

云南澜沧地区热带山地雨林的群落学特征研究^{*}

李宗善¹, 唐建维^{1*}, 郑征¹, 段文勇², 朱胜忠², 郭贤明²

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园热带雨林生态系统定位研究站, 云南勐腊 666303; 2. 西双版纳国家级自然保护区管理局, 云南景洪 666300)

摘要: 在 2 500 m² 的固定样地上, 共计有维管束植物 100 ~ 105 种, 分属于 45 ~ 47 科、70 ~ 74 属; 胸径 ≥ 2 cm 的树种丰富度为 69 ~ 74, Shannon-Wiener 指数为 3.595 4 ~ 3.626 7, Pielou 均匀度指数为 0.842 6 ~ 0.849 1。群落植物区系成分可分为 10 个类型, 以热带区系成分为主, 占 83.17 % ~ 84.69 %, 其中又以泛热带和热带亚洲 (印度 - 马来西亚) 分布成分占优势, 分别占 33.67 % ~ 36.63 % 和 24.75 % ~ 26.53 %。群落以高位芽植物为主, 其中又以中、小高位芽植物占优势, 分别占 50.00 % ~ 52.78 % 和 22.12 % ~ 22.22 %; 在叶片生态学特征上, 群落以中叶 (66.67 % ~ 75 %)、单叶 (83.65 % ~ 85.19 %)、纸质 (61.11 % ~ 65.38 %)、全缘 (72.12 % ~ 72.22 %)、非尾尖 (86.11 % ~ 88.48 %) 为主。与西双版纳季节雨林相比, 澜沧地区热带山地雨林体现出明显地向季风常绿阔叶林的过渡特征, 如区系组成中的热带成分偏低而温带成分偏高, 大高位芽植物以及大叶、复叶、全缘叶比例较低, 而小高位芽植物以及小叶、单叶、非全缘叶比例较高。

关键词: 群落学特征; 热带山地雨林; 澜沧; 云南

中图分类号: Q948.15 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2005)03-0206-09

Analysis on the coenological characteristics of tropical montane rain forest in Lancang, South Yunnan

LI Zong-shan¹, TANG Jian-wei^{1*}, ZHENG Zheng¹,
DUAN Wen-yong², ZHU Sheng-zhong², GUO Xian-ming²

(1. Tropical Rainforest Ecosystem Station, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China; 2. Xishuangbanna Bureau of National Nature Reserve, Jinghong 666300, China)

Abstract: In order to understand the community characteristics of TMRF in Lancang Area, two permanent plots (50 m × 50 m) of TMRF communities at different sites in Lancang were established. The grid method (10 m × 10 m) was used to record all individuals with DBH greater than 2.0 cm in each plot. Shrub and herb species were investigated in nine 5 m × 5 m and 2 m × 2 m sub-quadrates respectively. Plant species composition, tree species diversity, physiognomic and structural characteristics of the communities were analyzed. The results showed that, in the 2 500 m² plot, total number of plant species in the communities of TMRF was 100 ~ 105, representing 70 ~ 74 genera and 45 ~ 47 families. Tree species richness (DBH ≥ 2 cm) is 69 ~ 74, while Shannon-Wiener and Pielou's evenness indices are 3.595 4 ~ 3.626 7 and 0.842 6 ~ 0.849 1 respectively. The floral composition of the communities can be divided into 10 areal types and the tropical distribution composition accounts for 83.17 % ~ 84.69 %. Among those floral areal types, Pantropic and Trop. Asia (Indo-Malesia) distributions are dominant, accounting for 33.67 % ~ 36.63 % and 24.75 % ~ 26.53 % respectively. Concerning about the life form spectra, phanerophytes are dominant in the communities, and the proportion of meso and

* 收稿日期: 2004-04-28 修订日期: 2004-07-20

基金项目: 国家科技部 2001 年度基础研究重大项目 (2001CCB00600); 国家自然科学基金项目 (40075027、30170168)。

作者简介: 李宗善 (1977-), 男, 山东潍坊人, 硕士生, 从事热带森林群落生态学研究。* 通讯作者

micro-phaenerophytes are very high, accounting for 50.00 % ~ 52.78 % and 22.12 % ~ 22.22 % respectively. With regard to the leaf characteristics, the communities are composed mainly of leaves which are mesophylls (66.67 % ~ 75 %), single (83.65 % ~ 85.19 %), papery (61.11 % ~ 65.38 %), entire (72.12 % ~ 72.22 %) and not caud (86.11 % ~ 88.48 %). Compared with tropical seasonal rain forest in Xishuangbanna, TMRF in Lancang shows obvious transitional characteristics to monsoon evergreen broad leaved forest, such as less tropical elements, mega-phaenerophytes and macrophylls, as well as less compound and entire leaves, but more temperate elements, micro-phaenerophytes, microphylls and nanophyll, as well as more simple and non-entire leaves.

Key words: coenological characteristics; tropical montane rain forest; Lancang; Yunnan

热带山地雨林是热带山地垂直带上的植被类型代表,是热带雨林向亚热带森林过渡的一种湿润性森林,它是热带雨林在高海拔地带的变型,仍属于热带雨林的范畴(吴征镒,1980)。热带山地雨林的基本特征为以热带性物种为主,间有亚热带种类,林下热带成分占显著地位,外貌和结构特征仍具热带雨林特征,随着海拔的升高,群落温带成分逐渐增加,我国热带山地雨林主要分布在云南的南部和海南岛地区(吴征镒,1980,1987)。近期以海南岛地区的热带山地雨林研究较为全面和深入,从对山地雨林群落的结构、物种组成、群落生态学特征及生物多样性(安树青等,1999;胡玉佳等,2000;王峥峰等,1999;臧润国等,2001),到山地雨林物种多样性与林窗动态的关系(臧润国等,1999,2002)、物种间关联度(黄世能等,2000)以及物种-个体关系(余世孝等,2001)都进行了探讨和分析。而云南南部的热带山地雨林的研究以西双版纳地区开展的工作较多,如对西双版纳热带山地雨林的群落学基础调查(吴征镒,1980,1987)、植被类型多样性和生态结构多样性特征分析(金振洲,1997;金振洲等,1997)以及群落物种多样性研究(Cao等,1997),同时对勐宋地区山地雨林的物种组成及群落学特征(王洪等,2001)和普文地区山地雨林群落的种群配置(党承林等,1997)也进行了探讨。而对云南南部其它地区的热带山地雨林仅见对其群落结构特征、物种组成的基础描述(吴征镒,1980,1987),较为深入的群落生态学研究还未见报道。

