



“十二五”环境科学与工程系列规划教材

环境土壤学

主 编 胡宏祥 邹长明
副主编 谷勋刚 唐建设

合肥工业大学出版社

X144
2014/

此书附盘在资源建设室

阅 览

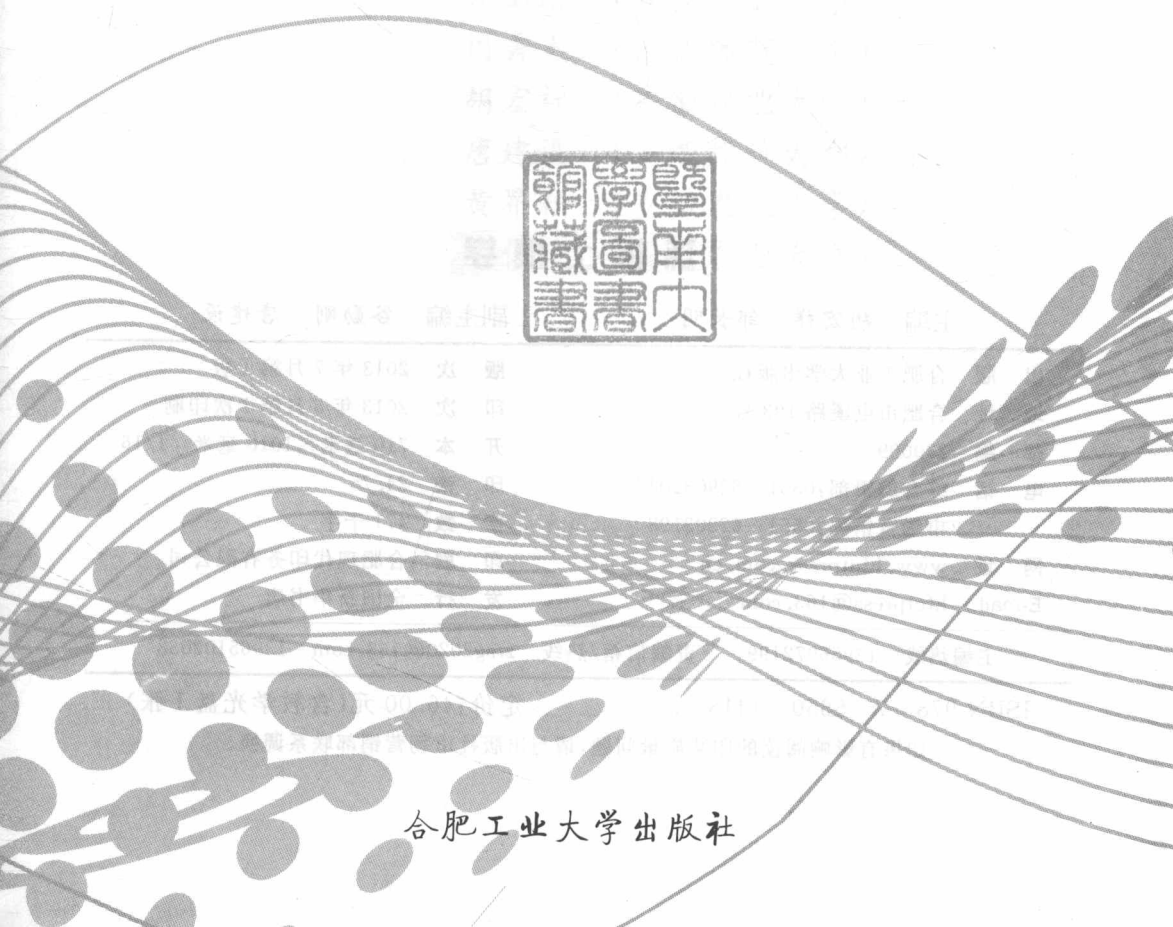
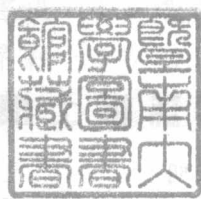


“十二五”环境科学与工程系列规划教材

环境科学与工程系列规划教材
环境土壤学

环境土壤学

主 编 胡宏祥 邹长明
副主编 谷勋刚 唐建设



合肥工业大学出版社

责任编辑 张择瑞

封面设计 汪晒秋

图书在版编目(CIP)数据

环境土壤学/胡宏祥,邹长明主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2013.7

ISBN 978-7-5650-1418-5

I. ①环… II. ①胡…②邹… III. ①环境土壤学 IV. ①X144

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 138895 号

环境土壤学

主编 胡宏祥 邹长明

副主编 谷勋刚 唐建设

出版 合肥工业大学出版社

地址 合肥市屯溪路 193 号

邮编 230009

电话 综合编辑部:0551-62903204

市场营销部:0551-62903198

网址 www.hfutpress.com.cn

E-mail hfutpress@163.com

版次 2013 年 7 月第 1 版

印次 2013 年 8 月第 1 次印刷

开本 710 毫米×1010 毫米 1/16

印张 24.75

字数 471 千字

印刷 合肥现代印务有限公司

发行 全国新华书店

主编热线 13956972199

责编信箱/热线

zrsg2020@163.com

13965102038

ISBN 978-7-5650-1418-5

定价:46.00 元(含教学光盘 1 张)

