

生态学进展

主 编 孙儒泳
副主编 彭少麟 王安利



高等教育出版社
Higher Education Press

要覽容內

生态学进展

主 编 孙儒泳

副主编 彭少麟 王安利

主要编写人员 (按姓氏笔画顺序排列)

马广智 王安利 王维娜 孙儒泳 齐雨藻

吴诗宝 张军丽 陈章和 彭少麟



高等教育出版社
Higher Education Press

突必最易 育派派派

00-53357-00

内容提要

本书内容比较丰富,包括较多的当代生态学热点领域的综述。全书共分10章,包括生态系统管理,全球变化生态学的现状与趋势,恢复生态学:现状与趋势,人工湿地研究与应用,水生动物生理生态研究,水产健康安全养殖生态学,赤潮生态学,分子生态学的应用与进展,生态安全含义及其研究进展,生态经济学与生态系统服务价值的评估。既与经济发展与可持续性等问题关系密切,又与生态研究的热点领域紧密联系。能在生态学基础教材学习与顺利阅读近代期刊文献之间起到桥梁作用。

本书既适合用作本科高级生态学课程教材,也可用作研究生阶段的专题学习教材,同时也可供相关教师参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

生态学进展/孙儒泳主编. —北京:高等教育出版社,
2008.4

ISBN 978-7-04-023357-5

I. 生… II. 孙… III. 生态学—高等学校—教材 IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 022189 号

策划编辑 吴雪梅 责任编辑 孟 丽 封面设计 张 楠 责任绘图 尹 莉
版式设计 范晓红 责任校对 朱惠芳 责任印制 韩 刚

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 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.5
字 数 410 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008 年 4 月第 1 版
印 次 2008 年 4 月第 1 次印刷
定 价 25.90 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

物料号 23357-00

Higher Education Press

序

由于我近三年来在华南师范大学生命科学学院开设了“生态学进展”研究生课程,并认为该课程的性质不是一般的生态学系统理论学习,而是更接近于讲座,它不是我一个人能够很好地产成的,所以组织了广东省内的一批著名生态学家,通过共同努力来实现这门课程的实施。至今已经过三年的实践,学习此课程的研究生普遍感到有较大的收获,于是我们汇集了各位任课教师的讲稿,并经过主编、副主编和秘书几次讨论、两次返回各章作者修改,最后由秘书协助统一格式,形成电子版文件,并联系出版。

生态学原本是生物科学的一个分支学科,第二次世界大战以后世界经济的发展大为加速,对于自然资源的利用和自然环境的影响迅速倍增,人类对于自己生存环境的负面作用的不断扩大,使许多国家领导人和学者深深觉悟到,人类如果继续按这种模式发展,必将毁灭自己赖以生存的地球及其生态系统。生态学原本是研究生物与环境相互作用的科学,人与自然协调发展要以科学为基础,特别是生态学。生态学正是在这样的历史背景下得到迅速的发展,其研究领域也不断扩大,尤其是应用生态学,它与其他自然和社会科学的交叉日益增多。

正因为如此,写一本内容全面而深入的《生态学进展》专著并不是容易的事。但是,生态学的研究生教育,还是需要有这样一门课程。因此我们从比较实际和有限的要求出发来实施这门课程,把目标定为:扩大研究生知识面,能在生态学基础教材学习与顺利阅读近代期刊文献之间起到桥梁作用。一般说来,研究生是第一次正式进入科学研究工作,在读当代文献、写综述报告和制订研究计划上可能遇到某些困难,而我们采用的“生态学进展”考试和评分方法,也定为写一篇与自己研究方向有关的文献综述。此外,“生态学进展”内容比较丰富,包括较多的当代生态学热点领域的综述,上课教师(各章作者)大都是具有20年以上的研究经历,并且目前还在进行科学研究的生态学家。因此我们认为,学习“生态学进展”课程对于研究生在分析、讨论、总结自己的研究数据时,有所创新的可能性相对较大。

全书内容共10章,包括生态系统管理(吴诗宝、孙儒泳),全球变化生态学的现状与趋势(彭少麟),恢复生态学:现状与趋势(彭少麟),人工湿地研究与应用(陈文音、陈章和),水生动物生理生态研究(王维娜),水产健康安全养殖生态学(王安利),赤潮生态学(齐雨藻、欧林坚、吕颂辉等),分子生态学的应用与进展(张军丽),生态安全含义及其研究进展(侯玉平、宋莉英、彭少麟),生态经济学与生态系统服务价值的评估(马广智、孙儒泳)。其中,全球生态、生态恢复、生态系统管理、生态系统服务价值评估、湿地生态、赤潮生态、健康养殖生态都是当前生态学的研究热点,与经济发展与可持续性等问题关系密切;而分子生态学的研究热潮出现在20世纪90年代,即1992年 *Molecular Ecology* 的创刊,其研究方向与上述领域也紧密联系。参加“生态学进展”课程本来还有两位老师,庞义的“害虫生物防治与环境绿色管理”和李丽英的“昆虫天敌利用”两章,由于工作繁忙和年龄的原因在这次未能写成,可以在以后再版时补上。同时,还有一

