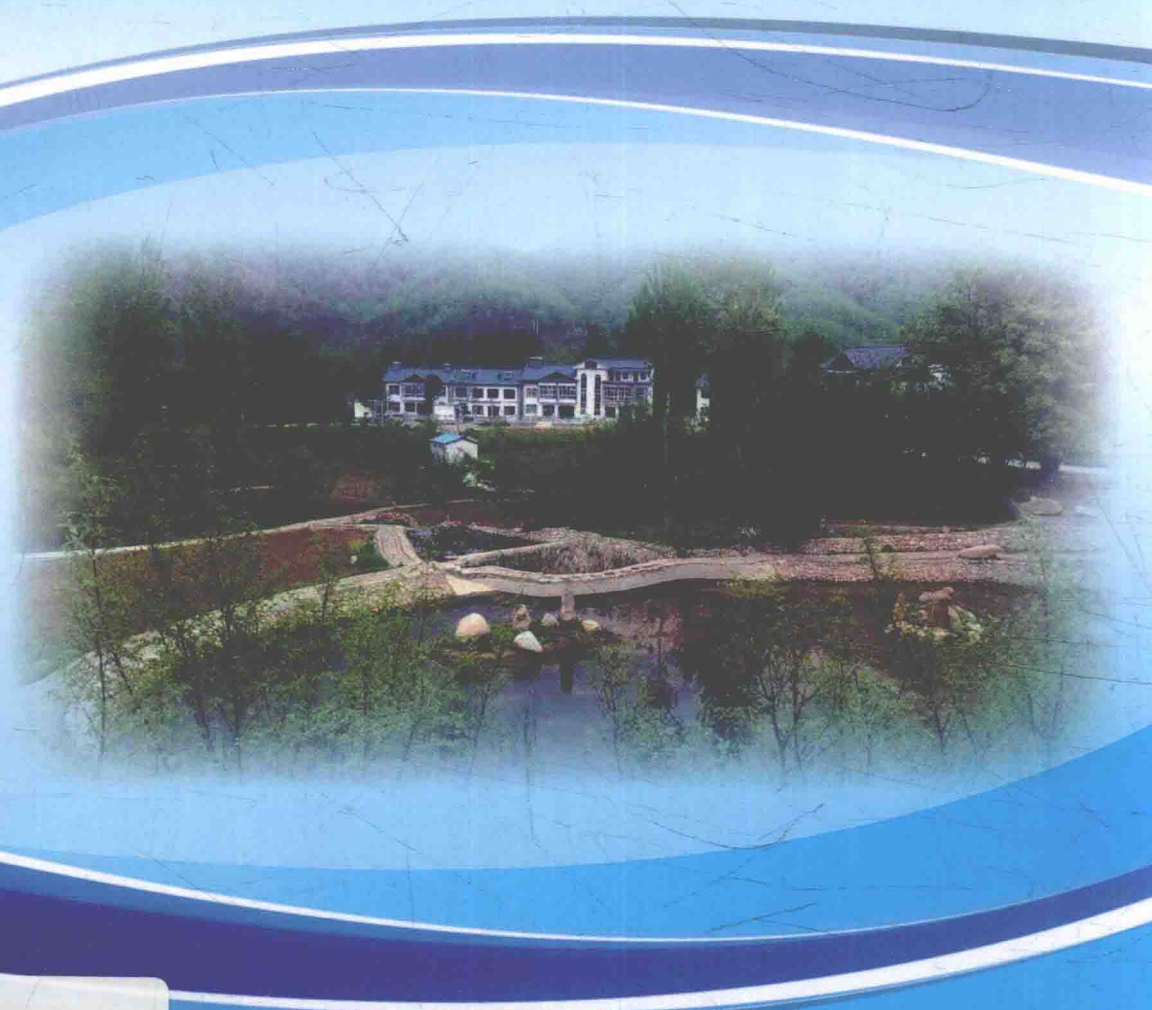


NONGCUN SHUIHUANJING SHENGTAI ZHILI MOSHI YANJIU

农村水环境生态治理模式研究

邓良平 胡 蝶 著



黄河水利出版社

农村水环境生态治理模式研究

邓良平 胡 蝶 著

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书是专门研究探讨农村水环境生态治理的著作。本书参考借鉴了国内农村水环境生态治理的最新研究成果。全书共分八章。第一章概述环境与生态学基础;第二章概述水生态污染;第三章研究探讨湖南农村水环境污染现状;第四章概述水处理方法;第五章研究探讨农村水环境污染源头控制利用模式及技术;第六章研究探讨农村水环境污染过程处理利用模式及技术;第七章研究探讨农村水环境污染终端生物、生态修复技术;第八章介绍农村水环境生态治理模式研究专利技术。

