

广东南澳岛中华楠群落结构及种间相关性分析

彭剑华, 肖泽鑫, 詹潮安, 杨海东, 谭一波, 吴凯胜

(汕头市林业科学研究所, 广东 汕头 515041)

摘要:基于广东南澳岛中华楠 *Machilus chinensis* 群落调查, 分析了群落的结构特征、物种多样性和种间相关性. 结果表明, 1 400 m² 的样地中, 共有维管束植物 45 种, 隶属 29 科 39 属. 群落的主要优势树种为中华楠、台湾相思 *Acacia confusa*、鸭脚木 *Schefflera octophylla*, 整个群落的 Shannon-Wiener 多样性指数、Margalef 丰富度指数及 Pielou 均匀度指数均表现为灌木层 > 乔木层 > 草本层. 16 个乔木层优势树种的 Pearson 相关系数检验中有 9 个种对存在显著相关.

关键词:中华楠; 种间相关; 物种多样性; 南澳岛

中图分类号: S718

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2010)04-0090-05

The Structure and Interspecific Correlation of *Machilus chinensis* Community in Nan'ao Island, Guangdong

PENG Jian-hua, XIAO Ze-xin, ZHAN Chao-an, YANG Hai-dong, TAN Yi-bo, WU Kai-sheng

(Shantou Forestry Research Institute, Shantou 515041, China)

Abstract: Based on the data collected from the sampling plot in Nan'ao Island, this paper analyzed the structure, diversity and interspecific correlation of the *Machilus chinensis* community. The results showed that there were 45 species of vascular plants belonging to 39 genera and 29 families in 1 400 m² plots. *Machilus chinensis*, *Acacia confusa* and *Schefflera octophylla* were the dominant tree species. The Shannon-Wiener diversity index, Margalef richness index and Pielou evenness index of the community showed shrub layer > tree layer > herb layer. There were 9 species pairs showing significant correlation in 16 dominant tree species.

Key words: *Machilus chinensis*; interspecific correlation; diversity; Nan'ao Island

次生林群落是南澳岛乡土树种物种库的主要承载者, 这些次生林对整个岛屿的物种库和生态系统多样性的形成和维持具有重要的作用^[1], 同时由于其特殊的地缘关系, 生态系统一旦受到破坏就难以恢复, 表现出较强的脆弱性^[2-3], 因此, 探索海岛天然次生林群落的结构特征和种间相关性, 对该岛植物群落的保护、恢复及经营管理具有重要意义.

2008年, 中华楠 *Machilus chinensis* 繁育技术在南澳岛获得成功, 成为该岛营造生态景观的重要树

种之一. 周厚诚等^[1,4-5]在1998和2001年调查了南澳岛马尾松 *Pinus massoniana* 等次生林群落结构, 并对植被恢复过程中的群落动态进行了研究. 谢少鸿等^[6]在2005年对南澳岛主要森林群落与植物多样性进行了研究, 随后又对南澳岛台湾相思 *Acacia confusa*、中华楠等主要种群的生态位进行了研究^[7]. 陈章和等^[8]分析了中华楠幼苗生长. 还有学者分析了中华楠的C贮量分布及多项生理指标^[9-11]. 涉及广东南澳岛中华楠群落的种间相关性分析鲜见报道.

收稿日期: 2009-12-01

作者简介: 彭剑华(1982—), 男, 工程师; 通信作者: 詹潮安(1956—), 男, 研究员, E-mail: zhca@21cn.com

基金项目: 广东省林业科技创新项目(2008KJCX009-01)

本文通过测算重要值和多样性指数分析了群落组成结构,采用 Pearson 相关系数和 Spearman 秩相关系数来分析种间相关性,为中华楠群落的保护、恢复及经营管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

调查区域位于中华楠群落相对集中的广东省南澳岛后花园村,地理位置为 $23^{\circ}26'59'' \sim 23^{\circ}27'07''N$, $117^{\circ}04'14'' \sim 117^{\circ}04'37''E$,样地大部分设置在山体中下部,坡度 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$,海拔 $360 \sim 421$ m. 调查区域土壤主要为赤红壤,由花岗岩、花岗斑岩、凝灰质流纹斑岩等发育而成,土层中厚,夹杂石块. 全区干湿季明显,年平均气温 $21.5^{\circ}C$,最高温度出现在 7~8 月份,最低温度出现在 1 月份. 降雨主要集中在 4~9 月份,约占全年降雨量的 80%^[5,7].

