

西双版纳片断热带雨林 30 多年来植物种类组成及种群结构的变化*

朱 华, 许再富, 王 洪, 李保贵

(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部, 云南 昆明 650223)

摘要:通过对西双版纳景洪曼仰广的“龙山”片断热带雨林 30 年前后植物区系组成和样方调查资料的对比研究,探讨了 30 年来该“龙山”片断热带雨林植物区系组成、生活型及群落生态成分和乔木树种的种群变化规律。在植物区系组成上,已确认有种子植物 7 科 53 属 55 种从该片断雨林中消失。在消失的这 55 种植物中,属于群落顶级成分的有 18 种,属于耐阴的林下和层间植物有 30 种,喜阳种类有 2 种,广生态幅的随遇种有 5 种。初步得出该龙山热带雨林随着 30 多年的片断化,8.8%的科,26.8%的属和 22.4%的种类消失或被后来的成分替换了。在生活型及群落生态成分变化上,群落中小高位芽及一年生植物相对增加,阳性植物明显增加,阴生(耐阴)植物明显减少,亦即雨林固有成分减少,非雨林成分增加。在乔木树种的种群变化上,过去该片断雨林的优势成分,绝大多数现在仍存在,多数仍在优势种之列,少数优势种衰退了,少数变得更优势。首先消失的种类,或为先锋树种(短命)或为种群数量很少的树种。

关键词:片断热带雨林;种类组成;种群结构

中图分类号:Q 948

文献标识码:A

文章编号:0253-2700(2001)04-0415-13

Over 30 – Year Changes of Floristic Composition and Population Structure from an Isolated Fragment of Tropical Rain Forest in Xishuangbanna

ZHU Hua, XU Zai – Fu, WANG Hong, LI Bao – Gui

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China)

Abstract: The plant species loss, dynamics of tree population as well as species composition were enumerated based on the comparative researches of floristic composition, physiognomy and plant diversity on a fragment of tropical rain forest isolated more than 30 years in a Dai's holy hill in Xishuangbanna, south Yunnan. In 1958 – 1959, 246 native seed plant species in 196 genera of 80 families were recorded in the fragment. By this study, 55 species in 53 genera of 7 families have not been recorded in the inventory. Among these possibly lost 55 species, 18 are climax tree species of the tropical rain forest, 30 are shade – tolerant understorey species, 2 are heliophilic species and 5 are indifferent species. After 30 year isolation, 22.4% species

* 基金项目:云南省自然科学基金(96C122M, 98C096M) 中国科学院九五重大项目(KZ951 – A – 104 课题)、中国科学院百人计划、国家科委 14 – 602 支持项目

收稿日期:2000 – 05 – 26, 2000 – 10 – 16 接受发表

作者简介:朱华(1960—)男,云南人,博士,研究员,主要从事热带植物学的研究。

lost or was replaced by other species. In the percentage of species number across plant life from groups, the microphanerophytes, therophytes and heliophilic plants increased, while the shade-tolerant plants decreased by the comparison of species composition between the historical records and present inventory. In tree population dynamics, most of the former dominant tree species are still dominant, while a small portion of them has degenerated, and also a small portion of them has proliferated during the period of isolation. The pioneer species and those with a small population are easier to become extinct than other groups.

Key words: Island fragment of tropical rain forest; Floristic composition; Population structure

热带森林片断化与生物多样性关系研究是目前国际上对热带森林生物多样性保护研究的重要内容 (Turner, 1996; Laurance 等, 1997), 最有代表性的就是在巴西的玛瑙斯 (Manaus) 开展的工作, 已发表了许多研究论文 (Lovejoy 等, 1986; Bierregaard 等, 1992; Malcom, 1994; Klein, 1989; Fonseca de Souza 等 1994; Camargo 等, 1995; Ferreira 等 1997; Benitez-Malvido, 1998; Laurance 等, 1998a, 1998b), 但玛瑙斯的片断热带雨林隔离时间不长 (最长的仅 20 多年), 并且是人工实验片断, 其研究结果是否具有普遍性仍有争议。其它地区的研究 (Diamond 等, 1987; Newmark, 1991; Laurance, 1994; Kattan 等, 1994; Daily 等, 1995; Murcian, 1995) 已得出了许多有价值的结论。然而大多数研究, 包括玛瑙斯的工作都是动物类群的多样性与森林片断的关系, 对植物多样性与森林片断的关系研究 (Williams-Linera, 1992; Leigh 等, 1993; Turner 等, 1996a, 1996b; Fox 等, 1997; Ferreira 等, 1997; Oliverira-Filho, 1997; Benitez-Malvido, 1998; Laurance 等, 1998a) 相对做得不多, 并且主要是在片断热带雨林的边缘效应上。热带雨林片断化后, 物种多样性在各个方面均发生了变化, 最为显著的变化是热带雨林片断化后物种数减少 (Lovejoy, 1986; Bierregaard 等, 1992), 片断越小, 物种多样性亦越小 (Newmark, 1991; Laurance, 1994; Leigh 等, 1993; Daily 等, 1995)。

我们在云南南部曾以西双版纳傣族“龙山林”上的片断热带雨林为研究对象, 通过与同样类型的原始热带雨林作比较, 结合隔离和环境状况, 探讨“龙山林”片断雨林的物种多样性变化的规律 (朱华等, 1997, 2000), 但这些研究是通过把片断热带雨林与同样类型的原始热带雨林作比较, 检测其异同, 从而判断物种多样性的变化及趋势。这种比较推理因比较对象的复杂性而有一定的局限性。同一块森林片断, 通过历史记录与现在调查资料的比较, 探讨森林片断化物种散失随时间的变化, 国外这方面在动物, 主要是鸟类区系上已作了研究 (Willis, 1974; Diamond 等, 1987; Kattan 等, 1994)。在植物方面, Turner 等 (1996a) 首次以新加坡植物园 1859 年建园时保留下来的 4 hm² 热带雨林片断为研究对象, 通过查阅建园初期所采集的该热带雨林片断的标本记录, 与现今的调查资料作比较研究, 获得了很有意义的结果。

