

# 岑王老山常绿落叶阔叶混交林的物种组成及多样性特征<sup>\*</sup>

梁洁洁<sup>1</sup>, 周晓果<sup>1,2</sup>, 温远光<sup>1,2,3\*\*</sup>, LAFRANKIE James<sup>1</sup>, 罗应华<sup>1\*\*</sup>, 任礼<sup>1</sup>

(1. 广西大学林学院, 广西森林生态与保育重点实验室, 广西南宁 530004; 2. 广西科学院生态产业研究院, 广西南宁 530007; 3. 广西友谊关森林生态系统定位观测研究站, 广西凭祥 532600)

**摘要:**常绿落叶阔叶混交林是我国亚热带中山区的典型森林植被,也是广西边缘山地至今保存最好的森林植被类型之一,具有重要的生物多样性保护价值和生态服务功能。本文以5个1 hm<sup>2</sup>的大样地为对象,对胸径≥1 cm的林木进行全面调查,分析岑王老山常绿落叶阔叶混交林群落的物种组成及多样性特征,结果表明:单个1 hm<sup>2</sup>样地统计,胸径≥1 cm的木本植物变化为149—196种,个体数变化为2 114—4 646株/hm<sup>2</sup>。5个1 hm<sup>2</sup>样地统计,胸径≥1 cm的木本植物共有52科147属389种,总个体数为18 205株。单个1 hm<sup>2</sup>样地统计,岑王老山常绿落叶阔叶混交林群落重要值居前10的物种中,常绿阔叶树和落叶阔叶树分别占总株数的74%和26%,占总重要值的77%和23%;按照群落上层重要值居前10的物种统计,常绿阔叶树和落叶阔叶树分别占总株数的48%和52%,占总重要值的56%和44%。岑王老山常绿落叶阔叶混交林群落的物种数高达389种,高出海南尖峰岭热带雨林物种数100种,表明其植物种类是极其丰富的。同时也说明多点非连续大样地对群落物种丰富度的表达要比单点连续大样地更全面。

**关键词:**常绿落叶阔叶混交林 物种组成 物种丰富度 多样性 岑王老山

中图分类号: S718.54 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2020)02-0136-09

DOI: 10.13656/j.cnki.gxkx.20200420.003



微信扫一扫,与作者在线交流(OSID)

## 0 引言

常绿落叶阔叶混交林是亚热带中山山地的一种原生性群落类型<sup>[1]</sup>,其主要特征是林木上层由常绿阔叶树和落叶阔叶树混合组成<sup>[2]</sup>。在广西,常绿落叶阔叶混交林主要分布在边缘山地的中山区,这类森林蕴藏着极其丰富的生物多样性,并发挥着重要的物种基

因库、碳库、氧库和水库作用<sup>[3]</sup>,维护着周边区域的水资源安全、土壤安全、气候安全和生态安全。目前,有关常绿落叶阔叶混交林的研究,主要是基于传统的小型(样地面积<800 m<sup>2</sup>)临时调查样地数据,在群落学组成结构<sup>[1,4]</sup>、群落分类<sup>[5-6]</sup>、种子植物区系分析<sup>[7]</sup>、优势树种生态位<sup>[8]</sup>等方面进行过一些研究。近年来,在湖南八大公山、湖北木林子保护区,基于森林大样

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金项目(31860171,31560201),广西重点研发计划项目(2018AB40007),广西自然科学基金项目(2016GXNSFBA380222,2017GXNSFAA198114),广西高等学校重大科研项目(201201ZD001),广西森林生态与保育重点实验室培育基地开放课题(QZKFKT2017-01)和广西林业厅科研项目(桂林科字[2009]第八号)资助。

### 【作者简介】

梁洁洁(1993—),女,硕士研究生,主要从事森林生态学研究。

### 【\*\*通信作者】

温远光(1957—),男,博士生导师,教授,主要从事森林生态和森林培育学研究,E-mail:wenyg@263.net;罗应华(1978—),男,硕士生导师,副教授,主要从事生物多样性研究,E-mail:66206540@qq.com。

### 【引用本文】

梁洁洁,周晓果,温远光,等.岑王老山常绿落叶阔叶混交林的物种组成及多样性特征[J].广西科学,2020,27(2):136-144.

LIANG J J,ZHOU X G,WEN Y G,et al.Species Composition and Diversity Characteristics in Evergreen and Deciduous Broad-leaved Mixed Forests of Mt.Cenwanglaoshan [J].Guangxi Sciences,2020,27(2):136-144.

地,开展亚热带常绿落叶阔叶混交林的群落结构、空间格局、物种多样性特征研究,也取得了一些新的进展<sup>[9-12]</sup>。诚然,由于常绿落叶阔叶混交林分布区域的特殊性、生境的异质性和生物多样性的丰富性,特别是基于森林大样地(1 hm<sup>2</sup>)尺度的研究极少<sup>[10]</sup>。因此,目前人们对常绿落叶阔叶混交林这一特殊森林类型的物种组成及多样性特征的认知仍然有限,仍不清楚传统的小样地与大样地研究揭示的规律是否一致,值得深入探究。本文以广西大学林学院在岑王老山中山建立的5个1 hm<sup>2</sup>样地为对象,对样地中胸径≥1 cm的林木进行全面调查,分析比较不同样地群落的物种组成、物种多样性及其分布规律,旨在较大尺度上揭示中山常绿落叶阔叶混交林的群落组成和植物多样性的特征,为其保育和修复提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究区域的环境概况

