

热带森林生态系统 研究与管理

曾庆波 李意德 陈步峰 吴仲民 周光益 等著



中国林业出版社

热带森林生态系统 研究与管理

曾庆波 李意德 陈步峰 吴仲民 周光益 等著

中国林业出版社

内 容 简 介

本书是林业部“森林生态系统定位研究网络站”的系列研究成果之一,内容涉及热带森林生态系统的生物多样性、种群生态、群落生态、能量流、水分循环、养分循环、碳平衡、生物量和生产力、系统的动态变化、动物区系、大型真菌、森林效益评估等最新的研究成果,用大量的资料揭示了尖峰岭热带森林生态系统的结构与功能特征,并通过一些研究实例,对热带森林的经营管理进行了探讨。

本书可供从事林学、农学、生态学、自然资源及环境保护等有关教学和科技人员参考;书中所提供的数据也可作为政府有关部门制定森林和环境保护政策时的科学依据。

图书在版编目(CIP)数据

热带森林生态系统研究与管理/曾庆波等著. —北京:中国林业出版社, 1997. 3

ISBN 7-5038-1782-8

I. 热… I. 增… III. ①热带林-生态系-研究②热带林-生态系-管理 IV. S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 02952 号

中国林业出版社出版

(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

北京市卫顺印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1997 年 4 月第 1 版 1997 年 4 月第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 22

字数: 520 千字 印数: 1~1000 册

定价: 40.00 元

前 言

热带森林占全球森林面积的40%以上,其组成结构最为复杂,生物多样性高,是具有多功能、多价值的生态系统类型之一,又是维护生物圈生态平衡的重要支柱,已成为当前国际上研究热带森林对全球环境影响的热点之一。随着社会经济的飞速发展,热带森林面积日益缩小,生物物种大量灭绝,环境恶化,自然灾害不断加剧,严重地影响着人类的生存环境和社会经济发展。但是,人们对热带森林的研究较肤浅,对热带森林与环境之间的运转机制、相互作用规律及生态系统功能知之甚少。自60年代开始,一些国际重大项目,如国际生物学计划(IBP),人与生物圈计划(MAB)都把热带森林生态系统作为重要内容。80年代国际地球生物圈(IGBP)的全球变化研究计划,在陆地生态系统与大气相互作用研究中纳入了热带森林保护、热带森林生产力和演变,以及采伐后的影响等内容。1985年联合国粮农组织开发计划署和世界银行共同制定了全球热带森林行动计划(TFAP),得到许多国家支持。

我国热带森林资源不多,只限于海南、云南等部分地区,但它代表了世界热带森林与亚热带森林过渡特殊类型。因此,进一步系统地对我国热带森林生态系统进行研究,阐明热带森林生态系统和环境相互作用机理、规律及对全球环境的影响等是十分必要的,也是纳入全球热带森林行动计划的一部分。

尖峰岭热带林区地处我国热带北缘,气候属季风热带气候,是海南岛热带森林的典型代表。地带性森林植被为热带常绿季雨林,由于海拔梯度的变化而出现了明显的植被垂直带,根据海拔、林相、组成等特征,由低到高依次划分为7个主要植被类型,即滨海有刺灌丛、热带稀树草原、热带半落叶季雨林、热带常绿季雨林、热带北缘沟谷雨林、热带山地雨林和山顶苔藓矮林。我们的研究对象主要是热带半落叶季雨林、热带常绿季雨林和热带山地雨林3个类型。

1986年,经林业部批准,正式建立了尖峰岭热带森林生态系统定位研究站,成为林业部森林生态系统定位研究网络系统的11个定位站之一。对热带森林生态系统进行长期监测、定位研究并分析森林生长、生产力、生物量、森林结构、生物多样性、能量流、水分循环和营养循环等动态变化,人为干扰下的生态系统的变化规律;为环境、生物多样性保护,提高森林的多种效益和生物生产率提供理论依据,为全国森林政策制定并对研究全球环境变化提供重要资料。

“热带森林生态系统定位研究”自列入林业部重点研究课题以来,才得以对热带森林生态系统进行全面地系统定位研究,研究中主要采用林业部科学技术司编写的《森林生态系统定位研究方法》一书中的方法,但有些我们结合了热带森林的

特点,吸取了国际上的先进方法,对一些方法有所创新和改进,从而使研究在广度和深度方面有了进一步提高,主要有以下几个方面成果:

- (1)热带森林物种多样性;
- (2)热带森林植物种群生态;
- (3)热带森林群落生态;
- (4)热带森林生态系统能量流;
- (5)热带森林生态系统水分循环;
- (6)热带森林生态系统养分循环;
- (7)热带森林生物量与生产力;
- (8)热带森林碳平衡;
- (9)热带森林生态系统的经营管理;
- (10)热带森林动物区系与大型真菌;
- (11)热带森林的价值及效益评估。

尖峰岭热带森林生态系统定位研究站,是在老一代土壤学家卢俊培、植物学家黄全、生态学家蒋有绪等学者直接指导和帮助下开展研究工作的基础上逐渐完善起来的。1986年,正式成立定位站以来,得到了国家的支持和国内外有关单位、组织及专家的关怀、帮助,在此表示感谢!

