

DOI: 10.5846/stxb201603010355

刘忠成, 朱晓泉, 凡强, 赵万义, 廖文波, 沈红星, 王蕾. 自海南岛至罗霄山脉中段大果马蹄荷群落纬度地带性研究. 生态学报, 2017, 37(10): - .
Liu Z C, Zhu X X, Fan Q, Zhao W Y, Liao W B, Shen H X, Wang L. Latitudinal zonalization characteristics of the *Exbucklandia tonkinensis* communities from Hainan Island to the midsection of the Luoxiao Mountains. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(10): - .

自海南岛至罗霄山脉中段大果马蹄荷群落纬度地带性研究

刘忠成¹, 朱晓泉², 凡强², 赵万义², 廖文波², 沈红星³, 王蕾^{1,*}

1 首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100048

2 中山大学生命科学学院, 广州 510275

3 湖南桃源洞国家级自然保护区管理局, 炎陵 343600

摘要:大果马蹄荷主产南亚热带至中亚热带南缘,南至海南岛,北至罗霄山脉中段的井冈山、桃源洞地区,是常绿阔叶林的特征种。以纬度地带性(海南霸王岭、广东黑石顶、广东南岭、江西金盆山、江西井冈山、湖南桃源洞)为依托,选定 6 个具代表性的大果马蹄荷群落开展群落生态学研究,结果表明:(1)各样地物种多样性较高,尤以金盆山蕨类植物 9 科 10 属 11 种、种子植物 42 科 78 属 128 种和桃源洞蕨类植物 9 科 11 属 12 种、种子植物 41 科 79 属 134 种最为丰富。群落组成的优势科主要为金缕梅科、壳斗科、樟科、山茶科、杜鹃花科、山矾科等。(2)从区系特征和环境梯度看,大果马蹄荷群落以南亚热带为分布中心,向南或向北其物种多样性 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数及相应的均匀度指数均呈下降趋势,其中霸王岭、黑石顶、南岭、金盆山、井冈山、桃源洞的 Shannon-Wiener 指数分别为 3.453、4.021、4.130、3.790、3.415、3.712。(3)群落相似性聚类分析显示群落随纬度和随海拔高度形成两个梯度系列,一是以黑石顶、金盆山、井冈山、桃源洞的纬度地带性为一支,相似性系数>0.51;二是以南岭和霸王岭聚成海拔梯度较高的另一支,但其相似性系数<0.50,为 0.33—0.48。(4)大果马蹄荷群落种类组成在区系性质上很相似,具有明显的南亚热带特征;同时,受海拔、地形、气温、降雨条件等因素的影响,种子植物属的热带成分随纬度增加而呈波动性下降趋势。(5)大果马蹄荷种群在各群落中的重要值水平和径级结构表现出一致性,在纬度地带性差异上无明显的相关性。霸王岭大果马蹄荷的径级结构为增长型,但重要值排名为 32,说明向南分布该种群优势度明显下降;在南岭、黑石顶、金盆山、桃源洞该种群优势度较大,且为稳定型种群;在井冈山该群落受到人为干扰,大果马蹄荷的重要值排名第 1,但为衰退型种群。

关键词:大果马蹄荷;地带性;物种多样性;径级结构;群落特征;区系性质

Latitudinal zonalization characteristics of the *Exbucklandia tonkinensis* communities from Hainan Island to the midsection of the Luoxiao Mountains

LIU Zhongcheng¹, ZHU Xiaoxiao², FAN Qiang², ZHAO Wanyi², LIAO Wenbo², SHEN Hongxin³, WANG Lei^{1,*}

1 College of Resource Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048, China

2 School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

3 Administration Bureau of Taoyuandong National Nature Reserve, Yanling, Hunan 412500, China

Abstract: *Exbucklandia tonkinensis* primarily distributed from the southern subtropical region as far south as Hainan Island to the southern boundary of the mid-subtropical region, as far north as Jinggangshan and Taoyuandong areas in the midsection of the Luoxiao Mountains is a typical population of the evergreen broad-leaved forest. In accordance with the altitudinal zonalization distribution (Bawangling in Hainan Province, Heishiding in Guangdong Province, Nanling in

基金项目:国家科技基础性工作专项(2013FY111500)

收稿日期:2016-03-01; 网络出版日期:2016-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lwang@cnu.edu.cn

Guangdong Province, Jinpenshan in Jiangxi Province, Jinggangshan in Jiangxi Province, and Taoyuandong in Hunan Province) and their ecological community characteristics, six representative *Exbucklandia tonkinensis* communities were investigated. The results indicated as following: (1) High species diversity was showed in all of the six *E. tonkinensis* communities, especially in Jinpenshan (9 families, 10 genera, and 11 species of ferns, and 42 families, 78 genera, and 128 species of seed plants) and Taoyuandong (9 families, 11 genera, and 12 species of ferns, and 41 families, 79 genera, and 134 species of seed plants). The dominant families of the *E. tonkinensis* communities were concentrated in Hamamelidaceae, Fagaceae, Lauraceae, Theaceae, Ericaceae, and Symplocaceae. (2) In terms of floristic phytogeography and environmental gradient, the *E. Tonkinensis* communities were typically centered in the south subtropical zone expressed as the declined values of the Simpson index, Shannon-Wiener index, and Evenness index while extend to the south or north from the centre zone. For instance, the Shannon-Wiener index of Bawangling, Heishiding, Nanling, Jinpenshan, Jinggangshan, and Taoyuandong plots was 3.453, 4.021, 4.130, 3.790, 3.415, and 3.712, respectively. (3) Based on the cluster analysis, the six *E. tonkinensis* communities are formed into two series along the latitudinal and altitudinal gradient, which the former is Heishiding, Jinpenshan, Jinggangshan, and Taoyuandong, with a similarity coefficient >0.51 , and the latter is Nanling and Bawangling, with a similarity coefficient <0.50 (i.e., 0.33—0.48). (4) The species composition of the six *E. Tonkinensis* communities was very similar in terms of floristic phytogeography, indicating an obvious subtropical property. Furthermore, the tropical component of seed plant genera which was affected by altitude, topography, temperature, rainfall conditions, and other factors was volatility decreased with increasing latitude. And (5) The importance value and size structure of *E. tonkinensis* populations in each of the six communities are basically, consistent with no significant correlation with differences in latitudinal zonalization. The size structure of the *E. tonkinensis* population in Bawangling indicating the population was growing, while the importance value of which was 32, indicating that the population dominance decreased southward. The *E. tonkinensis* population of Nanling, Heishiding, Jinpenshan, and Taoyuandong were predominated and their size structure indicated that the population was stable. Although the importance value of the *E. tonkinensis* population in Jinggangshan was the highest, the population was declining because of human interference.

Key Words: *Exbucklandia tonkinensis*; zonalization; species diversity; size structure; community characteristics; floristic property

大果马蹄荷 *Exbucklandia tonkinensis* (Lecomte) Chang, 隶属金缕梅科马蹄荷属 (*Exbucklandia* R. W. Brown), 为大型常绿乔木, 树干笔直, 叶革质, 基部楔形, 全缘或顶端 3 浅裂, 头状或总状花序, 无花瓣, 蒴果较大, 表面有小瘤状突起^[1]。大果马蹄荷是热带及亚热带山地常绿阔叶林中的重要物种, 主要分布于我国海南、广东、广西、云南东南部、贵州东南部、湖南南部、江西南部、福建西南部, 最东见于福建德化县, 最西见于云南陇川县, 最北见于贵州黄平县及罗霄山脉的井冈山、桃源洞地区, 最南见于海南保亭县。越南北部也有零星分布。

大果马蹄荷在南亚热带较常见, 是高温湿润型的常绿阔叶林优势种^[2], 群落以南亚热带或南岭南坡为分布中心。广西十万大山一带有以大果马蹄荷为建群种的季节性雨林, 海拔在 400—500 m, 群落中优势种还有紫荆木 *Madhuca pasquieri*、锈叶新木姜 *Neolitsea cambodiana*、苦竹 *Pleioblastus amarus* 等^[3]。广东连南县板洞自然保护区分布有“大果马蹄荷+毛桃木莲 *Manglietia moto*+红锥 *Castanopsis hystrix*-狗脊 *Woodwardia japonica* 群落”, 海拔为 870 m^[4]。在湖南都庞岭自然保护区海拔 800—1050 m 地区, 大果马蹄荷为常绿阔叶林的优势种^[5]。在贵州雷公山自然保护区的姊妹岩沟谷有大果马蹄荷占优势的林分, 伍铭凯^[6]对其群落结构、特征及种群更新进行了初步分析。大果马蹄荷也广泛分布于井冈山、桃源洞地区, 吴强^[7]研究了大果马蹄荷群落的亚热带过渡性特征, 刘品辉^[8]研究了井冈山下江三级电站大果马蹄荷种群的生长情况及其林分状况, 刘仁林

