

澜沧江糯扎渡季雨林厚皮树+家麻树群落的研究

周仕顺, 王洪, 朱华*

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303)

摘要: 根据5个20 m×25 m样地的调查资料,对分布于澜沧江糯扎渡河岸山地,以厚皮树、家麻树为优势种的季雨林群落进行了分析研究,结果显示:(1)该群落乔木层以落叶成分厚皮树和家麻树为优势种,层间以常绿的大型木质藤本云南翅子藤为特征;(2)在群落2 500 m²样地内,共计维管束植物72种,隶属于38科65属;其中有乔木25种,草本植物25种,灌木10种和层间藤本植物12种;(3)综合5个样地后计算所得群落乔木层树种丰富度为25种,Shannon-Wiener指数为2.901 0,Pielou均匀度指数为0.901 2,Simpson指数为0.934 6,在群落中,随着乔木径级的增大,个体数和种数逐渐减小;(4)该群落主要以高位芽植物为主,并以中高位芽植物为优势,占所统计总种数的35.8%;(5)该群落中落叶种类占总种数的62.5%,中叶占47.2%,小叶占41.7%,单叶占69.4%,纸质叶占61.1%,全缘叶占56.9%;(6)该群落的物种数/样地面积关系曲线显示在取样面积1 000 m²时开始趋于平缓,意味着该取样面积可以考虑作为群落最小取样面积。

关键词: 澜沧江下游; 季雨林; 群落特征

中图分类号: Q948.15 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2007)03-0475-07

Study on the monsoon forest of *Lannea coromandelica*+*Sterculia pexa* community in the valley of lower Lancang River

ZHOU Shi-Shun, WANG Hong, ZHU Hua*

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China)

Abstract: The less known monsoon forest on banks of lower Lancang River was studied based on sampling plot survey. The following results are given;(1)The forest is dominated by deciduous tree species *Lannea coromandelica* and *Sterculia pexa*, and evergreen liana species *Loeseneriella yunnanensis*; (2)72 vascular plant species of 65 genera in 38 families were recorded from a sampling area of 2 500 m², of which 25 are tree species, 25 are herbaceous species, 10 shrub species and 12 liana species; (3)Shannon-Wiener diversity index is 2.901 0, Pielou Evenness 0.901 2, Simpson index 0.934 6 for tree species; (4)The forest is dominated by phanerophytes, of which meso-phanerophytes make up 35.8% of the total species; (5)Deciduous species make up 62.5% of the total species, and the forest dominated by species with mesophyllous leaves(making up 47.2%), and species with simple and entire leaves; (6)The species/area curve shows that it is flatten at 1 000 m², which could be the minimum sampling area for the forest.

Key words: lower Lancang River; monsoon forest; community characteristics

以落叶的厚皮树(*Lannea coromandelica*)及家麻树(*Sterculia pexa*)为优势树种和标志树种的澜沧江下游两岸山地的半常绿森林是季雨林的一种类

型,它具有季雨林的基本结构和特征(朱华,2005),但由于分布海拔和纬度偏高以及处于澜沧江湿热河谷与干热河谷的过渡地带,在群落特征上与典型的

收稿日期: 2005-07-18 修回日期: 2006-05-12

基金项目: 国家自然科学基金(30570128);中国科学院知识创新工程[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30570128); Knowledge Innovation Project of Chinese Academy of Sciences]

作者简介: 周仕顺(1979-),男,云南景谷人,技术员,主要从事植物分类和植物生态学工作。

* 通讯作者(Author for correspondence)

季雨林有一定差异,存在有一定数量的常绿树种,为一种半常绿季雨林。澜沧江下游两岸的这类群落在《云南植被》(吴征镒,1987)和《中国植被》(吴征镒,1980)未曾有报道。本文依据样方调查资料,分析了该群落的物种组成、多样性,群落的外貌、结构特征及物种数与取样面积间的关系,为云南植被研究提供新资料。

虽然厚皮树、家麻树群落在澜沧江中下游流域及支流的河谷都有分布,但大多已被破坏形成以黄竹(*Dendrocalamus membranaceus*)为优势种的次生竹林,现只在澜沧江糯扎渡自然保护区内还保存有几片较好的以厚皮树和家麻树为优势树种的森林群落。这类厚皮树、家麻树群落在糯扎渡自然保护区内主要分布在海拔 900 m 以下的澜沧江和支流河谷两岸低山丘陵的山地,河谷最低海拔 620 m。在厚皮树、家麻树群落分布范围内,已开始建设糯扎渡电站,一旦电站大坝建成蓄水,该群落将可能被淹没。因此,报道该群落对糯扎渡自然保护区的生物多样性保护和科学研究具有重要的意义。

1 自然概况

研究地位于澜沧江下游糯扎渡自然保护区内。该保护区始建于 1997 年,为云南省省级自然保护区,位于云南省思茅市思茅港镇与澜沧县的交汇地段,约 $100^{\circ}22' \sim 100^{\circ}35' E$, $22^{\circ}35' \sim 22^{\circ}47' N$ 。河谷最低海拔 620 m,保护区内最高海拔 1 873.2 m。研究地属南亚热带气候区,受西南季风影响,季节性特点强,干湿季节分明,年均温差小,年均气温 18.3 $^{\circ}C$,最热月份平均气温 23 $^{\circ}C$,最冷月份平均气温 12.5 $^{\circ}C$ 。年降水量充沛,可达 1 601.5 mm/a,但降雨的季节性分配不均匀,从 5~10 月为雨季,降水量高达 1 399.6 mm,占全年降水量的 87.1%,蒸发量 7 74.8 mm;11 月至下年的 4 月为旱季,降水量仅有 193.4 mm,占全年的 12.9%,而蒸发量则高达 825.4 mm(曹顺伟,2004),旱季的蒸发量远大于降水量,因此旱季的群落特别干燥,很多树种都落叶,大多数草本植物都枯萎,只有藤本和少数的木本植物常绿。

