



普通高等教育农业部“十二五”规划教材

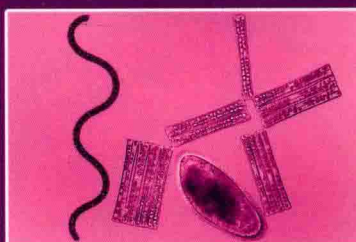


全国高等农林院校生物科学类
专业“十二五”规划系列教材

动物学

温安祥 郭自荣 主编

Zoology



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



普通高等教育农业部“十二五”规划教材



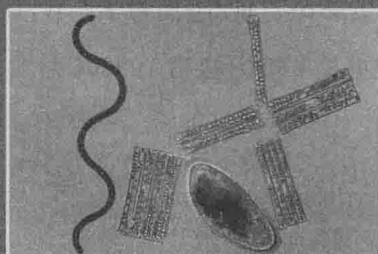
全国高等农林院校生物科学类

专业“十二五”规划系列教材

动物学

温安祥 郭自荣 主编

Zoology



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



内 容 简 介

本教材由教授动物学的一线教师结合多年的教学实践经验,参考国内外动物学研究的新进展编写而成。编写人员精心组织编写内容,在保留经典动物学系统特色的同时,突出介绍各动物类群的资源价值。为使学生系统、准确地掌握动物学知识,增加编写了无脊椎动物总结和脊椎动物总结两章。每章起始的“内容提要”和“教学目的”,可使学生的预习有的放矢,章末的小结和思考题便于学生复习巩固所学知识。

本教材可供农林和水产院校中的动物科学、动物医学、野生动物资源与保护、生物技术、生物工程、水产养殖和应用生物学等相关专业的大学本、专科学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

动物学/温安祥,郭自荣主编. —北京:中国农业大学出版社,2014.10

ISBN 978-7-5655-1060-1

I. ①动… II. ①温…②郭… III. ①动物学 IV. ①Q95

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 199666 号

书 名 动物学

作 者 温安祥 郭自荣 主编

策划编辑 孙 勇 潘晓丽

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2014 年 11 月第 1 版 2014 年 11 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 24.25 印张 602 千字

定 价 50.00 元

责任编辑 洪重光

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

全国高等农林院校生物科学类专业“十二五”规划系列教材

编审指导委员会

(按姓氏拼音排序)

出版说明

姓 名	所在院校	姓 名	所在院校
蔡庆生	南京农业大学	刘国琴	中国农业大学
蔡永萍	安徽农业大学	刘洪章	吉林农业大学
苍 晶	东北农业大学	彭立新	天津农学院
曹贵方	内蒙古农业大学	秦 利	沈阳农业大学
陈雯莉	华中农业大学	史国安	河南科技大学
董金皋	河北农业大学	宋 渊	中国农业大学
冯玉龙	沈阳农业大学	王金胜	山西农业大学
郭 蓓	北京农学院	吴建宇	河南农业大学
郭立忠	青岛农业大学	吴晓玉	江西农业大学
郭图强	塔里木大学	殷学贵	广东海洋大学
郭兴启	山东农业大学	余丽芸	黑龙江八一农垦大学
郭玉华	沈阳农业大学	张 炜	南京农业大学
李 唯	甘肃农业大学	赵 钢	仲恺农业工程学院
林家栋	中国农业大学出版社	赵国芬	内蒙古农业大学

系列教材编审指导委员会根据生物科学类专业的发展、内容的精选、编写指导思想以及项目把关等环节中发挥了巨大作用。其成员专家具有广泛的院校代表性、学科互补性和学术权威性,以及

丰富的教学科研经验。专家们认真细致的工作为系列教材打造成为农林院校生物科学类专业精品教材奠定了扎实的基础,在此谨致深深的谢意。

作为重点规划教材,为准确把握教学需求,突出特色和确保质量,教材的策划运行被赋予更为充分的时间,从选题调研、品种筛选、编写大纲的拟制与审定、组织教师编写书稿,直至第一种教材出版至少3年时间,按照拟订计划主要品种的面世需近4年。系列教材的运行经过了几个阶段。第一个阶段,对农林院校生物科学教学现状进行深入的调查研究。2010—2011年,出版社用了近1年的时间,先后多批次走访了近30所院校,与数百位生物科学教学一线的专家和教师进行座谈,深入了解我国高等农林院校生物科学教学的进展状况及存在的问题。第二个阶段,召开教学和教材建设研讨会。2011年12月份,中国农业大学生物学院和中国农业大学出版社组织召开了有30余所院校、100余位教师参加的生物教学研讨会,与会代表就农林院校生物科学类专业教学和教材建设问题进行了广泛和深入的研讨,会上还组织参观了中国农业大学生物学院教学中心、国家级生命科学实验教学示范中心以及两个国家重点实验室,给与会代表留下了深刻的印象和较大的启发。第三个阶段,教材立项编写。在广泛达成共识的基础上,有30多所高等农林院校、近500人次教师参加了系列教材的编写工作。从2013年4月起,系列教材将陆续出版,希望这套凝聚了广大教师智慧、具有较强的创新性、反映各校教改探索实践经验与成果的系列教材能够对农林院校生物科学类专业教育教学质量的提高发挥良好的作用。