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

编写人员

主 编 胡宏祥 (安徽农业大学)

邹长明 (安徽科技学院)

副主编 谷勋刚 (安徽农业大学)

唐建设 (安徽建筑大学)

编 委 (按姓氏笔画排序)

王 强 (安徽农业大学)

邹长明 (安徽科技学院)

谷勋刚 (安徽农业大学)

周秀杰 (淮北师范大学)

胡宏祥 (安徽农业大学)

唐建设 (安徽建筑大学)

黄界颖 (安徽农业大学)

屠仁凤 (安徽农业大学)

前 言

环境土壤学是土壤学与环境学之间的边缘性学科、综合交叉学科。它是研究人类活动和自然因素引起的土壤环境质量变化以及这种变化对人体健康、社会经济、生态系统结构和功能的影响;探索调节、控制和改善土壤环境质量的途径和方法。它涉及土壤质量与生物品质,即土壤质量与生物多样性以及食物链的营养价值与安全问题;涉及土壤与水和大气质量的关系,即土壤作为源与汇(或库)对水质和大气质量的影响,涉及人类居住环境问题,即土壤元素丰缺与人类健康的关系;涉及土壤与其他环境要素的交互作用,即土壤圈、水圈、岩石圈、生物圈和大气圈的相互影响;涉及土壤质量的保护与改善等土壤环境工程的相关研究与应用。

本教材结合当前环境问题和土壤质量问题,针对资源与环境类学生特点,形成合理的内容体系和知识结构,既重视传统知识的继承,也重视了现代新技术新知识的补充,同时本书配有教学PPT光盘。全书共十一章,分工如下:第一章 绪论(安徽农业大学 胡宏祥)、第二章 土壤的基本组成和性质(第一节 安徽科技学院 邹长明;第二节 安徽农业大学 黄界颖)、第三章 土壤背景值与环境容量(安徽农业大学 王强)、第四章 土壤退化(安徽农业大学 胡宏祥)、第五章 土壤污染与修复概述(第一节 安徽建筑大学 唐建设;第二、三节 安徽农业大学 胡宏祥)、第六章 土壤重金属污染与修复(安徽农业大学 胡宏祥)、第七章 土壤有机物污染及修复(淮北师范大学 周秀杰)、第八章 土壤复合污染与修复(安徽农业大学 屠仁凤)、第九章 土壤中碳、氮、磷物质循环及环境效应(安徽农业大学 谷勋刚)、第十章 土壤资源的利用与环境管理(安徽科技学院 邹长明)、第十一章 环境土壤评价与研究方法(安徽建筑大学 唐建设)。全书由安徽农业大学胡宏祥负责统稿工作。

由于编者水平有限,教材中的错误疏漏在所难免,希望使用本教材的老师、同学与同仁给予批评指正。

编 者

2013年6月

目 录

第一章 绪 论	(001)
第一节 土壤与土壤圈	(001)
第二节 土壤环境与人类关系	(005)
第三节 环境土壤学的研究对象与任务	(017)
复习思考题	(020)
第二章 土壤的基本组成和性质	(021)
第一节 土壤的形成	(021)
第二节 土壤的基本物质组成与性质	(030)
复习思考题	(109)
第三章 土壤背景值与环境容量	(110)
第一节 土壤背景值	(110)
第二节 土壤背景值的调查方法	(112)
复习思考题	(125)
第四章 土壤退化	(126)
第一节 土壤退化概述	(126)
第二节 土壤退化评价的理论与方法	(143)
第三节 土壤退化的防治措施与修复技术	(154)
复习思考题	(168)
第五章 土壤污染与修复概述	(169)
第一节 土壤污染	(169)
第二节 土壤修复标准的建立	(179)
第三节 污染土壤修复效果评定方法	(182)
复习思考题	(187)
第六章 土壤重金属污染与修复	(188)
第一节 土壤中的重金属	(188)

