

DEGRADATION MECHANISM AND
ECOLOGICAL RESTORATION OF
EVERGREEN BROAD-LEAVED FOREST
ECOSYSTEM IN EAST CHINA

中国东部 常绿阔叶林生态系统 退化机制与生态恢复

宋永昌 陈小勇 等著



中国东部常绿阔叶林生态系统 退化机制与生态恢复

宋永昌 陈小勇 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

生态系统退化是当前人类面临的一个全球性环境问题,我国亚热带地区特有的常绿阔叶林生态系统退化也十分严重。本书对中国东部常绿阔叶林退化的类型、动因及退化机制进行了深入研究。主要内容包括:①常绿阔叶林生态系统结构受损退化类型中的植物群落、土壤动物群落、土壤微生物群落等的作用与响应、优势种更替,以及功能(物质生产、营养循环)的动态响应;②片断化引起的边缘效应、岛屿效应、小种群效应等在景观受损退化类型中的作用;③常绿阔叶林生态系统退化的评价模型及常绿阔叶林生态系统受损的生态阈值;④不同干扰条件下常绿阔叶林的定位恢复实验及恢复实践。

本书可供生态学、林学、农学、植物学、环境科学等专业的研究人员及高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国东部常绿阔叶林生态系统退化机制与生态恢复/宋永昌等著. —北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-018887-8

I. 中… II. 宋… III. 常绿阔叶林-生态系统-研究-中国 IV. S718.54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 057835 号

责任编辑:赵 峰 / 责任校对:张小霞

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳信达艺术印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 5 月第一次印刷 印张:32 1/2 插页:2

印数:1—1 500 字数:753 000

定价:98.00 元

如有印装质量问题,我社负责调换

前 言

“常绿阔叶林”虽不能说是我国特有，但它却是我国最具特色的森林生态系统。众所周知，地球上中纬度地区在副热带高压下沉气流和信风带背岸风的作用下，气候干旱少雨，大面积分布的是荒漠和半荒漠，唯有在东亚大陆，因海陆对比显著，形成特殊的温暖湿润的亚热带季风气候，常绿阔叶林正是在这种气候条件下孕育形成的。常绿阔叶林在日本中部和南部以及朝鲜半岛南部虽然也有分布，但在我国分布面积最大，类型最为多样，乃是东亚常绿阔叶林的主体。至于欧洲地中海沿岸、北美大西洋沿岸以及大洋洲、南美洲和非洲的局部地区分布的常绿阔叶林，不仅其形成的气候条件和区系背景不同于东亚的常绿阔叶林，而且在类型的复杂性以及分布的广泛性等方面都远逊于东亚常绿阔叶林。因此，对常绿阔叶林开展全面系统的研究，是中国植被工作者义不容辞的责任。在1991年出版的《中国生态学发展战略研究》一书中，作者们曾提出应对我国特有的植物群落类型进行深入研究，首先指出的就是亚热带常绿阔叶林（郑慧莹，1991）。但是由于“常绿阔叶林”在生态系统的复杂性方面不如热带雨林，在脆弱性方面又不及草原和荒漠，当人们寻求生物资源，并为生物多样性丧失而担心的时候，注意的重点自然是热带雨林；当人们为荒漠扩张、生态与环境恶化而忧伤的时候，更关注的乃是荒漠和草原。对孕育中华文明、滋养炎黄子孙和维护中华大地生态安全的常绿阔叶林却很少引起人们的关注。