目 录

第一章 生态系统管理	1
一、生态系统管理的定义	1
二、进行生态系统管理的原因	2
三、生态系统管理的目标	3
四、可持续发展战略与持续力	3
五、生态系统管理与人类地位的双重性	4
六、生态学是生态系统管理的科学基础	5
七、生态系统管理的步骤	6
八、可适应的生态系统管理	9
九、生态系统管理的方法和技术	9
十、生态系统管理个案研究	10
十一、生态系统管理面临的问题及挑战	12
十二、生态系统管理的未来及展望	14
第二章 全球变化生态学的现状与趋势	17
一、全球变化的概念、内容与起因	17
(一) 全球变化的概念与内容	17
(二) 全球变化的起因	17
(三) 研究全球变化的意义	18
二、全球变化的现象	19
(一) 大气化学成分的变化	19
(二) 全球气候变化	20
(三) 生物多样性的减少	22
(四) 土地利用格局与环境质量的改变	23
三、全球变化的后果	25
(一) 冰川融化与海平面的升高	25
(二) 全球变暖的影响	26
(三) 生物受害与生态系统损害	27
四、全球变化研究与对策	27

(一) 全世界关注全球变化	27
(二) 全球变化的国内外研究	28
(三) 全球变化的适应对策	29
(四) 全球变化的对策思路	34
第三章 恢复生态学:现状与趋势	39
一、恢复生态学研究历史回顾	39
二、主要理论与方法综述	40
(一) 恢复生态学的基本含义	40
(二) 生态恢复的原则、方向与技术体系	41
(三) 生态恢复的主要内容	43
三、恢复生态学的发展趋势	45
(一) 恢复生态学强调生态恢复的实践性	45
(二) 恢复生态学强调跨越边界的生态恢复	45
(三) 恢复生态学研究强调以生态系统为基点,在景观尺度表达	46
(四) 恢复生态学研究强调生态恢复的景观设计	47
(五) 恢复生态学研究强调边缘的生态恢复	47
(六) 恢复生态学研究强调全球尺度的生态恢复	48
(七) 推动我国恢复生态学发展的若干建议	48
第四章 人工湿地研究与应用	51
一、湿地和人工湿地	51
(一) 湿地的定义	51
(二) 湿地的类型	52
(三) 人工湿地的定义与类型	53
二、污水处理人工湿地的主要类型	54
(一) 污水处理人工湿地的定义及组成	54
(二) 污水处理人工湿地的研究与应用	54
进展	56

II 目 录

(三) 污水处理人工湿地的主要类型	58	(一) 水生动物的渗透调节	92
三、污水处理人工湿地的净化机理	60	(二) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ATP 酶的研究状况	93
(一) 生物的作用	60	(三) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ATP 酶的分子结构与功能	93
(二) 物理与化学作用	65	(四) 环境因素对 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ATP 酶活力的影响	94
(三) 不同污染物的主要去除机理	66	第六章 水产健康安全养殖生态学	102
四、污水处理人工湿地的设计	70	一、健康安全养殖的概念	103
(一) 人工湿地污水处理系统的优点与缺点	70	二、营养素对水产动物的抗逆抗病作用	103
(二) 污水处理人工湿地的设计	72	(一) 维生素	104
(三) 污水处理人工湿地的运行与管理	75	(二) 多糖	106
第五章 水生动物生理生态研究	82	(三) 无机盐	110
一、环境因素对水生动物摄食的影响	82	(四) 不饱和脂肪酸	114
(一) 光照对水生动物摄食的影响	82	(五) 蛋白质及氨基酸	118
(二) 水温对水生动物摄食行为的影响	82	(六) 核苷酸	121
(三) 盐度对水生动物摄食率的影响	83	三、水产动物高健康苗种的培育	122
(四) pH 对水生动物摄食率的影响	83	四、摄食行为生态与环保高效全价配合饲料的研究及应用	123
二、环境因素对水生动物生长和发育的影响	84	(一) 鱼虾的摄食行为生态	124
(一) 光照强度对水生动物生长、发育和存活率的影响	84	(二) 环保高效全价水产配合饲料的研究与应用	126
(二) 光周期对水生动物生长、发育和存活率的影响	84	五、有益微型生物对养殖水体环境的调控	126
(三) 水温对水生动物生长的影响	84	(一) 有益微生物对水体环境的影响	127
(四) 盐度对水生动物生长发育的影响	85	(二) 有益单胞藻对水体环境的影响	129
(五) pH 对水生动物生长发育的影响	85	六、水产养殖病害的生态防治	130
三、环境因素对水生动物呼吸和排泄的影响	85	七、水产养殖生态系统中物质的循环利用	131
(一) 温度对水生动物耗氧率和排氮率的影响	86	第七章 赤潮生态学	147
(二) 盐度对水生动物耗氧率和排氮率的影响	86	一、赤潮概述	147
(三) 氨氮对水生动物耗氧率和排氮率的影响	87	(一) 赤潮的分型及过程特征	149
(四) pH 对水生动物耗氧率和排氮率的影响	88	(二) 赤潮的海洋学分型	150
四、环境因素对水生动物能量的影响	89	(三) 赤潮的其他分型	151
(一) 磷酸精氨酸的功能	89	(四) 赤潮发生、发展的四个阶段	153
(二) 环境因素对水生动物体磷酸精氨酸和腺苷酸的影响	90	二、赤潮藻原因种的生物多样性	156
五、环境因素对水生动物渗透调节的影响	92	三、赤潮发生的生态学机制	158
		(一) 种的特征及入侵种传播	159
		(二) 赤潮生物的生长特性	160
		(三) 赤潮生物的营养需求与亲和力系数 K_s	161