2 研究方法

采用记名记数样方法,在糯扎渡自然保护区内以厚皮树和家麻树为标志树种的森林内,选择保存完好

具有代表性的地段设置 5 个 20 m \times 25 m 的样地,基本上涵盖了作者所调查的厚皮树、家麻树群落的主要生境。样地的基本情况见表 1。

表 1 样地的基本情况
Table 1 Basic conditions of plots

| 样地号 Plot No. | 海拔 Altitude (m) | 坡度 Slope ($^{\circ}$) | 坡向 Slope aspect | 群落高度(m) Height of the community | 样地位置 Locality |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|--|------------------|
| 1 | 630 | 45 | SW | 25 | 澜沧江虎跳石 江西北岸坡脚 |
| 2 | 650 | 65 | S | 20 | 澜沧江虎跳石 江西北岸坡脚 |
| 3 | 700 | 45 | SW | 25 | 澜沧江虎跳石 江西北岸岔箐 |
| 4 | 750 | 50 | SW | 20 | 澜沧江虎跳石 江西北岸山坡 |
| 5 | 820 | 50 | SE | 20 | 澜沧江虎跳石 江西北岸箐头 |

乔木层采用记名记数法,记录样地中出现的每一株胸径 ≥ 5 cm 的乔木种类。灌草层的调查是在大样方内样地的四角和正中设 5 个 2 m \times 2.5 m 的小样方,记录小样方内每种灌木、藤本、草本、乔木幼树的种类和株数(或丛数)以及盖度,并依据 Drude 的多度等级,对藤本和草本进行打分。对未进入大样方乔木层和小样方内的其它植物则只记录其学名。

植物种类重要值计算采用 McIntosh 公式:重要值=(相对多度+相对显著度+相对频度)/300 (Curtis 等,1951)。叶级谱按叶面积大小分级(复叶按小叶计):细叶, < 25 mm 2 ;微叶,26~225 mm 2 ;小叶,226~2 025 mm 2 ;中叶,2 026~18 225 mm 2 ;大叶,18 226~164 025 mm 2 ;巨叶, $> 164 025$ mm 2 (王伯荪,1987)。生活型谱根据 Raunkiaer(1934)的分类系统统计。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)(Pielou,1966)。公式分别为: $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$; $J_{sw} = D/\ln S$; $E = (-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i)/\ln S$ 。

上式中,S 为样地中出现的物种总数, P_i 为第 i 个物种的植株数 N_i 占植株总数的比值,即 $P_i = N_i/N$, $i=1,2,3,\dots,S$,S 为样方物种总数,N 为样方所有物种的总植株数, J_{sw} 为均匀度指数。

3 结果分析

3.1 群落结构和种类组成

该研究地区以厚皮树和家麻树为标志种和优势种的季雨林群落高度 20~25 m, 乔木层通常有两层, 第一层主要由落叶的厚皮树、家麻树及羽叶楸和常绿的香合欢等树种组成, 盖度 80% 以上。家麻树的树冠呈伞形, 厚皮树和羽叶楸树冠呈扁伞形, 极开展, 但常绿的香合欢的树冠呈圆柱状。由于家麻树、厚皮树和羽叶楸的优势度和树冠冠幅都较大, 因此第一层的树冠在雨季是连续的, 在旱季落叶后显得稀疏; 第二层主要由常绿的清香木、灰毛浆果楝和落叶的桂火绳、黄竹、余甘子、虾子花等树种组成, 盖度 20%~30%。乔木层之下由乔木幼树、灌木、藤本和草本植物组成, 主要以灌木状藤本的云南翅子藤为优势种, 其盖度最大。

根据 5 个 20 m×2.5 m 的样方资料, 计算乔木树种的重要值(表 2)。结果显示, 大于 10 的种类有 10 种, 主要是乔木第一层的树种, 其中重要值最大的是厚皮树, 为 52.94, 其次是家麻树, 为 45.86, 其它 8 种的重要值都小于 20, 但这些重要值较小的种类中有一些是常绿树种; 小于 10 的种类有 15 种, 大部分为乔木第二层的树种, 并存在一些常绿树种, 主要有一担柴、钝叶黄檀、毛果扁担杆、黑黄檀、白花羊蹄甲、虾子花等。从整体看, 该群落主要以落叶的厚皮树和家麻树为优势树种, 在雨季常绿, 而在旱季落叶。

幼树和灌木层高 0.5~3 m, 覆盖度 10%~20% (表 3)。在样地 1~5 的 5 个小样方中, 共有幼树和灌木各不相同, 其中样地 1 有 7 种 70 株, 主要以家麻树的幼树占优势。样地 2 有 10 种 23 株, 主要是羽叶楸, 虾子花和香合欢等。样地 3 有 15 种 184 株, 主要以灌木滇斑斑鸫菊和家麻树的幼树为优势种。样地 4 有 14 种 104 株, 主要以滇斑斑鸫菊和钝叶黄檀的幼树为优势种。样地 5 有 7 种 15 株, 主要以清香木的幼树为优势种。5 个大样方内的 25 个小样方中共有幼树和灌木 25 种 395 株, 主要以滇斑斑鸫菊和家麻树的幼树为优势种。

该群落林下草本层高 0.5~1.0 m, 覆盖度 20%~80%。在 5 个大样方内的 25 个 2.0 m×2.5 m 的小样方中, 共有草本植物 25 种, 其中主要以刚莠竹、飞机草、卷柏一种和黄茅为优势种。其次是半月铁线蕨、长蕊珍珠菜、小叶散爵床等种类(表 4)。

