



21世纪环境科学
ERSHIYISHIJIHUANJINGKEXUE

环境生物学

HUANJING SHENGWUXUE

段昌群 主编



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪环境科学

环境生物学

段昌群 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是面向 21 世纪环境科学系列教材之一。《环境生物学》主要探讨生物与受损环境之间的相互作用和调控机理。教材的理论体系是：受损环境对生物的影响，生物在受损环境中的变化和适应，生物监测和指示受损环境以及生物对环境质量改善。教材主要突出基础性和应用性，着眼于环境生物学领域中的主要概念、理论体系及其应用途径，同时将一些前沿领域和热点问题贯穿相关内容中，如全球变化中的生物学问题、污染全球化的长期生物学效应、生物入侵、转基因生物及生物安全问题等。

本教材主要适用对象是生态学、环境科学、环境工程及其他相关专业高年级本科生或研究生，也可供相关领域的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境生物学 / 段昌群主编. —北京：科学出版社，2004
21 世纪环境科学
ISBN 7-03-014201-2

I. 环... II. 段... III. 环境生物学-高等学校-教材
IV. X17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 084867 号

责任编辑：谭宏宇 / 责任校对：连秉亮
责任印制：刘 学 / 封面设计：木 子

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 9 月第 一 版 开本：B5(720×1000)

2004 年 9 月第一次印刷 印张：25 $\frac{3}{4}$

印数：1—3 500

字数：499 000

定价：45.00 元

环境生物学编委会

主 编 段昌群

副主编 吴学灿 张汉波 李 元

编 委 (按姓氏笔画为序)

刘嫦娥 张汉波 吴学灿 李 元

周世萍 周铭东 姜怡娇 段昌群

常学秀 雷冬梅

前 言

环境生物学是环境科学领域中最早出现的一个学科方向,也是国内开办环境科学和生态学专业的高校最早普遍开设的一门重要专业课。但是,无论在国内还是国外,针对环境生物学的教学内容如何设定争论颇多。事实上,环境生物学(Environmental Biology)从它诞生之日起,就有不同的理解,这些理解可以归纳为两类:一类认为环境生物学是研究污染条件下生物与环境之间的关系;另一类认为环境生物学是研究胁迫(stress)条件下生物与环境之间的关系。前者将环境生物学的学科内容局限得很小,所强调的环境是污染环境,研究内容与现行的污染生态学、生态毒理学差异不大;而后者将学科内容扩展得太大,因为胁迫环境本身既包含自然界本身的不利环境和极端环境,还涵盖人类干扰破坏产生的特殊生境,这样其涉及的内容几乎涵盖了生态学中的整个学科领域。正因为如此,现行的环境生物学教材内容组织、知识体系差异很大。教育部高等学校环境科学教学指导委员会十分关注这个问题,多次强调应根据国际学科主流公认的思想理论理顺内容,并组织编撰知识体系更为适中合理的高校教材。1998年以来,段昌群教授主持承担了国家基础科学教学与研究人才培养基地(云南大学基地点)的国家教改课程,开始较系统深入地研究和分析这个问题,把环境生物学的学科内涵整合集中到“生物与人为受损环境之间相互关系的科学”这个思想体系内,这里受损环境(damaged environments)指的是人类影响和干扰条件下变化了的环境,突出了研究范畴的独特性,以有别于其他相关学科。经多次讨论,并征求国内外环境生物学、生态学专家的意见得到了广泛的共识。

本书贯彻上述理念,由三个单元组成,它们既相关区别,又有机形成一个整体:一是受损环境对生物的影响,二是生物在受损环境中的变化和适应,三是生物监测指示受损环境 and 提高环境质量。教材主要突出基础性、前沿性和应用性,着眼于环境生物学的主要概念、主要理论体系及其应用途径,同时将当前一些前沿领域和热点问题贯穿其中,如全球变化中的生物学问题、污染全球化的长期生物学效应、生物入侵、转基因生物及生物安全问题等。

