

长江上游退化森林生态系统恢复与重建刍议

李贤伟¹, 罗承德², 胡庭兴¹, 张 健²

(1. 四川农业大学, 雅安 625014; 2. 四川省生态林业工程省级重点实验室, 雅安 625014)

摘要:通过对国内外生态系统恢复与重建研究进展的综述, 论述了我国长江上游森林生态系统退化的主要特征和森林生态系统退化的现状, 分析了长江上游生态环境建设存在的主要问题, 并提出相应对策。在此基础上, 针对退化森林生态系统提出恢复与重建的基本思路和建议。

关键词:长江上游; 退化森林生态系统; 恢复; 重建

Suggestions on restoration and reconstruction of degraded forest ecosystem in the upper reaches of the Yangtze River

LI Xian-Wei¹, LUO Cheng-De², HU Ting-Xing¹, ZHANG Jian² (1. Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China; 2. Sichuan Key Laboratory of Ecological Forestry Engineering, Ya'an 625014, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(12): 2117~2124.

Abstract: The major characteristics of degraded forest ecosystem in the upper reaches of the Yangtze River. Forest productivity notably descends, and biodiversity obviously reduces, even loses. In the Jialing River, Tuojiang River and Fujiang River basin, plants grow slowly, storage capacity is less than $15\text{m}^3/\text{hm}^2$, forest is 30 years old or so, and biodiversity descends, the forest ecosystem type reduces and the quality falls, and some attached species degenerates even disappears. In forestland, the productive potentialities reduce, the renewal of afforestation is very difficult, even bedrock is exposed in some land, and the direction of development is going backward. Soil's chemical property quota is descending with continual cropping in the west of Sichuan, where the second generation of cryptomeria plantation falls by 20%~34.14%, compared with the first generation. Each component's quality in forest ecosystem is inferior, regulating ability is lack, and forest's function and effect is dropping, structure is becoming disperse and sparse from multiple structure to single structure. Researches show that in degraded shelter-forest ecosystem of *Pinus yunnanensis*, its canopy density is below 0.4, the number of arbors is 150~700 plants/ hm^2 , shrub and herb poorly grows, even disappears.

Present situation of degraded forest ecosystem in the upper reaches of the Yangtze River. The areas and the storage capacity of original or natural forest sources reduce by a wide margin. The forest quality descends, and the areas of scattered land, bush forest and shrubbery ground increase. The ecological functions of the remnant original forest such as self-restraint, water and soil conservation and biodiversity protection are in the degrading state. The pure plantation's area increases, but soil fertility degenerates. In the 80's, the number of breeding forest was increasing, but evergreen broadleaf forest was falling and displaced by *Cunninghamia lanceolata*, *Pinus massoniana*, *Pinus armandi* etc. after shelter-forest engineering and high-yield forest construction. These have made natural ecosystem unstable. Fragment of forest ecosystem habitat is accelerated, which causes the inheritable material's obstruction, and species'

基金项目:国家“九五”科技攻关资助项目(K98-05 19-1)。

收稿日期:2000-07-30; **修订日期:**2000-12-31

作者简介:李贤伟(1963~),男,四川达县人,副教授。主要从事森林生态、森林培育学研究。

degeneration. In recent 40 years, more than 5% of the species have disappeared because forest area reduces, and species' existence condition suffers destruction. Soil degradation in old cutovers brings difficulty in afforestation and renewal to some extent.

The Suggestions on restoration and reconstruction of degraded forest ecosystem in the upper reaches of the Yangtze River.

Technology system on restoration and reconstruction of degraded forest ecosystem in arid and xerothermic river valley districts. Illumination and rainfall is sufficient in the arid and xerothermic river valley districts, but its distribution is extremely uneven, rising and boil off is as several even over ten times as rainfall; moreover, the unstability of landform and the fragility of ecosystem brings more difficulty in restoring and reconstructing ecosystem. Thus, the most important is to improve the condition of soil moisture content as for the arid district afforestation. First, more attention should be paid to selecting or recommending suitable plants, covering with herbaceous or bush earlier than transportation especially in the odious condition; Second, corresponding measures such as afforesting and bioengineering measures should be adopted to strengthen the ability of preserving soil moisture, and carry on artificial afforestation and renewal.

