

海南鹦歌岭轮叶三棱栎 (*Trigonobalanus verticillata*) 群落特征与保护对策

林家怡¹ 吴世捷² 庄雪影^{1,*} 莫罗坚¹ 王春东³ 苏文拔³ 陈庆³ 陈伟³

(1. 华南农业大学林学院 广州 510642 2. 香港嘉道理农场暨植物园 香港新界大埔 3. 海南省野生动植物自然保护中心 海口 570203)

摘要 应用样方调查法,研究了我国分布新记录种——轮叶三棱栎 (*Trigonobalanus verticillata*) 种群结构及其所处森林群落特点。结果表明,轮叶三棱栎仅分布于海南鹦歌岭海拔 1100 ~ 1400 m 近山脊处的热带山地雨林及热带山地常绿阔叶林群落中,与陆均松 (*Dacrydium pectinatum*)、海南阿丁枫 (*Altingia obovata*) 等树种伴生。在 2 个面积为 1500 m² 的调查样方中共记录了 90 种乔灌木树种,均匀度和 Shannon-Wiener 指数分别为 0.81、0.86 和 3.20、3.27。轮叶三棱栎的重要值在群落中排在第 9 ~ 10 位,种群结构分析结果显示该种群数量小且无 I 龄级和 III 龄级,属不稳定种群,轮叶三棱栎生态位宽度为 1.69,在群落中仅排第 19 位,与陆均松和鸡毛松 (*Dacrycarpus imbricatus*) 的生态位重叠值分别为 0.59 和 0.68,但与群落优势种的生态位重叠值多小于 0.3。鹦歌岭在海拔 1000 m 以上具有较大面积的台地和人为破坏较少可能是该种群得以幸存的重要因素,加强就地保护,开展该种植物的生物学特性研究,并建立国家级保护区,将海南中部山区各保护区有机地联合在一起为保护良策。

关键词 轮叶三棱栎 种群 物种多样性 生态位宽度 生态位重叠 年龄结构

文章编号: 1000-0933 (2007) 06-2230-09 中图分类号: Q143 Q16 Q948.1 文献标识码: A

Community characteristics and conservation of *Trigonobalanus verticillata* (Fagaceae) on Yinggeling, Hainan Island

LIN Jia-Yi¹, NG Chai-Chit², ZHUANG Xue-Ying^{1,*}, MO Luo-Jian¹, WANG Chun-Dong³, SU Wen-Ba³, CHEN Qing³, CHEN Wei³

¹ College of Forestry, South China Agric. Univ. Guangzhou 510642 China

² Kadoorie Farm & Botanic Garden, Taipo, N. T., Hong Kong

³ Hainan Nature Reserve Centre, Haikou 570003 China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (6) 2230 ~ 2238.

Abstract: The genus *Trigonobalanus* belongs to a primitive branch of Fagaceae, the trigonobalanoids. Fossil evidence suggests that the trigonobalanoids originated as early as the Paleocene to Eocene, and spread across the Eastern and Western hemispheres, which makes them attractive for biogeographical and phylogenetic studies. *Trigonobalanus verticillata* was previously only known from tropical Southeast Asia (Sulawesi, Borneo, and Peninsular Malaysia) until we found *T. verticillata* on Mt. Yinggeling, Hainan Province, a large tropical island of China, during a floral survey in December 2005. We studied the *T. verticillata* population by plot survey and analyzed age structure, biodiversity of the forest community with *T. verticillata*, importance rank of tree species, niche breadth, and niche overlap with *T. verticillata*. The

基金项目: 香港嘉道理农场暨植物园生物多样性奖学金资助项目

收稿日期: 2006-05-12; 修订日期: 2006-12-15

作者简介: 林家怡 (1964 ~) 男, 海南屯昌人, 博士生, 主要从事森林生态学研究. E-mail: greatpalms@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xyzhuang@scau.edu.cn

致谢: 美国罗德岛自然保护研究所 Dr. James Lazell 和卢文华博士润色英文摘要, 在此谨致谢忱

Foundation item: The project was financially supported by Kadoorie Farm & Botanic Garden Biodiversity Studentship

Received date 2006-05-12; **Accepted date** 2006-12-15

Biography LIN Jia-Yi, Ph. D. candidate, mainly engaged in forest ecology. E-mail: greatpalms@126.com

population of *T. verticillata* was found in the upland areas of Yinggeling between 1100 m and 1400 m, where the communities were dominated by *Dacrydium pectinatum*, *Altingia obovata*, *Castanopsis carlesii*, etc. In two plots of 1500 m², a total of 90 tree and shrub species with diameter at the breast height (D_{dbh}) greater than 2 cm were recorded, belonging to 47 genera in 29 families. The evenness and Shannon-Weaver diversity indices of the forest community were 0.81–0.85 and 3.20–3.37, respectively. *T. verticillata* was the 9th or 10th most important canopy species in the community. The population of *T. verticillata* was low in density and unstable with only a few individuals of young seedlings and saplings with $D_{\text{dbh}} < 2.5$ cm. Its niche breadth was 1.65, ranked 19th in the community. Its niche overlap with other dominant species was usually lower than 0.3. Large areas of upland and relatively undisturbed forest habitats probably account for the existence of *T. verticillata* population. We suggest preserving the existing community by establishing the Yinggeling Nature Reserve as soon as possible because of low population density, unstable age structure, low niche breadth, low niche overlap, and importance as a canopy species.

