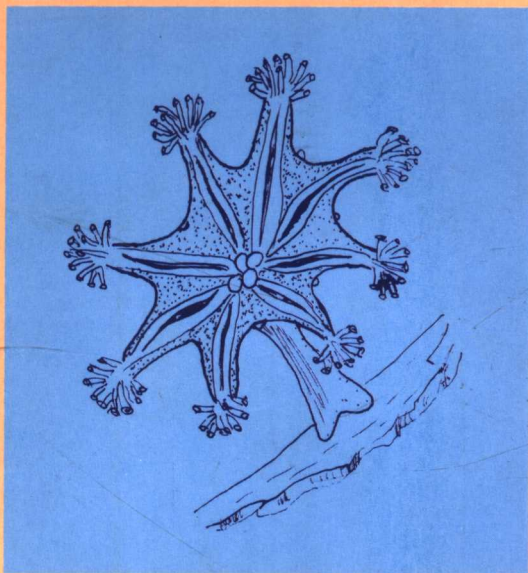


# 無脊椎動物學

(上冊)

任淑仙 編著



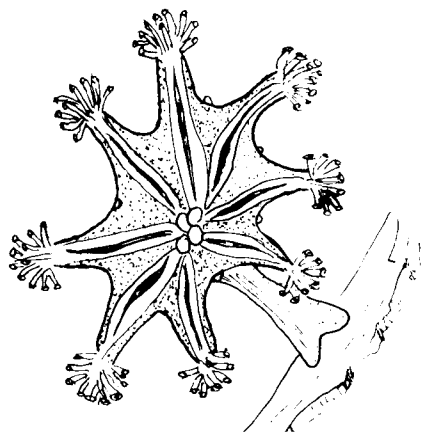
1  
233

 淑馨出版社

# 無脊椎動物學

(上冊)

任淑仙 編著



 淑馨出版社

# 前 言

無脊椎動物學是生物學的一個基礎分枝，它包括許多的動物類羣，已有完整的體系。近幾十年來隨著生物學的迅速進展，在其內容上也有許多更新之處，如何把這些新進展反映在教學中、開闊學生視野、增加學生學習的興趣及積極性，促使我們進行了一些教學改革的嘗試；即由學生先在自學的基礎上進行實驗，掌握代表動物的形態與生理，在實驗的基礎上再由教師講授、以動物的系統演化為主軸，講述不同類羣動物形態及生理的多樣性、生態的適應性、機能結構的進化水準，以加強學生對基本理論的掌握及應用，經過幾年的教學實踐，效果較好，在此基礎上編寫了這本書。

在編寫中盡量地反映近年來動物學研究的新成果，採用了新的分類系統，對變動較大的門類在內容上做了適當的補充，對新設立的門類做了較多的介紹。以綜述為主，將形態、生理及生態等內容揉合在一起，著重介紹動物的生活及進化發展水準，以便從橫觀及縱觀上擴充學生的知識領域，為從事生物學工作打下堅實的基礎。

全書分為上、下兩冊出版，上冊包括原生動物、海綿動物、腔腸動物、扁形動物、假體腔動物及軟體動物等章，下冊包括環節動物、節肢動物、棘皮動物及一些小門。

編寫中得到了陳閱增教授、張宗炳教授二位師長的指導，承蒙陳先生審閱了全文，楊安峯教授審閱了部分章節。責任編輯李蕙蘭同志也提了寶貴意見，丁永彬同志幫助翻拍照片，我的研究生遠立江同志繪製了部分插圖，沒有他們的幫助本書是難以完成的，在此謹致謝意。