(四) 赤潮生物的垂直迁移	164	应用	210
(五) 混合营养	167	七、在微生物生态中的应用	211
(六) 异种化感	169	(一) 生物的鉴定	211
(七) 赤潮生物的孢囊	172	(二) 生物群落与宏基因组	213
四、赤潮的生态与社会影响	175	八、GMO 的监测与评价	214
(一) 赤潮对海洋生态系统的影响	175	(一) GMO 释放的环境风险	214
(二) 赤潮毒素及其对生物机体的影响	177	(二) GMO 的转移	214
第八章 分子生态学的应用与进展	194	(三) GMO 的监测	215
一、概述	194	第九章 生态安全含义及其研究进展	220
(一) 分子生态学的定义与发展简史	194	一、生态安全的含义	220
(二) 分子生态学的基础与概念	196	(一) 环境资源安全	220
(三) 分子生态学近期进展与展望	197	(二) 生物与生态系统安全	222
二、分子生态学常用的分子标记	197	(三) 自然与社会生态安全	223
(一) 分子生态学中的分子标记	197	二、生态安全的尺度	223
(二) 蛋白质类	197	(一) 生态安全的空间尺度	224
(三) 核酸类	198	(二) 生态安全的时间尺度	224
三、物种、个体与性别鉴别中的应用	201	(三) 生态安全的生物尺度	224
(一) 杂种和隐存种的鉴定	201	(四) 生态安全的尺度特征	225
(二) 动物食谱与古植被复原及古 DNA	202	三、生态安全的特点	225
鉴别	202	(一) 综合性	225
(三) 法医学鉴定——亲子鉴定	202	(二) 整体性和全球性	226
(四) 性别鉴定	203	(三) 不可逆性	226
四、在种群生态学与亲缘地理学中的	204	(四) 长期性	226
应用	204	四、生态安全评价	226
(一) 种群大小与遗传多样性(有效种群	204	(一) 指标体系	227
大小 N_e)	204	(二) 评价标准	227
(二) 种群结构	204	(三) 评价方法	228
(三) 基因流与迁移	206	(四) 区域生态安全评估	228
(四) 种群的瓶颈效应	206	五、生态安全的理论与研究方法	230
(五) 亲缘地理学——种群空间和时间	206	(一) 生态安全的理论	230
的变化	206	(二) 生态系统安全的技术方法	231
(六) mtDNA 在亲缘地理学中的特殊	208	第十章 生态经济学与生态系统服务	
地位	208	价值的评估	234
(七) 溯祖理论的应用	209	一、生态经济学	234
五、保护生态学中的应用	209	(一) 生态学、经济学和生态经济学的	
(一) 近交与遗传负荷	209	基本概念	234
(二) 远交衰退	209	(二) 生态经济结构与功能	235
(三) 就地保护和迁地保护中的遗传质量	210	(三) 生态经济与可持续发展	237
鉴定	210	(四) 生态经济与生态系统服务	237
(四) 野生生物法医学鉴定	210	二、生态系统服务价值评估问题的	
六、在动物行为学与适应进化中的			

IV 目 录

兴起	238
(一) 生态系统服务的概念	238
(二) 全球生态系统服务的总价值	238
(三) 各类生态系统服务价值的比较	239
(四) 生态系统服务值得强调的几个方面	241
(五) 生态系统服务价值评估的重要意义	242
三、对于生态系统服务价值评估的争论	244

四、生态系统服务价值研究的最近进展	245
五、千年生态系统评估	249
(一) 千年生态系统评估焦点:生态系统与人类福祉	249
(二) 千年生态系统评估的主要结果及对策	249
(三) 中国的千年生态系统评估	253

第一章 生态系统管理

生态系统管理(ecosystem management)包括生态系统和管理两个重要概念的集合,是属于学科交叉的研究领域。生态系统是地球上实际存在的生态学系统的基本单位,是当代生态科学研究的主要层次。管理是人类的一种重要实践活动,是由一个组织机构通过决策、计划、组织、指挥、协调和控制等创造性地工作,以实现预期目标的过程。它强调管理是一个有目标的活动,并且是一个过程,就是实施决策计划,进行组织指挥和协调控制。管理学已经成为我国教育部学科分类表所列 12 大类中最后的一个门类,它是培养各种组织的管理人才的专业。

