

生物学理科基础人才培养基地教材

TEXTBOOK SERIES FOR BIOLOGICAL SCIENCE BASE

动物学

Z O O L O G Y

■ 姜乃澄 丁 平 主编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

生物学理科基础人才培养基地教材

动物学

姜乃澄 丁 平 主编

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物学 / 姜乃澄, 丁平主编. — 杭州: 浙江大学出版社,
2007. 8

ISBN 978-7-308-05522-2

I. 动… II. ①姜…②丁… III. 动物学—高等学校—教材 IV. Q95

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 139218 号

动物学

姜乃澄 丁平 主编

责任编辑 沈国明

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江中恒世纪印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 28.75

字 数 723 千

版 印 次 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-05522-2

定 价 40.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88072522

前 言

动物学是综合性大学、师范院校相关专业历来的专业基础课,也是农、林、中医药有关专业的基础课或选修课。随着大学教学改革的不进行,对基础课程的学时都进行了大幅调整,如在浙江大学,目前动物学总时数,包括实验仅 85 学时,使得原来一直使用的全国统编教材《普通动物学》(刘凌云、郑光美主编,高等教育出版社出版)很难适应新的教学大纲要求。因此,我们一直就计划编写一本既能反映动物学新近研究成果,又适应当前教学要求的大学动物学理论教材。在编写本教材前,我们已完成了富有我校特色的动物学课堂实验和野外实习系列的教材的编写和出版,并在教学实践中取得了较好的效果,这也增加了我们编写动物学理论教材的信心,加快了编写速度。

我国以往许多动物学教材一般都以代表动物为例展开有关动物结构与功能的论述,但事实上太具体的东西往往引不起学生对学科的好奇心和学习的兴趣。根据我们多年的教学实践和学生们的意见,本教材重点加强了各门类动物,尤其是无脊椎动物生物学特征的论述,使学生对动物的形态、结构与功能在总体上有一基本的了解。这也是国外教材的优点之一,我们应当充分汲取。当然,在我们的教材中没有以代表动物来论述各门类动物的特征,并不意味着代表动物不重要。我们只是把代表动物的具体形态、结构和功能安排在有关实验中,让学生对其进行全面的剖析,加深了解。这样做,既节省了时间,又可使学生得到实验技能的训练。我们对教材作这样的安排可用“一片森林”与“一棵树”的关系来比拟,注重介绍动物结构功能的总体性,使学生对动物的认识有全局观,看到“一片枝繁叶茂的森林”,使学生学后能举一反三、触类旁通。

参加教材编写的除了浙江大学的教师外,还有浙江师范大学、宁波大学和杭州师范大学的教师,其中绝大多数都有多年的动物学教学经验。在编写的相关章节中,他们有机融入了各自有关科研工作的成果,使教材具有一定的时代感。我们愿以此书献给浙江大学建校 110 周年。

本教材共 20 章(包括绪论、附章),其中绪论、第 1~6 章及附章由姜乃澄编写;第 7 章、第 10 章由王丹丽编写;第 8~9 章由卢建平编写;第 11 章、第 17 章由邵晨编写;第 12 章由蒋萍萍编写;第 13~14 章由杜卫国编写;第 15 章、第 18 章由丁平编写;第 16 章由鲍毅新编写。全书无脊椎动物部分和脊椎动物部分分别由姜乃澄和丁平统稿。由于编写人员学识水平所限,不足和错误之处在所难免,谨祈读者指正。

编 者

2007 年 5 月于浙江大学紫金港校区

目 录

绪 论	1
1 动物学及其分支学科	1
2 动物学的意义、发展简史和学习方法	2
3 动物在生物界的地位	4
4 动物分类概述	5
第 1 章 单细胞动物——原生动物(Protozoa)	9
1 原生动物的主要特征	9
2 原生动物的生物学	10
3 原生动物的分类	22
4 原生动物的系统演化	43
5 原生动物小结	44
第 2 章 多细胞动物的基本结构、起源与演化	45
1 多细胞动物的基本组织	45
2 多细胞动物早期胚胎发育的几个主要阶段	60
3 多细胞动物起源的学说	66
第 3 章 海绵动物门(Spongia)	68
1 海绵动物的主要特征	68
2 海绵动物的生物学	68
3 海绵动物的分类与演化	74
4 海绵动物小结	75
第 4 章 刺胞动物门(Cnidaria)	76
1 刺胞动物的主要特征	76
2 刺胞动物的生物学	76
3 刺胞动物的分类与演化	91
4 刺胞动物小结	96

