

西双版纳季风常绿阔叶林的群落学特征

李冬^{1 2 3}, 唐建维¹, 罗成坤⁴, 李俊松⁴, 刘正安⁴

(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 云南省思茅师范高等专科学校, 云南 思茅 665000; 3 中国科学院研究生院, 北京 100039
4 西双版纳国家级自然保护区管理局, 云南 景洪 666300)

摘要: 对西双版纳地区季风常绿阔叶林植物群落的物种组成、区系成分、多样性指数、群落外貌、结构特征以及物种面积关系等进行了分析, 结果表明: 在 3 块 2 500 m² 的样地上, 计有维管束植物 70 ~ 123 种, 分别属于 36 ~ 49 科、70 ~ 74 属; 区系地理成分可分为 12 个类型, 主要以热带区系成分为主, 其中又以热带亚洲 (印度 - 马来西亚) 分布和泛热带分布的成分占优势, 温带成分所占的比例很少; 群落中胸径 ≥ 2 cm 的乔木树种丰富度为 60 ± 11.14 Shannon-Wiener 指数为 2.6051 ± 0.3420 Pielou 均匀度指数为 0.6373 ± 0.0654 群落的结构层次可分为乔木 (I II) 层、灌木层和草本层; 群落外貌以单叶、革质、全缘、中叶为主的常绿中、小高位芽植物组成为特征; 物种 - 面积曲线在取样面积为 1 500 m² 时开始趋于平缓。与本地区的季节雨林和山地雨林相比, 西双版纳季风常绿阔叶林群落的中、小高位芽植物以及单叶、革质、中叶植物所占的比例较大, 而大高位芽、藤本植物的比例较少。与其他地区常绿阔叶林相比, 其中高位芽、全缘叶、中叶植物比例明显偏高, 小、矮高位芽、小叶植物比例则明显减少; 物种多样性指数低于本地区季节雨林和山地雨林以及广东鼎湖山、白云山的常绿阔叶林, 与云南哀牢山、浙江天台山的常绿阔叶林较为接近, 但明显高于日本 Okinawa 群岛、滇中地区的常绿阔叶林。表明西双版纳的季风常绿阔叶林物种组成较为丰富, 群落结构复杂, 植物多样性指数较高, 植物区系成分虽具有一定的温带成分, 但主要以热带区系成分为主, 热带性较强。

关键词: 西双版纳; 季风常绿阔叶林; 群落学特征; 物种多样性

中图分类号: Q 145

文献标识码: A

常绿阔叶林是发育在亚热带气候条件下的一种常绿林植被类型, 它是全球亚热带大陆东岸湿润气候和季风条气候下的产物。目前在世界上, 它主要分布在亚热带地区大陆东岸, 大致分布于南北纬度 22° ~ 40° 之间的地区, 即分布在亚洲的中国, 北起秦岭 - 淮河, 南到两广南部, 西至四川和云南的大部分分地区, 以及朝鲜和日本的南部; 非洲的东南部; 大西洋中的加那利群岛、马德拉群岛; 美国的东南部和大洋洲的一些地区。常绿阔叶林以我国分布面积最大, 它横跨了 10 个纬度, 约 250×10^4 km², 因而具有

巨大的生态效益和社会、经济效益^[1]。而季风常绿阔叶林是我国南亚热带地带性植被类型, 主要分布于台湾玉山山脉北半部, 福建戴云山以南, 两广南岭山地南侧以南海拔 800 m 以下的丘陵、台地, 以及云南中南部、贵州南部、东喜马拉雅山南坡等海拔 1 000 ~ 1 500 m 的盆地和河谷地区, 在云南则主要分布于滇中西、滇西南和滇东南一带的低海拔地区^[2]。地处热带北缘的西双版纳, 由于地质古老, 地形、地貌复杂, 以及高温多雨、气候湿润、环境季风等优越的自然条件, 孕育了极为丰富的生物种类, 造就了多种多样的生态类型, 各种森林群落类型在这相

收稿日期 (Received date): 2005-12-05 改回日期 (Accepted): 2006-03-15

基金项目 (Foundation item): 国家科技部 2001 年度基础研究重大项目 (2001CCB00600) 和中国科学院 "西部之光" 人才计划项目资助 [The study supported by the National Key Research Program of Basic Science (No. 2001CCB00600) and the Talent Plan of the Chinese Academy of Sciences]

作者简介 (Biography): 李冬 (1979-), 女, 云南景东人, 硕士研究生, 主要从事植物生态学研究。[Li Dong, born in Jingdong County Yunnan Province in 1979, female, Graduate student, mainly engage in the research of plant ecology.]

互交错、镶嵌。其地带性植被虽为热带雨林、季雨林,但随着海拔的升高,依次分布着山地雨林、季风常绿阔叶林、山地苔藓矮林及高山灌丛、草甸等,在海拔 900 ~ 1800 m 的山地上则主要分布着西双版纳地区面积最广的季风常绿阔叶林,它约占西双版纳各种植被类型总面积的 42.629%^[3]。然而由于人为的干扰和破坏,该地区的季风常绿阔叶林已受到了严重的破坏。因此对西双版纳季风常绿阔叶林进行深入地调查研究,掌握和了解它的物种组成及其群落学特征,将为该地区常绿阔叶林的保护及森林资源的可持续利用提供科学依据。

几十年来,我国学者对常绿阔叶林的区系成分、物种组成、外貌结构、群落演替等方面均进行了不同程度的研究,这些研究主要集中在中亚热带常绿阔叶林以及福建、广东、香港、台湾地区的南亚热带常绿阔叶林^[4-11],对云南其他地区常绿阔叶林也进行了不同程度的研究^[12-16],而对西双版纳地区分布面积最广的季风常绿阔叶林的研究还非常稀少,仅见施济普等^[17]进行的西双版纳热带山地季风常绿阔叶林的群落生态学研究,但其研究地点仅限于勐腊县境内,且其样地面积并未达到其最小面积。迄今为止,许多学者已对该地区的热带季节雨林、热带山地雨林和石灰山季雨林的群落学特征、区系成分等进行了大量的研究工作,但大部分集中在海拔较低的季节雨林、季雨林、山地雨林以及次生性群落^[18-24],而把西双版纳季风常绿阔叶林作为整体研究对象,在不同的地点设置多个样地对其群落学特征进行全面和深入的研究还未见报道。

为较深入地了解和掌握西双版纳地区季风常绿阔叶林的群落学特征,我们在西双版纳的不同地点建立了 3 块定位样地。本文通过对西双版纳季风常绿阔叶林的群落学特征分析,试图在以下方面进行

探讨: 1)群落的物种组成、区系成分、多样性指数; 2)群落外貌及其结构特征; 3)西双版纳地区季风常绿阔叶林的群落学特征与其他群落类型的比较。

1 研究地的自然概况与研究方法

1.1 研究地的概况

研究地点位于西双版纳傣族自治州(21° 09' ~ 22° 36' N, 99° 58' ~ 101° 50' E),该地区与老挝、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^[21]。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。该地区的年平均气温为 20.5℃,年平均降雨量达 1 723.6 mm。