本次所调查的澜沧地区热带山地雨林,位于思茅地区的西南部,与西双版纳的西部毗邻。澜沧地区的热带山地雨林是在顺沟谷上升的逆温影响下发育形成的,与西双版纳南部较高海拔带上的热带山地雨林基本相当。目前国内关于澜沧地区热带山地雨林的群落生态学研究还未见报道,甚至在中国植被和云南植被中也未对其进行基本的群落学特征描述。该地区的热带山地雨林分布在较高的海拔地

带,热带、亚热带和温带成分在这里混合,群落物种组成非常复杂,是一种非常特殊的热带山地雨林类型。可见在澜沧地区开展热带山地雨林的群落学特征及其它相关研究不仅能够丰富我们对热带山地雨林的认识,同时对该地区自然保护区的建立和生物多样性保护也有十分重要的理论意义和实践价值。

为较深入地了解和掌握澜沧地区热带山地雨林群落学特征,我们于2003年3月,在澜沧发展河乡的不同地点和海拔建立了两块山地雨林定位样地。本文通过对澜沧地区热带山地雨林的群落学特征分析,试图在以下方面进行探讨:(1)群落植物物种组成、区系成分及多样性特征;(2)群落外貌特征;(3)群落结构特征;(4)澜沧地区热带山地雨林群落学特征与其它地区不同群落类型的比较。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区概况

研究地点位于思茅澜沧县发展河乡地区(约22°23.5'N,100°12.0'E),该地区与西双版纳西部以及缅甸接壤,西、北、东三面与滇西南山原、山地相连,属于横断山系南端无量山脉和怒山山脉余脉的山原和山地(朱华等,2001)。该地区气候属西南热带季风气候,干、湿季节变化明显,一年可分干热、湿热和雾凉3季,3~5月为干热季,气温较高,雨量少;6~10月为雨季,气候湿热,85%的雨水集中于此时期;11月至次年2月为雾凉季,降雨量较少,但早晚浓雾弥漫,空气湿度较大,可弥补此时期降雨量的不足。

1.2 研究方法

1.2.1 样地的建立及调查方法 在澜沧发展河乡的两个不同地点选取森林群落发育较好、结构完整,受人为和自然因素影响较小、坡度较为平缓的山地雨林群落地段建立固定样地。据朱华等(1998)的研究,西双版纳热带雨林群落的最适取样面积为2500

m²,在本次调查中每块样地的面积都设为 2 500 m² (50 m ×50 m)。同时记录每块样地的坡向、坡度、坡位和海拔等生境因子,同时挖取土壤剖面,每隔 20 cm 取一土样,以进行 pH 值和有机质含量的分析。两块样地的土壤为黄棕壤,土壤深厚,达 1 m 以上;枯枝落叶层和腐殖质较厚,达 5~10 cm,林内湿度较大,树干上附生有较厚的苔藓层(表 1)。

表 1 澜沧热带山地雨林样地基本特征

Table 1 The basic plot features of tropical montane rain forest communities in Lancang

样地号 Plot No.	1	2
地点 Location	澜沧	澜沧
	22°24.195' N	22°23.542' N
	100°11.954' E	100°12.022' E
海拔 Elevation(m)	1 900	1 950~1 970
坡向 Aspect	NE 15°	NE 40°
坡度 Slope(°)	5~10	25~30
坡位 Position	下	上
土壤类型 Soil type	黄棕壤	黄棕壤
pH 值 pH value	5.03 8	5.00 6
有机质含量	9.08 4	2.76 2
Organic matter(%)		

每块样地均被划分为 25 个 10 m ×10 m 的样方,对样方内胸径 ≥2 cm 以上的乔木进行每木调查,测量记录其植物名称、胸径、高度、冠幅等,并挂牌、标号,把每株乔木个体的位置按比例绘制在座标图上。在样地纵横两个方向上每隔 1 个 10 m ×10 m 的样方设置 1 个 5 m ×5 m 的小样方(乔木层样方的右下角)共 9 个样方进行灌木层种类的调查,对样方中胸径 ≤2.0 cm,高度 ≥1.0 m 的植株个体观测记录其植物名称、基径、高度、冠幅等,并挂牌、标号。草本层种类的调查则在每个灌木层样方的右下角设置 1 个 2 m ×2 m 的小样方,对样方中高度 ≤1 m 的植株个体测量记录植物名称、高度、盖度、株(丛)数等,在本次调查中未对样地内的附生植物做相关统计。

1.2.2 分析方法 群落中植物种类的重要值的计算采用以下公式:重要值=(相对多度+相对显著度+相对频度)/300(曲仲湘等,1983)。根据物种多样性测度指数应用的广泛程度以及对群落物种多样性状况的反映能力,本文选取 3 种多样性指数来测度和分析群落物种多样性特征,包括物种丰富度(S),Shannon-Wiener 指数(H),Pielou 均匀度指数(E)(汪殿蓓等,2001)。公式分别为: $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$; $E = (-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i) / \ln S$; S 即为样地中出现的物种总数。

上述算式中 P_i 为第 i 个物种的植株数 N_i 占植株总数的比值,即 $P_i = N_i / N$, i = 1, 2, 3, ..., S, S 为样方物种总数, N 为样方所有物种的总植株数。

表 2 澜沧热带山地雨林群落的重要科、属组成

Table 2 The composition of dominant genera and families of tropical rain forest communities in Lancang

