



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

环境生物学

孔繁翔 主编

尹大强 严国安 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

环境生物学

孔繁翔 主编

尹大强 严国安 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 世纪课程教材和教育部环境科学“九五”规划教材,可供普通高等学校环境类专业本科生学习。主要讲述环境污染物的生物效应,生物监测与生物评价,环境污染的生物净化和生物修复等方面的内容。本书按照生物的各级水平,阐述环境污染对生物在基因、细胞、组织、个体、种群、群落和生态系统水平上的影响;从基本原理到净化方法,阐述了生物降解的能力、规律、原理和途径,介绍了现代生物技术在污染物生物净化中应用的最新成果。

图书在版编目(CIP)数据

环境生物学/孔繁翔主编. —北京:高等教育出版社.

2000.7

ISBN 7-04-008619-0

I. 环… II. 孔… 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(2000)第 17583 号

环境生物学

孔繁翔 主编 尹大强 严国安 副主编

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>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京外文印刷厂

纸张供应 山东高唐纸业集团总公司

开 本 787×960 1/16

版 次 2000 年 7 月第 1 版

印 张 25.25

印 次 2000 年 7 月第 1 次印刷

字 数 460 000

定 价 22.60 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究



面向 21 世纪课程教材



普通高等教育“九五”
国家教委重点教材

前 言

环境科学是一门综合性学科,涉及自然科学、人文社会科学和工程技术等广泛领域。环境生物学是20世纪50年代环境问题成为全球性重大问题时,生物学家在运用生命科学的理论和方法,认识环境问题实质并寻找解决环境问题途径的过程中逐渐形成的一门新兴边缘学科,并与环境地学、环境化学、环境物理学、环境医学、环境经济学、环境管理学等学科共同构成环境科学。因此,了解与掌握环境生物学的基本理论和方法,是环境类专业人才认识和解决环境问题所必须。本教材是为培养环境类专业人才编写的。

本教材主要介绍环境生物学的理论基础与实验方法。它是编者们在数十年教学实践中所用讲义的基础上,结合近年来环境生物学学科的发展编写的。全书共分两篇,八章。第一篇是环境污染的生物效应,第二篇是环境污染的生物净化。

本书可供环境科学与工程专业的本科学生使用,也可作为相关专业的学生和环境科学及环境工程的科学工作者学习参考。

本书由孔繁翔和严国安(绪论、第五、六章和第八章部分内容)、尹大强和陈良燕(第一至四章)、杨柳燕(第一、八章部分内容)、程树培(第七章)和孔志明(第三、四章部分内容)编写,由孔繁翔统稿。

丁树荣教授在本教材大纲编写过程中给予了具体指导并仔细审阅了全书,在此表示深深谢意。

本教材是教育部“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世纪课程教材之一。

由于编者的水平及时间的限制,本教材可能存在疏漏和不足之处,真诚希望有关专家及老师和同学们指正。

孔繁翔
1999年9月

目 录

前言	1
绪论	1
第一节 环境科学概述	1
一、环境科学与环境问题	1
二、环境科学的发展历史	7
第二节 环境生物学概述	9
一、环境生物学定义	9
二、环境生物学的形成与发展	9
三、环境生物学的研究对象与任务	9
四、环境生物学的研究方法	11
五、环境生物学的发展趋势	12
六、环境生物学与相关学科的关系	15
思考题	18
推荐阅读文献	18

第一篇 环境污染的生物效应

第一章 环境污染物在生态系统中的行为	21
第一节 环境污染概述	21
一、环境污染	21
二、污染源	23
三、污染物	24
四、优先污染物	26
第二节 污染物在环境中的迁移与转化	28
一、污染物在环境中的迁移	28
二、污染物的形态和分布	30
三、污染物在环境中的转化	34
四、污染物的生物地球化学循环	37
第三节 污染物在生物体内的生物转运和生物转化	38
一、生物转运	38
二、污染物在体内的生物转化	43
第四节 环境污染物在生物体内的浓缩、积累与放大	51
一、生物浓缩	51

