

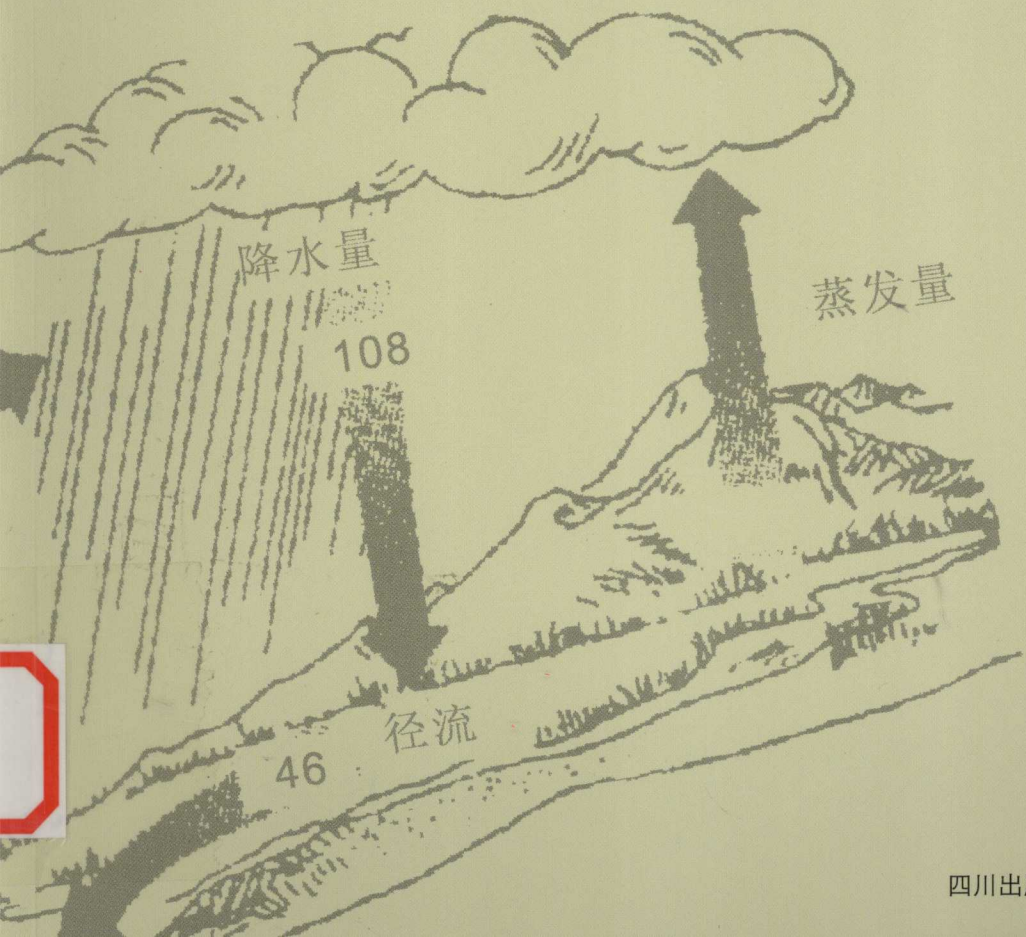
Yuanlin

Yuanlin
Shengtaixue

Shengtaixue

Yuanlin Yuanlin

Shengtaixue taixue



园林生态学

高等院校艺术设计教材

朱达金 赵建萍 著

- 以现代园林生态学的现实发展水平为基础
- 全面介绍园林植物生态的基础知识
- 重点研究植物及其他生物与环境的关系
- 知识系统、新颖
- 大学风景园林专业的必修课程

四川出版集团 四川美术学院出版社

园林生态学
朱达金 赵建萍 著

YLSHX



图书在版编目(CIP)数据

园林生态学/朱达金,赵建萍著. —成都:四川美术出版社, 2012.3

高等院校艺术设计教材

ISBN 978-7-5410-4897-5

I. ①园… II. ①朱… ②赵… III. ①园林植物—植物生态学—高等学校—教材 IV. ①S688.01

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第048013号

GAODENG YUANXIAO YISHU SHEJI JIAOCAI

高等院校艺术设计教材

园林生态学

YUANLIN SHENGTAI XUE

朱达金 赵建萍 著

责任编辑	何启超
封面设计	何启超 张梅
责任印制	曾晓峰
责任校对	吕莎 张新蓉
电脑制作	华林设计
出版发行	四川出版集团 四川美术出版社

(成都市三洞桥路12号 邮政编码610031)

经 销	新华书店
印 刷	成都平川印务有限责任公司
成品尺寸	185mm × 260mm
印 张	10
图 片	66幅
字 数	267千
版 次	2012年6月第1版
印 次	2012年6月第1次印刷
书 号	ISBN 978-7-5410-4897-5
定 价	35.00元

■ 著作权版权所有违者必究

本书如有质量问题,请与我社发行部联系

电话:(028)87734385

序

20世纪后半期以来，在世界经济高速发展和人口剧增过程中，全球变暖、臭氧层破坏、大气污染与酸雨、土地退化与沙漠化、森林资源退化、陆地水域和海洋污染、生物多样性丧失、生态环境系统遭到破坏等全球规模的环境问题越来越严重，这些环境问题已经对人类社会的持续发展构成了极大的威胁；对于这些问题，人类社会正在积极寻求多种有效方法和手段来加以解决，生态学理论的发展为解决及控制这些问题提供了有效的理论指导，园林生态学也正是在这种形势下应运而生的。

以园林生态学为指导的园林绿地系统规划十分注重融合生态学及相关交叉学科的研究成果，将城市园林绿地规划与园林生态规划实现有机结合，使建成的城市园林绿地系统不仅外部形态符合美学规律以及居民日常生活行为的需求，同时，其内部和整体结构也应符合生态学原理和生物学特性要求；将生态学的理论融入城市园林绿地系统规划中，使园林成为城市生态系统中的重要组成部分，通过合理的规划设计，充分发挥园林的生态服务功能，并使城市生态系统功能得到有效提高和健康发展。

