斗形，接續於輸尿管；輸尿管由腎通出，沿脊柱兩側下行，而連於膀胱，貯尿於此。膀胱的向下一端，又具有尿道(urethra)，直通體外。人體無泄殖腔，其輸尿管與消化管完全隔離。男性的尿道，除排尿外，尚能輸精，是以一管而兼兩用；女性的尿道，不兼生殖之用，其

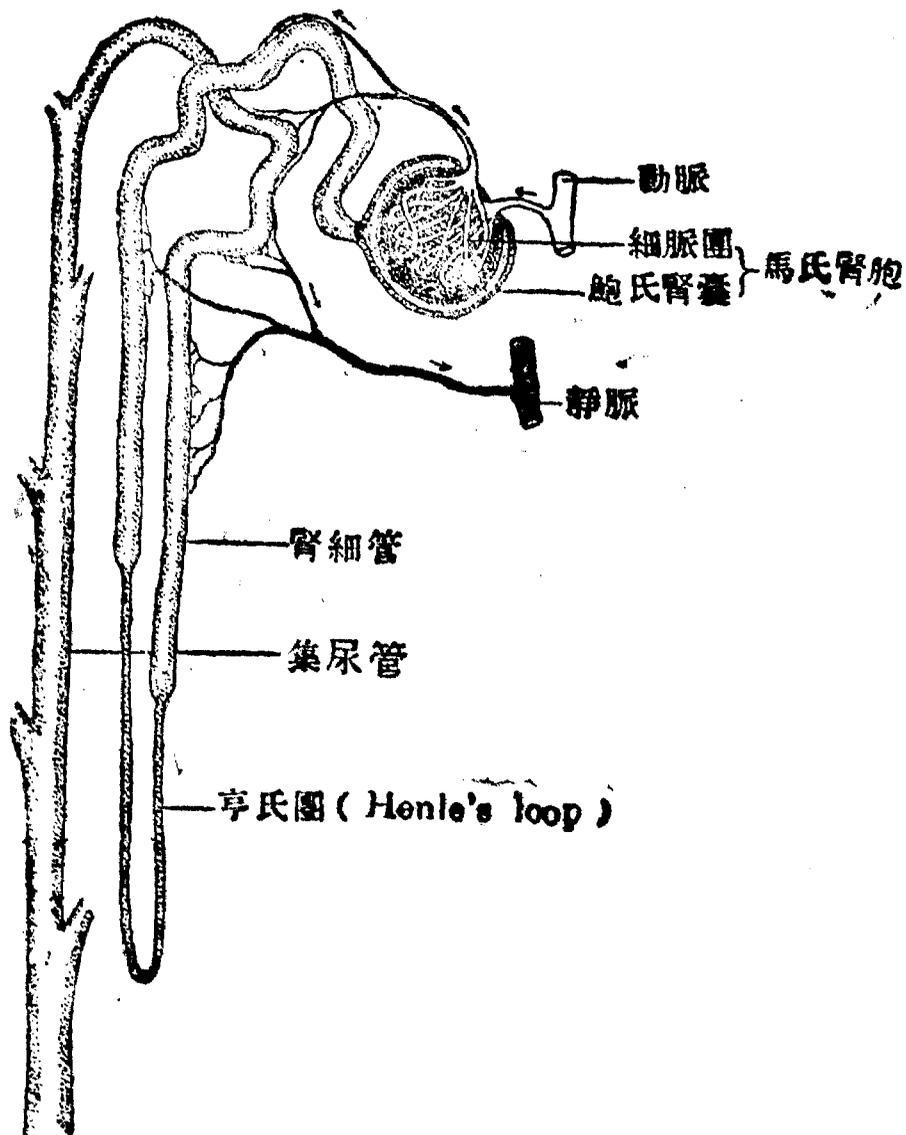


圖85 腎細管的構造

生殖管另具開孔通外。

**尿的分泌與排出** 腎動脈(renal artery)入腎後，即分出多數支管，終至鮑氏腎囊內，形成血管球；離腎囊後，復纏繞於腎細管的彎曲部分，而成毛細管網。血液經此後，即漸漸滯聚於腎靜脈(renal vein)，自腎門而出腎臟，還流於下大靜脈而入於心。血液中的水分以及其中所含的醣類、無機鹽及含氮廢物等，悉由血管球濾出而滲入腎囊內，由此輸入腎細管的彎曲部分。此部管壁的毛細管，能將管內所含大部分的水以及醣類與無機鹽等，吸入血中，藉以維持血液的正常成分。經此作用後，腎細管中所剩留的液體，漸變濃厚，而成爲尿，由集尿管運至腎盂，隨經輸尿管而達於膀胱。膀胱與尿道相連之處，其周圍有括約肌，司其啓閉。此肌收縮時，可使尿液貯存膀胱中而不溢出；迨膀胱集尿至一定的分量後，此肌即行弛緩，同時膀胱壁中的肌肉亦起收縮，壓迫尿液，使其由尿道而向外排出。

尿中所含者，除水分外，即以尿素、尿酸等爲量最多。上述種種的排泄器官，其功用僅爲泌尿及排尿，而不能產生尿中所含的尿素、尿酸等。此等廢物係由蛋白質或其他含氮有機物質，在破化作用中氧化分解而成；其形成係在體中各部的組織，而尤以肝臟爲最著。尿素、尿酸等既經產成，隨由血液輸送入腎，終則由此而排出體外。

## 第二組 動物體的支持及保護

多細胞動物其體中的大部分，恆由柔軟的組織所構成，是以其外面常被有緻密強韌的皮膚，或較爲堅硬的特殊構造，而其體內或又具有複雜的骨架；凡諸構造，均供保護及支持軀體的功用。

## 第十九章 皮膚系統

此系統乃包括動物體的皮膚及其附屬構造，如毛、羽、鱗、爪、甲、殼以及各種皮膚腺等。皮膚的功用即在保護內部，防阻細菌、塵埃等的侵入，溼、熱或其他外患的侵害，並調節體溫及體液的發散；間或兼營呼吸、吸收、排泄及感覺等作用。

I. 無脊椎動物的皮膚 下等動物，輒以其皮膚為保護及支持體軀的唯一構造。其皮膚通常係由單層表皮細胞 (epidermal cell) 所組成，內面且或附以多寡不定的結締組織。表皮細胞常分泌特種的化學物質，被覆於其表面，藉以增加其保護及支持的機能；例如下等動物體面所見的角質膜 (cuticle)，以在蛔蟲、蚯蚓等，為最發達。節足動物的體面產有明角質 (chitin)，是為有機物中特為強韌的物質，能耐強度壓力，且稀酸及鹼類均不能溶解之。此種物質原係液體，惟一與空氣接觸，即漸硬化而成堅殼。此殼既成，因甚堅硬，而難於擴張；故凡具此種外殼的動物體，在生長時，必須屢行蛻皮 (molt-ing)。軟體動物的介殼，亦係由皮膚的分泌物所構成，通常可分為三層，其最外者為由貝殼質 (conchiolin) 所組成的殼皮 (periostracum)，居中者為石灰質的稜柱層 (prismatic layer)，最內者稱珠母層 (nacreous layer)，是即由形成真珠的物質所組成。

動物的體皮，其中亦有產生硬質的構造者。例如海綿體壁中，具有針骨或海綿基纖維，以成骨架。珊瑚類亦輒產生石灰質或別種硬質的骨軸，歷久形成礁島，或隱於水中或露出海面。棘皮動物的體壁中，通常具有多數骨板，時更互相密結而成堅殼。

無脊椎動物的皮膚，間或具有特種裝置以司特殊的功用。例如腔腸動物，其體壁的外層，如前所述，均具有刺細胞的構造，兼捕食禦敵之用。棘皮動物的皮面，大部滿被以剛狀突起，為防身的利器。蠕形動物的體表，時具纖毛或剛毛等，主供行動的功用。

II. 脊椎動物的皮膚 脊椎動物的皮膚可分為二部如次。

1. 表皮 (epidermis) 脊椎動物的表皮，係成自多層的細胞，與前述無脊椎動物的情形，判然不同。其中通常又可分為內外二部，外為角胞層 (stratum corneum)，由角質化的細胞所組成。此種細胞為形扁平，胞膜角化而變厚，胞質稀少，且往往缺核；其位近皮膚表面者，幾悉變為角質，而漸行剝離脫落。表皮組織之遭剝落者，或為碎片，例如人的頭皮屑；或為整部，例如蛇的蛻皮。

角胞層之內為形成層 (stratum germinativum) 亦可稱為馬氏皮層 (stratum Malpighian)；其中細胞不絕分裂而產生新細胞，致使老舊的細胞逐漸推向外方，且漸變為角化而遭剝落。此層細胞恆具顆粒狀的色素，外呈種種顏色，是以有各色人種之別。皮膚若久曝日光下，其顏色恆變深黑，即因日光作用，表皮深層內含的色素驟增所致；有時色素分布不均而叢集一點，因而成為斑痣。

2. 真皮 (corium or dermis) 在表皮的直下，通常成於緻密錯綜的纖維狀結締組織；內含平滑肌、毛細管、神經末梢，及由表入伸入的毛根 (哺乳類) 羽根 (鳥類) 以及各種腺狀構造等等。真皮與表皮的相接處有波狀突起，謂之乳頭 (papilla)，具有極敏銳的感覺。真皮中時或具有變色細胞 (chromatophore)，內含多量色素。此種細胞自能伸縮。伸時向四方發出根狀突起，縮時則僅為一點，因能使皮膚

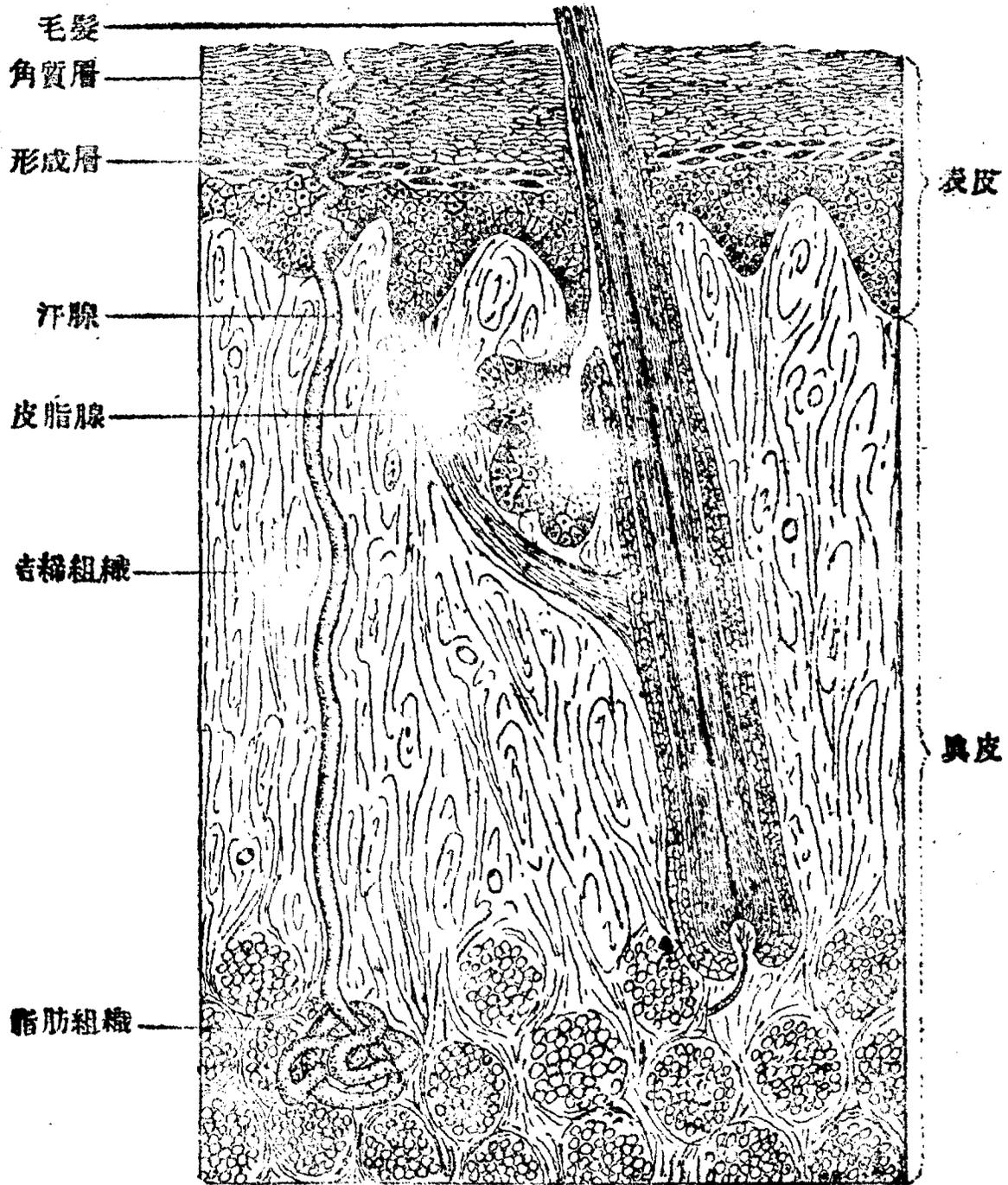


圖84 人的皮膚剖面圖

驟變顏色，如在雨蛙然。

脊椎動物的真皮下面，常具皮下層(subcutis or subcutaneous layer)的構造，惟與真皮不易剖離。此層為疏鬆的結締組織編組而成，其中纖維交叉似網，網間富含脂肪組織，是即組成皮脂層。此層足防體熱外散以維體溫；其在肥胖人的體中，恆特發達。

脊椎動物的皮膚，或有局部經特化而變堅硬者。硬化的部分或僅由表皮所成，例如鳥喙、蛇鱗、以及哺乳類的鈎爪(claw)、扁爪(nail)等；或則由表皮及真皮二部所合成，例如魚鱗、龜甲等。至若鳥羽、獸毛等，其構造的大部均係由表皮所變成，而突出於體面。

表皮中的細胞或有陷入於真皮內而變為皮膚腺(integumentary gland)者。例如蛙的黏液腺(mucous gland)，功能潤皮；鳥類的尾脂腺(uropygial gland)，用供塗羽。哺乳類的皮膚腺特為發達，有汗腺(sweat gland)、皮脂腺(sebaceous gland)及乳腺(mammary gland)等的分化。汗腺功能排汗，且能調節體溫。汗的成分，大約水占99%，餘為尿素、尿酸、脂肪酸、無機鹽及二氧化碳等，惟含量均甚微少耳。汗腺幾乎布滿於人體皮面各部，尤以手掌、足趾及腋窩等處為數最多。皮脂腺往往依傍毛髮而生，功能分泌皮脂，用以潤澤皮膚及其外面所生的毛髮，為天然置用的護髮油；並能防阻液體、細菌、及其他有害的物質之侵入內部。他如乳腺、淚腺(lachrymal gland)、睫腺(tarsal gland)、耳聾腺(ceruminous gland)等，均屬上述二種腺的變形構造，以供特殊的功用。乳腺的發達係為哺乳動物之一種主要的特徵，藉以分泌乳汁，以哺幼兒。

## 第二十章 骨骼系統

此系統的主要功用，前已述及，即在支持及保護體軀。凡體中較爲堅硬的構造，均隸於此。

無脊椎動物的骨骼，已如前章所述，非成於體壁中，即包被於體壁的表面；其位置悉在體的外部，因恆統稱爲外骨骼(exoskeleton)。

至於脊椎動物，其體中除具外骨骼外，尚有內骨骼(endoskeleton)的形成；茲分述之如次。

I. 外骨骼 包括龜甲，鳥嘴，魚、蛇等的鱗片，貓、犬等的銳爪，牛、羊、等的角蹄等等。舉凡諸種構造，有由表皮硬化所成者，有由表皮與真皮所合成者；前者悉屬角質，而後者則爲骨質。單就鱗片而言，蛇類所具者顯係角質的構造，而魚類所具者則屬骨質，故較堅厚。

II. 內骨骼 脊椎動物體中所具的內骨骼，除司支持功用外，尚可供爲體內肌肉的依附，使能行使其運動的機能。內骨骼更可別爲二部，分述如次。

(甲) 樞軸骨骼(axial skeleton) 是爲動物體主軸的骨骼，以頭骨(skull)與脊柱(vertebral column)爲其主要部分。

A. 頭骨 更可大別爲下列二部。

1. 腦殼(cranium) 爲多數扁形骨片所組成的箱狀構造，用以保護腦及特殊感覺器官，如眼、鼻、內耳等。腦殼的後面具有枕骨髁(exoccipital condyle)，其數或僅單一(爬蟲類、鳥類)，或爲成對(兩棲類、哺乳類)；其功用乃在連接脊柱。頭部藉此關節，得營俯仰及左

右回旋的動作。

2. 口咽骨骼 (visceral skeleton) 位居腦殼下方, 構成消化管前端的骨架, 例如口旁的上下顎骨, 支舌的舌弧及支咽的鰓弧等等。

B. 脊柱 大多數脊椎動物, 其胚體初具脊索, 及長遂漸退失而代之以脊柱。脊柱位於軀幹的背側, 由頭後而直達於體的後端, 為多數椎骨 (vertebra) 前後互結而成, 每一椎骨通常具有下列諸部。

1. 椎體 (centrum) 形圓而微扁, 為椎骨的中心構造。

2. 椎體的背面具有一對突起, 曰脊髓突 (neural process)。此二突起左右相合而成為脊骨髓弧 (neural arch)。弧中的椎孔 (vertebral foramen), 前後相連而成為脊管, 或曰椎管 (vertebral canal);

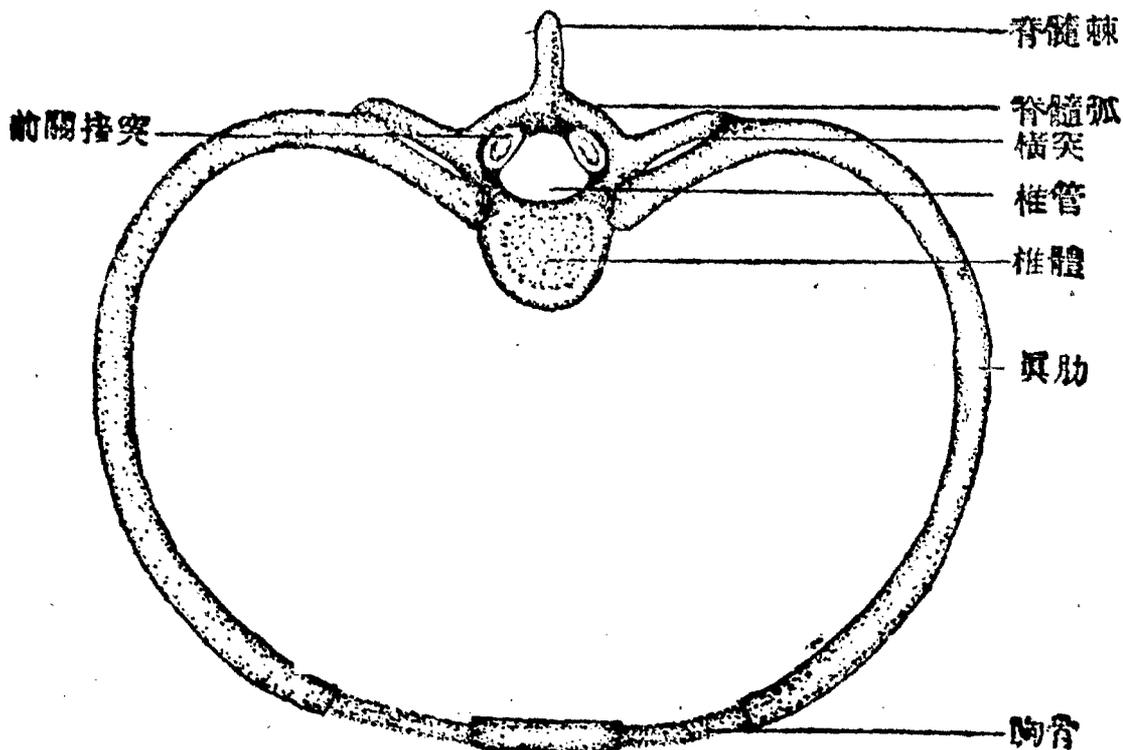


圖 87. 椎骨構造圖

管內包容脊髓(spinal cord), 脊髓弧背面的中央更具直立的棘狀突起, 是稱脊髓棘(neural spine)。

3. 椎體的腹面亦生突起一對, 曰血管突(haemal process)。在魚尾中, 左右二突起恆相併合而成一弧, 稱血管弧(haemal arch), 其內藏有血管, 故有此名。血管弧的腹面亦有直立的棘突, 稱血管棘(haemal spine)。血管突之在魚體他部者, 悉係左右分開, 而不成弧, 是謂血管肋骨(haemal rib), 亦稱魚肋(fish rib)。魚肋在高等脊椎動物體中, 幾全退化。

4. 橫突(transverse process) 數或一對或兩對, 發自椎骨的左右兩側。

5. 前後關節突(pre- and post-zygapophyses) 各一對, 分據脊髓弧的前後兩面。椎骨藉此可得前後互相銜接, 且得易於轉動。

魚類以上的諸類脊椎動物, 均具有真肋(pleural rib), 與上述的魚肋, 截然不同。真肋左右成對, 形常彎曲如弓, 其頭端接於椎骨的橫突, 而尾端或係游離, 或則連接於胸骨(sternum)。胸骨魚類缺之; 其在他類脊椎動物, 均居胸部腹面的正中處。鳥類的胸骨特為發達; 其前面中央部更具龍骨突(keel), 善劈空氣, 且供為動翼肌肉依附之用。

高等脊椎動物的椎骨, 常可分為頸椎(cervical vertebra)、胸椎(thoracic vertebra)、腰椎(lumbar vertebra)、薦椎(sacral vertebra)及尾椎(coccygeal vertebra)等五種。頸椎的最前二枚, 即所謂寰椎(atlas), 與樞椎(axis), 形恆特異, 而與前述的枕骨髁互相關接。哺乳類的薦椎, 常相併合而成為薦骨(sacrum), 用以支持腰弧。尾椎

中亦有互為癒合而成為一骨者，例如人的尾骶骨 (coccyx)，鳥的尾綜骨 (pygostyle) 及蛙的尾幹骨 (urostyle) 等。

(乙) 附肢骨骼 (appendicular skeleton) 統括支持附肢的骨骼。脊椎動物的附肢，可別為下列諸種。

A. 中央附肢 (median appendage) 均為鰭 (fin) 狀，因稱為奇鰭 (median fin)，常見於魚類。奇鰭的位置每有不同，致有脊鰭 (dorsal fin)、尾鰭 (caudal fin) 及臀鰭 (anal fin) 等的分別。各種奇鰭的骨骼，均屬大同小異；由內而外，通常可別為三組如次。

1. 鰭基骨 (basale) 支持鰭的基部
2. 鰭輻骨 (radiale) 支持鰭的擴張部，是即通常所見的鰭刺 (fin ray)。

肩 弧	腰 弧
肩胛骨 (scapula)	腸骨 (ilium)
鎖骨 (clavicle)	恥骨 (pubis)
喙狀骨 (coracoid)	坐骨 (ischium)
以上三骨的相接處，均有深窩，曰肩臼 (glenoid cavity)，以關節前肢的骨骼。	以上三骨的相接處，亦具深窩，曰腰臼 (acetabulum)，以關節後肢的骨骼。 在人體中，上列三骨均相癒合而成無名骨 (innominate bone)；左右的無名骨相接而構成一環，名曰骨盆 (pelvis)。

3. 鱗角棘 (actinotrichium) 是係角質纖維，為數甚多，恆集成束狀，以支鱗緣；於軟骨魚類特形發達。

B. 成對附肢 (paired appendages) 其中骨骼括有下列二部。

1. 肢弧 (girdle) 有肩弧 (pectoral girdle) 與腰弧 (pelvic girdle) 之別。各個肢弧通常均由三對硬骨所成，如上頁表中所示。

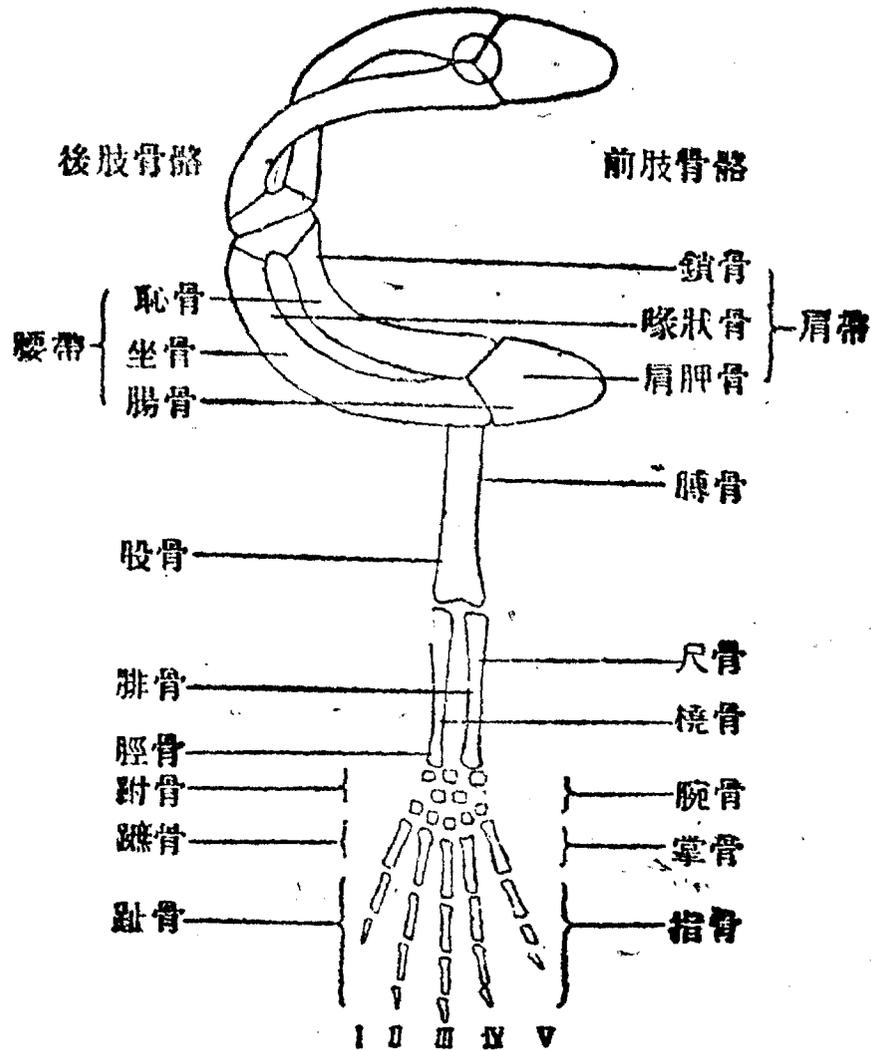


圖 88 脊椎動物附屬骨骼模式圖

2. 附肢骨骼 脊椎動物所具的成對附肢計有二對；其在魚類者稱為偶鰭(paired fins)。偶鰭有胸鰭(pectoral fin)與腹鰭(ventral fin)之別；其內部所具的骨骼，與奇鰭殆皆相同。至於較為高等的脊椎動物，其所具的成對附肢悉屬五趾型(pentadactylous)的脚(leg)或其種種變形構造，如鳥翼、人手、鯨鰭等等。成對附肢因其位置前後的不同，更可別為前肢(fore limb)與後肢(hind limb)。前後肢的形狀與功能雖多差異，然其根本構造則均相似。茲將肢中各部所具的骨骼，列表示之如次。

前肢的部分	骨 名	後肢的部分	骨 名
上臂或肱部 (upper arm)	肱骨(humerus)	大腿或股部 (thigh)	股骨(femur)
下臂或前臂 (forearm)	橈骨(radius) 尺骨(ulna)	小腿或脛部 (shank or crus)	脛骨(tibia) 腓骨(fibula)
手 (manus or hand)	腕(wrist)	足 (pes or foot)	踝(ankle)
	掌(palm)		跗(sole)
	手指(finger)		趾趾(toe)
	腕骨(carpal)		跗骨(tarsal)
	掌骨(metacarpal)		跖骨(metatarsal)
	指骨(phalange)		趾骨(phalange)

上臂與下臂間的關節，恆稱曰肘(elbow)；大腿與小腿間的關節，則稱曰膝(knee)。多數哺乳類動物，其膝部具有膝蓋骨(patella)，是乃由韌(tendon)骨化所成，特稱為韌性骨(sesamoid bone)。

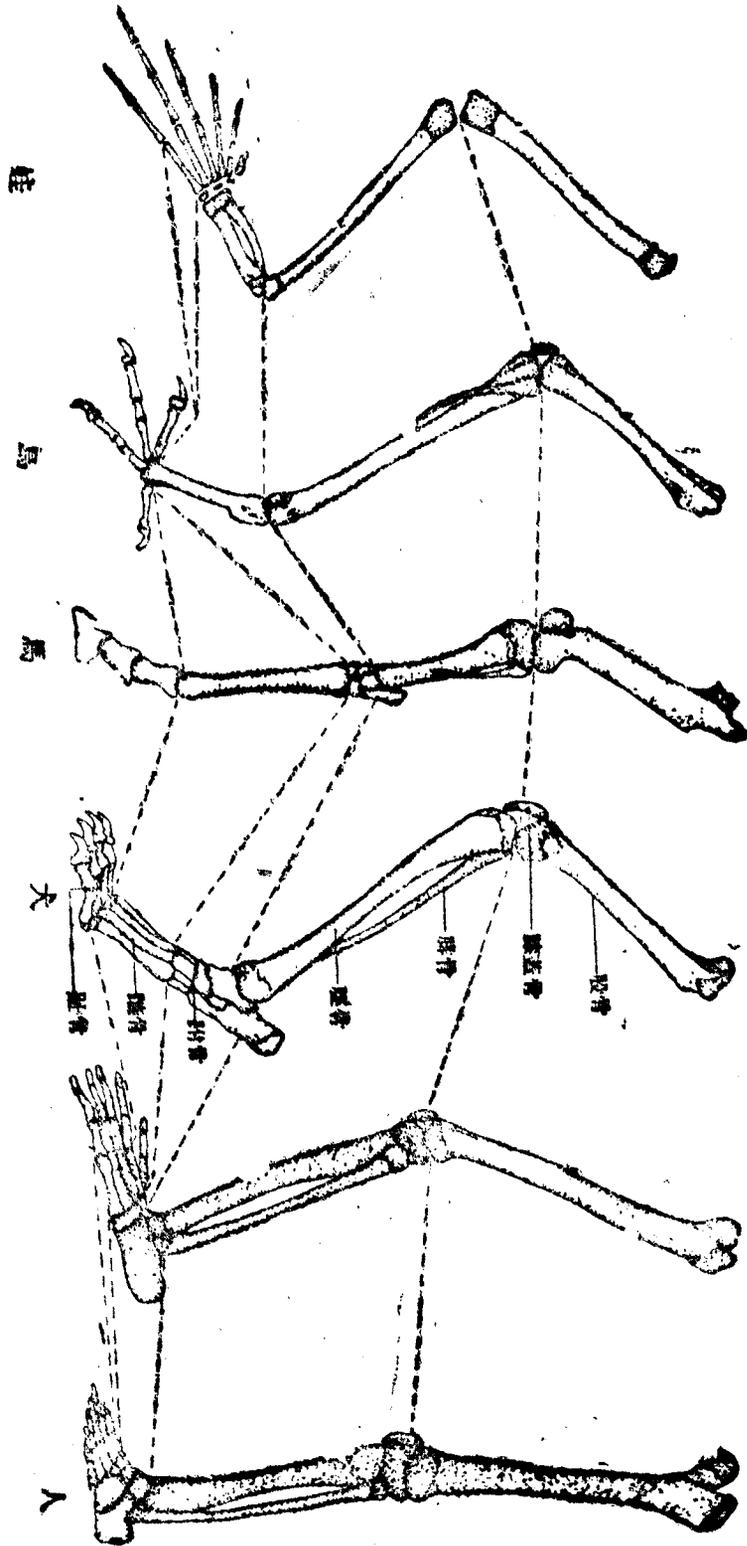


圖83 脊椎動物肢體骨骼的比較

### 第三組 動物的運動

動物除少數固着的種類外，概能移動其位置，是為動物別於植物之一種顯著的特徵。至於運動的器官與方法，種別繁夥；下自偽足、纖毛、鞭毛以至於剛毛、管足、肉足、腕、步腳及鰭、翼等等，足供匍匐、步行、跳躍、游泳或飛翔等各種不同的運動。凡司運動的諸種構造，在單細胞動物者，其運動機能悉係發源自體中的一般原形質；及至後生動物，則大都係藉肌肉及其所依附的骨架，以司移動及體中局部的動

## 第二十一章 肌肉系統

此系統的功用，係司運動，既如所述。下等動物如水螅等，其體中時或具有肌絲(myofibril)的構造，能營收縮作用。至於蠕形動物，其肌肉則頗發達；例如蚯蚓，其體壁具有縱橫二種肌肉，由其伸縮而全身得以移動。棘皮動物具有特殊的肉質器官，稱曰管足，兼任運動、呼吸及感覺等機能。軟體動物的肉足，大都亦為肌肉所組成；此類動物尚具有閉殼肌(adductor muscle)、收足肌(retractor muscle)及伸足肌(protractor muscle)等，均附着於外殼以營其運動的機能。節足動物的肌肉，極其發達，或生於內臟壁中，或附着於皮殼內面，以司種種運動。

脊椎動物的肌肉，因其構造與功用的不同，可分為以前所述的三種，即平滑肌、橫紋肌及心臟肌等是。心臟肌主司心臟的跳動，其構造與他種肌肉稍有不同，前亦述及。平滑肌職司內臟的運動；例如消化管，其壁中通常有環狀肌、與縱狀肌，二者交互收縮而成所謂蠕動現象，與消化作用具有密切的關係，前文業已略述。至於橫紋肌，則均依隨意志而行收縮；例如魚鰭、鳥翼以及兩棲、爬蟲等類的步腳

等，均屬具有橫紋肌的運動器官，以爲游泳、飛翔、爬行、跳躍等各種不同的行動方法。此種肌肉均附着於骨骼上，利用其與骨骼的槓桿作用，而營其運動的機能。

凡由隨意肌所成的運動器官，均與神經末稍相聯絡，所以輒受神經中樞的支配，而作適合於一定刺激的運動。至於平滑肌及心臟肌，其動息雖與意志無關；但交亦受感神經系所調制，而起收縮運動。

高等動物體內的肌肉，數甚繁多，且均有一定的排置，組成複雜的系統，讀者欲知其詳，可稽專書。

#### 第四組 動物體的協調作用

高等動物體係由多數的組織與器官所構成，此等構造雖各有專司的機能，然其彼此間均須互相聯絡協調，藉以維持全體的生活，且能保持體中生理作用的平衡狀態，使各部的生長勻整，代謝作用調和不紊。體內諸器官組織間若無統理的方法，則勢必不能行使其生活上的機能，猶如兵失其帥，國失其主，究不能成爲完整的物體。動物體中各部互相聯繫的方法，約有下列三種。

1. 機械性的聯絡 (mechanical connection) 係賴結締組織以及細胞間互通的胞間絲，聯繫各細胞組織，使其不至離散。

2. 神經的統御 (nervous control) 由神經系統司其職務。神經密布全身，無微不至；全體各部均受其支配調節，使能隨宜適應，以完成統一調和的生活。

3. 化學性的關聯 (chemical correlation) 由體中的內分泌系統，司此機能。動物體中所產的諸種內分泌，係隨血液循環而分配於全體各部，功能抑制或促進一定器官的作用；是以相隔遙遠的器官，其彼此間聯視之似無關係，實則每得藉內分泌作用，而互相聯絡。此種內分泌作用，若與神經作用互相比較，則前者反應雖稍遲緩，但極有持續性，而後者雖甚敏活，但較易於疲勞。此二作用往往具有密切的關係，而呈種種複雜的現象。

## 第二十二章 內分泌系統

此系統包括體內所有的內分泌腺，各內分泌腺，已如前文所述，均不具導管；其所產的分泌物，非直接輸入血中，即間接由淋巴而送於血，由此而循流至體中各部。內分泌的主要成分，通常稱為刺激素 (hormone)。此名詞係源出於希臘文，含有喚醒興奮的意義。內分泌的功能雖極繁複玄妙，各不相同；然各內分泌均賦與血液以特殊的刺激素，由化學作用喚起一定的組織器官，抑制或促進其一定的機能，或竟使之顯現特殊的變化，或發生特殊的作用，時或更能應一部的變化，而得喚起他部必要的變化而行適應。體中諸部因各內分泌的適當刺激，而得協調一致，共謀全身生理作用的均勢發展。

脊椎動物的內分泌腺，以今所知已屬不少，就中有幾種其內分泌的機能，迄

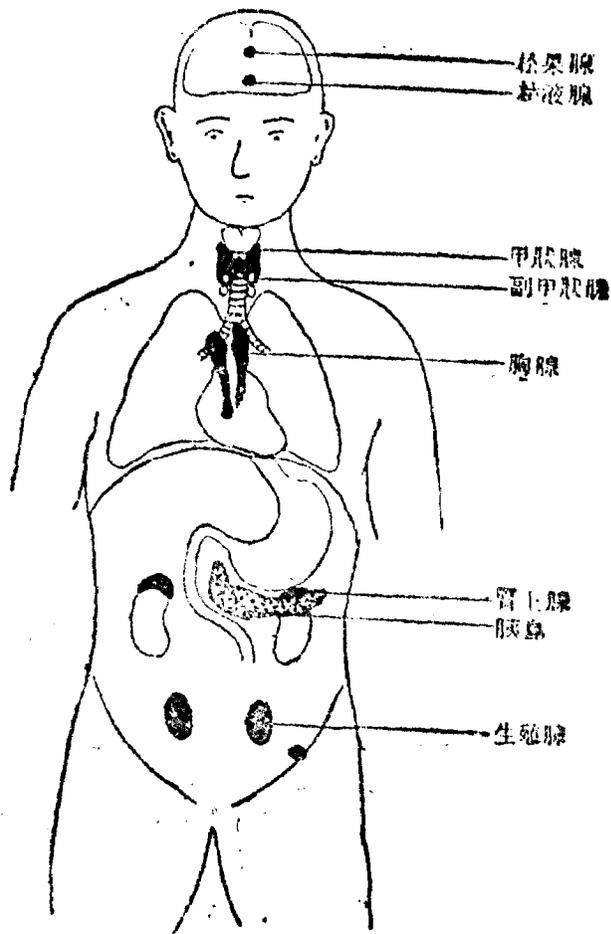


圖 30 人體中的各種內分泌腺

今尚屬疑問或尚未確詳者；又有幾種除產內分泌外，尚具外分泌的作用者，是即以一腺而兼兩用。各內分泌腺的形態及位置等，雖恆隨種而異；但其生理上的功能，在任何脊椎動物體中，悉相類似。茲就人體中較為主要的內分泌腺，略述其梗概於下文。

I. 甲狀腺 (thyroid gland) 此腺位於喉部的前方，甲狀軟骨的兩側；形似蹄鐵，可分為左右兩葉，其間有狹窄的部分聯繫之。此腺產出的內分泌，即所謂甲狀腺素 (thyroxin,  $C_{15}H_{11}O_4NI_4$ )，含碘頗富，功能支配蛋白質的代謝作用，以應體中生理上常在變化中的各種需要，為身體發育、分化及各組織適當活動所不可或缺的物質。辜塔納羅 (Gudernatsch)

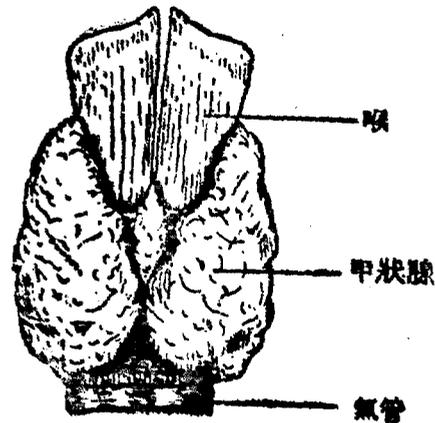


圖 91 甲狀腺

氏曾以此素餵養蛙類蝌蚪，結果蝌蚪變態特速，未達平常體大時，即已變為小形的成蛙，是足明示甲狀腺素對於體中各器官的分化，均具有密切的關係。甲狀腺的機能若有變態，立即影響全體。茲就甲狀腺機能衰退及亢進時所發生的各種症狀，分述如次。

A. 甲狀腺機能衰退症 (hypothyroidism) 甲狀腺若遭萎縮，抑或其分泌不敷體中需用時，勢必減退全體代謝機能，因而發生下列種種缺損症狀。

1. 厚皮症 (myxedema) 患者全身皮下的結締組織中，充以黏液而現強硬抗壓性的浮腫，因名厚皮症。其皮面變甚粗皺，呈灰白色；皮質亦變乾燥，而易於破裂；毛髮、指甲等，均易於脫落；發汗減

少，或付缺如；顏面因頰顎腫脹，眼臉下垂，鼻端與口唇均變肥厚，致成怪醜貌態。不僅若是，實則體中一切器官皆起營養障礙，肌肉衰弱發顫，言語動作日見遲鈍而缺氣力，性情柔懦寡斷，神經癡笨不靈，記憶薄弱，性慾亦復減退，對於事物全不關心，日惟嗜睡懶動耳。

## 2. 克列汀病或曰癡呆症(cretinism)

此種病症在阿爾卑斯 (Alps) 山地一帶患者特多，大概由於甲狀腺的先天缺損而生。其症狀比前述的厚皮症更為劇烈；非僅皮膚發腫，失其彈性，且其肉體與精神的發育，均受阻礙。骨骼發育停頓，尤其為四肢骨，因成矮弱的侏儒。其顏貌呈現特種的醜態。生殖器持續



圖 92 癡呆症

為童型，性徵亦不發達。至於精神，則甚萎靡不振，心智笨拙不靈，感覺運動皆是遲鈍，言語不明，行動不便，因呈白癡狀態。

前述二病的療法，即在增強甲狀腺的機能，或彌補甲狀腺素的缺乏。患者若以磨碎甲狀腺所得的液質，注射其體，或使食甲狀腺製劑，則奏效甚速，舉凡所有劇烈症狀，霍然減退而漸恢復常態。是即所謂臟器療法(organotherapy)，為近代醫學上一種重大的貢獻。

B. 甲狀腺機能亢進症(hyperthyroidism) 甲狀腺素如分泌過於人體的所需，即漸引起與前所述恰成相反的症狀。一般物質代謝異常亢進，全身因變羸瘦，體重銳減，體溫上升，心搏增速，呼吸急促，手足以及全身常發顫動，皮膚變為溼潤多汗，且易脫毛，神經異

常過敏，行動焦躁，思想飄忽如矢，感情易於轉變，甲狀腺發腫而呈瘤狀，眼險裂開而少瞬目，終則眼球突出，呈怒視狀，因稱突眼甲狀腺腫(exophthalmic goiter)，或稱曰格氏症(Graves' disease)，即俗所謂鵝喉症。

內地高原，其土壤與水均缺碘質，且因距海遼遠，不易購得富含碘質的魚類或其他海味，故該處居民常因缺碘之故，而發生甲狀腺腫(simple goiter)。此病的症候，即為喉部腫脹，別無其他病態，是與上述突眼性甲狀腺腫，判然不同。其發生的原因與水土顯具關係，故恆限於一定地方，如在臺灣內地，北美洲的大湖區域，瑞士及喜馬拉雅山的高原一帶，故亦稱為風土性或地域性甲狀腺腫(endemic goiter)。



圖 13

突眼性甲狀腺腫的患者

II. 副甲狀腺(parathyroid gland) 常有二對，其形均小，緊接於甲狀腺的後面兩側，時或包埋於甲狀腺的組織中。此腺功能調節髓中鈣質的代謝作用，是以對於骨骼、牙齒等的發育，以及肌肉的活動，均具有密切的關係。

副甲狀腺若機能減退，則鈣質代謝失調，血中鈣量減低，骨與牙齒因缺鈣質，以致發育不良，變為酥軟，肌肉組織亦常因而發生一種不自然、不規則而且不隨意的急性顫抖，異常疼痛，是即所謂痙攣症(tetany)，或有致命之虞。有謂痙攣症的發生非由缺乏鈣質所致，乃因血液中所含脲質(guanidin)毒素的增加。若然，則副甲狀腺除調節鈣質代謝作用外，尙能消除或抵抗血中所含的特種毒質。

在動物試驗上，若用人工將動物的副甲狀腺摘出；則鼠類於二日之內，犬、貓等經十四日左右，均發生強度的痙攣而死。然當此類動物發病時，若將其他動物的副甲狀腺移植於其體內，或注射以副甲狀腺的製劑，則其症狀立見減退。

III. 胸腺 (thymus gland) 位於胸腔上方，心臟的基部。當幼年時期，此腺特為發達；及至十五歲前後，漸就萎縮，終留少許腺件而已，因常稱為童腺 (gland of childhood)。

胸腺功能製造白血球，已為學者所公認；但其內分泌的機能，迄未確悉。就一般情形而言，此腺對於身體的生長，尤其骨骼及生殖器的發育，容或具有相當的關係。哺乳動物如將其胸腺早期割除，常可發見下列種種症狀：

1. 全身發育為所阻止，骨骼尤然；骨質硬化不全，因變脆軟，且易於折斷。管狀骨不能充分伸長，體格因變矮小。
2. 生殖器以及性徵的發育，均被障礙。脾、胰等反漸腫大。
3. 精神遲鈍，肌肉薄弱，運動感覺因均遲滯，而成為胸腺性白癡狀態。

上述各種症狀，雖與胸腺的割除，似有相當的關係。但因割除手術上的種種困難，迄未完全證實，不能視為斷論。

前文所提的辜 (Gudernatsch) 氏，亦曾用胸腺飼養蛙類蝌蚪，結果蝌蚪生長碩大，但其體內諸器官分化遲緩，歷久仍呈蝌蚪的形態，而不變為成蛙。據此可知，胸腺功能延緩或抑制體中各器官的過度發達與分化，使兒童得能久持其童態。此種機能適與甲狀腺素的作用，互相反抗；人體抑或即藉此種相抗，而得支配及調節其體內各器

官的發達與分化。

IV. 松果腺(pineal gland) 見於間腦的蓋膜上。在鱷蜥(*Hatteria punctata*)及圓口類等,此腺具有眼狀的構造,露出於頭上,特稱為松果眼(pineal eye)。人的松果腺,幼時頗為發達,通常七歲左右已漸縮小;至成人時,則全退化,僅留微跡耳。

松果腺的功用久未闡明,古昔悉以此腺為靈魂歸宿之所;近來內分泌學發達,始知其有特種內分泌的產生,人當幼時,此腺若遭損傷,抑或機能衰落;則年齡雖幼稚,而體軀生長特著,生殖腺(germ gland)發達特早,性徵亦急遽早熟,貌似成人,男子生鬚,聲音早變,女性亦忽見其乳膨大,因成早熟症狀。由此可知松果腺在幼年時,功能適度抑制生殖腺及性徵的發育。年齡遞進,此腺漸行退化,而生殖腺及性徵始得循規發育;至成人體內,松果腺殆無所用。

在動物試驗上,將幼小雄雞的松果腺摘出,則生殖腺及性徵均比平常雄雞發達特速,而尤以睪丸及雞冠的肥大為最顯著。此種結果是否真確,尚待更多的實驗證實之。蓋松果腺因其位置關係,欲將其割除而不傷及隣接的腦質,殊屬不易。

松果腺對於生殖腺的發育具有抑制的作用,已如上文所述。但是近來有人曾用松果腺的製劑,飼養貓、兔、豚、鼠等;所有雄性受試的動物,其生殖腺既無萎縮的現象,而發育竟乃反見增進。因是之故,有謂松果腺機能的亢進,亦能引起早熟現象。一般生理學家所得的結果,常相矛盾,而難得有一種確立可靠的結論。

V. 黏液腺(pituitary body) 黏液腺係附於間腦底面,曠昔以為鼻的黏液,係由此腺分泌而成,故誤題此種名稱。黏液腺更可分為

下列二種構造，二者的組成既相異趣，而其機能亦不相同，茲分述之於下。

A. 垂腺(hypophysis) 此腺包括黏液腺的前葉(anterior lobe)及中葉(median lobe)。其所分泌的垂腺素(tethelin)，功能促進身體的生長以及骨骼與生殖腺的發育。其機能在幼時若不健全，則身體的發育輒受障礙，而持續童型的體格，是謂嬰形症(infantilism)，或侏儒症(dwarfism)；同時生殖器官的發育，亦受抑制，以致體雖長成，而其生殖器官仍止於幼時狀態。此種作用，與前述松果腺的機能似恰相反。

垂腺在幼年時若機能亢進，則全身骨骼特形伸長，肢骨尤甚，因成異常魁昂的畸軀，是謂巨大症(gigantism)。垂腺若在成年期發生機能亢進，則骨骼雖不再伸長，但身體末梢各部的骨骼，尤其以面部的鼻、唇、頰頰等，以及四肢的指、趾等，均變異常腫脹，致成一種醜陋的體態，是謂末端巨大症，或曰厚骨症(acromegaly)。

B. 漏斗腺(infundibulum) 此腺係由黏液腺的後葉(posterior lobe)所組成。其分泌物的主要功用，乃在刺激體中各種平滑肌，故能加強末梢血管的收縮，增高血壓，又能促進乳汁的分泌，增

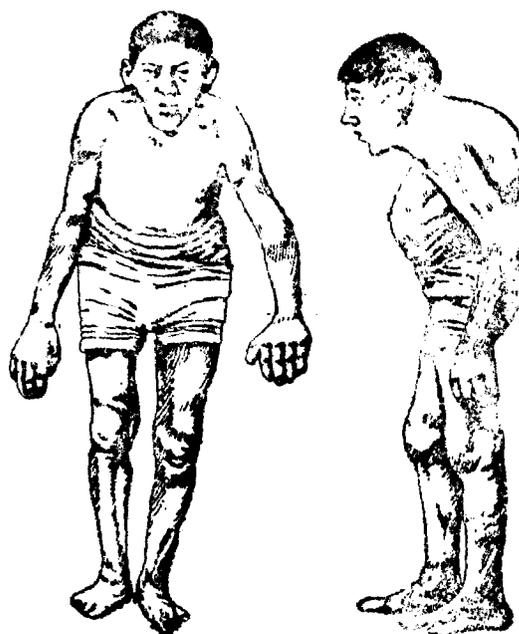


圖 91 患厚骨症者，注意其手足，趾部及其軀體的體態。

加子宮、膀胱及腸管等的收縮性。近來產科方面往往應用此腺的抽出品，配製為催產劑，使難產的孕婦，可得易於分娩。

漏斗腺如遭損壞，常引起尿崩症(*diabetes insipidus*)，其特徵為多尿、熱渴及多飲等症狀。此外有謂漏斗腺對於醣類的代謝作用亦有關係。功能調節脂肪的形成；其分泌不足時，或可引起彌漫性或局限性的肥胖症。

VI. 腎上腺(*adrenal gland*) 計一對，左右各一；其在人體，係附於腎臟的上端，如覆帽然，是以得名。每個腎上腺係由發達、構造及機能全然相異的內外二部所組成：外曰皮部(*cortex*)，內曰髓部(*medulla*)，茲分述如次。



圖 95 腎上腺

A. 皮部 此部具有何特殊機能，迄今尚未確實明瞭，但似乎並非單純而甚為複雜。從前謂其具有一種解毒作用，能中和肌肉運動所產生的毒質。至今已知其含有一種內分泌，稱皮質素(*cholin*)；其詳雖未確悉，但其作用據一般觀察，係與後述的腎上腺素相反，有擴張末梢血管，降低血壓的機能。在魚類體中，腎上腺的皮部與髓部，係各自分開而形成獨立的器官。如將皮部的構造完全割除，則被實驗的動物難能保持其生命，不久必將麻痺而死；是以有謂皮質素係為生命絕對所需要，缺之不能生活。此素的重要，由此可知。

吾人有一種所謂愛迭孫氏症(*Addison's disease*)，其病態為身體虛弱，面容憔悴，肌肉衰頹而易疲倦，食慾缺乏，消化機能發生阻礙，血壓及體溫降低，血液量減或質衰，皮膚中沈積顯著的色素，外呈青銅色的斑點，因又名曰青銅病(*bronze disease*)。患此病者終漸

陷於羸瘦、昏腫及癩瘰而至於死。此症現尚難醫；究其原因，似係由腎上腺皮部機能不全所致。有謂黑種人皮膚的顏色，或亦由於此部內分泌缺乏的緣故。

腎上腺皮部 若患癌腫或因其他原因，而致機能亢進，則往往形成所謂雄性症(virilism)。患者若為男性，輒成赳赳武夫；若為女性，則其情緒及心理作用均變非常剛強，且面生鬍鬚，顏貌呈現男子的氣概。

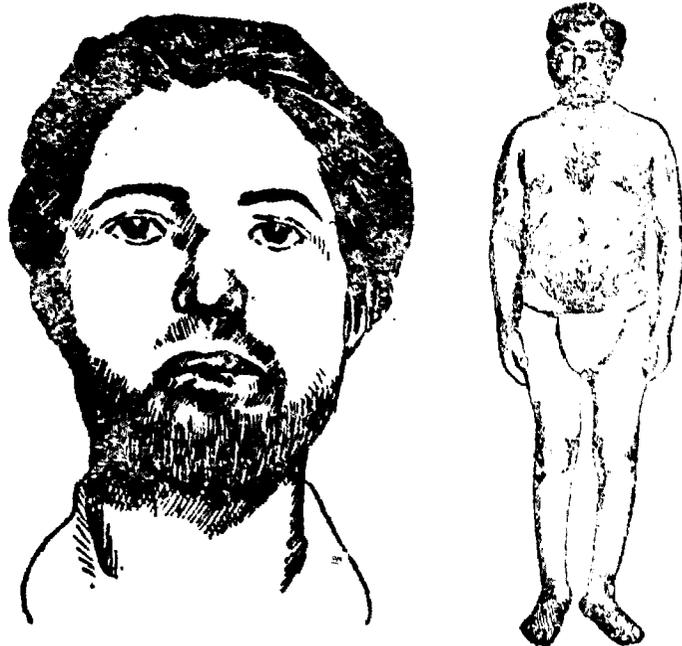


圖 90 患雄性症的男女。

B. 髓部 此部的內分泌，稱為腎上腺素(adrenin 即商名 adrenalin,  $C_{10}H_{16}NO_3$ )。其主要作用係為刺激交感神經的末梢。若以此素的少量，行注射於動物體內；則其所引起的影響，至繁且大。例如對於心臟，使其搏動加強；對於末梢血管，使起強度收縮，增進血壓，因使血流適宜；對於唾腺、汗腺等，使其興奮；對於胃、腸等的肌肉，使之弛緩，因而抑制其蠕動作用；對於瞳孔，使其放大；對於毛髮，使其豎立，對於肝糖，使其分解入血。總之，凡以交感神經作為制止神經的臟器，一經腎上腺素的作用，即現為制止現象；作為促進神經的臟器，即現為促進現象。腎上腺素，因其對於心臟及末梢血管，具有上

述特殊的機能，所以近來有將其抽出有效成分，製為藥劑，供為止血強心之用。

吾人當激怒、恐怖或臨危時，腎上腺素的分泌，輒較平常時大為增多，以致心跳變激，消化停頓，血中糖量增加，時或因而發生糖尿症，且皮發冷汗，毛髮豎起，皮下血管收縮，血壓因而增高，皮色亦因之頓變而異於平常。血液大多集中於心、肺、神經中樞及種種主要的運動肌等，是以輒能發出一種逾乎平常的神力。內分泌的機能，實屬不可思議！

腎上腺髓部若有變態，或謂亦能引起愛迭孫氏症。得此症時，皮髓二部通常均有病理的變化。

VII. 睪丸 (testis) 是係男性的生殖腺。法儒布拉文·舍卡 (Brown-Sequard) 氏，七十二歲時 (1889)，曾發表一種奇妙的實驗，謂彼曾將動物睪丸的抽出液注入己身，忽覺食慾增進，肌肉增加，腦力活潑，而性慾尤為強盛，飄飄然有返老還童之勢。氏遂以此證明睪丸之有內分泌作用。睪丸的內部實質，係由無數細精管 (semiferous tubule) 所組成；管內貯藏生殖細胞，管間填滿特種細胞，組成所謂間隙組織 (interstitial tissue)。睪丸中所產的內分泌，據近來實驗研究，乃知其係發自此種組織；其機能與男性之性徵及性慾的發達，均具有密切的關係。

雄性動物若在發育早期闕去其睪丸，勢必引起其性徵發達的變態，因而形成不男不女的現象。例如雄鷄若早期去勢，則雖成長後，其體格仍呈雛態，其肉冠、喉垂以及爪、距等均不能循規發達，且不報時，其性情亦蒙影響，既無性慾，又無公鷄之勇敢好鬪以及率領草

雌的狀態。

成長的動物若遭閹割，則其性徵以及生殖附屬器官 (accessory sex organ)、雖已發達，均遭退消，而性慾亦漸減弱，變成中性的狀態。雄性動物無論成長與否，一經閹割，其體中的代謝作用即漸減低，以致皮下脂肪蓄積，使體變肥而肉變柔；是以家畜家禽販賣，常用此法，使禽畜長得肥滿多肉。

雄性動物經閹割後，設以其自身或由同種動物尋來的睪丸，用手術移植於其體內；若手術奏功，則睪丸中的生殖細胞雖已消失，而其間隙組織仍盡行發育，於是雄性的特徵又皆恢復如初，且能循規發達。似此實驗不僅昭示生殖腺之能支配性徵的發達與其維持，且足證其所以能營如斯機能者，非由於神經的聯絡，乃由於間隙組織的內分泌作用。

就人而言，男子去勢在我國舊時已行之於太監；他國亦有行之於使役宮廷或供婦女使令的男子。歐美今日猶施之於癩痢犯罪之輩。男子若早期去勢，則成長後，皮膚柔軟纖弱；骨骼細小而持續童型；顏貌豐柔，鬚鬣不生；一般皮下脂肪逐漸增積，而尤以腹、臀等部特為顯著，外形因變酷似婦人；其喉部中的聲帶，雖至聲變時期，亦不見有若何發育上的變化，致其聲音高亢而澄澈，類似女子；至於性情方面，則變溫靜柔婉，舉凡男性所有的美德，如果敢、剛毅等，俱遭消失。

近時學者有謂由動物的睪丸製成的補劑，即如市上所售的賜保命 (spermin) 等，對於衰老、陽萎、神經衰弱等症，頗著成效，而能使全身精神返復童態；或謂注射甲狀腺抽出品，亦可舉還童 (rejuvena-

tion)的效果:凡此皆為內分泌的研究在醫學上的應用。

VIII. 卵巢 (ovary) 卵巢係雌性的生殖腺。人的卵巢內含多數顯氏泡(Graafian follicle); 泡中各藏一卵, 泡間略含疏鬆的結締組織。幼女的卵巢如被剔出, 則其他生殖器官的發育停止, 而女性特有的性徵亦皆不能發達: 乳腺退縮, 月經不潮; 時或面生鬍鬚, 聲音變調, 身體及骨骼的發育亦起變化。精神方面既無女性特有的溫情, 且

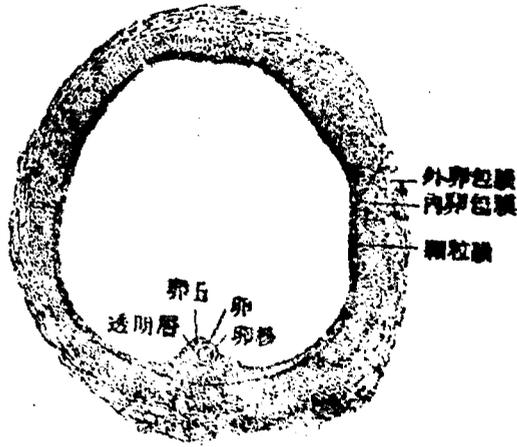


圖 97 人的顯氏囊(由 Arey)

易現出易熱易激的神經症狀, 並有憂鬱、恐怖、氣逆、不眠等傾向。成人的卵巢如遭割除, 則生殖附屬器官以及乳腺等雖已成就, 亦漸萎縮, 且月經停閉, 性慾亦隨而衰退。至於其他動物若將其卵巢摘出, 亦曾得有類似的結果。例如牝雞去勢後, 往往換取雄性的羽毛, 且有竟能生距而又能司晨者。閹過的動物, 若將其剔出的卵巢或同種動物的卵巢製劑, 移植於其體中; 則其生殖附屬器官可免萎縮, 而其他雌性的性徵亦復循規發育, 與普通的雌性無或稍異。

綜上所述, 足示卵巢之有內分泌, 功能宰制女性生殖附屬器官與其他性徵的發育, 以及生殖器的定期變化, 是以卵巢實為女性所不可或缺的構造。女子之所以為女性, 顯係卵巢內分泌的關係。至於卵巢的內分泌, 係由何部產出, 迄今尚未確定; 近來均信其係為顯氏泡的產品, 故特名之曰卵泡素(theelin)。