第二节	土壤重金属污染对环境质量的影响	(199)
第三节	土壤重金属污染的控制与修复	(224)
	复习思考题	(232)
第七章	土壤有机物污染及修复	(233)
第一节	土壤农药污染及修复	(233)
第二节	土壤石油污染及修复	(243)
第三节	土壤有毒有机物污染	(254)
	复习思考题	(268)
第八章	土壤复合污染与修复	(269)
第一节	土壤复合污染概述	(269)
第二节	土壤复合污染的类型及效应	(273)
第三节	土壤复合污染的联合修复	(284)
第四节	土壤复合污染及联合修复展望	(287)
	复习思考题	(288)
第九章	土壤中碳、氮、磷物质循环及环境效应	(289)
第一节	土壤中的碳循环	(289)
第二节	土壤中的氮循环与环境效应	(301)
第三节	土壤中的磷循环与环境效应	(309)
	复习思考题	(318)
第十章	土壤资源的利用与环境管理	(319)
第一节	土壤资源概况	(319)
第二节	土地资源的开发利用	(340)
第三节	土壤环境管理	(351)
	复习思考题	(364)
第十一章	环境土壤评价与研究方法	(365)
第一节	环境土壤评价	(365)
第二节	环境土壤研究方法	(379)
	复习思考题	(385)
	主要参考文献	(386)

第一章 绪 论

第一节 土壤与土壤圈

一、土壤与土壤圈的概念

土壤是我们经常能够看到的東西，但要回答“什么是土壤”却并不容易。对土壤的概念，不同学科的科学家，从不同的角度出发，给予了不同的解释：生态学家从生物地球化学的观点出发，认为土壤是地球表层系统中生物多样性最丰富、生物地球化学的能量交换和物质循环(转化)最活跃的生命层。环境科学家借助土壤养分速测仪检测分析土壤样本后认为，土壤是重要的环境因素，是环境污染物的缓冲带和过滤器。工程专家则把土壤看做是承受高强度压力的基地或工程材料的来源。而土壤学家和农学家传统地把土壤定义为“发育于地球陆地表面并能生长绿色植物的疏松多孔结构表层。”在这一概念中，重点阐述了土壤的主要功能是能生长绿色植物，具有生物多样性，所处的位置在地球陆地的表面层，它的物理状态是由矿物质、有机质、水和空气组成的，是具有孔隙结构的介质。土壤的本质特征是土壤肥力，即土壤具有培育植物的能力。矿物、岩石形成的风化物经成土作用发育成土壤后，除含有植物生长所需的物质营养元素外，还变得疏松多孔，具有了通气透水性、保水保肥性、结构性和可塑性，能提供植物生长发育所需的水、肥、气、热等生活条件。土壤是植物根系生长发育的基地，即植物生长的立足之地；它是植物营养物质转化的场所，也是植物营养物质不断循环的场所。土壤不仅是植物生长的基地，也是动物、人类以及绝大多数微生物栖息、繁衍的场所。

土壤圈是覆盖于地球和浅水域底部的土壤所构成的连续体或覆盖层，它处于地圈系统(大气圈、生物圈、岩石圈、水圈)的交界面，是地圈系统的重要组成部分，既是这些圈层的支撑者，又是它们长期共同作用的产物。土壤圈是岩石圈最外面一层疏松的部分，其上面或里面有生物栖息。土壤圈是构成自然环境的五大圈(大气圈、水圈、岩石圈、土壤圈、生物圈)之一，与人类关系最密切的一种环境要素。土

壤圈的平均厚度为 5m, 面积约为 $1.3 \times 10^8 \text{ km}^2$, 相当于陆地总面积减去高山、冰川和地面水所占有的面积。

二、土壤圈的功能

土壤圈于 1938 年由马特森提出, 它在地理环境中总是处于地球大气圈、水圈、生物圈和岩石圈之间的界面上, 是地球各圈层中最活跃、最富生命力的圈层之一, 它们之间不断地进行物质循环与能量平衡。现代土壤学、环境科学和生态学的研究进展加深了对土壤圈本质的理解。可以认为, 土壤圈是“覆盖于地球陆地表面和浅水域底部的一种疏松而不均匀的覆盖层及其相关的生态与环境体系; 它是地球系统的重要组成部分, 处于大气圈、水圈、生物圈和岩石圈的界面和中心位置, 既是它们所长期共同作用的产物, 又是对这些圈层的支撑”。

土壤圈具有记忆的功能, 有助于识别过去和现在土壤和环境的变化, 并有一定的预测性。土壤圈具有时空特征, 其空间特征主要表现在特定条件下土壤的形成过程、土壤类型和性质的差异; 而时间特征则表现在土壤与生态和环境体系的形成与演变过程之中, 体现了土壤形成的阶段性; 同时在空间与时间特征上均体现了生态与环境的演替性; 土壤形成与演变的时间尺度约 $10^3 \sim 10^6 \text{ a}$ 。

1. 土壤是农业生产的基础

“民以食为天, 食以土为本”就精辟地概括了人类、农业与土壤之间的关系。农业是人类生存的基础, 而土壤是农业的基础。古人说: “皮之不存, 毛将焉附?” 我们也可以说: “土之不存, 树将焉附?”