本书可供从事农村水环境生态治理的人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

农村水环境生态治理模式研究/邓良平,胡蝶著. —郑州:
黄河水利出版社,2017.7

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1815 - 3

I. ①农… II. ①邓… ②胡… III. ①农村 - 水环境 -
综合治理 - 研究 IV. ①X143

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 190201 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:虎彩印艺股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:11.75

字数:217 千字

版次:2017 年 7 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2017 年 7 月第 1 次印刷

定价:39.00 元

前 言

湖南广大农村,由于缺乏完善的排污系统和污水治理设施,多方面的污染源不断向河流湖泊排放氮磷等物质,使水体富营养化,自净能力丧失,水生态系统遭到破坏。同时,这些污染源含有大量的农业生态系统所需的营养物质和能量,是可被再生利用的资源。

造成农村水体污染的污染物,从资源的角度看,都是可被再利用的肥料、饲料或燃料,对农业生产有利。但每年这些资源的流失量是巨大的:在农业生产中,化肥有 50% ~ 70% 随农田地表径流和地下径流进入水体,农药的流失率则达到 80% ~ 90% ,生活污水及粪便污水有 95% 直接排放到地下或江河中。而农村的生产及生态环境决定了农村内部系统对水资源和肥料资源的大量需求。据统计,农业用水量已占总用水量的 70% ,是第一用水大户。随着人们对农产品的种类及数量的需求不断提高,粮食产量需提高,肉类产品的供应量要提高,因此需对农作物追施大量的化肥、农药,对畜禽喂食大量的人工饲料。

由此可见,农业生产急需的物质资源,一方面在大量流失,另一方面在造成污染,可谓是“一举两失”。因此,农村水环境污染的实质可归纳为:肥料资源没有得到充分利用,而大量流失到河流、湖泊等水体中,成为水体的污染物,降低了水体自净能力,造成水生态系统的严重破坏。要解决农村的水环境污染问题,就要从根本上建立肥料资源利用方式的良性循环模式,提高其利用率,把造成水污染的“污染物资源”争回来,作为农作物生长的“营养物资源”。

长期以来,对农村水体污染的治理,注重的是去除污水中的污染物,单一强调污水处理的效果,而缺少对污染物的资源化再生利用的研究,强调处理工艺运行费用的经济化,而没有考虑与农业经济、农村生态环境修复相结合所创造的更大的经济效益。

国外发达国家对农村水体污染的治理,全面采取生物措施、工程措施,基本做到对污染物的资源化再生利用。

本书从湖南农村的实际情况出发,研究探讨多方位综合治理水环境生态治理模式。

本书针对现有解决农村的水环境污染问题研究的不足,突破农村水污染治理以“去污”为核心的传统思路,根据生态学原理,充分运用农业生产体系的生态结构功能及农村自然生态系统的结构功能,根据农村的具体自然条件,采用人工湿地等生态工艺及必要的小型化生物工艺,对各类污染物从源头、过程、终端进行农村内部的循环利用。

全书共分八章。第一章环境与生态学基础;第二章水生态污染;第三章湖南

农村水环境污染现状;第四章水处理方法;第五章农村水环境污染源头控制利用模式及技术研究;第六章农村水环境污染过程处理利用模式及技术研究;第七章农村水环境污染终端生物、生态修复技术研究;第八章农村水环境生态治理模式研究专利技术。

本书在编写过程中参考和引用了书后所列参考文献中的部分内容,也参考和引用了互联网上的一些文献,在此谨向这些文献的作者致以衷心的感谢!

由于水平有限,书中疏漏和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正!

作 者

2017年3月于长沙

目 录

第一章 环境与生态学基础	1
第一节 环境概述	1
第二节 生态学基础	7
第二章 水生态污染	19
第一节 概 述	19
第二节 水体的主要污染源	24
第三节 水体主要污染物	29
第四节 水体污染的危害	33
第五节 水污染防治的目标任务与原则	34
第六节 水质与水质标准	36
第三章 湖南农村水环境污染现状	44
第一节 湖南农村水资源现状	44
第二节 湘江水资源污染状况	47
第三节 湖南农村水生态环境的问卷综合调查	58
第四章 水处理方法	62
第一节 水处理的基本方法	62
第二节 物理处理法	64
第三节 化学处理法	72
第四节 物理化学处理法	76
第五节 生化处理法	89
第五章 农村水环境污染源头控制利用模式及技术研究	111
第一节 农药、化肥污染源头控制	111
第二节 畜禽养殖污染源头控制	118
第三节 农村生活污染源头控制	121
第四节 强化乡镇企业污染治理	124
第五节 本章小结	128
第六章 农村水环境污染过程处理利用模式及技术研究	129
第一节 蚯蚓生态滤池系统	129
第二节 土地处理系统	131
第三节 厌氧沼气池处理技术	134
第四节 本章小结	142