由於本人水平所限，缺點錯誤在所難免，敬希動物學界的前輩、同行及廣大讀者予以指正，不勝感謝。

編 者

1989年2月於北京大學

# 目 錄

<b>第一章</b>	<b>緒論</b> .....	1
第一節	動物學及其發展.....	1
第二節	生物的界級分類.....	4
第三節	生物的地層記錄及地質年代.....	7
<b>第二章</b>	<b>原生動物門(Protozoa)</b> .....	9
第一節	原生動物的一般形態、生理及分綱.....	9
第二節	鞭毛蟲綱(Mastigophora) .....	17
附	蛙片蟲綱(Opalinata) .....	31
第三節	肉足蟲綱(Sarcodina) .....	32
第四節	孢子蟲綱(Sporozoa) .....	43
第五節	絲孢子蟲綱(Cnidospora) .....	53
第六節	纖毛蟲綱(Ciliata) .....	56
<b>第三章</b>	<b>後生動物的起源與進化</b> .....	76
第一節	後生動物的組織分化.....	76
第二節	後生動物的發生學及形態學特徵.....	86
第三節	後生動物的起源.....	96
第四節	動物界的簡要分類.....	99
<b>第四章</b>	<b>海綿動物門(Spongia)</b> <b>或多孔動物門(Porifera)</b> .....	102
附	<b>中生動物門(Mesozoa)</b> .....	120
<b>第五章</b>	<b>腔腸動物門(Coelenterata)及</b> <b>櫛水母動物門(Ctenophora)</b> .....	124
第一節	腔腸動物的一般形態、生理及分綱.....	126
第二節	水螅綱(Hydrozoa) .....	138
第三節	鉢水母綱(Scyphozoa) .....	152
第四節	珊瑚綱(Anthozoa) .....	158

第五節	櫛水母動物門(Ctenophora) .....	174
<b>第六章</b>	<b>扁形動物門(Platyhelminthes)、紐形動物門(Nemertinea)</b> <b>及顎胃動物門(Gnathostomulida) .....</b>	<b>180</b>
第一節	扁形動物的一般形態、生理及分綱 .....	181
第二節	渦蟲綱(Turbellaria) .....	197
第三節	吸蟲綱(Trematoda) .....	203
第四節	絛蟲綱(Cestoda) .....	225
第五節	寄生物與寄主的相互關係 .....	238
第六節	紐形動物門(Nemertinea) .....	240
第七節	顎胃動物門(Gnathostomulida) .....	249
<b>第七章</b>	<b>假體腔動物(Pseudocoelomata) .....</b>	<b>251</b>
第一節	腹毛動物門(Gastrotricha) .....	251
第二節	輪形動物門(Rotifera) .....	255
第三節	動吻動物門(Kinorhyncha) .....	266
第四節	線蟲動物門(Nematoda) .....	267
第五節	線形動物門(Nematomorpha) .....	292
第六節	棘頭動物門(Acanthocephala) .....	295
第七節	內肛動物門(Entoprocta) .....	298
<b>第八章</b>	<b>軟體動物門(Mollusca) .....</b>	<b>302</b>
第一節	軟體動物的一般形態、生理及分綱 .....	302
第二節	單板綱(Monoplacophora) .....	309
第三節	多板綱(Polyplacophora) .....	310
第四節	無板綱(Aplacophora) .....	313
第五節	腹足綱(Gastropoda) .....	314
第六節	雙殼綱(Bivalvia) .....	342
第七節	掘足綱(Scaphopoda) .....	361
第八節	頭足綱(Cephalopoda) .....	363
第九節	軟體動物的起源及經濟價值 .....	381

# 第一章 緒 論

## 第一節 動物學及其發展

動物學是研究動物的生命現象及其發生發展規律的科學。具體地說它既包括形態、解剖的內容，也包括動物的新陳代謝、生長發育、衰老死亡、遺傳進化、與環境的相互關係等內容。動物學是人類在自然界生存鬥爭中對動物不斷認識、利用與改造的知識總結，所以它是來自人類的生產實踐及科學實驗。

動物學是生物科學的一個分支，也是一個基礎學科。因為動物的種類繁多，約有150萬種左右，生命現象複雜，由它必然派生出許多學科，涉及生物學的各個領域。例如專門研究動物的形態結構的有形態學（morphology）、解剖學（anatomy）、組織學（histology）、細胞學（cytology）、分類學（taxonomy）；研究其動態變化的有生物化學（biochemistry）、生理學（physiology）、胚胎學（embryology）、遺傳學（genetics）、進化論（evolution）；研究動物與環境相互關係的生態學（ecology）；研究已滅絕動物的古動物學（paleontology）；由低等到高等分門別類研究整個動物界的系統動物學（systemal zoology）；如果是以不同的動物類群作為研究對象，動物學又可分為原生動物學（protozoology）、蠕蟲學（helminthology）、寄生蟲學（parasitology）、貝類學（malacology）、昆蟲學（entomology）、魚類學（ichthyology）、鳥類學（ornithology）、哺乳動物學（mammalogy）等；如果所研究的動物身體的背部都有一根起支持作用的脊柱，則是脊椎動物學（vertebrate zoology），身體的背部沒有脊柱的則是無脊椎動物學（invertebrate zoology）。無脊椎動物包括了由簡單到複雜、由低等到高等的許多門類的動物，占動物種類總數的95%，本書就是系統的講述無脊椎動物。