本项研究和本书的出版,得到林业部刘效章、寇文正、王淑元、杨林梅、林升寿等领导、专家支持,深表谢意!感谢蒋有绪、马雪华、周晓峰、卢俊培、黄全等学者的指导!感谢中国林业科学研究院、中国林业科学研究院热带林业研究所(以下简称“中国林科院热林所”)和热林所尖峰岭试验站的各级领导的支持;感谢海南尖峰岭热带森林自然保护区、尖峰岭林业局和尖峰岭国家森林公园给予的热情帮助!

本项目由中国林科院热林所森林生态与环境研究室承担,海南省尖峰岭自然保护区为协作单位,华南濒危动物研究所参加了陆生脊椎动物生态学研究。主要研究人员如下:

中国林科院热林所:曾庆波(森林气象学、森林水文学、森林生态学),李意德(森林生态学、森林植物学),陈步峰(森林水文学、森林气候学),周光益(森林生态学、森林水文学),吴仲民(地球化学、森林土壤学),刘元福、顾茂彬、陈佩珍、陈芝卿(森林昆虫学),弓明钦(微生物学),全筱微(土壤动物学),邱坚锐、林明献(森林气候、森林水文学),杜志鹤(林学),林月娟(分析员),林尤洞(技术员);海南省尖峰岭省级自然保护区:张振才(林学);华南濒危动物研究所:徐龙辉(森林动物学)。参加野外工作的还有:邓美满、莫怡茂、陈焕强、蒋忠亮、廖燕厚等。

著 者

1996. 12

目 录

前 言

第一章 热带森林概况	(1)
第一节 世界热带森林的分布	(1)
第二节 中国热带森林概况	(5)
第二章 热带森林生物多样性	(10)
第一节 热带森林生物多样性及其保护意义	(10)
第二节 中国热带森林生物多样性	(11)
第三节 尖峰岭热带森林生物多样性的特点	(14)
第四节 尖峰岭热带森林植物种类多样性的测定和监测	(22)
第三章 热带森林植物种群生态	(27)
第一节 热带山地雨林主要种群的年龄结构	(27)
第二节 热带山地雨林种群生态位特征	(34)
第四章 热带森林群落生态	(42)
第一节 热带山地雨林的基本特征和分类	(42)
第二节 群落的最小取样面积	(44)
第三节 群落组成的植物属分布区类型	(50)
第四节 群落的数量特征	(51)
第五节 群落的演替动态初探	(61)
第五章 热带森林生态系统的能量流	(62)
第一节 概述	(62)
第二节 野外测定方法	(69)
第三节 海南植物及林木气候产量与光能利用率	(72)
第四节 热带山地雨林主要种类的热能值	(75)
第六章 热带森林生态系统的水分循环	(84)
第一节 概述	(84)
第二节 研究方法	(86)
第三节 降水及其再分配	(90)
第四节 径流特征	(94)
第五节 热带山地雨林生态系统水文动态特征	(100)
第六节 水量平衡	(109)
第七章 热带森林生态系统的养分循环	(112)
第一节 概述	(112)
第二节 研究方法	(112)

第三节	森林植被的化学特征	(116)
第四节	凋落物的化学特征	(122)
第五节	土壤的化学特征	(127)
第六节	热带森林生态系统养分库特征	(135)
第七节	热带山地雨林生态系统的水化学特征	(137)
第八节	热带山地雨林生态系统的水化学循环规律	(147)
第九节	热带山地雨林生态系统的水分生态效应——冠层淋溶及其动态规律	(157)
第十节	热带山地雨林生态系统的生物地球化学循环	(166)
第八章	热带森林的碳平衡	(172)
第一节	概述	(172)
第二节	林木、土壤和凋落物呼吸测定	(173)
第三节	热带森林生态系统 C 素库和动态变化过程	(181)
第四节	热带山地雨林生态系统 C 平衡的基本过程	(186)
第五节	人类活动对森林生态系统 C 素库的影响	(189)
第九章	热带森林生物量与生产力	(191)
第一节	海南岛热带森林的生物现存量	(191)
第二节	热带森林林木生物量估测方法比较及生物量估测模型	(200)
第三节	森林凋落物量及凋落物层贮量	(205)
第四节	森林群落生产力	(209)
第五节	昆虫食叶量	(212)
第十章	热带森林生态系统的经营管理	(222)
第一节	概述	(222)
第二节	人为干扰对热带森林生态系统的影响及生态学过程	(224)
第三节	热带原始林的保护与管理	(226)
第四节	采伐及营林生态工程	(230)
第十一章	陆生脊椎动物和土壤动物	(242)
第一节	尖峰岭地区陆生脊椎动物的区系特点	(242)
第二节	热带森林中动物之间及动植物之间的相互关系	(243)
第三节	热带森林的开发与陆生脊椎动物的区系演变	(245)
第四节	尖峰岭地区野生动物资源状况	(246)
第五节	尖峰岭地区的动物生态地理分布	(247)
第六节	土壤动物	(247)
第十二章	昆虫和蜘蛛	(251)
第一节	白蚁区系及生态分布	(251)
第二节	蚂蚁区系及生态分布	(254)
第三节	蝴蝶类昆虫	(258)
第四节	蛾类昆虫	(268)
第五节	蝗虫	(274)
第六节	蓟马	(275)

