



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

园林植物环境

(园林专业)

主 编 李小川



高等教育出版社

515587

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

S688/21

· 园林专业 ·

园林植物环境

主 编 李小川
责任主审 张秀英
审 稿 孙向阳
李湛东

徐州师大图书馆



23060912



高等教育出版社

内容简介

本教材是根据教育部最新颁布的《中等职业学校园林专业教学指导方案》、园林植物环境教学基本要求,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。适用于3年制园林专业及相关专业,也可作为成人在职人员岗位培训教材。

本教材充分吸收了中等职业学校园林专业教学改革的成果,具有综合性、实践性、实用性、创新性等特点。内容体系上以生态学知识为主线,有机地整合了植物生态学、气象学、土壤肥科学的知识,建立全新的教材体系。

全书共分9章,介绍了园林植物环境的概念、特点及课程的任务;园林植物环境的生态学基础;园林植物的光环境;园林植物的温度环境;园林植物的水环境;园林植物的大气环境;园林植物的土壤环境;园林植物的生物环境;园林植物的地理环境;园林植物环境观测等内容。全书内容包括必学模块和选学模块。选学模块用“*”号标识,供各地根据实际灵活选用。此外,本书包含理论教学模块和实践教学模块。其中,前8章为理论教学模块,第9章为实践教学模块。

图书在版编目(CIP)数据

园林植物环境 / 李小川主编. —北京:高等教育出版社,
2002 (2004 重印)

中等职业学校园林专业教材

ISBN 7-04-010218-8

I. 园… II. 李… III. 园林植物-关系-生物环境-专业学校-教材 IV. S68

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 088955 号

园林植物环境

主编 李小川

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 15

字 数 350 000

版 次 2002 年 1 月第 1 版

印 次 2004 年 5 月第 4 次印刷

定 价 18.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前言

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据国家教育部“面向 21 世纪职业教育课程改革与教材建设规划”研究与开发项目之“中等职业学校园林专业整体教学改革方案的研究”开发的《中等职业学校园林专业(三年制)课程设置》及中等职业学校园林植物环境教学基本要求编写的。

园林植物环境是中等职业学校园林专业的一门综合性通用专业课程。本教材的编写立足于“培养与社会主义现代化建设要求相适应,德智体全面发展,具有综合职业能力,在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和中初级专门人才”的培养目标。编写中力求理论联系实际;突出综合性,以优化课程结构;突出环境教育,以强化生态观念;突出实践环节,以加强能力培养。内容体系上,打破传统学科体系,以生态学基本知识为主线,使园林生态学知识、气象学知识和土壤肥料学知识有机地整合,形成新的综合课程结构。同时,注意兼顾我国区域性差异大的特点,以便适应各地的教学需求。书中带*者为选学内容。

本书由李小川同志(广东省林业科学研究院)担任主编,参加编写的人员有:张宗应(安徽省合肥林业学校)、吴刚(广东省林业学校)、彭彪(福建省林业学校)同志。其中,绪论、第 1 章、第 5 章、第 7 章、第 8 章(第一节、第三节、第四节)、第 9 章(第四节、第六节、第七节)由李小川同志编写;第 2 章、第 4 章、第 9 章(第一节、第三节)由张宗应同志编写;第 6 章、第 8 章(第二节)、第 9 章(第五节、第八节)由吴刚同志编写;第 3 章、第 9 章(第二节)由彭彪同志编写。

本书已通过教育部全国中等职业教育教材审定委员会的审定,其责任主审为张秀英,审稿人为孙向阳、李湛东,在此,谨向专家们表示衷心的感谢!

本书在送交全国中等职业教育教材审定委员会审定前,特邀请由国家林业局科技司冉东亚副研究员审阅。编写过程中,受到国家林业局人教司、国家林业局职业教育研究中心、林业职业教育教学指导委员会和高等教育出版社的关怀和指导,同时,得到广东省林业科学研究院、安徽省合肥林业学校、广东省林业学校和福建省林业学校的大力支持和帮助。在编写过程中,参阅了有关文献资料。在此对上述单位、作者一并致谢。

由于编写人员水平所限,书中缺点、错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2001 年 5 月 23 日

目 录

绪 论	1
第一节 园林植物环境的概念	1
第二节 园林植物环境课程的内容与任务	5
复习思考题	6
第 1 章 园林植物环境的生态学基础	7
第一节 生态系统	7
第二节 园林植物与环境相互作用的基本规律	17
复习思考题	20
第 2 章 园林植物的光环境	21
第一节 太阳辐射	21
第二节 光对园林植物的生态作用	29
第三节 园林植物对光的生态适应	32
第四节 光环境的调控在园林绿化中的作用	34
复习思考题	36
第 3 章 园林植物的温度环境	37
第一节 温度及其变化规律	37
第二节 温度对园林植物的生态作用	40
第三节 园林植物对城市气温的调节作用	44
第四节 温度环境的调控在园林绿化中的应用	46
复习思考题	48
第 4 章 园林植物的水环境	49
第一节 水的形态及其变化	49
第二节 园林植物对水分的要求和适应	53
第三节 园林植物对城市水分状况的调节作用	58
第四节 水环境调控在园林绿化中的应用	60
复习思考题	62
第 5 章 园林植物的大气环境	63
第一节 大气组成及其生态意义	63
第二节 大气污染	66
第三节 园林植物对城市大气环境保护的作用	71