二、生物积累	51
三、生物放大	52
四、生物浓缩系数	54
五、生物浓缩机理和浓缩模型	56
第五节 生物对污染物在环境中行为的影响	59
一、生物引起的环境污染	59
二、金属的生物转化	63
思考题	67
推荐阅读文献	67
第二章 污染物对生物的影响	68
第一节 污染物在生物化学和分子水平上的影响	68
一、对生物机体酶的影响	69
二、对生物大分子的影响	77
第二节 污染物在细胞和器官水平上的影响	81
一、对细胞的影响	81
二、对组织器官的影响	82
第三节 污染物在个体水平上的影响	83
一、死亡	83
二、对行为的影响	84
三、对繁殖的影响	86
四、对生长和发育的影响	89
第四节 污染物在种群和群落水平的影响	90
一、对生物种群的影响	90
二、对生物群落的影响	90
第五节 化学污染物对生物的联合作用	92
一、协同作用	92
二、相加作用	92
三、独立作用	93
四、拮抗作用	93
五、联合作用的研究方法	93
思考题	93
推荐阅读文献	94
第三章 污染物的生物效应检测	95
第一节 生物测试及方式	95
一、生物测试的定义	95
二、生物测试的方式	96
三、生物测试的标准化	98

第二节 一般毒性试验	99
一、生物毒性的基本概念	99
二、急性毒性试验	103
三、亚慢性和慢性毒性试验	105
四、蓄积毒性试验	109
第三节 生物分子和细胞水平检测	111
一、加合物测定	111
二、一般代谢酶的活性测定	112
三、解毒系统酶类诱导作用的检测	113
四、抗氧化防御系统检测	114
第四节 生物致突变、致畸和致癌效应检测	114
一、致突变效应	114
二、致畸效应	123
三、致畸作用的评价	128
四、致癌效应	128
第五节 微宇宙法	131
一、微宇宙法简介	131
二、标准化水生微宇宙	132
三、烧杯水生微宇宙	133
四、室外水生微宇宙	134
五、土壤核心微宇宙	135
六、模拟农田生态系统	136
思考题	137
推荐阅读文献	137
第四章 环境质量的生物监测与生物评价	138
第一节 生物监测和环境质量评价概念	138
一、环境质量定义及其基本内涵	138
二、生物监测的概念	140
第二节 生物监测与评价	141
一、大气污染生物监测与评价	141
二、水污染生物监测与评价	147
第三节 生态环境质量评价	170
一、生态环境质量及其基本内涵	170
二、生态环境质量的背景问题	171
三、生态环境质量评价参量的选择及其数量表征	171
四、生态环境质量预测	171
第四节 化学品生态风险评价	172

一、基本概念	172
二、生态风险评价内容	173
三、生态风险评价程序	176
四、化学品生态风险评价的信息系统	178
第五节 有害物理因素的生物学效应的评价	180
一、环境噪声的生物学效应	180
二、放射性污染的生物学效应	185
三、射频电磁辐射污染生物学效应	190
思考题	192
推荐阅读文献	193
 第二篇 环境污染的生物净化	
第五章 环境污染生物净化的原理	197
第一节 环境污染净化概述	197
一、环境污染物的类型和来源	197
二、环境污染治理方法概述	199
三、环境污染的污染与净化指标	202
第二节 生物对污染净化原理	209
一、微生物对污染物的降解与转化	209
二、废水生物处理的原理	235
三、废水生物处理的类型	238
思考题	239
推荐阅读文献	240
第六章 环境污染物的生物净化方法	241
第一节 废水的好氧生物处理	241
一、活性污泥法	241
二、生物膜法	254
第二节 废水的厌氧生物处理	263
一、厌氧生物处理的原理及过程	263
二、厌氧生物处理的类型	266
三、厌氧处理运行过程的安全	271
四、高浓度有机废水厌氧处理与好氧处理的经济分析	272
第三节 特定微生物处理及组合工艺	272
一、光合细菌法	273
二、典型的生物处理组合工艺	274
第四节 废水的微生物脱氮除磷	276
一、微生物脱氮	277