第 5 章 扁形动物门(Platyhelminthes)	97
1 扁形动物的主要特征	97
2 扁形动物的生物学	97
3 扁形动物的分类与演化	111
4 扁形动物小结	121
第 6 章 假体腔动物概述	122
1 假体腔动物的共同特征	122
2 线虫动物门	123
3 轮形动物门(Rotifera)	133
4 腹毛动物门(Gastrotricha)	136
5 假体腔动物的系统发生	137
6 假体腔动物小结	138
第 7 章 环节动物门(Annelida)	139
1 环节动物的主要特征	139
2 环节动物的生物学	139
3 环节动物的分类和演化	153
4 环节动物小结	158
第 8 章 软体动物门(Mollusca)	159
1 软体动物的主要特征	159
2 软体动物的生物学	159
3 软体动物的分类	182
4 软体动物的系统发生	192
5 软体动物小结	193
第 9 章 节肢动物门(Arthropoda)	194
1 节肢动物的主要特征	194
2 节肢动物的生物学	194
3 节肢动物的分类	223
4 节肢动物的系统发生	237
5 节肢动物小节	238
第 10 章 棘皮动物门(Echinodermata)	239
1 棘皮动物的主要特征	239
2 棘皮动物的生物学	239
3 棘皮动物的分类与演化	248

4 棘皮动物小结	251
附章 其他无脊椎动物门类	253
1 中生动动物门(Mesozoa)	253
2 侧生动物(Parazoa)	253
3 两胚层、辐射对称动物	254
4 三胚层、无体腔动物	255
5 三胚层、原体腔动物	257
6 三胚层、裂体腔动物	260
7 三胚层、肠体腔动物	267
第 11 章 脊索动物门(Chordata)	271
1 脊索动物的基本特征	271
2 脊索动物的分类概述	272
第 12 章 鱼纲(Pisces)	292
1 鱼类的主要特征	292
2 鱼类的生物学	292
3 鱼类的分类与演化	312
4 鱼类小结	316
第 13 章 两栖纲(Amphibia)	319
1 两栖类的主要特征	319
2 两栖类的生物学	319
3 两栖类的分类与演化	335
4 两栖类小结	340
第 14 章 爬行纲(Reptilia)	342
1 爬行类的主要特征	342
2 爬行类的生物学	343
3 爬行类的分类与演化	355
4 爬行类小结	362
第 15 章 鸟纲(Aves)	364
1 鸟类的主要特征	364
2 鸟类的生物学	365
3 鸟类的分类与演化	387
4 鸟纲小结	400

第 16 章 哺乳纲(Mammalia)	401
1 哺乳类的主要特征	401
2 哺乳类的生物学	401
3 哺乳类的分类与演化	421
4 哺乳类小结	432
第 17 章 动物地理分布	433
1 动物的地理分布	433
2 世界及中国动物地理区系的划分	436
第 18 章 野生动物的保护	439
1 野生动物的价值	439
2 野生动物面临的问题与现状	441
3 野生动物的保护	444
主要参考文献	447

绪 论

绪论

绪论

1 动物学及其分支学科

动物学(Zoology)是研究动物生命现象及其发生发展规律的基础科学,为生物科学的一大重要分支,其内容十分广博,主要研究范围包括动物的形态结构、生长发育、分类进化以及动物与环境间的相互关系等。与其他基础学科一样,动物学也是人类在自然界生存过程中对动物不断认识、利用与改造的知识总结。随着时代的进步和科学的发展,动物学的研究领域也越来越广泛,古老的基础学科继续焕发着生命的活力。动物的种类繁多,至少在 150 万种以上,其生命现象十分复杂。根据动物学研究内容的不同,已派生出许多分支学科,几乎涉及生物学的每个领域。动物学门下主要的三级学科多达十几门,主要的有:

动物形态学(Animal morphology) 研究动物的形态结构以及在个体发育和系统演化过程中的变化规律。其中研究动物器官结构及相互关系的称为解剖学(Animal anatomy);研究动物器官和细胞显微结构的称为组织学(Animal histology)和细胞学(Animal cytology)等等。

动物分类学(Animal taxonomy) 研究动物类群间的异同及其异同程度,阐明亲缘关系、进化过程和发展规律。依据研究对象可进一步分为甲壳动物分类学、昆虫分类学、鱼类分类学、鸟类分类学等等。

