

我国主要类型生态系统结构功能 与提高生产力途径研究

——KJ 85-06项目1991~ 1995研究进展简介

沈善敏*

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

【摘要】 KJ 85-06项目是“八五”期间由中国科学院资助的最大的生态学研究计划。19个研究所、20个试验站、530余名科技人员参加了该项计划, 5年总经费1000万元。研究工作取得了重大进展, 迄今已发表论文450余篇、专著3部, 尚有大量论文与多部专著将陆续出版。本文简要介绍了有关主要研究进展, 并就生态系统优化管理研究和生态过程、人类活动影响联网研究提出了两点主张。

关键词 生态系统结构功能 生态系统优化管理 生态过程联网研究

Study on the structure and function of major ecosystems in China in relation to the approach of increasing productivity—A brief introduction to the research progress of the project KJ 85-06 in 1991~ 1995 Shen Shanmin (Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang 110015). *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1996, 7(3): 332~ 336

The KJ 85-06 was the largest ecology research project financed by the Chinese Academy of Sciences in the eighth five-year plan. Nineteen research institutions, twenty research stations and some five hundred researchers were involved in the project. The total budget of the project was ten million Chinese yuan in 1991~ 1995. Great progress was achieved, some four hundred and fifty papers and three monographs were published thus far, and more will be published in coming years. In this paper, some of the new findings are briefly discussed, and suggestions regarding to the research of optimum management of ecosystems and the network research of ecological process and the impact of human activities are made.

Key words Structure and function of ecosystems, Optimum management of ecosystems, Network research of ecological process

1 引言

KJ 85-06项目“我国主要类型生态系统结构功能与提高生产力途径研究”是中国科学院独立资助的重大基础研究项目。参加该项研究的有中国科学院19个研究所、20个试验站、530余人, 其中高级科技人员240人, 5年总经费1000万元, 1996年3月该项目“八五”计划执行情况在北京通过验收。

事实上, 06项目于1989年已正式启动,

1991年在原计划基础上作了调整, 使之更侧重于生态系统结构功能和优化模式研究。因此, 迄今所取得的研究进展也包括了1991年以前的一部分研究工作在内。据不完全统计, 项目所属各级课题已发表论文450余篇, 出版专著3部, 通过鉴定和获奖成果6项; 尚有大量论文与多部专著有待陆续出版。

本文为该项研究的简要介绍

* KJ 85-06项目主持人, 首席科学家
1996年4月10日收到

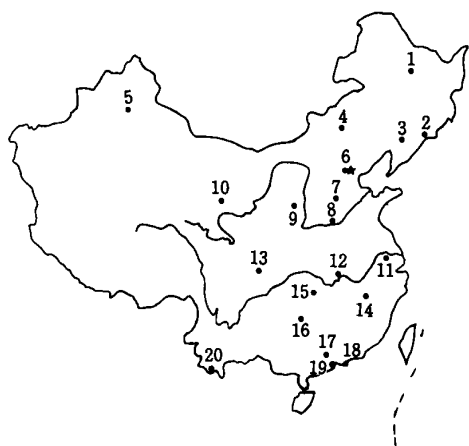


图1 参加 KJ 85-06项目研究的试验站地理分布

Fig 1 Geographical allocation of research stations involved in KJ 85-06 project

试验站名: 1. 海伦, 2. 长白山, 3. 沈阳, 4. 内蒙草原, 5. 阜康, 6. 北京, 7. 栾城, 8. 封丘, 9. 安塞, 10. 海北, 11. 常熟, 12. 东湖, 13. 盐亭, 14. 鹰潭, 15. 桃源, 16. 会同, 17. 鼎湖山, 18. 大亚湾, 19. 鹤山, 20. 西双版纳

2 研究目标和研究任务

2.1 “八五”研究目标

1) 建立我国代表类型生态系统结构功能研究网络; 通过改善生态系统管理建立提高系统生产力的优化模式; 完成一批应用技术改革研究

2) 通过重要生态过程和人类活动长期影响联网研究, 形成一批长期试验、观测网络; 揭示某些生态过程和人类活动影响区域分异现象和影响因素, 探索调控途径

3) 建立我国生态系统网络研究的信息系统和技术系统; 制定生态系统研究的有关信息管理、观测和分析测试等技术规范

4) 通过研究我国水土资源和土壤肥力状况, 评估我国农林牧渔业发展潜力; 探索实现我国农业持续发展的对策

2.2 研究任务

KJ 85-06-01: 我国主要类型区农业生态系统结构功能和提高生产力途径研究;