目前，在建筑院校与艺术院校的景观建筑、环境艺术、风景园林、景观设计等专业的人才培养虽各有侧重，但在培养掌握生态环境与园林生态设计技术的基本理论与基本技能，具有良好的环境保护意识，能从事城市规划、景观和园林

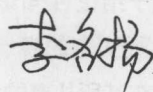
设计的高技术应用型人才却是他们共同的培养目标。《园林生态学》这本教材正是为实现这一目标要求而编写的。通过教材内容的学习重点培养学生关注、保护环境的意识和责任感,促使学生懂得了保护环境才能实现可持续发展,生态环境才能得到真正有效的保护。

教材内容具有科学性、系统性和基础性,同时也兼顾前沿性,使阅读者不仅能获得园林生态学科的比较系统的学科基础知识,也能被引导进入当代生态科学研究与实践的前沿。教材内容还特别引入了生态设计的理念,把读者的目光引向生态系统,将生态因素引入到园林环境规划和设计中。

本书作者长期从事园林植物、园林生态与园林设计等方面的教学与实践工作。他们利用自己教学和实践的知识储备,以现代生态学基本原理为基础,比较全面系统地介绍了园林生态学的基本概念,研究内容和研究途径,并阐述了生态环境中各生态因子与园林植物的关系,以城市为中心的园林生态系统的组成、结构、基本特征及其调节,以及园林生态实践中的生态设计的原理与方法等,是一部内容丰富、浅显易懂、涉及面广、操作性强,具有基础理论和实践价值的教材。

相信在我国城市化带来的环境、社会、资源问题严重挑战形势下,这本教材随着我国经济发展,将为生态环境建设发挥较大作用,愿此书出版受到广大读者的欢迎。

西南大学园艺园林学院 教授



前 言

人与自然协调发展的思想是可持续发展总体战略的重要组成，也是经济、社会可持续发展的基础和保证。改善生态环境是我国现代化城市建设的基本方针。在全球生态环境恶化、生物多样性受损、全球生命支持系统面临巨大压力和威胁的形势下，人们已经认识到人类自身活动与生物圈结构、功能和稳定性之间的必然联系，不断努力从不同尺度上揭示这些关系，分析和评价其效应和影响，建立基本原理和准则，以规范人类的行为，提高决策的科学性，实现人与自然的协调和共同发展，这是全人类面临的共同课题。园林生态学是研究园林生态系统的结构、功能及其与其他生态系统的相互作用和相互关系，即研究园林生物群落与其相应环境之间相互关系的科学。园林生态学的产生和发展为城市园林环境的规划与设计提供了科学的理论准则与依据。

现代生态学具有内容广泛，与多门学科交叉，理论性较强的特点。针对目前综合性大学和艺术院校开设的城市规划、建筑规划、环境艺术、风景园林设计、景观设计等专业学科基本没有开设气象学、土壤学、植物学、动物学、基础生态学等相关自然学科课程，生态环境系统知识性较差的特点，本教材的编写本着让学生及相关专业的从业人员相对轻松地学习生态学的基础知识；了解国内外生态学研究动向及实践实例；掌握环境生态规划、设计、建设与管理的基本方法；本着综合、实用、浅显、易懂的原则，尽量不涉及生态相关理论的产生、推论过程，着重于结论性知识的介绍；对于学术上的不同观点、不同理论，只选择目前为多数人所认定的观点介绍。达到培养学生的生态学意识、树立生态环境的整体观念、并在其所从事的学习与工作中体现出对人类居住环境负责任的态度的目的。

本教材力求反应当代园林生态学的发展水平，因此，编写中参考了基础生态学、园林生态学、景观生态学、恢复生态学等领域的研究内容，从基础生态知识出发，内容按基础与应用两部分设置。基础部分按生物与环境、种群生态学、群落生态学和生态系统生态学等层次组织；应用部分包括城市生态系统、园林生态系统。

本教材的内容与其他园林生态类教材相比较有明显的区别：其一，突出生态基础知识的系统性与连续性，以帮助学生更系统、更清晰地学习了解生态学基础知识；其二，突破以前的园林生态学以研究植物与环境的关系为主的局限性，加强除植物以外的其他生物群落，尤其是包括动物、微生物在内的生物群落与环境关系的内容；并加大园林生态观察和研究的尺度，将园林环境规划涉及到的相对较小的城市空间环境与相邻的自然环境生态系统乃至全球生态系统联系起来，并着重强调了生态系统服务及其价值的体现。

本教材可作为综合性大学与艺术院校的城市规划、建筑规划、环境艺术、风景园林设计、景观设计等相关专业的教材，也可作为相关业务部门的管理人员、工程技术人员、研究人员和其他关注生态环境建设人员阅读的参考书。

本教材在编写过程中听取了林泰碧教授的许多宝贵意见，风景园林设计专业研究生陈兴为本教材的插图绘制付出了辛勤劳动，四川美术出版社为本教材的顺利出版给予了巨大支持和帮助，在此一并致以衷心的感谢。