科名 Family	1 号样地 Plot 1		2 号样地 Plot 2	
	属数 Genera	种数 Species	属数 Genera	种数 Species
1 樟科 Lauraceae	7	12	7	17
2 木兰科 Magnoliaceae	4	4	5	6
3 茶科 Theaceae	5	6	3	4
4 大戟科 Euphorbiaceae	5	5	3	4
5 茜草科 Rubiaceae	4	5	3	4
6 蔷薇科 Rosaceae	3	4	1	2
7 楝科 Meliaceae	1	1	3	3
8 木犀科 Oleaceae	3	3	2	2
9 壳斗科 Fagaceae	2	6	2	6
10 桃金娘科 Myrtaceae	2	2	2	2
11 漆树科 Anacardiaceae	1	1	2	2
12 使君子科 Commeliaceae	1	1	2	2
13 山矾科 Symplocaceae	1	6	1	5
14 杜英科 Elaeocarpaceae	1	4	1	2
15 紫金牛科 Myrsinaceae	1	3	1	2
16 清风藤科 Sabiaceae	1	3	1	2
17 蓝果树科 Nyssaceae	1	1	1	2
18 藤黄科 Guttiferae	1	2	1	1
19 天南星科 Araceae	1	1	2	3
20 爵床科 Acanthaceae	1	1	2	2

2 结果与分析

2.1 群落的物种组成和区系成分

2.1.1 群落的科、属组成 根据两块样地的野外调查统计资料,在 2 500 m² 的固定样地上,有维管束植物 1 号样地计 105 种,分属于 47 科 74 属;2 号样地计 100 种,分属于 45 科 70 属。在样地的科属组成中(表 2),1 号样地占优势的科有樟科(7 属 12 种,下同)、茶科(5 6)、大戟科(5 5)、茜草科(4 5)、木兰科(4 4),其次是蔷薇科(3 4)、木犀科(3 3)、壳斗科(2 6)、山矾科(1 6)和杜英科(1 4)。2 号样地占优势的科有樟科(7 17)、木兰科(5 6)、茶科、大戟科、茜草科(3 4),其次是楝科(3 3)、壳斗科(2 6)、木犀科、漆树科、使君子科、桃金娘科(2 2)和山矾科(1 5)。在这两个样地中,除这些优势科外,其余大多数为单科、单属。从群落的科属组成上看,两块样地的热带山地雨林的物种组成均以樟科、茶科、壳斗科、木兰科以及大戟科、茜草科和山矾科的植物种类占优势。

2.1.2 群落的种类组成 从样地的群落树种组成看(表3),1号样地主要优势树种有粗壮琼楠、疏花臀果木、厚皮香、刺桫,重要值依次为 21.27、20.56、16.40、16.27,其次是滇藏杜英、单叶泡花树、缅甸木莲、华南石栎,重要值依次为 14.19、13.32、13.14、12.15,重要值在 10.0 以上的树种有 10 种,重要值在 3.0 以下的树种有 42 种,其中重要值小于 1.0 的树种有 18 种。2号样地主要优势树种有刺桫、母猪果、长蕊木兰、杯状桫和岗桫,重要值依次为 22.98、

18.06、16.65、14.96 和 14.54,其次是粗壮琼楠、滇马蹄果、滇南山矾、网叶山胡椒,重要值依次为 13.97、12.37、11.93 和 10.99,重要值在 10.0 以上的树种有 11 种,重要值在 3.0 以下的树种有 47 种,其中重要值小于 1.0 的树种有 21 种。由此可见,澜沧地区热带山地雨林群落中较占优势的各树种间的重要值都非常接近,同时群落中还存在大量重要值较小的树种,两块样地的山地雨林群落中无明显的优势树种存在,各树种间多度分布非常均匀。

表 3 澜沧热带山地雨林群落优势树种的重要值

Table 3 The important value of dominant tree species of tropical montane rain forest communities in Lancang

物种 Species	1 号样地 Plot 1		2 号样地 Plot 2	
	株数 Individuals	重要值 IVI	株数 Individuals	重要值 IVI
1 刺桫 <i>Castanopsis hystrix</i>	23	16.40	57	22.98
2 粗壮琼楠 <i>Beilschmiedia robusta</i>	48	21.27	37	13.97
3 疏花臀果木 <i>Pygeum laxiflorum</i>	73	20.56	14	5.51
4 母猪果 <i>Helicia nilagirica</i>	17	6.35	64	18.06
5 长蕊木兰 <i>Alcimandra cathcardii</i>	12	7.06	39	16.65
6 厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	10	16.27	1	0.41
7 杯状桫 <i>Castanopsis calathiformis</i>	1	0.44	65	14.96
8 岗桫 <i>Eurya groffii</i>	8	3.56	18	14.54
9 滇藏杜英 <i>Elaeocarpus braceanus</i>	19	14.19	-	-
10 单叶泡花树 <i>Meliosma simplicifolia</i>	43	13.32	4	1.54
11 缅甸木莲 <i>Manglietia hookeri</i>	20	13.14	12	3.54
12 滇马蹄果 <i>Protium yunnanense</i>	-	-	9	12.37
13 华南石栎 <i>Lithocarpus fenestratus</i>	19	12.15	17	6.39
14 滇南山矾 <i>Symplocos hookeri</i>	2	0.91	21	11.93
15 网叶山胡椒 <i>Lindera metcalfiana</i> var. <i>dictyophylla</i>	4	1.80	20	10.99
16 岭罗麦 <i>Randia wallichii</i>	28	10.40	5	1.70
17 瓦山桫 <i>Castanopsis ceratocantha</i>	9	10.31	-	-
18 细毛润楠 <i>Persea tenuipilis</i>	3	1.43	35	10.18
19 三桠苦 <i>Evodia lepta</i>	-	-	51	10.13
20 十蕊槭 <i>Acer decandrum</i>	27	9.00	2	0.86
21 南方紫金牛 <i>Ardisia thyrsiflora</i>	14	8.92	2	0.77
22 景东桫 <i>Eurya jintungensis</i>	28	8.41	27	8.90
23 团香果 <i>Lindera latifolia</i>	22	8.45	20	7.19
24 鹅掌柴 <i>Schefflera octophylla</i>	28	8.32	16	4.48
25 灰叶冬青 <i>Ilex tephrophylla</i>	14	7.45	1	0.37

