

略论生态系统管理的科学问题与发展方向

于贵瑞

(中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101)

摘要:该《专集》汇集了在中国科学院“百人计划”生态系统管理研究项目支持下,以生态系统管理的基础生态学过程研究为主题的部分首次公开发表的阶段性成果,包括了生态系统管理的综合理论问题、生态系统服务功能评估、农业和森林生态系统管理、植被蒸散与水资源管理、区域资源生态系统数字化方法等研究内容。此作为《生态系统管理的基础生态学过程研究专集》的序,论述了生态系统管理的科学问题、发展方向和学科定位等理论问题,并简要地介绍了中国科学院“百人计划”生态系统管理研究小组近 2a 来研究工作的主要进展。

关键词:生态系统管理;基础生态学过程;生态系统服务;水资源管理;区域资源生态系统

中图分类号:X-1;X3 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7588(2001)06-0001-04

OUTLINE OF SCIENTIFIC ISSUES AND DEVELOPMENTAL TRENDS OF ECOSYSTEM MANAGEMENT

YU Gui-rui

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing, 100101, China)

Abstract:The special issue, Researches on Basic ecological Processes of Ecosystem Management, collects some staged achievements supported by ecosystem management researches of One-hundred Talents Project, part of which is first published publicly. The subjects of these achievements, mainly focusing on the basic ecological processes of ecosystem management, involve comprehensive theoretical issues of ecosystem management, evaluation of ecosystem service, agricultural and forest ecosystem management, vegetation evapotranspiration, water resource management, and digitizing methods of regional resource ecosystem, and so on. As preface of this special issue, discussions of this article are rested upon the scientific issues, developmental trends, and disciplinary orientation of ecosystem management. And then, the main progresses of our research group are introduced in brief.

Key words:Ecosystem management; Basic ecological process; Ecosystem service; Water resource management; Regional resource ecosystem

1 前言

20 世纪后半期以来,地球温暖化、臭氧层破坏、大气污染与酸雨、土地退化和沙漠化、森林资源退化、陆地水域和海洋污染、生物多样性破坏、发展中国家的公害等环境问题对全球生态系统和自然资源更新构成了极大的威胁。同时伴随着全球经济一体化和环境问题国际化进程的加速,研究如何科学地管理地球生态系统和自然资源,建立全球经济新秩序,维持生物圈的良好结构、功能和全球经济的可持续发展,已经成为当代生态学和

资源科学研究的主题。生态系统管理概念的提出是科学家对全球规模的生态、环境和资源危机的一种响应,它作为生态学、环境学和资源科学的复合领域,自然科学、人文科学和技术科学的新型交叉学科,不仅具有丰富的科学内涵而且具有迫切的社会需求和广阔的应用前景^[1]。1988 年 Agee & Johnson 的《公园和野生地的生态系统管理》一书的出版,标志着生态系统管理学的诞生。从 20 世纪 90 年代以来,生态系统和自然资源管理的概念越来越受到科学界和社会公众的关注,目前已经

收稿日期:2001-09-06

基金项目:中国科学院“百人计划”生态系统管理的基础生态学过程研究项目及“知识创新工程”领域前沿项目(CX10G-C00-01)资助。

作者简介:于贵瑞(1959~),男,农学博士和环境学博士,博士生导师,基地研究员,1999 年入选中科院“百人计划”,生态系统网络研究中心副主任、CERN 领导小组办公室副主任。主要从事生态系统管理和植物生理生态学研究,共出版和发表学术论著 122 篇(部),其中,国外期刊与学术会议论文 35 篇,SCI 收录 8 篇。

成为研究不同空间尺度(从斑块生态系统到全球生态系统)的生态、环境和资源问题的基础理论之一^[1]。

本《专集》汇集了在中国科学院“百人计划”生态系统管理学研究项目支持下,以生态系统管理的基础生态学过程为主题的部分首次公开发表的阶段性研究成果,期望能够为推动相关领域的学术发展有所贡献。作为《专集》的序,在简要论述生态系统管理的科学问题、发展方向及其学科定位基础上,简要地介绍研究小组近 2a 来研究工作的主要进展。