表 2 厚皮树+家麻树群落树种重要值表

Table 2 The important value of tree species in *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 种名 Species | 相对 频度 RFE | 相对 密度 RDE | 相对优 势度 RDO | 重要 值 IV |
|--|-----------------|-----------------|------------------|---------------|
| 厚皮树 <i>Lannea coromandelica</i> | 6.25 | 11.41 | 35.28 | 52.94 |
| 家麻树 <i>Sterculia pexa</i> | 6.25 | 7.81 | 31.80 | 45.86 |
| 羽叶楸 <i>Stereospermum colais</i> | 6.25 | 7.21 | 4.14 | 17.60 |
| 清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i> | 3.75 | 9.91 | 2.33 | 15.99 |
| 香合欢 <i>Albizia odoratissima</i> | 6.25 | 4.21 | 5.39 | 15.84 |
| 桂火绳 <i>Eriolaena kwangsiensis</i> | 6.25 | 3.90 | 4.70 | 14.85 |
| 黄竹 <i>Dendrocalamus membranaceus</i> | 2.50 | 10.51 | 0.93 | 13.94 |
| 灰毛浆果楝 <i>Cipadessa cinerascens</i> | 3.75 | 7.81 | 1.79 | 13.35 |
| 火绳树 <i>Eriolaena spectabilis</i> | 5.00 | 5.11 | 2.64 | 12.75 |
| 余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i> | 5.00 | 3.90 | 1.25 | 10.15 |
| 一担柴 <i>Colona floribunda</i> | 5.00 | 3.60 | 1.26 | 9.86 |
| 钝叶黄檀 <i>Dalbergia obtusifolia</i> | 5.00 | 2.70 | 2.07 | 9.77 |
| 毛果扁担杆 <i>Grewia eriocarpa</i> | 6.25 | 3.00 | 0.45 | 9.70 |
| 荷麻叶扁担杆 <i>G. abutilifolia</i> | 5.00 | 3.31 | 1.01 | 9.31 |
| 绒毛辛婆 <i>Sterculia villosa</i> | 3.75 | 3.31 | 1.57 | 8.62 |
| 虾子花 <i>Woodfordia fruticosa</i> | 3.75 | 3.00 | 0.36 | 7.11 |
| 烈味脚骨脆 <i>Casearia graveolens</i> | 3.75 | 1.80 | 0.72 | 6.27 |
| 黑黄檀 <i>Dalbergia fusca</i> | 2.50 | 2.10 | 0.68 | 5.28 |
| 白花羊蹄甲 <i>Bauhinia acuminata</i> | 2.50 | 2.40 | 0.32 | 5.22 |
| 土连翘 <i>Hymenodictyon flaccidum</i> | 3.75 | 0.90 | 0.11 | 4.76 |
| 粗糠柴 <i>Mallotus philippinensis</i> | 2.50 | 0.60 | 0.40 | 3.50 |
| 木棉 <i>Bombax ceiba</i> | 1.25 | 0.60 | 0.50 | 2.35 |
| 皱枣 <i>Ziziphys rugosa</i> | 1.25 | 0.30 | 0.17 | 1.72 |
| 山刺子 <i>Flacourtia Montana</i> | 1.25 | 0.30 | 0.10 | 1.65 |
| 齿叶猫尾木 <i>Markhamia stipulata</i> var. <i>stipulata</i> | 1.25 | 0.30 | 0.03 | 1.58 |
| 合计 25 种 Total: 25 species | 100 | 100 | 100 | 300 |

该群落在 5 个 20 m×25 m 样方内共记录到层间藤本植物 12 种, 其中灌木状的云南翅子藤多度最大, 其次是苦郎莛、密花葛、古钩藤等种类。在 12 种藤本植物中有 4 种是木质藤本, 且都是常绿成分(表 5)。

3.2 群落物种多样性和均匀度指数

从表 6 结果看, 群落各样地乔木层树种的丰富度随海拔升高而减小, 即从 21 种降至 8 种。这可能是因为低海拔样地位于坡脚, 土壤层相对较厚, 随着海拔的升高, 山坡坡度增大, 土壤层变得稀薄, 所以树种丰富度随样地海拔升高而减小。但样地 3 的物种丰富度有所回升, 这与样地 3 位于岔管坡度约 45° 有关。乔木层其它各指数变化范围是: Shannon-Wiener 指数 1.667 0~2.638 6, Simpson 指数 0.768 4~0.917 4, Pielou 均匀度指数 0.801 7~0.938 9。计算 5 个样地所得群落乔木层的 Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数和 Pielou 均匀度指数都达到了较高水平。群落灌草层各样地的物种丰富度、Shannon-

表3 厚皮树+家麻树群落中幼树和灌木样方表
Table 3 Saplings and shrubs in sample plots of *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 种名 Species | 株丛数 No. of individual | 频度 Frequency % |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| 滇斑斑菊 <i>Vernonia parishii</i> | 128 | 40 |
| 家麻树 <i>Sterculia pexa</i> | 67 | 80 |
| 清香木 <i>Pistacia weinmanni folia</i> | 21 | 60 |
| 香合欢 <i>Albizia odoratissima</i> | 21 | 80 |
| 桂火绳 <i>Eriolaena kwangsiensis</i> | 19 | 40 |
| 毛果扁担杆 <i>Grewia eriocarpa</i> | 18 | 40 |
| 羽叶楸 <i>Stereospermum colais</i> | 18 | 80 |
| 一担柴 <i>Colona floribunda</i> | 17 | 40 |
| 山芝麻 <i>Helicteres angustifolia</i> | 16 | 60 |
| 虾子花 <i>Woodfordia fruticosa</i> | 14 | 60 |
| 灰毛浆果楝 <i>Cipadessa cinerascens</i> | 10 | 40 |
| 细齿山芝麻 <i>Helicteres glabriuscula</i> | 9 | 40 |
| 火绳树 <i>Eriolaena spectabilis</i> | 5 | 40 |
| 苘麻叶扁担杆 <i>Grewia abutili folia</i> | 5 | 20 |
| 土连翘 <i>Hymenodictyon flaccidum</i> | 5 | 40 |
| 余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i> | 5 | 60 |
| 滇南山蚂蝗 <i>Desmodium megaphyllum</i> | 3 | 20 |
| 钝叶黄檀 <i>Dalbergia obtusi folia</i> | 3 | 60 |
| 绒毛苹婆 <i>Sterculia villosa</i> | 3 | 20 |
| 潺槁木姜子 <i>Litsea glutinosa</i> | 2 | 20 |
| 黑黄檀 <i>Dalbergia fusca</i> | 2 | 40 |
| 白花羊蹄甲 <i>Bauhinia acuminata</i> | 1 | 20 |
| 厚皮树 <i>Lannea coromandelica</i> | 1 | 20 |
| 山刺子 <i>Flacourtia Montana</i> | 1 | 20 |
| 小叶干花豆 <i>Fordia microphylla</i> | 1 | 20 |
| 合计 Total 25种 25 species | 395 | 100 |