The technology system on reconstruction of fragile ecosystem in subalpine. Subalpine is the main body of self-restraint forest in the upper reaches of the Yangtze River. From the 50's beginning, forest resources falls sharply after trees have been cut down, and the area of plateau lakes and water resources reduce, and the forest thread descends, and vegetation succession shows "non-balance" characteristics, moreover, the seedling period is long, and afforestation survival rate and preserving rate is low. Therefore, the layout and adjustment of industrial structure should be stressed, and vegetation succession law and mechanism should be further studied; Measures are taken to select suitable plants, corresponding vegetation model, to accelerate the seedling course.

The technology system on restoration and reconstruction of the low shelter-forest ecosystem in the upper reaches of the Yangtze River. The area of low effect shelter-forest reaches 2340000 km². Technology on transforming the low effect shelter-forest has been studied in practice only in the reaches of the Tuojiang River, Fujiang River, Jia Lingjiang River in Sichuan, and Wujiang River in Guizhou. So the scope of research must be enlarged; and the emphasis should be focused on: Firstly, adjusting and optimizing the low effect shelter-forest that has been recovered; Secondly, restoration and reconstruction of degraded plantation ecosystem.

The technology system on restoration and reconstruction of degraded plantation ecosystem. Contrasted with natural forest, the inherent weakness of plantation has strengthened the sensitivity to the spot and calamity, and has destroyed the stable ecosystem. The study on degraded soil fertility has progressed, and is coerced to plant nutrition especially aluminium, manganese toxicity recently. Thus it is necessary to set about the technology in two aspects; Firstly, selecting trees that are able to bear or to endure coerce; Secondly, exploring the toxicity threshold value, enlarging the elasticity capacity of ecosystem and enhancing the ability of the swashing reaction to ion load.

The study on sustainable development of forest ecosystem in the upper reaches of the Yangtze River. In mountain regions, the bearing ability of forest, land and grassland is descending gradually with the population increasing even if our country has decided to stop felling natural forest and take land out of farming use. Therefore the project should be connected with the ecosystem reconstruction and industrial development; developing high-quality agriculture, cultivating important resources in scale, forming and optimizing the available ripe technology achievements, exploring new model to rebuild vegetation and

developing. In addition, constructing ecotype economic forest, enlarging breeding industry, and exploring a comprehensive development model of agriculture.

Key words: the upper reaches of the Yangtze River; degraded forest ecosystem; restoration; reconstruction
文章编号:1000-0933(2001)12-2117-08 中图分类号:S718.55 文献标识码:A

生态系统受到人为因素干扰和破坏产生的恶果,已成为当今全球面临的日益突出的重大问题,受到世界各国的普遍关注,退化生态系统的恢复与重建理论与应用技术研究愈加受到人们的重视^[1~3]。生态学理论在退化生态系统的恢复与重建中应该而且可以发挥指导作用,并且在实践中得到进一步丰富和发展。

1 国内外退化生态系统研究进展

退化生态系统恢复与重建的研究,始于20世纪20~50年代所从事的采矿废弃地的生态恢复^[2]。60年代以来,国际社会与生态学者广泛关注自然生态系统的退化萎缩,呼吁加强恢复与重建退化的生态系统,特别是人类活动对生态系统的影响,以及人类如何管理、利用与恢复生态系统的问题^[3]。1975年初,首次在美国弗吉利亚工学院召开了“受害生态系统的恢复”国际学术讨论会,会议就有关生态系统恢复的基本原理、技术与方法和相关特征,以及生态系统恢复和重建的构想和发展前景进行了深入的研讨^[4]。

20世纪70年代末、80年代初,恢复生态学得到迅速的发展。1984年10月在美国麦迪逊举行了恢复生态学学术研讨会,来自世界各地的数百名学者提供了众多的有关生态恢复的学术论文。1985年英国学者Aber和Jordan正式出版了《恢复生态学》(该书于1987年再版),至今已发展成为生态学领域中的一个重要的、独立的学科。《恢复生态学》一书的正式出版和《Restoration Ecology》杂志的创刊,标志着在90年代恢复生态学已成为生态研究的热点之一。需要指出,恢复生态学在70年代和80年代,是以现代应用生态学分支出现的,致力于研究那些在自然灾害和人类活动压力条件下受到破坏的自然生态景观的恢复与重建问题,而这种恢复与重建在相当程度上是以人工参与的方式进行的。鉴于此,恢复生态学可以概括为生态系统的“恢复”与“重建”两个方面。“恢复”是指原貌或原先功能的再现;“重建”则包括在不可能或不需再现原貌的情况下、另营造一个不完全雷同于过去的甚至是全新的、与自然状态相似的生态系统^[5]。

