



面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

进化生物学

沈银柱 主编

王正询 李晓晨 黄占景 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

Q111-43

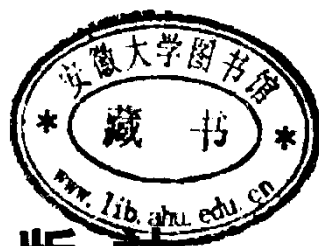
S44

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

进化生物学

沈银柱 主编

王正询 李晓晨 黄占景 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果之一,是“面向 21 世纪课程教材”。

本书吸收了进化生物学的最新研究成果,在介绍生命产生、发展的同时,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统一关系出发,阐明生物界进化发展的规律以及如何运用这些规律更好地服务于人类。内容富有先进性和哲理性,对当代大学生科学世界观的形成将起到促进作用。全书共分 12 章,内容包括生物大分子、生命、细胞、物种、人类以及行为的起源,生物进化发展的分子基础和一般规律,进化方向的复杂性和多样性等。

本书适合于高等院校生物科学本、专科学生作为教材,也可供理科、文科各专业公共选修课使用。对于科研工作者和中学生物学教师也有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

进化生物学/沈银柱主编. —北京:高等教育出版社, 2002. 8

ISBN 7 - 04 - 011069 - 5

I. 进… II. 沈… III. 生物 - 进化学说 - 高等学校 - 教材 IV. Q111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 045185 号

责任编辑 罗艳红 张庆波 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉
版式设计 马静如 责任校对 殷然 责任印制 陈伟光

进化生物学
沈银柱 主编

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010 - 64014048		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
排 版	高等教育出版社照排中心		
印 刷	北京民族印刷厂		
开 本	850 × 1168 1/16	版 次	2002 年 8 月第 1 版
印 张	18.5	印 次	2002 年 8 月第 1 次印刷
字 数	410 000	定 价	23.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

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定性走向定量,由推论走向验证,已经形成了一门新的学科——进化生物学,开设“进化生物学”对推动物质文明和精神文明建设,对当代大学生科学世界观的形成,思维能力的培养,对提高青年学生识别真伪科学的本领,以及今后的再学习都具有十分重要的意义。

目前各高等师范院校都迫切需要一本能跟上时代发展步伐的进化生物学。经过较长时间的酝酿,在广州大学(原广州师院)、陕西师范大学和中山大学的积极参与下开始编写这本教材,经过一年多的努力,终于问世了。

本书共分十二章,包括起源和发展两个方面,起源包括生物大分子、生命、细胞、物种、人类以及行为的起源;发展包括生物进化发展的分子基础、一般规律、机制和速率、进化趋向、物种的形成和绝灭,以及进化发展的复杂性和多样性等内容。其中,第一章“绪论”由沈银柱教授负责编写,第二章“生命及其在地球上的起源”由河北师范大学沈银柱教授和朱正歌副教授负责编写;第三章“细胞的起源与进化”和第八章“物种与物种的形成”由广州大学王正询教授负责编写;第四章“生物发展史”和第五章“生物表型的进化”由陕西师范大学李晓晨副教授负责编写;第六章“生物遗传系统的进化”由中山大学张尚宏副教授负责编写;第七章“生物的微观进化”、第九章“生物的宏观进化”、第十章“生态系统的进化”和第十一章“分子进化和分子系统学”分别由河北师范大学赵宝存讲师、周春江讲师、刘敬泽教授和黄占景教授负责编写;第十二章“人类起源与进化”由陕西师范大学李娜讲师负责编写。最后由河北师范大学沈银柱教授和黄占景教授负责通稿,并对有关章节进行了补充和修改。我们的目的是在介绍生命自然界产生和发展的同时,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统一关系出发,阐明生物界进化发展的规律,以及如何运用这些规律更好地服务于人类,内容富有先进性和哲理性。现在看来我们的目的已经基本达到。

在本书即将出版之际,我们不能忘记我们的老师河北师范大学生命科学学院的刘植义教授为本书的编写所做的贡献,是他运用已有的丰富的知识将我们最初的编写提纲加以升华,并列出了各章的部分参考文献,对本书的编写起了重要作用。北京师范大学彭奕欣教授对我们修改后的编写纲目在给予充分肯定的同时,又提出了极为宝贵的意见。两位老师还把自己的相关资料和专著提供给编写人员。在此,我们全体编委向他们表示诚挚的谢意!

为了保证本书的编写质量,我们在主编审阅初稿的基础上,经各编委修改

后,于2001年12月15—16日,又集中到河北师范大学,发挥各编委的优势,分别对自己熟悉的章节进行重审。在本书的编写过程中河北师范大学生命科学学院赵建成教授和吴跃峰教授分别对第三章生物发展史的相关章节进行了审阅,并提出了许多宝贵意见,河北师范大学生命科学学院遗传学科组葛荣朝讲师为本书的编写收集并提供了大量资料。特别应当提出的是我们始终得到高教出版社孙素青、邓捷、王莉等老师的关心和指导,在此,一并表示衷心的感谢。