编写大纲 2001 年起草,经多次讨论修改,凡 6 稿。在这个过程中,盛连喜教授(东北师范大学)、熊治廷教授(武汉大学)、左玉辉教授(南京大学)、葛剑平教授(北京师范大学)、陶澍教授(北京大学)、姜汉侨教授和王焕校教授(云南大学)、Paul K. Chien 教授(美国旧金山大学)、Te-Hsiu Ma 教授(美国 Western Illinois University)给予了宝贵的支持,提出了很多建设性的意见。本书编写作为生态学

国家级重点学科和云南生物资源保护与利用国家重点实验室培育基地的建设内容,得到了校、院领导的高度重视,谨此一并致谢。

本书由段昌群教授主编,经多位学者共同执笔完成。初稿分工完成情况为:第一章、第二章由段昌群、姜怡娇编写,第三章由张汉波编写,第四章由何峰、周铭东、李健编写,第五章由侯永平、刘曦、施晓东编写,第六章由刘嫦娥、王海娟编写,第七章由段昌群、李元编写,第八章由周世萍、吴迪编写,第九章由徐晓勇、雷冬梅、吴学灿编写,第十章由常学秀编写,第十一章由张星梓编写,第十二章由吴学灿、李健编写。全书由段昌群统稿,姜怡娇负责文字和图文编排。胡斌、郭晓荣、肖炎波、葛洁、李琴、张莘、卿晓燕、高凯等参与了初稿的校阅工作。

本教材主要面对高等学校环境科学专业,也可供环境工程专业、生态学及生物学相关专业、地球科学相关专业以及农、林、水、医等专业使用。

我们尝试对环境生物学教学内容进行组织归纳,但限于水平、时间仓促,内容涉及面广、参编人员较多、统稿难度大等,教材中错误和疏漏一定不少,希望使用者提出宝贵意见(电子邮件请发给段昌群,地址为 chqduan@ynu.edu.cn),以便进一步修订和完善。

《环境生物学》编写组

2004年2月

目 录

前言

第一篇 导 论

第一章 绪论	3
第一节 环境生物学的定义和范畴	3
一、环境生物学的定义	3
二、环境生物学中的环境	4
第二节 环境生物学的任务	5
一、受损环境对生物的影响	5
二、生物对受损环境的响应	5
三、生物对受损环境的监测预警和改良恢复	6
第三节 环境生物学的研究内容和我国的优先研究领域	7
一、环境生物学的研究内容	7
二、我国环境生物学的优先研究领域	8
第四节 环境生物学的发展动态	10
一、环境生物学的学科发展	11
二、环境生物学的分支学科和相关的学科	16
思考题	17
推荐读物	17
第二章 生物与受损环境	18
第一节 自然环境和受损环境	18
一、自然环境	18
二、受损环境	20
第二节 受损环境的分析	22
一、干扰的强度	23
二、影响的范围和规模	25
三、作用速度和干扰频度	26
四、干扰持续的时间和干扰发生的时刻	26
第三节 生物与受损环境相互关系的综合分析	27
一、环境因子的综合作用	27

二、主导因子	27
三、积累效应	28
四、放大效应	29
五、滞后效应	30
六、适应组合	31
思考题	32
推荐读物	32
推荐访问的网站	32

第二篇 受损环境对生物的影响

第三章 污染物在生态系统中的行为	35
第一节 生物对污染物的吸收	36
一、生物吸收的机制	36
二、植物的吸收	39
三、动物的吸收	40
四、微生物的吸收	43
第二节 生物对污染物的转化和排出	46
一、生物转化	46
二、生物对污染物的排出	47
第三节 生物对污染物的积累	49
一、积累的生物过程	49
二、结合污染物的生物大分子	50
三、体内运输	53
四、污染物在生物体内的分布	54
五、超量积累植物	55
第四节 影响污染物在生态系统中行为的因素	56
一、生物因素	56
二、污染物因素	64
三、环境因素	69
第五节 生物放大	73
一、食物链和生物放大	73
二、影响生物放大的因素	74
思考题	76
推荐读物	76
第四章 污染物对生物的影响和毒害作用	77

