



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

生态学概论

曹凑贵 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,是面向 21 世纪课程教材。

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、理论应用及研究方法。全书共 14 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。内容涉及景观生态学、恢复生态学、污染生态学、生物多样性、生态农业、生态工程、生态旅游、生态规划、人类生态及可持续发展等。

本书是大专院校进行生态教育的概论性教材,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。同时也适合于对生态学感兴趣的各界人士阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生态学概论/曹凑贵主编. —北京:高等教育出版社,
2002.5
ISBN 7-04-010601-9

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 (2002) 第 019241 号

生态学概论

曹凑贵 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<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 北京人卫印刷厂

开 本 787×960 1/16

版 次 2002 年 5 月第 1 版

印 张 27.5

印 次 2002 年 5 月第 1 次印刷

字 数 510 000

定 价 23.10 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

编写人(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)
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)

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、经济学多个学科,以及农、林、牧、渔、医药、卫生、环境保护、建筑等多个部门。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,我们仅把生态教育囿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”等普及型课程。

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,部分农业高校分别对文法、社会学、经济学、生物技术、农学、环保、植保、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;另一方面结合不同专业培养具有生态知识的复合型人才。现在的大学生将来可能是企业、农业生产的政策制定者和领导者,具有生态学知识的农科大学毕业生走上生产第一线后,不仅可以保证农业生产在经营决策上遵循生态规律,而且使农业可持续发展得到保证。

基于上述生态教育的思想,本教材在内容取舍上与生物学、环境学专业有所不同,尽量做到面广一些;除介绍传统生态学内容外,对于与重大社会问题有关的一些内容,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、生态旅游等,也以单独章节介绍或穿插在相关章节中。本教材不仅注重自然生态而且也关注人类生态问题,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,也可作为经济、社会、文法等社会类、经济类专业的参考用书。

本教材在编写体系上作了较大的改革。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→生态学的应用及人类可持续发展→生态学的研究方法和手段。编者希望学生通过学习本书,树立生态

学观点,了解生态问题发生的原因及解决办法,认识到人类可持续发展的紧迫性。所以在介绍生态学概况的基础上,阐述生态系统的有关知识,使学生在整体上认识生态学,树立系统的观点;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。

本教材的第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;最后由曹凑贵博士统稿,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
1.1 生态学的产生及发展	2
1.1.1 生态学的定义	2
1.1.2 生态学的发展简史	3
1.2 生态学的学科体系	7
1.2.1 生态学的研究对象及内容	7
1.2.2 生态学的分支学科	8
1.2.3 生态学的研究方法与方法论	9
复习与思考	10
主要参考文献	11
2 生态系统	12
2.1 系统观与生态系统	13
2.1.1 “系统”观念的引入	13
2.1.2 系统的基本性质	13
2.1.3 系统方法	15
2.1.4 生态系统的含义	17
2.2 生态系统的一般特征	18
2.2.1 生态系统的组成成分	18
2.2.2 生态系统的一般结构	20
2.2.3 生态系统的基本功能及过程	20
2.2.4 生态系统的特点	23
2.2.5 生态系统研究与一般系统的差异	24
2.3 生态系统的类型	25
2.3.1 按环境性质划分	26
2.3.2 按人类对生态系统的影响划分	27
2.4 一般生态系统概述	29
2.4.1 生物圈生态系统	29
2.4.2 水域生态系统	30
2.4.3 湿地生态系统	33
2.4.4 陆地生态系统	36
2.4.5 农业生态系统	38

