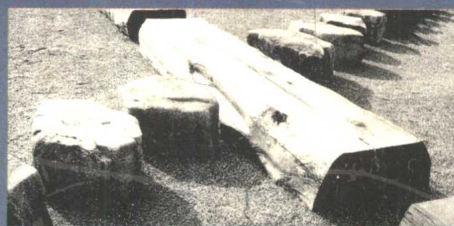


城市规划专业系列教材

城市生态与城市环境

沈清基
编 著



同济大学出版社

城市生态与城市环境

沈清基 编著

同济大学出版社

内 容 提 要

本书第一篇“城市生态”分成两部分。第一部分为生态学概论,包括生态学的起源与发展、生物生存环境与生态因子、种群、群落及生态系统等。第二部分为城市生态学原理,包括城市生态学的起源及发展、城市生态系统构成及特征、城市生态系统的结构与功能、城市生态系统分析、城市生态规划、城市生态建设与调控等内容。

第二篇“城市环境”分成两部分。第一部分为环境概论,包括环境的基本概念、环境要素及其属性、环境功能及特征、环境问题等;第二部分为城市环境。包括城市环境组成及特点、城市环境效应、城市环境容量、城市环境问题、城市环境影响因素、城市环境污染、城市环境综合整治、城市环境质量综合评价及城市环境规划等。

本书适合作为城市规划、城市建设、城市管理专业的教学用书,也可供从事城市规划、城市建设、城市管理及相近专业的人员参考。此外,亦可供关心城市生态环境及对这一领域问题感兴趣的各界人士阅读参考。

责任编辑:沈 恬

封面设计:余 蓝

城市生态与城市环境

沈清基 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号 邮编:200092)

新华书店上海发行所发行

同济大学印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:25.25 字数:640千字

1998年12月第1版 1998年12月第1次印刷

印数:1—5000 定价:32.00元

ISBN7-5608-1936-2/TU·268

前 言

生态学作为人类对其所居住地球上生物与环境关系认识的学科,近年来得到了迅速的发展,已成为解决所有与生命有关现象的问题的一般科学方法。国际学术界认为:生态学是联系自然科学与社会科学的桥梁;现代科学发展的趋势之一是各学科的生态学化和各学科与生态学的结合;人类在地球上的生存将依赖于生态学的进步;运用生态学方法推进各学科的研究是当代科学发展的一个重要趋势。

城市是人类的主要集聚形式及主要集聚地之一,城市生态系统与城市环境是人类生态系统及人居环境的一个重要组成部分。随着人类社会发展的进程,城市在人类进步中所起的作用日益重要,城市生态问题与城市环境问题也日益被人们所重视。

本书试图运用生态学、环境学的原理和知识,认识、分析城市生态系统及城市环境各方面的问题。作为一种尝试,无疑是很不成熟的。本书在写作过程中得到了不少学者的关心和支持;王祥荣教授审阅了初稿,提出了宝贵意见;王兰同学协助绘制了部分插图;本书参考和引用了有关文献资料,在此一并致以衷心的感谢。

编 者

1997.12

目 录

第一篇 城市生态

第一章 生态学概论	(3)
第一节 生态学的概念、起源及发展	(3)
第二节 生物生存环境	(6)
第三节 生态因子及其作用	(12)
第四节 种群	(17)
第五节 群落	(24)
第六节 生态系统	(29)
第二章 城市生态学及基本原理	(46)
第一节 城市生态学定义	(46)
第二节 城市生态学产生背景	(47)
第三节 城市生态学的发展阶段	(50)
第四节 城市生态学的学科基础、研究层次及研究内容	(55)
第五节 城市生态学基本原理	(59)
第三章 城市生态系统的构成及特征	(65)
第一节 城市生态系统基本概念	(65)
第二节 城市生态系统的构成	(65)
第三节 城市生态系统的特征	(69)
第四章 城市生态系统的结构与基本功能	(81)
第一节 城市生态系统的结构	(81)
第二节 城市生态系统的基本功能	(84)
第五章 城市生态系统分析	(108)
第一节 城市生态系统主要问题	(108)
第二节 城市生态空间研究方法	(121)
第三节 城市生态系统综合评价	(125)
第六章 城市生态规划	(135)

