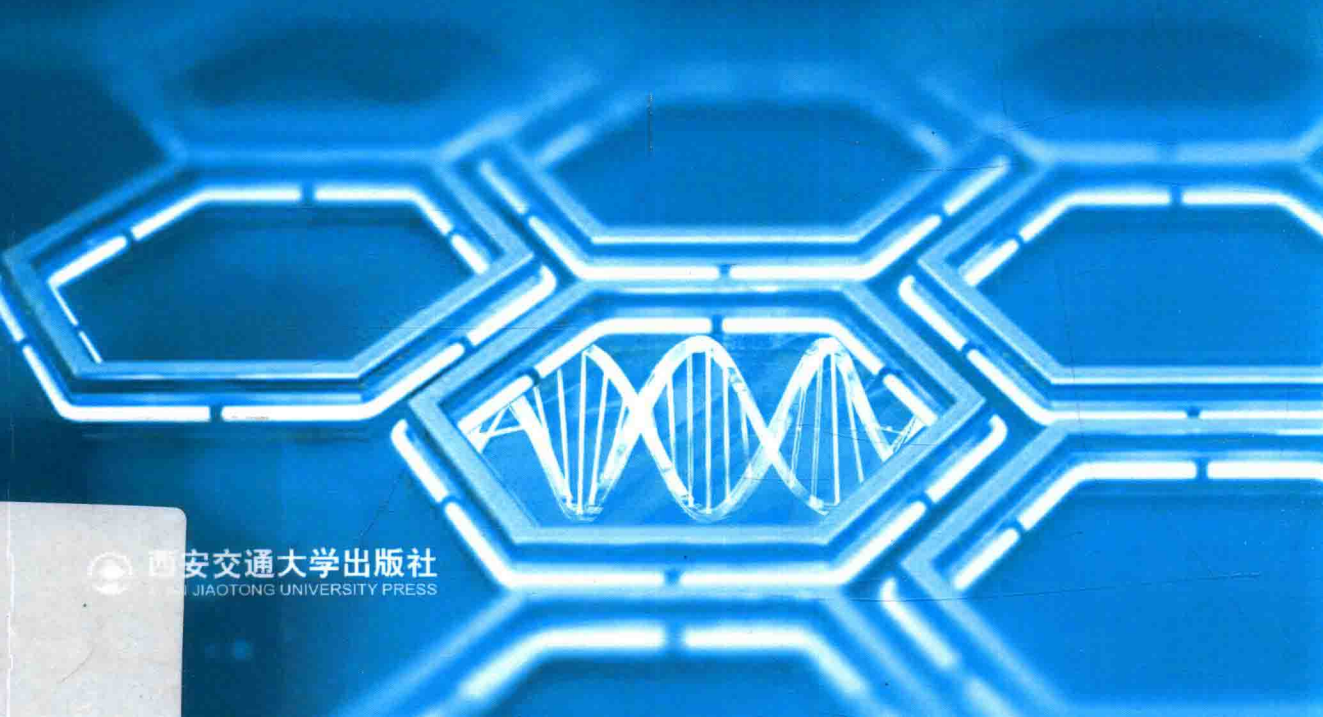


进化生物学

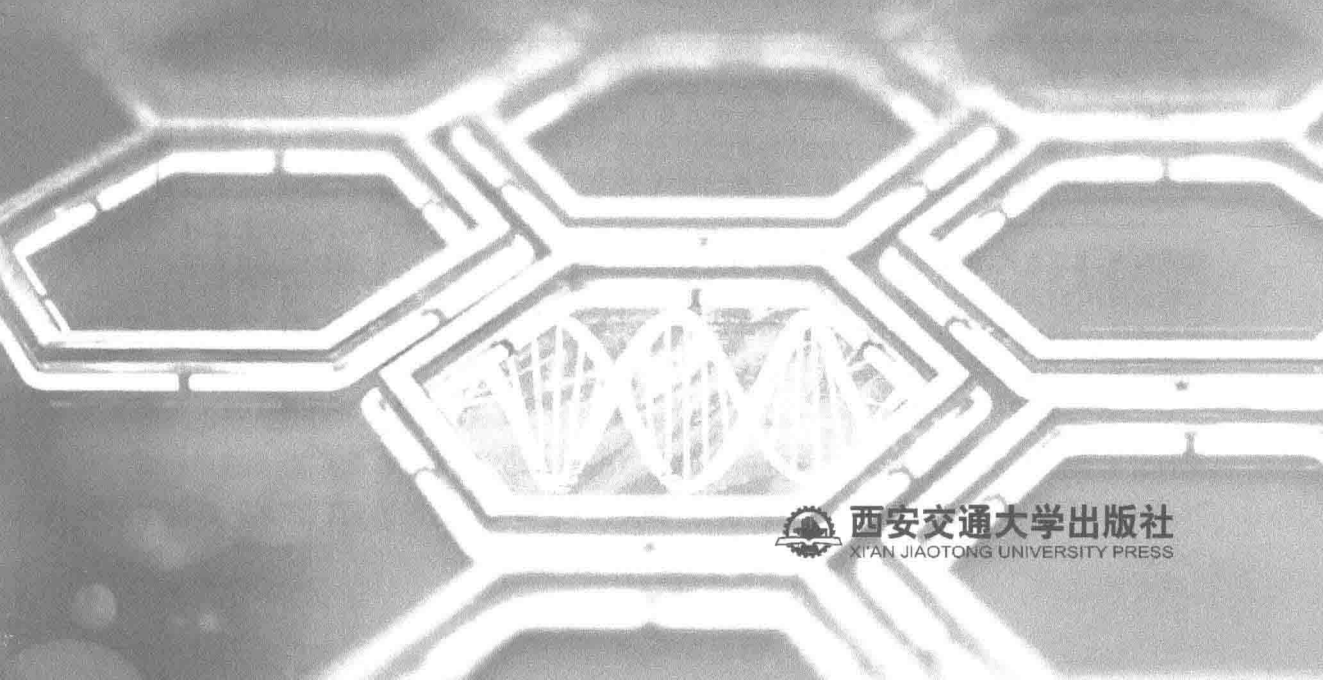
主编 闵 义 姬 卿



 西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

进化生物学

主编 闵 义 姬 卿



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

进化生物学/闵义,姬卿主编. —西安:西安交通大学出版社,2015.10
ISBN 978-7-5605-7920-7

I. ①进… II. ①闵… ②姬… III. ①进化论-高等学校-教材 IV. ①Q111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 215725 号

书 名 进化生物学
主 编 闵 义 姬 卿
责任编辑 王银存

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 虎彩印艺股份有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 13.5 彩插 2 字数 320 千字
版次印次 2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-7920-7/Q·26
定 价 32.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668803 (029)82668804

读者信箱:med_xjup@163.com

版权所有 侵权必究

前 言

进化生物学是一门哲理性很强的学科。课程所涉及的生物与环境、遗传与变异、结构与功能、内因与外因、偶然性与必然性、微观与宏观、物种的连续性与间断性、形态进化与分子进化、表型改变与基因突变、渐变与骤变、人类的社会属性与生物学属性之间处处体现了唯物辩证法中事物的辩证与统一。进化生物学是全国高校生命科学类专业普遍开设的课程,不仅因为它是生物学多个分支学科的概括和总结,更重要的是它富有哲理性和指导性。

本书在全面介绍生命产生、发展的基础上,将现代综合进化论与现代分子生物学的研究成果融为一体,从生物与环境、微观与宏观、表型进化与遗传系统进化的辩证关系出发,阐释生命进化的规律。

