



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



iCourse · 教材

生态学概论 第3版

曹凑贵 展 茗 主编



高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



生态学概论

Shengtaixue Gailun

第3版

主 编 曹凑贵 展 茗

副主编 严力蛟 刘黎明 李萍萍

编 者 (按姓氏拼音排序)

曹凑贵 (华中农业大学) 曹林奎 (上海交通大学)

陈 欣 (浙江大学) 董召荣 (安徽农业大学)

方 萍 (同济大学) 黄国勤 (江西农业大学)

李萍萍 (南京林业大学) 刘黎明 (中国农业大学)

汪金平 (华中农业大学) 严力蛟 (浙江大学)

曾汉来 (华中农业大学) 曾任森 (福建农林大学)

展 茗 (华中农业大学) 张美俊 (山西农业大学)

主审人 骆世明 (华南农业大学)

王兆骞 (浙江大学)

高等教育出版社·北京

内容提要

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,本版修订依托国家精品资源共享课的建设成果,旨在进一步提升本教材的教学适用性。

本书结合人们认识事物的特点,在从整体认识生态学、生态系统的基础上,以生态系统为背景讲述了生态系统中生物个体、种群、群落等不同层次生命体系的生态学规律;介绍了生态系统的结构、功能、调控及理论应用。全书共10章,在全面介绍经典生态学内容的同时,还及时反映了生态学学科前沿的最新成果及发展动态,内容涉及生态系统服务、生态系统健康和管理、景观生态学、生态重建与恢复、污染生态学、生物多样性、生态农业、生态工程、生态旅游、工业生态学、生态规划与生态小区等。本书纸质内容与数字化资源一体化设计,数字课程涵盖了教学课件、生态集萃、生态事件、深入学习、研究进展、视频、动画、开放性讨论、自测题、名师导学、专业术语等,利于学生自主学习,提高学习效果。

本书是高等院校进行生态学教育的概论性教材,适宜于农林院校各专业和综合性院校非环境科学、非生态学专业。适合于对生态学学科感兴趣的各界人士阅读。

封面照片

广东省五华县益塘水库国家水利风景区

图书在版编目(CIP)数据

生态学概论 / 曹凑贵, 展茗主编. --3版. --北京: 高等教育出版社, 2015.7

iCourse·教材

ISBN 978-7-04-042703-5

I. ①生… II. ①曹… ②展… III. ①生态学-高等学校-教材 IV. ①Q14

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第138672号

策划编辑 孟 丽 责任编辑 孟 丽 装帧设计 杨立新 责任印刷 韩刚

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landraco.com
印 刷	廊坊市文峰档案印务有限公司		http://www.landraco.com.cn
开 本	889mm×1195mm 1/16	版 次	2002年7月第1版
印 张	19.25		2015年7月第3版
字 数	465千字	印 次	2015年7月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	37.00元
咨询电话	400-810-0598		

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
物 料 号 42703-00

iCourse · 数字课程 (基础版)

生态学概论

第3版

主编 曹凑贵 展 茗

<http://abook.hep.com.cn/42703>

登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/42703>, 点击页面右侧的“注册”。已注册的用户直接输入用户名和密码, 点击“进入课程”。
2. 点击页面右上方“充值”, 正确输入教材封底的明码和密码, 进行课程充值。
3. 已充值的数字课程会显示在“我的课程”列表中, 选择本课程并点击“进入课程”即可进行学习。

自充值之日起一年内为本数字课程的有效期
使用本数字课程如有任何问题
请发邮件至: lifescience@pub.hep.cn



iCourse · 教材



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

生态学概论 第3版

主编 曹凑贵 展茗

用户名

密码

验证码

6294

进入课程

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

为了充分展示生态学概论相关内容, 本书数字课程学习资源与纸质教材内容一体化设计, 资源类型有辅学类、辅教类和扩展类三种。具体包括名师导学、教学视频、教学课件、开放性讨论、自测题、生态集萃、生态事件、深入学习、研究进展、专业术语等, 建议教师在教学中引导学生利用这些资源进行自主学习, 以提高学习效果。

高等教育出版社

数字资源 先睹为快



名师导学讲座



名师导学课件



拓展学习

前言

《生态学概论》第1版、第2版出版使用12年来,一直深受相关院校师生的喜爱,成为多个专业使用的教材。本书曾入选面向21世纪课程教材、普通高等教育“十一五”国家级规划教材,2012年又成功入选“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。当前随着信息技术、网络技术的发展和普及应用,教育教学领域发生了深刻变革,出现了风靡全球的名校网络视频公开课和炙手可热的“慕课”(MOOC),颠覆了传统教育的教学手段和认知方式。“十二五”期间教育部发布了《教育部关于国家精品开放课程建设的实施意见》,开启了我国以信息技术和网络技术为主导的新型课程建设的序幕,适应于新形势的新形态教材建设成为现实课题。生态学已渗透到社会发展的各个领域,理论和应用研究发展快,作为多个专业需要和使用的《生态学概论》教材,急需借助于信息技术与网络技术,在教材内容及建设形式上进行更新,以满足学生学习及社会普及教育的多元化需求。