岑王老山位于广西西北部,云贵高原的南部边缘,106°15'13"—106°27'26"E,24°21'45"—24°32'07"N,2005年被确认为国家级自然保护区,总面积为18 994 hm<sup>2</sup>,其中森林和灌木林面积16 281.3 hm<sup>2</sup>,

表1 样地概况

Table 1 General situation of sample plots

样地 Plot	地点 Site	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	海拔 Altitude (m)	坡向 Aspect
a	岑王老山主峰 Main peak of Mt. Cenwanglaoshan	106°23'40.02"	24°29'18.54"	1 850	西南 Southwest
b	岑王老山主峰 Main peak of Mt. Cenwanglaoshan	106°23'41.35"	24°29'1.13"	1 750	西南 Southwest
c	达龙坪保护站 Dalongping Protection Station	106°22'45.62"	24°24'19.43"	1 550	东 East
d	奄家平老山 Mt. Anjiapinglaoshan	106°22'14.41"	24°26'31.15"	1 450	西南 Southwest
e	天王庙附近 Near Tianwang Temple	106°21'28.48"	24°26'41.94"	1 350	西北 Northwest

### 1.3 物种多样性指数及重要值计算

植物物种多样性计算方法<sup>[14]</sup>:

物种丰富度( $S$ ):每个20 m×20 m调查样方中出现的物种种数;

Simpson多样性指数( $D$ ): $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$ ,

Shannon-Wiener指数( $H'$ ): $H' =$

$$-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i,$$

其中: $P_i = N_i/N$ , $N_i$ 为种 $i$ 的个体数, $N$ 为种 $i$ 所在调查样方中所有物种的个体数之和。

重要值(IV): $IV = \text{相对多度}(Dr) + \text{相对显著度}$

森林覆盖率(含灌木林)为85.72%。岑王老山地质古老,以三迭系砂页岩为主,主峰海拔2 062.5 m,是桂西北海拔最高的山峰,也是广西第四高峰。年平均降雨量1 657.2 mm,年蒸发量578.2 mm<sup>[4]</sup>。降水季节分配不均,每年5—10月的降水量占全年降水量的85%。年均温13.7℃,极端低温-7.5℃,极端高温29℃,年积温4 527.4℃,年平均日照时数957.0 h<sup>[4]</sup>。土壤主要分布有红壤、黄壤、草甸土等类型<sup>[3]</sup>。常绿落叶阔叶混交林是该区域最具特色的森林植被类型<sup>[4]</sup>。

### 1.2 样地设置及群落调查

在对岑王老山国家级自然保护区森林植被特点进行全面了解的基础上,2015年在海拔1 300—1 900 m处选取5个代表性地段,并参照Center for Tropical Forest Science (CTFS)森林大样地构建方法<sup>[13]</sup>,建立5个1 hm<sup>2</sup>固定监测样地(100 m×100 m)。使用全站仪将每个样地分割成25个20 m×20 m的小样方,对样方内所有林木胸径(DBH)≥1 cm的植株进行测定,包括物种鉴定、胸径(DBH)、树高( $H$ )、枝下高、坐标点测量等。样地概况及空间分布详见表1。

( $Pr$ ) + 相对频度( $Fr$ ),其中:

$Dr = (\text{某个种的个体数} / \text{全部种的个体总数}) \times 100\%$ ,

$Pr = (\text{某个种的盖度} / \text{全部种的总盖度}) \times 100\%$ ,

$Fr = (\text{某个种的频度} / \text{全部种的总频度}) \times 100\%$ 。

重要值的计算以每个群落类型中出现的所有物种为基础,范围为0—300。

### 1.4 数据统计分析

采用单因素方差分析(One-way ANOVA)分别

比较不同群落类型植物个体数、物种丰富度(S)、Shannon-Wiener 指数( $H'$ )和 Simpson 指数( $D$ )的差异程度。数据分析在 SPSS 18.0 软件下完成,显著性水平设  $P < 0.05$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同样地群落的科属种组成

根据对 5 个  $1 \text{ hm}^2$  样地的统计结果,在  $\text{DBH} \geq 1 \text{ cm}$  的植株中,共有维管束植物 52 科 147 属 389 种,总个体数为 18 205 株。不同样地,群落植物物种的科属种组成存在一定的差异。样地 a 有 26 科 58 属 160 种 4 646 株个体;样地 b 有 29 科 62 属 149 种 3 065 株个体;样地 c 有 36 科 79 属 166 种 2 114 株个体;样地 d 有 38 科 81 属 177 种 4 636 株个体;样地 e 有 44 科 93 属 196 种 3 744 株个体。可以看到,随着海拔梯度的下降,物种的科属种数量逐渐上升。

### 2.2 不同样地群落胸径 $\geq 1 \text{ cm}$ 林木的物种组成及重要值

在  $1 \text{ hm}^2$  样地  $\text{DBH} \geq 1 \text{ cm}$  的木本植物中,比较重要值居前 10 的物种(表 2)可以看出:海拔位于 1 850 m 的样地 a,IV 大于 10 的物种有 7 种,占群落总物种数(160 种)的 4.38%,其 IV(120.75)占群落表 2 不同样地群落重要值居前 10 的物种组成及重要值