第七节 热带森林昆虫的某些特点及防治·····	(280)
第八节 热带森林有害昆虫的生物生态学记录·····	(283)
第九节 蜘蛛·····	(305)
第十三章 大型真菌·····	(314)
第一节 牛肝菌科·····	(314)
第二节 灵芝菌科·····	(318)
第十四章 热带森林的价值及效益评估·····	(323)
第一节 概述·····	(323)
第二节 中国热带森林对大气 CO ₂ 浓度影响的作用评估 ·····	(325)
参考文献·····	(333)

第一章 热带森林概况*

第一节 世界热带森林的分布

一、地理分布

世界热带森林以赤道为中心呈带状分布,并向南、北各延伸 $23^{\circ}30'$ 至南、北回归线,被赤道分割为不相等的两部分,北半球略较南半球多些。由于山脉和高原的存在,有制约作用的气候因子的不规则分布,雨林的分布带在几个地方被隔断了,其实热带森林南北界限并不是和纬度极限完全吻合。有些地方未达到地理上的热带,而另一些地方却超出了热带界线。如中国喜马拉雅山南侧河谷地带带有热带森林分布,纬度为 $28^{\circ}\sim 29^{\circ}$ (图 1—1)。

美洲雨林群系见于亚马孙盆地,西部扩展到安达斯山的低麓,东部止于圭亚那,中间被一些热带草原及落叶林隔开,向南到达格兰·查科 (Gran Chaco),北部沿着中美东边一直到墨西哥南部及安的列斯 (Antilles) 群岛,在南美洲西北部 (厄瓜多尔、哥伦比亚) 有一条狭窄的雨林带,由南纬 6° 到冬至线再出去一些,它是被广泛分布的落叶林把它和亚马雨林分隔开来。

非洲雨林群系位于刚果盆地,向西延伸到法属赤道非洲、加蓬和喀麦隆,从这里再向西为一狭长常绿林带,它与几内亚湾的海洋相平行,经尼日利亚及黄金海岸到利比里亚及法属几内亚。这一向西延伸的雨林带在西尼日利亚与东黄金海岸之间被一个干燥气候的区域向南直抵海岸而切断。在非洲东部雨林到了维多利亚湖,在立虎特 (Rift) 流域的东部找不到典型雨林,森林向南延伸至罗得西亚 (Rhodesia)。其余地方多为热带草原。至少在塞舌耳 (Seyehelles)、伦尼翁 (Rewnion)、毛里西亚 (Manritins) 及马达加斯加东岸等一部分地区雨林是原始的,但因砍伐而未保留下来。

亚洲热带雨林由斯里兰卡、印度的西部扩展至泰国、越南、菲律宾,同时经过马来半岛到伊里安,最大面积、最高大树木而且种类丰富是在马来半岛、苏门答腊附近岛屿与婆罗洲以及伊里安。而印度雨林面积并不大,只是局部地见于东、西喀拉。广延于东喜马拉雅的低地,喀西亚山地及阿萨姆。缅甸、泰国和越南雨林也是局部的发展,主要为季雨林 (Moonson forest)。在大洋洲,印度—马来热带雨林继续南行成带状分布于东海岸,又扩展到西太平洋各岛屿 (所罗门群岛、新赫布里底群岛、斐济、萨摩亚群岛)。上述地区是属于自然顶极群岛的雨林区。人类活动和社会经济发展,促进了资源开发利用,热带原始林实际占有面积迅速地减少,曾经一度是绿色海洋的森林带,现在已被破坏成孤立的、分开的块状,由于气候的变

