

# 海南岛次生低地雨林棕桐藤伴生群落优势种生态位研究

陈瑞国<sup>1</sup>, 范少辉<sup>1</sup>, 刘广路<sup>1\*</sup>, 徐瑞晶<sup>2</sup>, 胡璇<sup>1</sup>, 苏浩然<sup>1</sup>

(1 国际竹藤中心竹藤资源与环境研究所, 北京 100102; 2 国际竹藤中心热带森林植物研究所, 海南三亚 572000)

**摘要:**以海南岛甘什岭自然保护区次生低地雨林群落优势种及棕桐藤为试验材料, 通过重要值筛选群落优势种, 利用生态位宽度、相似性比例和生态位重叠探究棕桐藤与各林层优势种对资源的作用机制, 为棕桐藤资源保护和利用提供理论参考。结果显示: (1) 青梅 (*Vatica mangachapoi*) 和铁凌 (*Hopea reticulata*) 为群落建群种, 5 种棕桐藤在整个群落中具有相对较高的重要值, 但差异较大, 其中杖藤 (*Calamus rhabdocladius*) 最大 (0.286), 小钩叶藤 (*Plectocomia microstachys*) 最小 (0.053), 其排序为: 杖藤 > 大白藤 (*C. faberii*) > 黄藤 (*Daemonorops jenkinsiana*) > 白藤 (*C. tetradactylus*) > 小钩叶藤。(2) 5 种棕桐藤在群落中具有较大的生态位宽度, 其中杖藤最大 ( $B_i$  和  $B_a$  分别为 2.900 和 0.612), 且明显大于草本层, 但与其他林层优势种差异小。(3) 棕桐藤种间与优势种均表现出较低的生态位相似性比例, 除黄藤与亮叶鸡血藤 (*Callerya nitida*) 外, 各林层优势种与所有棕桐藤种相似性比例最高的物种相同, 为益智 (*Alpinia oxyphylla*)、百足藤 (*Pothos repens*)、铁凌和青梅; 藤种间, 杖藤与各其它棕桐藤具有较高的生态位相似性比例, 小钩叶藤最小。(4) 林层优势种和棕桐藤的  $L_{ik}$  和  $L_{ki}$  值总体较低, 均低于 0.1, 且生态位宽度大的不一定重叠程度越高; 其中 0~0.023 的重叠数量占总数的 63.5%, 0.023~0.046 为 36.0%, >0.046 的仅占 0.5%。研究认为, 棕桐藤在群落中具有相对较高的资源利用能力, 但种间差异较大, 棕桐藤种间及其与优势种间均表现为生态位分化, 物种间倾向于资源共享。

**关键词:** 次生低地雨林; 生态位; 棕桐藤; 林层; 优势种

中图分类号: Q948.1 文献标志码: A

## Niche Characteristics of Dominant Species of Rattan Accompanying Community in Secondary Lowland Rain Forest in Hainan Island, China

CHEN Ruiguo<sup>1</sup>, FAN Shaohui<sup>1</sup>, LIU Guanglu<sup>1\*</sup>, XU Ruijing<sup>2</sup>, HU Xuan<sup>1</sup>, SU Haoran<sup>1</sup>

(1 Institute of Resource and Environment of Bamboo and Rattan, International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102; 2 Institute of Tropical Forestry Plant, International Center for Bamboo and Rattan, Sanya, Hainan 572000, China)

**Abstract:** Dominant species and natural rattan populations in secondary lowland rain forest of Ganshilin Natural Reserve Area in Hainan Island were as test materials. According to contrastively analyzing important values of rattan and dominant species in the community, we conducted to identify utilization and competition relationships of rattan inter-species with dominant species at layers, niche breadth, niche propor-

收稿日期: 2017-02-23; 修改稿收到日期: 2017-05-04

基金项目: 十二五科技支撑“特色棕桐藤及笋用竹种筛选及培育”(2015BAD04B0203); 国际竹藤中心基本科研业务费重点专项 (1632016006, 1632015014, 632016014)