总 IV(300)的 40.25%,主要是猴头杜鹃(25.19)、硬壳柯(24.54)、广东琼楠(22.27)等。海拔位于 1 750 m 的样地 b,IV 大于 10 的物种也有 7 种,占群落总物种数(149 种)的 4.70%,其 IV(116.59)占群落总 IV 的 38.86%,主要是广东琼楠(22.83)、银木荷(20.35)、硬壳柯(16.29)等。海拔位于 1 550 m 的样地 c,IV 大于 10 的物种也有 7 种,占群落总物种数(166 种)的 4.22%,其 IV(116.81)占群落总 IV 的 38.94%,主要是广东琼楠(40.45)、广东木瓜红(17.02)等。海拔位于 1 450 m 的样地 d,IV 大于 10 的物种有 6 种,占群落总物种数(177 种)的 3.39%,其 IV(96.24)占群落总重要值的 32.08%,种类与前 3 个样地发生了较大的变化,主要是甜槠(26.65)、红楠(17.38)等。海拔位于 1 350 m 的样地 e,IV 大于 10 的物种只有 3 种,只占群落总物种数(196 种)的 1.53%,其 IV(53.85)占群落总重要值的 17.95%,主要是甜槠(21.67)、薄叶润楠(19.76)和缺萼枫香树(12.42),优势种并不明显(表 2)。由此可见,按照大样地对 IV 居前 10 的物种进行统计,落叶成分占 10%—40%,平均为 26.00%;按 IV 统计,落叶成分的 IV 占前 10 个物种的 8.14%—34.11%,平均占 22.77%。

Table 2 Composition and important value of the top ten species in different plots communities

序号 No.	样地 a Plot a		样地 b Plot b		样地 c Plot c		样地 d Plot d		样地 e Plot e	
	物种 Species	IV	物种 Species	IV	物种 Species	IV	物种 Species	IV	物种 Species	IV
1	猴头杜鹃	25.19	广东琼楠	22.83	广东琼楠	40.45	甜槠	26.65	甜槠	21.67
2	硬壳柯	24.54	银木荷	20.35	广东木瓜红*	17.02	红楠	17.38	薄叶润楠	19.76
3	广东琼楠	22.27	硬壳柯	16.29	薄叶润楠	12.84	单毛桉叶树*	13.75	缺萼枫香树*	12.42
4	甜槠	15.04	凹脉柃	16.05	硬壳柯	12.73	黄丹木姜子	13.52	毛柄连蕊茶	9.93
5	十齿花*	11.66	缺萼枫香树*	15.92	多花杜鹃	11.93	十齿花*	13.04	大果山香圆	9.36
6	凹脉柃	11.03	罗浮栲	13.49	甜槠	11.69	高寨长蕊杜鹃	11.90	青钱柳*	8.42
7	新木姜子	11.02	广东木瓜红*	11.66	川桂	10.15	灯笼树*	9.95	榄叶柯	7.11
8	多花杜鹃	7.73	十齿花*	9.05	扇叶槭*	8.90	细枝柃	9.78	川桂	7.05
9	变色杜鹃	7.72	毛柄连蕊茶	8.88	黄丹木姜子	8.81	银木荷	8.51	毛背花楸	6.78
10	黄牛奶树	7.09	烟斗柯	8.23	大叶柯	7.49	基脉润楠	8.31	矮小天仙果*	5.90

注 Note:“\*”表示为落叶树种,\* indicates deciduous tree species. 猴头杜鹃 *Rhododendron simiarum*, 硬壳柯 *Lithocarpus hancei*, 广东琼楠 *Beilschmiedia fordii*, 甜槠 *Castanopsis eyrei*, 十齿花 *Dipentodon sinicus*, 凹脉柃 *Eurya impressinervis*, 新木姜子 *Neolitsea aurata*, 多花杜鹃 *Rhododendron cavaleriei*, 变色杜鹃 *Rhododendron simiarum* var. *versicolor*, 黄牛奶树 *Symplocos cochinchinensis* var. *laurina*, 银木荷 *Schima argentea*, 缺萼枫香树 *Liquidambar acalycina*, 罗浮栲 *Castanopsis fabri*, 广东木瓜红 *Rehderodendron kwangtungense*, 毛柄连蕊茶 *Camellia fraterna*, 烟斗柯 *Lithocarpus corneus*, 薄叶润楠 *Machilus leptophylla*, 川桂 *Cinnamomum wilsonii*, 扇叶槭 *Acer flabellatum*, 黄丹木姜子 *Litsea elongata*, 大叶柯 *Lithocarpus megalophyllus*, 红楠 *Machilus thunbergii*, 单毛桉叶树 *Clethra bodinieri*, 高寨长蕊杜鹃 *Rhododendron stamineum* var. *gaozhaiense*, 灯笼树 *Enkianthus chinensis*, 细枝柃 *Eurya loquaiana*, 基脉润楠 *Machilus decursinervis*, 大果山香圆 *Turpinia pomifera*, 青钱柳 *Cyclocarya paliurus*, 榄叶柯 *Lithocarpus oleaefolius*, 毛背花楸 *Sorbus aronioides*, 矮小天仙果 *Ficus erecta*

按林木高度的不同将群落分为上层(>15 m)、中层(8-15 m)和下层(<8 m)进行统计,结果发现,群落上层的优势种与表2明显不同。在IV居前10的物种中,常绿阔叶树种为3-6种,占30%-60%,而落叶阔叶树种为4-7种,占40%-70%;按IV统计,IV居前10的物种其IV总和变化为179.34-