西双版纳景洪曼仰广的“龙山林”30 年前曾是一片保存较好的低丘热带季节性雨林, 与大片的原始热带雨林有直接的联系。该“龙山林”靠近曼仰广村, 是该傣族村寨的风水林, 受传统文化信仰和乡规民约的保护。目前, 曼仰广“龙山林”面积已由原来的 20 hm² 减少为 13.3 hm² 左右, 周围数公里内已完全由村寨、农田、橡胶园等人工系统所包围, 各种自然植被已荡然无存。1959 年, 中国科学院在曼仰广建立了热带生物地理群落定位站, 对该“龙山林”做了较为详细的植物区系和样方调查 (向应海, 1981)。1991-1997

年,笔者对该“龙山林”再次做了详细的植物区系和样方调查,许再富等(1994;1998)从1991年所做样方对比上初步研究了木本植物物种多样性的变化;而本文进一步从物种组成及种群结构上探讨30年来该“龙山林”植物多样性的变化规律。

1 研究方法

1958~1959年设在景洪大勐龙曼仰广的中科院热带生物地理群落定位研究站的科技人员对曼仰广“龙山”热带雨林进行了植物区系采集调查,经标本鉴定,共记录有种子植物80科196属246种,尽管该名录并非一个十分完整的植物名录,但为我们进行植物区系成分变化的比较研究提供了很好的素材。1991~1992年我们再次对曼仰广龙山片段热带雨林进行详细的植物区系采集记录,并于1993、1994和1997年多次进行补充采集调查,将标本整理鉴定,获得完整的该片断雨林的植物名录,共记录有种子植物73科198属269种及变种,经对1959年和现今得到的植物名录物种进行考证和名称核定后,对植物区系成分、生活型及群落生态成分的变化进行对比研究。

1959~1960年,中科院热带生物地理群落定位站在曼仰广“龙山林”内设置了一个 $2 \times 500 \text{ m}^2$ 的定位样方,进行了详细的群落学调查,其资料由向应海整理后于1981年发表(向应海,1981)。曼仰广片断热带雨林,因是当地居民的“龙山林”,尽管经常性的有人为活动影响,但并未砍伐过上、中层的乔木大树,因此,该片断热带雨林的乔木层特别是乔木的上、中层除了自然枯倒木外,几乎保持了原来的状态。这30多年来片断化和人为干扰的影响最主要的是林下层植物,即幼树、灌木层和草本植物,变化最大的也应是林下层的植物。根据向应海的资料,1959年的样方对林下更新层即幼灌层和草本层中的幼树、幼苗的种群状况有较详细的记录。我们认为通过对现在群落更新层即幼灌层和草本层中乔木幼树、幼苗种群进行研究,与1959年的资料作对比,可以探讨30年来该片断热带雨林乔木种群的变化规律。由于现今不能精确确定1959年样方的具体位置,为使调查资料具有可比性,我们以可能的1959年样方位置为核心,扩展至周围100m范围设置了20个 $5 \times 5 \text{ m}$ 小样方,对其内的所有幼树、幼苗的种群做了调查研究。可以肯定,原来的样方落在我们的小样方涵盖范围内。我们把原来样方内乔木各层树种的幼树(D层)和幼苗(E层)的种群数转化为相对数,即相对多度来表示,同样,我们现在的样方中乔木幼树、幼苗的种群数也转化成相对数量。这样,通过研究原样方中各种乔木幼苗、幼树的种群相对数量,它们在现在样方中的种群状况,通过前后37年来它们种群数量变化的比较来探讨该片断雨林乔木种群的变化。

2 研究结果

2.1 植物区系成分的变化

1959年该龙山林记录有种子植物80科196属246种,现今该龙山林记录有种子植物73科198属269种及变种。原有的80科196属246种中,已有7科53属55种在现今的调查中未能发现,意味着它们可能已从该片断雨林中消失。已消失的7个科是:玉蕊科(Barringtoniaceae)、秋海棠科(Begoniaceae)、鸭趾草科(Commelinaceae)、苦苣苔科(Gesneriaceae)、五桠果科(Dilleniaceae)、苦木科(Simarubaceae)及虎皮楠科(Daphniphyll-

laceae)。这 7 个科除鸭趾草科(原记录有 3 属 3 种)和五桠果科(原记录有 2 属 2 种)外,原记录均只有 1 属 1 种。这些种的消失导致它们所归属的科的消失。

玉蕊科在西双版纳仅有 1 种,即梭果玉蕊(*Barringtonia macrostachya*),又叫金刀木。它是典型的热带雨林顶级树种,是热带雨林群落乔木第 2 层中的 1 个优势种。例如,它在勐仑自然保护区原始低丘雨林群落(干性季节雨林)中的重要值高达 44.5(朱华等,1998)。它的果实纺锤形,长达 12 cm,重达 100 g,内含一至数枚大种子。它通常落地就萌发,没有休眠期,是古热带雨林的一个残留成分。森林片断化和受强烈干扰后,群落的完整结构被破坏(朱华等,1997),林内小环境亦由原来的凉湿向干暖蜕变(许再富等,1998),象梭果玉蕊这样的原始雨林顶级树种无疑会首先消失。其它消失的几个科,如秋海棠科和鸭趾草科,它们的种类通常是阴湿的原始林下生长的荫生植物,它们的消失亦是首当其冲的。苦苣苔科原记录有尖芒毛苣苔(*Aeschynanthus acuminatus*)1 种,它也是阴湿林内的一种附生植物。五桠果科原记录有五桠果(*Dillenia indica*)和锡叶藤(*Tetracera scandens*)2 种,苦木科记录有常绿臭椿(*Ailanthus fordii*)1 种,它们均为该地区热带雨林群落的原生(顶级)成分。虎皮楠科原记录有虎皮楠(*Daphniphyllum paxianum*)1 种,它通常是季风常绿阔叶林的成分。