样地面积 Sample plot area: 2.5 m × 2 m = 5 m²; 总样地面积 Total sample plot area: 25(2.5 m × 2 m) = 125 m²。表4同。

Wiener 指数、Simpson 指数和 Pielou 均匀度指数变化不大,但综合 5 个样地后计算所得物种的丰富度相对较大,而 Pielou 均匀度指数则相对较低,这是因为综合 5 个样地后面积增大,某些种类的个体数量过于集中,分布不均匀,从而使物种的丰富度增大而物种的 Pielou 均匀度指数降低。

3.3 群落生活型谱

根据 Raunkiaer(1934)生活型分类系统,统计出 5 个 20 m × 25 m 样方所有维管束植物的生活型(表 7)。在群落中共有维管束植物 72 种。其中木本植物占的比例最大,占 48.61%;其次是草本植物占 34.72%,藤本植物占 16.67%。在整个群落中主要以高位芽植物为主,其中又以中高位芽植物占优势,占 27.78%;其次是矮高位芽植物,占 13.89%;大高位芽植物最少,占 1.39%。在草本植物中主要以地面芽植物为主,占 16.67%。其次是地下芽植

物,占 6.94%,一年生植物,占 5.56%,草本高位芽植物,占 4.17%,而地上芽植物最少,占 1.39%。

表4 厚皮树+家麻树群落草本层植物样方表
Table 4 Herbs in sample plots of *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 种名 Species | 多度 Abundance | 频度(%) Frequency |
|--|-----------------|--------------------|
| 刚莠竹 <i>Microstegium ciliatum</i> | Cop2 | 100 |
| 飞机草 <i>Chromolaena odorata</i> | Cop1 | 100 |
| 卷柏一种 <i>Selaginella</i> sp. | Cop1 | 100 |
| 黄茅 <i>Heteropogon contortus</i> | Cop1 | 80 |
| 小叶散爵床 <i>Rostellularia diffusa</i> | Sp | 100 |
| 半月铁线蕨 <i>Adiantum philippense</i> | Sp | 80 |
| 石芒草 <i>Arundinella nepalensis</i> | Sp | 80 |
| 长蕊珍珠菜 <i>Lysimachia lobelioides</i> | Sol | 60 |
| 淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i> | Sol | 40 |
| 假杜鹃 <i>Barleria cristata</i> | Sol | 40 |
| 螺序草 <i>Spiradiclis caespitosa</i> | Sol | 40 |
| 秋海棠一种 <i>Begonia</i> sp. | Sol | 40 |
| 革命菜 <i>Crassocephalum crepidioides</i> | Un | 40 |
| 版纳玉凤花 <i>Habenaria medioflexa</i> | Un | 20 |
| 滇黄精 <i>Polygonatum kingianum</i> | Un | 20 |
| 滇泰石蝴蝶 <i>Petrocosmea kerrii</i> | Un | 20 |
| 粉背蕨 <i>Aleuritopteris pseudofarinosa</i> | Un | 20 |
| 苦蕒 <i>Physalis angulata</i> | Un | 20 |
| 毛叶芋兰 <i>Nervilia plicata</i> | Un | 20 |
| 双翅舞花姜 <i>Globba schomburgkii</i> | Un | 20 |
| 似金茅 <i>Eulaliopsis binata</i> | Un | 20 |
| 筒轴草 <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | Un | 20 |
| 网籽草 <i>Dictyospermum conspicuum</i> | Un | 20 |
| 延叶珍珠菜 <i>Lysimachia decurrens</i> | Un | 20 |
| 疣粒野生稻 <i>Oryza granulata</i> | Un | 20 |
| 合计 Total 25种 25 species | — | 100 |

表5 厚皮树+家麻树群落藤本植物样方表
Table 5 Species of lianas in the *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 种名 Species | 多度 Abundance | 频度(%) Frequency |
|--|-----------------|--------------------|
| 云南翅子藤 <i>Loeseneriella yunnanensis</i> | Cop2 | 80 |
| 密花葛 <i>Pueraria alopecuroides</i> | Cop1 | 100 |
| 苦郎藤 <i>Cissus assamica</i> | Cop1 | 100 |
| 古钩藤 <i>Cryptolepis buchananii</i> | Cop1 | 80 |
| 土蜜藤 <i>Bridelia stipularis</i> | Sp | 40 |
| 细木通 <i>Clematis subumbellata</i> | Sol | 40 |
| 心叶土山瓜 <i>Merremia cordata</i> | Sol | 40 |
| 翅果藤 <i>Myriopterion extensum</i> | Sol | 20 |
| 灯油藤 <i>Celastrus paniculata</i> | Sol | 20 |
| 帽苞薯蓣 <i>Ipomoea pileata</i> | Sol | 20 |
| 野黄瓜 <i>Cucumis hystrix</i> | Sol | 20 |
| 巴豆藤 <i>Craspedolobium schochii</i> | Un | 20 |
| 合计 Total 12种 12 species | — | 100 |

