

无脊椎动物学

任淑仙 编著

上册



北京大学出版社

内 容 提 要

本书为《无脊椎动物学》上册部分,包括原生动物、海绵动物、腔肠动物、扁形动物、假体腔动物及软体动物等门类。本书是以综述方式讲解以上各类动物的形态、生理、生态、分类等内容,说明它们的生活及其进化水平,从而对无脊椎动物及其演化具有清楚的了解。

本书较多地介绍了无脊椎动物学国内外的新进展,各门类采用了较新的分类系统,对较大的类群在内容上做了适当的扩充,对新设立的小门也做了较详细的介绍,以期不断地更新教材内容。

本书可作为高等院校生物系本科生及研究生无脊椎动物学教材、农林、医科高等院校及中学生物教师的参考书,也可供有关动物学研究人员参阅。

无脊椎动物学

上 册

任淑仙 编著

责任编辑:李蕙兰

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

850×1168毫米 32开本 13.5印张 265千字

1990年10月第一版 1990年10月第一次印刷

印数:0001—5,000册

ISBN 7-301-01301-9/Q·45

定价:6.05元

前 言

无脊椎动物学是生物学的一个基础分枝，它包括许多的动物类群，已有完整的体系。近几十年来随着生物学的迅速进展，在其内容上也有许多更新之处，如何把这些新进展反映在教学中、开阔学生视野、增加学生学习的兴趣及积极性，促使我们进行了一些教学改革的尝试；即由学生先在自学的基础上进行实验，掌握代表动物的形态与生理，在实验的基础上再由教师讲授、以动物的系统演化为主轴，讲述不同类群动物形态及生理的多样性、生态的适应性、机能结构的进化水平，以加强学生对基本理论的掌握及应用，经过几年的教学实践，效果较好，在此基础上编写了这本书。

在编写中尽量地反映近年来动物学研究的新成果，采用了新的分类系统，对变动较大的门类在内容上做了适当的补充，对新设立的门类做了较多的介绍。以综述为主，将形态、生理及生态等内容揉合在一起，着重介绍动物的生活及进化发展水平，以便从横观及纵观上扩充学生的知识领域，为从事生物学工作打下坚实的基础。

全书分为上、下两册出版，上册包括原生动物、海绵动物、腔肠动物、扁形动物、假体腔动物及软体动物等章，下册包括环节动物、节肢动物、棘皮动物及一些小门。

编写中得到了陈阅增教授、张宗炳教授二位师长的指导，承蒙陈先生审阅了全文，杨安峰教授审阅了部分章节。责任编辑李蕙兰同志也提了宝贵意见，于永彬同志帮助翻拍照片，我的研究生远立江同志绘制了部分插图，没有他们的帮助本书是难以完成的，在此谨致谢意。

由于本人水平所限，缺点错误在所难免，敬希动物学界的前辈、同行及广大读者予以指正，不甚感谢。

编 者

1989年2月于北京大学

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 动物学及其发展	(1)
第二节 生物的界级分类	(4)
第三节 生物的地层记录及地质年代	(8)
第二章 原生动物门 (Protozoa)	(10)
第一节 原生动物的一般形态、生理及分纲	(10)
第二节 鞭毛虫纲 (Mastigophora)	(20)
附 蛙片虫纲 (Opalinata)	(35)
第三节 肉足虫纲 (Sarcodina)	(36)
第四节 孢子虫纲 (Sporozoa)	(49)
第五节 丝孢子虫纲 (Cnidospora)	(59)
第六节 纤毛虫纲 (Ciliata)	(63)
第三章 后生动物的起源与进化	(85)
第一节 后生动物的组织分化	(85)
第二节 后生动物的发生学及形态学特征	(97)
第三节 后动植物的起源	(107)
第四节 动物界的简要分类	(110)
第四章 海绵动物门 (Spongia)	
或多孔动物门 (Porifera)	(114)
附 中生动物门 (Mesozoa)	(134)
第五章 腔肠动物门 (Coelenterata) 及	
栉水母动物门 (Ctenophora)	(138)
第一节 腔肠动物的一般形态、生理及分纲	(139)
第二节 水螅纲 (Hydrozoa)	(153)
第三节 钵水母纲 (Scyphozoa)	(168)
第四节 珊瑚纲 (Anthozoa)	(176)