动物生理学(Animal physiology) 研究动物有机体包括各类细胞、组织、器官和系统的机能,及其在不同环境下整体性反应的规律。依据研究对象可进一步分为昆虫生理学、鱼类生理学、哺乳动物生理学等;按高等动物的器官系统可分为神经生理学、消化生理学、生殖生理学、内分泌生理学等;从进化或发育角度对动物生理机能进行比较,可分为比较生理学或发生生理学等。动物生理学是医学和畜牧学的重要理论基础之一。

动物胚胎学(Animal embryology) 研究动物自卵子受精至胚胎形成、个体发育的过程及其规律。依据研究对象可进一步分为哺乳动物胚胎学、鱼类胚胎学等等。

动物生态学(Animal ecology, Zoological ecology) 研究环境条件对动物的习性、活动、行为、繁殖、生存、数量消长和分布的影响,以及动物对环境条件的适应、影响及作用。依据研究对象可进一步分为昆虫生态学、鱼类生态学、鸟类生态学等等。

此外,动物学还按其研究对象划分为无脊椎动物学(Invertebrate zoology)、脊椎动物学(Vertebrate zoology)、原生动物学(Protozoology)、寄生虫学(Parasitology)、蠕虫学(Helminthology)、贝类学(Malacology)、昆虫学(Entomology)、鱼类学(Ichthyology)、鸟类学(Ornithology)、哺乳动物学(Mammalogy)等等。随着科学技术的不断进步和广泛的学科

交叉渗透,作为基础学科的动物学已从宏观、微观水平的研究逐渐深入到分子水平的研究,一些新的交叉学科还在不断出现。

2 动物学的意义、发展简史和学习方法

2.1 意义与发展简史

动物学是一门基础学科,且分支学科众多,不仅学科本身的研究内容十分广博,而且与其他学科有着密不可分的关系,成为相关研究中不可或缺的基础。如至今仍严重危害全球人类健康的疟疾,如果没有当时动物学研究的配合,由英国学者罗斯(Ross)彻底揭示疟原虫的生活史,人类预防和控制疟疾时所走的弯路就会更漫长。Ross因发现疟原虫如何侵入有机体而获得了1902年的诺贝尔奖。又如从医学方面已查明细胞凋亡和多种疾病有关,其中包括艾滋病、肿瘤、老年性痴呆、帕金森氏综合征等等,但医学有关凋亡基因的研究,最先是通过对一种自由生活线虫的研究中得到启发的。这种线虫叫秀丽隐杆线虫(*Caenorhabditis elegans*),体长只有1.2mm,身体结构很简单,体细胞只有1090个。但从受精卵发育为成虫时,其各种组织器官的脉络却十分清楚,于是被作为发育生物学研究极好的实验模型动物,以后进一步研究发现,这种线虫在发育过程中有131个细胞注定进入程序死亡,科学家们从它们身上找到了十几个与细胞凋亡有关的基因,被称为ced基因,其中ced3和ced4对细胞凋亡执行正调控,它们的活化可诱发或启动细胞凋亡;ced9对细胞凋亡执行负调控,如将它移入原本注定要凋亡的细胞,便可使凋亡不再发生。基于上述研究,在哺乳动物中也找到了ced9基因的同源基因。不仅如此,还找到了在细胞凋亡调控中起重要作用的其他基因,如bcl-2基因是细胞凋亡控制基因,也被称为“长寿基因”。当前,有关细胞凋亡的研究已成为医学等领域中的研究热点。动物种类十分繁多,我们有理由相信,随着动物学研究的深入,会有更多新的实验动物走进造福人类的行列。在农业领域,在控制农业害虫、生物防治以及畜牧业、经济动物养殖和利用等方面,动物学也是十分必要的基础;在工程技术领域中,仿生学(Bionics)的发展和仿生设备的研制,离不开动物学结构与功能的研究成果,如模仿蛙眼构造对移动目标有特殊的识别功能而研制成的“电子蛙眼”,可准确灵敏地识别飞机、导弹,模仿海洋水母的感觉器——平衡囊制成的“水母耳”,可预测预报风暴等等。

