

部定大學用書

動物學

陳義著

國立編譯館出版
商務印書館印行

部定大學用書

動物學

陳義著

國立編譯館出版
商務印書館印行

中華民國三十四年九月重慶初版
中華民國三十五年十二月上海初版

◆(B218)滬報紙

學部定大
用書動
物學一册

定價國幣伍元伍角

印刷地點外另加運費

版 翻
權 印
所 必
有 究

著 者 陳 義

發 行 人 朱 經 農
上海河南中路

印 刷 所 商 務 印 書 館
刷 印 書 廠

發 行 所 商 務 印 書 館
各 地

自序

科學之動物學，在我國發展，歷時僅二十餘載耳，遜清未造，學校設博物科，傳授動植礦物諸學，其目的在培養中學師資，高深研究未之聞焉。大學教本，夙稱希少，或翻譯東西古籍，以為傳誦之計，或逕採原文圖畫，以為教學之用；自對日作戰以來，中西交通阻隔，坊間教本缺少，後方需求甚殷，作者積多年教學經驗，參酌東西文獻，準以個人意見，編纂是書，取過去慣用之模式教材，並採當今歐美通行之動物生物學體制，期適合國情而便於教學，文字力求明晰，插圖務期精詳，凡本國材料可得者，無不盡量採用，書中插圖，作者費力獨多，共約三百八十圖，內二百圖為作者苦心經營設制而成，其中精細繪圖，如各門動物系統樹、昆蟲分類、脊索動物分類以及其他解剖、生態等圖，均因目前印刷困難，無法影印，一俟時局清平，印刷事業恢復後，當再行補入，期成完璧，復與世相見。茲為應戰時需要，匆促付梓，誠不免掛漏之譏，尚祈海內碩彥，不吝匡正是幸！

本書初稿承王仲濟、歐陽鐵翹、張真衡諸博士多所指示，饒欽止、陳邦傑諸博士對於圖案給予批評，王希成博士於發生學說曾加修改，濮霽君於編纂工作多所輔助，伍獻文博士不辭勞悴，詳閱全稿，悉心釐訂，深所感激。本書插圖，除第三十五圖潘君作，第三圖、第十圖、第十三圖、第二十圖、第二十四圖、第二十六圖、第一百零三圖、第一百十八圖著者自繪及借用黃天八個昆蟲圖外，多由馮鍾元先生手繪，中文仿宋圖註，由胡盛惠君繕寫，索引及校對工作，劉玉麟君幫助最多。其他借用及引用之圖，均在圖下註明來處，聊表謝忱而已。

陳 義

民國三十四年春序於重慶中央大學

例 言

本書以動物生物學體裁，敘述動物學中重要原理與事實，使初學者得其概念，然後循序漸進，不難窺其堂奧。

本書取材如遇有地域性者，均取我國習見之種類，俾教者學者易得觀摩之機會。

本書教材依進化原理排列，且處處與人生聯繫，以引起學者之興趣，於細胞學、生物化學、生物物理、分類學、發生學、生態學、遺傳學、進化論、古生物學等，均涉及之，適於文理教育各學系之用，而於解剖學、生理學、原生動物學、寄生蟲學、昆蟲學各門知識，尤多敘述，俾作醫農各系之先修教本。

譯名多採用通用而合理者，如已經審查，則採用審查名詞，間有不甚合者，仍從已見，例如 Cleavage 審查為「分裂」。分裂二字太普通，不能表示受精卵之分裂，故譯為「分割」，俾「全割」「等割」等名詞，得能通順。

多數動物學名詞，未經沿用者，則從鄙見譯之，如感動系統、裂殖子、肢脚幼蟲等。

已審定或審定已出版之名詞，若審定不一致，或有覺不盡妥者，仍從己意，如：中央孔、毛狀體、生命樹、共泄腔、耳下腺、豆狀囊、周邊神經、膀胱液、原口、動作神經、著點、端層、端腦、腦橋、墨室、墨丸垂、膜成骨、蟲狀垂、蟲狀體、體腔膜等等，如遇兩名詞通用者，附註同名，如「簡稱管」「審定喇叭管」等字。


書中記述動物之種，如屬希罕，或中國特有，或一屬中種數不多者，則屬名與種名，均記載之，例如 *Acipenser sinensis*，如種名不確或一屬下種數過多，或不普通者，則僅記屬名，種名缺如，例如一屬大蜻蜓 *Anax sp.* 以免初學者多記名詞徒勞而無功也。

本書教材，足供三學分至六學分（或六學分）之用，選擇教材當視學生需要而定，如農學院注重低等動物昆蟲學及高等動物形態與生理等等，醫學院注重寄生蟲學病理學血清學節足動物高等動物之解剖生理等等，依著者經驗，每學期以十六星期計算，應作下列之分配。

章次	教	材	三學分時數	六學分時數
I	緒論		0.5	1
II	細胞		1.5	2
III	原生質			1.5
IV	動物分類		0.5	1.5
V	原生動物		4	4.5
VI	多孔動物			0.5
VII	腔腸動物		1.5	1.5
VIII	扁蟲動物		2	2.5
IX	圓蟲動物		1	2
X	環節動物		2.5	2.5
XI	節足動物		4.5	5
XII	軟體動物			1
XIII	棘皮動物			1
XIV	脊索動物：文昌魚，鯊魚，蛙	文昌魚 2		2+3+4.5
XIV	哺乳動物		5	
XV	皮膚·骨骼·肌肉			1+1+1
XVI	消化與循環			2+3
XVII	呼吸，排泄，內分泌			1+2+1
VXIII	神經與生殖			3+1
XIX	發生學			3
XX	遺傳學		3	3
XXI	生物與環境			3
XXII	進化論		3	3
XXIII	動物學史		1	1
			32	64

一、本書取材雖曾在中央大學試用而數度更改，以時間迫促，其中尚有斟酌之處，倘蒙海內產殖音子賜教，則幸甚焉。

目次

第一章 緒論——動物學之意義 動物學之範圍 普通動物學之使命 動物學與其他學科之關係	1
第二章 動物體之構造單位(細胞)——細胞之發見 細胞學說 細胞之構造(甲、細胞體 乙、細胞核) 細胞分裂(甲、無絲分裂 乙、有絲分裂) 染色體之形態 減數分裂 細胞之種類 細胞組合 細胞學參考書	13
第三章 生命之物質基礎(原生質)——原生質之發見 原生質之化學性質(原生質之化合物、原生質之元素) 原生質之物理性質(原生質之物理狀態、原生質之物理現象) 原生質之運動 原生質之生物特性(代謝、滋長、生殖、適應) 原生質之原始、特進論、死物發生、活物發生)	13
第四章 動物之分類——分類之需要 古代分類法 林內分類法 國際動物學名詞之規約 人為分類與自然分類 動物界之門	20
第五章 原生動物——本門動物之特徵 肉足綱(變形蟲之形態及生理、其他肉足類代表如赤痢原蟲、有孔蟲、太陽蟲) 鞭毛蟲綱(眼蟲之形態及生理、其他鞭毛蟲類代表如盤藻、團藻、黑熱病原蟲、夥鞭毛蟲) 孢子蟲綱(總蟲、其他孢子蟲代表如單胞蟲、微粒子) 纖毛蟲綱(草履蟲之形態及生理、其他纖毛蟲類代表如毛氈蟲、輪形蟲、倒錐蟲) 原生動物與人類關係(人類疾病之原蟲、病害牲畜或其他經濟動物、與土壤肥沃關係、污穢飲水、造成地震之原生動物) 原生動物學參考書	28
第六章 多孔動物——本門動物之特徵 形態及生理(毛氈之形態、生殖、構造、營養) 海綿動物之代表(白絲海綿、偕老同穴、拂子介、淡水海綿) 海綿之胚胎 海綿之經濟價值 海綿在動物界之位置	47
第七章 腔腸動物——本門動物之特徵 形態及生理(水螅之產地、構造、營養、生殖、受精及發生、再生作用、行爲) 其他腔腸動物代表 藪皮蟲、海月水母、海葵、珊瑚) 腔腸動物之經濟價值	51
第八章 扁蟲動物——本門動物之特徵 形態及生理 甲、渦蟲(產地、外形及各系統、再生作用) 乙、華肝蛭(外形、各系統、生命史) 其他扁蟲動物代表(腸蛭、住血蛭、肺蛭、豬鐵蟲、牛鐵蟲、  鐵蟲、水胞鐵蟲) [附錄]寄生蟲卵檢驗法	58
第九章 圓蟲動物——本門動物之特徵 形態及生理(蛔蟲之外形、體層、各系統、生命史) 其他圓蟲動物代表 十二指腸蟲、蟯蟲、旋毛蟲、血絲蟲、微線蟲、大棘頭蟲) 寄生蟲與宿主之關係 寄生之起源與進化、寄生蟲傳入人體之途徑、宿主對寄生蟲之反應) 寄生蟲學參考書	63

第十章 環節動物——本門動物之特徵 形態及生理 (蚯蚓之外形、體層、內部解剖、發生) 其他環節動物代表(沙蠶、鰓蟻) 環節動物在無脊椎動物中之位置 (附錄)中國寡毛目之各屬	74
第十一章 節足動物——本門動物之特徵 形態及生理 甲、長足蝦(外形、附肢、體層、內部系統、發生、自切與再生、生物發生律) 乙、蝗蟲(外形、內部系統、發生) 昆蟲通論(昆蟲分類、口器、足之適應構造、社會組織、擬態、變態) 其他節足動物(豐年蟲、蟹、蠶、蜘蛛、疥癬蟲、蜈蚣) 節足動物與人生 昆蟲學參考書	84
第十二章 軟體動物——本門動物之特徵 形態及生理 甲、河蚌(材料與習性、外形、內部解剖、體腔) 乙、蝸牛(材料與習性、外形、內部解剖) 其他軟體動物代表(石蠶、田螺、烏賊) 軟體動物與人生 軟體動物與地層 軟體動物在動物界之位置	111
第十三章 棘皮動物——本門動物之特徵 形態及生理(星魚之外形、內部系統) 其他棘皮動物代表(海膽、海參) 棘皮動物在無脊椎動物中之位置 無脊椎動物學參考書	118
第十四章 脊索動物——本門動物之特徵 本門動物之分類(鰓鰓、尾索、頭索、脊椎四亞門) 脊索動物之化石 脊索動物之經濟價值 形態及生理 子、文昌魚(外形、內部解剖、胚胎發生) 丑、鯊魚(外形、內部解剖) 寅、蛙(外形、內部解剖、胚胎發生) 脊椎動物學參考書	122
第十五章 高等動物之解剖及生理	
第一 皮膚系統——皮膚之原始及演進 皮膚之構造 皮膚之生長物(爪、油脂腺、臭腺、汗腺、乳腺、齒) 皮膚之功用	155
第二 骨骼系統——骨骼之原始及演進 骨之種類 脊椎、肋骨、助骨及胸骨、頭骨、上下頰、舌骨、肩帶及前肢、髖帶及後肢) 骨之分化 骨之構造 骨骼之生理	158
第三 肌肉系統——肌肉之原始及演進 肌肉之構造 肌肉之分化(平滑肌、骨骼肌、心肌) 肌肉之生理(肌肉之化學、肌肉之化學變化、肌肉緊張)	162
第十六章 高等動物之解剖及生理(續前)	
第四 消化系統——消化系統之原始及演進 消化器官 消化腺 食物種類(無機物、有機物、維生素) 食物之消化 食物之吸收及分布 食物之運用及轉變	166
第五 循環系統——循環系統之原始及演進 循環器官(心臟、動脈、靜脈及淋巴系統) 血管生理 血液組成 血液之功用 免疫 血屬	173
第十七章 高等動物之解剖及生理(續前)	
第六 呼吸系統——呼吸系統之原始及演進 呼吸器官(喉頭、氣管、肺臟) 呼吸生理(呼吸色素、呼吸動作、氣體交換) 外呼吸與內呼吸	180
第七 排泄系統——排泄系統之原始及演進 腎臟之變遷 腎臟之構造 尿之成分 泌尿生理 皮膚之排泄 肝臟之排泄	183

第八 內分泌系統——內分泌之意義 內分泌器官之構造及生理(甲 甲状腺、副甲状腺、腦下垂體、副腎腺、胰島腺、胃粘膜腺及腸粘膜腺、生殖腺、腦上腺、胸腺、脾臟、肝臟、神經素) 內分泌與人生 內分泌學參考書	187
第十八章 高等動物之解剖及生理(續前)	
第九 神經系統——神經系統之原始及演進 脊椎動物腦之發生 腦之構造(大腦、間腦、中腦、小腦、延腦) 脊髓之構造 腦神經及脊神經 自主神經系統 神經原 腦脊髓之功用 大腦、間腦、中腦、小腦、延腦、脊髓 反射動作(簡單反射、複雜反射、替代反射、本能) 學習與智力 神經之傳導 感覺器(觸覺、味覺、嗅覺、聽覺、視覺)	191
第十 生殖系統——生殖系統之原始及演進 種質與體質 生殖器與排泄器 生殖器官 舉丸與卵巢之構造(甲、舉丸 乙、卵巢) 解剖學及生理學參考書	205
第十九章 高等動物之發生——發生之意義 生殖細胞(精蟲、卵) 生殖細胞之發生(精之產生、卵之產生) 受精作用 胚胎之發生 家畜之胚胎(卵、分割、原腸胚、脊索與中胚層、神經系統、消化管、排泄器與生殖巢、循環系統、胎衣、卵黃) 哺乳類之胚胎發生(桑椹期、囊胚期、原腸期、中胚層之形成、胎衣、胎盤、生產) 發生學說 胚胎學參考書	212
第二十章 生物之遺傳——遺傳之意義 孟德爾之工作 單性雜交之遺傳 孟德爾定律(顯性律、單純性質、分離律、自由組合律) 二性雜交之遺傳 三性雜交之遺傳 基因與染色體 新孟德爾學說 連結遺傳 性連遺傳 性之決定 互換 染色體圖 天性與習性(優劣學、優生學) 遺傳之疾病 遺傳學參考書	222
第二十一章 動物與環境——生態學之意義 動物與無生物環境(水分、溫度、壓力、光線、氣體、化學性) 動物與生物環境(動物與有機食物之關係、動物與同種之結合性、動物與種間之結合性 a. 共棲 b. 共生 c. 寄生) 動物自衛上之適應 動物與學上之適應 動物在陸地上之分布 全北區(舊北區、新北區、東方區、非洲區、澳洲區) 動物在海洋之分布(海流、海中動物之垂直分布) 生態學參考書	231
第二十二章 生物之進化——進化之意義 種之由來 機體進化學說(甲、拉馬克學說 乙、達爾文學說 丙、直生說 戊、突變說) 進化論之證據 甲、分類學上之證據 乙、比較解剖學上之證據 丙、胚胎學上之證據 丁、生理學上之證據 戊、地理分布上之證據 己、地質學上之證據(馬之進化、人類進化) 進化之原因及途徑(內部原因、外部原因、體質影響體質) 進化論參考書	242
第二十三章 動物學發達史——我國動物學之史略 西洋動物學之史略 甲、古代動物學 乙、黑暗時代之動物學 丙、文藝復興時代之動物學 丁、顯微鏡發明時代之動物學 戊、近代動物學(分類學、比較解剖學、胚胎學、細胞學及細菌學、進化論、生理學、遺傳學、試驗動物學) 動物學史參考書	254

總參考書	258
動物學字彙	259
專有名詞索引	275
中文名詞索引	278
編者後語	290

動 物 學

第一章 緒論

一、動物學之音義 動物學爲研究動物界各種事實而推求自然法則之科學。按動物學 Zoology 一名詞，由希臘文 ζῷον (動物) 與 λόγος (研究) 二語根所合成；故簡言之，即研究動物之科學也。動物學今已成爲獨立之科學，與植物學兩相並行，同爲研究各種生物及生命現象之科學，因此有綜合動植物學二者，或取研究動植物共有之性質與現象者，名曰生物學。在昔科學尙未充分發達時，分門含糊，以動植礦三者同屬一種學科，統稱爲博物學。近日學科分門，精而且詳，不僅礦物學自成一門科學，即動物學與植物學，亦各自成專門科學矣。

二、動物學之範圍 動物學包含甚廣，約言之，不外動物之形體與生理兩方面之事實；凡研究動物體內外部之構造者，屬形態學，就各構造而探討其功用者，屬生理學，然有時兩者互相關連，研究時難以分離，言形體者，不可廢生理，而論生理者，亦不能離形體，如胚胎學、實驗胚胎學、病理學等，每涉及形態與生理兩方面。今將動物學之主要分科，略述如次，藉明動物學領域之梗概：

(一) 屬於形態學者

解剖學 解剖學即研究動物體之粗大構造，如器官系統等，以明瞭其形狀位置及其相互關係。如以人體爲研究對象者，曰人體解剖學，如解剖各種動物，而比較諸器官之形態，以求其同原或同功之知識者，曰比較解剖學；此外更有以一器官系統爲研究對象者，則有骨骼學、肌肉學、脾學、神經學、血液學等等。

組織學 組織學即研究動物體各部分之細微構造，而以組織爲其研究

之對象，如動物之胃、肝、心、肺等，均由各種不同之組織組成也。

細胞學 細胞學即以身體組成之細胞為研究資料，就細胞之細微構造，如質體、粒線體、染色體等，作形體上之探討，有時亦涉及其生理現象。

分類學 分類學即就各動物形體上之特徵，辨別其異同，以決定血緣之遠近，乃分門別類，以成動物界之譜系。

古動物學 古動物學即研究地質學上諸時代所遺留動物化石之形體，以闡明其血緣、生態及與現存種類之關係，以及各地層中動物分布之情形。

生物統計學 生物統計學即用度量衡諸器具，測量動物（或植物）之重量、個數、長短、彎曲、角度等，用統計方法，以測定其變異情形。

(二) 屬於生理學者

生理學 生理學即研究動物體之生活現象及諸器官功用之學問，如以生活物質之各種物理或化學性質為研究內容者，曰普通生理學，專論原生質之物理現象者，屬生物物理學，專論化學性質者，屬生物化學；若論人體各器官之生理現象者，曰人體生理學，若研究動物各器官之功用及其生理現象，互相比較，或與人體相比較者，曰比較生理學，或稱動物生理學。

生態學 生態學即研究動物與其外圍他生物及無生物環境所發生之關係，蓋動物每受環境之影響，使生活上或構造上發生變化，此學與生理學亦有密切關係。

動物心理學 動物心理學，即以客觀地位，研究動物之心靈現象如本能智力等，通常即觀察動物行為，或用各種試驗，以窺測其心靈作用。

動物社會學 動物社會學，即研究各有合羣性動物之生活行為及其種種活動。

(三) 兼屬於形態及生理學者

胚胎學 胚胎學即研究動物之個體發生，自受精卵起以至個體完成之時止，求得各器官發達之狀態。

實驗動物學 實驗動物學即以人為方法，改變動物外圍狀態而研究其形體、生理或生態學上之結果，有實驗形態學、實驗胚胎學、實驗遺傳學等分別。

遺傳學 遺傳學即研究生物各種性質之遺傳行動及法則。

進化論 進化論即就形態生理遺傳及動物分布各種事實，而推求種之演變。

病理學 病理學即研究因病害而起，形體上及生理上所生之變異。

動物地理學 動物地理學即研究動物在某地理區之分布及追究其分布狀態之原因等等。

除上述動物學諸分科外，尙有不少專門學問，以一類之動物爲對象者，如寄生蟲學、昆蟲學、蠕蟲學、魚學、爬蟲學、鳥學、獸學等，更有專以動物之生產效用或役使爲研究材料者，則屬應用動物學、應用動物學，有畜牧學、農林動物學、水產動物學等等。

三、普通動物學之使命 普通動物學，爲習動物學者之第一學程。往時嘗以數種模式動物，就形態及分類各方面，作個別研究，故其教材之分配，每嫌未能勻均，斯篇之作，取事實與理論重並，舉凡生物體之基本物質、動物之認識與分類方法、高等動物之解剖與生理、生物之遺傳、動物與環境之關係、物種之演變及動物學發達史等，均在本學程討論範圍之內。若就動物學之分科而言，則如細胞學、解剖學、分類學、生理學、胚胎學、寄生蟲學、古生物學、生態學、遺傳學及進化論等，均略及之。

四、動物學與其他學科之關係 動物學所研究之對象爲動物，而人類爲動物進化歷程中之最高等者，故人生一切事物如行爲、社會、形態、生理、遺傳及進化等，仍不能離動物界之事實，故動物學實爲人生最有關係之科學也。茲更將其他學科，與動物學關係較切者，條列如下：

(一)農業科學 農業實爲人類所經濟之生物生產事業，故與生物之關係，至爲密切，是生物學直接或間接爲解決農業問題之基本知識。單就動物學而言，全部動物生產事業以及農作物蟲害之防治，莫不利賴於動物學之研究也。

(二)醫學科學 醫學科學之最後目的，爲謀人類疾病之治療及防治法，故以人類構造生理及病理等學科爲基礎，但人體之一切事物，與動物界之事物，不能分割，且醫學之一切實驗，仍先以動物爲材料，是故動物學實爲醫學之基本科學也。

(三)物理及化學 生命現象，可視爲複雜之物理及化學之作用相互而成，雖目前未能盡由普通物理學及化學之作用解釋之，然亦可見其間關係之密切，降至近世，生物化學及生物物理學，漸見發達，已將生物學與理化融合爲一，而不能分割其範圍矣。

(四)地質學 古生物學在地質學中佔重要之位置，地質之決定，有賴古

生物之研究者至大。但考古生物學之性質及其探研方法，不啻為生物學之一支，又古生物與現存生物有血統上之聯繫，更可見兩者相關之密切也。

(五)心理學 心理學為研究動物或人類之意識智力及其他行為之科學，完全以神經系統為其物質之基礎，故習心理者，必須明瞭動物神經系統之構造及功用，是心理學亦可視為動物學之一支也。

(六)社會學 社會為一有機體，社會之組織與活動，均受生物學原理之支配；治社會學者，不僅要明瞭人類之社會生活，且須研究動物之社會生活及遺傳進化諸原理，藉以明瞭社會之真諦。

(七)教育學 教育學即研究人類身心發展之學問，必須了解動物體之構造、功用、遺傳及進化諸事實，始可謀人類教育之進步。

除上述學科外，其他如歷史、哲學、倫理、美術、宗教等學問，均需要基本之生物學知識，要知在科學未昌明之時，對於自然界現象及一切生物學上問題，容有觀念錯誤，解釋失當之處，迨生物學發達後，人類思想，於是解放，自然界真理，漸得有確切解釋，歷史哲學等學問，乃另具新面目矣。

第二章 動物體之構造單位(細胞)

一、細胞之發見 在顯微鏡未發明之時，生物體之細微構造，無從窺察，細胞學之發達，不過數十年間之事，然細胞之發見，幾有三百年之歷史，在十七世紀中葉(1665)，英人何克 (Hooke)，係以其所製顯微鏡，得見木栓中蜂房狀構造，特名曰細胞，其實僅指空室之輪廓而言，並無深長之意也。彼時馬爾比其 (Malpighi)，觀察動物之組織，荷蘭人 婁文河克 (Leeuwenhoek)，發見原生動物與細菌等單細胞生物，於是細胞外表之認識，已具端倪。

二、細胞學說 細胞之最初發見，僅外表之空殼。於生物體尚無確切意義可言，即至十九世紀之初年(1831)，英人卜郎 (Brown)，雖已發見細胞核，然對於細胞之重要性，仍未明曉。數年後，德國植物學家 許拉亭 (Schleiden 1838)與動物學家 許旺 (Schwann 1839)發表細胞學說，開生物學史上之新紀元。二氏各就所見，發謂動植物之體，均由細胞組合而成，兩者外觀縱大有異，其基本構造，則頗一致；生活物質，既集中於細胞，複雜體制，不過為個別細胞之集合體，全身之活動，係多數細胞協作而成，故細胞實為個體之重要基本單位。此種學說，雖仍嫌淺薄，然因重視細胞，引起後來學者，從事細胞學之探討，於生物學之發展影響甚大。如胚胎發生之性質，受精現象之謎，細胞中之物理化學變化，病理之真像，以及遺傳機械等等問題，皆因此而得所以解決之道。但生物學之知識，尚未詳盡，而有待研究者頗多，欲破生命在自然界之謎，尚須從細胞方面，多事研究焉。

三、細胞之構造 細胞之大小，各各不同，最小者如血球中之寄生原虫，最大者如駝鳥之卵，此中不可以道里計也。至其形狀，則隨地不同，有柱形、扁平形、橢圓形、六角形及長筒形等，難能盡述。就構造言，動物之細胞，雖皆相似，然其細微構造則無一完全相同者，今就一模式之細胞，列述其構造如次：

甲、細胞體 (cytosome)

(一)細胞膜 細胞膜為細胞外圍之一層薄膜，高等植物有甚厚之細胞壁，或為木質，或為纖維質所組成。在動物細胞，多半為半透性之膜，間有由細胞分泌之角質或幾丁質形成者，此外由鈣質矽質及纖維質形成者，亦得見之。

(二)質膜 質膜為細胞質外圍極薄之一層，平時緊貼細胞膜之內，不易

見之，惟細胞質收縮時即顯現；亦有單獨存在者，如變形虫之質膜，爲最明顯之例。

(三)細胞質 細胞質 (cytoplasm) 爲生活之原生質，在胞膜之內，胞核之外，通常呈粘厚之液狀物質，內含粒狀或線狀或其他之構造。

(四)中心體 中心體 (centrosome) 在細胞分裂時始得顯現，中有中心粒 (centriole) 一顆，或分裂爲二顆，四周透明之區，爲中心球 (centrosphere)，球之四周，間呈輻射狀細絲，是爲星線 (astral rays)。

(五)粒線體 粒線體 (mitochondria)，在生活細胞中，幾均有之，形狀地位，最易變換，通常所見者，爲線形、或粒狀或桿狀，或網狀之極細小體，分布細胞質中。其性質 (染色反應與溶解度) 約與摺脂類相似。生活細胞中，須用 Janus green B 染之，方可顯現。若以醋酸劑固定，常消失不見，以適當固定劑 (如 osmic acid 等)，始能表現。在胚胎細胞中，最爲普通，或與細胞呼吸有關。

(六)小纖維 小纖維 (fibrillae) 係細胞質分化而成，動物細胞如肌肉、神經、上皮及腺體等細胞中有之。

(七)質體 質體 (plastid) 爲粒狀之小體，散布於細胞質中，有有色及無色之分，有含葉綠素者爲造成澱粉之用，此種葉綠體爲高等動物所無，但在原生動物中，甚屬普通，如眼虫等是。

(八)空泡 空泡 (Vacuole) 爲細胞質稀少或缺少之處，形成泡狀構造，在植物中，最爲常見，在動物細胞中缺少或不顯著，但在單細胞動物，較爲普通，泡內或含液體或含氣體。

(九)後成質 後成質 (metaplasm) 爲細胞質內無生命之物質，如砂粒、結晶等，有時爲細胞質之產物，如澱粉粒、油點及分泌物等。

(十)高爾基體 高爾基體 (Golgi bodies) 須用特別染色方法，始能察見，爲多數細長轉曲之線狀構造所組成，或聚集一處，或分散於細胞質內。

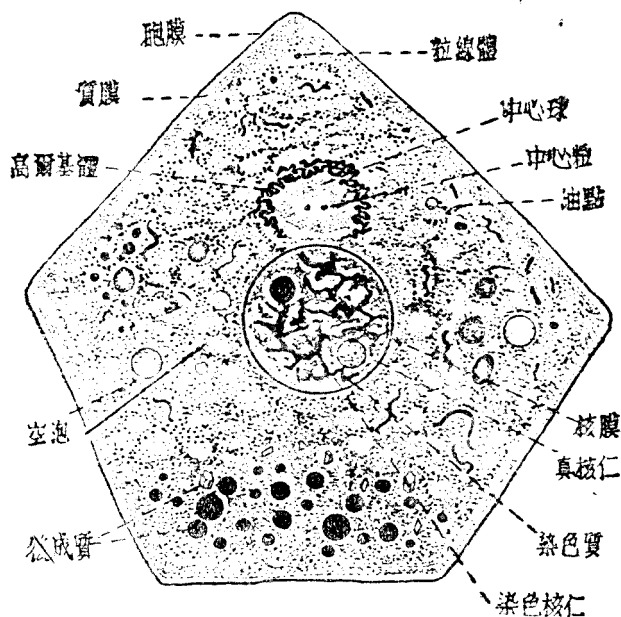
乙、細胞核 (nucleus)

(一)核膜 核膜爲胞核周圍之一層薄膜。

(二)核液 核液 (karyolymph) 爲核內無色之液體，或稱核漿。

(三)網狀物 動物細胞核之核質，類多均勻，但亦有時呈網狀構造。網狀物 (reticulum) 可分 (1) 線網狀物 (linin network) 爲核內不易染色之生活物質，在植物細胞中，較爲常見，但多數學者不認爲細胞核之構造。

(2) 粒網狀物(chromatic reticulum) 爲核內易染色之顆粒，結成網狀者，分布於核漿內，通稱爲染色質。



第一圖 細胞之構造 五角柱形細胞之切面，表示經染色後之各種構造 (著者圖，取意 Hegner)。

(四) 核仁 核仁爲核內圓形小體，可分 (1) 真核仁 (plasmosome) 爲一個或數個不易染色之小體。(2) 染色核仁 (karyosome) 則爲一個或數個易染色之小體，常於網狀物間見之。

(五) 染色體 染色體 (chromosome) 爲存在核內之染色質所形成，通常染色質無一定形狀，或爲粒狀，或爲線狀，且不甚顯著。在細胞分裂時，染色質先聯成長線，再分段而爲粗大之染色體，染色體之數目形態及行動，隨生物之種類而異，爲遺傳上之重要物質。

四、細胞分裂 細胞之體積，恆有一定，增長至某種程度，內部發生變化，而行分裂。分裂時，胞核先分，繼及細胞質，因此細胞個數增加，生物體乃得滋長。依胞核分裂之現象，可別爲二種分裂法：

(註) 著者圖 words denoting author's figures.

甲、無絲分裂 無絲分裂 (amitosis), 即胞核不經任何階級, 直接分裂爲二, 草履虫大核之分裂即屬之。此種分裂, 在高等動物細胞中, 較爲少見, 普通細胞在麻醉情形之下, 或組織正在退化時, 有此現象。

乙、有絲分裂 有絲分裂 (mitosis), 爲細胞最普通之分裂法。在分裂之前, 核內之染色質, 先起變化, 形成染色體, 而後染色體平均分開, 細胞隨即分裂; 此一套染色體之變化及行動, 雖爲繼續動作, 然爲易於說明, 可分下列數期:

(一) **前期 (prophaso)** 核內分散之染色質, 當將分裂時, 聚集而成一雙股並合之絲條, 亂繞成團, 稱染色絲團 (spireme)。此連續之絲條上, 染色質分配不勻, 似成節狀, 稱染色節 (chromomere)。是時中心體發現於核外之一邊, 其中心粒縱分裂爲二, 漸次移開。該期之末, 染色絲條, 漸成粗而短之染色體, 同時核膜亦消失。

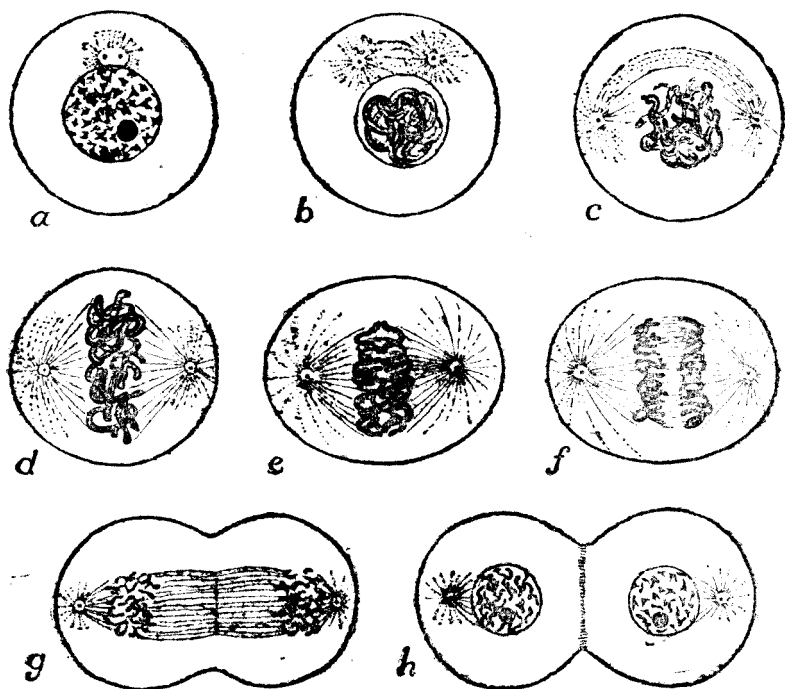
(二) **中期 (metaphase)** 在前期所形成之染色體, 此時排列在赤道板 (equatorial plate)上, 中心體分成兩星體, 移至兩極, 稱兩星體 (amphiaster)。紡錘線聯絡星體與染色體, 附着各染色體之一定地點, 繼之染色體縱分, 而爲相同二套, 列在赤道板之兩面。

(三) **後期 (anaphase)** 赤道板上成對之相同染色體, 互相分離, 各向兩極進行, 紡錘線附着一端先分離, 染色體向兩星體移行, 似由此線吸引者然。

(四) **末期 (telophase)** 染色體行至兩極星體處, 消失而爲一堆之染色質, 繼成網狀構造, 星線消滅, 核膜亦形成; 此時細胞質亦分裂, 乃成完全二個細胞。

有絲分裂所需之時間, 視細胞種類及溫度而異, 大約須一小時或至三小時, 方可完畢。前期所需之時間最長, 假定爲三十分鐘, 中期次之, 假定爲十分鐘, 後期爲三分鐘, 末期至細胞質分裂爲六分鐘, 但子胞核之重組, 需時較長, 或須一小時以上。

(五) **染色體之形態** 各種生物染色體之數, 恆有一定, 譬如馬蛔蟲爲四, 果蠅爲八, 人類爲四十八, 亦有多至數百個者。普通爲偶數, 亦有爲奇數, 同種雌雄個體, 染色體數往往不同, 如雄蝗蟲爲三十三, 雌蝗蟲爲二十四是也。至其形狀及大小, 差別甚大, 普通爲桿狀, 亦有作球形者, 小者不及 $1/1000$ 耗, 大者比 $1/50$ 耗爲稍大。在中期分開之二套, 各染色體之配偶對, 其形狀及大小完全相同, 稱爲相同染色體對 (homologous pair), 所以已分



第二圖 細胞之有絲分裂 a. 休止期，核內染色質成網狀，中有染色核仁，一邊中心體出現。 b. 前期，染色質凝成絲團，中心體分裂，中心粒向兩極移動。 c. 前期，染色體變短而粗，星線向兩極移，同時核膜消失。 d. 中期，染色體排列在赤道板上。 e. 中期，染色體縱分裂。 f. 後期，一半染色體分開，各向兩極行。 g. 末期，染色體行近星線，中心粒分開，同時細胞體亦開始分裂。 h. 末期，染色體分散，成網狀染色質，核膜形成，星線亦漸消滅，細胞即分裂為二，復入休止狀態，如 a (假定雙數染色體為二十三，約如蝗蟲精細胞之分裂。)(著者圖)。

開兩個細胞內之染色體，其數目、形狀、大小，無不相同，且每個染色體，永保其固有之個性，倘未經此複雜之有絲分裂，染色質之分配斷無如此均勻，染色體之個性，亦難永久不變，如果蠅之四對染色體 (圖見遺傳章內)，每對各有其個性 (即形狀大小及遺傳性質等)，且千萬代之後，亦不變異，倘染色體個性有變，則此動物外表性質，亦因而變，種亦隨之而變矣。

原來各種遺傳性質，皆作直線排列於各個染色體上，經特別染色之後，且用最高倍顯微鏡，得見其複雜之構造。在前期時，核內有細長雙股之絲條，稱染色線 (chromonema)。染色線受周圍易染之基質包裹，變粗變短，即形

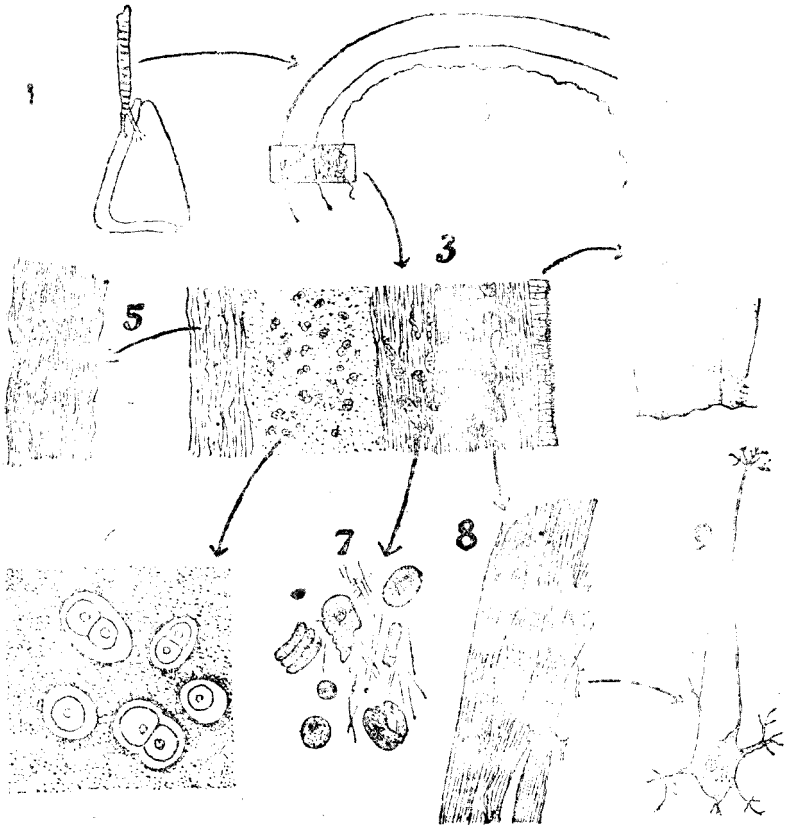
成染色體，染色線即在染色體之中，每線上有大小不同之染色質，似成節排列，稱染色節，每個染色節，約由數個染色小粒 (chromiole) 組成；遺傳因子（通稱爲基因 gene）之物質基礎，或即在此染色小粒之中，有絲分裂，即將此細微構造，分配均勻，故染色體之數目、形狀、大小，亦可永久不變，此種觀念。在初學者或不易明曉，然欲了解各動物之個別性，須先討論之。

六、減數分裂 細胞經過分裂之後，各細胞之染色體數目如仍舊不變，則雌雄兩種生殖細胞交合，子代染色體數，豈不多增一倍？但事實則不然，蓋生殖細胞分裂多次，至成熟時，有一次特殊分裂，稱爲成熟分裂 (meiosis)。此次分裂之後，其染色體數目，僅得原來之半，若就果蠅染色體而論，成熟分裂後，每個細胞僅得半數染色體，即爲四個，故稱爲減數分裂。雌雄配子，均僅單套 (haploid) 染色體，故經配合後，又還原而爲雙套 (diploid)，此中詳情，論生殖細胞時，當再詳述之。

七、細胞之種類 在少數羣體原生動物中如團藻等，已可分兩種不同之細胞，即種細胞與體細胞。後生動物之體制，亦可分此兩種細胞。種細胞包括一切原始種細胞及其分化之精細胞與卵細胞。體細胞不久即死，種細胞成熟後，與親體分離，再產生新個體，新個體復可分出種質 (germ) 與體質 (soma)，如此循環不已，故種質可視爲一種本身永續型，即有永遠不死之可能性，而體細胞每代均須死亡也。體細胞又可分上皮細胞、肌肉細胞、骨細胞、血細胞、神經細胞等等。

八、細胞組合 後生動物之身體，均由多數細胞組合而成，此多數之細胞，自有其構造與功用之不同。凡多數相似細胞之集合而行使某種功用者，曰組織。高等動物之體細胞，約可分爲六種組織，如（一）上皮組織 (epithelial tissue) 即指被覆身體內外表面上之細胞，在體外表面者如皮膚，在體內表面者如腸、氣管、子宮之內層細胞，其功用或爲保護，或爲分泌，或爲吸收，或爲排泄，各各不同。其形狀有扁平形、多角形、長柱形，有僅一層者，有重疊多層者。（二）結締組織 (connective t.) 含各種纖維而成韌帶、腱及別種膜狀構造以聯絡身體各部分，其纖維有彈性纖維及白纖維之別。（三）支撐組織 (sustentative t.) 即爲一種堅固構造，由細胞分泌形成，可抵禦各種震動或壓力者，如軟骨（或稱髓）與硬骨是也。軟骨可分透明軟骨與纖維軟骨等，硬骨多細胞間堅硬填充物，含有多量鈣質與磷質。（四）肌肉組織 即細胞體產生微細纖維，富伸縮性，而爲身體活動之主宰，此種小纖維，可分有橫紋

與無橫紋二種，前者如骨骼肌(或稱橫紋肌)心臟肌屬之，後者如腸胃子宮等之平滑肌屬之。(五)神經組織 即身體中特殊之細胞，有感受刺激而可傳導至他細胞，引起反應者，如神經細胞神經纖維是也。(六)循環組織(或稱血液組織) 即以血液或淋巴為細胞間質，其中之細胞有紅血球白血球淋巴細胞等等。



第三圖 器官系統及組織之圖解 1. 呼吸系統。2. 呼吸器官——氣管之橫切面。3. 氣管一部分放大。4. 內面之纖毛上皮組織。5. 彈性纖維結締組織。6. 軟骨(支撐組織)。7. 血液組織。8. 肌肉組織。9. 神經組織(著者圖)。

器官及系統 凡多數不同組織之集合而行更某種功用者，曰器官(organ)。如氣管為一器官，則由不同組織，如上皮、結締、軟骨、平滑肌、神經、血

液等所組成，行使傳遞空氣防禦外物侵入等功用。原生動物雖無器官，但常有行使器官功用之構造，如纖毛、食物泡、伸縮泡、偽足、胞口等，名曰小器官 (organelle)，或簡稱胞器 (cell organ)。凡由多數不同器官之集合而行使某種功用者，曰系統 (system)。例如鼻、喉、氣管及肺臟不同器官，組成一呼吸系統，行使呼吸功用。高等動物身體中主要系統，可分九種。如 (一) 皮膚系統 包括皮膚及其產生之羽翹、毛髮、骨甲、鱗片及腺體等器官。(二) 消化系統 包括口腔咽頭食道胃腸及其附屬器官如齒舌各種消化腺等，行使消化及吸收等功用。(三) 循環系統 包括心臟、動脈、靜脈、微血管、淋巴管等器官，行使輸送養料、養氣及廢物等功用。(四) 呼吸系統 水棲者有鰓片、鰓蓋等器官，陸棲者有氣管、肺臟等等。(五) 排泄系統 包括腎臟、膀胱、輸尿管等器官，行使排除廢物之功用。(六) 肌肉系統 包括身體各肌肉及心臟、腸、胃、子宮等器官，易收縮而又易恢復，行使身體全體或局部之運動。(七) 骨骼系統 包括中軸骨如頭顱、脊梁、舌骨、胸骨、肋骨等，附肢骨如股骨、脛骨、腓骨、趾骨、趾骨等，行使支撐身體附着骨肌及使各部行動等功用。(八) 神經系統 包括中樞神經系，如腦、脊髓等，周邊神經系，如腦神經、脊神經等，自主神經系，如交感神經、副交感神經等。又有接受刺激而引起各種感覺之器官，如皮膚、眼、耳、鼻、舌等，有觸覺、視覺、聽覺、嗅覺、味覺等功用。(九) 生殖系統 主要生殖器官，則為卵巢及精巢(或稱睪丸)，產生卵子與精子，其附屬器則有卵黃腺、輸卵管、子宮、陰道、輸精管、陰莖等等，行使生殖之功用。

參考書

I. 細胞學：

Cowdry, E. V. (editor): *General Cytology*, 1924.

Sharp, L. W.: *Introduction to Cytology*, 1934.

Wilson, E. B.: *The cell in Development and Heredity*, 1925.

II. 細胞學技術：

Guyer, M. F.: *Animal Micrology*, 1917.

Lee, A. B.: *The Microtommis' Vade-Mecum*, 1928.

McClung, C. E.: *Handbook of Microscopical technique*, 1929.

第三章 生命之物質基礎(原生質)

一、原生質之發見 原生質爲細胞內最重要之物質，細胞質及胞核二者，均屬原生質。細胞質最早表現原生質之物理狀態，在 1835 年，當細胞學說尚未發表時，法人達夏定 (Dajardin)，已認識原生動物體中之物質。特爾爲肉質，許拉亨則稱爲膠質，德人蒙慕爾 (Von Mohl 1846) 將植物細胞中所見之膠狀物質，稱爲原生質。依斐因 (Payen 1846) 及康恩 (Cohn 1850) 之意見原生質不僅爲動植物二者同有之物質，且爲生命之源泉。德人蕭爾知 (Schultze 1861) 乃以原生質一名包括所有的生命物質。世稱彼之推論，爲原生質學說。厥後英人赫胥黎 (Huxley 1863) 認原生質一物，十分重要，爲生命所寄托之物質，故被錫以更有意義之名詞，曰『生命之物質基礎』；生命即由此物質所表現而來，生命並無一定實體，不過此奇妙之化合物所具各種性質，互相作用，乃成生命現象。此說見解，引起後來研究生物學者，從物理化學各方面，以探討生命之謎。

二、原生質之化學性質

(一)原生質之化合物 原生質係由有機物質之蛋白質、炭水化合物(或簡稱糖(carbohydrate)、脂肪與無機物之水分氣體及各種鹽類組合而成。三種有機物之性質及功用，以後尚須討論，無機物中之水分，爲原生質必需之物，體內各種生理作用，均需要水分，始得進行。動物體含水分之多寡，視種類而異，水母含百分之八十以上，普通陸棲動物約含百分之三十至四十；至於鹽類如氯、鉀、鈉、鈣、磷、碘、鐵等，氣體如氧、氮等，亦均爲動物體中所不可缺之物質。

(二)原生質之化學元素 在各種動物之原生質中，化學成分，各各不同，即在同一動物體中，其各部分亦不一致，譬如骨骼多鈣、磷，血多鐵質是也。如不論原生質本體或其產物，取人體原生質，用化學方法分析之，可得下列各種元素，如

氧 Oxygen	65%	鉀 Potassium	.35%
碳 Carbon	18%	硫 Sulfur	.25%
氫 Hydrogen	10%	鈉 Sodium	.15%
氮 Nitrogen	3%	氯 Chlorine	.15%
鈣 Calcium	2%	鎂 Magnesium	.05%
磷 Phosphorus	1%	鐵 Iron	.001%
	99%	碘 Iodine	微量
		氟 Fluorine	微量
			1.00%

蛋白質、碳水化合物及脂肪三類有機物質，均含多量之氧碳氫，而蛋白質更含有多量之氮及少量之磷硫等物，亦在身體內含量最多，而由氮氧二元素所合成。故此數種元素，在原生質中，佔特別地位。

三、原生質之物理性質

(一)原生質之物理狀態 原生質之種類既多，其物理狀態，就觀察所得，亦頗複雜，自其發現以來，學說紛紜，最主要者，有下列數說：(甲)泡沫說 是說謂原生質為極微泡沫狀態，此種泡沫，由較厚液體形成，分布於一種較稀薄液體之中。(乙)網形說 是說謂原生質為一種似海綿形之網狀構造，散在一種基本液體之中。(丙)纖維說 謂原生質不為網狀，而為小條之纖維所組成。(丁)粒形說 則謂原生質為極小顆粒所組成，此種顆粒，積聚於一種液體之中。

總之，在高度放大之下，原生質之性質不僅因種類而不同，即同一細胞在不同生理狀態之下，原生質之物理狀態，亦隨之而異，故上述任何一種學說，不能作為普遍之定律，但據近代研究之結果，原生質基本之構造，近代顯微鏡，尚不能窺見其底奧，平常所見之泡沫、顆粒、網狀等構造，或由原生質中物理化學之變化所得之表面狀況而已。原生質比重，較水為高，其密度約與甘油相似，為一種膠性物(colloid)。所謂膠性物者，在化學上，與結晶性物一名詞相對峙。結晶性物，即指易於結晶之物質而言，如食鹽、尿素、糖類等，溶解於水而易透過動物膜者是也。膠性物則指膠狀而不易結晶之物質而言，如膠類、蛋白、粉糊等，在水中擴散極緩而不能透過動物膜者是也。膠性物可分二相，即分散之顆粒，稱分散相。而浮着於一種連續媒質中，稱連續相。原生質之膠性物，有固體分散於液體之中者，如澱粉粒粒線體，分散於細胞液中是也。亦有液體分散於固體之中者，如水點散布於脂肪中是也。又有某種不易混合液體，分散於他一種液體之中者，如油點之雜於水中是也。原生質通常即含有膠性系統諸性質，有時流動呈液態(sol)，有時則較厚而呈膠態(gel)，且有時兩種狀態可互相轉變。在液態時，液體為連續相，而顆粒為分散相，在膠態時，則自較厚質點，互相集合而成連續之網狀物，液體散布其間，有時且成一片固體而液體分散其中。通常可互相變換其狀態，成可逆現象，若由化學品或熱度固定而成膠體者，則為不可逆現象矣。

(二)原生質之物理現象 就原生質而作物理學之研究者，屬於生物物理學，普通生理學所討論者，大都屬是種學問，本節內不能詳細討論，僅舉

數則，以示大概而已。(1)擴散作用(diffusion) 即兩種氣體或液體之分子，互相交換，以達平衡狀態之意，如某種物質在溶液中之分子或離子，可逐漸散布於他種分子或離子之間，終至兩種分子或離子分布均勻，試以食鹽少許，投入一杯清水中，則食鹽分子，溶解後即漸次擴散，終至分布均勻為止。此種現象，在生活細胞中，極為重要，氣體及各種溶解物質，在原生質及血液中分布之均勻，皆賴是種作用。(2)滲透作用(osmosis) 擴散作用，即兩種可混合之氣體或液體，互相擴散，至得全體均勻混合液為止。但若兩種濃度不同之液體，中間置以半透性膜，則見稀薄溶液之水，滲透至膜之他邊較濃之溶液體中，是謂滲透作用。所謂半透性膜，普通用動物膜如膀胱等，可透過水分，或亦可透過少許溶解物。今以杯盛5%糖與約1/20%食鹽之溶液，另以漏斗，用豬膀胱紮緊，盛以10%糖與約1/60%食鹽之溶液，插入杯之溶液中，則杯中之水可完全透過此膜而入漏斗，使漏斗之水升高，因此杯中糖分因水分減少而變濃，漏斗中之糖分，因水分增加而變稀。但食鹽分子，為半透性，一部分可經膜而滲入漏斗，杯中水滲入漏斗，而漏斗內溶解物分子，對此膜所施之壓力，曰滲透壓(osmotic pressure)。漏斗內糖溶液漸稀，則滲透壓亦漸低，待膜之兩邊均為約7.5%溶液，則兩種溶液達滲透平衡。細胞膜亦為一半透性膜，與人為之膜不同者，即其不僅可使水滲入，即固體或氣體分子，有時亦得滲入細胞內。原生質之滲透壓特高，故滲透作用亦特顯著，且生活細胞，均有選擇能力，何種物質吸取何種拒吸，因時因地而不同，此種選擇原因，尚未明曉，如腸之吸收消化物腺細胞之滲透分泌物及肺泡之擴散氣體，為最顯著之例也。(3)吸附性(adsorption) 氣體或固體，能附着原生質上，即原生質對某物質有吸附之作用如氧之吸附於血球上，食鹽離子附着於原生質之細粒上均是。(4)電荷(electric charges) 膠性物有傳電之能力，因其微小質點，均可荷電，且可傳至兩極，即因電之離子，與極微膠性粒起作用；荷正電之粒，游向負極，或荷負電之粒游向正極。原生質微粒之間，藉此電荷作用，以保持平衡；如細胞核荷正電，細胞質荷負電，如是核膜兩邊，電之性質不同，對於細胞生活歷程上，頗為重要。(5)滯性(viscosity) 凡液體之活動率，與其密度有關，膠性物之流動，自當較水為緩，故滯性愈高，流動愈緩，原生質之活動，亦視其滯性如何而定，滯性與水分多寡，溫度高低，均大有關係。血液之滯性較高，故需心臟及動脈之大跳動力，使之流動，原生動物之細胞質，滯性較低者，其流動亦較明顯。

(三)原生質之運動 原生質既為生活物質，當有運動能力，細胞內原生質起物理或化學變化時，其所含之分子或離子，盛行運動，但為顯微鏡所不及見耳。惟其液體或較大質粒之運動，則可得而見，如 (1)變形運動 原生質流動之方向概無一定，能使細胞之形體隨之而變，如變形虫、變形細胞、白血球等之運動均是。(2)伸縮運動 即纖維或滯性較高之膠性物伸縮時所引起之運動，如鐘形虫之柄、瘡虫之卵動子以及肌肉之伸縮均是。(3)川流運動 原生質在細胞內之流動，常依一定方向循環進行，如車輪藻草履虫之細胞質流轉皆是。(4)卜郎運動(Brownian movement) 即原生質之細粒體，在液體中所起之搖擺運動，其動作似無一定目的，亦無一定方向，各種密度較低之原生質，在顯微鏡下均可見之。

四、原生質之生物特性 原生質之特性，簡言之，即為具有生活能力物質之特性。生命即為一種活動，由原生質內各種化學元素，互相作用而致，但決非各種化學元素併合，即有此種活動。生物特性，首須內部分子，時時作用，時時變換，方可繼續活動，體內陳舊物質，經萎謝而排除，再由此化學變化之能力，產生新物質代替之，以保個體之生存。生物又須行生殖作用，前代死亡，後代得復繼續，綿延不已，以保種族之生存。生活物質，更須富於激應性，得行維持個體及種族之種種活動。此數種主要特性，分述如次：

(一)代謝作用(metabolism) 代謝作用，即指原生質內物質用去之後(=謝)需有新物質以補償之(=代)，或稱新陳代謝。代謝作用，可分為組成作用(anabolism)與分解作用(katabolism)二步驟討論之。

動物取有機物為食料，進食之後。由原生質分泌酵素(簡稱酶)，使食物起化學變化，是即消化。所謂消化者，即將複雜之物質，變成簡單物質也。已消化物質，經腸膜細胞吸收，後由原生質或血液循環，分布周身，與原有之原生質起同化作用(assimilation)，使已消化之有機物，變為該動物本身之原生質。此種組成作用之目的有二，一為添補已彫謝或異化之原生質，一為供給滋長之原料是也。至於分解作用，亦屬必要，原生質內已同化之物質(如炭水化合物、蛋白質及脂肪)，均可起分解作用，以應身體之需要。如呼吸即為最普通之事實。炭水化合物及脂肪，因與空氣中吸入之氧起氧化作用，產生水及碳酸氣(即二氧化碳)，同時使有機物中所含之儲能，因氧化作用，發散而為動能。此種動能，為身體內一切活動之源泉。排泄亦為一種分解作用，蛋白質非為氧化好材料，其分解作用，須經過去氨基作用(Deamination)，所

餘各種氨基酸，可供原生質滋長之用，分解後之廢物，爲氨、尿酸、尿素及無機鹽類等，在高等動物由腎臟、皮膚及肝等器官排泄之。未經代謝作用之物質，仍在腸內，由肛門排遺而出。

動物之營養方法，約有四種，普通由口攝食，各種有機物經消化後，然後同化爲原生質，是爲全動營養法(holozoic method of nutrition)，如變形虫草履虫及高等動物均屬之。亦有取簡單無機物如碳酸氣與水，經葉綠素藉日光之能力，製成複雜有機物，以供身體之所需者，是爲全植營養法(holophytic m. o. n.)，在動物界中祇有少數具葉綠素者如眼虫團藻及少數放射虫行之。又有幾種下等動物或植物，既無口攝食，又不能自製食料，但能分泌酵素，使有機物分解，變成液體，然後由胞膜滲透而入體內，以爲養料，是爲腐生營養法(saprophytic m. o. n.)，如孢子虫腐生細菌等是。又有活物寄生，或爲全動或爲腐生，以取得養料者，名爲寄生營養法(parasitic m. o. n.)，一切體內寄生動物之營養法均屬之。

(二)滋長 滋長原爲原生質之特性，或謂無生物亦能生長，如石筍結晶等，然此爲由外面堆積而逐漸增大者，稱爲累積(accretion)。生物滋長，則因各種食物，經組成作用，使細胞內原生質，逐漸增加，體積增大，而生物體因之長大。此種內部替入之物質，經過同化作用，變成原生質之程序，稱爲內滋(intussusception)。細胞內生命物質，由於組成及分解二作用，時時變換，若分解多於組成，則生物體逐漸萎縮。反之，組成多於分解，則內部原生質增加，而得生長，但生物體自幼至壯，滋長至某種限度，即不復長，過壯年後，即漸衰老，趨於死亡，此爲原生質特有現象之一。

(三)生殖 生物具有二大使命，一爲保持個體之生存，一爲保持種族之存在，後者則賴生殖作用，以繁衍其子孫。單細胞動物生長至一定限度時，即行分裂，故初步之生殖，爲無性生殖，如分體(fission)、萌芽(budding)等，使身體分成二個或多個小個體，因是代謝效率，復行增加，以達壯年，再行生殖，如此循環不息，使種族得以綿延。較進一步之生殖法，即身體內產生一種特殊細胞，以行生殖功用，且有特殊構造，以保護其內部原生質，因此可以抵抗惡劣環境，如孢子生殖(sporulation)是也。更有具適應構造者，即此種似孢子之生殖細胞，生有鞭毛，能自由行動，因此能易地繁殖，是爲游走孢子(zoospore)。游走孢子，更可單獨生長，有數種生物，當游走孢子之生活力減少，必須兩兩接合，而後能得一富有生活力之個體，是爲接合生殖(conju-

gation)。此種生殖法，與有性生殖法亦相去不遠矣。最高等之生殖法，多為有性生殖，須經大小二配子配合，而後能生殖，故稱配合生殖(syngamy)。配合生殖之配子，可謂由接合而生之孢子演化而成，變為一大一小，較原始之有性生殖，此大小配子，均能行動自如，較高等者，則配子分化，大配子鞭毛消失，形大而不活動，是為卵子。小配子則形小而活動，必須與大配子混合（即受精），方能生殖，是為精蟲。小配子永不能單獨發生而成個體，但大配子則不然，在少數動物中，能單獨發生，而成新個體，是即孤雌生殖(parthenogenesis)也。此外更有一種生殖法，即在幼體尚未長成之時，將種細胞分裂，而成多數之個體，是為幼體生殖(paedogenesis)。總之，不論無性或有性生殖，均由親體之一小部分，脫離而出，發生而成新個體，交代如是，子代亦然，輾轉遞嬗，種族乃得綿延不絕。

(四)適應 生物欲保存其種族，僅恃生殖不為功，尚須視其本身有無適應能力為斷。適應為原生質之特性，在動物方面，有更顯著之適應作用，即動物之原生質，富有激應性(irritability)。如局部之原生質感受刺激，可傳達至其他部分，而使局部或全部原生質起一種適當之反應。最低級之激應性，稱向性(tropism)及反射動作(reflex)。較高等之反應行為，稱本能及智力等。高等動物，因神經組織發達，各種反應，亦因之複雜，故有意識、思想、目的、習慣、學習、創造等等行為，此皆原生質所表現之激應性也。

五、原生質之原始 生命物質，必須由原有生命物質而來，決不能由無生命物質產出。最原始之生命物質，究由何而來，此芸芸萬類之生物，原始若何，解釋之者，有下列各說：

(一)特造論(doctrine of special creation) 信仰耶教者，則以地球上各種生物，由上帝一手造成（見聖經創造記），以生物學上最難解決之問題，宗教家因尊崇上帝之萬能，遽爾決定，不問其有無科學之根據。

(二)死物發生論(abiogenesis) 我國古時及歐洲在十七世紀以前，皆信生命可由無生命物質產出，如蛙由泥變成，蚊由污水變成，歐洲人又信蛆由腐肉發生。十七世紀末季意人萬迪(Redi 1684)，以鐵絲罩斷絕蒼蠅闖入肉內之一試驗，證明腐肉不能變蛆，死物發生之觀念，漸次破除。更經譚靈爾(Tyndall)之試驗，知淨水中不能發生細菌，細菌之發生，則由空氣傳導細菌孢子而來。巴斯德(Pasteur 1874)用滅絕細菌孢子方法，將玻璃瓶內肉汁中之細菌，經高熱燒煮，使孢子盡死，而封閉其口，另有長曲之管，與外界交通，

但外界孢子，僅可落在管之彎曲處，不能進入瓶內，結果瓶內肉汁，不復發生微生物。巴氏之發見，在近代生物學上，極為重要，死物發生說，不攻自破矣。

(三)活物發生論 (biogenesis) 現在吾人均信，生命物質，必須由原有生命物質而來。依天文學家及地質學家所得之論證，最早時地球表面，亦具高熱，必無生物，最早之原生質，究從何產生，祇有理論上之解釋，而無事實證明。如宇宙外生說 (cosmozoa theory) 謂生物從他行星上，由隕石降至地面。此外更有種種學說，謂某某數種無生命之有機物，在某種特殊情形之下，而得生命，即為生物之原始。凡此種種，欲得事實上之確證尚遠，初習動物學者，無研習之必要。總之，最早必有一種或數種與原生質類似之物質，在某種情形之下，賦有營養、發生、滋長、分裂諸特性，發生而為不同之生物，循自然進化之途徑，而得今日恆河沙數之生物。

第四章 動物之分類

一、分類之需要 地球上動物之種類，既極繁多，已知者約近百萬種，若無系統之整理，則動物界必紛如亂絲，而一切研究，亦無從着手，分類學即以科學方法，從形態、生理、遺傳及分布各方面之事實，以決定某種動物，在自然界之地位及與他動物血統之關係。

二、古代分類法 古時動物學尚未昌明，對於動物之構造發生等等，未有系統之研究，則物類之血統未明，分類方法，亦不合自然。我國古時分獸、鳥、蟲、魚等類，如烏賊、鯨、鮑等，均稱魚類，實則此種動物與魚類，無切近之血統關係。明李時珍著本草綱目，列動物約有 400 種，分蟲、鱗、介、禽、獸諸部，亦非自然分類法也。

西洋自亞里斯多德(Aristotle)始，即有分類，彼分動物為有血動物與無血動物二大類。有血動物，包括胎生四足、卵生四足、鳥類、鯨類及魚類，無血動物，包括軟體(高等甲壳類)，切體(昆蟲、蜘蛛、萬足及高等蟲類)，介甲(棘皮、蔓足、斧足、腹足、海鞘等類)。此種分類法，雖非自然，然沿用甚久，蓋自亞氏直至十七世紀，分類學上無大進步可言。十七世紀末葉，英人雷約翰(John Ray)，領悟種之觀念，并有解剖發生等之知識，集分類學之大成，然彼之分類法，猶不出亞氏範圍，其分法約如次：

I. 有血動物

1. 肺呼吸

A. 心臟有二心室

(a) 胎生

i. 水棲(鯨類)

ii. 陸棲(其他哺乳類)

(b) 卵生(鳥類)

B. 心臟有一心室

胎生四足及蛇類(包括兩棲爬蟲等動物)

2. 鰓呼吸(魚類)

II. 無血動物

1. 大部

- A. 軟體(頭足類)
- B. 甲殼類
- C. 有殼類(腹足及斧足類)

2. 小部

切體(包括昆蟲、蜘蛛、萬足及蠕蟲)

三、林內分類法 在十八世紀中葉，瑞典博物學家林內(Linné)氏，於動植物之分類，貢獻最大，經彼命名之動植物，有 4573 種之多，均在其偉大著作『自然系統』一書(第十版刊於 1758 年)中記載之。最大貢獻，即彼所創之雙名法(binomial nomenclature)。彼認清屬與種之概念，每種生物，各給以一分別清楚之學名，此學名即包含屬名與種名，乃由二個拉丁字所組成。屬名在前，須為單數及主格之名詞，且第一字母須大寫，種名在後，為形容詞或主物格，例如犬之學名，為 *Canis familiaris* Linné。C nis 為屬名，拉丁文原意為犬類之意，familiaris 為種名，即相熟之意，故犬之學名，意即為『相熟的犬類』，最後一字 Linné，為著者名，或稱憑據名，即命此種之人名也。各種動物，在分類系統上，有一定地位，且可示彼此之關係，各種相近者，同歸一屬(genus)，如犬與狼(*C. lupus*)即是；屬相近者，同歸一科(family)，如犬屬與狐屬(*Vulpes*)，同為犬科(Canidae)；科相近者，同歸一目(order)，如犬科與貓科(Felidae)，同為肉食目，目相近者同歸一綱(class)，如肉食、齒齒、靈長等目，同為哺乳綱，綱相近者，同歸一門(phylum)，如哺乳、爬蟲、兩棲等綱，同為脊索動物門是也。如是分門別類，條理清晰，且可表示親疏遠近，自然界千萬之物種，因此有系統可尋，故於生物學之貢獻，不可謂不大。

自林內氏以後，發見之動物種類，日見增多，支派亦漸繁複，舊有分類系統，乃感不敷應用，故在原定門、綱、目、科等之下，增設亞門、亞綱等等，以求條理之明晰，今就家犬為例，示其上所屬各大類如次：

- 門 脊索動物 CHORDATA
- 亞門 脊椎動物 VERTEBRATA
- 綱 哺乳綱 MAMMALIA
- 亞綱 真獸亞綱 EUTHERIA
- 目 肉食目 CARNIVORA

亞目 肢脚亞目 FISSIPEDIA

科 犬科 CANIDAE

屬 犬屬 CANIS

種 家犬 *Canis familiaris* L.

但有時上述系統，仍不足敷用，乃有爲分別清楚起見，再用級 (grade)、組 (series)、類 (division)、族 (tribe) 等名詞，置於其間，總之，近代分類學之趨勢，卽由研究大構造而及細小者，由粗大系統而至精細類別，以期得一較精確之分類系統也。

關於種之一字，向無確切之定義，林內氏堅信種之數目有一定，今日之物種，卽往昔物主所特造者，故依彼之見解，生物之種，亘萬古而不變也。但據近代遺傳學上發見之諸事實，知變異現象，極爲普遍，生物之種，亦可因時間久長而增加，惟新種產生，非漫無規律，亦非短時所易見者，各種恆有一定之特徵，在平常情況之下，不易變異。若欲詢何者可稱爲種，欲下適當之定義，殊非易事，各種動物，所取種之特徵，卽每種不易變異之特點，因種類而異，故何者謂種之特徵，各分類學家自有其理由，難能作普遍之敘述，欲勉強下一種之定義，只能說：『凡形態上相似之動物，能互相交配，并產生能生育之子孫者是也。』如雄驢 (*Equus asinus*) 與雌馬 (*Equus caballus*) 兩不同種動物，可使互相交配，但所產生非驢非馬之騾子，爲不育動物，不能繁衍後代，卽不得謂爲新種也。在自然環境中，此種生殖，殊爲希罕，同種間之生殖，其子代類多酷肖親代，但有時亦有變異出現，此種變異，或不久消滅，或代代遺傳而永久保留，若有變異，能遺傳而不變者，則可自成新種，如歐洲之金線蛙 *Rana esculenta* 與亞洲之種 *Rana nigromaculata*，因形態有數特點變異，故爲不同之種。他若變異微小，或特點不甚重要者則可稱爲亞種或變種，如歐洲樹蛙 *Hyla arborea* 一種，分布於中國及日本，各成亞種，中國產者，花紋較少，稱 *Hyla arborea immaculata*，而日本產者，眼角有一黑紋，稱 *Hyla arborea japonica*。後者二物，名具三字，世人特稱爲三名法，蓋屬種之下，更增一亞種之名也。

四、國際動物學名詞之規約 林內氏所訂雙名法及種之敘述，均採用拉丁文，在當時歐洲各國，可得統一，然後來動物學者輩出，已知動物之種類，至爲繁多，可疑或重複者，亦復不少，蓋多數學者，並不細加研究各已知之屬或種，遇爾發表新屬或新種，因此學名龐雜，無所適從。國際動物學會，

有鑒於斯，乃於 1898 年，召集名詞審查會，釐訂動物學名詞之規約，於 1927 年又加修改，凡習動物學者，均須遵守此項規約。規約中最重要者，當推先據律 (law of priority) 一項，意即先命名者，如屬合理，均可得優先權，在屬以下之名詞，尤須嚴格遵守之，其他如動物名詞之種類及其形成、來源、文法等，雙名法及三名法之使用，名詞之發表，以及關於名詞之保留、拒用及引用著者名等規則。此項規約，習動物學者，應略知梗概，今擇規約中較要者，解釋如次。

(1) 動物學與植物學之名詞，互相獨立，一界已用之名詞，不阻止他一界之應用。

(2) 一切學名，均用拉丁文，採用外國文時須先拉丁化。如『中國的』為 *sinicus* (陽性) *sinica* (陰性)。

(3) 科名或亞科名，大多以主屬名改之。科之字尾為 *idae*，亞科之字尾為 *inae*。如鯉科即以 *Cyprinus* 屬，改為 *Cyprinidae*，鯉亞科即為 *Cyprininae*。

(4) 屬名或亞屬名須單字，最好為名詞，但須單數主格，第一字母須大寫。如為人名，須先拉丁化。例如 *David* 作為屬名時，應變成 *Davidia*。

(5) 種名或亞種名須單字，或配合成單字者，最好為形容詞或主物格，與屬名或亞屬名，性與格均須符合，第一字母小寫。如鱈魚 *Carassius auratus*，種名為陽性單數，與屬名符合，鱸魚 *Fluta alba* 種名則為陰性單數，與屬名符合。如為外國文者，須先拉丁化，如翘嘴鱮魚 *Siniperca kneri*，人名為主物格者，如龜 *Geoclemys reevesii* 或為形容詞者，如一種松鼠 *Sciurotamias davidianus*。

(6) 先據律自動物學名詞開始後，即為有效。普通以林內自然系統一書第十版 1758 為動物學名詞開始之日期。該律於屬以下諸名詞，須嚴格遵守，屬以上者較為寬鬆。

(7) 凡已知種類，命名雷同者，則後命之名為同物異名 (synonym)，須放棄之。同時發表者，以發表日期先後，或同卷者以卷數先後或頁數先後為準。

(8) 關於名詞應保留者：

(a) 已成立之屬名，永不取消，若需一屬再分，則原有之屬名須留為原來含有模式標本者。如林內包括蛙鱉與蛙於 *Rana* 一屬，後來人分為 *Rana* 與 *Bufo* 二屬，留 *Bana* 為蛙之一屬。

(b) 選擇一模式標本，最為重要，即指定某種為該屬之模式標本，但僅提示一句，不足為據，必須指明該模式標本置於何處，或作文敘述，或以圖畫描摹。

(c) 亞屬或亞種升為屬或種時，原來之名，應留用之。如 Guenther 於 1858，定日本淺變蛙為 *Rana temporaria var japonica*，於 1879 Boulenger 升此變種為種，即為

Rana japonica.

(d) 種名既已用爲屬名時，仍不變更。如林內氏定蟾蜍爲 *Rana bufo*，但後人分爲兩屬，1768 年 Laurenti 定爲 *Bufo vulgaris*。依本條規則，原來種名雖已用爲屬，仍不更改，應爲 *Bufo bufo* (Linne)。

(e) 種名、亞種名，如發覺爲數種組合者，則舊種名或亞種名，應爲原中指之種或亞種。例如 Michaelson 於 1900 年，根據天津蚯蚓標本，定爲 *Pheretima asiatica*，1902 年又得西藏標本，鑑定爲同種，1931 年，又發覺爲組合種，乃以天津種爲原來種名，西藏之種，則爲 *Pheretima tibetana* n. sp.。

(9) 關於名詞應用者：

(a) 屬名種名或亞種名，在同一界內已用過者，應依先據律改之。例如 *Pericheta* 定爲寡毛目之一屬，但此名詞，鱗翅目早已用過，寡毛目即應拒用之。

(b) 已修改之名，即爲同名，雖已放棄，以後永遠拒用。例如 1836 年日本之青蓮守宮定爲 *Gekko japonicus*，1842 年，Gray 又定中國種爲 *Gekko chinensis*，實則兩者爲同一種，*chinensis* 一名詞放棄，在同一屬下，即永遠拒用，但在他屬，仍得用之。如一種蝸名爲 *Eumeces chinensis*。

(c) 著作者既已發表，不能再更動，倘依規約而行，不在此限。

(d) 倘著作者記載不明而無從確定者，得拒用之。例如中國之金錢蛙，最早命名者爲 Osbeck (1755) 根據廣東標本，定爲 *Rana chinensis*，但記載不明，與山於 *Rana tigrina* 或蟾蜍 *Bufo bufo* 均可相混，又無模式標本，此種無從確定之名，應拒用之。

(9) 發表新屬新種時，須有記載，或可認得之圖，但發表新屬，必須指出已發表之種，方爲有效。

(10) 關於著者名之規約。如 (a) 著者名書於學名之後，不用逗點分開，如 *Rana nigromaculata* Hallowell，非 *Rana nigromaculata*, Hallowell。(b) 應依先據律採與最早發表者，如有變更時，應加括弧，如 *Rana bufo* Linne 應爲 *Bufo bufo* (Linne)。(c) 著者名可縮寫，但須依照普通規則，如 Linne 之名字，因衆所共知，可縮寫爲 L. 普通均縮寫二字母以上，如 Linne. (= Linnaeus) Hall (= Hallowell) Blkr. (= Bleeker) 等。

五、人爲分類與自然分類 人爲分類，即不問其構造與血統如何，而以外表所見之形狀、顏色、習性等，作爲分類標準，如水棲者稱魚，飛翔者爲鳥，四脚行者爲一類，四脚爬者又爲一類，此種分類，不過便於使用而已。自然分類，即欲以構造、發生、血緣等，依進化順序，列爲類別，種與種間，可有親疏遠近關係，追求其進化順序，其他如科、目、綱、門，均可依其體制繁簡，發生

異同，分成高低，而示進化之順序也。

對於大類之分別，亦從人爲進而爲自然之分類。古代分類法，因對於構造發生諸端，均未詳明，多偏於人爲。卽林內氏分類，亦非自然，彼分動物爲六綱，卽哺乳綱、鳥綱、兩棲綱、魚綱、切體綱及蠕蟲綱，其中兩棲綱包括爬蟲與兩棲類，切體綱與蠕蟲綱則包括一切無脊椎動物，均不自然也。顧維埃 (Cuvier) 氏分爲四支，卽脊椎動物、節體動物、軟體動物與輻射動物 (= 植形動物)。至 1845 年，德人薛卜德 (von Siebold) 氏改進顧氏系統，分節體動物爲節足與環節二大類，輻射動物，則指原生動物、植形動物及蠕蟲而言。德人柳一卡 (Leukart) 氏側重原生動物爲特殊一類動物，而分輻射動物爲腔腸與棘皮二大類。英人密爾愛德俄 (Milne-Edward) 又立擬軟體動物一門，包括苔蘚動物與海鞘，故約至十九世紀中葉，分類系統，已漸由人爲而趨於自然之分類，彼時已知者，有原生、腔腸、棘皮、蠕蟲、節足、擬軟體、軟體脊椎等門動物，與今日之分類，相去不遠矣。

六、動物界之門 動物種類繁多，已知者約有八十四萬種，依現時之分類，在動物界下，第一項之類別爲門，門之數目，視各人分法而不同，如櫛水母門，可併入腔腸動物，亦可獨立成門，紐蟲門可與扁蟲動物相併，毛顎門則可與圓蟲動物相併，擬軟體動物一門，則包括多數關係較疏之動物，亦有分枝輪蟲、苔蘚、腕足、筭蟲諸門，此數類動物，除苔蘚類(約三千種)外，種類皆不多。最大之門，如節足動物約有 675,000 種之多，其次當推軟體動物門 (78,000)，脊索動物門 (40,000) 及原生動物門 (15,000) 又次之。動物界究可分成幾門，學者無一致意見，但依據構造之繁簡，進化程度之高低，由下等而高等，可分成下列十二門：

(一)原生動物門 (約 15,000 種) 單細胞，或單細胞聯合成羣體者，形態極小，或爲肉眼僅能見到；多數生活於淡水、海水或濕土壤中，亦有寄生他動物體外或體內者。如變形虫、眼虫、草履虫等，生活於淡水，瘧虫則寄生於人體內。

(二)多孔動物門 (約 3,000 種) 如海綿多附着生活，大多數產於海水，體面多孔，故名。體內有骨針或海綿絲如毛壺、沐浴海綿等。

(三)腔腸動物門 (約 5,000 種) 體壁僅有二細胞層，消化腔爲腔腸；多數生活於海水中，祇有極少數在淡水中，除櫛水母 (約 100 種) 外，均有特殊之刺細胞。如水螅、水母、珊瑚等。

蝦、蟹等，倍足 (Diplopoda) 及唇足類 (Chilopoda) 如馬陸、蜈蚣等，昆蟲類 (Insecta) 如蝗蟲、蠅、蚊等，蛛形類 (Arachnoidea) 如蠍、蟹、蜘蛛等。昆蟲一類含種數最多，約有 625,000 種，為全動物界所有其他動物種數三倍之多。

(十) 軟體動物門 (78,000 種) 無體節，有肌肉之足，為行動之器官，體殼有一或二個外套，分泌殼瓣。如石蠃、田螺、蝸牛、蛭蚰、蚌、石決明、蠔、烏賊、章魚等。

(十一) 棘皮動物門 (約 5,000 種) 無體節，形體為輻射相稱，體有殼或無殼，有棘狀皮、體腔發達。如星魚、海胆、海參、海百合等。

(十二) 脊索動物門 (約 40,000 種) 最主要特點為背部有脊索，神經索中有孔道，有一行鰓裂與咽頭交通，多數為脊椎動物。本門動物可分四亞門：

甲、腸鰓亞門 (Enteropneusta) 如柱頭蟲。

乙、尾索亞門 (Urochorda) 如海鞘。

丙、頭索亞門 (Cephalochorda) 如文昌魚。

丁、脊椎亞門 (Vertebrata) 可分七綱，即 (i) 圓口綱 (Cyclostomata) 如八目鰻等，(ii) 板鰓綱 (Elasmobranchii) 如鯊魚、鱈等，(iii) 魚綱 (Pisces) 包括硬鱗魚、硬骨魚等，(iv) 兩棲綱 (Amphibia) 如蟾蜍、蛙等，(v) 爬蟲綱 (Reptilia) 如蛇、龜、鼈等，(vi) 鳥綱 (Aves) 如各種鳥類，(vii) 哺乳綱 (Mammalia) 如各種走獸。

學者須知在動物分類系統中，雖有進化線索可尋，但非如上表之直線排列，例如軟體動物門，並非由節足動物直接進化而來，進化之方向，必由較原始之生物，分途演進，故可以進化樹表示之(參考第二十二章)。

第五章 原生動物

一、本門動物之特徵 原生動物，普通認為最原始最簡單之動物，其體雖為單細胞，然所有基本之生命特性，一一具備。普通身體微小，非藉顯微鏡之力，不能窺察，然亦有少數種類如有孔虫、放射虫等，以及團藻、鐘形虫等之羣體，肉眼可得見之、原生動物之形狀，甚為繁多，有不定形者，圓形者，喇叭形者，鐘形者，紡錘形者，不一而足，其產地亦至廣泛，淡水、海水及土壤中，均可見之，亦有寄生於他動物體中者。生殖方法，有分體、苗芽、孢子形成，接合生殖、內合生殖及配合生殖等。

此類動物，因體制單簡而透明，使動物界之基本事實，易於觀察得之，且有不少種類，為其他動物或人類疫病之原，故初習動物學者，不可不先注意也。

原生動物以其行動器官之不同，可分成四綱：

(一)肉足綱 (Sarcodina) 凡原生動物由原生質形成之肉足或偽足為行動器者均屬之。本綱可分：

I. 根足亞綱 (Rhizopoda) 普通為匍匐而行之種類，有葉狀、根狀或網狀之偽足可分 (1)變形虫目 (Amoebaea) 如變形虫、赤痢原虫等，(2)有孔虫目 (Foraminifera) 如有孔虫等，(3)黏菌虫目 (Mycetozoa) 如黏菌虫等。

II. 針足亞綱 (Actinopoda) 普通為浮游種類，有不分支放射之偽足，可分 (1)太陽虫目 (Heliopoda) 如太陽虫等，(2)放射虫目 (Radiolaria) 如放射虫等。

(二)鞭毛虫綱 (Mastigophora) 凡原生動物以鞭毛為行動器者均屬之。本綱可分：

I. 植鞭虫亞綱 (Phytomastigina) 多數含有色素體，行全植營養法，亦有行腐生營養法，且有少數之種類行全動營養法者，計可分五目，如腰鞭毛虫、夜光虫、眼虫、團藻等。

II. 動鞭虫亞綱 (Zoomastigina) 似動物，為不含色素體之鞭毛虫，行全動或腐生營養，計有四目，如鞭變形虫、黑熱病原虫、睡病原虫、三

鞭虫、夥鞭毛虫等。

(三) 孢子虫綱 (Sporozoa) 無特殊行動器官，且在生命史中有孢子期者，可分：

I. 端孢虫亞綱 (Telosporidia) 孢子形成，在營養期終末，其孢子單純，通常包含數孢子虫，可分三日，如單胞虫、簇虫、球虫、瘧虫

II. 有絲孢虫亞綱 (Cnidosporidia) 孢子含有一個至四個之極筴，每筴有繞轉之極絲，如膠胞虫、微粒子等。

III. 無絲孢虫亞綱 (Aenidosporidia) 孢子單純而無極筴，如肉胞虫等。

(四) 纖毛虫綱 (Ciliophora) 普通以纖毛爲行通之具，亦有僅在幼時具之而成刺筒狀者，本綱可分：

I. 纖毛虫亞綱 (Ciliata) 或體具有纖毛爲行動器者，可分全毛目、異毛目、腹毛目、圍毛目等，如蛋蛭、草履虫、喇叭虫、鐘形虫等屬之。

II. 吸管虫亞綱 (Suctorina) 成體失去纖毛，而具多個管狀之觸手，如倒錐虫等。

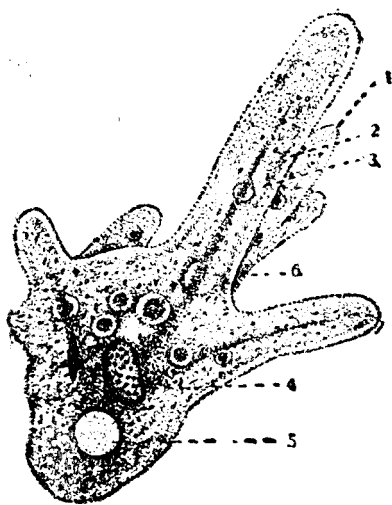
二、肉足綱

甲、形態及生理——變形虫 *Amoeba proteus* (Pallas) (註一)

(一) 產地 變形虫生活於淡水、海水及土壤。亦有寄生於他動物體內。本節所論之變形虫，則取產於淡水之種，凡池塘、河沼各處之草浸液內，腐草上或帶有藻類之潮濕木石上，均可採得。

(二) 形態 變形虫體之直徑，大可至 0.20 耗，小或至 0.001 耗，身體變化無定形，時時伸出原生質之突起，名曰偽足 (Pseudopodium)，偽足伸出之方向，即爲其行動方向。細胞質可分爲二部，中央部分含顆粒較多者，曰內質 (endoplasm)，其周圍部分薄而透明，滯性較低者，曰外質 (ectoplasm)。外質圍以一層極薄而有生命之膜，曰質膜 (plasma membrane)。在內質之中，有一細胞核，當生活時不易見之，然經染色後，則被染而呈盤狀，富染色顆粒，若將變形虫切成二塊，含有核之一塊，可繼續生長，並能生殖，而不含核者，不能生殖，不久即行死亡，可見胞核之重要矣，近核之處，尚有一個時

(註一)本種在中國不異常見，與此外形相似者有 *A. biguttata* *A. dubia* 數種。



第五圖 變形虫之構造 1. 偽足。 2. 外質。 3. 內質。 4. 胞核。 5. 伸縮泡。 6. 食物泡(著者圖)。

伸時縮之透明球狀體，名曰伸縮泡。泡裝滿後，移行近表面，乃行收縮，將液體排出體外。然無伸縮性之液泡，在內質中，亦常見之，其因食物形成之食物泡，為數頗多，亦存於內質之部。

變形虫之細胞質，為一種極流動之膠性物，外質稀薄，甚為透明，內質又可分成二部，中央一塊較為流動，成液態，稱液態質 (plasmasol)；周圍一層，顆粒較多，滯性較高，成膠態，稱膠態質 (plasmagel)。在內質之中，又有各種形狀不同之結晶體，此種結晶，極為微小，其形狀因種類而異，其他尚有粒線體、高爾基體、油點等等，惟在生活時不易察見耳。

(三) 生理 變形虫雖為一單細胞，凡高等動物之種種生理作用，無不具備，茲分代謝、生殖、行為三方面敘述之。

代謝作用 變形虫對於食物，亦富有選擇性，其食物大多為微小動物及植物，體之任何部分，可以攝食，惟通常為臨時之前端，先以偽足伸出，纏圍食物兩旁及上面之偽足包裹食物，食物與少量之水，取入體內，形成食物泡，食物泡一如臨時之胃，泡之四周細胞質，分泌消化液，以行消化。食物消化之後，泡乃縮小，已消化之物質，復由細胞質吸收循環，同化而為生活物質，以應身體滋長及氧化之需要。未經消化之食物，仍留食物泡內，隨處可排出體外，是為排遺 (egestion)。

變形虫更需氧氣，行分解作用，取得動能，以行各種活動，其廢物則由排洩及呼吸二作用排除之。大部分廢物如尿素與碳酸氣，通常由體之表面排出，但亦可由伸縮泡排除，故伸縮泡可視為排洩及呼吸之胞器。氧氣則由體之表面取入，以行呼吸作用，氧氣為動物生活所必需者，試易以氫氣，則一旦後即停止動作，旋即死亡，若停止動作時，即注入氧氣，復可照常生活，可見氧氣之重要也。

伸縮泡由多數微小液泡併合而成，其壁有一極薄之膜，臨時形成，泡收縮時即行消滅，或謂有呼吸功用，或謂有排泄功用，但主要功用，則為調節體內水量，故名靜水壓胞器(hydrostatic organelle)，體內含多量水，或由食物帶入者，可由伸縮泡排出，以維持體外之水與內部原生質間之漲力，成平衡狀態。

生殖 變形虫生長至一定限度時，即行分裂，以增個體之數，其生殖法普通僅無性生殖一種，即身體平分為二，名曰二分體(binary fission)。胞核在分裂前，內部先起變化，染色質形成染色體，經有絲分裂，至末期時，胞核分裂為二，胞質亦引長而分開，成為二個小變形虫。分裂之速度，與溫度大有關係，在攝氏四度時，需四小時餘，三十度時，僅需二十一分鐘，以普通室溫論，前期需十分鐘，中期五分，後期約十分，末期約八分云。其他生殖法，如有性生殖及孢子形成等，雖有人記述，然因不甚普遍，茲不具論。

行爲 變形虫運動時，原生質流動，形成偽足，以定進行之方向，其種種活動，大都因受外界刺激而來（如接觸物、化學品、熱度、光線等），亦有因內部感覺，而為自發動作者，如飢餓則知覓食，久靜或思行動等是也。凡外界之刺激，有利於變形虫者，或為物理性所吸引時，則其行動趨向刺激，是為正向性，反之，則背刺激而行，是為背向性。變形虫行爲，可分下列各向性：

1. 向光性(phototropism) 趨弱光而背強光，蓋光線可使液態質變為膠態質，以增強其彈性，受光刺激部分，膠態質收縮而起對光線之反應。但強烈光線，於身體有害，故起背向光性。

2. 向觸性(thigmotropism) 變形虫若遇物體阻擋，則背物而行為背向觸性。若浮游水面，忽遇支撐物，即趨而附着之，為正向觸性。

3. 向熱性(thermotropism) 溫度適當，則有正向性，若遇高熱則背熱之刺激而行，為背向熱性。

4. 向藥性(chemotropism) 凡遇化學藥品如食鹽、醋酸、糖類等則退避，若遇食物則趨向之。

5. 向電性(galvanotropism) 若受微弱電流刺激，變形虫趨向負電極，因身體近負電之一邊，膠態質變為液態質，故向負極流動也。

6. 向地性(geotropism) 對於地心吸力為正向性。

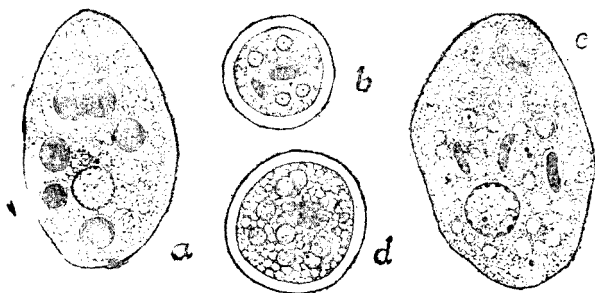
7. 向流性(rheotropism) 對於微弱水流，亦為正向性。

變形運動即由原生質形成偽足，繼續運動之謂，關於是類運動之解釋，學說甚多，有伸縮說、附着說、表面張力說、行走說等等，最近據麥斯脫 (Mast) 之意見，變形運動，即因形成偽足之處，彈力性弱，而後端之膠態質伸縮，變成液態質，向前流動，至將近偽足處，復由液態變而為膠態質，向兩邊流動。如此，內質之液態質與膠態質，交相變換，可使原生質繼續向前運動。

變形虫行為之研究，可用各種不同之刺激試得之，其反應行為，與高等動物頗相類似，心理學者以此低級行為，饒有興趣，若能完全了解，或可得心靈及智力之肇始。據美國傑林斯 (Jennings) 之觀察，變形虫有如高等動物之心理機能，如習慣、反射及自主動作等，此為研究心理學者所宜注意也。

乙、其他肉足類代表

(一)赤痢原虫 *Entamoeba histolytica* Schaudinn 此原虫之生命史可分為二時期，營養虫 (trophozoite) 期，多寄生於人之腸內，腸黏膜損傷而脫落，成為帶血之黏液，由肛門排出，故名赤痢。其形體與水中生活之變形虫，無大差異，外質與內質尚可分辨，偽足單純，僅向一邊流動，吞噬紅血球、白血球、組織細胞等，以為食料，該原虫分裂至若干時後，乃停止攝食，變成圓形，其細胞核分成四個 (與結腸變形虫含有八核，可以區別)。外圍分泌膠韌之胞殼，而成胞殼期 (cyst)，多量胞殼，由肛門排出，以傳染其他宿主。含有胞殼之食物，嚥入胃腸，胞殼溶化，而成一具四核之變形虫，分裂後，終成一核之營養虫 (第六圖 a, b)。



第六圖 寄生變形虫 a, b. 赤痢原虫。 c, d. 結腸變形虫。 a, c. 營養虫，b, d. 胞殼期 (著者圖)。

(二)有孔虫 有孔虫多爲海水產，可代表有殼之肉足類，其殼之形狀，因種類而異，多數爲石灰質，由原生質分泌而成。有數種形似蝸牛之殼，殼上多細孔，偽足由此伸出而呈根狀，以爲行動之具。是類動物之殼，堆積海底，可成一有孔虫殼之地層。其生殖方法，有無性及有性二種，互相更迭，以成世代交替現象。當生殖起始時，細胞核行多分裂，每個小胞核，附以胞質，分泌鈣質，以形成殼質，是即無性生殖。有時由此多分裂，而成極多之小等配子，每個配子有二鞭毛，能自由行動，兩兩配合而成合子，再長大分泌其殼，是爲有性生殖。無性生殖起始之殼較大，有性生殖形成者則較小，故可作爲區別。

(三)太陽虫 生活於淡水中，體略作圓形，具有針狀偽足，偽足中有軸，由胞核處放射而出。細胞體內多空腔，有一近表面者爲伸縮泡，又有多數食物泡。取食方法，與變形虫略同。惟較大食物，則先以針足固着，而後徐徐取入，以行消化、吸收與同化。生殖方法，通常爲二分體，其他尚有萌芽、孢子形成等等。最有興趣者，厥爲接合與自配二種方法。當接合時，兩虫緊貼，形成一共同胞殼，每個體又各形成胞殼，胞核分裂，各分出其極體，然後兩核溶合，再分裂而成新個體。自配生殖起始時，即由一單獨個體，偽足收縮，形成一膠狀胞殼，胞核二分體而爲二核；一爲圓形，不能行動，他一個有偽足，能行動，而與不動者配合，成爲一核，即爲合子。不久，此核分裂而出胞殼，亦成二新個體。

三、鞭毛虫綱

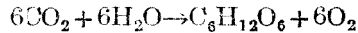
甲、形態及生理——眼虫 *Euglena viridis* Ehrenberg

(一)產地 眼虫在淡水池沼中產之，若游水帶有綠色者，如有之 爲數必甚多。

(二)形態 體長約近 0.1 耗，前端較圓，後端則較尖，體之外表，有一層薄而柔軟之角質膜 (cuticle)，近前端有一凹處，爲胞口 (cytostome)，下接短管，名曰胞咽 (cytopharynx)，與一碩大之儲蓄泡 (reservoir) 相通，附近又有一較小之泡，此小泡之周圍，多小形伸縮泡。排泄物先集於伸縮泡，然後注入小泡，此小泡亦可伸縮，復注入儲蓄泡，爲暫時之儲蓄，終則由胞口排出。近胞咽處，有一紅色眼點，具光感性質；有一長鞭毛 (flagellum)，由胞咽通出。基部則分爲二，各有基粒，或可與胞核相連。體之中央，更有一個圓形胞核，核中有一易染色之仁，名曰內體 (endosome)。在細胞質中。有甚多含葉綠素之色素體，色素體之中，具一澱粉核，又有粒線體，高爾基體等物質。

其由光合作用形成之澱粉體，分散體內，其形狀大小，因種類而異。

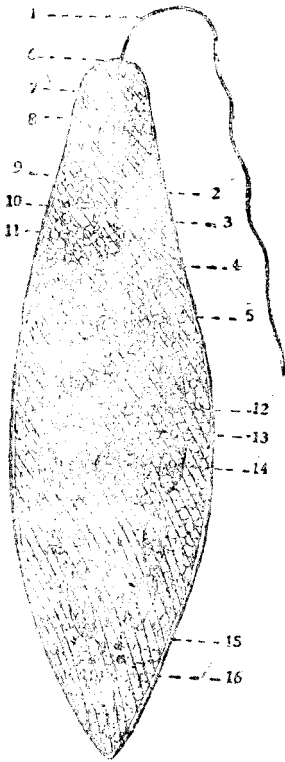
(三)生理 (1)代謝作用 眼虫雖具明晰之口與食道，然未見有攝食之功能，故眼虫或不全動營養法。主要營養，則為全植營養法，即身體內之葉綠素，藉日光能力，將無機物之碳酸氣（即二氧化碳）及水，變成澱粉，同時放出氧氣，其變化時之方程式如次：



此種營養，與綠色植物之光合作用，全然相同，由光合作用所組成之食物，可供身體滋長及氧化之用。經代謝作用所生之廢物，可由身體表面排除之。一部分廢物，亦可由伸縮泡排泄之。眼虫更有一種腐生營養法，若將眼虫置於含腐敗物之液體中，不使感受日光，亦能生長繁殖。此蓋因腐敗之有機物，可經胞膜滲透而入體內，作為養料。此種作用，在 *Euglena gracilis* 中，最為顯著。

(2)生殖 眼虫僅有無性生殖，其分裂法，為縱分體，胞核分裂後，前端胞質縱分，漸成二個體。原有鞭毛留與一體，他一體則另生一鞭毛（第八圖 a）。有時體形變圓，分泌一層膠質形成胞殼，眼虫蛰居其中，且常分裂為二，或分為四，亦有多至三十二個者，如此以渡乾燥之環境（第八圖 e）。

(3)行爲 眼虫由鞭毛之擺動，引體前進，常作左右旋轉動作，依一螺旋狀之途徑進行。其體形雖有一定，但可作波浪式之蠕動。此種運動，名曰眼虫狀運動。眼虫對各種刺激，亦可引起反應，而為正或背之向性。對於光線反應，尤為靈敏，避免強烈光線，或直射之日光，蓋此項光線，可以致死，但黑暗或

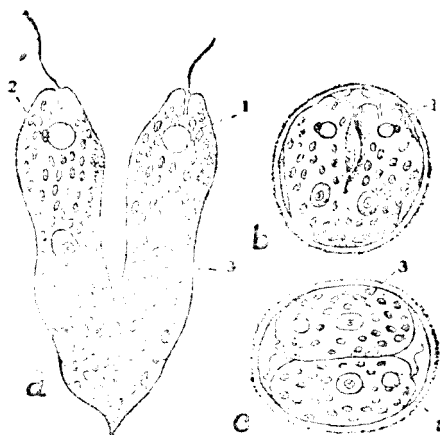


第七圖 眼虫之構造(註一)

1. 鞭毛。 2. 軸絲。 3. 基粒。
4. 根絲。 5. 胞核。 6. 胞口。
7. 胞咽。 8. 眼點。 9. 儲蓄泡。
10. 空泡。 11. 伸縮泡。
12. 澱粉粒。 13. 色素體。
14. 澱粉核。 15. 角質膜。
16. 斜紋(自 Hegner 修改)。

(註一) *E. viridis* 色素體一個，在體之中央，胞核之前，作星芒狀，本圖半為圖解式，形狀約與 *E. proxima* 相似。

蔭蔽處，亦多規避；適度光線，爲正向性，若一滴含有眼虫之水，一邊爲直接陽光，一邊爲深蔭，則所有眼虫，集中於兩者間之一帶，以得適度光線也。



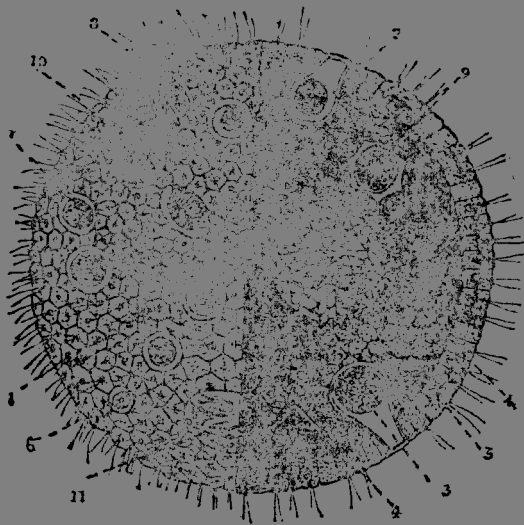
第八圖 眼虫之生殖法 a. 二葉分體。b,c. 胞殼形成。1. 儲蓄粒、2. 眼虫、3. 胞核 錄自 Svein。

乙、其他鞭毛虫類代表

(一) 鐘藻 (*Gonium* sp.) 此爲較簡單之羣體鞭毛虫，植物學家則以之爲藻類，但其各個體之形態及生活，與眼虫無大差異。該屬動物，有自四個至十六個細胞組成一扁平羣體，細胞間有膠質聯絡，不甚緊湊。無性生殖，即每個細胞，自行分裂而成子羣體，破母體而出。然各細胞又可分裂而成數多動孢子，稱等配子 (isogamete)。等配子皆能行動，異羣體之配子，兩兩接合而成合子，合子再發生而爲子羣體，是爲有性生殖之開始。

(二) 團藻 *Volvox globator* L. (註一) 團藻爲羣體鞭毛虫之更進化者，其體由數千(多至一萬二千)細胞，組合而成一中空球體，細胞間有原生質橋連絡。每一細胞，爲一個體，各具眼睛、伸縮泡、色素體及二鞭毛等構造，惟此種個體，不得獨立生活，彼此分工合作而成一集團，宛如多細胞動物者然，其羣體之組成，分體 (soma) 及配子 (germ) 二種細胞，體細胞具兩條鞭毛、眼

(註一) *V. globator* 分布於全北區，四川等處間有之，我國中南部最普通一種爲 *V. africanus* West. 多變雜種異體，如欲得原形，可有區別。



第九圖 扁形 右端切面示體細胞及中胚處所含之受精卵及子羣體。1. 單性細胞。2, 3. 單性細胞之發生。4. 子羣體已入中胚。5. 體細胞。6, 7, 8. 卵細胞之各期，8 示精子通入之口。9. 受精卵。10. 精巢。11. 精巢之游離精蟲(舊者圖，取蓋 Hegner 左半邊錄自 Lang)。

大配子多養料，不能行動，小配子體小而有二鞭毛，能自由行動，與大配子配合，稱受精作用，產生一受精卵，稱合子(zygote)。合子分泌厚壁，以渡寒冬，入春乃發生為子羣體。

(三) 黑熱病原蟲 *Leishmania donovani* (Laveran & Mesnil) 此種鞭毛蟲，因適應寄生生活，形體亦因宿主而不同。在白蛉子體中，則為一有鞭毛之蟲可以行動。在人體細胞中，則失鞭毛而成極小之圓錐形體，稱利什曼體(Leishmanian bodies)，純為細胞內寄生(第三十一圖 2)，使人發熱、貧血、肝脾脹大及衰弱等病象，此病在我國及印度最為普遍，我國江蘇北部患此病者，有數十萬人之多。

(四) 彩鞭毛虫 (Hypermastigida) 寄生於白蟻腸中，體上鞭毛極多，動如髮波，種類亦甚多。該鞭毛虫與宿主互相利用，稱共生現象(symbiosis)，原虫在腸內得棲所及養料，白蟻則藉鞭毛虫分泌酵素，以消化纖維素，兩者不可須臾離也。

點、伸縮泡、葉綠素等，同身體之營養，種細胞無葉綠素構造，為繁衍種族之用。生殖方法有二，無性生殖，即為羣體中少數細胞(通常為 4—10)失去鞭毛，形體漸變大，稱單性細胞(parthenogonidia)，繼續分裂，而成一子羣體(第九圖 1, 2, 3)，有數個子羣體，常在母羣體中空處長大(同圖 4)，終則母體破裂而成新羣體矣。有性生殖有二種不同之細胞，大而無鞭毛者，變成一大配子(macrogamete)，在一卵巢之中。亦有繼續分裂，形成一板，約含有 128 個小配子(microgamete)者，稱為精

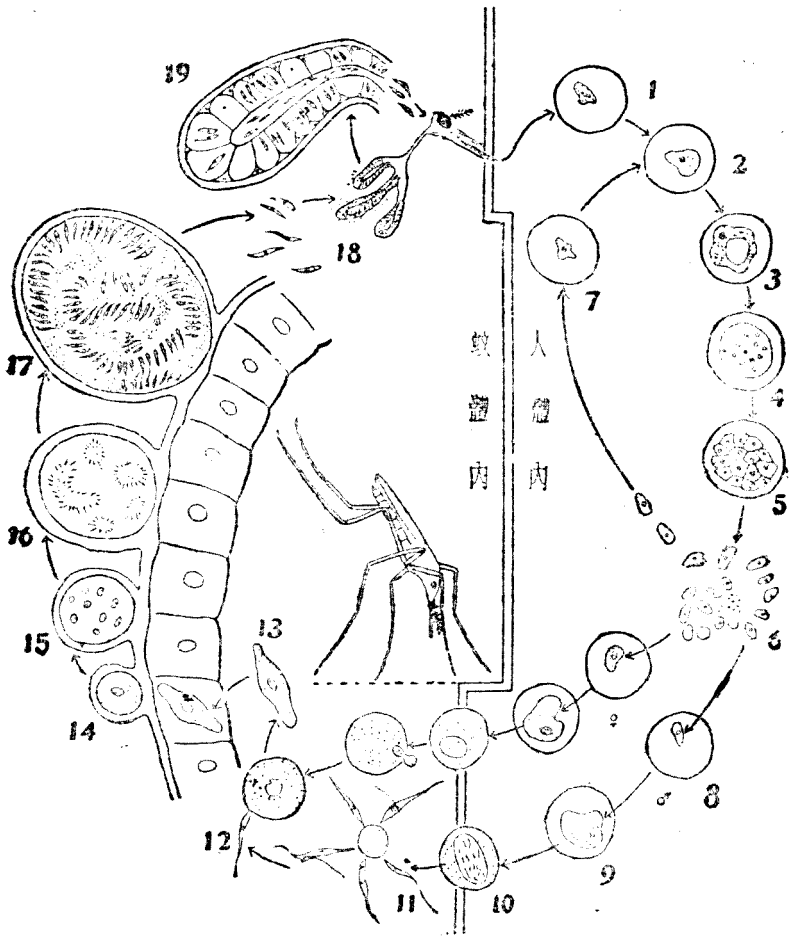
四、孢子虫綱甲、形態及生理——瘧虫 *Plasmodium vivax* (Grassi & Feletti)

種類 寄生人體之瘧虫，僅有一屬，約三種，即二日熱 (*P. vivax*) 三日熱 (*P. malariae*) 每日或間日熱 (*P. falciparum*) 是也。二日熱一種最為普遍，其無性生殖循環，約需四十八小時，發寒熱一次；三日熱之種較不常見，為害亦較劇；每日或間日熱者寒熱時間恆無一定，約自二十四至四十八小時之間，為害嚴重，結果亦多兇惡，俗稱惡性瘧疾。

生命史 瘧虫之孢子虫，混入瘧蚊 (*Anopheles sp.*) 唾液中，待蚊吮血時傳入人體血液中，再鑽入紅血球而為營養虫 (第十圖 1) 初為環狀，後漸老，形似變形虫，故又稱變形子 (amoebula) (同圖 2, 3)，吸取血球中養料，以營寄生生活。至一定時 (四十八或七十二小時，視種類而異)，營養虫長大，胞核分裂，稱裂殖子 (schizonts) (同圖 4)，後形成多數小細胞，稱裂殖虫 (merozoites) (同圖 5, 6)，每個虫在 *P. vivax* 一種，可產生 15—24 裂殖虫，成熟時破紅血球而出，乃成此特殊之寒熱現象。裂殖虫復侵入未害血球，而為營養虫 (第十圖 1—7)，此種無性生殖，循環至一定時期，裂殖虫不復行無性生殖，乃變為配子細胞 (同圖 9—10)，此時若為瘧蚊所吸，則在蚊胃內變成大配子 (= 卵) 及小配子 (= 精蟲)，兩者配合，行受精後，乃成合子，是種合子，頗為特殊，能蠕動，稱卵動子 (ookinete) (同圖 13)。卵動子鑽入蚊之胃壁，在胃壁之體腔面附着，形成囊狀，稱卵囊 (oocyst)。其中之胞核經多次分裂而成數孢子細胞 (sporoblast)。每孢子細胞行多次分裂，而成極多之孢子虫 (sporozoite) (同圖 15—17)。孢子虫成熟後，脫離卵囊，由蚊之體腔內移動，而入唾液腺，以待傳染他人。其生殖法在人體為裂殖生殖 (schizogony)，稱無性代，在蚊體為配子生殖 (gametogony) 及孢子生殖 (sporogony)，稱有性代，合成世代交替現象。

乙、其他孢子虫類代表

(一)單胞虫 單胞虫 (*Monocystis sp.*) 寄生蚯蚓儲精囊內，亦行腐生法營養，以攝取精液及精母細胞之養料。營養虫在精液中生活，每有甚多之精母細胞，附着其體，精母細胞消耗後，僅有鞭毛附着之，如鞭毛虫然。寄生若干時後，兩兩接合，圍以二層胞殼，各自分裂，產生若干小細胞，是為配子 (或稱等配子，因大小均相等也)。兩兩聯合，以成合子，狀似梭形，外圍以殼，即為孢子，其中之胞核分裂，成八個孢子虫，孢子可抵抗乾燥環境，蚯蚓死後，散布土中，又可傳染其他蚯蚓。



第十圖 瘧蟲生命史 中間變態分開右邊為人體內在左邊為蚊體內之變化。1—7. 裂殖生殖。8—10. 孢子生殖(8—12 配子生殖)。1, 2. 小變形蟲體。3. 環形期。4. 裂殖子。5. 裂殖血。6. 裂殖血出紅血球。7. 裂殖血電鏡開始。8. 小變形蟲體變成雌及雄配子細胞。9, 10. 已發達之雌雄配子細胞, 出紅血球。11. 上為雌配子成熟, 放出其細胞; 下為雄配子, 其中為剩餘原生質。12. 兩性配合。13. 合子。14. 卵動子穿入胃壁, 在胃之體腔面形成卵囊。15. 分成孢子細胞。16. 每孢子細胞分裂成孢子蟲。17. 大團孢子蟲, 中雜餘原生質。18. 孢子蟲散入血中, 復進入較之血... 而傳入人體。19. 唾液腺與孢子蟲放入(著者圖, 自 Kerr 修改)。

(二) 微粒子 微粒子 (*Nosema bombycis*) 爲家蠶之寄生蟲，寄生蠶體之各部分。營養蟲由孢子吞入後，孢子質流出而形成，穿胃壁及體腔，以達寄生之組織。侵入宿主之細胞中，行裂殖繁殖，最後每嚮向虫 (sporont)，形成一極小之孢子，有一極囊 (polar capsule)，但生活時不易見之。

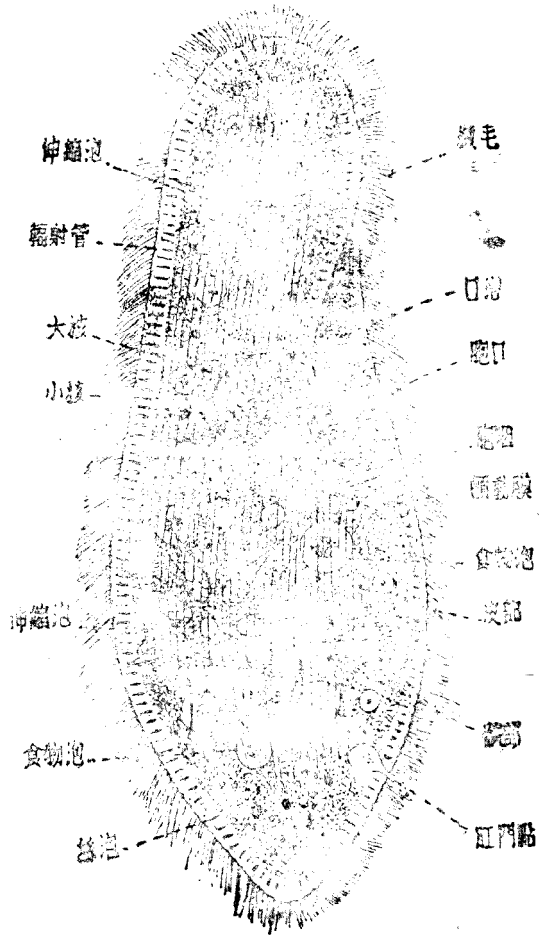
五、纖毛虫綱

甲、形態及生理——草履虫 *Paramecium caudatum* Ehrenberg

(一) 棲地 草履虫爲最易採

集之原生動物，體積較大，同時又可證明單細胞動物種種現象，故論原生動物，常以之爲代表。普通在淡水湖沼中，往往有之，尤以在多腐爛植物腐屑及浮游植物中，繁殖更盛。

(二) 形態 草履虫外形略似履。前端較狹而鈍，後端闊而尖，體長約爲0.2—0.30 耗，在適當背景中肉眼僅可察見。前端有一狹溝，向後斜向右邊，而止於體之中部，稱口溝 (oral groove)。溝之底端，有一小孔，稱胞口，下通短管，斜向後部，而入內質，稱胞咽，或稱食道。有口溝之面，稱口面 (或稱腹面)，其反面爲反面 (或稱背面)。行動器爲體面叢生之纖毛 (cilium)，惟近口溝之毛，顫動較速，更藉以激動水流而攝取食物。其細胞質亦可分內質及外質。表面有一層角薄膜 (pellicle)。他細胞二個，一



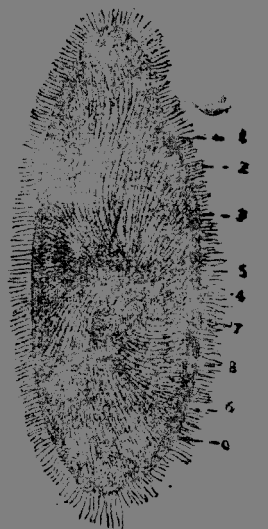
第十一圖 草履虫之形態，由口側面觀察(著者圖)。

在體之前半部，一在後半部，均貼近背面，其四周有六個至十個輻射管(radiating canals)，與泡交替伸縮。又有明顯食物泡，隨原生質而流動。胞核有大核(macronucleus)及小核(micronucleus)之分，在近口之內質內。肛門點(cytopyge)，則在胞口之後方，不排遺時則不得見之。

角薄膜之表面，成多數六角形小區，每區中有一纖毛，區與區間有絲泡(trichocyst)，泡內液體放射外出，便成長絲，顯為防護之用。纖毛之基部各有基粒(basal granule)，為纖毛活動之胞器。在外質中更有整齊之纖維系統，與纖毛基粒及其他活動胞器，各有聯繫，稱感動系統(neuromotor system)，為初步之傳導器官，與其他動物之透視神經相似。纖維之集中處，稱感動點(neuromotorium)，或似高等動物之中央神經，為感覺及動作之中心(第十二圖5)。

(三)生理 草履虫身體較有一定，體制亦較完善，由於一單細胞，行使各項主要生理功用，與高等動物無大差別，故草履虫可作一模式動物研究之。

代謝作用 草履虫以細菌、原生物及其他細小物體為食物，先由口溝處纖毛之激動水流，將食物沖入胞口，更由食道背側顫動膜之顫動，使食物嚥下，至食道末端，水及食物，陷入細胞質中，形成食物泡，泡脹大後，乃脫離食道，入內質中，一泡脫離，他泡相繼形成，諸泡均隨原生質之環流而運行，泡四周之細胞質，分泌消化素而行消化，初期之分泌物，呈酸性反應，若以中性紅試之，作深紅色，終則因消化之故，運行至前端，泡之體積逐漸減小，呈鹼性反應，對中性紅為淡黃色之反應(第十三圖)。已消化之物質，由胞質吸收，分布周身，并同化為原生質。未消化之食物，運至環流之終點，由肛門點排出之。已消化之物質，則可依身體之所需，或為補償，或為滋長，亦可用於氧化之原料。其呼吸作用，氧氣由身體表面取入而行養化，以發放能力。炭酸氣，雖可由伸縮泡排出，但大部分則由身體之表面排除。至排泄作用，蛋白質之廢



第十二圖 草履虫之感動系統，口側面觀。1. 口溝。2. 伸縮泡。3. 大核。4. 小核。5. 感動點。6. 感動纖維。7. 顫動膜。8. 口溝。9. 絲泡 錄自 Rees。

物如尿酸等，可由角薄膜滲出，然經學者試驗，知伸縮泡內亦多尿酸，故伸縮泡在調節水分時，體內蛋白質廢物，在液體中，俱入射管，再由管注入伸縮泡，待泡裝滿後，漸移表面，由一臨時之孔，排出體外。

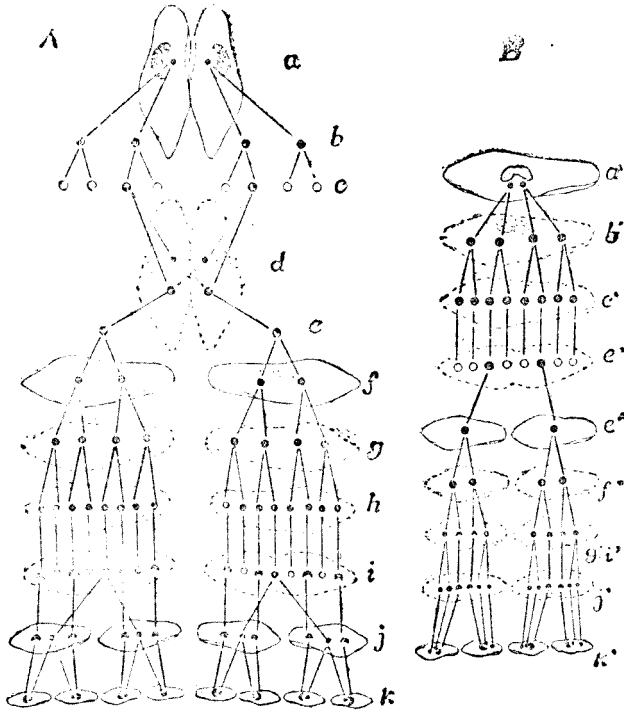
生殖 草履虫生殖方法，普通可分三種，即分體、接合及內合三種，茲分述之。最普通生殖法，為無性之二分體。即小核先起有絲分裂，大核直接分裂（即無絲分裂），繼之虫體乃在中部橫縊，成二分體。在新個體未分離以前，各生出伸縮泡，一在體之前端，一在中部之後，新胞咽則由原胞咽凸出，另生一膜，原有領動膜，則留與舊胞咽，而新胞咽則另生成一膜，然後產生二個子個體。此分裂之全過程，約需二小時，分裂之速率，須視溫度食物性質等因子而定，大約每日可分裂二次，每年可產生六百代之多，胞殼形成，在草履虫中，雖有記述，然即有之，亦為稀少現象也。

接合生殖，亦甚普遍，蓋經多次分裂後，生殖率減退，原生質乃起物理及化學之變化，表面黏性增加，故兩個體由口溝面相接，即行暫時聯合。當接合時，大核退化，逐漸分解，為原生質所吸收，小核則起一變化，此種變化，與後生動物配子之成熟、配合及接生各歷程，頗相類似。先是小核變大，染色質分開，成顆粒狀，集於兩端，延長並形成紡錘線，繼即分裂為二，中間無休止期，又即行第二次分裂，而成四核，此四核中，三核退化而消滅，僅遺一核，（第十四圖 c），此核再行分裂，成為一大一小，此一分裂，無顯著之紡錘線，亦無染色體之縱分，僅染色質之分開而已。小核能移動，與雌配子核性質相同。大核不動與雌配子核相似。小核可渡過原生質橋，至對方之接合體（conjugant）中，與對方大核結合（d），是與受精現象相似。以後二草履虫即行分離，稱接合後體（ex-conjugant），每個體僅有一混合核（e），此核即行有絲分裂，各分裂為二，再分裂為四為八（h）。八個之中，四個增大，變為大核，三個退化，餘一個變為小核。此一小核再行分裂，同時虫



第十四圖 草履虫食物泡變遷圖。試用中性紅作活物染色，酸性期變為紅，酸性減少變為淺紅，鹼性期變為黃色，環流終點，食物泡變小，帶些泡了，不消化物質，由口溝排出（著者圖）。

體亦分裂，成二個體，每個體得二大核及一小核(j)，小核再分裂一次，虫體亦分裂，結果，每個接合後體，分裂為四個子體，各得一大核及一小核，接合生殖乃告終止。



第十四圖 草履虫之生殖 A. 接合生殖, B. 內合生殖。a—d 接合體, e—k 接合後體, a'—k' 內合生殖, 示與接合生殖相當之各期。有虛線者, 示內部核質變化, 體無變動。○示退化之核, ◐示產生之大核。

接合生殖 (*P. caudatum*) a 兩虫接合。b, c. 小核分裂為二為四。d. 大核分解, 小核分化為一大一小, 小的經原生質橋至他一接合體, 與大的混合, 變成合子 (e)。f, g, h. 混合核又分裂為二, 為四, 為八。i. 四個變為大核, 三個消滅, 一個小核復行分裂。j. 每個得二大核一小核, 小核復分裂。k. 每個得大核與小核各一個 (八個子細胞)。

內合生殖 (*P. aurelia*) a' 大小核未變動。b' 大核分解, 小核分裂為四為八 (c')。c' 僅保留八分之一 (即四分之一), 虫體分裂各得一個 (e')。f'—j' 一核分裂為二為四, 成二大核及二小核, 小核再分裂成二大核四小核。k' 虫體分裂, 每個得一大核及二小核 (四個子細胞) (著者圖)。

在草履虫中最堪注意者，即核質之分化，大核之染色質，其功用爲營養，宛如高等動物之體細胞，終歸死亡，小核之染色質，其功用爲生殖，則如種細胞，爲傳遞種族之機械。觀此接合生殖，更爲明瞭。接合生殖，有似高等動物之配合生殖，其目的則爲恢復種族之生活力，蓋核質先行改組，復與不同個體配合，終則核質分化，一如新個體之發生，由幼而壯，如此種族特性，得保持久遠矣。其他尚有內合生殖法(endomixis)，即胞核不經接合，而在自體內重行分化及組合，與高等動物之孤雌生殖類似。

草履虫若久置一種不變浸液中(例如腐草液)，則每約三月，必有一生理消沉時代；此時分裂率減低，如浸液不改變，或不使接合，原生質退化，或成泡沫狀，終於死亡。美國伍拙夫(Woodruff)氏欲試探草履虫無性分裂而種族衰亡之理論，即以一種草履虫，作爲培養，經二十餘年之久，因時時變換浸液性質，使不接合，亦不衰亡，約得一萬二千多代，並無種族衰老之現象，彼曾察得分裂速率，時有高低，每四五十代間，有一消沉時期。在此時期，彼曾發見大核消失，而易以由小核變來之新大核。小核之變化，宛如接合生殖，但無接合現象。

該種草履虫 *P. aurelia*，有二小核(第十四圖B)。在內合生殖時，大核消滅，分散於細胞質中，二小核分裂二次，而得八核($8'$)。八核之中消滅其六，虫乃分裂，各得一核($8''$)，一如成熟後之配子核質。此一核復分裂二次，分化爲大核及小核(k')，又似由幼而壯之新個體，每一母體，亦可得四個體，各得一大核及二小核。此種生殖法，在其他纖毛虫中亦有之。又有記述自配(auto-gamy)現象者，即不經接合，大核消退，小核經多次分裂，而成配子核，其中一對，兩相配合，以成合核(synkaryon)，此與自體受精相似。此合核再分裂而產生新個體。

行爲 草履虫因感動系統發達，行動胞器，周身具備，其行爲複雜，類似高等動物。虫之身體，常依中軸轉動，因口溝之側水流較急，體板向左轉旋，循一螺旋狀途徑而進行。若遇刺激，則起適當之反應，以定趨避。各種向性，與其他原生動物，亦復相似。對於普通光線，無甚反應，但於紫外光線則避之。適度溫度，約爲攝氏二十四至二十八度間，過熱過冷，則起背熱反應。約在攝氏-6度，身體運動停止，約在-7度時，纖毛運動乃停止。對於化學藥品均可引起反應，食鹽爲背向性，而稀醋酸則爲正向性，若遇氯化汞，則不及逃避，即被殺死矣。對於電流之刺激，如電流微弱，草履虫均向負極，如施以

強電，則纖毛反轉而向正極，對於地心吸力，諸草履虫前端似均向上而排列為背向性，其理尙未明。對於微弱水流，則其前端均向流而行，為正向性，此或因前端向流，水流不至與纖毛動作衝突故也。

草履虫既有敏捷行爲，若環境變換或遇不利之刺激時，常有避免反應 (avoiding reaction)。更有自發動作，若遇刺激，不僅對某物起直接反應，且可經體內之調度，而起複雜行爲，如因於絲網內，則經多次試觸，乃擇一小孔而擠出。如與毒害之物相遇，則能先行試探，終向安全之處而逃避。對此種不利之刺激，作多方之試探，而擇一安全處所逃避之。是種行爲，通稱嘗試法。若遭遇強敵，則由絲泡放出毒絲以麻醉之，此為防攻行爲也。

乙、其他纖毛虫類代表

(一)毛囊虫 毛囊虫與草履虫略相似，屬異毛目 (Heterotrichida)。體呈梨形，口溝在前端，大核較長，有數伸縮泡，在體之後端，寄生於哺乳類及兩棲類動物。寄生人類者有一種，名腸毛囊虫 (*Balantidium coli*)，可釀成痢疾。

(二)鐘形虫 鐘形虫 (*Vorticella sp.*) 與其同類動物，屬圍毛目 (Peritrichida)。生活於淡水中。前端有一盤狀區，有一圈纖毛，其他部分則無之。後端有一能伸捲之柄。大核作馬蹄形，小核一個，伸縮泡一個或二個。此類動物，其柄常分枝，形成樹枝狀之羣體。

(三)倒錐虫 倒錐虫 (*Acineta s.l.*) 屬吸管虫亞綱，僅幼期有纖毛，體作錐狀，有輻射之管狀觸手，末端有吸盤，用以捕攬食物，後端常有一柄，為附着之用。

六、原生動物與人類關係 原生動物雖為一單細胞，然體內各項生理歷程，凡高等動物所有者，靡不具備，且一細胞體，機構單簡，複雜行爲，當自茲始；故凡生理、遺傳、行爲、生殖等問題，欲得原始之型式，當從原生動物研究起，因此在知識上言，該類動物，十分重要也。原生動物，更與人類經濟，有莫大關係，或為人類疾病之原，或病害牲畜及其他經濟動物，或致土壤肥沃，或污穢飲水，妨礙衛生，或以其殼，造成傾大地層，茲分述之：

(一)人類疾病之原虫 寄生於人體之原生動物，就今所知，尙不及三十種，寄生於口腔、腸、胃、血液及肌肉等處，有與人體無大損害者，有可釀成疫病，為人類大患，最顯著者，莫若瘧疾、痢疾、腫病、黑熱病數種，其病源延於熱帶及亞熱帶等區，前足動物為傳染這類疾病之媒介，人類寄生原虫，詳見下表：

綱	中名	學名	寄生部分	有害與否
1 2 3 4 5 6 形 虫	痢疾原虫	<i>Entamoeba histolytica</i>	小腸及其內部器官	阿米巴痢疾
	結腸變形虫	<i>Entamoeba coli</i>	大腸	無害
	口腔變形虫	<i>Entamoeba gingivalis</i>	口腔	無害(或小害)
		<i>Endolimax nana</i>	腸	無害
		<i>Pentamoeba fragilis</i>	腸	無害
		<i>Isoetamoeba williamsi</i>	腸	無害
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 鞭 虫	黑熱病原虫	<i>Leishmania donovani</i>	脾及血管等處	黑熱病
		<i>Leishmania tropica</i>	面部等處	東方瘧
		<i>Leishmania braziliensis</i>	皮下組織	皮下潰爛
	睡病原虫	<i>Trypanosoma gambiense</i>	血液	睡病
		<i>Trypanosoma rhodesiense</i>	血液	睡病
		<i>Chilomastix mesnili</i>	腸	無害
		<i>Giardia lamblia</i>	小腸	可成痢疾
	腹三鞭虫	<i>Trichomonas vaginalis</i>	腹	無害
	腸三鞭虫	<i>Trichomonas hominis</i>	腸	無害
	口三鞭虫	<i>Trichomonas buccalis</i>	口腔	無害
17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 孢 子 虫		<i>Embryomonas intestinalis</i>	腸	可成痢疾
		<i>Embryomonas sinensis</i>	腸	可成痢疾
		<i>Enteromonas hominis</i>	腸	無害
	瘧疾原虫	<i>Plasmodium vivax</i>	血液	瘧疾
		<i>Plasmodium malariae</i>	血液	瘧疾
		<i>Plasmodium falciparum</i>	血液	惡性瘧疾
	腸孢子虫	<i>Isospora hominis</i>	小腸	無大害
肉孢子虫	<i>Sarcocystis linoleni</i>	肌肉	毀壞肌肉	
	<i>Rhinosporidium scabiei</i>	鼻腔眼等處	可成腫瘍	
27 纖毛虫	結腸纖毛虫	<i>Trichostema coli</i>	腸	可成痢疾

第十五圖 人體原生動物寄生蟲表

(二) 病害牲畜或其他經濟動物 原生動物寄生於動物者，爲數至多，如寄生於蜂蟻、蜻蜓、蠅等動物，與人類無甚關係。然寄生於牲畜如牛馬羊豬等，則與人類有直接關係；更如孢子寄生於家蠶及蜜蜂，爲害至鉅，膠孢子寄生於魚類，肉孢子寄生於家禽，有關人類經濟，至爲浩大。

(三) 與土壤肥沃關係 原生動物在各種土壤內均有之，約在地下六吋處，最爲繁多，自十二吋至十八吋深處，漸形稀少。最普通者，爲絨小鞭毛虫、變形虫，有殼變形虫及纖毛虫等種類。鞭毛虫如 *Cercomonas Oikomonas Heteromita* 等屬，肉足類如 *Naegleria Amoeba Diffinicia* 等屬。纖毛虫如 *Euchlois Colpidium Colpoda* 等屬。原生動物在某種土壤內之多寡，當視土壤之性質與有機物多寡而定。美國勞而德 (Culter) 氏報告十種土壤平均數，每克約含變形虫一六九〇種，鞭毛虫七四六〇種，纖毛虫一五種，可作吾人比較資料。是類原生動物之多寡，與土壤內細菌數，似有一定關係，因細菌爲其主要食料；此種關係，與土壤肥沃，最爲重要。

(四) 污穢飲水 數種鞭毛虫，往往繁殖於蓄水池中，使自來水污臭，不堪作爲飲料。普通常見者，有 *Uroglena Dinobryon Symura* 等屬。*Uroglena* 最壞，多時可使水腥臭，或變成鯊魚肝油狀，其他各屬，或使水臭，或變成綠色，爲害不一。此種臭味，大都由於一種芳香油，原虫生長時產生，死後分解所得。可用鹼液預防治之。

(五) 造成地殼之原生動物 有殼之原生動物，生存於海中，死後殼則沉於海底，構成厚大之地層者有之。最常見者，爲肉足綱之有孔虫及放射虫。有孔虫爲造成地殼最有力者，如 *Globigerina* 一屬，可成一地層，大西洋海底約有二千萬方呎軟土，爲此一屬有孔虫所造成者；此種鈣質軟土變硬後，即成石灰岩，稱爲白堊。更有一屬大有孔虫 (*Nannulites*) 其殼質造埃及金字塔之柱石，豈非偉績？放射虫之骨骼，多爲矽質，亦可造成海底軟土，在太平洋與印度洋，分布最廣，幾有二百餘萬方哩之海底，爲此軟土鋪成，可見此類原生動物，體雖微小，可造成地殼，豈不偉大歟？

參 考 書

- Calkins, G. N.: *Biology of Protozoa*, 1926.
 Hegner & Taliaferro: *Human Protozoology*, 1924.
 Jennings, H. S.: *Behavior of the Lower Organisms*, 1906.
 Kudo, R. R.: *Handbook of Protozoology*, 1931.
 Wenyon, C. M.: *Protozoology*. 2 vols., 1926.