尽管我们慎之又慎,但总不免会有疏漏,会有不妥之处,敬请读者批评、指正。

沈银柱

2002-02-20

目 录

第一章 绪论	1	学说	47
一、进化生物学的研究对象	1	四、有关生命起源问题的	
(一) 广义进化	1	探讨	47
(二) 生物进化	2	(一) 陨击作用与生命起源	47
(三) 生物进化论与进化生物学	2	(二) 其他天体上是否有生命	48
二、进化科学的产生和发展	3	第三章 细胞的起源与进化	52
(一) 进化思想的产生	3	一、原始细胞的起源	52
(二) 进化论的形成	3	(一) 超循环组织模式	52
(三) 进化论的发展	10	(二) 阶梯式过渡模式	53
(四) 进化论在我国的传播	12	二、细胞的进化	55
(五) 进化生物学发展的新方向	13	(一) 原核细胞的出现	55
三、学习和研究进化生物学		(二) 古细菌的发现和早期生物	
的意义和方法	14	三分支进化观点的形成	55
(一) 学习和研究进化生物学		(三) 真核细胞的祖先可能是古	
的意义	14	细菌	56
(二) 学习和研究进化生物学		(四) 真核细胞起源的途径	57
的基本方法	15	三、真核细胞起源的意义	64
第二章 生命及其在地球上		(一) 为生物性分化和有性生殖	
的起源	19	打下基础	64
一、生命的本质	19	(二) 推动生物向多细胞化方向	
(一) 生命的物质基础	19	发展	64
(二) 生命活动的基本特征	21	第四章 生物发展史	67
(三) 生命和熵	25	一、化石和地质年代的划分	68
二、生命在地球上的起源	26	(一) 化石	68
(一) 人类对生命起源的几		(二) 地质年代	70
种认识	26	二、生物界系统发展概况	74
(二) 生命起源的条件	29	(一) 生物界的系统发展	74
(三) 生命起源的过程——生命		(二) 生物界系统发展的规律	87
起源的化学演化学说	33	三、几种生物的进化史	88
三、遗传密码的起源与进化	43	(一) 象的进化史	88
(一) 最早的遗传密码子	43	(二) 马的进化史	89
(二) 密码进化的方向	44	四、生物的分界	90
(三) 密码的进化过程	44	(一) 两界说	91
(四) 病毒的起源和裸基因		(二) 三界说	91

(三) 四界说	91	(一) 种群遗传基础的杂合性	144
(四) 五界说	91	(二) 基因频率和基因型频率	144
第五章 生物表型的进化	94	(三) 群体遗传平衡	
一、形态结构的进化	94	——Hardy-Weinberg 定律	145
(一) 新构造的起源及其在进化		四、改变基因频率的因素	151
中的意义	94	(一) 突变对基因频率的影响	151
(二) 形态结构进化的两个方向:		(二) 在选择作用下基因频率	
复杂化和简化	94	的变化	152
(三) 形态结构进化的总趋势:复杂		(三) 迁移(基因流动)对基因	
性的提高和多样性的增长	95	频率的影响	156
二、生理功能的进化	95	(四) 遗传漂变对基因频率的	
(一) 新功能的起源及其在进化中		影响	157
的意义	95	五、自然选择的作用	159
(二) 新功能起源的基本方式	96	(一) 自然选择的概念	159
(三) 功能进化的实例	96	(二) 自然选择的类型	160
(四) 结构和功能进化的统一性	98	(三) 自然选择的意义	164
三、行为的进化	98	六、适应	166
(一) 行为进化的基本环节	99	(一) 适应的概念	166
(二) 通讯行为的进化	102	(二) 适应形成的条件	166
(三) 争斗行为的进化	105	(三) 自然选择下的适应进化	167
(四) 利他行为的进化	108	七、微观进化在生物进化中的	
(五) 性行为的进化	111	意义	174
(六) 行为进化的研究方法	113	第八章 物种与物种的形成	177
第六章 生物遗传系统的进化	117	一、物种	177
一、染色体的进化	117	(一) 物种的概念	177
(一) 染色体数目的进化	117	(二) 物种的标准	178
(二) 染色体结构的进化	118	(三) 现代物种的定义	180
(三) 染色体功能的进化	119	(四) 物种的结构	181
二、基因与基因组的进化	119	二、物种的形成	183
(一) 基因的进化	119	(一) 物种形成的三个主要	
(二) 基因组的进化	125	环节	183
三、蛋白质和蛋白质组的		(二) 隔离的机制	184
进化	135	(三) 物种形成的方式	187
(一) 蛋白质的进化	135	三、人工控制下的物种形成	193
(二) 蛋白质组的进化	139	(一) 远缘杂交	193
第七章 生物的微观进化	143	(二) 体细胞杂交	193
一、微观进化的概念	143	四、物种形成在生物进化	
二、生物微观进化的单位		中的意义	194
——无性繁殖系和种群	143	(一) 物种形成是生物对不同生	
三、种群的遗传结构	144	存环境适应的结果	194
		(二) 物种间的生殖隔离保证了	