* 本章第一节由曾庆波执笔,第二节由李意德执笔。

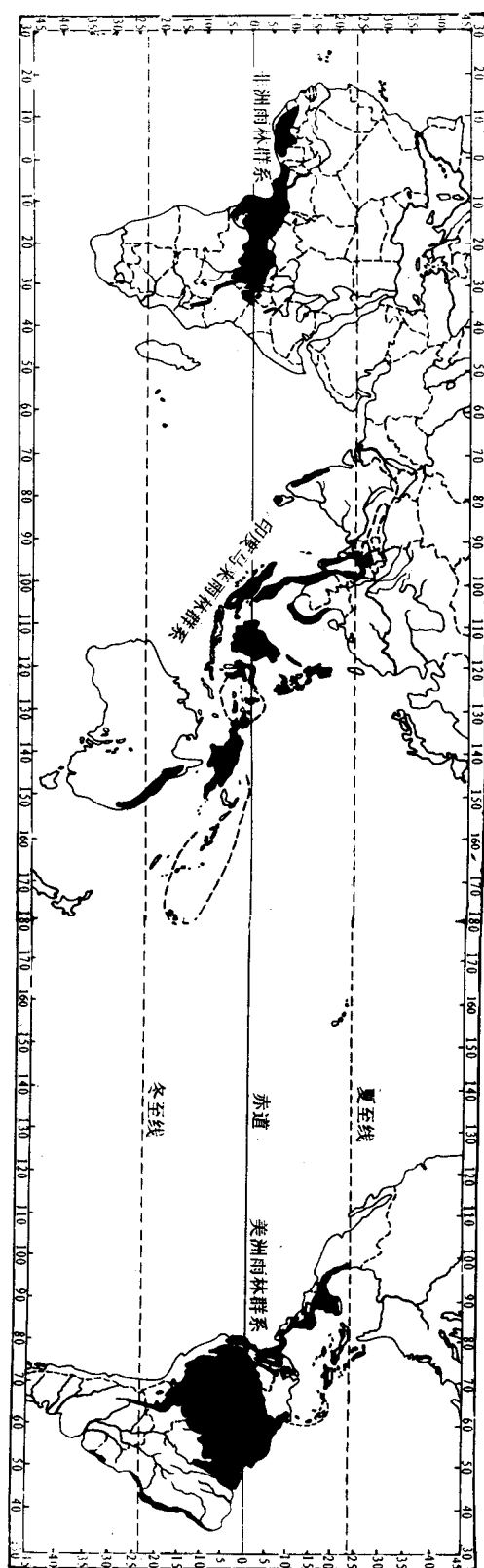


图 1—1 世界热带雨林分布示意图

化,在广大地区里,不可能像早些时候那样形成和原始雨林相似的森林,即气候顶极群落雨林区,而是季雨林区了。

二、热带森林的特点

1. 热带森林是在热带湿热、潮湿季风条件下形成的顶极群落,生态系统的所有生物组分(植物、动物、微生物)是长期共同发展共同进化的结果,只要环境条件不发生显著的变化,热带雨林、季雨林群落会稳定地生存下去(Whitmore, 1975)。因此热带森林是稳定性高的陆地生态系统类型。

2. 热带森林具有更有效的物质转化和能量流通过程,具有较高的生物生产力和整个系统的反馈调节能力或称自稳能力(homeostasis)。热带森林具有比其他陆地生态系统较高的生物生产力,主要是因为它有巨大的叶面积和较高的光合生产率,W. Larcher 很好地概括了不同主要植被类型的平均叶面积指数及其光合效率(表 1—1)。

表 1—1 不同植被类型的生产效率

植被类型	叶面积指数	光合效率(%)
热带雨林	10~11	1.50
落叶阔叶林	5~8	1.00
北方针叶林	9~11 (7~38)	0.75
草地	5~8	0.50
冻原	1~2	0.25
半干旱荒漠	1	0.04
农田	3~5	0.60

热带森林的生态位的多样性在系统中越高,则能流通道的多样性也越高,系统也越稳定。一个种的移出意味着生态位有空间,就立即减少通过此系统的能流,就会很快影响整个系统的结构和稳定性(Whittaker, 1975)。由于热带森林土壤养分的物质贮备相对较少,只能依靠速率调节(rate regulation)来维持热带森林生态系统的巨大生物量和整体自动平衡,是这个生态系统的特点。巨大的生物量的能贮备是维持生态系统持续平衡的基础,而物质循环的通畅是系统保存巨大能贮备的保障。D. E. Reichle 等详细说明了贮备与养分循环相互关系,仅举一例,不同的生态系统土壤周转时间,热带雨林为 26~41 年,落叶松林为 76~155 年,苔原为 340 年,泥炭沼泽为 526 年,林木丧失几乎失掉了系统赖以恢复的物质和能的基础,这也是热带森林生态系统稳定性高但弹性小,抵抗外力干扰能力弱的另一原因。

3. 从热带森林生态系统主要生物组分的生态对策分析,我们采用(May, 1975 和 Southwood, 1971)的对策,K—对策者的特征是具有稳定的生境,进化的方向是把它们的种群保持在平衡水平上和增加种间的竞争能力,K—对策者对于种群密度明显下降到平衡水平以下之后恢复就困难,它们就可能灭绝。r—对策基本上和 K—对策是对立的方向,解决种群密度变化大的问题。我们只举 K—对策方案。生态系统生物组分表现出:长的世代周期,相对体形大,低的散布,高的残存率、特别在繁殖阶段,低生殖力、高的亲本投资,常常是生活史上不止一次的繁殖,斗争型的种内竞争,在“自己”上和种间斗争的其他机制上高投资,食物和空间效率高,种群在负荷容量上很少过头,种群密度一代一代多少比较恒定,生境长久性、同一地点很多世代。

总之,热带森林生态系统具有高的持续性、惰性(mertia)又称惯性,但较低的可塑性(Plasticity),弹性(elasticity)和要求较大的保持稳定性的面积。

从而认识到热带森林生态系统确是陆地上最复杂、最精巧和稳定,又是生态脆弱的植被类型。因此,对它的管理、经营和开发利用需要极其谨慎地对待。

三、世界热带森林面积与年消失率

热带森林物种丰富,可提供珍贵木材和其他产品、为人类提供食物、工业原料,药物等新的资源,蕴藏的基因资源,一旦被开发,给人类带来的福利难以估量。长期以来,热带森林只被当作木材、燃料和作为开垦农地被吞噬掉。热带森林大面积减少带来物种的灭绝。

根据联合国粮农组织《1991年生产年鉴》资料,世界森林总面积为40.3亿 hm^2 ,热带森林为17.2亿 hm^2 ,占总面积的43%。表1—2给出了世界87个热带国家热带森林每年消失率为0.9%,其中拉丁美洲为0.9%,非洲为0.8%,而亚洲为1.2%。亚洲消失的最快,中国也是如此,消失率为1.3%,但从1991年以后中国政府为了保存热带森林着手停止热带原始林采伐,于1993年海南岛全面停止采伐天然林举措,我国云南也放慢了采伐速度,有些典型地方划归自然保护区。