1.2 样地的选定与调查

为较全面地反映西双版纳季风常绿阔叶林的群落学特征,我们在 3 个不同的地点选取了森林群落发育较好、结构完整,受人为影响较小、坡度较平缓的原始常绿阔叶林群落地段建立了 3 块固定样地。每块样地的面积均设为 2 500 m² (50 m × 50 m),其中 1 号样地位于关坪, 2 号样地位于普文, 3 号样地位于南贡山。详细记录每个样地的坡向、坡度、坡位和海拔等生境因子,同时挖取土壤剖面,每 20 cm 取一土样,以进行 pH 值和有机质含量的分析。3 块样地的土壤为赤红壤,土壤深厚,达 1 m 以上。各样地的概况详见表 1。

表 1 西双版纳季风常绿阔叶林群落样地基本特征

Table 1 The basic plot features of monsoonal evergreen broad-leaved forest communities in Xishuangbanna

样地号 Plot No	1	2	3
地点 Location	关坪 Guanping 22° 12' 829" N 101° 05' 424" E	普文 Puwen 100° 52' 657" E 21° 38' 186" N	南贡山 Nangongshan 22° 25' 687" N 101° 27' 708" E
海拔 Elevation (m)	983	917	1380
坡向 Aspect	NE 30°	SE 60°	NW 50°
坡度 Slope	25° ~ 30°	10° ~ 15°	30° ~ 35°
坡位 Position	中 Middle	中上 Middle-top	中 Middle
土壤类型 Soil type	赤红壤 Lateritic red soil	赤红壤 Lateritic red soil	赤红壤 Lateritic red soil

乔木层调查时将样地划分为 25 个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的样方,对胸径 $\geq 20\text{ cm}$ 的植株个体进行调查,记录植物名称、胸径、树高、冠幅等,并挂牌、标号,同时把每株乔木个体的位置按比例绘制在座标图上。灌木层的调查则在样地的纵横两个方向上每隔 1 个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的样方设置 1 个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的小样方(乔木层样方的右下角)共 9 个样方进行灌木层的调查,对样方中胸径 $< 20\text{ cm}$,高度 $\geq 10\text{ m}$ 的植株个体进行观测,记录其植物名称、基径、高度、冠幅等,并挂牌、标号。草本层的调查则是在每个灌木层样方的右下角设置 1 个 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的小样方,对样方中高度 $< 10\text{ m}$ 的植株个体进行调查,记录其植物名称、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。调查数据资料经整理,计算出乔木树种的重要值^[25]及物种多样性指数^[26];生活型和叶级谱的统计主要依据 Raunkiaer^[27]的标准,物种名称主要依据《中国植物志》,凭证标本存放于中国科学院西双版纳热带植物园标本馆。

2 结果与分析

2.1 群落的物种组成、植物区系特点及多样性

2.1.1 群落的科、属组成

根据 3 块样地的野外调查统计资料,在 2500 m^2 的固定样地上,1 号样地计有维管束植物 123 种,分属于 49 科 83 属;2 号样地计有维管束植物 102 种,分属于 49 科 69 属;3 号样地计有维管束植物 73 种,分属于 36 科 48 属。在样地的科属组成中(表 2),1 号样地较占优势的科有:大戟科(8 属 11 种)、樟科(6 属 11 种)、茜草科(5 属 6 种)、无患子科(5 属 5 种),其次为楝科(3 属 4 种)、番荔枝科(3 属 3 种)、壳斗科(2 属 4 种)、杜英科、蝶形花科、肉豆蔻科、胡桃科(2 属 3 种)、山茶科、紫金牛科、木樨科、漆树科(2 属 2 种)、桃金娘科(1 属 4 种)、省沽油科(1 属 3 种)、芸香科、桑科(1 属 2 种)。2 号样地较占优势的科有樟科(6 属 10 种)、壳斗科(2 属 7 种)、茜草科(3 属 6 种),其次为大戟科、山茶科、夹竹桃科(3 属 3 种)、木兰科、无患子科、紫金牛科、蝶形花科、肉豆蔻科、木樨科、芸香科、桑科、茶茱萸科、

漆树科(2 属 2 种)、省沽油科(2 属 3 种)。3 号样地较占优势的科有樟科(5 属 5 种)、壳斗科(2 属 8 种),其次是山茶科(3 属 3 种)、茜草科、蝶形花科、桑科、野牡丹科、山龙眼科(2 属 2 种)、桃金娘科(1 属 3 种)、大戟科、胡桃科(1 属 2 种)。在各群落中,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,西双版纳的季风常绿阔叶林群落组成主要以樟科、壳斗科、大戟科以及茜草科、山茶科等科的植物种类较为丰富。

2.1.2 群落的种类组成

通过 3 块样地的野外调查资料的统计分析,各群落乔木层(胸径 $\geq 2\text{ cm}$)树种的重要值见表 3。从 3 个群落的种类组成来看,各群落的优势种相当明显,1 号样地主要以刺栲(*Castanopsis shyrrix*)、红梗润楠(*Machilus nrfipes*)、红木荷(*Schinus wallichii*)占优势,重要值分别为 45.14、24.24 和 23.64。其次是海南水团花(*Adina hainanensis*)、乌墨(*Syzygium cumini*)、披针叶楠(*Phoebe lanceolata*)和灯台树(*Cornus controversa*),其余 84 种的重要值均在 10.0 以下,其中重要值在 3.0 以下的物种有 47 种,而重要值 < 1.0 的物种有 26 种。2 号样地主要以窄序崖豆树(*Milletia leptobotrya*)、刺栲为优势种,重要值分别为 67.07 和 48.36。其次是红梗润楠、红椴(*Anneslea fragrans*),重要值 < 10.0 的种类达 74 种,其中重要值 3.0 以下的树种有 42 种,重要值 < 1.0 的树种有 28 种。3 号样地主要优势种为刺栲,重要值高达 104.67,其次是杯斗栲(*Castanopsis calathiformis*)和滇南木姜子(*Litsea garrettii*),重要值分别为 31.84、23.27,重要值在 10.0 以下的物种仅有 52 种,其中重要值 < 1.0 的物种有 22 种。由于群落所处生境的不同,各群落的物种组成存在一定的差异,其中以 1 号样地的物种组成最为丰富,主要是由于该样地位于与山地雨林的交界地带,水湿条件较好,生境较为优越;2 号样地的物种组成逊于 1 号样地,这是由于该样地位于西双版纳地区的最北部,属于热带的最北缘,其水湿、热量等生境条件次于 1 号样地;而 3 号样地群落的物种组成相对较为贫乏,这是由于该样地所处地点海拔较高,坡度相对较大,其生境条件较 1、2 号样地差所致。

表 2 西双版纳季风常绿阔叶林群落的重要科、属组成

Table 2 The composition of dominant genera and families of monsoonal evergreen broad-leaved forest communities in Xishuangbanna