本书在编写过程中,注意吸收各家之长,同时本书与以往类似教材相比,具有明显的特点,体现在以下几个方面。

(1)删繁就简,提高教学效率。以往出版的《进化生物学》普遍存在课程定位不明确,教学内容在各知识层面上都有大量重复,不仅造成教学资源的浪费,还削弱了学生的学习积极性。因此本书优化了《进化生物学》教材内容,避免无效重复,实现与其他学科课程的无缝衔接,将大大提高教学效率和效果。

(2)紧扣主线,完善知识体系。以生命的起源与发展为主线,构建生物进化导论、生物进化历程和生物进化机制三大板块的知识体系,使知识在介绍上由浅入深、由表及里,符合学生认知水平。

(3)读史明智,培养正确科学观。以历史的角度阐述各种进化思想、学说和假说,加深了解人物对思想、学说、假说的贡献,帮助学生建立科学家榜样形象,利于学生形成正确的价值观。

(4)追逐前沿,实践理论知识。将现代最新生物学成果与现代综合进化论融合,激发学生学习自然科学的兴趣,拓展学生认知范围,形成进化思维方式。

(5)趣味生动,增加教材可读性。进化生物学综合概括的观点和假说对大学生具有较强的吸引力,易激发学生学习和科研兴趣,进而对其他相关学科起到辐射作用。

(6)注重方法,促进教学科研结合。进化生物学的研究方法和研究模式生物呈现多样性特点,有必要系统阐述其研究方法论,从而更好地指导理论学习。

本书可供各院校生物技术、生物科学及相关专业教学使用;也可供从事生物技术和生物科学等相关工作人员参考使用;还可作为科普读物,以飨大众。

本书的完成,首先要感谢西安交通大学出版社的信任和支持;感谢“海南大学热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室”的支持;感谢“国家自然科学基金(No. 31160061)”

“海南省中西部高校提升综合实力工作基金”、海南大学本科教学创新团队“生物技术专业教学创新团队”“海南大学 2015 年度讨论式课程”“海南大学 2015 年度教育教学改革研究”项目的资助。本书由闵义和姬卿共同编写,具体分工:第 1~4 章,姬卿,第 5~11 章,闵义。本书在编写过程中,参考了很多相关的教材和前人研究的成果,不能一一列出,在此一并表示感谢。最后要特别感谢我的学生李肇通、栗玉琦、王烨纯、蔡盼、罗胤、于浩然、赵浩杰、程文凭、杨睿、郑鹏飞的整理和校正工作。

由于水平所限,虽历经多次编写审改,书中仍难免存在疏漏之处,请各位读者提出宝贵意见,并请各位同行专家批评指正。

闵义

2015 年 7 月

目 录

上篇 生物进化导论

第 1 章 进化生物学的由来及现状	(3)
1.1 进化、生物进化与进化生物学	(4)
1.1.1 进化的概念	(4)
1.1.2 生物进化	(4)
1.1.3 进化论与进化生物学	(5)
1.2 进化思想的产生	(5)
1.3 进化学说的形成	(6)
1.3.1 拉马克学说	(6)
1.3.2 达尔文学说	(8)
1.4 进化论的发展	(15)
1.4.1 现代综合进化论	(15)
1.4.2 米丘林学说	(16)
1.4.3 分子进化中性论	(16)
1.4.4 间断平衡论	(17)
1.4.5 新灾变论	(17)
1.4.6 进化学说之间的争论和统一	(17)
1.5 进化论在我国的传播	(18)
1.6 进化生物学发展的新方向	(19)
1.6.1 古生物学和分子古生物学研究	(19)
1.6.2 基因组学和后基因组学	(20)
1.6.3 分子进化工程	(20)
1.6.4 进化发育生物学	(21)
1.7 生物进化研究的意义和方法论	(21)
1.7.1 生物进化研究的意义	(21)
1.7.2 生物进化研究中的方法论	(22)
第 2 章 生命及其在地球上的起源	(26)
2.1 生命的本质	(26)
2.1.1 生命的物质基础	(26)

