



世纪高等教育环境工程系列规划教材

环境生态学

赵晓光 石辉○主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

X171/5

2007

21 世纪高等教育环境工程系列规划教材

环 境 生 态 学

主 编 赵晓光 石 辉
参 编 张建强 袁建立 贾锐鱼
刘萍萍 吕俊杰
主 审 王 刚



机 械 工 业 出 版 社

本书较全面、系统地阐述了环境生态学及相应生态技术。全书共 12 章, 主要内容包括: 绪论、生物与环境、生物圈中的生命系统、生态系统生态学、生态系统的干扰与恢复、水土污染与环境生态学、生态系统的服务功能、生态监测、生态工程设计、城市生态环境保护工程、生态系统管理、生态设计工程案例剖析。书中列举了较多典型的实例和相关的技术措施, 有助于读者了解、学习、掌握有关环境生态学原理及有关环境生态工程的技术与手段, 并能够在实际中加以应用。

本书可作为高等学校环境科学、环境工程、生态学、农学、林业与园林专业的本科生及研究生的教材, 也可以作为从事生态、环保、农林方面的科技工作者、技术人员和管理干部的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

环境生态学/赵晓光, 石辉主编. —北京: 机械工业出版社, 2007. 8
(21 世纪高等教育环境工程系列规划教材)

ISBN 978-7-111-21827-2

I. 环… II. ①赵… ②石… III. 环境生态学—高等学校—教材
IV. X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 100718 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 马军平 版式设计: 霍永明 责任校对: 陈立辉

封面设计: 王伟光 责任印制: 李 妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 16 印张 · 393 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-21827-2

定价: 26.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379720

封面无防伪标均为盗版

前 言

环境生态学是运用生态学原理,保护和合理利用自然资源,治理受污染和破坏的生态环境,恢复和重建受损的生态系统,使环境保护和经济发展相协调,满足人类生存发展需要的科学。环境生态学是一门新兴的渗透性很强的边缘学科,既是环境科学的分支又是生态学的分支。随着当前环境问题的越来越突出,环境生态学成为热点学科之一。

环境生态学是高等学校环境科学与工程专业的—门重要专业基础课,同时也是城乡规划和矿山工程等专业的选修课,目前越来越多的工科专业也将其列入选修课之列。编者在多年教学研究的基础上,通过总结教学过程中先进成果,采纳国内外各种环境生态学教材之长,结合非生态学专业强调应用的特点,编写了本书,在教材中体现了系统性、先进性和实用性。

本书较全面、系统地阐述了环境生态学及相应生态技术。全书共分12章。第1~4章是生态学基础,第1章介绍了环境生态学原理、发展史、人类与环境的关系,第2章介绍了生物与环境的关系,第3章介绍了生物圈中的生命系统,第4章介绍生态系统理论和主要的生态系统类型;第5~8章以应用生态学为主,第5章介绍了生态系统的干扰与恢复,第6章介绍了水土环境污染与污染生态学基本理论,第7章介绍了生态系统的服务功能,第8章介绍了生态监测;第9~11章为生态工程和生态管理。第9章介绍了生态工程的基本理论和几种主要的生态工程,第10章重点论述城市生态环境保护工程。第11章介绍了生态系统管理的基本理论与方法;第12章为生态工程设计案例。

本书的第1章由西安科技大学赵晓光教授编写;第2章由西安交通大学刘萍萍博士编写;第3章由兰州大学袁建立副教授编写;第4、5章由西安科技大学贾锐鱼副教授编写;第6章由中国科学院南京土壤研究所吕俊杰博士编写;第7章由西安建筑科技大学石辉教授编写;第8章由西安科技大学赵晓光教授、贾锐鱼副教授编写;第9、10章由西南交通大学张建强教授编写;第11章由西安建筑科技大学石辉教授编写;第12章的生态工程设计案例剖析由西安科技大学赵晓光教授、西安建筑科技大学石辉教授共同收集编写。全书由赵晓光教授

和石辉教授统稿。

本书力求体现既具有一定的理论深度又具有较强的实用性，作为高等学校环境科学、环境工程、城乡规划、矿山环境保护等专业本科生及研究生教材，也可以作为从事生态保护、水土保持、环境保护、农林方面的科技工作者、技术人员和管理干部学习参考。

承蒙兰州大学王刚教授对编写大纲进行了审定和把握，并对本书初稿编写进行了认真的指导和修改，在此深表感谢。对于书中采用的文献资料的作者和单位，表示诚挚的谢意。

尽管本书在编写时注重系统性、先进性和实用性，力求做到体系新、内容性、观念新，强调理论与实际相结合，但由于编者水平所限，未必达到了预期的结果，衷心希望读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