作者简介: 陈瑞国 (1968-), 男, 博士研究生, 主要从事森林生态学专业。E-mail: chenruiguo8427@163.com

\* 通信作者: 刘广路, 副研究员。主要从事竹藤资源培育及生态研究。E-mail: liuguanglu@icbr.ac.cn

tional similarity and niche overlap to explore the mechanism of rattan and dominant species at forest layer, so as to provide some theoretical references for protection to rattan resource. The results were presented as follows: (1) *Vatica mangachapoi* and *Hopea reticulata* were constructive species, 5 kinds of rattan had relatively upper *IV* in community, but there was quite a difference. *Calamus rhabdocladus* (*Cr*) had maximum *IV*, was 0.286. *Plectocomia microstachys* (*Pm*) had the minimum, *IV* equal to 0.053, sorting as follow:  $Cr > Cf > Dj > Ct > Pm$ . (2) Rattan had greater niche breadth, in which the greatest one was *Cr*,  $B_i$  and  $B_a$  were 2.900 and 0.612, respectively, obviously greater than the species at herb layer and had little difference with other layers. (3) The results of niche proportional similarity were indicated that the lower similarity was showed between rattan and dominant species in layers, only excepted for *Dj* and *Callerya nitida*, basically the species at layers of the largest similarity with rattan palms were same, which were *Alpinia oxyphylla*, *Millettia reticulata*, *V. mangachapoi* and *H. reticulata*. The similarity of *Cr* had the highest ratio with other rattan, on the contrary, *Pm* had the lowest ratio. (4)  $L_{ik}$  and  $L_{hi}$  between rattan and dominant species in layers were generally lower. All of those were less than 0.1, and niche breadth and overlap were not positively correlated. The value of overlap between 0—0.023 accounted for 63.5%, 36.0% of quantity were focused on 0.023—0.046, only 0.5% left for the rest. The study indicates that rattans in the region have relatively higher resource utilization capacity among the community species. However, great interspecies discrepancies and niche differentiations are showed among rattan interspecies and with dominant species, tending to resource sharing.

**Key words:** secondary lowland rain forest; niche; rattan; vertical structure; forest layer; dominant species

生态位是重要的生态学研究理论之一,用于揭示种群对所处生境的适应性及其对资源的利用能力,在群落结构及功能、种间关系以及群落动态演替等研究方面具有广泛的应用<sup>[1]</sup>。生态位反映了种群对群落及其生境的适应性及其在群落中种群间的相互作用<sup>[2]</sup>,生态位和空间过程影响植物群落的物种组成,物种分类和传播限制影响物种的空间转移,系统相关物种更倾向于保守生态位<sup>[3]</sup>。生态位宽度与生态位重叠性及相似性无必然的相关关系,仅反映群落演替过程中的某一特定时期的生态位特征<sup>[4-6]</sup>。现阶段对生态位进行的研究多集中于群落优势种,其中灌木<sup>[2, 7]</sup>、林下植被<sup>[8-9]</sup>、根系<sup>[10]</sup>等也有所报道。藤本是热带森林群落重要的组分,但对藤本植物的生态位以及藤本与其他物种间的相互作用等研究极少<sup>[11]</sup>,相关研究亟待加强。

棕桐藤属热带森林常见攀援类掌状棕榈植物,为热带雨林中重要的组分,具有重要经济价值和生态作用。中国分布有 3 属 40 余种,海南岛和云南省西双版纳是主要的分布区<sup>[12]</sup>。由于加工业的过度开采导致自然资源数量急剧减少以及栖息地破碎化严重,棕桐藤资源亟待恢复。当前,国内外有关棕桐藤生态学研究较少,多集中在资源分布<sup>[13-14]</sup>、对环境的适应性<sup>[15]</sup>及生物生态习性<sup>[16-17]</sup>等方面,但至今棕桐藤天然种群特征及其与群落物种间的相互作用机制等研究还未见报道,本研究通过调查海南甘什岭天然棕桐藤种群,深入探讨了棕桐藤种群与不同

林层优势种对资源利用状况及竞争关系,为藤资源保护和利用提供理论参考。

## 1 研究区概况

样地设置于海南岛甘什岭自然保护区内,属热带次生低地雨林,109°34′~109°42′E,18°20′~18°21′N,占地为 258.87 hm<sup>2</sup>。保护区地貌为低山丘陵,海拔 50.0~681.0 m,坡度<50°,属热带海洋季风气候,年均日照时数约 2 563 h,年均温 25.4℃,干湿季分明,年降水量约 1 800 mm,5~10 月为雨季,其余为旱季,土壤母质为花岗岩,为粗砂粘红壤,土层瘠薄,雨水冲刷严重,岩层裸露率 10%。

调查群落人为干预较小,林分物种生物多样性丰富,密度高且结构复杂,平均密度 11 000 株·hm<sup>-2</sup>,冠层高度为 9.7~12m,郁闭度 0.6~0.9<sup>[18]</sup>。调查显示样地物种共 244 种,其中草本共 4 科 6 属 7 种;灌木层共 6 科 7 属 8 种;层间植物共 31 科 45 属 61 种;乔木层种共 46 科 89 属 168 种。主要优势种包括铁凌(*Hopea reticulata*)、青梅(*Vatica mangachapoi*)等;主要灌木树种有刺轴桐(*Licuala spinosa*)、狗骨柴(*Diplospora dubia*)、海南合欢(*Albizia attopuensis*);主要层间植物包括阔叶沙拉木(*Salacia amplifolia*)、瓜馥木(*Fissistigma oldhamii*)、清香藤(*Jasminum lanceolarium*)、亮叶鸡血藤(*Callerya nitida*)等;主要草本为益智(*Alpinia oxyphylla*)、高秆珍珠茅(*Scleria terrestris*)、海

南海金沙(*Lygodium circinnatum*)等。试验区共发现棕榈藤 3 属 6 种,分别为黄藤(*Daemonorops jenkinsiana*)、小钩叶藤(*Plectocomia microstachys*)、杖藤(*Calamus rhabdocladus*)、大白藤(*C. faberii*)、白藤(*C. tetradactylus*)及单叶省藤(*C. simplicifolius*)。由于单叶省藤数量极少,不作为本文的研究对象。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置与调查