第一节	生态规划的概念与分类	(135)
第二节	城市生态规划原理	(137)
第三节	城市生态规划实例	(144)
第七章	城市生态建设与调控	(157)
第一节	城市生态建设	(157)
第二节	城市生态调控	(167)
<u>第二篇 城市环境</u>		
第八章	环境概论	(193)
第一节	环境的基本概念	(193)
第二节	环境要素及其属性	(194)
第三节	环境的功能及特征	(195)
第四节	环境问题	(197)
第五节	环境污染	(210)
第九章	城市环境概述	(228)
第一节	城市环境的基本概念、组成及特点	(228)
第二节	城市环境效应	(230)
第三节	城市环境容量	(233)
第四节	城市环境问题	(241)
第五节	城市环境影响因素	(245)
第十章	城市中的主要污染源	(257)
第一节	工业污染源	(257)
第二节	交通运输污染源	(267)
第三节	农业污染源	(270)
第四节	生活污染源	(275)
第十一章	城市环境综合整治	(279)
第一节	城市环境综合整治概述	(279)
第二节	城市大气污染综合整治	(281)
第三节	城市水污染综合整治	(289)
第四节	城市固体废物综合整治	(293)
第五节	城市噪声污染综合整治	(302)
第六节	城市环境综合整治总体分析	(304)
第十二章	城市环境质量综合评价	(307)

第一节	基本概念	(307)
第二节	评价内容与程序	(308)
第三节	评价要素与评价因子的选择	(313)
第四节	环境质量综合评价方法	(315)
第五节	环境质量分级	(318)
第六节	城市环境质量综合评价实例	(319)
第七节	环境质量评价报告书的编写及制图	(332)
第十三章 城市环境规划 (344)		
第一节	我国城市环境规划的发展历程	(344)
第二节	城市环境规划的层次	(345)
第三节	城市环境规划的基础工作	(348)
第四节	城市环境预测	(355)
第五节	城市环境区划	(360)
第六节	城市环境功能分区	(370)
第七节	城市环境规划指标体系	(374)
第八节	城市环境目标及可达性分析	(378)
第九节	城市环境综合整治	(382)
参考文献		(383)
附录		(386)

第一篇 城市生态

第一章 生态学概论

赫克尔: German

第一节 生态学的概念、起源及发展

一、生态学概念

当今人们在人与自然关系上及经济社会发展过程中使用频率较大的一些概念,如生态环境、生态问题、生态平衡、生态危机、生态意识等,都是与具有广泛包容性的生态学密切相关的。生态学(ecology)是由德国生物学家赫克尔(Ernst Heinrich Haeckel)于1869年首次提出的,他并于1886年创立了生态学这门学科。ecology来自希腊语“oikos”与“logos”。前者意为house或household(居住地、隐蔽所、家庭),后者意为学科研究。赫克尔把生态学定义为研究有机体及其环境之间相互关系的科学。他指出:“我们可以把生态学理解为关于有机体与周围外部世界的关系的一般学科,外部世界是广义的生存条件。”

应该明确,生态学研究的基本对象是两个方面的关系,其一为生物之间的关系,其二为生物与环境之间的关系。据此,比较简洁的表述为:生态学是研究生物之间、生物与环境之间的相互关系的科学。

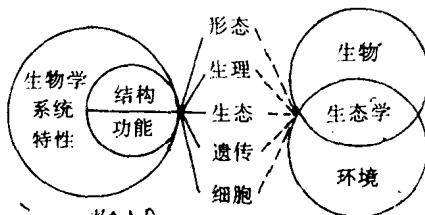
生物之间
生物与环境 } 相互关系

二、生态学的起源及分类

(一) 生态学的起源

生态学来源于生物学(尤其是基础生态学),是生物学的基础学科之一。生物学是研究生物的结构、功能、发生和发展规律的科学,包括动物学、植物学、微生物学、古生物学等。

生物学所研究的“生物系统”的一部分内容,加上它们与环境之间关系的研究,即是生态学的研究内容,故生态学与生物学的渊源十分密切(图1-1)。无怪乎,英语biology兼有“生物学”与“生态学”两个含义。