2 目 录

2.4.6 城市生态系统	41
复习与思考	41
主要参考文献	42
3 生态系统中的生物与环境	43
3.1 生物种及个体生态学	44
3.2 生态因子及其时空变化	45
3.2.1 环境的概念与类型	45
3.2.2 生态因子的概念与类型	47
3.2.3 生态因子的时空变化及生物分布	48
3.3 生态因子的作用规律	54
3.3.1 限制因子定律	54
3.3.2 耐性定律	56
3.3.3 生态因子综合作用定律	58
3.4 生态因子对生物的影响	62
3.4.1 光的作用及生物的反应性	62
3.4.2 温度的作用及生物的反应性	66
3.4.3 水的作用及生物的反应性	73
3.4.4 土壤的作用及生物的反应性	77
3.4.5 大气的作用及生物的反应性	80
3.5 生物对生态因子的适应	82
3.5.1 生态适应及生物进化	82
3.5.2 生态型	83
3.5.3 生活型	84
3.5.4 生境与生态位	86
3.6 生物的环境改造作用	87
3.6.1 森林植被的生态效应	87
3.6.2 海洋生物的生态效应	89
3.6.3 淡水生物的生态效应	90
3.6.4 土壤生物的生态效应	90
3.6.5 草原植被的生态效应	91
复习与思考	92
主要参考文献	92
4 生态系统中的生物种群	94
4.1 生物种群及种群生态学	95
4.2 种群的基本特征	96
4.2.1 种群的大小和密度	96
4.2.2 种群的年龄结构和性别比	96

4.2.3 种群的出生率与死亡率	98
4.2.4 种群的生命表和生存曲线	99
4.2.5 种群的内禀增长率	100
4.2.6 种群的环境容纳量	101
4.3 种群的数量动态及调节	102
4.3.1 种群增长的理论模型	102
4.3.2 种群的实际数量动态	105
4.3.3 种群调节	108
4.3.4 生态对策	112
4.4 种群的种内关系	113
4.4.1 种群内个体的空间分布	113
4.4.2 群聚与阿利氏原则	115
4.4.3 种内竞争与自疏	116
4.4.4 隔离和领域性	118
4.4.5 种群的社会等级及分工	118
4.5 种群的种间关系	119
4.5.1 种间相互作用的类型	119
4.5.2 种间正相互作用	120
4.5.3 种间负相互作用	121
4.5.4 种间协同进化	127
复习与思考	127
主要参考文献	128
5 生态系统中的生物群落	129
5.1 生物群落及群落生态学	130
5.1.1 生物群落的含义	130
5.1.2 群落的基本特征	131
5.1.3 群落生态学	132
5.2 群落的组成	133
5.2.1 物种组成的性质分析	133
5.2.2 物种组成的数量特征	136
5.3 群落的结构	137
5.3.1 群落的外貌	137
5.3.2 群落的水平结构	137
5.3.3 群落的垂直结构	138
5.3.4 群落的时间结构	140
5.3.5 群落的交错区与边缘效应	141
5.3.6 岛屿效应	143

5.3.7 干扰对群落结构的影响.....	146
5.4 群落的演替	147
5.4.1 群落演替的概念.....	147
5.4.2 演替序列.....	150
5.4.3 群落演替的影响因素.....	156
5.4.4 顶极群落.....	157
5.5 生物多样性与群落稳定性	160
5.5.1 生物多样性.....	160
5.5.2 群落多样性的影响因子.....	163
5.5.3 群落的稳定性.....	165
复习与思考	166
主要参考文献	167
6 生态系统中的能量流动	168
6.1 能量流动的基本原理	169
6.1.1 能量的概念、形式及转化	169
6.1.2 生态系统的能源.....	170
6.1.3 热力学第一定律.....	170
6.1.4 热力学第二定律.....	171
6.1.5 序、熵与耗散结构	172
6.2 能量流动的渠道	174
6.2.1 食物链.....	174
6.2.2 营养级.....	176
6.2.3 食物网.....	176
6.3 能量流动过程	178
6.3.1 能量流动途径.....	178
6.3.2 生态效率.....	181
6.3.3 生态学金字塔.....	183
6.4 能流模型	184
6.4.1 能流符号.....	184
6.4.2 能流模型.....	185
6.5 能流与生态系统生产力	186
6.5.1 生物生产及生产力的有关概念.....	186
6.5.2 初级生产.....	188
6.5.3 次级生产.....	190
复习与思考	191
主要参考文献	192
7 生态系统中的物质循环	193