样地号 No. of sample plot: I + II + III + IV + V; 样地面积 Sample plot area: 2 500 m²。

表 6 厚皮树+家麻树群落各层次的物种丰富度、多样性、均匀度指数

Table 6 Species richness, diversity and evenness indices of different layers in *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 样地号 No. of sample plot | | | 04-I | 04-II | 04-III | 04-IV | 04-V | I + II + III + IV + V |
|------------------------|-------------------------|------------|-------------|---------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|
| 样地面积 Sample plot area | | | 20 m×25 m | 20 m×25 m | 20 m×25 m | 20 m×25 m | 20 m×25 m | 2 500 |
| 海拔 Altitude (m) | | | 630 | 650 | 700 | 750 | 820 | |
| 坡度 Slope (°) | | | 45 | 65 | 45 | 50 | 50 | |
| 坡向 Exposure | | | SW | S | SW | SW | SE | |
| 层次 Layer | 指数类型 Index type | 指数 Indices | 样地 I Plot I | 样地 II Plot II | 样地 III Plot III | 样地 IV Plot IV | 样地 V Plot V | 总计 Total |
| 乔木层 Tree layer | 物种数 No. of species | S | 21 | 16 | 18 | 16 | 8 | 25 |
| | 均匀度指数 Evenness indices | J_{sw} | 0.866 7 | 0.938 9 | 0.855 8 | 0.900 2 | 0.801 7 | 0.901 2 |
| | 多样性指数 Diversity indices | H' | 2.638 6 | 2.603 1 | 2.473 6 | 2.495 8 | 1.667 0 | 2.901 0 |
| | | λ | 0.903 7 | 0.917 4 | 0.884 1 | 0.900 5 | 0.768 4 | 0.934 6 |
| 灌木层 Shrub+ herb layer | 物种数 No. of species | S | 30 | 28 | 36 | 29 | 24 | 69 |
| | 均匀度指数 Evenness indices | J_{sw} | 0.820 5 | 0.739 4 | 0.801 3 | 0.703 6 | 0.712 2 | 0.731 9 |
| | 多样性指数 Diversity indices | H' | 2.790 5 | 2.464 0 | 2.871 5 | 2.369 4 | 2.263 5 | 3.098 9 |
| | | λ | 0.918 3 | 0.855 6 | 0.920 5 | 0.815 9 | 0.851 5 | 0.923 4 |

表 7 厚皮树+家麻树群落植物生活型谱

Table 7 Life form spectra of *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 生活型 Life form | 种数 Species | 百分比(%) Percentage |
|--------------------|------------|-------------------|
| 藤本植物 Liana | 12 | 16.67 |
| 大高位芽 Mg. Ph | 1 | 1.39 |
| 中高位芽 Ms. Ph | 20 | 27.78 |
| 小高位芽 Mi. Ph | 4 | 5.56 |
| 矮高位芽 Na. Ph | 10 | 13.89 |
| 草本高位芽 H. ph | 3 | 4.17 |
| 地上芽 Ch. | 1 | 1.39 |
| 地面芽 H | 12 | 16.67 |
| 地下芽 G | 5 | 6.94 |
| 一年生植物 Annual plant | 4 | 5.56 |
| 总计 Total | 72 | 100 |

Ep. Epiphyte; Mg. Ph; Mega-phanaerophyte; Ms. Ph; Meso-phanaerophyte; Mi. Ph; Micro-phanaerophyte; Na. Ph; Nano-phanaerophyte; H. Ph; Herbaceous phanaerophyte; Ch; Chamaephyte; H; Hemicryptophyte; G; Geophyte.

3.4 乔木径级分布、个体/种的关系

所调查 2 500 m² 面积群落样地中所有乔木种类的径级分布情况(表 8)。在群落中有胸径 ≥ 5 cm 的植物 25 种 333 株, 其中绝大多数个体径级在 5~15 cm 之间, 大径级个体数较少, 其中大多数个体是小径级的幼树、中小乔木和灌木。乔木种数和株数与径级的关系随乔木径级的增大而减少, 总的个体/种数的比值为 13.32 株/种, 这表明群落中植物种类少而株数多, 大径级的植物个体不多, 多数种类在中小径级中分布的较多。

3.5 群落叶级谱及叶质、叶缘、叶型特征

根据 Raunkiaer(1934)划分叶级谱的方法, 统计群落叶面积(表 9)。结果显示, 群落在乔木植物种类

中以中叶为主, 占 68.0%; 其次是小叶, 占 20.0%; 大叶占 8.0%。在藤本植物种类中也以中叶为主, 占 66.7%; 小叶占 25.0%; 大叶占 8.3%。在灌木植物种类中, 中叶和小叶比例相差不大, 分别占 60.0% 和 40.0%。在草本植物种类中以小叶为主, 占 72.0%, 其次是微叶, 占 16.0%。从整个群落看, 没有巨叶和鳞叶存在, 在乔木、灌木和藤本植物种类中都没有微叶存在, 而在草本植物中则没有大叶存在。所以整个群落主要是以中叶和小叶植物种类占优势, 分别占 47.2% 和 41.7%。微叶植物都是草本植物, 而小叶植物也主要出现于草本和灌木种类中。

经过对群落中全部物种的叶质、叶缘、叶尖、单复叶及落叶习性的统计(表 10)。结果表明, 群落的叶型以单叶为主, 占 69.4%。叶质以纸质为主, 占 61.1%。叶缘以全缘为主, 占 56.9%。叶尖以非尾尖为主, 占 94.4%。落叶习性以落叶为主, 占 62.5%。因此, 群落主要是以全缘、纸质、非尾尖、单叶、落叶植物占优势, 但在各类植物中比例又各不相同, 其中纸质叶主要是林下的藤本和草本植物占的比例最大, 而在乔木和灌木植物中则以革质为主, 分别占 56.0% 和 60.0%。全缘叶在草本植物中占的比例最大, 在乔木植物中比例较小, 而灌木和藤本植物中全缘与非全缘比例相等。单叶在灌木和草本植物中占的比例大, 在乔木和藤本植物中占的比例小。落叶在乔木植物和草本植物中占的比例最大, 分别占 64.0% 和 96.0%。而在灌木和藤本植物反而以常绿为主, 分别占 80.0% 和 83.3%。尾尖的种类在整个群落中都很少, 这主要是与生境有关。从以上特征看出群落存在

