



普通高等教育“十三五”规划教材

动物学

吕秋凤 主编



化学工业出版社



普通高等教育“十三五”规划教材

动物学

吕秋凤 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《动物学》全书共二十一章，以动物进化为主线，主要包括绪论、动物的个体发育、无脊椎动物、脊椎动物以及动物起源等方面的知识。绪论主要讲述动物学及分支学科的研究内容及学习动物学的目的和意义、动物学的研究方法及动物分类的基础知识和生物多样性的保护及持续利用。第一章主要讲述多细胞动物起源、胚胎发育经历重要阶段、生物发生律的概念等。第二章至第二十章分别讲述各门和纲的形态结构、主要特征、代表动物、重要类群和经济意义。第二十一章主要讲述动物进化的基础理论、动物进化的例证、动物进化的型式、无脊椎动物和脊椎动物的起源与演化。

《动物学》教材可供高等院校动物医学、动物科学、水产养殖、特种经济动物、生物科学、生物技术、生物工程、应用生物科学、环境科学、食品科学等相关专业的教师和学生、科研院所的科研人员及实际应用中的技术人员等使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

动物学/吕秋凤主编. —北京: 化学工业出版社,
2017.8

普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-29937-6

I. ①动… II. ①吕… III. ①动物学-高等学校-教材
IV. ①Q95

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 121139 号

责任编辑: 尤彩霞

责任校对: 边涛

装帧设计: 张辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 25 字数 656 千字 2017 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

普通高等教育“十三五”规划教材 《动物学》编写人员名单

主 编：吕秋凤

副主编：张旭 关萍 吴高峰 王海芳

参编人员（按姓名汉语拼音排序）：

崔怡清	沈阳农业大学
冯颖	沈阳农业大学
高明	河北农业大学
关萍	沈阳农业大学
贺驭	沈阳农业大学
黄帆	沈阳农业大学
李国喜	河南农业大学
梁巍巍	沈阳农业大学
林荣峰	沈阳农业大学
林树梅	沈阳农业大学
刘梅	沈阳农业大学
刘明宇	沈阳农业大学
刘鹏	哈尔滨师范大学
吕秋凤	沈阳农业大学
牟藤	辽宁大学
宁志利	沈阳农业大学
曲真	大连职业技术学院
史新娥	西北农林科技大学
孙瑞媛	沈阳农业大学
孙晓伟	沈阳农业大学
王海芳	甘肃农业大学
吴高峰	沈阳农业大学
吴振鸣	沈阳农业大学
晏文梅	金陵科技学院
杨群辉	沈阳农业大学
杨淑华	沈阳农业大学
张旭	黑龙江八一农垦大学



前 言

动物学 (zoology) 是研究动物体的形态结构、分类和生命活动规律的一门基础生物科学, 内容十分广博。随着科学技术的不断发展, 动物学扩展形成了多个分支学科, 主要有动物形态学、动物分类学、动物生理学、动物胚胎学、动物生态学、动物地理学和动物遗传学等。由于学科的发展和交叉渗透, 动物学的研究向微观和宏观两个方向发展, 从而形成了分子、细胞、组织、器官、个体、群体和生态系统等多个层次的研究体系, 动物学是其中的一个基础学科。

动物学是农业院校的动物医学、动物科学、水产养殖、特种经济动物、生物科学、生物技术、生物工程、应用生物科学、环境科学和食品科学等相关专业和综合院校的生命科学以及师范院校生物教育专业等多个专业的专业基础课, 属必修课程之一, 与农、林、牧、渔、医、工等有着不可分割的关系。诸如农牧业上的畜禽、经济水产动物和毛皮动物以及蜂和蚕等的养殖; 害虫的控制和生物防治; 濒危物种的救助; 野生物种多样性的保护、开发和可持续利用等都离不开动物学的基础。医药卫生上直接危害人体健康甚至造成严重疾病的寄生虫及流行病病原体传播媒介的诊断治疗及预防研究, 许多医学难题的解决以及新药物的研制都需要进行动物学及其分支学科的试验和研究。此外, 当代工程技术广泛应用的仿生学, 如模仿蛙眼研制的可准确灵敏识别飞机和导弹的电子蛙眼, 根据蜜蜂准确导航本领研制成的用于航海和航空的偏光天文罗盘, 模仿海洋漂浮动物水母的感觉器制造出的能准确预报风暴的“水母耳”风暴预测仪等, 也都离不开动物学的深入研究。

《动物学》借鉴了许多动物学资料, 对每个章节内容进行了精心的组织和编排。除保持传统的动物学特色外, 更注重国内外动物学研究进展、前沿知识以及专业发展的相互联系, 充分反映了该学科水平, 突显了代表动物的科研价值, 真正体现出学科特色。力求做到将教材的科学性、实用性、趣味性和前瞻性统一起来, 调动学生学习动物学的积极性, 以便取得较好的教学效果。每个章节末尾附有思考题, 既方便学生及时巩固复习, 又丰富了学生的视野。

在《动物学》编写过程中, 得到沈阳农业大学、黑龙江八一农垦大学、辽宁大学、甘肃农业大学、西北农林科技大学、金陵科技学院、河南农业大学、河北农业大学、哈尔滨师范大学等院校老师和学生们的帮助, 深表谢意!

