

文章编号: 1001-1498(2009)04-0482-04

森林结构调查中最适样方面积和数量的研究^{*}

周红敏¹, 惠刚盈^{1**}, 赵中华¹, 林天喜²,
张显龙², 吴相菊², 张秋艳²

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2. 吉林省蛟河林业实验区管理局, 吉林 蛟河 132517)

摘要:以 30 块 100 m × 100 m 的模拟样地为研究材料, 从林木空间分布格局吻合率关系对模拟的小样方进行研究, 并以 1 块 100 m × 100 m 的实地调查样地为例, 验证新确定样方的合理性和可行性; 根据实际调查样地的调查时间来分析比较样方的调查时间和成本, 进而确定较优的样方面积和样方数。结果表明: (1) 空间结构参数中的角尺度与抽取的样方面积大小和样方数量有关。随着样地面积的增大和样方数量的增加, 所估计的林木空间结构均趋于稳定; (2) 从林木空间格局来看, 样方面积为 10 m × 10 m、15 m × 15 m、20 m × 20 m、25 m × 25 m、30 m × 30 m 抽样数分别为 42、23、12、9、4 时, 均能准确的表达林分的空间分布格局; (3) 在考虑调查时间和成本时, 样方面积为 30 m × 30 m、抽样数为 4 是林分空间结构调查时较适合样方调查面积和调查数。

关键词:空间结构; 角尺度; 样方法; 最适样方面积; 最适样方数

中图分类号: S757.2

文献标识码: A

Studies on the Area and the Number of the Sample for Forest Structure

ZHOU Hong-m in¹, HUI Gang-ying¹, ZHAO Zhong-hua¹, LN Tian-xi²,
ZHANG Xian-long², WU Xiang-ju², ZHANG Qiu-yan²

(1. Research Institute of Forestry, CAF, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. The Bureau for Administering Jiaohe Forestry Experimental Area, Jiaohe 132517, Jilin, China)

Abstract: This paper took 30 plots of simulated samples as study sites to research on each samples with the relationship of the coincide of tree spatial patterns. After that, one plot was chosen to verify the rationality and feasibility of the new sample. The suitable sample was ascertained by analyzing the time and cost of plot. The results indicated that: (1) the angle index of spatial structure had the relationship with the area and the number of the samples. the estimate of spatial structure went steadier while the area and the number of the sample increased; (2) Judging from the spatial structure, the following conditions: area 10 m × 10 m and number 42, area 15 m × 15 m and number 23, area 20 m × 20 m and number 12, area 25 m × 25 m and number 9, area 30 m × 30 m and numbers 4 could stand for the pattern of stand distribution; (3) considering the time and the cost, 30 m × 30 m of the sample area and 4 of the number are suitable for investigating the spatial structure.

Key words: spatial structure; angle index; quadrat method; the best sample area; the best number of sample area

收稿日期: 2008-11-04

基金项目: 国家自然科学基金 (30872021)

作者简介: 周红敏 (1983—), 女, 山东郓城人, 在读硕士, 主要从事天然林经营模拟。

* 参加野外调查的还有吉林省蛟河实验区管理局的吴显东、高海涛同志, 在此一并致谢!

** 通讯作者

现代森林经营注重森林非空间结构和空间结构信息的整合,要求必须在表达数量特征的同时,表达出相应的林分空间结构信息,才能对林分整体做出较为完整的描述和判断^[1]。空间结构决定树木之间的竞争势及其空间生态位,在很大程度上决定林分的稳定性、发展的可能性和经营空间的大小^[2]。分析林分空间结构的基础是对林分空间结构的准确描述。目前应用的基于相邻木空间关系的林分空间结构描述方法为结构化森林经营提供了科学依据,其结构参数主要有 3 个,即体现树种空间隔离程度的树种混交度、反映林木个体大小的大小比数以及描述林木个体在水平地面上分布格局的角尺度^[3]。目前,获取 3 个结构参数所采用的方法主要是典型大样地(大标准地)^[4]的每木定位数据分析方法和无样地的点抽样^[5-6]的分析方法。目前还没有给出如何用样方法正确获取森林空间结构参数的方法,传统的样方法能否用于林分空间结构的调查研究,在进行空间结构参数调查时采用多大的样方面积和样方的数量还没有确定,因此,对抽取样方数量的多少和面积的大小的研究就成为林分空间结构调查面临的首要技术问题。样方面积的大小和样方数量的多少是由所要求的误差和成本控制的,本文旨在研究在控制误差的范围内用较小成本确定最适样方面积和样方数。