第 1 章 绪论	1
1.1 环境问题及其由来	1
1.2 环境生态学在解决环境问题中的作用	4
1.3 环境生态学的定义、研究内容和任务	6
思考题	9
推荐阅读文献	9
第 2 章 生物与环境	11
2.1 地球上的生物	11
2.2 环境的概念及其类型	14
2.3 主要环境因子的生态作用	17
2.4 生态因子作用的规律	30
思考题	36
推荐阅读文献	36
第 3 章 生物圈中的生命系统	37
3.1 生命系统的层次	37
3.2 生物种群的特征及动态	38
3.3 种群关系	42
3.4 生物群落	47
思考题	54
推荐阅读文献	54
第 4 章 生态系统生态学	55
4.1 生态系统的基本结构和特征	55
4.2 生态系统的基本功能与生态平衡	58
4.3 世界主要生态系统类型	70
思考题	80
推荐阅读文献	80
第 5 章 生态系统的干扰与恢复	81
5.1 干扰与干扰生态学	81
5.2 退化受损生态系统成因、类型及其特征	86
5.3 恢复生态学及其基本理论	91
5.4 受损生态系统的恢复技术与实践	96
思考题	99
推荐阅读文献	99

第 6 章 水土环境污染与污染

生态学	100
6.1 环境污染物与毒物	100
6.2 环境污染物在水环境中的迁移和转化	103
6.3 环境污染物在土壤环境中的迁移和转化	105
6.4 水土污染的生态化处理	108
思考题	113
推荐阅读文献	113

第 7 章 生态系统的服务功能

7.1 生态系统服务的定义与研究进展	115
7.2 生态系统服务功能的主要内容	118
7.3 生态系统服务功能价值及其评估	121
7.4 生态系统服务的功能价值	128
7.5 生态系统服务研究展望	131
思考题	131
推荐阅读文献	132

第 8 章 生态监测

8.1 生态监测的概念和理论依据	133
8.2 野外生态监测的基本方法	138
8.3 水污染的生态监测	147
思考题	150
推荐阅读文献	150

第 9 章 生态工程设计

9.1 生态工程的概念与特点	152
9.2 生态工程的基本理论	153
9.3 城市生态园林工程	157
9.4 道路绿化工程	162
9.5 建设项目生态工程设计	164
9.6 环境脆弱地区生态工程建设	170
思考题	176
推荐阅读文献	177

第 10 章 城市生态环境保护工程

10.1 城市生态系统结构与功能	178
------------------------	-----

10.2 城市景观及其演变	182	思考题	221
10.3 城市生态系统调控与生态环境保护	188	推荐阅读文献	221
10.4 生态城市建设的理论与实践	192	第 12 章 生态设计工程案例剖析	222
思考题	199	12.1 永宁公园生态设计	224
推荐阅读文献	199	12.2 德国巴伐利亚州环保部新楼	234
第 11 章 生态系统管理	201	12.3 牡丹江市生态公园之文化主题 公园设计方案	237
11.1 生态系统管理的内涵	201	12.4 美国圣保罗市安姆斯湖计划、 英国伦敦湿地中心和中国成都 活水公园	239
11.2 生态系统管理的内容及途径	204	推荐阅读文献	244
11.3 生态影响评价	209	参考文献	245
11.4 生态规划	214		
11.5 产业生态学与生态工业园	217		

第 1 章

绪 论

1.1 环境问题及其由来

伴随着历史的进程,人类进入了新的世纪,新世纪迎接人类的见面礼是粮食、能源、资源和环境等问题更加严峻;“温室效应”引起的全球气候变暖可能在下个世纪初使海平面升高 0.2~1.65m,这足以使居住在沿海的几亿人口受到威胁;南极上空臭氧空洞在逐年加大,北极的臭氧层也在迅速被破坏,这将使对人类健康和生物构成危害的紫外线直射地球表面的强度增加;20 世纪 80 年代严重干旱蹂躏着非洲大地,100 多万人被饿死,3500 万人在饥饿中挣扎;1988 年,持续的高温折磨着美国,飓风席卷了加勒比海地区,无情的洪水使孟加拉国损失严重,亚美尼亚大地震造成了数万人丧生。虽然自然灾害自古有之,但科学家研究表明,上述涉及到人类生存的重大问题有许多正是人类自己造成的恶果。自然灾害暂且不说,对人类生存将构成极大威胁的全球性重大环境问题,无疑都与人类自身活动有关。

所谓环境问题,是指人类为其自身生存和发展,在利用和改造自然界的进程中,对自然环境破坏和污染所产生的危害人类生存的各种负反馈效应。究其原因,它可分为两大类,一是不合理地开发和利用资源而对自然环境的破坏以及由此所产生的各种生态效应,即通常所说的生态破坏问题;二是因工农业发展和人类生活所造成的污染,即环境污染问题。在有的地区,环境问题可能以某一类为主,但在更多的地区却是两类问题同时存在。这正是当今环境问题难以解决的原因之一。

1.1.1 环境问题的产生及发展过程

环境质量的恶化是渐变的。毫无疑问,自有人类以来就产生和存在着环境问题。在靠采集和狩猎为主要谋生手段的时期,人类的过度采集和狩猎就曾对许多物种的数量和生存造成一定破坏。当然,那时的环境问题还是局部的、暂时的,大多数破坏并没有影响自然生态系统的恢复能力和正常功能。

