

黔南和黔中喀斯特天然林植物区系研究

张喜^{1,2}, 李克之^{1,2}, 连宾³, 魏鲁明⁴, 郑文志⁵

(1. 贵州省林业科学研究院, 贵阳 550011; 2. 贵州大学, 贵阳 550025; 3. 中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550005; 4. 贵州茂兰国家级自然保护区, 贵州 荔波 558400; 5. 贵州开阳县林业局, 贵州 开阳 561000)

摘要:采用路线调查和典型样地结合的方法, 比较了亚热带黔南荔波和黔中开阳不同生态区喀斯特天然林植物区系的异同。结果表明: 荔波喀斯特天然林植物区系有 146 科 408 属 827 种(变种), 开阳有 150 科 434 属 838 种(变种), 两地共有 118 科 227 属 200 种(变种)。科水平上的科与种所占比例呈左型偏态分布, 属水平上的属所占比例呈双曲线分布、种所占比例呈左型偏态分布, 这反映了两区生态环境和森林起源的异质性。两区植物属的地理成分变化呈左型偏态分布、共有属呈双曲线分布, 均是热带分布高于温带分布, 荔波的热带分布属比例较高、开阳的温带分布属较高, 这是两地纬度和海拔高度不同造成的水热条件差异所致。两区维管束植物的科和属的平均种数均小于贵州和中国植被, 单种科与属的比例较高, 这反映了喀斯特天然林植物区系的古老性和子遗性。

关键词:荔波; 开阳; 喀斯特天然林; 植物区系

中图分类号: Q948.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2009)02-0114-08

Studies on the Floristics of Karst Nature Forests between Southern and Central Areas in Guizhou Province, China

ZHANG Xi¹, LI Kei-zi^{1,2}, LIAN Bin³, WEI Lu-ming⁴, ZHENG Wen-zhi⁵

(1. *Guizhou Provincial Academy of Forestry*, Guiyang 550011, China; 2. *Guizhou University*, Guiyang 550025, China; 3. *Institute of Geochemistry, the Chinese Academy of Sciences*, Guiyang 550005, China; 4. *The Management Bureau of Maolan National Reserve*, Libo 558400, China; 5. *Kaiyang Forestry Bureau*, Kaiyang 561000, China)

Abstract: The floristic similarities and differences of karst nature forests between Libo and Kaiyang, in Guizhou Province at subtropical zone, China, were studied based on field investigation and typical plots. The results showed that there are 827 species belonging to 408 genera and 146 families in Libo, and 838 species belonging to 434 genera and 150 families in Kaiyang, with 200 common species belonging to 227 genera and 118 families. The families and species percentage at family level were left-normal distributions, and the genera percentage at genus level was hyperbola distribution but species percentage was left-normal distribution. The differences in composition of families, genera and species in both areas indicated their heterogeneity of ecological condition and forest origination. The areal-type at genera level showed a left-normal change, and common genera for a hyperbola change, which the number of Tropical genera was more than that of Temperate. Due to the difference in latitude and altitude, the number of Tropical genera in Libo and that of Temperate genera in Kaiyang were higher. The ratio of species to families and species to genera in different areas were lower than those in Guizhou Province and China. Percentage of mono-specie families and mono-specie genera expressed oppositely trend. All these showed the ancient and solitary of karst nature forest floras.

Key words: Libo; Kaiyang; Karst nature forest; Flora

以贵州为中心的中国西南喀斯特区是世界上 3 个喀斯特地貌集中分布区之一^[1], 碳酸岩类岩层

不仅纵向发育, 而且地表分布也较为集中, 占全省总面积的 73.6%, 90% 的县级地区有分布^[2]。苗岭

山脉自西向东横亘中部,地势由西部和中部向北、东、南部倾斜,海拔137~2 900 m,形成同一气候带内由海拔因素主导的不同生态类型^[3]。由于喀斯特地区母岩的可溶性和森林资源的退化,贵州境内石漠化面积占20.39%,其中强度和中度石漠化面积占7.49%,仍以900~933 km² a⁻¹递增^[4],生态环境恶化已成为制约喀斯特地区社会经济发展的主要因素。植被恢复是控制喀斯特地区水土流失和改善生态环境的有效途径^[5-8]。而植物区系是特定地区某一时期和类群所有植物种类之和,是植物在一定自然地理环境中长期发展与演化的结果,是自然地理环境的反映及环境变迁的依据^[9]。在喀斯特地区分析不同生态类型天然林植物区系组成和结构变化,可为其石漠化治理、生态恢复提供理论支持和物种选择依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

