



中国科学院研究生教学丛书



景观生态学

肖笃宁 李秀珍 高峻 常禹 李团胜 编著



科学出版社
www.sciencep.com

中国科学院研究生教学丛书

景观生态学

肖笃宁 李秀珍 高峻 常禹 李团胜 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书深入系统地介绍了景观生态学的理论体系和实际应用,结合国内外最新的研究动态和成果,在继承传统生态学基本思想的基础上融合了地学的相关概念,在研究方法上也与现代地学信息手段紧密结合。书中所举的案例大多来自国内的材料,翔实生动,易于理解。本书可供地学、生态学、环境科学、农林科学等学科的研究生和科研人员学习与参考。

图书在版编目(CIP)数据

景观生态学/肖笃宁,李秀珍等编著. —北京:科学出版社,2003

(中国科学院研究生教学丛书)

ISBN 7-03-010628-8

I. 景… II. ①肖…②李… III. 环境地理学-研究生-教材 IV. X144

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040062 号

责任编辑:秦国英 彭克里 吴慧涵/责任校对:包志虹

责任印制:刘秀平/封面设计:槐寿明

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年3月第一次印刷 印张:14 3/4 插页:4

印数:1—3 000 字数:332 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《中国科学院研究生教学丛书》总编委会

主任：

白春礼

副主任：

何 岩 师昌绪 杨 乐 汪尔康 沈允钢
黄荣辉 叶朝辉

委员：

朱清时 叶大年 王 水 施蕴渝 余翔林
冯克勤 冯玉琳 高 文 洪友士 王东进
龚 立 吕晓澎 林 鹏

《中国科学院研究生教学丛书》地学学科编委会

主 编：

黄荣辉

副主编：

叶大年

编 委：

章 申 秦大河 石耀霖 丁仲礼 蔡运龙

《中国科学院研究生教学丛书》序

在 21 世纪曙光初露,中国科技、教育面临重大改革和蓬勃发展之际,《中国科学院研究生教学丛书》——这套凝聚了中国科学院新老科学家、研究生导师们多年心血的研究生教材面世了。相信这套丛书的出版,会在一定程度上缓解研究生教材不足困难,对提高研究生教育质量起着积极的推动作用。

21 世纪将是科学技术日新月异,迅猛发展的新世纪。科学技术将成为经济发展的最重要的资源和不竭的动力,成为经济和社会发展的首要推动力量。世界各国之间综合国力的竞争,实质上是科技实力的竞争。而一个国家科技实力的决定因素是它所拥有的科技人才的数量和质量。我国要想在 21 世纪顺利地实施“科教兴国”和“可持续发展”战略,实现邓小平同志规划的第三步战略目标——把我国建设成中等发达国家,关键在于培养造就一支数量宏大、素质优良、结构合理、有能力参与国际竞争与合作的科技大军。这是摆在我国高等教育面前的一项十分繁重而光荣的战略任务。

中国科学院作为我国自然科学与高新技术的综合研究与发展中心,在建院之初就明确了出成果出人才并举的办院宗旨,长期坚持走科研与教育相结合的道路,发挥了高级科技专家多、科研条件好、科研水平高的优势,结合科研工作,积极培养研究生;在出成果的同时,为国家培养了数以万计的研究生。当前,中国科学院正在按照江泽民同志关于中国科学院要努力建设好“三个基地”的指示,在建设具有国际先进水平的科学研究基地和促进高新技术产业发展基地的同时,加强研究生教育,努力建设好高级人才培养基地,在肩负起发展我国科学技术及促进高新技术产业发展重任的同时,为国家源源不断地培养输送大批高级科技人才。

质量是研究生教育的生命,全面提高研究生培养质量是当前我国研究生教育的首要任务。研究生教材建设是提高研究生培养质量的一项重要的基础性工作。由于各种原因,目前我国研究生教材的建设滞后于研究生教育的发展。为了改变这种情况,中国科学院组织了一批在科学前沿工作,同时又具有相当教学经验的科学家撰写研究生教材,并以专项资金资助优秀的研究生教材的出版。希望通过数年努力,出版一套面向 21 世纪科技发展、体现中国科

学院特色的高水平的研究生教学丛书。本丛书内容力求具有科学性、系统性和基础性,同时也兼顾前沿性,使阅读者不仅能获得相关学科的比较系统的科学基础知识,也能被引导进入当代科学研究的前沿。这套研究生教学丛书,不仅适合于在校研究生学习使用,也可以作为高校教师和专业研究人员工作和学习的参考书。