园林生态学是一门涉及面广、综合性强、实践性要求较高的学科。由于作者水平所限，书中难免有错误与疏漏之处，敬请广大读者和相关专家批评指正。

朱达金 赵建萍

2011年12月15日



目录

前 言	006	4. 生态系统生态学及其应用基础	056
绪论	001	4.1 生态系统的一般特征	056
一、生态学的定义	001	4.2 生态系统的功能	060
二、生态学的研究对象及分支学科	001	4.3 生态系统的主要类型及其分布	066
三、生态学研究的历史和发展	002	4.4 生态系统的平衡	073
四、园林生态学	003	4.5 人类活动对地球生态系统的影响	077
1. 生物与环境	004	4.6 生物多样性与保育	079
1.1 生物与环境	004	4.7 生态系统服务	082
1.2 能量环境	011	5. 城市生态系统	087
1.3 物质环境	021	5.1 城市生态系统的特征与组成	087
2. 种群生态学	033	5.2 城市环境	092
2.1 种群的基本特征	033	5.3 城市人类	100
2.2 种群增长与数量变化	036	5.4 城市景观生态	107
2.3 集合种群动态	037	6. 园林生态系统	112
2.4 种间的相互作用关系	038	6.1 园林生态系统的组成	112
3. 群落生态学	043	6.2 园林生态评价	113
3.1 群落的基本特征	043	6.3 园林生态系统的建设与调控	120
3.2 群落的种类组成	044	6.4 园林生态规划与设计	122
3.3 群落的结构	046	附录 抗大气污染植物简表	130
3.4 群落的动态特征	050	主要参考文献	149

绪论

一、生态学的定义

德国生物学家海克尔1866年首次将生态学定义为：生态学是研究生物有机体与其环境之间相互关系的科学。环境包括非生物环境和生物环境。生物环境分种内的和种间的，或种内相互作用和种间相互作用的。

美国著名的生态学家尤金·奥德姆(1956)认为，生态学是研究生态系统的结构和功能的科学。他的著名教科书《生态学基础》(1953, 1959, 1971)中对生态学的基础理论作了详细地阐述，提出以生态系统为中心的个体生态学、种群生态学、群落生态学和生态系统生态学的学科体系，对大学的生态学教学和研究有很大影响，他本人因此而获得美国生态学的最高荣誉——泰勒生态学奖(1977)。

我国著名的生态学家马世骏认为，生态学是研究生命系统和环境系统相互关系的科学。他同时提出了社会—经济—自然复合生态系统的概念。

综上所述并结合近代生态学动向，生态学可定义为：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。

二、生态学的研究对象及分支学科

生态学的研究对象很广，从个体的分子直到生物圈。但是，生态学者对于其中4个组织层次特别感兴趣，即个体、种群、群落和生态系统。

在个体层次上，生态学家最感兴趣的问题是有机体对于环境的反应。经典生态学的最低研究层次是有机体(个体)，按其研究的大部分问题来看，目前的个体生态学应该属于生理生态学范畴，这是生

态学与生理学的交叉学科。

种群是栖息在同一地域中同种个体组成的复合体。种群是由个体组成的群体，并在群体水平上出现了一系列群体的特征，这是个体层次上所没有的。例如种群有出生率、死亡率、增长率，有年龄结构和性比，有种内关系和空间分布格局等等。种群在空间上的分布格局也受到生态学家的重视。在20世纪60年代以前，动物生态学的研究主流是种群生态学。

群落是栖息在同一地域中的动物、植物和微生物组成的复合体。同样，当群落由种群组成为新的层次结构时，产生了一系列新的群体特征，例如群落的结构、演替、多样性、稳定性等。目前，多数现代生态学家最感兴趣的是决定群落组成和结构的过程，并把群落定义为“一定领域内不同物种种群的集合或混合体”。对于群落生态学的研究以植物群落研究最多，也最深入。群落学的许多原理大都来自植物群落学的研究。

生态系统是一定空间中生物群落和非生物环境的复合体，生态学家最感兴趣的是能量流动和物质循环过程。

随着现代科技的发展和人们对环境认识的深入，生态学研究日趋系统化和复杂化，研究层次向宏观和微观两个方向扩展。宏观上，随着全球环境问题如温室效应、酸雨、臭氧层破坏、全球性气候变化等日益受到重视，全球生态学应运而生并蓬勃发展起来；微观上，生态学的研究向细胞水平和分子水平发展。不管是宏观发展还是微观深入，生态学始终是研究某个层次上各个组成成分的相互联系和相互作用，并从系统整体上研究其结构、功

能、动态、优化和调控。

生态学研究系统化和复杂化还表现在与其他学科相互渗透,开展综合性研究上。如国际性的IBP(国际生物学计划)、SCOPE(环境问题的科学委员会)、MAB(人与生物圈计划)和IGBP(国际地圈生物圈计划)等等,都是多学科综合研究机构。发展边缘学科是现代科学发展的特点,现代生态学将多学科联合起来,从全球的角度,站在更高的层次与自然科学和社会科学密切配合,在促进各学科发展的同时,也促进生态学自身的发展。

近几十年来,生态学迅速发展的另一个非常重要的特征是应用生态学的发展,包括人类生态学、海洋生态学、农业生态学、林业生态学、城市生态学、污染生态学、恢复生态学和园林生态学等等。

三、生态学研究的历史和发展

传统上认为,生态学是研究生物与环境的关系及其相互作用规律的学科。这个定义是精湛的,就观念而言,它迄今仍然是正确的。不过,长期以来对它的研究一直以生物为主体,人类的存在与活动仅仅被视为一种生态因素,而没有被置于应有的地位。这就使生态学的发展无论在深度或广度上都受到很大局限,它所揭示的规律也没有获得科学界应有的重视,它所阐明的观点、理论和思想更难以得到广泛的传播并引起社会的关注。

第二次世界大战以后,科学技术日新月异,大大扩展了人类开发利用自然的范围,从而强有力地推进了生产的加速发展。人类对自然的影响能力似乎已经强大到“堪与自然界本身的威力相抗衡”的程度。正是这种成就,严重助长了人类对待环境、对待大自然的虚无态度。这种态度及其支配下的决策与行为不可避免地导致了以人口、环境、资源、能源、食物、城市化为标志的状况等,同人类生存发展之间的矛盾日益尖锐激化。