1.2 样地调查

20 世纪 90 年代以前,台湾相思、桉属 *Eucalyptus*、杉木 *Cunninghamia lanceolata*、马尾松、木荷 *Schima superba* 等人工林是受保护的,而中华楠等乡土阔叶树种没有纳入林木保护范围,受人为干扰频繁,导致种群片段化现象非常严重. 在南澳岛后花园村全面踏查的基础上,2008 年 12 月,根据中华楠群落斑块面积大小设定样地面积,共设置 5 块 $10\text{ m} \times 20\text{ m}$ 样地和 1 块 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 样地,合计调查面积 $1\ 400\text{ m}^2$. 每块样地内连续设置大小为 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的小样方,调查记录样方内高度在 1.5 m 以上乔木层植物的种类、胸径、树高、枝下高和冠幅,记录中华楠幼苗地径、高度和株数. 每个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 小样方内随机设置 1 块 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 样方,调查记录灌木层物种组成、地径、树高和冠幅,并在其中设置 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 样方调查记录草本层物种组成、株数、平均高度和平均盖度. 同时,记录样地的地理位置、海拔、坡度、坡向、坡位、林分郁闭度.

1.3 数据处理

1.3.1 相对重要值的计算 物种相对重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对显著度)/3; 相对多度 = 某个种的多度/所有种的多度之和 $\times 100\%$; 相对频度 = 某个种的频度/所有种的频度之和 $\times 100\%$; 乔木相对显著度 = 某个种的胸高断面积/所有种的胸高断面积之和 $\times 100\%$, 灌木和草本相对显著度 = 某个种的盖度/所有种的盖度之和 $\times 100\%$.

1.3.2 物种多样性指数的计算 物种多样性指数

采用 Simpson 指数 (D) 及 Shannon-Wiener 指数 (H'): $D = 1 / \sum p_i^2$, $H' = - \sum p_i \ln p_i$; 物种丰富度指数采用 Maragalef 指数 (d_{mg}): $d_{mg} = (S - 1) / \ln N$; 均匀度指数采用 Pielou 指数 (J_{sw}): $J_{sw} = H' / \ln S$. 式中 P_i 为种 i 的个体数与总个体数之比, S 为样方中植物种数, N 为样方中所有物种的个体数之和^[12].

1.3.3 种间相关性的计算 初步分析数据,对只出现在 1 个样方且株数小于 5 的树种不计入统计. 针对 2 物种存在于所有调查样方的情况,应用物种多度对计算 Pearson 相关系数和 Spearman 秩相关系数,衡量物种的相关程度. Pearson 相关系数、Spearman 秩相关系数及显著性检验在统计分析软件 SPSS 16.0 中测算.

Pearson 相关系数公式为:

$$r_p(i, k) = \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \sum_{j=1}^n (x_{kj} - \bar{x}_k)^2}}$$

Spearman 秩相关系数公式为:

$$r_s(i, k) = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n d_j^2}{n^3 - n}$$

式中, $r_p(i, k)$ 、 $r_s(i, k)$ 分别代表种 i 和种 k 之间的相关系数和秩相关系数, n 为样方数目, x_{ij} 和 x_{kj} 分别是种 i 和种 k 在样方 j 中的多度, \bar{x}_i 和 \bar{x}_k 分别是种 i 和种 k 在所有样方中多度的平均值, d_j 为种 i 和种 k 在样方 j 中的秩差^[12].

2 结果与分析

2.1 群落结构特征

在 $1\ 400\text{ m}^2$ 的调查样地中,该群落共有维管束植物 45 种,隶属 29 科 39 属. 其中双子叶植物 21 科 30 属 35 种,单子叶植物 2 科 2 属 2 种,裸子植物 2 科 2 属 2 种,蕨类植物 4 科 5 属 6 种. 数据分析结果(表 1)表明:乔木层中华楠、台湾相思、鸭脚木 *Schefflera octophylla* 重要值之和超过该层重要值的 50%, 优势程度明显,其中中华楠重要值略小于台湾相思,但其数量最多,这是由于在 1990 年以前,台湾相思、桉属、杉木、马尾松、木荷等人工林是受保护的,而中华楠等乡土阔叶树种没有纳入林木保护范围所致;灌木层中华楠幼苗重要值最大,数量最多;草本层淡竹叶 *Lophatherum gracile*、芒萁 *Dicranopteris dichotoma* 占主要地位. 根据冠层占优势地位判断,本群落是由中华楠、台湾相思以及鸭脚木 3 个优势树种组成.