试验于 2015 年 11 月~2016 年 5 月开展,在对甘什岭自然保护区全面踏查基础上,选择地势相对平缓且较一致,远离道路且受人为干扰小的地段连续设置 25 个 20 m×20 m 的样方,每块平均划分为 10 m×10 m 的样方 4 个,共 10 000 m<sup>2</sup>,在每个样方中间和四角设置 5 m×5 m 灌木样方 5 个,各灌木样方一角内设 1 块 1 m×1 m 草本样方。根据物种生活型将垂直结构分层,由于该次生林中乔木多小径级,因此 DBH>1.0 cm 乔木树种归为乔木层;灌木、乔木幼苗和幼树(DBH<1.0 cm)归为灌木层;攀援竹类和藤本为层间植物;草本植物归为草本层,棕榈藤作为主要研究对象单独调查,记录 3 种类型样方中所有植株的基径、株数和种类。GPS (Garmin eTrex20)记录每块样方的海拔、经纬度,坡度(SUUNTO/PM-15)和坡向(SUUNTO/KB-14)以样地沿坡上下两条界线均值作为该样方的地形因子。

### 2.2 数据分析

**2.2.1 重要值** 为保证整个群落中物种间的可比性<sup>[19]</sup>,重要值(IV)采用统一公式。以每个物种的相对密度、相对频度和相对显著度计算各物种在每个样方中的重要值,筛选出的各林层重要值最大的前 5 种优势种进行种间关联分析:

$$\text{重要值(IV)} = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对显著度}) / 3 \times 100\% \quad (1)$$

本文以每个样方作为独立的一维资源位,密度统一换算为 1 hm<sup>2</sup> 样地密度值;某一物种相对频度为该种频度与样方总全部种频度总和之比;相对密度为物种在某一资源位的密度与所有种密度总和之比;相对显著度以物种断面积代替,为某一物种断面积占该资源位所有物种断面积之比。

**2.2.2 生态位宽度** 生态位宽度的测度方法很多,基于种群在资源中的分布状态,本文采用 Shannon-Wiener 指数和 Hurlbert 指数来表示:

$$\text{Shannon-Wiener 指数: } B_i = - \sum_{j=1}^r P_{ij} \ln P_{ij} \quad (2)$$

$$\text{Hurlbert 指数: } B_a = (B_i - 1) / (r - 1) \quad (3)$$

两式中,  $P_{ij} = n_{ij} / N_{i+}$ ,  $N_{i+} = \sum_{j=1}^r n_{ij}$ ,  $n_{ij}$  代表种  $i$  在第  $j$  资源的优势度(重要值),  $B_i = 1 / \sum_{j=1}^r P_{ij}^2$ ,  $r$  为资源位数。

### 2.2.3 生态位相似性比例

$$C_{ik} = 1 - 1/2 \sum |p_{ij} - p_{kj}| = \sum \min(p_{ij}, p_{kj}) \quad (4)$$

式中,  $C_{ik}$  为生态位相似性比例,  $p_{ij}$  和  $p_{kj}$  为物种  $i$  和  $k$  在  $j$  资源位中的重要值百分比,  $C_{ik} = C_{ki}$ , 该值域为  $[0, 1]$ 。

### 2.2.4 生态位重叠

$$L_{ik} = B_{(L)i} \sum_{j=1}^r p_{ij} \times p_{kj} \quad (5)$$

$$L_{ki} = B_{(L)k} \sum_{j=1}^r p_{ij} \times p_{kj} \quad (6)$$

$$L_{(L)i} = 1 / (r \sum_{j=1}^r p_{ij}^2) \quad (7)$$

式中,  $L_{ik}$  和  $L_{ki}$  分别为物种  $i$  重叠物种  $k$  和物种  $k$  重叠物种  $i$  的生态位重叠指数,  $P_{ij}$  和  $P_{kj}$  分别为种  $i$  和种  $k$  在资源  $j$  中的资源利用状况,与生态位宽度中  $P_{ij}$  相同,  $r$  为资源位总数,值域为  $[0, 1]$ ,  $B_{(L)}$  为生态位 Levins 生态位宽度指数,值域为  $[1/r, 1]$ 。

## 3 结果与分析

### 3.1 重要值

计算所有物种在群落中的重要值,结果(表 1)表明,整个群落中,25 种优势种重要值和为 0.450 8,乔木层的铁凌重要值最大,为 0.089 6,其次为灌木层和乔木层青梅,分别为 0.063 8 和 0.060 4;除青梅外,灌木层铁凌具最大重要值,二者占据林下主要资源位;层间植物中,无耳藤竹重要值最大,为 0.035 6;草本层中,益智最大,为 0.002 3。5 种棕榈藤在该群落中的重要值相对较小,其中杖藤最大,为 0.286,重要值排序为杖藤>大白藤>黄藤>白藤>小钩叶藤。说明在热带雨林中,棕榈藤种间对资源的利用状况差异较大,这可能与棕榈藤对生境的适应性和生物学特性差异有关。同时杖藤在整个群落中具有较高的地位和作用,幼苗种群数量大和分布频度高提高了其在该群落中的重要值。