与第2版相比,《生态学概论》第3版以新的“iCourse·教材”的形式呈现给读者,包括纸质教材和配套的数字化资源。纸质教材基本保留了《生态学概论》第2版的章节内容,做了以下几个方面的改动:①每一章增加了思维导图,便于读者对本章内容有个整体的、系统的认识;②去掉了原书中每章的“主要参考文献”部分,增加了“推荐阅读”栏目,每章3~4篇,包括近期发表在知名期刊上的研究论文或新版专著,能反映本章最新研究进展,激发学生的兴趣和深入学习;③对原书中的内容略微做了精简;④删除了原书中的“专业术语”部分,将其改为数字资源部分。《生态学概论》第3版重点进行了数字资源的建设,包括教学课件、生态集萃(汇集著名的生态学实验及成功的生态应用案例)、生态事件、深入学习、研究进展、视频、动画、开放性讨论、自测题、名师导学、专业术语等,与正文相关知识点对应的数字资源类型及编号用●标出。数字资源建设扩充了本教材对信息的容纳量,易于跟进更新;通过增加网站和链接,培养学生独立获取知识和信息的能力,有利于培养学生的学习兴趣,继而针对某些重要问题进一步探讨。

在本次修订过程中,曹凑贵博士制定了改版方案,制作了“名师导学”数字资源,并负责最终的统稿工作;展茗博士负责数字资源建设统稿,及纸质教材的修改;李萍萍博士提出很好改版策划建议,方萍博士、汪金平博士、张美俊博士、董召荣教授等参与素材搜集及纸质材料修改。感谢本教材编写人员所做的工作,及作者所在研究团队其他人员的支持和帮助。感谢高等教育出版社对本教材的编写出版和修订给予的大力支持和帮助。

曹凑贵 展茗

2014年12月

第2版编写人员

主 编 曹凑贵（华中农业大学）

副主编 严力蛟（浙江大学）

刘黎明（中国农业大学）

编 者 （按姓氏笔画排序）

陈 欣（浙江大学）

展 茗（华中农业大学）

黄国勤（江西农业大学）

曹林奎（上海交通大学）

曾汉来（华中农业大学）

曾任森（华南农业大学）

主审人 骆世明（华南农业大学）

王兆骞（浙江大学）

第1版编写人员

主 编 曹凑贵（华中农业大学）

副主编 严力蛟（浙江大学）

刘黎明（中国农业大学）

编 者 （按姓氏笔画排序）

陈 欣（浙江大学）

黄国勤（江西农业大学）

曹林奎（上海交通大学）

曾汉来（华中农业大学）

曾任森（华南农业大学）

主审人 骆世明（华南农业大学）

王兆骞（浙江大学）

目录

001	1 绪论	042	2.3.7 城市生态系统
003	1.1 生态学的产生及发展	043	2.4 生态系统服务与管理
003	1.1.1 生态学的定义	043	2.4.1 生态系统服务
003	1.1.2 生态学的发展简史	046	2.4.2 生态系统服务的价值
006	1.1.3 现代生态学及其发展趋势	049	2.4.3 生态系统健康及管理
007	1.2 生态学的学科体系	053	思考题
007	1.2.1 生态学的研究对象及内容	054	推荐阅读
008	1.2.2 生态学的分支学科	054	数字课程学习资源
009	1.2.3 生态学的研究方法与方法论		
010	1.3 生态学的任务	055	3 生态系统中的生物与环境
010	1.3.1 人类生态问题	057	3.1 生物与环境关系的基本概念
016	1.3.2 生态学 with 人类可持续发展	057	3.1.1 生物种与个体生态学
017	思考题	058	3.1.2 环境与生态因子
018	推荐阅读	060	3.1.3 生物与环境的基本关系
018	数字课程学习资源	061	3.2 生态作用的基本规律
		061	3.2.1 限制因子定律
019	2 生态系统	062	3.2.2 生态因子综合作用定律
021	2.1 系统与生态系统	065	3.2.3 生态因子的时空变化规律
021	2.1.1 系统的概念	069	3.3 生态适应的基本规律
021	2.1.2 系统的基本性质	069	3.3.1 生物的耐受性
022	2.1.3 系统方法	071	3.3.2 胁迫与生态适应
024	2.1.4 生态系统的含义	074	3.3.3 生态适应方式与机制
024	2.2 生态系统的一般特征	076	3.3.4 生态适应与生物进化
024	2.2.1 生态系统的组成成分	081	3.4 生态因子对生物的影响及生物的适应
026	2.2.2 生态系统的一般结构	081	3.4.1 光的生态作用
026	2.2.3 生态系统的基本功能及过程	084	3.4.2 温度的生态作用及生物的适应性
028	2.2.4 生态系统的特点	090	3.4.3 水的生态作用及生物的适应性
029	2.2.5 生态系统研究与一般系统的差异	092	3.4.4 土壤的生态作用及生物的适应性
030	2.3 生态系统类型	094	3.4.5 大气的生态作用及生物的适应性
030	2.3.1 生态系统的类型	096	3.5 生物的生态反作用
033	2.3.2 生物圈生态系统	096	3.5.1 森林植被的生态效应
034	2.3.3 水域生态系统	097	3.5.2 海洋生物的生态效应
036	2.3.4 湿地生态系统	098	3.5.3 淡水生物的生态效应
038	2.3.5 陆地生态系统	098	3.5.4 土壤生物的生态效应
040	2.3.6 农业生态系统	099	3.5.5 草原植被的生态效应