生态系统管理概念的提出时间并不长,20 世纪 80 年代国际上出现了许多有关生态系统管理的论著。1988 年,Agee & Johnson 的“公园和野生地生态系统管理”被公认为是第一本相关专著,之后又有多本类似的专著问世,如 Cordon(1994)的《生态系统管理》,Maltby(1996)的《生态系统管理:科学和社会问题》,Yaffee(1996)的《美国生态系统管理:最新经验评价》。到 1996 年由 Christensen 等起草的《美国生态学会关于生态系统管理的科学基础的报告》是有关生态系统管理的定义、要素、作用、管理原则等比较系统的论述,同年美国生态学会(ESA)在其主办的刊物 *Ecological Applications*(6 卷 3 期 692 至 747 页)上开设“论坛”,组织政策制定者、研究人员、管理人员撰写了 18 篇文章对这个报告发表意见,阐述自己对“生态系统管理”的理解。目前,生态系统管理委员会已经成为世界自然保护联盟下设的 6 个委员会之一,2002 年以来不断出版简报(www.iucn.org/themes/cem)。美国有许多大学设置了生态系统管理的专业。我国在 90 年代末引入生态系统管理的概念,赵士洞等(1997)和任海等(2000)讨论了生态系统管理的概念及其要素,于贵瑞(2001)在《应用生态学报》(12 卷 5 期 787 页)介绍了“生态系统管理的概念框架及其生态学基础”,中国科学院应用生态研究所和地理研究所等单位都设置了生态系统管理研究组或研究课题。一般说来,当前,在我国湿地生态系统和干旱生态系统是研究重点。

全球环境基金(GEF)是目前重要的国际环境基金,由世界银行、联合国发展计划署(UNDP)和联合国环境规划署(UNEP)共同管理。其第 12 项业务规划就是综合生态系统管理。2005 年 1 月,中国全球环境基金(www.gefchina.org.cn)中央项目执行办公室已经公布第一批综合生态系统管理示范点共 10 个,分布在甘肃、青海和新疆,而内蒙古、宁夏和陕西的示范点在第二批启动。因此,无论在国内和国外,生态系统管理已经成为生态学研究一个新的热点。

一、生态系统管理的定义

生态系统管理的概念提出至今还不到 20 年,但是由于各个科学家的研究对象和专业背景不同,其定义就不完全相同,而争论却不少(于贵瑞,2001;傅燕凤,1998)。在此我们不想过多涉及,而选用 1996 年美国生态学会 Christensen 等起草的报告中的定义。

生态系统管理是指具有明确和可适应的目标,通过政策、协议和实践活动而实施的,依据我们对生态作用和过程的最好理解,在进行监测和研究的基础上,对生态系统进行使其组分、结构和功能保持良性持续的适应管理。这个“定义”包含下列要点。

① 生态系统管理必须要有明确的目标,它是由决策者最后确定的,但同时又具有可适应性,即可以根据实际情况进行修改。这是指如何决策方面。

② 生态系统管理是通过制定政策、签订种种协议和具体的实践活动而实施的,是为了维持生态系统的可持续性。这是指如何管理方面。

③ 生态系统管理的基础是人类对于生态系统中各成分间的相互作用和各种生态过程的最佳理解。这就是说,只有充分地了解生态系统的结构和功能,包括种种生态过程,并根据这些规律性和社会情况来制定政策法令和选定各种措施,才能把生态系统管理好。

一个能被普遍接受的“生态系统管理”定义仍处在发展之中,但一致的意见是生态系统管理强调的是整体性,是对生态系统所有组分(生物的和物理的)及其相互关系进行组合,可持续性

是生态系统管理的核心和前提。在本章中,我们是从生态学方面来讨论生态系统管理问题。此外,管理是人类自己通过种种手段和行动把各种自然生态系统(当然也包括所谓的人工生态系统,如农田生态系统等)管理起来,使其更好地为人类服务(即所谓人类的福祉, human well-being)。这是比研究高一个层次的人类实践活动,也是科学研究的最后目的。我们在这里想要说明和强调的是,生态系统管理是比研究生态系统更加复杂的“执行”(implementation)行动。

二、进行生态系统管理的原因

为什么要进行生态系统管理?这是因为地球上的生态系统和它的人类以极其复杂的相互依赖关系紧密地联系在一起。人类依靠生态系统供养,它为我们提供了各种产品和服务,如喝的水、吃的食物、呼吸的氧气、制造衣服用的纤维、建筑用的木材等,生态系统对人类的生存起着至关重要的作用。反过来,人口增长和人类快速的经济活动也会对生态系统的结构和功能产生影响,导致生态系统平衡失调和功能衰退。生态系统的持续健康需要人类的善待和关怀。然而,在20世纪,特别是第二次世界大战以后,世界总人口增加迅速,已经超过了60亿,增长了五倍多。人类栖息的空间、赖以生存的产品和生态系统服务都来自于各种生态系统,这些人类需求也同时增长了五倍多。新千年生态系统评估结果表明,生态系统能够忍受胁迫的能力是很有限的:农业生态系统不断受到破坏,森林生态系统的面积不断减少,草地荒漠化,海洋鱼类资源崩溃,生物多样性丧失严重,大气层温室气体浓度增加,耕地缩减,环境污染加剧,石油、水等自然资源日趋短缺,自然灾害的发生日益频繁。人类已经意识到,再对自然生态系统采取袖手旁观或掉以轻心的态度,人类是有可能破坏自己的生存环境及其各种生态系统而走入绝境的。100年以前仅有少数有远见的人认识到生态系统的持续能力对于人类生存的重要性。但是近年来,许多政府领导和科学家已经明确指出可持续力对于人类持续生存的重要意义,甚至制定专门法律把可持续发展定为国家发展战略。

