

中国科学院“九五”重大项目 热带亚热带退化生态系统的 恢复与重建^{*}

关键词 热带, 亚热带, 退化生态系统, 恢复与重建

1 项目的科学内涵及意义

恢复生态学作为生态学的一个重要分支, 在保护和恢复生态环境方面发挥着越来越重要的作用。长期以来, 随着人口的增长和土地城镇化的加剧, 环境不断恶化, 植被恢复成为迫切的问题。热带亚热带地区人口和土地的压力更大。近年来, 热带亚热带植被恢复生态学研究成为国际前沿科学问题和各国政府关注的焦点。该项目旨在理论上揭示热带亚热带退化生态系统恢复的生态学规律和机理, 完善和发展恢复生态学理论; 实践上探索出常绿阔叶林重建的方法, 通过实验生态学和生态工程相结合的措施, 对退化和极度退化的陆地生态系统进行综合整治, 加速其恢复, 为我国热带亚热带地区的国土整治、改善生态环境和提高生产力提供示范样板。同时, 组建多样的优化人工林生态系统和复合农林生态系统, 并将优化模式引入当地的经济活动中, 进一步挖掘生产潜力, 振兴当地经济。

2 取得的成果及创新点

在理论上取得了一系列突破:

(1) 率先建立了我国南方热带亚热带地区的生态系统脆弱性的理论体系。脆弱性是退化生态系统的特征, 也是生态系统固有的特性, 脆弱性只有在干扰的状态下才显现出来。运用脆弱性的概念

研究退化生态系统恢复和演替, 提出人为干扰是退化生态系统恢复成功与否的重要因素。退化生态系统就其性质而言是脆弱的, 恢复的过程中不断出现种类的更换, 种群的波动或变迁异常频繁, 因而恢复的过程也是脆弱的。人为的干扰会使生态系统延缓或停止顺向演替, 强度大的干扰还可能导致逆向演替。退化生态系统的承受力必须大于干扰强度是恢复的必要条件。

(2) 在种的水平上, 进一步证实退化生态系统能否恢复, 生物多样性, 尤其是植物多样性的恢复与发展是关键。不能简单地根据物种多样性高低, 来断定是否对生态系统有利; 物种的增加对生态系统稳定性的影响, 取决于物种对环境反应的生物学特性。因此, 同一群落内功能相似类群的物种多样性越高, 生态系统对环境变化的应变弹性就越大, 功能越强。相反, 如果物种对生态系统功能过程的影响效应和对环境的响应都不同, 种类的增加只会使生态系统变得更加脆弱。

(3) 利用人为的生态工程加速退化生态系统恢复。退化生态系统的明显特征是土壤贫瘠, 生物种类稀少, 小气候的各项指标变幅大。系统的自然恢复是一个漫长的过程。通过生态工程措施, 比如配置有固氮特性的先锋树种, 使得土壤的肥力在退化生态系统的演替早期阶段迅速提高, 改善下垫面的微环境, 有利于新种, 尤其是当地种的入侵和定居, 系统的生物多样性增加, 演替的时间明显缩短。

(4) 根据退化生态系统不稳定的环境条件容易

^{*} 收稿日期: 2001 年 6 月 15 日

被外来种入侵的特点, 提出生态恢复应考虑外来种对群落的效应的观点。因为外来种有时会改变被恢复地区的物种多样性, 或阻止当地种的加入和定居, 同时, 人类的干扰常常会增大外来种入侵的可能性, 它们的定居一旦成功, 排除它们是异常困难的。与当地种相比, 它们面临竞争或被捕食的压力要小得多。

(5) 从人工林凋落物的分解与土壤氮素矿化的角度, 证实亚热带丘陵地区豆科混交林有利于土壤肥力的发育, 从而有利于加速人工林向生态稳定型的天然林的过渡。理论上否定了林地土壤硝化过程取决于土壤酸度的观点, 提出硝化过程强弱主要由森林类型决定, 豆科林下土壤优势矿质态氮是硝酸盐, 而非豆科林下土壤以铵盐为主。

(6) 通过对水文特征及水量平衡的研究, 提出水热季节分配失衡、产流降水量和地表径流量大是该退化生态系统恢复的 3 个限制因素的观点, 认为恢复过程中, 系统量支出和蓄留方式的转变是退化生态系统的恢复机理之一。

(7) 对中亚热带湿性常绿阔叶次生林的自然恢复研究表明, 乔木层物种丰富度基本保持不变, 树种多样性可动态维持和发展。乔木层密度、胸径和树高分布格局的变化和立体空间的分化, 推动了群落由单层向多层次立体发展, 使群落结构复杂化, 显示出自然恢复的常绿阔叶林不仅有较高的树种多样性, 也具有较高的材积生产力。说明在中亚热带常绿阔叶林的恢复与重建过程中, 生物多样性的恢复与追求较高的材积生产力并不矛盾, 而是可以兼顾的。提出在相同的环境条件下, 密度是种群生长和材积生产力高低的决定因素。

(8) 首次应用群落演替和边缘效应原理研究了森林片断化的恢复, 利用亚热带森林群落 16 年的定位研究, 测度群落的物种结构、多样性、生物量和生产力等指标, 发现马尾松林群落和混交林群落本身虽有所发展, 但群落的性质基本没有改变; 原来非常接近马尾松林群落的边缘群落, 经 16 年的演变, 已发展成为混交林群落, 表现出边缘效应的作用。边缘群落的总体边缘效应强度值 E 为 1.669, 其与各分量的边缘效应强度值均大于 1, 为