等^[9]研究了大果马蹄荷种群的动态规律和种群生态数量场势函数。

纬度地带性规律是地表热量分布从两极向赤道递增的梯度变化特征,在中国境内,除塔里木和藏北高原,同一经度上的年均气温和年降水量均由南向北随纬度升高而递减^[10],植物群落的分布受纬度地带性影响明显。黄建辉等^[11]研究了不同纬度地带性植被群落的物种多样性变化特征,缪绅裕等^[12]研究了种群级结构与纬度差异的相关性。目前,尚未见有对大果马蹄荷群落纬度地带性分析的相关报道。本文对大果马蹄荷群落进行了调查,以 6 个大果马蹄荷群落样地为对象,开展群落生态学研究,探讨其物种多样性、区系性质、种群结构等特征,以揭示其纬度地带性特征,也为该类群落和生态系统的保护提供理论依据。

1 样地概况和研究方法

1.1 样地概况

依据我国大果马蹄荷的分布,选择以大果马蹄荷为优势种或特征种的常绿阔叶林群落,按纬度地带性从海南岛至罗霄山脉中段横跨 7 个纬度设置 6 个样地(图 1),即:海南霸王岭国家级自然保护区(海南昌江县,下文简称霸王岭)、广东南岭国家级自然保护区(广东乳源,简称南岭)、广东封开黑石顶省级自然保护区(广东封开县,简称黑石顶)、江西信丰县金盆山自然保护区(江西赣州市,简称金盆山)、江西井冈山国家级自然保护区(江西吉安市,简称井冈山)、湖南桃源洞国家级自然保护区(湖南株洲市,简称桃源洞),分别进行样地调查和群落分析。各样地自然地理概况见表 1。

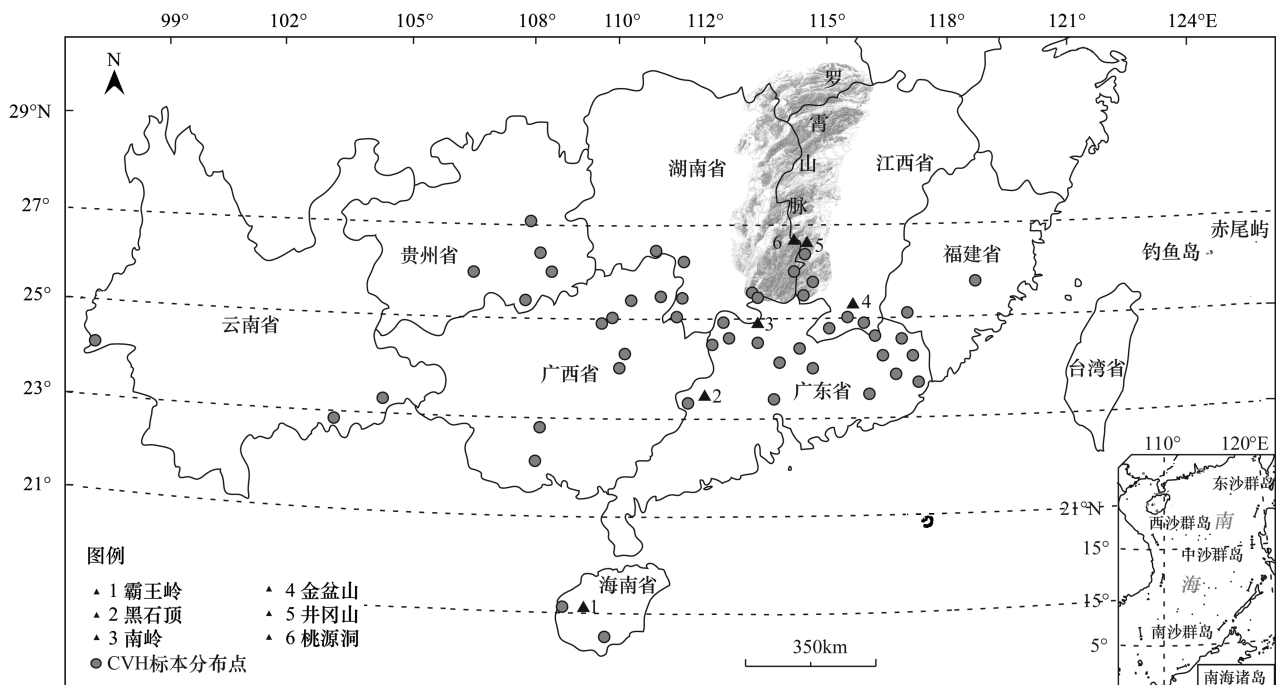


图 1 大果马蹄荷群落 6 个样地的地理位置

Fig.1 Geographical location of six of *Exbucklandia tonkinensis* communities

1.2 样地调查

按大果马蹄荷种群大小情况,设置 1600—2400 m² 面积不等的样地,调查时划分成 10 m × 10 m 的方格,采用单株记账调查法,起测径阶 1.5 cm,高度大于 2 m,记录乔灌木的种名、胸围、高度、冠幅,并在每个方格内设立一个 2 m × 2 m 的小样地,记录小样地内林下幼苗及草本的种名、高度、株数、盖度^[22]。

1.3 数据分析

(1) 群落的相似性分析。采用 Sorensen 系数^[23] C_s , 公式为:

$C_s = \frac{2j}{a+b}$, 其中 j 为两群落的共有种数, a 、 b 分别为两群落的全部种数。

(2) 重要值分析。依据《植物群落学实验手册》的定量研究方法, 分析各群落中物种的相对多度 (relative abundance, RA)、相对频度 (relative frequency, RF)、相对显著度 (relative dominance, RD) 及重要值 (importance value, IV), 其中:

$RA = \text{该物种个体数} / \text{所有物种个体总数} \times 100\%$,

$RF = \text{该物种频度} / \text{所有物种频度之和} \times 100\%$,

$RD = \text{该物种胸高断面积} / \text{所有物种胸高断面积之和} \times 100\%$,

$IV = RA + RF + RD$ 。

表 1 6 个大果马蹄荷相关群落的自然地理概况

Table 1 Physical geography of six *Exbucklandia tonkinensis* communities

样地地点 Plot	霸王岭 ^[13-14]	黑石顶 ^[15-17]	南岭 ^[18]	金盆山 ^[19]	井冈山 ^[20]	桃源洞 ^[21]
经度 Longitude	19°05'00.01"N,	23°26'37.18"N,	24°52'14.13"N,	25°13'10.88"N,	26°32'01.27"N,	26°33'50.52"N,
纬度 Latitude	109°12'43.53"E	111°53'06.39"E	113°2'58.85"E	115°13'53.61"E	114°11'25.43"E	114°04'35.18"E
海拔 Altitude/m	1342	213	1156	571	585	761
坡度 Slope/(°)	10—40	10—60	40—70	35—55	40—60	10—40
土壤 Soils	砖红壤	赤红壤	山地黄壤	山地黄红壤	山地黄红壤	山地黄红壤
气候类型 Climate type	热带季风气候	南亚热带湿润 性季风气候	中亚热带湿润 性季风气候	中亚热带湿润 性季风气候	中亚热带湿润 性季风气候	中亚热带湿润性 季风气候
年均气温/°C Mean annual temperature	23.6	19.6	19.5—20.3	19.5	14.2	12.3—14.4
年均降水量/mm Average annual precipitation	1500—2000	1744	1570—1800	1151	1890	1967

(3) 群落多样性分析^[24]。采用 Simpson 指数 (D)、Shannon-Wiener 指数 (H) 及相应的均匀度 E_d 、 E_h , 公式为:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2, E_d = D / (1 - 1/S); H = - \sum_{i=1}^s p_i \times \ln(p_i), E_h = H / \ln(S)。$$