序号 No	科名 Family	1号样地 Plot 1		2号样地 Plot 2		3号样地 Plot 3	
		属数 No. of	种数 No. of	属数 No. of	种数 No. of	属数 No. of	种数 No. of
		genera	species	genera	species	genera	species
1	樟科 Lauraceae	6	11	6	10	5	5
2	壳斗科 Fagaceae	2	4	2	7	2	8
3	大戟科 Euphorbiaceae	8	11	3	3	1	2
4	茜草科 Rubiaceae	5	6	3	6	2	2
5	山茶科 Theaceae	2	2	3	3	3	3
6	杜英科 Elaeocarpaceae	2	3	1	2	1	1
7	无患子科 Sapindaceae	5	5	2	2	—	—
8	蝶形花科 Papilionaceae	2	3	2	2	2	2
9	肉豆蔻科 Myristicaceae	2	3	2	2	1	1
10	紫金牛科 Myrsinaceae	2	2	2	2	1	1
11	木犀科 Oleaceae	2	2	2	2	1	1
12	芸香科 Rutaceae	1	2	2	2	1	1
13	桑科 Moraceae	1	2	2	2	2	2
14	桃金娘科 Myrtaceae	1	4	1	1	1	3
15	楝科 Meliaceae	3	4	—	—	1	1
16	茶茱萸科 Icacinaceae	1	1	2	2	—	—
17	胡桃科 Juglandaceae	2	3	1	1	1	2
18	漆树科 Anacardiaceae	2	2	2	2	—	—
19	安息香科 Syringaceae	1	1	1	2	—	—
20	木兰科 Magnoliaceae	—	—	2	2	1	1
21	夹竹桃科 Apocynaceae	1	1	3	3	—	—
22	番荔枝科 Annonaceae	3	3	1	1	—	—
23	冬青科 Aquifoliaceae	1	1	—	—	1	1
24	五加科 Araliaceae	1	1	1	1	—	—
其余 24科 29属略							

“—”表示样地中无此科 “—” No families in this plot

表 3 西双版纳季风常绿阔叶林群落优势树种的重要值

Table 3 The important value of dominant tree species of monsoonal evergreen broad-leaved forest communities in Xishuangbanna

序号 No	物种 Species	1号样地 Plot 1		2号样地 Plot 2		3号样地 Plot 3	
		株数	重要值	株数	重要值	株数	重要值
		No. of individuals	Importance value	No. of individuals	Importance value	No. of individuals	Importance value
1	刺栲 <i>Castanopsis hystrix</i>	179	45.14	72	48.36	193	104.67
2	窄序崖豆树 <i>Millettia leptobotrya</i>	—	—	364	67.07	—	—
3	红梗润楠 <i>Machilus rufipes</i>	53	24.24	83	28.36	23	17.73
4	截头石栎 <i>Lithocarpus truncatus</i>	9	6.56	12	12.10	14	15.30
5	红木荷 <i>Schinus wallichii</i>	5	23.64	3	2.75	12	15.74
6	杯斗栲 <i>Castanopsis calathiformis</i>	—	—	10.50	11.1	31.84	—
7	红楠 <i>Anneslea fragrans</i>	4	7.91	31	12.71	10	5.06
8	滇南木姜子 <i>Litsea garrettii</i>	7	3.08	7	3.86	70	23.27
9	海南水团花 <i>Adina hainanensis</i>	24	18.18	—	—	—	—
10	乌墨 <i>Syzygium cumini</i>	34	16.35	—	—	17	7.22
11	披针叶楠 <i>Phoebe lanceolata</i>	56	16.84	10	3.95	—	—
12	红花木樨榄 <i>Olea rosea</i>	12	4.28	5	2.56	21	9.59
13	滇银柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>	2	1.28	19	7.98	—	—
14	普文楠 <i>Phoebe lanceolata</i>	9	9.37	—	—	1	0.63
15	虎克粗叶木 <i>Lasianthus hookeri</i>	—	—	28	9.23	—	—
16	华夏蒲桃 <i>Syzygium cathayensis</i>	20	7.95	21.07	—	—	—
17	红皮水锦树 <i>Wendlandia tinctoria</i>	—	—	—	—	11	7.14
18	白穗石栎 <i>Lithocarpus leucostachyus</i>	—	—	—	—	19	10.09
19	思茅黄肉楠 <i>Actinodaphne henryi</i>	11	7.97	9	4.50	1	0.63
20	小果栲 <i>Castanopsis fleuryi</i>	8	6.88	—	—	—	—
21	盆架树 <i>Winchia calophylla</i>	—	—	15	6.86	—	—
22	山木患 <i>Harpullia capanioides</i>	25	8.84	—	—	—	—
23	灯台树 <i>Cornus controversa</i>	15	14.46	—	—	—	—
24	山油柑 <i>Acronychia pedunculata</i>	—	—	14	6.75	—	—
25	密花树 <i>Bridelia tomentosa</i>	4	1.82	8	7.44	—	—

“—”表示样地中无此种 “—” No species in this plot

2 1 3 群落的植物区系组成

据种类成分现代地理分布格局, 参考吴征镒教授^[28]的区系属级分布类型方案, 对 3 块样地的季风常绿阔叶林群落中属的区系分布进行分析, 初步区分为 12 种区系分布类型 (表 4)。从表 4 可知, 西双版纳的季风常绿阔叶林主要以热带区系成分 (分布型 2~ 7) 为主, 占 $88.98 \pm 3.35\%$, 其中又以泛热带分布和热带亚洲 (印度 - 马来西亚) 分布的成分占优势, 分别占 $28.57 \pm 2.75\%$ 和 $26.96 \pm 5.36\%$; 其次是旧世界热带分布, 占 $13.35 \pm 4.57\%$; 热带亚洲至热带大洋洲分布、热带亚洲至热带美洲间断分布约占 $1/10 \sim 1/15$, 热带亚洲至热带非洲分布以及世界分布所占的比例则相当少; 而温带分布成分 (分布型 8~ 11) 的比例相对较低, 仅占 $0.51\% \sim 5.45\%$; 中国特有属仅在 3 号样地中出现。从以上的分析可看出: 西双版纳地区的季风常绿阔叶林的植物区系组成主要以热带区系成分为主, 并兼有一定的温带成分。表明该地区的季风常绿阔叶林与热带植物区系尤其是与热带亚洲 (印度 - 马来西亚) 植物区系和泛热带植物区系的密切联系。而北温带、东亚至北美洲间断分布占有一定比例, 则体现了该森林类型从热带到亚热带过渡的性质。

