



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

生态学概论

● 第2版

曹凌贵 主编

严力蛟 刘黎明 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

生态学概论

第 2 版

曹凌贵 主编

严力蛟 刘黎明 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是高等教育出版社“全国高等学校农林教材出版规划”立项教材,是在面向 21 世纪课程教材《生态学概论》基础上修订的。

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,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。

本书适用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。也可供生态学学科研究人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

生态学概论 / 曹凑贵主编. - 2 版. - 北京:高等教育出版社, 2006.8

ISBN 7-04-019903-3

I. 生... II. 曹... III. 生态学—高等学校—教材
IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079541 号

策划编辑	潘 超	责任编辑	张晓晶	特约编辑	孙晓洁	封面设计	刘晓翔
责任绘图	朱 静	版式设计	马静如	责任校对	俞声佳	责任印制	陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000
经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京民族印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1092 1/16
印 张 20.5
字 数 500 000

版 次 2002 年 5 月第 1 版
2006 年 8 月第 2 版
印 次 2006 年 8 月第 1 次印刷
定 价 23.70 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

物料号 19903-00

编写人员(按姓氏笔画为序)

刘黎明(中国农业大学)

严力蛟(浙江大学)

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)

曹凑贵(华中农业大学)

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2版前言

《生态学概论》出版使用三年来,很快为相关院校师生所喜爱,广大师生认为该教材深入浅出,适应性广,应用面宽,具体表现在三个方面:①教材突破生态学的职业教育思想,基于大学本科通识教育的目标,面向文法、经济、生物技术、农学、环保、植保及动物科学等专业。不仅可作为自然科学有关专业的教材,经济、社会、文法等社会类专业也可以使用该教材。②内容创新,在内容取舍上与生物学、环境学专业不同,尽量面广而浅显,生态学经典内容不至于过深,而大量补充与重大社会问题有关的内容,如可持续发展、人类生态、城市生态、景观生态、农业生态、生态工程、生态规划、恢复生态、生物多样性、污染生态、环境生态、环境资源、生态安全及生态旅游等。③体系创新,编写思路不同于经典生态学教材“从小到大”的编排体系,而是从整体到部分,再从部分回到整体,即:认识生态学、生态系统→生态系统各组成部分(生物个体、种群、群落等不同层次生命体系)的生态学规律→生态系统整体的功能、结构及调控→生态学的应用及可持续发展。

该教材于2005年获湖北省教学成果二等奖,获2006年中华农业科教基金优秀教材奖,目前它已成为被广泛使用的教材。但随着生态学近年来的迅速发展,急需补充一些重要成就和进展,同时,根据近几年的使用情况,必须对文中不足的地方进行修订,如第11章的生态环境资源和其他教材有重叠,第13章、第14章中描述性内容过多、过繁,而涉及实质的内容不多。

据此,我们在第2版中作了一些改动:①添加学科前沿内容及进展,如生态系统服务、生态系统管理、工业生态及生态规划。②精简部分传统内容,如生态系统结构及调控,将生态系统稳定性、动态、平衡及调控等内容与生态系统结构有机结合起来;将生态问题的解决和人类可持续发展的内容与生态学的任务结合在绪论中描述。③删节同其他学科重复的内容,如生态环境资源,可持续发展。全书添加、精简、删节,修订内容约35%。

教材整体体系未变,主要内容包括,第1章绪论,第2章生态系统,第3章生态系统中的生物与环境,第4章生态系统中的生物种群,第5章生态系统中的生物群落,第6章生态系统中的能量流动,第7章生态系统中的物质循环,第8章生态系统的信息传递,第9章生态系统的结构与调控,第10章应用生态学。

在修订过程中,除保持原编写人员不变外,展茗博士修订了第9章。曹湊贵博士修订第1章、第2章和第3章,并统稿,展茗博士在统稿中做了大量工作。修订过程中吸纳了《生态学概论》第1版使用者大量合理的建议,骆世

明教授在百忙中仔细审阅了修订稿,提出了宝贵的修改意见。本教材的编写出版和修订,自始至终得到了高等教育出版社的大力支持和帮助,在此我们对所有参与本教材编写和修订的同志们表示诚挚的谢意。