第四节 园林植物的风环境	77
复习思考题	81
第6章 园林植物的土壤环境	82
第一节 土壤的形成	82
第二节 土壤的物理性质	88
第三节 土壤的化学性质	92
第四节 肥料与园林植物	99
第五节 城市土壤与园林植物	109
第六节 园林绿地的土壤调查	112
第七节 土壤肥力及其在园林绿化中的应用	117
复习思考题	128
第7章 园林植物的生物环境	129
第一节 植物与生物的生态关系	129
第二节 植物群落及其特征	132
第三节 植物群落的演替	137
第四节 城市植物群落	140
第五节 生物环境调节在园林绿化中的应用	142
复习思考题	143
第8章 园林植物的地理环境	144
第一节 气候的地带性	144
第二节 土壤的地带性	148
第三节 植被的地带性	152
第四节 植物地理分布规律在园林绿化中的应用	158
复习思考题	159
第9章 园林植物环境观测	160
第一节 光环境及其生态作用观测	160
第二节 温度环境及其生态作用观测	163
第三节 水环境及其生态作用观测	165
第四节 大气环境及其生态作用观测	169
第五节 土壤环境及其生态作用观测	171
第六节 园林植物配置观察	196
第七节 地理环境及其生态作用观测	197
第八节 园林植物环境教学实习	202
附 录 抗大气污染植物简表	211
主要参考文献	228

绪论

第一节 园林植物环境的概念

一、环境的概念

“环境”这一术语应用相当广泛。所谓环境,是指某一特定中心事物有关的周围事物。因此,环境因中心事物的不同而不同,随中心事物的改变而改变。在生态学中,可以把环境理解为生物生存空间内各种自然条件的总和,或是从各方面影响生物的外部动力与物质的总和,如光照、温度、水分、空气、土壤以及其他动植物等。分析出来的这些环境要素称为“环境因子”。对植物来说,其生存地点周围的空间,就是植物的环境。然而环境中的环境因子,并不都对植物发生作用,有的可能在一定阶段不发生作用。凡是对生物发生作用的环境条件,称为“生态因子”。生态因子中有一些是植物生活所必需的,主要有光、热、水、氧、二氧化碳和无机盐,它们是植物的生存条件,通常称为“生活因子”。植物生存地周围空间全部生态因子的综合,就是植物的“生态环境”,简称为“生境”。

二、环境的分类

园林植物环境是个有机的整体,构成园林植物环境的各要素彼此间都是紧密相关的。为了研究的方便,将环境分为气候环境、土壤环境、生物环境、地理环境和人为环境五大类。

1. 气候环境 包括光照、温度、空气、水分、雷电等环境因子。其中,光照因子又可分为光照的强度、光谱的成分、日照时间长短等许多因子。其他气候因子也可以分为许多独立的因子。

2. 土壤环境 包括土壤有机质和矿物质以及土壤动植物和土壤微生物等因子。

3. 生物环境 包括动物、植物、微生物等因子。

4. 地理环境 包括地势起伏状况,如山脉、高原、平原、洼地等,以及海陆分布、坡度、坡向、坡位、海拔、经纬度等。

5. 人为环境 指人类对自然资源的利用、改造和破坏所造成的影响等。以上列举的五类环境中,气候环境、土壤环境和生物环境直接对植物发生作用。而地理环境对植物的作用,是由于地形影响了气候和土壤,并通过改变的气

候和土壤而影响植物。因此,地理环境对植物只有间接的作用。人为环境对植物的影响往往超过其他所有因子。因为人类的活动通常是有意识、有目的的,所以对自然环境中的生态关系起着促进或抑制、改造或建设的作用,而有时则是起着破坏的作用。当然,自然环境中有些强大的作用,也不是人为环境所能代替的。例如,昆虫对虫媒花植物、风对风媒花植物在广阔地域内的传粉,就不是人工授粉所能胜任的。至于强大台风的破坏作用,目前人们还只能被动防御,尚无法改变。

三、环境的特性*

(一) 整体性与区域性

整体性是环境的最基本特性。整体性是指环境的各个组成部分和要素之间构成了一个系统。也就是说,环境的各组成部分(包括大气、水体、土壤、植被、人工物质等)以特定方式联系在一起,具有特定的结构,并通过稳定的物质、能量、信息网络进行运动,从而在不同时刻呈现出不同状态。环境系统的整体虽由部分组成,但整体功能却不是各组成部分功能的简单之和,而是要由各部分之间通过一定结构形式所呈现出的状态来决定。具体地说,环境系统大多由气、水、土、生物、阳光等主要环境要素组成。虽然它们的各自特性和对人类社会生存发展的独特作用不会发生变化,但它们组成的具体环境则会因它们之间结构方式、组织程度、物质能量流动规模和途径不同而有不同的特性。例如,城市环境与农村环境、水网地区环境与干旱地区环境等就各有不同的具体特性。