美国在20世纪70年代后,首先开展了大规模的生态恢复工作。W. R. Jordan进行采矿地植被的恢复与重建。Goodwin等人于1997年对美国西部的河岸恢复进行研究,针对西部河岸生态系统的水文、地质和生物过程,划分出发生在这类生态系统的人为干扰活动的类型,提出了每一种类型的恢复方法^[6]。1998年2月,Fiedler在《资源保护生态学》一书中,着重讨论了生态系统恢复、生物侵害以及种群活力等问题,“这些都是目前资源保护的常规努力方向”^[7]。印度Tata能源研究院在Himalayas Darjeeling地区干旱混交阔叶林采伐后的生态系统重建研究中,烧除采伐残余物,选择材质优良林木造林,实行混农林业,且造林后头两年连续间作农作物,经过35a生态系统的恢复后,形成的混农林业改变了景观、干扰了生态系统的结构,引起大量树种资源的损失^[8]。

我国自20世纪50年代后期开始,在寸草不长的侵蚀地上开展植被重建试验,为热带亚热带荒山草坡的森林植被的恢复和改造利用提供科学依据和示范样板^[9]。80年代以来,先后对工业废弃地^[10]、干旱半干旱荒漠地^[11]、退化山地^[11~12]、退化热带雨林^[9,13]、亚热带侵蚀地^[9,14]、“三北”地区、太行山地区和长江中上游^[15~24]等地区植被恢复与重建,以及人工林地力衰退进行了深入的研究与应用实践。在进一步对退化生态系统恢复与重建的大规模研究中,有关科研单位和高等院校,就退化森林生态系统形成原因^[19~20]、解决的对策^[11~11,13]、恢复与重建技术方法^[9~12,14,15]、物种的筛选^[12,16,17,24]以及恢复与重建的生态效应^[20~22,12,14,16~21]等方面,做了大量的研究工作,取得了具有较高质量的研究成果,为世界所瞩目。

2 长江上游退化森林生态系统主要特征

退化生态系统的范围很广、类型很多,表征亦各异^[9,25,26]。就退化森林生态系统而言,它的主要特征可归纳为:

(1)森林生产力显著下降,生物多样性明显降低甚至丧失。如四川三江(嘉陵江、沱江、涪江)流域防护林生态系统退化后,林分系统功能呈逆向发展趋势,植株生长缓慢,林分平均年龄30a,蓄积量不足15m³/

hm²^[15];胡庭兴等对四川盆地西缘山地柳杉(*Cryptomeria fortunei*)人工林连栽效应研究表明,柳杉2代林林分蓄积量比1代林下降38.7%~54.12%,林分生物量比1代林下降9.49%~14.7%;岷江上游退化山地生态系统森林资源退化后,林区生物多样性下降,一方面森林生态系统类型减少,质量下降,另一方面,一些从属性依赖种随森林优势种的消失而退化甚至在该区消失^[11]。

(2)林地土壤理化性质和生物学性质改变,林地生产潜力降低,造林更新困难;或者水土流失严重,土壤向倒退发育方向演变,林地土壤瘠薄,以至基岩裸露。四川盆地西缘山地柳杉人工林,土壤化学性质指标随柳杉连栽次数的增加而降低,第2代较第1代下降20%~34.14%,连栽引起土壤养分贮量减少,林地生态失调,土壤肥力下降,致使林分生长量和生产力下降;罗承德等对四川盆地周山地第2代杉木人工林衰退机理研究认为^[27],在较好立地条件下,由于林地土壤酸化,杉木人工林遭受铝毒害,铝毒害阈值是pH≤4.18,Al³⁺≥31.66mg/kg, Ca²⁺/Al³⁺≤1.809mol/mol 和 Ca²⁺/(Ca²⁺+Fe³⁺+Al³⁺)≤0.55mol/mol;王金锡对长江上游高山高原林区迹地生态与营林更新的长期研究显示^[24],亚高山天然林采伐后,微生境条件改变,特别是土壤温度降低,造林更新困难;岷江上游水土流失面积达1万多km²,土壤侵蚀占流域总面积70%,总侵蚀数达2857.9t/(km²·a)^[11];四川“三江”流域退化的低效防护林地土层浅薄,冲刷严重至基岩裸露,或表面冲刷成切沟侵蚀乃至心土层暴露,土壤板结,结构不良,水土流失明显,侵蚀模数一般为4887~6301t/(km²·a),土壤有机质0.47%~0.69%,较大部分退化的低效防护林土壤理水功能差^[17-18,28]。