1962年,美国学者、海洋生物学家R.卡森的名著《寂静的春天》在美国波士顿出版。书中披露了美国广泛使用有机氯杀虫剂造成严重污染的真实情况,并通过有毒污染物质的流动、转移过程揭示了人类同各种生态系统,同整个生物圈,同各种动、

植物之间生死与共的密切联系。在书中作者指出,由于人的错误行为使本来生机勃勃的春天陷于“寂静”之中,既损害了其他生命形式,更严重地损害了人类自己。她强烈抨击那些披着现代化外衣的陈旧观念和做法。这本著作的问世轰动了美国,引起激烈的争论。当时卡森受到了10年以后在人类环境会议上也一致赞同她的观点的许多学者的围攻。她曾应邀到美国参议院贸委会出席作证,其见解赢得了肯尼迪总统的支持。《寂静的春天》被译成多种文字在世界各国出版发行,有人认为,这本书的出版问世拉开了“生态学时代”的序幕。

1972年,美国麻省理工学院以麦都斯为首的研究组就罗马俱乐部委托的专题,发表了一份研究报告《增长的极限》。这一报告的问世产生了爆炸性的影响,掀起了一场持续至今的关心人类命运与前途问题的国际大论战,触发了70年代西方最重要的社会运动——生态学运动。同年,联合国召开的斯德哥尔摩人类环境会议发表了《人类环境宣言》,实际上确认了全球问题和人类困境的存在。使越来越多的人逐渐认识到生态形势关系着人类的命运、前途和未来世界的面貌,唤起了人们的生态觉悟,为生态科学的崛起创造了社会环境。

随着生态学的研究领域和空间范围的大幅度延伸,单一学科、单一国家已很难满足生态学发展的需求,因此,世界性的大联合成为生态学发展的主流。从1972年斯德哥尔摩联合国人类环境会议到1992年里约热内卢联合国环境与发展大会,20年来,国际社会关注热点由单纯环保转到可持续发展,这标志着人类认识有了质的飞跃。社会文明将步入一个崭新的历史阶段,传统的资源观、价值观、道德观正在发生深刻的变化。

1987年,第42届联合国大会上共同确认“各国经济发展的理论基础是生态学原理”,这种新的自然观为决策者所接受。

另外,现代生态学与各种先进的科学技术的相互结合,大大地推动了自身的发展。如卫星遥感技术的应用,使生态学的宏观方向发展迅速,表现为全球生态学的迅速发展;电子显微技术使生态学向细胞、分子甚至更深层次发展;电子计算机及网络

的普及,使生态学在处理大型数据、建立数学模型、实时监控、实时预测预报等定量、动态的研究方面得到了空前的发展,这些科学技术使生态学的研究效率得到了前所未有的提高。

有理由相信,21世纪生态学在充分发展自己的同时,对社会学诸如人文、伦理、价值和世界观等方面也必将产生重大影响,最终实现空间和资源的可持续利用,从而改善全球环境,提高全球环境质量,为人类做出更大的贡献。

四、园林生态学

园林生态学是研究园林生态系统的结构、功能及其与其他生态系统的相互作用和相互关系,即研究园林生物群落与环境之间相互关系的科学。

园林的发展是伴随着城市的发展而发展起来的,其发展内涵也由传统的园林扩展为传统园林学、城市绿地系统和大地景观规划三个层次。作为协调人类经济、社会发展和自然环境关系的科学和艺术,其主要任务逐渐体现到保护和合理利用自然环境资源,创造生态健全、景观优美、反映时代文化和可持续发展的人类生活环境上来,发挥着其他学科不能替代的作用,产生巨大的环境生态效益、经济效益和社会效益。

但是,本应在人类生活环境中发挥生态作用的园林绿化,在很多地方却没有取得应有的效果。大量采用艺术化的手法,使园林绿化的可欣赏水平得到了长足的进步,但对环境的改善作用却不甚明显。随着人们生态意识的提高,对人类本身生活质量的要求也在不断提高,作为与人类生活息息相关的环境,也日渐受到关注。在园林实践中,众多的园林景观设计行为其出发点是良好的,但由于缺乏基本的理论指导,往往适得其反,达不到应有的生态效果。更有甚者,部分风景园林设计师,忽视了生态学在其实践中的作用,一味的追求空间美学,使园林对环境的改善作用大打折扣。

20世纪50年代后半期,美国掀起生态运动。

1978年,约翰·O·西蒙兹发表了《大地景观:环境规划指南》。书中全面引入生态学观念,把风景园林设计师的目光引向生态系统,直至整个地球,为改善人类生存环境做出贡献;1994年,他又出版了《21世纪花园城市:创造适宜居住的城市环境》,提出“高效、健康、有活力”的“花园 公园”城市模式。美国的伊恩·伦诺克斯·麦克哈格是世人公认的生态主义的先驱,他将生态因素引入到园林规划和设计中,于1969年出版的《设计结合自然》、1996年出版的《生命的追求》、1998年出版的《拯救地球》,他是这些专著的主要作者。他提出的生态主义设计的思想和方法在现代园林景观设计中开拓了崭新的领域。总之,从城市的出现,人们在不断地探索一条城市园林绿化与城市相融共生的发展之路。在这个发展阶段中,提出了生态园林的观念,开始从理论与实践的结合中探索一条人工与自然、城市与园林绿化共同发展之路。

把生态学理论应用到园林规划设计中,构成更具自然属性的“生态园林”,是园林设计新时代发展的新思路。“生态园林”这个词在我国的出现是近十几年的事情,1986年中国园林学会在温州召开“城市绿地系统、植物造景与城市生态学术讨论会”。会上正式提出了“生态园林”一词,会后出版了《生态园林论文集》(1990)和《生态园林论文集》(1993)。之后随着城市化进程的推进,生态园林的发展被提到议事日程上来,其内容不断得到充实和完善,为园林的发展打开了一条新的通路。

