

长苞铁杉林乔木层优势种群种间 关联及尺度效应研究

林勇明^{1,2}, 吴承祯³, 洪伟³, 姬桂珍³, 胡喜生³, 吴继林⁴

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039;
3. 福建农林大学林学院, 福建福州 350002; 4. 福建省永安市林业局, 福建永安 366000)

摘要: 通过设定不同尺度的样方面积, 根据 2×2 联列表, 运用方差分析、联结系数 AC、 χ^2 统计量度量、Ochiai 指数系列技术, 测定天宝岩国家级自然保护区长苞铁杉群落乔木层 10 个优势种群间的总体联结关系、种间联结显著性和关联系数。结果表明: 长苞铁杉群落乔木层 10 个优势种群的总体种间关联性均呈正关联, 反映该群落处于稳定的顶极阶段; 10 个优势种群的种间联结关系中, 有 26 个种对在不同尺度样方设计中均未达到一般显著水平, 种对间的相互独立性较强; 样方设计为 100 m^2 时, 各项指标上规律性比较明显, 它的研究结果与实际情况相吻合。群落虽处于比较稳定的顶极阶段, 但应适当调整群落结构, 为长苞铁杉的生长更新提供良好的生态环境。

关键词: 长苞铁杉群落; 乔木层; 优势种群; 种间联结; 尺度效应

中图分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2005)06-0526-07

Study on the scale effect of interspecific association of species in tree layer of the rare plant *Tsuga longibracteata* community

LIN Yong-ming¹, WU Cheng-zhen¹, HONG Wei¹,
JI Gui-zhen¹, HU Xi-sheng¹, WU Ji-lin²

(1. *Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy*, Chengdu 610041, China; 2. *Graduated School of Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100039, China; 3. *Forestry College of Fujian Agriculture and Forestry University*, Fuzhou 350002, China; 4. *Yong'an Forestry Bureau in Fujian*, Yong'an 366000, China)

Abstract: Under conditions of given sample area, quadrats of different sizes were designed. A series of techniques including the analysis of variance, χ^2 -test, association coefficient, Ochiai's coefficient were calculated based upon a 2×2 contingency table to determine the overall association, the statistical significance and the coefficient of each species-pair association of the 10 dominant species in tree layer of the endangered and rare plant *Tsuga longibracteata* forest in Tianbaoyan Stated National Reserve, Fujian Province. The results showed that the overall association of 10 dominant species in tree layer of *T. longibracteata* community was positive, which suggested that the *T. longibracteata* community was stable. The χ^2 -test showed that among 10 dominant species, 26 species pairs did not show significant association in quadrats of different sizes. When 36

收稿日期: 2004-06-28 修订日期: 2005-01-15

基金项目: 福建省教育厅科研基金(K02047); 中国博士后科研基金; 福建省科技厅重大基金(2001F007)资助[Supported by the Foundation of the Provincial Education Department of Fujian, China(K02047); China Postdoctoral Science Foundation; the Key Project of the Provincial Science and Technology Department of Fujian(2001F007)].

作者简介: 林勇明(1982-), 男, 福建福安人, 硕士研究生, 主要从事森林生态学研究。

quadrats and 100 m² for each quadrats were choosed, positive and negative interspecific association ratio, total multi-species χ^2 -test, χ^2 -test of species pairs were obviously regular. Based on study results of interspecific association analysis according to optimal quadrat number, effects of 36 quadrats and 100 m² for each quadrat were better than that of other quadrat-designs. Although the community was at a stable late successional stage, we must adjust the structure of the community and provide well environment for *T. longibracteata* growth and regeneration.

Key words: *Tsuga longibracteata* community; the tree layer; dominant species; interspecific association; scale effect

种间联结是指不同种类在空间分布上的相互关联性(彭明春等, 1998), 是对一定时期内植物群落组成物种之间相互关系的静态描述, 这种关系不仅包括空间分布关系, 同时也隐含着物种之间的功能关系。群落内植物种间复杂的相互关系, 对群落结构的形成、群落的发展方向 and 过程都将发生重大影响。因此, 研究群落种间联结不但有助于更深刻地认识群落的结构、功能、演替和分类, 而且对于维持群落稳定性、生物多样性和制定珍稀濒危物种保护措施均有重要理论价值, 且样方面积和样方数量对物种种间关联存在显著影响, 并已引起广大学者的关注(周先叶等, 2000; 郭志华等, 1997; 赵则海等, 2003)。