我国是文明古国,有着光辉灿烂的历史,有关动物的记录最早出现在公元前2000年《夏正小》的物候著作中。从先秦的《诗经》、《周礼》到唐代的《本草拾遗》等著作中也都有对动物分类和功用的记载。更可引以为荣的是,明代(16世纪)李时珍(1518—1593)编著的《本草纲目》一书,共52卷,驰名中外,其中对400余种动物的名称、性状、习性、产地及药用作了记载,还将动物分为虫、鳞、介、禽、兽几类,是我国古代伟大的科学著作典籍,受到世界各国人民的重视,已译成多种文字发行,至今仍受世人推崇。

在西方,有关动物学的研究最早可溯源到公元前300多年的古希腊学者亚里士多德(Aristotle)。他在其《动物历史》中记述了454种动物,并使用了“种”和“属”的术语,并且在胚胎学和比较解剖学方面也作出了巨大的贡献,被誉为动物学之父。15世纪前后,欧洲进入了“文艺复兴时期”,动物学走出了中世纪的黑暗而有所发展,16世纪以后许多动物学著作纷纷问世,使动物学研究逐渐处于世界领先的位置。对动物学发展作出过伟大贡献的西方生

物学家有:

约翰·雷(J. Ray, 1627—1705), 英国人, 他首先确立了“物种”的概念, 划分了“种”、“属”等分类等级。

列文虎克(A. V. Leeuwenhoek, 1632—1723), 荷兰人, 发明了显微镜, 大大推进了对动物微观结构的认识, 他观察到了水中的许多微型动物, 被誉为原生动物之父。

林奈(Carl von Linné, 1707—1778), 瑞典人, 创立了动物分类系统, 建立了物种命名的双名法, 为现代分类学奠定了基础。

拉马克(J. B. Lamarck, 1744—1829), 法国人, 明确提出了物种进化的观点, 以著名的“用进废退”和“获得性遗传”的理论来解释进化的原因, 并对无脊椎动物分类学作出了贡献。

施莱登(M. J. Schleiden, 1804—1881)和施旺(T. Schwann, 1810—1882), 德国人, 发现细胞是组成动、植物的基本结构单位, 提出了细胞学说, 是19世纪自然科学的三大发现之一。

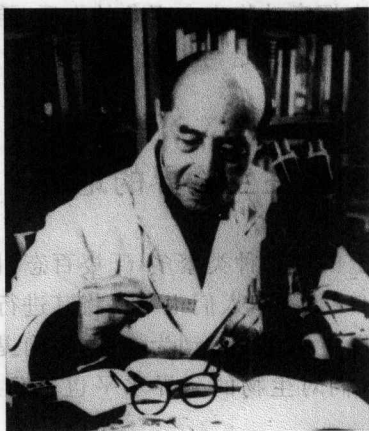
达尔文(C. R. Darwin, 1809—1882), 英国人, 发表《物种起源》, 以“自然选择”学说解释了动物界的多样性、同一性和变异性等, 确立了进化论, 也被恩格斯列为19世纪自然科学的三大发现之一。

赫克尔(E. Haeckel, 1834—1919), 德国人, 明确论述了“生物发生律”, 认为“个体发育”是“系统发育”简单而迅速的重演。借助于胚胎发育观察, 他澄清了许多无脊椎动物的亲缘关系。

海曼(L. Hyman, 1888—1969), 美国人, 对无脊椎动物及其亲缘关系作了系统的叙述和科学总结。

由于我国曾长期处于封建制度之下, 特别是鸦片战争后又沦为半封建半殖民地国家, 科学技术的发展受到严重阻碍, 动物学研究也极为滞后。直到20世纪初, 中国才开始创建现代动物学研究体系。

我国现代动物学的奠基人和研究的开拓者 秉志(1886—1965)院士(绪图-1)。他于1921年在南京高等师范学校创建了我国大学中的第一个生物系, 1922年创办我国第一个生物研究机构——“中国科学社生物研究所”, 1928年创办北平“静生生物调查所”, 1934年发起成立中国动物学会, 并任会长(理事长)。他为国家培养了一大批动物学不同分支学科的早期动物学英才, 这些人才成为20世纪我国教育界和科技界的重要骨干。



绪图-1 秉志院士工作照(由翟启慧提供)

1930年, 贝时璋(1903—)(绪图-2)先生应聘来到浙江大学, 白手起家建立了浙江大学生物学系, 开设和教授普通动物学、组织学、胚胎学、比较解剖学、动物生理学、遗传学和普通生物学, 还为研究生教授过形态发生学和发生生理学, 为国家培养了许多生物学人才, 他的学生中不少人现已成为中国科学院院士。1932年开始, 贝时璋从杭州稻田和水塘中采集到南京丰年虫(*Chirocephalus*

nankinensis)的中间性个体,开始以其为实验材料,研究细胞重建。1940年在贵州湄潭极为艰难困苦的条件下,他完成了丰年虫中间性生殖细胞解形和重建的研究。此后,这一工作一直延续到20世纪80年代。