2 生态系统管理的科学问题

生态系统管理(ecosystem management)的概念已经有 10a 以上的发展过程,目前还没有获得一个大家公认的学科定义和理论框架^[1]。我们认为生态系统管理是把复杂的生态学、环境学和资源科学的有关知识融合为一体,在充分认识生态系统组成、结构与生态过程的基本关系和作用规律,生态系统的时空动态特征,生态系统结构和功能与多样性的相互关系基础上,利用生态系统中的物种和种群间的共生相克关系、物质的循环再生原理、结构功能与生态学过程的协调原则以及系统工程的动态最优化思想和方法,通过实施对生态系统的管理行动,以维持生态系统的良好动态行为,获得生态系统的产品生产(食物,纤维和能源)与环境服务功能产出(资源更新和生存环境)的最佳组合和长期可持续性,见图 1。生态系统管理不仅需要大量的以生态学为主的自然科学知识,其管理过程在很大程度上也是人为策划的公益事业或经济/环境建设工程,还需要社会、政治和经济力量的支持和驱动,需要纳入市场经济体系中去运作,以经济和行政手段来推进。

在策划生态系统管理行动计划和制定相应的制度和政策时,生态系统管理的科学工作者必须回答以下科学问题,并向公众做出通俗的解释,以说服公众,获得他们的理解和支持。

(1) 为什么要对生态系统进行管理,不管理或管理不当的后果如何?

(2) 什么是可持续生态系统,它通过怎样的生态学机制来维持其可持续性,它应具有怎样的结构、功能和生态学过程特征?

(3) 生态系统怎样对环境变化和人类活动做出响应和反馈,我们怎样科学地监测、预测生态系统的演替态势,评价和预警生态系统的质量?

(4) 生态系统的可持续生产力和环境服务功能容量究竟有多大,对人类经济开发的承受能力如何?

(5) 我们应怎样对生态系统实施有效地适应性管理?其预期效果如何?

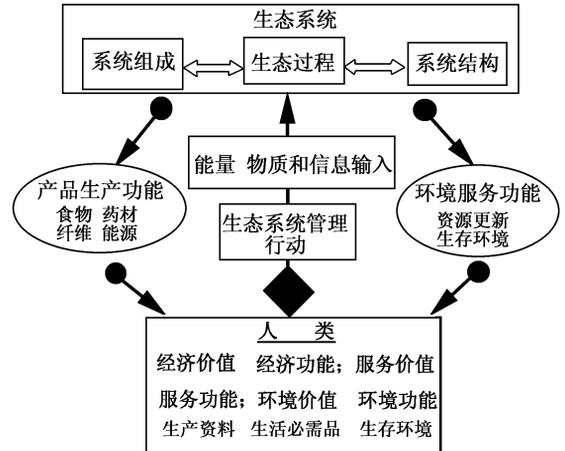


图 1 生态系统管理概念示意图

Fig. 1 Sketch map of the conception of ecosystem management

当前的有关生态系统管理的学术研究热点问题主要包括^[1]:生态系统的生态学完整性与边界和时空尺度,生态系统的结构、功能与生态系统整体性,生态系统演替与系统动力学特性,生态系统的干扰与系统稳定性,生态系统的复杂性与不确定性,生态系统多样性与可持续生态系统,生态模型与数据收集和监测,人类活动对环境影响的生态学基础等等。在区域尺度的生态系统管理研究中,其研究重点^[2]是:生态系统的综合评价与适应性管理理论。包括生态系统服务功能的评估理论和方法,生态系统可持续性的生态学机制及其评价和预警,生态系统的复杂性和不确定性评价及其适应性管理理论。自然资源保护、生态系统健康与生态系统退化后恢复的生态学基础。包括生态系统健康,恢复生态学,生态系统工程的价值和风险评估。生态系统管理的基础生态学过程。包括生态系统生产力与碳循环的生理生态学过程与区域模型,土壤-植物-大气系统相互作用关系及其能量交换与物质循环,生态系统过程模型与尺度转换理论,生态系统内部亚系统间的耦合生态学过程。生态系统网络研究、监测和成果集成的理论与方法。区域尺度生态系统管理的综合研究或专题研究。