长苞铁杉(*Tsuga longibracteata*)是我国特有珍贵树种, 其起源古老, 形状奇特, 是第三纪孑遗植物, 现有资源甚少, 为国家二级保护植物(自然资源丛书编撰委员会, 1995)。长苞铁杉属松科铁杉属, 我国南岭山脉和戴云山山脉山区为主要分布区, 分布于贵州东北部、湖南、广东、广西、江西、福建等地, 生于海拔 800~2 000 m 中山地带, 而在福建省天宝岩国家级自然保护区存有一片较完好的以长苞铁杉为优势种的针阔混交林, 面积约 186.7 hm², 在国内实属罕见(吴继林等, 1999; 吴承祯等, 2000a, b, c, d)。

前人已对长苞铁杉群落进行了许多研究(吴承祯等, 2000a, b, c, d, 2001, 2002a, b; 吴继林, 2001), 但未见有关于长苞铁杉群落优势种群间关联研究的报道。为此, 本文试图从种群生态学角度出发, 在不同取样尺度的基础上, 通过选用种间联结的各种技术, 分析测定长苞铁杉群落优势种群间联结关系内在生态学机制, 判断取样数目与采样面积对群落优势种群间联结性的影响, 从而有助于了解长苞铁杉群落发生、发展、更新演替过程, 为开展长苞铁杉群落生态系统研究、生物多样性保护及长苞铁杉濒危机理的探讨提供理论依据。

1 研究区自然概况

天宝岩国家级自然保护区位于福建省永安市, 地理坐标为 117°31'~117°33.5'E, 25°55'~25°58'N, 面积约 1976.5 hm²。本地区气候属亚热带东南季风气候型, 四季分明, 水热条件优越。根据永安市气候站资料, 保护区年平均气温 15℃, 极端最低温为 -11℃, 极端最高气温 40℃, 无霜期 290 d, 年平均降水量 2 000 mm, 全年 ≥10℃ 的活动积温为 4 520~5 800℃、持续天数为 225~250 d。空气相对湿度较大, 各月平均在 80% 左右。保护区的山体为戴云山系余脉, 属中低山地貌, 海拔 680~1 604.8 m, 区内大部分面积为砾岩和石灰砂所覆盖, 土层较薄, 自然生态条件比较脆弱, 遭破坏后不易恢复, 土壤的垂直带谱大致是海拔 800 m 以下为红壤, 800~1 350 m 为黄红壤, 1 350 m 以上为黄壤, 山势陡, 土壤呈酸性反应。主要植被类型有常绿针叶林、常绿针阔叶混交林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、竹林等植被类型, 原生长苞铁杉林为保护区主要保护对象。

2 调查方法

2.1 材料收集

在福建省天宝岩国家级自然保护区选择长苞铁杉为优势种的原生森林群落为研究对象, 在群落中具有代表性地段设置 6 个 20 m×30 m 的样地, 每一样地划分为 24 个 5 m×5 m 的小样方, 并以 5 m×5 m 小格子样方为基本单位, 按相邻位置组合为 25、50、100、150、200 m² 五个尺度。调查每一小样方乔木层(胸径 > 5 cm) 的物种种类、胸径、树高等指标; 每一样地随机设置 6 个 4 m×4 m 小样方调查群落内灌木、幼苗、幼树及草本种类、高度、盖度及分布情况。

2.2 数据处理

根据样方调查资料,计算长苞铁杉群落乔木层物种重要值。记录以 25 m² 为尺度时 144 个样方、50 m² 为尺度时 72 个样方、100 m² 为尺度时 36 个样方、150 m² 为尺度时 24 个样方、200 m² 为尺度时 18 个样方乔木层中占优势的 10 个优势树种的多度数据,组成 144×10、72×10、36×10、24×10、18×10 多度数据矩阵,按照当第 i 树种在第 j 样方出现时记为 1,否则记为 0 的原则统计 10 个优势种群相互存在与否的样方数,将多度数据矩阵转化为二元数据(0,1)矩阵,以此为种间关系分析的原始数据。根据群落调查资料,经重要值计算,长苞铁杉群落乔木层的 10 个优势树种分别为:长苞铁杉、猴头杜鹃(*Rhododendron simiarum*)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、溪畔杜鹃(*Rhododendron rivulare*)、甜槠(*Castanopsis eyrei*)、木荷(*Schima superba*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)、细叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*)、毛铁冬青(*Ilex microcarpa*)、罗浮栲(*Castanopsis fabri*)。