人類對動物的認識很早就有了記載，積累了動物學的基本內容。我國早在公元前21—11世紀、我國最古老的文字甲骨文中就記述了家畜及家禽

的內容，公元前11世紀我國的《爾雅》一書中就有了蟲、魚、鳥、獸、畜等分類知識的描述。在公元前8—2世紀時，我國的農牧業已相當的發展，在植物栽培技術、動物飼養技術方面已培育及篩選了許多優良品種、對人類做過很大貢獻。到公元6世紀時，我國的《齊民要術》一書對當時的栽培技術及飼養技術做了系統的總結。到明朝的李時珍發表了《本草綱目》一書（1596），書中記述了2000多種動、植物，全書共分52卷、有1100多幅插圖，其中記述的動物有400多種。這本馳名中外的鉅著是我國分類學上的一部偉大著作，為當時生物學水平的總結。長期以來，我國封建制度的束縛，特別是近百多年以來，我國處於半殖民地的統治之下，極大地阻礙了科學技術的發展，使我們的科學技術，也包括生物學處於落後狀態。

西方的生物科學奠基於希臘的亞里斯多德（Aristotle）（公元前384—322年）。他被譽為動物學之父。早在公元前3世紀時，他就對動物進行了分類，描寫了454個種。在15世紀之後，西方進入了文藝復興時期，西方的生物科學也隨著工業、農業及科學技術的發展而發展起來，並逐漸在世界上處於領先地位。從這以後對動物學的發展做出過偉大貢獻的西方生物學家列於下表。

自從19世紀末葉到20世紀初葉，生物學的發展相當迅速，在各個領域中積累了大量新的資料，隨之，生物學的分科也越分越細，研究的領域也逐漸深化。特別是近30多年來，電子顯微鏡的發明、現代數學、化學、物理學、電子學及計算機等學科與技術的大量滲入，使生物學的發展異常迅速，生物學由宏觀或微觀的研究進入到亞微觀的研究、以致進入到分子水平的研究，在此基礎上建立了分子生物學、分子遺傳學、量子生物學、仿生學等一批新學科。另一方面新學科的建立又推動了基礎學科的發展。以經典的分類學為例，過去是以形態學作為分類的基礎，從宏觀上判斷物種間的親緣關係，而當前將生物化學、遺傳學、免疫學等引入分類學，即對某些物種在分子或接近分子水平上進行分類。例如利用染色體在不同基因位點上具有相同催化功能的一種酶，稱為同工酶（isozyme），表現出不同的生化表型，根據同工酶譜的差異和酶活性的高低，來作為種屬鑑定的重要手段；近年來更利用分子生物學的方法來研究物種的分類地位及生物的演化，例如比較遺傳物質DNA的物理圖譜、DNA分子的核苷酸序列的異

約翰·雷 J. Ray	1627—1705	英國	確立了「物種」的概念，劃分了「種」、「屬」及其他分類等級的範疇。
列文虎克 A. V. Leeuwen- hook	1632—1723	荷蘭	發明了顯微鏡，被譽為原動物之父。
林奈 C. Linne	1707—1778	瑞典	建立了物種的雙名命名法，奠定了現代分類學的基礎。
拉馬克 J. B. Lamarck	1744—1829	法國	提出了物種進化思想，對無脊椎動物分類學做了貢獻。
施萊登 M. Schleiden 施旺 T. Schwann	1804—1881 1810—1882	德國	發現細胞是動、植物的基本結構單位，奠定了細胞學說。
達爾文 C. R. Darwin	1809—1882	英國	從自然選擇觀點、確立了進化論，發表了《物種起源》一書。
赫克爾 E. Haeckel	1834—1919	德國	澄清了許多無脊椎動物的親緣關係。
海曼 L. Hyman	1888—1969	美國	對無脊椎動物及其親緣關係做了系統的敘述及總結。

同以及通過分子雜交技術來分析種屬的親緣關係；還有研究血紅蛋白的合成和調控，即根據血紅蛋白鏈上氨基酸數量的變異來推算出不同物質在進化上分歧的年代，從而確定物種的分類地位及物種間的親緣關係；利用細胞色素 C 的多肽鏈中氨基酸排列順序的不同來判斷物種間的親緣關係，其相似程度越大、其親緣關係越相近；利用免疫學的方法，即抗原與抗體的特異性血清反應，來分析免疫交叉物的結構和特性來比較物種間的親疏；用細胞分化和細胞分裂過程中，其染色體帶型的異同來確定物種的異同或親緣關係。總之，近代生物學的發展使經典的分類學同時建立在形態生態、生理生化及分子學水平上，使分類學更客觀真實、細微準確地反映