2 1 4 群落的多样性特征

群落物种多样性是群落生态组织水平的独特而可测定的生物学特征, 对反映群落的功能具有重要意义。物种多样性测定方法很多, 根据物种多样性测度指数的应用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, 即物种丰富度 (S), Shannon-Wiener 指数 (H) 和 Pielou 均匀度指数 (E)^[29]。对 3 块季风常绿阔叶林样地的乔木、灌木和草本 3 个层次的植物多样性的分析表明 (表 5), 多样性指数在各群落不同层次中表现不同的变化趋势。其物种丰富度 3 块样地均表现为乔木层 > 草本层 > 灌木层, 草本层大于灌木层的原因是灌木层中真正的灌木种类较少, 大多为乔木的幼树; 而草本层中除一些草本种类外, 还具有一部分蕨类植物, 同时几乎所有乔木种类的幼苗都在草本层中出现, 因而草本层的物种丰富度大于灌木层。3 块样地不同层次的 Shannon-Wiener 指数表明, 虽然都是灌木层最低, 但 1 号样地草本层的多样性指数大于乔木层, 这主要是因为 1 号样地的乔木层虽然种类丰富, 但优势树种突出, 大大降低了各树种间的均匀度; 而草本层的组成种类较多, 既有乔木层和灌木层的幼苗、幼树, 也有草本及蕨类植物, 但分布较为均匀, 故草本层高于乔木层。而 2 号样地乔木层的多样性指数仅稍高于草本层, 这也是该样地存在与 1 号样地相类似的原因所致。3 号样地的乔木层尽管优势种也较为突出, 但其多样性指数大于草本层, 主要原因是因为该群落草本层的种类组成较为单调。从 Pielou 均匀度指数来看, 1、2 号样地各层次的均匀度指数表现为: 草本层 > 灌木层 > 乔木层, 从中表明了 1、2 号样地乔木树种间的个体数量差异较大, 在该层次中的分布很不均匀; 而 3 号样地则表现为乔木层 > 草本层 > 灌木层, 与丰富度指数一致, 表明该群落草本层的个体数量在各种类间的分布较为均匀。

表 4 西双版纳季风常绿阔叶林群落的区系成分组成
Table 4 The floral composition of monsoon evergreen broad-leaved forest communities in Xishuangbanna

序号 No	分布区类型 Area types	1号样地 Plot 1	2号样地 Plot 2	3号样地 Plot 3	平均 Average
		属数 (%) Number of general	属数 (%) Number of general	属数 (%) Number of general	属数 (%) Number of general
1	世界分布 Cosmopolitan	1.30	1.52	0	0.94 ± 0.82
2	泛热带分布 Pantropic	29.87	30.30	25.33	28.57 ± 2.75
3	热带亚洲至热带美洲间断分布 Tropical Asia & Tropical American disjunct	6.49	9.09	6.38	7.32 ± 1.53
4	旧世界热带分布 Old World Tropical	18.18	9.09	12.77	13.35 ± 4.57
5	热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Tropical Australasia	11.69	7.58	8.51	9.26 ± 2.16
6	热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	3.90	3.03	2.13	3.02 ± 0.89
7	热带亚洲 (印度 - 马来西亚) 分布 Tropical Asia (Indo-Malesia)	20.78	30.30	29.79	26.96 ± 5.36
	热带成分合计 Total Tropical elements	90.91	90.91	85.11	88.98 ± 3.358
8	东亚至北美洲间断分布 East Asia & North American disjunct	1.30	1.52	2.13	1.65 ± 0.43
9	地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	2.60	0	4.26	2.29 ± 2.15
10	北温带分布 North Temperate	3.90	6.06	6.38	5.45 ± 1.35
11	温带亚洲分布 Temp. Asia	0	1.52	0	0.51 ± 0.88
	热带亚热带成分合计	100	100	97.87	99.29 ± 1.23
12	中国特有分布 Endemic to China	0	0	2.13	0.71 ± 1.23

表 5 西双版纳季风常绿阔叶林群落
各层次的物种丰富度、多样性、均匀度指数
Table 5 Species richness diversity indices evenness indices
of different layers of the monsoonal evergreen broad-leaved
forest communities in Xishuangbanna

样地号 Plot No	层次 Layers	丰富度 Richness	Shannon-Wiener 指数	Pielou 均匀度指数
1	乔木 (tree)	70	2.998 1	0.705 7
	灌木 (shrub)	52	2.893 7	0.732 3
	草本 (herb)	63	3.515 9	0.848 6
2	乔木 (tree)	62	2.374 8	0.575 4
	灌木 (shrub)	27	2.005 6	0.608 5
	草本 (herb)	44	2.361 9	0.628 0
3	乔木 (tree)	48	2.442 4	0.630 9
	灌木 (shrub)	19	1.375 5	0.467 2
	草本 (herb)	28	1.727 8	0.518 5
平均 Average	乔木 (tree)	60±11.14	2.605 1±0.342 0	0.637 3±0.065 4
	灌木 (shrub)	33±17.21	2.091 6±0.762 7	0.602 7±0.132 7
	草本 (herb)	45±17.52	2.535 2±0.906 6	0.665 0±0.168 1

2.2 群落的外貌特征

根据 Raunkiaer 的生活型分类系统^[27]统计,西双版纳季风常绿阔叶林群落的植物生活型组成(表 6)主要以高位芽植物(87.72±1.98%)为主,尤以中高位芽植物占优势,占 1/2 以上,其次是小高位芽植物,约占 1/5~1/6。大高位芽和藤本植物约占 1/10~1/15,而矮高位芽植物、地面芽和地下芽植物所占比例均很小,地上芽植物仅在 1 号样地中存在,所占比例仅为 0.85%。

在叶级谱上(表 7),西双版纳季风常绿阔叶林群落植物以中叶占绝对优势,占 76.91±6.58%;其次是小叶,占 12.31±2.49%,大叶所占比例为 9.77±4.49%;巨叶在 2、3 号样地中存在,分别占 1.2%和 1.82%;3 块样地均无微叶和鳞叶出现。从叶的性质来看(表 7),叶型主要以单叶为主,复叶仅占 1/4~1/6。叶质以革质占优势,占一半以上,纸质叶较少;叶缘以全缘叶占较大优势,达 70%以上,非全缘叶约占 1/3~1/5。

表 6 西双版纳季风常绿阔叶林群落植物生活型谱
Table 6 Life form spectra monsoonal evergreen broad-leaved forest communities in Xishuangbanna

生活型 Life form	1 号样地 Plot 1		2 号样地 Plot 2		3 号样地 Plot 3		平均 Average	
	种数	百分比	种数	百分比	种数	百分比	种数	百分比
	No. of species	Percentage (%)	No. of species	Percentage (%)	No. of species	Percentage (%)	No. of species	Percentage (%)
大高位芽 Megaphanerophyte	10	8.47	7	7.14	6	8.57	8±2.08	8.06±0.80
中高位芽 Mesophanerophyte	62	52.54	56	57.14	38	54.29	52±12.49	54.66±2.32
小高位芽 Microphanerophyte	25	21.19	16	16.33	14	20	18±5.86	19.17±2.53
矮高位芽 Nanophanerophyte	5	4.23	6	6.12	5	7.14	5±0.58	5.83±1.48
高位芽合计 Total phanerophyte	102	86.44	85	86.73	63	90	83±9.55	87.72±1.98
地上芽 Chamaeophyte	2	1.69	0	0	0	0	1±1.15	0.56±0.98
地面芽 Hemiacrophyte	5	4.24	3	3.06	2	2.86	3±1.53	2.39±0.75
地下芽 Geophyte	3	2.54	3	3.06	1	1.43	2±1.15	2.34±0.83
藤本植物 Liana	6	5.08	7	7.14	4	5.71	6±1.53	5.98±1.06