研究在中国森林生态系统定位研究网络(CFERN)的贵州喀斯特森林生态站开阳试验区(以鱼梁河流域为主)和荔波试验区(以茂兰国家级自然保护区为主)两个地点进行,它们分属中亚热带东部湿性常绿阔叶林和南亚热带半湿性季风常绿阔叶林地区^[2]。两地主要生境因素差异明显(表1)。

开阳试验区面积1 034 km²,在地质构造上属

扬子准地台上扬子台褶带黔中早古拱断褶束,主要走向为北北东—南南西。石灰岩和白云岩出露地层主要有震旦系、寒武系、二叠系等。南部多山、北部多峡谷,地势从西南向东北倾斜,属黔中苗岭山群。河流切割侵蚀形成的峡谷地貌比较突出、地表水系发达,喀斯特地貌比重较大。顶极森林植被为中亚热带地带性常绿阔叶林和喀斯特常绿落叶阔叶混交林。开阳鱼梁河流域峡谷地带和村寨附近的喀斯特天然林原生性较强、分布零散。

荔波试验区面积1 291 km²,在地质构造上处于江南古陆西南边缘褶皱带。石灰岩和白云岩出露地层主要有震旦系、寒武系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系等。山地和谷地由西向东相间排列,主要山脉和水系沿地质构造走向发育。河流水系发育程度受岩石性质控制明显,山地多为碳酸岩类,喀斯特地貌发育,地表水流小而短,谷深流急,多盲谷和伏流,地下水系较发育。顶极森林植被为南亚热带地带性常绿阔叶林和喀斯特常绿落叶阔叶混交林。荔波茂兰喀斯特天然林的原生性较强、分布集中。

1.2 研究方法

采用资料收集^[10-17]和实地调查相结合,查阅了贵州大学、贵州师范大学、贵州科学院和贵州省林业科学研究所的标本,采集的标本存放于贵州省林

表1 不同试验区的主要生境因素

Table 1 Main ecological factors in different karst nature forest

	试验区 Experimental area	
	开阳 Kaiyang ^[10]	荔波 Libo ^[11]
所在流域 Watershed	乌江之鱼梁河流域 Yulianghe, Wujiang	珠江之红水河流域 Hongshuihe, Pearl River
地理位置 Location	E106°45' ~ 107°17', N26°48' ~ 27°22'	E107°37' ~ 108°18', N25°07' ~ 25°39'
海拔 Altitude (m)	602 ~ 1610	300 ~ 1468
地貌 Landform	山地占92.7%、丘陵占4.9%、盆地占2.4%。喀斯特地貌占81.48%。	山地占71.6%、丘陵占18.2%、盆地占10.2%。喀斯特地貌占74.91%。
森林土壤 Forest soil	黑色石灰土, 黄色石灰土, 黄壤, 山地黄棕壤, 紫色土等。	黑色石灰土, 红色石灰土, 黄色石灰土, 黄壤, 红壤, 紫色土等。
年平均温度 Annual mean temperature (°C)	12.8	18.3
年均降雨量 Annual mean precipitation (mm)	1258.7	1320.5
年均日照时数 Annual mean sunshine (h)	1085.0	1272.8
≥10°C年积温 ≥10°C Annual accumulated temperature	3700 ~ 4900	4200 ~ 6100

业科学研究院。在研究区内依据交通路线状况设置线路调查植物种类,在试验区林班勾绘基础上分类型设置典型森林样地调查植物组成,其中荔波样地面积 24 000 m²、开阳样地面积 22 000 m²,共采集或查阅标本 9 000 余号。蕨类植物按秦仁昌系统、裸子植物按郑万钧系统、被子植物按哈钦松系统整理。

相似性指数计算公式^[9]:相似性指数 = $\frac{\text{两地共有数}}{\text{某地物种数}} \times 100\%$,不包括世界分布属数。

2 结果分析

2.1 物种组成

荔波喀斯特天然林植物有 146 科 408 属 827 种(变种),其中蕨类植物 11 科 20 属 31 种,占全国科、属、种总数的 17.46%、8.93%、1.41%;裸子植物 5 科 10 属 14 种,占全国总数的 50.00%、35.71%、21.88%;被子植物 130 科 378 属 782 种,占全国总数的 70.27%、27.45%、15.98%。开阳试验区喀斯特天然林植物有 150 科 434 属 838 种(变种),其中蕨类植物 23 科 43 属 69 种,占全国总数的 36.51%、19.20%、3.14%;裸子植物 6 科 9 属 12 种,占全国总数的 60.00%、32.14%、18.75%;被子植物 121 科 382 属 785 种,占全国总数的 65.41%、27.74%、16.04%(表 2)。