(3)森林生态系统各组成成分质、量低劣,林分缺乏或丧失自调的能力,整个森林生态系统的结构与功能发生改变。作者自20世纪80年代末起,参加了长江中上游低效防护林(退化防护林生态系统)改造技术研究工作,从退化的云南松(*Pinus yunnanensis*)防护林生态系统定位观测表明,其乔木层稀疏,多在150~700株/hm²,冠长率高(达0.4以上),树冠圆满度低(多在0.6以下),林分郁闭度0.4以下,灌木层、草本层发育不全,甚至无灌木层与草本层,林分平均年龄40a以内,多数为中幼龄林,林木径级呈偏畸型的“J”型分布,直径6~8cm居多,占全林株数的69.7%。因此,这些显著的特征表明,云南松防护林生态系统处在退化的过程之中,正常的云南松防护林生态系统遭到破坏后,逆向演变为低效林分,多层次的森林结构演变为单层次或稀疏离散的乔、灌木结构,系统结构离散甚至趋于消失,导致森林生态系统功能和效益降低直至殆尽,林地出现严重水土流失现象^[19]。

3 长江上游退化森林生态系统的现状

历史上,长江上游地区森林茂密,古木参天;而今,森林生态系统严重退化,主要表现在:(1)原始或天然的森林资源面积、蓄积大幅度减少,森林质量下降,疏林、灌木林、灌丛地面积增加,残存的天然林也多处于退化状态。上游地区在公元前4000a左右,四川、云南的森林覆盖率在80%以上,贵州约在45%~50%;而在20世纪40年代末,四川森林覆盖率下降到20%,云南降到40%,贵州降到9%,西藏的森林覆盖率在5.1%左右^[29]。岷江上游森林资源退化是相当严重的,1950~1978年的28年间,共采伐1400万m³,民用烧柴5895万m³,这期间森林覆盖率下降了10%~20%,80年代仍实行过量采伐,目前可采伐森林面积由47万hm²减少至11万hm²,而且退化的森林面积达40%左右^[11];雅砻江流域所在的四川甘孜州在1976~1988年中,平均每年采伐蓄积量500万m³,森林资源的消耗量是生长量的1倍^[22];如果以四川省1988和1993年的森林资源连续清查成果将金沙江、雅砻江和岷江流域资源数据作对比分析,活立木蓄积下降了377.71万m³,每年减少94.43万m³,年递减率0.53%;在金沙江及雅砻江流域,林分面积年减少率为0.32%^[30];青海沿长江流域原有森林破坏后,形成大面积的高山密灌、圆柏疏林和稀疏灌丛,灌木林面积为乔林面积的19倍,森林生态系统处于极度退化状态之中^[23]。因此,在长江上游具有水源涵养、水土保持和生物多样性保护等重要生态效益的天然原始林遭受破坏后,多处于退化状态。

(2)纯林面积增加,人工林地力衰退。长江上游纯林面积达662.88万hm²^[16],占林分面积的37.54%,这部分林分,林相简单,树种单一,多为单层林,其森林防护效益低,生态效益差。自20世纪80年代中后期以来,上游各地区由于落实林业两制,虽然林业用地面积较80年代初期有所减少,但有林地面积略有增加^[29],究其原因,一方面人口过快增长,引起粮食供给不足而进行的毁林开荒,使林地面积减少,而另一方面又不断营建新林,森林覆盖率呈增长的趋势^[29],这是长江中上游防护林工程和速生丰产林基地建设等工