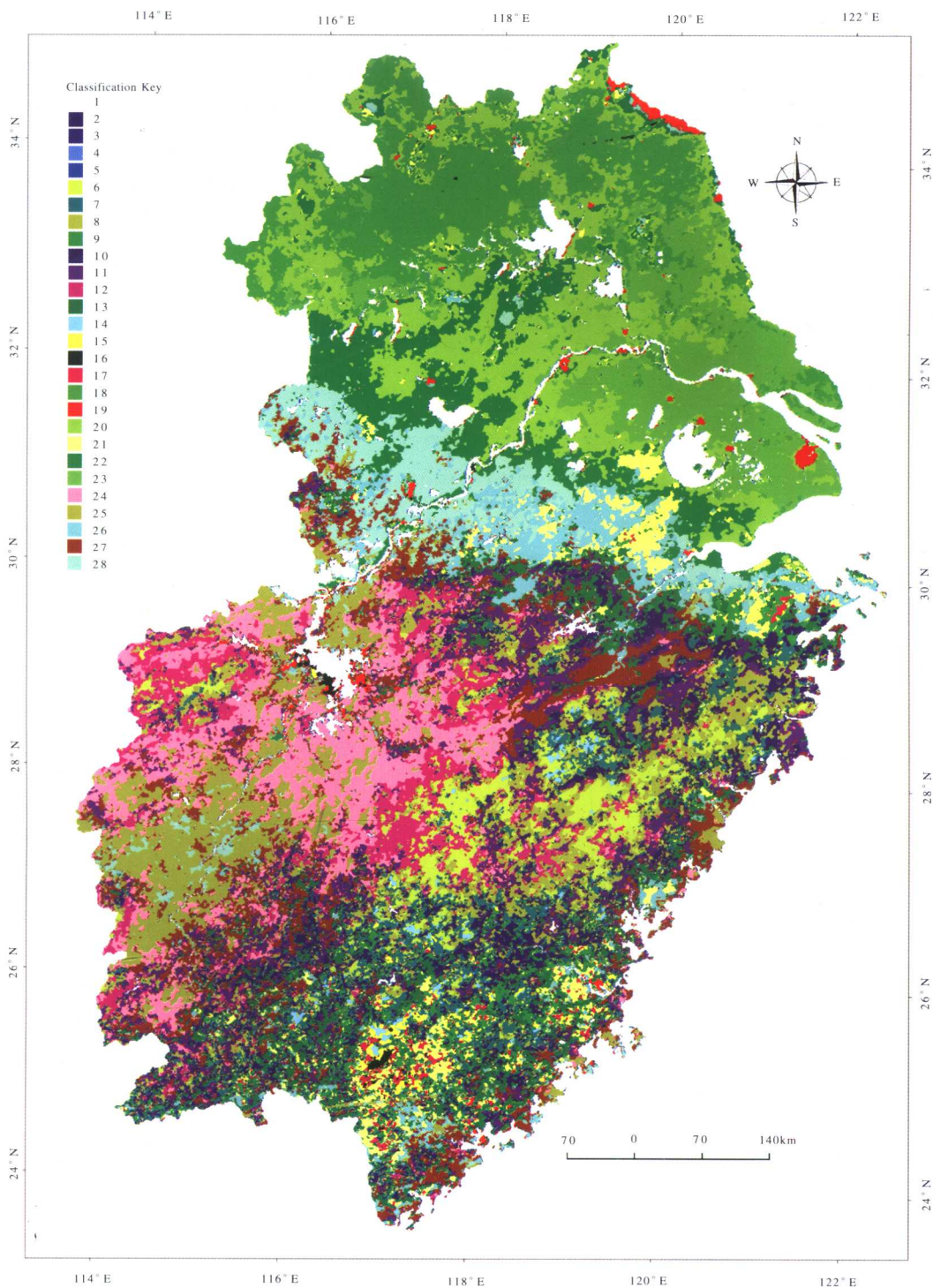
这里我们要感谢教育部博士点基金会以及国家自然科学基金委员会长期以来对我们研究常绿阔叶林方面的大力支持与帮助，自1985年以来，先后资助我们进行了“华东区常绿阔叶林生态系统的资源现状及其利用和保护对策”、“亚热带常绿阔叶林实验植物群落学研究”、“中国东部地区五百年来植被演变与环境变化的研究”、“青冈林适应生态学研究”、“中国东部和日本中西部常绿阔叶林比较研究”及一项重点基金——“受损常绿阔叶林生态系统退化机制的研究”（2002~2005年）。20年来我们的研究小组发表了百余篇论文，并于1995年出版了《浙江天童国家森林公园的植被和区系》一书，那是前10年的研究汇总。现在我们趁“受损常绿阔叶林生态系统退化机制的研究”项目完成之际，将这几年的研究成果整理成书，作为对一直关心我们工作的部门和同行的汇报和感谢。