二、微生物除磷	283
第五节 固体废弃物的微生物处理	289
一、堆肥	290
二、卫生填埋	293
三、厌氧发酵(消化)	295
第六节 大气污染物的微生物处理	296
一、煤炭微生物脱硫	296
二、微生物对无机废气的处理	298
三、微生物对有机废气的处理	299
思考题	303
推荐阅读文献	304
第七章 现代生物技术与环境污染治理	305
第一节 现代生物技术的概况	305
一、现代生物技术概述	305
二、现代生物技术的环境科学中应用前景	306
第二节 基因工程与环境污染生物治理	307
一、基因工程分子生物学基础	307
二、基因工程的基本过程	308
三、基因工程在环境污染生物处理中的应用	310
第三节 细胞工程与环境污染生物处理	316
一、细胞工程概述	316
二、细胞融合构建环境工程菌	317
第四节 酶学工程与环境污染生物治理	323
一、酶学工程基本概念及研究现状	323
二、固定化酶	325
三、固定化细胞	328
四、废水净化生物强化技术	333
第五节 发酵工程在环境污染治理中的应用	336
一、发酵的基本概念	336
二、发酵工程在环境污染治理中的应用	338
第六节 生态工程与污水处理系统	340
一、生态工程简介	340
二、氧化塘法	342
三、水生植物塘	348
四、人工湿地处理系统	349
五、污水土地处理系统	350
六、生态工程与生态农业	352

思考题	359
推荐阅读文献	360
第八章 污染环境的生物修复	361
第一节 生物修复的概念及其原理	361
一、生物修复的基本原理和特点	361
二、生物修复中主要生物种类及其修复原理	362
第二节 生物修复工程技术	369
一、生物修复工程技术可行性研究	369
二、地表水生物修复工程技术	370
三、土壤生物修复工程技术	372
四、地下水生物修复工程技术	378
思考题	379
推荐阅读文献	379
主要参考文献	380
索引	386

绪 论

第一节 环境科学概述

环境科学是一门综合性学科,涉及到自然科学、人文社会科学和工程技术等广泛领域。人类活动引起了环境质量的变化,这种环境变化又反过来影响人类的生存和发展。由于人与环境的关系所包含的广泛内容,决定了环境科学的综合性。因此,环境科学包括了相当广泛的、由各学科相互渗透而产生的许多新的研究方向,如环境化学、环境生物学、环境地理学、环境物理学、大气环境学等。同时,在此基础上也发展形成环境科学的各个分支学科。

一、环境科学与环境问题

环境科学作为一门独立的学科从兴起到形成只有三四十年的历史。20 世纪 60 年代进行了一些零星、分散的工作;到 70 年代初,才初步汇集成一门具有广泛领域和丰富内容的学科。与化学、物理学、生物学等传统学科不同,环境科学是一门由环境问题导向所形成的学科,因此,对环境问题的认识 and 了解,是阐述环境科学的性质和任务的前提。

(一) 环境问题的由来

1. 人与环境

环境是相对于主体而言的,与某一主体有关的周围的事物。环境科学所研究的环境,是以人类为主体的外部世界,即人类赖以生存和发展的基本条件的综合体,包括自然环境和社会环境。自然环境是一切直接或间接影响人类的自然形成的物质及能量的总体。