“桃李不言,下自成蹊。”我相信,通过中国科学院一批科学家的辛勤耕耘,《中国科学院研究生教学丛书》将成为我国研究生教育园地的一丛鲜花,也将似润物春雨,滋养莘莘学子的心田,把他们引向科学的殿堂,不仅为科学院,也为全国研究生教育的发展作出重要贡献。

饶南群

前 言

景观生态学作为 20 世纪 80 年代以来迅速崛起的新兴学科,在环境科学体系中和国际生态学中的学科地位不断加强,体现了近代生态学向宏观和横向发展的一大趋势。由于它强调研究对象的空间性和异质性,因此在研究内容和方法上有别于传统的生态系统生态学;但在理论上,它仍然继承了传统生态学的基本思想,如强调整体性和系统组分之间的相关性等。同时,它还融合了地学的有关概念,如尺度、等级分类系统等,从而成为地学与生态学之间的一个交叉学科。在研究方法上,景观生态学与现代地学信息手段紧密结合,又不失生态学强调过程与功能研究的特色。因此新成果不断涌现,特别是在土地利用、自然保护、城乡规划、生态管理等方面的应用取得显著成果,应用前景也越来越广阔。

我国学者自 20 世纪 80 年代后期以来,全面将景观生态学的理论和方法介绍到国内,各项研究蓬勃开展。据不完全统计,1990~2000 年间已发表论文 600 余篇,出版著作 14 本。作为中国景观生态学发展轨迹的标志有三次全国性的学术讨论会(沈阳 1989、北京 1996、昆明 1999)和两次国际性学术讨论会(沈阳 1998、兰州 2001)。1986~2001 年国家自然科学基金委员会地球科学部和生命科学部共资助景观生态学研究项目近 70 项,其中重点基金 2 项;这是中国景观生态学获得快速发展的重要推动力。

特别可喜的是,景观生态学的研究和教学队伍日益扩大,从初期只限于中国科学院的个别研究所和少数国家重点大学,发展到今天几乎遍及全国的综合性大学,师范大学和农、林院校的有关系、所,以及相关的国家科研单位和一部分地方科研单位。每年招收硕士和博士研究生数十人,至于开设“景观生态学”课程的学校和单位就更多,因而对于这方面教材的需求也日益迫切。自从我们在 1990 年翻译出版了 Forman 和 Godron 合著的《景观生态学》一书以来,各方面纷纷采用作为教材,但是因此书原著出版较早(1986)已不能反映现今国际景观生态学的发展,更重要的是本书所举的国外研究案例难以满足国内学生和研究者希望了解如何针对中国国情开展景观生态学研究的需求。对此,多年来,编写一部适合于国内教学使用的景观生态学教材一直是我们的心愿,但是由于种种原因而拖延至今。现在,在《中国科学院研究生教材丛书》专项基金、中国科学院寒区、旱区环境与工程研究所和中国科学院沈阳应用生态研究所的资助下,本书终于得以完成和出版,使我们感到十分欣慰。

我们在本书的编写中力求做到系统性和实用性相结合,深入浅出地使读者对于景观生态学的基本理论有一个全面的了解,同时尽可能多地介绍一些国内研究的案例,以便读者的理解和应用。国际景观生态学研究中有着两大流派,即西欧和北美学派,对于他们的主要论点和研究成果,本书采取兼容并蓄的态度予以介绍,希望能对不同学科背景的读者都有使用价值。在国内老、中、青学者的共同努力之下,逐步总结和发展了对于景观生态学核心概念和理论框架的共识,即以格局—过程关系为中心的生态空间理论,以有序人类活动对于景观演化作用为中心的景观生态建设理论,以发挥景观多重价值为中心的景观规划理论,一个景观生态学研究的中国流派正在形成之中。

本书共分为 10 章。前 6 章为景观生态学的基本理论,重点介绍景观生态学的结构、功能和演化,第 7 章为研究方法,后 3 章介绍景观生态学的应用。各章执笔人为:肖笃宁(第一、二章),李秀珍(第三、四章),李团胜、肖笃宁(第五章),肖笃宁、李团胜(第六章),常禹(第七章),高峻、肖笃宁(第八章),肖笃宁、高峻(第九章),高峻、肖笃宁(第十章)。全书由肖笃宁负责整编统稿和撰写前言。在本书编写过程中参与讨论和提供帮助的还有刘国光、胡远满、王宪礼、布仁仓和李月辉等,特别是王连平为全书的文字编辑付出了大量的艰辛劳动,特向他们表示由衷的感谢。