其中, $p_i = N_i/N$, i 为随机第几种, N_i 为某种物种的个体数, N 为观察的总个体数, S 为样地内物种总数。

(4) 种群大小径级结构分析。应用立木大小径级结构替代年龄结构的方法^[2,25], 以大果马蹄荷物种的立木解析研究^[9] 及对样地的实际调查将立木大小径级结构划分为 6 级: I 级为胸径 $DBH < 3$ cm, II 级为 3 cm \leq $DBH < 5$ cm, III 级为 5 cm \leq $DBH < 15$ cm, IV 级为 15 cm \leq $DBH < 35$ cm, V 级为 35 cm \leq $DBH < 60$ cm, VI 级为 $DBH \geq 60$ cm。

2 分析结果

2.1 群落外貌与种类组成

(1) 群落外貌。大果马蹄荷叶型较宽, 质厚, 正面色浓绿, 背面略显苍白或淡黄色。以大果马蹄荷占优势的群落, 春夏冠层浓绿, 秋冬呈淡黄绿色。

(2) 物种丰富度较高。表 2 表明各区域大果马蹄荷群落物种多样性较高, 维管植物种数均超过 100 种。从物种的相对密度 (样地 10 m \times 10 m 方格内的平均物种数) 看, 桃源洞和金盆山两地分别为 6.7 和 6.4, 明显比海南 5.8、井冈山 4.9、南岭 4.8、黑石顶 4.5 高, 群落内物种较丰富。样地调查发现, 金盆山群落之前受到人为干扰, 次生性强, 群落中有木荷 *Schima superba*、白皮唐竹 *Sinobambusa farinosa* 等, 中度干扰假说^[26] 认为在干扰发生后演替的中期, 物种的丰富度达到最高, 金盆山样地乔木层、草本层物种丰富度均较高。而桃源洞位于

沟谷溪边,为原生林,生境多样,生态优势明显,物种相对也较丰富。

表 2 6 个样地基本信息概况

Table 2 The basic information of six plots

样地地点 Plot	霸王岭	黑石顶	南岭	金盆山	井冈山	桃源洞
群落坡位 Slope position	山坡	山坡沟边	山坡	山坡沟边	陡壁山坡	沟谷溪边
样地面积 Plot area/m ²	1600	2400	2400	2000	2000	2000
郁闭度 Conopy density/%	40—50	80—90	40—50	30—40	80—90	60—70
群落外貌 Appearance	常绿,冠层连续	淡黄常绿,冠层起伏大,不连续	常绿,冠层起伏小,连续	淡黄绿色,冠层起伏大,不连续	淡黄绿色,冠层起伏大,不连续	淡黄绿色,冠层起伏小,连续
乔木层 Arbor layering	分层不明显,高度约 15m	分层明显,高度 25—30m, 可达 35m	分层不明显,高度约 30m	分层不明显,高度约 25m	分层明显,高度 25—30m, 可达 33m	分层不明显,高度约 25m
草本层 Herbaceous layer	草本稀疏	草本丰富	草本稀疏	草本较丰富	草本稀疏	草本稀疏
种子植物 (科/属/种) Seed plants (family/genus/species)	35/54/93	53/86/108	39/81/115	42/78/128	35/54/99	41/79/134
蕨类植物 (科/属/种) Ferns (family/genus/species)	7/8/9	10/12/13	10/12/19	9/10/11	8/9/9	9/11/12

乔灌木层:主要优势种集中在金缕梅科、壳斗科、樟科、山茶科、杜鹃花科、山矾科等。霸王岭群落中,大果马蹄荷为特征种,上层乔木是岭南青冈 *Cyclobalanopsis championii*、白花含笑 *Michelia mediocris*、蚊母树 *Distylium racemosum*,下层乔灌木为碎叶蒲桃 *Syzygium buxifolium*、九节 *Psychotria rubra*、药用狗牙花 *Ervatamia officinalis* 等,林内攀援灌木光清香藤 *Jasminum lanceolarium* 多见。黑石顶群落中,大果马蹄荷为建群种,占据林冠层;中下层优势乔木主要有福建青冈 *Cyclobalanopsis chungii*、显脉新木姜子 *Neolitsea phanerophlebia*、陈氏钩樟 *Lindera chunii*、石木姜子 *Litsea elongata* var. *faberi*,下层灌木有辛木 *Sinia rhodoleuca*、钩毛紫珠 *Callicarpa peichieniana*。南岭群落中,大果马蹄荷为优势种,共优势种丰富,个体数量多,乔木层除大果马蹄荷外主要有广东松 *Pinus kwangtungensis*、疏齿木荷 *Schima remotiserrata*、甜楮 *Castanopsis eyrei* 等,中下层为五列木 *Pentaphylax euryoides*、羊角杜鹃 *Rhododendron cavaleriei*、石壁杜鹃 *Rhododendron bachii* 等。金盆山群落中,大果马蹄荷为建群种,乔木优势种主要有华润楠 *Machilus chinensis*、米楮 *Castanopsis carlesii*、枝穗山矾 *Symplocos multipes*,灌木层优势种不明显,主要有鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae*、桃叶石楠 *Photinia prunifolia*。井冈山群落中,大果马蹄荷为建群种,占据林冠层,散见有鹿角锥 *Castanopsis lamontii*,下层乔木为微毛山矾 *Symplocos wikstroemiiifolia*、石木姜子,灌木层以少花柏拉木 *Blastus pauciflorus* 和井冈寒竹 *Gelidocalamus stellatus* 占优势。桃源洞群落中,大果马蹄荷为建群种,林冠层有南酸枣 *Choerospondias axillaris*、钩锥 *Castanopsis tibetana*、米心水青冈 *Fagus engleriana*,下层以美丽马醉木 *Pieris formosa*、吊钟花 *Enkianthus quinqueflorus*、鹿角杜鹃占优势。

草本层:物种总体上不丰富,常见有黑莎草 *Gahnia tristis*、珍珠茅 *Scleria levis*、山麦冬 *Liriope spicata*、流苏子 *Coptosapelta diffusa*、草珊瑚 *Sarcandra glabra*。霸王岭有花叶开唇兰 *Anoectochilus roxburghii*、簇花球子草 *Peliosanthes teta*,黑石顶有小叶买麻藤 *Gnetum parvifolium*、华山姜 *Alpinia chinensis*,南岭有箬竹 *Indocalamus tessellatus*,金盆山有灰毛泡 *Rubus irenaeus*,井冈山有细茎石斛 *Dendrobium moniliforme*,桃源洞有球果假水晶兰 *Monotropastrum humile* 等特征种。蕨类植物在多样地常见乌毛蕨 *Blechnum orientale*、深绿卷柏 *Selaginella doederleinii*、狗脊 *Woodwardia japonica*;其中霸王岭有圆裂短肠蕨 *Allantodia uraiensis*,黑石顶有黑桫欏 *Alsophila podophylla*、崇澍蕨 *Chieniopteris harlandii*,金盆山有华南紫萁 *Osmunda vachellii*、福建观音座莲 *Angiopteris fokiensis*,井冈山有粗齿桫欏 *Alsophila denticulata*、中华里白 *Diplazium chinense*,桃源洞有针毛蕨 *Macrothelypteris oligophlebia* 等特征种。

(3) 群落物种组成的地理成分特点。依据吴征镒^[27]种子植物属的地理分布区类型方案,统计热带分布区

类型(表 3 中 2—7)和温带分布区类型(表 3 中 8—15)的比例,结果见表 3。

表 3 6 个群落种子植物属的地理分布区类型比较

Table 3 The comparison of generic areal-types of seed plants in six communities

分布区类型 Areal types	霸王岭		黑石顶		南岭		金盆山		井冈山		桃源洞	
	属数 Genus	比例 %	属数 Genus	比例 %	属数 Genus	比例 %	属数 Genus	比例 %	属数 Genus	比例 %	属数 Genus	比例 %
1. 世界分布 Cosmopolitan	0	0	0	0	0	0	2	2.6	1	1.9	1	1.3
2. 泛热带分布 Pantropic	16	26.7	27	31.4	19	23.8	21	26.9	12	22.2	16	20.3
3. 热带亚洲和热带美洲 间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. Disjuncted	3	5.0	6	7.0	4	5.0	6	7.7	4	7.4	6	7.6
4. 旧世界热带分布 Old World Trop.	6	10.0	12	14.0	3	3.8	10	12.8	6	11.1	6	7.6
5. 热带亚洲至热带大洋洲 Trop. Asia to Trop. Australasia	7	11.7	6	7.0	2	2.5	4	5.1	4	7.4	1	1.3
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop Africa	1	1.7	0	0	1	1.3	2	2.6	3	5.6	1	1.3
7. 热带亚洲分布 Trop. Asia (Indo-Malaysia)	14	23.3	21	24.4	22	27.5	16	20.5	13	24.1	20	25.3
8. 北温带分布 North Temperate	6	10.0	5	5.8	12	15.0	6	7.7	3	5.6	10	12.7
9. 东亚及北美间断 E. Asia & N. Amer. Disjuncted	6	10.0	3	3.5	9	11.3	4	5.1	5	9.3	10	12.7
10. 旧世界温带分布 Old world temperate	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.9	0	0
11. 温带亚洲分布 Temp. Asia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12. 地中海区 Mediterranea (W. Asia to C. Asia)	1	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. 中亚 C. Asia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14. 东亚 E. Asia	0	0	4	4.7	7	8.8	5	6.4	0	0	6	7.6
中国特有 Endemic to China	0	0	2	2.3	1	1.3	2	2.6	2	3.7	2	2.5
热带分布总计 Total Tropics	47	78.3	72	83.7	51	63.8	59	75.6	42	77.8	50	63.3
温带分布总计 Total Temperates	7	21.7	14	16.3	29	36.3	17	21.8	11	20.4	28	35.4