新石器时期产生了原始农、牧业,使人类摆脱了靠采集、狩猎和迁徙维持生存的局面,人类社会进入了“刀耕火种”的时代。这无疑是人类改造大自然取得的一个伟大胜利,对于人类的发展起到了重要作用。但也正是从这时开始,人类大面积地砍伐森林,开垦土地和草原。落后的生产技术使人类不得不采取刀耕火种——弃耕的耕作方式。随着人口数量的增加,由这种耕作方式引发的生态环境问题开始出现,有的至今尚可见到。被称之为中华民族

摇篮的黄河流域，到近代已变得千沟万壑，到处为荒山秃岭就是一个典型的例子。

18 世纪后半叶开始，以蒸汽机广泛应用及由此而推动的炼铁业、机器制造业和采矿业迅速发展为标志，人类进入了蒸汽机时代，或称之为第一次产业革命。这是人类发展历程上的一次重要转折，许多国家在这个时期由农业社会过渡到了工业社会，生产力得到空前的发展。纺织、化工、铸造等行业迅速兴起，林立的烟囱成为工业发达和经济繁荣的象征，煤炭成为工业和交通的主要能源。据统计，1870 年全世界的煤产量为 2.5 亿 t，到 1915 年增加为 13.4 亿 t，45 年间增长了 5 倍之多。煤的大量燃烧使大气遭到了严重污染。蒸汽机故乡的伦敦市，在 1873 年到 1892 年间，先后多次发生严重的煤烟污染事件，夺去了上千人的生命。与工业化过程伴生的“城市化”对水源的污染也相当惊人，“把一切水都变成了臭气冲天的污水”。矿山的开采把大地挖得满目疮痍。工业社会环境污染和生物资源利用所出现的问题，已经达到了与从前根本不同的新水平。这个时期环境问题主要表现是工业污染。但由于经济发展的不平衡，从全球角度看，危害还是局部的或区域性的，加之有些污染和生态破坏的危害在时间上具有时滞效应，当时的环境问题还没有引起大多数人的高度注意和重视。

19 世纪 30 年代以后，电动机的产生，电能的利用以及汽车和飞机的相继问世，形成了第二次产业革命，人类进入了电气时代。尤其是 20 世纪两次世界大战的爆发，刺激了工业和科学技术的发展。电力、石油、化学工业、汽车、造船和飞机制造等工业开始在世界经济中占据主导地位。这些产业结构的特点是，生产过程需要消耗大量的矿物质。而产品的消耗和使用又需消耗大量的能源，从而使这次产业革命对自然资源的利用和开发达到了空前的程度。20 世纪 60 年代后，化学工业，尤其是有机化学工业又迅速崛起，合成了大量的化学物质以替代某些天然物质，使现代社会与自然环境间发生的大规模的物质交换及其所带来的各种不良的后效应，成为这个时期主要环境问题的根源。一方面，大规模的开发严重破坏了生态系统乃至生物圈的结构和功能，降低了其缓冲能力和自净能力。另一方面大量的人工合成的各类化合物，包括各种有毒物质和废弃物源源不断地进入环境。这不仅使原有的工业污染范围扩展，而且过去潜在的污染危害与新的污染共同酿成了社会性公害的发生。从 20 世纪 30 年代比利时马斯河谷事件开始，震惊全世界的污染公害相继发生。在工业发达国家里，大气、水体、土壤以及农药、噪声和核辐射等污染，在这个时期都达到了十分严重的程度，对人民生活 and 经济发展构成了严重的威胁。人类第一次感觉到自身的生存安全受到了挑战。

20 世纪 60 年代后，首先是西方工业发达国家的人民群众发出了“保护环境、防治污染”的强烈呼声，各界人士纷纷走向街头，要求本国政府采取有效措施治理日益严重的环境污染，掀起了声势浩大的“环境运动”。“环境运动”的兴起在人类发展史上具有深刻的意义。正如 M. K. 托尔巴博士所说：“决定我们这个星球上的生命能否维持其完整性并得到保护的是公众的舆论这种集体力量，即世界大家庭对环境问题的共同呼声。大众对环境问题的关注已形成一股强大的动力，促使‘联合国人类环境会议’的召开和联合国环境规划署的成立。”在这股强大动力的影响下，联合国制定了保护人类生存环境的一系列计划，并逐步付诸实施，各国政府环境保护机构相继成立。“地球的危机就是人类自身的危机”，“保护全球生态环境是全人类的共同责任”，这已成为世界各国人民的共识。“在不危害后代人满足其需要的前提下，寻求满足我们当代人需要和愿望”的“持续发展”（sustained development）的新观念已被普遍接受。正是基于这种变化，有人认为，1988 年是地球环境和公众环境意识发生划时代变化的一年，它预告一个环境时代的来临。

1.1.2 全球性主要环境问题

全球环境问题的相互联系和相互制约,使人类所面临的各种环境问题构成了一个复杂的环境问题群(groups of environmental problems),臭氧层破坏、温室效应和酸雨这三个环境问题在整个环境问题群中占有极其重要的位置(图 1-1),因而被认为是三大全球性环境问题,剖析这三大环境问题的形成、发展和危害,不仅有助于认识人类所面临的各种环境问题的严重性,增强保护环境和解决环境问题的紧迫感和责任感,而且有助于对环境生态学研究内容和学科任务的了解。