第五节 栉水母动物门 (Ctenophora)	(194)
第六章 扁形动物门 (Platyhelminthes)、	
纽形动物门 (Nemertinea) 及颚胃动物门	
(Gnathostomulida)	(200)
第一节 扁形动物的一般形态、生理及分纲	(201)
第二节 涡虫纲 (Turbellaria)	(220)
第三节 吸虫纲 (Trematoda)	(226)
第四节 绦虫纲 (Cestoda)	(251)
第五节 寄生物与寄主的相互关系	(265)
第六节 纽形动物门 (Nemertinea)	(267)
第七节 颚胃动物门 (Gnathostomulida)	(276)
第七章 假体腔动物 (Pseudocoelomata)	(279)
第一节 腹毛动物门 (Gastrotricha)	(280)
第二节 轮形动物门 (Rotifera)	(283)
第三节 动吻动物门 (Kinorhyncha)	(296)
第四节 线虫动物门 (Nematoda)	(297)
第五节 线形动物门 (Nematomorpha)	(323)
第六节 棘头动物门 (Acanthocephala)	(326)
第七节 内肛动物门 (Entoprocta)	(329)
第八章 软体动物门 (Mollusca)	(334)
第一节 软体动物的一般形态、生理及分纲	(334)
第二节 单板纲 (Monoplacophora)	(342)
第三节 多板纲 (Polyplacophora)	(343)
第四节 无板纲 (Aplacophora)	(347)
第五节 腹足纲 (Gastropoda)	(348)
第六节 双壳纲 (Bivalvia)	(379)
第七节 掘足纲 (Scaphopoda)	(401)
第八节 头足纲 (Cephalopoda)	(403)
第九节 软体动物的起源及经济价值	(422)

第一章 绪 论

第一节 动物学及其发展

动物学是研究动物的生命现象及其发生发展规律的科学。具体地说它既包括形态、解剖的内容，也包括动物的新陈代谢、生长发育、衰老死亡、遗传进化、与环境的相互关系等内容。动物学是人类在自然界生存斗争中对动物不断认识、利用与改造的知识总结，所以它是来自人类的生产实践及科学实验。

动物学是生物科学的一个分支、也是一个基础学科。因为动物的种类繁多，约有150万种左右，生命现象复杂，由它必然派生出许多学科，涉及生物学的各个领域，例如专门研究动物的形态结构的有形态学 (morphology)、解剖学 (anatomy)、组织学 (histology)、细胞学 (cytology)、分类学 (taxonomy)；研究其动态变化的有生物化学 (biochemistry)、生理学 (physiology)、胚胎学 (embryology)、遗传学 (genetics)、进化论 (evolution)；研究动物与环境相互关系的生态学 (ecology)；研究已灭绝动物的古动物学 (paelentology)；由低等到高等分门别类研究整个动物界的系统动物学 (systemal zoology)；如果是以不同的动物类群作为研究对象，动物学又可分为原生动物学 (protozoology)、蠕虫学 (helminthology)、寄生虫学 (parasitology)、贝类学 (malacology)、昆虫学 (entomology)、鱼类学 (ichthyology)、鸟类学 (ornithology)、哺乳动物学 (mammalogy) 等；如果所研究的动物身体的背部都有一根起支持作用的脊柱，则是脊椎动物学 (vertebrate zoology)，身体的背部没有脊柱的则是无脊椎动物学 (invertebrate zoology)。无脊椎动物包括了由简单到复

杂、由低等到高等的许多门类的动物，占动物种类总数的95%，本书就是系统的讲述无脊椎动物。

人类对动物的认识很早就有了记载，积累了动物学的基本内容。我国早在公元前21—11世纪、我国最古老的文字甲骨文中就记述了家畜及家禽的内容，公元前11世纪我国的《尔雅》一书中就有了虫、鱼、鸟、兽、畜等分类知识的描述。在公元前8—2世纪时，我国的农牧业已相当的发展，在植物栽培技术、动物饲养技术方面已培育及筛选了许多优良品种、对人类做过很大贡献。到公元6世纪时，我国的《齐民要术》一书对当时的栽培技术及饲养技术做了系统的总结。到明朝的李时珍发表了《本草纲目》一书（1596），书中记述了2000多种动、植物，全书共分52卷、有1100多幅插图，其中记述的动物有400多种。这本驰名中外的巨著是我国分类学上的一部伟大著作，为当时生物学水平的总结。长期以来，我国封建制度的束缚，特别是近百多年以来，我国处于半殖民地的统治之下，极大地阻碍了科学技术的发展，使我们的科学技术，也包括生物学处于落后状态。