由于编者水平有限, 书中难免出现疏漏之处, 恳请广大读者和各位同仁批评指正!

编者

2017年9月



目 录

绪论	1
第一节 生物的分界及动物在其中的地位	1
第二节 动物学及其分科	4
第三节 研究动物学的目的和意义	5
第四节 动物学的研究方法	6
第五节 动物分类知识	7
思考题	10
第一章 动物的个体发育	11
第一节 从单细胞到多细胞	11
第二节 多细胞动物起源于单细胞动物的证据	12
第三节 多细胞动物发育的过程	13
第四节 生物发生律	19
第五节 关于多细胞动物起源的学说	20
思考题	22
第二章 原生动物门	23
第一节 原生动物门的主要特征	23
第二节 原生动物门的分类	27
第三节 原生动物与人类的关系	41
思考题	42
第三章 海绵动物门	43
第一节 海绵动物门的主要特征	43
第二节 海绵动物门的分类	48
第三节 海绵动物的经济价值	49
思考题	49
第四章 腔肠动物门	50
第一节 腔肠动物门的主要特征	50
第二节 腔肠动物门的分类	53

第三节	腔肠动物的经济价值	61
思考题	.....	62
第五章	扁形动物门	63
第一节	扁形动物门的主要特征	63
第二节	扁形动物门的分类	65
第三节	寄生虫与宿主的关系及防治原则	83
思考题	.....	86
第六章	原体腔动物门	87
第一节	原体腔动物门的主要特征	87
第二节	原体腔动物门的分类	89
第三节	原体腔动物的经济意义	100
思考题	.....	100
第七章	环节动物门	102
第一节	环节动物门的主要特征	102
第二节	环节动物门的分类	106
第三节	环节动物的经济意义	119
思考题	.....	120
第八章	软体动物门	121
第一节	软体动物门的主要特征	121
第二节	软体动物门的分类	125
第三节	软体动物的经济意义	145
思考题	.....	147
第九章	节肢动物门	148
第一节	节肢动物门的主要特征	148
第二节	节肢动物门的分类	151
第三节	节肢动物与人类的关系	178
思考题	.....	180
第十章	棘皮动物门	181
第一节	棘皮动物门的主要特征	181
第二节	棘皮动物门的分类	186
第三节	棘皮动物的经济意义	188
思考题	.....	189
第十一章	无脊椎动物门类形态结构和生理功能的总结	190
第一节	无脊椎动物躯体结构的形态比较	190
第二节	无脊椎动物各个系统的功能概述	197
思考题	.....	198
第十二章	半索动物门	199
第一节	半索动物门的主要特征	200
第二节	半索动物门的分类	202
第三节	半索动物在动物界的地位	203
思考题	.....	203
第十三章	脊索动物门	204

第一节	脊索动物门的主要特征	204
第二节	脊索动物门的分类概况	205
第三节	尾索动物亚门	206
第四节	头索动物亚门	209
第五节	脊椎动物亚门	214
思考题	.....	215
第十四章	圆口纲	216
第一节	圆口纲的主要特征	216
第二节	圆口纲的分类	219
第三节	圆口纲的经济意义	220
思考题	.....	220
第十五章	鱼纲	221
第一节	鱼纲的主要特征	221
第二节	鱼纲的分类	239
第三节	鱼类的经济意义	254
思考题	.....	257
第十六章	两栖纲	258
第一节	两栖纲的主要特征	258
第二节	两栖纲的分类	261
第三节	两栖类的繁殖	267
第四节	两栖类的保护与利用	269
思考题	.....	270
第十七章	爬行纲 (Reptilia)	271
第一节	爬行纲的主要特征	271
第二节	爬行纲的分类	285
第三节	爬行动物与人类的关系	299
思考题	.....	300
第十八章	鸟纲	301
第一节	鸟纲的主要特征	301
第二节	鸟纲的分类	315
第三节	鸟类的繁殖、生态及迁徙	329
第四节	鸟类与人类的关系	336
思考题	.....	339
第十九章	哺乳纲	340
第一节	哺乳纲的主要特征	340
第二节	哺乳动物分类	348
第三节	哺乳动物的保护、持续利用及有害兽类的防治	354
思考题	.....	358
第二十章	脊椎动物门类形态结构和生理功能的总结	359
第一节	脊椎动物躯体结构的形态比较	359
第二节	脊椎动物各个系统的功能概述	371
思考题	.....	372