在已消失的 55 种植物中,若按生活型划分,则大高位芽植物有 3 种,即多花白头树(*Garuga floribunda* var. *gamblei*)、番龙眼(*Pometia tomentosa*)和车里猴欢喜(*Sloanea cheliensis*),它们均是该地区热带雨林的顶层乔木巨树,而番龙眼为其标志树种;中高位芽植物有 13 种,如前述的常绿臭椿、梭果玉蕊、山楝(*Aphanamixis polystachya*)、五桠果、云南波罗蜜(*Artocarpus lacucha*)、皂帽花(*Dasymaschalon rostratum*)等;小高位芽植物有 10 种,如大参(*Macropanax dispermus*)、密榴木(*Miliusa sinensis*)、豆腐柴(*Premula fulva*)、多瓣蒲桃(*Syzygium polypetaloides*)、柄果木(*Mischocarpus pentapetalus*)等;短高位芽植物有 6 种,如火筒(*Leea indica*)、糙叶茜木(*Pavetta scabrifolia*)、九节木(*Psychotria siamica*)等;藤本植物有 11 种,如青藤(*Illigeria parviflora*)、眼镜豆(*Entada phaseoloides*)、锡叶藤、锥头麻(*Poikilosperma lanceolatum*)、东京大叶藤(*Tinomiscium tonkinensis*)等;附生植物有 3 种及草本高位芽(“草本高位芽”名称引自:D. 米勒-唐布依斯等,1974,《植被生态学的目的和方法》(鲍显诚等译,1986),北京:科学出版社;Richards P W, 1996. *The Tropical Rain Forest, an Ecological Study*. Cambridge University Press (second edition): 122)植物 4 种等。

若按生态习性来划分,参考 Whitmore (1989) 建议的生态种组,则消失的这 55 种植物中属于群落顶级成分的有 18 种,属于耐阴的林下和层间植物有 30 种,喜阳种类有 2 种,广生态幅的随遇种有 5 种。可见,消失的种类主要是群落中的耐阴和喜阴湿成分及顶级成分。

由于 1959 年的植物名录并未包括所有当时存在的植物种类,尽管现今的名录植物总种数增多了 20 多种,这并不意味着植物多样性增加了,但总科数减少了,过去记录到的 53 属 55 种在现今的调查中未能发现,可以推测该断热带雨林总体上的物种多样性应是减少了。然而,最明显和最有意义的是植物区系成分发生了替换。假设该断热带雨林植物区系总的科、属和种数减少不多(实际应是如此),用已消失的科、属和种数除以原记录的科、属和种数,则可得植物区系成分的替换比例。这样,该龙山热带雨林随着 30 多

年的片断化，8.8%的科，26.8%的属和 22.5% 的种类被新成分替换了。虽然热带雨林群落是一个由林窗、建成和成熟 3 个演替阶段的镶嵌体，它总是处在一个连续的植物区系组成的浮动状态，一个群落景观实体的小块片，代表的也仅是该群落的植物区系的时间和空间浮动 (Flux) 的一个部分 (Richards, 1952; Whitmore, 1990, 1989, Brokaw, 1989), 但上述的这种明显的植物区系成分的替换，并不完全是在它自然的植物区系成分的替换速率上，森林的片断化和人为干扰的不断加剧，无疑影响和加速了这种替换。

2.2 生活型及群落生态成分的变化

图 1 和 2 比较了已消失种类和未消失种类的生活型谱和生态成分构成。已消失种类各种生活型都有，并基本上按该群落的生活型构成比例消失。与未消失种类相比，已消失种类中附生植物，草本高位芽植物和地上芽植物比例相对较高，而未消失植物中小高位芽植

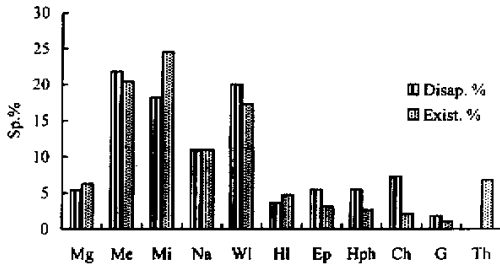


图 1 曼仰广“龙山”片断热带雨林 37 年来已消失和未消失的植物种类生活型谱的比较

Fig. 1 Comparison of life form spectrum between disappeared species and existing species in the fragment of tropical rain forest Mangyanguang Holy hill after 37 year isolation

Disap.(Disappeared species): 已消失植物种; Exist.(Existing species): 现存植物种; Mg (Megaphanerophyte): 大高位芽植物; Me (Mesophanerophyte): 中高位芽植物; Mi (Microphanerophyte): 小高位芽植物; Na (Nanophanerophyte): 矮高位芽植物; Wl (Woody liana): 木质藤本; Hl (Herbaceous liana): 草质藤本; HPH (Herbaceous phanerophyte): 草本高位芽植物; Ch (Chamaephyte): 地上芽植物; Ep (Epiphyte): 附生植物; G (Geophyte): 地下芽植物; Th (Therophyte): 一年生植物

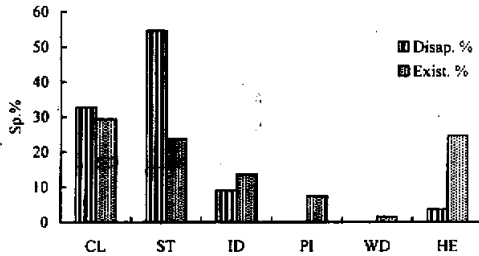


图 2 曼仰广“龙山”片断热带雨林 37 年来已消失和未消失的植物种类生态成分的比较

Fig. 2 Comparison of ecological species group between disappeared species and existing species in the fragment of tropical rain forest Mangyanguang Holy hill 37-year isolation

Disap. (Disappeared species): 已消失植物种; Exist. (Existing species): 现存植物种; CL (Climax): 顶级植物; ST (Shade - tolerant): 耐荫植物; ID (Indifferent): 随遇植物; PI (Pioneer): 先锋植物; WD (Weeds): 杂草; HE (Heliophilic): 阳性植物

物和一年生植物比例相对较高。已消失植物中阴生植物比例较高，而未消失植物中阳性植物比例较高。这意味着随着雨林的片断化和林内小环境由原来的凉湿向干暖的蜕变，热带雨林群落中的阴生植物或喜阴湿的附生植物、草本高位芽植物和地上芽植物消失最快。

图3和4比较了原来的(30年前)植物与现存植物的生活型谱和生态成分构成。可以看出原来植物中除附生植物，草本高位芽植物和地上芽植物比例稍高而现存植物中小高位芽植物和一年生草本植物比例稍高外，生活型谱基本一致，变化不大。但在生态成分上，现存植物中耐阴植物所占比例明显减少而阳性植物增多。