KJ 85-06-02: 中国主要森林生态系统结构、功能和提高生产力途径的研究;

KJ 85-06-03: 草地生态系统结构、功能和提高生产力途径的研究;

KJ 85-06-04: 典型湖泊、海湾水体生产力合理开发及环境优化模式研究;

KJ 85-06-05: 生态网络技术系统与信息系统的研究与开发;

KJ 85-06-06: 我国农林牧渔业持续发展综合研究及若干生态过程、人类生产活动影响联网研究

3 研究内容的框架结构

06项目“八五”研究内容的布局构成了1个包括3个空间尺度层次和1个横向联网层面的有机整体

3个空间尺度层次分别从不同空间尺度的角度研究我国生物生产力的现状和发展前景:

第1层次代表了小尺度空间, 是以生态系统及其周边相似类型区为研究对象。项目在全国范围内共选择了16个代表类型生态系统及代表类型区供长期系统研究, 其中农业生态系统和森林(业)生态系统各6个, 草地牧业生态系统2个, 淡水湖泊生态系统1个, 海湾生态系统1个。这一层次的研究不仅在于深化认识各类生态系统的结构功能, 通过生态系统优化管理模式设计与实施以寻求发展系统生产力途径与技术, 而且将直接提供在优化管理条件下各类生态系统生产力可能达到某种水平的实验证据, 这对于评估在目前自然环境条件和技术水平支持下, 我国生物生产力可能达到的潜力将是十分重要的依据

第2层次代表了中、大尺度空间, 是以全国 $1.3 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 农田土壤为研究对象, 试图通过研究我国农业发展的历程和土壤肥力管理进步之间的关系, 评估土壤肥力的改善对于提高我国农田土壤生产力的意义, 探求服务于我国农业持续发展的土壤

肥力管理对策

第3层次代表了大尺度空间,是以全国范围的水土资源为研究对象,试图通过研究我国土地资源的数量和质量、水资源的分布和丰缺等与我国各类生物产业发展之间的关系,评估在现存水土资源条件下可能达到的生物生产力水平,探索为大幅度提高我国土地生物生产力而必须采取的土地整治对策和水资源调配对策

怎样认识和评价上述3个层次的研究是一个有机整体?众所周知,决定单位面积土地生物生产力的因素不外乎生物自身因素(品种、种群结构、群落结构等)和环境因素(土壤、地貌、水分、光热等)。人为管理是通过改变生物因素或调控环境因素而实现改变土地的生物生产力,因而不是一种独立的控制因素。从全国范围来说,改良生物品种、优化生态系统的结构与管理、培肥改良土壤、提高土地质量、改善水分条件等,依次都是提高我国生物生产力所不可缺少的重要对策。06项目是从研究生态系统的结构功能和优化生态系统管理做起,是本项目的重点;但同时也注意到与中大尺度空间的环境因素如水、土因素的研究相联系,从而有可能使生态系统一级的小尺度空间研究扩大到全国范围

关于项目研究中的一个横向网络层面,目前仅限于若干生态过程和人类活动影响联网研究。关于生态学过程,我们定义受环境因素控制的生物学过程和生物参与的环境过程均属于生态学过程,前者如土壤中有有机质分解积累,后者如陆地表面的水分蒸发散等。因此,同一生态过程在不同区域环境条件下必定呈现出不同表现,这便是生态过程的区域分异。当所研究的生态过程直接联及生物生产力,则通过这一过程的区域分异研究便可得知采用同样的调控管理可能产生的对生物生产力的影响

在不同区域之间便会有很大的差异。例如,农作物收获产品中养分在农业生态系统中的循环利用是农业系统中的一个重要生态过程,也是人类管理农业的一项重要措施,通过对这一过程的联网研究得知,农业保持这一过程的存在对于农业系统生产力的提高,不同区域之间有着明显的区别并呈现出有规律的区域分异。可见,通过对某些生态过程的联网研究,可以使得分散在各个区域的生态系统研究得以联系起来,使人们对于一些生态学现象的认识从局地扩展到更广大的空间尺度