生物类型的稳定性 194

(三) 物种是生物进化的基本单位 195

(四) 物种是生态系统中的功能单位 195

第九章 生物的宏观进化 198

一、宏观进化的概念 198

(一) 复式进化(全面进化) 198

(二) 特化式进化(特异适应) ... 198

(三) 简化式进化 202

二、宏观进化的型式 202

(一) 渐变型式 202

(二) 间断平衡型式 203

(三) 渐变与间断并存 205

三、进化趋势 205

(一) 进化趋势的概念 205

(二) 表型趋异与谱系趋异 206

(三) 进化的不平衡性 206

(四) 从系统树看进化趋势 207

四、绝灭 209

(一) 绝灭的概念 209

(二) 常规绝灭 209

(三) 集群绝灭 210

(四) 绝灭的生物学意义 212

五、关于宏观进化与微观进化问题的讨论 212

(一) 微观进化能否解释宏观进化 212

(二) 是否存在宏观进化的特殊机制——大突变 213

(三) 个体发育能否反映系统发展(重演律是否正确) 213

第十章 生态系统的进化 217

一、生物圈 217

二、生态系统的组成 218

(一) 生态系统的成分 218

(二) 生态系统的组织化水平 219

三、生态系统中的物种进化 221

(一) 物种在生态系统中的地位和作用 221

(二) 竞争、协进化与共存 222

四、生态系统在时间尺度上的变化 224

(一) 生态系统在短时间尺度上的变化——小周期 224

(二) 生态系统在中等时间尺度上的变化——生态演替 224

(三) 生态系统在长时间尺度上的变化——生态系统的进化 226

五、生态系统的进化趋势 230

六、人类影响和控制下的生态系统的进化 230

第十一章 分子进化和分子系统学 234

一、什么叫分子进化 234

二、分子进化的特点 234

(一) 分子进化速率的恒定性 234

(二) 分子进化的保守性 238

三、分子进化的中性理论 239

(一) 随机漂变对等位基因的作用 239

(二) 小群体引起的遗传漂变 240

(三) 群体的有效大小 240

(四) 有关中性突变进化学说的讨论 241

四、分子系统学和分子系统树 242

(一) 分子系统树的构建方法 242

(二) 分子系统学的研究进展 243

五、古分子系统学 245

(一) 古蛋白质分子的研究 245

(二) 古 DNA 的研究 245

(三) 研究进展 246

六、分子钟 246

(一) 什么叫分子钟 246

(二) 分子钟建立程序 247

第十二章 人类起源与进化 250

一、人类的起源 250

(一) 对人类起源的几种认识 250

(二) 人的概念和人的双重 属性	250	(六) 关于人类起源问题的一些 争论	263
(三) 人类起源于动物界的 证据	251	二、现代人的进化	264
(四) 人类起源发展的几个 阶段	255	(一) 现代人的产生与分化	264
(五) 从猿到人体质形态和行为 特征的主要变化	260	(二) 人类未来的进化	267
		汉英名词索引	273

第一章 绪 论

进化论是生物学的核心理论。世界上第一位系统阐明生物进化思想的是法国著名的生物学家拉马克(Lamarck J B, 1724—1829)。到了 19 世纪中叶, 达尔文(Darwin C R, 1809—1882)的《物种起源》为其奠定了科学的基础。随着科学的发展, 20 世纪 30 年代出现了现代综合进化论, 使达尔文学说得到了继承和发展。特别是进入 50 年代以后, 随着遗传学、分子生物学, 以及生物学各分支学科的发展, 进化论的研究已经逐步由推论走向验证, 由定性走向定量, 学科的名称已不再是“生物进化论”而改称“进化生物学”。

当你面对五彩缤纷、生机盎然的生物界时, 你会发现生物的种类极其繁多, 它们的形体大小不一, 形态构造也各具特色。那么, 生物界为什么具有如此惊人的复杂性和多样性? 这些生物是怎样进化而来的? 它们为什么都能适应一定环境, 都具有生长、发育、繁殖和死亡等生命现象? 究竟什么是生命? 地球上的生命又是怎样起源的? 生物进化的机制是什么等等诸如此类的问题都有待于我们在进化生物学中加以研究。

一、进化生物学研究的对象

(一) 广义进化

广义的进化是指事物的变化发展。它包含了宇宙的演化即天体的消长, 生物的进化, 以及人类的出现和社会的发展。早在达尔文时代, 进化(evolution)一词已被赋予“进步的含义”, 即指事物由低级的、简单的形式向高级的、复杂的形式转变过程。但达尔文接受了莱伊尔(Lyell C)的观点, 认为生物的进化不一定是“进步”。达尔文用“有变化的传衍”(descent with modification)来表示生物随时间既变化而又连续(传衍)的过程。最早给 evolution 一词提出现代定义的是英国哲学家斯宾塞(Spencer), 他在 1862 年出版的《第一原理》一书中写道: “进化乃是物质的整合和与之相伴随的运动的耗散, 在此过程中物质由不定的, 支离破碎的同质状态转变为确定的有条理的异质状态。”可见斯宾塞所说的进化是一切物质的发展规律, 是指物质从无序到有序, 从同质到异质, 从简单到复杂的有向变化过程。所以, 进化的基本含义是“进步性的发展”。但是, 在任何生物随时间而改变的过程中, 既有“进步”的改变, 也有相反的“退步”的改变。例如寄生于人体的蛔虫, 其消化、呼吸、循环和神经等系统均已退化, 惟独生殖系统发达了, 每一条蛔虫每天可产 20 万粒卵。这能说是“退化”吗? 实际上是“退步性的进化”。因为“进步性的发展”和“退步性的进化”都是以生物适应环