第一节 污染物对生物的新陈代谢的影响	77
一、污染物对细胞膜的结构和功能的影响	77
二、污染物对植物新陈代谢的影响	80
三、污染物对动物新陈代谢的影响	84
四、污染物对微生物新陈代谢的影响	86
第二节 污染对生物生命活动的毒害作用	89
一、污染对植物正常生命活动的毒害作用	89
二、污染对动物生命活动的毒害作用	91
三、污染对微生物数量和种类的影响	92
第三节 污染对人群健康的影响	93
一、污染对人群健康影响概述	93
二、物理污染对人群健康的影响	94
三、化学污染对人类健康的影响	99
第四节 环境污染对生物后代的远期影响	106
一、污染物的致癌、致畸、致突变作用	106
二、环境激素及其毒害效应	110
三、污染对生物种质基因库的潜在影响	113
思考题	114
推荐读物	114
推荐访问的网址	114
第五章 生态退化及其对生物的影响	115
第一节 水土流失及其生态效应	115
一、水土流失的概念	116
二、水土流失的成因	119
三、水土流失的生态效应	125
第二节 土壤退化及其生态效应	130
一、土壤退化	130
二、退化原因	134
三、土壤退化的生态效应	139
第三节 生物多样性的丧失	144
一、生物多样性的概念	144
二、生物多样性丧失的成因	147
三、生物多样性丧失的影响	152
思考题	156
推荐读物	156

推荐访问的网站·····	157
第三篇 生物对受损环境的响应与适应	
第六章 生物在受损环境中的响应·····	161
第一节 生物对污染物的抗性·····	161
一、生物对污染物的拒绝吸收·····	162
二、生物对污染物的结合与钝化·····	165
三、生物对污染物的分解与转化·····	168
四、生物对污染物的隔离作用·····	172
五、污染条件下生物代谢方式的变化·····	173
六、生物的他感作用·····	173
第二节 生物入侵·····	175
一、生物入侵的概念·····	175
二、生物入侵的途径·····	177
三、生物入侵的危害·····	179
四、生物入侵的控制及长期策略·····	183
第三节 转基因生物的环境行为及生物安全·····	187
一、转基因生物的概念·····	187
二、转基因生物的环境行为·····	189
三、转基因生物的生物安全·····	193
思考题·····	199
推荐读物·····	199
第七章 全球变化及其对生物的影响·····	201
第一节 全球变化及其研究进展·····	201
一、全球气候变化·····	202
二、全球污染扩散及其效应·····	202
三、全球变化研究的重要科学问题·····	203
第二节 温室效应及其对生物的影响·····	204
一、温室效应的概念·····	204
二、温室效应的机理·····	205
三、温室效应的环境效应·····	208
四、温室效应对生物的影响·····	210
第三节 臭氧层衰减及其对生物的影响·····	211
一、臭氧层变化的趋势·····	212
二、臭氧层减薄与地表紫外辐射增强·····	213

三、紫外辐射增强对生物的影响	215
第四节 酸雨及其对生物的影响	222
一、酸雨的概念	222
二、酸雨对生物的影响	223
第五节 生物对长期污染适应与进化	227
一、生物对长期污染的适应	228
二、污染条件下生物的分化与微进化	237
三、生物对污染适应的代价	243
四、污染条件下生物的分化与进化趋势	245
思考题	246
推荐读物	247
 第四篇 生物监测与生物治理	
第八章 生物对受损环境的监测	251
第一节 生物监测概述	251
一、生物监测的基本概念	251
二、监测生物的选择	252
三、生物预警和监测环境变化的机理	253
第二节 生物对污染环境的监测与指示	256
一、形态结构监测	257
二、生理生化监测	259
三、体内污染物及其代谢产物监测	260
四、遗传毒理监测	261
五、分子标记	263
六、生物群落监测法	265
第三节 环境预警与生物监测	270
一、环境预警的概念和意义	271
二、生物监测在环境预警中的应用	272
三、生态监测	276
思考题	282
推荐读物	282
第九章 生态退化环境的生物修复	283
第一节 生物在水土流失防治中的作用	283
一、生物对水分的涵养	283
二、生物对土壤的改良	286