全书分四篇共22章：第一篇总论，包含第1、2两章，讨论了“生态退化”概念的内涵和外延，阐述了“生态退化”与“逆行演替”间的异同，以及“生态退化”与“生态恢复”间的关系；把“生态退化”划分为结构受损退化和景观受损退化两种主要类型，并对常绿阔叶林退化的动因进行了分析和讨论，在此基础上介绍了“受损常绿阔叶林生态系统退化机制的研究”方案和研究地点的背景情况。第二篇是常绿阔叶林生态系统结构受损退化，包括第3章到第13章，这一部分主要研究了常绿阔叶林退化过程中

植物群落的变化；优势种的生理生态、生殖生态、种子散布与更新以及遗传组成；常绿阔叶林退化过程中土壤碳库与营养库及土壤与植物系统的相互作用；同时探讨了这一过程中土壤动物、土壤微生物、菌根以及昆虫的变化与作用。第三篇是常绿阔叶林生态系统景观受损的退化，亦即片断化造成的退化，包括第 14、15、16 章，首先是对中国东部常绿阔叶林片断化的现状进行了分析和评估；再以宁波天童、杭州及千岛湖三个地区为重点，研究了片断化对植物群落组成和更新以及种群遗传组成的影响。第四篇是常绿阔叶林生态系统退化的诊断与恢复实验，其中第 17 章是受损常绿阔叶林生态系统退化评价的指标与模型，第 18 章探讨了常绿阔叶林生态系统退化的生态阈值；第 19 章是常绿阔叶林生态系统干扰与恢复定位实验，第 20 章是浙江天童地区常绿阔叶林的生态恢复，第 21 章是城区裸地常绿阔叶林的快速重建第 22 章为全书的总结。

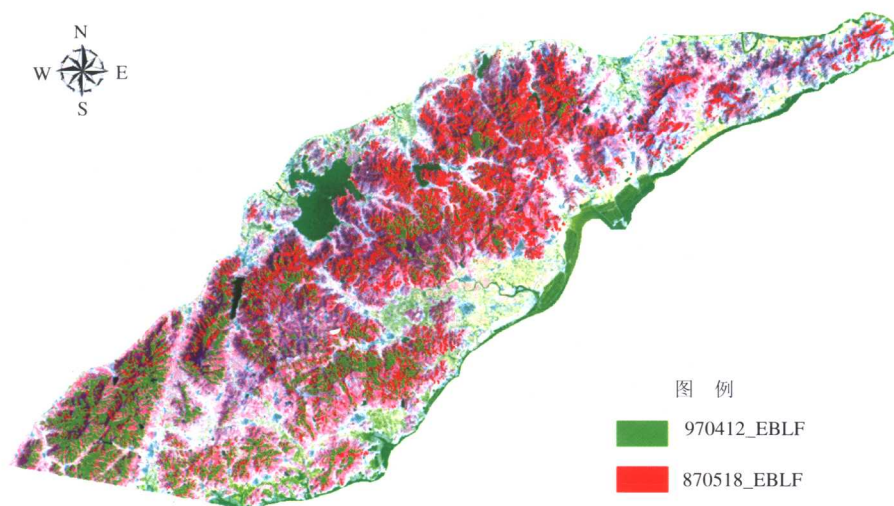
常绿阔叶林生态系统退化机制与生态恢复是一项综合性很强的研究，涉及学科范围很广，开展这样的研究我们既无经验，可供借鉴的成果也不多，相关研究只能在摸索中前进，虽然做了努力，但是研究尚不深入，关于机制研究只能说是开始，本书也只是一个阶段性工作的总结，希望引起读者对这一问题的关注。书中的不妥之处，敬请读者批评指正。