表1 中华楠群落树种重要值

Tab.1 Importance value of the tree species in *Machilus chinensis* community

层次	序号	种名 ¹⁾	相对多 度/%	相对频 度/%	相对显 著度/%	相对重 要值/%
乔木层	1	中华楠 <i>Machilus chinensis</i>	27.65	10.38	27.18	21.74
	2	台湾相思 <i>Acacia confusa</i>	11.73	10.38	43.30	21.80
	3	鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	17.88	10.38	15.54	14.60
	4	珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i>	7.26	5.66	4.53	5.82
	5	豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i>	5.59	9.43	0.22	5.08
	6	梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i>	6.01	6.60	0.26	4.29
	7	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	4.19	3.77	3.05	3.67
	8	米碎花 <i>Eurya chinensis</i>	4.47	5.66	0.56	3.56
	9	潺槁树 <i>Litsea glutinosa</i>	2.51	6.60	1.17	3.43
	10	亮叶冬青 <i>Ilex nitidissima</i>	2.93	6.60	0.47	3.34
	11	三叉苦 <i>Evodia lepta</i>	2.37	3.77	0.26	2.14
	12	假萍婆 <i>Sterculia lanceolata</i>	3.07	1.89	0.52	1.83
	13	山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	0.56	3.77	0.77	1.70
	14	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	0.56	1.89	1.42	1.29
	15	杨梅 <i>Myrica rubra</i>	0.56	1.89	0.35	0.93
	16	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	0.28	1.89	0.01	0.72
灌木层	1	中华楠 <i>Machilus chinensis</i>	32.57	10.10	39.11	27.26
	2	鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	11.49	8.08	5.05	8.21
	3	朱砂根 <i>Ardisia crenata</i>	11.11	6.06	2.46	6.54
	4	梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i>	3.07	6.06	7.08	5.40
	5	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	3.45	5.05	6.43	4.98
	6	亮叶冬青 <i>Ilex nitidissima</i>	4.21	6.06	4.57	4.95
	7	豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i>	3.07	4.04	6.50	4.54
	8	三叉苦 <i>Evodia lepta</i>	2.68	5.05	5.23	4.32
	9	米碎花 <i>Eurya chinensis</i>	3.07	6.06	2.08	3.73
	10	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	2.68	4.04	4.13	3.62
	11	假萍婆 <i>Sterculia lanceolata</i>	3.45	3.03	2.51	2.99
	12	杨桐 <i>Adinandra millettii</i>	1.53	4.04	2.47	2.68
	13	赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	2.68	4.04	1.30	2.67
	14	岗苓 <i>Eurya groffii</i>	1.92	3.03	2.36	2.44
	15	珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i>	2.30	4.04	0.44	2.26
	16	羊角拗 <i>Strophanthus divaricatus</i>	1.92	3.03	1.53	2.16
草本层	1	淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>	54.26	18.75	39.05	37.35
	2	芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i>	41.35	18.75	43.39	34.49
	3	铁线蕨 <i>Adiantum flabellatum</i>	2.34	18.75	3.56	8.22
	4	沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i>	1.22	18.75	0.95	6.98
	5	乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>	0.28	9.38	10.41	6.69
	6	半边旗 <i>Pteris semipinnata</i>	0.11	6.25	1.74	2.70
	7	凤尾蕨 <i>Pteris cretica</i>	0.28	6.25	0.04	2.19
	8	狗脊蕨 <i>Woodwardia japonica</i>	0.17	3.13	0.87	1.39

1) 乔木层和灌木层在表中只列出前16位的物种。

2.2 物种多样性指数

经统计,调查样地内的45种植物中,乔木层25

种、灌木层28种,草本层8种。对本群落多样性进一步分析(表2)表明,整个群落的Shannon-Wiener多样性指数表现为灌木层>乔木层>草本层,与Simpson指数略有不同;Margalef丰富度指数及Pielou均匀度指数也表现为灌木层>乔木层>草本层。说明乔木层和灌木层的物种多样性较草本层高,但优势种不如草本层明显,如淡竹叶、芒萁的相对盖度占了草本层的82%,Pielou均匀度指数为0.4278,远低于乔木层和灌木层。