100	思考题	136	5.3 群落的结构
100	推荐阅读	136	5.3.1 群落的外貌
100	数字课程学习资源	136	5.3.2 群落的水平结构
		137	5.3.3 群落的垂直结构
101	4 生态系统中的生物种群	138	5.3.4 群落的时间结构
103	4.1 生物种群及种群生态学	139	5.3.5 群落的交错区与边缘效应
103	4.2 种群的基本特征	140	5.3.6 岛屿效应
103	4.2.1 种群的大小和密度	143	5.3.7 干扰对群落结构的影响
104	4.2.2 种群的年龄结构和性别比	144	5.4 群落的演替
105	4.2.3 种群的出生率与死亡率	144	5.4.1 群落演替的概念
106	4.2.4 种群的生命表和生存曲线	146	5.4.2 演替序列
107	4.2.5 种群的内禀增长率	150	5.4.3 群落演替的影响因素
107	4.2.6 种群的环境容纳量	151	5.4.4 顶极群落
108	4.3 种群的数量动态及调节	154	5.5 生物多样性与群落稳定性
108	4.3.1 种群增长的理论模型	154	5.5.1 生物多样性
110	4.3.2 种群的实际数量动态	157	5.5.2 群落多样性的影响因素
112	4.3.3 种群调节	159	5.5.3 群落的稳定性
115	4.3.4 生态对策	159	思考题
116	4.4 种群的种内关系	160	推荐阅读
116	4.4.1 种群内个体的空间分布类型	160	数字课程学习资源
117	4.4.2 群聚与阿利氏原则		
117	4.4.3 种内竞争与自疏	161	6 生态系统中的能量流动
118	4.4.4 隔离和领域性	163	6.1 能量流动的基本原理
119	4.4.5 种群的社会等级及分工	163	6.1.1 能量的概念、形式及转化
120	4.5 种群的种间关系	164	6.1.2 生态系统的能源
120	4.5.1 种间相互作用类型	165	6.1.3 热力学第一定律
121	4.5.2 种间正相互作用	165	6.1.4 热力学第二定律
122	4.5.3 种间负相互作用	166	6.1.5 序、熵与耗散结构
126	4.5.4 种间协同进化	167	6.2 能量流动的渠道
127	思考题	167	6.2.1 食物链
127	推荐阅读	168	6.2.2 营养级
127	数字课程学习资源	169	6.2.3 食物网
		170	6.3 能量流动过程
128	5 生态系统中的生物群落	170	6.3.1 能量流动途径
130	5.1 生物群落及群落生态学	172	6.3.2 生态效率
130	5.1.1 生物群落的含义和基本特征	173	6.3.3 生态学金字塔
130	5.1.2 群落生态学	175	6.4 能流模型
131	5.1.3 生物群落的性质	175	6.4.1 能流符号
132	5.2 群落的组成	175	6.4.2 能流模型
132	5.2.1 物种组成的性质分析	176	6.5 能流与生态系统生产力
134	5.2.2 物种组成的数量特征	176	6.5.1 生物生产及生产力的有关概念