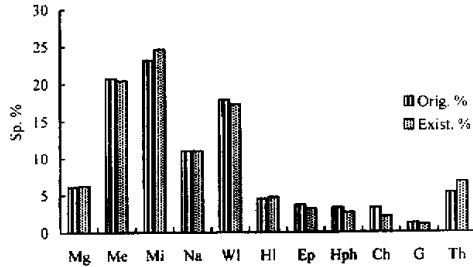


图3 曼仰广“龙山”片断热带雨林37年前后植物种类生活型谱的比较

Fig. 3 Comparison of life form spectrum between the species of recorded 37 years ago and the existing species in the fragment of tropical rain forest Mangyanguang Holy hill

Orig. (Original species): 原有植物种; Exist. (Existing species): 现存植物种; Mg (Megaphanerophyte): 大高位芽植物; Me (Mesophanerophyte): 中高位芽植物; Mi (Microphanerophyte): 小高位芽植物; Na (Nanophanerophyte): 矮高位芽植物; Wl (Woody liana): 木质藤本; Hl (Herbaceous liana): 草质藤本; HPH (Herbaceous phanerophyte): 草本高位芽植物; Ch (Chamaephyte): 地上芽植物; Ep (Epiphyte): 附生植物; G (Geophyte): 地下芽植物; Th (Therophyte): 一年生植物



图4 曼仰广“龙山”片断热带雨林37年前后植物种类生态成分的比较

Fig. 4 Comparison of ecological species group between the species of recorded 37 years ago and the existing species in the fragment of tropical rain forest Mangyanguang Holy hill

Orig (Original species): 原有植物种; Exist. (Existing species): 现存植物种; CL (Climax): 顶级植物; ST (Shade-tolerant): 耐荫植物; ID (Indifferent): 随遇植物; PI (Pioneer): 先锋植物; WD (Weeds): 杂草; HE (Heliophilic): 阳性植物

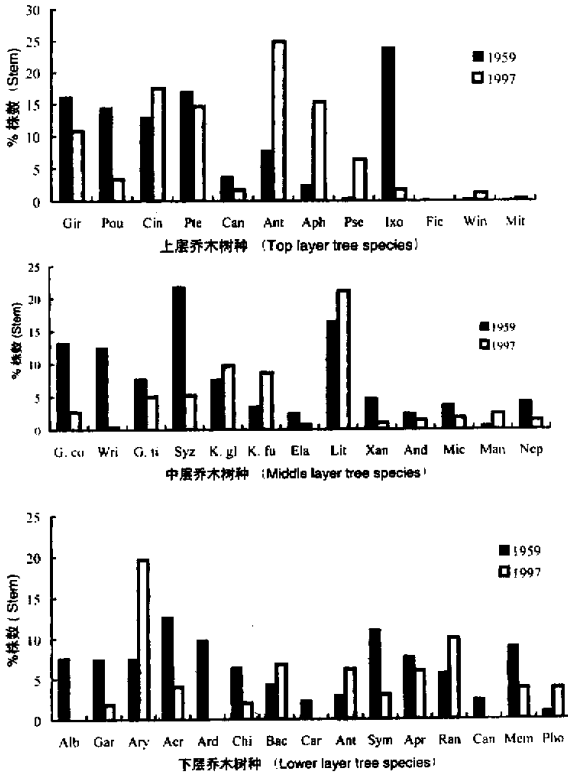


图 5 曼仰广“龙山”片断热带雨林 37 年前后乔木幼树、苗种群变化

Fig. 5 Dynamics of sapling and seedling of tree species in 1959 plot and 1997 plot in the fragment of tropical rain forest in Mangyangguan Holy Hill

Gir：大叶白颜树 *Gironiera subaequalis*；Pou：龙果 *Pouteria grandifolia*；Cin：假肉桂 *Cinnamomum austroyunnanensis*；Pte：窄叶半枫荷 *Pterospermum lanceafolia*；Can：白榄 *Canarium album*；Ant：箭毒木 *Antiaris toxicaria*；Aph：糙叶树 *Aphananthe cuspidata*；Pse：假鹧鸪树 *Pseudostreblus indica*；Ixo：越南粘木 *Ixonanthes cochinchinensis*；Fic：高榕 *Ficus altissima*；Win：盆架树 *Winchia calophylla*；Mit：银钩花 *Mitrephora maingayi*；G.co：云树 *Garcinia cova*；Wri：光叶倒吊笔 *Wrightia laevis*；G.ti：大叶藤黄 *Garcinia tinctoria*；Syz：蒲桃 *Syzygium oblatum*；K.gl：小叶红光树 *Knema globularis*；K.fu：红光树 *Knema furfuracea*；Ela：云南杜英 *Elaeocarpus viridescens*；Lit：潺槁树 *Litsea glutinosa*；Xan：泰国黄叶树 *Xanthophyllum siamense*；And：海红豆 *Andeanthera panwonina*；Mic：破布叶 *Microcos paniculata*；Man：泰国芒果 *Mangifera siamensis*；Nep：海南韶子 *Nephelium lappaceum*；Alb：楹树 *Albizia chinensis*；Gar：长裂藤黄 *Garcinia lancilimba*；Ary：滨木患 *Arytera littoralis*；Acr：山油柑 *Acronychia pedunculata*；Ard：滇紫金牛 *ardisia yunnanensis*；Chi：溪桫 *Chisocheton siamensis*；Bac：木奶果 *Baccaurea ramiflora*；Car：鱼尾葵 *Caryota ochlandra*；Ant：山地五月茶 *Antidesma montanum*；Sym：越南山矾 *Symplocos cochinchinensis*；Apr：银柴 *Aporosa octandra*；Ran：云南山黄皮 *Randia yunnanensis*；Can：铁屎米 *Canthium parvifolium*；Mem：女贞叶谷木 *Memeceylon ligustrifolium*；Pho：披针叶楠木 *Phoebe lanceolata*