需要本教材的教学课件、知识更新、课后练习和意见反馈,可访问教学网站:<http://nhjy.hzau.edu.cn/kech/stx/>。

编 者

2005年12月

第 1 版前言

今天,生态学已引起社会的广泛关注,它不再局限于生物学,而是渗透到地学、经济学以及农、林、牧、渔、医药、卫生、环境保护及建筑等各个部门;生态学已从生物学的一门分支学科发展成为一个横跨自然科学和社会科学的学科群;生态学方法几乎成为每一门学科都要采用的方法,科学技术发展的生态化趋势已成为新技术革命的一个重要特征。但长期以来,我们仅把生态教育局限于生物学和环境科学的专业教育范围,这种局限的生态学职业教育范围和生态学理论教育的模式远远不能满足可持续发展的需要。所以专家们建议应在有关专业开设“生态学基础”、“生态学概论”之类普及型课程。

在国家教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”项目的积极推动下,部分农业院校分别对文法、社会学、经济学、生物技术、农学、环保、植保及动物科学等专业开设了“生态学概论”课程。这一方面可以发挥生态学系统观、整体观、综合观的特点,克服教学体系中机械论的科学观;另一方面可以结合不同专业培养具有生态知识的复合型人才。具有生态学知识的农科大学毕业生走上农业生产第一线后,不仅有助于农业生产在经营决策上遵循生态规律,而且有益于农业可持续发展,在普及生态意识方面也将起重要作用。

基于上述生态教育的思想,本书在内容取舍上与生物学、环境学专业有所不同,尽量面广而浅显,对于传统生态学的内容尽量加以介绍,但不至于过深,而与重大社会问题有关的一些内容及应用,如可持续发展、人类生态、城市生态、景观生态、农业生态、生态工程、生态规划、恢复生态、生物多样性、污染生态、环境生态、环境资源、生态安全及生态旅游等,也都尽量以单独章节介绍或穿插在其他内容中。不仅注重自然生态而且点缀人类生态,强调生态的社会性及文化特性。不仅可作为自然科学有关专业的教材,还可作为经济、社会、文法等社会类及经济类专业的参考书。

除了内容的创新,本书在编写体系上也作了较大的改革。全书从整体认识、局部分解,到综合应用,围绕生态系统的组成、结构、功能、调控与应用等知识进行逐步介绍,具体思路是:认识生态学、生态系统→生态系统的组成及各组成部分的生态学规律→生态系统的功能→生态系统的结构→生态系统的调控→生态学的应用及可持续发展→生态学的研究方法和手段。本书的目的是希望帮学生树立一些生态学观点,使学生了解生态问题发生的原因及解决办法,认识可持续发展的紧迫性。所以在第 1 章介绍生态学概况的基础上,第 2 章讲明生态系统,使学生在整体上认识生态学,树立一种系统的观

点;然后从整体到部分,逐层次介绍生态系统下的生物与环境、种群、群落的基本规律;在基本规律清楚之后,再从部分回到整体,介绍生态系统的功能、结构及调控;接下来介绍生态学在各领域的应用,并落脚于人类生态与可持续发展。

本书的第1章、第2章、第13章由曹凑贵博士编写,第3章由曾汉来博士编写,第4章由陈欣博士编写,第5章、第8章由曾任森博士编写,第6章由黄国勤博士编写,第7章由曹林奎副教授编写,第9章、第10章、第11章由刘黎明博士编写,第12章、第14章由严力蛟副教授编写,最后由曹凑贵统稿,展茗老师在统稿中做了大量工作。

华南农业大学校长骆世明教授、浙江大学农业生态研究所所长王兆骞教授自始至终都关注着本书的编写,并在百忙中仔细审阅了本书的初稿,提出了宝贵的修改意见。本教材的编写得到了高等教育出版社的大力支持和帮助,生物编辑室的刘丽女士、张庆波先生为本书的出版付出了大量的心血。在此我们对所有参与本教材编写、绘图、审阅的同志们表示诚挚的谢意。

由于我们的水平和能力有限,经验不足,本教材难免存在错漏之处,恳请各位同行专家和读者予以指正。谢谢!