177	6.5.2	初级生产	219	8.3.1	阳光与植物间的信息传递
180	6.5.3	次级生产	220	8.3.2	植物间的化学信息传递
181		思考题	221	8.3.3	植物与微生物间的信息传递
181		推荐阅读	222	8.3.4	植物与动物间的信息传递
181		数字课程学习资源	223	8.4	动物间的信息传递
182	7	生态系统中的物质循环	223	8.4.1	动物间信息通讯的特点
184	7.1	物质循环的基本原理	224	8.4.2	视觉信号通讯
184	7.1.1	物质循环的有关概念	224	8.4.3	声音信号通讯
185	7.1.2	物质循环的基本形式	225	8.4.4	接触通讯
186	7.1.3	物质循环的类型	226	8.4.5	舞蹈信号通讯
187	7.1.4	物质循环的特点	226	8.4.6	电通讯
188	7.2	几种重要循环的概述	227	8.4.7	动物间的化学通讯
188	7.2.1	水循环	229	8.5	信息流的人工调控
189	7.2.2	碳循环	229	8.5.1	光信息的应用
191	7.2.3	氮循环	229	8.5.2	化学信息的应用
194	7.2.4	磷循环	230	8.5.3	声信息的应用
196	7.2.5	硫循环	230		思考题
197	7.2.6	养分循环	230		推荐阅读
198	7.3	物质循环与环境问题	230		数字课程学习资源
199	7.3.1	环境污染与污染生态学	231	9	生态系统的结构与调控
200	7.3.2	生物放大作用与有毒有害物质的循环	233	9.1	生态系统结构概述
202	7.3.3	化学农药与物质循环	233	9.1.1	生态系统结构的概念
204	7.3.4	化学肥料与物质循环	233	9.1.2	生态系统结构的层次性
205	7.3.5	环境污染的生物监测	236	9.1.3	生态系统结构与功能的关系
207	7.3.6	环境污染的生物防治	237	9.2	生态系统的时空结构
210		思考题	237	9.2.1	生态系统的垂直结构特征
210		推荐阅读	239	9.2.2	生态系统的水平结构特征
210		数字课程学习资源	240	9.2.3	生态系统的时间结构特征
211	8	生态系统的信息传递	243	9.2.4	生态系统时空结构的高效利用
213	8.1	信息流的概念	244	9.3	生态系统的营养结构
213	8.1.1	信息的概念	244	9.3.1	食物链加环
213	8.1.2	信息的主要特征	245	9.3.2	食物链网结构设计
214	8.1.3	信息的类型	246	9.4	生态系统的结构与稳定性
216	8.2	信息在生态系统中的传递	246	9.4.1	生态系统的稳定性
216	8.2.1	生态系统的信息特点	247	9.4.2	生态系统的结构与稳定性的关系
216	8.2.2	生态系统信息流的环节	248	9.4.3	生态平衡
217	8.2.3	信息传递模型	250	9.4.4	生态平衡失调
218	8.2.4	信息传递实例	251	9.5	生态系统的调控及稳态机制
219	8.3	植物的信息传递	251	9.5.1	生态系统的自我调控
			254	9.5.2	生态系统不同层次的稳态机制

256	9.5.3	生态系统的人工调控
258	9.5.4	生态重建与恢复生态学
261		思考题
262		推荐阅读
262		数字课程学习资源

263 10 应用生态学

265	10.1	景观生态学
265	10.1.1	景观和景观生态学
266	10.1.2	景观生态学的一般概念
267	10.1.3	景观生态学的研究方法
268	10.1.4	景观生态学的应用
268	10.2	城市生态学
268	10.2.1	城市生态学及其发展
269	10.2.2	城市生态学研究的不同观点
271	10.2.3	城市生态系统的结构与功能
272	10.2.4	城市生态系统的调控方法
273	10.3	生态旅游
273	10.3.1	生态旅游的产生与发展

273	10.3.2	生态旅游的内涵与特征
275	10.3.3	生态旅游的理论基础
276	10.3.4	国内外生态旅游发展概况
278	10.4	生态农业与生态工程
278	10.4.1	生态农业的产生及含义
278	10.4.2	中国生态农业
280	10.4.3	生态工程
284	10.5	工业生态学与生态工业园区
284	10.5.1	工业生态学的产生和发展
285	10.5.2	工业生态学理论
289	10.5.3	生态工业园区
292	10.6	生态规划与生态小区
292	10.6.1	生态规划
294	10.6.2	生态小区
296		思考题
297		推荐阅读
297		数字课程学习资源