环境的区域性是指环境整体特性的区域差异。具体地说,就是不同区域的环境有不同的整体性。

(二) 变动性与稳定性

变动性是指在自然的和人类社会行为的作用下,环境的结构和状态始终处于不断变化之中。与变动性相对的是环境的稳定性。所谓稳定性,是指环境系统具有一定的自我调节功能。也就是说,当在人类社会行为作用下,环境结构和状态所发生的变化不超过一定限度时,环境系统可以借助于自身的调节功能使这些变化逐渐消失,结构和状态得以恢复。

环境的变动性与稳定性是环境在时间域上的特性。变动是绝对的,稳定是相对的,变化限度是决定环境系统能否稳定的条件。环境的这一特性表明,人类社会的行为将会影响环境的变化。因此,人类社会必须自觉地控制自己的行为,使之与环境自身的变化规律相适应、相协调,以求得环境向着更加有利于人类社会生存发展的方向变化。

(三) 资源性与价值性

从实用性讲,环境整体及其各组成要素都是人类生存发展所需的资源。人类的繁衍、社会的发展都是环境对其不断投入物质、能量和状态的结果。过去,人们较多注意的是环境资源的物质性方面,以及以物质为载体的能量性方面,比如地球上的生物资源、土壤资源、水资源、矿产资源等。这些无疑都是环境资源的重要组成部分,是人类社会生存发展所必需的。但近几十年来,通过对环境科学的深入研究,人们进一步认识到,除物质资源外,环境资源的概念还应包括非物质

性方面,即环境状态也是一种资源。不同的环境状态,对人类社会的生存发展将会提供不同的支持。这里所说的不同支持,既有方向的不同,也有大小的不同。比如说,同样是海滨地区,有的利于发展滩涂养殖,有的则利于发展港口运输。同样是内陆地区,有的利于发展旅游,有的则利于发展工业,有的利于发展市镇,有的则利于发展疗养地等。总之,环境状态因其对人类社会提供的条件不同,将使人类对生存方式和发展方向产生不同的选择,所以说,它也是一种资源。

环境,包括其组成要素和整体状态,都是人类社会生存发展不可脱离的依托条件和限制条件。也就是说,环境和人类社会生存发展的需要之间客观存在着一定的特定关系。因此,环境是有价值的。

环境价值可归纳为生存价值、发展价值、生态价值和文化价值。环境对人类的生存价值即满足人类生存(衣、食、住、行等)的基本需要,由环境提供人类的生活资料和生产资料;发展价值是指在满足人类生活需要的基础上进一步发展生产力,不断提高人类生活水平的前提下,环境所能满足的程度;生态价值在于为人类健康生活、更好地生存与发展提供良好的生态环境条件;文化价值在于满足人类精神文明的需要。

环境是一个系统,它决定了环境具有的整体性与区域性、变动性与稳定性、资源性与价值性特性。在环境这个系统中,组成环境的各个要素以及各个组成部分之间有着稳定的有机联系,并存在能流、物流和信息流。环境结构是环境系统的内在表示,环境状态是环境系统的外在表示。环境结构是指环境系统中各组成部分间数量的比例关系、空间位置的配置关系以及联系的内容和方式。通俗地说,环境结构表示的是环境要素是怎样结成一个整体的。所谓不同的环境,实质上指的是它们有不同结构。环境状态是环境结构运动和变化的外在表现。若环境结构不同,环境状态则不同;若环境结构运动和变化,则环境状态也会发生变化。

四、园林植物环境及城市环境特点

园林植物环境是人类自然环境的重要组成部分,是以园林植物为主体,与一定的人工和自然物理要素相互作用形成的统一体。目前,园林植物环境建设的主体在城市,并在现代城市建设中具有举足轻重的地位。

城市是人口最为集中,人类的活动特别是工业生产、交通运输最为集中、最为频繁的地方,也是园林绿化工作较集中的地方。人类的生活、生产活动,极大地改变了城市内及其近郊的环境,因而也明显地影响了园林植物的生长、发育。因此,了解城市环境特点是研究园林植物环境的重要基础。城市环境的特点主要表现为以下几个方面:

第一,大气成分发生了明显的变化。城市中各种燃料的燃烧、废气的排放以及人类的频繁活动,增加了城市空气中二氧化碳的浓度,由一般平均含量 0.03% (按体积) 增加到 0.05% ~ 0.07%, 局部地区可高达 0.2%。此外,有毒气体也大量增加,如二氧化氮。粉尘、有毒的重金属微粒,如铅、锡、铬、砷、汞等,以及一些放射性物质都有所增加。空气中有害物质的增加,易对人类和植物产生危害。