出動物界自然進化的歷程。

當然，分類學研究方法的改變，僅僅是現代生物學推動經典學科的一個例證，現代生物學的發展必然會衝擊、滲透到各領域，給人類的生產實踐開創新的局面，它將更迅速的推動人類改造自然的進程。

## 第二節 生物的界級分類

生物的分界是隨著科學發展的水平在不斷地改變及深化的。在林奈的時代，對生物的觀察僅限於肉眼所能看到的特徵及區別，那時生物界僅分為植物界（*Plantae*）與動物界（*Animalia*）兩大世界。到19世紀中葉，霍洛（Hogg, 1860）及赫克爾（1866）提出了生物的三界系統，即原生生物界（*Protista*）、植物界與動物界，其中原生生物界包括單細胞動物，藻類及真菌，他們的三界系統反映了單細胞生物與多細胞生物的區別。直到1959年魏泰克（Whittaker）提出了四界系統，即原生生物界、真菌界（*Fungi*）、植物界與動物界。其中原生生物界包括了細菌、藍藻及原生動物，將真菌獨立成一界。1974年李代爾（Leedale）又提出了原核界（*Monera*），其中包含細菌及藍藻，仍為四界系統，即原核界、植物界、真菌界及動物界。以後魏泰克又在李代爾的基礎上提出了五界系統，即原核界、原生生物界、植物界、真菌界及動物界。以後又有人主張病毒也應獨立成界，例如我國的植物學家胡先驕（1965）提出在界級之上應設總界（*Superastatus*），他將病毒列為始生總界（*Protobiota*），其他生物為胞生總界（*Cytobiota*）。1979年我國昆蟲學家陳世驥將生物分為3個總界，即非細胞總界，包括病毒界；原核總界，包括細菌界及藍藻界；還有真核總界，包括植物界、真菌界及動物界，共為六界。目前生物學家較多地接受五界系統或六界系統，但其內容各家略有出入。總之，不同的生物獨立成界，都應有其客觀的分界特徵，這些基本特徵是：

關於病毒是否獨立成界，目前生物學家還有不同的看法。有人認為病毒不能獨立生存、不能獨立的進行新陳代謝、而必須寄生於其他生物的細胞內才能生存，所以不能認為是生物，而僅是核酸的片段，所以不能獨立成界。也有人認為病毒內含有核酸物質DNA或RNA（在一種病毒中僅有其中的一種核酸），他們使用著與其他生物共同的遺傳密碼，能在寄主細

胞內複製自己，進行繁殖，所以是有生命的物質，是代表著生命進化到非細胞結構的階段，所以應該獨立成界。

**原核生物界** 包括細菌及藍藻，原核生物的細胞是細胞結構的初級階段。細胞內沒有核膜，DNA 分子結構成環狀位於細胞質中，細胞內也沒有膜細胞器，如線粒體、內質網、高爾基體等，細胞壁含有粘多肽複合物，細胞行無絲分裂，這種細胞稱原核細胞，由這種細胞構成的生物稱原核生物。

**原生生物界** 包括單細胞動物及藻類，是具有真核的單細胞生物，或單細胞群體。它已進入細胞結構的高級階段，因為它具有染色體、DNA 分子成線狀排列、形成細胞核、核的外層有雙層結構的核膜包圍，細胞內具有細胞器，細胞行有絲分裂。藻類如具細胞壁，則由纖維素及果膠組成。

**真菌界** 包括真菌，是真核生物，大多數像植物一樣營固著生活，細胞壁由纖維素及甲殼組成，沒有葉綠體，不能行光合作用，營腐生或寄生生活。

**植物界** 是多細胞的真核生物，具葉綠體、行光合作用，營固著生活。細胞壁為纖維素組成，細胞質內常具大的中心液泡，具繁殖組織或器官，有明顯的世代交替或發育階段。

**動物界** 行攝食營養的多細胞真核生物，無細胞壁，由肌肉收縮引起運動，具有神經系統，能對刺激產生反應，以協調與環境的平衡。

如果生物界按上述六界系統劃分（圖1-1），那麼六界系統反映了生物進化的幾個階段：即由病毒界所代表的非細胞階段，也是最原始的生命階段，進化到由原核生物所代表的初級細胞階段，再進化到原生生物界代表的真核的單細胞階段，即細胞結構的高級階段，最後再進化到真核多細胞階段，由植物界、真菌界及動物界所代表。六界系統還反映了3種營養類型的進化：即吸收式的腐食性營養類型（病毒界、絕大部分的原核界、真菌界、部分的原生生物界）；行光合作用的自養類型（藻類、植物界、部分原生生物界）；行攝食性營養類型（大部分的原生生物界、動物界）。這種劃分似乎既反映了生物進化過程的歷史階段，又反映了生物的營養方向，是有其優點的，所以被多數動物學家所接受。

