

猫儿山优势种空间点格局和种间关系分析

李林¹ 魏识广¹ 黄忠良² 曹洪麟²

(1 桂林电子科技大学生命与环境科学学院 2 中国科学院华南植物园)

摘要: 黔稠、榕叶冬青和青冈是猫儿山植物群落中分布相对广泛的3个优势种。对它们在不同海拔上的径级结构分析结果表明:3个物种在2个海拔梯度上径级都呈现峰型分布,最高峰都集中在4~8 cm的中小径级范围内,中小个体储备充足,会在相当长一段时间内保持其在群落中的优势地位。通过连续取样的L方程点格局分析方法,对其空间格局和种间关系分析显示:3个物种在样地中不同尺度上以空间显著聚集分布为主,在极少数尺度上仍然存在随机分布和均匀分布格局。3个物种在50 m范围内的分布几乎都表现为独立不相关性。而黔稠和青冈同属于青冈属,在2个样地中的一些小尺度上表现为显著的正相关性。

关键词: 黔稠;榕叶冬青;青冈;点格局;种间关系

中图分类号: S718.54 文献标志码: A 文章编号: 1000-1522(2012)03-0015-05

LI Lin¹; WEI Shi-guang¹; HUANG Zhong-liang²; CAO Hong-lin². **Spatial point patterns and species association analysis of dominant species distribution in Maershan Mountain, Guangxi of southern China.** *Journal of Beijing Forestry University* (2012) 34(3) 15-19 [Ch, 8 ref.]

1 College of Life and Environmental Science, Guilin University of Electronic Technology, 541004, P. R. China;

2 South China Botany Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510650, P. R. China.

Cyclobalanopsis stewardiana, *Ilex ficoidea* and *C. glauca* were three dominant species relatively broadly distributed in Maershan Mountain, Guangxi of southern China. At different altitudes, size distribution of three species individuals showed a unimodal type, and the peak of three species' DBH all centralized at 4-8 cm class. DBH structures showed that three species had enough junior individuals, meaning they will continuously play dominant role in community for a long time. Based on continuous sampling data for L-function analyses, comparing spatial distribution and species association of three species, we found that three species were significantly aggregated and distributed on several scales, and only a few scales showed random and regular distributions. Associations among three species all showed an independent distribution pattern within 50 m in two plots. *C. stewardiana* and *C. glauca* belong to congeneric species and they show a positive correlation on small scales in both plots.

Key words *Cyclobalanopsis stewardiana*; *Ilex ficoidea*; *Cyclobalanopsis glauca*; point pattern; species association

猫儿山自然保护区是连接长江、珠江两大水系之漓江、资江、浔江的发源地,保护对象主要是三江之源的森林生态系统。保护区植被起源古老,生物物种丰富,是生物多样性研究的理想基地。其间分布有华南地区罕见的大面积原生状态的天然阔叶林。本文在不同海拔梯度2块样地内重要值前15位的优势种中,选取共有的黔稠、榕叶冬青和青冈3

个物种作为研究对象。采用空间点格局方法,研究2个海拔梯度上共有的优势种的空间点格局分布和种间关系。

种群的空间分布格局是种群长期发展结果的体现,是了解种群特征、种间作用及种群与其生境依存关系的基础^[1-2]。判定种群的空间分布类型和空间关联性是空间格局研究的2项主要内容,也是

收稿日期:2011-05-10

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重点项目(2008BAC39B02)、桂林电子科技大学博士启动项目(UF08003、UF08025Y)、广西教育厅科研项目(201010LX148)。

第一作者:李林,博士,副教授。主要研究方向:生物多样性分布格局与保护。电话:0773-2293135 Email: lilin@163.com 地址:541004 桂林市桂林电子科技大学生命与环境科学学院。

责任作者:魏识广,博士,副教授。主要研究方向:数量生态学。电话:0773-2293135 Email: wsg@163.com 地址:同上。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

揭示生态过程的关键和常用手段^[3]。国内常采用泊松分布和负二项分布判定植物群落中物种的分布状况,止步于计算格局指数,平均拥挤度指数和聚块指数等^[4]。近年来点格局的研究已作为国际上分析种群格局的主要方法之一^[5-6]。本文采用一维点格局和二维点格局相结合,对3个目标物种的空间分布格局和种间关系进行分析,期望解决和探讨以下几个主要问题:1)3个优势种在2个海拔上的种群的径级结构差异;2)对3物种的空间分布和种间关系进行分析比较;3)探讨猫儿山优势种分布格局形成的原因,物种分布现状和发展趋势,并提出有效的保护策略。