斯泰納氏(Steinach) 曾就多數幼鼠，將其卵巢移植於去勢後的雄鼠體內；此種手術若告奏效，則經相當時間後，竟使雄者雌化，而呈雌性的體型。又在閹過雌鼠的體內，移植睪丸，其結果竟使受試的雌鼠漸行雄化。外呈雄性的特徵，乍見似與普通的雄性無甚差異。其他學者就別種動物，如鷄、蛙等，亦曾獲得相似的结果。是以由生殖腺的人工移植，雄可雌化，而雌亦可雄化，足示所謂雌雄兩性的差異，實係起於睪丸與卵巢的不同耳。雌性與雄性所有的性徵，均係藉其生殖腺的內分泌作用，始克發達。且亦賴此而得以維持。

卵巢除產出上述的卵泡素外，尚具一種內分泌的機能。女子成年時，其卵巢中所含的顧氏泡漸次發育變大。充分成熟的顧氏泡 遂漸移至卵巢表面，旋行破裂，而排出其中所含的卵於腹腔中，是為排卵作用(ovulation)。卵排出時，卵巢中的毛細管必有被其所破壞者；是以既經排卵後的顧氏泡，其內恆滿充以血液，是稱為血體(corpus haemorrhagicum)。泡的周圍既而增生黃色細胞(luteal cell)，遞替血體而形成黃體(corpus luteum)。排出的卵，經輸卵管以至子宮，倘經受精成孕，黃體則特發達，形成所謂真黃體(corpus luteum verum)的構造；其中產出一種內分泌，功能刺激乳腺，使其逐漸膨大，以備授乳之用，並能促進胎盤(placenta)的形成，使胎兒得能循規發育。此種黃體在妊娠第十一週間，發育達於極度；其構造直至妊娠末期，仍存如初。

卵巢排出的卵，倘若不經受精，則卵巢中的黃體殆無所用，不久漸行萎縮，是可稱為假黃體(corpus luteum spurium)。黃體不論其為真性抑屬假性，終均歸於消滅，而代以白色結締組織塊，稱為白纖

維體(*corpus albicans*),

IX. 胰腺(*pancreas*) 此腺除產胰液供消化外,尚具一種特殊的構造稱為藍氏島(*island of Langerhans*)或曰胰島(*pancreatic island*),散於全腺的組織中,專任內分泌的作用。其所產的內分泌,稱為胰島素(*insulin*),功能調理醣類的代謝作用,使血液中所含的糖質,變為肝醣而貯藏於肝臟中,並能促進糖質在體內諸組織中的氧化,以供需用。

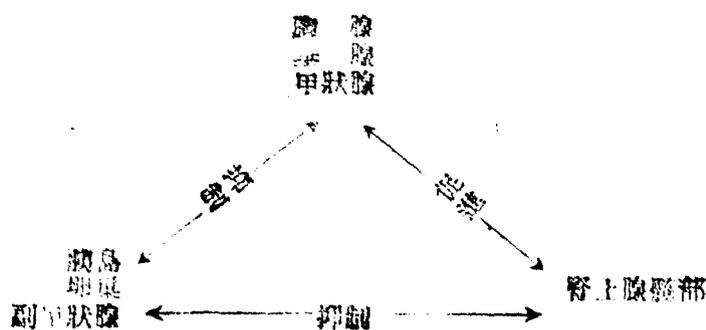
胰島的生理作用若發生障礙時,則肝臟貯藏糖質的機能頓形減退,而組織中醣類物質的氧化作用亦復減弱,於是血液中所含的糖質遂乃激增,轉腎入尿,因而形成糖尿症(*diabetes*)。患此病者若用動物胰島素的製劑治療之,立可奏效。

X. 腸黏膜(*intestinal mucous membrane*) 吾人十二指腸的黏膜,由近來動物實驗上的所得,乃知其中含有一物質,稱為腸泌素原(*prosecretin*)。食糜入十二指腸後,該部黏膜中所含的腸泌素原,經食糜的酸性作用,即變為腸泌素(*secretin*),移行於血中,而達於胰、肝等腺,使其分泌胰液與膽汁,送入腸中,以供消化食物之用。近時亦有謂腸泌素對於唾液、胃液、腸液等的分泌,以及尿液的排出,亦均具有促進作用。

除上述諸腺外,尚有其他種種構造如脾、胃、腎以及胎盤、乳腺、攝護腺(*prostate gland*)等,謂均具有內分泌作用;惟其詳確的證明,似須俟諸來日的研究。

內分泌腺的相互關係 體中諸內分泌腺,雖各有其特殊的功用,而其彼此間復能互相調節其機能,藉得保持全體生理上的平衡

狀態。內分泌腺彼此間的相互關係，可繪一圖式，示之如次



由上列之表，可知腎上腺髓部對於胰島、卵巢及副甲狀腺等，均具有互相抑制的作用。例如由腎上腺髓部所產生的腎上腺素，功能促進肝糖的分解，而胰島素則將其抑制。如將胰島除去，則腎上腺髓部的機能亢進，因使血液中的糖量增加，而發生糖尿症。反之，腎上腺髓部的機能若不健全，例如患愛迭孫氏症時，則胰島的機能亢進，糖類的代謝作用因特旺盛。二腺如斯互相調節，藉能支配體中所含糖類的代謝作用。

垂腺與生殖似亦具有頗顯作用。婦女於去勢後，可見垂腺腫大，而其機能亦漸增進，或竟因而引起厚骨症。懷孕時，垂腺亦屢呈同樣的變化，而發現所謂妊娠細胞 (pregnancy cell)。但若垂腺缺損時，卵巢與睪丸則均反見萎縮，而發育不全。

至於垂腺與甲狀腺，其機能上的相關亦頗顯著。垂腺機能亢進時所成末端巨大症，屢與突眼腫性甲狀腺腫俱現。又除去甲狀腺的動物，經一定時間後，其垂腺變甚肥腫；或摘出垂腺，甲狀腺亦因代償機能而漸增大。兩腺機能不全時，均能引起嬰形症。

如斯機能上的種種相關，不僅於上述諸內分泌腺間為然；舉凡

一切內分泌腺，決非單獨動作，而均須互相調節，而臻調和。其彼此間的互相作用，如失其平衡狀態，勢必引起動物體構造上或生理上的種種變態。

## 第二十三章 神經系統

動物體中大都具有神經構造，功能感受內生或外來的種種刺激，轉達由刺激所發生的神經衝動，並能啓發適當的反應，藉得調整體中各部及各種的活動，以共策全體一致的生活。

I. 無脊椎動物的神經系統 一般單細胞動物雖無專營神經機能的構造，惟其體內的原形質均能感受並反應種種外來的刺激。至若草履蟲等，其體中更具有特種微絲所組成的神經肌肉系(neuro-muscular apparatus)，兼司接受刺激及收縮作用，以行適應。

至多細胞動物，其體質均已漸經分化，因而形成特種細胞，以營神經機能。多細胞動物中之最下等者，如海綿之類，其皮孔及流出孔的周圍，均具有多數圍孔細胞(porocyte)，功能收縮，藉以支配孔口的大小。較為高等的動物，其神經系統概由多數神經原聯結而成。神經原的構造，前已述及，係為神經細胞及其突起所組成。腔腸動物的體壁中，散見有多數神經原，職司聯絡感覺細胞(sensory cell)，與所謂皮膜肌細胞(epithelio-muscular cell)，致能傳導感覺細胞所接受的刺激於皮膜肌細胞，使之發生反應。此等神經原更具有多數神經纖維互相聯接，而組成神經網；似此神經系，因缺中樞的構造，故其神經傳導，並無一定的方向，是稱散漫神經系(diffused nervous

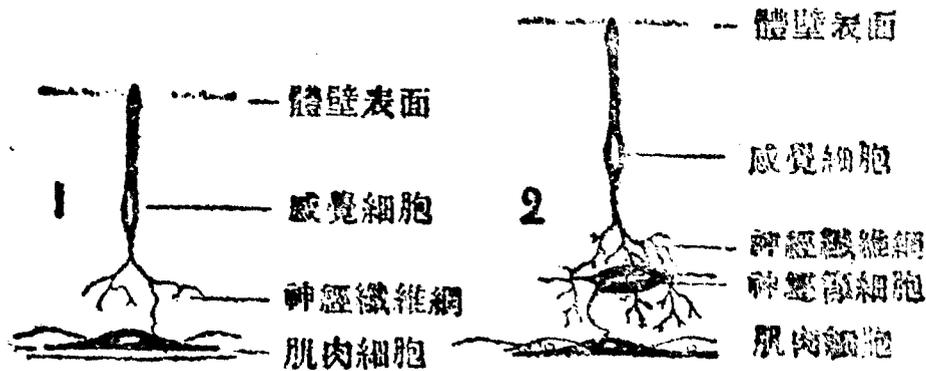


圖 98 1. 最簡單散漫神經系(腔腸動物)  
2. 稍複雜的散漫神經系、腔腸動物(由 Woodruff)

system)。至於其他高等動物，神經系的主要構造，始漸與體壁分離，而成爲神經中樞，包被於體內，俾得相當的保護。所有外來的刺激，均須傳至神經中樞，而後由此發令，以達諸反應器官，是即所謂集中神經系(concentrated nervous system)。扁形動物的神經中樞括有單個二裂神經節(bilobed ganglion)，位於體的前端。由此發出二神經索(nerve cord)，左右成對，縱走於體中；神經節與神經索均有多數神經纖維分出，蔓延於全體各部。圓形動物，其咽部周圍的神經節組織，分歧相連，因而形成環狀，稱爲神經圈(nerve ring)。蚯蚓的神經系統，較爲複雜；其構造大抵可分爲中樞與外周二部，略如次述。

A. 中樞神經系(central nervous system) 係神經作用的主幹部，爲一切刺激傳達的終點，及一切反應的出發點。此部括有下列諸種構造。

1. 咽上神經節(supra-pharyngeal ganglion) 位於咽部上方，

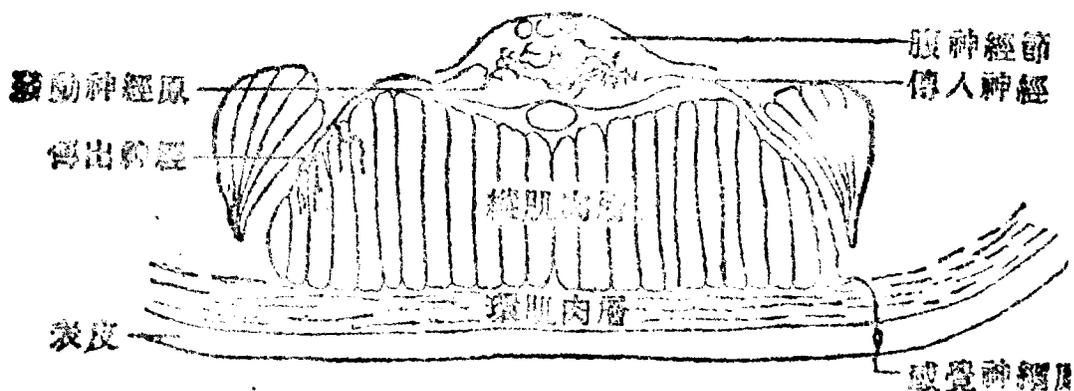


圖 39 蚯蚓腹神經索及鄰近諸構造之橫剖面，示一感覺神經原與一發動神經原所組成的反射弧(由 Woodruff)

故名；其構造原係一對，旋竟左右相併，而統稱為腦。

2. 咽神經 (circum-pharyngeal commissure) 僅一對，由腦的左右兩側，繞咽下行，而連接於咽下神經節。

3. 咽下神經節 (sub-pharyngeal ganglion) 原亦一對，合而為一，位於咽部下方。

4. 腹神經索 (ventral nerve cord) 此索係由左右二索合併而成，由咽下神經節，沿腹面中央後行，而直達於體的尾端。腹神經索於各體節中，均具有神經節的構造；各神經節雖均為成對的構造，但皆左右互相併合而為一。

B. 外周神經系 (peripheral nervous system) 係包括由上述中樞部發出的神經，分布於體中各部。此系的機能，乃在傳達外來的種種刺激於神經中樞，並傳導神經中樞所發出的命令於諸反應器官。

傳達刺激至中樞部的神經，恆稱為傳入神經 (afferent nerve)；因其係發自皮膚中的感覺細胞 (sensory cell)，故又稱為感覺神經 (sensory nerve)。傳導命令的神經，可稱為傳出神經 (efferent ner-

ve); 因其係發自神經中樞的發動細胞(motor cell) 故又稱爲發動神經(motor nerve)。感覺神經原(sensory neuron), 與發動神經原(motor neuron), 二者恆藉神經感接互相聯絡, 而組成所謂反射弧(reflex arc); 時更具有一種綜合神經原(association neuron), 介於感覺與發動二神經原之間, 供爲聯絡之用。反射弧的感應作用甚爲迅速, 一受刺激, 立即發出反應, 猶如光線照鏡, 立生反光一般; 是以此種神經現象, 恆特稱爲反射作用(reflex action)。蚯蚓的皮膚若以針刺之, 立見退縮, 即因反射作用的緣故。下等動物的動作, 大都屬此作用。

節足動物的神經系統, 與上述蚯蚓的情形略爲相同, 惟其神經節恆相前後合併, 而使神經機能較爲集中, 統制因而較易。高等無脊椎動物體中, 且具有交感神經系(sympathetic nervous system), 功能調制體中諸臟器的活動。

II. 脊椎動物的神經系統 脊椎動物的神經系統, 較之無脊椎動物特爲發達, 而其構造又甚繁雜; 然大別之, 亦可分爲中樞、外周及交感神經三部, 分述如次。

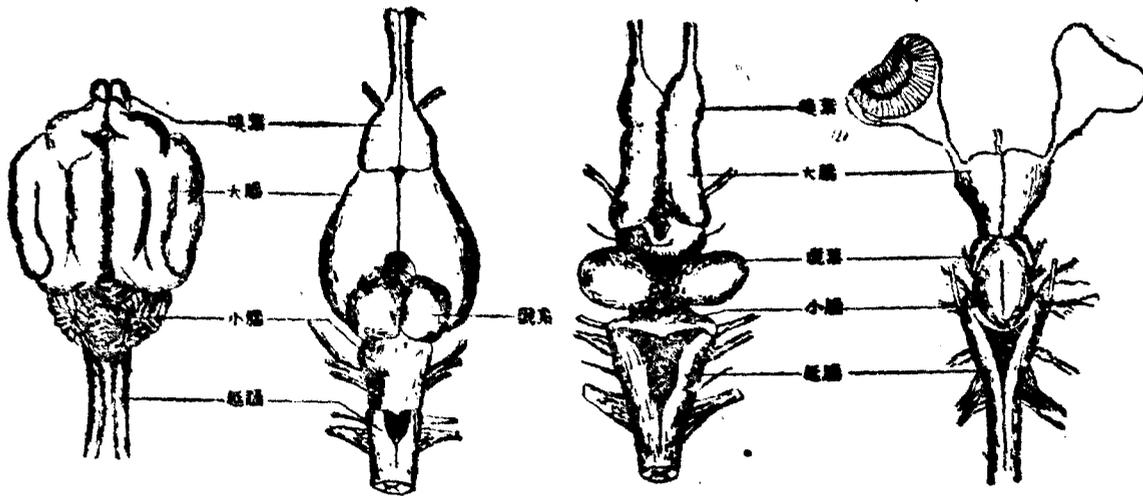
(甲) 中樞神經系 脊椎動物的中樞神經系, 其位置、構造以及發育, 與無脊椎動物均相異趣。蚯蚓、昆蟲等的中樞神經, 其大部係在體的腹面; 至於脊椎動物, 其中樞神經悉在背部, 且此部的神經組織漸向頭部集中; 而形成顯著的腦, 功能統制全身重要的精神作用, 是爲脊椎動物之一種主要的特徵。若就發育方面而言, 脊椎動物的中樞神經, 係由胚體上方中央的外胚層, 由外向內凹入所成, 因概呈管狀, 而內具腔(參閱第42章); 無脊椎動物的中樞神經, 雖亦係

由外胚層局部增厚所成，但概不及管狀，其內亦不具腔。

脊椎動物的中樞神經系，可分為腦與脊髓二部；茲分言之。

A. 腦 係藏於頭部腦殼之內，通常可分為下列五部。

1. 大腦(cerebrum) 呈橢圓形；其中央處自前至後有一縱溝，分之為左右二半球狀的構造，是稱大腦半球(cerebral hemisphere)。各半球內具小腔，即第一與第二腦腔(first and second ventricles)，或統稱為側腦腔(lateral ventricles)。大腦半球的前方，各具一嗅葉(olfactory lobe)，以神經連接於嗅覺器。此種嗅葉的構造，在下等脊椎動物為形特大，而在高等者則甚退化。哺乳類的大腦，其實質可



哺乳類

爬行類

兩棲類

魚類

圖 10. 各類脊椎動物的腦之比較

分為內外二部：內曰髓部(medulla)，成自白質，主由神經纖維所組成；外曰皮部(cortex)，成於富含神經細胞的灰質。大腦底面特具有多數橫行纖維集成的弓狀構造，稱為胼胝體(corpus callosum)，職司聯結左右二半球的皮部。近來學者由種種病理上的觀察以及實驗所

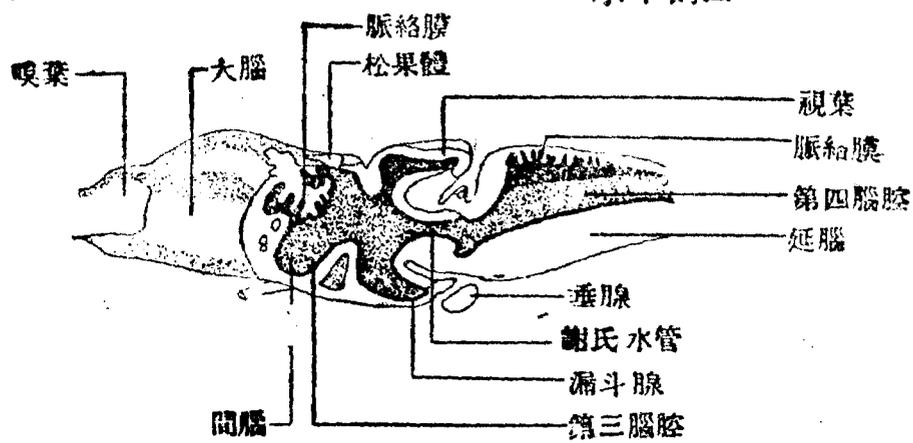
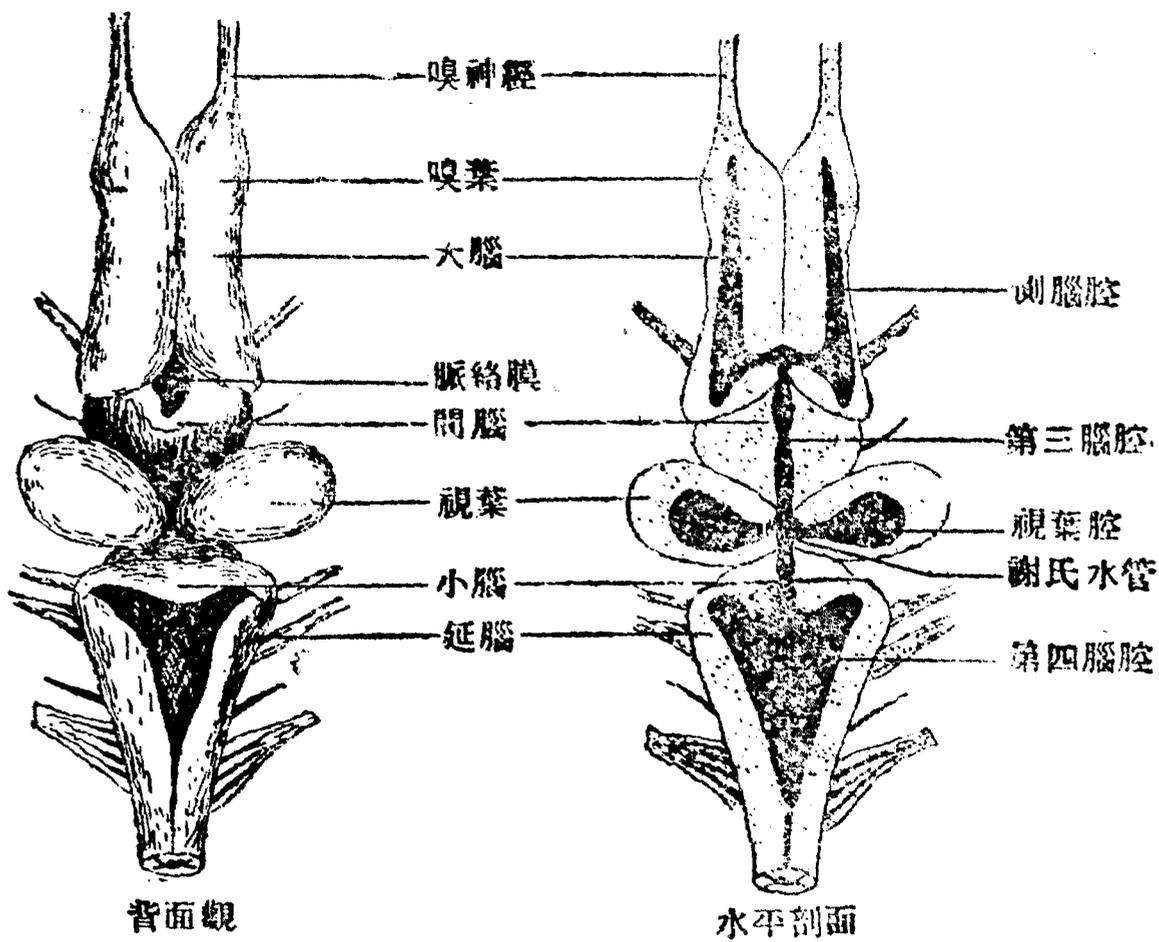


圖 101 蛙 的 腦 髓

得的結果，乃知人的大腦皮部含有三種特殊的神經領域；依其性質的不同，可大別為發動區 (motor area)、感覺區 (sensory area) 及綜合區 (association area) 等；各區均具有一定的作用，且其機能均係彼此互相聯絡。

大腦的機能至為重要。各種脊椎動物其智力的高低，端視其大腦發達的程度為若何耳。下等脊椎動物，其大腦不甚顯著，故其智力亦低；動物愈臻高等者，其大腦愈形發達，而其智力的程度亦愈高強。人腦為各動物中之最發達者，是以人類素尊為萬物之靈。吾人的大腦除司各種特殊感覺，以及言語與種種運動的機能以外，且能統制思慮、推理、記憶、判斷、幻想、意念以及喜、怒、愛、憎等各種高貴而複雜的意識作用，是實吾人智情意的樞府；其所營的諸種機能，與下等動物的反射作用，全異其趣。大腦若受損傷，其損傷部分所司的精神作用即起障礙；若全部因疾病或別種原因發生變態，則智力勢必大受影響，甚至變為蠢笨不靈。

大腦皮部的表面，現有繁複皺襞，是謂大腦回轉 (convolution)。皺襞的隆凸部，稱為大腦回 (cerebral gyrus)；凹入之部為大腦轉 (cerebral sulcus)。大腦回轉的複雜與否，似與吾人智力發達的程度頗有關係：回轉愈繁，則智力愈臻高強；愈簡則愈低弱。

2. 間腦 (diencephalon) 介於大腦與中腦之間，其側壁含有多數神經纖維，前達於大腦半球，後伸入於中腦。其內腔稱為第三腦腔 (third ventricle)，藉室間孔 (interventricular foramen) 或稱孟氏孔 (foramen of Monro)，而與大腦中的側腦腔相通。第三腦腔的背壁具有富於血管的皺膜，是稱第三腦腔脈絡膜 (choriod plexus)；此外尚

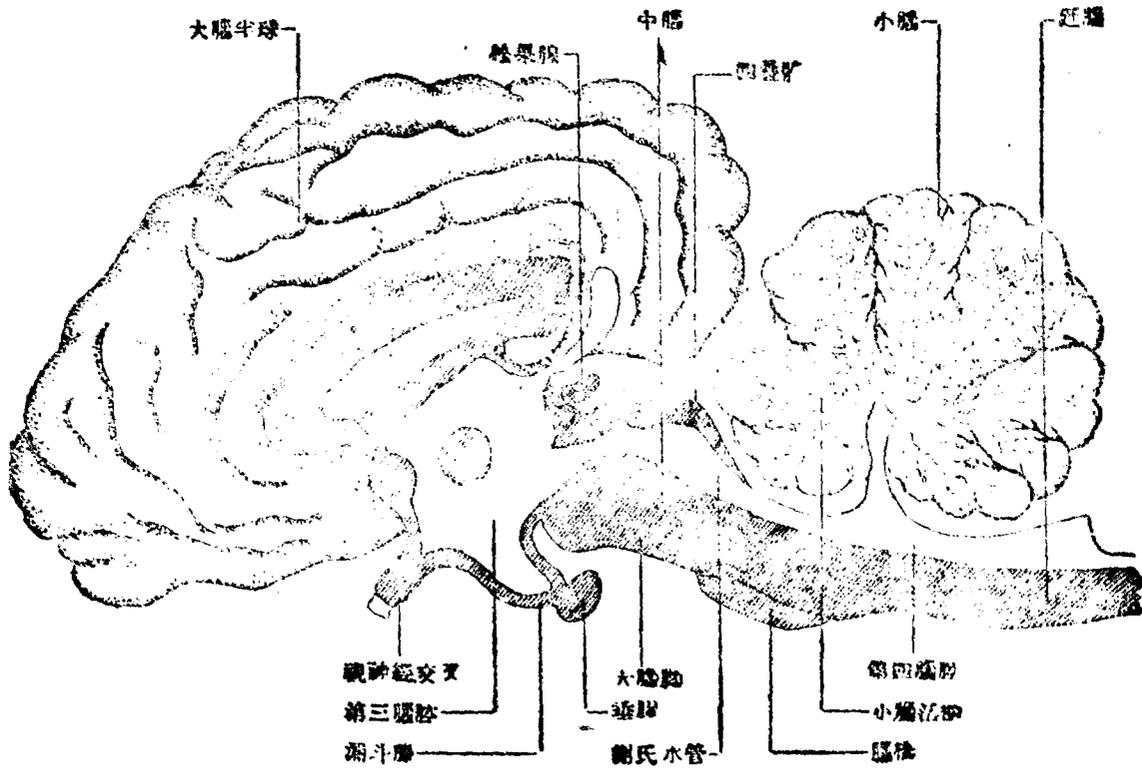


圖 102 哺乳動物腦 縱剖面

具有松果腺的構造,功能產生特種的內分泌,已如前章所述.間腦底面見有十字形的交叉部分,稱為視神經交叉(optic chiasma);其後方附有黏液腺,為主要內分泌腺的一種,前章亦已敘及.間腦側部為側視丘(thalamus),是為聽覺與視覺神經傳至大腦皮部必經的途徑.

3. 中腦(mesencephalon) 中腦的內腔,稱為中腦腔(mesoco-  
ele);其在高等脊椎動物,形特縮小,而稱為謝氏水管(aqueduct of  
Sylvius),職司連通間腦中的第三腦腔與後述的第四腦腔.中腦的背  
壁在下等脊椎動物,具有視葉(optic lobe)一對;至哺乳類,則成為  
四疊體(corpora quadrigemina),兼司視覺與聽覺的調節作用.人的

中腦底面，即為大腦腳 (cerebral peduncle)，左右各一，介乎間腦與後述腦橋 (pons) 之間，是為運動與感覺神經的通路；其中且含有無數神經纖維，使大腦與小腦以及他部的神經組織得相聯絡。

4. 小腦 (cerebellum) 小腦在行動敏捷的動物特為發達，其背面在高等脊椎動物，形成一對半球，是曰小腦半球 (cerebellar hemisphere)；二半球間有蟲狀突起，稱為蚓部 (vermis)。小腦的實質係與大腦相同；惟其髓部的白質，發出多數樹狀突起，侵入外圍的皮部中，是稱小腦活樹 (arbor vitae)。小腦半球的表面亦具回轉，若大腦半球然。人的小腦底部具有一束橫行神經，是即腦橋；其中纖維向小腦的左右兩側聚成束狀，稱腦橋臂 (brachium pontis)，直達於小腦半球。

小腦的機能，主為調整體中諸隨意肌的動作，並維持身體的平衡姿勢。此部若罹疾病，或遭損傷，則不能直立與正坐，且手足的各種動作亦失其調節，而不能隨意所欲以行正當的運動，頗似醉時的狀態一般。

5. 延腦 (medulla oblongata) 延腦與小腦的內腔，恆相合併而成為第四腦腔 (fourth ventricle)。此部的背壁亦具有富於血管的皺膜，稱為第四腦腔脈絡膜。至於延腦的實質，其內部係為灰質，而外部則為白質；故與大腦、小腦等情形，恰屬相反。

延腦底部具有錐體 (pyramid) 的構造。此係神經傳導的途徑。大腦發出的神經由大腦腳及腦橋，大都在錐體中左右互相交叉而移行於脊髓。是謂錐體交叉 (pyramidal decussation)，職是之故。左腦麻痺時，體的右側諸器官大都受其影響；右腦若受損傷，其結果則適相

反。延腦除供為神經傳導外，尚能調節呼吸及循環等運動；又能處理咳嗽、咀嚼、吞嚥以及唾液與淚液的分泌等反射作用。延腦因其上述種種生命所必需的重要機能，所以恆稱為生命節(vital knot)；若遭損傷，立即致死。

上述腦的各部，在下等脊椎動物，均係依次前後並列於一平面；至於人類，則大腦特為發達，向上突出，因而遮蔽附於其後方的各部。至於小腦半球形亦變大，而突出於大腦後面的下方。除大小腦半球以外，腦中其餘諸部悉相前後聯接而成所謂腦幹(brain stem)。

B. 脊髓(spinal cord) 係柱狀構造，接續於腦的後方。全部悉藏於椎管(vertebral canal)內。脊髓的中央，具有小腔，稱曰髓管(central canal)，是與前述腦中的諸腦腔相通。脊髓的後端漸變尖細，終成所謂尾髓線(filum terminale)，不具任何神經的機能。

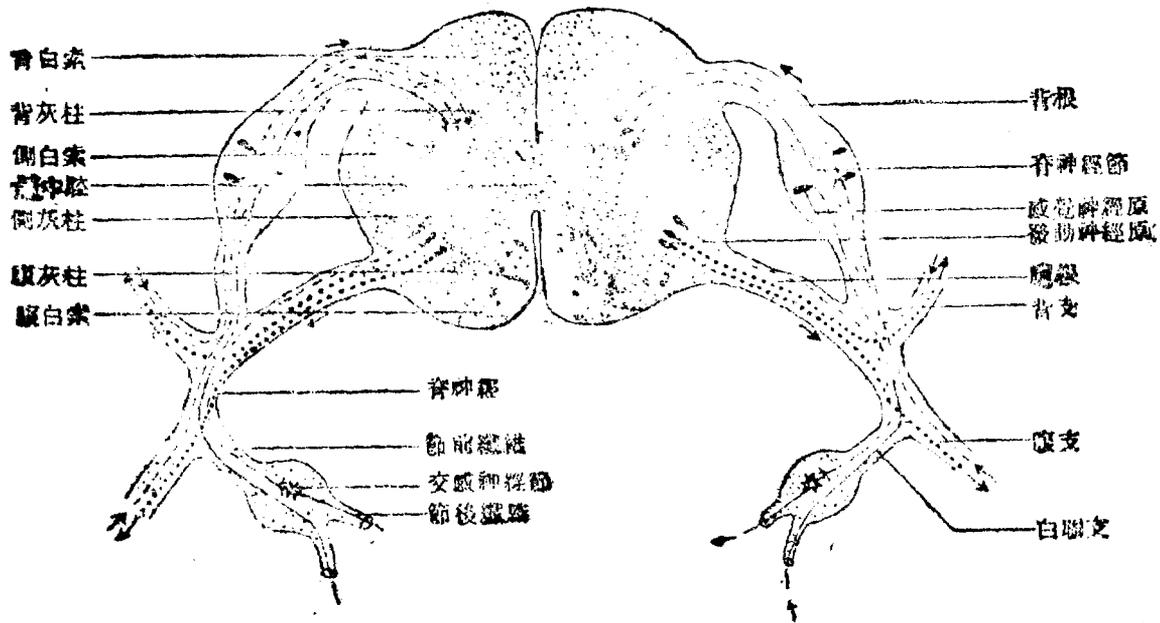


圖 103 脊髓的橫剖面，示神經衝動傳導途徑

至於脊髓的內部構造，亦係由於白質與灰質所組成，白質在外，灰質在內；此二者的位置與延腦的情形相同，而與大小腦相反。脊髓內部的灰質，稱為髓套層(mantle layer)；就其斷面視之，略可分為背灰柱(dorsal column)、腹灰柱(ventral column)及側灰柱(lateral column)諸部。脊髓邊緣的白質部，通常稱為髓緣層(marginal layer)；因前述背、側、腹等諸灰柱的關係，可分畫為背白索(dorsal funiculus)、側白索(lateral funiculus)、腹白索(ventral funiculus)等三部。

人的脊髓按着身體部位，可別為頸、胸、腰、薦諸部。頸髓及腰髓均特膨大；上下二對附肢的神經，即係自此發出。

脊髓的機能，要在其能將由脊神經(spinal nerve)所受的刺激傳達於腦；又能將腦中所發出的神經衝動，沿脊神經而傳導於諸反

中樞神經系		內	腔
腦	大 腦	第一與第二腦腔即 腦腔	
	間 腦	第三腦腔	
	中 腦	中腦腔(謝氏水管)	
	小 腦	第四腦腔	
	延 腦		
脊 髓		髓 管	

應器官，同時脊髓又具有種種反射中樞，功能直接啓發反應；例如人的脊髓中有發汗、排尿、排便、生殖、血管運動及膝蓋反射等中樞，其所營的機能，均屬與意志無關的反射作用。

上述脊椎動物的中樞神經系，其所分成的諸部及其各部所具的內腔，既如所述；茲更列成一表，示之如上頁。

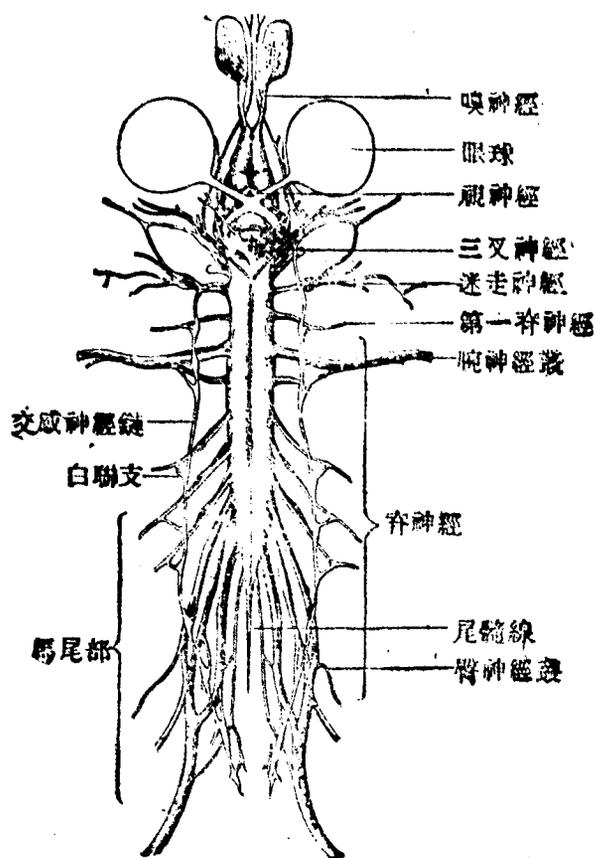


圖 104 蛙的神經系腹面觀(由 Woodruff)

(乙) 外周神經系 包括中樞神經系所發出的各種感覺神經與發動神經。此等神經因其發出部位的不同，可別為二種，分述如次。

A. 腦神經(cranial nerve) 腦神經在下等脊椎動物，計有十對，而在高等者，則有十二對。各對腦神經，不僅其形態分布各不相同，即其生理上的功用亦相差異。今就人的腦神經，將其名稱、起源、分布、及其主要機能，列表表示之如次。

神經	起源 (外觀情形)	分布	主要機能
I 嗅神經 (olfactory nerve)	大腦	鼻內嗅黏膜	嗅覺
II 視神經 (optic nerve)	間腦	眼球中的視網膜	視覺
III 動眼神經 (oculo- motor nerve)	中腦	眼球的上、下、內三直肌，下斜肌以及眼內的虹膜與毛狀肌等	眼球運動及眼內平滑肌的運動
IV 滑車神經 (trochlear nerve)	中腦	眼球的上斜肌，即滑車肌	眼球運動
V 三叉神經 (trigeminal nerve)	延腦	口、咽、脣、舌、上下頰以及面、頰諸部	咀嚼肌的運動，淚腺、唾腺等的分泌，顏面各部皮膚以及眼球、鼻腔、口、脣、齒、舌等的感覺
VI 外旋神經 (abducens nerve)	延腦	眼球的外直肌	眼球運動
VII 顏面神經 (facial nerve)	延腦	舌、唾腺以及顏面諸肌	顏面及後頭諸肌的運動，藉能移易面貌；唾腺的分泌；舌前部三分之二的味覺
VIII 聽神經 (auditory nerve)	延腦	內耳各部	聽覺及平衡感覺

IX	舌咽神經 (glosso-pharyngeal nerve)	延 腦	口、咽、舌後部、外耳、耳咽管及耳下腺等	咽肌運動，唾液分泌，咽、喉及外耳的感覺，舌後部三分之一的味覺
X	迷走神經 (vagus nerve)	延 腦	咽、喉、外耳、食管、氣管以及肺、心、胃、腸諸臟器，下抵臀部，故有迷走的名稱	咽、喉、食管、氣管以及心、肺、胃、腸諸臟器的運動，咽、喉、胸腔及腹腔等的感覺
XI	副行神經 (accessory nerve)	延腦及脊 髓	內枝與迷走神經聯絡，分布於喉內臟；外枝達於斜方肌(trapezius)、咽橫紋肌及胸鎖乳頭肌(sternocleidomastoid muscle)等	咽、肩諸部以及體內諸臟器的運動
XII	舌下神經 (hypoglossal nerve)	延 腦	舌肌及舌骨下部諸肌	舌的運動

於嗅神經之前，近又發見一對末端神經(terminal nerve)，分布於犁鼻器(vomero-nasal organ)中，其功用迄未明瞭，一般均以其或能輔助嗅覺的機能。

綜觀上列之表，乃知腦神經因其機能的不同，可類別為下列三種。

1. I、II、VIII 諸對腦神經，職司感覺機能，因可稱為感覺神經。
2. III、IV、VI、XI、XII 諸對腦神經，均司發動機能，因可稱為發動神經。
3. V、VII、IX、X 等腦神經，均兼具感覺與發動的機能，因可統稱為混合神經(mixed nerve)。

B. 脊神經(spinal nerve) 係由脊髓左右兩側發出的成對神經;其功用悉屬混合性,即兼具感覺與發動的機能。每一脊神經,均由背腹兩根合併而成;茲略言之如次。

1. 背根(dorsal root) 連於脊髓的背灰柱,係由感覺神經原的根狀突所成。此種神經原專司傳遞外來的刺激以至於脊髓中,故有感覺神經原的名稱。其細胞體悉相聚結,而成爲節狀的構造,分列於脊柱的左右兩側,稱爲脊神經節(spinal ganglion)。

2. 腹根(ventral root) 發自脊髓的腹灰柱,由發動神經原的軸狀突所組成,專司傳導脊髓所發出的命令於體中各反應器官。此種神經原的細胞體及根狀突,均係藏於脊髓中,而不另具神經節的構造。

上文所述脊神經的背腹二根,均係由脊柱左右兩側的椎間孔(intervertebral foramen) 通出,隨即合併而成爲脊神經幹。此幹隨又分爲背腹二支(dorsal and ventral rami);各支均含感覺與發動的二種神經纖維,由上述感覺神經原的根狀突,與發動神經原的軸狀突所組成。背支係分布於軀體的背方,腹支則分布於其腹方;各腹支又分出白聯支(white ramus communicans),而與交感神經系的幹部相連接。

外來的刺激既經感覺器官感受後,隨沿脊神經背支或腹支的感覺神經纖維經背根而達脊髓,至於脊髓所發出的反應,乃由脊神經的腹根,經背支或腹支的發動神經纖維,而達於職司反應的部分。多數刺激更由脊髓而傳至腦;經複雜的神經作用後,始有反應的發出。

人的脊神經共有三十一對;計在頸部者有八對,胸部者十二對,

腰部者五對，薦部者六對。脊髓下端的脊神經，均相連接成叢，向後斜出，與尾髓線幾相平行，形成一束，略似馬的尾毛，因互統稱為馬尾部(cauda equina)。

(丙) 交感神經系 交感神經的機能，主為支配並調調節中一切不隨意的活動；舉凡消化、循環、呼吸、排泄諸臟器以及各種腺，

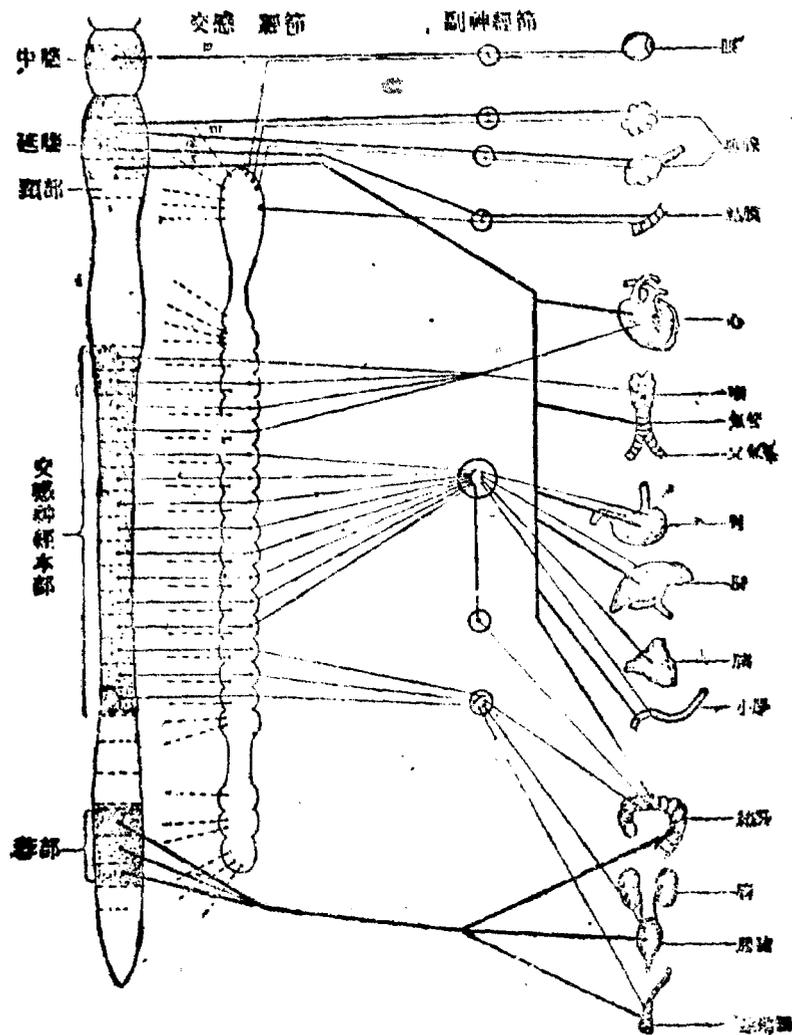


圖 105 交感神經系統模式圖

均須受其統制。此系一方與神經的幹部互相聯絡，一方又能自營獨立機能，而不受中樞神經系的指揮；因其若是，故又可稱為自律（或自動）神經系（autonomic nervous system）。此系神經分布於內臟間，使互通狀況，交相感應；如心不適，立即使呼吸反常，消化遲滯，此所以有交感神經的名稱。

交感神經系，依其位置及生理作用的不同，可分為主副二系，分述如次。

A. 交感神經主系（sympathetic system proper） 交感神經系的中樞，為一對交感神經幹（sympathetic trunk），位沿脊柱的左右兩側。各神經幹係成自多數交感神經節（sympathetic ganglion）；各節均具神經纖維，前後相連，因成鏈狀，故又稱為節狀索（ganglionated trunk）或曰交感神經鏈（sympathetic chain）。交感神經幹所由成的諸神經節，各具聯支（ramus communicans），與脊神經及少數腦神經相連接。聯支有白灰二種的分別；各依其外呈的顏色，而得其名稱。由中樞神經系伸入於交感神經節的有髓神經，可稱為節前纖維（preganglionic fiber）；由交感神經發出的無髓神經，統稱為節後纖維（postganglionic fiber）。前文所述的白聯支，係屬節前纖維，內含感覺及發動的二種神經纖維；灰聯支（gray ramus communicans）則係由節後纖維所組成，純屬發動性的神經。此支的神經纖維由交感神經節，直伸入於脊神經，隨與脊神經的分支相聯絡，而分布於皮膚中的汗腺、血管及豎毛肌等。交感神經節又向體的內部發出多數節後纖維，分歧至為錯綜，因而形成許多椎前神經叢（prevertebral plexus）。在人體解剖上所見者，有心臟叢（cardiac plexus）、肺叢

(pulmonary plexus)、腹腔叢(coeliac plexus)、腹下叢(hypogastric plexus)、骨盆叢(pelvic plexus)及腸內叢(enteric plexus)等,各神經叢,更具有副神經節(collateral ganglion)的構造,並有多數細枝發出,分布於眼、口、咽、唾腺以及胸腔與腹腔中的各臟器,如氣管、食管、肺、心、胃、腸、肝、胰以及腎臟、膀胱、生殖器等。

B. 交感神經副系,或稱副交感神經系(parasympathetic system) 此系乃成自頸薦二部的交感神經,茲略述之如次。

1. 頸部交感神經(cervical division) 大多係連於 III、VII、IX、X 諸對腦神經,以分布於眼內的虹膜、毛狀肌等,消化管的大部以及肺、心、胰、肝、腎等臟器。

2. 薦部交感神經(sacral division) 連於脊髓下部所發出的脊神經,以分布於膀胱、大腸及生殖器等。

由上所述,可知交感神經的主副二系,其神經分布悉屬相同,但二者生理上的作用則恆相頡頏。例如心的搏動,交感神經(即指交感神經主系)具有催進的機能,使之加速,而副交感神經則抑制之;腸的蠕動,交感神經能制止之,而副交感神經則增進之;胰液的分泌,副交感神經能促進之,而交感神經則反阻之。此二神經作用,雖恰相反,而實際上彼此的機能係相調節,故其結果實屬相成,藉使全體生理得以維持其平衡的狀態。倘使二者之中的任何一種發生機能上的阻礙,則體中生理的平衡狀態立遭損壞。由是心搏或變過快,而或心悸,胃、腸等的蠕動或變過強,而致肚瀉;至於其他臟器亦常隨之而發生種種生理上的變態。

## 第二十四章 感覺器官

感覺器官 (sense organ) 乃神經系統的一部，職司感受動物體內外所起的各種刺激。因生神經衝動，由感覺神經而傳達於神經中樞，藉以得知自體及其周圍的狀況。

感覺器因其所感受之刺激的不同，可別為多種。茲將諸種刺激，及職司接受各種刺激的感覺器與其所起的感覺，列表示之如次。

(甲) 外來刺激	感覺器	感覺
A. 機械性刺激 (mechanical stimulus)		
1. 暫時刺激 temporary stimulus	觸覺器	觸覺 (touch)
2. 震動性刺激 vibratory stimulus)	聽覺器 平衡感覺器	聽覺 (hearing) 平衡覺 (equilibrium)
3. 強度刺激 (intensive stimulus)	痛覺器	痛覺 (pain)
4. 水流接觸	流覺器	定向覺 (orientation)
B. 化學性刺激 (chemical stimulus)		
1. 氣體	嗅覺器	嗅覺 (smell)
2. 液體	味覺器	味覺 (taste)
3. 激刺性物質 (irritable substance)	激覺器	激刺覺 (irritation)
C. 放射性刺激 (radiant stimulus)		
1. 溫度刺激 (thermal stimulus)	溫覺器	熱覺 (heat)
2. 冷度刺激 (thermal stimulus)	冷覺器	冷覺 (cold)
3. 光線刺激 (photic stimulus)	視覺器	視覺 (sight)
(乙) 內發刺激		
A. 消化管理 (alimentary control)	內部感覺器	
B. 肌肉管理 (muscular control)	內部感覺器	

茲爲便利敘述計，將上列較爲主要的感覺器，括成六項分述之，即皮膚感覺器、化學性感覺器、平衡感覺器、聽覺器、視覺器、及內部感覺器等是。

I. 皮膚感覺器 (integumentary sense organ) 下等動物通常具有單細胞或多細胞所組成的觸覺器 (tactile organ)，散布於其體表。腔腸動物如水螅等，其觸手中含有觸覺器特多，實爲全身觸覺最靈的構造。節足動物的體面，幾全爲堅甲所被覆；其所有的觸覺器，均集於觸角及口器等處。觸覺的向外一面恆具有觸毛，而內端則與神經纖維相連接，觸毛一受刺激，觸覺器即能將其所起的衝動傳諸神經，以達於神經中樞。

有椎動物的觸覺器，多散於皮膚中。被鱗的種類如蛇、蜥蜴等，其舌尖觸覺特敏，常能突出口外，以探外物。魚體表面通常具有側線感覺器 (lateral line organ)，殆與壓覺有關，功能感受水流的震動。哺乳類的感覺器特爲發達，其構造有爲神經末梢而散布於表皮細胞間，或則侵入細胞體內；有爲多數細胞集結而成各種囊狀構造，例如帕氏囊 (Pacinian corpuscle)、邁氏囊 (Meissner's corpuscle) 等。凡諸構造，大都外具單層或數層結締組織所成的囊膜，內含感覺細胞，或則僅含感覺神經的游離末梢。

人體的觸覺器徧布全身，其在舌尖、口、唇、指端、顏面等處，爲數特夥，故感覺亦特銳敏，至於背、臀等部，觸覺器分布較疏，感覺因亦較爲遲鈍。觸覺藉正當練習，可得特別發達；例如盲人，壓指於隆凸的符號，得以讀書，並可藉其觸覺以辨別周圍的諸物體。

人體皮膚除含觸覺器外，尙具特種感覺點，與特殊神經末梢相

聯結，職司痛覺、溫覺、冷覺等。痛點爲數最多，在成人皮膚中約有 4,000,000 個；觸點（即壓點）次之，約有 500,000 個；冷點有 250,000 個；溫點最少，祇有 30,000 個耳。

II. 化學性感覺器(chemical sense organ) 化學性感覺器，有司感覺液質或溶解於水中的固體者，有司感覺溶解於液質中的氣體者；前一種的感覺稱爲味覺(taste)，後一種爲嗅覺(odor)。味覺與嗅覺，在下等動物體中，常易混同，而在水生動物，尤難辨別，故二者恆統稱化學性感覺(chemical sense)。

各種動物對於化學性刺激，均能感受，並能發出相當的反應；即最簡單的無脊椎動物，如變形蟲、草履蟲等，其體中的一般原形質，亦顯具有此種機能。較爲高等的種類，自腔腸動物以至於軟體動物，其體表均具有特種細胞，以司感受各種化學性的刺激。至若陸棲昆蟲類，此種感覺，則更發達。其蟲體的口器、口腔、以及食管等處，恆具味覺器(gustatory organ)，用以嘗味；此外尚有多數嗅覺器(olfactory organ)，大部分布於觸角中，藉以嗅氣。其嗅覺器與味覺器，構造上區別甚微；通常可由其位置的不同，得以鑑別之。昆蟲的嗅覺頗爲銳敏；由蜂之尋花，蟻、蠅等之趨集食餌，即可知之。有種雄蛾，更能賴其嗅覺，以求雌偶。

脊椎動物的味覺與嗅覺，與昆蟲一般，亦各有專司的器官；茲可分述如次。

A. 味覺器 脊椎動物的味覺器，稱爲味蕾(taste bud)；通常呈梭狀，中含同形的味細胞(gustatory cell)。其細胞體向外的一端，生有感覺突，而內端則與味神經的末梢相連續。魚的味覺器，不僅限於口

腔內，且散布於咽、鰓以及體表各部，甚至於其尾部，亦見有之。高等脊椎動物的味蕾，通常存於口腔內；至哺乳類，則多數分布於舌面的突出物，即所謂乳頭(papilla)之中。舌上的乳頭依其形狀及構造的互異，可別為絲狀乳頭(filiform papilla)、菌狀乳頭(fungiform papilla)、輪廓乳頭(vallate papilla)、葉狀乳頭(foliated papilla)等四種。除舌部乳頭外，軟腭後部及咽壁等處亦恆具有味蕾，稍能感味。

食物入口，經咀嚼後，即行溶解於唾液中，從而刺激味蕾中的味細胞，使其興奮而傳達其所受的刺激於腦部，因生味覺。食物在口內若未經溶解，或溶解所成的液體未與味蕾相接觸，則決不能引起味覺。吾人所感的味覺可有四種，即鹹、酸、苦、甘等的分別。吾國向來說有五味，除上列四種外，尚有辣味；但在生理上分析起來，所謂辣味並非純粹味覺，而係由味覺與嗅覺混合而成。

舌的各部對於各種味覺感受的機能，顯有不同；例如舌根對於苦味，舌尖對於甘味，舌緣對於酸味，均特銳敏；至於鹹味，則舌尖與舌緣等均易感受之。

B. 嗅覺器 脊椎動物的

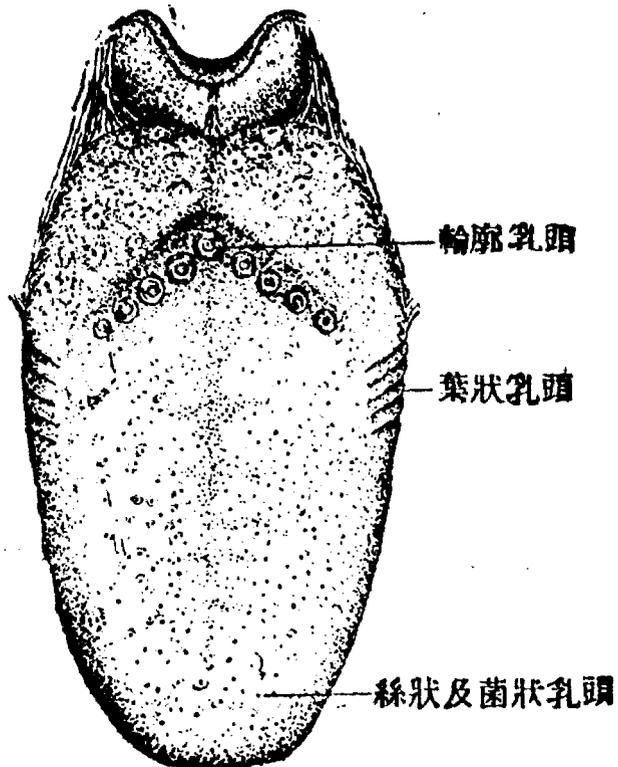


圖 16 人舌的構造

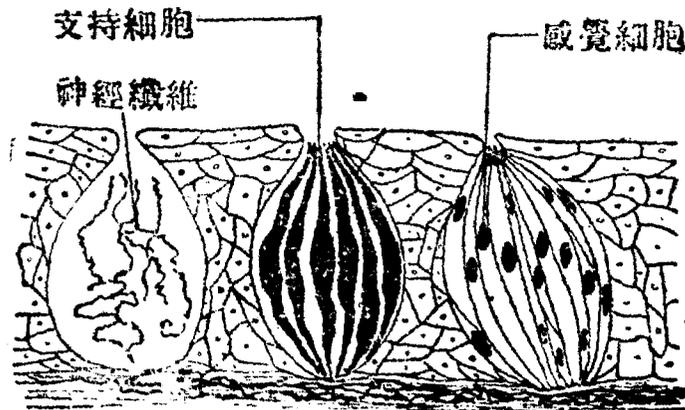


圖 107 味蕾的結構(由 Barrows)

嗅覺器 係為一對嗅窩(olfactory pit), 或稱鼻窩(nasal pit), 內面被以嗅黏膜(olfactory membrane), 而黏膜中則藏有無數嗅細胞(olfactory cell)。鼻窩在魚類恆呈盲囊狀, 各具一外鼻孔(nostril)通於體外。魴類及少數鮫類, 其鼻窩均各具一種溝狀的構造, 露於體表而直通於口孔, 是稱口鼻溝(oronasal groove)。兩棲類以上的諸類脊椎動物, 其鼻窩的後方均具有內鼻孔(choana), 通於咽腔, 因成為管狀的構造, 兼營嗅氣及呼吸之用。人的鼻管內分上下二部: 上部的黏膜呈黃色, 名曰嗅部(olfactory region) 嗅細胞均係蔓播於此; 下部的黏膜呈赤色, 名曰呼吸部(respiratory region), 其內面分布着多數血管。吾人嗅物時, 所嗅的物質不必觸鼻, 惟其發散的氣體混和空氣而入鼻腔內; 及達嗅部, 即為嗅黏膜所吸收而刺激嗅細胞, 由此藉嗅神經, 而傳達於大腦的嗅覺中樞, 遂生嗅覺。

氣味的分類, 迄未臻於完妥; 通俗僅別為二類, 即愉快的氣味與不愉快的氣味。前者稱香, 後者稱臭。人類對於香臭等的感覺, 通常以小兒為最敏, 婦人次之, 男子最鈍; 野蠻人的嗅覺恆比文明人較為

敏銳而獸 又比人類更強。有種動物更能藉其嗅覺，以追尋異性及辨別敵友等。

III. 平衡感覺器 (organ equilibration) 平衡感覺器專司感覺動物體在行動時或靜止時的位置及方向，藉以維持其物體全部的均衡姿勢。海綿、珊瑚以及其他固着動物，無需此種感覺器使其直立。浮游動物如水母等，其體中，常具囊狀的構造，稱為平衡囊 (statocyst)。囊的內腔藏有細微的鈣質晶體，謂之平衡石 (statolith)。囊壁內面含有多數感覺細胞；其細胞體的游離面具有感覺纖毛，向內突出，而他端則均連於神經末梢。動物體的姿勢若有任何變更，囊中的平衡石勢必隨而傾動，因遂抵觸囊壁的感覺毛，使感覺細胞將此刺激傳達於神經中樞，致起姿勢變動的感覺，而加以必要的調節。

脊椎動物的平衡感覺器 係屬於內耳 (inner ear)，為橢圓囊

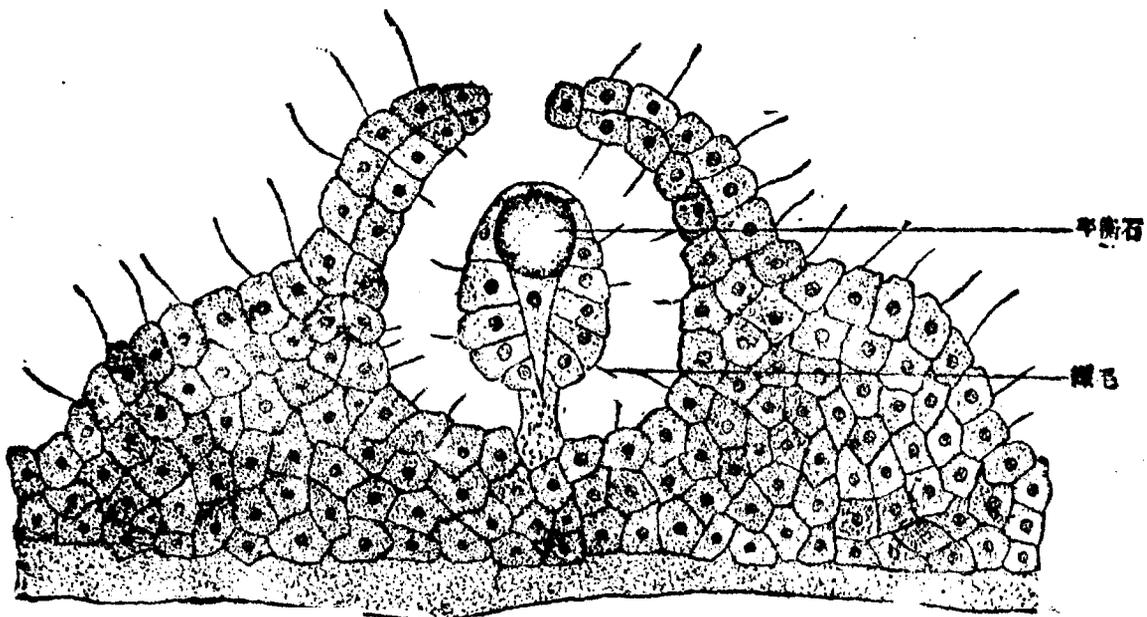


圖 118 腔腸動物的平衡器

(utricle) 及與其相連接的三個半規管 (semicircular canal) 所組成。管為半環狀，因名；就中前後兩管位置垂直，其他一管平置，三管分向三面而互成直角。各管的兩端均與橢圓囊相通，且三管各於其一端膨為球狀，名為耳壺囊 (ampulla)。橢圓囊及各半規管均滿充以內淋巴 (endolymph)，中含多數細微的晶石，名為耳砂 (otoconium)。橢圓囊及耳壺囊的內壁中，均有感覺細胞的存在；其細胞體的游離面，密生細長的聽覺毛，與囊腔中所含的耳砂恆相接觸。身體倘有若何移動，其內耳中的內淋巴即隨之震盪，因而動搖耳砂，刺激聽覺毛，使感覺細胞將此興奮藉聽神經而傳入腦，因生位置與運動的感覺。身體藉此感覺，遂能啓發反應動作，以調節其全體之平衡姿勢。吾人若故意使身體迴旋多次，每覺暈眩欲倒，是因平衡感覺器中的內容物，經繼續旋轉而擾亂其位置；暈船的發生，即因斯故。