261.53,其中,常绿阔叶树种的IV变化为70.37-156.60,占前10个物种IV的38.11%-70.31%,平均占55.99%,而落叶阔叶树种的IV为71.86-114.30,占29.69%-61.89%,平均占44.01%(表3)。由表3还可看出,中层和下层的常绿阔叶树种明显增多,而落叶阔叶树种明显减少。

表3 不同样地不同层次重要值居前10的物种组成及重要值

Table 3 Composition and important value of the top ten species in different layers of different plots

样地 Plot	序号 No.	上层 Upper layer (>15 m)		中层 Middle layer (8-15 m)		下层 Under layer (<8 m)	
		物种 Species	IV	物种 Species	IV	物种 Species	IV
a	1	硬壳柯	69.94	广东琼楠	34.47	猴头杜鹃	32.51
	2	甜槠	45.91	硬壳柯	32.92	广东琼楠	25.86
	3	广东琼楠	22.65	猴头杜鹃	30.68	凹脉柃	16.84
	4	缺萼枫香树	21.67	甜槠	19.76	新木姜子	15.00
	5	广东木瓜红	19.05	十齿花	16.13	硬壳柯	14.03
	6	扇叶槭	11.97	扇叶槭	14.12	十齿花	11.26
	7	日本杜英	11.34	日本杜英	13.87	变色杜鹃	11.06
	8	银木荷	8.28	多花杜鹃	13.55	微毛山矾	10.40
	9	十齿花	7.83	变色杜鹃	9.88	黄牛奶树	9.86
	10	大叶青冈	7.34	广东木瓜红	9.87	多花杜鹃	7.44
b	1	缺萼枫香树	63.30	广东琼楠	37.96	广东琼楠	31.62
	2	银木荷	63.09	十齿花	25.70	凹脉柃	29.43
	3	硬壳柯	30.94	银木荷	23.21	罗浮栲	17.11
	4	广东木瓜红	28.48	硬壳柯	14.73	毛柄连蕊茶	12.87
	5	烟斗柯	24.51	缺萼枫香树	12.70	硬壳柯	12.42
	6	罗浮栲	18.57	广东木瓜红	11.80	南亚新木姜子	11.12
	7	广东琼楠	14.16	凹脉柃	10.51	竹叶木姜子	10.44
	8	扇叶槭	8.03	薄叶山矾	10.39	刺叶桂樱	9.42
	9	深山含笑	5.33	罗浮栲	9.76	台湾冬青	7.65
	10	十齿花	5.12	甜槠	9.47	银木荷	7.17
c	1	广东木瓜红	31.19	广东琼楠	48.87	广东琼楠	63.44
	2	扇叶槭	26.07	多花杜鹃	24.06	川桂	14.53
	3	广东琼楠	24.29	薄叶润楠	20.64	硬壳柯	13.16
	4	光叶水青冈	21.47	硬壳柯	19.86	薄叶润楠	12.53
	5	缺萼枫香树	18.08	广东木瓜红	19.07	广东木瓜红	11.25
	6	甜槠	16.54	黄丹木姜子	16.45	多花杜鹃	10.49
	7	硬壳柯	13.01	甜槠	12.46	四川冬青	8.60
	8	红楠	10.50	大叶柯	10.23	厚叶红淡比	7.95
	9	君迁子	10.03	扇叶槭	10.03	黄丹木姜子	7.49
	10	银木荷	8.17	野梧桐	7.97	大叶柯	6.69

续表 3

Continued table 3

样地 Plot	序号 No.	上层 Upper layer (>15 m)		中层 Middle layer (8-15 m)		下层 Under layer (<8 m)	
		物种 Species	IV	物种 Species	IV	物种 Species	IV
d	1	甜楮	83.86	甜楮	38.04	高寨长蕊杜鹃	23.49
	2	红楠	28.79	红楠	31.92	黄丹木姜子	21.22
	3	银木荷	17.21	十齿花	26.99	单毛柃叶树	19.68
	4	缺萼枫香树	16.34	基脉润楠	15.33	细枝柃	18.46
	5	水青冈	15.67	银木荷	12.74	灯笼树	17.06
	6	硬壳柯	13.05	硬壳柯	10.40	红楠	13.69
	7	马尾树	12.76	罗浮栲	10.14	十齿花	10.74
	8	基脉润楠	11.96	黄丹木姜子	10.04	多花杜鹃	9.39
	9	安息香科一种	11.55	日本杜英	8.95	红褐柃	7.15
	10	光叶水青冈	9.07	水青冈	7.51	细齿叶柃	7.13
e	1	缺萼枫香树	47.94	薄叶润楠	33.55	薄叶润楠	29.29
	2	甜楮	38.22	甜楮	26.26	甜楮	18.55
	3	青钱柳	20.29	大果山香圆	16.93	毛柄连蕊茶	13.80
	4	大果山香圆	13.63	红楠	14.69	榄叶柯	10.09
	5	喙核桃	11.72	毛背花楸	13.30	大果山香圆	9.98
	6	毛八角枫	11.18	川桂	11.90	紫楠	8.50
	7	南酸枣	11.16	青钱柳	11.44	川桂	8.26
	8	薄叶润楠	10.95	缺萼枫香树	9.28	台湾冬青	7.92
	9	红楠	10.05	扇叶槭	8.43	翅柃	7.63
	10	野柿	9.54	木莲	7.45	大叶柯	6.75