要使现代的园林系统能真正发挥其应有的作用,就必须以生态学原理为指导,在园林的规划、设计、施工、植物配置等方面将生态学的内涵融于其中,才能最终达到此目的。美国的莱若·G·汉尼鲍姆在《园林景观设计实践方法》一书中谈到的“园林景观设计师是园林景观的规划和设计者,他们将人类需求和生态需求结合在一起,创造其间的基本平衡。他们在工作中还要考虑合理用地和审美学要求。”

1. 生物与环境

生态学涉及生物与它们的环境,了解它们之间的关系是非常重要的。环境的变化决定了生物的分布,生物的生存又影响了环境,生物与环境是相互作用、相互依存的。因此我们首先应该了解和掌握生物与环境的生态作用规律和机理。

1.1 生物与环境

1.1.1 环境

环境是指某一特定生物体或生物群体周围一切的总和,包括空间及直接或间接影响该生物体或生物群体生存的各种因素。环境是一个相对的概念,它必须有一个特定的主体或中心,离开这个主体或中心,就谈不上环境。例如在环境科学中,人类是主体,其他生命物质和非生命物质均被看作环境因素。在讨论生态学问题时,对象可以指个体、种群或生物群落,因此,环境所包含的范围和要素也就不同。例如当一个池塘中的草鱼为研究对象时,则池塘中的其他鱼类、生物及非生物构成了草鱼的环境。因此,环境依主体而定,有大小之分,大到整个宇宙,小到基本粒子。

1. 环境的分类

从生物的角度可将环境分为自然环境、半自然环境和人工环境3类。

(1) 自然环境

自然环境是生物有机体出现以前就存在的环境,是直接间接影响生物的一切自然形成的物质、能量和现象的总体,它对生物体具有根本性影

响。自然环境由大到小分为地球环境、区域环境、生境、小环境等。

① 地球环境(或全球环境) 地球环境主要是以生物圈为中心,包括与之相互作用、紧密联系的大气圈、水圈、岩石圈、土壤圈、生物圈共5个圈层。

大气圈:大气圈是包围整个地球表面的气体圈层,又称为大气环境。大气圈是环境的重要组成部分,也是地球上一切生命赖以生存的物质基础。

大气圈的厚度大约在2000km~3000km之间。大气的组分和物理性质在垂直方向上有显著的差异,一般按温度的垂直变化特点将大气圈分为对流层、平流层、中间层、暖层(电离层)、散逸层(外层)5个层次。

对流层是大气圈的最底层,低纬度地区其平均厚度为17km~18km,中纬度地区为10km~12km,高纬度地区为8km~9km。虽然对流层厚不及整个大气层厚度的1%,但它集中了整个大气圈3/4的质量和几乎全部的水汽。因此,对流层是大气圈中与生物关系最为密切的一个层次,特别是近地面层1km~2km区域。另外,对流层是地球表面与大气相互作用的通道,对整个大气的运动和天气演变有着重要的影响,一切气候现象如风、雨、霜、露、雪等都在该层内发生。当然,人类活动和许多自然过程产生的大气污染物也滞留在该层中。

平流层位于对流层的上层,层内水汽和尘埃含量很少,气流运动相当平稳,并以水平运动为主,没有对流层内出现的天气现象,由此得名平流层。

平流层上限高度大约为55km。大气中的臭氧层(该层位于25km~40km)主要集中在该层次。臭氧层影响中层大气的热状况,因为它能吸收绝大部分的太阳紫外辐射(0.2 μ m~0.3 μ m),加热平流层并阻挡强紫外辐射到达地面,保护人类和生物。但近年来科技的发展使人类在大气层特别是平流层的活动频繁,加上人类在生产和生活等活动中产生的某些痕量气体如氮氧化物和氯氟烃等进入平流层,这些都在一定程度上破坏了臭氧层。

中间层是平流层顶至80km~85km范围内的高空。该层内温度自下而上骤降,并有强烈的垂直运动,顶部气温达到-83℃。

暖层是指中间层顶至800km的高空范围。该层随高度的上升气温急剧上升,据人造卫星观测,在300km的高度上,气温可高达1100℃~1650℃。暖层在宇宙射线和太阳紫外线的作用下,其大气中的氧分子和氮分子被分解为离子,使其处于高度电离状态,故又称电离层。

散逸层是暖层顶以上的空间,该层内空气十分稀薄,随高度上升温度升高。

水圈:水圈是地球上各种形态水的总称。水是地球上分布最广且最为重要的物质,它既是生命组成和物质能量转化的基本要素,又是生物界赖以生存和发展的自然资源。水圈中几乎到处都有生命,但主要集中在表层和底层。

地球上的水分以大气环流、洋流、河流排水等形式进行水分循环和再分配,通过蒸发、降雨、渗透等形式维持地球水分的平衡,同时调节气候,净化空气。

地球上不同水体的化学成分各不相同,如海水中 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 较多;淡水中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 较多,溶有二氧化碳、氧气以及各种无机和有机的营养物质,为生物的生长和分布提供了物质基础。

岩石圈:岩石圈指地壳部分,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,是所有陆生生物的立足点。地壳平均厚度约17km,其中大洋地域的地壳最薄,约7km,大陆地域稍厚,约35km。岩石圈中贮藏着丰富的化学物质,成为植物矿质营养的源泉。岩石风

化是坚硬的岩石经过自然界的长期作用使其由大块变为细小颗粒的过程,也是岩石成分和性质发生变化的过程,即形成矿质养分的过程。矿质养分通过溶解于地下水到达土壤以供植物吸收利用,由于岩石的厚度及组成成分的不同,风化后形成的土壤类别不同,进而形成不同的植物分布。