IV. 聽覺器 (organ of hearing) 無脊椎動物中，除昆蟲外，概無聽覺。昆蟲感音的部分，可就蝗蟲為例而說明之。蝗蟲的聽覺器係為一對鼓膜 (tympanum)，位於第一腹節的左右兩側。鼓膜的內面附

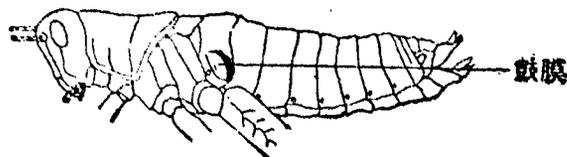


圖 169 蝗蟲的鼓膜

有特殊聽覺裝置，稱曰弦音器 (chordotonal organ)，連接於感覺神經。鼓膜經音波震動後，即傳遞其刺激於弦音器，由此發起興奮，藉感覺神經而傳達於神經中樞。至於其他昆蟲，鼓膜的位置通常不定；或生於行動肢的脛節上 (蟋蟀)，或見於腿節上 (虱科)，或附節上 (鞘

翅目) 更有昆蟲不具鼓膜者, 其弦音器概藏於體內而不外現。

音響原屬空氣的振動。水棲脊椎動物如魚類等 概未具有聽覺器官。至於陸棲脊椎動物, 對於音響咸能感受, 其感音的構造係屬內耳的一部。內耳除具前述的橢圓囊及半規管等外, 尚有正圓囊 (sacculus 及耳蝸管 (cochlear duct) 諸構造, 其中含有感音的裝置, 為內耳中一種主要的部分。

耳的構造在哺乳動物, 最為發達, 可分為外、中、內三部。茲就人耳的形態構造, 略述如次。

1. 外耳 (external ear) 哺乳類以下的動物大多不具此種構造。外耳又可分為耳翼 (pinna)、聽管 (auditory canal) 及鼓膜 (tympanic membrane) 等三部。耳翼狀似以貝殼, 俗稱耳朶 其功用係在聚集音波, 而送之於聽管。聽管的最深處, 為一片彈性薄膜, 是即鼓膜。聽管內密生耳毛 且又具有多數盯聾腺 (ceruminous gland), 功能分泌盯聾 (cerumen), 盯聾係黃色黏性的物質, 輒與聽管中脫落的

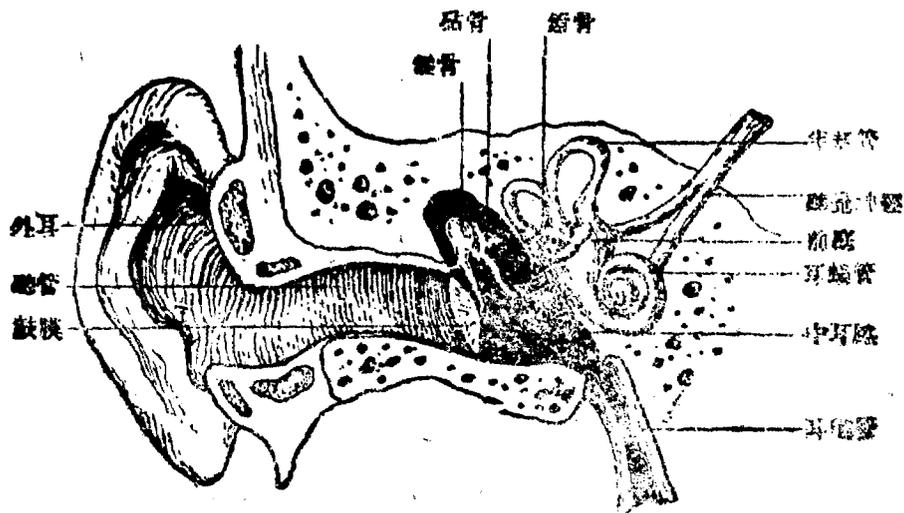


圖 110 人耳的構造

表皮以及外來塵埃等，黏結而成膏狀，俗稱耳垢。耳毛與耳垢，均供防阻異物竄入耳內，而損害鼓膜。

2. 中耳(middle ear)或稱鼓室(tympanum) 此部外以鼓膜界聽管，其內方具有二孔，在上者曰前庭窗(fenestra vestibuli)，在下者曰耳蝸窗(fenestra cochleae)，俱通於內耳。室內藏有三小骨，即錘骨(malleus)、砧骨(incus)、及鐙骨(stapes)，悉因象形而得其名。三骨相接成鏈。外依鼓膜，內附於前庭窗的蓋膜上。此種裝置能將外來音波所起的鼓膜振動，經前庭窗而傳送入內耳。中耳下方尚有一管，曰耳咽管(Eustachian tube)，直達咽喉，能通空氣，便致鼓膜內外兩方的氣壓相等，以便鼓膜得隨外來的音波而自由振動，藉免重聽之患。

3. 內耳(inner ear) 內耳由膜迷囊(membranous labyrinth)所成，其形彎曲，結構複雜。故有迷囊的名稱。此囊嵌於同形的骨質構造之中，稱為骨迷囊(bony labyrinth)，骨迷囊與膜迷囊二者之間，滿充以透明稀薄的水狀液，是曰外淋巴(perilymph)；膜迷囊中更含有較為濃厚的液體，是即內淋巴，業於前文提及之。

膜迷囊如上所述，可分為正圓囊、橢圓囊、半規管、及耳蝸管諸部。正圓囊與橢圓囊，可統稱為前庭(vestibule)；前庭上接半規管，下連耳蝸管。半規管的構造及功能，前已略述。耳蝸管呈螺旋形，恰似蝸牛的外殼然，是以得名。管內含有多數特異的感音裝置，名曰柯氏器(organ of Corti)，或曰螺旋器(spiral organ)；器中含有特殊感覺細胞，連接於聽神經，以達於腦。

外來的音波由耳翼收集，經聽管而觸鼓膜，隨依錘骨、砧骨、鐙骨等順次傳遞，直敲前庭窗上的蓋膜，由此而激動內耳所含的淋巴

液，使其刺激耳蝸管內的感音裝置，卒由聽神經而傳達於大腦，以起聽覺。內耳中的淋巴液，經音波振動後所成的緊張性，得藉耳蝸窗上蓋膜的調節而得省減。

V. 視覺器(organ of sight) 高等動物凡具有運動性者，通常概以視覺器為其生活上最主要的一種構造，藉此以得搜尋食餌，逃避害敵及追捕異性等。下等無脊椎動物，大多僅能辨別明暗，多數原生動物係賴其物體所由成的原形質，以感覺不同的光度；但有幾種如眼蟲等，具有眼點(eye spot)的構造，專司此種感覺。稍較高等的動物大都具有感光器，其構造或僅由少數含有色素的感光細胞所組成；或較複雜，內具感覺細胞

所集成的視網膜(retina)，外具透明的膠質角膜(cornea)功能折射來自外界的光線，藉以集光於內；全部構造形成囊狀，是謂單眼(ocellus or simple eye)。單眼在頭足類最為發達，其一般結構與後述脊椎

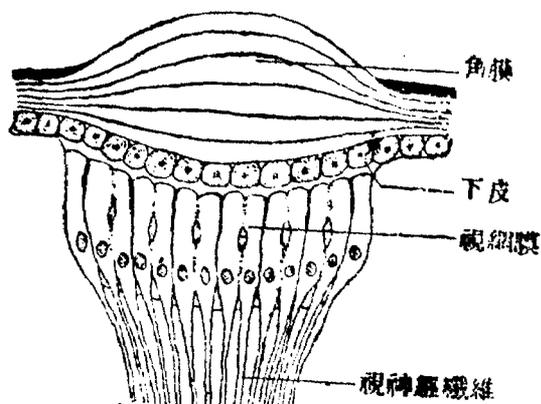


圖 111 昆蟲單眼縱剖面

動物的眼球，頗多貌似之處。節足動物，除具單眼外，尚有所謂複眼(compound eye)的構造。複眼係由多數小眼(ommatidium)集合而成；各小眼的構造，不外以小眼角膜(facet)、晶錐胞(crystalline-cone cell)及小眼網膜(retinule)等為其主體。小眼角膜恆呈六角形，彼此相接，形成複眼的角膜層，其下面有圓錐狀的晶錐胞，合組晶錐體(crystalline cone)。小眼角膜與晶錐體均屬透明，功能收集光線，而

映像於小眼網膜上。小眼網膜係由網膜細胞。(retinal cell) 所組成；諸細胞間具有棒狀的視感桿 (rhabdom)，對光易起興奮，其下端接於視神經纖維以達於神經中樞。各小眼中之晶錐體及網膜細胞的周圍均具有色素細胞 (pigment cell)；此種細胞中所含的色素，功能隔離各小眼所容納的光線，並能吸收多剩的光波，藉以調節入眼的光量。

複眼視物的方法，甚為特異。當視物時，複眼中各個小眼所得的映像僅為全視界中的一部；綜合諸小眼所得的映像，始成視界的全景，恰似嵌工所成的嵌合圖

譜 (mosaic picture) 一般。複眼因其視物的方法如斯特異，是以對於走動的物體，或在走動時所見的物體，較易辨識。

脊椎動物的視覺器大抵彼此相同；茲以人眼為例，而略言之。人的眼睛幾為球狀，通常稱為眼球 (eyeball)；其數目計有一對，各嵌於眼眶 (orbit) 內。眼球向前露出的部分，護以上下二眼瞼 (eyelid)，能開閉自如。二眼瞼的游離緣均具短毛，是曰睫毛 (eyelash)。功能與眼瞼共遮烈光，並防阻異物之侵入眼中。睫毛的基處又有睫毛腺 (tar-

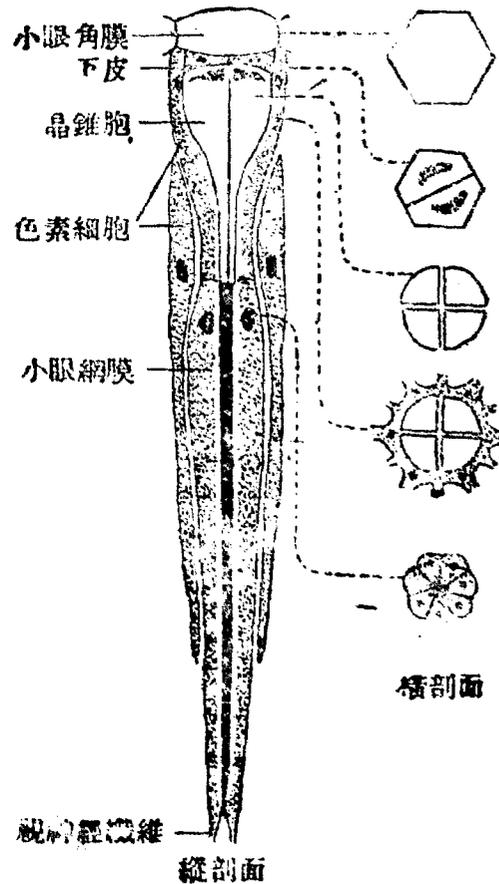


圖 112 昆蟲小眼的構造

sal gland) 功能分泌一種眼脂, 即俗所謂目滓或曰支目糊, 供防淚液之流出眼瞼以外, 並使眼瞼關閉時, 不至摩擦傷眼。眼的上方生有眉毛 (eyebrow), 足以防止由額流下的汗液, 兼供顏面裝飾之用。鳥類及爬蟲類除具上下眼瞼外, 尚有瞬膜 (nictitating membrane) 的構造, 能前後移動, 藉此可得透視日光。人眼的內眥, 具有半月狀的皺襞, 即爲此種構造的遺跡。

眼球的後方具有六種主要眼肌, 功能牽引眼球向各方自由轉動, 使物像得準映於眼中。茲將各肌的名稱及其主要機能, 條舉如次。

1. 上直肌 (superior rectus muscle) 能牽引眼球的前部向上轉動。
2. 下直肌 (inferior rectus muscle) 能牽引眼球的前部向下轉動。
3. 內直肌 (internal rectus muscle) 能牽引眼球的前部向對眼的內眥。
4. 外直肌 (external rectus muscle) 能牽引眼球的前部向對眼的外眥。
5. 上斜肌 (superior oblique muscle) 或稱滑車肌 (trochlear muscle) 能牽引眼球的前部向下而傾斜於外。
6. 下斜肌 (inferior oblique muscle) 能引眼球前部轉動向上而復斜向外方。

人眼的外眥上方, 具有淚腺 (lacrimal gland); 其所分泌的淚液, 功能滋潤眼球。淚液流經眼球前面後, 乃漸匯於淚管, 而通入於

淚囊(lachrymal sac),再由鼻淚管(naso-lachrymal duct)注入鼻腔內,終乃隨同鼻腔中所產的黏液而排出。淚液時或因煙霧或強光的刺激,抑或因異物入目,或因情意的騷動,致分泌過剩,不得盡由淚管輸入鼻中,遂積成淚滴,奪眶而出。

人的眼球其本部的構造,可分為下列二項略述之。

【甲】眼球的外壁 眼球的外壁,係成自三層不同的組織;今擬由外而內,分敘如次。

A. 眼纖維膜(tunica fibrosa) 更可分為前後二部。

1. 角膜(cornea) 係強韌透明的薄膜,位於眼球的前面,形圓而向外凸出,光線須透射此膜,始得入眼。

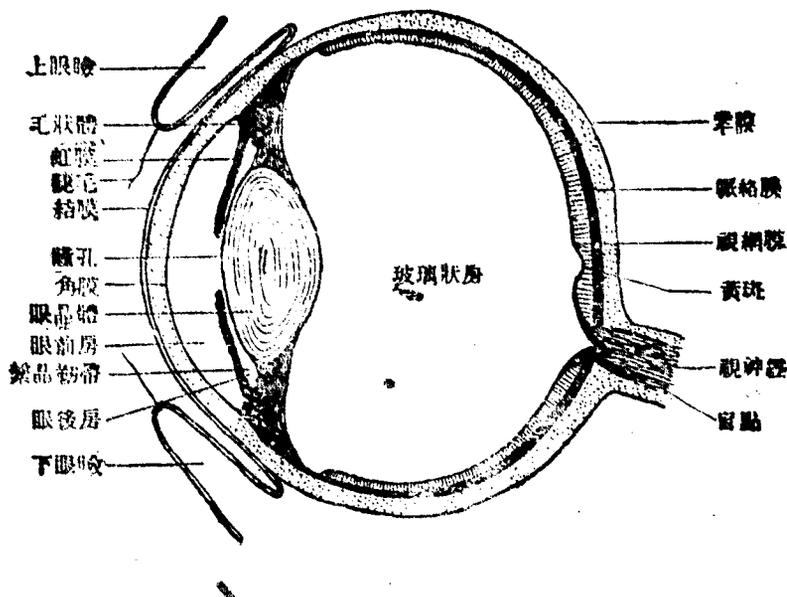


圖 118 人眼縱剖面

2. 鞏膜 (sclera) 質強韌而滑潤，色白而不透明，被覆於眼球的後面，其前方與角膜相接處有一部露出外面，是即通俗所謂眼白。鞏膜的作用，主為保護眼球內部，及保持眼球外呈的形狀。

B. 眼血管膜 (tunica vasculosa) 亦可分為前後二部。

1. 脈絡膜 (choroid coat) 位居眼球的後方，密附於上述鞏膜的內面。此膜富於血管，以司營養；膜中又含有無數色素細胞，是使眼球內腔變暗，並能吸收眼中過剩的亂光。脈絡膜的前緣，形成皺襞肥厚的毛狀體 (ciliary body)，內含毛狀肌 (ciliary muscle)。毛狀肌的內緣連於毛狀突 (ciliary process)，而接續於繫晶韌帶 (suspensory ligament)，藉以抱持居中的眼晶體 (lens)，使其固定於其位置。

2. 虹膜 (iris) 係環形薄膜，接續於脈絡膜的前緣，而其位置則居於角膜的後方，與角膜稍稍隔離。虹膜中含有色素，外呈黃、碧、黑、棕、灰等各種不同的顏色，隨人種及個人而有差異。吾國人的虹膜通常作黑色，俗稱為黑眼珠或曰眸。虹膜的中央有小圓孔，稱曰瞳孔，一名眸孔 (pupil)，為光線入眼的門戶。虹膜內有瞳孔肌 (pupillary muscle)，能感光線的強弱，由其伸縮而增減瞳孔的大小，藉以調節入眼的光量，是為眼的明暗調節。試觀貓眼在光亮處，其瞳孔形特縮小，以防強光的過度侵入；至暗時，則變圓大，使較多的光線得進眼內。

C. 視網膜 (retina) 為細緻的薄膜，位在脈絡膜的內側；其向眼球內腔的游離面，有多數視神經纖維蔓布成網。視網膜的最外一層富含色素；此層的內側見有多數視細胞 (visual cell)，可大別為下列二種。

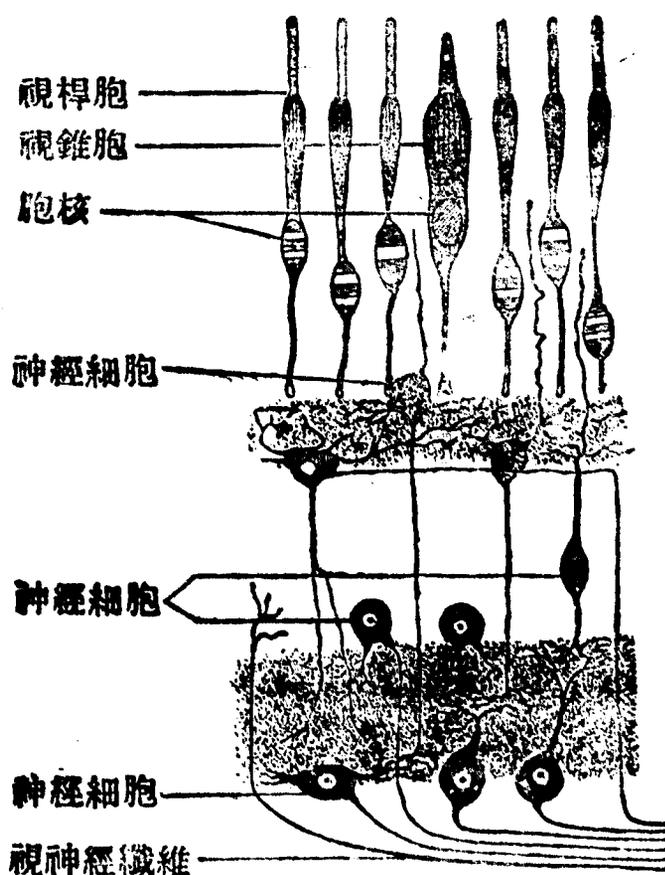


圖 114 視網膜的结构(由 Woodruff)

1. 視桿胞 (rod) 職司感光，對於微弱的光線，特易感受，但大都不能感色。

2. 視錐胞 (cone) 敏於感色，惟僅能在晝間充分行使其機能；是以晚上採購各種顏色的綢緞，往往難於辨識。

上述二種的視細胞，均由數層複雜的神經構造，而與視網膜內面的視神經纖維相連接。視細胞在眼中所占的位置，係與光線入眼方向相背反；是以光線入眼後，須貫穿視網膜的大部，以達於其外層所含的視細胞而刺激之，其後再由視細胞向內而傳遞至視神經纖

雜，終則循視神經，貫穿眼壁而出，以達於腦。視神經通出之處，無視覺的裝置，是以不能感光，因恆稱為盲點 (blind spot)。盲點的附近有一凹點，稍帶黃色，因稱黃斑 (macula lutea)；其正中處特形凹陷，是曰視中凹 (fovea centralis)。黃斑的感覺性甚為銳敏；吾人若欲明察一物，須轉動眼球，使該物的映像正射於黃斑上始得明顯。

【乙】眼球的內容物 虹膜的後方，有一透明而富有彈性的眼晶體，功能收聚並屈折入眼的光線。眼晶體形係雙凸，其凸度能藉毛狀肌的收縮，而得增減，使適於所視物體的遠近。如視近物時，眼晶體形特高凸，以增加其折射力；視遠物時，則恆稍變扁平，以減少其折射力；是為眼的遠近調節，藉此調節作用，可使所見的物像均得準映於視網膜上。

眼球的內腔通常可分為三部如次。

1. 眼前房 (anterior chamber) 位於角膜與虹之間。
2. 眼後房 (posterior chamber) 位於前方的虹膜與後方的眼晶體及繫晶韌帶之間。

上述的二眼房，均為無色透明，稀薄似水的液體所充滿，是謂水狀液 (aqueous humor)；二房所含的液體，係藉瞳孔而得彼此相通。水狀液的主要作用，乃滋潤虹膜，使其易於伸縮。

3. 玻璃狀房 (vitreous chamber) 為眼晶體後面的眼腔全部，充以一種無色透明的膠狀物質，名為玻璃狀液 (vitreous humor)。此液足助保持眼球的形狀，並能固定眼晶體，不使盪動。

眼視物時，來自外界的光線，經角膜、水狀液等而由瞳孔射入，隨受眼晶體與玻璃狀液的折射作用，卒將物像映於視網膜上。視細胞

受此刺激，即傳遞其神經衝動於視神經，以達於腦，因生視覺。

VI. 內部感覺器 內部感覺在高等動物方面，種別頗多，例如疲倦、舒服、煩悶、眩暈、戰慄以及渴、飢、內部疼痛等，均係關於動物體內部器官的普通狀態。此等感覺，或賴特殊感覺器司理之，例如痛點廣布於體內各部，所以輒因受傷或罹病，而感覺內部疼痛不已。但亦有內部感覺，迄未見有專司的感覺器。例如飢覺似係起於胃底肌肉的收縮作用，渴覺似係起於喉部黏膜的乾燥；至於疲倦、煩悶等，似乎皆為多數組織器官互關調應的普通感覺已耳。

### 第五組 動物的生殖作用

動物的生活現象可別為二，即個體生活的維持，與夫種族生命的繼續。一般動物均賴前述的種種代謝及感應等作用，以維持其個體的生存；但有生者終必有死，個體雖死，然其物種的生命能藉生殖作用，而得代代相承，綿延永世而不絕。

## 第三十五章 動物生殖的方法

動物生殖的方法，實屬不少；但大別之，不外乎有性與無性兩法已耳。

I. 無性生殖 (asexual reproduction) 為簡單的生殖法，即以單獨親體直接繁殖同種的新體，概缺性細胞 (sex cell) 及細胞互相配合的現象，下等動物常用此法，以行生殖。

無性生殖更可別為數種方法如次。

1. 再生法 (regeneration) 是為動物補償其損失部分的能力。多種下等動物時或能藉此法而生成新個體，因可視為無性生殖的一種。原生動物若將其物體切為二部：其具核的部分仍能生活，且能再

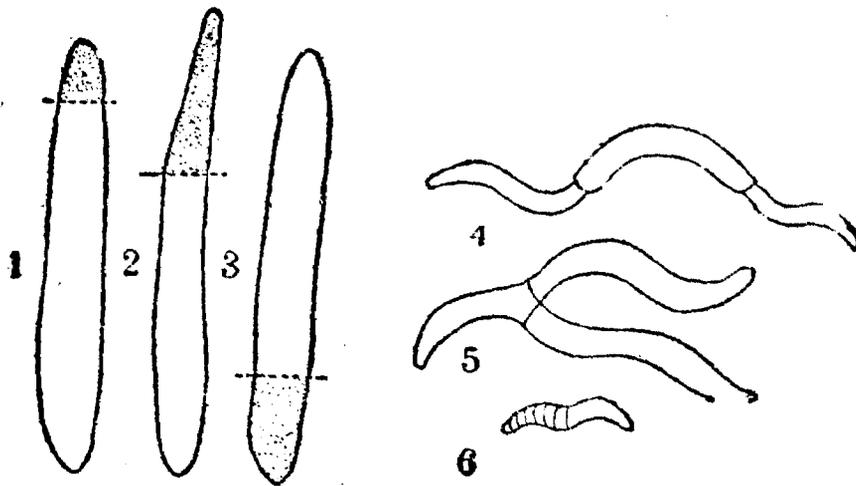


圖 15 蚯蚓的再生與繁殖 (由 Woodruff)

1. 蟲體的後段再生前段(圖中有紅點即表示再生的部分)
2. 蟲體的前段再生一尾, 致使此蟲的前後兩端均呈尾狀
3. 蟲體的前段再生一尾
4. 三段接連, 成一長蟲
5. 二段連成一短尾蚯蚓
6. 前後二段連成一短蚯蚓

生全部; 至於無核的部分, 非僅不能再生, 且竟不能維持生活, 不久即死。多種的海綿, 水螅以及蠕形動物、棘皮動物等, 其物體若被分割為二部, 或二部以上, 各部輒能再生, 形成全體。水螅的蟲體, 雖被割成  $1/6$  毫米的小塊, 仍能重生全部; 單一水螅可賴此法, 而竟能生成數十個新的蟲體。

2. 裂殖法亦稱分裂生殖(fission) 此法係以動物體平分為二部; 其二者的形狀大小, 彼此悉為相同; 因又稱為均裂法(binary fission)。原生動物多藉此法, 以營生殖。後生動物如水螅、海葵、及蠕形動物等, 當營養豐富時, 間亦有發生分體的現象者。

3. 芽殖法或曰出芽生殖(budding) 行此生殖時, 動物體的一

部盛行生長，終乃形成芽體(bud)，芽體經相當時間後，常離母體而變為形與母體相似的新個體。

(a)外芽殖法(external budding) 通常簡稱為芽殖法。此法恆見於水螅之類。所生芽體初係由母體向外突出，頗似瘤狀，隨漸發育生長，迨至相當時期，即行脫離母體，而營獨立生活。芽體時或單生聯繫於母體，芽復生芽，互相聯結，而形成羣體；恰如植物之自芽生枝，枝更生芽，交錯繁生，而成為樹形的構造。

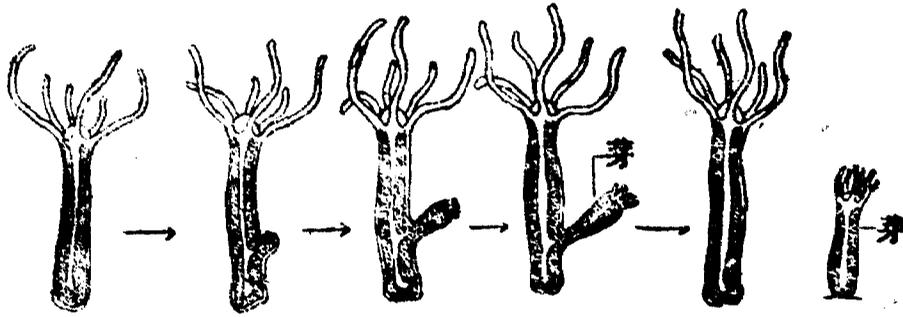


圖 16 水螅的芽殖法

(b)內芽殖法(internal budding) 動物中行此生殖者甚少，僅見於淡水海綿及苔蘚蟲等。海綿的內芽(internal bud)，其表面概被以一種由針骨所成的厚膜；當寒冷或乾燥時，母體雖死，但其體中所含的內芽，賴厚膜的保護，仍得留存，且得由母體中隨風散播各處，迨翌年春暖時，乃漸發達而成為新個體。

4. 胞殖法或曰孢子生殖(spore reproduction) 此法通常見於單細胞動物。其母體的胞核，反覆分裂而成為多核的狀態；隨後胞質遞行分裂，而形成數與胞核同多的團塊，各塊均具一核，是謂孢子(spore)。如斯分裂特稱為複裂法(multiple fission)，用以對別於前述的均裂法。藏貯孢子的構造，通常稱為胞囊(cyst)；其外面恆具堅

韌的厚膜藉以抵禦寒冽、乾燥等。迨境遇適宜時，胞囊的外膜遂行破裂，以分散其中所含的孢子。孢子既經散出，乃各自發育而成爲新蟲體。

II. 有性生殖 (sexual reproduction) 係賴有性生殖細胞，即所謂性細胞，以營生殖。此法更可別爲下列數種。

1. 接合生殖 (conjugation) 單細胞動物如草履蟲等，常行接合生殖。法以二蟲相接，隨即互換其彼此核質的一部，而行配合。終

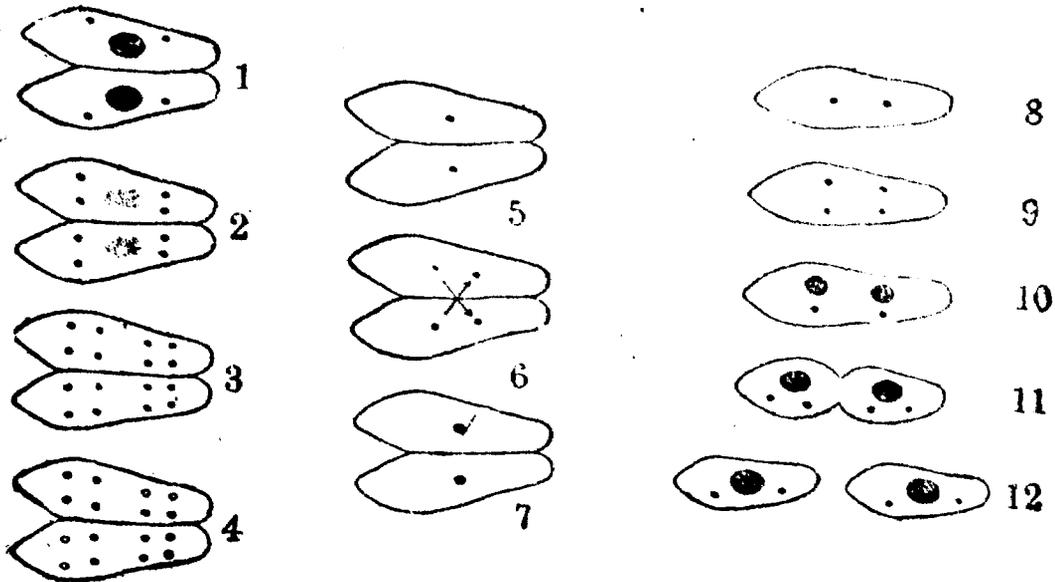


圖 117 草履蟲的接合生殖(由 Woodruff)

則兩體仍復分離，各自分裂而增殖。行此生殖的蟲體彼此均爲同形同大，並無雌雄的分化。單細胞動物常於其生活力衰弱或環境惡劣時，營此生殖。蟲體既經接合後，復能盛行繁殖；若無接合，勢必使其體質更趨衰頹，直遭滅絕而後已。

2. 兩性生殖 (bisexual reproduction or digynetic reproduction)

營此生殖的細胞，均有雌雄兩性的分化。成熟的有性生殖細胞，即

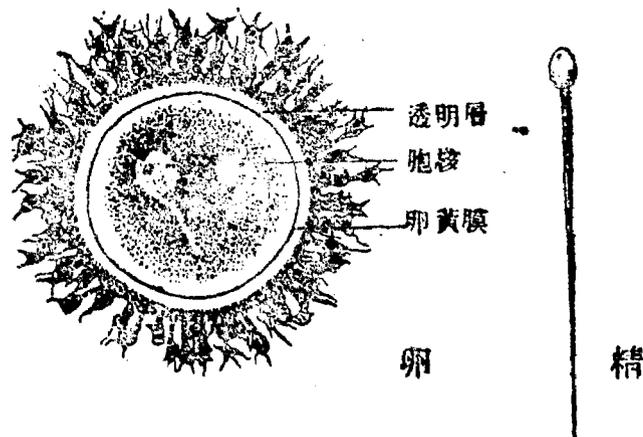


圖 118 人的卵子與精子

所謂配子 (gamete), 在雌為卵, 在雄為精, 二者合併而成為單個細胞, 恆稱合子 (zygote), 或曰受精卵 (fertilized egg), 是為新個體的起原。精卵的併合, 通常稱為受精 (fertilization), 洵屬動物界中常見的一種生殖法。

凡營兩性生殖的動物, 其各個體通常僅具單性的生殖細胞, 非精即卵, 是謂雌雄異體 (gonochoritism); 若以一種而兼備精卵, 則稱此種現象為雌雄同體 (hermaphroditism)。雌雄同體的動物, 其體中所產生的精卵, 通常係包含於不同的生殖腺中, 彼此獨立; 但蝸牛、蛞蝓等, 則有所謂卵精巢 (ovoestis), 或曰兩性腺 (bisexual gland) 的構造 (參閱 261 圖), 是係以一腺而兼產雌雄兩性的配子。雌雄同體的動物, 其雌雄兩性的生殖細胞, 雖皆具備於一體內; 但精卵生成的時期, 常有不同的傾向, 非精先行排出, 即卵先行成熟, 實際上無異於雌雄異體的動物。又有動物, 幼為雌性或為雄性, 至後竟變為相反的性別, 例如盲鰻 (hagfish) 及硬骨魚類中的耳鯛魚 (*Chrysophrys aurata*) 等。

動物體中所產的卵，若與同體所產的精子配合，恆稱自體受精 (self-fertilization)；若與異體所產的精子配合，則稱異體受精 (cross-fertilization)。雌雄異體的動物，勢必行異體受精，而雌雄同體的動物，其體中雖精卵俱備，但因二者成熟常不同時，或因生殖器官位置的關係，通常仍須行異體受精而營生殖。

動物行受精時，其精卵或均產出於水中而自由配合，是謂體外受精 (external fertilization)，常見於水生的種類。他若昆蟲類及高等脊椎動物等，悉藉交合 (copulation) 方法，雄者射精於雌體內，以與卵相併合，是謂體內受精 (internal fertilization)。

凡營兩性生殖的動物，其所以行如斯複雜的生殖方法，究因何故，洵屬生物學上一種耐味的問題；學者間意見紛紜不一，但大抵可括為二項如次。

(a) 還童說 (rejuvenation theory) 受精作用功能刺激生殖細胞促其發育。動物長成後，其體中的諸細胞漸變衰弱，故特產出生殖細胞，使之雌雄相配，而成爲生機旺盛的受精卵；是即以衰老的體質，使爲還童作用，而恢復其原有的狀態及生活力。

(b) 親質會合說 (amphimixis theory) 此說以受精作用，可使雌雄兩親所有的不同遺傳性質，互相混合。上述種種無性生殖法所生的子體，係由單個親體所分出，故其所有性質悉係得自單個親體，無甚差異。由兩性生殖法所生的子體，其遺傳係一部得自母方，另一部得自父方，二者相混，因起變異。

3. 孤雌生殖 (parthenogenesis) 是指雌體所生的卵不待受精，而能自行發育。例如蚜蟲於春夏間，能藉此法而產生雌蟲；又如蜜蜂

所生的卵，凡未受精者，均得發育而成爲雄蜂。孤雌生殖因僅藉雄性親體以營生殖，故又稱單性生殖(monogenetic reproduction)。單性生殖與前述的無性生殖，貌雖相似，實則根本不同；因其雖無受精作用，然已顯然有雌雄兩性的分化。

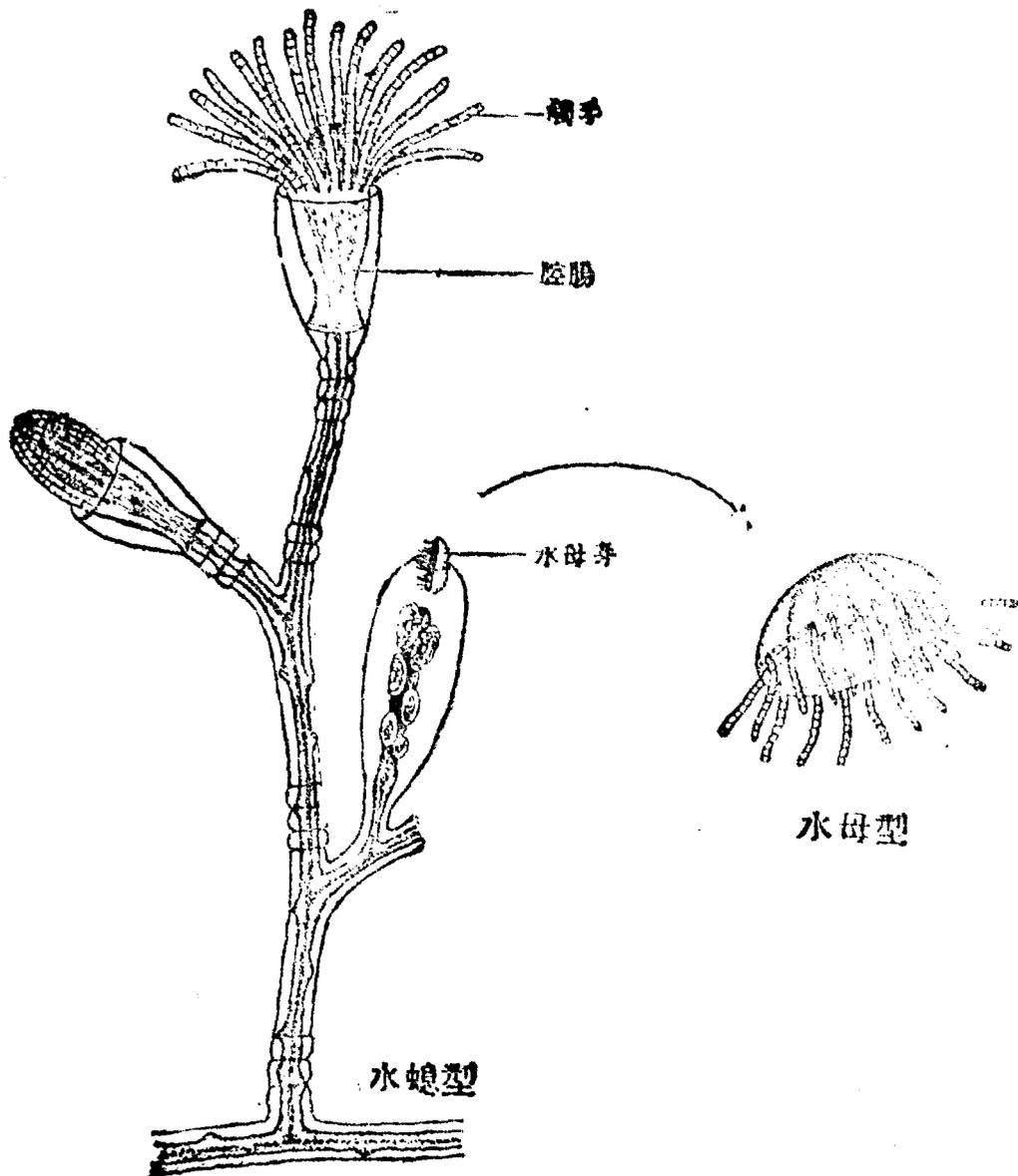
卵子尋常須經受精而後發育者，間或用人工方法，使其不待受精，即能發育，是謂人工孤雌生殖 (artificial parthenogenesis)；例如海膽的卵用化學方法處理之，蛙卵用針刺之，均得發育。

有種動物如海膽等，其成熟的卵子，若用手術分割爲二，其無核的卵片，隨使之與精配合，仍得發育，是特稱爲卵片生殖 (merogony)。

下等動物中，間有兼營單性生殖與兩性生殖，而互相交替者。此種交替，時或以單性與兩性各一代而相間交替，例如瘦蜂 (*Neurocrus*)；時或以單性累續數代，而與兩性一代據一定的順序而交替，例如蚜蟲 (*Aphis*)。此蟲在初由卵孵出者，悉屬雌性；成長後，不待交合而能胎生幼蟲，幼蟲亦係雌性，旋即成長而復產生雌性幼蟲；如斯承承繼繼，繁殖無涯，故其數目的增加，異常迅速。直至秋末，始生雄蟲；雌雄隨相配合而行受精，由此所生的卵，越冬而至翌春，又皆卵化爲雌蟲，復行單性生殖。似此兩性世代與單性世代的互相交替，常可稱爲複代性 (heterogeny)。他若肝蛭、肺蛭等，亦見有與此相似而更複雜的世代交替，俟於後一章中敘述之。

4. 童體生殖 (paedogenesis) 普通一般動物須俟生長完成後，始行生殖，但間亦有在未成長前，即行生殖者，是爲童體生殖。此種生殖法，更可別爲二種，爰述如次。

(a) 童體孤雌生殖 (parthenogenetic paedogenesis) 即以未成長的童體而行孤雌生殖。見於肝脰、童癭蠅 (*Miastor*) 等的幼蟲，及搖蚊 (midge) 的蛹等。



圖：9 蕨枝蟲 (*Obelia*) 的世代交替

b) 童體兩性生殖(bisexual paedogenesis) 即以未成長的童體而行兩性生殖。例如墨西哥所產的虎蠅(*Ambystoma tigrinum*), 在其蝌蚪時期, 即能產生成熟的精卵, 而行受精。

下等動物輒能兼營有性與無性生殖。營無性生殖的世代, 恆稱爲無性世代; 有性生殖的世代, 爲有性世代; 二者互相交替不息, 如斯現象通常稱爲世代交替(metagenesis)。例如多種腔腸動物, 其體型顯有水母水螅的二十大別, 已如前述。水母係具有雌雄兩性的生殖器官, 其所產的精卵, 配合後乃漸發育, 而成爲水螅。此體隨經芽殖法或他種無性生殖方法, 而復產生水母。水母的有性世代與水螅的無性世代, 二者互相交遞, 永循斯序而不紊。有種動物如草履蟲等, 雖常以無性法而行增殖, 但無性生殖達至相當限度時, 則以形狀相同的二蟲體互相接合, 而行有性生殖, 藉此可使衰老的體質還爲少壯, 而得續行無性生殖; 是直無異以無性生殖連續多代, 而與有性生殖的一代互相交替而得繁生。

## 第二十六章 生殖系統

I. 無脊椎動物的生殖系統 生殖作用, 可別爲無性與有性二法, 既如前章所述, 動物的無性生殖通常無專司的器官, 至於有性生殖, 原生動物恆以其蟲體全部行之。海綿動物亦無特殊的兩性生殖器(reproductive organ or genital organ); 其體壁中能隨處產生性細胞以營生殖。及至腔腸動物, 始有所謂卵巢(ovary)與精巢(spermary); 但其構造均極簡單, 無足認爲充分發育的生殖器。扁形動物以上的諸類動物, 大都賴兩性法以生殖。其雌雄生殖器官之完備者,

係成於生殖腺 (gonad, germ gland or genital gland)、生殖管 (genital duct) 以及其他附屬構造。茲就蚯蚓為例 略述其生殖系統如次。蚯蚓如其他下等動物一般, 係屬雌雄同體; 故其雌雄兩性的生殖器官, 係具備於單一蟲體中, 茲分敘之。

A. 雌性生殖器 (male genital organ)

1. 舉丸囊 (testicular sac) 計二對, 每囊中有一舉丸, 內藏生殖細胞 外被有漏斗狀的構造, 而直通於輸精管。

2. 貯精囊 (seminal vesicle) 計二對, 與前述的舉丸囊相通。

3. 輸精管 (vas deferens) 為二對細管, 左右各一對, 輸精管由舉丸囊後行, 終乃開口於攝護管 (prostate duct) 的基部, 由此通外。

4. 攝護腺 (prostate gland) 共一對, 形甚大, 呈指狀, 各腺具一短管, 即上文所提的攝護管, 由雄性生殖孔 (male genital pore) 而通於體外。

5. 輔腺 (accessory gland) 形小而數多, 位於雄性生殖孔的周圍。

B. 雌性生殖器 (female genital organ)

1. 卵巢 計一對, 形均微小。

2. 輸卵管 (oviduct) 亦係一對, 形短細; 其前端擴大成漏斗狀, 位於卵巢的下方, 而後端則兩相併合, 由雌性生殖孔 (female genital pore) 而通體外, 成熟的卵子即係由此送出。

3. 受精囊 (seminal receptacle or spermatheca) 計二對, 各囊具有開孔通外, 是謂受精囊孔 (spermathecal opening)。受精囊用

供接受來自他蟲的精液，而貯存之，以備受精之用。

4. 輔腺 受精囊孔的四圍，亦有輔腺無數，各具開孔通外。

蚯蚓體內雖係兼具雌雄兩性的生殖器官，但其生殖方法仍為異體受精。二蟲交合時，乃以其蟲體前部的腹面互相緊貼，蟲的頭端各向着相反的方向，而各以其雄性生殖孔緊接於他蟲的受精囊孔；然後各自排出精液，而送於他蟲的受精囊中。互換既畢，二蟲即相分離。各蟲的生殖帶(clitellum)不久乃分泌一種黏液，組成管狀的構造，以被覆於此部的周圍。蟲體隨漸向後蠕動，致竟使此種體質管向前推進。當管移過雌性生殖孔時，卵即排入其中；及至受精囊孔時，囊中所貯的精液亦輸入管內，而行受精。該管終乃由蟲體的前端脫落地上；管的前後兩端隨自封閉，而成爲繭囊(cocoon)，內貯多數業經受精的蟲卵。受精卵經相當時間後，始由囊中孵出爲蟲。

高等無脊椎動物，多係雌雄異體。例如昆蟲，其雄者具有一對睪丸，連接於一對輸精管，二管的後端相遇而成爲射精管(ejaculatory duct)，隨由陰莖(peris)的頂端而通於外。輸精管的下端，附有貯精囊(seminal vesicle)，其後尚有一對至數對的輔腺。蟲體的後端又具有生殖鈎(cercus)等構造，供交接時抱持雄蟲之用。至於雌性昆蟲的生殖系統，則具有卵巢一對，由輸卵管而通於陰部(vagina)；此部附有受精囊及黏膠腺(collectria gland)等。此外，蟲體後端尚具產卵管(ovipositor)的構造，供產卵用，時或特形發達，而供爲刺、鑽或鋸等種種特殊的功用，如在蜂類然。

昆蟲睪丸中所產的成熟精子，經輸精管而送入貯精囊中；及至交合時，精子即由此囊，經陰莖中的射精管而直送入雌體的陰道，

遂納諸受精囊中。迨產卵期至，卵子則由卵巢輸出；當其移經陰道時，精子即由受精囊中逸出，而與卵配合。卵既受精後，即由產卵管產出體外。當未產出前，黏腺常分泌膠質，使卵子黏結成塊，時更形成卵莢(capsule)的構造，用以保護受精卵。

II. 脊椎動物的生殖系統

(甲) 蛙類 脊椎動物除少數的魚類外，概係雌雄異體；其生殖系統，可就蛙的情形而略述之。

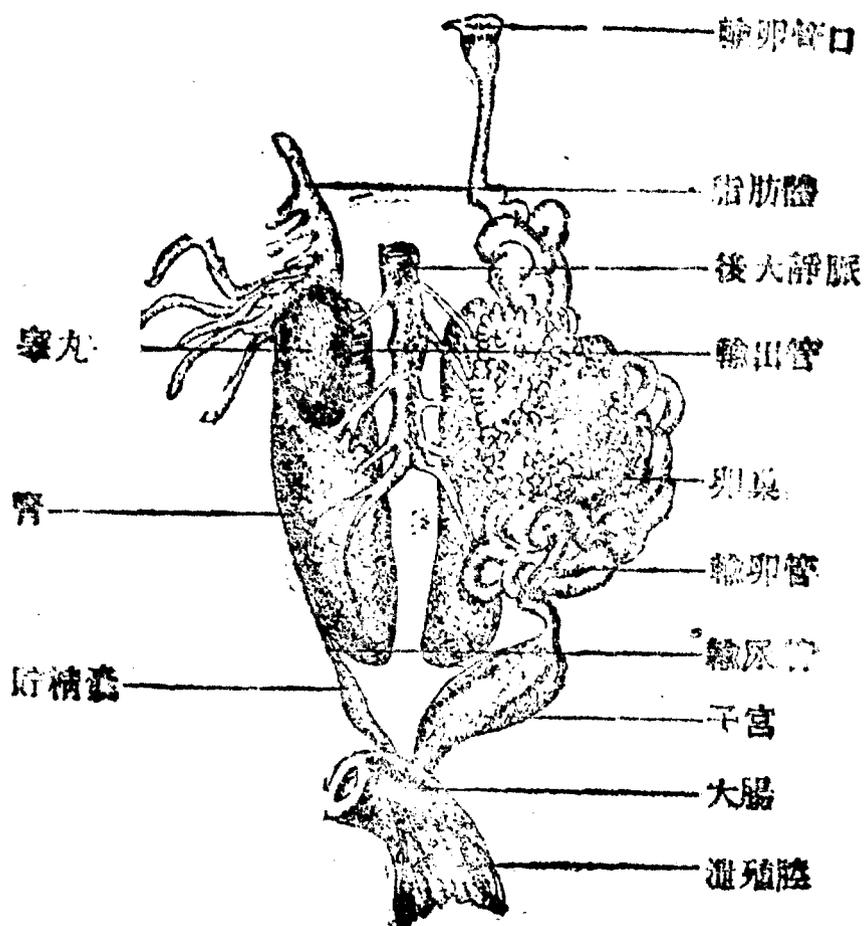


圖 12 蛙的生殖系(urogenital system)模式圖；左為雄性，右為雌性

雄蛙的生殖腺係爲一對小形橢圓狀的睪丸，藉懸膜而緊附於腎臟的內緣。睪丸各具有多數細微的輸出管(vas efferens)通入腎臟，經腎細管而達於輸尿管；此管因其能輸精，故又名爲輸精管(vas deferens)，亦即所謂賴迪氏管(Leydig's duct)。管的後端，具有貯精囊；成熟的精子，由睪丸輸出，即暫貯於此。輸精管終均通於泄殖腔，由此通外。

雌蛙的生殖腺係爲卵巢，其位置與雄蛙的睪丸略同；其形狀大小因時而異；其壁多皺，至生殖期間，則表面突出卵子纍纍，占充腹腔的大部。雌蛙的輸卵管形長而旋曲；其前端形成漏斗狀，開口於肺臟基部的近旁，與卵巢毫無構造上的直接關係。輸卵管的後部異常膨大，常稱之爲子宮(uterus)，由此直通於泄殖腔。蛙卵係在體外受精，是以於雌蛙體內不見有容納雄精的構造。

蛙交合時，雌雄兩兩成對，雄者以其前肢擁抱雌體。此時成熟的卵子，即由卵巢排出而至體腔，隨乃送入輸卵管，向後移行。卵在管內移行時，即各被以一種膠質的包膜，終乃達於子宮，而暫貯於此。卵在子宮中，俟積有相當數量時，即由此送入泄殖腔，而產出於體外。當雌蛙產卵時，與其交配之雄者即灑精於卵上，以行受精。

(乙) 人類 人的生殖器官與蛙體內所見者，根本上略爲相同，但較複雜耳。男子的睪丸亦具有多數輸出管，通於副睪(epididymis)，以達於輸精管。輸精管的末端，左右相併而成爲射精管，直接開口於尿道(urethra)，經陰莖而通於體外。人的睪丸以及與其相連接的種種導管，不似蛙之藏於腹腔內，但均移於軀體外，而包被於陰囊(scrotum)中。至於輸精管，在人體上僅供輸精之用；排尿的

機能另由後腎管司理之：此種特徵又與蛙類不同。除上述種種構造以外，人的生殖系統尚具有貯精囊、攝護腺、及賴氏腺 (Cowper's gland) 等，各任專司的職務，且各具導管通至輸精管或尿道中。

女子的生殖系統乃由卵巢、輸卵管、以及種種附屬構造所組成。卵巢形小而呈橢圓狀，內含多數初級卵泡 (primary ovarian follicle)，各藏一卵。卵泡經發育變大，而內具腔者，特稱為賴氏泡 (Graafian follicle)，業於內分泌章中，略為提及。充分成熟的賴氏泡，漸行移近卵巢的表面，而隆突於腹腔中。賴氏泡的外膜以及與其互相接觸的卵巢表膜隨遭破裂，而泡中所含的卵因遂排出於卵巢之外，是即前文所述的排卵作用 (ovulation)。

既經排出的卵乃由腹腔，而移入於輸卵管中。人的輸卵管可分為三部如次。

1. 法氏管 (Fallopian tubule) 形細曲。其先端作漏斗狀，開口於腹腔；其卵腔與卵巢甚為貼近，故由卵巢排出的卵，易得移入管中。

2. 子宮 此部較蛙類所具者，更為發達。原係一對，但在人類，則皆左右合併為一。人的卵子係在體內受精；所成的胚即留在此部發育，迨成為完全胎兒後，甫行產出體外。

3. 陰道 為輸卵管的最下一部，亦係左右合併為一，富於擴張性。發育完成的胎兒，即由子宮經此而產出於體外。

III. 兩性的差別 凡為雌雄異體的動物，其雌雄兩性常有互異的特徵，統稱之為性徵 (sex character)。性徵可別為三種如次。

1. 初級性徵 (primary sex character) 是指雌雄兩性所具的

生殖腺 即雄體的睪丸與雌性的卵巢，以及二者中所含的生殖細胞。此種性徵實為兩性間最正確且最主要的一種區別。

2. 生殖附屬器官 (accessory sex organ) 是為與生殖作用有直接關係的種種構造，例如雄性的輸精管、貯精囊，及雌性的輸卵管、受精囊等。此外如昆蟲、哺乳等類，尚具有種種交接器，以備交合授精之用。

3. 次級性徵 (secondary sex character) 雌雄兩性除具上述各種特徵外，尚有其他關於構造、生理以及心理或習性上的各種相異，統稱之為次級性徵。例如在人方面，男性面生鬚髯，喉部高凸，而聲音因亦粗嘶；至於女子則乳齒豐，聲音高澄，而其性情之溫和，舉止之羞怯，更非一般男子所能比擬。他若牡鹿的角，公雞的距，雄蟬的發音器，雄蛙的指瘤、聲囊等，均屬常見的著例。但動物體的外觀上，亦有難以區別其為雌雄者，例如海膽、海星、蚌、螺、水母等，其雌雄兩性的次級性徵甚不顯著，殆或全付缺如。

雌雄兩性，其次級性徵的相異，據達爾文氏 (Darwin) 的性擇說 (theory of sexual selection)，係由於雌雄兩性間的淘汰作用；此種主張容於天演論中，敘述其梗概。至於次級性徵發達的原因，在高等動物方面，近來研究已證明其與生殖腺的內分泌作用，具有密切的關係。在斯學理，曾於前一章中略敘其概要，茲不更贅。

## 第五篇 植物體的構造及其生理

### 第二十七章 植物形態學與生理學史略

古昔哲者如亞里士多德(Aristotle)與提奧夫刺斯塔(Theophrastus, 372—288 B. C.)諸氏,雖曾提及植物形態,然皆幾乎純憑臆度,乏善可述。直迨十七世紀,始有德儒永(Jung)氏研究植物形態,同時又有革儒胡克(Hooke)氏發見植物的細胞;意儒馬爾丕基(Malpighi, 1628—1794)氏以及其他學者,曾用自製的顯微鏡,檢察種種植物組織。至十八世紀吳爾夫(Wolff, 1733—1749)及歌德(Goethe, 1749—1832)諸氏共倡變態說(theory of metamorphosis),謂植物軀體上的各種器官,大抵可分為莖與葉二種;根係莖的變形物,而他種器官則悉為葉所蛻化而成。嗣後形態學無甚進展,學者崇尚空談理論,而不務實地的研察。及至十九世紀,風氣始漸轉變,名儒輩出,例如錫波爾德(Siebold)氏之於葉序,許賴登(Schleiden)及布拉文(Brown)諸氏之於植物細胞、受精及發育等,馮摩爾(von Mohl)、內革(Nageli)以及罕斯泰(Hanstein)諸氏之於植物組織的分化以及莖部的種種構造,如樹皮、維管束等,均著殊績,形態學頓以革新。更後有笛巴里(de Bary)氏專研藻類,發見藻類亦有性別,並闡明地衣共生之理;又有霍夫邁斯特(Hofmeister, 1824—87)氏闡發植物

界中世代交替的現象，貢獻均偉。

當十七世紀下葉，與形態學同時崛起者為植物生理學。組織學家馬爾丕基 (Malpighi) 氏首先研究植物營養，示知葉綠素功能製造有機養分。卡美刺里烏 (Camerarius, 1665—1721) 氏、柯爾雷特 (Koelreuter, 1733—1806) 氏以及其他學者，從事植物的雜交試驗，漸明植物的性別、受精現象以及花與昆蟲間的交互關係。其後英儒 嘿爾茲 (Hales, 1677—1761) 氏首先闡明氣孔的功用及植物體的光合與呼吸諸作用，謂植物體所含的葉綠素，能於日光之下吸取二氧化碳，而製成有機養分，儲於體中。氏又探究植物體中的液體運動，確定植物自土中吸取與由葉蒸發的液量。惜當時植物學家多皆崇尚林內 (Linné) 氏所為，以採集與分類為治植物學的止境，對於解剖生理不甚重視；所謂形態學，不過就與分類法有關者而已。直至十九世紀，學風自轉，英才勃興，就中以奧儒 薩克斯 (Sachs, 1832—1897) 氏貢獻特著。氏研究植物體中澱粉的形成、運行及其化學的變化，又檢察溫度、日光等與植物發芽的關係，更注意植物生長的種種情形，及植物因外界刺激而起的種種反應等，建樹至廣，實為實驗植物生理學樹立柱石。他如乃特 (Knight, 1758—1838) 氏對於植物體的感覺，發見甚多；其實證的結果，迄今仍為人所稱述者。演化論泰斗 達爾文 (Darwin) 氏關於花的受精，昆蟲的傳粉以及食蟲植物等研究，均屬不朽的傑作，影響植物學界實非淺鮮。

生理學中有生機與機械二說，前曾提及。當十八世紀的初期，生機說可云已登峯造極，盛極一時，學者皆崇尚之。後遭植物學者許登頓 (Schleiden) 氏的痛詆，始稍減勢而漸趨向現代的科學見解，以

生命為物理化學諸作用相互關係的表示；然時至今日，吾人尚不能用物理化學的定律以充分解釋基本的生命過程。幾多試驗學者常自以為幾乎能在試管內製成生活的物質，實則仍似舊日煉丹術士一般，徒然更覺得原形質的構造複雜至不可思議。

## 第二十八章 植物體的組織系與器官

I. 植物體的組織系 (tissue system) 高等植物體中具備各種組織，前已述及。諸種不同的植物組織，因其機能上的互關，常相集結而成為組織系，以營特殊的機能。植物體中的組織系，大都可別為下列三項。

1. 表皮系 統括包被於植物體各部外表的種種組織，由表皮細胞及木栓細胞等所組成。此系的組織，猶如動物體所具的皮膚一般，主司保護的機能。

2. 維管束系 由韌皮、木質以及其他貼近的組織集束而成。此系貫穿植物體中，頗似動物體所具的骨骼與血管等，供為支持及循環之用。

3. 基本組織系 由薄膜組織所成，填充於表皮及維管束系之間，職司植物體的種種代謝作用。

II. 植物體的器官 下等植物之最簡單者係為單個細胞，其體中一切生活作用以至於生殖機能，均以細胞體的整部統理之。至於稍較進化的菌、藻等，其體中漸有組織的分化，惟甚簡單耳。苔蘚植物則有葉狀體及假根等構造，以司代謝作用；又有孢子囊 (sporangium)、藏卵器 (archegonium) 及藏精器 (antheridium) 等，以司生殖的

機能。及至羊齒植物與種子植物，組織的分化至為顯著，因而形成上述種種的組織系，並由此各種的組織系互相集結，而成為諸種不同的器官。高等植物體的器官，可別為根、莖、葉、花、果及種子等；諸種構造各司其特殊的任務，分工合作，藉以完成植物體的生活及生殖等作用。

### 第一組 植物的代謝作用

一切植物若動物然，其體中亦見有代謝作用，以維生活。營此作用的器官，主為莖、根及葉等；此等器官除營代謝作用外，尚能兼司支持、感應及其他相關的機能。

## 第二十九章 植物體新陳代謝的方法

1. 植物的普通營養法 植物體的普通營養法，括有下列諸種作用。

1. 吸收作用 植物體的滋養料，主為空氣中所含的二氧化碳，及溶解於土水中的各種無機鹽類；所以空氣與土水的吸收，顯係植物體中之一種主要的生活作用。此種作用在下等植物，通常由各細胞自營之，但至較為高等的植物，則由葉根或假根等構造，分司其職。