注 Note: 日本杜英 *Elaeocarpus japonicus*, 大叶青冈 *Cyclobalanopsis jenseniana*, 微毛山矾 *Symplocos wikstroemiiifolia*, 深山含笑 *Michelia maudiae*, 薄叶山矾 *Symplocos anomala*, 南亚新木姜子 *Neolitsea zeylanica*, 竹叶木姜子 *Litsea pseudoelongata*, 刺叶桂樱 *Laurocerasus spinulosa*, 台湾冬青 *Ilex formosana*, 四川冬青 *Ilex szechwanensis*, 厚叶红淡比 *Cleyera pachyphylla*, 君迁子 *Diospyros lotus*, 野梧桐 *Mallotus japonicus*, 水青冈 *Fagus longipetiolata*, 光叶水青冈 *Fagus lucida*, 马尾树 *Rhoiptelea chil-iantha*, 安息香科一种 *Styracaceae* sp., 红褐柃 *Eurya rubiginosa*, 细齿叶柃 *Eurya nitida*, 喙核桃 *Annamocarya sinensis*, 毛八角枫 *Alangium kurzii*, 南酸枣 *Choerospondias axillaris*, 野柿 *Diospyros kaki* var. *silvestris*, 木莲 *Manglietia fordiana*, 紫楠 *Phoebe sheareri*, 翅柃 *Eurya alata*

### 2.3 不同样地群落胸径 $\geq 1$ cm 的稀有物种组成及重要值

把群落中分布频率很低、重要值小于 1 的物种定义为稀有种<sup>[15]</sup>。调查结果显示,常绿落叶阔叶混交林的稀有种十分丰富。5 个 1 hm<sup>2</sup> 样地 DBH $\geq 1$  cm 的物种统计结果表明,不同样地群落稀有种为 101—129 种。以样地 b 的稀有种数最少,为 101 种,占群落总物种数的 67.79%,但其 IV 之和(35.07)只占群落总 IV 的 11.69%。其次是样地 a 和样地 c,均为 104 种,分别占群落总物种数的 65.00%和 62.65%,其 IV 之和分别占群落总 IV 的 10.36%和 12.40%。样地 d 和样地 e 相近,分别有 124 种和 129 种,分别

占群落总物种数的 7.01%和 6.58%,其 IV 之和分别占群落总 IV 的 14.08%和 13.31%。可见岑王老山常绿落叶阔叶混交林的稀有种比例很高。

### 2.4 不同样地群落胸径 $\geq 1$ cm 林木的物种多样性

以 20 m $\times$ 20 m 样方为分析单元,不同样地群落的个体数以样地 a 和样地 d 较高,分别是 186.04 株/400 m<sup>2</sup> 和 187.24 株/400 m<sup>2</sup>;样地 c 最低,仅为 85.60 株/400 m<sup>2</sup>;样地 b 和样地 e 居二者之间,分别是 123.20 株/400 m<sup>2</sup> 和 150.36 株/400 m<sup>2</sup>。方差分析表明,不同群落的个体数存在显著差异,样地 a、样地 d 显著高于样地 b 和样地 c ( $P < 0.05$ ),样地 b 与样地 c 差异不显著 ( $P > 0.05$ ),样地 a、样地 d 和样地

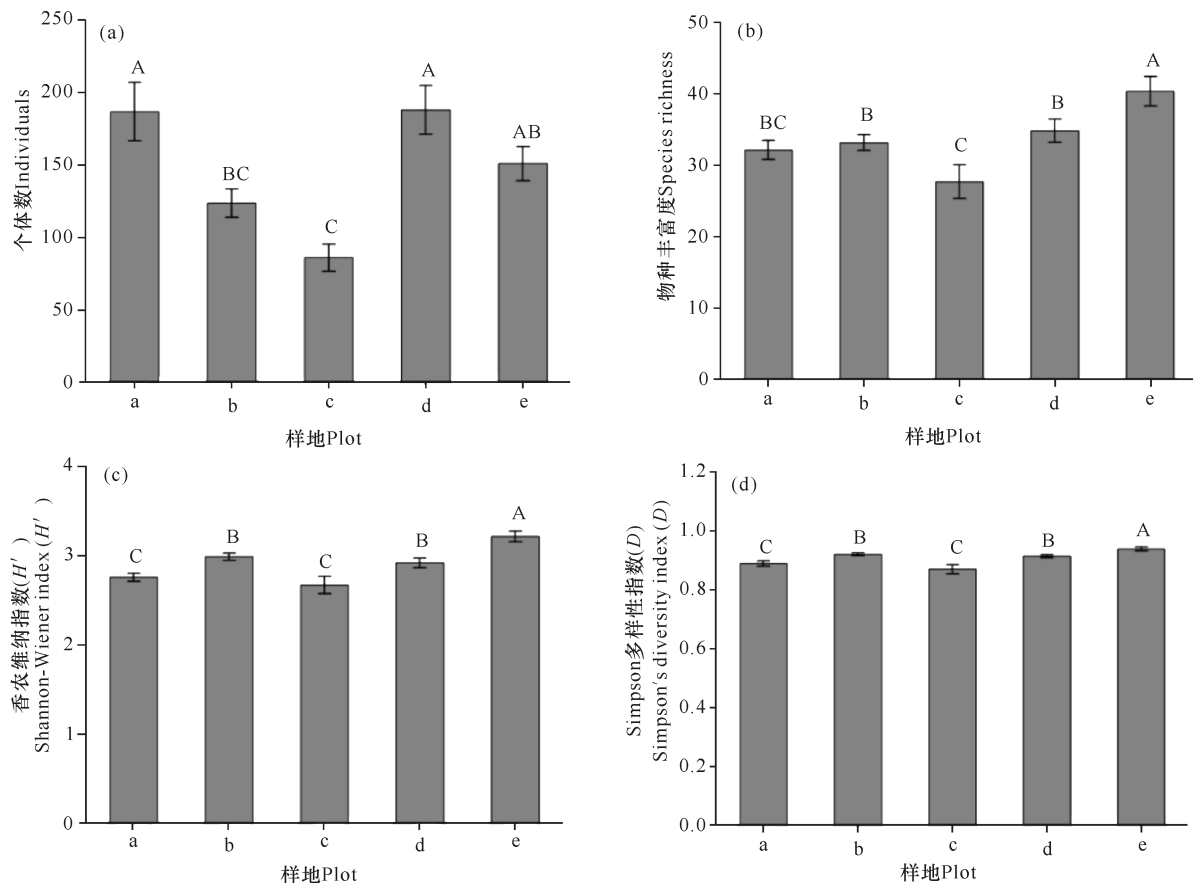
e 两两之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ) (图 1a)。