第二十一章 动物的起源和进化	374
第一节 进化理论	374
第二节 进化证据	375
第三节 进化型式和进化谱系	378
第四节 无脊椎动物的演化简述	380
第五节 脊索动物的起源和演化	382
思考题	387
参考文献	389



绪 论

教学重点：动物学及分支学科的研究内容及学习动物学的目的、意义；动物学的研究方法 & 动物分类的基础知识。

教学难点：生物多样性的保护及持续利用。

动物学是研究动物各类群的形态结构和有关生命活动规律的学科。动物学是生物学的重要组成部分。步入生物学领域后，应该通过“生物的多样性”和“生物的分界”对生物界的全貌全面认识，并通过“动物分类的知识”寻找到入门的“金钥匙”。

第一节 生物的分界及动物在其中的地位

自然界的物质是由生物和非生物组成的。前者指一切有生命的物质，具有新陈代谢、生长发育和繁殖、遗传变异、感应性和适应性等生命现象，因此，生物世界也称生命世界 (vivicum)；后者指所有无生命的物质，如空气、阳光、岩石、土壤、水等。

非生物界组成了生物生存的环境，生物和它所居住的环境共同组成了生物圈。生物的形式多样，种类繁多，变化无穷，共同组成了五彩缤纷而又生机勃勃的生物界，各种生物在形态结构、生活习性及对环境的适应方式等方面千差万别。最小的生物为病毒 (virus)，如细小病毒只有 20nm，它是一种只有 1600 对核苷酸的单一 DNA 链的二十面体，没有蛋白膜；复旦大学生命科学院病毒研究室发现的中国小麦花叶病毒 (CWMV) 为 100nm，最大的生物如 20~30m 长的蓝鲸，重达 100 多吨。

一、生物的基本特征

① 除病毒以外的一切生物都是由细胞组成的。细胞是构成生物体的基本单位。

② 生物都有新陈代谢 (metabolism) 作用。包括同化作用 (assimilation) 和异化作用 (dissimilation) 两个方面。同化作用又称合成代谢，指生物体把从食物中摄取的养料加以改造，转换成自身的组成物质，并把能量储存起来的过程；异化作用又称分解代谢，指生物体将自身的组成物质进行分解，并释放出能量和排出废物的过程。

③ 生物都有生长 (growth)、发育 (development) 和繁殖 (reproduction) 的现象。任何生物体在其一生中都要经过从小到大的生长过程。在生长过程中，生物的形态结构和生理

机能都要经过一系列的变化，才能从幼体长成与亲代相似的个体，然后逐渐衰老死亡，这种转变过程称为发育。当生物生长到一定阶段就能产生后代，使个体数目增多，种族得以绵延，这种现象称为繁殖。

④ 生物都有遗传 (heredity) 和变异 (variation) 的特性。生物在繁殖时，通常都产生与自身相似的后代，这就是遗传，如种瓜得瓜，种豆得豆。但两者之间不会完全一样，这种不同就是变异。遗传性保持物种的相对稳定和生物类型间的区别；变异性导致物种的变化发展。

⑤ 生物对外界可产生应激性 (irritability)，对环境有适应性 (adaptability)。如向日葵的花盘始终向着太阳，含羞草的小叶接受刺激后，即会合拢；海龟眼里有一种特殊结构，帮助它们在漆黑的海底看清东西；蜜蜂和蝴蝶可以看到人眼所不能看到的紫外线，在长期的自然进化中，那些依赖蜜蜂和蝴蝶授粉的花能发出一种特殊的紫外线，吸引蜜蜂和蝴蝶。

⑥ 内环境稳定 (homeostasis)。内环境是机体进行正常生命活动的必要条件。机体维持内环境稳定的调节能力是有一定限度的，当外界环境的变化过于激烈，或机体自身的调节功能出现故障时，内环境的稳定就会遭到破坏。