2. 運輸作用 土水既經吸收，即由運輸組織將其由下運上，而達於葉中。此種組織亦能將葉中由同化作用所製成的有機養分，運至於植物體的各部。

3. 光合作用(photosynthesis) 綠色植物，其體中含有葉綠素，功能利用日光的動能，將土水及二氧化碳製成澱粉，是即所謂光合作用。

澱粉既經製成，植物體隨將其一部變為甘油與脂肪酸；再以不

同種的甘油及脂肪酸互相化合，以形成各種脂肪。植物體又能將其

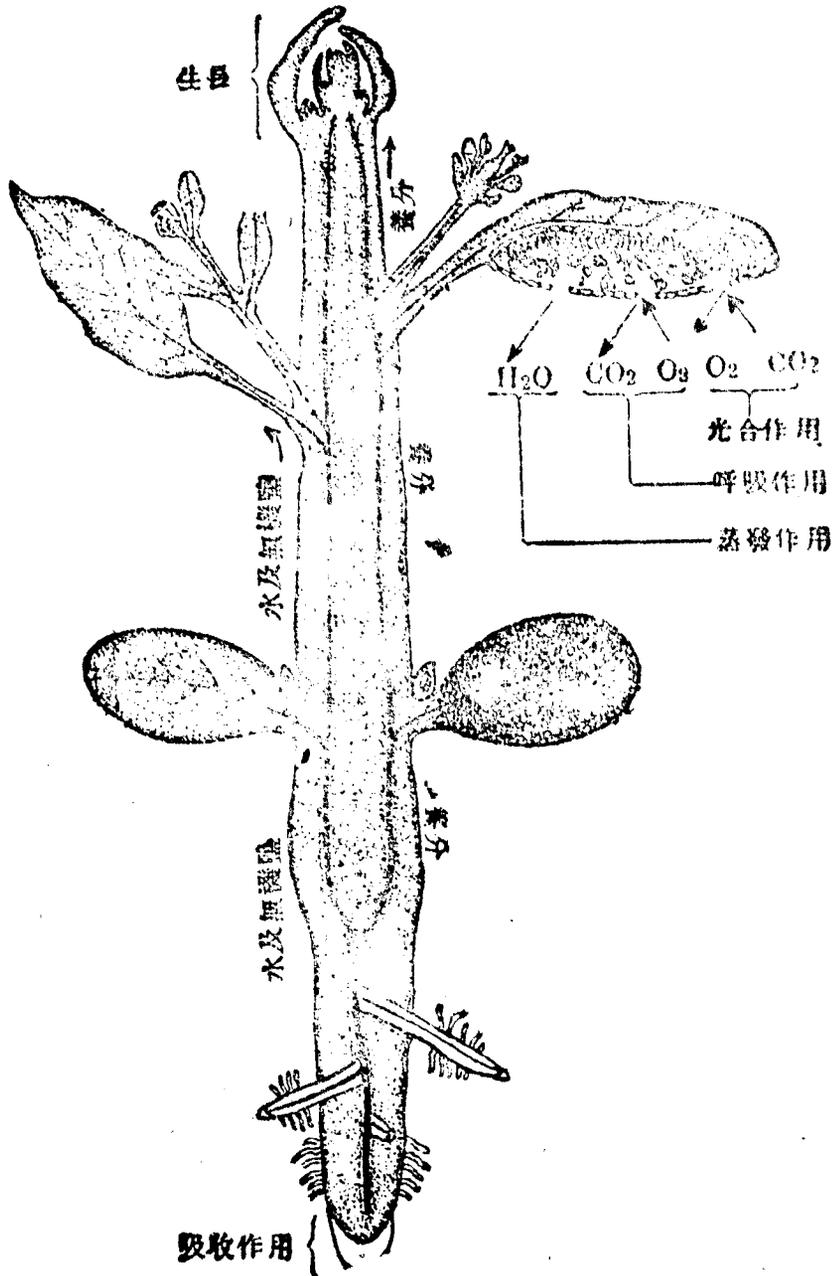


圖 1-1 雙子葉植物幾種主要作用圖解

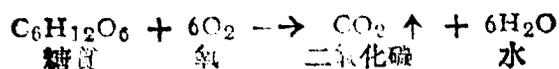
澱粉的一部，與土水中的氮酸鹽化合，而成各種氨基酸；再由各種氨基酸的互相結合，加以硫酸、磷酸等，經複雜而尚未明瞭的化學作用，而構成種種蛋白質。植物體製造蛋白質的能力，似乎無關於日光；苟不缺乏醣類及氨基酸的供給，則各部皆能製造其所需的蛋白質。

4. 消化作用 綠色植物在日光下營光合作用，製造澱粉，隨即分泌消化酵素，將澱粉變為醣質，一部運至正在發育的部分，作為構成新細胞的材料，一部運至植物體的各部，以供消耗；所餘的養分則輸送於根、莖、種子或果實等部，貯蓄於此，以備後用。

種子發芽時，恆能產生種種酵素，使其中所藏的各种物質，漸起消化作用，以供應用。又植物體中若欲將貯藏物質，輸送於生長部分時，亦須起分解作用；例如澱粉須變為可溶性的糖質，始可由一部輸送於他部。

高等植物之吸取養料，亦有能由其根部分泌有機酸，以溶解土中所含固體的物質，使其變為液體，以供吸取，是直可視為一種體外的消化作用。

5. 呼吸作用 一般植物除極少數下文所述的嫌氣性者外，大抵均須呼吸空氣，藉得攝取氧素，將其體中所含的有機物質，分解為水與二氧化碳，從而發出能量，以供生活。此種變化，可用下列方程式示明之。



有機物質藉前述的光合作用，而得造成；但由呼吸作用又行分解，呼吸作用在植物體中，係不分晝夜，繼續進行；至於光合作用，則

祇在晝間有日光時行之。是以植物在日光中竟能同時兼營有機物質的合成與分解之二種相反的作用；但合成作用比分解作用較強且速，所以植物體得能循規生長。

呼吸作用如上所述，係植物體中各個細胞自營的一種生活現象，下等植物，其體中諸細胞，均可非直接即間接與外界互換氣體。至於高等植物，通常係藉氣孔(stoma)及皮孔(lenticel)的構造，以通空氣，使體內諸細胞得易行其呼吸作用。

下等植物中，或有不需游離氧素，而能利用其體內有機物質所含的氧素以營呼吸者，是謂分子間呼吸(intramolecular respiration)或曰無氧呼吸(anaerobic respiration)。例如釀母菌其呼吸作用進行時，不須攝取空氣，而能產熱與能；其化學作用，可示如次。



有些細菌不但無需游離氧素，而且完全嫌忌之；若有空氣反足使其死滅，是即所謂厭氣菌(anaerobe)，例如破傷風桿菌(*Clostridium tetani*)、腐敗桿菌(*C. putrificum*)、惡性水腫桿菌(*Bacillus oedematis maligni*)等皆是。

6. 排泄作用 植物體由代謝作用產生二氧化碳，並由光合作用產生水及氧等，此等物質在下等植物，可由各個細胞自行排出；但在高等植物，則由葉的氣孔，而排出於體外。植物的蛋白質經分解者，大抵罕見，故無含氮廢物的產生。

II. 植物的特殊營養法 凡具葉綠素的植物體，均能營光合作用而自製有機養分；但亦有不循如斯作用而營生活者。茲將植物體

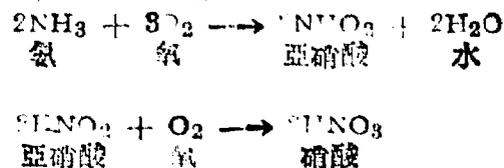
的特殊營養法 略述如次。

1. 活物寄生 (parasitism) 與死物寄生 (saprophytism) 下等植物中的裂殖菌、黏菌及真菌等, 除極少數於後一節提及者外, 概不能自製有機物質, 而必從其他生活或已死的生物體攝取有機養分。此種現象於高等植物中亦時見之, 容後敘述其詳。

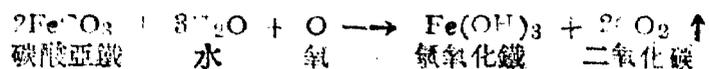
2. 化合作用 (chemosynthesis) 有種細菌功能促使無機物發生氧化作用, 例如下舉數例。

(a) 硫化菌 (sulphur bacterium) 此類細菌能將硫化氫 (hydrogen sulphide) 氧化為硫與水; 又能將硫氧化而成硫酸及硫酸鹽等, 歸於土中。

(b) 硝化菌 (nitrifying bacterium) 此類中的亞硝酸菌 (*Nitrosomonas*) 能將氨及銨 (ammonium) 鹽, 氧化為亞硝酸鹽 (nitrite), 而硝酸菌 (*Nitrobacter*) 更能將亞硝酸鹽繼續氧化, 而成為硝酸鹽 (nitrate), 其化學作用, 可列如次。



(c) 鐵化菌 (iron bacterium) 能將碳酸亞鐵 (ferrous carbonate), 氧化為氫氧化鐵 (ferric hydroxide); 其化學方程式可列於下。



凡諸所述的氧化作用, 均能發生動能, 而細菌遂得利用之, 而將二氧化碳及碳酸鹽等無機物質, 製成種種複雜的有機養分。如斯營

養方法，不需日光，且悉賴化學變化所產生的動能而得完成，故特稱為化合作用。

3. 食蟲植物 (insectivorous plant) 食蟲植物雖能自製少許有機養分，但其大部營養料概係得自動物體。此類植物通常具有特殊捕蟲器，功能分泌消化液，液中含有酵素，能將捕獲的蟲體分解消化，使易吸收，而後分送於全體各部，以供營養之用。

III. 動植物代謝作用的比較 植物體的代謝作用，既如所述；今若以之與動物的情形作一比較，則消化、呼吸、循環、排泄諸作用雖皆同樣行之，但行諸作用的器官，動植二界顯有天壤之別。植物的主要生活現象，即在根的吸收，莖的輸運，及葉的呼吸與同化等作用；其各部的組成，不外乎前述數種的組織系，別無複雜的構造。但在動物方面，則有種種專化的器官；例如職司消化作用的齒、舌、胃、腸、肝、胰等，呼吸作用的肺臟、氣管等，排泄作用的腎臟、輸尿管、膀胱等，循環作用的心臟、脈管等；諸如此類，不勝枚舉，均屬結構玄妙，功巧精巧的器官，其彼此且常互為聯絡而構成各種複雜的器官系統。凡此種種均非植物體中的諸構造所能比擬；動植相較，尤見其彼此器官分化程度的繁簡不同耳。

IV. 高等植物的營養器官 (nutritive organ) 高等植物職司代謝作用的器官，恆有根、莖、葉等的分化。根藏地下，支蔓旋繞，用以吸取土中的液體，又能支持植物體的位置。莖常直立地上，展布其枝幹，以支撐葉、花及果實等，並供輸導水分及養料等。葉居植物體的上方，形小而數繁；凡植物體的主要生活作用，如同化、呼吸、消化、排泄等，大都在此行之。除所述的種種主要功用外，根、莖、葉等諸器

官又能各應其生活上的需要，而有特殊的機能。茲就高等植物體中的諸種營養器官，將其各種的形態、構造及其機能，擇要刪繁，分章述之於後。

## 第三十章 莖

莖(stem)為種子內胚的上端，名為胚芽(plumule)者，向上伸長所成。其生長點即在頂端；此處新生的細胞漸次增大延長，終則分化而形成莖內的各種組織。莖當生長時，漸生枝葉。其枝葉發生之處，謂之節(node)；比鄰二節之間，名為節間(internode)。

I. 莖的種別 莖依其性質及生存期長短的不同，可別為數種如次。

1. 木本莖(woody stem) 質堅硬，均多年生，逐年增長，開花結實後，並不枯死。木本植物中，或有直立的主幹(trunk)，高聳雲霄者，謂之喬木(tree)，如松、杉等；或無主幹而僅有矮小歧生的叢莖者，謂之灌木(shrub)，例如山茶、野牡丹等。

2. 草本莖(herbaceous stem) 質柔弱，含水特多。草本植物如稻、玉蜀黍等，在一年內開花結實，後即全部枯死，是為一年生草本(annual herb)。雲薑、萊蕪等於播種的翌年，始行開花結實而後全部枯死，是為二年生草本(biennial herb)。他若文竹、萬年青等，其植物體全部多年生存者；或如馬鈴薯、蔴尾等，其上部年年枯死，而地下的根或莖仍殘留於土中，為翌年生長結實之用；是均可稱為多年生草本(perennial herb)。

II. 莖的形態 莖的形態可大別為下列數種。

1. 直立莖(erect stem) 莖幹通常作圓柱形, 聳立於地上而不依附他物 例如桃、李、梧桐等。

2. 攀緣莖(climbing stem) 豌豆、葡萄、地錦、常春藤等, 其莖為形細長, 不能直立, 須賴卷鬚 (tendrils) 或氣根 (aerial root) 等構造, 攀附於他物而向上生長。

3. 纏繞莖(twining stem) 莖幹形亦細長, 無力自支, 須直接纏繞於他物上, 始能生長, 例如牽牛、甘藷等。

4. 匍匐莖(creeping stem) 莖幹所分出的枝條, 匍匐於地面而

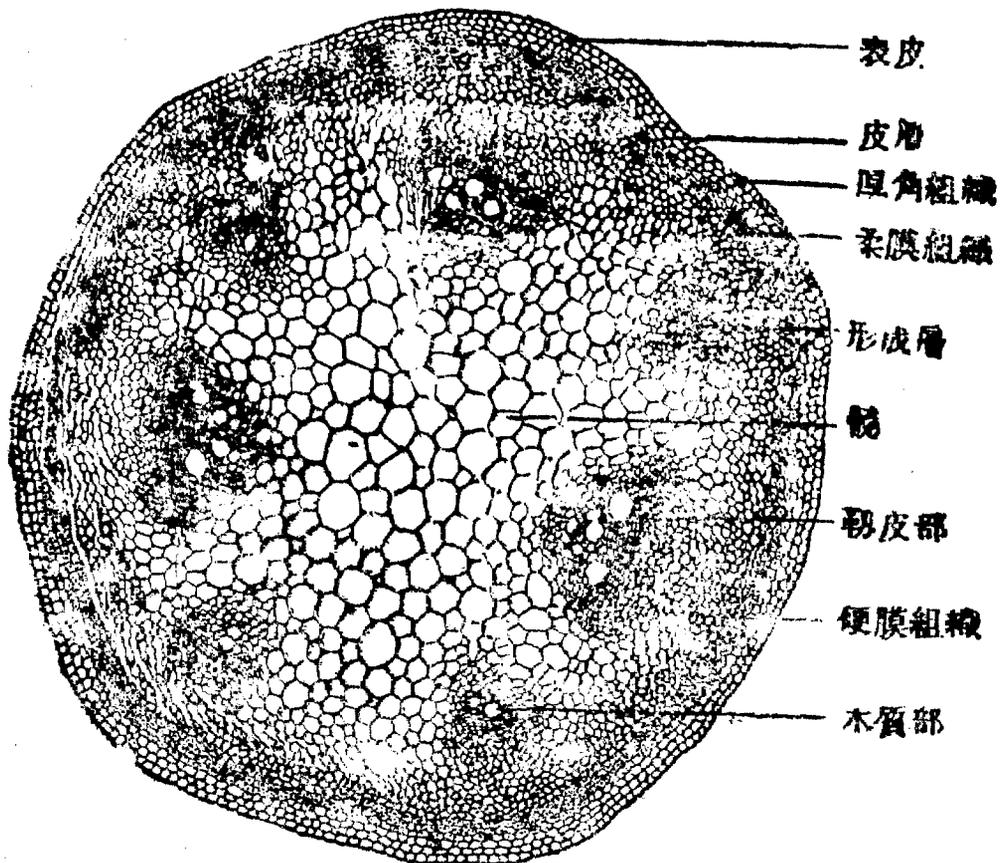


圖 122 馬兜鈴(*Aristolochia elegantissima*)莖的橫剖面(由 brown)

不直立。其接近地面的節上，生根發葉；與母莖斷絕後，能獨立生長而成爲新植物。例如草莓 (*Fragaria*)。

III. 莖的內部結構 莖的內部結構，單子葉植物與雙子葉植物，頗有不同；茲分述之。

(甲) 雙子葉植物的莖 雙子葉植物的木本莖，於其生長期間的第一年內，其中種種構造，已漸發達完成；茲擬由外而內，略言如次。

A. 表皮 (epidermis) 爲最外一層的細胞所成。其細胞的外壁通常變厚或被以角質層 (cuticle)，用以防止蒸發過甚，及供保護內部。

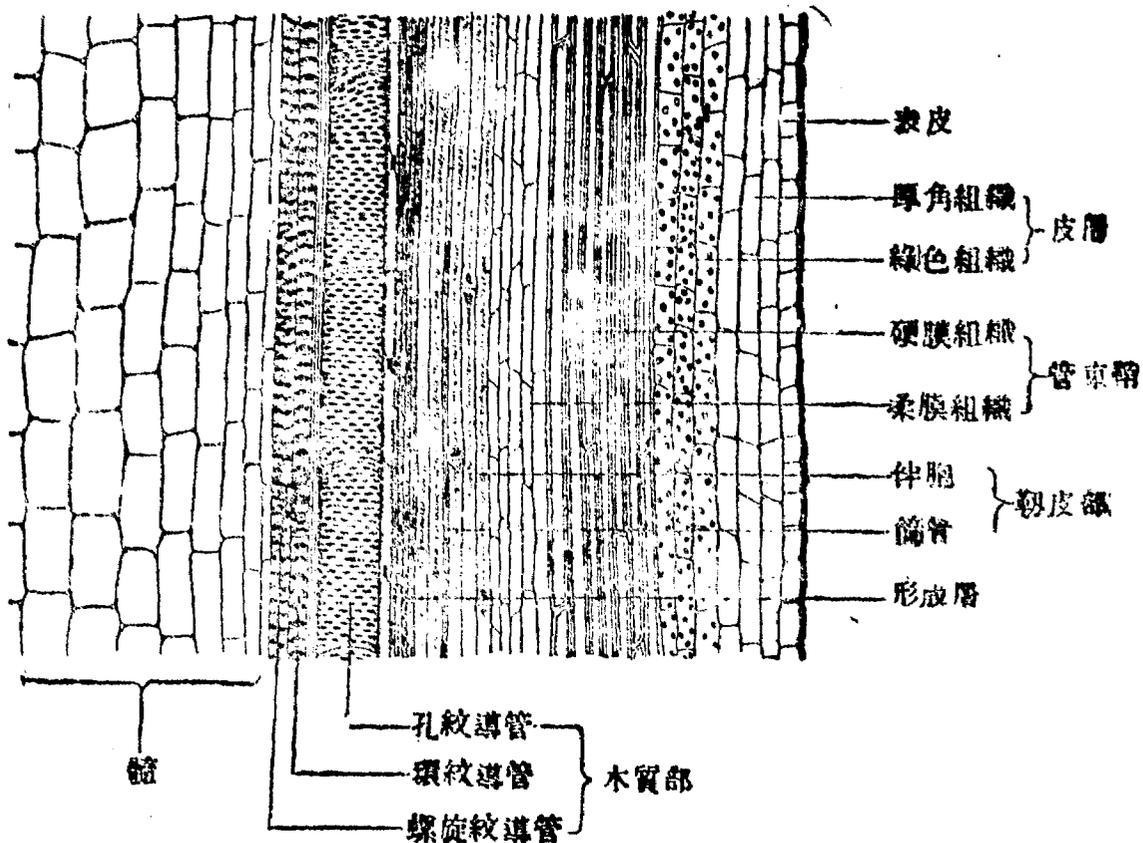


圖 123 馬兜鈴 (*Aristolochia elegans*) 幼莖的縱剖面 (由 brown)

表皮中間有氣孔，供爲通氣之用。

B. 皮層(cortex) 皮層通常可分二部：外爲厚角組織，內爲柔膜組織。前者供爲支持植物體，後者功能暫貯水及養分等，並能輸運此等物質由莖的內部，以達於其外部的諸組織。此部的細胞大都含有葉綠粒，是以均能營司光合作用。皮層的內界，時可識別一層特種的細胞，中含顯著的澱粉粒，故恆稱爲澱粉鞘(starch sheath)。此鞘存否不定；於木本植物的莖中，大都付缺。

C. 中柱(stele) 此乃包括皮層以內的種種構造。

1. 管束鞘(pericycle) 爲柔膜與硬膜一種組織所組成，硬膜細胞初成多羣，駢列在一圓周上，後常彼此相連而包於下述維管束的外圍。

2. 維管束(fibro-vascular bundle) 初亦結羣孤立，後漸左右相連而形成一整圈，圍繞於莖的中心。維管束乃由下列三部而成。

(a) 韌皮部 成自篩管、伴胞及韌皮柔膜細胞(phloem parenchyma)等，時或見有韌皮纖維。此部專供輸送養分，由上而下，以達於植物體的各部。

(b) 維管形成層(vascular cambium) 通常簡稱爲形成層(cambium)，位於韌皮部的內面。其細胞均係薄膜，外呈長方形，內含多量的原形質而富於分裂力，因能不斷產生新細胞，是爲其最顯著的一種特徵。

(c) 木質部 此部與韌皮部對立並生，二者之間隔以上述的形成層。木質部係由導管、管胞、木質柔膜細胞(xylem parenchyma)及木質纖維等所組成。裸子植物的莖內，恆無導管；雙子葉植物的莖

則概具有之，惟或缺管胞或其他細胞。導管與管胞均供輸送水分之用。

8. 髓 (pith) 維管束系以內，具有無數大形的柔膜細胞，填滿莖的中央，是即為髓。此部組織疎鬆，其細胞間空隙頗多。髓的功用，主為貯藏水分及營養料。

4. 髓線或稱射髓 (pith ray or medullary ray) 此等構造乃由髓部，向莖的周圍射出，貫穿維管束及管束鞘等，而達於皮層；其形似線而接於髓，故有是名。髓線功能貯藏水與養分，並能輸運此等物質由莖的內部而外，或由外部而內。

上述各部均屬木本莖中的初生組織 (primary tissue)，由原始生長組織 (promeristem) 分化而成，大多於一年內皆已成就。其後莖中因再度生長 (secondary growth)，形成所謂再生組織 (secondary tissue)；莖的全部橫徑，因之遂漸變大。再生組織的形成，係由於維管形成層與木栓形成層 (cork cambium or phellogen) 的生長作用；茲分述之。

1. 維管形成層 其構造前已略言之。其所由成的細胞常起分裂作用，由此增生的新細胞，向內形成再生木質部 (secondary xylem) 在原有的初生木質部的外側；向外則形成再生韌皮部 (secondary phloem)，在原有的初生韌皮部的內側。此外尚有少數新生的細胞，並不成本質部或韌皮部的組織，而形成所謂維管線 (vascular ray) 的構造，由當時所成的再生木質部，達至同時所成的再生韌皮部。此種維管線的功用，與上述的髓線相同，專司莖中水平式的運輸；但髓線係內連於髓部，而維管線則僅限於再生木質部與再生韌皮部之

間。其數目顯係隨莖的生長而漸增多。每年由維管形成層所增生的木質部，常較韌皮部為多；且木質細胞為質甚堅，而韌皮部中則除少數具有堅厚胞膜的細胞外，悉屬柔膜組織。一受內方木質部向外生長的壓力，輒遭捏破。因是之故，韌皮組織的增厚恆不顯著，而木質部則能逐年增廣其面積。每年春夏之交，木質部增生特旺，所成的細胞形大而壁薄，數亦繁多，全部組織因變粗疎，是即所謂春材(spring wood)；夏秋二季所生的木質部，較為緻密，其中細胞形小而壁厚；且為數亦不多，是稱夏材(summer wood)。夏材生成後，形成層的機能漸行停止，直至翌春始再產生春材；因是一年所產的夏材與次年增生的春材，其二者間的境界，必甚明顯。每年間形成的木質部一春一夏，二層並列而成圈狀於莖中，是為年輪(annual ring)。植物莖部生長的年庚，恆可藉其年輪的數目而測定之。

木本植物的莖，經多年後，其木質部常可分為內外二部，內稱心材(heart wood)，外稱邊材(alburnum)。心材歷時既久，成死木，其中細胞常為樹脂(resin)或鞣質(tannin)等所填塞，故呈暗色，且其木質悉變堅硬而不易朽腐，因又稱為堅材(duramen)。至於邊材，其中細胞因仍具有傳導水分的功能，故其木質恆較心材為柔潤而呈淺色，所以又稱為液材(sap wood)。莖髓經久，往往為周圍組織所擠壓，或竟消滅而代以木質組織。

2. 木栓形成層 木栓形成層通常乃由皮層最外部的細胞發生而成；既成之後，即向外產生多數木栓細胞，排成層狀。所生的木栓細胞不久卻漸失其生機；同時表皮細胞因水與養分的供給，由木栓層的形成而遭隔絕，所以漸變枯乾而行脫落，致使木栓暴露於外，而代

表皮行使其保護的機能，木栓層的外面甚為粗糙，且處處開有裂孔通外，是即前文所述的皮孔；莖部藉此構造，足使其內外的空氣流通不息。

由上所述，可知莖周木栓組織的內側，即為木栓形成層，次為皮層組織，再內為管束鞘、韌皮部及維管形成層等；通常所稱的樹皮 (bark)，實即統括維管形成層以外的各種組織。

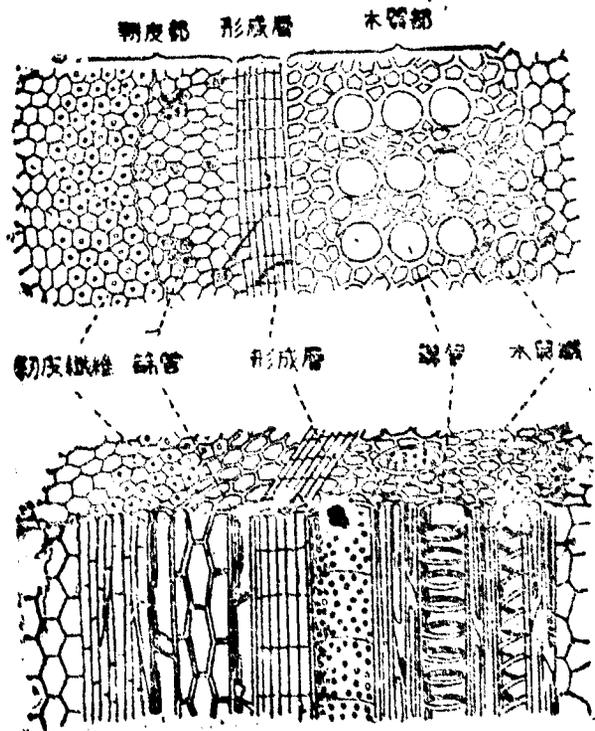


圖 27 雙子葉莖的橫切構造

(乙) 單子葉植物的莖 單子葉植物的莖，其內部結構與雙子葉植物的莖實屬大同小異；至於彼此不同的特徵，約有二端，略言如次。

1. 維管束數目甚多，且係星散於莖的內部，而不作任何有定形狀的排列；是以此莖中的髓及皮層等分界不明，且髓與皮層間亦無髓線的構造。

2. 每組維管束均外圍以管束鞘，內含韌皮組織與木質組織；二者之間概缺形成層；是以此類植物不見有再度生長，而其莖自亦不能逐年向外增大。

單子葉植物，其莖中的維管束，雖甚錯綜無序，如上所述；但維管束之位近於莖的中心者，形恆粗大而排列亦甚疎稀，愈至外方則

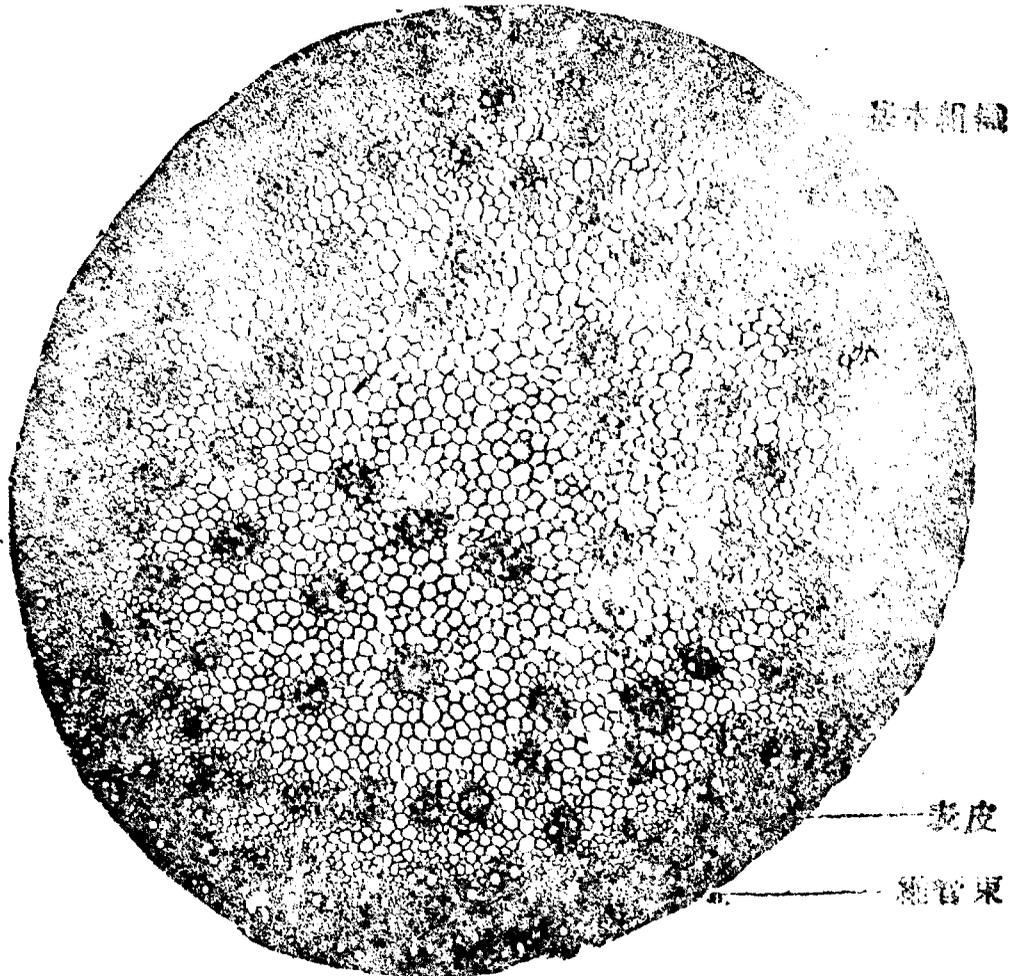


圖 125 韋子葉莖(甘蔗)的構造(由 brown)

形愈小，而排列亦愈緊密；如斯結構適足藉以鞏固莖幹。表皮直下的皮層中，恆見有厚角細胞及硬膜細胞等，往往列成層狀，供助支持的功用。在多種禾本植物，其莖的中部概無維管束，而充以髓細胞及長成時，其中央的一部輒自消失，因而成爲空髓。

IV. 莖的機能 莖的主要任務，前文略已提及，今更概括其要點如次。

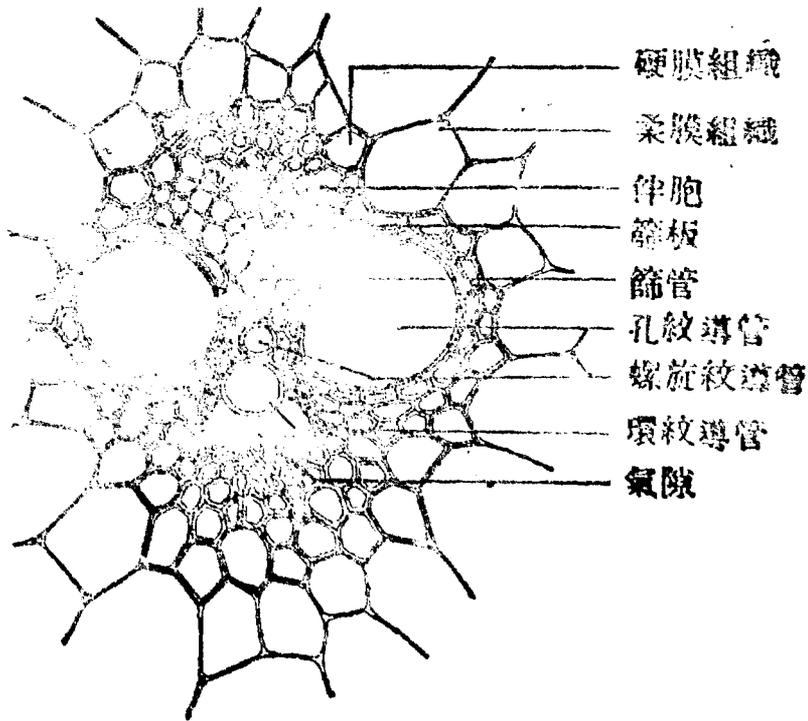


圖 16 單子葉莖(甘藷)中的維管束(由 Brown)

1. 支持作用 莖的内部通常具有堅韌的維管束, 以及其他機械組織, 使得挺立於地上, 以供支持枝葉等於空中。

2. 運輸作用 莖中的維管束具有韌皮組織及木質組織: 前者功能輸導養分, 由植物體的上部而達下方; 後者專司輸送水分, 由植物體的下部而至上方。此外尚有髓線的組織, 職司莖中由內而外, 或由外面而內的輸運。

V. 莖的變態 植物的莖專司支持及運輸等機能, 既如所述; 但時或變形而任特殊的功能。莖的變態大抵可別為數種如次。

1. 莖卷鬚 (stem tendril) 葡萄、胡瓜等, 其莖上的枝 往往變成卷鬚, 柔軟屈曲, 供助攀緣之用。

2. 肉質莖 (fleshy stem) 仙人掌的莖肥厚多漿, 而其葉則竟退化為針狀。此種變態的莖, 其內部具有葉綠素, 能代替葉的光合作用; 至於所製成的養分, 亦皆大部貯藏於此。

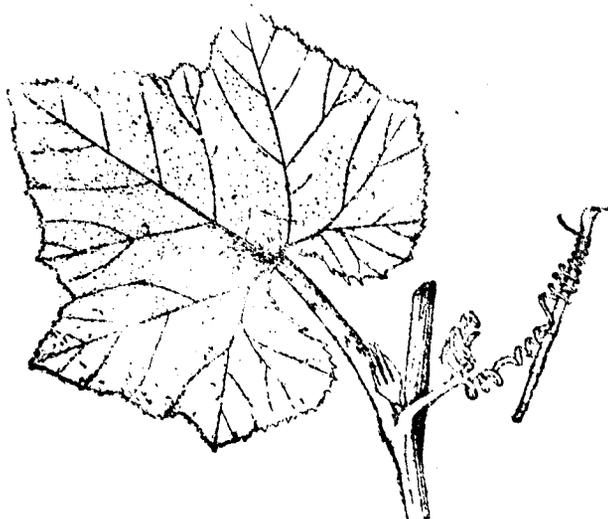


圖 27 瓜的莖卷鬚 (由 Brown)

3. 葉狀莖 (phyllode) 植物的莖時或變形而成葉狀, 例如扁莖蓼, 其莖扁平似葉, 且呈綠色, 莖上具有多節, 每節兩旁生有鱗葉或花等。天門冬莖上所生的枝, 亦皆扁平綠色, 宛如葉狀; 至於真葉, 則竟反退化而成為鱗片狀, 附於枝的基處。

4. 莖針 (stem thorn) 柑、橘、阜莢、枸杞、山茶、棠梨之類, 其莖上均具有尖銳的針狀突起, 由莖或枝所變成, 是為莖針。此種變形莖供為保護植物體, 使其不致受禽獸的蹂躪侵害。

莖針、莖卷鬚等構造, 與後文所述由葉變形所成的葉針、葉卷鬚等, 最易混淆, 但莖的變形物均係着生於葉腋內, 與尋常莖上所生的側枝恰屬相同; 且時或分歧, 例如阜莢 (*Gleditschia*) 的莖針, 葡萄的莖卷鬚等; 時或生葉, 例如棠梨 (*Pyrus betuliaefolia*) 的莖針; 或則着花, 例如倒地鈴 (*Cardiospermum Halicacabum*) 的莖卷鬚; 是均足以別於由葉所變成的諸種構造。

5. 地下莖 (underground stem) 此種莖概係埋藏於地中, 專

6. 地下莖 (underground stem) 此種莖概係埋藏於地中, 專

司儲食之用；依其形態的不同，更可別為下列四種。

(a) 根狀莖 (rhizome) 莖成根狀，橫生或斜行於地面之下。根狀莖的先端具芽，其全部多處具節，各節上叢生根葉等；例如蓮的地下莖，即俗所謂藕是也。根狀莖因其具有芽、節及葉等諸構造，故知其係為莖的變形物，與真正的根顯然有別。

(b) 塊莖 (tuber) 馬鈴薯的地下莖，肥厚多肉，故名塊莖。其外形因與甘藷相似，人多誤認為根；但馬鈴薯的塊莖，外呈多數凹陷的構造，有如眼狀，其中生有鱗葉。葉的腋內又具小芽；凡諸特徵均供明示此種地下部確係莖的變形構造。

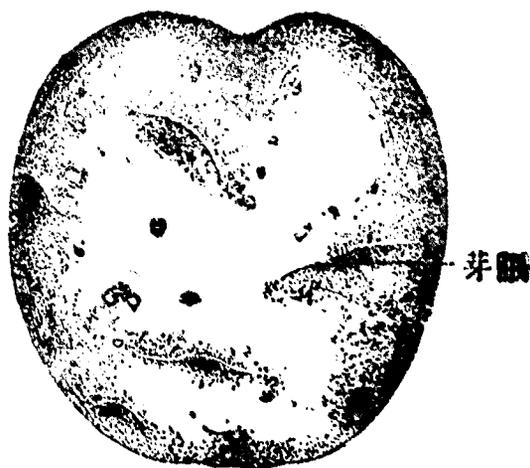


圖 128 馬鈴薯的塊莖(由 Brown)

(c) 鱗莖 (bulb) 形特縮短而扁平，呈為盤狀，其上具芽而下生根，而外圍則被有多數極乎發達的鱗葉，肥厚多漿，層層相疊，故名鱗莖，例如蔥。

(d) 球莖 (corm) 其形肥厚似球，質頗固實，上面具芽而下生根；周圍亦有鱗葉，惟遠不若鱗莖所具者之顯著耳。例如芋、慈姑、芋薺、番紅花、唐菖蒲等。

VI. 芽 (bud) 植物的莖或枝上，均生有芽、葉等的構造，已如前文所述。芽有生於莖或枝的頂端者，是稱頂芽 (terminal bud)；有生於葉腋者，是為腋芽 (axillary bud)。頂芽成長後變為莖幹，而腋芽

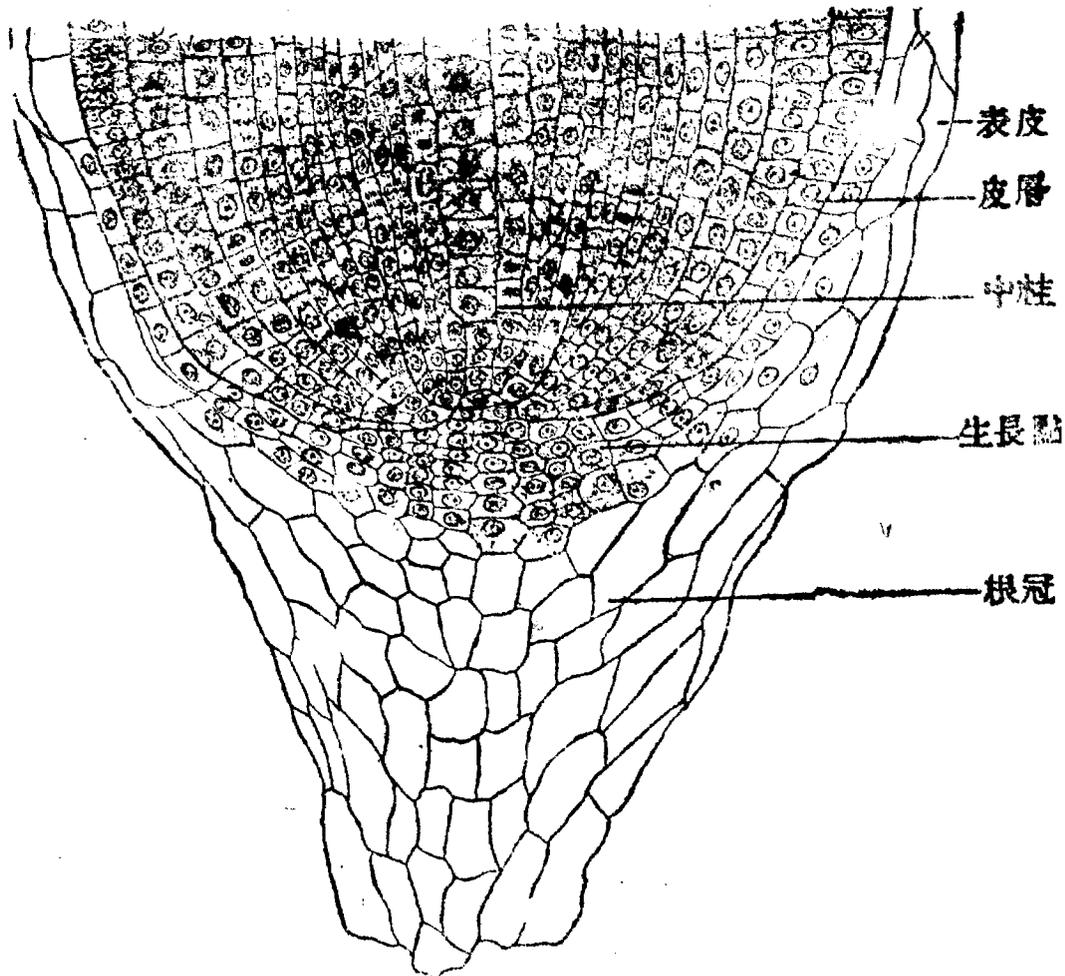


圖 129 洋葱根的縱剖面(由 Brown)

則成側枝，是以芽實係一種未成形的莖枝耳。葉的腋間，時或着生多芽，就中除單枚腋芽外，餘則概稱副芽(accessory bud)，此外尚有所謂不定芽(adventitious bud)，自根、葉或莖的他部發生而成。例如柳、桑等，若切斷其莖，則能自莖的切口附近，生出多數不定芽；蒲公英、甘藷等，能自其根部發生不定芽；秋海棠的葉，若與母體分離而置於適宜的環境，亦能生芽。園藝上所常見的插木(cutting)、壓條

(layering)等方法,均係利用此種性質。

芽因其所形成的構造之不同,常可別為三種如次。

1. 葉芽(leaf bud) 生成具葉的枝條。
2. 花芽(flower bud) 開放時,成爲單朵的花或爲多花的枝條。

3. 混芽(mixed bud) 芽之兼生葉與花者,謂之混芽。此種芽開放時,成一葉枝;花或着生於其枝頂上(蘋果),或於其葉腋間(桑)。

芽有生於夏秋者,是爲冬芽(winter bud);有生於春夏者,是爲夏芽(summer bud)。冬芽的外面常被有數層相疊的鱗片,以禦寒冷,因又稱爲鱗芽(scaly bud);夏芽概不具鱗片而裸露於外,故又稱爲裸芽(naked bud)。

## 第三十一章 根

1. 根的種別 植物的根(root)通常向下伸長,展布於土中;依其發育情形的不同,可別爲三種如次。

1. 初生根(primary root) 爲胚根(radicle)發育所成,承接莖的基部,而其生長方向則適與莖相反。初生根於多種植物,均特發達而成爲主根(principal root)。

2. 後生根(secondary root) 卽由初生根分出的支根。支根又有更小的支根反覆分出,以蔓延於土中。

3. 不定根(adventitious root) 根之不生自胚根或初生根而自他部生出者,統稱之爲不定根。例如荷蘭莓的匍匐莖,節節生根;玉蜀黍的莖,在近地的節上,常有不定根的生出,斜入地中,藉以扶

持其莖，是謂支撐根(prop. root)；秋海棠的葉平鋪溼土上，如境況適宜，亦能生根。

II. 根的形態 植物的根與莖相似，亦有草質與木質之別。松、柏、桃、李等的根，均含多量木質，非常堅硬，是謂木質根；葉葎、薯蕷等的根含有多量的液汁，其質柔軟，是謂草質根。

一般植物的根，依其外態的不同，可別為二種如次。

1. 鬚根(fibrous root) 其初生根於植物幼小時停止生長，故無主根的發生；但自莖的下端有無數細根發出，如鬚鬚然，故有鬚根的名稱，常見於單子葉植物。

2. 直根(tap root) 莖的下面具一較粗而略呈圓錐狀的主根，由初生根變成；自主根的周圍，再分出許多形小的支根。例如蘿蔔、甜菜、蒲公英等。

III. 根的分部 根的形態雖有種種的不同，然其全體大抵可分為上下二部：上端與莖相接，為形較粗，是為基部(base)；下端尖細，密着根毛，是為根尖(root tip)。根尖自其梢端而上，可為次列四部的區分。

1. 根冠(root cap) 為一種疏鬆的表皮組織所成；形似冠狀，被覆於根尖的先端。其功用為保護其內側的生長組織。當根在土中伸展時，根冠即任為前鋒，與堅硬的土粒相磨擦，使根易於鑽入其間，根冠的外層細胞經磨擦破損後，即由其內部增生新細胞以補充之。

2. 生長點(growing point) 此部細胞形小而膜薄，排列緊密，且富具原形質，能不絕分裂，因而增生無數新細胞。根之所以能繼續生長，顯因其具有此種組織的緣故。

3. 延長部(growth zone) 凡生長點所生的新細胞,悉在此部增大,而以其縱軸的增長爲尤著,致使根尖不絕伸長而深入土中。

4 根毛部(root-hair zone) 此部周圍密生微細的根毛。根毛係表皮細胞向外發生的管狀構造,竄入砂粒間,以便吸取土水。根毛部內含的諸細胞漸經分化,而成爲各種不同的組織,如表皮、皮層及維管束等,是以此部亦常稱爲成形部(region of maturation)。

#### IV. 根的內部結構

(甲) 雙子葉植物的根 雙子葉植物的根,其內部的結構與莖大致相同;茲就幼根的橫剖面,由外而內,略述如次。

A. 表皮 爲根部最外一層的細胞。其胞膜皆甚柔薄,不具角質,以是得易吸收土中的水分;其一部且具有根毛的構造,供助吸收的功用。全部概缺氣孔或他種罅隙;蓋根既生土中,自無直接與空氣互換氣體的可能耳。

B. 皮層 爲數層柔膜細胞相構所成。其最內一層的細胞稱爲內皮層(endodermis),是而與莖中的澱粉鞘相等。內皮層細胞的胞壁,常全部或一部變成木質或角質而加厚;但夾於數細胞間,有所謂溝通細胞(passage cell),其胞壁仍薄,以便水分由根的外部而得滲透於其內部的組織。

C. 中柱 位居根的中心部,爲根的主軸,內括下列諸部。

1. 管束鞘 緊接於內皮層的內側,由一層或數層柔膜細胞而成。此部細胞生機特旺,能由分裂而產生多數新細胞,形成支根,貫穿皮層、表皮等組織,而向外伸出。

2. 維管束 亦若莖中的情形一般,可分爲三部如次。

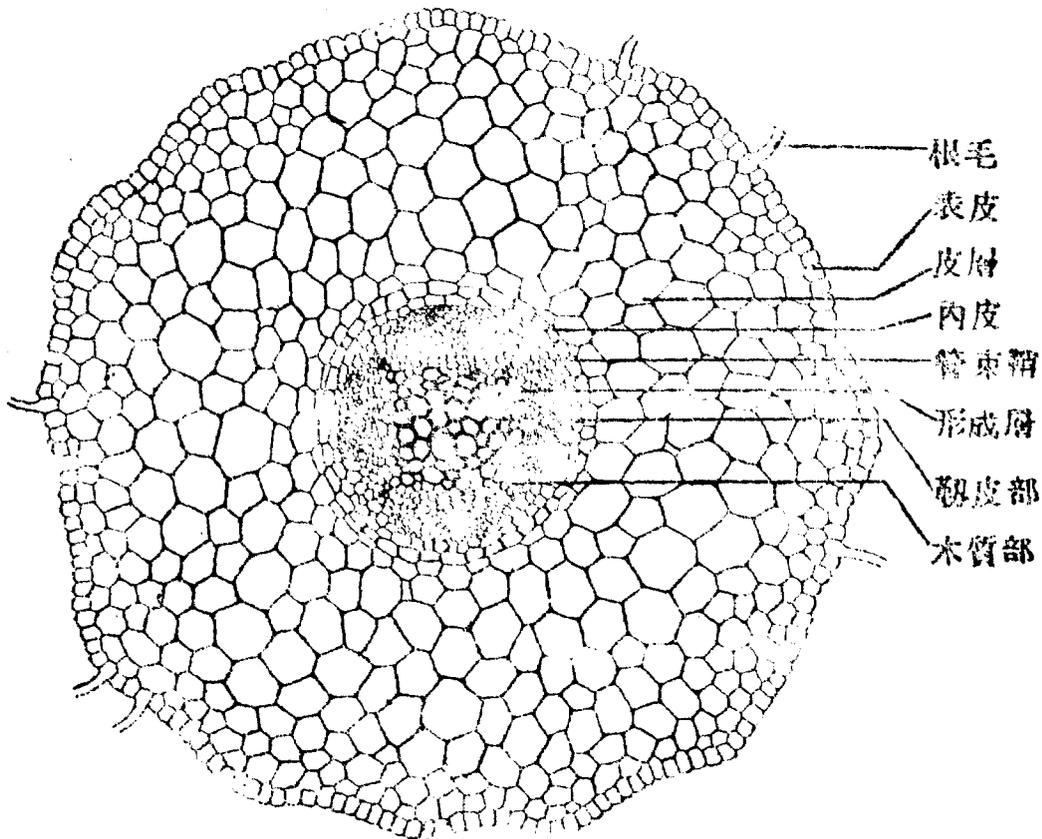


圖 130 豆根橫剖面(由 Brown)

(a) 木質部 與莖的木質部相同，亦由導管、管胞及木質柔膜細胞等所成。其組織集結成束，各束向內膨大，且復彼此互相聯結，而成爲一種堅實的構造於根的中心處。

(b) 韌皮部 成自篩管、伴胞等，其組織亦相集結成束，與上述的木質束互爲間隔，而駢成輪狀於根中；如斯放射式的排置，與莖中木質韌皮二部的內外排列法，顯然有別。

(c) 形成層 由柔膜組織而成；因係介乎上述的韌皮與木質二部之間，是以形成一種彎曲的輪狀構造。

上述幼根的構造，其表皮功能吸取土水，其內皮層又有流過細胞，利於輸水入內；至於其維管束中的木質部與韌皮部概為放射狀的排置，使由根部所吸取的土水，既經滲透入內皮層後，即能直達於木質部中，而不必滲透韌皮組織；凡此種種均為幼根對於吸收作用的特殊適應。

根經久後，其根毛悉付脫落，而其維管束中的形成層逐年增生新細胞，向內形成木質組織，向外則成韌皮組織，與莖中的情形一無稍異。原有的韌皮組織，恆稱為初生韌皮部(primary phloem)；新生的韌皮部係形成層的產物，故稱再生韌皮部(secondary phloem)。木質部亦然，可分為初生(primary xylem)與再生(secondary xylem)二部。老成的根，其木質與韌皮二部，因逐年增厚，漸次變為內外的排置，與莖中所見的情形恰復相同。

根經再度生長後，其管束鞘的一部往往變形，而成為木栓形成層，由此產生木栓組織，以供保護內部。當木栓組織漸經形成之際，管束鞘以外的種種組織，即統括表皮、皮層及內皮層等，因不得水及養分的供給，均漸枯萎而脫落，木栓的組織遂乃露出於表面。多年生植物的根，由上述維管形成層與木栓形成層的生長作用，其內部的構造，漸變與老成的莖幾乎完全相同。

(乙) 單子葉植物的根 單子葉植物，其根內所具的初生組織，與雙子葉植物大致相同，但亦稍有相異之處。茲略言之。

1. 皮層最外部的細胞，其胞壁通常變甚堅厚。
2. 內皮層的細胞，其胞壁除向外的一面外，大都變厚而硬化。
3. 木質束及韌皮束為數甚多；且二者之間，不具形成層的構

造。

4. 中柱的內部非為木質，而為柔膜細胞所組成的髓。

V. 根的機能 根的形態構造，既如上述，至其主要的功用，雖已略提一二，今更概括如次。

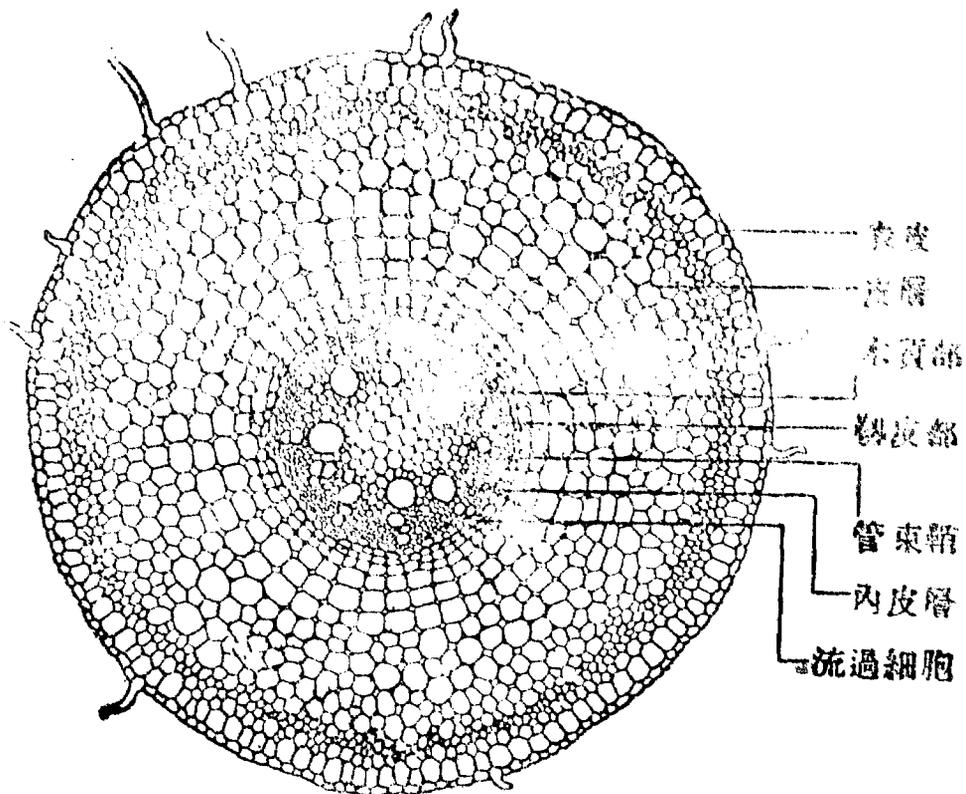


圖 191 單子葉根(即 蘭草, *Commelina*)的橫剖面(由 Brown)

1. 鞏固作用 根部深埋地中，且常有分歧的支根，蔓延土中，用以鞏固植物體，使其得能直立地面，而不致傾倒，根內且具有種種機械組織所成的中柱，藉助固着之用。

2. 吸收作用 幼根的表皮及其於近根端處所具的多數根毛，均能藉滲透作用，吸收土壤所含的水分及水中所溶解的無機鹽類。

經吸收的土水漸次透過皮層，而達於中柱的木質部。由此輸送於植物體的地上部。

3. 分泌作用 植物的根恆能分泌酸質，藉以促進土中無機物質的溶解，以便幼根的侵入與吸收，並能防止有害菌類的寄生。

VI. 根的變態 一般植物的根，恆呈鬚狀或細圓錐狀；但有植物，其根因營特殊功用，而起種種的變態。

1. 腫狀根 (swollen root) 或曰貯藏根 (storage root) 植物體剩餘的養分，常貯於根內，以備異日之需。凡儲有養分的根，形均腫大；例如胡蘿蔔的圓錐根 (conical root)，萊蕪的圓柱根 (cylindrical root)，蕪菁的球根 (napiform root)，甜菜的紡錘根 (fuciform root)，甘藷的塊根 (tuberous root) 等；所舉的各種腫狀根，悉依其主根的形狀，而得其名稱。

2. 氣根 (aerial root) 係由地面上的莖或枝等生出；例如榕樹的氣根外呈鬚狀，而暴露於空中。熱帶產的榕樹，其氣根特形發達，下垂達地而成所謂柱根 (root support)。前文所提玉蜀黍的支撐根，亦係氣根的一種。氣根有生於攀緣莖上，專供貼附於其依傍之物，以便高攀者，是稱攀緣根 (climbing root)，例如紫葳、常春藤等。風蘭屬 (*Angraecum*) 的氣根常呈扁平狀，能吸收空中水分；其生於日光中者，恆含有葉綠素，以營同化作用，是謂同化根 (assimilative root)。生於水中的水龍 (*Jus-*

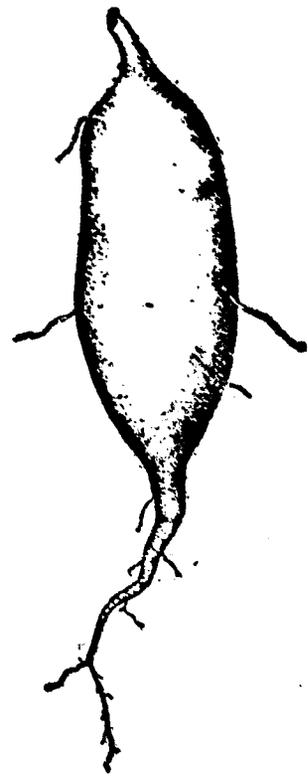


圖 13 甘藷的塊根  
(由 Brown)

*siaea*), 具有特種側根, 露出於水面, 能營呼吸作用, 是稱呼吸根 (respiratory root)。

3. 根針 (root thorn) 熱帶產的刺椰子 (*Acanthorhiza aculeata*), 其近地面的莖上生出多數不定根, 枯死後 變成針狀, 故稱為根針, 供防敵害之用。

4. 寄生根 (parasitic root) 例如菟絲子、槲寄生等, 其莖、枝上生有多數小根, 稱曰吸根 (haustorium) 能侵入他種植物體中, 藉

部分	莖	根
外觀形	先端具芽, 無類似根冠的構造	先端被以根冠 不具芽
	有節與節間的區分	無節與節間的區分
	具葉及花	不具葉或花
	不生根毛	近尖端處密生根毛
	表面具氣孔或皮孔	表面不具氣孔或皮孔
內部結構	分枝係由表面的芽發生而成	分枝係由內方的管束鞘生出
	幼莖表皮細胞的向外胞壁, 大都被以角質層	幼根表皮細胞的胞壁, 不具角質層
	幼莖中的皮層細胞, 常具葉綠素	幼根中的皮層細胞, 不具葉綠素
	管束鞘含有柔膜細胞及硬膜細胞, 供作儲藏及支持之用	管束鞘成於柔膜組織, 生機旺盛, 能發生支根
	木質部與韌皮部內外對立, 各自排成輪形	初生木質部與韌皮部, 彼此相隔, 而聯成輪狀; 再生的木質部與韌皮部, 逐漸呈為內外的排列, 如在莖中一般
木栓形成層通常係由皮層最外部的細胞變成	木栓形成層係自管束鞘所生成	
髓部顯形發達	髓部甚小或竟付缺	

以吸取其養分。

VII. 莖與根的比較 植物體的莖與根，其形態構造既如所述；茲更就木本雙子葉植物的情形，將此二部主要的特徵，列成一表比較之如上頁。

## 第三十二章 葉

I. 葉的分部 葉(leaf)係由莖或枝的節上發出的構造，通常具芽於其腋內。普通的葉，其構造可分為下列三部：

1. 葉片(lamina) 即通常所稱為葉。其形態大小，隨種而異；惟常為扁平狀，而呈綠色。葉片的基部稱為葉基，邊緣稱為葉緣；葉緣或為完整，或呈波狀，或具鋸齒、缺刻等。

2. 葉柄(petiole) 即葉片與莖或枝相接的柄，功能支持葉片，使之伸於莖或枝的周圍，因易多得日光。

3. 托葉(stipule) 位於葉柄的基部，常為一對綠色薄片；時或甚為發達，而形成通常所見的葉片狀，能營同化作用；但時竟變為乾燥的鱗片(菩提樹)、銳刺(大戟、洋槐等)或卷鬚(牛尾菜、菝葜)等。

桃、梅、梨等的葉，具備上列三部，是謂完全葉(perfect leaf)。但也有植物，僅具其一部或二部者，是謂不全葉(imperfect leaf)；例如菊、山茶等不具托葉，雲薹、罌粟等僅具葉片，而葉柄與托葉均付缺如。禾本科植物亦無葉柄與托葉，但其葉的基部圍被莖上，而成為葉鞘(leaf sheath)；葉鞘的頂端具有膜質的縫絡，名為葉舌(ligule)，是足以防阻雨水之流入鞘內。

II. 葉脈(vein) 所謂葉脈即指葉面所現的條紋，為葉中職司

運輸的脈管。葉脈的形態，大別之不外乎下列二種。

A. 網狀脈(netted venation) 葉面的脈支錯如網，故名網狀脈，更可別為二種。

1. 羽狀網脈(pinnate venation) 葉片有一主脈縱貫其中，由此主脈的兩側分出多數側脈，排成羽狀；側脈再分出無數細脈，縱橫交錯，形成網狀。例如桃、梅等。

2. 掌狀網脈(palmate venation) 葉片具有主脈數條，均自葉柄發出，展開如掌指狀；其間亦見有細脈無數，錯雜若網。例如梧桐、木瓜等。

B. 平行脈(parallel venation) 葉面見有多數互相平行的葉脈，彼此之間雖具細脈相連，但外觀不呈網狀耳。

1. 直出脈(straight venation) 葉片的中央有一主脈，兩側有多數小脈，略相平行，概由葉基直達葉的尖端。例如竹、稻。

2. 側出脈(transverse venation) 由主脈的左右兩側，橫生多數平行側脈，直達葉緣。例如芭蕉、美人蕉。

3. 射出脈(radiated venation) 葉的基部具有許多大小相似的葉脈，分向葉緣射出。例如蒲葵、椴櫚。

凡雙子葉植物，其葉脈常呈網狀；至於單子葉植物，則大都具平行脈。

III. 單葉(simple leaf)與複葉(compound leaf) 植物的葉有單葉與複葉之別，茲可分述如次。

A. 單葉 由單一葉片而成；每一葉柄上，僅生一葉。例如桃、桑等。

B. 複葉 其葉片分爲許多截然各不相連的部分, 謂之小葉(leaflet); 葉柄與小葉間, 具有明顯的關節。複葉依其所生諸小葉之排列的不同, 可別爲下列三種。

1. 羽狀複葉(pinnately compound leaf) 小葉排列於主脈的左右兩側, 形成羽狀, 是以得名。羽狀複葉的頂端或具一枚小葉, 致使全葉中的小葉成爲奇數, 是稱奇數羽狀複葉(odd-pinnately compound leaf), 例如槐、紫藤。羽狀複葉其頂端亦有不生小葉, 致使全葉中的小葉成爲偶數者, 是稱偶數羽狀複葉(even-pinnately compound leaf), 例如落花生、望江南。