主要参考文献





本章提要

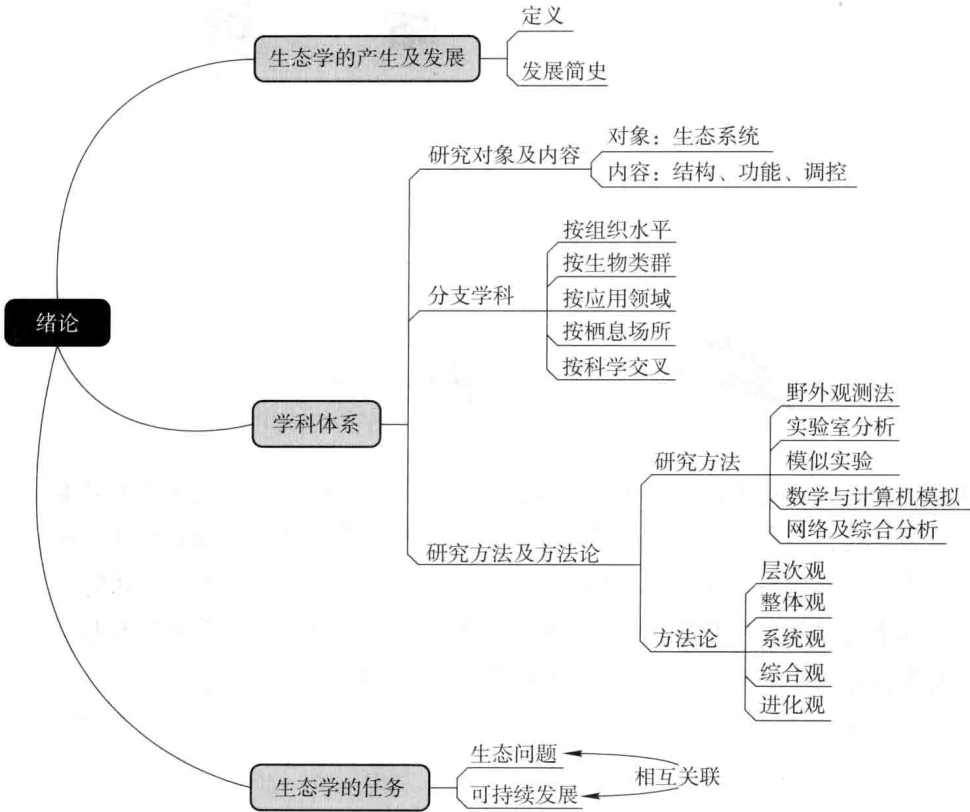


随着人类社会及生态学的发展，生态学基于其独特的生态学方法论，研究各种不同类型生态系统的结构和功能，形成了庞大的学科体系，成为自然科学和社会科学的桥梁，被广泛用于解决社会中的实际问题。本章的目的是让学生认识、理解生态学，了解全球变化问题，使学生认识到生态学能广泛指导人类解决社会发展中的生态问题，科学处理人与自然的关系，促进人类社会的可持续发展。提高学生的生态意识，树立科学的生态观。

唯有了解，我们才会关心；
唯有关心，我们才会采取行动；
唯有行动，生命才会有希望。

——珍·古道尔 (Jane Goodall)

思维导图



1.1 生态学的产生及发展

1.1.1 生态学的定义

◎ 深入学习 1-1
生态学的其他定义

生态学 (ecology) 一词源于希腊文 oekologie, 是由词根 oikos 和词尾 logos 构成, oikos 的含义是“住所”或“栖息地”, logos 的含义为“研究”或“学科”。从字面上理解生态学是研究生物与环境及其相互关系的科学。生态学与**经济学** (economics) 的词根相同, 这并非巧合, 而有其相同的含义。最早的经济理解学为“家庭”管理的科学, 而生态学可理解为有关生物生存的“经济”管理的科学。

1866 年, 德国动物学家海克尔 (Ernst Haeckel) 首次定义了生态学, 他强调生态学是研究生物在其生活过程中与环境的关系, 尤指动物有机体与其他动、植物之间互惠或敌对关系。后来, 一些著名生态学家也对生态学进行了定义。如美国生态学家 E. P. Odum (1971) 提出的定义是: 生态学是研究生态系统的结构和功能的科学。我国生态学家马世骏先生认为, 生态学是研究生命系统与环境系统相互关系的科学。

生态学的不同定义代表了生态学的不同发展阶段, 强调了不同的生态学分支和领域。生态学发展至今, 其内涵和外延都有了变化, 特别是随着人类活动强度的激增和范围的日益扩大, 人与自然的协调关系出现了问题。怎样使人与自然、人类在发展经济和保护自身生存环境之间得到协调和持续发展? 这一问题促使生态学的研究内容和任务扩展到人类社会、渗透到人类的经济活动, 并成为当代各国政府指导有关发展和建设的理论依据。因此, 生态学的定义不能局限于当初经典的含义, 对此学者们曾有过不同的表述, 归纳各方观点, 结合近代生态学动态, 生态学可定义为: 研究生物生存条件、生物及其群体与环境相互作用的过程及其规律的科学, 其目的是指导人与生物圈 (即自然、资源及环境) 的协调发展。

1.1.2 生态学的发展简史

1.1.2.1 生态学的萌芽时期

17 世纪以前, 还没有生态学一词, 但生态学思想及生态知识的应用已经存在。在人类文明的早期, 人们多依附于自然, 为了生存, 就必须不断地观察与认识赖以饱腹的动、植物的习性以及周围的自然现象。当人类制造了工具并经营农、牧业时, 就更要注意某些动、植物和它们的生存环境之间的关系, 并在此基础上对它们加以驯化。

在与自然长期的交往及生产实践过程中, 人类已经积累了丰富的生态学知识, 朦胧的生态学思想早已见诸于古希腊和中国的古代诗歌和著作中。早在公元前 1200 年, 我国《尔雅》一书中就有草、木两章, 记载了 176 种木本植物和 50 多种草本植物的形态与生存环境。我国古籍《管子·地员篇》(约公元前 200 年以前) 曾详细记载了江淮平原上沼泽植物沿水分梯度的带状分布与水文土质环境的生态关系 (图 1-1)。公元前一二百年秦汉时期, 我国农历已确立了 24 节气, 它反映了作物、昆虫等物候现象与气候之间的关系。1400 多年前, 后魏贾思勰所著《齐民要术》有树木阴、阳面的记载: “凡栽一切树木, 欲记其阴阳, 时令转易, 阴阳易位则难生”。南