Key Words *Trigonobalanus verticillata*; population; species diversity; niche breadth; niche overlap; age structure

2005年12月,在海南鹦歌岭首次发现了轮叶三棱栎 (*Trigonobalanus verticillata* Forman) (Ng Sai-chit & Lin Jia-yi, submitted)。三棱栎属为壳斗科栎亚科 (Quercoideae) 中较原始的类群,有古老的地史,是研究壳斗科植物系统演化及大陆漂移和环境变迁的重要材料^[1~4]。该种在海南的发现对壳斗科的系统学和区系学研究,以及海南植物区系和植物群落的研究都有着重要的意义。

有关海南岛热带雨林群落研究主要集中于尖峰岭^[5,6]、霸王岭^[7,8]、五指山^[9,10]和吊罗山^[11,12]四大林区,王伯荪^[13,14]、胡玉佳^[15]等学者对海南岛区域性热带雨林也作了深入的探讨,而作为海南中部山区中心枢纽的鹦歌岭山地雨林群落则未见研究,有关三棱栎属在海南的分布也未见报道。生态位是森林生态学理论探讨^[16,19]与调查应用^[20,23]较活跃的领域,其研究中的一个重要内容是对生态位宽度 (niche breadth) 和生态位重叠 (niche overlap) 的定量计测,后者多用于种间竞争的研究。本文以样方调查为基础,详细描述和分析了轮叶三棱栎种群及其所处群落的组成结构,并从生态位宽度和生态位重叠角度分析其竞争状况,以为该种植物的保护与研究提供依据。

1 自然概况

鹦歌岭自然保护区位于海南岛中南部山区 (18°50′~19°12′N, 109°15′~109°50′E), 横跨琼中县、五指山市、乐东县、昌江县和儋州市 5 个县市,面积约 50000 hm²,具热带季风气候,日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温 8500~9300 $^{\circ}\text{C}$,平均气温 24.3 $^{\circ}\text{C}$ 。最冷月 (1 月份) 平均气温为 16.2~20.8 $^{\circ}\text{C}$ 。年均降雨量在 2100 mm 以上,但由于受季风和地形等因素的影响,时空分布不匀,降水集中在 6~10 月份,且多暴雨,占全年降水量 80%~90%,而 11 月至翌年 4 月份为旱季,降雨量只占 20% 左右。从四周地区看,东部位于五指山迎风面,雨量较多,而西部背风区域雨量较小。鹦歌岭林区土壤多为花岗岩和砂岩风化而成的砂壤土和少部分壤土,随海拔升高有燥红壤、砖红壤、山地黄壤等系列,其植被则相应形成了热带季雨林、热带低地雨林、热带山地雨林、热带山地常绿林和热带山顶矮林等^[15]。

鹦歌岭山脉呈东北-西南走向,由 10 余座海拔 1000 m 以上的山峰组成,是海南最大的两条河流——南渡江和昌化江的集水区,主峰鹦歌岭海拔 1811m,是海南第 2 高峰。其东面为五指山保护区,东南面为吊罗山保护区,西南面为尖峰岭、佳西、猴猕岭三大保护区,西面为霸王岭保护区,北面为黎母山保护区,从而形成了海南岛生物多样性保护的枢纽。

2 研究方法

2.1 群落调查

于 2005 年 5~12 月,在鹦歌岭保护区的森林地段设置了 26 个面积为 1500 m² 的样方,每个样方均由 15 个 100 m² 的小样方组成。在小样方中,记录胸径 2 cm 以上的乔灌木树种的名称、胸径、高度、冠幅以及林下灌

木和草本植物的种类和数量^[24]。在 26 个调查样方中,只有马或岭海拔 1100 ~ 1400 m 地段的 2 个样方出现了轮叶三棱栎。应用群落分析法,对轮叶三棱栎所在群落的物种组成及其物种多样性作进一步的分析。

2.2 种群调查

在出现轮叶三棱栎样方中,记录所有轮叶三棱栎的植株。将种群划分为 5 个龄级,即: I 级,高度 (h) < 33 cm 者; II 级 $h > 33$ cm 以上,胸径 (D_{dbh}) < 2.5 cm 者; III 级为 $2.5 \leq D_{dbh} < 7.5$ cm 者; IV 级为 $7.5 \leq D_{dbh} < 22.5$ cm 者; V 级为 $D_{dbh} \geq 22.5$ cm 者^[24]。

2.3 数据分析

根据野外调查数据,使用 Microsoft Excel 软件分别建立 2 组以“样方-种类”组成的二维矩阵数据库:数据库 I 以面积两个 1500 m² 样方为基础,用于计算群落中各个种的相对多度、相对频度(结合 100 m² 数据库)、相对优势度、重要值(为前三者之和)和群落多样性指数;数据库 II 以 30 个面积为 100 m² 的小样方为群落综合环境梯度,以 2 个物种在不同资源状态的分布相似性进行生态位宽度(Niche breadth)和生态位重叠(Niche overlap)分析^[19]。