项目,所形成的人工中、幼龄林面积增加所致,尤其是四川、重庆、贵州等地,还将大面积常绿阔叶林采伐,由杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、华山松(*Pinus armandi*)等树种所取代,这些人工林物种急剧减少,破坏了自然森林生态系统结构与功能,普遍出现地力衰退,水源涵养和水土保持的功能差,生态系统极不稳定,易发生病虫害危害。

(3) 由于过度采伐森林,或各种人类活动干扰,使森林生态系统生境的片断化加速,导致了物种的遗传物质交流受阻,加速了濒危物种的退化和消亡。近 40a 来,长江上游高山、亚高山地区的森林生态系统中约有 5% 以上的种类已经消失,由于森林面积缩小,物种生存条件受到破坏,如岷江柏木(*Cupressus chengiana*)、紫果云杉(*Picea purpurea*)、长苞冷杉(*Abies georgei*)、三尖杉(*Cephalotaxus fortunei*)、红豆杉(*Taxus chinensis*)、水青树(*Tetracentron sinense*)、连香树(*Cercidiphyllum japonicum*)和珙桐(*Davidia involucrata*)等珍稀和经济植物种类及数量明显减少。

(4) 老采伐迹地土壤出现不同程度退化,造林更新更加困难。雅砻江流域高山高原区未更新的采伐迹地,早期的灌木生物量高,10a 后下降至 50%,迹地土壤退化,其植被生草化程度加深,干物质,特别是灰分元素积累增多,原棕色森林土壤酸性降低,迹地向高山草甸方向发展^[22],这类迹地靠天然更新恢复森林,显然是不可行的;乌江流域喀斯特地貌的山地是国家重点荒漠化治理区,森林和植被破坏后,往往形成裸露的石质山地,成为典型的“石漠化”土地,亦属于造林困难地带;以元谋为代表的金沙江干热河谷稀树草丛植被,是原始森林遭受破坏后所形成的特殊产物。在这些稀树草原生境条件下,任其自然演替也不可能形成森林。

4 长江上游退化森林生态系统恢复与重建的建议

4.1 长江上游地区退化生态系统恢复与重建存在的主要问题及对策

长江上游既是长江流域的生态屏障,又是我国的主要生态脆弱带之一。过去有关长江中上游防护林工程建设,主要注重生态效益的研究,而对在生态恢复与重建过程中,如何提高经济效益,将产业开发与区域经济建设有机地融于生态恢复与重建过程等方面的研究明显不足,而且对退化生态系统的治理多限于一般的生产性手段,尤其是对人类活动的作用方式和生态系统退化机理研究不够,治理工作收效甚微。另一方面,由于种种原因,长江上游地区仍有较多人口尚未解决温饱问题,而且大多集中在地处偏远、交通不便、自然条件差、资源破坏严重、生态失调的山区和丘陵区,这是该区域实现可持续发展的主要制约因素。过去长江上游地区的生态环境研究,缺乏可持续发展的理论指导,生态环境研究与区域社会经济发展脱节,缺乏跨学科、综合性、高层次、高新技术研究内容。因此,在生态恢复与重建过程中,应加强生态林业基础研究与应用技术研究,发展森林的数量,并提高森林质量的内涵,建立农林牧复合生态系统持续发展模式,促进全方位的林业综合开发。

为了更好地恢复与重建长江上游生态屏障,现总结出长江上游过去在生态环境治理方面存在的主要问题和相应对策:

① 长期以来,各涉农部门由于条块分割,各自为阵,导致众多治理项目仅从行业自身发展的需要出发,开展生态环境治理工作,所形成的成果大多带有浓厚的行业色彩,其覆盖面和带动性较小,缺乏普遍推广应用的价值。

对大农业结构和布局及农产品结构实行战略调整,生态环境建设应与区域社会、经济、资源、环境的整体推进为目标,将农、林、牧、副、渔各业视为一个大系统,系统内各组成成份相互支撑,互为基础,嵌合联动,提高生态环境建设的整体效益。

② 在治理过程中,由于树种单一,集中成片,或按单一模式进行治理(如三北防护林、长防工程、长治工程)或盲目发展经济价值低的大宗水果和经济林树种,导致防护林体系抗逆能力低下,病虫害发生频率高,严重的挫伤广大人民群众参与生态环境建设的积极性。