土壤圈:土壤圈是岩石圈最外面一层很薄的疏松物质,是联系有机界和无机界的中心环节。土壤圈的平均厚度为5m,覆盖在陆地表面以及海水、淡水的地球上。

土壤圈在地球环境中占据的比重较小,但却对人类和其它生物的生存具有重要意义。岩石表面的风化壳是土壤的母质,不是真正的土壤,只有在水和有机物通过长时间的化学变化以及土壤母质的生物作用,特别是微生物的作用后,才能形成真正的土壤。土壤肥力是土壤不同于其母质的本质特征,是绿色植物生存不可缺少的基质,也是人类和其它生物赖以生存的物质基础。土壤中还有大量的无脊椎动物和掘土的脊椎动物。

以上4个圈层,是生物圈的物质基础,也是地球环境最基本的组成要素。

生物圈:生物圈是指地球上的全部生物和一切适合于生物栖息的场所。生物圈是由大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈这4个圈层的交接界面所组成的生命活动的领域,其范围大致在地面以下12km至地面以上23km之间。但绝大多数生物通常生存于地球表面上下各100m范围内。

生物圈是生物界与水圈、大气圈、岩石圈和土壤圈长期相互作用的结果,由成分简单发展为结构复杂、生命物质与非生命物质的自我调节、全球性开放的系统。生物圈最早萌发于海洋,经过漫长的历史岁月逐渐发展演化形成的,并具有自己的发生、发展的演化规律。生物圈存在和发展的基本条件有4个:一是充足的能源供应;二是大量地被生物利用的液态水;三是适于生命活动的温度;四是生命物质所需的营养物质。生物圈为地球上的生物的生长和繁殖提供了必要的物质和所需要的能量,生物要从环境中取得所需的能量和物质,就必须适应于环境,但另一方面,环境也因生物的生命活动而

变化,反过来促使生物的适应性增加,这种相互作用在促进生物界持续发展的同时,也在不断地发展和完善生物圈。工业革命以来,人类生产活动,特别是与能量有关的工业生产的增加所引起的各种污染对生物圈正常功能的发挥以及物质平衡的维持,都造成了巨大的威胁。

生物圈中的植物层统称为植被。植被在维持生物圈的平衡方面,具有不可替代的作用。地球上总的生物生产量中,植被占99%,除经济效益外,植被还是能量转化和物质循环的参与者和稳定者,在改造、净化、美化环境及稳定氧气库等方面的生态效益和社会效益更是其它生物所不可比拟的,因此,植被是维持地球上生物生存环境的中坚力量。

② 区域环境 在地球的不同区域,由于5大圈层不同的交叉组合所形成的不同环境,即区域环境。如在地球表面,首先形成了海洋和陆地的区别。在占地球表面71%的海洋范围内,可分为沿岸带、半深海带、深海带和深渊带,各带内又有不同的生物组合,通过其相互作用构成了独特的海洋区域环境,并可进一步细分。在陆地范围内,有高山、高原、平原、丘陵、江、河流、湖泊等之分,各自不同的区域又有不同的植物组合,进而有相应的动物和微生物侵入,从而形成了各具特色的植被类型,如森林、草原、稀树草原、农田、荒漠、沼泽、水生植被等;另一方面,即使地形或地貌相同,但由于温度差异也会形成不同的植被类型,如全球植被可以按照温度、水分等因素的不同影响划分为热带、亚热带、暖温带、温带、亚寒带、寒带等不同的区域植被类型。

③ 生境 生境又称栖息地,是生物生活空间和其中全部生态因素的综合体。就植物而言,植物个体、种群或植物群落在其生长、发育和分布的具体地段上,各种具体环境因子的综合作用形成了植物体的生境。植物的分布取决于植物所处的生境与植物本身的实应性两个方面。通常的环境条件对于大多数植物来讲,都能生长良好,此时植物的分布,往往取决于植物本身的竞争以及其他生物对其产生的影响等;在恶劣的环境条件下,植物的分布范围就取决于植物本身的实用性,或者说对恶劣环

境条件的抗性。

④ 小环境 小环境是指对生物有直接影响的邻接环境,即指小范围内的特定栖息地的环境。小环境对生物的影响也更为重要,它的存在,为生物提供选择自身所需要的生活条件。小环境中的气候称小气候,是指近地面大气层中1.5 m以内的气候。小气候变化大,受局部地形、植被和土壤类型的调节,与大气候有极大的差别。小气候直接影响生物的生活,例如植物根系接触的是土壤小环境,叶片表面接触的是气体环境,由温度、湿度、气流的变化而形成的小气候对树冠的影响可以产生局部生境条件的变化。所以从某种意义上说,小环境对于生物体的影响更为重要,因为它不但对生物的生长发育有重要作用,而且对其所处的大环境也有调节作用。从园林绿化的角度,应刻意营造能改善局部环境的小环境,这些将会促进整个园林生态环境的改善与提高。

(2) 半自然环境

半自然环境是介于自然环境与人工环境之间的类型,是指通过人工调控管理自然环境,使其更好的发挥其作用的环境,包括各种人工草地环境、人工林地环境、人为开发和管理的自然风景区,人工建立的部分园林生态环境等。

半自然环境虽由人工调控管理,但自然环境的属性仍占较大比重,人们利用各种手段,特别是越来越发达的科学技术,进行环境改造和培育各种新品种,使环境与植物之间保持更好的协调关系,以满足人们不同的需要。

(3) 人工环境

人工环境是指人类创建并受人类强烈干预的环境。如温室,大棚中的各种人工配置的栽培基质,无土栽培液,人工照射条件、温控条件、湿控条件等构成的人工环境。这些人工环境扩展了植物的生存范围。室内园林的发展,也是建立在人工环境的基础上。