良好的愿望和教学效果需要实践的检验和印证。我们热切地期待着您的意见反馈。

中国农业大学生物学院
中国农业大学出版社
2013年3月16日



前言

教育部于 1995 年开始组织实施“面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”，2007 年初，又启动了“高等学校本科教学质量与教学改革工程”。随着高等学校教学改革不断深入，作为高等院校农林水产类专业必修的基础课，“动物学”课程的教学内容、教学方式和授课时数均进行了调整。

20 余年“动物学”课程的教学实践，让编者常常思考这样一个问题，即对农林水产类专业而言，该课程应给予学生什么，学生又能获得什么。受应用生物科学专业分理学和农学两种模式进行招生和培养的启示，编者认为动物学的教学内容也应该有理学和农学之别。综合院校、师范院校或农林院校的生命科学类专业（理学），动物学的教学目标和内容是很清晰的。而农林水产类专业（农学）动物学课程的教学时数普遍较少，讲授时数为 25~50 学时。在有限的时间内，动物学课程应该浓缩哪些精华，教师才能清晰地讲述，学生才能很好地吸收，达到动物学课程的教学目标。与此对应，教学上需要一本既能反映动物学最新研究成果，又能适应教学要求的农林院校动物学理论教材。在中国农业大学出版社的组织下，四川农业大学、东北农业大学、黑龙江八一农垦大学、广东海洋大学、山西农业大学和河南科技大学等 6 所院校教授动物学课程的一线教师，根据动物学学科发展和教学改革的要求，结合农林、水产院校的特点，合力编写了本教材。本教材保留了经典动物学的内容框架，结合动物分类系统，以进化为主线简介各主要门类突出特征，而后重点介绍适合于农林水产类专业特点的代表动物，并强调重要种类在教学、科研与生产实践上的应用现状与前景。力争在有限的教学时间内，使学生全面了解动物界的多样性，树立进化、发展和联系的观点；了解各主要类群动物的资源价值、开发利用现状与前景，树立资源可持续利用的观点；同时为学生今后学习专业基础课和相关专业课奠定必要的基础。

本教材编写分工如下：绪论由温安祥编写；第 1 章由陈晶编写；第 2 章和第 19 章由朱广香编写；第 3 章和第 4 章由熊建利编写；第 5 章由刘学英编写；第 6 章由胡永婷编写；第 7 章和第 12 章由解萌编写；第 8 章和第 10 章由尹福泉编写；第 9 章由谢桂林编写；第 11 章由郭自荣编写；第 13 章和第 16 章由王勤编写；第 14 章由张纪亮编写；第 15 章由徐纯柱编写；第 17 章由贾汝敏编写；第 18 章由孙平编写。

无脊椎动物部分由温安祥统稿，脊椎动物部分由郭自荣、徐纯柱统稿，温安祥、解萌对各章图片进行了统一修正。最后由郭自荣和温安祥定稿。

在本书的编写和出版过程中，得到了中国农业大学出版社、四川农业大学教务处及各作者所在单位的大力支持，在此致以衷心感谢！

限于编者水平，不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2014 年 6 月

目 录



绪论	1
0.1 生物的分界	1
0.2 动物学的分科	2
0.3 动物学发展简史	3
0.4 动物分类的基础知识	5
0.5 生物的多样性	8
0.6 学习动物学的意义和动物学的研究方法	12
第1章 原生动物门(Protozoa)	15
1.1 原生动物门的主要特征	15
1.2 原生动物门的分类	18
1.3 原生动物与人类的关系	32
第2章 多细胞动物导论	35
2.1 多细胞动物起源于单细胞动物的证据	35
2.2 多细胞动物早期胚胎发育的几个重要阶段	36
2.3 个体发育与系统发育的关系	40
2.4 多细胞动物起源的学说	41
第3章 多孔动物门(Porifera)	45
3.1 多孔动物门的主要特征	45
3.2 多孔动物门的分类	47
3.3 多孔动物与人类的关系	48
第4章 腔肠动物门(Coelenterata)	50
4.1 腔肠动物门的主要特征	50
4.2 腔肠动物门的分类	55
4.3 腔肠动物与人类的关系	59
第5章 扁形动物门(Platyhelminthes)	62
5.1 扁形动物门的主要特征	62
5.2 扁形动物门的分类	64
5.3 寄生虫与宿主的关系	84
5.4 扁形动物与人类的关系	87