编 者
2001年8月

目 录

1 绪论	1	2.3.3 水域生态系统	34
1.1 生态学的产生及发展	2	2.3.4 湿地生态系统	37
1.1.1 生态学的定义	2	2.3.5 陆地生态系统	39
1.1.2 生态学的发展简史	2	2.3.6 农业生态系统	41
1.1.3 现代生态学及其发展趋势	6	2.3.7 城市生态系统	43
1.2 生态学的学科体系	6	2.4 生态系统服务与管理	43
1.2.1 生态学的研究对象及内容	6	2.4.1 生态系统服务	43
1.2.2 生态学的分支学科	7	2.4.2 生态系统服务的价值	46
1.2.3 生态学的研究方法与方法论	8	2.4.3 生态系统健康及管理	49
1.3 生态学的任务	10	知识概要	54
1.3.1 人类生态问题	10	专业术语	55
1.3.2 生态学与可持续发展	15	思考题	55
知识概要	17	主要参考文献	55
专业术语	18	3 生态系统中的生物与环境	57
思考题	18	3.1 生物与环境关系的基本概念	58
主要参考文献	18	3.1.1 生物种与个体生态学	58
2 生态系统	20	3.1.2 环境与生态因子	59
2.1 系统与生态系统	21	3.1.3 生物与环境的基本关系	61
2.1.1 系统的概念	21	3.2 生态作用的基本规律	62
2.1.2 系统的基本性质	21	3.2.1 限制因子定律	62
2.1.3 系统方法	22	3.2.2 生态因子综合作用定律	63
2.1.4 生态系统的含义	24	3.2.3 生态因子的时空变化规律	66
2.2 生态系统的一般特征	25	3.3 生态适应的基本规律	71
2.2.1 生态系统的组成成分	25	3.3.1 生物的耐受性	71
2.2.2 生态系统的一般结构	27	3.3.2 胁迫与生态适应	72
2.2.3 生态系统的基本功能及过程	27	3.3.3 生态适应方式与机制	75
2.2.4 生态系统的特点	29	3.3.4 生态适应与生物进化	77
2.2.5 生态系统研究与一般系统 的差异	30	3.4 生态因子对生物的影响及 生物适应	82
2.3 生态系统类型	31	3.4.1 光的生态作用	82
2.3.1 生态系统的类型	31	3.4.2 温度的生态作用	86
2.3.2 生物圈生态系统	34	3.4.3 水的生态作用	91

3.4.4 土壤的生态作用	94	知识概要	131
3.4.5 大气的生态作用	96	专业术语	132
3.5 生物的生态反作用	98	思考题	132
3.5.1 森林植被的生态效应	98	主要参考文献	133
3.5.2 海洋生物的生态效应	99	5 生态系统中的生物群落	134
3.5.3 淡水生物的生态效应	100	5.1 生物群落及群落生态学	135
3.5.4 土壤生物的生态效应	100	5.1.1 生物群落的基本特征	135
3.5.5 草原植被的生态效应	101	5.1.2 群落生态学	135
知识概要	102	5.1.3 生物群落的性质	136
专业术语	103	5.2 群落的组成	137
思考题	104	5.2.1 物种组成的性质分析	137
主要参考文献	104	5.2.2 物种组成的数量特征	140
4 生态系统中的生物种群	105	5.3 群落的结构	141
4.1 生物种群及种群生态学	106	5.3.1 群落的外貌	141
4.2 种群的基本特征	106	5.3.2 群落的水平结构	141
4.2.1 种群的大小和密度	106	5.3.3 群落的垂直结构	142
4.2.2 种群的年龄结构和性别比	107	5.3.4 群落的时间结构	143
4.2.3 种群的出生率与死亡率	108	5.3.5 群落的交错区与边缘效应	144
4.2.4 种群的生命表和生存曲线	109	5.3.6 岛屿效应	146
4.2.5 种群的内禀增长率	110	5.3.7 干扰对群落结构的影响	148
4.2.6 种群的环境容纳量	110	5.4 群落的演替	149
4.3 种群的数量动态及调节	111	5.4.1 群落演替的概念	149
4.3.1 种群增长的理论模型	111	5.4.2 演替序列	151
4.3.2 种群的实际数量动态	113	5.4.3 群落演替的影响因素	156
4.3.3 种群调节	115	5.4.4 顶极群落	157
4.3.4 生态对策	118	5.5 生物多样性与群落稳定性	159
4.4 种群的种内关系	119	5.5.1 生物多样性	159
4.4.1 种群内个体的空间分布		5.5.2 群落多样性的影响因子	164
类型	119	5.5.3 群落的稳定性	165
4.4.2 群聚与阿利氏原则	121	知识概要	166
4.4.3 种内竞争与自疏	121	专业术语	167
4.4.4 隔离和领域性	122	思考题	167
4.4.5 种群的社会等级及分工	123	主要参考文献	167
4.5 种群的种间关系	124	6 生态系统中的能量流动	169
4.5.1 种间相互作用的类型	124	6.1 能量流动的基本原理	170
4.5.2 种间正相互作用	125	6.1.1 能量的概念、形式及转化	170
4.5.3 种间负相互作用	126	6.1.2 生态系统的能源	171
4.5.4 种间协同进化	130	6.1.3 热力学第一定律	171