结果表明,6 个样地中物种组成的地理成分符合纬度地带性和海拔梯度特征(表 3、图 2),一是热带性属的比例均大于 60%,即霸王岭 78.3%、黑石顶 83.7%、南岭 63.8%、金盆山 75.6%、井冈山 77.8%、桃源洞 63.3%,说明大果马蹄荷群落的南亚热带性质较强。二是海拔梯度规律也在发挥作用,霸王岭地处热带其热带性属占 78.3%,但因该群落海拔较高(1129 m),其温带成分略高而热带成分稍下降,甚至低于黑石顶。南岭群落海拔较高,其热带性属略下降,仅占 63.8%。桃源洞的大果马蹄荷群落热带性属也很丰富,占 63.3%,但因地理位置处于西坡,受到西部、北部寒冷气候的影响,气温较低,温带成分略强。南岭除样地海拔(1156 m)较高外,该群落主要建群种为广东松,属于山地针阔混交林,温带性成分增加。黑石顶和井冈山样地相对来讲比霸王岭和金盆山的热带性成分比例高,是该地区低山沟谷林顶极群落的代表。另一方面,由表 3 可以看出,6 个样地中各分布区类型的比例有很高的相似性,表明各地大果马蹄荷群落的区系性质相对一致。

2.2 群落的重要值分析

重要值是群落分析的一个综合性指标,能客观地定量性揭示群落中各物种的群落地位。大果马蹄荷在各

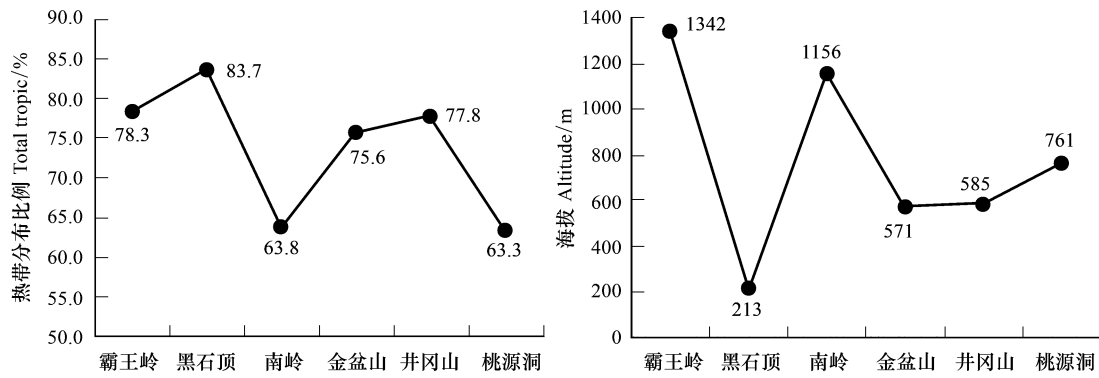


图 2 6 个群落热带性属与纬度与海拔高度的相关性

Fig.2 The relevance between tropical genera of six communities and latitude and altitude

群落中均为优势种,仅在海南霸王岭优势度较低。表 4 是各样地优势种的重要值比较,为方便比较依次列出前 20 个优势种,在霸王岭大果马蹄荷因优势度较低,排名第 32 位,额外越位列出。

表 4 6 个群落主要物种的重要值

Table 4 Importance value of dominant population of six communities

重要值排名 Importance value Order	种名 Species	个体数 Individual	相对显著度 Relative dominance/%	相对多度 Relative abundance /%	相对频度 Relative frequency/%	重要值 Importance value/%
(1) 霸王岭: 岭南青冈+蚊母树-碎叶蒲桃-九节群落 Bawangling: <i>Cyclobalanopsis championii</i> + <i>Distylium racemosum</i> - <i>Syzygium buxifolium</i> - <i>Psychotria rubra</i> community						
1	碎叶蒲桃 <i>Syzygium buxifolium</i>	130	13.17	6.90	3.17	23.24
2	蚊母树 <i>Distylium racemosum</i>	103	15.37	5.47	2.38	23.21
3	九节 <i>Psychotria rubra</i>	241	2.29	12.80	3.17	18.25
4	岭南青冈 <i>Cyclobalanopsis championii</i>	10	12.90	0.53	1.39	14.82
5	丛花山矾 <i>Symplocos poilanei</i>	149	3.06	7.91	3.17	14.14
6	黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>	81	6.02	4.30	3.17	13.49
7	药用狗牙花 <i>Ervatamia officinalis</i>	134	1.37	7.12	3.17	11.66
8	光叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i>	82	2.79	4.35	2.97	10.11
9	厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	34	4.31	1.81	2.97	9.08
10	毛棉杜鹃 <i>Rhododendron moulmainense</i>	67	2.33	3.56	2.97	8.86
11	白花含笑 <i>Michelia mediocris</i>	37	2.83	1.96	2.38	7.17
12	大头茶 <i>Gordonia axillaris</i>	37	2.17	1.96	2.77	6.90
13	景烈樟 <i>Cinnamomum tsoi</i>	24	2.98	1.27	2.57	6.82
14	木荷 <i>Schima superba</i>	35	2.62	1.86	1.98	6.46
15	光清香藤 <i>Jasminum lanceolarium</i>	55	0.22	2.92	2.57	5.71
16	陆均松 <i>Dacrydium pierrei</i>	14	3.46	0.74	1.39	5.59
17	锈毛杜英 <i>Elaeocarpus howii</i>	37	1.04	1.96	2.57	5.58
18	双瓣木犀 <i>Osmanthus didymopetalus</i>	45	0.64	2.39	2.18	5.21
19	密花树 <i>Rapanea nerifolia</i>	18	2.04	0.96	2.18	5.18
20	线枝蒲桃 <i>Syzygium araiocladum</i>	33	1.39	1.75	1.98	5.12
32	大果马蹄荷 <i>Exbucklandia tonkinensis</i>	6	0.85	0.32	1.19	2.36
(2) 黑石顶: 大果马蹄荷+福建青冈+陈氏钓樟-辛木群落 Heishiding: <i>Exbucklandia tonkinensis</i> + <i>Cyclobalanopsis chungii</i> + <i>Lindera chunii</i> - <i>Sinia rhodoleuca</i> community						
1	大果马蹄荷 <i>Exbucklandia tonkinensis</i>	55	62.01	7.79	4.86	74.66
2	福建青冈 <i>Cyclobalanopsis chungii</i>	59	6.6	8.36	1.14	16.1