三、生物对土壤的固定和保持	290
第二节 生物在退化土地恢复中的作用	293
一、生物对土壤物理性质的影响	293
二、生物对土壤化学性质的影响	295
三、生物对土壤生物性质的影响	301
第三节 沙尘暴的生物防治	303
一、生物对小气候的改良作用	303
二、生物对旱区和半干旱区土壤的改良	306
三、生物对沙土的固定作用	310
第四节 湖泊生态功能的恢复重建	311
一、湖泊生态系统的特点	312
二、水生植被的恢复和重建	315
三、水生动物群落的恢复	321
四、湿地的恢复	324
思考题	328
推荐读物	329
第十章 污染环境的生物修复	330
第一节 概论	330
第二节 污染环境的生物修复及其机理	332
一、土壤重金属污染的生物修复	333
二、有机污染土壤的生物修复	342
第三节 污染环境生物修复的一般原则	345
思考题	347
推荐读物	347
第十一章 生物多样性的保护	348
第一节 生物多样性保护的一般原则	348
一、遗传多样性最大保护	348
二、最小有效种群	352
第二节 迁地保护	356
一、植物园	356
二、动物园	357
三、生物种质基因库	358
第三节 就地保护	359
一、保护区的规划	359
二、保护区的管理	362

三、保护区资源的合理利用	363
思考题	364
推荐读物	364
第十二章 环境生物学在环境影响评价中的应用	365
第一节 环境容量	365
一、环境容量概论	365
二、环境生物学原理在环境容量中的应用	367
三、环境容量在环境影响评价中的作用	368
第二节 珍稀濒危生物的优先保护	368
一、珍稀濒危程度的划分及其概念	368
二、物种濒危的机制及原因	370
三、珍稀濒危生物保护的优先性	372
四、环境影响评价中对珍稀濒危生物保护的规定	373
第三节 环境影响评价中的人群健康问题	374
一、概述	374
二、环境健康影响评价的指标和方法	375
三、环境对健康影响的预测	377
第四节 环境功能分区	377
一、基本概念	378
二、环境功能分区的原则和依据	378
三、环境功能分区的方法及其在环境影响评价中的应用	379
复习思考题	380
推荐读物	381
推荐访问的网站	381
参考文献	382
索 引	393

第一篇 导 论

第一章 绪 论

人类像地球上的其他任何生物一样,都需要从自然界中以植物和动物为对象获取生存和发展必需的物质原料,同时将自己的代谢产物以及不能被利用和利用不完全的物质放到自然界。当技术水平比较低、人口规模比较小、活动范围有限的时候,人类对生物界的影响都将在自然界可以接受的范围之内,即人类从自然界中获取的部分,自然生态系统可以较快地补充和更新,人类向自然界丢弃的废物也可以被分解,从而对整个自然界没有明显的影响和破坏,人类也只是自然界中的一个普通成员,依托自然界提供的物质条件而获得发展。随着科学技术的发展,人类对自然界的影响不断加强,从自然界中获得物质的速度远远高于自然界能够供给的能力,抛弃的废物自然界也不能完全分解和吸收,这样生态环境便日益恶化,环境污染不断发展,影响了自然界生物的生存和发展,进而也影响着人类自身。这就是环境问题的起源。