2.3 测定方法

2.3.1 多物种间联结显著性检验(G. W 考克斯,1979;Schulter,1984) 按照方差比率法(VR)来检验多物种间的关联,可说明在某地出现的多个物种间是否存在显著的联结性。先作零假设,即 10 个种群间无显著关联,按下列公式计算检验统计量:

$$\delta_7^2 = \sum_{i=1}^S (1-p_i); S_7^2 = (1/N) \sum_{j=1}^N (T_j - t)^2; VR = S_7^2 / \delta_7^2; P_i = n_i / N \dots\dots\dots (1)$$

式中:S 为总的物种数;N 为总样方数;T_j 为样方 j 内出现的研究物种总数,n_i 为物种 i 出现的样方数;t 为样方中种的平均数。在独立性假设条件下期望值为 1,VR>1 表示物种间表现出正的关联;VR<1 表示物种间存在负的净关联。采用统计量 W=N×(VR)来检验 VR 值偏离 1 的显著程度,若物种不显著相关联,则 W 落入由下面 x² 分布给出的界限的概率为 90%:χ_{0.95}²(N)<W<χ_{0.05}²(N)。

2.3.2 成对物种的联结性检验(王伯荪等,1985;洪伟等,1990) 为了求出种间的联结系数和测定其联结的显著性,用 2×2 联列表统计各种对的具体数据,即 a、b、c、d 的具体值,联结系数 AC 用来说明种间联结程度的相关系数。

若 ad≥bc,则:AC=(ad-bc)/[(a+b)(b+d)];
若 bc>ad,且 d≥a,则:AC=(ad-bc)/[(a+b)

(a+c)];
若 bc>ad,且 d<a,则:AC=(ad-bc)/[(b+d)(d+c)] …………… (2)

其中 a、b、c、d 分别表示两个物种同时出现、A 物种出现 B 物种未出现、B 物种出现 A 物种未出现及两物种均未出现的样方数。

AC 的值域为[-1,1],AC 值越近于+1,表明物种正联结性越强;相反,AC 值越趋近于-1,表明物种间的负联结越强;AC 为 0,物种间完全独立。

可假设两种树种是结合的,用统计推断的方法进一步判断,这样克服调查误差对种间联结系数的影响。根据 2×2 联列表的 x² 统计量,检测物种间的联结性,建立统计量:

$$\chi^2 = [(ad-bc) - 0.5N]^2 / [(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)] \dots\dots\dots (3)$$

式中:N 为取样总数,a、b、c、d 同上。由于关联有两种类型,若(ad-bc)>0 为正联结,若(ad-bc)<0 为负联结,因此 x²>x²_{0.05}(1)为种对间联结性显著,否则不显著。χ_{0.10}²(1)=2.706,χ_{0.05}²(1)=3.841,χ_{0.01}²(1)=6.635,2.706<χ²<3.841 为联结一般显著,3.841<χ²<6.635 为联结显著。若 χ²>6.635 为极显著,否则不显著,计算结果见表 1。

2.3.3 关联测度(刘金福等,2001) 为克服点联结系数 AC 受到 d 值影响大而造成偏差,本文选用测定两物种关联度较好的 Ochiai 指数计算种间联结度。

Ochiai 指数:OI=a√[(a+b)(a+c)] …… (4)

OI 指数表示种对相伴出现几率和联结性程度,当 a=0 时,取值为 0,表示种间完全相异,不同时出现在同一样方中;当 a=N(总样方数)时取值为 1,表示同时出现在样方中。

3 结果与分析

3.1 对多物种间总体关联显著性测度的方差分析

根据(1)式,计算得不同尺度下多物种间总体关联显著性(表 1),得出在五种尺度下,方差比率均大于 1,虽然显著性有所不同,但还是可以通过方差比率得出长苞铁杉群落乔木层 10 个优势种群在整体上表现正联结,表明长苞铁杉群落中一些种的存在对另一些种存在是有利的。一般来说,随着群落演替的进展,群落结构及其种类组成将逐渐趋于完善和稳定,种间关系也将同步趋于正相关,以求得多物种间的稳定共存(周先叶等,2000;杜道林等,1995)。