第二,雾多、云多,太阳辐射减弱,日照缩短,气温升高。城市空气中存在的许多固体粉尘、微粒,有许多是吸湿性核或凝结核,能使水汽凝结。在垂直对流作用下,会使云、雾增多。据统计,城市中的雾日,冬季比农村多 100%, 夏季比农村多 20% ~ 30%。城市空气中较多的固体微粒及高浓度二氧化碳等,吸收和反射了太阳辐射,加之云雾多,以致光强度减弱,减弱程度可达 10%

~20%。特别是减弱了其中的红黄光和紫外线的强度,影响了植物的同化作用和花青素的形成,因此城市中培育的鲜花不及远郊培育的艳丽。此外,在城市高层建筑的阻挡下,日照时间也缩短,一般能减少5%~15%,有的地段甚至整天接受不到直射光。

城市中人们生产和生活活动导致热量增加,此外,二氧化碳浓度的增加又阻止了地面热的扩散,加之马路、建筑物的强烈反射,使得城市气温一般都较农村高1~2℃,尤其在晴朗无云、无风的天气下这种表现更为明显。城市就像周围农村低温海洋上的“热岛”,这种现象称为“热岛效应”。在城市环境中,许多喜温植物较在同纬度的旷野环境中易顺利越冬,提高了它们的纬度分布线。

第三,风速较小,风向改变。由于城市建筑物的阻挡、摩擦,减低了风速;又因街道的走向、宽度、两旁建筑物的高度、朝向及型式等的不同,改变着风的方向。当街道方向与盛行风的风向一致时,可产生所谓“狭管效应”而使风速增大。这些都对园林植物的蒸腾、生长、繁殖,以及一些树木的形态等产生一定影响。

第四,蒸发量小,相对湿度低。城市里的建筑物,以及封闭性的道路,阻止了土壤对降水的吸收,同时也阻止了土壤水分的蒸发。大部分雨水很快沿地下管道排走。城市里植被少,植物蒸腾量小,气温较高,因而空气中相对湿度较农村小;至于绝对湿度,城市中白天较小,而夜晚,特别是夏天晴朗的夜晚,由于空气层极不稳定,空气中水汽不易凝结成露,且有一定量的人为水汽存在,故绝对湿度可能稍大于农村。由于城市中湿度较小,我们对一些喜湿性的植物,必须注意喷水灌溉,或采取群植、丛植措施,以利保湿。

第五,土壤情况较为复杂。人类频繁的活动,彻底改变了土壤自然形成后的发育过程,形成了一种特殊的土类——城市土壤。它缺乏完整的发育层次,同时一般都混杂着许多碎砖、碎瓦、石块,以及金属、玻璃、塑料等建筑或生活残余物。土层厚薄及酸碱度变化也较大。土壤空气少,表层特别板结,土壤中有时还含有对植物有害的物质等。

第六,城市的生物环境不同于山野。在城市中,一般野生禽兽几乎绝迹,家雀也随人口密度的增加及建筑结构的改变而减少,而能适应城市环境的昆虫却得到了繁殖的机会。例如许多城市中袋蛾、刺蛾等有所增加;白蚁类得到了更有利的生存环境,促进了繁殖;蜂、蝶类昆虫则逐渐绝迹。因此,城市绿化工作中要注意加强某些病虫害的防治,对鸟类更需要加以保护或招引。由于益虫的减少,致使一些园林植物优良品种的传粉失去媒介,就需要加强人工辅助授粉了。

五、园林植物环境的生态意义

园林植物环境建设是城市文明建设的重要内容。园林植物是指在园林绿化中用来美化、香化、彩化和绿化环境的植物,它是构成园林景观的基本材料。园林植物不但构成园林景观,发挥美化和绿化的功能,而且对改善和保护环境、维持生态平衡具有重要的作用。园林植物构成的园林绿地,被誉为“城市的肺脏”,在净化空气、吸滞灰尘、减少空气含菌量、减弱噪音、降温增湿等方面具有明显的作用。

园林植物除乔木与灌木之外,花卉、地被植物及草坪等均有显著的改善和保护环境的作用。为了绿化祖国,美化城市,改善和保护生态环境,应大力提倡栽花、种树、种草,提高城市的绿化覆盖率。尽快用植物将裸露空地覆盖起来,不使黄土见青天。随着人类从农业社会跨入到工业化社会,生产力得到了极大发展。城市数目和规模的迅速发展,使得城市环境恶化,如污染严重、城

市气温偏高、湿度偏小、雨雾偏多等,因而城市常被称为“热岛”、“干岛”、“雨岛”和“雾岛”。大气污染、水污染、城市垃圾及固体废弃物污染和噪音污染等,并称为城市“四害”。此外,城市化过程中,人类获得物质文明的同时,也伴随着环境质量、生活质量下降的问题。人与自然、人与城市共存关系和持续协调发展关系受到空前的挑战。因此,当代园林观应以植物为主体,发挥园林的多种功能,不仅重视园林的游憩、景观功能,更应重视园林植物改善环境的生态功能,即走生态园林的道路。