在生态环境治理过程中,要高度关注物种的选择和配搭,大力推广营造混交林和生态经济型防护林,以景观生态学为基础,经济效益为核心,可持续发展为目标,开展综合治理。积极发展木本粮食、木本饲料、木本油料和名、特、优、新果品、干坚果类等,加速农产品加工业、畜牧业、农产品优质化进程。

③在水土流失治理过程中,由于行业的隔阂,使生物治理与工程治理不能同时并举,导致以往的治理工作成效甚微,坡耕地是泥沙的主要来源,以往治理坡耕地的技术陈旧、手段落后、观念陈腐,使治理效果不甚理想。

应将生物治理与工程治理紧密结合,开展水土流失综合治理的成果集成组装,并加大创新力度。

④在以往生态环境建设中,或是片面强调生态效益,或过于注重单一模式的治理技术,忽视了将农民的利益与生态环境建设工作有机结合,导致重建的生态系统遭到反复的破坏。

积极推进和优选生态经济型治理模式。

4.2 长江上游退化森林生态系统恢复与重建的建议

近 2000a 以来,人类活动的影响与自然地理效应的迭加,导致长江上游森林生态系统退化。其内在实质是系统合理结构破坏和功能减弱,而外在表现则是生物产量降低、生物多样性下降或丧失以及自然景观恶化。退化森林生态系统恢复与重建的理论基础是生态演替;基本原则是因势利导,趋利避害;基本思路一是林学家、育种学家选育优良的植物品种,二是选择或创造适宜的立地条件。“无山不绿,有水皆青”,人类应当而且能够为此做出贡献。

4.2.1 干旱、干热河谷地区森林生态系统恢复与重建技术体系 长江上游干旱、干热河谷地区受西风环流和印度洋与北部湾季风进退的影响,同时又受地貌形态的控制,造就了独特的气象条件——光照充足,年降雨量虽有 750~1000mm,但分配极不均匀,蒸腾、蒸发量是降雨量的数倍,甚至十余倍。加之该地区地质、地貌环境的不稳定性和生态系统的脆弱性,更是增加了恢复与重建生态系统的难度。干旱地区造林问题,可谓世界性的技术难题,其关键无疑是改善土壤水分状况。因此,在恢复与重建中,一方面选育或引进适应这一区域的植物品种,在环境条件极其恶劣的地方,应先从草本或灌木进行研究,先覆盖,后改造;另一方面,创造适宜的土壤条件,采取相应的育林措施和生物工程技术措施,增强蓄水保墒能力,选择适宜的树种进行人工造林与更新。

4.2.2 亚高山生态脆弱带植被生态系统的重建技术体系 长江上游亚高山植被分布的范围广,是我国暗针叶林带分布最高、高山植被分布最集中的区域之一,特殊的自然地理环境孕育了独特的亚高山森林植被群落,成为长江上游水源涵养林和水土保持林的主体。从 20 世纪 50 年代开始,该区域陆续建立了森工企业和地方小采企业,经过 30 多年的开发利用,森林资源数量锐减,出现资源、经济和环境危困,上游江河水资源明显减少^[21],林线下降,植被、土壤退化,高原湖泊面积缩小,采伐迹地水土流失严重^[22],植被演替表现出“非平衡性”特点,恢复植被的难度加大,造林成活率和保存率低,育苗周期长。因此,亚高山植被重建应着重探索出区域产业结构布局与调整的途径,进一步研究植被演替规律及机理,筛选相应的植被重建模式,选择适宜的树种,加速育苗进程,同时,对现有人工林进行结构优化与调控模式的研究工作。

4.2.3 长江上游地区退化低效防护林生态系统的恢复与重建技术体系 目前,长江上游地区的川、渝、黔、湘、鄂、滇诸省共有退化低效防护林 234 万 hm^2 ,其中四川(含重庆市)有 146 万 hm^2 ^[23-25]。长防林第一期工程项目规划 667 万 hm^2 ,四川占 253 万 hm^2 (包括新建与改建两部分)。低效防护林改造技术虽然进行过研究并已在生产中应用,但大多数集中在四川的“三江”(沱江、嘉陵江、涪江)流域和贵州的乌江流域,至于金沙江、雅砻江、大渡河流域以及湖北汉水流域等,眼下还是空白。长江上游“四江”(金沙江、雅砻江、大渡河与岷江),其低效防护林恢复与重建难度越来越大。因此,长江上游地区低效防护林生态系统的恢复与重建,在过去研究的基础上,研究的范围扩大到长江上游“四江”和湖北的汉水流域等;研究的重点一是在多目标探讨最优森林覆盖率基础上,进一步调整农林牧的布局和优化已经恢复的低效防护林树种结构,二是加强困难地带低效防护林生态系统的恢复与重建技术体系研究。