1 研究地概况

猫儿山自然保护区位于广西壮族自治区桂林

市兴安县境内,面积 17 008.5 hm²,主峰海拔 2 141.5 m,被誉为华南最高峰。研究地位于海拔 1 850 m 的八角田中山盆地和海拔 1 450 ~ 1 500 m 的红军亭附近,文中分别称八角田样地和红军亭样地(表 1)。地理位置约为北纬 25°56′、东经 110°30′,盆地面积约有 240 hm²。保护区属中亚热带湿润季风气候类型,年均温约 7℃,极端高温 23℃,极端低温 -19℃,年降水量 2 100 mm 以上^[7]。八角田样地属于常绿落叶针阔叶混交林,红军亭样地林型为常绿落叶阔叶混交林。分属于 2 个生物多样性丰富的海拔段,样地中除了地带性植被的分布,还分布着华南地区少有的珍稀孑遗植物,如水青冈和南方铁杉等。

表 1 猫儿山 2 块样地位置及环境因子

Tab. 1 Location and environmental factors of two plots in Maoershan Mountain

样地	海拔/m	坡度/(°)	坡向	气候带	成土母质	土壤类型	林型
八角田	1 900 ~ 1 950	5	南	山地暖温带	板岩	山地沼泽泥炭土	常绿落叶针阔叶混交林
红军亭	1 450 ~ 1 500	30	南	山地暖温带	花岗岩	山地黄壤	常绿落叶阔叶混交林

2 研究方法

2.1 调查方法

2002 年,在八角田和红军亭用相邻格子法顺序取样分别设置 100 m × 100 m 的方形样地,面积为 1 hm²,以 20 m × 20 m 为样方单元,共有 25 个样方,每个样方再细分成 16 个 5 m × 5 m 的小样方。对样地内的木本植物(DBH ≥ 1 cm)进行每木检尺,记录其种名、胸径、树高、枝下高、冠幅等,测定坐标并编号挂永久标牌。2008 年对固定样地进行复查,记录数据同上。文中数据为 2008 年复查数据的分析结果。

2.2 计算方法

本文采用重要值对样地中物种进行排序。物种空间格局采用 L 方程,种间关系用多元点格局 L_{12} 方程进行计算^[8],并采用 Monte-Carlo 随机排列拟合 999 次得到 99% 置信区间,计算上下包迹线。取样采取圆形取样法,分析用到的最大尺度为样地边长的 1/2,文中为 50 m。

3 结果分析

3.1 物种基本概况

八角田样地海拔较高,植被以常绿阔叶林和落叶阔叶林为主。组成种类以壳斗科(Fagaceae)、樟科(Lauraceae)、冬青科(Celastrales)、山矾科(Symplocaceae)、木兰科(Magnoliaceae)等为主。胸径大于 1 cm 物种有 81 种。重要值排序显示(表

2):南方铁杉虽然多度只有 63 株,但凭借胸径优势在样地中排第 1 位。此树种不仅能提供优质木材,也是地质年代第三纪以后残留的少数植物之一,属我国特有植物。而黔稠重要值排第 2 位,在样地中多度最高。红军亭样地海拔较低,植被以常绿落叶阔叶树种为主。组成种类以山茶科(Theaceae)、冬青科、蔷薇科(Rosaceae)、壳斗科和杜鹃科(Cuculidae)等种类为主。胸径大于 1 cm 物种有 88 种。重要值排序显示(表 2):第三纪远古孑遗植物水青冈的重要值排名第 1 位,多度和胸径在样地中均占优势。重要值排第 2 和第 3 位的分别为小叶青冈和榕叶冬青。比较 2 个样地中重要值前 15 位的优势种,其中黔稠、榕叶冬青和青冈为 2 个海拔梯度上共有的优势种。在八角田样地中黔稠的多度大于青冈并大于榕叶冬青,红军亭样地中榕叶冬青的多度大于黔稠并大于青冈(表 2)。

3.2 径级结构

对 2 个样地中 3 物种采取 4 cm 一个径级统计分析,结果(图 1)显示:3 物种的个体在八角田和红军亭样地的径级都呈现单峰型分布,最高峰都集中在 4 ~ 8 cm 径级范围内,大径级上个体分布较少,属于中小径级个体储备型种群,胸径大于 28 cm 的个体主要是黔稠。八角田样地的黔稠(432 株)和青冈(188 株),分别明显多于红军亭的 45 和 32 株。而红军亭样地的榕叶冬青 221 株,多于八角田样地的 81 株。

