

◇ 卢升高 吕 军 主编



环境生态学

H U A N J I N G

S H E N G T A I X U E



71

89

浙江大学出版社

环境生态学

卢升高 吕 军 主编

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境生态学 / 卢升高, 吕军主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2004.3

ISBN 7-308-03558-1

I. 环... II. ①卢...②吕... III. 环境生态学
IV. X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 117896 号

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 杜玲玲

排 版 者 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江大学印刷厂

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 20.75

字 数 511 千字

版 印 次 2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷

印 数 0001 - 3000

书 号 ISBN7-308-03558-1/X·012

定 价 29.00 元

前 言

环境生态学是高等学校环境科学与工程、资源环境科学、农业资源与环境等专业的一门重要专业基础课。为了教学需要,我们在认真总结国内外环境生态学学科的最新进展和成果的基础上,结合多年的教学实践,编写了此书。全书共分 14 章。第 1-8 章分述生物个体、种群、群落、生态系统以及生态系统能量流动、物质循环和信息传递的基本知识和理论;第 9-11 章论述陆地、城市和水域生态系统;第 12、13 章论述环境污染的生态效应和环境污染防治的生态对策;第 14 章是应用环境生态学,论述全球变化、生物多样性、恢复生态学、生态风险评价和生态规划等环境生态学领域的新进展。另外,每章起首都有内容提要,末尾附有思考题。我们在编写本书时力求体现内容的科学性、系统性和先进性,并尽量搜集了环境生态学发展的最新成果、概念和技术,以反映当代环境生态学的新水平和新观点。

本书是作者根据多年的教学实践编写而成的,此前曾以讲义形式印发(1988 年,1994 年)。1999 年环境生态学课程作为浙江大学环境与资源学院的平台课,在环境科学与工程和农业资源与环境两个专业开设。2000 年环境生态学被列入浙江大学重点建设课程。作者借此机会将《环境生态学》整理成书。

作者在本书的编写过程中参考了大量文献资料。考虑到篇幅,书中参考文献部分只列了专著和教材部分,而所有的期刊论文都没有列出,特此说明,并对所有的作者一并致以衷心的感谢!

本书的出版得到了浙江大学农业部重点学科——土壤学科和浙江大学重点建设课程经费的资助。

由于本书涉及的内容广泛,编写者知识水平有限,书中一定存在不少缺点和错误,敬请各位专家和广大读者批评指正。

作 者
于杭州·华家池
2003 年 10 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 生态学概述	(1)
一、生态学的定义	(1)
二、生态学的形成和发展	(2)
三、生态学的研究对象	(4)
四、生态学的分支学科	(5)
第二节 环境生态学的定义、形成和发展	(5)
一、环境生态学的定义	(5)
二、环境生态学的形成	(6)
三、环境生态学的发展	(8)
第三节 环境生态学的研究内容、发展趋势和方法	(9)
一、环境生态学的研究内容	(9)
二、环境生态学的发展趋势	(10)
三、环境生态学的研究方法	(12)
第二章 生物与环境	(15)
第一节 环境与生态因子	(15)
一、环境的概念及其类型	(15)
二、生态因子	(16)
第二节 生物与环境关系的基本原理	(17)
一、生态因子作用的一般特征	(17)
二、生态因子作用的规律	(18)
三、生物对环境的适应	(20)
第三节 生态因子的生态作用及生物的适应	(22)
一、光因子的生态作用及生物的适应	(22)
二、温度因子的生态作用及生物的适应	(24)
三、水因子的生态作用及生物的适应	(25)
四、土壤因子的生态作用及生物的适应	(27)
第三章 生物种群	(30)
第一节 种群的概念与基本特征	(30)
一、种群的概念	(30)