第二节 园林植物环境课程的内容与任务

一、园林植物环境课程的内容

园林植物环境主要阐述园林植物环境各要素的特点、变化规律,园林植物与其环境相互关系的规律,以及园林植物主要生态因子调节在园林绿化中的应用。本课程内容包括介绍与园林植物有关的大气中所发生的主要物理过程和物理现象,即园林气象知识;介绍与园林植物有关的土壤、肥料条件及其在园林绿化中的应用,即园林土壤肥料知识;介绍园林植物生存条件,园林植物及其群落与环境相互作用的过程及其规律,即园林植物生态知识。本课程在结构体系上,打破了传统学科界限,把园林植物生态学知识、气象学知识和土壤肥料知识有机地整合在一起,以园林植物生态知识为主线,以环境因子的变化规律及其与园林植物的相互关系为重点,形成全新的园林植物环境课程结构。

二、园林植物环境课程的地位

园林植物环境是园林专业一门综合性很强的通用课。它涉及的面很广,与许多基础科学有机地联系着,并相互渗透。它与植物形态、解剖、分类、进化,以及植物生理、植物保护等生物科学密切相关;并与气象、土壤、地理、地质、环境等科学有直接或间接的联系。在城市中,人类社会的种种活动对植物起着极大的影响,因而它也涉及到社会科学的有关知识。学习园林植物环境,可为进一步学习园林植物栽培养护,园林植物的良种繁育,以及园林规划设计、施工乃至园林经营管理等知识和技能奠定基础。

园林植物环境的类型很多,就其范围与面积而言,有广有狭,有大有小;就其性质与内容说,有繁有简,有多有少。不论是范围广阔的风景区、自然保护区,还是范围不大的一片风景林、一座公园,甚至范围更小的一片草坪、一个花坛,都包括了最根本的、不可缺少的两方面的内容,这就是植物与它所生存的环境。没有植物,就不能形成园林植物环境;没有必要的生活条件,花草树木也就无法生长发育。因此,园林工作者就需要认真研究它们之间的相互关系,熟悉园林植物环境的基础知识,只有这样才能更好地进行园林绿化工作。

园林植物种类繁多,包括众多的观赏树木、花卉、草本与地被植物,以及它们的许多品种品系。在配置这些园林植物时,可以是单株种植,而多数情况下是丛栽群植或成片种植:有的是单层,有的是多层次组合。如前所述,城市中的园林生态环境较复杂。由于人们的频繁活动,造成

路渠遍布、车辆众多、建筑密集、土壤结构复杂,光照、温度、湿度等气候条件具有特殊性,加之工业“三废”污染严重,使城市生态环境发生了很大变化。这就更需要在充分了解一般生态规律的同时,进一步掌握城市生态环境的变化情况,以及城市环境与植物相互作用的规律。

三、园林植物环境课程的任务

园林植物环境课程的主要任务是阐明园林植物环境因子的特点及变化规律,揭示园林植物个体的生长发育和群体的结构、形态、形成、发展与环境之间的生态关系,从而更好地控制和调节园林植物与环境之间的关系。在园林工作中,了解园林植物与环境的相互关系,一方面便于正确地改善环境条件,以满足园林植物对外界物质和能量的要求,另一方面可充分发挥植物的生态适应潜力,使其能最充分地利用环境条件和最有效地改造环境,从而最大限度地发挥植物在园林绿化中的优势和潜力。

复习思考题

1. 请分析本地区城市环境的特点。
2. 试分析本地区园林植物环境建设的现状及存在的问题。

第1章 园林植物环境的生态学基础

园林生态学基础(二)

园林植物环境是一个生态系统,研究园林植物环境必须以生态学为基础。

生态学是研究生物生存条件,生物及其群体与环境相互作用的过程及其规律的科学,其目的是使人与生物圈(即自然、资源与环境)相互协调。怎样使人与自然、发展经济与保护环境之间得到协调和可持续发展,是生态学所要研究的最重要的课题。而园林植物环境是这一课题的重要组成部分。

第一节 生态系统

像其他系统一样,生物世界具有层次性。每一层次既是独立的,又与上下层有着密切的联系。生物分子是最基层的单位,比分子更高层次的是细胞;其次是组织器官和器官系统。许多器官系统组成了生物个体。生物个体又组成了生物种群,多个种群组成更高层次的生物群落,生物群落与非生物环境构成生态系统,全球的生态系统构成了生物圈或称生态圈。上述各层次没有截然分开的界限,而是相互联系的。

生活在大气圈、岩石圈、水圈和土圈的层面上的生物,构成一个有生命的生物圈。虽然在20 000 m高空有鸟类,10 000 m深的海底也有细菌存在,但绝大部分生物生存于陆地之上或海面之下100 m的范围内。