表2 中华楠群落的物种多样性指数

Tab.2 Biodiversity index of *Machilus chinensis* community

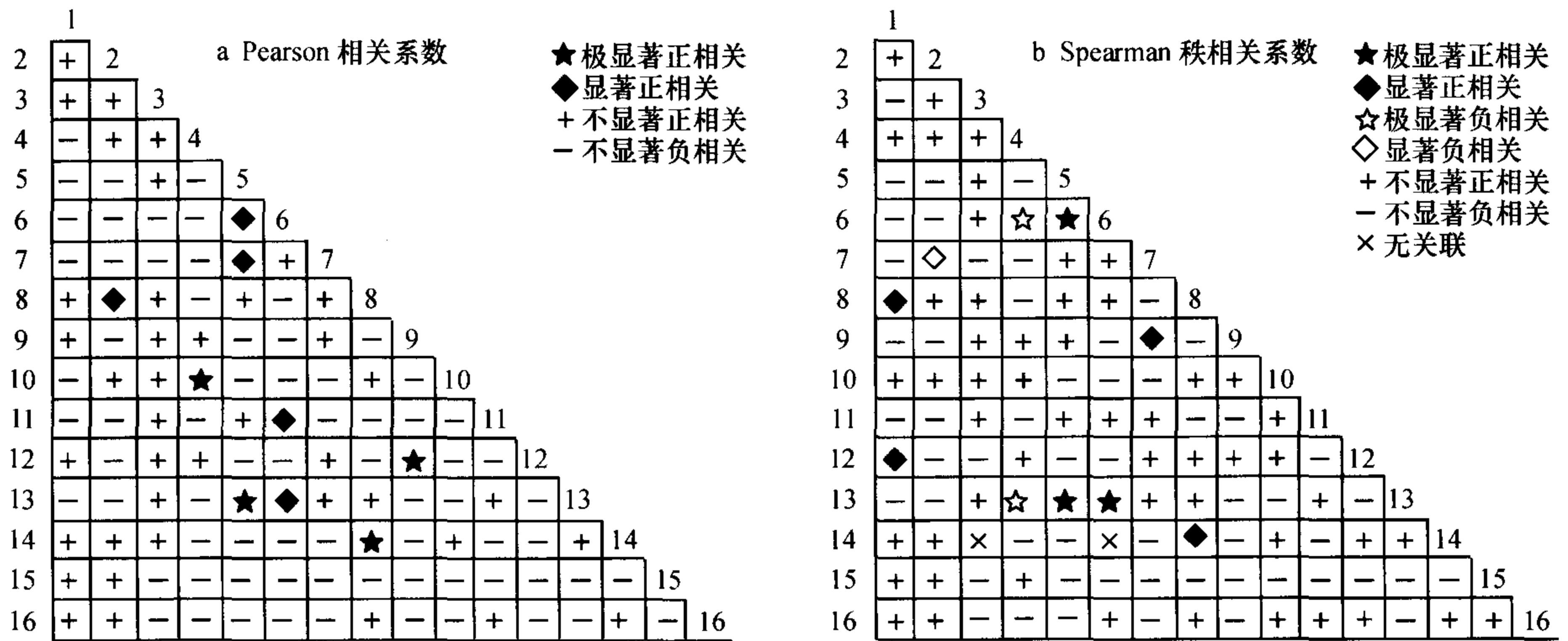
层次	多样性指数		丰富度指数 Margalef	均匀度指数 Pielou
	Simpson	Shannon-Wiener		
乔木层	0.8589	2.3394	3.6509	0.7268
灌木层	0.8568	2.5541	4.8522	0.7665
草本层	0.5339	0.8896	0.9341	0.4278

2.3 种间相关性分析

一般判断种间关联显著与否多采用 χ^2 检验,需要将原始数据转化成物种存在与否的二元数据,这会损失一定的信息量^[13],同时,对2个种都存在于所有样方中的情况下无法测定其关联程度(关联指数总等于1),因此,本文直接采用定量数据多度计算Pearson相关系数和Spearman秩相关系数,以此检验种间相关程度。图1为乔木层16个优势种的Pearson和Spearman半矩阵图。图1a的Pearson相关系数表明,有49个种对正相关,71个种对负相关,正负相关比为0.69,其中极显著正相关只有4个种对,显著正相关有5个种对。图1b的Spearman秩相关系数表明,有60个种对正相关,58个种对负相关,2个种对无相关,正负相关比为1.03,其中极显著正相关只有3个种对,显著正相关有4个种对,极显著负相关有2个种对,显著负相关有1个种对;中华楠-米碎花 *Eurya chinensis*、中华楠-假萍婆 *Sterculia lanceolata*、台湾相思-杉木、珊瑚树 *Viburnum odoratissimum*-梅叶冬青 *Ilex asprella*、珊瑚树-山杜英 *Elaeocarpus sylvestris* 及杉木-潺槁树 *Litsea glutinosa* 种对显著相关,而在Pearson相关系数检验中为不显著相关;马尾松与鸭脚木、梅叶冬青无关联,而在Pearson相关系数检验中为负相关。Spearman秩相关系数检验显著性种对数量略高于Pearson相关系数检验,2组系数检验的正负相关比在0.69~1.03,显著相关的种对只有9~10个,约占总种对数的8%。结合上述分