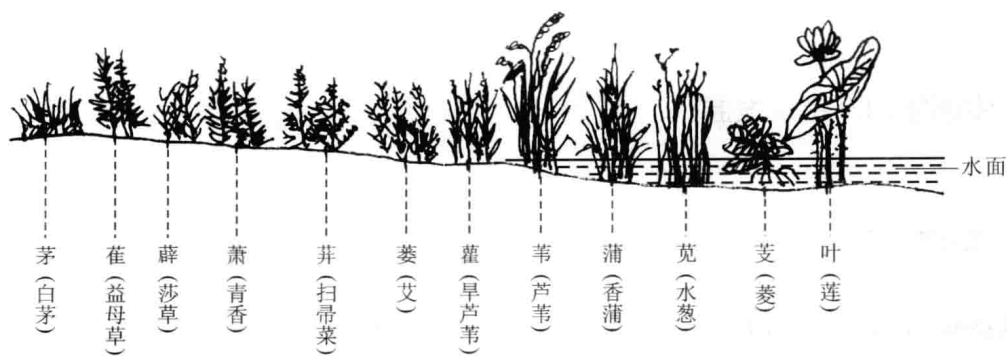


图 1-1 《管子·地员篇》记载的江淮平原上植物沿水分梯度的带状分布
(夏纬英, 1958)

朝陶弘景在《名医别录》中记载了细腰蜂在螟蛉幼虫体内的卵寄生现象。明代李时珍所著《本草纲目》中，描述了药用动植物生态习性与生态环境的关系。清代陈淙子所著《花镜》中有“生草木之天地既殊，则草木之性焉得不异？”的记载，提出了植物特性因环境而变化的论点。古希腊哲学家提奥弗拉斯特（Theophrastus，公元前 370—前 285 年）不但注意到了气候、土壤与植物生长和病害的关系，同时也注意到了不同地区植物群落的差异。罗马的柏里尼（Pliny，23—79 年）把动物分为陆栖、水生和飞翔三大生态类群。人类在实践中不断累积起来的这些生态知识为生态学的诞生奠定了基础。

1.1.2.2 生态学的创立及发展时期

从 17 世纪 Haeckel 首次提出生态学这一学科名词，到 19 世纪末称为生态学的建立阶段。在这个阶段，生态学发展的特点是科学家分别从个体和群体两个方面研究生物与环境的相互关系。著名化学家 R. Boyle 在 1670 年发表了低气压对动物效应的试验，研究了低气压对小白鼠、猫、鸟、蛙和无脊椎动物的影响。1735 年法国昆虫学家雷米尔（Reaumur）发现，就一个物种而言，日平均气温总和对任一个物候期都是一个常数，这被认为是研究积温与昆虫发育生理的先驱。1855 年，Al. de Cadolle 将积温概念引入植物生态学，为现代积温理论打下基础。德国植物学家 C.L. Willdenow 于 1792 年在《草学基础》一书中详细讨论了气候、水分与高山深谷对植物分布的影响，他的学生 A. Humboldt 发扬了老师的思想，于 1807 年出版《植物地理学知识》一书，提出“植物群落”、“外貌”等概念，揭示了植物分布与气候条件的相关关系，并指出“等温线”对植物分布的意义，分析了环境条件与植物形态的关系，创立了植物地理学（plant geography）。

进入 19 世纪，生态学得到更多的发展。在生理生态方面，如确定了植物发育的起点温度（Gasparin，1844），提出了“植物最小因子定律”（李比希，Liebig，1840）。在种群生态学方面，P. F. Verhust（1938 年）发表著名的 Logistic 方程。Malthus 于 1803 年发表的《人口论》不仅研究了生物的繁殖与食物的关系，而且特别研究了人口增长与食物生产的关系，他的思想对达尔文有很大影响。1859 年达尔文的《物种起源》问世，极大地推动了生态学的发展。1895 年丹麦植物学家 E. Warming 发表了具有划时代意义的巨著《植物分布学》，1909 年改名为《植物生态学》（Ecology of Plants）。与此同时，波恩大学教授 A.F.W. Schimper 于 1898 年出版了《以生理为基础的植物地理学》。这两本书全面总结了 19 世纪末叶之前生态学的研究成就，被公认为生态学的经典著作，标志着生态学作为一门生物学分支科学的诞生。

1.1.2.3 生态学的巩固及学派分化时期

到了 20 世纪 10—30 年代，生态学研究渗透到生物学领域的各个学科，形成了植物生态学、

动物生态学、生态遗传学、生理生态学及形态生态学等分支学科,研究者从个体、种群、群落等水平对生态学开展了广泛研究,并出现了一些研究中心和学术团体,使生态学发展出现第一个高峰。所以称这个阶段为生态学巩固阶段。

在动物生态学方面,生态学者已在生理生态学、动物行为学和动物群落学等方面开展了不少工作。如 Bachmetjew (1907) 对光和温度对昆虫发育与地理分布影响的研究。Jennings (1906) 发表了《无脊椎动物的行为》, Shelford (1913) 出版了《温带美洲的动物群落》。A. J. Lotka (1925) 将统计学引入生态学,提出了有关种群增长的数学模型。R. N. Chapman (1931) 在《动物生态学》中提出环境阻力的概念。C. Elton (1927) 在《动物生态学》中提出食物链、动物数量金字塔、生态位等概念。