一定程度的干热性。

3.6 群落物种数与取样面积间关系

所调查群落的物种数与样地面积关系曲线(图 1)。在样地面积由 500 m² 依次增加达 2 500 m²

时,物种数随群落面积的增大而相应地增加,物种数从 500 m² 内的 45 种增加到 1 000 m² 内的 58 种,物种数量增加 13 种,在此范围内,物种数随取样面积的增加而快速增加,增加方式接近抛物线。当样地

表 8 厚皮树+家麻树群落乔木的径级分布、树种 / 个体关系

Table 8 Trees and the individual/species in DBH classes of the *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 径级(cm) DBH Class | 种数 No. of species | 个体 No. of indiv. | 个体/种 Indiv. / sp | 径级(cm) DBH class | 种数 No. of species | 个体 No. of indiv. | 个体/种 Indiv. / sp |
|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 5≤DBH<15 | 25 | 230 | 9.20 | 5≤DBH | 25 | 333 | 13.32 |
| 15≤DBH<25 | 15 | 46 | 3.07 | 15≤DBH | 15 | 103 | 6.87 |
| 25≤DBH<35 | 5 | 34 | 6.80 | 25≤DBH | 5 | 57 | 11.40 |
| 35≤DBH<45 | 3 | 16 | 5.33 | 35≤DBH | 3 | 23 | 7.67 |
| 45≤DBH<55 | 2 | 5 | 2.50 | 45≤DBH | 2 | 7 | 3.50 |
| 55≤DBH | 1 | 2 | 2.00 | 55≤DBH | 1 | 2 | 2.00 |
| 总计 Total | 25 | 333 | 13.32 | 总计 Total | 25 | 333 | 13.32 |

表 9 厚皮树+家麻树群落的叶级谱

Table 9 Leaf scale spectra of the *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 叶级 Leaf scale | 鳞叶 Lepto | 微叶 Nano | 小叶 Micro | 中叶 Meso | 大叶 Macro | 巨叶 Gigan | 合计 Total |
|---------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
| 乔木种类 No. of tree species | 0 | 1 | 5 | 17 | 2 | 0 | 25 |
| 百分比 Percentage(%) | 0 | 4.0 | 20.0 | 68.0 | 8.0 | 0 | 100 |
| 灌木种类 No. of shrub species | 0 | 0 | 4 | 6 | 0 | 0 | 10 |
| 百分比 Percentage(%) | 0 | 0 | 40.0 | 60.0 | 0 | 0 | 100 |
| 藤本种类 No. of liana species | 0 | 0 | 3 | 8 | 1 | 0 | 12 |
| 百分比 Percentage(%) | 0 | 0 | 25.0 | 66.7 | 8.3 | 0 | 100 |
| 草本种类 No. of herb species | 0 | 4 | 18 | 3 | 0 | 0 | 25 |
| 百分比 Percentage(%) | 0 | 16.0 | 72.0 | 12 | 0 | 0 | 100 |
| 总计 Total | 0 | 5 | 30 | 34 | 3 | 0 | 72 |
| % | 0 | 6.9 | 41.7 | 47.2 | 4.2 | 0 | 100 |

表 10 厚皮树+家麻树群落的叶型、叶质、叶缘、叶尖谱

Table 10 Leaf type, leaf texture, leaf margin and leaf apex spectra of the *Lannea coromandelica* + *Sterculia pexa* community

| 层次 Layers | 常绿/落叶 Ev./Dec. | | 叶型 Leaf type | | 叶质 Leaf texture | | 叶缘 Leaf margin | | 叶尖 Leaf apex | |
|---------------|----------------|---------|--------------|----------|-----------------|---------|----------------|----------------|--------------|----------|
| | 常绿 Ev. | 落叶 Dec. | 单叶 Simple | 复叶 Comp. | 革质 Leath. | 纸质 Pap. | 全缘 Entire | 非全缘 Non-entire | 非尾尖 No Caud. | 尾尖 Caud. |
| 乔木 Tree | 9 | 16 | 14 | 11 | 14 | 11 | 13 | 12 | 22 | 3 |
| Percentage(%) | 36.0 | 64.0 | 56.0 | 44.0 | 56.0 | 44.0 | 52.0 | 48.0 | 88.0 | 12.0 |
| 灌木 Shrub | 8 | 2 | 8 | 2 | 6 | 4 | 5 | 5 | 10 | 0 |
| Percentage(%) | 80.0 | 20.0 | 80.0 | 20.0 | 60.0 | 40.0 | 50.0 | 50.0 | 100.0 | 0 |
| 藤本 Liana | 10 | 2 | 7 | 5 | 4 | 8 | 6 | 6 | 12 | 0 |
| Percentage(%) | 83.3 | 16.7 | 58.3 | 41.7 | 33.3 | 66.7 | 50.0 | 50.0 | 100.0 | 0 |
| 草本 Herb | 1 | 24 | 21 | 4 | 4 | 21 | 17 | 8 | 24 | 1 |
| Percentage(%) | 4.0 | 96.0 | 84.0 | 16.0 | 16 | 84 | 68.0 | 32.0 | 96.0 | 4.0 |
| 总计 Total | 27 | 45 | 50 | 22 | 28 | 44 | 41 | 31 | 68 | 4 |
| % | 37.5 | 62.5 | 69.4 | 30.6 | 38.9 | 61.1 | 56.9 | 43.1 | 94.4 | 5.6 |

面积依次从 1 000 m² 增至 1 500 m² 时,物种数增加 5 种;从 1 500 m² 增至 2 000 m² 时,物种数增加 6 种;从 2 000 m² 增至 2 500 m² 时,物种数增加 3 种;而样地从 1 000 m² 增至 2 500 m² 时,群落面积增加 1 500 m² 而物种数目增加 14 种,取样面积增大而物种数相对增加得较少,增加曲线较为缓和。可认为整个群落在取样面积 1 000 m²,物种数为 58 种时形