人类为什么会造成这种人与自然严重不协调的局面,可以从主观和客观两个方面分析。在

主观上,人类只重视短期的经济利益,而轻视对于自然生态系统的保护的重要性。在客观上包括三方面,即① 人类缺乏生物多样性相关知识,② 对于生态系统的功能和动态更是广泛地缺乏认识,③ 生态系统的开放性与相互联系性在尺度上往往超越了管理的界限。

人类也逐渐认识到,人类必须最终地把所有各种生态系统都管理起来,并且应该充分相信,在良好管理下,生态系统给人类提供产品和服务的功能是可以持续的。这当然不是说所有的管理方式都能达到这种自我持续水平,而是要使管理必须有科学的依据和良好的管理制度和措施,并在管理过程中逐步完善。

三、生态系统管理的目标

一般认为有两个管理目标:① 管理必须使生态系统得以持续,② 要使生态系统同样能对我们的后代提供产品和服务。换言之,持续力(sustainability)是普遍认为的生态系统管理的中心目标。但是,要使生态系统维持持续能力,并不意味着要维持原来状态不变,实际上,变化和进化是生态系统的内在特征,是物种及生态系统长期进化的结果。把生态系统固定在某一个不变的状态,在短期上是徒劳的,而在长期上也是注定要失败的。为此,人们必须承认生态系统的动态特征。

另一种提法是,生态系统健康(ecosystem health)是生态系统管理的目标。1990年10月和1991年2月分别在美国马里兰和华盛顿召开了生态系统健康的专题会议,并确定生态系统健康为环境管理的目标。管理是着眼于保持和维护生态系统的结构和功能的可持续性,保证生态系统健康。

由于生态系统有很多个变量,所以生态系统健康的标准也是多方面的、动态的。生态系统是有结构(组织)、有功能(活力)、有适应力(弹性)的。综合这三方面,组织、活力和弹性就是生态系统健康的具体反映。换句话说,健康就是系统所表现的以上三方面测量标准。

四、可持续发展战略与持续力

中国已经将可持续发展立为基本国策。当然,人类朴素的可持续发展的思想由来已久,但问题是并未引起足够重视。1972年斯德哥尔摩的人类环境会议的宣言是“为了当代和后代,保卫和改善人类环境已成为人类的紧迫目标”。

联合国大会于1983年建立了“世界环境与发展委员会”,在挪威前首相夫人的领导下编写出版了《我们共同的未来》一书,该书被认为是20世纪后半叶最重要的文件之一。该书将“可持续发展”定义为:“既满足当代人的需求,又不对后代人满足其需求的能力构成危害的发展。”这其中包括两个重要的概念,即需求与发展。

1991年由世界自然保护联盟(IUCN)、联合国环境规划署和世界野生生物基金会(WWF)共同发表的《保护地球:持续生存战略》对持续发展的定义是:“在生存与不超过维持生态系统承载力的情况下,改善人类的生活质量”,并指出“发展不应以其他集团或后代为代价,也不应危及其他物种的生存”。该书提出了可持续生存的9条原则和130个行动方案。

生态系统持续力应包括价值、内容和规模(尺度)三方面。

① 持续力依赖于受管理面积的大小。一般说来,受管理面积较小的区域,它与周围景观的相互作用就相对更强,因此要求有更强程度的管理。

② 持续力也依赖于要求持续的过程的变化速率。例如热带森林生态系统的管理往往以百年计,可能按国家法律来制订规划;渔业管理可能要若干年,视其变化速率来定。这些都随时间而变化。

③ 持续力还依赖于生物多样性的复杂程度和物种对环境的适应能力。生物多样性参与生态系统的重要过程,维持生态系统过程的运行,对生态系统过程有重要贡献,能增加生态系统对干扰的抵抗和恢复,提高生态系统的稳定性和对环境条件长期变化的适应力,是生态系统持续发展和维持生产力的物质基础和中心环节。因此保护生物多样性是生态系统管理的重要内容之一。

生态系统持续力的维持还与当地的人口和社会经济状况有关,需要政府、管理者、利益攸关者(stakeholder)、科学家和社区居民共同参与。因此,持续力的研究范围比生态科学还要广,持续力要求把生态系统与社会事业机构系统相结合。持续力所涉及的内容,至少包括人口、社会、经济、资源和环境等多方面的整体的协调发展。