在植物生态学方面,继 Warming 和 Schimper 之后,在生理生态与群落生态方面涌现出大量著作。如 G. Klebs 的《随人意的植物发育的改变》(1903); F. E. Clements 的《植被的结构与发展》(1904),《生态学研究方法》(1905),《生态学及生理学》(1907); 英国 A. G. Tansley 的《英国的植被类型》(1911) 等。这促使植物生态学研究有了很大发展。

由于各地自然条件不同,植物区系和植被类型相差甚远,在认识上和工作方法上也各有千秋,因而出现了多个研究重点不同的学派。英美学派的主要成就是关于群落的动态演替和演替顶极学说,该学说侧重于动态生态研究;法瑞学派的主要贡献是对群落结构的研究,即侧重于静态生态研究;北欧学派主要是继承和发展了瓦尔明(E. Warming)在植物地理学方面的工作;前苏联学派则主要在生物地理群落(近似于生态系统)研究方面卓有成效。

1.1.2.4 生态系统生态学时期

1935年,英美学派的代表人物,英国植物生态学家坦斯利(A. G. Tansley)首先提出**生态系统(ecosystem)**的概念,认为生物与环境之间形成一个不可分割的相互关联和相互影响的整体,并于1939年在《英伦三岛及其植被》一书中提出了“生态平衡”的概念。1942年苏联苏卡切夫院士提出类似的名词“**生物地理群落**”(geobiocoenosis)。1942年,美国生态学家林德曼(R. L. Lindeman)在明尼苏达湖做了大量的工作,提出生态系统生物按营养水平分级的方法,对Elton(1927)关于营养级、能量金字塔以及Peatsall(1935)关于生物量、现存量的研究都进行了新的发展。受第二次世界大战时期系统科学、系统理论发展的影响,生态系统理论逐步形成,经过E. P. Odum和H. T. Odum兄弟的加工、宣传,生态系统的理论更加完整、充实。尤其进入20世纪60年代以后,系统生态学为广大生态学家所接受,生态学研究发生了质的飞跃,开创了新的时期。这一时期生态学研究与环境系统及生产应用相结合形成了海洋生态学、土壤生态学、湖泊生态学、农业生态学、农田生态学、草原生态学及森林生态学等研究方向。同时,多学科的交叉渗透,使生态系统的研究得到迅速的发展,电子计算机的应用、自动记录仪器在野外工作中的应用、系统分析以及现代化计算方法,为生态系统的研究创造了条件。同时也出版了一批综合性,并反映生态学普遍规律和基本原理的教科书。最杰出的代表应该是E. P. Odum的《**生态学基础**》(Fundamentals of Ecology)。

系统生态学时期的研究特点是系统、综合、交叉及应用。在以生态系统为主流的生态学研究中,生物个体、种群、群落等不同层次的生态学研究也有较大发展,如R. H. Macarther等人的生态位、生存策略以及岛屿生态学的研究,在理论和实践上都有重大贡献。植物生态学方面,有关数量分类、种群格局、分析等方面都有较大的进展,Evans(1972)的**生长分析**(growth analysis)和Harper(1977)的植物种群生态学也是在这个时期发展起来的,植物与动物(特别是昆虫和微

生物)之间的共同进化(co evolution)也都是成果较多的领域。

1.1.2.5 人类生态学时期

世界经济经过第二次世界大战后的恢复和发展,到20世纪60年代末70年代初,由于科学技术的飞速发展,生产力得到不断的提高,人类对生物圈的影响和干扰不断加强,人类与环境之间的矛盾日益突出,全世界面临着人口爆炸、资源短缺、能源危机、粮食不足和环境污染等问题的挑战。人们在寻求这些问题发生的原因及解决办法的过程中,认识到生态学对创造和保持人类高度文明的重要作用,认为人类再不能站在第三者的立场上研究生物(主要是动物和植物)与环境的相互关系,而是应该把人类自身放在生态系统之中,正确、全面地看待人在生态系统、在整个生物圈中的地位和作用,协调人类作为栖居者又是操纵者之间的关系,以求达到人类社会在经济生产和环境保护之间协调的发展。从此生态学冲出了学术园地,从高楼深院中走入社会实践及经济建设领域中,并引起全社会对生态学的兴趣与广泛关注。生态学不再仅限于生物学,而且渗透到社会科学,成为联系自然科学和社会科学的桥梁之一。

在此期间,生态学为解决人类面临的实际问题做了一些有益的尝试,1964—1974年世界科协提出了“国际生物学研究计划”(International Biology Programme, IBP),这是生物学发展史上空前浩大的计划,重点研究世界上各类生态系统的结构、功能和生物生产力,为自然资源管理和环境保护提供科学的依据。继IBP之后,1970年联合国教科文组织主持成立了“人与生物圈计划”(Man and Biosphere Programme, 简称MAB),目前已有100多个国家的政府参加MAB,参加国均设有MAB国家委员会。我国也于1979年参加了这个计划。MAB是一个国际性、政府间的多学科的综合研究计划。它的主要任务是研究在人类活动的影响下,地球上不同区域各类生态系统的结构、功能及其发展趋势,预报生物圈及其资源的变化和这些变化对人类本身的影响,其目的是从自然科学和社会科学两个方面,研究人类今天的行动对未来世界的影响,为改善全球人类与环境的相互关系提供科学依据,确保在人口不断增长的情况下合理管理与利用环境及资源,保证人类社会持续协调地发展。