进化论是生物学的核心理论。20 世纪 50 年代以来, 进化论有了长足的发展, 而成为进化生物学。

进化生物学将回答诸如生命的起源、生物界复杂性、多样性的原因, 生物进化的机制等一系列问题。

生物的进化既有进步性的发展, 也有退步性的进化, 都是以适应环境为标准的。

境为标准的。我们承认“退步性的进化”，并不等于承认进化是可逆的过程，进化事实上是不可逆的，“退步性的进化”也是自然选择的结果。

(二) 生物进化

生物进化与非生物系统的演化截然不同。生物进化是自然界中的一种特殊现象，它是通过传代即遗传过程中的变化而实现的，生物进化的结果导致生物对环境的适应；而非生物系统的演化不存在传代，也不存在适应。1998年北京张昉提出生物进化的概念，表述为：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。这一概念用遗传系统代替了种群，说明进化的单位可大可小。定义中增加了“表型的改变”和这种改变的总体后果——对环境的“相对适应”，从而突出了生物进化的最显著特点。总之，生物进化是指某种有趋势的变化，这种变化包括了复杂性和有序性增长的趋势，适应生存环境的趋势，与无方向的循环往复的变化不同。而演化越来越多地被应用于非生物学领域。

张昉关于生物进化的定义值得推崇。

(三) 生物进化论与进化生物学

生物进化论是研究生物界进化发展的规律，以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，当然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。达尔文的生物进化论是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。它涉及生物学的多个学科领域，是它们研究成果的概括和总结，所以进化论是高度综合的，哲理性很强的学问。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。

生物进化论是研究生物界进化发展的规律以及如何运用这些规律的科学。

进化论随着生命科学的发展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。

进化生物学是研究生物进化的科学，不仅研究进化的过程，更重要的是研究进化的原因、机制、速率和方向，也就是说进化生物学是回答：“为什么”的科学，是追究事物或过程的因果关系的科学。它不仅要从生物组织的不同层次揭示进化的原因，也要从时间上追溯进化过程。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。

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。

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，正如杜布赞斯基所说的“没有进化论的指导，生物学就不成其为科学”（Dobzhansky, *et al*, 1997）。

二、进化科学的产生和发展

(一) 进化思想的产生

进化思想的产生过程贯穿了两种宇宙观的斗争。在原始社会,生产力水平低下,人们对复杂的自然现象往往不能解释。当时存在着宗教神话式宇宙观和朴素的唯物观念。前者认为是超自然的神灵控制着自然的变化,有所谓“雷公爷爷”、“风婆婆”之说,认为不同的氏族,有不同的徽号,这就是所谓的“图腾主义”;后者则认为万物变化不居,似乎没什么规律可循。

进化思想是在两种宇宙观的斗争中产生的。

奴隶制社会,随着生产力的发展,出现了私有制,当时有所谓“尊天神”与“反天神”的斗争。尊天神论的代表人物是亚里士多德,他信奉宗教,提倡神学,主张万物有灵,认为失去灵魂,躯体就会腐烂。反天神论以恩伯多利克为代表,主张用自然解释自然。当时在我国流传的《易经》中提出的“八卦”即“天、地、风、雷、水、火、山、泽”,认为是这八种自然现象相互作用构成万物的变化。

封建制社会,宗教神学占据了统治地位,是自然科学史上的黑暗时期。当时有所谓“特创论”、“目的论”和“物种不变论”。认为世界上的万物都是上帝创造的,并且每一物种都是上帝为了一定的目的创造出来的。托马斯阿奎那认为在混沌初开时,万能的神创造出了多少物种,到现在还是多少物种。但是,物种可变的思想仍然存在。我国公元6世纪,北魏时期的贾思勰著有《齐民要术》,其中“种谷”篇,记载了86种谷子,并按性状分成4类。清朝陈淏子著有“花镜”,提出了“花小者可大,实小者可巨,酸苦者可甜……人力可以回天。”

文艺复兴时期,仍然是物种不变论占据统治地位。其代表人物是现代生物分类学的创始人——林奈(Linne Carl Von, 1707—1778)。他认为物种的数目同最初所创造出来的各种不同类型的数目是相同的,认为这些类型按照繁殖规律又产生其他的,但永远是同自己相似的类型。他这种观点,在很长的一段时间里影响着一些学者,严重地阻碍了科学的发展。当时与之展开斗争的是布丰(Buffon GL, 1707—1788)的“变化论”,布丰认为物种可变并认为生物是逐渐演化的,认为生命源于海洋,以后慢慢发展到陆地上,在不同的环境条件下,生物的器官会发生变化。但是后来,在教会势力的压力下,布丰不得不放弃自己的观点。这是许多新生事物成长中遭受挫折的一个典型的事例。

总之,进化思想的产生说明人的认识来源于实践,取决于生产力的发展。而认识的发展动力在于客观过程中的矛盾和斗争。

(二) 进化论的形成

1. 拉马克学说的创立及其主要内容

拉马克学说的创立经历了同灾变论的斗争。当时灾变论的代表人物是居维叶(Guvier G, 1769—1832)。他比较解剖学和古脊椎动物学的创始人,曾提出器官相关定律。但是,他对这一原则却做了唯心主义的解释,按照他的看