“-”表示样地中无此种 “-”No species in the plot

2.1.3 群落的植物区系组成 按吴征镒(1991)的区系属级分布类型方案,对两块样地的山地雨林群落属的区系分布进行分析,可初步区分为 10 种区系分布类型(表 4)。澜沧山地雨林群落以热带分布型(2~7)为主,占 83.17%~84.69%,其中又以泛热带分布成分和热带亚洲(印度—马来西亚)分布占优势,分别占 33.67%~36.63%和 24.75%~26.53%。温带成分所占比例较少(8~10),占 15.30%~15.83%,其中又以东亚至北美洲间断分布为主,占 10.20%~10.89%。2号样地的热带亚洲成分、热带亚洲至热带美洲间断分布以及北温带

分布成分均要比 1 号样地丰富,而泛热带分布、东亚分布的成分比例则小于后者。澜沧山地雨林群落的区系成分与西双版纳沟谷雨林、低丘雨林以及版纳植物区系相比,热带区系成分偏低,而温带成分较高,其中热带亚洲分布以及旧世界热带、热带亚洲至热带大洋洲和热带亚洲至热带非洲分布成分比例较低,而泛热带分布成分、热带亚洲至热带美洲间断分布以及东亚至北美洲间断分布则明显偏高。

2.2 群落的树种多样性和均匀度

在 2 500 m² 的样地内,澜沧山地雨林(胸径 ≥2 cm)的树种丰富度为 69~74,Shannon-Wiener 指数

为 3.595 4~3.626 7, Pielou 均匀度指数为 0.842 6~0.849 1(表 5)。2 号样地的物种丰富度和 Shannon-Wiener 指数均要大于 1 号样地,而两块样地的 Pielou 均匀度指数则非常接近。与其它地区的森林

群落相比,澜沧山地雨林的物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数均要高于西双版纳的季风常绿阔叶林,但低于西双版纳的季节雨林以及海南岛吊罗山的山地雨林。

表 4 澜沧热带山地雨林群落的区系成分组成

Table 4 The floral composition of tropical montane rain forest communities in Lancang

分布区类型 Areal-types	属数 No. of genera (%)				
	1 号样地 Plot 1	2 号样地 Plot 2	沟谷雨林 RSRF	低丘雨林 LHSRF	版纳植物 区系 FX
1 世界分布 Cosmopolitan	0.99	—	—	—	—
2 泛热带分布 Pantropic	36.63	33.67	19.6	25.3	22.8
3 热带亚洲至热带美洲间断分布 Tropical Asia & Tropical American disjuncted	9.90	12.24	4.3	4.6	2.4
4 旧世界热带分布 Old World Tropic.	3.96	5.10	14.0	13.7	10.3
5 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Tropical Australia	3.96	4.08	9.2	10.2	6.9
6 热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	3.96	3.06	4.8	7.3	8.4
7 热带亚洲(印度-马来西亚)分布 Tropical Asia(Indo-Malesia)	24.75	26.53	42.3	33.2	32.8
热带成分合计 Total Tropical elements	83.17	84.69	94.1	93.7	90.1
8 北温带分布 North Temperate	2.96	4.08	1.8	1.9	5.2
9 东亚至北美洲间断分布 East Asia & North American disjuncted	10.89	10.20	1.8	1.5	3.1
10 东亚分布 East Asia	1.98	1.02	0.3	1.5	0.4

RSRF: Ravine seasonal rain forest; LHSRF: Lower hill seasonal rain forest; FX: Flora of Xishuangbanna(朱华等,2001)。

表 5 澜沧热带山地雨林群落物种多样性和均匀度与其它植被类型的比较

Table 5 The comparison of species diversity and evenness indices between tropical montane rain forest in Lancang and other forest vegetation types

群落名称 Community	海拔 Altitude (m)	面积 Area (m ²)	胸径 (DBH)	植株数 Individuals	树种数 Species	多样性指数 Diversity indices (H)	均匀度指数 Evenness indices (E)
山地雨林(1 号样地) Tropical montane rain forest	1 950~1 970	2 500	≥2 cm	641	69	3.595 4	0.849 1
山地雨林(2 号样地) Tropical montane rain forest	1 900	2 500	≥2 cm	776	74	3.626 7	0.842 6
季节雨林(西双版纳) Tropical seasonal rain forest (Cao 等,1997)	675	2 500	≥4 cm	308	68	3.728	0.883
常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest (Cao 等,1997)(西双版纳)	1 050	1 200	≥5 cm	164	29	2.802	0.832
山地雨林(海南岛吊罗山) Tropical montane rain forest(王峥峰等,1999)	900~980	5 000	≥5 cm	632	118	4.195	0.880

2.3 群落的外貌特征

2.3.1 植物的生活型谱 根据 Raunkiaer(1934)生活型分类系统统计,澜沧热带山地雨林以高位芽植物为主(表 6),又以中高位芽植物占优势,占 50.00%~52.78%;其次是小高位芽植物,占 22.12%~22.22%;藤本植物和草本高位芽植物分别占 8.65%~9.26%、5.56%~11.54%,大高位芽和矮高位芽植物分别占 2.78%~6.73%、0.96%~3.70%;而地上芽和地面芽植物则仅在 1 号样地中存在,所占比例分别为 2.78%、0.93%。2 号样地的大高位芽、草本高位芽植物比例要高于 1 号样地,而藤本植物、中高位芽、矮高位芽以及地上芽和地面芽植物比例则要小于后者。与其它地区森林群落的生活型谱相比,澜沧山地雨林的藤本植物、矮高位芽和