祝愿新一代的景观生态学人才茁壮成长,祝愿中国的景观生态学研究获得更大的发展。

编著者

2002 年 2 月于沈阳

目 录

《中国科学院研究生教学丛书》序

前言

第一章 景观生态学的一般概念	1
第一节 景观生态学的源流发展与学科特色	1
第二节 景观生态学的主要概念	5
第二章 景观生态学的理论框架	17
第一节 景观生态学的相关理论	17
第二节 景观生态学的基本原理	22
第三章 景观空间结构与景观异质性	31
第一节 景观空间单元	31
第二节 景观粒度与对比度	45
第三节 景观边界与生态交错带	47
第四节 网络	50
第五节 景观异质性及其测度	52
第四章 反映景观功能的生态流	60
第一节 流的产生机制和林带的影响	60
第二节 相邻景观要素间的无机流	64
第三节 动、植物在景观中的运动	66
第四节 流与景观结构	68
第五章 景观变化	72
第一节 景观变化与稳定性	72
第二节 景观变化的驱动力	77
第三节 景观变化的空间模式	79
第四节 景观变化时空动态模型	83
第六章 景观生态分类与评价	94
第一节 景观生态分类	94
第二节 景观生态系统的价值评估	101
第七章 景观数量化研究方法手段	114
第一节 野外调查与观测	114
第二节 遥感方法	119
第三节 地理信息系统方法	123
第四节 景观尺度分析	130
第五节 地统计学方法	136
第六节 3S技术在景观生态研究中的应用	139
第八章 景观生态规划	144

第一节	景观生态规划概述·····	144
第二节	国外景观生态规划·····	148
第三节	景观生态规划预案研究案例——辽河三角洲滨海湿地规划·····	152
第四节	农区景观生态规划·····	157
第五节	城市景观生态规划·····	159
第九章	景观生态学应用·····	165
第一节	自然保护·····	165
第二节	农区景观生态建设·····	170
第三节	城市景观生态建设·····	175
第四节	矿区生态恢复与重建·····	181
第五节	生态旅游与区域开发·····	185
第十章	景观与文化·····	191
第一节	景观的文化性及其研究·····	191
第二节	文化景观的基本特征·····	195
第三节	地域文化景观与生态系统维持·····	198
主要参考文献	·····	204
附录	·····	214
附录 1	景观生态学名词·····	214
附录 2	彩色图版·····	225

第一章 景观生态学的一般概念

第一节 景观生态学的源流发展与学科特色

景观生态学作为现代生态学体系中一个年轻而活跃的分支,它的产生和发展来自于人们对大尺度生态环境问题的日益重视,其理论和方法主要来自于现代生态学和地理科学的发展及其他相关学科领域如系统科学的知识积累。人们一般公认最先提出景观生态学(landscape ecology)一词的是德国生物地理学家特罗尔(Carl Troll),他于1939年在“*Luftbildplam and ökologische Boden for schung*”一文中,首次提出景观生态这个术语来表示支配一个地区不同地域单位的自然-生物综合体的相关分析。通过这种景观综合研究开拓了由地理学向生态学发展的道路。

经过半个多世纪的发展,景观生态学的研究内容日益丰富,逐步奠定了它在环境科学中一种新兴和交叉学科的地位。按照广义的理解,景观生态学是对景观中环境的关系的研究。但是景观又是什么呢?是一种相互作用的生态系统的异质镶嵌;地貌、植被、土地利用和人类居住地格局的特别结构;种群-群落-生态系统向上延伸的组织层次;综合了人类活动与土地区域的整体系统;具有由文化决定的美学价值的风景;或者是遥感图像中的像元排列?这要取决于观察者的感受,景观可以是上列表述中的任意一种或全部,甚至含义更多。因此可以说景观生态学是一类多样和多向的学科,它们既是综合的又是分割的(Wins and Moss 1998)。

一、什么是景观

景观(landscape)一词的使用最早见于希伯来语“圣经”旧约全书,在英语、德语、俄语中拼写相似,其原意都是表示自然风光、地面形态和风景画面。汉语中的“景观”一词涵义丰富,既反映了“风景、景色、景致”之意,又用“观”字表达了观察者的感受,这与近代西方流行的一种将景观视为被生物体所感知的环境的认识有异曲同工之妙。