2. 掌狀複葉(palmately compound leaf) 複葉中的諸小葉悉着生於葉柄的頂端, 排成掌指狀。例如大麻。

3. 單身複葉(unifoliate compound leaf) 柑、橘、柚等的葉, 雖由單一的葉片所成, 但其葉柄與葉片間具有顯著的關節, 故不可謂之單葉。

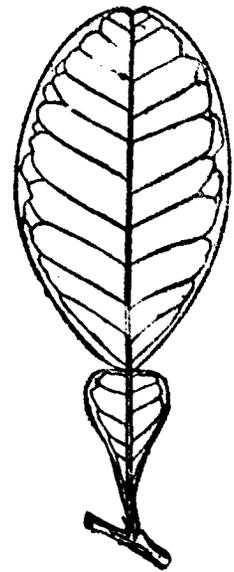


圖 133  
單身複葉(柚)

單 葉	複 葉
葉柄與葉片間不具關節	葉柄與小葉間具有關節, 於落葉時尤爲顯著
葉腋內均能生芽	小葉的葉腋內不能生芽
單葉係盤旋繞莖而生; 葉片由莖側斜出, 成爲角度	一複葉中的諸小葉, 大致均生於一平面上, 恰如由單葉分裂而成者然

上述的單葉與夫複葉中的小葉，時或難於區別；茲特將其彼此主要的不同，列成一表如上頁。

IV. 葉序 (phyllotaxy) 在同一種的植物中，其葉在莖或枝上的排列法恆皆一致，謂之葉序。葉序約有下列數種之別。

1. 互生葉 (alternate leaves) 莖或枝上每節僅生一葉，而依次交互。例如桃、梅等。

2. 對生葉 (opposite leaves) 每節生出二葉，兩兩相對。例如石竹、紫蘇。

3. 輪生葉 (verticillate leaves) 每節着生二葉以上，環繞於莖或枝的周圍，而呈輪狀。例如夾竹桃。

4. 叢生葉 (fascicled leaves) 短枝之上叢生二葉或三葉以上，例如赤松、枸杞、公孫樹。

上列各種葉序中，以互生葉排列的方式最為繁殊，今更就各種實例說明之。

1. 稻、麥、玉蜀黍等，其莖上從任何一葉起，第二葉係生於第一葉的對面，至第三葉則生於第一葉的直上。各鄰接葉的距離，即所謂葉的開度 (divergence)，適為莖周 ( $360^\circ$ ) 二分之一即  $180^\circ$ ，恆以  $\frac{1}{2}$  表示之。此種葉序由莖的頂端視之，其上所生各葉適排成二直行，因稱為二列式 (two-ranked) 葉序。

2. 莎草的葉從第一葉起，至第四葉始位於第一葉的上方，其開度為莖周三分之一即  $120^\circ$ ，以  $\frac{1}{3}$  表示之。諸葉在莖上係排成三直行，是謂三列式 (three-ranked) 葉序。

3. 桃、梨等的莖上，自任何一葉起，必繞莖二周，至第五葉始位

於第一葉的上方；其葉的開度爲莖周五分之二即  $144^\circ$ ，以  $\frac{2}{5}$  表示之。諸葉在莖的周圍，排列成五直線，因稱五列式 (five-ranked) 葉序。

除上述的二列式、三列式及五列式等外，尚有八列式 ( $\frac{2}{8}$ )、十三列式 ( $\frac{5}{13}$ )、二十一列式 ( $\frac{8}{21}$ ) 等複雜的葉序。凡此種種不同的排列法，不外欲求莖上諸葉平均配置，不致有畸重畸輕之虞，且求上下鄰接的葉片不相重疊掩蔽，因而形成葉的鑲嵌情勢 (leaf mosaic)，使莖上各部的葉均得適合的光度，並暢受空氣的供給而營其同化作用。

V. 葉的內部構造 葉的內部組織，可分爲三種，略言如次。

1. 表皮 被覆葉片全面，職司保護葉內的種種組織。表皮在葉片上面者，稱爲上表皮 (upper epidermis)；下面者，爲下表皮 (lower epidermis)。多數陸生植物於表皮向外的一面，往往被以一層的角質，既不透水，又不通氣，藉資保護之用。表皮上時更附生毛茸 (trichome) 或突起體 (emergence) 等，供助保護，例如蓮、芋、茄、胡瓜、牡丹等。毛茸有或自單細胞者，有或自多細胞者，且依其形態及功用的不同，又有剛毛 (bristle)，刺毛 (stinging hair)、腺毛 (glandular hair) 等種種之別。

葉的表皮中，又有氣孔的構造，普通以在下表皮中者爲數特多。浮在水面的葉，如菱、睡蓮等，其氣孔悉在葉的上面；沉在水中的葉，如苦草等，其氣孔則全欠缺。氣孔的機能在司葉內外空氣的流通與葉中水分的蒸發。孔的兩旁各具一半月形細胞，稱爲保衛細胞 (guard cell)，各以其凹面相接。此種細胞於葉中多水之時，吸水而膨脹，其內外兩側的屈度漸形增加，氣孔遂開，至蒸發過甚時，保護

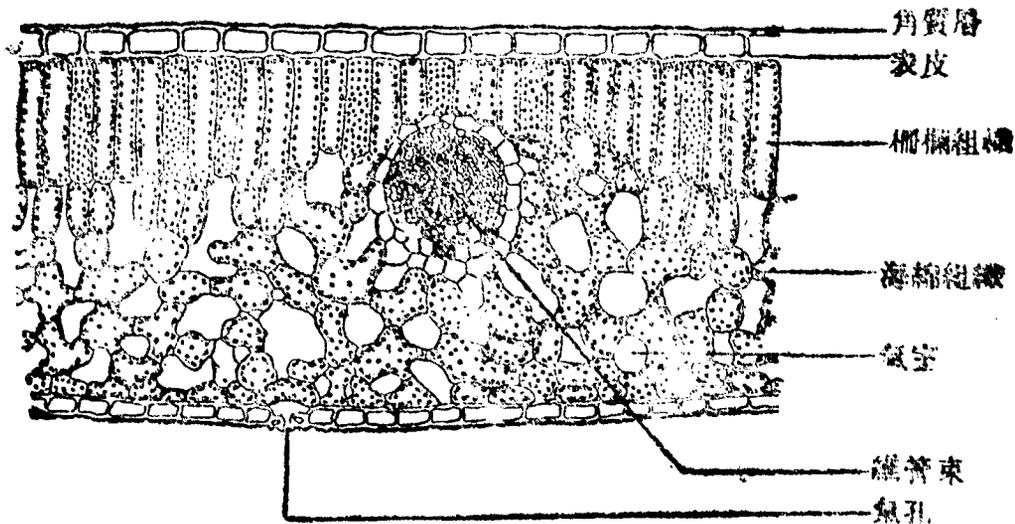


圖 184 葉的内部構造

細胞因失水分而萎縮，其形遂漸伸直，而氣孔乃閉。

2. 葉肉 (mesophyll) 係介乎上下二層表皮中的柔膜組織。通常又可分為上下二部：上部細胞呈長方形，排列如柵，是謂柵欄組織 (palisade tissue)；下部細胞形狀無定，排列亦不規則，狀如海綿，故名海綿組織 (spongy tissue)。此組織的細胞間，散有許多氣室 (air chamber)，內充空氣，經表皮中的氣孔而與外界的氣體相交通。上述二部的細胞，概含葉綠粒，能營光合作用，是以又可統稱為綠色組織。柵欄組織中的諸細胞，排列緊密，各細胞中所含的葉綠粒，數又繁夥，故常呈濃綠色；海綿組織中的細胞排列鬆疎，而其內含的葉綠粒亦較稀少，所以葉的下面常呈淡綠的顏色。

3. 維管束 葉肉中所含的維管束，即為葉面所見的葉脈。維管束的構造，與莖根諸部中所見者相同。各束外圍以管束鞘，內含篩管及導管、管胞等，以司運輸水與養分。至於形小的葉脈，則僅由單一的管胞或篩管而成；其餘的構造，悉付缺如。葉中所見的維管束由小

而大，終經葉柄而得與莖中的維管束系相連通。

VI. 葉的機能 葉的功用，可分為下列三端。

1. 光合作用 此種作用，前已提及；綠葉功能藉日光的能力，將自氣孔攝取的空氣與自根部吸收的土水，在其所含的綠色組織內，分解化合，使成澱粉；再由澱粉而變成其他種種的有機養分。綠葉在日光下所製成的澱粉，其一部嗣經消化，變為糖質，隨乃由維管束而輸送於植物體的各部，以供營養。

2. 呼吸作用 葉的氣孔功能吸取空氣，使體內諸物質得起氧化作用，由此產生二氧化碳，復由氣孔排出。此種結果與前述的光合作用恰為相反。植物體即藉呼吸作用而得發生能力，以供其種種生活作用。

3. 蒸發作用(transpiration) 植物體自其根部吸收的水分，由莖上升，直達於葉。此種土水，大部供為同化作用，餘則變為水蒸氣而由氣孔發散於空氣中，是謂蒸發作用。氣孔的兩旁，具有保衛細胞，既如前述，能依葉中水分的多寡，而啓閉氣孔，藉以調節葉中水分的蒸發。至於蒸發量的多少，則恆隨土中所含的水量，空氣的溫度、溼度以及日光的強弱等而有變化。

葉的蒸發作用，在使葉中所含的水分化氣蒸散，因而造成一種吸力，足能牽引土水上升植物體，藉以促進根的吸收作用。

VII. 葉的變態 普通綠葉係以製造有機養分為其主要機能，但亦有為適合於其他功用，而呈特殊的狀態者。茲舉數例如次。

1. 子葉(cotyledon) 見於種子中，形常肥厚，內貯養分，以供種子萌發之用。

2. 鱗葉(scaly leaf) 冬芽的外面，概被有堅硬的鱗葉，使外部寒冷的空氣不致損害內部的組織。水仙、洋葱等的鱗葉，其周圍被有許多肉質鱗片狀的葉，層層相疊，如前所述；葉內儲藏多量的水與養分，以供幼莖的發育及生長。

3. 苞葉(bracteal leaf) 苞葉係為生於花下的葉狀構造；花未開時，用以保護花芽，恆見於鳶尾、胡蘿蔔等。菊類的苞葉，其數甚多，片片櫛比，且包圍多數的花，是謂總苞(involute)。天南星、半夏等的總苞，形特巨大，呈佛焰狀，因稱為佛焰苞(spathe)，內藏肉質的花穗(spadix)。槲、櫟等的總苞，結成杯狀，稱為殼斗(cupule)。稻、麥等的花序，具有二片船狀的苞，特稱為穎(glume)。

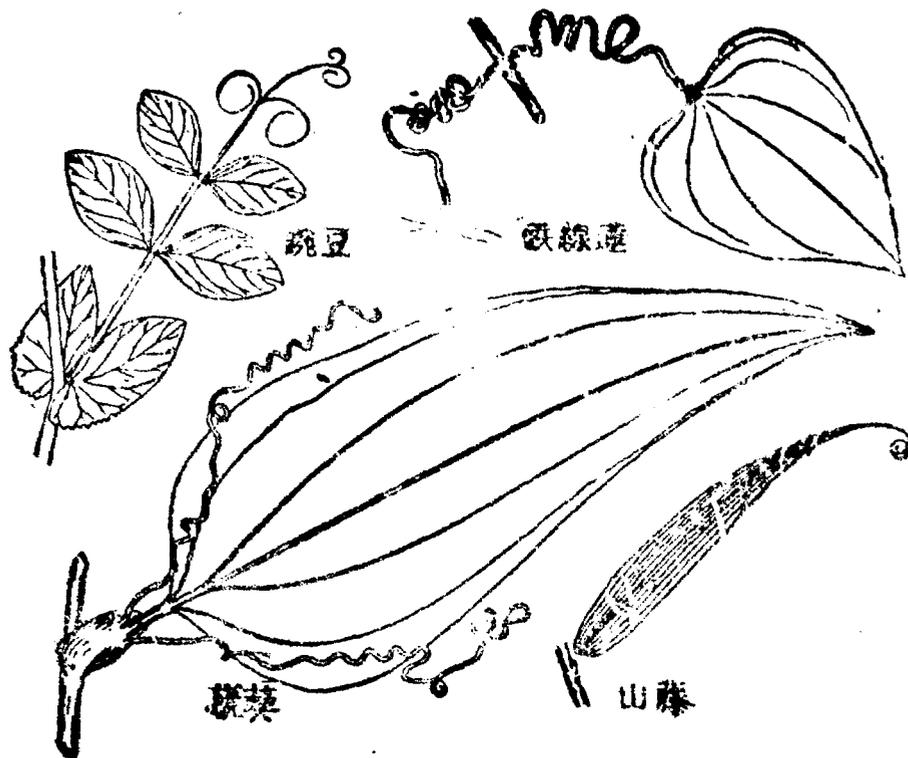


圖 185 卷鬚的各種形體(由 Brown)

4. 花葉(floral leaf) 即指花中所見的花蕊、花瓣及萼片等。凡此構造均信其為葉所變成，故可統稱之為花葉，他如聖誕時用為裝飾的一品紅(*Euphorbia pulcherrima*)，其葉變形為紅色的花狀構造，而真花則反不顯著。

5. 葉針(leaf thorn) 植物的葉，時或全部或一部變為針狀，供為防禦器官；例如仙人掌的全葉，薔薇、刺槐的托葉等均是。

6. 葉卷鬚(leaf tendril) 葉或變形而成為卷鬚，藉以纏絡他物，供攀緣用；例如葫蘆科植物的葉、豌豆複葉上部的小葉及莢葵的托葉等。葉針、葉卷鬚諸構造與前述的莖針、莖卷鬚等，其起源與結構均相異趣，業已於前一章中述及之，茲不更贅。

7. 捕蟲葉(insect-catching leaf) 葉或有變形，以適應於捕獲

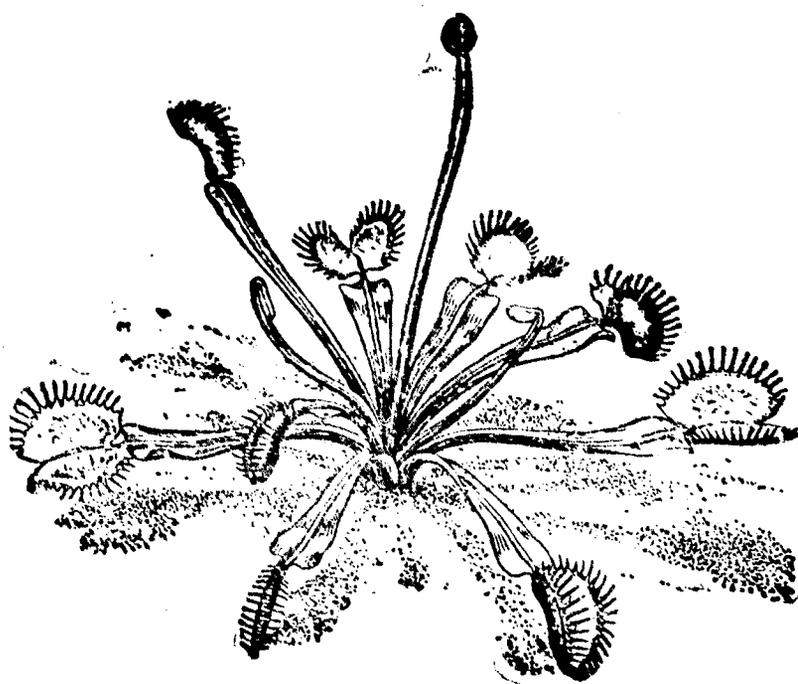


圖 93 捕蠅草(由 Lrown)

昆蟲之用者；恆見於捕蟲植物，如捕蠅草 (*Dionaea*)、毛氈苔 (*Drosera*)、豬籠草 (*Nepenthes*) 等。

### 第二組 植物的感應與運動

動植物體均能感受種種刺激而起適當的反應，是為生物別於非生物之一種主要的特徵。刺激恆有內外二種的不同：前者屬於外界，可別為光、熱、濕、電等；後者即係由於生物體內部所發生的刺激，因又稱為自動刺激。動植物體的運動，若非起於外來的刺激，即係由於自動刺激，因亦視為反應的一種。一般動物體因具有神經與肌肉，故其感應性及運動性均甚顯著，前已述及。植物體因無神經系統，致其感覺大都遲鈍；至於高等種類，既不能移動其位置，而其局部運動又甚微弱，遠不若一般動物的顯著耳。

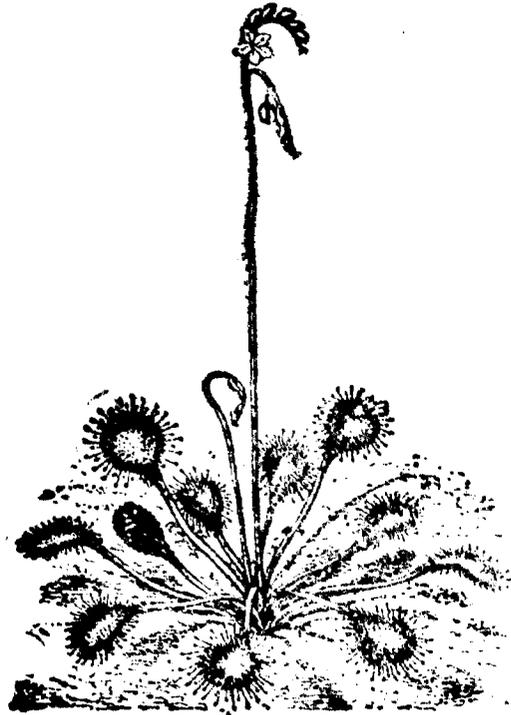


圖 5.7 毛氈苔 (由 Brown)

## 第三十三章 植物的反應方法

植物體對於外來刺激所起的種種主要反應，可別為三種如次，

1. **趨動性 (taxis)** 一般下等植物，遇受刺激，輒能向着或背着該種刺激的來源，而起移動的作用，是即所謂趨動性。趨動性因刺激性質的不同，可別為多種，例如趨化性 (chemotaxis)，即因化學刺激而引起者；趨熱性 (thermotaxis)，即因熱的刺激而引起者；趨觸性 (thigmotaxis) 即因接觸刺激而引起者；趨光性 (phototaxis)，即因光的刺激而引起者；趨氣性 (oxytaxis)，即因氣量刺激而引起者；趨水

性(hydrotaxis)即因溼度刺激而引起者;餘可類推。

各種趨動性均有正負之別。植物體向着刺激的來源而移動者,謂之正趨動性(positive taxis);背着刺激來源而移動者,謂之負趨動性(negative taxis)。例如多數下等植物,見光則趨向之,是謂正趨光性(positive phototaxis)。又如羊齒類的精子對於0.1%—0.5%的蘋果酸(malic acid)恆趨向之,是謂正趨化性(positive chemotaxis);至對於1%以上者,則反見其發生負趨化性(negative chemotaxis chemotaxis)。

上述種種趨動性,不僅於下等植物為然;即一切動物,除極少數以外,亦均具有此種感應的機能。試觀動物的最下等者,如變形蟲、草履蟲等,對於稀酸溶液輒移動而趨向之;而對於濃酸溶液,則恆退避之。高等動物因其神經構造與移動能力的發達,對於感應的機能,恆更顯著。

11. 屈向性(tropism) 高等植物遇受外界刺激時 恆不移動其位置,祇有體的局部向着或背着刺激的來源,而起屈向作用。植物的屈向性,有因地球重力(gravitation)的刺激而引起者,稱屈地性(geotropism);有因日光的刺激而引起者,稱屈光性(phototropism);種類不一。

各種屈向性,均可別為正、負、橫等三種的不同。正屈向性即對於外界的刺激 依其方向,為順的反應;負屈向性即對於外界的刺激,依其方向,為逆的反應;橫屈向性,其反應與刺激的方向不相平行,而取直角或斜角的位置。例如植物的莖係向着日光而生,是謂正屈光性(positive phototropism);同時因係反背重力的方向,故又稱為

負屈地性(negative geotropism), 又如根係屈向重力的方向而生, 謂之正屈地性(positive geotropism); 而同時又係背光, 故亦稱爲負屈光性(negative phototropism)。至若樹枝的分出, 與重力係成斜向, 因稱爲橫屈地性(diageotropism); 葉的排列對於日光的方向, 亦取橫斜的位置, 是爲橫屈光性(diaphotropism)。

III. 傾動性(nastien) 所謂傾動性, 即指植物體對於刺激所生的反應, 不與刺激的來源及方向發生關係, 而依其自身所決定的反應方向而運動。

傾動性中之最顯著者, 係爲睡眠運動(nyctitropic movement), 幾多植物的花、葉等, 能依晝夜而開閉的現象, 是即由日光及溫度而起的傾動性。機械的刺激, 如接觸、動搖、摩擦等, 亦能惹起傾動性。含羞草的複葉, 即其適例; 以手觸之, 其羽狀小葉即行閉合, 而其葉柄隨漸下垂。毛氈苔等食蟲植物, 其葉面的腺毛, 一受昆蟲或其他物體的接觸刺激, 即漸向中心卷曲, 是亦傾動性的一種。

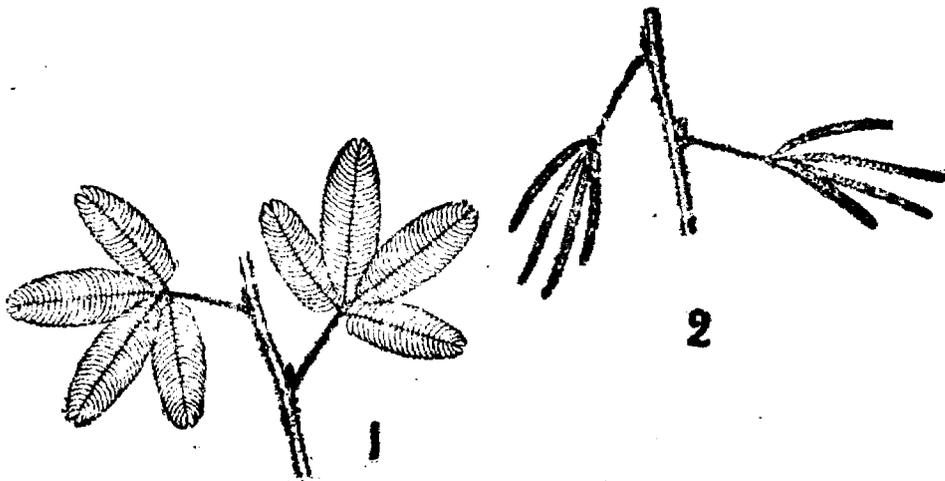


圖 133 含羞草葉開展(1)與閉合(2)情形(由 Brown)

植物體的種種感應，均係淵源於其體中原形質的感應性；又由其原形質的互相聯絡，而得傳達種種外來的刺激於其體之他部。植物體的根尖、芽端以及各種的特殊突起，如毛氈苔、貉藻的感覺毛等，其感覺性均特靈敏，與一般動物的感覺器，功用相同；但植物體內因無中樞神經的構造，故不見其有智、情、意等各種高尚的精神現象。

### 第三組 植物的生殖作用

植物若動物然，亦能生殖；二者均藉此種作用而得傳續其種類於後代。茲為敘述便利計，於下列數章中，先將植物的生殖方法及現象加以說明，次乃分敘植物體中營此作用的種種器官。

## 第三十四章 植物生殖的方法

植物生殖的方法與動物相似，亦可別為無性與有性二種，分述如次。

1. 無性生殖 更可別為下列諸種不同的方法。

1. 裂殖法 即以一體平分為相同的二子體；例如細菌，悉藉此法而繁殖，因有裂殖菌的名稱。

2. 芽殖法 植物中營芽殖法者，頗為常見。下等種類如釀母菌等，生長至一定大小時，即於其體表發生隆凸的芽，隨乃脫離母體而形成新個體。地錢類亦能由特殊器官，生出芽狀體以行生殖。種子植物中如薯蕷、秋海棠等，其葉腋間生有肉質小芽，內貯多量養分，是為肉芽 (fleshy bud)；又如百合、卷丹等的葉腋，葫、山蒜等的花間，皆生有肉質而具鱗葉的珠芽 (bulblet)；肉芽與珠芽墜地後，均能

生長而成新株。

3. 根殖法 芍藥、菊、甘藷等的植物，若將其根的一部栽植於土中，即能生出如前所述的不定芽，而成爲獨立的新株。

4. 枝殖法 竹、蓮等的地下莖具有繁殖力，此稱之所以能蔓滿池塘，竹之所以能叢生成林，餘如馬鈴薯的塊莖，百合的鱗莖，荸薺的球莖等，均能增殖，是皆人所稔知的事實。

薔薇、柳或桑等植物，若以人工截取其枝條，插植於潮溼的土壤中，不久即能發根生芽，而成新株。此種人工繁殖法，通常稱爲插枝 (cutting)。

至若迎春的匍枝 (stolon)，草莓的織匍枝 (runner)，石蓮華的短匍枝 (offset) 等，其接着於地面的部分，均能生根及葉，每年匍匐前行，與時俱長；若將其着地之部與母體切離，即可成爲新植物。一般植物若屈撓其枝下垂至地，其近端之處，用土埋掩，大都均能發出新根；若與母體切斷，亦可另成植物，是即所謂壓條 (layering)。

5. 葉殖法 例如產於臺灣的燈籠草 (*Bryophyllum calycinum*)，其葉肉頗厚，能自葉緣的裂隙發生幼植物，秋海棠的葉亦



圖 139 草莓的織匍枝 A. 親體  
B. 幼體 1. 變形葉 2. 織匍枝

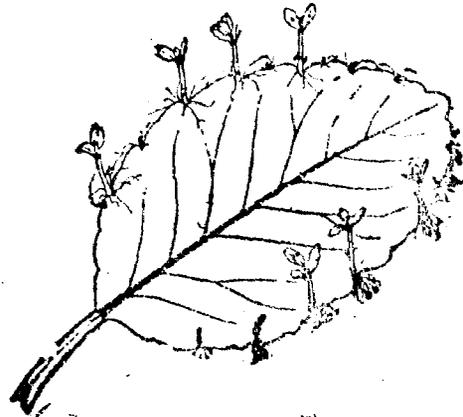


圖 140 燈籠草葉上發生幼植物  
(由 Brown)

然，如將其摘下而以其葉柄植於潮溼的泥土中，不日即生根出芽，長成新株。

上文所述的根殖、枝殖及葉殖諸法，均以植物的營養器官，供營養繁殖的功用，故可統稱為營養生殖(vegetative reproduction)；又此等方法，悉係利用植物體的出芽性質以營生殖，故有將其歸括於芽殖法中。植物之所以能營養生殖，顯係基於其體中諸營養器官的再生機能，得由一部而能重生全體。

6. 胞殖法 即由母體生出特種細胞，以行生殖，是即所謂孢子(spore)。在植物中，此法甚為顯著；例如藻類所見的游走孢子(zoo-spore)、菌類的頂端孢子(conidiospore)、八裂孢子(ascospore)、擔孢子(basidiospore)等等。

II. 有性生殖 植物的有性生殖方法，如在動物一般，亦可別

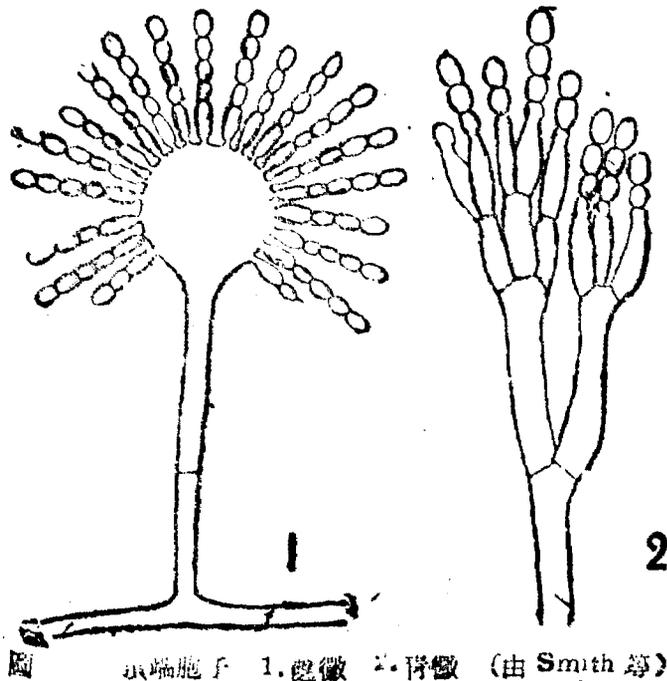


圖 頂端孢子 1. 頂端孢子 2. 擔孢子 (由 Smith 等)

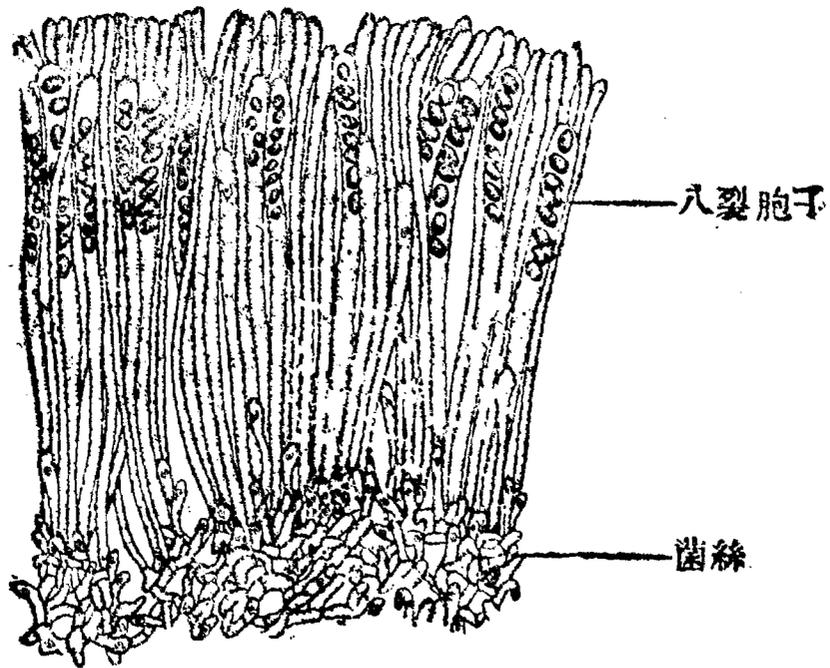


圖 142 一種藻類(藍藻, *Laminaria*)的胞層, 示其中所含的八裂孢子 (由 Brown)

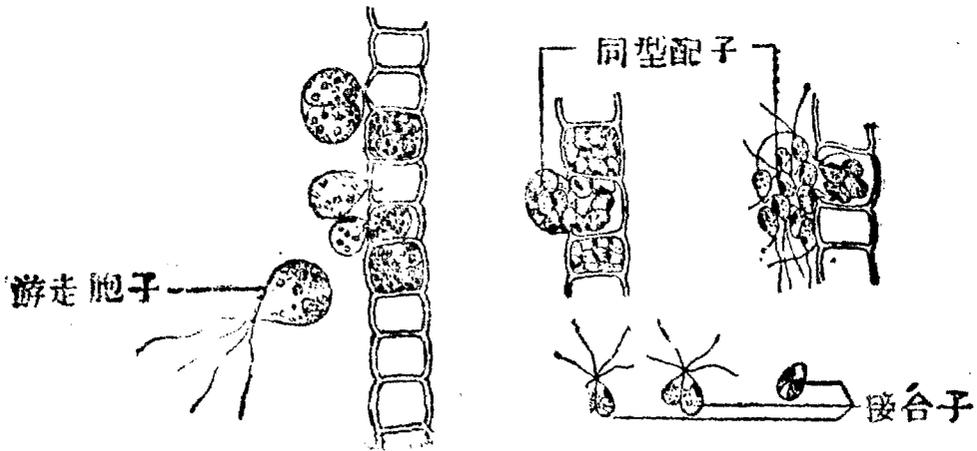


圖 143 波斐藻的生殖

為三種。

1. 接合生殖 是指二個同形同大的配子, 即所謂同形配子

(isogamete), 互相配合, 而成為接合孢子 (zygospore). 例如波髮藻 (*Ulothrix*), 其配子的形態生理, 概為相同, 毫不見有雌雄兩性的分化; 由其彼此互配所成的接合孢子, 經相當時間後, 即形成多數游走孢子, 各自發育而成為新植物. 水綿亦能藉接合法, 以行生殖. 當行

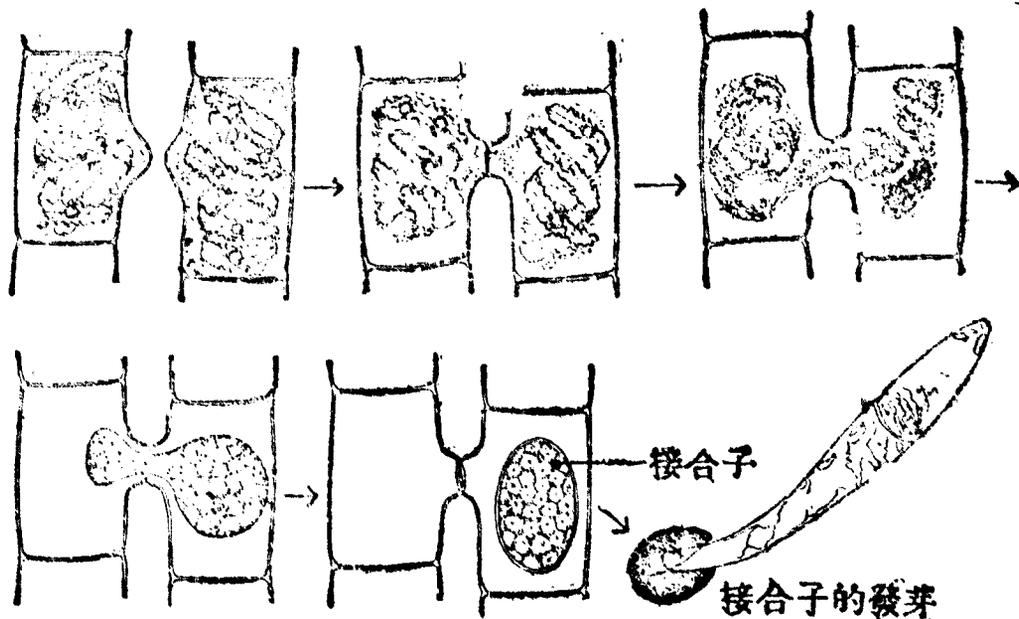


圖 144 水綿的接合生殖(由 Brown)

此種生殖時, 水綿的絲狀體兩相接近, 各由其相對的細胞突出一小管; 二管隨即相遇, 旋乃彼此相通而形成接合管 (conjugation tube), 再後其一細胞內的胞質, 經此接合管竟漸輸入於對方的細胞體中. 此二細胞如是互相配合, 而成為接合孢子. 此二配子雖其形態相似, 而在生理上一須移動, 一則靜止; 是直足視為雌雄分化的開始.

2. 兩性生殖 此法係由雌雄二種的配子互相併合, 而成為合子, 雌雄配子分化的情形, 與動物略同. 雌性的配子恆稱為卵子 (egg or oospore), 或曰大配子 (macrogamete). 其在下等植物為形特大.

而富於滋養料，但在種子植物則變甚微小。至於雄性的配子，通常稱為精子 (spermatozoid)，或曰小配子 (microgamete)。其形極小而性活潑，在下等植物多與動物的精子相似，具有纖毛，以供運動；但至種子植物，則除蘇鐵、銀杏外，其餘種類所產的精子，均甚退化，不具纖毛，而變為花粉管中所見的精核 (sperm nucleus)，其構造與模範型的胞核一無稍異。

下等植物之行兩性生殖者，其雌雄兩性的生殖器，或着生於同株，是謂雌雄同株 (monoecism)，例如貫衆；或則分生於異株，是稱雌雄異株 (dioecism)，例如地錢。

植物界中雌雄兩性的區別，亦以初級性徵為最主要。有性生殖細胞，在雌為卵，而貯於藏卵器或胚珠內；在雄為精，而產於藏精器或花粉管中。至於附屬生殖器官，通常不甚發達；次級性徵亦屬罕見。但於雌雄異株的植物如地錢、土馬駿等，其雌株與雄株的形狀頗有不同，易可識別。

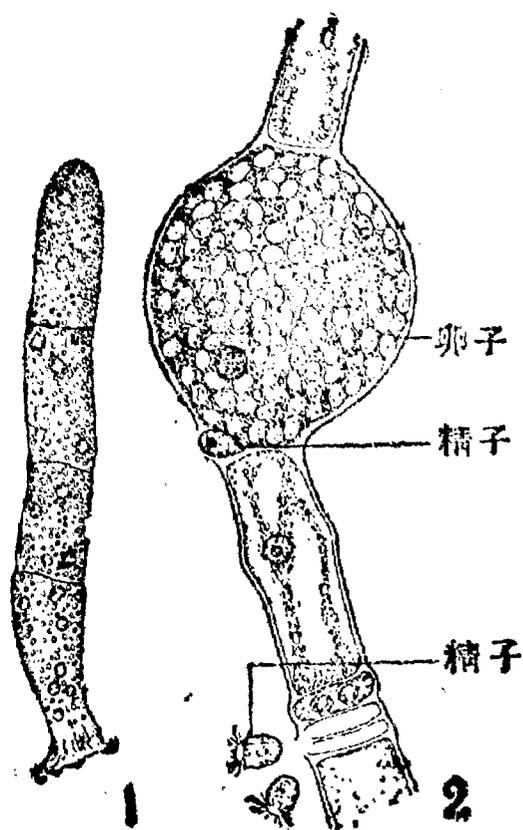


圖 145 圓生藻 (*Marchantia*) 的有性生殖  
1. 幼小絲狀體 2. 長成絲狀體的一部分，由性形成雄精及雌卵。圖中卵子的近旁有一精子，正在與之配對，以成接合子。(由 Woodruff)

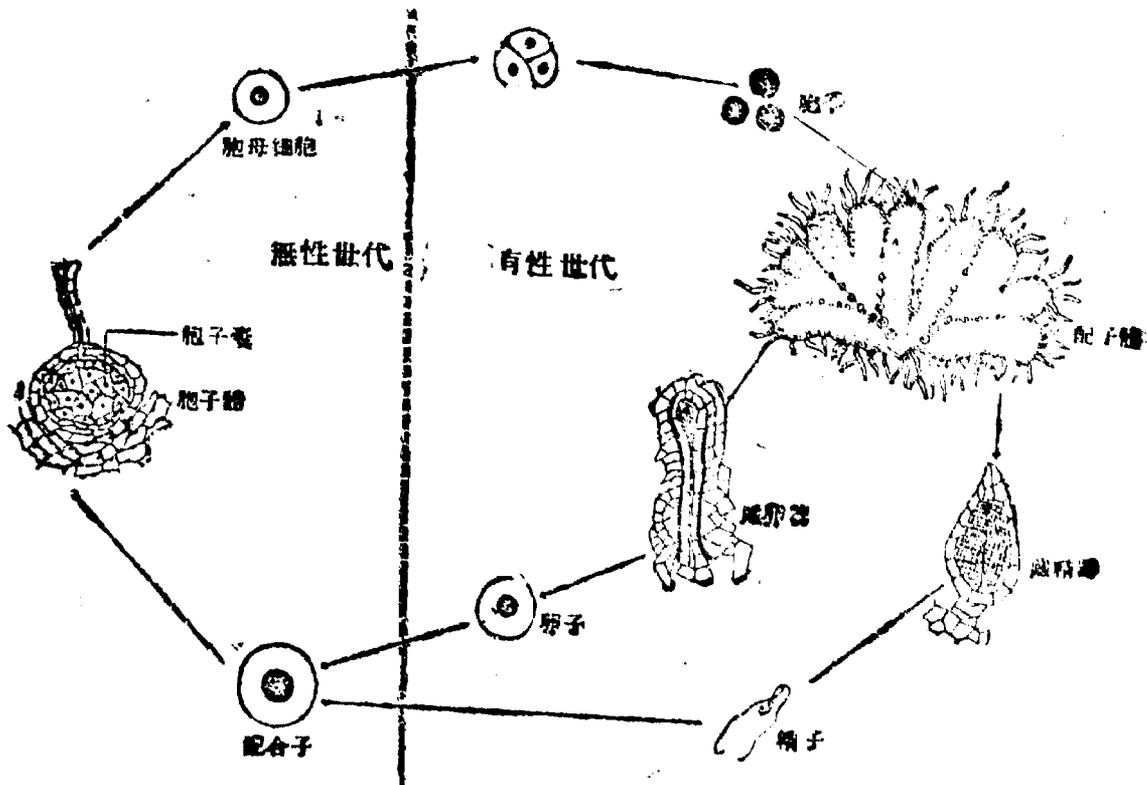
8. 孤雌生殖 植物種類中，或有僅生雌器者，其卵子不經受精，即能發育而成爲新個體。此種現象時見於車軸藻類(例如 *Chara crinita*)，羊齒植物的蘋科(Marsiliaceae)以及種子植物的菊科(Compositae)、毛茛科(Ranunculaceae)、瑞香科(Thymelaceae)及蕁麻科(Urticaceae)等；但就一般情形而言，似較動物方面更爲稀罕耳。

### 第三十五章 植物的世代交替

所謂世代交替，即指營有性生殖之世代與營無性者的互相交替。此種現象在動物方面，前曾述及。至於植物方面，則更普遍；其無性世代的物體稱爲孢子體(sporophyte)，有性世代的物體稱爲配子體(gametophyte)。茲就各類植物，簡述其世代交替的大概情形。菌藻植物中雖亦見有世代交替，但遠不若苔蘚類或其他較爲高等植物之顯著，故從略。

1. 苔蘚植物的世代交替 此類植物的世代交替，可就地錢(*Marchantia*)的情形而略述之。通常所見的地錢，係爲有性世代的物體，即配子體，叢生於陰溼的土面；其形扁平，呈葉狀，有如前述的菌藻植物一般，因恆稱爲葉狀體(thallus)。葉狀體形多分歧，下面着生多數假根(rhizoid)，插入土中；秋時由體的表面生出直立具柄的傘狀構造。地錢係雌雄異株；雌株所生的傘狀構造，稱爲雌托(female receptacle)。雄株所生者爲雄托(male receptacle)。雌托與雄托，雖均外呈傘狀，但前者較後者爲大，其周圍缺刻較深，而其托柄亦較長。

地錢的有性生殖器官，在雌爲藏卵器(archegonium)，在雄爲藏

圖 140 浮苔(*Riccia*)的世代交替

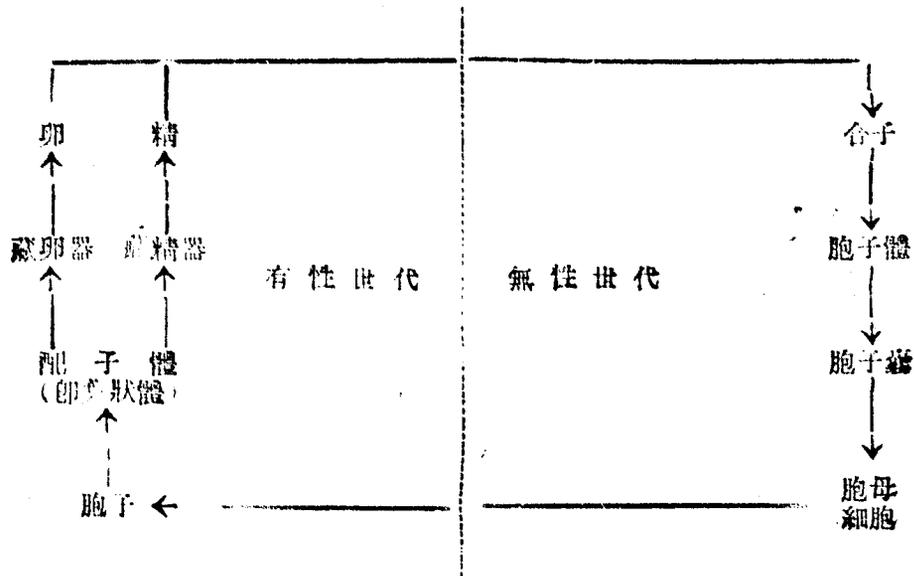
精器(antheridium)。藏卵器生在雌托下面，其位置近於托緣者，先行成熟；而位置愈近於托柄者，則發育愈遲。各藏卵器可分為二部：向下的部分稱為頸部(neck)，內有空溝(canal)，溝中滿貯溝胞(canal cell)；向上的部分稱為腹部(venter)，中藏單個卵子。至於雄性的藏精器，係着生於雄托上面的凹陷處，其位置近於雄托中央者，先行成熟，而位近托緣者，愈近而發育愈遲。此種現象與上述藏卵器的情形，恰屬相反。

當潮溼或雨露時，成熟的藏精器因吸水脹大而行裂開；其中所藏的精于遂乃排出於外，而飄盪於水中。成熟的藏卵器，其頸部亦於此時裂開，臨近的精于，即由頸部中的溝道，而直入於腹部。既至，精

子中的一個即與卵合併，而成爲合子，是即無性世代的開始。

卵受精後，仍附着於藏卵器內，隨行分裂發育，終乃成爲孢子體。此體具有足部，插於藏卵器的組織中，以吸取其養分；由此發出一柄，向外伸長；柄端有孢子囊（sporangium），內貯無數胞母細胞（spore mother cell）及彈絲（elater）等。胞母細胞隨經分裂而爲孢子。孢子囊成熟時，即行裂開；其中彈絲即將孢子盡行彈出囊外。隨風吹散。孢子散出後，若遇溼潤適宜的環境，遂又萌發爲新配子體。

綜上所述，足示地錢的生活史顯可分爲有性與無性的二世代。其有性世代的配子體，形甚發達；而無性世代的孢子體，則極微小而不顯。且其生活不能獨立而寄生於配子體上，孢子體由胞母細胞的成熟分裂，而轉入有性世代；而配子體隨由精卵的配合，而復入於無性世代。茲將此二世代交替的情形，括成簡表如次。



地錢的配子體，除行有性生殖外，尚能以芽繁殖，即於其體面發

生皿狀構造，稱曰芽皿 (cupule)，內生多數孳芽 (gemma)。此芽落地，即行發育，而成爲新配子體。

II. 羊齒植物的世代交替 羊齒植物偏生山野間；其世代交替的現象，可就貫衆的情形而略言之。吾人常見的貫衆係爲無性世代的孢子體，有

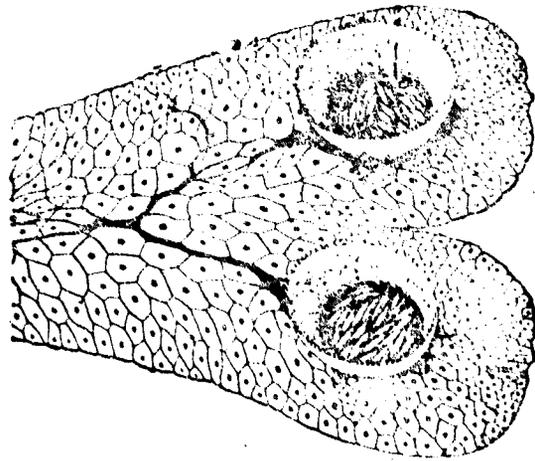


圖 147 地錢的芽皿(由 Brown)

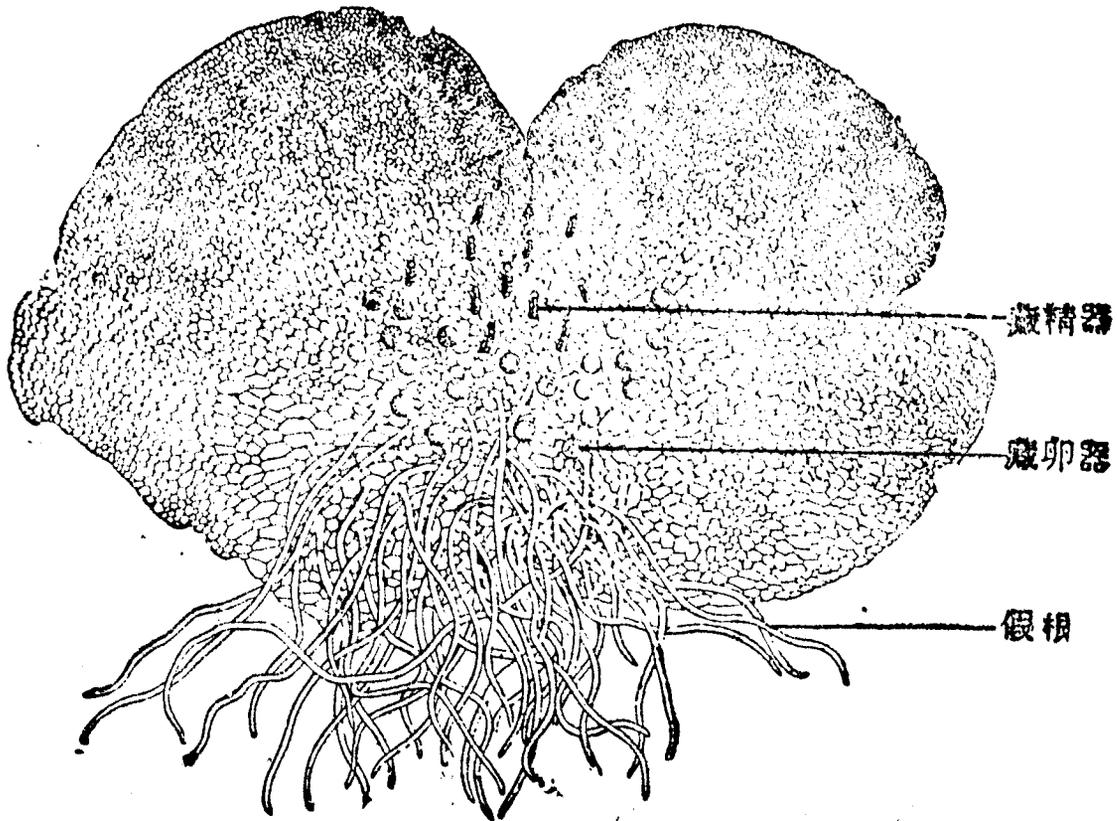


圖 148 羊齒植物的配子體(由 Brown)

根、莖、葉等的分化。其葉的底面，着生多數子囊羣(sorus)，各羣內具多數孢子囊，囊中含有無數胞母細胞。胞母細胞經成熟作用，遂變為孢子，是為有性世代的開始

孢子囊的外壁中，具有特種細胞，組成胞囊環(annulus)。孢子囊成熟時，胞囊環能向外曲縮，致使囊壁撕裂，而散出其中所含的孢子。孢子放出後，若遇適宜境地，即行萌發而成配子體。貫衆的配子體，形極微渺，略呈心臟狀，而其構造又甚簡單，無莖、葉等的分化，

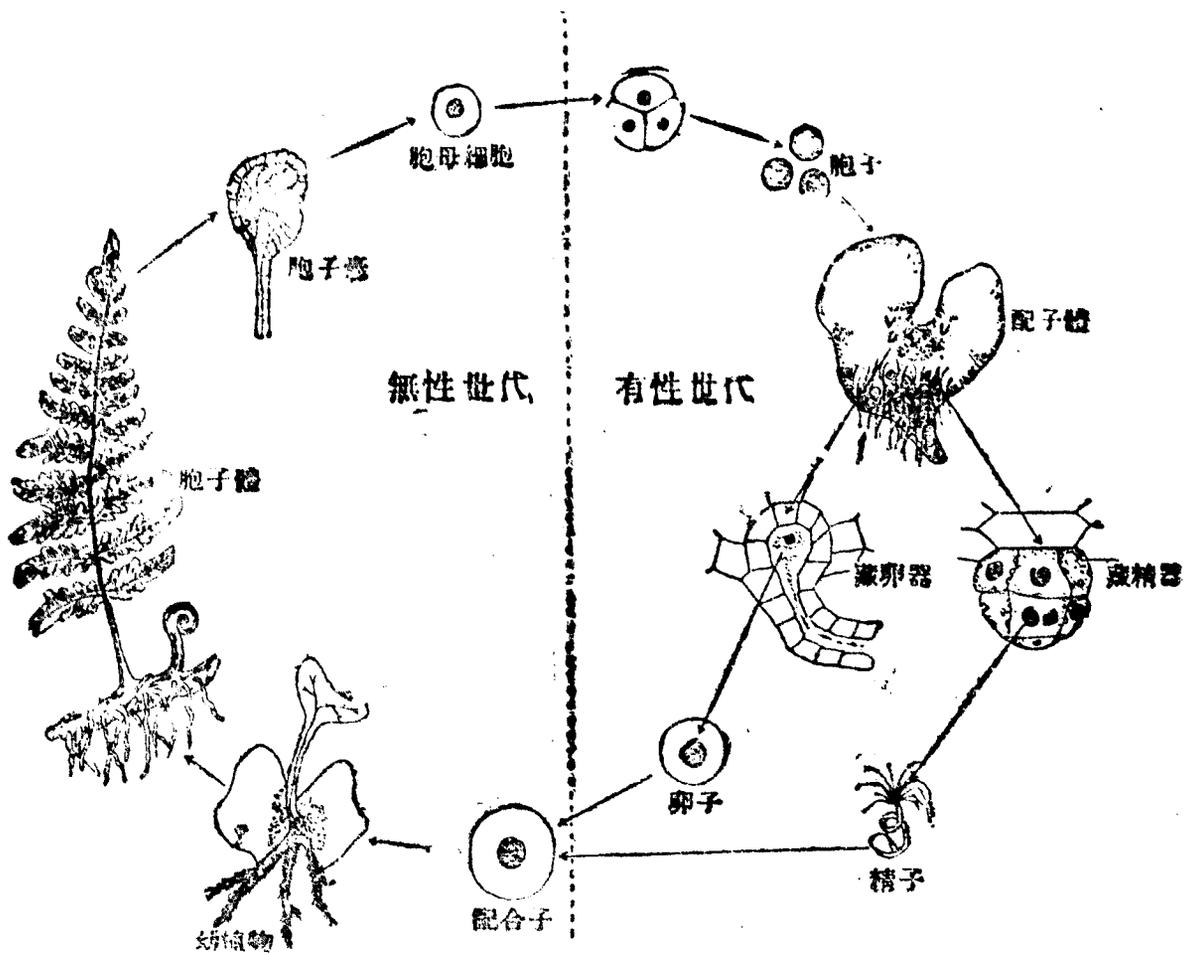
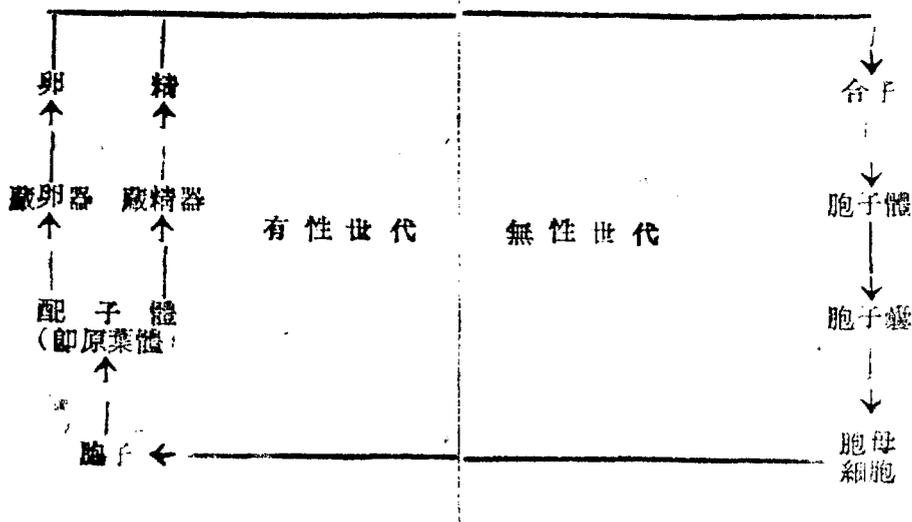


圖 149 水龍骨(Polypodium) 世代交替

故有原葉體(prothallium) 的名稱。原葉體的下面,發生無數鬚狀假根,插入土中;除假根外,更着生多數雌雄兩性的生殖器官,即所謂藏精器與藏卵器。藏精器外呈球狀,位於原葉體的後端,雜於假根間;而藏卵器則位近原葉體前緣的凹處,各藏卵器中具有頸腹二部:腹部深埋於原葉體中,內含一卵;而頸部則斜凸體面,形稍彎曲,其中有一漕道,通於腹部。藏精器與藏卵器,二者較諸苔蘚植物,均形簡陋而退化。至於其所產精卵的受精方法,則與苔蘚植物頗為相同。精子藉雨露的媒介,而得游泳至藏卵器,旋由藏卵器頸部中的漕道直達於腹部,而與其中所含的卵子相併合,成為合子,由此萌發而成爲孢子體。孢子體初係由配子體吸取養分,待配子體的營養料被其吸盡,此新成植物的根、葉等,亦已發達完備,而能自營生活。

羊齒植物的生活歷程,既如上文所述,茲更將其繪成下表,以示明之。



今若以羊齒植物的生活史，與苔蘚類的情形互作比較；可知配子體在羊齒類係為形小的心狀構造；而在苔蘚類則甚發達，成為顯著的植物體。至於無性世代的狀況，二類又適相反；羊齒類的孢子體，概能自營生活，不若苔蘚類的孢子體之營寄生於配子體上，且其構造亦臻繁雜，外形又甚顯著，遠非苔蘚類之可比擬。綜此可知植物之愈高等者，其無性世代的孢子體必愈發達，而其有性世代的配子體則反愈形減縮而退化。

III. 裸子植物的世代交替 裸子植物，其通常所見之物體，與羊齒植物一般，亦為孢子體；但裸子植物的孢子體恆更發達，除具莖、根、葉等以外，尚有花、果及種子等構造。茲就松的情形，略述如次。

松類所生的花，與吾人日常所見者截然不同，既無萼及花冠，且恆相集合而形成子囊穗(strobilus)的構造。子囊穗可別為下列二種，茲分述之。

1. 小子囊穗(staminate strobilus) 小子囊穗概係成叢而生。各種具有多數小孢子葉(microsporophyll)；每孢子葉的下面有二小孢子囊(microsporangium)；中生無數小胞母細胞(microspore mother cell)。小胞母細胞經成熟分裂，而形成小孢子(microspore)，或稱花粉粒(pollen grain)。花粉粒隨漸發育，其內部幾經分裂，終乃形成雄性配子體(male gametophyte)；而其外面兩側又具翅狀的薄膜，藉便隨風吹送。花粉粒既經成熟，小孢子囊旋即破裂，而散出其中所含的花粉粒，任風吹播於各方。

2. 大子囊穗(carpellate strobilus) 恆見於嫩枝的頂端，時或單生，時或二三結羣。各種係由多數鱗片狀的構造所組成，是即大胞

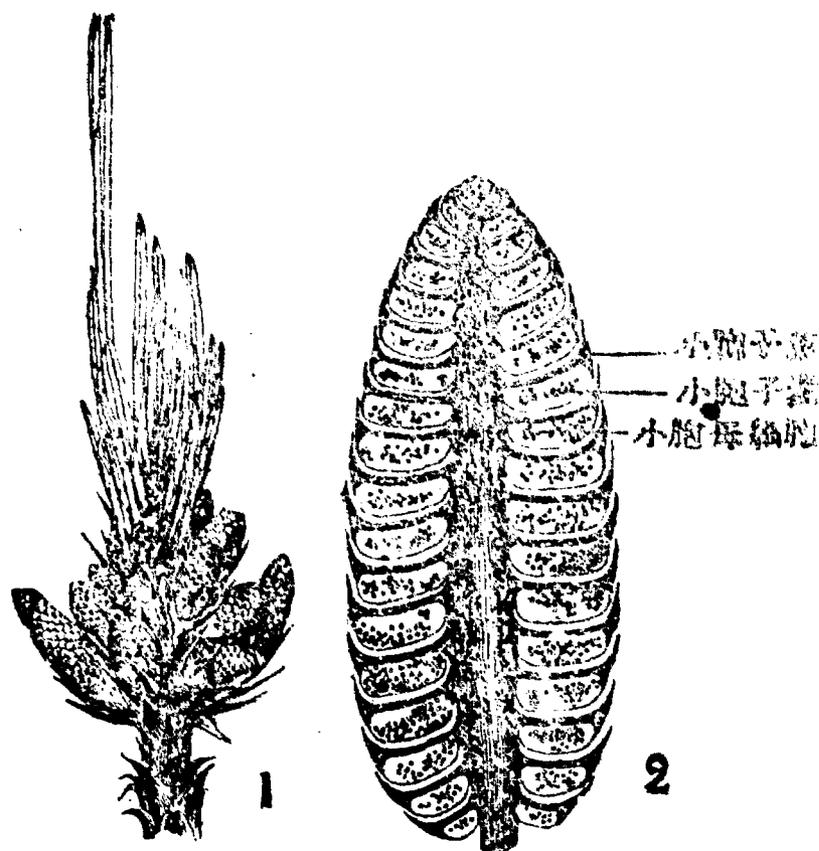


圖 150 松的小子囊穗(由 Brown) 1. 松枝的一部分, 示其上  
所生的小子囊穗 2. 小子囊穗的縱剖面

子葉 (megasporophyll), 每個大孢子葉的上面基部, 均具有一對胚珠 (ovule)。松的胚珠不藏於子房 (ovary) 內, 而裸出於外, 是以屬於裸子植物。胚珠外被以珠皮 (integument), 內具一大孢子囊 (megaspore mother cell), 或稱珠心 (nucellus); 囊中貯有單個大胞母細胞 (megaspore mother cell)。各大胞母細胞, 隨經成熟分裂, 而形成四個大孢子 (megaspore); 囊中僅一個留存於大孢子囊內, 餘則悉遭消滅。囊的近旁, 有花粉房 (pollen chamber); 房具小孔貫穿珠皮, 而通於胚珠