第 6 章 原腔动物(Protozoelomata) 89

6.1 线虫动物门(Nematoda) 89

6.2 其他原腔动物..... 98

6.3 原腔动物与人类的关系 104

第 7 章 环节动物门(Annelida) 106

7.1 环节动物门的主要特征 106

7.2 环节动物门的分类 110

7.3 环节动物与人类的关系 121

第 8 章 软体动物门(Mollusca) 125

8.1 软体动物门的主要特征 125

8.2 软体动物门的分类 130

8.3 软体动物与人类的关系 146

第 9 章 节肢动物门(Arthropoda) 149

9.1 节肢动物门的主要特征 149

9.2 节肢动物门的分类概述 153

9.3 节肢动物与人类的关系 174

第 10 章 棘皮动物门(Echinodermata) 177

10.1 棘皮动物门的主要特征..... 177

10.2 棘皮动物门的分类..... 181

10.3 棘皮动物与人类的关系..... 184

第 11 章 无脊椎动物总结 186

11.1 无脊椎动物的形态结构与生理功能的比较..... 186

11.2 无脊椎动物的起源与系统演化..... 194

第 12 章 脊索动物门(Chordata) 200

12.1 脊索动物门的主要特征..... 200

12.2 脊索动物门的分类概述..... 202

第 13 章 圆口纲(Cyclostomata) 213

13.1 圆口纲的主要特征..... 213

13.2 七鳃鳗的基本结构..... 213

13.3 圆口纲的分类..... 218

13.4 圆口动物与人类的关系..... 219

第 14 章 鱼纲(Pisces) 220

14.1 鱼类的基本结构..... 220

14.2 鱼纲的主要特征..... 237

14.3 鱼纲的分类..... 238

14.4 鱼类与人类的关系..... 246

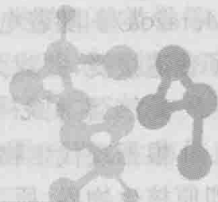
第 15 章 两栖纲(Amphibia) 250

15.1 从水生到陆生的转变..... 250

15.2 两栖动物的基本结构..... 251

15.3	两栖纲的主要特征	261
15.4	两栖纲的分类	262
15.5	两栖动物与人类的关系	265
第 16 章	爬行纲 (Reptilia)	268
16.1	羊膜卵的结构特点及其在动物演化上的意义	268
16.2	爬行动物的基本结构	269
16.3	爬行纲的主要特征	277
16.4	爬行纲的分类	278
16.5	爬行动物与人类的关系	284
第 17 章	鸟纲 (Aves)	288
17.1	鸟类的基本结构	288
17.2	鸟类的主要特征	300
17.3	鸟类的繁殖和迁徙	301
17.4	鸟纲的分类	302
17.5	鸟类与人类的关系	313
第 18 章	哺乳纲 (Mammalia)	317
18.1	哺乳动物的基本结构	317
18.2	哺乳动物的进步性特征	336
18.3	哺乳纲的分类	338
18.4	哺乳动物与人类的关系	349
第 19 章	脊椎动物总结	352
19.1	脊椎动物躯体结构的形态比较及功能概述	352
19.2	脊椎动物的起源与演化	367
参考文献		374

绪论



◆内容提要

主要介绍生物的分界、动物学的分科、动物学的发展简史、动物分类学基础、生物多样性及学习动物学的意义和动物学研究的基本方法。

◆教学目的

了解生物的分界和动物学的分科、动物学的发展简史以及学习动物学的意义和动物学研究的基本方法;理解生物多样性的概念,了解生物多样性面临的威胁、保护生物多样性的措施和意义;掌握物种、亚种和品种的概念以及物种的命名方法。

0.1 生物的分界

生物种类繁多,千姿百态,形形色色。目前已鉴定的约有 200 万种。随着时间的推移,新的物种仍在被陆续发现。据估计,有 2 000 万~5 000 万种生物有待发现和命名。为了研究与利用如此丰富多彩的生物世界,人们将其分门别类和系统整理,分为若干不同的界。生物的分界还将随着科学的发展而不断地深化。

1. 两界系统

在林奈时代,主要以肉眼能观察到的特征来区分生物。根据生物能否运动,林奈(1735)明确提出两界系统,即动物界(Kingdom Animalia)和植物界(Kingdom Plantae)。他认为能成长而生活的是植物,能成长、生活且能运动的是动物。后来,又有人认为植物能自行制造养料,而动物则靠摄取现成有机物为生。这一系统直至 20 世纪 50 年代仍被多数教材采用。