中华人民共和国成立后,特别是改革开放以来,我国动物学研究进入了一个崭新的阶段,在基础研究和应用研究方面均取得了很大的成绩和长足的进步,但与世界先进水平依然还有不小的差距。进入21世纪后,我国动物学研究将面临前所未有的挑战,向着起点高、难度大、科学意义和应用前景明显的高层次研究发展。



绪图-2 贝时璋院士工作照(自《贝时璋文选》)

2.2 学习方法

动物学是生命科学学院所设所有专业的必修基础课。学习动物学应树立辩证唯物主义的观点,必须从整体观念出发,以对立统一的观点来看待动物与周围环境之间的关系,以发展的眼光看待动物的过去、现在以及未来。每个从事动物学研究的人,都必须多方面接触自然与实际,丰富感性知识,再通过整理和概括,把动物最本质的问题揭示出来,从而上升到理性认识阶段。

动物学不仅是一门描述性科学,更是一门实验性科学。动物种类繁多,结构更是复杂多样。在学习理论的基础上,同学们应该加强观察,多做实验,增加感性知识,通过对各种动物局部和个别现象的认识,融会贯通,建立动物形态结构、生理功能和生长发育的整体和动态的观念;应该重视和加强动物学基本技能的训练,掌握基本实验技能,逐步学会用实验的方法和手段去探索动物生命现象的本质。希望有志于动物学研究 and 发展的新一代大学生们,从动物学课程学习开始,扎实打好基础,为步入动物学研究的殿堂,为祖国的科学事业作出应有的贡献。

3 动物在生物界的地位

地球上的生物种类繁多,千姿百态,目前已鉴定和报道的物种在200万以上。为了研究、利用这些自然资源,人们很早就将其进行分门别类的整理。18世纪中叶,现代分类学奠基人——林奈以生物能否运动为标准,明确提出了动物界和植物界。随着科学的发展和研究技术的进步,人们对生物的分界水平也不断地深化,提出了三、四、五、六、八界的分界系统(绪表-1)。

绪表-1 生物分界系统

分界系统	含义	提出学者	提出年代
二界系统	植物界、动物界	林奈(Carl von Linné)	1735
三界系统	原生生物界、植物界、动物界	霍洛(J. Hogg)	1860
		赫克尔(E. Haeckel)	1866
四界系统	原核生物界、原始有核界、后生植物界、后生动物界	考柏兰(H. F. Copeland)	1938
四界系统	原生生物界、真菌界、植物界、动物界	魏泰克(Whittaker)	1959
四界系统	原核生物界、真菌界、植物界、动物界	李代尔(Leedale)	1974
五界系统	原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界、动物界	魏泰克(Whittaker)	1969
六界系统	病毒界、细菌界、蓝藻界、植物界、真菌界、动物界	陈世骧	1979
六界系统	古细菌界、原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界、动物界	布鲁斯卡(R. C. Brusca)	1990
八界系统	古细菌界、真细菌界、古真核生物界、原生动物界、藻界、植物界、真菌界、动物界	卡瓦利-史密斯 (T. Cavalier-Smith)	1989

对生物的分界直到现在尚无统一的意见,不过魏氏的五界系统(绪图-3)得到了较为广泛的认同。生命的进化过程最是从无细胞形态进化到前细胞型生命体,其特征是众多的生物大分子聚集而成为分子体系,呈现出初步的生命现象,可以说这是生命进化中的一次飞跃。五界系统客观体现了有细胞形态的生物的进化过程:从原核单细胞生物开始,大概经过 20 亿年漫长的历程,才从原核单细胞进化至真核单细胞生物,这是生命进化中又一次飞跃;再从真核单细胞进化到真核多细胞生物,是生命进化过程的第三次飞跃。病毒非常特殊,只有当它寄生

在有生命的细胞中才能成活,并能在宿主细胞中复制自我,进行繁殖,这时它才表现生命现象,属于生物的范畴;但一旦离开宿主细胞,它就不能独立生存而成为病毒结晶,变成非生命物质。至于病毒的起源,迄今尚有不少争论,没有定论,五界系统把其暂时排除在外是有道理的。本教材即按照魏氏五界系统的观点叙述,因此所涉及的“动物”包括原生生物界中的原生动物亚界和动物界。