2.3 种群变化

将 1959 年和 1997 年的样方调查结构列于表 1。在 1959 年的样方里 (乔木 A、B、C 层的树种按它们在西双版纳热带雨林中的实际生活表现作了调整, 故 A、B、C 各层树种种类和株数与原样方有些不同), 按生活型属于乔木 A 层的树种在幼灌层和草本层中共有 12 种, 分别有幼树 57 株和幼苗 1 * ! 976 株。在 1997 年的样方里属于乔木 A 层的树种共有 16 种, 分别有幼树 1 * ! 630 株和幼苗 3 * ! 980 株, 其中有 10 种仍与 1959 年样方相同。大叶白颜树在 1959 年样方中幼苗种群相对多度达 32.2%, 幼树、幼苗种群平均相对多度达 16.1%, 但在 1997 年样方中幼苗种群减为 12.6%, 幼树、幼苗种群平均值减为 10.8%, 意味着该树种种群有一定衰减。箭毒木幼树、幼苗种群数值 1959 年为 7.7%, 1997 年则为 24.9%, 有非常明显的增加。糙叶树种群亦由 2.4% 增加到 15.3%。粘木和龙果的种群则有明显减少, 分别由原来的 23.9% 和 14.4% 减少到现在的 1.7% 和 3.3% (图 5)。

1959 年样方记录有乔木 B 层树种的幼树、幼苗 13 种分别 108 株和 489 株, 这 13 种植物在 1997 年样方中仍存在, 但种群大小发生了明显变化。小叶藤黄是一个典型的热带雨林顶级树种, 在 1959 年样方中幼树、幼苗种群平均相对多度为 13.2%, 在 1997 年样方中降为 2.7%, 衰减明显。同样, 光叶倒吊笔、蒲桃在 1959 年样方中种群数值分别为 12.4% 和 21.8%, 在 1997 年样方中减为 0.4% 和 5.2%。其它种如大叶藤黄、泰国黄叶树、毛荔枝等种群数有一定减少。而小叶红光树、红光树、潺槁树、泰国芒果则有一定增加 (图 5)。

表 1 曼仰广“龙山”片断热带雨林定位样方乔木种群变化 (1959 - 1997)

Table 1 Tree population changes in the fragment of tropical rain forest in Manyuang Holy Hill after 37 - year isolation

A 层树种 (Upper layer trees)	1959 年				1997 年				1959 年		1997 年		种群变化
	E	E%	D	D%	E	E%	D	D%	株/2500 m ²	株/2500 m ²	(E% + D%) /2	(E% + D%) /2	
大叶白颜树 <i>Gironiera subaequalis</i>	636	32.2	0	0	500	12.6	145	8.9	16.1	10.8			- 5.3
龙果 <i>Pouteria grandifolia</i>	463	23.4	3	5.3	60	1.6	80	4.9	14.4	3.3			- 11.1
假肉桂 <i>Cinnamomum austroyunnanensis</i>	440	22.3	2	3.5	350	8.8	435	26.2	12.9	17.5			+ 4.6
窄叶半枫荷 <i>Pterospermum lanceafolium</i>	287	14.5	11	19.3	620	15.6	220	13.5	16.9	14.6			- 2.3
白榄 <i>Canarium album</i>	75	3.8	2	3.5	25	0.6	45	2.8	3.7	1.7			- 2
箭毒木 <i>Antiaris toxicaria</i>	25	1.3	8	14	1575	39.6	165	10.1	7.7	24.9			+ 17.2
糙叶树 <i>Aphananthe cuspidata</i>	25	1.3	2	3.5	520	13.1	285	17.5	2.4	15.3			+ 12.9
假鹊肾树 <i>Pseudostreblus indica</i>	16	0.8	0	0	250	6.3	105	6.4	0.4	6.4			+ 6
越南粘木 <i>Ixonanthes cochinchinensis</i>	5	0.3	27	47.4	20	0.5	45	2.8	23.9	1.7			- 22.2
高榕 <i>Ficus altissima</i>	3	0.2	0	0	0	0	0	0	0.1	0			Disappeared
盆架树 <i>Winchia calophylla</i>	1	0.1	1	0.2	20	0.5	30	1.8	0.2	1.2			+ 1.0
银钩花 <i>Mitrephora maingayi</i>	0	0	1	0.2	25	0.6	0	0	0.1	0.3			+ 0.2
印度栲 <i>Castanopsis indica</i>					10	0.3	60	3.7	0	2.0			
普文楠 <i>Phoebe puuvenensis</i>					5	0.1	0	0	0	0.1			