农业生产的基本特点是生产出具有生命的生物有机体。其中最基本的任务是发展人类赖以生存的绿色植物的生产。绿色植物生长发育的五个基本要素, 即日光(光能)、热量(热能)、空气(氧及二氧化碳)、水分和养分。其中养分和水分通过根系从土壤中吸取。植物能立足自然界, 能经受风雨的袭击、不倒伏, 则是由于根系伸展在土壤中, 获得土壤的机械支撑之故。这一切都说明, 在自然界, 植物的生长繁育必须以土壤为基地。一个良好的土壤应该使植物能吃得饱(养料供应充分)、喝得足(水分充分供应)、住得好(空气流通、温度适宜)、站得稳(根系伸展开、机械支撑牢固)。归纳起来, 土壤在植物生长繁育中有下列不可取代的特殊作用。

农业生产既然以土壤为基地, 所以要发展农业生产, 就必须十分重视土壤资源的开发、利用、改良和保护, 要在全面规划农、林、牧用地的基础上, 把土壤资源的开发与改良、利用与保护结合起来。通过合理的耕作制度和方式, 科学施肥、灌溉和一系列增肥土壤的管理措施, 在保证土壤质量不下降、土壤生态环境不受破坏的前提下, 保证农业生产的持续、稳定的发展。通过“用地养地”把植物生产、动物生产和土壤管理三个环节结合起来, 把植物生产的有机收获物用作动物生产所需的饲

料,将植物残体和动物生产废弃物,通过微生物的利用、转化,提高土壤肥力。所以,土壤与植物是息息相关的,土壤中的各种限制因素对植物生长起不良的影响。

2. 土壤是自然环境的重要组成部分,对地理环境有重要影响

自然环境通常由大气圈、生物圈、岩石圈、水圈和土壤圈等构成。其中土壤圈覆盖于地球陆地表面,处于其他圈层的交界面上,成为它们连接的纽带,构成了结合无机界和有机界,即生命和非生命联系的中心环境。在地球表面系统中,土壤圈与其他各圈层间存在着错综复杂而又十分密切的联系和制约关系。一方面土壤是其他各圈层相互作用的产物;另一方面土壤是这些圈层的支撑者,对它们的形成、演化有深刻的影响。

土壤圈对各圈层影响的具体表现。首先,土壤圈对生物圈影响,土壤养分元素的循环,土壤支持和调节生物的生长和发育过程,例如,提供植物所需养分、水分和适宜的理化环境,决定自然植被的分布。其次,土壤圈对水圈影响,土壤水分平衡与循环,影响降水在陆地和水体的重新分配,影响元素的表生地球化学迁移过程及水平分布,也影响水圈的化学组成。第三,土壤圈对大气圈影响,土壤中大量及微量气体的交换,影响大气圈的化学组成,水分与能量平衡;吸收氧气,释放 CO_2 、 CH_4 、 H_2S 、氮氧化合物和氨气,影响全球大气变化。第四,土壤圈对岩石圈影响,进行金属元素和微量元素的循环,土被覆盖在岩石圈的表层,对其具有一定的保护作用,减少各种外营力的破坏。

土壤圈还影响自然环境和全球气候变化。它有净化、降解、消纳各种污染物的功能:大气圈的污染物可降落到土壤中,水圈的污染物通过灌溉也能进入土壤。但是土壤圈的这种功能是有限的,如果污染超过了它能容纳的限度,土壤也会通过其他途径释放污染物。如通过地表径流进入河流或渗入地下水使水圈受污染,或者通过空气交换将污染物扩散到大气圈;甚至生长在土壤之上的植物吸收了被污染的土壤中的养分,其生长和品质也会受到影响。再如,重金属元素在土壤圈中的空间分布、迁移、转化及动态变化,土壤污染物质的来源、分布、变化、迁移、浓集都对生物环境产生重要影响。土地退化,土壤痕量气体的通量变化都会对温室效应产生影响。

3. 土壤是地球陆地生态系统的基础

生态系统包含着一个广泛的概念。任何生物群体与其所处的环境组成的统一体,都形成不同类型的生态系统。自然界的生态系统是大小不一、多种多样的,小可小到一个庭院、池塘、一块草地,大可大到森林、湖泊、海洋,乃至包罗地球上一切生态系统的生物圈。陆地生态系统就是包罗整个地球陆地表层的“大系统”。