由于长苞铁杉群落作为顶极群落，经过数百年的演替，长苞铁杉成熟、过成熟个体较多，其为乔木层第一亚层的主要成分，且所处地域气候温暖湿润，湿度较大，林内遮荫程度高，有利于一些耐荫性的阔叶树种的侵入，并为其提供良好定居和生长环境，群落结

构层次较多，林冠不整齐，各层次分层明显，群落内各种植物间存在着密切的相互关系，并通过长期协同进化与长苞铁杉共享资源，从而使长苞铁杉林具有较大多样性、复杂性及明显优势种群，故彼此之间协调发展。

表 1 研究样地内不同样方数与样方面积对多物种总体关联性的变化

Table 1 Changes of total multi-species association on changing of quadrat number and area in sample area

样方数 Quadrat number	样方面积(m ²) Quadrat area	方差比率 Variance ratio	统计量 Statistical value	联结类型 Association type	χ ² 值 χ ² values		显著性 Significance
144	25	1.27	182.88	+	χ _{0.05(144)}² = 173.00}	χ _{0.95(144)}² = 117.27}	显著 ¹⁾
72	50	1.19	85.68	+	χ _{0.05(72)}² = 92.81}	χ _{0.95(72)}² = 53.46}	不显著 ²⁾
36	100	1.6	57.6	+	χ _{0.05(36)}² = 51.00}	χ _{0.95(36)}² = 23.27}	显著 ¹⁾
24	150	1.45	34.8	+	χ _{0.05(24)}² = 36.42}	χ _{0.95(24)}² = 13.85}	不显著 ²⁾
18	200	1.01	18.18	+	χ _{0.05(18)}² = 28.87}	χ _{0.95(18)}² = 9.39}	不显著 ²⁾

¹⁾ Significant; ²⁾ Insignificant.

3.2 样方数目与面积的变化对物种对正负关联比的影响

样方面积及样方数量对物种对的正负关联的影响已得到广大学者的注意(周先叶等,2001;赵则海等,2003)。由于样方面积对物种对联结性检验的正负关联关系影响比较敏感,建议正联结与负联结的物种对相等时作为野外样方的最小面积(赵则海等,2003;李新荣,1999)。不同样方数目对应的物种对正负关联比的变化情况见图 1,样方设计中正负关联比最接近 1 的样方数为 36,因此从正负关联比角度,样方面积为 100 m² 时进行种间联结分析较为合适。

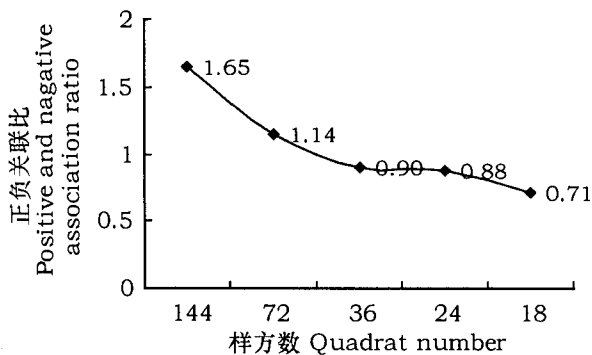


图 1 样方数对种间正负关联比的影响

Fig. 1 Effect on positive and negative interspecific association based on quadrat and area

3.3 样方大小与物种联结性

种间联结关系存在的原因是相当复杂的,既有物理、化学的因素,也有生物因素的影响。根据 Whittaker 提出的物种之间的联结性划分标准,将

物种间关系归纳为 5 种复杂的相互关系即:① A 种的存在必然依赖于 B 种的存在;② A 种的存在虽要依赖于 B 种的存在,但其他种也可代替;③ A 种的存在与 B 种无关;④ B 种的存在减少 A 种存在的机会;⑤ B 种的存在使 A 种不能存在(刘金福等,2001)。同时,物种间的相互作用是有一定空间范围的,一旦超过空间界限,它们就不再有相互作用,将不同样方设计所得出的具一般显著性关联的物种对列出,并同时列出具关联性的物种对在不同样方时的关联性变化情况(表 2),发现随着单位样方面积的变化,物种间的联结性也随之发生很大的变化。