一、生态系统的概念

(一) 生态系统的含义

生态系统亦称“生态系”,指生物群落及其环境相互作用的自然系统,包含四个基本组成成分,即无机环境、生物的生产者(绿色植物)、消费者(草食动物和肉食动物)、分解者(腐生微生物)。生物之间存在食物链(或食物网)的相互联系。太阳能由绿色植物光合作用转化为生物能,并借食物链(或食物网)流向动物和微生物。水和营养物质(碳、氧、氢、氮等),也通过食物链(或食物网)不断地合成和分解,在环境与生物之间反复地进行生物—地球—化学的循环作用。以生物为核心的能量流动和物质循环,是生态系统最基本的功能和特征。

生态系统是在一定空间范围内,各生物成分(包括人类在内)和非生物成分(环境中物理和化学因子),通过能量流动和物质循环而相互作用、相互依存所形成的一个功能单位。生态系统中的生物成分和非生物成分,对于地球上生命的维持,缺一不可。最大的生态系统是生物圈(或称生态圈),即地表有机体(包括微生物)及其生存环境的总称,是行星地球特有的圈层。其活动与影响范围包括地壳上层(主要为风化壳)、水圈和大气对流圈,但主要集中在它们的接触带中,构成一个复杂而巨大的生态系统,并参与了岩石圈、大气圈和水圈的变化和发展。

(二) 生态系统的基本特征

1. 结构特征 生态系统是由生物和非生物环境两个亚成分构成。生物成分根据其功能不同分为三部分:① 生产者,主要是绿色植物,它能利用太阳能把简单的无机物质制造成有机物质。② 消费者,主要是各种动物,以植物或其他动物为食。③ 分解者,主要指细菌和真菌,它是以死的动、植物为食,可将复杂的有机物质分解成简单的无机物质,被生产者所利用。非生物环境,主要是指光、热、大气、水、土、岩石及死的有机物质等生物赖以生存的环境。从营养结构观察,一个陆地生态系统,大致可分为上、下两层,上层是自养层或称“绿色带”,主要是制造有机物质或食物的绿色植物;下层是异养层或称“褐色带”,主要指土壤、凋落物或其他死的有机物质,其中生活着各种土壤动物和微生物,可将有机物质转化为无机物质。

2. 功能特征 生态系统内的生产者、消费者和分解者与它们的生存环境相互作用,不断进行着能量和物质交换,产生能量和物质在系统中的流动,从而保持着生态系统的运转,并发挥其正常的功能。能量在系统中的流动是一种单向流失过程,最后以热能形式损失掉;物质在系统中的流动是一种循环运动。生态系统的最大特点就是能量和物质的流动能产生整体功能。

3. 动态特征 生态系统不是静止的,而是不断运动变化的。除了上述能量和物质不断流动和变化,生态系统的整个结构和功能也在随着时间而发生变化。一种生态系统的形成,都是经历漫长的岁月,不断发展、进化和演变的结果。生态系统有其自身发育的生命周期,并随年份、季节和昼夜时刻发生着变化。随着时间的推移,一种生态系统的发展总是从比较简单的结构向复杂结构状态发展,最后达到相对稳定的阶段。这种定向性变化称为演替的过程或称为系统的演变。

4. 相互作用和相互联系的特征 生态系统内各生物和非生物成分的关系是紧密相连、密不可分的整体。因为生态系统都是由各成分组成的,离开各成分就谈不上系统。同样,没有系统,也无所谓成分。一个系统之所以成为系统,不仅在于它是由各成分组成,还在于它与各成分之间存在着相互联系和作用的关系。任一成分的变化不仅会影响所有其他成分的变化,同时也受所在系统内环境因子的制约。譬如一台机器虽然是由很多零件组成的,但这些零件处于哪个位置,起什么样的作用,都是由机器这个系统整体决定的。

5. 稳定平衡的特性 自然界生态系统的发展过程总是趋向于内部保持一定平衡关系,使系统内各成分间完全处于相互协调的稳定状态。系统受到外力干扰时,自身有一种恢复的能力,由稳定到不稳定,再由不稳定返回稳定的状态。未受干扰的稳定生态系统,有较强的自动校正平衡能力和自我调节的机制,可以抗御和适应外界的变化。生态系统的稳定主要是由系统各成分对内部能量和物质任一变化所作的自身调整或自我重新分配过程来实现的。例如:植物群落内一些昆虫限于某种食物才能生存,平时昆虫和食物供应是平衡的。假如由于某种原因(如雨量减少)使所需食物产量减低,则只能维持少数昆虫的生存,原有昆虫数量与食物就处于不平衡状态。