正效应。揭示了边缘效应在森林片断化的恢复过程中的作用。

(9) 通过对亚热带地带性植被的种间连接变化研究, 发现该地区的常绿阔叶林恢复处于向顶极群落演替的过程中, 物种结构相对稳定, 种群结构动态变化, 种群结构与种间关系波动变化, 甚至个别优势种群变化强烈, 但群落的顶极性质未受影响。该结论进一步支持了原有的生态顶极理论。

(10) 通过开展分子生态学的研究工作, 分析了该地区植被恢复的先锋树种——马尾松的种群遗传多样性等分子生态学特征, 发现温度是马尾松种源遗传分化的主导选择压力构成因子; 水平种群间存在的遗传距离随纬度跨度增大而递增; 亚热带森林群落内的马尾松遗传多样性随自然演替的进程而呈逐渐下降趋势; 马尾松种群的分布也随着群落的自然演替由最初的集群依次发展为高集群 \rightarrow 趋于集群 \rightarrow 趋于随机分布 \rightarrow 最终死亡; 预测随着全球温度的不断上升, 马尾松种群的南分布区边界及最适生长区(马尾松种群遗传多样性最丰富区)将有北移的趋势, 同时马尾松种群的最适生长海拔范围(马尾松种群遗传多样性最丰富海拔范围)将有升高的趋势。马尾松是我国亚热带地区植被恢复的常用先锋树种, 以上结论对植被恢复工作有重要的指导意义。

在实践上取得了巨大的生态、经济和社会效益。广东鹤山站运用森林恢复的演替原理, 率先开展对单一树种的人工林林分改造的工作, 建立了 10 公顷示范样地, 筛选出 40 多种乡土树种, 将其引入到马尾松、大叶相思和马占相思等单一树种的先锋群落里, 加速群落的恢复进程。通过推广针阔叶混交林 1.9 万公顷, 累计经济效益 1.3 亿元; 同时, 利用丘陵集水区的有利条件, 探索出“林果草渔”的复合农林业的生态模式。通过示范和大规模推广, 累计获社会效益 35 亿元。该模式已成为鹤山市农业经济的主要支持产业之一。广东五华站, 通过大力推广香根草的种植技术, 有效地控制了水土流失, 改善了当地农业生产的生态环境。广东小良站对大面积的光裸地进行了热带季雨林植被的成功恢复与重建, 其模式向周边地区辐射推广 400 平方

公里。建立了有效的林-农复合经营模式,经济收益大大超过以往进行植被恢复工作的总投资。

项目的创新点: (1) 极度破坏的热带森林可人工恢复,修正了国际流行的不可恢复说,并成为有关教科书和专著的一个经典实验; (2) 生物多样性与生态系统稳定性相关,植物多样性是其它生物多样性的基础,后者可以促进前者的发展; (3) 阐明了植被恢复过程中水、土、气、生的耦合变化规律和机理; (4) 植被恢复研究可采用集水区法、时空互代法等。

该项目有关基础研究成果获广东省自然科学奖一等奖,应用成果获中国科学院科技进步奖一等奖。评审专家认为,该项目揭示了热带亚热带退化生态系统恢复的生态学规律,探索出常绿阔叶林重建的方法,完善和发展了恢复生态学理论,有力地推动了我国恢复生态学的发展,在应用上也取得了明显进展。

项目执行过程中培养博士 6 名,硕士 3 名。60 多个国家和地区的学者前来参观学习;联合国委托开办生态恢复培训班 4 次。

在长期定位研究的基础上,项目组向国务院呈报了长江流域植被恢复与重建和经济发展的技术与策略方案,得到朱镕基总理的肯定,批示有关部门作为实施国家“天然林保护工程”的科学依据。

3 项目负责人

彭少麟 中国科学院广州分院副院长,华南植物研究所研究员,博士生导师;中山大学、海南师范大学兼职教授。1956 年 10 月出生。1978 年毕业于

中山大学生物系。1989 年获中山大学博士学位。1988—1996 年,曾先后赴澳大利亚新英格兰大学、德国卡塞尔大学、哥根廷大学、美国纽约州立大学进修学习和合作研究。中国生态学会常务理事,广东省生态学会理事长。发表论文 293 篇,专著(合著) 11 部。曾获国家科技进步奖二等奖 1 项;中国科学院科技进步奖一等奖 2 项;广东省自然科学奖一等奖 1 项、二等奖 3 项。

长期从事生态系统动态学和恢复生态学研究。首次定义了植物群落的波动和边缘效应;揭示了植被动态的驱动力机理;完善生态顶极群落演替假说;提出森林群落稳定性测度的方法。首次系统地测定了南亚热带地带性植被生物量、生产力和光能利用效率,其结果填补了世界上该地带研究的空白。通过长期的理论与实践,使华南地区 400 多平方公里的荒山丘陵恢复了植被生长,修正了国际流行的极度破坏的热带森林不可恢复的学说,发展了恢复生态学理论体系。通过对森林的营养元素库量、微生物量进行测定,揭示了群落演替过程中能量动态变化机制。作为首席科学家,主持国家自然科学基金重大项目“全球变化与中国东部农业生态系统相互作用机理研究”,并已取得重要进展,被联合国 GCTE 列为核心项目;所研究的我国东部南北样带(NSTEC)被 IGBP 列为第 15 条国际标准样带;“中国东部南北样带取得重大进展”被评为 2000 年度中国基础科学研究十大新闻。

先后多次应邀出国作学术报告或参加合作研究。指导博士 27 名,硕士 10 名。1999 年获国家“五一”劳动奖章,2000 年获全国先进工作者奖章。

(相关图片请见封二)