景观作为科学名词被引入地理学,具有地表可见景象的综合与某个限定性区域的双重含义。19世纪初期,德国著名地理学家洪堡(A. V. Humboldt)最早提出景观作为地理学的中心问题,探索由原始自然景观变成人类文化景观的过程。以后由前苏联地理学家贝尔格(A. И. Берг)等发展成为景观地理学派,苏卡乔夫提出生物地理群落学说,波雷诺夫建立了景观地球化学,索恰瓦(B. O. Соцава)提出的地理系统学说更是缩小了地理学与生态学的距离。

C. Troll将景观的概念引入生态学,是希望将地理学家采用的表示空间的“水平”分析方法和生态学家使用的表示功能的“垂直”分析方法结合起来。其后,景观作为在生态系统之上的一种尺度单元,景观对于生态学研究的作用被愈来愈多的研究者所认识和强调(Risser 1984, Forman and Godron 1986, Turner 1989, Farina 1993, Forman 1995)。生

态学家中使用景观概念有两种方式:一种是直观的,认为景观是基于人类尺度上的一个具体区域,具有数公里的生态系统综合体,包括森林、田野、草原、村落等可视实体;另一种是抽象的,代表任意尺度上的空间异质性,即景观是一个对任何生态系统进行空间研究的生态学标尺(Pickett 1995)。

可以将所有的景观都视为镶嵌体,由相邻的、具体的斑块(patch)构成,而斑块是由生命和非生命的两种结构成分所组成;一种占支配地位、连续的斑块或土地覆盖类型充当基质,而其他斑块类型位于其中,比如森林斑块镶嵌在农田基质上。斑块内的结构特性与生态参数有很大的相关关系。景观不只限于陆地环境,空间格局同样也存在于湿地、淡水和海洋环境中。景观尺度包含了一系列完整的生态过程和社会经济过程,这些过程互相联系形成了多姿多彩的现实世界。

综上所述,在景观生态学中有以下几种最具代表性的景观定义:

Naveh: 景观是自然、生态和地理的综合体,包括所有的自然与人为格局和过程。

Haber: 景观是为生物或人类所综合感知的土地,而不考虑其单个成分。

Forman: 景观是由相互作用的生态系统空间镶嵌组成的异质区域。

综合诸家之所长及近年的发展,我们试给景观以如下的新定义:景观是一个由不同土地单元镶嵌组成,具有明显视觉特征的地理实体;它处于生态系统之上,大地理区域之下的中间尺度;兼具经济、生态和文化的多重价值(肖笃宁 1997)。这一定义清楚表述了景观具有空间异质性、地域性、可辨识性、可重复性和功能一致性等特征,又特别强调了景观的尺度性和多功能性。从人类尺度的角度来研究景观,即不仅是将景观作为生物的栖息地,更要将它作为人类的生存环境,这就架设起了从生物生态学到人类生态学的桥梁。

由于对景观定义的理解不同,对于景观分类也就有着不同的看法。以 A. P. 伊萨钦科为代表的前苏联景观地理学家,曾提出过一套复杂的景观分类命名体系,但并未得到应用。而加拿大的生态土地分类,将土地视为特殊的生态系统,综合反映景观的形成与发生,其分类等级简明,在加拿大和澳大利亚都得到了广泛的应用。在诸多的景观生态分类系统中,以 Z. Naveh 提出的总人类生态系统概念最为完整,涵盖了从生物圈到技术圈的内容。他将最小景观单元定名为生态小区(ecotype),集中了生物和技术生态系统。最大的全球景观叫生态圈(ecosphere),从视觉上和空间上贯穿地理圈、生物圈和技术圈。他所建立的景观分类系统分为开放景观(包括乡村自然、半自然景观,农业和半农业景观),建筑景观(包括乡村景观、城郊景观和城市工业景观)和文化景观,上述各类景观有着不同的能源、物资和信息输入,构成了不同性质和强度的景观驱动力。

Forman 按照景观塑造过程中的人类影响强度,划分了自然景观、经营景观(managed landscape)和人工景观(man-made landscape)。根据 H. T. Odum 关于能量密度的论述,这三类景观的能量密度的权系数可定为 1:3:10。自然景观可分为原始景观和轻度人为活动干扰的自然景观两类。前者包括极地、高山、荒漠、苔原、热带雨林等少数尚未受到人类活动干扰的地区,约占陆地总面积的 50%,大都是不适于人类居住和利用的。后者包括范围较广,如许多森林、湿地和草原。一些自然保护区中的核心区和缓冲区大致相当于这两类景观。自然景观的特点是它们的原始性和多样性,不论是由于地貌过程还是生态过程的景观特有性和生物多样性,都具有很大的科学价值,一旦破坏难以复原。因此对于自然景观应以保护其科学价值和生态平衡为中心,资源(包括旅游资源)的开发利用必须十分