4.2.4 人工林退化生态系统恢复与重建技术体系 人工林地力退化,以及由此引起的生产力锐减,是一个困扰世界林业界、生态学界的重大难题。与天然林相比,人工林生态系统固有的弱点,增强了它对灾害和立地扰动的敏感性,破坏了生态系统的稳定状态。生态系统能否恢复原来的状态,取决于它的弹性容量。已有的人工林地力退化研究多侧重于营养元素的供需矛盾,就其原因可归结为树种与立地不相适应,近年的研究逐渐向植物营养胁迫,特别是铝毒、锰毒及其作用机制逼近。长江上游的重庆、贵阳一线是酸雨(酸性

沉降)分布区。由酸雨,或者森林生态系统的一些生物生理过程,导致系统内离子循环脱链,势必诱发离子毒害,而离子毒害对养分循环,树木生理、生化反应,微生物种群数量,土壤酶活性等都有很大影响。因此,人工林退化生态系统的恢复与重建应从以下两方面着手:①选育耐胁迫的树种;②在探索诱发离子毒害阈值的基础上,采取相应的营林措施,增大生态系统的弹性容量,提高对离子负荷应激反应的能力。

4.2.5 长江上游山地森林生态系统持续发展模式研究 长江上游是我国主要的生态脆弱带之一。长江的问题主要出在长江上游,上游生态环境的恶化是长江流域水旱灾害频发的主要原因。而长江上游的许多山区,目前仍处于贫困或极端贫困状态,是国家重点扶贫地区。这些贫困山区,随着人口不断增加,森林资源、土地资源和草地资源的承载能力下降,陡坡开垦现象严重,水土流失加剧。但是,过去在有关长江上游防护林工程建设中,注重生态效益,忽略如何提高经济效益,生态环境治理与发展区域经济脱节,致使这一工作难于深入持久下去。为了整治大江大河,国家已决定停止采伐天然林,25°以上的山地退耕还林(草),这无疑对当地的经济发展和人民的生活带来很大影响。上游陡坡耕地退耕还林后,要使山区人民生活的安定并逐步得到改善和提高,不仅是一个经济问题,而且还是一个事关社会稳定的政治问题。因此,退耕还林应与生态环境建设相结合,与产业化发展相结合,与发展优质农业相结合,森林生态系统的重建与资源的合理开发结合,重要资源植物的规模化栽培与植被恢复结合,集成、组装、配套、优化现有成熟科技成果,探索新的植被恢复和持续发展模式,促进全方位的林业综合开发,以推动山区经济持续发展,达到脱贫致富的目的;另一方面,25°以下的山地,进一步优化产业结构,在营建用材林(含工业原料林)的同时,注重营造生态型经济林,开展规模化的养殖业,提高非退耕区粮食作物单产,探索大农业综合发展模式。