人类是环境发展到一定阶段的产物,环境是人类生存的物质基础。因此,人类的生活、生产和一切活动都和自然环境分不开,与自然生态系统中的结构和功能状况密切相关。

人类主要是通过生产和消费从自然界获取生存的资源,然后又将经过改造和使用过的自然物和各种废弃物归还给自然界,从而参与了自然界的物质循环和能量流动过程。

2. 环境问题的由来

环境问题一般可以分为两大类,一类是环境污染,另一类是生态破坏。

在人类发展的初期,人类的祖先过着茹毛饮血、渔猎为生的生活。当时人类对环境的影响和动物区别不大,对自然环境的依赖性非常明显。虽然人类的过度采伐和狩猎也曾对许多物种的数量和生存造成一定破坏,但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。随着人们学会了驯化动物和植物,开始出现了农业和畜牧业,人类改造自然环境的能力有所加强,对人类的发展起到了重要作用,同时也产生了相应的环境问题,如砍伐森林、破坏草原,引起了水土流失、水旱灾害和沙漠化。

从 16、17 世纪以来,尤其是 18 世纪后半叶开始,以蒸汽机广泛使用为标志的第一次工业革命,使人类的生产能力得到了巨大的发展,大大提高了人类利用和改造环境的能力,但同时也带来了新的环境问题。工业生产过程中排放的废水、废气和废渣,在环境中难以降解和净化,造成了严重的环境污染。与大工业相伴而来的都市化、交通运输以及农业的发展,引起了许多环境问题,使人类生存的环境进一步恶化。从 20 世纪 30 年代的比利时马斯河谷事件开始,震惊全世界的环境八大公害相继发生,在工业发达国家,大气、水体和土壤及农药、噪声和核辐射等环境污染对人类生存安全造成了严重威胁,经济发展也受到了严重挑战。1972 年在斯德哥尔摩召开联合国第一次人类环境会议,通过了人类环境宣言,这对推动各国政府和人民为维护和改善人类环境,造福全体人民和后代而共同努力发挥了重要作用。但是世界范围内的环境事件近 20 年来仍是频繁发生(见表绪-1)。

(二) 重大的环境问题

目前对人类生存和发展产生严重威胁的环境问题,一是因人类活动所排放的废弃物而引起的环境污染,如温室效应与气候变暖、臭氧层的破坏、酸雨、有毒物质污染等;另一类是生态环境的破坏。这些环境问题有的是全球性的。重大的环境问题列举如下:

1. 温室效应与气候变暖

二氧化碳和悬浮粒子都是大气中的自然组分,前者在光合作用和呼吸作用的碳循环中具有重要作用,后者包括来自火山爆发、火灾和烟灰、风尘中的尘埃和水汽凝结的小水滴等。这两类物质对到达地球的能量以及从地球辐射出的能量有着显著的影响,可以说它们是决定地球温度以至气候的关键因素。有相当多的证据说明,人们向大气层输送的二氧化碳和悬浮粒子已影响了气候,未来将更加严重。当太阳辐射射向大气层时,只有穿透大气层的辐射才是实际参加到地球能量平衡的有效部分,有一部分反射到太空。光辐射是从云上面烟雾层、尘埃粒子等物体上反射出去的,因而悬浮粒子越多,反射作用越大,地球获得的能量越少,温度越低。气候学家指出,地球正常的反射率大约为 37%~38%,每增加 1% 的反射率,就能使地球表面的平均温度下降 1.7℃。二氧化碳则是影响