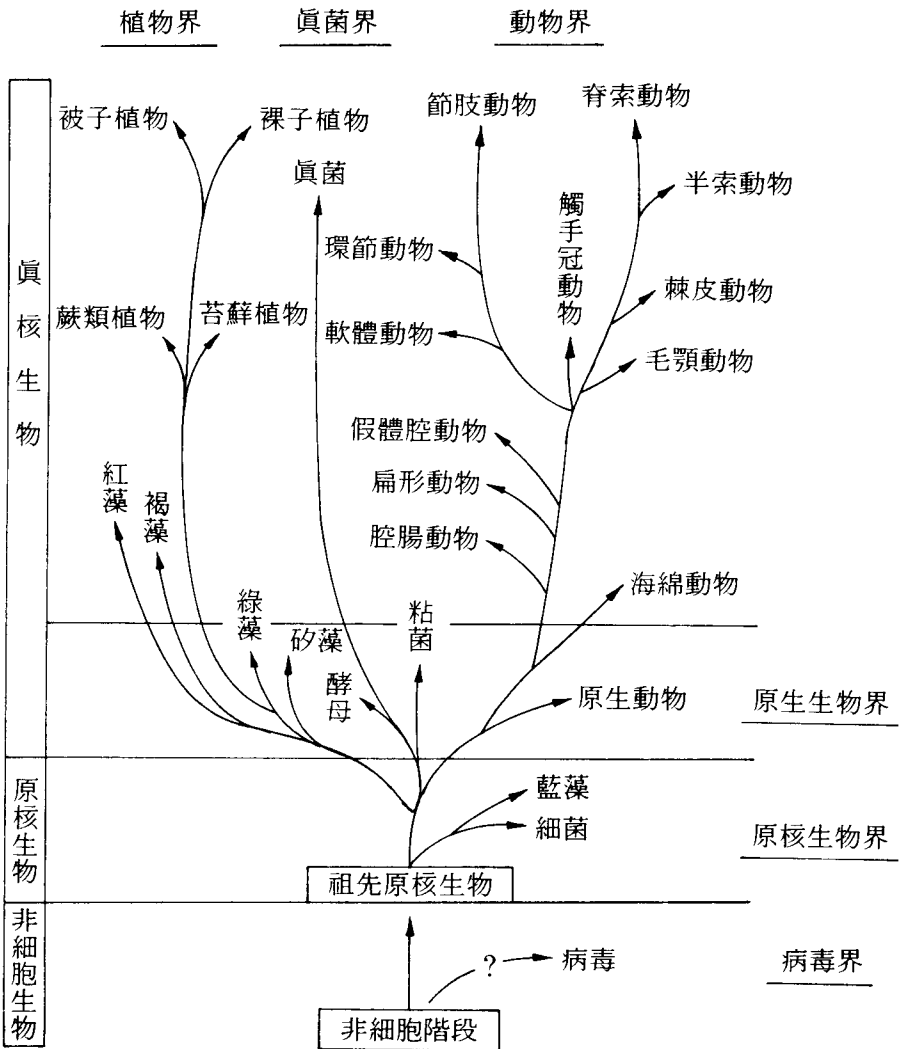


圖1-1 生物的分界

無論劃分為五界系統或六界系統、將原生物獨立成界也會帶來一些概念上的混亂，這樣，動物界就不再包括原生動物，植物界就不再包括單

細胞藻類。而事實上單細胞動物（或原生動物）與動物界的所有動物有著共同的生命現象，例如取食營養、呼吸、排泄、繁殖等生理功能。而單細胞藻類與其他植物也有著共同的生命現象，例如光合作用、繁殖方式與階段等，它們之間是難以截然劃分的，如果將原生生物不獨立成界，將其中單細胞動物歸入動物界，其中的藻類歸入植物界，這樣可以使每個界更完整，而將生物劃分為五界，即病毒界、原核界、植物界、真菌界及動物界五界系統。至於像眼蟲這類動物，它具有葉綠體、能行自營養；它又像真菌能行腐生性營養；又具有鞭毛能夠運動。所以它既有植物界、真菌界的特徵，又有動物界的特徵。說明了低等真核生物的原始性，也說明了生物發展進化的連續性。所以植物學家將眼蟲這類動物看作是植物；而動物學家將它看作是動物，都各有道理。本書是按病毒界、原核生物界、植物界、真菌界及動物界五界系統的觀點來敘述的。