在陆地生态系统中,土壤作为最活跃的生命层,事实上,是一个相对独立的子系统。在土壤生态系统组成中,绿色植物是其主要生产者,它通过光合作用,把太

阳能转化为有机形态的贮藏潜能。同时又从环境中吸收养分、水分和二氧化碳,合成并转化为有机形态的贮存物质。消费者,主要是食草或食肉动物,如土壤原生动物、蚯蚓。昆虫类,脊椎动物的啮齿类动物,如草原地区的附鼠、黄鼠、兔子,农田中的田鼠。消费者以现有的有机质作食料,经过机械破碎,生物转化,这部分有机质除小部分的物质和能量在破碎和转化中消耗外,大部分物质和能量则仍以有机形态残留在土壤动物中。作为土壤生态系统的分解者,主要指生活在土壤中的微生物和低等动物,微生物有细菌、真菌、放线菌、藻类等,低等动物有鞭毛虫、纤毛虫等。它们以绿色植物与动物的残留有机体为食料从中吸取养分和能量,并将它们分解为无机化合物或改造成土壤腐殖质。

土壤生态系统的大小同样决定于研究目标及范围,如果只考虑某个土壤层或土壤剖面内物质和能量的输入、输出以及内部的转化过程,则生态系统可以划定在单个的土壤层或土壤剖面。如果以研究养分循环和农业管理对植物营养作用时,则可以将植物群落——农田土壤系统划定为一个生态系统。或者,可以更大范围、区域、国家甚至研究全球土壤变化。

土壤在陆地生态系统中起着极其重要的作用。主要包括:首先,保持生物活性、多样性和生产性;其次,对水体和溶质流动起调节作用;第三,对有机、无机污染物具有过滤、缓冲、降解、固定和解毒作用;第四,具有贮存并循环生物圈及地表的养分和其他元素的功能。

4. 土壤是人类社会的宝贵资源

资源是自然界中能为人类利用的物质和能量基础,是可供人类开发利用并具有应用前景和价值的物质。土壤资源可以定义为具有农、林、牧业生产力的各种类型土壤的总称。在人类赖以生存的物质中,人类消耗的80%以上的热量、75%以上的蛋白质和大部分纤维都直接来自土壤。所以土壤资源和水资源、大气资源一样,是维持人类生存与发展的必要条件,是社会经济发展最基本的物质基础。土壤资源具有一定的生产力。土壤生产力的高低,除了与其自然属性有关外,很大程度上取决于人类生产科学技术水平。不同种类和性质的土壤,对农、林、牧业具有不同的适宜性,人类生产技术是合理利用和调控土壤适宜性的有效手段,即挖掘和提高土壤生产潜力的问题。人类需要根据土壤资源区域性进行开发与管理,综合农业中的动态变化,土壤影响农林适宜性评价,营养元素的空间调控,土壤圈的各障碍因素对农业生产具有限制作用。土壤资源具有可更新性和可培育性,人类可以利用它的发展变化规律,应用先进的技术,其促使肥力不断提高,以生产更多的农产品,满足人类生活的需要。若采取不恰当的培育措施,土壤肥力和生产力会随之下降,甚至衰竭。

土壤资源的空间存在形式具有地域分异规律,这种地域分异规律时间上具有

季节性变化的周期性,所以土壤性质及其生产特征也随季节的变化而发生周期性变化。土壤资源的合理利用与保护是发展农业和保持良性生态循环的基础和前提。

第二节 土壤环境与人类关系

一、环境的组成与结构

所谓环境是相对于某一中心事物而言,作为某一中心事物的对立面而存在,它因中心事物的不同而不同,随中心事物的变化而变化,与某一中心事物有关的周围事物,就是这个中心事物的环境。环境科学所研究的环境是以人类为主体的外部世界,即人类生存、繁衍所必需的,相适应的环境或物质条件的综合体,它们可分为自然环境、人工环境及社会环境。

(一)自然环境的组成及结构

1. 自然环境的组成

自然环境是一个庞大的物质系统。其组成包括:自然环境的各种物质、各种能量以及在能量支配下物质运动所构成的各种动态体系,即自然地理要素。

(1)自然环境的物质组成

自然环境的物质组成可能包括地球所有的化学元素种类。然而此处的讨论将不过细地涉及各种地球元素,而仅以宏观的角度着眼于那些具有地域结构意义的物质成分及其构成的物质系统。

从上述观念出发,可以把自然环境的物质成分概括为四大类,即固态的岩石、液态的水、气态的空气和活质有机体。它们是自然环境最基本的组成成分。这四类物质成分相互联系、相互渗透,普遍存在于自然地理环境中,并各以自己为主体构成了下列自然地理环境的四个基本圈。