续表

3	显脉新木姜子 <i>Neolitsea phanerophlebia</i>	40	0.55	5.67	4.86	11.08
4	陈氏钓樟 <i>Lindera chunii</i>	45	0.73	6.37	3.14	10.25
5	短序润楠 <i>Machilus breviflora</i>	26	0.44	3.68	4.00	8.13
6	石木姜子 <i>Litsea elongata</i> var. <i>faberi</i>	18	1.06	2.55	3.71	7.33
7	少花桂 <i>Cinnamomum pauciflorum</i>	8	2.79	1.13	2.00	5.92
8	米楮 <i>Castanopsis carlesii</i>	14	1.12	1.98	2.57	5.68
9	鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	13	0.61	1.84	1.71	4.16
10	锈叶新木姜子 <i>Neolitsea cambodiana</i>	13	0.16	1.84	2.00	4.00
11	黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	19	0.12	2.69	1.14	3.96
12	黄樟 <i>Cinnamomum porrectum</i>	7	1.53	0.99	1.43	3.95
13	甜茶稠 <i>Lithocarpus litseifolius</i>	8	1.02	1.13	1.43	3.58
14	香港四照花 <i>Cornus hongkongensis</i>	7	1.16	0.99	1.43	3.58
15	谷木冬青 <i>Ilex memecylifolia</i>	7	1.17	0.99	1.14	3.31
16	紫玉盘柯 <i>Lithocarpus uvariifolius</i>	9	0.29	1.27	1.71	3.28
17	毛桃木莲 <i>Manglietia kwangtungensis</i>	7	0.55	0.99	1.71	3.26
18	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	5	1.5	0.71	0.86	3.07
19	白桂木 <i>Artocarpus hypargyreus</i>	8	0.74	1.13	1.14	3.02
20	黑叶锥 <i>Castanopsis nigrescens</i>	1	2.29	0.14	0.29	2.71

(3) 南岭: 广东松+大果马蹄荷+五列木-羊角杜鹃群落

Nanling: *Pinus kwangtungensis*+*Exbucklandia tonkinensis*+*Pentaphylax euryoides*-*Rhododendron cavaleriei* community

1	五列木 <i>Pentaphylax euryoides</i>	302	6.09	12.04	2.95	21.09
2	广东松 <i>Pinus kwangtungensis</i>	37	10.28	1.48	1.71	13.46
3	罗浮锥 <i>Castanopsis faberi</i>	69	7.91	2.75	2.02	12.68
4	大果马蹄荷 <i>Exbucklandia tonkinensis</i>	108	4.29	4.31	2.49	11.08
5	羊角杜鹃 <i>Rhododendron cavaleriei</i>	141	1.56	5.62	2.33	9.52
6	甜楮 <i>Castanopsis eyrei</i>	65	4.06	2.59	1.71	8.37
7	赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i>	87	2.37	3.47	2.18	8.02
8	鹿角锥 <i>Castanopsis lamontii</i>	28	4.40	1.12	1.24	6.76
9	榿木 <i>Loropetalum chinense</i>	50	4.21	1.99	0.47	6.67
10	疏齿木荷 <i>Schima remotiserrata</i>	55	2.23	2.19	2.02	6.45
11	石壁杜鹃 <i>Rhododendron bachii</i>	101	0.52	4.03	1.24	5.79
12	青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	50	1.96	1.99	1.71	5.67
13	阿丁枫 <i>Alingia chinensis</i>	41	2.84	1.63	1.09	5.57
14	钩栲 <i>Castanopsis tibetana</i>	12	3.79	0.48	0.78	5.05
15	杨桐 <i>Adinandra millettii</i>	39	1.26	1.56	2.18	5.00
16	黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	46	1.26	1.83	1.87	4.96
17	金叶含笑 <i>Michelia foveolata</i>	45	1.11	1.79	2.02	4.92
18	枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	42	1.94	1.67	1.24	4.86
19	栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	27	2.14	1.08	1.09	4.31
20	猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i>	28	1.98	1.12	0.78	3.87

(4) 金盆山: 大果马蹄荷+华润楠-白皮唐竹群落

Jinpenshan: *Exbucklandia tonkinensis*+*Machilus chinensis*-*Sinobambusa farinosa* community

1	大果马蹄荷 <i>Exbucklandia tonkinensis</i>	39	14.21	5.60	4.88	24.69
2	华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	23	15.76	3.30	3.96	23.02
3	米楮 <i>Castanopsis carlesii</i>	59	5.52	8.46	4.57	18.55
4	白皮唐竹 <i>Sinobambusa farinosa</i>	74	0.99	10.62	3.05	14.65
5	南岭栲 <i>Castanopsis fordii</i>	40	4.25	5.74	4.27	14.26
6	木荷 <i>Schima superba</i>	5	10.99	0.72	0.91	12.63

续表

7	枝穗山矾 <i>Symplocos multipes</i>	49	0.68	7.03	4.88	12.58
8	黄樟 <i>Cinnamomum porrectum</i>	16	6.79	2.30	2.44	11.53
9	喙果安息香 <i>Styrax agrestis</i>	19	5.53	2.73	2.74	11.00
10	肖柃 <i>Cleyera incornuta</i>	25	2.66	3.59	3.66	9.91
11	栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	22	2.74	3.16	3.66	9.56
12	鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	22	1.47	3.16	2.74	7.37
13	桃叶石楠 <i>Photinia prunifolia</i>	16	1.23	2.30	2.44	5.97
14	日本杜英 <i>Elaeocarpus japonicus</i>	11	2.58	1.58	1.52	5.68
15	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	1	4.99	0.14	0.30	5.44
16	罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	13	0.53	1.87	2.44	4.83
17	栓叶安息香 <i>Styrax suberifolius</i>	5	2.70	0.72	0.61	4.02
18	冬青 <i>Ilex chinensis</i>	8	0.70	1.15	2.13	3.98
19	吊皮锥 <i>Castanopsis kawakamii</i>	6	1.22	0.86	1.52	3.60
20	大叶冬青 <i>Ilex latifolia</i>	9	0.06	1.29	1.83	3.18

(5) 井冈山:大果马蹄荷-石木姜子-少花柏拉木+井冈寒竹群落

Jinggangshan: *Exbucklandia tonkinensis*-*Litsea elongata* var. *faberi*-*Blastus pauciflorus*+*Gelidocalamus stellatus* community

1	大果马蹄荷 <i>Exbucklandia tonkinensis</i>	61	64.27	6.24	4.71	75.23
2	石木姜子 <i>Litsea elongata</i> var. <i>faberi</i>	107	1.80	10.95	4.71	17.47
3	少花柏拉木 <i>Blastus pauciflorus</i>	131	0.12	13.41	2.62	16.14
4	尖萼厚皮香 <i>Ternstroemia luteoflora</i>	70	1.15	7.16	5.24	13.55
5	鹿角锥 <i>Castanopsis lamontii</i>	21	7.53	2.15	2.62	12.29
6	谷木冬青 <i>Ilex memecylifolia</i>	42	1.20	4.30	4.45	9.94
7	深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	52	0.56	5.32	3.93	9.81
8	细枝柃 <i>Eurya loquaiana</i>	45	0.48	4.61	4.71	9.79
9	甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	10	6.33	1.02	1.83	9.18
10	赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	42	0.11	4.30	4.45	8.86
11	微毛山矾 <i>Symplocos wikstroemiiifolia</i>	36	2.47	3.68	2.62	8.77
12	黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	36	1.08	3.68	3.66	8.43
13	绒毛润楠 <i>Machilus velutina</i>	29	0.23	2.97	3.40	6.60
14	美丽新木姜子 <i>Neolitsea pulchella</i>	24	0.52	2.46	3.14	6.12
15	栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	8	2.42	0.82	1.31	4.54
16	硬壳柯 <i>Lithocarpus hancei</i>	11	1.28	1.13	2.09	4.50
17	光叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i>	15	0.42	1.54	2.09	4.05
18	褐毛杜英 <i>Elaeocarpus duclouxii</i>	13	0.25	1.33	2.36	3.93
19	罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	15	0.20	1.54	1.83	3.57
20	猴头杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	8	0.29	0.82	0.79	1.89

(6) 桃源洞:大果马蹄荷+米心水青冈-美丽马醉木群落

Taoyuandong: *Exbucklandia tonkinensis*+*Fagus engleriana*-*Pieris formosa* community

1	大果马蹄荷 <i>Exbucklandia tonkinensis</i>	85	27.76	9.65	6.01	43.41
2	美丽马醉木 <i>Pieris formosa</i>	125	6.39	14.19	2.70	23.28
3	米心水青冈 <i>Fagus engleriana</i>	7	12.57	0.79	2.10	15.47
4	吊钟花 <i>Enkianthus quinqueflorus</i>	76	2.77	8.63	3.60	15.00
5	鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	53	4.32	6.02	3.00	13.33
6	乌饭树 <i>Vaccinium bracteatum</i>	28	1.31	3.18	4.20	8.69
7	钩锥 <i>Castanopsis tibetana</i>	11	4.64	1.25	2.70	8.60
8	罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	28	1.44	3.18	3.60	8.22
9	马银花 <i>Rhododendron ovatum</i>	25	1.61	2.84	1.80	6.25
10	鹅耳枥 <i>Carpinus turczaninowii</i>	12	3.37	1.36	1.50	6.24