6.1.4 热力学第二定律	172	生物放大作用	209
6.1.5 序、熵与耗散结构	173	7.3.3 化学农药与物质循环	210
6.2 能量流动的渠道	174	7.3.4 化学肥料与物质循环	212
6.2.1 食物链	174	7.3.5 环境污染的生物监测	214
6.2.2 营养级	175	7.3.6 环境污染的生物防治	216
6.2.3 食物网	176	知识概要	218
6.3 能量流动过程	178	专业术语	219
6.3.1 能量流动途径	178	思考题	220
6.3.2 生态效率	180	主要参考文献	220
6.3.3 生态学金字塔	181	8 生态系统的信息传递	221
6.4 能流模型	183	8.1 信息流的概念	222
6.4.1 能流符号	183	8.1.1 信息概念	222
6.4.2 能流模型	184	8.1.2 信息的主要特征	222
6.5 能流与生态系统生产力	184	8.1.3 信息的类型	223
6.5.1 生物生产及生产力的有关 概念	184	8.2 信息在生态系统中的传递	225
6.5.2 初级生产	186	8.2.1 生态系统的信息特点	225
6.5.3 次级生产	188	8.2.2 生态系统信息流的环节	225
知识概要	189	8.2.3 信息传递模型	226
专业术语	189	8.2.4 信息传递实例	227
思考题	189	8.3 植物的信息传递	229
主要参考文献	190	8.3.1 阳光与植物间的信息传递	229
7 生态系统中的物质循环	191	8.3.2 植物间的化学信息传递	230
7.1 物质循环的基本原理	192	8.3.3 植物与微生物间的信息 传递	231
7.1.1 物质循环的有关概念	192	8.3.4 植物与动物间的信息传递	232
7.1.2 物质循环的基本形式	193	8.4 动物间的信息传递	233
7.1.3 物质循环的类型	194	8.4.1 动物间信息通讯的特点	233
7.1.4 物质循环的特点	194	8.4.2 视觉信号通讯	233
7.2 几种重要循环的概述	196	8.4.3 声音信号通讯	234
7.2.1 水循环	196	8.4.4 接触通讯	235
7.2.2 碳循环	197	8.4.5 舞蹈信号通讯	236
7.2.3 氮循环	199	8.4.6 电通讯	236
7.2.4 磷循环	202	8.4.7 动物间的化学通讯	237
7.2.5 硫循环	204	8.5 信息流的人工调控	239
7.2.6 养分循环	205	8.5.1 光信息的应用	239
7.3 物质循环与环境问题	206	8.5.2 化学信息的应用	239
7.3.1 环境污染与污染生态学	207	8.5.3 声信息的应用	240
7.3.2 有毒有害物质的循环与 生物放大作用	209	知识概要	240