当前人类面临的主要问题有:人口问题、资源问题、环境污染问题和生态破坏问题。这些问题相互联系、相互影响,成为当今世界环境科学及其学科关注的热点。

(1) 人口问题 人口的急剧增加是当前环境问题的首要问题。随着人口的增加、生产规模需要扩大,所需的生、活资料就要急剧增加,排放的废物也就相应增加,环境污染随之加重。人口增加,人类活动空间扩大,对自然系统的影响就要增强。人口急剧增加超过环境的合理承载能力,环境污染和生态破坏就会加剧。

(2) 资源问题 自然资源是人类生存和发展不可缺少的物质条件。随着人口增加对资源需求的与日俱增,有限的资源已使人类面临资源匮乏的危机。森林资源的减少、土地资源的缩小和退化、淡水资源的短缺,已经成为许多国家经济发展和人类生存的重大问题。

(3) 环境污染 环境污染是由于人类活动所引起的环境质量下降而有害于人类及其他生物的生存和发展的现象,是由于资源的不合理利用而使有用的资源过多地变为废物进入环境而造成危害。温室气体过量排放引起的气候变暖、酸雨、臭氧层破坏和有毒化学品的污染已经成为全球性的重要环境问题。在过去的 100 年中,全球平均气温上升了 $0.3 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$,随着温室气体含量的进一步增加,这种趋势还将继续,并对全球环境产生严重影响。酸雨和环境酸化问题一直处于扩展状态,影响地域由局部发展到跨国范围,发生区域已从工业发达国家扩大到发展中国家。我国的西南地区已成为与欧洲、北美并列的三大酸雨区之一。

(4) 生态破坏 生态破坏是由于对自然资源的不合理开发和利用引起的。目前,以森林生态功能降低、生物多样性减少、耕地资源的损失和破坏为代表的生态破坏形势十分严峻。以土地荒漠化、水土流失、盐碱化、潜育化为主的土地退化规模不断扩大,耕地的丧失和破

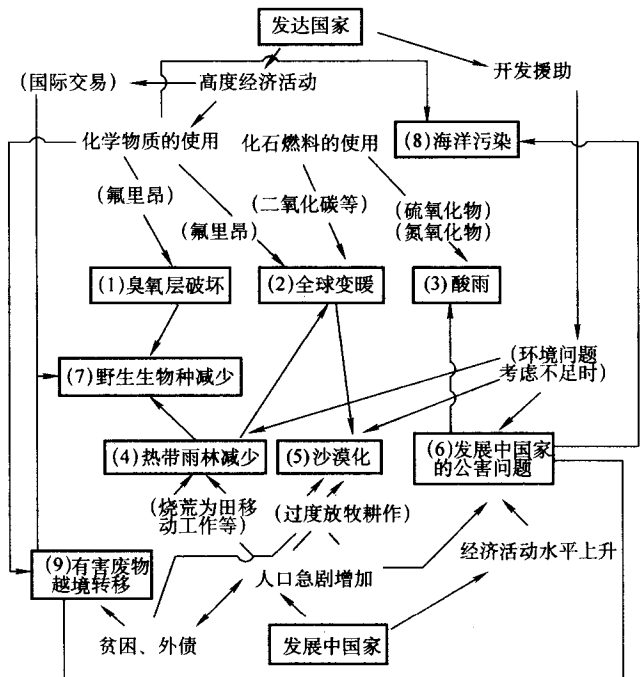


图 1-1 全球环境问题群简图(引自: Hikali Kobayasi, 1989 年)

坏使人地矛盾愈加突出。森林生态功能衰退,引起了干旱、洪涝灾害不断加剧。

以上情况说明,当前人类所面临的全球性重大环境问题无一不与人类的活动密切相关。环境问题的实质是由于人类活动超过了环境的承受能力,对其所依赖的自然生态系统的结构和功能产生了破坏作用,导致与生存环境的不协调。因此,对人类所赖以生存的自然生态系统结构与功能的充分了解,以及对人与自然生态系统之间的物质和能量交换的分析,是认识和解决环境问题的关键。可见,环境生态学是随着环境问题的产生和人类对环境问题的关注及寻求调节人类与环境之间协调发展的途径而产生的。

1.2 环境生态学在解决环境问题中的作用

1.2.1 环境问题的关键

诸多环境问题中,当前人类面临的三大难题均与环境直接或间接存在关系。

(1) 环境污染 如工业三废“废气、废水、废渣”,农药和放射性物质污染,从登上月球后拍摄的照片看,地球上已无处不被污染。二氧化碳排放,温室效应使气温升高,海平面升高。人类环境的前途如何?真是令人不堪设想。

(2) 人口爆炸 马尔萨斯的“人口论”具有一定的现实性。

(3) 资源短缺 土地资源、农用耕地日减,水资源尤其是淡水资源日趋紧张,污染和浪费严重,能源、森林等资源不足,生物资源种量日减。在地球 35 亿年的生命里曾出现过海量物种,现在可能仅存在千分之几。与两亿年前二叠纪末相比,海洋生物种数减少了 90%。