西方的生物科学奠基于希腊的亚里斯多德（Aristotle）（公元前384—322年）。他被誉为动物学之父。早在公元前3世纪时，他就对动物进行了分类，描写了454个种。在15世纪之后，西方进入了文艺复兴时期，西方的生物科学也随着工业、农业及科学技术的发展而发展起来，并逐渐在世界上处于领先地位。从这以后对动物学的发展做出过伟大贡献的西方生物学家列于下表。

自从19世纪末叶到20世纪初叶、生物学的发展相当迅速，在各个领域中积累了大量新的资料，随之，生物学的分科也越分越细，研究的领域也逐渐深化。特别是近30多年来，电子显微镜的发明、现代数学、化学、物理学、电子学及计算机等学科与技术的大量渗入，使生物学的发展异常迅速，生物学由宏观或微观的研究进入到亚微观的研究、以致进入到分子水平的研究，在此基础上建立了分子生物学、分子遗传学、量子生物学、仿生学等一

约翰·雷 J.Ray	1627—1705	英国	确立了“物种”的概念，划分了“种”、“属”及其他分类等级的范畴。
列文虎克 A.V.Leeuwen- hook	1632—1723	荷兰	发明了显微镜，被誉为原生动物之父。
林奈 C.Linne	1707—1778	瑞典	建立了物种的双名命名法，奠定了现代分类学的基础。
拉马克 J.B.Lamark	1744—1829	法国	提出了物种进化思想，对无脊椎动物分类学做了贡献。
施莱登 M.Schleiden 施旺 T.Schwann	1804—1881 1810—1882	德国	发现细胞是动、植物的基本结构单位，奠定了细胞学说。
达尔文 C.R.Darwin	1809—1882	英国	从自然选择观点、确立了进化论，发表了《物种起源》一书。
赫克尔 E.Haekel	1834—1919	德国	澄清了许多无脊椎动物的亲缘关系。
海曼 L.Hyman	1888—1969	美国	对无脊椎动物及其亲缘关系做了系统的叙述及总结。

批新学科。另一方面新学科的建立又推动了基础学科的发展。以经典的分类学为例，过去是以形态学作为分类的基础，从宏观上判断物种间的亲缘关系，而当前将生物化学、遗传学、免疫学等引入分类学，即对某些物种在分子或接近分子水平上进行分类。例如利用染色体在不同基因位点上具有相同催化功能的一种酶，称为同工酶（isozyme），表现出不同的生化表型，根据同工酶谱的差异和酶活性的高低，来作为种属鉴定的重要手段；近年来更利用分子生物学的方法来研究物种的分类地位及生物的演化，例如比较遗传物质 DNA 的物理图谱、DNA 分子的核苷酸序列的异同以及通过分子杂交技术来分析种属的亲缘关系；还有研究血红蛋白的合成和调控，即根据血红蛋白链上氨基酸数量的变异来推

算出不同物质在进化上分歧的年代，从而确定物种的分类地位及物种间的亲缘关系；利用细胞色素c的多肽链中氨基酸排列顺序的不同来判断物种间的亲缘关系，其相似程度越大、其亲缘关系越相近；利用免疫学的方法，即抗原与抗体的特异性血清反应，来分析免疫交叉物的结构和特性来比较物种间的亲疏；用细胞分化和细胞分裂过程中，其染色体带型的异同来确定物种的异同或亲缘关系。总之，近代生物学的发展使经典的分类学同时建立在形态生态、生理生化及分子学水平上，使分类学更客观真实、细微准确地反映出动物界自然进化的历程。

当然，分类学研究方法的改变，仅仅是现代生物学推动经典学科的一个例证，现代生物学的发展必然会冲击、渗透到各领域，给人类的生产实践开创新的局面，它将更迅速的推动人类改造自然的进程。