徐永昌
2006 年 7 月



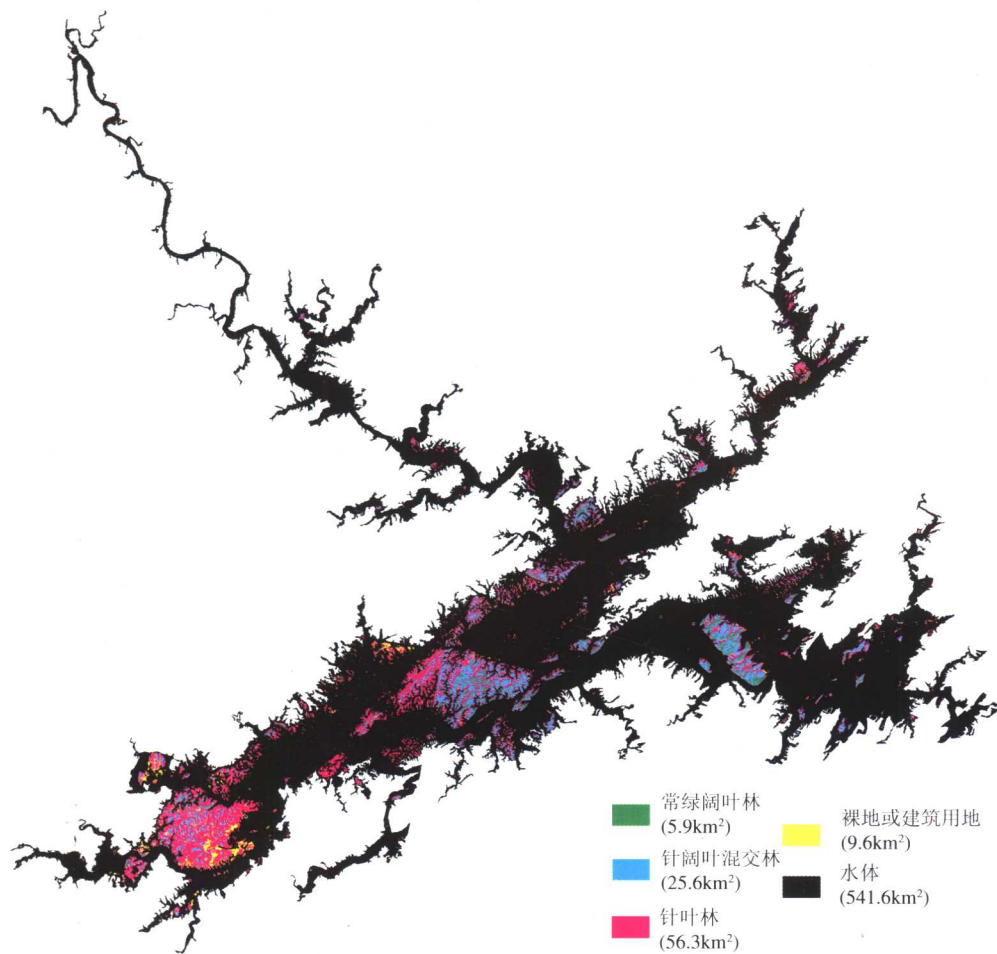
彩图 1 中国东部常绿阔叶林植被遥感分类图

Colour plate 1 Map of vegetation classification for evergreen broad-leaved forest with remote sensing data in East China



彩图 2 天童地区 1987~1997 年间常绿阔叶林景观片断化

Colour plate 2 Comparison of evergreen broad-leaved forest fragmentation in Tiantong area between 1987 to 1997



彩图 3 千岛湖土地利用现状遥感分类图

Colour plate 3 Map of land use types with remote sensing data in Qiandao Lake



彩图4 容器苗饱满的根系
Colour plate 4 The healthy roots of the
young plant in the container



彩图5 建造小地形与土壤改良
(2000年6月10日)
Colour plate 5 Making a brae and improving the
soil conditions (Jun. 10th, 2000)



彩图6 种植后铺设草帘(2000年6月11日)
Colour plate 6 Putting on the straw mat after
planting (Jun. 11th, 2000)