### 第三節 生物的地層記錄及地質年代

從生物的分界中我們已經看到生物是隨著時間的推移在不斷地發展變化著，這可以由生物死亡後其遺體在地層中的保存或被礦物質浸潤而形成的化石得到證明。從對化石的研究可以看到不同類群的生物會出現在不同的地層中，越原始、低等的生物出現在越古老的地層中，越高等的生物出現在越年輕的地層中；也可以看到一些生物化石出現在漫長的地質年代的地層中，另一些生物化石出現在很短促的地質年代的地層中，這些生物化石都記錄了各種生物在地球上出現、繁盛及滅絕的時間，記錄了它們的演化，從而使我們能夠由生物的發展進化中了解生物。

從所發現的化石可以看到，凡是那些具有骨骼或外殼的動物，越易於被保存成化石，例如原生動物的有孔蟲及放射蟲類，腔腸動物的珊瑚類，軟體動物，節肢動物，棘皮動物及脊椎動物等；而身體柔軟、沒有外殼或骨骼的動物不易於形成化石，例如一些原生動物，腔腸動物的大多數水螅類及水母類，以及蠕形動物等。這說明地層中保存的化石不是動物發展歷史的全部記錄，它只能從總體上提供生物演化的進程，而不能具體地說明每一類動物的演化過程。

表1-1說明地質年代的劃分及化石記錄的生物發展演化的概況。

表1-1 地質年表及生物發展概況

代 (Era)	紀 (Period)	距今年數 (百萬年)	植 物	無脊椎動物	脊椎動物
新生代 (Caenozoic)	第四紀 (Quaternary)	1.5-2	被子植物繁盛	接近現代動物類群	出現人類
	第三紀 (Tertiary)	65		節肢動物與軟體動物繁盛	哺乳動物繁盛， 鳥類興起
	白堊紀 (Cretaceous)	138	被子植物興起	菊石類滅絕，昆蟲類擴展	哺乳類鳥類初現
中生代 (Mesozoic)	侏羅紀 (Jurassic)	180	裸子植物繁盛	菊石類繁盛，昆蟲興起	爬行類繁盛
	三疊紀 (Triassic)	230		海洋動物減少，腕足類衰老，六放珊瑚出現	
	二疊紀 (Permian)	280	蕨類植物繁盛	三葉蟲、板足蟹滅絕，菊石類興起，海百合衰退	爬行類興起
古生代 (Palaeozoic)	石炭紀 (Carboniferous)	345	蕨類植物興起	海百合繁盛，昆蟲及肺螺初現	兩棲類繁盛， 爬行類初現
	泥盆紀 (Devonian)	405	裸子植物初現	板足蟹繁盛，淡水蚌、蜘蛛初現，三葉蟲衰退	兩棲類初現， 淡水魚繁盛
	志留紀 (Silurian)	440	蕨類植物初現	珊瑚，腕足類繁盛，陸生脊椎動物初現	魚類初現
	奧陶紀 (Ordovician)	500	藻類植物繁盛	鸚鵡螺、三葉蟲繁盛，珊瑚、海百合、腕足類初現	甲冑魚初現
	寒武紀 (Cambrian)	600		主要門類出現，海綿動物、三葉蟲、腕足類較多	
元古代 (Proterozoic)	前寒武紀 (Precambrian)	2000	細菌、藍藻		
太古代 (Archaean)		4600— 6000	32億年前出現 古代藍藻及細菌		

## 第二章 原生動物門 (Protozoa)

原生動物是動物界中最原始、最低等的一類動物，它們大多是單細胞的有機體。從細胞結構上看，原生動物的單細胞相似於多細胞動物身體中的一個細胞，它也可以區分成細胞質 (cytoplasm) 及細胞核 (nucleus)，細胞質的表面還有細胞膜 (cell membrane) 包圍。從機能上看，原生動物的這個細胞又是一個完整的有機體，它能完成多細胞動物所具有的生命機能，例如營養、呼吸、排泄、生殖及對外界刺激產生反應，這些機能由細胞或由細胞特化而成的細胞器 (organelles) 來執行。所以不同的細胞器在機能上相當於多細胞動物體內的器官及系統。它們是在不同的結構水平上執行著相同的生理機能。構成原生動物的這個細胞在結構與機能上分化的多樣性及複雜性是多細胞動物中任何一個細胞無法比擬的，所以從細胞水平上說，構成原生動物的細胞是分化最複雜的細胞。