3 生态系统管理研究的发展方向

国内外关于生态系统管理的研究多是以脆弱的、以及经济和生态意义重大的生态系统为重点,研究工作还大多停留在自然保护区(或国家公园)生态系统管理的生态经济学和政策的理论性探讨阶段。当前,需要我们综合利用环境科学、资源科学、经济学和社会学的知识,从实验生态学和理论生态学研究方法有机结合的角度

入手,以生态系统定位观测资料、常规气象数据库以及资源环境数据库为依托,利用遥感和地理信息系统等技术手段为辅助,对重点区域生态系统管理的科学问题开展专题和综合研究,阐明决定区域尺度生态系统行为的关键生态学过程的理论机制和特征,构建高产、高效和可持续的生态系统管理模式,探讨区域可持续发展战略和资源管理策略。

中国作为世界上最大的发展中国家,近 20a 来社会经济有了突飞猛进的发展,其高速的经济增长为世界关注的同时,发展中所带来的一系列生态和环境问题也同样为世人所瞩目。中国的生态环境既有全世界所面临的共同问题,又有它的特殊性^[2]。当前,动态解析我国(或特定区域)自然资源和环境的时空演化、生态系统对全球气候变化和经济开发的响应特征及其环境质量预警,综合评价生态系统对社会经济发展的承载能力,探讨环保型农业经营和不同类型生态系统的可持续管理模式、退化和受污染生态系统的恢复与重建,研究以水土资源为中心的自然资源再生(更新)和持续利用政策和技术等问题,都是与国民经济和国家安全密切相关的重大战略命题,也是将生态系统管理学研究成果直接服务于国家决策和区域社会发展的重要环节。从科学研究的学术意义来说,我国的长江流域和黄河流域生态系统、青藏高原生态系统、北方农牧交错带生态系统、西部干旱半干旱农业和草地生态系统在世界上具有独特的生态系统多样性和生态环境问题的复杂性,对其开展综合研究不仅可以对世界生态学发展做出重大贡献,更重要的是这些都是与我国的可持续发展和区域内人民生活密切相关的重大科学问题。

4 生态系统管理学的学科定位

生态系统管理学是生态学、环境学和资源科学的复合领域,同时也是自然科学、人文科学和技术科学的新型交叉学科,它不仅涉及到自然地理学、气候与气象学、水文与水利学、植物与动物学、农学、草原学、沙漠学等众多自然科学,同时也涉及到政治学、经济学、社会学、人口学、教育学和法学等社会科学,见图 2。生态系统管理行动计划的制定和实施过程本身是一个庞大的系统工程,它要求自然科学家、社会科学家和政治家的通力合作,更需要生态系统内的政府、人民群众和科学工作者的有效协作(图 2)。作为生态系统管理学的科学家不仅要通过综合性的科学研究来回答生态系统管理中的众多科学问题,还要承担起生态系统管理行动计划的制定和实施的组织任务。其中包括:组织区域生态系统各类亚生态系统研究者的联合攻关;组织有政治家、社会学家和政府管理部门广泛参加的科学讨论,研讨生态

系统管理模式的可行性,制定相应的管理策略和政策法规;组织实施生态系统的适应性管理等^[2]。

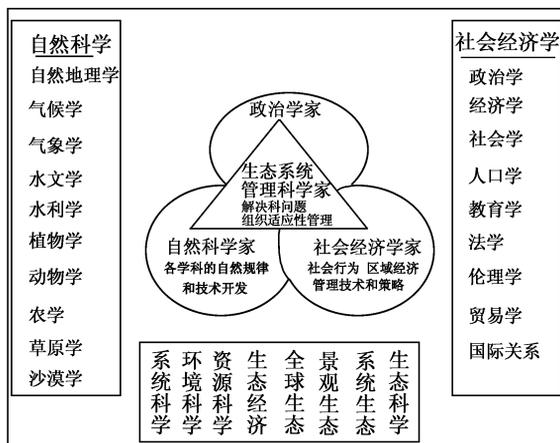


图 2 生态系统管理的科学基础及与其他学科的关系

Fig. 2 The scientific foundation and the relationship with other subject of ecosystem management