### 3.2 生态位宽度

对样地群落优势种和棕榈藤生态位宽度对比分析表明(表 2),Shannon-Wiener 和 Hurlbert 生态位宽度测度结果保持基本一致,部分种大小顺序有一定的颠倒,  $B_i$  和  $B_a$  测度的草本层优势种群生态位宽度最大为益智、蜘蛛抱蛋、毛果珍珠茅、麦冬,由于

表 1 棕桐藤种群及各林层优势种在群落中的重要值

Table 1 Important value of rattan palms and dominant species at layers of the community

林层 Forest layer	物种编号 Serial number	物种名称 Species name	平均重要值 Average important value/%	排序 Order
草本层 Herb layer	1	麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	0.040	210
	2	毛果珍珠茅 <i>Scleria levis</i>	0.088	162
	3	岩生苔草 <i>Carex saxicola</i>	0.036	226
	4	益智 <i>Alpinia oxyphylla</i>	0.228	94
	5	蜘蛛抱蛋 <i>Aspidistra elatior</i>	0.100	156
层间植物 Interlayer	6	鸡血藤 <i>Millettia reticulata</i>	0.776	26
	7	清香藤 <i>Jasminum lanceolarium</i>	0.720	32
	8	紫玉盘 <i>Uvaria microcarpa</i>	0.816	23
	9	百足藤 <i>Pothos repens</i>	0.760	28
	10	无耳藤竹 <i>Dinochloa orenuda</i>	3.564	5
灌木层 Shrub layer	11	尖叶紫金牛 <i>Ardisia oxyphylla</i>	1.668	7
	12	狗骨柴 <i>Diplospora dubia</i>	1.176	15
	13	海南合欢 <i>Albizia attopeuensis</i>	4.932	4
	14	青梅 <i>V. mangachapoi</i>	6.384	2
	15	铁凌 <i>H. reticulata</i>	1.680	6
乔木层 Tree layer	16	阿芳 <i>Alphonsea monogyna</i>	1.600	8
	17	木荷 <i>Schima superba</i>	1.300	11
	18	黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>	1.428	9
	19	青梅 <i>V. mangachapoi</i>	6.044	3
	20	铁凌 <i>H. reticulata</i>	8.964	1
棕桐藤 Rattan palm	R1	白藤 <i>C. tetradactylus</i>	0.416	63
	R2	大白藤 <i>C. faberii</i>	0.556	45
	R3	小钩叶藤 <i>P. microstachys</i>	0.212	104
	R4	杖藤 <i>C. rhabdocladus</i>	1.144	16
	R5	黄藤 <i>D. jenkinsiana</i>	0.444	57

草本种类极少,因此岩生苔草也列入其中;层间植物最大优势种为百足藤,作为附生植物,百足藤主要依靠附生乔木,数量大,具有显著的分布优势,无耳藤竹虽重要值大,但表现出生态位宽度相对较小,这与分布区域相对集中有关。灌木层生态位宽度最大的物种为海南合欢,乔木层则以青梅和铁凌为主,二者为该群落的建群种。两种测度对棕桐藤的生态位宽度也基本一致,杖藤>大白藤>黄藤>白藤>小钩叶藤。棕桐藤与除草本层外的各层优势种间生态位宽度相近。总体表明,棕桐藤具有相对较高的生态位宽度,且 5 种棕桐藤间的生态位宽度差异不大。

### 3.3 生态位相似性比例

从表 3 可知,棕桐藤与该群落各林层优势种相似性比例小。其中与白藤最高相似性比例的物种为灌木层青梅、乔木层阿芳和青梅,分别为 0.229 3、

0.104 1和 0.104 1,其中灌木层的铁凌与阿芳对白藤的生态位相似性比例差异不大,其余棕桐藤与优势种间的生态位相似性比例最高的前 3 种为乔木层的青梅和灌木层的铁凌和青梅。除黄藤外,与棕桐藤生态位相似性最高的层间植物与草本植物分别为百足藤和益智,黄藤与层间植物最高的为亮叶鸡血藤,为 0.096 9,与百足藤的为 0.094 0,二者差异不大,说明与棕桐藤生态位具有各林层相似性比例最高的物种基本一致,分别为益智、百足藤、青皮和铁凌。棕桐藤种间表现出一定的差异,其中杖藤与大白藤具有最高的生态位相似性比例,为 0.116 5,其次是杖藤与黄藤,为 0.097 2,小钩叶藤与其他藤间的相似性比例最小,这与棕桐藤群落中的种群数量有关。整体上表明棕桐藤种间与优势种均表现出较低的相似性比例。