表 2 2 样地重要值前 15 位物种列表

Tab.2 List of fifteen species based on importance values in two plots

序号	八角田样地			红军亭样地		
	种名	多度	重要值	种名	多度	重要值
1	南方铁杉(<i>Tsuga chinensis</i> var. <i>tchekiangensis</i>)	63	40.9	水青冈(<i>Fagus longipetiolata</i>)	328	51.7
2	黔稠(<i>Cyclobalanopsis stewardiana</i>)	423	37.4	小叶青冈(<i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>)	145	17.0
3	大八角(<i>Illicium majus</i>)	226	32.8	榕叶冬青(<i>Ilex ficoidea</i>)	221	15.5
4	西南山茶(<i>Camellia pitardii</i>)	234	13.0	铁锥栲(<i>Castanopsis lamontii</i>)	56	13.4
5	山桂花(<i>Bennettiodendron leprosipes</i>)	133	11.7	交让木(<i>Daphniphyllum macropodum</i>)	86	9.6
6	青冈(<i>Cyclobalanopsis glauca</i>)	188	11.6	木姜叶润楠(<i>Machilus litseifolia</i>)	88	8.6
7	资源木姜(<i>Litsea pedunculata</i>)	178	11.3	拟榕叶冬青(<i>Ilex subficoidea</i>)	86	8.1
8	榕叶冬青	81	8.8	黔稠	45	7.5
9	凹脉杜鹃(<i>Rhododendron davidsonianum</i>)	76	8.4	缺萼枫香(<i>Liquidambar acalycina</i>)	54	7.4
10	包石栎(<i>Lithocarpus cleistocarpus</i>)	44	8.0	桂南木莲(<i>Manglietia chingii</i>)	49	6.4
11	小叶冬青	122	7.9	映山红(<i>Rhododendron simsii</i>)	102	6.0
12	广西钓樟(<i>Lindera guangxiensis</i>)	93	6.8	华卫矛(<i>Euonymus chinensis</i>)	72	5.6
13	山八角(<i>Illicium dunnianum</i>)	72	6.8	湖南杨桐(<i>Adinandra bockiana</i> var. <i>acutifolia</i>)	61	5.4
14	三花冬青(<i>Ilex triflora</i>)	65	6.6	光皮桦(<i>Betula luminifera</i>)	47	4.9
15	长梗冬青(<i>Ilex pedunculosa</i>)	64	6.3	青冈	32	4.2

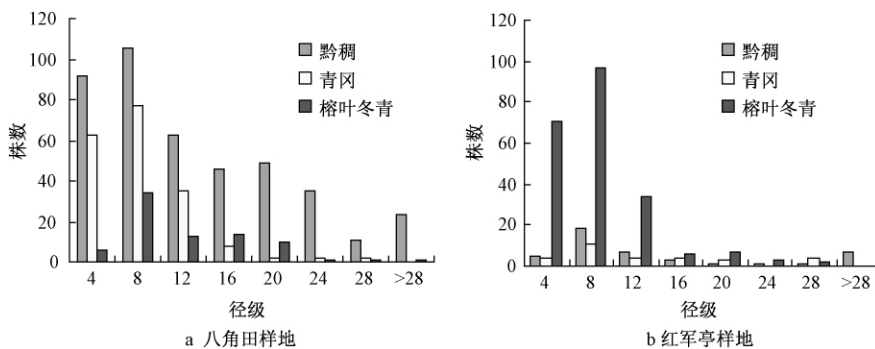


图 1 2 样地 3 个物种的径级分布

Fig.1 Size distribution of three species in two plots

3.3 空间分布格局

用 L 方程对 2 个样地的 3 物种进行点格局分析结果(图 2)显示: 大部分尺度上 3 个物种都表现出显著聚集分布格局。黔稠在八角田样地所有尺度上都表现为显著聚集分布, 在红军亭样地 45 m 内显

著聚集分布。45 ~ 50 m 尺度为随机分布。榕叶冬青在八角田样地所有尺度都为显著聚集分布, 红军亭样地中尺度 < 24 m 范围内榕叶冬青表现为显著聚集分布, > 24 m 尺度上表现为随机分布。八角田样地中青冈显著聚集在尺度 < 36 m 范围内, 36 ~ 42 m