二、种群的密度和阿利氏规律	(31)
三、年龄结构和性比	(32)
四、出生率和死亡率	(33)
第二节 种群的增长	(35)
一、种群的内禀增长率	(35)
二、种群在无限环境中的指数式增长	(35)
三、种群在有限环境中的逻辑斯谛增长	(37)
四、时滞影响的种群增长	(38)
第三节 种群的数量变动和调节	(39)
一、种群的数量变动	(39)
二、种群调节	(40)
三、生态入侵	(41)
四、最小生存种群理论	(42)
五、种群进化与生态对策	(43)
第四节 种间的相互作用	(45)
一、种间相互关系	(45)
二、种间竞争	(47)
三、捕食作用	(49)
第五节 生态位	(50)
一、生态位的概念	(50)
二、生态位的理论	(51)
第四章 生物群落	(55)
第一节 群落的概念和基本特征	(55)
一、群落的概念	(55)
二、群落的基本特征	(55)
第二节 群落的物种组成	(56)
一、物种组成的性质分析	(56)
二、物种组成的数量特征	(59)
三、物种多样性	(60)
第三节 群落的结构	(63)
一、群落的外貌和生长型	(63)
二、群落的空间结构	(64)
三、群落的时间结构	(65)
四、群落交错区和边缘效应	(66)
五、影响群落结构的因素	(67)
六、岛屿与群落结构	(67)
第四节 群落的演替	(69)
一、群落演替的概念	(69)

二、群落演替的类型	(69)
三、群落演替的特征	(70)
四、顶极群落	(72)
五、群落演替的实例	(72)
第五章 生态系统	(76)
第一节 生态系统的概念	(76)
一、什么是生态系统	(76)
二、生态系统概念的发展	(77)
第二节 生态系统的基本组成	(79)
一、非生物环境	(79)
二、生产者	(79)
三、消费者	(79)
四、分解者	(80)
第三节 生态系统的结构	(80)
一、生态系统的形态结构	(81)
二、生态系统的营养结构	(82)
第四节 生态系统的主要类型	(85)
第五节 生态系统的反馈调节和生态平衡	(86)
一、反馈调节	(86)
二、生态平衡	(87)
第六章 生态系统的能量流动	(90)
第一节 生态系统能量流动的基本原理	(90)
一、生态系统的能量	(90)
二、能量流动的基本原理	(91)
第二节 生态效率	(92)
一、常用的几个能量参数	(92)
二、营养级位之内的生态效率	(92)
三、营养级位之间的生态效率	(93)
第三节 生态系统中的初级生产	(94)
一、初级生产的基本概念	(94)
二、全球初级生产量	(95)
三、初级生产的生产效率	(96)
四、影响初级生产量的主要因素	(97)
五、初级生产量的测定方法	(98)
第四节 生态系统中的次级生产	(99)
一、次级生产的基本概念	(99)
二、次级生产的生态效率	(101)

第五节 能量动态分析	(102)
一、水域生态系统	(102)
二、陆地生态系统	(103)
第六节 生态系统中的物质分解作用	(104)
一、有机物质的分解作用及其意义	(104)
二、生物分解者	(105)
三、有机物质的分解过程	(106)
四、影响分解作用的生态因素	(106)
第七章 生态系统的物质循环	(110)
第一节 物质循环的一般特点	(110)
一、生物地球化学循环的概念	(110)
二、物质循环的几个基本概念	(111)
三、生物地球化学循环的类型	(112)
第二节 水循环	(112)
一、水循环的生态学意义	(112)
二、水的分布	(113)
三、全球水循环	(113)
四、全球的水资源危机	(115)
第三节 碳、氮、磷和硫的循环	(115)
一、碳循环	(115)
二、氮循环	(118)
三、磷循环	(120)
四、硫循环	(121)
第四节 有毒有害物质的循环	(125)
一、概述	(125)
二、农药的迁移和转化	(126)
三、汞循环	(127)
第八章 生态系统的信息流	(130)
第一节 生物信息及信息流的基本概念	(130)
一、信息与信息流	(130)
二、生态系统信息的特征	(131)
三、生态系统中信息的类型	(132)
第二节 信息的度量和信息处理模型	(134)
一、信息的度量	(134)
二、信息关联性模型	(136)
三、信息传递模型	(141)
第三节 信息化的生态系统	(143)