由图 1 可知, 不同群落的物种丰富度变化为 27.68—40.36 种, 以样地 e 最高, 样地 c 最低。方差分析表明, 不同样地群落的物种丰富度存在显著差异, 样地 e 的物种丰富度显著高于其他 4 个样地, 样地 b 和样地 d 显著高于样地 c ( $P < 0.05$ ), 与样地 a 差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 样地 b 和样地 d 两两之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ) (图 1b)。

不同群落的 Shannon-Wiener 指数变化为 2.67—3.21, 以样地 e 最大, 为 3.21; 其次是样地 b、样地 d 和样地 a, 分别是 2.99, 2.92 和 2.76; 样地 c 最低, 仅为 2.67。方差分析表明, 不同群落的 Shannon-Wiener 指数存在显著差异, 样地 e 显著高于样

地 a、样地 b、样地 c 和样地 d ( $P < 0.05$ ), 样地 b 显著高于样地 a 和样地 c ( $P < 0.05$ ), 样地 a 与样地 c 以及样地 b 与样地 d 两两之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ) (图 1c)。

不同群落的 Simpson 多样性指数比较接近, 变化为 0.87—0.94, 以样地 e、样地 b 和样地 d 较大, 分别是 0.94, 0.92 和 0.91; 样地 a 与样地 c 相近, 分别是 0.89 和 0.87。方差分析表明, 不同群落的 Simpson 多样性指数存在显著差异, 样地 e 显著高于样地 a、样地 b、样地 c 和样地 d ( $P < 0.05$ ), 样地 b 和样地 d 显著高于样地 a 和样地 c ( $P < 0.05$ ), 样地 a 与样地 c 以及样地 b 与样地 d 两两之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ) (图 1d)。



(a) 不同样地群落的个体数差异性; (b) 不同样地群落的物种丰富度差异性; (c) 不同样地群落的香农威纳指数差异性; (d) 不同样地群落的 Simpson 多样性指数差异性; 横坐标的小写字母表示样地编号; 柱状图上的大写字母表示差异性

(a) Differences in the number of individuals in different plot communities; (b) Differences in species richness in different plot communities; (c) Differences in Shannon-Wiener index in different plot communities; (d) Differences in Simpson's diversity index in different plot communities; the lowercase letters on the abscissa indicate the plot number; the uppercase letters on the histogram indicate differences

图 1 不同样地群落的个体数和多样性

Fig. 1 Number of individuals and diversities of communities in different plots

### 3 讨论

#### 3.1 常绿落叶阔叶混交林的物种组成

早期的研究表明,常绿落叶阔叶混交林的最显著特征是群落主林层由常绿阔叶树种和落叶阔叶树种混合组成<sup>[1-2]</sup>。王献溥等<sup>[2]</sup>根据2个400 m<sup>2</sup>样地的调查资料,对岑王老山常绿落叶阔叶混交林第一亚层的物种组成进行分析,指出2个样地的常绿树种和落叶树种的比例相当接近,其中一个样地的常绿树种占72.2%,落叶树种占27.8%,另一个样地相应为71.4%和28.6%。温远光等<sup>[4]</sup>在该区域基于小样地(400 m<sup>2</sup>)的研究也得到相似的结论。同时,还发现自上而下群落常绿阔叶树种的数量增加,落叶阔叶树种数量减少;而随海拔升高落叶成分增加,随海拔降低常绿成分增加<sup>[4]</sup>。在亚热带区域,从南向北这类森林乔木层的落叶树种比例增加,而常绿阔叶树种比例趋向减少<sup>[16]</sup>。本研究中,以1 hm<sup>2</sup>的大样地记录到的物种统计结果表明,群落重要值居前10的物种中,常绿阔叶树种有6—9种,落叶阔叶树种有1—4种,分别占总株数(10个物种)的74%和26%,占总重要值(所有物种)的77%和23%;按照群落上层重要值居前10的物种统计,常绿阔叶树和落叶阔叶树分别占总株数的48%和52%,占总重要值的56%和44%。由此可见,基于1 hm<sup>2</sup>的大样地,并将群落分成上层、中层和下层统计,不仅能够更好地揭示常绿落叶阔叶混交林的物种组成特征,而且能够更准确地了解常绿阔叶树和落叶阔叶树在群落中的地位。