2. 环境的基本特性

(1) 整体性

虽然自然环境按范围有地球环境、区域环境、

小环境等的区分,但环境本身是一个整体,局部地区环境的破坏或污染必然会对全球环境造成巨大的影响。如大兴安岭的森林大火、海湾战争、南联盟空袭等对环境所造成的影响并不是简单地影响事发地,从这个意义上讲,环境并没有什么洲界、国界、省界之分。

(2) 有限性

环境的有限性一方面指环境资源的有限性,另一方面指环境承受外界冲击力的有限性。因此,人类应在对环境资源状况有充分了解的前提下合理利用之,并保证不对环境构成威胁的情况下进行生产和生活活动。

(3) 隐显性

环境变化是一个渐进、缓慢的过程,环境对于作用其上的因子的效果并非都能即时显现,这就是环境的隐显性。当环境有益的或有害的外部表现为人类觉察到时,实际上至此因子已经积累了很长时间。就像战争对于环境的危害,战时所见只是沧海一粟,更深层次的危害要历时多年才能表现出来。同样,环境污染和环境治理也并非一朝一夕的事。因此,在开发、利用环境资源时,要从长远考虑是否会对环境造成影响,只有这样,才能真正避害趋利,实现可持续发展。

(4) 持续性

外界因素对于环境的影响具有持续性。如20世纪30~40年代第二次世界大战期间日本在中国进行细菌试验,几十年来一直对中国民众的生产、生活构成威胁;海湾战争造成的石油污染需几百年才能消除;人类排放的有害气体对大气臭氧层的破坏不知多少年能得到恢复等等。当然,不只环境的负面影响具持续性,正面作用亦然,如长白山的森林资源多年来对于该地区的环境维护以及抵抗环境污染等起到了积极的作用。

环境系统概念是近期生态学中提出来的。它强调把人类环境作为一个统一的整体看待,避免人为地将环境分割为互不相关的各个部分,强调环境系统的本质在于各种环境因素之间的相互作用过程。

1.1.2 生态因子的分类与作用特征

生态因子是指环境要素中对生物起作用的因子,如光照、温度、水分、氧气、二氧化碳、食物和其他生物等。在生态因子中,对生物生存不能缺少的环境要素,有时也称生存条件,如二氧化碳和水是植物的生存条件,对于动物是食物、热能和氧气。所有生态因子构成生物的生态环境,特定生物体或群体的栖息地的生态环境称生境。

1. 生态因子的分类

生态因子的分类有多种,如根据生态因子的稳定程度将其分为稳定因子和变动因子两类。稳定因子是指终年恒定的因子,不会随环境条件的改变而改变或变动不大,处于相对稳定状态,如地磁、地心引力、太阳辐射常数等;变动因子是指不断变化着的因子,它可分为周期性变动和非周期性变动两类。通常,生态因子按其性质分为以下5类:

(1) 气候因子:如光照、温度、湿度、降水、雷电等。

(2) 土壤因子:土壤的结构、土壤的有机成分和无机成分的理化性质以及土壤生物等。

(3) 地理因子:地球上由于地形和地貌等因素的作用形成多个方面的差异以及其与水的相互作用在地球表面上表现出来的形态等,如海洋、陆地、山川、沼泽、平原、高原、丘陵等,海拔、坡向、坡度、纬度、经度等,这些因子都会不同程度地影响植物的生长、发育、分布等。

(4) 生物因子:动物、植物、微生物对环境的影响以及生物之间的相互影响。

(5) 人为因子:虽然人类属于生物范畴,但人类通过对植物资源的利用、改造、发展、引种驯化,以及对环境的生态破坏和对环境造成的污染等行为已充分表明人类对环境及对其他生物的影响已越来越具有全球性,远远超出了生物的范畴,

2. 生态因子作用特征

生态因子与生物之间的相互作用是复杂的,只有掌握了生态因子作用特征,才有利于解决实践中出现的问题。

(1) 综合作用

环境中的每个生态因子不是孤立的、单独的存在,总是与其他因子相互联系、相互影响、相互制约的。因此任何一个因子的变化,都会不同程度地引起其他因子的变化,如光照的变化直接影响着温度、湿度等诸多生态因子的变化,导致生态因子的综合作用。例如山脉阳坡和阴坡景观的差异,是光照、温度、湿度和风速的综合作用结果。动植物的物候变化是气象变化影响的结果。生物能够生长发育,是依赖于气候、地形、土壤和生物等多种因素的综合作用。

(2) 主导因子作用

对生物起作用的众多因子并非等价的,其中有一个是起决定性作用的,它的改变会引起其他生态因子发生变化,使生物的生长发育发生变化,这个因子称主导因子。如植物春化阶段的低温因子;若以水分为主导因子,植物可分为水生、中生和旱生生态类型。

(3) 阶段性作用

由于生态因子规律性变化导致生物生长发育出现阶段性,在不同发育阶段,生物需要不同的生态因子或生态因子的不同强度,因此生态因子对生物的作用也具有阶段性。例如低温在植物的春化阶段是必不可少的,但在其后的生长阶段则是有害的;水是多数无尾两栖类幼体的生存条件,但成体对水的依耐性就降低了。

(4) 不可替代性和补偿性作用

对生物作用的诸多生态因子虽然非等价,但都很重要,一个都不能缺少,不能由另一个因子来替代。但在一定条件下,当某一因子的数量不足,可依靠相近生态因子的加强得以补偿,而获得相似的生态效应。例如软体动物壳生长需要钙,环境中大量锶的存在可补偿钙不足对壳生长的限制作用。又如光照强度减弱时,植物光合作用下降可依靠 CO_2 浓度的增加得到补偿。需要注意的是生态因子之间的补偿作用是有一定限度的,也并非经常和普遍的。