### 3.4 生态位重叠

由表4可知,各林层优势种和棕榈藤的  $L_{ik}$  和  $L_{ki}$  值总体较低,均低于0.1,共200组。其中,0~0.023的数量为139组,占总数的63.18%;0.023~0.046的数量为80组,为36.36%;>0.046仅1组,占0.55%,说明棕榈藤与各优势种间的生态位重叠程度较小。研究发现,棕榈藤对各层优势种的重叠程度与优势种对棕榈藤的重叠差异不大,如白藤和大白藤分别对阿芳和青梅的重叠程度最大,为0.018和0.027,而阿芳和青梅对白藤和大白藤的重叠值分别为0.035和0.042。结合表3分析可知,各层优势

表2 棕榈藤与各林层优势种的生态位宽度

Table 2 Niche breadth of rattan palms and dominant species at layers

林层 Forest layer	物种编号 Serial number	$B_i$	$B_w$
草本层 Herb layer	1	0.677	0.039
	2	0.797	0.034
	3	0.001	0.001
	4	1.644	0.116
	5	1.107	0.063
层间植物 Interlayer	6	2.761	0.510
	7	2.876	0.506
	8	2.789	0.485
	9	3.041	0.726
	10	2.761	0.497
灌木层 Shrub layer	11	2.375	0.317
	12	2.655	0.420
	13	2.927	0.590
	14	2.696	0.482
	15	2.373	0.368
乔木层 Tree layer	16	2.969	0.642
	17	2.460	0.327
	18	2.397	0.330
	19	3.091	0.798
	20	2.733	0.529
棕榈藤 Rattan palm	R1	2.763	0.512
	R2	2.848	0.544
	R3	2.549	0.378
	R4	2.900	0.612
	R5	2.714	0.444

注:物种编号对应种名同表1。下同

Note: Serial numbers have same corresponding specific names as Table 1. The same as below

种与棕榈藤的生态位重叠与生态位宽度大小并不一致,如灌木层的青皮与棕榈藤具有最高的生态位相似性,但生态位重叠值并非最大,因此生态位相似程度越高并不代表生态重叠性越高。各藤种重叠程度最大的优势种也非完全一致,如对白藤重叠程度最大的物种为蜘蛛抱蛋、百足藤、铁凌和青梅,但黄藤则为益智、亮叶鸡血藤、铁凌和青梅。棕榈藤种间的生态位重叠低,说明棕榈藤种间的生态位分化,在一定程度上实现资源共享。

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

生态位强调种群对群落资源利用整合能力,在不同空间尺度下影响物种分布<sup>[3, 20]</sup>。种群生态位宽度为其测度之一,反映物种对群落资源的利用程度和环境适应状况。本研究中,以调查群落物种为基础,棕榈藤的重要值和生态位宽度排序均具有较高的位数,说明棕榈藤对该生境资源具有较高适应和利用能力,这与藤种自身的繁殖方式有关:棕榈藤采用种子滚动和动物搬运<sup>[21]</sup>等方式扩大水平空间分布广度,无性繁殖拓展了种群的垂直空间<sup>[13, 22]</sup>,同时该群落存在大量低密度和低频度物种,提高了棕榈藤在群落中的资源利用相对水平。生态位以相对密度、相对频度以及相对显著度为指标,棕榈藤分布广泛,数量多,但断面积有限,且物种多为幼苗,虽然具有较强的适应能力,但与青皮、铁凌等建群种相比,生态位宽度有限,尤其在垂直空间上,因此为群落伴生种,为长期演替过程中形成的结果。

由于对生境的长期适应性,同一群落中的部分物种形成对生境相似的适生性。本研究调查发现,不同林层均存在某一特定优势种与所有棕榈藤的相似程度最高,且生态位相似性比例高的优势种不一定重要值最高,说明物种资源利用能力与物种在群落中的相似性无必然正负关系,更多表现为物种间的共生关系<sup>[5, 23]</sup>,整体上棕榈藤种间与优势种均表现出较低的相似性比例。棕榈藤种间生态位相似性表现出一定的差异,杖藤与其他藤种的相似性比例最高,小钩叶藤与其他藤种的相似性比例最小,可能与藤种群数量有关,同时藤本植物通过不断调整自身的空间分布格局和生物构件分布来适应异质性生境,相对乔灌木具有更高的自身协调性<sup>[24-25]</sup>。