4 主要研究进展

1) 完成和阶段完成了分布于我国不同自然区的16个代表类型生态系统结构功能的系统研究,积累了丰富的研究、观测资料,形成了一些具有创新意义的认识和发现。如通过对东湖生态系统的长期研究发展了具有中国特色的湖沼学理论;经过对热带、亚热带地区退化生态系统的长期实验研究得出:经过一定的人工措施启动,地带性顶极植被可以恢复,人工措施可加速植被向顶极方向演替的结论

2) 开发了总数在20个以上具有推广价值的有关农业、林业、草地牧业和水体养殖等各种类型优化管理模式。这些模式的生产力可较同类地区的传统经营模式有较大幅度的提高,并且具有较高的资源利用效率,良好的生态环境影响等特色。例如经过多年治理建设,包括优化土地利用结构、调整农林牧业比例、改革土地整治和各种管理技术等,初步建成了适用于黄土丘陵沟壑区的具有水土保持型特色的综合农业生态系统优化模式——纸坊沟模式。该模式的农、林、草系统平均生产力较同类地区的平均值提高88%,并显著提高了水分养分的利用效率,有效地控制了水土流失

3) 经过5年的联网实验、观测, 可确认气候的水热条件是控制许多生态过程如土壤有机质分解积累、农业生态系统养分循环再利用效率和对提高系统生产力的贡献、稻田甲烷排放强度和通量等的主导因素, 因而这些过程有着明显的地理分异规律, 例如循环率相同的养分循环再利用对作物的增产率(5年实验平均) 自北至南依次为5.7% (海伦)、10.2% (沈阳)、11.6% (栾城)、26.4% (桃源) 和33.2% (鹰潭)。研究发现, 某些生态过程的地理分异规律同时也受土壤环境和人为活动的强烈影响, 其影响程度在某些情况下甚至可超过气候的作用。这一发现的重要意义在于人类有可能通过土壤管理这一途径, 调控发生于自然界的某些重要的生态过程。

4) 经连续多年田间模拟实验, 证实在以养分循环再利用为主的中国式有机农业制度下, 土壤可逐渐建立起一小规模有效P(K)库, 这一P(K)库可掩蔽P(K)肥的增产作用, 从而解释了我国早期大量田间试验P(K)肥增产不显著的原因。研究认为在过去45年中, 由于农业中土壤肥力管理一度失误(起因于对早期田间试验结果的误解), 导致70~80年代我国农田出现大面积贫P缺K土壤, 成为我国农业发展的重要障碍因素, 也是80年代后期粮食生产徘徊不前、扩大农业投入收效甚微的重要原因之一。研究提出了服务于实现我国农业持续发展的土壤肥力管理和农业中养分资源管理的对策。

5) 开发、改革了一批可用于各业生态系统管理的实用技术, 在生产中推广应用取得了良好效果。如退化草场的恢复改良技术; 半干旱区无灌溉条件下建立人工、半人工草地的技术; 退化林地采取间种牧草、施肥、整地等恢复地力促进林木生长的技术; 以及农业生态系统管理中的节水灌溉

技术、提高肥料利用率的改进施肥技术、免耕少耕技术、作物与牧草间种技术、稻田养萍养鱼技术、农田土壤墒情预报技术、红壤低产田改良技术等, 这些技术都具有较高的技术水准、较低的投入消费和生物作用的参与, 因而有着明显的生态特色。

6) 完成了生态系统网络研究中有关调查、实验、观测以及实验室分析测试等方法与技术规范的编著, 书名《中国生态系统网络观测与分析标准方法》, 由6本专集组成, 共300万字, 已交付出版。完成了适用于各种类型生态站的信息管理系统CERN/SMS VI.1软件的设计与开发, 其功能包括: 数据目录和文件管理、数据输入质量保证、数据查询及作图、数据存档及格式转换以及管理站区基本图件等, 备有使用手册。该系统已在一些生态站实际使用, 取得良好效果。此外, 还完成了CERN 29个站总计185幅基础图件和专题图件的编绘和服务于06项目管理的计算机辅助管理系统的研制。