这样,昆虫种群数量就必须加以调整(饿死或迁出)以适应食物供应的不足,直到昆虫数量与食物供应相适应,又达到新的平衡为止。植物群落里物种多样性的存在,有着复杂的食物捕食和被捕食的网络系统。当植物群落中一种虫害大量发生时,它就会被天敌所控制,所以系统内各成分总是趋向于相互协调的稳定态。生态系统内的负反馈机制是达到和维持平衡或稳定的重要途径。上述昆虫因食物供应的不足,造成昆虫数量的减少就是一种负反馈现象。负反馈的结果使系统朝着平衡方向发展,而正反馈则是使系统朝着偏离平衡和稳定的方向发展。例如植物群落里有害昆虫大量繁殖,不断增长,最后导致植物全部死亡,即是正反馈的例子。

6. 对外开放的特征 所有生态系统,甚至生物圈都是一个开放系统,假如封闭起来,其中所有生命将难以生存下去。一个现实的功能生态系统,必须有能量和物质的输入,以及具有能量物质输出的过程。所以,生态系统的外部环境也就是系统整体的一个部分。这样在确定一个系统边界时,就不一定那么严格。例如一个池塘虽然可以人为划定明显的周界,但与其他相邻的生态系统不可分割,或者临界是森林,有些有机物质可以进入池塘;或者与一条河相通,又能流进各种有机物质。生态系统之间都存在着能量和物质的交换,地球上的荒漠、森林、草原、河流、湖泊和海洋彼此绝不是独立存在的,某种物质在森林里发现,也能在河流或草原找到它的踪迹。可见,生物圈中各生态系统都互有影响。

(三) 生态系统的分类

地球上各种生态系统都是相互联系和互为影响的,因此应当把生物圈作为一个生态系统整体来研究。通常把生物圈划分成便于研究的单位加以解决。一般根据生境的不同,分为两大类:

1. 水体生态系统 水体生态系统约占地球表面 $2/3$,包括海洋和陆地上的江河湖沼等水域。这些水域里都有生命存在。根据水环境的物理、化学性质可分为:海洋生态系统和淡水生态系统。淡水生态系统又分为流水生态系统(河、溪)和静水(湖、泊)生态系统。

2. 陆地生态系统 根据地球纬度及水、热等环境因素,按植被的优势类型,可分为森林、草原、荒漠、高山、冻原等生态系统。森林生态系统又可分为热带林、亚热带林、温带林、寒温带林等生态系统,并且还可以再往下分。

在没有人类干涉的情况下,自然生态系统是以生物为中心的物质能量交流系统。人类通过能动地开发利用改变甚至建立生态系统,形成如公园、绿地、风景区、园林小品、人工林、农田、温室等特定的人工生态系统。

二、生态系统的结构与功能*

生态系统的能源来自太阳,通过生产者的光合作用,把太阳能固定并转变为化学能,把无机物转化为有机物。生态系统的基本功能就是生产者固定的太阳能在系统中的能量流动,并推动物质的反复循环。

(一) 生态系统的能量流

1. 食物链和营养级 生态系统中,能量流的主要途径是通过食物链来进行的,生物界的食物关系中,存在甲吃乙、乙吃丙、丙吃丁的现象,如森林植物群落中叶→食叶毛虫→山雀→食雀鹰,这种基本能量的连续依赖关系而将环境中的各种生物连起来,就成为食物链。自然界是复杂

的,在一个生态系统中,没有一个物种完全依靠另一物种生活,尤其在食物链的开端,如树叶可以被多种昆虫和其他动物所食用,而且一种动物的食性也是多样的,因此食物链就变成连环构成的一个食物网。

食物链营养级是生态系统中营养结构的特征。所谓食物链营养级是指初级生产者获得光能后制造的食物供给各级消费者,形成以食物营养为中心的彼此联接的序列。例如,马尾松—松毛虫—山雀—食雀鹰—腐生生物,组成了一条食物链。以“T”表示营养级。每条食物链上的具体环节就是营养级。

- T1 (第一营养级) 绿色植物,生产者。
 T2 (第二营养级) 食植动物,初级消费者。
 T3 (第三营养级) 第一级食肉动物,第二级消费者。
 T4 (第四营养级) 第二级食肉动物,第三级消费者。
 T5 (第五营养级) 真菌、细菌和某些原生动动物等,分解者,也称还原者。

2. 生态金字塔 在生态系统中,绿色植物固定的光能,究竟以什么比例沿着食物链转移?据研究,虽然不同类型的生态系统,其食物链中能量转移比例会有一个变动的幅度(10%~20%),但通常是按10%传递,生态学家称这一事实为“百分之十定律”。森林植物所固定的太阳能以10%的比例转移给食植动物,食植动物又以自身能量的10%转移给第一级食肉动物,依此类推。

由于食物链中前一个营养级到后一个营养级,总有一些物质或能量损失掉,这样每一级的总量就要受到前一级总生物量或能量的限制。例如,绿色植物的生物量,应比食植动物大,依此类推。此种规律梯级般地递减,用方框图排列起来,状如金字塔形,并且总有塔尖存在,一般称为生态金字塔。生态金字塔的数量递减也服从“百分之十定律”。由于表达方式的不同,在生态系统中通常可以列出能量、生物量和数目等三种生态金字塔(图1-1)。