3 结果与分析

3.1 轮叶三棱栎所在群落外貌特征和组成结构

轮叶三棱栎种群见于鹦歌岭自然保护区中心区域马或岭海拔 1100 ~ 1400 m 的群落中。该群落所在山坡坡度约 35°,土层较薄,土壤为山地黄壤。群落中的枯枝落叶层较厚,腐殖质丰富,海拔略低处较干旱,较高处因长年云雾缭绕,湿度较高。群落物种丰富,组成复杂。在 2 个样方中共记录了 90 个乔木树种,隶属 29 科 47 属。其中,鉴定到种者有 79 种,有 11 种因无花或无果尚未鉴定出来,包括 2 种鉴定到科的种类(分属木犀科和蔷薇科)和 9 种鉴定到属的种类(冬青属和山矾属)。

在群落中重要值排在前 10 位的种类见表 1。轮叶三棱栎在两个样方中分别位于第 9 和第 10 位。

表 1 轮叶三棱栎所处群落前 10 位优势树种的重要值

Table 1 Importance values of the top 10 species in the community with *Trigonobalanus verticillata*

序号 No.	样方 1 Plot 1		样方 2 Plot 2	
	树种 Species	重要值 IV	树种 Species	重要值 IV
1	五列木 <i>Pentaphylax euryoides</i>	32.98	海南阿丁枫 <i>Altingia obovata</i>	39.71
2	米锥 <i>Castanopsis carlesii</i>	20.21	陆均松 <i>Dacrydium pectinatum</i>	28.35
3	密花树 <i>Myrsine seguinii</i>	19.18	子凌蒲桃 <i>Syzygium championii</i>	19.28
4	亮叶含笑 <i>Michelia fulgens</i>	18.68	厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i>	19.24
5	厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	18.35	黄叶树 <i>Xanthophyllum hainanense</i>	14.86
6	南华杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	17.69	尖峰润楠 <i>Machilus monticola</i>	14.5
7	硬叶桐 <i>Lithocarpus hancei</i>	15.73	九节 <i>Psychotria asiatica</i>	11.83
8	海南阿丁枫 <i>Altingia obovata</i>	13.31	凸脉冬青 <i>Ilex editicostata</i>	11.78
9	轮叶三棱栎 <i>Trigonobalanus verticillata</i>	13.09	乐东拟单性木兰 <i>Parakmeria lotungensis</i>	10.34
10	大头茶 <i>Gordonia axillaris</i>	12.82	轮叶三棱栎 <i>Trigonobalanus verticillata</i>	10.22

轮叶三棱栎所处群落具有比较明显的垂直结构分化。乔木层可分为 3 个亚层,第 1 亚层高 15 ~ 18 m,有的高达 25 m 突出主林层之上,树冠常较宽而成蘑菇状,树冠之间不连续,主要树种有陆均松 (*Dacrydium pectinatum*)、海南阿丁枫 (*Altingia obovata*)、乐东拟单性木兰 (*Parakmeria lotungensis*) 和黄叶树 (*Xanthophyllum hainanense*) 等,海拔较高处还有米锥 (*Castanopsis carlesii*) 和硬叶桐 (*Lithocarpus hancei*) 等,群落的平均胸径约 40 cm,有的树木胸径粗达 120 cm。轮叶三棱栎树高 13 ~ 21 m,主要居主林层,第 2 亚层高 10 ~ 15 m,郁闭度 80% 左右,树冠一般相互连接,其它树种除第 1 亚层的种类外,尚有尖峰润楠 (*Machilus monticola*)、厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*)、凸脉冬青 (*Ilex editicostata*) 等,海拔较高处则以五列木 (*Pentaphylax euryoides*)、大头茶 (*Gordonia axillaris*)、厚皮香 (*Ternstroemia gymnanthera*) 等较多,平均胸径约 20 cm;第 3 亚层高 5 ~ 9 m,平均胸

径 12 cm, 树冠受主林层挤压而形状不一, 树种除上两层种类外, 尚有密花树 (*Myrsine seguinii*)、拟密花树 (*Myrsine affinis*)、南华杜鹃 (*Rhododendron simiarum*) 和羊舌树 (*Symplocos glauca*) 等。灌木层高度在 0.5 ~ 2 m 间, 除九节分布均匀外, 灌木种类主要有雪下红 (*Ardisia villosa*)、粗叶木 (*Lasianthus* sp.)、山槟榔 (*Pinanga discolor*) 等。草本层植物较贫乏, 主要种类有单子卷柏 (*Selaginella monospora*)、球穗山姜 (*Alpinia strobiliformis*)、燕尾蕨 (*Cheiropleuria bicuspis*) 等。层间藤本和附生植物丰富, 主要种类有玉叶金花 (*Mussaenda pubescens*)、罗浮买麻藤 (*Gnetum lofuense*)、蜈蚣藤 (*Pothos repens*)、蔓九节 (*Psychotria serpens*)、掌叶海金沙 (*Lygodium digitatum*)、华南蓼 (*Piper austrosinense*)、鸟巢蕨 (*Asplenium nidus*)、密花石斛 (*Dendrobium densiflorum*)、铁草鞋 (*Hoya pottsii*) 等。

3.2 轮叶三棱栎所处群落的物种多样性分析

物种多样性是反映物种数量和均匀度的综合概念, 通常用于表现群落的组织结构水平。轮叶三棱栎所处群落物种多样性指数详见表 2。由表 3 可见, 轮叶三棱栎所处群落除物种均匀度与其它热带地区相近外, 物种丰富度和多样性指数均较低。可能是由于轮叶三棱栎所处群落海拔较高, 上缘已靠近热带山顶矮林的分布区域, 生境质量相对恶劣的缘故。