到目前为止,生态学的大部分分支,无论动物、植物、微生物生态,种群、群落、生态系统生态,都主要在生物学为主的基础上进行研究。但近年来,生态学迅速和地学、经济学以及其他学科相互渗透,出现了一系列新的交叉学科,如景观生态学、全球生态学、生态经济学等。当今生态问题已成为全世界关心的问题,生态学的范围在不断被扩大,应用的方面也日益广泛化。

图1-1 生态学与生物学的关系 (据何强等,1994)

(二) 生态学的分类

生态学按其研究对象的不同等级单元,按照生物栖息的不同场所等可以分成若干类型。此外,按照生态学在自然科学及社会科学领域中的运用,也可以划分出若干类型。

一般而言,基础生态学是以个体、种群、群落、生态系统等不同的等级单元为研究对象的。其中,种群、群落和生态系统均以生物的群体为研究对象,因此,又合称为群体生态学。

1. 个体生态学(autecology) 个体生态学以生物的个体为研究对象,研究它与自然环境之间的相互关系,探讨环境因子对生物个体的影响以及生物个体对环境所产生的反应。其基本内容与生理生态相当。自然环境则包括非生物因子(光、温度、气候、土壤)和生物因子(包括同种和不同种的生物)。

2. 种群生态学(population ecology) 种群是指一定时间、一定区域内同种个体的组合。在自然界中一般一个种总是以种群的形式存在,与环境之间的关系也必须从种群的特征及其增长的规律来探讨和分析。种群生态学研究的主要内容是种群密度、出生率、死亡率、存在率和种群的增长规律及其调节等。

3. 群落生态学(community ecology) 群落生态学以生物群落为研究对象。所谓群落是指多种植物、动物、微生物种群聚集在一个特定的区域内,相互联系、相互依存而组成的一个统一的整体。群落生态学研究的主要内容是群落与环境间的相互关系,揭示群落中各个种群的关系,群落的自我调节和演替等。

4. 生态系统生态学(ecosystem ecology) 生态系统生态学以生态系统为研究对象。生态系统是指生物群落与生活环境间由于相互作用而形成的一种稳定的自然系统。生物群落从环境中取得能量和营养,形成自身的物质,这些物质由一个有机体按照食物链转移到另一个有机体,最后又返回到环境中去,通过微生物的分解,又转化成可以重新被植物利用的营养物质,这种能量流动和物质循环的各个环节都是生态系统生态学的研究内容。

按照生物学分类分支为研究对象,可将生态学分为普通生态学、动物生态学、植物生态学、微生物生态学、昆虫生态学、鱼类生态学、鸟类生态学及兽类生态学等等。

按研究对象的生物栖息场所来划分,可分为陆地生态学和水域生态学两大类。前者包括森林生态学、草原生态学、沙漠生态学、农田生态学、城市生态学;后者包括海洋生态学、淡水生态学等等。

近年来,生态学和数学相结合,利用数理分析的方法研究种群生态系统,产生了系统生态学。生态学和物理学相结合,产生了能量生态学。用热力学第二定律解释生态学系统产生了功能动态学。生态学与化学相结合,产生了化学生态学,它对认识种群的信息调节机理,指示种群与环境关系的本质有重大的意义。随着宇航事业的发展,产生了宇宙太空生态学,它是探讨太空生态因子对人类和其他生物产生影响的一门科学。

生态学的许多原理和原则在人类生产活动的许多方面得到了应用,并与其他一些应用学科及社会科学相互渗透,产生了许多应用科学。包括农业生态学、森林生态学、渔业生态学、自然资源保护生态学、污染生态学、环境生态学、放射生态学、人类生态学、社会生态学、人口生态学、城市生态学、经济生态学及生态工程学等等。许多人甚至认为生态学已经不是生物学的分支学科,而是生物学与环境科学的交叉学科。

三、生态学的发展

生态学的发展可划分为四个阶段。第一阶段:19世纪以前的生态学——生态学的萌芽阶段;第二阶段:19世纪的生态学——生态学的初创阶段;第三阶段:20世纪前半叶的生态学——生态学的形成阶段;第四阶段:20世纪后叶以后的生态学——生态学的发展阶段。以下,择要介绍后两阶段的情况。