一、生态系统信息的特点	(143)
二、生态系统信息流动的环节	(144)
三、生态系统信息的传递过程	(146)
四、生态系统信息流的人工控制	(150)
第九章 陆地生态系统	(152)
第一节 概 述	(152)
一、陆地生态系统的类型	(152)
二、陆地生态系统的分布格局	(152)
三、影响陆地生态系统分布的因素	(153)
第二节 森林生态系统	(154)
一、热带雨林生态系统	(154)
二、常绿阔叶林生态系统	(157)
三、落叶阔叶林生态系统	(157)
四、针叶林生态系统	(158)
五、森林生态系统的作用和功能	(159)
第三节 草原生态系统	(161)
一、草原生态系统的分布和类型	(161)
二、草原生态系统的结构和功能	(163)
三、草原退化	(165)
第四节 荒漠生态系统	(166)
一、荒漠生态系统的分布和基本特征	(166)
二、荒漠生态系统的结构和功能	(167)
三、荒漠化	(168)
第五节 苔原生态系统	(170)
第十章 城市生态系统	(173)
第一节 城市和城市生态系统	(173)
一、城市 and 城市化	(173)
二、城市生态系统	(174)
第二节 城市生态系统的组成、结构及其特点	(174)
一、城市生态系统的组成	(174)
二、城市生态系统的结构	(175)
三、城市生态系统的特性	(176)
第三节 城市生态系统的功能	(178)
一、城市生态系统的生产功能	(179)
二、城市生态系统的能量流	(179)
三、城市生态系统的物质流	(180)
四、城市生态系统的信息流	(181)

第四节 城市生态系统的平衡与调控	(182)
一、城市生态环境问题	(182)
二、城市生态建设	(184)
三、城市生态系统调控的途径	(185)
四、生态城	(186)
第十一章 水域生态系统	(188)
第一节 湿地生态系统	(188)
一、什么是湿地	(188)
二、湿地的主要特点	(189)
三、湿地生态系统的初级生产和物质循环	(190)
四、湿地生态系统的主要服务功益	(191)
五、湿地生态系统的保护与可持续利用	(193)
第二节 淡水生态系统	(195)
一、静水生态系统	(195)
二、流水生态系统	(199)
第三节 海洋生态系统	(200)
一、海洋生态系统的基本特征	(200)
二、海洋环境的主要分区	(200)
三、海洋生物	(201)
四、海洋生态系统的初级生产力和能量流动	(203)
五、海洋生态系统的主要类型	(205)
六、海洋赤潮	(210)
第十二章 环境污染的生态效应	(213)
第一节 环境污染概述	(213)
第二节 环境污染物在生态系统中的行为	(214)
一、污染物在环境中的迁移	(214)
二、污染物在环境中的转化	(214)
三、污染物在食物链中的转移	(215)
四、环境污染的生态效应	(217)
第三节 环境污染的种群生态效应	(218)
一、污染对种群动态的影响	(218)
二、污染对种间关系的影响	(220)
三、污染与种群进化	(221)
第四节 污染物的群落与生态系统效应	(222)
一、污染物对生态系统结构的影响	(222)
二、污染物对生态系统功能的影响	(224)
三、污染与生态系统演替	(226)

第五节 污染物生态效应研究方法	(226)
一、污染物的毒性试验	(226)
二、污染物的群落与生态系统效应研究方法	(229)
三、模型生态系统法	(230)
第六节 生物监测	(232)
一、生物监测概述	(232)
二、监测生物及指标的选择	(233)
三、生物监测的基本方法	(235)
 第十三章 环境污染防治的生态对策	(237)
第一节 水环境及其污染控制	(237)
一、水体与水体污染	(237)
二、水体污染的控制途径	(238)
三、污水处理技术	(239)
第二节 大气环境及污染控制	(241)
一、大气的组成	(241)
二、大气污染和大气污染物	(242)
三、大气污染控制途径	(243)
四、大气污染控制技术	(244)
第三节 土壤环境及污染控制	(246)
一、土壤污染	(246)
二、土壤自净作用与土壤环境容量	(246)
三、土壤环境中污染物的迁移转化	(247)
四、土壤污染的防治	(248)
第四节 固体废物污染与控制	(249)
一、固体废物的定义、种类及危害	(249)
二、固体废物的处理与资源化技术	(251)
第五节 环境污染治理的生物技术	(252)
一、污水的生物处理	(253)
二、大气污染的生物防治	(254)
三、土壤污染的生物治理	(256)
四、固体废物的生物处理	(256)
第六节 环境生态工程	(257)
一、环境生态工程概述	(257)
二、氧化塘法	(259)
三、人工湿地处理系统	(261)
四、污水土地处理系统	(262)
第七节 污染环境的生物修复	(264)
一、生物修复的概念	(264)