析,乔木层台湾相思重要值略大于中华楠,但调查中发现,中华楠小苗在灌木层数量最多,表明中华楠属于增长型种群;中华楠群落中多数树种之间的相关

程度较低,该群落正处于进展演替阶段,随着群落向顶级阶段进展演替,其构成群落的物种之间往往会达到某种协调,表现出明显的正相关^[14]。



1:中华楠 *Machilus chinensis*;2:台湾相思 *Acacia confusa*;3:鸭脚木 *Schefflera octophylla*;4:珊瑚树 *Viburnum odoratissimum*;5:豺皮樟 *Litsea rotundifolia*;6:梅叶冬青 *Ilex asprella*;7:杉木 *Cunninghamia lanceolata*;8:米碎花 *Eurya chinensis*;9:潺槁树 *Litsea glutinosa*;10:亮叶冬青 *Ilex nitidissima*;11:三叉苦 *Evodia lepta*;12:假萍婆 *Sterculia lanceolata*;13:山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*;14:马尾松 *Pinus massoniana*;15:杨梅 *Myrica rubra*;16:桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa*。

图 1 南澳岛中华楠群落 16 种乔木 2 种相关系数半矩阵图

Fig. 1 Semi-matrix of 2 correlation coefficients of 16 dominant species in *Machilus chinensis* community of Nan'ao Island

一般而言,相关系数高的种对对一方或双方有利,对环境差异有着相似的生态适应性或者对生境因子有互补性要求;相关系数低或负相关表明两者共存不利或互斥,对所需的生境因子不同;若要揭示群落演变过程需要在同一样地连续测定比较^[14~16]。从图 1a 可以看出,豺皮樟 *Litsea rotundifolia* - 山杜英、米碎花 - 马尾松等种对呈极显著正相关,豺皮樟 - 梅叶冬青、梅叶冬青 - 山杜英等种对呈显著正相关,表明这些树种种对对生境具有相似的生态适应性或者对生境因子有互补性要求。因此,在一定的生境中营造混交林时,可推广应用这些树种;对种对间存在一定正相关的树种,如中华楠与台湾相思、鸭脚木、米碎花、潺槁树、假萍婆、马尾松、杨梅 *Myrica rubra*、桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa* 不显著正相关,进行林分改造时可考虑这些树种的合理混交;对存在显著或极显著负相关种对,即样方中一方多度的增加将使另一方多度减少^[17],在相似生境中人工营造混交林时应慎用这些树种,或者在异质环境中通过进一步对比试验后再考虑合理应用。

3 讨论与结论

3.1 中华楠群落现状

调查群落中,乔木层优势树种明显,中华楠、台

湾相思、鸭脚木 3 个树种的重要值之和超过该层重要值的 50%;灌木层中华楠幼苗重要值最大,数量最多;草本层以淡竹叶、芒萁为主。进一步进行多样性分析表明,乔木层和灌木层的物种多样性较草本层高,优势种不如草本层明显,但 Pielou 均匀度指数均高于草本层。相关分析表明台湾相思属于衰退型种群,中华楠群落正处于进展演替阶段。进一步对调查群落乔木层中的 16 个优势种进行 Pearson 相关分析及 Spearman 秩相关分析,两组系数检验的正负相关比在 0.69 ~ 1.03,显著相关的种对只有 9 ~ 10 个,约占总种对数的 8%,在一定的生境中,营造混交林可推广应用显著正相关的种对树种;对存在显著或极显著负相关的种对树种,则不适宜用于营造混交林,或者在异质环境中通过进一步对比试验后再考虑合理应用;对种对间存在一定正相关的,在营造混交林时可考虑这些树种的合理混交,如在营造中华楠混交林时可考虑合理选择台湾相思、鸭脚木、米碎花、潺槁树、假萍婆、马尾松、杨梅、桃金娘等树种。这与谢少鸿等^[7]所述“台湾相思与生态位较宽的树种马尾松、鸭脚木、中华楠、潺槁树等生态位相似程度较大,易形成混交林”的结论是一致的。由于是一次调查,测算结果会受取样面积大小、它感等因素影响,应用前应进行小范围试验。