世界地区按主要生态带区分,热带森林面积与消失率见表1—3。

雨林和湿润落叶林合占世界热带森林的3/4,为物种最丰富的地方,现在每年消失面积占世界热带森林总面积的2/3以上;热带干旱地区森林覆盖率本来就低,森林的继续消失,导致一些地方旱灾连年不断;热带高原山地森林生态系统脆弱,却以比热带森林平均消失率高出38%的速度灭亡。

世界上大面积毁灭热带森林造成的后果:

- (1) 切断了土著人在热带林区的生活出路,致使日益贫困。
- (2) 尚未识别的植物种将从地球消失。
- (3) 野生动物灭绝。
- (4) 不知名的食品、药、纤维等原材料的基因资源丧失,对人类社会产生巨大影响。
- (5) 减少植物蒸腾,减少降雨量和水的可利用率。
- (6) 加剧土壤的风蚀、水蚀,导致沙漠化。
- (7) 洪水期增加河流径流,造成洪水泛滥。
- (8) 向大气释放 CO_2 量增加,加剧温室效应。
- (9) 热带森林是地球上物种最丰富、最富有罕见组分生态系统类型,它的消失将造成科学价值的巨大损失,对人类的发展产生无法估量的影响。

表1—2 热带87国1981~1990年热带森林面积及消失率

地 区	国家数	土地总面积 (万 hm^2)	1980年森林 面积(万 hm^2)	1990年森林 面积(万 hm^2)	1981~1990森 林消失面积 (万 hm^2)	1981~1990 森林年平均 变化率(%)
热带地区总计	87	481570	188410	171390	1690	-0.9
拉丁美洲	32	167570	92300	83890	830	-0.9
亚 洲	15	89660	31080	27490	360	-1.2
非 洲	40	224340	65030	60010	500	-0.8

表 1-3 热带森林面积与消失率(按主要生态带区分)

森林植被类型	土地总面积 (万 hm^2)	1990 年森林		各类型森林 占比例(%)	1981~1990 年消失	
		面积 (万 hm^2)	占土地 总面积%		面积 (万 hm^2)	消失率 (%)
①热带森林总计	477830	175630	37	100	1540	0.8
②非森林带(沙漠)	59190	810	1	0.46	10	0.9
③森林带	418640	174820	42	99.54	1530	0.8
④低地植被型	348560	154390	44	87.9	1280	0.8
⑤雨林	94720	71830	76	40.9	460	0.6
⑥湿润落叶林	128920	58730	46	33.4	610	0.9
⑦干燥落叶林	70620	17860	25	10.2	180	0.9
⑧极端干燥带	54300	5970	11	3.4	30	0.5
⑨高地植被带	70080	20430	29	11.6	250	1.1
⑩湿润林	52800	17810	34	10.1	220	1.1
⑪干燥林	17280	2620	15	1.5	30	1.1

注:①=②+③;③=④+⑤;④=⑥+⑦+⑧;⑨=⑩+⑪。

四、热带人工林与持续经营

热带森林消失成为世界环境变化焦点之一,根据热带森林特点,一旦被破坏就很难恢复。营造热带人工林是恢复植被的重要途径之一。目前世界热带人工林营造面积仅占森林采伐面积的 1/10。人们实践发现,热带天然林生物量年平均净积累量海南岛天然林为 $6.2421 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ (李意德等,1992),与 Kira 等学者 1967 年计算的泰国雨林 [$6.4433 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$] 相近似,高于委内瑞拉的 Tierra firme 林 $4.383 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ (Jordan,1989),然而天然次生林生物量年平均净积累量为 $9.8658 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ (李意德等,1992),高出原始林 50% 以上。而热带人工林由于集约经营,多为纯林高出原始林 2~5 倍之多,如印度的 *Prosopis juliflora* 林为 $29.8 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$,桉树(*Eucalyptus tereticornus*)林为 $21 \sim 28 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ (Lugo 等,1988),巴西桉树林可达 $28 \sim 61.5 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$,一般桉树平均为 $12.016 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。因林业周期长,在热带地区,把热带森林转变为农业用地势头不减,如马来半岛商品生产能力最大的天然林,采伐后改种橡胶、油棕的经济收益为原来的 3 倍。从另一个角度考虑,在经营热带人工林过程中,对退化的雨林立地、草地、干旱平原,能变成永久性的高产人工林吗? 高产人工林只能在肥沃土地、雨水充足的地方,热带高地和湿润地方,人工林高产还取决于经营好坏。另一方面大多数热带人工林为单一树种,成功树种也不多,有柚木、辐射松、银合欢、南洋楹、塞楝、桉树、云南石梓等。其中有受病虫害危害,有的不适应环境产量低而失败。如何能持续经营? 目前世界上尚未有一个成熟的模式。我们从 1993 年接受了国际热带木材组织(ITTO)资助,在海南岛进行了《热带森林分类经营可持续利用示范的研究》,以原有的 30 年试验经验为基础,吸收其他国家的先进经验,提出试验新模式,森林资源可持续经营,必须发展一定数量的优质高产人工林,满足社会—经济发展对木材的大部分需求,形成林业经济的支柱性产业,即工业人工林,从而缓解木材需求及林业经济对天然林压力,并对原始林采取有目标的重点保护;对一般天然林实行兼顾生态效益和生物多样性保存及多功能长周期经营森林,从而形成分类经营的格局。