第七章 农村水环境污染终端生物、生态修复技术研究	143
第一节 湿地处理系统	143
第二节 稳定塘处理技术	151
第三节 本章小结	162
第八章 农村水环境生态治理模式研究专利技术	163
第一节 复式生态塘系统	163
第二节 畜禽粪便沼气处理系统	166
第三节 人工蚯蚓湿地污水处理系统	171
第四节 泉水消毒净化系统	175
参考文献	180

第一章 环境与生态学基础

第一节 环境概述

1 环境的概念

环境是指与某一体系有关的周围客观事物的总和。根据研究问题的需要和研究目的,人为地将研究对象从周围物体中分割出来,这种人为划定的一定范围内的研究对象称为体系,即中心事物。相对于某一中心事物有关的周围事物,就是这个中心事物的环境。因此,不同的中心事物具有不同的环境,即环境随着中心事物的变化而变化。

若中心事物是人类,环境即是以人为中心事物而存在于周围的一切事物,除人以外的一切其他生命体与非生命体均被视为环境的对象,这里不考虑其对人类的生存与发展是否有影响。对于环境科学来说,中心事物仍然是人类,但环境主要是指与人类密切相关的生存环境。它的含义可以概括为“作用在‘人’这一中心客体上的、一切外界事物和力量的总和”。人类与环境之间存在着一种对立统一的辩证关系,是矛盾的两个方面,两者之间的关系是既相互作用、相互依存、相互促进和相互转化,又相互对立和相互制约。

当前,世界各国对各自国家的环境保护政策都有明确的规定,但这些规定和各国法律对环境的解释又不尽相同。我国颁布的《中华人民共和国环境保护法》中明确指出:“本法所称环境,是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、湿地、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”法律明确规定的环境内涵就是指人类的生存和发展环境,并不泛指人类周围的所有自然因素。这里的“自然因素的总体”强调的是“各种天然的和经过人工改造的”,即法律所指的“环境”,既包括了自然环境,也包括了社会环境。所以,人类的生存环境有别于其他生物的生存环境,也不同于所谓的自然环境。

自然环境是指人类产生并赖以生存、生活和生产所必需的物质基础,包括:
①各种天然的和经过人工改造的物质条件,例如空气、土壤、水、岩石、矿物和生物等;
②能量资源,例如阳光、地热、温度、引力和地磁力等;
③自然现象,例如地

震爆发、火山活动、海啸等与地壳的稳定性和太阳的稳定性有关的现象等。这些要素又构成了大气圈、水圈、土壤圈、生物圈和岩石圈等各种圈层,因此自然环境又可分为大气环境、水环境、土壤环境、生物环境和地质环境等。概括来说,自然环境就是直接或间接影响到人类生存和发展的一切自然形成的物质、能量和自然现象的总体。

从广义上讲,自然环境包括地球环境和宇宙环境两部分。地球环境对于人类生存具有特殊的重要意义,它为人类提供了主要的活动场所及必要的物质基础。到目前为止,在千万亿个天体中,适于人类繁衍生存的只有地球这一个星球。宇宙环境是指地球以外的宇宙空间,理论上它的范围无穷大,某些星体的存在会影响到地球环境,例如月球引力会对海水的潮汐产生影响。在现阶段,人类活动的范围还主要限于地球,月球对人类的生存和发展影响非常小,因此没有把月球视为人类的生存环境。但是,随着空间科学和宇航事业的发展,当人类能够频繁往来于月球和地球之间,并在月球上建立一定规模和适合人类生存的空间站,以及规模开发利用月球上的自然资源时,月球就会成为人类生存环境的重要组成部分。

社会环境是指人类活动而形成的各种事物,包括社会制度等上层建筑条件,构成社会的经济基础,以及与各种社会和经济体制相适应的综合生产力、政治制度、科学技术、法律制度、宗教信仰、文化艺术、哲学观念、组织机构、社会活动、各种人工产品和建筑物等。社会环境是人类在自然环境的基础上,通过有意识的社会劳动,经过加工和改造了的自然物质,以及所积累的物质、精神、文化等构成的总和,是人类长期生存发展活动的必然产物。社会环境的发展与变化直接影响到自然环境的发展与变化,它既可以对人类社会的进一步发展起促进作用,又可能成为制约因素,因而在研究中不可把自然环境和社会环境截然分开。