表 2 轮叶三棱栎所处群落乔木树种多样性指数

Table 2 Tree species diversity indices of community with *T. verticillata*

样方号 Plot No.	丰富度 Richness	均匀度 Evenness	多样性指数 Shannon-Wiener Index
1	41	0.86	3.20
2	65	0.81	3.37

表 3 轮叶三棱栎所处群落与其它热带地区森林群落物种多样性比较

Table 3 Comparison of diversities of the community with *T. verticillata* and other tropical forests

序号 No.	地点 Site	海拔 (m) Elevation	面积 (m ²) Area	乔木种数 No. species	Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index	均匀度 Evenness
1	海南鹦歌岭	1100 ~ 1400	1500	41 ~ 65	3.20 ~ 3.37	0.81 ~ 0.86
2	海南五指山 ^[10]	1020 ~ 1080	5000	114	5.621	0.859
3	海南吊罗山 ^[12]	900 ~ 980	5000	118	4.195	0.823
4	海南尖峰岭 ^[5]	790	10000	153	6.281	0.867
5	海南坝王岭 ^[8]	700 ~ 1250	—	—	5.19	0.748
6	云南西双版纳 ^[25]	700 ~ 1100	3000	68	5.47	—
7	台湾岛南仁山 ^[12]	300 ~ 330	20000	116	3.9	—
8	Bako, 马来西亚 ^[26]	30	1000	143	6.5	—
9	Macamb, 巴西 ^[26]	30	1000	131	6.42	—
10	Negros, 菲律宾 ^[27]	1000	10000	92	5.6	—

3.3 轮叶三棱栎的种群结构

在 2 个面积 1500 m² 样方中, 分别记录了 17 株和 12 株轮叶三棱栎, 其中海拔稍低处的样方 1 有 4 株大树, 12 株小苗, 海拔稍高处的样方 2 有 9 株大树, 4 株小苗, 其龄级结构见图 1。从图 1 可以看出, 轮叶三棱栎种群较小, 以 II 龄级、IV 龄级和 V 龄级植株占优势, 且龄级组成不完整, 缺乏 I 龄级幼苗和 III 龄级小树, 为不稳定种群。

3.4 轮叶三棱栎种群的生态位宽度

生态位宽度通常用于反映物种对某一生境条件中生态因子的综合适应范围, 轮叶三棱栎所处群落中生态位宽度大于 1 的树种详见表 4。

轮叶三棱栎所处群落中生态位宽度大于 1 的树种有 25 种, 占调查总种数的 28.09%, 小于 1 者有 64 种, 占调查总种数的 71.01%。生态位宽度值较大者为五列木、密花树、海南阿丁枫、黄叶树、厚壳桂、厚皮香、海南白锥、南华杜鹃、硬壳桐、红鳞蒲桃、大头茶、乐东拟单性木兰和樟叶泡花等群落中的主要优势种类。轮叶三棱栎的生态位宽度值为 1.647, 排名第 19 位, 主林层中的其它优势种海南阿丁枫、海南白锥、硬壳桐、分别排

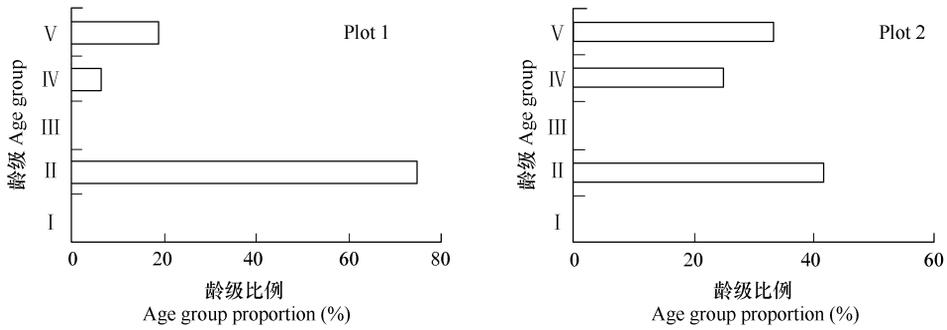


图 1 轮叶三棱栋种群龄级结构

Fig. 1 Age structure of *T. verticillata* population

列第 3、10、13 位。此外，陆均松生态位宽度值仅为 0.85，鸡毛松仅为 0.18，排名在 25 位之外。生态位宽度较窄者尚有美丽新木姜 (*Neolitsea pulchella*)、高脚罗伞 (*Ardisia quinquegona*)、越南锥 (*Castanopsis tonkinensis*)、平滑琼楠 (*Beilschmiedia laevis*)、布拉栋 (*Cyclobalanopsis blakei*)、多穗柯 (*Lithocarpus polystachyus*)、琼崖柯 (*Lithocarpus fenzelianus*)、广东山胡椒 (*Lindera kwangtungensis*)、侯氏新木姜 (*Neolitsea howii*)、毛荔枝 (*Nephelium topengii*) 等。

表 4 轮叶三棱栋所处群落生态位宽度大于 1 的树种统计

Table 4 Species with niche breadth greater than 1.0 in the community with *T. verticillata*