1 研究材料

研究所用材料包括实地调查资料和模拟资料。实地调查资料来源于吉林省蛟河林业实验区东大坡经营区的 1 hm^2 大的全面调查样地数据。利用全站仪对林分内胸径 5 cm 以上的林木进行每木定位,林分密度为 $796 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$,断面积为 $30.6 \text{ m}^2 \cdot \text{hm}^{-2}$,主要树种有水曲柳 (*Fraxinus mandshurica* Rupr)、千金榆 (*Carpinus cordata* B I)、沙冷杉 (*Abies holophylla* Maxim.)、春榆 (*Ulmus propinqua* Rend)、白牛槭 (*Acer mandshurica* Maxim.)、紫椴 (*Tilia amurensis* Rupr)、色木槭 (*A. mono* Maxim.)、红松 (*Pinus koraiensis* Sieb et Zucc.)、核桃楸 (*Juglans mandshurica* Maxim.)、黄菠萝 (*Phellodendron amurense* Rupr)、蒙古栎 (*Quercus mongolica* Fisch) 等。模拟资料是利用空间结构分析软件 WinkeMass 模拟的 30 块 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 随机分布样地,每块模拟样地的密度为 $1000 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$,树种为 4 种,各树种株数比例为 25%。

2 研究方法

采用模拟和实地调查相结合的研究方法。首先对模拟的 30 块随机样地设计抽样方案,样方面积按 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 、 $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ 、 $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ 、 $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ 、 $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ 进行设计。在样方面积为 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 时,抽样样方的数量设计为 2、4、6、9、12、16、20、25、36;样方面积为 $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$,抽样样方的数量设计为 2、4、6、9、12、16、20、25;样方面积为 $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ 时,抽样样方的数量设计为 2、4、6、9、12、16;样方面积为 $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ 时,抽样样方的数量设计为 2、4、6、9;样方面积为 $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ 时,样方数量设计为 2、4。用 WinkeMass 软件按上述抽样方案分别对 30 块模拟样地进行模拟抽样,每个抽样方案的抽样次数是 1000 次,设计 VB 程序对所抽取的数据进行有效性筛选,分析各抽样方案是否与模拟林分格局吻合,分析抽样与模拟一致的百分率,利用统计分析程序 STATISTICA 对所模拟的抽样样方面积和数量与其相对应的吻合率的关系进行方程拟合,同时进行相关性分析,并对拟合方程进行二阶求导,确定拟合方程的二阶导数渐近于 0 时所对应的抽样样方的最小面积和最小数量;然后,对吉林蛟河林业实验区的一块面积为 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 的样地进行全面调查,并按所得结果进行抽样和分析,以验证所确定的样方面积和数量的合理性和可行性。格局评价指标用角尺度^[7]。另外,在考虑调查时间和成本的情况下,以此实际调查样地的调查时间和成本为例对新确定的样方进行比较,确定较优样方面积和样方数。

3 结果与分析

3.1 样方大小和样方数量对角尺度的影响

对各抽样方案进行统计后(格局的吻合率 90%)各抽样方案在 30 块样地中的频率见表 1。由表 1 可见:格局吻合率 (P) 随抽样样方数量 (N) 增加而增大,上升幅度开始较快,后来逐渐变缓。

从表 1 可以看出:在抽样样方面积固定时,抽样样方的数量太小时,正确估计林分格局的可能性很小;在抽样的数量固定时,正确估计林分格局的可能性随着抽样面积的增大而增大。在样方面积为 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 、样方数为 36 时,估计的正确率才能达到 90% 以上;在样方面积为 $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ 、样方数为 20 时,估计的正确率为 96.6%,在样方数为 25 时,估计的正确率达到 100%;在样方面积为 $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ 、在

表 1 各抽样方案的格局吻合率

样方面积 / (m × m)	样方数 / 个								
	2	4	6	9	12	16	20	25	36
10 × 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	43.3	83.3	90.0
15 × 15	0.0	0.0	6.7	30.0	63.3	93.3	96.6	100.0	
20 × 20	0.0	6.7	50.0	83.3	100.0	100.0			
25 × 25	3.3	63.3	83.3	100.0					
30 × 30	16.7	96.7							

样方数为 12 时,估计的正确率为 100%;在样方面积为 25 m × 25 m、抽样数为 9 时,估计的正确率为 100%;在样方面积为 30 m × 30 m、抽样数为 4 时,估计的正确率为 96.7%。因此,样方面积为 15 m × 15 m、抽样数为 20,样方面积为 20 m × 20 m、抽样数为 12,样方面积为 25 m × 25 m、样方数为 9,样方面积为 30 m × 30 m、抽样数为 4,均可作为林分空间分布格局调查的样方数。