表 7 西双版纳季风常绿阔叶林群落的叶级、叶型、叶质、叶缘谱
Table 7 Leaf scale, leaf texture, leaf margin and leaf apex
spectra monsoonal evergreen broad-leaved forest communities in Xishuangbanna

样地号 Plot No	叶级谱 Leaf scale				叶型 Leaf type		叶质 Leaf texture		叶缘 Leaf margin	
	巨叶 (GI)	大叶 (MA)	中叶 (ME)	小叶 (MI)	单叶 (S)	复叶 (C)	革质 (L)	纸质 (P)	全缘 (E)	非全缘 (N)
1 号样地 Plot 1	0	13.59	71.84	14.56	74.51	25.49	47.52	52.48	79.21	20.79
2 号样地 Plot 2	1.2	4.82	84.34	9.64	84.34	15.66	52.44	47.56	74.7	25.3
3 号样地 Plot 3	1.82	10.91	74.55	12.73	83.64	16.36	63.64	36.36	70.91	29.09
平均 Average	1.01±0.93	9.77±4.49	76.91±6.58	12.31±2.49	80.83±5.48	19.17±5.48	54.53±8.26	45.47±8.26	74.94±4.16	25.06±4.16

GI: gigantophyll; MA, macrophyll; ME, mesophyll; MI: microphyll; S: Simple; C, Compound; P: papery; L, leathery; E, Entire; N, Non-entire

从以上的分析可看出,西双版纳季风常绿阔叶林群落的外貌以单叶、革质、全缘、中叶为主的常绿中、小高位芽植物组成为特征。

2.3 群落的垂直结构特征

西双版纳地区的季风常绿阔叶林,以树种组成多样,树木高大、挺拔为特征,群落高度达 25~30 m,且群落的垂直结构较为复杂,层次分化明显,3块样地的群落结构均可分为乔木层(I、II)、灌木层、草本层及层间植物。

1号样地群落乔木 I层高 18~35 m,平均胸径 35~40 cm,盖度约 30%,主要优势种为刺桫、红梗润楠、红木荷、海南水团花、乌墨、红楣等,多度在 3~6株间,其余 10种,多度在 1~2间。乔木 II层高 5~15 m,平均胸径 5~8 cm,盖度约 60%,以刺桫的优势地位最为突出,多度达 176株,占该亚层植株数的 30.56%,其次为披针叶楠、红梗润楠、乌墨、山木患(*Harpullia cupanioides*)、大花哥纳香(*Goniothalamus griffithii*)和海南蒲桃(*Syzygium hainanensis*),其多度在 20~56株间;海南水团花、灯台树和红花木樨榄(*Olea rosea*)等树种的多度也都 >10株, <10株个体的树种则多达 55种;灌木层高度 1~4 m,盖度约 35%,主要由乔木的幼树、幼苗种类组成,以刺桫、大花哥纳香、乌墨占优势,其他较为常见的物种有红花木樨榄、粗毛榕(*Ficus hirta*)、披针叶楠、滇南木姜子、盆架树、滇银柴(*Aporosa yunnanensis*)等;草本层种类较多,盖度约 20%,除山姜(*Alpinia japonica*)、弯管花(*Chasalia curviflora*)较为常见外,主要是由上层物种的幼苗组成,其中又以刺桫、大花哥纳香、滇银柴占优势,其他较常见的物种有长叶紫珠(*Callicarpa longifolia*)等。蕨类植物种类较少,仅狗脊蕨(*Woodwardia japonica*)、疏叶蹄盖蕨(*Athyrium dissitifolium*)和凤尾蕨(*Pteris* spp.) 3种;层间藤本植物以独籽藤(*Monocelastrum monosperma*)占绝对优势,多度达 27株,其次是粉背菝葜(*Smilax hypoglauca*)、香花岩豆藤(*Millettia dielsiana*)和瓜馥木(*Fissistigma oldhami*),多度分别为 15、8、6株,其余种类多度在 1~3株之间。

2号样地群落的乔木 I层高度 18~28 m,平均胸径 25~30 cm,盖度约 25%,主要以刺桫占优势,多度达 27株,占该亚层植株数的 42.19%,其次为红梗润楠、红楣、密花树(*Brielia tmentosa*)、截头石栎(*Lithocarpus truncatus*)和柴桂(*Cinnamomum tmentosa*),多度在 3~8之间,仅有 1、2株个体的树种共 11

种。乔木 II层平均高 5~15 m,平均胸径 7~10 cm,盖度约 60%,主要以窄序崖豆树占绝对优势,多度达 363株,占该亚层植株个体数的 49.66%,其次为红梗润楠、刺桫、虎克粗叶木(*Lasianthus hookeri*)和红楣,多度在 25~75株间;滇银柴、盆架树、山油柑(*Acronychia pedunculata*)、滇赤才(*Lepisanthes senegalensis*)、披针叶楠和大果山香圆(*Turpinia panifera*)等树种的多度也在 10株以上,1、2株个体的树种达 32种;灌木层高度 1~4 m,盖度约 30%,绝大多数为乔木树种的幼树、幼苗,以窄序崖豆树、刺桫和滇南插柚紫(*Linociera insignis*)等占优势,这些物种的多度在 10株以上,其他种类的多度均 <5株;草本层种类除一些蕨类植物外,如凤尾蕨和海金沙(*Lycopodium* spp.)等,绝大部分也是由上层物种幼苗组成外,其中又以刺桫和窄序崖豆树为主,其他比较常见的草本种类有弯管花、山姜等,盖度约 10%;层间藤本植物以菝葜(*Smilax china*)、粉背菝葜、独籽藤和买麻藤(*Gnetum montanum*)等较为常见。

3号样地乔木 I层高度 18~35 m,平均胸径 35~40 cm,盖度约 25%,优势种最为突出,以刺桫占绝对优势,多度达 22株,占该亚层植株数的 46.81%;其次为截头石栎、红木荷、红梗润楠,多度分别为 7、6、3株,其他都为仅有 1、2株个体的树种;乔木 II层高 5~15 m,胸径 6~10 cm,盖度约 55%,以刺桫和杯斗桫占主要优势,多度分别为 171、109株,其次为滇南木姜子,多度为 68株,红梗润楠、乌墨、乌饭树(*Vaccinium bracteatum*)、白穗石栎(*Lithocarpus leucostachyus*)、毛杨梅(*Myrica esculenta*)、红皮水锦树(*Wedlandia tinctoria*)和红楣的多度也在 10株以上,仅有 1、2株个体的树种为 26种。灌木层种类较少,主要是乔木的幼树,比较常见的物种有刺桫、杯斗桫和滇南木姜子等,这些物种的多度 >10株,其余物种的多度均在 5株以下,高度为 1~4 m,盖度约 35%;草本层除上层幼苗外,比较常见的物种有柳叶地胆(*Sonerila philoboides*)、山姜等,其次是一些蕨类植物,如狗脊蕨和疏叶蹄盖蕨等,盖度约 15%;层间藤本植物主要以粉背菝葜为优势,个体数达 16株,其他种类有巴豆藤(*Craspedolobium schochii*)、灯油藤(*Celastrus paniculatus*)、红叶藤(*Rourea minor* ssp. *microphylla*)和绒苞藤(*Congea tamentosa*)等。