拉马克学说是同灾变论的斗争中创立的。

拉马克的一生作了许多第一的工作。他第一次将动物区分为脊椎与无脊椎动物,他第一个提出生物学这个名词。

拉马克学说的主要内容是环境影响生物体的学说。

环境对植物的影响是直接影响的。

环境对动物的影响是间接影响的。

拉马克提出的两个重要法则是用进废退和获得性状遗传。他是一位多元论者。

法,这一原则是由造物主的意志安排的。另外,他在研究了巴黎近郊不同地质年代地层里的化石后,提出了“灾变说”,认为地球在不同时期,不同地点发生了巨大的“灾难”,毁灭了当时的动植物,以后由其他地方迁来了新的类型,所以不同地层有不同的化石类型。他的学生多宾尼提出每次灾难后都由上帝重新创造出来,还说这种特定的创造行为发生过 27 次。恩格斯提出:“居维叶关于地球经历多次革命的理论在词句上是革命的。而在实质上是反动的,它以一系列重复的创造行为代替了单一的上帝的创造行动。使神迹成为自然界的根本的杠杆。”

但是,同样研究巴黎近郊地层丰富化石的拉马克却认为是生物进化的证据。拉马克在卢梭,布丰思想的影响下,曾以皇家植物学家的名誉,参加了欧洲的考查,之后他描述了 2 000 个属的植物,绘制了 900 种植物的图鉴,在长期的工作实践中逐渐形成了他的生物进化的思想。1794 年他第一次将动物划分为脊椎动物与无脊椎动物,从而结束了沿用 2 000 年的将动物区分为无血与有血的古老分类法。他在对动植物的研究中,发现动植物都具有生命的特性,都受自然规律的支配,所以认为应该对它们进行综合性研究,于是他第一个提出“生物学”这个名词,并首先应用到科学中来,从此结束了将动物、植物看作两个截然不同的两个领域的看法。他是古无脊椎动物学的创始人,先后发表了 33 篇关于巴黎附近的贝壳类化石的论文。由于拉马克对动植物的深入研究,加上他敏锐的观察力,他看到了古代生物和现代生物相似又相异,栽培植物、家养动物与野生动植物存在着较大的区别,而这些动植物又是从野生动植物传下来的。他从正确观察中得出科学的结论,认为物种不是不变的,更不是上帝创造的,而是在自然界里,在环境的影响下发生变异,并且从一个生物类型演变成另一个生物类型。他在名著《动物哲学》一书中提出了完整的生物进化理论,批判了当时占统治地位的神创论和物种不变论。其学说的主要内容是:1. 环境条件的转变能够引起生物的变异;2. 环境的多样性是生物多样性的原因。认为环境条件对植物和低等动物的影响是直接的,如水毛茛的叶片在水上是广阔圆形浅裂叶;在水中的叶片,裂成枯枝状(图 1-1)。这种变化过程可以表示为环境的改变→机能的改变→形态构造的改变。环境条件对有神经系统和习性复杂的动物的影响,按照拉马克的看法,其影响是间接的,即环境的变化→动物需要的变化→动物习性的改变→机能改变→形态构造发生改变。他在研究动物习性和器官的相互作用中得出了两个著名的法则,一是用进废退,即经常使用的器官就发达,不使用的就退化;二是获得性状遗传,指由器官的用与不用而导致的变异是可以遗传的。如拉马克所说,有些鸟类不愿意游泳,它们只愿在水边觅食,当它们涉水觅食时,为了身体不被水沾湿,就用力伸展两腿,久而久之,代代相传,腿就特别长。另外他还提出了等级进化即生物具有按等级向上发展的趋向。他认为最原始的生物源于自然发生,如水螅每年在适宜的季节里从淤泥中发生,并认为各系统或群体生物并不起源于共同祖先,是典型的生物进化多元论的观点。

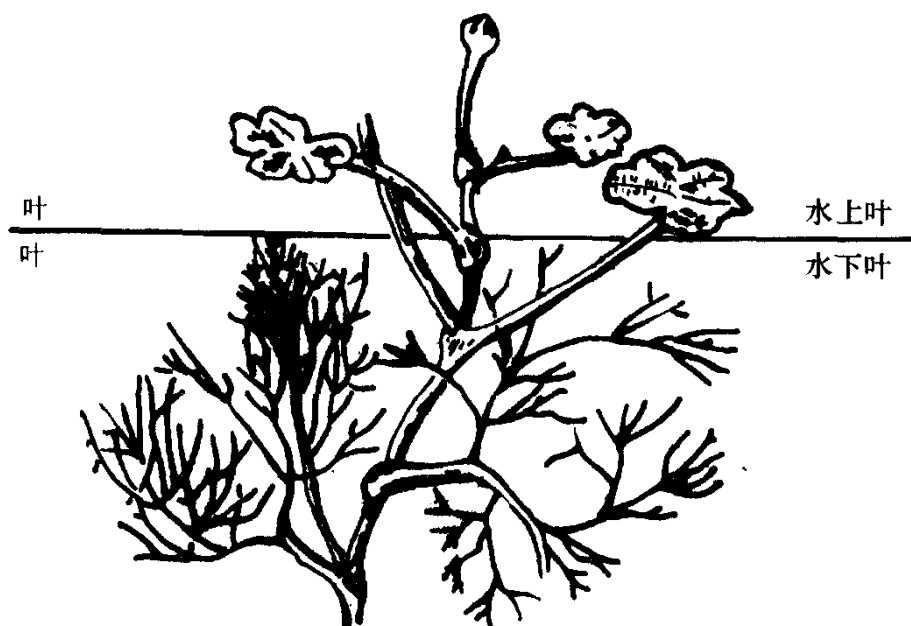


图 1-1 水毛茛对环境的适应(自朱洗,从 Bonnier)