第二节 生物的界级分类

生物的分界是随着科学发展的水平在不断地改变及深化的。在林奈的时代，对生物的观察仅限于肉眼所能看到的特征及区别，那时生物界仅分为植物界 (Plantae) 与动物界 (Animalia) 两大界。到19世纪中叶，霍洛 (Hogg, 1860) 及赫克尔 (1866) 提出了生物的三界系统，即原生生物界 (Protista)、植物界与动物界，其中原生生物界包括单细胞动物、藻类及真菌，他们的三界系统反映了单细胞生物与多细胞生物的区别。直到1959年魏泰克 (Whittaker) 提出了四界系统，即原生生物界、真菌界 (Fungi)、植物界与动物界。其中原生生物界包括了细菌、蓝藻及原生动物，将真菌独立成一界。1974年李代尔 (Leedale) 又提出了原核界 (Monera)，其中包含细菌及蓝藻，仍为四界系统，即原核界、植物界、真菌界及动物界。以后魏泰克又在李代尔的基础上提出了五界系统，即原核界、原生生物界、植物界、真菌界及

动物界。以后又有人主张病毒也应独立成界，例如我国的植物学家胡先骕（1965）提出在界级之上应设总界（Superastatus），他将病毒列为始生总界（Protobiota），其他生物为胞生总界（Cytobiota）。1979年我国昆虫学家陈世骧将生物分为3个总界，即非细胞总界，包括病毒界；原核总界，包括细菌界及蓝藻界；还有真核总界，包括植物界、真菌界及动物界，共为六界。目前生物学家较多地接受五界系统或六界系统，但其内容各家略有出入。总之，不同的生物独立成界，都应有其客观的分界特征，这些基本特征是：

关于病毒是否独立成界，目前生物学家还有不同的看法。有人认为病毒不能独立生存、不能独立的进行新陈代谢、而必须寄生于其他生物的细胞内才能生存，所以不能认为是生物，而仅是核酸的片段，所以不能独立成界。也有人认为病毒内含有核酸物质DNA或RNA（在一种病毒中仅有其中的一种核酸），他们使用着与其他生物共同的遗传密码，能在寄主细胞内复制自己，进行繁殖，所以是有生命的物质，是代表着生命进化到非细胞结构的阶段，所以应该独立成界。

原核生物界 包括细菌及蓝藻，原核生物的细胞是细胞结构的初级阶段。细胞内没有核膜，DNA分子结构成环状位于细胞质中，细胞内也没有膜细胞器，如线粒体、内质网、高尔基体等，细胞壁含有粘多肽复合物，细胞行无丝分裂，这种细胞称原核细胞，由这种细胞构成的生物称原核生物。

原生生物界 包括单细胞动物及藻类，是具有真核的单细胞生物，或单细胞群体。它已进入细胞结构的高级阶段，因为它具有染色体、DNA分子成线状排列、形成细胞核、核的外层有双层结构的核膜包围，细胞内具有细胞器，细胞行有丝分裂。藻类如具细胞壁，则由纤维素及果胶组成。

真菌界 包括真菌，是真核生物，大多数像植物一样营固着生活，细胞壁由纤维素及甲壳素组成，没有叶绿体，不能行光合

作用，营腐生或寄生生活。

植物界 是多细胞的真核生物，具叶绿体、行光合作用，营固着生活。细胞壁为纤维素组成，细胞质内常具大的中心液泡，具繁殖组织或器官，有明显的世代交替或发育阶段。

动物界 行摄食营养的多细胞真核生物，无细胞壁，由肌肉收缩引起运动，具有神经系统，能对刺激产生反应，以协调与环境的平衡。

如果生物界按上述六界系统划分（图1-1），那么六界系统反映了生物进化的几个阶段：即由病毒界所代表的非细胞阶段，也是最原始的生命阶段，进化到由原核生物所代表的初级细胞阶段，再进化到原生生物界代表的真核的单细胞阶段，即细胞结构的高级阶段，最后再进化到真核多细胞阶段，由植物界、真菌界及动物界所代表。六界系统还反映了3种营养类型的进化：即吸收式的腐食性营养类型（病毒界、绝大部分的原核界、真菌界、部分的原生生物界）；行光合作用的自养类型（藻类、植物界、部分原生生物界）；行摄食性营养类型（大部分的原生生物界、动物界）。这种划分似乎既反映了生物进化过程的历史阶段，又反映了生物的营养方向，是有其优点的，所以被多数动物学家所接受。