3 结论与讨论

1 西双版纳季风常绿阔叶林的物种组成较为丰

富, 物种丰富度为 60 ± 11.14 Shannon-Wiener 指数为 2.6051 ± 0.3420 Pielou 均匀度指数为 0.6373 ± 0.0654 。与本地区森林群落相比, 西双版纳季风常绿阔叶林群落的物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数均低于本地区的季节雨林与山地雨林^[30]; 与其他地区的常绿阔叶林群落相比, 其 Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数明显低于广东鼎湖山的季风常绿阔叶林^[7]、广州白云山的南亚热带常绿阔叶林^[7]; 与哀牢山的中山湿性常绿阔叶林^[1]、浙江天台山的中亚热带常绿阔叶林^[10]相当, 而高于日本 Okinawa 群岛的常绿阔叶林^[33]和滇中半湿润常绿阔叶林^[16]。这主要是由于不同地区的群落类型所处环境的差异导致了群落的物种组成、结构特征等方面的不同而造成的。因本文已将本群落类型的取样面积及起测胸径换算为相等的条件后进行比较。在 Shannon-Wiener 指数方面, 我们的结果远大于施济谱等^[17]的调查结果 (0.9861 ± 0.1314), 其原因可能是西双版纳复杂的地形地貌造成了不同地段的季风常绿阔叶林的异质性较大, 导致各群落物种组成及多样性指数上的不同; 再之, 其在多个地点的取样面积并未达到群落的最小面积。

2 西双版纳季风常绿阔叶林的植物区系成分虽然仍以热带区系成分为主, 但其热带植物区系成分比例明显低于本地区沟谷雨林和低丘雨林^[22]及鼎湖山黄果厚壳桂群落^[31], 而高于哀牢山中山湿性常绿阔叶林^[32]和中亚热带常绿阔叶林 (浙江乌岩

岭)^[4]; 北温带分布、东亚至北美洲间断分布、中国特有分布及地中海区、西亚至中亚分布的成分则高于本地区的沟谷雨林、低丘雨林及鼎湖山的黄果厚壳桂群落, 低于哀牢山的中山湿性常绿阔叶林及浙江乌岩岭的中亚热带常绿阔叶林。说明西双版纳季风常绿阔叶林的植物区系是热带东南亚区系的一个北缘部分, 起源古老, 但其热带性已相对减弱, 因已具有一定的温带成分。

3 本研究通过对 3 块样地的物种多样性与取样面积的关系进行统计分析, 从图 1 可见, 3 块样地当面积由 100 m^2 递增至 500 m^2 时物种数均快速增加, 当样地面积从 1500 m^2 增加至 2000 m^2 时, 增长曲线趋于缓和, 因此, 本群落的最小面积可确定为 1500 m^2 , 可作为该植被类型的最适取样面积。3 块样地的 Shannon-Wiener 指数随样方面积递增的变化趋势为: 当样方面积从 0 m^2 递增至 100 m^2 时, 呈急剧增长的趋势; 当样方面积从 100 m^2 递增至 500 m^2 时, Shannon-Wiener 指数继续保持明显上升的趋势; 样方面积 500 m^2 以后, 则基本上已趋于平缓。而 3 块样地的 Pielou 均匀度指数随样方面积递增的变化趋势与 Shannon-Wiener 指数有所不同: 当样方面积从 0 m^2 递增至 100 m^2 时, 则与 Shannon-Wiener 指数一样, 呈急剧增长的趋势; 从 100 m^2 递增至 500 m^2 时, 则呈明显下降趋势; 500 m^2 以后继续保持缓慢下降的趋势。表明 1500 m^2 的取样面积已能完全体现西双版纳季风常绿阔叶林的物种组成和乔木树种的多样性特征。

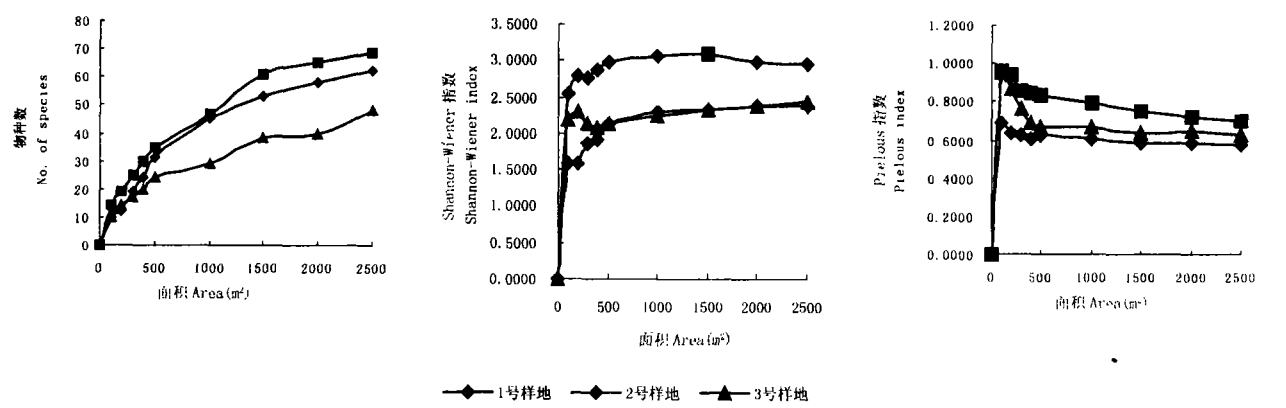


图 1 西双版纳季风常绿阔叶林群落乔木 (胸径 $\geq 2 \text{ cm}$) 物种丰富度、多样性和均匀度指数随样地取样面积递增的变化趋势

Fig. 1 Accumulation curves of tree species richness, diversity and evenness indices with increasing sample area of each plot for monsoonal evergreen broad-leaved forest communities in Xishuangbanna (DBH $\geq 2 \text{ cm}$)

4 从群落外貌来看, 西双版纳季风常绿阔叶林中、小高位芽植物比例高于本地区季节雨林和山地雨林, 而大高位芽植物、藤本植物比例则相对较少, 在叶的性状上, 西双版纳季风常绿阔叶林群落单叶、中叶植物比例相对较多, 而叶质、叶缘与本地区季节雨林和山地雨林大致相似^[19]。与粤东鸿图嶂^[9]、福建河溪^[5]、浙江乌岩岭^[4]、四川峨眉山^[8]及云南哀牢山地区^[1]的常绿阔叶林群落相比较, 它们共同的特点是: 1) 在生活型上以高位芽植物占优势, 尤其是中高位芽植物; 2) 在叶级谱上以中叶级比例最大, 其次是小叶级, 再次是大叶级; 3) 在叶的性状上以单叶、革质、全缘植物为主体优势。但西双版纳季风常绿阔叶林的中高位芽植物比例明显较高, 而小、矮高位芽比例则明显较低, 在叶的性状上, 其全缘叶、中叶比例明显偏高, 而小叶比例较低, 存在巨叶植物, 缺乏微叶、鳞叶植物。