2. 三界系统

发明光学显微镜之后,人们发现许多单细胞生物兼具动物和植物的特性。如眼虫,它既有叶绿体,可通过光合作用制造有机物自养,又可用鞭毛在水中运动,还具有能感光的红色眼点。这类中间类型的生物是进化的证据,却是分类的难题。霍格(1860)和赫克尔(1866)将原生生物(包括细菌、藻类、真菌和原生动物)另立为界,提出了三界系统,即原生生物界(Kingdom Protista)、植物界和动物界。这一观点直至 20 世纪 60 年代才开始流行,并被一些教科书所采用。

3. 四界系统

应用电子显微镜技术,人们发现细菌、蓝藻细胞的细微结构与其他生物明显不同,于是提出了原核生物和真核生物的概念。考柏兰(1938)将原核生物另立为界,提出了四界系统,即原

核生物界(Kingdom Monera)、原始有核界(Kingdom Protoctista)(包括单胞藻、简单的多细胞藻类、黏菌、真菌和原生动物)、后生植物界(Kingdom Metaphyta)和后生动物界(Kingdom Metazoa)。随着电镜技术的完善和人们生化知识的积累,将原核生物独立成界的见解,获得了普遍接受,并成为现代生物系统分类的基础。

4. 五界系统

根据现代生物学进展,惠特克(1969)按细胞结构的复杂程度及营养方式提出了五界系统,即原核生物界、原生生物界、真菌界(Kingdom Fungi)、植物界和动物界。这一系统逐渐被广泛采用,直到20世纪90年代有些教材仍在沿用。

5. 六界系统

五界系统未反映出非细胞生物阶段。我国著名昆虫学家陈世骧(1979)提出了三总界六界系统:非细胞总界,包括病毒界(Kingdom Archetista);原核总界,包括细菌界(Kingdom Mycomonera)和蓝藻界(Kingdom Phycomonera);真核总界,包括植物界、真菌界和动物界。

人们对生物的分界虽然尚无统一的意见,但无论从30亿年古生物的化石记录或当前地球上现存生物的情况,还是从形态比较、生理和生化的例证等,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顺序。而生物的分界系统则显示了生物历史所经历的发展过程。

0.2 动物学的分科

动物学(zoology)是生命科学的一大分支,用生物学的观点和方法,系统研究动物的形态、结构、生理、分类、进化、生态及其与人类的关系。随着科学的进步,动物学的研究领域也更加的广泛和深入。根据研究内容和方法建立了若干相对独立的横向分支学科。

动物形态学研究动物体内外的形态结构以及它们在个体发育和系统发展过程中的变化规律。其中研究动物器官的结构及其相互关系的叫解剖学。以比较动物器官系统的异同来研究动物进化关系的叫比较解剖学。研究动物器官的显微结构及细胞的叫组织学和细胞学。现代的解剖学、组织学和细胞学既研究形态结构也研究机能,细胞学已发展成为细胞生物学。以动物化石为研究对象,阐述古动物群的起源、进化及与现代动物类群之间关系的叫古动物学。

动物分类学研究动物类群(含各分类等级)间的异同及其差异程度,阐明动物间的亲缘关系、进化过程和发展规律。

动物胚胎学研究动物胚胎形成、发育过程及其规律。近年来利用分子生物学和细胞生物学等学科的理论和方法,来研究个体发育的机理,称之为发育生物学。

动物生理学研究动物体的机能(如消化、呼吸、循环、排泄、生殖等),各种机能的发展变化,以及对环境条件变化的反应等。与之有关的还有内分泌学和免疫学等。

动物遗传学研究动物的遗传变异规律,包括研究动物遗传物质的本质、遗传信息传递和表达调控等方面。

动物生态学研究动物与环境间的相互关系,包括个体生态、种群生态、群落生态和生态系统的研究。

动物地理学是从地理学角度研究每个地区动物的种类和分布规律的学科,也被称为地理

动物学。

此外,依研究对象动物学又分为许多纵向分科:如无脊椎动物学、脊椎动物学、寄生虫学、原生动物学、线虫学、软体动物学(贝类学)、甲壳动物学、昆虫学、鱼类学、鸟类学和兽类等。

自然学科的迅猛发展,现代理化仪器的广泛应用,使动物学研究向微观和宏观两极展开,形成了分子、细胞、组织、器官、个体、群体、生态系统等多个研究层次。学科间广泛的交叉渗透,形成了许多与生物学相交叉的边缘学科,如生物统计学、生物化学、生物物理学、生物信息学和仿生学等。