3.2 测定方法比较

一般对种间联结的测定方法有 χ^2 检验、Jaccard指数(RI)、联结系数(AC)、点相关系数(PCC)等,这些关联指数依附于 2×2 列联表,根据种存在与否的二元数据分析关联程度^[12,16]. Pearson相关系数与Spearman秩相关系数则基于多度、盖度、重要值等数量数据,通过计算种间相关系数衡量种间相关程度,前者属于参数统计,要求样本数据服从正态分布及变量间呈线性相关,后者属于非参数统计,由于对原始变量的分布不作要求,应用更灵活,因此可以弥补Pearson相关系数检验的不足^[12-13]. 本文中Spearman秩相关系数检验显著性种对数量略高于Pearson相关系数检验.

3.3 中华楠应用前景

中华楠是珍稀楠木中较为高级的一种用材林树种和生态景观树种,具有适应性强、树姿优美等特点,其繁育技术已在南澳岛取得成功,种子育苗发芽率能达到90%以上,扦插成活率达到85%以上,栽种成活率达到95%以上,应用前景广阔. 通过测定分析其群落的结构特征和种间相关性,可为南澳岛中华楠自然植被恢复和生物多样性保护提供理论依据,也为今后大力推广营造以中华楠为建群种的混交林的树种选择提供依据.

致谢:野外调查工作得到汕头市南澳县林业局的帮助,特此致谢!

参考文献:

- [1] 周厚诚,任海,彭少麟. 广东南澳岛次生林的群落结构分析[J]. 广西植物,2001,21(3):209-214.
- [2] LUGO A E. Ecological aspects of catastrophes in Caribbean islands[J]. Acta Cientifica,1988,2:24-31.
- [3] TOWNS D R, DAUGHERTY C H, ATKINSON D. Ecological restoration of New Zealand Islands[M]. Conservation Te Papa Atawhai: Conservation Sciences Publication, 1990.
- [4] 周厚诚,彭少麟,任海,等. 广东南澳岛马尾松林的群落结构[J]. 热带亚热带植物学报,1998,6(3):203-208.
- [5] 周厚诚,任海,彭少麟. 广东南澳岛植被恢复过程中的群落动态研究[J]. 植物生态学报,2001,25(3):298-305.
- [6] 谢少鸿,詹潮安,陈远合,等. 广东南澳岛主要森林群落与植物多样性研究[J]. 广东林业科技,2005,21(3):26-29.
- [7] 谢少鸿,陈玉军,陈远合,等. 广东南澳岛台湾相思林主要种群生态位研究[J]. 生态科学,2006,25(4):343-345.
- [8] 陈章和,邹佩贞,严东华. 白云山林区四种乔木幼苗生长分析[J]. 生态科学,1992,(1):45-51.
- [9] 唐旭利,周国逸,温达志,等. 鼎湖山南亚热带季风常绿阔叶林C贮量分布[J]. 生态学报,2003,23(1):90-97.
- [10] 温达志,陆耀东,旷远文,等. 39种木本植物对大气污染的生理生态反应与敏感性[J]. 热带亚热带植物学报,2003,11(4):341-347.
- [11] 蔡锡安,彭少麟,夏汉平. 不同演替阶段树种的光合和生长对增强UV-B辐射的响应[J]. 中山大学学报,2007,46(2):72-76.
- [12] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京:科学出版社,2004:107.
- [13] 简敏菲,刘琪璟,朱笃,等. 九连山常绿阔叶林乔木优势种群的种间关联性分析[J]. 植物生态学报,2009,33(4):672-680.
- [14] 郭忠玲,马元丹,郑金萍,等. 长白山落叶阔叶混交林的物种多样性、种群空间分布格局及种间关联性研究[J]. 应用生态学报,2004,15(11):2013-2018.
- [15] 李建民,谢芳,陈存及,等. 光皮桦天然林群落优势种群的种间联结性研究[J]. 应用生态学报,2001,12(2):168-170.
- [16] 彭少麟,周厚诚,郭少聪,等. 鼎湖山地带性植被种间联结变化研究[J]. 植物学报,1999,41(11):1239-1344.
- [17] 吕浩荣,刘颂颂,叶永昌,等. 东莞凤岗镇臀果木-黄桐风水林群落特征分析[J]. 热带亚热带植物学报,2009,17(2):137-145.

【责任编辑 李晓卉】