开阳蕨类植物较丰富、荔波种子植物较丰富,这与前者的峡谷地貌和次生林比重较大有关。两地共有 118 科 227 属 200 种植物,相似性指数科 >

属 > 种。

2.2 区系地理成分

根据植物区系的划分方法^[18],将荔波喀斯特天然林植物区系 408 属、开阳的 434 属划分为 14 种类型(表 3)。除中亚分布外、其它地理成分均有,但两地的地理成分分布格局有较大差异。荔波和开阳植物地理成分的属量关系均呈左型偏态分布,前者在 20~30 属的地理成分数量较多、后者在 10~20 属的地理成分数量较多。共有属的地理成分属量呈双曲线分布,属数量较少的地理成分较多。

地理成分中,荔波相似性指数 <30% 的有热带亚洲至热带大洋洲分布 1 个类型,占 7.14%。荔波在 30%~60% 的有 8 个类型,占 57.14%,开阳有 9 个,占 64.29%,两地共有的有 6 个类型。相似性指数 >60% 的在两地各有 5 个类型,占 35.71%,共有 3 个类型。两区地理成分的属量值和相似性指数间呈负相关,其中开阳的达显著水平($R = -0.5375^*$, $R_{0.05} = 0.5324$),荔波的不显著($R = -0.2365$)。

按世界分布、热带分布、温带分布、地中海区和西亚至中亚分布、中国特有分布 5 个类型划分,荔波各类型属的比例分别为 7.11%、58.58%、31.37%、0.49% 和 2.45%,开阳的分别为 10.60%、45.39%、41.24%、0.23% 和 2.53%,共有属各类型比例分别为 10.57%、49.34%、37.44%、0.44% 和 2.20%。可见,热带属大于温带属,荔波的热带属比例较高,开阳的温带属比例较高。这与两地虽同属亚热带气候、但经纬度和海拔高度不同有关。

表 2 试验区喀斯特天然林植物的组成和相似性指数

Table 2 Composition and similarity index of plants in karst natural forest

		荔波	开阳	共有	相似性指数 Similarity index	
		Libo	Kaiyang	Common	荔波 Libo	开阳 Kaiyang
蕨类植物 Pteridophyte	科 Families	11	23	11	100.00	47.83
	属 Genera	20	43	15	75.00	34.88
	种 Species	31	65	11	35.48	16.92
裸子植物 Gymnosperm	科 Families	5	6	4	80.00	66.67
	属 Genera	10	9	3	30.00	33.33
	种 Species	14	12	3	21.43	25.00
被子植物 Angiosperm	科 Families	130	121	103	79.23	85.12
	属 Genera	378	382	209	55.29	54.71
	种 Species	782	761	186	23.79	24.44
合计 Total	科 Families	146	150	118	80.82	78.67
	属 Genera	408	434	227	55.64	52.30
	种 Species	827	838	200	24.18	23.87

表 3 喀斯特天然林植物属的分布区类型

Table 3 The areal types of genera in karst nature forest

分布区类型 Areal-type	共有属数 Common genera	开阳 Kaiyang		荔波 Libo	
		属数 Genera	相似性指数 Similarity index	属数 Genera	相似性指数 Similarity index
1. 世界分布 Cosmopolitan	24	29	82.76	46	52.17
2. 泛热带分布 Pantropic	43	72	59.72	74	58.11
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Tropical Asia-Tropical America disjunct	9	15	60.00	11	81.82
4. 旧大陆热带分布 Old World Tropics	17	32	53.13	26	65.38
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia to Tropical Australia	6	26	23.08	12	50.00
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	11	22	50.00	20	55.00
7. 热带亚洲分布 Tropical Asia	26	72	36.11	54	48.15
8. 北温带分布 North Temperate	32	45	71.11	76	42.11
9. 东亚和北美间断分布 East Asia-North America disjunct	21	27	77.78	30	70.00
10. 旧大陆温带分布 Old World Temperate	6	11	54.55	16	37.50
11. 温带亚洲分布 Temperate Asia	1	1	100.00	1	100.00
12. 地中海区和西亚至中亚分布 Mediterranean, Western Asia to Center Asia	1	2	50.00	1	100.00
14. 东亚分布 East Asia	25	44	56.82	56	44.64
15. 中国特有分布 Endemic to China	5	10	50.00	11	45.45