五、生态系统管理与人类地位的双重性

在实行生态系统管理过程中,人类具有双重地位,即人对生态系统的管理和人类自己接受管理,也就是人类是管理行动的主人,同时又是被管理的对象。

管理是指人类对生态系统的管理,它要依靠人的推动和执行,但这并不表明人类可以任意和无节制地利用自然资源和任意改造自然环境。人类的历史已经充分地证明了这一点。

从生态学的角度而言,人类是生物圈的一个组成成分,它的生存依赖于其他组分。今日的地球及其生态系统,由于人类科学技术的高度发展,特别是第二次世界大战以后世界经济飞速发展后的 70 余年,已经把地球上各种自然生态系统变成了人类统治的生态系统(human dominated ecosystems)。美国 Science 杂志 1997 年第 277 卷 5 325 期曾以此为专题,组织了 6 篇文章和 3 个新闻作了详细的论述。这一方面表明人类的进步不但给人类自己带来幸福,同时也带来很多负效应,即人类自己生存的环境受到破坏。此专题的结论是人类必须保持与生物圈中其他生物物种共存,不能恣意杀戮它们。为此,人类必须节制自己的欲望,节制生育,削减资源消耗,保护生态环境,鼓励重复利用,发展无污染的工农业和循环经济等,以使地球永葆青春。

关键的问题是在人类发展经济过程中,必须注意人与自然的协调发展。我国近年来提出的科学发展观的内容就包括了人与自然的和谐发展。科学发展观的内涵包括人与自然的和谐发展以及人的和谐发展,一般来说,前者是后者的基础。

1994 年 4 月在北京举行了“21 世纪中国的环境与发展研讨会”,会上一致认为管理问题的症结在于:最关键的、根本的是人的悟性、人的素质,包括所有社会成员,更重要的是领导层、决策层成员。提高人类的生态意识或环境意识,持续发展的意识是当前的和长远的重要任务,要规范人的行为法规、政策和制度,这正是管理生态系统的重要内容。人类不仅要合理管理好种种自然生态系统,包括管理好土地、水和生物等资源;同样,甚至于更重要的,是要管理人类自己的活

动,包括人类的思想意识和世界观以及在此思想影响下的人类行动。

由此可见,生态系统管理所承认的人的作用是:不仅人类活动是造成生态系统持续力降低的最重要原因,而且也是达到可持续管理目标所不可少的、生态系统的—个组成成分。人类对于生态系统的影响无处不在。我们不仅应该尽量减低负面影响,而且,在当前人口和资源需求不断增加的情况下,需要更加强有力的、明智的科学管理。我们认为,作为生态系统一个组分的人类,必然是决定生态系统未来面貌的主人。

六、生态学是生态系统管理的科学基础

人类在实践上已经具有一定的生态系统管理经验,例如农田就是一种管理程度相当高的生态系统,还有河口的水产养殖系统、栽培的森林。但是,这些管理的目标一般只是为了获得各种产品,即把管理目标主要瞄准在获取最大的产量和经济收益上,而不是长期的可持续能力。并且还忽视了这些高度管理生态系统的持续力,也是密切依赖于受管理生态系统周围的其他很少受到管理的生态系统的。

造成这种错误的生态系统管理倾向的主观原因是,管理者的思想上获取经济效益的要求,压倒了受损生态系统带来的未来风险;从而忽视了对于环境和生态效益的评估。客观原因则主要有—下三方面:①对生物多样性方面的信息相当贫乏;②对生态系统的功能和动态,普遍地存在认识不足;③生态学研究对于超出管理界线外的生态系统的开放性、相邻生态系统之间的相互关系、生态系统组成成分之间的相互连接性方面的知识,还是相当落后。因此,对于生态系统管理更为重要的是要提高生态学意识和努力去克服这些缺点。

在生态系统管理实践中,一些生态学原理起了十分重要的作用,如:生态因子作用原理,生物对环境适应原理,种群调节与管理原理,环境容纳量原理,种间相互关系原理,生态位理论,群落演替理论,干扰理论,岛屿生物地理学理论,集合种群与空间异质性理论,生态系统多样性、稳定性与复杂性理论,生态系统能量流动与物质循环理论,关键种理论,铆钉假说与冗余假说等。

生态学作为生态系统管理的科学基础,下面几点是特别值得强调的。

①空间和时间尺度是极其重要的,生态系统的功能包括物质和能量的流动、输入和输出,生物有机体之间的相互作用。为一个过程的研究和管理所确定的时空界线,往往不适用于另一过程的研究和管理。因此生态系统管理要求有更宽广的视野。

②生态系统的功能依赖于它的结构、生物多样性和整体统一性。生态系统管理探求生物多样性持续的目的是因为它能加强生态系统抗干扰的能力。因此,生态系统管理承认,任何一地生态系统的功能和复杂性是受周围系统的严重影响的。

③生态系统在时空上都是有变动的,是动态的。时间尺度的变化和空间上景观的变化,都导致出现不同龄的斑块,斑块和片断化对生态系统结构和功能的影响,对于生态系统管理而言同样是非常重要的。

