

种群分布格局测定的样方尺度效应

周灿芳¹, 余世孝², 郑业鲁¹, 黄 樑¹

(1. 广东省农业科学院科技情报研究所, 广东广州 510640; 2. 中山大学生命科学学院, 广东广州 510275)

摘 要: 以粤西黑石顶自然保护区西部船底窝的永久样地为研究对象, 在一个面积为 1 600 m² 的人工次生裸地样地上, 借助地理信息系统(GIS)技术, 对各个种群分别用 3 种不同的样方面积(10 m×10 m, 8 m×8 m, 5 m×5 m)和不同的测定方法来研究演替初期优势种群的分布格局, 从而研究不同的样方面积对测定亚热带森林群落内种群分布格局的影响。结果表明, 在亚热带森林群落演替初期以 8 m×8 m 的样方面积来测定种群分布格局较为有效。同时运用 GIS 技术作数据处理及图形输出, 大大简化了分析过程, 提高了分析水平。

关键词: 分布格局; 样方面积; 地理信息系统

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2003)01-0019-04

Scale effect of sampling quadrat on detection of population pattern

ZHOU Can-fang¹, YU Shi-xiao², ZHENG Ye-lu¹, HUANG Liang¹

(1. Sci-tech Information Institute, Guangdong Academy of Agricultural Science, Guangzhou 510640, China;

2. School of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Effect of sampling quadrat size on dominant species pattern at the early succession period were tested with the survey data from a 1 600 m² permanent plots located at Heishiding nature reserve, West of Guangdong. Three sizes of sampling quadrats, 10 m×10 m, 8 m×8 m, and 5 m×5 m, were simulated with the aids of geographic information system (GIS). The results show that optimal sample size is 8 m×8 m for species pattern detection.

Key words: distribution pattern; sample area; geographic information system

植物种群分布格局的测定主要包括了两个过程: 取样和数据分析。如果数据分析方法确定, 分析结果在很大程度上取决于取样的技术, 包括取样方法, 样方大小, 形状和数量等方面^[1]。取样的方法有系统取样与随机取样两种, 关于两种方法的比较, 余世孝^[1]等已有文章论述, 其结论是, 在取样面积小于最小样方面积的范围内, 随机取样在物种丰富度、种群密度、物种重要值等指标的测定上, 在相同取样面积条件下, 所含信息量一般高于系统取样下所含信息。单位面积或单位体积取样的格局分析

结果, 很明显与取样单位大小有关, 以大小不同的取样分析同一种群, 可以得出很不一样的结果。其关系在于, 一定大小的取样测定是受该大小面积上起作用的环境因子影响的格局^[2]。对于一个集群分布的种群, 不同的样方大小会得到完全不同的结果。假如样方面积远大于斑块面积, 测定结果会是一个均匀分布的格局; 而样方面积太小, 又可能得出随机分布的格局; 只有当样方面积与斑块大小接近以致相等时, 测定结果才可能为集群分布^[3]。虽然单位

收稿日期: 2001-09-26; 修订日期: 2002-03-06

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(960073)

作者简介: 周灿芳(1974-), 女, 湖南湘乡市人, 硕士, 植物生态学专业, 从事农业情报信息技术工作。

样方面积的大小对种群分布格局的测定有很大的影响,但关于这方面的研究却不多见。彭少麟、王伯荪^[4]和陆阳^[3]等认为,南亚热带常绿阔叶林中,测定种群分布格局的小样方面积以 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 为宜。孙伟中、赵士洞^[5]对长白山北坡椴树阔叶红松林群落主要树种分布格局的研究表明,适合这一群落的小样方面积是 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 。实际上,进行野外调查时多以 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 作为单位样方,大都是基于减少劳动量和使样方大小规范化等原因。尤其是在热带、亚热带森林群落中,物种繁多,林下植物丰富,野外调查难度较大,而要进行不同样方面积的比较,难度会更大,本文利用地理信息系统(Geographic Information System,简称 GIS)技术进行模拟取样就大大简化了这方面工作。GIS 是一门介于信息科学、计算机科学、现代地理学等学科之间的新兴边缘科学,而且是一门融上述学科及其应用为一体的综合性高新技术,是综合处理和分析空间数据的一种技术系统^[6]。本文利用这一技术用于种群分布格局的研究,在生态学上是一种尝试。