世界分布 荔波有 29 属、开阳有 46 属。共有 24 属,它们多数是中生草本、灌木及蕨类植物,有铁角蕨属(*Asplenium*)、耳蕨属(*Polystichum*)、蕨属(*Pteridium*)、苔草属(*Carex*)、莎草属(*Cyperus*)、老鹳草属(*Geranium*)、排草属(*Lysimacha*)、酢浆草属(*Oxalis*)、金丝桃属(*Hypericum*)、鼠李属(*Rhamnus*)、悬钩子属(*Rubus*)、槐属(*Sophora*)等。

热带分布 荔波有 239 属、开阳有 197 属。共有 112 属,其中泛热带分布有 43 属,榕属(*Ficus*)、冬青属(*Ilex*)、柿树属(*Diospyros*)、花椒属(*Zanthoxylum*)等为优势属,还有秋海棠属(*Begonia*)、云实属(*Caesalpinia*)、朴树属(*Celtis*)、木防己属(*Cocculus*)、巴豆属(*Croton*)、黄檀属(*Dalbergia*)、杜英属(*Elaeocarpus*)、卫矛属(*Euonymus*)、大戟属(*Euphorbia*)、红豆树属(*Ormosia*)、山矾属(*Symplocos*)等;热带亚洲分布有 26 属,如来江藤属(*Brandisia*)、构树属(*Broussonetia*)、茶属(*Camellia*)、寒竹属(*Chimonobambusa*)、柑桔属(*Citrus*)、青冈栎属(*Cyclobalanopsis*)、黄杞属(*Engelhardtia*)、南五味子属(*Kadsura*)、润楠属(*Machilus*)、含笑属(*Michelia*)、木荷属(*Schima*)等;旧大陆热带分布有 17 属,包括八角枫属(*Alangium*)、合欢属(*Albizia*)、天门冬属(*Asparagus*)、乌荛莓属(*Cayratia*)、黄皮属(*Clausen*)、厚壳树属(*Ehretia*)、桑寄生属(*Loranthus*)、杜茎山属(*Maesa*)、野桐属(*Mallotus*)、玉叶金花属(*Mussaenda*)、海桐花属(*Pittosporum*)等;热带亚洲至

热带非洲分布有 11 属,包括鹰爪属(*Artabotrys*)、水麻属(*Debregeasia*)、常春藤属(*Hedera*)、铁仔属(*Myrsine*)、杠柳属(*Periploca*)、飞龙掌血属(*Toddalia*)等;东亚及热带南美间断分布有 9 属,包括柃木属(*Eurya*)、木姜子属(*Litsea*)、泡花树属(*Meliosma*)、楠木属(*Phoebe*)、雀梅藤属(*Sageretia*)、猴欢喜属(*Sloanea*)等;热带亚洲至热带大洋州分布有 6 属,包括樟属(*Cinnamomum*)、芭蕉属(*Musa*)、香椿属(*Toona*)等。

温带分布 荔波有 130 属、开阳有 180 属。共有 86 属,其中北温带分布有 32 属,包括槭树属(*Acer*)、桦木属(*Betula*)、鹅耳枥属(*Carpinus*)、马桑属(*Coriaria*)、榛属(*Corylus*)、胡颓子属(*Elaeagnus*)、白腊树属(*Fraxinus*)、鸢尾属(*Iris*)、忍冬属(*Lonicera*)、桑属(*Morus*)、杨梅属(*Myrica*)、松属(*Pinus*)、黄精属(*Polygonatum*)、杨属(*Populus*)、夏枯草属(*Prunella*)、栎属(*Quercus*)、盐肤木属(*Rhus*)、蔷薇属(*Rosa*)、柳属(*Salix*)、绣线菊属(*Spiraea*)、红豆杉属(*Taxus*)、榆树属(*Ulmus*)、荚蒾属(*Viburnum*)、葡萄属(*Vitis*)等;东亚分布有 25 属,包括五加属(*Acanthopanax*)、猕猴桃属(*Actinidia*)、木通属(*Akebia*)、桃叶珊瑚属(*Aucuba*)、蜘蛛抱蛋属(*Aspidistra*)、三尖杉属(*Cephalotaxus*)、南酸枣属(*Choerospodias*)、四照花属(*Dendrobenthamia*)、枇杷属(*Eriobotrya*)、青荚叶属(*Helwingia*)、拐枣属(*Hovenia*)、栲树属(*Koelreuteria*)、南天竹属(*Nandina*)、化香属(*Platycarpus*)、六月雪属