能量平衡的另一方面,即热量的辐射。能量主要是以光线的形式到达地球,其中大部分被吸收,并通过各种方式转化为热量,热量最后以红外辐射形式从地球再辐射出去。在大气层中,二氧化碳对光辐射是透彻无阻的,但是能吸收红外线而阻挡红外辐射的通过,就像温室的玻璃罩一样,能量进来容易出去难,大气中的二氧化碳越多,热外流越受阻,从而地球温度也升高越快。这种现象称为“温室效应”。除二氧化碳以外,大气中的甲烷、氮氧化物等气体浓度的增加,都能够引起类似的效应。但其中以二氧化碳的增温效应为主,约占总量 60% 以上。自从工业革命以来,越来越多的二氧化碳通过燃烧矿物燃料和砍伐并焚烧森林而进入大气,使大气中的二氧化碳浓度逐渐升高。在过去的 100 多年中,全球平均地面温度稳定地上升了 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。科学家预测,今后大气中二氧化碳浓度每增加一倍,全球平均气温将上升 $1.5\sim 4.5^{\circ}\text{C}$,而地面温度的上升随着纬度的增加而增加,在纬度 40 度地区接近全球的平均值,两极地区却比平均值高 3 倍左右,因此,气温的升高不可避免地使南极冰层部分融解,引起海平面上升,这将对人类的生存构成严重威胁。直接受到影响的土地约 $5\times 10^6\text{ km}^2$,人口约 10 亿,沿海城市可能要内迁,同时大部分沿海平原将发生盐碱化或沼泽化,如考虑到特大风暴及盐水的侵入,沿海海拔 5 m 以下的地区均将受到影响,这些地区的人口和粮食产量约占世界的 1/2。同时,全球气温的升高,使内陆地区的地面蒸发加剧,因缺水干燥,气候也将发生难以预测的变化,生产力水平也将明显下降。

1992 年在联合国环境与发展大会上,世界上许多国家签署了《气候变化框架公约》,标志着各国对大气中温室气体增加的效应有了共同的认识,并承诺为保护人类的未来和可持续发展而采取必要的行动。

2. 臭氧层的破坏

在大气层的上部,位于地球上空 25~40 km 的大气平流层的臭氧层是地球的一个保护层,能阻止过量的紫外线到达地面。由于紫外线辐射能被蛋白质或核酸所吸收,破坏其化学键,对生物有极大的杀伤力,并可能引起突变。因此,如果没有臭氧层的屏障,对地球上的生物界和人类来说,都是灾难性的。近 20 年的观察表明,平流层的臭氧浓度正在减少,1985 年发现南极上空出现了臭氧“空洞”。研究表明,平流层臭氧每减少 1%,紫外线对地球表面辐射量增加 2%。

臭氧层的减少是人类活动所引起的,尤其是氯原子能催化臭氧的分解,因而打破了臭氧的自然平衡。到达平流层的氯主要是人们排放的氟氯烷烃(简称 CFC)和含溴卤代烷烃,如应用在冷冻机、电冰箱及高级电子元件作清洁剂的氟利昂,均对臭氧层产生威胁。除了上述两者以外,四氯化碳也是自由氯的另一个重要来源。卫星资料证明,南纬 $39^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 臭氧减少 5%~10%,南纬 19° ~北纬 19° 近赤道地区减少 1.6%~2.1%,如按现行速度计算,到 2075 年臭氧将比 1985 年减少 40%。因此,到那时全球的皮肤癌患者将增加大约 1.5 亿,农作物