序号 No.	种名 Species	生态位宽度 Niche breadth	序号 No.	种名 Species	生态位宽度 Niche breadth
1	五列木 <i>Pentaphylax euryoides</i>	3.80	14	红鳞蒲桃 <i>Syzygium hancei</i>	1.93
2	密花树 <i>Myrsine seguinii</i>	3.38	15	大头茶 <i>Gordonia axillaris</i>	1.90
3	海南阿丁枫 <i>Altingia obovata</i>	3.13	16	光叶山矾 <i>Symplocos lancifolia</i>	1.88
4	子凌蒲桃 <i>Syzygium championii</i>	2.98	17	亮叶含笑 <i>Michelia fulgens</i>	1.71
5	黄叶树 <i>Xanthophyllum hainanense</i>	2.96	18	乐东拟单性木兰 <i>Parakmeria lotungensis</i>	1.70
6	尖峰润楠 <i>Machilus monticola</i>	2.81	19	轮叶三棱栋 <i>Trigonobalanus verticillata</i>	1.64
7	厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i>	2.69	20	樟叶泡花 <i>Meliosma squamulata</i>	1.42
8	厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	2.61	21	海南山胡椒 <i>Lindera robusta</i>	1.24
9	九节 <i>Psychotria asiatica</i>	2.21	22	隐脉红淡比 <i>Cleyera obscurinervia</i>	1.08
10	米锥 <i>Castanopsis carlesii</i>	2.21	23	拟密花树 <i>Myrsine affinis</i>	1.07
11	南华杜鹃 <i>Rhododendron simiarum</i>	2.10	24	羊舌树 <i>Symplocos glauca</i>	1.05
12	凸脉冬青 <i>Ilex editicostata</i>	2.03	25	密花山矾 <i>Symplocos congesta</i>	1.01
13	硬壳桐 <i>Lithocarpus hancei</i>	1.96			

3.5 轮叶三棱栋种群的生态位重叠分析

轮叶三棱栋与群落中生态位宽度大于 1 树种的生态位重叠值统计详见表 5。

从表 5 可以看出，轮叶三棱栋与群落中生态位宽度大于 1 者多具有较大的生态位重叠值，生态位重叠值在 0.6 以上的树种主要为海南山胡椒、羊舌树、隐脉红淡比、樟叶泡花树等 4 种，它们均为主林层下层树种；生态位重叠值在 0.5~0.6 者有红鳞蒲桃、拟密花树和亮叶含笑 3 种，也为主林层下层树种；生态位重叠值为 0.3~0.5 者有乐东拟单性木兰、九节、光叶山矾、大头茶、米锥、凸脉冬青、厚皮香和南华杜鹃 8 种，生态位重叠值 0.3 以上共有 15 种，其余 65 种生态位重叠值在 0.3 以下；总的来说，轮叶三棱栋与林冠上层的树种生态位重叠值多较小，除与乐东拟单性木兰和海南白锥在 0.4~0.5 之间外，与黄叶树、海南阿丁枫和硬壳桐等均在 0.3 以下。此外，与陆均松生态位重叠值为 0.59、鸡毛松 (*Dacrycarpus imbricatus*) 为 0.68，生态位重叠值较高，表明轮叶三棱栋与这两种海南热带山地雨林的表征种有较高的生境相似性。

4 讨论与建议

4.1 轮叶三棱栎和三棱栎属在海南发现的意义

海南岛是在 100 万年前的第四纪更新世中期,地壳断裂形成琼州海峡,才与大陆分离的。从地质历史上看,海南岛是一个较为年青的海岛,它在第四纪以前长期与大陆相连,直至早更新世琼州海峡的出现才与大陆分离,由于气候的相近,海南与邻近地区的植物完全可以通过陆路相互渗透,因此,海南岛与热带亚洲地区之间有许多共通的种类^[28]。壳斗科栎属的孢粉在华南地层的出现是在第四纪晚更新世,栲属与栗属孢粉在华南地层出现在晚更世中期以后,海南第三纪上新世地层孢粉只发现过栗属孢粉^[28],比栎属更原始的三棱栎属在海南的发现可谓是证明海南植物区系与热带亚洲密切联系的活化石。

表 5 轮叶三棱栎与群落中生态位宽度大于 1 的树种的生态位重叠值统计

Table 5 The species with niche overlap values greater than 1 with *T. verticillata*