第六章 多孔動物

一、木門動物之特徵 海綿爲最下等之多細胞動物，身體構造及細胞之分化，均未臻完善。無真正之胚層，無口及行動器官，一端附着於他物之上，常分枝芽生以繁殖，亦行有性生殖。除一科爲淡水產外，餘均爲海產。該門動物，可分下列三綱：

(一)石灰海綿綱 (Calcarea) 本綱種類，均生長於淺海內，構造較簡單，多有鈣質骨針，約有四百餘種，如白絲海棉、毛壺等。

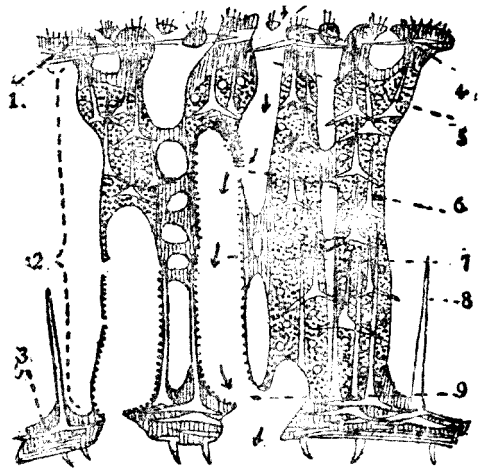
(二)六放海綿綱 (Hexactinellida) 多數爲深海產，多三輻型矽質骨針，亦有成長條如筭狀，如拂子介、偕老同穴等。

(三)尋常海綿綱 (Demospongiae) 本綱種類佔最多數，有大而色鮮，溝系複雜，鞭毛室作球狀，骨骼爲矽質，或矽質與海綿絲，或僅爲海綿絲，或無骨骼者，如沐浴海綿、淡水海綿等。

二、形態及生理——毛壺 *Grantia* sp.

形態 毛壺爲構造較簡單之海綿，作圓筒形，下端較細，附着於他物之上，上端有一總口稱出水口 (osculum)，體之四周，多刺狀石灰質之骨針，表面多小孔，稱進水小孔 (ostium)，中間之腔，稱中央腔，水自小孔流入，經中央腔而由出水口流出，行使營養、呼吸、循環及排泄等功用。

將毛壺切片於顯微鏡下視之，體壁可分三層，但因構造及發生特殊，不與其他後生動物之三胚層相同，故稱皮層、中膠層及胃層。皮層爲表面一層之扁細胞，具保護功用，近小孔處，有孔細胞



第十六圖 毛壺之橫切面 1. 皮層。2. 中膠層。3. 胃層。4. 進水小孔。5. 進水溝。6. 前側門孔。7. 鞭毛室。8. 骨針。9. 後側門孔(錄自 Denly)。

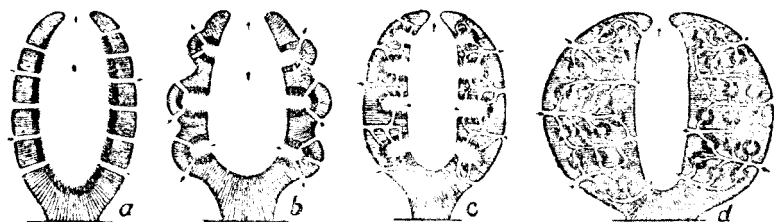
(paracyste) 具調節水分之功用。中膠層爲一種膠狀基質，內有游走細胞 (amoeboid wandering cell)，行使傳布養料及排泄廢物等功用。又分化而成爲造骨細胞 (scleroblast) 以製造骨針，及生殖細胞 (sex cell)，以產生雌雄配子。胃層爲一層斷續之扁細胞及凸入鞭毛室之鞭毛細胞，在鞭毛基部之四周，有薄膜狀之襟，故稱襟細胞 (choanocyte)，頗似原生動物之襟鞭毛虫 (choanoflagellate)，以行使攝食、消化及激動水流等功用。

生殖 毛壺普通行無性生殖，由萌芽方法，以繁殖其種類，亦有一種特別之無性生殖法，如淡水海綿者然，至秋季，產生無數小球體，稱芽球 (gemmule)，外有厚殼，以保護內部之細胞，至翌年春日乃發生爲新個體。至於有性生殖，海產之海綿（包括毛壺）亦屬普通，其雌雄配子，大都同出一體，但因兩者成熟時期不同，可避免同體受精，受精時，即由他個體之精蟲，鑽入中膠層，以與卵細胞受精，產生新個體。

三、溝系 海綿動物體壁中，有特別溝道以利水流出入。依此種溝道繁簡之程度，可分爲下列三型，如（1）單溝型 (Ascon type) 此爲最簡單之溝系，石灰質海綿屬之。水流由小孔流入，經流入溝 (incurrent canal)，直接流入中央腔，其皮層爲扁細胞 (pinnaocyte)，胃層爲襟細胞，中央腔因全由襟細胞包圍，宛如鞭毛室（第十七圖 a）。例如白絲海綿。（2）雙溝型 (Sycon type) 具是種溝系之海綿，體壁較厚，似由多數摺縐所組成，每一摺縐處，便成一囊形之室，由皮層摺入者爲流入溝，均爲扁細胞所形成。由內面凸出者爲鞭毛室 (flagellated chamber)，多由襟細胞所組成。內層之沿中央腔者，全爲扁細胞。襟細胞斷絕，折入鞭毛室。水流由皮層小孔流入，經流入溝及前幽門孔 (prosopyle)，而入鞭毛室，與中央腔交通之小孔，稱後幽門孔 (apopyle)，水流由此而入中央腔 (b)，例如毛壺。（3）複溝型 (Rhagon type) 六放及尋常海綿，具最複雜之溝系，鞭毛室與中央腔間，又多一流出溝 (excurrent canal)。流出溝與中央腔之邊圍，均無襟細胞。水流由皮層小孔流入，經流入溝，復由各前幽門孔，至各鞭毛室，再由後幽門孔、流出溝，最後經中央腔，而由出水口流出 (c, d)。例如沐浴海綿等。

四、骨節 海綿骨節可分二種，一爲骨針 (spicule)，由鈣質或矽質形成，一爲纖維狀之海綿絲 (spongin)，亦有全無骨節之種類。鈣質骨針，形狀較爲簡單，矽質骨針，則較爲複雜，均由造骨細胞分泌鈣質或矽質形成。普通骨針之形狀，有：(1)單軸型，(2)三軸型，(3)四軸型，(4)多軸型。有似星

形，有如鐵錘，其大小長短，亦各因種類而異。白絲海綿與毛壺，最普通之一種，爲三輻型(triradiate)。海綿絲性柔軟，富有彈性，其化學成分，約與蠶絲相似，由海綿絲細胞分泌而成。普通用爲沐浴者，卽一種沐浴海綿(*Euspongia officialis*)，均爲是類物質。



第十七圖 海綿之溝系 粗黑線示微細細胞之分布，箭號示水流方向。a. 單溝系。b. 雙溝系。c, d. 複溝系，示流入溝與毛室流出溝等構造(錄自 Hieguer 仿 Johnson and Snook)。

五、海綿動物之代表

(一)白絲海綿 *Leucosolenia* sp. 形體細小，附着海邊草木上，單獨生存，或由苗芽生殖，成多數絲狀或葡萄根狀之物。

(二)借老同穴 *Euple telli* sp. 爲砂質深海之海綿，中央腔往往有一對蝦同棲，故日人名曰借老同穴。

(三)拂子介 *Hyalonema* sp. 亦爲砂質海綿，作錐狀形，骨骼有大小數種，有兩盤形，六放形等。體之下端，有砂質骨絲一束，插入土中，柄上常有海葵類動物附着，作共棲生活(commensalism)。

(四)淡水海綿 淡水海綿，僅有 Spongillidae 一科，生長於池沼邊石上或木材上，成團狀或分枝狀，形似藻類，但表面粗糙，採集時極易辨別。

六、海綿之胚胎 卵受精後，經三次縱分裂，成八個細胞，形如錐體。近上端復行橫分裂而成八個小細胞及八個大細胞，其後大小細胞，均排列周圍，使中央留一空隙。故全體漸呈球形，小細胞較透明，均有鞭毛，大細胞多粒狀體，無鞭毛，稱原細胞(archaeocyte)。原細胞進入內腔，爲鞭毛細胞所包圍，稱假原腸腔。後端之細胞，復失去鞭毛，變爲大而多粒之細胞，此囊狀幼蟲，兩極形態不同，能自由行動，稱爲兩極幼蟲(amphiblastula)。以後前端向內凹入，故所有鞭毛細胞，均擠入內部，變爲胃層，外部無鞭毛者，變爲皮膚層，兩層之間，更成立中膠層。亦流自皮膚層小孔流入，經中膠層時，有複雜之溝

系，復經胃層而入中央腔。鈣質海綿之發生，大都屬之。

七、海綿之經濟價值 淡水海綿，無大害處，有若干海產種類，可損害牡蠣及他種軟體動物，着生殼上，久而鑽入殼內，內部動物，往往致死，殼亦因而碎，有少數種類，具特別臭氣，或分泌毒汁，使人厭惡之。但有數種深海種類，如拂子介、偕老同穴等，往往用作裝飾品。矽質骨骼，沉澱海底，造成火石，亦可作裝飾之用。用處最大者，厥為海綿絲，可作沐浴及外科手術等用途。地中海、紅海及沿大西洋之中南美洲等處，均用人工培養，繁殖於海底，約在五月至十月間，用拖撈法採收，搗碎之，曬之，或分優劣，或事漂白，然後可至市場出售矣。

八、海綿在動物界之位置 海綿之為多細胞動物，已無疑義，惟依其構造及發生與後生動物相較，頗有出入，在動物界中，似乎獨成一支，故特名曰側生動物 (Parazoa) 者，以示與後生動物稍有差異耳。海綿體之構造，已稍緊湊，分工合作之程度又較高，或由羣體原生動物 進化而來，亦未可知。原生動物中，有一種名原綿虫 (*Proterospongia sp.*) 者，與海綿之構造，最為相似。此種羣體原生動物，外部為鞭毛虫，為膠狀基質所聯絡，內部則有如中膠層之細胞。更有數屬海綿如 *Stylotella* 及 *Microciona*，其體內細胞，經分散後，均可集合而成新個體。若將此類海綿搗碎而篩之，使分散細胞，平鋪蓋底，不久，諸細胞可獨立移動，各聚集成團，每團均可發生為一整個海綿，此可見分散之單細胞，可組合而成多細胞之個體。因此吾人亦可視海綿為單細胞動物之集合體，不過其細胞之分化及體制之嚴密，較羣體原生動物更高一等耳。

第七章 腔腸動物

一、本門動物之特徵 腔腸動物爲構造較完備之下等多細胞動物，體壁由二細胞層(diploblastic)(即外胚層與內胚層)及一無細胞之中膠層所組成，爲輻射相稱型(radial symmetry)。體之中部有消化腔，或稱腔腸(coelenteron)，蓋體腔與腸腔合而爲一，其胚胎發生至原腸階級爲止。一端爲口，爲原口(blastopore)(註一)之遺痕，無肛門。除櫛水母綱外，均具刺細胞。普通爲海產，僅有少數種類爲淡水產。本門動物可分爲下列各綱：

(一)水螅蟲綱(Hydrozoa) 有終身爲芽體(水螅形體)，或兼有水母世代，或全爲水母形。其水母有緣膜(velum)，生殖巢由外胚層形成。本綱有少數淡水種類，如水螅、桃花水母等，多數爲海產，如數枝蟲、筒蟲、帆水母、僧帽水母等。

(二)鉢水母綱(Scyphozoa) 芽體形不顯著，或缺如，多數爲大水母，無緣膜，生殖巢由內胚層形成。如立方水母、海月水母、海蜇等。

(三)珊瑚蟲綱(Anthozoa) 芽體形構造較複雜，有口道、隔膜、胃絲等，生殖巢由內胚層形成，無水母世代。如海葵、珊瑚、海筆等。

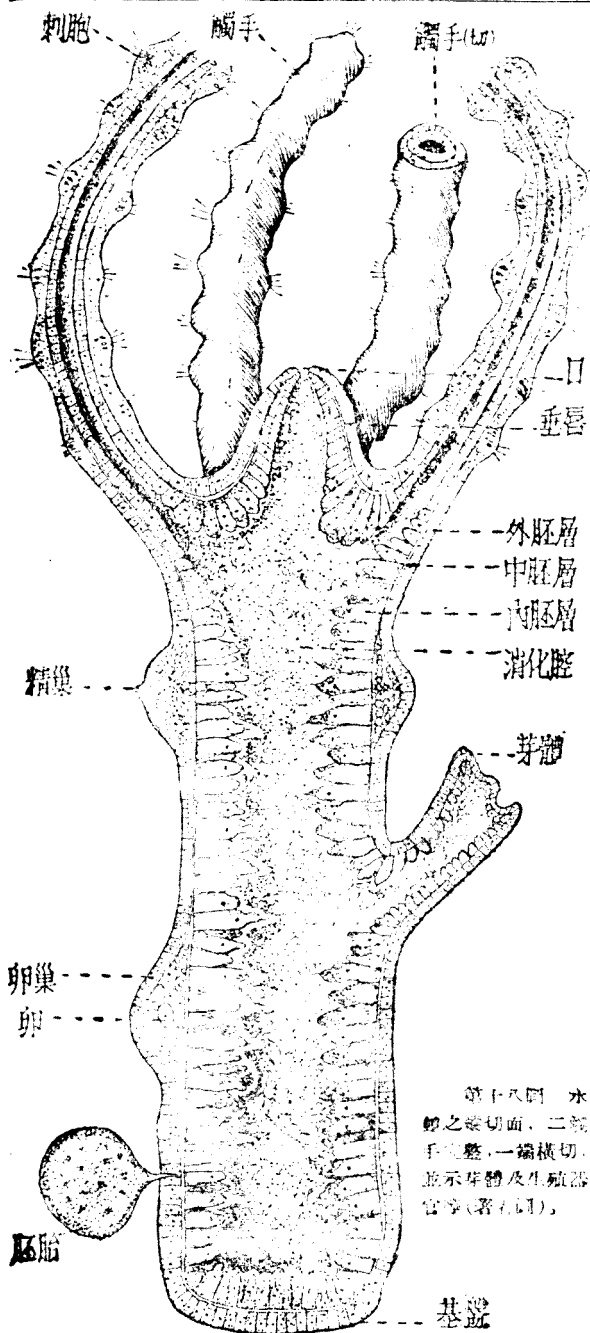
(四)櫛水母綱(Ctenophora) 體形略似水母，無刺細胞，有觸手二本，櫛板八條及複雜之胃水管系。如櫛水母等。

二、形態及生理——水螅 *Hydra vulgaris* Pallas

(一)產地 淡水池沼中，均可覓得，普通附着於他物上，如草木及水藻等物，有時浮游於水面。採集時，即將水及藻類置入玻璃缸內，翌日水澄清後，即可見水螅均附着近光之一邊。培養之法，即多採小甲殼類動物，以爲食料，甚易繁殖。

(二)構造及功用 水螅體呈圓筒狀，底端爲足，或稱基盤(basal disc)，能分泌粘液，以爲附着之用，又爲行動器官。他端爲口，作星形，近口處隆起，稱爲垂唇(hypostome)。周圍有五至十條細而長之觸手，其上多細胞堆，每堆由多個刺細胞(enidoblast)組成，以爲捕捉活物之用。各觸手雖能單獨動作，但平時均通力協作，以爲行動、捕食及避敵害等動作。體之四周常見有芽

(註一)原口，意即原腸之口也。



第十八圖 水螅之縱切面，二觸手之體，一端橫切，並示芽體及生殖器官等(著者訂)。

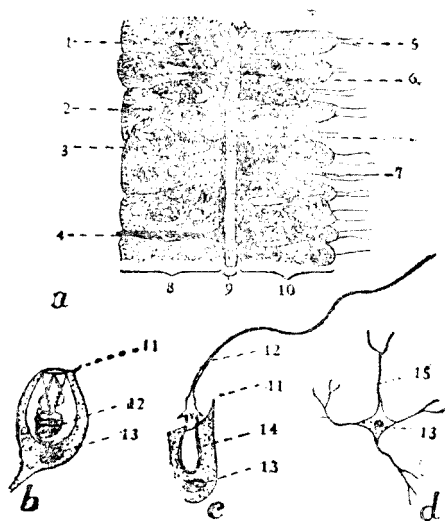
體，至於有性生殖器官，夏秋間常可見之。

體層之構造 若以水螅之切面製片觀察之，則見其體壁可分二細胞層，最外一層為外胚層 (或稱外皮層)，最內一層為內胚層 (或稱內皮層) 及中間一層無細胞之中膠層 (mesogloea)。外胚層 (ectoderm) 中較大細胞，稱外皮細胞，有保護感覺及伸縮諸功用，內側有縱纖維，能使身體伸長縮短。又有間細胞 (interstitial cells)，居外皮細胞之底端，可分化為(一)刺細胞，具一胞核及外向之刺柄，內藏刺絲胞 (nematocyst)，此胞為囊狀物，內含盤旋之絲狀管(第十九圖 a, b; c)，若刺柄 (cnidocil) 受刺激時，其中感受壓力，絲狀管立時射出。刺入他動物之組織，使被刺動物麻醉或致死。(二)神經細胞，有接受外界刺激之感覺細胞，內端有神經纖維，與他

神經細胞相連。神經細胞多樹枝狀突，與外皮細胞纖維相連，而有傳導與動作之功用(第十九圖 a, d)。(三)生殖細胞，亦為間細胞所分化者，以行有性生殖。內胚層(endoderm)則為內皮細胞，依其功用，可分(一)消化細胞大而作錐形，頂端常有一條至五條之鞭毛，用以激動水流，亦有具偽足者，則用以攝取未消化之固體食物，內部空泡甚多。基部則有橫纖維，能使身體伸寬縮小。(二)腺細胞形體較狹小，無橫纖維，細胞質依其代謝活動而不同，有多含粒狀物及多含分泌物之泡，以為分別。此層中亦有間細胞及神經細胞。中間一層則極薄，稱中膠層，此膠狀物質，為內外二細胞層分泌而來。體之中央，有一大腔，稱消化循環腔，或稱腔腸，有循環消化及吸收諸功用，與多孔動物之中央腔，性質不同。

營養 水螅之食物，多為水中小動物，如甲殼類之水蚤，較小水棲寡毛類及昆蟲之幼蟲等，均為水螅適宜食料。當食物接近觸手時，則放射毒絲而刺死之，徐徐由觸手引近口邊，口唇張開而吞食之。食餌在腔腸內，由腺細胞分泌酵素以分解之，作細胞外之消化。較小食餌，或未盡消化之食物碎片，有時由細胞之偽足裹入，作細胞內之消化。已消化之食物，可同化為原生質，以為滋長及氧化之用。呼吸無一定器官，大概外皮及內皮諸細胞，均可行此功用。因構造簡單，故排泄器官，亦付缺如。腔內未經消化之物質，由口排遺而出。

生殖 水螅生殖方法有二，一為無性生殖，即由身體長出芽體，芽體逐漸長大，生出觸手及口等器官，乃與母體脫離，而獨立生長。一為有性生殖，多數水螅，為雌雄同體，約在夏秋之間，產生生殖器官。精巢成錐狀，生在近觸



第十九圖 水螅體壁之縱切面及諸細胞 a-體壁之縱切面。b. 刺細胞。c. 刺絲射出狀。d. 神經細胞。1. 間細胞。2. 外皮細胞。3. 刺細胞。4. 神經細胞。5. 鞭毛。6. 內皮細胞。7. 腺細胞。8. 外胚層。9. 中膠層。10. 內胚層。11. 刺。12. 刺絲。13. 胞枝。14. 刺胞。15. 樹枝突(係自各作表)。

手一端，由其中一個或多個間細胞，變成精原細胞，經過成熟分裂，變為多數精蟲。精蟲成熟後，出精巢而自由游泳水中，尋覓卵巢，其活動可至三日之久。卵巢成球狀，在近基盤一端。每卵巢僅有一卵，由間細胞變成，亦如其他動物，經成熟分裂，其染色體由雙套十二個經減數分裂，成單套型之六個，初時周圍有細胞包裹之，至成熟後乃凸出，僅有一邊與母體相接。

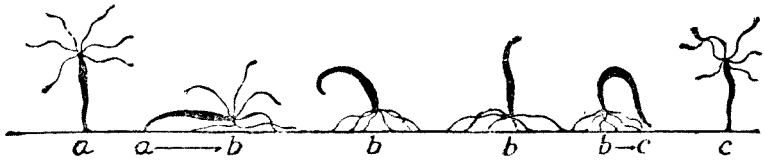
受精及發生 精蟲游泳至他個體之卵巢，鑽入卵膜，雌雄細胞核溶合。單套染色體還原，稱受精 (fertilization)。此受精之卵，即為合子 (zygote)，繼行分裂。受精卵之分裂，特名為分割 (cleavage)，分割多次，形成一層細胞之球狀體，名曰囊胚 (blastula)。此一層細胞，由其內面分裂，填充內腔，稱原腸胚 (gastrula)。外一層細胞為外胚層，成為外皮，內一團細胞為內胚層及營養料，終成為內皮。此種胚胎，外有二重膜包裹，外層為角質殼，內層為膠質膜，脫離母體，沉入池底，發生為水螅胚胎，乃破殼而出，變長而生觸手及口等構造。

再生作用 水螅富有再生能力，若將其切成數段，每段均可恢復其所失之部分，而成一新個體，此亦發生之一種方法。又可以身體一部分與他個體之另一部分相接，使不同來源之二段，調整而變為一新個體，稱為接插法 (grafting)。更可以水螅一部分切下，補入他一水螅同大部分，亦可適合，而成自體之組織，此為移植法 (transplantation)。近年來實驗動物學，以此類動物作為研究材料者，亦復不少。

行爲 水螅平時雖多附着於他物體上，但其行動功能，亦甚顯著，神經系統，尚未發達，僅有分散之神經網 (nerve net)，在表面之感覺細胞受刺激，即由動作神經纖維，傳導至肌纖維而起反應，以行簡單之行動。

水螅受外界或內部之刺激，均可引起行動。若輕刺觸手，則所觸之處收縮，若重觸之，則全體收縮以避之，如以小蟲接觸之，則其反應又不同，即伸觸手而捕捉之，倘因飢餓，氧氣缺少，或其他生理情形，均可使水螅有自發之行動。對於光線刺激，雖無一定反應，倘非強烈光線，水螅必趨於有光之處，蓋有光之處，弱小動物羣集於此，水螅易於得食也。水螅之運動，常見者有搖擺運動，即基部固着而僅搖動其體之上部。又有翻筋斗狀之行動，蓋藉是類動作，得以遷移其位置(第二十圖)，行動起始時，基盤附着，全體曲屈如半月形，更使觸手着地(第二十圖 a→b)，繼以基盤脫離而高舉(b)，終則基盤再向他一方向而着地(b→c)，如是即進行a至c之距離，徐徐移動，可達到

目的而後止。



第二十圖 水螅之行動，示 a→b, b→c 兩段距離之移動(著者圖)。

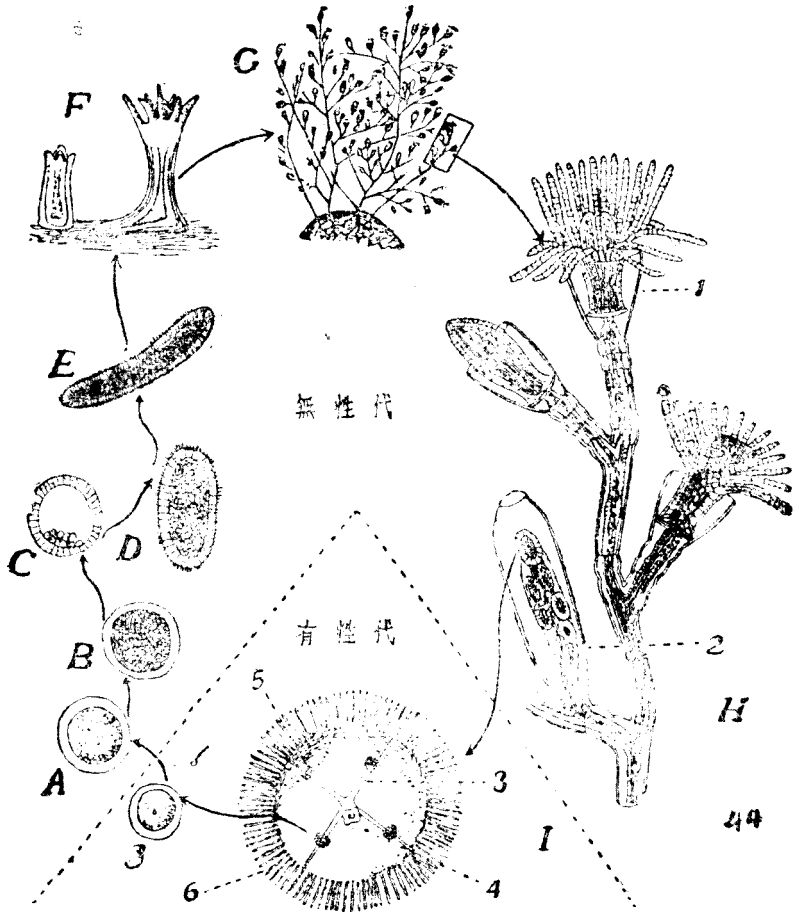
三、其他腔腸動物代表

(一) 藪枝蟲 *Obelia* sp. 藪枝蟲下端有根狀構造，爲始初分泌之物質，附着於淺海草木或岩石上，復行分泌，形成樹枝狀體，枝端着生多數個員 (zooids)，組合而成一羣體。多數個員，因形態及生理上之不同，可區別爲二種，故藪枝蟲是爲一體二形動物之代表，一爲水螅體 (hydranth)，具觸手、口及消化腔，形如水螅，爲營養之個員，一爲生殖體 (gonangium)，無觸手等構造，中具子莖 (blastostyle)，子莖上細胞，由無性生殖，產生多數水母芽 (medusa-bud)，水母芽發生爲游離水母。

生命史 水母芽由無性生殖法產生，在生殖體內成熟後，爲一小水母，乃脫離羣體，而在海水中自由生活。水母爲有性生殖之個體，有觸手、緣膜口、消化腔及四輻射管，全體呈傘形，與普通水螅水母相同。在四輻管(radial canals)上，各生生殖巢 (gonad)，雄者爲精巢，雌者爲卵巢，卵受精後，分割而成多數細胞，成一層細胞之囊胚，由層分 (delamination) 法，形成二細胞層之原腸胚(第二十一圖C)。此原腸胚，與水螅之原腸胚不同，乃爲一個圓長而多纖毛之浮浪幼蟲 (planula) (同圖D, E)，能隨海水浮游，擇適宜之處而附着，乃漸長成，而營永遠固着之生活。浮浪幼蟲及藪枝蟲爲無性世代，水母則爲有性世代，因此代代遞嬗，成世代交替現象。

(二) 海月水母 *Aurelia* sp. 海月水母爲真水母，與海蜇同屬鉢水母綱 盤水母目 (Discomedusae)，我國山東海濱多產之。體呈盤形，周圍有觸手，中央有十字形之口，口角有四帶狀之口腕 (oral arms)。消化腔之四角，分出複雜之水管系統，凡在主要之輻管，如正輻管及間輻管之邊緣，有特殊感覺器，如嗅窩、眼點及平衡囊諸構造。在間輻管上，消化腔外邊緣，有馬蹄形之生殖巢，爲數有四，雌雄異體，而行有性生殖。

生命史 卵與精由口流出，在體外受精，受精卵分割而成囊胚及原腸



第二十一圖 葎枝蟲生命史之圖解 A—H. 示無性代各期。I, J. 有性代及配子。A. 合子。B. 囊胚期。C. 原腸胚期。D. 原腸胚。E. 浮浪幼蟲。F. 幼蟲固着物上, 發生觸手等, 成一水螅體 (G. 葎枝蟲成體。H. (同物) 一部分放大, 示水螅體(1)與水母體(2)。I. 水母示轉管(3), 垂唇(4), 生殖巢(5), 觸手(C)。J. 精與卵(著者圖)。

胚。但原腸胚之形成, 與水螅葎枝蟲不同, 即由囊胚一端內褶(invagination)成二胚層。原腸期之幼蟲, 體形細長, 外被纖毛, 能自由活動, 亦稱浮浪幼蟲, 擇地而固着, 成有口及觸手之水螅型 (hydrula), 其體更作橫分裂, 成許多盤狀之節體 (strobilae), 每節成扁圓形, 再生觸手, 脫離母體, 而成八輻射形

之幼水母(ephyra)。後經變態，而成大水母。此種世代交替生殖法，一如蠶枝蟲，惟無性代之水螅型及節體等，甚不顯著，而有性代之水母，則大而易見。

(三)海葵 海葵爲珊瑚蟲綱之代表，形體與水螅相似，但內部構造較爲複雜，在發生史中，無水母世代。海葵通常附着於海濱之木石上。體呈圓筒狀，一端爲足，他端爲口，口作裂隙形，周圍有數圈觸手。觸手中空，約有數十本，觸手上及圍口區，密生纖毛，口之四周，外胚層內褶形成口道(或稱食道)。在口道(stomodaeum)兩側，有一纖毛溝，口閉時水流仍可與內部交通，名曰口道溝(siphonoglyph)。消化循環腔甚寬大，由首級隔膜，隔成數室，各室間由小孔互相交通，更有次級隔膜、三級隔膜及直接隔膜等，首級及次級隔膜上均有縱行之肌肉帶，稱筋旗(muscle band)，相互對峙，而直接隔膜上之筋旗，方向則相反。

在口道下各隔膜之游離緣，有索狀之隔膜絲(mesenteric filament)，具分泌功用，頂端有細長之絲，着生刺絲胞，稱毒線(acontia)，可由體壁上之壁孔(einclides)，伸出體外，以爲防禦及捕食之用。生殖巢生於首級隔膜之內側，雌雄異體。

生殖方法，亦分無性及有性二種。無性生殖有萌芽及分體等。有性生殖，卽由雄體產生之精蟲，經海水中游泳，入雌體之腔腸，行受精作用，受精卵分割而成囊胚及原腸胚，原腸胚體被纖毛，亦爲浮浪幼蟲，再由口道外出，游泳至適當處所，附着於他物而變態。

(四)珊瑚 珊瑚屬珊瑚蟲綱海鷄冠亞綱(Octocorallia)之動物；各種珊瑚，形態差別甚大。亦僅有水螅體而無水母世代者。觸手有八，各成羽狀。口內亦有口道，垂唇缺如，僅有一口道溝。在口道之下，則爲一消化腔，有八隔膜隔開。外胚層能分泌石灰質，基部及隔膜，均具石灰質之骨骼。普通行羣體生活，由多數個員組成；如紅珊瑚、笨珊瑚等。亦有分泌角質或骨針者，如木賊珊瑚、海筆等。珊瑚骨骼，堆積而成碩大之珊瑚礁，惟造礁珊瑚大都爲海葵亞綱之石筴珊瑚目。可造成形狀不同之岸礁、緣礁及環礁等。

四、腔腸動物之經濟價值 本門動物，無大經濟價值可言。較小種類，可作魚類食餌，與漁業攸關。珊瑚骨骼，可作裝飾之用，如長在海邊，可作堤防，以防海水之沖洗，但亦有生長成礁，爲航行之阻礙。我國海邊，有一種海蜆，可達十斤重，嘗以鹽泡製，可佐菜食。較大海葵，聞亦可作食品者。

第八章 扁蟲動物

一、本門動物之特徵 扁蟲動物之體多扁平，左右相稱(bilateral symmetry)，體由三胚層發達而成，故自本門動物以上，稱三細胞層(triploblastic)之動物。消化道明晰，但仍無肛門。中胚層(mesoderm)甚發達，而無體腔，頭部已分化，各項器官系統具備。本門動物，有生存於陸地淡水或海水者，有寄生於他動物體內者。寄生扁蟲動物，有致人類或他動物之重要疾病，在醫學上頗佔重要位置。本門可分下列各綱、

(一) 渦蟲綱(Turbellaria) 淡水海水及陸地均產之，營自由生活，有眼，體面生有纖毛，有腸，通常無吸盤，可分 (1) 無腸目(Acoela) 此目為細小之海產動物，消化腔為細胞所填充，似無腸然。(2) 單腸目(Rhabdocoela) 體細小，淡海水均產之，例如淡水之細口蟲。(3) 三歧目(Tricladida) 體長而扁，淡海水及陸地均產之。小腸分三支，前一及後二，例如渦蟲、十蟲等。(3) 多歧目(Polycladida) 海水產。中央之腸分出極多之盲腸，例如平角蟲等。

(二) 吸蛭綱(Trematoda) 寄生，有腸。無纖毛。腹面常有吸盤，可分兩亞綱：

I. 單生亞綱(Monogenea) 通常體外寄生，發生史簡單，不經變態，吸盤在後端，有角質鈎。寄生在魚、龜、兩棲等動物身上。

II. 兩生亞綱(Digenea) 體內寄生。吸盤無鈎。子宮甚長，含卵極多。發生時經過複雜之變態。寄生於多種不同之宿主。在人體中有腸蛭、肺蛭、肝蛭、住血蛭等。

(三) 繸蟲綱(Cestodea) 體內寄生，無腸，長成時無纖毛，而有角質膜。體分構造相同之節片，如豬繸蟲、魚繸蟲、水胞繸蟲等。

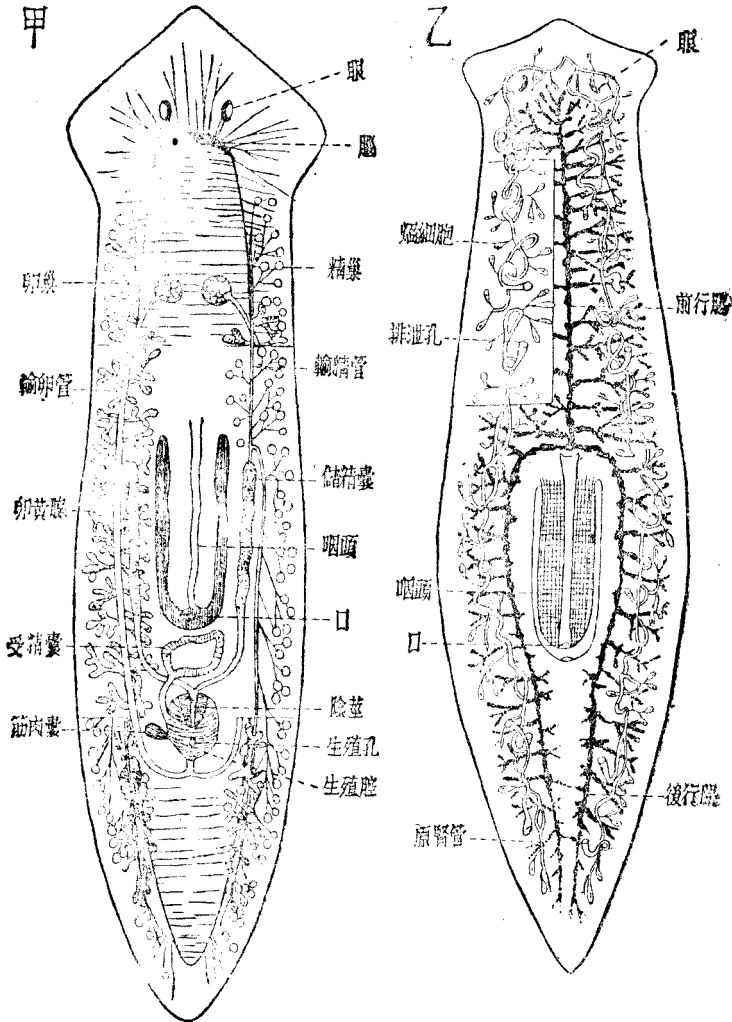
(四) 紐蟲綱(Nemertini) 多數營獨立生活，海產，有肛門，并有血管系統，有長吻，能自前端伸出，如紐蟲等。

二、形態及生理

甲、渦蟲 *Planaria sp.*

(一) 產地 渦蟲生長於蔭蔽之清水內，或溪流之石塊下，其性器官之構造，須擇性或熟標本

隱襲後，方可觀察。性成熟標本，平時較不易得耳。



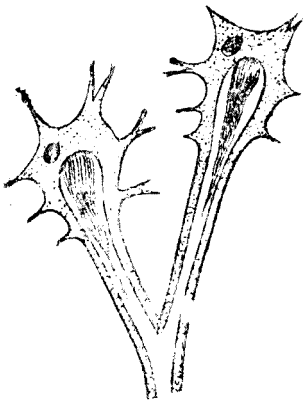
第二十二圖 渦蟲 甲、示生殖系統及神經系統。乙、示消化系統及排泄系統
(著者圖，一部分依飯島魁)。

(二) 外部形態 渦蟲長約十公厘，全體扁長，尾端稍尖，背部多色素，呈灰色，腹部較白。前端為頭，兩旁有似耳之觸角，背側有二眼，口則在腹中部，

咽頭則在長吻 (proboscis) 內，吻可自由伸出，以取食物。口之後方，則為生殖孔。無肛門。體之表面，着生纖毛。因纖毛之運動，再加肌肉之收縮，故能在水中自由行動。

(三) 內部構造 若取渦蟲之切片觀察之，最外一層細胞，為表皮，由外胚層發達而成，多生纖毛，中雜有桿狀細胞 (rhabdite) 及腺細胞。最內一層為腸之上皮則由內胚層變成。在此二層中間，多不規則較大之細胞，稱柔軟細胞 (parenchyma)。在表皮之下，為一層環肌 (circular muscle) 及一層縱肌 (longitudinal m.)，柔軟細胞與肌肉纖維，均為中胚層形成，神經排泄生殖諸系統，間雜其中，凡此均可代表此類低等動物之機構。循環呼吸諸系統，尚未發達。

消化系統 取活渦蟲，以卡紅與卵黃混和食物餵之，飽食後，腸之分支，甚為顯著。吻端為口，內為咽頭，下接三分支之腸，前行一主幹，後又分二幹，更從各主幹分支，達體之兩側。消化作用，亦分細胞外 (extra-cellular) 及細胞內 (intra-cellular) 兩種主要消化，由腸壁之腺細胞，分泌消化液，在腸腔內行之。細碎食物，亦由腸壁細胞伸出偽足而裹入，行細胞內消化。腸內已消化之物質，則由腸壁吸收，腸支既分布於全身，故可傳達各處，以為營養之用，故不需循環器官為之傳送也。凡經代謝作用所生之廢物如碳酸氣，則由皮膚排除之，尿酸等則由排泄器排出之。



第二十三圖 二個焰細胞及細胞內形成之腔 (參考圖)

排泄系統 排泄管有二縱主幹，在體之兩側，有數對排泄孔，開口於背部兩側，主幹屈曲，復成無數之細支，分布於全身。每小支之末端，有一焰細胞 (flame cell)。焰細胞為一大形細胞，中空，着生一束纖毛 (第二十三圖)，伸入中央腔，作燈焰之搖動，故名，生活時不時波動，激成水流，使排泄物質，得由排泄管排除之。

神經系統 前端有一腦，為二葉組成，後接二條直行神經索 (nerve cord)。此二神經索，有橫行神經連接之，全部成梯形，故稱梯型 (ladder type) 神經系，可謂初步之集中神經系統。頭部有限及觸覺等器官。

生殖系統 生殖方法，有分裂之無性生殖及經雌雄交配之有性生殖。渦

蟲爲雌雄同體，精巢甚多，位於體之兩側。各有輸精小管 (vas efferens)，匯注於二輸精管 (vas deferens)，下行至生殖腔 (genital cloaca)，內二輸精管會合而爲陰莖 (penis)，在陰莖之基部，有儲精囊 (seminal vesicle) 及前列腺 (prostate gland) 等構造。卵巢僅有一對，在體之前端兩側，由二輸卵管 (oviduct) 輸出，在各管上，收集多數卵黃腺 (vitelline gland) 之分泌物，二輸卵管會合而成陰道 (vagina)，亦開口於生殖腔內。生殖腔更有一總生殖孔，以通外界。通生殖腔者，尙有其他二構造，一爲子宮 (uterus)。一爲肌肉囊，前者爲受精囊之功用，後者功用尙不明瞭。渦蟲雖爲雌雄同體，但必須經異體受精，方可生殖，受精在子宮內行之，形成卵繭而產出。

(四)再生作用 渦蟲再生能力最強，若橫切爲二段，每段均可再生，前段補生尾部，後段補生頭部，各成整體。若切爲數段，每段亦均可逐漸再生完全。依蔡爾德 (C. M. Child) 之軸級學說 (Axial gradient theory)，動物體有一定向之軸，自前而後，前端代謝作用最大，能主宰他部，向後逐次減少，一抵尾端，代謝作用既極低，再生能力亦最少。渦蟲之再生現象，可解釋是項理論也。

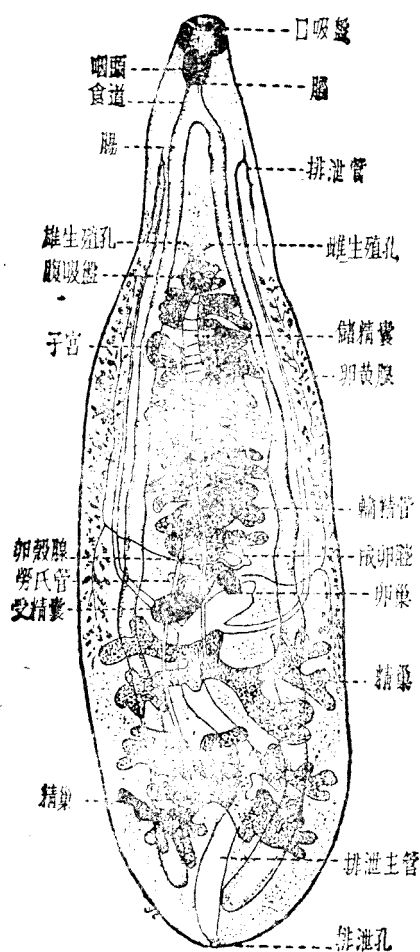
乙、華肝蛭 *Clonorchis sinensis* (Cobbold) 華肝蛭分布於東亞各國，極爲普通，寄生於人及狗貓等之肝臟。材料既易得，體制又小，而內部器官，亦極明晰，故爲實驗上最適當之材料。

(一)外部形態 體亦扁平，前半部稍狹，有二吸盤，在前端者爲口吸盤 (oral sucker)，中有口可攝食，在腹中部者，爲腹吸盤 (acetabulum)，爲固着身體之用。在腹吸盤之前，有生殖孔。至於排泄孔則在體之後端。全體無纖毛，又無眼吻等器官。

(二)內部構造 內部器官如體層、肌肉、神經、排泄等，與上述渦蟲，大略相同，惟消化、生殖、發生等，則因寄生關係，變化殊多，述之如下：

消化系統 由口而入一短而圓之咽頭，繼以細短之食道，再分二叉之腸，成二盲腸管，延長至體之後端，並無側出之分支，亦無肛門。

生殖系統 肝蛭亦雌雄同體。精巢爲數有二，多分支，在體之後半部，各有輸精管，前行會合而成儲精囊，末端爲射精管 (ejaculatory duct)，由雄生殖孔通出。卵巢由三葉合成，在體之中部，有輸卵管，上接卵巢，下接成卵腔 (ootype) 及迂曲之子宮。在輸卵管之下端，更接受受精囊及二邊集合之卵黃腺，復在成卵腔內收集單細胞卵殼腺 (shell gland) 之分泌物，卵在卵殼完成

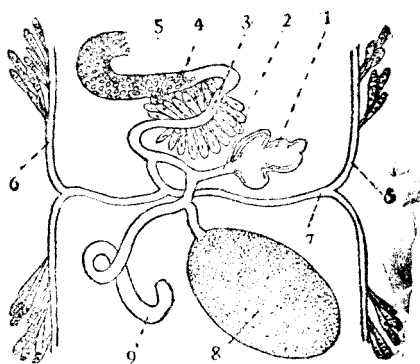


第二十四圖 華肝蛭腹面觀(著者圖)。

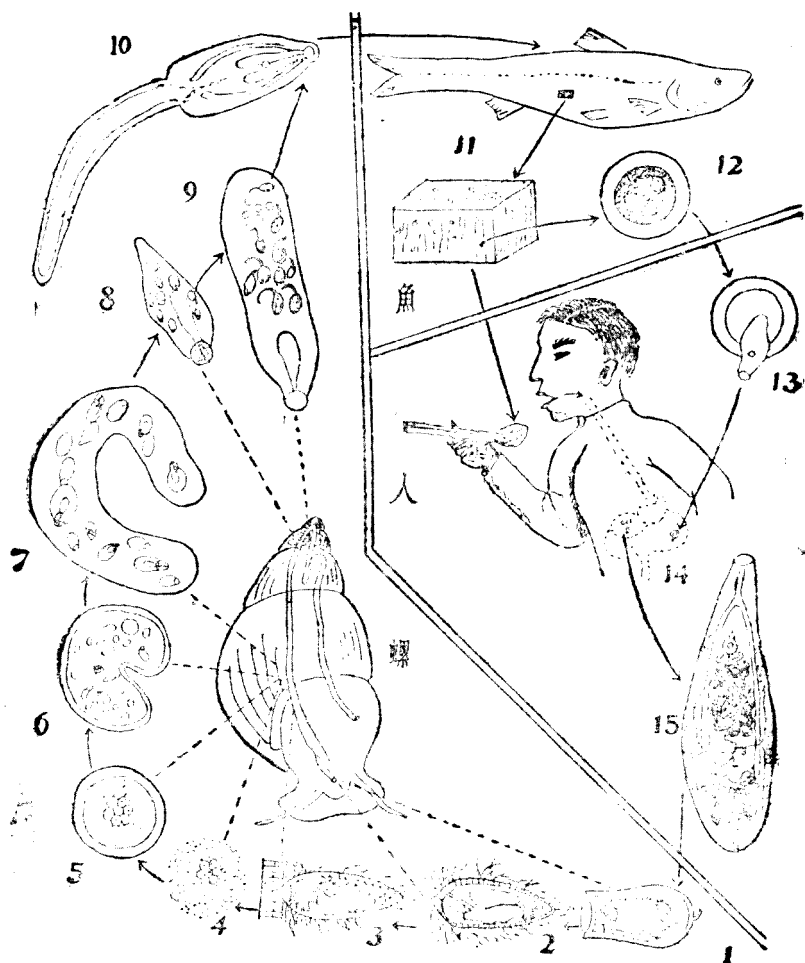
體，以為營養，亦無生殖孔，但有眼之殘跡。其種細胞，復發達而成為雷疊幼蟲(Redia)。雷疊幼蟲移入螺之盲端肝部，有消化器、排泄器及生殖孔等構造，形如指狀，其中之種細胞，再事發達，而為第二代之雷疊幼蟲。或因狀各

之後，乃移入子宮。子宮內之卵，均已成熟，且已受精。漸由子宮孔產出。此種肝蛭之生殖腔，不復存在，雌雄之生殖孔，各直接通出體外。受精囊尚有一管，名曰勞勒氏管(Laurer's duct)，原來開口於背部，交配時，由此接受他蟲之精，但今已閉塞，僅為陰道之遺跡，精蟲則由迂曲之子宮進入矣。

(三)生命史 卵由子宮孔產出，和宿主之糞便，排出體外。入水後，為幾種水螺所吞食，螺為第一中間宿主(intermediate host)。在螺之消化道內，孵成之纖毛幼蟲(miracidium)，即破殼而出，鑽入腸壁而入淋巴空隙或血管內，於是幼蟲形體消滅，體中尚留有種細胞(第二十六圖4)，能發生而成包囊幼蟲(sporocyst)，此包囊幼蟲，無口及食道，直接吸收宿主組織液



第二十五圖 華肝蛭生殖系統之上端
1. 卵巢。2. 輸卵管。3. 成卵腔。4. 子宮。5. 卵殼腺。6. 卵黃腺。7. 卵黃管。8. 受精囊。9. 勞氏管(著者圖)。



第二十六圖 肝肝蛭生命史 1—10. 在水螺內之變化, 11, 12. 在魚體上形成包囊; 13—15. 傳入人體長成 1. 卵. 2. 纖毛幼蟲 3. (同物)鑽入消化道上皮細胞. 4. (同物)組織消滅, 僅留生殖細胞 5. (同物)形成包囊 6. 包囊幼蟲, 7. (同物)內產生雷疊幼蟲 8, 9. 雷疊幼蟲第一代及第二代. 10. 搖尾幼蟲. 11. 魚肉於大示各包囊之分布 12. 包囊放大 13. 包囊及幼肝蛭 14. 幼肝蛭在人體中出包囊, 遷移入肝臟. 15. 肝蛭成體 (著者圖)

已過, 直接發達為搖尾幼蟲 (cercaria), 凡此種種幼蟲, 均由前代幼蟲之種細胞移達而成, 此種繁殖法, 亦可謂為幼體生殖。搖尾幼蟲, 形似蝌蚪, 有口、食

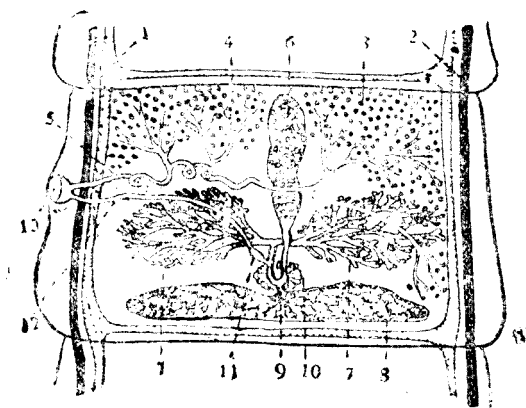
道、唾液腺、排泄器及尾部等構造，成熟後離螺體而出，在水中過暫時自由生活。若得適當之機會，鑽入淡水魚之皮下，而形成包殼。此幼蟲之尾部脫落，乃蟄居殼內，故魚實為第二中間宿主也。終局宿主 (final host)，如人或貓、犬之屬，食此生魚或未煮熟之魚時，包殼被胃液消化，蟲即由宿主之胃而入腸，再經輸尿管而入肝臟，變成成蟲，以營寄生生活。

丙、其他扁蟲動物代表

(一) 腸蛭 (即薑片蟲) *Plasmodium buski* (Lankester) 形體甚大，長約寸許，寄生於人及豬之腸內，為害頗著，其生命史乃經過一種肺扁螺，搖尾幼蟲形成之包殼，附着於莖或葉上 (第三十一圖 6)，終局宿主食此附有包殼之物，則被寄生而致病，我國紹興一帶，患者特多。

(二) 住血蛭 *Schistosoma japonicum* Katsurada 全體狹長，雌雄異體，雄者較大，腹側有一深溝，平時雌者即居其中，營共同生活。初期寄生於一種細長之兩棲螺內，經過同樣之變化，最後搖尾幼蟲，離螺而入水中生活，遇及人畜，即可由皮膚之毛孔，鑽入血中 (第三十一圖 8)，為害甚大。江浙一帶，此種病象，甚為普通，在水中工作者恆患之。

(三) 肺蛭 *Paragonimus westermani* (Kerbert) 肺蛭形如咖啡果實，短而稍圓，寄生於人及貓虎等動物之肺中。搖尾幼蟲形成之包殼，在蟹之鰓及肌肉中 (第三十一圖 7)，食蟹不慎，可得此蟲。人類患之，發為咳血症。



第二十七圖 豬絛蟲之成熟節片 1. 排泄管。2. 縱神經。3. 精巢。4. 輸精小管。5. 輸精管。6. 子宮。7. 卵巢。8, 9. 卵黃腺及其管。10. 卵壳腺。11. 受精囊。12. 陰道。13. 生殖孔 (錄自 Hegner 稿改)。

(四) 豬絛蟲 (或稱有鈎絛蟲) *Taenia solium* L. 全體由頭結 (scolex)、頸及一串節片 (proglottides) 組成。頭結之前額 (rostellum)，有一圈角鈎，為吸着之用，角鈎之後，有四吸盤，下接頸部，頸部向後分化成節片，約有八九百節，全部長約六尺，且有至一丈者。每節片有雌雄生殖器官，均開口於一邊之生殖腔，子宮位居中央，不

與外界相通，老熟節片 (gravid segment)，子宮分支，含卵甚多，分支情形，因種類而異(第三十一圖 4)。此種節片脫落後，和糞排出。卵內有六鈎幼蟲 (hexacanth embryo)，如爲豬所吞食，即穿腸壁而入血液，由血液循環，至適當地點(如肝、脾、腦等)，長成囊尾幼蟲 (cysticercus)，人誤食之，即被沾染。

(五)牛絛蟲 (或稱無鈎絛蟲) *Taenia saginata* (Goeze) 頭結無角鈎，僅有四吸盤，外部形體與豬絛蟲相似，長約一丈至二丈，每條有千餘節片。囊尾幼蟲生長於牛肌肉中，故傳染由食未煮熟之牛肉所致。

(六)魚絛蟲 *Diphyllobothrium latum* (L.) 頭結細長，無吸盤，但有兩相對之縱溝，爲吸着之用。節片闊而短，約有四千片之多，體長可至三丈，爲害極大。雌雄生殖孔在腹面正中，子宮孔在生殖孔之後方。六鈎幼蟲，在劍水蚤 (cyclops) 內長大，魚食水蚤，又在魚體內生長，魚爲第二中間宿主，其幼蟲在魚體內長大，吾人食未煮熟之魚，可得此寄生蟲。

(七)水胞絛蟲 *Echinococcus granulosus* (Batsch) 成體甚小，僅有三四節片，頭結亦有角鈎及吸盤，在大腸內生活，卵由犬糞排出，若傳入人體內時，此六鈎幼蟲，可穿過腸壁，隨血流至腦、肝、脾、生殖巢等器官，長成一水胞囊 (hydatid cyst)，其中組織富有生殖力，行無性生殖，即長成內芽，發生爲數千之頭結。宿主有此種幼蟲時，往往發生極危險之病象。

[附錄] 體內寄生蠕蟲，常以其卵爲檢查之對象，如肺蛭即可以吐出痰，用顯微鏡檢查之；或由尿排出者，即以尿沉澱或用離心機收集，尙易檢查，惟大多數蟲卵則由大便排出，若卵稀少時，必設法集中，方可查得。通常有(一)浮起法，以濃鹽水(比重 1.120—1.200)或碳酸鈣水(1.060)比重較卵爲大，化糞卵於其中，卵則浮於化面上，以綉鋼絲作小圈，將表面層鈎起，即可在顯微鏡下檢查之，或亦可以表面層水，用離心機收集之；惟有蟹之卵如魚絛蟲、肝蛭、肺蛭等，則不易浮起耳。(二)離心機法，即以清水化糞，先細去其粗物，然後用離心機搖一二分鐘，傾去上面水與雜質，而以底物檢查，此法於有蟹之卵，最爲有效。(三)乾層法，以較厚層糞，勻置玻片上，乾後設法透明，即易查得之。

第九章 圓蟲動物

一、本門動物之特徵 圓蟲動物，體長而圓，兩端稍尖，無體節。左右相稱，全體由三胚層發達而成。通常具假體腔，消化道末端有肛門，周身無纖毛。雌雄異體。營自由生活者，土中淡水及海水中均產之。營寄生生活者，為數亦多，在醫學上頗佔重要地位。本門動物可分下列三綱：

(一)圓蟲綱(Nematoda) 有腸，無吻，如 (1)真圓蟲亞綱(Eunematoda) 寄生或自由生活，如十二指腸蟲、蛔蟲、血絲蟲等。(2)鐵線蟲亞綱(Gordiaceae) 幼蟲寄生於昆蟲體中，成蟲為自由生活如鐵線蟲等。

(二)棘頭蟲綱(Acanthocephala) 無腸，前端有吻，吻上有鈎，寄生腸內，如大棘頭蟲等。

(三)毛顎綱(Chaetognatha) 有腸，前端無吻，但有棘或鈎狀物，在海水中生活 如箭蟲等。

二、形態及生理——蛔蟲 *Ascaris lumbricoides* L. (註一)

(一)外部形態 體圓而長，左右相稱，表面角質膜有細皺紋，前端有口，圍以三唇 (lips)，一背唇及二腹唇，每唇上有乳頭突 (papilla)，為感覺之用，後端開孔為肛門，在雄蟲為排泄及生殖共通之孔，並有二交尾刺 (penial setae)。雌生殖孔則在體前腹面三分之一處。排泄孔亦在腹面正中，唯位置較前，差近腹唇之處。

(二)體層 若取橫切面觀察之，最外一層，係非細胞組成之薄膜，為角質膜。角質膜下一層，細胞界限不分明，而僅見細胞核者，是為外皮層，角質膜即此層細胞所分泌也。在體之上下左右之正中線，外皮層伸入肌肉間，形成體線 (body lines) 有背線、腹線及側線之別。就中以側線為最顯著。由此向內，為一較厚之肌肉層，每肌肉細胞甚長，外部成半鞘狀，富有彈性，是為收縮部 (contractile portion)；內部為膠狀物，是為原生質部 (protoplasmic p.)，細胞核在焉。中央為腸，由一層之上皮細胞組成。在肌肉層與腸之間，留有空隙，是為假體腔 (primary coelome)，此在低等動物初次遇見之構造，中含體

(註一)此為寄生人體之種，與寄生豬腸之 *A. suum* Goeze 一種，頗相似。

液，生殖器官在焉。外皮層乃由外胚層產生，肌肉及生殖器官爲中胚層，腸管上皮細胞，則爲內胚層發達而成也。

(三) 內部系統

消化系統 消化道簡單，爲一直管，前端自一小口腔起，向後可分爲一段甚短之咽頭，一段最長之腸及最末一段之直腸 (rectum)，更由肛門與外界相通。咽頭長約十公厘，多肌肉，其壁甚厚，爲吸吮流體之用，腸作上下扁形，爲一層上皮細胞所組成，腸壁無肌肉層，內外均有極薄角質膜，直腸甚短，有

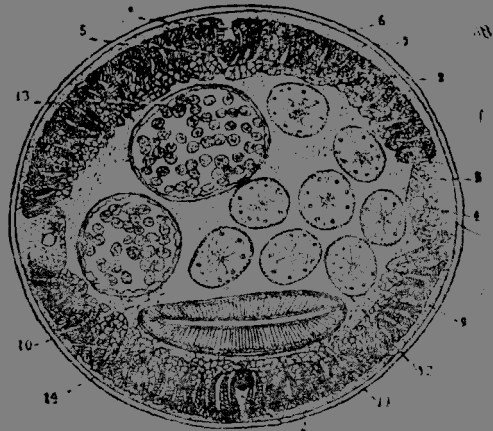
少數肌肉纖維。食物多屬半流體，大多爲宿主已消化者，由咽頭插入，即可由腸壁吸收，分布身體各部分，故無需甚多消化腺體等器官。

呼吸系統 呼吸無特設之器官，或由體之表皮，爲交換氣體之用，或深入宿主之組織，徑行無氣呼吸。**循環系統**，亦未發達。

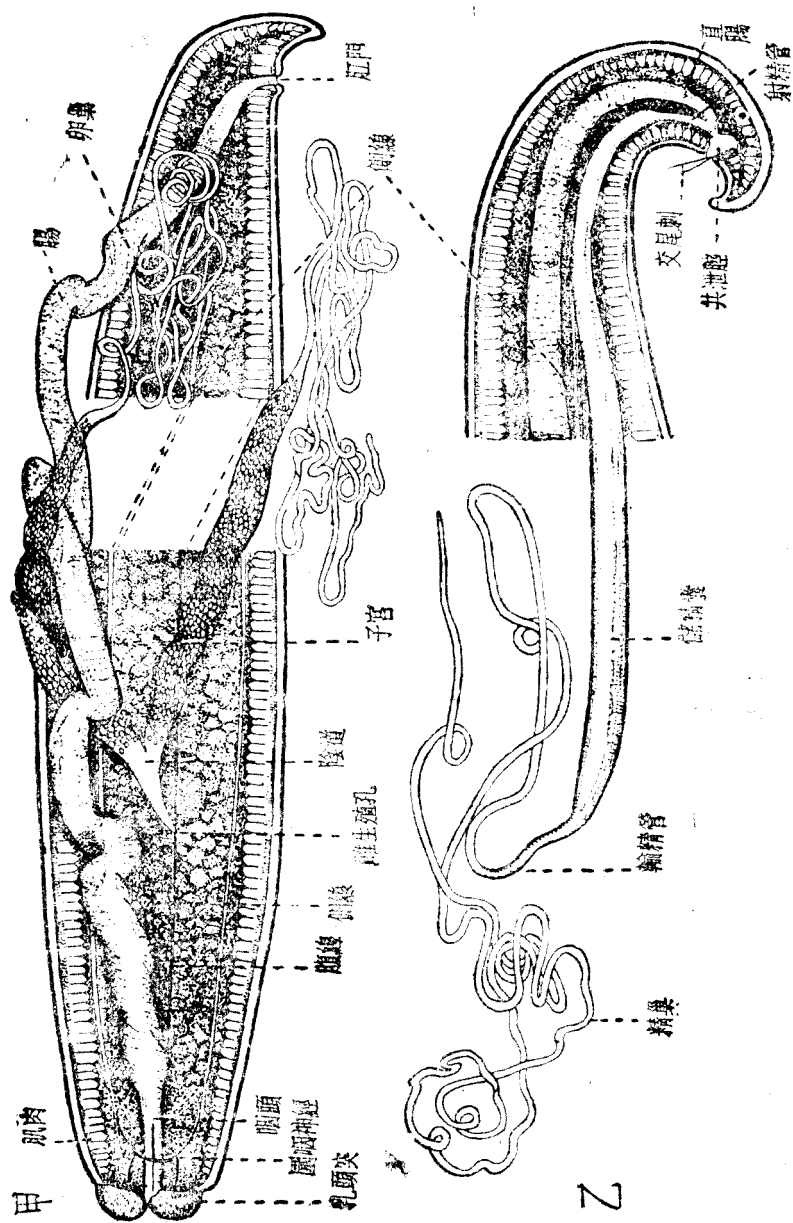
排泄系統 排泄系統，最爲簡單，亦有焰細胞，但中無纖毛束，僅有二排泄管，每管在每一側線內。二管前行至近前端，併合而由一排泄孔外出。此二管各由一細胞變成中空，其胞核在左邊之近前端處。在體之前端側線上尙有四個大而分支之細胞，能吸取體腔中之物，稱噬細胞，或亦有排泄功用。

神經系統 蛔蟲無顯著之腦，前端有一圍繞咽頭之神經環，環之前方，有六條神經，分布於口唇等處，後方亦分出六條，其中以腹背二條最發達。腹神經索尤爲粗大，背腹神經，彼此均有橫神經連絡之。沿腹神經上，雖無神經節，但有分散之神經細胞。其後端在肛門之前有一大神經節。咽頭神經環，亦有神經細胞，集中於背腹及兩側，其中以腹神經節最爲顯著。

生殖系統 雌雄異體。雄蟲有一細長之精巢，直接通入輸精管。再入較大之管，稱精囊，下接射精管，通入共泄腔 (cloaca)，再通外界，末端有二交



第二十八圖 蛔蟲橫切面 1. 背線 2. 腸線。
3. 側線 4. 掛泄管 5. 背神經 6. 角質膜。
7. 外胚層 8, 9. 肌肉伸縮部及原生質部 10. 體腔。
11. 腸腔 12. 卵巢 13. 子宮 14. 腸之上皮細胞 (錄自 Borradaile)。



二十九圖 蛔蟲之解剖 甲、雌蟲，前為管前視，中間一段剖去，後端側面視。乙、雄蟲，前為管前視，中間一段剖去，後端側面視(送者圖)。

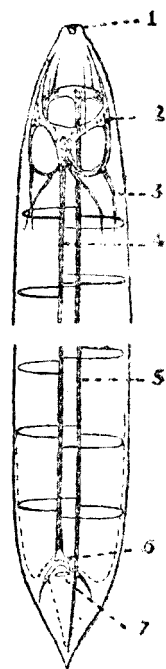
尾刺，由體內二小囊產生而出，爲交配器官。雌蟲則有二條細長轉曲之卵巢，二卵巢下接輸卵管及子宮，子宮較粗，兩子宮會合後，稱爲陰道，通至雌生殖孔。卵在輸卵管或子宮上端受精後，則包以卵殼，儲藏於子宮。每蟲約含有二千七百萬之卵，據計算，多則每日可產生二十萬之數云。

(四) 生命史 在子宮內之卵，雖已受精，然需游離氧氣，始行分割，卵殼可分三層，頗爲堅韌，內爲卵黃膜 (vitelline membrane)，中爲透明之殼，外爲一層縮皺之膜，保護完善，可抵抗惡劣環境，或謂放置數年之久，不至於死亡。卵產出後，在普通溫度之中，約二星期即可孵化而成一胚胎。胚胎卵由手指或食物傳入口中，已孵化之幼蟲，在小腸內破殼而出，但在腸中尙不能生長，須穿過腸壁，或入淋巴管而入靜脈，或入肝門脈經肝臟而入肝靜脈，兩者均由右心耳及心室經肺動脈而達肺臟，在肺胞內蛻化，而成小蛔蟲，每於咳嗽時，和痰由氣管上達咽頭，得機會由食道而下，經胃入小腸，變爲成蟲，而過寄生生活。

三、其他圓蟲動物代表

(一) 十二指腸蟲 (或稱鉤頭蟲) *Asphylostoma duodenale* Dubini 雌蟲長約十二公厘，體較粗大，雌生殖孔則在體之後中部。雄蟲較小，後端有張開之交配囊 (bursa copulatrix)，有分支之肋條以支撐之，爲交尾時擁抱雌體之器。寄生於人(或猴、貓、狗及豬)之小腸內。患此者，有貧血、瘦削及營養不良等病象。每雌蟲日可產生五千至一萬之卵，排出後在體外孵化。溫度高而潮濕之處，最易孵化。幼蟲蛻化二次，均在濕土中，生長完成後，可由皮膚鑽入，經淋巴管靜脈管心臟而入肺臟(第三十一圖 10)，再由氣管而上。得機會折入食道而至胃，在肺或在胃中，蛻化一次，至腸中復行蛻化而成成蟲。該蟲在地球上分布最廣，爲害亦最大，在熱帶或亞熱帶地區，流行最廣，我國中部及南部，患者甚多。

(二) 鯀蟲 *Enterobius vermicularis* (L.) 雌體約 9-12 公厘長，後端細尖，雄蟲細而短。寄生於大腸上部或盲腸，小孩傳染最易。雌蟲須得游離氣



第三十一圖 蛔蟲之神經系統。1. 腦。2. 聞食道神經節。3. 側神經。4. 背神經。5. 腹神經。6. 肛門神經節。7. 肛門(錄自 Bütschli 稍改)。

體方產卵，在夜間移至肛門處產卵，故患者恆覺該部奇癢。含胚胎之卵，由手指沾染，或與食物入口，在腸中直接變為成蟲。患此蟲者往往有『自染』(auto-infection)情事。



第三十一圖 中國普通寄生蟲傳入人體之途徑(示各種寄生蟲之生命史) 1. 瘧疾。2. 黑熱病原蟲。3. 赤痢病原蟲。4. 絲蟲。5. 華肝蛭。6. 肺蛭。7. 住血蛭。8. 象皮病血絲蟲。9. 十二指腸蟲。10. 蛔蟲。11. 旋毛蟲。12. 旋毛蟲。13. 蟻蟲(著者圖)。

(二) 旋毛蟲 *Trichinella spiralis* (Owen) 成蟲爲害甚少，因交配生產

後，即行死亡。雌蟲胎生所產幼蟲，徑入血流，至各隨意肌，形成鈣質之包殼，爲害則甚大。人類患此，係食含此幼蟲之豬肉或其他動物之肉，以烹調不熟而得。幼蟲在人之消化管內出壳，約經四十八小時，即可成熟。雌蟲胎生，頭端刺入腸壁，每日能產一萬條之幼蟲，直接由血液循環，流至各肌肉纖維中，形成包殼，并分泌鈣質，蟲乃蟄居其中。一克肉中，曾發見有包殼一萬五千個之多。在肌肉中居留，至數十年之久，而不至死亡云。

(四)血絲蟲(或稱象皮腫蟲) *Wuchereria bancrofti* (Cobbold) 成蟲細而長，形如細線，故稱線蟲。成蟲往往居留於多淋巴管之處，如脚、陰囊、頸及頭部各處因寄生關係，該處淋巴流動不靈，乃腫大，皮膚粗厚而成象皮腫病 (elephantiasis 參看第三十一圖病人之右足)。成蟲產生含胚胎之卵。在宿主血液中孵化，稱爲微線蟲 (microfilaria)。該幼蟲晝則居臟腑之中，如肺及大動脈管。夜則游移至體之外周，爲蚊所吸吮，乃在蚊腸內，蛻去外殼，經腸壁而入肌肉，常在胸肌內蛻化，變成細長之幼蟲，入蚊之口器，待蚊咬人吸血時，以傳染他人。

(五)鐵線蟲 *Gordius aquarius* L. 成蟲長約尺許，黑色或棕色，雜以白色之細微花紋，形似鐵線，故名。棲息水中，交配後產卵，幼蟲寄生於水棲昆蟲或螳螂體中，逐漸長成。成蟲在水中生活。有真正之體腔，故較他種圓蟲爲高等耳。

(六)大棘頭蟲 *Gigantorhynchus gigas* (Goeze) 寄生於豬之腸中，前端有一短吻，吻之表面，着生多數小鈎，即藉此鈎固着於腸壁上，營永遠寄生生活。全體長約一尺，表面有橫行之細皺紋，體內無消化器官，其食料爲宿主已消化之食物，由體表吸收。雌雄異體。卵在雌蟲體腔內孵化，產出後爲金龜子類昆蟲所食，幼蟲在該種甲蟲內長成，豬更以吞食此種甲蟲而得沾染。

四、寄生蟲與宿主之關係 寄生蟲於人類經濟，最爲重要，舉凡一切農作物、森林、牲畜及人類疾病，均有莫大關係。動物界之寄生，以原生動物、扁蟲動物、圓蟲動物及節足動物四門爲最多。環節動物營體外或體內寄生者，佔極少數，軟體動物大都爲數種寄生蟲之中間宿主。節足動物，除少數爲體外或體內寄生外，多數爲傳染疾病之媒介，昆蟲一綱，最有關於農藝經濟及人類幸福，以後當再論之。

寄生之起源與進化 寄生之起源與進化，雖無確證可言，但必先有宿主，而後有寄生者，宿主未出現以前，寄生蟲必爲自由生活也無疑。此類動物，爲欲得營養或托庇之故。與他生物互相連絡，

或先作體外寄生，仍不失其自由之生活，或在體外永遠寄生，或鑽入皮膚而寄生，如疥癬蟲等是也。有若干動物，原爲獨立生活，偶爲他動物侵入，乃適應其在口腔或腸胃中之生活，消化道之寄生，或爲最原始之體內寄生。如某種圓蟲，原爲河底泥中獨立生活者，若爲蛙所吞食，猶能生活於大腸中。尚有數種圓蟲，形態上雖酷似居於泥上中者，但失其獨立之生活，永爲小腸之寄生蟲矣。寄生程度較高者，吸着器官發達，行動及消化之器官，漸形退化。或因其食物，均爲宿主所消化者，寄生蟲之消化器官，有全然消失者，爲例亦多。或因取食，或因他種關係，鑽入腸壁，而至體腔寄生或至內臟各器官如心肺等，或有入輸尿管而至肝臟寄生。吾人可知腔中 (coelozoic) (腸腔、體腔、管腔等) 寄生，爲初步之體內寄生，進而爲組織間寄生 (histozoic parasite) 或血液寄生，則爲進一步之寄生法，若入細胞內 intracellular 寄生，則更特化矣。如黑熱病原蟲、瘧疾病原蟲等，在人類未出現前，大概爲節足動物之腔中寄生蟲。今以瘧蟲爲例，說明其進化階級。瘧蟲先在蚊之腸胃中生活，後經腸壁而爲體腔中寄生，更進而爲唾液腺之組織間寄生。迨後人類出現，蚊吮人血，將瘧蟲傳入人體，易一環境，亦能生活，乃作血液內寄生。更進而入血芽，作細胞內寄生矣。黑熱病原蟲之進化，亦復如是。在白蛉子腸中，具鞭毛等構造，似自由生活者然，至人體內，作細胞內寄生，不僅失去鞭毛，形體因亦大爲變矣。

寄生蟲傳入人體之途徑 今以人體寄生蟲而論，傳入人體方法，每因種類而異，大多數爲被動法而傳入，亦有由寄生蟲主動，鑽入皮膚或其他器官者。寄生蟲傳入方法，可作下列之分類：

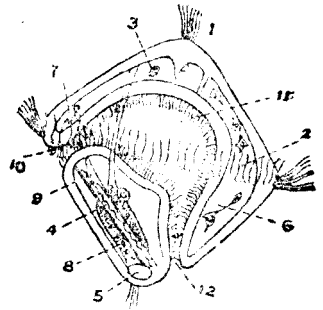
I. 被動的傳入人體

1. 由口吞入，傳入腸胃中。
2. 由於昆蟲刺咬而傳入血液，然後分布各器官中。
3. 由於性交而傳入。
4. 由直接接觸而得。

II. 主動的侵入人體

由口而入者，爲數最多，或由污物混入食物或自食，或由手指傳染而誤食，如蛔蟲蟯蟲之卵，赤痢原蟲之胞殼。亦有因寄生他物，被寄生之植物或動物肉內，或因生食，或因調節不足而得，如蠶蟲、吸蟾、旋毛蟲等是也。由昆蟲刺咬而傳入者，如瘧蟲、血絲蟲、睡眠原蟲、黑熱病原蟲等是也。由性交而傳入者，細菌中至爲普遍，在動物中亦有之。例如陰道三鞭蟲 (*Trichomonas vaginalis*)，既無胞殼形成，則必由性交而傳布。馬生殖器中，有一種睡眠病原蟲 (*Trypanosoma equiperlumi*)，亦由性交而傳染者，亦有幾種圓蟲由是而傳布。由直接接觸而傳入者，如水陸蠶蟲之卵，必因與狗接觸而得。口中寄生變形蟲或鞭毛蟲，亦皆由接觸(如接吻)而得。有若干寄生蟲或其幼蟲，由其自主能力，直接侵入人體，如十二指腸蟲之幼蟲，生長土壤中，歷數月而不死，偶遇人體，則由皮膚鑽入，循血液而至腸中寄生。住血蛭搖尾幼蟲，可在水中自由生活，由毛孔侵入體內也。

宿主對寄生蟲之反應 寄生蟲為害宿主，其法不一，有以刺鉤或吸盤，有機械之損害，或吸取養料，或噬食組織，使宿主瘦削而殞命者，如瘰癧、赤痢蟲、絛蟲及吸蜂等，最著之例也。亦有釋放毒質，以毒害宿主，致成嚴重疾病，如瘧蟲、十二指腸蟲等是也。宿主之血清，對前外來侵害物質（即抗體原 antigen），常可引起抵抗力，而發生種種抗體（antibody），如溶菌素、沉澱素、細胞分解素等等。是類抗體，或將寄生蟲驅逐體外，使毒害未由發生，即有寄生，或可容忍，或能中和毒汁，或能殺滅病菌，使無病害，是為免疫。人為免疫（artificial immunity），在細菌中，極為普遍。在動物中，有免疫性者，亦有數例。一種熱帶拉須曼原蟲（*Leishmania tropica*），在小亞細亞地方，往往於頭部等處，生有『東方瘡』（Oriental sore），生一次後，即可得自然免疫。但亦可接種方法，得人為免疫性，亦有少數宿主，對於某種寄生蟲為害，漸得抵抗或容忍能力，寄生蟲即依然存在而不致發生病象，是類宿主，稱為帶菌者（carrier）。然其寄蟲，仍可傳染他人，以引起最嚴重病害，在防疫工作上，對於帶菌者之防治，尤為重要也。



第三十二圖 檢檢幼蟲 1. 頂端
絛毛。 2. 絛毛環。 3. 眼點。 4. 咽
囊。 5. 肛門泡。 6. 體腔。 7.
間葉。 8. 中胚帶。 9. 幼蟲腎管。
10. 口。 11. 胃。 12. 肛門（鐵爾
Hegner 仿 Shearer）。

參 考 書

- Brumpt, E.: *Précis de Parasitologie*, 1927.
 Chandler, Asa C.: *Introduction to Human Parasitology*, 1930.
 Faust, E. C.: *Human Helminthology*, 1929.
 Hegner & Augustine: *Animal Parasitology*, 1929.
 Rivas, D.: *Human Parasitology*, 1920.

第十章 環節動物

一、本門動物之特徵 環節動物包括沙蠶、蚯蚓及螞蟻等動物，約有五千餘種。除左右相稱，體具三胚層諸特點外，體形圓長，分成環節，稱體節 (metamere)，有顯著之體腔 (coelome)，其血管系統，爲閉管系，他如神經、排泄、生殖諸系統，亦皆發達。海棲環節動物，發生時大都有擔輪幼蟲 (trochophore)。海水淡水及陸地均產之，寄生種類則甚少。本門動物可分四綱：

(一)原環蟲綱 (Archannelida) 海產，既無剛毛，又無疣足，種類極少，發生時有一顯明之擔輪幼蟲 (參看第三十二圖)。

(二)毛足綱 (Chaetopoda) 體節上多具剛毛，爲行動器官，可分 (1) 多毛目 (Polychaeta) 多爲海產，剛毛生於疣足之上，頭部顯著。雌雄異體，如鱗蠶、沙蠶等是。(2) 寡毛目 (Oligochaeta) 多爲淡水及陸地產。剛毛少而無疣足，頭部多不顯著。雌雄同體。如蚯蚓、水絲蚓等是。有少數種類，寄生於蟹蝦 (crayfish)。

(三)水蛭綱 (Hirudinea) 海水淡水及陸地均產之，以淡水產者爲多。體較扁。前後有吸盤。體節恆有一定，無剛毛及疣足。雌雄同體。例如螞蟻等。

(四)螻蛄綱 (Gephyrea) 海產。體節不明，無剛毛及疣足。體腔甚大。發生時有擔輪幼蟲。例如螻蟲、星蟲、土鐵等。

二、形態及生理——蚯蚓 *Pheretima asiatica* (Michaelsen) (註一)

(一)外部形態 體長約近一尺，體闊約六至十公厘。全體爲多數之環節組成，每節具剛毛 (seta) 一圈，環繞節之中間，可以指端覺觸之。頭部退化，無眼及觸角等器官。口在前端，上覆有肉質之唇，稱爲口前葉 (prostomium)，伸漲時用以攝食。肛門則在體之後端。在第十四至十六節之間，有一隆腫狀之環帶 (或稱生殖帶，clitellum)。雄生殖孔一對，在第十八節腹面之兩側，陷入成深溝，內有乳頭突數個，雌生殖孔一個，在第十四節之腹面正中。受精囊孔三對，在六/七——八/九節間，稍近腹面，孔之周圍，間有乳頭突。背孔位

(註一)環毛屬 (*Pheretima*) 蚯蚓，分布我國，種類繁多，亞西蚯蚓 *P. asiatica* 一種，Michaelsen 於 1900 自天津標本記述發表 (與其 1926 年記載 *P. tschiliensis* 之種相同)，後曾見於各地，北至天津，東至蘇浙，西至康藏。分布最廣，故以之爲環毛屬代表。

於背部中線之節間，約自十二/十三節起始，使體腔液可由此射出，以爲潤濕體面之用。

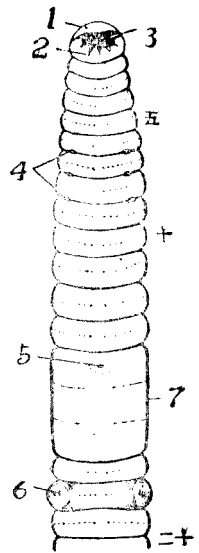
(二)體層 就蚯蚓之橫切面觀察之，可見最外極薄之角質膜，爲其下層表皮細胞之分泌物所成，較內爲表皮層由一層細胞組成，由外胚層發達而來。中胚層可分體壁 (parietal) 層及臟腑 (visceral) 層，兩層之間，則爲廣闊之體腔。體壁層由較薄之環肌與較厚之縱肌及體腔膜 (peritoneum) 所組成。臟腑層在腸之外面，由體腔膜縱肌及環肌組成。內胚層則僅發達爲腸之一層上皮細胞而已。腸背部下凹而成縱溝，稱爲盲道 (typhlosole)，以增加消化及吸收之面積。圍小腸及背血管之四周，更有一層黃色細胞 (chloragogen cells)，或儲養分，或行排泄，其功用尙無定論。其他如血管、腹神經索、腎管、剛毛、隔膜等構造，均可見之。

(三)內部解剖

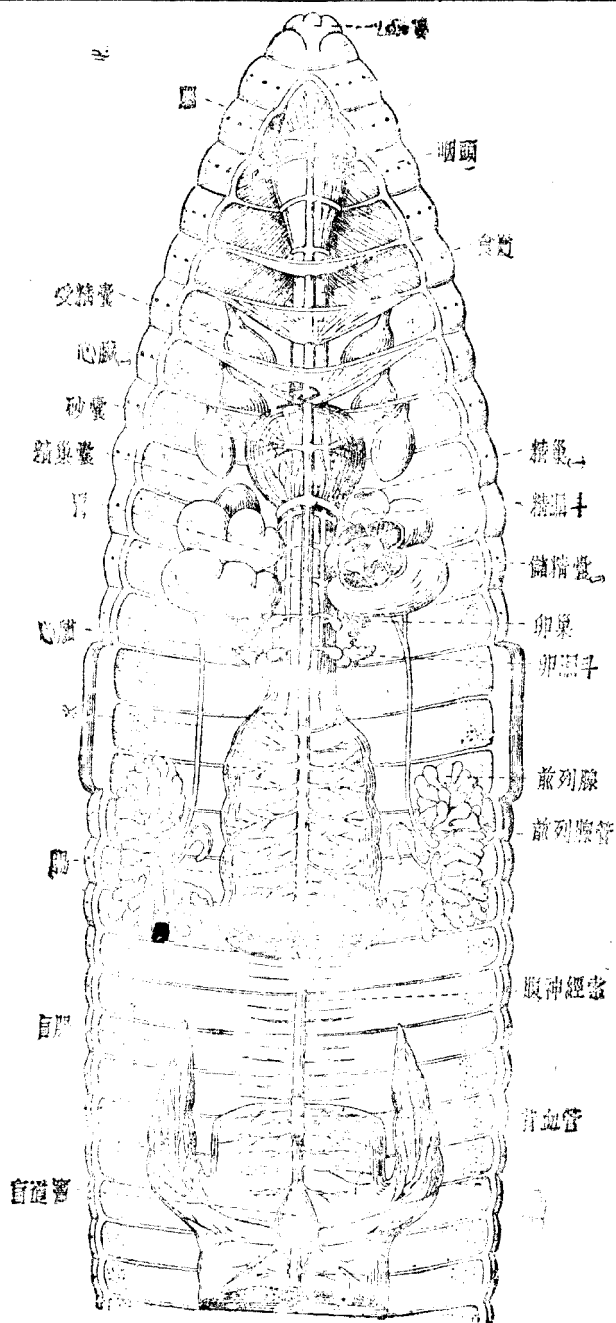
隔膜 取蚯蚓標本，從其背縱線剖開，可見其體腔中除前三節及八/九及九/十節外，節與節之間，均有隔膜 (septum)。近前端者較厚，多肌肉纖維，以後則較薄，僅成膜狀。

消化系統 消化管前端爲口腔(在一至三節)，此後有多肌肉之咽頭(在四至五節)，細長之食道(在六至八節)及一球形之砂囊 (gizzard) (在第九節)。砂囊之前有一不顯著之嚙囊，後爲狹小而多腺體之胃，約自第十五節起始，爲膨大之小腸，直通後端之肛門。在第二十七節之處，腸之兩側，有一對指狀盲腸，尖端向前。腸之背部正中，更有一不甚顯著之盲道。

食物爲富有有機物之腐植土，由咽頭肌肉收縮，使咽頭張大，并使口腔脫出，而被吸入。咽頭腺 (pharyngeal gland) 發達，在第四至六節間，與唾液腺相似。食物由食道而至砂囊，經一度之磨研，至大部分之消化作用，則在腸中行之。胃之前端，有一圈胃腺，腸壁有腸腺，盲腸則爲盲腸腺。各種食物，如蛋白質、碳水化合物及脂肪等，均有特殊之酶，使之分解，蛋白質分解爲氨基酸，碳水化合物分解爲單糖，脂肪則分解爲甘油與脂酸，乃由腸膜細胞吸收，



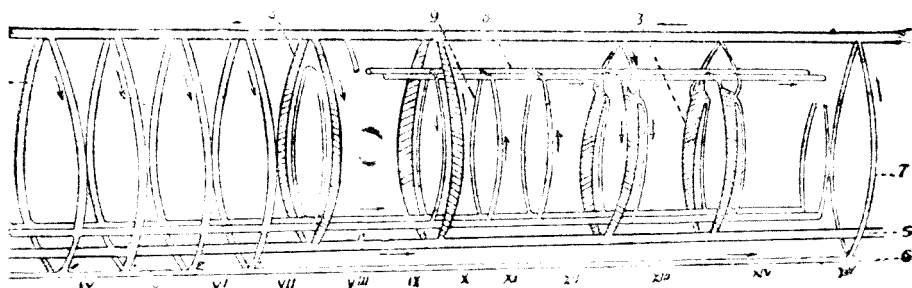
第三十三圖 亞西
蚯蚓前端之腹面觀 1. 口前葉。2. 圍口節。3. 口。4. 受精囊孔。5. 雌生殖孔。6. 雄生殖孔。7. 砂囊。中國數字示節數(著者圖)。



第三十四
 圖 亞西新蟹
 之解剖，背面
 觀，每一段切
 去（著者圖）。
 在左邊第八段
 圖註*符號處
 漏去「輸精管」
 三字。

轉折而入血流，分布身體各部分，亦有混入體腔液，為各種組織之養料。

循環系統 循環器官，在蚯蚓頗為發達，與脊椎動物同屬閉管系，(註一)即分支成微血管，末端不開口，須經滲透作用，以為傳遞，主要血管，則分為(1)**背血管** 在腸之背中央，自後向前行，至咽頭背面分數支。在前十四節(約自第四至十四節)，每節有環血管。連接腹血管或食道側血管，其連接腹血管之四對(在第七第九第十二及十三節)，血管較大而有節律跳動者，稱為心臟(hearts)，最後二對，連接腸上血管之分支。(2)**腹血管** 在腸之腹側乃向後行，自第十五節後，每節分支至小腸隔膜及體壁，以行排泄及交換氣體等作用，復由體壁之微血管集合而入(3)**神經下血管**(subneural vessel) 復向後行，自第十五節以後，每節有一對壁血管(parietal vessel)，再與背血管相接，如是周而復始，循環不已。蚯蚓血液，亦有血紅素(haemoglobin)，但溶解於血漿中，血中亦有血球，唯無色。



第三十五圖 環毛蚓蚯蚓之血管系統 IV—XV 節心臟作斜條影，血管末端均示切斷狀 1. 背血管。2. 環血管。3. 第一至第四對心臟。4. 食道側血管。5. 腹血管。6. 神經下血管。7. 背腹連接血管。8. 背土血管。9. 前環管(或體間管)。

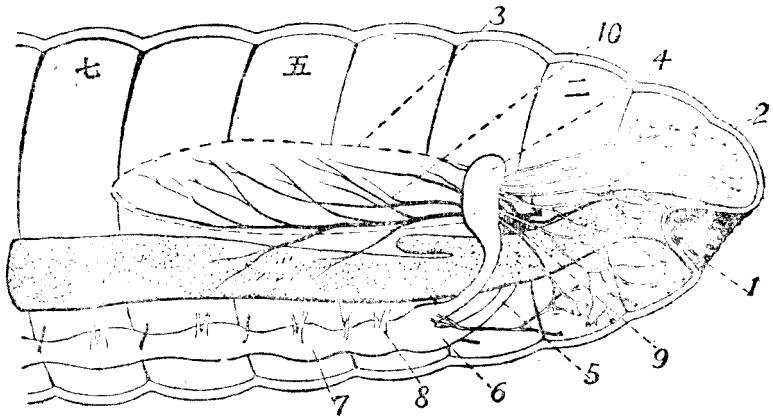
呼吸系統 蚯蚓無特殊之呼吸器，皮膚節可行呼吸，故微血管分布於此者特多。血紅素易與氧結合，亦易與碳酸氣分離，其情形與高等動物，並無差異也。

排泄系統 蛋白質廢物，多由腎管排出，本屬蚯蚓無大腎管(megalonephridium)，每節分化而成甚多之小腎管(micronephridium)，可取體壁內面或腸膜上絨毛狀物，置顯微鏡下觀察之，可見腎口(nephrostome)、細腎管

(註一)審定閉鎖系即閉鎖血管系之意。

及腎管等構造，與大腎管構造，無大差別。

神經系統 蚯蚓神經，不復作梯形，而為一索狀集中神經系統，前端在第三節上，有一個雙葉之腦，以咽神經 (circum-pharyngeal nerve)，連接下面一對咽下神經節 (sub-pharyngeal ganglia)，由此後接一兩條併合之腹神經索。每節內有神經細胞集合，膨大而為神經節，此為中央神經系統 (central nervous system)。由腦及咽下神經節，分出多數神經於口前葉及口部，為感覺功用。又自第四節後，每節分出三對神經，分布於體壁上及其他內臟器官，是即周邊神經系統 (peripheral n. s.)也。又有由腦部分出，在腦前有數交感神經節，更有多數交感神經，分布於咽頭及食道等器官者，是為交感神經系統 (sympathetic n. s.) (第三十六圖 9, 10)。



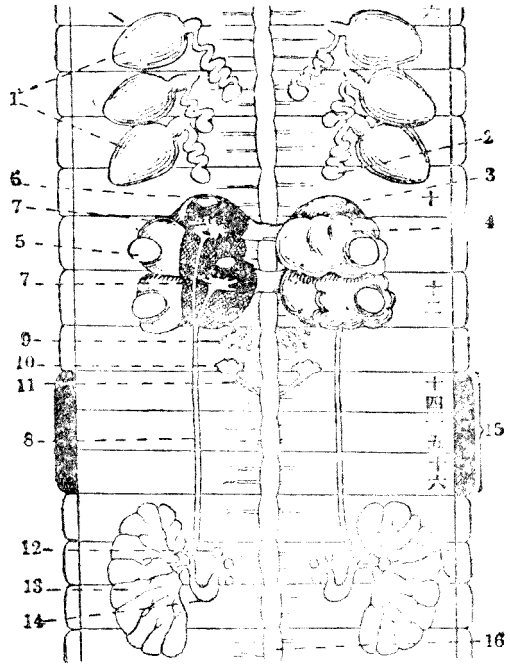
第三十六圖 環毛蚓前端之神經系統，右側觀，二、五、七示節數 1. 口腔。
2. 圍口節。3. 咽頭腺 4. 腦。5. 咽咽神經。6. 咽下神經節。7. 腹神經節。
8. 周邊神經。9. 交感神經節。10. 交感神經(著者圖)。

周邊神經，就其功用論，有向心及離心二種，離心神經 (efferent nerve)，由神經節內細胞延長之纖維(即軸突 axone)，而止於肌肉及其他器官，故衝動由中央傳出而引起肌肉等之動作，是為動作神經，其細胞為動作神經原 (motor neurone)。向心神經 (afferent nerve) 之纖維，則始自表皮上具感覺性質之神經細胞，所受刺激，由其纖維傳至腹神經索，引起其感覺，是為感覺神經原 (sensory neurone)。故蚯蚓之神經系統，以中央系統為樞紐，至於周邊神經，不過為傳導刺激及反應之用，而其主要功用，猶在中央系統之

神經原，故此項神經構造，不復爲神經網矣。

反射動作 反射動作，或爲意識，或爲無意識而行使，可視爲神經活動生理上之單位。最簡單之反射，即牽涉二個神經原，一爲皮膚上之感覺神經原，由向心(或稱感覺)纖維，傳至腹神經索，而起樹枝狀之分支，其分支與索中動作神經原分支相銜接，動作神經原則有離心(或稱動作)纖維，將衝動傳至反應器官而得動作。皮膚上之感覺神經原，爲感受器(receptor)，爲感受刺激而得神經衝動，索中動作神經原爲調度器(adjustor)，即接受衝動而定向或轉變之，由調度器所定衝動性質，傳至反應器官，如肌肉腺體等，稱爲反應器(effector)，凡此由皮膚上所傳之神經衝動，經腹神經索而傳至反應器官之途徑，稱反射弧(reflex arc)。反射動作，爲動物行爲之基礎，蚯蚓亦由此種反射動作，而成爲複雜之行爲。

感受器 蚯蚓亦有各種感覺如 (1)觸覺 對於輕微刺激而有利者，爲正向性，如觸地及進穴等。達爾文(Charles Darwin)氏曾見蚯蚓取各種樹葉入穴，并知轉向而將尖端先拖，使易於入穴，由此可見蚯蚓不僅具有觸覺，且有智力之存在也。(2)味覺 蚯蚓之口前葉，頗有化學品之感覺，如遇食物，則起正向藥性，不喜之物，則起背向藥性。化學品如在遠處，不能引起其反應，但有害藥品雖較遠，亦能引起避免之行爲。(3)聽覺 對空氣之振蕩，雖能引起反應，但無聽覺



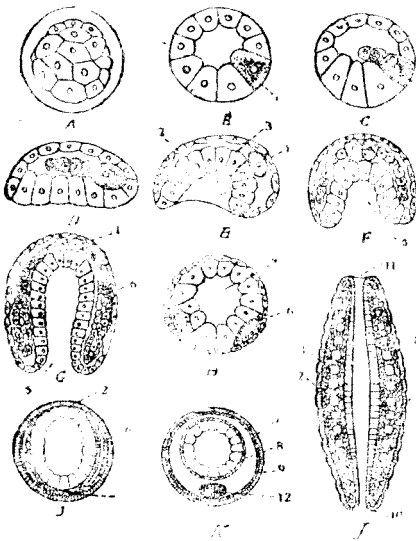
第三十七圖 環形動物之生殖系統，由背中央剖開，消化管除去，體壁黑色者示環帶，中國數字示體節數 1. 受精囊 2. 官管之帶 3. 精巢囊 4. 儲精囊 5. 同物之背葉 6. 粘巢 7. 精囊漏斗 8. 輸精管 9. 卵巢 10. 卵巢漏斗 11. 輸卵管 12. 副性腺 13. 前列腺 14. 同物之管 15. 環帶 16. 腹神經索(著者圖)。

可言。達氏謂蚯蚓無音樂之反應，當近穴口而欲出時，偶得樂聲，即縮入穴內，此蓋受空氣振動所致。(4)光覺 蚯蚓雖無眼，口前葉感光性最強，如在黑夜中，偶遇強光，則迅速入穴，是為背向光性，然於弱光，則為正向光性。

生殖系統 雌雄同體。雄器有精巢二對，各與精漏斗(seminal funnel)同包入精巢囊(testis sac)內，每對在第十及第十一節之後方。每精巢囊，通入較大之儲精囊，儲精囊二對，在第十一及十二節內，每邊之輸精管前接精漏斗，後行至十八節處，與前列腺會合，而由雄生殖孔通出。前列腺甚大，為多數小塊集合而成，位於第十六節至二十一節內。雌器有卵巢一對，在第十三節之前方，卵漏斗(oviduct funnel)在十三/十四隔膜前面，後面則為極短之輸卵管，在第十四節中腹面之神經索下，會合後通出。受精囊(spermatheca)在本種有三對，各具一瓣(ampulla)及管，管之末端，會合一長而彎曲之盲管(diverticulum)，接受外來之精，而儲藏於此。

蚯蚓雖為雌雄同體，然必須經異體受精，方可生產。兩蚯蚓交配時，副性腺(accessory gland)分泌黏液，使互相附着，精液自雄生殖孔直接輸入受精囊而儲藏。待卵成熟時，環帶又分泌黏物而形成帶狀之卵繭(cocoon)。卵產入繭後，向前移動，受精囊之精，流入繭內，行受精作用，卵繭乃封口而脫下，遺留土中，每繭中約有二三個胚胎，發育而成為小蟲。

(四)發生 蚯蚓之受精卵，為全割型(holoblastic cleavage)，但為不等分割。在動物性極(animal pole)(第三十八圖 B, C)之細胞較



第三十八圖 蚯蚓之發生 A. 分割(外有一膜)。B, C. 囊胚(切面)。D-H. 原腸胚(P由B切, 示極細胞, H由G橫切, 示原腸及體腔)。I. 最幼蚯蚓之縱切, J為I之橫切面。K. 較幼胚胎之橫切面。1. 中胚層。2. 外胚層。3. 口區層。4. 原腸腔。5. 口。6. 體腔囊。7. 體腔層。8. 臟腑層。9. 體腔。10. 口。11. 肛門。12. 神經索(錄自 Hegner仿 Szigwick & Wilson)。

