

海南岛尖峰岭热带林生态系统研究*

I. 热带北缘生物基因库 II. 生态系列研究

联合课题组

(中国林业科学研究院热带林业研究所、林业研究所)

摘 要

本文系1979—1986年采用本底调查、小区实验和定位观测等方法对海南岛尖峰岭热带林生态系统进行多学科综合研究的总报告。本报告共分7部分：世界热带北缘的丰富的生物基因库；生态系列研究；热带林水热状况；热带林物质循环；游耕农业生态后果；热带林采伐后的更新与演替。长期本底调查查明本区有植物1668种，隶属198科798属；已知昆虫26目4000余种，已知大型真菌260种。对由海滨至主峰的滨海有刺灌丛、稀树草原、半落叶季雨林、常绿季雨林、山地雨林，山顶苔藓矮林所构成的生态系列进行了组成、结构、土壤、林分生长等特征及其形成的自然地理环境进行了综合性比较研究。

关键词 海南岛尖峰岭；热带林；生态系列

世界自然资源保护大纲(1980)^[26]开宗明义指出：“地球是宇宙中唯一已知可维持生命的地方”，但人类活动正逐渐削弱着这个星球维持生命的能力。热带森林被大面积破坏是全球性生态平衡失调中极敏感的问题之一。它不仅造成人类最丰富的生物基因库的逐渐丧失、土壤严重侵蚀和贫瘠化、热带农业产量的不稳定和居民的生活贫困等现实灾难，而且将影响全球的CO₂、水和热的平衡，其长远的后果难以确切估计(J. S. Spear, 1979)^[27]。由于人类对热带林的多种价值性(Versatility)、生态脆弱性的无知是一个普遍问题，才导致今天的严峻局面。世界不少国家在国际“人与生物圈”计划推动下已全面开展了热带林生态系统的研究^[23-26]，以了解热带林生态系统对人类的价值和合理开发利用的途径。本课题也正是在这个背景下得到中国科学院自然科学基金委员会资助而开展的。其目的在于阐明海南岛尖峰岭热带林生态系统的结构和功能，人类活动(特别是刀耕火种)对它的影响，在了解其生产经营、

本文于1988年元月14日收到。

• 本项目为国家自然科学基金资助项目，参加各学科的主要研究人员有中国林科院热林所的卢俊培、黄全、曾庆波、陈芝卿、刘元福、康利华、弓明钦、李善洪、顾茂彬、王德祯、郑德璋、丁美华、利群、陈佩珍、黄世清等；林研所的蒋有绪、徐德应、马荣芳、张家城、王丽丽等。协作单位有广东省尖峰岭热带林保护站。
本报告执笔人为卢俊培、蒋有绪。

自然保护和科学研究价值的基础上提出保护和经营的对策。由于基金项目为时较短(1982—1986),因此本项多学科的综合调查观测、试验研究也是热林所在十多年来已有研究基础上的补充、深化和综合。1986年12月本项研究已通过全面评审,除本篇为总报告外,另完成各项论文50余篇(已发表32篇)及3个名录。

本研究包括本底调查、小区实验和定位观测三个组成部分。重点在于:1.对尖峰岭热带林区的特征从科学理论和经营实践意义上作出应有的评价;2.对基本生态系统类型所构成的系列进行综合比较研究;3.对半落叶季雨林进行游耕模拟实验及对照观测研究。研究方法简述如下:

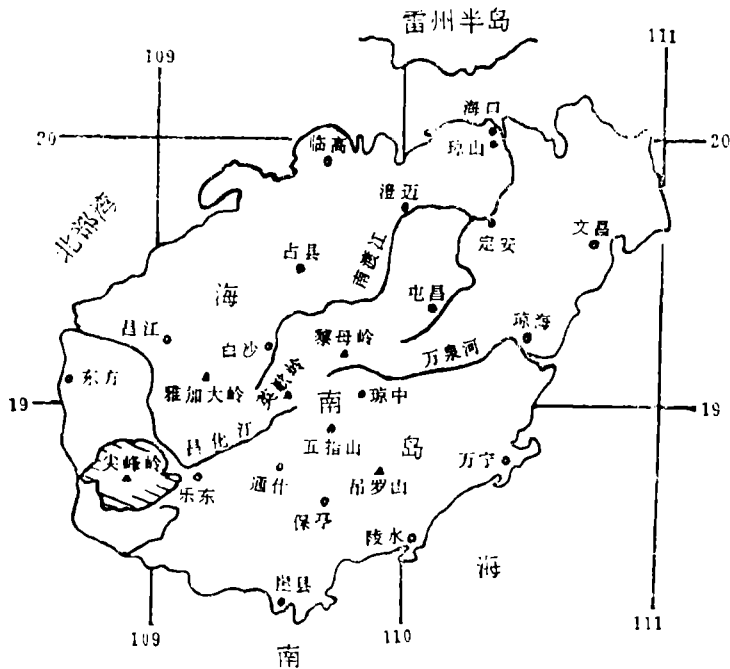


图1 海南岛尖峰岭位置(1:150万)