彩图7 种植5个月后的样板地
(2000年11月01日)
Colour plate 7 Near-nature forest after five-month
planting (Nov. 1st, 2000)



彩图 8 种植 2 年 10 个月后的样板地
(2002 年 04 月 11 日)

Colour plate 8 A near-nature forest after two-year
and ten-month planting (Apr. 11th, 2002)



彩图 9 种植 3 年 8 个月后的样板地
(2003 年 12 月 4 日)

Colour plate 9 A near-nature forest after three-
year and eight-month planting (Dec. 4th, 2003)



彩图 10 种植 4 年 2 个月后的样板地
(2004 年 8 月 23 日)

Colour plate 10 A near-nature forest after four-
year and two-month planting (Aug. 23th, 2004)



彩图 11 种植 5 年 10 个月后的样板地
(2006 年 4 月 19 日)

Colour plate 11 A near-nature forest after five-
year and ten-month planting (Apr. 19th, 2006)

目 录

前言

第一篇 总 论

第 1 章 绪论	3
1.1 引言	3
1.2 生态系统退化概念的内涵与外延	4
1.3 生态系统退化与生态恢复	5
1.4 常绿阔叶林生态系统退化研究方案	7
1.5 小结	18
参考文献	19
第 2 章 中国东部常绿阔叶林生态系统退化类型和动因	22
2.1 引言	22
2.2 中国东部常绿阔叶林现状	22
2.3 中国东部常绿阔叶林退化类型	25
2.4 中国东部常绿阔叶林生态系统退化动因分析	29
2.5 小结	33
参考文献	33

第二篇 常绿阔叶林生态系统结构受损退化

第 3 章 常绿阔叶林退化植物群落类型及其特征	39
3.1 引言	39
3.2 研究方法	39
3.3 受损常绿阔叶林退化植物群落类型	40
3.4 受损常绿阔叶林退化群落的区系组成	72
3.5 受损常绿阔叶林退化群落的物种多样性及其影响因素	77
3.6 受损常绿阔叶林退化群落的生活型谱特征	79
3.7 受损常绿阔叶林退化群落的功能型结构	81
3.8 小结与讨论	85
参考文献	86
第 4 章 常绿阔叶林退化过程中群落光环境与优势种生理生态特征	89
4.1 引言	89
4.2 研究方法	89
4.3 退化过程中群落内环境的变化	93

4.4 主要优势种的生理生态特性	101
4.5 小结与讨论	111
参考文献	113
第5章 常绿阔叶林优势种栲树的生殖生态	117
5.1 引言	117
5.2 研究地与研究方法	117
5.3 栲树的生植物候	119
5.4 栲树生殖成熟年龄大小与分布	122
5.5 栲树果实生长动态	124
5.6 小结与讨论	130
参考文献	134
第6章 常绿阔叶林优势种栲树种子散布与幼苗更新	139
6.1 引言	139
6.2 研究方法	140
6.3 栲树的种子散布	144
6.4 种子库	151
6.5 幼苗库	153
6.6 小结与讨论	159
参考文献	161
第7章 常绿阔叶林演替过程中栲树种群的遗传组成	165
7.1 引言	165
7.2 材料与方法	166
7.3 常绿阔叶林演替过程中栲树种群的遗传变化	169
7.4 不同演替阶段栲树种群的交配系统	170
7.5 小结与讨论	171
参考文献	173
第8章 常绿阔叶林退化过程中土壤的养分库	176
8.1 引言	176
8.2 研究方法	177
8.3 常绿阔叶林不同退化阶段土壤养分库和碳库动态	180
8.4 常绿阔叶林不同退化阶段土壤有机氮的矿化	184
8.5 小结与讨论	188
参考文献	192
第9章 常绿阔叶林退化过程中土壤与植物系统的相互作用	196
9.1 引言	196
9.2 研究方法	197
9.3 常绿阔叶林退化过程中凋落物的养分归还特征	202
9.4 常绿阔叶林退化过程中细根的养分归还特征	212