人类出现后,物种灭绝加速,目前人类影响已达自然灭绝速率的 1000 倍以上。目前地球上的物种估计 500~3000 万种,已定名的有 140~170 万种;已定名种中,鸟兽、爬行类、两栖类和鱼类的 80%,高等植物的 85%,昆虫的 5%~50% (300~3000 万种) 面临灭绝。物种灭绝和多样性减少的后果使物种的使用价值、间接价值、潜在价值和存在价值丧失殆尽。

1.2.2 环境生态学在解决环境问题中的作用

环境问题的历史回顾和“环境运动”的兴起,可使我们得到许多启示,对于寻求解决当今环境问题的途径,恢复和重建生态平衡,协调人与自然的关系等均有益处。

1. 环境是人类生存所依赖的资源库

自从环境科学兴起后,对于环境的定义众说纷纭。从其功能和作用的角度看,所谓环境就是人类或生物生存所需要的条件和各种物质资源的总和,即相对于某一中心体的全部客体及其相互关系。所以, E. 奥德姆认为,环境的能力并不是无限的“供应仓库和生存空间”(supply depot and living space)。这样定义的环境,无论对环境生态问题实质的理论认识,还是对环境生态问题的实际解决都是有益的。

从生态学的角度看,人类诞生以来作为中心体与自然界客体及其相互关系之间发生了各种联系,但首先是表现为对食物的需要,而食物就是环境的组成成分。采集和狩猎是人类索取资源(食物)的方式,是主、客体之间发生关系的具体形式。到了农业社会,生活相对稳定下来,人类衣食住行所需要的也是环境的组成成分。即使近代,随着工业革命的兴起和发

展,人类也没有摆脱对环境的这种依赖关系。实际上,近代和现代意义上的工业,就是以机器体系作为劳动手段采挖自然物质资源和对这些原料及农产品等原料进行加工的社会生产部门。人类社会通过一系列的劳动加工,把周围环境里的自然资源最终转化为生产资料或生活资料,以满足人类社会生存和发展的需要。没有环境资源这个物质基础,哪一种工业的再生产都将无法进行。只是由于形式的变化,一些人往往忽视了这一点。例如,合成纤维的生产在一定程度上替代了棉织品,但化纤生产所需要的一切原料也是环境的组成。自然生态系统的许多产品至今在人类的生活中仍占有很大的比例。人们所喜食的各种食物,医药上所需要的一些原料都是取自生态系统。森林不仅为人类提供所需要的大量木材,而且通过光合作用吸收了大量的 CO_2 , 释放人类和动物所需的氧气,调节气候,并为动物提供适宜的生存和维持着生物圈的正常功能。现在,人类感到自身的生存受到威胁,其中的原因之一就是,认识到了有些资源在枯竭,物质基础受到了破坏。其他生物也是如此,植物要生长,与其客体及相互关系即植物与环境的关系,也是对资源的需求关系,它要从土壤中得到水分和养分,从太阳辐射获得能量。

2. 环境问题的产生是人类社会发展的产物

人类或生物与其环境的关系,实际上是一种依赖和相互制约的关系。人类要生存发展,生物要保证种族延续,所需要的条件和物质都只能从各自的环境中获得。人口种群的增长需要更多的粮食,而粮食的增长只能是在提高现有耕地单位产量的同时相应地扩大可耕面积,这必然要砍伐森林或开垦草原,而这将意味着破坏许多动物的生存,消灭许多植物种群,减少生态多样性并引起生态系统一系列生态关系的改变。再如,电力工业或其他工业的发展,即使采取一些环保措施,也不可避免地要加重一些区域内的大气污染。可见,人类现在所面临的各种环境问题的产生并非人类的本意,它是伴随着人口的增长和生产力的发展而产生的。人类今后在开发和利用自然资源或改变一些生态关系前,要进行充分的科学论证。当前,抛弃“人是自然界的主宰者”的旧观念,树立“人也是自然界一员”的新观念是很重要的。环境是资源库,但其中的资源并非都是“取之不尽,用之不竭”的,适度开发和永续利用才是科学和明智的。

3. 人类面临的环境问题是相互联系相互制约的

同生命系统一样,环境系统也是一个相互联系、相互制约的统一体,整个生物圈就是一个生命巨人。大气的严重污染引起温室效应、臭氧层破坏和酸雨的形成,而后三者对生命系统的损伤降低了生物圈的自净功能,使大气污染的程度更加严重,形成恶性循环。全球生态环境的恶化,正是局部生态环境破坏效应叠加的结果,是量变引起的质变;同理,局部生态环境的改善将是全球生态环境质量好转的基础。因此,保护生态环境是全人类的义务和责任。尤其对全球生态环境造成很大影响的工业发达国家,更应主动地在这方面多承担些义务。

环境系统的统一和相互制约关系,还表现在客体对主体需求的提供并不是无偿的。主体的“索取”应该与对客体的“偿还”实现等价,否则就是生态平衡失调,就随之产生相应的生态环境问题。人类对地下水的利用应该与地下水的补充量相等,不然就会造成地下水位的下降,甚至形成“漏斗”。植物生长从土壤中“索取”营养物质,应该以残体或其他形式归还给土壤。否则就会造成土壤生态系统有机质含量下降、结构破坏并导致土壤的贫瘠。