1. 本底调查 植被生态系列调查分别采用象限法和样方法^[9]。经分析确定最少样点数为:山顶苔藓矮林31点,热带山地雨林56点,热带常绿季雨林42点,热带半落叶季雨林30点。稀树草原及有刺灌丛采用样方法。在各群落中还采集了代表种的叶片形态解剖试样和木材标本。山地垂直气候带的气象观测是通过海拔68m和820m两个测站及邻近地区气象站多年观测资料为主控制,以代表性季节典型天气的多点平行观测为补充,结合植被系列应用回归分析方法估测区域气候特征及小气候变化规律。土壤本底调查在原有研究基础上补充典型剖面,配合小区实验进行水土流失调查。另有重点地2年定期取样进行土壤微生物区系分析。昆虫区系采用定点(不同植被带)、定期(不同季节)、多点(共9个分区15个点)、灯诱及网捕结合的流动调查法。蜘蛛调查方法类似,但只在山地雨林中进行。大型真菌则在原始林和采伐迹地中不定期调查采集。

2. 小区实验 为研究游耕农业的生态后果,在热带半落叶季雨林带内设置实验小区。砍除标地内全部林木,模拟当地居民游耕,以有林地为对照,观测耕垦期(1979—1981)、撩荒

期(1982—1983)的降水(雨量筒,林内6个)、地表径流(100m²径流场)、土层渗透(开放式托盘集水器,深度15、30、100cm)、土壤水分(烘干法与电导法,每月2次)、土壤肥力与CO₂(雨季前后取样,暗箱与暗管法,每月2次)、小气候变化(气温、土温、湿度、光照每月1次)、旱作物产量与生物量、凋落物量等测定。

3. 定位观测 分别在热带山地雨林及半落叶季雨林中进行,设立固定观测样地(点),进行林木生长与演替、凋落物量(10个样框,每月收集1次)、凋落物分解过程(尼龙网袋及网罩法,每季回收1次)、土层渗透水、降水、径流及蒸发散(7株样木的环形胶管截干流,辐射平衡一波文比法)、溪水等观测分析。

一、热带北缘生物基因库

尖峰岭林区位于海南岛的西南部。北纬18°23′13″—18°52′30″,东经108°46′04″—109°02′43″,总面积47227ha。以主峰尖峰岭(海拔高1412m)为中心,峰峦重叠,地势向东倾斜,东坡缓、西坡陡,经山前低山丘陵,滨海台地而抵海岸。热带季风气候,干湿季明显,年平均降雨量为1650mm。主要森林类型有热带常绿季雨林和热带山地雨林等基本类型,在沟谷深处受小地形影响偶有热带沟谷雨林,山顶有山顶苔藓矮林,沿西南台地边缘因受老挝干热风影响出现半落叶季雨林。本区共有28个林型,生物种类丰富,是我国位于世界热带北缘的重要生物基因库。根据多年的动态性本底调查(除鸟、兽外),就植物、昆虫、大型真菌、土壤微生物区系作以下简述:

(一) 植 物

野生高等植物共1668种,隶属于198科798属,其中475属为单种属,占总属数的59.5%,种的多样性十分明显^[6,7]。本次生态系列调查所及103科,240属356种,最多的属/种数有樟科10/26、茜草科14/22、大戟科14/19、壳斗科3/16、蝶形花科7/14、桃金娘科5/13、兰科8/10、桑科6/8、棕榈科6/8、番荔枝科4/8、杜英科1/8。高海拔以桃金娘科、樟科、壳斗科为主,低海拔以蕃荔枝科、大戟科、无患子科、蝶形花科等热带科属为主,典型的热带种属有青皮属(*Vatica*)、坡垒属(*Hopea*)等,在山地雨林中还掺有桦木属(*Betula*)、槭属(*Acer*)等山地、高纬区分布的树种。此外,在这些种中,有木质藤本和攀缘灌木177种,占种数的11.35%,也反映了森林的热带性。

从区系分析看,1375种种子植物中,分布区类型大致如下:泛热带4.15%,热带美洲和热带亚洲间断0.73%,旧世界热带2.91%,热带亚洲—热带大洋洲5.89%,热带亚洲—热带非洲1.89%,热带亚洲(印度—马来西亚)50.76%。以上热带区分布共66.33%。属于温带分布的共3.06%,包括北温带0.15%,旧世界温带0.29%,温带亚洲0.36%,地中海区域、西亚—中亚0.22%,东亚(喜马拉雅—日本)2.04%。其余30.61%为中国特有成分,其中海南岛特有种12.36%。

(二) 森林昆虫^[13-21]