2.1.2	生命活动的基本特征	(29)
2.1.3	生命和熵	(31)
2.2	生命在地球上的起源	(32)
2.2.1	人类对生命起源的几种认识	(32)
2.2.2	生命起源的条件	(34)
2.2.3	生命起源的过程	(35)
2.3	遗传密码的起源与进化	(41)
2.3.1	最早的遗传密码子	(41)
2.3.2	密码进化的方向	(41)
2.3.2	密码的进化过程	(42)
第3章	细胞的起源与进化	(45)
3.1	原始细胞的起源	(45)
3.1.1	超循环组织模式	(45)
3.1.2	阶梯式过渡模式	(46)
3.2	细胞的进化	(47)
3.2.1	原核细胞的出现	(47)
3.2.2	古细菌的发现及其在进化上的意义	(47)
3.2.3	真核细胞起源的途径	(49)
3.2.4	真核细胞起源的意义	(51)
3.3	病毒的起源	(52)
3.3.1	退化理论	(52)
3.3.2	细胞起源理论	(53)
3.3.3	共进化理论	(53)
3.4	多细胞生物起源	(53)

中篇 生物进化历程

第4章	生物发展史	(57)
4.1	地质年代的划分	(58)
4.2	地质时期的主要进化事件	(58)
4.3	地质年代的测定	(62)
4.3.1	相对地质年代	(62)
4.3.2	绝对地质年代	(65)
4.4	生物界的系统发展	(66)
4.4.1	生物的分界	(66)
4.4.2	微生物的进化	(67)
4.4.3	植物界的系统发展	(67)

4.4.4	动物界的系统发展	(72)
4.5	生物界系统发展的规律	(78)
4.5.1	生物进化的进步性	(78)
4.5.2	生物进化的阶段性	(78)
4.5.3	生物进化的多样性	(79)
第5章	生物表型的进化	(80)
5.1	形态结构的进化	(80)
5.1.1	新构造的起源及其在进化中的意义	(80)
5.1.2	形态结构进化的方向和总趋势	(80)
5.2	生理功能的进化	(81)
5.2.1	新功能的起源及其在进化中的意义	(81)
5.2.2	新功能起源的基本方式	(81)
5.2.3	结构和功能进化的统一性	(81)
5.3	行为的进化	(82)
5.3.1	行为进化的基本环节	(82)
5.3.2	通讯行为的进化	(83)
5.3.3	争斗行为的进化	(85)
5.3.4	利他行为的进化	(88)
5.3.5	性行为的进化	(92)
5.3.6	基因及染色体对行为的影响	(100)
5.3.7	行为进化的研究方法	(101)
第6章	共同进化与生态系统的进化	(103)
6.1	共同进化的概念	(103)
6.2	共同进化的类型	(103)
6.2.1	竞争与共存	(103)
6.2.2	协同进化与共存	(104)
6.3	共同进化的例证	(104)
6.3.1	植物与微生物的共生关系	(104)
6.3.2	昆虫与植物间的互惠和利害关系	(105)
6.3.3	动物间的军备竞赛	(105)
6.3.4	人类与昆虫的战争	(106)
6.3.5	寄主和寄生生物的竞争	(107)
6.3.6	人类的榜样	(108)
6.3.7	共同进化的寡妇	(108)
6.4	生态系统的进化	(109)
6.4.1	生态系统的概念和组成	(109)

6.4.2	生态系统在时间尺度上的变化	(109)
6.4.3	生态系统进化的主要阶段	(110)
6.4.4	生态系统进化的趋势	(110)
6.4.5	物种在生态系统中的地位和作用	(111)
6.4.6	生物圈	(111)
第7章	人类的起源与进化	(115)
7.1	人类的起源	(115)
7.1.1	人类起源于动物界的证据	(115)
7.1.2	人在自然系统分类及进化地位	(115)
7.1.3	人类起源的原因	(116)
7.1.4	人的双重属性和人的概念	(117)
7.2	人类的生物进化	(118)
7.2.1	从古猿到人的发展阶段	(119)
7.2.2	从猿到人体质形态和行为特征的主要变化	(122)
7.2.3	现代人类的崛起	(124)
7.2.4	现代人类的分化	(128)
7.3	人类社会文化的进化	(129)
7.3.1	工具和装饰物的出现	(130)
7.3.2	语言的出现和发展	(132)
7.3.3	社会组织的发展	(132)
7.3.4	心理的进化	(133)
7.4	人类的社会文化进化与生物进化的关系	(134)
7.5	人类未来与智能进化	(137)