谨慎,并以严格的生态保护措施为前提。

经营景观又可分为人工自然景观与人工经营景观,前者表现为景观的非稳定成分——植被的被改造,物种中的当地种被管理和收获,如采伐林地、刈草场、放牧场,有收割的芦苇塘等。后者则体现为景观中较稳定的成分——土壤被改造,最典型莫过于由各类农田、果园(和人工林地)组成的农耕景观。在耕作地块占优势的农耕景观中,镶嵌分布着村庄和自然或人工生态系统的斑块,景观构图的几何化与物种的单纯化是其显著特征。随着传统农业向现代农业的演进,原有分散和形状不规则的耕作斑块向着线形和规则多边形的方向演变,斑块的大小、密度和均匀性都会发生变化。郊区景观是一类特殊的人工经营景观,位于城市和乡村的过渡地段,具有很大的异质性。在这里大小不一的居民住宅和农田混杂分布,既有商业中心、工厂,又有农田、果园和自然风光。经营景观由于其经济价值和生态价值而成为我们最重要的研究对象,通常它具有如下特性和研究重点:①可再生资源的生产性:谋求比自然生态系统更高的生物生产力,设计能发挥最大功能的景观结构;②景观变化的持续性:人类活动影响下的定向演变,通过变化方向和速率的调控以实现可持续发展的目标;③人类生存环境的稳定性,注重协同人类系统与生物系统间的生物控制共生与自我调节。

人工景观或称人类文明景观是一种自然界原先不存在的景观,完全是人类活动所创造,如城市景观,工程景观(工厂矿山、水利工程、交通系统、军事工程等),旅游地风景园林景观等。大量的人工建筑物成为景观的基质而完全改变了原有的地面形态和自然景观;人类系统成为景观中主要的生态组合,通过景观的能流、物流强度大,不再构成封闭系统;同时整个复合系统的易变性和不稳定性也相应增大,人类所创造的特殊的信息流渗透到一切过程,许多原有的自然规律正在经受新的检验;人类活动对于景观有着广泛而深刻的影响。综上所述,人工景观的共同特征和研究重点是:①规则化的空间布局;②显著的经济性和很高的能量效率;③高度特化的功能和巨大的转化效率;④景观的文化特性和视觉多样性追求。

二、什么是景观生态学

关于景观生态学定义有一种最简单的表述是,研究景观的结构、功能和变化。景观结构指的是斑块间的空间关系,景观功能指的是空间要素间的相互作用,而景观变化则包括了结构和功能随时间的改变。

F. B. Golley(1995)曾指出,景观生态学发展了两个中心问题,一是连接自然地理和生物地球化学,描述和解释尺度为几公里的陆地表面格局;二是连接生物生态学,研究生物与环境(物理与生物环境)间的相互作用,景观生态学要研究的是景观格局怎样控制或影响过程。

J. Wiens(1998)所下的定义是,景观生态学是这样一门学科,它将景观格局及其随时间的变化与景观功能和过程相连接,并研究这种空间关系怎样作用于生态和环境系统的功能,及其怎样受人类活动的影响。同时,它还研究怎样运用景观的知识来预测景观价值(自然、文化和经济方面)的变化。

S. T. A. Pickett(1995)的定义是,景观生态学是一门研究空间格局对生态过程影响的

科学,他将空间异质性作为生态系统中的重要因素,并视空间动态与研究系统时间变化的生态学同等重要。许多生态现象对空间异质性及空间镶嵌体内的各种流很敏感,作为一种关注空间动态变化(含有机体能、物质流和能量流),关注异质性的景观内对各种流控制生态过程的新方法。

国际景观生态学会(IALE)1998年在修改的会章中指出,景观生态学是对于不同尺度上景观空间变化的研究,包括对景观异质性、生物、地理及社会原因的分析。无疑,它是一门连接自然科学和有关人类学科的交叉学科(interdisciplinary)。景观生态学的核心主题包括:景观空间格局(从自然到城市),景观格局与生态过程的关系,人类活动对于格局、过程与变化的影响,尺度和干扰对景观的作用。