二、污染环境的微生物修复	(264)
三、污染环境的植物修复	(266)
第十四章 应用环境生态学	(270)
第一节 全球变化	(270)
一、全球变化的概念	(270)
二、全球变化的内容	(271)
三、全球变化产生的影响	(274)
四、减缓全球变化的途径	(278)
第二节 生物多样性	(279)
一、什么是生物多样性	(279)
二、保护生物多样性的意义	(280)
三、生物多样性的丧失	(281)
四、生物多样性的保护	(283)
第三节 恢复生态学	(285)
一、退化生态系统的定义及其形成原因	(285)
二、退化生态系统的恢复与重建	(286)
三、退化生态系统恢复的基本原理	(287)
四、退化生态系统恢复与重建的程序和方法	(289)
五、退化生态系统的恢复工程实例	(291)
第四节 生态风险评价	(294)
一、生态风险评价的概念	(294)
二、生态风险评价的步骤	(295)
三、生态风险评价的方法	(296)
第五节 生态规划	(297)
一、生态规划的概念	(297)
二、生态规划的原则	(298)
三、生态规划的方法	(299)
第六节 生态示范区建设	(302)
一、生态示范区的概念与意义	(302)
二、生态示范区建设的内容和指标体系	(303)
三、生态示范区建设的步骤	(304)
术语中英文对照	(306)
主要参考文献	(317)

第一章 绪论

本章提要 介绍生态学的定义、研究对象和分支学科以及生态学发展的历史;现代生态学的发展特点和趋势;环境生态学的定义、形成与发展史;环境生态学的研究内容、方法和发展趋势。

第一节 生态学概述

一、生态学的定义

生态学(ecology)一词源于希腊文 oikos(原意为“房子”、“住处”)和 logos(原意为“学科”或“讨论”)。因此,从字义来看,生态学是研究生物与它所在地关系的一门科学。

1866年德国生物学家 H. Haeckel 首先提出生态学的定义,他认为生态学是研究生物与其环境之间相互关系的科学。此后,又有许多生态学家对生态学的含义及概念进行了探讨,但所提出的定义均未超过 Haeckel 定义的范围。此外,生态学与经济学(economics)为同一词源,在词义上有共同点,所以也有学者把生态学称为自然经济学。

著名美国生态学家 E. P. Odum(1971)在其所著的《生态学基础》(*Fundamentals of Ecology*)一书中,认为生态学是研究生态系统的结构和功能的科学,具体内容包括:一定地区内生物的种类、数量、生物量、生活史及空间分布;该地区营养物质和水等非生命物质的质量和分布;各种环境因素,如温度、湿度、光、土壤等,对生物的影响;生态系统中的能量流动和物质循环;环境对生物的调节和生物对环境的调节。我国著名生态学家马世骏认为,生态学是研究生命系统和环境系统相互作用规律及其机理的科学。由此可见,生态学的不同定义代表了生态学的不同发展阶段,强调了不同的基础生态学分支和领域。而“生态学是研究生物与环境之间相互关系及其作用机理的科学”的定义,是普遍被科学家们所采用的。

应当指出,由于人口的快速增长和人类活动干扰对环境与资源造成的极大压力,人类迫切需要掌握生态学理论来调整人与自然、资源以及环境的关系,协调社会经济发展和生态环境的关系,促进可持续发展。因此,现代生态学已不仅仅是一门研究生物与环境相互关系的学科,而是已成为指导人类行为准则的综合性学科,是研究生物存在条件、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、资源与环境)的发展(国家自然科学基金委员会,1997)。

二、生态学的形成和发展

生态学是人们在认识自然界的过程中逐渐发展起来的。生态学的发展大致可以分为四个时期:生态学的萌芽时期、生态学的建立时期、生态学的巩固时期和现代生态学时期。

1. 生态学的萌芽时期

公元16世纪前是生态学的萌芽时期。人类在和自然的斗争中,已经认识到环境和气候对生物生长的影响,以及生物和生物之间关系的重要性。在我国的古农书和古希腊的一些著作中已有记载。例如两千两百年前战国时代的《管子·地员篇》就详细介绍了植物分布与水文地质环境的关系。公元前一二百年的秦汉时期确定了24节气,它反映了农作物和昆虫等生物现象与气候之间的联系。在欧洲,Aristotle(384—322, B. C.)在《自然史》一书中按栖息地把动物分为陆栖、水栖等大类,还按食性分为肉食、草食、杂食及特殊食性4类。古希腊的Theophrastus(370—285, B. C.)不但注意到气候、土壤与植被生长与病害的关系,同时注意到了不同地区植物群落的差异。这些都孕育着朴素的生态学思想。