二、动物的基本特征

动物自身不能将无机物合成有机物，只能通过摄取食物从外界获得自身所需要的营养，这种营养方式称异养。在生物界中动物是食物的消费者。

三、生物的分界

地球上目前已鉴定的生物约有 200 万种，随着时间的推移，还会有许多新种被发现，估计生物的总数可达 2000 万种以上。为了充分地认识、利用和改造生物，长期以来，生物学家们在生物分界上做了大量的研究工作。对庞大的生物类群分门别类进行系统整理，这就是分类学的任务。

生物的分界随着科学的发展而不断地深化。

(一) 二界分类

公元前 300 多年，古希腊学者亚里士多德把生物分为动物和植物；瑞典分类学家林奈 (Carl Von Linne, 1735) 以能否运动为标准 (肉眼所能观察到的特征)，把生物分为植物界 (Plantae) 和动物界 (Animalia) 两界系统。这一系统直至 20 世纪 50 年代仍为多数教材所采用。

(二) 三界分类

由于显微镜的广泛使用，人们发现许多单细胞生物兼有动物和植物的特性 (如眼虫等)，这种中间类型的生物是进化的证据，却是分类的难题，因此德国生物学家霍格 (J. Hogg, 1860) 和赫克尔 (E. H. Haeckel, 1866) 提出了三界分类法：原生生物界 (Protista) (单细胞生物、细菌、真菌、多细胞藻类)、植物界、动物界。

(三) 四界分类

电子显微镜技术的发展，使生物学家有可能揭示细菌、蓝藻细胞的结构，并发现其与其他生物有着显著的不同，于是提出原核生物 (Prokaryote) 和真核生物 (Eukaryote) 的概念。美国人考柏兰 (H. F. Copeland, 1938) 提出了四界分类法：原核生物界 (蓝藻、细菌、放线菌、立克次氏体、螺旋体、支原体等)、原生生物界 (原生生物和单细胞的藻类)、植物界、动物界。

(四) 五界分类

1969年美国学者惠特克(R. H. Whittaker)根据细胞结构的复杂程度及营养方式提出了五界分类法,他将真菌从植物界中分出另立为界,即原核生物界、原生生物界、真菌界(Fungi)、植物界和动物界(图0-1)。这一系统逐渐被广泛采用,直到现在有些教材仍在沿用。

(1) **原核生物界** 包括细菌、立克次氏体、支原体、蓝藻。其特点是:环状DNA位于细胞质中,不具成形的细胞核,细胞器无核膜,细胞进行无丝分裂,细胞器中无线粒体、叶绿体、内质网及高尔基体等。

(2) **原生生物界** 包括单细胞的原生动物和藻类。其特点是:细胞核具核膜的单细胞生物,细胞内有膜结构的各种细胞器,细胞进行有丝分裂。

(3) **真菌界** 包括真菌及藻菌、子囊菌、担子菌和半知菌等。其特点是:细胞具细胞壁,无叶绿体,不能进行光合作用。无根茎叶的分化,营腐生性寄生生活,营养方式为分解吸收型,在食物链中为还原者。

(4) **植物界** 包括进行光合作用的多细胞植物,如各种草、树木等。其特点是:具细胞壁,具有叶绿体,能进行光合作用。营养方式为自养,为食物的生产者。

(5) **动物界** 包括所有的多细胞动物,如昆虫、鱼、鸟、兽等。其特点是:无细胞壁和叶绿体,不能进行光合作用。营养方式为异养,为食物的消费者。

五界系统反映了生物进化的三个阶段和多细胞生物阶段的三个分支,即原核生物代表了细胞的初级阶段,进化到原生生物代表了真核生物的单细胞阶段(细胞结构的高级阶段),再进化到真核生物多细胞阶段,即植物界、真菌界、动物界。植物、真菌和动物代表了进化的三个方向,即自养、腐生、异养。但五界系统没有反映出非细胞生物阶段。

(五) 六界分类

我国著名昆虫学家陈世骧1979年提出了3个总界六界系统,即非细胞总界(包括病毒界)、原核总界(包括细菌界和蓝藻界)、真核总界(包括植物界、真菌界和动物界)(表0-1)。

表0-1 生物的界级分类(引自陈世骧)

五界系统	六界系统	五界系统	六界系统
I 原核阶段	I 非细胞生物	3. 植物界	III 真核生物
1. 原核生物界	1. 病毒界	4. 真菌界	4. 植物界
II 真核单细胞阶段	II 原核生物	5. 动物界	5. 真菌界
2. 原生生物界	2. 细菌界		6. 动物界
III 真核多细胞阶段	3. 蓝藻界		