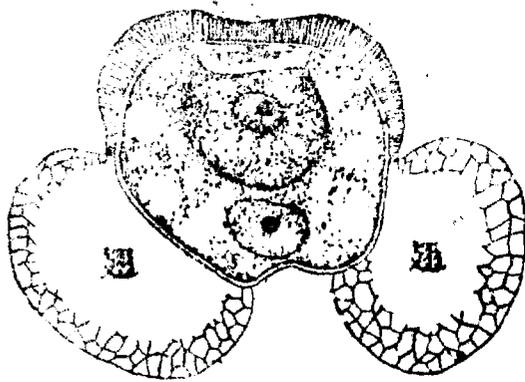


圖 51 松的成熟花粉粒，示其兩翼所具的翅及其內面所含之雄性子體(由Brown)

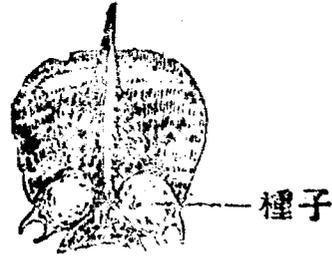


圖 52 松之大小子囊穗中的一鱗片示其胚着生的位置

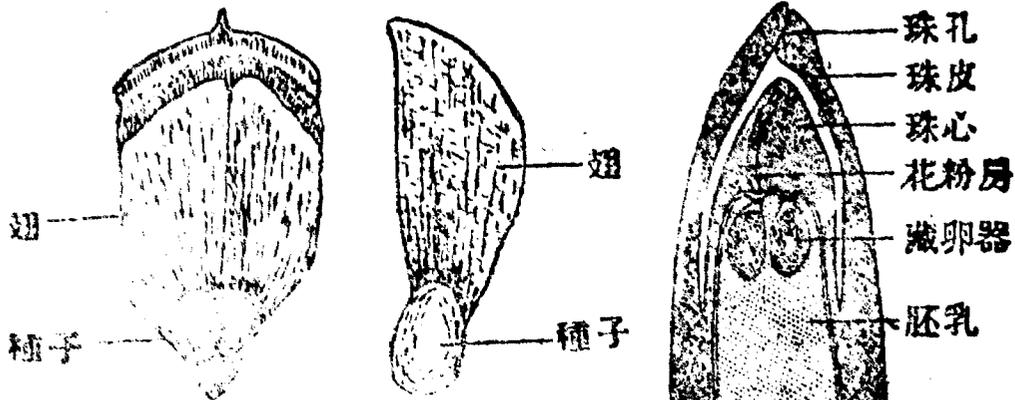


圖 153 松的成熟種子

圖 154 松的胚珠縱剖面(由 Brown)

的外面，是稱珠孔(micropyle)。

松的大小子囊穗均於春間發現，二者同株；惟同一株的大小子囊穗，其發生均非同時，藉以避免同株傳粉。大小子囊穗初生時，概係向上直立，鱗片張開；至傳粉(pollination)時，松的花粉往往被風吹入鱗片間，而附着於胚珠上。傳粉作用既畢，鱗片即行緊合，而大小子囊穗亦漸彎曲向

下。附着於胚珠上的花粉，隨經珠孔而直達於大孢子囊內的花粉房中，後漸萌發，由此發出花粉管 (pollen tube)，經珠心的組織，而穿入於下文所述的雌性生殖器中；同時管內的生殖細胞亦漸形成二精核，以備受精作用。

當花粉管萌發之時，大孢子囊中的大孢子，漸就發育為成熟的雌性配子體 (female gametophyte)。此體在近珠孔的一端，形成數個藏卵器，各器內貯一卵。卵成熟時，花粉管已伸至珠心組織，隨更穿入藏卵器中，而將其管內所含的精核放出，使其與卵配合。卵受精後，既由有性世代而復轉入於無性世代。

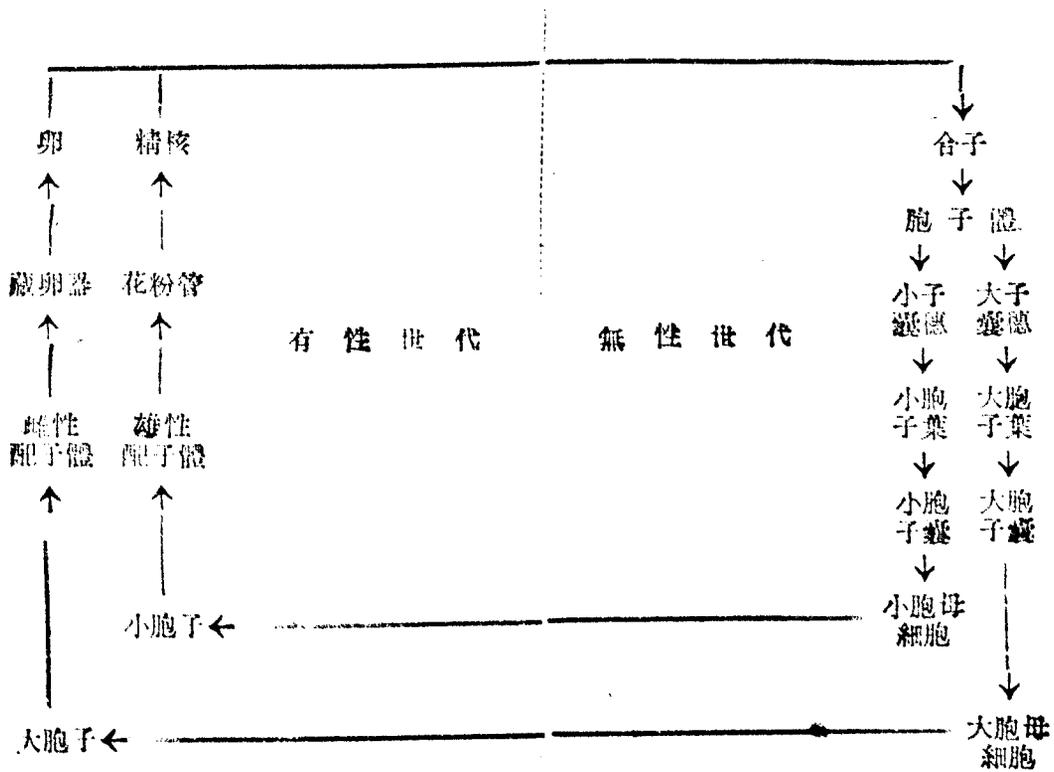
既經受精的卵隨漸發育而成為胚胎 (embryo)，而經此種作用的胚珠即變為種子 (seed)。松的大孢子囊穗，於春初傳粉以後，其諸鱗片既相緊擠；及至種子成熟時，鱗片又漸自行放開，以散布其中所含的種子。種子的外面，各具一翅，得以藉風吹散各方；若遇環境適宜，乃復萌發而成為日常所見的松樹。

松的生活史既如所述，茲可將其括成簡表如下頁。

綜上所述，可知裸子植物的無性世代與有性世代所具的種種特徵，與前敘諸類植物相較，頗有不同之處；茲就其顯著者，略言如次。

1. 裸子植物的孢子體，較諸羊齒植物更形發達；至其各部分化的情形，亦皆較為顯著而繁雜。

2. 苔蘚植物及大多數的羊齒植物，其孢子僅有一種，悉產於孢子囊內。至於裸子植物，其孢子顯有大小二種的分化，是謂異胞現象 (heterospory)；產生孢子的器官，因亦變為大小不同的二種，各相集結而成為大小二種的子囊穗。



3. 裸子植物的大孢子，始終留存於大孢子囊內，因而形成胚珠的構造，經受精後，遂成爲種子，是爲此類植物之一種主要的特徵；下等植物中，概未之見。

4. 裸子植物所產生的花粉粒，由傳粉作用，傳達至胚珠上，更經發育，而形成花粉管的構造，將精核帶入於藏卵器中，與卵配合。傳粉的作用以及花粉管的形成，均爲下等植物概所不具的特徵。

5. 裸子植物的配子體，顯有雌雄二種之別：雌者係由大孢子發育而成，而雄者則由於小孢子；二者均極退化，各僅遺留幾個細胞，而寄生於孢子體上。至於前述的苔蘚植物，其配子體頗形發達，而孢子體則甚簡單而附着於配子體上。二類相較，其孢子體與配子體的情

形，恰適相反。

IV. 被子植物的世代交替 平常所見的被子植物，與上述裸子植物相同，亦係孢子體。被子植物所生的花，較諸裸子植物更為顯著。花中通常具有小蕊(stamen)與大蕊(pistil)；前者實即等於小孢子葉，後者則與大孢子葉相當，茲分述之。

小蕊常可分為二部，下為細長的柄，曰花絲(filament)；上具囊狀的構造，種曰花藥(anther)。花藥內具藥囊或稱粉囊(pollen sac)，是與裸子植物的小孢子囊相等。囊中藏有小孢母細胞，經成熟分裂，遂成小孢子，是即傳粉時所見的花粉粒。

大蕊位居花的中央處，其構造恆可分為三部，即柱頭(stigma)、花柱(style)及子房等。胚珠係生於子房之內，是以受精後所成的種子，亦係包被於子房中，而不露出於外，故有被子植物的名稱。胚珠外面具有二層被膜，稱內珠皮(inner integument)與外珠皮(outer integument)；二者將胚珠幾全包被，僅留一小珠孔通外。珠皮以內的組織，稱為珠心，即大孢子囊，中含單個大形細胞即大孢母細胞。此細胞經成熟分裂，而成為兩個大孢子；就中僅一留存，隨更發育而成為胚囊(embryo sac)，是即成熟的雌性配子體，囊中含有數個細胞：近珠孔處生有三個細胞，其一為卵，餘為輔助細胞(synergid)，合稱為卵器(egg apparatus)；與珠孔相對的一端，又具三個細胞，名曰反足細胞

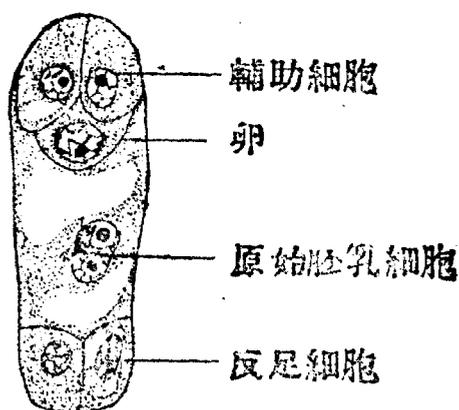


圖 155 雙科植物的雌性配子體 (由 Brown)

(antipodal cell); 囊的中央, 見有二個極核 (polar nucleus), 形成單一細胞, 是謂原始胚乳細胞 (primary endosperm cell). 成熟的花粉粒, 傳至大蕊的柱頭後, 隨即發育而生成花粉管, 向下伸長, 貫穿花柱而至子房, 旋經珠孔而達於胚囊中. 其時花粉管中形成二個精核, 破開管壁而輸入於胚囊組織內. 二核中的一個隨乃與卵併合, 而成爲合子, 其他則深入胚囊中, 而與原始胚乳細胞中的二極核相結合, 成爲胚乳細胞 (endosperm cell): 如斯現象即稱雙受精作用 (double fertilization). 卵既受精, 復由有性世代而轉入無性世代. 受精卵隨漸發育而形

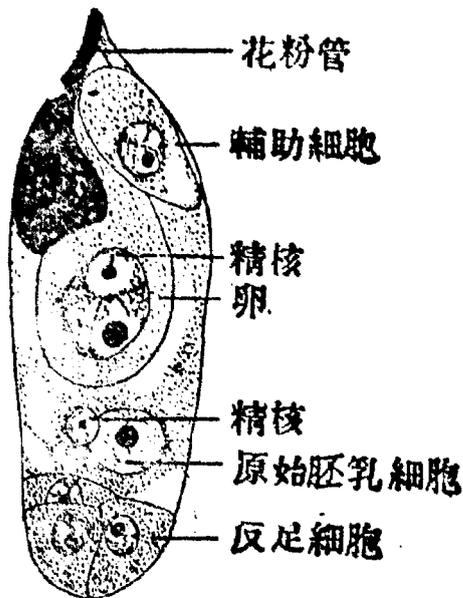


圖 157 圖科植物的雙受精作用 (由 Brown)

成胚胎; 同時胚乳細胞漸行繁殖, 而成爲胚乳組織 (endosperm); 珠皮亦漸變堅,

成爲種皮 (seed coat). 胚珠經此種種作用後, 遂漸變爲完全的種子.

今更將上述被子植物的生活歷程, 括成下表如下頁, 以示明之.

被子植物其世代交替的情形,

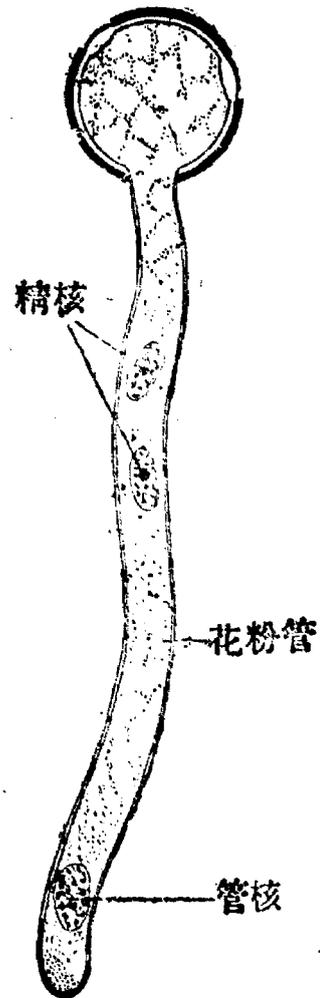
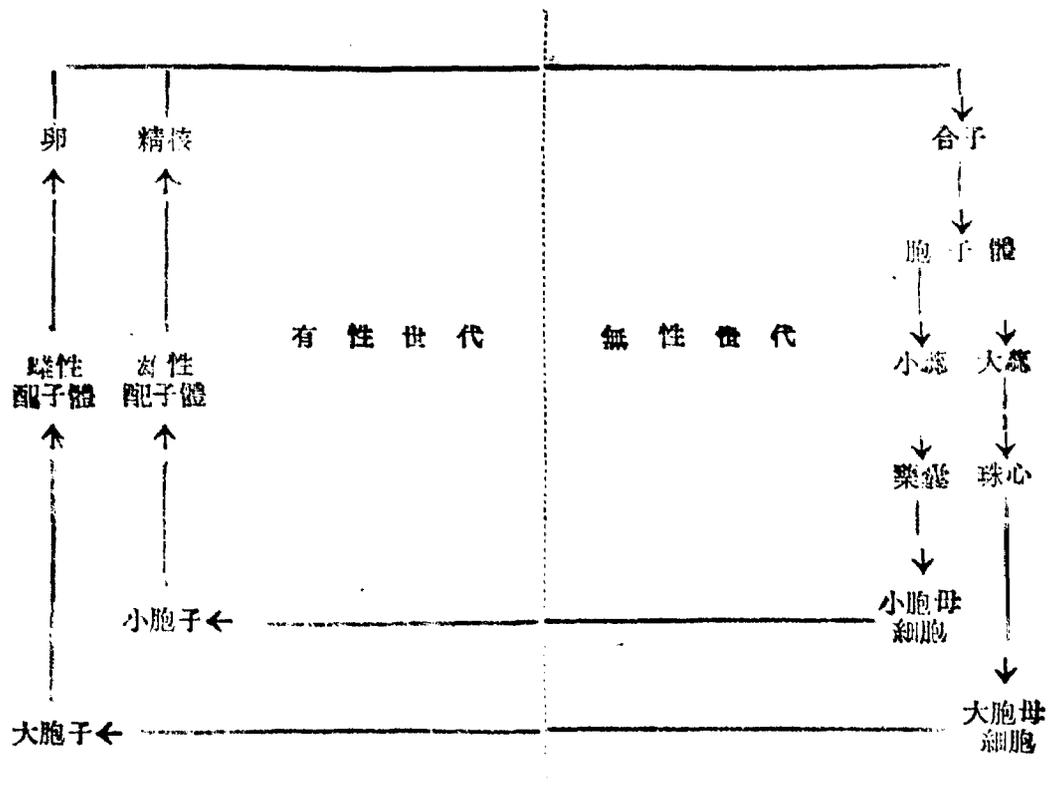


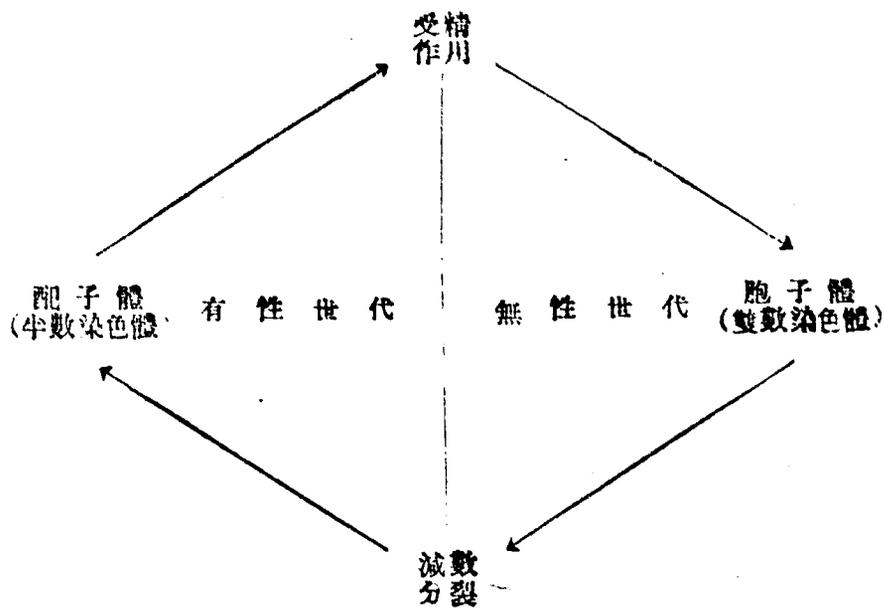
圖 156 被子植物雌性配子體 (由 Smith 等)



與裸子植物實屬大同小異。其孢子體所具的大小孢子葉，竟形變為大小蕊，且外圍以種種附屬構造，如花瓣及萼等，因而成為顯著的花，較易識辨。至其配子體則較裸子植物顯更退化；雌雄兩性的配子體均僅由少數細胞所成，構造甚為簡單。花粉管中所生的二精核，均具效用，因而形成雙受精現象，是於他類植物中未曾見之。被子植物又具有子房的構造；胚珠經受精後，變為種子，而子房遂漸發育而成為平常所見的果實。

上述諸類植物，其配子體在下等者甚為顯著，及至高等乃漸退化。至於孢子體，其構造初甚簡單，而寄生於配子體上；其後愈進至高等種類，則愈形發達，終竟形成偉大的植物體，蔚為植物界的大

體。配子體與孢子體互相交替的現象，雖於一般植物悉為一致；惟二者盛衰繁簡的狀況，在高等與在下等的種類實適相反。凡此種種，業於前文提及之。至於各類植物，其體中所含染色體的數目，與有性無性二世代之互相交替的現象，顯具有密切的關係。各類植物，其無性世代之孢子體，概含有雙數染色體。及至其胞母細胞形成孢子時，必起減數分裂；其細胞中所含染色體的數目因而半減，成為半數，是為有性世代之開始。嗣後孢子發育，而成為配子體，其體中諸細胞所含的染色體悉屬半數；直至精卵形成，由受精而成合子，始回復其原有的雙數，而轉入無性世代。如斯情形可繪為圖式，示之如次。



至於被子植物的胚乳細胞，係由二極核與精核所合成；是以其中所含的染色體，係為半數的三倍，即所謂三倍數 (triploid number)，是為其與他種植物組織迥異的一種特徵。

減數分裂不僅見諸植物間；而於動物界中，亦甚常見，容於後一

篇中敘述其詳。但在動物方面，此種作用係發生於精卵發育的後期；而在上述諸類植物中，則均見於孢子形成之際。植物的孢子，既經形成，隨乃萌發為配子體，由此產生精卵；精卵發育時，不復經減數分裂而成熟，是以減數分裂，雖為一般動植物所共有的現象；而其發現的時期，動植二者則截然異趣。至於由減數分裂所成的半數染色體，直至受精時，始行恢復其原有的雙數；如斯情形在動植二方面，均屬一致。

### 第三十六章 植物的生殖器官

植物的生殖器官，可別為無性與有性二種，分述如次。

I. 無性生殖器官 (asexual organ) 植物的無性生殖器官，以產孢子者為最著。下等藻類植物，其產生孢子的器官，恆為單細胞的構造，甚為簡單；至於大多數的真菌類，其孢子係生於囊狀或柄狀的器官，例如囊菌類的子囊 (ascus)，擔菌類的擔子柄等等。

羊齒植物的孢子囊，常相集結而成子囊羣，附着於尋常營養葉或特殊孢子葉的底面。種子植物具有特化的孢子葉，且有大小二種之別。大孢子葉具有大孢子囊，中生大孢子；小孢子葉具有小孢子囊，中生小孢子。大孢子發育而形成雌性配子體，而小孢子則成為雄性配子體。凡諸種種業已於前章中敘其梗概。

除上述諸種器官外，植物體的莖、根、葉等營養器官，亦有能營無性生殖者，前文曾已述及。

II. 有性生殖器官 (sexual organ) 菌藻植物的有性生殖器官亦甚簡單，通常係由單細胞所成，由此產生精卵而行生殖。至於苔蘚、羊

齒等類，則有藏精器以貯精子，及藏卵器以產卵子；凡諸生殖器均係由多數細胞所成，及至種子植物，藏精器悉遭退化，僅於花粉管中形成能動性的精子，或無動性的精核；其卵子則恆貯留於胚珠中，藏卵器僅於裸子植物中見其遺跡，餘概付缺。

下等植物的生殖器，其大略構造前已略述。至於種子植物，其生殖歷程中，概有花的形成，由大小花蕊產生大小孢子，隨成精卵，以備受精。既經受精後，花的一部變為果實，果中含有種子，由此產生新植物體。是以花、果與種子等，均屬高等植物特具的器官，與生殖作用顯有密切的關係；茲特分章述之於後。

## 第三十七章 花

1. 花的分部 花 (flower) 為種子植物產生種子的一種生殖器官，通常甚為顯著，易惹人目。花的形狀大小，種種不一；但常可分為四部如次。

1. 萼 (calyx) 為花的最外部，通常由數片所組成，稱為萼片 (sepal)。萼片常呈綠色，但時或具有美麗的彩色，與下述的花冠爭妍鬪美。花未展放時，由萼包被其全部，其質強韌，能耐寒暑，並能防止動物的侵食。萼片或相分離，名曰離片萼 (chorisepalous calyx)；或相結合而成盃狀，碟狀或管狀的構造，是稱為合片萼 (gamosepalous calyx)。

2. 花冠 (corolla) 位居萼的內側，常甚豔美；通常所稱為花，殆即指此。花冠係由花瓣 (petal) 所成，其大小及排列甚不一致。花瓣或相分離，是稱離瓣花冠 (choripetalous corolla)；或相結合而成管

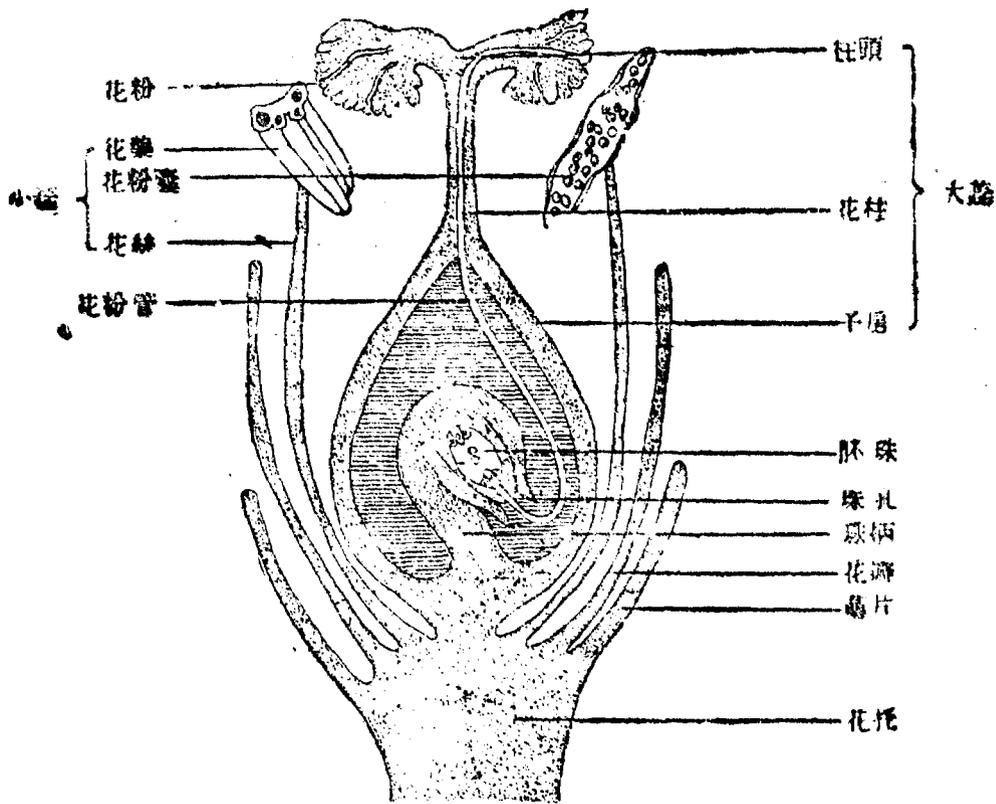


圖 18 花的縱剖面

狀、漏斗狀或別種形狀，是稱合瓣花冠(gamopetalous corolla)。雙子葉植物常依其花瓣的結合與否，可分為離瓣與合瓣的二十大類，如斯分類法，業於前一章中提及之。

萼及花冠均位於花的外側，用以保護內部，故可總稱為花的保護器官，或稱花被(perianth or floral envelop)。萼在外，花冠在內；故萼又可稱為外花被(outer perianth)，而花冠又可稱為內花被(inner perianth)。內外二花被通常易相識別；但若彼此同形同大，不易區別時，則恆統稱之為花蓋(perigone)。

3. 小蕊(俗稱雄蕊) 小蕊如前所述，大都具有花絲及花藥

等。此種構造時或互相分離，列爲輪狀，是稱離生小蕊 (distinct stamens)；亦有花絲的部分互相結合者，是稱合生小蕊 (coherent stamens)。離生小蕊中，其花中所具的諸小蕊，或爲同形同長者，或爲長短不等者。例如紫蘇有四小蕊，其中二長二短，是稱二強小蕊 (didynamous stamens)；又如蕓薹有六小蕊，其中四長二短，是稱四強小蕊 (tetradynamous stamens)。合生小蕊中，若一花中的花絲悉相結合爲一束者，是謂單體小蕊 (monadelphous stamens)，例如山

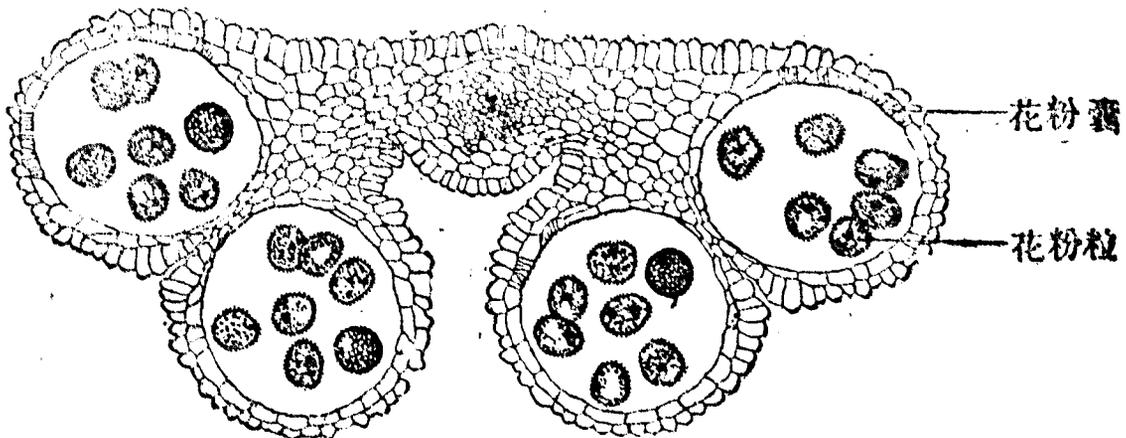


圖 119 花前稔剖面(由 Prown)

茶；花絲結成二束者，曰兩體小蕊 (diadelphous stamens)，例如豌豆；花絲結成三束者，曰三體小蕊 (triadelphous stamens)，例如小連翹；花絲結成三束以上者，稱曰多體小蕊 (polyadelphous stamens)，例如金絲桃。花中的小蕊亦有花絲分離，而花藥互相結合者，是稱聚藥小蕊 (syngenesious stamens)，例如菊、蒲公英等。

4. 大蕊(俗稱雌蕊) 位於花的中心；其下部爲膨大的子房，上爲細長的花柱 而頂端則具擴大的柱頭。大蕊有僅由單一心皮 (carpel) 所成者，曰單大蕊 (simple pistil)；例如豌豆；有由二片以上的心

皮合成者，曰複大蕊 (compound pistil)，例如牽牛。複大蕊中，若心皮互相結合者，稱合生大蕊 (syncarpous pistil)；互相分離者，稱離生大蕊 (apocarpous pistil)。大小蕊恆統稱為花蕊，是為花中的緊要器官。

莖或枝的一部，着生一花或多花者，是稱花梗 (peduncle)；花梗上叢生多花者，恆特稱為花軸 (floral axis)，由此常更分出多數小枝，以支持各花，是曰花柄 (pedicel)。花梗或花柄的梢端，輒稍腫大，而成為花托 (receptacle)，花即着生於此。

11. 子房的種別 子房有單複之別：單大蕊或離生大蕊，其子房中祇有單一子室 (loculus)，是稱單子房 (simple ovary)，例如桃、豌豆等；合生大蕊，其子房恆相結合，是稱複子房 (compound

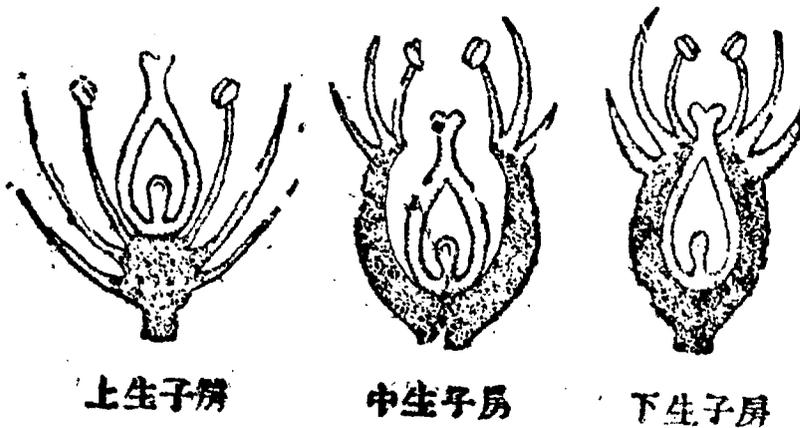


圖 60 子房的位置

ovary)，例如煙草、牽牛等。合生大蕊所由成的心皮，與其複子房中所分的子室，二者數目常為相等；但亦有複子房，其子室間的隔膜，因發達不完全，或因發達後竟遭消失，以致其中仍祇具單一子室，例如罌粟、石竹等。

子房依其着生於花中的位置，又可別為三種如次。

1. 上生子房 (superior ovary) 蓼、牽牛的花，其萼、花瓣與小蕊等，悉皆依次着生於大蕊的下方，是稱下位花 (hypogynous flower)；其子房因係位於花中其他部分的上方，故稱上生子房。

2. 中生子房一名半下生子房 (half-inferior ovary) 桃、李等，其花托凹下而成杯狀，小蕊、花瓣及萼等均列生周圍，大蕊位居中央而不與花托相結合，是謂周位花 (perigynous flower)；其子房即稱為中生或半下生子房。

3. 下生子房 (inferior ovary) 梨、胡瓜等的花，其凹形花托不僅包圍子房，且與之相結合，致花的他部皆着生於子房之上，如斯之花，謂之上位花 (epigynous flower)；其子房位居下方，因稱為下生子房。

III. 花的種類 花中的萼、花冠、以及大小花蕊等，若俱存在，是稱為完全花 (complete flower)，例如桃、梅等；四部中若缺其一或二部者，則稱為不全花 (incomplete flower)，例如桑、柳、蕎麥等。凡一花中，大蕊與小蕊俱存者，是為兩蕊花，通常稱為兩性花 (bisexual flower)，二者中任缺其一者，曰單蕊花，通常稱為單性花 (unisexual flower)。單性花之具小蕊者，曰小蕊花，俗稱雄花 (staminate flower)；具大蕊者，曰大蕊花，俗稱雌花 (pistillate flower)。小蕊花與大蕊花生在同株植物上者，曰大小蕊花同株，或稱雌雄同株 (monoecism)，例如胡瓜、玉蜀黍等；不生於同株者，曰大小蕊花異株，或稱雌雄異株 (dioecism)，例如桑、柳、大麻、白楊等；單蕊花與兩蕊花時或雜生於同一植物上者，曰大小蕊花混株，或稱雌雄混株 (poly-

gamy), 例如柿。植物之大小蕊花同株或異株的情形, 殆與動物之雌雄同體或異體的現象相當。花亦有僅具花被, 而大小蕊全缺者, 是謂無蕊花, 或稱無性花 (asexual flower), 例如八仙花之花序周圍所生的花一般。

IV. 花序 (inflorescence) 花在花梗上的排置, 恆有定法, 是稱花序。花序的種別頗多, 今就其常見者略述之。

A. 無限花序 (indefinite inflorescence) 此種花序其着生於花梗下部的花, 先行開放, 漸次而上, 且花梗係繼續向上伸長, 而花亦隨之而次第發生, 故又名上升花序 (ascending inflorescence), 例如

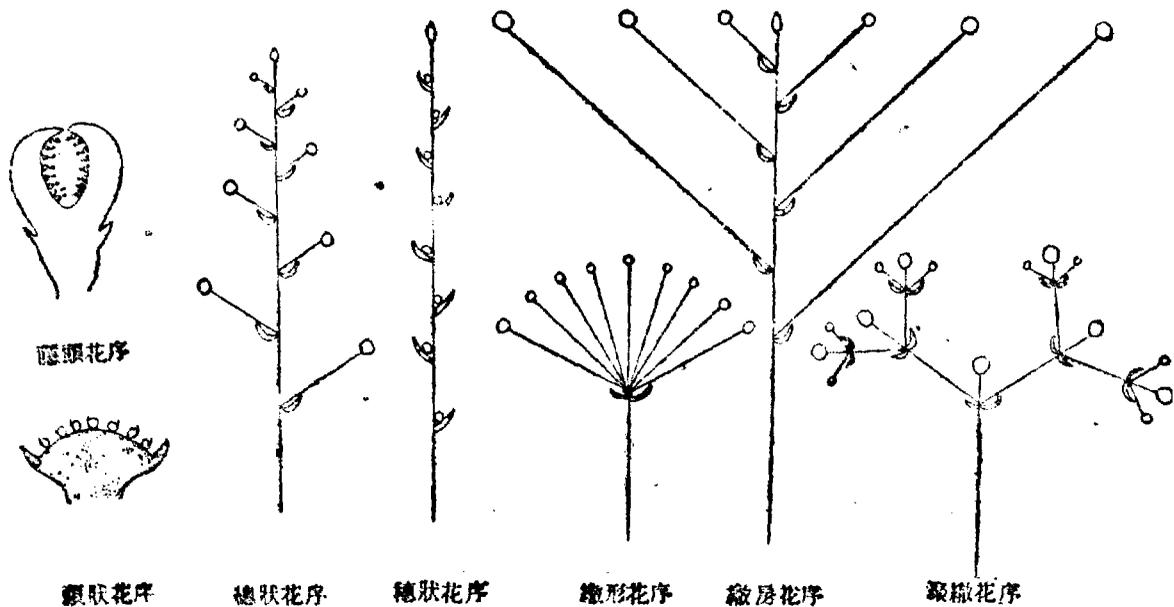


圖 161 花序的種別

繖、雲臺。至於菊類的花序, 其開花的次序, 係以着生於花梗外部的小花先開, 漸及內方, 是亦無限花序的一種, 特稱為求心花序 (centripetal inflorescence)。

無限花序又可別為下列數種。

1. 總狀花序 (raceme) 花具同長的花柄而互生於花梗上，例如薔薇。

2. 穗狀花序 (spike) 花無花柄而多數密附着於花梗上，例如麥、稻等。至若柳、栗等的花序，其外形極似穗狀花序，惟花梗柔弱而下垂，且所生的花均屬單性，故特稱柔荑花序 (catkin)。萬年青、天南星等，其花梗特形肥厚，周圍密生多數小形的單性花，是為肉穗花序 (spadix)

3. 繖房花序 (corymb) 與總狀花序相似，惟下部的花柄，較上部者漸次加長，是以花序的頂端幾成平頭狀，例如櫻桃。

4. 繖形花序 (umbel) 花梗先端叢生多數有柄的花，各花柄長短均略相等，全體恰成傘狀，例如葱。

5. 頭狀花序 (capitulum) 花梗先端非常短縮而呈盤狀，衆花無柄或具極短之柄，而皆密集於其上，成一頭狀的花序，全形恰似單朵的花，例如菊。

6. 隱頭花序 (hypanthodium) 花梗特形肥厚，先端凹入成壺狀，其內側着生多數單性小花，例如無花果。此種植物，其所生的花悉隱匿不見，一般人誤以其為無花而結實者，故有無花果的名稱。

B. 有限花序 (definite inflorescence)



圖 162 向日葵頭狀花序及其單花(由 Erown)

此種花序，其頂端的花先開，漸及下方，花梗頂端不復伸長，因而生花有限，以是得名；又因其開花的次序係自上至下，故一名下降花序（descending inflorescence）。至若八仙花的花序形成半球狀，其開花的順序乃由中央先開，而漸次及於外方，如斯之花亦係有限花序的一種，特稱為遠心花序（centrifugal inflorescence）。

1. 單頂花序（terminal inflorescence） 花梗頂端僅着一花，是為花序中之最簡單者，例如蓮。

2. 聚繖花序（cyme） 外形略似前述的總狀花序或繖房花序等，惟其開花的順序皆自頂端漸及下方，例如景天。

C. 混合花序（mixed inflorescence） 同一植物上，有生無限及有限二種花序者，稱曰混合花序。例如菊類，就各花叢而言，概係頭狀花序，為無限花序的一種；但就植物全體觀之，其開花的順序，係自莖頂最高的花叢先開，而後順次向下開放，當屬於有限花序。

上文所述者，皆為單花序；花序時或一再分歧而形成種種複花序，例如複總狀花序、複繖形花序等等。

V. 傳粉作用（pollination） 花的結構，既如前述；其中最屬主要的構造，即為大小花蕊。大蕊具有胚珠，中藏卵子；小蕊產生花粉於其花藥中。花粉成熟後，即由花藥放出，以達於大蕊的柱頭上，是謂傳粉作用。花粉既經傳達於柱頭後，即漸發育而生出花粉管，貫穿花柱而達於胚珠之內；同時管中形成精核，終與胚珠內的卵子互相結合，是即所謂受精，前文業已敘及。綜上所述，可知花的傳粉與受精的二作用，顯具有密切的關係；花須先行傳粉，而後始得受精。被子植物的受精作用，已詳前文；茲就傳粉作用，略述其概要如次。

(甲) 自花傳粉 (self-pollination) 即以花中所生的花粉, 傳於同花的柱頭上。此種現象在植物中, 不甚常見。行此作用的花, 其大小蕊概係同時成熟, 且其花藥與柱頭易相接觸, 而行傳粉。豆科植物於近地面處常生小形之花, 永不開放, 全賴自花的花粉而受精。如斯現象特稱為閉花傳粉 (cleistogamy)。閉花傳粉亦見於其他植物, 如鳳仙花、山酢草等。

(乙) 異花傳粉 (cross-pollination) 即以一花的花粉傳於他花的大蕊上。營此作用的花, 依其傳粉方法的不同, 可別為下列數種; 各有其特殊的適應, 以達傳粉之目的。

A. 蟲媒花 (entomophilous flower) 凡藉昆蟲以傳遞花粉的花, 謂之蟲媒花。吾人尋常觀賞所用的花, 大都屬此。蟲媒花的特徵, 舉其主要者, 約有下列數端。

1. 花形大而顯著, 常呈特異而豔美的顏色。普通呈豔色者, 悉係花冠; 但時有花的別部或花下的苞葉等, 表現鮮麗的色彩。

2. 花常散放馥郁的芳香, 且常具有蜜腺, 用以誘引昆蟲的來臨。

3. 大小蕊常生於同花中。

4. 花中各部的構造及其排置, 足能使昆蟲過訪時, 將由他花所採得的花粉, 遺留其一部於柱頭上; 同時又將花藥中的花粉, 攜帶一部以去。

5. 花粉產量較少, 其表面常具突起, 且富有黏性, 以便附着於昆蟲體上, 而不易為風所吹散。至於柱頭, 則常分泌黏液, 使便於接受昆蟲所攜來的花粉。

昆蟲原爲採食花粉或花蜜 (nectar) 而來花間, 而於其不知不覺之中, 常任媒介花粉, 使花得能受精結實; 二者因而發生密切的關係, 而彼此藉得互換不少的利益。

B. 鳥媒花 (ornithophilous flower) 卽利用鳥類爲傳粉媒介的花。鳥類中可任傳粉者, 大都形小而嘴尖, 例如啄花鳥、繡眼鳥等。此等禽鳥常迴巡花叢間, 以其尖喙插入花中採取花蜜, 而花粉遂得附着於其喙上, 藉可帶往他花。

C. 蝙蝠媒花 (chiropterophilous flower) 熱帶植物藉蝙蝠而行傳粉者, 爲數不少。蝙蝠每當薄暮, 翱翔林間, 捕食花中的蟲類, 是以其體上時或黏着花粉而任傳粉的職務。

D. 貝媒花 (malacophilous flower) 蛞蝓、蝸牛等匍匐花間, 其體上常黏着花粉; 其後再訪他花, 遂將此花的花粉, 送至他花的柱頭上。萬年青以及附緣於牆壁上的植物, 多藉此法而行傳粉。

E. 風媒花 (anemophilous flower) 此種花係利用風爲其傳粉的媒介, 例如稻、麥、楊、柳等。其特徵與前述的蟲媒花截相異趣; 茲略舉數端如次, 以資比較。

1. 花形小而不顯著, 花被不發達, 又無特殊的色彩。花常集成穗狀花序, 或爲細長倒懸的柔荑花序, 搖曳於風中。

2. 花中不具芳香, 亦無花蜜, 以誘昆蟲。

3. 大小蕊常見於異花或異株, 小蕊花比大蕊花爲數較多。

4. 大小蕊常生於容易受風的地位。小蕊的花絲形特細長, 凸出於花外, 使花粉易於受風傳播; 大蕊的柱頭常成羽狀或鬚狀, 使易於滯留空中飛來的花粉於其間。

5. 花粉概成球狀，表面平滑，無黏着性，其質又輕而乾燥，若塵芥然。凡此性質要皆使花粉易可為風所吹散。又因吹散之後，大多數的花粉悉歸於浪費；所以風媒花所產的花粉，數量特多。

F 水媒花 (hydrophilous flower) 多見於水生植物，如苦草、金魚草等。其花粉的比重或與水等，或較水稍輕。此種花粉且有抗水性，雖浮水面並不濡溼或受若何損害，故得隨水漂流而達於他花的柱頭上。

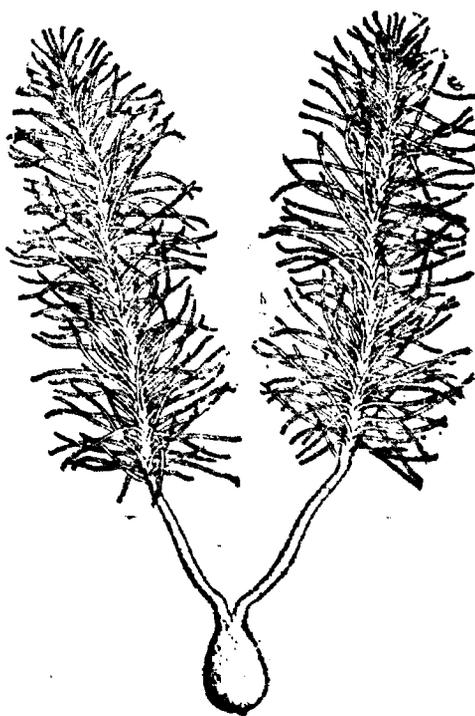


圖 63 風媒花 柱頭(由 Prawn)

上述的種種傳粉方法，均屬天然界中所見的現象。近來行遺傳或其他試驗者，輒以人工方法傳遞花粉，是即所謂人工傳粉 (artificial pollination)。凡行此法，大抵在花未全開時，即將花的小蕊摘去，並以透明的紙袋包裹花的全部，不使昆蟲或他花的花粉擅入其內。迨花開放時，乃取所欲傳遞的花粉，用清淨毛筆蘸黏少許，而散之於柱頭上；既畢，再以紙袋覆蓋之。授精完竣之後，柱頭漸行萎縮；此時可除去包袋，以俟果實成熟。

(丙) 自花傳粉的防避 異花傳粉的花，常有種種構造或方法，以避自花傳粉，約如次述。

1. 單蕊花 大蕊與小蕊生於異花中，時或同株，時且異株。如

斯決無自花傳粉之虞。

2. 兩蕊隔絕花 即花中的大蕊與小蕊，二者位置相距甚遠，彼此因而隔絕；例如堇菜，其小蕊的花藥相結成環，而大蕊則聳立於其中，高出於其上。似此特殊的結構，實足賴以防避自花傳粉。

3. 兩蕊異熟花(dichogamous flower) 此種的花，雖大小花蕊俱備其中，但二者成熟各異其時。當大蕊成熟時，自花的花粉，或尚未成熟，或則業已成熟而飛散矣。是以大蕊所受的花粉，顯然必從他花傳來。如斯的花，凡小蕊先行成熟者，可稱為小蕊先熟花(protandrous flower)，例如百竹、錦葵、桔梗、天竺葵等。若係大蕊先行成熟者，則稱大蕊先熟花(protogynous flower)，例如木蘭、玄參、車前、馬兜鈴、燈心草等。

4. 兩蕊異長花(heterogonous flowers) 即花中大小花蕊的長短不同，藉以防避自花傳粉。例如櫻草、蕎麥等，其所生的花，顯有二型之別，即所謂二形花(dimorphic flowers)：其中一種具有短形小蕊及長形大蕊，謂之長柱花；又一種則有長形小蕊及短形大蕊，謂之短柱花。又如千屈菜具有三形花(trimorphic flowers)，即三種相異的花。甲種有長形大蕊，中間小蕊，及短形小蕊，謂之長柱花；乙種有中間大蕊，長形小蕊，及短形小蕊，謂之中柱花；丙種有短形大蕊，長形小蕊，及中間小蕊，謂之短柱花。據達爾文(Darwin) 氏的見解，長柱花若與長形小蕊的花粉受精，抑或短柱花與短形小蕊的花粉，或中柱花與中間小蕊的花粉，自相受精，均謂之正合(legitimate union)；凡由正合受精所生的種子，數多而形肥大。反之，若以長柱花與短形小蕊，抑或與中間小蕊的花粉受精；其名謂之不正合(ille-

gitimate union); 凡行不正合受精, 結果往往欠佳, 所生的種子, 其數既寡, 而形亦特瘦小。

### 第三十八章 果 實

大蕊中所含的胚珠, 經受精作用後, 其子房漸變肥大, 其實質亦漸變化, 結成果實(fruit), 是為真果(true fruit), 如桃、梅等。果實亦有由子房以外的部分發育而成者, 例如梨、蓮等, 是謂假果(false fruit)。有種植物不經傳粉及受精作用, 亦不形成種子, 但其果實仍能發育, 例如市上所售的香蕉、鳳梨等。

果實的構造, 可分為果皮(pericarp)與種子二部。果皮係由子房的外壁發育而成, 通常可分為外、中、內三層, 稱為外果皮(epicarp)、中果皮(mesocarp)及內果皮(endocarp)等; 各層的性質, 均隨果實的種類而有不同, 容後述及之。

果實凡由一花所變成者, 謂之單花果(monothalamic fruit), 例如桃、豌豆等; 有由衆花簇生而成者, 謂之多花果(polythalamic fruit), 一名複果(multiple fruit), 例如桑、鳳梨等。單花果有由單大蕊發育而成者, 謂之單大蕊果(simple gynoecious fruit), 例如豌豆; 有由複大蕊所變成者, 謂之複大蕊果(compound gynoecious fruit), 複大蕊果中, 有由合生大蕊而變成者, 謂之合生大蕊果(syncarpous fruit), 例如百合; 有由離生大蕊而成者, 是謂離生大蕊果(apocarpous fruit), 例如毛茛。離生大蕊果, 因係由多數分離的果實聚合而成, 故又稱聚合果(aggregate fruit)。單大蕊果與合生大蕊果, 均僅形成單一果實, 是以恆統稱為單果(simple fruit)。

I. 單果 單果依其果皮乾燥與否，通常可別為下列二種。

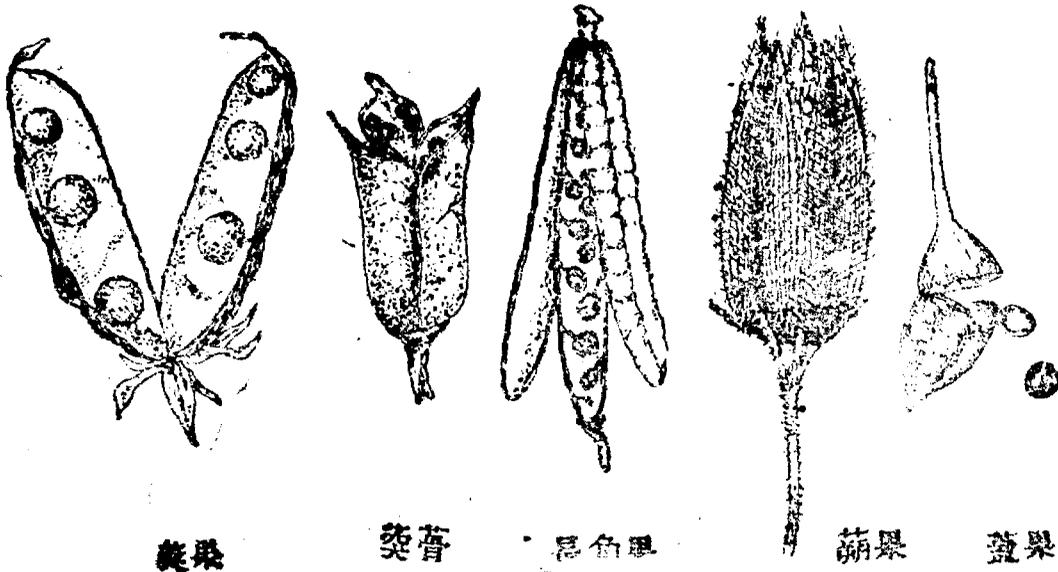
(甲) 乾果(dry fruit) 其果皮概屬乾燥。乾果成熟時，有能自行裂開者，謂之裂果(dehiscent fruit)；有永不裂開者，謂之閉果(indehiscent fruit)。茲分述如次。

A. 裂果 裂果更可別為下列諸種。

1. 莢果(legume) 由單子房結成的果實；成熟後，果皮沿背腹兩縫線開裂，例如豆科(Leguminosae)的果實。

2. 節莢(loment) 亦由單子房而成，形似莢果，但其種子間現有縱紋；果成熟時，依縱橫裂，分成數段 例如合萌、綠豆。

3. 蒴果(capsule) 係由複子房結成的果實。成熟時，或行縱裂，例如草綿、牽牛等；或自其極端裂開多數小孔，例如罌粟、桔梗等；或則橫裂為上下二半，其上半部恰成蓋狀，例如車前、馬齒莧等。如斯橫裂的蒴果 特稱為蓋果(pyxis)。



莢果

節莢

長節莢

蒴果

蓋果

圖 164

各種裂果

4. 長角果(silique) 薔臺、萊菔及其他十字花科植物,其果實亦係蒴果的一種,惟全形狹長如角,由二心皮所合成。果成熟時,二片果皮自下而上漸次裂開,以散出種子,是特稱為長角果。

5. 短角果(silicle) 構造與長角果相似,惟形較為廣闊而短,例如薺。

B. 閉果 亦可別為下列數種,就中除穎果係由單子房變成者外,餘概由合生子房發育而成。

1. 穎果(caryopsis) 由一心皮而成,具一子室,內具單個種子;果皮與種皮密相結合,而不易分離。通常所見的穀粒,均屬於此;其外觀最易誤認為種子。

2. 瘦果(achene) 由二心皮合成,外形頗似穎果;惟果皮不與種皮相結合,故易區別。瘦果的兩端常見有花柱、萼、及花梗等的遺

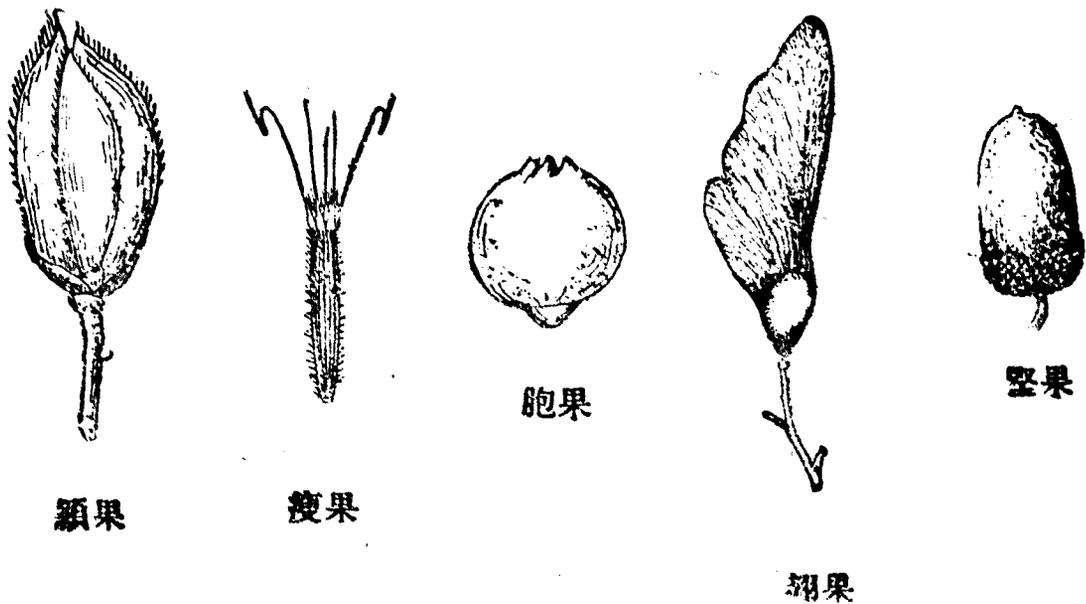


圖 165 各種閉果

跡,以其種種變形構造,例如向日葵、蒲公英、鐵線蓮等。

3. 胞果(utricle) 形似瘦果而大,果皮極薄而鬆,頗似囊狀,內具種子,例如藜、莧等。

4. 堅果(nut) 果皮乾燥而堅硬,內含單一種子,例如栗、櫛等。櫛的果實下部被以杯狀的殼斗(cupule);栗的殼斗形或囊狀,外具硬刺無數。

5. 翅果(samara) 果皮的一部伸長為翅狀,以助果的播散,例如槭、榆等。

6. 離果(schizocarp) 通常具有二室,果皮雖乾燥,但不裂開;成熟時,二室互相分離,而懸於果柄(carphophore)上,故一名離果(cremocarp),例如茴香、水芹、胡蘿蔔,及其他繖形科植物(Umbelliferae)。

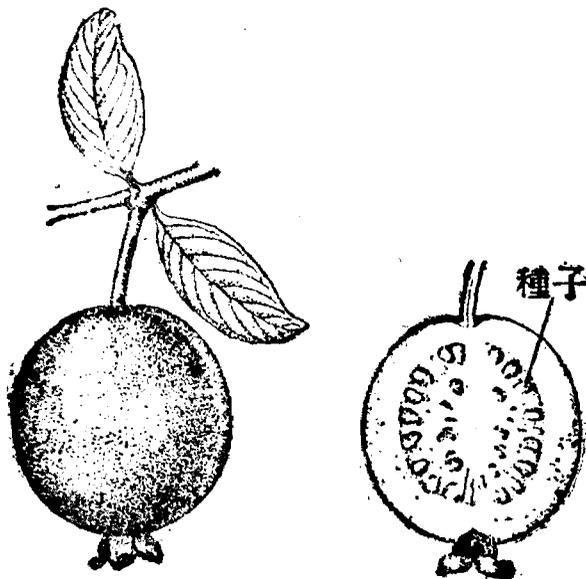


圖 106 番石榴的漿果(由 Brown)

(乙) 肉果(fleshy fruit) 果皮多肉多漿;且雖成熟亦不裂開,有如閉果一般。

1. 漿果(berry) 外果皮極薄,中果皮及內果皮均多漿汁,中藏堅硬的種子。漿果有由單子房而成者,稱曰單漿果(simple berry),例如南天竹;有由合生子房而成者,稱曰複漿果

(compound berry), 例如葡萄。

2. 瓠果或稱瓜果 (pepo) 由合生子房而成, 構造與漿果相似; 但其外壁係由外果皮與花托結合而成, 質稍堅硬。例如南瓜、胡瓜等葫蘆科植物 (Cucurbitaceae)。

3. 柑果 (hesperidium) 亦由合生子房而成。其外果皮變厚如韌, 而內果皮則形成多數楔狀瓢囊, 內貯種子及無數漿質小囊。例如柑、橘等。

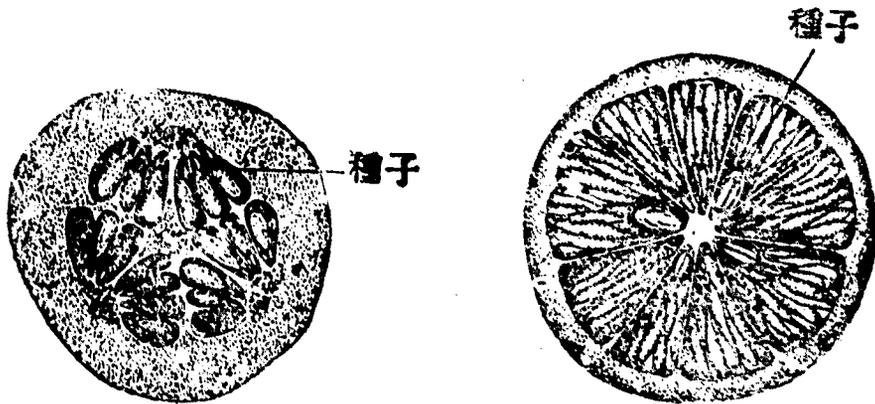


圖 17 瓜果的橫剖面(由 Frown)      圖 18 柑果的橫剖面(由 Frown)

4. 核果 (drupe) 由一心皮結成的果實。其外果皮為一層薄皮, 中果皮多漿多汁, 內果皮堅硬如石, 俗稱為核, 故有核果的名稱。核中藏有種子, 俗呼曰仁。例如桃、梅、櫻桃、橄欖等。