人类所面临的各种环境问题也是相互联系的,它们交织在一起增加了问题解决的难度。

从环境问题的历史回顾可看到,人类对环境的破坏首先是始于对生物资源的利用和开发,其结果是局部生态环境恶化,生物圈中生命成分急剧减少。现代工业的兴起和发展造成的污染,使各类生态系统的结构受损、功能衰退,从而加重了其他环境问题的危害作用程度。森林的砍伐加重了水土流失和沙漠化;种群适宜空间的缩小,加速了物种灭绝的速度;对水体的污染危害着鱼类的繁殖和生长;为获得农业丰产不得不向土壤中施用大量的化肥和农药,从而导致了土壤的污染。然而,土壤的污染和结构的破坏反过来又在限制着粮食产量的提高。所以,生态环境的恶化成为各种环境问题的焦点,生物圈中生命成分既是环境污染危害的对象,同时它们又是环境污染危害程度的调节者。人类要保护环境,恢复生态平衡,首先就应该保护生物资源,重视生命成分在维持生物圈正常运行中的地位和作用。从增强生态系统自净能力和稳定性为出发点和着眼点来考虑各种措施和途径。

4. 环境问题发展和变化的关键是人类

人口问题过去是,今后仍是制约各类环境问题发展趋势的关键。人类要生存和发展,就得需要粮食、能源、资源,就得发展工业、农业和其他经济活动。但人类又不完全等同于其他生物,人类具有自我控制能力,掌握着发达的科学技术,能够主动调节与自然界的联系并使之和谐。因此,对人类当前所面临的各种环境问题,采取盲目乐观的态度不行,采取悲观失望的态度也不对。当前世界各国都积极采取措施保护生态环境,国际间的环境保护工作也已展开。自然保护区的建立、濒危物种的抢救、大面积的植树造林、保护臭氧层的国际公约以及生态工程的兴起都是鼓舞人心的有效对策。可以肯定,只要全人类重视现实,积极采取措施,全球环境问题的逐渐改善和解决是大有希望的。人类破坏了自身生存的环境,也同样有能力恢复和重建它。

由此可见,环境生态学在解决环境问题中担当了不可或缺的角色,其作用的发挥正是环境生态学研究解决的问题。

1.3 环境生态学的定义、研究内容和任务

1.3.1 生态学

环境生态学的基本理论来自于生态学(ecology),生态学是研究生物与其环境之间相互关系的科学。“ecology”来自希腊文“oikos”(住所,栖息地)和“logos”(学问,研究),亦即生态学在创建之初就表达为研究生物有机体与其栖息场所之间相互关系的科学。上述生态学的定义是德国生物学家赫克尔(Haeckel, 1866年)首先提出的。这是生态学至今最为全面的定义。但是首先使用“Ecology”一词学者是亨利梭罗(Henry Thoreau, 1858年)。随着生态学的发展,一些生态学家认为上述定义过于广泛而提出了自己的看法。英国生态学家埃尔顿(Charles Elton, 1927年)认为生态学是科学的自然史;前苏联的克什卡洛夫(Кашкаров, 1945年)认为生态学是研究生物的形态、生理和行为上的适应性的科学;澳大利亚的安德列沃斯(Andrewartha, 1954年)认为生态学是研究有机体的分布和多度的科学;加拿大生态学家克雷布斯(Krebs, 1972年, 1978年, 1985年)认为生态学是研究决定有机体的分布与多度的相互作用的科学。著名的现代生态学家,美国的奥德姆(Odum, E)在生态学经典著作《生态学基础》(Fundamentals of Ecology, 1971年)中指出,生态

学是研究生态系统的结构与功能的科学。我国生态学家认为生态学是研究生命系统和环境系统相互关系的科学。

传统的生态学要在有机体 (organism)、种群 (population)、群落 (community) 和生态系统 (ecosystem) 水平上探索生命系统的奥秘。因此, 生态学是以生物个体、种群、群落和生态系统甚至是生物圈 (biosphere) 作为它的研究对象。种群是在一定空间中同种个体的集合; 种群具有空间、数量和遗传三个基本特征。种群是物种存在的基本单位。群落是在一定区域或一定生境里各个生物种群相互松散结合的一种结构单位, 即群落是指同一生境中彼此影响着的多种生物种群的集合体。生物群落与其环境之间由于不断地进行物质循环和能量流动过程而形成的统一整体就是生态系统。生物圈则是指地球表面有生命的部分, 包括三个组成部分, 即大气、水域和陆地。

目前, 生态学按其研究的生命体的水平可分为个体生态学 (autecology) 或生理生态学, 主要研究生物的个体发育与环境的相互关系; 种群生态学 (population ecology), 主要研究同种个体组成的种群与环境的相互关系; 群落生态学 (community ecology) 主要研究群落的结构与功能、形成和发展方面与环境间的相互关系; 生态系统学 (ecosystem ecology) 主要研究由群落与其周围理化环境构成的生态系统的结构与功能、系统的平衡与调控机制。