近年还有学者提出与上述六界不同的六界系统(如R. C. Brusca等,2003),将古细菌另立为界,即真细菌界(Eubacteria)、古细菌界(Archaeobacteria,也有译为原细菌,包括厌氧产甲烷细菌等)、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。还有学者(T. Cavalier-Smith,1989)提出八界系统,将原核生物分为古细菌界和真细菌界(Eubacteria);将真核生物分为古真核生物和后真核生物(Metakaryota)两个超界,前一超界只含一个界,即古真核生物界(Archezoa),后一超界包括原生动物界、藻界(Chromista,该界包括隐藻Cryptophyta和有色藻Chromophyta两个亚界)、植物界、真菌界、动物界。有学者认为这一分界系统是较合理和清楚的。



图0-1 惠特克的五界系统简图(仿陈世骧)

综上所述,目前人们对生物的分界尚无统一的意见。但无论如何,从30亿年古生物的化石记录或当前地球上现存生物的情况,从形态比较、生理、生化的例证等,都揭示了生物从原核到真核、从简单到复杂、从低等到高等的进化方向,生物的分界显示了生命历史所经历的发展过程。

生物间的关系错综复杂,但它们对于生存的基本要求都是摄取能量、占据一定的空间和繁殖后代。生物解决这些问题的途径是多种多样的。在获取营养方面,凡能利用二氧化碳、无机盐及能源合成自身所需食物的叫自养生物,绿色植物和紫色细菌是自养生物。故植物是食物的生产者,生物间的食物联系由此开始。动物则必须从自养生物那里获取营养,植物被植食性动物所食,而后者又是肉食性动物的食料,故动物属于掠夺摄食的异养型,在生物界中是食物的消费者。真菌为分解吸收营养型,处于还原者的地位。这些都显示出三界生物是最基本的,在进化发展中生物在营养方面相互联系的整体性和系统性,以及生物在生态系统中的相互协调性,在物质循环和能量流转过过程中所起的作用。

第二节 动物学及其分科

一、动物学的概念

动物学(zoology)是指以动物为研究对象,以生物学的观点和方法,系统地研究动物的形态结构、生理、生态、分类、进化以及与人类关系的科学,是一门内容十分广博的基础学科。

二、动物学的主要分类学科

(一) 根据研究内容和方法的不同分类

(1) 动物形态学(animal morphology) 研究动物物体内外结构以及它们在个体发育和系统发展过程中的变化规律的科学。包括解剖学、细胞学、组织学、比较解剖学、胚胎学、古动物学。

(2) 动物胚胎学(animal embryology) 研究动物胚胎形成、发育的过程及其规律。近年来应用分子生物学和细胞生物学等的理论和方法,研究个体发育的机制是胚胎学发展的新阶段,称为发育生物学。

(3) 动物分类学(animal taxonomy) 研究动物类群的特征以及各类群之间彼此相似或相异的程度,并分门别类,列成系统,以阐明它们的亲缘关系、进化过程和发展规律。

(4) 动物生理学(animal physiology) 研究动物体的生活机能(例如消化、循环、呼吸、排泄、生殖、刺激反应等)、各种机能的变化发展以及在环境条件影响下所起的反应等。

(5) 动物生态学(animal ecology) 根据有机体与环境条件的辩证统一,研究动物的生活规律及其环境中非生物因子与生物因子的相互关系。包括个体生态、种群生态、群落生态和生态系统的研究。

(6) 动物地理学(animal geography) 研究动物种类在地球上的分布以及动物分布的方式和规律。从地理学角度研究每个地区中的动物种类和分布的规律,常被称为地动物学。

(7) 动物遗传学(animal genetics) 研究动物遗传变异的规律,包括遗传物质的本质、遗传物质的传递和遗传信息的表达调控等。

(二) 按照研究的动物对象分类

无脊椎动物学(invertebrate zoology)、脊椎动物学(vertebrate zoology)、原生动植物学

(protozoology)、寄生动物学 (parasitology)、软体动物学 (malacology)、贝类学 (conchology)、甲壳动物学 (carcinology)、蛛形学 (arachnology)、昆虫学 (entomology)、鱼类学 (ichthyology)、鸟类学 (ornithology) 和哺乳动物学 (mammalogy) 等。

第三节 研究动物学的目的和意义

一、研究动物学的目的

学习动物学, 在于掌握各类动物的主要特征及各类动物之间的相互关系, 探明动物界发生、发展的基本规律, 以提供充分利用动物资源的途径和方法, 并应用这些普遍的规律, 进一步改造动物, 诱导动物朝着有利于人类的方向发展, 使有益于人类的动物不断增多、危害人类的动物得到控制, 为人类服务。