无论划分为五界系统或六界系统、将原生生物独立成界也会带来一些概念上的混乱，这样，动物界就不再包括原生动物，植物界就不再包括单细胞藻类。而事实上单细胞动物（或原生动物）与动物界的所有动物有着共同的生命现象，例如取食营养、呼吸、排泄、繁殖等生理功能。而单细胞藻类与其他植物也有着共同的生命现象，例如光合作用、繁殖方式与阶段等，它们之间是难以截然划分的，如果将原生生物不独立成界，将其中单细胞动物归入动物界，其中的藻类归入植物界，这样可以使每个界更完整，而将生物划分为五界，即病毒界、原核界、植物界、真菌界及动物界五界系统。至于像眼虫这类动物，它具有叶绿体、能

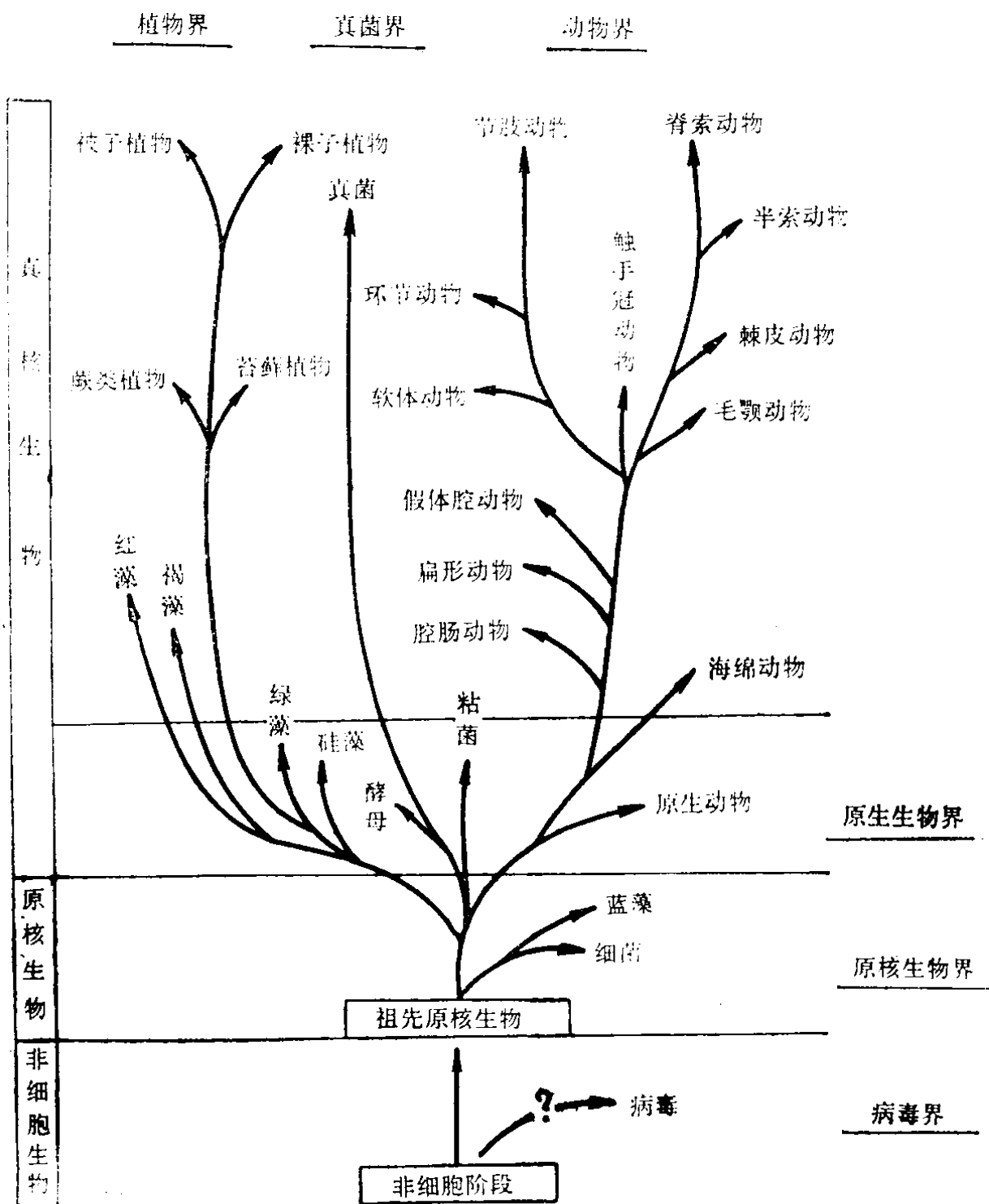


图 1 - 1 生物的分界

行自养营养；它又像真菌能行腐生性营养；又具有鞭毛能够运动。所以它既有植物界、真菌界的特征，又有动物界的特征。说明了低等真核生物的原始性，也说明了生物发展进化的连续性。所以植物学家将眼虫这类动物看作是植物；而动物学家将它看作

是动物，都各有道理。本书是按病毒界、原核生物界、植物界、真菌界及动物界五界系统的观点来叙述的。

第三节 生物的地层记录及地质年代

从生物的分界中我们已经看到生物是随着时间的推移在不断地发展变化着，这可以由生物死亡后其遗体在地层中的保存或被矿物质浸润而形成的化石得到证明。从对化石的研究可以看到不同类群的生物会出现在不同的地层中，越原始、低等的生物出现在越古老的地层中，越高等的生物出现在越年轻的地层中；也可以看到一些生物化石出现在漫长的地质年代的地层中，另一些生物化石出现在很短促的地质年代的地层中，这些生物化石都记录了各种生物在地球上出现、繁盛及灭绝的时间，记录了它们的演化，从而使我们能够由生物的发展进化中了解生物。

从所发现的化石可以看到，凡是那些具有骨骼或外壳的动物，越易于被保存成化石，例如原生动物的有孔虫及放射虫类，腔肠动物的珊瑚类，软体动物，节肢动物，棘皮动物及脊椎动物等；而身体柔软、没有外壳或骨骼的动物不易于形成化石，例如一些原生动物，腔肠动物的大多数水螅类及水母类，以及蠕形动物等。这说明地层中保存的化石不是动物发展历史的全部记录，它只能从总体上提供生物演化的进程，而不能具体地说明每一类动物的演化过程。