生态位重叠为物种间对相同资源的利用状况所产生的重叠,反映出植物随群落演替状态的稳定性,物种间具有促进和竞争特征<sup>[26]</sup>。棕榈藤种间的生态

表 3 棕桐藤与各层优势种的生态位相似性比例

Table 3 Similar ratio of rattan palms with dominant species at layers

林层 Forest layer	物种编号 Serial number	$C_{ik}$				
		R1	R2	R3	R4	R5
草本层 Herb layer	1	0.008 7	0.009 8	0.004 1	0.009 8	0.008 7
	2	0.010 4	0.015 6	0.008 6	0.008 2	0.009 3
	3	0.003 8	0.004 3	0.002 3	0.006 7	0.002 4
	4	0.022 4	0.034 7	0.010 8	0.027 7	0.032 5
	5	0.012 3	0.015 6	0.009 4	0.020 6	0.012 7
层间植物 Interlayer	6	0.079 7	0.095 8	0.047 5	0.168 6	0.096 9
	7	0.085 1	0.104 9	0.048 8	0.119 4	0.088 6
	8	0.078 8	0.098 0	0.049 7	0.150 1	0.089 5
	9	0.095 9	0.111 3	0.053 0	0.155 2	0.094 0
	10	0.034 8	0.081 2	0.028 0	0.136 0	0.059 1
灌木层 Shrub layer	11	0.0929	0.1213	0.0535	0.2232	0.0953
	12	0.067 7	0.076 1	0.030 0	0.142 5	0.063 1
	13	0.089 5	0.106 8	0.045 9	0.168 9	0.081 3
	14	0.103 6	0.138 2	0.053 5	0.278 8	0.107 9
	15	0.229 3	0.246 7	0.221 2	0.325 2	0.241 4
乔木层 Tree layer	16	0.104 1	0.128 2	0.053 2	0.225 4	0.106 2
	17	0.070 8	0.087 3	0.036	0.133 8	0.072 5
	18	0.060 0	0.077 6	0.035 9	0.129 0	0.060 3
	19	0.104 1	0.138 8	0.053 5	0.276 4	0.110 7
	20	0.082 1	0.117 5	0.046 6	0.268 5	0.096 7
棕桐藤 Rattan palm	R1	—	0.082 3	0.048 1	0.085 5	0.067 9
	R2	—	—	0.049 3	0.116 5	0.084 9
	R3	—	—	—	0.048 7	0.049 2
	R4	—	—	—	—	0.097 2

位重叠低,说明棕桐藤种间的生态位分化,棕桐藤与其他种间的生态位宽度大不一定重叠程度大,与前人研究一致<sup>[27-29]</sup>。该群落为次生低地雨林,在向群落顶级演替过程中,棕桐藤保持与其他物种较低的生态位重叠,这与棕桐藤对生境的适应性有关,成熟藤多生长于湿润光照较强的林隙中,幼苗多生长于郁闭度高的林下层且多为更新幼苗,幼藤和成熟藤数量有限,高郁闭度下草本和其他物种幼苗较少,因此在样地分布上重叠程度相对较低,在资源利用上有较大的差异。棕桐藤与群落中的其他优势物种生态位重叠都较低,且重叠程度因种而异,说明藤种与优势种间趋于资源共享。同时调查发现棕桐藤表现出高繁殖率和低存活率特性,说明棕桐藤受生境影响高于物种间的相互作用。本文仅从群落角度探讨了棕桐藤与当前群落优势种间对资源的利用状况,并未对藤种在不同生长状态下的资源利用能力进行对比,需做进一步研究。

## 4.2 结 论

该群落以青梅和铁凌为该群落的建群种。棕桐藤在群落中具有相对较高的资源利用能力,排序为杖藤>大白藤>黄藤>白藤>小钩叶藤。

除黄藤与灌木层亮叶鸡血藤相似程度最高外,其中草本层益智、层间植物百足藤、灌木层幼树铁凌和乔木青梅均对所有棕桐藤相似程度最高,即各林层优势种中,与不同棕桐藤生态位相似的物种基本一致。

各林层优势种与棕桐藤种群间对资源利用趋于资源共享。棕桐藤种群生态位种间差异较大,种间表现为生态位分化,为长期对生境适应的结果,藤种的生物学特性以及对异质性生境的适应性可能在生态位分化中起主导作用。群落生物多样性丰富且结构复杂,种间的资源竞争复杂,棕桐藤受生境影响高于物种间的相互作用。