尖峰岭林区昆虫种类极为丰富。调查结果共有26目4000余种,其中鳞翅目最多,占50%;鞘翅目、双翅目其次,占11—13%。鳞翅目中又以夜蛾、尺蛾、螟蛾三科的种类最多,占全目的69%,为优势科。据初步整理和鉴定的目科为例,直翅目蝗科、半翅目蝽科、缨翅目蓟马

及管蓟马科和鳞翅目夜蛾科等13科的总种数计:半落叶季雨林758种,常绿季雨林577种,山地雨林1140种,山顶苔藓矮林652种。半落叶季雨林以蝗科、蟋科为多,山地雨林则以缨翅目的蓟马科和管蓟马科以及鳞翅目的13个科为多。按区系成分计,大多属东洋区,其次属东洋区和旧北区共有,少数为东洋区及其他2—3个区共有的泛布种。以缨翅目蓟马和管蓟马科43种、半翅目蟋科46种及鳞翅目天蛾科45种为例,其区系组成如下:东洋区75种,东洋旧北区39种,东洋非洲区2种,东洋澳洲区3种,东洋新热带区1种,跨3—4个地理区的有14种。此外尚有若干地方特有种,如格纹艳蟋、黄角短颚蓟马、广东白肩天蛾、天涯锯尉、角胸叶甲等均为海南特有。还有猫尾木球象、菜豆树球象,国内仅发现于海南。蝶类之丰富仅次于台湾省,共330多种。另发现海南菊蝗、角胸叶甲等16种新种。

本区森林昆虫的种群特征还明显的反映在:(1)种类多、数量少。根据231次灯诱统计,在26科中,有58%的科虫口数不到10只,35%的科有11—40只,超过100只以上的占7%;平均最多虫口695只/种的只有燕蛾科。现以天蛾科为例,三年内共采到63种,相当于长白山同期的三倍,夜蛾科多达521种,虫口密度大的种群并不多。(2)世代多,不休眠,有滞育。由于长夏无冬,有利于各虫种繁殖,昆虫世代普遍较多,并世代重叠,各虫态随时可见。如柚木野螟、柚木弄蛾、楝梢斑螟,一年12代,铁刀木粉蝶多达15代。多数昆虫冬季不滞育,部分有冬季全滞育或部分滞育,前者如乌柏大蚕蛾、珊毒蛾等,后者如柚木野螟、绿翅绢野螟等。总的说来,作为消费者的食叶昆虫的消耗量与绿色植物的生产量保持平衡。

此外,蛛网蜘蛛目中的蜘蛛种类也不少,经初步整理,仅山地雨林中的蜘蛛,估计不下百余种,已鉴定的有8科13属23种,以纵条银鳞蛛等6种为优势种群。

(三) 大型真菌

尖峰岭热带林区中的大型真菌种类繁多^[22],已鉴定的有260种,隶属于2纲9目22科75属,其中食用菌有4目13科32属55种,药用菌7目15科23属32种。按分类系统计,94.35%属担子菌纲,5.65%属子囊菌纲。担子菌纲中以多孔菌及伞菌目为主。多孔菌科就有23属121种,占已知总种数的48.79%,常见的种有竹荪、鸡枞菌、裂褶菌、红栓菌、灵芝等。尤其是灵芝,我国共有66种,尖峰岭就有49种,其中热带灵芝、紫芝等为优势种。

尖峰岭林区的大型真菌与生态环境关系十分密切,反映在空间分布上,半落叶季雨林带多热带灵芝、墨汁鬼伞、白珊瑚菌;山地雨林及常绿季雨林多灵芝属、假芝属、栓菌属、斗菇属、侧耳及云芝属等;潮湿的沟谷密林中则多毒伞属红菇、丛枝菌及长根菇菌属。还有一些分布广泛的种,如木耳、毛木耳、裂褶菌等。伐后2—4年的采伐迹地较之林地具更多的大型真菌。在时间上,大型真菌多在雨季初期爆发性出现,有肉质伞菌、牛肝菌、木耳,雨季中后期出现的多为革质伞菌和多孔菌,旱季出现极少。

(四) 土壤微生物^[12]

土壤微生物是生态系统内生物种群中的分解者,也是森林土壤亚系统中重要的土壤生物学性状,对系统内的物质循环和分解速度具有特殊的重要作用。尖峰岭热带林土壤中的微生物区系特点是:(1)微生物的数量以热带山地雨林最多,每克土中多达28,000多个,两类季雨林相近,只有2,300多个,但比温带长白山林区丰富;(2)微生物的类群组成,以细菌占绝对优势,占总数的98%,其次是放线菌<2%,最少是真菌,不到0.3%;(3)细菌组成方面,无论是固氮菌还是芽孢杆菌的数量,在常绿季雨林黄红色砖红壤中都介于半落叶季雨林褐