用统计分析程序 STATISTICA 和对饱和曲线模型^[6,8-9]进行模拟的方法对表 1 的这种对应关系进行计算分析:

$$P = aN / (1 + bN)$$

式中: a、b 为模型中的参数, P 为吻合率, N 为样方数。

$$R_{0.05} = \frac{\sqrt{F_{0.05}}}{\sqrt{F_{0.05} + n - 2}}$$

因所设计的 20 m × 20 m、25 m × 25 m、30 m × 30 m 的抽样样方数较少,故这里只对 10 m × 10 m、15 m × 15 m 样方的数据进行了模型的拟合求解,拟合结果见表 2。

表 2 方程拟合结果

样方面积 / (m × m)	参数		相关系数 R	R _{0.05}
	a	b		
10 × 10	0.243 875	0.223 489	0.874 35	0.573 46
15 × 15	0.489 096	0.878 690	0.878 69	0.625 68

从表 2 可以看出:在样方面积为 10 m × 10 m、15 m × 15 m 时,各相关系数 (R) 均大于 R_{0.05},说明抽样样方数 (N) 与对应林木空间分布格局的吻合率 (P) 显著相关。

为进一步验证抽样数的合理性,本研究运用对拟合方程进行二阶求导的方法^[10],将二阶导数为 0 (或开始趋近于 0) 的样方数作为林木空间分布格局抽样调查的最小样方数。本研究将 P = 0.000 1 所对应的最小抽样样方数确定为林木空间分布格局调查的最小样方数。当抽样样方面积为 10 m × 10 m

时,方程式关于 N 的二阶导数为:

$$P = \frac{0.109\ 007}{(1 + 0.223\ 489N)^3}$$

当 N = 42 时 P 降至 0.000 1 以下,因此可以确定在样方面积为 10 m × 10 m 时,林木空间格局调查的最小样方数为 42。在抽样样方面积为 15 m × 15 m 时,方程式关于 N 的二阶导数为:

$$P = \frac{0.859\ 528}{(1 + 0.878\ 69N)^3}$$

当 N = 23 时 P 降至 0.000 1 以下,因此可以确定在抽样样方面积为 15 m × 15 m 时,样方数 23 可作为林木空间格局调查的最小样方数。

为进一步求证新确定的抽样样方数,以吉林蛟河林业实验区的一块面积为 100 m × 100 m 全面调查样地为例,采用新确定的样方数对其进行模拟抽样,表 3 显示的是抽样后各抽样方案所得的角尺度。

表 3 各抽样结果所得的角尺度

样方类型	样方面积 / (m × m)	样方数量 / 个	角尺度
A	全面调查样地	—	0.494 4
B	10 × 10	42	0.497 2
C	15 × 15	23	0.494 5
D	20 × 20	12	0.505 3
E	25 × 25	9	0.497 9
F	30 × 30	4	0.497 5

从表 3 可以看出:类型 A 即全面调查分析的角尺度为 0.494 4,样地的林木格局为随机分布^[8]。抽样样方方案类型 B、C、D、E、F 均属于随机分布,A、B、C、D、E、F 在判断林木格局的分布类型上是一致的,可见将新确定的抽样样方数作为抽样调查的样本数是合理的。

综上所述,在样方面积为 10 m × 10 m、15 m × 15 m、20 m × 20 m、25 m × 25 m、30 m × 30 m 时,最小调查样方数分别为 42、23、12、9、4。

3.2 各样方大小和数量所对应的调查时间

在评价样方面积和样方数量时,除统计学的有

效性之外,还要考虑时间和成本^[11]。表 4 显示的是在吉林蛟河林业实验区的一块 100 m ×100 m 全面

调查样地上采用新确定的小样方对林木进行每木调查时各项调查所需用的时间。

表 4 调查所用时间

样方面积 / (m ×n)	样方个数 / 个	所有小样方内的 总株树 / 棵	设置一个样方所用时间 / min	单株木调查所用时间 / min	样方间移动所用时间 / min
10 ×10	42	361	5		
15 ×15	23	931	6		
20 ×20	12	419	8	2	0.5
25 ×25	9	489	8		
30 ×30	4	301	11		