9.5 不同退化植物群落的 N/P 化学计量特征	217
9.6 常绿阔叶林退化过程中主要优势种的养分利用策略	221
9.7 小结与讨论	229
参考文献	231
第 10 章 常绿阔叶林退化过程中的土壤动物群落	238
10.1 引言	238
10.2 研究方法	239
10.3 常绿阔叶林退化过程中的土壤动物群落特征	242
10.4 环境因子的变化与土壤动物群落	259
10.5 土壤动物的分解功能及动态	261
10.6 小结与讨论	273
参考文献	279
第 11 章 常绿阔叶林退化过程中土壤微生物及酶活性	285
11.1 引言	285
11.2 研究方法	286
11.3 不同退化阶段群落中土壤微生物数量及其季节动态	287
11.4 不同退化阶段群落土壤微生物生理类群及其生化作用强度	291
11.5 不同退化阶段群落中土壤酶活性	294
11.6 结果与分析	298
参考文献	300
第 12 章 常绿阔叶林退化过程中的菌根	302
12.1 引言	302
12.2 研究方法	303
12.3 常绿阔叶林退化过程中主要优势种的菌根	305
12.4 常绿阔叶林退化过程中菌根的变化	308
12.5 小结与讨论	314
参考文献	315
第 13 章 常绿阔叶林昆虫类群及其对植物叶片的取食特性	319
13.1 引言	319
13.2 研究方法	320
13.3 常绿阔叶林及其退化群落的昆虫多样性和区系成分	322
13.4 常绿阔叶林不同退化阶段叶片虫食分析	324
13.5 小结与讨论	332
参考文献	333
 第三篇 常绿阔叶林生态系统景观受损的退化	
第 14 章 中国东部常绿阔叶林片断化的监测与评价	339
14.1 引言	339

14.2	材料与方法	339
14.3	中国东部常绿阔叶林景观格局	343
14.4	天童地区常绿阔叶林片断化	346
14.5	千岛湖区常绿阔叶林片断化	348
14.6	讨论与结论	350
	参考文献	352
第 15 章	常绿阔叶林片断化对植物群落组成和更新的影响	355
15.1	引言	355
15.2	材料与方法	356
15.3	常绿阔叶林片断化与植物群落组成	359
15.4	岛屿苦槠种群结构及其更新	361
15.5	讨论	364
	参考文献	367
第 16 章	常绿阔叶林片断化对红凉伞种群遗传组成的影响	371
16.1	引言	371
16.2	材料和方法	372
16.3	常绿阔叶林片断化对红凉伞种群遗传变异的影响	374
16.4	讨论	378
	参考文献	380
 第四篇 常绿阔叶林生态系统退化的诊断与恢复试验		
第 17 章	常绿阔叶林生态系统退化评价的指标与模型	385
17.1	引言	385
17.2	常绿阔叶林生态系统退化的基本特征	386
17.3	常绿阔叶林生态系统退化评价指标体系的构建	386
17.4	常绿阔叶林生态系统退化评价指标权重的确定	391
17.5	常绿阔叶林生态系统退化的评价模型	394
17.6	小结与讨论	396
	参考文献	397
第 18 章	常绿阔叶林生态系统受损生态阈值	401
18.1	引言	401
18.2	常绿阔叶林结构受损的生态阈值	402
18.3	常绿阔叶林景观受损的生态阈值	407
18.4	种群生存力分析	410
18.5	小结	412
	参考文献	413
第 19 章	常绿阔叶林生态系统干扰与恢复定位实验	416
19.1	引言	416