奥德姆

C. Troll 景观生态学

(一) 生态学的形成阶段

生态学的形成阶段指 20 世纪前半叶的生态学,是 Warming, Schimper 以后直至 E. P. Odum (奥德姆)的《生态学基础》问世时期的生态学。

这个时期,生态学的基础理论和方法都已经形成,并在六个方面有了大的发展。

第一,地植物学或植物群落学的理论、方法和学术派别的产生、完善和发展已经到了极成熟阶段,相继出现了诸如西欧大陆学派、俄罗斯学派、英美学派,并且在区域植物群落研究中也会有很多重大的进展。

第二,动物生态学有了较大的发展。动物行为学(如 Pearl, 1910)、水生生物学(如 Forel, 1901; Welch, 1935)、动物种群生态学(如 Lotka-Volterra, 1925, 1926)等都有大的发展,Allee 等(1949)的《动物生态学原理》标志着动物生态学已进入成熟阶段。

第三,提出生态系统概论,并在生态系统研究方面有了很大发展,生态学正在由植物群落研究向生态系统研究方向迈进。生态系统的结构和功能的研究都有了最基本的发展,如 Elton(1927)的能量金字塔、Lindeman(1942)的生物营养级及十分之一定律。生态系统的研究方法仍然以观察为基本方法,但引用了综合分析的手段。

第四,基本的生物生态学学科体系的建立。Odum(1953)在《生态学基础》中,已经明确提出了个体生态学、种群生态学、群落生态学和生态系统生态学的学科体系。

第五,生态学分支学科的产生。如德国的 C. Troll(1939)提出“景观生态学”并发表了一系列景观生态学的论文;在美国芝加哥大学已经发展形成了人类生态学;通过 R. D. Mckenzie 和 R. E. Park(1925), James A. Quinn(1950)的发展,在 Odum(1953)的《生态学基础》中,把生态系统定义为包括人类在内的所有生物与其环境构成的整体,说明了人类生态学是生态学的一个重要组成部分。

第六,生态学专门研究机构和学术刊物的涌现。一些有重要影响的研究机构或团体早在 20 世纪 50 年代以前就已经建立,例如,英国生态学会(1913)、美国生态学会(1915)。在 30 年代末期建立的“地中海与阿尔卑斯山地植物学国际站(即 SIGMA)”在地植物学研究和人才培养方面起着巨大作用。一些有重要影响的生态学学术刊物也是在 50 年代以前创办的。例如, Ecological Monographs(1931, 美), Ecology(1920, 美), The Journal of Ecology(1913, 英), Ecological Reviews(1935, 日), Vegetation(1948, 荷兰), Bioscience(1951, 美), Oikos(1950, 丹麦)等都是在 50 年代以前就创办的。

(二) 生态学的发展阶段

生态学的发展阶段指 20 世纪后半叶以后的生态学,是 Odum《生态学基础》以后的生态学。

这个时期生态学的总体特征是:吸收其他学科的理论、方法及先进科学技术成就,从而拓宽生态学的研究范围和深度,同时生态学向其他学科领域扩散或渗透,促进了生态学时代的产生,以至生态学分支学科大量涌现。具体而言,有如下特征:

第一,生态学从认识自然规律走向管理自然资源,或从纯自然科学走向关心人类未来,导致了生态学时代的产生。环境恶化、资源短缺、人口膨胀等现实问题,使生态学被认为是可以提供解决这些重大问题的具体方案的科学,各国政府对生态学有了新的认识和重视。1992 年 6 月,在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会,就是各国政府高度重视生态学的具体表现。大会的主题——“持续发展”的概念是从生态学角度提出来的,或者至少

环境生态学

是在生态学思想影响下提出来的,是人类求生存的一种发展战略,生态学成了关系人类未来的科学。

第二,应用先进科学技术,生态学得到空前发展。观测、试验、综合、归纳一直是生态学研究的基本方法。而在这一时期,生态学者应用遥感技术部分替代实地观测,获得更准确的信息,使宏观生态学得到长足发展;应用电子显微技术使微观生态学的发展成为可能;应用计算机手段处理大型数据和建立数量模型从而推动定性经典生态学发展为定量现代生态学,生态学的研究领域得到了空前的拓宽。