5 研究小组近两年来研究工作的主要进展

中国科学院“百人计划”(新设学科生态系统管理学)研究项目于 1999 年开始以生态系统管理的基础生态学过程为主题开展了系列的研究工作,包括本专集的部分首次公开发表的论文在内,迄今已在国内外发表研究论文 50 余篇,参编专著 2 部。其主要研究工作涉及了生态系统管理的基础理论,植物光合作用与环境胁迫下的生理反应,SPAC 系统的水分运动与水资源管理,农业和森林生态系统管理,生态系统服务功能评价,区域生态环境问题综合研究,区域资源生态系统数字化方法等方面。其中,在植物气孔导度的数学模型^[3,4],基于气孔行为的蒸腾-光合作用耦合模型^[5],利用反射光谱特征参数估算植物叶片水分状态模型^[6],基于非相似介质概念(NSMC)的土壤导水率模型^[7-9],植物根系分布与吸水模型^[10-12]等方面取得了重要突破,所提出的一些新思想和新方法得到了国际同行的认可,为今后的研究工作奠定了良好的基础。

参考文献 (References):

- [1] 于贵瑞. 生态系统管理学的概念框架及其生态学基础[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 787~794. YU Gui-rui. Conceptual Framework of ecosystem management and the ecological foundation [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(5): 787~794.

- [2] 于贵瑞, 谢高地, 等. 我国区域尺度生态系统管理中的几个重要生态学命题[J]. 应用生态学报, 2001, 12 (6) . YU Gui-ruì , Xie Gaodi , et al. Some critical ecological propositions in the ecosystem management of regional scale in China [J]. *Journal of Applied Ecology* , 2001 , 12(6) . (in press) .
- [3] YU Gui-ruì . A study on modeling stomatal conductance of maize (*Zea mays L.*) leaves [J]. *Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba Univ.* , 1999 , 53 : 145 ~ 239 .
- [4] YU Gui-ruì , Keiichi NAKAYAMA , Nobuhiro MATSUOKA and Hisashi KON A combination model for estimating stomatal conductance of maize (*Zea mays L.*) leaves over a long term[J]. *Agricultural and Forest Meteorology* , 1998 , 92 : 9 ~ 28 .
- [5] YU Gui-ruì , Jie ZHUANG and Zheng-Liang YU (2001) : An attempt to establish a synthetic model of photosynthesis-transpiration based on stomatal behavior for maize and soybean plants grown in field[J]. *Journal of Plant Physiology* , 158 , 7 : 861 ~ 874 .
- [6] YU Gui-ruì , Takuji MIWA , Keiichi NAKAYAMA , Nobuhiro MATSUOKA , Hisashi KONA. proposal for universal formulas for estimating leaf water status of grass and woody plants based on reflectance spectral properties[J]. *Plant and Soil* , 2000 , 227 : 47 ~ 58 .
- [7] ZHUANG, Jie , Gui-ruì YU , Tsuyoshi MIYAZKI and Keiichi NAKAYAMA. Modelling effect of compaction on soil hydraulic properties -A NSMC scaling method for saturated hydraulic conductivity[J]. *Advances in GeoEcology* 2000 , 32 , 144 ~ 153 .
- [8] ZHUANG, Jie , Keiichi NAKAYAMA , Gui-ruì YU and Tsuyoshi Miyazki. Scaling of saturated hydraulic conductivity: A model comparison of models[J]. *Soil Science* , 2000 , 165 (9) , 718 ~ 727 .
- [9] ZHUANG, Jie , Keiichi NAKAYAMA , Gui-ruì YU and Tsuyoshi Miyazki. Predicating unsaturated hydraulic conductivity of soil based on some basic properties [J]. *Soil and Tillage Research* . 2001 , 59(3-4) : 143 ~ 154 .
- [10] ZHUANG Jie , Gui-ruì YU , Keiichi NAKAYAMA and Tayuki URUSHISAKI. Environmental dependence of sap flow of maize [J]. *Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba Univ.* , 2000 , 54 , 53 ~ 64 .
- [11] ZHUANG Jie , Keiichi NAKAYAMA , Gui-ruì YU and Takayuki Urushisaki. Estimation of root water uptake of maize : An eco-physiological perspective [J]. *Field Crop Research* . 2001 , 69 , 201 ~ 213 .
- [12] ZHUANG Jie , Gui-ruì YU and Keiichi NAKAYAMA Scaling of root length density of maize in the field profile [J]. *Plant and Soil* , 2001 , 234 (in press) .