绪图-3 魏泰克五界系统示意图(仿陈世骧)

4 动物分类概述

4.1 分类的意义和理论

动物分类知识是学习和研究动物学十分重要的基础。动物分类的目的是将数目繁多的动物种类,以科学的方法,依据形态、生理、遗传、进化等方面的事实,来决定某种动物在动物界的系统地位,从而说明各种动物彼此间的联系。动物分类学将动物分门别类,使它脉络清晰,有系统可寻,这对于了解动物界有重要意义,因为无论是宏观的还是微观的研究,最重要

的首先必须正确地鉴定研究对象或实验材料是哪一物种(species),否则,再高水平的研究也会失去其科学价值,或闹出“指鹿为马”的笑话。

从林奈时代开始,动物分类系统总体上是以动物形态或解剖的异同作为基础。人们根据古生物学、比较解剖学和胚胎学的许多证据对现存和化石动物种类进行了深入的研究,基本理清了动物界的自然类缘关系,这种分类法建立的分类系统被称为自然分类系统。近30年来,动物分类的理论和研究方法有了很大的发展,出现了几大学派,最重要的有:

支序分类学派(Cladistic systematics 或 Cladistics) 由德国昆虫分类学家赫宁(W. Hennig)所创立。该学派提出最能或惟一能反映系统发育关系的依据是分类单元之间的血缘关系,而反映血缘关系的最确切的标志是共同祖先的相对近度。

进化分类学派(Evolutionary systematics) 以梅尔(Mayr)、辛普森(Simpson)、阿西洛克(Ashlock)等人为代表。这一学派基本接受支序分类学派通过支序分析重建系统发育的方法,但提出建立系统发育关系时,单纯靠血缘关系不能完全概括进化过程中出现的全部情况,还必须考虑到分类单元之间趋异的程度及祖先与后裔之间渐进累积在内的进化性变化的程度。

数值分类学派(Numerical systematics) 始于20世纪初植物分类学者艾丹逊(Adanson)的工作,此后在计算机技术迅速发展之下,由索卡尔(Sokal)及斯尼塞(Sneath)加以发展而形成。该学派认为,其他学派在分类时给各种特征以不同的加权(weighting)的做法,主观因素太大,并不科学。他们主张不给分类特征以任何加权,而应通过大量的不加权特征来研究总体相似度进而反映分类单元之间的近似程度,并借助于计算机的运算,根据相似系数分析各分类单元之间的相互关系。

上述这些经典的动物分类学,迄今虽仍以形态学特征,尤其是外部形态特征作为最直观、最主要的依据,但随着科学技术的进步,一些新技术和新方法如电子显微镜(包括扫描电镜、透射电镜等)、染色体组型分析、同工酶分析、DNA及基因组序列分析等等,已在动物分类实践中得以应用,相应的特征也被作为分类时新的依据,同时也使一些原本在经典分类学领域难以解决的问题得以澄清。因而,上述新技术和新方法也越来越受到分类工作者的重视。

4.2 物种的概念和分类等级

物种(Species)是分类系统最基本的阶元,是一群与其他种群在生殖上隔离的繁殖群体或潜在的繁殖群体。动物物种是在进化过程中形成的,因此必然相互联系,但又由于生殖上的隔离,从而隔断了基因交换的途径,因而又是相互独立的。至于生殖隔离的形式,大体上有以下几种:生态隔离或栖息地隔离——不同物种对不同生境的依附使之不能相遇或减少了相遇的机会;繁殖季节的隔离——不同物种的繁殖季节不同,不同物种的雌雄个体相遇机会极少;繁殖行为的隔离,如求偶信号,包括声光、化学物质的发放和接受等等行为上的不同造成隔离;配子隔离——不同物种精卵表面的受体不同,即使相遇也不能受精,或有时虽能受精,但后期也会引起胚胎死亡或流产或发育不全或出生后生活力很低或没有繁殖能力,等等。

不同物种不论如何相似,总是在各方面有明确的差异,这就决定了物种具有既连续又间断的特性,无论在空间上还是时间上都是如此。

综上所述,物种的定义可表达为:物种是生物界发展连续性与间断性统一的基本间断形式;在有性生物中,物种由具有实际或潜在的繁殖能力的种群所组成,并占有一定的空间,而且与其他这样的群体在生殖上是隔离的。