5. 梨果 (pome) 由合生子房結成的肉果; 其花托變為肥厚多肉, 組成果的大部, 而子房則成為所謂果心 (core), 中含多數種子。例如梨、蘋果。

II. 聚合果 係由離生大蕊發達而成。每一大蕊的子房成一小果 (fruitlet) 諸小果聚生於一處, 故稱聚合果。聚合果更可別為三種

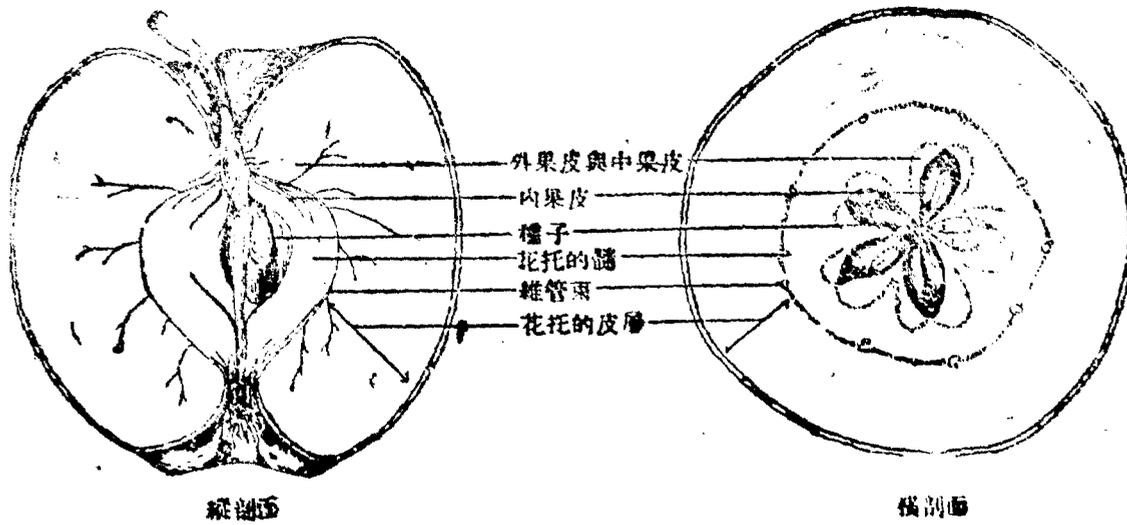


圖 169 梨果的構造

如次。

1. 蓇葖 (follicle) 各小果外形似莢, 但成熟後僅依單一縫線裂開, 例如芍藥。

2. 聚合瘦果 (etaerio of achenes, 由離生大蕊結成多數瘦果

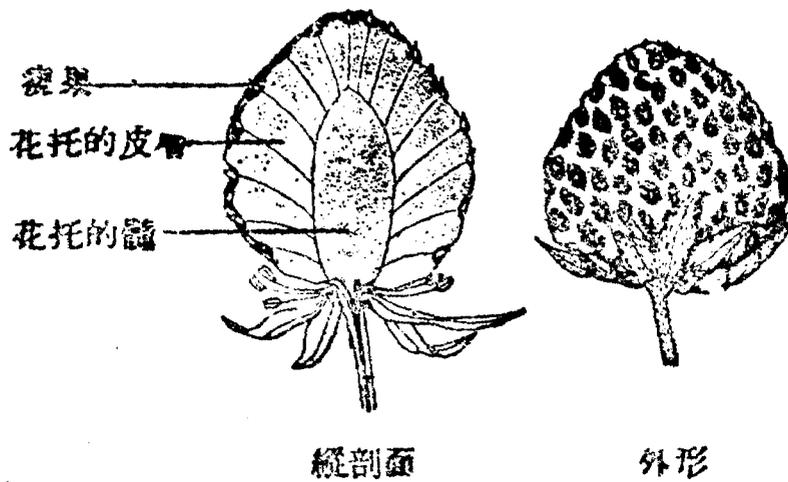


圖 (7) 草莓 聚合果 (由 Brown)

而成。例如草莓(*Fragaria glandiflora*; strawberry)。其花托形特肥大，可供食用，所生的諸瘦果悉集附於花托上，俗間常誤以其為種子。

3. 聚合核果 (etaerio of drupelets) 由離生大蕊結成多數小核果(drupelet)，集生於一處，例如懸鈎子(*Rubus*)。

III. 複果 由多花發育而成。常見的例為桑、鳳梨及無花果等。桑的大蕊花簇生於花梗上，各花發育變為小果；諸小果密集而成普通所見的桑椹，特稱為桑果(sorosis)。鳳梨的複果，不特其各花的子房變為柔軟多汁，即其花序的主軸及苞葉等，皆變膨大可食。無花果的花梗，先端凹入，其內側着生多數單性小花，既如前文所述；迨傳粉受精畢，其大蕊花均結成小形堅果，同時其花叢周圍的花托亦漸變為多汁多肉，是稱隱花果(-ynconium)。

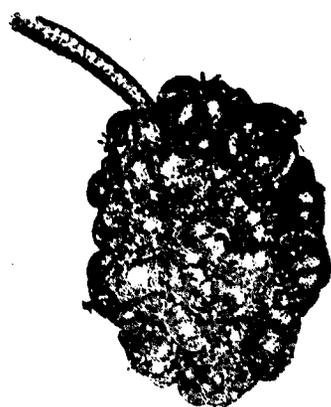


圖 171 桑果的外形  
(由 Brown)

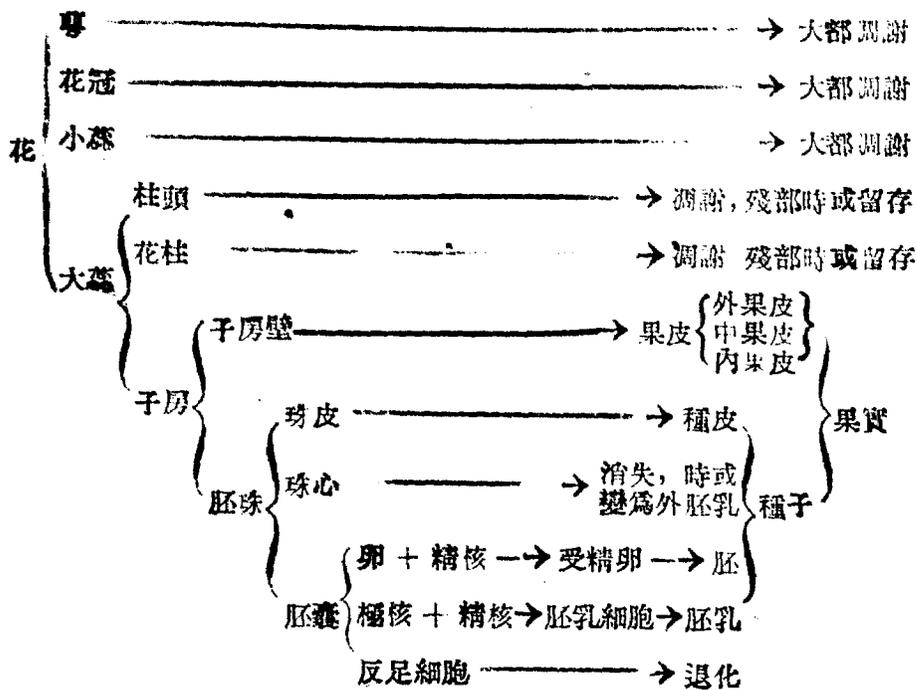


圖 172 隱花果 縱剖面  
(由 Brown)

### 第三十九章 種子

花經受精後，其子房乃漸發育成爲果實，而子房中的胚珠，亦漸發達爲種子(seed)。是以種子實係既經受精的胚珠，而同時又屬果實的一部。

茲將花的各部 自卵受精後所起的種種變化，以及花中諸部與種子、果實等所具的關係，列表表示之如次。



I. 種子的結構 一般種子主由三部所成，即胚(embryo)、胚乳(endosperm)及種皮(seed coat)等是。胚乃由受精卵發育而成，胚乳組織係起源於原始胚乳細胞，而種皮則由珠皮所變成。胚與胚乳發育時，逐漸吸取珠心組織，以供滋養；故珠心組織在成熟的種子內，常付缺如，時或形成一層極薄的外胚乳(perisperm)，存於種皮之內。

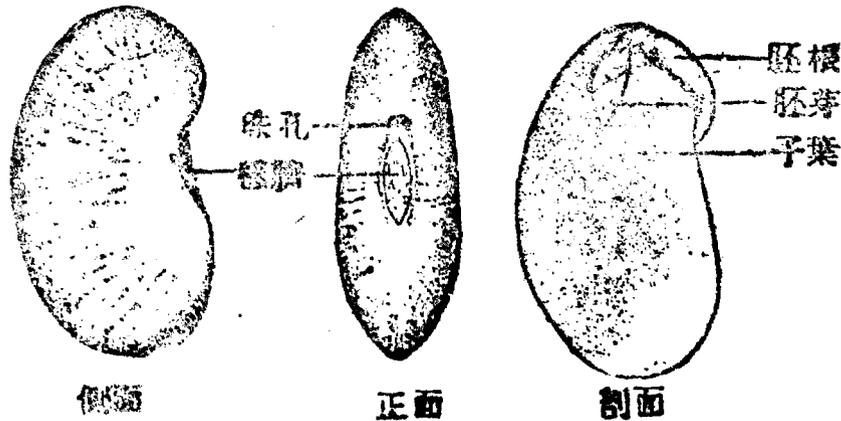


圖 173 豆的種子

種子的大概結構既如所述；茲更就其所由成的諸部分述如下：

1. 種皮 通常具有內外二層：內種皮 (tegmen or endopleura) 係極薄的膜質；外種皮 (testa or episperm) 通常較厚，且時具有斑紋，或生茸毛 (草棉)，翅膜 (紫葳) 等。種子表面恆有特形產凸或凹陷的部分，是即種臍 (hilum)，為種子自珠柄與胎座 (placenta) 分離後所留的痕跡。

2. 胚乳 胚乳係含養分的組織。凡具有胚乳的種子，可稱為含乳種子 (albuminous seed)，例如穀類。種子亦有不具胚乳者，謂之無乳種子 (exalbuminous seed)，例如豆類；其所以不具胚乳者，係由胚乳所含的養分早已為胚所吸取，而貯存於其子葉 (cotyledon) 中。

3. 胚 為種子中最為主要的構造。大都由胚軸 (hypocotyl)、胚芽 (plumule)、胚根 (radicle) 及子葉等所組成。胚軸為幼稚的莖，其頂端生有胚芽，他端為胚根。胚芽的附近為子葉，其數目的多寡，恆視為植物分類上之一種主要的特徵。單子葉植物的種子僅具一枚子葉，雙子葉植物則有二枚；此二類植物，皆依其所具子葉的數目而得

其名稱。至於裸子植物恆有數枚子葉，因又稱為多子葉植物 (poly cotyledonous plant)。

胚與胚乳均發源於胚囊中，二者同時發育至占滿胚囊為止；胚乳時更吸取珠心的組織，而充滿於種皮之內。至於無乳種子，胚中的子葉則代胚乳以漸變大，已如上文所述。

種子萌發時，胚根即向下伸長而成根，而胚芽則向上發達而成爲枝、葉等。至於子葉，肥大者恆留地中，是謂地下子葉 (hypogaeous cotyledon)；瘦小者通常挺生於地上，謂之地上子葉 (epigaeous cotyledon)。

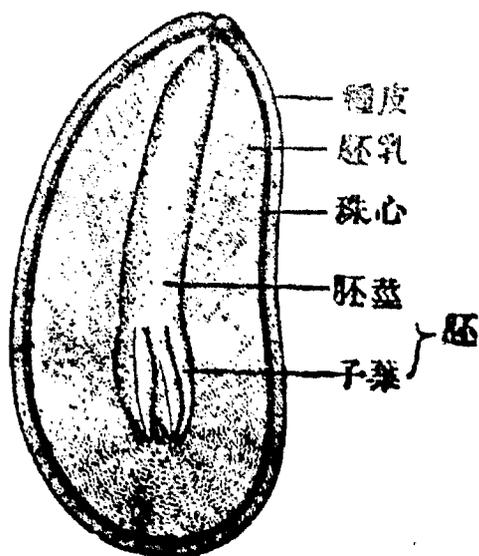


圖 174 松的種子縱剖面(由 Brown)

II. 果實與種子的播散 果實或其內含的種子，成熟後必離母體而播散他處，藉以繁衍。茲就其常見的傳播方法，略述如次。

1. 藉風播散的方法 果實或種子之藉風播散者，其質必輕，且恆具備適於風力吹送的裝置。例如棉、柳、白楊等的種子，具有細長的毛茸；蒿苳、蒲公英等的瘦果，具有繖形的冠毛 (pappus)；榆、槭的果實及松、樅的種子等，具有翅狀的構造；是均適於乘風飛揚，散布各方，以遂繁殖。

有種植物當種子成熟時，其地上的部分幾悉枯乾，可全株爲風所吹捲，以散布其種子於各處。是即所謂旋風草 (tumbleweed)，常見者有 *Salsola Kali* (叉明草的一種)、*Amaranthus graecizans* (莧的

一種)、*Plantago cretica* (車前草的一種)等。

2. 藉水播散的方法 近水地勢所生的植物，其果實或種子多順水流而播散，及得適宜的境地，即行萌發生長。此等果實或種子悉被有耐水性的外殼，以防水溼的侵入內部。果實亦有具備氣囊狀的構造者，藉能浮游水面，以得逾越故鄉而遠徙，例如蓮、莎草 (*Carex*) 等。至若海濱植物，如椰子 (*Cocos*) 等，其果皮質輕而特堅牢，藉能抵抗鹽水，而得隨波漂至遠島；其中有能在海水中歷時四十乃至五十日者，仍不失其浮揚力與萌發力。

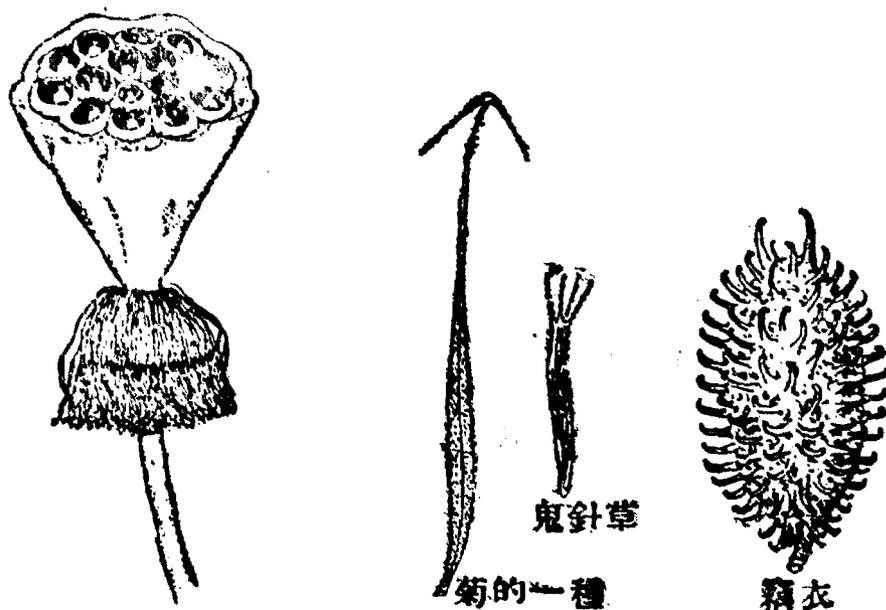


圖 175 蓮的果實(由 Brown)

圖 176 藉動物傳播的果實

3. 藉動物及人力播散的方法 果實或種子，其表面或能分泌黏質，例如鼠尾草 (*Salvia*)，或則具有鈎、刺或芒鬚等特殊構造，例如竊衣、鬼針草、羽茅等，藉便附着動物體上或人的衣服、行李或貨物等，使被攜走而得散播於各地。一般禽鳥、飛蟲等沿岸覓食，其趾間

輒附着泥土；泥中所含的植物種子，因得分播遠近而滋蔓。至於候鳥，年必往來千里，行程有定，每可將一地所產的植物漸次攜往遠方。

植物又有產生美色或甘味的肉質果實者，足以誘引一般鳥獸及人等來食其果肉，而拋棄其中所含的種子。至若鳥獸食果時，縱將所含的種子吞嚥入腹，但其種皮堅牢非常，亦難消化，仍得隨糞排出，終達於土；此每爲人所忽視，實亦植物播種的一妙法。

人類對於植物的果實、種子等，常作種種的無意的散播，既如所述。近來交通發達，植物種類的傳播輒循人意爲之；因之一地的特產植物，竟可輸運至世上各地，例證繁多，不遑枚舉，足見人力對於植物的分布，確具莫大的影響焉。

4. 藉彈力播散的方法 前文所述的種種裂果，在開裂時常能發生一種彈力，能將其中所含的種子射出於外。此法的特徵卽在不藉外力，而能自行播散種子；但由果皮裂開所生的彈射力，究屬有限，所以其播種的區域遠不若外力播散之廣。

## 第六編 生物的個體發生

### 第四十章 胚胎學史略

1. 動物胚胎學 希臘哲者亞里斯多德(Aristotle)氏早已發見雞胚的初期發育及其心跳的現象;不過亞氏頗迷信泥土及腐敗物質能發生為生活物體,故對於胚胎發育尚無真確的概念。直至紀元後十六世紀間,英儒哈維(Harvey, 1578—1657)氏始主一切動物悉自卵生(“*Ex ovo omnia*”),實為近世胚胎學的先導。意儒馬爾丕基(Malpighi, 1628—1694)氏更以成體的一切器官均係預先成就於殖質細胞中,而縮為雛形,所謂發育不過就已成的雛形展開擴大,似蕾開花一般,是為先成說(theory of preformation)。主倡此說的學者,有以生物體的雛形係預先形成於卵中,精子不過與以相當的刺激;有以預成的生物體係含於精子中,甚至竟能將人的精子繪出圖形,以示其中所含的人體各部,憑空杜撰,殊堪發噱。先成說的極端派,以動物的雛體既係預成於卵中,則其子代孫代以及往後諸代的雛體,亦必預成於親代的卵中。據此而言,則任何一種動物,其各代所生的個體,悉已預成於最初一代的卵子中,逐漸包罩,愈趨愈小;有如術者所弄的一種套箱,以大裝小,小裝更小,以至於無窮,因恆稱之為套裝說(encasement theory)。伊佛(Eve)氏的卵子中,據云曾

孕填二萬萬代的人體；俟此各代的雌胚悉行發達，人種殆即絕滅。此說的荒膠，尤顯而易見；先成說的失勢，實由乎此。

至 1759 年，德儒吳爾夫 (Wolff, 1733—1794) 氏始首先痛詆怪誕無稽的先成說。氏著發生論 (*Theoria Generationis*) 一文，主張卵精的構造均極簡單，其內並無預成的雛形；生物體中的各種器官，悉由胚胎循序發育而得形成，是即所謂後成說 (theory of epigenesis)。

迨前世紀初葉，胚胎學益漸發達。當時有馮貝爾 (Von Baer, 1792—1876) 氏，功績特著，建樹至廣。氏首先發見哺乳類的卵子，確証哈維 (Harvey) 氏所提動物悉自卵生的豪語，並首倡比較胚胎學的研究，確立胚層說 (germ-layer theory)；胚胎學地位之得提高，氏實為其中心人物，紹前啓後，功不可滅。馮氏又曾發見動物的初期發育，雖於不同類間，彼此卻多相似；以其類似的程度，可得測知其彼此間親疏的關係。如斯理論，直可視為重演說 (recapitulation theory) 的濫觴。

馮氏之後，有巴爾福 (Balfour, 1851—1882) 氏著比較胚胎學一書，綜集前人著作的精華，將其編成系統，實為當代傑作。再後有佛里慈·米勒 (Fritz Müller, 1821—1897) 氏，由甲殼類的研究，發揮重演說至為明瞭；巴氏亦曾極力引伸此說，終由赫克爾 (Haeckel, 1834—1919) 氏應用之以證天演，而稱之為生物發生律 (biogenetic law)。

近時試驗胚胎學日益昌明，對此方面有貢獻的學者，有魯 (Roux)、希斯 (His)、杜烈瞿 (Driesch)，勒布 (Loeb)，奧斯科·赫提烏葉 (Oskar Hertwig)，托馬斯·摩爾根 (Thomas Morgan) 諸氏，均藉實驗法以探究關於胚胎發育或其原因的諸種問題，例如器官促進

素、組織培養法，人工單性生殖，受精素(fertilizin)，性的變換(sex reversal)，殖質的連續，遺傳的基礎等。

由近來觀察實驗的所得，學者漸知昔人所主張的先成及後成二說均趨極端。成熟的精卵雖不含有成體的各部；但其內容亦甚複雜，決不似後成說所主張的若斯簡單。大概殖質細胞中必具備各種不同的構造，不過與成體所具者，絕不相同。殖質細胞的內容物，必經發育分化，始克變為成體；而胚胎的發育，亦必受環境的影響及支配，依其環境的狀況而變遷其歷程。由是可知發育的結果若何，不僅恃乎殖質細胞內所含的物質，尚有賴於發育時的環境，以及其間所具的種種外力。

11. 植物胚胎學 斯學歷史較簡。吳爾夫(Wolff)氏先從動物方面的觀察，建立後成說後，更施其理論於植物上。氏曾研究葉，花等的發育，見其均係由莖上的生長點發育而成，因主變態說前已提及。嗣後許賴登(Schleiden)與許範(Schwann)二氏，以共創細胞學說著名於世。亦曾研究高等植物的胚胎發育；雖其解說錯誤百出，然其研究頗引起當時植物學者的注意。及至霍夫邁斯特(Hofmeister)氏，植物胚胎學漸臻完善，自成一科。霍氏自1849年始發表不少研究心得，闡明苔蘚植物及以上諸類植物的比較胚胎學；且進而發見世代交替的現象，證其為植物胚胎學中至高定律。繼起學者更推廣此說及於植物界中的大部分。

## 第四十一章 生殖細胞的發達

高等動物的生殖細胞，恆有雌雄兩性的分化；其發達史通常分

為四期，茲可順序敘述如次。

I. 起原期 (period of origin) 有種無脊椎動物，其生殖細胞在個體發育的初期即已發現。例如馬蛔蟲 (*Ascaris megalocephala*)，其受精卵經過第一次卵裂後，分成爲二胚胞 (blastomere)。此二細胞就其胞核而言，已見有不同：就中有一細胞，其染色質發生一種減削作用，而排棄其一部於胞核之外，是成體質細胞 (somatic cell)；其他則保存其全部的染色質，是爲幹殖細胞 (stem cell)。此細胞隨復分裂，所成的二子細胞中，其一又經染質減削作用，而變爲體質細胞，其他則與母細胞相同，仍爲幹殖細胞。幹殖細胞如斯分裂，繼續四次

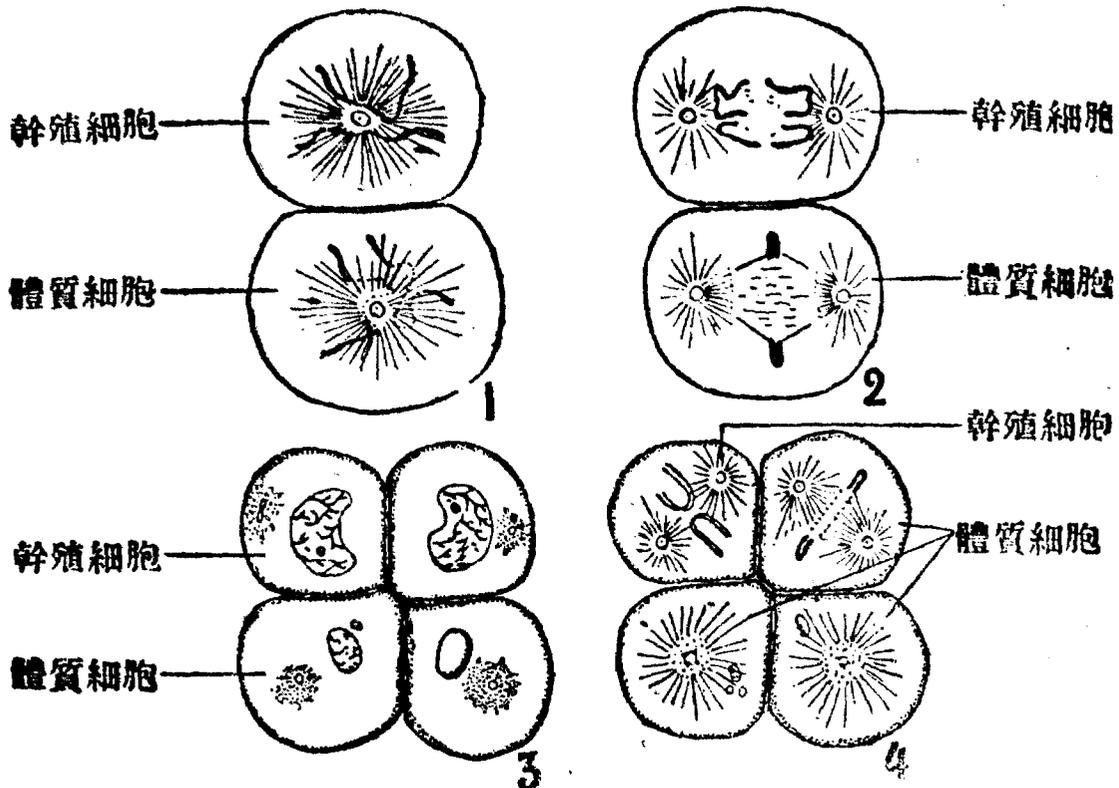


圖 177 馬蛔蟲的初期卵裂，示幹殖細胞與體質細胞的分化；注意體質細胞中的染質減削作用 (仿 Laveri)

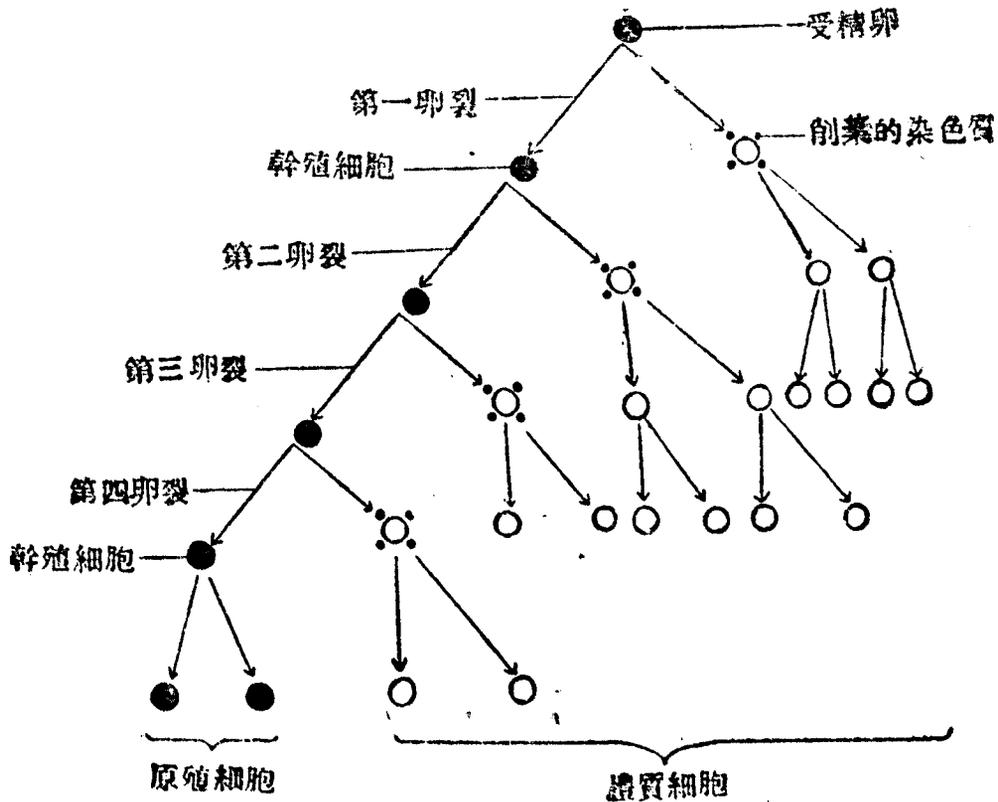


圖 178 馬蛔蟲生殖細胞起源圖解(錄自 Poveri, 稍加改變)

後，即停止產生體質細胞；自斯時起，幹殖細胞分裂所成的子細胞，均與母細胞相同，是可統稱為原殖細胞(primordial germ cell)。幹殖細胞的早期發現，不僅於蛔蟲為然；他若劍水蚤(*Cyclops*)、箭蟲(*Sagitta*)及童瘦蠅(*Miasmor*)等，亦見有類似的現象。

在脊椎動物方面，幹殖細胞每難於識別。其原殖細胞通常發見於形成腸壁的内胚層中，由此經上懸膜(dorsal mesentery)，而漸移至體腔上方左右兩旁的腹膜(peritoneum)中，終乃形成生殖腺的構造，而凸出於體腔中。

II. 增殖期 (period of multiplication) 原殖細胞在生殖腺

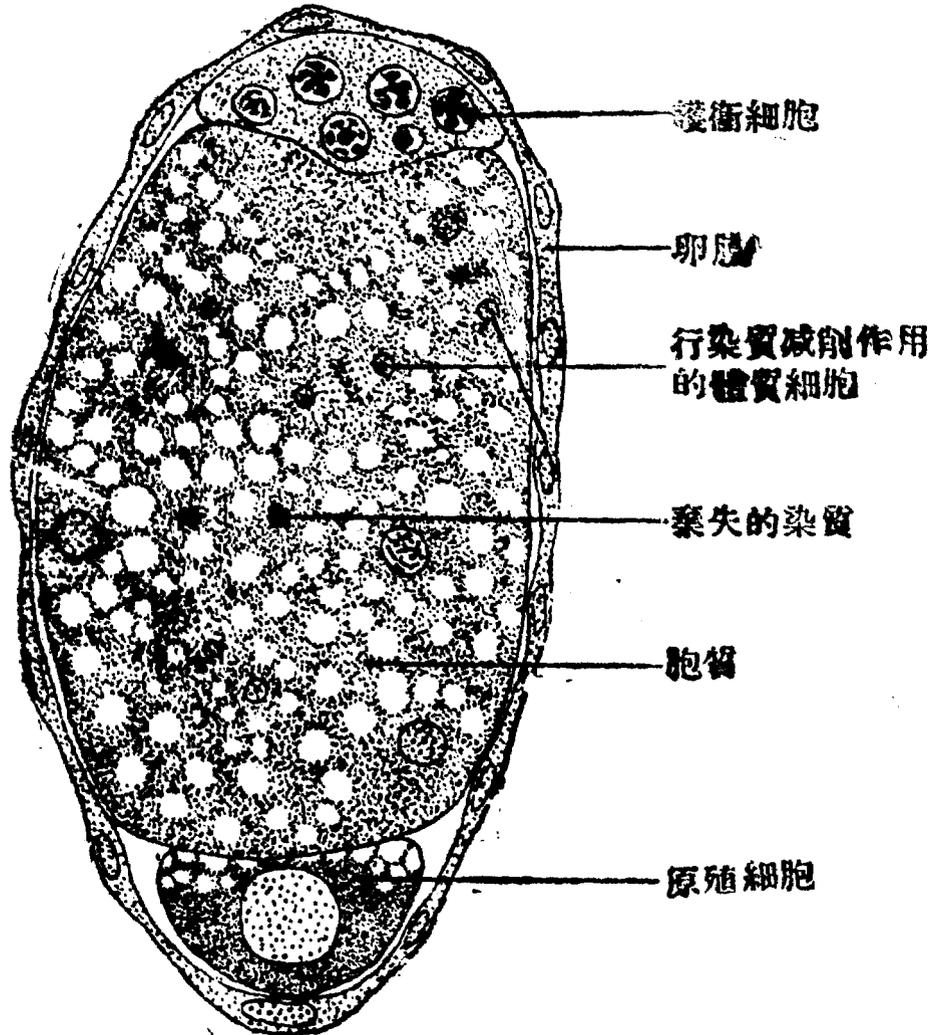


圖 17) 童蠅幼虫縱剖面, 示其中所含的原殖細胞(仿 Hogner)

內。隨經性的分化而形成原性細胞(gonium, 雄性的原性細胞, 稱曰原精細胞(spermatogonium; 雌性者, 稱曰原卵細胞, oogonium), 原性細胞繼續分裂增殖, 形成無數同形的子細胞, 充滿於生殖腺中。

III. 成熟期 (period of maturation) 原性細胞增殖之相當時

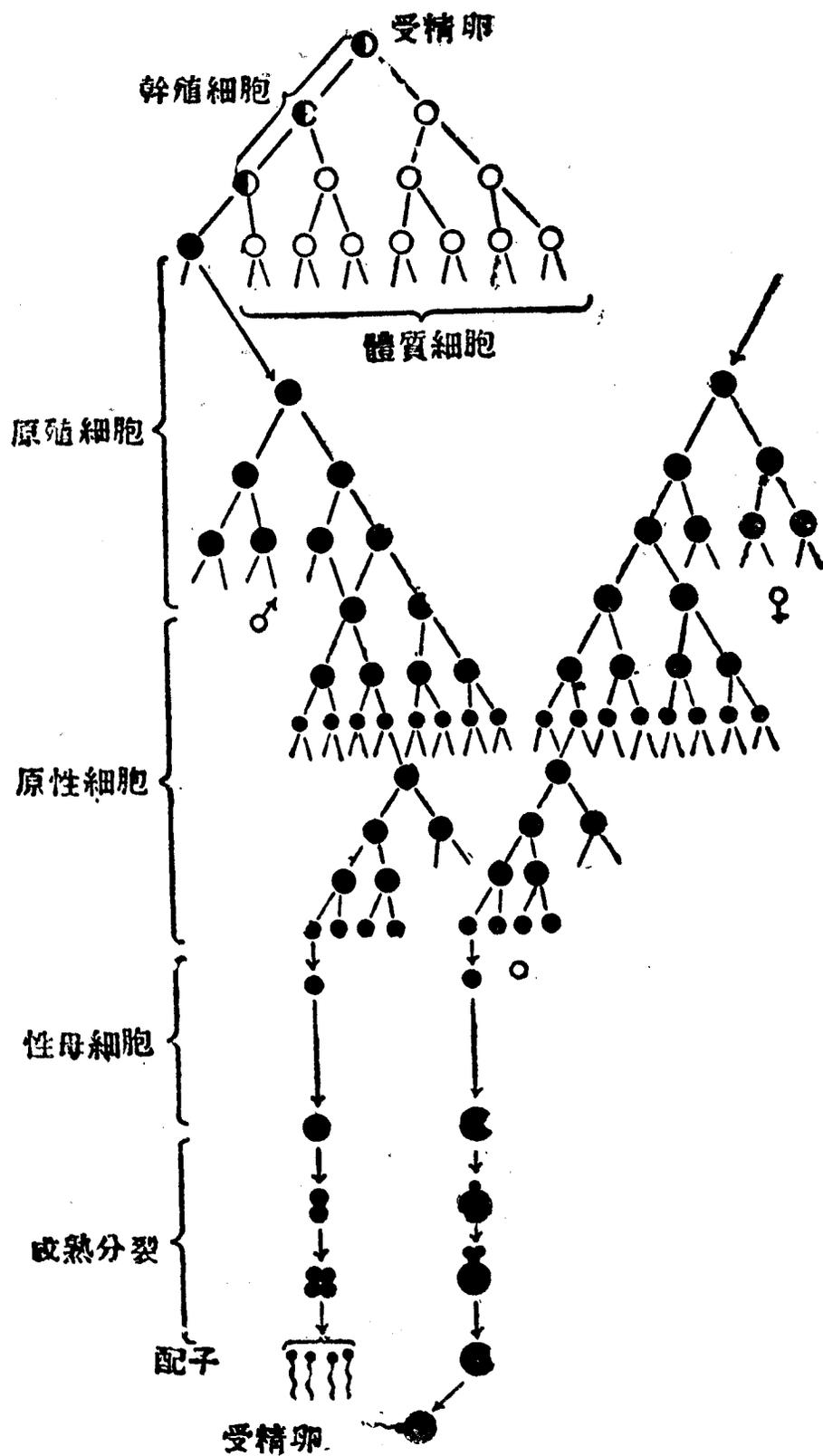


圖 180 生殖細胞的一代史(由 Wilson)

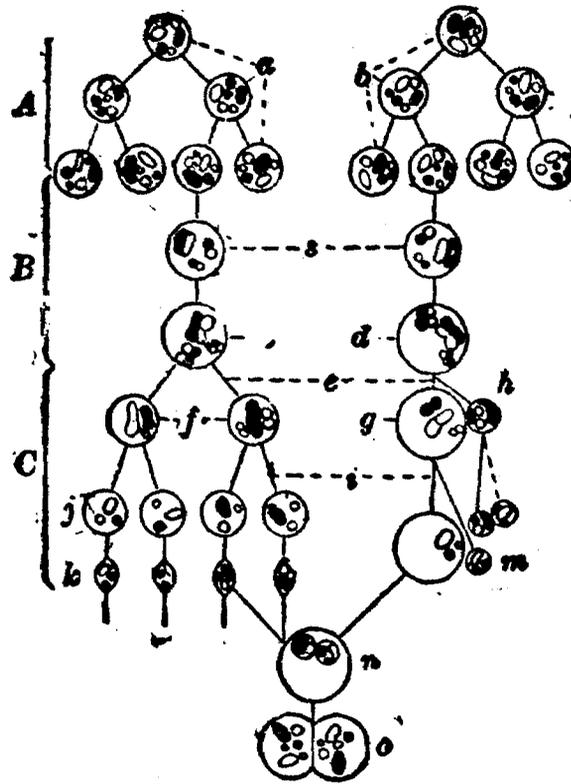


圖 181 動物精子發生與卵子發生圖解

- |           |         |           |
|-----------|---------|-----------|
| A. 繁殖時期   | B. 滋長時期 | C. 成熟時期   |
| a. 精原細胞   | b. 卵原細胞 | c. 初級精母細胞 |
| d. 初級卵母細胞 | e. 減數分裂 | f. 次級精母細胞 |
| g. 次級卵母細胞 | l. 第一極體 | i. 平均分裂   |
| j. 精細胞    | k. 精子   | l. 成熟的卵子  |
| m. 第二極體   | n. 受精卵  | o. 初次胚胎分裂 |
| s. 聯會     |         |           |

期，隨行成熟作用而成爲性母細胞 (auxocyte)。雄性的性母細胞，稱爲精母細胞 (spermatocyte)；雌性者，稱爲卵母細胞 (oocyte)。精母細胞的成熟作用，稱爲精子發生 (spermatogenesis)；卵母細胞的成熟作用，稱爲卵子發生 (oogenesis)。茲將此二作用概括分述如次。

A. 精子發生 精母細胞在其成熟期中，先經二次成熟分裂，隨行一種變態，而成爲精子。茲可依次略言之。

1. 第一成熟分裂 (first maturation division) 雄性生殖細胞在此分裂的初期，形漸變大，特稱爲初級精母細胞 (primary spermatocyte)。其胞核中的染色質亦同時發生變化，先成一定數目的細鬆紐絲 (spireme thread)，互相纏繞，蜿蜒於胞核中；繼漸縮短，終成染色體。染色體形成之際，即兩兩配合成對，是稱染體對偶 (synapsis)。如斯現象即係此種分裂法之一種主要的特徵，與普通細胞的分裂截然不同，因又有異型分裂 (heterotypic division) 的名稱。染色體之相對合者，其形狀大小必相類似，且其遺傳上的機能亦甚相同，此所謂同型染體 (homologous chromosomes)。每對的同型染體中，一係得自父體，另一則傳自母體。此中緣由，容後釋明之。凡行對偶的二染色體，又各自縱分爲二，因呈四裂狀態，謂之四集染體 (tetrad)。斯時核仁與核膜，均已消失；核膜的周圍形成紡錘體的構造，與間接分裂時所見者，一無稍異。自分裂開始起直至此時，可統稱爲本分裂的前期。既而散在胞質中的四集染體，並列於細胞體的赤道上而成爲核板，此爲本分裂的中期。各個四集染體隨皆分裂成二，稱爲二集染體 (dyad)；所成的二集染體各向紡錘體的異極移動，是爲後期的徵象。終則胞質亦漸分裂爲二，是即末期。由此分裂所成的胞核，常不

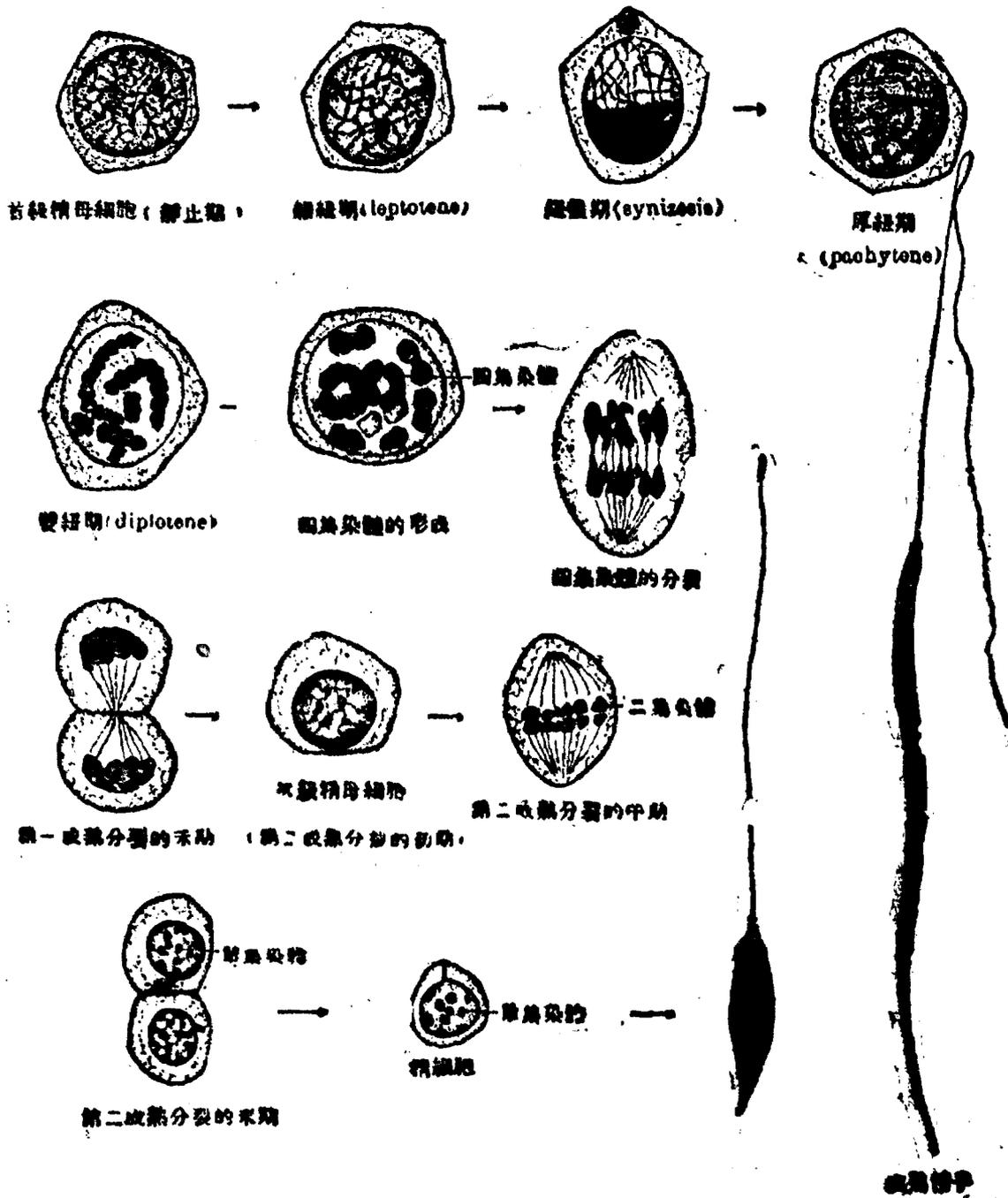


图 8 线形精子发育 (仿 Witschi)

復歸於靜止狀態，而進行下述的第二成熟分裂。

初級精母細胞既經上述種種變化，遂成爲二個同形同大的細胞，稱爲次級精母細胞(secondary spermatocyte)。

2. 第二成熟分裂(second maturation division) 此次分裂因其與普通細胞的分裂法，略爲相同，故又稱爲同型分裂(homotypic division)。由前次分裂所成的次級精母細胞，其細胞體內不久又現紡錘體的構造。二集染體嗣經分裂而成爲單集染體(monad)，分趨於紡錘體的兩極，於是形成二子核；至於胞質，隨亦分裂爲二。次級精母細胞，經此分裂後，乃各形成二個精細胞(spermatid)。

上述兩次成熟分裂，其中必有一次爲二個對偶染色體，沿其互相配對的縫合線而分裂。經此分裂後的染色體，即由其原有的雙數(diploid number)，減成原數的一半，稱爲半數(haploid number)，是謂減數分裂(reduction division)。此種分裂常見於第一成熟分裂中，但間有在第二成熟分裂時行之；時或在同一個細胞內有幾對染色體，在第一次分裂時即經減數，餘者俟第二次分裂時始行之。

3. 精胞變態(spermiogenesis) 精細胞既經形成，隨即發生一種複雜的變態，而成爲精子，是即成熟的雄性生殖細胞，或稱雄性配子(male gamete)。

綜上所述，可知每一初級精母細胞經成熟作用後，終成四個同形同大的精子，均可供爲受精之用。

B. 卵子發生(oogenesis) 卵子發生的現象，與上述的精子發生頗爲相同；茲略舉其異點如次。

1. 第一成熟分裂 雌性生殖細胞當其發育之初，稱爲初級卵

母細胞 primary oocyte) 其細胞體與胞核,若初級精母細胞一般,均漸增大;但其胞質中因有卵黃(yolk)的形成,故其變大的程度,特顯著,通常超越原有的大小數百倍以上,至其胞核中的染色質,隨發生種種變化,與初級精母細胞中所見者略為相同;終則形成四集染體,是亦由於原有的染色體兩兩相配而成。四集染體經分裂後,遂皆變為二集染體於子細胞中。

初級卵母細胞既經此種分裂,乃各形成二子細胞,此二細胞形狀大小全異,其大者通常稱為次級卵母細胞(secondary oocyte);至小者則附着於大者的外側,而稱為第一極體(first polocyte)。

2. 第二成熟分裂 次級卵母細胞,隨經第二成熟分裂,所形成的二子細胞,又為一大一小:大者稱卵細胞(ootid),小者為第二極體(second polocyte)。卵細胞形成後,不經任何變態,而漸發育為成熟卵(mature orum),是與雄性的情形判然有別。第一極體時或亦行分裂,而成為二子細胞,其形均小,與母細胞略同,是謂第三與第四極體(third and fourth polocytes)。次級卵母細胞中所含二集染體,既經此次分裂,悉成為單集染體。至於染色體的數目,經兩次成熟分裂後,亦已由雙數而減成半數,是與雄性的情形均相一致。

由上可知每一初級卵母細胞,既經成熟作用後,共成四個細胞;就中僅有一卵為形特大,可供受精,餘者均屬退化的贅物,不能發育,終均歸於退化泯滅。如斯結果,與前述精子發生的情形顯然有別。

今更將上述精子發生與卵子發生的不同,舉其主要者,列成下表以清眉目。

## 精子發生

1. 初級精母細胞的體積，增大不甚顯著。
2. 單一初級精母細胞，經兩次成熟分裂後，生成四個形狀大小相同的精子，均可供為受精之用。
3. 精細胞須經變態，始成精子。

## 卵子發生

- 初級卵母細胞因有卵黃的形，增大特著。
- 單一初級卵母細胞經兩次成熟分裂後，生四個細胞；就中僅有一卵，可供受精，餘概變為退化的極體。
- 成熟卵子的形成，不經任何變態。

精子與卵子，其發育雖有上述種種的不同；但其歷程大抵相似，且二者均經減數分裂，使染色體的數目得以半減，是故成熟的精卵各僅含有半數的染色體耳。

**成熟的生殖細胞** 生殖細胞既經成熟作用，遂變為配子，在雄為精，在雌為卵。茲就既經成熟的精子與卵子，分述其構造如次。

A. 精子 精子通常延長，呈蝌蚪狀，形么小而數繁多，性甚活潑而善於走動。人的精子長僅 0.052 毫米，其為纖微，由此可知。精子的構造可分為三部如次。

1. 頭部 幾全為胞核所充占，中含染色質，先端微尖，具有頂體(acrosome)的構造。

2. 頸部 為球狀小結節，位居頭部的後方，含有中央體，由此伸出長軸絲(axial filament)，縱貫後部。

3. 尾部 形似鞭毛，為精子游泳的器官，其中貫以由頸部伸出的軸絲。軸絲外被薄鞘，惟其末端則恆缺鞘而裸出。

B. 卵子 卵子為形恆較精子為大。人的卵子直徑約在 0.13 至 0.14 毫米之間；魚、蛙、蛇、鳥等類的卵子，多屬肉眼可見。卵子通常

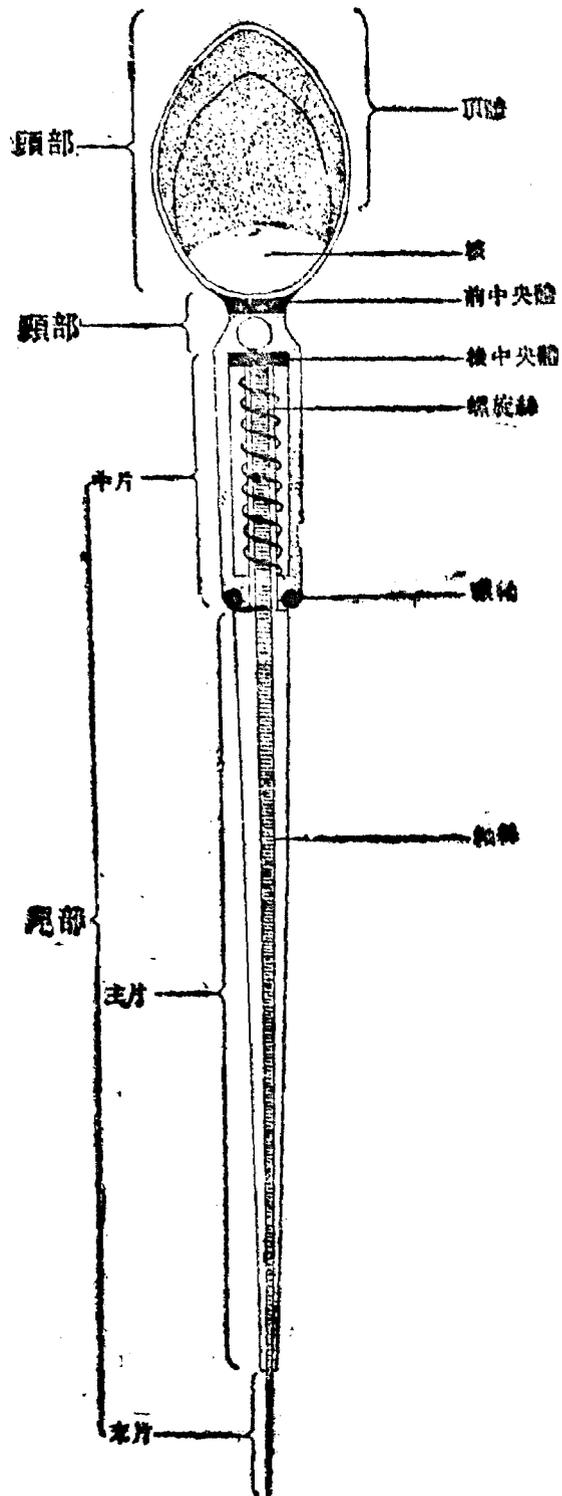


圖 183 成熟精子的構造

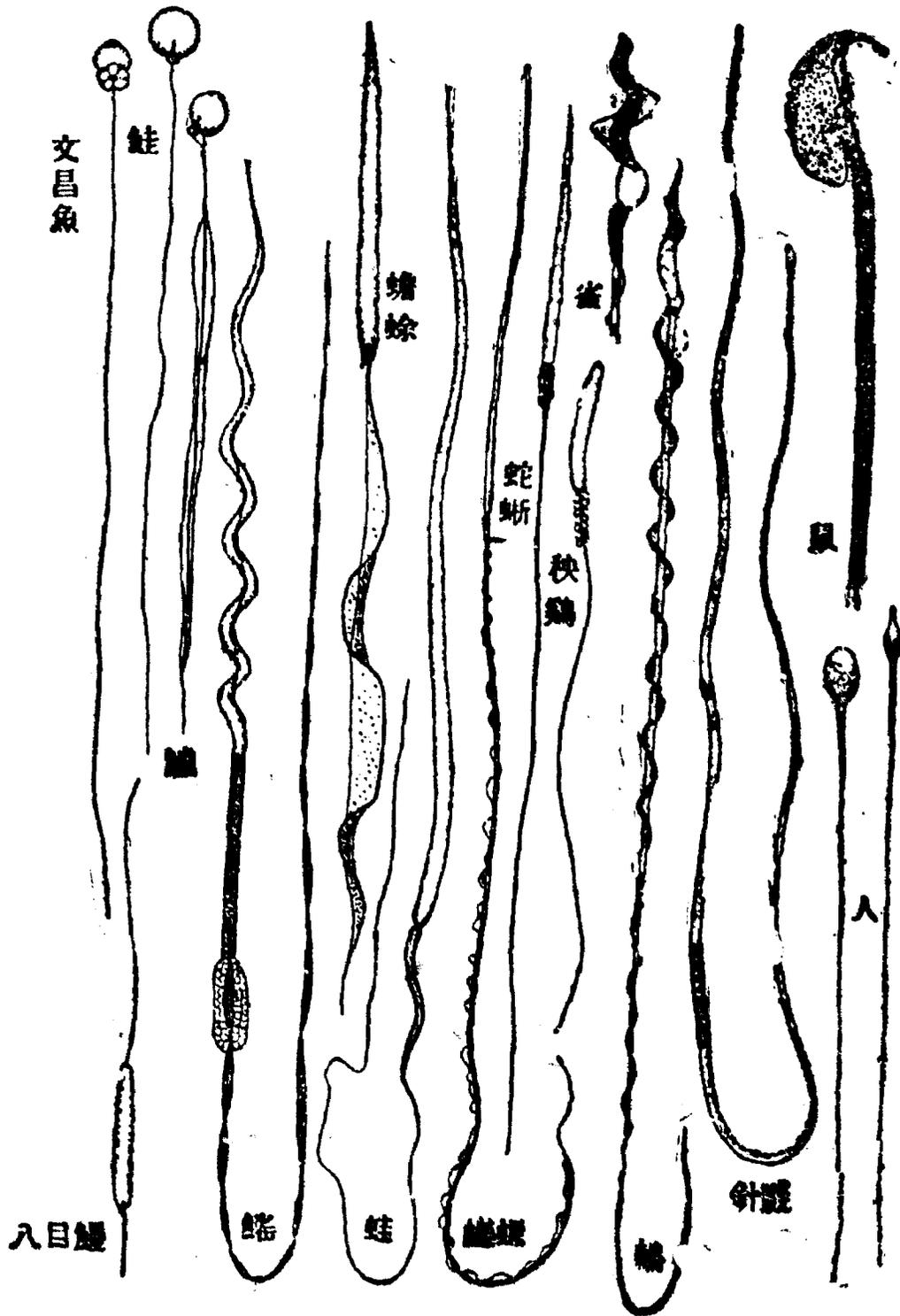


圖 10. 各種脊椎動物的精子

作圓狀或橢圓狀，性靜止而不具任何運動構造；其內部具有與其卵體略相同形的胞核，而胞質中常含有供滋養用的卵黃。卵因所含卵黃的多寡，及其在卵中分布的不同，可別為下列三種。

1. 均黃卵(homolecithal egg or isolecithal egg) 卵黃量少，而勻布於卵質(ooplasm)中，例如文昌魚、哺乳類及多數無脊椎動物。此種卵因其所含卵黃極少，故又稱為少黃卵(oligolecithal egg)。

2. 端黃卵(teleolecithal egg) 卵黃豐富而積集於卵體的一端，是稱營養極或植物性極(vegetative pole)；胞核與胞質的大部，悉集於相對的一端，是為發育極或動物性極(animal pole)。卵黃較胞質為重；故卵在自然位置時，植物性極恆居下方，而動物性極則浮向上方。蛙卵、雞卵等均屬此例。端黃卵因所含卵黃特多，故又可稱為多黃卵(polyolecithal egg)。

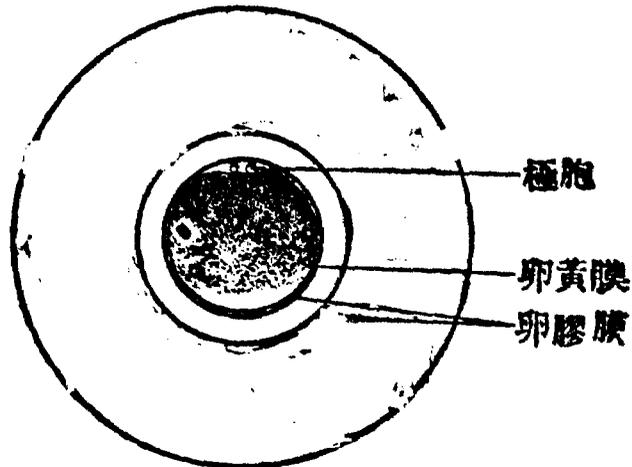


圖 85 蛙的卵子

3. 中黃卵(centro-ecithal egg) 卵黃豐富

且悉集於卵的中央，而胞質則大都環繞於其周圍。胞核初位於卵的中央處，嗣經分裂，乃漸移集於卵體的表面。昆蟲類的卵即屬於此。

卵體表面尚具有卵膜(egg membrane)包被之，約可別為三種如次。

1. 卵黃膜(vitelline membrane)，即所謂第一卵膜(primary

egg membrane) 是係緊貼於卵體表面的薄膜，與平常胞膜相當。此膜或具小孔，名卵膜孔(micropyle)，為受精時精子進入之處。

2. 卵包膜(follicular membrane)，又稱為第二卵膜(secondary egg membrane) 係指卵在卵巢時，由其周圍的包卵細胞(follicle cell)所形成的薄膜。

3. 第三卵膜(tertiary egg membrane) 是指卵離卵巢後，由輸卵管或其他一定器官所分泌的包被，或供營養，或供保護其功用隨種而異；例如頭足類的卵殼，蛙卵的卵膠膜，雞卵的卵白、殼膜及蛋殼等均是。

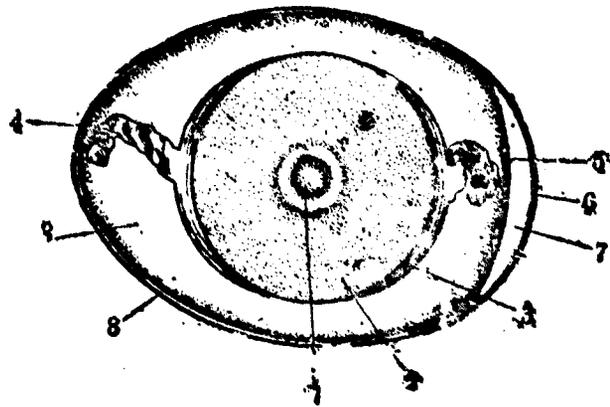


圖 85 雞卵模式圖

VI. 受精期 (period of fertilization) 雌雄

- |        |        |       |       |
|--------|--------|-------|-------|
| 1. 胚盤  | 2. 卵黃  | 3. 卵白 | 4. 繫帶 |
| 5. 內殼膜 | 6. 外殼膜 | 7. 氣室 | 8. 殼  |

兩性的配子，即雌卵與雄精，既經成熟，隨行配合，是為受精作用。此種作用有自體受精、異體受精，又有體內受精及體外受精等的種種區別，前文均已提及。受精之時，精子侵入卵內，其尾多皆遺棄於外；即其入卵，亦漸消失而與受精無關。精入卵後，即作 180 度的迴轉，而以其頸部向內；其頭部隨漸膨大，而形成精原核 (male pronucleus)；其頸部亦同時發現中央體，而分出星絲。隨後卵中的卵核亦漸變形，而成為卵原核 (female pronucleus)。精卵二原核旋漸接近，終遂併合而起卵裂 (cleavage) 現象。精子通常均俟卵子成熟後，始入卵

中;但亦有卵子尚未完全成熟時,精即侵入其內,待卵成熟後,始與之相配而行受精。

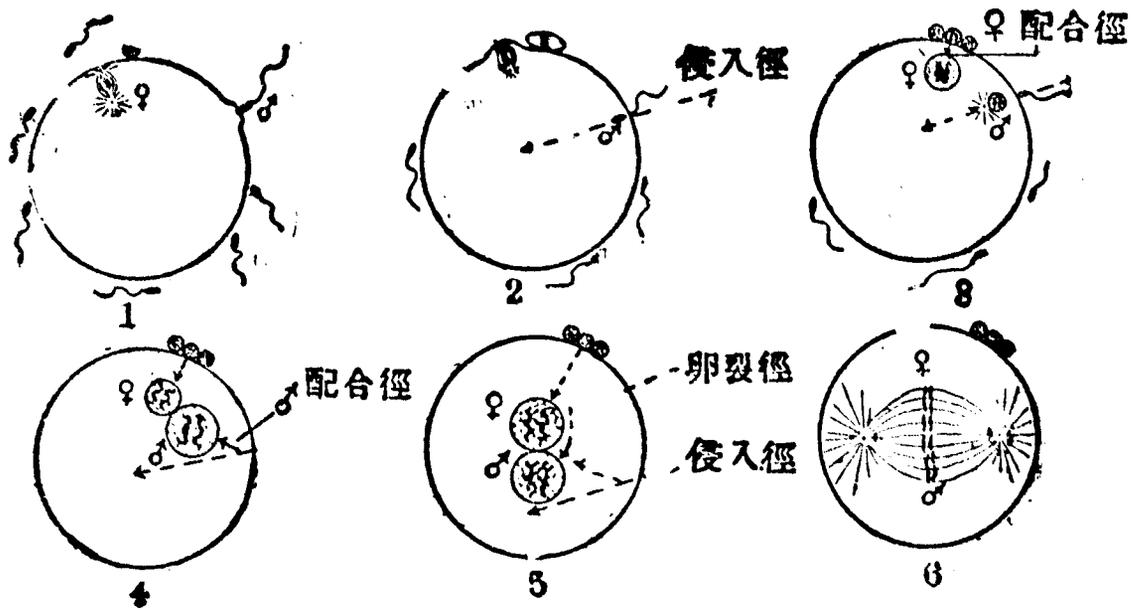


圖 187 卵的受精(由 Shumway)