我们认为,一种比较简明的景观生态学定义是:景观生态学是研究景观空间结构与形态特征对生物活动与人类活动影响的科学。景观的空间结构包括类型与格局,而景观的形态则是指人类感知的视觉景观,二者共同组成了景观的基本特征——空间构型。景观生态学的研究内容包括地域景观格局及其影响和空间独立过程对景观的影响方式。在景观生态学的研究中,不仅要十分重视生态景观的形成和演变,格局与过程等基本问题,而且也不能忽略视觉景观是人类对于环境感知中的重要内容,是景观功能和价值的有机组成部分。富有生机、和谐、优美或者奇特的景观,是人类可以直接利用的资源。视觉景观的资源性,特别表现在对风景旅游地的认识和开发,以及对人类居住地的设计和改造。同样,具有良好构型的景观也是一种环境资源,有利于发挥最大的生态效益,通过对格局的调整来影响和改变过程。景观构型对于生物活动的影响或反映在植物分布的空间格局(spatial pattern),或反映在野生动物栖息地(habitat)的生境特征,有机体在异质性景观中表现出不同的迁移、扩散和传播特征。景观对于人类活动的影响当然不仅是反映在经济活动中,如不同的土地利用方式,而且也反映在文化活动中,如旅游和建筑。同时,人类活动也是景观变化的重要驱动力,如对于自然景观的改造形成了经营景观,全新构建形成了人工景观,在此过程中要注意不同的人类文化传统会影响到对于景观的利用和改造。

三、景观生态学的学科地位

由于景观生态学的多向性和综合性,不同学科背景的研究者对其学科定位有所不同,有的强调景观生态学是一种空间生态学;有的强调它是生物生态学与人类生态学之间的一座桥梁;有的强调景观的文化性和视觉景观研究。在景观生态学的发展中,有一些学科分别为它提供了不同的视角和营养,如J. Wiens就提到了理论生态学、恢复生态学、动物行为学、人类地理学、土地利用规划、资源管理、遥感、农业经济、环境道德和社会学等,但是来自于上述传统学科的多样性和联结人类与自然的不同展示,也对新学科的凝聚造成了妨碍。

大多数景观生态学家都承认,就景观生态学的本质而言可称为空间生态学,它以生态系统的空间关系为研究重点,关注尺度的重要性与时空异质性;对格局与过程空间联系的研究,可应用于不同的组织层次和分辨尺度。正是这种对空间关系和作用重要性的共同关注,在研究土地(包括水域)区域问题时,使来自于不同学科背景的研究者聚合到了景观生态学这面旗帜之下。

同样,大多数景观生态学家也承认,景观生态学跨越了生物生态学与人类生态学,但是还存在不同的观点。Farina(1998)就在其新著中介绍过三种观点,即人类观点、地植物观点和动物观点。我们是赞成人类观点的,景观生态学以人类对景观的感知作为景观评价的出发点,通过自然科学与人文科学的交叉,实现建立宜人景观与保护自然景观的目标。

景观生态学以人类活动对于景观的生态影响作为研究重点,注重景观管理、景观规划和设计的研究,因而它应该属于应用生态学体系;相对于保护生态学和恢复生态学而言,不妨称之为建设生态学。其学科地位和应用地理学中的建设地理学可以类比。地理学家大多认为,景观生态学也是景观科学的一个组成部分。如果说,德国和前苏联地理学家开创的景观地理学是景观科学的第一个高峰,那么 20 世纪 80 年代以后欧洲和北美景观生态学的兴起,为景观科学带来了新的理论突破,并在广泛应用中有一系列的技术发展,形成了景观学的第二个高峰。目前新一代的景观科学是以景观生态学为代表,在理论层面上包括原有的景观地理学和景观地球化学等,在应用层面上包括景观设计(landscape architecture),景观生态建设(建设地理学和建设生态学)等和众多的交叉分支学科。学科交叉融合极大地丰富和发展了景观科学,并形成了若干新的学科框架体系。如果说在理论层面上地理学和宏观生态学的交叉形成了景观生态学,那么在应用层面上建设地理学与生态工程学的交叉就形成了景观生态建设这一新的研究范畴(肖笃宁 1999)。

除了研究范围的扩大与原有研究内容的深化,景观科学的推陈出新,主要反映在下列两个方面:①突破了原先只是从类型或区域角度对自然综合体进行研究,发展到从过程与类型(或区域)两方面对自然-人文综合体进行有强烈应用色彩的研究。除开空间结构与地域分异以外,地理过程与生态过程也成为研究重心;②从单纯的地理过程研究发展到人地相互作用过程的研究。人地关系中地域关系的优化是区域可持续发展的基础,而以可持续空间格局的研究为热点;在景观和区域尺度上对人地关系的调整和构建可称之为景观生态建设。