7) 由项目独立资助或与其他项目联合资助并已完成鉴定与获奖的主要成果:

06-02课题: 植物群落学研究, 获1994年广东省自然科学二等奖, 广东省科学院科技进步一等奖。

06-03课题: 改良退化草场、建立人工草地, 提高草原生产力示范与推广, 1994年由植物研究所主持鉴定; 内蒙古鼠类群落结构、功能和种群调节机理, 1995年由动物研究所主持鉴定; 《高寒草甸生态系统》第三集, 1994年由西北高原生物研究所主持鉴定, 获中国科学院自然科学二等奖; 高寒草甸生态系统数学模型与高寒牧场最优生产结构及辅助决策计算机软件, 1994年由兰州分院主持鉴定;

06-04课题: 东湖生态学研究, 获1994年度中国科学院自然科学一等奖。

5 主要研究结论

5.1 在生态系统一级水平上研究系统生产力的形成条件和通过优化系统结构、改善系统功能以实现生态系统生产力的总体提高是近年来关于生态系统研究的新尝试。这一研究途径不同于各类生物产业传统的、主要是单项技术改革的增产效果研究(单项技术改革研究当然也十分重要),它具有明显的综合特色因而也带来较大的难度。06项目有关这一领域的研究历经多年,研究对象包括了分布于我国16个代表类型区的农、林、牧、渔等人工生态系统和利用管理中的天然生态系统。从已取得的研究进展观之,这一研究不仅丰富了对生态系统结构与功能之间复杂关系的认识,而且开发了一些可在实践中推广应用的具有较高生产力的优化生态系统模式。可以认为,本项目的研究丰富了我国生态学的知识宝库,也为推进我国生物生产力的发展作出了贡献。

优化生态系统或生态系统优化管理是一个无止境的研究领域。本项目在“八五”期间取得了初步的研究进展,例如,以目前的知识水平所设计的优化模式在不改变土地状态和相似的投入条件下,在6个农业试验研究地点所获得的生产力增长幅度可比传统模式平均提高10~20%。这一成果来之不易,但显然不能适应未来我国人口增长对食物供给的需求。因此生态系统优化管理的研究还需要从更深入的内涵去认识限制各类生态系统生产力提高的关键因素,探索大幅度提高系统生产力的可能途径和改革管理技术体系。

5.2 06项目对若干生态学现象开展跨区

域的长期联网研究是生态学扩大其研究的空间和时间尺度从而扩大其认识自然界视野与能力的在方法论方面的一次成功尝试。我们曾试图在生态系统一级水平上实现联网研究,5年的实践表明,就目前的知识和技术水平而言尚不能做到系统之间在整体水平上进行分析比较,但可以成功地对某些生态过程在统一的实验设计下进行跨区域的联网研究,并从实验观测结果的分析比较中揭示出一些非常有意义的现象和规律,从而为进一步在理论上的深入探讨打下良好基础。

对6个生态学过程和人类活动影响历经5年联网实验比较,可以认为气候的水热条件依然是控制大多数生态学过程在地理空间分布上的主导因素,但同时又受土壤环境和人类管理活动的强烈影响,其程度在某些情况下甚至可超过气候的作用。因此,土壤-地貌作为一级环境要素在未来的跨区域联网研究中应给予充分的重视。例如我们迄今尚未能对以下两种情况作出准确的比较和评估:分布于亚热带湿润地区的红壤丘陵坡地改造为梯田后的土地生产力增益,与分布于温带半湿润-半干旱区褐土丘陵坡地改造为梯田后的土地生产力增益,两者之间究竟有多大的区别?而阐明这一人类活动影响的区域分异规律,对于从发展生物生产力的角度制定我国国土整治战略和评估可能收到的效果将十分有用。从生态学研究未来发展而言,可以认为,对于一些十分重要的生态过程和人类活动影响开展长期而持续的跨区域联网实验研究,不论对于发展我国的生态学理论,还是服务于国家经济建设都有着巨大的潜在意义。