1.3.2 环境生态学的定义

环境生态学 (environmental ecology) 是指以生态学的基本原理为理论基础, 结合系统科学、物理学、化学、仪器分析、环境科学等学科的研究成果, 研究生物与受人干预的环境相互之间的关系及其规律性的一门科学。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, 寻求受损生态系统的恢复、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律和危害的污染生态学研究社会生态系统结构、功能、演化机制以及人的个体和组织与周围自然、社会环境相互作用的社会生态学。它解决的是环境污染和生态破坏这两类环境问题的学科。从学科发展上看, 环境生态学的理论基础是生态学, 它由生态学分支而来, 但同时又不同于生态学。

1.3.3 环境生态学的形成与发展

在科学发展史中, 一门科学的诞生往往源自人类为了解决某一类实际问题的需要。环境生态学也不例外, 它是在人类面临越来越严峻的当代环境问题, 人类以及地球上生物的生存受到越来越严重威胁的历史背景下产生的。

人类是环境的产物, 又是环境的改造者。人类在同自然界的斗争中, 运用自己的智慧, 不断地改造自然, 创造新的生存条件。然而, 由于人类认识自然的能力和科学技术水平的限制, 在改造环境的过程中, 往往会产生意想不到的后果, 造成环境的污染和破坏。从 18 世纪后半叶开始的第一次工业革命, 到 19 世纪电的发明使人类进入第二次工业革命的电气化时代, 特别是第二次世界大战以后社会生产力突飞猛进。20 世纪 60 年代后化学工业的迅速

发展,合成并投入使用大量自然界中不存在的化学物质(如各种农药等),进一步加剧了环境质量的恶化。人口大幅度增长、森林过度砍伐、水土流失加剧、荒漠化面积扩大、土地盐碱化等都向人类生存和经济发展提出了严峻的挑战。人类首次感觉到环境问题已成为关系到自身生存的重大问题。

从20世纪60年代开始,西方发达国家公众的环境意识日益强烈,展开了声势浩大的环境运动,要求政府采取有效手段治理日益严重的环境污染。罗马俱乐部发表了著名的《增长的极限》研究报告。1972年,联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开人类环境会议,通过了《联合国人类环境会议宣言》。1980年3月5日,国际自然及自然资源保护联合会公布了《世界自然资源保护大纲》。这些会议和活动表明环境问题已成为当代世界上一个重大的社会、经济、技术问题。特别是随着社会、经济的发展,环境污染正以一种新的形态在发展,联合国人类环境会议后,世界上发生的重大而有代表性的公害事件有三大类共十件,有人称其为新的十大公害事件。生态破坏的规模和范围也在进一步扩大。环境污染和生态破坏所造成的影响,已从局部的向区域的乃至全球范围扩展。

环境生态学成为一门独立的科学始于20世纪50~60年代,随着全球性环境问题日益严重,如全球性气候变化、酸雨、臭氧层破坏、荒漠化扩展、生物多样性减少等带来的环境不断破坏、资源日益衰竭的严重生态危机,使全球环境和生态系统失衡。这些生态危机都是人类活动造成的。人类曾一度自诩为主宰地球的力量,但无数事实说明,如果不按生态规律办事,就不能逃脱作为其生存环境的地球的种种变化对人类本身前途的影响。从无数的教训中,人们开始认识到地球的环境是脆弱的,各种资源也不是取之不尽的;环境被破坏、资源被过度运用以后是很难恢复的。人们也逐渐认识到,必须依赖于生态学原理和方法才能使维护人类赖以生存的环境和持续利用各种资源成为可能。这就是环境生态学产生的基础。

20世纪60年代初,美国海洋生物学家R. Carsom的《寂静的春天》的出版对环境生态学的发展起到了极大的推动作用。该书描述了使用农药造成的严重污染,阐明了污染物在环境中的迁移转化,初步揭示了污染对生态系统的影响,以及人类生产活动与春天“寂静”间的内在机制;阐述了人类同大气、海洋、河流、土壤及生物之间的密切关系。这些论述有力的促进了生态系统与现代环境科学的结合。这一时期,人类活动对环境影响的认识也更加深入,如R. Arvill(1967年)《人类与环境》(Man and Environment),T. R. Detwuler(1971年)《人类对环境的影响》(Man's Impact on Environment)等论述有关人类活动对环境影响的专著的出版,使人们认识到人类活动是如何影响地球表面大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈的自然过程的。

20世纪70~80年代是环境生态学的迅速发展时期。W. Barbara等在1972年出版的《只有一个地球》中,从整个地球的发展前景出发,从社会、经济和政治的不同角度,论述了经济发展和环境污染对不同国家产生的影响,指出人类所面临的环境问题,呼吁各国重视维护人类赖以生存的地球。该书的出版对环境生态学的发展起到了重要的作用。这一时期,国际上出版了一系列有影响的环境生态学方面的专著,如《环境生态学:生物圈、生态系统和人》(Anderson, 1980年)、《人口、资源、环境——人类生态学的课题》(Ehrlich, 1972年)、《生态科学:人口、资源和环境》(1977年)、《环境、资源、污染和社会》(Murdock, 1975年)、《我们生态危机的历史根源》(White)、《人口炸弹》(Ehrlich)、《应用生态学原理》(Remade, 1974年, 1978年)等。同时,环境生态学方面的刊物也开始出现。