第三,生态学重点发展学科的替代。前一个时期,植物生态学(尤其植物群落学)和动物种群生态学是生态学发展的主流,到了这个时期,生态系统生态学和(广义的)种群生态学成为主流。进一步考虑群落之间的关系问题,群落研究自然地进入生态系统生态学。在生态系统概念缺乏尺度界限,导致了不可操作或研究成果不可比较的同时,景观生态学、人类生态学得到了进一步重视,它的发展推出了城市生态学、全球生态学(生物圈生态学)等宏观生态学新领域。以资源管理为核心,使一度比较“软”的生态学向“硬”的方向转化。生物进化是个古老的生物学命题。在种群水平上的生态研究一直深入到物种的生理问题、遗传结构及其表现等微观层次,使研究新生代以来自然环境或人类干扰环境下的生物适应与进化得到了发展。例如,在植物种群生态学中,提出构件生物理论,无疑是对经典进化理论的挑战。

第四,国际协作加强,出现一些国际性的重点活动。例如,国际生物学计划(1964~1974)、人与生物圈计划(Man and Biosphere Programme; MAB, 1971~)等国际性合作项目。

第五,学科大发展,形成一个庞大的生态学学科体系。据估计,目前冠之以“生态”名词的“学科”已经不下 100 门。生态学发展迄今,学科体系已基本建立。

总之,生态学是一个在同其他学科相互渗透与相互交叉的过程中迅速扩大自己学科内容和学科边界的综合性学科。它经历了向自然科学和社会人文科学交叉和渗透的发展过程。它的发展过程及其研究领域、研究范围的拓宽深刻反映了人类对环境持续关注、重视的过程。目前,生态学开始与自然资源的利用及与人类生存环境问题高度相关。从某种意义上而言,生态学将朝着人和自然普遍的相互作用问题的研究层次发展,将影响人们认识世界的理论视野和思维方法,具有世界观、道德观和价值观的性质。

第二节 生物生存环境

生物的生存环境包含两个方面,其一是生物栖息地周围与之相关的理化因素的总和,即物理环境(又称非生物环境);其二是生物环境,指包含活有机体的环境,由影响动植物生存和繁衍的其他生物所组成。对物理环境,可以将其概括归纳为能量环境和物质环境两部分,它们是生物生存环境的重要基础。

一、生物的能量环境

万物生长靠太阳,生命存在的一个重要条件是能量环境,地球上生命存在的能量来源主要来自太阳的辐射。照耀大地的阳光发挥两种不同的功能:一种是热能,它给地球送来了温暖,使地球表面土壤、水体变热,推动着水的循环,引起空气和水的流动;另一种功能是光能,

它在光合作用中被绿色植物利用,形成了碳水化合物,这些有机物所包含的能量沿着食物链在生态系统中不停地流动,这就是生物的能量环境。

生物的能量环境具有如下特点:其一是唯一性,即能量环境的能量唯一来源来自太阳,太阳的功能是不可代替的,其二为区间性,即能量环境所提供的不同生物的生存环境条件具有时空上的差异,生物对于能量环境的利用也具有选择“最适区间”的内在趋势。能量环境的具体组成为光环境和温度环境。

(一) 光

1. 光照强度

光照强度在地球表面有空间和时间的变化规律。空间变化包括纬度、海拔高度、地形、坡向;时间变化则有四季变化和昼夜变化。光照强度还随着海拔高度的升高而增强。这是因为海拔高度越高,大气厚度相对减少以及空气密度也随之减弱。坡向和坡度也影响光照强度。在北半球温带地区太阳的位置偏南。因此,南坡所接受的光照要比平地多;反之,北坡就比较少。

光照强度在时间上的变化,在一年中以夏天光照最强,冬季最弱。同样,因为太阳高度的关系,夏季温度最高,而冬季最低。就一天而言,中午光照强度最高,早晚最弱。

2. 光质

由于大气对太阳辐射的吸收和散射具有选择性,所以当太阳辐射通过大气后,不仅辐射强度减弱,而且光谱成分——光质也发生了变化。随太阳高度升高,紫外线和可见光所占比例随之增大;反之,高度变小,长波光比例增加。