表1-1说明地质年代的划分及化石记录的生物发展演化的概况。

表1-1 地质年表及生物发展概况

代 (Era)	纪 (Period)	距今年数 (百万年)	植物	无脊椎动物	脊椎动物
新生代 (Caenozoic)	第四纪 (Quaternary)	1.5—2	被子植物繁盛	接近现代动物类群	出现人类
	第三纪 (Tertiary)	65	被子植物兴起	节肢动物与软体动物繁盛	哺乳动物繁盛， 鸟类兴起
	白垩纪 (Cretaceous)	138	被子植物兴起	菊石类灭绝，昆虫类扩展	哺乳类鸟类初现
中生代 (Mesozoic)	侏罗纪 (Jurassic)	180	裸子植物繁盛	菊石类繁盛，昆虫兴起	爬行类繁盛
	三叠纪 (Triassic)	230		海洋动物减少，腕足类衰老，六放珊瑚出现	
	二叠纪 (Permian)	280	蕨类植物繁盛	三叶虫、板足鲎灭绝，菊石类兴起，海百合衰退	爬行类兴起
古生代 (Palaeozoic)	石炭纪 (Carboniferous)	345	蕨类植物兴起	海百合繁盛，昆虫及肺螺初现	两栖类繁盛， 爬行类初现
	泥盆纪 (Devonian)	405	裸子植物初现	板足鲎繁盛，淡水蚌、蜘蛛初现，三叶虫衰退	两栖类初现， 淡水鱼繁盛
	志留纪 (Silurian)	440	蕨类植物初现	珊瑚、腕足类繁盛，陆生无脊椎动物初现	鱼类初现
	奥陶纪 (Ordovician)	500	藻类植物繁盛	鹦鹉螺、三叶虫繁盛，珊瑚、海百合、腕足类初现	甲胄鱼初现
	寒武纪 (Cambrian)	600		主要门类出现，海绵动物、三叶虫、腕足类较多	
元古代 (Proterozoic)	前寒武纪 (Precambrian)	2000	细菌、蓝藻		
太古代 (Archaean)		4600—6000	32亿年前出现 古代蓝藻及细菌		