0.3 动物学发展简史

动物学与其他自然科学一样,也是人类在认识和改造自然的实践中逐步建立和发展起来的。动物学的发展与人类社会生产力的发展密不可分。动物学的历史既反映了人类与自然做斗争的历史,也反映了社会变迁的历史。在每个历史时期,一些杰出的学者为动物学的创立和发展做出了巨大的贡献。他们的成就即是对动物学发展历程的反映。

我国动物学的发展起步较早。公元前 3 000 多年前的石器时代,我们的祖先就学会了养蚕和饲养家畜。公元前 2 000 年关于物候方面的著作《夏小正》也涉及动物。西周的《尔雅》(公元前 1027)有释虫、释鱼、释鸟、释兽和释畜等 5 篇关于动物的记述,是我国动物学研究的最早记录。《周礼》一书中将动物分为毛物、羽物、鳞物、介物和羸物(相当于兽类、鸟类、鱼类、甲壳类、软体动物及无壳动物)五大类。《诗经》里记载的动物也达 100 多种。秦汉南北朝时期,农业种子和马匹等许多优良农畜品种的培育和广泛传播,进一步推动了农牧业的发展。

西方动物学的发展起源于 2 000 多年前古希腊的学者亚里士多德(公元前 384 至公元前 322)。他对奇妙的生物世界进行了大量调查,为后人留下了《动物志》、《论动物的结构》、《论动物的发生》、《论动物的活动》和《论动物的迁移》等 5 部著作,被誉为“动物学之父”。亚氏之后,欧洲进入封建社会。宗教的统治束缚着人们的思想,严重阻碍了自然科学的发展。

我国晋朝嵇含(262—306)所著的《南方草木状》中,描述了利用蚂蚁扑灭柑橘害虫的事例。它是世界上最早有关利用天敌消灭害虫的记载。北魏贾思勰(486—534)著的《齐民要术》,系统地总结了农民的生产经验,提出了蚕桑、家畜和养鱼等生产技术。唐朝陈藏器(约 687—757)著的《本草拾遗》记载了鱼类分类的知识,其中以侧线鳞数目作为重要分类依据的方法,目前仍在使用。明朝李时珍(1518—1593)在总结前人有关本草方面著作的基础上,补充他本人的研究,著成了《本草纲目》。记述了 400 多种动物,并将动物分为虫、鳞、介、禽、兽几类,比较详尽地记载了各种动物的名称、产地、习性、性状及功用。

综上所述,在明朝以前,中国动物学科的发展并不落后于西方。但文艺复兴以后,西欧进入资本主义社会,自然科学在新兴的资本主义制度下迅猛发展。而我国仍然处于封建社会,鸦片战争以后又沦为半殖民地半封建社会,阻碍了自然科学的发展,致使动物学科发展极为缓慢而远落后于西方。

欧洲文艺复兴以后,随着思想的解放,动物学开始了新的发展。意大利的外科医生维萨里(1514—1564)率先开展人体解剖研究,1543 年发表了《人体构造》一书,为血液循环的发现开

辟了道路,被誉为“现代解剖学之父”。英国学者哈维(1578—1657)是近代生理科学的奠基人,1628年发表《动物心血运动的研究》,阐明血液循环理论,建立了血液循环学说,并指出了血液的营养作用。他对胚胎学也有杰出贡献,于1651年发表《论动物的生殖》,提出了一切动物的发生起源于卵的观点。

1665年,英国伟大的物理学家和生物学家胡克(1635—1703),出版了生动优美的《显微图集》,首次把植物、动物和矿物的显微结构展示在人们面前,并引入了细胞这一名词。荷兰的列文虎克(1632—1723)用自制的显微镜在干草浸泡液里观察到了很多不同的“非常微小的动物”,之后又观察记录了多种原生动物和细菌,被誉为“原生动物之父”。

现代分类学的奠基人,瑞典生物学家林奈(1707—1778)在分类学方面做出了巨大贡献。林奈将全部动植物知识系统化,摒弃了人为地按时间顺序的分类法,构想出定义生物属种的原则,并创造性地提出“双名法”,给每种生物命名。这一伟大成就使林奈成为18世纪最杰出的科学家之一。在他所著的《自然系统》一书中,将动物分为蠕虫纲、昆虫纲、鱼纲、两栖纲、鸟纲和哺乳纲6个纲,并将动植物分成纲、目、属、种和变种5个分类等级。但与当时的许多自然科学家一样,他坚持物种不变的观点,认为一切物种都是神造的。同林奈物种不变的观点相反,法国生物学家拉马克(1744—1829)明确并坚定地提出了物种进化的思想,并证明动植物在生活条件的影响之下是能够变化、发展和完善的。“用进废退”与“获得性遗传”是他的著名论点。与拉马克同时代的法国学者居维叶(1769—1832),在比较解剖学和古生物学方面做出了巨大贡献。然而,他也是物种不变观点的拥护者,坚持物种是上帝创造的观点。