小，植物性極 (vegetal pole) 則較大，分割多次，形成一囊胚，中空處爲囊胚腔 (blastocoel)，囊胚中二個中胚細胞 (mesoblast)，分裂多次，向後生長而爲中胚帶 (mesoderm band)，由此再行分化而爲中胚層之各器官，內胚層則由植物性極細胞逐漸變平，經內褶而成，此時之胚胎，具內外二胚層，稱原腸胚，內褶形成之腔稱原腸 (archaenteron) (同圖 F. II. 4)。原來之囊胚腔縮小，漸爲中胚層所佔據，原腸之孔，稱原口 (G. 5)，將來即發達成蚯蚓之口，原腸之他端，另行開口而爲肛門。中胚層變成體壁與腸壁上之肌肉及體腔膜，中空而有隔膜分隔，成爲體腔。幼小之蟲，即可出繭生活。

(五) 再生作用及接插 蚯蚓再生力甚富，若切斷之，可再生長，缺頭者能再生頭部，缺尾者能再生尾，又可切爲數段，以行復生，此種試驗，已數見不鮮，蓋切斷之處，仍可產生一種似胚胎時之間葉，此種細胞，可分化而爲各種組織，又可以不同個體切斷後，互相銜接，而使之復生。如截取二個體之尾部使之相接，亦可成一無頭之個體，惟由此接插所成之不正常個體，不久即死亡。在本屬內，再生能力，或較弱云。

三、其他環節動物代表

(一) 沙蠶 (*Nereis* sp.) 在海邊沙灘中多產之。體稍扁，每節有疣足 (parapodium) 一對，爲行動器官，每足似二叉肢型分背肢與腹肢，着生剛毛，背腹各有一鬚，爲呼吸功用。頭部顯著，口前葉上有四眼，前有口前葉觸手，側有觸鬚 (palp)，第一節爲圍口節 (peristomium)，兩側有八圍口觸手。口腔內有二個較大之顎，又多細齒，捕捉小動物以爲食物。消化道簡單，有咽頭、食道及一長胃腸。循環器僅有背腹血管，每節有橫血管連絡之。食道上神經節(或稱腦)較發達，有神經通感覺器官，食道下神經節與腹神經索相接，每節有神經節一對。雌雄異體。生殖器無一定(精巢約在十九至二十五節間)，由體腔壁上細胞分化，而成卵或精子，幼蟲酷似擔輪子。

(二) 螞蟻 (*Whitmania laevis*) 體略扁，前後各有吸盤，爲吸着之用。體節有一定，約有二十七節，惟表面所見者爲體環 (annulus)，在體節中間(自8—24節)，每節有五個體環。雌生殖孔，在第十一節之腹面，雌生殖孔則在第十二節。前端背面有眼五對，前吸盤之腹側有口，內有角質齒，有一多肌肉之咽頭，收縮時藉以吸血。咽頭後接短食道及一大嚙囊，後者由十一對盲囊組成，爲儲藏血液之用。胃作球狀，在體之後端，爲消化器官，再由小腸通至肛門，在後吸盤背部通出。因盲囊甚大，每蟲可吸血液三倍於其體積，足供九閱月

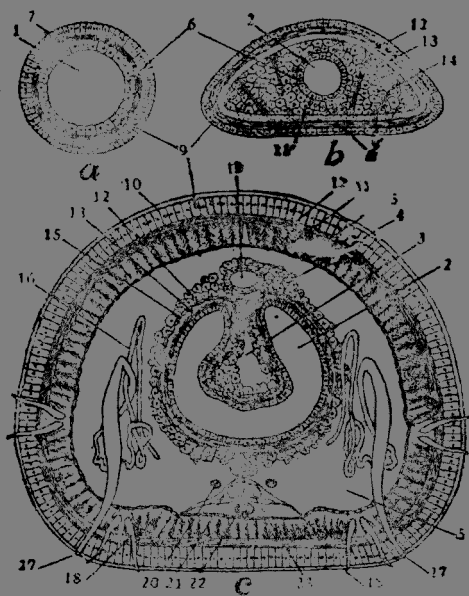
之營養云。體腔爲葡萄狀之組織所填塞，其他諸系統，與蚯蚓相類似。

四、環節動物與人類及其他動物之關係 水棲寡毛類，可爲多種魚類食餌。蚯蚓一類動物，達爾文氏積四十年之觀察，結論謂爲益蟲，最大功績，即使土壤疏鬆，利於農作物，彼計算一畝地內，可有五萬條之多，在一年間，地下土壤，因取食而翻至地面者，約有十八噸之多。於是地面之物，得下土而腐爛，土壤多孔，使植物易於生長；且經其消化之後，增加有機物質，故有改變土壤之功能。是類動物，亦不無害處，可作多種寄生蟲之中間宿主，鳥類及豬等吞食蚯蚓以爲食料者，即由此傳染而得若干寄生蟲也。

海產環節動物，亦可作爲魚類食餌，自由游泳者，直接爲魚類吞食；穴居種類，簇生一隅，可爲魚類食場，蟲因呼吸關係，一部分在穴外者，魚類游過，適可咬切而食之。環節動物直接爲人類食物者，尚屬尠聞。閩粵海濱，有一種土蠶 (*Phascolosoma japonicum*)，味頗鮮美云。

所謂醫用水蛭，即因歐洲古時，醫治各種痼疾須取血者，以之取血而得名。水蛭爲魚鱉及其他水棲動物之寄生蟲，然而人類，亦爲臨時寄生者，且可爲中間宿主，經其咬嚙，可爲各種疾病之媒介。

五、環節動物在無脊椎動物中之位置 吾人研究動物，由低等而高等，循序漸進，以觀機體進化之動向，環節動物爲動物進化歷程中最明顯之一例。譬如體層之進化，在海綿或者尚無真正之胚層 germ layer，至於腸動故，無說在發



第三十九圖 水蛭，渦蟲，蚯蚓三類之體層 a. 水蛭。 b. 渦蟲。 c. 異唇蚯蚓 (*Allolobophora* sp.)。

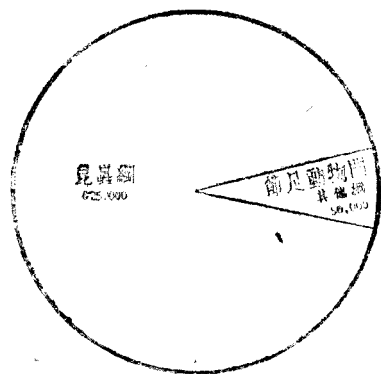
1. 循環消化腔。 2. 腸。 3. 盲道。 4. 黃色細胞。
5. 體腔。 6. 內胚層。 7. 中膠層。 8. 中胚層。
9. 外胚層。 10. 角質膜。 11. 海綿組織。 12. 環肌。
13. 縱肌。 14. 唾乳。 15. 體腔膜。 16. 大腎管。
17. 腎管。 18. 剛毛。 19. 背血管。 20. 側血管。
21. 腹血管。 22. 神經下血管。 23. 神經索 (錄自 Hegner)。

在上或成體之構造上，均顯示其真正之外胚層與內胚層；內胚層之內爲消化腔，即所謂腸胃也。至扁蟲動物，內外二胚層間更多一層肌肉及柔軟組織之中胚層，此中胚層遠較他胚層爲厚，內胚層之內則爲真正之腸腔矣。體腔爲中胚層中間之空隙，亦爲進化上之產物。至扁蟲動物，在中胚層中，有一空隙，惟無體腔膜，且因腸壁之構造過於單簡，故名假體腔。最寬大而明顯之體腔，在無脊椎動物中，莫如環節動物。體腔之中，容受各種器官，如消化、循環、排泄、生殖等等。生殖及尿管，內端均開口於體腔，而成體腔管。至如節足動物及軟體動物等，體制雖較特化，然體腔反見隱沒矣。有體節，亦爲高等動物之表徵。待至環節動物，乃始有真正之體節。下等動物雖有頭端，但頭與體，不甚分節，至環節動物，頭部分化，至爲顯著，沙蠶等爲最佳例也。神經系統之進化，亦頗重要。在海綿動物，神經細胞尙未分化，進水小孔或出水口四周之扁細胞，形成伸縮細胞，富有感覺及伸縮之性質，兼具肌肉神經之功用，爲神經細胞之先導。至腔腸動物如水螅等，有簡單感覺與動作之神經細胞，各細胞有樹枝突，形成簡單之神經原，分布於內外胚層之間，成分散狀之神經網，但如水母等之神經，集中於邊緣之八個觸手器，神經系統雖較高一等，仍無腦或神經索等構造。扁蟲動物，頭部有腦，連絡二神經索。中間有橫神經，成梯型神經系統。至環節動物，頭部有較發達之腦，及一雙條併合之腹神經索，每節有神經節，成爲集中之神經系統。就排泄器而論，後生動物中始有分支之原腎系統 (protonephridial system)，具排泄器之雛型。至環節動物乃變爲較複雜之腎管，內端有腎小口，猶似樹細胞，此種構造，在下等之脊索動物身上，尙得見之。其他如生理發生各方面，均可表示其高等現象，因此環節動物，在教學上，頗佔重要地位，尤取爲模式動物而研究之。

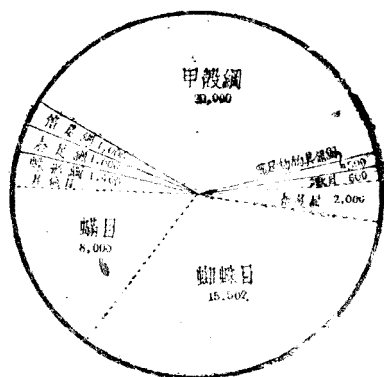
[附錄]我國陸棲寡毛類已知者，計有十二屬，如合胃屬 (*Desmogaster*)、杜拉屬 (*Drowida*)、真唇屬 (*Allolobophora*)、雙胸屬 (*Bimastus*)、寒蟻屬 (*Onerodrilus*)、鉅蚓屬 (*Megascolex*)、呼蠶屬 (*Howascolex*)、環毛屬 (*Pheretima*)、浮蚓屬 (*Pontodrilus*)、雙胃屬 (*Dichogaster*)、槽蚓屬 (*Glyphidrilus*)、線蚓屬 (*Filodrilus*)。最後四屬僅見於海南島，線蚓屬則爲著者所發見者，合胃屬僅見於蘇州一帶，鉅蚓呼蠶兩屬僅在華南見過。種數最多而分布最廣者，當推環毛一屬，在我國已知之種，該屬約有六十種云。

第十一章 節足動物

一、本門動物之特徵 節足動物，不僅體節分明，且全體可分頭、胸、腹各部，此為以前所述之動物所無者，其行動器為具有關節之附肢 (appendage)。體外被以硬殼，以為保護。神經系統與環節動物相似。體腔甚小，原有體腔地位，為血液所充塞，故稱血腔 (haemocoel)。除極少數例外，缺乏纖毛。本門動物，包含六大綱，約近七十萬種，其中昆蟲居六十二萬餘種強。各綱之特徵如次：



第四十圖 節足動物門與昆蟲綱種數比較之圖解。



第四十一圖 節足動物門各綱 (昆蟲綱除外) 種數比較之圖解 (意取 Hegner)。

(一)甲殼綱 普通為水棲，間有陸棲者，均用鰓呼吸，體分頭、胸、腹三部。高等種類，頭胸兩部合成一部。頭部有五對附肢，胸腹部之附肢，差異頗大，如豐年蟲、水蚤、藤壺、蝦、蟹等。

(二)有爪綱 (Onychophora) 陸棲，形似環節動物，體節不明，足如疣足，具觸角一對，亦有血腔及氣管等，多產於熱帶地方，如鉤蟲 (peripatus) 是。

(三)唇足綱 陸棲，體稍扁，除頭後第一節及最末一節外，每節均具足一對。頭後第一節之足，成為毒顎 (poison jaw)。頭部有大觸角二對，生殖孔在體之末端，如蜈蚣、石蜈蚣、扁蠅等。

(四)倍足綱 陸棲，體稍圓，除胸部四節外，以後各節，均具足二對，生殖孔在第三對足之腹側，如馬陸等。

(五)昆蟲綱 水、陸、空三界均產之，更有過寄生生活者。頭胸腹三部分明，頭部有觸角一對，胸部有足三對，普通並有翅二對，腹部成長時無足。如衣魚、蜘蛛、蜻蜓、跳蚤等。

(六)蛛形綱 水陸均產之，營寄生生活者亦有之。普通頭胸二部併合，然亦有頭胸腹三部合成一體者，無觸角，無真顎。第一對附肢成爲螯肢 (chelicera)，多數由葉肺或氣管呼吸。如蠍、蜘蛛、蟹、壁蝨、疥癬蟲等。

二、形態及生理

甲、蝦 *Polaeomon sinensis*

(一)外部形態 外骨骼極堅固，爲幾丁質組成，間雜鈣鹽，惟在節與節之間較薄，故可屈曲自如。全體由二大部分組成，即頭胸部及腹部是也。

全體共有十九節，頭胸甲 (或背甲 carapace)，爲 I—XIII 節所組成。前端中央凸出爲額劍 (rostrum)，兩側隆起者爲鰓蓋 (branchiostegite)。眼有長柄，在額劍之兩側。腹部末端有尾柄 (telson) 及其兩旁之尾肢 (uropod)，張開則成扇形，肛門卽位於其下。尾柄有視爲末節之變相者，有不認爲體節者，如不認爲體節，則腹部僅有六節。

(二)附肢 取一模式之附肢觀察之，近體之處爲基肢 (protopodite)，由一節或數節所組成，由此再分內肢 (endopodite) 與外肢 (exopodite)。此種二叉肢 (biramous) 在高等甲殼動物身體上，祇有口器及腹部附肢爲然。第一對之附肢，爲小觸角 (antennule)，內外肢均成鬚形。第二對爲大觸角 (antenna)，外肢變爲鱗片，內肢則爲長鬚。第三對爲大顎 (mandible)，爲基肢變成，內肢甚小，外肢缺如。第四與第五對爲小顎 (maxilla)，爲葉狀之構造。第六第七及第八爲三對顎足 (maxillipede)，其內肢每足漸次增大，外肢縮小，故二叉肢型較爲明顯。第九對爲螯足 (chelipede)——在長足蝦第十對爲螯足——第十至十三對，則爲步足 (walking leg)，其外肢全然消失成單叉肢 (uniramous) 型。至於腹部之附肢，除雌者第一節外，其餘各節，均有一對附肢，故共有游泳足 (swimmeret) 五對及尾肢一對。在雄者第一對及第二對足，變成一長管，爲交配時輸精之用。

(三)體層 若取蝦之橫切面觀察之，則亦與蚯蚓相似，由外胚層、中胚層及內胚層發達而成。外胚層爲一層下皮細胞 (hypodermis)，角質骨骼，卽由

其分泌所形成。中胚層則為肌肉等構造。內胚層則為腸內面之一層上皮細胞。惟其體腔縮小，僅以生殖器腔代表之。體中最大空隙，則為血竇 (sinus)，為靜脈管之變相，動脈管仍然存在。

(四) 內部系統 內部系統，可分下列六節敘述之：

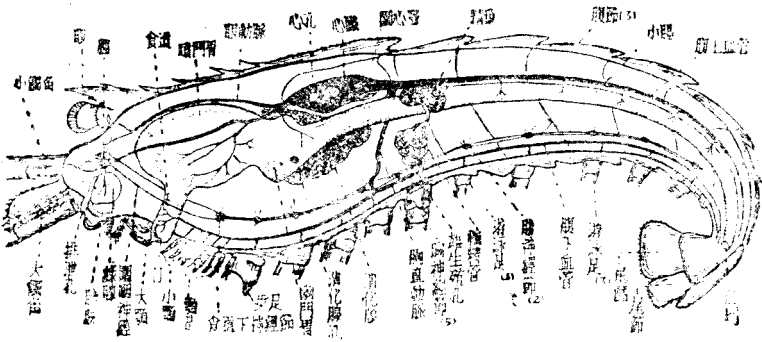
消化系統 消化道包括口、食道、胃、腸及肛門數部分。食道甚短，胃可分噴門腔 (cardiac chamber)，及幽門腔 (pyloric chamber) 二部，噴門腔之中有數小齒，藉肌肉附着於背甲，收縮時，能使齒轉動，以咀碎食物，故稱胃磨 (gastric mill)。噴門腔與幽門腔之間，有一濾器，蓋此處有二側褶及一中腹褶，褶脊上滿布細毛，三方面互相交錯，組成濾器 (strainer)。凡液體及未消化之物質，曾磨成細粒者，可過濾而入幽門腔，乃與自消化腺來之消化液混合，以行消化。消化腺甚大，或稱肝胰臟 (hepato-pancreas)，在胃之兩旁，有管通入幽門腔。在胃消化過之物，流入腸中，由腸壁吸收，未經吸收之物，則由肛門排出。

蝦與蟹之食物，大都為細小動物如螺、小魚、昆蟲幼蟲等，但腐爛有機物，亦嘗食之。攝食時間，以夜間為多，在黃昏與黎明之際，尤為活動。

循環系統 (1) 血液 血液為無色之液體，中含變形細胞（或稱白血球），血液之主要功用，為傳遞氧氣養料及排除廢物等。血液一與空氣接觸，即變厚而凝固，故肢體損傷，血液有療傷之功用。蝦、蟹等之血液，若暴露空氣中，即呈藍灰色，蓋中含有血綠素 (haemocyanin)，其功用與血紅素類似。

(2) 循環器 循環器包含心臟、動脈管及血竇三者。心臟為多角形之囊，位於體之背部，外裹以圍心竇 (pericardial sinus)，以韌帶三對，懸於竇壁之上；有心孔 (ostium) 三對，一對在背部，二對則在側面，每孔有小瓣，以防血液逆流。心臟時伸時縮，循一定之方向流行，自心臟流入各動脈管，向前分出，計有三支，(a) 中央眼動脈 (ophthalmic artery)，(b) 二觸角動脈，(c) 二肝動脈是也。向後分出，則有四支，(a) 腹上動脈 (dorsal abdominal a.) 分布腹部之背側，唯在其基部，復分出一垂直之支，稱為 (b) 胸動脈 (sternal a.) 當此管通過第四及第五胸神經節時，又分為二，前行為 (c) 腹胸動脈 分布於胸部及附肢 III—XIII，後行為 (d) 腹下動脈 分布於腹部各處。血竇即動脈微血管開口於組織間之空隙，此種空隙，為血液返流入心之通道，或係靜脈之變相。最大之血竇，有圍心竇，胸部腹面之胸竇 (sternal sinus)，包圍消化道之圍臟竇 (perivisceral sinus)，若干由鰓

至圍心竇之鰓心管 (branchiocardiac channel) 等。此種血竇，總稱血腔。



第四十二圖 蝦之解剖，由中央剖開，示內臟各器官(著者圖)。

血之循環 血液由心臟收縮而入各動脈，至身體各部分，由微血管流至各血竇，身體各部分之血竇，會集而入胸竇，由此經入鰓血管 (afferent branchial vein) 至鰓行呼吸作用後，再由出鰓血管 (efferent b. v.) 經各鰓心管，而仍歸圍心竇。心孔小瓣之方向，即能使人竇血液，全入心臟。以是周而復始，循環不息。

呼吸系統 在胸部兩旁，鰓蓋與體壁之間，各有一鰓室，內有羽狀鰓片兩列。每片更有多數之鰓絲，鰓絲滿布微血管，氣體之交換，即在此行之。水由鰓室後端之孔流入，鰓室前端亦有孔，內有第二小顎，時時震動，激送水流外出。帶有氧分之水，如是不斷流動，藉以取得氧氣而排除碳酸氣，行使呼吸功用。

排泄系統 排泄器則為一對綠腺 (green gland)，在頭部腹側及食道之前。每腺內端為腺體部分，接以膨大之膀胱，其外端則為一管，開口於大觸角基節上之乳頭突。故又稱觸角腺。

神經系統 神經系統，亦可分中央、周邊及臟腑三種，與蚯蚓相似。腦較發達，在胚胎時期，由首三神經節併合而成，有神經分布於眼、大小觸角等器官，更以圍食道神經與腹面食道下神經節相連接。食道下神經節為頭部次二個 (III-IV) 及胸部首三個神經節 (V-VII) 所組成，其神經則分布於大小顎及三對顎足。後接腹神經索，該索亦為二條合成，在胸部可見兩索分開之處。神經節亦兩兩併合，難以辨認。胸部有五，腹部有六。臟腑神經 (visceral

nerve)則由腦底分出，與圍食道神經分出之支相會合，分布於胃腸等處。

感覺器 可分(1)眼 蝦、蟹各具二複眼，每眼在一眼柄之頂，能自由轉動，外被透明之角膜。具多數六角形之小眼面 (facet，其構造與功用，與昆蟲之複眼相似，容後在昆蟲節內再詳論之。(2)聽囊 (statocyst) 聽覺器官，爲一對囊形之構造，囊壁仍爲幾丁質，位於小觸角之基節，內有感覺毛三叢，各毛均與感覺神經相連，毛囊中多砂粒，由體內分泌液粘着於叢毛之上。此雖爲外來之物，亦具耳石功用，故稱平衡石 (statolith)，司身體之平衡，其身體位置改變時，平衡石因受地心吸力影響，亦因之改變，因石與毛接觸而有感覺，以定身體游泳之方向。當蛻皮時，聽囊亦蛻。故適蛻皮之後，頓失平衡，此爲一明證也。

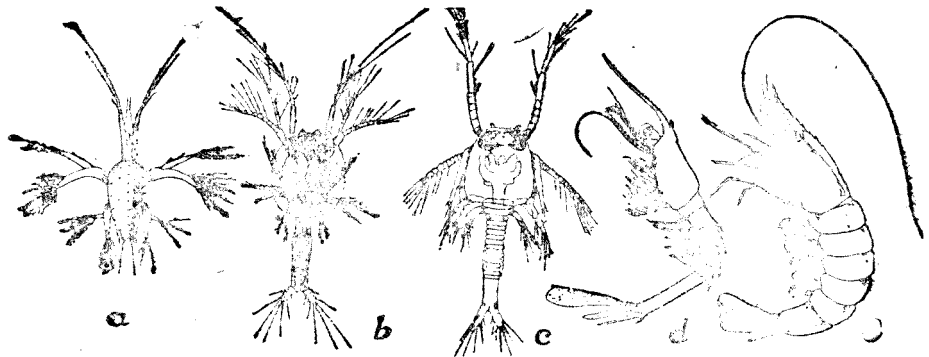
生殖系統 雌雄異體。雄器有一精巢，在圍心竇之下，前具二葉，後部中央凸出，每邊有一輸精管，長而迂曲，開口於第五對步足之基肢。雌器之卵巢，與精巢形狀相似，地位亦相同，每邊有一短輸卵管，開口於第三對步足之基肢。至生殖時期，雌雄性成熟時，舉行交配，精蟲裹入多數精筭 (spermatophore) 中，由第一對腹足所形成之交配器，輸入雌體之受精囊。該囊位於第四及第五對附肢間之間入處，以待雌者之產卵，卵受精後，分泌黏液，黏着於游泳足上，漸次發育而成幼蟲。

(五)發生 受精卵由表面分割，因卵之中間多卵黃，分割後，表面成一層細胞，爲囊胚。腹面增厚而成爲胚帶 (germ band)，後端內褶而成原腸，是爲原腸胚。留有一孔，稱原口，厥後原口封閉，另行內褶成肛門道 (proctodaeum)，前端內褶爲口道 (stomodaeum)。在前端口之兩旁，出現三對附肢，即小觸角大觸角及大顎，皆肢脚幼蟲 (nauplius)。此幼胎在母體腹下孵化，再經三四週後，即脫離母體，生活，由幼而壯，約經六七次蛻皮 (ecdysis)，方得長成。蝦之肢脚幼蟲，尚在卵內，不能行動，至於下等甲殼類之肢脚幼蟲 (第四十三圖 a)，以附肢爲游泳器，故能自由行動。普通甲殼類之胚胎發達，均經此時期，故此或爲甲殼類動物祖先形態之代表也？

(六)自切與再生 蠶、蟹等動物，均有一種特殊自切現象，因在螯足或步足之基部，常有一折點，凡遇危險或受劇烈刺激時，可自折斷，而逃避危害。此由易斷之處而自斷其肢體者，稱爲自切 (auto my)。此種現象，有多種動物有之，如紐蟲、星魚 等。蝦蟹動物，其肢上折點處，有瓣及肌肉，折斷後，血流即可自止。數日之後，折斷處即能再生。蝦、蟹等動物，均有再生能

方，惟再生能力，頗有限制。眼及附肢，經多種試驗證明，均有再生能力，可長出既失部分，幼小者再生能力亦較強也。

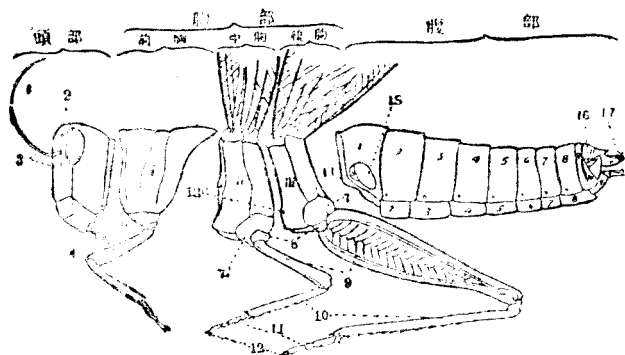
(七) 生物發生律 凡動物個體發生，經種族進化之歷程，是為生物發生律 (biogenetic law)。換言之，即在個體發生時期，得顯現其種族之祖先形式，種族在長時間內進化諸階級，有時在發生史中，可追尋之。茂勒 (Fritz Müller 1864) 研究甲殼體之發生，益信生物發生律之真實。近代生物學家對此雖多營養之處，但以之解釋一部分之事實，頗為美滿，且對動物學之進步，具極大力量。茲復以一種鬚蝦 (Penaeus) 為例，以說明之，當鬚蝦之卵孵化完成，出殼即為肢脚幼蟲 (nauplius) (圖 a)，具附肢三對，能自由行動，繼成踢眼幼蟲 (b) 與大眼幼蟲 (c)，又變而為糠蝦期 (d)，終變成成體之鬚蝦 (e)。此肢脚幼蟲，踢眼幼蟲 (zoaea)、大眼幼蟲 (megalopa)、糠蝦 (mysis) 等期，均為鬚蝦發生上各期之幼蟲，肢脚幼蟲，為甲殼類 原始之形式，踢眼幼蟲大眼幼蟲均為蟹之幼蟲，與肢脚幼蟲相若，大眼幼蟲極似下等甲殼類之劍水蚤，而糠蝦時期與成體糠蝦極相類似，胸部附肢均成二叉型。依據此類學說，鬚蝦之祖先，當曾為與肢脚幼蟲相同之動物，漸進化以至與水蚤糠蝦等類似之動物，終至進化為高等之鬚蝦，此即由其胚胎發生之歷程，解釋生物進化之事實也。



第四十三圖 蝦類發生之各期，示生物發生律。a. 肢脚幼蟲。b. 踢眼幼蟲。c. 大眼幼蟲。d. 糠蝦期 e. 成體 (集自各作家)。

乙、蝗蟲 *Locusta migratoria* L.

(一) 外部形態 蝗蟲體外有硬殼，稱為外骨骼 (exoskeleton)，一如蝦蟹等動物，惟頭胸腹三部分明，各部之構造，略述如次：

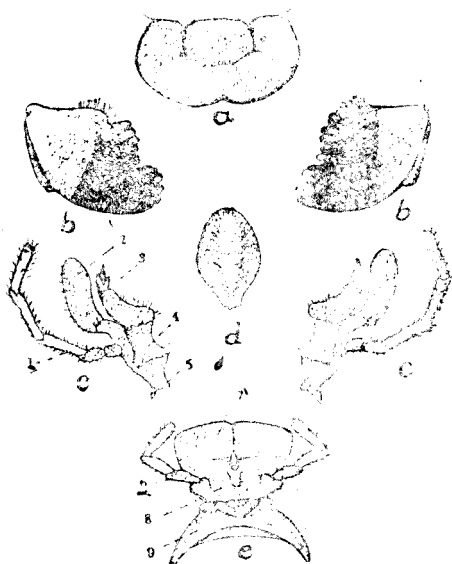


第十四圖 蝗蟲之外形，左側觀。i, ii, iii 示胸部三節。1—11 示腹部各節及九與十節附肢或產卵器。1. 觸角。2. 複眼。3. 單眼。4. 上唇。5. 小顎觸鬚。6. 下唇觸鬚。7. 基節。8. 轉節。9. 股節。10. 跗節。11. 爪及褥盤。12. 胸部第一氣孔。13. 聽器。14. 尾鈇。15. 產卵器 (錄自 Metcalf and Flint 仿 Herms)。

頭部 頭部在胚胎時，由六節組成，成長時已不可分辨。額頂及面部，外骨骼可分成殼片，仍可一一辨別。頭頂兩側，有二複眼，更在複眼之內側及中間，有單眼 (ocellus) 三個。在眼之前方，有觸角一對，均屬感覺器官。口器則為一片

上唇 (labrum)，一對大顎，一對小顎，一對下唇 (labium) 及一個下咽舌 (hypopharynx) 所組成，除上唇及下咽舌外，均為附肢形成。大顎係堅固之幾丁質構成，為咀嚼之利器，小顎成分叉型，為助食及感覺之用。下唇成長時已合成為一，分叉情形，更不甚顯著。下咽舌在下唇內側中央，為感覺之用，唾液腺即開口於此。小顎與下唇，各有觸鬚一對，為辨別食物種類之用云。

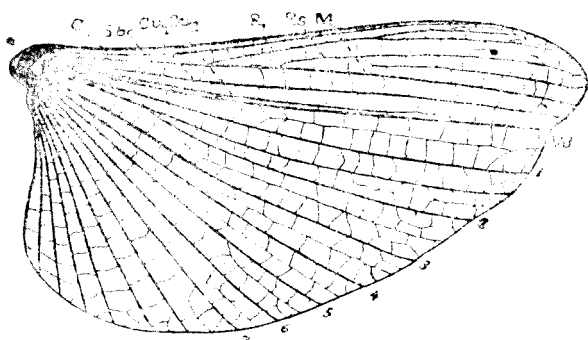
胸部 胸部可分前胸、中胸及後胸三節，前胸節之背片特大，中後各節之背片則較小，側片每邊可分三塊，腹片每節僅有一塊，在中後二胸節，有氣孔二對。足三對，着生於胸部三節兩旁。



第十五圖 蝗蟲之口器，示咀嚼型。a. 上唇。b. 大顎。c. 小顎。d. 下咽舌。e. 下唇。1. 小顎觸鬚。2. 同上外葉。3. 同上內葉。4. 基節。5. 底節。6. 下唇之觸鬚。7. 同上之小唇。8. 轉節。9. 同上節 (錄自 Hegner 仿 Herms)。

每足可分基節 (coxa)、轉節 (trochanter)、腿節 (femur)、脛節 (tibia)、跗節 (tarsus) 及爪諸部分，第三對足之腿節特肥大，善於跳躍。各足之跗，均為三節合成，第一及第二節之腹面有三四肉痣 (plantulae)，爪間有褥盤 (pulvillus)，均為貼附物體之用。中胸及後胸有翅二對，位於背片與側片之間。在胚胎時，先見翅

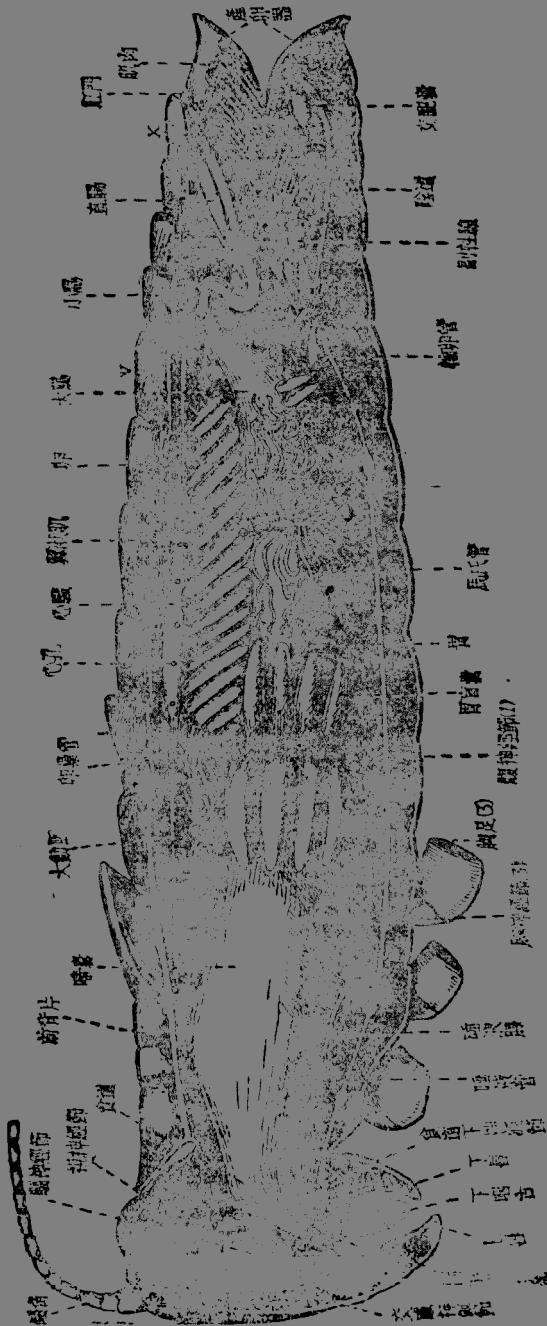
芽，其中層為氣管等，而上下層各有表皮細胞，并分泌角質以蓋之，此後變成極薄之膜，其細胞消滅，只留有角質之膜，至於翅脈，則為幾丁質沿氣管處堆積所致。蝗蟲之翅脈，亦可分橫脈與縱脈二種。縱脈在後翅上，可分前緣脈、亞前緣脈、徑脈、中脈、肘脈及臀脈數種。臀脈部分最為寬廣(參看第四十六圖 1—7)。翅脈分布，各種屬恆有定形，分類時常依作準繩，蝗蟲後翅較軟，甚為寬大，後半部多為臀脈，能摺成扇狀。前翅較厚，狀如皮質，停歇時並不摺皺，是為直翅目之特徵，此種皮質之翅，名曰蓋翅 (tegmen)。



第四十六圖 蝗蟲之後翅，示翅脈之分布 C. 前緣脈。Cu₁ Cu₂ 第一及第二肘脈。M. 中脈。R₁ 第一徑脈。R_s 徑主脈。sbc. 亞前緣脈。v1. 分界脈。1—7 臀脈(著者圖)。

腹部 腹部之節數，在高等昆蟲較少，最原始者有十二節。蝗蟲成體，尚可分辨十一節。第一節僅有背片 (notum)，與後胸節連合，兩邊各有一聽器 (tympanum)。外面有一鼓膜，第二至第八節為完全節，每節各有氣孔一對。第九及第十節，背片尚可分辨，而腹片 (sternum) 則完全合併。第十一節僅有背片及二尾缺 (cercus)。雄者有一下生殖板 (subgenital plate)，係第九節附肢變成，與二個肢板，形成一交配器。雌者有二對能動之產卵器 (ovipositor)，為第八第九節附肢所變成，亦有二個肢板，產卵器可直接插入沙土而產卵。

(二) 內部系統及其生理 若以薄鋸片之橫切，可見最外一層為外骨骼，由其下表皮細胞分泌而成，內部則為肌肉及諸器官。在一大腔內，充滿血液，稱血腔，種種特點，與甲殼類無異，各種內部系統，列述如次：



第四十七圖 蝗蟲之解剖，左圖為雌蟲，右圖為雄蟲(著者攝)。

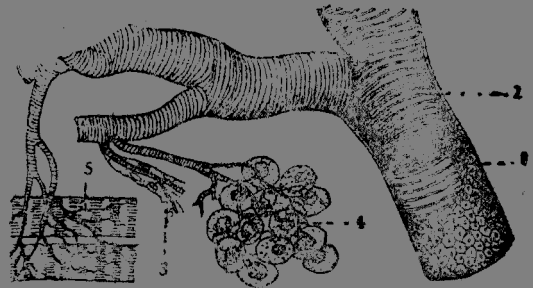
肌肉系統 肌肉甚發達，多為橫紋肌，在腹部成節排列，但在頭部與胸部者則不然。最發達之肌肉則為連接翅與足者，因多運動之故。連接大顎與產卵器者亦較發達。

消化系統 在胚胎發生時，消化管可分前腸、中腸及後腸三段。前腸為外胚層形成，分口腔、咽頭、食道、嗉囊及砂囊諸部，在胸部腹面，更有二大唾液腺，開口於咽頭之兩旁。中腸為內胚層形成，即為胃。在胃之前端有八個盲囊，每個各向前後長出指狀袋，緊貼胃及砂囊之四周，稱為胃盲囊，為消化腺體，分泌消化液，入胃以行消化，或者消化液前流至嗉囊，行大部分之消化，若然，則胃為吸收養料器官也。後腸亦為外胚層所形成，其接胃者為大腸，

次爲小腸，最後端膨大者爲直腸，終則開口於肛門。在後腸前端與中腸交界處，有甚多絲狀細管，稱馬氏管(Malpighian tubes)爲排泄器官。

循環系統 循環器亦爲開管系。心臟呈長管狀，在前腹之背面，分成多腔，各有一對心孔，孔間有小瓣，以司開閉。開心竇在其下，包圍心臟。兩邊有翼狀肌多對，自背片長出，至心臟下而相遇。心臟後端閉塞，前端有大動脈(aorta)，行至頭部，分成數動脈，開口於血腔。然後再分布周身，使各組織，可得養料，又可在血腔中行交換氣體及排泄等功用。昆蟲血液，由血漿及白血球所組成。

呼吸系統 呼吸器由氣孔及氣管(trachea)組成。氣管由外胚層之表皮及幾丁質陷入體內而成，幾丁質成螺旋狀之絲環，以支持氣管之張開，復分小氣管(trachiole)，至於極小之氣管，則幾丁質環消失，外圍以組織細胞，而終止於各組織間。外界氧氣，由氣管傳入血中，而血內之二氧化碳氣，得以排除。就蝗蟲而言，胸部二對及腹部前二對之氣孔，開時爲吸，閉時爲呼；腹部後六對則不然，閉時爲吸，開時爲呼。吾人常見其腹部時伸時縮，即行此種呼吸動作也。



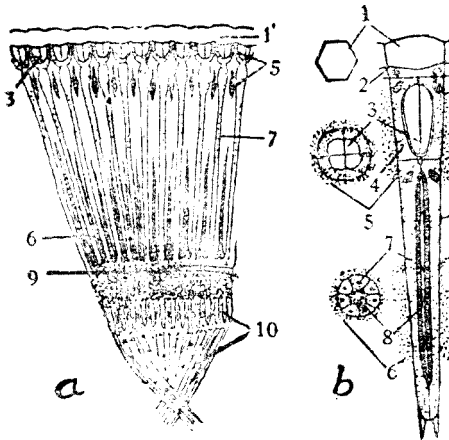
第四十八圖 昆蟲氣管之構造及其分枝之特圖 1. 上皮細胞層，內爲幾丁質環及基膜。 2. 幾丁質環。 3. 小氣管之圍管膜細胞。 4. 小氣管分佈於脂肪上。 5. 分佈於肌肉上。(蘇丹 Suedgrass 修改)

排泄系統 前述之馬氏管，在後腸前端，約有一百個，爲昆蟲之主要排泄器，管作絲狀，盤繞於血腔中，血液中之廢素及廢機鹽類等，則能透過管壁細胞而入中腔。繼流入後腸，更由膀胱排出體外。

神經系統 中央神經包括腦及腹神經索各部分。腦位於頭之背部，由三對神經節併合而成，有神經分出，通至單複眼觸角及上唇等處，更由圍食道神經，與一食道下神經節相連接，此神經節，亦由三對神經節併合而成。其神經分佈於口器各部分。腹神經索亦爲兩索合成，每節亦有一對合成之神經節，胸部有三個，後胸之神經節較大，因與腹部第一神經節併合而成，有神經分佈於足及翅等處。腹部僅有五個，其第二節之神經節，爲第二及第三節所合

成，第七腹節之神經節，即為第七至第十一節聯合而成也。周邊神經，自腦及腹神經索分出，至邊圍各器官及感覺器。與腦連接，尚有交感神經節，交感神經，分布於肌肉消化道及氣孔等處。

感覺器 蝗蟲之感覺器，有 (A)視器 複眼甚大，由多數視覺單位組成。表面視之，多為六角形之小眼面，剖視之，則有自成系統之傳光及感光細胞(第四十九圖 3, 4, 7)，下端與一神經末梢相接(同圖 10)，此一單位，稱為個眼 ommatidium 同圖 b)。



第四十九圖 複眼之構造 a. 複眼一部分縱切面，b. 組成複眼之一單位(個眼)。1. 小眼面切面。2. 下皮細胞。3. 玻狀體。4. 玻狀體細胞之縱切及橫切。5. 遠端色素體。6. 近端色素體。7. 網膜細胞。8. 感杆之縱切及橫切。9. 氣管。10. 神經細胞及纖維(a錄自 Hickson, b自 R. Hertwig 改變)。

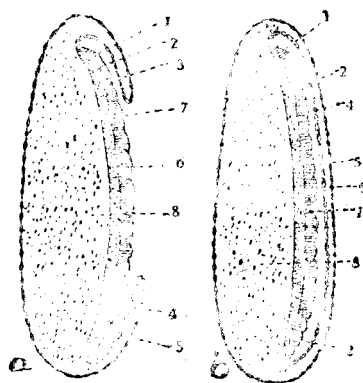
個眼之四周，有色素細胞(同圖 5, 6)，以隔絕光線 參考第四十七圖 b)，如是，光線自外來，各集中於個別視覺單位，成為鑲嵌(mosaic)式之影像，若色素在個眼之兩端，中間無色素時，外來光線可傳入隣近之個眼，所影成之像，並非鑲嵌，而為彼此疊置，成為重疊(superposition)式之影像。前者為晝行昆蟲之構造，後者則因影像重疊，可增加光覺，為夜行昆蟲之構造。複眼為昆蟲主要之視器，僅可視近距離之物品，尤為活動之物，蓋物一移動，即可影響數千之個眼，使引起顯著之感覺。據近人試驗之結果，昆蟲在相當距離內，亦可辨別各種顏色。單眼

僅具一角膜，作兩凸形之品狀體，感光細胞甚多，周圍亦有色素細胞，具虹膜之功用。單眼之功用未甚明瞭，或不能見物，僅能感覺光之強弱耳。(B)聽器 在第一腹節之兩側，外有鼓膜，內有感覺器，與膜相抵觸，膜受震動，可將聲浪傳入，而引起聽覺。(C)嗅器 據多數人之研究，均以嗅覺器官，在觸角上，有凹形窩，內具感覺細胞，與神經相連接。(D)味器 在口器之觸鬚及上咽舌等，均有味覺器官。(E)觸器 身體各部分均有觸器，尤在觸角、觸鬚、腳及尾鉗等處，最為顯著。

生殖系統 雌雄異體。雄者有二精巢，產生精蟲，有二輸精管，後端會合而成射精管，開口於下生殖板之背側。又有副性腺，係由多數絲狀腺體組成，開口於射精管之前端，其分泌物，與生殖有關。雌者有卵巢一對，每巢由多數卵管 (ovarioles) 組成，每管之頂端細胞，變成卵細胞及營養細胞，底端則皆為成熟之卵。成熟之卵，下降而入輸卵管，兩管後端會合而成陰道，由雌生殖孔產出。又有一受精囊，開口於陰道之背側，交配時所受之精，貯藏於此，以俟入輸卵管受精。蝗蟲約在秋季產卵於土中，至翌年四五月之交，孵化而成稚蟲 (nymph)。

發生 卵有硬殼，以為保護，一端有一卵囊孔 (micropyle)，受精時，精得由此而入，其分割情形，亦與蝦、蟹等相似。外圍成一層胚膜 (blastoderm)，腹面細胞增多，稱為腹板 (ventral plate)，中央板內褶，而成胚帶，外層細胞為外胚層，內層為中胚層，前端內褶為口道，後端內褶為肛門道，內端與口道及肛門道接近處，發生內胚層細胞。側板向中央生長，相接而成各胎膜 (第五十圖 b)。

頭部有六神經節，有眼及其他附肢，胸腹部體節分明，亦各有附肢。所有卵黃，均集中背部，最後兩邊繁殖之細胞，至背部會合，將卵黃裹入腸內，不久胚胎成熟，即出殼，能自由行動，稱稚蟲。稚蟲與成蟲相似 (第五十一圖)，惟其頭部特大，無翅，經數次蛻皮 (ecdysis)，乃直接變為成蟲 (imago)。



第五十圖 昆蟲之卵 (a) 1. 頭部。2. 羊膜腔。3. 羊膜層。4. 羊膜。5. 卵膜。6. 外胚層。7. 中胚層。8. 卵黃 (錄自 Sedgwick 仿 Korschelt and Heider)。

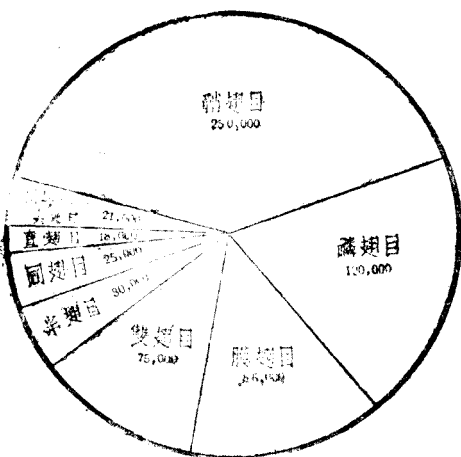


第五十一圖 蝗蟲之幼蟲 (1—4 示四個稚蟲齡)。

(一)昆蟲分類 昆蟲學家將大羣昆蟲，分爲數目，下列各目，即爲較普通者：

1. 纓尾目(Thysanura) 原始無翅昆蟲。咀咬口器。腹部十一節，常有二三條細長尾部附器。觸角長而多節。無變態。

本目種數極少，俗稱衣魚，既居裂縫中，或室內他物之下，或居土中，最普通者，爲室內之 *Leptisma saccharina* 一種，常喜咬有澱粉之物，如書籍紙畫衣服等。



第五十二圖 昆蟲綱種數比較之圖解(平意 Hegner)。

2. 彈尾目(Collembola) 原始無翅昆蟲。咀咬口器。腹部最多六節，第一節有一吸盤，第四節有一叉形彈器。觸角短而有少數節。缺馬氏管。氣管不發達。無複眼，無變態。

本目包含極小昆蟲，常居陰濕之地 或林間土中，或腐爛物中，有時爲幼芽或嫩弱植物之害蟲。有一種水跳蟲 *Palura aquatica*，常浮在道旁積水之上(第六十六圖 1)。

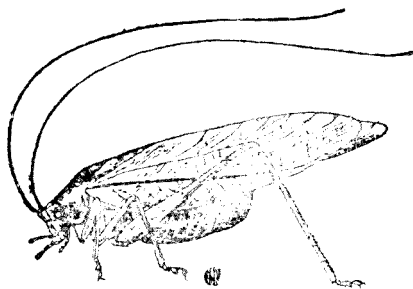
3. 直翅目(Orthoptera) 咀咬口器。通常有二對翅，前翅常成皮狀，後翅闊而作膜狀，摺疊如扇，亦有四翅隱沒或全無者。變態不完全。

本目包含多數低等昆蟲，疾走如蜚蠊、螞蟥，闊步如蝗螂、竹節蟲，跳躍如蚱蜢、蟋蟀。本目中最常見者有下列數科：

(a) 蜚蠊科 蜚蠊俗稱蟑螂，在廚房灶間一種 *Phyllodromia (Blatta) germanica*，爲家庭之害蟲。

(b) 蝗螂科 蝗螂 *Paratenodera sinensis* 之前足作鐮刀狀，捕食昆蟲，散爲益蟲。

(c) 竹節蟲目 體形細長，缺翅。普通一種竹節蟲 *Phraortes elongatus*，(參看第六十五圖四)。普通一種竹節蟲 (*Phraortes elongatus*)



第五十三圖 直翅目 螞蟥(仿黃其林著 中國昆蟲學)

afolium), 爲農藝之好例。

(d) 蝗蟲科 觸角短。聽器在腹部第一節, 如飛蝗 (*Locusta migratoria*) 爲農作物之大害。

(e) 螞蟓科 觸角長。聽器在脛節上, 如螞蟓 (*Gampsocleis buergeri*)、紡織娘 (*Holochlora japonica*), 兩前翅基部摩擦而發聲, 普通見於草間。

(f) 蟋蟀科 形似蝽科, 靜止時 前翅相疊, 全蔽後翅, 如蟋蟀 (*Gryllodes borellus*) 油葫蘆 (*G. chinensis*) 螻蛄 (*Gryllotalpa africana*) 等。

4. 皮翅目 (Dermaptera) 形似直翅目, 前翅皮質, 較腹部爲短, 後翅膜質, 作耳狀。無翅種亦多。腹部有一對鎌狀尾鈇。變態不完全。

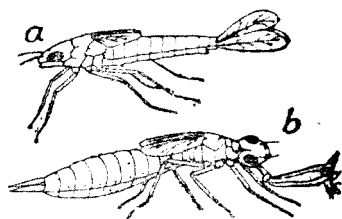
本目各視爲直翅目昆蟲, 形狀又似甲蟲, 多匿居石下、木堆中及雜草間, 食物甚種類而異, 有食昆蟲, 有食植物, 有食腐爛物者。歐洲相傳可聾人挖耳, 誠謬說也。常見者爲黃角蠊 (*Anisolabis maritima*) 一種。

5. 蜉蝣目 (Ephemeroptera) 成長時嫩弱, 少幾丁質, 生命頗暫。四翅多橫脈, 後翅極小, 休歇時併合而上舉。口器爲咀咬型, 普通隱沒或全無。觸角甚短。腹部後端有二三條多節之尾。變態不完全。

本目昆蟲多嫩弱。池塘水邊最多, 夜間飛集燈光之下, 成長時多不食, 生育後即死, 故生命極短。稚蟲潛居水中, 生活有二三年之久。腹部有氣管鰓, 以爲呼吸。食活或死植物。普通者爲蜉蝣 (*Ephemera*) 一屬。

6. 蜻蛉目 (Odonata) 口器爲咀咬型, 有二對膜質多脈之翅, 大小相似, 或後翅稍大。複眼甚大。觸角極短。腹部細而長。稚蟲在水中生活。變態不完全。

本目多大型昆蟲, 可分 (a) 蜻蛉類 (*Anisoptera*) 體多肥大。後翅基部較闊, 停歇時展開, 複眼大, 背側相遇。稚蟲直腸呼吸。如大蜻蛉 (*Anax sp.*)、黃蜻蛉 (*Libellula sp.*) 等屬。(b) 豆娘類 (*Zygoptera*) 體多細小。兩對翅同樣大, 基部不寬。停歇時向上併合。複眼小, 向兩旁突出。稚蟲尾端有氣管鰓三本。如豆娘 (*Agriion sp.*)、青豆娘 (*Lestes temporalis*)、



第五十四圖 蜻蛉目 a. 豆娘幼蟲 b. 蜻蛉幼蟲(著者圖)。

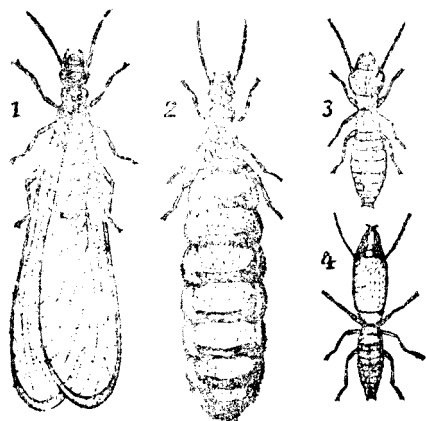
川蜻蛉 (*Calopteryx sp.*) 等屬。蜻蜓稚蟲, 在水中捕食小蟲, 下唇形成闊而多齒之齒耙(第五十四圖 b), 可伸出搜捕食餌。成蟲通常亦食其他昆蟲, 如蒼蠅、蚊、蚋等, 稚蟲又可爲魚類食料, 故均爲益蟲也。

7. 椿翅目 (Plecoptera) 口器爲咀咬型, 常縮小而退化, 觸角甚長。有

二對膜質翅，前翅較狹，後翅甚寬，停歇時，摺疊於背上。稚蟲水棲，有氣管鰓。變態不完全。

本目極小，無大經濟價值。稚蟲多居溪河中急流石下，故稱石蠅(*Perla tibialis*)，以砂藻綠藻等或蟲類為食物。成蟲不善飛翔，常棲歇水際，產卵後，不久即死(第六十六圖2)。

8. 等翅目(Isoptera) 羣棲有社會性之昆蟲。口器為咀咬型。四翅相等，均細長，停歇時平疊背上，翅脈稀少，基部有折點。兵蟻工蟻均無翅。腹部與胸部相接處頗寬。有一對短尾缺。變態不完全。



第五十五圖 等翅目 1. 有翅雄蟻，2. 后蟻，3. 工蟻，4. 兵蟻(2著者詞)。

本目在熱帶區，最為普通，往往成羣棲居，在木堆下，或在室中，或在近土之木柱上。破壞木材及木質器具，為害極大。可分后蟻、雄蟻、工蟻、兵蟻等階級。后蟻與雄蟻，均非統治者，僅為生育級耳。兵蟻聯守，為防護全羣，工蟻則司營巢、哺餵等工作。我國普通一種白蟻(*Coptotermes formosanus*)，囓食枯木，或亦食活植物，腸中有寄生鞭毛蟲，分泌酵素，消化纖維質，白蟻仰給於原生動物之產物，以為

消化，兩者營共生生活。

9. 蠹蟲目(Corrodentia) 口器為咀咬型。無翅，或有四膜質翅，有少數翅脈。停歇時作屋脊狀。無尾缺。變態甚微。

本目為細小昆蟲，如書蠹(*Atropus pulsatoria*)，無翅。複眼甚小，觸角甚長，囓咬書本紙張等，為害甚大。又有樹皮蠹(*Ipsocus sp.*)，間有四翅，常食地衣及其他乾燥植物，無大害處。

10. 嚙毛目(Mallophaga) 體外寄生。體扁。無翅，眼退縮。觸角短。附節有一或二爪。口器為咀咬型，咬毛髮及皮上鱗片。無尾缺。變態無或不完全。

本目多為嚙咬昆蟲，寄生於溫血動物，如鳥類及哺乳類，與蠹蟲相似，惟無嚙咬毛羽而不吮血。如雞虱(*Menopon pallidum*)，最為普通。各種咬蟲，寄生之宿主，恆有一定種類，此亦趣事也。

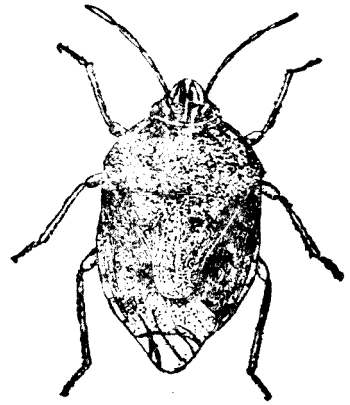
11. 蚤目(Anoplura) 體外寄生。體扁。無翅。口器為刺吸型，能回縮入頭部，眼退化或缺如。胸節融合。跗節僅有一節及一強爪。變態簡單。

本目昆蟲細小，多為哺乳動物體外寄生，吮吸血液，為害較為嚴重。人體寄生者，僅有二種，一

爲體蝨(*Pediculus humanus*)，寄生於頭部者爲頭蝨(*P. humanus capitis*)，寄生於身體上者爲衣蝨(*P. humanus corporis*)。一爲陰毛蝨 *Phthirus pubis*，居於陰毛之處。體蝨所產之卵，以膠質附着毛髮或帛之纖維上，每蝨約可產卵二百個，在普通情形之下，孵化約需三四星期云。

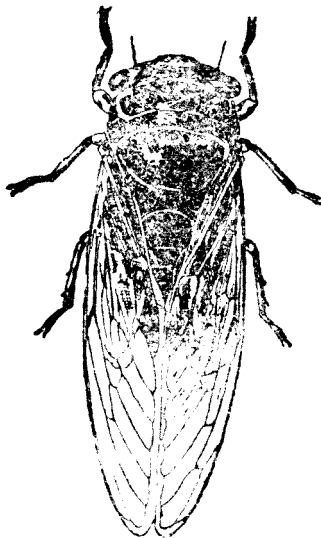
12. 半翅目 (Hemiptera) 口器爲刺吸型。無翅或具四翅，前翅基部一半變厚，後翅膜質，較短且寬，停歇時平伏於背上。觸角至多五節。變態不完全。

本目包括臭蟲 (*Cimex lectularius*)、青椿象 (*Nesara viridula*) 等，均有臭腺，松藻蟲 (*Notonota triguttata*)、水蝨 (*Corixa sp.*)、田蟹 (*Belostomatidae*)、水蠶 (*Hydrometra albolineata*)、水蠅 (*Lirris pallidum*) 等，均在水中生活。各不同種類，爲害植物或動物，範圍至廣。害植物者尤爲顯著，往往吸吮植物液汁，使植物枯萎而死。

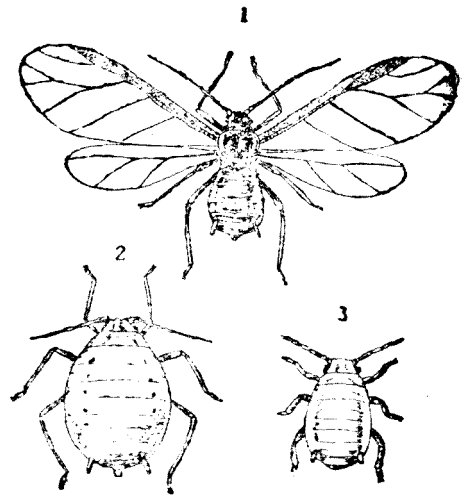


第五十六圖 半翅目 青椿象(仿黃其林圖)。

13. 同翅目 (Homoptera) 口器亦爲刺吸型。無觸鬚。無翅或有四翅，



第五十七圖 同翅目 大黑蟬(仿黃其林圖)。



第五十八圖 同翅目 蘿藦蚜蟲 1. 有翅成蟲。2. 無翅成蟲。3. 稚蟲(仿黃其林圖)。

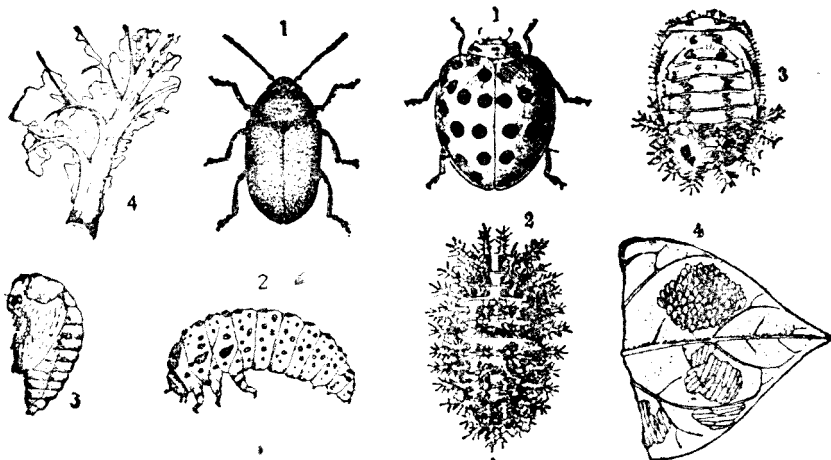
厚薄均勻，停歇時高聳成屋脊狀。觸角有數節。單複眼通常均有。尾鉞缺如。變態不完全。

本目除蚜類外，類多細小，有或顏色鮮麗，有或畸形怪狀，有甚多無翅者（尤以雌性蟲為然），雄介殼蟲，僅有一對翅，而有完全變態。雌者不分體節，無眼翅及腳等。害蟲如蚜蟲（*Aphis* sp.）、羅葡蚜蟲（*Rhopalosiphum pseudobrassicae*）、介殼蟲（*Coccus* sp.）、粉介殼蟲（*Pseudococcus cornstockii*）、吹泡蟲（*Ptyelus* sp.）、大浮塵子（*Tettigonia viridis*）、木蝨（*Psylla* sp.）、寒蟬（*Meimuna mongolia*）、大黑蟻（*Cryptotympana fusticulata*）等。益蟲則有五倍子蟲（*Melaphus chinensis*）、藤子蟲（*Coccus cacti*）、膠精蟲（*Tachardia lacca*）及我國普通之白蠟蟲（*Flata limbata*）、水蠟蟲（*Ericerus pela*）等。

14. 脈翅目（Neuroptera） 口器為咀咬型。四翅相似，多縱脈及橫脈，停歇時，在腹部上成屋脊狀。觸角長。無尾鉞。附有五節。幼蟲水棲。變態完全。

本目包含少數種類，大多捕食昆蟲，有益人類，如蚜蠅（*Chrysopa* sp.）捕食蚜蟲介殼蟲等。螻蛄（*Hagenomyia* sp.）捕食蟻類。

15. 鞘翅目（Coleoptera） 口器為咀咬型。前翅變厚。無脈，成鞘狀；後翅膜質，摺疊於前翅之下。無單眼。觸角十一節。幼蟲有胸足三對，腹部一對原足，無足者較為希少。變態完全。



第五十九圖 鞘翅目 大原葉蟲之生命史 1. 成蟲。2. 幼蟲。3. 蛹。4. 爲害狀（仿黃其林圖）。

第六十圖 鞘翅目 二十八星瓢蟲 1. 成蟲。2. 幼蟲。3. 蛹。4. 卵塊在葉上（仿黃其林圖）。

本目爲昆蟲綱最大之一目。體形大小懸殊，可分 (a) 飽食亞目 (Adephaga) 肉食性昆蟲，如步行蟲科、龍蝨科等。(b) 多食亞目 (Polyphaga) 多數爲草食性昆蟲，如蝻科、叩頭蟲科、瓢蟲科、天牛科、金花蟲科、象鼻蟲科、金龜子科等。肉食者大多爲益蟲，如七星瓢蟲 (*Coccinella 7-punctata*)、斑蝥 (*Cicindela chinensis*)、放屁蟲 (*Pheropsophus jessoensis*)、龍蝨 (*Cybister chinensis*) 等。草食者大多爲害蟲，有幼蟲爲害者如桑天牛 (*Batocera lineolata*)、叩頭蟲 (*Elater*) 等。有幼蟲與成蟲均爲害者，如大葉葉蟲 (*Colaphellus bovaringi*)、黃洗蛋蟲 (*Phyllotreta vittata*)、金龜子 (*Mimela lucidula*)、穀象 (*Calandra oryzae*)、二十八星瓢蟲 (*Epilachna 28-punctata*) 等。亦有幼蟲爲益蟲而成蟲爲害蟲者，如豆莢青 (*Epicauta gorhami*)，其幼蟲食蝗蟲之卵，成蟲則食洋芋、玉蜀黍、豆類等植物。更有發光之甲蟲，夜間生活，常發螢光，俗稱螢火蟲。

16. 長翅目 (Mecoptera) 口器爲咀咬型，頭部前端并小顎與下唇，伸長而形成一喙。四翅長而狹，觸鬚甚長。幼蟲似鱗翅目，變態完全。

本目甚小，鮮有注意之者，亦無經濟關係。雄者尾部支配器高舉，僅似蠟之尾部，故稱蠟尾蟲 (*Panorpa sp.*)。

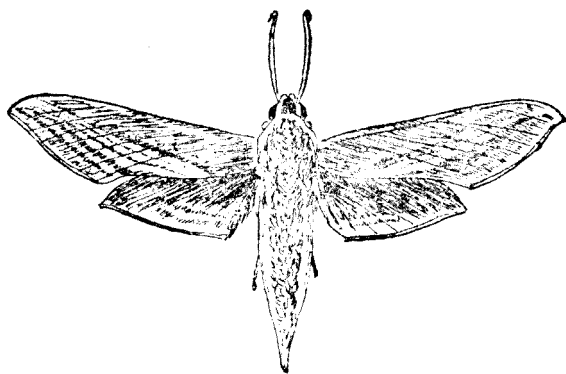
17. 毛翅目 (Trichoptera) 成長時口器退化。大顎消滅，但觸鬚尚存在。四翅均膜質，生有長毛，停歇時高舉如屋脊。幼蟲水棲，能吐絲，以砂草形成負囊。有胸足三對，腹部有原足一對，并有鰓。變態完全。

本目甚小，形似小蛾，幼蟲有囊以爲保護，僅頭與足在囊之外，負囊而行，捕食水中昆蟲，或他藻類。有在急流溪中，形成網狀陷阱，以捕食他蟲。成蟲口器退化，有不取食者，夜間往往飛近燈光下。幼蟲築石壘，成蟲名石壘蛾 (*Phryganea regina*)。

18. 鱗翅目 (Lepidoptera) 口器爲吸管型。大顎退化，小顎外葉發達

成管。四翅膜質，前翅特寬，橫脈稀少。翅上及身體各部，密生鱗片。幼蟲有胸足三對，腹部原足五對。變態完全。

除鞘翅目外，鱗翅目當爲最大之一目，種數亦最多。本目可分 (a) 異亞目 (Heterocera) 多爲蛾類，夜行性。觸角線狀或羽狀，停歇時四翅平伏。如穀蛾科、螟蛾科、燈蛾科、



第六十一圖 鱗翅目 雀紋蛾(仿普其林圖)。

尺蠖科、家蠶蛾科、天蛾科(如雀紋蛾 hawk moth) 等。(b) 抱角亞目 (Rhopalocera) 多為蝶類，害行性。觸角桿狀，末端有球，停歇時，四翅高舉。如蛺蝶科、小灰蝶科、粉蝶科、鳳蝶科等。鱗翅目幼蟲，口器為咀嚼型，嚼食草木之葉，或其他衣服、食糧、器具等。體被剛毛，或在原足上有硬毛，俗稱毛蟲。有多種為葉木蔬菜及森林等植物之大害。如白蝶 (*Paras rapae*) 幼蟲食青菜葉等 (參看第一百四十六圖)，盜蛾 (*Portia sta dispar*)，幼蟲食蘋果、梨、櫻、梅等，鳳蝶 (*Papilio xuthus*) 之幼蟲，食橘柑等葉樹。松毛蟲 (*Dendrolimus spectabilis*)、樺天社蛾 (*Ochrostigma albibasis*) 食松、樺、櫟等森林。二化螟 (*Chilo simplex*) 及三化螟 (*Schaenobius incertellus*) 等，食稻類植物。金鋼鑽 (*Earias cupreoviridis*)、紅鈴蟲 (*Pectinophora gossypiella*) 蛀入棉鈴，為害甚大。衣蛾 (*Tinea pellionella*) 嚼咬毛織物，損害衣服。袋蛾 (*Tinea granella*)、麥蛾 (*Sitotroga cerealella*) 嚼食米麥等糧食。有益人類羣者，如家蠶 (*Bombyx mori*)、柞蠶 (*Antheraea pernyi*) 能吐絲作繭，均有極大經濟價值。

19. 膜翅目 (Hymenoptera) 口器為咀嚼型，或為咬舐型。無翅，或四膜質翅，前翅較大，脈甚少，後翅較小，有鈎，與前翅鈎接。腹部前端有細小腰，與胸部相接。雌者有產卵器或刺。幼蟲有足，似鱗翅目，或無足，似雙翅目。原足多於五對。變態完全。



2



第六十二圖 膜翅目

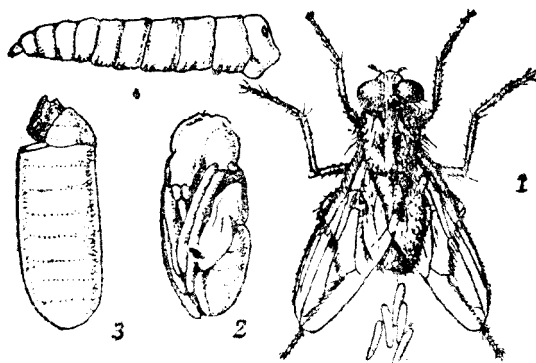
葉蜂生命史 1. 成蟲 2. 幼蟲 (仿黃其林圖)

本目種類亦多，可分 (a) 腰大亞目 (Symphyta) 如樹蜂科、葉蜂科等。(b) 腰細亞目 (Apocrita) 如姬蜂科、小蜂科、蜜蜂科、胡蜂科、蟻科等。害蟲如葉蜂 (*Hoplocampa sp.*)、樹蜂 (*Sirex sp.*) 等，幼蟲食蔬菜葉樹等之葉。瘦蜂產卵葉中或樹木上，生成顯著蟲癭。黃蟻 (*Formica fusca*) 嚼食貯藏食品。大胡蜂 (*Vespa murdarina*) 尾端有針，注射劇毒液汁。有益人類者，如蜜蜂 (*Apis mellifica*) 釀蜜製蠟，各種姬蜂 (ichneumon fly)，產卵時，擇鱗翅目幼蟲引入而產卵，幼蟲被寄生而死，亦有寄生於野蟲及其他昆蟲者，無花果蜂 (*Blattophaga sp.*) 及其他蜂類，傳授花粉，使植物得異體受精之功。膜翅目中之社會生活，多引人注意，如蜜蜂、蟻等。其分工合作制，最為嚴密。

20. 雙翅目 (Diptera) 口器為刺吸型，或舐吸型。無翅，有翅者僅有一對，前翅發達，脈甚少，後翅變成平衡棍 (halteres)。單複眼均存在。幼蟲無足，頭部縮小。變態完全。

本目可分 (a) 直裂亞目 (Orthorrhapha) 如蚊科、蚋科等。(b) 環裂亞目 (Cyclorrhapha) 如食野蠅科、家蠅科等。雙翅目在醫學上，佔重要地位，有致人重要之疾病，或為牲畜之大害。如蚊

蟲可傳染虫、血絲蟲、黃熱病等。白蛉子可傳染黑熱病。蒼蠅可傳染霍亂、傷寒等疫病。馬蛆蟲 (*Gastrophilus equi*)、牛痲蟲 (*Hypoderma lineatum*)、牛虻 (*Tabanus mundarinus*) 等，均爲牲畜之害蟲。此目昆蟲，對於人類有益者亦多，果蠅 (*Drosophila melanogaster*) 用作遺傳之研究。至於食蚜蟲 (*Eritalis tenax*)、寄生蠅等，可利用之以撲滅害蟲，有利於農家。



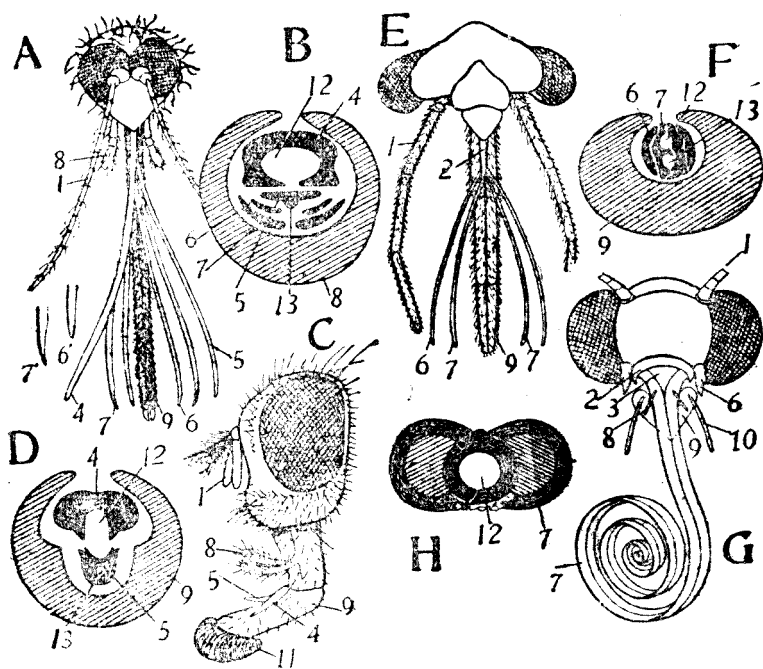
第六十三圖 雙翅目 家蠅之生命史 1. 雌成蟲及產卵。2. 蠅。3. (已開)。4. 幼蟲左側面觀(錄自各作家4著者原圖)。

21. 管翅目 (Siphonaptera) 口器爲刺吸型。無翅。體高而小。無複眼。變態完全。

本目爲哺乳動物及少數鳥類之體外寄生蟲，其足適於跳躍，吸吮血液。人體之跳蚤爲 *Pulex irritans*。但鼠蚤 *Xenopsylla cheopis*、蚤蚤 (*Ctenocephalides canis*) 及貓蚤 (*C. felis* 等) 均可寄生人體。鼠有疫病，鼠蚤得鼠疫菌，傳染人體，成爲嚴重流行性之鼠疫。

(二) 口器 昆蟲因生活不同，所食之物，亦各有異，口器爲適應其生活及食物，因亦有變異。最原始者，爲用大顎咀嚼或咬切之口器，較特化者，因吸吮液汁，大小顎則變爲刺或吸之功用。主要口器型，可分下列數種：(1) 咀嚼型 (chewing type) 卽如蝗蟲之口器，大小顎及上下唇，均未經變化者(第四十五圖)。(2) 咀嚼舐型 (chewing and lapping type) 卽如蜜蜂之口器，大顎雖縮小，然仍有咀嚼功用。小顎觸鬚極小，內葉退化，外葉扁而長，併合時亦可作食物道之用。下唇觸鬚甚長，外葉極小，內葉則甚長，變成中空之槽，使尖端舐吸花蜜，經此槽而入口。(3) 刺吸型 (piercing and sucking type) 如蚊之口器，變成長吻，有刺吸功用。大小顎之尖端，形如刀鋸，以便深刺。上唇及下咽舌，包成中空之孔道，爲食物道 (food channel)

下咽舌中有小孔，爲唾液道(salivary duct)，以便吸吮血液(第六十四圖 A, B)。其他如蟬、臭蟲(同圖 E, F)、虻、跳蚤、蝨等，構造雖各有不同，要皆適於刺吸之口器。(4)舐吸型(sponging type) 如蒼蠅之口器，下唇尖端成海綿狀，爲假氣管構成，由極小孔道，利用毛細管作用，將液體吸收，再由上唇及上咽舌形成之食物道吸入。固體物如糖類，須由下咽舌之唾液道放出唾液溶解後，由毛細管作用而吸入(同圖 C, D)。(5)吸管型(siphoning type) 此型口器，更爲特化，如蛾蝶之口器，上唇大顎及下唇，均退化，并失去取食之功用，小顎外葉，形成捲曲長吻，不用時捲成如鐘錶之彈條，中空而成吸管之孔道(同圖 G, H)。

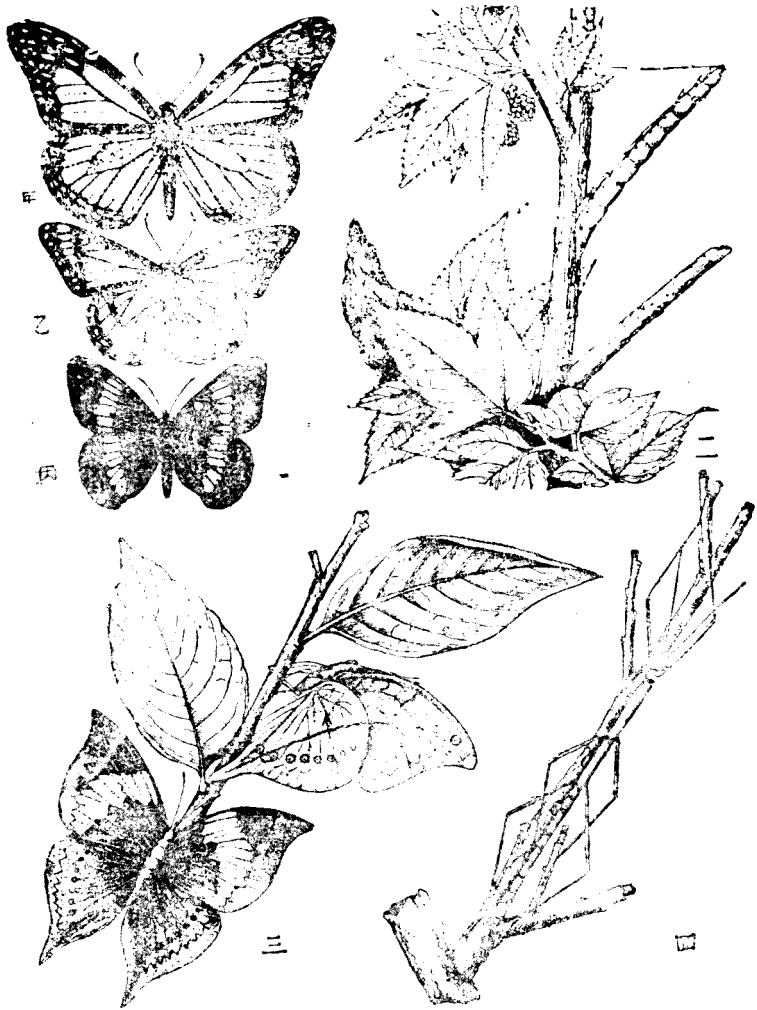


第六十四圖 昆蟲之各種口器 A, B. 帶蚊之頭部正面觀及口器切面。 C, D. 家蠅之頭部側面觀及口器 4, 5 間之切面。 E, F. 臭蟲之頭部正面觀及口器橫切面。 G, H. 蝶之頭部正面觀口器捲曲狀及吸管之切面。 1. 觸角。 2. 上唇。 3. 上咽舌。 4. 上唇咽舌。 5. 下咽舌。 6. 大顎。 7. 小顎。 8. 小顎之觸鬚。 9. 下唇。 10. 下唇之觸鬚。 11. 下唇之假氣管舐吸器。 12. 食物道。 13. 唾液管(A, B. 自 Metcalf and Flint 改變而成，餘爲著者圖)。

(三)足之適應構造 昆蟲之足，亦因生活不同，而有種種之適應變異，如善於跳躍者，則後足腿節膨大，而具強有力之筋肉，如蝗蟲是。適於捕獲他蟲者，其前足之內側，變成刀鋸之形，如螳螂是。便於游泳者，則其足變成划槳之形，如龍虱是。利於掘土者，其前足變成如鏟鉞之形，如螻蛄是。足之適應構造，最饒興趣者，莫如蜜蜂。前足有二構造，在腿節脛節上多叉毛，可刷取頭部及胸部各處之花粉，稱花粉刷 (pollen brush)；在脛節之底端，有一活動之距（或稱緣膜），與第一附節頂端之凹處，成齒狀之觸角梳相吻合，觸角多花粉時，即夾入此凹處用距輔助，以清除觸角上之花粉，稱清角器 (antenna-cleaner)。中足亦有二構造，一為花粉刷，亦在腿節脛節上，一為粉距 (spur)，在脛節之底端，用以卸除後足之花粉，或云係鄰近花粉刷卸除翅上花粉時支撐各翅之用。後足則有三種特殊構造，即花粉筐 (pollen basket)、集粉器 (pollen packer) 及花粉梳 (pollen combs)。花粉筐為脛節外側之縱窩，邊緣圍以刺毛，在野外採粉時，可多多積儲，滿載而歸。集粉器由二種構造組成，在脛節之底端後側，有一行櫛齒 (pecten)，在後附（即第一附節）之頂端，與櫛齒相對，有一光板，稱耳窩 (auricle)，耳窩向櫛齒外磨，復向脛節外下端斜行送上，使花粉裝入筐中。在後附之內側，有數橫列梳齒，稱花粉梳。此梳上之花粉，自身體各部分得來，可傳至他足之集粉器，終乃裝入花粉筐，負載而歸，以返蜂房。

(四)社會組織 昆蟲因謀共同生活，分工合作之制，特別嚴密。較下等昆蟲如白蟻，分生育級與不育級。生育級即王與后，其職司在統治與生殖。不育級如工蟻及兵蟻，其職司在工作與防護。高等昆蟲如蜜蜂，分工合作制更為顯著。蜜蜂分后蜂 (queen)、雄蜂 (drone) 及工蜂 (worker) 三級，各有專職，井然不紊。后蜂既為生育，又為統治者。雄蜂僅供生殖之用，一巢中約有幾十個。工蜂係失去生殖能力之雌蜂，為數最多，其工作有 (1) 採集花粉 (2) 釀蜜 (3) 製蠟 (4) 營巢 (5) 養護幼蜂 (6) 供給水分 (7) 鼓舞翅膀，以通空氣 (8) 搬運廢物，以清巢穴 (9) 守望敵害，以護全羣。

(五)擬態 (mimicry) 昆蟲為避免敵害，將其形或色摹擬他物或他蟲，使敵人不易辨別而免於害，如竹節蟲（直翅目），在枯黃樹枝上，蟲與枝不易識別。尺蠖（鱗翅目）擬成樹枝，厥狀畢肖。木葉蝶 (*Kallima* sp.) 翅之背面，顏色鮮艷，飛時惹人注目，但其停歇樹枝上時，兩翅上合，其下面之形狀及色



第六十五圖 昆蟲擬態圖 一、蝶之擬態，甲、斑蝶，鳥不喜食者，乙、線蝶，鳥所喜食者，丙、與乙同屬線蝶。二、尺蠖擬態，三、木節枝，下方為翅展開時示鮮艷色澤。四、竹節蟲(自名作家擬改)。

澤，與枯葉無異，此皆適應自然環境，而引起之變異。鱗翅目中的一種斑蝶 (*Anosia* sp.) (第六十五圖-一、甲) 為鳥所憎惡者，另一種線蝶 (*Basilarchia* sp.) (同圖，乙)，為鳥所喜食，即遠離其同類之害徒 (同圖，丙)，而草履其不同科

屬之斑蝶，得免於難，此為擬態之好例也。

(六) 變態 (metamorphosis) 除少數下等昆蟲，發生時不經變態，而直接變為成蟲 (第六十六圖 1) 者外，多數昆蟲，均經簡單或複雜之變態。

較低等之昆蟲如蝗蟲、蜻蜓等。胚胎完成後，即孵化而為一似成蟲之小蟲，惟其形狀及生活狀況或與成蟲不同，故稱稚蟲。稚蟲經數次脫皮，即可直接變為成蟲，是為不完全變態 (同圖 2)。

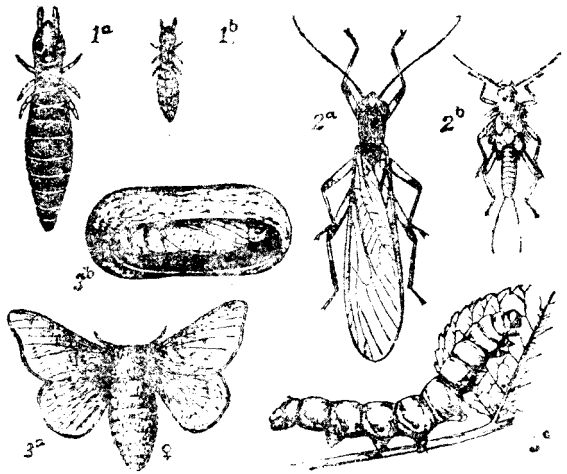
但有許多高等昆蟲如蛾蠅等，甫由卵孵化出時，稱幼蟲 (larva)，其形態

習性等，與成蟲全異，故必須經一次大變動，即幼蟲靜止不動，或居繭中，或停歇他物上，名曰金蛹 (pupa)。外形既經變動，內部各幼蟲器官系統，亦經分解，再行組織生成而產生成蟲之器官系統，始再活動而為成蟲，是為完全變態 (同圖 3)。

三、其他節足動物代表

(一) 豐年蟲 (*Chironomus* sp.) 頭部有二複眼，二對觸角，色美麗，游泳時腹面向上，有胸肢十一對，多為二叉型，腹部無足。夏間池沼中有之，其肢脚幼蟲，能自由生活。

(二) 蟹 蟹與蝦，同屬十足目，但蟹為短尾亞目。頭胸部甚寬大，有頭胸甲，步足亦為五對，第一對為強大螯足。腹部縮小，折伏於頭胸部之下方，無尾柄及尾肢。雄者腹部狹尖，有二對附肢，為交配器；雌生殖孔在第五對步足之基部，雌者頗廣闊，有四對附肢，產卵時，即即附着於此。雌生殖孔則在第三對步足相對之頭胸部腹面。小觸角一對，在頭胸部前側中央，大觸角退化，



第六十六圖 昆蟲之四種變態 1. 跳蚤，示變態 (A. 成蟲，B. 小蟲)。2. 石蠅，示不完全變態 (a. 成蟲，b. 稚蟲)。3. 蠶蛾，示完全變態 (a. 成蟲，b. 蛹在繭內，c. 幼蟲食桑葉狀，(集自各作家 2b, 3b, 著者附)。

眼一對，有柄能動，可藏小窩內。口器與蝦相似，第三對顎足扁平，甚寬大。

內臟器官 消化器官，亦與蝦相似。前腸包括極短之食道及一寬大之胃，胃分噴門部及幽門部，噴門部為一三角形之胃磨，內有幾丁質棧三個，可磨碎食物，幽門部亦為濾器。在胃之兩旁，有消化腺（或稱肝臟），有管通入中腸，腸極細小，為內胚層發達而來，後端通入腹部。心臟為一六角形之囊，在胃之背側，有動脈管通至身體各部分。在兩邊鰓室，各有鰓七片及口器上長成之鰓二片，共有九片，為呼吸器官。近鰓角之內側，有可排澀功用之綠腺。在肝臟之後方有生殖巢及白色（雄性）或黑色（雌性）副性腺，各有生殖管，由生殖孔通出。神經系統除腦與食道下神經節外，所有胸腹部之神經節，集合而成一個胸部大神經節，有神經分布身體各器官。

發生時，亦先經幼蟲時期，其頭胸部有大小鰓角，步足五對，腹部明顯，亦有附肢，有二大複眼，此幼蟲稱為大眼幼蟲。

(三) 蟹 (*Limulus sp.*) 蟹屬蛛形綱，俗稱馬蹄蟹，為海產動物，體分頭胸部腹部及一尖長之尾劍。頭胸甲上有二大複眼及一單眼，口器有一對螯肢，五對步足，亦有顎之作用。腹部前方有一對生殖脛，其後有二生殖孔，復踵接五對扁肢，為呼吸器官，稱葉鰓。發生期中，其幼蟲頗似三葉蟲，而成長時之體制，又與蛛形綱種類相似。

(四) 蜘蛛 體分頭胸部及一不分節之腹部。頭胸部有六對附肢，無鰓角，第一對為螯肢，基部有毒腺，為殺死活物之用，第二對為鬚肢 (pedipalpus)，有咀嚼或輔助食物入口功用，或稱小顎，雄者則變成交配器。後有步足四對。頭之上方，有眼八個，口則在鬚肢之間，祇能吸吮液體食物。腹部前端下方，有一生殖孔，上覆以生殖脛，兩側有二氣孔，為葉肺之開口處。蜘蛛亦有兼具氣管者，則其孔開口於腹部後方。最後端為肛門。在此兩者之間，有複雜之紡績器官，有三對紡績突 (spinnerets)，內通各種紡績腺體，其前方又有一板，為副紡績器。紡績腺之分泌物，本為液體，接觸空氣而凝固，藉第四對步足之錨狀鉤，束為一本，用以營巢或作卵囊。內部器官有心臟、紡績腺、馬氏管、卵巢、神經系統。消化系統較為特殊，在胸部有一吸胃，為吸取液汁之用，中腸分成胃及腸二部分。胃為細管，位於頭胸部，前端分出二盲囊，復成盲管五對。腸在腹部直行，有一消化腺（或稱肝臟），其管即注入於此；後端又有馬氏管一對注入；最後一段為直腸，開口於肛門。

(五) 疥癬蟲 疥癬蟲 (mite) 屬蛛形綱蟎目 (Acarina)，腹部無節，融合於胸部故不分體區。口器適於咬螯，有足四對；雄者第三對足有長毛，餘具吸盤，雌者僅前二對之足具吸盤。穿入皮膚之內，常引起疥癬病。常有寄生於皮膚

之外，體作圓形，俗稱壁蝨(tick)，常吸吮犬牛羊等動物之血。

(六) 蜈蚣 體由多數環節組合而成。頭部有觸角一對，單眼一對，大顎一對，小顎二對。第一節之足爲毒顎，內通毒腺，用以螫殺小蟲，充作食餌。肛門在最後第二節上。呼吸器爲複雜之氣管系統，與昆蟲相似。排泄器爲馬氏管，通入後腸。生殖器包含生殖巢及副性腺，開口於體之後端。

四、節足動物與人生 節足動物之種類，爲動物界中最多者，與人生之關係亦最密切；其中有利於人類者，如蝦蟹等可供食用，蜜蜂能釀蜜，水蠟蟲能產白蠟，家蠶造絲，胭脂蟲(註一)製染料，膠精蟲(註二)分泌膠精，不勝枚舉。其他有間接關係者，如水棲種類，可爲魚類之食餌，漁業之盛衰，實利賴之，蜂蝶等昆蟲，傳布花粉，使農作物，多得收穫，或步行蠟食，以消滅有害之蟲，如步行甲蟲、瓢蟲、蚜獅等，或事清道以清除穢垢之物，如蜘蛛、蛆及嗜食死肉之甲蟲等，或寄生於害蟲體內，殺滅蟲害，如寄生蜂、馬尾蜂等。但有害於人生者亦至多，其嚙食植物者如蝗蟲、螟蟲、金龜子、穀象、天牛、介殼蟲、蚜蟲等，爲農作害蟲。其蝕食用具者，如白蟻、衣蛾等，爲居室害蟲。至於直接有害於人類之種類，亦不勝枚舉，如蜈蚣、蜘蛛、蜂、蟻等，咬螫人類，并使中毒。如臭蟲及蚊等，使人困擾。其爲人類之大害者，厥爲傳布病菌之種類，蚊蠅爲最顯著之例也。茲更將節足動物在醫學上較佔重要位置者，列舉如下：

蝨目 本目均爲微小昆蟲，體扁而無翅，爲哺乳動物之體外寄生蟲，人體蝨寄生於頭部或身體上，可致斑疹傷寒、回歸熱等。

蚤目 本目中之臭蟲，分佈最廣，擾人亦最烈，口器爲刺吸型，其翅不發達，或可傳染疾病，但尙無確實之證據。

雙翅目 本目在醫學觀點上，最爲重要。口器有爲舐吸型，有爲刺吸型，爲傳布各種疾病之媒介。如：

- a. 白蛉子 白蛉子屬 *Phlebotomus* sp. 生長於陰濕之地，傳染黑熱病原蟲。
- b. 瘧蚊 瘧蚊或稱斑翅蚊，爲 *Anopheles* 屬，與常蚊極易區別，靜止時腹部斜行向上，與停歇之面，約成 90° 角度，卵散浮水面，幼蟲上浮時全體橫置水面之下，使前後之氣孔，均接近水面，以爲呼吸。瘧蟲之有性世代，在蚊之體內長成，產生多數孢子虫，以傳染於人，發爲各種瘧疾。
- c. 常蚊 常蚊如 *Culex*, *Aedes* 等屬，可傳染象皮腫病之血絲蟲 (*Wuchereria bancrofti*)

(註一) 胭脂蟲 (cochineal insect) 爲一種介殼蟲，產中南美洲，製紅色染料。

(註二) 膠精蟲 (lac-insect) 亦爲介殼蟲，產印度，寄生樹上，分泌膠質物，名爲虫膠，取後製成膠精，作染料，擦光油電絕緣物，飛機上用料等。

及犬疥蟲病之犬血絲蟲(*Dirofilaria immitis*)等,象皮腫病在我國之中南部流行最廣。

d. 家蠅蒼蠅 家蠅(*Musca domestica*)、蒼蠅(*Calliphora lata*)、金蠅(*Lucilia caesar*)等,地球上分布最廣,傳布疾病亦最多。因其所食為污穢之物,病菌得沾染於其體上,當其再行停止吾人食物之上時,病菌遂得沾附食物,以為傳染。重要疫病,如傷寒、痢疾及霍亂等,均為蠅類所傳染。

e. 刺刺蠅 刺刺蠅為 *Glossina* 屬,產於非洲,傳染睡眠病之各種原虫(*Trypanosoma sp.*),流行於非洲一帶。

f. 牛虻鹿虻 牛虻屬 *Tabanus*, 鹿虻屬 *Stomoxys*, 均能傳染牲畜之疾病,此種昆蟲,亦吮人血。在牲畜中,能傳染睡眠病之各種原虫,又能傳染炭疽病云。

跳蚤 跳蚤種類亦多,鼠蚤(*Xenopsylla*)可傳布鼠疫之菌(*Bacillus pestis*)於人類,發為流行之鼠疫,為害甚烈。

蜘蛛 為蜘蛛綱中之一目,大多為體外寄生者,可分壁蝨及疥癬蟲二大類,在中國尚無顯著之病,為其傳布者。

參 考 書

1. 黃其林著：中國園藝害蟲(商務)。
2. 李鳳蓀著：中國經濟昆蟲,1940 (成都)。
3. Comstock, J. H.: An Introduction to Entomology, 1924.
4. Folsom, J. W.: Entomology, 1922.
5. Imms, A. D.: Textbook of Entomology, 1936.
6. Metcalf and Flint: Fundamentals of Insect Life, 1932.
7. Wigglesworth, V. B.: The Principles of Insect Physiology, 1939 (Methuen).

第十二章 軟體動物

一、本門動物之特徵 軟體動物，無論海水淡水或陸地上均產之。除化石種類不計外，現存者約有七萬八千種之多；其特徵為左右相稱、無體節，多數有鈣質硬殼，由外套分泌而成，其形狀不一，有成兩瓣者，有為單旋之殼者，有排列成板者，亦有全隱藏於內部者，每種均有外套 (mantle)，由此圍成外套腔，肛門即通於此。體腔縮小，血管有為開管系者，有為閉管系者。海產有少數種類，發生時，有一似担輪子之幼蟲。所有軟體動物，均有一行動之足。就其體之相稱與否，以及殼、鰓、外套、神經與行動器官等性質，分為下列各綱：

(一)雙經綱 (Amphineura) 背殼分成八塊橫板，腹面周圍為外套，有鰓數對，有一肉足，常附着於海邊之石上，例如石蠶。

(二)腹足綱 (Gastropoda) 內臟盤旋成內臟團，殼亦因之旋轉，腹足平寬，匍匐而行，頭部顯著，有眼及觸角，口內有齒帶 (radula)，多海水或淡水產，亦有陸棲者。大多雌雄同體。例如螺、蝸牛、蛭蝸、石決明等。

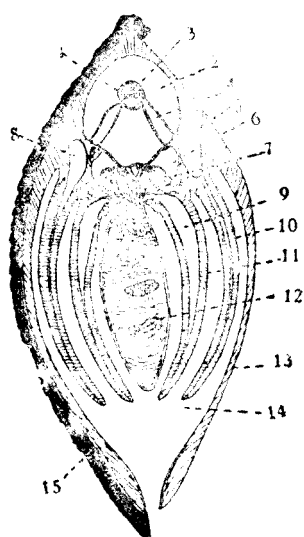
(三)掘足綱 (Scaphopoda) 殼如長管，兩端均開口，較大一端為口，肉足具三葉，有絲狀觸手，他端為肛門，例如象牙貝 (*Denalium* sp.)。

(四)斧足綱 (Pelecypoda) 殼為兩瓣，由二外套分泌而成。頭、眼、觸手及齒帶，均付缺如。足成犁頭形，便於鑽泥。通常有二鰓，在外套腔之兩旁。雌雄異體，約有五分之四為海產。例如蚌、蛤、蛭、牡蠣、船蠶貝等。

(五)頭足綱 (Cephalopoda) 頭部發達，口有齒帶，有甚完善之眼。在口之四周，有能捲曲之觸手。近頭之體壁，有一由肌肉形成之漏斗，外套腔之水，即由此流出。鰓一對或二對。模式之頭足類，有一外壳，內隔成多室，體則居於最後而最大之一室中(如鸚鵡螺)。其他頭足類，或有一小而隱藏體壁中之殼，或竟無之，如章魚、烏賊等。古生物中之頭足類，種數頗多。

二、形態及生理甲、河蚌 *Anodonta* sp.

(一)材料及習性 河蚌為淡水產，在泥底之江河或池沼中可得之。材料既易得，解剖亦不難，適於習動物學者實驗之用。河蚌在水中生活時，斧足鑽



第六十七圖 蚌之後半部切面圖
左邊之殼已去 1. 直腸。2. 圍心腔。3. 心室。4. 心耳。5. 大靜脈。6. 膀胱。7. 腎臟。8. 鰓上腔。9. 水管。10. 鰓之外板。11. 內板。12. 腸。13. 外套。14. 外套腔。15. 鬚鬚(Borradale 稍修改)。

之後半部則有鰓四板，外套之後端，兩面相合，形成入水管及出水管，水由腹面水管流入，由背面水管流出。

三、內部解剖及生理

消化系統 口為一橫裂縫，下接一短食道以通寬大之胃，胃之兩旁，有甚大之消化腺，或稱肝臟，有管通入胃中。腸盤旋於內臟塊 (visceral mass) 中，多為吸收之用。出內臟塊而穿過圍心腔者，即為直腸，末端有肛門突 (anal papilla)。中有肛門，位於出水管之內，不消化物質，即由此排出。消化作用，大部分在胃中之行。已消化之物質，流入腸中以行吸收，作為身體之養料。

循環系統 循環器包括心臟、動脈、血竇及靜脈等。心臟在圍心腔中，分心耳、心室二部分，心室壁甚厚，包圍在腸之中部，心耳二個，在心室兩旁下

入泥中，用以行動，後部則高舉，有二水管，水流帶入氧氣與食物，經腹面之入水管 (inhalant siphon) 流入外套腔，排泄物與乏氧之水，則由背面較小之出水管 (exhalant siphon) 流出。所食之食物，大多為細小之有機物，如藻類及微小動物，由水流帶入，復因鰓及唇觸鬚纖毛之激動，乃得集中而送入口中。

(二) **外部形態** 殼分左右二瓣，由背部堅固之韌帶聯繫之，此帶名曰屈成韌帶 (hinge ligament)，自殼頂而下，則有甚多之環紋，稱生長線，示殼之生長層次。殼可分三層，最外為角質之外殼層 (periostracum)，中為稜柱層 (prismatic layer)，為鈣質結晶體組成，最內則為真珠層 (nacre)。外二層為外套邊緣所分泌者，最外一層有保護之功用，所以使內部鈣質，不為酸類所侵蝕。真珠層則為外套全面所分泌，具真珠光澤。殼瓣之內，則為外套，前後各有肥大之閉殼肌 (adductor)。在前閉殼肌下則為口，口之兩旁，有唇觸鬚 (labial palp)。在後閉殼肌之上方為肛門。在外套腔

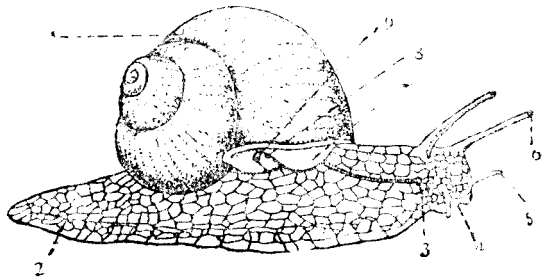
呼吸與排泄 鰓位於外套之內，每邊各一，每鰓又分內外二瓣，或稱鰓瓣(lamina)。每瓣又為二薄層組成，稱鰓小瓣(lamella)。表面上可見有細而多之縱紋，稱鰓絲。水流由鰓絲纖毛引入，在鰓中水管，行氣體交換之後，再由鰓上腔(suprabranchial chamber)經背側出水管流出體外。除鰓之外，外套表面亦能行呼吸作用。排泄器為二腎臟，呈海綿狀之組織，位於圍心腔之下，各由一膀胱及管，開口於外鰓前方內面與內臟塊交界處。

神經系統 神經節可分腦神經節(cerebral g.)、側神經節(pleural g.)、足神經節(pedal g.)及臟神經節(visceral g.)四對各有神經連絡之。在足神經節之後有一小腔，內有平衡石，為司平衡之感覺器官。在臟神經節之下方，適在後閉囊肌之腹面，有黃色組織，具有嗅覺之功用，或藉此以試探水之清潔與否。

生殖 河蚌雌雄異體，其生殖腺在內臟塊之中，雄者白色，雌者淡紅色，各有生殖管，開口於排泄孔之前方。雄者生殖物質由孔排出，經鰓上腔隨水流排出體外，再入他雌蚌體內。卵由生殖孔產出，經鰓上腔而入外鰓中間，行受精作用。約在八月受精，即在此鰓腔中發育，至翌年春天，變成幼子，名曰瓣鈎幼蟲(glochidium)。該幼蟲離開母體，浮游水中，覓得淡水魚類，乃寄生於魚身上，約二三閱月，脫離魚體，過獨立生活，即成蚌矣。

體腔 蚌類等軟體動物，體腔縮小，體壁與內臟間之地位，均為肌肉，結締組織及生殖巢等所佔據。故真正體腔，明晰可辨者，僅圍心腔一部分而已。此圍心腔與節足動物之圍心竇不同，蓋軟體動物之圍心腔，並非血竇也。

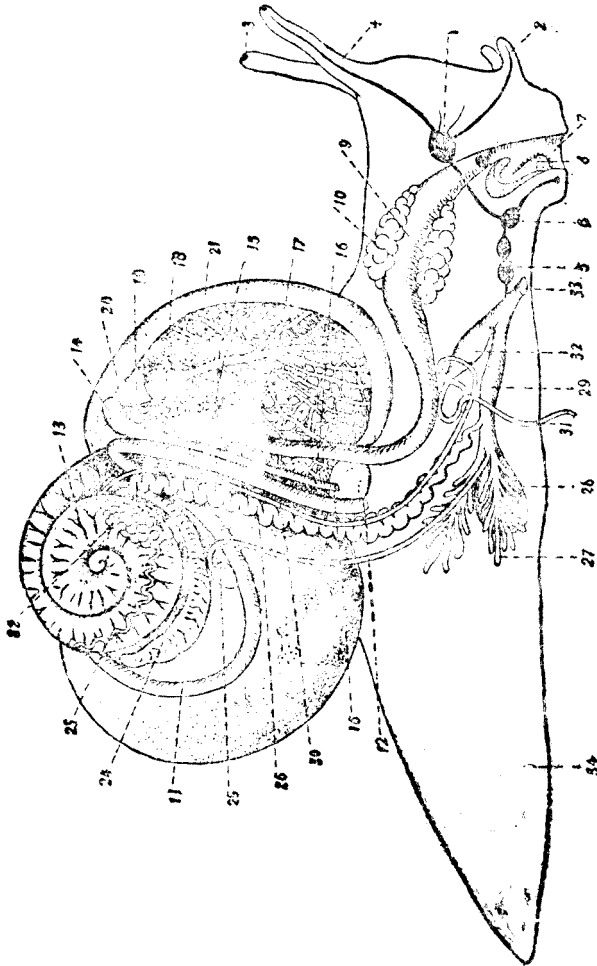
乙、蝸牛(*Helix* sp.) (一)材料及習性 蝸牛係陸棲之腹足類。雨後在綠色植物及庭園蔬菜上，最為常見。蝸牛體雖較小，但頭部顯著，可為軟體動物之代表。口內有齒帶，藉之以銼食新葉之組織，故是為植物之大害。夜間較為活動，日間則匿居於隱蔽之處所，其行動雖似遲鈍，然每次之行程，亦可至相當之距離，或謂其行程雖遠，仍可返歸原處，此即為其本能也歟？乾季及冬季，能分泌鈣質粘液，封閉殼口，以渡不良之季節。



第六十九圖 蝸牛之外形 1. 殼。2. 足。3. 總生殖孔。4. 口。5. 前觸手。6. 後觸手。7. 外套之緣。8. 開口。9. 肛門(標自 Borrdaile)。

(二)外部形態 殼僅一塊，頂端稍尖，自左向右旋轉，下面甚大，有殼孔，全部可自殼孔伸出。頭部有口、眼、觸手等器官，口在腹側，前方有觸手二對，在頭頂者較長，頂端各有一眼，足頗寬大，後端則較尖，有足腺分泌粘液，故蝸牛經過之處，留有痕跡。生殖孔在近頭之右側。呼吸孔在右邊殼與體之間，稍後即為肛門。

(三)內部解剖及生理 取曾經固定之標本，謹慎將外殼除去，以觀察其內部各器官：(a)消化器 口之背側，有一角質之顎，稍內下方，有一條鏈狀之齒帶，均為刮取及銼碎食物之用。此齒帶有軟骨支持，並附有肌肉，使齒帶能伸縮自如，全體組成口球(buccal mass)，可縮入齒帶鞘內。另有



第七十圖 蝸牛之解剖 1. 膜。2. 前觸手。3. 眼。4. 後觸手。5. 感神經節。6. 咽下神經節。7. 口。8. 齒帶。9. 食道。10. 唾液腺。11. 腸。12. 肛門。13. 肝臟。14. 腎臟。15. 膀胱。16. 排泄管及孔。17. 大動脈。18. 心耳。19. 心室。20. 圍心腔。21. 外套緣。22. 兩性巢。23. 兩性管。24. 蛋白質。25. 受精囊。26. 輸卵管。27. 齒狀體。28. 射囊。29. 陰道。30. 輸精管。31. 腺狀體。32. 陰莖。33. 總生殖孔。34. 足(著者圖)。

一對唾液腺，有管通入口腔。下接食道及胃，其腸則迴旋頂部，再折下，而由直腸通於肛門。有發達之消化腺，稱肝臟，位於殼之頂端，爲消化主要腺體，其分泌物注入胃中，以行消化。(b)循環呼吸及排泄 此三種器官，均在外套之上。在外套上端，有一心臟分心耳及心室二部分，全體位於圍心腔之內，由動脈管分佈於身體各部分，開口於各血竇。各血竇之血，仍由靜脈收集，匯入外套，經呼吸作用之後，由肺靜脈收集之，則至心耳，復行循環。腎臟在心臟之旁，爲一三角形之腺體，其下爲膀胱，沿直腸下行，而通出體外。(c)神經系統 在食道之上，有甚大之腦神經節一對，其神經分佈於觸手口球等處，約在食道之下，有足神經節在足神經節之後，則爲側神經節及臟神經節，其神經則分佈於內部各處。(d)生殖 蝸牛爲雌雄同體。最奇異者，即有一兩性腺(hermaphroditic d.)，約在肝臟之旁，內部爲卵巢，外部爲卵巢，先由一共同之兩性管(hermaphroditic d.)通下，再分入雌雄各管。雄性器官，爲輸精管、陰莖及囊狀體(flagellum)等組成，雌性器官爲一迂曲之輸卵管及一廣闊之蛋白質腺(albumen gl. 其下之受精囊、肉狀腺、射囊(dart-sac)、陰道等所組成。

三、其他軟體動物代表

(一)石蠶(chiton) 體作長橢圓形，背部有八塊橫板組成之殼，腹面有一長而寬之足，形似腹足，周圍則爲外套，兩旁各有鰓一列。前端中央爲口，齒帶有時存在，無眼及觸手等；後端中央爲肛門。神經索如梯形，故名雙經綱。

(二)田螺 田螺(*Paludina viviparus*) 狀似蝸牛，同屬腹足綱。殼呈圓錐形，有右旋之螺旋層，形成殼孔，有角質之厝，由足分泌長成，縮入時厝即封蓋殼口。頭部有二觸手，眼在觸手之基部，口內亦有齒帶。外套腔內有鰓數瓣。雌雄異體，胎生約在六七月間生產。

(三)海扇 海扇屬斧足綱，瓣鰓類，殼爲二瓣，作扇形，閉殼肌僅有一個甚發達，可供食用。足頗小，除如瓣鰓類行動外，尙可自由游泳，即用二殼瓣扇動而進行。活物由殼夾住而噬食之。在外套邊緣，有眼多個。

(四)烏賊(*Sepia esculenta*) 烏賊俗稱墨魚，屬頭足綱。前端爲口，內具二強大之顎，并有齒帶，有腕十本，其中二本較長，稱觸手。腕上多吸盤，以爲取食及防敵之用。頭之兩旁，有二眼，發育甚爲完備。體壁肌肉發達，可作食用。殼一片，作紡錘形，藏於背部體壁中。在腹面前端，有由外套形成之漏斗，爲出水管之功用。體內有墨腺(ink gland)，分泌之墨汁，貯藏於墨囊，一遇敵害，此墨汁立即由出水管射出，混入水中，形成似煙幕之遮蔽，然後得以從容逃避。

四、軟體動物與人生 軟體動物，直接有害於人類之種絕少，且大多

數可供食用，如牡蠣、鮑魚（其外殼稱石決明）、江瑤柱、貽貝、蛤、蜆、魷魚、烏賊、章魚等，爲海產物品之較普通者。其他河蚌田螺等，亦可食用。鮑魚與江瑤柱，以日貨爲多，我國山東沿海亦產之，惟產量不多耳。軟體動物之殼，其內面具珠光，鮮艷奪目，故有取其厚者，以之製裝飾品及鈕扣之類。珍珠亦爲軟體動物產品之一，爲外界小形物體如砂粒或寄生物等，偶入蚌殼內與外套間，則外套之分泌物，堆積於其外圍，以成珠層。此外更有一種透明之殼片，沿海居民，取之以蓋屋頂，作爲明瓦。我國濱海各處，不產石灰岩者，亦多以貝殼燒成石灰，以爲建築之原料。多種蚌類，可作清道工作，例如河蚌，在水中繼續吞嚥有機物顆粒，能使河水清潔，此種事實，鮮有爲人注意者。軟體動物，亦有間接爲人類大害者，如多種淡水之螺，爲腸蛔、肝蛔、肺蛔等之中間宿主，然後轉折傳入人體，使生嚴重疾病。更如蝸牛、蜒蝣等，刮食綠色植物之葉，爲農家大敵。又如船蝨貝，蝨食木船及碼頭之木柱，損失亦至可觀。

五、軟體動物與地層 軟體動物有硬殼者，在地層中保存，至爲完善，故軟體動物，一如棘皮動物，在古生物中，發見之種類最多，在地層中發見亦最早，約在寒武紀，此類動物，即已成立，惟歷經滄桑，前進或後退之變異殊多，在地層中不無線索可尋。地質學家嘗藉爲地質年代之指示，即以化石種類而斷定地層之年代，習古生物學者，軟體動物一門，頗爲重要。

六、軟體動物在動物界之位置 軟體動物，在動物進化史上觀，頗爲特異，既無體節，又無明顯四肢，似尙屬低等動物，但其器官系統頗發達，構造複雜，且有若干器官，幾與高等動物相近似。雙神經最原始者，可代表軟體動物的原始之型式，或可追尋其似渦蟲之祖先，由扁蟲動物進化而來歟。多數海產軟體動物，發生時有似漩輪子之幼蟲，故又可與環形動物相銜接也。

第十三章 棘皮動物

一、本門動物之特徵 棘皮動物，現存之種類，約有五千種，均為海產。全體成輻射相稱形，分口面與反口面，通常以管足為行動工具，着生於步帶溝 (ambulacral groove)。體腔寬廣，有特殊之步管系統 (ambulacral system)。體常被外骨骼，由鈣質骨片組成。多數體面有棘或突，故名棘皮。雌雄異體。

棘皮動物，除化石種類外，現存之棘皮動物，可分五綱：

(一)海星綱 (Asteroidea) 全體呈五放射之星形，由中央盤與五腕合成。體腔與其器官，延伸至五腕之中。例如星魚等。

(二)蛇尾綱 (Ophiuroidea) 形似星魚，有五實體之腕，與中央盤截然分清。肛門缺如。例如沙星、陽遂足等。

(三)海膽綱 (Echinoidea) 體作盤狀或球狀，外有硬殼，由骨片組成。步帶與間步帶分清。例如海膽、海錢等。

(四)海參綱 (Holothuroidea) 體作長筒形，一端為口面，他端為反口面。有五步帶及五間步帶。有微小骨針，藏於肌肉中。例如海參、沙參等。

(五)海百合綱 (Crinoidea) 海百合，或稱海羊齒。多數過附着生活，有排列整齊之小骨板，有五分支之腕，形似羽狀。例如海百合、海羊齒等。

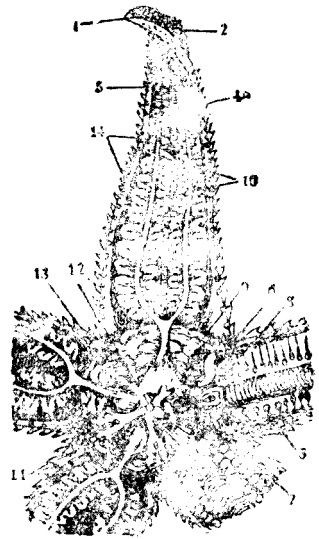
二、形態及生理——星魚 *Asterias* sp.