产量将减少 7.5%，人体的免疫功能将减退。因此，臭氧浓度的减少趋势及其可能的严重后果已引起人们的关注。

表绪-1 近 20 年来的重大公害事件

事 件	时 间	地 点	危 害	原 因
维素化学污染	1976.7.10	意大利北部	多人中毒,居民搬迁,几年后婴儿畸形多	农药厂爆炸,二噁呋污染
阿摩柯卡的斯油轮泄油	1978.3	法国西北部布列塔尼半岛	藻类、潮间带动物、海鸟灭绝,工农业生产、旅游业损失巨大	油轮触礁, 22×10^4 t 原油入海
三哩岛核电站泄漏	1979.3.28	美国宾夕法尼亚州	周围 80 km 内 200 万人口极度不安,直接损失 10 多亿美元	核电站反应堆严重失水
威尔士饮用水污染	1985.1	英国威尔士	200 万居民饮用水污染,44%的人中毒	化工厂将酚排入迪河
墨西哥气体爆炸	1984.11.9	墨西哥	4 200 人受伤,400 人死亡,300 栋房屋被毁,10 万人被疏散	石油公司一个油库爆炸
博柏尔农药泄漏	1984.12.2~3	印度中央邦博柏尔市	1 408 人死亡,2 万人严重中毒,15 万人接受治疗,20 万人逃离	45 t 异氰酸甲酯泄漏
切尔诺贝利核电站泄漏	1986.4.26	前苏联,乌克兰	31 人死亡,203 人受伤,13 万人疏散,直接经济损失 30 亿美元	4 号反应堆机房爆炸
莱茵河污染	1986.11.1	瑞士巴塞尔市	事故段生物绝迹,160 km 鱼类死亡,480 km 不能饮用	化学公司仓库起火,30t S、P、Hg 等剧毒物进入河流
莫农格希拉河污染	1988.11.1	美国	沿岸 100 万居民生活受到严重影响	石油公司油罐爆炸,350 加仑原油入河
埃克森瓦尔迪兹油轮漏油	1989.3.24	美国阿拉斯加	海域严重污染	漏油 26.2 万桶

(本表引自王翊亭,井文涌,何强,《环境学导论》,北京:清华大学出版社,1985.)

3. 酸雨

大气污染最严重的是二氧化硫污染。自从工业革命以来,随着工业的发展,燃烧化石燃料排放的二氧化硫不断增加。据联合国环境规划署估计,全球每年排放的二氧化硫量为 1.51×10^{10} t。大气中的二氧化硫因光化学作用并随着雨水降落地面形成酸雨,对大地、江河水域、森林、农作物等造成严重危害。

酸雨是由于大气中二氧化硫和一氧化氮在强光照射下,进行光化学作用,并和水汽结合而形成。酸雨中所含有的主要成分是硫酸和硝酸,这些强酸在雨水中解离,使雨雪的 pH 下降,一般将 pH 小于 5.6 的雨称为酸雨。北美和西欧的广大地区 200 年前降水是中性的,现在雨水已变成硫酸或硝酸的稀溶液。pH 年

平均值为 4.0~4.5。欧洲单个风暴雨 pH 最低为 2.4,与醋酸相同。

酸雨能直接伤害植物,1%浓度的二氧化硫能使棉花、小麦和豌豆等农作物明显减产。酸雨也能引起土壤性质改变,主要是使土壤酸化,影响生物数量和群落结构,抑制硝化细菌、固氮菌等的活动,使有机物的分解、固氮过程减弱,因而土壤肥力降低,生物生产力明显下降。我国降水酸度由北向南逐渐加重,江南酸雨较多,并已连成片,华南和西南地区已普遍发生酸雨,有些地区的酸雨发生率高达 90%以上。

1977 年联合国会议承认酸雨是属于全球性的污染问题。70 年代末,联合国环境规划署、欧洲委员会和世界气象组织协作建立了酸雨监测网,1979 年在日内瓦东西方 34 个国家又签订了一项控制远距离越界空气污染公约,1982 年人类环境国际会议又把酸雨作为一个重要的问题提出,同年 6 月,在瑞典专门召开了有 33 个国家参加的酸雨问题国际会议,由此可见,国际上对酸雨问题的重视程度。

4. 有毒物质污染

有毒物质是指对生态系统和人类健康有毒害作用的物质排放到环境中而引起的危害。这些物质都是生产和生活过程中的产物,如废水、废气和固体废弃物,农药、化肥和放射性物质等。

在工业生产过程中,未经处理而排放的废水、废气和废渣都会污染环境,其中最严重的是化工、冶金和轻工业部门。最严重的环境公害事件之一是发生在日本的水俣病,主要是由于一家工厂将含汞的废水排入水俣湾,汞进入鱼体内,鸟类等动物和人类因吃鱼而引起甲基汞的慢性中毒因而得病。至 1978 年,已有 1 972 人患此病,死亡 300 人。目前,工业上用作催化剂和电极的汞也已污染海洋。据估计,人类每年向环境排放大约数千至上万吨的汞,大部分进入海洋。