续表

11	甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	11	2.75	1.25	2.10	6.10
12	猴头杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	23	0.80	2.61	2.40	5.81
13	深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	19	0.58	2.16	3.00	5.74
14	赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i>	10	2.21	1.14	2.10	5.45
15	多脉青冈 <i>Cyclobalanopsis multinervis</i>	19	1.59	2.16	1.50	5.25
16	阿丁枫 <i>Altingia chinensis</i>	4	3.84	0.45	0.90	5.19
17	格药柃 <i>Eurya muricata</i>	28	0.41	3.18	1.50	5.09
18	鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	22	0.44	2.50	2.10	5.04
19	黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	17	0.59	1.93	2.40	4.93
20	红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	15	0.79	1.70	2.40	4.89

依据大果马蹄荷在群落的重要值水平,6个样地可分成2类。第1类为海南样地,大果马蹄荷重要值仅为2.36,排名32,是群落中乔木伴生种、特征种。该群落主要优势种为碎叶蒲桃(重要值23.24)、蚊母树(重要值23.21),但其它优势种群较丰富,为多优势种群落。

第2类为其它样地,大果马蹄荷均占优势。以黑石顶、井冈山、桃源洞最为典型,其优势度、重要值远高于其它群落,是大果马蹄荷占优势的成熟群落。除大果马蹄荷外,尚有其它大乔木独秀其中,如黑石顶样地的福建青冈、显脉新木姜子、陈氏钓樟,井冈山样地的鹿角锥、桃源洞样地的米心水青冈等。

金盆山样地尽管大果马蹄荷重要值最高,为24.69,但其它优势种的优势度亦较大,如米槠(18.55)、南岭栲 *Castanopsis fordii* (14.26)、木荷 *Schima superba* (12.63)、黄樟 *Cinnamomum porrectum* (11.53)、喙果安息香 *Styrax agrestis* (11.00)等;该群落亦受到样地内白皮唐竹 *Sinobambusa farinosa* (14.65)的影响,是一个处于演替中后期的受干扰群落,乔木层物种竞争激烈。乳源样地在南岭分布海拔较高,大果马蹄荷重要值为11.08,在各优势种中仅排名第4,其他优势种有五列木(21.09)、广东松(13.46)、罗浮锥(12.68)、羊角杜鹃(9.52)等。

2.3 群落多样性分析

表5是各群落乔灌木层物种多样性指数分析,结果表明:Simpson指数和Shannon-Wiener指数及各自均匀度指数与大果马蹄荷的生态地理分布是相一致的。大果马蹄荷以南亚热带为主要分布中心,向北、向南优势度下降,因此各多样性指数也随之呈下降趋势,如Simpson指数向南在霸王岭为0.953,向北黑石顶为0.969、桃源洞的0.950、井冈山为0.945;Shannon-Wiener指数,向南霸王岭为3.453,向北黑石顶为4.130、南岭为4.130、桃源洞为3.712、井冈山为3.415。均匀度指数也有相似的变化。李意德^[28]研究海南岛山地雨林认为样地最小取样面积不低于2500—3000 m²;黄康等有^[29]研究了海南岛吊罗山植物群落的多样性Shannon-Wiener指数及均匀度,结果分别为3.61—4.17、0.77—0.92,海南霸王岭样地的取样面积因大果马蹄荷种群数量较小,取样为1600 m²,整体群落结构较简单,因此其多样性指数均比黑石顶地区的要低。南岭群落的Shannon-Wiener指数比黑石顶的高,主要原因是南岭样地位于中海拔,水热条件优越,物种数最高(142种),多样性指数也高;而其均匀度南岭的比黑石顶的小,原因是黑石顶群落发展较成熟,接近顶极群落。桃源洞的各指数均比井冈山的高,两者纬度相差小,主要是受群落东西坡环境异质性(如地形、降水、湿度)的影响。

表5 6个群落乔灌木层物种多样性指数

Table 5 Species diversity index of tree and shrub layer of six communities

样地 Plot	物种数 Specie number	个体数 Individuals	Simpson 指数 D Simpson index	D 的均匀度 E _d Evenness of D	Shannon-Wiener 指数 H Shannon-Wiener index	H 的均匀度 E _h Evenness of H
霸王岭	86	1883	0.953	0.965	3.453	0.775
黑石顶	114	706	0.969	0.978	4.021	0.849
南岭	142	2508	0.969	0.976	4.130	0.833
金盆山	104	697	0.961	0.970	3.790	0.816
桃源洞	112	881	0.950	0.959	3.712	0.787
井冈山	79	977	0.945	0.957	3.415	0.782

从数值来看,表 5 中各样地 Simpson 指数值及其均匀度都高于 0.94,表明其物种丰富度高,且分布较均匀。黑石顶、南岭样地的 Shannon-Wiener 指数值分别为 4.130、4.021,与广东亚热带常绿阔叶林群落的 Shannon-Wiener 指数为 3.56—4.84^[30] 的结论是相一致的。井冈山样地的 Shannon-Wiener 指数为 3.415 及均匀度 0.782,较井冈山暖性穗花杉 *Amentotaxus argotaenia* 群落的 Shannon-Wiener 指数^[31] 3.1 高。向东,与纬度相当(24°23'—28°19'N)的福建中亚热带常绿阔叶林的 Shannon-Wiener 指数^[32] 为 2.53—2.93 及均匀度 0.75—0.87 相比较,井冈山大果马蹄荷群落的多样性指数值明显高出许多。这符合多样性指数的纬度地带性规律,也说明井冈山、桃源洞的大果马蹄荷群落沟谷特征、南亚热带特征比较明显。

2.4 群落的相似性分析

各大果马蹄荷样地的调查表明,种子植物共有 78 科 197 属 471 种,根据 Sorensen^[23] 提出的群落相似性指数 C_s 的计算公式,对各样地种子植物属的相似性系数进行分析,半矩阵结果见表 6。

表 6 6 个群落种子植物属的相似性系数半矩阵

Table 6 The semi-matrix of generic similarity coefficient of six communities

样地 Plot	金盆山	桃源洞	井冈山	黑石顶	南岭	霸王岭
金盆山 Jinpenshan	1	0.5963	0.5820	0.5444	0.4691	0.3380
桃源洞 Taoyuandong		1	0.5413	0.5126	0.4845	0.3970
井冈山 Jinggangshan			1	0.5390	0.4627	0.4035
黑石顶 Heishiding				1	0.4142	0.4027
南岭 Nanling					1	0.3098
霸王岭 Bawangling						1

从半矩阵表中,可以按一定的定量指标划分成若干类型^[33],本文以 50% 为划分标准,50% 也是判断区系或群落物种组成的属是否具有相似性的标准。6 个样地群落很明显地可以划分为 2 个类型,一是沿纬度从南至北的黑石顶、金盆山、桃源洞、井冈山为一类,群落相似性系数大于 0.51,这些群落为典型的亚热带常绿阔叶林,尤以黑石顶最为典型,其热带性属比例最高 83.7%,温带性属比例最低 16.3%(表 3);二是群落分布海拔较高的南岭和霸王岭划分为另一类,相似性系数为 0.33—0.48,说明纬度、海拔均会对群落物种的地理和生态属性产生影响。

2.5 群落的种群结构分析

种群的大小径级结构可以反映其年龄结构,进而反映种群的动态及发展趋势^[25]。依据前文对群落重要值分析,选取各样地中主要的乔灌木的优势种进行径级结构分析,结果见图 3。

依据 6 个样地优势种群的径级结构特征,大果马蹄荷的种群结构可分为 3 个类型。

第 1 类是海南霸王岭,该群落优势种群中碎叶蒲桃、丛花山矾为增长型,蚊母树、黄杞 *Engelhardtia roxburghiana* 为稳定型,岭南青冈为衰退型。而大果马蹄荷个体数少,仅有 6 株,在群落中不占优势,径级结构为低阶增长型。

第 2 类是广东南岭、黑石顶、江西金盆山、湖南桃源洞,大果马蹄荷种群均为稳定型。其中,南岭群落的五列木、甜槠、罗浮锥 *Castanopsis fabri* 径级结构相似,个体数多,为稳定型,而广东松表现为衰退型,在后期的群落演替中可能被其它优势种替代。黑石顶群落的显脉新木姜子、石木姜子、陈氏钓樟、福建青冈在一定时期内为增长型或稳定型。金盆山群落中枝穗山矾、米锥为增长型,喙果安息香、华润楠为稳定型。桃源洞群落中,大果马蹄荷 V、VI 级数量少,而 III、IV 级较丰富,是一个稳定型结构;吊钟花、美丽马醉木为稳定型。