(一)外部形態 星魚以其體形似星而得名，有五腕，腕與中央盤，分辨不甚清晰，上為反口面，外皮多棘或突，又多皮鰓，近中央處有一篩板 (margopore), 肛門較近中央，生殖孔位於每二腕之間，不易察見。下為口面，中央為口，有口緣膜；成五角形，各通五步帶溝，沿溝之兩旁，有管足 (tube feet) 三四列，又有步帶棘多列，腕端各有眼點及觸手(第七十一圖)。

外骨骼為小骨片組成，由肌肉以聯繫之，形成堅固之骨骼。棘與棘鉗，均為骨之凸出物，棘鉗 (pedicellaria) 有二顎齒及基板，能自由開閉，為清潔體面之污物及保護皮鰓之用。

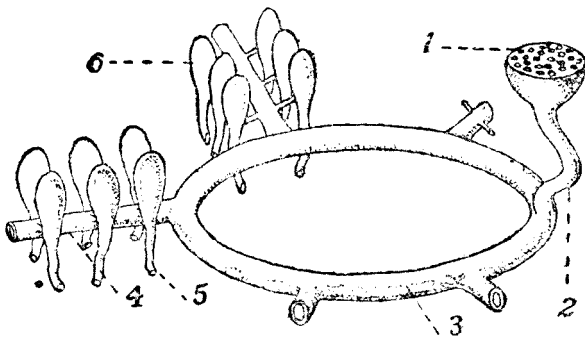
(二)內部解剖及生理 (a) 步管系統 步管系統，係體腔之一部分，為棘皮動物特有之系統。水由篩板流入，經垂直之石管，下入圍口之環管，復由

五個輻管(radial ambulacral canals), 通至各腕。每輻管長出小管, 通入管足。每管足有圓形之囊, 可貯藏水分, 使之膨脹, 以為行動之助。(b) 消化系統 消化管甚短, 口下接一極短之食道, 下為一廣而薄壁之噴門胃, 緊接下端為幽門胃, 再接小腸, 由反口側肛門通出。幽門胃五角延長, 形成五對幽門囊(pyloric caeca), 通至各腕, 分成甚多之側囊, 為主要消化腺體。腸甚短, 有五對腸盲囊, 由肛門通出體外。星魚之食物, 多為魚、蚌、蛤、藤壺及甲殼類等動物。胃能分泌粘液, 當其遇食物時, 全胃翻出, 將活物裹住, 殺死或麻醉之後, 徐徐吸入, 由消化腺分泌消化液以消化之。消化後之食物, 在腸中吸收, 轉入體腔, 為身體之養料。(c) 循環系統 星魚無顯著之血管系統, 營養物及氣體, 多由體腔液所傳布, 體腔液有白血球等, 一如血液, 因體腔膜上纖毛之激動, 故體腔液能流轉, 以傳布養料及氧氣。此外更有一似血管之系統, 包括圍



第七十一圖 星魚之解剖, 由反口側觀察 1. 眼。2. 管足。3. 內口。4. 胃囊。5. 步帶板。6. 篩板及石管。7. 環水管。8. 輻水管。9. 胃。10. 幽門盲囊。11. 腸盲囊。12. 肛門。13. 生殖巢。14. 棘(由 Kükenthal 圖修改而成)。

口之血管環及五放射之血組織(haemal tissue), 兩旁為圍血系統(perihæmal system), 其間之血組織, 非真正之血管, 乃為產生血細胞之場所也。(d) 呼吸及排泄 氧氣由皮鰓吸取而至體腔液。二氧化碳氣, 亦由此排出。



第七十二圖 星魚步帶系統之圖解 1. 篩板。2. 石管。3. 環水管。4. 輻水管。5. 管足。6. 囊(錄自 Hegner)。

排泄則由體腔液中游走細胞行之，最後由皮鰓排出，或謂肛門腺亦為排泄之輔助器官。(e) 神經系統 神經系統亦因其體制之特殊，與他動物不甚相似。圍口有一神經環，由此分出輻神經 (radial nerve)，通入各腕，分布小神經於管足眼點等器官。星魚無腦，亦無主要之神經索，感覺器官除眼點能感光線外，餘均不發達。

三、其他棘皮動物代表

(一) 海膽 (sea urchin) 海膽體作球形，似由星魚各腕向上併合，而成球形之體者然。壁上可辨別五個步帶區及五個間步帶區，密生長棘，基部均有能活動之關節。管足分為數列，均生在步帶區上。棘與管足，為行動器官。反口面有眼板五、生殖板五、篩板一及中央之肛門板，此四者組成頂端系統 (apical system)。在口面中央為口，具口緣膜，或稱圍唇 (peristome)，在步帶區之底端，各有分支之鰓一對。口內有亞氏提燈 (Aristotle's lantern)，構造複雜，由多個骨質之齒及韌帶等所組成，為咀嚼食物之用。

內部之消化系統、步管系統、固血系統、神經系統等，約與上述之星魚大同小異。消化道有一較長之食道及一迂曲之腸。腸之一側有一虹管 (intestinal siphon)，為呼吸器官。更有五對分支之鰓，為呼吸之用。

(二) 海參 (sea cucumber) 海參作圓筒形，一端有觸手及中位之口，他端有肛門；與星魚之口面及反口面相當。體壁上亦可分五步帶區。每步帶上有管足二列，可分背腹二面。有數種海參，腹面之三帶有管足而無突，背部二帶則多突。體壁多縱肌，利於行動，又多細小骨針，嵌於肌肉中。體內有生殖巢一束，雌雄異體，均開口於近口面之一邊。消化道甚長，亦無特殊之胃，末端開口於共泄腔。又有呼吸樹，分支甚多，動搖於體腔，開口於共泄腔，為呼吸器官。步管系統神經系統等，約與星魚相似。

四、自切及再生 若以繩縛星魚之一腕，立即自斷而他處，此即自切之現象，所失部分，易於再生。養牡蠣者，以星魚吞噬牡蠣，有將星魚切碎，而仍擲入海中者，殊不知星魚再生能力頗強；切碎星魚，皆可再生，故反可增加其個體。海參亦富自切及再生能力，若以物刺激之，肌肉收縮，使呼吸樹與腸向外脫出而切斷，久之所失部分，仍可再生。

五、棘皮動物與人生 棘皮動物，與人生關係較疏，多數除為地質學上指示及生物標本外，無經濟上之價值。星魚喜食蚌、蛤及牡蠣等動物，為害至鉅。每個星魚，日可食牡蠣或加損害，有二十餘個之多云。我國以數種海

參，爲著名食品，或鮮煮或乾製，多見於市場上。又海膽或星魚之卵，在生殖前，常有取出鮮食或煮食；在東方各國，意大利及西印度諸島，嘗以之製爲食品，故棘皮動物，亦有商業上之價值也。

六、棘皮動物在無脊椎動物中之位置 棘皮動物在動物界之位置，不易決定，因其種族之演化，至難明瞭也。成體爲輻射相稱形，無體節，其排泄循環諸器官，與一般動物比較，均爲特殊，似屬低等動物。但就他方面觀察之，其器官系統之完備，體腔之寬大，又似高等動物。更就其個體發生之事實論之，與低等之苔蘚動物，甚相類似。如 (一)棘皮動物之卵，顯係無定分割型 (indeterminate type)，與苔蘚動物相似。(二)中胚層之形成，係由原口周圍之細胞發達而來。(三)體腔亦由原腸壁之兩旁凸出之囊形成。(四)原口留作肛門之孔，成體之口腔，則由胚胎前端從新生成。(五)棘皮動物之幼蟲，亦爲左右相稱形，與低等苔蘚動物(尤指柱頭蟲)之幼蟲甚相似。因此種種關係，動物學家以此類動物爲無脊椎動物中之最高等者，或即爲苔蘚動物祖先相似之動物；惟該類動物，究自何類動物進化而來，至今尙無定說耳。

參 考 書

(無脊椎動物學)

I. 普通參考書：

1. Borradaile, L. A. & Potts, F. E.: *The Invertebrata*, 1932 (Macmillan).
2. Hegner, R. W.: *Invertebrate Zoology*, 1933 (Macmillan).
3. Hyman, L. H.: *The Invertebrates*, 3 Vols., 1938. (McGraw-Hill).
4. Parker and Haswell: *Textbook of Zoology*, Vol. I (Macmillan).
5. Petrunkevitch, A.: *Morphology of Invertebrate Types*, 1916 (Macmillan).
6. Van Cleave, H. J.: *Invertebrate Zoology*, 1931 (McGraw-Hill).

II. 分類參考書：(註一)

1. Pratt, H. S.: *A Manual of Common Invertebrates*, 1933 (McClurg).
2. Ward and Whipple: *Fresh-water Biology*, 1918 (John Wiley).
3. (Many authors) *Das Tierreich*, Berlin.
4. (Many authors) *Die Süßwasserfauna Deutschlands*, Jena.

(註一) 尚有國人所作原著論文或調查報告，不及備載，學者宜參考之。

第十四章 脊索動物

一、本門動物之特徵 脊索動物包括一切高等動物，其相同之特徵，有（一）一支撐身體之軸，名脊索（notochord）；（二）一行鰓裂，在咽頭之兩旁，與外界交通；（三）神經索成管狀，位於背部；（四）心臟位於消化管之下方。

二、本門動物之分類

第一、腸鰓亞門 海產，形體似蟲，含包兩目，一為 *Balanoglossida*，有四科十屬二十八種，一為 *Cephalodiscida*，僅有二屬。前一目之柱頭蟲（*Dolichoglossus*），可作代表說明。

柱頭蟲，外形酷似蚯蚓，可分吻、襟及軀幹三部，口在襟部前腹面；在軀幹前部兩側，有多數成對之鰓裂，與腸交通，故名腸鰓。脊索為一種短之管，內為多孔細胞，有支撐功用，位於口腔前方，與口相通。消化管較直，攝取泥土中有機物，以為營養。鰓裂開口於消化道前端，水流進入舌狀之呼吸器，以行交換氣體。血管系統有一背血管，較為粗大，前端有能跳動之心臟，在一閉心腔內。在襟部有二環血管，與腹血管相接。其他血管，則為組織中簡單空隙。排泄器則有一脈球，位於心臟之前，吻腔內之排泄物，由吻孔隨粘液排出。神經系統尚不發達，神經纖維分散於表皮中，沿背腹二中線，神經質較厚，在襟部背側，有中索之索。體腔由原腸凸出形成，一如棘皮動物，有一吻腔，二襟腔及二軀腔，均代表原來之體腔。雌雄異體。雌雄生殖器，分布於軀幹前部，由體壁臨時開孔，排出生殖產物。發生時有一幼蟲，名口滯幼蟲（*torraria*），體被纖毛帶，左右相稱，與棘皮動物幼蟲，頗相類似。

第二、尾索亞門 海產，成體多數過附着生活，亦有營獨立生活者，形狀顏色大小，視種類而異。例如海鞘。

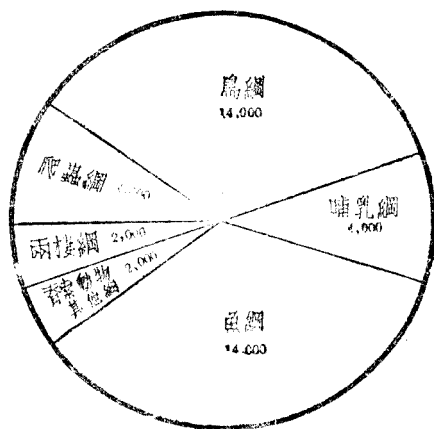
海鞘外形似壺狀或囊狀，被有纖維質之鞘，故名。附着種類，一端有柄，附着他物上。他一端有二孔，一為口，為攝食及進水之用，一為共泄腔孔，為排水及廢物之用。口有一緣膜，形成篩狀構造，可阻止粗大食物，而容納水流及微小生物。食物則由咽頭之內柱，分泌黏液黏着，而攝取之。有食道及胃，與腸盤繞一週，開口於共泄腔。咽頭寬大，鰓裂甚多，與閉鰓腔交通。有一神經節（即腦），位於背部，與一神經脈相連，或為腦下脈之先導脈？腹側有一能跳之心臟，血管系統不發達。雌雄異體，生殖腺位於腸彎曲處，生殖管開口於肛門附近。

發生時有一蝌蚪狀之幼蟲，分軀幹及尾二部。神經管位於尾部背側，至軀幹部膨大，中有鰓室，

附近有平衡石。神經管下方，有一脊索，(註一)限於尾部。變態時，脊索與神經索，全部退化。前部有固着乳頭，口在軀幹部背側，有咽頭、內柱、胃及腸等構造。心臟則在腹面。能自由游泳，至變態時，由前端乳頭附着，而行退化。

第三、頭索亞門 海產，狀如魚類，頭部不顯著。無側鰭、顎、腦、脊椎等構造。脊索伸延至神經管之前端，(第七十四圖 11)例如文昌魚。

第四、脊椎亞門 本門包含大多數之脊索動物。神經索延長，超過脊索之前端，形成腦髓。脊索在下等種類尚有斷片之存在，唯多數僅在胚胎時期見之，長成後則發生脊椎以代之，故名脊椎動物。該亞門可分七綱：



第七十四圖 脊索動物門各綱種類比較之圖解(取意 Hagner)。

(一)圓口綱 冷血。無鱗，亦無側鰭及上下顎等，有一鼻窩，七鰓孔，心臟分二室，例如八目鰻、盲鰻等。

(二)板鰓綱 冷血。有上下顎、有偶鰭、鰓弧及楯鱗，但全副骨骼為軟骨，無膜成骨，無鱧及真鱗。本綱可分二亞綱：

第一亞綱 橫口類 口在腹側，普通有五鰓孔、無鰓蓋。可分 (a) 鮫目 如青鮫(*Scoliodon* sp.)、刺鮫(*Mustelus manōza*)、鋸鮫(*Pristiophorus japonicus*)等。(b) 魮目 如黃貂魚(*Dasybatus* sp.)、帶鰐(*Narke japonica*)等。

第二亞綱 全頭類 頭部特大，體後端較細。脊梁發育不完全。脊索終生存在。有一由鰓蓋形成之總鰓孔，與外界交通，如銀鮫(*Chimaera* sp.)。

(三)魚綱 冷血之脊椎動物，有上下顎。體被鱗片及膜骨。骨骼大多骨化，以鰓呼吸。心臟僅有二室。本綱可分三亞綱：

第一亞綱 硬鱗魚類 硬軟骨兼有，有全為硬骨。體被硬鱗或骨板，可分三日：

1. 鱈魚目 骨骼多數為體骨，頭部被以骨板。體軀光滑，或具骨板，或具梭形鱗。脊梁猶似板

(註一)該類動物，在發生及變態未加研究前，脊索動物之特徵，全然不明。俄人 Kowalevsky 於一八六六年，研究其胚胎，始發見脊索等特點。

鰻類，脊索仍留存。如鱘魚(*Acipenser sinensis*)，俗稱皇鱘，及白鱘(*Psephurus gladius*)均產於子江。後者與美洲之鴨嘴魚(*Polyodon spathula*)頗相似。

2. 裂鰭目 骨多硬骨，脊索骨化。鰭有生鱗之基葉，體密被菱形之鱗。脊鰭一或二個，可分成多個小鰭，如多鰭魚(*Polypterus sp.*)。

3. 全骨目 體顯著骨化，被有膜成骨，有鱗骨。脊梁為堅硬之椎骨組成。螺旋齒心臟球均縮小。如雀鱔(*Lepidosteus sinensis*)一種，傳為中國產。亞美魚(*Ameiurus calva*)，現於北美河中產之。

第二亞綱 硬骨魚類 此一亞綱，包括大多數之高等魚類。骨骼均為硬骨。鰓成櫛齒狀，有鰓蓋及一鰓孔。可分下列各目：

1. 喉鰭目 鰭幅骨柔軟，有時最前之刺，似硬棘。腹鰭或有或無。鰓管直通咽喉。鰓成櫛齒狀。海水淡水中均產之。如鱈(*Clupea sp.*)、刀魚(*Coilia nasus*)、鱈魚(*Hilsa revoosii*)、銀魚(*Salmo sp.*)、鮭(*Salmo sp.*)、鯉(*Cyprinus carpio*)、鱒(*Carassius auratus*)、白鱈(*Hypophthalmichthys nobilis*)、鮫(*Parasilurus asotus*)、鱧(*Anguilla japonica*)等。

2. 合鰓目 無鱗，左右鰓孔會合於腹面，成一鰓孔。外形似鰻。鰭不顯著，無胸鰭腹鰭。例如黃鱔(*Fluta alba*)。

3. 軟鰭目 鰭皆柔軟，無硬棘。腹鰭或有或無。有則在腹位，或移近喉位。鰓管不復與食道連絡。例如鱈魚(*Gadus sp.*)、比目魚(*Paralichthys olivaceus*)、牛舌魚(*Cynoglossus robustus*)等。

4. 棘鰭目 鰭棘皆無環節，腹鰭腹位或胸位。或體之鰓管不與食道交通。例如鱈魚(*Siniperca chuatsi*)、鱮魚(*Lateolabrax sp.*)、石首魚或稱黃魚(*Coriula argentata*)、鰻魚(*Trichiurus japonicus*)、印魚(*Echeneis remosa*)。

5. 固頭目 多為海產魚類，體作球形，或兩側扁平。皮膚無鱗，或覆以骨板，或骨棘。鰓孔小而胸位。上頷骨與前頷骨固着。鰓無氣管。例如單棘魚(*Monacanthus sp.*)、翻車魚(*Mola mola*)、河豚(*Spheroides sp.*)等。

6. 鱧鰓目 海產魚類。體被板狀之鱗。口伸長成管狀。無齒。鰓孔極小。鰓成總狀。僅具一背鰭，胸鰭甚小，無腹鰭，尾鰭有時亦缺如。鰓無氣道。例如揚枝魚(*Syngnathus schlegelii*)、海馬(*Hippocampus sp.*)等。

第三亞綱 肺魚類 肺魚一方與裂鰭目相近，他方又與兩棲綱相似。偶鰭作葉狀或鞭狀，基部有鱗。奇鰭如背、尾、臀各鰭，在現存各種，恆互相連續。脊梁有不完全之椎骨，脊索亦有留存。體顯著骨化，覆有膜骨。但仍有軟骨。鰓之形狀，有與板鰓類近似，又似硬骨魚類。無鰓孔。鰓壁變厚，多血管，

有管通咽喉。乾燥期，潛伏泥中，以肺(即鱧)呼吸。心臟有不完全之二心耳及一心室，二肺動脈適於肺呼吸。例如澳洲肺魚 (*Cerato hus forsteri*)、非洲肺魚 (*Protopterus annectens*)等。

(四) 兩棲綱 冷血。普通無鱗或甲。有五趾之四肢，無爪。幼時以鰓，長時以肺呼吸。心臟有三室，有二枕髁。無羊膜及尿囊。本綱可分三日：

1. 無足目 體細長無足。眼細小，隱於皮間，產於非洲、印度、北澳洲、南美洲等處。如魚鱧 (*Ichthyophis sp.*)。

2. 有尾目 通常有四足。終生有尾。無鰓或有鰓及鰓孔。有時具外鰓。如泥鰍 (*Necturus maculatus*)、寶鯢 (*Siren lacertina*)、虎紋鯢 (*Amblystoma tigrinum*)，均有外鰓，產於美洲。大鯢魚 (*Megalobranchnus japonicus*)長可五六尺，龍鯢 (*Triturus orientalis*)、蝶鯢 (*Salamandra sp.*)等。長僅數寸，我國產之。

3. 無尾目 長成時無尾。鰓應完成後無鰓及鰓孔。體短而寬，後足特粗大。例如蟾蜍 (*Bufo bufo*)、青蛙 (*Rana nigromaculata*)、樹蛙 (*Hyla arborea*)等。

(五) 爬蟲綱 冷血。體被鱗或甲，有五趾之四肢。以肺呼吸。心臟分三室或四室。有左右二動脈弧。腎門脈雖存在，而不重要。有顯著之頸部，能轉動，僅有一枕髁。卵生。無變態。發生時有羊膜及尿囊。本綱在中生代最爲繁盛，現存種類，可分下列各目：

1. 喙頭目 脊椎骨兩門，常有脊索殘跡。方骨固着。松果器外表顯著，成第三眼。此爲較原始之爬蟲類，僅有一屬，名鱗蜥 (*Sphenodon sp.*)，分布於新西蘭島。

2. 鱗蜥目 脊椎骨多前門。有角質鱗片。肋骨單頂，腹肋缺如。方骨活動。下顯頸弧缺如。雄者有一對能伸之交配器。本目通常可分：(a) 蜥蜴亞目 蜥蜴俗稱四脚蛇。有四足。口張閉有限度。上頷骨脛骨及翼骨不能活動。有自由開閉之眼瞼及鼓膜。有肋骨及前胸骨，例如石龍子 (*Taakydromus*)、蜥蜴 (*Eumeces chinensis*)、守宮 (*Gekko japonicus*)、飛蜥 (*Draco volans*)等。飛蜥產南洋羣島及我國南部。(b) 蛇亞目 無足。體細長。口能自由張閉。上頷骨脛骨及翼骨，能自由動作。有不能啓閉之眼瞼及鼓膜。胸骨及前胸骨均缺如。例如烏崇蛇 (*Zaocys dhumnades*)、蟒蛇 (*Python reticulatus*)、食鼠蛇 (*Ptyas sp.*)、水蛇 (*Elaphe rufodorsatus*)、火赤煉 (*Dinodon rufozonatum*)等，他如五步蛇 (*Agkistrodon sp.*)、眼鏡蛇 (*Naja naja atra*)、竹葉青 (*Trimeresurus gramineus*)等均有毒腺。

3. 鱷魚目 體大。尾長似蜥蜴。脊椎骨前門。方骨固着。有硬腭及方板弧。齒有牙床。心室分隔爲二。例如鱷魚 (*Crocodylus sp.*)、揚子江鱷 (*Alligator sinensis*)等。

4. 龜鱉目 體大而有骨殼。頸無齒而有角質喙。方骨固着。四肢常有五趾或變成蹼狀。雄

者有一中位之陰莖。例如龜(*Geodemys newesii*)、鼈(*Amyda sinensis*)、玳瑁(*Eretmochelys suamosa*)等。

(六)鳥綱 溫血。體被羽。前肢變成能飛之翼。無齒。紅血球有胞核。心臟分四室。左動脈弧消失。腎門脈亦不存在。有一枕髁。發生時有羊膜及尿囊。本綱可分二亞綱：

第一亞綱 古鳥類 有齒。翼上有三指鈎。掌骨分離。有長尾。頗似爬蟲類動物，唯全體被羽。例如始祖鳥(*Archaeopteryx lithographica*)發現於奧國上侏羅紀。

第二亞綱 今鳥類 無齒。前翅無指鈎。尾短。全體被羽。又可分二組：

第一組 走禽類 翅不發達，胸骨無龍骨突起。羽無鈎狀小枝。尾羽缺如，或排列不規則。體多肥大。例如鸕鶿(*Aleryx australis*)產澳洲、美洲駝鳥(*Rhea americana*)、非洲駝鳥(*Struthio camelus*)等。

第二組 完全類 有翅。胸肌發達。龍骨突起大。有尾綜骨，以生尾羽。羽枝有小鈎。大多數現存之鳥類均屬此。亦可分下列各目：

1. 潛禽目 潛水鳥。足趾間有蹼，趾端足近尾綜骨。例如鸕鶿(*Podiceps cristatus*)等。
2. 鵜形目 水鳥，或涉禽，趾間亦有蹼，足長而善涉，亦能飛。例如鵜鶘(*Pelecanus philippensis*)、鸕鶿(*Phalacrocorax carbo sinensis*)、白鷺(*Egretta alba modesta*)、蒼鷺(*Ardea cinerea*)、夜鷺(*Nycticorax nycticorax*)等。鵜鶘體甚大，頸下有大囊，捕食魚類，在我國南方海濱常見之。鸕鶿能潛水捕魚，我國曾飼養，以為捕魚之用。
3. 鵞形目 水禽，趾間蹼或有或無。嘴有感覺膜，上下嘴內面均有角質齒狀層。例如鵞(*Cygnus sp.*)、雁(*Anser albifrons*)、鴨(*Anser domestica*)、鴨(*Anax domestica*)、鶻鶻(*ix galeridata*)等。
4. 隼形目 肉食鳥類，喙前端有角質鈎，基部有腺膜，無盲腸。足適於蹲伏，趾有強爪。例如隼(*Falco peregrinus*)、鷹(*Aquila sp.*)、鵟(*Accipiter nisus*)、鷹(或稱老鷹)(*Milvus melanotis*)、禿鷹(*Falco monachus*)等。
5. 雞形目 陸棲或樹棲鳥類，足善走，并能蹲伏。有十腕羽。例如雞(*Gallus domesticus*)、孔雀(*Pavo nolicus*)、雉(*Phasianus torquatus*)、竹雞(*Bambusicola thoracica*)、鶉(*Coturnix sp.*)等。
6. 鴿形目 多數為涉禽。有翅骨。無喉囊。足大趾即距，高生。有一氣管鳴器。例如鴿(*Columba sp.*)、白鴿(*Cas nasus*)、蒼鴿(*Columba palumbus*)等。
7. 千鳥目 陸棲或樹棲或海棲鳥類。有十一肩羽。有二頭動脈。例如千鳥(*Charadrius sp.*)、

鸕鷀 (*Larus sp.*)、燕鷗 (*Sterna sp.*)、鷓 (*Gallinago sp.*)、斑鳩 (*Spilapelia chinensis*)、家鴿 (*Columba livida*)等。

8. 杜鵑目 樹棲鳥類。第一與第四趾後向，但第四趾能回復向前，例如杜鵑 (*Cuculus micropterus*)、郭公 (*Cuculus canorus telephonus*)等。

9. 佛法僧目 樹棲鳥類。足短。本目包含最雜，有與杜鵑目相似，亦有與鳴禽類相近。例如佛法僧鳥或三寶鳥 (*Coracias sp.*)、梟 (*Asio sp.*)、啄木鳥 (*Picus sp.*)、魚狗 (*Alcedo sp.*)等。

10. 雀形目 鳴禽類，多能蹲伏樹枝，大趾大而後向，脛之前側，多有大鱗片，祇有左頸動脈。盲腸細小。本目種類最多，約有五六千種。例如麻雀 (*Passer montanus*)、喜鵲 (*Pica pica serica*)、烏鴉 (*Corvus macrorhynchus*)、鶉鴉 (*Motacilla sp.*)、畫眉 (*Trochalo, xeron canorum*)、八哥 (*Aethiopsar cristatulus*)、鳴春 (*Planesticus rumpakianus*)、白頭翁 (*Pycnonotus sinensis*)、黃鶯 (*Oriolus dilfusus*)、家燕 (*Hirundo gutturalis*)等。

(七) 哺乳綱 溫血，紅血球無核。心臟分四室，僅左動脈弧存在。體被角質之毛或針或甲等(鯨魚無毛，但幼時有之)。以肺呼吸。有橫膈膜，分成胸腔與腹腔。有二枕髁。有乳腺，胎生(單孔目除外)。胎兒與母體血流交通，有一複雜構造，名胎盤(單孔目及袋鼠目除外)。本綱可分三亞綱：

第一亞綱 原獸亞綱 (Prototheria)

1. 單孔目 形狀略似食蟲獸。口軟軟唇。有喙似鴨嘴，無齒，有共泄腔，陰莖在腔內。卵生，門骨局部分割型。似鳥類或爬蟲類。又有袋骨，在附着於恥骨之前端，有乳腺，無乳頭。例如鴨嘴獸 (*Ornithorhynchus anatinus*)。

第二亞綱 後獸亞綱 (Metatheria)

2. 袋鼠目 本目介單孔目與有胎盤哺乳類之間。胎生幼兒早期產出，飼育於育袋，育袋由袋骨支持之。例如更格盧 (*Macropus giganteus*)、袋熊 (*Dasyurus sp.*)、袋鼠 (*Dipodops sp.*)等，澳洲，新西蘭及南北美洲。

第三亞綱 真獸亞綱 (Eutheria)

3. 貧齒目 本目諸器官發達較低等。齒不完全。門齒與犬齒存在者極少，有時全無齒，有齒者亦缺羣瑯質，且為一出齒性。穿地或攀援樹際。繁榮於南北美洲如樹懶 (*Bradypus sp.*)、犛犛 (*Dasyfus sp.*)等。歐亞洲及非洲僅有鼯鼠 *Manis pentadactyla* 一屬，俗名穿山甲。

4. 海牛目 適應於水棲之哺乳類。頭大頸短，皮甚厚，光滑或僅有少數之毛。眼甚小，前向有二鼻孔。前肢似鰭，成橈狀，有五趾。後肢缺如，但有殘帶殘跡。尾作水平擴張，成尾鰭。食海藻或沿岸草類為生。例如海牛 (*Manatus sp.*)，印度海陸岸或近海河流中。

5. 鯨目 亦為水棲哺乳類，外觀頗似魚類。體軀極大。無尾。頭大，口吻亦長，眼小。鼻孔左右

合一，往往顛頂開孔，成噴水孔。前肢撓狀，猶能屈曲，後肢消失。尾成水平鱗。有時具存鱗。例如鱗鯊 (*Alepaftera sp.*)、海豚 (*Delphinus sp.*)、江豬 (*Nemeris phocaenoides*)等。

6. 長鼻目 陸棲。體大，皮厚，有一長吻，能捲曲，攫取食物。四肢肥大，各具五趾，半趾行性。犬齒常缺。門齒僅限上顎，爲一對挺出之象牙。前後臼齒，均爲大形。乳腺僅在胸部一對。現世生有者有巨象 (*Elephas indicus*)，產於印度，*E. africanus* 產於非洲。

7. 有蹄目 本目均爲大形獸類，爲趾行性之有蹄類，多爲草食性動物。四足趾端有堅固角質之蹄。齒爲異性齒，且爲再出齒性(卽一生有兩套牙齒)。犬齒小或全缺；前後臼齒則甚發達。齒冠平，善咀嚼。鎖骨缺如。子宮雙角，胎盤非脫落性，爲分散絨毛狀，或密集成數小葉胎盤。本目又可分：

(a) 偶蹄亞目 四肢僅第三及第四兩趾，同樣發達。第二及第五趾不完全，或竟缺如。前臼齒較臼齒稍小。胃分多室，盲腸小。胎盤爲分散性，成多數小葉。例如河馬 (*Hippopotamus amphibius*)、豬 (*Sus scrofa domesticus*)等，爲非反芻類。駱駝 (*Camelus dromedarius*)、乳牛 (*Bos taurus*)、水牛 (*Buffelus bubalus*)、綿羊 (*Ovis aries*)、山羊 (*Copra hircus*)、鹿 (*Cervus taiwanus*)、麝 (*Moschus moschiferus parvipes*)、牙麝 (*Hydrelaphus inermis*)等爲反芻類動物。(b) 奇蹄亞目 四肢僅第三趾最爲發達，以趾末端踏地行走。諸臼齒有複雜褶縐之珐瑯質。前後臼齒差異殊甚。胃僅一室，盲腸大。胎盤爲分散性。例如貘 (*Apirus indicus*)、犀牛 (*Rhinoceros unicornis*)、馬 (*Equus caballus orientalis*)等。

8. 肉食目 多數爲肉食性(或少數雜食性)動物。皮多毛。四腳至少有四趾，均有強爪，常能屈縮，第一趾必不與他趾對峙。犬齒特別發達。齒爲異性齒，且爲再出齒性。門齒上下顎每邊均有三個，前臼齒爲切割用，大白齒平頂。鎖骨缺如或退化。胃一室，腸較短，盲腸亦大。乳腺腹位。胎盤爲脫落性。本目又可分：(a) 真肉食亞目 四肢適於陸地生活，均有強爪，可縮入鞘內。諸趾分離，第一趾及後足之第五趾，必不較他趾爲長。上顎最後之前臼齒，與下顎最前之臼齒，變成適於切碎食物之尖峯。例如貓 (*Felis domestica*)、虎 (*F. tigris*)、犬 (*Canis familiaris*)、狼 (*C. lupus*)、豺 (*C. haemipus*)、狐 (*Uipex vulpes*)、熊 (*Ursus tibetanus*)、黃鼬 (*Mustela siberica*)、水獺 (*Lutra lutra*)、狸 (*Melis sp.*)等。(d) 雜食亞目 水棲食肉動物。前後足，變成蹼狀，趾間有蹼以連絡之。每足計有五趾。足之第一及第五趾均較他趾爲長。門齒較小，而無切割之臼齒。例如鱧鼬 (*Callorhinus ursinus*)、海豹 (*Phoca sp.*)、海象 (*Odobenus sp.*)等。

9. 齧齒目 多爲食草性獸類。有毛或間有針棘，趾有爪，爲趾行性之四肢。鎖骨常存在。齒爲異性齒。且爲再出齒性，乏犬齒，而有二門齒；門齒作利齧狀，當由牙床繼續生長。盲腸大。胎盤爲易落性，且作盤狀。例如鼠 (*Mus norwigica*)、兔 (*Lepus curvicolus*)、松鼠 (*Sciurus vulgaris*)、豪豬 (*Hystrix cristata*)、天竺鼠 (*Cavia porcellus*)，俗稱豚鼠、海狸 (*Castor sp.*)等。

10. 食蟲目 多爲小形食蟲之獸類，鼻端突出，變成彎向後之吻。皮有毛或針或棘。趾有爪，爲

趾行性之四肢，齒爲再出性，各齒均有根。門齒小，下顎每邊至少有二個，臼齒細而尖。鎖骨存在。胎盤爲易落性，且成盤狀。例如鼯鼠(*Mogera sp.*)、地鼠(*Sorex sp.*)、刺貂(*Eriacus europaeus*)等。

11. 翼手目 本目爲飛翔之獸類，前肢變成翼狀，其前翅骨體(尤以第二至第五趾)變長，以支持廣闊之膜，與後肢相連。趾端有爪。胸骨有顯著突起，以附着胸肌，使善飛翔。膝之內側有軟骨桿，俾足支撐，與尾部連絡。大腦無溝回，且較小。齒爲異性齒，且爲再出齒性。例如大蝙蝠(*Pteropus sp.*)、普通蝙蝠(*Pipistrellus abramus*)等。

12. 靈長目 通常適應於樹叢生活，四肢能捲曲，大指及大趾，均與他指趾對峙。手足各有五指或趾，各具扁平之掌高圍以骨緣。鎖骨發達。大腦發達。胃形單筒。睪丸下降入陰囊。通常胸部有乳竇。本目又可分：(a) 原猴亞目 爲夜行性樹叢生活之獸類，後足第二趾有一爪。大指或大趾均發達。淚孔在眼窩之外。上顎內側門齒間有一空隙。大顎不甚發達，不蓋於小顎者。腹部常多一對乳竇。子宮有二角，具分散性之胎盤。例如指猴(*Chiromys sp.*)、產馬達加斯加島、狐猴(*Lemur sp.*)、產南美洲島。(b) 猿人亞目 爲最高等之動物。指趾通常具扁平，大拇指甚小或缺如。淚孔在眼窩之內。上顎之門齒密接，大顎發達，蓋於小顎上。子宮單一。胎盤爲易落性，作瓦盤狀。例如狒狒(*Hyapale sp.*)、獼猴(*Cebis sp.*)、獼猴(*Macacus sp.*)、長尾猴(*Cercopithecus sp.*)、長臂猿(*Hylobates sp.*)、猩猩(*Simia sp.*)、大猩猩(*Gorilla sp.*)、黑猩猩(*Anthropopithecus sp.*)、人屬(*Homo sapiens*)等。

三、脊索動物之化石 脊索動物，當以有骨骼者化石較多，自板鰓類以上之動物，各綱均有代表。圓口類始自奧陶紀，板鰓類始自志留紀，硬骨魚繁盛於泥盆紀，兩棲類導源於白堊紀，爬蟲類稱霸於中生代，鳥類與哺乳類，至新生代，始極端發達。

板鰓類 爲魚祖先，較其他魚類前早。一種原始鰓(*Cladoseleche sp.*)，在泥盆紀後期得之，側部基部寬廣，胸鰓與腹鰓，似由一連續褶分成；有鰓七對，脊索終生存在。

魚類 硬骨魚化石種類最多，約在三萬萬年前(即陶紀後期)，即有有棘及鱗片之硬骨魚。至泥盆紀，發達最盛，稱魚類時代。各科目中，幾均有代表，如鱈魚目七科中有五科、裂鰭目五科中有四科。全目目八科中有六科、硬骨魚類約有十五科、肺魚類有二科、有化石種類，化石魚類之研究，最爲重要，因可闡明古代魚與現代魚在進化歷程上之關係。

大概由一個鰓魚之祖先，約在泥盆紀中期，分三支進化：一爲裂鰭目，一爲肺魚目，一爲棘鰭魚類。裂鰭魚在泥盆紀已甚發達，但至古生代末期，除少數外，均已絕跡。肺魚繁榮於古生代，後亦逐漸衰滅。肺魚與兩棲類，約自原始之裂鰭魚，發達而成適應陸地生活之種類。

兩棲類 在泥盆紀末期，內地河沼，逐漸乾枯，水陸動物，往往習得陸地生活，方可維持其種

族；兩棲類因之興起。多種兩棲類，出現於石炭紀與二疊紀，自茲以後，乃漸衰退。石炭紀有一種蓋頭目(Stegocephali)，形似鱗鱗，頭部外披骨甲，枕骨二個，爬蟲類或須始原於此一種動物。

爬蟲類 爬蟲類約起源於上石炭紀，繁盛於中生代，水陸空各處均有分布，巨大種類，體長有達百呎以上。二十目中有十六目全屬化石，今擇要列述如次：

(a) 鱗鱗(*Seymouria* sp) 本目為最原始爬蟲類，約自上石炭紀至二疊紀早期，與兩棲類同時生存，形似鱗鱗，長約尺許。水棲，一枕骨，肢短粗，有五趾，荐骨一對，與兩棲類相似。

(b) 魚鱗(*Ichthyosauria*) 本目爬蟲類，全為水中生活，捕食魚類，四肢變成鰭狀，外形似魚。

(c) 翼蜥(*Pterosauria*) 此種代表，前肢成翼，飛翔空中與鳥類相似，最大者翼翅達二十呎以上。

(d) 恐蜥(通稱恐龍)(*dinosaurs*) 中生代陸地或沼澤中棲息爬蟲類。體軀巨大，除如獸類，有長尾，頸部通常亦長，四足同大，或後足較肥長。多數種類，肩胛骨與腰帶骨，與鳥類近似，一種嘴端恐龍，能入水游泳。多數恐龍體軀巨大，如暴龍(*Tyrannosaurus* sp.) 達四十七呎長，犀龍(*Brachiosaurus* sp.) 亦有六七十呎。較小種類亦有之，或與現存鱗鱗相若。

(e) 獸形蜥(*Therapsida*) 此類爬蟲類，生存於二疊及三疊紀，體制一方與兩棲類近頭目，一方又與下等哺乳類相似。四足適於步行。齒已分化，分門齒、犬齒及臼齒。犬齒有或畸形變遷，頗似肉食之獸類。

鳥類 上述鳥之分類，分古鳥與今鳥二亞綱，古鳥亞綱僅有二屬。最著名者，即在上三疊紀獲得之始祖鳥，口有牙床齒，無角質喙，前肢成翼，有三指與爪，便於攀援，後足僅似飛翔鰭龍，唯羽毛清晰可辨，頭骨融合，顯示鳥類特徵。在今鳥亞綱，亦有數目，含有化石種類，例如溝齒鳥(*Hesperornis* sp) 在北美白堊紀得之，齒生溝槽中，後足強大，趾間有蹼，便於游泳，前肢退化，不能飛行，為潛水鳥，捕食魚類。魚鳥(*Ichthyornis* sp.) 亦為北美白堊紀之化石，有齒，胸有龍骨突，善於飛翔。其他如新西蘭之恐鳥，馬達加斯加之象鳥，均不能飛行，為第三紀末期之化石。化石鳥為數不多，彼此聯繫，亦不甚明，其由爬蟲類(如鱗鱗目)進化而來，頗為明顯。

哺乳類 哺乳類至新生代始漸繁於世，然溯其本源，在古生代末季，已具端倪。約在二疊紀與三疊紀時，獸形之爬蟲類最衆，自此以後，即漸稀少。真正哺乳類，約自三疊紀中期起，唯彼時化石極少，至侏羅紀乃漸多，待至白堊紀末期，始有袋鼠與胎盤哺乳類，唯後者較少，頗似食蟲獸，此二者或係各自進化而來歟！

新生代哺乳動物，最為繁盛，化石種類，佔現存日半數以上。初時體軀較小，種類亦少。在始新世，有似象之恐獸(*Dinoceras* sp.) 分布北美，自中新至更新世之巨牙獸(*Mastodon*) 分布歐、亞、非等處。他若駱駝、象、馬等化石，各可追尋其進化蹤跡。

四、畜養動物之經濟價值 魚類中有少數為害者，噬食多數食用魚類，

或刺傷人體；多數均有益人羣，或作食品，或供觀賞，如金魚、五色鯉魚、鬪魚（或稱天堂魚）等，均可飼養，以供觀賞。

食用魚之種類最多，指不勝數，海魚爲天然產物，種類既多，經濟價值亦最大。八目鰻味亦鮮美。在我國沿海，常見者有鯊魚、黃貂魚、鱸魚、鯖魚（青花魚）、鱈魚、黃魚、鰻魚、比目魚、海鰻、鯛魚、鱒魚、帶魚等。亦有在半鹹水或至淡水生活者，有松江鱸魚、鱒魚、銀魚、刀魚、河豚、鱒魚等。完全淡水產者，則有鯉科之青魚、草魚、鰱魚、扁魚、鮭魚、白條魚、鱗皮魚及其他科之烏魚、鮎魚、鱖魚等等。

供製罐頭者，舶來品有撒丁魚，國產有鳳尾魚（即刀魚），鹽製者種類頗多，有青花鯊、白鯊（即黃魚）、龍頭鯊、帶魚鯊等。鱈魚肝油（俗稱鱈魚肝油），產挪威海濱，年出千萬磅，銷行全球市場，爲維生素A、D之來源，作爲滋補之品，某種比目魚（halibut）之肝油，含有多量維生素，俗稱魚肝油精。

兩棲類係弱小動物，實際上均有益人類。有若干種類既極稀少，爲益不甚顯著。蛙頭蝾螈，最爲常見，益處亦最大，不僅可作實驗及生理上研究之用，其嚙食有害昆蟲，有益農家至大。蛙類又可作食用，美國之吼蛙（bull frog），人工培養，專爲肉食。我國之山蛤（*Rana spinosa*），產山邊水際，大小相若，視爲食用珍品。大鱷魚（俗稱娃娃魚），產兩粵、湘、貴等處，長可達五呎許，亦視爲上等食品。

爬蟲類大多吞食動物與植物，被食動物，各綱門均有之。幾種蛇類，追食鳥獸，如秤幹蛇（即食鼠蛇）之食鼠，多數較小爬蟲類，均食蟲類及昆蟲，故有益於人類。龜、鼈、鼉等，均可作食用，我國南方諸省，亦有以蛇肉（錦蛇、烏峯、松花蛇等）爲食品者。鱷魚之皮，最爲有用，皮既美觀，且又耐用，揚子江鱷（俗稱鼉），既爲稀少動物，皮亦珍貴，因獵獲既多，產量亦較少，政府應設法保護，方可綿延其種族。蛇皮用途相似，惟價值較次。龜及玳瑁之殼，可製梳及各種飾品。

有毒之蛇，嚙咬人類，可得致命傷，如眼鏡蛇（或稱飯匙青）、五步蛇（*Aghistrakon* sp.）、十公蛇（*A. triviscidus*）、竹葉青、龜花蛇（*Trimeresurus mucrosquamatus*）、響尾蛇（*Crotalus* sp.）及數種海蛇等，均著名毒蛇也。無毒之蛇，有如烏峯蛇、火赤鍊、水赤鍊（*Natrix tigrina*）、水蛇（*Elaphe rufodorsatus*）、秤幹蛇（*Ptyas mucrosus*）、錦蛇（即蟒蛇）等。

鳥類與人生關係最切，大都可供食用，羽毛可作衣服及裝飾用，白鷺肩

羽及駝鳥毛，可作婦女飾品。家禽之肉及卵，爲吾人主要食料。若干鳥類，可供玩賞，如八哥、畫眉、孔雀、鸚鵡、鸚哥、金絲雀等。北方禿鴨，專食屍體，或爲有益；鷹與鷲，捕食家禽，鴟梟則多食玩賞禽鳥，均爲有害，麻雀捕食昆蟲、蠅蛆及野草子，則屬有益，然啄食穀麥，或在庭園，或入堂奧，擾害居民，爲害亦至明顯。

在祕魯海濱小島上，有數種海鳥積糞，作爲大宗肥料。鸕鶿爲我國漁夫家養，作爲捕魚之用。鴿可爲傳信使，雞可司晨，鵝可防盜。我國南海島嶼，多數金絲燕，以其口中沫液，堆積成窩（俗稱燕窩），作爲上等調味品。

哺乳類種類繁多，與吾人關係亦較密切，在此不能作詳細敘述，僅略述梗概而已。家畜中如牛、馬、羊、豬等，供人使役，又可食用。鹿角可精製鹿茸，麝香鹿產麝香，可作香料及化妝品，白鼠可作試驗之用。觀賞動物，有鹿、熊、獅、虎、狐、獾、兔、猿及穿山甲等。西康產白熊（*Ailuropola melanoleucus*），爲我國名產，噬食竹筍高粱等作物。近年來因狩獵過多，漸形稀少，政府當設法保護之。

皮裘產品，最爲珍貴，我國出產，尙稱豐富。如豹皮、貓鼠、獺皮等等，尤以狐皮、貂皮爲最貴重，以北方出產爲多。次貨如羊、兔、熊、貓等，亦常用之。毛之出產，價值亦頗大，我國西北諸省，產羊毛最多，可爲紡織之用。四川出產豬鬃，爲製造衣刷及牙刷等用，每年出品，亦有數十萬擔之多。

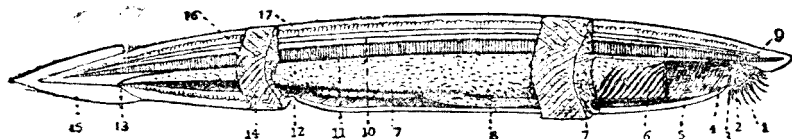
嚙齒目大多爲有害動物，如野兔、家鼠、田鼠等。野兔常食豆菜等作物，農家損失極大。鼠類常嚙咬柔嫩莖根葉及種子等，爲害亦鉅，家鼠爲害尤著。既可毀壞家具，嚙咬食糧，每年損失，何啻億兆，更足爲傳染鼠疫媒介，疫病盛行時，人羣盡爲毀滅，可不懼哉！

肉食動物，當視其捕食者之爲害與否而定。如豺、狼、虎、豹等，捕食有益動物，或害及人畜者，則爲有害也無疑；如家貓、蝙蝠等，捕食者爲有害動物，則當視爲有益；犬能守夜，又可行獵，駱駝能荷重，運輸貨物，馬可作戰，或拖重車，有助於人力與物力者，誠非淺尠也。

五、形態及生理

子、文昌魚 *Branhiostoma belcheri* Gray

(一)外部形態 體狹長，外形似魚。無頭。無偶鰭，但有位於中央之奇鰭，如脊鰭、尾鰭及腹鰭。腹部稍扁，有二平行之腹褶（metapleure），在腹褶之後端，有腹孔（atriopore）。在腹鰭之後端，有肛門。體之前端稍尖，上有色素

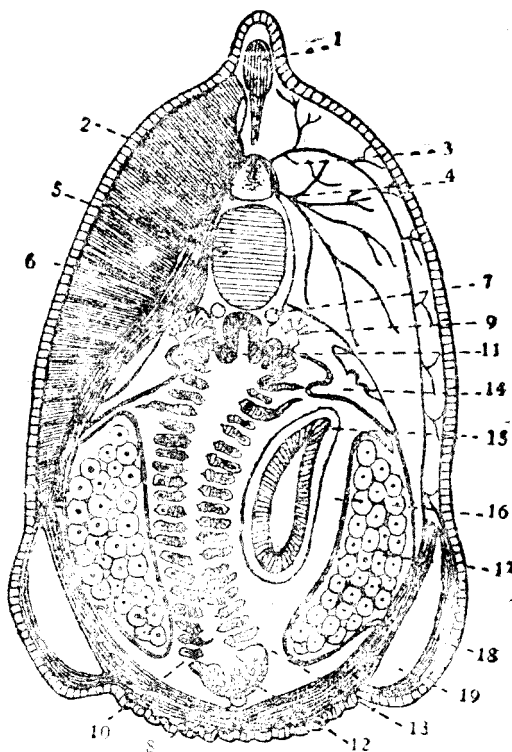


第七十四圖 文昌魚之解剖，側面觀 1. 鰓條。2. 口笠。3. 口。4. 緣膜觸手。5. 咽頭。6. 鰓裂。7. 生殖巢。8. 肝盲囊。9. 腦。10. 神經索。11. 脊索。12. 腹孔。13. 肛門。14. 肌節。15. 尾鰭。16. 鰓輻骨。17. 脊髓 (錄自 Woodruff 稍改)。

點，稱為眼點。下方有一大腔，稱為口窠 (oral hood)，周圍有觸條二十二本。內部之空腔，稱前庭 (vestibule)。前庭之後端有一小孔為口。有觸鬚及十數緣膜觸手，位於口之周圍，所以阻止較粗之物入口，水流及食物，進入咽頭。體之背半部，為 V 字形之肌節 (myotome)，約有六十餘條。

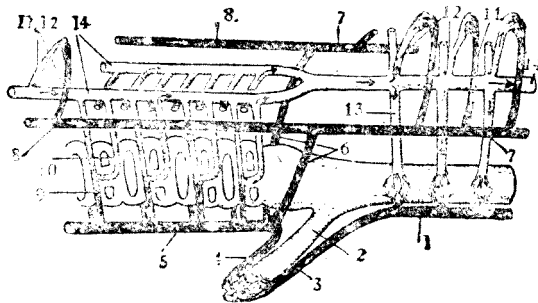
(二) 內部解剖 (1)

骨骼 文昌魚背部有脊索一條，自體後端通至前端，內為泡狀細胞組織，細胞飽滿時，有支撐功用，周圍之結締組織，組成脊索鞘，亦有支撐身體功用。結締組織，由肌節隔向上伸展，包圍脊髓，或為神經弧之先導。其他如圍口窠之軟骨環，咽頭之鰓桿，均為原始之內骨骼。至於鰓輻骨則為



第七十五圖 文昌魚由咽頭部之橫切面 1. 脊索鞘。2. 脊鰓及中央孔。3. 背根。4. 腹根。5. 脊索。6. 肌節。7. 背大動脈。8. 腹大動脈。9. 腎管(有孔細胞)。10. 咽頭。11. 咽上溝。12. 內柱。13. 鰓桿。14. 體腔。15. 肝。16. 圍鰓腔。17. 卵巢。18, 19. 腹褶及其腔(著者圖)。

皮骨矣。(2)消化器 消化道簡單,包括前庭、口、咽頭、腸及肛門諸部分。在咽頭下方,有一縱溝,稱內柱(endostyle),分泌黏液,并有纖毛,食物自口入咽頭之後部,沿此柱前行,輸入咽上溝(epipharyngeal groove)而後行,入腸管,行消化及吸收作用。在腸之前端腹面,有盲管,稱肝臟,或稱肝盲囊(hepatic caecum)。腸之後端開口為肛門。(3)呼吸器 在咽頭之兩旁,約有一百八十餘對之鰓裂,水自口流入咽頭,穿過鰓裂,鰓桿上多血管,以交



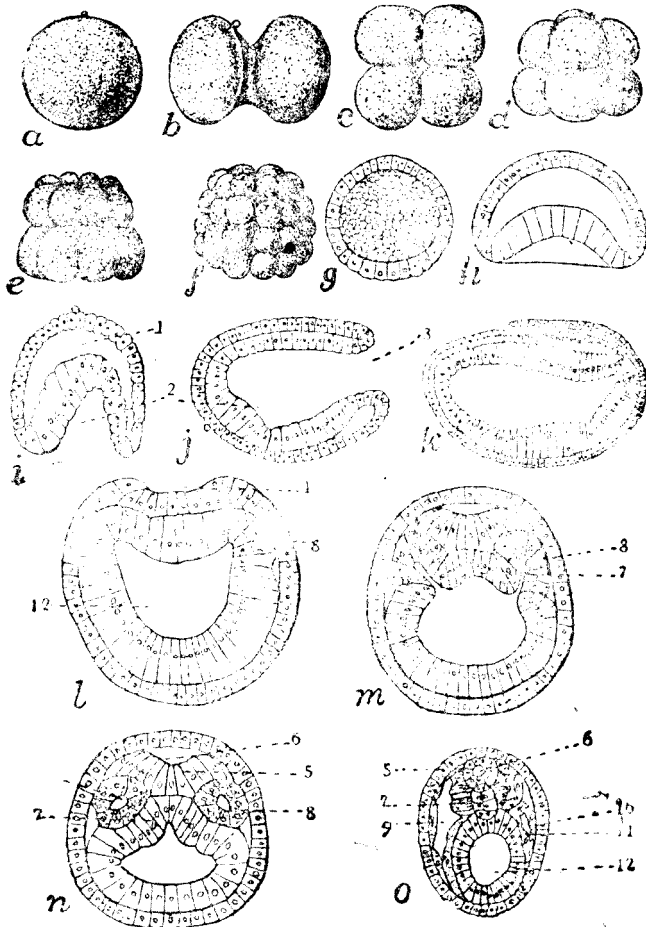
第七十六圖 文昌魚之循環系統左側觀 1. 腹下靜脈。2. 肝盲囊。3. 肝門脈。4. 肝靜脈。5. 腹大動脈。6. 顧維埃氏管。7. 後主靜脈。8. 前主靜脈。9. 入鰓血管。10. 出鰓血管。11, 12. 肌肉間之血管。13. 腸腔動脈。14. 背大動脈(由 De Esch 圖修改而成)。

而為一背大動脈(dorsal aorta),分布於腸之四周。由此微血管集合,成腸下靜脈(subintestinal vein),前行稱肝門脈(hepatic portal vein),入肝臟分成微血管,再由微血管集合成肝靜脈(hepatic vein),入腹大靜脈,又自前端回來之前主靜脈(anterior cardinal vein)及自後部回來之後主靜脈(posterior c. v.),均由兩邊之顧維埃管(Cuvier's duct)(同前6),注入腹大靜脈,復行循環。(5)排泄器 排泄器為一特殊之構造,亦稱腎管,內端有多數絲狀之有管細胞(solenocytes),通入體腔。外端通入圍鰓腔。此種腎管,約有九十餘對,在咽頭背側兩旁。此外又有褐漏斗腺(brown funnels)一對,在咽頭後之背側,亦有排泄功用。(6)神經系 有一神經管,位於脊索之背側,前端並無顯著之腦,內有大腔,稱腦室(cerebral ventricle),有腦神經二對,一通嗅窩,一通眼點。神經管中空處,為中央孔(central canal)。脊神經依肌節排列,每對有背腹二根。背根為感覺兼動作功用,腹根僅司動作。

● 長氣體。鰓裂之外,有一空室,是為圍鰓腔(atrium),後端有一腹孔,水流即由此流出體外。(4)循環器 血管系統,略似高等動物而較單簡。無心臟。在肝臟前面之脈管,能跳動,具心臟之功用,稱腹大動脈(ventral aorta);前端分支為入鰓血管,再由出鰓血管,會合而成二背動脈,向後併合

(7) 生殖器 雌雄異體。生殖巢有二十六對，沿體壁而排列，突入圍鰓腔內，成熟時，卵或精蟲，由圍鰓腔隨水流出，在水中受精。

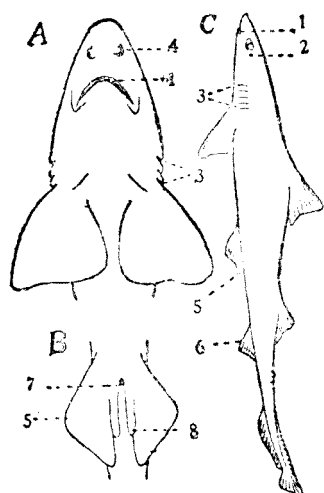
(三) 胚胎發生 卵之全體分裂，且分割均勻，故爲全割型及等分割(ho-



第七十七圖 文昌魚之胚胎發生 a. 卵及一極體。 b, c, d, e, f. 分割期，二細胞，四細胞，八細胞，十六細胞及三十二細胞各期。 g. 囊胚期之中切。 h, i. 原鰓胚期。 j, k. 原鰓胚之縱切，示外胚層細胞蓋住原口，向背部長進。 l, m, n, o. 較晚之胎，示神經索，脊索及中胚層之形成。 1. 囊胚腔。 2. 原鰓。 3. 原口。 4. 腦板。 5. 神經索。 6. 中央孔。 7. 脊索。 8. 體腔囊。 9. 體腔。 10. 中胚層之體壁層。 11. 肌肉層。 12. 腸（著者同，參照 Hatschek, Conklin, Gayer 等圖）。

loblastic & equal cleavage), 分裂多次後, 細胞結成桑椹狀, 稱為桑椹期 (morula)。再行分割, 而為囊胚, 中空為囊胚腔。至此囊胚上部細胞分裂較速且較小, 下部較大, 下面細胞逐漸內褶, 成為原腸胚, 陷入之腔, 為原腸, 其口為原口 (或稱胚孔)。此後背部外胚層細胞內陷, 而成髓板 (medullary plate), 中央內褶部分為神經管 (第七十七圖 4, 6)。前端由腦室孔通外界, 後端則與原腸相通。內胚層即為原腸之壁。中胚層則由原腸背側之兩旁成囊分出, 形成依體節排列之體腔囊 (coelomic sacs), 變成肌肉等構造 (同圖 8, 9), 脊索則為原腸壁背側之中央部分所形成 (同圖 7)。

丑、鯊魚 *Mustelus manzoa* Blkr.



第七十六圖 鯊魚之外形 A, B, 頭及胸鰭肛門部之腹面觀。C, 全體側面觀。1. 口。2. 噴水孔。3. 鰓裂。4. 鼻孔。5. 腹鰭。6. 臀鰭。7. 肛門。8. 尾鰭 (錄自飯島魁)。

(一)外部形態 鯊魚為軟骨魚類, 一切器官均見原始情形, 可代表魚類之構造, 亦可代表高等動物祖先之形式。體分頭、胸 (trunk) 及尾三部, 頭部下方有一半月形之口。口角前方有二鼻孔, 不與口腔相通。頭之兩側有二眼, 頭之後部背側有二小孔, 通內耳。胸部前面兩側有鰓孔五對。鰓孔之前, 有一噴水孔 (spiracle), 為退化之鰓孔。肛門在腹鰭之間。鰭分奇偶二種。奇鰭如脊鰭、尾鰭、臀鰭。偶鰭如胸鰭及腹鰭, 在體之兩側。兩旁有側線, 延至頭部, 為一種感覺器官。皮之外表, 覆以楯鱗 (placoid scale)。此種鱗之構造, 一如小齒, 故又稱皮齒。

(二)內部解剖 (1)骨骼 骨骼均為軟骨, 可分 (a)中軸骨 即脊梁及頭骨。脊梁約由 130 枚之椎骨組成, 每椎骨下為椎體 (centrum), 中間原為脊索, 在椎體前後兩凹處, 尚有脊索殘跡。上為髓板及間髓板, 形成髓

弧 (neural arch)。椎體兩側有橫突, 又有短肋骨, 在身體後部, 此項突起, 腹面相遇而成血弧 (haemal arch)。頭骨為原始之髓顱 (chondrocranium), (註一)

(註一) 髓顱如翠由腦髮來, 通作髓或髓, 軟骨也。

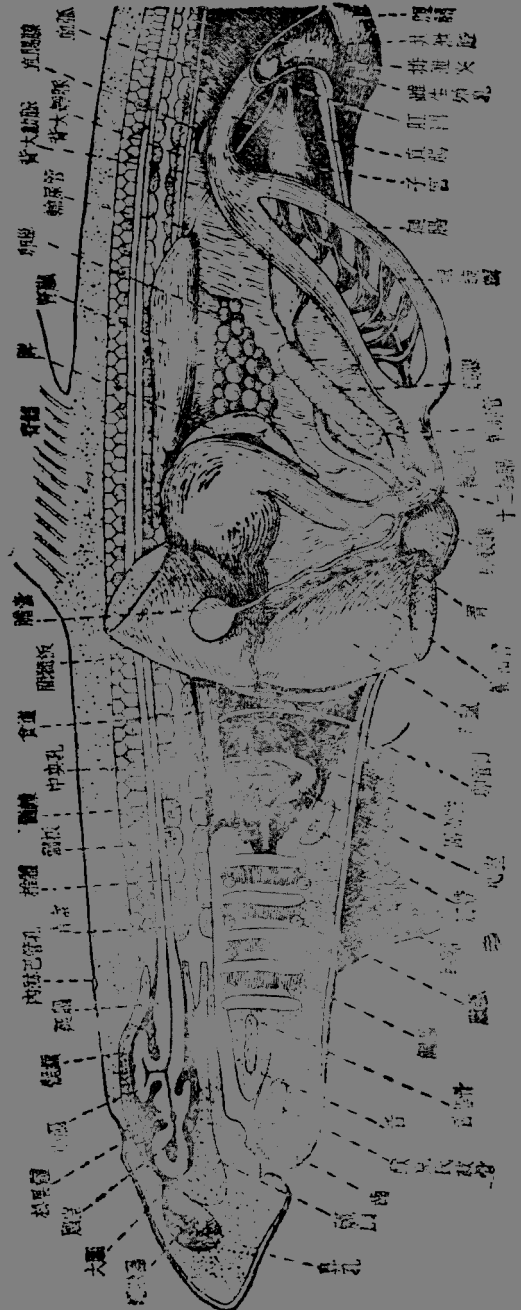
爲一整個軟骨，僅可分鼻骨、眼窩及聽囊諸部分

(b) 鰓骨 爲七對內藏弧 (visceral arch) 所組成。第一對爲頰弧 (mandibular a.)，形成上下顎，上顎爲腭翼方軟骨，下顎爲默克氏軟骨，第二對爲舌弧 (hyoid a.)，餘五對均爲鰓弧 (branchial a.)。

(c) 附肢骨 胸鰭之肩帶 (pectoral girdle) 與腹鰭之腰帶 (pelvic g.)，或與高等動物之肩帶與腰帶同原 (參看第一百零一圖 1, 2, 8, 4)，其他尚有鰭幅骨等等。

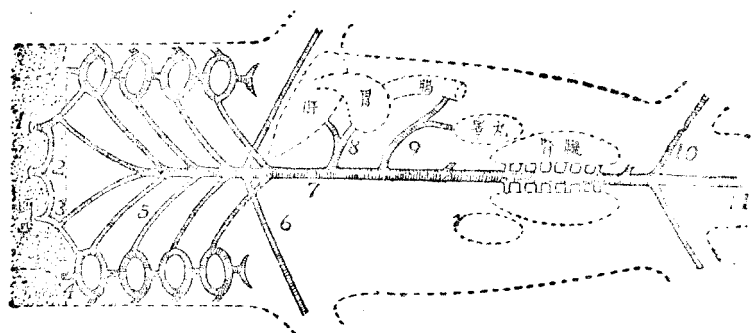
(2) 消化器 可分消化道及消化腺二部敘述之。消化道分口腔、咽頭、食道、胃、十二指腸 (duodenum)、迴腸 (ileum) 及直腸數段。迴腸內多螺旋瓣，可使食物緩流，增加消化及吸收之效率。消化腺體有二，肝臟分左右二葉，左葉前端有凹形之膽囊。胰臟 (pancreas) 狹小，在十二指腸之旁，輸尿管及輸胰管，均通入十二指腸。

(3) 呼吸器 有五對鰓裂，形成寬廣之鰓囊，有內

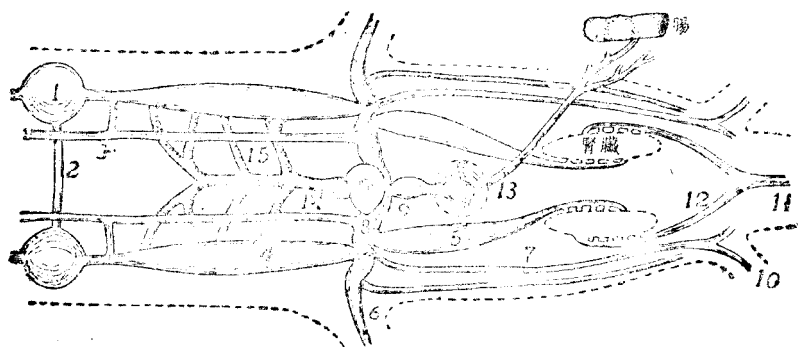


第七十九圖 魚之解剖，由中央剖開，內臟各器官(讀者圖)。

外二鰓孔，在鰓囊兩側，除末一囊外，各有一鰓，爲甚多摺疊之鰓層，滿布微血管，爲交換氣體之場所。(4)循環器 循環系統之基本構造，一似文昌魚但較爲複雜。心臟可分四部，即靜脈竇(sinus venosus)、心耳、心室及心臟球(conus arteriosus)。腹大動脈，由心臟球發出，前行分支成入鰓動脈。背側再由出鰓動脈會合，而成背大動脈，更前行至頭部，分爲二動脈，即外頸(external carotid artery)及內頸動脈，外頸動脈分布於上顎及吻部，內頸動脈則分布於腦部。後行復分支至肝胃等處者爲腔動脈(coeliac a.)，至小



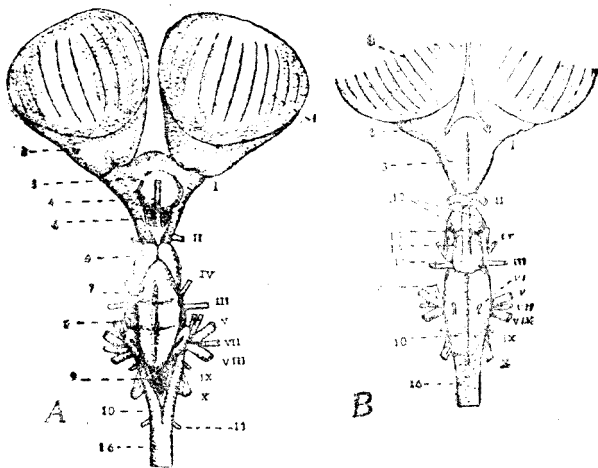
第八十圖 鯊魚之動脈系統，背面觀 1. 外頸動脈。2. 內頸動脈。3. 總頸動脈。4. 舌動脈。5. 鰓動脈。6. 鎖骨下動脈。7. 背大動脈。8. 腔動脈。9. 前腸動脈。10. 髂動脈。11. 尾動脈(自 Whitfield 改作而成)。



第八十一圖 鯊魚之靜脈系統 1. 眼高竇。2. 腦下靜脈。3. 下頸靜脈。4. 前主靜脈。5. 後主靜脈。6. 鎖骨下靜脈。7. 股側靜脈。8. 頸維管。9. 肝靜脈。10. 髂靜脈。11. 尾靜脈。12. 腎門脈。13. 肝門脈。14. 腹大動脈。15. 入鰓動脈(宗澤同上)。

腸、胰臟、生殖巢者爲前腸膜動脈 (anterior mesenteric a.)，至腎臟者爲腎動脈 (renal a.)，末至尾部者爲尾動脈 (第八十圖)。靜脈中由頭部而來者有下頸靜脈 (inferior jugular vein) 及前主靜脈 (anterior cardinal sinus) (=內頸靜脈)；由中部而來者，有尾靜脈，來自尾部，後分叉入腎臟，稱腎門脈 (renal portal vein)，由腎靜脈傾入左右二大血竇，稱後主靜脈 (posterior c. s.)。前後主靜脈會合，稱維埃管 (ductus Cuvieri)，入心臟之靜脈竇，又有自小腸等處來之靜脈，稱肝門脈，入肝臟，分成微血管，再由肝靜脈而入靜脈竇 (第八十一圖)。(5) 神經系統 腦可分嗅葉、大腦半球、間腦、視葉、小腦及延腦六部分；有腦神經十對。脊髓內分灰質與白質，在髓弧之內，脊神經分背根與腹根。脊梁兩旁，又有交感神經。感覺器有嗅器、視器、聽器、側線等。眼球構造，已臻完備 (參看第一百二十九圖 A)。耳僅有內耳，爲三半規管 (semicircular canal) 及前庭所組成，有內淋巴管 (endolymphatic duct)，通出頭部背面。歐氏管 (Eustachian tube)，則自噴水孔通入咽頭 (參看第一百二十七圖 A)。側線爲辨別水之極微震動之用。

(6) 泄殖系統 鯉魚之腎臟，爲一長扁葉狀體，大部分爲中腎，有輸尿管通入泄殖竇而排出體外。雄者有辜丸一對，有多數輸精小管，經中腎之前端，更合成一屈曲之輸精管 (又稱華爾芬管)，與一副中腎管

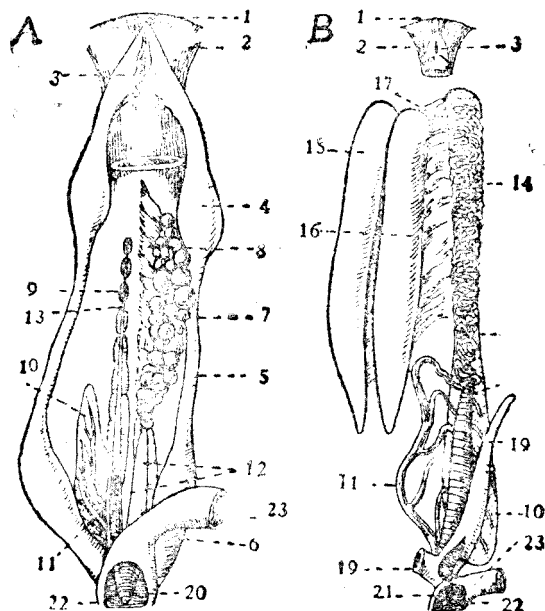


第八十二圖 鯉魚之腦 A. 背面觀。B. 腹面觀。I—X. 示腦神經根。1. 嗅葉。2. 嗅球。3. 大腦。4. 松果體。5. 第三腦室。6. 中腦。7. 小腦。8. 第五及第七對腦神經之分枝。9. 第四腦室。10. 延腦。11. 脊神經。12. 腦下葉。13. 腦下壁。14. 脈絡囊。15. 髓間葉。16. 脊髓 (錄自 Borradale)。

(accessory mesonephric duct)，共通入泄殖竇，而後入共泄腔，生殖物質，乃

(註) 腦下葉 (lobi inferiores)，脈絡囊 (saccus vasculosus)，髓間葉 (neuro-intermediate lobe)。

由其泄腔經交配器(在腹鰭之內側)導出。雌者有一大卵巢(左卵巢退化),懸於背壁,輸卵管(又稱墨勒管 Mullerian d.)前端有一漏斗,在肝臟之前方,後半部之膨大處,稱為子宮,通入其泄腔。雌者亦有與華爾芬管 (Wolffian d.)相當之管,惟已退化,其輸尿管亦為副中腎管,與雄者相同(第八十三圖)。



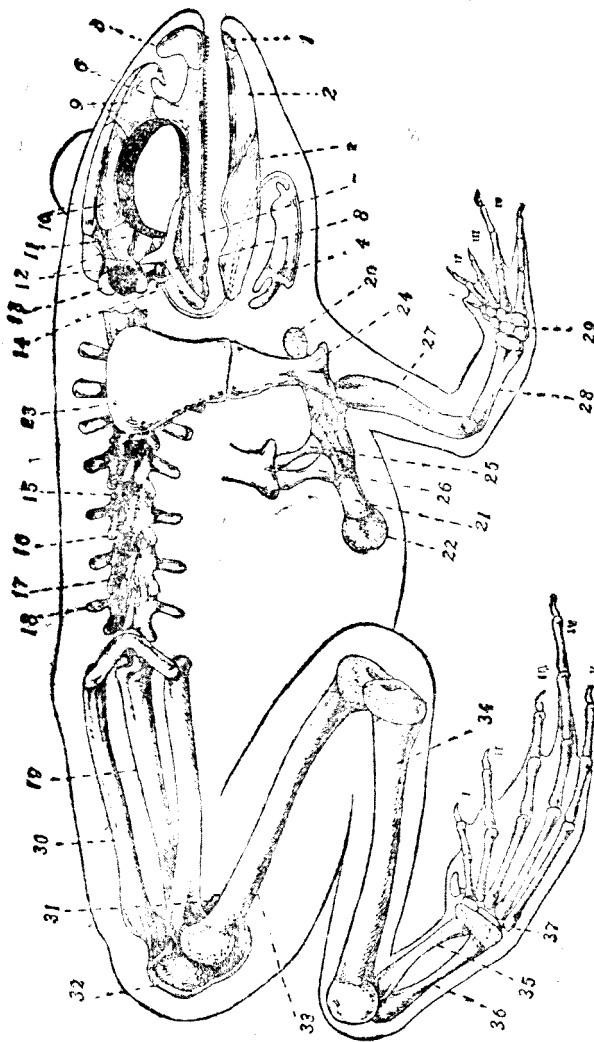
第八十三圖 鯊魚之生殖系統 A. 雌性腹面觀。B. 雄性。1. 肝之韌帶一小部分。2. 食道。3. 卵管內口(雌性為殘跡)。5. 壳腺。5. 輸卵管。6. 子宮。7. 卵巢。8. 卵巢系膜。9. 腎(前半部)。10. 腎(後半部)。11. 輸尿管。12. 尿管。13. 華爾芬管(殘跡)。14. 華爾芬管(即輸精管)。15. 睪丸。16. 睪丸系膜。17. 輸精小管。18. 儲精囊。19. 精囊囊。20. 尿乳頭。21. 泄殖乳頭。22 共泄腔。23. 直腸(據自 Bourdaille 稍改)。

寅、蛙 *Rana nigromaculata* Hallowell

(一)外部形態 全體分頭及胸二部。頭部闊而扁,前端有闊口,由上下顎形成。前端之背面有二鼻孔,與口腔相通,便於出水呼吸。眼在頭之兩邊,有能動上眼瞼 (upper eyelids) 及不能動之下眼瞼。在眼之下方,又有一薄膜,稱瞬膜 (nictitating membrane), 可自下方上引,遮蔽眼球。眼之後方,有一圓區為鼓膜,為魚類所無。頭部未發達。胸部包括胸、腹二部,後端為共泄腔

之口。足有兩對，前肢較短，後肢甚長。前肢分上膊、前臂、腕、掌及指五部分，後肢亦分大腿、小腿、跗、蹠及趾五部分。趾間有蹼相連，便於游泳。皮膚光滑，無鱗甲，多黏液腺，其分泌物可潤澤皮膚，又多色素細胞，可隨境地而變其色澤。雄者有二聲囊，在口角之後，前足之拇指隆腫，均可稱為第二性特徵。

(二) 內部解剖 (1) 骨骼 (A) 骨骼之來源 在胚胎初期，僅有脊索及結締組織，以支撐身體。至蝌蚪時期，全副骨骼，由軟骨組成，脊索地位，亦替以軟骨，在前端形成軟骨頭顱 (簡稱髓顱 chondrocranium)，有腦殼、嗅器囊、聽器囊諸部分，脊髓亦發生軟骨之椎骨，待以後變態完成時，由中胚層發生而來之造骨細胞侵入軟骨，分泌膠狀物質，充塞細胞間，并雜以石灰質，乃成硬骨，稱為髓成骨 (cartilage bone)；當造骨細胞侵入時，血管與神經，與之俱進，故硬骨亦可得養分氧氣及感覺，與其他生活物質相同。硬骨除由軟骨產生外，尚可由皮下結締組織骨化而成，是項硬骨，稱為膜成骨 (membrane bone)。(B) 骨之種類 骨骼亦可分為三種 (a) 中軸骨 中軸骨可分頭骨、脊梁及胸骨數部分。頭骨 蛙之頭骨，一部分仍為軟骨，一部分由原有軟骨骨化，變成硬骨，即為髓成骨，又有一部分由皮下結締組織骨化成為膜成骨。由髓骨形成者，在頭部有蝶篩骨 (sphenethmoid)、中篩骨、外枕骨、耳前骨等。由膜骨形成者，如頭殼頂之額頂骨 (fronto-parietal)，頭殼下W字形之副蝶骨 (parasphenoid)，鼻腔上三角形之鼻骨，鼻腔下側之動骨等。脊梁 脊梁由九個椎骨及一尾桿骨 (urostyle) 組成。每椎骨有一椎體，由脊索周圍之軟骨長成，前凹後凸，以相銜接，上生髓弧，在背側相接，以成保護神經索之構造。弧之兩旁，有一對橫突，與短而軟之肋骨相接，背頂中央，生一髓棘 (neural spine)，在弧之背兩側，前後各生一對關節突，前關節突 (prezygapophysis) 之背面及後關節突 (post z.) 之腹面均平，俾相隣兩椎骨前後突起，得相連接。第一椎骨無前突，而有二窩，以與頭骨之枕髁 (occipital condyle) 相接。第九椎骨，或稱荐骨 (sacral)，兩橫突大而扁，以便與腸骨 (簡稱髌) 相接；椎體前凸，而後又有二凸面，以與尾桿骨之二窩相接。尾桿為一長條之骨，由蝌蚪尾部之脊索變成。(b) 胸骨 蛙類之胸骨，直行排列於腹面正中線，兩側與肩帶骨相接，前有上胸骨，後有胸骨，均成硬骨矣。(c) 臟骨 臟骨為七對臟弧所形成，如上下頷骨、舌骨、鰓弧骨、耳骨等。上顎原為第一對臟弧背側部之軟骨，稱腭翼方軟骨 (palato-pterygoquadrate)，後為腭骨、翼骨及方軛骨三膜成骨所覆蓋，更由外側膜骨之前額



第八十四圖 蛙之骨骼(右側觀(稍偏背側觀,左側肩帶,稍向下移) I—V. 示指趾數。1. 下頰軟骨。2. 齒。3. 夾板軟骨。4. 舌骨。5. 前頰骨。6. 上頰骨。7. 槓骨。8. 齶狀骨。9. 鼻骨。10. 額頂骨。11. 耳前骨。12. 外枕骨。13. 枕環。14. 耳柱骨。15, 16. 前後關節突。17. 聽轉。18. 橫突。19. 尾棒骨。20. 前肩骨。21. 胸骨。22. 劍胸骨。23. 上肩胛骨。24. 肩胛骨。25. 鎖骨。26. 馬鞍骨。27. 趾骨。28. 趾骨。29. 趾骨。30. 趾骨。31. 趾骨。32. 趾骨。33. 趾骨。34. 趾骨。35. 趾骨。36. 趾骨。37. 趾骨(讀者圖)。

骨及上頰骨,形成有功用之上顎。下顎原為第一鰓弧之腹側部軟骨,稱默克軟骨 (Meckel's cartilage), 後為齒骨夾板骨等所覆蓋,以與腦殼方骨相接。舌骨前半部,為第二弧形成,後半部或為第四弧變成,以助舌之活動及口底升降。第二弧背側部分引入耳器,以成耳柱骨 (columella), 其餘鰓弧骨,

則爲喉骨及氣管軟骨。(c)附肢骨 附肢骨由肩帶腰帶及四肢骨所組成。肩帶分肩胛骨(簡稱肩)及與胸骨相接之二骨,前爲鎖骨(clavicle),爲膜成骨,後爲鳥喙骨(coracoid),乃爲髓成骨也。前肢爲一肱骨(humerus)、一橈尺骨(radio ulna)、數腕骨(carpus)、五掌骨(metacarpus)及指骨(phalanx) II/2, III/2, IV/3, V/3 所組成。腰帶分腸骨(ilium)、恥骨(pubis)及坐骨(ischium),恥骨、坐骨向背方會合而成對,恥骨在下,尚爲軟骨,後是爲一腿骨(femur)、一脛腓骨(tibio-fibula)、二塊較長之踝跗骨(astrozalus)及腓骨骨(calcaneum)、三塊小跗骨(tarsus)、五塊趾骨(metatarsus)及趾骨(phalanx) I/2, II/2, III/3, IV/4, V/3 所組成(參看第八十四圖及一百零二圖)。

(2)肌肉 (A)肌肉之種類 肌肉因構造之不同,可分橫紋肌(striated m.)、平滑肌(smooth m.)及心臟肌(cardiac m.)三種,後二種均不隨意肌,腸胃膀胱心臟等肌肉屬之。橫紋肌爲隨意肌,腸壁及四肢之肌肉屬之。在魚類爲肌節,構造較爲簡單,至於陸類,身體較爲特化,更爲適應各項之活動,故身體各部之肌肉,亦漸趨繁複,僅有一部分尚保持其原始肌節之情狀。爲篇幅所限,不能將全體肌肉,一一說明,祇能就一般情形略論及之。(B)肌肉之名稱 每條肌肉中間多肉部分,稱肌體,兩端有腱或膜以附着於骨骼,凡附着較固定一端,稱起點(origin),較活動之一端,稱着點(insertion)。例如後足之腓腸肌(musculus gastrocnemius),起點在股骨之末端,着點在跗部。肌肉每以其收縮所發生之結果,分爲 (a)內轉肌(abductor),即肌肉收縮時,能使肢體向身體之中線集合者,如腿之薄股肌(m. gracilis)、半膜肌、半膜肌等是。(b)外轉肌(abductor) 即收縮時引肢體遠離體中線者,如腿之三頭股肌等(m. triceps femoris)。(c)伸肌(extensor) 即收縮時使肢體伸直,如三頭肱肌(m. triceps brachii)收縮時,可使手臂伸直。(d)屈肌(flexor) 即收縮時使一部引向他部折曲者,如二頭肱肌,使臂屈向上轉。(e)升肌(levator) 即收縮時,使某部升高,如顳肌(m. temporalis)及嚼肌(m. masseter),使下顎升高而口緊閉。(f)降肌(depressor) 即收縮時使某部降低,如二腹肌(m. digastricus),使下顎下降而張開。(g)轉肌(rotator) 即收縮時,使某部向他部旋轉,如大腿之外髂骨肌(m. iliacus externus),可使腿向前轉動。肌肉之命名,各各不同,以形狀名者,如三角肌(m. deltoideus)是,以地位名者如胸肌、外腹斜肌

(m. obliquus abdominis externus) 及內腹斜肌是，以作用名者，如屈跗肌(m. flexor tarsi) 是。此外更以起點着點名者，如烏喙肱肌(m. coraco-humeralis) 是。

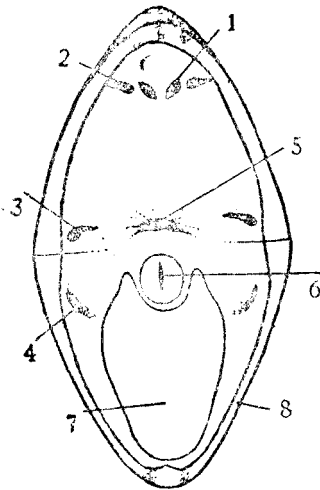
(3) 消化系統 (A) 消化系統之變遷 消化管之兩端，如口腔及肛門內面之上皮，為外胚層所形成，如食道、胃、腸，內面一層則為內胚層所形成。

食道下端擴張成胃。腸之前端有二囊狀物凸出，一為肝臟，一為胰臟，二者後與腸分離，均有管通入十二指腸。蝌蚪為食草動物，其腸甚長，盤旋於腹腔中，待成長時，變為肉食動物，腸亦變短。

(B) 蛙之消化道 口腔寬大，底部有一內向之舌，舌分二叉，可自由翻出，捲攪昆蟲。前上方有二內鼻孔，以通外鼻孔，後端接咽頭。兩旁有二歐氏孔，以通中耳。雄者復有二聲囊孔，用以吸氣作聲。咽頭之腹側，有一裂口，通入氣管，稱喉門(glottis)，背側有孔，則通食道。食道下接一胃，胃上端較寬，為噴門部(cardia)，下端狹而長，為幽門部(pylorus)，胃與腸分界之處，有括約肌(sphincter)，成一環溝。十二指腸上接幽門括約，與胃並行，但較胃為短。下接之小腸，稱迴腸，亦不甚長，更後接甚大之大腸，或稱直腸，

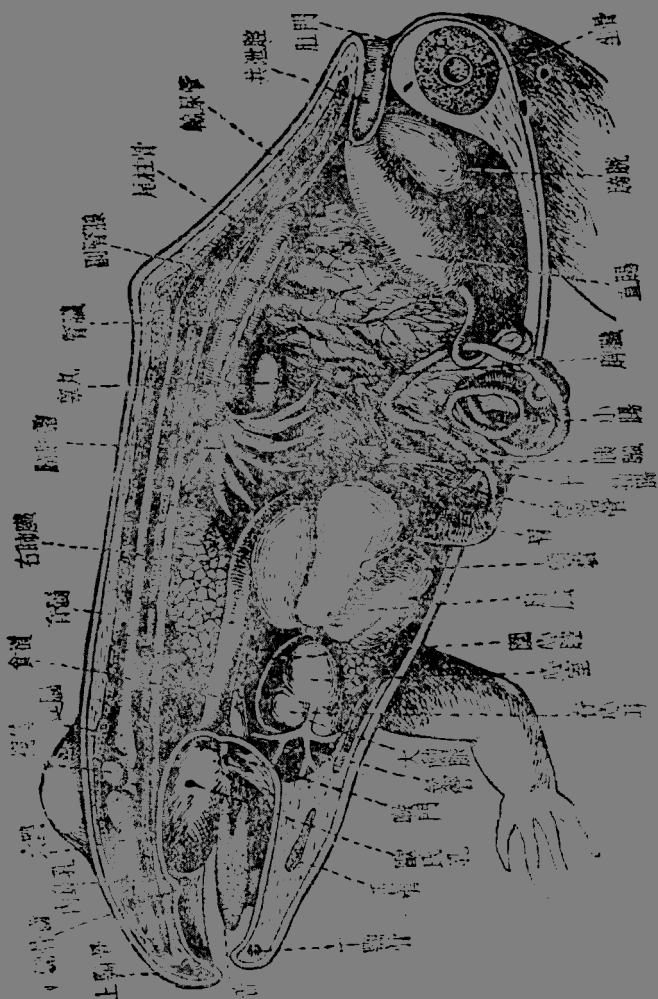
通入其泄腔。消化道以腸系膜(mesentery)，懸於背壁，血管與神經，即沿膜而分布入內。(C) 消化腺 肝臟為最大之腺體，由二葉合成，前端有韌帶，懸於腹腔前背部，有一膽囊(gall bladder)，介於二葉肝之間，色暗綠，由一輸膽管，下行經胰臟入輸胰管。胰臟狹而長，色淡紅，分成不規則之小葉，位於十二指腸之背側。輸胰管與輸膽管會合後，入十二指腸之中部，食物在十二指腸與迴腸內，作完善消化，消化後物質，即由腸膜細胞吸收，分布全身，以為營養。

(4) 呼吸系統 (A) 呼吸器之變遷 初期之蝌蚪，在頭之兩邊，各有三個分枝之外鰓，以為呼吸，不久鰓蓋由前向後生長，外鰓隱退，而變成四對內鰓，水由口入，由腹部之一鰓孔(偏左)流出。待變態完成時，出水行陸地生活



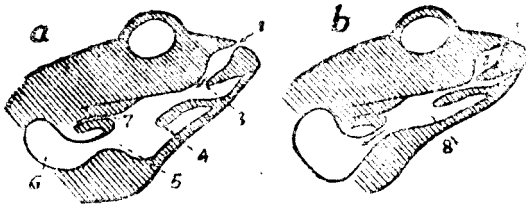
第八十五圖 蛙之口腔展開圖

1. 鈎骨齒。 2. 內鼻孔。 3. 歐氏孔。 4. 聲囊孔。 5. 食道口。 6. 喉門。 7. 舌。 8. 下顎(由Holmes 改變)。



圖八十八 蛙之解剖，由中央剖開，左示腹面，右示背面，內臟各器宜(著者圖)。

時，內鰓消失，由咽頭腹側向下生長之二葉，變成肺囊。(B)蛙之呼吸器主要之呼吸器為二肺囊，中空，壁多微血管，位於體腔之前部。在肝與心之前面，兩囊至近喉頭會合，成一均勻粗之喉頭氣管腔 (laryngo-tracheal chamber)，為高等動物氣管之先導。其壁軟骨所支撐，為蝌蚪最後之鰓蓋所變成。該腔由裂變之喉門，通入咽頭。呼吸時，口緊閉而口底下降，外界之

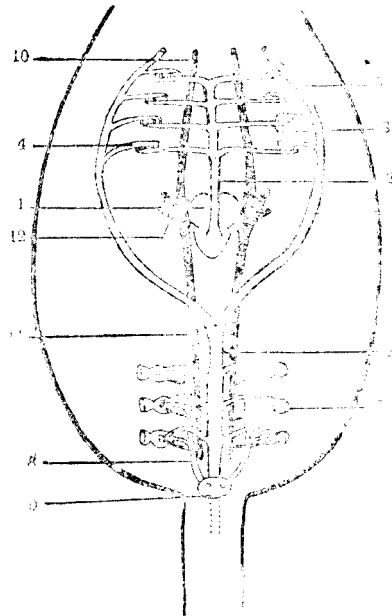


第八十七圖 蛙之呼吸動作 a. 圖示鼻孔張開，吸氣入口腔。 b. 圖示鼻孔閉閉，頰部高升，口中空氣被迫入肺囊之狀。 1. 外鼻孔。 2. 鼻瓣。 3. 內鼻孔。 4. 舌。 5. 喉門。 6. 肺囊。 7. 食道口。 8. 口腔 (錄自 Hegner)。

而成皮下靜脈，不直接通入心臟，而入鎖骨下靜脈，由此靜脈，再入右心耳。皮膚呼吸，據實驗統計，其碳酸氣約佔呼吸總量百分之十四云。

(5) 循環系統 (A) 循環器之變遷 蝌蚪之循環系統，與鯊魚相似。由心臟前行為腹大動脈，分成四對入總動脈(相當於內臟弧 III—VI 對)，再由出總動脈，入背大動脈。靜脈系統(前後各有二對主靜脈，由頤維埃管導入心耳。蝌蚪變態時，鰓退化而血管亦因之變化。第一對總動脈，變成頸動脈弧(carotid arch (第八十九圖 1)。第二對變成大動脈弧(aortic a.) (同圖 2)。第三對消滅。第四對變成肺皮弧(pulmo-cutaneous a.) (同圖 3)。二條後主靜脈，亦漸次消失。據謂僅後部存在。併合腎靜脈後，前行與新成立之後大靜脈(posterior vena cava)相接，後大靜脈行至肝臟前，與肝靜脈會合後，而入靜脈竇。二條前主靜脈，仍

空氣，由鼻孔引入，裝滿口腔，再因鼻瓣關閉而口底上升，被逼而入喉門，以達肺囊，復由腹肌之收縮，肺囊之氣，被驅而出(第八十七圖)，蛙尚有一種副呼吸器，即其皮膚，因蛙之皮膚既薄，又甚潤濕，適於交換氣體之用。缺乏氧氣之血，由皮下動脈滲至皮膚，分成微血管，再集合

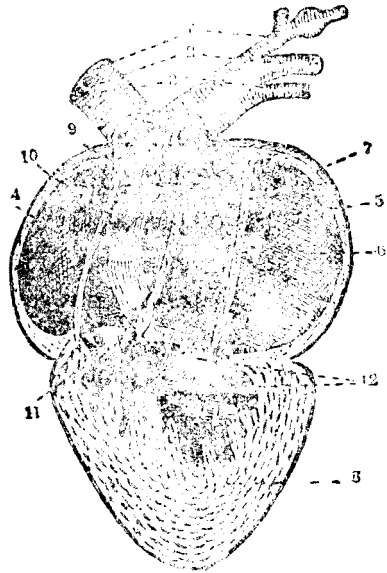


第八十八圖 早期蝌蚪循環及排泄系統圖解 1. 心。 2. 腹大動脈。 3. 入總動脈。 4. 出總動脈。 5. 頸動脈。 6. 背大動脈。 7. 前腎。 8. 前腎管。 9. 共泄腔。 10. 前主靜脈。 11. 後主靜脈。 12. 頤維埃管 (錄自 Whitfield and Wood 稍改)。

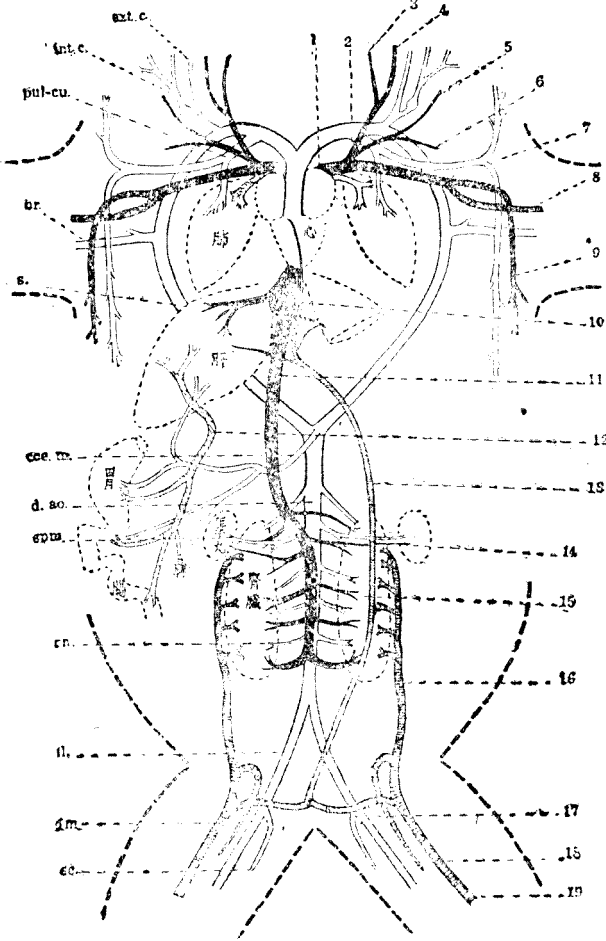
爲內頸靜脈。內外頸靜脈及鎖骨下靜脈會合後，稱前大靜脈 (anterior v. c.)，亦入靜脈竇。(B) 蛙之循環器 可分心臟、動脈系統、靜脈系統及淋巴系統述之。(a) 心臟 心臟由圍心膜包入圍心腔內，其地位約在鎖骨之上方，有一靜脈竇、左右心耳、一心室及一心臟球 (conus arteriosus)。濁血由靜脈竇通入右心耳，鮮血由肺靜脈入左心耳。左右心耳在魚類不隔開，在蛙類完全隔絕，由一共同之耳室孔，通入心室。

心室之壁甚厚，由肌肉組成，故富伸縮力，放弛時，將心耳中之血引進，收縮時，又將室內之血射出，而入心臟球，心臟球在心室右邊之上端，具三個半月瓣 (semilunar valve)，所以阻血倒流也。斜沿心臟球而上，更有一縱瓣，所以使鮮濁之血隔開。心臟球外接動脈球 (bellus arteriosus)，以一半月瓣及縱瓣頂端，爲此二球分界之處。動脈球通常稱爲動脈幹 (truncus a.)，前行分二支，每支由三弧合成，前爲頸弧，中爲系統弧 (或稱大動脈弧)，後爲肺皮弧。三者阻力各異，鮮濁之血得以分開，頸動脈最大，肺皮動脈最小；濁血近心臟球，故得先入球內，心室收縮之初，球內血壓，低於系統弧及頸弧，且對於心瓣上所施之壓力，使不能完全張開，故濁血得先流入肺皮弧。

至收縮之末期，壓力增高，而能張開數心瓣，同時縱瓣又掩蓋肺皮弧之口，以阻血之流入，故球內之血，此時清濁混合，循阻力較次之系統弧而流，至軀幹各部，至收縮之末期，壓力更高，始將左心耳進來之鮮血，壓入頸弧而至頭部。如是，肺皮弧所得者，爲全濁血，系統弧所得者，爲半濁血，頸弧所得者，爲全鮮血。故腦及感覺器官所得者，全爲鮮血也。(b) 動脈系統 蛙類具三對之動脈弧，一至肺皮部爲肺皮弧，即爲肺皮動脈，均爲濁血。一爲系統弧，二



第八十九圖 蛙之心臟，由腹面剖開 1. 總頸弧 2. 系統弧 3. 肺皮弧 4. 右心耳 5. 靜脈竇入口 6. 左心耳 7. 肺靜脈入口 8. 心室之壁 9. 動脈球外端半月瓣 10. 中間之壁 11. 內端之半月瓣 12. 耳室孔 (著者圖)

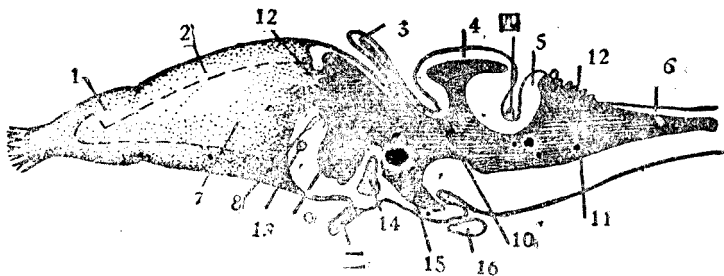


第九十四圖 蛙之循環系統腹面觀 左邊羅馬字母，示動脈名稱縮寫。右邊阿拉伯數字，示靜脈（白色者為動脈，黑色或線條者為靜脈）。
 動脈系統 bc. 肱動脈。 coe. m. 腔膜動脈。 d. ao. 背大動脈。 ext. c. 外頸動脈。 fm. 股動脈。 il. 髂動脈。 int. c. 內頸動脈。 pul-cu. 肺皮動脈。 rn. 腎動脈。 s. 系統動脈。 sc. 腎動脈。 spm. 精巢動脈。
 靜脈系統 1. 前大靜脈。 2. 肺靜脈。 3, 4. 外頸靜脈（3. 舌靜脈，4. 上頸靜脈）。 5. 內頸靜脈。 6. 肩胛骨下靜脈。 7. 鎖骨下靜脈。 8. 肱靜脈。 9. 肌皮靜脈。 10. 肝靜脈。 11. 後大靜脈。 12. 肝門脈。 13. 腹靜脈。 14. 精巢靜脈。 15. 腎靜脈。 16. 腎門脈。 17. 盆骨靜脈。 18. 腎靜脈。 19. 股靜脈（著者圖）。

動脈弧後行至圍心腔後方，會合而成一背大動脈，未會合前，每邊分支入前足，為鎖骨下動脈 (subclavian artery)，亦有至食道及椎骨者。大動脈又分數支，如腔膜動脈 (coeliaco-mesenteric a.)，又分成腔動脈，至肝臟胃等處，腸膜動脈至腸、脾及直腸等處。又如腎動脈、生殖巢動脈，至腎臟及生殖巢。又有一小後腸膜動脈 (p. mesenteric a.)，至直腸、子宮等處。最後分成髂動脈 (iliac a.) 分布腹壁、直腸、膀胱等處，又分股動脈 (femoral a.) 至腿之前面，臀動脈 (sciatic a.) 至臀部及後足。頸弧即由一總頸動脈分為一小支外頸動脈 (或稱舌動脈)，至下頰及口腔等處，與一內頸動脈至腦、眼及膠等處。(c) 靜脈系統由頭部回來

之靜脈，有外頸靜脈，來自舌及下顎等處，有內頸靜脈(internal jugular v.) (內頸靜脈與肩胛下靜脈會合稱無名靜脈 innominate v.)，來自腦及額等處。由前足回來之鎖骨下靜脈及由體壁回來之皮下靜脈，會合後成前大靜脈。左右二條前大靜脈，最後注入靜脈竇。由後足回來之靜脈，分為二支，一入腎臟者，為腎門脈，一由腹壁中央前行至肝臟，為腹靜脈 (abdominal vein)。入腎臟之血管，由微血管集成數腎靜脈，及自生殖巢來之生殖巢靜脈，復注入後大靜脈。後大靜脈前行會合肝靜脈，而入靜脈竇。由胃、腸、脾、胰等處而來者，為肝門脈，入肝臟後分成微血管，再由肝靜脈注入後大靜脈。由左右兩肺回來者，為肺靜脈，即肺中之鮮血，由此運回心臟，復循環全身。(d) 淋巴系統 淋巴液 (lymph) 無色，管壁又薄，故淋巴系統，不若血管之顯著，但在蛙類，亦頗發達。淋巴竇即為淋巴管膨大之處，皮下之淋巴間隙尤多。背大動脈，即為一脊下淋巴管 (subvertebral sinus) 所包圍。淋巴液由二對淋巴心 (lymph-hearts)，時伸時縮，傾入靜脈，一對在上肩胛骨之下，一對在尾桿骨後端之兩旁。

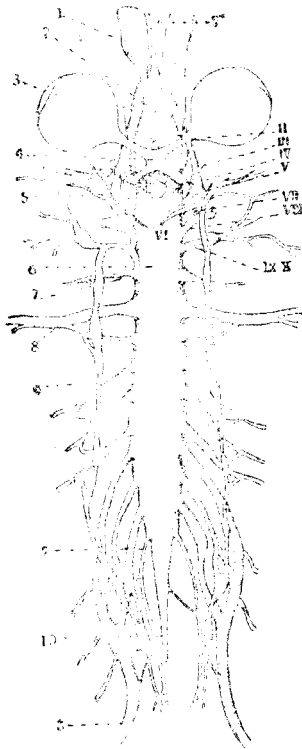
(6) 神經系統 神經系統，可分為中央神經、周邊神經、交感神經三系統及與神經系統有關之感覺器，茲分述之：(A) 中央神經 可分腦及脊髓二部分。腦在發生初期，神經管前端稍膨大，形成腦及腦室。以後分為前腦、中腦及後腦三部分。前腦之前端，為兩嗅葉及其後之大腦。大腦成兩半球，由纖維連繫之，其皮層增厚，較魚類為發達，故行為亦較進步。兩大腦半



第九十一圖 蛙之腦，大腦後部及其他部分示中剖面，左側觀 1. 嗅葉。2. 大腦。3. 松果體。4. 中腦。5. 小腦。6. 延腦。7. 第一腦室。8. 孟氏孔。9. 第三腦室。10. 薛氏水管。11. 第四腦室。12. 前及後脈絡叢。13. 前連接。14. 視交叉。15. 腦廝。16. 腦下腺。一、二、四、示腦部分著者圖，參考 Wiedersheim)。

球內之空腔，稱第一及第二腦室，後有孟氏孔 (foramen of Monro) 與間腦之第三腦室相通。前腦之後部分，稱間腦 (diencéphalon)，半為大腦所遮蔽。背面有腦上腺 (pineal gland) 之柄，即為中眼之遺跡，前有一孔為脈絡叢所掩蓋，腹面有視交叉 (optic chiasma)，為視神經交叉之處，稍後有一垂體，稱腦卮 (infundibulum)，接以腦下腺 (pituitary g.)，腦下葉與脈絡叢均已退化。中腦即為二視葉。後腦之前端，為一極狹之小腦。但大部分成為

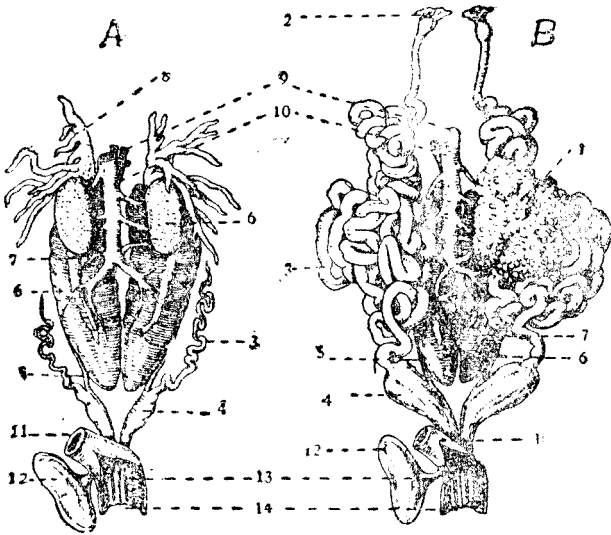
延腦，上亦有一孔，亦為脈絡叢所掩蓋，內即為第四腦室，第三與第四腦室之間，經過中腦一段，稱薛氏導水管 (aqueductus Sylvii)。脊髓為一神經總幹，前接延腦，後達體之後端，中空，稱中央孔。延腦下部，即與脊髓相似，外部為白質 (white matter)，內部為成日形之灰質 (grey m.)，灰質由神經細胞組成，白質則多為纖維也。(B)周邊神經 凡神經由中央神經發出而分布於周身者，統稱周邊神經，如腦神經共有十對，依次命名，即為嗅、視、動眼、滑車、三叉、外旋、顏面、聽、舌咽、迷走等神經。有專為感覺功用者，如視神經、聽神經是。有專為動作功用者，如動眼神經、滑車神經是。有兼感覺動作功用者，如三叉神經、顏面神經是。脊神經亦僅有十對，各分背根及腹根。第一對運至舌及舌肌等處。第一至第六對，分布於前足及腹壁等處。第七至第十對分布於腿部。(C)交感神經 蛙有二交感神經索，由頭部沿內頸動脈而至體腔，在背大動脈之兩側，各分成一串神經節，每節接受由脊髓來之交通支 (ramus communicans)，再分布至血管及內臟各器官。(D)感覺器 (a)嗅覺器 第一對腦神經通入鼻腔，腔由外鼻孔與外界相通，由內鼻



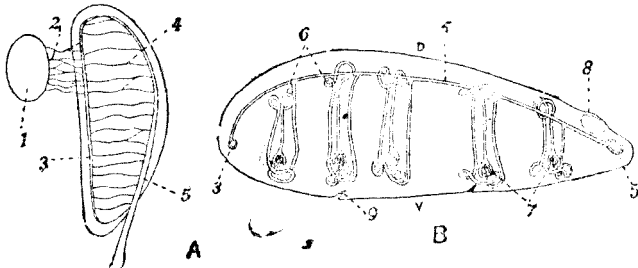
第九十二圖 蛙之神經系統 I-X。
示腦神經。V，第五對之顏枝。1. 嗅囊。2. 大腦。3. 眼球。4. 視交叉。5. 腦下腺。6. 延腦與脊髓分界處。7. 第一至第十對脊神經。8. 分布前足及後足神經。9. 交感神經鏈。10. 端囊(錄自 Shull 仿 Wiedersheim)。

孔通入口腔。鼻腔除嗅覺外，尚有呼吸功用。(b)視覺器 即爲二眼，第二對腦神經所連接。眼球壁由軟骨性之鞏膜、多血管及色素之脈絡膜及富感覺細胞之視網膜三層組成。眼球外面、有一層透明之角膜 (cornea)，內有一色素圈，稱虹膜 (iris)，虹膜中間之孔，稱瞳孔 (pupil)，瞳孔之內，即爲一品狀體 (lens)，由韌帶懸於鞏膜之外緣，分成前後二房。眼球之外有肌肉六條，便於牽動眼球。蛙類之品狀體，能向前後移動，又虹膜能伸能縮，其調節能力，均較魚類爲進步。(c)聽覺器 魚類僅有內耳，蛙類除內耳外，更有中耳。中耳爲噴水孔發達而成；外有一鼓膜，膜內有一耳柱骨，使外界聲浪得傳入內耳。又有一歐氏管，通入咽頭，使鼓膜內外之壓力，得以平均，是爲魚類所無。內耳爲半規管及前庭所組成。前庭又分一接半規管之橢圓囊 (utricle) 及一接副圓囊之豆狀囊 (sacculus)。豆狀囊有一小突起，魚類稱耳壺，蛙類較發達，稱耳蝸體 (cochlea)，爲高等動物耳蝸體之原始構造。聲浪之震動，即在豆狀囊及耳蝸體內所感覺。內淋巴管，在鯊魚身上，通於外界，蛙類則不通，且漸趨退化矣 (參看第一百二十七圖 B)。

(7) 排泄系統 (A) 排泄器 蝌蚪之排泄器，即爲一對前腎 (pronephros)，每腎備有三對體腔漏斗口 (參看八十八圖)，以通脈球。球內則多微血管，他端則由彎曲小管，通入每邊之前腎管，以至共泄腔而排出。在蛻變時期，前腎退化，而在前腎之後面，再生中腎 (mesonephros)，不復有體腔漏斗口，仍以前腎管之後部，作爲中腎管，以爲輸尿管，成長之蛙，即以中腎爲排泄器。在中腎之腹面中央，有長條之構造，即爲副腎腺 (adrenal gland)，爲內分泌之一器官 (第九十三圖 7)。(B) 雄生殖器 睾丸 (testis) 一對，作橢圓形，以腸繫膜懸於中腎之下方 (第九十四圖 1)，精液經多數輸精小管 (vasa efferentia) 而入中腎貝特管 (Bidder's canal) (同圖 3)，後經收集管而入中腎管。中腎管原爲華爾芬管，兼生殖排泄二種功用，此與鯊魚不同之處。(C) 雌生殖器 卵巢一對，由薄膜所包圍，懸於體腔中。卵成熟後入體腔，前行入輸卵管口。雌蛙之華爾芬管，專司排泄，爲真正之輸尿管。輸卵管原爲墨勒管，在雌蛙體內，尙留有殘跡 (第九十三圖 A, 4)。每管在肝臟前有一漏斗狀之口，成熟之卵由此流入 (同圖 B, 2)。管之前半部較細，甚迂曲，壁多腺體，分泌膠狀物質，以包裹成熟之卵。後部膨大爲子宮，以備藏卵子。末端開口於其泄腔。蛙類雖行交配，但受精仍在體外，又在生殖巢之前方，有一黃色而多分枝之脂肪體，爲備藏養料之用。

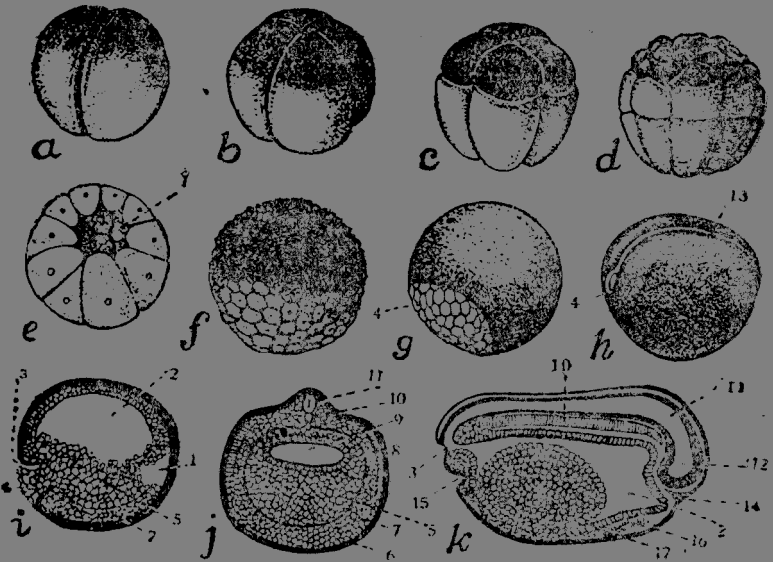


第九十三圖 蛙之泌尿系統 A. 雄蛙。B. 雌蛙，脂肪體已除去，膜面觀。1. 卵巢。2. 卵管內口。3. 輸卵管。4. 子宮(在雄性蛙體內為殘跡)。5. 華爾芬管(雄性兼輸精功用)。6. 腎臟。7. 副腎腺。8. 脂肪體。9. 背動脈。10. 後大靜脈。11. 直腸。12. 膀胱。13. 尿孔。14. 共泄腔(錄自 Woodruff 稍修改)。



第九十四圖 雄蛙之泌尿器官 A. 雄蛙生殖排泄各管之圖解。B. 腎臟之橫切面。D, V. 示背面及腹面。1. 精巢。2. 輸精小管。3. 貝特氏管。4. 收集管。5. 輸尿管。6. 細尿管。7. 腎小球(馬氏體)。8. 腎靜脈。9. 原腎口(錄自 Holmes)。

(三) 胚胎發生 (1) 分割 蛙之卵，可分植物性與動物性極二端，與文昌魚，同為完全分割，但蛙為不等分割 (unequal cleavage)，在八個細胞時



第九十五圖 蛙之初期發生 a—d. 分割期, e, f. 囊胚期 (e) 剖面, g, h, i. 原腸期, 動物性極細胞向下長, 而後內褶成原口及原腸, j, k. 早期蝌蚪之橫切及縱切面, 1. 卵黃栓, 2. 原腸, 3. 原口, 4. 卵黃栓, 5. 卵黃, 6. 外胚層, 7. 中胚層, 8. 內胚層, 9. 腸, 10. 脊索, 11. 神經索, 12. 腦, 13. 髓板, 14. 口道, 15. 肛門道, 16. 心臟, 17. 肝 (錄自 Marshall 等修改)。

期, 可見近植物性極之細胞特大, 而動物性極細胞較小, 分裂較速, 數目亦較多。(2)囊胚 在動物性極多色素之細胞, 因分裂特速, 細胞數目增加, 勢必向下生長, 以包圍植物性極。其中有一空隙, 稱為囊胚腔 (亦稱分割腔)。(3)原腸胚 多色素細胞在植物性極之一邊, 分裂更速, 並向下生長, 蓋住卵黃, 僅露一小塊植物性極之細胞, 即稱卵黃栓 (yolk plug) (同圖 4)。卵黃栓一邊細胞內褶 (invagination), 形成半月形溝, 稱原腸胚。因卵黃甚多, 其內褶與上述文昌魚不同。(4)三胚層形成 在原腸外面一層黑色細胞, 為外胚層, 陷入部分成內胚層, 形成原腸, 半月形之口為原口 (同圖 3), 即為原腸之口。在內褶未完成時, 靠近原口處, 在內外胚層之間, 發生中胚層。以後兩邊中胚層向背部長上, 分成體壁層與臟腑層, 中央處即為體腔, 原腸背側, 形成脊索。(5)髓板 (modullary plate) 髓板由原口會合之背側向前長成 (同圖 h, 13)。最初僅為一縱溝, 兩邊高脊者為側褶 (nl.