下篇 生物进化机制

第8章	生物的微观进化	(141)
8.1	微观进化的概念	(141)
8.2	生物微观进化的单位	(142)
8.3	种群的遗传结构	(142)
8.3.1	基因频率和基因型频率	(142)
8.3.2	群体遗传平衡——Hardy - Weinberg 定律	(143)
8.4	改变基因频率的因素	(148)
8.4.1	突变对基因频率的影响	(149)
8.4.2	在选择作用下基因频率的变化	(150)
8.4.3	迁移对基因频率的影响	(152)
8.4.4	遗传漂变对基因频率的影响	(153)

8.5	自然选择的作用	(155)
8.5.1	自然选择的概念	(155)
8.5.2	自然选择的类型	(156)
8.5.3	自然选择的意义	(159)
8.6	适应	(160)
8.6.1	适应的概念	(160)
8.6.2	适应形成的条件	(161)
8.6.3	自然选择下的适应进化	(161)
8.7	微观进化在生物进化中的意义	(166)
第9章	物种与物种形成	(168)
9.1	物种的概念	(168)
9.2	物种的标准	(169)
9.2.1	形态学标准	(169)
9.2.2	遗传学标准	(169)
9.2.3	生态学标准	(169)
9.2.4	生物地理学标准	(170)
9.3	物种的结构	(170)
9.3.1	个体	(170)
9.3.2	种群	(170)
9.3.3	亚种	(170)
9.4	物种的形成	(171)
9.4.1	物种形成的三个主要环节	(171)
9.4.2	隔离的机制	(172)
9.4.3	物种形成的方式	(173)
9.5	人工控制下的物种形成	(177)
9.6	物种形成在生物进化中的意义	(177)
第10章	生物的宏观进化	(178)
10.1	宏观进化的概念	(178)
10.2	宏观进化和微观进化的区别	(178)
10.3	宏观进化的型式	(178)
10.3.1	渐变型式	(178)
10.3.2	间断平衡型式	(179)
10.3.3	渐变与间断共存	(180)
10.4	宏观进化的类型	(181)
10.4.1	复式进化	(181)
10.4.2	特化式进化	(181)

10.4.3 简化式进化	(184)
10.5 进化趋势	(185)
10.5.1 进化趋势的概念	(185)
10.5.2 进化的不平衡性	(185)
10.5.3 影响生物进化速度的因素	(187)
10.6 绝灭	(187)
10.6.1 常规绝灭	(187)
10.6.2 集群绝灭	(188)
第 11 章 分子进化	(191)
11.1 概述	(191)
11.1.1 分子进化的概念	(191)
11.1.2 分子进化的特点	(191)
11.1.3 分子进化研究的基础	(193)
11.1.4 分子进化研究的基本方法	(194)
11.1.5 系统进化树	(194)
11.1.6 古分子系统学	(195)
11.2 分子进化的中性理论	(196)
11.2.1 随机漂变对等位基因的作用	(197)
11.2.2 小群体引起的遗传漂变	(197)
参考文献	(199)

上 篇

生物进化导论

第 1 章

进化生物学的由来及现状

进化论是生物科学的核心理论。进化生物学是一个无尽的领域,从化石到基因,如雪崩般的证据向我们彰显了进化的事实。这一事实就是地球上一切生物在遗传上皆互有关联;所有物种都来自共同祖先,任意谱系的发展都是由此根源不断修改的结果;而进化论作为一切生物学最基本的观念,是科学地对造成生物进化原因的有力解释。