将不同大小样方的操作时间和调查时间联系起来,以确定林分空间格局调查的总时间,并以此作为衡量效率的尺度。每一样方在林地调查所用时间的计算方法是:样方间的移动时间 ×(调查的最小样本量 - 1) + 设置样方时间 × 调查的最小样本量 + 样方调查的所有林木 × 单株林木调查所用时间(为方便起见,以下采用的时间以小时计)。图 1 显示的是采用新确定的抽样样方数进行抽样调查所用的时间。

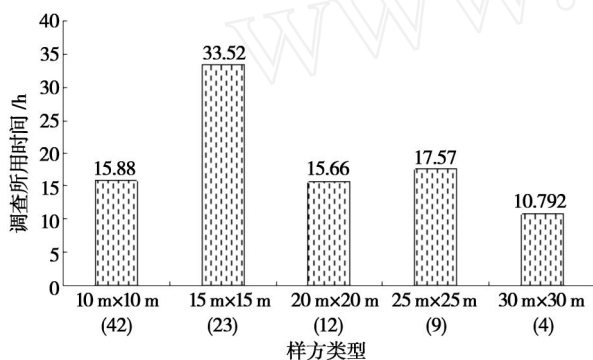


图 1 样方面积 (样方数) 与调查所用时间的关系

从图 1 可以看出:调查所用时间最多的是 15 m ×15 m 样地,其次是 25 m ×25 m, 10 m ×10 m 和 20 m ×20 m 样地所用的调查时间大致相同, 30 m ×30 m 所用的调查时间最少。在考虑调查时间和成本的情况下,样方面积为 30 m ×30 m 抽样样方数为 4 时的抽样较优。

4 结论

(1)在样方面积固定时,正确判断林分空间结构的概率随着抽样样方数量的增加而增大;在样方数量固定时,正确判断空间结构的概率随着抽样样方面积的增加而增大。这意味着空间结构分析必须在适宜的面积和数量上进行。

(2)在样方面积固定时,不同数量的样方对应的判断林分空间格局的准确性不同,样地数量小时准确性较低;在样方数量固定时,不同样方面积对应

的判断林分空间格局的准确性也不同,在样方面积小时,这种准确性的差别更大。从林木空间格局来看,样方面积为 10 m ×10 m、15 m ×15 m、20 m ×20 m、25 m ×25 m、30 m ×30 m 的抽样数分别为 42、23、12、9、4 时均能准确的表达林分的空间分布格局。这表明,样方的大小和数量达到合适的量时才能较真实的反映林分的空间结构特征。

(3)在考虑调查时间和成本时,样方面积为 30 m ×30 m、抽样数为 4 时为林分空间结构较适合的样方调查面积和调查数。

参考文献:

- [1] 安慧君. 阔叶红松林空间结构研究 [D]. 北京:北京林业大学, 2003
- [2] 惠刚盈, 胡艳波. 混交林树种空间隔离程度表达方式的研究 [J]. 林业科学, 2001, 14 (1): 177 - 181
- [3] 惠刚盈, v Gadow K, 胡艳波, 等. 结构化森林经营 [M]. 北京:中国林业出版社, 2007: 28 - 30
- [4] 洛茨 F, 哈勒 K E, 佐勒 F. 森林资源清查 [M]. 林昌庚, 沙琢译. 北京:中国林业出版社, 1985
- [5] 刘金福, 洪伟. 格氏栲种群生态学研究. 格氏栲种群分布格局的强度与纹理分析 [J]. 中南林学院学报, 1999, 19 (1): 59 - 63
- [6] 徐海, 惠刚盈, 胡艳波, 等. 天然红松阔叶林林木分布格局研究的最小样本量 [J]. 林业科学研究, 2007, 20 (2): 160 - 164
- [7] 惠刚盈, v Gadow F, 胡艳波, 等. 林木分布格局类型的角尺度均值分析方法 [J]. 生态学报, 2004, 24 (6): 1225 - 1229
- [8] 邓红兵, 吴刚, 郝占庆, 等. 马尾松 栎类天然混交林群落最小面积确定及方法比较 [J]. 生态学报, 1999, 19 (4): 499 - 500
- [9] 刘灿然, 马克平, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性研究: 几种类型植物群落临界抽样面积的确定 [J]. 生态学报, 1998, 18 (1): 15 - 23
- [10] 唐龙, 郝文芳, 孙洪昱, 等. 黄土高原四种乡土牧草群落种 - 面积曲线拟合及最小面积的确定 [J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23 (4): 83 - 87
- [11] Brunner J E, Nicols J T, Engel R K, et al. 样方大小和形状对牧草现存量取样的效率 [J]. 游彦俊, 译. 国外畜牧学 - 草原和牧草, 1994 (4): 28 - 34