1 研究样地的自然概况

位于广东省西部的黑石顶自然保护区,地处南亚热带北缘,约 $23^{\circ}27' \text{ N}$, $111^{\circ}53' \text{ E}$ 。本研究样地在黑石顶保护区西部,距茅坪 1.5 km 处的山坡——船底窝,该样地是 1986 年设置的 5 个永久样地之一^[7],人工次生裸地 D,面积为 $1\ 600\text{ m}^2$,坡向 $\text{SW}75^{\circ}$,坡度 35° 。永久样地周围的植被主要为针阔混交林和常绿阔叶林两大类型,样地 D 在被皆伐火烧前是以马尾松(*Pinus massoniana*)、杉树(*Cunninghamia lanceolata*)、荷树(*Schima superba*)占优势的针阔混交林,群落高达 18 m ,郁闭度 0.8 以上,以天然更新的马尾松占绝对优势,荷树也有较大的优势,人工栽培的杉树形成了群落的第二层乔木。样地海拔约 300 m ,其旁有一条小路和一条小溪穿过。与人工次生裸地 D 邻接的也是以马尾松、杉树、荷树占优势的针阔混交林包围样地 C。

2 研究方法

2.1 取样及数据处理

本次分析数据取自次生裸地设置 12 a 后即 1998 年调查资料,在 $1\ 600\text{ m}^2$ 的大样方的基础上,

进一步分割成 16 个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的小样方,在样方中我们记录了株高 1.5 m 以上的所有植株的树牌号、种名、树高、枝下高、胸径、冠幅以及每株植物在样方中的坐标位置(x, y 值)。将每一树种进行编号,连同以上数据输入电脑,存成数据库文件,再借助有关 GIS 软件(本文采用 ArcView),就可以产生其它不同样方面积下($5\text{ m} \times 5\text{ m}$, $8\text{ m} \times 8\text{ m}$ 等)的数据。

本样地是由人工次生裸地经过 12 a 的发展而来,形成了以荷树、杉木占绝对优势的群落。本文除了对以上两种主要优势种进行了不同样方面积下的分布格局测定外,还测定了几种次要优势种:吊皮锥(*Castanopsis kawakami*)、广宁油茶(*Camellia seniserrata*)、罗浮柿(*Diospyros morrisiana*)的分布格局。

2.2 种群分布格局的测定方法

测定种群分布格局运用的方法有 3 种:方差/均值比率的 t -检验法^[4]、实测—预期值的 χ^2 -检验法^[4,8]、负二项式法^[4]。

2.2.1 方差/均值比率^[4] 这种方法是计算出: $S^2/\bar{x}$ 值,其中 $\bar{x}$ 为样本均值:

$$\bar{x} = \sum f(x)/N$$

式中 f 为测得的样方数, x 为每样方的个体数, N 为样方数。 S^2 为样本方差:

$$S^2 = \sum f(x - \bar{x})^2 / (N - 1)$$

$N - 1$ 为自由度(degree of freedom, df)。

根据分布定义,如果 $S^2/\bar{x} = 1$,则完全遵照 Poisson 分布;如果 $S^2/\bar{x} > 1$,则种群趋于集群分布;如果 $S^2/\bar{x} < 1$,则种群趋于均匀分布。实测与预测的偏离程度可用 t 检验来确定:

$$t = (S^2/\bar{x} - 1) / \sqrt{2/(N - 1)}$$

其中 t 为实际测得的值, $\sqrt{2/(N - 1)}$ 为偏差标准差。由样方数 N ,取自由度 $v = N - 1$,检验水平 α (一般取值 0.05),查 t 分布表得 $t_{\alpha, v}$,如果 $t_{\alpha, v} > t$,则认为被测定种群符合 Poisson 分布;如果 $t_{\alpha, v} < t$,则认为被测定种群趋于集群分布。