俄国学者贝尔(1792—1876)观察了鱼类、两栖类和哺乳类的胚胎,深入研究了各类动物的早期发育过程,证实了潘德尔1817年提出的胚层学说,并根据观察到的事实提出了贝尔法则,即各种脊椎动物的早期胚胎都很相似,随着胚胎发育的进展才逐渐出现不同类所独有的特征。他创立的胚层学说使胚胎学成为一门独立的学科。

德国学者施莱登(1804—1881)于1838年发表《植物发生论》,阐明细胞是构成植物体的单位,为细胞学说的建立做出了贡献。1839年,施旺(1810—1882)发表《动植物构造及生长相似性之显微研究》,论述了细胞结构是一切动物所具有的共同特性。他将施莱登与自己的发现概括起来,论证了动植物均由细胞组成,共同创立了细胞学说。

1859年,英国科学家达尔文(1809—1882)划时代的著作《物种起源》出版了。他阐述了物种不断进化的观点,认为物种不仅有变化,而且不断地发展,由简单到复杂,从低等到高等,同时以“物竞天择”和“自然淘汰”学说来解释进化的原因。对达尔文的著作,马克思和恩格斯都做出了高度评价。马克思认为达尔文的著作给自然科学的目的论以致命打击。恩格斯将《物种起源》和上述的细胞学说,分别列为19世纪自然科学的三大发现之一。

遗传学的奠基人,奥地利神父孟德尔(1822—1884)通过豌豆实验,发现了分离规律及自由组合规律。这一发现与细胞分裂时染色体的行为相吻合,奠定了摩尔根(1866—1945)派基因遗传学的理论基础。20世纪50年代,沃森(1928—)和克里克(1916—2004)建立了DNA双螺旋结构模型,使遗传学的研究深入到了分子层次。克勒和米尔斯坦(1975)建立的淋巴细胞杂交瘤技术,在生物医学领域树起了一座新的里程碑。

分子生物学的诞生,极大地推进了动物学的发展,使动物学的研究进入了全新的时代。自此之后的几十年里,细胞生物学、分子遗传学、分子免疫学等新兴学科如雨后春笋般出现,从分子水平清晰地阐明了一个又一个生命的奥秘。DNA重组技术的创立和发展,推动了动物学科

的进步,为加快培育与改良农畜新品种,发展基因诊断与基因治疗,研发基因工程药物以及研究分子进化等开辟了道路,给人类探索生命奥秘展示了光明的前景。1997年英国《自然》杂志报道了世界上第一只用已经分化的成熟体细胞(乳腺细胞)克隆出的羊。多莉的诞生,标志着生物技术新时代的来临。1990年正式启动的人类基因组计划,历时16年书写完了最后一章。该“生命天书”的破译及其随后的各种“组学”研究,使人类首次从分子水平上全面认识自我,这对生命科学的发展产生了极其重要的作用。1993年开始的人类脑计划,包括神经科学和信息科学这当今自然科学两大热点的相互结合研究,其目标是建立神经信息学数据库和有关神经系统所有数据的全球知识管理系统,以便从分子水平到整体系统水平研究、认识、保护和开发大脑。

21世纪,动物学科迅猛发展,正从深度与广度两个方面迈进起点高、难度大、科学意义重大和应用前景广阔的高层次研究领域。

0.4 动物分类的基础知识

目前地球上已描述过的动物约200万种。如果没有一个能全面反映动物进化关系的系统,人类就不能正确地认识、研究与有效利用它们,更不能深入地掌握其发生发展规律。这种将各种各样动物进行分门别类的学科,就是动物分类学(animal taxonomy)。

0.4.1 分类依据

动物分类学是一门比较古老的学科,最初只是根据表面形态特征,或习性上的某些特点来对动物进行分类,这种分类法称为人为分类法。而现代的分类系统,以动物形态或解剖的相似性和差异性的总和为基础,强调器官之间遗传上的关系和分子结构等,所以能比较客观地反映出动物类群间的相互关系和进化发展情况,称为自然分类系统。

在分类特征的依据方面,形态学特征尤其是外部形态依然是最直观而常用的依据。应用扫描电镜可观察到细微结构的差异,使动物的分类工作更加精细。生活习性、生态要求和生殖隔离等生物学特征均为动物分类提供了依据。染色体数目变化、结构变化、核型与带型分析等细胞学特征,也都广泛应用于动物分类工作中。随着生化技术的发展,生化组成也逐渐成为分类的重要特征,DNA、RNA的结构变化决定遗传特征的差异,蛋白质的结构组成直接反映基因组成的差异,这些都可作为动物分类的依据。近年来,DNA核苷酸和蛋白质氨基酸的新型快速测序手段及DNA杂交等方法,深受分类工作者的重视而逐渐被广泛采用。