生态系统管理所遇到的最具挑战性问题;是要了解和管理的生态系统是处于不断变化和进化之中的。古生物学家证实,我们今天在陆地和淡水生态系统所见到的物种集合体都是在相当近的地质年代出现的,有许多物种形成的时间只不过在10 000年左右,这反映了物种对于全球环境变化的反应。我们对于海洋生态系统的复杂性和变动尺度的了解,可以说还只是开

始,这包括从海流和海温的季节变异到厄尔尼诺/南方涛动等(EL Nino-Southern Oscillation Cycle)周期现象,再到长期和大尺度的盐度和海温变化。

④ 不确定性(uncertainty)和突发事件。生态系统的复杂性带来不确定性。人类管理的种植业和养殖业系统一般是从环境中索取或以功利主义为主的管理系统,容易降低生物多样性和系统复杂性,从而使这些生态系统缺乏稳定性,抵抗不确定性和突发事件的能力下降。我们应该承认,目前人类预测复杂自然生态系统行为的能力还是相当有限的。对于出现突发事件,例如地震、海啸等,更是难以预测。因为生态系统管理不可能排除这类突发事件和不稳定性,所以,只要时间和空间尺度足够大,这类事件总是有可能发生的。正因为如此,对于生态系统管理,要求做好充分的思想和物质准备,实施生态系统的长期监测和可适应管理,以减轻或避免事件带来的危害,减少不确定性事件发生。

七、生态系统管理的步骤

美国生态学会生态系统管理科学基础委员会的报告(Christensen 等, 1996)对于生态系统管理提出下列 8 项必需的要求:① 以长期持续力为基本目标,② 目的清楚,具有可操作性,③ 有良好的生态学模型和充分的理解,④ 对生态系统的复杂性和组成成分之间的相互连接性有良好的了解,⑤ 充分认识到生态系统的动态特征,⑥ 要注意生态系统的尺度效应与上下关系,⑦ 承认人类是生态系统组成中的一个成员,⑧ 承认生态系统管理是可适应的管理。

管理行动的后果,主要看决策的是否合理。决策就是从被选方案中做出选择,目的是为了达到某些希望的目的,避免出现负面的不想要的结果。决策过程大致包括下列步骤(本节内容主要来自网址:<http://silvae.cfr.washington.edu/ecosystem-management/IntroFrame.html> 或 <http://silvae.cfr.washington.edu/ecosystem-management/DecisionFrame.html>)。

第一步:确定不同人的作用

这包括决策者(官员或土地所有者、或其指派人)、分析者(科学家、专家)、利益攸关者和管理者。

第二步:确定管理的面积和范围

这包括研究面积、生产力、物种组成、年龄分布、特征等;目的是了解系统的输入和输出、组成成分及各成分间相互作用等。

第三步:确定管理目标

目标应包括需要达到的和应避免的方面,管理目标来源于国际、国内和社会群体,包括各种利益攸关的代表。

例如,森林持续发展的标准(the montreal process working)包括:

- ① 保护好生物多样性;
- ② 维持森林生态系统的生产能力;
- ③ 维持森林生态系统的健康和活力;
- ④ 保护和维持土壤资源和水资源;
- ⑤ 维持森林对于全球碳循环的持续贡献;
- ⑥ 维持和强化森林生态系统对于人类社会所提供的各种长期的社会、经济利益;

⑦ 保持和加强为森林保护和持续管理所需要的各种法律的、制度的、经济的结构和框架。

第四步:对要达到的目标提出可测定的标准

最好是正的定量数字,例如高数值就可以表示人们想要的状态,最好能对许多管理目标提出一个标准化的综合价值(summary value)。

第五步:尽可能提出多种可供选择的、有创造性的管理方案

多种选择是重要的,例如 10 种,包括“无行动选择”,这样,决策者就有比较大的选择余地,在各种选择之间进行比较和权衡,并考虑不同目标的兼容性。

第六步:确定每一种管理方案的优劣程度(此步由专家来完成)

在生物多样性保护目标中,对于生物栖息的种种生境类型来说,要从中筛选出一定数量的生境类型进行保护(可称为生物多样性粗过滤),而对于一种关键物种保护,重要的是管理好关键栖息地(称为细过滤)。

确定每一种选择在解决每一个目标中的好坏程度,这种关系可以用表 1-1 来表示:每一种选择(A、B、C、D)在解决每一个目标(如生物多样性保护、产品分享、防风灾、防火灾、现金流、总雇员数、稳定雇员数)中的好坏程度,即给表中的每一个“?”打分(分值 0~10)。

表 1-1 管理方案的优劣程度评价表示例

	选择 A	选择 B	选择 C	选择 D
生物多样性粗过滤	?	?	?	?
鸮的最优栖息地	?	?	?	?
鸮的合适栖息地	?	?	?	?
公平的共享日用品	?	?	?	?
防风的安全性	?	?	?	?
防火的安全性	?	?	?	?
现在净价值	?	?	?	?
现金流量的稳定性	?	?	?	?
总雇员数	?	?	?	?
稳定雇员数	?	?	?	?