1.1.3 现代生态学及其发展趋势

20世纪60年代以后的生态学也被视为现代生态学,现代生态学从以其他生物为研究中心发展到以人为研究中心,从注重理论研究到加强实践研究,在改造世界和造福人类方面发挥着越来越重要的作用。随着生态学的发展,现代生态学已形成了明显的特点及发展趋势。

(1) 系统生态学的研究成为主流。系统理论在生态学中广泛应用,系统分析方法成为生态学的方法论基础。

(2) 从描述性科学走向实验、机制和定量研究。在系统生态学发展的同时,生态学由定性描述发展到定量研究。自计电子仪,同位素示踪,“3S”(全球定位系统、遥感、地理信息系统),生态数学模型等广泛应用于生态学研究。

(3) 现代生态学向宏观和微观两极发展。宏观方向发展到景观生态学、区域生态学和全球生态学,微观方向主要表现为分子生态学、化学生态学的兴起。用分子生物学的方法来研究生态学的现象,大大提高了生态学的科学性。

(4) 应用生态学发展迅速,实践应用性更强。生态学不再仅是一门解释自然的科学,而成为改造自然的工具。如生态学与环境问题研究结合促进了污染生态学、保护生态学、生态毒理学及

恢复生态学等学科的发展；与社会科学、经济学等结合，相继出现了生态伦理、生态经济学、生态工程、生态技术、生态建设及生态管理等概念。

(5) 人类生态学的兴起和生态学与社会科学的交叉融合。随着人类科学技术的进步，生物圈进化发展进入了智能圈，同时人类面临的环境问题也日益突出。客观现实要求生态学的研究从以其他生物为主体发展到以人为主体，出现了人类生态学、生态伦理、可持续发展等概念。

1.2 生态学的学科体系

1.2.1 生态学的研究对象及内容

1.2.1.1 生态学的研究对象

从生态学的定义以及拓展变化可以看出生态学研究内容的复杂性。早期生态学是研究生物与环境相互关系的生物学分支，经典生态学研究的是有机体（个体）及环境的影响。随着生物学向宏观方向变化，生态学作为宏观生物学主要以个体、种群、群落等不同等级的生命体系为研究对象。现代生态学的研究对象是生态系统和生物圈内各组织层次中组成成分之间，尤其是生物与环境、生物与生物之间的相互作用。因此现代生态学的研究对象既不仅仅是生物，也不仅仅是环境，而是由生物与环境相互作用构成的整体——生态系统。

1.2.1.2 生态学的研究内容

无论是经典生态学研究生物与环境的关系，还是现代生态学研究生态系统结构与功能，都是研究一定实体（生态系统）内各层次、各要素的相互作用规律。当然，这个包含生命成分的实体有大有小，大到生物圈，小到一滴水；实体内的层次及组成要素也有简有繁，具体情况视研究目的而定。

(1) 个体生态学。个体生态学以生物个体及其居住环境为研究对象，研究生物与自然环境之间的相互关系，探讨环境因子对生物个体的影响以及生物个体对环境所产生的适应和生态适应的形态、生理及生化机制，其基本内容与生理生态学相当。

(2) 种群生态学。在自然界中生物总是以多个个体构成的种群的形式存在，研究生物种群与环境之间的关系必须考虑到种群的特性及其增长的规律。种群生态学研究的主要内容是种群密度、出生率、死亡率、存活率等基本特征和种群增长的动态规律及其调节。

(3) 群落生态学。群落生态学以生物群落为研究对象，研究群落与环境间的相互关系，揭示群落中各个种群的关系，群落的组成、结构、分布、动态演替及群落的自我调节等。

(4) 生态系统生态学。生态系统是指生物群落与其生活环境间由于相互作用而形成的一种稳定的自然系统。生物群落从环境中取得能量和营养，形成自身的物质，这些物质由一个有机体通过食物链转移到另一个有机体，最后又返回到环境中，通过微生物的分解，又转化成可以重新被植物利用的营养物质，这种能量流动和物质循环的各个环节都是生态系统生态学的研究内容。

(5) 景观生态学。景观是以相似的形式在一定面积上重复出现的具相互作用的生态系统的聚合所组成的区域，是反映内陆地形、地貌或景色（如草原、森林、山脉、湖泊等）的景象。景观生态学就是研究一定区域景观单元的类型组成、空间格局及其与生态学过程相互作用规律的生态学分支。景观结构包括组成景观的要素（地形、水文、地质、气候、土壤、植被及动物）和组