地上芽植物比例要低于西双版纳季节雨林,而中高位芽和小高位芽植物比例则高于后者;但与海南岛尖峰岭的山地雨林生活型谱十分相似,仅藤本植物比例较低;其大高位芽、中高位芽和小高位芽植物比例均要高于广东鼎湖山的南亚季风常绿阔叶林,而藤本植物、矮高位芽、草本高位芽以及地上芽、地面芽和地下芽植物比例均要低于后者。

2.3.2 叶级谱 按 Raunkiaer(1934)划分叶级谱的方法,从叶面积的统计结果看(表 7),澜沧山地雨林以中叶占绝对优势(66.67%~75%),其次是小叶(22.12%~28.7%),微叶和大叶所占比例很小,占 1.92%~4.63%和 1%左右。2 号样地的中叶比例明显高于 1 号样地,大叶比例略高于 1 号样地,而小叶、微叶比例则明显低于 1 号样地。由表 7 还可看出,与

西双版纳季节雨林和海南岛尖峰岭地区山地雨林相比,澜沧山地雨林表现为巨叶、大叶比例明显偏低,而小叶比例明显较高;与香港岛南亚季风常绿阔叶林相比,其中叶比例明显较高,而大叶、小叶均较低。

2.3.3 叶型、叶质、叶缘与叶尖 澜沧热带山地雨林的叶型以单叶为主(表 8),占 83.65 %~85.19 %;叶质是以纸质叶为主,占 61.11 %~65.38 %;叶缘是以全缘叶为主,占 72.12 %~72.22 %;叶尖是以非尾尖为主,占 86.11 %~88.48 %。2 号样地的复叶、纸质叶比例要大于 1 号样地,而尾尖叶比例则要小于后者,两者在叶缘特征上非常相似。与西双版纳

季节雨林相比,澜沧山地雨林表现为复叶、革质、全缘叶比例偏低,而单叶、纸质、非全缘叶比例偏高,两者在叶尖特征上没有明显差异。

2.4 群落的结构特征

两块样地的山地雨林的群落结构层次分化明显,其垂直结构可分为乔木层、灌木层、草本层及藤本植物。乔木可分为上、中、下三个层次,构成密闭林冠是乔木上层,郁闭度达 80 %以上。乔木上层高度在 20 m 以上,胸径在 30 cm 以上;乔木中层高度在 10~20 m 之间,胸径 10~30 cm 之间;乔木下层高度在 3~10 m 之间,胸径在 2~10 cm 之间。

表 6 澜沧热带山地雨林群落生活型谱与其它植被类型的比较

Table 6 The comparison of life form spectra between tropical montane rain forest in Lancang and other vegetation types

生活型 Life form	热带山地雨林 (1 号样地) Trop. montane rain forest	热带山地雨林 (2 号样地) Trop. montane rain forest	季节雨林 (西双版纳) Trop. seasonal rain forest (Zhu,1997)	热带山地雨林 (海南尖峰岭) Trop. montane rain forest (胡婉仪,1985)	南亚热带季风常绿 阔叶林(广东鼎湖山) Monsoon evergreen broad-leaved forest in South Asia(朱华,1993)
附生植物 Epiphyte	—	—	10.9	5.4	—
藤本植物 Liana	9.26	8.65	18.2	13.3	14
大高位芽 Mega-Phanaerophyte	2.78	6.73	6.7	3	1
中高位芽 Meso-Phanaerophyte	52.78	50.00	26.7	46.4	25
小高位芽 Micro-Phanaerophyte	22.22	22.12	13.3	21.1	16
矮高位芽 Nano-Phanaerophyte	3.70	0.96	7.9	10.2	26
草本高位芽 Herbaceous phanaerophyte	5.56	11.54	6.7	—	—
地上芽 Chamaephyte	2.78	—	9.1	—	17
地面芽 Hemicryptophyte	0.93	—	—	0.6	1
地下芽 Geophyte	—	—	—	0.6	—

表 7 澜沧热带山地雨林群落叶级谱特征及与其它植被类型的比较

Table 7 The comparison of leaf scale spectra between tropical montane rain forest in Lancang and other vegetation types

植被类型 Forest type	大叶(%) Macrophyll	中叶(%) Mesophyll	小叶(%) Microphyll	微叶(%) Nanophyll
热带山地雨林(1 号样地) Tropical montane rain forest	—	66.67	28.70	4.63
热带山地雨林(2 号样地) Tropical montane rain forest	0.96	75.00	22.12	1.92
季节雨林(西双版纳) Tropical seasonal rain forest(Zhu,1997)	8.9	74.1	16.1	—
热带山地雨林(海南岛尖峰岭) Tropical montane rain forest(胡婉仪,1985)	12	70.7	16.2	0.6
南亚热带季风常绿阔叶林(香港岛) Monsoon evergreen broad-leaved forest in South Asia(王伯荪等,1987)	4	62	31	3

1 号样地的群落乔木上层没有优势树种存在,多度较大的树种仅有个体 3~5 株,主要由有厚皮香、滇藏杜英、瓦山栲(*Castanopsis ceratacantha*)和粗壮琼楠等组成,1、2 株个体的树种有 9 种;乔木中层除含有大量乔木上层的树种外,疏花臀果木的优势地位最为突出,其多度达 12 株,其它的树种有团香果(*Lindera latifolia*)、单叶泡花树、十蕊槭(*Acer decandrum*)和笔罗子(*Meliosma rigida*)等,这些树种的多度在 5~10 株之间,1、2 株个体的树种达 26 种;乔木下层绝大多数是上层乔木的幼树,其