3. 光照长度

地球上不同纬度日照长度的变化各不相同,呈周期性的变化。

纬度越低,最长日和最短日照时间差距区别越小,如赤道地区分别都是 12 小时;随着纬度的增加,最长日和最短日的差距越来越大,即纬度越高日照长短的变化越为明显。

(二) 温度

太阳辐射使地表受热,产生气温、水温和土温的变化。地球上的不同地区与太阳的相对位置不同,而且相对位置不断地发生变化,这样温度也发生有规律的变化,称节律性变温。不仅节律性变温对生物有影响,而且极端温度对生物的生长发育等也有十分重要的意义。

1. 温度的空间变化

(1) 纬度

与光照强度一样,纬度决定了一个地区太阳入射高度的大小及昼夜长短,也决定了太阳辐射量的多少。低纬度地区太阳高度角大,因而太阳辐射量也大,并且昼夜长短差异少,太阳辐射量的季节分配比较均匀。在北半球随着纬度北移,太阳辐射减少,温度逐步降低。纬度每增加 1 度,年平均温度大约降低 0.5℃。因此,从赤道到极地可以划分为热带、亚热带、温带和寒带。

(2) 海拔高度

高山和高原上虽然太阳辐射较强,但是由于空气稀薄,水蒸气和二氧化碳含量低,所以地面上辐射的热量散失很大,通常海拔每升 100m,相当于纬度向北推移 1 度,也就是年平均温度降低 0.5~0.6℃。但是这也并不是绝对的,因为温度还要受到地形、坡向等其他因素的影响。一般地说,南坡太阳辐射量大,气温、土温比北坡高。

2. 温度的时间变化

(1) 季节变化

地球绕太阳公转,太阳高度角的变化形成了一年四季温度变化的原因。一年中根据气候的冷暖、昼夜长短的节律性变化,可以分为春、夏、秋、冬四季(平均温度 $10\sim 22^{\circ}\text{C}$ 为春秋季节, 10°C 以下为冬季, 22°C 以上为夏季)。

由于各地纬度不同,海拔高度、海陆位置不同,地形、大气环流等条件不同,因此四季长短差别很大。例如:华南地区广州夏季长达六个半月,几乎没有冬天;相反,黑龙江省爱晖冬天长达 240 天,没有夏天。

(2) 昼夜变化

地球自转出现昼夜之分,伴随之出现了地球表面的温度变化,日出后温度逐步上升,一般在 13:00~14:00 后达到最高值,以后逐步下降,一直继续到日出之前为止。日出前温度是最低值。昼夜温差随纬度、海拔高度以及海陆位置的差别而有所不同。一般地说,纬度高、海拔高以及离海洋远,昼夜温差也就大。

二、生物的物质环境

生物的物质环境由大气圈、水圈、岩石圈及土壤圈组成,它们具有两个明显的基本特征:其一是空间性,即提供了生物栖息、生长、繁衍的空间场所;其二为营养性,即提供了生物生长发育繁殖所需的各种营养物质。

(一) 大气圈

包围地球的空气层,是由多种气体组成的。它是生物物质环境的重要组成部分之一,其质量的好坏关系到人类和生物的健康及生存。

1. 大气的组成

大气包括恒定的、可变的和不定三部分组分。恒定的组分氮占 78.09%,氧占 20.95%,氩占 0.93%,三者约占空气总量的 99.97%,还有微量元素氦、氖、氪、氙以及臭氧等。这些气体的含量几乎是不变的。可变的组分有二氧化碳、水蒸汽等。在正常状态下,水蒸汽的含量为 $0\sim 4\%$,二氧化碳的含量近年来已达到 0.035% 。其含量受地区、季节、气候以及人们生活、生产活动、科学研究等因素的影响而发生变化。不定组分有尘埃、硫化氢、硫氧化物、氮氧化物等,主要由人为因素造成。如工业化、人口密集、工业布局不合理以及环境管理不善等;也可由火山爆发、森林火灾、油井燃烧、地震、海啸等因素所引起。不定组分的种类和数量与该地区的工业类别、排放的污染物,以及气象条件等多种因素有关,如在电厂、焦化厂、冶炼厂所在地区及其附近大气中的不定组分就多。当大气中不定组分达到一定浓度时,就会造成公害。