7.1 物质循环的基本原理	194
7.1.1 物质循环的有关概念	194
7.1.2 物质循环的基本形式	196
7.1.3 物质循环的类型	196
7.1.4 物质循环的特点	197
7.2 几种重要循环的概述	199
7.2.1 水循环	199
7.2.2 碳循环	201
7.2.3 氮循环	204
7.2.4 磷循环	207
7.2.5 硫循环	209
7.2.6 养分循环	211
7.3 物质循环与环境问题	213
7.3.1 生物放大作用	213
7.3.2 化学农药与物质循环	215
7.3.3 化学肥料与物质循环	218
复习与思考	220
主要参考文献	220
8 生态系统的信息传递	221
8.1 信息流的概念	222
8.1.1 信息的概念	222
8.1.2 信息的主要特征	223
8.1.3 信息的类型	223
8.2 信息在生态系统中的传递	226
8.2.1 生态系统的信息特点	226
8.2.2 生态系统信息流的过程环节	227
8.2.3 信息传递的模型	228
8.2.4 信息传递实例	230
8.3 植物的信息传递	232
8.3.1 阳光与植物间的信息联系	232
8.3.2 植物间的化学信息传递	233
8.3.3 植物与微生物间的信息传递	235
8.3.4 植物与动物间的信息传递	236
8.4 动物间的信息传递	237
8.4.1 动物间信息通讯的特点	237
8.4.2 视觉信号通讯	238
8.4.3 声音信号通讯	239

8.4.4 接触通讯	240
8.4.5 舞蹈信号通讯	241
8.4.6 电通讯	242
8.4.7 动物间的化学通讯	242
8.5 信息流的人工调控	245
8.5.1 光信息的应用	245
8.5.2 化学信息的应用	245
8.5.3 声信息的应用	246
复习与思考	246
主要参考文献	247
9 生态系统的结构	248
9.1 生态系统结构概述	249
9.1.1 生态系统结构概述	249
9.1.2 生态系统结构与功能的关系	249
9.2 生态系统的层次结构	251
9.2.1 层次系统理论和生态系统的层次结构	251
9.2.2 生态系统层次结构的特征	253
9.2.3 研究生态系统层次结构的意义	254
9.3 生态系统的时空形态结构	255
9.3.1 生态系统的垂直结构特征	256
9.3.2 生态系统的水平结构特征	258
9.3.3 生态系统的时空结构特征	259
9.3.4 生态系统时空结构的高效利用	260
9.4 生态系统的营养结构	261
9.4.1 食物链加环	261
9.4.2 食物链网结构设计	262
复习与思考	264
主要参考文献	265
10 生态系统的调控	266
10.1 生态系统的自我调节及稳态机制	267
10.1.1 生态系统的稳定性和反馈控制	267
10.1.2 生态系统的自我调控	270
10.1.3 生态系统不同层次的稳态机制	273
10.2 生态系统的发展	276
10.2.1 生态系统的动态	276
10.2.2 生态系统的进化	279
10.3 生态平衡及其人工调控	281

10.3.1	生态平衡	281
10.3.2	生态平衡失调	284
10.3.3	生态重建与恢复生态学	285
10.3.4	生态系统的人工调控	290
复习与思考		292
主要参考文献		293
11	生态环境资源	294
11.1	环境资源概述	295
11.1.1	环境资源的概念及特点	295
11.1.2	环境资源的生态经济规律	299
11.2	土地资源	308
11.2.1	我国土地资源的基本特征	308
11.2.2	土地资源退化问题	309
11.2.3	土地资源利用与保护	311
11.3	气候资源	313
11.3.1	我国光、热、降水等气候资源的分布状况	313
11.3.2	气候资源的开发利用	315
11.4	水资源	316
11.4.1	我国水资源的特点	316
11.4.2	水资源的利用与开发	317
11.5	生物资源	319
11.5.1	我国生物资源的现状及问题	319
11.5.2	生物资源保护	322
复习与思考		323
主要参考文献		324
12	生态学的应用	325
12.1	景观生态学	326
12.1.1	景观和景观生态学	326
12.1.2	景观生态学的一般概念	327
12.1.3	景观生态学的研究方法	329
12.1.4	景观生态学的应用	330
12.2	城市生态学	331
12.2.1	城市生态学及其发展	331
12.2.2	城市生态学研究的不同观点	332
12.2.3	城市生态系统的结构与功能	334
12.2.4	城市生态系统的调控方法	336
12.3	污染生态学	337