2 环境的组成与分类

人类活动对整个环境的影响是综合性的,而环境系统也从各个方面反作用于人类,其效应也是综合性的。人类与其他的生物不同,不是仅仅以自己的生存为目的来影响环境,使自己的身体适应环境,而是为了提高生存质量,通过自己的劳动来改造环境,把自然环境转变为新的生存环境。这种新的生存环境有可能更适合人类生存,但也有可能恶化人类的生存环境。在这一反复曲折的过程中,人类的生存环境已形成一个庞大的、结构复杂的、多层次和多组分相互交融的动态环境体系(Hierarchical System)。

环境分类一般以空间范围的大小、环境要素的差异、环境的性质等为依据。如从性质来考虑,可分为物理环境、化学环境和生物环境等。如果按照环境要素

来分类,可以分为大气环境、水环境、地质环境、土壤环境及生物环境。通常,按照人类生存环境的空间范围,可由近及远、由小到大地分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境等层次结构,而每一层次均包含各种不同的环境性质和要素,并由自然环境和社会环境共同组成。

2.1 聚落环境

聚落是指人类聚居的中心,活动的场所。聚落环境是人类有目的、有计划地利用和改造自然环境而创造出来的生存环境,是与人类的生产和生活关系最密切、最直接的工作和生活环境。聚落环境中的人工环境因素占主导地位,也是社会环境的一种类型。人类的聚落环境,从自然界中的穴居和散居,直到形成密集栖息地乡村和城市。显然,随着聚落环境的变迁和发展,人类获得了安全清洁和舒适方便的生存环境。但是,聚落环境乃至周围的生态环境由于人口的过度集中、人类缺乏节制的频繁活动以及对自然界的资源和能源超负荷索取受到巨大的压力,造成局部、区域以至全球性的环境污染。因此,聚落环境历来都引起人们的重视和关注,也是环境科学的重要和优先研究领域。

2.2 地理环境

地理学上所指的地理环境位于地球表层,处于岩石圈、水圈、大气圈、土壤圈和生物圈相互制约、相互渗透、相互转化的交融带上。它下起岩石圈的表层,上至大气圈下部的对流层顶,厚 10 ~ 20 km,包括全部的土壤圈,其范围大致与水圈和生物圈相当。概括地说,地理环境是由与人类生存与发展密切相关的,直接影响到人类衣、食、住、行的非生物和生物等因子构成的复杂的对立统一体,是具有一定结构的多级自然系统,水、土、气、生物圈都是它的子系统。每个子系统在整个系统中有着各自特定的地位和作用,非生物环境都是生物(植物、动物和微生物)赖以生存的主要环境要素,它们与生物种群共同组成生物的生存环境。这里是来自地球内部的内能和来自太阳辐射的外能的交融地带,有着适合人类生存的物理条件、化学条件和生物条件,因而构成了人类活动的基础。

2.3 地质环境

地质环境主要指地表以下的坚硬地壳层,也就是岩石圈部分。它由岩石及其风化产物——浮土两个部分组成。岩石是地球表面的固体部分,平均厚度 30 km 左右;浮土是由土壤和岩石碎屑组成的松散覆盖层,厚度范围一般为几十米至几千米。实质上,地理环境是在地质环境的基础上,在星际环境的影响下发生和发展起来的,在地理环境、地质环境和星际环境之间,经常不断地进行着物质和能量的交换和循环。例如,岩石在太阳辐射的作用下,在风化过程中使固结在岩石中的物质释放出来,进入地理环境中,再经过复杂的转化过程又回到地质环境或星际环境中。如果说地理环境为人类提供了大量的生活资料,即可再生的

资源,那么地质环境则为人类提供了大量的生产资料,特别是丰富的矿产资源,即难以再生的资源,它对人类社会发展的影响将与日俱增。

2.4 宇宙环境

宇宙环境又称为星际环境,是指地球大气圈以外的宇宙空间环境,由广漠的空间、各种天体、弥漫物质以及各类飞行器组成。它是在人类活动进入地球邻近的天体和大气层以外的空间的过程中提出的概念,是人类生存环境的最外层部分。太阳辐射为地球上的人类生存提供主要的能量。太阳的辐射能量变化和对地球的引力作用会影响地球的地理环境,与地球的降水量、潮汐现象、风暴和海啸等有明显的相关性。随着科学技术的发展,人类活动越来越多地延伸到大气层以外的空间,发射的人造卫星、运载火箭、空间探测工具等飞行器本身失效和遗弃的废物,将给宇宙环境以及地球环境带来新的环境问题。