至于景观规划建筑学作为一门在西方发达国家很受重视的工程应用性学科,它是景观科学与建筑学的交叉,也可以视为景观生态学在城市规划、风景园林设计和人居环境研究中的开拓和应用。

第二节 景观生态学的主要概念

一、尺 度

尺度(scale)是地理学研究中的一个基本概念,早已得到广泛的应用。但是尺度在生态学中引起重视则还是近年的事情,这要归功于景观生态学的迅速发展。尺度的存在根源于地球表层自然界的等级组织和复杂性,尺度本质上是自然界所固有的特征或规律,而为生物有机体所感知。因而尺度又可分为测量尺度和本征(intrinsic)尺度。前者是用来测量过程和格局,是人类的一种感知尺度,随感知能力的发展而不断发展。后者是自然现象固有而独立于人类控制之外。测量尺度相当于研究手段,属于方法论范畴,而本征尺度则是研究的对象。尺度研究的根本目的在于通过适宜的测量来揭示和把握本征尺度中的

规律性。

尺度通常是指研究客体或过程的空间维和时间维,也可以用于信息收集和处理的时空单位,常用分辨率与范围来表达,它标志着对所研究对象细节了解的水平。在生态学研究中,空间尺度是指所研究生态系统的面积大小或最小信息单位的空间分辨率水平,而时间尺度是指其动态变化的时间间隔。其表示方法与制图学不同,空间分辨率的最小单位称为粒度(grain)或像素(pixel),每一像素(图像单元)视为同质,而像素之间视为异质。至于绘图比例尺是表示对空间距离的缩减程度,与尺度的概念正好相反。

尺度可分为绝对尺度与相对尺度,前者是指真实的距离、方向和外形,而后者是根据生物的功能联系用作两点间距离的相对描述。

尺度分析中除粒度外还有两个重要概念,一个是幅度(extent),表示研究区域的大小或需要考虑的时间长度;另一个是范围(scope),通常为幅度与粒度之比,其结果为无量纲化数据。按照同质性原理,同一方程的各项应该具有相同的范围。对于所提出的研究结果有时需要进行外推,即:根据已知值进行推测,将信息从一个尺度推绎到另一尺度,或从一个系统转到另一个系统。此时将系统在性质、属性或现象上产生变化的点称为临界阈值(critical threshold)。以不同时空尺度进行生态、环境研究时,其内容很不相同。尺度层次复杂性是地表自然界等级组织和复杂性的反映,自然界的发展演化是个系统性的复杂过程,因而在研究中也应构筑相应的尺度体系(图 1-1)。

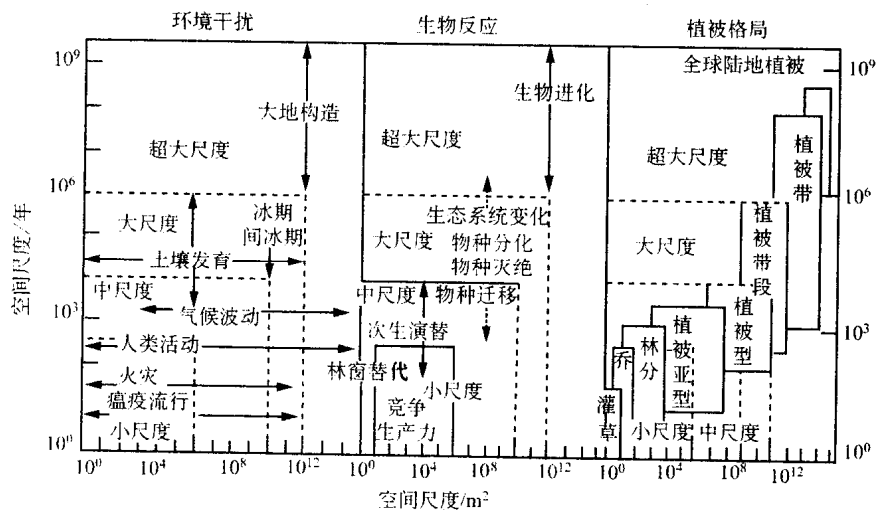


图 1-1 生态学研究的不同时空尺度(引自 Delcourt 1983)