第 3 类为江西井冈山,大果马蹄荷 I 和 II 级更新少,种群为衰退型。群落的大乔木如甜槠、鹿角锥也为衰退型,小乔木如尖萼厚皮香、石木姜子、微毛山矾为增长型。

从大果马蹄荷种群径级结构的纵向对比来看(图 4),自霸王岭到井冈山、桃源洞,径级结构差异性明显,各地表现出不同的种群发展动态。霸王岭样地大果马蹄荷种群数量仅为 6 株,为群落特征种,而非优势种,但

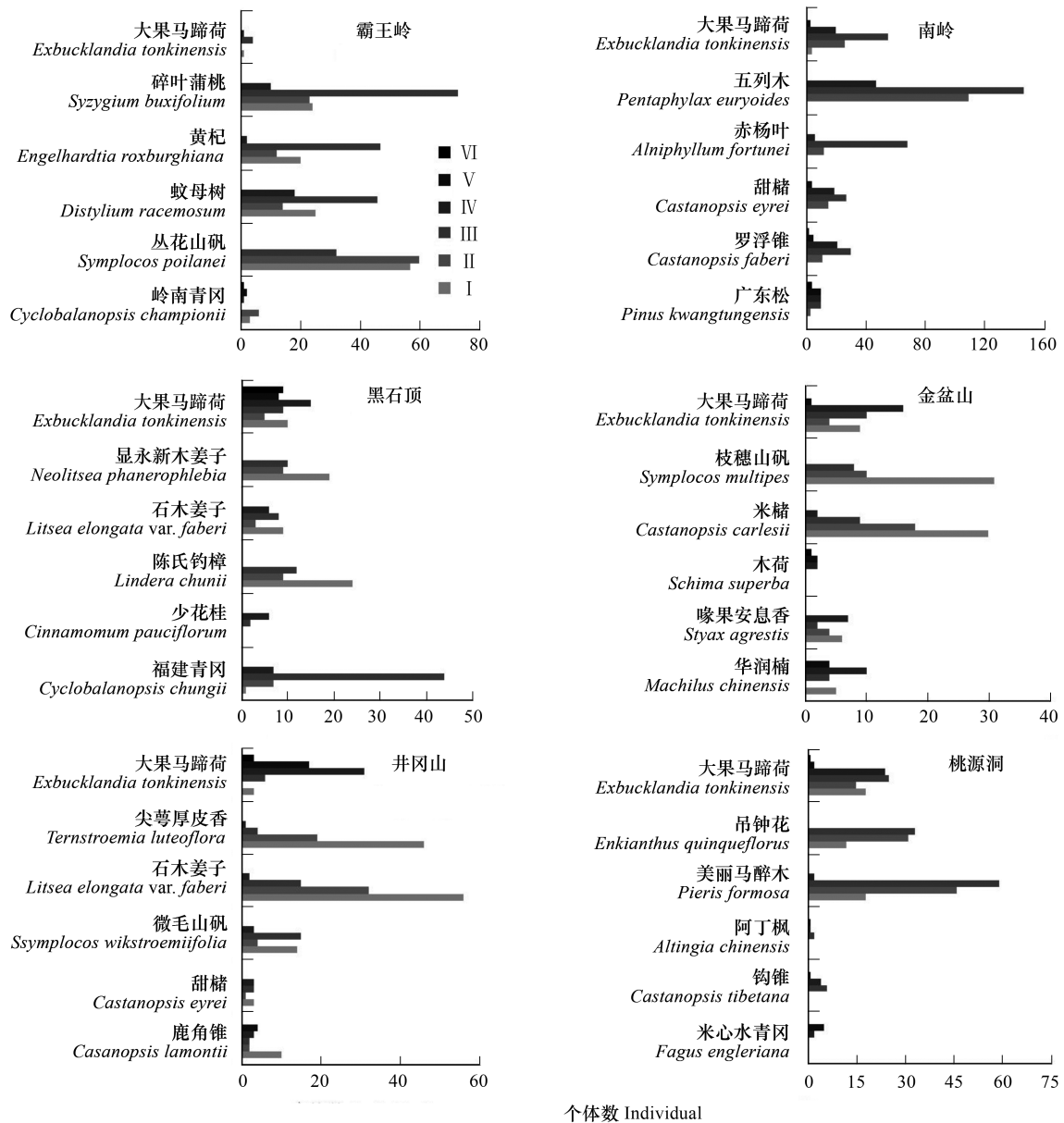


图 3 6 个大果马蹄荷相关群落主要优势种群的径级结构比较

Fig.3 Comparison of Size structure of the main dominant population in six *Exbucklandia tonkinensis* communities

有巨大的发展空间,种群处于低阶增长状态。南岭和桃源洞样地种群数量大于 80 株,Ⅲ级个体比例最大,Ⅱ、Ⅳ级也占较大比例,Ⅴ、Ⅵ级比例小,表明其中小龄树更新稳定、频繁,老龄树少,更新周期短。黑石顶、南岭、桃源洞、井冈山样地种群数量较丰富,达 55—108 株,以Ⅳ、Ⅴ或Ⅳ级比例最大,成熟个体相对多,其中黑石顶和井冈山的Ⅴ级和Ⅵ级比例最大,老龄个体多,种群发展成熟,是一个古老的群落类型。金盆山种群数量相对较小,以Ⅳ级最丰富,而Ⅱ、Ⅲ级相对较少,Ⅰ级幼树更新较米楮差(图 3),有衰退趋势。

3 结论与讨论

各样地大果马蹄荷群落主要优势种集中在金缕梅科、壳斗科、樟科、山茶科、杜鹃花科、山矾科等,种子植物属的热带成分比例较高,表现出较强的南亚热带特征。这与马蹄荷属的热带亚洲分布性质是一致的。吴强^[7]对井冈山地区另一处大果马蹄荷天然林的研究认为该群落的植物区系成分有明显的亚热带向热带过渡

的性质,雷公山姊妹岩^[6]的大果马蹄荷群落的热带性分布属达 82.61%,也都体现出这一特点。同时,受海拔、环境异质性等影响,热带成分比例随纬度升高而表现为逐渐下降,温带成分比例则相反。冯建孟等^[34]对云南地区群落尺度的种子植物区系过渡性研究认为,随纬度、海拔的升高,温带区系成分所占比重呈显著递增趋势。本研究中温带区系成分随海拔的升高增加明显,如南岭样地海拔比金盆山高 585 m,金盆山尽管纬度偏北 100 km,但前者温带区系成分比重仍高出 14.5%。

各样地大果马蹄荷群落的物种多样性指数随纬度升高呈降低,在一定纬度或高度范围内,其受到纬度、海拔、温度、水分、土壤养分、演替梯度等方面的影响^[35-36]。黑石顶群落所在的森林生态系统是典型的南亚热带植被类型,本研究中金盆山、井冈山、桃源洞的群落与黑石顶群落被划为同一植被类型,均表现出明显的南亚热带性。例证说明,在南岭山脉以北的中亚热带地区、低海拔沟谷地区仍保存或发育有典型的南亚热带森林生态系统,除大果马蹄荷群落外尚有鹿角锥+阿丁枫群落等^[37]。根据张宏达^[1,38]的意见,马蹄荷属的分化是以华南地区特别是珠江流域两岸为分布中心,并沿着南岭地区向北分布到井冈山地区,向南分布到海南岛,向西分布至黔桂地区。本文 6 个大果马蹄荷相关群落的径级结构、物种多样性组成、地理成分组成等也体现了其南亚热带性质。无疑,桃源洞、井冈山地区沟谷中出现的大果马蹄荷群落,是该种群历史时期地理分布的避难所。