3 环境的形成与发展

地球环境是在几十亿年漫长的过程中逐渐演化而成的,它与生命体的产生和发展进化密切相关。根据“星云假说”理论,距今 60 亿年以前,地球还是一团没有凝集在一起的云状气尘物质,经过漫长时间的演化,形成了地球胎。大约 46 亿年前,地球是一个炽热的大火球,外面包围着原始大气,随着放射性元素转化产生的热能聚集,地球内部温度升高,使地球内部物质具有可塑性,为重力的分异产生了条件。较重的金属元素如铁、镍等向地球内部集中,形成了地核;而较轻的物质如硅酸盐、碳酸盐类物质逐渐上升形成地表,由此形成当今地球的地核、地幔、地壳等层次,即岩石圈。地球内部的气体则上升到地表,在引力作用下,气体滞留在地球的周围,其主要成分为还原性气体,如 CO_2 、 CO 、 CH_4 、 NH_3 和 H_2 等,尚不存在氧气,从而形成了原始的大气圈。同时,由于地球内部具有较高的温度,以结晶水存在于地球内部的水分不断蒸发,以水蒸气的形式逃逸出地球内部进入大气圈,并在温度降低时以雨水形式降落于起伏不平的地球表面。水分的蒸发和降水,降低了地表的温度,产生了河流、湖泊和海洋,形成最初的水圈。至此,原始的水圈、大气圈、岩石圈的形成和它们之间的相互作用,为地球生命的出现创造了最基本的条件。

大约 35 亿年以前,原始海洋中的元素和小分子化合物,如 CH_4 、 CO 、 N_2 、 NH_3 、 H_2O 等,在射线、雷电及热能等各种能量的作用下,逐步合成了生命的基本要素,如氨基酸、核苷酸、蛋白质等简单有机化合物。继而集聚演化成具有单细胞结构、进行无氧呼吸的厌氧生物,即厌氧细菌。它们以异养方式通过吸收水中有机物和发酵作用获得能量,水中有机物质含量随之减少。到大约 20 亿年前,出现了生命更为进化的自养原核生物细菌、蓝藻和绿藻等生物,这些含有叶绿

素的原始生物具有光合作用的特征,是生命的第一次飞跃。它们生命过程中的新陈代谢作用使大气圈中首次出现了 O_2 ,并减少了大气中的 CO_2 ,逐渐改变了原始大气的组成,使大气环境从还原型向更适合于生物生存发展的氧化型转变。

经过大约 4 亿年的积累,终于形成了一个含氧的大气圈。6 亿年前,海洋中出现动物。随着大气圈 O_2 含量的逐步增加,具有活泼化学性质的大气游离氧在高空积累,约在 4 亿年前形成了保护地球的臭氧层。臭氧层能吸收强烈的宇宙紫外线,为更高等的海洋生物进化和生命登陆创造了条件。水生生物的登陆表明了生物从水生到陆生的飞跃,生物圈由水圈扩展到陆地。地表环境也相继发生变化,由水生生态环境逐步演化到陆生生态环境。在几十亿年的地壳运动和地球环境演化过程中,逐渐形成现代地表分布,出现了高山峡谷、江河湖海、丘陵平原、绿色植物、差异明显的气候带等。

生物的进化过程随着地球环境的演变而加速。自 12 亿年前出现最早的真核生物后,5 亿年前出现海洋无脊椎动物,4 亿年前至 2 亿年前,首次出现了陆生蕨类植物,地球上形成由微生物、植物、动物组成的水陆生态系统,生物圈初现雏形。陆生植物的繁茂昌盛,加速提高大气中的 O_2 水平,需氧动物逐步在陆地上繁衍,动物界也由此实现了从水体到陆地、从无脊椎动物到脊椎动物的飞跃,约在 2 亿年前出现哺乳类动物。如今,有 500 万 ~ 5 000 万种生物与人类一起构成了地球的生物圈。

生物的生命过程中,将大气圈中的 CO_2 转移到岩石圈中,形成了大量的碳酸盐岩石,逐渐改变了岩石圈的组成。同时,生物分解物与岩石风化物在地表形成了肥沃的土壤,为植物的昌盛建立了基础,进而促使哺乳动物大量发展,也为人类的诞生创造了良好条件。