5 综上所述, 西双版纳的季风常绿阔叶林保存了较强的热带残遗性和热带雨林的部分特征, 群落区系组成中具有一定数量的越桔科、杨梅科植物等典型的北温带成分, 群落外貌以中、小型叶的中小高位芽植物所决定, 群落中大型藤本植物较少, 说明该地区的季风常绿阔叶林与热带雨林的显著区别。因此, 西双版纳的季风常绿阔叶林既有别于热带北缘的雨林, 也不同于典型的亚热带常绿阔叶林, 与广东和海南岛的南亚热带(季风)常绿阔叶林略有相似之处, 表明西双版纳的季风常绿阔叶林具有热带雨林向亚热带常绿阔叶林过渡的性质和特点, 显示出我国西南部季风常绿阔叶林的特色。

参考文献 (References)

- [1] Qiu Xuezhong. Studies on the forest ecosystem in Ailao mountains Yunnan, China [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 1998. 1~34 [邱学忠. 哀牢山生态系统研究 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1998. 1~34]
- [2] Wu Zhengyi. Vegetation of China [M]. Beijing: Science Press, 1980. 197~231 [吴征镒. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980. 197~231]
- [3] Tang Chenggui. History of Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture [M]. Kunming: Yunnan National Press, 1998 [唐承贵. 西双版纳傣族自治州州志 [M]. 昆明: 云南省出版社, 1998.]
- [4] Song Yongchang, Zhang Shen, Wang Xianpu et al. Community analysis of the evergreen broad-leaved forest on mountain Wuyanling in Zhejiang province [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1982, 6 (1): 14~35 [宋永昌, 张绅, 王献溥, 等. 浙江泰顺县乌岩岭常绿阔叶林的群落分析 [J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6 (1): 4~35]
- [5] Lin Peng, Qiu Xizhao. Subtropical rainforest of Haxi in Nanjing county, Fujian province, China [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1987, 11 (3): 161~169 [林鹏, 丘喜昭. 福建南靖县和溪的亚热带森林 [J]. 植物生态学与地植物学报, 1987, 11 (3): 161~169]
- [6] Zhu Shouqian. A preliminary study of the species diversity of part of the forest communities in Guizhou [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1987, 11 (4): 286~295 [朱守谦. 贵州部分森林群落物种多样性初步研究 [J]. 植物生态学与地植物学报, 1987, 11 (4): 286~295]
- [7] Peng Shaolin, Zhouhoucheng, Chentianxing et al. The quantitative characters of organization of forest communities in Guangdong [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1989, 13 (1): 10~17 [彭少麟, 周厚诚, 陈天杏, 等. 广东森林群落的组成结构数量特征 [J]. 植物生态学与地植物学报, 1989, 13 (1): 10~17]
- [8] Yang Yiduan, Zhuang Ping, Li Xirong. Ecological studies on the forest community of Castanopsis Platyacantha-schima Sinensis on meimountain [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1994, 18 (2): 105~120 [杨一川, 庄平, 黎系荣. 峨眉山峨眉栲、华木荷群落研究 [J]. 植物生态学报, 1994, 18 (2): 105~120]
- [9] He Daoquan, Ao Huixiu, Liu Shizhong et al. The south-subtropical evergreen broad-leaf forest on southwest slope in Hongtuzhang east Guangdong [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1996, 4 (1): 36~42 [何道泉, 敖惠修, 刘世忠, 等. 粤东鸿图嶂西南坡的南亚热带常绿阔叶林 [J]. 热带亚热带植物学报, 1996, 4 (1): 36~42]
- [10] Jin Zexin. Studies on species diversity in Castanopsis eyrei community in the Tiantai mountain of Zhejiang province [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1999, 12 (3): 296~302 [金则新. 浙江天台山甜槠群落物种多样性研究 [J]. 云南植物研究, 1999, 12 (3): 296~302]
- [11] Hu Yujia, Ding Xiaojia. A study on the plant species diversity of tropical national forest in Bawangling, Hainan Island [J]. *Chinese Biodiversity*, 2000, 8 (4): 370~377 [胡玉佳, 丁小球. 海南岛坝王岭热带天然林植物物种多样性研究 [J]. 生物多样性, 2000, 8 (4): 370~377]
- [12] Qiu Xuezhong, Liu Lunhui. A preliminary investigation on the structure and succession of the Lithocarpus cleistocarpus Sycopsis triplinervia community in Sanjiangkou region, the north-eastern part of Yunnan province [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1982, 6 (4): 268~280 [邱学忠, 刘伦辉. 云南省东北部三江口地区包石栎、三脉水丝群落的结构及演替的初步研究 [J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6 (4): 268~280]
- [13] Peng Jian. A study on community types of evergreen broad leaf forests in the Daxue Mountain in Zhenkang county, Yunnan province [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1984, 8 (4): 294~304 [彭鉴. 云南镇康大雪山常绿阔叶林群落类型的研究. 植物生态学与地植物学丛刊, 1984, 8 (4): 294~304]
- [14] Peng Hua, Wu Zhengyi. The floristic characteristics and its significance in conservation of semi-humid evergreen broad-leaved forests in Mt Wuliangshan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2001, 23 (3): 278~286 [无量山半湿润常绿阔叶林的区系特征及保护生物学