续表 1

	1959 年				1997 年				种群 变化		
	株/2500 m ²		株/2500 m ²		株/2500 m ²		株/2500 m ²				
粗枝崖摩 <i>Amoora dasyclada</i>			0	0	10	0.6	0	0.3			
山白兰 <i>Paramichelia baillonii</i>			0	0	5	0.3	0	0.2			
A 层树种合计(株)	1976	100	57	100	3980	100	1630	100			
B 层树种(<i>Mid layer trees</i>)*											
云树 <i>Garcinia cowa</i>	115	23.5	3	2.8	15	4.0	10	1.4	13.2	2.7	-10.5
光叶倒吊笔 <i>Wrightia laevis</i>	94	19.2	6	5.6	0	0	5	0.7	12.4	0.4	-12
大叶藤黄 <i>Garcinia tinctoria</i>	75	15.3	0	0	35	9.3	5	0.7	7.7	5	-2.7
蒲桃 <i>Syzygium oblatum</i>	66	13.5	32	30	20	5.3	35	5.0	21.8	5.2	16.6
红光树 <i>Knema furfuracea</i>	60	12.3	3	2.8	30	8.0	80	11.3	7.6	9.7	+2.1
小叶红光树 <i>Knema globularis</i>	34	7.0	0	0	35	9.3	55	7.8	3.5	8.6	+5.1
云南杜英 <i>Elaeocarpus viridescens</i>	24	4.9	0	0	5	1.3	0	0	2.5	0.7	-1.8
潺槁树 <i>Litsea glutinosa</i>	6	1.2	34	31.5	70	18.7	165	23.4	16.4	21.1	+4.7
泰国黄叶树 <i>Xanthophyllum siamense</i>	5	1.0	9	8.3	5	1.3	5	0.7	4.7	1.0	-3.7
海红豆 <i>Andenanthera pavonina</i>	5	1.0	4	3.7	0	0	20	2.8	2.4	1.4	-1.0
破布叶 <i>Microcos paniculata</i>	4	0.8	7	6.5	0	0	25	3.5	3.7	1.8	-1.9
泰国芒果 <i>Mangifera siamensis</i>	1	0.2	1	0.9	10	2.7	15	2.1	0.6	2.4	+1.8
海南韶子 <i>Nephelium lappaceum</i>	0	0	9	8.3	5	1.3	10	1.4	4.2	1.4	-2.8
其它 others	0	0	0	0	12 种	38.8	21 种	39.2			
					145 株		276 株				
B 层树种合计(株)	489	100	108	100	375		705	100			
C 层树种(<i>Lower larer trees</i>)*											
楹树 <i>Albizia chinensis</i>	62	14.2	3	1.0	0	0	0	0	7.6	0	Disappeared
长裂藤黄 <i>Garcinia lancilimba</i>	61	14	2	0.7	15	3.5	0	0	7.4	1.8	-5.6
滨木患 <i>Arytera littoralis</i>	51	12	9	3.0	85	20	120	19.2	7.5	19.6	+12.1
山油柑 <i>Acronychia pedunculata</i>	80	18.4	8	6.8	20	4.7	20	3.2	12.6	4	-8.6
滇紫金牛 <i>Ardisia yunnanensis</i>	45	10.4	27	9.1	0	0	0	0	9.8	0	Disappeared
溪桫 <i>Chisocheon siamensis</i>	41	9.4	10	3.4	10	2.4	10	1.6	6.4	2	-4.4
木奶果 <i>Baccaured ramiflora</i>	20	4.6	12	30	7.1	40	6.4	4.3	6.8	+2.5	
毛叶八角枫 <i>Alangium kurzii</i>	15	3.5	3	1.0	5	1.2	10	1.6	2.3	1.4	-0.9
鱼尾葵 <i>Caryota ochlandra</i>	12	2.8	5	1.7	0	0	0	0	2.3	0	Disappeared
山地五月茶 <i>Antidesma montanum</i>	12	2.8	9	3.0	25	5.9	40	6.4	2.9	6.2	+3.3
越南山矾 <i>Symplocos cochinchinensis</i>	9	2.1	59	19.9	5	1.2	30	4.8	11	3	-8
银柴 <i>Aporosa octandra</i>	7	1.6	41	13.8	30	4.8	7.7	6	-1.7		
云南山黄皮 <i>Randia yunnanensis</i>	5	1.2	30	10.1	75	17.6	15	2.4	5.7	10	+4.3
多裂黄檀 <i>Dalbergia rimosa</i>	4	1.0	0	0	0	0	0	0.5	0	Disappeared	
铁屎米 <i>Canthium parvifolium</i>	3	0.7	12	4.0	0	0	0	0	2.4	0	Disappeared
围涎树 <i>Pithecelobium lucidium</i>	2	0.5	5	1.7	5	1.2	0	0	1.1	0.6	-0.5
女贞叶谷木 <i>Memecylon ligustrifolium</i>	2	0.5	52	17.5	15	3.5	25	4	9	3.8	-5.2
披针叶楠木 <i>Phoebe lanceolata</i>	2	0.5	4	1.3	15	3.5	25	4	0.9	3.8	+2.8
越南山龙眼 <i>Helicia cochinchinensis</i>	1	0.3	1	0.3	0	0	0	0	0.3	0	Disappeared
云南红豆 <i>Ormosia yunnanensis</i>	0		2	0.7	0	0	25	4	0.3	2	+1.7
鹅掌柴 <i>Schefflera octophylla</i>	0		1	0.3	0	0	0	0	0.2	0	Disappeared
枝花李榄 <i>Linociera ramiflora</i>	0		2	0.7	0	0	0	0	0.4	0	Disappeared
金毛榕 <i>Ficus fulva</i>	0		1	0.3	5	1.2	15	2.4	0.2	1.8	+1.6
轮叶树 <i>Ostodes paniculata</i>	0		1	0.2	0	0	0	0	0.1	0	Disappeared
白背桐 <i>Mallotus paniculata</i>	0		6	2.0	0	0	5	0.8	1	0.4	-0.6
其它 others	0	0	0	0	6 种	19.8	11 种	34.5			
					83 株		215 株				
合计(株)	434	100	305	100	420	100	625	100			

* : B 层和 C 层树种仅列出 1959 年样方中记录有的种类, 在 1997 年样方中记录有但在 1959 年样方中没有的种类作为“其它”表示。

** : E : 群落 E 层 (幼苗层) (seedling layer); D : 群落 D 层 (幼树、灌木层) (sapling layer)

C层乔木的幼树、苗在1959年样方中记录有25种分别305和434株，其中的16种在1997年样方中仍存在。楹树是一个典型先锋树种，在1959年样方中幼树、幼苗平均相对多度为7.6%，但在1997年样方中未见到（在该龙山片断雨林中仍存在），它的种群明显减少了。滇紫金牛是一个C层阴生小树，在1959年样方中种群数值为9.8%，但在1997年样方中也未见到。其它如长裂藤黄、山油柑、越南山矾、女贞叶谷木等种群数值分别由原来的7.4%、12.6%、11%和9%减少为1.8%、4%、3%和3.8%。滨木患、山地五叶茶、木奶果、披针叶楠木等则分别由原来的7.5%、2.9%、4.3%及0.9%增加为现在的19.6%、6.2%、6.8%及3.8%（图5）。特别值得一提的是大戟科植物饼树（*Suregada glomerulata*）在原样方中未记录到，在现样方中幼树种群相对多度高达14.4%，幼苗种群达11.9%。作者在泰国中部的一受人畜活动强烈干扰的典型片断雨林中见到大量的饼树存在。这使人想到饼树可能是一个森林片断化后涌现的新兴种群。

在1997年的样方中，A层树种4种、B层树种24种及C层树种14种的幼树、幼苗种群未见于1959年的样方。因1997年的样方是由20个涵盖更大范围的小样方累加而来，它包含了更多种类是很自然的。

图6比较了1959年样方和1991年样方乔木层树种的种序图。1959年样方乔木层树种的种序图与原始雨林类似，具有一个长尾，意味着乔木层多数种类仅有1~2个个体，体现了大的物种多样性。1991年样方乔木层树种的种序图显示了长尾部分已失去很多，意味着乔木层中那些只有1~2个个体的脆弱种类（种群）已首先消失。