二、研究动物学的意义

(1) 动物资源的保护、开发和持续利用方面 为了开发利用动物资源, 首先需要调查研究摸清动物资源的情况, 这在我国尚是一项需要进一步完成的基础工作。在保护动物资源方面, 如何挽救濒危物种、保护受威胁动物, 都需要了解有关动物的生活环境、食性、繁殖规律以及与其他生物的关系等知识, 因为物种的进化是不可逆的, 一旦灭绝不可能再现。例如大熊猫、朱鹮的保护工作已深受世界关注。随着工业发展, 污染加剧、环境日趋恶化的今天, 保护物种多样性、遗传多样性及生态系统多样性已成为当今世界面临的重要任务。在资源开发和持续利用方面, 动物界是一个取之不尽的宝库, 但如果不注意保护、合理利用, 就会日益枯竭, 这需要动物科学与其他学科相结合不断探索研究。

(2) 在农业和畜牧业的发展方面 在控制农业害虫、生物防治以及家畜、家禽、经济水产动物、蜂和蚕的养殖等方面, 动物学都是必要的基础。对大量农林害虫的防治, 需要掌握各有关害虫的形态结构、生活习性及生活史等, 这是害虫预测预报的基础, 也是掌握最适时机消灭害虫不可缺少的知识。例如人工培养赤眼蜂杀灭棉铃虫 (二化螟), 雌蜂产卵于二化螟卵内, 螟卵由于赤眼蜂的寄生而死亡, 因此赤眼蜂对抑制这种重要的水稻害虫有不可低估的作用。这种利用生物防治害虫的方法, 既避免了农药的污染, 又能达到控制以至于消灭害虫的目的。为了不断改良品质培育新品种, 也需要动物学与其他学科交叉的先进技术。如自从帕米特 (R. D. Palmiter) 于 1982 年将大鼠的生长激素基因注入小鼠的受精卵内培育出巨型小鼠以来, 转基因鱼、兔、猪、羊等研究成果不断有所报道。

(3) 在医药卫生方面 动物学及其许多分支学科, 诸如动物解剖、组织、细胞、胚胎、生理和寄生虫学等是医药卫生研究不可缺少的基础。有些寄生虫直接危害人体健康, 甚至造成严重的疾病, 如我国有名的五大寄生虫病 (疟疾、黑热病、血吸虫病、钩虫病、丝虫病), 对这些疾病的诊断治疗及预防, 如果没有动物学研究的配合是难以完成的。只有掌握其形态特征、生活史或中间宿主、终末宿主的各个环节的生物学特点, 才有可能考虑如何切断其生活史进行治疗及综合防治措施, 以达到控制和消灭的目的。有些动物是流行病原体的传播媒介, 如蚊、蝇、老鼠及一些蜱螨等。可供药用的动物种类繁多, 例如动物药牛黄、鹿茸、麝香、蜂王浆等。许多医学难题的解决以及新药物的研制, 也必须先在动物体上进行试验或探索。实验动物学已成为专门的学科, 为药物试验提供实验对象, 还为动物药物的开发利用提供线索, 如用于抗血凝的蚂蟥的蛭素, 用于医治偏瘫的蝮蛇的抗栓酶, 治疗癫痫的蝎毒的抗癫痫肽, 用于治疗心脑血管栓塞疾病、能溶解血栓、抑制血栓形成的蚯蚓的蚓激酶等, 这

方面的工作虽属生物化学和医学范畴，但也需配合以动物学来共同研究。

(4) 在工业工程方面 许多轻工业原料来源于动物界，例如哺乳动物的毛皮是制裘或鞣革的原料，优质的裘皮如紫貂、水獭等；鹿皮为鞣革的上品。产丝昆虫如家蚕、柞蚕、蓖麻蚕所产的蚕丝及羊毛、驼毛、兔毛等为丝、毛纺织提供原料。又如紫胶虫产的紫胶、白蜡虫分泌的虫白蜡均广泛应用于工业。珊瑚的骨骼及一些软体动物的贝壳可加工制成工艺品和日用品，珍珠贝类所产生的珍珠，其经济价值尤为突出。

(5) 现代仿生学的应用 在工业工程技术方面应用的仿生学，同样也离不开动物学的研究。如模仿蛙眼研制的电子蛙眼，可准确灵敏地识别飞行的飞机和导弹，人造卫星的跟踪系统也是模仿蛙眼的工作原理。根据蜜蜂准确的导航本领制成的偏光天文罗盘，已用于航海和航空，避免迷失方向。模仿海洋中进行漂浮生活的腔肠动物水母的感觉器制成的“水母耳”风暴预测仪，能提前15h预报风暴的方向，装置简单，操作方便。模仿人体的结构与功能研制的人工智能机器人，具有完善的信息处理能力，能按最佳方案进行操作装配等。仿生学正在探索一些意义更为重大而深远的课题，潜力不可估量。