种以上分类等级从小至大分为属(Genus)、科(Family)、目(Order)、纲(Class)、门(Phylum)、界(Kingdom)。其组成原则是:相近似的若干种组成属,相近似的若干属组成科,相近似的若干科组成目,以此类推。有时为更精确地表达种的分类地位,还可将原有的阶元进一步细化,并在上述6个阶元之间另外加上一些阶元,以满足这种需求,加入的阶元名称之前或之后分别加上总(Super-)或亚(Sub-),于是分类阶元中有时还有亚门(Subphylum)、总纲(Superclass),余类推。任何一种已知的动物均能毫无例外地归属到上述分类阶元之中,如:大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)归属于动物界(Animal)、脊索动物门(Chordata)、哺乳纲(Mammalia)、食肉目(Carnivora)、大熊猫科(Ailuropodidae)、大熊猫属(*Ailuropoda*);又如:中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*),归属于动物界(Animal)、节肢动物门(Arthropoda)、甲壳纲(Crustacea)、十足目(Decapoda)、对虾科(Penaeidae)、明对虾属(*Fenneropenaeus*)。

按照惯例,动物分类阶元中,亚科、科和总科的名称都有标准的拉丁字尾,分别是-inae、-idea和-oidea,因而对于一些不常见类群,可借此字尾判断所属的亚科名、科名或总科名。亚种(Subspecies)是种下的分类阶元,常是一个种内的地理种群或生态种群,与同种内任何其他种群有区别。人工养殖或人工选育的动物的种下分类单元称为品种(variety 或 breed variety 或 breed),但对于野生种类或动物园中饲养的野生动物,千万不能称其为某某品种,即使是人工饲养条件下出生的野生动物后代也不能称为品种。

毋庸讳言,在上述所有分类阶元中,除种以外,其他较高的阶元,都同时具有客观性(自然的)和主观性(人为的)。所谓客观性,是指它们都客观存在,是可以划分的实体;所谓主观性,是指各阶元的水平以及阶元与阶元之间的划分完全是人主观确定的,并没有统一的客观标准。如当时林奈所确定为属的准则,可能后来的分类学家却把其作为划分科的特征了。

4.3 动物的命名

对于动物的命名,国际上制订了“国际动物命名法则”(International code of zoological nomenclature),非常复杂,现作最基本的介绍。动物命名时除遵守上述共同的分类阶元外,还统一规定了种或亚种的命名法规,以便于各国动物学工作者之间的联系和交流。命名法则规定,每一个动物物种都应有一个学名(Science name),这一学名由两个拉丁词或拉丁化的词组成,其中前面一个词应是该动物的属名,用主格单数名词表示,第1个字母要大写;后面一个词是该动物的种本名,多为形容词,第一个字母不需要大写,其中形容词与前面名词的性、数、格须一致。这就是目前国际上统一采用的物种命名的“双名法”基本规则。学名之后,还可附加当初定名人的姓氏。在出版物中学名均采用斜体,但定名人不用斜体,第一个字母也须大写。如意大利蜂的学名为 *Apis mellifera* Linnaeus。如若种内有不同的亚种,须在种名之后再加上亚种名,构成通常所称的三名法,如东亚飞蝗是飞蝗的亚种,其学名为 *Locusta migratoria manilensis* Linnaeus。如若学名中最新的属名有所变更,则在采用新的属名时,应将原命名该物种人的姓氏置于括号内,如贝氏双身虫原学名为 *Diplozoon bychowskyi* Nagibina,现改为贝氏拟双身虫,其学名应写为 *Paradiplozoon bychowskyi* (Nagibina)。

4.4 动物的分门

动物学者根据动物细胞数量及分化、体型、胚层、体腔、附肢以及内部器官等特点将动物分为若干门类。单细胞或单细胞群体的原生动物在五界系统中归属于原生生物界,共分为7个门(见第1章),其他多细胞动物均归属动物界。根据近年来多数学者的意见,动物界分为33门,其中铠甲动物门(Loricifera)的分类地位尚未最后确立,其余32个门类见绪表-2,表中打“*”号的动物门类将在本教材中作重点介绍。