3 讨论

西双版纳景洪曼仰广的“龙山”片断热带雨林在1958~1959年的调查中共记录有种子植物80科196属246种，在1991~1997年的调查中共记录有种子植物73科198属269种及变种。尽管现今的名录植物总种数增多了20多种，但因1959年的植物名录不完善，这并不意味着植物多样性增加了。无论如何，过去记录到的53属55种在现今的

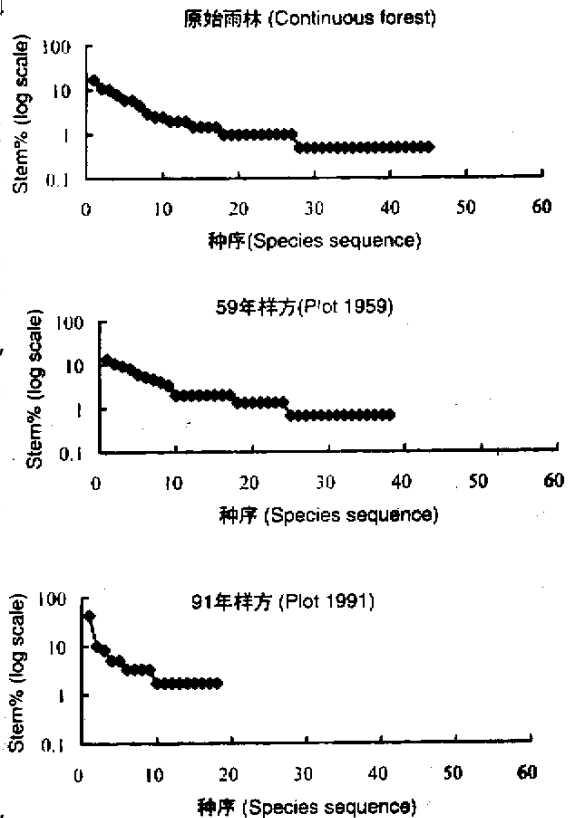


图6 曼仰广“龙山”片断热带雨林30年前后乔木种序图的比较

Fig. 6 Tree species sequence from 1959 plot and 1991 plot in the fragment of tropical rain forest in Mangyangguan Holy Hill

调查中未能发现，可以推测该片断热带雨林总体上的物种多样性应是减少了。然而，最明显和最有意义的是植物区系成分发生了替换。

通过对该片断热带雨林 30 年前后植物区系组成对比研究，有 7 科 53 属 55 种种子植物从该片断雨林中消失。在消失的这 55 种植物中，属于热带雨林群落顶级（固有）成分的有 18 种，属于耐阴的林下和层间植物有 30 种，喜阳种类有 2 种，广生态幅的随遇种有 5 种。我们初步得出结论，该龙山热带雨林随着 30 多年的片断化，8.8% 的科，26.8% 的属和 22.4% 的种类被后来的成分替换了。虽然热带雨林群落是一个由林窗、建成和成熟三个演替阶段的镶嵌体，它总是处在一个连续的植物区系组成的浮动状态，但上述的这种明显的植物区系成分的替换，并不完全是在它自然更新基础上的植物区系成分的替换速率上，森林的片断化和人为干扰的不断加剧，无疑影响和加速了这种替换。

在生活型组成上，随着该森林群落的隔离和片断化以及人为干扰的日愈强化，群落中小高位芽植物及一年生植物相对增加，阳性植物明显增加，阴生（耐阴）植物明显减少，亦即雨林固有成分减少，非雨林成分增加。这正如作者曾指出的，“龙山”片断热带雨林最明显的也是最实质性的变化是植物区系的生态成分的变化，亦即雨林固有成分被非雨林成分（先锋成分，其它成分）逐步替代（朱华等，1997）。

通过前后两样方的对比分析，过去该片断雨林的优势成分，绝大多数现在仍存在，多数仍在优势种之列，少数优势种衰退了，少数变得更优势。首先消失的种类，或为先锋树种（短命）或为种群数量很少的脆弱种类。

Turner (1996a) 等通过查阅标本的历史记录，与现今的调查资料作比较，研究了新加坡植物园建园时保留下来的 4 hm² 热带雨林片断 100 多年来植物多样性的变化规律，得出该热带雨林片断经 100 多年来的隔离，原有标本记录的植物种类消失了 50.9%，其中乔木消失了 42.3%，灌木消失了 73.3%，草本植物消失了 85.7%，藤本植物消失了 60.6%，附生植物消失了 66.7%。在现今的调查上，亦有 94 个原生（当地）种过去没有标本记录。我们的研究显然具有类似的结果，西双版纳曼仰广“龙山”的热带雨林随着 30 多年的片断化，原记录植物区系中的 8.8% 的科，26.8% 的属和 22.4% 的种类消失了，因同时亦有一些种类侵入，我们认为用“8.8% 的科，26.8% 的属和 22.4% 的种类被后来的成分（后来侵入和原土壤种子库中发生的成分）替换了”这一说法更为确切。在我们的研究上，各类生活型的物种基本上按该群落的生活型构成比例消失，与未消失种类相比，已消失种类中附生植物，草本高位芽植物和地上芽植物比例相对较高，这与新加坡的例子有些不同。在新加坡的热带雨林片断，尽管乔木总体上散失了 42.3%，但也有一些种类在隔离过程中种群反而增大，与我们的结果一致。

致谢：蔡琳女士帮助资料、文字录入，曹敏先生在学术讨论上给予很大帮助。

【参 考 文 献】

- 许再富，朱华，刘宏茂等，1994. 滇南片断热带雨林植物物种多样性变化趋势 [J]. 植物资源与环境, 3(2): 9-15
- 许再富，朱华，杨岚等，1998. 片断热带雨林的“岛屿效应”与物种多样性消长规律研究. 见：中国科学院生物多样性委员会编. 生物多样性与人类未来 [M]. 北京：中国林业出版社，237-252
- 向应海，1981. 滇南热带雨林中种群配置的初步研究 [J]. 云南植物研究, 3(1): 57-73