表 4 棕榈藤与各林层优势种间的生态位重叠

Table 4 Niche overlap between rattan palms and dominant species at layers

林层 Forest layer	物种编号 Serial number	$L_{ik}$					$L_{ki}$				
		R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
草本层 Herb layer	1	0.003	0.006	0.004	0.009	0.004	0.020	0.045	0.019	0.069	0.022
	2	0.002	0.005	0.004	0.001	0.001	0.016	0.035	0.019	0.007	0.008
	3	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.025	0.020	0.008	0.019	0.003
	4	0.003	0.006	0.003	0.003	0.007	0.009	0.023	0.009	0.014	0.022
	5	0.005	0.003	0.005	0.005	0.001	0.027	0.018	0.019	0.029	0.006
层间植物 Interlayer	6	0.018	0.019	0.021	0.030	0.032	0.018	0.021	0.016	0.036	0.028
	7	0.019	0.023	0.018	0.018	0.018	0.019	0.024	0.014	0.021	0.016
	8	0.022	0.018	0.029	0.022	0.016	0.023	0.020	0.023	0.028	0.015
	9	0.032	0.032	0.031	0.034	0.031	0.023	0.025	0.017	0.029	0.020
	10	0.009	0.023	0.021	0.017	0.016	0.012	0.033	0.022	0.028	0.019
灌木层 Shrub layer	11	0.009	0.004	0.007	0.006	0.012	0.023	0.012	0.013	0.017	0.027
	12	0.022	0.024	0.027	0.020	0.015	0.023	0.026	0.021	0.024	0.014
	13	0.018	0.011	0.016	0.011	0.018	0.028	0.018	0.019	0.020	0.024
	14	0.029	0.027	0.019	0.022	0.029	0.025	0.025	0.013	0.023	0.023
	15	0.018	0.021	0.022	0.025	0.026	0.019	0.023	0.017	0.032	0.024
乔木层 Tree layer	16	0.028	0.030	0.030	0.028	0.028	0.023	0.026	0.018	0.027	0.020
	17	0.012	0.016	0.014	0.011	0.009	0.018	0.025	0.016	0.020	0.012
	18	0.014	0.013	0.011	0.010	0.008	0.021	0.021	0.013	0.017	0.011
	19	0.036	0.041	0.026	0.030	0.034	0.024	0.029	0.013	0.024	0.020
	20	0.014	0.026	0.025	0.029	0.033	0.014	0.027	0.018	0.033	0.028
棕榈藤 Rattan palm	R1	—	0.019	0.026	0.021	0.014	—	0.02	0.019	0.025	0.012
	R2	—	—	0.024	0.024	0.023	—	—	0.017	0.027	0.019
	R3	—	—	—	0.020	0.008	—	—	—	0.031	0.009
	R4	—	—	—	—	0.026	—	—	—	—	0.020

## 参考文献:

- [1] 彭文俊, 王晓鸣. 生态位概念和内涵的发展及其在生态学中的定位[J]. 应用生态学报, 2016, **27**(1): 327-334.  
PENG W J, WANG X M. Concept and connotation development of niche and its ecological orientation[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2016, **27**(1): 327-334.
- [2] 治民生, 关文彬, 吴 斌, 等. 岷江干旱河谷主要灌木种群生态位研究[J]. 北京林业大学学报, 2006, **28**(1): 7-13.  
YE M S, GUAN W B, WU B, *et al.* Niche characteristics of main shrub populations in the arid valley of the Minjiang River, southwestern China[J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2006, **28**(1): 7-13.
- [3] TOMASZ HS, MAGDALENA S, SURELIA M. The effect of ecological niche and spatial pattern on the diversity of oak forest vegetation[J]. *Plant Ecology & Diversity*, 2015, **8**(4): 505-518.
- [4] 王 晶, 毕润成, 张钦弟, 等. 山西太岳山辽东栎群落优势种生态位研究[J]. 生态科学, 2016, **35**(4): 62-70.  
WANG J, BI R C, ZHANG Q D, *et al.* Niche characteristics of dominant plant species in a *Quercus wutaishanica* community in Taiyue Mountain Shanxi Province[J]. *Ecological Science*, 2016, **35**(4): 62-70.
- [5] 彭逸生, 郑明轩, 莫罗坚, 等. 珠海市陆生天然次生林优势种的生态位[J]. 生态学杂志, 2007, **26**(4): 483-488.  
PENG Y S, ZHENG M X, MO L J, *et al.* Niches of dominant plant species of natural secondary forests in Zhuhai City, Guangdong Province[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, **26**(4): 483-488.
- [6] 包 也, 孟莹莹, 周旺明, 等. 长白山地区不同林型红松种群生态位特征[J]. 生态学杂志, 2014, **33**(3): 555-559.