由此可见，包括动物学在内的生物学是农业、医学航空等应用科学的理论基础，是人类改造自然世界的有力武器。无论是提高食物的数量和质量，合理开发和利用自然资源，还是防治疾病、延长寿命、保护环境、控制人口以及进行一些国防科学的研究，都离不开动物学的研究。

第四节 动物学的研究方法

除了指导性的方法外，动物学的学习和研究还有以下几种方法。

1. 描述法

观察和描述的方法是动物学研究的基本方法。传统的描述主要是通过观察将动物的外部特征、内部结构、生活习性及其经济意义等用文字或图表如实地、系统地记述下来。例如，光学显微镜使观察深入到组织、细胞水平，而电子显微镜以及分子生物学技术进一步深入到细胞及其细胞器的亚微或超微结构，深入到分子水平。

2. 比较法

通过对不同动物的系统比较来探究其异同，可以找出它们之间的类群关系，揭示出动物生存和进化规律。动物学中各分类阶元的特征概括，就是通过比较而获得的。从动物体宏观形态结构深入到细胞、亚细胞和分子的比较，是当今研究的热点之一，例如，对不同种属动物的细胞、染色体组型、带型的比较，核酸序列的测定和比较，细胞色素c的化学结构的测定和比较等，都已为阐明物种的亲缘关系及进化做出重要贡献。

3. 实验法

在一定的人为控制条件下，对动物的生命活动或结构机能进行观察和研究。实验法经常与比较法同时使用，并与方法学及实验手段的进步密切相关。例如用超薄切片透射电镜术与扫描电镜术研究动物的组织、细胞和细胞器的亚微或超微结构等；用放射性同位素示踪法研究动物的代谢过程和生态习性等；电泳、超速离心技术，显微分光光度术，气相色谱和液相色谱分析技术，基因工程技术及电子计算机技术等，均已应用于各有关实验工作的不同方面，从而推动着动物学及相关学科的发展。

以上是三种常常用来研究动物的方法，这三种方法是密切相关的，往往可以同时使用，但不管哪一种，最重要的还是忠于事实，准确认真，思考周密精细，记载详尽。将观察到的现象分析、归纳，作出科学的解释，把最本质的问题揭示出来。



第五节 动物分类知识

动物分类的知识是学习和研究动物学必需的基础。任何领域的科学研究,包括宏观的、微观的以及农林牧渔等相关领域,首先都需要正确地鉴定、判明研究材料或对象是哪一种物种,否则,再高水平的研究,也会失去其客观性、对比性、重复性和科学价值。恩格斯曾指出:没有物种概念,整个科学便都没有了。

一、分类的方法和依据

地球上现存的动物约有 150 万种。对于种类如此繁多、情况复杂多样的动物界,必须有一个能描述物种、给予命名、提供辨别物种的科学资料,并根据物种之间亲缘关系远近分门别类的完整的分类系统。

(一) 分类方法

(1) 人为分类法 以动物形态上或生活习性上的易见特征为分类的依据,缺陷在于只求辨认上的便利,不顾及动物的基本结构和彼此间的亲缘关系。其特点是具有一定的实用性,但人为主观因素影响很大。例如把动物分为水生的和陆生的、有血的和无血的、飞翔的和爬行的等,但这种分类不能反映生物之间内在的亲缘关系和演化过程,现在只限于某些应用上的需要才采用。

(2) 自然分类法 以动物的基本构造及其发育为分类的依据。其依据在于亲缘关系。一般说来,亲缘关系越密切,形态结构越相近。其特点是具有客观性,更能真实地反映亲缘关系。还便于人们分辨各种动物的异同,鉴定动物的类别。

(二) 分类依据

近 30 余年来,在分类理论方面出现了几大学派,虽然在基本原理上有许多共同之处,但各自强调的方面不同。支序分类学派 (cladistic systematics 或 cladistics) 认为最能或唯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为共同祖先的相近度;进化分类学派 (evolutionary systematics) 认为建立系统发育关系时单纯靠血缘关系不能完全概括在进化过程中出现的全部情况,还应考虑到分类单元之间的进化程度,包括趋异的程度和祖先与后裔之间渐进累积的进化性变化的程度;数值分类学派 (numerical systematics) 认为不应加权 (weighting) 于任何特征,通过大量的不加权特征研究总体的相似度,以反映分类单元之间的近似程度,借助电子计算机的运算,根据相似系数,来分析各分类单元之间的相互关系。