- 朱华, 许再富, 王洪等, 1997. 西双版纳傣族“龙山”片断热带雨林植物多样性的变化研究 [J]. 广西植物, **17** (3): 213 - 219
- 朱华, 王洪, 李保贵, 1998. 西双版纳热带季节雨林的研究 [J]. 广西植物, **18** (4): 371 - 384
- 朱华, 许再富, 王洪等, 2000. 西双版纳片断热带雨林植物区系成分及变化趋势 [J]. 生物多样性, **8** (2): 139 - 145
- Benitez - Malvido J, 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest [J]. *Conservation Biology*, **12** (2): 380 - 389
- Bierregaard R O, Lovejoy T E, Kapos V, et al, 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments [J]. *BioScience*, **42**: 859 - 866
- Brokaw N V L, 1989. Species composition in gaps and structure of a tropical forest [J]. *Ecology*, **70**: 538 - 541
- Camargo J L C, Kapos V, 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest [J]. *Journal Tropical Ecology*, **11**: 205 - 221
- Daily G C, Ehrlich P R, 1995. Preservation of biodiversity in small rain forest patches: rapid evaluations using butterfly trapping [J]. *Biodiversity and Conservation*, **4**: 35 - 55
- Diamond J M, Bishop K D, Balen S V, 1987. Bird survival in an Javan woodland: Island or mirror? [J] *Conservation Biology*, **1**: 132 - 142
- Ferreira L V, Laurance W F, 1997. Effect of forest fragmentation on mortality and damage of selected trees in Central Amazonia [J]. *Conservation Biology*, **11** (3): 797 - 801
- Fonseca de Souza O, Brown V K, 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities [J]. *Journal Tropical Ecology*, **10**: 197 - 206
- Fox B J, Taylor J E, Fox M D et al, 1997. Vegetation change across edges of rainforest remnants [J]. *Biological Conservation*, **82**: 1 - 13
- Kattan G H, Alvarez - lopez H, Giraldo M, 1994. Forest fragmentation and bird extinction San Antonio eighty year later [J]. *Conservation Biology*, **8**: 138 - 146
- Klein B C, 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia [J]. *Ecology*, **70**: 1715 - 1725
- Laurance W F, Bierregaard R O, 1997. Tropical forest remnants - Ecology, Management, and Conservation of fragmented communities [M]. The University of Chicago Press
- Laurance W F, 1994. Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland [J]. *Biological Conservation*, **69**: 23 - 32
- Laurance W F, Ferreira L V, Merona J M R, et al, 1998a. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities [J]. *Ecology*, **79** (6): 2032 - 2040
- Laurance W F, Ferreira L V, Merona J M R, et al, 1998b. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities [J]. *Conservation Biology*, **12**: 460 - 464
- Leigh E G, Wright Jr S J, Herre E A et al, 1993. The decline of tree diversity on newly isolated tropical islands: a test of a null hypothesis and some implications [J]. *Evolutionary Ecology*, **7**: 76 - 102
- Lovejoy T E, Bierregaard R O, Rylands A B, et al, 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In M E Soule (ed.) *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity* [M]. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 257 - 285
- Malcom J R, 1994. Edge effects in central Amazonian forest fragments [J]. *Ecology*, **75**: 2438 - 2445
- Murcia C, 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation [J]. *Trends in Ecology and Evolution*, **10**: 58 - 62
- Newmark W K, 1991. Tropical forest fragmentation and the local extinction of understory birds in the Eastern Usambara Mountains, Tanzania [J]. *Conservation Biology*, **5**: 67 - 78
- Oliveira - Filho A T, Mello J M de, Scolforo J R S, 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil over a five year period [J]. *Plant Ecology*, **131**: 45 - 66

- Richards P W, 1952. The tropical rain forest [M]. London : Cambridge Univ. Press.
- Turner I M, 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest : a review of the evidence [J]. *J. Applied Ecology*, **33** : 200 - 209
- Turner I M, Chua S, Ong J S Y, et al, 1996a. A century of plant species loss from an isolated fragment of Lowland tropical forest [J]. *Conservation Biology*, **10** : 1229 - 1244
- Turner I M, Corlett R T, 1996b. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest [J]. *Trends in Ecology and Evolution*, **11** : 330 - 333
- Whitmore T C, 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees [J]. *Ecology*, **70** : 536 - 538
- Whitmore T C, 1990. An Introduction to Tropical Rain Forest [M]. Oxford : Clarendon Press
- Williams - Linera G, 1992. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama [J]. *Jour of Ecology*, **78** : 356 - 373
- Willis E O, 1974. Populations and local extinction of birds on Barro Colorado Island, Panama [J]. *Ecological Monographs*, **44** : 153 - 169

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

《云南植物研究》文后参考文献著录格式更改的说明

为便于国外检索期刊能够收录中文期刊的文献，自 2002 年起，本刊发表的论文，其文后参考文献的著录式将要作一些调整，请广大作者注意并执行我刊的规定。具体内容如下：

A. 期刊：在引用国内刊物的文献时，无论其原文是用中文还是英文刊出时，一律用英文形式列出，但原文是中文的需列出作者中文名和中文刊名（用括号排于相应位置）；若原文无英文题目，则仍以中文形式，按姓氏笔划排于文献的最前面。举例如下：

Tang ZC (汤章城), 2001. Trends in Plant Physiology at the Turn of Century [J]. *Acta Phytophysiol Sin* (植物生理学报), 27 (1): 1 - 4

Zhou LH (周丽华), Wu ZY (吴征镒), 2001. Taxonomic Revision of *Cotoneaster microphyllus* (Rosaceae) [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (植物生理研究), 23 (2): 162 - 168

Cao CY (曹成有), Kou ZW (寇振武), Jiang DM (将德明), et al, 2000. Interdune Duccession in the Kerqin Sandy Region. *Acta Phytocologica Sinica* (植物生理学报). 24 (3): 262 - 267

B. 书：在引用中文书籍文献时，均用中文形式列出，若引用的是翻译为中文的书籍，也用中文形式列出，并按姓氏笔划排于文献的最前面。

C. 文献排列顺序：中文、日文、英文。中文、日文以姓氏笔划为序，英文以姓氏字母为序（包括用汉语拼音所列作者文献）。