参考文献

- [1] 陈灵芝,陈伟烈主编.中国退化生态系统研究.北京:中国科学技术出版社,1995.
- [2] 康 乐.生态系统恢复与重建.见马世骏主编.现代生态学透视.北京:科学出版社,1990:300~307.
- [3] 章家恩,徐 琪.恢复生态学的一些基本问题探讨.应用生态学报,1999,10(1):109.
- [4] Cairns J Jr, et al. *Recovery and restoration of damaged ecosystems*, University Press of Virginia Charlottesville, 1977:1~80.
- [5] 徐嵩龄.恢复生态学的理论性质.科技导报,1995,3:13,18~20.
- [6] Goodwin C and Hawkins C. Riparian restoration in the western United States: overview and perspective. USA. *Restoration Ecology*, 1997,5:4S,4~14.
- [7] Fiedler-PI. and Kareiva-PM. *Conservation biology: for the coming decade*. Department of Biology, San Francisco State University, San Francisco, CA 94132, USA, 1998.
- [8] Uma, et al. Ecosystem reconstruction through 'taungya' plantations following commercial logging of a dry-mixed deciduous forest in Darjeeling Himalaya. *Forest Ecology and Management*, 1998,102:2~3,131~142.
- [9] 王伯荪,彭少麟.植被生态学.北京:中国环境科学出版社,1997.286~328.
- [10] 赖世登,丁贤忠,牛喜业.半干旱山区小流域退化生态系统重建与农业资源开发.自然资源学报,1997,12(3):263~268.
- [11] 包维楷,陈庆恒,刘照光.岷江上游山地生态系统的退化及其恢复与重建对策.长江流域资源与环境,1995,4(3):277~282.
- [12] 刘文耀,刘伦辉,邱学忠,等.云南南涧干热退化山地水份调蓄与植被恢复途径的试验研究.自然资源学报,1995,10(1):35~42.
- [13] 许再富,刘宏茂.热带雨林退化生态系统生物多样性消失与修复探讨.云南植物研究,1996,18(4):433~438.
- [14] 彭少麟.中国亚热带退化生态系统的恢复及其生态效应.应用与环境生物学报,1995,1(4):403~414.
- [15] 胡庭兴,何承海,杨冬生,等.三江流域低效林培育前景及改造措施研究.见:杨玉坡主编.长江上游(川江)防护林研究.北京:科学出版社,1993.294~304.
- [16] 工国龙,罗 韧.低效防护林改造技术试验研究.见:杨玉坡主编.长江上游(川江)防护林研究.北京:科学出版社,1993.306~328.
- [17] 潘开文,杨冬生,江 心.四川盆地马尾松低效防护林改造后林地侵蚀变化及其预测.土壤侵蚀及水土保持学报,

- 1995, 1(1): 48~53.
- [18] 潘开文, 杨冬生, 江心. 用马尔柯夫模型预测马尾松低效林改造恢复过程. 应用与环境生物学报, 1996, 2(1): 29~35.
- [19] 李贤伟, 胡庭兴, 杨冬生, 等. 攀西地区云南松低效林分结构及林分类型辨识. 四川农业大学学报, 1996, 14(2): 236~240.
- [20] 李贤伟, 胡庭兴, 张健, 等. 四川沱江流域低效防护林改造技术及植被恢复途径探讨. 新的农业科技革命战略与对策. 北京: 中国农业科技出版社, 1998, 725~731.
- [21] 李贤伟, 胡庭兴. 沱江流域低效防护林改造效益研究. 中国科协第三届青年学术年会四川卫星会议论文专辑. 成都: 四川科技出版社, 四川电子音像出版中心出版, 1998.
- [22] 王金锡, 许金铎, 侯广维, 等. 长江上游高山高原林区迹地生态与营林更新技术. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [23] 中国林学会编. 长江中上游防护林建设论文集. 北京: 中国林业出版社, 1991: 7, 68.
- [24] 叶永忠, 范志彬. 嵩山国家森林公园退化生态系统恢复与重建研究. 河南科学, 1995, 13(4): 349~354.
- [25] 章家恩, 徐琪. 退化生态系统的诊断特征及其评价指标体系. 长江流域资源与环境, 1999, (2): 215~219.
- [26] 刘国华, 傅伯杰, 陈利顶, 等. 中国生态退化的主要类型、特征及分布. 生态学报, 2000, 20(1): 13~15.
- [27] 罗承德, 张健, 刘继龙. 四川盆周山地杉木人工林衰退与铅毒害阈值的探讨. 林业科学, 2000, 36(1): 9~11.
- [28] 张健, 王国龙. 三江流域低效林类型划分及标准制定研究. 见: 杨玉坡主编. 长江上游(川江)防护林研究. 北京: 科学出版社, 1993: 282~291.
- [29] 马忠良, 宋朝枢, 张清华. 中国森林的变迁. 北京: 中国林业出版社, 1997, 87~102.
- [30] 刘波. 长江三峡库区及上游地区森林资源现状与林业生态体系建设对策. 四川林勘设计, 1998, (3): 34~39.
- [31] 林鹏编著. 植物群落学. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.