成一个转折点。可以考虑以 1 000 m² 的取样面积作为季雨林厚皮树+家麻树群落的最小取样面积。

4 结论

该群落高度 20~25 m,乔木层通常有 2 层,第一层主要由落叶植物组成,覆盖度 80% 以上,树冠

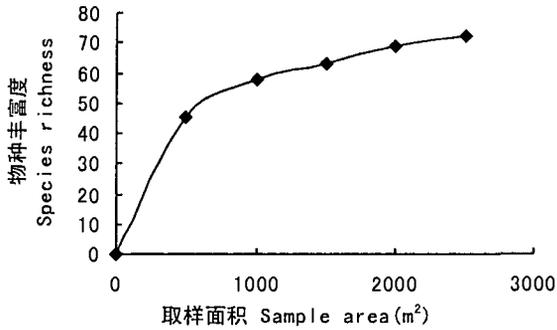


图1 厚皮树+家麻树群落物种丰富度随样地面积递增的变化趋势

Fig. 1 Accumulation curve of species richness with increasing sample plot area of the *Lannea coronandelica* + *Sterculia pexa* community

在雨季连续,形成郁闭;第二层由常绿和落叶树种组成,盖度20%~30%,树冠形态多样,彼此不连续。群落在雨季是常绿而在旱季是落叶季相。从生活型谱看,该群落以高位芽植物为主,其中又以中高位芽植物占优势,占27.78%;其次是藤本和草本地面芽植物,所占比例相等,占16.67%。从叶片生态学特征看,以落叶(62.5%),单叶(69.4%),中叶(47.2%),纸质叶(61.1%),全缘叶(56.9%),非尾尖叶(94.4%)植物为主。群落中乔木径级分布呈倒金字塔型,大径级个体很少,而中小径级的乔木个体最多。从以上的生活型谱和叶片生态学特征看出,此群落受河谷季风的强烈影响。

该群落乔木层各样地树种的丰富度随样地海拔升高而减小。综合5个样地计算所得群落乔木层树种丰富度为25种,Shannon-Wiener指数2.9010, Pielou均匀度指数0.9012, Simpson指数0.9346。群落优势树种厚皮树和家麻树的重要值大,分别为52.94和45.86,而重要值大于10.0的树种有10种,大于20.0的只有2种,可见群落中有明显的优势树种存在。群落灌草层各样地的物种丰富度、Shannon-Wiener指数、Simpson指数和Pielou均匀度指数变化不大,但综合5个样地后计算所得物种的丰富度相对较大,而Pielou均匀度指数则相对较低。该群落的物种数与样地面积关系曲线在群落取样面积1000 m²,物种数为58种时形成一个转折点。从而可以考虑1000 m²的取样面积作为澜沧江糯扎渡季雨林群落的最小取样面积。

致谢:衷心感谢参与野外工作的张国成先生,帮助鉴定蕨类标本的李保贵老师及原始数据录入的钟

树英女士。

参考文献:

- 吴征镒. 1980. 中国植被[M]. 北京:科学出版社
 吴征镒. 1987. 云南植被[M]. 北京:科学出版社
 雷锋,杨春荣,姜定忠等. 1993. 思茅县志[M]. 昆明:申和新知读书三联书店出版
 王伯荪. 1987. 植物群落学[M]. 北京:高等教育出版社
 金振洲,鸥晓昆. 2000. 干热河谷植被[M]. 昆明:云南大学出版社,云南科技出版社
 董鸣. 1996. 陆地和生物群落调查观测与分析(中国生态系统研究网络观测与分析标准方法)[M]. 北京:中国标准出版社
 Beard JS. 1944. Climax vegetation in tropical America[J]. *Ecology*, **25**:137-158
 Beard JS. 1955. The classification of tropical American vegetation types[J]. *Ecology*, **36**:359-412
 Cao M, Zhang JH. 1997. Tree species diversity of tropical forest vegetation in Xishuangbanna, SW China[J]. *Biodiversity Conserv*, **6**:995-1006
 Cao SW(曹顺伟). 2004. Characteristics of vegetation distribution in Nuozhadu Nature Reserve, Yunnan Province(云南糯扎渡自然保护区植被分布特点)[J]. *J Southwest Fore Coll*(西南林业学院学报), **24**(2):11-15
 Curtis JT, McIntosh RP. 1951. Anupland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin[J]. *Ecology*, **32**:467-496
 Jin ZZ(金振洲). 1983. The characteristics of tropical rain forest and monsoonal forest in Yunnan(论云南热带雨林和季雨林的基本特征)[J]. *J Yunnan Univ*(云南大学学报), **1**,2:197-205
 Li BG(李保贵), Zhu H(朱华), Wang H(王洪). 1993. The *Bombax ceiba* forest in Menghan, Xishuangbanna(西双版纳勐罕的木棉林)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), **15**(2):91-195
 Li BG(李保贵), Zhu H(朱华), Wang H(王洪). 1999. The *Pterocarya tonkinensis* forest on the river banks of Xishuangbanna(西双版纳的河岸东京枫杨林)[J]. *Guihaia*(广西植物), **19**(1):22-26
 Li MZ(李媚珍), Zhuo ZD(卓正大), Guo ZH(郭志华). 1996. Some problems on the monsoon forest in Gongdong(广东季雨林的几个问题)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), **20**(1):90-96
 Pielou EC. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections[J]. *Theor Biol*, **13**:131-144
 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). 1990. A study on *Anogessus acuminata* community(滇南榆绿木群落的初步研究)[J]. *Acta*

(下转第502页 Continue on page 502)