色砖红壤与山地雨林砖红壤性黄壤之间,褐色砖红壤中固氮菌最多,砖红壤性黄壤中芽孢杆菌最多,说明前者的氮素积累力强,后者的氨化细菌活跃,有机N分解强,这与土壤的含N水平及C/N比值状况是一致的;(4)微生物的季节变化,反映了不同的生态节律。真菌和放线菌的季节变化,三个森林植被类型都是旱季>雨季和低温季节,这与凋落物的凋落节律相吻合;细菌的变化则是雨季、低温季节的数量多于旱季。热带半落叶季雨林尤为明显。固氮菌和芽孢杆菌则以旱季最活跃,雨季次之,低温季最少。但半落叶季雨林例外,固氮菌的活动是雨季>旱季>低温季,芽孢杆菌则是旱季>低温季>雨季。分解者的活动与水热状况等变化,是十分吻合的。

二、生态系列研究

生态系列研究是对气候、土壤等生态因子和生物群落的梯度变化的研究方法。本项目采用了以多学科对尖峰岭地区的生态系统的梯度系列进行了综合性比较分析研究。生态系列,即植被—土壤的生态系列,反映了生物群落对气候、土壤等生态环境综合体在时空上长期适应和协同进化的结果。尖峰岭地区由海滨向主峰形成了如下生态系列:滨海热带有刺灌丛(海拔<30m)—热带稀树草原(<80m)—热带半落叶季雨林(80—400m)—热带常绿季雨林(300—700m)—热带山地雨林(700—1100m)—山顶苔藓矮林(1100—1412m)^[6]。这个热带植被生态系列与东南亚典型系列不完全相同:(1)地处热带北缘并受热带季风制约,不存在赤道热带低地雨林类型;(2)旱季受老挝风影响,湿季又位于东南季风的雨影区,因而由滨海有刺灌丛和稀树草原类型开始,并存在热带半落叶季雨林,而且在短的水平距离内向山区腹地过渡,植被变化明显;(3)因距海近,受海风,坡度陡,土层薄,土壤强酸性和生理性贫瘠等条件影响,即受“Massonerhebung效应”影响,与其他热带区比较,所以山顶苔藓矮林才出现在较低的海拔。在经济意义上看,海南岛西南部滨海干热台地稀树草原虽然生境较恶劣,但土地资源丰富,可供耐旱热带农业开发利用,山麓热带半落叶季雨林为游耕对象,人类活动频繁,热带常绿季雨林和山地雨林为热带林主要类型,有重要经营和保护价值,山顶苔藓矮林则有重要水土保持等防护效能。因此,无论从科学价值和经营价值来看,探讨此生态系列的内在规律及特点是十分有意义的。

(一) 生态系列形成的自然地理环境

这一生态系列的形成有其地质、气候和土壤等背景。

1. 风化壳的垂直带结构^[1,2,3] 高海拔为很多的粉色及灰白色长石大晶粒似斑状花岗岩碎屑—硅铝质风化壳,黑云母花岗岩碎屑—硅铝质型风化壳;海拔稍低处,东部有轻度变质的红色岩系碎屑—硅铝质风化壳分布;西部有花岗岩—硅铝粘土型风化壳;以上均属弱酸性风化壳。海拔100—500m的低山高丘为黑云母花岗岩和花岗闪长岩碎屑—硅铝(铁)质型风化壳,属弱酸性—近中性;前山带堆积有坡积洪积物,受海侵影响,部分覆有浅海沉积物。滨海阶地则为更新统(Q₁—Q₂)的滨海相砂质沉积物;砂堤—泻湖—海滩则为全新统(Q₃—Q₄)的冲积海积物;两者均属中性硅铝质风化壳。