事实说明拉马克是历史上第一位提出比较完整的进化理论的学者。达尔文曾给他以高度评价,认为拉马克动摇了特创论的基石,敲响了“目的论”的丧钟,为进化论的胜利铺平了道路。

2. 达尔文学说的创立及其主要内容

随着生产的发展,自然科学的进步,生物学的各分支学科也得到发展,为达尔文进化论的创立提供了成熟的条件。17世纪英国人胡克首先用显微镜观察植物材料发现了细胞;18世纪居维叶提出器官相关论,圣提雷尔提出同源器官(homologous organs)和同功器官(analogous organs),在比较解剖学上取得了进展;胚胎学方面,法国的沃尔弗(Wolff C.)提出各器官在胚胎发育中的渐成说,发现脊椎动物胚胎发育初期非常相似,说明它们有共同的祖先;古生物学方面,不少学者发现不同地层有不同的化石,同时越古老的地层,化石构造越简单。总之各个学科的发展,都沉重地冲击了物种不变论。为生物进化提供了丰富的证据,促成了进化论的形成。所以,进化论的形成是科学发展的必然结果。

科学进化论的形成还离不开生产发展的推动。达尔文的《物种起源》(Origing of Spicies)是1859年问世的。在此之前,即19世纪的上半叶,英国处于资本主义上升的时期,工业的迅速发展迫使资产阶级为了寻求原料市场而组织探险队,达尔文到贝格尔军舰,历时5年(1831.12.27—1836.10.2)进行了广泛的考察,在环球航行中目睹物种可变的事实。其中最令人思考的有以下事实:①在南美草原的地层中发现巨大的动物化石,这些化石与现代的犰狳十分相似,说明现代生物与古代生物之间存在着一定的亲缘关系。②随着南美大陆向南漂移的程度不同,构成了生物类型的更替,说明生物的分布受到地理环境的影响。③加拉帕戈斯群岛不同岛上的地雀彼此不同,在那里达尔文可区分出13个物种,说明环境的影响使物种发生分化,说明物种并非一成不变(图1-2)。④南美洲某地有2万多头牛,因连续三年的干旱而死亡,说明不是造物主

达尔文学说是在同神创论的斗争中创立的,他是科学发展的必然结果。

进化论的形成离不开生产发展的推动。

达尔文在环球航行中发现的生物学事实使他由一位盲目的相信神学的人转变为一个

坚定的进化论者。

达尔文在人工选择的启示下提出了自然选择学说。

的干预而是自然的原因引起的。⑤ 火地岛上的土人赤身裸体,使用石器和弓箭过着原始生活,这对他认识人类起源起了重要作用。这些事实使他由一个盲目相信神学的人转变为一个进化论者。环球航行之后,他又从事了 20 多年的研究,访问了动植物育种工作者,参加了养鸽俱乐部,进行杂交试验,发现同种动植物在人工培育条件下的区别比在自然条件下要明显(图 1-3),于是他提出了人工选择。在这一事实的启发下,他在思考自然条件下又是怎样的呢? 于是提出了自然选择,最终提出了完整的科学进化论。

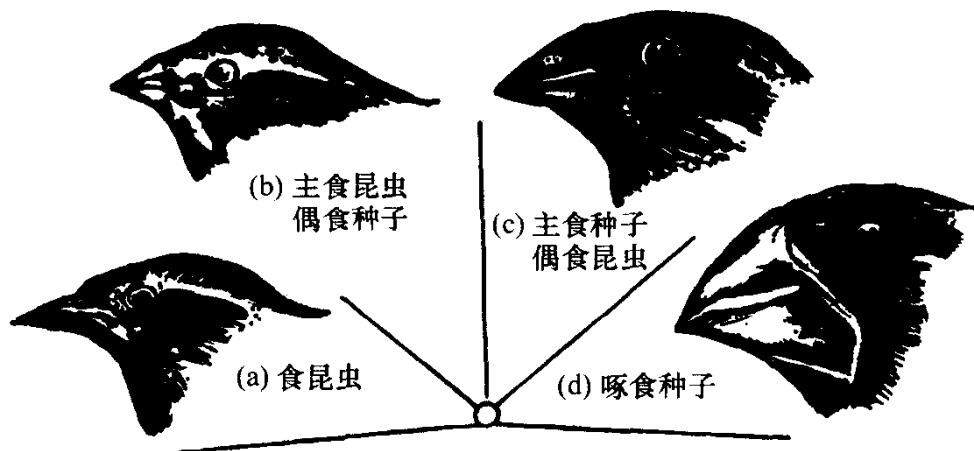


图 1-2 加拉帕戈斯群岛的雀科鸣禽的鸟喙(仿达尔文)

a. 舍契德雀(*Geothlypis trichas*); b. 小喙地雀(*Geospiza parvula*); c. 勇敢地雀(*Geospiza fortis*); d. 大喙地雀(*Geospiza magnirostris*)