2. 生态学的建立时期

公元17世纪至19世纪末是生态学的建立时期。这一时期,生态学作为一门学科开始出现。例如,R. Boyle在1670年发表的低气压对动物影响的试验,标志着动物生理生态学的开端。1798年T. Malthus(1766—1834)在《人口论》(*Essay on Population*)中分析了人口增长与食物生产的关系。1807年德国学者A. Humboldt通过对南美洲热带和温带地区的植物及其生存环境进行的多年考察,写成了《植物地理学》一书,书中分析了植物分布与环境条件的关系。1840年B. J. Liebig发现了植物营养的最小因子定律。1859年,C. Darwin出版了著名的《物种起源》,提出生物进化论,对生物与环境的关系作了深入探讨。1866年,H. Haeckel首次提出了生态学定义,标志着生态学的诞生。此后,有诸多的科学家通过研究对生态学形成作了很大贡献,到19世纪末,生态学已正式成为一门独立的学科。

3. 生态学的巩固时期

20世纪初至20世纪50年代是生态学的巩固时期。这一时期,植物和动物生态学得到了长足的发展,各种著作和教材相继出版。在动物生态学方面,20世纪初关于生理生态学、动物行为学和动物群落学等的研究有了较大进展。20世纪20—50年代,开始了种群研究,并将统计学引入生态学。如A. J. Lotka(1925)提出了种群增长的数学模型。这一时期出版的动物生态学专著和教科书有:《动物生态学》(R. N. Chapman, 1931),《动物生态学》(C. Elton, 1927),《实验室及野外生态学》(V. E. Shelford, 1929),《动物生态学纲要》(费鸿年, 1937),《动物生态学基础》(Kawkapob, 1945)等。1949年,W. C. Allee等合著的《动物生态学原理》出版,被认为是动物生态学进入了成熟时期的标志。在这一时期,植物生态学的研究也得到了重要发展,出版的专著有:《近代植物社会学方法论基础》(Du Rietz, 1921),《植物社会学》(Braun-Blanquet, 1928),《实用植物生态学》(A. G. Tansley),《植物的演替》(F. E. Clements),《植物生态学》(J. E. Weaver, 1929),《植物群落学》(B. H. Sukachev, 1908)等。也是在这一时期,形成了几个著名的植物生态学派:以群落分析为特征的北欧学派、以植物区系为中心的法瑞学派、以植物演替为中心的英美学派、以植物群落和植被为中心的苏联学派。这一时期,英美等国相继成立了生态学会,出版了一些生态学刊物,如*Journal of Ecology* (1913), *Ecology* (1920), *Ecological Monographs* (1931), *Journal of Animal Ecology* (1930)等。

这一时期的另一重要特征是生态学从描述、解释走向机理研究。如 1935 年 Tansley 提出了生态系统的概念,标志着生态学进入以研究生态系统为中心的近代生态学发展阶段。40 年代 Birge 和 Juday 通过对湖泊能量收支的测定,发展了初级生产的概念。R. L. Lindeman(1942)提出了著名的“十分之一定律”,发展了“食物链”和“生态金字塔”理论,为生态系统研究奠定了基础。

4. 现代生态学时期

进入 20 世纪 60 年代,生态学得到了快速发展。这一方面是因为生态学自身的学科积累已经到了一定的程度,形成了自己独特的理论体系和方法论;第二方面是高精度的分析测试技术、电子计算机技术、遥感技术和地理信息系统技术的发展,为现代生态学的发展提供了物质基础和技术条件;第三方面是社会的需求。由于工业的高度发展和人口的大量增长,出现了许多全球性的人口、环境、资源、能源等问题。这些问题的解决都需要借助生态学的理论,因而生态学引起了社会各界的兴趣,从而刺激了现代生态学的发展。目前,生态学已深入到社会的各个领域,成为当今最重要的学科之一。

现代生态学的发展特点和趋势主要表现在以下几个方面:

(1)研究层次上向更宏观与微观的方向发展。传统的生态学以个体、种群、群落为主要研究对象,现代生态学已发展到生态系统、景观和全球水平。近几十年来,一系列国际研究计划大大促进了以生态系统生态学为基础的宏观生态学的发展。1964 年开始进行的“国际生物学计划”(International Biological Programme, IBP),主要研究自然生态系统结构、功能和生产力等。1972 年由联合国教科文组织正式通过的“人与生物圈计划”(Man and the Biosphere Programme, MAB),主要研究人类各种活动对生物圈各类生态系统的影响。1986 年的“国际地圈-生物圈计划”(International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP),目的在于了解控制整个地球生态系统的物理、化学和生物学作用过程以及人类活动对上述基本过程、变化的影响。特别是最近 20 年来,把生态系统的研究与全球变化联系起来,形成了全球生态学理论。现代生态学在向宏观方向发展的同时,在微观方向也取得了不少进展,20 世纪末分子生态学(molecular ecology)的产生是最重要的标志之一。分子生态学是以分子遗传为标志研究和解决生态学和进化问题的学科。用分子生态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。可见,现代生态学的研究层次已囊括了分子、基因、个体乃至整个生物圈与全球。

(2)研究手段不断更新。传统生态学侧重对研究对象的描述,R. Bracher(1934)在《生态学野外研究》一书中介绍的“一只生态学工具箱”就包括了当时生态学的全部工具。现代生态学研究已广泛应用野外自计电子仪器(测定光合、呼吸、蒸腾、水分状况、叶面积、生物量及微环境等)、同位素示踪(测定物质转移与物质循环等)、稳定同位素(用于生物进化、物质循环、全球变化等)、遥感与地理信息系统(用于时空现象的定量、定位与监测)、生态建模(从生态生理过程、斑块、种群、生态系统、景观到全球)等技术,这些技术支持了现代生态学的发展。特别值得指出的是,由于现代生态学要解决的是复杂的社会、资源、环境问题,传统的生态学研究方法(如直观描述、调查分析、数理统计、单项试验等)已不能满足要求,需要用系统的理论和方法去解决,于是产生了系统生态学,相应地就有了 J. Smith 的《生态学模型》(*Models in Ecology*)、H. T. Odum 的《系统生态学》(*Systems Ecology: an Introduction*)等代表性著作的问世。此外,电子计算机的出现为系统生态学的产生和发展提供了物质基础。系统

生态学的核心是生态模型,它与传统生态学模型的主要区别是变量很多,模型的变量很多是非线性的,需要通过计算机求解。

(3)应用生态学的迅速发展。自 20 世纪 60 年代以来,人口危机、能源危机、资源危机、环境危机等日益严重,而生态学被认为是解决这些危机的科学基础。生态学与人类环境问题的结合成为 70 年代后生态学的最重要研究领域,与人类生存密切相关的许多环境问题都成为现代生态研究的热点问题,生态学越来越融合于环境科学中。因此,研究人类活动下生态过程的变化已成为现代生态学的重要内容。如 H. Lieth 等人称生态学为“人类生存的科学”,E. P. Odum 在 1997 年出版的《生态学》一书以“自然与社会的桥梁”为副标题。由于生态学面临一些亟待解决的全球性生态问题,生态学的发展有围绕某一重大课题、组织全球性跨国联合研究的趋势。美国生态学会于 1991 年发表了关于可持续的生物圈倡议(sustainable biosphere initiative)的报告,提出以下三个方面是优先研究的领域:①全球变化(global change),包括气候、大气、陆地和水域变化的生态学原因和后果;②生物多样性(biodiversity),决定生物多样性的生态因子和生态学意义,全球性和区域性变化对生物多样性的影响;③可持续的生态系统(sustainable ecosystem),探讨可持续生态系统的生态学原理和策略以及受损生态系统的恢复与重建的原理和技术。

三、生态学的研究对象

Odum(1971)用“组织层次”(level of organization)或称为“生物学谱”(biological spectrum)的概念来表示生态学的研究对象。每个组织层次和其环境的相互作用组成了其独有的功能系统。过去生态学主要研究个体以上的层次,被认为是宏观生物学。但在 20 世纪 90 年代出现了分子生态学。可见,从分子到生物圈都是生态学的研究对象。

1. 个体生态学

个体生态学(autecology)以生物个体为研究对象,探讨生物与环境的关系,特别是生物体对环境的适应性及其机制。个体生态学的核心是生理生态学(physiological ecology)。