19.2	实验方案	417
19.3	样地背景调查	419
19.4	恢复两年间的生境变动	425
19.5	两年间植物群落的自然恢复	426
19.6	播种与移苗的人工恢复实验	438
19.7	小结与讨论	445
	参考文献	447
第 20 章	浙江天童地区常绿阔叶林的生态恢复	452
20.1	引言	452
20.2	天童地区次生马尾松林恢复为常绿阔叶林的实践	452
20.3	次生灌丛恢复为常绿阔叶林的试验	456
20.4	小结与讨论	458
	参考文献	459
第 21 章	城区裸地常绿阔叶林的快速重建	461
21.1	引言	461
21.2	人工裸地上“近自然型”常绿阔叶林的重建理论	462
21.3	上海常绿阔叶林快速生态恢复与重建	463
21.4	结语	466
	参考文献	467
第 22 章	总结	469
22.1	中国东部常绿阔叶林现状与退化特征	469
22.2	常绿阔叶林生态系统退化的动因和机制	470
22.3	常绿阔叶林生态系统退化的诊断与生态阈值	476
22.4	常绿阔叶林生态系统恢复策略与措施	477
	参考文献	478
附录一	天童国家森林公园木荷米槠林生物量	484
	参考文献	492
附录二	浙江天童昆虫名录	493

第一篇

总论

第1章 绪 论

1.1 引 言

由于人口不断增长和经济持续开发压力的增加,生态系统退化已成为当前人类面临的一个全球性环境问题。联合国千年宣言声称“全球有近 20 亿 hm^2 土地(相当于美国和加拿大面积的总和)承受着人类造成的退化,使得近 10 亿人口的生活陷入危机。每年还有 2000 万 hm^2 耕地不是退化到无法耕种,就是被城市扩张所侵吞”。非洲和亚洲 60% 的面积受到土地退化的影响,欧洲约为 11%,北美洲大约是 8%。土地退化已不再是地区性问题,而是全球性问题(UNEP, 2006)。

作为世界上最大的发展中国家,中国生态系统退化也十分严重,根据最近出版的《国家环境安全战略报告》(解振华, 2005),我国水土流失面积为 356 万 km^2 ,每年土壤流失总量高达 50 多亿吨,荒漠化土地面积达 267 万 km^2 ,每年增加 1 万多平方千米;20 世纪 90 年代,北方 12 省(自治区、直辖市)草原退化面积已扩大到该区草原面积的 50.24%,退化面积平均每年还以 200 万 hm^2 的速度增加,每年退化面积占草原总面积的 0.5%;林地面积虽有所增长,但质量却在下降,增加的主要是经济林和用材林,生态功能较好的原始天然林面积显著缩小,森林生态功能降低。这意味着 70% 以上的国土面积都处于生态退化的境地。退化生态系统的恢复已是当前我国生态研究的热点领域(彭少麟, 2004)。

自 20 世纪 90 年代起,国内一些单位先后开展受损生态系统退化和恢复的研究,内容涉及退化生态系统特点和分布(陈灵芝等, 1995; 刘国华等, 2000)、退化成因(汪诗平等, 1999)以及退化过程分析(王伟等, 2000)等,也有若干研究针对不同类型的生态系统退化,其中较多的是关于草场的退化(魏绍成等, 1986; 昭 and 斯图等, 1987; 杨利民等, 1996; 李永宏, 1988),少数是关于水域的退化(许木启等, 1998)。在热带、亚热带森林生态系统退化方面,余作岳和彭少麟(1996)进行了较为系统的研究,在植被严重破坏的地段上研究植被的恢复。总的看来,目前的研究多为理论探索,部分涉及具体类型的恢复实践,对于受损生态系统退化机制的研究尚不多见,而要有效地抑制生态退化,加速生态恢复,揭示退化机制是很重要的。

常绿阔叶林是我国湿润亚热带地区特有的森林生态系统,分布范围约为国土总面积的 1/4(吴征镒, 1980)。就其复杂性而言是仅次于热带雨林的一种生态系统类型,其中蕴藏着富饶的自然资源和丰富的生物多样性(中国生物多样性国情研究报告编写组, 1988)。这里保存有许多中国特有的孑遗植物,在组成常绿阔叶林的树种中,许多是珍贵木材来源,林中蕴藏着许多名贵的药材,以及多种多样的花卉,并且是众多动物的栖息场所;土壤中还有无数土壤动物和土壤微生物,因此,常绿阔叶林乃是地球上重要的