#### 3.2 常绿落叶阔叶混交林的物种丰富度

物种丰富度是调查样方中出现的物种种数<sup>[14]</sup>。有研究表明,浙江天童山常绿阔叶林20 hm<sup>2</sup>固定监测样地中记录到的胸径 $\geq 1$  cm的木本植物共有152种<sup>[17]</sup>。浙江古田山常绿阔叶林24 hm<sup>2</sup>固定监测中记录到的胸径 $\geq 1$  cm的木本植物共有159种<sup>[18]</sup>。广西大明山海拔900—1 200 m地段的山地常绿阔叶林3.2 hm<sup>2</sup>固定监测样地中共有木本植物282种<sup>[19]</sup>。广东鼎湖山海拔400 m地段常绿阔叶林20 hm<sup>2</sup>固定监测样地中共有210种<sup>[20]</sup>;海南尖峰岭热带雨林60 hm<sup>2</sup>固定样地中共有木本植物289种<sup>[20]</sup>。湖南八大公山海拔1 355—1 456 m地段25 hm<sup>2</sup>常绿落叶阔叶混交林固定监测样地中胸径 $\geq 1$  cm的木本植物共有238种<sup>[9]</sup>。湖北木林子保护区15 hm<sup>2</sup>常绿落叶阔叶混交林固定监测样地中胸径 $\geq 1$  cm的木本植物共有228种<sup>[10]</sup>。本研究中,按5个1 hm<sup>2</sup>样地统

计,胸径 $\geq 1$  cm的木本植物共有389种;若按单个1 hm<sup>2</sup>样地统计,木本植物种类变化为149—196种。由此可见,岑王老山常绿落叶阔叶混交林群落的物种丰富度极高,甚至超过了海南尖峰岭热带雨林60 hm<sup>2</sup>大样地的物种数。同时也说明,多点非连续大样地对群落物种丰富度的表达要比单点连续大样地更全面。

#### 3.3 常绿落叶阔叶混交林的物种多样性

群落的物种多样性是生物多样性研究的重要方面,也是认识群落结构和组织水平的重要基础<sup>[21]</sup>。以20 m $\times$ 20 m样方为分析单元,岑王老山常绿落叶阔叶混交林的物种丰富度、Shannon-Wiener指数和Simpson多样性指数总体上沿海拔高度上升而下降,符合 $\alpha$ 多样性沿海拔变化的一般规律<sup>[22]</sup>。然而,我们也发现,在5个1 hm<sup>2</sup>样地中,群落的物种丰富度、Shannon-Wiener指数和Simpson多样性指数都是以海拔最低的样地e最高,而3个多样性指数最低的样地并不是海拔最高的样地,而是处于中段海拔1 550 m的样地c。这除了与不同群落所处的小环境差异有关外,还与不同多样性指数的性质和特点有关<sup>[21]</sup>。

### 4 结论

本研究表明,以1 hm<sup>2</sup>的大样地分析,岑王老山常绿落叶阔叶混交林群落重要值居前10的物种中,常绿阔叶树和落叶阔叶树分别占总株数的74%和26%,分别占总重要值的77%和23%;按照群落上层重要值居前10的物种统计,常绿阔叶树和落叶阔叶树分别占总株数的48%和52%,占总重要值的56%和44%。基于1 hm<sup>2</sup>的大样地,并将群落分成上层、中层和下层统计,不仅能够更好地揭示常绿落叶阔叶混交林的物种组成特征,而且能够更准确地了解常绿阔叶树和落叶阔叶树在群落中的地位。岑王老山常绿落叶阔叶混交林群落的物种丰富度不仅超过同一区域常绿阔叶林,甚至高于海南尖峰岭热带雨林,因此多点非连续大样地对群落物种丰富度的表达要比单点连续大样地更全面。建议在未来的森林大样地研究中,应采用多点、非连续的大样地构建方法,以更全面地揭示区域尺度的物种多样性特征,同时,降低研究成本。

#### 参考文献

- [1] 李治基. 广西森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [2] 王献溥, 李治基. 广西田林老山的植被概况及其合理利用