在分类特征的依据方面,形态学特征尤其是外部形态仍然是最直观而常用的依据。生殖隔离、生活习性、生态环境等生物学特征均为分类依据。细胞学、遗传学、生物化学、数学等领域的理论和技术的应用,使动物分类工作更加精细。如扫描电镜的应用可观察到细微结构的差异,染色体数目变化、结构变化、核型分析等均已应用于动物分类。生化组成也逐渐成为分类的重要特征。DNA、核苷酸、蛋白质和氨基酸的新型快速测序手段及 DNA 杂交等方法均已受到分类工作者的重视和应用。

二、分类的基本单位和等级

(一) 分类的基本单位——物种

物种 (species) 是生物分类的基本单位,通常简称为种。一般来说,指一群有共同祖

先,在形态、结构、生理和遗传等特征上彼此相似的个体的组合。

正常情况下,同一物种的个体能进行交配并产生正常发育的后代,而物种之间的个体有生殖隔离现象。

生殖隔离的几种情况:①不能进行交配,生态条件不同、发情期不同、性器官不相配合、性行为不同;②能进行交配,但不能产生后代,不能完成受精、受精后胚胎不能正常发育;③能进行交配,也能产生后代,但后代无生殖能力。

例如在人工饲养条件下,雌马和雄驴交配可产出骡,但骡不能繁殖后代。染色体研究表明,马有64条染色体,驴有62条染色体,骡则有63条染色体。由于马和驴的染色体形态差异较大,使骡在形成生殖细胞时染色体不能配对,形成不可育配子,这样就完不成正常的受精作用,进而使骡不能形成后代。

由此可见,种间的生殖隔离不仅表现在形态特征上,更重要的是体现在生理上、遗传上的差异。每一个种都是一个相对稳定的遗传体系,是经过长期自然选择形成的,种间的基本区别,是遗传基础的差异。

与种相互区别的还有两个重要的概念,即亚种和品种。

①亚种(subspecies) 种以下的一个分类阶元,是指种内一部分个体,由于分布在各种不同的地区,通过在地理上和生殖上充分隔离后所形成的群体。有一定的形态特征和地理分布,故亦称“地理亚种”。

在鸟类方面,体形大小,喙形长短、粗细及色泽,翅和尾的长短,飞羽长短比例、飞羽与尾羽的比例,体色深浅,体部色泽的不同,斑纹的多少、疏密、粗细等均是作为亚种的性质和性状上的区别。虎的故乡在中国,最早的虎栖息于亚洲东北部,后来逐渐分为两支,分别向西、南方扩展,形成目前的8个亚种。其中生活在东北部和东部的东北虎与产于华南山地的华南虎是虎的“地理亚种”,其差异为东北虎体形大、毛长、毛色较浅、黑纹窄而稀;华南虎体形较小、毛短、毛色深、橘黄色甚至略带赤色,黑纹宽而密。

丰富的亚种保证了物种在各种生活环境中的适应,促进种的繁荣。若消除了地理阻隔,亚种可相互交配。如:东北虎和华南虎。

②品种(breed) 指种内的部分个体,经过长期的人工选择和定向培育,产生新的与原种形态、结构和功能有差异的性状,所形成的遗传性状比较稳定且具有较高的经济价值的动植物群体。

例如:家鸭分为肉用型(北京鸭)、卵用型(金定鸭)、卵肉兼用型(土北鸭);牛有役用型(延边牛)、乳用型(荷兰牛)、役肉兼用型(南阳牛);家鸡分为肉用型、卵用型、卵肉兼用型等不同的品种,九斤黄为一个品种,来航鸡也是一个品种。

(二) 分类的等级(分类阶元)

分类学根据生物之间相同、相异的程度与亲缘关系的远近,根据不同等级特征将生物逐级分类。动物分类系统,由大到小为:界(Kingdom)、门(Phylum)、纲(Class)、目(Order)、科(Family)、属(Genus)、种(Species)。有时为了将种的分类地位更精确地表达出来,在种以前的六个基本等级之间加入中间阶元。如:在某一分类等级下可加亚(sub-),即亚门、亚纲、亚科、亚属等;在某一分类等级上可加总(super-),即总纲、总目、总科等。

一般采用的阶元为:界(Kingdom)、门(Phylum)、亚门(Subphylum)、总纲(Superclass)、纲(Class)、亚纲(Subclass)、总目(Superorder)、亚目(Suborder)、总科(Superfamily)、科(Family)、亚科(Subfamily)、属(Genus)、亚属(Subgenus)、种(Species)、亚种(Subspecies)。