2. 大气的分层

根据温度变化情况把大气划分为四层:前三层为均质层,最后一层为非均质层。

(1) 对流层 指从地球表面到 $10\sim 20\text{km}$ 高度范围内的一层空气。对流层中空气对流旺盛,天气变化显著,集中了地球大气总质量的 74%以及几乎全部水汽。对流层其厚度在不同纬度是不同的:在赤道附近厚度达 16km ,在两极只有 8km ,在中纬度是 $10\sim 20\text{km}$ 。

影响生物的一切气候现象如风、雨、霜、露、冰雹都发生在对流层之中。大气的污染也主要发生在这里,所以对对流层与人类生产、生活关系极为密切,对生物生长繁殖和分布有很大

影响。

(2) 平流层 指从对流层顶向上延伸到 50km 左右的大气层。这是一个强大的逆温层,垂直运动微弱、气流平稳,水汽和尘埃极少,除偶有贝母云、夜光云外,没有雨、雪、冰雹、雷暴、寒潮、台风等复杂的天气现象。该层集中了大气中大部分的臭氧(其最大浓度出现在 20~25km 附近),吸收了太阳辐射中的大部分短波紫外辐射,对于保护地球上的人类和其他生物具有重要意义。

(3) 中间层 从平流层顶至 80~85km 上下,温度自下向上骤降,并有强烈的垂直活动,顶部气温达 -83°C 。

(4) 热层 从中间顶层往上进入非均质层,气温急剧上升,最高可达 $1100\sim 1650^{\circ}\text{C}$,这是太阳辐射中的紫外线被该层大气中的氧原子强烈吸收的结果。

(二) 水圈

水圈是地球表面各种形态的水的总称。水是人类与其他生物生存必不可少的、最重要的物质,在地球上分布最广。地球上的热量输送和气候调节要靠水的作用,水是自然环境中最为活跃的因素,也是参与地表物质能量转化的重要因素。

水圈由海洋、河流、湖泊、地下水、大气水、冰共同构成,其中海洋是水圈的主体,约占全球面积的 79%。水量最多的是海洋咸水,占 97% 以上,淡水占 2.53%,其中 3/4 在南、北极的冰盖和冰川中;江河、湖泊等地面水约占地球总水量的 1/10000;地表土壤和地下岩层中含有多层淡水。人类能够利用的淡水约占全部淡水的 20%,其中只有 0.5% 的淡水能直接取用于河湖,可见淡水资源是非常有限的。

地球上的水并不是处于静止状态的。水以大气环流、海洋和河流排水等形式在地球上流动和再分配,通过蒸发、降雨、渗透等进行水分循环、不断往复,永无止境,使地球水量恒定不变,维持水分平衡。由于水分循环,不仅调节气候,而且净化了大气。

水中含有各种化学物质、各种溶盐的矿质营养、有机营养等,可提供生物的需要。由于各地区水质的不同,构成了生物环境的生态差异。

(三) 岩石圈和土壤圈

1. 岩石圈

岩石圈是指地球表面 30~40km 厚的坚硬地壳层,是大气圈、水圈、土壤圈以及生物圈存在的牢固基础,也是土壤形成的物质基础。地壳层的质量只是地球总质量的 0.714%,但它直接影响着生命的存在和繁衍。组成原生质的元素来源于此。

岩石圈中富含各种化学物质,除为植物生长所需要的矿物质营养外,还贮藏着丰富的地下资源,如煤炭、石油、铁矿、铜矿等各种有色金属,以及磷、氮、钾等,为人们提供了大量丰富的生产资料。由于岩石的厚度及其组分的不同,其风化过程也不同。