- 用问题[J]. 东北林学院学报,1983,11(3):1-11.
- [3] 严理,王大,罗保庭,等. 大瑶山国家级自然保护区中山针阔叶混交林的植物多样性[J]. 广西科学,2015,22(6):600-605,611.
- [4] 温远光,和太平,谭伟福. 广西热带和亚热带山地的植物多样性及群落特征[M]. 北京:气象出版社,2004:1-438.
- [5] 温远光,李信贤. 田林老山南坡森林植被的生态学研究: I. 森林植被主要类型和分布[J]. 广西农学院学报,1991,10(4):40-50.
- [6] 宁世江,李峰,何成新. 生物多样性关键地区:广西元宝山科学考察研究[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2009:1-414.
- [7] 宋建中,李博. 鄂西木林子种子植物区系与邻近区系的比较研究[J]. 植物科学学报,1991,9(4):326-336.
- [8] 汤景明,艾训儒,易咏梅,等. 鄂西南木林子常绿落叶阔叶混交林恢复过程中优势树种生态位动态[J]. 生态学报,2012,32(20):6334-6342.
- [9] 卢志军,鲍大川,郭屹立,等. 八大公山中亚热带山地常绿落叶阔叶混交林物种组成与结构[J]. 植物科学学报,2013,31(4):336-344.
- [10] 姚兰. 湖北木林子保护区 15 hm<sup>2</sup> 大样地森林群落结构及多样性[D]. 北京:北京林业大学,2016.
- [11] GUO Y, LU J, FRANKLING S B, et al. Spatial distribution of tree species in a species-rich subtropical mountain forest in central China [J]. Canadian Journal of Forest Research, 2013, 43: 826-835.
- [12] GUO Y, LU Z, WANG Q, et al. Detecting density dependence from spatial patterns in a heterogeneous subtropical forest of central China [J]. Canadian Journal of Forest Research, 2015, 27: 93-101.
- [13] 叶万辉,曹洪麟,黄忠良,等. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林 20 公顷样地群落特征[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2):274-286.
- [14] MAGURRAN A E, Ecological diversity and its measurement [M]. Princeton: Princeton University Press, 1988.
- [15] 王世雄,赵亮,李娜,等. 稀有种和常见种对植物群落物种丰富度格局的相对贡献[J]. 生物多样性, 2016, 24(6):658-664.
- [16] 汤景明. 鄂西南山地常绿落叶阔叶混交林恢复研究[D]. 北京:北京林业大学,2008.
- [17] 杨庆松,马遵平,谢玉彬,等. 浙江天童 20 ha 常绿阔叶林动态监测样地的群落特征[J]. 生物多样性, 2011, 19(2):215-223.
- [18] 祝燕,赵谷风,张俪文,等. 古田山中亚热带常绿阔叶林动态监测样地:群落组成与结构[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2):262-273.
- [19] 朱宏光,李燕群,温远光,等. 特大冰冻灾害后大明山常绿阔叶林结构及多样性动态[J]. 生态学报, 2011, (19):5571-5577.
- [20] 王颖灿,林家怡,许涵,等. 海南尖峰岭热带山地雨林 60 ha 大样地木本植物性别系统数量特征[J]. 生物多样性, 2019, 27(3):297-305.
- [21] 彭少麟. 热带亚热带恢复生态学研究与实践[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [22] 罗亚皇. 滇西北玉龙雪山沿海拔梯度森林群落构建和转换机制研究[D]. 昆明:云南大学,2016.

## Species Composition and Diversity Characteristics in Evergreen and Deciduous Broad-leaved Mixed Forests of Mt. Cenwanglaoshan

LIANG Jiejie<sup>1</sup>, ZHOU Xiaoguo<sup>1,2</sup>, WEN Yuanguang<sup>1,2,3</sup>, LAFRANKIE James<sup>1</sup>, LUO Yinghua<sup>1</sup>, REN Li<sup>1</sup>

(1. Guangxi Key Laboratory of Forest Ecology and Conservation, Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. Institute of Ecological Industry, Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China; 3. Guangxi Youyiguan Forest Ecosystem Research Station, Pingxiang, Guangxi, 532600, China)

**Abstract:** Evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest is a typical forest vegetation in the subtropical



mountain area of China. It is also one of the best preserved forest vegetation types in the marginally mountainous areas of Guangxi up to now. It has important biodiversity conservation value and ecological service function. In this study, five large plots of 1 hm<sup>2</sup> were taken as the object to conduct a comprehensive investigation on the forest trees with DBH  $\geq$  1 cm, the species composition and diversity characteristics in evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest communities in Mt. Cenwanglaoshan were analyzed. The result showed that for the woody plants with DBH  $\geq$  1 cm, the species richness varied from 149 to 196 and the number of individuals varied from 2 114 to 4 646 plants/hm<sup>2</sup> according to the statistics of a single 1 hm<sup>2</sup> plot. According to the statistics of five 1 hm<sup>2</sup> plots, for the woody plants with DBH  $\geq$  1 cm, there were 389 species belonging to 147 genera and 52 families, and the total number of individuals was 18 205. According to the statistics of a single 1 hm<sup>2</sup> plot, among the top 10 species in the evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest communities in Mt. Cenwanglaoshan, evergreen broad-leaved trees and deciduous broad-leaved trees accounted for 74% and 26% of the total number of plants, respectively, accounting for 77% and 23% of the total important value. According to the statistics of the top ten species with important values in the upper layer of the community, evergreen broad-leaved trees and deciduous broad-leaved trees accounted for 48% and 52% of the total number of trees, respectively, and accounted for 56% and 44% of the total important values. The number of species in the evergreen deciduous broad-leaved mixed forest community in Mt. Cenwanglaoshan is as high as 389, which is 100 species higher than that in Jianfengling tropical rainforest in Hainan, indicating that the plant species are extremely rich. These results also indicate that the expression of the community species richness in multi-point discontinuous large plots is more comprehensive than that in single-point continuous large plots.

**Key words:** evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest, species composition, species richness, diversity, Mt. Cenwanglaoshan

责任编辑: 陆 雁



微信公众号投稿更便捷

联系电话: 0771-2503923

邮箱: [gxkx@gxas.cn](mailto:gxkx@gxas.cn)

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>