作为群落中占绝对优势的长苞铁杉种群,在 25 m² 时仅与猴头杜鹃存在一般显著性的正联结,与青冈、溪畔杜鹃、甜槠存在显著的负联结,但在 50、100、150 m² 时与猴头杜鹃的联结性却表现出独立性,而与青冈、溪畔杜鹃、甜槠、细叶青冈的联结性均表现出明显的波动性,当取样面积达到 200 m² 时,长苞铁杉在每个样方都出现,无法判断其与其它种间的关联性。但分析图 2,我们发现,在 100 m² 时,物种对的检验值均出现拐点,不仅是长苞铁杉与青冈、溪畔杜鹃、甜槠等出现拐点,其他种对如 2-9、2-10、3-9、4-6、6-7 等种对均表现出类似的波动性。由于不同的样方设计是从不同面积的角度讨论物种之间相互作用的距离,随着单元样方面积的增大,物种对在各个方向上的距离变化不断接近影响物种之间相互作用的距离,但其作用范围一旦超过所设定的距离后,物种间的相互作用就会产生激烈的波动。由此可见,长苞铁杉群落中的各物种对相互作用的距离大致范围为 100 m²,一旦脱离这个界

限,物种间的相互作用就会相对扩大或减小。

长苞铁杉在 25 m² 样方中,与猴头杜鹃、青冈、溪畔杜鹃、甜槠表现出一定的联结性,在 50 m² 样方中,与青冈、溪畔杜鹃、甜槠、细叶青冈表现出一定的联结性,在 100 m² 样方中仅与细叶青冈有显著的联结性,在 150 m² 样方中与青冈、甜槠存在一定的联结性。由于长苞铁杉种群多由百年以上的老龄个体组成,在群落中起主导作用,它不仅数量多,且有较大生态适应范围,占据较宽的生态位,因而表现出与多数树种有一定相互独立倾向性。但在调查时,发现在某些样方中长苞铁杉枯死、风折后其产生的资源空间为细叶青冈等所代替,因此细叶青冈与长苞铁杉之间有较强的排斥关系,存在一定的负联结性,说明 100 m² 样地设计结果与现实情况相符。

作为建群种的其它九个物种所组成的有些种对,在不同样方设计中均表现出同样的联结性,如 2-9、2-10、4-9、5-9、6-10、7-10 等均为负联结性,这主要是因为作为乔木层第三亚层的猴头杜鹃、

溪畔杜鹃、杜鹃分布较为集中,且与位于乔木第二亚层的毛铁冬青、罗浮栲处于不同层次,并通常在偏湿的生境中生长,生境的不同导致它们之间的排斥性,因此表现出负联结;而甜槠与毛铁冬青、木荷与罗浮栲之间营养生态位重叠机会较小。种对 3-4、3-5、9-10 在不同尺度样方中均为正联结,青冈与溪畔杜鹃、青冈与甜槠、罗浮栲与毛铁冬青的生境相似,对群落微环境的需求相差不多,因此表现出正联结性。而在这些种对中,青冈与甜槠在群落中相伴出现机率较大,利用光资源能力的相似性较大,两种群和睦共处,共享资源,两者呈现出一定显著的正联结性,类似的种对还有罗浮栲与铁冬青。木荷与罗浮栲、杜鹃与罗浮栲相伴出现机率小,特别是杜鹃与罗浮栲在不同尺度样方设计中都未相伴出现,它们完全不能同时出现在同一生境中,表现出显著的负联结;木荷与罗浮栲位于同一层次,两者生态位重叠值小,对资源具有较强的竞争。因此,样方设计 100 m² 时,物种对表现出的联结性与群落的现实情况相一致。

表 2 不同样方数对几个物种对 χ^2 、AC 及 OI 值的影响
Table 2 Effect of χ^2 test, association coefficient, Ochiai's coefficient of several species on changing of quadrat number in quadrat design