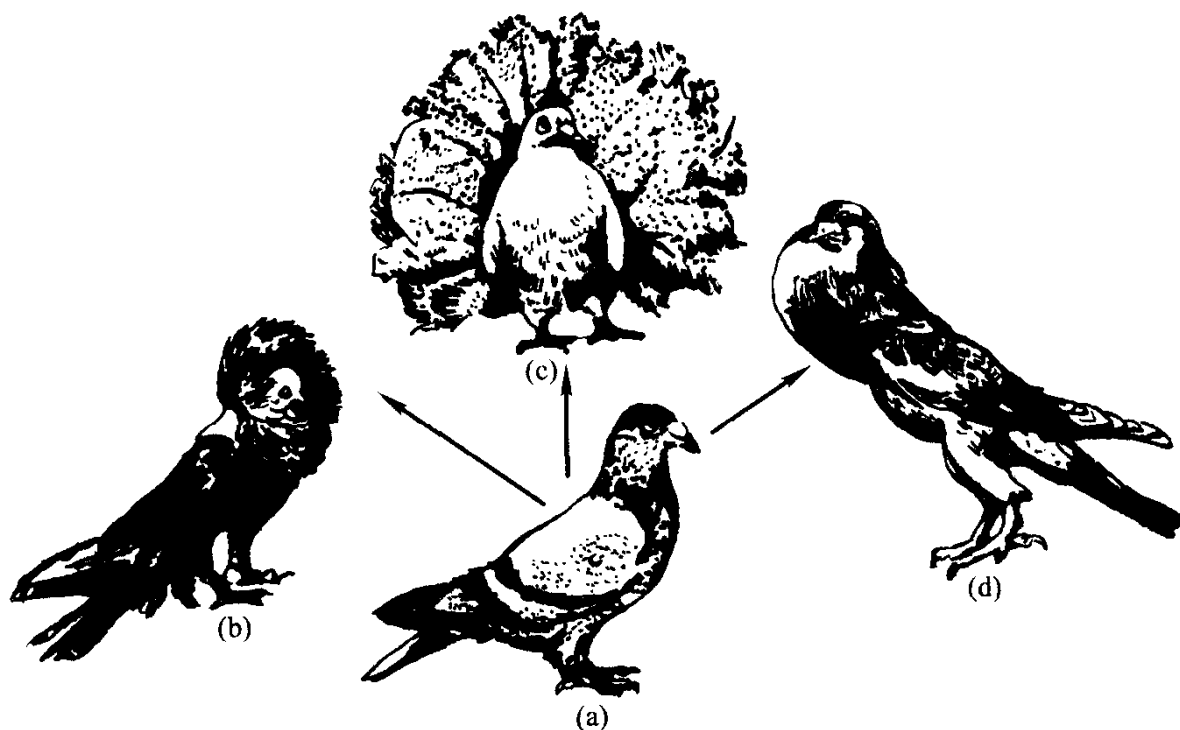
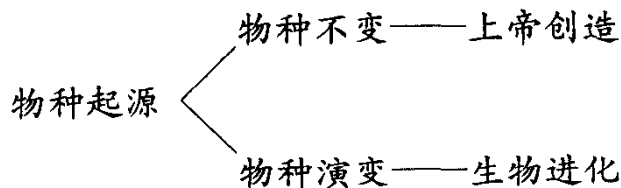


图 1-3 几种家鸽品种及其野生祖先(仿达尔文)
a. 岩鸽; b. 毛领鸽; c. 扇尾鸽; d. 球胸鸽

达尔文学说的主要内容:

虽然达尔文接受了拉马克的获得性状遗传和用进废退学说,虽然二者均主张生物的进化是渐进的,正像达尔文所说:“自然选择只能通过累积轻微的、连续的、有益的变异而发生作用,所以不能产生巨大的或突然的变化,它只能通过长而慢的步骤发生作用。”但二者截然不同,组成达尔文进化论的一个重要方面是他主张物种演变和共同起源,这里体现了物种变与不变的思想斗争,也就是进化论和神创论之间的思想斗争。



达尔文认为物种是可变的,进化通过物种的演变而进行,地球上现今生存的物种,都是曾经生存的物种的后代,渊源于共同的祖先。共同起源是生物进化一元论的观点,与拉马克的看法不同。这一点十分重要,正是因为起源于共同祖先,生物界才成为历史连续的统一整体,进化论才成为生物科学的核心理论,一切生命现象才可以追踪其历史渊源。

达尔文进化论的第二个基本点是“生存斗争和自然选择”。达尔文认为在生活条件发生改变的情况下,生物可以在结构上,功能上和习性上发生变异。他把“个体有益变异之保存与有害变异之消灭称为选择或适者生存”,他说:“照字面讲,没有疑问,自然选择这一用语是不确切的,然而——避免“自然”一词的拟人化是困难的;但我们所谓的“自然”,只是指许多自然法则的综合作用及其产物而言,而法则则是我们所确定的各种事物的因果关系。”他举出了许多有趣的例子,如在马德拉群岛的克格伦岛上的甲虫有 550 多种,其中有 200 种甲虫的翅膀不会飞(图 1-4),并且在当地 29 个属中,有 23 个属的物种都是这样,当海风暴起的时候,它们藏得非常好,直到风和日丽方才出来。为什么如此呢?