古人类出现在距今 200 万 ~ 300 万年前。人类是物质运动,即地球的地表环境发展到一定阶段的产物,而环境是人类生存与发展的物质基础。人类通过自身的活动来利用和支配自然界,同时也改造着自然界,把自然环境转变为新的生存环境,而新的生存环境又反作用于人类。因此,人们今天赖以生存的环境,就是在人类的进化过程中,由简单到复杂、由低级到高级、经过人工改造加工而发展形成的。

4 环境要素和环境效应

4.1 环境要素

环境要素是指构成人类环境整体的、各个独立的、性质不同的而又服从整体演化规律的基本物质组分,又称为环境基质。通常,环境要素可以分为自然环境要素与社会环境要素,习惯上指自然环境要素,包括水、大气、岩石、生物、阳光与

土壤等。

环境要素是组成环境的基本结构单元,结构单元又组成环境整体或环境系统。譬如,水组成各种水体,全部水体总称为水圈;大气组成大气层,全部大气层总称为大气圈;坚硬岩石构成岩体,岩石分化物和生物作用形成土壤,由全部岩石与土壤构成的固体壳层称为岩石圈;此外,动物、植物、微生物等生物体组成生物群落,而全部生物群落的总集称为生物圈。环境要素具有如下非常重要的特点:

(1)最小限制律。整个环境的质量受到环境诸要素中那个与最优状态差距最大的要素所制约,即环境诸要素中处于最劣状态的那个环境要素控制环境质量的高低,而不是由环境诸要素的平均状态决定,也不能采用处于优良状态的环境要素去代替和弥补。所以,人们在改善整个环境质量时,首先应改造最劣的要素。

(2)等值性。等值性说明环境要素对环境质量的作用。各个环境要素无论在规模上还是数量上存在什么差异,只要它们处于最劣状态,那么对于环境质量的限制作用就没有本质的区别,就具有等值性。等值性与最小限制律有着密切联系,前者主要对各个要素的作用进行比较,而后者强调制约环境质量的主导要素。

(3)环境整体性大于环境诸要素的个体之和。环境诸要素之间产生的整体环境效应不是组成该环境各个要素性质的简单叠加,而是在个体效应基础上有着质的变化。也就是说,环境整体性质能够体现环境诸要素的某些特征,但未必反映出各要素的全部特点,而是各要素综合作用后更为复杂的性质。

(4)环境诸要素相互依赖、相互作用与相互制约。环境某些要素孕育着其他要素,如岩石圈、大气圈、水圈和生物圈随地球环境的发展依次形成。每一新要素的产生,都会给环境整体带来非常大的影响。这些环境要素相互关系的特点是通过能量在各个要素之间的传递、形态转换,以及物质在各个要素之间的流通实现的。

4.2 环境效应

环境效应是指在自然过程和人类活动的综合影响下,物质之间通过化学、物理和生物作用所产生的环境效果,引起环境系统和功能的变化。

(1)环境化学效应。即物质之间在综合环境条件影响下进行的化学反应所引起的环境效果。例如,环境的酸化、盐碱化、光化学烟雾等。这些环境化学效应不仅使农作物与渔业减产,还会导致土壤和地下水的质量下降,以及危害人类的身心健康。

(2)环境物理效应。即环境诸因素在物理作用下引起的环境效果。例如,

热岛效应、噪声和振动、地面变迁等。

(3)环境生物效应。即环境诸因素变化导致生态系统变异的环境效果。例如,气候变化引起的生物种群的突然消失,如中生代恐龙的灭绝;现代大型水电工程的建立,使水生生物的栖息和繁殖受到影响;生活、工业废水大量排入江河湖海,使水生生物受到严重危害,甚至灭绝。

第二节 生态学基础

1 生态学概述

1.1 生态学的概念

生态学是研究生物与环境之间相互关系及其作用机制的科学。这里所说的生物包括植物、动物和微生物,而环境是指各种生物一定的生存环境,由非生物环境和生物环境两方面组成。非生物环境包括光照、热能、空气、水分、土壤和各种无机元素,生物环境包括主体生物以外的其他一切生物所施加的各种影响,如竞争、捕食、寄生和互利合作等。

德国生物学家海克尔(E. Haeckel)于1869年首先提出生态学这一名词,并于1886年创立生态学这门学科。当时,他把生态学定义为“自然界的经济学”,即管理自然的科学,研究生物在环境中如何生活。后来,也有学者把生态学定义为“研究生物或生物群体与其环境的关系,或生活着的生物与其环境之间相互联系的科学”。定义表明,生态学是把生物或环境看作一个有着相互关系的整体,具体体现在生物与其生存环境之间作用与反作用、相互依赖与制约和物质循环与代谢等几个方面。