第二节 中国热带森林概况

中国的热带区域地处于热带亚洲的北缘,关于中国热带界线的划分自 50 年代以来就有深

入的讨论。根据《中国植被》(吴征镒主编,1983),我国的热带区域东起东经 123°附近的台湾省静浦以南,西至东经 86°的西藏南部亚东、聂拉木附近;北界大致位于北纬 21°~24°,在西藏东南部河谷的局部地段甚至可达北纬 28°~29°,由于不同的学者对我国热带界限的划分有差异,因此我国整个热带区域的陆地面积约 30 万~48 万 km²,约占国土面积的 3%~5%。

中国的热带森林主要有 3 个部分:一是东部过渡性热带季雨林雨林区,包括福建东南部、两广南部和台湾中南部;二是西部过渡性热带季雨林雨林区,包括云南南部和西藏南部的河谷地带;三是南部热带季雨林雨林区,包括海南岛及南海诸岛。目前我国热带天然林,仅分布于海南岛、云南南部(主要是西双版纳)地区,西藏东南部的河谷地带也有少量分布,其余地区已基本演变为次生植被和人工植被。

一、云南南部和西南部

云南热带森林主要分布在云南南部的热带地区,东起文山壮族苗族自治州的富宁,沿麻栗坡、马关,到红河州的屏边、金平、元阳、绿春,再到思茅地区的江城和西双版纳的景宏、勐海至思茅地区孟连、西盟一线以南;滇西南则为沧源、耿马和德宏傣族景颇族自治州的潞西、盈江一线以西南地区内,总面积约 6 万 km²。云南的热带森林是热带亚洲分布的最北缘,一般分布在海拔 800m 以下的河谷盆地四周,年平均降水量 1000~1600mm,年平均温度 19℃以上,80% 以上的雨量集中在 5~10 月(云南森林编辑委员会,1986;吴征镒等,1987)。

云南的热带森林属于热带雨林向热带季雨林的过渡类型,但仍属于热带雨林的范畴,这种森林本身已处于热带雨林的海拔和纬度的极限附近。在组成和森林结构上仍有典型的热带性质,在组成上,主要有桑科(Moraceae)、无患子科(Sapindaceae)、楝科(Meliaceae)、肉豆蔻科(Myristicaceae)、番荔枝科(Annonaceae)、藤黄科(Guttiferae)、远志科(Polygalaceae)、橄榄科(Burseraceae)、使君子科(Combretaceae)、梧桐科(Sterculiaceae)、榆科(Ulmaceae)、天料木科(Samydaceae)、龙脑香科(Dipterocarpaceae)、四数木科(Tetramelaceae)、苦木科(Simaroubaceae)等,林下灌木以茜草科(Rubiaceae)、芸香科(Rutaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)等为常见,草本植物则有姜科(Zingiberaceae)、竹芋科(Marantaceae)和蕨类植物。

根据对云南西双版纳热带森林植物区系的分析,热带成分占 80%以上,其中热带亚洲成分占 30.8%,泛热带成分占 23.3%,旧世界热带成分占 10.7%,热带亚洲至热带非洲成分占 7.3%,而温带成分只占 13.1%,地区特有成分占 0.9%。可见云南热带森林在植物区系方面的热带性质十分明显,由此组成的森林群落与泰国、缅甸、印度的森林较为相似,如箭毒木(*Antiaris toxicaria*)、麻楝(*Chukrasia tabularis*)、番龙眼(*Pometia tomentosa*)、四数木(*Tetrameles nudiflora*)、八宝树(*Duabanga grandiflora*)及肉豆蔻科的一些种类与缅甸同类型的森林共有。

云南森林植被类型从东到西大致可分为 3 大片:东部为半常绿季雨林和湿润雨林,以云南龙脑香、毛坡垒、隐翼为标志;中南部西双版纳为季节雨林和半常绿雨林,以箭毒木、番龙眼、望天树为标志;西南部为半常绿季雨林,以高山榕、麻楝为标志。

根据种类组成、群落结构特征和生境特点,云南的森林植被可分为 3 个植被亚型、9 个群系、15 个群落。

云南热带天然阔叶林面积 1975 年为 99.8 万 hm²,林木蓄积量达 1.36872 亿 m³(云南森

林编辑委员会,1986)。但经过10多年不合理的开发利用,至1990年,仅存热带天然林约60万 hm^2 ,其中以西双版纳为最多,达52.62万 hm^2 ,大多数现存的热带森林已划为自然保护区(云南林业调查规划院,1989)。

二、海南岛

海南岛地处我国南疆,是我国的第二大岛,地理位置介于北纬 $18^{\circ}09'$ ~ $20^{\circ}10'$,东经 $108^{\circ}03'$ ~ $111^{\circ}03'$,岛北部与大陆广东的雷州半岛隔海相望,全岛四面环海,海岸线长达1528km,总面积为33920 km^2 ,呈椭圆形,长轴向东北—西南方向伸延,以岛中部的五指山(海拔1867.1m)为中心,地势中高周低,逐渐形成山地、丘陵、台地、平原的不对称的环形地貌。海拔200m以下的平原、台地、丘陵占全岛总面积的70%,主要分布在岛的北部和东北部及沿海地区,200~500m的低山高丘占20.2%,500m以上的山地占9.8%(林业部林业区划办公室,1987)。