(olds), 以後髓溝下陷, 兩邊髓褶會合, 形成神經管, 前端爲腦, 成爲中央神經 (圖圖k, 11, 12)。(6)分節 因胚胎後端細胞增多, 身體變長。在神經管兩旁之中胚層, 特別增厚, 分成一段一段之體節, 變成肌節, 其餘器官, 亦有分節排列者。於是體內各種器官, 迅速發達, 而成幼蟲時期。前端頭部下面, 外胚層內陷, 形成口道 (stomodaeum), 下又有v形吸盤, 爲吸着之用。後端原口閉塞, 向後長成尾部, 腹側外胚層內陷, 形成肛門道 (proctodaeum), 兩端之腸, 乃與中腸相通。(7)外鰓期之蝌蚪 原口閉塞後, 向後長成長尾, 口端與中腸溝通, 口之下有一v形吸盤, 以爲吸着之用。皮多纖毛, 咽頭之外, 由皮膚生成三對外鰓, 多分支, 以營呼吸。腸內卵黃漸用罄, 乃食植物性食物。(8)內鰓期之蝌蚪 外鰓不久消退, 鰓裂之壁生成內鰓, 而成似魚之蝌蚪, 約過三四星期, 變態完成, 而爲陸棲之蛙。

參 考 書

(古羅動物學)

I. 普通參考書:

1. Daniel, J. F.: *The Elassmobranch Fishes*, 1928. (U. of C. Press).
2. Holmes, S. J.: *The Biology of the Frog*, 1938 (Macmillan).
3. Jordan, D. S.: *Fishes*, 1925 (Appleton).
4. Light, S. F.: *Amphioxus as Fisheries near the University of Amoy, China*, 1923. (Science, 58 pp. 57-60, 1922).
5. Newman, H. H.: *The Phylum Chordata*, 1939 (Macmillan).
6. (Authors): *The Cambridge Natural History*. (Macmillan).

II. 分類參考書:(註一)

1. Chu Yuanting (朱元鼎): *Index Piscium Sinensium*, 1931.
2. Gee, N. Gist & Moirlett: *A Key to the Birds of the Lower Yangtze Valley*, 1917, 王開時等譯: 長江流域的鳥類, 二冊(商務)。
3. Jordan, D. S.: *Manual of the Vertebrate Animals of N-E North America*, 1929 (World).
4. Reeves, C. D.: *Manual of the Vertebrate animals of N. and E. China*, excl. of birds, 1933 (中華書局)。

(註一)尙有國人所作專業論文或報告, 以及備載, 學者宜參考之。

第十五章 高等動物之解剖及生理

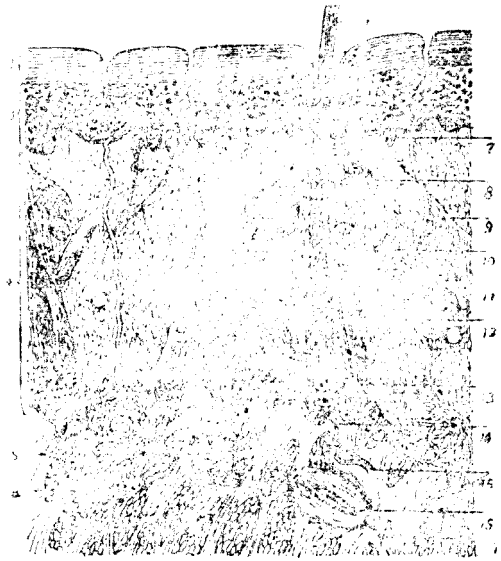
皮膚系統、骨骼系統、肌肉系統

哺乳動物，爲動物最高等之一綱，其器官系統，發達周備。人類屬哺乳綱之靈長目，兔則屬該綱之嚙齒目，高低之分，不啻霄壤，然就其構造與生理而言，兩者相差，亦復不遠。今以兔爲例，說明高等動物之形態及生理，並與下等脊椎動物如魚類蛙類相比較，以明動物進化之線索。間亦涉及人體解剖與生理，以示人類在自然界之地位。

第一 皮膚系統

一、皮膚之原始及演進 皮膚原爲感覺與保護之用。下等動物，僅有一層表皮細胞，其分泌物，有形成角質膜或外骨骼，以爲保護。脊椎動物之皮膚，分化更爲嚴密，可分表皮(epidermis)與真皮(corium)二層。表皮由外胚層變來，真皮則自中胚層發生而成。此與下等動物皮膚之不同也。

二、皮膚之構造 皮膚分表皮與真皮，已如上述。表皮又可分为角質層(stratum corneum)與生長層(s. germinativum)，最上一層或數層細胞多屬死亡，成角質層，有保護功用。時時脫落，由其下細胞生長而遞補之。下層較厚，細胞亦較多，即爲生長層。該層細胞分裂，最爲活動，可遞補死亡之細胞，亦可生長而爲毛髮爪蹄及其他各種構造。真皮則由結締組織組成，富於血管及神經，真皮之上層，往往多色素細胞，皮



第九十六圖 人類皮膚之切面 1. 老幹 2. 角質層 3. 生長層 4. 真皮 5. 汗腺 6. 皮下脂肪 7. 觸球 8. 油脂腺 9. 神經 10. 壓毛乳 11. 血管 12. 毛根內鞘 13. 毛根球 14. 毛乳頭突 15. 分布乳頭突及汗腺之動脈管 16. 柏氏球(著者圖)。

膚之色素。即由此生成。下層則多脂肪組織。或較疏之結締組織，與肌肉劃分。

三、皮膚之生長物

(一)毛 毛之產生，與鱗甲羽毛等相同，均為表皮之產物。最初由生長層細胞加厚而成錐狀物，下陷而入真皮，此中特殊細胞，加速分裂，而生成毛。毛之基部為根。與其周圍之鞘，合稱為毛囊 (hair follicle)，在真皮內有油脂腺及平滑肌，平滑肌在毛之斜面，與毛囊相接，可以豎聳毛髮。毛囊之基部，有一乳頭，為真皮來源，有供給毛之養分功用。毛之本體則稱為幹 (shaft)。幹之切面，可分中央之髓部 (medulla)，與外圍較厚之皮部 (cortex) 及一薄層之角質 (cuticula)。

(二)爪 哺乳動物，四肢之指或趾之末端，均有爪蹄等構造，亦為表皮變成之物，爪之產生，由生長層細胞繼續生長，以產生此角質之爪。或加厚而成蹄，或變扁而成指甲。就其功用而言，至為繁多，或為保護趾之末端，或作行走攀援，或捕攫他物之用。

(三)油脂腺 油脂腺 (sebaceous gland) 為囊狀腺體，分布於毛髮之根部，分泌脂肪，藉以潤澤毛髮及皮膚 (第九十六圖)。

(四)臭腺 臭腺 (scent g.) 或與性有關，亦為囊狀腺體，為油脂腺之變相。鼫鼠有肛門腺，鹿有眼下腺，熊及麝有陰莖腺，兔則有陰門腺，多為引誘異性之功用也。

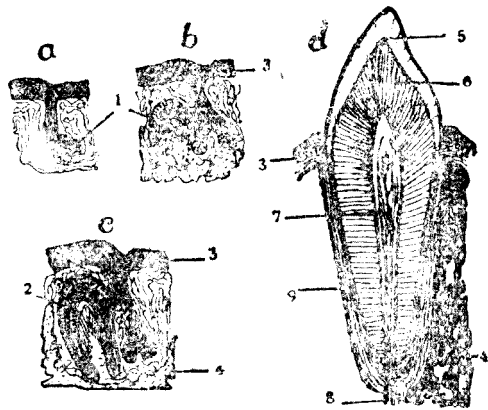
(五)汗腺 哺乳動物，始有汗腺。汗腺為簡單之管狀腺體，開口於皮表，下端之管，捲曲成團，隱藏於真皮內，微血管纏繞於其上 (第九十六圖)。汗腺除可調節溫度外，尚能排泄血中鹽分及其他廢物。汗腺數目，各動物恆不同，人體汗腺，約有二百五十萬之多，兔因體多毛，汗腺則僅限於唇部。

(六)乳腺 乳腺 (mammary g.) 係複管狀腺體，為哺乳動物特有之構造，或為汗腺所變成，其發生之始，或與哺育嬰兒有關，有在腹部或在特別形成之囊中，有在胸部。鴨嘴獸無乳頭，分泌乳汁於體表，幼獸舐之，自袋鼠以上之動物，始有乳頭，可供嬰兒之吸吮。乳頭之多寡，各動物差異甚大。人類胸部有二乳頭，兔則有二對或三對，美洲袋鼠有二十八對之多。

(七)齒 就構造與來源而言，齒之發生，與楯鱗相同。有數種軟骨魚，楯鱗生入口中，即為牙齒，兩者連續不斷。至哺乳動物，分化最甚。分布於上下顎，有一個或數個之齒尖，或有成規律之紋面。又有齒根，鑲於頷骨之高內。

齒之生成，亦由生長層細胞，加速分裂，形成齒脊 (dental ridge) (第九十七圖 a, b, 1)，以後各自分離，下陷而入真皮，宛似倒置之杯。其周圍細胞形成琺瑯質 (enamel)，下面細胞為真皮細胞，團聚而成齒乳頭，其外層細胞分泌石灰質，形成齒質 (dentine)，中央部分，形成髓腔 (pulp)。

齒之構造，依外形言，可分三部分，露出之部分，稱齒冠 (crown)，藏於齒窩內者，稱齒根，兩部分之間者稱齒頸。若就剖面而觀察之，外面呈固之一層，琺瑯質，內為一厚層之齒質，較骨酪為密緻，間有輻射小道，最內為一髓腔，神經與血管通入其中 (第九十七圖 d)。



第九十七圖 齒之生長及構造 a, b, c. 齒之發生三期。d. 成長齒之剖面。1. 齒脊。2. 齒乳頭。3. 表皮。4. 顎骨。5. 琺瑯質。6. 齒質。7. 髓。8. 神經及血管。9. 齒根 (a, b, c 錄自 Parker and Haswell d 自 Walter)。

齒之更迭，各動物常有不同，有常常更換者，亦有終生不換者。在哺乳動物，通常為再出齒 (diphyodont) 性，一生有兩套牙齒，初生者為乳齒 (milk dentition)，長大時脫落，每齒之下，更生新齒，齒出而替代乳齒，稱恆齒。亦有少數為一出齒 (monophyodont) 性之齒，即一生僅有一套牙齒，如袋鼠數種嚙齒類 海牛 鯨魚等是。

齒之分化，至哺乳動物更為顯著，可分門齒、犬齒、前臼齒、臼齒數種。兔之上下顎，均生有齒，分成二種，前面之齒長而鋒利，宜於咬切，稱門齒，後面之齒，短而闊平，宜於咀嚼，稱臼齒。上下顎之齒，為數不同，如門齒 $\frac{2}{1}$ 、臼齒 $\frac{3}{2}$ ，犬齒 $\frac{3}{3}$ ，兔之齒公式為 $\frac{2.0.3.3}{1.0.2.3}$ ，即上顎為 16，下顎為 12，共為 28。人類上下顎之齒數相同，各為十六個，共計三十二個。其齒之公式為 $\frac{2.1.2.3}{2.1.2.3}$ 。

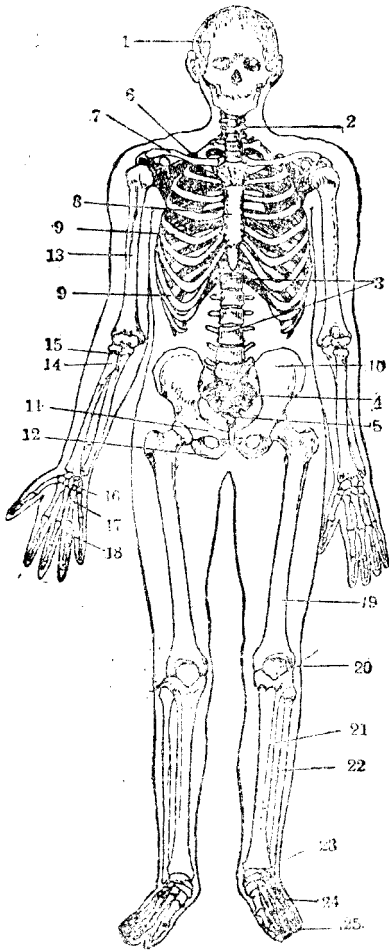
四、皮膚之功用 皮膚原為保護及感覺之用，然有用作呼吸功用者，如蚯蚓、蛙等是也。有為分泌毒汁或他物者，如毛蟲、蝸牛、蟾蜍等是也。哺乳動

物,除保護感覺分泌等功用外,更有排泄及調節體溫之功用。

第二 骨骼系統

一、骨骼之原始及演進 在胚胎學上觀之,骨骼原為一種結締組織,由胚胎期之中胚細胞間葉(mesenchyme)變化而成。就脊椎動物之系統發生論之,最初步之骨骼,在文昌魚則為圍脊索及神經索之纖維;在開口類,神經索兩旁之軟骨片,圍腦髓之圍殼及脊索四周之軟骨,均為骨嚮,在低等魚類如鯉魚等,全副骨骼,均為軟骨,自此以上之動物,始有硬骨。此種硬骨,一部分為軟骨變成,一部分則為膜骨變成,但有一部分之軟骨,成年時仍在存也。

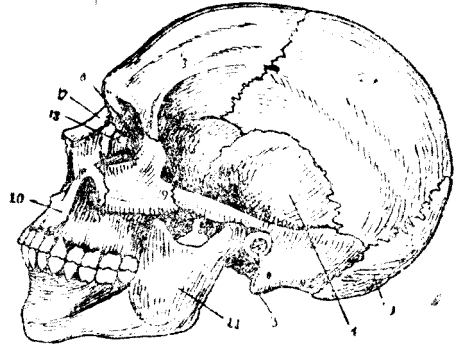
二、骨之種類 依地位而論,全身骨骼,可分下列各類。(一)脊梁 脊梁分類、胸、腰、荐、尾五部分。在人類頸部有七個椎骨,胸部十二個,腰部五個,荐部五個,尾部則為一個。第一椎骨為寰骨(atlas),成環狀,無椎體、橫突,成闊葉狀,前端有二窩,與枕髁相接。第二個為樞骨(axis),其椎體前端突出,橫突甚短,髓棘亦低。其餘椎骨之構造,約與蛙類相似,惟髓棘較高。前後關節突,較為顯著,其橫突在胸部之椎骨上,短而有二窩,與肋骨之二頭相接;腰部之椎骨,髓棘較短,橫突較長,其端無窩,至於荐椎骨,則結合為一,為薦骨(sacrum),尾椎骨在人類由胚胎四塊,合成一塊,名曰尾骨(coccyx),在兔類則甚多,尾之末端甚小,僅留尾盤一部分而已。(二)



第九十八圖 人體骨骼正面觀 1. 腦骨, 2. 頸椎, 3. 胸椎及腰椎, 4. 荐椎, 5. 尾骨, 6. 肩胛骨, 7. 鎖骨, 8. 胸骨, 9. 膈與假肋骨, 10. 腸骨, 11. 恥骨, 12. 坐骨, 13. 肱骨(上膊骨), 14. 15. 尺骨與橈骨, 16. 腕骨, 17. 掌骨, 18. 指骨, 19. 股骨, 20. 膝蓋骨, 21. 脛骨, 22. 腓骨, 23. 跗骨, 24. 趾骨, 25. 趾骨(著者圖)。

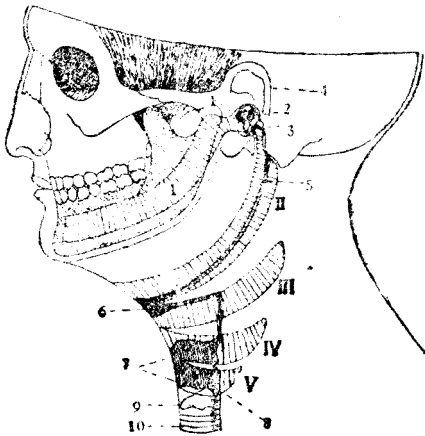
肋骨與胸骨 肋骨計有十二對，首七對為真肋骨，各有軟骨之端，與胸骨相接。其餘五對，不與胸骨相接，則稱假肋骨。胸骨在胸部腹面之正中央，為六節組合而成，在人類連合，而成三塊胸骨。

(三)**頭骨** 兔之頭骨，全為硬骨，各骨間有縫，老成時則不易辨別。頭面之骨，有額骨及頂骨，全然分清。鼻骨仍在鼻腔之上。在頂骨之後，大孔之上，為上枕骨，在大孔兩旁，則為外枕骨。有二枕髁，與第一椎骨相接。在眼窩之前為淚骨，其下為軛骨，內側前為眼蝶骨，後為翼



第九十九圖 人之頭骨，左側觀 1. 枕骨。頂骨。 3. 額骨。 4. 顳骨。 5. 顳骨之乳突。 6. 齒骨。 7. 鼻骨。 8. 淚骨。 9. 額突。 10. 上頷骨。 11. 下頷骨(錄自 Kimber, Gray and Stackpole)。

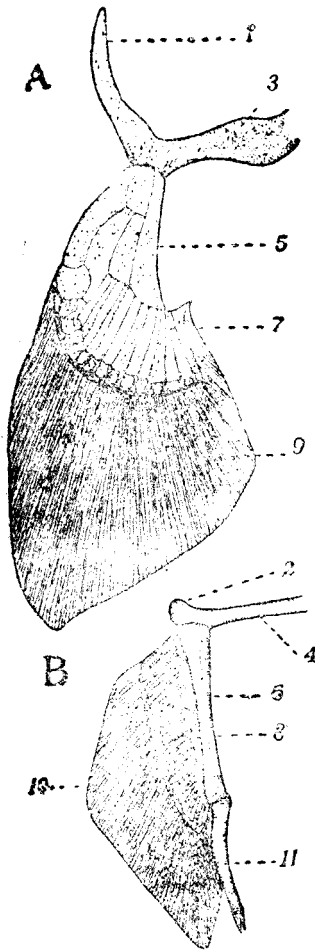
蝶骨。在聽囊之上，頂骨之下，為一鱗狀骨，有一支與軛骨相接。聽囊之外則為顳骨。頭骨下方，前為前上頷骨及上頷骨，近內鼻孔之前後，為腭骨，上頷骨及腭骨組成硬腭(hard palate)；內鼻孔，中間為鋤骨，孔後中央為前及基蝶骨(basisphenoid)，兩旁則為翼骨。翼骨(ptyergoid)在下等動物甚大，在哺乳動物則縮成一小骨。蛙類之副蝶骨，為膜成骨，不復存在，而哺乳動物之蝶骨，則為髓成骨。枕骨則可分上下枕骨(occipital)。在人類，頭骨僅包括八骨，即一枕骨(上外及下枕骨至成體併合為一)、二頂骨、一額骨、二顳骨、一篩骨及一蝶骨。顏面及頷骨，則有十四，即二鼻骨、一鋤骨、二下鼻腔骨、



第一百圖 人之原始臟骨(I—V)以疏直線影表示其原始臟骨，以重點或垂直線影表示其所變成之骨。1. 槌骨。 2. 砧骨。 3. 鐮骨。 4. 耳骨。 5. 前角之莖突。 6. 舌骨。 7. 甲狀軟骨。 8. 披裂軟骨。 9. 環狀軟骨。 10. 氣管(錄自 Wiedersheim 稍改)

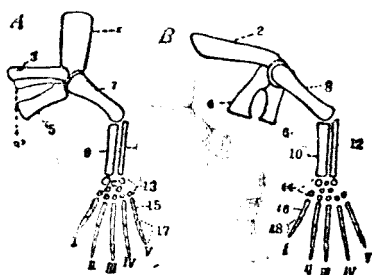
二淚骨、二顴骨(zygomaticus)、二脛骨、二上頷骨及一下頷骨。在耳內則

有槌骨、砧骨及鐮骨三塊。槌及砧骨爲第一弧背腹二部入耳變成。背部爲方骨變爲砧骨(incus),腹部爲關節骨,變成槌骨(malleus)、鐮骨(stapes)或仍爲兩棲爬蟲及鳥類之鐮骨,蛙類之耳柱骨,至哺乳類消滅,而以槌骨與砧骨代補之。頭骨上有多數之孔,如內鼻孔、視孔、枕大孔等,此外更有多數小孔,爲各神經及血管所通出者。(四)上下顎 上顎爲前頷骨及頷骨等合成。下頷骨在胚胎時爲默克氏軟骨,後爲數膜成骨包裹,至成體時,中間軟骨完全消滅,後端一部入耳爲耳骨,在哺乳動物,各骨完全結合,而成一下頷骨。(五)舌骨 舌骨本體成一橫板,爲舌基骨(basi-hyal)變成,有前後兩對角狀構造,前對爲第二弧(舌弧)變成;形成莖突(styloid process)與耳骨相接。後對或爲第一對鰓弧變成,較短。(六)肩帶及前肢骨 肩帶包含三骨,即背部之肩胛骨(簡稱髑)。胸部之鎖骨及烏喙骨。上爲上膊骨(簡稱肱骨),前臂有近大指側之橈骨(radius)與近小指側之尺骨(ulna)。腕骨八塊,掌骨五塊,指骨塊數,爲 I/2, II/3, III/3, IV/3, V/3。(七)腰帶及後肢骨 腰帶亦包含三骨,即腰部之腸骨(簡稱髌骨)。腹面前爲恥骨,後爲坐骨,兩者腹中線會合,形成骨盤(pelvis);大腿骨爲股骨,小腿骨爲脛骨及腓骨。跗骨七塊,蹠骨五塊,趾骨塊數爲 I/0, II/3, III/3, IV/3, V/3(人類爲 I/2, II/3, III/3, IV/3, V/3)。前後二肢各部分相當,如第一百零二圖所示,肩帶與腰帶及前肢與後肢各骨,互相對稱,均爲同原構造。



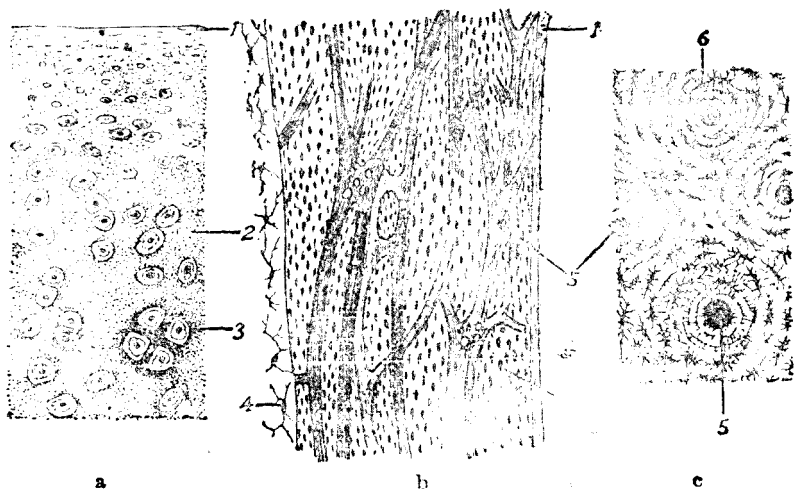
第一百零一圖 鯊魚之前後肢骨格 A. 肩帶及胸鰭。 B. 腰帶及腹鰭。 1. 肩胛骨部。 2. 腸骨部。 3. 烏喙骨部。 4. 坐骨部。 5, 6. 鰓基骨。 7, 8. 輻骨。 9, 10. 鰓條。 11. 鰓脚(支配器)(經自 Whitfield and Wood)。

三、骨之分化 骨骼可分髓骨及硬骨二種。髓骨由胚胎之間葉細胞變成。間雜以透明膠狀或纖維等基質，而骨細胞居其中，往往自行分裂，每圍有數細胞(第一百零三圖 a 3)。硬骨多鈣質，其造成之法，可分二種。一稱膜成骨，即由皮下結締組織骨化而成，如鱗狀骨等。一稱髓成骨，即造骨細胞闖入軟骨，分泌鈣質而替代軟骨，以成硬骨，如頭骨之枕骨即是。當造骨細胞分泌鈣質於膠狀基質之中，血管與神經與之俱入，造骨細胞散布於鈣基質中，每細胞有甚多之延長突起，使內部與外界得以交通。



第一百零二圖 脊椎動物前肢與後肢同原之圖解 a. 前肢及一半肩帶。b. 後肢及一半腰帶。1. 肩胛骨。2. 腸骨。3. 鎖骨。3'. 前鳥喙骨。4. 恥骨。5. 鳥喙骨。6. 坐骨。7. 肱骨。8. 股骨。9. 橈骨。10. 脛骨。11. 尺骨。12. 腓骨。13. 腕骨。14. 跗骨。15. 掌骨。16. 趾骨。17. 指骨。18. 趾骨(著者圖)。

四、骨之構造 骨之構造，即以硬骨作例說明。骨為鈣質組成，中空而為骨髓 (bone marrow)，最外圍以骨膜 (periosteum)，骨膜多結締組織組成，富有神經血管等。鈣質部分，仍混雜多數骨細胞，每細胞居一骨小窩



第一百零三圖 骨之構造 a. 髓骨。b, c. 硬骨縱切及橫切。1. 骨膜。2. 髓骨基質。3. 骨細胞。4. 骨髓。5. 哈佛生氏管。6. 骨小層(著者圖)。

(lacuna) 中，四周分出甚多突起，各細胞之突起，彼此連接。形成齒細胞之多數骨小窩 (lamella)。中央多有縱管，為血管所通過，稱哈氏管 (Haversian canal)。在縱切面中，可見得各管互相連接，外開口於骨膜，內則開口於骨髓，骨髓中則為網狀組織，雜有各種細胞，如骨髓細胞、紅血球、白血球及脂肪細胞等。

五、骨骼之生理 骨骼大部分雖為無機鹽類所組成，但亦多生活物質，如骨細胞、血管及神經，均分布於無機基質中，血管與神經，均可經圍骨膜、骨小窩、哈氏管等處，以入骨髓，故養料與氧氣，由此可以供給骨之內部，各種代謝程序與適應性，一如其他生活物質也。骨膜最為重要，不僅為血管及神經之通路，膜內細胞，且有造骨之功能，骨骼折傷，若骨膜緊貼骨上，則可產生新骨，恢復或彌補既失之部分，骨多鈣質，為堅固之組織，使完成支撐身體之功用。至於骨髓，除製造紅血球、數種白血球以及少數淋巴細胞等功用外，并可產生及毀滅骨之組織，蓋髓腔之大小，全賴骨髓細胞之活動也。

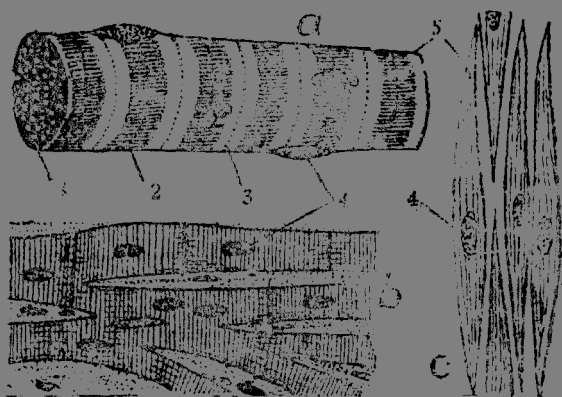
脊椎動物之骨骼，至少有五種功用。如 (一) 保護其他柔軟部分，如頭骨及脊梁，為保護腦及脊髓之用。胸骨為保護心臟及肺部等器官。(二) 為支撐全個身體之功用。蓋全身各組織，類多柔軟，倘無骨骼，一切行動，均極遲緩。高等動物，行動較敏捷者，因有骨骼以為支持。故骨骼為一支架，而其他一切器官，均附麗於此也。(三) 為肌肉附着之穩固面積。普通之體壁肌肉，可自由運動者，均附着於骨骼，如腿骨之髌、盆骨、肩胛骨等，面積增加，均為附着肌肉之用。(四) 為表現槓桿之作用。凡行動舉重等工作，多藉骨骼為槓桿，而肌肉與其體，則為力及支點等作用。(五) 製造血細胞即骨髓之骨髓組織，有製造血液之功用。

第三 肌肉系統

一、肌肉之原始及種類 肌肉係由纖維組成，而具有伸縮功能，就系統發生而言，肌肉最原始之形式為肌絲 (myofibril)，原生動物如纖形蟲之柄，富於伸縮性者，即由肌絲所組成。真正肌肉纖維之發生，或自腔腸動物始，如水螅之外皮及內皮細胞之基部，均附有肌纖維，使身體可以伸縮。較高等動物，如渦蟲、蚯蚓等之肌肉，導源於中腸層。在節足動物之翅與肢，因多運動，肌肉特別發達，成為橫紋肌。在脊椎動物，肌肉可分三種，即橫紋肌、心臟肌及平滑肌是也。

二、肌肉之構造 三種肌肉，在構造及生理方面，均各不同。平滑肌分布於消化道，子宮，膀胱等器官，收縮時，可使各器官蠕動，為不隨意運動。其細胞細長，作梭狀，有一胞核。細胞質中有縱纖維條，但無橫紋(第一百零四

圖c)。心臟肌組成心臟之壁，其細胞均短而闊，且多分支與相隣各細胞連接。雖有橫紋而不分明(同圖b)，亦為不隨意肌肉也。橫紋肌皆附麗骨骼，隨意志而行動作，故稱隨意肌。此種肌肉細胞，由細胞之肌肉纖維所組成，每纖維因核經多次分裂，故具數核，外圍細胞膜，稱肌纖維膜(sarcolemma)。內含多數小纖維(myofibrils) (同圖a, 1)，包含能收縮物質，橫紋顯著，由暗帶與明帶相間而成(同圖a)。



第一百零四圖 哺乳動物肌肉之構造 a. 橫紋肌之纖維。

b. 心臟肌之數細胞。c. 平滑肌之數細胞。1. 肌小纖維。2. 暗帶。3. 明帶。4. 胞核。5. 肌膜(各者同)。

每塊肌肉，若以橫切面觀察，多數肌纖維由結締組織包裹，組成肌束(fasciculus)，肌束外圍之膜，即為肌鞘(perimyrium)。由此多數肌束，合成一肌肉，包裹外面之結締組織，稱為筋膜(tunica)，筋膜至兩端較堅固部分，則稱肌腱膜(sponcuriosis)。包裹光滑且白之肌臑(tendon)，與骨膜相接。在較固定一端為起點，較活動一端為着點，中間多肉部分為肌肚，已如前述。肌肉完全因適應各器官之運動而生變異，故比較各綱動物之個別肌肉，欲推求其同原與否，並非易事也。研究肌肉之同原，其形狀、位置、起着點及神經分布，均屬重要，尤以神經分布一項，最可憑信。

三、肌肉之分化 文昌魚之肌肉極簡單，成節排列。魚類雖有側鰭，而肌肉分化，尚不複雜，體壁肌肉，亦為肌節，唯近胸鰭及腹鰭之肌節，各節生成一肌束。為陸上動物四肢肌肉之先導。水棲兩棲類之肌肉，中軸部分，猶似魚類，陸棲兩棲類，以其肢體發達，肌肉分化亦甚。哺乳動物胚胎之肌肉，亦依關節排列，成體之肌肉，分化顯著，依其發生與功用分類，可分(一)中軸肌(axial muscles) 在胚胎初期，頭部肌節之數，視種類而異，其中三個，為第三、第四及第六對腦神經所分布者，變成眼肌。更有數肌節消滅不見者，亦有變為骨肌者，其結構亦為複雜。胴部肌節，可分背側之上軸部(epi-axial)及腹側之下軸部(hypo-axial)二種，各為脊神經背腹二支所分布，上軸部肌

肉，分化較緩，至成體時猶依節排列，如橫突間肌 (*intertransversarii*)、橫突棘間肌 (*transversospinales*)、橫突肋間肌 (*transversocostales*)、棘間肌 (*interspinales*) 等。下軸部肌肉，分化較多，如腹斜肌 (*obliquus abdominis*)、腹橫肌 (*transversus abdominis*) 等。但如腹直肌 (*rectus abdominis*)、肋間肌 (*intercostal*)、胸肌 (*pectoralis*)、腰肌 (*psoas*) 與頸部之頸肌 (*colli*)，其分節狀態，尚依稀可辨。頸部腹側肌肉，向後擠入胸腔，形成膈膜之膈肌 (*m. diaphragm*)。(二) 鰓節肌 即為附着鰓鰓之肌肉，由該處肌節下軸之肌肉變成，如顳肌 (*temporalis*)、嚼肌 (*masseter* 等，與上下顎咀嚼有關；至於分布於舌弧及鰓弧等肌肉亦屬之。(三) 附肢肌 就前肢而論，近側與中軸相接之肌肉，較為發達，在腹面附着胸骨者，有胸骨前臂肌 (*pecto-antibrachialis*)、胸大肌 (*pectoralis major*)、胸小肌等，上臂內側有三角肌 (*deltoideus*)、肱肌 (*brachialis*)、二頭肱肌 (*biceps brachii*) 等，外側有三頭肱肌，前臂與前足上肌肉，更為繁複，多為伸指屈指之用。後肢附着身體較為穩固，近側與中軸相接之肌肉，較不發達。在背面有臀肌 (*gluteus*)、梨狀肌 (*pyriformis*) 等，股部肌肉則大大發達，內側有縫匠肌 (*sartorius*)、薄股肌 (*gracilis*)，較深處有股直肌 (*rectus femoris*)、股內側肌 (*vastus medialis*)、股內轉肌 (*adductor femoris*)、半膜肌 (*semimembranosus*)、半腱肌 (*semitendinosus*) 等，外側有二頭股肌 (*biceps femoris*)，較深處有股外側肌 (*vastus lateralis*)、內轉大肌 (*adductor magnus*) 等。脛部後側有一極發達之腓腸肌 (*gastrocnemius*)，前側為脛骨前肌 (*tibialis anticus*)，外側為腓骨長肌 (*peroneus longus*)。(四) 皮下肌 (*integumental m.*) 哺乳動物，皮下肌特別發達，司毛髮鱗甲之轉動。人類顏面姿態及喜怒哀樂之表情，均因皮下肌作用使然也。

四、肌肉之生理 (a) 肌肉之化學 肌纖維內有各種化合物，總稱肌漿 (*muscle plasma*)，分析之，可得：

(1) 蛋白質如 *Myogen*, *Myosin* 等。

(2) 炭水化合物如動物澱粉 (磷酸六磷酸) (*hexose-phosphate* 即動物澱粉分解為乳酸時之中間物)、乳酸及脂肪等。

(3) 氮化物如磷肌酸、三磷酸腺嘌呤等。

(4) 非氮化物如肌磷酸鹽等。

(5) 色素物質如肌纖維內特殊紅色，其性質與血紅素相似，易與氧結合，與肌肉呼吸有關。

(6) 有特殊酶，與肌肉水化、氧化、還原、組合各化學作用有關。

(b) 肌肉之化學變化 肌肉具激應、傳導及收縮諸性質，而尤以收縮性為最顯著之特性。欲解決肌肉之生理問題，必須澈底明瞭肌肉收縮時，各種物理及化學之變化，今因限於篇幅，祇能略述其概要。肌肉收縮時，能力之來源與化學變化之關係，甚為複雜，雖經生理學家多年之研究，仍未完全明瞭，現已確知者，則為肌肉收縮時，依次有下列之變化：

- (1) 三磷酸腺嘌呤 (Adenosine-triphosphoric acid) 之分解而釋放能力 (極少)。
- (2) 磷肌酸 (phosphocreatine) 之分解，釋放能力。
- (3) 動物澱粉 (glycogen) 分解為乳酸 (lactic acid) 而釋放能力。
- (4) 一部分從動物澱粉分解而來之乳酸，氧化而供給能力。

上列 (1) (2) 變化所產生之能力，即可供肌肉初時及短期收縮之用，(1) (2) (3) 各項變化，不需氧之存在，且均為可逆反應。第 (3) 項所產生能力，即可供 (1) (2) 還原之用；第 (4) 項變化，則須有氧之存在，其產生之能力，為供給一部分乳酸之還原而為動物澱粉及磷肌酸等之還原。故若在乏氧時期，則肌肉雖可暫時行其收縮作用，但一俟原有之三磷酸腺嘌呤、磷肌酸及動物澱粉用罄後，動作即將停止。若在有氧之供給情形下，則收縮不十分用力，且非至由動物澱粉變成之乳酸完全氧化，不致停止。唯當吾人劇烈運動時，因氧供給及乳酸氧化速度受限制以及其他種種關係，實際上在上述各物質未完全用罄時，亦不能不停止其作用也。

前人均信乳酸產生，為肌肉收縮之初步反應，且氧化乳酸，以供給收縮之能力，自 1930 年新發見後，吾人乃知肌肉收縮時，並無氧化作用，且不需氧之存在而能行使自如；肌肉收縮，最初係分解三磷酸腺嘌呤，復分解磷肌酸，在乏氧時，可分解磷酸六碳糖而為乳酸，然後行其氧化作用，產生熱能。

(c) 肌肉緊張 生活動物體之肌肉，在正常情形下，均有微微拉緊及縮短之狀況，甚至在靜止或休息時，亦不完全放鬆，因之，一受刺激，立起反應，此種現象，稱為肌肉緊張 (muscular tonus)。肌肉緊張，與中央神經有密切關係，若切斷神經聯絡後，肌肉即失其緊張性。此種緊張，乃因造成該肌肉少數纖維之同時收縮，此少數纖維之工作，隨時與他同量肌纖維繼續替換，因此肌肉得以長久維持其緊張。當緊張度增加時，其同時收縮之纖維數亦增加，反之則減少。肌肉緊張，在生活體中，極為重要，四肢及軀幹姿態之得以保持，腹肌支持腹部容量之壓力皆賴之。在不正常情形下，如不健康，或被麻醉，或受驚時，肌肉緊張即減低，或竟失去。他若平滑肌之緊張，如血管腸胃及其他內臟等，較諸骨骼肌為尤重要也。

第十六章 高等動物之解剖及生理(續前)

消化系統、循環系統

第四 消化系統

一、消化系統之原始與演進 生物需要養料，以維持生活，動物更爲適應食物之消化而有消化器官，故消化器官，原爲容受食物，與體內分泌酵素而使起各種化學變化，使食物變爲可吸收之養料。其構造複雜之程度，依動物體之繁簡及食物之性質而定。原生動物，僅有食物泡，爲消化之胞器。下等後生動物，如海綿、水螅等，無特殊器官，或作細胞內，或作細胞間，或作腔腸之消化。若食物已爲可吸收之養料者，即不需消化器官，如蠶蟲、大棘頭蟲等。食堅硬食物者，有胃磨砂囊等構造，如蝦、蟹、蝗蟲等。脊椎動物之消化系統，變化甚多，因適應食物性質，而異其構造，如腸短者有螺旋瓣，草食者腸特長，有時盲腸發達，以消化纖維質。肉食者腸較短。例如牛或馬之腸，爲體長二十餘倍，豬僅爲體長三或四倍，人類約爲體長十倍。消化道各部分功用不同，構造亦異。如牙齒爲咀嚼食物，食道爲食物之通過，砂囊爲磨碎食物，胃爲儲藏及消化功用，變化甚多。腸爲消化及吸收，大腸大都爲儲藏廢物之用。各類動物消化系統之演進，皆循此準則而進行焉。

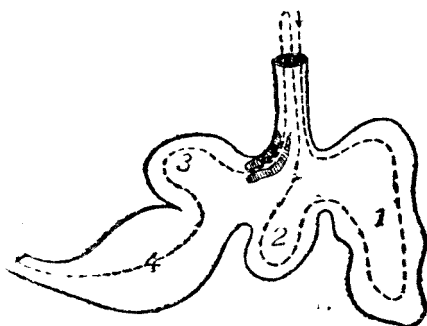
二、消化器官 (一)口腔與咽頭 在哺乳動物之口腔，前部爲硬腭，由兩邊上頷骨生長形成，後部爲軟腭，由皮膜向後延長生成。內鼻孔與歐氏管(審定耳咽管)，均開口於軟腭之後。咽頭後通食道(後面)及氣管(前面)，在氣管喉門之前面，形成會厭軟骨(epiglottis)，食物嚥下時，軟腭提高，而使會厭軟骨後蓋喉門，以成吞嚥動作。上下顎均有牙齒，其形狀既不同，功用亦隨以異，前面之齒，長而鋒利，宜於咬切，後面之齒，短而闊平，宜於咀嚼。哺乳動物可分門齒、犬齒、前臼齒、臼齒數種。口腔之底有一舌，多味蕾，以辨食物之味。又有唾液腺四對，通入口腔。(二)食道 食道係一細而長之管，爲食物嚥下之孔道，無消化作用。(三)胃 胃成囊形，人類之胃橫臥腹腔上部，左端靠近心臟，接食道之口，稱噴門(cardia)，該部分之胃，稱噴門部，寬大之部，稱胃體(fundus)。接腸之口，稱幽門(pylorus)，該部分之胃，稱幽門部。與腸相接處有括約肌，稱幽門括約。胃壁上多腺體，稱胃液腺。

消化系統各部分之變化，在在可見，胃之形狀，變異最多，隨種類而異。例如鳥類，食道下端，變成臨時儲藏食物之嗉囊，而真正之胃，分成薄壁之腺體胃與厚壁之砂囊。反芻類動物之胃，則分成四室，首二室爲食道所變成，後二室則爲胃之本體。第一胃最大，爲瘤胃(rumen) 第一胃室(圖1)，

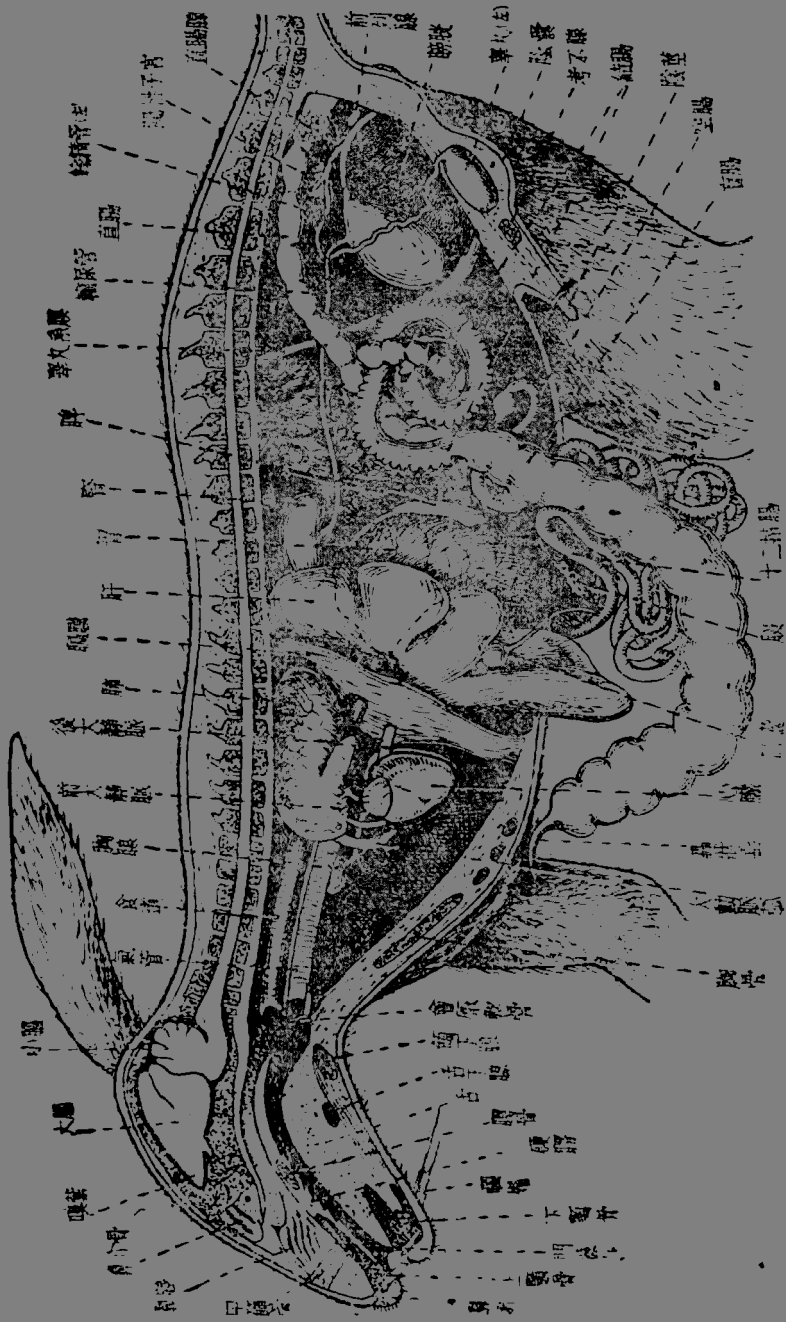
爲儲藏食物之用。漸移至第二胃，稱蜂巢胃 (reticulum (2))，滲雜消化液；待該獸類靜止時，食物返入口中細嚼，復和以唾液，乃流入第三胃，即瓣胃 (omasum) (3)，與食道接處有瓣，其壁又多褶皺，有過濾功用。最後食物入第四胃，即皺胃 (abomasum) (4)，在此皺胃中，食物乃行真正之消化也。

(四)腸 腸可分小腸、大腸二部分。小腸接幽門之一端，成一彎曲，該部分稱十二指腸，下接之腸，稱空腸 (jejunum) 及迴腸 (ileum)，人類之小腸甚長，亦分十二指腸 (約十吋長)，空腸 (約七呎半長) 及迴腸 (約十四呎半長) 三部分，爲消化及吸收之主要器官。小腸與大腸之間，有一凸出物稱盲腸。在兔類盲腸甚長，縮成一節一節之形狀，盲腸之末端成一蟲狀垂 (appendix vermiformis) (審定蚓突) (第一百零六圖)。草食動物，盲腸爲消化纖維質之主要器官。人類之盲腸退化，甚短。無消化功用，末端亦具蟲狀垂。兔之大腸，上接盲腸之一端，稱結腸 (colon)，亦縮成一節一節之形狀，接肛門之一段，稱直腸，在直腸之兩旁，有直腸膀一對，兔之肛門，不復與泄殖腔相共矣。人類結腸，較爲寬大，可分上行結腸、橫行結腸及下行結腸三段。下行結腸，下接直腸，而通肛門。

三、消化腺 (一)唾液腺 唾液腺兔有耳下腺 (parotid g.)、眼下腺 (infra-orbital g.)、頰下腺 (submaxillary g.) 及舌下腺 (sublingual g.) 四種。在人類耳下腺(亦稱腮腺)最大，開口於唇齒間，即在第二上白齒對面。頰下腺與舌下腺，均開口於舌下。分泌唾液，內含唾液澱粉酶，消化澱粉，並可潤濕口腔之用。(二)胃液腺 胃液腺成管狀排列在胃壁中，分泌之胃液，含有胃蛋白酶 (pepsin)、凝乳酶 (rennin) 及脂肪酶 (lipase)。在管狀腺之口，細胞爲柱形，分泌黏液，下面深處，細胞爲方形，分泌消化液，間有卵圓形細胞，居腺細胞基者，名頂間細胞 (parietal cells)，分泌鹽酸。人類在消化起始時，約自 0.2% 濃度起始，漸漸增高，在肉食動物，約自 0.5% 濃度起始。草食動物，濃度或較低耳。(三)肝臟 肝臟可分五葉，由腸膜褶，附着於橫膈膜之後方，分泌胆汁，集於胆囊。此囊位於右邊第二葉內面，由輸膽管輸入



第一百零五圖 反芻類之胃(牛) 長虛線示食物下降及反入口中，短虛線示經過反芻後經肌肉瓣而入胃中消化。1. 瘤胃。2. 蜂巢胃。3. 瓣胃。4. 皺胃。(著者刻)。



魚之解剖圖 (Anatomical diagram of a fish)

十二指腸。膽汁爲鹼基性，雖無直接消化功用，而能中和由胃入腸之酸性食物，使胰液得進行消化作用，其他尙可助脂肪乳化，且可使已消化之脂肪，易於吸收。肝臟功用，有 (a) 分泌膽汁，輔助消化。(b) 儲藏動物澱粉，需用時將此儲藏物變成血糖，以應身體氧化之需要。(c) 分解氨基酸，而成氨基與有機酸，再將氨基變成尿素。前作種用，稱去氮基作用 (deamination)，後種作用，可稱去毒作用 (detoxication)。(d) 排泄廢物，如膽色素 (cholesterol)，由膽囊排出，尿素則由腎臟排出。(四) 胰臟 爲一淡紅狹長之腺體，在十二指腸之旁。其管與輸膽管合併，而入十二指腸。胰臟爲重要之消化腺體，可分泌三種酵素：(a) 胰蛋白酶 (trypsin) (b) 胰澱粉酶 (amylase) (c) 硬脂酶 (steapsin)。(五) 小腸腺 在小腸之壁，有極小之腺體，分泌腸液，含有麥芽糖酶 (maltase)、蔗糖酶 (sucrase)、乳糖酶 (lactase) 及腸胰酶 (erepsin) 等，以完成各種食物之消化。

三、食物種類 原生質之成分，分無機物及有機物二大類。此種物質，均由食物得來，如 (甲) 無機物 無機鹽類，爲身體所不可缺者，尤以綠化鈉 (食鹽) 最爲重要，蓋鹽分分離出來之離子，與原生質分子有吸附功能，故不可缺。其他鹽類，如鉀、鈣、碘、鎂等，雖屬少量，亦不可缺少。無機物之水，更爲重要。水分缺少，則身體內各種活動，即發生阻礙而危害生命。(乙) 有機物 有機物分炭水化合物 (簡稱醣)、蛋白質及脂肪三類，均爲供給身體所需之能力，此種能力，即由食物氧化所發生之熱量。炭水化合物與蛋白質之熱量相等，每克可產生 4.1 卡，(註一) 脂肪之熱量價倍之，每克可產生 9.3 卡。炭水化合物與脂肪爲氧化好材料，多儲藏於肝臟及脂肪內，以爲氧化之用。蛋白質多在生活細胞內，雖能氧化，但其主要功用，在乎補償組織中之消耗者。在人類每人每日所需之熱量，視其體高及體重而異，若體高六尺，體重約一百五十斤者，每日最低熱量約需三千餘卡，每人每日所需食物之分配，約如下表：

蛋	白	質	脂	肪	炭水化合物	所得能	力總價
100	克		100	克	500	克	3400 卡

我國普通一般人之食物，以炭水化合物爲最多，蛋白質與脂肪，或不及上表

(註一) 大卡 (Large calorie)，爲計算熱量之單位，即一千克之水，在攝氏 15 度時升高一度所需之熱量。

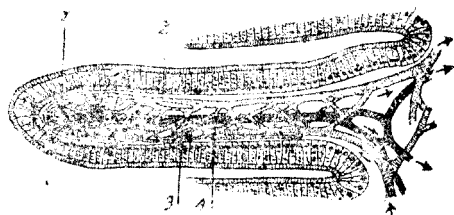
之比例。(丙)維生素 據近代生物化學家研究，若僅用上列食物，不能維持正常生活，食物中必須含有少量之維生素，方可助進滋長及防止疾病，有數種維生素之化學成分，尚不能確知，但其性質，均可由動物試驗得之。已知之維生素，有 (1) 甲種維生素 (vitamin A)、為脂溶性維生素，若缺乏時，分泌之上皮組織，即成角質化而無分泌，如皮膚乾燥毛髮不潤等現象。眼亦乾燥，即成乾眼病，故又稱抗乾眼病維生素 (anti-xerophthalmic v.)，如魚肝油、牛奶油、蛋黃、紅蘿蔔等食品，最為豐富。(2) 乙種維生素 (vitamin B) 為水溶性或稱抗神經炎病維生素 (anti-neuritic v.)，缺乏時周邊神經，易於發炎，心臟失調節，最常見者，即為腳氣病。如葱、菓、赤豆、糙米、麥麩、酵釀等食品，均富此種維生素。(3) 丙種維生素 (vitamin C) 亦為水溶性，或稱抗壞血病維生素 (anti-scurbutic v.)。缺乏時牙床黏膜及皮膚下等處易出血，且牙根骨組織，易於破壞。如水菓、番茄、生菜等，均有此維生素。(4) 丁種維生素 (vitamin D) 為脂溶性，或稱抗軟骨病維生素 (anti-rachitic v.)。缺乏時，鈣質代謝作用，即發生阻礙，骨骼不長，或長而不變硬。魚肝油橘柑等食物內富有之，但日光及紫外光，可使體內產生此種維生素。(5) 戊種維生素 (vitamin E) 為脂溶性，或稱抗不孕維生素 (anti-sterility v.)。此種維生素，僅由動物試驗得之。雄者缺乏時，精細胞枯萎，雌者缺乏時，不能懷孕，即有孕亦不能長成。如麥芽油、棉子油等，有此維生素。(6) 己種維生素 (vitamin F) 為脂溶性，亦僅在動物試驗之結果知之。缺乏時，腎臟及身體水分之平衡，即失其調節。豬油即富此種維生素。(7) 庚種維生素 (vitamin G 或稱 B₇) 庚種維生素或稱抗皮膚炎維生素。可分第一種為身體正常生長所必需物質。第二種除滋長功用外，可防止皮膚炎症 (pellagra)。如酒釀、肝臟、牛乳、瘦肉等，均富此種維生素。

五、食物之消化 (甲) 碳水化合物 唾液呈鹼基性反應，有潤濕食物及消化澱粉二大功用。其所含之唾液澱粉酶，能消化澱粉為糊精 (dextrin)，再化為麥芽糖 (maltose)，若食物多加唾液，入胃以後，在半小時內，尚能繼續消化。此外，胃中鹽酸，可使澱粉及糖類水化而起分解，但碳水化合物之消化，以在小腸內為最主要，其中胰澱粉酶，來自胰臟，亦能消化澱粉為麥芽糖或糊精。小腸腺又可產生麥芽糖酶、蔗糖酶及乳糖酶，各能使麥芽糖、甘蔗糖及乳糖化為單糖。(乙) 蛋白質 蛋白質之消化，開始於胃，胃腺分泌之胃蛋白酶，能化蛋白質為較簡單之胨 (peptone) 與蛋白胨 (proteose)，乳蛋

白則有一種酪蛋白酶，使之凝固，成爲乳酪。入腸後，胰臟分泌物中之胰蛋白酶。此酶在中性溶液內，方能存在，並需小腸中之一種腸激酶(enterokinase)合作，始得活動。小腸中之胰凝乳蛋白酶(trypsin)，頗易消化蛋白質，將蛋白胨、蛋白脈等物質，變爲各種氨基酸。胃中有脂肪酶，能消化一部分之脂肪，自胰臟來之硬脂酶，消化作用，更爲緊要，能消化脂肪爲脂酸及甘油。茲爲學者易於領會起見，消化作用之大概，列表如下：

器 官	分泌物	酶	消 化 之 物	中 間 產 物	最 後 可 吸 收 之 物
口 腔	唾 液	唾 液 粉 酶	澱 粉	麥 芽 糖	
胃	胃 液	胃 蛋 白 酶	蛋 白 質	蛋 白 胨 蛋 白 脈	
		胃 脂 酶	脂 肪		
小 腸	胰 液	胰 澱 粉 酶	澱 粉	糊 精, 麥 芽 糖	氨 基 酸 脂 酸, 甘 油
		胰 硬 脂 酶	脂 肪		
	腸 液	麥 芽 糖 酶	糊 精, 麥 芽 糖		右 旋 糖 左 旋 糖 與 右 旋 糖 乳 化 糖 與 右 旋 糖
腸 乳 糖 酶		乳 糖			
		腸 糜 菌	蛋 白 胨 蛋 白 脈 蛋 白		氨 基 酸

六、食物之吸收及分布 食物經消化後，變成溶液情況，此種溶液，能滲透過小腸黏膜，以分布於身體各部分，稱吸收作用。吸收作用，盛行於小腸，小腸表面摺縐成無數之絨毛突起，所以爲增加吸收面也。每一絨毛 villus，表面爲一層上皮細胞，內有靜脈與動脈微血管(第一百零七圖 2, 3)，近上皮細胞處結成微血管網(同圖 1)，中有一淋巴管，稱乳糜管(lacteal)(同圖 4)，止於絨毛之頂端，下端結成無數網狀淋巴管。乳糜管周



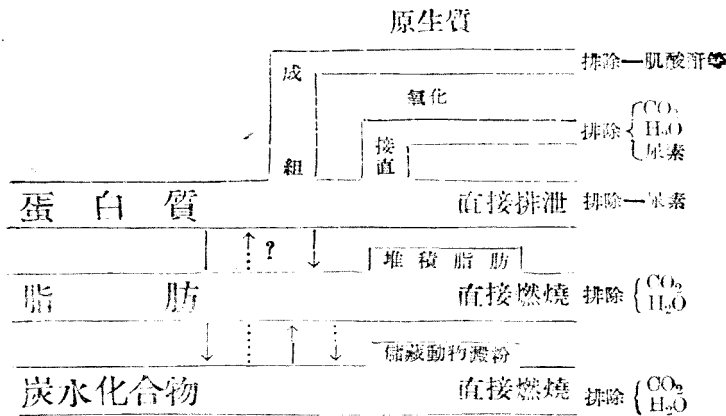
第一百零七圖 絨毛之切面 1. 微血管, 2. 靜脈, 3. 動脈, 4. 乳糜管(錄自 Peabody and Hunt 稍改)。

(lacteal)(同圖 4)，止於絨毛之頂端，下端結成無數網狀淋巴管。乳糜管周

圍，多爲微血管網，進入血管，變成微血管，乃分布於其中及上皮細胞之下方，出去血管，集合而成肝門脈。炭水化合物及蛋白質之消化物，均由絨毛上皮細胞吸收，轉入其下之微血管，微血管會合後入肝門脈，而後至肝臟。炭水化合物最後可吸收之物爲單糖，如葡萄糖、菓糖、乳化石糖等，單糖最易爲小腸所吸收。蛋白質最後經胰液及小腸液消化後，變爲可吸收之氨基酸 (amino acid)。氨基酸種類頗多，已知者約有三十餘種云。已消化之脂肪如脂酸甘油等，由腸膜細胞吸收，注入乳糜管 (lacteal)，乃流入附近之淋巴管，在乳糜管及淋巴管中之乳白物，係淋巴及乳化石糖，稱爲乳糜 (chyle)。因腸之蠕動及絨毛內肌之收縮，使乳糜管內之物，傾入其下之淋巴管，此種分支之淋巴管，在腸系膜上最爲明顯。極多淋巴管集合而成一胸管 (thoracic duct)，前行而入左鎖骨下靜脈。

七、食物之運用及轉變 (甲)炭水化合物 澱粉消化後，由小腸吸收，經肝門脈至肝臟，大部分單糖，經肝臟酶作用，變成動物澱粉 ($C_6H_{10}O_5$)_n，貯藏於肝臟及肌肉中，如有需用，由動物澱粉，再變爲葡萄糖 (在肝臟) 或乳酸 (在肌肉)，然後可以氧化，得到動能及熱能。肌肉動作，用之最多，因易氧化，且食物中最豐富，炭水化合物於供給動物之體溫，最有價值。氧化所得之廢物，卽爲碳酸氣 (CO_2) 與水 (H_2O)。身體中動物澱粉不足時，或可由脂肪中之甘油轉變 (在植物種子萌芽時，最爲顯著)，又或可由蛋白質之幾種氨基酸轉變而成。若過多時，糖類可轉變爲脂肪，儲藏體內各部分，如得氮素，或又可轉變爲蛋白質，在植物則能利用澱粉，組成蛋白質。(乙)脂肪 脂肪可分 (a) 原生質脂肪，卽分布於細胞中之脂肪。(b) 儲藏脂肪，脂肪經吸收後，大部分供氧化之用，功用一如澱粉，可供動能與熱能，氧化後之廢物，亦爲碳酸氣與水。剩餘之脂肪，則儲藏於肝臟、腸繫膜、皮膚下層及結締組織各部分，以作儲藏食料。需要時，先水化而爲脂酸及甘油，然後氧化。脂肪有時可變成糖類，但能否變成蛋白質，尙屬疑問。(丙)蛋白質 氨基酸在身體中，有二大功用，卽 (a) 修補已消耗之原生質。(b) 由氧化作用，增加動能及熱能。據近人研究，大部分已消化之蛋白質，永不爲上列二種功用，但在肝臟中，行去氨基作用，使氨基鹽類，變爲尿素 (爬蟲類與鳥類其尿素與其他物如乳酸等化合成爲尿酸)，由腎臟排出體外。但食物含蛋白質不足時，組織中之氮素，亦可經去氨基作用，變成尿素而排出。蛋白質亦可變爲他物。有幾種氨基酸可變成單糖而氧化，或變成動物澱粉而儲藏於肝臟。在高等動物體

中,蛋白質直接變成脂酸者,尙不多見。



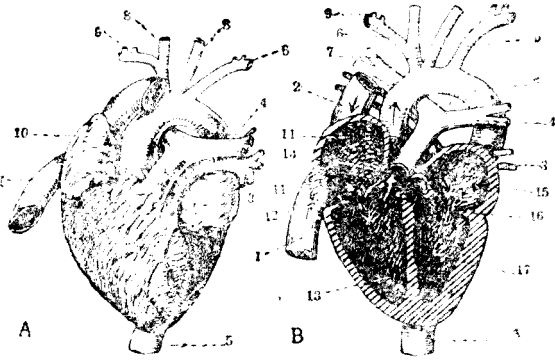
第一百零八圖 三種食物之運用及轉化圖解

第五 循環系統

一、循環系統之原始及演進 循環器原爲分布養料及排除廢物之用,故原生動物及低等無脊椎動物,無此特別之器官,至較高等之無脊椎動物,因體制較複雜,循環器官,即以需要而發達。扁蟲動物如渦蟲肝蛭等,腸多分支,可傳遞養料及氧氣,兼具循環器之功用。多種體腔動物如星魚等,在體腔液中,有淋巴液及養料,更有變形細胞,傳布養料,以替代循環器之功用。動物構造複雜者,乃有血管,流行全身各組織,有動脈及靜脈之別。心臟跳動,以推動血液之循環。在節足動物及多數軟體動物,動脈分支,開口體腔,由血竇分布於各組織,此種血腔,即爲靜脈之變相,稱開管系之血管系統。其相對之閉管系如蚯蚓等等;血液自此血管至彼血管,兩者與血管,末梢閉塞,須賴滲透作用以傳遞之。脊椎動物體制較爲複雜,血管系統俱爲閉管系,由下等而高等,漸臻複雜。最基本之型,當推文昌魚,高等動物,即由此演變而成也。

二、循環器官 哺乳動物循環器官,大致與蛙類相仿,惟發達更臻完美耳。可分心臟、動脈系統、靜脈系統及淋巴系統說明之: (甲)心臟 心臟位於胸腔,在兩胸膜囊之間,尖端向後,偏向左邊(人類心尖在第五肋骨間),包在一圍心腔內。圍心膜(pericardium)可分貼在心上之臟腑層與形成腔壁之體壁層,腔內有液體。心臟表面,有由大動脈分出冠狀動脈(coronary a.),供給心肌,更有相當靜脈,返入左前大靜脈基部。心臟右邊壁薄,未剖開前,亦可覺察之。若剖視之,內部可分四室,即二心耳與二心室,左右心耳與左右

心室，完全隔開，清濁之血，因得分清。及右心耳者，有三靜脈（二前大靜脈及一後大靜脈）與一肺靜脈，心耳外觀有耳狀垂（第一百零九圖 10）。在心耳間隔上，有卵圓窩（fossa ovalis）為胚胎時卵圓孔遺痕。右心耳與心室間，有一關孔，孔之周圍，有三尖瓣（tricuspid valves），由三膜狀葉以線狀韌帶索，連接心室壁上乳頭肌（musculi papillares）；心室放鬆時，血液可由心耳入內，心室收縮時，三尖瓣關閉，阻止血液逆流。在前左上角上為肺動脈，基部有三半月瓣為防止入肺血液返入心室之用。左心耳亦有耳狀垂，背側有左右肺靜脈，肺中清血，可直接流入心耳。左心耳與心室間，有僧帽瓣（mitral valves），亦由二膜狀葉以韌帶索，連接心室乳頭肌，以為拉索，心室收縮時，僧帽瓣關閉，為阻止血流返入心耳之用。左心室壁甚厚，肌肉發達，內多肌突。在心室前端（腹面），有一大動脈，基部之孔，亦有三半月瓣控制，不使射出之血，返流心室。血流方向，均為心瓣所決定，如兩心耳同時收縮，由大靜脈入右心耳及由肺靜脈入左心耳之血，各流入心室。心耳收縮後，心室即繼續收縮，右心室之血，流入肺動脈，以入肺臟；左心室之血，流入大動脈。心室收縮後，有一短時間休止。心耳或心室收縮，名曰心縮（systole），放弛時名曰心漲（diastole）。如是繼續動作，使血液循環不息。（乙）動脈系統 三動脈弧（肺動脈弧、系統弧及頸動脈弧）之來源，一如蛙類，所不同者，肺動脈弧，完全分開，由右心室出，不復有至皮膚之皮下動脈。由左心室出之大動脈幹，前行分為數支，使鮮血分布全身。最初分左大動脈弧（aortic arch），折向心臟左背側，然後經胸腔與腹腔在脊梁下向後行，稱為背大動脈

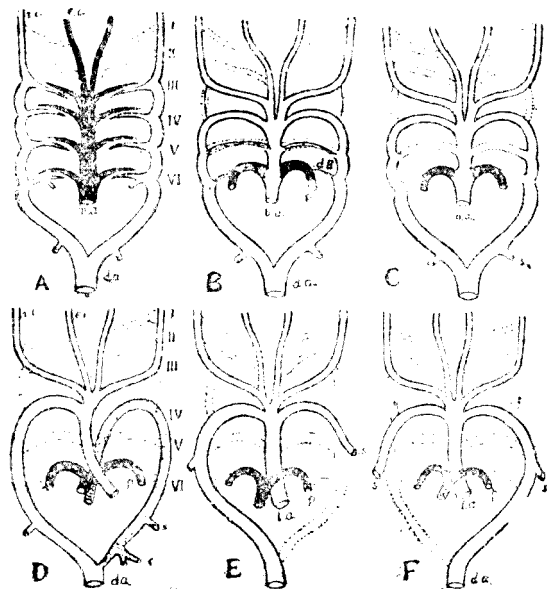


第一百零九圖 人之心臟 A. 腹面觀。B. 心耳與心室剖開，箭號示血流方向。1. 後大靜脈。2. 前大靜脈。3. 肺靜脈。4. 肺動脈。5. 大乳脈弧及背大動脈。6. 左及右鎖骨下動脈。7. 無名靜脈。8. 左及右頸動脈。9. 椎骨及甲狀腺動脈。10. 右心耳。11. 大靜脈入心耳孔。12. 三尖瓣。13. 右心室。14. 入肺動脈之孔及半月瓣。15. 肺靜脈入左心耳之孔。16. 僧帽瓣。17. 左心室（著者圖）。

一後大靜脈）與一肺靜脈，心耳外觀有耳狀垂（第一百零九圖 10）。在心耳間隔上，有卵圓窩（fossa ovalis）為胚胎時卵圓孔遺痕。右心耳與心室間，有一關孔，孔之周圍，有三尖瓣（tricuspid valves），由三膜狀葉以線狀韌帶索，連接心室壁上乳頭肌（musculi papillares）；心室放鬆時，血液可由心耳入內，心室收縮時，三尖瓣關閉，阻止血液逆流。在前左上角上為肺動脈，基部有三半月瓣為防止入肺血液返入心室之用。左心耳亦有耳狀垂，背側有左右肺靜脈，肺中清血，可直接流入心耳。左心耳與心室間，有僧帽瓣（mitral valves），亦由二膜狀葉以韌帶索，連接心室乳頭肌，以為拉索，心室收縮時，僧帽瓣關閉，為阻止血流返入心耳之用。左心室壁甚厚，肌肉發達，內多肌突。在心室前端（腹面），有一大動脈，基部之孔，亦有三半月瓣控制，不使射出之血，返流心室。血流方向，均為心瓣所決定，如兩心耳同時收縮，由大靜脈入右心耳及由肺靜脈入左心耳之血，各流入心室。心耳收縮後，心室即繼續收縮，右心室之血，流入肺動脈，以入肺臟；左心室之血，流入大動脈。心室收縮後，有一短時間休止。心耳或心室收縮，名曰心縮（systole），放弛時名曰心漲（diastole）。如是繼續動作，使血液循環不息。（乙）動脈系統 三動脈弧（肺動脈弧、系統弧及頸動脈弧）之來源，一如蛙類，所不同者，肺動脈弧，完全分開，由右心室出，不復有至皮膚之皮下動脈。由左心室出之大動脈幹，前行分為數支，使鮮血分布全身。最初分左大動脈弧（aortic arch），折向心臟左背側，然後經胸腔與腹腔在脊梁下向後行，稱為背大動脈

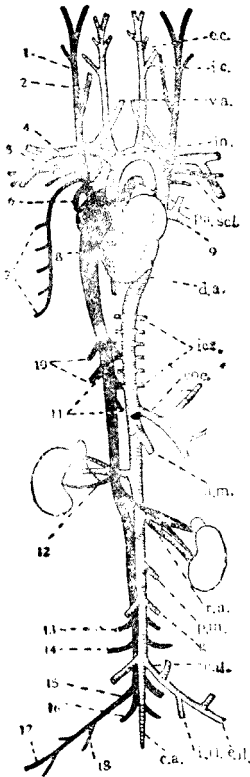
動脈，基部有三半月瓣為防止入肺血液返入心室之用。左心耳亦有耳狀垂，背側有左右肺靜脈，肺中清血，可直接流入心耳。左心耳與心室間，有僧帽瓣（mitral valves），亦由二膜狀葉以韌帶索，連接心室乳頭肌，以為拉索，心室收縮時，僧帽瓣關閉，為阻止血流返入心耳之用。左心室壁甚厚，肌肉發達，內多肌突。在心室前端（腹面），有一大動脈，基部之孔，亦有三半月瓣控制，不使射出之血，返流心室。血流方向，均為心瓣所決定，如兩心耳同時收縮，由大靜脈入右心耳及由肺靜脈入左心耳之血，各流入心室。心耳收縮後，心室即繼續收縮，右心室之血，流入肺動脈，以入肺臟；左心室之血，流入大動脈。心室收縮後，有一短時間休止。心耳或心室收縮，名曰心縮（systole），放弛時名曰心漲（diastole）。如是繼續動作，使血液循環不息。（乙）動脈系統 三動脈弧（肺動脈弧、系統弧及頸動脈弧）之來源，一如蛙類，所不同者，肺動脈弧，完全分開，由右心室出，不復有至皮膚之皮下動脈。由左心室出之大動脈幹，前行分為數支，使鮮血分布全身。最初分左大動脈弧（aortic arch），折向心臟左背側，然後經胸腔與腹腔在脊梁下向後行，稱為背大動脈

(dorsal aorta)。右邊一弧已消滅，僅留基部一節。稱爲無名動脈 (innominate artery) (第一百十一圖 in.)。無名動脈極短，即分支向前行爲右總頸動脈 (common carotid a.)，向右邊行者爲鎖骨下動脈。在左邊弧分出，向前爲左總頸動脈及向左邊行之左鎖骨下動脈。總頸動脈至頭部，分內頸動脈(同圖 i. c.)，至腦眼耳等處，外頸動脈(同圖 e. c.)，至舌頸等處。鎖骨下動脈，可分脊椎動脈 (vertebral a.) 及肱動脈 (brachial a.)。又有前腹壁動脈 (anterior epigastric a.)，分布胸部兩側及前足後面部分。背



第一百十圖 脊椎動物動脈弧之變遷 A. 魚類。 B. 有尾兩棲類。 C. 無尾兩棲類。 D. 爬蟲類。 E. 鳥類。 F. 哺乳類。 I—VI. 示六對弧。 b. a. 動脈球。 e. c. 外頸動脈。 d. a. 背大動脈。 d. B. 波他里管。 i. c. 內頸動脈。 p. 肺動脈。 v. 2. 腹大動脈(著者瀾)。

大動脈行至胸部，分出兩排小血管，名肋間動脈(同圖 ies.)，分布肋骨間，至腹部最前而最大之支爲腔動脈 (coeliac a.)，分布於胃肝脾等器官，次爲前腸膜動脈 (anterior mesenteric a.)，分布於腸及胰臟等器官。與兩腎臟相對處，爲二腎動脈(同圖 r. a.)。再較後爲後腸膜動脈，分布直腸，後端爲精巢或卵巢動脈(同圖 g.)，分布辜丸或卵巢。最後分二支總髂動脈 (common iliac a.)，分布骨盤及後足等處。更有中央一小血管，稱中薦骨動脈 (median sacral a.)，或稱尾動脈(同圖 c. a.)通至尾部。(丙)靜脈系統 靜脈管之分布，約與蛙類相同，惟在哺乳動物，腎門脈完全消滅。由肺臟入左心耳之肺靜脈，多爲鮮血，自身體各處入右心耳者多爲濁血。前面左右二前大靜脈 (precaval veins) (同圖 3)，後面一條後大靜脈 (postcaval vein) (同圖 8)，均入右心耳。右前大靜脈爲胚胎時頸維埃管所變成，集合右邊頸靜脈、鎖骨下靜脈(同



第一百十一圖 兔之循環系統，左邊阿拉伯字母，示靜脈，右邊羅馬字母，示動脈名稱縮寫。1. 外頸靜脈。2. 內頸靜脈。3. 前大靜脈。4. 鎖骨下靜脈。5. 腹壁靜脈。6. 奇靜脈。7. 肋間靜脈。8. 後大靜脈。9. 肺靜脈。10. 脾靜脈。11. 肝靜脈。12. 腎靜脈。13. 生殖巢靜脈。14. 髂靜脈。15. 外髂靜脈。16. 內髂靜脈。17. 股靜脈。18. 臍靜脈。a. m. 前腸膜動脈。c. a. 尾動脈。c. il. 尾端動脈。coc. 腹腔動脈。d. a. 背大動脈。e. c. 外頸動脈。e. il. 外髂動脈。g. 生殖巢動脈。i. c. 內頸動脈。ica. 肋間動脈。i. il. 內髂動脈。in. 無名動脈。p. a. 肺動脈。p. m. 後腸膜動脈。r. a. 腎動脈。sel. 鎖骨下動脈。v. a. 脊椎動脈(著者詞，參考 Hegner, Borradaile 等)。

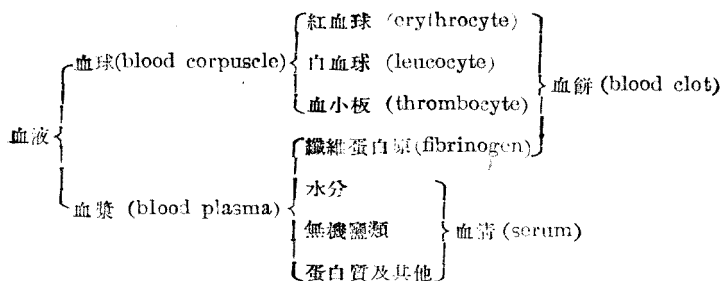
圖4)、前腹壁靜脈(同圖5)、肋間靜脈(同圖7)、及奇靜脈(azygous)(同圖6)諸靜脈之血。頸靜脈分外頸靜脈(external jugular v.) (同圖1)自顏面下顎等處，內頸靜脈(同圖2)自腦眼等處來之血，鎖骨下靜脈自前足等處來之血。左邊靜脈相等，惟無奇靜脈耳。後大靜脈在後端集合由兩腿背側來之內髂靜脈(int. iliac v.)，又收集一較大之外髂靜脈來自後足。自此向前，收集髂腰靜脈(ilio-lumbar)、精巢或卵巢靜脈、左右腎靜脈、肝靜脈(同圖11)及一對後膈靜脈(posterior phrenic v.)等，以入右心耳。肝門脈集合脾胃靜脈(lieno-gastric v.) 來自脾胃，十二指腸靜脈(duodenal v.) 來自十二指腸及胰臟，前腸膜靜脈及後腸膜靜脈，來自小腸及大腸，以入肝臟。

(丁) 淋巴系統 淋巴系統包括無壁空隙，壁極薄之淋巴管及淋巴液等。淋巴液中有淋巴細胞、白血球及組織液。由血液帶來之養分與氧氣，最後分布於各組織間，組織間之代謝廢物，由淋巴毛細管收集，注入淋巴管。左邊自頭部頸部前足及身體後部之淋巴液，均注入胸管(thoracic duct)，入左鎖骨下靜脈，與靜脈系統相通。右邊之頭部頸部及前足之淋巴管，亦注入右鎖骨下靜脈，但無胸管。哺乳動物成體，無淋巴心，而身體各處均有淋巴腺體，較大者如脾臟扁桃腺等。脾臟為產生淋巴細胞中心，並能除去老紅血球，或亦能產生新球云。

三、血管生理 大循環之途徑，最初鮮血自左心室流入大動脈弧，經頸動

脈流至頭部，後行則由背大動脈流至胸腹部、內臟及後足各處，由動脈微血管，至各組織中，行氣體交換，則變為濁血。濁血由靜脈微血管集合，而至小靜脈及靜脈，由頭部等處來者會合成兩前大靜脈，由胸腹及後足等處來者，會合成一後大靜脈，前後大靜脈，均入右心耳。小循環之途徑，濁血則由右心室，經肺動脈，流入肺臟，在肺微血管中，行交換氣體後，鮮血則由靜脈微血管集合，經肺靜脈，流入左心耳，乃與大循環相聯絡。血液流行極速，在人類約需二十三秒，可循環全身一周。動脈管壁甚厚，彈性纖維發達，富有伸縮性，因心臟跳動，動脈亦因而跳動，名爲脈搏(pulse)。在人類，男子每分鐘約有七十次，女子約有八十次。血液因心臟收縮，送入大動脈時，動脈頓時伸漲，凡血液施於血管壁之壓力，名爲血壓(blood pressure)。在人類，常人動脈在心縮時之血壓，約在 100—120 公分，在動脈微血管爲 25—35 公分，在靜脈微血管約爲 10—20 公分，在大靜脈約在十公分以下。

四、血液組成 血液係由血細胞及血漿組合而成，兩者成分，約如下表：



紅血球僅有一種，數目最多，在哺乳動物，爲兩邊凹入而無核之盤形細胞，內含血紅素 (haemoglobin)。成年時均由紅骨髓 (red bone marrow) 內製造而成。白血球可依胞核形狀，質粒性質及染色反應等，可別爲數種，功用亦各有異。如噬細胞(phagocyte)、淋巴細胞 (lymphocyte) 等，由淋巴腺體及脾臟等處產生。血小板爲圓形或梭形小體，與血液凝固有關。血液除一部分爲細胞外，大部分爲液質，內溶解多種物質，即爲血漿。纖維蛋白原，亦爲血液蛋白之一種，可使血液凝固，結成血餅。血液中除去血球及纖維蛋白原外，其他液體，含有血蛋白、水分、無機鹽類等物質，稱爲血清。

五、血液之功用 血液之功用，約可分下列各種：(1) 傳遞養分，(2) 傳送氧及二氧化碳，(3) 保持體溫，(4) 運輸廢物或毒質至排泄器

官，(5)傳布內分泌物及其他分泌，(6)增加免疫性。血紅素最易與氧結合，為傳布氧氣及保持體溫之主要物質。白血球之功用，因種類而有異，如嗜細胞則為吞嚥外來物及細菌，他若產生溶菌素，而溶解細菌，破壞陳舊組織而排除之，搬運養料，以供循環不到之組織，輔助小腸吸收脂肪及幫助血液之凝固等。

六、免疫 血液尚有一種特殊化學性質，即對於外來物質，引起特殊反應，而發為免疫現象，是蓋身體得到一種外來物質，稱抗體原 (antigen) 者，加入血流，使血液起反應而產生一種特殊之抗體 (antibody)。抗體原大多為蛋白質物質，有特殊性質。細菌或其病毒，均可作為外來蛋白質反應，如以病毒注射血液中，則血液中即起反應，對於外來物產生特種抗體，以抵抗某某疾病。抗體已知者有多種，如沉澱素 (precipitin)、凝集素 (agglutinin)、細菌溶解素 (bacteriolysin)、細胞溶解素 (cytolysin) 等，不同抗體，均由抗體原產生。對於熱之反應以及作用方式，皆有相同之處，至其化學性質，仍不甚明瞭，吾人所知者僅由其作用而已。例如沉澱素即因動物血清與作為抗體原組織提取物相遇，發生沉澱物。凝集素即能使對方作用之物質凝集，或細菌與原有細菌相遇而起凝集作用。細菌溶解素即利用某種抗體，使細菌溶解而失去毒性。細胞溶解素亦即某某抗體，具有毒性、溶解性或中和作用者使起細胞溶解現象。此種細胞如為細菌，則與細菌溶解素性質相同，但亦有其他細胞如紅血球等等。

免疫可分自然免疫 (natural immunity) 及人為免疫 (artificial i.) 二種。自然免疫者，即謂血清中對於某種病菌，已有某種抗毒素 (antitoxin)，可以中和或消滅病毒；此種抗毒血清性質，或由先天賦與，或由身體細胞經代謝作用產生，或由平時抵抗某種輕微毒素而養成。人為免疫即以無害之特殊抗體原，注射體中，使對此外來蛋白，起特殊反應，生成無數抗體，以致對某種疾病之毒害，中和或消滅之。醫用免疫苗 (vaccines)，即以無害病菌，注射體中，養成對此病菌引起之病，加以抵抗，注射傷寒霍亂苗，即其例也。或以病菌或其毒素，注射動物(如馬等)體中，養成免疫性，吾人即取其血清作為免疫血清用。被取血清之動物，是為主動人為免疫，受血清注射而致免疫者，是為被動人為免疫云。

七、血屬 血屬可分為四型，對於病人之輸血，查明血型，極為重要，蓋血型不相投，施血者(donor)取血輸入受血者(recipient)之後，血球起凝集

作用，或血紅素溶解，常可致命。據近人研究，始知血清中含有一種物質，名爲凝集素(agglutinin)，卽如抗體。在紅血球內含有兩種凝集素原(agglutigen)，卽如抗體原，普通以A B表示之，有人含有凝集素原A，有人含有B，亦有人同含A B兩種，亦有不合任何一種(以O表示之)。在血清中之凝集素，亦可分二種，但與凝集素原不能同時存在，例如血屬A祇有凝集素B，血屬O兩種凝集素均有，血屬A B兩種凝集素均無，此四種血屬互相相配合與否，可由下表表明之。

血	清	紅 血 球			
		O	A	B	AB
O	含有抗A抗B凝集素	-	+	+	+
A	含有抗B凝集素	-	-	+	+
B	含有抗A凝集素	-	+	-	+
AB	(不含凝集素)	-	-	-	-

(以+符號示有凝集作用，-符號示無凝集作用)

由上表可知受血者屬O型者，祇能受O型之紅血球，因A B凝集素原，均可與之起作用也，受血者如爲A B型，爲普遍受血者，可受任何型之紅血球，因血清中不含任何凝集素也。

第十七章 高等動物之解剖及生理(續前)

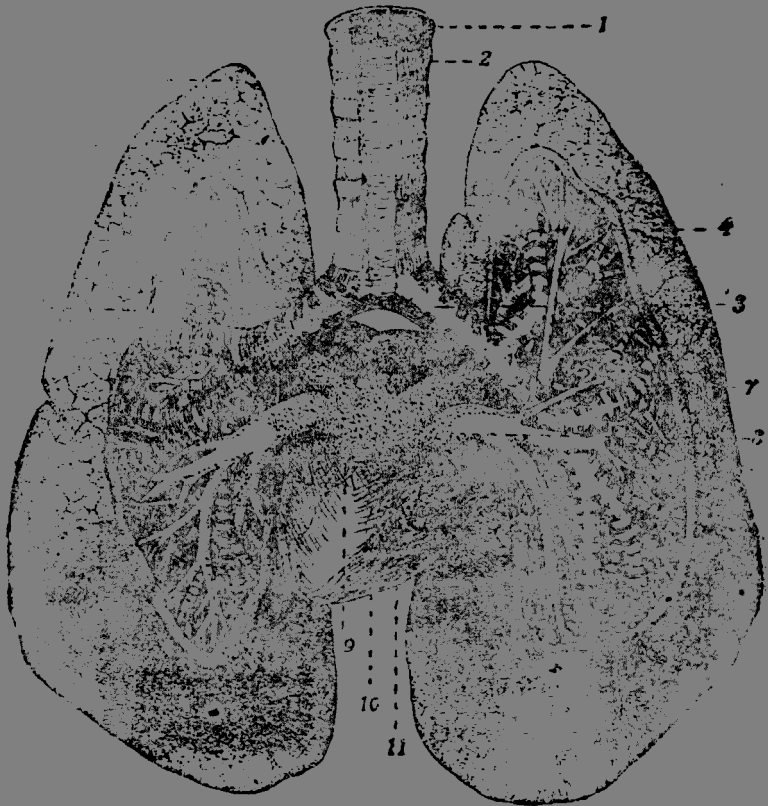
呼吸系統、排泄系統、內分泌系統第六 呼吸系統

一、呼吸系統之原始及演進 凡生物均需氧氣，以行細胞內之化學活動，而氧化後之二氧化碳，又須除去，此原生質行代謝作用後之氣體交換，謂之呼吸。在原生動物及簡單後生動物，細胞表面，或體之表面，均可行使是項作用，原生動物之伸縮泡，或有此功用。海綿、水螅、渦蟲、扁蟲、蚯蚓等，均無特殊器官，近表面細胞，均能交換氣體，行使呼吸功能。環形動物如蚯蚓等，微血管密布表皮，則皮膚實為呼吸器也。數種水棲環節動物，體之前部或後部，皮膚凸出，成多數絲狀、葉狀或桿狀物，微血管集中於此，成鰓之構造，以管呼吸。有陸地動物如蟹等，皮膚不能管呼吸，而有較完善之鰓以行使之，陸地節足動物，有氣管系統，以輸送氣體之出入。其他特殊之呼吸器，為例頗多，如海參之呼吸樹，海胆之腸血管，蜘蛛之葉肺等等。有水生動物在水中生活者，類多有鰓，或有皮膚呼吸，鰓呼吸及口腔呼吸種種。陸地生活者，大都以肺呼吸。肺魚之肺，即為魚類鰓之變相。兩棲類之肺，僅為空囊，至哺乳動物，肺臟發達，完全為實體之海綿構造。其他與呼吸有關各構造，亦因之複雜，如喉頭、氣管、聲帶等，更有肋骨、膈等，以助呼吸運動之進行。

二、呼吸器官 哺乳動物之呼吸器官及其呼吸法，雖與蛙類相似，然變異頗多，可分 (甲) 喉頭與氣管 因頸部增長，蛙類之喉頭氣管腔，分為喉頭與氣管二部分。喉頭前為喉門 (glottis)，有會厭軟骨 (epiglottis)，蓋住喉門，可以阻食物進入氣管；腹面及兩側為甲狀軟骨 (thyroid cartilage)，前為舌骨及會厭軟骨，後為一戒指狀環狀軟骨 (cricoid cart.)。又有二披裂軟骨 (arytenoid cart.)，在環狀軟骨前喉門兩側。內面有兩膜狀聲帶，連接甲狀軟骨與披裂軟骨，為發聲之機構。喉頭之下為氣管，遠較蛙類為長，且有無數背面不相啣接之軟骨環，以支持之。氣管下入胸腔，分成二枝氣管 (bronchi)，構造與氣管相似，復分成無數小枝氣管 (bronchioles)，逐漸失去軟骨環而替以軟骨片，終則無軟骨片，極細小枝氣管，分布肺臟各處，與肺臟組織接觸。

(乙) 肺臟 又與蛙類大異，分左右兩葉，各裝入二胸膜囊 (pleural sac)，此囊由胸膜組成，懸於胸腔背部，為完全真空，使肺臟易於伸張或縮小。肺臟之內，枝氣管之極小分支，末端各接一氣囊，稱肺尾 (infundibulum)，周圍形成無數小囊，稱肺泡 (alveolus)。肺泡之壁，即由內面一層扁平細胞及結締組

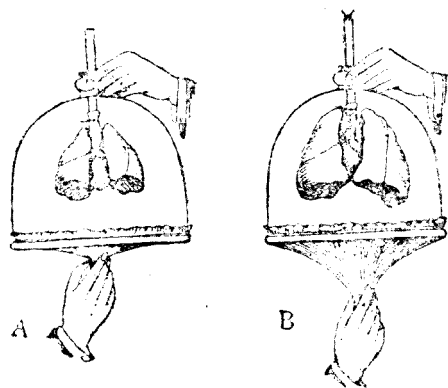
織所組成，有無數極薄極小之微血管，分布其間，故肺之內部，不復爲囊狀，實爲一大塊之海綿構造。及其吸收氣體之面積，已大大增加矣。胸腔之底面，爲一多肌肉之膈膜 (diaphragm)，與腹腔隔離，此膜向胸腔凸出，以成圓頂形，平時之呼吸運動端賴之。



圖一百一十二 人體之呼吸系統(後側觀)，一部分剖開，示氣管與血管之分布狀況。
 1. 氣管 2. 軟骨環(背面不接) 3. 枝氣管(右) 4. 小枝氣管 5. 肺動脈
 6. 肺動脈(左) 7. 肺靜脈(右) 8. 肺靜脈下支(右) 9. 左心室
 10. 左心房(讀者明命爲Septum)。

三、呼吸生理 (甲)呼吸色素 哺乳動物因血中有呼吸色素如血紅素者，可使吸收氧氣能力，大爲增加，蓋血紅素含少量之鐵，鐵能使血紅素與

氧作化學上暫時結合，由血液帶至各組織後，因需要關係，氧氣又易於散釋。血紅素與氧結合而成鮮紅之色，稱動脈血，若除去氧氣，血色變成紫紅，稱靜脈血。(乙)呼吸動作 肺囊中氣體，須時時去舊換新，因此有成節律之呼吸動作。哺乳動物因有膈膜，呼吸運動物遂與其他陸棲動物不同，富有彈性之肺葉，懸於真空而不漏氣之胸膜囊中，平時氣體僅許由氣管輸入，約有每方



第一百十三圖 示橫膈膜呼吸時之作用，玻璃代表胸膜腔，玻璃管代表氣管。A. 圖示空氣呼出時肺縮小，橫膈膜上升。B. 圖示空氣吸入時肺伸張，橫膈膜下降之情形(錄自 Woodruff 仿 Tidgerstelt)。

吋十五磅之大氣壓力，施於氣管及肺臟內壁，使肺胞伸張，肺之表面，緊貼於胸壁，失去真空地位；若肺臟收縮，胸腔中真空復現。倘胸腔中真空地位，以人工輸入空氣，使肺臟內外壓力平均，則普通大氣壓力，不能使之伸張，肺即完全收縮矣。故凡能使胸腔擴大者，肺即可容納多量空氣；反之，能使胸腔縮小者，肺中氣體，即被迫而出。在哺乳動物，胸腔廣大，即因肋骨上張，膈膜下陷(第一百十三圖B)之故。蓋肋骨形狀特殊，斜置胸部兩側，使肋骨上升，肌肉收縮，胸腔擴大；待肋骨與膈膜肌放鬆，肋骨回復原來位置，膈膜亦復呈圓頂形(同圖A)，則胸腔自動縮小。更有控制呼吸之特殊肌肉，吸氣時肌肉收縮力，往往較呼氣時為強，是以呼吸動作，肺臟本身，完全處於被動地位。呼吸大部分為反射動作，管理此項反射中心，則在延腦後端之呼吸中樞(respiratory center)，即可調節呼吸作用，因血中炭氧量之多寡，影響延腦下部之呼吸中樞，以定呼吸動作之速率。延腦切去時，呼吸即行停止。若血中炭酸氣過多，呼吸短促而用勁，以增高呼吸速率。(丙)氣體交換 肺胞內之空氣，含有吸入與呼出兩者混合之氣。吸入者多氧氣，為肺泡壁上之微血管所吸收，此種氧氣，經過上皮細胞及微血管壁，極易與血紅素結合，呼出者多為炭酸氣與水分，亦由血紅素帶來，經擴散作用，入肺胞以排出體外。人類吸入與呼出氣體之比較，表示如下：

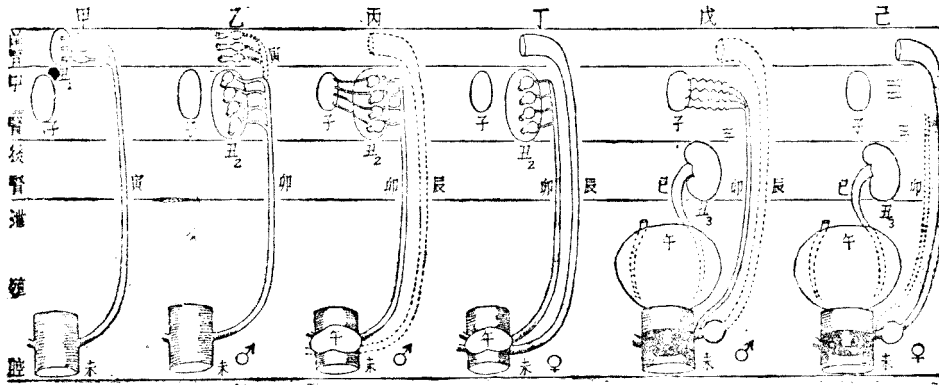
		吸	入	呼	出
氧	氣		20.95%		16.4%
氮	氣		79.01%		79.5%
炭	酸	氣	0.04%		4.1%

三、外呼吸與內呼吸 (甲)外呼吸即外界空氣，由鼻孔吸入肺臟，在肺胞內經交換氣體，然後呼出體外之謂。在肺內氣體之交換，由於肺胞內氣體，與血液內分壓力之不同而起，血液中碳酸氣之分壓力較高，氧氣較低，但肺胞內氣體之分壓力適相反，故碳酸氣得自血液向肺胞移動，氧氣得自肺胞向血液移動，以行氣體之交換。(乙)內呼吸，即身體內部各組織與周圍之血液所行之氣體交換也。組織細胞及其周圍淋巴液中氧氣分壓力，比動脈微血管內氧氣壓力為低，而組織細胞內碳酸氣分壓力，比靜脈微血管血液為高，故兩種氣體，可由擴散作用而行交換，氧氣由動脈微血管經淋巴液而入組織細胞，碳酸氣則由組織細胞，復經淋巴液，滲入靜脈微血管，然後由靜脈輸送至肺臟而排出。

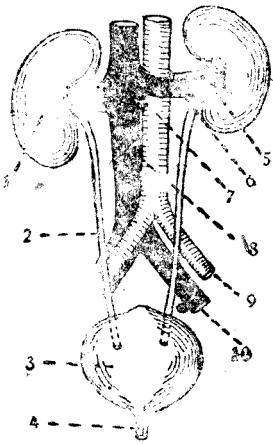
第七 排泄系統

一、排泄系統之原始及演進 身體中經過代謝作用後之廢物，除水分與尿酸氣，由肺及汗腺等排出體外外，尚有若干固體，溶解於液體中，尤其是蛋白質食物如尿素、尿酸、肌酸等等，必須排除。是類廢物排除之器官，稱為排泄器。原生動物，可由細胞體表排除，或有一部分，可由伸縮泡傾注體外。下等後生動物如海綿、水螅等，體表可行排泄功能。至昆蟲動物，身體構造較為複雜，始有一種原腎管系統(protonephridial system)，即體中形成體腔性之細胞分支，而蔓延於體之各部分，每小支末端有一細胞，吸收周圍原生質之廢物而排除之。至環節動物，在體腔中有成對之腎管，末端非細胞而為一有纖毛之管口。昆蟲之馬氏管，亦與腎管相似。脊椎動物之排泄器，最原始者，一如環節動物之腎管，或有有管細胞。在下等脊椎動物，或高等脊椎動物之胚胎初期，均有開口體腔之前腎，使吾人益信體腔原為排泄之重要器官，而在脊椎動物之前腎，似由腎管或有管細胞變來者。至於較進化之中腎及後腎，其中無數之馬氏體及細尿管，雖不開口體腔，猶表示其為腎管之變相也。

二、腎臟之變遷 脊椎動物原始之腎臟，稱前腎，一如開口體腔之腎管，係依體節排列，在體腔前部近背之一邊，由一前腎管通入其泄腔(第一百十四圖甲)。前腎在圓口類最發達，成長時亦有功用，板鰓類幼體尚有功用，兩棲類之蝌蚪時期，全為排泄之器官，哺乳類胚胎初時，雖有二前腎管，但無



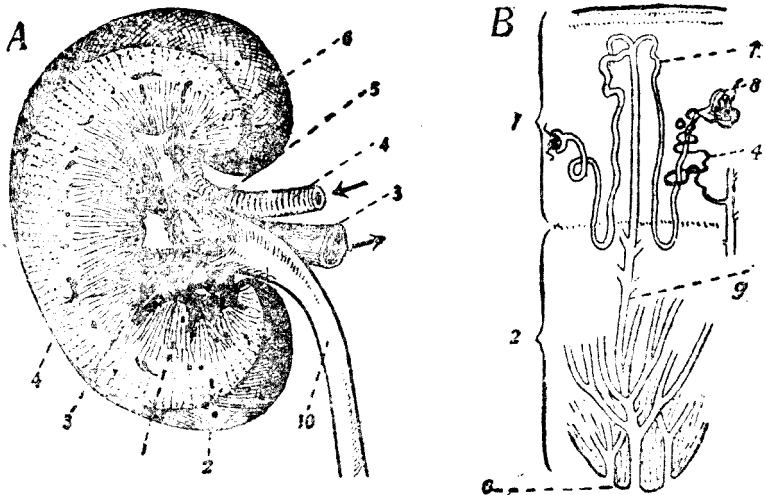
第一百十四圖 脊椎動物排泄系統之變遷 甲、前腎型(一切脊椎動物初期胚胎有之(蝌蚪亦有之)。乙、中腎型(一切脊椎動物初期胚胎均有之)。丙、丁、中腎型(魚類及兩棲類成體之排泄系統，丙雄性，丁雌性)。戊、己、後腎型(羊膜動物成體之排泄系統，戊雄性，己雌性)。子、生殖巢。丑1—3、前、中、後腎。寅、前腎管。卯、中腎管(華爾芬管)。辰、輸卵管(副動管)。巳、後腎管(輸尿管)。午、膀胱。未、排泄腔(著者圖)。



第一百十五圖 人體排泄器官之圖解 1. 左腎。2. 輸尿管。3. 膀胱。4. 尿道。5. 腎動脈。6. 腎靜脈。7. 背大動脈。8. 後大靜脈。9. 體動脈。10. 體靜脈(錄自 Hattid 稿文)。

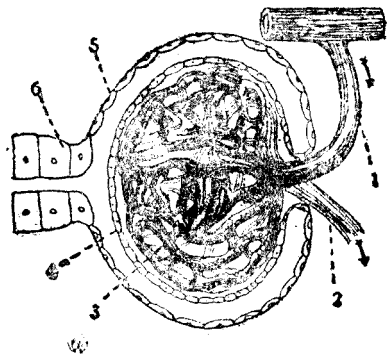
排泄機能。在前腎之後端，又有一排不開口體腔之腎管，名為中腎，注入前腎管之後一段，稱中腎管，亦通入共泄腔(同圖乙、丙、丁)。中腎在魚類蛙類，為成體之排泄器，在哺乳動物之胚胎，亦見此構造，但胚胎成長時在中腎之後端，茁生一芽，終成為後腎(即腎臟)，其後腎管(即輸尿管)，亦後通膀胱，再由尿道排出(同圖戊、己)。在爬蟲類鳥類及哺乳類之成體，多以後腎為排泄器官(同圖戊、己)。

三、腎臟之構造 腎臟二個，位於腹腔之中背部，外圍以甚薄之體腔上皮，右腎較左腎稍前。腎動脈自背大動脈通入腎臟，腎靜脈則由腎臟注入後大靜脈，輸尿管二條，每條由腎門(hilus)而出。若剖視之。近周邊一層稱皮部，中間成放射紋者，稱髓部，近輸尿管頂端之空隙，即腎盂(pelvis)，由髓部生出多個



第一百十六圖 人之腎臟 A. 腎臟縱剖面。 B. 一部分放大。 1. 皮部。 2. 髓部。 3. 腎靜脈。 4. 腎動脈。 5. 腎盂。 6. 圓錐體。 7. 細尿管。 8. 鮑孟囊。 9. 收集管。 10. 輸尿管(著者圖參考 Peabody and Hunt)。

(約有十個), 凸入腎盂之錐狀物, 稱圓錐體 (pyramids), 每個腎臟有大多數之細尿管, 每管開始處, 為一球狀物, 稱馬氏體 (Malpighian body) (或稱腎小球), 內含有微血管盤轉而成之脈球 (glomerulus), 脈球外有一囊狀物, 稱鮑孟囊 (Bowman's capsule), 即細尿管 (uriniferous tubule) 之頂端。馬氏球多分布於皮部, 各通一細尿管, 該管迂曲, 下入髓部, 復行折回, 此一彎曲, 稱海氏環 (loop of Henle), 入皮部後, 再下行注入收集管 (collecting tubes)。然後由收集管下行集合至圓錐體, 以入腎盂。尿經輸尿管流入膀胱, 積儲多量後, 再經尿道排出體外。輸尿管 (ureter) 即為後腎管, 始自腎盂, 初作漏斗狀, 其管自腎門出, 後行通入膀胱



第一百十七圖 腎小球放大圖 1. 入球血管。 2. 出球血管。 3. 脈球(微血管球)。 4. 脈球膜。 5. 鮑孟囊。 6. 細尿管(錄自 Hatfield)。

之背側，其功用全為輸尿也。

四、尿之成分 尿中除馬尿酸及一部分毒外，均來自血液。各成分之濃度，變異甚大，若就人類之普通情形而言，水分佔 95%，固體物佔 5%，其分配約如下表：

無機物	百分率	有機物	百分率
水分 H ₂ O	95.60	尿素(urea)	2.28
氯化物如氯化鈉(NaCl)等	1.25	肌酸酐(creatinin)	.10
鉀 K	.22	氨 NH ₃ ammonia)	.05
磷酸 P ₂ O ₅	.18	尿酸(uric acid)	.05
硫酸根 SO ₄	.18	馬尿酸(hippuric acid)	.05
錳 Mn	.03	其他	.17
鈣 Ca	.02		
其他	.02		

五、泌尿生理 尿中以水分為最多，固體溶解物以尿素及食鹽之成分為最多，其次為鉀、硫、磷、肌酸酐、尿酸、等物質。此種物質，大多來自血液，馬氏體之功用，為一種藉血壓而行濾過作用，腎動脈壓力較脈球微血管為高，脈球內之壓力，又較腎靜脈為高，故尿之產生，係由血壓高低而濾過所致。至於尿之成分增加或變濃，由於細尿管之作用。細尿管有兩種主要功用，一為吸收作用，即脈球內液體帶有葡萄糖、氯化物、氨基酸、鉀、鈉等，均可由細尿管吸收，而返歸血液，但尿素、尿酸及肌酸酐等，則不至為細尿管吸收，因此種物質，在血液內，絕無好處，須排除之，以保持血液之正常。腎臟又能維持血液之平衡，凡餘剩或有害之物，既由腎臟排泄，又若血中水分過多，餘剩水分，則腎臟因排泄作用增高而排除，以保持血液之正常水分。一為分泌作用，有謂尿素產生，亦由細尿管之分泌而得。此種事實，在下等脊椎動物，有乏腎小球之腎臟，可得證明之。

六、皮膚之排泄 皮膚之功用，在第十五章內，已略述及，詳有：(一)保護內部柔軟部分及毒害物之侵入，(二)為感覺器官，(三)溫血動物有調節溫度之功用，(四)儲藏物質如脂肪、水分、糖類等。(五)排泄機能。皮膚之排泄，由汗腺及皮脂腺司之。汗腺之外周，有極微血管，其管口通

六圖),如腎臟之脈球,血液中之水分鹽分及其他廢物,亦得排泄之。在人類,夏日皮膚之排泄,最為顯著,水分約佔99%。食鹽亦多,約1—5%,尚有少量之尿素。皮脂腺所分泌者,為脂肪、蛋白質及無機鹽類等。

七、肝臟之排泄 肝臟除前述幾種重要功用外,尚有助排泄之機能,能將血液中之氮變為尿素,由腎臟排出。又能收集廢物及膽色汁等,由輸膽管輸入小腸,而後排出之。

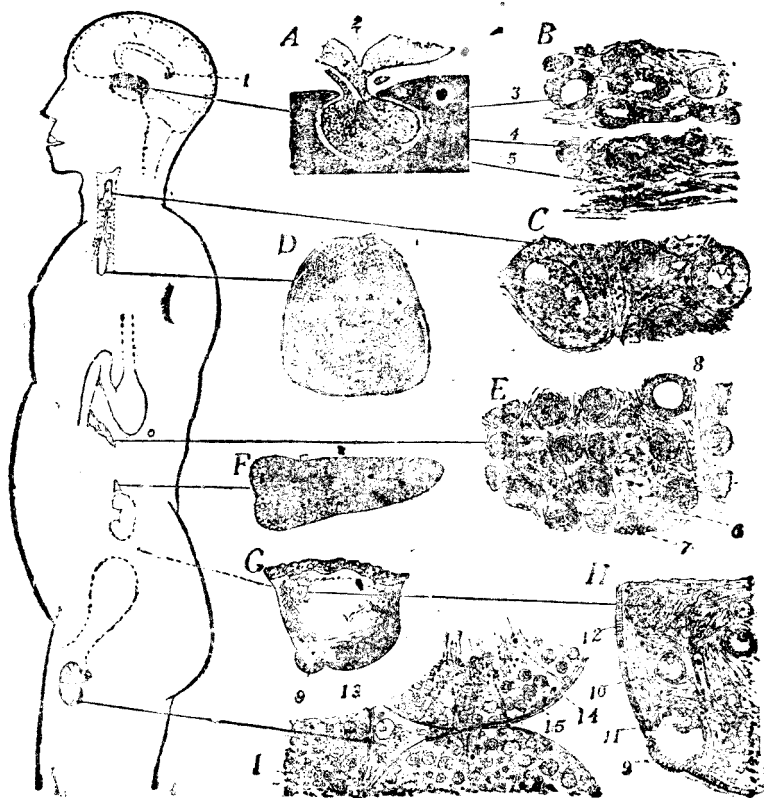
第八 內分泌系統

一、內分泌之意義 通常所謂分泌,如消化腺、淚腺、汗腺、腎臟等,其分泌物,均有管輸出,可稱外分泌。但身體中有若干腺體,所分泌之物質,不由管輸出,而藉血流,以循環全身,致引起巨大之作用者,稱內分泌腺,或稱無管腺體。此種物質有刺激身體各部分,使得調整身心之發育或各部動作,名為激動素(hormone)。高等動物,除神經系統,有調整各項動作,使全體通力協作外,尚有此化學性之調整,在近代生物化學中,頗佔重要地位。激動素係由較簡單之化學分子組成,易於產生,亦易於破壞(氧化)。此種內分泌物質,有重大效果,或用其抽出物,注射體中,以加強某內分泌腺體之功用,或因某腺體過分發達,失身心之正常,可割除一部分,以減少其作用,皆有顯著成效之表現。

二、內分泌器官之構造及生理

(一)甲狀腺 (甲)構造 甲狀腺(審定盾狀腺)為兩塊橢圓形腺體,在喉頭甲狀軟骨與氣管之腹側,由無數單層細胞之小囊所組成。是項細胞,分泌最為活動,有極多微血管,分布於其間。(乙)功用 甲狀腺之分泌物,含甲狀腺素(thyroxine),碘質特多,約佔百分之六十以上。其主要功用,有(a)提高代謝效率,(b)與他內分泌合作,支配身體之生長與發育。如成長時缺此分泌物,則皮下堆積黏液,成腫胖狀,稱厚皮病(myxedema),相伴而起者,有乾皮、脫毛、眼唇浮腫、代謝與心跳減低、體溫下降等病象。若在少年人缺少,則生長發生阻礙,智力低愚、面貌畸異、毛髮稀少、生殖器發育不全,稱呆小病(cretinism)。倘食物中缺少碘質,則身體需求之者切,腺體因而腫大,稱喉腫病(goiter),我國雲貴諸省,此項病象最為普遍。若甲狀腺過分發達,有代謝效率過高、心跳加速、眼球凸出、心神不安、鬮有糖尿及肌肉瘦削等病象,須行外科手術割治之。

(二)副甲狀腺(parathyroid) (甲)構造 副甲狀腺為四小體,在



第一百十八圖 內分泌腺體在人體內之位置及其構造。A, B. 腦下垂體及其構造之構造。C. 甲狀腺之切片。D. 胸腺之切片。E. 腎上腺之切片。F. 副腎腺之切片，示皮部與髓部。G. 整個卵巢。H. 一部分之切面。I. 三細腺管，示中間之內分泌細胞（即黑線所指者）。1. 腦上葉。2. 第三腦室（間腦室）。3. 松葉。4. 中葉。5. 前葉。6. 蘭氏小島。7. 腺細胞。8. 腺管。9. 成熟之卵母（G圖凸出表面）。10. 卵泡內空隙。11. 卵。12. 黃體。13. 血管。14. 精原細胞。15. 支持細胞。16. 間細胞。（著者圖）

兩甲狀腺之內側，成實體之構造。（乙）功用 副甲狀腺之分泌物，稱副甲狀腺素（parathormone），有調節血中磷鈣之含量，與維生素D有關，蓋鈣為身體最重要之成分，可阻止血液凝結，使肌肉緊張，製造骨骼，磷則為骨及牙齒生長必需物質。分泌不足，則骨之生長不良，齒質及琺瑯質亦不完善，若過分活動，則骨中鈣分解。血中鈣量因而增加，或由小便排出，結果變成砂

骨病，且有肌肉無力、神經錯亂等現象，可得凶惡結果。

(三) 腦下腺 (pituitary g.) (甲) 構造 在間腦之下，又稱垂體 (hypophysis)，可分前葉(第一百十八圖5)、中葉(4)及後葉(3)三部分。前葉爲液腺部，自口腔發達而來，後葉爲神經部，自間腦發生而成。此兩主要部，構造不同，分泌物性質，亦各有異。(乙) 功用 前葉分泌物，稱前葉素 (tethelin)，前葉素又可分爲數種激動素，如生長素 (phyrone)，有關身體之生長，青年人分泌過多，成畸形之巨漢 (gigantism)，壯年人得之，則頭骨及四肢骨特別粗厚，眼上骨凸出、鼻骨肥大、下頷骨特粗、面皮粗厚、手足粗大，稱爲粗骨病 (acromegaly)。如分泌不足，則變成腦下腺分泌不足之矮漢，此矮漢與缺少甲狀腺素者不同，智力仍可照常發長也。次爲性前素 (prolan) 有關性器官之發達與成熟，但於雌性，可分 prolan A，使卵泡成熟，與 prolan B，使黃體形成。再次爲乳前素 (prolactin)，與乳汁分泌及發生母道本能有關。後葉分泌物，稱後葉素 (pituitrin)，亦可分數種激動素，已知者有一種 pitressin，分泌多時，有激動平滑肌，增加心跳及增高血壓等功用，有一種 oxytocin，有增加子宮等平滑肌收縮功用。其他尚有分泌物，與腎臟泌尿有關，更有分泌物與炭水化合物之調節有關，分泌少時，可使身體耗用多量之糖，但分泌過多，身體需求糖量少，剩餘炭水化合物，堆積成皮下脂肪，變成過分肥胖之人。

(四) 副腎腺 (adrenal g.) (甲) 構造 副腎腺爲二個小腺體，在腎臟之前方。每腺體可分二種胚胎來源，內面部分作棕色者稱髓部 (medulla)，由交感神經周圍細胞變成；外部多細長海綿狀細胞且多脂肪質，稱皮部 (cortex)，爲體腔膜變來(同圖F)。(乙) 功用 皮部分泌物，稱皮素 (cortin)。有調節炭水化合物之代謝及維持循環液之正常量等功用。缺少時，可得特殊之安迪生病 (Addison's disease)，或稱銅青病，其現象爲皮膚銅青、肌肉虛弱及嘔吐等。若過分發達，可使性之早熟，雄性特點發達，婦女得之，有發聲宏亮、鬍鬚生長及皮膚粗糙等現象。髓部分泌物，稱副腎素 (adrenalin)，能加強交感神經之活動、血流(入肌肉、中央神經及心臟者)增加、心跳加速、平滑肌收縮，毛髮豎直及肝臟發出大量糖質而成糖尿病。平常血液中，約有1:20,000,000之比例，以維持血管相當收縮及血壓之正常。副腎素可由各種動物取得，以化學方法組合成藥，以治若干病症。通常用止血及局部麻醉之藥，又可治氣喘等症。

內分泌功用明說表

甲狀腺 thyroid gland. 約 23 gm.	甲狀腺素 thyroxin 含 60% 碘 (C ₁₅ H ₁₁ O ₄ NI ₂)	功用: (1) 糖類及鈣之代謝。(2) 吸收及貯藏碘。(3) 中和細菌毒質。(4) 性器官之成熟與機能可受其影響。(5) 保持皮膚及組織之健康。 分泌過多: 眼珠凸出, 性情暴躁, 易感疲勞, 失眠, 溫度, 心跳, 呼吸增加。 分泌過少: (a) 甲狀腺腫。(b) 呆小病(年少時分泌過少所致)。(c) 厚皮病(成年時腺體萎縮所致)。
副甲狀腺 parathyroid gland.	副甲狀腺素 parathormone	功用: (1) 調節血鈣。(2) 骨之生長, 折斷時易使骨復原。 分泌過多: (a) 肌肉軟弱。(b) 骨肌均痛。(c) 尿中鈣分增加。 分泌過少: (a) 抽筋現象且易死。(b) 血中鈣分減少。(c) 髮指鈣等易落。
胸腺 thymus	腺	功用: (1) 年運時助生長, 阻遏性器官之成熟。(2) 成年時胸腺存在則可阻遏生長, (3) 調節血鈣。(4) 膨大或過於活動, 可造淋巴組織。
腎下腺 pituitary gland	前葉 tethelina	功用: (1) 生長素 (phyrone) 可調整生長, 分泌過少, 成矮漢, 過多成巨漢, 成年時分泌過多, 成粗骨病。(2) 性前素 (prolan) 調整生殖腺之生長, Prolan A 使那池或熱 Prolan B 使黃體形成。(3) 乳前素 (prolactin) 可使乳汁分泌及母體本能表現。(4) 有與甲狀腺及副腎腺之腺素, 助之液動素。
	後葉 pituitrin	功用: (1) 有一種新素 (pitresin), 多時激動平滑肌, 增加心跳及增高血壓等。(2) 另有一種新素 (oxytocin), 增加子宮等平滑肌之收縮。(3) 則腎臟必與有關。(4) 與碳水化合物之調節有關(分泌少時耗費糖類過多, 但過多時糖類變成脂肪, 成過分肥胖之人)。
耳腺 epithysis	腺	功用: 功用不甚明, 或為阻遏生長及性器官之成熟; 又調節糖類之代謝。
副腎 adrenal gland	皮質 cortin	功用: (1) 中和果糖糖質。(2) 雌性分泌過多時, 性腺轉點出現, 雄者皮部膨大, 則有性早熟現象。(3) 皮部不健時, 有銅青病, 與貧血現象。
	副腎 adrenalin (C ₉ H ₉ O ₃ N)	功用: (1) 感速而暫時, 分泌增加。(2) 血液至心臟, 肌肉及中樞神經增加。(3) 增加交感神經作用。(4) 使肝中動物糖轉變為血糖。(5) 可為止血及局部麻醉之用。(6) 分泌減少時, 肌肉及神經無力, 血壓及心幣均減低。

胰	pancreas 60—100 gm.	腺	島	素	功用: (1)支配糖類之代謝,使身體組織利用糖類。(2)分泌過少則成糖尿病(體液內多糖)。(3)過多時有饑餓疲弱現象。
肝	liver	臟			功用: (1)一種激動素能變動物澱粉爲單糖。(2)一種又能變單糖爲動物澱粉而儲藏於肝臟。(3)又有治貧血之激動素。
脾	spleen	臟			功用: 有一種激動素,能刺激骨髓產生血球。
胃	gastric gland	粘 膜	胃	泌 素 gastrin	功用: 刺激胃腺分泌消化液。
腸	intestinal gland	粘 膜	原 腸	腸 泌 素 prosecretin	功用: 原腸素乃由胃中酸性乳糜液刺激,而形成原腸素。
卵	ova	巢	黃 體	卵 黃 體 泌 素 folliculin ($C_{18}H_{30}O_2$) 黃 體 泌 素 ($C_{21}H_{40}O_2$)	功用: (1)原腸素乃由血流至腸肝臟等器官刺激,而分泌各特殊消化酶。(2)胆動素(cholecystokin)使胆囊放出胆汁。 功用: (1)使第二性特徵發生。(2)使子宮粘膜炎變。(3)激動春情雲。(4)月經及懷孕時分泌較盛。
睪丸	testis 13 gm.	丸	學	睪丸 泌 素 androtin ($C_{21}H_{40}O_2$)	功用: (1)使受胎卵固着。(2)阻卵再成熟。(3)刺激乳腺發達。 功用: (1)使第二性特徵發生(如生鬚、聲宏、有性行爲等)。(2)使起性的衝動。(3)或可增加肌肉力量。
神經	neurohumor	經	交	感 泌 素 sympathin	

第一百十九圖 內分泌腺功用說明表

(五) 胰島腺 (甲) 構造 胰臟之中，有成團特異之細胞羣，與消化無關，而有內分泌功用，曰蘭氏小島 (islets of Langerhans)，(乙) 功用 蘭氏小島在胰臟中分散，各成獨立細胞羣，故名小島。此類組織，分泌一種胰島素 (insulin)，直接注入血流，對於炭水化合物之代謝，頗為重要。該項分泌，可使血糖盡量利用，可使肝臟調節組糖速率，並可使糖類，變為動物澱粉儲藏於肌肉中。若分泌缺乏，則血糖過高，可得一種糖尿症。此種病人，往往有過分疲勞、異常飢餓及口渴等現象，可用胰島素注射治之。

(六) 胃黏膜腺及腸黏膜腺 胃及腸壁中之管狀腺體，亦有內分泌功用者。胃黏膜可分泌胃泌素，再由血液帶入胃腺，使分泌胃液。腸黏膜最初受胃中酸性物刺激，分泌原腸素 (prosecretin)，再變而為眞腸素 (secretin)，由血液帶至肝、胰、腸等器官，以激動其分泌作用。

(七) 生殖腺 (gonads) (1) 睪丸 在細精管外，有一種間細胞(同圖 I 黑線所指者)，分泌睪丸素 (androtin)，可使第二性特徵(生鬚、宏聲及性行為等)發達，使起性慾衝動及其他生殖功能。(2) 卵巢 卵巢內之哥拉芬泡(或稱卵泡)，分泌一種卵泡素 (folliculin)，可使第二性特徵發達，使子宮黏膜蛻變，另有一種春情素 (oestrin)，可激動春情環，起性交行為。注射此種激動素於已斷乳之動物，發生性早熟現象，不僅可使去卵巢之雌性動物乳腺發達，且可使此種動物有性慾行為。若此種激動素過多，能引起子宮癌。最近此種激動素已可由化學方法製造，作為藥用。黃體亦有一種黃體素 (corporin) 可使受精卵固着，阻止卵再成熟，且又刺激乳腺發達，在懷孕時，胎盤上亦可產生一種激動素。

(八) 腦上腺 在間腦之上，功用不甚明瞭，有謂其內分泌可阻止生長及成熟之用。

(九) 胸腺 在胸膜囊之間，動物成熟後，即行退化，功用亦不明瞭，有謂其內分泌為阻止生長之用。

(十) 脾臟 (spleen) 脾臟有一種內分泌，能刺激骨髓產生血球。

(十一) 肝臟 (liver) 肝臟亦有數種內分泌，一種激動素能變動物澱粉為單糖，以為應用。一種激動素，又能變單糖為動物澱粉而在肝臟儲藏之。

(十二) 神經素 (neurohumor) 據最近發現，神經末梢與衝動所傳到器官間，有一種化學作用，與激動素之作用相同。此種激動素，因為神經末梢所釋放，故稱神經素。例如心跳速率，為兩種神經所支配，迷走神經之衝動，使

跳動弱而慢，分布心臟之交感神經，則使跳動強而速。台爾 (Dale) 發現迷走神經末梢所產生者，為極少量之醋酸丙酯(acetylcholine)；凱龍 (Cannon) 主張交感神經末梢，放出一種似副腎素之物質，稱為交感素(sympathin)。近年來是項研究既多，關於神經素之知識，豐富多矣。

三、內分泌與人生 吾人之性格及各種行為，受內分泌之影響至大，因內分泌過多或過少，引起體質上或性情上之特殊現象，或成嚴重疾病，或作畸形怪狀，若以內分泌素診治，則可改變人格，轉易品性，使醫治前後，判若兩人，此種例證，在近代醫學昌明，內分泌知識進步時，更足殫述。一種呆小病，身軀矮小，智力低減，即甲狀腺分泌不足使然。若在適當時期，以甲狀腺素注射，則可恢復常人之智力與體格，豈非內分泌之偉績歟？甲狀腺分泌過多，亦可發生病象，使性情暴躁，眼球凸出，或呼吸迫促，或心跳頻仍，若用外科手術剷治，亦可使性格與生理返歸正常也。青年時腎上腺前葉過分發達，可使手足特長，成為高大巨漢。若在成年時，則又另成病象，趾指短，額骨肥大，鼻與下頷以及臉上肌肉，變為特別粗厚，倘長此以往而不停止，亦可得凶惡結果。又有智力低減，營養不佳，皮膚呈銅青斑紋者，副腎腺皮素分泌之不足也。然而皮素過盛，可使雄性特點加速發長，女則變成男相，聲音宏大，鬚鬢橫生，容貌亦隨之改變。至若副腎腺受刺激時，分泌多而湧入血流，伸張血管，振奮精神，所謂頭髮沖冠，挺身而鬪，為各種多情緒之表現。若分泌不足，則肌肉弛鬆，血壓低減，有精神萎靡不振之概。若注入副腎素，可使將停之心臟復跳，肌肉伸張，整飾容觀，回復健康也。此外如腺島素之不調，可生糖尿病，腺下腺後葉之不健，可得多尿病，甲狀腺素不足，可致甲狀腺腫，副甲狀腺素少，則可致軟骨病。身心不調整之疾病，當於內分泌探索之。內分泌亦可影響吾人之年齡壽命者，如甲狀腺發達，氧化旺盛，代謝率高，生長迅速，易於衰老，致少年人皮鬚髮白，嚴如老人，若分泌中庸，則生長遲緩，或有返老還童之概。其他如循環、消化、排洩以及性之發育，在在與內分泌有關。更若犯罪益淫之行為，勇猛前進之志趣，亦莫不受內分泌之支配，由此可知內分泌與人生關係至為密切也。

參 考 書

(內分泌學)

1. 顯壽白：內分泌(商務)。
2. Crofton, W. M.: *An Outline of Endocrinology*, 1929 (Wood).
3. Frank, R. T.: *The Female Sex Hormone*, 1929 (Thomas).
4. Slafer, E. A.: *The Endocrine Organs*, 2 ed. 1916 (Longmans).