(5) 直接作用和间接作用

生态因子对生物的行为、生长、繁殖和分布的

作用可以是直接的,也可以是间接的,有时还要经过几个中间因子。直接作用于生物的,如光照、温度、水分、二氧化碳、氧等;间接作用是通过影响直接因子而间接影响生物,如山脉的坡向、坡度和高度通过对光照、温度、风速及土壤质地的影响,对生物发生作用;又如冬季苔原土壤中虽然有水,但由于土壤温度低,植物不能获得水,而叶子蒸发继续失水,产生植物冬天干旱,即冬天干旱是由寒冷的间接作用产生的。

1.1.3 生物与环境的相互作用

生物与环境的关系是相互的和辩证的。环境作用于生物,生物又反作用于环境,两者相辅相成。

1. 环境对生物的作用

环境的非生物因子对生物的影响,一般称为作用。环境对生物的作用是多方面的,可影响生物的生长、发育、繁殖和行为;影响生物生育力和死亡率,导致种群数量的改变;某些生态因子能够限制生物的分布区域。例如热带动植物不能在北半球的北方生长,主要受低温的限制;荒漠地带物种稀少主要受干旱的影响。当环境温度恶劣变化时,会导致生物死亡或停止生殖。随着自然的季节性变化,会导致动物的迁徙、脱毛脱羽,动植物的休眠等等。

生物并不是消极被动地对待环境的作用,它也可以从自身的形态、生理、行为等方面不断进行调整,以适应环境中的生态因子变化,将其限制作用减小。因此,在不同环境中,生物会产生不同的适应性变异。例如水温是影响鱼类繁殖的首要因素,生活在欧洲的一种淡水鱼——欧鳊,随着气温由南到北逐渐变冷,它的繁殖也由南方的一年连续产卵逐级变成一年产一次卵,以适应环境的温度,并形成遗传固定性特征

2. 生物对环境的反作用

生物对环境的影响,一般称为反作用。生物对环境的反作用表现在改变了生态因子的状况。如荒地上培育起树林,树林能吸收大量的太阳辐射,能保持水分、降低风速,形成新的小气候环境;树林

的凋落物作为绝热层,可防止土壤冻结。又如土壤微生物与土壤动物的活动,改变了土壤的结构与理化性质;动植物的残体分解后加入土壤,使土壤养分发生很大变化。由于人类技术的发展和土地运用方式的变化,而导致全球气候的变化,是有机体如何影响环境的最突出的例子。又如草场上的过度放牧将导致草场的退化等。

生物与生物之间的相互关系更为密切。例如捕食者与猎物、寄生者与宿主,它们的关系很难说谁是作用,谁是反作用,而是相互的,可称为相互作用。这两对物种在长期进化过程中,相互形成了一系列形态、生理和生态的适应性特征。例如捕食者豺狼发展了敏锐的视觉、灵活的躯体、锐利的爪子和有力的犬齿,有利于捕捉与啃吃猎物,而猎物野兔发展了又大又长的外耳——增加听觉的灵敏度和善于奔跑的四肢,有利于逃避捕食者。这种复杂的相互作用及其伴随的适应性特征,是通过自然选择、适者生存法则形成的,是协同进化的表现。

1.1.4 最小因子、限制因子与耐受限度

1. 李比希最小因子法则

最小因子法则是由德国的有机化学家李比希提出的。1840年李比希在研究作物产量时发现,作物的增产和减产与作物从土壤中所获得的矿物营养多少呈正相关。每一种植物都需要一定种类和一定数量的营养物,如果一种营养物完全缺失,植物就不能生存,如果这种营养物数量极微,植物的生长就会受到不良影响。也就是说,“植物的生长取决于那些处于最小因素的营养元素”,这就是著名的李比希的“最小因子法则”。

李比希最小因子法则的提出具有划时代意义,但随着对其认识的深入,发现最小因子法则也有不足之处。美国的生态学家尤金·奥德姆等对最小因子法则作了两点补充:

(1) 最小因子法则只有在严格稳定的条件下才能应用

如果在一个生态系统中,物质和能量的输入输出不是处于平衡状态,那么植物对于各种营养元素

的需求就会不断发生变化,在该种情况下,最小因子法则不适用。

(2) 在应用最小因子法则的时候,还要考虑各因子之间的相互关系

一方面,一种营养元素的易吸收或数量较多,往往影响对短缺元素的吸收利用率;另一方面,属性相近的元素可以在一定程度上相互替代,如缺钙的环境中如果锶的含量较多,一些软体动物则可以利用锶代替钙来构建自己的贝壳。

最小因子法则最初只是研究营养物质对植物生存、生长、发育和繁殖的影响,后来发现最小因子法则对于其它因子同样适用,如温度、光照等。

2. 限制因子

生物的生存和繁殖依赖于各种生态因子的综合作用,其中限制生物生存和繁殖的关键性因子就是限制因子,任何一种生态因子只要接近或超过生物的耐受范围,它就会成为这种生物的限制因子。如山茶和茶树属喜酸植物,若栽种到钙质土中,由于pH值过高,常生长不良甚至死亡,土壤的pH值就是限制因子。

限制因子的概念具有实用价值。例如,某种植物在某一特定条件下生长缓慢,或某一动物种群数量增长缓慢,这并非所有因子都具有同等重要性,只有找出可能引起限制作用的因子,通过实验确定生物与因子的定量关系,便能解决增长缓慢的问题。例如,研究限制鹿群增长的因子时,发现冬季雪被覆盖地面与枝叶,使鹿取食困难,食物可能成为鹿种群的限制因子。根据这一研究结果,在冬季的森林中,人工增添饲料,降低了鹿群冬季死亡率,从而提高了鹿的资源量。

限制因子概念的主要价值是使生态环境研究者掌握了一把研究生物与环境复杂关系的钥匙,因为各种生态因子对生物来说并非同等重要,只要一旦找到了限制因子,就意味着找到了影响生物生存和发展的关键性因子。

3. 耐受限度与生态幅

(1) 耐受性定律