达尔文学说的主要内容之一是主张物种演变和共同起源。

达尔文学说的第二个基本点是“生物斗争和自然选择”。

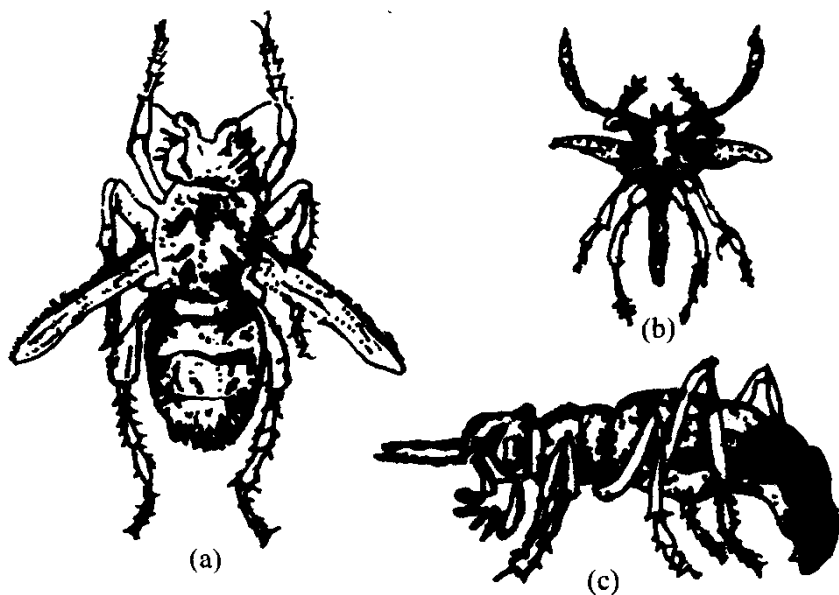


图 1-4 生活在克格伦岛上的无翅或翅不发达的昆虫

(自达尔文主义基础)

a, c. 蝇类; b. 蝶类

达尔文认为适者生存,不适者淘汰的过程就是自然选择。

达尔文所说的生存斗争的含义。

达尔文认为生存斗争包含了种内斗争、种间斗争和生物与无机自然条件之间的斗争。

达尔文认为生存斗争是由繁殖过盛引起的。

达尔文解释说:“这样多的马德拉甲虫之所以没有翅膀,主要原因大概是与不使用结合在一起的自然选择的作用,因为在连续的世代中,或者由于翅膀发育的稍不完全,或者由于习性怠惰的那些甲虫个体飞翔最少,所以不会被风吹到海里去,因而获得最好的生存机会;反之,那些最善于飞翔的甲虫个体最常被风吹到海里去,因而遭到毁灭。”另外达尔文还指出,除了那些少飞或不飞的个体被留下来以外,那些翅膀非常强大的,有力的,可以抗风的昆虫也被留下来,由此达尔文把这种保留和淘汰的过程称为自然选择。

达尔文进一步指出,自然选择是在生物的生存斗争之中进行的。适者生存和不适者淘汰是通过生存斗争实现的。达尔文的生存斗争学说是从自然界错综复杂的关系中总结出来的。他指出,自然界骤然看来似乎平静而和谐,但实际上是随时都发生着残酷的生存斗争,每一秒钟都有成千上万个生物死亡。他说,生存斗争这个名词是用广义的和比喻的意思来解释的。他经常提到的一个例子就是猫、田鼠、土蜂和三叶草之间的错综复杂的关系。其中三叶草的授粉几乎完全依靠土蜂,因为其他蜂类都触不到它的蜜腺,田鼠能毁坏土蜂的巢房,而猫又能捕食田鼠。所以,我们可以想象,当猫多时,田鼠就少,而土蜂就会因为巢房保留的多而繁盛,这样以来三叶草的产量就会明显增加。相反,猫少时,三叶草的产量就会下降(图1-5)。这一典型事例说明一种生物对另一种生物的依存关系,也包含着个体生命的保持以及它们能否遗留后代。根据达尔文的观点,生存斗争包括好几个方面:“或者同种的这一个体与另一个体斗争,或者与异种个体的斗争,或者与物理的生活条件斗争。”也就是通常所说的种内斗争、种间斗争以及生物和无机自然条件之间的斗争。那么生存斗争产生的原因是什么呢?达尔文接受了马尔萨斯“人口论”的影响,认为生存斗争是由繁殖过剩引起的。他写道:“一切生物都有高速率增加的倾向,因此不可避免地就出现了生存斗争。”他又说:“按照几何比率增加的原理,它的数目会很快地变为非常之多,以致没有地方能够容纳。因此,由于产生的个体比能生存的多,在这种情况下必定发生生存斗争……这是马尔萨斯的学说。以数倍的力量在整个的动物界和植物界的应用。”在这方面,他举行了很多例子。例如,一株一年生的植



图1-5 猫、田鼠、土蜂和三叶草的错综复杂关系(自河北师范大学)