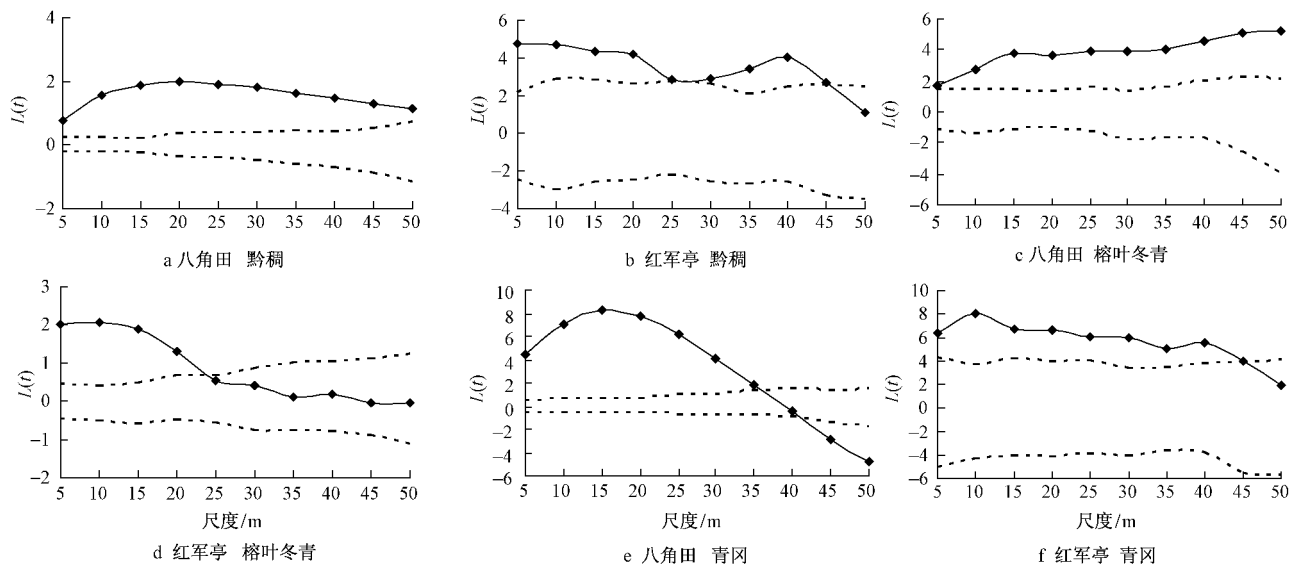


图 2 2 样地中 3 物种的点格局分析结果

Fig.2 Analysis results of point pattern for three species in two plots

为随机分布 42 ~ 50 m 为均匀分布; 红军亭样地, 青冈 < 45 m 为聚集分布 45 ~ 50 m 为随机分布。

L 方程的尺度图与空间分布的点图验证了 3 物种在 2 个样地中的大部分尺度都表现为聚集分布格局(图 2、3)。黔稠在八角田样地分布范围广泛, 但在西南角和西北角分布较少; 而在红军亭样地只有

少量个体集中分布在西半部。榕叶冬青在八角田样地集中分布在东半部和中部; 在红军亭样地分布范围较广。青冈在八角田样地中集中分布在西边中部和东边大部分区域; 在红军亭样地个体较少, 几乎都分布在西半部(图 3)。