2. 气候垂直变化^[10,11] 由山麓(海拔68m)及天池(海拔820m)两个气象观测站测得主要气象要素见表1。

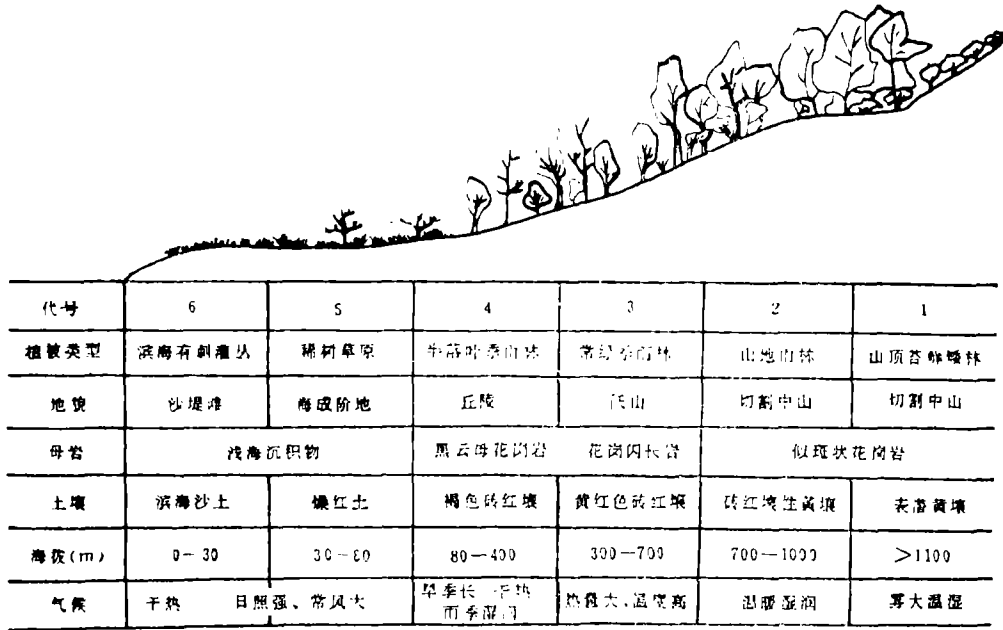


图2 海南岛尖峰岭生态系列形成的环境图解

年平均气温——递减 年降水量——增加 水热系数——增加 土壤湿度、酸度——增加
 有机质分解——变慢 腐殖质、氮含量——增加 交换盐基含量——减少

表1 尖峰岭两气象站主要气象要素

站名	海拔(m)	年平均温(°C)	1月平均温(°C)	≥10°C积温(°C)	年降水(mm)	年蒸发(mm)	年平均相对湿度(%)
山麓	68	24.5	19.4	8911	1650	1884	80
天池	820	19.7	15.1	6820	2651	1303.7	88

表2 各生态系统类型气候要素简表

气象要素	滨海有刺灌丛		热带季雨林		山地雨林	山顶苔藓矮林
	稀树草原	稀树草原	半落叶季雨林	常绿季雨林		
年平均气温(°C)	25.0	25.0	21.0	22.0	19.0	17.0
年总辐射(万卡/cm ² ·a)	13.4	13.4	13.0	12.0	11.0	10.0
≥10°C年积温(°C)	9100.0	9100.0	8680.0	7900.0	6820.0	6000.0
1月平均气温(°C)	20.0	20.0	19.0	17.0	15.0	13.0
年降水量(mm)	1300	1300	1700	2000	3000	3500
5—10月降雨量(mm)	1100	1100	1300	1500	2300	2600
年降雨日数(天)	128	128	156	170	180	180
水热系数*	1.4	1.4	1.9	2.0	4.0	4.8

* 水热系数的等级划分: <1.5为干旱—半干旱; 1.6—1.9为微湿; 2.0—3.0为湿润; >3.0为极湿。

山地垂直气候据邻近7个站资料,用插入法及短期辅助观测6个不同海拔高度的测值计算。各植被带的气候要素特征描述见表2。

3. 土壤垂直带变化 本区地带性土壤为砖红壤土类的褐色砖红壤和黄红色砖红壤,其

成土母岩为花岗闪长岩和黑云母花岗岩；相应的植被类型为热带季雨林的半落叶季雨林和常绿季雨林。随地貌和生物气候的垂直带差异，尖峰岭地区的土壤生态系列为滨海砂土(5)—燥红土(4)—褐色砖红壤(3₂)—黄红色砖红壤(3₁)—黄色赤红壤或砖红壤性黄壤(2)—黄壤(1₃)—表潜黄壤(1₂)及黄壤性土(1₁)。各土壤类型与水热条件的发生学关系示意图 3。

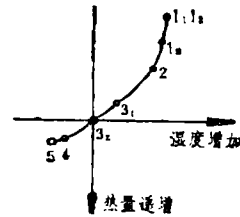


图3 尖峰岭地区土壤类型关联示意图

(二) 生态系列综合特征的比较研究

现将多学科综合研究的成果简要归纳为表 3 (文字描述从略)^[6,8,12-22]。

各群落类型的植物区系特征除可从表 3 中“各科植物种数”栏目看出其过渡性质外，还可从图 4 中看出各类型固有种和共有种的相互间关联程度。

从生态系列 57 种的 63 株植物叶片生态解剖分析来看，滨海刺灌丛的植物属旱生型及少数

群落类型	1						
山顶苔藓矮林	83	2					
热带山地雨林	39	167	3				
热带常绿季雨林	12	31	83	4			
热带半落叶季雨林	5	6	17	74	5		
稀树草原	2	0	2	6	32	6	
滨海有刺灌丛	0	0	1	6	6	35	