- Development and influencing factors of soybean root border cell (大豆根边缘细胞的发育及其影响因子)[J]. *Acta Agron Sin* (作物学报), **31**(2):165-169
- Meyer M, Schreck R, Bauerle PA. 1993. H₂O₂ and antioxidants have opposite effects on activation of NF-Kb and AP-1 in intact cells, AP-1 as secondary antioxidant responsive factor[J]. *EMBO J*, **12**:2 005-2 015
- Morel JL, Mench M, Guckert A. 1986. Measurement of Pb²⁺, Cu²⁺ and Cd²⁺ binding with mucilage exudates from maize (*Zea mays*) roots[J]. *Biol Fert Soils*, **2**:29-34
- Pan JW, Zhu MY, Chen H, et al. 2002a. Inhibition of cell growth caused by aluminum toxicity results from aluminum-induced cell death in barley suspension cells[J]. *Plant Nutr*, **25**(5):1 063-1 073
- Pan JW, Zhu MY, Peng HZ, et al. 2002b. Development regulation and biological functions of root border cells in higher plants[J]. *Acta Bot Sin*, **44**(1):1-8
- Pan JW(潘建伟). 2002. Biological characters and mechanisms of aluminum toxicity in the root tips and border cells of barley (大麦根尖和边缘细胞铝毒生物学特性和机理研究)[D]. *Zhejiang Univ*(浙江大学), 98-103
- Pellet DM, GTunes DL, Kochian LV. 1995. Organic acid exudation as an aluminum-tolerance mechanism in maize (*Zea mays*) [J]. *Planta*, **196**:788-799
- Peters NK, Long SR. 1988. Alfalfa root exudates and compounds which promote or inhibit induction of *Rhizobium meliloti* nodulation genes[J]. *Plant Physiol*, **88**:396-400
- Rengel Z. 1996. Uptake of aluminum by plant cells[J]. *New Phytol*, **134**:389-406
- Rodger S, Bengough AG, Griffiths BS, et al. 2003. Does the presence of detached root border cells of *Zea mays* alter the activity of the pathogenic nematode *Meloidogyne incognita* [J]. *Phytopathology*, **93**:1 111-1 114
- Sensitivity of isolated about root cap cells and protoplasts to vicorin [J]. *Physiol Plant Pathol*, **22**:65-76
- Sherwood RT. 1987. Papilla formation in corn root cap cells and leaves inoculated with colletotrichum graminicola[J]. *Phytopathology*, **77**:930-934
- Sun DL(孙达丽), Cui JC(崔结晨), Xu GD(徐根娣), et al. 2006. Biological charaturs of fomato root border cell and effect of aluminum on its activity(番茄根边缘细胞生物学特性及铝对其活性的影响)[J]. *Subtrop Plant Sci*(热带植物科学), **35**(2):1-4
- Stubbs VEC, Standing D, Knox O G G, et al. 2004. Root border cells take up and release Glucose-C[J]. *Ann Bot-london*, **93**:221-224
- Tam'as L, Bud'j kov'a S, Huttov'a J, et al. 2005. Aluminum-induced cell death of barley-root border cells is correlated with peroxidase- and oxalate oxidase-mediated hydrogen peroxide production[J]. *Plant Cell Rep*, **24**:189-194
- Xu GD(徐根娣), Liu P(刘鹏), Zhou ZH(周志华). 2004. A progress of studies on development and functions of border cells (植物边缘细胞发育和功能的研究进展)[J]. *Chin Agric Sci Bull* (中国农学通报), 2004, **20**(5):28-32
- Yamamoto Y, Kobayashi Y, Devi SR, et al. 2003. Oxidative stress triggered by aluminum in plant roots[J]. *Plant Soil*, **255**:239-243
- Yu YH(禹艳红), Bin JH(宾金华). 2002. Production and biological role of root border cells (根缘细胞的发生和生物学作用) [J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), **19**(6):756-762
- Yu M(喻敏), Cui ZX(崔志新), Wen HX(温海洋), et al. 2004. Root border cells-A recently defined population of alive cells in rhizosphere (根际新发现的一类活细胞群—根边缘细胞)[J]. *J Huazhong Agric Univ*(华中农业大学学报), **23**(2):275-280
- Zhang LM(张丽梅), He LY(贺立源), Li JS(李建生). 2005. Root exudates detoxification of Aluminium plant(植物根系解铝毒分泌物)[J]. *J Guizhou Agric Sci*(贵州农业科学), **33**(3):88-90
- Zhao X, Schmitt M, Hawes MC. 2000a. Species-dependent effects of border cell and root tip exudates on nematode behavior[J]. *Nematology*, **90**:1 239-1 245
- Zhao X. 2000b. Stimulation of border cell production in response to increased CO₂ levels[J]. *Plant Physiol*, **122**:181-188
- Zhou N(周楠), Chen WR(陈文荣), Liu P(刘鹏), et al. 2006. Biological characterictic and the response to aluminum toxicity of cucumber border cell(黄瓜根边缘细胞生物学特性及其对铝的响应)[J]. *Acta Hort Sin*(园艺学报), **33**(5):1 117-1 120
- Zhu MY, Ahn S, Matsumoto H. 2003. Inhibition of growth and development of root border cells in wheat by Al[J]. *Physiol Plant*, **117**:359-367
- Zhu Y, Pierson LS, Hawes MC. 1997. Induction of microbial genes for pathogenesis and symbiosis by chemicals from root border cells[J]. *Plant Physiol*, **115**:1 691-1 698

(上接第 481 页 Continue from page 481)

- Bot Yunnan*(云南植物研究), **12**(1):67-74
- 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), Wang H(王洪), Li BG(李保贵). 2004. Plant diversity and physiognomy of a tropical montane rain forest in Mengsong, Southern Yunnan, China(滇南勐宋热带山地雨林的物种多样性与生态学特征)[J]. *Acta Phytoecol Sin* (植物生态学报), **28**(3):351-360
- Zhu H(朱华). 2005. Reclassification of monsoon tropical forests in southern Yunnan, SW China (滇南热带季雨林的一些问题讨论) [J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **29**(1):170-174
- Zhu H. 1998. The structure, species composition and diversity of the limestone vegetation in Xishuangbanna, SW China[J]. *Gardens, Bull Singapore*, **50**:5-30