第十八章 高等動物之解剖及生理(續前)

神經系統、生殖系統

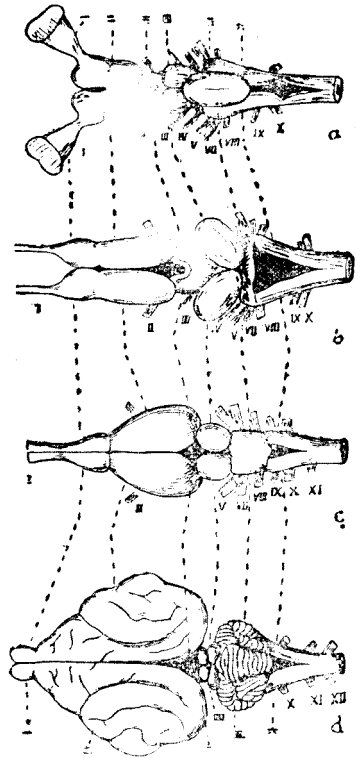
第九 神經系統

一、神經系統之原始及演進 原生質對於各種刺激，均有反應，尤以動物爲然。動物不論高低，如變形蟲與人類，其所以有行爲者，皆因具有激應性也。唯在動物進化階級上觀之，除原生質具激應性外，尚有一種特殊細胞，專司刺激與反應，而決定其行爲，是即神經組織也。最簡單者爲分散之神經網，其次則爲集中之神經系統，感覺器所在之處，神經細胞集焉，更有神經索，以司傳達。低等動物有輻射神經系統，如水母、星魚等，有梯型神經系統，如渦蟲、蛔蟲等，有兩索相併而成直線之神經系統，如環節動物等，在咽頭之上，兩神經節併合而爲腦，有神經分佈於頭部，咽頭下亦有相似之神經節，神經索上有成節排列之神經節，各有神經分出。脊椎動物有一管狀之神經索，前端膨大組成腦部，中央孔周圍，多神經細胞，可分中央神經系統、周邊神經系統及自主神經系統。

二、脊椎動物腦之發生 由文昌魚及蛙之胚胎觀之，吾人已知神經系統，由外胚層沿背中央線陷入，變成一神經管，前端膨大，形成腦部，在脊椎動物胚胎初期，可分前腦、中腦、後腦三部。前腦向前長出，形成左右兩大腦半球，內分左右兩腦室，嗅葉在前端，間腦在其後，間腦內含第三腦室。中腦爲二視葉。在哺乳動物，則爲四疊體 (corpora quadrigemina)，內含薛氏導水管 (aqueductus Sylvii) (審定中腦導水管)。後腦分爲小腦及延腦，後者含第四腦室，延腦下接脊髓，爲神經纖維之通道。

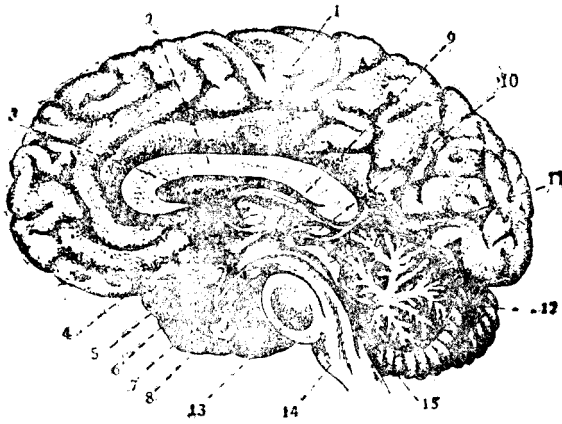
三、腦之構造 兔之腦，依成體可分五部分，即 (一)大腦 腦之前端，左右各有一球，稱嗅葉，蛙類之嗅葉甚大。兔類尙屬顯著，接大腦之腹面，至於人類，則隱於大腦之前下方。大腦本身，分左右兩半球，半球表面幾光平，僅有少數之腦溝，在腦之兩側有一斜行溝，稱側溝 (fissure of Sylvius)，使其後之顳葉與他部分分清。在人類，大腦特別發達，表面隆起之回轉亦特多，回轉與腦溝，名稱繁複。大腦表面可分數葉，在額頂之間有一中溝 (fissure of Rolando)，在中溝前稱額葉，在中溝後稱頂葉，在腦之後端稱枕葉，在側溝之後，稱顳葉，在腹面嗅葉之後稱海馬葉 (hippocampal lobe)。若將大腦半球切開，稍近腹面與間腦隣近，有一前連接 (anterior commissure)，稍上爲一顯著之胼胝體 (corpus callosum)，至後端再望下及前隆起者爲許多

縱纖維，有連接性質，稱為穹窿 (fornix)。
 胼胝體與穹窿間，為一假腦室。在穹窿之後，則為兩海馬葉之連接。若將大腦由上平剖之，可見中有二大腦室，或稱側腦室 (lateral ventricles)，即第一第二腦室由一孟氏孔 (foramen of Monro) 與第三腦室交通。腦室底面，各有一海馬葉，與腹面海馬溝相對，至中線相會合。腦室前腹側，有舊連接，稱橫紋體 (corpus striatum)。若以大腦壁剖視，可分皮部及髓部。皮部或稱大腦皮層，呈灰白色，可稱灰質 (grey matter)，甚薄，可分七層細胞，以胞核之大小及形狀分別之，為智慧之發源地。皮部以下作白色，或稱白質 (white matter)，多為纖維組成，有連接大腦各葉及各回間之連絡纖維，有纖維自脊髓來者，亦有向脊髓去者，縱橫交叉，一如電線，為傳遞衝動之利器。(二) 間腦 間腦為大腦後部所蓋，背側前有前脈絡叢，後有松果體 (corpus pineale)。松果體在爬蟲類之鱷蜥，發達為中眼，在哺乳類縮小，或稱腦上體 (epiphysis)。腹側前有端層 (lamina terminalis)，與大腦分界，其次為視交叉、腦卮、灰白球 (tuber cinereum) 及乳頭狀體 (corpus mammillare)，腦卮下接垂體，或稱腦下腺。內部為第三腦室，兩壁增厚，內部含灰質及白質間雜之視丘 (thalamus opticus)，多隱藏大腦半球之內，感覺神經至此換一神經原，再入大腦皮層，而引起感覺。(三) 中腦 中腦在間腦後之一小部分，背側有四疊體，與其他脊椎動物之視葉相當。在人類四疊體則更小，前二葉間有一細小後連接 (p. commissure)。腹側有腦足 (crura cerebri)，則較爬蟲類等動物為顯著。中間腦腔，在下等脊椎動物尚寬大，至哺乳類則成一管，與第三及第四腦室交通，稱薛氏導水管。



第一百二十四圖 脊椎動物之比較

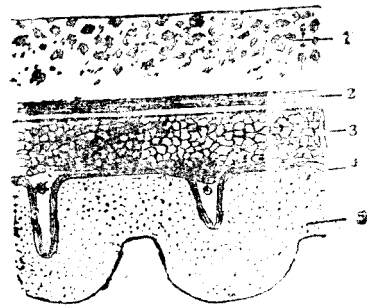
a. 鯊魚。 b. 蛙。 c. 爬蟲類。 d. 貓
 背面觀。 一、嗅葉 二、大腦。 三、間腦。 四、中腦。 五、小腦。 六、延髓。
 I—XII. 示腦神經 (著者圖，自 Wilder
 等改變而成)。



第一百二十一圖 人之腦，中剖，左側觀 1. 大腦皮部。2. 胼胝體。3. 孟氏孔。4. 前連接。5. 端質。6. 視神經。7. 視神經。8. 腦下腺。9. 第三腦室。10. 腦上腺。11. 四疊體。12. 生命樹(小腦)。13. 腦橋。14. 延腦。15. 第四腦室(錄自 Toldt 改製)。

(四) 小腦 小腦在蛙類甚小，在爬蟲類以上之動物，兩邊復長出兩葉，內通第四腦室。惟在哺乳類，全體為實體，分成五葉摺縐之體。背中央葉為蟲狀體 (vermis) (審定蚓部)，與蛙類之小腦相當，兩旁長出二葉，稱小腦半球，在其側下更有二小葉，稱小腦鬚。中間在灰質中與白質分支甚多，形成樹枝狀，稱為生命樹 (arbor vitae) (審定髓樹)。腹側有連絡兩邊之纖維，形成腦橋 (pons Varolii)，哺乳類始發達。(五) 延腦 延腦與魚類及兩棲類相似，背側有後脈絡叢，內通第四腦室，上接腦橋，下接脊髓，為腦與邊圍各部纖維連絡之通路，兩邊不復有索狀體 (corpus restiforme)，上端近橄欖巢 (olivary body)，灰質尚分散周邊，與腦性質相似，下端近錐體交叉 (decussatio pyramidum)，灰質散處中央，宛似脊髓。錐體交叉為動作神經交叉處，稍上之袂路交叉 (d. lemniscorum) 則為感覺神經交叉處。

四、脊髓之構造 脊髓(或稱神經管)為長柱形，藏於脊椎骨之中間，以人類論，長約四十五公分，自第一腰椎以下，變成細小之線，稱終線 (filum terminale)。在前面正中窪入處，稱中前溝 (anterior fissure)，後面正中，亦有不顯著之溝稱中後裂 (posterior septum)。脊髓正中央通腦之小孔，稱中央孔。灰



第一百二十二圖 腦髓膜(哺乳類)與頭骨及腦之關係 1. 骨。2. 硬膜。3. 蛛網膜。4. 軟骨。5. 大腦(錄自 Walter 仿 Ramon y Cajal)。

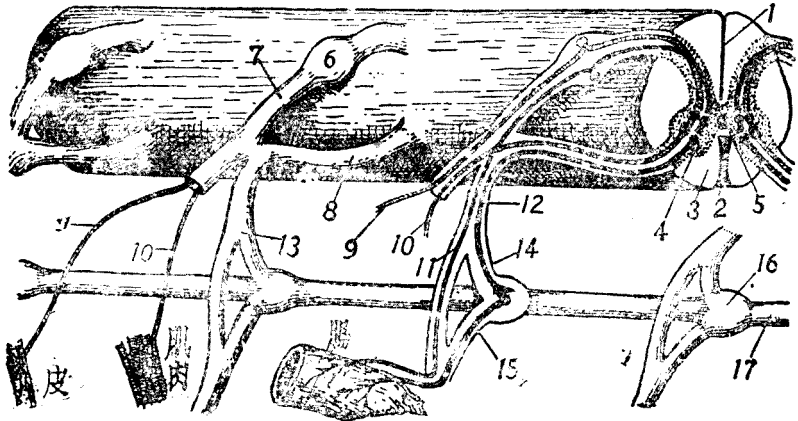
多，形成樹枝狀，稱為

質與白質之分布，卻與腦相反，灰質多在中央，成H字形，前面兩角稱前角(anterior cornua)，脊神經腹根之纖維，即由此而出。後面兩角較為細長，稱後角，脊神經背根之纖維，即由此而入。H形灰質之外圍，為白質，多纖維，與腦交通。包圍腦脊髓外面之髓膜(meninx)，在蛙類僅有二層，在哺乳動物則有三層，最外一層為硬膜(dura mater)，最內一層為軟膜(pia mater)，中間一網狀厚層，稱蛛網膜(arachnoid membrane)，硬膜內外之空隙及蜘蛛網中，充滿腦脊液及微血管。

五、腦神經與脊神經 (甲)腦神經 在魚類及兩棲類，僅有十對腦神經，在爬蟲類以上動物，均有十二對，前十對之起源與功用，與下等脊椎動物相似，第十一對副脊神經，在蛙類由第十對分支以代之，在哺乳類則來自延腦之末端。第十二對舌下神經，分布舌肌及頸部肌肉，在魚類及兩棲類亦有與此相似之神經，唯不為腦神經耳。各神經之起源分布及功用，列表於下：

數	腦神經名	拉丁名	起源	分布	功用
I	嗅神經	Nervus olfactorius	大腦嗅葉	鼻腔內粘膜	感覺
II	視神經	Nervus opticus	間腦	視網膜	感覺
III	動眼神經	Nervus oculomotorius	中腦腹側	眼肌及虹膜	動作
IV	滑車神經	Nervus trochlearis	中腦背側	眼上斜肌	動作
V	三叉神經	Nervus trigeminus	腦橋腹側	額面、口、舌及上下顎肌肉	感覺(嚼舌等) 動作(顎肌等)
VI	外旋神經	Nervus abducens	延腦與腦橋腹面	眼球外直肌	動作
VII	顏面神經	Nervus facialis	延腦側面	顏面肌	感覺(深面肌、舌、唇、外耳等) 動作(面肌及唾液分泌)
VIII	聽神經	Nervus acusticus	延腦側面	內耳	感覺
IX	舌咽神經	Nervus glosso-pharyngeus	延腦側面	咽舌粘膜及肌肉	感覺(咽、舌後部、外耳等) 動作(咽肌及唾液分泌)
X	迷走神經	Nervus vagus	延腦側面	內臟各器官	感覺(咽、胸腹腔等) 動作(咽肌及臟腑平滑肌等)
XI	副脊神經	Nervus accessorius	延腦側面	肩部肌肉	感覺(稀少) 動作(肩部肌肉)
XII	舌下神經	Nervus hypoglossus	延腦腹面	舌及頸部肌肉	動作(舌)

※ (乙) 脊神經 脊神經自脊髓兩旁分出背腹二根，會合後，再分布身體各部分，腹根為動作神經，以傳達自中央神經系發出之衝動，直至外圍各反應器官。背根為感覺神經，傳達由外圍引起之刺激，以至中央神經系統，近脊髓處，有神經節一個，多感覺神經原，各具二分叉纖維，以連絡周邊及脊髓。兔共有三十餘對之脊神經，人類有三十一對，計頸部八對，胸部十二對，腰部五對，薦部五對，尻部一對，最後脊神經最細小，稱馬尾鬚 (cauda equina)。在手足等處地位較大，神經分布亦多，諸神經連合，成為較有力之神經叢。首四對頸神經，成為頸叢 (cervical plexus)，後四對頸神經及第一對胸神經，組成臂叢 (brachial p.)，分布於手臂等處。其他諸胸神經不結成叢。腰薦部諸神經則結成一極大之腰薦叢 (lumbo-sacral p.)，以分布骨盤及脚等處。



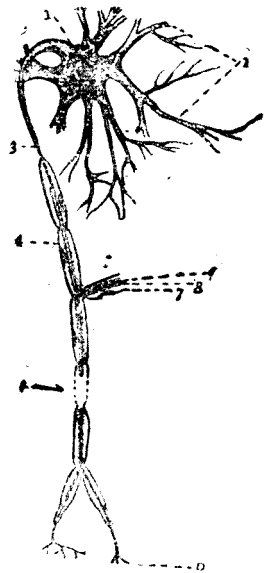
第一百二十三圖 脊髓與交感神經之連絡。示脊髓構造及神經纖維之分布 1. 中後裂。2. 中前溝。3. 白質。4. 灰質。5. 中央孔。6. 背根神經節。7. 背根。8. 腹根。9. 感覺纖維，分布於皮膚等器官。10. 動作神經，分布於肌肉等器官。11. 感覺交感神經。12. 動作交感神經，分布於腸胃等器官。13. 交通支。14. 白支。15. 灰支。16. 交感神經節。17. 交感神經索(著者圖)。

六、自主神經系統 在哺乳動物，交感神經更形複雜，可分交感系統與副交感系統，兩者合稱自主神經系統 (autonomic n. s.)，副交感神經，係前自腦髓，與後自薦部脊髓發出者。其功用為阻遏心跳、放弛血管、縮小枝氣管

及增加小腸蠕動等，適與交感系統相反。交感神經有兩主幹，在脊梁兩旁腹側，故每邊約有二十餘個神經節，聯成一串，稱交感神經鏈，每節有交通支，與每脊神經相接，藉此更與中央系統交通。交感系統之動作神經原在交感神經節中，其感覺神經原，則在脊神經背根之神經節內，其神經經交通支及交感神經節，或直接分出，分布臟腑，或再經外周神經節（例如下頸、體腔、上腸膜、下腸膜等神經節），然後至內臟各器官，管理不隨意諸動作，亦有分布周邊之微血管、汗腺、分泌腺、毛囊等之平滑肌者，可引起不能自制之種種情感作用。

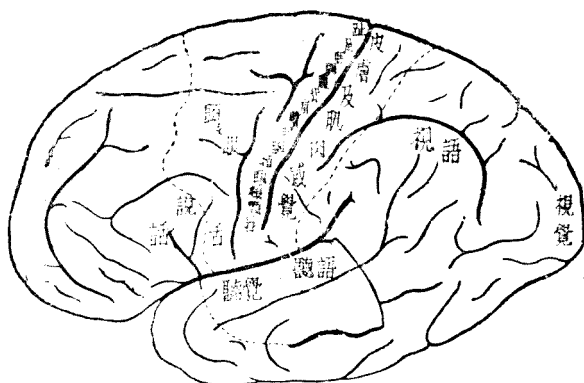
七、神經原 神經原為神經構造之單位，包含一神經細胞及其纖維，依功用言，可分動作及感覺兩種神經原，神經細胞之四周，普通多突起，突起可分兩種，短而多分支者稱樹枝狀突 (dendrite)，有一甚長之軸，稱軸狀突 (axone)。軸突之末端，亦分細支，與另一神經原之樹枝突相接處，名曰神經鍵 (synapse)。神經衝動，由樹枝突傳入細胞，再由軸突傳出，經鍵至他一神經原之樹枝突。故神經鍵，一如血管之瓣，僅許衝動向一個方向進行，由一個神經原傳至他一個神經原之一種過渡構造（第一百二十四圖）。

八、腦脊之功用 (一)大腦 大腦為智力中樞，一切意識行為，皆發軔於大腦皮層，動作區在中溝以前，以管轄脚、軀幹、臂、顏面等動作，由中溝前回之動作神經細胞及離心纖維所宰制。感覺區在中溝及側溝之後，司肌皮感及觸覺，在中溝後回中，聽覺在第一顳回，視覺在枕葉（第一百二十五圖），嗅覺及味覺則在顳葉下之海馬回。在大腦皮層中，除去動作及感覺區及其纖維連絡外，大部分為聯念區，聯念中樞，則在額葉之後云。其纖維系統，甚為複雜，不但與下部纖維通路相接，且在大腦中，回與回或葉與葉間互相連絡，極形發達，而動作區與感覺區間纖維相連，為記憶及智力之樞紐。 (二)間腦



第一百二十四圖 神經原
1. 細胞核、2. 樹枝突、3. 軸突、4. 髓鞘、5. 軸突甚長，中斷、6. 端枝(神經鍵)、7. 髓膜、8. 髓質、9. 軸(自 Kimber 等改良而成)。

間腦中間之視丘，爲大腦皮層下感覺中樞，各種感覺纖維，經過視丘之細胞交換後，而後達大腦皮層之感覺細胞。下視丘更爲交感神經之中樞。(三)中腦 中腦爲視聽等反射中樞。(四)小腦 小腦司肢體肌肉之平衡及調節各部肌肉運動之功用。若小腦損害或割去，身體卽失平衡，各部分肌肉動作，亦失去調節。但小腦之纖維並不交叉。(五)延腦 延腦爲臟腑反射中樞，如唾液分泌、呼吸、咳嗽、吞嚥、嘔吐、發汗、心阻遏等動作。(六)脊髓 脊髓爲一切最簡單反射動作之中樞，如膝跳反射、抓癢反射、屈肌反射、伸肌反射等是也。



第一百二十五圖 人類大腦之功用，示各部分動作(中溝前)及感覺(中溝及溝之
後)諸功用(筆者圖，依 Geyer 仿 Starr 圖改作)。

九、反射動作 (一)簡單反射 下等動物之行爲，多爲反射動作所支配，在蚯蚓章內，已闡明簡單之反射弧，然在高等動物，此種行爲，亦屬不少。譬如擊膝蓋髓，卽起膝跳，此爲最簡單之反射動作，或僅包含一感覺神經原及一動作神經原而已。(二)複雜反射 在脊椎動物中，此種最簡單之反射動作，或頗稀少，其他如雲眼、打噴嚏等，皆較複雜，牽動多個神經原，以成此反射弧，一個簡單反射弧，包括感受器、調度器及反應器 (effector) 三處之神經構造。複雜反射，同時可接受多個刺激而起一個反應，如偶聞爆竹之聲，目見其焰，而得一閉眼之反射，或由一個刺激引起多個反應者，如手受火燙，有口叫及手縮等之反應。亦有接受多個刺激而起多個反應者，如耳受雷震，目擊電閃，此種刺激，同時由向心神經，傳入反射中樞，卽時有捧頭、閉眼及全身奔避之反射，而成多種之反應。(三)替代反射 替代反射 (condi-

tioned reflex), 爲一種較高等之神經作用。即以新刺激而喚起舊經驗, 或說替代舊刺激, 而引起同樣之反應, 如『望梅止渴』一故事, 即因過去經驗, 有食梅生津之反射動作, 今雖無梅可食, 但望梅亦能生津而止渴, 豈非以『望』而替代『食』之反射動作乎? 今再以潘夫勞夫(Pavlov)之著名試驗申述之。如以食物餵犬, 口生涎液, 若以之嗅, 亦可生涎, 或以之視, 亦可生涎, 嗅與視, 卽爲替代之反射動作。若以鈴聲作爲刺激、與餵食並行, 使成聯念, 以後不見食物, 但聞鈴聲所生之涎量, 與餵食相等, 凡此種替代之反射動作, 皆可由基本之反射動作做聯念, 逐漸增加, 成爲複雜之神經作用。(四)本能 凡一切與生俱來不學而能之行爲, 通稱本能。如蜂之築巢, 蜘蛛之織網, 雛鷄自能覓食, 羽毛長而能飛, 行爲雖較複雜, 然均不學而能, 由遺傳而來之特性也。

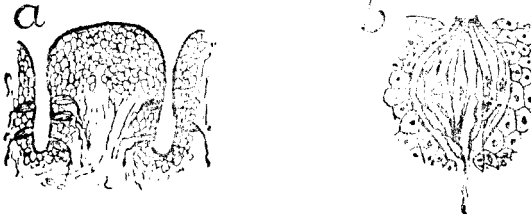
十、學習與智力 大腦皮部發達之動物, 卽能以新刺激, 改變或加強舊有經驗, 成爲多種互相牽連之聯念, 是爲學習。替代反射, 可視爲學習之一種。若某種衝動, 經某某神經原, 以後如有相似情形時, 卽有通過同套神經原之趨向而成習慣。習慣爲一套習得之反應, 成習慣後, 一如本能行爲, 如吃飯、唱歌、奏樂、打字等, 初皆不甚自然, 學習既久, 卽可不用思索, 動作嫻熟, 高等動物之學習, 大都由於習慣之養成, 例如以犬置入迷路框中, 犬欲外出, 須經嘗試成功而得出迷路之道, 久之, 嘗試時間減少而成爲習慣矣。人類因大腦皮部特別發達, 智力亦特別發達, 由舊有觀念, 加上新觀念, 神經衝動, 可循新開途徑進行, 或根據證據與理解, 而開發思路, 求得真理, 成創造思想。人類智力高等, 爲萬物靈, 卽因大腦發達故也。

十一、神經之傳導 邊圍各感覺器所受刺激, 各有一定纖維通路, 傳入大腦, 而得知覺, 再由動作神經, 由腦循纖維通路傳出, 而起反應。譬如皮膚覺(如溫、痛及觸覺等)及肌肉覺(四肢位置及運動感覺), 均經向心神經纖維, 由背根傳入脊髓, 卽折向上行, 在延腦上部之裾絡交叉而交叉, 至間腦視丘換一神經原, 而後至大腦皮層之感覺區, 由感覺細胞, 傳至中溝前動作區之動作細胞, 經離心纖維至延腦下部錐體交叉而交叉, 循脊髓下行, 由腹根而傳至反應器官。音樂家彈鋼琴, 手指嫻熟, 不必眼看而能運用自如, 手指之位置及運動感覺, 無論在時間或空間, 早已熟習, 此種肌肉、髓、骨等感覺與動作, 均由此種纖維通路而得之。至於視、聽、嗅諸感覺, 其纖維通路, 可直接入腦, 如視覺由視神經傳入視交叉, 由間腦視丘換神經原後, 卽至大腦枕回。

聽覺則由聽神經傳入延腦，換神經原後，由腦橋傳至大腦顛回。

十二、感覺器 (一)觸覺 皮膚多感覺細胞，除因於觸球 (tactile corpuscle) (參看第九十六圖)，處所起之壓覺外，尚有冷點、溫點、痛點等感

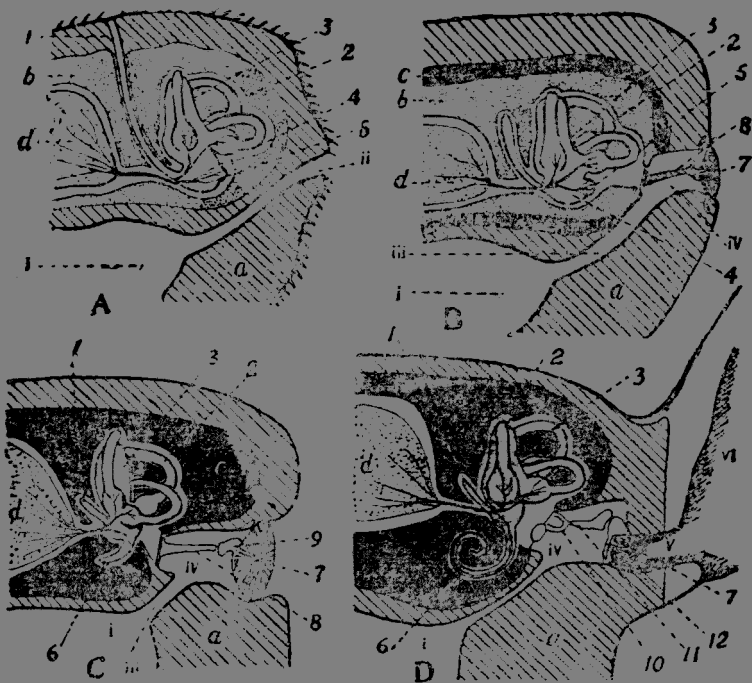
覺。(二)味覺 在下等動物如蚯蚓、昆蟲等，均能辨別食物性質。在高等動物，味覺僅限在口腔，尤在舌上，多味覺細胞，稱味蕾 (taste bud) (第一百二十六圖 b)。



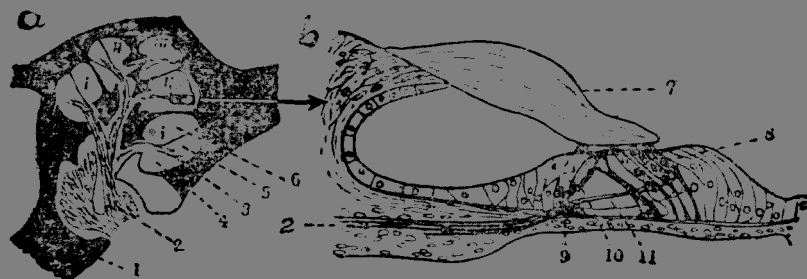
第一百二十六圖 味覺器官 a. 舌面輪廓乳頭之剖面，共有味蕾八九個。 b. 味蕾放大，示中間感覺細胞及神經 (錄自 Burton-Opitz)。

味覺細胞，由三叉、舌咽諸神經，傳入大腦，以起

感覺。(三)嗅覺 在高等動物，鼻腔即為嗅覺器官，腔內粘膜多嗅覺細胞，由嗅神經傳入大腦。(四)聽覺 耳有司聽覺與身體平衡二功用，下等動物如水母、蝦、蚌等之感覺器，以司平衡之用為多。高等動物則兼有此二種功用。哺乳動物，與蛙類不同者，除具中內耳外，更有外耳。又耳骨及耳蝸體等構造，發達較為複雜，外耳有耳殼 (pinna) 及耳道 (meatus auditorius)，用以收集聲浪，中耳為一鼓膜及一鼓室，在鼓室內，有三骨，即槌骨、砧骨及鐙骨。槌骨接鼓膜，鐙骨接卵圓窗 (fenestra ovalis)，為傳達聲浪入內耳之用，下有一細長之歐氏管 (即耳咽管) 與咽頭相通。中耳及歐氏管，為鯊魚噴水孔之殘跡。內耳則為一骨窩，稱骨壁迷路 (osseous labyrinth)。其中藏有膜質囊管，稱膜壁迷路 (membranous l.)，膜壁迷路包括一橢圓囊，內通三半規管、一豆狀囊，下端引長為耳蝸體。膜壁迷路，外為外淋巴液，內為內淋巴液。內淋巴液管，在蛙類漸退化，在哺乳動物，僅留殘跡而已 (第一百二十七圖 D. 1)。三半規管、橢圓囊與豆狀囊內，均有鈣質物，又多感覺毛，專司身體之平衡及在空間上之方向。耳蝸體即為聽覺神經末梢之所在，在人類約近三轉 (第一百二十八圖 a, i, ii, iii)，形似蝸牛殼，故名，中空有膜隔成上下二階，下為鼓室階 (scala tympani) (第一百二十八圖 4)，上為前庭階 (s. vestibuli) (同圖 6)。在中間一階，稱為蝸管 (同圖 5)，有一蓋膜 (membrana tectoria) (同圖 7) 及哥帝器 (organ of Corti)。哥帝器包含五列感覺聲浪之毛細胞 (hair cells) 及其附屬細胞。聽覺神經末梢，止於毛細胞，聲浪由外耳



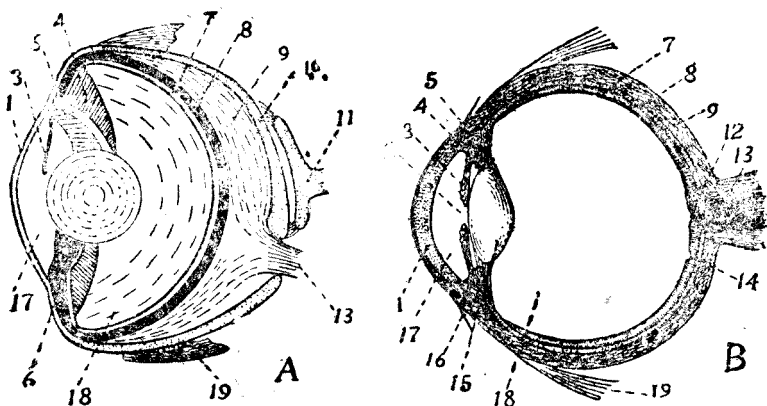
第一百二十七圖 耳之比較 A. 鯊魚 B. 蛙 C. 鼯 D. 兔 a. 肌肉及皮 b. 軟骨 c. 硬骨 d. 腦 1. 內淋巴管 2. 半規管 3. 瓣囊 4. 豆狀囊 5. 耳壺 6. 耳竇體 7. 鼓膜 8. 耳柱骨 9. 外耳柱骨 10. 錘骨 11. 砧骨 12. 鏈骨 i. 咽頭 ii. 噴水孔 iii. 歐氏孔 iv. 中耳 v. 外耳道 vi. 耳殼(著者圖)。



第一百二十八圖 聽覺器官 a. 耳房體之切面, i, ii, iii 示旋轉 b. 哥蒂器放大 1. 骨 2. 聽神經 3. 哥蒂器 4, 5, 6. 分三層 7. 蓋膜 8, 9. 外內毛細胞四列 10. 支持細胞 11. 分布毛細胞神經 (參自 Lewis and Storn. b 自 Seymonowicz)。

傳入，震動鼓膜，經三耳骨傳入內耳之淋巴液，再刺激耳蝸體內之聽神經，而傳入大腦。

(五)視覺 眼爲視覺器官，在胚胎初期，由前腦兩旁之眼泡 (optic vesicle) 形成。故眼內部之視網膜，由腦發達而成，有神經通入大腦 (第一百三十圖 1)，晶狀體與角膜，由外胚層發達而成。眼球由三層組成，最外爲鞏膜 (sclera)，係結締組織組成，有保護功用。在前面形成透明之角膜 (cornea)。次一層爲脈絡膜 (choroidea)，多血管及神經，又多黑色素，以防光線之外逸。在晶狀體前有一圈之虹膜，由色素細胞及平滑肌組成，具伸縮性，中有一孔稱瞳孔，光線可由此透入。最內爲視網膜 (retina) (第一百二十九圖 7) 等，可分八層組織 (第一百三十圖)，最外一層貼近脈絡膜者，爲色素細胞，色素層之下，即爲感光細胞，有錐細胞 (cones) 及桿細胞 (rods) (同圖 c, r) 二種，影像在此細胞上形成，由諸層神經組織，傳入最內一層神經節細胞 (同圖 2) 及其纖維，通入視神經。視神經入視網膜之點，缺少感覺，稱盲點。由晶狀體直線進去，在視網膜上有一小窩，稱中央窩，常呈黃色，視覺最爲明晰，稱黃斑 (macula lutea)。在角膜之外，蓋有一層極薄之膜，經過鞏膜外端，再反折而蓋在上下眼瞼之內面，稱爲結膜 (conjunctiva)。人類之瞬膜，在眼之內角，尙留有遺跡。又有淚腺 (lachrymal gland)，爲潤濕眼面



第一百二十九圖 眼之比較 A. 魚魚之眼。 B. 人類之眼。 1. 角膜。 2. 瞳孔。 3. 虹膜。 4. 毛狀肌。 5. 懸韌帶。 6. 晶體肌。 7. 視網膜 (B圖 7)。 8. 脈絡膜。 9. 鞏膜 (B圖 9)。 10. 上鞏膜。 11. 視柄。 12. 盲點。 13. 視神經。 14. 中央窩。 15. 晶狀體。 16. 結膜。 17. 前房。 18. 後房。 19. 眼肌 (A參考 Franz, B自 Hegner 改繪)。

之用。晶狀體爲兩凸透明體，有毛狀體 (ciliary body) 及懸韌帶 (suspensory ligament)，與脈絡膜互相牽着，隔成前房及後房，前房較小，內有水狀液 (aqueous humor)，後房較大，內有膠質玻璃狀液 (vitreous humor) (審定透明液)。眼球構造，與照相機無異，光線由角膜、前房、經瞳孔而至晶狀體，光波折曲，影像在視網膜上形成，而傳入大腦。要調節遠近物之影像，全由晶狀體凸度之改變。近物要使晶狀體凸度增高，毛狀肌收縮，使脈絡膜之牽引力減少，晶狀體因富彈性而放弛，凸度增高。遠物要使凸度減低，在平常時，脈絡膜有彈性，又有懸韌帶牽引，常使晶狀體較扁，可調節而視遠處之物。瞳孔更可調節光線之強弱，如虹膜收縮，則瞳孔放大，可容受多量光線，反之，瞳孔縮小，則射入視網膜之光線減少。夜行性動物，不僅瞳孔放大，可收集多量光線，其在視網膜上錐細胞及桿細胞之分布，亦有不同。錐細胞或僅能辨別色澤，桿細胞則可感覺光之強弱及見活動物品。故夜行動物如鸚鵡、蝙蝠等，視網膜上之桿細胞遠多於錐細胞也。



第一百三十圖 人類視網膜之切面圖，左邊示染色後之情形，右邊示細胞列。1. 神經纖維。2. 神經節細胞層。3. 內粒狀層。4. 內核狀層。5. 外粒狀層。6. 外核狀層。7. 錐細胞(c)及桿細胞(r)層，最外一色素層，連接脈絡膜者不圖。(Gray 繪)

及桿細胞之分布，亦有不同。錐細胞或僅能辨別色澤，桿細胞則可感覺光之強弱及見活動物品。故夜行動物如鸚鵡、蝙蝠等，視網膜上之桿細胞遠多於錐細胞也。

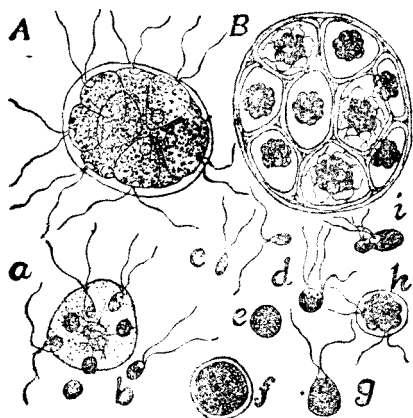
第十一 生殖系統

一、生殖系統之原始及演進 「生命必由生命而來」已成生物學上之定論，故新生物必由同類之前存生物產生，此新個體前出之歷程，謂之生殖，最原始之生殖，即由母體分裂而成，此種分裂，有二分體及多分體之別，如細菌、蠅虫等動物，生長至某種限度時，即平均分裂，而成二子體，如有

孔虫及多數孢子虫等，母體分成多數細胞，而成多個子體。又可由母體分出一部分而成幼體，如吸管虫、海綿、水螅等，均有此茁芽生殖法。更可自行斷裂，一個母體，可裂成多段，各段由再生方法，成整個之個體。此種生殖，均由母體直接分出，而成子體，謂之無性生殖法。

有性生殖，原為不同個體，因交換核質而起之現象，最原始之法，或為接合生殖，接合之法，有由兩個體相互接合，有由母體自行分裂，成為多數游走孢子，此種子細胞，不若多分體之子細胞，

失其單獨發生之能力，必須兩兩配合（或稱接合）而後得恢復其生活力。最初，此種游走孢子，大小相等，稱等配子，雌雄之性，無所區分。如有孔虫、單胞虫、單球藻、實球藻（第一百三十一圖）等，無性生殖時由母體分裂之子細胞，即可單獨生長，但有性生殖所產生之子細胞，大小相等，皆能行動（第一百三十一圖 c, d），必須兩兩配合後，始能發生。更進一步，是類子細胞，大小不等，稱異配子（anisogamete）。大者無鞭毛，多食料而不能行動，小者有鞭毛，細胞質少而富活動性。大配子或為雌性，小配子或為雄性，兩者配合而成合子，此乃真正之有性生殖，如團藻（第九圖 7, 11）、蟻虫（第十圖 10—12）等是也。凡產生大配子之細胞，聚集成一巢，稱為卵巢，產生小配子者則稱精巢，此為雌雄性之器官。較高等之動物，雌雄器官，在不



第一百三十一圖 實球藻 (*Pandorina* sp.)

A. 生活成蟲。B. 無性生殖。a. 配子形成。
b. 配子。c, d. 等配子受精。e. 合子。f. 胚胎。
g. 萌芽。h. 發生。i. 示異配子受精 (a 仿 Goebel 其他自 West 仿 Pritgsheim)。

同之個體上，兩者產生之配子，必須經兩親體之支配，而後得達受精之目的。

二、種質與體質 無性生殖之動物，體質與種質，無所區分。在單細胞動物中，細胞質多為身體之營養，細胞核則司種族之持續，如一種太陽虫，自體之胞核，可分化為雌雄性之物質，儼若配子。然在草履虫種質與體質核質中顯然分化。大核似體質，為營養功用，細胞分裂時不行有絲分裂，旋即消失。小核似種質，為生殖功用，細胞分裂時必經有絲分裂，種質遂得不滅。兩草履虫行接合生殖時，小核變化，宛如配子之成熟，形成似異配子之二核，而有與受精相似之行爲（參看第十四圖 A, d）。在羣體原生動物中，亦有可分成種細胞與體細胞者，成生理上之分工合作。此種分化，最初僅有少數細胞，不參加生殖功用，如一種雜球藻 (*Pleodorina* sp.)，全體約有三十二個細胞，在

一膠狀基質中生活，一端有四個小細胞，分化爲體細胞，失其生殖功能。至於團藻，此兩種細胞，分化更甚。體細胞數目甚多，有眼點、葉綠素等，專爲運動及製造食物，維持個體生命之用。種細胞復分化爲單性細胞、卵巢及精巢，專司生殖，爲繁衍子孫及維繫種族之用。後生動物，體制複雜，欲行使多種功用，故體細胞分化特多，生殖細胞，僅限於生殖巢中，其中種細胞分裂，成爲多數成熟配子，須經過兩兩配合，方可成新個體，新個體又分化種質，得再產生子孫，代代蟬聯，亘數千萬年而不絕。德人外史門 (Weismann) 氏創種質永結學說 (theory of germinal continuity)，卽爲此意。在下等動物，如蠕蟲、節足、軟體等動物，由細胞宗系研究，知受精卵分割，各子細胞將來變成何種器官，有線索可尋。卽以馬蛔蟲爲例，在二個分割細胞時，卽可見得一個較小較透明者，行染色質減縮 (chromatin-climination)，爲體細胞，他一個反之，則爲幹細胞 (stem cell)。此幹細胞在各細胞分裂下去，可追尋之。在十六個細胞時，中有二細胞，不行染色質減縮，一個卽爲將來所有原始種細胞所自出，自茲以後，種質卽爲一定，而外胚層、中胚層及內胚層，亦各成立。此種細胞，來自內胚層，在原腸胚時，卽入分割腔，發生爲生殖巢。在高等動物，細胞宗系，尙未明瞭，種質由何時分化，未全確知，但必自胚胎早期，卽已決定之。此種細胞，終侵入生殖巢中，而此生殖巢爲數有二，由中胚層形成，位於體腔前背部，在腸系膜之兩旁，雄者發生爲睪丸，雌者爲卵巢。

三、生殖器官與排泄器 生殖器官與排泄器，在系統發生上，關係至爲密切。多種下等動物，往往藉腎管爲排卵或輸精之用。高等動物，亦復如是。脊椎動物之生殖器官與排泄器，關係亦至密切。在胚胎之初期，前腎一部分與前腎管，併合而成輸卵管漏斗口。輸卵管乃由前腎管分出，稱墨勒管。輸精管卽由中腎管形成，稱華爾芬管。在兩棲類，精由輸精小管入中腎，中腎管兼具輸精與排尿二功用，關係之密切，可想而知。至爬蟲類以上動物，另生後腎及後腎管，專爲排泄之用。於是生殖與排泄，在形態上亦漸漸分離。雄者之華爾芬管卽爲輸精管，不復有排泄功用。中腎前部，變爲連接睪丸與輸精管間之睪冠。雌者之墨勒管爲輸卵管，中部爲子宮，下部合成陰道。

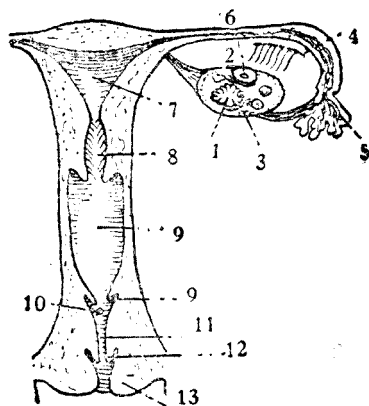
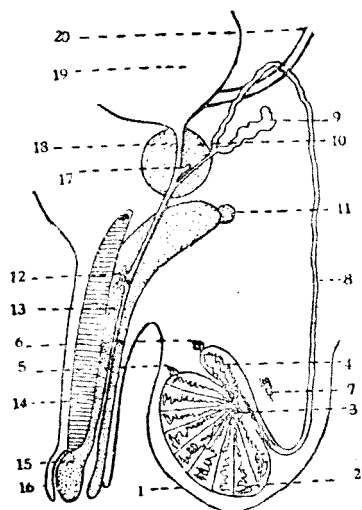
退化之排泄器官 在胚胎初期，生殖管原由排泄管變來，而腎及中腎亦各變成生殖器官之附屬構造，墨勒管與華爾芬管，同時存在，迨後雌者發生卵巢，華爾芬管退化，藏入輸卵管壁，稱爲加納管，與睪冠同屬部分，稱爲卵巢冠。中腎後部亦成副卵巢。雄者發生睪丸，墨勒管退化，尙留有跡，上部成爲無功用之睪丸垂，下部則稱爲陽性子宮。中腎前部變爲迂曲之睪冠管，下部變成迷走管。

及副辜。至於外生殖器，最初在胚胎時期，亦在共泄腔中，厥後由會陰分開，背側為肛門，腹側為泄殖竇。前端有乳頭突起，雄者發生為陰莖，雌者為陰蒂，中為多孔體，末端為龜頭及包皮。竇之後部，有二大生殖腺，中間為泄殖孔，在雄者變為海綿體，雌者變為陰唇，在人類小陰唇周圍，更有大陰唇，與雄者之陰囊相當。雌雄性動物或人類男女外泄殖器官之變化，列表於下：

形態上指示	雄 性 羊 膜 動 物	雌 性 羊 膜 動 物
生殖脊	辜丸	卵巢
中腎(上部)	辜冠(epididymis)	卵巢冠(epoöphoron)
中腎(下部)	迷走管(ductus aberrantes) 副辜冠(paradidymis)	副卵巢冠(paraoöphoron)
華爾芬管	輸精管(vas deferens)	加納管 Gartner's duct)
墨勒管	辜丸垂(appendix testis) 陽性子宮(uterus masculinus)	輸卵管 子宮 陰道
泄殖腔	尿道(指膀胱與輸精管會合之管)	尿道(urethra)及前庭(vestibule)
乳頭突	陰莖(海綿體及龜頭)	陰蒂(clitoris)
生殖褶	多孔體(corpus cavernosum)	小陰唇(labium minus)
生殖褶周圍	陰囊(scrotum)	大陰唇(labium majus)

四、生殖器官 (甲) 雄性 未成熟之兔，辜丸在腹腔內，佔原來之地位，將近成熟時，辜丸及相連之輸精管及體腔膜，下降至體外，墜入陰囊內。陰囊位於陰莖之下方，有小孔稱鼠蹊管(inguinal canal)，通入腹腔。在人類，胚胎時即已下降至陰囊。兔與人類之生殖器官，大致相同。辜丸二個，作橢圓形，包裹在一個陰囊內，緊接辜丸，有甚迂曲之管，盤繞成辜冠(epididymis)。下接輸精管，經鼠蹊管而入腹腔，繞過輸尿管，在膀胱頸後面，兩輸精管相會，通入尿道。前列腺(prostate gland)在尿道起始處，在背及兩側，有細管通入尿道。在人類，輸精管未入尿道前，有一儲精囊(第一百三十二圖9)，為分泌器官，在管之末端有一膨大之壘(ampulla)，為儲精之用。尿道(urethra)後接膀胱管，前通陰莖之口，為排尿輸精共同之孔道，在前列腺中，近膀胱頸端，尿道上有一盲囊，名陽性子宮(uterus masculinus)，為墨勒管之踐跡。尿道起始之處，又有一對考不腺(Cowper's gland)，在兔類陰莖下端，更有會陰腺(perineal g.)，為分泌異臭之腺體。陰莖(penis)之構造，腹側有一個多血管之海綿體(corpus spongiosum)，為尿道所通過；背側有二個

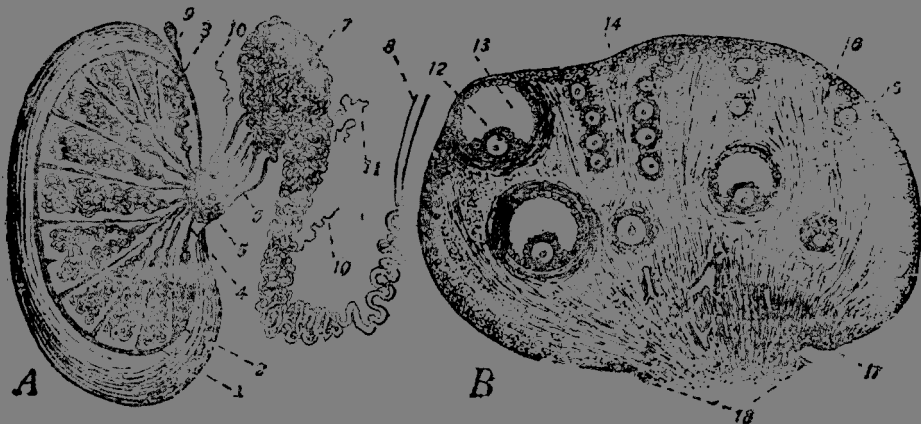
多孔體 (corpora cavernosa), 後接骨盤之前, 亦爲富於血管之組織, 海綿體末端爲一龜頭 (glans penis) 及四周之包皮 (prepuce)。(乙)雌性 卵巢一對, 發生時與睪丸大致相同, 作橢圓形, 在腎臟之後, 以體腔膜懸於腹背部。輸卵管較人類爲長, 起始處有一口接近卵巢邊緣, 多所摺皺, 呈繖狀之漏斗, 稱卵巢繖 (fimbriae ovaricae), 孔稱卵管口 (ostium tubae), 輸卵管上部較細長, 下部稍膨大, 稱子宮。兩子宮會合後, 稱陰道 (vagina)。在人體解剖, 兩輸卵管, 稱反老本管 (Fallopian tubes), 兩子宮併合而爲一個, 爲胎兒所居之處 (第一百三十三圖 7), 最下端爲子宮頸 (cervix uteri), 有一孔通入陰道, 陰道下端在人類有一臨時之膜, 稱處女膜 (hymen)。膜之外部會合膀胱通出之孔, 稱泄殖腔 (urino-genital sinus) (或稱前庭)。在多數靈長類, 兩旁各有二皮褶, 稱小陰唇與大陰唇, 與雄性海綿體及陰囊相當。在泄殖腔腹側正中, 有一桿狀物, 稱陰蒂, 與雄性之陰莖相當。



第一百三十二圖 人類男性生殖器官圖解
 1. 陰囊。2. 睪丸。3. 睪丸網。4. 睪冠。
 5. 睪丸垂。6. 睪冠垂。7. 副睪冠。8. 輸精管。9. 儲精囊。10. 前列腺。11. 尿道腺。
 12. 考不腺。13. 海綿體。14. 多孔體。15. 龜頭。16. 包皮。17. 陽性子宮。18. 尿道。19. 膀胱。20. 輸尿管 (錄自 Merkel 修改)。

第一百三十三圖 人類女性生殖器官圖解
 1. 黃體。2. 卵泡。3. 卵巢。4. 副卵巢冠。
 5. 卵管繖口。6. 反老本管。7. 子宮。
 8. 子宮頸。9. 陰道及處女膜地位。10. 尿孔。11. 尿道。12. 小陰唇。
 13. 大陰唇 (錄自 Henle and Symington)。

五、睪丸與卵巢之構造 (甲, 睪丸 睪丸作橢圓形, 大小因種類而異, 人類長約寸半, 腹側較光圓而大, 背側有一凹, 爲輸精小管所自出, 血管與神經, 由此而入。睪丸外有一鞘膜包裹, 係睪丸系膜由腹腔隨睪丸下降而入陰囊。睪丸本身, 又有彈性纖維之膜, 內層疏鬆, 富於血管, 此膜伸入睪丸內部, 分成睪丸小隔 (septula testis), 其數不等, 自一百至二百。此種小隔至背側結成縱隔, 爲睪丸網 (rete testis) 所在之處。每小隔內多轉曲之細精管 (seminiferous tubule), 盤旋其中。細精管之間, 有管間細胞, 爲內分泌功用 (第一百十八圖 I)。管之周圍, 有結締組織, 構成基膜, 膜內則爲生殖細胞及支持細胞 (Sertoli cell)。支持細胞作柱形, 彼此相連, 有營養功用。生殖細胞, 自壁至中腔, 可得精之成熟順序, 近壁處, 其細胞質較清而核較大, 爲原始種細胞 (primordial germ cell) 及精原細胞 (spermatogium), 近腔中, 則爲成熟之精蟲 (參看一百十八圖 I, 15)。細精管之末端爲直小管, 無原始生殖細胞, 直小管再經過睪丸網, 然後經輸精小管而至睪冠。(乙, 卵巢 卵巢亦由生殖脊形成, 與睪丸相似。初由卵巢系膜包裹, 懸於腹腔, 由膜發生生殖細胞帶及卵巢網。後卵巢網不復與墨勒管相通, 卵巢亦獨立成長。人類卵巢, 大小約與杏子相似。上端較圓, 下端亦有一凹口, 接近輸卵管口, 爲血管神經



第一百三十四圖 人類之睪丸與卵巢放大圖 A. 睪丸(一部分剖開) B. 卵巢剖面。1. 睪丸膜。2. 睪丸小隔。3. 曲細精管。4. 直細精管。5. 睪丸網。6. 輸精小管。7. 睪冠。8. 輸精管。9. 睪丸垂。10. 迷走管。11. 副睪丸。12. 卵。13. 原始芽泡。14. 原始生殖細胞。15. 卵(未成熟)。16. 卵巢基質。17. 血管。18. 卵巢柄(著者圖)。

進入之處。成熟時，亦下降至盆骨內側。卵巢之外，亦有纖維之膜，膜亦向內延伸至卵巢內，成爲小隔。近表面之細胞，除表皮細胞外，尚有原始種細胞及營養細胞，雖無如睪丸中之細精管構造。然諸細胞伸入其中，儼如一索，故稱秀留格索(Pflüger's cord)。卵細胞向內生長，行成熟分裂，漸變成哥拉芬泡(Graafian follicle)。成熟細胞，復向表面遷移，凸出卵巢表面，終乃破泡而出，經體腔而入卵巢繖口。泡內細胞及脂肪組織，變爲另一種內分泌構造，稱爲黃體(corpus luteum)。

參 考 書

。(解剖學及生理學)

I. 解剖學：

1. Adams, L. A.: *An Introduction to the Vertebrates*, 1938.
2. Gaupp, Ernst; *Anatomie des Frosches*, 1899 (Braunschweig).
3. Hyman, L. H.: *A Laboratory Manual for Comparative Anatomy*, 1928 (U. of Chicago Press).
4. Howden, R.: *Gray's Anatomy*, 1923 (Longmans).
5. Kingsley, J. S.: *Comparative Anatomy of Vertebrates*, 1926 (Blakiston's).
6. Walter, H. E.: *Biology of Vertebrates*, 1928 (Macmillan).
7. Wilder, H. H. *History of the Human Body*, 1923 (Henry Holt).

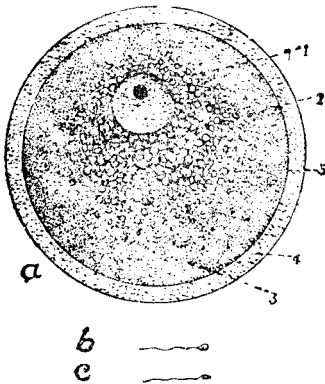
II. 生理學：

1. 蔡翹：生理學，二冊(商務)。
2. Burton-Opitz, E.: *An Elementary Manual of Physiology*, 1936 (Saunders).
3. Howell, W. H.: *Textbook of Physiology*, 1936 (Saunders).
4. Rogers, C. G.: *Textbook of Comparative Physiology*, 1927 (Mc-Graw-Hill).

第十九章 高等動物之發生

一、發生之意義 發生 (development) 一名詞，係指新個體由不分化之原生質，逐漸發展而長大之一套程序而言，因此如組織移植、體質苗芽、再生現象、孢子生成，所有由簡單細胞，變成新個體者，均屬發生學範圍。高等動物之發生，大都由受精卵分裂多次，而成胚胎。胚胎之器官，亦由是逐漸形成，終至造成新個體。凡研究由受精卵至變成幼體各種變化之科學，稱胚胎學 (Embryology)。

二、生殖細胞 (甲)精蟲 精蟲可分頭、頸、尾三部。頭部圓而略扁，長約 0.005 公釐，頸尾部細而長，長約 0.045 公釐。細胞核在頭部，中心體則在頸部，尾部不過為游泳之具而已。人之精蟲，其大小形狀，亦與此相彷彿。精蟲自辜丸細精管產出，成熟精蟲，經輸精小管、辜冠而入輸精管，兩管下端稍大而入儲精囊。在人類每輸精管末端膨大成精管壘，為臨時儲精之處。後復會合儲精囊及前列腺之分泌物而成精液，經射精管而入尿道。在尿道起始處，背側有考不腺，分泌鹼基性反應之液體，為交配時中和尿道酸性及潤濕生殖器之用。兔類在尿道下部兩旁，更有會陰腺，亦有分泌功用。(乙)卵 卵在卵巢內成熟時，凸出表面，稱哥拉芬泡。每泡含有一卵。卵之直徑，約在 .15—20 公釐之間，其大小亦與人類相似。成熟之卵，破泡而出，流入體腔。因輸卵管及卵巢纖毛運動，引近繖口而入輸卵管，至子宮會合精蟲，經受精後，即形成胚胎。各種動物，受精均在排卵之後，因卵巢內分泌，引起性慾衝動，而有一定之春情環 (oestral cycle)，此時為接受雄性之期間。兔類排卵作用，在春情環之後，換言之，須在交配之後，始有卵放出，而入輸卵管。在人類，春情環之時間，不甚



第一百五十五圖 人之精蟲與卵之比較圖(×200) a. 卵。 b. 精蟲背面觀。 c. 側面觀。 1. 核。 2. 卵黃粒。 3. 細胞質。 4. 明區(細胞膜)。 5. 卵黃膜(著者圖)。

出，流入體腔。因輸卵管及卵巢纖毛運動，引近繖口而入輸卵管，至子宮會合精蟲，經受精後，即形成胚胎。各種動物，受精均在排卵之後，因卵巢內分泌，引起性慾衝動，而有一定之春情環 (oestral cycle)，此時為接受雄性之期間。兔類排卵作用，在春情環之後，換言之，須在交配之後，始有卵放出，而入輸卵管。在人類，春情環之時間，不甚

明顯，排卵作用，大約在經期之後云。

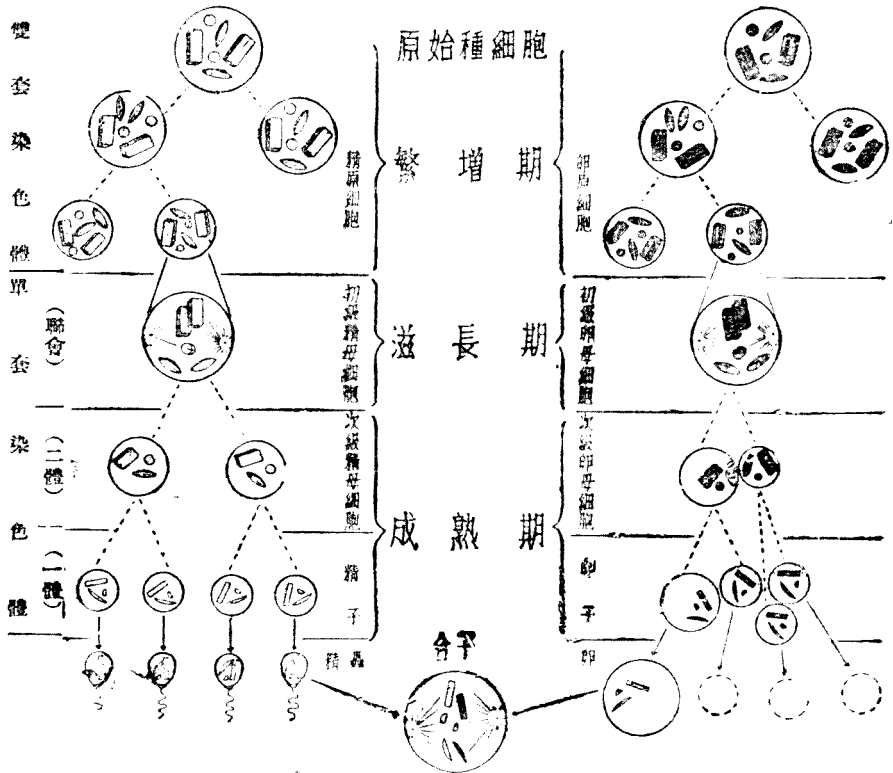
三、生殖細胞之產生 精之產生 (spermatogenesis) 在紆迴之細精管中，靠近管壁表面細胞，有原始種細胞，已如上述。此種原始種細胞，經多次分裂，漸漸下移，至管之中腔，變成精蟲，其成熟程序，可分下列各期：

(甲)繁殖期 原始種細胞，經過多次分裂，即為精原細胞，形體逐漸變小，數目則大為增多。在繁殖期之末，精原細胞乃起種種變化，以趨成熟。

(乙)滋長期 精原細胞最後停止分裂，即事滋長，內部亦生改造，是為初級精母細胞。(丙)成熟期 初級精母細胞 (primary spermatocyte)，此後不依尋常之有絲分裂法，而行一種特別之成熟分裂，此時相同之染色體，兩兩成對結合，名曰聯會 (synapsis)。每個染色體，有一分爲二之綺縫，則每個聯會對，有一分四之可能，故稱四體 (tetrad)。四體數目 (假定爲三個)，即爲原來染色體數 (假定爲六個) 之一半。此種四體染色體，排列在赤道板上，一如有絲分裂之中期。至後期時，每聯會對分離，各向兩極紡錘線移動，終至兩極。結果每個分裂後之細胞，含有每個四體之一半，稱爲二體 (dyad)。此種細胞，稱爲次級精母細胞 (secondary s.)。次級精母細胞並無休止期，再行普通之分裂，染色體縱分，各成二體之一半，稱爲一體 (monad)，即爲聯會對四分之一，其數仍與四體數相同，即爲原來染色體數之一半。此種細胞稱精子 (spermatid)，靠近細精管之中腔，漸漸變成有鞭毛之精蟲 (spermatozoön)。

卵之產生 (oogenesis) 近卵巢表面之生殖細胞，逐漸分裂而下移，其成熟程序，與精子相似，再略述如次。(甲)繁殖期 由原始種細胞，分裂而成卵原細胞，至相當時期，亦停止分裂。(乙)滋長期 卵原細胞停止分裂後，逐漸增大，變成初級卵母細胞 (primary oocyte)。(丙)成熟期 初級卵母細胞，染色體亦聯會，而得四體。四體分裂後，染色體成爲二體，形成大小不同二細胞。大者稱次級卵母細胞，小者稱第一極體 (first polar body)。再行普通之分裂一次，第一極體，再分裂成二極體，而次級卵母細胞又分成一大一小，大者即爲卵子 (ovum)，小者則爲第二極體。卵母細胞，經此二次分裂，亦得四個細胞，與四個精子相當。唯在此四分之三爲極體，終至消滅，僅有四分之一，成爲卵子。此卵子即爲成熟之卵，亦含有一體之染色體，與精子相似。惟因有營養料，故其體特大。成熟之卵，在卵拉芬泡內，漸向卵巢表面凸出，終則破裂而出。成熟之卵，有功用者，在兔類則甚多，在人類畢生或謂僅有四百餘個。或謂卵巢含卵有一萬五千至三萬五千個之多，惟至成熟時有功用

者，為數至少。



第一百三十六圖 精之產生與卵之產生並行圖(著者圖)。

四、受精作用 受精之真義，有謂兩性細胞在成熟分裂時，僅得單套之染色體，一經受精作用，兩性生殖細胞結合，使染色體恢復原有之雙套，且自不同之個體，胞核物質重新改組，藉以恢復原有之生活力，以維持種族之存在。故有人認受精作用，為生殖必經之步驟，然是種觀念，亦非絕對確切，蓋具單套染色體之卵，亦可由人為孤雌生殖法而發生，如浸以各種溶液，或設法動搖，或用各種化學品（如多種海產棘皮、軟體或環節等動物之卵），或用針刺（如蛙之卵），均可引起與受精同樣之變化。更因受精之卵，氧化率驟增，人為受精，亦可得同樣之結果，故有謂增高氧化作用，即可促動卵之發生。此外亦有謂發生之原因，乃為一種化學物理之現象。凡人為孤雌生殖所用之種

種刺激，均可改變原生質之膠狀態。若原生質膠狀態變硬，即引起分割，分割之後，膠狀態變軟，分裂再度起始時，則又變硬，而由精蟲受精所引起之變化，亦復相似。因此自然受精，有二種功用。一為給以生理上之刺激，使卵發生，一為加入另一半數之染色體，以控制遺傳上之變化而已。

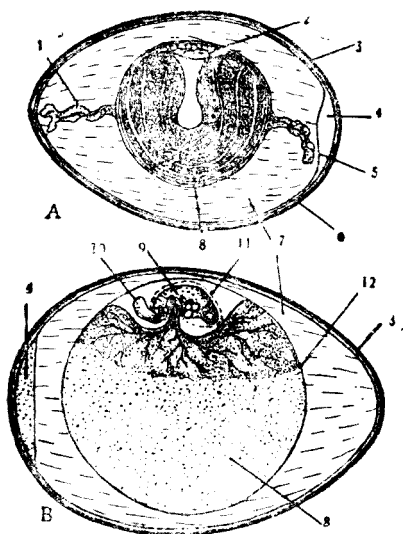
受精現象，在下等動物中，觀察較為清楚，如扁蟲、圓蟲、環節、軟體、棘皮等動物，研究頗為詳盡。高等動物如魚類及蛙類，研究亦較多。自然受精，必須精蟲鑽入卵細胞，兩者胞核融合，而後達發生之目的。卵子成熟時期，各動物恆不一致。有在卵巢中即已分出極體，如海膽等。有須至外界媒質中（如水等）始行成熟，如星魚等。有須受精之後而後起始分出極體，如蛔蟲等。當多數精蟲圍繞卵細胞時，有多種動物（如昆蟲、板鰐類、兩棲類及鳥類等），可容許多個精蟲入內，成多精受精現象，有僅許一個精蟲入內（如扁蟲、圓蟲、軟體、棘皮及哺乳類等動物）。在海膽或沙蠶，當卵受精之時，有多數精蟲，入膠質之膜內，卵細胞質伸出一錐狀物，名受精錐（fertilization cone），在星魚，當精蟲在膠質膜之外時，即行長出，以接受精蟲，一若吞入者然。待精蟲入內時，即有一受精膜出現以阻止其他精蟲之闖入。同時周邊卵質之滯性變化，卵質流動，以使卵起始分割。此已入內之精蟲頭部，吸收卵質而變大，與卵之胞核相似。或逕與卵核混合（例如海膽等），再行分割，或各自獨立分裂（例如蛔蟲等），至分裂之中期，各列赤道板之兩邊，而後分開，故由父母兩親代來之染色體，皆平均分入二子細胞，各染色體仍保持其個性，不相混雜。由成熟分裂所得之單套染色體，受精後即恢復為雙套。此受精卵（即合子）繼續分裂，經分割、囊胚、原腸諸期，以成胚胎。

五、胚胎發生 受精之卵，或行孤雌生殖之卵，分割多次，成一細胞層之囊胚，繼之內外二胚層成立，於是進至二細胞層之原腸胚，腔腸動物發達至此為止，即為成體。其他後生動物之發生，雖亦經過囊胚及原腸胚諸期，然更須形成中胚層，并須產生複雜器官系統，如蚯蚓、文昌魚及蛙類等之胚胎發生，前已約略述之。高等動物如鳥類之胚胎，為實驗時所易觀察者，茲復略述其梗概，更以免之胚胎，闡明哺乳動物發生之一斑。

六、家鷄之胚胎 (一)卵 鳥類之卵，因含多量卵黃及多水分之蛋白質，體積甚大。外有鈣質厚殼，以為保護，殼內有一雙層之殼膜，兩端各有一索狀之蛋白帶（chalaza），係在輸卵管時搏動而形成，卵之一端有一氣室，以儲藏氣體，卵黃之外，有一層極薄之卵黃膜（vitelline membrane），膜多細孔，可使精蟲入內。卵之胞核，亦如其他動物，甚小，在卵黃之一邊。卵約在輸卵管上端，即已受精，細胞分裂多次，成一圓形之胚盤（germinal disc），約經二十四小時，至原腸初期，乃產出體外。

(二)分割 卵細胞核在動物性極之一端，經受精後，即起始分裂，因卵黃多，僅有一小區分割，稱局部分割，初成一層之胚盤，稱為老胚，下有一空隙，稱為囊胚腔，與卵黃隔開，卵黃則不分裂也。

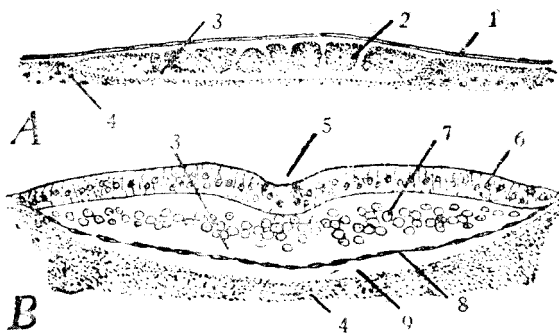
(三)原腸胚 原腸胚應有二部（即外胚層與內胚層）及原腸、原口等特點，在鷄之胚胎，原腸之形成，



第一百三十七圖 有胚胎之鷄卵 A. 鷄蛋之縱剖面。 B. 鷄胎在卵中發育圖。 1. 蛋白帶。 2. 胚盤。 3. 卵殼。 4. 氣室。 5. 卵黃膜。 6. 殼。 7. 蛋白。 8. 卵黃。 9. 胚胎。 10. 尿囊。 11. 羊膜。 12. 卵黃囊。(A 仿 Thomson B 仿 Marshall 稍改變)。

三部，約在第二日孵化，即有大腦彎曲，向下折轉，或與他部分成直角。(六)消化管 消化管亦由三部分組成，中間大部分為內胚層細胞形成，稱中腸(同圖B, 9)、前端口道，由外胚層內褶，為成體之口腔，口邊凸出形成上下顎，口腔後背部有凸出盲囊。則成腦下腺之前葉，後端一小部分內褶，為肛門道。口道與肛門道，旋即與中腸相通。(七)排泄器與生殖巢

並不如文昌魚之內褶，又不似蛙之由動物性極細胞夾入，乃由囊胚一層細胞，層分而成為下層。即為內胚層，漸貼近卵黃下層細胞與卵黃間之小腔，即為原腸。背部中央，前為髓褶，後為原條(primitive streak)，有細胞內陷成原溝，與下層細胞相混合。原條即可代表原口，前端有一深大處，稱為原結(primitive knot)，似與原口之背唇相當，原條兩旁，似與原口之側唇相當。(四)脊索與中胚層 脊索與中胚層，即由原條分裂之細胞變成。中軸部分，變為脊索，脊索兩旁之細胞，則為中胚層。以後原條向後延長，漸次消失。中胚層中空而成體腔，與延伸卵黃等處之胚外體腔相通。上層為體壁層，下層為臟腑層。近中軸部分，中胚層變成兩行肌塊，排列成體節，約第一日孵化，即有四或五個體節，以後則逐漸增多。(五)神經系統 神經系統之形成，約與下等脊索動物相似。在原條之前，即有一體板出現，體板兩旁長成髓褶，內陷而成髓溝(第一百三十八圖B, 5)，兩邊髓褶相遇，即構成神經管。前端膨大部分為腦，初分前腦中腦後腦

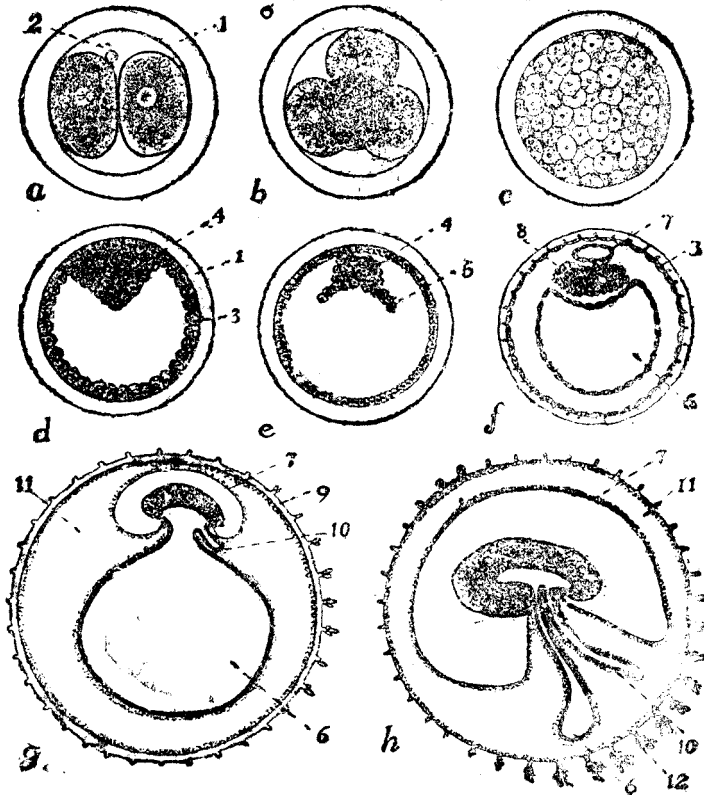


第一百三十八圖 初期鷄胎之橫切面 A. 分割期。 B. 原腸期。 1. 卵黃膜。 2. 囊胚細胞。 3. 胚下腔。 4. 卵黃。 5. 原溝。 6. 外胚層。 7. 中胚層。 8. 內胚層。 9. 髓褶。(A 仿 Borradaile B 著者測)

排泄器亦分前腎、中腎、後腎三部分，約在第二日即已出現。前腎未嘗有功用，其管之後端向後延伸，與共泄腔相接。中腎諸細管，即注入此管，此一細管，稱華爾芬管。後腎管乃由華爾芬管後端長出，前行與後腎相連接。生殖巢之雛形，於第四日始出現。至第七日，雌雄性始行分化。雄者中腎前部變為辜丸，華爾芬管變為輸精管。雌者中腎前部變為卵巢，華爾芬管變為輸卵管，在鳥類僅左邊一管存在，華爾芬管退化。(八)循環系統 在胚胎之周邊，中胚層延伸，成較黑暗之黃輪，多血島，稱為脈絡區。第一日之末，此種血島，形成多數血管，集合而為卵黃靜脈，由兩邊入胚胎，此兩血管連合，特化為心臟。最初時，心臟在胚胎之外，分靜脈竇、心耳、心室、心臟球四段，作S字形之屈曲，約在第一日孵化，即已顯現。不久，靜脈竇融入右心耳之壁，心耳雖有隔膜，仍有卵圓孔(foramen ovale)相通。靜脈系統，亦有前主靜脈、後主靜脈、顯維埃管等，與蝌蚪相似。惟至發生末期，卵黃靜脈退化，前端變成肝靜脈，後段在腸下者，變成肝門脈。尿囊靜脈入後，亦併入後大靜脈。心臟前行為腹大動脈，亦有三對動脈弧，變化與蛙類相似。背大動脈最初為平行二條，第二日即行併合，後分出卵黃動脈至卵黃，尿囊動脈至尿囊，由尿囊經氧化之血液，由尿囊靜脈，經過肝門脈而入後大靜脈，其血液清濁相混。待心臟有功用時，兩心耳始通經，後大靜脈之血，乃入右心耳，左心耳則接受來自肺臟之鮮血矣。(九)胎衣 爬蟲類以上動物，包圍胚胎，有各種胎衣，為下等脊椎動物所未有。羊膜為一雙層之膜，最初在頭部成一褶皺，不久蓋於頭部，復向後兩邊長上，至中央會合，而遮蔽全體。由羊膜包圍之腔，內儲羊水，以為胎之保護。魚類及兩棲類，至少幼時在水中生活，水為保護之中間物，爬蟲類以上動物，胚胎時尚有水棲性質，羊水既可防受壓擊，復可抗溫度之驟變。卵黃囊在胚胎腹面，包裹卵黃，以後僅留有小孔，與腸相通。胎外體腔，延伸至卵黃全面，故卵黃囊內為內胚層，外為中胚層形成。卵黃由血管經臍孔吸入胚胎，作為養料，唯在蛙類，既無此胎衣，又無血管吸收養料，而直接堆積腸內，以為營養。尿囊亦為胎外體腔形成，卵黃囊縮小時，尿囊在後腸下面增大，為胚胎呼吸與排泄之器官。尿囊在形體上與蛙類之膀胱同源。(十)孵出 鵝之孵化，約需二十日之久。卵黃經血管吸收，逐漸用罄，而蛋白亦為附屬養料，水分被吸收後，變成固體，逐漸由尿囊吸收而應用。鵝胎既長成，乃由肺呼吸，氣室內而有一部分空氣存在，可為呼吸之用。同時尿囊亦漸萎縮，小鵝乃破殼而出。

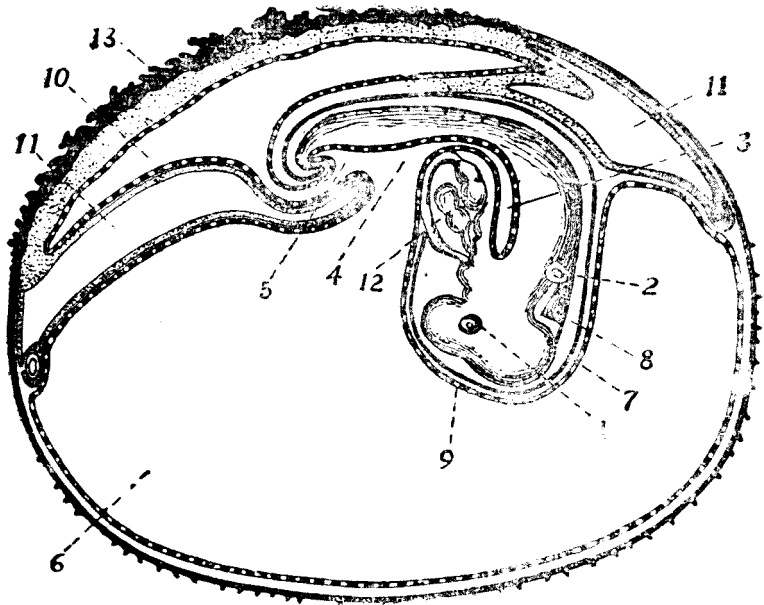
七、哺乳類之胚胎發生 (一)桑椹期 卵在輸卵管受精後，起始分裂。因含卵黃量甚少，故為一種完全及均等分割。待細胞分裂多次後，宛似桑椹，稱桑椹期，以後液體由細胞間滲入，形成中空之球。(二)囊胚期 以後更事分裂。在球體表面之細胞，列成一層，稱為營養細胞層(trophoblast)，而在一邊，有一團細胞入內，與胚皮細胞相似，此即為囊胚也(第一百三十九圖d)。(三)原腸期 原腸胚之形成，即由囊胚之一團細胞，層分而成。原腸初期，即可分外胚層與內胚層二層細胞。內胚層構成原腸。在爬蟲類及鳥類

內胚層細胞包裹卵黃，形成卵黃囊，卵黃囊與中腸相通、為胚胎營養器管。高等哺乳動物雖乏卵黃，然亦產生卵黃囊，更發生血管等構造，形成臍帶(umbilical cord)，胎兒血流，經胎盤及臍帶，得與母體溝通，臍帶斷後，腹面留有一孔，即為臍孔。(四)中胚層之形成 中胚層在內外二胚層間長出，形成胎胚各種構造，并延伸至羊膜、卵黃囊及尿囊之外圍及漿膜之內面，營養細胞層(trophoblast)與此中胚層，形成漿膜。(五)胎衣 卵黃囊內為內胚層，外為中胚層，待胚胎長大，囊逐漸縮小，而裹入臍帶中。尿囊(allantois)亦在後腸腹面長出，在爬蟲類及鳥類，為呼吸及排泄主要器管。在哺乳動物，尿



第一百三十九圖 哺乳動物初期之胚胎 a,b. 分裂期。c.

原腸期。g,h. 胚胎形成及胎衣。1. 卵黃膜。2. 極體。3. 營養細胞層。4. 內細胞團。5. 內胚層。6. 卵黃囊。7. 羊膜腔。8. 中胚層。9. 絨毛膜。10. 尿囊。11. 胎外腔。12. 絨毛突發生胎盤(著者圖)。



第一百四十四圖 哺乳動物晚期之胚胎(兔之胚胎) 1. 眼。 2. 耳。 3, 4, 5. 前中後腸。 6. 卵黃囊。 7, 8. 羊膜及其腔。 9. 卵黃囊膜。 10. 尿囊。 11. 胎外腔。 12. 心臟。 13. 胎盤(錄自 Hegner 仿 Kimber Gray and Stackpole 稍改)。

囊長大極速，鋪在漿膜 (serosa) 之內，而成絨毛膜 (chorion)，外生絨毛甚多，長入子宮之壁內，故除呼吸及排泄外，更具營養功用。其柄與卵黃囊之柄，均裹入臍帶內。羊膜 (amnion) 爲胚胎初期，外胚層向前後延伸而長成，故內爲外胚層，外爲中胚層，包裹胚胎背部，以後羊膜腔增大，與絨毛膜相連接，腔內含羊水，包圍胚胎全體，以防胎兒受壓擊之危險。臍帶爲一索狀構造，中含有卵黃囊及尿囊之柄，更有二動脈及一靜脈，得與母體交通。(六)胎盤絨毛膜之一邊，絨毛特多，生長亦特厚，組成胎盤 (placenta)。此種絨毛狀分布，各目動物不同。有成一個或二個大形盤狀之構造，生產時連長入子宮壁之胎盤一概脫落，如靈長目、嚙齒目、翼手目等。或絨毛狀構造，分布於絨毛膜之全表面，成分散性之胎盤，如鯨目、有蹄目等。或此種絨毛，密集成小葉者，稱葉狀胎盤，如反芻類是。血管在子宮壁中，分散而成血竇。故母體之血，不直接與胎兒之血銜接，必須經過胎盤，方得透過，故胎盤爲兩者交通之樞紐也。(七)生產 胎兒成熟，各動物恆不同，兔約三四星期即成熟出生，人

約二百八十日，始行生產。待生產時，胎衣破裂，同時子宮收縮，腹肌亦收縮，胎兒被迫而產出。胎盤與母體交通切斷，旋即下降脫落，稱為衣包。臍帶則由母兔咬斷，至成長時，腹部仍留有臍帶之疤痕。

八、發生學 一個體發生，自古以來，引為不解之謎，故意謂之辭，代有所謂，最早亞里斯多德、哈爾威 (Harvey) 等，均以發生係向前新生，即含有贊同後生 (epigenesis) 之理論。十七世紀末季，關於生物學問題，多加臆說，與亞氏等相反者，有先成論 (preformation)，此種學說，即謂種細胞 (卵或精子) 內，含有雛形之胎，一如芽之於花，蛹之於蝶，發生不過將成形之胎，逐漸展開而已。彼時奧文河克、馬爾比其、濱乃 (Bonnet) 等，均信從之。約在十八世紀中葉，華爾夫 (Wolff) 觀察鵝胎發生，創後生論，謂受精卵，一如空白之紙，並無先成之胚，但胚之形成，乃由各小部分，逐漸向前增加而成。當時學者乃轉變觀念而信奉之。

後生論發表之後，約在百年間，關於發生機械，尙無確切觀察，德人魯克 (Roux) 以蛙卵分割成二細胞時，毀去一半，其他一細胞，可發生而為牛胎 (1858)，杜里舒 (Driesch) 在海膽卵分割成二細胞時切開，每半邊均能長成一完全之胎，唯其大小，僅為原胎之一半耳 (1891)。前者似近先成論，後者則可視為後生論。惟魯氏 以後試驗，若一邊死細胞仔細割下，他一細胞，仍可變成完全之胎。此種矛盾結果，引起後來學者以試驗方法，研究發生現象。據以後各家研究，始知發生情形，當視卵之性質而定，卵可分二種，一為調整卵，一為鑲嵌卵。調整卵對於既失部分，可受生理行為之調整而彌補之，變成完全胚胎。鑲嵌卵則胚胎各部分，獨立發生，失去一部分，即失鑲嵌之一部。美國學者 如威爾遜 (E. B. Wilson)、康克林 (E. G. Conklin) 輩，以環節、軟體、海鞘等動物之卵，追尋分割後各細胞之命運，各細胞在成體構造，均有一定，細胞宗系 (cell lineage)。彼等所見，如沙蠶、船貝 (*Crepidula* sp.)、某種海鞘 (*Styela*)，其細胞宗系，均有一定，他如海膽水母 等，各細胞之命運，並不事前鑄定。因此卵可分為有定分割型及無定分割型，與先成後生二說，適相符合，數百年之爭論，得由此解決乎？然發生事實，並不如是之簡單，在有定與無定分割型之間，尙有不少中間等級，且分割之卵，可因各種影響，或因內部原因，或因外圍環繞，而改變其發生程序，即無定分割型。過一限度後，亦有變為有定者，或者某部受他部影響而成不可改變之關係，或者可不受影響而能改變其發生程序，此種事實，德國學者 杜里舒、施惠門 (Spemann) 等，已嘗以實驗方法探討之。杜氏以胚胎發生，有一種協調相等勢力系 (harmonious equipotential system) 存在，非可以機械發展為解釋，乃倡生機論。施氏 則作胚胎移植 試驗，以求胚胎各部分在發生上之實質性質。如鰻鰻 胚胎在胎腸未形成時，以平常不能發生為神經索之外胚層，移植於他一鰻鰻 胚胎成神經索之外胚層處，即可變成正常之神經索，此實證明外胚層之發生命運，於此時尙未決定也。倘若在原腸已形成，且髓板顯露時，將預定眼之胚基 (anlage) 切下，移植於不生眼之處，亦可發生為眼，此示此時之外胚層發生命運，特別是成眼之預定表皮之外胚層部分，已經決定矣。施氏 根據其移植試驗之結果，乃知胚之各部分

發生勢力，並不相等，其中有一部分氏稱之爲組織中樞，此部分有誘導胚之他部分，改變其發生之能力，如以髓板前半部切下面橫置之，即與髓板後部成九十度角度。此橫置之髓板，因受後部組織中樞之誘導，乃能變成正常之神經索。總之，發生學說，並不如先成後生二說之簡單。又不能以整個胚胎爲適合某種學說。發生原因，須從局部性質，以實驗方法分析之，方可得發生之真諦。

發生現象，不僅胚胎有之，長成之胎，或在成體，亦可有發生之現象。如一部分割除，即可再生而彌補之，此即由不分化之組織，逐漸分化而爲各種器官，是爲再生作用。此外更可以移植法或扦插法，使來自不同個體之器官或組織生長成一體，如以鮭魚 (*Triturus sp.*) 之足，移植於他一鮭魚之足處，結果由此生成之足，其神經分布，與正常之足相同，亦可移植於不同之處，使受體之感應而長成足。又如以虎紋鮎 (*Amblystoma tigrinum*) 之眼，移植於他一鮎體上，結果以舌神經之分布，亦得變常之眼，此亦屬發生現象也。

參 考 書

1. Arey, L. B.: *Developmental Anatomy*, 1934 (Saunders).
2. Lillie, Frank: *Development of the Chick*, 1927 (Holt).
3. McEwen, R. S.: *Textbook of Vertebrate Embryology*, 1931 (Holt).
4. Patten, B. M.: *The Early Embryology of the Chick*, 2nd ed. (Blakiston's).
5. Richards, A.: *Comparative Embryology*, 1931 (Wiley).

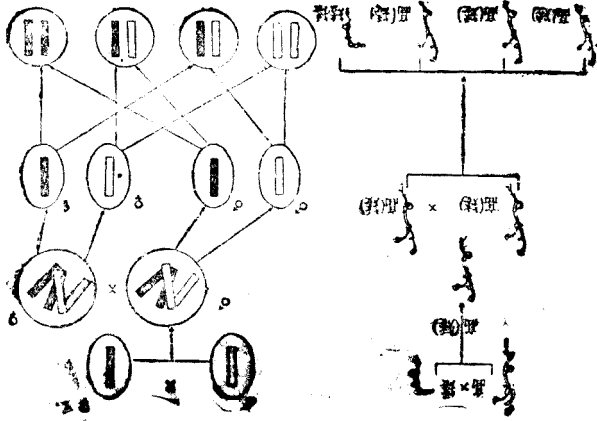
第二十章 生物之遺傳

一、遺傳之意義 我國有諺：『種瓜得瓜，種豆得豆』，此即含有生物遺傳之意義。由兩親所產生之子代，常有類似其親代之傾向，此種相似之點，在人類，除體質外，他如心靈、智慧、壽命等性質，亦可由親代直接遺傳而來，然有多種特點，不盡似親代，或竟全然不同者，此遺傳上之變異，亦屬普遍，遺傳學即根據科學方法，研究親代與子代間性質之相似與相異種種問題。

二、孟德爾之工作 孟德爾 (Mendel 1822—1884)，為奧國卜隆 (Brünn) 某寺內之僧。在西歷 1851—53 年間，入大學習物理及其他自然科學，返任僧侶導師，十年之間，潛居院中，從事豌豆遺傳之研究，用科學方法，以觀察與理解彼所作試驗之結果。彼先選擇純種，并認定單純性質，作為試驗目標。由彼所得結果，闡明遺傳定律數端，於 1866 年刊行，然當時世人注意於進化論說，彼之論文，竟無人顧問，直至 1900 年，有荷蘭賓佛里斯 (de Vries)、奧之薛曼 (Tschermak) 及德之考倫斯 (Correns) 三位生物學家，同時發見孟氏工作，從此研究遺傳學者輩出，而由育種試驗、細胞學技術、統計學原理、物理化學方法及其他諸方面探討之。

三、單性雜交之遺傳 就孟氏試驗而言，彼見豌豆有高矮二族，以高豆之花粉，與矮豆之花受精，得子₁代均為高豆，此高豆即為雜種。表面視之，此雜種高豆，與純種高豆無異，然均含有矮之因子，若使子₁代雜種，自相受精，則子₂代忽然發見純矮之豆，經分析後，得純高一個，雜高二個，純矮一個。高與矮之比例為 3:1，此種比例，可用細胞學事實證明之，如(第一百四十一圖)。

親代高矮兩種，皆為純種，即高種內絕不含矮因子，矮種內亦不含高因子，世代生育而不變者。如上圖，假定雄配子內染色體，有一染色體含有高因子，以全白染色體如 \ominus 代表之，雌配子內有一染色體含矮因子，以全黑染色體如 $\omin�$ 代表之。親代既是純種，雜交之後得子₁代個體，無論雌雄，每個體皆有新組合之染色體對，如 $\omin�\ominus$ ，形狀雖同，所含因子則異，同一細胞內，有高因子及矮因子，故稱雜種 (hybrid)。但子₁代雜種經過成熟分裂，每個生殖細胞內之染色體，減成半數，相同染色體對分離，各入不同之生殖細胞。雄



第一百四十一圖 豌豆之高族與矮族相交，關於高矮二性質之遺，右傳顯示染色體之行動，空白長方格，示高族基因，黑色示者矮族(著者圖)。

配子之染色體，有含純矮因子，如——，有含純高因子，如——，雌配子亦然，雌雄配子，可自由配合。此代雜種所產生子₂代個體，得四個個體，即三個高種及一個矮種，計一個純高、二個雜高、一個純矮(如圖第四列即示子₂代個體比例)。此種結果，可用方格表示之：

♀ \ ♂	高	矮
高	高 高	高(矮)
矮	高(矮)	(矮)(矮)

計算單性雜交子₂代遺傳之方格表

四、孟德爾定律 孟氏以豌豆七對性質，作多次試驗，證實其結果，發表其遺傳定律如『當某種生物有相對性質互交時，第一代子孫均呈顯性；如該代自相交配，則第二代子孫，有四分之一呈顯性，再育為純種，四分之一呈隱性，再育亦為純種，其餘四分之二呈顯性，但能生產相對性質，其比例仍如其親代。』由此基本定律，可演繹而得下列原則。

第一 顯性 (principle of dominance) 由一對相對性質相交時，一個性質常佔優勢而顯現，如上例，親代有純高及純矮兩種，子₁代雜種，含有親代高矮兩種因子，外表視之，均為高種，與親代純高無異，故高之性質，稱顯性 (dominant)，矮稱隱性 (recessive)。高矮二因子，即為一偶對性

(allelomorph), 在西文用大寫字母表示 L (long), 短用小寫字母表示 l (not long), 如 Ll 表示一個偶對性, 高矮之性質, 並非如理論上所假定之因子。據近人研究, 高或矮之因子, 在染色體上有一定實體, 且有一定地位, 此種可遺傳之單純物質, 今稱基因。某性質在每個細胞內染色體上, 皆為純粹, 或性質相同, 稱為同合 (或稱同型合子 homozygous), 例如親代之 LL 或 ll , 即每個體內均為高或矮之基因; 若每個細胞內之染色體上, 有高之基因, 同時亦有矮者, 則稱為異合 (或稱異型合子 heterozygous), 例如子₁代之雜種, 所有細胞, 均含有 Ll , 惟高之基因為顯性而已。

第二 單純性質律 (principle of unit characters) 每一性質之決定者, 代代相傳, 作為一獨立遺傳單位, 此即單純性質也。孟氏遺傳試驗之成功, 即因彼首先認定各種單純性質, 以為試驗及解釋之準則。各單純性質, 則經雜交而行混合, 然再經自交或反交, 仍得分離而出, 彼所認定之性質, 有莖之長短、花之位置及顏色, 莢之形狀及顏色、種子形狀、種皮色澤及子葉顏色等。

第三 分離律 (principle of segregation) 單純性質既為獨立遺傳, 則雖可與他性質混合, 仍可自由分離。子₁代雜配的個體, 任何細胞, 均含高矮兩基因, 此二基因雖似混雜, 但一至成熟分裂時, 又可分離, 各基因保持純潔, 互不沾染。雜種個體之生殖細胞, 經分離後, 產生兩種不同之配子, 一含高基因, 如 L , 一含矮基因, 如 l 。

第四 自由組合律 (principle of free assortment) 已經分離諸不同配子, 可自由配合, 成不同組合。例如高基因與矮基因, 經分離後, 各入不同之生殖細胞中, 雜種之雌雄個體, 各具兩種配子, 若互相交配, 可自由組合, 得 3:1 之比, 即三個高豆與一個矮豆。若不論生殖質組織, 僅就外表而為區別, 稱表型 (phenotype)。在子₂代中, 可得高矮二種表型, 即三個高豆與一個矮豆。若就生殖質組織之異同區別之, 稱性型 (genotype), 在高與矮兩基因之遺傳, 子₂代中, 可得三種, 即純高、雜高、純矮三種性型, 即成 1:2:1 之比。

五、二性雜交之遺傳 二性雜交, 即取二個不同之偶對性, 作為試驗標準, 譬如豌豆之種子, 有黃與圓二種性質為顯性, 綠與皺皮為隱性。子₁代之雜種, 為黃而圓種子, 子₁代自相交配, 子₂代得十六種, 有表型四種, 性型九種。下列第一表, 示十六種個體之組成, 第二表, 示表型及性型之分配:

♀	♂	黃	圓	黃	(皺)	(綠)	圓	(綠)	(皺)												
黃	圓	黃	黃	圓	圓	①	黃	黃	圓	(皺)	②	黃	(綠)	圓	圓	③	黃	(綠)	圓	(皺)	④
黃	(皺)	黃	黃	圓	(皺)	⑤	黃	黃	(皺)	(皺)	⑥	黃	(綠)	圓	(皺)	⑦	黃	(綠)	(皺)	(皺)	⑧
(綠)	圓	黃	(綠)	圓	圓	⑦	黃	(綠)	圓	(皺)	⑧	(綠)	(綠)	圓	圓	⑩	(綠)	(綠)	圓	(皺)	⑨
(綠)	(皺)	黃	(綠)	圓	(皺)	⑨	黃	(綠)	(皺)	(皺)	⑩	(綠)	(綠)	圓	(皺)	⑪	(綠)	(綠)	(皺)	(皺)	⑫

計算二性雜交子₂代遺傳之方格表。

性	型	個體數	上表中記號	子 ₂ 代表型比例	表型			
黃	黃	圓	圓	1	①	9	黃	圓
黃	黃	圓	(皺)	2	②⑤			
黃	(綠)	圓	圓	2	③⑦			
黃	(綠)	圓	(皺)	4	④⑥⑧⑩			
黃	黃	(皺)	(皺)	1	⑪	3	黃	(皺)
黃	(綠)	(皺)	(皺)	2	⑫⑬			
(綠)	(綠)	圓	圓	1	⑭	3	綠	圓
(綠)	(綠)	圓	(皺)	2	⑮⑯			
(綠)	(綠)	(皺)	(皺)	1	⑰	1	綠	(皺)

二性遺傳性型及表型之分配表。

六、三性雜交之遺傳 三性雜交，即取三對不同之偶對性，作為試驗標準。譬如豌豆種子，有光(皺)黃(綠)兩對偶對性，莖有高(矮)一對偶對性，光、黃、高三性質為顯性，皺、綠、矮為隱性，為便於說明起見，復用西文，(註一)大寫字母S S Y Y T T代表光黃高三種基因，在相同的染色體對上，成熟分裂後，每個配子，得S Y T三種性質。同理s s y y t t代表皺、綠、矮三種隱性的同型合子，成熟分裂後，每個配子，得s y t三種性質。有此三對性質之雌雄個體交配後，即得子₁代之雜種S s Y y T t均為光黃高之個體。子₁

(註一)以西文羅馬字母作符號，可表示顯隱性、偶對性、雙單套染色體、同異型合子、性表型性質等等，且簡單明瞭，勝於中文之字。如以()示顯隱性，然仍不能表示偶對性也。

代行成熟分裂，每對基因，可自由分離及自由組合，得八種不同之配子，可依下表得分離及組合後之配子數：

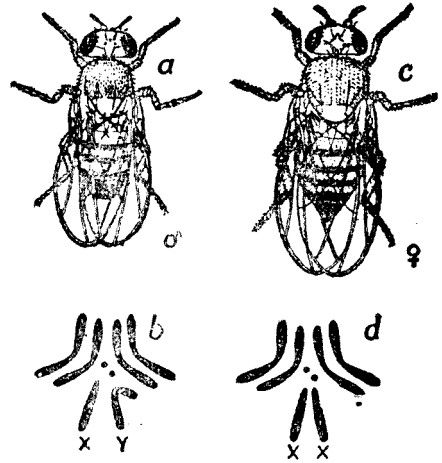
精 卵	原 細 胞	分 離 及 自 由 組 合		配 子 數
Ss Yy Tt	S	Y	T	S Y T
			t	S Y t
		y	T	S y T
			t	S y t
	s	Y	T	s Y T
			t	s Y t
		y	T	s y T
			t	s y t

Ss Yy Tt 之雜種性質，經分離後，得八種不同配子，若自相交配，可得六十四個體，有性型 27，表型 S。表型比例為 27:9:9:9:3:3:3:1，可用方格表求得之。孟德爾遺傳，單性或二性雜交，尚易計算，三性雜交，即較複雜，若偶對性愈多，遺傳現象亦愈複雜，但其配子數、表型、性型及組成個體數，可依下表計算得之：

偶 對 性 數	子 ₁ 配 子	子 ₂ 表 型	性 型	由 子 ₁ 代 配 子 組 成 之 個 體
1	2	2	3	4
2	4	4	9	16
3	8	8	27	64
4	多 16	16	81	256
n	2 ⁿ	2 ⁿ	3 ⁿ	4 ⁿ

七、基因與染色體 由上述事實觀之，染色體之行動與孟德爾因子之行動，互為因果，已甚明瞭。孟德爾縱未作染色體之研究，彼所見者，即豌豆

外表顯現之性質，此種性質，卻與染色體上基因之性質相符合，基因觀念，近年來由毛庚等之研究，始更明白。彼等以果蠅為研究材料，於遺傳細胞學上，貢獻甚多。果蠅僅有八個染色體，成熟分裂後，每配子僅得四個（第一百四十二圖），其中三個為體染色體 (autosome)，一個為性染色體 (sex-chromosome)。每個染色體，有甚多直線排列之基因，顯微鏡所見者，僅為染色小粒，基因為小粒中之極小單位，為現代顯微鏡力所不及見者，然每個基因，均為實體，且在某染色體上有一定地位，此與化學上所論之原子，頗相類似，原子雖不能目見，可由其行動證明其存在，基因之實體及地位，亦可由其行動決定之。前所謂單純性質、孟氏性質或因子等，皆可以基因觀念解釋之。



第一百四十二圖 果蠅 *Drosophila melanogaster* a, b. 雄成蟲及其染色體。 c, d. 雌成蟲及其染色體。 x, y. 示性染色體 (a, c. 自 Morgan; b, d. 自 Bridges)。

八、新孟德爾學說 孟德爾所選擇之性質，適在各不同染色體上，既無連結，又無變異，故其結果，可用數學方式表示之。後之研究遺傳學者，雖根據孟氏基本原則，然所得結果，有不能以孟氏定律解釋之者。凡關於改變或引伸孟氏定律諸學說，統稱新孟德爾學說。例如同合的紅與白兩種紫茉莉相交，子₁代雜種為粉紅色，介於紅白之間，與孟氏顯性律不符，但子₁代自交，紅白性質，仍得分離。其他如連結、互換等現象，於孟氏定律，均有抵觸者。

九、連結 (linkage) 某某數性質在遺傳上連合而不分者，曰連結性質。在個體中，偶對性之對數，既遠比染色體數為多，故每個染色體上，載有多數基因，假定『多毛』與『紅眼』，各在同一染色體對上，成熟分裂時，每對染色體分離，此二基因，因在一染色體上，不得自由分離，即有連結遺傳之傾向，名曰連結 (linkage)。若『多毛』與『紅眼』二基因，在一個體之一染色體上，『少毛』與『白眼』二基因，在他一個體相同之染色體上，彼此連結，永不分離，如是，兩性雜交，即成單性雜交，稱完全連結，但亦有以基因之移

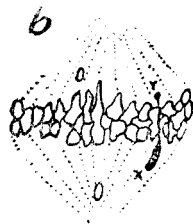
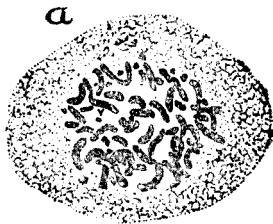
動，僅得一部分之連結，稱不完全連結。

在孟德爾死後二十年間，英人培德生(Bateson)及潘龍(Punnett)，再作豌豆試驗，彼等發見花色與花粉形狀，兩種性質有連結遺傳之傾向。如以紫花、長粒與紅花、圓粒二族相交，得 11:1:1:3 比例，與孟氏比例 9:3:3:1 相較，即知紫色與長粒及紅色與圓粒，兩種親代性質，間有連結，下表示此種連結實得數與孟氏遺傳預期數之比較：

子 ₂	代	紫	長	紫 (圓)	(紅) 長	(紅) (圓)	總	數	
實得數		4831		390		393		1338	6952
實得比例		$\frac{11}{16}$		$\frac{1}{16}$		$\frac{1}{16}$		$\frac{3}{16}$	
預期數		3910.5		1303.5		1303.5		434.5	6952
孟氏比例		$\frac{9}{16}$		$\frac{3}{16}$		$\frac{3}{16}$		$\frac{1}{16}$	

自二氏發見連結遺傳後，其他植物與動物中，此種現象，亦極普遍。毛庚氏等從事果蠅之研究，得四個連結團，在四單套染色體上，共約有四百餘基因，有連結遺傳傾向。在性染色體上，約有一百五十個，可有連結遺傳，凡與性連結而遺傳者，名曰性連遺傳。

十、性連遺傳(sex-linked inheritance) 性連遺傳，即因基因在性染色體上，遺傳時與性相連結也。果蠅眼色遺傳與性有關，如紅眼或白眼之基因，

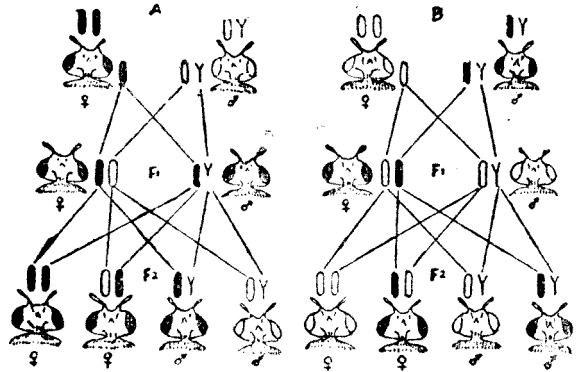


第一百四十三圖 人類精細胞之染色體 a. 精原細胞示染色體(46)即將分裂；Y 染色體已可辨別(約二千倍)。b. 初級精母細胞分裂，中期側面觀，性染色體 XY 以黑色表示之(錄自 Guyer)。

均在 X 染色體上，作性連遺傳。如果蠅 × Y 為白眼。× Y 為紅眼，雌蠅 × × 為白眼，× ×，× × 均為紅眼，果蠅眼色之遺傳，與人類色盲遺傳正相同。人類亦有二性染色體，男為 × Y，女為 × ×。男人色盲為 × Y，女人異合的，如 × ×，在

表型上不爲色盲，必須同合的，如 $\times \times$ 方成色盲。故在男子中，常多色盲，而在女子之中較少，卽坐此因。人類色盲，與果蠅眼色，均稱交叉遺傳 (criss-cross inheritance)，卽由父經女而帶至一半孫子與孫女，但女之色盲，均不顯現，又由母經子而傳至孫子與孫女，但子代男性，均現色盲。

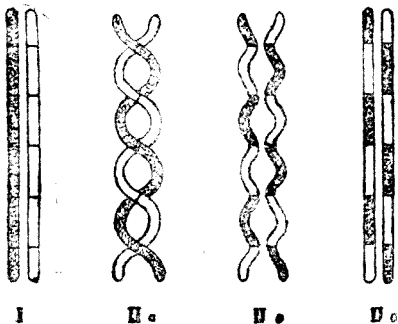
在人類中，尙有其他性質與性相伴遺傳，如一種血友病 (haemophilia)，卽皮膚受微傷而出血時，血流不止，歷時而無凝結之傾向。故此種特點，有時頗爲嚴重。其他如近視，指趾併合諸基因，均在 \times 染色體上，亦成性連遺傳。



第一百四十四圖 果蠅眼色之性連遺傳，示一對連結性質，卽顯性之紅眼與隱性之白眼相交，子₁及子₂代之眼色（並以染色體 \times Y 表示）比例。（錄自 Hartmann 仿 T. H. Morgan）。

十一、互換 連結性質，並非永久連結，有時與同對之染色體交換，連結基因，亦可分離，此種基因交換之現象，名爲互換 (crossing-over)。

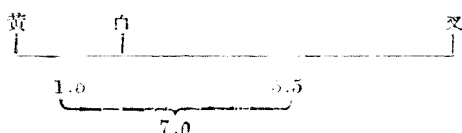
蓋在成熟分裂染色體聯會時，染色體每對發生密切關係。聯會染色體對，互相扭轉。或折斷而交換，故原來連結之基因，因互換之故而分離，此種互換現象，在遺傳學上或細胞學上，均可證明其實在。



第一百四十五圖 表示相同之染色體對在聯會時互換之可能性（錄自 Wilson）。

十二、染色體圖 (chromosome map) 果蠅有單套染色體四個，卽有四個連結團。所謂連結團者，卽指若干基因，在某一染色體上互相連結之意。吾人已知連結基因，有時可與他染色體之基因分離而互換，由互換次數多寡，卽可推算兩個基因，在某染色體上距離之遠近，若兩個基因距離近，互換機會自較少，反之，距離較遠，互

換必增多。假定互換值(cross-over value)爲百分之一，即定距離單位爲一，如爲百分之四十五，即定距離單位爲四十五。設有 A B 二基因，互換機會甚少(假定爲百分之五)，因二者距離太近，故少。又 A C 二基因，互換機會較多(假定爲百分之三十五)，蓋二基因在同一染色體上，距離較遠也。如已知 A B 與 B C 之互換值，即可推知 A C 之互換值，假定 A B C 基因爲直線排列，兩基因互換值之多寡與其距離，作正比例。因此可知 $A B + B C = A C$ 。爲明瞭計算起見，再舉一例以說明之。譬如如果蠅之紅眼黃體與白眼灰體相交，知黃與白二基因互換值，約爲百分之 1.5，若以白眼長翅與紅眼又翅相交，知白眼與又翅之互換值爲全數百分之 5.5。由此事實，即可推算黃體白眼，在染色體上，約距離 1.5 單位，白眼與又翅，約距離 5.5 單位，假定白眼基因與黃體又翅等，同在一直線上，即可推知黃白(1.5) + 白又(5.5) = 黃又(7.0)。如下圖表示。



但是兩個基因，距離太遠，互換現象，又須變更，一個染色體，或可分成數段而作互換，故有多重互換現象。根本上推算理論，可照上述行之，然事實則更複雜矣(因爲有多重互換，長染色體有超過百分之五十，如第二染色體之星狀與斑狀二基因相距爲 105 單位，此非指兩者之互換值有 105% 之多，不過示二基因之距離而已)。若逐步由兩短距離之基因計算，再由短距離之值相加而得長距離之值，較爲精確。在果蠅四染色體上，約已查得 2,500 基因之多，近年來毛唐氏與其弟子從事連結及互換研究，約有 150 個基因已決定在各染色體上之地位及距離，製成染色體圖，以示四個染色體上基因之定位及彼此間之距離。

十三、性之決定 一八九一年，德國細胞學家漢更氏(Henking)觀察半翅目中一種星椿象 *Pyrrhocoris apterus*，兩性染色體有不同現象，雄性中有一特殊染色體，在第二次精母細胞分裂時，遺留在後，不分裂而入於一極，標誌曰『X 染色體』，但此染色體有何特性，曾未說明。厥後多數學者從事昆蟲染色體之研究，先後發現此特殊染色體，而有異染色體(heterochromosome)、種染色體(idio-chromosome)、副染色體(accessory c.)之稱。美國細胞學家

麥克朗氏(C. E. McClung 1902)認爲此一染色體與性之決定有關，乃名曰性染色體(sex chromosome)，謂爲性之決定因素。此種性染色體，在其他動物中，亦極普遍，依近年來細胞學上研究所得，可分四型，分述如次：

(一) X O 型 此一型即爲雌性有一半精子，含有X染色體，與雌性卵結合後，產生雌性，他一半精子，不含X染色體，與卵細胞結合後，產生雄性。雌性之性染色體二個，爲XX，雄性僅有一個，故爲XO。以琴蟲 *Protoco sp.* 論，雄性有雙套染色體十三個，中有一個X染色體，雌性十四個，中有性染色體二個(2x)；性之決定，依下列公式：

$$\text{精子}(6+x) + \text{卵}(6+x) = 12+2x \quad \text{♀}$$

$$\text{精子}(6+0) + \text{卵}(6+x) = 12+x \quad \text{♂}$$

屬於此型者，已知種類如蚜蟲、螞蟥、蜜蜂、蜈蚣、犬線蟲、犬、虎、鼠等。

(二) XY 型 此一型即爲雌性有一半精子，含有X染色體，與雌性卵接合後，產生雌性，他一半精子，含有Y染色體，與卵細胞結合後，產生雄性。一種捲象 *Lygaeus sp.*，雄性有雙套染色體十四個，性染色體爲XY，雌性亦有十四個，性染色體爲XX，其性之決定，如下公式：

$$\text{精子}(6+x) + \text{卵}(6+x) = 12+2x \quad \text{♀}$$

$$\text{精子}(6+y) + \text{卵}(6+x) = 12+xy \quad \text{♂}$$

屬於此型者已知種類如果蠅、蠅、多種甲蟲、天竺鼠及人類等。

(三) ZO 型 此型與上述XO型相似，但雌雄性適相反，即單性性染色體爲XX，雌性則爲XO，爲與上述XO型區別起見，雄性稱爲Z Z，雌性爲Z O，屬於此型者，有少數蛾及多數鳥類。

(四) WZ 型 此型與上述XY型相似，但雌雄性適相反，即單性性染色體爲XX，雌性則爲XY，爲與上述XY型區別起見，雄性稱爲Z Z，雌性爲W Z。屬於此型者，有幾種鱗翅目昆蟲及海膽等。

動物之性由於性染色體決定，已爲生物學界所公認，但據近來研究，知性尙可爲其他因子所改變，故不僅性染色體有關性之決定，其他染色體或細胞內其他物質，能使性之情形複雜。在高等動物，雌雄性之平衡，常爲內分泌所支持，如去卵巢之母雞，常發長雄性特點，可變成一雄雞，倘卵巢因病而破壞，兩睾丸即起而代之。此種性反轉(sex reversal)現象，在魚類兩棲類等極爲普通，有幾種下等動物，先變成雌性，在生命後期再變爲雄性。亦有因代謝率高低而改變，雌性較低，雄性較高，代謝率改變而性改變者，曾在鳥類中見之。又有半身爲雌半身爲雄者，稱半身性(gynandromorph)，在昆蟲中見之。又有一身具雌雄器官，兩者均發達不完全或具不同等級雄性或雌性性質，曰中間性(intersex)。如在果蠅中，若性染色體爲2X，而體染色體爲3A，

即每染色體有相同三個，計九個，故 $2X:3A$ 兩種染色體共計十一個，為中間性，此種現象，在高等動物，間亦有之。

十四、天性與習性 天性 (nature) 係指天賦諸性質由遺傳而來，習性 (nurture) 係指後天習染而得諸性質，由教育及環境所養成。本性為遺傳學上所討論之問題，各性質在染色體上固定不變；習性則富有伸縮性，可由教育方法固定或改變之。習遺傳學者，以為遺傳性質，由先天鑄定，甚為重要。主教育者，以為本性優者，若任其自然，或可變壞，本性劣者，由教育方法可使之改善。故環境與教育，實為改善本性之重要途徑。

優養學 (Euthenics) 即以教育方法，改善本性，此雖不能直接改變人種，但亦有莫大價值。凡生物在受精卵內，各種可能性由各基因前定，但欲變至何程度，須各基因間，或基因與環境間相互作用而後定，在人類，更須待以後種種教育及科學方法，以改變其遺傳性，例如矮胖症，係甲狀腺基因有缺陷所致，若由甲狀腺抽出物治之，即可變為普通之身材，此即利用科學方法，以矯正遺傳之缺點。至以教育方法改善本性，則較複雜，如家庭教育、學校教育、社會教育，以及法律、宗教等等，皆為人類所特有者，吾人不能離社會而獨存，在在與自然或人類環境接觸，於不知不覺間，可得種種習性，以營社會生活之各種活動。人類社會特產物，如風俗、習慣、文化等，可由上代而傳遞後代，可謂為社會之遺傳，社會遺傳，亦與個體遺傳並重。我國文化遺傳，有四千餘年之歷史，蔚為鉅觀，吾人應如何發揚而光大之。

優生學 (Eugenics) 即應用遺傳學原理，以討論人種改良諸問題。在家畜或植物育種之試驗，如遇不良之種，可殺死之，或不使交配而剷除之。在人類，如非罪大惡極之劣種，不能格殺無赦，當由優生學方法改良之。各種劣性，可任遺傳上自然變化，亦可由人為選擇，以剷除或改變之，如現代遺傳學所發見之隱顯性、基因分離、變異、互換、突變諸現象，皆可改變種族。某劣性基因，如在某染色體上，生殖細胞成熟時，分離出去，或者由互換現象而除去，或者基因突然變化，或使自斃消滅，或者配偶時，劣性不至顯現，此即應用遺傳方法以除去劣性也。人類之低能及犯罪率行為，均可遺傳，若欲任其自然，求遺傳上之變異，於國家社會，危險實甚。英國據一九二一年統計，約有 178,000 低能者，美國據一九三〇年統計，約有 330,000 低能者。此輩劣性國民，若不除去，國家社會，均蒙其害。積極除去低能方法，即以外科手術，閉塞生殖管，或緊縛之，以絕生殖機能。美國加利福尼亞等數州，均有法律規定優生絕種 (eugenic sterilization)，用外科手術或其他方法，使不生育。消極方面，如節制生育、婚姻選擇，或由官廳限制婚嫁等。文明國家，均禁止內婚，因血統相近者結婚，所生產子女，隱性缺點，容易顯現，外婚則可產生異合之顯性，於婚配時首當作遺傳學上之考慮。最後優生學之原理焉。

十五、遺傳之疾病 人類疾病，如肺病、梅毒等，普通視有遺傳，然此等

疾病，均爲後天之傳染。惟人類有多種疾病，確可遺傳，吾人當三致意焉。有爲顯性基因之疾病，如血多糖症 (diabetes mellitus)、夜盲症 (nyctalopia)、先天性目障 (congenital cataract)、多指趾 (polydactylism) 及短指趾諸種。有爲隱性基因之疾病 (卽有一個基因不能顯現，易言之，須爲同合，方得顯現者)，如低能、矮小 (dwarfishness)、神經質分散 (multiple sclerosis)、遺傳性癱瘓病 (hereditary ataxia) 諸種。有爲隱性而在性染色體上者，如色盲、近視 (myopia)、血友症 (haemophilia)、指趾併合 (syn'dactyly) 等。

參 考 書

1. Castle, W. E.: *Genetics and Eugenics*, 1930 (Harvard U.).
2. Conklin, E. G.: *Heredity and Environment in the Development of Man*. revised ed. 1927, (Princeton U. Press).
3. Guyer, M. F.: *Being well-born*, 1927 (Bobbs-Merrill).
4. Morgan, T. H.: *The Physical Basis of Heredity*, 1919. (Lippincott).
5. Sinnott and Dunn: *Principles of Genetics*, 1932 (McGraw-Hill),
周承箴等譯：遺傳學原理(商務)。
6. Walter, H. E.: *Genetics* 1930 (Macmillan).