極少數原生動物是由幾個或許多個細胞組成，細胞之間可能沒有形態與機能的分化，也可能出現了初步的形態機能的分化，但每個細胞仍然保持著一定的獨立性，我們把這類原生動物稱為群體 (colony)，例如盤藻 (*Gonium*)、雜球藻 (*Pleodorina*) 等。

### 第一節 原生動物的一般形態、生理及分綱

#### 一、一般形態及生理

絕大多數的原生動物是顯微鏡下的小型動物，最小的種類體長僅有2—3  $\mu\text{m}$ ，例如寄生於人及脊椎動物網狀內皮系統細胞內的利什曼原蟲 (*Leishmania*)，大型的種類體長可達7cm，例如海產的某些有孔蟲類 (Foraminifera)，淡水生活的旋口蟲 (*Spirostomum*) 可達3mm，新生代化石有孔蟲例如錢幣蟲 (*Nummulites*) 竟達19cm，這是原生動物在個體大小上曾經達到過的最大記錄。但是大多數的原生動物體長在300  $\mu\text{m}$  以下，例如草履蟲 (*Paramecium*)，在150-300  $\mu\text{m}$  之間。

原生動物的體形隨種及生活方式表現出多樣性，一些種類身體沒有固定的形態，身體的表面只有一層很薄的原生質膜（plasmalemma），因而能使細胞的原生質流動而不斷地改變體形，例如變形蟲（*Amoeba*）。多數的種類有固定的體形。眼蟲（*Euglena*）由於體表的細胞膜內蛋白質增加了厚度及彈性形成了皮膜（pellicle），使身體保持了一定的形狀。皮膜的彈性使身體可以適當的改變形狀。衣滴蟲（*Chlamydomonas*）的細胞外表是由纖維素及果膠組成，因而形成了和植物一樣的細胞壁，體形不能改變。原生動物的體形與生活方式相關，例如固著生活的種類，身體多呈錐形、球形，有柄，柄內有肌絲纖維，可使蟲體收縮運動，鐘形蟲（*Vorticella*），足吸管蟲（*Podophrya*）就是這種體形。漂浮生活的種類，身體多呈球形，並伸出細長的偽足，以增加蟲體的表面積，例如輻射蟲（*Actinosphaerium*）及某些有孔蟲。營游泳生活的種類，身體呈梭形，例如草履蟲（*Paramecium*）。適合於底棲爬行的種類，身體多呈扁形，腹面纖毛聯合形成棘毛用以爬行，例如棘尾蟲（*Stylonychia*）。營寄生生活的種類或者失去了鞭毛，如利什曼原蟲，或者鞭毛藉原生質膜與身體相連形成波動膜（undulating membrane），以增加鞭毛在血液或體液中運動的能力，例如錐蟲（*Trypanosoma*）。

一些種原生動物能分泌一些物質形成外殼或骨骼以加固體形，例如薄甲藻（*Glenodinium*）能分泌有機質，在體表形成纖維素板；錶殼蟲（*Arcella*）能分泌幾丁質形成褐色外殼；砂殼蟲（*Diffugia*）能在體表分泌蛋白質膠，再粘著外界的砂粒形成一砂質殼；有孔蟲可以分泌碳酸鈣形成殼室；而放射蟲類（*Radiolaria*）可在細胞質內分泌形成幾丁質的中心囊，並有矽質或鋁質骨針伸出體外以支持身體，例如等棘骨蟲（*Acanthometra*）。

原生動物的細胞質可以分為外質（ectoplasm）和內質（endoplasm）。外質透明清晰、較緻密，內質不透明，其中含有顆粒。在變形蟲中這種區分很明顯，並能看到外質與內質可以互相轉化。由外質還可以分化出一些細微結構，例如腰鞭毛蟲類可分化出刺絲囊（nematocyst）；絲孢子蟲類可分化出極囊（polar capsule）；纖毛蟲類可分化出刺絲泡（trichocyst）、毒泡（toxicyst）；這些結構在受到刺激時，可放出長絲以麻

醉或刺殺敵人，或用以固著，具有攻擊和防衛的功能。一些纖毛蟲類外質還可分化成肌絲（myoneme），肌絲是由許多可收縮的纖維組成，例如鐘形蟲的柄部、外質也參與構成運動細胞器，例如鞭毛、纖毛及偽足等。

內質中包含有細胞質特化形成的執行一定機能的細胞器，例如色素體（chromatophore）、眼點（stigma）、食物泡（food vacuole）、伸縮泡（contractile vacuole）等以及細胞結構、線粒體、高爾基體等。