2.2.2 实测—预期值^[4,8] χ^2 -检验法是计算 Poisson 分布的预期样本频度 P :

$$P\{x = k\} = e^{-\bar{x}} \frac{\bar{x}^k}{k!}$$

e 为自然对数底, x 为每样方的个体数, $\bar{x}$ 为样本均值。

将求出的预期样本频度乘以样方数 N 则为预

期的样本数,然后可进行 χ^2 -检验:

$$\chi^2 = \sum (\text{实测值} - \text{预期值})^2 / \text{预期值}$$

检验一般要求样方平均个体数较少,同时由于统计原因,所有预期值都应大于 5,因此必须将某些个体数目较少的预期值加在一起。 χ^2 将有自由度 $v = \text{预期级数} - 2$,算出的 χ^2 值减 1 后的值可对比于期望的置信度 α (本文用 $\alpha = 0.05$)和自由度 v 的 χ^2 分布表上的值,若前者超过 χ^2 表上的值,则表示实测值对预期值有明显的偏差,也即非 Poisson 分布。

2.2.3 负二项式法^[4] 这一方法是将负二项式分布的参数 k 作为聚集强度的测度指标,当种群集群程度增加, k 值则减少,一般 k 值少于 3 为集群分布。 k 的近似值可根据下面公式得出:

$$k = \frac{\bar{x}^2}{S^2 - \bar{x}}$$

k 的精确值需反复利用以下公式计算:

$$N \ln(1 + \frac{\bar{x}}{k_i}) = \sum_{i=1}^j \frac{A_x}{k_i + x}$$

式中 $i=1,2,\dots,j$; j 为等式相等时 k 改正的次数, A_x 为包含多于 $\bar{x}$ 个体的样本数。当代入的参

数使等式两边相等或达到所需的精确度时的值是所需的 k 值。

3 结果及分析

不同样方面积下各种群的分布格局见表 1。可以看出,当样方面积为 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 时,用 3 种方法测定各种群都是集群分布,其中荷树和杉木用 3 种方法测定的数据比较相符,都是显著偏离 Poisson 分布;而吊皮锥、广宁油茶、罗浮柿用 3 种方法测定的数据有很大差别,用 t -检验与 χ^2 -检验测定这 3 个种群所得的数据与测定荷树和杉木所得的数据相比,荷树和杉木偏离 Poisson 分布比这 3 个种群要显著得多,但是用负二项式测定各种群的 k 值却没有太多差别,吊皮锥、广宁油茶、罗浮柿种群的 k 值反而比荷树、杉木种群要小,表明吊皮锥、广宁油茶、罗浮柿 3 种群的聚集度比荷树、杉木 2 种群要大,这明显与前二种方法所测得的结果相矛盾,因此 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 的样方面积不合适。

表 1 不同样方面积下种群分布格局测定

Table 1 Detection of species distribution pattern under various quadrats sizes

种名 Species name	样方面积 Area (m^2)	方差/均值比率 t -检验法 VR t -test		实测-预期值 χ^2 -检验法 Observed frequencies/Expected frequencies χ^2 -test		负二项式 Negative binomial distribution k
		t	$t_{\alpha,v}$	$\sum (O-E)^2/E-1$	$\chi^2 (df)$	
荷树	5×5	17.680	1.995	50.941	9.49(4)	1.482
<i>Schima superba</i>	8×8	13.772	2.064	*	—	0.4106
	10×10	18.189	2.131	*	—	**
杉木	5×5	23.56	1.995	90.447	9.49(4)	0.502
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	8×8	31.107	2.064	*	—	0.318
	10×10	25.92	2.131	*	—	0.244
吊皮锥	5×5	3.584	1.995	11.995	5.99(2)	1.11
<i>Castanopsis kawakamii</i>	8×8	3.443	2.064	10.759	5.99(2)	1.711
	10×10	1.86	2.131	*	—	2.385
广宁油茶	5×5	9.056	1.995	10.491	3.84(1)	0.339
<i>Camellia semiscrrata</i>	8×8	6.03	2.064	23.165	5.99(2)	0.882
	10×10	3.661	2.131	*	—	1.885
罗浮柿	5×5	5.11	1.995	8.583	5.99(2)	0.93
<i>Diospyros morrisiana</i>	8×8	1.86	2.064	2.405	5.99(2)	3.089
	10×10	1.01	2.131	*	—	0.682

* 表示级数太少而没有意义; ** 表示 k 值为负数。

* Denote too less progression to have meaning; ** Value k is negative.