大果马蹄荷群落的重要值及种群径级结构大小与地理分布规律表现出一致性。在海南霸王岭大果马蹄荷仅为伴生种,重要值水平低,径级结构为低阶增长型,一方面是因为本区分布有热带原始森林,是中国生物多样性最丰富的区域之一,另一方面是本区为大果马蹄荷向南扩散的南缘,还未形成优势群落;在广东南岭,大果马蹄荷为主要优势种,径级结构表现为稳定型;在黑石顶、金盆山、井冈山、桃源洞,大果马蹄荷为建群种,径级结构表现为稳定型或衰退型。从种群发展及演替的角度看,在金盆山、井冈山径级结构体现出一定的衰退型性质,主要受到寒冷气候的影响;特别是在井冈山锡坪的风水林样地中^[37],大果马蹄荷以 VI 级立木占优势,高龄个体濒临退化,而群落内林窗明显,为幼树更新创造了条件。事实上,大果马蹄荷在黑石顶、井冈山地区已发展成为气候顶极群落,缺乏 IV、III、II 等中龄级立木,但其种群有较强的自我更新机制,能不断补充更新 I、II 级立木,应加强保护和监测,避免过多的人为干扰,以便能够得到顺行演替和恢复。

致谢:海南大学杨小波教授提供霸王岭大果马蹄荷群落样地资料,华南农业大学苏志尧教授提供南岭大果马蹄荷群落样地资料;江西井冈山管理局张忠,中山大学生命科学学院 2013 级本科生康亚婷、刘湛、支胜尧,研究生许可旺、刘宇等参加了野外考察;特此一并致谢。本项目还得到了 2014—2015 年度高等学校本科教学质量和教学改革项目的资助。

参考文献 (References):

- [1] 张宏达. 中国金缕梅科植物订正. 中山大学学报: 自然科学版, 1973, (1): 54-71.
- [2] 倪健, 宋永昌. 中国亚热带常绿阔叶林优势种及常见种分布与气候的相关分析. 植物生态学报, 1997, 21(2): 115-129.
- [3] 王献溥, 李俊清, 李信贤. 广西酸性土地地区季节性雨林的分类研究. 植物研究, 2001, 21(4): 481-503.
- [4] 李建春. 广东省连南县板洞省级自然保护区常绿阔叶林主要群落特征. 广东林业科技, 2005, 21(1): 39-43.
- [5] 喻勋林, 薛生国. 湖南都庞岭自然保护区植物区系的研究. 中南林学院学报, 1999, 19(1): 29-34.
- [6] 伍铭凯, 杨汉远, 吴智涛. 雷公山姊妹岩大果马蹄荷群落初步研究. 贵州林业科技, 2007, 35(1): 15-19.
- [7] 吴强. 井冈山的东京白克木群落. 南昌大学学报: 理科版, 1986, 10(1): 57-62.

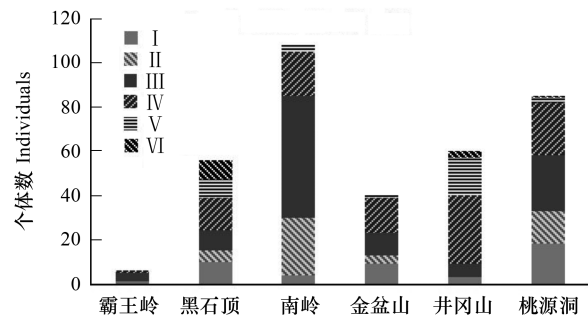


图 4 6 个样地中大果马蹄荷种群大小径级结构

Fig.4 Size structure of *Exbucklandia tonkinensis* population in six plots

- [8] 刘品辉. 东京白克木林的初步研究. 江西林业科技, 1987, 15(1): 9-10.
- [9] 刘仁林, 曾斌, 宋墩福, 曾东东. 井冈山天然大果马蹄荷种群的动态变化. 植物资源与环境学报, 2000, 9(1): 35-38.
- [10] 蒋忠信. 中国自然带分布的地带性规律. 地理科学, 1990, 10(2): 114-124.
- [11] 黄建辉, 高贤明, 马克平, 陈灵芝. 地带性森林群落物种多样性的比较研究. 生态学报, 1997, 17(6): 611-618.
- [12] 缪绅裕, 王厚麟, 陈桂珠, 陈健辉, 郭培国. 粤北六地森林群落的比较研究. 武汉植物学研究, 2009, 27(1): 62-69.
- [13] 陈玉凯, 杨琦, 莫燕妮, 杨小波, 李东海, 洪小江. 海南岛霸王岭国家重点保护植物的生态位研究. 植物生态学报, 2014, 38(6): 576-584.
- [14] 刘万德, 臧润国, 丁易. 海南岛霸王岭两种典型热带季雨林群落特征. 生态学报, 2009, 29(7): 3465-3476.
- [15] 叶岳, 姜玉霞, 黄巧珍, 袁培玉, 戴文婷, 李启宇, 黄伟波. 黑石顶自然保护区秋冬季节乔木林下土壤动物群落结构. 肇庆学院学报, 2013, 34(5): 37-42.
- [16] 刘洪杰. 黑石顶自然保护区的自然地理背景及土壤类型与分布. 华南师范大学学报: 自然科学版, 1999, (1): 87-91.
- [17] 周先叶, 李鸣光, 王伯荪. 广东黑石顶森林群落黄果厚壳桂 (*Cryptocarya concinna*) 幼苗的年龄结构和高度结构. 热带亚热带植物学报, 1997, 5(1): 39-44.
- [18] 谢正生, 古炎坤, 陈北光, 苏志尧. 南岭国家级自然保护区森林群落物种多样性分析. 华南农业大学学报, 1998, 19(3): 61-66.
- [19] 曹展波, 林洪, 罗坤水, 岳军伟, 林小凡, 杨桦. 江西金盆山林区米楮生长过程与幼林生长效应. 江西林业科技, 2014, 42(5): 7-9, 17-17.
- [20] 陈宝明, 林真光, 李贞, 廖文波, 周婷, 陈春泉, 彭少麟. 中国井冈山生态系统多样性. 生态学报, 2012, 32(20): 6326-6333.
- [21] 赵继锋, 张运明, 颜立红. 桃源洞自然保护区观赏植物多样性及其主要种类观赏效果评价. 湖南林业科技, 2010, 37(2): 12-15.
- [22] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟. 植物群落学实验手册. 广州: 广东高等教育出版社, 1996, 23-105.
- [23] 王兴华. 关于群落的相似系数. 杭州大学学报, 1987, 14(3): 259-264.
- [24] 孙儒泳, 李博, 诸葛阳, 尚玉昌. 普通生态学. 北京: 高等教育出版社, 1993, 136-139.
- [25] 刘智慧. 四川省缙云山栲树种群结构和动态的初步研究. 植物生态学与地植物学学报, 1990, 14(2): 120-128.
- [26] 刘艳红, 赵惠勋. 干扰与物种多样性维持理论研究进展. 北京林业大学学报, 2000, 22(4): 101-105.
- [27] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 1991, 13(S4): 1-139.
- [28] 李意德, 黄全. 对海南岛热带山地雨林植物群落取样面积问题的探讨. 热带林业科技, 1986, (3): 23-29.
- [29] 黄康有, 廖文波, 金建华, 郑卓. 海南岛吊罗山植物群落特征和物种多样性分析. 生态环境, 2007, 16(3): 900-905.
- [30] 彭少麟, 陈章和. 广东亚热带森林群落物种多样性. 生态科学, 1983, 2(2): 99-104.
- [31] 郭微, 景慧娟, 凡强, 廖文波, 黄子发. 江西井冈山穗花杉群落及其物种多样性研究. 黑龙江农业科学, 2013, (7): 71-76.
- [32] 廖成章, 洪伟, 吴承祯, 王新功, 程煜, 封磊. 福建中亚热带常绿阔叶林物种多样性的空间格局. 广西植物, 2003, 23(6): 517-522.
- [33] 余小平, 李新. 植物群落的相似系数分类法与模糊聚类分类的比较. 重庆师范学院学报: 自然科学版, 1991, 8(4): 81-87.
- [34] 冯建孟, 张钊, 南仁永. 云南地区种子植物区系过渡性地理分布格局的群落尺度分析. 生态环境学报, 2012, 21(1): 1-6.
- [35] 王斌, 杨校生. 4种典型地带性植被生物量与物种多样性比较. 福建林学院学报, 2009, 29(4): 345-350.
- [36] 贺金生, 陈伟烈. 陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征. 生态学报, 1997, 17(1): 91-99.
- [37] 景慧娟, 凡强, 王蕾, 廖文波, 陈春泉, 彭少麟. 江西井冈山地区沟谷季雨林及其超地带性特征. 生态学报, 2014, 34(21): 6265-6276.
- [38] 张宏达, 黄云晖, 缪汝槐, 叶创兴, 廖文波, 金建华. 种子植物系统学. 北京: 科学出版社, 2004, 81-86.