物种对 Species pairs	样方面积 Quadrat area (m ²)														
	25			50			100			150			200		
	AC	χ^2	OI	AC	χ^2	OI	AC	χ^2	OI	AC	χ^2	OI	AC	χ^2	OI
1-2	0.01	3.08	0.53	-0.06	0.42	0.53	-0.09	0.49	0.68	0.02	0.02	0.48	-	-	-
1-3	-0.35	12.49	0.20	-0.21	4.77	0.48	-0.4	1.42	0.73	-1	3.10	0	-	-	-
1-4	-0.48	5.86	0.12	-0.27	3.27	0.25	0.03	0.03	0.81	0.03	0.15	0.77	-	-	-
1-5	-0.35	4.11	0.18	-0.38	9.70	0.26	-0.2	0	0.68	-1	4.41	0	-	-	-
1-8	-0.19	1.01	0.14	-0.27	2.84	0.23	-0.16	4.23	0.43	-0.08	0.75	0.64	-	-	-
2-9	-0.41	1.73	0.09	-0.55	4.08	0.11	-0.2	1.35	0.30	-0.29	3.43	0.34	-0.25	3.40	0.41
2-10	-0.47	2.21	0.09	-0.39	2.48	0.16	-0.1	0.62	0.35	-0.2	2.24	0.41	-0.33	6.33	0.38
3-4	0.28	15.40	0.26	0.14	6.16	0.48	0.1	2.03	0.5	0.11	1.12	0.54	0.06	0.06	0.52
3-5	0.03	0.16	0.26	0.07	0.46	0.43	0.25	3.13	0.72	0.36	4.27	0.81	0.04	0.22	0.79
3-9	-0.69	3.59	0.04	-0.03	0.86	0.21	0.06	0.17	0.48	-0.09	0.66	0.49	0.16	1.13	0.73
4-6	0.16	1.50	0.15	0.08	0.44	0.29	0	0.2	0.29	-0.36	2.85	0.23	-0.31	3.09	0.28
4-9	-1	2.55	0	-1	3.46	0	-0.33	1.07	0.14	-0.47	2.04	0.15	-0.44	2.13	0.18
5-6	-0.28	0.78	0.25	0.21	2.27	0.42	0.22	1	0.61	0.18	0.10	0.64	0.72	6.15	0.96
5-9	-0.38	0.96	0.21	-0.24	0.78	0.15	-0.33	2.37	0.24	-0.38	4.04	0.28	-0.13	1.83	0.49
6-7	-1	3.11	0	-0.53	1.88	0.08	0.03	0	0.36	0.06	0.01	0.49	-0.08	0.87	0.45
6-10	-1	3.27	0	-0.31	1.09	0.14	-0.4	3.46	0.22	-0.2	2.24	0.60	-0.08	1.11	0.59
7-9	0.03	0.06	0.08	-0.1	0.44	0.11	-0.43	1.48	0.13	-0.62	3.89	0.13	-0.63	4.75	0.14
7-10	-1	2.43	0	-1	3.22	0	-1	5.28	0	-1	9.69	0	-1	12.25	0
9-10	0.03	0.11	0.24	0.16	0.85	0.29	0.33	2.95	0.53	0.36	2.24	0.63	0.4	2.03	0.71

1. 长苞铁杉(*Tsuga longibracteata*); 2. 猴头杜鹃(*Rhododendron simiarum*); 3. 青冈(*Cyclobalanopsis glauca*); 4. 溪畔杜鹃(*Rhododendron rivulare*); 5. 甜槠(*Castanopsis eyrei*); 6. 木荷(*Schima superba*); 7. 杜鹃(*Rhododendron simsii*); 8. 细叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*); 9. 毛铁冬青(*Ilex microcarpa*); 10. 罗浮栲(*Castanopsis fabri*)。

在所有的种对中,有 26 个种对在不同尺度样方设计中均未表现出一般显著的联结性,且没有一个种对在不同尺度样方设计中表现出显著的相关,这

主要是由于长苞铁杉群落在长期的演替过程中,由于种内种间的竞争,群落的组成成分基本稳定,在进一步分化的生态位中,各个物种都占据有利于自己

的位置,和谐共处,相互依存和相互竞争大为降低和减弱,所以多数种对联结程度不强,关系松散,表现出一定的独立性。AC 和 OI 联结系数随着样方面积的变化也发生较大的变化(表 2),但除了 7—10 在各种样方设计中 AC 值为-1,其余种对的 AC 值波动明显,其值大部分介于-0.5 到 0.5 之间,这充分说明长苞铁杉群落各优势种群间的联结关系相对较弱,群落内各优势的相对独立性较强。

综上所述,不同尺度样方设计可体现种间联结性的空间变化,在增大样方面积时,各物种对在 100 m² 的样方时联结性产生明显的波动(图 2),表现出明显的分界性,通过联系群落特征,100 m² 大小的样方更能准确全面地体现优势种群的种间联结性及其整个群落的特征。