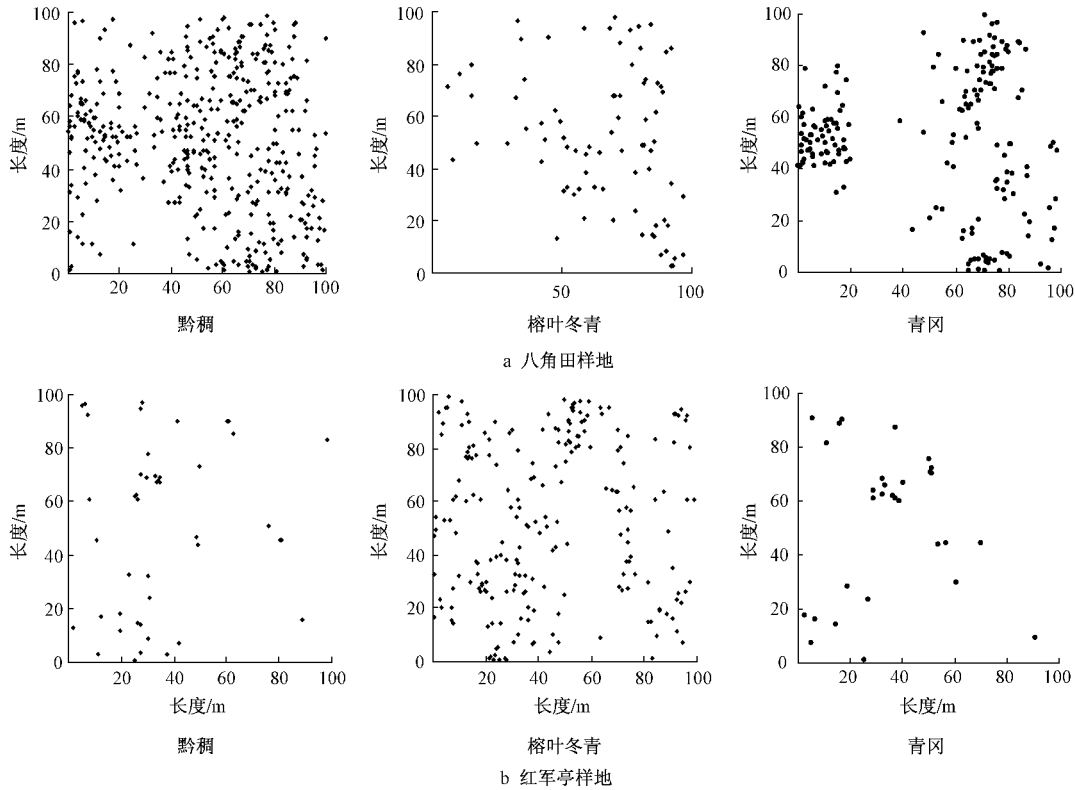


图 3 2 个样地中 3 物种的空间分布点

Fig. 3 Point plot of spatial distribution for three species in two plots

3.4 种间关系

用 L 方程对 2 个样地中 3 物种两两之间的种间关系进行分析, 结果(图 4)显示: 3 个物种在尺度 50

m 范围内的分布几乎都表现为独立不相关性。黔稠和青冈同属于青冈属, 在八角田样地中 2 个物种的空间分布在尺度小于 30 m 范围内表现为显著正相

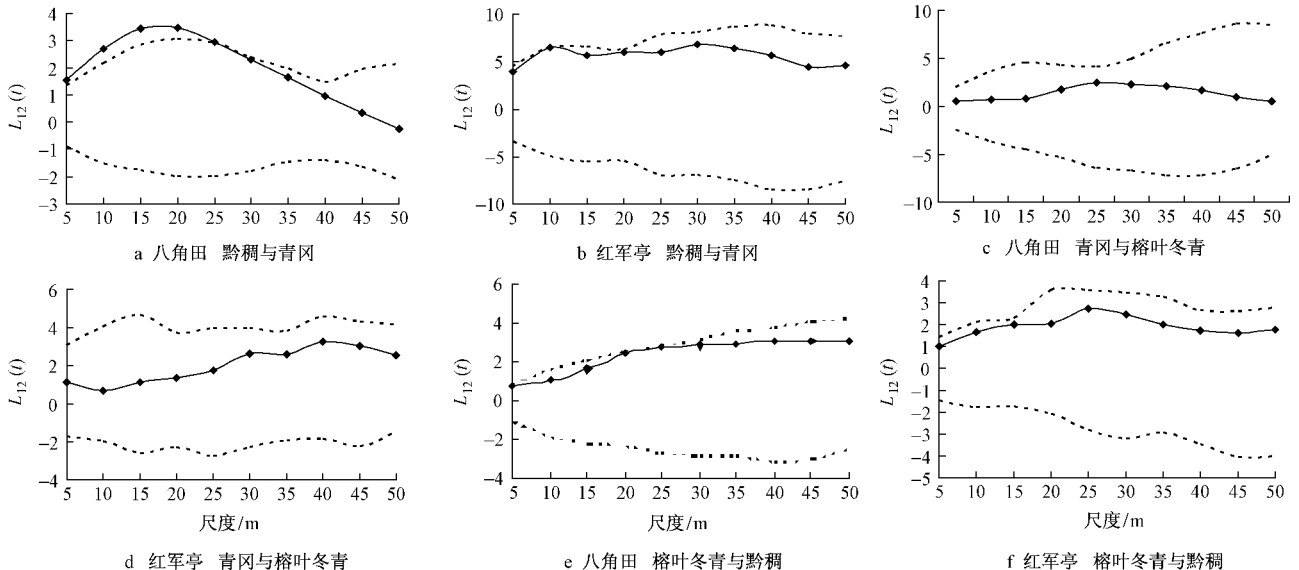


图 4 2 个样地中 3 物种的种间关系分析结果

Fig. 4 Analysis results of species associations among three species in two plots

关,而30~50 m都表现为独立不相关分布;在红军亭样地中小尺度上(7~12 m)表现出正相关性,而其他尺度都表现为独立不相关分布。

4 结论与讨论

由于海拔差异,2个样地中的优势种存在明显的差异,共有种有黔稠、榕叶冬青和青冈,3个物种在2个样地中的多度差异很大。黔稠和青冈在八角田样地分布多于红军亭的数量,而榕叶冬青在红军亭样地的分布数量大于在八角田样地。多度和重要值显示:黔稠和青冈在猫儿山群落中更适合在海拔较高区段生长(1900 m左右),而榕叶冬青适合在中海拔区段生长(1400 m左右)。径级结构分析表明,此3个物种在2个样地中的径级都呈现单峰型分布,最高峰都集中在4~8 cm的中小径级范围内,中小个体储备充足,表明3个优势种在2个海拔梯度上的生长正常,在自然状态下会在相当长的一段时间内保持其在群落中的优势地位。

种群分布格局主要是种群的生物学特性所决定的。点格局和空间分布点图结果能互相印证(见图2、3),3个物种在样地中不同尺度的分布大多呈显著聚集分布。由于样地内微地形和生境的差异,使同一物种分布相对集中,呈现聚集分布格局。物种的分布格局又受到取样尺度的影响,在小尺度上格局与大尺度上存在差异,差异会体现在聚集程度上的变化,例如当尺度由小到大时, L 方程图显示分布格局从聚集变为随机分布或均匀分布,由此可看出连续变化尺度的取样更能客观地体现物种在群落中的分布和生长情况。总体上猫儿山的3个优势种明显随尺度而变化,其种间关系随尺度基本无变化,而分布格局从聚集分布变为随机分布。

种群间相互关系的差异同样取决于种群的生物学特性。黔稠和青冈同属于青冈属,在2个样地中的一些尺度上表现显著的正相关性。作为猫儿山群落中的2个主要的优势种,它们的竞争力比较强,同时,由于同属的物种亲缘关系较近,对生境条件的要求相似性更大,二者关系密切,在某些区域常常一起出现,成为共建种,在 L_{12} 图显示为正相关。