(*Serissa*)、旌节花属 (*Stachyurus*)、棕榈属 (*Trachycarpus*)等;东亚和北美间断分布 21 属,包括六道木属 (*Abelia*)、蛇葡萄属 (*Ampelopsis*)、钩儿茶属 (*Berchemia*)、栲树属 (*Castanopsis*)、梓树属 (*Catalpa*)、山蚂蝗属 (*Desmodium*)、皂荚属 (*Gleditsia*)、绣球属 (*Hydrangea*)等;旧大陆温带分布有 6 属,分别为瑞香属 (*Daphne*)、淫羊藿属 (*Epmidium*)、橐吾属 (*Ligularia*)、女贞属 (*Ligustrum*)、火棘属 (*Pyracantha*)、榉树属 (*Zelkova*);温带亚洲分布只有贯众属 (*Cyrtomium*)。

地中海和西亚至中亚分布 只有黄连木属 (*Pistacia*)。

中国特有分布 荔波有 10 属,包括穗花杉属 (*Amentotaxus*)、斜萼草属 (*Loxocalyx*)、青檀属 (*Pteroceltis*)、黔苣苔属 (*Tengia*)、四药门花属 (*Tetrathyrium*)等;开阳有 11 属,如杉木属 (*Cunninghamia*)、银杏属 (*Ginkgo*)、腊梅属 (*Chimonanthus*)、裸蒴属 (*Gymnotheca*)、石山苣苔属 (*Petrocodon*)、石笔木属 (*Tutcheria*)等;两地共有 5 属,包括柳叶蕨属 (*Cyrtogonellum*)、香果树属 (*Emmenopterys*)、杜仲属 (*Eucommia*)、伞花木属 (*Euryocrymbus*)、掌叶木属 (*Handeliidendron*)。

2.3 物种的共有性和差异性

科、属的大小是不同试验区植物种类丰富程度^[18]的反映,而科与属的分布结构除反映了植物对当地生态环境的适应性外,还表现了这些科、属在植物区系上的繁荣和生态上的活力,对不同试验区喀斯特天然林植物区系结构的研究具有重要的指示作用。

2.3.1 科组成结构的共有性和差异性

不同试验区喀斯特天然林植物的科组成结构中(表 4),科所占比例的变化相似,呈左型偏态分布,种所占的比例也呈左型偏态分布。

中国维管束植物科的平均种数为 76.74^[19]、贵州省为 22.37^[20],荔波为 5.66、开阳为 5.59,这反映

了喀斯特天然林植物区系的古老和子遗性、非喀斯特天然林植物区系的相对年轻性。荔波和开阳共有的单种科有 10 科,包括碗蕨科 (*Dnnstaedtiaceae*)、中国蕨科 (*Sinopteridaceae*)、马桑科 (*Coriariaceae*)、八角枫科 (*Alangiaceae*)、杜仲科 (*Eucommiaceae*)、野牡丹科 (*Melastomataceae*)、车前科 (*Plantaginaceae*)、酢浆草科 (*Oxalidaceae*)、凤仙花科 (*Balsaminaceae*)、芭蕉科 (*Musaceae*)。荔波还有八角科 (*Illiciaceae*)、莲叶桐科 (*Hernandraceae*)、绣球科 (*Hydrangeaceae*)、鞘柄木科 (*Toricelliaceae*)、紫树科 (*Nyssaceae*)、交让木科 (*Daphniphyllaceae*)、水冬哥科 (*Saurauiaceae*)等;开阳还有石杉科 (*Huperziaceae*)、紫萁科 (*Osmundaceae*)、海金沙科 (*Lygodiaceae*)、里白科 (*Gleichniaceae*)、鳞始蕨科 (*Lindsaeaceae*)、骨碎补科 (*Davalliaceae*)、裸子蕨科 (*Hemionitidaceae*)、槲蕨科 (*Drynariaceae*)、银杏科 (*Ginkgoaceae*)、大麻科 (*Cannabinaceae*)等。裸子植物单种科的出现,更加证实了喀斯特天然林植物区系的古老性和子遗性,如百日青 (*Podocarpus neriifolius*)、三尖杉 (*Cephalotaxus fortunei*)、穗花杉 (*Amentotaxus argataenia*)等。

在前 20 优势科中,13 科为两地共有(表 5)。开阳还有豆科 (*Leguminosae*)、百合科 (*Liliaceae*)、菊科 (*Compositae*)、毛茛科 (*Ranunculaceae*)、虎耳草科、鳞毛蕨科 (*Dryopteridaceae*)、五加科 (*Araliaceae*);荔波还有茜草科 (*Rubiaceae*)、唇形科 (*Labiatae*)、蝶形花科 (*Papilionaceae*)、卫矛科 (*Celastraceae*)、兰科 (*Orchidaceae*)、木犀科 (*Oleaceae*)、紫金牛科 (*Myrsinaceae*),这些科在开阳和荔波分别有 397 种和 424 种,分别占总种数的 48.00% 和 48.96%。