证据事实是检验真理的唯一标准。彰显进化事实的形态学论据,可分为三大类。第一类为人类直接观察到的证据,这类例证包括蛾类的灰色类型逐渐为黑色类型所取代的“工业黑化”现象;加拉帕戈斯群岛(Galápagos Islands)的达尔文芬雀因气候及食物来源变更而改变喙的形状;昆虫对杀虫剂、啮齿动物对灭鼠剂、田间杂草对除草剂、细菌对抗生素产生的抗性等,不胜枚举。虽然这类直接观察到的证据不能被否认,但我们仍需要证明这类变化是经过了地质学时间的积累,因此还要仰赖第二类直接证据,即在化石中发现重大改变的各过渡阶段记录。尽管化石记录如断简残篇一样只是零星存在,然而经过古生物学家的努力,现今已发掘的许多连续的居间态的化石还是给我们描述了进化的大致轮廓。例如,鲸是由陆栖哺乳动物类经过包括陆行鲸在内的数个过渡阶段进化而来;哺乳动物的祖先是爬虫类;人类在过去 400 万年来脑容积扩增了三倍;等等。最后一类,即第三类证据,比较不直接,却无所不在,让我们可以借着观察存在于所有现代生物体内不完美或奇怪、没道理的构造,清楚推断出那是从远古不同形态的祖先,经历种种变化而留下来的进化遗迹。生物体内都具有某些残留构造或退化器官,它们从前在其祖先以不同形态存在时具有作用,现今却完全无用,如隐藏于鲸鱼皮下的细小腿骨,或是蛇体内毫无作用的骨盆骨,都是他们有脚祖先留下来的痕迹。

然而,一直以来,形态、性状的进化存在复杂而难以精确描述的弊端,也曾使进化学说备受争议。20 世纪,分子生物学的快速发展极大地改变了进化生物学的格局。就在达尔文进化论诞生一百年之际,木村资生(Kimura Motoo, 1924—1995 年)等提出了分子进化(molecular evolution)学说。该学说认为分子(基因)的进化过程与达尔文所描述的宏观进化过程不同,中性的遗传漂变可能比自然选择发挥更大的作用。随后,人们相继建立了基于群体遗传学的 DNA 与蛋白质序列进化模型及分析方法,既能定量描述和预测不同分子随时间变异的模式,也可以区分遗传和环境因子对基因水平变异的影响。更为重要的是,因为所有生命的蓝图都是用 DNA(某些病毒中则用 RNA)来书写的,所以人们可以通过比较 DNA 序列来研究它们的进化关系。这一学科领域被称为分子系统学(molecular systematics)或分子系统发育学(molecular phylogenetics),它为解决系统与进化生物学中的疑难问题提供了新的方法论、工具,对生物分类学的发展也产生了至关重要的影响。

今天,科学家们已习惯从进化的途径和角度来深入理解分子生物学、发育生物学及免疫学等生命科学前沿领域的科学问题。例如,分子生物学家现在常常构建进化树(evolutionary tree)以寻找不同生物的种间(直系)同源基因和种内(并系)同源基因。科学家还可以通过分子水平的进化错配(evolutionary mismatch)分析和达尔文正向选择作用来探索癌症形成和演变的机制,并利用免疫进化模型和模拟计算用于癌症治疗。利用生物物种(尤其是微生物)的全基因组序列信息,辅以统计分析工具及计算机软件,可以重建生物类群间的系统发育关系或者进化历史,有助于人们解决生物进化研究中长期存疑的问题,深化我们对生物多样性起源与发展规律的认识。随着后基因组时代的到来,进化生物学研究必将呈现出若干新的态势,成为生命科学领域最为活跃的方向之一。