图 4 各群落类型固有种与共有种

贮水组织发育的真旱生型，半落叶季雨林也属旱生型。常绿季雨林除旱生型外，还有许多旱生中生型。山地雨林和山顶苔藓矮林则以中生和旱生中生型为主，也有若干旱生型树种。其主要植物叶片解剖特征平均值如表 4，反映了其所在生境的差异，而旱生型种渗透在生态系列的各个类型中，则反映了海南岛尖峰岭热带北缘季风气候干旱变性的气候特征。同一树种的解剖学特征在生态系列中的不同群落中也有较大差异，如大沙叶

(*Aporosa chinensis*) 在半落叶季雨林中，其叶片厚度及下表皮气孔数都比常绿季雨林中的大，而叶片含水量、叶面积及角质层则相反，这一事实反映了种内个体随生境变异的适应性。

从林木生长特征分析，据 224 块样地 (82.385ha) 64 种 65 株解析木的研究结果表明，82% 以上的树种的树高年平均生长量介于 0.2—0.5m，胸径年平均生长量介于 0.2—0.5cm，称为中生类型；14% 的树种其树高和胸径平均生长量低于 0.2m、0.2cm，为慢生树种；只有 3% 的树种高于 0.5m、0.5cm，为速生树种。中生树种生长过程的数学模型初拟如下：

年龄与树高、胸径、材积的关系：

$$H = -0.92499 + 0.31053A - 8.28 \times 10^{-4}A^2 \quad r = 0.992$$

$$D = -0.93787 + 0.24653A + 4.622 \times 10^{-5}A^2 \quad r = 0.999$$

$$V = 2.16285 \times 10^{-9}A^{2.83038} \quad r = 0.996$$

胸径与树高、材积的关系：

$$H = 0.45526 + 1.21345D - 1.37987 \times 10^{-2}D^2 \quad r = 0.988$$

$$V = 1.80984 \times 10^{-4}D^{2.41780} \quad r = 0.999$$

据回归估测，80% 以上树种树龄 180 年时，生长指标为：树高 28m，胸径 44cm，材积 0.9m³，可考虑作为主伐年龄，真正的数量成熟龄，目前尚难确定。热带林木的生长特征受制于其生

表3 生态系列综合特征

生态系统类型		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	热带山地雨林	山顶苔藓矮林	
代号		6	5	4	3	2	1	
植 物	形态结构	草本层为主	乔木层稀疏, 灌木、草本为主	乔木层为主, 2层, 板根不明显, 茎花多, 附生少, 偶见	乔木3亚层, 高大, 层间植物发育, 板根明显, 藤本较多, 附生少。	乔木4亚层, 高大, 层间植物发育, 藤本、茎花及附生植物丰富, 板根明显。	乔木层矮, 2亚层, 藤本偶有, 附生较多, 枝干多苔藓	
	群 落	种 属 指 数	32科 30属 35	19科 30属 32	39科 66属 74	44科 69属 83	68科 123属 167	41科 64属 83
学 特	生 活 型 谱	肉 质	2.91	0	0	0	0	0
		附 生	2.94	0	2.80	1.20	5.39	1.27
		藤 本	11.76	0	18.30	21.69	13.77	5.06
		大 高	0	3.45	0	1.20	18.00	0
		中 高	0	10.30	7.00	28.92	44.91	29.11
		小 高	0	34.48	36.60	39.78	33.95	24.05
特 征	叶 型 (%)	矮 高	50.00	37.93	33.50	7.23	9.58	36.71
		地 面	32.35	50.00	1.40	0	0.60	3.80
土 壤 亚 生 态 系 统 特 征	表 土	鳞 叶	6.00	0	0	0	0.66	1.40
		微 叶	21.21	0	0	0	0.60	0
		小 叶	48.40	32.14	25.40	13.41	16.71	26.09
		中 叶	21.20	50.00	62.00	69.50	70.70	66.70
		大 叶	3.00	17.90	12.60	19.60	12.00	5.80
土 壤 亚 生 态 系 统 特 征	底 土	巨 叶	0	0	0	2.44	0	0
		表 土	淡黄色砂土	暗灰色, 砂壤	$\Lambda_0 < 1\text{cm}$ 褐色, 中壤	$\Lambda_0 < 2\text{cm}$ 灰褐色, 中壤	$\Lambda_0 < 3\text{cm}$ 暗灰色, 中壤	$\Lambda_0 0.5-1.5\text{cm}$ 毡状灰色, 轻壤
土 壤 亚 生 态 系 统 特 征	心 土	砂 土	褐棕—红棕色, 砂壤	暗红—棕红, 重壤, 核块状	黄红色, 壤土	黄棕—黄色, 壤土	浅黄, 上部锈黄, 中壤	
		底 土	砂 土	砂 土	红黄色, 砾质重壤—粘土	夹网纹层石质壤土	石质壤土	浅黄砾质轻壤土
土 壤 亚 生 态 系 统 特 征	成 土 特 征	C/N 低	R ₂ O ₃ 少 SiO ₂ 富 C/N低	R ₂ O ₃ 富积 SiO ₂ 淋失 C/N较低	R ₂ O ₃ 富积 SiO ₂ 淋失 C/N较低	R ₂ O ₃ 不多 SiO ₂ 相对较多 C/N中等	表土Fe ⁺⁺ 聚积 心土R ₂ O ₃ 多 C/N高	
		肥 力 特 点	发育浅少 肥 缺 水	质地粗, 代换量低, 少肥缺水, pH中性	风化层薄, 土层中厚, 代换量及养分含量较高, pH近中性, 季节性缺水	风化层薄, 土层尚厚, 肥分中等, pH弱酸性, 缺水期较短	风化层及土层深厚, 盐基不饱, pH酸性, 土层丰水	风化层土层均薄, 盐基极不饱, pH酸性, 土层滞水
土 壤 亚 生 态 系 统 特 征	土 壤 微 生 物 (万个/克土)	细 菌		2305.60 (98.36)	2374.00 (99.55)	28200.80 (99.89)		