传统的生态学基本上局限于研究生物与环境之间的相互关系,隶属于生物学的一个分支学科。生态学的研究对象从单个分子到整个地球生物圈,一般可划分为4个层次:个体、种群、群落和生态系统。其中,生物的个体水平研究其对环境的反映,单个物种构成的种群水平主要研究影响种群丰富度和种群波动的因素,而由不同物种构成的生物群落水平主要研究群落的结构和功能,各个生物群落和非生物环境所构成的生态系统水平主要研究其中的能量流动、食物网和养分循环。

随着现代科学技术的不断发展,生态学突破了原来纯生物科学的范畴,向微观与宏观两极发展。例如,微观研究已深入到细胞与基因的水平,而宏观研究已从生物群落与环境条件的统一,发展为生物圈与非生物因素之间相互作用的地球系统,即全球生态学。

1.2 生物与环境的相互作用

生态系统是生物和非生物因素的综合统一体,生物与环境之间存在着密切的联系和相互作用,最终达到相互协调,演化成一个优良的生态系统。

(1)生物依赖于环境。生物是由多层次组织结构构成的有机体,愈高级的生物,组织结构愈复杂。但不管哪一种生物,细胞都是其基本功能单位。细胞由不同的生物大分子,如蛋白质、核酸、脂类、碳水化合物等组成,并通过生物体的基本结构单元细胞的新陈代谢构建成生物体。各类生物大分子有着共同的物质基础元素,而这些元素均来自环境,即生物大分子环境中的各类原子。新陈代谢是生物细胞在生长、繁殖、分化的活动中从环境摄取养分和能量,并将废物排弃的过程。新陈代谢的实质就是环境中的大分子分解后成为细胞活动所需能量及细胞基本结构的元素,细胞靠细胞膜的吸收作用从环境中选择性地吸收营养物质及矿物元素,然后通过酶的作用,细胞将营养物质进行生物化学反应,合成机体大分子,同时将废物排弃到细胞外。因此,若离开了环境,生物就会因缺乏物质基础及其能量来源而死亡。

(2)环境因子对生物的影响。非生物环境因子为生物提供必要的生存条件,但同时可能出现某些限制因子,尤其是那些量少但必不可缺的营养因子及变化无穷的气候因子。因此,生物对环境因子有一定的耐受性与适应性。限制因子的量或质的不足或过多,超过了生物的耐受度,将会影响生物的生存。适应性体现在当环境因子变化时,生物因子也随时通过核酸分子的突变,产生遗传变异来重新调整,生物便不断进化发展,而那些耐受性较低的生物则趋于死亡。

(3)环境污染对生物的影响。环境污染主要指人们为了提高生存及生活质量,向环境过度索取资源,各行各业所排出的超出环境自净能力的各种有害废弃物。环境污染对生物的危害,主要是一些有毒有害物质通过呼吸、消化、感官等系统进入体内,与生物细胞大分子物质进行反应,使生物细胞降低或丧失正常的功能,最终对生物健康产生危害。

环境污染对生物及人类的影响将在其他章节中进一步阐述。

1.3 人类与环境的关系

历史上人们对环境的关心主要是考虑自然环境如何影响社会活动及社会发展。最近几十年来,公众和环境工作者才越来越多地关注人类活动怎样影响自然环境。关于人与环境的关系,许多学者或环境论者认为:①自然资源的价值在于被人们利用,但利用过程中要保证高效和无污染废物。环境保护主要关注的是避免自然资源的浪费,确保资源的有效利用。这种造福于人类的环境保护和资源开发必须为多数人的利益服务,而不只是为少数人获取利润。②要求对影响环境的人类活动有所限制,非人类生物和自然物,如植物、动物、土壤和水体都

有存在的权利。③人类活动中的不谨慎行为能导致自然系统不可逆转的变化,可能产生灾难性的影响,甚至有可能危及地球保障人类生存的能力。人类、其他生物和环境因素之间是一种互相依存的合作关系,只要其中任何一方发生问题,这种关系都会遭受破坏,即生态系统失去平衡。

随着人类征服大自然的能力增强,人类对自然系统的破坏能力也在增强,从而面临着环境日益恶化的挑战。为此,公众和科学家们要求对人类活动加以约束,使“生态意识”逐渐成为全民道德观。仅仅依靠科学技术不能完全解决环境和生态系统问题,只有整个人类意识到人类和自然环境是一个整体,制定道德、经济和法律的制约措施,才会是有效的。因此,生态学是人类社会与生物圈稳定与持续发展的理论基础。