中又以疏花臀果木、单叶泡花树和粗壮琼楠为主,除这些优势树种外,其它较为常见的树种有景东栎(*Eurya jintungensis*)和鹅掌柴(*Schefflera octophylla*),多度都为 27 株,其次为母猪果、香面叶(*Lindera caudata*)、南方紫金牛(*Ardisia thyrsoiflora*)和腺柄山矾(*Symplocos adenophylla*)等,这些树种的多度也都在 10 株以上,1、2 株个体的树种则达 23 种。灌木层主要是由乔木层树种的幼树组成,以十蕊槭、刺栲、滇藏杜英、滇马蹄果和轮叶木姜子(*Litsea verticillata*)等占优势,其它较为常见的

物种有铜毛紫云菜 (*Strobilanthes aenobarbus*)、三桠苦 (*Evodia lepta*)、总序豆腐柴 (*Premna racemosa*) 和绿枝山矾 (*Symplocos viridissima*) 等。草本层的绝大部分植株也是由上层树种幼苗外,其中又以岭罗麦 (*Randia wallichii*) 和疏花臀果木为主,其它比较常见的物种有网籽草 (*Dictyospermum conspicuum*)、卷瓣岩阶草 (*Ophiopogon revolutus*)、多

苞莓 (*Rubus multibracteatus*) 和冷水花 (*Pilea spp.*) 等,还有多种蕨类植物,如篦齿短肠蕨 (*Allantodia hirsutipes*)、线蕨 (*Colysis elliptica*)、粗毛鳞盖蕨 (*Microlepia strigosa*) 和鱼鳞蕨 (*Acrophorus stipellatus*) 等。藤本植物主要有闷奶果 (*Bousigonia angustifolia*)、光叶绞股兰 (*Gynostemma pentaphyllum*) 和独籽藤 (*Monocelastrus monosperma*) 等。

表 8 澜沧热带山地雨林群落的叶型、叶质、叶缘和叶尖谱与西双版纳季节雨林的比较

Table 8 The comparison of leaf texture, leaf margin and leaf apex spectra of tropical montane rain forest in Lancang and tropical seasonal rain forest in Xishuangbanna

森林类型 Forest type	叶型 Leaf type		叶质 Leaf texture		叶缘 Leaf margin		叶尖 Leaf apex	
	单叶 (%) Simple	复叶 (%) Compound	革质 (%) Leather	纸质 (%) Paper	全缘 (%) Entire	非全缘 (%) Non-entire	非尾尖 (%) Not drip tip	尾尖 (%) Drip tip
热带山地雨林 (1 号样地) Tropical montane rain forest	85.19	14.81	38.89	61.11	72.22	27.78	86.11	13.89
热带山地雨林 (2 号样地) Tropical montane rain forest	83.65	16.35	34.62	65.38	72.12	27.88	88.46	11.54
季节雨林 (西双版纳) Tropical seasonal rain forest (Zhu, 1997)	79.4	20.6	41.2	58.8	77.6	22.4	87.9	12.1

2 号样地的群落乔木上层树种共有 13 种,树种间的多度分布相当均匀,除滇马蹄果个体数为 3 株外,其余均为 1、2 株个体的树种,主要由刺栲、长蕊木兰、滇南山矾和网叶山胡椒等组成。乔木中层除含有上层树种外,以岗岭和母猪果的优势地位比较明显,个体数分别为 14、12 株,其它较常见的树种有滇南山矾、华南石栎、景东栲和稠叶琼楠 (*Beilschmiedia roxburghiana*) 等,多度在 5~10 株之间,仅有 1、2 株个体的树种达 22 种。乔木下层绝大多数是上层乔木的幼树,其中又以母猪果、杯状栲、刺栲和长蕊木兰等为主,除这些优势树种外,以三桠苦的优势地位最为明显,其个体数达 51 株,其它较为常见的树种有团香果、多花含笑 (*Michelia floribunda*)、团花新木姜子 (*Neolitsea homilantha*) 和云南黄叶树 (*Xanthophyllum yunnanense*) 等,多度在 15~20 株之间,1、2 株个体的树种达 28 种。灌木层绝大多数植株为乔木层树种的幼树,各树种间分布较均匀,较常见的树种有三桠苦、岭罗麦、母猪果和杯状栲等,多度在 40~50 株左右,而真正的灌木物种非常稀少。草本层较占优势的物种有色萼花 (*Chroesthes pubiflora*)、穿鞘花 (*Amischotolype hispida*) 和硬毛锥花 (*Gomphostemma stellato-hirsutum*),多度都在 30~40 株之间,其次是大叶斑鸠菊 (*Vernonia volkameriaefolia*)、竹叶草 (*Oplismenus compositus*) 和红马蹄草 (*Hydrocotyle nepalensis*) 等,多度都在 10 株以下,较常见的蕨类植物有粗毛鳞盖蕨、篦齿短肠蕨和斜方鳞盖蕨 (*Micro-*

lepis rhomboidea) 等。藤本植物以独籽藤、光叶绞股兰和闷奶果等占优势。

两群落间物种组成的相似性,可通过两群落间的相似系数来衡量。本文采用群落组成的物种数来计算,根据下列公式: $IS = 2C / (A + B) \times 100$ 。

式中, C 为两样地的共有种数, A 、 B 分别为两样地的物种数。通过计算,两块样地的乔木层组成树种的相似性为 60.14%,灌木层组成物种的相似性为 30.77%,草本层组成物种的相似性为 36.14%,而两样地群落总体的物种相似性为 51.60%。可见,两块样地山地雨林群落乔木层的树种相似性较高,灌木层和草本层的物种相似性较低;从群落总体看,两块样地的物种组成相似性程度较低,物种差异较大。

3 结论与讨论

(1) 在 2 500 m² 的固定样地内,山地雨林维管束植物十分丰富,在 100~105 种间,分属于 45~47 科,70~74 属,群落乔木层 (胸径 ≥ 2 cm) 的树种丰富度为 69~74 种,Shannon-Wiener 指数为 3.595 4~3.626 7, Pielou 均匀度指数为 0.842 6~0.849 1。山地雨林虽然分布在约 2 000 m 的高海拔地区,群落的物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度均达到了较高水平,明显高于西双版纳的季风常绿阔叶林。这是因为该山地雨林群落作为热带雨