0.4.2 分类等级

根据生物间相同、相异的程度与亲缘关系的远近,分类学使用不同等级的特征将生物逐级分类。动物分类系统由小至大有种(Species)、属(Genus)、科(Family)、目(Order)、纲(Class)、门(Phylum)、界(Kingdom)7个重要的分类等级(分类阶元)。分类的基本单位是种,将相近的不同种归并为属,相近的属归并为科,依此类推,最高为界。有时为了更准确地表明动物间的相似关系,在阶元之间再加上总(Super-)或亚(Sub-)进行分级,于是有了亚科(Subfamily)、总科(Superfamily)、亚纲(Subclass)和总纲(Superclass)等分类阶元。如家犬隶属的分类等级:

界 动物界(Animalia)

门 脊索动物门(Chordata)

亚门 脊椎动物亚门(Vertebrata)

纲 哺乳纲(Mammalia)

亚纲 真兽亚纲(Eutheria)

目 食肉目(Carnivora)

科 犬科(Canidae)

属 犬属(*Canis*)

种 家犬(*Canis familiaris*)

在上述所有分类等级中,除种以外,其他较高的等级,都同时具有客观性和主观性。它们之所以具有客观性,是因为它们都是客观存在的,是可以划分的实体;之所以又具有主观性,则是由于各等级的水平以及等级与等级之间的范围划分完全是由人们主观确定的,并没有统一的客观准则。例如,林奈所确定为属的准则,后来的分类学家却把它作为划分科的特征。同样,如昆虫,有些学者把它们列为节肢动物门的一个纲,而另一些学者却把它们分作一个亚门。

0.4.3 物种的概念

物种简称种,是动物分类系统中最基本的等级,与其他分类等级不同,纯粹是客观的。物种是动物分类学的核心,也是动物学研究的基础。物种的概念随着科学的发展而发展,随着人们对自然界认识的不断深入而深化。

约翰·雷(John Ray,1686)最早给物种下的定义是:“物种是相同亲本的后代。”

林奈(Carolus Linnaeus,1753)将物种定义为:“同一种生物,其形态相同,在自然情况下能够交配,生出正常的后代来,而异种间则杂交不育。”这个定义把形态相同和杂交不育作为划分物种的标准,充分肯定了物种的客观性和稳定性,但否认了个体间的差异和种间的变异。

达尔文(Charles Darwin,1858)提出,物种是显著的变种,是性状差异明显的个体类群。他肯定了物种的可变性,提出了物种之间的亲缘关系,但他对物种的稳定性强调不够,甚至怀疑种的客观存在。

迈尔(Ernst Mayr,1969)提出:“种是一个可以相互配育的自然居群的群体,与其他群体生殖隔离。”这一概念强调了物种的生物学特性,突出了种群的观点,为物种分类指明了途径。1982年,他将物种定义修改为:“物种是由种群组成的生殖单元,与其他单元生殖隔离,在自然界占有一定地位。”为物种增加了空间的观点。

陈世骧(1987)提出:“物种是进化的单元,是生物系统线上的基本环节,是分类的基本单元。”这个概念强调了物种既是变的,又是不变的,既阐述了什么是物种,又阐明了物种与其他分类等级之间的关系。

关于物种,目前还没有一个能为人们一致接受的完善的定义。一般认为,物种是代表一群在形态和生理方面彼此非常相似或性状间差别非常微小的个体,同时又是生物界发展的连续性与间断性统一的基本间断形式。在有性生物中,物种呈现为统一的繁殖群体,由占有一定空间,具有实际或潜在繁殖能力的种群所组成,而且与其他群体在生殖上是隔离的。反之,不同种的个体,不但在性状上存在着明显的差别,而且在生殖上也是隔离的。确定新种是不是都要

做杂交实验呢?能做实验是最理想的,少数种类的确做过,但对多数种类来说实在难以操作。若那样的话,分类工作的发展就太缓慢了。

在分类学上,同种的个体因地理分布等原因,形成了某些不同于其他个体群的特征,这些地方性的种群则称为亚种(Subspecies)或变种(Variety)。亚种划分的一般原则是:种内两个异域分布的种群,在分类上彼此间互有差异,而且其差异个体至少达到种群总体的75%,即种群A中有75%的个体不同于种群B中的全部个体,则可认为这两个种群是不同的亚种。亚种是国际动物命名法承认的种下唯一的分类等级,亚种具有种的特征,亚种间不存在生殖隔离,但由于地理阻隔或生活环境的差异,产生了一些不同于模式种的特征,可以遗传给下一代。