2.3.2 属组成结构的共有性和差异性

不同试验区喀斯特天然林植物属的组成结构中(表 6),属所占比例的变化相似,呈双曲线分布,所含种的比例分布呈左型偏态分布。开阳的单种属和 >9 种的属的种所占比例较高,荔波含 2~9 种的属的种所占比例较高。

表 4 喀斯特天然林植物科的组成结构

Table 4 The composition of family in karst nature forest

科所含种数 Species number in family	荔波 Libo			开阳 Kaiyang		
	科数 Number of families	%	种数百分率 % of species	科数 Number of families	%	种数百分率 % of species
1	48	31.50	5.80	42	28.00	4.85
2~10	79	54.10	44.93	83	55.30	39.84
11~20	16	11.00	29.71	16	10.70	24.94
>20	5	3.40	19.57	9	6.00	30.37

表 5 喀斯特天然林前 20 优势科中的共有科

Table 5 The common families in 20 dominant families in karst nature forest

科 Family	荔波 Libo		开阳 Kaiyang	
	属 Genera	种 Species	属 Genera	种 Species
蔷薇科 Rosaceae	10	42	13	49
樟科 Lauraceae	9	43	7	32
禾本科 Gramineae	14	20	20	27
忍冬科 Caprifoliaceae	3	18	4	23
鼠李科 Rhamnaceae	7	26	4	20
壳斗科 Fagaceae	4	19	6	17
芸香科 Rutaceae	8	21	6	13
大戟科 Euphorbiaceae	10	15	10	16
马鞭草科 Verbenaceae	6	15	5	12
桑科 Moraceae	5	13	3	21
葡萄科 Vitaceae	5	13	5	13
荨麻科 Urticaceae	7	12	8	14
山茶科 Thecae	5	12	5	22

中国维管束植物属的平均种数为 8.53^[19]、贵州省^[20]为 3.63,荔波为 1.06、开阳为 1.10,两区属的平均种数值较低,具有岛屿型植物区系特点^[21]。共有单种属 52 属,主要包括巢蕨属(*Neottopteris*)、荚囊蕨属(*Struthiopteris*)、柳叶蕨属、肋毛蕨属(*Ctenitis*)、盾蕨属(*Neolepisorus*)、木兰属、马桑属、云实属、皂荚属、红豆树属、青菜叶属、八角枫属、常春藤属、桦木属、榛属、山黄麻属(*Trema*)等;荔波还有 155 属,如油杉属(*Keteleeria*)、黄杉属(*Pseudotsuga*)、铁杉属(*Tsuga*)、翠柏属(*Calocedrus*)、福建柏属(*Fokienia*)、鹅掌楸属(*Liriodendron*)、八角属(*Illicium*)、野独活属(*Milium*)、紫玉盘属(*Uvaria*)、厚壳桂属(*Cryptocarya*)、任木属(*Zenia*)、金合欢属(*Acacia*)、围涎树属(*Pithecellobium*)、鞘柄木属(*Toricellia*)、紫树属(*Nyssa*)等;开阳还有 182 属,如石杉属(*Huperzia*)、问荆属(*Equisetum*)、紫萁属(*Osmunda*)、海金沙属(*Lygodium*)、肾蕨属(*Nephrolepis*)、银杏属、柳杉属(*Cryptomeria*)等。

含 5 种以上的属,开阳有 25 属、荔波有 23 属。两地共有属有 13 属(表 7),开阳还有菝葜属

(*Smilax*)、柃属(*Eurya*)、山茶属(*Camellia*)、忍冬属、凤尾蕨属(*Pteris*)、铁线莲属(*Clematis*)等,其种数占 47.88%;荔波还有润楠属、卫矛属、木姜子属、石楠属、泡花树属、苔草属、等,其种数占 77.78%。