第二章 原生动物门 (Protozoa)

原生动物是动物界中最原始、最低等的一类动物，它们大多是单细胞的有机体。从细胞结构上看，原生动物的单细胞相似于多细胞动物身体中的一个细胞，它也可以区分成细胞质 (cytoplasm) 及细胞核 (nucleus)，细胞质的表面还有细胞膜 (cell membrane) 包围。从机能上看，原生动物的这个细胞又是一个完整的有机体，它能完成多细胞动物所具有的生命机能，例如营养、呼吸、排泄、生殖及对外界刺激产生反应，这些机能由细胞或由细胞特化而成的细胞器 (organelles) 来执行。所以不同的细胞器在机能上相当于多细胞动物体内的器官及系统。它们是在不同的结构水平上执行着相同的生理机能。构成原生动物的这个细胞在结构与机能上分化的多样性及复杂性是多细胞动物中任何一个细胞无法比拟的，所以从细胞水平上说，构成原生动物的细胞是分化最复杂的细胞。

极少数原生动物是由几个或许多个细胞组成，细胞之间可能没有形态与机能的分化，也可能出现了初步的形态机能的分化，但每个细胞仍然保持着一定的独立性，我们把这类原生动物称为群体 (colony)，例如盘藻 (*Gonium*)、杂球藻 (*Pleodorina*) 等。

第一节 原生动物的一般形态、生理及分纲

一、一般形态及生理

绝大多数的原生动物是显微镜下的小型动物，最小的种类体长仅有2—3 μm ，例如寄生于人及脊椎动物网状内皮系统细胞内

的利什曼原虫 (*Leishmania*), 大型的种类体长可达7cm, 例如新产的某些有孔虫类 (*Foraminifera*), 淡水生活的旋口虫 (*Spirostomum*) 可达3mm, 新生代化石有孔虫例如钱币虫 (*Nummulites*) 竟达19cm, 这是原生动物在个体大小上曾经达到过的最大记录。但是大多数的原生动物体长在300 μ m以下, 例如草履虫 (*Paramecium*), 在150—300 μ m之间。

原生动物的体形随种及生活方式表现出多样性, 一些种类身体没有固定的形态, 身体的表面只有一层很薄的原生质膜 (plasmalemma), 因而能使细胞的原生质流动而不断地改变体形, 例如变形虫 (*Amoeba*)。多数的种类有固定的体形。眼虫 (*Euglena*) 由于体表的细胞膜内蛋白质增加了厚度及弹性形成了皮膜 (pellicle), 使身体保持了一定的形状。皮膜的弹性使身体可以适当的改变形状。衣滴虫 (*Chlamydomonas*) 的细胞外表是由纤维素及果胶组成, 因而形成了和植物一样的细胞壁, 体形不能改变。原生动物的体形与生活方式相关, 例如固着生活的种类, 身体多呈锥形、球形, 有柄, 柄内有肌丝纤维, 可使虫体收缩运动, 钟形虫 (*Vorticella*), 足吸管虫 (*Podophrya*) 就是这种体形。漂浮生活的种类, 身体多呈球形, 并伸出细长的伪足, 以增加虫体的表面积, 例如辐射虫 (*Actinosphaerium*) 及某些有孔虫。营游泳生活的种类, 身体呈梭形, 例如草履虫 (*Paramecium*)。适合于底栖爬行的种类, 身体多呈扁形, 腹面纤毛联合形成棘毛用以爬行, 例如棘尾虫 (*Stylonychia*)。营寄生生活的种类或者失去了鞭毛, 如利什曼原虫, 或者鞭毛借原生质膜与身体相连形成波动膜 (undulating membrane), 以增加鞭毛在血液或体液中运动的能力, 例如锥虫 (*Trypanosoma*)。

一些种原生动物能分泌一些物质形成外壳或骨骼以加固体形, 例如薄甲藻 (*Glenodinium*) 能分泌有机质, 在体表形成纤维素板; 錶壳虫 (*Arcella*) 能分泌几丁质形成褐色外壳; 砂壳虫 (*Diffugia*) 能在体表分泌蛋白质胶, 再粘着外界的砂粒形