在我国,工业废水是否达到环境排放标准目前主要是以 COD 为综合性污染的单一指标,对其中是否含有微量的有毒物质,仍无有效的监督和控制措施。因此,在目前环境污染特别严重的状况下,首先以 COD 作为废水排放的综合指标,进行总量控制,是符合实际情况的。但这并不意味着对保护环境和人类健康是完全合理和充分的,因为有许多工厂的废弃物中在 COD 达到排放标准后,仍然含有有毒物质,尽管是微量的,但对人类健康的潜在危害相当严重。因此,在绝大部分工厂的废水达到常规的排放标准后,还应该进行具体的物质分析和微量有毒物质的监测,以有效地控制微量有毒污染物对环境的污染和对人体健康潜在的危害作用。

5. 生态环境破坏

生态环境破坏是由于对自然资源的不合理开发和利用而引起的。如水土流失,土地沙漠化,地面沉降等。一般情况下,土地有良好植被的林区 and 草原,能保

持水土,能量流动和物质循环能正常进行,自然生态系统保持着良好的状态,具有较高的生产力水平。但由于人口激增,加之不合理的开发自然资源,特别是破坏森林植被,引起水土流失,不仅使土地因含有养分的表土被冲刷而变得贫瘠,而且造成江河湖泊的泥沙淤积,河床抬高,影响交通运输和经济发展,并且可能形成旱涝灾害,进一步恶化生态环境。在我国,水土流失是生态环境最突出问题之一。而最严重的地区是黄土高原。这一地区覆盖着几十到 100 m 厚的黄土层,含粉沙量为 60% 以上,凝结力弱,疏松多孔,易溶于水,一遇暴雨,大量表土流失。但远在 3 000 年前,黄河中上游地区分布有良好的森林和草原,土地肥沃,气候宜人,具有比较优越的生态条件,农牧业相当发达,由于多年来大规模毁林开荒,扩大耕地,以至西北、华北、一带森林损失殆尽,使环境生态严重失调,地面失去植被的保护,黄土不能涵养水分,造成严重的水土流失,雨量减少,湿度下降,气候恶化,出现干旱,风蚀沙化的土地日益扩大,黄河已成为世界著名的泥沙之河,河床日益抬高,蓄洪排涝能力减弱,加剧了水旱灾害的发生。1998 年夏季长江流域的特大洪水,正是由于长江上游地区的植被被破坏,水土流失,中下游河流含沙量增加,天然水面急剧减少,如洞庭湖、鄱阳湖等大型湖泊面积缩小,使排洪、蓄洪能力减弱的结果。

(三) 环境问题的实质

以上所述环境污染和生态破坏两类环境问题中,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。环境污染的产生有一个从量变到质变的发展过程,当某种能造成污染的物质的浓度或其总量超过环境自净能力,就会产生危害。目前环境污染产生的原因是资源的不合理使用,使有用的资源过多地变为废物进入环境而造成危害。生态破坏则是由于人类对自然资源的不合理开发利用而引起的生态系统破坏,造成生态失调,生物的多样性和生产量下降,主要表现在植被破坏,水土流失、土壤侵蚀和沙漠化、资源缺乏等,反过来构成对人类生存的严重威胁。这两类环境问题常常是相互影响的。

因此,环境问题的实质是由于人类活动超出了环境的承受能力,对其所赖以生存的自然生态系统的结构和功能产生了破坏作用,导致人与其生存环境的不协调。

对人类所赖以生存的自然生态系统的结构与功能的充分认识,以及对人与自然生态系统中不同组分之间的物质交换和能量流动的分析,是认识和解决环境问题的重要前提。这说明了为什么在环境科学形成伊始以及其后随着学科的发展,研究生物与受人类干扰的环境之间相互作用规律及其机理的科学——环境生物学一直是人们认识和解决环境问题的一门重要的分支学科。