雌卵與雄精所具的染色體,由減數分裂均經半減,已如上述;至受精時,精卵互配,二者所含的半數染色體,遂相併合,而復成爲原有的雙數;是以子體中所具的染色體,係一半得自父體,另一半得自母體。據此而行推論,則子體所由成的諸細胞,其中所含的同型染色體,於各對中一必傳自父方,他自母方,一如前文所述。每一物種其所含的染色體,均賴減數與受精兩作用,而得維持其原有的數目於後代。若染色體的數目不經半減,則雄雌兩性生殖細胞所含的全部染色體,於受精時,悉行傳入於合子中,而倍加其數;如斯生殖數代,其數目必將增加於無窮。

減數與受精 此二作用對於染色體具有密切的關係,不僅於動

物爲然；即於植物方面，亦見有如斯情形，因而引起世代交替的現象，已於前文中略述其梗概矣。

## 第四十二章 動物的個體發生

卵經受精後，即成爲合子，既如前章所述。合子僅爲單個細胞，與成長軀體的構造相較，大爲迥異；是以自此以達成體必歷極複雜的變化，始克具備與其親體相同的形態及構造，是即所謂個體發生。

個體發生的過程，可分爲二期，自胚期 (embryonic stage) 與胚後期 (postembryonic stage) 等是。

1. 胚期發育 (embryonic development) 在此期中的幼體，不論其係在初期，抑在將行孵化或分娩之時，概可稱爲胚胎。今就一般動物的胚期發育，分項略言如次。

(甲) 卵裂 (cleavage) 合子既經形成，即起分裂。由一成二，由二而四而八而十六，遞裂遞增，分而復分，卒成多數胚胎 (blastomere)。卵裂的方法，因所含卵黃的多寡及其配布的不同，而有相異數型的分別。

A. 全裂 (total cleavage) 即卵體全部起分裂現象者。行此分裂的卵特稱爲全裂卵 (holoblastic egg)。全裂更可別爲二種如次。

1. 等裂 (equal cleavage) 卵行全部分裂，所分成的胚胎，其形狀大小均略相同，例如海星，海膽等。文昌魚 (amphioxus) 與哺乳類的卵，亦近乎是。

2. 不等裂 (unequal cleavage) 端黃卵中，雖有行全部分裂者，但所成的胚胎其形狀非盡相同：位於植物性極者數少而形大，曰

大胚胞(macromere);位於動物性極者數多而形小,曰小胚胞(micromere),例如蛙卵。

B. 不全裂(partial cleavage) 卵僅一部發生分裂,因稱偏裂卵(meroblastic egg);此法亦可別為二種。

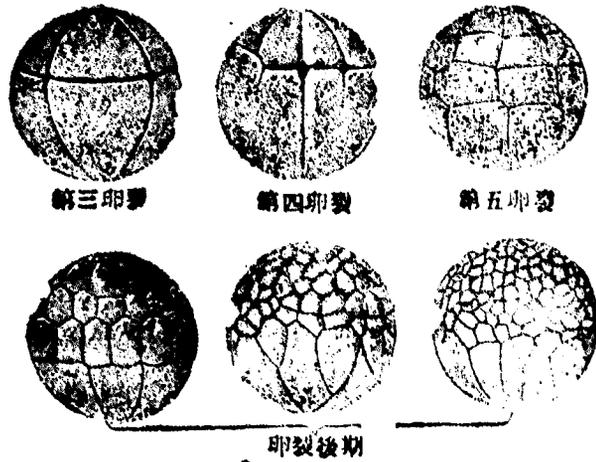


圖 88 蛙的卵裂(由 humway)

3. 盤裂(discoidal cleavage) 此種卵裂僅限於動物性極所分成的諸胚胞集成圓盤狀,是謂胚盤(germinal disc or blastoderm),覆於巨量不起分裂的卵黃上。鳥、魚、爬行等類所產的端黃卵,均屬此型。

4. 表裂(superficial cleavage) 為中黃卵特有的現象。其分裂僅現於細胞體的表層,內包不分裂的卵黃塊。

(乙) 囊胚(blastula)的形成 卵經卵裂所成的胚胞,其數目漸行增加,終乃集成囊胚 而此期的胚胎發育即稱為囊胚期(blastula stage)。囊胚的構造視卵裂的方法而互異;茲可分述如次。

1. 由等裂所成的囊胚,恰似兒童所玩的皮球,其表面被有單層胚胞,稱曰囊胚層(blastoderm);內具一腔,曰囊胚腔(blastocoele)。

2. 蛙卵既經不等卵裂,終亦形成囊胚;惟其囊胚層係由多層胚胞所成,小胚胞悉位於胚體的上方,而大胚胞則集於下方;是以囊胚腔的位置不在囊胚的正中,而偏向於其動物性極的一側。

至於由不全卵裂所成的囊胚，因其構造特異，且因其變化往後愈形複雜，非數語能詳，姑從略。

(丙) 原腸的形成 (gastrulation) 囊胚生成後，仍繼續變化不息，終於其體中形成原腸 (gastrocoele or archenteron)，而轉入原腸期 (gastrula stage)。此期的胚胎，因其體中具有原腸的構造，故有原腸胚 (gastrula) 的名稱。

原腸胚形成的方法，頗有幾種之別；今特就下列二例略言之。

1. 文昌魚 此種動物的囊胚，其植物性極的胚胞，較位於動物性極者為形稍大，在原腸形成之始，此部胚胞即行向內嵌入，形成內壁，是為內胚層 (endoderm or entoderm)；其在表面的胚胞不陷入者，即稱為外胚層 (ectoderm)。內外二胚層均各由單層細胞所成；二者之間，即為原有的囊胚腔，內胚層中另成一腔，是即所謂原腸。此腔不若囊胚腔之為盲囊狀然，但具一孔通外，稱為胚孔 (blastopore)。內胚層隨漸擴展，凹陷益深，卒與外胚層互相接觸，而二層間的囊胚腔乃遭消失，因遂成為內外兩層重疊的胚體。其構造酷似平常所見的水螅。

2. 蛙 蛙卵經不等卵裂所成的囊胚，因所含的卵黃較多，故其原腸形成法亦較複雜，茲可分為三項，述之如次。

(a) 內褶法 (invagination) 囊胚中的動物性極，其細胞增生迅速，因而向下擴張，及至胚體赤道稍低的一處，即行向內折入，是為原腸形成之始。此陷入的部分僅限於上方，因稱為胚孔背唇 (dorsal lip of blastopore)；其中細胞繼續增生，形成內胚層而深入卵中。由此所成的內胚層，與原在內方面富具卵黃的大胚胞，其二者間

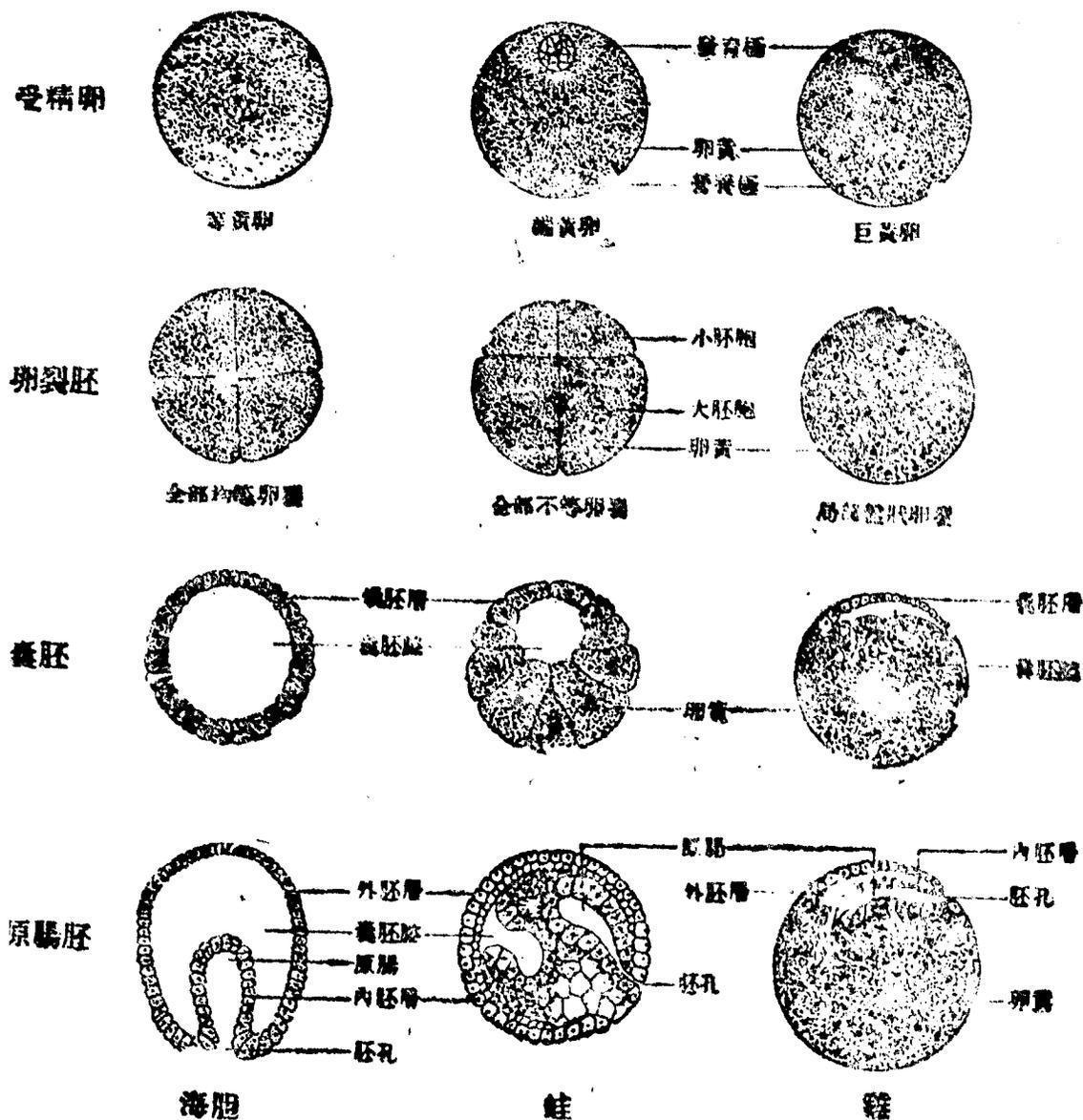


圖 189 動物初期發育的比較

形成小腔，是即原腸。

(b) 展生法 (overgrowth) 胚孔背唇既成之後 仍繼續伸展 而覆被於卵的下方，致使此部的大胚胞，漸被包入內方，而成爲內胚

層的一部。

(c) 分層法 (delamination) 當上述二法進行之際，胚體中與胚孔背唇相對的一部，亦發生分層現象，因將該部所由成的諸胚胞，分成爲內外的二胚層。

蛙的囊胚既經以上所述的種種變化，其植物性極的胚胞漸被包入內方，而成爲內胚層；但其體中恆有一部富含卵黃的大胚胞，直至原腸形成的末期，尙未陷入，而露出於胚體表面者，是即所謂卵黃栓 (yolk plug)。卵黃栓的位置，恰在原腸開孔之處；因其形似閉塞胚孔，故有是名。嗣後卵黃栓亦漸包被入內，由是胚體表面的全部悉成爲外胚層，其內則概屬於內胚層。內胚層中的原腸，與胚體中原有的囊胚腔，其二者間有由內胚層細胞所成的壁相隔，此壁隨遭破開，二腔因相併合而成所謂全腹腔 (coelom cavity)。

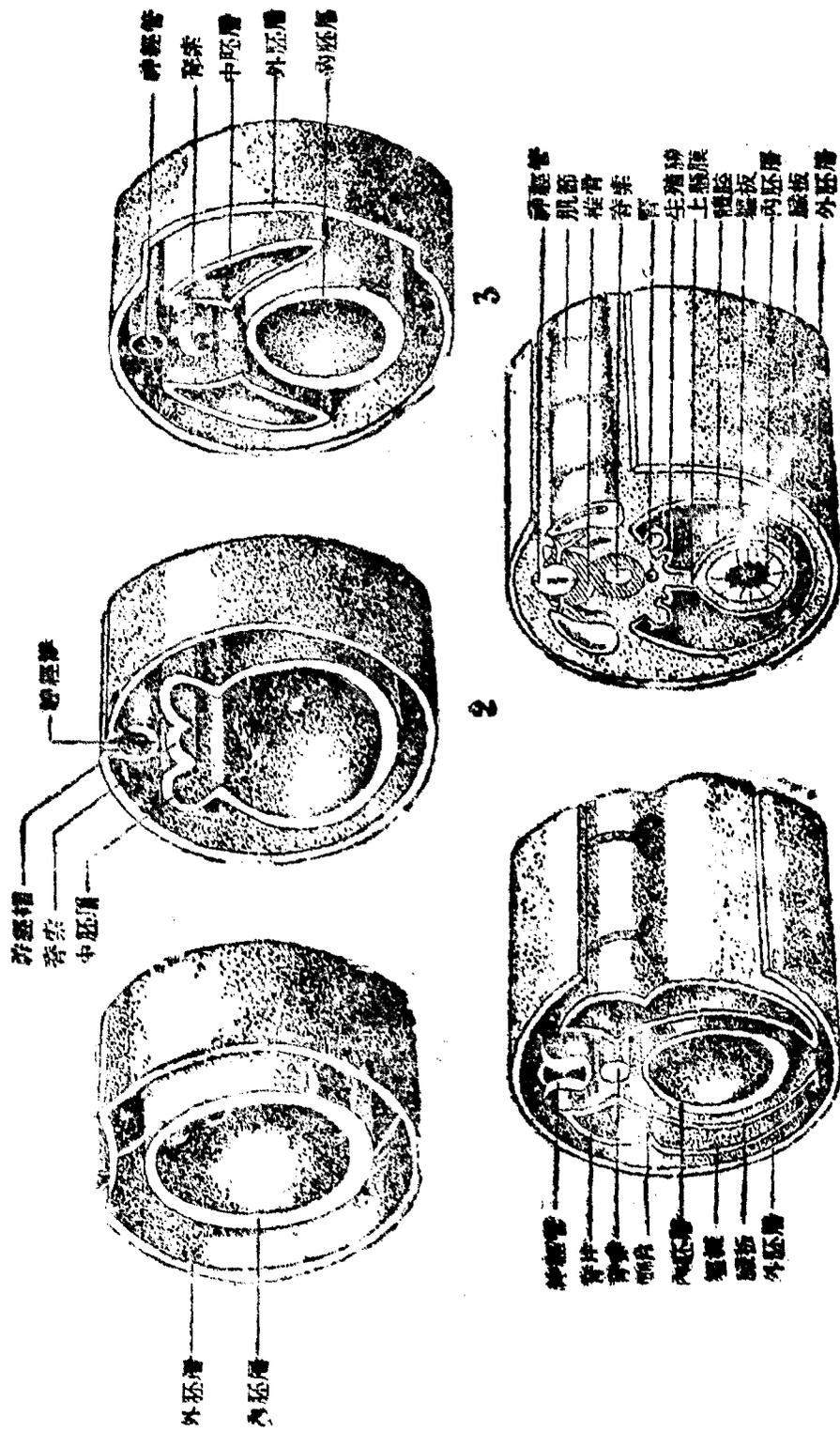
上述的囊胚與原腸二期，爲一切有腸動物 (Enterozoa, 即指海綿動物以外的所有後生動物) 發育時必經的階級。有腸動物以腔腸動物爲最簡單，其發育卽至原腸期爲止而不再發展，故其成體仍保持原腸期的狀態。腔腸動物以上的後生動物，其胚胎形成原腸以後，仍繼續發育變化，構成繁複的形體。赫克爾 (Haeckel) 氏曾主倡所謂原腸祖說 (gastraea theory)，卽以一切有腸動物均由與原腸胚相似的共同祖先所演化而成，特名之曰原腸祖 (gastraea)；原腸期的重要，由此可知。

(丁) 中胚層 (mesoderm) 的形成 原腸期以後，中胚層漸次形成，其法隨種而異；茲再就文昌魚爲例，而述其概要如次。

文昌魚的原腸胚，係成於內外相貼的二胚層而包圍於原腸，已

如所述，嗣後胚體背面中央的外胚層漸次增厚，而成一神經板 (neural plate)。神經板遂乃向內凹陷，而形成神經溝 (neural groove)；其兩旁的溝堤，稱曰神經褶 (neural fold)。神經褶向上發達，終則左右互相併着，因使神經溝變成管狀，是稱神經索 (nerve cord or neural tube)。接於神經索左右兩側的內胚層，均於斯時凸出而成爲一對囊狀構造，隨與他部內胚層互相隔離，而形成中胚層。同時在神經索直下的原腸壁，亦發生一索狀突起，卒與原腸壁離開而成爲脊索 (notochord)。中胚層既經形成，即向下伸展，填充於內外兩胚層之間。斯時在軀幹部中胚層，可由上而下，分爲三段，即所謂脊板 (epimere or vertebral plate)，中板 (mesomere or middle plate) 或稱生腎節 (nephrotome)，及側板 (hypomere or lateral plate)，側板初爲實體的組織，旋經分成內外二層：內曰腸壁中層 (splanchnic mesoderm)，外曰體壁中層 (somatic mesoderm)；二層之間形成一腔，是即通常所稱爲體腔 (coelom)。體腔逐漸擴大，其內面的腸壁中層包圍於原腸壁所成的消化管，並於管的上方，左右相接，將消化管懸掛於體壁，是爲上懸膜 (dorsal mesentery)；及至管的下方，左右的腸壁中層又相併接，而成爲下懸膜 (ventral mesentery)。腸壁中層與襯貼於其內側的內胚層相併，而成爲胚腸壁 (splanchnopleure)；體壁中層與其外側的外胚層相併，而成爲胚體壁 (somatopleure)。居乎上述胚腸壁與胚體壁間的體腔，因上下懸膜的間隔，致分爲左右二部；旋因下懸膜幾乎全部悉付消失，而二部遂得相通而合成一總腔。上懸膜在成體的腸部特形發達，因常稱爲腸懸膜 (mesentery)。

(戊) 器官的發生 (organogeny) 上述三胚層，既已整備；後復



4 5 圖 190 脊椎動物各胚層的形成及其初期的分化

藉其生長、分化以及局部所起的凹凸、摺疊、轉移、分離、接合等方法，而形成體中種種複雜的組織與器官。脊椎動物體中，其各胚層所發生的種種構造，悉有定則；茲可撮舉其概要如次。

1. 外胚層發生表皮及其種種變形構造，如毛、羽、鱗、甲以至於汗腺、皮脂腺等；並組成神經系統及感覺器官的主要部分。他若汗腺與虹膜所具的平滑肌，以及消化管的前後兩端，即原口(stomodaeum)與原肛(proctodaeum)等，亦均由外胚層所變成。

2. 內胚層形成脊索，並組成多種器官的內覆皮膜，例如消化管的大部，以及凡由此管凸出所成的各種構造，如氣管、肺、肝、胰、膀胱等。

3. 中胚層變成真皮，肌肉組織的大部，結締組織(統括軟骨、硬骨等)，排泄器，循環系，生殖器，以及體腔的內覆皮膜等等。

(己) 胚膜(embryonic membrane)的形成 脊椎動物的胚層組織，在胚胎發達時，尚有胚膜的形成；例如魚、蛙等類胚胎所具的卵黃囊(yolk sac)。爬蟲類以上的脊椎動物更具有羊膜(amnion)、漿膜(serosa)及尿囊(allantois)等。由羊膜的存否，可分脊椎動物為羊膜動物與無羊膜動物二類，既如前文所述。高等哺乳類除具上述種種胚膜外，尚有胎盤(placenta)的構造，是為胎生動物的特徵。現就脊椎動物所具的各種胚膜，略述其概要如次。

1. 卵黃囊 是係胚外腸壁(extra-embryonic splanchnopleure)所組成的囊狀構造，與胚體內的腸壁相接續。此種構造在哺乳類以下的脊椎動物，均甚發達，且富含卵黃。胚胎發育時，囊內所含的卵黃供作營養，因漸消滅；同時囊亦漸次變小，終則縮入體內而成為腸

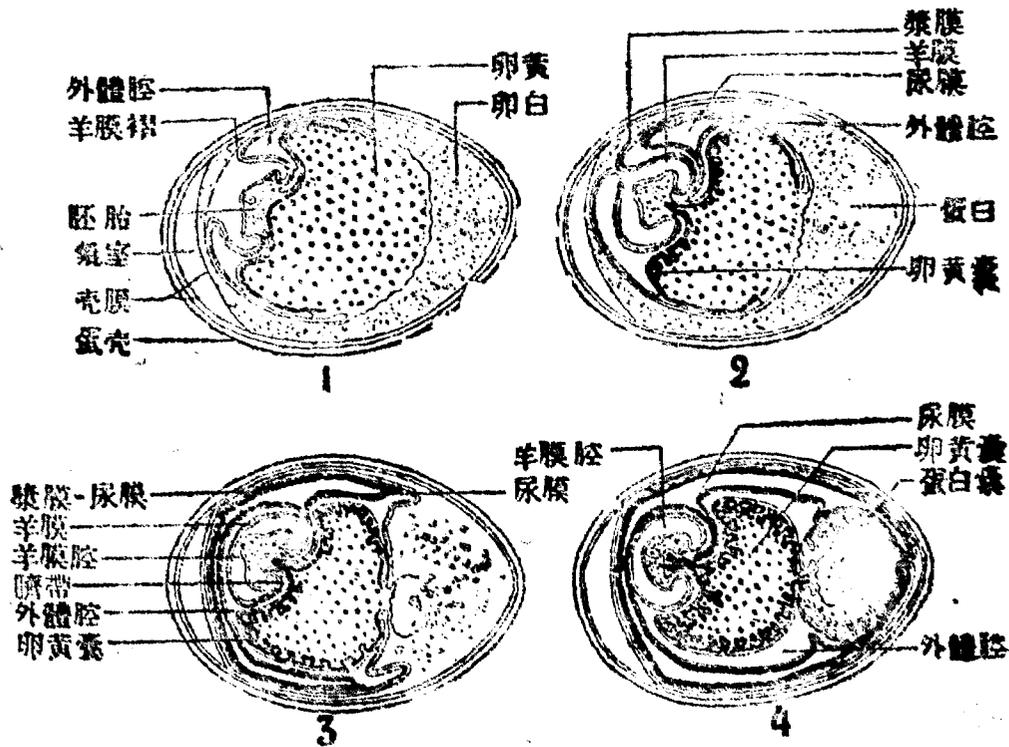


圖 191. 雞的胚膜(仿 Shumway)

的一部，人的卵黃囊，甚為退化，內無卵黃，僅含液質少許而已。及至發育晚期，更形萎縮，與腸竟失聯絡，終則殘留些微柔軟無用的痕跡組織，而歸於消滅。

2. 尿囊 尿囊若卵黃囊然，亦係成自胚外腸壁，由胚體消化管的後部突出，經臍帶(umbilical cord)而直伸於胚體之外。在鳥及爬蟲等類，此囊甚為發達，富於血管，為司排尿兼營呼吸的器官。及至哺乳類，此囊乃成為後述胎盤中的主要部分；迨成長後，囊的基部恆變為膀胱的構造。

3. 羊膜與漿膜 見於兩棲類以上的脊椎動物；二者均為包被於胚體外面的薄膜。其形成係由胚外體壁(extra-embryonic soma-

toleure)自胚體周圍，發生雙層狀隆起；其後四面的隆起向上移行，終相併着，致成爲二重胚膜，被覆於胚體之外。二者之中，內爲羊膜，外爲漿膜。羊膜內貯羊水(amniotic fluid)；胚體因係浮懸於此液中，故對外來的衝動，可免損傷之虞。羊膜壁中含有多數肌肉纖維，功能伸縮；內含的羊水因而時起波動，使胎體如在搖籃中的嬰兒一般，搖擺不息。

羊膜壁在胚體下面反摺而成臍帶，接續於胚體的體壁。上述卵黃囊及尿囊等的柄部，均包被於臍帶之內。

漿膜形成後，繼續擴張，終乃包圍羊膜、尿囊、及卵黃囊等；其內腔稱爲胚外體腔(exocoel) 經臍帶而與胚體內的體腔相通。

4. 胎盤 人的胚胎與其他高等哺乳動物的胚胎相同，均在子宮內發達，且均具有漿膜、羊膜、尿囊及卵黃囊等。一般哺乳類的漿膜形態特異，其表面密生絨毛，因特名爲絨毛膜(chorion)。人的絨毛膜上，所着生的絨毛大都退化，其未退化的一部則特形發達，而嵌入母體子宮的蛻膜(decidua)中；二者互相緊貼併合，而形成所謂胎盤。組成胎盤的絨毛膜有從尿囊而來的血管分布其中，與子宮蛻膜中的血管互相密接；二者雖不直接相通，然胎兒藉此接觸，而得由滲透作用自母體吸取養分及氧素，同時又將所產的廢物悉排於母體血液中。是以胎盤實爲胎兒特具的一種器官，兼司營養、呼吸及排泄的機能；胎兒藉此構造，而得營生於母體內。

當分娩時，胎盤即與子宮蛻膜互相剝離，同時其他胚層亦悉遭破裂；迨胎兒產生後，所有胚膜均於極短時期，隨同排出於體外，是即所謂後產(after-birth)。

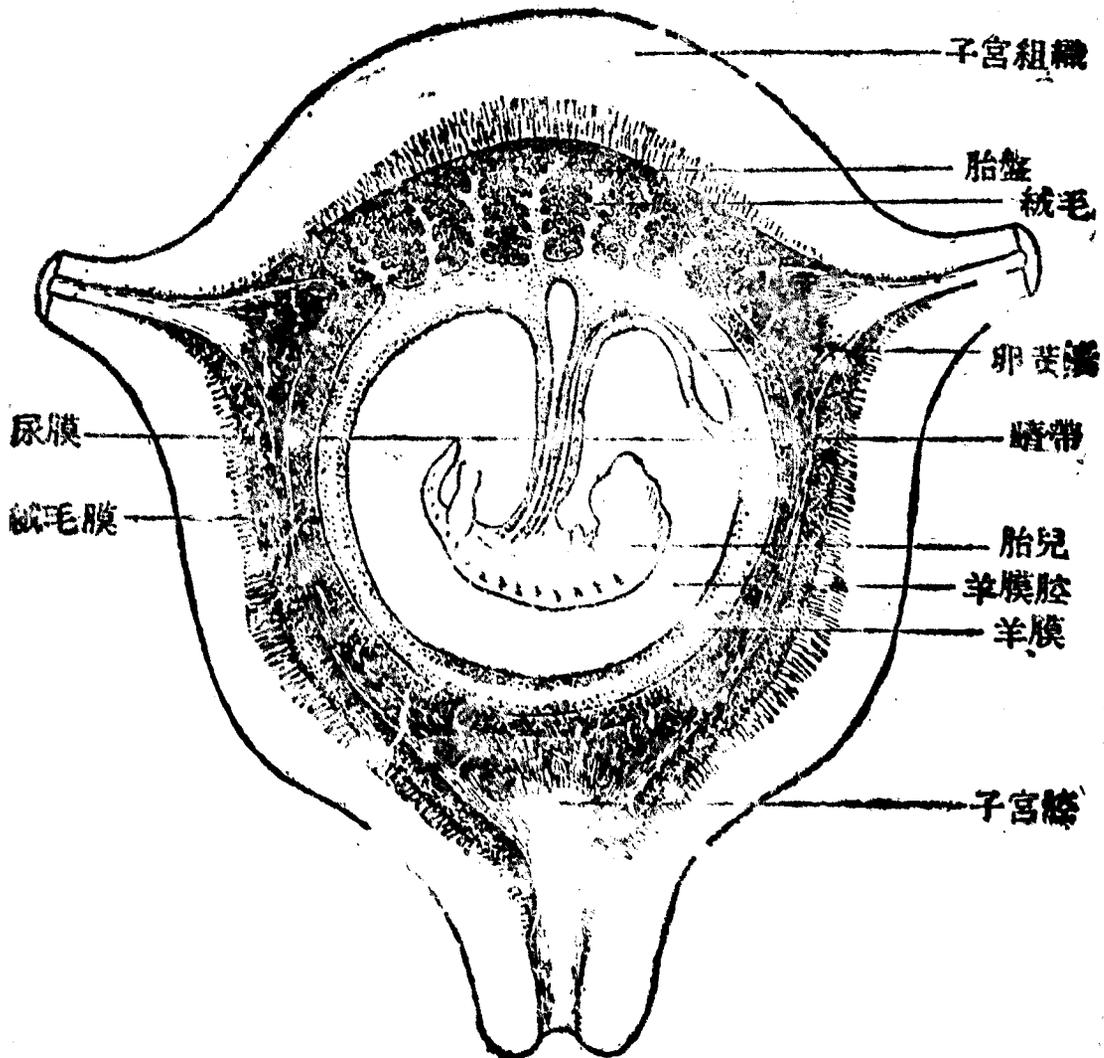


圖 192. 人的子宮與胎兒

(庚) 生育的方法 動物生育的方法，可大別為下列三種。

1. 卵生(oviparity) 卵產出時，始行受精，而在體外行其發育。是謂卵生。但卵生動物，其卵亦有係在體內受精者，迨產出時，其內部已稍發育，成為幼期胚胎，例如鳥卵。

卵既產出，大都包被於卵膜內；迨完成其胚期發育後，始行脫離

外圍的卵膠膜而出，是即所謂孵化(hatching)。

2. 胎生(viviparity) 卵在母體內受精，隨留體內發育，所需的營養悉由母體供給之；俟成完全胎兒後，始離母體而產出，是為分娩(parturition)。人的生育，即為此例。

3. 卵胎生(ovo-viviparity) 卵在體內發育，但其營養非攝自母體，而取自貯存於卵中的養分；俟發育完全後，始行誕生。卵胎生的種類，亦有將其胚體所具之卵黃囊的一部，附着於子宮壁上，藉此得自母體吸取少許養分，例如鮫類；是實為胎生與卵胎生的中間狀態。

II. 胚後發育(postembryonic development) 動物體經孵化或誕生後，仍繼續發育，至達與母體相同的程度為止，其發育的程序，可大別為二型如次。

1. 漸進發育(gradual development)，或曰直接發育(direct development) 此種發育不經顯著的形態變化；孵化或誕生後的幼體與親體略為同形，旋乃逐漸生長增大，體中諸器官次第發育，迨達成體的狀態而後已。例如鳥類、哺乳類等。

2. 變態發育(interrupted development) 生來的幼體，其形態構造與親體迥然不同，必經一次或一次以上的變態，始克變成與親體相同的狀態。例如蛙類，幼時為蝌蚪，其外形與成蛙顯然相異，且生於水中，以鰓呼吸，以尾游泳；及至變態，鰓尾均遭消失，而肺肢等相繼而生，始變為四足的成蛙，離水而登陸地。

不僅蛙類若是，即在甲殼類、昆蟲類、軟體動物、棘皮動物、及寄生動物等，其中在發育上行變態者，亦甚繁多。今試就昆蟲方面舉例

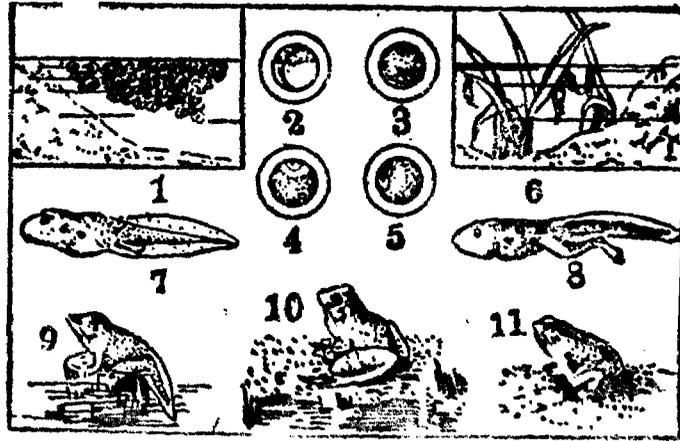


圖 193 蛙的變態(1—11 是程序)

言之。蝶、蛾、蚊、蠅等昆蟲，其幼時略似蠕蟲，恆稱為幼蟲 (larva)。幼蟲經相當時期後，即停止取食而變成蛹 (pupa)，蜷居不動，儼若已僵；蛹經相當時期後，再行蛻化而變為成蟲 (imago)。成蟲的形態構造，與幼蟲或蛹等均不相同，是為完全變態 (holometabola or complete metamorphosis)。有種昆

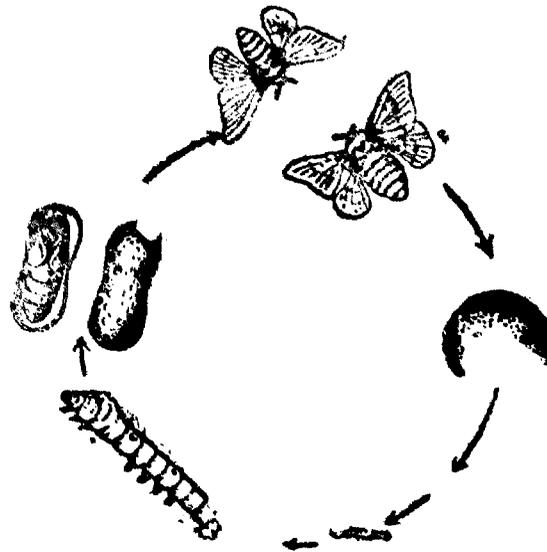


圖 194. 蝴蝶的發育圖

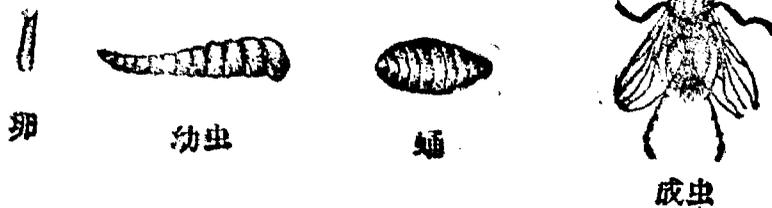


圖 195. 蠅的發育

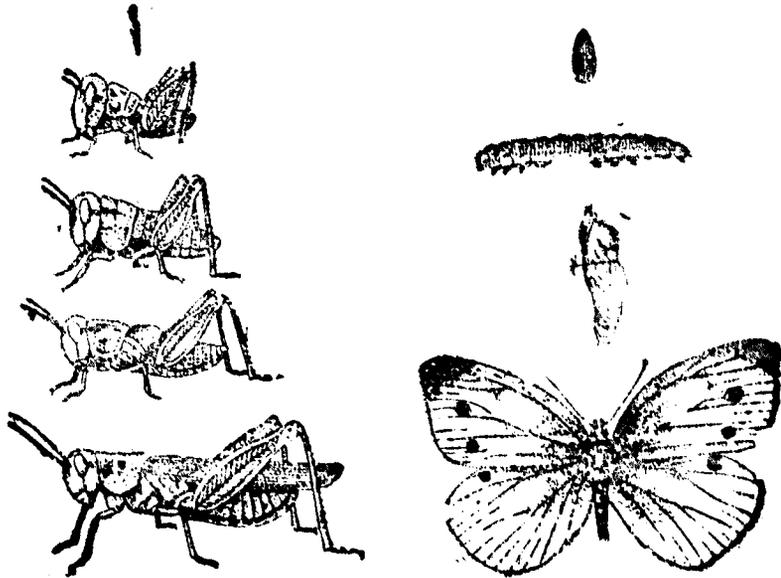


圖 195. 蝗與粉蝶的發育  
 左蝗的不完全變態 右粉蝶的完全變態  
 上. 若蟲 下. 成蟲 1. 卵 2. 幼蟲 3. 蛹 4. 成蟲

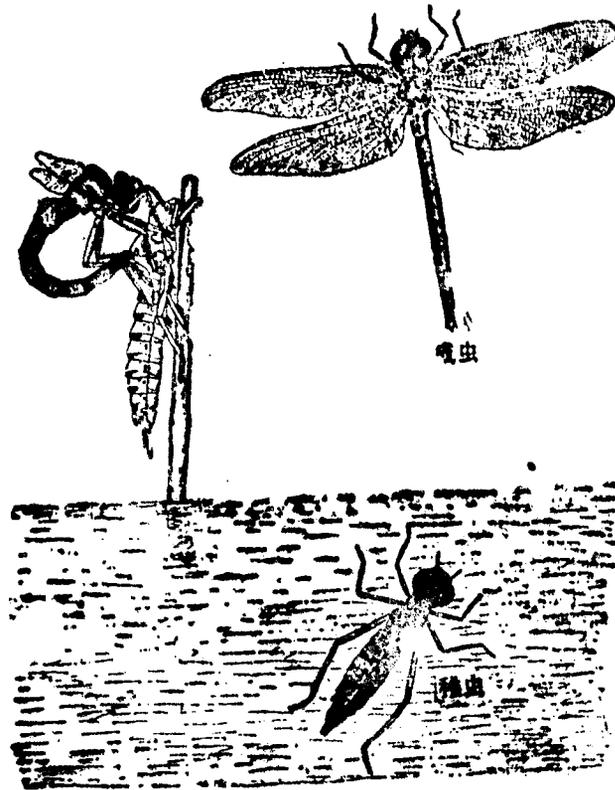


圖 197. 蜻蜓的發育

蟲若蝗蟲然，其幼體初出卵時，皮軟色白，翅不發育，是謂若蟲 (nymph)；隨後蛻皮數次，體漸增大，而翅亦漸發展，終則蛻化而變為成蟲。似此不經蛹期的變態，謂之漸進變態 (paurometabola or gradual metamorphosis)。蜻蜓、蜉蝣等，其若蟲悉棲水中，特稱為稚蟲 (naiad)，而其發育歷程則恆稱為不全變態 (heterometabola or incomplete metamorphosis)。

### 第四十三章 植物的個體發生

1. 高等植物的胚期發育 高等植物其生殖細胞的發達情形以及受精的現象，前文已稍敘及。今就一二代表植物，略言其受精以後的發育歷程。

1. 松胚的發育 卵在藏卵器中受精後，其胞核隨經二次分裂，而成四個遊離核。此四核隨即移至合子的底部，更分裂一次而成八個，上下並列成爲二層，每層四核；其時核間漸現胞膜而變爲完全細胞，惟上層細胞仍與合子的胞質相連續，各細胞隨更分裂一次，而成 16 個，列爲四層；其中底下三層的 12 個細胞，均爲完整具膜的細胞體；獨頂上一層的細胞，其上方仍缺胞膜。此間所見的構造，即稱爲前胚 (proembryo)。

在前胚的最前端，即前述最底層的四個細胞，反復分裂，終則成爲胚的本部。其次層的四個細胞發育而成胚柄 (suspensor)；又其次則爲四個所謂胚結細胞 (rosette cell)，功能調理藏卵器中的養分，而送諸胚柄及胚細胞等，供其生長。至於頂上一層的細胞，以及與其相連續的合子胞質，均漸萎縮，而終歸於消失。胚柄隨更伸長，使先端

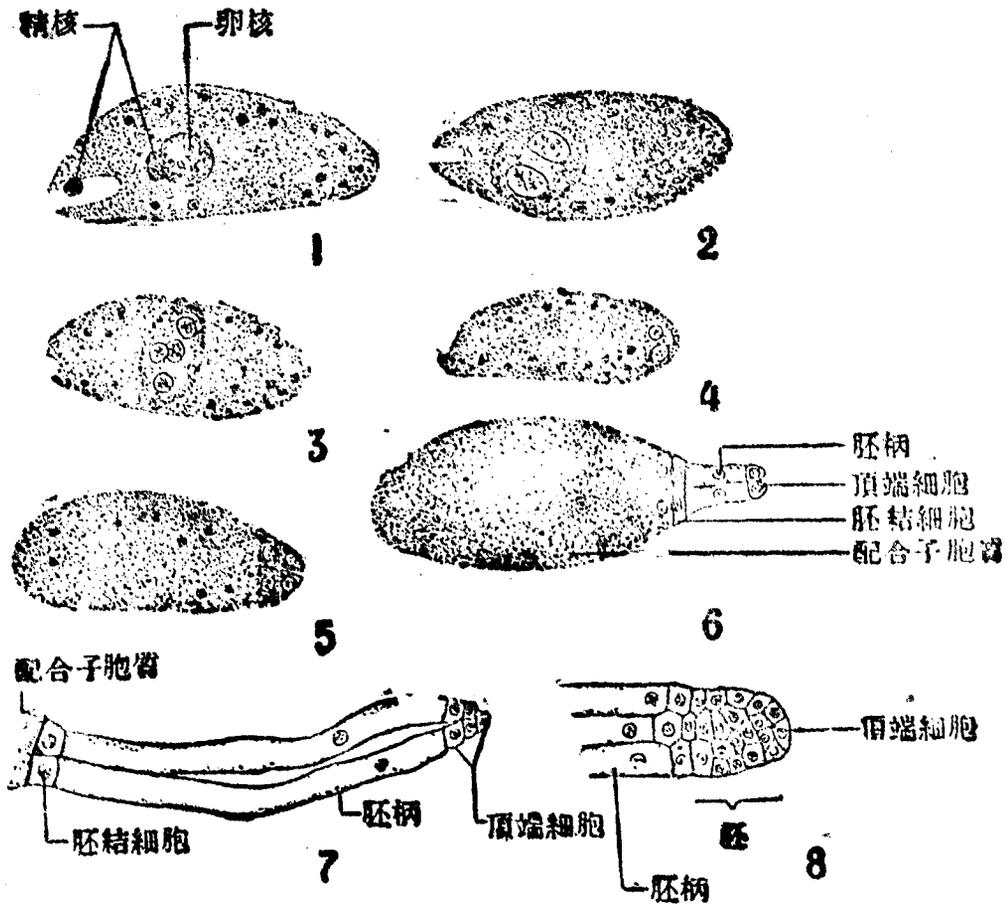


圖 198. 松胚的發育

成胚的部分深入藏卵器以外的雌性配子體中，雌性配子體的組織，比時富貯養分，因恆稱爲胚乳。胚完成時，可分爲胚軸(hypocotyl)、上軸(epicotyl)及數枚子葉；全部悉包被於胚乳中。胚乳外圍以珠心的遺留組織，再外即爲由珠皮所變成的堅厚種皮，其表面更附以翅狀構造，完成所謂種子。胚的發育至此遂形停止，而入休眠狀態。

2. 薺胚的發育 薺(*Capsella*)爲雙子葉植物的一種，其胚胎發育的狀況，足以代表其他同類植物的情形；爰述其概梗如次。

薺的受精卵在其發育之初，先分爲大小不同的二細胞；較小的

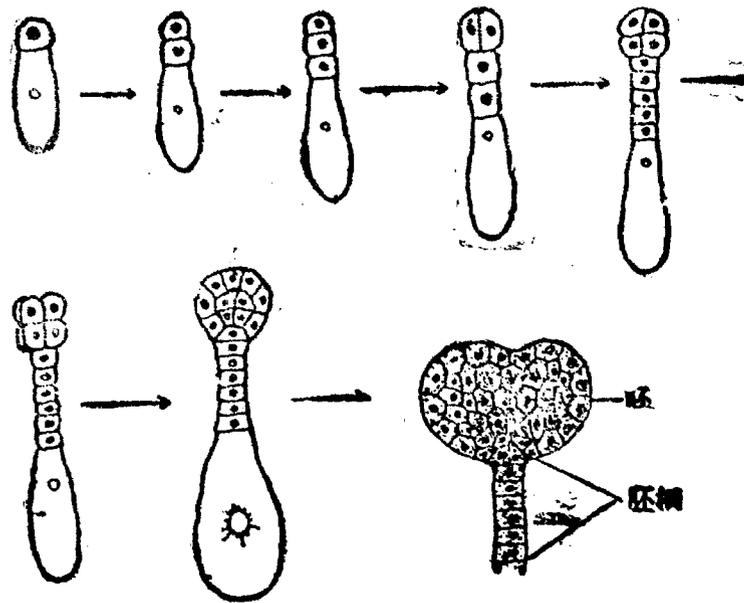


圖 199. 薺的胚胎發育

細胞再行分裂為二，因成三個細胞。先端的細胞隨再分裂一次，合成四個細胞，縱排成列。其最先端的細胞，後復縱分二次，橫分一次，因成八個細胞，集成一團；其餘後面細胞，繼續分裂而成為線狀構造。此時的胚體即為前胎。

前胎頂端的八個細胞，隨分上下二部，各有四個細胞：上半部的細胞嗣後變為胚芽及子葉，下半部者變成胚軸及胚根。再下一長條的細胞，皆向橫徑分裂而成為胚柄，附着於胚囊壁上。胚既形成後，胚乳細胞亦同時增生，而成為胚乳組織，圍繞胚體。此時胚柄漸被吸收，珠皮隨變為種皮，被護胚與胚乳。種子於以完成。胚胎至此亦即停止發育，而轉入休眠狀態。

胚的休眠係種子植物特有的現象；綜觀上述二例，即可知之。種子經休眠後，始克再行發育生長。

II. 種子的萌發(germination) 種子既經休眠時期，若遇適當條件，即再恢復其原有的發育能力，以造成幼植物體，是謂萌發。由種子萌發而生成幼植物，其間所歷的種種變化，即為植物體的胚後發育。

種子萌發時，先吸取大量的水分而漸膨脹，終將種皮破裂；其內部的胚根旋即突出，向下延伸入土；後更伸出胚莖，將子葉及胚芽等高舉空中。萌發所需的養分，悉由種子中的胚乳組織供給之；不具胚乳的種子，則其子葉中輒貯有營養料，以供胚體的生長。此種子葉，恆甚肥厚，因不能突出土面之上。種

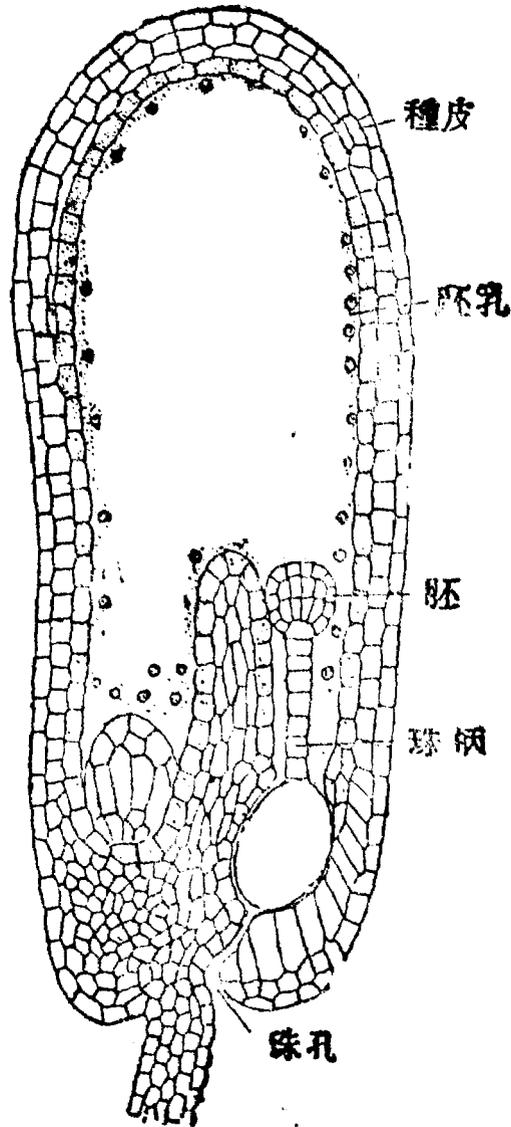


圖 200 齊的幼種子縱剖面(由 Smith 等)

子既經萌發，其胚乳或子葉中所貯藏的養分，漸就罄；而其胚根仍漸向下延長，深入土中，且滿生根毛，以供吸收之用；至其胚莖與芽等亦漸向空中生長，且更生出枝、葉等，葉內又產有葉綠素以製養分，遂能自營生活，而成為一株獨立的幼植物。

種子萌發所成的幼植物，通常稱之為種苗(seedling)。種苗既形成後，又經生長發育，終變為長成的植物體，開花結子而生殖。植物之幼者，其形態或與成體不同：例如銀杏、香柏等，其幼苗的葉與成體植物頗為迥異；但大抵不經顯明的變態，而漸長成為與母植物同一的模型。

種子尋常在地中，得適當的溼度與溫度，始行萌發；但有種植物，其種子係在果實內萌發，懸垂於母植物而伸長，待根發育後，始墜落於地中，而營獨立生活，是可稱為胎生植物(viviparous plant)，

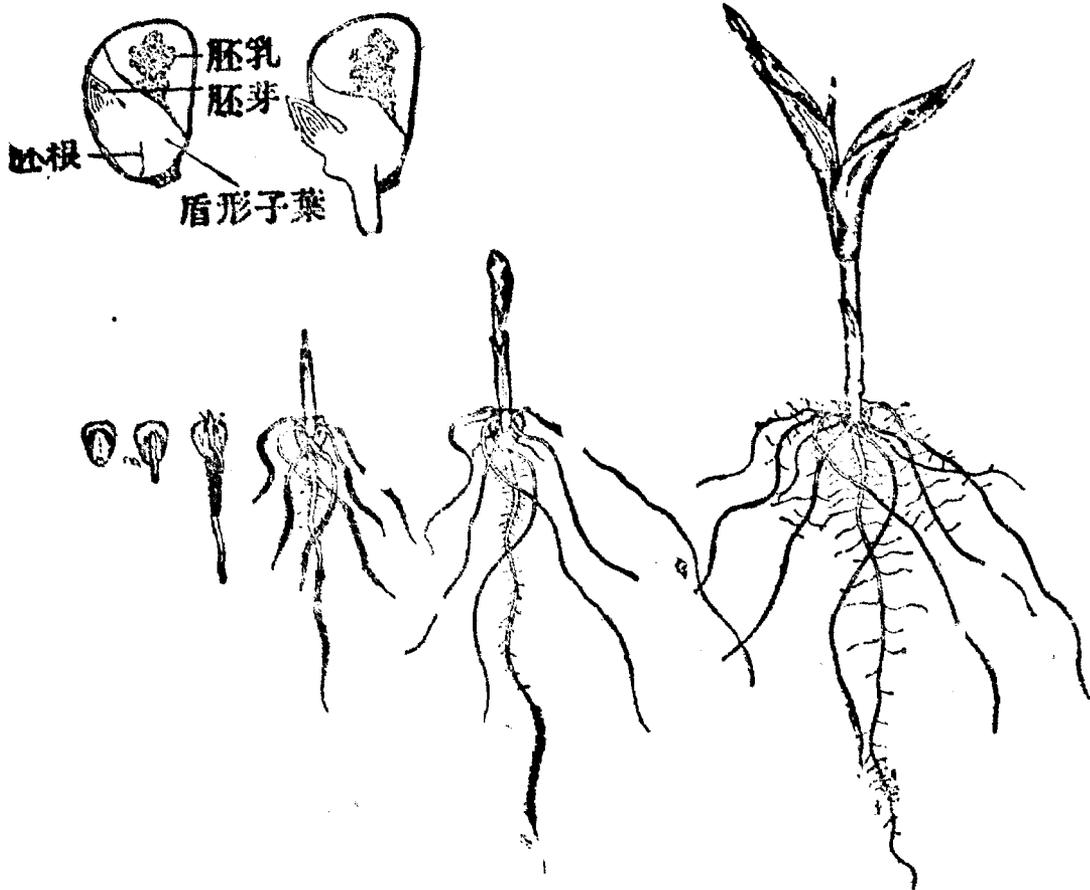


圖 201 玉米種子的萌發(由 Brown)

於紅樹科 (Rhizophoraceae) 中，時或見之。

III. 重演說 (recapitulation theory)

動植物的發生何故必經上述種種複雜的變化；如斯疑問確對有趣的難題。按重演說的解釋，其所以若是，即因其所隸屬的種類，曾經若斯變化耳。每一生物體，自其卵子發育以至於完全的成體，其間所歷的種種階級，無異即將其種族，

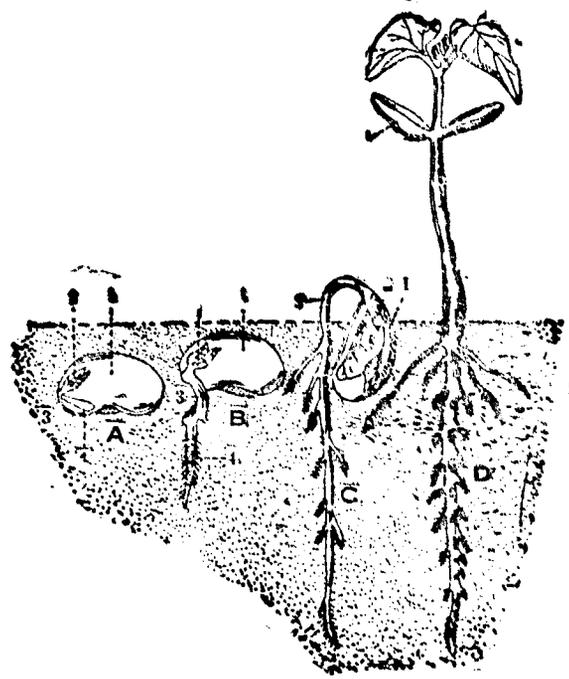


圖 202 菜豆種子的萌發  
A—B. 萌發的順序 A, B, C. 子葉少畫一個表示夾在子葉之間的胚芽。1. 子葉； 2. 胚芽； 3. 胚葉； 4. 胚根； 5. 莖葉

自遠古的祖先歷代演進的狀態，重為表演出來。質言之，個體發生史即為種系發生史 (phylogeny) 之一種縮短簡略的重演。據此理論，則任一物種其演化的途徑，均可在該種的個體發生中探究其史跡，今試就蛙類的個體發生，而行觀察。蛙類所產的卵初僅單個細胞，猶如一般原生動物；隨經分裂而成多數胚胞。集為球狀的囊胚，是與羣棲原生動物相似；後再分化而成為原腸胚，頗似腔腸動物的情形；既而中胚層漸就形成，其體形亦漸延長，不久即變成蝌蚪，游泳水中，有鰓與尾，恰如魚類；終經變態，鰓尾盡失而代之以肺及四肢，因遂變為成蛙。蛙類個體發生所歷的變化極為複雜，本難明瞭其內中所經

藏的意義；自有重演說，其發育歷程中幾多曖昧之處因而大明。

**重演說的限制** 生物個體發生中所歷的種種變化，有與重演律相為符合者，是謂重演性變態(palingenesis)，但時亦見有種種情形與重演律不相符合者，茲就其特著二端略言如次。

1. 種系發生史何等悠久，而個體發生的經過為時則極短促，其中難免有簡略刪節之處，正如演劇一般，僅能將主要事蹟表演出來，而不能將全部悠久的歷史重演一遭，是謂刪見變態(tachygenesis)。

2. 個體發生中時或見有種種新增的形質，以應其發育上的需要；似此由適應而獲得的特性，自與其種族的演化史無關，是稱新生性變態(coenogenesis)：例如蛙類蝌蚪之具有角質牙齒，高等脊椎動物胚胎之具有種種胚膜等。

重演律雖有上述的種種限制，與生物演化史未能盡合；但在考究物種親緣關係時，確具有相當的貢獻焉。

## 第四十四章 幼生物的保護

生物發育中恆甚微小脆弱，易受種種摧殘，故需種種保護，藉使被害減少，而得達到完全發育的程度。

高等植物其胚胎悉藏於種子中，受種皮的保護，其外又有果實包被之，此等胚胎不僅受果實種子的庇護，且賴果實種子的播散，而得繁衍於各處。

動物對於幼者的護衛方法，較植物更為繁雜，動物的卵產出後，通常被有膜、殼或他類似的構造；例如蝗的卵莢，蛙的卵膠膜，雞

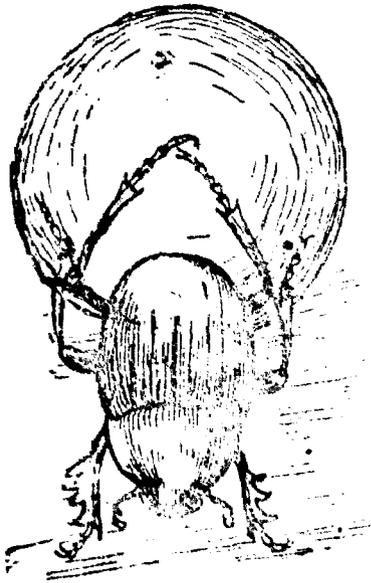


圖 203 蠅將原卵於腹中，更能圍\*爲丸而用之

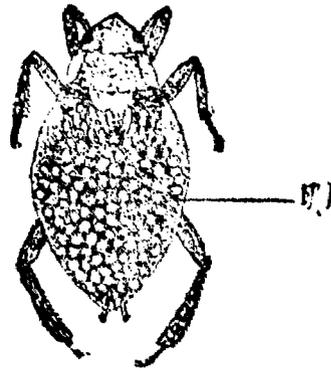


圖 204 負子蟲



圖 負子蟲

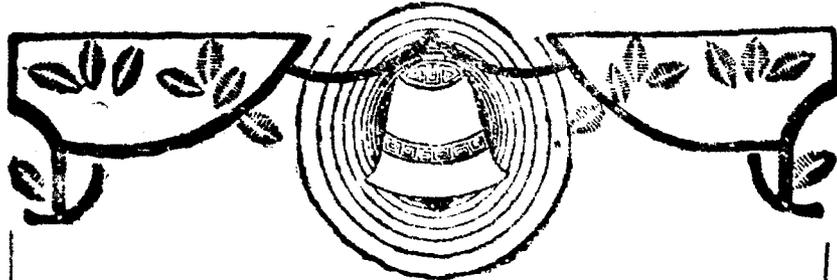
的蛋殼等。多數動物又能將其卵產於適當場所，使得保護，並使其孵化後得有充分的營養料，而不至餓死。例如棲於陸上的蛙類，產卵於池邊草叢間，使幼者孵化後易可覓食；龜、鼈等登陸產卵，而埋之於沙中，利用太陽的直射熱而孵化之。他若蠅類的產卵於腐肉中，蛾、蝶等之產卵於草木的莖、葉上，寄生蜂之產卵於蛾類幼蟲體內，蜣螂之產卵於馬糞中，以至於鳥之營巢，獸之掘穴：諸如此類，皆屬動物爲其子女圖謀便利的例證。

動物有能將其所產的卵附着於自己體上，以保護之。例如海馬

(*Hippocampus*), 其雄者腹面具有囊狀構造, 將雌者所產的卵容納其中而保護之; 負子蟲(*Sphacrodema rusticum*) 的雄者則將雌蟲產出的卵, 負於背上, 直至孵化。又如產婆蛙(*Alytes obstetricans*), 其雄者輒將雌者產出的卵纏着於自己的腳上, 隱伏石下; 迨卵孵化時, 始趨赴池沼, 將蝌蚪放入水中。南美有一種特異的蛙, 稱為負子蟾, 一名蜂窩蛙(*Pipa americana*)。此蛙於卵產出後, 雄者即將其塗附於雌者背面; 數日後, 雌者背部即現有凹陷多處, 嵌卵其間; 卵在雌體上發育, 直至成長為蛙時, 始離母體而自營生活。

胎生動物不僅護卵於其體內, 且能保育胎兒, 使不至受外物的侵害, 並得有充分的營養; 直迨胎兒發育完成, 始行產出於體外。

下等動物對於孵化或誕生後的幼兒, 鮮有顧及。至於高等動物, 時或僅於初期加以保護, 時竟撫養之直至於成長。例如蝦類幼蟲往往以鉗銜着於其母體的游泳肢(*swimmeret*)上; 至能獨立覓食時, 始捨母體而他去。蜘蛛類常見其攜帶幼蟲於其腹部下面的絲囊中, 以保護之。蚌、牡蠣等, 輒將其幼蟲留置於鰓內而撫育之。鳥類如燕、鴿等的運餌育雛, 獸類如貓、犬等的泌乳哺兒, 亦均為常見的事實, 無待贅述。一般高等動物不僅養育其子及於成長; 且進而施以相當教育, 如親鳥教雛如何飛翔, 如何啄食, 母貓教子如何捕鼠, 如何避敵; 如斯情形, 散見於動物界, 實即吾人所謂教育的起始。



版權所有  
翻印必究

中華民國三十三年十月初版  
中華民國卅五年一月滬一版

普通生物學

上册 定價國幣七元

(外埠酌加運費)

編	著	者	鄭	作	新
發	行	人	吳	秉	常
印	刷	所	正	中	書
發	行	所	正	中	書

(1589)

校：曉

# 大 學 商 學 院 用 書

◎ 出版各科大學用書 ◎

銀行學

劉全忠著

七元五角

貨幣學

超蘭坪著

七元五角

統計應用數學

李銳夫著

印刷中

保險法概論

陳頤遠著

五元五角

公司法概論

梅仲協著

五元三角

人壽保險計算學

周紹濂著

印刷中

成本會計學大綱

歸潤章譯

七元五角

統計方法大綱

朱君毅譯

五元八角

經濟思想發展史

金天錫著

五元

◎ 自造各種文具紙張 ◎

正 中 書 局 印 行

總局：重慶中山路二四二號  
 分局：全國各大都市