当样方面积为 $8 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ 时,除荷树和杉木用 χ^2 -检验法测定因预期级数太少而无法比较外,其余数据都有极高的符合度。其中荷树和杉木显著偏离 Poisson 分布, k 值表明其集群程度也很高;次之是广宁油茶;再次之是吊皮锥;3 种方法都表明罗浮柿

种群是符合 Poisson 分布的。所以在 $8 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ 的样方面积下来测定种群的分布格局是可行的。

当样方面积为 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 时,各种群都因预期级数太少而没有意义,另外荷树种群所测得的 k 值为负值,也失去意义,而且吊皮锥和罗浮柿种群用

t-检验法测定的结果均符合 Poisson 分布,但这两种群用负二项式测得的 k 值却都远小于 3,表明其集

群度很高,这与前一种方法测得的结果是互相矛盾的,因此这一样方面积也是不可行的。

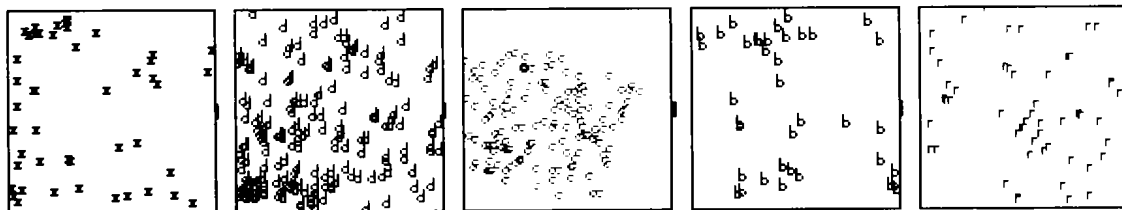


图 1 植株在样方中的分布图(1 600 m²)

Fig. 1 The distribution map of plant in the plot (1 600 m²)

利用 GIS 技术作出了 5 个种群在 1 600 m² 样方中的植株分布图(图 1),对照分布图以及分析结果,可以发现,8 m×8 m 样方面积下所测得的结果与分布图较为吻合。

4 结 论

(1)样方面积对种群分布格局的测定有很大影响,不同的森林群落以及同一群落演替的不同阶段,测定种群的分布格局时所需的样方面积都不相同,在南亚热带森林群落演替的初期,较合适的样方面积是 8 m×8 m。

(2)本研究群落是在人工次生裸地上发展而来,新建群种的侵入是完全随机分布的,随着种群的定居、发展,集群程度逐渐上升,因此阳生性树种如荷树、杉木等具有较高的集群度,而中生性树种如吊皮锥、广宁油茶等的集群度则较低,罗浮柿呈随机分布。

(3)运用 GIS 技术进行数据处理,避免了在野外取样时采用不同样方面积时的重复劳动,而且所得出的结果因为减少了人为因素而更加精确;同时,利用 GIS 技术可以产生较为精确的植株分布图,从而便于将分析得出的结果与分布图对照。

(4)实测—预期值 χ^2 -检验是一个很好的测定

种群分布格局的方法,它具有对偏离随机性较敏感的特点,但该方法不适合种群太密集或太稀疏的取样的检验。

参考文献:

- [1] 余世孝,宗国威,陈兆莹,等. 随机与系统取样的生态学信息量的比较[J]. 植物生态学报,1998, 22(5): 473—480.
- [2] Cox G W(蒋有绪译). 普通生态学实验手册[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [3] 陆 阳. 南亚热带森林种群分布格局取样技术研究[J]. 植物生态学和地植物学学报, 1986, 10(4): 272—281.
- [4] 王伯荪,余世孝,彭少麟,等. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社,1996.
- [5] 孙伟中,赵士洞. 长白山北坡椴树阔叶红松林群落主要树种分布格局的研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(2): 119—122.
- [6] 朱 光,季晓燕,戎 兵,等. 地理信息系统基本原理及应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1997.
- [7] 李鸣光,陆 阳,余世孝,等. 黑石顶森林生态系统动态演替的定位研究报告[J]. 生态科学, 1987, 1~2: 67—83.
- [8] 余世孝. 数学生态学导论[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1995.