- 意义 [J]. 云南植物研究, 2001, 23 (3): 278~ 286]
- [15] Peng Mingchun, Dang Chenglin. The study on community diversity of both *Castanopsis orthacantha* and *C. delavayi* communities at Jizi Mountain in Yunnan [J]. *Journal of Yunnan University*, 1999, 21 (2): 156 ~ 159 [云南鸡足山元江栲群落和高山栲群落的群落多样性研究 [J]. 云南大学学报 (自然科学版), 1999, 21 (2): 156 ~ 159]
- [16] He Yongtao, Cao Min, Tang Yong *et al*. A comparative study on tree species diversity of evergreen broad-leaved forest central Yunnan [J]. *Journal of Mountain Science*, 2000, 18 (4): 322~ 328 [何永涛, 曹敏, 唐勇, 等. 滇中地区常绿阔叶林树种多样性比较研究 [J]. 山地学报, 2000, 18 (4): 322~ 328]
- [17] Shi Jipu, Zhu Hua. A community ecology study on the monsoonal evergreen broad-leaved forest in tropical montane of Xishuangbanna [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2003, 25 (5): 513 ~ 520 [施济普, 朱华. 西双版纳山地季风常绿阔叶林的群落生态学研究 [J]. 云南植物研究, 2003, 25 (5): 513~ 520]
- [18] Jin Zhenzhou, Ou Xiaokun. The diversity features of plant community types in the tropical rain forest vegetation of Xishuangbanna [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1997 (Supp): 1~ 30 [金振洲. 西双版纳热带雨林植被的植物群落类型多样性特征 [J]. 云南植物研究, 1997. 增刊 : 1~ 30]
- [19] Jin Zhenzhou. The diversity features of the ecological structures of plant species component in the tropical rain forest of Xishuangbanna Yunnan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1997 (Supp): 31~ 57 [金振洲. 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]. 云南植物研究, 1997. 增刊 : 31~ 57]
- [20] Tang Jianwei, Zhang Jianhou, Song Qishi *et al*. Analysis on the characteristics of *Milletia leptobotrya* community in Xishuangbanna [J]. *Guhaia*, 1997, 17 (4): 338~ 344 [唐建维, 张建候, 宋启示, 等. 西双版纳鸡血藤群落特征分析 [J]. 广西植物, 1997, 17 (4): 338 ~ 344]
- [21] Zhu Hua, Wang Hong, Li Baogui *et al*. Species diversity of primary tropical rain forest of south Yunnan of China with special reference to sampling area [J]. *Chinese Biodiversity*, 1998, 6 (4): 241 ~ 247 [朱华, 王洪, 李保贵, 等. 滇南热带雨林物种多样性的取样面积探讨 [J]. 生物多样性, 1998, 6(4): 241 ~ 247]
- [22] Zhu Hua, Li Yanhui, Xu Zaifu *et al*. Characteristics and affinity of the flora of Xishuangbanna SW China [J]. *Guhaia*, 2001, 21: 127~ 136 [朱华, 李延辉, 许再富, 等. 西双版纳植物区系的特点和亲缘 [J]. 广西植物, 2001, 21 (2): 127 ~ 136]
- [23] Zhu Hua, Zhou Hongxia. A comparative study on the tropical rain forests in Xishuangbanna and Hainan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2002, 24 (1): 1~ 13 [朱华, 周虹霞. 西双版纳热带雨林与海南热带雨林的比较研究 [J]. 云南植物研究, 2002, 24 (1): 1 ~ 13]
- [24] Zhu Hua, Wang Hong, Li Baogui. Plant diversity and physiognomy of a tropical montane rain forest in Mengsong, Southern Yunnan, China [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 2004, 28 (3): 351~ 360 [朱华, 王洪, 李保贵. 滇南勐宋热带山地雨林的物种多样性与生态学特征 [J]. 植物生态学报, 2004, 28(3): 351 ~ 360]
- [25] Curtis JT, McIntosh R P. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin [J]. *Ecology*, 1951, 32: 467~ 496
- [26] Shannon C E, Wiener W. The mathematical theory of communication [M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- [27] Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography [M]. Oxford: Oxford University Press, 1934.
- [28] Wu Zhengyi. The area-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1991, Supp : 1~ 139 [吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. 云南植物研究 (增刊), 1991: 1 ~ 139]
- [29] Wang Dianpei, Ji Shuyi, Chen Feipeng. A review on the species diversity of plant community [J]. *Chinese Journal of ecology*, 2001, 20(4): 55~ 60 [汪殿蓆, 暨淑仪, 陈飞鹏. 植物群落物种多样性研究综述 [J]. 生态学杂志, 2001, 20(4): 55~ 60]
- [30] Cao Min, Zhang Jianhou. Tree species diversity of tropical forest vegetation in Xishuangbanna, SW China [J]. *Biodiversity Conservation*, 1997, 6: 995~ 1006
- [31] Wang Zhehao, He Daquan, Song Shaodun *et al*. The vegetation of Dinghu Shan Biosphere Reserve [A]. In: Tropical and Subtropical Forest Ecosystem [C]. Haikou: Guangzhou Branch of Science Technique Cultural Heritage Publishing House, 1982, 1: 77~ 141 [王锺豪, 何道泉, 宋绍敦, 鼎湖山自然保护区植被 [A]. 见: 热带亚热带森林生态系统研究 [C]. 海口: 科学普及出版社广州分社, 1982, 1: 77~ 141]
- [32] Liu Wenyao, Fox J E D, Xu Zaifu. Community characteristics, species diversity and management of middle-mountain moist evergreen broad-leaved forest in the Ailao Mountains, Southwest China [J]. *Pacific Conservation Biology*, 2001, 7: 34~ 44
- [33] Xu Xiaoniu, Hirata E, Tokashiki Y, *et al*. Structure and species diversity of subtropical evergreen broad-leaved forest in northern Okinawa Island, Japan [J]. *Journal of forest research*, 2001, 6: 203 ~ 210

Analysis on the Coenological Characteristics of Monsoonal Evergreen Broad-leaved Forest Communities in Xishuangbanna

LIDong^{1 2 3}, TANG Jianwei¹, LUO Chengkun⁴, LI Junsong⁴, LU Zhengan⁴

(1 Tropical Rainforest Ecosystem Station, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China;

2 Simao Teachers College, Simao 665000, China; 3 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;

4 Xishuangbanna Bureau of National Nature Reserve, Jinghong 666300, China)

Abstract The species and floral composition, forest structure, plant diversity and coenological characteristics of the monsoonal evergreen broad-leaved forest (MEBF) in Xishuangbanna are studied. The results showed that total number of plant species in the communities of MEBF is 70~123, representing 70~74 genera and 36~49 families in three 2 500 m² plots. The floral composition of those communities can be divided into 12 floral types. Among those floral types, Pan-tropic and Trop Asia (Indo-Malesia) distributions are dominant, but temperate distributions are only a little. Tree species richness (DBH ≥ 2 cm) is 60 ± 11.14 , while Shannon-Wiener and Pielou's evenness indices are 2.6051 ± 0.3420 and 0.6373 ± 0.0654 , respectively. The structure of communities is complex which can be divided into tree layer (I, II), shrub layer and herb layer. The forest is characterized by evergreen megaphanerophytes and microphanerophytes with simple leathery and entire mesophyllous leaves, a relatively low abundance of woody lianas, few buttressed trees and little or no cauliflory. It is also revealed that the species-area curve for the forest type increased very slowly after 1 500 m² sample area. Compared to the seasonal rain forests and the montane rain forests in Xishuangbanna, the MEBF has a higher meso- and micro-phanerophytes, but a lower megaphanerophytes, more plants with simple leathery and mesophyllous leaves. Compared with the evergreen broad-leaved forest in other regions, mesophanerophytes, entire leaves and mesophyllous leaves are more abundant in the MEBF of Xishuangbanna, but has fewer plants with microphanerophytes and microphyllous leaves. The MEBF in Xishuangbanna has lower species diversity than that in the seasonal rain forest and in the montane rain forest of the same region, and that in the evergreen broad-leaved forest in Guangdong, but similar to evergreen broad-leaved forest in Ailaoshan mountain in Yunnan and Tiantaishan mountain in Zhejiang; however, species diversity of MEBF in Xishuangbanna was higher than that of the evergreen broad-leaved forest in the middle region of Yunnan, Chongqing and Okinawa island of Japan. This indicates that the monsoonal evergreen broad-leaved forest in Xishuangbanna has obvious transitional characteristics from rain forest to the evergreen broad-leaved forest in the middle subtropical China.

Key words Phytosociological characteristics, monsoonal evergreen broad-leaved forest, plant diversity, Xishuangbanna