- BAO Y, MENG Y Y, ZHOU W M, *et al.* Niche characteristics of *Pinus koraiensis* population of different forest types on Changbai Mountain[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2014, **33**(3): 555-559.
- [7] MARIO ES, JOSÉ LV, LAURO LM. Ecological niche similarity between congeneric Mexican plant species[J]. *Plant Ecology and Evolution*, 2015, **148**(3): 318-328.
- [8] 李菁, 骆有庆, 石娟, 等. 阿尔山地区兴安落叶松林下植物种群生态位[J]. 林业科学研究, 2011, **24**(5): 651-658.
- LI J, LUO Y Q, SHI J, *et al.* Niche of main understory populations of *Larix gmelinii* Rupr forest in A'ershan Area[J]. *Forest Research*, 2011, **24**(5): 651-658.
- [9] ADHIKARI YP, FISCHER A, FISCHER HS. Epiphytic orchids and their ecological niche under anthropogenic influence in central Himalayas, Nepal[J]. *Journal of Mountain Science*, 2016, **13**(5): 774-784.
- [10] 胡建忠, 郑佳丽, 沈晶玉. 退耕地人工植物群落根系生态位及其分布特征[J]. 生态学报, 2005, **25**(3): 481-491.
- HU J Z, ZHENG J L, SHEN J Y. Discussion of root ecological niche and root distribution characteristics of artificial phyto-communities in rehabilitated fields[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, **25**(3): 481-491.
- [11] 王立龙, 王广林, 黄永杰, 等. 黄山濒危植物小花木兰生态位与年龄结构研究[J]. 生态学报, 2006, **26**(6): 1 863-1 872.
- WANG L L, WANG G L, HUANG Y J, *et al.* Age structure and niche of the endangered *Magnolia sieboldii* in Huangshan Mountain[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, **26**(6): 1 863-1 872.
- [12] 王慷林. 中国棕桐藤资源及其分布特征研究[J]. 植物科学学报, 2015, **33**(3): 320-325.
- WANG K L. Resources and distribution of rattan in China[J]. *Plant Science Journal*, 2015, **33**(3): 320-325.
- [13] NATSUKI MW, EIZI S. Species diversity, abundance, and vertical size structure of rattans in Borneo and Java[J]. *Biodiversity Conservation*, 2008, **17**(3): 523-538.
- [14] JOACHIM T, DANIELA G, OLIVER VS, *et al.* Influence of spatial and environmental variables on rattan palm (Arecaceae) assemblage composition in Central Sulawesi, Indonesia[J]. *Plant Ecology*, 2015, **216**(1): 55-66.
- [15] FRANCIS EP. Growth habits and trellis requirements of climbing palms (*Calamus* spp) in North-Eastern Queensland[J]. *Australian Journal of Botany*, 1990, **38**(6): 603-608.
- [16] SANDRINE I, NICK PR. The climbing habit in palms: Biomechanics of the cirrus and flagellum[J]. *American Journal of Botany*, 2008, **95**(12): 1 538-1 547.
- [17] AROONRAT M K, DOYLE M. Flowering phenology and mimicry of the rattan *Calamus castaneus* (Arecaceae) in southern Thailand[J]. *Botany*, 2012, **90**(9): 856-865.
- [18] 漆良华, 梁昌强, 毛超, 等. 海南岛甘什岭热带低地次生雨林物种组成与地理成分[J]. 生态学杂志, 2014, **33**(4): 922-929.
- QI L H, LIANG C Q, MAO C, *et al.* Species composition and geographic elements of the tropical lowland secondary rain forest of Ganshilingg, Hainan Island, China[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2014, **33**(4): 922-929.
- [19] 王育松, 上官铁梁. 关于重要值计算方法的若干问题[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2010, **33**(2): 312-316.
- WANG Y S, SHANGGUAN T L. Discussion on calculating method of important values[J]. *Journal of Shanxi University*(Nat. Sci. Ed), 2010, **33**(2): 312-316.
- [20] 朱耿平, 刘国卿, 卜文俊, 等. 生态位模型的基本原理及其在生物多样性保护中的应用[J]. 生物多样性, 2013, **21**(1): 90-98.
- ZHU G P, LIU G Q, BO W J, *et al.* Ecological niche modeling and its applications in biodiversity conservation[J]. *Biodiversity Science*, 2013, **21**(1): 90-98.
- [21] LI R S, XU H C, YANG J C, *et al.* A review of relationship between rattan and water[J]. *Forestry Studies in China*, 2002, **4**(1): 65-68.
- [22] ISNARD S, ROWE N P. Mechanical role of the leaf sheath in rattans[J]. *The New Phytologist*, 2008, **177**(3): 643-652.
- [23] 李意德. 海南岛尖峰岭热带山地雨林主要种群生态位特征研究[J]. 林业科学研究, 1994, **7**(1): 78-85.
- LI Y D. Study on the niche characteristics of main tree populations in tropical mountain rain forest at Jianfengling, Hainan Island[J]. *Forest Research*, 1994, **7**(1): 78-85.
- [24] TARIN T A, MICHAEL D S. Biomass allocation and photosynthetic responses of lianas and pioneer tree seedlings to light[J]. *Acta Oecologica*, 2008, **34**(1): 38-49.
- [25] GEERTJE M F, OLIVER L P. What controls liana success in Neotropical forests? [J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2008, **17**(3): 372-383.
- [26] FU W G, WANG F K, YIN Q L, *et al.* Niche dynamics of species in succession process in the Wetland of Yangtze Rivers Lower Reach, China [J]. *Plant Ecology and Evolution*, 2015, **148**(1): 43-51.
- [27] 徐春燕, 俞秋佳, 徐凤洁, 等. 淀山湖浮游植物优势种生态位[J]. 应用生态学报, 2012, **23**(9): 2 550-2 558.
- XU C Y, YU Q J, XU F J, *et al.* Niche analysis of phytoplankton's dominant species in Dianshan Lake of East China[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2012, **23**(9): 2 550-2 558.
- [28] 刘小双, 刘文耀, 陈军文, 等. 哀牢山湿性常绿阔叶林及不同类型次生植被的幼苗更新特征[J]. 生态学杂志, 2009, **28**(10): 1 921-1 927.
- LIU X S, LIU W Y, CHEN J W, *et al.* Seedling regeneration in primary mosit evergreen broad leaved forest and different type secondary vegetations in Ailao Mountains[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, **28**(10): 1 921-1 927.
- [29] 刘巍, 曹伟. 长白山云冷杉群落主要种群生态位特征[J]. 生态学杂志, 2011, **30**(8): 1 766-1 774.
- LIU W, CAO W. Niche characteristic of main plant species in spruce-fir forests in Changbai Mountains [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2011, **30**(8): 1 766-1 774.