第二十一章 動物與環境

一、生態學之意義 生態學原名 Ecology，爲德國動物學家海格爾 (Haeckel) 所創造，由 $\sigma\acute{\iota}\kappa\omicron\varsigma$ 與 $\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$ 二語根合成。 $\sigma\acute{\iota}\kappa\omicron\varsigma$ (=House) 有居處或經濟之意。故生態學即研究動物或植物與其所處環境發生種種關係之科學。是項科學，包含至爲廣博，凡動物因與無生物環境、生物環境，以及因物理化學及生物各種關係引起種種行爲，均在研究範圍之內。

二、動物與無生物環境 無生物之環境，係指動物與水分、溫度、壓力、氣體、化學各種關係而言，今擇關係較重要者討論之：

(一)水分 水爲組成原生質之主要成分，且身體各物質，亦多由氫氧分子組成者，例如單糖 $C_6H_{12}O_6$ ，糖分子氧化之後，即成水 (H_2O) 與二氧化碳 (CO_2)。動物體之含水分，因種類而異，水母約含百分之九十六，蛙約含百分之八十餘，人類之肌肉，約含百分之七十七，腦約含百分之七十八，骨骼約含百分之四十，於此亦足見其重要矣。又水爲體內最大之溶劑，爲原生質之各種物理及化學諸活動所必需，原生質爲膠體，若失去水分，則滯性增高，各種物質，即失其平衡，各種生理現象，無從表現，細胞失去飽滿，即有枯萎之象。故動物各須保持其適度水分，過與不及，均能致死。多數原生動物，待池沼水乾，結成胞殼，以渡乾燥環境，田螺、蝸牛等，則可封閉其殼口，以防過度之蒸發。高等動物之腎臟，亦有調節水分之功能。

(二)溫度 各種動物與其所處之環境之溫度，頗有關係，溫度減低，各項活動，逐漸停止，若溫度增高，各項化學作用顯現，溫度過高，則原生質凝固而致死，多數動物，生活於 20° — $40^{\circ}C$. 間，爲適度之溫度。有或對於溫度感覺特別靈敏，稍有變化，即發生變故，亦有對於溫覺稍爲遲鈍，可忍受最低或最高之溫度。有人曾以鯊、鱈、鰻等作試驗，是種魚類，通常生活於華氏 $65^{\circ}F$. 之間，以人工方法，使冷至 $29^{\circ}F$. 數小時，再將溫度徐徐升高，仍得復活；高至 $80^{\circ}F$.，亦不致死者。美國黃石公園有一種魚 *Cottus ichtylops*，能生活於近沸點之溫泉中，最孱弱之變形蟲，約至攝氏 35° ，即停止動作，但至 40° — $45^{\circ}C$. 間，尙不至死。各種動物之耐寒性，恆不一致，如魚類至約 $-15^{\circ}C$.，蛙類至約 -28° ；蜈蚣約至 $-50^{\circ}C$.，至於螺類，至 $-120^{\circ}C$.，尙不致死者。

但家蠶在 -5°C .，蜜蜂在 -1.5°C .，即可斃命。水棲動物，對於溫度之升降，感覺最爲靈敏，有數種海魚能感覺相差 0.2°C .之溫度，併常擇適度之水流而行，若冷血動物溫度升高 5°C .時，氧氣消耗約增一倍，蓋氧化增高，使活動增加也。

海洋表面之溫度，各地差異甚大，但深海溫度較爲固定，若以熱帶海面爲標準，表面溫度爲攝氏 25°C .— 29°C .之間，四百米之處，約爲 8° 或 9°C .，二千米之處，約爲 3.5°C .，最深處約爲 2°C .云。

陸棲動物，溫度尤爲重要，蓋陸上之氣候變化無常，寒帶動物，往往有禦寒構造，如毛、髮、鱗、甲等，均可禦寒，或遷移他方，擇地而居，如燕、鵲、雁、鴉、杜鵑等，或蟄居穴中，以作冬眠，如蛇、熊、鱧、兔等，他如蛙、鼈等，伏於土中，魚及蟾蜍等則藏於池沼之底，以渡寒季。

(三)壓力 地球上各種動物，恆受大氣壓力，但各動物慣於某種壓力，以支配其各項生活動作而不自知，若偶易境地，始知壓力之重要矣。在海平面上之大氣壓力，每方吋約爲十五磅，在水面之壓力，約與大氣中相當，愈深則壓力愈重，約在 33 呎間，較大氣增加一倍。人類無特別裝置者，可至深約 30 呎之處，但有時高壓之下，體內壓束氣體，溶解血中，一回地平面壓力驟減，血中即發現泡沫，以成特殊之病。鯨魚可至深海 800 尋之處，尙無困難。深海之魚(約二哩至五哩之深度)，所受壓力，有數百大氣之壓力，在此高壓中而能生活自若，倘此類動物，偶至水面，壓力頓減，身體膨脹，鱗片飛散，腸胃脫出，眼睛凸起，終至於死。在大氣中，愈高則壓力亦愈低，人類用輕氣球升空，約至 24,000 呎(約近五英里)，即入昏迷狀態，但因特殊裝置，可升高至 62,400 呎者，若以重於空氣機械上升者，最高記錄爲 44,000 呎，動物飛翔至最高者，則爲一種神鷹(condor)，能高飛至 23,000 呎云。

(四)光線 動物對於光線之反應，各各不同。多數動物均喜陽光，日間活動，稱晝行性(diurnal)動物。有不喜光線，或不慣受強光者，稱夜行性(nocturnal)動物，如蚯蚓、貓、鼠、蝙蝠、狐狸等是也。亦有僅在日落後，微弱光線中活動者，稱晚行性(crepuscular)動物，如蟾蜍、天蛾等是也。亦有穴居土中，眼及行動器官退化，如蚯蚓等是也。亦有深居穴中，眼睛縮小或退化者，有數哺乳動物，鼻生刺毛，富於感覺，爲黑暗中摸索之用。

海洋深處，日光透射不易，約在 80 米之處，缺乏陽光，若至四百米之深度，植物欲利用日光而行光合作用者，至爲微弱。在此深度以下，則成黑暗世

界，海底魚類。眼睛退化，或有發光器，藉以招致食餌。

強烈光線，有害生活物質，已無疑義，故每在烈日之下，動物極端避免，或少生毛髮，或皮下多積色素，以爲防禦。故光線充足之處，動物體極多色素，穴居動物或體內寄生者，常缺少色素，職是故也。

(五)氣體 生物必須氣體以爲生活，氣體之中以氧氣爲最重要，蓋體中代謝作用之進行及物質之變化，在在需要氧氣。大氣中含有氧 20.95%，氮 79.02%及二氧化碳氣 0.03%。故地上動物，約含有 21% 之氧，如在較稀薄之氧氣中生活困難。有以哺乳動物作試驗，在 14% 氧氣中，尚無大礙，若減低至 7% 時，內部發生劇烈變化，至 3% 時，乃窒息而死。英國探險家宋默吧 (Somerville) 與開東 (Norton)，爬至西范烈斯峯約 28,000 呎之高度而返，曾述其感覺，謂每行一步，須作深呼吸約十次之多，每小時僅行 8 呎之道，蓋氧氣之不足，有以致之。

水中動物，並不能利用水中分子之氧(H_2O)，全賴大氣中之氧溶於水中者，以爲呼吸之用。多種蟲類魚類，均營鰓呼吸，亦有以皮膚呼吸者。若水中氧氣不足，動物生活困難，或多作搖動，或上下游行，或浮漂一面。若氧氣缺乏，亦當窒息而死。故動物無論在何種境地生活，或在空中，或在地中，或在水中，皆賴氧氣以爲生活。

(六)化學性 動物居於土壤或水之媒質中，周圍之化學性，最爲重要。有數種動物，對於酸性之媒質感覺特靈，如變形虫若培養於 pH 6.8 以下之氧游子濃度，即難生活。氧游子濃度之高低，於動物之生存或分布，大有關係。

水之鹽分，對於動物生存，亦頗重要。多種海產動物，若置入淡水中，立即死亡，蓋原生質之滲透壓，大受擾亂，亦有多種動物，鹹水或淡水中，均能生活者，如刺背魚、刀魚等。亦有多種海產動物，生殖時期，須至淡水產卵者，如銀魚、鱒魚、河豚等。亦有淡水種類，至海水中生殖者，如鰻鱺等，此等魚類對於鹽分均有調節之能力，方克臻此。且鹽分之增減，亦可影響身體構造，如一種小形葉甲類 *Artemia salina*，本爲鹹水產，若鹽分增加，可變成與別一種 *A. mühlhauseni* 相似，或鹽分減低，則與淡水產豐年蟲之屬 *Branchipus* 相似，此可見化學性之重要也。但亦有多種動物，可生存於淡水半鹹水及鹹水中，如大西洋之一種鱷魚 *Funulus sp.*，可生存於海水，亦可生存於淡水也。

三、動物與生物環境

(一)動物與有機食物之關係 動物之生存，與其所在之有機食物，有莫大關係。食物豐富之處，動物羣集，繁殖亦速，食物缺乏之地，種類稀少，或竟滅絕，此為普遍之事實也。有機食物，即為植物或動物，或其產物，故稱為生物之環境。有專以植物為食料者，稱草食性 (herbivorous) 動物，有專以動物為食料者，稱肉食性 (carnivorous) 動物。兩者因食物之不同，其齒形或腸胃之構造，均因而異。此外有兼食動植物者，稱雜食性 (omnivorous) 動物。肉食性動物，有專以昆蟲為食餌，稱食蟲類，如食蟻獸、蜂鳥、蛙等是；有專以活物為食餌，如貓頭鷹、魚狗等是；有專嗜食死物以為生活，如北方之禿鷲及步行甲蟲等是；有吸吮牠物體汁以為生活者，如蚊、蚜蟲、體蝨等是。

動物之食料，仰給於植物，故以廣義言之，謂動物為植物之寄生者，亦無不可。植物能自製養料，獨立生活，動物則不然，原生動物，嘗以單細胞植物作為養料，大動物則以小動物為食料，自然界各種動物間之競爭，以得自然之平衡；生命之網，即為個體與個體間之合作競爭，或種與種間為原始需要所引起之行為；弱肉強食，在動物界尤為顯著。如以鱈魚 (herring) 為例，說明複雜之食物連環，在生命史中，可分四期：第一期約 $\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{2}$ 吋長之幼魚，以單細胞植物、肢脚幼蟲、軟體幼蟲及幼小橈足類為食物，是類幼魚，又可為水母、櫛水母、箭蟲等所吞食。第二期約 $\frac{1}{2}$ 至 $1\frac{3}{4}$ 吋之幼魚，幾全食細小橈足類，不復食植物或他動物幼蟲矣。第三期 $1\frac{3}{4}$ 至 5 吋長之魚，全食甲殼類動物、大甲殼類幼蟲等等。第四期 5 吋以上，則食大甲殼類、海鞘、浮游螺及玉筋鰻等等。但大甲殼類及海鞘等動物，復食較小之甲殼類或蟲類，小甲殼類等，仍食單細胞硅藻、鞭毛虫及其他藻類以為生活，如此互相牽連，以達自然之平衡。

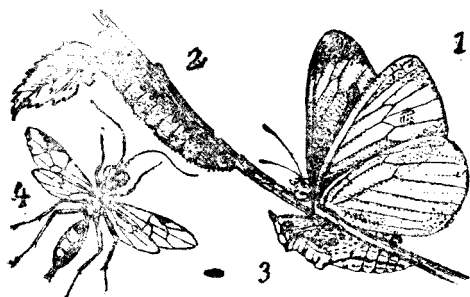
(三)動物同種間之結合性 多數動物屬同種者，往往聚集一處，有為兩性關係而結合者，如鴛鴦、鳩、鵲等是。亦有為羣性之本能所驅使，羣聚一處，如海鷗、麻雀、蝗蟲、渦蟲等是。林間猿猴，水際魚蝦，亦嘗糾合伴侶，以成大羣，同種間羣棲之現象，至為顯著。更有進者，若干動物，個體間形態及生理，各自分化，以構成複雜之社會組織。如蜜蜂一種，有數階級，后蜂為生殖兼統治級，雌蜂為生殖級，工蜂則有採粉、釀蜜、製臘、營巢、育嬰等工作。白蟻同

種間之社會組織，亦頗嚴密，雌蟻亦稱后蟻，與雄蟻同為生殖級，工蟻應作種種工作，唯禦敵衛羣，則有兵蟻。螞蟻之社會組織，亦井然不紊，往往聚集數千個體，構成社會，雌雄之蟻，往往有翅能飛，工蟻無翅，有為雌蟻、有為雄蟻所變成者，均無生殖功能，司營巢飼育等工作，多種螞蟻、有一特別階級稱兵蟻者，大體頗大，可禦外侮，好鬪之性，在動物界頗著聲譽，常與他種蟻戰爭，優勝者皆劫取食物，獵物被征服者以為奴隸，亦有將卵及幼蟲等劫來，飼養成蟲，以為奴役之用。南美洲有一種蟻 *Eciton*，所有工蟻、變為兵蟻、皆劫奪他種蟻為奴隸，以充工役。

(三)動物異種間之結合性 動物異種間之結合，亦頗常見，偶然聚合，如各種蜻蜓，成羣飛舞，不同鳥類，聚集一處，為例頗多。異種間結合較為嚴密者，厥為共棲、共生及寄生諸現象，茲分述之。

(a)共棲生活 兩種不同動物，居聚一處，兩者均無損害，或者一方有利，而他方無害，成共棲之現象。如口囊形蟲與人，人既無害，虫則有利。一種印魚，第一吞鱗變為吸盤，吸着他魚以爲行動，被吸之魚，即無損害。有一屬小魚，名 *Nomus*，常處僧帽水母觸手中間，兩者連繫，惹人注目，魚則藉刺胞以避敵，水母則無若何好處可言。一種海綿，名借老同穴，中空，嘗有一對蝦同居，隱蔽其中。多數赤蟻或白蟻，穴中常有他種昆蟲存在，此種昆蟲，與蟻相處，無大損害，亦成共棲現象。

(b)共生生活 兩種不同動物，居聚一處，或一種生活於他種之內，兩者均有利益。有時兩者，缺一即不能生活者。關係較疏之動物，如螞蟻，常與蚜蟲同居，或與蚜蟲介殼蟲同處，螞蟻嗜食蚜蟲所分泌之甘露，而蚜蟲則藉螞蟻以為保護。某種海葵，着生一種寄居蟹之螺殼上，海葵藉蟹以行動，蟹則藉海葵以為隱蔽，或利用其毒腺，以禦敵害。草履虫有一種名 *Paramecium bursaria*，體中多單細胞藻類名 *Zooxanthellae*，以營共同生活。藻類利用其體中之碳酸氣，以行光合作用，虫



第一百四十六圖 菜白蝶之生命史與寄生蜂 (*Hemiteles* sp.) 蜂(4)猛撲幼蟲(2)及蛹(3)之狀態 (錄自 *Borziakia* 著 Theobald)

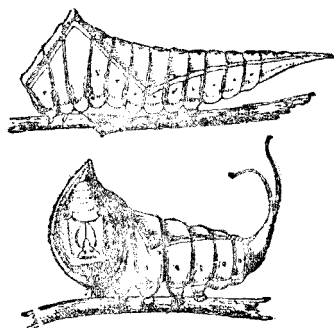
則吸收其光合作用所排出之氧氣為生活。白蟻與夥蟻毛虫，關係則更為密切，白蟻藉虫以消化纖維質，虫則依白蟻以得養料與隱蔽，兩者互相生活，不能須臾離也。

(c)寄生生活 一種動物，生存於他種身上，一方絕對有利，他方則絕對有害，是為寄生。被寄生者，稱宿主，其體各部或其營養物，為寄生蟲所吸收，而變大膏，或竟喪失性命。寄生現

象，在動物界尤爲普遍。寄生分體外寄生與體內寄生。體外寄生者，如藏、蚤、臭蟲等，爲害尙不嚴重，其形態變異亦不多，眼足等器官，依然存在。體內寄生者，如蛔蟲、肝蛭等，形體變異甚多，其他如纖蟲、大棘頭蟲等，全無消化器官，則更形特化矣。

有多種寄生蜂，產卵時必擇鱗翅目幼蟲或蛹，以其長而鋒利之產卵器，刺入蟲體而產卵，蜂卵孵出而爲蟲體之寄生，因此多數有害毛蟲，爲該蜂寄生而死者不少，於人類經濟關係至大。譬如桑白蝶之幼蟲及數種蠟蟲之卵，有爲寄生蜂所寄生者，故寄生蜂有益於農家者無疑（第一百四十六圖）。惟若干寄生蠅，如馬蛆產卵於毛間，馬低毛而被染，致其幼蟲得寄生於胃中。牛皮蠅寄生於牛皮內。蠟蛆產卵於蠶體，於人類經濟，發生大害矣。

四、動物自衛上之適應 動物爲防衛敵害，或追逐食餌，使身體之色澤或姿態，與其環境相似，或其形狀兇猛，使他動物無由接近，於是有保護色、擬態、警戒色、假死、放臭等種種適應。蚌、蠶之色，與草相似，樹蛙背部，與綠葉全同，鴉鷂之羽毛，可與亂石相混，雉雞之色澤，却與雜草相類。更有進者，動物之體，有以其顏色或形狀，倣其周圍物，以避免敵害者，如尺蠖之色與形，與樹枝無異，且其頭部一如芽體，使他動物不能辨別（第六十五圖二）。竹節蟲之顏色，與樹葉無異，其肢脚則與樹枝相似（同圖四）。木葉蝶翅之背面，顏色鮮豔，惹人注意，但其翅之腹面，一如枯葉，且其中脈及側脈，故在枯葉樹上歇止時，酷肖枯葉，識者亦難辨別，此其保護色也。有少數動物，爲避免敵害，往往變成他動物不喜食或可怕種類之形態。如北美洲有一種線蝶，爲鳥類所喜食，每具鳥類所不喜食之斑蝶之斑紋及色澤，得免於難。該圖示甲爲斑蝶，乙爲線蝶，兩者不同科，而形狀畢肖，乙、丙同隸一屬，反不相似，此即擬態最佳之例也。亦有變成可怕之姿態或色澤，使他動物見而畏懼。一種木目蛾（第一百四十七圖）之幼蟲，受驚動時，尾部有二鞭狀物高舉，頭部縮短，有赤色斑紋，酷似顏面，且有二黑點如眼，作示威之姿態。更有數種蛇及蜥蜴，體上斑紋，使見者即具戒心，此皆警戒色也。又有假裝死者，如蛙之見蛇，則作死狀，刺猬伏臥地上而不動，鮫鯉捲縮，一如死物，皆欲避其敵害之徵也。又如鳥賊之噴墨汁，放屁蟲之放煙霧，鼯鼠之泄



第一百四十七圖 木目蛾 (*Cerura sya*) 之幼蟲，上圖示靜止狀態，下圖示受驚所引起之虛脅狀態（錄自 Poulton）。

澤，得免於難。該圖示甲爲斑蝶，乙爲線蝶，兩者不同科，而形狀畢肖，乙、丙同隸一屬，反不相似，此即擬態最佳之例也。亦有變成可怕之姿態或色澤，使他動物見而畏懼。一種木目蛾（第一百四十七圖）之幼蟲，受驚動時，尾部有二鞭狀物高舉，頭部縮短，有赤色斑紋，酷似顏面，且有二黑點如眼，作示威之姿態。更有數種蛇及蜥蜴，體上斑紋，使見者即具戒心，此皆警戒色也。又有假裝死者，如蛙之見蛇，則作死狀，刺猬伏臥地上而不動，鮫鯉捲縮，一如死物，皆欲避其敵害之徵也。又如鳥賊之噴墨汁，放屁蟲之放煙霧，鼯鼠之泄

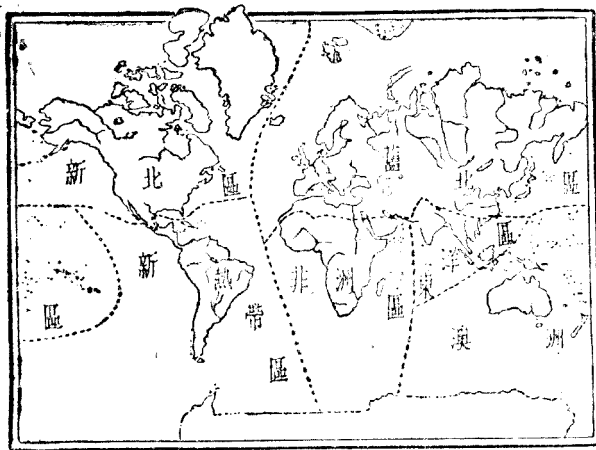
臭氣，椿象之散惡臭，亦均為避敵之設計也。

五、動物襲擊上之適應 動物為驅逐敵害，或施攻擊之用，往往有特別之裝置，如草履虫之毒絲，水螅之刺胞，蜂蟻之利刺，毛蟲之毛腺，蜈蚣蜘蛛之毒腺，蛇類之毒牙，章魚之吸盤，刺背魚缺絲魚之強刺。電鱈之電肌，鷹與鳥之爪。以及貓虎之爪牙，種種襲擊利器，有為自衛，有為攻擊，與人類戰爭之具無異也。

六、動物在陸地上之分布 凡研究動物在地球上之地理分布，名曰動物地理學 Zoogeography。地面上可依動物種類之分布，分成區域，名曰動物區。動物之分布，與環境頗有關係。有因地理隔離，地面山川相阻，各自進化而成特異區域者，有因氣候關係，或因土質不同，致所生動物羣亦異，有因地質變遷，往昔兩地相連，幾經滄桑，致隔成二洲，動物羣亦各趨異，有因交通便利，人為遷移者，凡此種種因素，為研究動物地理學者所宜注意也。地球因各地動物產特性不同，可分成數區，茲分述之：

(一)新北區 華雷斯 (Wallace) 氏原分歐亞兩洲為舊北區，北美洲為新北區，後經牛頓 (Newton) 氏研究，該兩區動物性質相似，合稱新北區 (Holarctic Realm)。

(a) 舊北區 舊北區指歐亞二洲而言，凡在非洲之沙哈拉沙漠、喜馬拉雅山及大廣漠以北之區均屬之。該區有許多動物兩洲共有者，如鯉、獅、驢、刺狃、穿山甲、金線蛙、樹蛙等，又如雉、鹿、駱駝、鼯鼠、羚羊、麝及麝香等，亦分布是區。惟歐洲之池蛙 (R. temporaria)、蟹蝦、鮭魚等分布，僅至我國東三省及日本等處。



第一百四十八圖 動物地理分區圖(依 Walter 稍改)。

(b) 新北區 北美洲約在墨西哥以北之區屬之。本區特產，有叉角羚羊、臭鹿、浣熊等；與舊北區相同者，有鮭科魚、蟹蝦等動物。駱駝與馬，北美不產，但見於第三紀化石中；與亞洲相同者，有鱈魚(或鱈龍)、鯉魚等動物。

(二)東洋區 (Oriental R.) 我國南部、印度、南洋羣島、菲律賓等處屬之。本區

特產動物，有猩猩、長臂猿、獼猴、印度象、印度象、亞西亞犀牛、孔雀、截雞等。

(三)非洲區 (Ethiopian R.) 沙哈拉沙漠及阿拉伯以南之地屬之。本區特產動物，有河馬、非洲象、大猩猩、黑猩猩、犀牛、斑馬、長頸鹿、獅、豹等。又如鹿、熊、野豬、鼯鼠等，為東方區特產，本區俱缺乏。

(四)新熱帶區 (Neotropical R.) 墨西哥以南及南美洲屬之。本區特產動物，有黃鼻猴、守子鼠、大食蟻獸、樹懶、獼猴、天竺鼠及各種袋鼠等動物。

(五)澳洲區 (Australian R.) 爪哇島以南、澳洲、新幾內亞及大洋洲全部均屬之。本區特產動物，如鴨嘴獸、袋鼠等原始哺乳類，但缺少胎盤哺乳類。鳥類有風鳥、食火鳥、無翼鳥 (即鸚鵡)等。他若雉雞、啄木鳥、文鳥，全體缺乏。又如鱷蜥、肺魚等，亦為該區特產之動物。

七、動物在海洋之分布 海洋動物，依水之深淺、食物多寡、寒流或暖流等因素而分布。如八目鰻、盲鰻、大海葵、毛壺、藪枝蟲等，在歐美海岸，極為普通，在中國海岸，較為稀少。但在日本沿海，又多產之，此或與海流有關，亦未可知。

(一)海流 太平洋海流自臺灣海峽北向黃海及日本海而流，成為暖流，又自渤海沿山東、江蘇等海岸而南流，成為寒流。我國沿海動物，受此寒流性之海流影響，分布因異。下等海洋動物，在北戴河、煙臺、青島、溫州、廈門等處，頗為豐富，但江、浙沿海，因多泥濘，海水又濁，種類頗少。魚類如黃魚、鮫魚、銅盆魚、帶魚、海鰻等，產量頗豐，惟鱈、鱈、鱈等魚，似較少耳。

(二)海中動物之垂直分布 自海面至海底之垂直面，因溫度壓力日光鹽分種種不同，動物之分布亦因有異。垂直分布，可分 (a) 沿岸動物種 (littoral fauna) 在高潮與低潮之海岸沙灘岩石或泥岸上，所有動物，能爬行者如蟹、螺等，固着者如藤壺、石莖、海葵、海綿等。(b) 浮游動物種 (pelagic f.) 自海面深至 100 尋間，溫度適當，光線充足，浮游動物，種類頗多，如各種魚類、鯨、鳥賊及其他細小動物。(c) 浮游動物種 (plankton) 即在海中浮游之動物，大多為細小動物，如放射蟲、鞭毛蟲、夜光蟲、水母、小甲蟲類、毛頸類等等。(d) 深海動物種 (benthos) 約自 100 至 300 尋間，壓力較高，日光稀少，有若干海綿、銀鮫、帶魚等動物。(e) 海底動物種 (abyssal fauna) 海底完全黑暗，雖無植物生長，但仍有氧氣，亦有若干魚類如鮫魚、鱈魚、鱈魚、六放海綿及棘皮動物等等。海底動物形體及生理上，分化特異，慣受高大壓力，而不能生於低壓之水中也。

參考書

1. 費鴻年：動物生態學 (商務)。
2. Jordan & Kellogg: *Evolution and Animal Life*, 1908 (Appleton).
3. Pearse, A. S.: *Animal Ecology*, 1926 (McGraw-Hill).
4. Wells, H. G. et al.: *The Science of Life*, Book VI, 1939. (Garden City)

第二十二章 生物之進化

一、進化之意義 進化一名詞，沿用極為廣泛，如社會進化、宇宙進化、星系進化等等，生物進化，即指動植物，由下等演變而為高等之謂，但高等生物，受生理或環境之影響，有多種構造，反見退步，亦得稱為進化，故進化有向前進行及向後進行兩種不同之方向，動植物體制，每有改變，改變多則種類亦因之而變，如此生物種類增多，由簡單而繁複，由低等而高等，今日恆河沙數種類，率皆由進化歷程中產生出來也。

二、種之由來 動植物門類既多，種類更為複雜，關於種之產生一問題，學說紛紜。往古之時，不外以宗教哲理方法解決之。中國有盤古氏造萬物之說，耶教有上帝特造之論。倡特造論者，謂各種生物，皆為上帝一手創造，今日之種類，即往古上帝所造成者。自十八世紀以還，生物學昌明，始以科學方法，解釋生物之進化，於是生物進化論，可闡明種之產生，近代遺傳及細胞之發達，基因之變異、突變及互換等事實，可解釋新性質之產生，『種之由來』一大問題，或可得較合理之答案乎？

三、機體進化之學說

甲、拉馬克學說 法人拉馬克 (Lamarck)，在十九世紀之初，推求生物進化之原因，謂機體之改變，由於與環境所發生關係而得，凡身體之構造，為適應環境需要，愈用即愈發達，若無需要，不久即行退化，依彼 1809 年發表之學說，可分下列二律：

(一) 凡動物尚可發育時，某器官愈用即漸發長而增大，其增加之力與所用之時間，作正比例，若不常用，於不知不覺間，始而削弱，繼而萎縮，終則消滅。

(二) 凡生物在某環境，經長久之時間，全體受環境之影響，或得或失某部分，倘若兩親代所得之改變相同者，某器官因常用或不用之故，即可由遺傳而傳至其後代。

世人話拉氏之後得性遺傳學說，殊不知彼所謂後得性遺傳，是有時間性在，用進廢退之說，依字義看，頗為近理，凡器官用之時間愈久，則愈發達，如長頸鹿，因伸頸而食樹葉，經甚多年代後，其子孫之頸，即行變長。此外器官歷久不用，如穴居動物，因不用眼，故眼恆不發達，或竟消滅矣。

乙、達爾文學說 自達爾文所著『物種原始』一書，於一八五九年發

表等。進化學說，風行於世，達爾文反對拉氏學說，彼以變異之起，非用與不用之故，乃由於生存競爭所致，有利於生存之構造，由自然選擇而遺傳至後代。不利於生存之構造，亦由自然淘汰，新種之產生，即因生存競爭而得之變異。種類因而繁增，生物即由此進化，天擇說爲達氏學說之中心點。

丙、新達爾文學說 自達爾文倡天擇說，英國斯賓基 (Spencer)、赫胥黎 (H. T. Huxley) 輩，極力鼓吹而發揚之。德國生物學家如海格爾、外史門等，亦贊助達氏之說，外史門 (1834—1914) 更進而變更達氏天擇之說，謂動植物個體變異，非由環境而起，乃種質內自起變化，而後得外表之變異，彼時染色體學說，尙未倡行，外氏即假定生物細胞內有多種定生素 (determinant)，在定生質 (id) 之上，定生素由極小之定生粒 (biophore) 所組成，從祖先遺傳下來，而不受身體之影響。在遺傳上，各定生粒爲形成身體各部形質之原素，各部形質之變異，由於無數定生粒互相競爭，適於生存者，即由體質選擇而遺傳，不適生存者，即被淘汰。外氏之種擇 (germinal selection) 說，即改變達氏天擇說而得，世人稱外氏學說爲新達爾文學說 (Neo Darwinism)。凡身體與環境所發生之變異，若定生素無變化，則不能遺傳，必須種質變化，而後有身體之變異。外氏學說，攻擊拉氏後得性遺傳說，較達氏爲尤甚。

丁、直生說 直生說 (orthogenesis) 爲生物進化之一種解釋，即照生物機體之變異，向直線進行，在一定之方向，而不顧生物本身，有利與否，若某構造有害時，亦向前進化，以至殺身滅種爲止，在古生物中，有不少例證，可解釋直生學說。又如近代南洋一種野豬，兩犬齒特長，雖無利益，亦向前作直線進化。主張直生說者，如納加利 (Nageli)，以此類直線之變異，係因生物體內有一種『內心萬全力』，領導而進化。此種學說，似寓有神祕性質。又如愛墨 (Elmer) 亦信進化途徑，非漫無秩序，自始即已前定，非由天擇，乃由機體生長律所支配，如蝴蝶或蜥蜴之花紋，直紋進化最早，點綴之紋，爲後來進化，皆有線索可尋。其後美國生物學費德孟 (Whitman)、高潑 (Cope) 等，均贊助此學說。

戊、突變說 荷蘭植物學家賓德爾斯 (1848—1928) 研究一種月見草，發見極度變異，可得多種之新種。經多年觀察與實驗，至一九零一年，發表突變說 (mutation theory)，以突然變異，爲產生新種之原因，月見草之變種，約有十餘種之多，彼以花形大小不同、葉之形態、莖之色澤大小及形狀、以及葉之排列、子葉大小及分布等不同性質，爲研究變異之標準，由分類學所鑑

定之新種，其染色體之形狀與數目，亦顯見不同，如：

原種	<i>Oenothera lamarckiana</i>	染色體數為	14
新種	<i>Oenothera gigas</i>	染色體數為	28
新種	<i>Oenothera semigigas</i>	染色體數為	21
新種	<i>Oenothera oblonga</i>	染色體數為	15

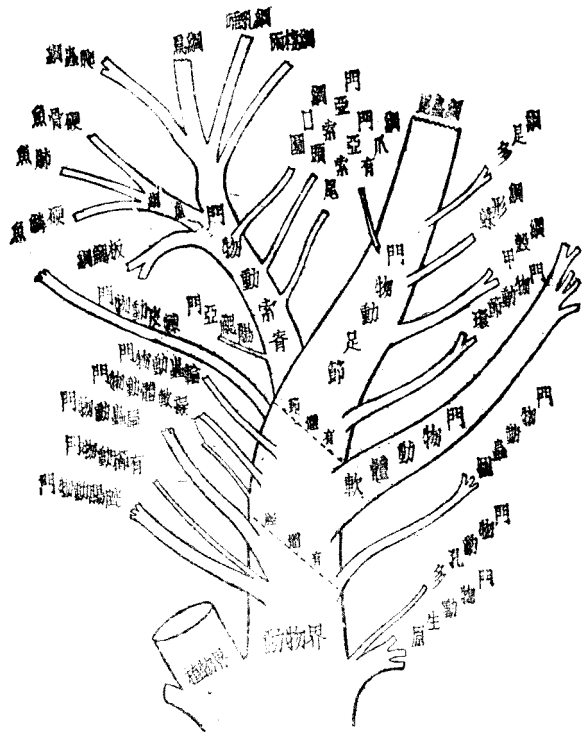
現代生物學家，以突變學說，解釋變異之原因，均已同意。因突變事實，無論在動物或植物界，極為普遍。毛庚氏 (T. H. Morgan) 與其弟子，以果蠅為實驗，竟得四百餘突變性質。種種突變，其發動點，大都在生殖細胞，即染色體上基因之變異，而後得外表突變性質。但基因所起之突變，其方法如何，原因為何，至今尚未完全明瞭，是否突變受身體之影響，直接或間接與環境有關，抑或此種突變，由生殖細胞內部自起變化，而絕不受身體影響，欲解決是項問題，誠非易事。

人為突變，即以物理化學之方法，研究外界刺激，是否可引起基因突變之問題。牟勒 (H. J. Müller) 等用 X 光線照射，可得畸形變種。又以人工輻射，可得百分之五十以上突變之種，此種輻射之力，可直接影響染色體上之基因，使發生突變，於是人為突變，可產生新種。在自然界，有宇宙線之輻射，或能影響生殖細胞，以引起突變，亦未可知，生物種族之變異，或即由於自然突變途上進行歟？

四、進化論之證據

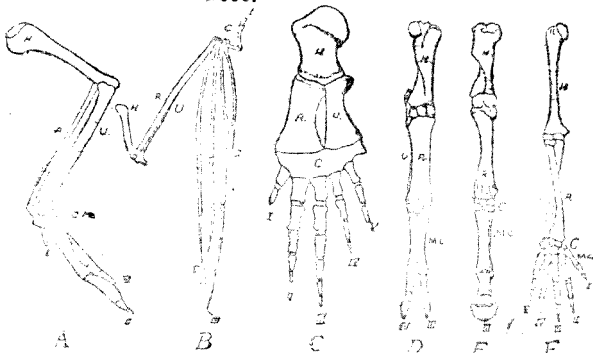
甲、分類學上之證據 動植物之種類，至為繁複，但據分類學上觀察，生物大都由簡單漸變而為複雜，由低等進化而為高等者，可依構造上分化之程度，列為等次，作直線之排列，以明進化之程序。近今研究分類學者，不僅求形態上之相似，更須研究生理、胚胎及動物分布各方面事實，以決定各種生物在自然界之位置。自採用雙名法即以雙字命名以來，種與種間之關係，表示更為清楚。如貓 *Felis domestica*、野貓 *F. catus*、虎 *F. tigris*、豹 *F. pardus*、獅 *F. leo*。此數動物，構造相似，遺傳性質亦復相近，故同歸一屬，即 *Felis*。同屬諸種，大概由於相同祖先演變而來，因體質變異，得多數不同之種，然欲求何種由何種變來，頗為困難，進化較近者，或易辨別。如野貓與家貓間，尚有一中間種，即 *Felis monticola*，為家貓之原種。種與種之間，即可得進化之線索，又可表示較高種類（如屬、科、目、綱等）間之關係。屬與屬相近者，同歸一科，同科諸屬，或由一共同祖先進化而來。分類學，即將不同種類，依其親疏

遠近，列爲門、綱、目、科諸類，以明進化之途徑。進化樹即以分類學之知識，表示各動物間之進化關係。下表即表示動物界各門之進化，由下等進化而至高等，高等動物，或須分兩支進化，即環節節足支（即進化至節足動物）與棘皮脊索支（即進化至脊索動物）也。



第一百四十九圖 動物分類之進化樹圖(著者圖)。

乙、比較解剖學上之證據 各類不同動物，由比較解剖學觀之，知有不少器官系統，有進化線索可尋。凡原始相同，而功用或有不同之構造，名曰同源



第一百五十圖 脊椎動物前肢之比較 A. 鳥(在翼) B. 蝙蝠(右翼)。C. 鯨(左前肢)。D. 牛(右前肢)。E. 馬(右前足)。F. 人(右手)。C. 腕骨。C, Mc. 腕及掌骨。H. 趾骨。Mc. 掌或趾骨。R. 橈骨。U. 尺骨。1—V. 示指或趾骨(錄自 Woodruff 仿 Scott)。

(homology)，是類事實，在動物中，不勝枚舉，如骨骼、肌肉、循環、生殖、排泄、神經系統中，在在可得同源構造，習動物學者，類能言之。今復以骨骼爲例，如蛙與蠶之前肢，鳥與蝙蝠之翼，鯨魚海豹之蹼，以及豬馬之足與人類之手，功用雖異，而其來

源則相同。其不同者皆由基本前肢，爲適應各種環境所生變異而成，其變異程度之深淺，頗足表現進化上之蛛絲馬跡。

尙有不少器官，因有向前變異之傾向，由顯著變爲隱沒。由有用變爲無用，此種隱沒而無用之構造，稱爲殘跡(vestigial)器官，又可作爲進化之佐證。如食草動物之盲腸，既有作用，特別發達，人類盲腸，雖無功用，然仍存在。人類祖先，皆有尾骨，近代之人雖無尾，然尙有一尻骨，以爲退化之痕跡。據德人衛特先(Wiedersheim)統計，是類構造，在人類約有一百八十之多，如瞬膜、動耳肌、尾肌及胎兒毛等等。其他動物，如馬足之中掌骨，兩旁各有一細骨，海豚及數種蛇類，雖無四肢，其殘遺骨骼，均尙存在。

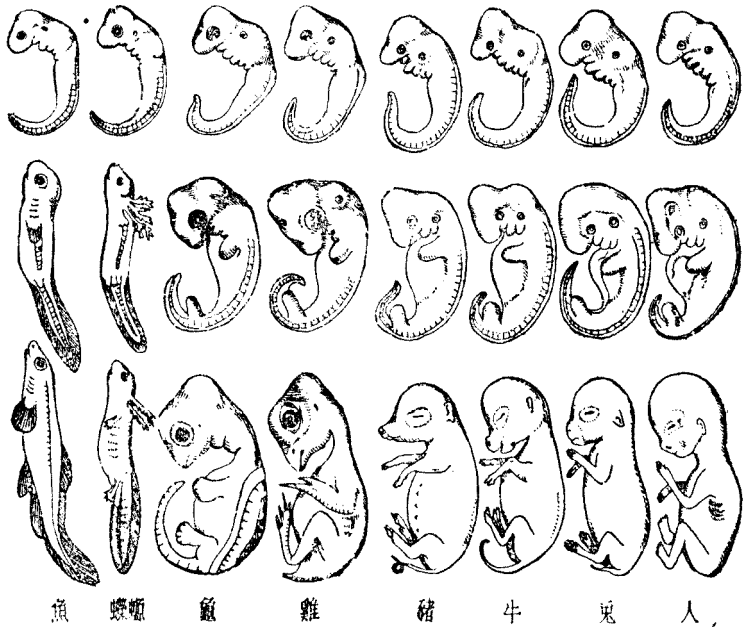
有幾種器官，完全改變功用，進化而爲一新器官者。例如鱷之鱗，一變而爲紡錘膜，蛇之唾液腺，則變爲毒腺，哺乳類碩大之乳腺，或由汗腺變來。又有不少同功(analogous)構造，即來源不同而功用相同者，如鳥眼之眼，有角膜、晶狀體、視網膜等構造，在形態上，頗似脊椎動物之眼。兩者之始原不同，惟其功用，則全然相同。此皆因適應環境，使身體構造逐漸改變，同趨一致，亦含有進化之意義也。

若比較解剖之事實觀之，各類動物，即以脊椎動物論，自魚類至人類，自有彼此基本相同之點，各類目間，形態與習性，雖大不同，或由原始祖先分途進化，以成今日不同之種類，此不同動物中，仍有極多同類構造，以示動物之進化。

丙、胚胎學上之證據 若就動物各器官發生過程中檢視之，有許多器官，在胚胎期間有之，至成長時反廢退不見，有許多不同動物，在成體形態相距甚遠，在胚胎初期，幾無大別。試觀魚、螭、雞、豬、牛、兔及人類等之初期胚胎，幾無所區別，是見彼此關係之密切矣(第一百五十一圖)。

動物個體發生，須經過種族發生之若干階段，由分類學及比較解剖學來推測，哺乳動物之胚胎，須經過相當於魚類、兩棲類、爬蟲類等進化階段(但各類動物之進化，須經過千萬年之長期間，始能完成，而在哺乳動物之個體發生，不過數月，故其表現種種類種發生之階級，至爲均略不全。在哺乳動物胚胎初期，頸側有鰓裂，心臟爲一管，與魚類相當；其次有全腎，心臟相當，與兩棲及爬蟲類相似，最後始變成哺乳類之構造。此種發生過程中，須經過共同祖先之階段，在動物發生律(動物學)中，可由胚胎發生以證明之)。

又有多種動物，成長時與他動物之關係，極爲密切，其動物之地位與他動物不同，若果從胚胎方面研究，無從推測。譬如一種寄生甲殼類之蜆殼(Syrenid)，宿主特種之蝦，成蟲時作囊狀物，多分枝袋狀物，分佈於宿主體內，既無肢體，又無體節，甲殼類之特徵，全然消失，但考其發生史，須經過甲殼類特殊之幼蟲，名肢脚幼蟲，且須變成如蜆殼目之幼蟲(cypris)，故其屬甲殼類變質動物，十分明顯，此即由個體發生之事實，而推知動物進化之途徑也。



第一百五十一圖 脊椎動物胚胎之比較；第一列示初期發生之類似胚胎，第二列示漸次區分，第三列示形成各類動物之胚胎（錄自 Haeckel）。

丁、生理學上之證據 各類動物之進化，在基本構造上相似之點，既然顯著，在各構造上之生理作用，亦有相似處。生理作用，由簡單變為複雜，亦作直線之進化，在代謝、激應及生殖諸方面，為例甚多，在前幾章既已論述，故不再事推究。近年來發見動物體內數種化學性質，可作進化論佐證，如各動物之血清，即富有種別性，凡構造相似之種，分類上近似者，其血清性質，在生理化學上，亦復相似。今若欲知何種動物，在進化歷程上，與人類血統相近者，可以血清沉澱法試之。先取得人類血清，血清中即含有人類特殊性質，以人類血清，分次注射兔體（或用其他哺乳動物亦可），注射多次，約二日後，兔血即完全中和。兔因對外來物質，即人類血清，產生一種物質，以中和之，此特殊物質，稱抗體。凡兔血含有抗人血之物質，稱抗人血清（anti-human serum）。今若以兔之抗人血清與人體血清相混雜，即見甚多白色沉澱。如以之與猿類血清試，沉澱則較少，而產生沉澱之時間亦較長，如與猴類或低等靈長類試，則沉澱更少，而需時更長耳。又如哺乳動物之血，與其他哺乳動物

相似之點，較與鳥類或爬蟲類為多，鳥類之血與爬蟲類相似之點，又較與哺乳類或兩棲類為多，血清所引起之反應，其程度之高低，證明其親疏遠近之關係，與比較解剖上所得之同原，兩相並行，互為推證，各類動物由同一祖先進化而來，益為明顯。

戊、地理分布上之證據 根據地理分布學之研究，種之繁衍，有一定區域，其子孫分布，因氣候山川等限制，隔成數亞區，各自進化，而成不同之種族。地理隔絕，可使兩地種類，各自進化，變為不同之種。如島上動植物，往往與鄰近大陸上所分布者，稍有不同，隔絕愈遠或愈久者，不僅種有不同，即屬或亦有異。若分布在一區之動植物，因山谷河流等隔絕，亦可各自進化，成為不同種類。克蘭東 (Crampton) 研究南太平洋之社會羣島上某屬螺之分布，島上山陵，均自山頂至海岸作斜直形勢，隔成多數山谷。山頂氣候較冷，海岸又較乾燥，故多數螺類，常居中間濕度高而森林多之區域，彼曾發見數種螺類，在各山谷中，各自進化，成數亞種或變種，此可以證明山陵隔絕後，各種類有進化之事實也。又如歐洲有一種兔，在十五世紀傳入山多島 (Porto Santo)，過四五十年之間，即變成可與原種分別之新種，此足證地理隔絕，使變異性質，易於保持而遺傳，產生新種也。

己、地質學上之證據 前段係就現代地理分布事實，說明種之變遷，地質分布，則以地層中所得古生物之遺跡，探討物種之變遷。就歷史地質觀察，玄古代地層中，少有化石，古生代地層中，多下等無脊椎動物，較近代之地層中，即得較高等動物，若以脊椎動物論，魚類在古生代初期出現，進化最早，兩棲類約在古生代中期出現，爬蟲類約在末期，鳥類與哺乳類，在中生代初期始發現。原始人類，在新生代初期，始得少數種類，較近代人類，約在冰河世，始有化石，故人類進化，為時不過五六十萬年耳。

地球年齡，地質學家根據鐳之放散率，約近十二萬萬年(1,200,000,000)，古代生物，或因地層變動，壓入地內，或屍體沉入水底，沖積而藏於土內，水流中動物，或在海濱生活者，常有被沉澱砂土中堆積而成為化石之可能。骨骼堅固之物，固易保存完整，或者由他礦物質代替而保持原物之形狀者，亦至普通。或者動物骨骼或其他物，久藏土中，逐漸溶解，而留有模型空隙，以後再由他物填充而成鑄像者，或亦有之。此種化石，大都在水成岩內發見之。最古地層，即多最早之生物，較近地層，則含有較高等之生物。地層經褶皺新層等變遷，最古地層，表面受侵蝕可露出地面，地質學家常就化石及其他含物

之性質，分地殼層次為數代 (era)，每代可分為數紀 (period)，每紀又可分為世 (epoch)。為求明晰起見，主要分類及每時代內重要化石代表，詳於下表。

地層內古生物之分布表

年數	地質時代	紀	該時代繁盛之生物	
60,000,000	新 生 代 Caenozoic (哺乳動物)	第四紀 { 現代世 Recent 更新世 Pleistocene	人及哺乳動物(現存)	
		第三紀 { 鮮新世 Pliocene 中新世 Miocene 漸新世 Oligocene 始新世 Eocene	哺乳動物(多數已絕種)	
180,000,000	中 生 代 Mesozoic (爬蟲世代)	白堊紀 Cretaceous	飛翔爬蟲類 有齒鳥類，蛇齒龍等出現，菊石絕種。	
		侏羅紀 Jurassic	巨大爬蟲類，原始鳥，菊石，蚌，螺及蜘蛛等，腕足類衰滅。	
		三疊紀 Triassic	恐龍、原始哺乳類 袋鼠 興起。硬骨魚初次出現 軟骨魚減少。	
360,000,000	古 生 代 Paleozoic	兩棲世代	二疊紀 Permian	陸地脊椎動物，菊石及近代昆蟲興起。
		魚類世代	石炭紀 Carboniferous (兩棲世代)	最初爬蟲類，兩棲類，肺魚，發鱗魚，甲蟲，蚊蠅，蜈蚣，蜘蛛，棘皮等三葉蟲滅種 雙殼螺衰滅。
			泥盆紀 Devonian (魚類世代)	最初兩棲類，軟骨魚最盛，最初蟹類及陸地螺，軟體動物最盛，三葉蟲衰滅。
		志留紀 Silurian	最初呼吸空氣動物(蠍、昆蟲)，有甲魚類 珊瑚動物最多。	
		無脊椎動物世代	奧陶紀 Ordovician (無脊椎動物世代)	原始魚類，腕足類、頭足類與珊瑚興起。
寒武紀 Cambrian	無脊椎動物，海綿，水母、蟲類腕足及軟體動物，棘皮動物。三葉蟲最盛。			
600,000,000	原 生 代 Proterozoic	Keweenawian } 與我國震旦系 Animikian } 相當 Huronian } Algonian } 與我國五台系相 Sudburian } 當	原生動物及簡單海嘍、無脊椎動物，化石缺少	
		太 古 代 Archean	Laurentian } 與我國泰山巖 Greenville } 岩相當	生命起源

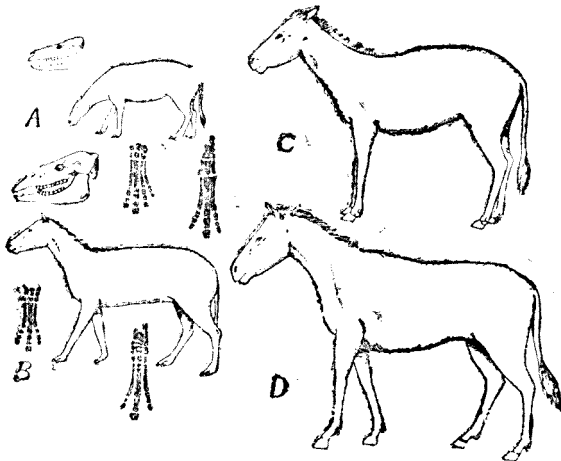
第一百五十二圖 地層內古生物分布表 地質年代總數約計十二萬萬年 (1,200,000,000 years) (集自各作家)。

由古生物學所得憑據，最足徵信者，即某類生物，一系統中傳遞，由原始之種，逐漸變化，每次變化，化石中均留有遺跡。此整套化石，足以表示歷代種之變遷，今日之種，即如是進化而來。就現代之動物中，自其遠祖，以迄現存之種，能有較完備之整套化石者，當推馬、象、駱駝等族，其頭骨、牙齒及蹄等種種變化，歷歷可辨，可作進化史讀。今就馬與人，分述如次：

(一) 馬之進化 現存馬族，僅歐亞兩大陸有之，美洲在哥倫布發見以前，原來無馬。但馬之祖先，均在北美地層中發見。各種骨骼，甚為完備。近代之馬，均依此進化程序而來，不過最近期內，美洲之馬種已經斷絕耳。原始之馬有四趾或五趾，較近代者，趾數減少，中趾因要支撐全身之重，特別發達，現代馬僅有中趾存在。其他原始之馬，身體較小，頭骨較短，眼窩位於頭之中部，齒體較短，臼齒磨擦面簡單，不適於咀嚼。凡此種種特點，在地層中所發見各時代之馬化石，均示有顯著之變遷。主要幾種馬化石，如 (子) 始新馬 (*Eohippus* sp.) 本種馬化石，約在下始新世，約有五千多萬年前發見，身體甚小，約十二吋高，頭與頸均短，前足有四趾，內側面有一塊小骨，表示此種為五趾之祖先，後足有三趾，外側面有一塊小骨，為第五趾之殘跡，可見其祖先亦有五趾，惟退化較速，齒短而其根則較長。下顎短，故眼窩即在齒之上方，馬面亦較短。

(丑) 中新馬 (*Mesohippus* sp.) 本種發見於下漸新世，約有十八吋高，每足僅有三趾及外側一退化之骨，中間一趾特別發達，頭骨較大，臼齒有併合尖頭。

(寅) 末新馬 (*Merychippus* sp.) 本種發見於中新世，體高約有三呎或四呎，每足均有三趾，退化之骨，或隱或現，兩旁之趾，已離開地面，



第一百五十三圖 馬之進化，示各時代馬化石重裝圖 A. 始新馬之重裝外形，頭骨及前後肢腳骨。 B. 中新馬之重裝，頭骨及前後肢腳骨。 C. 末新馬。 D. 鮮新馬 (錄自 Lull 頭骨自 Matthew and Clubb)。

中間一趾須支撐全身之重，故特別發達。臼齒較長，尖頭較平，由此可見咬草之齒，變為細嚼之平頂臼齒，頭骨較大，下顎較長，馬面亦較前種為長。

(卯) 鮮新馬 (*Plihippus* sp.) 本種發現於鮮新世，體高約與前種相若，最顯著之變遷，卽三趾變為一趾而已。(辰) 近代馬 (*Equus*) 更新世馬之化石，與現存馬種頗相似，故同歸一屬。體高約六十吋，每足中趾發達。趾端着地而立，兩側退化之趾骨，尙可見得，齒高長，尖頭逐漸磨平，壯老時不復增長，故其形粗短，頭骨則大而長，眼窩遠在下顎之後，均較祖先馬為顯著。

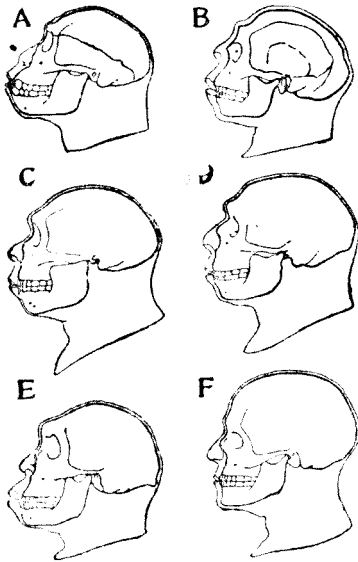
(二) 人類進化 大多數人類學家及動物學家，不以人由猴類直接進化而來，約在一千六百萬年(約在漸新世)或有與猿類相似之人類祖先，有能直立之姿勢，具長臂及大姆趾向外之足，由此原始祖先，與猿類分途進行。約至中新世末期與鮮新世時，人類特點更為顯著，腦量發達，能直立行走，有近人類齒形，惟是期化石，尙未發見。辟爾當曙人 (*Eoanthropus dawsoni*)，或屬鮮新世之化石，頭骨肥厚，軀體矮小，下顎似黑猩猩，惟腦量頗大，幾與近代人相若，於 1913 年，在倫敦南部辟爾當 (Pitdown) 地方掘得。原始人類，其地位及形體較為確定者，當推爪哇猿人與中國猿人，與現代人相近者，有海得堡古人與尼安特泰古人諸種，約均發見於鮮新世與冰河期。茲分述如次：

爪哇猿人 (*Pithecanthropus erectus*) 約在五十萬年前之上鮮新地層採得，介乎人與猿之間，腦之容量，較人類小三分之一，腿骨亦如現代人，能直立，齒則較人類為大。計有一部分頭骨、二臼齒及一腿骨，於一八九四年，在爪哇中部發見。

中國猿人 (*Sianthropus pekingensis*) 該屬猿人，有一臼齒，一頭骨及一下顎骨，於民國十六年至十九年 (1927—1929) 間，在北平周口店採掘而得。與猿人相伴，尙有其他上冰河世動物之骨骼。依地層年代推算，該猿人較爪哇猿人稍晚，約在四十萬年前，其腦量較為發達，頭骨之顛顛部分尙完好，較辟爾當人為原始，與猿類頗相類似，此足證人與猿兩者，頗相接近也。

海得堡古人 (*Homo heidelbergensis*) 本種有一下顎骨及齒，於一九零七年在德國海得堡地方掘得。顎骨肥大，甚似大猩猩，但齒形細小，又似人類。人類學家以此與現代人同隸一屬，係由猿人進化而來，約生存於中冰河期時代(約在三十萬年之前)。

尼安特泰古人 (*Homo neanderthalensis*) 本種有多骨，在德國尼安特泰及其他歐洲諸地方掘得。此為一種穴居野處之民族，能用火石，並有營葬風俗，



第一百五十四圖 人類化石頭部重裝後之比較 A. 爪哇猿人。 B. 中國猿人。 C. 海得堡古人。 D. 尼安特泰古人。 E. 勞代西亞古人。 F. 高孟盎猿人(錄自 Lull, B 著者圖)。

較爲完整之化石，至今尚未發見，欲得人類進化之系統知識，尚須待將來之研究也。

五、進化之原因及途徑 就上列證據論，進化的事實，昭然若揭，進化原因，論者已多，拉馬克派以身體與環境相互作用，所得之變異，可以遺傳。達爾文派以變異之起，由於生存競爭，於生存有利之構造，經自然選擇而遺傳，有害之構造，終歸自然淘汰，突變說則以變異之起，非爲用與不用，亦非利與不利，乃由內部自起變化，突變爲產生新種之原因。

內部原因 達爾文、外史門、符佛里斯等，皆主張新構造之產生，由於內部，據近代遺傳學之事實，知生物體各種特性，皆爲生殖細胞染色體上之基因所決定，一切形態之改變，出發點必在染色體上。各基因自起變化，或互相作用，或受外界影響而變化，變化原因，或非單純歟？

外部原因 環境爲進化之原因，雖非定論，但從日常觀察，變異之起，僅

惟腿骨較曲，足證尙不能直立而行，手臂強大，下顎粗肥，而頤部後傾，較爲原始。睫突較高，前額較低，腦量約有 1530 立方釐，較之近代人腦量不爲遜色，足見該類民族廣播歐洲，盛極一時，約生存於五十萬年之前。在非洲北部，勞代西亞地方，發現一種勞代西亞古人(*Homo rhodisiensis*) 與尼安特泰古人，頗相類似，而第三臼齒，又與現代人相像也。

現代人(*Homo sapiens*) 凡近代生存之人類，均屬一種，爲 *Homo sapiens*，惟人類進化之化石，不若馬等動物之完備，白種人族，或由冰河時代繁盛於法國地域之高孟盎(Cro-magnon) 族進化而來，黑種人族，或由南歐及地中海岸掘得之格里孟地(Grimandi) 族進化而來。黃種人種，由何族直接進化而來，尙無定論。河套人與歐洲海得堡古人相似，約在六萬至十五萬年之間，與現代黃種相接近，

境因素，亦屬重要。各種生物，可形成特殊構造，使適合某種特殊環境，生物適應事實，可解釋是類變異之來源。若生物換一環境，身體構造，漸變而適應新環境者，如鯨魚、海豹之四肢，因適應水棲環境，變成游泳之鰭，但環境如何影響生殖細胞，而使發生適應環境之構造，此項問題，尚無圓滿之解答。人工輻射，可直接影響果蠅之生殖細胞而起突變；自然界之輻射，亦有同樣作用，自然界各種物理化學之潛勢力，或者均可影響生殖細胞，使產生適合環境之構造，惟環境如何影響生殖細胞，要多作試驗，多得證據，方可得更滿意之解釋。

體質影響種質 吾人已知內分泌物質，可由少量而影響全身，以引起重大變化，動物體與環境所起之適應性，亦必由血清機械而傳至種質，血清受環境之影響，而起變異，種質受血清之陶染，當亦受影響而起變異。高邪 (M. F. Guyer) 氏曾以抗晶體血清 (anti-lens serum)，注入初懷孕母兔，所生小兔，有少數得眼睛畸形性，此蓋受血清之影響，所得偶然之突變，此種實驗，尚未得滿意之解釋。外界刺激，或者均可由血清中間物而傳至生殖細胞，引起生殖細胞對外界之適應，而生變異，待血清傳遞外界刺激之機械完全明白後，則進化之原因及途徑，或可得解決歟？

參 考 書(註一)

1. Darwin, Charles: *Origin of Species*. 1880. London. 馬君武譯: 物種原始(中華)。
2. Huxley, Julian: *The Evolution*, 1942 (Allen & Unwin).
3. Kellogg, V. L.: *Darwinism Today*, 1908 (Henry Holt).
4. Lull, R. S.: *Organic Evolution*, 1929 (Macmillan).
5. Osborn, H. F.: *From the Greeks to Darwin*, 1894 (Macmillan).
6. Osborn, H. F.: *The Origin and Evolution of Life*, 1917 (Scribner's).

(註一)中文譯著書籍尚多，學者須參考之。

第二十三章 動物學發達史

一、我國動物學之史略 蟲魚鳥獸，異卉雜草，能引起原始人之興趣，亦能激動文明人之探討。我國在孔孟以前，蔚然成章，經詩官禮，述及生物者，不知凡幾，即爾雅一書，關於動植物之名稱、習性等等，論述俱詳。其他雖無專門鉅作，而對於動植物之零星記載，代有所聞。至明李時珍著本草綱目，記載動植物，不下數千種，對於各項動植物之名稱、習性、產地及效用等，靡不詳舉。惜乎是項著述，以應用與觀察為前提，述及外形與習性，即已滿足，因此內部構造及其他精細研究，均未涉及。所謂生物學上諸大問題，尚待歐西人士先我倡導，可不惜乎！我國之有科學的生物學，尚不過數十年。清末，國人議設學校，教導新學，設有格致課目，惟當時教育目的以『中學為體西學為用』，注重農工礦諸科，而於斯學，未嘗多所注意。後各省設立高等師範，則有博物一科，培植動、植、礦各科學之師資，以應施教之需要。彼時所謂生物科學，不過抄襲東西洋之教科書而已。我國學者，從事創作之探討，有貢獻世界之生物學知識者，始自民國十年以後，彼時領導研究之機關，如中國科學社生物研究所、東南大學生物系、東吳大學生物系、清華大學生物系等。近今國內生物學專門人才，日漸增多，創作論文，在國內外發表者，不勝枚舉，描述此期之光榮生物學史，有待來茲。

二、西洋動物學之史略

甲、古代之動物學 希臘人亞里斯多德 (384—322 B. C.)，約生孔子後一世紀，博學多能，百藝精通。彼於動植物，亦多多研究。於動物著作專書，有如動物自然史五卷、動物生殖及動物諸部等等，論及動物界之心靈、分類、形態、生理、胚胎各方面事實，頗有價值。亞氏可稱為生物學之鼻祖。

乙、黑暗時代之動物學 在亞氏之後，除羅馬人蓋蘭 (Galen 131—200 A. D.)於動物之構造生理稍有貢獻外，中世紀約一千年間 (200—1200 A. D.)，因宗教勢力龐大，迷信心理頗重，人民醉心於古典經義，而無研究興趣，各項科學，絕少進步之可言。

丙、文藝復興時代之動物學 中世紀末季，歐洲各國，有文藝復興之運動，排除宗教，復興古代經典，科學研究，亦因而起，自十五世紀至十七世紀

屬之。

飛薩力歐(Andreas Vesalius 1514—1564 A. D.) 比利時人，後改入意籍，彼於人體構造，作詳細之解剖，促進動物學及醫學之進步。

哈爾飛(William Harvey 1578—1657 A. D.) 英國人，以實驗方法，研究生理學，關於血液循環及心臟跳動等現象，貢獻尤大。

丁、顯微鏡發明時代之動物學 人體解剖與生理學之研究，均與當時醫學發達有關。自顯微鏡發明後，細微構造，方可窺見，於生物學，別開一天地。約自十七世紀末期及十八世紀間，生物科學，如組織學、胚胎學、細菌學及原生動物學等，均有顯著之進步。

何克(Robert Hooke 1635—1703 A. D.) 英國人。以彼時所製之複式顯微鏡首先見及細胞，惟彼所見者，為木栓中之死細胞耳。

馬爾比其(Marcello Malpighi 1628—1691 A. D.) 意大利人，用顯微鏡研究動物之組織及胚胎。彼所發見者，如血球、微血管、真皮、表皮、舌之乳頭突及各種腺體構造等。關於蠶之解剖及雞胎發生之研究，最負盛名。

婁文河克(Antony van Leeuwenhoek 1632—1723 A. D.) 荷蘭人，為業餘顯微鏡製造家，用自造顯微鏡，發見原生動物、細菌、精蟲等等。

戊、近代動物學 生物學上最大進步，約在十八世紀中葉與十九世紀末葉間，各門生物科學，均有特出學者，以為倡導，樹穩固之基礎。茲就下列各門學科，作一鳥瞰可也。

子、分類學：

林內(Carolus Linnaeus 1707—1778) 瑞典人，首創雙名制，以定分類法則，彼所鑑定之動植物，不下四五千種之多。自然分類(Systema naturae)一書，於一七五八年，刊印第十版，為分類學家所宗。

丑、比較解剖學：

顧維埃(Georges Cuvier 1769—1832) 法國人，研究比較解剖學及古生物學有比較解剖一書，包括無脊椎及脊椎動物之材料，動物界之分佈及其體制一書，敘述其模式理論。

寅、胚胎學：

馮培爾(Karl Ernst von Baer 1792—1876) 俄國人，後入德國。於各種動物之胚胎，研究甚詳，其大著作動物之發育，記述彼觀察所得之結果及理解。彼以胚胎複雜構造，由簡單胚層演變而來。受精卵發育，必須經此胚

層，由此三胚層，分化而為複雜器官，創胚層論，作為發生之法則。彼於胚胎學之影響最大。蓋庚堡 (Gegenbaur) 以所有脊椎動物之卵，均為一細胞 (1861)，且精子亦為一細胞 (1865)，由受精卵分裂而成原始胚層。赫胥黎 (T. H. Huxley) 則以胚層觀念，推廣至各動物，而以腔腸動物如水螅等之二細胞層，與高等動物發生時之外胚層與內胚層相當 (1849)。俄人葛伐來斯開 (Kowalevsky)，又指明各種動物之發生，必須經過原腸期之一階級 (1866)。

裘爾福 (Francis M. Balfour 1851—1882) 英國人。著比較胚胎學一書，引用重演律，以解釋各動物在發生歷程中，重演其祖先之面面。

卵、細胞學及細菌學：

許旺 (Theodor Schwann 1810—1882) 德國人，研究動物細胞神經組織，闡明細胞之性質及其來源種種重要性質。

許拉亭 (M. Schleiden 1804—1881) 德國人，研究植物細胞之構造及生長，與許旺各在 1838—39 年間發表細胞學說。

巴斯德 (Louis Pasteur 1822—1895) 法國人，彼早年致力於化學研究，後探討生物學上諸問題。發表釀酵作用，乃因有機微生物活動之故。更發見各種病原微生物，如蠶之微粒子，牲畜炭蛆病之病菌，及瘋狗病菌等，並發明制治方法，培養病菌，注射鼠類，以得抗毒血清，以療治人類或動物之疾病。彼以疾病傳染，均由於孢子，創特殊滅菌方法，證明生物必由生物發生，死物發生論，不攻自破矣。

辰、進化論：

拉馬克 (Jean Baptiste Lamarck 1744—1829) 法國人，倡後得性遺傳及用進廢退 (use and disuse) 諸說，解釋種之變更原因。

達爾文 (Charles Darwin 1809—1882) 英國人，主天擇論 (theory of natural selection)，說明種之產生，由物競天擇之結果。物種原始 (Origin of species) 一書，於一八五九年刊行。

外史門 (August Weismann 1834—1914) 德國人，主種擇說，生殖細胞內種質之變異，為新種產生之主因。

賓佛里斯 (Hugo de Vries 1848—1928) 荷蘭人，發見月見草突變性質，可產生新種，乃倡突變說，謂生殖細胞內突然變異，為新種產生之原因。

巳、生理學：

姚乃墨勒 (Johannes Müller 1801—1858) 德國人，於近代生理學，成

寫最大，樹生理學於比較基礎上。彼之人體生理一書(1840)，爲一時傑作，創特殊神經力律(Law of specific nerve energy)。

勃納(Claude Bernard 1813—1878) 法國人，研究肝之代謝作用、血管生理等，著有動植物之種種生命現象，爲比較生理學之祖師。

潘父勞夫(Ivan Pavlov 1849—1936) 俄國人，研究神經中樞之特殊作用，僑於『替代反射』之試驗，最爲著名。

子、遺傳學：

孟德爾(Gregor Mendel 1822—1884) 奧大利人，研究豌豆之遺傳，發見遺傳定律，樹立遺傳學之基礎。

毛庚(T. H. Morgan 1866—) 美國人，研究果蠅之各種遺傳性質，闡明連結互換及突變諸現象。

未、試驗動物學：

勒勃(Jacques Loeb 1859—1924) 美國人，原籍德國，以試驗方法，研究發生現象，於海膽、青蛙等卵，施以化學或物理刺激，得人爲孤雌生殖，開闢試驗胚胎學之新紀元。

杜里舒(Hans Driesch 1867—) 德國人，倡生機論等生物學說，以海膽卵作爲培養切割等試驗，探討發生諸重要問題。

蔡爾德(C. M. Child 1869—) 美國人，研究渦蟲再生現象，倡軸級學說，解釋關於再生發生諸重要生理問題。

施悲門(Hans Spemann 1869—) 德國人，以蝶螈初期胚胎作種種移植試驗。若將原口背唇切下，移植於腹上，此移植組織，亦可影響他組織，變成中樞神經、感覺器、中胚層等，被移植胚胎，乃有兩個中樞神經，此項器官形成，全由原口背唇組織促成，倡組織者(organizer)學說，解釋發生機戒。

參 考 書

1. 蔡堡：生物學發達史 1935，(世界)。
2. 劉威：動物學小史(商務)。
3. Loey, W. A.: *Biology and its Makers*, 1915 (Henry Holt).
4. Nordenskiöld, E.: *The History of Biology*, 1928 (Knopf).
5. Singer, C.: *A Short History of Biology*, 1931 (Oxford).

總 參 考 書

I. 主要參考書：

1. 薛德煇：近世動物學（商務）。
2. 飯島魁：動物學概要（日文）。
3. Borradaile, L. A.: *A Manual of Elementary Zoology*, 1938 (Oxford).
4. Guyer, M. F.: *Animal Biology*, 1937 (Harper).
5. Hegner, R. W.: *College Zoology*, 1936 (Macmillan).
6. Parker and Haswell: *Textbook of Zoology*, 2 vols., 1942. (Macmillan).
7. Potter, G. E.: *Textbook of Zoology*, 1938 (Mosby).
8. Whitfield and Wood: *An Introduction to Comparative Zoology*, 1935 (Clarendon).
9. Woodruff, L. L.: *Animal Biology*, 1932 (Macmillan).

II. 次要參考書：（註一）

1. Beaver, W. C.: *Fundamentals of Biology*, 1940 (Mosby).
2. Burlingame, L. L. et al.: *General Biology* 1928.
3. Curtis and Guthrie: *Textbook of General Zoology*, 1933 (Wiley).
4. Haldane and Huxley, J.: *Animal Biology*, 1934 (Oxford).
5. Hartmann, Max: *Allgemeine Biologie*, 1933 (Jena).
6. Kerr, J. G.: *Zoology for Medical Students*, 1921 (Macmillan).
7. Newman, H. H.: *Outlines of General Zoology*, 1929 (Macmillan).
8. Parker, J. B. & Clarke, J. J.: *An Introduction to Animal Biology*, 1939 (Mosby).
9. Shull, A. F.: *Principles of Animal Biology*, 1934 (McGraw-Hill).

•（註一）係指編輯本書次要參考材料，本項及書中各章所列參考書，均無意求全；大多為本書中所引用，或有較重要性質，或為國內易得者而列舉之。

動物學字彙

動物學上常見名詞，初學者恆感困難，既不易記憶，又難考查，今將普通動物學名詞，其字源意義等，譯述如次，以便稽查。*G.* 示希臘語，*L.* 示拉丁文，*A. S.* 示古英語，*M. E.* 中世紀英語，*F.* 示法文，*Sp.* 西班牙語，*Ar.* 示阿拉伯語。

A

A- or *An-* (*G.* 無, 缺少) 如 *anamniote* 無羊膜動物。

Ab- (*L.* 離開) 如 *aboral* 反口面。

abdomen (*L.*) 腹部。

abducens (*L.*) 外旋, 如外旋神經。

abductor (*L.*) 外轉, 如外轉肌(外收肌)。

abiogenesis (*G.*) 死物發生(無生源論)。

abomasum (*L.*) 皺胃(反芻類第四胃)。

absorption (*L.*) 吸收。

accessory gl. 副性腺。

accretion (*L.*) 累積。

acromegaly (*G.*) 粗骨病。

Ad- (*L.* 近, 隣等) 如 *adoral* 隣口面。

adductor (*L.*) 內轉, 如內轉肌(內收肌)。

adrenal (*L.*) 副腎的, 如副腎腺。

adiposus (*L.*) 脂肪, *adipose* 字同。

adsorption (*L.*) 吸附性。

Aer- (*G.* 空氣) 如 *aerobe* (*G.*) 爲依氣生物。

afferent (*L.*) 向心的, 如 *afferent vessel*。

agamete (*G.*) 非配子, 如 *agamogony* 非配生殖。

agglutination (*L.*) 凝聚作用。

Ala (*L.* 翼) *alary* 翼狀的, *alisphe'noid* 翼蝶骨。

albinism (*C.* 毛膚全白) 體白現象。

alimentary (*L.*) 消化的, 營養的。

allantois (*G.*) 尿囊。

allelomorph (*G.*) 偶對性。

alternation of generation 世代交替。

alveolus -li (*L.*) 胞, 小室。

ambula'cral (*L.*) 步的, 如 *a. zone* 步帶。

ametabolic (*G.*) 無變態的。

amitosis (*G.*) 無絲分裂。

am'nion (*G.*) 羊膜, *amniote* 羊膜動物, *Amoibe* (*G.* 變化) 如 *amoeba* 變形蟲 *amoeboid* 變形的 *amoebocyte* 變形細胞。

Amph- (*G.* 兩邊) 如 *amphias'ter* 兩星體, *Amphibia* 兩棲類 *amphibious* 兩棲的。

amphiblastula (*G.*) 兩囊幼蟲。

ampulla (*L.*) 壘, 壘狀構造。

Amylon (*G.* 澱粉) 如 *amylase* *amyl'op'sin* 均爲澱粉酶 *-ase* 爲 *enzyme* 之語尾。

Ana- (*G.* 起, 再), 如 *anat'omy* (起+切) 解剖學。

anabolism (*G.* 起+拋) 組成作用。

anaerobe (*G.* 乏+氣) 厭氣生物。

analogy (*G.* 比擬) 同功。

an'aphase (*G.*) 後期。

an'imal pole' 動物性極。

anisog'amy (*G.* 不+等配) 異配現象。

an'nelid (*L.*) 環節的 *Annel'ida* 環節動物。

Ante- (*L.* 位於前) 如 *an'tebra'chium* 爲前臂。

anten'na -e (*L.*) 觸角, *anten'nule* 小觸角。

an'thropoid (*G.*) 似人的, *an'thropol'ogy* 人類學。

Anti- (*G.* 相反, 抗) 如 *an'tibody* 抗體, *an'tigen* 抗體原, *an'tineuritic* 抗神經炎病, *an'titox'in* 抗毒素。

a'nus (*L.*) 肛門, *anal* 肛門的。

aor'ta (*G.*) 大動脈。

ap'opyle (*G.*) 後幽門孔。

appen'dage (*L.*) 附肢, *appen'dic'ular skel'e* 附肢骨。

appen'dix (*L.*) 垂, *a. vermiciformis* 蟲狀垂。

Aqua (L.) 水, aquatic 水棲的, aqueous 水狀的。

aqueduct (L.) 導水管 如 aqueductus Sylvius 薛氏導水管(中腦導水管)。

Arachne (G.) 蜘蛛, Arachnid 蜘蛛綱, arachnoid membrane 蛛網膜。

arbor vitae (L.) 生命樹(髓樹、活樹)。

Arch- (G. 原) 如 archaeocyte 原細胞, Archeozoic 原生代, archenteron 原腸。

arterial (L.) 動脈的, arteriole 小動脈, artery 動脈。

Arthropoda (G. 節+足) 節足動物門。

arytenoid (G.) 披裂軟骨(杓狀軟骨)。

assimilation 同化作用。

asexual (G.) 無性的。

aster (G.) 星如 Asteridea 星魚綱, astral rays 星線。

astragalus (G. 脛跗骨) 距骨。

asymmetrical (G.) 不相稱的。

atlas (G.) 寰骨(即第一頸骨)。

atavism (L. 祖) 返祖現象。

auditory (G.) 聽覺的。

autogamy (G.) 自配(原生動物體內核分化而後配合之謂)。

autotomy (G.) 自切。

autonomic (G.) 自主的, 如自主神經系統。

Auris (L. 耳) 如 auricle 心耳、耳窩, auricular 耳狀的。

autosome (G.) 體染色體 與性染色體相對。

avis (L. 鳥) Aves 鳥綱。

axial (L.) 軸的, 如 axial skeleton 中軸骨。

axis (L.) 軸, 樞骨(即第二頸骨)。

axon (G.) 軸突。

azygos (G.) 奇, 如 azygos vein 奇靜脈。

B

bacterium-ria (G. 小桿) 細菌。

bacteriolysin (G.) 溶菌素。

balancers (L.) 平衡棍, halteres 意同。

basal (L.) 基底的, 如 basal granule 基粒。

Basi- (G. 基) 如 basioccipital 基枕骨,

basisphenoid 基深骨。

ben'thos (G.) 海底生物。

Bi- (L. 二, 二重) 如 bi'ceps 二頭肌, bicus'pid

二尖的, bi'valve 二尖瓣, bi'ateral 二邊的, bi'symmetry 左右相稱, binomial 雙名的。

bile (L.) 膽汁。

bi'nary fission 二分體。

Bio- (G. 生物) 如 biology 生物學。

bi'ometrics (G.) 生物統計學。

bi'ophore (G. 生物+載) 定生粒。

bi'ophysics (G.) 生物物理學。

bi'ramous (L. 二叉) bi' appendage 二叉肢。

bisexual (L.) 二性一體(雌雄同體)。

bi'valve (L.) 二瓣的(貝之殼)。

Blast- (G. 芽) 如 blas'toderm 胚膜, blas'todisc 胚盤, blas'tomere 分割細胞。

blas'topore (G. 胚+孔) 原口(原腸之口)。

blas'tostyle (G. 芽+柱) 子葉。

blas'tula (G.) 囊胚, blas'tocoel 囊胚腔。

both'rrium (L.) 吸盤。

bra'chium (L.) 臂, brachial 肢的。

Brachy- (G. 短) brach'y'dactyly 短指趾。

bran'chia (G.) 鰓, branchial arch 鰓弧。

brevis (L. 短) brev'iped 短腳的。

bronchus-chi (L.) 枝氣管, branchidie 小枝氣管。

Bryoz (G. 苔蘚) 如 Bryoz'oa 苔蘚動物。

buccal (L.) 口的, 如 b. cavity 口腔。

bulbus arteriosus (L.) 動脈球。

bur'sa (L. 囊) b. copulatrix 交配囊。

bys'sus (G.) 足絲

C

Caec- (L. 盲) 如 caecum 盲腸。

Caen- (L. 新) 如 Caenozoic 新世代。

calca'neum (L.) 跗跗骨(跟骨)。

Calc'i- (L. 鈣) calc'areous 鈣質的, calciferous gland 鈣質腺。

calorie-s (L.) 卡

Cam'brian (L. 威爾斯民族) 寒武紀。

canine (L.) 犬的, canin' tooth 犬齒。

cap'illary (L.) 毛細管, blood capillary 微血管。

capit'ulum (L.) 頭部。

cap'sule (L.) 囊, 如輸孟囊、聽囊。

car'apace (Sp.) 背甲。

Carbo- (L. 炭) 如 car'bohy'drate (L.+G.)

炭水化合物, car'bonif'erous 石炭紀。
 car'diac (*L.* 心的) 如 c. cycle 心跳環, c. stomach 噴門胃。
 car'dinal vein 主靜脈。
 car'niv'orous (*L.*) 肉食的。
 carot'id (*G.*) 頸的, 如頸動脈。
 car'pus -pi (*L.*) 腕, car'pal bones 腕骨。
 cas'ein (*L.*) 乳蛋白。
 catabol'ism 查k字下。
 cat'erpil'lar (*L.*) 毛蟲。
 Cau'ida- (*L.* 尾) 如 cau'dal 尾的, cauda equina 馬尾鬚。
 Cav- (*G.* 孔) 如 cav'erno'sus 多孔的。
 cell (*L.* 室) 細胞, cell-organ 胞器與, organelle 意同。
 cel'lulose (*L.*) 纖維質。
 Centr- (*L.* 中心) 如 centro'fugal 雜心的, centrop'etal 向心的。
 cen'trosome (*G.*) 中心體, cen'triole 中心粒, cen'trosphere 中心球。
 cen'trum (*L.*) 椎體。
 Cephal- (*G.* 頭) 如 Ceph'aloch'orda 頭索亞門, cephal'ic 頭的, Ceph'alop'oda 頭足類, cephalotho'rax 頭胸部。
 cerca'ria -e (*G.*) 搖尾幼蟲。
 cer'eus -ei (*G.*) 尾鉸。
 cer'ebrum (*L.*) 大腦, cer'ebral 大腦的, cer'ebel'lum 小腦。
 cer'vix (*L.*) 頸, cerv'ical 頸的。
 ces'toid 似織蟲的, Cesto'ida 織蟲綱。
 chae'ta (*G.* 毛) 如 Chaetop'oda 毛足綱。
 chala'za (*G.*) 蛋白帶。
 che'la (*G.* 螯) 如 chelic'era 螯肢, che'liped 螯足。
 Chemo- (*G.* 化學) 如 chemot'ropism 向藥性。
 chias'ma (*G.* 交叉) 如 chiasma opticus 視交叉。
 chitin (*G.* 盔之衣) 幾丁質。
 Chlor- (*G.* 綠) chlo'rargo'gen 黃色細胞, chlo'rophyll 葉綠素。
 chlo'rocyte (*G.*) 綠細胞。
 Chondro- (*G.* 軟骨) chon'drocran'ium 髓頭。
 Chord- (*G.* 索) (chorda'ta 脊索動物, no'tochord 脊索

cho'rion (*G.*) 卵殼膜, 絨膜。
 Chrom- (*G.* 色) chro'matid 染色質, chromatophore 色素體, chro'miole 染色粒, chro'momere 染色帶, chromone'ma 染色線, chro'mosome 染色體。
 chyle (*G.*) 乳糜(消化之脂肪)。
 chyme (*G.*) 食糜(消化之食物)。
 Cili- (*L.* 睫) Cilia'ta 真纖毛虫綱, ciliary 纖毛的, cil'ium -lia 纖毛。
 cir'cula'tion (*L.*) 循環。
 Circum- (*L.* 圍) circum-oesophageal 圍食道的。
 cir'cumvol'late (*L.* 輪廓乳頭)。
 cir'rus -ri (*L.*) 觸條, 稜。
 clav'icle (*L.*) 鎖骨。
 cleav'age (*A. S.*) 分割。
 clitel'lum (*L.*) 環帶, 生殖帶。
 clit'oris (*G.*) 陰蒂。
 cloa'ca (*L.*) 共泄腔。
 Coela (*G.* 鞘) 如 eni'doblast 刺細胞, eni'docil 刺柄, Coelosp'orida 絲泡亞綱。
 coc'cyx (*G.*) 尻部, 尾椎 coccyg'eal 尾椎的。
 coch'lea (*G.*) 耳蝟體。
 Coel- (*G.* 空) 如 coel'om 體腔, coe'liac 腔的, coel'omate 體腔動物, coeloz'oiic 腔內寄生。
 coelen'teron (*G.*) 腔腸, coelen'tera'ta 腔腸動物。
 Coeno- (*G.* 共) 如 coe'nosarc 共肉。
 Coleo- (*G.* 鞘) 如 Coleop'lera 鞘翅目。
 col'loid (*G.*) 膠性物。
 col'on (*G.*) 結腸。
 col'ony (*L.*) 羣體。
 col'umel'la (*L.*) 耳柱骨。
 Com- (*L.* 同, 與) 如 commen'sal 共棲者。
 com'missure (*L.*) 連接(連合)。
 con'dyle (*G.*) 髁, 如 occipital c. 枕髁。
 Con- (*L.* 錐) cone cell 錐細胞。
 Con- (*L. cum-* 與, 合) 如 con'juga'tion 接合, con'jugant 接合體, con'juncti'va 結膜, connective 結締的。
 con'volution (*L.* 回轉(頸))。
 cop'ulation (*L.*) 交配。
 cor'acoid (*G.*) 鳥喙, c. bone 鳥喙骨。
 conditioned reflex 替代反射。

corium (L.) 真皮。
 cornea (L.) 角膜, corneagen cell 角生細胞。
 cor'na, cor'nae (L. 角) 如 c. anticus 前角。
 cor'pus, cor'pora (L. 體) 如 corpora cavernosa 多孔體, corpus calli 6 mm 胼胝體, corpus lu'teum 黃體, corpora quadrigemina 四疊體, corpus spongiosum 海綿體。
 corpuscle (L.) 球, 如血球、馬氏球、觸球等。
 cortex (L.) 皮層, cortical 皮層的。
 Cuvier's organ 嚔奇器。
 costa (= L. 肋, 肋骨, 肋, costal ribs 肋骨, cran'ium - nia (L.) 腦骨, 腦壳。
 crescent (L. 半月) 如 c. groove 半月溝, Creta (L. 石灰) 如 Creta'ceous 白堊紀, cretin 呆小人, cretinism 呆小病。
 cricoid (G.) 環狀軟骨。
 crop (M. E.) 嗉囊。
 crossing-over 互換。
 crus, cru'ra (L. 足) 如 crura cerebri 腦足。
 Crusta'cea (L.) 甲殼綱。
 Cten- (G. 櫛) 如 ctenid'ium 櫛鰓, Ctenoph'ora 櫛水母門。
 Crypto- (G. 隱) 如 Cryptoceph'ala 隱頭亞目。
 cu'bitus (L.) 肘脈。
 cuta'neous (L.) 皮的。
 cuticle (L.) 角質膜, cuticula 字同。
 Cuvier's duct (ductus cuvieri 同) 顯維埃管。
 Cycl- (G. 圓) 如 cyclo'sis 環流, Cy'clostomata 圓口綱。
 Cyst (G. 囊) 如 cyst'ic duct 膽囊管, cyst'icer'cus 囊尾蟲。
 Cysto (G. 空, 即細胞意) 如 cytology 細胞學, cy'toly'sin 細胞溶解素, cy'tophar'ynx 咽, cy'toplasm 細胞質, cy'topyge 胞肛, 肛門點, cy'tosome 細胞體, cy'toz'ic 細胞寄生。

D

Dactyl- (G. 指) 如 dac'tylozo'oid 指狀個員。
 daugh'ter (A. E.) 女, 通稱子體。

De- (L. 去, 除) 如 deam'inizat'ion (deam'inat'ion 同) 去氨基作用, dehydrat'ion 去水作用。
 Deca- (G. 十) 如 Decap'oda 十足目。
 decus'satio (L. 交叉) 如 decussatio lemniscorum 掃路交叉, decussatio pyram'idus 錐體交叉。
 delam'ina'tion (L.) 層分 (形成原腦)。
 del'toides (G.) 三角肌。
 den'drite (G. 樹枝) 樹枝突。
 Dent- (L. 齒) 如 den'tal 齒的, den'tary 齒骨, den'ticle 小齒, den'tine 齒質。
 depres'sor (L.) 降肌。
 Derm- (G. 皮) 如 derma, dermis 意同。
 deter'minant (L.) 定生素, determinate cleavage 有定分割。
 Deuto- (G. 第二) 如 deu'toplasm 即卵黃。
 develop'ment (E.) 發生, 發生學。
 Devo'nian (地名) 泥盆紀。
 dex'tral (L.) 右旋, dex'trose 右旋糖。
 Di- (G. 二) 如 dichot'omous 二分叉的。
 di'aphragm (G.) 膈, 膈肌。
 di'encephalon (G.) 間腦。
 digas'tricus (G.) 二咽肌。
 Di'genea (G.) 二生目 吸蟻。
 diges'tion (L.) 消化。
 dig'it (L.) 指或趾, dig'itigrade' 趾行的, dihy'brid (G.) 二性雜交。
 dimor'phism (G.) 一體二形。
 dio'ecious (G. 二+居室) 雌雄異體。
 diph'yodont' (G.) 再出齒。
 Diplo- (G. 雙, 倍) 如 dip'loid 雙套的, dip'loblas'tic 二細胞層的。
 Dip'noi (G. 雙+呼吸) 肺魚。
 dip'terous (G.) 雙翅的, Dip'tera 雙翅目, disc (G.) 盤, dis'coid 盤狀的, Discom'e'd'usae 圓盤水母。
 Dis- (G. 遠) 如 dis'tal 遠體的。
 dissimila'tion (L.) 異化作用。
 diur'nal (L.) 晝行性的。
 di'vertic'ulum (L.) 盲管。
 dom'inant (L.) 顯性。
 Dors- (L. 背) 如 dor'sum 背部, dors'al'is 背部, dors'al 背的。
 duct (L. 管) 如 ductus ejaculato'rius 射精管。

ductile (L. 小管) 如 ductulus efferens
輸精小管。

Duo- (L. 十二) 如 duode'num 十二指腸。

Dura (L. 硬) 如 du'ra ma'ter 硬膜。

dy'ad (G.) 二體。

E

E- (L. 無, 去, 出) 如 eden'tate 無齒的,
efferent 出的, 離心的。

ecd'y'sis -ses (G. 外+進入) 蛻皮。

Echin- (G. 棘) 如 ech'inoderm 棘皮動物,
ech'inoid 海膽的。

Ecol'ogy (G.) 生態學, oecol'ogy 字同。

Ecto- (G. 外) 如 ecteth'moid 外篩, ec'-
toderm 外胚層, ectoplasm 外質, ec'-
tosarc 外質。

effector (L. 反應器)。

egest' (L.) 排遺。

ejac'ulatory (L. 出+拋) 射出的, 看 duct.

el'ytron, el'ytra (G.) 鞘翅。

em'bryo (G.) 胚胎, Embryol'ogy 胚胎學。

enam'el (F.) 珐瑯質。

enceph'alon (G. 頭) 如 mes'enceph'alon 中
腦, met'enceph'alon 後腦, my'elenceph'
alon 髓腦, pros'enceph'alon 前腦, rhi'n-
enceph'alon 嗅腦, rhomb'enceph'alon 輪
腦, tel'enceph'alon 端腦。

encyst' (G.) 結胞囊, encyst'ment 胞囊形
成。

Endo- (G. 內) 如 en'doplasm 內質。

en'docrine (G. 內+分開) 內分泌。

en'doderm (G.) 內胚層, en'toderm 字同。

en'dolymph (G.) 內淋巴, en'dolymphat'ic
duct 內淋巴管。

endom'ixis (G. 內+混合) 內合生殖。

endop'odite (G.) 內肢。

en'doskel'eton (G.) 內骨骼。

en'dosome (G.) 內體。

Ente'm (G. 腸) enter'ic 腸的, en'tero-
kinase 腸激酶, En'teropneu'sta 鰓鰓類。

e'nucleate (L. 出+核) 乏核的。

en'zyme (G. 內+離) 酶(酵素)。

Eo- (G. 曙, 始) 如 E'o'cene 始新世(第三紀
初)。

eph'yra (G. 稚之名) ephyr'ula 幼水母。

Epi- (G. 上, 在上) 如 ep'id'er'mis 表皮。

ep'id'id'y'mis (G.) 舉冠, pa'r'radid'y'mis 副
舉冠。

ep'i'gen'esis (G.) 後生論, ep'i'got'tis 會厭
軟骨, ep'i'phar'y'nx 上咽舌(昆蟲), epiph'y-
sis 腦上腺。

ep'i'the'lium -lia (G.) 上皮(組織)。

ep'e'oph'oron (G. 上+卵+載) 卵巢冠。

Equa- (L. 等) 如 e'qual cleav'age 等分割,
e'quatorial plate' 赤道板。

erop'sin (L.) 腸腺酶(小腸分泌)。

Erythro- (G. 紅) 如 eryth'rocyte 紅血球。

E'thio'pian (G. 繞魚臉之意) 非洲區。

eth'moid (G.) 篩骨。

Eu- (G. 真, 善) 如 Eu'nemat'oda 真圓蟲
類, Euthe'ria 真眼類。

Eugen'ics (G. 善+生) 優生學。

Eusta'chian tube 歐氏管(耳咽管)。

e'vagina'tion (L. 出+鞘) 外凸。

ev'olu'tion (L. 展放) 進化論(演進論)。

Ex- (G. 外, 出) 如 ex-conjugant 接合後體,
excre'tion 排遺。

excre'nt (L.) 流出, 如流出溝。

exha'lant (L.) 出的(出水、呼出) 如出水管。

exop'odite (G.) 外肢。

ex'oskel'eton (G.) 外骨骼。

exten'sor (L.) 伸肌。

exter'nal (L.) 外的, exter'nal carot'id 外
頸動脈, iliacus exter'nus 髂外肌。

Extra- (L. 在外) 如 ex'trace'l'lular 細胞
外的。

exu'via -e (L. 脫去) 蛻皮。

F

fac'et (L.) 小眼面(昆蟲複眼單位)。

fac'ial (L. facialis) 顏面, 如 f. nerve 顏面
神經。

Fallo'pian tube 反老本管(輸卵管)。

fam'ily (L.) 科(分類學名詞)。

fasc'ia (L.) 筋膜。

fau'na -e (L.) 動物種。

fe'mur (L.) 股骨。

fenes'tra (L. 窗) 如 f. ovalis (= f. vesti-
buli) 卵圓窗, f. rotunda (= f. cochleae)
正圓窗。

fer'menta'tion (L.) 發酵。

fer'tiliza'tion (L.) 受精, f. mem'brane

受精膜, fertilisin 受精素。

fi'bre (L.) 纖維, fib'ril, fibril'la 均爲小纖維, fibrin'ogen 纖維蛋白原。

fib'ula (L.) 腓骨。

Fil- (L. 線) 如 Fil'aria 線蟲, filiform 線形的。

F₁ = Filia₂, 卵₁代。

flagel'lum -la (L.) 鞭毛, flabel'lum 扇肢。

flame cell 焰細胞。

flex- (L. 屈) 如 flex'or 屈肌。

floc'culus -li (L.) 小腦髓。

for'am'en, foram'ina (L.) 孔, foramen mag'num 枕大孔。

for'nix (L.) 穹窿。

fos'sa -e (L. 凹窩) fos'sa gle'noid 下頷門。

fo'vea (L. 窩) 如 fo'vea cen'tralis 中央窩(眼)。

fos'sil (L.) 化石。

fron'tal (L.) 額的, 如額葉, 額骨, frons 額片(昆蟲)。

func'tion (L.) 功用, 機能。

fun'dus (L.) 胃體。

fun'giform (L.) 菌狀的。

fascic'ulus -li (L.) 肌束。

G

gall' blad'der 膽囊。

gal'vanot'ropism (Galvani 意物理家) 向電性。

Gam- (G. 配) 如 game'togo'ny 配子代。

gam'ete (G.) 配子, game'tocyte 配子細胞。

gang'lion -lia (G.) 神經節。

gan'oid (G.) 硬鱗的, Gano'i'dei 硬鱗魚類。

Gastr- (G. 胃) 如 gas'trin 胃泌素, gas'trovascular cavity 消化循環腔, gas'trocnemius 腓腸肌。

gas'tropod (G.) 腹足類, Gas'tropoda 腹足綱。

gas'trula (G.) 原腸, gas'trula'tion 原腸形成。

gem'mule (L.) 芽球(海綿無性生殖)。

ge'na -e (L.) 鱗片(昆蟲骨片)。

Gen- (G. 產生) 如 gene'sis 產生, genet'ics 遺傳學。

gene (G. 原) 基因(遺傳單位)。

gen'ital (L.) 生殖的, 如生殖系統, 生殖器官。

gen'otype (G.) 性型。

gen'us, gen'era (L.) 屬(分類學名詞)。

Geo- (G. 地) 如 geot'ropism 向地性。

germ (L. 芽) 種, 如 germ band 胚帶, germ cell 種細胞, germ layer 胚層, germplasm 種質。

germa'rium -ria (L.) 卵巢。

gill (M. E.) 鰓, gill bar 鰓桿, gill book 鰓鰓, gill cleft 鰓裂。

giz'zard (F.) 砂囊。

gland (L. glans 橡果) 腺體, glan'dula -e 小腺體。

glomer'ulus -li (L.) 脈球。

Gloss- (G. 舌) 如 glos'sopharyn'geal 舌咽的。

glos'sa (G.) 舌片(昆蟲下唇內支)。

glot'tis (G.) 喉門, 聲門。

glu'cose (G.) 葡萄糖。

glyc'erol (G.) 甘油。

gly'cogen (G.) 動物澱粉, 糖粉。

gnath'ic (G.) 顎的。

goitre (L.) 甲狀腺腫, 喉腫病。

Gon- (G. 生殖) gon'oduct 生殖管, gon'ophore, gon'osome 生殖體, gon'otheca 生殖鞘, gon'nad 生殖腺(巢), gonan'gium 生殖體。

Graafian follicle (Graaf 人名) 哥拉芬泡, 卵泡。

grav'id (L.) 多卵的, grav'id seg'ment 老熟節片(蠶蟲)。

grey matter 灰質。

gul'let (L.) 食道。

gus'tatory (L.) 味覺的。

gut (A. S.) 腸, 如前腸, 中腸, 後腸。

gynan'dromorphism (G.) 半身性(遺傳上雖有兩親性者)。

gy'rus • i- (L.) 回(大腦), 與 sul'cus 相對。

H

hab'itus (L.) 形狀, 體形, habitat 產地, 居處。

Haem- (G. 血) 如 hae'mat 血的, hae'mo-oel 血腔, hae'moglo'bin 血紅素, hae'mocya'nin 血綠素, hae'mol'ysis 紅血球溶解, hae'mophil'ia 血友病。

hap'lux (L.) 大趾。

Hal- (G. 鹽) hal'obi'os 海產生物。
hal'tere -s (G.) 平衡桿。
Haplo- (G. 單的) 如 hap'loid 單套的。
Haver'sian canal Havers 人名) 哈氏管。
Helio- (G. 日) 如 he'liot'ropism 向光性。
 He'lio'za 太陽虫。
Helmin- (G. 蠕蟲) 如 Hel'minthology 蠕蟲學。
Hemi- (G. 半) 如 Hemip'tera 半翅目。
 Hem'ichord'ata 半索類。
hem'imetab'ola (G.) 半變態 (不完全變態)。
Hepat- (L. 肝) 如 hepat'ic vein 肝靜脈。
hered'ity (L.) 遺傳。
Herb- (L. 草) 如 herbiv'orous 草食性的。
herm-aph'rod'ite (G. 神父+神母) 雌雄同體。
her'petology (G.) 爬蟲學(包括兩棲類)。
Heter- (G. 異) 如 het'erodont 異齒型。
 het'erogame'te 異配, het'erozygous 異合的。
Hex- (G. 六) 如 hex'acanth 六鈎(幼蟲)。
 Hex'actinell'ida 六放海綿綱。
hi'berna'tion (L.) 冬眠。
hi'lum (L.) 門, 凹, 如腎門、卵巢門、脾門等。
hip'pocam'pus (G.) 海馬, 如海馬同等。
Histo- (G. 組織) 如 [Histology 組織學, histol'ysis 組織分解, his'tozo'ic 組織間寄生, his'togen'esis 組織產生。
Holo- (G. 全) 如 hol'ophyt'ic 全植(物)性的, hol'ozoi'c 全動(物)性的。
Holarctic (G. 全+極熊) 全北區。
hol'oblas'tic (G. 全+細胞) 全細胞的(全割型)。
hol'ometab'olic (G.) 全變態(完全變態)。
Homo- (G. 同) 如 ho'modont 同齒型。
homoi'other'mal (G. 同+溫) 常溫動物。
Homology (G.) 同源, 參考 analog'y。
hom'onym (G. 同+名) 同名(異物同名), 參考 synonym。
Homoptera (G. 同+翅) 同翅目。
ho'mozygote (G.) 同合(同型合子)。
hor'mone -s (G. 自激起) 激動素。
host (L.) 宿主, 如 intermed'iate host 中間宿主。
hu'merus (L.) 肱骨(上膊骨)。
hu'mour (L.) 水, a'queous hu'mour 水狀

液。

hy'aline (G.) 透明的, 如 hyaline car'tilage 透明軟骨。
hy'brid (L.) 雜種 hy'bridiza'tion 雜交。
Hydro- (G. 水) 如 hy'drogen 氫, hy'datid cyst 水胞囊。
hy'drosome (G.) hy'dranth 水螅體, hy'drocaul'us 水螅莖, hy'drocla'dia 水螅枝, hydrophy'ton 水螅樹, hy'drorhi'za 水螅根。
Hymen- (G. 膜) 如 hy'men 處女膜, Hy'menop'tera 膜翅目。
Hyo- (G. 舌骨) 如 hy'omandib'ular 舌顎骨。
Hypo- (G. 在下) 如 hypax'ial 下軸的, hypoglos'sal 舌下的, hy'poder'ma 下皮層, hy'pophar'ynx 下咽舌(昆蟲), hypoph'ysis 腦下腺, 垂體。
hypostome (G. 下+口) 垂唇(腔腸動物)。
Hyper- (G. 過, 在上) 如 Hy'permastig'ida 夥鞭毛虫目。