林向常绿阔叶林的过渡类型,热带、亚热带甚至温带成分在这里混合,再加上山地雨林的特有成分,使得群落物种非常丰富;且群落较占优势树种的重要值仅 20.0 左右,重要值 10.0 以上树种达 10 种以上,重要值 3.0 以下树种则多达 40 种以上,可见群落中没有明显优势树种存在,而且有相当数量的稀少树种存在,因而其多样性和均匀度指数均较高。而其物种丰富度、多样性和均匀度指数均低于西双版纳的季节雨林,这是由于西双版纳季节雨林分布在海拔较低的沟谷地带,生境条件更加优越,群落中热带成分丰富,物种优势度很低,生境条件优越则物种多样性就较高这可能是一个普遍规律(朱守谦,1987)。山地雨林的多样性和均匀度指数低于海南岛吊罗山的热带山地雨林,这是因为后者位于较低的海拔地带,生境条件比较优越;然而后者的取样面积和起测胸径均大于本次调查,这使其物种更加丰富而物种优势度较低,因而多样性和均匀度指数较高。

(2) 山地雨林群落的植物区系组成以热带分布成分为主,占 83.17%~84.69%,其中以泛热带分布和热带亚洲(印度—马来西亚)分布占优势,分别占 33.67%~36.63%和 24.75%~26.53%,温带成分所占比例较少,占 15.30%~15.83%。可见其热带性质较为明显,并带有明显的热带亚洲植物区系特征,与世界各地热带植物区系均有一定联系,这与西双版纳植物区系特征十分相似(Zhu,1997;朱华等,2001)。然而与西双版纳的沟谷雨林、低丘雨林植物区系特征相比,其热带亚洲分布以及旧世界热带、热带亚洲至热带大洋洲和热带亚洲至热带非洲分布的植物区系比例较低,而泛热带分布、热带亚洲至热带美洲间断分布以及北温带、东亚至北美洲间断分布的植物区系比例较高;从区系总体看,澜沧山地雨林的热带成分较少而温带成分较多,体现出向常绿阔叶林区系组成过渡的趋势。

(3) 山地雨林以高位芽植物为主,又以中、小高位芽植物占优势,分别约占 50%、22%;从叶片生态学特征看,群落以中叶(66.67%~75%)、单叶(83.65%~85.19%)、纸质(61.11%~65.38%)、全缘(约 72%)、非尾尖(86.11%~88.48%)为主,这种群落外貌特征与西双版纳的季节雨林十分相似(朱华,1992,1993)。然而与西双版纳季节雨林相比,澜沧山地雨林又表现为藤本植物、大叶、复叶、全缘叶比例偏低,而小高位芽植物、小叶、微叶以及单叶、非全缘叶比例偏高。这是由于澜沧山地雨林群

落分布在较高的海拔,热量和温度均较低,因而群落外貌特征的热带雨林性质有明显减弱的趋势。与广东鼎湖山和香港岛的南亚季风常绿阔叶林相比,澜沧山地雨林的群落外貌特征则体现出了非常明显的热带雨林性质,如大高位芽、中高位芽植物以及中叶比例较高,而小叶比例偏低等。

(4) 两块热带山地雨林样地,虽相隔距离很近,但是无论在群落的物种组成、植物多样性特征,还是在群落外貌特征上均存在一定的差异。2 号样地胸径 ≥ 2 cm 的树种丰富度和 Shannon Wiener 指数均高于 1 号样地,而且 2 号样地的热带亚洲分布成分、大高位芽植物以及大叶、中叶、复叶、纸质叶植物也都比 1 号样地丰富。可见 2 号样地的热带雨林性质比 1 号样地更加明显,这是由于 2 号样地的山地雨林虽然位于海拔较高的山坡上,但是处于向阳的一面,温度和热量均较高。而 1 号样地的山地雨林群落虽然位于水湿条件较好的低海拔沟谷地带,但是处于背阴的一面,温度和热量相对较低。另外,山地雨林群落物种组成的异质性也非常突出,两块样地群落物种总体相似系数仅为 51.60%,这是由于该山地雨林只分布在受顺沟谷上升的逆温影响下形成的局部优越生境中,呈斑块状镶嵌在常绿阔叶林中,又由于不同地点的小生境差异,因而造就了本地区热带山地雨林群落生境条件的复杂性和多样性。

(5) 热带山地雨林的群落结构、物种组成以及群落外貌特征均体现出了较强的热带雨林性质,而且群落的物种丰富度、多样性和均匀度指数也达到了较高水平,不同地点山地雨林群落的物种组成异质性也较强,因而其生物多样性保护价值很高。然而热带山地雨林已受到了较为严重的人为干扰,如砍伐木材、种植草果等,森林群落已遭到了一定程度的破坏,建议在澜沧地区尽快建立自然保护区以对本地区的热带山地雨林和其它森林类型进行有效的保护。

参加野外考察工作有中国科学院西双版纳热带植物园热带雨林生态系统定位研究站的鲁云、陈德富、李忠华等,思茅师范专科学校的实习生板佳芹、李惠蓉、藤明本、张云春和李东林以及本园研究生陈春、王月、林露湘和吕晓涛,标本鉴定得到中国科学院西双版纳热带植物园的陶国达老师、王洪老师以及赵崇奖先生的大力帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

曲仲湘, 吴玉树, 王焕校, 等. 1983. 植物生态学[M]. 北京:

高等教育出版社.