进化是有史以来生物学者及博物学者所搜集的一切信息结合在一起的集大成的观念。进化生物学将从生物进化的式样、速率、机制等方面回答一系列科学问题,如生命的起源、生物界复杂性、多样性的原因等。进化极大影响我们生活的方方面面,不仅教会我们如何应对细菌对抗生素的耐药性及害虫对农药的抗药性问题;还教会我们认清正在剧烈改变的地球生命结构——我们正面临地球上 50% 的物种可能集体灭绝的大危机。了解进化,我们才能拥有应变的工具,以及预见劫后景象的能力。

1.1 进化、生物进化与进化生物学

1.1.1 进化的概念

进化(evolution)拉丁文为 *evoluo* - 和 *evolutis*, 意为展开,即把卷紧的东西(布、书卷)抛开,在生物学中被译为进化,在其他场合被译作演化。广义进化指事物的变化发展,包括宇宙的产生、生命的起源与进化、人类的出现和社会的发展。在生物学中的狭义进化是指种群里的遗传性状在世代之间的变化。早在达尔文时代, *evolution* 一词被赋予“进化”的含义,即指事物由低级的、简单的形式向高级的、复杂的形式转变的过程。后来达尔文接受英国著名地质学家赖尔(C. Lyell)的观点,认为生物不一定都进化,他用“有变化的传衍”(descent with modification)来表示生物随时间既变化又连续(传衍)的过程,也就是现在所理解的变化。进化有普遍意义,并非生物所特有。英国哲学家 G. L. Stebbins(1862 年)关于进化是一切物质的发展规律的概念已为生物学家和其他领域的科学家所接受。进化的基本含义是“进步性的发展”,然而也存在“退步性的进化”。如寄生蠕虫消化器官、洞栖生物视觉器官、高原地区昆虫翅等复杂器官又简化或丧失,都是以生物适应环境改变而发生的进化现象。需要注意的是,我们承认“退步性的进化”,并不等于承认进化是可逆的过程。

1.1.2 生物进化

生物进化(biological evolution)是自然界中的一种特殊现象,与非生物系统的演化有所不同。生物进化是通过遗传过程中的变化来实现的,存在生物对环境的适应;而非生物系统的演化不存在遗传和适应。张昉在 1998 年提出生物进化的概念:生物在与其生存环境相互作用过程中,其遗传系统随时间而发生一系列不可逆的改变,并导致相应的表型改变,在大多数情况下这种改变导致生物总体对其生存环境的相对适应。这一概念突出了生物进化的最显著特

点:遗传系统和相应表型的改变,以及对环境的“相对适应”。

1.1.3 进化论与进化生物学

生物进化论(the theory of biological evolution)是研究生物界进化发展的规律及如何运用这些规律的科学。它的主要研究对象是生物界的系统发展,也包括某一物种或某一完整的生物类群的发展。其重点是研究生物如何由简单向复杂,由低等向高等的发展过程。达尔文的进化论被恩格斯誉为“19世纪自然科学的三大发现之一”,为马克思主义的辩证唯物论提供了自然科学方面的依据。随着生命科学,特别是分子生物学的发展,进化论的研究逐步由推论走向验证,由定性走向定量,于是产生了进化生物学(evolutionary biology)。

进化生物学是研究生物进化的过程及其原因、机制、速率和方向的科学。它吸收生物学多个学科的成就,特别是将进化论与生态学、分类学、行为学综合起来研究有关的生命现象。它不仅从生物组织的不同层次揭示进化的原因,而且从时间上追溯进化过程。当把生命现象放在长的、有向的时间上来考察,进化的不可逆性才如此清楚。

生物进化论是进化生物学的理论基础,是生物学中最大的统一理论。生物界的复杂现象,诸如形态的、生理的、行为的适应,物种的形成和灭绝,种内和种间关系等现象都只能在进化理论的基础上得到统一的解释,也都只能通过进化生物学的研究而明确其内在的原因与机制,生物学各学科无不贯穿进化的原则思想,正如杜布赞斯基(T. Dobzhansky, 1997年)所说的“没有进化论的指导,生物学就不成其为科学”。