绪表-2 动物界的分门

	中生动物		中生动物门(Mesozoa)
	侧生动物		海绵动物门(Spongia)* 扁盘动物门(Placozoa)
	二胚层、辐射对称动物		刺胞动物门(Cnidaria)* 栉水母动物门(Ctenophora)
		无体腔动物	扁形动物门(Platyhelminthes)* 纽形动物门(Nemertea) 颚口动物门(Gnathostomulida)
	真后生动物	原体腔动物	腹毛动物门(Gastrotricha)* 轮形动物门(Rotifera)* 动物动物门(Kinorhyncha) 线虫动物门(Nematoda)* 线形动物门(Nematomorpha) 棘头动物门(Acanthocephala)
			内肛动物门(Entoprocta)
		裂体腔动物	软体动物门(Mollusca)* 鳃曳动物门(Priapula) 星虫动物门(Sipuncula) 螭虫动物门(Echiura) 环节动物门(Annelida)* 须腕动物门(Pogonophora) 有爪动物门(Onychophora) 缓步动物门(Tardigrada) 舌形动物门(Pentastoma) 节肢动物门(Arthropoda)* 外肛动物门(Ectoprocta) 帚虫动物门(Phoronida) 腕足动物门(Brachiopoda)
			毛颚动物门(Chaetognatha)
			棘皮动物门(Echinodermata)* 半索动物门(Hemichordata) 脊索动物门(Chordata)*

第 1 章

单细胞动物——原生动物(Protozoa)

1 原生动物的主要特征

原生动物是地球上最原始、最简单、最低等的动物。它们通常只由一个细胞构成完整的生命有机体,各种生理机能,如运动、感应、消化、呼吸、排泄、生殖等生命现象都在单个细胞内完成,因而称为单细胞动物。

构成原生动物的这个细胞,不论结构的复杂性,还是机能的综合性,是其他多细胞动物中任何一个细胞无法比拟的。除了一般细胞内所共同具有的结构,如线粒体、内质网、高尔基体、溶酶体等外,还有原生动物所特有的细胞器(organelle),并由其来执行各种复杂的生理机能。这些特殊的细胞器在机能上相当于多细胞动物体内不同的器官和系统,是一种“细胞的器官”,简称为胞器,常见的有摄食的胞器、排遗的胞器、渗透调节及排泄的胞器、运动的胞器等等。因此,从细胞水平上讲,原生动物的细胞是所有生物细胞中分化最为复杂的细胞。

原生动物除了单细胞以外,还有一些种类是由若干个单细胞组成的单细胞群体,其在外形上很很多细胞动物,但它们与多细胞动物不同,群体的细胞通常没有分化,最多也只是体细胞与生殖细胞的分化,而且群体中各细胞的独立性强,离开群体后照样能独立生活,形成新的群体。而多细胞动物的细胞,一般分化为不同的组织,其中的每一个细胞已不能独立生活,在自然情况下更不可能由其形成新的个体。

绝大多数原生动物是体型微小,需借助于显微镜才能观察到的微小型动物,一般在 $300\mu\text{m}$ 以下。最小的原生动物是一种海产的微滴虫(*Micromonas pusilla*),体长只有 $1\sim 1.5\mu\text{m}$,与典型的细菌大小差不多;寄生在人体及脊椎动物网状内皮系统细胞中的利什曼原虫(*Leishmania*),其体长也只有 $2\sim 3\mu\text{m}$ 。另有一些原生动物,其个体长度可达数毫米,如喇叭虫(*Stentor*)可长达 $2\sim 3\text{mm}$;某些海产有孔虫(Foraminifera)体长可达 7cm ,其中新生代一种有孔虫化石——货币虫(*Nummulites*)竟达 19cm ,称得上原生动物中“巨无霸”级的种类。喇叭虫与微滴虫体长之比,已达 1000 多倍,至于两者的体重比,至少是 $(1000)^3=10^9$ 。这样悬殊的体长和体重幅度,是其他动物类群无法比拟的。如巨型哺乳动物—— 100000kg 体重的海洋鲸类,也仅仅是一只 2g 体重的地鼠的 5×10^7 倍而已。

原生动物在地球上分布极为广泛,在河流、湖泊、海洋以及潮湿的土壤里,到处都有它们的踪迹,而且有一部分已从自由生活过渡到寄生生活。原生动物的分布受各种物理、化学及生物因子的限制,在不同的环境中各有它的优势种。水及潮湿的环境对所有原生动物的生存及繁殖都非常必要。原生动物最适宜生长的温度范围为 $20\sim 25^\circ\text{C}$,但有些种类在南、北两极