亚种的含义与农畜牧业上所说的品种不同。品种(Cultivar 或 Breed)一般是指人工栽培的植物或饲养的动物,在人为的条件下产生了某些变异,经过人工选择和培育,成为具有某些经济性状的类型。例如,家鸡是由野生的原鸡(*Gallus gallus*)驯化来的,原鸡是分类学上的一个种,但家鸡则可以分为肉用型、蛋用型及蛋肉兼用型等不同的品种。

0.4.4 动物的命名

由于各国语言文字的不同,每种生物的名称叫法不一。即使在同一国家,各地的名称也不尽相同,往往造成同名异物或同物异名等混乱现象,很不利于鉴别、交流和应用。因此,国际上采用瑞典植物学家林奈所提出的双名法对生物进行统一命名,这一名称被称作该生物的学名(scientific name)。双名法的命名规则为:①命名文字为拉丁文;②每种生物的学名由属名和种名构成;③属名为名词主格单数、首字母大写,种名为名词或形容词、首字母小写;④在学名之后,通常还要写出定名人的姓氏;⑤学名用斜体排版,命名人姓氏用直体排版,若是手写体,则在学名下加下画线。例如,家犬的学名是 *Canis familiaris* Linne。“*Canis*”是属名,表示“犬属”,“*familiaris*”是种名,意思是“熟悉的”,两者合起来就是家犬的学名。两词后面的Linne(可缩写为L.),表示家犬的学名是林奈定的。

有时当一个物种只知其属名,而种名不能确定时,或者只涉及某一个属,而不需具体指出是哪一种时,可在属名之后附加 sp. 来表示。例如,“*Canis* sp.”说明这种动物是犬属的一种,但究竟是犬属中的哪一个具体种则未明确。

对于亚种或变种,采用三名法对其命名,即在种名之后再加上亚种或变种的名称。例如,野猪是一个种,它的学名是 *Sus scrofa* Linne。我国的野猪有几个亚种,北野猪的学名是 *S. scrofa moupiensis* Milne-Edwards;南野猪的学名是 *S. scrofa chirodonta* Heude。有时当同属的几个种的学名写在一起时,在第一个种的属名写出后,其后几个种的属名可以缩写,亚种也可这样处理,如上述的“S.”为“*Sus*”的缩写。

0.4.5 动物的分门

根据细胞的数量与分化、体制(对称形式)、胚层、体腔、体节、附肢以及内部器官的布局和特点等,将整个动物界分为若干门。究竟应该将动物界划分为多少门,动物学界尚无统一意见。正如前面已指出的种以上各等级既具有客观性又具有主观性一样,学者们对于动物门的数目及各门动物在动物进化系统上的位置持有不同的见解,并依据新的准则、新的证据,不断提出新的观点。本教材主要介绍以下11个门类的动物:

单细胞动物

1. 原生动物门,如眼虫、草履虫

多细胞动物

侧生动物

2. 多孔动物门,如白枝海绵

真后生动物

辐射对称类

3. 腔肠动物门,如水螅、水母、海蜇

两侧对称类

原口动物

无体腔动物

4. 扁形动物门,如涡虫、血吸虫、绦虫

假体腔动物

5. 原腔动物门,如蛔虫、轮虫、棘头虫

真体腔动物

6. 环节动物门,如蚯蚓、蚂蟥

7. 软体动物门,如河蚌、圆田螺、鱿鱼

8. 节肢动物门,如虾、蜘蛛、蜈蚣、苍蝇

后口动物

9. 棘皮动物门,如海星、海胆

10. 半索动物门,如柱头虫

11. 脊索动物门,如海鞘、文昌鱼、七鳃鳗、鱼、蛙、蛇、鸟、兽

0.5 生物多样性

20 世纪以来,世界人口持续增长,人类活动的范围不断扩大与强度不断增加,人类社会遭遇了一系列前所未有的问题,面临人口、粮食、资源、环境和能源等五大危机。如何合理利用自然资源,保护好生态环境,是人类解决时下面临问题的关键。由联合国环境规划署签署的《生物多样性公约》,已于 1993 年 12 月 29 日正式生效,这标志着国际性的生物多样性保护工作迈上了一个新的台阶。截至 2010 年 10 月,该公约的缔约方已达 193 个。

0.5.1 生物多样性的含义

生物多样性(biodiversity)是描述自然界生物丰富程度的一个概念。蒋志刚等(1997)将生物多样性定义为“生物及其环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的综合,包括动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与其生存环境所形成的复杂生态系统”。通常将生物多样性分为基因多样性(也称遗传多样性)、物种多样性和生态系统多样性等 3 个层次。

狭义的基因多样性是指物种内基因的变化,包括种内不同种群之间以及同一种群内的遗