海南的热带森林在我国的雨林植被中是比较典型的,在中国植被自然地理中,称为“典型热带林带(热带雨林、季雨林带)”(中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,1988)。地带性植被为热带常绿季雨林(龙脑香林),但由于自然条件和海拔高度的变化,构成了一系列的森林植被垂直带谱,如在海南岛西部和西南部地区,向低海拔过渡到热带半落叶季雨林和稀树草原,向高海拔过渡到热带山地雨林和山顶苔藓矮林等类型,在海南岛的东南部地区,热带雨林的性质要比西部地区典型一些,我国许多学者将海南岛的龙脑香林和山地雨林森林广义地称为“热带雨林”(胡玉佳等,1992),而将低海拔(300m以下,特别是海南岛西部和西南部地区)的干旱性森林如热带半落叶季雨林类型称为热带季雨林。

海南岛热带森林植物区系非常复杂,种类繁多。据记载,海南岛有维管植物4200种以上,大部分属于热带成分,只在山区才有部分的亚热带成分和极少量温带成分,在海南岛的植物区系种,与华南共有的约70%,与越南共有的约60%,与菲律宾共有的约50%,与台湾共有的约45%(蒋有绪,1988)。除世界广布的禾本科(Gramineae)、莎草科(Cyperaceae)、菊科(Compositae)等外,以兰科(Orchidaceae)、蝶形花科(Papilionaceae)、茜草科(Rubiaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、樟科(Lauraceae)、萝藦科(Asclepiadaceae)、爵床科(Acanthaceae)、桑科(Moraceae)、壳斗科(Fagaceae)、番荔枝科(Annonaceae)、无患子科(Sapindaceae)、楝科(Meliaceae)、山矾科(Symplocaceae)、冬青科(Aquifoliaceae)、金缕梅科(Hamamelidaceae)等在种类组成和个体数量上占有一定的优势(胡玉佳等,1992)。热带亚洲森林典型科之一的龙脑香科在海南岛有2属4种,虽然种类不及云南多,但组成热带常绿季雨林主要是青梅(*Vatica* spp.),坡垒(*Hopea hainanensis*)在热带山地雨林中可分布到海拔850~900m,在一些地段青梅和无翼坡垒(*Hopea exalata*)可形成单优林(广东森林编辑委员会,1990)。海南岛有蕨类植物约400种,以热带成分为主,占80%以上,其中泛热带占12%,热带亚洲20%,以及热带美洲、大洋洲、非洲成分各约5%,世界性蕨类有12%,温带和亚热带高山成分不足5%。在海南岛现有的种子植物区系中,热带成分约88%以上,温带成分约10%,地区特有成分较少,不足1%。在热带成分中以热带亚洲成分为主,占36%,旧世界热带分布占22%,泛热带占21%,热带亚洲至大洋洲成分占13%,热带亚洲至热带美洲占7%,热带亚洲至热带非洲约占1%(王伯荪,1982)。在海南岛植物区系中影响大和占有重要地位的全是热带成分,温带成分只见于高海拔的山地,它们在个体数量上也不占明显的优势。

海南岛的森林变化是与其社会、经济的发展密切相连的。根据孢粉学的材料(司徒尚纪, 1987), 全岛在远古时代就为热带森林所覆盖, 公元前 111 年海南岛划入西汉王朝版图之前, 全岛的森林覆盖率为 90%; 甚至到本世纪 30 年代还能在乐东黄流镇附近的丘陵低山地区采集到鸡毛松(*Dacrycarpus imbricartus* Bl., 梁葵 65550 号)、香楠(*Machilus odoratissima* Ness, 梁葵 65458 号)、香桢楠(*M. fragrans* Kanch, 梁葵 65457 号)等热带雨林主要树种的标本。据研究, 海南岛热带森林的历史变迁大致可分为 3 个阶段: (1) 汉、唐时期, 热带森林的开发主要在沿海地区。在汉代, 汉人大举南迁海南岛, 并带来了先进的生产工具, 开荒耕种, 开始了对原始森林的干扰; 唐朝把环岛列入了开发范围, 这样更加剧了对热带森林的破坏。在这一时期, 海南岛的手工业和修造业有了较大的发展, 对木材特别是珍贵用材的需求剧增, 从而导致了沿海热带森林的消失。(2) 宋代时期, 南来的移民日益增多, 对土地的要求更甚, 人们不得不从沿海地区向中部山区扩展, 森林面积也越来越缩小, 加之当时五指山区的土著民族已经使用了金属工具, 另外商业贸易的兴旺发达, 海上交通繁荣, 对珍贵木材和藤条、南药等森林资源的需量增大, 这样更加快了对热带森林的干扰破坏, 同时沿海的红树林也作为利用对象而遭到了砍伐。(3) 明清时期, 为海南岛全面深入开发土地利用的时期, 森林已成为主要的开发对象, 除木材采伐、采藤和南药外, 沉香(白木香)的开采对热带森林的破坏也是相当严重的; 明代造船业的发展, 对珍贵用材的需求量大增; 另外, 战争对热带森林的毁坏也是这个时期的主要原因之一。