12.3.1	污染生态学产生的背景与内涵	337
12.3.2	环境污染	338
12.3.3	环境污染的生物监测	340
12.3.4	废弃物的生物处理	342
12.4	生态旅游	344
12.4.1	生态旅游的产生与发展	344
12.4.2	生态旅游的内涵与特征	345
12.4.3	生态旅游的理论基础	347
12.4.4	国内外生态旅游发展概况	349
12.5	生态农业与生态工程	351
12.5.1	生态农业的产生及含义	351
12.5.2	中国生态农业	352
12.5.3	生态工程	354
	复习与思考	358
	主要参考文献	359
13	人类生态与可持续发展	360
13.1	人类生态学	361
13.1.1	人类生态学的发展	361
13.1.2	人类生态学的研究内容及目标	362
13.1.3	人类生态系统	364
13.2	人类与环境	365
13.2.1	人类是地球环境演化的产物	365
13.2.2	人类对自然资源的需求与压力	366
13.2.3	人类对环境的改造	368
13.3	人类发展与地球人口	369
13.3.1	人口增长动态	369
13.3.2	人口增长的特点	370
13.3.3	人口分布	373
13.3.4	人口质量	373
13.3.5	拥挤效应及人口承载力	377
13.4	人类生态问题	378
13.4.1	人类生态问题概况	378
13.4.2	全球变暖	379
13.4.3	酸雨	381
13.4.4	臭氧层破坏	383
13.4.5	荒漠化	384
13.5	人类可持续发展	388

13.5.1 人类可持续发展思想的由来	388
13.5.2 可持续发展战略理论的提出	392
13.5.3 可持续发展理论的基本内涵	393
复习与思考	398
主要参考文献	398
14 生态学的研究方法	399
14.1 生态学研究方法概述	400
14.1.1 生态学研究方法的发展历程	400
14.1.2 生态学研究的基本方法	401
14.1.3 生态学研究方法的发展趋势	402
14.2 生态系统分析和模拟	403
14.2.1 系统分析与模拟模型	403
14.2.2 模型的类型	404
14.2.3 建模的方法和步骤	405
14.2.4 生态模型	407
14.3 生态规划	408
14.3.1 生态规划的产生与发展	408
14.3.2 生态规划的原则及步骤	409
14.3.3 生态规划编制的主要内容与方法	411
14.4 生态学研究新技术的应用	413
14.4.1 遥感技术的应用	413
14.4.2 地理信息系统技术的应用	415
14.4.3 全球定位系统技术的应用	418
14.4.4 稳定同位素技术的应用	418
复习与思考	420
主要参考文献	420

1.1 生态学的产生及发展

1.1.1 生态学的定义

1.1.2 生态学的发展简史

1.2 生态学的学科体系

1.2.1 生态学的研究对象及内容

1.2.2 生态学的分支学科

1.2.3 生态学的研究方法及方法论

本章提要

生态学作为生物学的分支,主要研究生物与环境的关系。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。本章的目的是让学生认识、理解生态学,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,提高学生的生态意识,帮助学生树立科学的生态观。

1.1 生态学的产生及发展

1.1.1 生态学的定义

Ecology(生态学)一词源于希腊文 oekologie, 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, 生态学是研究生物及其环境之间相互关系的科学。生态学(ecology)与经济学(economics)的词根相同, 这并非巧合, 而实有其相同的含义。经济学最初是研究“家庭”管理的科学, 而生态学可理解为研究生物生存的“经济”管理的科学。

1866 年, 德国动物学家 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, 尤指动物与其他动、植物之间互惠或敌对的关系。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之间相互关系的科学, 所以又可把生态学称之为环境生物学(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。俄罗斯 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, 以及生存条件对动物的繁殖、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活动范围的日益扩大, 人与自然的协调关系出现了问题。怎样使人与自然、人类在发展经济与保护自身生存环境之间得到协调和持续发展? 这一问题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中。生态学的定义不能局限于当初经典的涵义, 对此学者们曾有过不少不同的

表述,归纳各方观点,结合当今生态学的发展动态,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

公元 17 世纪以前,虽然还没有生态学一词,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世界的自然现象。当人类制造了工具并经营农、牧业时,就更注意某些动、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。

在人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之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态环境。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”。南北朝陶宏景在《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。清代陈淏子著《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,公元 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 世纪末称之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