2. 种群生态学

种群生态学(population ecology)研究栖息在同一地区同种生物个体的集合体所具有的特性,包括种群的年龄组成、性比例、数量变动与调节等及其与环境的关系。动物种群生态学是 20 世纪 60 年代以前动物生态学的主流。研究种群生态学对保护和合理利用生物资源以及防治有害生物具有特别重要的意义。

3. 群落生态学

群落生态学(community ecology)研究栖息于同一地域中所有种群集合体的组合特性,它们之间及其与环境之间的相互关系、群落的形成与发展等。植物群落生态学是 20 世纪 60 年代以前植物生态学的主体。群落生态学对保护自然环境和生物多样性有重要指导意义。

4. 生态系统生态学

生态系统生态学(ecosystem ecology)主要研究生态系统的组成要素、结构与功能、发展与演替,以及人为影响与调控机制的生态科学。20 世纪 60 年代以后,由于出现全球的人口、环境、资源等威胁人类生存的挑战问题,生态系统研究成为生态学研究的主流。

5. 生物圈生态学

生物圈(biosphere)是指地球上全部生物和一切适合于生物栖息的场所,其范围包括大

气圈的下层、岩石圈的上层以及全部水圈和土圈。地球上所有生命都在这个“薄层”里生活,故称为生物圈。生物圈生态学(biosphere ecology)主要研究生命必需元素和重要污染物在大气、海洋、陆地之间的生物地球化学循环、海-气交换过程、陆-海相互作用、火山活动、太阳黑子活动、核污染对地球影响及其在全球变化中的作用等。生物圈生态学也称全球生态学(global ecology),它需要多学科、多部门配合来作综合性研究,也是至今为止尚未充分研究的最高组织层次的生态学。

四、生态学的分支学科

随着生态学的发展和应用范围的日益扩大,生态学出现越来越多的分支学科。

按照生物类群,生态学可分为动物生态学(animal ecology)、植物生态学(plant ecology)和微生物生态学(microbial ecology)等。生物的门类很多,所以还可以将它们划分为更小的单位,如动物生态学还可分为哺乳动物生态学(mammalian ecology)、鸟类生态学(avian ecology)、昆虫生态学(insect ecology)和鱼类生态学(fish ecology)等。

按照环境或栖息地的类型可分为陆地生态学(terrestrial ecology)、淡水生态学(freshwater ecology)和海洋生态学(marine ecology)。实际上它们还可划分为更小范围的生态学,如陆地生态学可再划分为森林生态学(forest ecology)、草原生态学(grassland ecology)和荒漠生态学(desert ecology)等。以上生态学分支按环境划分的基本原理是相同的,但不同环境中生物的种类组成、研究方法却有很大差别。

生态学的理论与人口、资源和环境等实际问题的结合,产生了应用生态学(applied ecology),它是研究人对生物圈的破坏机制及自然资源合理利用原则的科学。目前,应用生态学已发展成为独立的生态学分支学科,如环境生态学(environmental ecology)、农业生态学(agricultural ecology)、恢复生态学(restoration ecology)、污染生态学(pollution ecology)、自然资源生态学(ecology of natural resources)、人类生态学(human ecology)、城市生态学(city ecology)、持续发展生态学(sustainable ecology)、全球生态学(global ecology)等。

此外,生态学与其他学科的相互渗透,形成了一些新型的边缘学科,如数学生态学(mathematical ecology)、化学生态学(chemical ecology)和经济生态学(economical ecology)等。这些交叉学科对推动生态学的发展具有重要意义。例如,数学生态学应用数学模型,通过计算机运算,可以模拟复杂多变的自然界,了解各组分之间的定量关系和预测整个系统的发展。

第二节 环境生态学的定义、形成和发展

一、环境生态学的定义

环境生态学是环境科学与生态学之间的交叉学科,是生态学的重要应用学科之一。环境生态学(environmental ecology)是研究人为干扰下,生态系统内在的变化机理、规律和对人类的反效应,寻求受损生态系统恢复、重建和保护对策的科学,即运用生态学理论,阐明人与环境间的相互作用及解决环境问题的生态途径。所以,环境生态学不同于以研究生物与其生存环境之间相互关系为主的经典生态学;也不同于只研究污染物在生态系统中的行为规