- 吴征镒. 1980. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 97 - 192.
- 吴征镒. 1987. 云南植被[M]. 北京: 科学出版社, 889 - 916.
- An SQ(安树青), Zhu XL(朱学雷), Wang ZF(王峥峰), et al. 1999. The plant species diversity in a tropical montane rain forest on Wuzhi Mountain, Hainan(海南岛五指山热带山地雨林的植物物种多样性研究)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 19(6): 803 - 809.
- Cao M, Zhang JH. 1997. Tree species diversity of tropical forest vegetation in Xishuangbanna, SW China [J]. *Biodiversity Conservation*, 6(7): 995 - 1 006.
- Dang CL(党承林), Qian W(钱 韦). 1997. A study on the population dynamics of constructive species of the tropical montane rain forest in Xishuangbanna(西双版纳热带山地雨林建群种种群动态研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 增刊: 83 - 91.
- Hu WY(胡婉仪). 1985. The vegetation belts and forest types of Jianfengling Mountain, Hainan Island(海南尖峰岭的植被垂直及林型)[J]. *Acta Phytocol Geobot Sin*(植物生态学与地植物学丛刊), 9(4): 286 - 296.
- Hu YJ(胡玉佳), Ding XQ(丁小球). 2000. A study on the plant species diversity of tropical natural forest in Bawangling, Hainan Island(海南岛霸王岭热带天然林植物物种多样性研究)[J]. *Biodiversity Sci*(生物多样性), 8(4): 370 - 377.
- Huang SN(黄世能), Li YD(李意德), Luo TS(骆士寿), et al. 2000. Dynamics of associations between tree species in a secondary tropical montane rain forest at Jianfengling on Hainan Island(海南岛尖峰岭次生热带山地雨林树种间的联结动态)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 24(5): 569 - 574.
- Jin ZZ(金振洲), Ou XK(欧晓昆). 1997. The diversity features of plant community types in the tropical rain forest vegetation of Xishuangbanna(西双版纳热带雨林植被的植物群落类型多样性特征)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 增刊: 1 - 30.
- Jin ZZ(金振洲). 1997. The diversity features of the ecological structures of plant species component in the tropical rain forest of Xishuangbanna, Yunnan(西双版纳热带雨林植物种类组成的生态结构多样性特征)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 增刊: 31 - 57.
- Raunkiaer C. 1934. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography[M]. Oxford, Oxford University Press.
- Wang BS(王伯荪), Lu Y(陆 阳), Zhang HD(张宏达). 1987. A community analysis of *Endospermum chinense* forest, Hongkong Island(香港岛黄桐林的群落学分析)[J]. *Acta Phytocol Geobot Sin*(植物生态学与地植物学丛刊), 11(4): 241 - 251.
- Wang DB(汪殿蓓), Ji SY(暨淑仪), Chen FP(陈飞鹏). 2001. A review on the species diversity of plant community(植物群落物种多样性研究综述)[J]. *Chin J Ecol*(生态学杂志), 20(4): 55 - 60.
- Wang H(王 洪), Zhu H(朱 华), Li BG(李保贵). 2001. The community study of tropical montane rain forest in Mengsong, Xishuangbanna(西双版纳勐宋山地雨林的群落学研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 21(4): 303 - 314.
- Wang ZF(王峥峰), An SQ(安树青), Campell GD, et al. 1999. Biodiversity of the montane rain forest in Diaoluo Mountain, Hainan(海南岛吊罗山山地雨林物种多样性)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 19(1): 61 - 67.
- Wu ZY(吴征镒). 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型). *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 增刊: 1 - 139.
- Yu SX(余世孝), Zang RG(藏润国), Jiang YX(蒋有绪). 2001. Species richness-abundance relationships in four tropical forests on altitudinal gradient in Bawangling Nature Reserve, Hainan(海南岛霸王岭不同热带森林类型的种个体关系)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 25(3): 291 - 297.
- Zang RG(藏润国), Jiang YX(蒋有绪), Yu SX(余世孝). 2002. The forest cycle and tree species diversity dynamics in a tropical montane rain forest of Hainan Island, South China(海南霸王岭热带山地雨林森林循环与物种多样性动态)[J]. *Acta Ecol Sinica*(生态学报), 22(1): 24 - 32.
- Zang RG(藏润国), Yang YC(杨彦承), Jiang YX(蒋有绪). 2001. Community structure and tree species diversity characteristics in a tropical montane rain forest in Bawangling Nature Reserve, Hainan Island(海南霸王岭热带山地雨林群落结构及物种多样性特征的研究)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 25(3): 270 - 275.
- Zang RG(藏润国), Jiang YX(蒋有绪), Liu JY(刘静艳), et al. 1999. The gap phase regeneration in a tropical montane rain forest in Bawangling, Hainan Island(海南霸王岭热带山地雨林林隙更新规律的研究)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 19(2): 151 - 158.
- Zhu H. 1997. Ecological and biogeographical studies of the tropical rain forest of South Yunnan, SW China with a special reference to its relation with rain forests of tropical Asia [J]. *J Biogeography*, 24(5): 647 - 662.
- Zhu H(朱 华), Wang H(王 洪), Li BG(李保贵), et al. 1998. Species diversity of primary tropical rain forest of South Yunnan of China with special reference to sampling area(滇南热带雨林物种多样性的取样面积探讨)[J]. *Biodiversity Sci*(生物多样性), 6(4): 241 - 247.
- Zhu H(朱 华), Li YH(李延辉), Xu ZF(许再富), et al. 2001. Characteristics and affinity of the flora of Xishuangbanna, SW China(西双版纳植物区系的特点和亲缘)[J]. *Guihaia*(广西植物), 21(2): 127 - 136.
- Zhu H(朱 华). 1993. A comparative study of phytosociology between *Shorea chinensis* forest of Xishuangbanna and other closer forest types(望天树林与相近类型植被结构的比较研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 15(1): 34 - 46.
- Zhu H(朱 华). 1992. Research of community ecology on *Shorea chinensis* forest in Xishuangbanna(西双版纳望天树林的群落生态学研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 14(3): 237 - 258.
- Zhu SQ(朱守谦). 1987. A preliminary study of the species diversity of part of the forest communities in Guizhou(贵州部分森林群落物种多样性初步研究)[J]. *Acta Phytocol Geobot Sin*(植物生态学与地植物学丛刊), 11(4): 286 - 295.