续表 3

土壤亚生态系统特征	生态系统类型	滨海有刺灌丛	热带稀树草原	热带半落叶林	热带常绿林	热带山地雨林	山顶苔藓矮林
	代 号	6	5	4	3	2	1
土壤微生物 (万个/克土)	放 线 菌			32.77	6.43	28.47	
	真 菌			5.69	4.28	1.04	
	总 数			2344.06	2384.71	28230.31	
水量平衡的各分量占降水率 (%)	茎 流 量			3.00		3—5	
	截 留 量			29.00		37	
	地表径流量			0.69		0.3	
	渗 透 量			4.20		5	
	土层持水量			17.40		19	
	蒸 散 量			44.33		35	
	叶 质 (%)	膜 质	0	0	0	0	0.6
	纸 质	19.3	53.6	47.2	42.2	43.2	27.8
	草 质	48.4	39.3	51.4	56.6	54.4	63.4
	厚 草 质	32.3	7.1	1.4	1.2	1.3	8.8
植物区系组成特征	莎草科	11.4					
	芸香科	11.8					
	菊科	8.8	12.5				
	漆科		6.3				
	含羞草科		6.3				
	早熟禾科		9.4				
	桑科		6.3	4.1			
	蝶形花科		12.5	5.4			
	无患子科			4.1			
	大戟科	8.8		13.5	7.2		
	番荔枝科			4.1	6.0		
	茜草科	11.4		5.4		9.6	4.8
	桃金娘科					3.6	4.8
樟科				6.0	10.2	8.4	
壳斗科				12.0	7.8	8.4	
灰木科						4.8	
杜英科						4.8	
茶科						4.8	
兰科						5.0	
昆虫区系特征	刺蛾			19	16	26	8
	斑蛾			5	2	9	3
	卷蛾			6	3	17	4
	网蛾			6	6	14	6
	螟蛾			158	84	171	91
	钩尺蛾			6	9	25	10
	尺蛾			151	132	245	167
	尺蛾			31	27	47	27
	鹿蛾			4	3	4	3
	灯蛾			30	25	69	32
夜蛾			209	203	392	252	

续表 3

生态系统类型		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	热带山地雨林	山顶苔藓矮林
代 号		6	5	4	3	2	1
昆虫区系特征	拟灯蛾			12	11	12	11
	蚊 蛾			50	23	41	21
	已鉴定种数			667	544	1072	635
	鳞翅特征种			122	33	171	65
	蝗虫种特征			33(3/4) 草稻、农区蝗虫	15(1/2) 林内蝗虫	15(1/2) 林内蝗虫	3 短翅型
	常见蜻科种数			22	15	12	13

表 4

生态系列主要植物叶片解剖特征平均值

植 被 类 型	叶 面 积 (cm ²)	含 水 量 (%)	角 质 层 厚 (μm)	叶 片 厚 (μm)	小 脉 间 距 (μm)	下 表 皮 皮 孔 数 (个/mm ²)
滨海刺灌丛	38.17	48.24	6.84	62.93	9.82	88.50
半落叶季雨林	99.25	50.23	4.64	36.85	20.25	74.85
常绿季雨林	104.93	53.78	3.48	49.44	23.64	86.09
山地雨林	157.90	59.81	3.13	51.85	32.46	123.87
山顶苔藓矮林	99.23	50.93	4.78	53.02	22.96	109.36

物学特性与生态环境的拟合程度。因此就生态系列中不同植被类型的林木蓄积量和年生长量差异十分明显,热带山地雨林最高,其次为热带常绿季雨林、半落叶季雨林,山顶苔藓矮林最低。以林分蓄积量来说,依次为 347m³/ha, 287m³/ha, 105m³/ha 和 94m²/ha。

(待续)