I

Ichthy- (G. 魚) 如 Ichthyology 魚類學。
id (G. 明顯) 定生質, id'io'plasm 卽染色質也。
il'eum (L.) 迴腸(接大腸一段小腸)。
il'ium (L.) 髌, 腸骨, il'io-lu'mbar 髌腰的。
ima'go (L.) 成蟲, ima'ginal disc 成蟲盤。
immunity (L.) 免疫, immune' 有免疫性的。
In- (L. 進, 入內, 不, 無) 如 in'complete met'amor'ph'osis 不完全變態。
inci'sor (L. 切) 門齒。
incur'rent (L.) 流入的, 如流入溝。
in'cus (L.) 砧骨。
Infra- (L. 在下) 如 in'fraorb'ital 眼窩下的。
infundib'ulum -la (L. 漏斗) 肺厄, 膈厄。
inges'tion (L.) 攝食, egestion 排遺。
inha'lant (L.) 入的(入水, 吸入) 如入水管。
innom'inate (L.) 無名的, 如 i. bone 無名骨。
inser'tion (L.) 着點, punctum mobile 意同。
inspira'tion (L.) 吸氣, expira'tion 呼氣。

in'star -s (*L.*) 齡蟲。
 in'sulin (*L.*) 島素。
 integument (*L.*) 皮。
 Inter- (*L.*) 間 如 in'tercol'lular 細胞間的, in'terco'stal 肋間的。
 inter'nal secr'etion 內分泌, en'docrine 內分泌。
 in'tersex (*L.*) 中間性(半雌雄)。
 in'terstit'ial (*L.*) 間+隙 如 i. cells 間細胞。
 intes'tine (*L.*) 小腸。
 in'tima (*L.*) 內膜。
 Intra- (*L.*) 在內 in'tracel'lular 細胞內的。
 in'tran's'clear 核內的。
 in'tussuc'ption (*L.*) 內+接受 內滋(即滋長意)。
 invagina'tion (*L.*) 入內+鞘 內褶。
 inver'tebrate (*L.*) 無脊椎動物。
 iris (*L.*) 虹膜, 通稱虹彩。
 ir'ritabil'ity (*L.*) 激應性。
 is'chium (*G.*) 坐骨, is'chio-pu'bis 坐骨。
 islets of Langerhans 蘭氏小島(腹島)。
 Iso- (*G.*) 等 如 iso'r'amy i'sodom' 等齒的
 i'sogam'ete' 等配子。

J

jaw 顎。
 jegun'um (*L.*) 空腸。
 jug'al (*L.*) 腕骨。
 jug'ular (*L.*) 頸的 j. vein 頸靜脈。
 Juras'sic (山名) 侏羅紀。

K

Karyo- (*G.*) 核 如 kar'yolymph 核液。
 kar'yoplasm 核質, kar'yokine'sis 核動(無絲分裂), kar'yosome 染色核仁。
 katab'olism (*G.*) 下+拋 分解作用, ca'tabo-lism 字同。
 ka'thode (*G.*) 負極。
 kinet'ic (*G.*) 活動的, kine'tonu'cleus 動核(指核外染色粒等)。

L

Labi- (*L.*) 唇 如 label'la 小唇(昆蟲)。
 la'bium -bia (*L.*) 唇 下唇, la'bia maj'ora 大陰唇, l. min'ora 小陰唇, la'bial palp

唇觸鬚。

la'brum -bra (*L.*) 上唇(節足動物)。
 lab'yri'nth (*L.*) 迷路, os'se'ous l. 骨壁迷路。
 lacin'ia (*L.*) 內支 昆蟲小顎之內片。
 lac'rimal (*L.*) 淚的, lac'rimal gl. 淚腺。
 Lac- (*L.*) 乳 lac'tase 乳酸酶, lac'teal 乳腺管。
 lacu'na -e (*L.*) 腔 骨小窩。
 lag'ena (*L.*) 耳壺(鯊魚內耳構造)。
 lame'la -e (*L.*) 小層 小瓣+板。
 lam'ina -e (*L.*) 層 層板, lam'ina termi-nalis 端層。
 lar'va -e (*L.*) 假器具 幼蟲。
 lar'y'nx (*G.*) 喉, 喉頭。
 Later- (*L.*) 側 lateral line 側線。
 lens -es (*L.*) 晶狀體。
 Lepi- (*G.*) 鱗 如 Lep'idop'tera 鱗翅目。
 Leuco- (*G.*) 白 如 leu'cocyte 白血球。
 li'en (*L.*) 脾, li'eno-gas'tric 脾胃的。
 lin'ea (*L.*) 線 如 lin'ea al'ba 腹中線。
 ling'ua (*L.*) 舌 如 ling'ual ar'tery 舌動脈。
 li'nin (*L.*) 線(核中無色網狀構造)。
 link'age (*M. E.*) 連結。
 lip'ase (*G.*) 脂肪酶, lip'id 摻脂的。
 lith'ite (*G.*) 耳石。
 lit'oral (*L.*) 沿岸(動物種)。
 Lob- (*G.*) 葉狀 如 lob'ate 葉狀的, lob'ule 小葉。
 -logy (*G.*) 學問 如 An'giol'ogy 脈管學, Entomol'ogy 昆蟲學, Mam'mal'ogy 獸類學, Or'nithol'ogy 鳥類學, Syn'desino-l'ogy 鼈學。
 Luci- (*L.*) 光亮 如 lucif'erin 亮質(發光昆蟲)。
 lum'bus (*L.*) 腰部, lum'bar 腰的。
 lu'men (*L.*) 腔如腸腔。
 lu'nar (*L.*) 月的, luna'tum 月骨。
 lymph (*L.*) 淋巴液, lymph heart 淋巴心, lymphat'ic duct 淋巴管, lymphocyte 淋巴細胞。
 -lysis (*G.*) 溶解 如 cytol'ysis 細胞分解。

M

Macro- (*G.*) 大 mac'rogamete 大配子, mac'rogameteocyte 大配子細胞。

mac'ronu'cleus -lei (G.) 大胞核。
 mac'ula -e (L.) 斑, mac'ula lu'tea 黃點。
 madrep'orite (F.) 篩板。
 ma'la (L.) 頰, malar bone 頰骨。
 mal'leus (L.) 槌骨。
 mal'aria (L. 惡+氣) 瘧疾。
 Malpi'ghian tube (Malpighi 人名) 馬氏管。
 mal'tase (A. S.) 麥芽糖酶, mal'tose 麥芽糖。
 mam'il'lia -e (L.) 乳頭, mam'il'lary body 乳頭體。
 mamma - (L.) 乳房, Mamma'lia 哺乳動物。
 mammary gl. 乳腺。
 man'dible (L.) 大顎(節足動物), 下顎(脊椎動物), 下頷骨。
 man'tle (L.) 外套, pal'lium 意同。
 man'u'brium -ria (L.) 垂管。
 man'us (L.) 手或前足。
 mar'row (M. E.) 髓, 骨髓。
 marsu'pium (L.) 育袋, marsu'pial 袋鼠。
 mas'seter (G.) 嚼肌。
 Mastig- (G. 鞭) Ma'stigoph'ora 鞭毛虫綱。
 ma'trix (L.) 基質。
 mat'uration (L.) 成熟, m. division 成熟分裂。
 maxil'la -e (L.) 小顎(節足動物), 上顎或上頷骨(脊椎動物), maxil'lped 顎足。
 mea'tus (L.) 道, 如耳道, 鼻道。
 Meckel's cartil'lage 默克氏軟骨。
 medul'la (L.) 髓, medul'la oblonga'ta 延髓, medullary plate 髓板(神經)。
 medu'sa -e (G.) 水母, medu'soid 水母體。
 Mega- (G. 大) meg'agamete' 大配子, meg'amere 大刺細胞, meg'alopa 大鰓幼蟲。
 meio'sis (G.) 成熟分裂。
 membra'na -e (L.) 膜, membrane 字同。
 mem'branel'la (L.) 顫動膜, membran'ula 小膜, 纖毛膜。
 menin'x, menin'ges (G.) 髓膜。
 mentum (L.) 頭片(昆蟲與下唇相連骨片)。
 Mer- or mere (G. 部分) 如 mi'romere 小刺細胞, mer'oblastic 部分分裂, mer'ozo'ite 裂殖蟲。
 mes'entery (L.) 腸系膜, 隔膜(海葵), mes'-

enteric artery 腸膜動脈, mes'enteric' filament 隔膜絲。
 Mesa- (G. 中) 如 mes'otho'rax 中胸, Mes'ozo'ic 中生代。
 meseth'moid (G.) 中篩骨。
 mes'oderm (G.) 中胚層, mes'oblast 中胚細胞。
 mes'ogloe'a (G. 中+膠) 中膠層。
 mes'oneph'ros (G.) 中腎。
 mesor'chium (G. 系膜+睪丸) 睪丸系膜。
 mesova'rium (G.) 卵巢系膜。
 Meta- (G. 後, 遠) met'atho'rax 後胸, Me'tazoa 後生動物。
 metab'olism (G. 變化之意) 代謝作用。
 met'acar'pus -pi (G.) 掌骨。
 met'agene'sis (G.) 世代交替。
 met'amere (G. 後+部分) 體節, metam'orism 分節現象。
 met'amorphosis (G. 超過+形狀) 變態。
 met'aneph'ros (G.) 後腎。
 met'aphase (G. 後+出現) 中期(細胞分裂)。
 met'aplast (G. 後+質) 後成質。
 met'apleure (G. 後+側) 腹褶(文昌魚)。
 met'atar'sus -si (L.) 趾骨。
 mi'crofila'ria (G.) 微線蟲(血絲蟲幼蟲)。
 mi'crogam'ete (G.) 大配子, mi'crogame'tocyte 小配子細胞。
 mi'cronu'cleus -lei (G.) 小核(纖毛虫)。
 mi'cropyle (G. 小+門) 卵膜孔, 胚孔。
 min'iery (G.) 擬態。
 min'imus -ni (L.) 第五指或趾。
 Mio- (G. 較少) 如 Miocene 中新世(第三紀)。
 mi'racidium -dia (G.) 纖毛幼蟲。
 Mito- (G. 線) 如 mi'tochon'dria 粒線體(多數)。
 mito'sis (G. 成絲) 有絲分裂(間接分裂)。
 mi'tral valve 僧帽瓣。
 mo'lar (L.) 臼齒。
 Mollus'ca (G.) 軟體動物門, Molluscoida 擬軟體動物。
 Mono- (G. 單, 一) 如 mo'nad 一體, mon'ax'on 單軸針。
 monoe'cious (G. 單+居室) 雄雄同體。
 mon'ohybrid (G.) 單性雜交。
 Morph- or -morph (G. 形狀) anthropom-

orph'ous 似人形的, Morphol'ogy 形態學。
 mor'ula -e (L.) 桑椹期。
 mo'tor (L.) 動作, mo'tor nerve 動作神經,
 moto'rium 翻點。
 mu'cus (L.) 黏液, muco'sa 黏膜。
 Mull'erian duct 墨勒氏管。
 Multi- (L. 多) 如 mul'ticel'lular 多細胞
 的, mul'tinu'cleate 多核的。
 mus'cle (L. musculus) 肌肉, mus'culocuta'
 neous 肌皮的。
 Muta- (L. 變) 如 muta'tion 突變。
 Myel- (G. 髓) 如 my'elin sheath 髓鞘(神
 經)。
 my'elenceph'alon (G. 髓+頭) 延髓。
 Myo- (G. 肌) my'ocom'ma -mata 肌隔,
 my'ofibril'la 肌小纖維, Myol'ogy 肌學,
 my'omere 肌節, my'oneme 肌絲, my'o-
 tome 肌塊。

N

na'creous (Ar.) 珍珠的, na'cre 珍珠。
 na're (L.) 鼻孔。
 na'sal (L.) 鼻的, na'sophar'ynx 鼻咽部。
 nat'ural selec'tion 天擇(達爾文學說)。
 nek'ton (G.) 游泳動物。
 Nema- (G. 線) 如 neu'matocyst 絲胞, Ne-
 mato'da 圓蟲類。
 Neo- (G. 新) 如 ne'otropical 新熱帶區,
 ne'opal'lium 新腦皮。
 nephrid'ium -dia (G.) 腎管。
 neph'rostome (G.) 腎小口。
 nerve (L. nervus) 神經, nerve cord 神經
 索。
 nerv'ure (L.) 脈(昆蟲), ner'vura'tion 翅
 脈形成。
 Neuro- (G. 神經) 如 neu'ral arch 神經弧,
 neu'rocoel 神經腔, neu'rolem'ma 神經
 膜, neurol'ogy 神經學, neu'romot'orium
 蠕動點。
 neuron (G.) 神經原, neu'rone 字同。
 nie'bitating mem'brane (L.) 膈膜。
 noct'urnal (G.) 夜行性的。
 no'mencla'ture (L.) 命名, 如 binomial n.
 雙名法。
 nos'tril (A. S.) 鼻孔。
 Noto- (G. 背) 如 no'toche'ral 脊索,

no'tum (L. 背) 背片(節足動物)。
 nucle'olus -li (L.) 核仁, nu'clein 核蛋白。
 nu'cleus -ei (L.) 胞核, nu'cleoplasm 核質。
 Nyct- (G. 夜) 如 nyctalopia 夜盲症。
 nymph (G.) 稚蟲, 蟬。

O

oblique' (L. obliquus) 斜肌。
 occip'ital (L. 頭後) 枕(如枕骨、枕葉等)。
 ocel'lus -li (L.) 單眼。
 Octo- (L. 八) 如 oc'topod 八腕的, 如章魚。
 oc'ulus -li (L. 眼) 如 ocular plate 眼板,
 oc'ulomo'tor 動眼神經。
 Odont- (G. 牙) 如 odon'toblast 造齒細胞。
 oesoph'agus (G.) 食道。
 oe'strus (G.) 發情, oes'tral cy'cle 春情環,
 oe'strin 春情素。
 -oid (G.) (G. 似, 擬) 如 odon'toid pro'cess
 齒突。
 olfac'tory (L.) 嗅覺的。
 Oligo- (G. 少) 如 Ol'igone'ne 寡新世。
 Ol'igotrich'ida 少毛目(蠟毛虫)。
 oma'sum (L.) 獾骨 反齶類(三骨)。
 omen'tum (L.) 網膜(腸膜)。
 om'matidium -dia (G.) 觸眼(節·動物複
 眼單位)。
 om'bonum (G.) 肩胛骨(兩棲類)。
 onch'osphere (G. 鈎+球) 六鈎幼蟲。
 ontog'eny (G.) 個體發生, 與 phy'log'eny
 相對。
 Oo- (G. 卵) 如 o'ocyst 卵囊, o'ocyte 卵母
 細胞, o'ogen'esis 卵之產生, o'okinete 卵
 動子, o'osperm 受精卵, o'type 成卵腔。
 oper'culum -la (L.) 厭、鰓蓋。
 Ophthal- (G. 眼) 如 ophthalmic artery 眼
 動脈。
 Opistho- (G. 後) 如 opisthocoe'leous 後凹
 的(椎骨), opisthot'ic 耳後骨。
 opt'ic (G.) 視的, o. lobe 視葉, o. nerve
 視神經, chiasma opt'icus 視交叉。
 Or- (L. 口) 如 or'al cavity 口腔。
 or'bit (L.) 眼窩, or'bitosphenoid 眼蝶骨。
 or'der (L.) 目(分類學名詞)。
 Or'dovic'ian (民族名) 奧陶紀。
 or'gan (G.) 器官, organel'le 胞器, or'-
 ganog'enesis 器官生成。

org'anism (G.) 活物(動物或植物), 生物。
 o'ri'gin (L.) 起點, punctum fixum 意同。
 Ornith- (G. 鳥) 如 Or'nithology 鳥類學。
 Ortho- (G. 直) 如 or'thogen'esis 直生說,
 Orthop'tera 直翅目。
 Os- (L. os 骨) 如 os'seous lab'yri'nth 骨壁
 迷路, os'sicle 小骨。
 os'culum (L.) 出水口(海綿)。
 -ose (G. 齶) 如 galac'tose 乳花糖, fruc'tose
 菓糖, lev'ulose 左旋糖。
 osmo'sis (G.) 透滲作用, osmot'ic pre'ssure
 滲透壓。
 Osteo- (G. osteon 骨) 如 os'teoblast 造骨
 細胞, osteol'ogy 骨骼學。
 os'tium-tia (L.) 孔, 心孔, 進水小孔, os'tium
 tu'bae 卵管孔。
 o'tic (G. 耳) 如 o'tocyst 耳囊, o'tolith 耳
 石。
 o'vary (L.) 卵巢, ova'rium 卵巢, ova'riole
 卵管。
 Ovi- (L. 卵) o'vale, o'vate, 卵圓的, o'void
 卵形的, o'viduct 輸卵管, ovip'arous 卵
 生的, o'vipos'itor 產卵器, o'votes'itis 兩
 性巢, o'vivip'arous 卵胎生的, ovula'tion
 排卵作用, o'vum -va 卵(成熟)。
 oxida'tion (G.) 氧化作用, ox'y'dase 氧化酶。
 ox'yhae'moglo'bin (G.) 氧合血紅素。

P

pa'e'dogen'esis (G. 幼孩+生殖) 幼體生殖。
 Palaeo- (G. 舊) pal'earc'tic 古北區。
 pal'aentology 古生物學。
 pal'aeozo'ic (G.) 古生代。
 pal'ate (L.) 腭, palatine bone 腭骨。
 pal'lium (L.) 外套, 與 mantle 同義。
 pal'pus -pi (L.) 觸鬚, palp 字同。
 pan'creas (G.) 胰臟。
 papi'la -e (L.) 乳頭, 如 musc'uli papi-
 llares 乳頭肌(心室)。
 Para- (G. 並, 副) 如 Par'azoa 側生動物。
 paradid'y'mis (G.) 副掌經。
 paramy'lum -la (G.) 澱粉體。
 parapo'dium -dia (G.) 疣足。
 parasite (G.) 寄生蟲, parasitism 寄生現
 象, Parasitology 寄生蟲學。
 parasphe'noid (G.) 副蝶骨。

par'asympathet'ic (G.) 副交感神經。
 paren'chyma (G.) 柔軟組織(填充組織)。
 pa'ries, pari'etes (L. 壁, 體壁) 如 pari'-
 etal bone 頂骨, pari'etal layer 體壁層,
 pari'etal vessel 壁血管。
 par'ooph'oron (G.) 副卵巢冠。
 paro'varium (G.) 副卵巢。
 par'thenogen'esis (G. 處女+生殖) 孤雌生
 殖。
 par'thenogonid'ia (G. 處女+生殖巢) 單性
 細胞。
 Path- (G. 病) 如 path'ogen'ic 致病的,
 pathol'ogy 病理學。
 pec'toral (L.) 胸的, pectoral fin 胸鰭。
 Ped- (L. pes 足) 如 ped'al gan'glic'n 足
 神經節。
 ped'ipal'pus -pi (L.) 腳鬚。
 pelagic (L.) 浮游動物。
 pel'licle (L.) 角薄膜。
 pel'vis (L.) 骨盤, 盆, pelvic girdle 腰帶,
 pel'vic bone 盆骨。
 pen'is-nes (L.) 陰莖, glans penis 龜頭,
 penial setae 交尾刺。
 Penta- (G. 五) 如 pen'tadac'tyl 五指或五
 趾的。
 pep'sin (G.) 胃蛋白, pep'tone 蛋白鹽。
 Peri- (G. 圍) 如 per'icard'ium 圍心膜,
 per'istom'ium 圍口節, per'ihae'mal 圍
 血的, per'ilymph 外淋巴, per'imys'ium
 肌鞘, per'ios'teum (圍) 骨膜。
 per'ineal (G.) 會陰的。
 per'ios'traeum (G. 圍+殼) 外殼層(蚌)。
 periph'eral (G. 周邊的, 如周邊神經)。
 per'istal'sis (G.) 蠕動。
 per'itone'um (G.) 腹膜 體腔膜。
 Per'mian (地名) 二疊紀。
 pes' pe'des (L.) 足, pe'dal 足的。
 Phago- (G. 噬) phag'ocyte 噬細胞。
 pha'lanx, phalan'ges (G.) 指或趾骨。
 phar'ynx (G.) 咽, 咽頭。
 phe'notype (G.) 表型。
 -phil' (G. 嗜, 依) 如 eosin'ophil 嗜依紅的
 (血球)。
 -phor (G. 負, 載, 帶) 如 eten'ophore 有擔
 的。
 Photo- (G. 光) 如 ph'otosyn'thesis 光合作用

用, phototropism 向光性。
 phylogeny (G. 族+生) 種族發生。
 phylum la- (G. 族) 門如原生動物門。
 physiology (G.) 生理學。
 Phyt- (G. 植物) phytophagous 食植物(昆蟲)。
 pia mater (L.) 硬膜。
 pineal gland 松果腺, 與 epiphysis 腦上體同。
 pinna -e (L.) 外耳。
 piscis, -ces 魚類, Pisces 魚綱, piscivore. 食魚類
 pituitary gland 腦下垂腺, 與 hypophysis 垂體同。
 placenta (L.) 胎盤。
 Plagio- (G. 斜) 如 Plagiostomi 斜口魚類。
 plankton (G.) 浮漂生物。
 Plasm- (G. 形) 如 Plasmodium 胞質混合, 瘧蟲屬, plasmosome 質核仁。
 Platy- (G. 扁) 如 Platyhelminthes 扁蟲動物門。
 Pleistocene (G.) 更新世。
 pleopod (G.) 鰓足(甲殼類)。
 pleura, pleura (G.) 側片。
 pleurae (L.) 胸膜, 如 pleural sac 胸膜囊。
 plexus -es (L.) 叢, 如 choroid plexus 脈絡叢。
 Plio- (G. 較多) Pliocene 漸新世。
 Pneum- (G. 氣) 如 pneumatophore 氣浮體 水螅蟲)。
 podium -dia (G.) 足, 如 Actinopoda 針足亞綱。
 poikilothermal (G. 不定+溫) 變溫動物。
 Pole- (G. 極) 如 polar body 極體, polocyte 極細胞。
 pollex (L.) 大姆指。
 pollen (L.) 花粉, 如 pollen basket 花粉袋。
 Poly- (G. 多) polydactylism 多指趾。
 pons (L. 橋) 如 pons Varolii 腦橋。
 Poro- (G. 孔) 如 Porifera 多孔動物, porocyte 孔細胞。
 Porta (L. 門) portal vein 門脈。

Post- (L. 後) postcardinal vein 後主靜脈, postcava -e 後大靜脈。
 Pre- (L. 前) 如 precava -e 前大靜脈。
 premolar 前白齒, prezygapophysis 前關節突。
 primitive groove 原溝, primitive knot 原結。
 primordial germ cell 原始生殖細胞。
 proboscis -es (G.) 吻。
 Pro- (G. 前) 如 prolactin 乳前素, procoelous 前凹的, prothorax 前胸。
 proctodaeum (G.) 肛門道。
 proglottis -glottides (G. 前+舌) 節片(絛蟲), proglothead 字同。
 pronephros (G.) 前腎。
 prootic (G. 前+耳) 耳前骨。
 prophase (G. 前+出現) 前期。
 proteretin (L. 前+腸素) 原腸素。
 prostate gland 前列腺(攝護腺)。
 prostomium (G. 前+口) 口前葉。
 protein (G.) 蛋白質, proteose 蛋白胨。
 Proto- (G. 早, 原) 如 protoplasm 原生質, Protozoa 原生動物。
 proventriculus -li (L.) 前胃(鳥)。
 Prox- (L. 次的) 如 proximal 近體的。
 Pseudo- (G. 假) 如 pseudopodium -dia 足。
 Ptero- or ptera (G. 翼) pterygid 翼骨。
 ptyalin (G.) 唾液粉酶, 唾液素。
 pubis (L.) 恥骨。
 Pulmo- (L. 肺) 如 pulmonary vein 肺靜脈。
 pulp (L.) 髓腔。
 pulvillus -li (L.) 肉墊(昆蟲)。
 pupa -e (L.) 蛹。
 pupil (L.) 瞳孔。
 pylorus -ri (G.) 幽門, 如 p. sphincter 幽門括約。
 pyr amid (L.) 圓錐體。
 pyrenoid (G.) 澱粉核。
 Q
 quadrate (L.) 方骨, quadratus 方肌。
 Quadr- (L. 四) 如 quadriceps 四頭肌, quadrigemus 四疊。
 quaternary (L.) 第四紀(地質年代)。

R

- ra'chis (G.) 軸韌。
 ra'dius (L.) 撓尺, ra'diale 撓腕骨。
 radial symmetry 輻射相稱。
 rad'ula (L.) 齒帶, rad'ular sac 齒帶囊。
 ra'mus -mi (L. 支) 如 ra'mus commu-
 n'icans 交通支, ramifica'tion 分枝。
 Re- (L. 再, 回) 如 re'juvenesc'ence 返老回
 童。
 recep'tacle (L. 受) 如 receptac'ulum semi'-
 nis (receptacula semines) 受精囊。
 recep'tor (L.) 感受器。
 rec'tum (L.) 直腸, rectal gland 直腸腺。
 rec'tus (L.) 直肌。
 reduction division 減數分裂。
 re'flex arc 反射弧。
 regen'era'tion (L.) 再生作用。
 Ren- (L. 腎) 如 re'nal vein 腎靜脈, re'nal
 cor'puscle 腎球。
 Rept- (G. 爬) 如 Reptilia 爬蟲綱。
 res'ervoir (L.) 儲蓄池。
 rete (L. 網) 如 rete testis 辜丸網。
 retic'ulum -la (L.) 網狀物。
 ret'ina (L.) 視網膜, retin'ula 小視網膜, 即
 感光細胞。
 retrac'tor (L.) 縮肌, 收足肌。
 rhab'dite (G.) 桿狀細胞。
 rhab'dome (G. 桿) 個眼軸。
 rheot'ropism (G.) 向流性。
 Rhin- (G. 鼻) 如 rhi'no-ocel 鼻腔。
 Rhizo- (G. 根) 如 Rhizop'oda 根足亞綱。
 rod cell 桿細胞(視網膜上)。
 rost'rum (L. 喙) 額劍又小額稱, rostel'lum
 前額。
 rota'tor (L.) 轉肌。
 rum'en (L.) 糞胃, rum'inant 反羴類。

S

- sac (L. sac'cus -ci) 囊, sac'culus 小囊。
 sa'crum (L.) 荐骨, sacro-lumbar 荐腰的。
 sali'va (L.) 唾液, salivary gland 唾液腺。
 Sapro- (G. 腐) 如 sap'rophytic 腐生植物
 的。
 sap'rozoic 腐生動物的。
 Sarco- (G. 肉) 如 sar'co'em'ma 肌纖維膜,

- sar'coplast sar'ostyle 肌質或肌絲。
 sarto'rius (L.) 蹠胫肌。
 sca'la (L.) 階, 如 s. tympani 鼓階。
 scap'ula -e (L.) 肩胛骨。
 Schiz- (G. 裂) 如 schizog'ony 裂殖生殖,
 schizont' 裂殖子。
 sciati'c (G.) 臂的, 如臂神經等。
 Scler- (G. 硬) 如 sclerot'ic coat 鞏膜, scler-
 ite 骨片(節足動物)。
 sco'lex, scoleces (G.) 頭緒。
 sero'tum -ta (L.) 陰囊。
 Schyph- (G. 杯) 如 Scy'phozoa 鉢水母綱。
 seba'ceous (L.) 油脂的。
 -sect (L. 切) 如 insecta 切體, 昆蟲, dissect',
 解剖。
 secre'tion (L.) 分泌。
 seg'ment (L.) 節, seg'menta'tion cavity
 分割腔。
 Semen (L. 種子) 如 seminiferous tubule
 網精管, seminal ves'icle 儲精囊, 見 v-
 sicula。
 Semi- (L. 半) 如 sem'icir'cular canal 半
 規管, sem'lunar valve 半月瓣, M.sem'i-
 mem'brano'us 半膜肌。
 Sept- (L. 隔) 如 septum -ta 隔膜, sep-
 tulum -la 小隔膜。
 sero'sa (L.) 漿膜, se'rum 血清。
 seta -ae (L.) 剛毛, setig'erous sac 剛毛囊。
 sex (L. vexus 性) 如 sex chr'osome 性
 染色體, sex organ 性器官, sex rever'sal
 性反轉。
 Silurian (英民族) 志留紀。
 Sims- (L. 空) si'nus 竇, si'nus veno'sus
 靜脈竇。
 si'phon (G. 管) siphoning type 吸管型,
 inh'allant si'phon 入水管。
 skel'eton (G.) 骨骼。
 Soma- (G. 體) so'ma 體質, som'atic layer
 體壁層, som'atoplasm 體質。
 so'mite (G.) 體節。
 spe'cies (L.) 種 specific 種的, 種別的。
 sperm- (G. 種子) 如 sperm 精液, sper'-
 matocyte 精母細胞, sper'matoph'ore 精
 莢, sper'matozo'on -zoa 精蟲。
 sper'mathea -e (G.) 受精嚢。
 sper'matid (G.) 精子, (第二次成熟分裂) 與

otoid 相對。
Sphen- (*G.* 蝶) *sphene'h'moid* 蝶節骨, *spheno'id* 蝶骨。
sphine'ter (*G.*) 括約, 如幽門括約。
spic'ule (*L.* *spic'ulum* 小刺) 骨針。
sp'inal (*L.*) 脊, *sp'inal cord* 脊髓, *spinal column* 脊梁。
spi'racle (*L.* *spi'raculum*) 氣孔(昆蟲)噴小孔。
spi'ral valve 螺旋瓣。
spi'reme (*L.*) 染色絲團。
splanchn'ic (*G.* 腸) 如 *splanchn'ic layer* 臟腑層, *splanchnocranium* 腦顱。
sple'n (*G.*) 脾臟。
spon'gin (*L.*) 海綿絲, *spon'ging type* 紙吸型。
Spora- (*G.* 孢子) *spo'roblast* 孢子細胞, *spo'rocyt* 包囊幼蟲, *sporo'gony* 孢子生殖, *spo'rozo'ite* 孢子虫。
spar (*A. S.*) 距, 特距。
Squama- (*L.*) 鱗片, *squamo'al* 鱗狀骨。
st'ipes (*L.*) 鏢骨。
stat'oocyst (*G.*) 平衡囊, *stat'o'lit* 平衡石。
ste'apsin (*G.* 硬脂+消化) 硬脂酶。
stern'um -na (*L.*) 胸骨。
stig'ma, *stig'mata* (*G.*) 眼點。
st'm'ach (*G.*) 胃。
Stom- (*G.* 口) 如 *stom'odae'um* 口道。
stra'tum -ta (*L.*) 層 如 *stra'tum cor'neum* 角質層, *stra'tum germin'ativum* 生長層。
strob'ila -e (*G.*) 節體。
style (*L.*) 桿, 鬚, *sty'let* 小刺。
Stylo- (*G.* 莖) 如 *sty'lomandib'ular* 莖顎骨。
Sub- (*L.* 在下) 如 *sub'pharynge'al* 咽下的。
suck'er (*A. S.*) 吸盤, *suct'orial* 吸的。
sul'cus -ci (*L.*) 溝(腦溝), *dis'sure* 意同。
Super- (*L.* 上) 如 *super'ior'm'ily* 上科。
Supra- (*L.* 在上) 如 *sup'ra-trache'al* 上呼吸道腔, *sup'ra-scap'ula* 上肩胛骨。
suture (*L.*) 縫。
Sym- (*G.* 以, 與) 如 *symbio'sis* 共生現象, *sym'biot* 共生者, *sympath'etic* (與+受苦) 交感的。
Synapse' (*G.* 協合) 神經鏈, *synaps'is* 聯合。
Syn- (*G.* 連) *synce'y'ium* 細胞連合, *syndac'*

tylism 指趾併合, *syn'gamy* 配合生殖, *synkar'yon* 混合核。
synonym (*G.*) 同物 (同物異名), 看 *ho'monym*。
sys'tole (*G.* 彈合) 心縮, 與 *di'astole* 相對。

T

tac'tile (*L.*) 觸, 如觸覺。
ta'lus (*L.*) 距骨, 見 *astrag'ulus*。
tar'sus -si (*G.*) 跗骨。
Taxon'omy (*G.* 排列+法則) 分類學。
tectus (*L.* 蓋) 如 *tecto'rial mem'brane* 蓋膜。
teg'men, *teg'm'ina* (*L.* 蓋) 蓋翅(昆蟲)。
Telo- (*G.* 端) 如 *tel'olec'thal* 端黃卵, *tel'encephalon* 端腦, *tel'ophase* 末期。
tel'on (*G.*) 尾節。
tem'poral (*L.*) 顳骨, *tem'poral lobe* 顳葉。
ten'don (*L.*) 腱, 醫學見 *-logy*。
ter'gum -ga (*L.* 背) 背片(昆蟲)。
ter'rastral (*L.* 土) 土壤的, 如土壤習性, 土壤動物。
tes'ta (*L.* 殼) 硬壳鞘。
tes'tis, tes'te' (*L.*) 精巢, *tes'ticle* 雄性腺。
Tetra- (*G.* 四個) 如 *tel'rad* 四體, *tel'rapod* 四足的, *tetrax'on* 四輪型。
thal'amus (*G.*) 視丘, *oph'thal'mus* 上視丘。
Thec- (*G.* 鞘囊) 如 *hy'drotheca* 水螅鞘。
Thermo- (*G.* 溫) 如 *thermot'ropism* 向熱性。
Thigmo- (*G.* 觸) 如 *thigmot'ropism* 向觸性。
tho'rax (*G.*) 胸部, *th'racic vertebrae* 胸椎骨。
throm'boocyte (*G.* 凝+細胞) 血小板。
thy'mus (*G.*) 胸腺。
thy'roid (*G.* 盾形) 甲狀腺, *thyrox'in* 甲狀腺素。
tib'ia (*L.*) 脛骨。
tis'sue (*L.* 織) 組織。
ton'sil (*L.*) 扁桃腺。
ton'us (*G.*) 肌肉緊張。
tox'in (*G.*) 毒素, *anti'tox'in* 抗毒素。
trache'a (*L.*) 氣管, *trache'ole* 小氣管。

Trans- (G. 橫) 如 *transver'sus abdom'inis* 腹橫肌。

tran'splanta'tion (L.) 移植。

trape'zius (G. 小葉) 大多角骨, *trape'zoid* 斜方肌。

Tri- (G. 三) 如 *Trias'sis* 三疊紀, *triaxon* 三軸型, *trihy'drid* 三性雜交。

Tri- (L. 三) 如 *tri'ceps* 三頭肌, *tricus'pid* 三尖的。

Tricho- (G. 毛) 如 *trich'oeyst* 絲泡。

trigem'inus (G. 三叉) 如 *trigem'inal nerve* 三叉神經。

Trichomonas- G. 毛 + 小囊毛虫 三鞭虫(屬名)。

triplo'stic (G.) 三細胞層的(即三胚層)。

trich'pore (G. 輪 + 孔) 撥輪幼蟲。

troch'opter (G.) 轉節。

troch'lear (G. 滑車) 如 *troch'lear nerve* 滑車神經。

troph'blast (G.) 營養細胞層 哺乳類。

troph'ozoite (G.) 營養虫。

tro'pism (G.) 向性。

tran'cus-ci (L. 幹) 如 *tran'cus art'rio' sus* 動脈幹 *truncus sympath'icus* 交感神經幹。

tryp'sin (G. 糜 + 消化) 胰蛋白酶。

tube (L. tube 管) 如 *tube'rite* 管足, *tu'bule* 小管, *Tubularia* 筒蟲。

tub'er (L. 球) 如 *tub'ercinereum* 灰白球。

tub'ercate (L.) 海鞘。

tub'ernal (L.) 鼻骨。

tym'panum (G.) 鼓膜, *tympan'ic* 聽骨。

type (L. typus) 模式, 型, *type specimen* 模式標本。

typh'losole (G. 盲 + 缺) 盲道。

U

ul'na (L.) 尺骨, *ulna're* 尺骨。

Ultra- (L. 超, 外) 如 *ul'tramicrosc'opic* 超顯微鏡的。

um'bilicus (L. 臍) 如 *um'bilical cord* 臍帶。

ungu'culate (L.) 有爪動物。

ungu'late (L.) 有蹄動物。

Uni- (L. 單一) 如 *uni'ramous* 單支肢型, *uni'serial* 一性(參 雌雄異體)。

Urin- (G. 尿) 如 *urea'* 尿素, *u'rine* 尿, *ure'thra* 尿道, *u'rinogen'ital* 泄殖的, *u'riniferous tube* 細尿管。

Uro- or *ura-* (G. 尾) 如 *Auu'ra* 無尾類, *Brachyu'ra* 短尾亞目, *u'ropod* 尾肢, *u'rostyle* 尾桿骨。

u'terus -ri (L.) 子宮, *cervix ut'eri* 子宮頸, *u'terus mascul'inus* 陽性子宮。

utr'iculus -li (L. 小袋) 橢圓囊。

u'vula (L.) 小舌, 膈懸垂。

V

vac'ule (L. 空) 空泡(泡體)。

vagi'na -e (L. 鞘) 陰道, 陰。

va'gus (L. 迷走) 如 *va'gus nerve* 迷走神經。

vas, vasa (L. 管) 如 *vas' deff'rens, vasa' deff'rentia* 輸精管, *vas' ef'ferens, vasa' ef'ferentia* 輸精小管。

vas'cular (L.) 小管的, 如 *v. tissue* 血液組織。

vas'tus (L. 廣大) 廣肌。

ve'getal pole 植物性極。

ve'na, ve'nae (L.) 靜脈, 與 *ve'in* 同, *ve'nule* 小靜脈。

ve'lum -la (L.) 緣膜。

Ventr- (L. 腹的) *ven'ter* 腹部, *ven'tral* 腹面。

ven'tricle (L. *ventriculus*) 心室, 胃(鳥類砂囊)。

ver'mis (L. 蟲) 蟲狀體(蚓部), *verm'iform pro'cess* 蟲狀垂(蚓垂)。

ver'tebra -e (L.) 椎骨。

ves'icula -e (L. 小囊), *ves'icula semina'lis* 儲精囊。

ves'sel (L. *vas* 管之縮小) 小管。

ves'tibule (L. 通道) 前庭。

vil'lus -li (L.) 絨毛。

vir'us (L.) 病毒。

vis'cera (L. 少數 *viscus* 少用) 內臟。

Vita- (L. 生命) 如 *vi'ta arbor* 生命樹(槲樹)。

vi'talism (L.) 生機論。

vi'tamin (L. 生命 + 氨) 維生素(生活素), *vi't mine* 字同。

vitell'us (L.) 卵黃, *vitell'ine gland* 卵黃

標。

vit'reous (*L.*) 玻璃的, *vit'reous hum'our* 玻璃狀液。

vivip'arous (*L.* 活+生) 胎生的。

vo'cal (*L.* *vox* 聲) 如 *vocal cord* 聲帶。

vol'untary (*L.*) 隨意, 如隨意肌。

vo'mer (*L.* 犁) 鋤骨(犁骨)。

vu'l'va (*L.*) 陰門。

W

white matter 白質。

Wolffian duct (Wolff 人名) 華爾芬管。

worker 工蜂。

X

X-chromosome 性染色體。

xiphister'num (*G.*) 劍胸骨。

Y

yolk (*A. S.*) 卵黃, *yolk plug* 卵黃栓, *yolk sac* 卵黃囊。

Z

zoe'a (*G.*) 鰓類幼蟲(蟹之幼蟲)。

zo'na (*G.* 帶) 如 *zo'na p'lucida* 胚區。

Zoo- (*G.* 動物) 如 *zo'o'id* 個員, *Zool'ogy* 動物學, *zo'ophyte* 植形動物。

zo'ospore (*G.*) 游走孢子, 動孢子。

Zyg- (*G.* 接, 扼) 如 *zy-gapoph'ysis* 齒接突, *zygom'atic pro'cess* 頤突。

zy'gote (*G.*) 合子。

專有名詞索引

(西洋人名,地名及分類學名詞屬之)

- ACANTHOPTERI 棘鱗目.....124
 ADEPHAGA 飽食亞目.....101
 Addison's disease.....190
Amoeba.....29-32, 48, 194, 205
 ANACANTHLINI 軟鱗目.....124
 ANISOPTERA 蜻蛉類.....97
 ANSERIFORMES 鵝形目.....125
 ANTHROPOIDEA 猿人亞目.....129
 ANURA 無尾目.....125
 APODA 無尾目.....125
 ARCHEORNITHES 古鳥類.....126
 Aristotle.....20, 220, 254
 Aristotle's lantern.....129
 ARTIODACTYLA 偶蹄亞目.....128
Ascaris.....9, 60-9, 212
 Baer, Karl Ernst von.....255
 Balfour, Francis Maitland.....255
 Bateson, William.....228
 BATOIDEI 魷目.....123
 Bernard, Claude.....220
 Bidder's canal.....151
 Bonnet, Charles.....220
 Bowman's capsule.....185
 Brown, Robert.....5, 16
 Cannon, W. B.....193
 CARACIFORMES 佛法僧目.....127
 CARINNATAE 突禽類.....126
 CARNIVORA 肉食目.....22, 123
 CARNIVORA VERA 眞肉食亞目.....128
 CETACEA 鯨目.....127
 CHARADRIIFORMES 千鳥目.....123
 CHELONIA 龜鱉目.....125
 Child, C. M.....61, 256
 CHIROPTERA 翼手目.....129
 CHONDROSTWI 鱈魚目.....123
 CICONIFORMES 鸛形目.....123
 Cohn, Ferdinand.....-12
 COLYMBIFORMES 潛禽目.....126
 Conklin, E. G.....220
 Cope, E. D.....243
 Correns.....222
 Corti (organ of).....202
 Cowper's gland.....208, 212
 Crampton, H. E.....248
 CROCODYLLA 鱷目.....125
 CROSSOPTERYGII 裂鱗目.....124
 CUCULIFORMES 杜鵑目.....127
 Cuvier, Georges.....25, 255
 Cuvier's dent.....134, 139, 146, 217
 Culter.....46
 Dale.....193
 Darwin, Charles.....79, 243, 253, 256
 D. PNOI 肺魚目.....124
 Driesch, Hans.....220, 257
Drosophila.....9, 227, 239, 244
 Dujardin, Felix.....13
 EDENTATA 貧齒目.....127
 ELASMOBRANCHII 板鰓類.....27, 123
 ENTEROPNEUSIA 腸鰓亞門.....27, 122
Equus.....22, 128, 246, 251
 Eustachi (tube).....151, 202
 EUTHERIA 眞獸亞綱.....27, 127
 Everest (Mount).....236
 FALCONIFORMES 隼形目.....123
 Fallop o (tube).....209
 Gaeriner's duct.....206-3
 Galen.....254
 GANOIDEI 硬鱗魚類.....23
 GALLIFORMES 鶩形目.....126
 Gegenbaur, Carl.....256
 Golgi body.....5, 33
 Graaf (follicle).....191, 210-11, 212
 GRUIFORMES 鶩形目.....123
 Guyer, M. F.....253

- Haeckel, Ernst 209, 243
 Harvey, William 220, 255
 Haversian canal 163
 Henking, H. 230
 HETEROCERA 異角亞目 101
 HETEROTRICHIDA 異毛目 29
 HOLOCEPHALI 全頭目 123
 HOLOSTEI 全骨目 124
 HOLOTRICHIDA 全毛目 29
 Hooke, Robert 5
 Huxley, T. H. 13, 243, 256
 INSECTIVORA 食蟲目 128, 237
 Jennings, H. S. 32
 Kowalevsky, Alexander 123, 256
 LACERTILIA 蜥蜴目 125
 Lamarck, Jean Baptiste 243, 253, 256
 Langerhans (islet of) 192
 Laurer's duct 62
Leishmania 36, 45, 72-3, 109
 Leishmanian body 36
 Leukart, Rudolph 25
 Leeuwenhoek, Antony van 5, 220, 355
 Linnaeus Carolus 21-4, 255
 Loeb, Jacques 257
 LOPHOBRANCHII 總總目 124
 MAMMALIA 哺乳綱 21, 27, 128, 132, 155
 Malpighi, Marcello 5, 220, 255
 Malpighian corpuscle 185-6
 Malpighian tube 93, 108-9, 183
 MARSUPIALIA 袋鼠目 127
 Mast, S. O. 32
 McClung, C. E. 231
 Mendel, Gregor Johann 227-30, 257
 Meckel's cartilage 137, 143, 150
 METATHERIA 後獸亞綱 127
 Milme-Edwaad, 25
 Mohl Hugo von 13
 MONOTREMATA 單孔目 127
 Monro (foramen of) 150, 195-3
 Morgan, T. H. 227-30, 244, 257
 Müller, Fritze 95
 Müller, Johannes 256
 Muller, H. J. 244
 Müllerian duct 140, 151, 184, 207-8, 210, 217
 Nageli, Karl 243
 NEORNITHES 今鳥類 126
 Newton 240
 Norton 236
 OPHIDIA 蛇亞目 125
 ORTHORRAPHA 直裂亞目 102
Paramecium 9, 38-43, 205-3, 233
 PASSERIFORMES 雀形目 127
 Pasteur, Louis 18, 256
 Pavlov, Ivan 201, 257
 Payen 13
 PERISSODACTYLA 奇蹄亞目 123
 Pflueger's cord 211
Pheretima 24, 26, 74-81, 173
 PHYSOSTOMI 碎鱗目 124
 PINIPEDIA 肢腳亞目 22, 128
 PISCES 魚綱 27, 123
 PLAGIOTRICHIA 橫口類 123
Panaria 58-31, 194, 237
 PLECTOGNATHI 固顎類 124
 POLYPHAGA 多食亞目 101
 Porto Santo 243
 PRIMATES 靈長目 129
 PROBOSCIDEA 123
 PROSIMII 原猴亞目 129
 PROTOTHERIA 原獸亞綱 127
Rana 22-4, 27, 125, 140-54, 214, 234, 237, 240
 RATITAE 走禽類 126
 Raux, Wilhelm 220
 Ray, John 20
 Redi, Francesco 18, 62
 RHOPALOCERA 102
 RHYNCHOCEPHALIA 喙頭目 125
 RODENTIA 嚙齒目 128, 132, 155
 RUMINANTIA 反芻類 128, 166
 Sahara 40
 Schleiden, M. J. 5, 256
 Schultze, Max 13
 Schwann, Theodor 5, 256
 SELACHII 鯨目 123
 Seebold, Carl Theodor von 5
 SIRENIA 海牛目 127
 Society Islands 243
 Somervill 236
 Spemann, Hans 220, 257
 Spencer, Herbert 247
 SQUAMATA 鱗蜥目 125
 SYMBRANCHII 合鰓目 124

SYMPHYTA 膜大亞目.....	102
Sylvius, (aqueduct of)	156, 194
TELEOSTEI 硬骨魚類	124
Tyndall.....	18
Tscherman	222
UNGULATA 有蹄目.....	128
URCHORDA 尾索亞門	27, 123
URODELA 有尾目.....	125
Vesalius, Andreas	255
Vries, Hugo de	222, 243, 157

Wallace, Alfred Russel.....	240
Weissmann, August.....	207, 243, 253, 56
Wiederheim,	246
Whitman, C. O.	243
Wilson, E. B.	220
Weiff, Caspar Friedrich	220, 217
Wolfian duct.....	139-40, 15F, 184, 270-10
Woodruff, L. L.	43
ZYGOTERA 豆類類.....	207

中文名詞索引

筆 順

【注】茲以帶甲字首尾相同者集合之，如各種管者，均列【管】

字下，便於檢查，凡名詞含有下列字者，可依筆順檢查。

【二畫】人。【三畫】口，子。【四畫】互，分，割，分，裂，分，體，孔，毛，片。
 【五畫】世，代，皮，生，目。【六畫】交，合，回，羊，耳，肌，肉，舌，色，虫，血。
 【七畫】卵，系(系統)，角，貝，足。【八畫】乳(乳頭)，受(受精)，呼，吸，垂，
 性，板，泡，肢，門。【九畫】型，室，弧，突，紀，胃，胚，胞。【十畫】套，氣，
 海，消，化，核，根，病，神，經，神，經，節，素，索，翅，脈，兒，馬，骨(軟骨)。【十一
 畫】動，物，動，脈，宿，主，寄，生，帶，液，球，眼，細，胞，組，織，唇，蛇，連，接，連，結，
 魚，鳥。【十二畫】區，循，環，期，發，生，豬，腎，腔，蛙。【十三畫】溝，綱，
 腦，膀，腸，腺，葉，蜂，道，酶，鼠。【十四畫】熊，睪，丸，種，窩，管，節，精，蜥，
 酸。【十五畫】層，盤，線，膜，蝦，蝶，蝸，質，齒。【十六畫】器，學，學，說，
 糖，蠟，褶，靜，脈，頭。【十七畫】螺，點。【十八畫】叢，蟲(幼蟲)，額，顎。
 【十九畫】獸，瓣，蠅，鏡。【二十畫】竇，覺，觸，鯉。【二十一畫】屬，蕩，
 鱈。【二十二畫】套，臟，骨。【二十三畫】髓，體，蜂。

中文名詞索引

二 畫

人 129, 252, 人爲分類 24, 人爲免疫 73, 人爲突變 224, 人爲孤雌生殖 214。
人類進化 250, 化石人 251-2, 中國猿人 253。
卜浪運動 16。

三 畫

三名法 22。
上膊 140, 上膊骨同肢骨, 143, 160。
大腿 141, 大腿骨同肢骨, 143, 160。
口 72, 口吸盤 61, 口面 40, 118, 口前葉 74, 口笠 133, 口道 57, 88, 95, 216, 口吻 55, 口溝 39, 44, 口器 85, 90, 163, 口瓣形虫 45, 238, 出水口 47-8, 胞口 33, 39, 原口 80-1, 88, 121, 136, 153, 215, 腎口 77。
子宮 224。
子宮 61-2, 68-9, 140, 151, 208-11, 子宮頸 209, 子宮莖 55, 陽性子宮 207-9。
小核 40-3, 小腎官 77, 小腸 74, 93, 167, 小腸腺 168, 小腦 139, 150, 194, 196, 小頸 85, 90, 103。
川流運動 16。

四 畫

不完全連結 228, 不完全變態 107。
中心體 6, 213, 中央腔 47-8, 中前溝、中後裂 196, 中胸 90, 中腦 194-5, 中溝 194。
互換 230-2。
內分泌 187, 內分泌物 178, 187, 內肢 85, 內芽 65, 內柱 134, 內褶 55, 81, 88, 95, 136, 內蓋 17, 內臟塊 112, 114。
分割 54, 88, 152, 215, 分割腔 153, 全割 80, 135, 217, 局部分割 127, 215, 等分崩 135, 無定分割 121, 220, 有定分割 220。
分裂 成熟分裂 10, 54, 222, 有絲分裂 8, 9, 41, 減數分裂 10, 41, 無絲分裂 8, 41。
分體 17, 二分體 31, 41, 42, 205, 縱分體 31, 多分體 205。

化石 2, 129, 248。
反射 16, 反射弧 79, 200, 反射動作 18, 79, 182, 200, 替代反射 200, 簡單反射 200。
尺骨 160, 尺鏡 107, 239。
孔細胞 47, 枕大孔 159, 中央孔 150, 心孔 86, 93, 生殖孔 61, 65, 67-8, 74, 95, 115, 118, 卵圓孔 217, 卵喉孔 95, 受精囊孔 74, 枕大孔 159, 孟氏孔 150, 195-3, 肺孔 115, 背孔 74, 幽門孔 48, 氣孔 93, 排泄孔 69, 51, 66, 進水小孔 47-9, 噴水孔 136, 151, 壁孔 57, 瞳孔 151, 204-5, 臍孔 217, 鰓孔 133。
心臟 77, (蚓) 86, (蝦) 93, (蝗) 116, (蚌) 138, (鯊) 147, (蛙) 174, (兔), 心臟, 心縮 174, 心耳、心室 147, 173。
爪 91, 爪哇猿人 253。
文昌魚 123, 133-5, 158。
毛 156, 毛臺 25, 47, 241, 毛頭類 66, 237, 241, 毛囊 156, 剛毛 74, 絨毛 171, 219, 睫毛 150, 鞭毛 28, 33, 48, 53, 纖毛 39。
水 13, 234, 水牛 128, 水母 25, 55, 238, 241, 水母芽 55, 水狀液 205, 水蚤 65, 84, 水管系統 55, 118, 水螅 25, 51, 240, 水龜 128, 水鼈、水虻 99。
木日蛾 239, 木蝨 99, 木賊珊瑚 57, 木葉蝶 106, 239。
片 90, 老熟節片 65, 背片、腹片 90-1, 節片 64。
牛 128, 牛瘤蟲 103。
犬 20-1, 128, 201, 犬蛋 103。

五 畫

世 249, 世代交替 33, 37, 55。
代 249, 代謝作用 16, 30, 34, 40, 187, 有性代、無性代 37, 56, 古古代、原古代、古生代等 249。
包皮 209, 包裝 64, 71, 包裹 52。
半翅目 99, 109, 半透性膜 1, 半時行性 126, 半能 18, 201。

卡 169。
 冬眠 235。
 去氫基作用 13, 68-9, 去毒作用 169。
 平衡石 88, 123, 114, 平衡棍 102, 平衡囊 114, 平衡功用 202。
 外分泌 187, 外呼吸 163, 外肢 85, 外套 113, 116, 外質 29, 39, 外鰓 144, 154。
 皮 155, 皮部 155, 184, 189, 195, 皮素 82-90, 大腦皮層 195, 皮膚 141, 146, 155, 表皮、真皮 155, 棘皮 118, 蛻皮 88。
 石決明 111, 石蠟 98, 石龍子 125, 石蠟蛾 101, 石鹽 111, 116, 241。
 白蛉子 36, 93, 109, 白熊 132, 白頭翁 127, 白蟻 36, 93, 105, 287, 白鶴、白鸞 126。
 生(生殖) 17, 生命樹 198, 生育級 105, 生物發生律 189, 246, 生殖 12, 17-8, 31, 34, 41, 48, 53, 60, 63, 67, 80, 88, 95, 114-6, 135, 151, 205, 生殖孔 81, 65, 67-8, 74, 95, 108, 118, 生殖板 120, 生殖脊 2 08, 生殖巢 55, 65, 81, 107, 109, 135, 207, 216, 生殖腺 108, 內合生殖 43, 幼體生殖 18, 63, 有性生殖 33, 37, 53, 60, 206, 孢子生殖 17, 28, 37, 孤雌生殖 18, 43, 214, 茁芽生殖 17, 28, 48, 57, 配子生殖 18, 43, 206, 配合生殖 18, 28, 43, 206, 接合生殖 18, 28, 33, 41-2, 206, 無性生殖 17, 33-4, 37, 53, 60, 65, 206-7。
 田螺 27, 111, 116, 234, 238, 田鼈 99。
 甲狀腺 187, 193, 甲殼類 21, 237, 246。
 甘油 14, 170-2。
 目 21, 十足目 107, 三歧目 58, 太陽虫目 28, 毛翅目 101, 半翅目 98, 109, 全頭目 123, 合鰓目 124, 多毛目 74, 多食亞目 101, 有孔虫目 28, 32, 有蹄目 123, 肉食目 21, 128, 奇蹄亞目 128, 原猴亞目 129, 真肉食亞目 128, 膜翅目 100, 偶蹄亞目 128, 異角亞目 101, 蛇虫目 125, 袋鼠目 127, 貧齒目 127, 雀形目 127, 喉嚨目 124, 單孔目 127, 單腸目 58, 團毛目 29, 無尾目 125, 無腸目 58, 短尾目 107, 等翅目 98, 裂齒目 124, 喉頭目 125, 猿人亞目 129, 寡毛目 74, 蓋頭目 130, 蜻蜓目 97, 蜥蜴亞目 125, 飽食亞目 107, 彈尾目 96, 潛食目 126, 盤水母目 51, 55, 蠱目 98, 109, 環裂亞目 102, 蟻目 110, 模翅目 97, 總總目 124, 蝨目 123, 龜目 125, 翼手目 129, 雙翅目 102, 109, 蝨目 127, 鱗亞目 128, 鵝形目 126, 變形虫目

28, 繆尾目 96, 鱗翅目 101-2, 鱗蜥目 125, 鱈魚目 123, 嚙毛目 98, 嚙齒目 128, 132, 155, 蠶蟲目 98, 雲長目 129, 155, 鱈魚目 125, 鵝形目 1.6。

六 畫

交尾刺 63, 交通支 150, 199, 視交叉 150, 195, 樞路交叉、錐體交叉 198, 201, 雜交 222-7, 全營養法 17, 34, 全植營養法 17, 34, 光合作用 34, 光線 31, 233, 光覺 80, 再生現象 54, 61, 81, 88, 合子 36, 37, 215, 合核 43, 內合 43, 接合 17, 33, 43, 206, 配合 18, 43, 206, 同化作用 16, 同功 246, 同名 23, 同合 224, 同原 245, 肌肉同原 163, 骨格同原 160, 向性 18, 變形虫向性 30-1, 眼虫 36, 草履虫 43, 蚯蚓 80, 回轉 194, 申請前回 199, 枕回、腦回 199, 海馬回 199, 守子鼠 241, 守宮 24, 125, 地理分布 240, 地質學 3, 243, 多指趾 233, 多重互換 230, 羊水 219, 羊膜 125, 217, 219, 綿羊 128, 叉角羚羊 240, 耳 202, 耳袋、耳道 205, 耳壺 151, 203, 耳窩 105, 耳蝸殼 151, 202, 內耳 139, 151, 202, 中耳 151, 202, 外耳 202, 肉食性 21, 101, 128, 166, 237, 肉痣、肉贅 91, 肌肉 143, 163, 肌芽、肌束 163, 肌肚 113, 肌節 133, 154, 肌塊 216, 肌絲 162, 肌酸肝 173, 183, 三頭肌 143, 164, 不隨意肌 143, 164, 中軸肌 163, 心臟肌、平滑肌 11, 143, 162, 橫紋肌 11, 92, 143, 162, 閉鎖肌 112, 電肌 239, 錫節肌 164, 顯肌 143, 164, 自切 82, 120, 自染 70-1, 自配 33, 33, 舌 144(蛙), 163(兔), 下咽舌 9, 103, 色素 228, 233, 色素 59, 141, 235, 保護色 239, 虫 1.1 黏虫 28, 45, 72, 毛囊虫 44, 肉孢子虫 29, 46, 有孔虫 28, 33, 46, 赤輪草虫 28, 32, 45, 72-3, 夜光虫 28, 241, 放射虫 28, 45, 241, 草履虫 25, 29, 38-43, 201-3, 238, 原綿虫 46, 50, 眼虫 25, 32-5, 205, 黑熱病原虫 38, 45, 72-3, 結腸變形虫 45, 微粒子 29, 39, 45-6, 膠囊毛虫 29, 36, 蕪虫 27, 29, 37, 72-3, 205, 233, 腫病原虫 28, 45, 72, 膠孢子 29, 46, 營養虫 32, 37, 40, 膠毛虫 28, 33, 46,

72, 238, 241, 絨毛虫 29, 39, 46, 變形虫
 25, 29-32, 46, 194, 205。
 血 861, 177. 血小板 177, 血多糖症 233, 血紅
 素 77, 178, 181, 血島 217, 血清 177, 253,
 血膠環 119, 血絲素 86, 血餅 177, 血漿 76,
 177, 血糖 168, 血膜 177, 血屬 178-9, 血
 竇 63, 113, 抗凝血素 73, 253, 動脈血、靜
 脈血 182。

七 畫

在虫群 58, 64, 68, 72。
 免疫 73, 179。
 卵 15, 27, 54, 81, 152, 212-3, 卵之產生 213,
 卵生 20, 125, 卵巢 18, 36, 52, 64, 69, 80,
 88, 95, 116, 139, 151, 203, 213, 200-10, 卵巢
 冠 207-8, 217, 卵巢微 209, 卵膜孔 95, 卵
 動子 37, 卵黃 217, 卵黃粒 153, 卵黃膜 59,
 61, 卵齒 80, 卵齒窗 202, 調整卵 220。
 吸收作用 171, 186, 吸附性 15, 169, 吸管型
 104, 吸盤 61, 81, 239。
 吻 58, 60, 123, 154。
 尾 123, 136, 154, 尾肢 85, 107, 尾缺 91, 97-8,
 100, 尾柄 85。
 尿素 30, 93, 168, 172, 183, 187, 尿酸 41, 172,
 186, 尿酸 125-7, 217-8。
 抗體 73, 178, 253, 抗體原 67, 178。
 步足 85, 107-8, 步足棘 118, 步管系統 118。
 沙星 118, 沙錢 118, 沙蠟 23, 51。
 蠟 21, 128, 234, 蠟瓜 129。
 系統 112, 系統脈 147, 174, 內分泌系統 137,
 水管系統 55, 118, 皮膚系統 12, 155, 生殖
 系統 12, 60 (渦蟲), 60 (蛭), 67 (蛔), 80
 (蛭), 88 (蝦), 95 (蝗), 114 (蚌), 205 (兔),
 交感系統 150, 199, 肌肉系統 92, 143 (蛭),
 163 (哺乳類), 自主神經系統 199, 呼吸系統
 67, 77, 87, 93, 144, 180, 泄殖系統 139, 151,
 頂端系統 120, 消化系統 69, 67, 75, 85, 92,
 112, 119, 144, 166, 神經系統 60, 67, 78, 83,
 87, 93, 114, 120, 134, 139, 149, 194, 骨骼系
 統 123 (文昌魚), 138 (蠶), 141 (蛤), 158
 (哺乳類), 淋巴系統 149, 176, 動脈系統 147,
 174, 排泄系統 60, 67, 77, 87, 93, 163, 感動
 系統 40, 43, 循環系統 77, 86, 93, 112, 119,
 145, 173, 閉血系統 119, 靜脈系統 148, 175,
 梯型系 60, 閉管系 86, 173, 閉管系 74, 77,
 173, 單溝系、複溝系 19。

角質 155-3, 角質膜 125, 角薄膜 40, 前角。
 後角 197, 鱗角 85, 95, 102, 107。
 貝 111, 食船貝 111, 117, 船貝 220, 貽貝
 117, 象牙貝 111。
 足 91, 105, 111, 足之適應 105, 步足 85, 88,
 107-3, 斧足 111, 疣足 81, 原足 100-1, 胸
 足 90-1, 偽足 29, 53, 游泳足 85, 管足 118,
 腹足類 111, 114, 觸足 195, 節足 84, 鰓足
 85, 107, 顎足 85, 108。
 赤道板 8-9, 215。

八 畫

乳 156, 乳牛 128, 乳腺 127, 156, 乳酪 170,
 乳糜 172, 乳頭 127, 156, 乳頭乳 174, 乳
 頭突 74, 乳頭腫 195, 乳齒 157。
 羅氏提燈 120, 亞西蛭蚶 74。
 兔 128, 132, 155, 248。
 受血者 178, 受精作用 18, 114, 135, 213, 215,
 受精卵 212, 受精膜 215, 受精膜、受精維
 215, 受精囊 61, 80, 88, 95。
 刺刺蠅 110, 刺 129, 239, 刺蚤 123。
 味覺 79, 94, 202, 味器 94, 味蕾 202。
 呼吸 16, 180, 236, 呼吸色素 181, 呼吸樹 120,
 180, 內呼吸、外呼吸 183, 無氣呼吸 67。
 夜光虫 28, 241, 夜行性 102, 236, 夜盲症 233,
 夜鶯 126。
 始祖鳥 123, 130, 始新馬 250。
 孟德爾遺傳 224, 孟氏定律 224。
 孢子 37, 孢子形成 28, 孢子虫 29, 37。
 垂直分布 241, 垂直 51-2, 垂體 150, 168, 器
 九重 208, 210, 蟲狀蟲 163。
 性反轉 231, 性連 228, 性特徵 141, 192, 天
 性 232, 中間性 231, 個體性 225, 顯性、隱
 性 225, 遺行性 235。
 夜蛾類 123, 赤道板 8, 215, 肛門板 129, 基板
 116, 腹板 95, 節板 108, 齒板 118-9, 齒板
 133, 153, 216。
 枕葉 194, 枕體 141, 158。
 松果 23, 128, 松葉蟲 99, 松毛蟲 102。
 河蚌 27, 111, 河豚 124, 181, 河馬 128, 241,
 泡沫細胞 4, 伸縮泡 39-1, 33, 39, 41, 180, 腸泡
 188-90, 空泡 6, 肺泡 180, 182, 食物泡 39,
 40, 哥拉芬泡 191, 210-3, 絲泡 40, 眼泡
 204, 儲蓄泡 33。
 盲道 75, 盲點 204, 盲段 123, 241。
 海腺 109, 125, 139, 246, 海綿 67, 海綿 239,

毒蛇 181, 毒頭 85, 109。
 穹窿 195。
 肢脚亞目 22, 128, 肢脚幼蟲 83, 237, 內肢 外肢 85, 尾肢 85, 前肢、後肢 127, 129, 140, 附肢 64-5, 108, 背肢、腹肢 81, 螯肢、鬚肢 108。
 肺 148, 160-1, 肺冠 180 肺螺 64, 肺蛭 64。
 花粉刷、花粉梳、花粉管 105。
 虎 64, 132, 229, 虎紋鮑 125, 221。
 近代馬 22, 251, 近視 233。
 金蛹 107, 金剛鑽 102, 金龜子 101, 109。
 長尾猿 129, 長頸鹿 241-2, 長臂猿 129。
 門齒 157, 肛門 55, 62-3, 75, 81, 86, 93, 108, 112, 115, 118-9, 132, 136, 167, 幽門 143, 166, 腎門 184, 喉門 145, 180, 噴門 145, 166。
 青蛙 22, 125, 140, 234, 青椿象 99。
 非洲狐 241, 非洲象 128, 非洲駝鳥 126。

九 畫

側片 90, 側室 195, 側線 66, 139, 側溝 194。
 前房 205, 前角 193, 前庭 133, 202, 208, 前期 8-9, 前胸 90, 前臂 140。
 咽上溝 134, 咽頭 59-61, 67, 75, 134, 138, 166。
 型, 二叉肢型 85, 90, 107, 三軸型、四軸型 48, 三輻型 49, 全刺型 80, 135, 217, 有定分割型 220, 性型、表型 224-6, 吸管型 101-2, 105, 刺吸型 102-3, 109, 咀咬型 93, 103, 舐吸型 102, 105, 109, 單叉肢型 85。
 室, 心室 112, 115, 123, 147, 173-4, 鼓室 202, 膈室 134, 149, 194, 鞴毛室 48。
 幽門括約 144, 166。
 弧, 反射弧 79, 200, 內臟弧 137, 146, 血弧 137, 系流弧 147, 174, 舌弧 133, 肺皮弧 143-7, 動脈弧 125, 146, 174, 鞭弧 125, 147, 頸弧 137, 142, 頸弧 147, 鰓弧 137, 142, 髓弧 136, 141。
 後角 197, 後房 205, 後期 8-9, 後胸 90。
 指 140, 指甲 156, 指趾併合 233, 指骨 143, 160, 指液 129, 無指趾 233。
 星魚 27, 118-20, 星線 8, 星蟲 74。
 春情素 192, 春情環 212。
 炭水化合物 13, 178, 炭疽病 110。
 染色體 7-8, 51, 215, 225, 230, 244, 染色體圖 230, 染色質凝縮 207, 染色筋 8, 10, 染色線、染色小粒 10。

突 118, 160, 突禽類 126, 突變 243, 253, 乳頭突 66, 74, 莖突 160, 軸突 78, 199, 樹枝突 53, 199, 橫突 141, 159, 關節突 141, 159, 龍骨突 120, 129, 額突 159。
 紀(地質年代) 249, 石炭紀、白堊紀、泥盆紀 129, 249, 寒武紀 116, 129, 249。
 胃 73, 75, 92, 112, 119, 137, 144, 166, 胃磨 86, 108, 胃腺 166, 反芻胃 167, 吸胃 108, 幽門胃 86-7, 169
 背甲 65, 背肢 134, 139, 150, 163, 198, 背線 66。
 胎生 20, 127, 胎衣 95, 317-8, 胎盤 127-8, 219。
 胚胎 49, 53(水螅), 95(昆蟲), 215(雞), 217(兔), 胚胎卵 89, 胚帶 88, 95, 胚基 220, 胚層 82, 胚盤 215, 原腸胚 54-5, 81, 88, 133, 153, 215, 假原腸胚 49, 囊胚 54, 55, 58, 153, 215。
 胞口 33, 39-40, 胞咽 33, 39, 胞器 12, 胞殼 32, 34, 37, 41, 72, 水胞 65, 刺胞 52-3。
 苗芽 18, 48, 53, 206。
 食火鳥 241, 食物 168, 食物連鎖 237, 食船貝 111, 117, 食道 61, 75, 86, 92, 108, 112, 116-7, 137, 144, 166, 食蟲類 128, 237, 食蟻獸 237, 241。

十 畫

個員 55, 個眼 94, 個體發生 246。
 原口 83, 215, 原條、原結 216, 原溝 216, 尿管 183, 原腸 80-1, 83, 136, 153, 215, 217, 原腸胚 54-5, 88, 95, 136, 153, 215, 217。
 套, 外套 111, 單套、雙套 10, 54, 215。
 家鴿 127, 182, 家龜 102, 110, 235, 家蟻 102, 家蠶 46, 102, 109。
 氣孔 91, 108, 氣室 215, 氣體 182, 236, 氮 13, 31, 40, 86, 119, 183, 235, 氮 13, 31, 235, 碳酸氣 40, 60, 183, 238, 氮 183, 235。
 鳥賊 116, 209, 241, 烏鴉 127, 烏華蛇 125, 131。
 海流 241, 海扇 116, 海馬 124, 海豚 128; 海豹 123, 海參 27, 118, 120, 海筆 51, 海象 123, 海蜆 51, 57, 海葵 51, 57, 238, 241, 海綿 47, 53, 241, 海綿絲 49-50, 海狸 123, 海鞘 122, 237, 海膽 27, 116, 120, 海鷗 127。
 消化 13, 39, 40, 60, 170, 消化腺 75, 86, 92, 108, 112, 116, 131, 137, 144, 162, 細胞內消

化 53, 60, 166, 細胞外消化 53, 60。
 核 6 29, 33, 195, 212, 核仁 7, 核液、核膜 6,
 大核 40-4, 206, 小核 40-3, 205
 根、毛根 156, 齒根 156, 背根、腹根 131, 139,
 198。
 珊瑚 57。
 病, 不孕症 170, 安迪生病 190, 色盲 228, 223,
 血友病 233, 血多糖症 233, 赤痢 32, 呆小病
 187, 夜盲症 233, 厚皮病 187, 炭疽病 110,
 神經炎病 170, 神經質分散 233, 軟骨
 病 170, 乾眼病 170, 癩病 110, 胸氣病 170,
 病 188, 象皮腫病 71, 109, 喉腫病 187, 黑
 熱病 36, 44-5, 72, 103, 109, 糖尿病 193-4,
 葉血病 170。
 神經原 78, 199, 神經素 192, 神經細胞 11,
 52, 67, 78, 神經網 54, 174, 194, 神經質分散
 233, 神經環 67, 120, 神經囊 199, 中央神
 經 12, 78, 87, 149-50, 194, 交感神經 12,
 78, 93, 139, 149-50, 向心神經、離心神經 78,
 201, 舌下神經 197, 舌咽神經 150, 197, 自
 主神經 12, 194, 199, 周邊神經 12, 78, 87,
 149-50, 194, 脊神經 134, 180, 198, 動作神
 經、感覺神經 78, 198, 副交感神經 12, 199,
 副脊神經 197-8, 咽咽神經 78, 腦神經 134,
 139, 150, 197, 輻射神經 120, 194, 臟腑神
 經 87。
 神經節 78, 87, 93, 108, 194, 198, 交感神經節
 150, 199, 足神經節 114, 116, 背根神經節
 198-9, 咽下神經節 78, 食道下神經節 87,
 99, 108, 側神經節 114, 116, 胸神經節 108,
 腹神經節 67, 腦神經節 114, 116, 197, 臟
 腑神經節 114, 116。
 素, 生長素 189, 甲狀素 187, 皮素 189, 交感
 素 191, 193, 色素 59, 141, 236, 血紅素 76,
 177-8, 181, 卵泡素 191-2, 尿素 9, 93,
 168, 172, 183, 187, 沉澱素 73, 乳前素 189,
 前葉素 190, 性前素 189-90, 呼吸色素 181,
 垂體素 189, 定生素 243, 胃泌素 191-2, 後
 葉素 189, 原腸素、真腸素 193, 神經素 192,
 農島素 191-3, 副甲狀素 188, 190, 副腎素
 189, 190, 黃素 191-2, 溶菌素 73, 178, 葉
 綠素 17, 34, 墨丸素 191-2, 維生素 170,
 醇素 17, 40, 凝集素 178-9, 激動素 187, 膽
 色素 169, 187。
 素 219, 芥素 122, 133-4, 186, 158, 216, 神經素
 60, 67, 78, 81, 83, 87, 93, 194, 霍留格素 211。

紡織腺 103, 紡織器 108。
 翅脈 91, 半翅 99, 蓋翅 91, 脈翅 109, 鱗翅
 101, 雙翅 102。
 脂肪 13, 151, 118, 171-2, 187, 脂溶性 170。
 脈絡區 217, 脈膊 177, 脈絡囊 139, 150。
 芥素 133, 芥素 136, 141, 159, 芥素 123,
 136, 141, 芥素 139, 150, 196, 200。
 嗣 136, 140。
 胸部 85, 90, 胸帶 137, 143, 160, 胸體 136。
 草食性 101, 128, 237, 草履虫 29, 38-43, 205-3,
 238。
 蚊 70, 103, 109, 237, 瘧蚊 37, 109。
 蚌 27, 111-3, 117。
 配子 18, 35, 37, 41, 48, 206, 226, 大配子、小配
 子 18, 36-7, 206, 異配子 36, 206, 等配子
 33, 35, 206, 配合生殖 18, 37, 43, 206, 自配
 33, 43。
 馬 22, 128, 132, 246, 251, 馬之進化 250, 馬
 尾蜂 109, 馬尾鬚 198, 馬陸 85, 斑馬 241。
 骨 12, 136(鯊), 141(蛙), 158(兔), 骨之構造
 161, 骨之生理 162, 骨小窩 161, 骨板 111,
 124, 骨針 48, 120, 骨壁迷路 202, 骨組織
 161, 上胸骨 141, 中軸骨 141, 內臟骨 141,
 方骨 125, 160, 尺骨 160, 皮骨 134, 外骨
 骼 85, 118, 尺骨 158, 甲狀軟骨 187, 180,
 肋骨 141, 159, 182, 舌骨 142, 160, 尾桿骨
 141, 尾綜骨 126, 耳柱骨 151, 160, 坐骨
 141, 160, 肩胛骨 143, 160, 披裂軟骨 180,
 枕骨 141, 159, 附肢骨 137, 143, 160, 肢骨
 143, 160, 指骨、趾骨 143, 160, 跗骨 160, 恥
 骨 141, 160, 胸骨 141, 158-9, 軟骨 23,
 141, 143, 145, 158, 161, 硬骨 141, 161, 椎骨
 125, 159, 腕骨 143, 跗骨 143, 160, 會厭軟
 骨 180, 頰骨 142, 159, 160, 樞骨、寰骨 159,
 腸翼方軟骨 141, 桡骨 160, 202, 腹成骨
 141, 161, 膜骨 123, 頭骨 141, 158-9, 環狀
 軟骨 180, 腸骨 141, 160, 橈骨 143, 160,
 鼻骨 141, 159, 體成骨 141, 161, 默克氏軟
 骨 137, 142, 160, 薦骨 141, 159, 盤骨 160。

十一畫

假死 239, 假原腸 49, 假體腔 66。
 側片 90, 側線 66, 136。
 偶對性 223-5, 偶鱗 132, 136。
 動物性極 80, 動物地理學 240, 動物澱粉 165,
 169-72, 動物種、如浮游動物種等 241, 原生

動物 25, 28, 後生動物 50, 側生動物 50, 夜行性動物 101, 237, 晝行性動物 102, 237, 動脈 86(蝦), 93(蝗), 112(蚌), 131(文昌魚), 147(蛙), 174(哺乳類), 動脈幹 147, 174, 大動脈 93, 小動脈 177, 卵黃動脈、尾囊動脈 217, 尾動脈 139, 肝動脈 86, 肺皮動脈 147, 肺動脈 174, 前動脈 113, 前腸動脈 148, 175, 背大動脈 134, 138, 148, 無名動脈 174, 胸動脈 86, 眼動脈 86, 腎動脈 139, 148, 175, 腹大動脈 134, 138, 217, (內)(外)頸動脈 138, 147-8, 總頸動脈 148, 臍帶動脈 218, 齒動脈 175, 鯨角動脈 86。
 宿主 32, 44, 64, 71, 73, 108-10, 238, 中間宿主 64-5, 117, 終局宿主 61。
 寄生 36-9, 63, 114, 238, 寄生蜂 109, 238, 寄生蟲 103, 寄居蟹 238, 體外寄生 58, 72, 109, 233, 體內寄生 58, 72, 109, 235, 239, 腔中、組織間、細胞內寄生 72。
 基因 10, 22¹⁻², 基因突變 232, 233, 基粒 33, 40, 基巔 51, 54。
 帶魚 131, 帶菌者 73, 中胚帶 81, 生殖帶 74, 明帶、暗帶 162, 步帶 118, 胚帶 88, 95, 肩帶、腰帶 137, 143, 160, 蛋白帶 215, 熱帶 69, 241, 聲帶 180, 齒帶 111, 115, 韌帶 10, 86, 屈或韌帶 112, 懸韌帶 151, 205。
 排卵作用 212, 排泄作用 16, 40, 排遺 1, 7, 30, 53。
 液態 14, 液態質 30-2, 水狀液、玻狀液 205, 血液 77, 86, 177。
 淋巴 11, 149, 177, 183, 淋巴心 149, 177。
 球虫 29, 中心球 6, 大腸牛球 133, 149, 194, 白球 115, 心臟球 138, 147, 174, 白血球 11, 86, 119, 162, 177, 灰白血球 195, 血球 162, 177, 179, 芽球 48, 紅血球 11, 162, 177, 脈球 147, 174, 網球 201。
 異化作用 16, 異合 224, 異配子 103, 異齒性 129。
 眼 56-7, 81, 85, 90, 94, 103, 115-3, 140, 204, 眼球 139, 151, 204, 眼鏡 119, 眼鏡蛇 125, 131, 眼點 33, 120, 牛眼 195, 單眼 90, 94, 複眼 90, 91, 108。
 稔級 54, 212, 221。
 細胞 5, 10, 細胞核 5, 細胞質 3, 細胞膜 5, 細胞器 5, 細胞分裂 8, 細胞內消化 53, 60, 167, 細胞外消化 53, 60, 細胞系 207, 220, 細胞組合 10, 上皮細胞 67, 172, 下皮細胞

85, 子細胞 203, 中胚細胞 81, 內皮細胞 52, 孔細胞 47, 支持細胞 188, 210, 毛細胞 202, 生殖細胞 48, 52, 53, 207, 210, 213, 有性細胞 206, 有管細胞 134, 183, 色素細胞 1 41, 155, 204, 卵母細胞 213, 刺細胞 51-2, 239, 柔軟細胞 60, 原細胞 50, 消化細胞 53, 造骨細胞 48, 141, 161, 骨細胞 204, 骨體細胞 162, 桿細胞 204, 桿狀細胞 60, 淋巴細胞 176, 神經細胞 11, 53, 100, 神經節細胞 204, 單性細胞 36, 間細胞 52, 54, 192, 游走細胞 48, 120, 黃色細胞 75, 腺細胞 53, 60, 幹細胞 207, 焰細胞 60, 183, 精母細胞 183, 210, 213, 精原細胞 54, 183, 噬細胞 67, 177, 錐細胞 204。
 組成作用 16, 169, 組織者 257。
 組織 10, 組織細胞 183, 上皮、支撐、肌肉等組織 10, 循環、神經組織 11, 脂肪組織 156, 膜 141, 脛節 91, 脛骨 160, 脛骨 143, 唇 66, 唇瓣 112, 上唇、下唇 90, 垂唇 51, 背唇、腹唇 66, 陰唇 208-10, 圍唇 123。
 蚯蚓 24, 26, 74, 81, 173, 235。
 蛇 125, 231, 233, 240, 土公蛇、水蛇 131, 火赤煉、五步蛇、竹葉青、烏峯蛇、食鼠蛇 125, 131, 錦蛇、響尾蛇 131。
 蛋白 215, 蛋白帶 215, 蛋白質 13, 16, 40, 75, 168-72, 蛋白膜、蛋白脈 170。
 袋骨 127, 袋鼠 127, 156, 241, 袋熊 127。
 趾 141, 156, 跖行性 128。
 軟骨 123, 141, 143, 145, 158, 161, 軟體 27, 軟體動物 21, 111。
 連接 195, 前連接 194, 198。
 連結 227, 230, 連結圈 230, 連結相 14。
 陰莖 61, 116, 208-9, 陰道 61, 69, 95, 116, 208-9, 陰蒂 208-9, 陰囊 208-10。
 魚 123, 八目鱚 123, 131, 241, 刀魚 124, 131, 236, 比目魚 124, 131, 文昌魚 123, 白鱈 124, 印魚 124, 238, 多鱗魚 124, 河豚 124, 131, 刺背魚 236, 240, 盲鱈 123, 241, 肺魚 124, 241, 帶魚 124, 131, 單棘魚 124, 硬骨魚 124, 黃魚 124, 131, 241, 黃鰱魚 123, 131, 黃鱔 124, 電鱔 123, 210, 銀魚 124, 131, 銀鱈 123, 241, 鱒魚 241, 鱒魚 123, 241, 鮭 124, 鯊 123, 131, 134-40, 158, 鯢 124, 131, 240, 鱒 131, 241, 鯰 124, 鯰 237, 鯰 124, 131, 210, 鱒 124, 131, 241, 卷 224, 241, 鱈 124, 131, 鱈 124, 131, 23,

鱈 124, 鱒魚 131, 鱷 124, 鱗 124, 131, 240, 鱸魚 124, 131。

鳥, 八哥 127, 132, 三寶鳥 127, 千鳥 127, 乳雀 126, 132, 241, 白頭翁 127, 白鶯 124, 竹鷄 126, 杜鵑 127, 禿鴨 126, 132, 237, 始祖鳥 123, 130, 金絲燕 132, 夜鶯 126, 苦惡鳥 126, 風鳥 241, 烏鴉 127, 隼 126, 啄木鳥 127, 241, 梟 127, 麻雀 127, 132, 魚狗 127, 237, 喜鵲 127, 斑鳩 127, 貓頭鷹 237, 雁 126, 黃鶯 127, 蜂鳥 237, 畫眉 127, 132, 鳴春 127, 鶯鶯 126, 鶉 126, 鷓 123, 鶉雞 126, 鴿 127, 鷓 126, 鸚鵡 126, 鸚鵡 126, 132。

十二畫

區, 動物區如全北區、東洋區、非洲區等 240, 明區 212, 脈絡區 217, 聯念區 200, 圍口區 57。

喉頭 180, 喉頭氣管腔 145, 喉腫病 187, 190, 單糖 141, 170-2, 234, 單性雜交 224, 單套的 10, 54, 215, 單純性質 222, 224, 單眼 90, 94。

圍口節 75, 81, 圍口觸手 57, 關心竇 83, 93, 圍肌鞘 163, 圍血系統 119, 圍咽神經 78, 圍食道神經 88, 93, 圍腸竇 86。

圍蟲 68, 72, 215, 圍雜體 185。

循環 77, 87, 大循環、小循環 177, 胚胎循環 215。

掌 124, 掌骨 143, 160。

斑馬 241, 斑鳩 127, 斑蟊 101, 斑蝶 239。

期, 中期 8, 213, 末期、前期、後期 8, 成熟期、發長期、繁殖期 213, 冰河期 251, 原腸期 217, 桑椹期 136, 217, 囊胚期 217。

植物性極 81, 153, 植鞭亞綱 28。

游走孢子 17, 游走細胞 48, 120。

溫度 8, 31, 234, 溫血 127。

無足目 125, 無定分割 121, 220, 無機鹽 13, 169。

狸鼠 129, 241, 黑猩猩 129, 241。

貓 128, 132, 244, 貓頭鷹 237。

豬 66, 128, 豬棘頭蟲 71, 豬蠟蟲 64, 豪豬 128, 野豬 241, 243。

發生 18, 54, 80 (蚯蚓), 88 (蝦), 95 (蝗), 122 (海鞘), 135 (文昌魚), 152 (蛙), 215 (鷄), 217 (兔), 發生學說 220, 死物發生 18, 活物發生 19, 系統發生 158, 27, 個

體發生 220, 246, 種族發生 246。

硬膜 197, 硬腭 159, 166, 硬鱗魚 123。

等配 206, 等配子 33, 35, 37, 206, 等翅目 93。

筋族 57, 筋膜 163。

絲泡 39-40, 絲環 93, 絲狀管 53。

腎口 77, 83, 腎門 184-5, 腎壺 134-5, 腎管 77, 134, 183, 腎臟 114, 116, 184, 腎漏斗 151, 腎小球 185, 中腎 140, 151, 183, 207, 前腎 151, 183, 後腎 184。

腓骨 143, 腓骨 143, 腓腸肌 143。

腔動脈 140, 176, 腔腸 51, 腔腸動物 51-7,

生殖腔 61, 62, 161, 共泄腔 67, 122, 127, 139, 144, 151, 183-4, 206, 217, 成卵腔 61, 血腔 84, 93, 泄殖腔 184, 209, 胎外腔 207, 胸腔 127, 180, 腹腔 127, 144, 163, 174, 181, 209, 210, 囊胚腔 136, 207, 體腔 72, 75, 80, 83-4, 111, 119。

腕 140, 腕骨 143, 160, 腕足類 26。

蛙 22-4, 27, 125, 146-54, 214, 234, 237, 240,

池蛙 240, 金錢蛙 22, 240, 長腿蛙 23, 樹蛙 22, 125, 240, 吼蛙 181, 山蛤 131。

視丘 195, 200-1, 視葉 139, 150, 視交叉 150, 195, 視神經 134, 150, 197, 視覺 94, 202。

象 128, 132, 241, 象牙 128, 象牙貝 111, 象皮腫 71, 109, 象鼻蟲 99。

黃魚 124, 131, 黃斑 204, 黃鮑 128, 黃鸞 127,

黃鱔 124, 黃體 191, 192, 211。

黑蟬 99, 黑熱病虫 28, 33, 45。

十三畫

傷寒 103, 149, 斑疹傷寒 109。

嗅葉 139, 149, 嗅覺 150, 202。

孵化 68, 孵出 217。

微粒子 29, 39, 46, 微線蟲 71。

溝, 中溝、側溝 194, 中前溝 198, 原溝 216,

咽上溝 134, 腦溝 154, 216。

滋長 17, 滋長期 213。

極狹 29, 極囊 39, 極體 33, 213。

猿 129, 猿葉蟲 101。

網 21, 毛足綱 74, 毛頭綱 63, 241, 水蛭綱

74, 今鳥、古鳥亞綱 126, 甲殼綱 26, 84, 237,

241, 有爪綱 84, 肉足綱 29, 43, 吸煙綱 58,

吸管亞綱 29, 44, 兩生亞綱 58, 兩棲綱 25,

27, 129, 孢子虫綱 29, 37, 昆蟲綱 27, 85,

板腳綱 27, 123, 129, 斧足綱 111, 116, 爬

蟲綱 25, 27, 125, 130, 倍足綱 27, 34, 原獸

亞綱 127, 哺乳綱 21, 27, 128, 132, 155, 241, 唇足綱 27, 84, 海星綱、海參綱、海螵蛸綱 118, 根足亞綱、針足亞綱 28, 蛇尾綱 118, 動鞭亞綱、植鞭亞綱 28, 魚綱 25, 27, 123, 129, 蛛形綱 27, 85, 108, 圓口綱 123, 158, 昆蟲綱 66, 腹足綱 111, 116, 螯綱 74, 鞭毛虫綱 28, 33, 纖毛虫綱 29, 39。

腦 52-80, 62, 78, 87, 93, 139, 150, 194, 腦足 195, 腦盾 150, 195, 腦室 134, 149, 194, 腦殼 159, 腦溝 194, 腦橋 196, 腦膜 197, 腦神經 134, 150, 197, 腦上腺 150, 192, 腦下腺 122, 150, 193, 195-5, 大腦 194, 216, 大腦半球 139, 149, 大腦皮層 195, 小腦 139, 150, 196, 200, 小腦髓 196, 中腦 195, 中、前後腦 191, 延腦 139, 150, 196, 200, 間腦 139, 150, 195, 腦之發生 194, 腦之功用 199。

膀胱 141, 159, 硬膀胱 159, 163, 膀胱方軟骨 141。

腰帶 137, 143, 160, 腰細頸目 102。

腸 60 (渦蟲), 67 (綱), 75 (蚓), 83 (蝦), 92 (蝗), 108 (蜘蛛), 119 (星魚), 132 (文昌魚), 137 (鯢), 144 (蛙), 167 (兔), 十二指腸 137, 144, 167, 大腸 92, 144, 小腸 81, 93, 167, 直腸 67, 93, 137, 144, 167, 空腸 167, 迴腸 137, 144, 167, 盲腸 75, 167, 結腸 167, 腔腸 51, 腸骨 141, 143, 161, 腸系膜 144, 腸蚶 64。

腹部 85, 91, 108, 119, 腹孔 132, 腹足 111, 腹根 134, 137, 198, 腹斜肌 143, 164, 腹褶 132, 腹竇 86, 腹鰭 132, 133。

腺細胞 53, 甲狀腺 187, 190, 汗腺 129, 150, 舌下腺、耳下腺 167, 考不腺 203-9, 卵殼腺 51, 卵黃腺 51-2, 64, 油脂腺 156, 盲腸腺 75, 直腸腺 61, 前列腺 51, 203, 212, 咽頭腺 75, 胃液腺 75, 胃粘腺 194-2, 消化腺 86, 112, 144, 167, 胰島腺 191, 腮腺 190-2, 臭腺 156, 紡錘腺 108, 副性腺 89, 95, 108, 副腎腺 151, 167, 189, 190, 193, 蛋白質腺 116, 唾液腺 91, 106-7, 會陰腺 212, 綠腺 87, 墨腺 116, 觸角腺 87。

腿 141, 160, 腿節 91。

蛾 101, 天蛾 102, 衣蛾 102, 蚊蛾 102, 袋蛾、麥蛾 102。

蜈蚣 84, 108-9, 234, 石蜈蚣 84。

莖 195 (大腦之莖如額葉、頂葉等), 葉甲莖 236, 葉鞘 108, 葉柄 102, 葉脈 6, 34,

葉總 105, 口前葉 74, 腦下葉 139, 150, 髓間葉 139。

蜂 102, 工蜂 105, 237, 后蜂 105, 胡蜂、葉蜂、姬蜂 102, 馬尾蜂、寄生蜂 109, 238, 蜜蜂 102, 235, 234, 237。

道, 口道 57, 83, 95, 154, 216, 肛門道 88, 95, 154, 216, 食道 61, 75, 85, 92, 108, 112, 116-7, 137, 144, 166, 食物道 163-4, 盲道 75, 陰道 61, 69, 95, 116, 208-9。

跳蚤 85, 103, 110, 跳蟲 96。

酶 13, 乳糖酶 168, 170-1, 脂肪酶 171, 胰蛋白酶 171, 胰澱粉酶 170-1, 麥芽糖酶 168, 170-1, 唾液澱粉酶 170-1, 硬脂酶 171, 腸腺酶、腸胃酶 171, 蔗糖酶 168, 170-1, 酪蛋白酶 170-1。

電荷 15, 電肌 239, 電儲 123, 239。

隔膜 57, 75, 81, 隔膜絲 67。

鼓膜 91, 125, 140, 203, 鼓室附 202。

鼠 128, 132, 鼠蚤 103, 110, 鼠疫 110, 守子鼠 241, 天竺鼠 128, 地鼠 129, 臭鼠 241, 松鼠 23, 123, 雙鼠 137, 153, 241, 豚鼠 128, 鼯鼠 240, 鼩鼠 129, 241。

十四畫

滲性 15。

滲透作用 15, 76, 93, 滲透壓 15。

熊 128, 234, 240, 白熊 貓熊 132, 浣熊 240, 瘧虫 29, 37, 103, 瘧疾、瘧蚊 17, 109。

毒丸 139, 151, 207-10, 毒丸小陷 210, 毒丸系膜 210, 毒丸疝 203, 210, 毒丸網 209, 210, 毒冠 210, 附毒冠 208, 毒丸下降 129。

種 22, 種質 10, 38, 207, 種擇說 243, 亞種 22-3, 純種雜種 223。

高 107, 皮老木管 209, 耳高 105, 骨小高 161, 眼高 108, 129, 137, 159, 燕窩 132, 卵圓高 174。

管, 入水管 112, 116, 入總水管 134, 138, 小水管 77, 中水管 139, 184, 內淋巴管 129, 151, 202, 加納管 207-3, 出水管 112, 116, 出總水管 134, 138, 平規管 139, 151, 202, 左磁管 108, 石管 118, 收集管 185, 血管 77, 197, 卵管 59, 62, 貝特管 151, 乳糜管 171, 兩性管 116, 枝氣管 93, 145, 166, 180, 盲管 80, 前腎管 151, 207, 哈氏管 162, 後腎管 184, 背血管 77, 迷走管 207, 射精管 61, 67, 93, 95, 氣管 99, 166, 180, 聽

脈發血管 177, 133, 消化管 134, 136, 216, 神經下血管 77, 神經管 123, 134, 154, 194, 216, 脊下淋巴管 149, 胸管 172, 176, 馬氏管 93, 108-9, 183, 淋巴管 149, 172, 177, 細尿管 51, 183-6, 細管管 77, 細精管 210, 間腦管 155, 勞勒管 62, 腎管 77, 134, 183, 韋爾芬管 139-40, 151, 184, 207-10, 217, 腹血管 77, 腸虹管 120, 180, 鼠蹊管 208, 墨勒管 140, 151, 184, 207-8, 210, 217, 蝸管 202, 歐氏管 151, 202, 輸尿管 139, 184-6, 輸卵管 61, 68, 80, 88, 95, 139, 151, 208-10, 217, 輸精小管 61, 139, 151, 210, 輸精管 61, 67, 80, 88, 95, 139, 151, 208-10, 217, 輸尿管 137, 144, 輸尿管 137, 144, 167, 187, 射管 40, 輸管 55, 119, 環管 113, 薛氏導水管 150, 194, 總上血管 113, 總心管 86, 環管 124, 顯維埃管 134, 139, 146, 217.

節 74, 節片 64, 節足 84, 節體 56, 肌節 133, 154, 胸節 85, 環節 74, 神經節 78, 87, 93, 108, 154, 198, 體節 74, 83, 99, 111, 154, 216.

精之產生 213, 精子 213, 精蟲 18, 37, 48, 54, 62, 81, 212, 精巢 36, 53, 61, 67, 80, 88, 95, 116, 206, 精漏斗 80, 116, 受精 18, 54, 61, 95, 114, 212.

膀胱 87, 114, 116, 145, 184-5, 203, 217.

膈 27, 180-1, 膈肌 164.

寄生營養法 17, 34.

蜜蜂 46, 105, 234, 236, 237.

蜻蜓 46, 97.

蝸蟻 24, 125, 239, 243, 飛蜥蜴 127, 魚蜥, 翼蜥 130, 鱉蜥 125, 195, 24,,

酸 167-70, 212, 乳酸 45, 172, 尿酸 17, 41, 172, 181, 尿酸 186, 脂酸 159, 氨基酸 17, 171-2, 186, 醋酸 43, 磷酸 164-3, 鹽酸 167, 酸性反應 40.

十五畫

層分 55, 215, 二細胞層 51, 三細胞層 58, 下層 216, 大腦皮層 149, 195, 中胚層 58, 67, 75, 81, 83, 95, 136, 153, 218, 中膠層 47, 52, 54, 內胚層 52, 54-5, 69, 75, 81, 83, 95, 153, 216, 外胚層 52, 54, 60, 68, 75, 83, 163, 216, 外殼層 112, 皮層 47-9, 生長層, 角質層 155, 胃層 47-49, 胚層 82, 骨小層 162, 真皮層 112, 齒層 195-5, 臟腑層 75, 216, 髓層 52,

75, 82, 5, 體壁層 75, 135, 216.

盤狀水母 55, 肉盤 91, 吸盤 58, 61, 64-5, 73, 81, 154, 胎盤 127-9, 219, 胃盤 215, 基盤 51.

線, 背線 66, 毒線 57, 尾線 6, 側線 66, 139, 染色線 9-10, 紡錘線 8, 41, 終線 193, 體線 66.

膜或骨 141, 161, 膜壁迷路 202, 羊膜 95, 126, 217, 肌腱膜, 肌纖維膜 163, 卵黃膜 38, 215, 卵巢系膜 210, 角膜 151, 204, 角質膜 33, 75, 166-7, 155, 角薄膜 39, 204, 胎膜 95, 217-8, 胚膜 95, 虹膜 1, 1, 204-5, 脈絡膜 151, 204, 骨膜 161-2, 殼膜 215, 處女膜 209, 軟膜, 硬膜 197, 細胞膜 5, 結膜 204, 絨毛膜 219, 鼓膜 94, 140, 151, 202-3, 漿膜 218-9, 蛛網膜 197, 視網膜 151, 204, 筋膜 163, 膈膜 57, 75, 膈膜 127, 151-2, 辜丸系膜 210, 腸系膜 144, 蓋膜 202, 質膜 6, 29, 鞏膜 151, 204, 緣膜 5, 133, 膈膜 140, 204, 246, 顫動膜 39, 41, 髓膜 197, 體腔膜 78, 83.

膠性物, 膠態 14, 膠態質 30.

蝌蚪 123, 154, 183.

蝗蟲 27, 85, 89, 95, 97, 109, 237.

蝦 84-5, 109, 蟹蝦 74, 240, 廢蝦 246.

蟲 99, 109, 陰毛蟲 99, 樹皮蟲 98, 雞蟲 93, 壁蟲 85, 101-10.

蝶 102, 木葉蝶 105, 240, 茶白蝶 102, 238, 斑蝶, 線蝶 233, 鳳蝶 102, 蝶骨 159, 蝶節骨 141.

蝸階 202, 蝸牛 27, 114-5, 117, 237, 耳蝸體 151, 202.

糊精 170.

質膜, 質體 6, 內質, 外質 30, 白質, 灰質 137, 139, 150, 195, 197, 液態質 30, 蛋白質 13, 168-72, 187, 珞瑯質 157, 種質 10, 35, 206-7, 膠態質 30, 齒質 81, 157, 體質 10, 35, 206.

適應 18, 237, 253.

齒 153, 155, 齒冠 157, 齒根 156, 齒脊 157, 齒骨 142, 齒帶 115-5, 齒質 81, 157, 一出齒 157, 再出齒 127, 157, 皮齒 133, 乳齒, 恆齒 157, 異齒性 129.

十六畫

凝集 178, 凝集素 179.

器官 10, 器官系統 155, 小器官(胞器) 10, 殘跡器官 246, 口器 85, 92, 103, 108, 反應器

79,200, 生殖器 64,135,151,207, 交配器 91,101,107, 味器 94,呼吸器 77,93,108, 144,180, 胞器 12,31,43, 哥帝器 202, 消化器 115, 137, 166, 紡織器 108, 消角器 106, 排遺器 53,60,83,109,134, 151, 207, 216, 產卵器 91, 術環器 86,93,134,146-7, 173, 集粉器 105, 視器 94, 139, 151, 204, 感受器 79,200, 感覺器 55,79,88,94,120, 150, 202, 嗅器 94, 139, 150, 調度器 79, 200, 聽器 91,94, 139, 150, 濾器 86,108, 觸器 81,94,133。

噴門 166, 噴門胃 86,108,144,166。

學,動物學各科學 1-3, 比較解剖 2,155,355, 245, 分類學 2,244,355, 生理學 2,155,247, 355,257, 生態學 2,234, 古生物學 2,249, 355, 地質學 3,117,243, 胚胎學 2,212,246, 355, 動物地理學 3,240,243, 遺傳學 2,222, 357。

學說,天擇說 213, 256, 動物發生律 53,246, 256, 先成論,學說 226, 死物發生論 19, 泡形或網形說等 14, 拉馬克學說 242, 孟德爾學說 224, 直生說 243, 活的發生論 19, 胎層論 256, 突變說 243,256, 特選論 18, 242, 細胞學說 5, 256, 種級學說 61,337, 進化論 2,212,244,356, 種擇說 243,256。

激酶素 187, 激應性 18,195。

樹皮 98, 樹枝突 53,199, 樹蜂 102, 樹洞 127,241。

槲櫟巢 196。

糖尿病 189,192-4, 六碳糖 164-5, 血糖 168, 乳化石 172, 麥芽糖 170-1, 單糖 141,170-2, 葡萄糖 172, 蔗糖 170-1。

蠟,蜂蠟 125,220, 泥蠟 125。

蠟燭 74,81, 蠟蟻 109,238。

褶,內褶 50-7,81,83,136,216, 腹褶 132, 體褶 153,215-3。

蹄 128,156。

單射相腔 51,118, 輻射官 40, 觸官 55,119, 靜水壓 31。

靜脈 113(蛙), 134(文昌魚), 139(鯊), 146(蛙), 174(哺乳類), 靜脈血 182, 靜脈血壓 177, 小靜脈 177, 皮下靜脈 149, 牛奇脈 176, 卵黃靜脈 217, 肝門脈 134, 139, 148,176,217, 肝靜脈 134, 149, 217, 前大靜脈 149,176, 前主靜脈 135,139,143,217, 腎門脈 139,148,174, 腎靜脈 139,149,176

腹靜脈 149, 頸靜脈 139,148。

頭 83,111,125,136,140, 頭足類 111,116, 頭胸甲 85, 107, 頭胸部 84-5, 107-8, 頭結 64-5。

駱駝 128,131,240,250, 駝鳥 126。

髓 10,136,161, 髓成骨 141,161, 髓腦 123-4, 136,140-1。

鴨 126, 鴨嘴魚 124, 鴨嘴獸 127,241。

龍虱 101, 龍頭蠶 131, 恐龍 130。

十七畫

壓力 234, 壓縮氣體 234。

排遺 105,239, 糞勢 239。

營養法 17,34,168-172, 營養虫 32,37, 營養細胞層 217。

聯合 219,230, 聯合 200。

蓋 85, 整足 85,107, 蓋板 108,234。

螺 111, 234, 248, 螺旋蟲 137, 浮游螺 137, 錫螺 111。

隱性 223-4,232。

點,肛門點 39-40, 盲點 264, 痛點 202, 黃地點 204, 感覺地點 40, 眼點 33,118,120。

龜 23,126, 龜頭 208-9, 龜齡目 125。

十八畫

儲能 16, 儲蓄泡 33, 儲精囊 61,67,60,208, 212。

叢,脈絡叢 150,195-6, 頸叢,腦叢 193。

擴散作用 15。

濾過作用 186。

聽覺 79,88,94,202。

蟲(幼蟲), 十二指腸蟲 226,65,69,70, 三葉蟲 118,249, 大足幼蟲 89,103, 大浮塵子 100, 大眼幼蟲 89, 五倍子蟲 100, 大鈎幼蟲 63, 介殼蟲 100,109, 天牛 101,109, 尺蠖 102, 105,232, 水蠅 51-5, 240, 水蠶 99, 水蠟蟲 100,109, 木目蛾 239, 包囊幼蟲 25-3, 毛蟲 102,238-9, 牛蛆蟲 239, 叩鐘蟲 101, 幼蟲 105, 甲蟲 101,109,237, 白蛉子 33, 163,109, 白蠟 98,109,237-3, 白蠟蟲 100, 血絲蟲 72, 住血蟹,肝螺 23,63-4,173, 成蟲 95,176, 竹節蟲 95,105, 衣魚 93, 兩囊幼蟲 49, 放屁蟲 101,232, 油葫蘆 97, 松毛蟲 102, 柱頭蟲 122, 肢端幼蟲 89,237, 金龜子 71,101,109, 痔瘡蟲 84,108,110, 紅鈴蟲 102, 蠶 99,109,237, 馬蠟蟲 238, 馬

蠅蟲 207, 浮浪幼蟲 55-3, 237, 臭蟲 97, 109, 238, 蚊 70, 103, 109, 237, 鈎蟲 84, 蚜蟲 100, 109, 237-8, 蚜蝨 100, 109, 蠅蟲 9, 23, 72, 6-1, 212, 238, 旋毛蟲 70, 寒蟬 104, 斑蝥 101, 潛蝨幼蟲 122, 潮蟲 20, 65, 51, 173, 194, 237, 黃蜂蛋蟲 101, 葉蟻蜂 102, 雷鳥幼蟲 62-3, 圓蟲 63, 73, 215, 搖尾幼蟲 63, 74, 轉頭蟲 71, 238, 蒼象 99, 239, 粘蟲 95, 97, 10, 109, 筒蟲 23, 63, 237, 241, 蜘蛛 27, 83, 108, 膠精蟲 100, 蜂蟲 27, 85, 60-95, 97, 109, 237, 擔子幼蟲 73-4, 111, 117, 蠅蟻 109, 237-8, 蚊蟲 102, 109, 蒼火皇 101, 蜂蟻 97, 蠟蟲 101, 109, 蜂蟻 53, 64-5, 72, 233, 蠟虫蟲 64, 蜂蟻 93, 墨尾蟲 101, 膠年蟲 84, 105, 236, 蜂蟻幼蟲 114, 蒼枝蟲 55, 241, 蠟毛幼蟲 62, 蠟毛蟲 109, 蒼尾幼蟲 65, 蠟絲蟲 63, 71, 蠟蟻 97。

體 141, 陸行性 128。
 雜交 222, 雜食性 237, 雜種 223。
 額角 85, 額骨 150-50, 額骨 193, 前額 64, 鞭毛 33, 鞭毛虫 33, 46, 72, 238, 241, 鞭毛室 18, 鞭 31, 115-6, 大額 85, 88, 90, 101, 109, 小額 85, 90, 101, 109, 毒額 85, 109, 額齒 116, 額 159, 枕蹠 159。

十九畫

屬 116, 生殖屬 108。
 獸 127, 原獸類, 後獸類, 真獸類 127, 大食蟻獸 237, 241, 羊 128, 131, 240, 貘 21, 128, 231, 刺狷 129, 39-40, 河馬 128, 241, 長臂猿 129, 241, 長頸鹿 241, 243, 指猴 129, 犀牛 128, 241, 臭鼩 240, 鹿 123, 240, 象 128, 131, 241, 250, 犀牛 129, 241, 豬猴 129, 豪豬 128, 蝙蝠 128, 236, 豬 128, 241, 駱駝 128, 131, 240, 250, 豬 21, 128, 241, 樹獼 127, 241, 獾 128, 241, 獼猴 129, 241, 鯨鯨 127, 234, 239-40, 鯨 127, 234, 麝 123, 240, 麝 128, 240, 麝 128, 240。
 瓣 57, 93, 112, 116, 瓣胃 166, 瓣幼蟲 114, 三尖瓣 174, 心瓣 147, 半月瓣 147, 174, 耳室瓣 147, 僧帽瓣 174, 縱瓣 147, 螺旋瓣 137。
 蟻蛉 24, 27, 125。
 蠅 103, 石蠅 93, 牛虻 103, 110, 牛疔蠅 113, 刺刺蠅 110, 果蠅 9, 247, 230, 241, 金翅

10, 寄生蠅 113, 食蚜蠅 103, 家蠅 103, 110, 馬蠅蠅 103, 蒼蠅 103, 110, 腐蠅 110, 蠅 64, 84, 107, 109, 蟹奴 243, 蟹蝦 74, 240, 蝶 122, 墨細胞 43, 50, 鯨魚 125, 241, 大鯨魚 125, 181, 虎紋鯨 125, 221, 龍鯨 125。

二十畫

竇, 血竇 66, 113, 肺竇 179, 209, 膈竇 86, 開心竇 85, 93, 側腦竇 83, 靜脈竇 134, 147, 149, 217。
 覺, 光覺 34, 80, 94, 味覺 79, 94, 212, 觸覺 94, 202, 204, 嗅覺 114, 102, 聽覺 79, 202, 觸覺 333, 94, 202。
 蝶類 125。
 觸 44, 51-2, 57, 62, 116, 118, 絲膜觸手 133, 觸角 90, 103, 116, 大觸角 35, 85, 90, 107, 小觸角 85, 83, 107, 觸球 202, 觸器 32, 94, 觸覺 79, 202, 觸覺 99, 112, 133, 觸觸 112, 觸 84, 87, 112, 116, 133, 134, 137, 觸毛 114, 觸孔 135, 144, 觸孤 137, 142, 觸室 87, 103, 觸傳 133, 觸裂 121, 131, 137, 觸絲 87, 114, 觸節肌 61, 觸管 87, 觸芽 114, 觸囊 122, 137, 內觸 外觸 144, 154, 皮觸 113, 板觸 123, 氣管觸 97, 齒觸 107。

二十一畫

屬 21, 亞屬 23。
 纖毛 39, 60, 154, 纖毛虫 39, 43, 纖毛幼虫 62, 纖維蛋白質 177。
 藻, 單球藻, 質球藻 203, 團藻 35, 203-7, 藍藻 35, 雜球藻 206。
 齒 132 (文昌魚), 136 (蟹), 齒槽骨 133, 尾齒 132, 136, 吞齒 125, 132, 136, 胸齒, 腹齒, 腎齒 136。
 雞 126, 雞蟲 93。

二十二畫

囊胚 54-5, 81, 83, 135, 113, 毛囊 156, 水胞囊 65, 交配囊 69, 肌肉囊 61, 卵黃囊 217-8, 卵囊 37, 108, 尿囊 125-7, 217-8, 胎育囊 119, 受精囊 61, 84, 38, 95, 盲囊 81, 103, 215, 胎囊 145, 胎門囊 119, 砂囊 75-6, 166, 胃育囊 92, 膀胱囊 150, 脈絡囊 139, 110, 陰囊 208, 210, 唾囊 75, 61, 92, 133, 橫膈囊 161, 202, 胎囊 11, 胎囊 11, 胎囊 137,

髓囊 187, 儲精囊 61, 67, 80, 208, 210, 囊管 137, 腎囊 137, 144, 167, 總囊 137, 體前囊 136。
 臟 臟壁層 75, 216, 臟腑神經 87, 心臟 76, 86, 93, 103, 133, 147, 173, 肝臟 137, 111, 167, 191-2, 肺臟 170, 180, 脾臟 176, 191-2, 腎臟 115, 183, 胰臟 137, 144, 169。
 鰓肢 108, 鰓腺 128, 鰓鬚 90。

二十三畫

變形虫 28-33, 43, 194, 205, 變形運動 16, 32, 變態 57, 95-6, 107, 123, 154。
 頭神經 223。

體板 193, 153, 215, 221, 體部 156, 184, 189, 體柱 141, 159, 體薄 136, 體膜 197, 體網 153, 215。

體 體 35, 體內寄生 58, 72, 109, 239, 體腔 72, 75, 80, 82-4, 119, 體腔液 119, 體腔膜 78, 83, 體腔囊 135, 216, 體蟲 99, 237, 體節 74, 154, 216, 體質 35, 206, 體壁層 75, 216, 體環 81, 一體、二體、四體 213, 二分體 31, 41, 206, 子體 41-3, 206, 子羣體 33, 中心體 6, 212, 內體 33, 41, 分體 17, 水螅體 65, 毛狀體 203, 切齒 21, 四疊體 194-5, 生殖體 55, 多孔體 203-9, 耳蝸體 151, 202, 204, 207, 抗體 73, 178, 253, 乳頭狀體 195, 拉須吸體 36, 78, 性染色體 227-31, 松果體 195, 垂體 189, 胃體 165, 海綿體 2, 8-9, 染色體 7-8, 54, 215, 226, 230, 244, 牽狀體 195, 斷裂體 151, 斷肢體 194, 馬氏體 185-3,

高爾基體 6, 33, 接合體、接合後體 41, 粒絨體 6, 細胞體 5, 晶狀體 151, 196, 205, 杯體 53, 213, 黃體 189, 191-2, 211, 雌雄同體 53, 61, 80, 雌雄異體 64, 66, 節體 53, 圓盤體 185, 腎體 6, 橫紋體 195, 橄欖體 193, 縱分體 34, 鞭狀體 193, 鞭狀體 116, 體染色體 227。

鱗片 85, 101, 鱗翅目 101, 鱗狀骨 142, 159, 161, 鱗蜥目 125, 鱗翼 74, 硬鱗 123, 橋鱗 123, 136。

二十四畫

翼 37, 46, 翼紅翅 239。

翼長類 129, 155。

翼 84, 108。

鹽分 233。

鹽 12, 34。

鹽 22。

二十五畫

額骨 159-60。

額 128, 240。

額鉗式 94, 額鉗卵 220。

鵝鶯 126, 132。

二十六畫

額回 195, 199, 額肌 143, 164, 額骨 159, 額葉 195。

鱧 125, 131, 240, 揚子江鱧 125, 131, 鱧鱗 125, 193。

編 者 後 語

際此第九年抗戰國際風雲緊張之時，艱難困苦，本書得能出版，當由國立編譯館與商務印書館兩方助力，有以致之。對於後者，排字與圖版能依作者意設法改善，感謝尤深！惟物力與人力，俱感困難，不完善處尚多，例如文字與插圖，力求簡省，不重要學名等，盡行刪除，西文字遇有前行字者，概從縮寫，前面已見者，即不重提。均所以省地位省人工也。書中重要名詞，應印重體字者，均由~~~~符號表示之。書後附錄動物學字彙，係就管見選擇千餘字為初學應知者，可免檢查專書之勞，詳列每字重音、字源、意義等，惟發音符號未能排入，普通字典可查得字如 skin blood bon^o 等等概從略。中文索引檢查困難，今集合相同字，檢查或可稍稍便利，例如家蠅果蠅均列「蠅」字下，但同時在「家」「果」字下，亦可查得，用時較便耳。凡集全字，在檢查筆順中有者應印重體字，今因缺少鉛字，未能照排，此項索引編纂，最為困難，作者耗時月餘，掛漏尚多，書中文字經作者細校二次，訛誤遺漏，難能倖免，如承指示，無任感激。

陳 義

三十四年八月二日