序号 No.	种对 Species pairs	生态位重叠值 Niche overlap
1	海南山胡椒-轮叶三棱栎 <i>Lindera robusta-T. verticillata</i>	0.66
2	羊舌树-轮叶三棱栎 <i>Symplocos glauca-T. verticillata</i>	0.66
3	隐脉红淡比-轮叶三棱栎 <i>Cleyera obscurinervia-T. verticillata</i>	0.63
4	密花山矾-轮叶三棱栎 <i>Symplocos congesta-T. verticillata</i>	0.61
5	樟叶泡花-轮叶三棱栎 <i>Meliosma squamulata-T. verticillata</i>	0.61
6	红鳞蒲桃-轮叶三棱栎 <i>Syzygium hancei-T. verticillata</i>	0.54
7	拟密花树-轮叶三棱栎 <i>Myrsine affinis-T. verticillata</i>	0.54
8	亮叶含笑-轮叶三棱栎 <i>Michelia fulgens-T. verticillata</i>	0.51
9	乐东拟单性木兰-轮叶三棱栎 <i>Parakmeria lotungensis-T. verticillata</i>	0.49
10	九节-轮叶三棱栎 <i>Psychotria asiatica-T. verticillata</i>	0.45
11	光叶山矾-轮叶三棱栎 <i>Symplocos lancifolia-T. verticillata</i>	0.44
12	大头茶-轮叶三棱栎 <i>Gordonia axillaris-T. verticillata</i>	0.42
13	米锥-轮叶三棱栎 <i>Castanopsis carlesii-T. verticillata</i>	0.41
14	凸脉冬青-轮叶三棱栎 <i>Ilex kobuskiana-T. verticillata</i>	0.41
15	厚皮香-轮叶三棱栎 <i>Ternstroemia gymnanthera-T. verticillata</i>	0.39
16	南华杜鹃-轮叶三棱栎 <i>Rhododendron simiarum-T. verticillata</i>	0.33
17	五列木-轮叶三棱栎 <i>Pentaphylax euryoides-T. verticillata</i>	0.27
18	海南阿丁枫-轮叶三棱栎 <i>Alingia obovata-T. verticillata</i>	0.24
19	黄叶树-轮叶三棱栎 <i>Xanthophyllum hainanense-T. verticillata</i>	0.24
20	厚壳桂-轮叶三棱栎 <i>Cryptocarya chinensis-T. verticillata</i>	0.24
21	硬壳桐-轮叶三棱栎 <i>Lithocarpus hancei-T. verticillata</i>	0.19
22	尖峰润楠-轮叶三棱栎 <i>Machilus monticola-T. verticillata</i>	0.18
23	密花树-轮叶三棱栎 <i>Rapanea neriifolia-T. verticillata</i>	0.16
24	子凌蒲桃-轮叶三棱栎 <i>Syzygium championii-T. verticillata</i>	0.13

4.2 轮叶三棱栎的群落特点和种群特点

轮叶三棱栎所处群落以陆均松、海南阿丁枫、米锥、五列木、子凌蒲桃和厚壳桂占较大优势,与海南岛其它林区的群落组成接近^[5-15],为海南岛地带性山地雨林的普遍类型^[11]。该群落的高均匀度显示其较高的稳定性和原生性。其物种丰富度和多样性指数较海南岛其它林区及其它热带地区低,这与所处群落分布海拔较高,靠近山顶山脊处,生境相对恶劣有关。

轮叶三棱栎种群的分布范围狭窄,种群极小,以大树为优势,小苗和幼树结构不合理,是一个不稳定的种群,应及时采取保护措施。其小苗皆为 II 龄级,无 I、III 龄级,究竟是结果大小年的原因,还是它种子结实质量不稳定,或者是其小树在林下竞争力弱,而这又是什么原因造成的,是环境的原因还是种群本身的原因,有待进一步深入研究。

4.3 轮叶三棱栎在鹦歌岭的生态位特点

轮叶三棱栎与群落中生态位重叠较大的树种如海南山胡椒、羊舌树、隐脉红淡比和樟叶泡花树等并不在同一层片,与同一层片的树种如黄叶树、海南阿丁枫和硬壳桐等生态位重叠则较小,它们对资源的利用更趋向

于互补性的关系,其竞争性较小,因此,轮叶三棱栎比较适宜在当前所处群落中生存。

李意德曾报道过热带雨林树种多生态位宽度较窄,树种之间生态位重叠值较大,生态位相似性比例较高的种对,它们大多为乔木 II、III 层的种类,大多数种对的相似性比例值低于 0.1^[5]。李金福在研究中亚热带格氏栲群落生态位特点时发现格氏栲与其它树种的生态位相似比例在 0.1~0.73 之间,即与生态位宽的树种相似程度大,与生态位窄的树种相似程度小^[29]。张光明认为由几个生态位宽度都较大的种类组成共优群落是植物群落稳定性的重要标志之一,群落中物种之间存在较为广泛的生态位重叠是共优群落的一个普遍特征^[30]。这些情况与鹦歌岭轮叶三棱栎所处群落基本一致。但也有窄生态位宽度树种之间生态位重叠值较高的情况,如轮叶三棱栎与所处群落中生态位宽度小于 1 的陆均松和鸡毛松生态位重叠值为 0.59 和 0.68,生态位重叠值排名较靠前,它们类似于共生关系,这也许是轮叶三棱栎在鹦歌岭得以幸存的而在海南其它林区未见踪迹的原因之一。

4.4 轮叶三棱栎在鹦歌岭得以幸存的原因分析

轮叶三棱栎在马来西亚通常生于海拔 850~1500 m 的黑色基质的或第三纪砂岩基质的肥沃土壤之山脊地带的森林中,喜与陆均松、鸡毛松和菲律宾贝壳杉 (*Agathis alba*) 等混生。鹦歌岭轮叶三棱栎群落所在的海拔高度和群落优势组成与马来西亚群落有一定的相似性,如海拔高度在 1100~1400 m 之间,群落优势种也有陆均松,鸡毛松则分布于稍低海拔处,未发现菲律宾贝壳杉。陆均松和鸡毛松在海南山地雨林中常见,但在其它保护区却从未见到过轮叶三棱栎踪影。野外调查发现,在鹦歌岭方圆近 50000 hm² 范围内,在 1000 m 以下的区域通常坡度较陡峭,而在海拔 1000 m 以上的区域则略为平坦,形成了一片面积相对宽阔的山地平台,轮叶三棱栎仅见于该山地平台上的群落中;另一方面,马或岭又处于鹦歌岭中心地域,山高路远,狩猎与盗伐的成本相对较高,人迹罕见,使这片森林免受人为的频繁干扰,物种得以保存。正是轮叶三棱栎喜与陆均松等混生于原生性较强的山顶山脊森林,才有幸在海南岛鹦歌岭这片保存较完好的森林中找到它,也只能在这样的地方才能找到它。然而,轮叶三棱栎所处群落周围的不少山坡山脊已沦为灌丛、草坡或人工林,有的地方已砍山开荒、有的正放火炼山,有的甚至已挖了树坑准备种植外来树种,因此,目前需要尽快采取有效措施加强原始林的保护。