专业术语	240	10 应用生态学	277
思考题	240	10.1 景观生态学	278
主要参考文献	240	10.1.1 景观和景观生态学	278
9 生态系统的结构与调控	242	10.1.2 景观生态学的一般概念	279
9.1 生态系统结构概述	243	10.1.3 景观生态学的研究方法	280
9.1.1 生态系统结构的概念	243	10.1.4 景观生态学的应用	281
9.1.2 生态系统结构的层次性	243	10.2 城市生态学	281
9.1.3 生态系统的结构与功能的 关系	246	10.2.1 城市生态学及其发展	281
9.2 生态系统的时空结构	247	10.2.2 城市生态学研究的几种 观点	282
9.2.1 生态系统的垂直结构特征	247	10.2.3 城市生态系统的结构与 功能	284
9.2.2 生态系统的水平结构特征	249	10.2.4 城市生态系统的调控方法	285
9.2.3 生态系统的时间结构特征	250	10.3 生态旅游	286
9.2.4 生态系统时空结构的高效 利用	253	10.3.1 生态旅游的产生与发展	286
9.3 生态系统的营养结构	254	10.3.2 生态旅游的内涵与特征	286
9.3.1 食物链加环	254	10.3.3 生态旅游的理论基础	288
9.3.2 食物链网络结构设计	255	10.3.4 国内外生态旅游发展概况	289
9.4 生态系统的结构与稳定性	257	10.4 生态农业与生态工程	291
9.4.1 生态系统的稳定性	257	10.4.1 生态农业的产生及含义	291
9.4.2 生态系统的结构与稳定性 的关系	258	10.4.2 中国生态农业	291
9.4.3 生态平衡	259	10.4.3 生态工程	293
9.4.4 生态平衡失调	260	10.5 工业生态学与生态工业园区	297
9.5 生态系统的调控及稳态机制	262	10.5.1 工业生态学的产生和发展	297
9.5.1 生态系统的自我调控	262	10.5.2 工业生态学理论	298
9.5.2 生态系统不同层次的稳态 机制	265	10.5.3 生态工业园区	303
9.5.3 生态系统的人工调控	268	10.6 生态规划与生态小区	306
9.5.4 生态重建与恢复生态学	269	10.6.1 生态规划	306
知识概要	273	10.6.2 生态小区	308
专业术语	274	知识概要	310
思考题	275	专业术语	311
主要参考文献	275	思考题	311
		主要参考文献	312

 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)

1.1 生态学的产生及发展

1.1.1 生态学的定义

生态学(ecology)一词源于希腊文 oekologie,是由词根 oikos 和词尾 logos 构成,oikos 的含意是“住所”或“栖息地”,logos 的含意为“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。最早的经济学理解为“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。1909 年,植物生态学的奠基人 E. Warming 提出植物生态学是研究“影响植物生活的外在因子及其对植物结构、生命延续时间、分布和其他生物关系之影响”。俄罗斯 Б. А. Келлер 院士(1933)给生态学的定义是:“生态学是研究生活中的植物在与其结合的特定外界环境条件紧密相互作用中的形态、结构与化学特点”。

Smith(1966)认为“eco”代表生活之地,定义生态学是研究有机体与生活之地相互关系的科学,所以又可把生态学称为环境生物学(environmental biology)。

一些动物生态学家认为生态学是研究有机体的生活要求和家务习性的科学。前苏联 Haymob (1955)的生态学定义是“研究动物的生活方式与生存条件的联系,以及动物生存条件对其繁殖、生活、数量及分布的意义”。

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和环境系统相互关系的科学。

可见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)。公元前一二百年的秦汉时期,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。清代陈淦子所著《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—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。

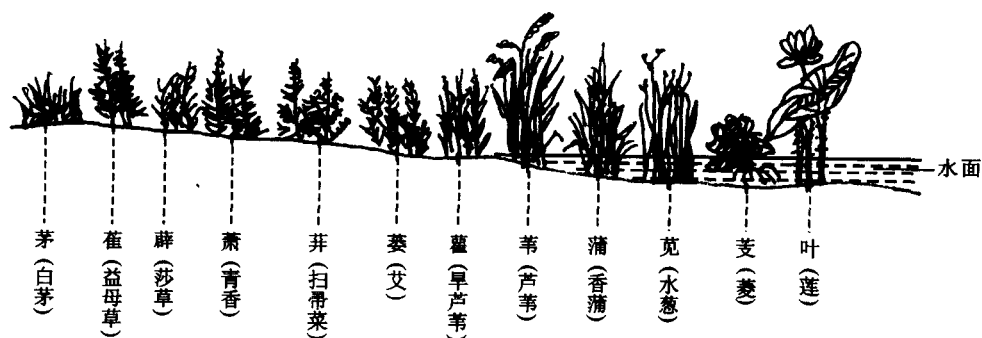


图 1-1 《管子·地员篇》记载的江淮平原上植物沿水分梯度的带状分布
(夏纬英, 1958)

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,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。