人类与其生存环境的矛盾自人类诞生之日起就存在,但环境问题是从小农业文明大规模发展以后形成的。当时主要通过毁林垦植、放牧等手段,使原始的森林和草原变为耕地和牧场,环境问题的主要表现是地表自然植被被人工植被所代替,而这些人工植被持水保土能力较低,从而导致严重的水土流失和自然生产力的下降。工业革命以后,随着采矿、冶炼和制造业的兴起,废水、废气、废渣“三废”问题日益凸现,环境问题又出现了新的格局。环境污染继生态破坏之后成为第二个重大环境问题。环境污染在 20 世纪 50 年代在发达国家表现得十分严重,经过半个多世纪以来的努力,发达国家的环境问题改观很快,而发展中国家面临沉重的发展压力,生态破坏和环境污染表现得都比较突出。

研究环境问题及其保护的科学体系就是环境科学。环境生物学是环境科学的一个分支学科,它主要探讨人类干扰和影响条件下生物与其所在环境之间的关系。当今世界上,几乎没有不被人类影响和干扰的环境,从而环境生物学的研究将为认识全球变化、生物多样性的保护、人群健康、地球生物圈的可持续发展提供科学支持和技术源头。

第一节 环境生物学的定义和范畴

一、环境生物学的定义

环境生物学(Environmental Biology)从它诞生之日起,就有不同的理解。这

些不同认识可以归纳为两类:一类认为环境生物学是研究污染条件下生物与环境之间的关系,所强调的环境是污染环境;另一类认为环境生物学是研究胁迫(stress)条件下生物与环境之间的关系,这种胁迫环境既可能是人类导致的,也可以是自然界本身就广泛存在的不利环境和极端环境。前者将环境生物学的研究框定得很小,后者将研究领域扩展得太大。环境生物学作为环境科学的一个重要研究领域,目前已经有了明确的研究范畴。

环境生物学是研究生物与人为受损环境之间的相互关系的科学。这里受损环境(damaged environment)指的是人类影响和干扰条件下变化了的环境;这里所说的关系主要强调3个方面:① 受损环境对生物的影响;② 生物在受损环境中的变化和适应;③ 如何利用生物监测指示受损环境和改善环境质量。

二、环境生物学中的环境

环境(environment)是生态学和环境科学中的重要概念。任何从事相关领域学习和研究的人员都必须对这个概念有一个清晰的认识。

任何一个讨论与环境有关的问题,都离不开与之相对应的主体。环境是相对于中心事物(主体)而言的背景,所有与主体相关的外界因素的总和即构成了该主体的环境。

主体不同,环境所包涵的对象也不同。当讨论植物时,除了植物以外的其他生物(包括人类)和非生物因素都是植物的环境;而当讨论某一个植物时,除了该植物个体以外的其他植物和其他所有生物,以及非生物因素都是该植物的环境;当讨论一个生态系统时,生态系统内所有的生物和非生物无机环境都是生态系统这个主体的本身,而系统以外的各种因素才构成该生态系统的环境。

任何一种生物的环境都有大小之分。虽然客观上特定生物主体以外的因素都是该生物的环境,但往往根据研究工作的需要,主要关注对生物影响作用较直接、影响程度较大的环境因素,或者根据研究工作的特点,主要讨论其中几个关联程度较高的环境因素。

生态学也讨论环境问题,它研究的主体往往是自然界中的生物,相应地,环境指的是与生物相关的各类因素的总和。这时人类往往作为其中的一个因素,成为其研究环境成分的一个内容。

人类是环境科学中的主体,人类以外的各种因素成为其环境。这时,地球表面与人类发生相互作用的自然要素及其总体构成人类环境,它是人类生存和发展的基础,也是人类开发利用的对象。不仅如此,环境科学主要强调的是人类生存和发展所依赖的环境,而且核心是讨论在人类干扰和破坏作用下出现的受损环境。受损环境主要包括两大类型:污染的环境和生态退化的环境。