4.5 保护建议

鉴于轮叶三棱栎的生境特殊,分布区狭窄,种群较小且不稳定,其保护工作必须从下述几个方面尽快着手:

(1) 尽快开展该种植物生物学、生理学、生态学和遗传多样性特性研究,为该物种的有效保护和发展提供科学依据。

(2) 目前较适宜的保护方式应为就地保护,以首先保存其基因库,杜绝其分布区内的一切经济活动,以防止其栖息地生境退化。

(3) 适当采种育苗,通过人工种植扩大其种群数量。

(4) 尽快成立国家级的鹦歌岭自然保护区,以保证有足够的保护经费来源。鹦歌岭国家级自然保护区的成立,可以将海南中部山区的 7 个保护区——其东边的五指山保护区,东南边的吊罗山保护区,西南边的尖峰岭、佳西、猴猕岭,西边的霸王岭保护区,北边的黎母山保护区,有机地联合在一起,形成海南生物多样性保护的枢纽,对破碎化的海南森林环境的保护和恢复将产生深远的影响。

References :

- [1] Sun W B, Zhou Y, Zhao J C, et al. Current distribution, population attributes and biological characters of *Trigonobalanus doichangensis* in relation to its conservation. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24 (2): 352-358.
- [2] Nixon K C, Crepet W L. *Trigonobalanus* (Fagaceae): taxonomic status a phylogenetic relationships. *American Journal of Botany*, 1989, 76 (6): 828-841.
- [3] Kamiya K, Harada K, Clyde M M, Mohamed A L. Generic variation of *Trigonobalanus verticillata*, a primitive species of Fagaceae, in Malaysia

revealed by chloroplast sequences and AFLP markers. *Genes Genomics and Systematics*, 2002, 77 : 177 — 186.

- [4] Zhou Z K. Fossils of the Fagaceae and their implications in systematics and biogeography. *Acta Phytotaxonomica Sinica* 1999 37 (4) : 369 — 385.
- [5] Li Y D. Study on the niche characteristics of main tree populations in tropical mountain rain forest at Jianfengling, Hainan Island. *Forest Research*, 1994, 7 (1) : 78 — 85.
- [6] Li Y D. Community characteristics of tropical mountain rain forest in Jianfengling, Hainan Island. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1997, 5 (1) : 18 — 26.
- [7] Lu Y, Li M G, Huang Y W, *et al.* Vegetation of Bawangling Gibbon Natural Reserve, in Hainan Island. *Acta Phytocologica Sinica*, 1986, 10 (2) : 106 — 114.
- [8] Yu S X, Zang R G, Jiang Y X. Spatial analysis of species diversity in the tropical vegetations along the vertical belt at Bawangling Nature Reserve, Hainan Island. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21 (9) : 1438 — 1443.
- [9] An S Q, Zhu X L, Wang Z F, *et al.* The plant species diversity in a tropical montane rain forest on Wuzhi Mountain, Hainan. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19 (6) : 804 — 809.
- [10] Hu Y J. A comparison of the forest of Wuzhishan (Hainan Island) and Nanjenshan (Taiwan Island). *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1996, 35 (6) : 80 — 84.
- [11] An S Q, Wang Z F, Zeng F J, *et al.* Biodiversity of tropical montane rain forest on Diaoluo Mountain, Hainan. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1999, 38 (6) : 78 — 83.
- [12] Wang Z F, An S Q, David G C, *et al.* Biodiversity of the montane rain forest in Diaoluo Mountain, Hainan. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19 (1) : 45 — 51.
- [13] Wang B S, Zhang W Y, Zhang J L. Local and vertical distribution of floristic composition species in tropical montane rain forests, Hainan Island. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12 (5) : 641 — 647.
- [14] Wang B S, Zhang W Y. The groups and features of tropical forest vegetation of Hainan Island. *Guihaia*, 2002, 22 (2) : 107 — 115.
- [15] Hu Y J, Li Y X. Tropical Rain Forest of Hainan Island. Guangzhou : Guangdong High Education Press, 1992.
- [16] Grinnell J. The niche relationship of the California Thrasher. *Auk*, 1917, 21 : 364 — 382.
- [17] Elton C. *Animal Ecology*. London : Sidgwick and Jackson, 1927. 63 — 68.
- [18] Odum E P. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia : W. B. Saunders, 1971. 112 — 144.
- [19] Colwell R K. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 1972, 52 (4) : 567 — 576.
- [20] Peng S L, Fang W. Studies on dynamics of *Castanopsis chinensis* and *Schima superba* population in Forest succession of Dinghushan Mountain. *Acta Phytocologica Sinica*, 1995, 19 (4) : 311 — 318.
- [21] Huang J X, Wang T, Zhuang X Y. Study on niche of the woody species in the major forest communities in Zengcheng City. *Journal of South China Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2003, 24 (4) : 52 — 55.
- [22] Su Z Y, Wu D R, Chen B G. Niche characteristics of dominant populations in natural forest in North Guangdong. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14 (1) : 2 — 29.
- [23] Kang B, Liu S R, Shi Z M, *et al.* Understory vegetation composition and main woody population niche of artificial mass on pine forest in south subtropical area. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16 (9) : 1786 — 1790.
- [24] Wang B S, Yu S X, Peng S L. *Experimental Handbook of Phytocology*. Guangzhou : Guangdong High Education Press, 1996.
- [25] Guo L, Xu Z F. A research method for species diversity of plant in seasonal tropical rainforests in Xishuangbanna. *Chinese Journal of Ecology*, 1990, 9 (5) : 61 — 62.
- [26] Gentry A H. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1988, 75 : 1 — 34.
- [27] Hamann A, Barbon E B, Curio E, Madulid D A. A botanical inventory of a submontane tropical rain forest on Negros Island, Philippines. *Biodiversity and Conservation*, 1999, 8 : 1017 — 1031.
- [28] Zeng T X. *Guangdong Forest*. Guangzhou : Guangdong Science & Technology Press ; Beijing : China Forest Press, 1990.
- [29] Liu J F, Hong W. A study on the community ecology of *Castanopsis kawakamii* — study on the niche of the main tree population in *Castanopsis kawakamii* community. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19 (3) : 347 — 352.
- [30] Zhang G M, Xie S C. Niche breadths and overlaps of dominant species of *Lithocarpus xylocarpus* community in Ailao Mountains, Yunnan, China. *Acta Botanica Yunnanica*, 2000, 22 (4) : 431 — 446.