岩石的风化是坚硬的岩石由大块变成细小颗粒的过程,也是岩石的成分和性质发生变化的过程。风化一般要经过物理的破碎和化学的变化,而且生物也在其中起促进作用。构成地壳的原生岩石是在地壳深处的高温、高压和缺少游离氧及 CO_2 , H_2O 的条件下生成的。一旦由于火山和其他地壳运动而使岩石暴露于地表,以上这些条件均随之改变,压力小了、温度低了,岁月的季节变化也直接影响岩石。岩石内的结晶水开始蒸发,岩石吸水膨胀,微生物活动加剧,岩石表面接触的植物根茎的下伸生长等因素均促使岩石发生碎裂。碎裂使岩石表面不断增大,更多地与 H_2O 和空气接触。 O_2 , H_2O , CO_2 及水中的溶解质与岩石间进

行缓慢但大规模的反应,进而使岩石的分子逐渐发生质变,使其最终所形成的土壤性质也有很大差异,从而为植物的生存创造了各种不同的土壤环境,成为植被分布的重要因素。

2. 土壤圈

土壤圈在地球陆地表面,由岩石圈表面物理风化而成的疏松层作母质,加上水和有机物通过化学变化以及土壤母质的生物作用,经过相当长的时间才形成,它是有机界和无机界相互联系、相互作用的产物。

土壤是自然环境中介于生物界与非生物界之间的一个复杂的独立的开放性物质体系,具有独特的组分、结构和功能,是环境中物质循环和能量转化的重要环节,是岩石圈、生物圈、大气圈和水圈之间的接触、过渡地带(图 1-2)。

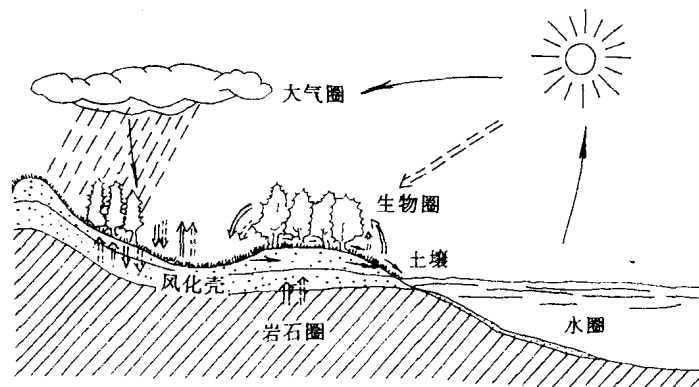


图 1-2 土壤在自然环境中的位置(引自潘树荣,1985)

土壤主要由矿物质、有机质、水分和空气四部分构成。其中矿物质是土壤的主体,是生物摇篮的骨架,一般占土壤固体部分的 95%。土壤矿物质是由岩石经过亿万年的日晒风蚀和微生物的作用风化、分解形成的。

土壤的矿物质可分为两大类,一类是原生矿物,一类是次生矿物。原生矿物基本上保持了岩石中的原始成分。在风化过程中,部分岩石只遭到破碎而没有改变成分与结构,即成为土壤中的原生矿物。次生矿物是岩石风化过程中形成的新矿物。

土壤有机质主要由植物(包括死亡的植物、腐殖质和正在生长的植物)提供,其中有碳水化合物、蛋白质、氨基酸、脂肪和种类繁多的微生物等。这些有机质中包含了作物生长必需的碳、氢、氧、氮、硫、磷和少量铁、镁等化学元素,除矿物质提供的钾、钙、镁等元素以外,它们是植物营养的主要来源。有机质的贫富是评价土壤肥瘠的重要标志。

土壤的地域分布具有一定的规律性。最基本的有纬度地带性和非纬度地带性(区域性)分异,其次是垂直性分异规律。

由于土壤类型不同,土壤的质地、水分、温度以及化学性能等对土壤生物种类及分布有很大影响。生活在土壤中的动物对土壤水、气、温的变化有明显的季节和垂直性迁移,很多动物适宜在含钙丰富的土壤中生活,过碱过酸或盐度过高,土壤动物就较贫乏。土壤动物数量很多,据调查,每平方米的土壤中蠕虫、线虫、轮虫、节肢动物等个体总数常在 5000~7000 万;森林土壤中每平方米节肢动物的数量有时可达 1.25 亿个。每立方厘米的土壤腐殖质层里,体积为 $0.2 \sim 4\text{mm}^3$ 的各种动物数量有时可达 100 个以上。