2.4 钙生性和区系交错性

两试验区喀斯特天然林植物区系对钙的需求性差异可分为特有、泛特有、准特有和适应性 4 类^[21,22],特有性植物属包括掌叶木属、青檀属、化香属、华钙芹属(*Sinicula*)等,泛特有性植物属主要包括柄翅果属(*Burretiodendron*)、喙核桃属(*Annamocarya*)、南天竹属等,准特有性植物属主要包括四药门花属、恋岩花属(*Echinacanthus*)、黄连木属、半蒴苣苔属等,适应性植物属主要包括榆属(*Ulmus*)、朴属(*Celtis*)、榉树属、鹅耳枥属等。荔波主要特有性植物有石山木莲(*Manglietia calcarea*)、狭叶含笑(*Michelia angustifolia*)、青檀(*Pteroceltis tatarinowii*)、短柄山桂花(*Bernnettiodendron brevipes*)、黔竹(*Dendrocalamus tsingii*)等,开阳主要特有性植物有香果树(*Emmenopterys henryi*)、伞花木(*Euryocrymbus cavaleriei*)、石山花椒(*Zanthoxylum calcicolum*)、石生鼠李(*Rhamnus calciolus*)、掌叶木(*Handeliodendron bodimieri*)等。

荔波处于云南高原地区(I F16)和北部湾地区(II G21)交错带,开阳处于云南高原地区(I F16)、华中地区(I E13)和滇黔桂地区(I E15)的交错带,二者既具有喀斯特植物区系特点,也具有中国植物区系相应区、亚区和地区的成分,具有明显的区系交错性。如短叶黄杉(*Pseudotsuga brevifolia*)分布于广西西部,在荔波发现新分布,多花鹰爪(*Artabotry multiflorus*)分布于泰国,在荔波为大型藤本。

3 讨论

相对于非喀斯特天然林、喀斯特天然林植物区系形成于酸性土包围的钙质土岛屿中,两类植物区

表 6 喀斯特天然林植物属的组成结构

Table 6 The composition of genera in karst nature forest

属所含种数 Species number in genera	荔波 Libo			开阳 Kaiyang		
	科数 Number of families	%	种数百分率 % of species	科数 Number of families	%	种数百分率 % of species
1	241	59.07	29.14	270	62.21	31.18
2~5	144	35.29	48.85	139	32.03	43.76
6~9	17	4.17	14.03	17	3.92	13.16
>9	6	1.47	3.98	8	1.84	11.89

表 7 喀斯特天然林含 5 种以上的共有属

Table 7 The common genera with above 5 species of karst nature forest

属 Genera	科 Families	种数 Number of species	
		荔波 Libo	开阳 Kaiyang
鼠李属 <i>Rhamnus</i>	鼠李科 Rhamnaceae	14	10
荚蒾属 <i>Viburnum</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	11	12
悬钩子属 <i>Rubus</i>	蔷薇科 Rosaceae	10	15
槭属 <i>Acer</i>	槭树科 Aceraceae	10	11
榕属 <i>Ficus</i>	桑科 Moraceae	8	17
海桐花属 <i>Pittosporum</i>	海桐花科 Pittosporaceae	8	6
冬青属 <i>Ilex</i>	冬青科 Aquifoliaceae	8	9
柿树属 <i>Diospyrus</i>	柿树科 Ebenaceae	7	6
花椒属 <i>Zanthoxylum</i>	芸香科 Rutaceae	7	6
樟属 <i>Cinnamomum</i>	樟科 Lauraceae	6	6
山胡椒属 <i>Lindera</i>	樟科 Lauraceae	6	13
猕猴桃属 <i>Actinidia</i>	猕猴桃科 Actinidiaceae	6	7
樱属 <i>Prunus</i>	蔷薇科 Rosaceae	7	7

系在界面上不断地进行物种交流,在物种组成上形成特有、泛特有、准特有和适应性 4 类。不同生态区植物区系中科、属与种间分异规律性有必要进一步分析,以丰富气候和岩组因素对植物区系的影响理论,进一步为喀斯特地区的退化植被恢复提供区系理论支撑。

喀斯特地区的石漠化治理和退化植被恢复是生态研究的热点问题,依据植物区系理论界定现有不同岩组天然林植物区系中的地理成分和组成是基于其不同岩组生境中的分布,而物种水平上的钙生性需从年龄段、生理生化方面系统分析,有必要深入开展此方面的研究。分析植物区系中不同物种的特性和用途,可进一步丰富喀斯特地区的造林物种库,提供乔、灌、草多物种选择和配置模式。进一步分析植物区系中濒危物种组成和结构,可为其迁地保护提供理论依据。

致谢 参加野外调查工作的还有贵州省林业科学研究所的崔迎春、刘延惠,开阳县林业局的杨小兰等同志,植物存疑标本由杨成华研究员协助鉴定,谨此致谢。

参考文献

[1] Ouyang Z Y(欧阳自远). Exploiting and escaping poverty and integrated management in karst fragile area in south-western China [J]. World Sci-techn Res Dev(世界科技研究与开发), 1998, 20 (2): 53-56.(in Chinese)