2 生态系统的组成

2.1 生态系统概念

生态系统是指自然界中在一定的地域内由全部生物和非生物环境相互作用的统一体。换言之,生态系统是生命系统与环境系统在特定空间的组合。在这个统一体中,生物与环境之间相互影响、相互制约、不断演变,并在一定时期内处于相对稳定的动平衡状态。生态系统由各种活动角色组成,具有营养级别、生物多样性等系统的结构特征,以及生物生产、物质循环、能量流动和信息传递等系统功能。

自然界由各种各样的生态系统组成。在生态学研究,通常划出一个特定的生态系统,如一条河流、一块土地、一片森林。生态系统的边界依具体研究情况而定,因此其范围可大可小,小到一个池塘、一滴海水甚至是动物体内消化道中的微生物系统,大到陆地、海洋以及整个地球生物圈。生态系统一般可划分为自然生态系统和社会生态系统两类,前者中的生命系统是生物群落,后者中的生命系统就是人类。下面主要介绍自然生态系统。

2.2 生态系统的组成

生态系统由生物和非生物环境两大部分组成,而生物部分又包括生产者、消费者、分解者三类活动角色。

2.2.1 生物

(1)生产者。生产者主要是绿色植物,也包括进行光合作用和化学能合成的某些微生物。绿色植物从太阳获得能量,同时从土壤中吸取养分,依靠体内含有的光合作用色素,将二氧化碳、硫化物、水和无机盐类等合成为有机物质,同时放出氧气,并把太阳能转变为化学能储存在有机物质的分子结构中。微生物则利用太阳能或化学能将二氧化碳和水、无机物转化、合成为有机物质。生产者又

称自养生物,其生产的有机物及储存的化学能,除供自身生长发育需要外,还用以维持其他生物的生命活动。这种供养关系形成生态系统中的食物链,每一环节为一个营养级。生产者称为第一营养级。

(2)消费者。消费者是指食用植物或相互食用的生物,以动物为主。由于它们不能直接利用太阳能和无机化合物中的能量,只能直接或间接地从生产者摄取碳水化合物、脂肪和蛋白质等有机物质以获得生命活动的能量,因此消费者又称为异养生物。在食物链中,它们属于不同层次的营养级,其中以植物为食的食草动物为第二营养级;以食草动物为食的食肉动物为第三营养级;以第三营养级的动物为食的食肉动物为第四营养级;依次类推。消费者在生态系统中的主要作用是实现物质与能量的传递及物质的转换,如食草动物从植物中获取能量,并把植物性蛋白转换为动物性蛋白。

(3)分解者。分解者主要是指具有分解能力的细菌和真菌等微生物,也包括某些参与分解活动的原生动物、腐食性动物、软体动物,如咀嚼植物和枯木的鼠类、甲虫、白蚁,以及蚯蚓、蜈蚣等。它们通过物理的肢解、腐生生化成可溶性有机酸及将腐殖酸矿化三个作用阶段,把生产者和消费者的残体分解为简单的无机物质,归还到非生物环境中,供生产者再吸收利用。分解者也是生态系统中的异养生物,又称为还原者或腐化性生物。

2.2.2 非生物环境

非生物环境包括各种环境要素的总和:温度、光照、大气、水、土壤、气候、各种非生物成分的无机物质和有机物质,即由所有非生命物质和能量两部分构成。在这个有机的统一体中,能量与物质在不断地循环和流动,并在一定条件下保持着相对平衡。非生物环境为各种生物提供必要的营养元素和生存环境,是生态系统中各种生物赖以存在的基础。

2.3 生态系统的结构

生态系统的结构是指生态系统中各组成成分之间的相互关系。良好的生态结构配置可以使生态系统在一定时期和地域保持相对稳定的状态。生态系统的基本结构可划分为时间和空间结构、生物多样性结构以及营养结构。

2.3.1 时间和空间结构

生态系统的时间结构是指生态系统的结构随时间变化而产生的变化。由于时间出现一年四季的周期性变化,从而生物群落结构也随之发生变化,如森林生态系统中生物在春、夏、秋、冬有不同的形态,植物忽而绿草如茵,忽而枯枝残叶;动物出现休眠,鸟类迁移等。另外,随着时间的流逝,生物的物种也将发生明显的演化,则生态系统的结构随之变化。

生态系统的空间结构是指生物及环境因素在空间的配置,包括生物群落和