进化学说产生与发展是一漫长的过程。这一过程可以分为两大阶段,即进化思想萌芽、发展阶段(从古希腊时期,中国西周至春秋战国时期,一直到18世纪)和进化学说形成、发展阶段(18世纪以来)。

1.2 进化思想的产生

古代哲学思想中包含着一种近代人称之为演变或蜕变(transmutation)的概念,即认为自然界万物相互转变(由一种形式变化为另一种形式),认为今日复杂的生物来自某种较简单的祖先,可以一直追溯到最原始的生物类型(一种传衍的概念)。这可以说是进化思想的萌芽。古希腊最早的自然哲学家之一——米利都的阿纳克西曼德(Anaximande, BC 550年)就表达过一种生命起源观点,他认为生命最初是从海中软泥产生的,由海中软泥产生出来的原始生物经过蜕变而产生出陆地植物,这与达尔文“有变化的传衍”概念近似。另一位古希腊哲学家伊姆佩多克(Impedocles, BC 450年)则把进化思想表达得更为清楚。他认为生命的存在是连续的,植物起源于动物;他朦胧地表达了关于进化中的机会和选择因素,认为完善类型的产生是由于不完善类型的绝灭,即不完善型被更完善的类型所替代。可以认为这是最早提出的“选择假说”,早于达尔文和华莱士2300年。

近代进化理论的开拓者是16~18世纪的一些哲学家。奥斯本(R. Osborne)指出:“我们研究进化问题的现代方法的基础既不是由早期的博物学家们建立的,也不是由有远见的作家们建立的,而是由一些哲学家们奠定的。”例如,培根(F. Bacon, 1560—1626年)、笛卡尔(R. Descartes, 1596—1650年)等,他们和古希腊的同行们一样,用唯物主义观点和摆脱传统的自由思考去探索生命进化。与古希腊的哲人们不同的是,他们站在近代自然科学的新基础

之上,具有较少的模糊性,更多的明确性。培根是最早提出关于物种可变性问题的。康德则更为明确地提出了“传衍”的概念,他说“许多物种集合为一共同的结构图案”,物种之间的相似性“说明它们可能是因为来自一个共同祖先,实际上有血缘关系”。当然,这些哲学家们探讨的进化理论仍停留在哲学的思考上,所以我们称之为进化哲学。

中国古代的哲学先贤们对自然界的认识和朴素的自然观也表达了朦胧的进化思想。老子《道德经》中“万物生于有,有生于无”,意味任何事物都来自另一有形之物(“万物生于有”),有形之物则产生于无形的初始状态,包含着演变论思想。庄子的“造物主无主儿子造”,表达了世界万物不依靠任何造物者而自生的观念。

1.3 进化学说的形成

1.3.1 拉马克学说

18世纪后期到19世纪初期是进化学说酝酿时期。在达尔文的《物种起源》问世之前,至少有两个人曾经比较系统地阐述过生物进化观点,他们是乔治·布丰(G. Buffon, 1707—1788年),伊拉斯谟·达尔文(E. Darwin, 1731—1802年)和让·巴布提斯·拉马克(J. B. Lamarck, 1744—1829年)(图1-1)。可以说他们是进化论的先驱者,其中博物学家拉马克是历史上第一位提出比较完整的进化理论的学者,他的进化学说是达尔文以前的影响最大、最系统的进化理论。拉马克虽然提出了比较具体的进化学说,但他的著作中仍然是哲学多于科学,因而他自己也把他的阐述进化学说的主要著作称为《动物学的哲学》(Philosophie Zoologique)。



图1-1 拉马克(J. B. Lamarck, 1744—1829年)

- 法国博物学家
- 生物学伟大的奠基人之一
- 发明了生物学一词
- 最先提出生物进化的学说
- 是进化论的倡导者和先驱
- 首次将动物划分为无脊椎动物和脊椎动物
- 首次提出进化学说(“拉马克学说”)
- 是古无脊椎动物学的创始