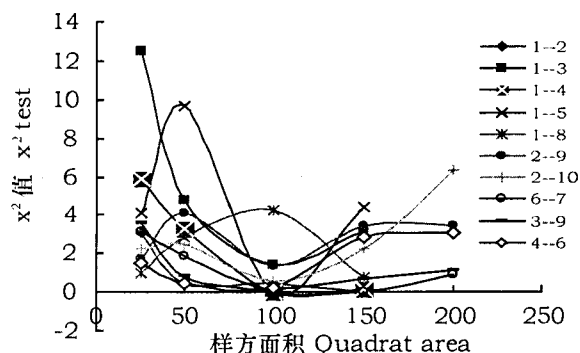


图 2 不同样方数目与面积对几个物种对 x^2 值的影响
Fig. 2 Effect of x^2 test of several species on changing of quadrat number and area

4 讨论

通过设定不同尺度样方,对天宝岩长苞铁杉群落乔木层 10 个优势种群进行种间联结性研究,发现样方数目与面积的变化对多物种间检验值、物种对间的检验值、正负关联比等均有很大影响,当样方面积为 100 m² (样方数为 36 时),对应的正负关联比最接近 1, x^2 检验值为物种对间检验值的波动点,而物种间表现出的联结性与群落特征相一致,因此样方设计中种间联结分析选择 36 个样方比较合适,这与郭志华等(1997)认为“中亚热带山地森林植被研究中,100 m² 样方准确全面地反映优势种群的种间联结性”一致。

长苞铁杉群落作为顶极群落,在不受强烈人为干扰或出现激烈病虫害的情况下,不会发生质的变

化,但稳定是相对的,量的变化仍存在,互相争夺生存空间的种内、种间竞争时刻存在。作为占绝对优势的长苞铁杉种群,占据着较多的生态位,但其以近成熟个体居多,而中幼龄个体极少见,其幼树在群落下层受到阔叶树种的荫蔽,且幼树在成长过程中受到阔叶树种的强烈排斥,长苞铁杉成熟个体枯死或风折后,幼树无法占据产生的资源空间,资源空间往往为竞争力更强的阔叶树种所占据。因此,长苞铁杉种群在群落中将逐渐为适应性强的阔叶树种所代替。因此,在保护工作中应该考虑到阔叶树种对长苞铁杉幼树的排斥作用,在群落内尽可能去除不必要的阔叶树种,调整群落结构,为长苞铁杉的生长与更新提供良好的生态环境,以达到保护长苞铁杉的目的。

参考文献:

自然资源丛书编撰委员会. 1995. 中国自然资源丛书森林卷 [M]. 北京:中国环境科学出版社,491—495.
G. W 考克斯. 1979. 普通生态学实验手册[M]. 北京:科学出版社,106—107.
Du DL(杜道林), Liu YC(刘玉成), Li R(李睿). 1995. Studies on the interspecific association of dominant species in a subtropical *Castanopsis fargesii* forest of Jinyun Mountain (缙云山亚热带栲树林优势种群间联结性研究)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报),19(2):149—157.
Guo ZH(郭志华), Zhuo ZD(卓正大), Chen J(陈洁), et al. 1997. Interspecific association of trees in mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest in Lusan Mountain(庐山常绿阔叶,落叶阔叶混交林乔木种群间联结性研究)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报),21(5):424—432.
Hong W(洪伟), Chen MX(陈鸣焯). 1990. Calculation and application of interspecific association of broad-leaved trees in the North Fujian(闽北主要阔叶树种种间联结测定及其应用)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学),26(2):175—181.
Liu JF(刘金福), Hong W(洪伟), Fan HB(樊后保), et al. 2001. Study on the interspecific association of species in the vegetation layer in *Castanopsis kawakamii* forest(天然格氏栲林乔木层种群间关联性研究)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学),37(4):117—123.
Li XR(李新荣). 1999. Interspecific association and correlation of shrub layer in the coniferous-broad-leaved Mixed Geobotanical(俄罗斯平原针阔混交林群落的灌木层植物种间相关研究)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报),19(1):55—60.
Peng MC(彭明春), Dan CL(党承林). 1998. Studies on interspecific association of both *Castanopsis orthacantha* and *Castanopsis delavayi* communities at Jizu Mountain; Yunan Province(云南鸡足山元江栲群落和高山栲群落的植物种间结合研究)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报),18(2):158—166.
Schulter D. 1984. A variance test for detecting species association, with some example application[J]. *Ecology*,65:998—