对流圈。大气圈底部对流运动最显著的大气圈层,主要由气态物质组成。这里集中了整个大气质量的 $3/4$ 和几乎全部水汽。它的下界是海陆表面,上界随纬度、季节及其他条件不同而不同。根据观测,对流层的平均厚度在低纬度为 $17\sim 18\text{km}$,在中纬度为 $10\sim 12\text{km}$,在高纬度为 $8\sim 9\text{km}$ 。夏季厚而冬季薄。

水圈。地球表层水体的总称,包括海洋、河流、湖泊、沼泽、冰川和地下水。其中海洋面积最为宽广,占地球表面积的 70.8% ,平均深度为 3.8km 。水圈总体积约 13.7亿 km^2 。

沉积岩石圈。亦称成层岩石圈,地壳(及岩石圈)的上层,主要由沉积岩构成,

包括火成岩和变质岩等岩类。沉积岩石圈的厚度是不均匀的,平均约有 5km。它的最上面往往覆盖着一层风化壳及土壤(达几十米),后两者是前者的派生自然体。一般地说,沉积岩石圈位于气圈和水圈之下,露出在水圈之上的部分即构成陆地。

生物圈。地表生命有机体及其生活领域的总称,包括植物、动物和微生物三大类。地球生物的活动和影响范围虽然包括了对流层、水圈和沉积岩石圈,但主要集中在三个无机圈层很薄的接触带中。组成生物圈的有机体的总质量约有 10^{13} t,其中又以植物为主,它占了有机体总质量的 99%。自然环境的能量组成,主要包括太阳辐射、地球内能以及潮汐能等。其中以太阳辐射和地球内能(地热能及重力能)为最重要,它们共同支配着自然环境内部的物质运动。

(2) 自然环境的要素组成

自然环境的要素组成包括地貌、气候、水文、土壤和生物。它们是自然环境四种基本组成成分在能量的支配下相互联系、相互作用而产生的各种自然地理动态的物质体系。它们既是物质的,又是动态的。如果说自然环境的物质组成强调物质实体的一面,则自然环境的要素组成更强调物质的运动方面。

地貌是固体地壳的表面形态。作为形态,地貌与组成它的岩石有着密切的依存关系,两者共同构成为岩石地貌复合体。地貌是大气圈、水圈、生物圈(它们蕴含着外力)和岩石圈(蕴含着内力)相互作用的结果。但是,地貌要素反过来又影响着其他各个要素的发展。因为地貌是大气、水和生物作用的场所,地表形态的差异必然引起各种自然地理过程和现象的变化。因此,岩石地貌复合体是自然地理环境要素组成的基本部分。

气候是长期的大气状态和大气现象的综合。它是最活跃的自然环境要素之一。大气蕴含着最终来自太阳的热能,它的物理过程首先支配着地表的热量平衡,同时支配着海陆间的水分循环,从而影响了生物分布和陆地水文网的分布,以及它们的动态。风化壳和土壤覆盖层的形成,受着大气过程各种作用的影响。大气过程还是各种地貌的外营力。

水文也是最活跃的自然环境要素之一。水体所起的一种重要的环境作用,在于其潜热特性。巨大的水体(如海洋)贮藏着大量的热能。水与大气相互联系,决定着自然地理环境中水热的配置。地球重力赋予水一定的功能,使之起着某种对地表形态的塑造作用。水还滋养着整个地球的生物界,没有水就没有生命。因此,各种水文过程实质上成为自然地理环境内部相互联系的纽带。

土壤既是自然地理环境派生的自然体,也是它的一个组成要素。土壤以不完全连续的状态存在于地球表层(可称为土壤圈或土被)。它的空间位置正处在四个基本圈层紧密交接的地带。在整个自然地理环境中,土壤是结合无机界和有机界的枢纽,是联系各自然环境要素的关键环节。

生物是行星地球的特殊物质,作为自然地理环境的组成要素,它也起着特殊的不可替代的作用。首先,绿色植物通过光合作用将自然地理环境中的无机物合成有机物质,同时又把所截获的太阳能转化为化学能而贮藏于有机物质中。通过食物链的联系,植物、动物和微生物共同改造着周围环境。其作用表现在:改变大气圈、水圈的组成,参与风化作用、土壤形成作用、地貌的改造、岩石和非金属矿产的建造,等等。人类作为生物的特殊部分,既有自然属性的一面,又有社会属性的一面。因此,在自然地理环境的组成中,人类起着十分特殊的作用。

总之,自然环境的各种物质成分在以太阳能和地球内能为主的各种环境能量的作用下,形成了各种自然地理组成要素。每一组成要素都按着自身的规律存在和发展着,但是,其中没有一个要素是孤立的。换言之,没有一个要素不受其他要素的影响和给予其他要素以影响,因此,各个要素相互联系、相互作用使自然地理环境组成为一个特殊的物质体系。