参考文献 :

- [1] 孙卫邦 周元 赵金超 等. 三棱栎的分布现状、种群特征、生物学特性及保护对策. *生态学报* 2004, 24 (2) : 352 ~ 358.

- [4] 周浙昆. 壳斗科的地质历史及其系统学和植物地理学意义. 植物分类学报, 1999, 37 (4) 369 ~ 385.
- [5] 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. 林业科学研究, 1994, 7 (1) 78 ~ 85.
- [6] 李意德. 海南岛尖峰岭热带山地雨林的群落结构特征. 热带亚热带植物学报, 1997, 5 (1) 18 ~ 26.
- [7] 陆阳, 李鸣光, 黄雅文, 等. 海南岛坝王岭长臂猿自然保护区植被. 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10 (2) 106 ~ 114.
- [8] 余世孝, 臧润国, 蒋有绪. 海南岛霸王岭垂直带热带植物多样性的空间分析. 生态学报, 2001, 21 (9) 1438 ~ 1443.
- [9] 安树青, 朱学雷, 王峥峰, 等. 海南五指山热带山地雨林植物物种多样性研究. 生态学报, 1999, 19 (6) 804 ~ 809.
- [10] 胡玉佳. 海南五指山与台湾岛南仁山森林比较研究. 中山大学学报, 1996, 35 (6) 80 ~ 84.
- [11] 安树青, 王峥峰, 曾繁敬, 等. 海南吊罗山热带山地雨林植物种类多样性研究. 中山大学学报 (自然科学版), 1999, 38 (6) 78 ~ 83.
- [12] 王峥峰, 安树青, David G C, 等. 海南吊罗山热带山地雨林的物种多样性. 生态学报, 1999, 19 (1) 45 ~ 51.
- [13] 王伯荪, 张炜银, 张军丽. 海南岛热带山地雨林种类组成的局域分布与垂直分布. 应用生态学报, 2001, 12 (5) 641 ~ 647.
- [14] 王伯荪, 张炜银. 海南岛热带森林植被的类群及其特征. 广西植物, 2002, 22 (2) 107 ~ 115.
- [15] 胡玉佳, 李玉杏. 海南岛热带雨林. 广州: 广东高等教育出版社, 1992.
- [20] 彭少麟, 方炜. 鼎湖山植被演替过程中锥栗和荷木种群的动态. 植物生态学报, 1995, 19 (4) 311 ~ 318.
- [21] 黄久香, 王通, 庄雪影. 广东增城主要森林群落优势种群的生态位研究. 华南农业大学学报 (自然科学版) 2003, 24 (4) 52 ~ 55.
- [22] 苏志尧, 吴大荣, 陈北光. 粤北天然林优势种群生态位研究. 应用生态学报, 2003, 14 (1) 2 ~ 29.
- [22] 康冰, 刘世荣, 史作民, 等. 南亚热带人工马尾松林下植物组成特征及主要木本种群生态位研究. 应用生态学报, 2005, 16 (9) :1786 ~ 1790.
- [24] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟. 植物群落生态学实验手册. 广州: 广东高等教育出版社, 1996.
- [25] 郭玲, 许再富. 西双版纳热带季节雨林植物种类多样性的一种研究方法. 生态学杂志, 1990, 9 (5) 61 ~ 62.
- [28] 曾天勋. 广东森林. 广州: 广东科技出版社 [北京: 中国林业出版社, 1990.
- [29] 刘金福, 洪伟. 格氏栲群落生态学研究——格氏栲林主要种群生态位的研究. 生态学报, 1999, 19 (3) 347 ~ 352.
- [30] 张光明, 谢寿昌, 袁牢山. 木果石栎群落优势种的生态位宽度与重叠. 云南植物研究, 2000, 22 (4) 431 ~ 446.