20 世纪 70 年代后期, 研究者在受干扰和受害生态系统 (damaged ecosystem) 的恢复和重建的理论和实际应用方面做了大量工作。1975 年在美国召开了题为“受害生态系统的恢复”的国际会议, 专家们第一次讨论了受害生态系统的恢复和重建等许多重要的环境生态学问题。Carins 等在 1980 年出版了《受害生态系统的恢复过程》(The Recovery Process in Damaged Ecosystem) 一书, 广泛探讨了受害生态系统恢复过程中的重要生态学理论和应用问题。1983 年美、法两国专家召开了题为“干扰与生态系统” (Disruibance and Ecosystem) 的学术研讨会, 系统地探讨了人类的干扰对生物圈、自然景观、生态系统、种群和生物个体的生理学特性的影响。1996 年召开了第一届世界恢复生态学大会。自 20 世纪 70 年代之后, 我国在区域生态环境破坏的历史分析, 区域生态环境质量的评价, 生态系统稳定性的维护, 受害生态系统的恢复、重建等领域也开展了大量的工作, 并取得了非常可喜的成果。尤其是我国著名的生态学专家马世骏教授于 1979 年提出的“生态工程”的理论, 对于我国乃至整个生态学的发展均有着重要的指导作用。1989 年在北京召开了“生态工程”国际学术讨论会, 研讨了受害生态系统的重建问题。这些工作对于推动环境生态学的发展起到了积极的促进作用。

1.3.4 环境生态学研究对象与研究内容

环境生态学的研究重点是环境污染的生态学原理和规律、环境污染的综合治理、自然资源的保护和利用、废弃物的能源化和资源化技术, 研究目的是改善不断恶化的生态环境, 达到资源的永续利用, 促进经济、环境和人类社会的可持续发展。环境生态学的研究对象是污染的环境对整个生态系统 (以生物为主) 的影响。它是研究生态系统中的生物与污染的环境两者之间作用与反作用、对立与统一、相互依赖与相互制约、物质的循环与代谢等一系列相互作用的规律, 以及支配这些规律的内在机理。生命系统与人为干预的环境系统两者之间的相互作用, 可以表现为各级水平, 所以, 环境生态学的研究对象既包括从宏观上研究环境中污染物和人为干预的环境对生物的个体、种群、群落和生态系统产生影响的基本规律, 也包括从微观上研究污染物和人为干预的环境对生物分子、细胞和组织器官产生的毒害作用及其机理。

环境生态学是一门新兴的边缘学科, 其内容和体系尚在不断地发展之中, 其研究内容主要包括以下几个方面: ①自然资源的合理利用与保护; ②环境污染的生物效应; ③环境污染的综合治理; ④环境污染的监测与评价; ⑤环境污染对生态系统的结构与功能的影响。

思 考 题

- 1-1 什么是生态学? 什么是环境生态学? 简述环境生态学的发展过程。
- 1-2 环境生态学的主要研究内容和学科任务是什么?
- 1-3 你认为环境生态学与哪些学科关系最为紧密?
- 1-4 当前的环境问题主要有哪些? 环境生态学在解决这些环境问题中有什么作用?

推荐阅读文献

- [1] 金岚. 环境生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992.
- [2] 王如松, 等. 现代生态学的热点问题研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.

- [3] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [4] McIntosh, Robert P. 生态学概念和理论的发展[M]. 徐嵩龄, 译. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.
- [5] 国家自然科学基金委员会. 生态学—自然科学学科发展战略调研报告[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [6] 钱易, 唐孝炎. 环境保护与可持续发展[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [7] 刘湘溶. 生态文明论[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 1999.
- [8] 唐奈勒·H·梅多斯. 超越极限——正视全球性崩溃展望可持续发展的未来[M]. 赵旭, 等译. 上海: 上海译文出版社, 2001.
- [9] 加勒特·哈丁. 生活在极限之内——生态学经济学和人口禁忌[M]. 张真, 等译. 上海: 上海译文出版社, 2001.
- [10] 尚玉昌. 人类生态学: 陆地和水资源利用[J]. 生态学杂志, 1984.
- [11] 陈百明. 中国土地资源生产能力及人口承载力研究[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990.
- [12] Beeby A. Applying Ecology[M]. London: Chapman & Hall, 1993.
- [13] Bramwell A. Ecology in the 20th Century: A History[M]. New Haven: Yale University Press, 1989.
- [14] Clark JS, Carpenter SR, Barber M, et al. Ecological forecasts: An emerging imperative. Science, 2001.
- [15] Mackenzie, A, Ball A S, Virde S R. Ecology[M]. Oxford: Bios Scientific Publishers Limited, 1999.
- [16] 盛连喜, 冯江, 王妮. 环境生态学导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.