第七步:向决策者和利益攸关者解释清楚每一种选择对于每个目标的关系

由专家和分析者负责解释,说明其中可以应用各种教育方法和手段,使决策者能透彻的了解。这个过程是反复的,允许决策者和利益攸关者提出问题和要求,以进一步说明目标、可测量标准、各种选择和分析,包括前述各个步骤。

如果所决策的问题是没有多大争论的,也许一个专家就可以解释清楚,包括对经济的、野生动物保护的和娱乐旅游的等目标在内。如果对决策问题的争论很大,多个学科的专家共同讨论是重要的,这好像要求多科医生会诊一样。专家也有责任预估每一种选择执行的后果中可能出现的不确定性和意外,因为自然生态系统是复杂的,随机事件是难以完全避免的。一个专业的专家要向别的专家学习,保持客观和无私的态度也是重要的。

第八步:由决策者确定哪一种选择是最好的

当决策者对各种选择感到满意时,就要挑选一种管理方案以付之执行。只有一种选择,延迟就意味是暂时的“无行动”选择。决策者的选择是自由的,但是其选择表明了他们重视的倾向。例如,决策者不选择表 1-2 中的 A,表明他对于生物多样性的优先考虑。

表 1-2 管理方案的优劣程度评价

	选择 A	选择 B	选择 C	选择 D
生物多样性粗过滤	4	6	5	6
鸱的最优栖息地	0	2	1	2
鸱的合适栖息地	6	6	5	5
公平的共享日用品	0	8	4	5
防风的安全性	9	7	3	9
防火的安全性	7	9	7	0
现在净价值	0	2	1	0
现金流量的稳定性	3	9	6	10
总雇员数	0	7	3	5
稳定雇员数	0	5	2	0

第九步:决策者把选中的方案移交给管理人员执行、监测和反馈。在此阶段中,管理人员直接对决策者负责并执行他们所选择的管理方案。此阶段还包括监察和反馈,如不断地改善管理质量,协调运转,实施合同管理和后面要提到的可适应管理。一项好的决策能实现最想要的目的,具有最小的负面后果。然而,几乎没有一项决策能实现所有想要的目的和预期的结果。

生态系统管理的过程可总结为(图 1-1):明确被管理的生态系统,分析并描述系统状态—确定具体的管理目标,提出可测量的标准—制订多项可供选择的管理方案—决策—形成可供实

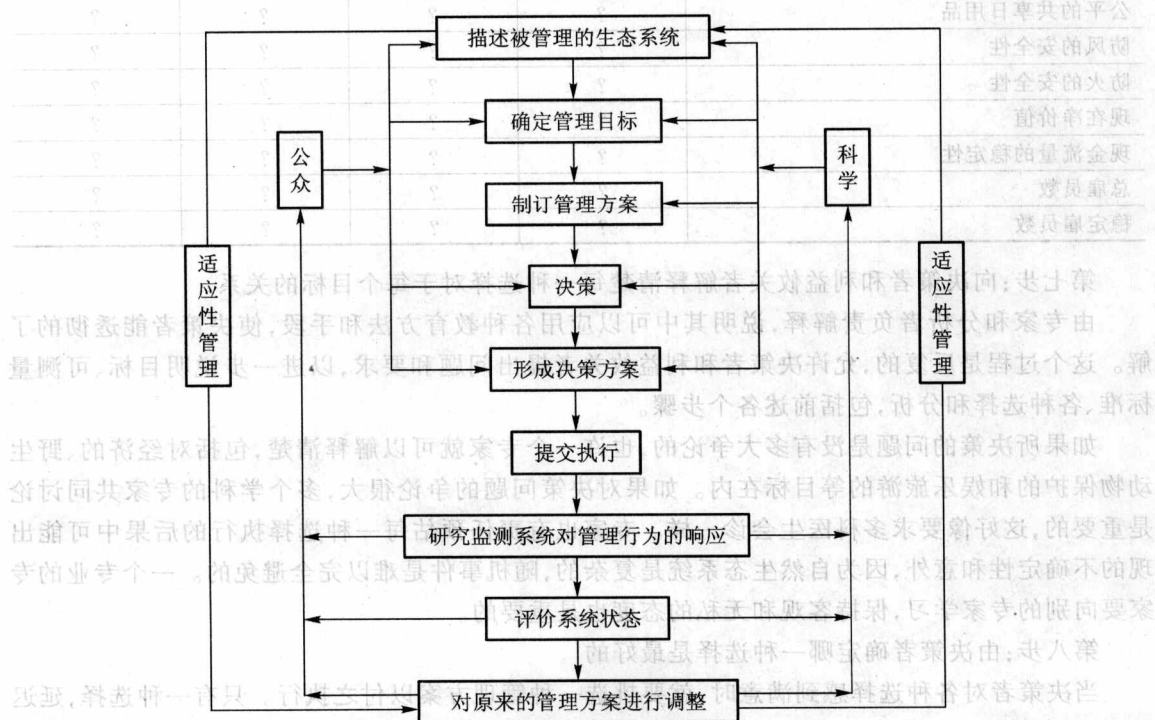


图 1-1 生态系统可适应管理过程