2. 自然环境的结构

自然环境的结构是指自然地理环境各组成要素之间以及各组成部分之间的组合格局。作为一个完整的物质体系的自然地理环境,由于各组成要素或组成部分之间相互联系的形式及过程不同,从而形成了不同的结构。自然地理环境的结构是复杂的,而又是有规律的。物质运动规律赋予它鲜明的结构特性。以下特性是自然地理环境结构状况的一般归纳。

(1) 分层性

地球的圈层构造特性规定了自然地理环境结构的分层性。大气、水体和岩石由于它们的密度差异,在地球重力的作用下相对集中于自然地理环境的一定部位,并自上而下依次形成具有相对独立性的圈层,即对流层、水圈和沉积岩石圈。生物圈的分布决定于生物自身的生理特性,它重叠于上述三个圈层之中。

除了按基本组成成分的集中程度而区分不同层次之外,在自然地理环境内部仍可进一步细分出一系列更小的层次。如对流层可分为贴地层、摩擦层、中层、上层和对流层顶等;海洋可分为表层(深 200m)、次深层(深 200~2000m)和深层(深 2000m 以下)等;植被可分为乔木层、灌木层、草本层和苔藓层等;土壤可分为枯枝落叶层、有机质层、淋溶层、淀积层和母质层,等等。

可以说,分层性是自然地理环境最普遍的结构特性。任何一个自然综合体都必然由不同高度层次的物质成分所组成。

(2) 交织性

自然环境的四个基本组成成分相互重叠、相互渗透,彼此交织为一整体。其中每一个基本组成成分都以自己的物质加入所有其他组成成分的组成之中。例如,空气除构成大气圈的主体外,还渗入水体、土体和生物体中;水圈的水除了组成海

洋和陆地的江河湖泽等水域外,还渗入大气、土壤、岩石和生物体中;岩石圈的成分也渗入大气、各种水体和生物体中;生物体更是与所有三个无机圈层完全交织在一起。与其他地球圈层比较,这种交织性正是自然地理环境结构的个性。

(3)集中性

海陆表面是大气圈、水圈和岩石圈相互直接接触的部分。各种物质成分相互渗透和相互作用在这里最为显著,物质交换和能量转化在这里最为活跃,一系列派生的自然体也在这里诞生。总之,在海陆表面各种自然地理过程和现象最为集中。沿着这里到自然地理环境的边缘方向,各种自然地理过程和现象逐渐分散而减弱。

(4)综合性

综合性是自然地理环境空间结构的基本特性,其最鲜明的体现是自然综合体的形成。任何自然综合体,其组成成分都不是单方面地起作用,而是相互联系、相互制约综合地起作用。在组成上,自然综合体内部没有任何一种组成成分可以认为是主要的和决定性的。在功能上,自然综合体以一个整体与外界发生联系。各种自然地理成分的综合作用在海陆表面最为明显,从这里到自然地理环境的边缘方向,这种综合特性不断减弱而消失。

(5)差异性

自然环境各个部分具有很大的差异性。也就是说,自然综合体的地域分异显著。翻越一座高山或从海岸往内陆跨越一定距离,都可以观察到各处自然地理现象和过程的差异,更不要说从赤道穿越到极地了。海陆表面(特别是陆地表面)这种地域差异现象尤其鲜明。从这里到自然地理环境边缘的方向,地域差异性逐渐减弱,整个自然地理环境实际上是不同层次的自然综合体的有机组合。因此它可划分为一系列不同等级的结构单位。一般认为:最高级的自然综合体即地理圈,包括对流圈、水圈、沉积岩石圈和生物圈的整体;第二级自然综合体包括大陆和海洋两大部分;第三级自然综合体是大陆或海洋的较大范围,包括各大洲和各大洋。其下还可依次划出各不同的等级。最低级的自然综合体是自然地理环境的局部地段,原苏联地理学家称之为“相”。各级自然综合体等级越高,其重复性越小,水平范围和垂直厚度也越大;反之,等级越低,重复性越大,水平范围和垂直厚度也越小。

(二)人工环境的组成和结构

人工环境是人类在利用和改造自然环境中创造出来的。现在地球上没有受到人类活动影响的自然环境可以说是极为罕见的,绝大部分的原野已被加工改造成了农田、牧场、林场、旅游休养地,并适应人类的需要而日益加速地兴建工厂、矿山、各种建筑,以及交通、通讯设备等。所以,很早便有人提出通过人类活动的基本事实来阐述人类与环境的关系。现代人类活动的内容和结构是异常丰富而复杂的,