参 考 文 献

- [1] 姚清尹, 1983, 海南岛地貌发育期的初步划分, 热带地理(3):22—29。
- [2] 黄玉昆等, 1986, 广东海岸区域构造稳定性分析及评价, 中山大学学报(2): 1—17。
- [3] 陆国琦, 1982, 海南岛红色风化壳的研究, 热带地理, (1):51—58。
- [4] 唐永奎, 1982, 海南岛自然生态系统的分析, 热带地理, (1):5—8。
- [5] 黄全等, 1986, 海南岛尖峰岭地区热带植被生态系列的研究, 植物生态学与地植物学学报, 10(2):90—105。
- [6] 黄全等, 1985, 海南岛尖峰岭热带林自然保护区森林类型及其科学研究价值, 自然资源, (1)。
- [7] 黄全等, 1985, 尖峰岭的濒危植物及其保护, 热带林业科技, (4)。
- [8] 王德祺, 1987, 海南岛尖峰岭半落叶季雨林的群落学特征, 热带林业科技, (3):19—32。
- [9] 李意德, 1986, 对海南岛热带山地雨林植物群落取样面积问题的探讨, 热带林业科技, (3):23—29。
- [10] 曾庆波等, 1985, 尖峰岭热带林区气候分析及其初步评价, 热带林业科技, (2)。
- [11] 曾庆波等, 1985, 海南岛尖峰岭热带植被类型垂直分布与水热状况, 植物生态学与地植物学丛刊, (4):299—305。
- [12] 康利华, 1987, 尖峰岭热带林土壤微生物区系调查初报 I—土壤细菌数量和组成, 热带林业科技, (2):37—41
- [13] 刘元福等, 1985, 海南岛尖峰岭林区昆虫区系调查报告(一), 热带林业科技, (3): 6—14。
- [14] 陈芝卿等, 1985, 海南岛尖峰岭林区昆虫区系调查报告(二)(直翅目、蝗科), 热带林业科技, (4): 1—8。
- [15] 顾茂彬, 1986, 海南岛尖峰岭林区昆虫区系——豆蝶科, 热带林业科技, (1):22—27。
- [16] 陈佩珍, 1986, 海南岛尖峰岭林区昆虫区系——夜蛾科, 热带林业科技, (2):31—46。

- [17] 陈芝燧, 1987, 海南岛尖峰岭林区昆虫区系——半翅目: 蝽科, 热带林业科技, (1):33—42.
- [18] 顾茂彬, 1983, 热带森林昆虫的某些特点及其防治, 南京林产工业学院学报, (4):163—164.
- [19] 毕道英等, 1981, 菜蝗属一新种记述(直翅目: 蝗科), 昆虫学研究集刊(第二集):187—190.
- [20] 顾茂彬等, 1987, 海南岛尖峰岭蓟马的种类组成及其生态分布, 生态学报, 7(1):65—72.
- [21] 刘元福, 1987, 海南岛尖峰岭林区天蛾科的生态分布, 生态学报, 7(3).
- [22] 弓明欣, 1984, 尖峰岭林区的食用真菌, 食用菌科技, (3).
- [23] Whitmore, T. C. 1975, Tropical rain forests of the Far East, Clarendon Press, Oxford.
- [24] Golley, F. B., 1983, Tropical rain forest ecosystems, structure and function, Elsevier scientific publishing company, Amsterdam-Oxford-New York.
- [25] UNESCO/UNEP/FAO, 1972, Tropical forest ecosystem, a state-of knowledge report.
- [26] IUCN-UNEP-WWF, 1980, World conservation strategy.
- [27] Gringer, A., 1980. 世界热带林的现状(中译本), 中国林科院情报所.

THE SUMMARY REPORT FOR STUDIES ON THE TROPICAL FOREST ECOSYSTEM IN JIANFENGLING REGION, HAINAN ISLAND

I. BIOLOGICAL GENE POOL II. ECOLOGICAL SERIES

The Research Group

(*Institute of Tropical Forestry and Institute of Forestry, CAF*)

Abstract

This paper summarized the multidiscipline and comprehensive research on the tropical forest ecosystem in Jianfengling region, Hainan Island, during 1979—1986. The background investigation, permanent observation plots and experimental plots have been adopted. The paper consists of 7 parts: the biological gene pool in northern edge of world tropic; ecological series study; water and heat regime of tropical forest; nutrient cycling in tropical forest; ecological consequence of shifting cultivation; and regeneration and succession after afforestation. There are 1668 plant species of 798 genus, 198 families more than 4000 identified insect species of 26 orders and 260 species of identified macro-fungi. The ecological series from seashore to mountain top consisted of xerophytic thorn shrub, savanna, tropical semideciduous monsoon forest, tropical evergreen monsoon forest, tropical mountain rain forest and mossy forest have been studied by means of comprehensive and comparative description.

(To be continued)

Key words: Jianfengling, Hainan Island; tropical forest; ecological series