[2] Zhou Z X(周政贤). Forest in Guizhou Province [M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press, 1992: 1-66.(in Chinese)

[3] Zhang X(张喜). Effects on slope cropland site and site classification

of Guizhou upland [J]. J Nanjing For Univ(南京林业大学学报), 2003, 27(6): 98-102.(in Chinese)

- [4] Xiong K L(熊康宁), Li P(黎平), Zhou Z F(周忠发), et al. Typical Research of Remote-GIS on Karst Rockfication [M]. Beijing: Geological Press, 2002: 1-44.(in Chinese)
- [5] Zhang X(张喜), Xue J H(薛建辉), Haibara K(生原喜久雄), et al. Nutrient dynamics and hydrology of karst forests in mountainous area of central Guizhou Province, China [J]. J Plant Ecol(植物生态学报), 2007, 31(5): 757-768.(in Chinese)
- [6] Zhang X(张喜), Xue J H(薛建辉), Xu X T(许效天), et al. Forest surface runoff and its influence factors in karst mountainous area in Center of Guizhou Province, China [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2007, 15(6): 527-537.(in Chinese)
- [7] Yu X X(余新晓), Zhang Z Q(张志强), Cheng L H(陈丽华), et al. Forest Ecological Hydrology [M]. Beijing: China Forestry Press, 2004: 1-11.(in Chinese)
- [8] Liu S R(刘世荣), Wen Y G(温远光), Wang B(王兵), et al. Ecohydrological Functions of Forest Ecosystems in China [M]. Beijing: China Forestry Press, 1996: 149-270.(in Chinese)
- [9] 王荷生. 植物区系地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1992: 1-9.
- [10] Editorial Group of Kaiyang Synthetical Agricultural Division(开阳县综合农业区划编写组). Synthetical Agricultural Division of Kaiyang County [M]. Guiyang: Guizhou People Press, 1989: 4-70.(in Chinese)
- [11] Editorial Group of Libo Synthetical Agricultural Division(荔波县综合农业区划编写组). Synthetical Agricultural Division of Libo County [M]. Guiyang: Guizhou People Press, 1989: 6-108.(in Chinese)
- [12] Zhou Z X(周政贤). Scientific Survey of the Maolan Karst Forest [M]. Guiyang: Guizhou People Press, 1987: 148-205.(in Chinese)
- [13] Zhu S Q(朱守谦). Ecological Research on Karst Forest I [M].

- Guiyang: Guizhou Science & Technology Press, 1993: 107–162. (in Chinese)
- [14] Zhu S Q(朱守谦). Ecological Research on Karst Forest II [M]. Guiyang: Guizhou Science & Technology Press, 1993: 167–183. (in Chinese)
- [15] Yang W B(杨文斌). Plant resources of Nanjiang valley ecological garden [J]. J Guizhou Norm Univ (Nat Sci)(贵州师范大学学报), 2001, 19(1): 36–39.(in Chinese)
- [16] Rong L(容丽). A preliminary survey of the traditional Chinese herbal drugs in the Nanjiang gorge park of Kaiyang [J]. J Guizhou Norm Univ (Nat Sci)(贵州师范大学学报), 2000, 18(3): 40–47.(in Chinese)
- [17] Yu T H(余天虹). Plant flora of Nanjiang valley park [J]. J Guizhou Norm Univ (Nat Sci)(贵州师范大学学报), 2001, 19(2): 23–27.(in Chinese)
- [18] Liu S R(刘世荣), Jiang Y X(蒋有绪), Shi Z M(史作民), et al. A Study on the Biological Diversity in Warm Temperature Forest in China [M]. Beijing: China Science and Technology Press, 1998: 45–58.(in Chinese)
- [19] Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita(中国科学院中国植物志编辑委员会). Flora Reipublicae Popularis Sinicae Tomus 1 [M]. Beijing: Science Press, 2004: 78–573.(in Chinese)
- [20] Huang W L(黄威廉), Tu Y L(屠玉麟), Yang L(杨龙). Vegetation in Guizhou Province [M]. Guiyang: Guizhou People Press, 1988: 33–56.(in Chinese)
- [21] Xu Z R(许兆然). Studies of the limestone forest in China [J]. Guihaia(广西植物), 1993(Addit. 4): 5–258.(in Chinese)
- [22] Zhu H, Wang H, Li B, et al. Biogeography and Floristic Affinities of the Limestone Flora in Southern Yunnan, China [J]. Ann Miss Bot Gard, 2003, 90(3): 444–465.