但最基本的、最主要的是生产和消费活动,也就是人类与自然环境间以及人与人之间的物质、能量和信息的交换过程。这一活动的全部过程——从资源由自然环境中提出来到以固、液、气的形式再排向自然环境,一般可分为提取、加工、调配、消费和排放五个分过程或五个阶段,且每个分过程又都可以再细分下去。例如,提取过程可再细分为采集业、狩猎业、农业、牧业、采掘工业、冶炼工业等,以及各种自然源(如太阳能、风能、水能、地热、核能等),以及各种位能和潜能的利用工业等;加工过程可再细分为机械加工、化学加工等;调配过程可再分为运输、储存、管理等;消费过程可再分为生产消费、非生产消费等;排放过程可再分为直接排放和各种处理后排放等。当然,还可以再细分下去,而正是这些活动过程把原始的生物圈导向技术圈,并在自然环境基础上创造出了工程环境。它包括农业工程环境、工业工程环境以及能源工程环境、交通通信工程环境、信息工程环境等,它们是人类在利用和改造自然环境中创造出来的,但反过来它们又成了影响自然环境和人类活动的重要因素和约束条件。

(三) 社会环境的组成和结构

社会环境是由政治、经济和文化等要素构成的,经济是基础,政治是经济的集中表现,文化则是政治和经济的反映。一定的社会有一定经济基础和相应的政治和文化等上层建筑。社会环境是人类活动的产物,但反过来它又成为人类活动的制约条件,也是影响人类与自然环境关系的决定性因素。

自然环境、人工环境与社会环境共同组成各级人类生存环境单元,如聚落环境、区域环境、直至全球性环境,也就是说,人类的生存环境是一个极其庞大而复杂的多级大谱系。由人类这个中心系统与其生存环境可共同构成人类生态系统。历史的经验证明,人类的经济和社会发展,如果不违背环境的功能和特性,遵循客观的自然规律、经济规律和社会规律,那么人类就受益于自然界、人口、经济、社会和环境的协调发展;相反,则环境质量恶化、生态环境破坏、自然资源枯竭,人类必然受到自然界的惩罚。为此,人们要正确掌握环境的组成和结构,环境的功能和环境的演变规律,消除各项工作中的主观性和片面性。

二、土壤环境的概念

土壤环境是指岩石经过物理、化学、生物的侵蚀和风化作用,以及地貌、气候等诸多因素长期作用下形成的土壤的生态环境。土壤形成的环境决定于母岩的自然环境,由于风化的岩石发生元素和化合物的淋滤作用,并在生物的作用下,产生积累,或溶解于土壤水中,形成多种植被营养元素的土壤环境。它是地球陆地表面具有肥力,能生长植物和微生物的疏松表层环境。土壤环境由矿物质、动植物残体腐烂分解产生的有机物质以及水分、空气等固、液、气三相组成。固相(包括原生矿

物、次生矿物、有机质和微生物)占土壤总重量的90%~95%;液相(包括水及其可溶物)称为土壤溶液。各地的自然因素和人为因素不同,形成各种不同类型的土壤环境。中国土壤环境存在的问题主要有农田土壤肥力减退、土壤严重流失、草原土壤沙化、局部地区土壤环境被污染破坏等。

三、土壤环境与水质

1. 土壤影响水质

水是人类生存不可缺少的物质,没有水就没有生命,同时,水在人类文明发展中也起着重要的作用。我国江河众多,流域面积 $>100\text{km}^2$ 的河流约有5万多条,流域面积 $>1000\text{km}^2$ 的河流约有1500多条。水资源通常是指逐年可以得到恢复和更新的淡水量,中国水资源总量为 $2.8124 \times 10^{12} \text{m}^3$,少于巴西、前苏联、加拿大、美国、印度尼西亚,居世界第六位;但中国人均水资源量仅有 2710m^3 ,约为世界人均量的四分之一,因而水资源的保护任务是十分艰巨的。为了保护水资源必须重视土壤质量的保护与提高,因为水质与土壤质量有着十分密切的关系(表1-1)。

表 1-1 土壤质量与水质的关系

对水质的影响	
直接影响	
母质	盐浓度、软硬度
有机质含量	色度
土壤结构与可蚀性	浊度
CEC	可溶物负荷
厌氧条件	BOD、COD
质地	悬浮物负荷
间接作用	
耕作方法	沉积物浓度与悬浮物质负荷
化学品输入	可溶物负荷、富营养化
农作制度	生物量
排水	可溶负荷

(Bezdicck et al. 1996)

土壤性质直接与水质有关的指标包括:①可蚀性,影响水体沉积物的负荷或混浊程度;②阳离子交换容量(CEC)和养分储量,影响淋溶强度和可溶性物质的负荷;③土壤有机质的含量,影响淋溶容量。