原生動物的細胞核位於內質中，除了纖毛蟲類之外，均有一種類型的核。在一個蟲體內，核的數目可以是一個或多個。在電子顯微鏡下觀察證明核的外層是一雙層膜結構，其上有小孔，可使核基質與細胞質相溝通。核膜內包含有核基質、染色質及核仁。如果核內染色質豐富、均勻而又緻密的散布在核內，這種細胞核稱為緻密核（massive nucleus），如果核質較少，不均勻的散布在核膜內，這種核稱為泡狀核（vesicular nucleus）。纖毛蟲具有兩種類型的核，大核（macronucleus）與小核（micronucleus）。其大核是緻密核，含有RNA，有表達的功能；小核通常是泡狀核，含有DNA，無表達功能，與纖毛蟲的表型無關，而與生殖有關，也稱生殖核。

原生動物的運動是由運動細胞器進行，運動細胞器有兩種類型，一種是鞭毛（flagellum）及纖毛（cilium）；一種是偽足（pseudopodium），它們運動的方式不同。

鞭毛與纖毛從結構與機能上兩者沒有明顯的區別，用電子顯微鏡的觀察證明它們的結構是相同的，只是鞭毛更長（5—200  $\mu\text{m}$ ）、數目較少（多鞭毛蟲類除外），多數鞭毛蟲具有1—2根鞭毛。纖毛較短（3—20  $\mu\text{m}$ ）、數目很多。鞭毛與纖毛的直徑是固定的，兩者直徑的差別在0.1—0.3  $\mu\text{m}$ 之間。鞭毛的擺動是對稱的，包括幾個左右擺動的運動波；纖毛的運動是不對稱的，僅包括一個運動波。

鞭毛與纖毛的外表是一層外膜，它與細胞的原生質膜相連（圖2-1A），膜內共有11條縱行的軸絲，其中9條軸絲從橫斷面上排成一圈，稱為外圍纖維（peripheral fibrils）。每條外圍纖維是由兩個亞纖維（subfibrils）組成雙聯體（圖2-1B），其中一個亞纖維不成管狀，斷面看具有兩個腕，腕的方向均為順時針排列。在9條外圍纖維的中間有兩條中心纖維（



central fibrils)，中心纖維是單管狀，外面有中心鞘包圍。這就是鞭毛及纖毛軸絲排列的「9+2」模式。9個外圍纖維在進入細胞質內形成一筒狀結構，稱為毛基體（kinetosome），或稱生毛體（blepharoplast）。每根外圍纖維變成3個亞纖維，成車輪狀排列（圖2-1C）。而中心纖維在進入細胞質之前終止。毛基體向細胞內伸出纖維稱為根絲體（rhizoplast）終止在細胞核或其附近。毛基體的結構與中心粒相似，在細胞分裂時，毛基體也可起中心粒的作用。纖毛由於數量很多，在毛基體之間都有動纖絲（kinetodesma）相聯，構成一個下纖列系統（infraciliature）（詳見纖毛蟲綱）進行纖毛間的協調動作。

不僅原生動物的鞭毛與纖毛有相似的結構，所有後生動物精子的鞭毛、海綿動物領鞭毛細胞的鞭毛、扁形動物原腎細胞中的鞭毛都有相似的結構，這可作為各類動物之間有親緣關係的一個例證。鞭毛與纖毛除了運動功能之外，它們的擺動，可以引起水流、利於取食、推動物質在體內的流動，另外它們也具有某些感覺的功能。

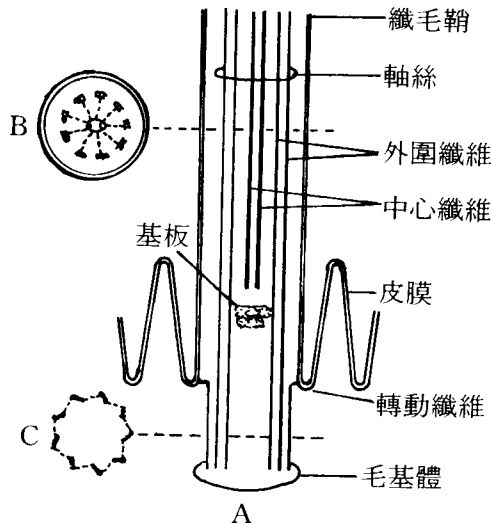


圖2-1 鞭毛及纖毛的超微結構

A. 鞭毛結構；B. 體外部分的橫斷面；

C. 體內部分的橫斷面。