海南岛热带森林的近代变化始于日本侵华时代, 海南岛沦陷后, 日本军国主义者对海南岛热带森林资源进行疯狂的掠夺, 当时日本有 4 家大公司集中在崖县(现三亚市)、陵水、感恩(现东方县感城镇)、昌江等县大面积采伐热带原始森林, 据不完全统计, 在日军侵华前的 1933 年海南岛热带原始林覆盖率为 50%, 但到抗日战争胜利后的解放前夕, 森林覆盖率已下降至 35%。

解放后, 热带森林的变化主要由几个方面而引起的(李意德, 1995):

(1) 人口的剧增和社会经济的发展刺激了对林产品和林副产品的大量需要, 不科学地利用导致了对热带森林无休止的干扰和破坏。目前对林副产品如棕榈藤条的采收, 能采到的藤条很少有超过 3m 长的, 对一些珍贵用材树种的滥伐如青梅(*Vatica* spp.)、竹叶松(*Podocarpus nerriifolius* D. Don)、野荔枝(*Litchi chinensis* Sonn. var. *euspantanea* Hsue)、油丹(*Alseodaphne hainanense* Merr.)等也经常发生。

(2) 当地少数民族的传统耕作方式“刀耕火种”, 对热带森林的破坏相当严重, 在近年还有愈演愈烈的趋势。刀耕火种, 又称游耕农业, 是世界热带地区广泛使用的原始耕作方式。在海南岛游耕方式原只是当地少数民族盛行, 但随着人口的剧增, 外来人员也加入了游耕的行列。在尖峰岭游耕的海拔高度已升至 500~600m, 在霸王岭和通什番阳等地, 游耕的高度更甚, 达海拔 800m 以上, 有的地方已垦至山顶。游耕对森林生态系统产生的严重恶果, 已有研究报告(卢俊培等, 1987)。

(3) 毁林种植热带作物。解放后广东省人民政府从海南岛总面积中划给农垦部门发展橡胶等热带作物用地 80 万 hm^2 , 其中包括有林地 43.4 万 hm^2 , 占当时天然林的 50.3%, 在有林地上已垦种橡胶 36 万 hm^2 , 这些林地原大都是以龙脑香科植物青梅等为主要树种的热带低地雨林。

(4) 工业生产的发展, 对木材的需求量比历史上任何一个时期都大, 如造船厂、胶合板材厂等。海南岛解放后成立的 11 个森工企业存在着不合理的采伐方式, 比较适合海南岛热带森林

的“采育择伐”方式,由于需要高素质林业技术人员和采伐工人及实现这一技术的科学管理方法,在实施这一采伐方式的过程中,多形成了变样采育择伐,从而导致森林更新不良。

从公元前 111 年全岛森林覆盖率 90% 至 1933 年日军侵华的前夕森林覆盖率的 50%,在 2044 年间平均毁林面积和毁林率分别约为 663.8hm² 和 0.03%。近代对热带原始林的开发,一是从 1933~1950 年的 17 年间,该时间区段的原始森林的年平均毁林面积和毁林率分别为 28900hm² 和 2.00%;二是 1950~1990 年的 40 年间,主要由于人口的剧增、毁林植胶及森工企业的采伐等原因,导致全岛原始林面积的急剧下降,1990 年,全岛仅存原始森林 267000hm²,该时间区段的年平均毁林面积和毁林率分别为 23325hm² 和 3.69%。这两个时期的年平均毁林率分别为历史上的 67 倍和 123 倍。90 年代以后,海南省委省政府严格制定了森林保护政策,至 1993 年逐步停止了对所有热带森林的采伐利用,并对次生林实行封山育林措施,大力加强了自然保护区建设,毁林行为大为减少,据 1995 年卫星照片材料,热带原始林覆盖率降为 7.25%,即原始森林面积为 245920hm²,1990~1995 年间的年平均毁林面积和毁林率分别为 4216hm² 和 1.62%,毁林面积较前两个破坏严重的时期要小得多,毁林率也有所下降。近年来所毁坏的原始林主要是由小范围的“刀耕火种”的原始耕作方式而引起的。海南岛的热带森林变迁可用表 1—4 反映出来。

表 1—4 海南岛热带原始森林的变化

年 代	1933	1950	1955	1979	1985	1990	1995	年均 ^①	备 注
森林面积(万 hm ²)	169.2	120.0	86.3	40.5	30.1	26.7	24.6		
覆盖率(%)	49.9	35.4	25.7	12.0	8.9	7.9	7.3		
年均消减面积(万 hm ²)	—	2.89	6.74	1.91	1.73	0.68	0.42	2.33	以年代区段计算
年均消减率(%)	—	2.00	6.38	3.10	4.83	2.37	1.62	3.06	按复利式计算

注:①为 1933~1995 年 62 年间计算的平均值。

据 1992 年海南省天然森林资源二类清查材料,海南岛有热带天然林(含原始林和次生林) 513574hm²,覆盖率为 15.14%,森林蓄积量为 55189745m³(海南省林业勘测设计院提供材料),平均蓄积量为 107.5m³/hm²。1995 年海南林业勘测设计院进行抽查,有郁闭的热带天然林 587470.9hm²,比 1992 年的数据略有增加,天然林的覆盖率达 17.3%,这主要是近年来海南省委省政府加强对热带天然林的保护、实行封山育林而取得的成绩。但天然林中,原始林仍有减少的趋势,目前热带原始林仅占天然林总面积的约 42%,大部分为次生林,其林分质量较差,因此应加强管理和保护。