- 1005.
- Wu JL(吴继林), Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪 伟), et al. 1999. Weibull model of spatial distribution pattern of the endangered and rare plant *Tusga longibracteata* and its application(珍稀植物长苞铁杉种群空间分布的 Weibull 模型及其应用研究)[J]. *Acta Agri Univ Jiangxi*(江西农业大学学报), 21(4): 602-605.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪 伟), Wu JL(吴继林), et al. 2000. Spatial distribution pattern of *Tusga longibracteata* (珍稀濒危植物长苞铁杉的分布格局)[J]. *J Plant Res Envi*(植物资源与环境学报), 9(1): 31-34.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪 伟), Wu JL(吴继林), et al. 2000. Studies on kernel density estimation of species abundance distribution in two communities of rare and endangered plants(两种珍稀植物群落物种多度分布的核方法研究)[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报), 8(4): 301-307.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪 伟), Wu JL(吴继林), et al. 2000. Life table analysis of *Tusga longibracteata* population (珍稀濒危植物长苞铁杉种群生命表分析)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 11(3): 333-336.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪 伟). 2000. A study on the density effect model of rare and endangered *Tusga longibracteata* population(珍稀濒危植物长苞铁杉种群密度效应模型)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学), 38(4): 157-161.
- Wu CZ(吴承祯), Liao CZ(廖成章), Hong W(洪 伟), et al. 2002. Local distribution of floristic composition for the major wood-plant in the *Tusga longibracteata* communities(长苞铁杉林主要木本植物种类组成的局域分布)[J]. *J Fujian Coll For*(福建林学院学报), 22(3): 193-196.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪 伟), Wu JL(吴继林), et al. 2001. A study on the interspecies competition in *Tusga longibracteata* forest(长苞铁杉群落种间竞争的研究)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), 21(1): 154-158.
- Wu CZ(吴承祯), Hong W(洪 伟). 2002. A proposed multi-dimensional time series model of individual age and diameter in *Tusga longibracteata* (长苞铁杉种群个体年龄与胸径的多维时间序列模型研究)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 26(4): 403-407.
- Wu JL(吴继林). 2001. The applicability of various methods in analysis of the spatial distribution pattern of the *Tusga longibracteata* population(不同方法在珍稀植物长苞铁杉种群分布格局分析中的适用性研究)[J]. *Acta Agri Univ Jiangxi*(江西农业大学学报), 23(3): 345-349.
- Wang BS(王伯荪), Peng SL(彭少麟). 1985. Studies on the measuring techniques of interspecific association of the lower subtropical evergreen-broadleaved forest. The exploration and the revision on the measuring formulas of interspecific association(南亚热带常绿阔叶林种间联结测定技术研究 I: 种间联结测定的探讨修正)[J]. *Acta Phytocol Geobio Sin*(植物生态学与地植物学丛刊), 9(4): 274-285.
- Zhao XY(周先叶), Wang BS(王伯荪), Li MG(李鸣光), et al. 2000. An analysis of interspecific associations in secondary succession forest communities in Heishiding Nature Reserve, Guandong Province(广东黑石顶自然保护区森林次生演替过程中群落的种间联结性分析)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 24(3): 332-339.
- Zhao ZH(赵则海), Zu YG(祖元刚), Yang FJ(杨逢建), et al. 2003. Study on the sampling technique of interspecific association of ligneous plant in *Quercus liaotungensis* forest in Dongling Mountain(东灵山辽东栎林木本植物种间联结取样技术的研究)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 27(3): 396-403.

欢迎订阅 2006 年

花卉杂志 月刊

花卉盆景园艺信息 大众栽花美化必备

邮发代号 46-8

花卉杂志 1985 年创刊, 国内外公开发行。它以“新、洋、奇”为特色, 充分发挥广东毗邻港澳台和地处热带亚热带的优势, 不断推介花卉新科技、新品种, 及时传播国内外花卉产业信息, 是花卉园艺工作者、花卉爱好者和花农的良师益友。

2006 年花卉杂志每册定价 6.8 元, 全年定价 81.6 元。全国各地邮局均可订阅, 漏订者可直接汇款至本刊邮购, 全年接受订阅。地址: 广州市麓景路 23 号 402, 邮编: 510091, 订阅电话: 020-83581479(兼传真)。