而其他物种在尺度50 m范围内的分布几乎为独立不相关性,是由于它们之间亲缘关系较远,对生境要求差异相对较大,加上中性随机过程的影响因素,分布呈现明显不相关性。

从3个共有优势种的径级情况和格局分布综合分析,猫儿山群落生长状态良好。建立保护区以来,对于该地区的生物多样性保护起到了很好的作用。样地中第三纪孑遗植物和国家珍惜濒危植物也有分布,生物多样性在华南地区相当丰富,但要更好地了解整个群落的状态,还需做更多方面的研究,尤其是经历了近年来南方的冰冻天气,一些物种出现了大面积死亡的情况,目前的生物多样性保护工作仍很严峻。新一轮的生物多样性普查工作迫在眉睫,在进行物种调查的同时,对于物种生长的微地形和其他环境因子(如土壤、水分)的调查也很重要,只有综合物种的生长状况和影响其生长的主要环境因子,在下一步的研究中才能真正揭示猫儿山物种共存和分布的机理,从而为整个猫儿山地区的多样性保护工作的良性发展提供科学的依据。

参 考 文 献

- [1] GREIG S. *Quantitative plant ecology* [M]. 3rd ed. London: Blackwell Scientific Publications, 1983.
- [2] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 243-297.
- [3] 张金屯. 植物种群空间分布的点格局分布[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 344-349.
- [4] 张志祥, 刘鹏, 刘春生, 等. 珍稀濒危植物南方铁杉种群结构与空间分布格局研究[J]. 浙江林业科技, 2009, 29(1): 8-14.
- [5] LI L, HUANG Z L, YE W H, *et al.* Spatial distributions of tree species in a subtropical forest of China [J]. *Oikos*, 2009, 118(4): 495-502.
- [6] ZHANG J, SONG B, LI B H, *et al.* Spatial patterns and associations of six congeneric species in an old-growth temperate forest [J]. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 2010, 36(1): 29-38.
- [7] 李世裕. 广西自然保护区[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- [8] DIGGLE P J. *Statistical analysis of spatial point patterns* [M]. London: Academic Press, 1983.

(责任编辑 赵 勃)