从环境干扰、生物反应与植被格局三个层面上清楚地反映出了这一点。生态系统是有一定大小范围的功能单元,通常在研究陆地生态系统的生产力、生物地球化学上的元素循环和脆弱性等问题时,将生态系统作为一个小尺度(10 ~ 100m)的均质体来考虑。景观生态学的研究基本上是对应着中尺度的范围,从几平方公里到几百平方公里,从几年到几百年;而区域生态学的研究则往往进入大尺度的范畴。小尺度主要反映土壤、植物和小气候分异,中尺度主要反映地表结构的分异,而大尺度则反映大气候的差异。景观和区域生态学均属于宏观生态学研究范畴,在这方面又进一步细分为 4 个尺度域(Delcourt 1998):

(1) 微观尺度域(micro-scale dominion)。包括 1 ~ 500 年的时间范围和 $1 \sim 10^6 \text{ m}^2$ 的空间范围,在这一尺度范围内可以研究干扰过程(火烧、风倒和砍伐等)、地貌过程(土壤侵蚀、滑坡、河流输沙等)、生物过程(种群动态、植被演替等)和生境破碎化过程等。

(2) 中观尺度域(mesa-scale dominion)。包括 500 ~ 10 000 年的时间范围和 $10^6 \sim 10^{10} \text{ m}^2$ 的空间范围,这一尺度域包含了最近间冰期以来次级支流流域上的事件。

(3) 宏观尺度域(macro-scale dominion)。包括 $10^4 \sim 10^6$ 年的时间范围和 $10^{10} \sim 10^{12} \text{ m}^2$ 的空间范围,在这一尺度域内发生了冰期过程以及物种的特化和灭绝。

(4) 超级尺度域(mega-scale dominion)。包括 $10^6 \sim 4.6 \times 10^9$ 年的时间范围和大于 10^{12} m^2 的空间范围,与类似的地壳运动地质事件相适应。

尺度概念与系统组织水平既有联系也有区别,组织水平是等级系统中的层次,它是具体的,但时空维度常不确定,而尺度虽然内容抽象但其时空维度却是精确的。在研究中,某一组织水平也可以通过某一尺度来刻画。

二、空间异质性

异质性(heterogeneity)是景观生态学的一个重要概念。对于异质性的一般定义是:“由不相关或不相似的组分构成的”系统(Webster New Dictionary)。景观是由异质要素组成,异质性作为一种景观的结构特性,对景观的功能和过程有重要影响,它可以影响资源、物种或干扰在景观中的流动与传播。异质性同抗干扰能力、恢复能力、系统稳定性和生物多样性有密切联系,景观异质性程度高有利于物种共生,而不利于稀有内部种的生存。此外,景观异质性的存在也影响到研究者在设计抽样调查和数据分析方法时的选择。

异质性是系统(如景观)或系统属性(如土壤水分含量)的复杂性和变异性,在生物系统的各个层次上都存在。在景观层次上,异质性主要来源于自然干扰、人类活动和植被的内源演替,体现在景观的空间结构变化及其组分的时间变化上。由于时间异质性在生态学中研究得已很广泛(如植被演替),因而在景观生态学中对异质性的讨论将主要集中于空间异质性。

景观尺度上的空间异质性包括空间组成(生态系统的类型、种类、数量和面积比例)、空间结构(生态系统的空间分布、斑块大小、形状、景观对比度、连接度等)和空间相关(各生态系统的空间关联程度,整体或参数的关联程度,空间梯度和趋势度)三部分内容。景观格局是景观异质性的具体表现,可运用负熵和信息论方法进行测度。景观异质性可理解为景观要素的不确定性,其出现频率通常可用正态分布曲线来描述。景观总体结构的异质性也可以通过穿越该景观的一条或多条剖面线的景观异质性特征(组合形式的平均信息量)来描述。如对沈阳市东陵区景观的一项研究表明(赵羿 1994):近 30 年来景观异质性变化的信息量与变化均呈上升趋势。此外利用滑箱多尺度面状采样法,也可以对景观异质性进行刻画。

讨论异质性,不可避免要涉及其反义词同质性(homogeneity)。如果视异质性为在某一梯度上变化的连续性,则同质性是该连续统在给定考察尺度上的最低点(最小值)。

同质性在生态学中也是一个很重要的概念,在研究生态系统时常假定其为同质的,以简化抽象与分析。这虽有必要但实际上常不成立。当我们说某系统为同质时,仅指该系