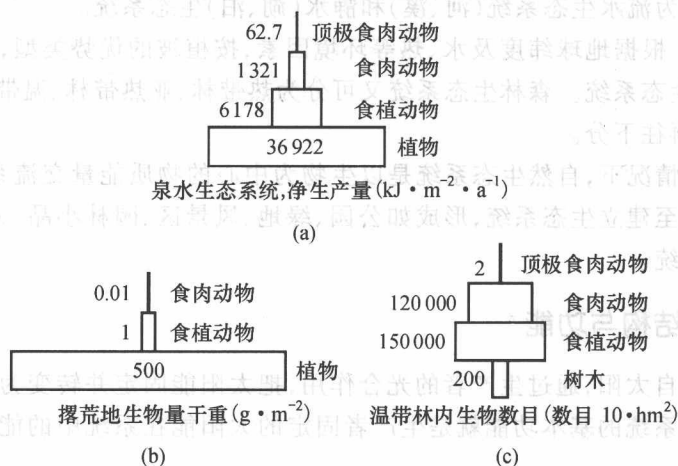


图1-1 生态金字塔(A.自Kormondy,1976;B.C.自Odum,1971)

(a) 能量金字塔 (b) 生物量金字塔 (c) 数目金字塔

3. 能量流 生态系统中的能量流,服从于热力学第一定律和第二定律。热力学第一定律是能量守恒定律在热力学中的应用。其内容是:能的形式可以改变,但总量保持不变。如可以从一种形式转变为另一种形式,但它不能创造也不会消灭。热力学第二定律的内容是:① 能量只能

从集中形式逐渐变成分散的形式,不能自发产生能的转换。②任何一种能量的转移都有一些能量损失,一种形式的能绝不会全部转换成另一种形式的能。但是,损失的能与用掉的能加在一起,仍然等于总能量。

上述物理学的基本概念,也适用于生态系统中能量的流动。如热力学第一定律是能量守恒,绿色植物将光能转变为化学能,当食物被其他动物吃食后,又能转化为其他类型的能量。由于能量不会消灭,一种类型能量的数量,总是等于转化后另一种能量的数量。热力学第二定律告诉我们,非生命的自然界发生的变化,都不必借助外力的帮助而能自动实现。热力学把这种过程叫做自发过程或自动过程。例如,热自发地从高温物体传到低温物体,直到二者温度相等为止;气体自发地从压力大的方向往压力小的方向移动,直到压力均衡为止;电由高电位自发地流向低电位,直到两电位相等为止。反之,则都是不能自发进行的过程。由此可见,自发过程的共同规律是不可逆的;自发过程总是单向趋于平衡状态。能量在生态系统中的运动也是单向流动的性质,能量流经食物链中各营养级时,只有能量的做功或以热的形式消散,而决不能逆向进行。如果能量输入超过了能量散逸,群落中有机物质的积累便随生物量的增加而增加,群落逐渐向前发展;如果能量散逸超过了输入,群落就会退化。在一个稳定的群落中,为植物所固定的所有光能,将在生产者、消费者和分解者的呼吸中耗散为热,它们的能量输入与散逸相平衡,其有机物的贮备呈稳定状态,此时的群落便显示出顶极群落的特征(图 1-2)。

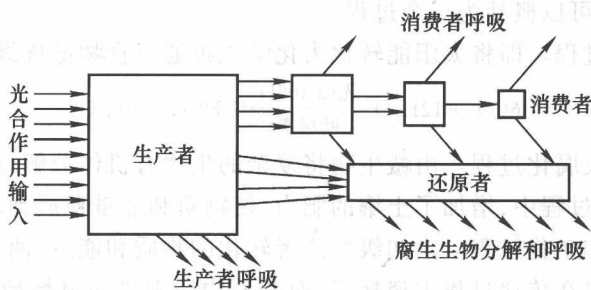


图 1-2 生态系统的能量流

(二) 生态系统的物质循环

每一种物质从环境进入生物群落,沿食物链运转又回到环境中。这样生物群落与非生物环境之间的物质就不断地进行循环(称为物流)。

在自然界中已知的至少有 40 种元素是生物所需要的,其中氢、氧、氮、碳四种元素构成了生物原生质的 97.2%,其他的约占原生质的 2.8%。这些元素存在于土壤和大气中,它们通过植物的根部吸收或被土壤微生物固定而进入生态系统,二氧化碳则由植物的气孔进入。进入生态系统的物质通过绿色植物及化能合成细菌合成为有机物质,然后沿着食物链到达各级消费者,通过这些有机体的死亡和分解(包括有机体的呼吸作用),又被释放回到环境中。所有这些释放到环境中去的物质,又成为绿色植物的新原料而再吸收利用,重新进入食物链,参加生态系统的再循环。物质在每次转化中都会有损失,但所损失的部分最终都仍回到环境中去,并被植物重新利用(图 1-3)。

一个生态系统都具备生产者、消费者和还原者,三者密切联系,使能量和物质不断地流动和