

文章编号: 1001-1498(2007)03-0334-04

不同起测径对判定林木空间分布格局影响的研究^{*}

李丽¹, 惠淑荣¹, 惠刚盈^{2**}, 胡艳波², 徐海²

(1. 沈阳农业大学林学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 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)

摘要:采用 4 块 100 m × 100 m 的天然林样地材料, 分别利用 Clark&Evans 聚集指数法和角尺度法分析了不同起测径下林木个体的空间分布格局。结果表明: 林木空间分布格局的判定与起测径的大小有关, 起测径不同分布类型也会有变化, 并且这种变化没有规律性, 因此, 在分析林木空间分布格局时应采用相同的起测径。

关键词:天然林; 起测径; 林木空间分布格局; Clark&Evans 指数; 角尺度

中图分类号: S757.2

文献标识码: A

A Study on the Influence of Minimum Measured Diameter on Determining Spatial Distribution Patterns of Forest Trees

LILi¹, HUI Shu-rong¹, HUI Gang-ying², HU Yan-bo², XU Hai²

(1. Forestry College, Shenyang Agricultural University, Shenyang, 110161, Liaoning, China; 2. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: By employing the aggregate index R formulated by Clark & Evans and uniform angle index W , the data from four 100 m × 100 m natural forest plots were analyzed with varying minimum measured diameter (MMD) to identify tree spatial distribution patterns. It showed that tree spatial distribution patterns were related to MMD, spatial distribution patterns varying irregularly with MMD. Therefore, identical MMD class should be employed in the analysis of tree spatial distribution patterns.

Key words: natural forest; minimum measured diameter (MMD); tree spatial distribution patterns; Clark&Evans index; uniform angle index

随着世界林业由传统林业向现代林业的转变, 空间结构问题已经成为森林经理研究的重点和热点。空间结构是森林的重要特征, 因为即使具有相同频率分布的林分也可能具有不同的空间结构, 从而表现出不同的生态稳定性^[1]。现代森林经理注重森林非空间结构与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分布信息, 才能对林分整体做出较为完整的描述和判断^[2]。表达林分结构的指标除传统的直径分布、年

龄结构、树高结构、蓄积结构等描述指标外^[3], 更重要的还有一些反映水平结构的指数, 如林木分布格局、反映垂直结构变化的林层指数、反映林木周围树种分布情况的混交度等^[1]。本研究主要探讨反映水平结构的林木空间分布格局这一指数的影响因素。林木分布格局是种群生物学特性、种内与种间关系以及环境条件综合作用的结果, 是种群空间属性的重要方面, 也是种群的基本数量特征之一, 对其进行研究无论在理论上或实践应用上均有重要意义^[1]。

收稿日期: 2006-08-16

基金项目: 国家林业局 948 项目“林分计算机模拟技术引进”

作者简介: 李丽 (1979—), 河南邓州人, 在读硕士。

* 参加野外调查的还有吉林省蛟河实验区管理局的林天喜、张显龙、吴相菊、张秋艳、吴显东、高海涛同志, 在此一并致谢!

** 通讯作者: 惠刚盈, 研究员, 博导。

林木空间分布格局的基本类型一般有 3 种:随机分布、均匀分布和团状分布。随机分布是指种群个体的分布相互间没有联系,每个个体的出现都有同等的机会,与其它个体是否存在无关,林木的位置以连续而均匀的概率分布在林地上,常用泊松分布来描述;均匀分布是指林木在水平空间中的分布是均匀等距的,或者说林木对其最近相邻树以尽可能最大的距离均匀地分布在林地上,林木之间互相排斥,常用正二项分布来描述;团状分布是指与随机分布相比林木有相对较高的超平均密度占据的范围,林木之间互相吸引,常用负二项分布来描述^[1]。以往研究^[4~6]表明,有许多因子影响林木分布格局的判定。起测径是影响调查结果的重要因素,直接影响到对森林结构的合理划分、森林资源的准确计量和对林分内部特征的正确把握^[7]。鉴于此,本文采用 Clark&Evans 指数^[8~10]和角尺度法^[11~13]研究不同起测径对判定林木空间分布格局的影响,以便明了起测径对分析林分空间结构的重要性。

1 数据来源

研究所用数据有两部分组成:一是来源于中国吉林省蛟河林业实验区东大坡经营区的 1 块全面调查样地数据,该实验区地理坐标 43°51'~44°05' N, 127°35'~127°51' E,实验区总面积 31 562 hm²,属长白山系张广才岭支脉断块中心地貌,气候属温带大陆性季风山地气候,春季雨少、干燥多大风,夏季温热多雨,秋季凉爽多晴天、温差大,冬季漫长而寒冷,年平均气温 1.7℃,年最低气温 -22.2℃,年平均降水量 856.6 mm,年相对湿度 75%,土壤为潜育化暗棕壤,植被为天然红松阔叶混交林;二是来自南美厄瓜多尔热带天然林的 3 块样地调查资料,该区地理坐标为 0°37' S, 77°25' W,属于热带雨林气候,全年湿热多雨,年平均气温 23~27℃,平均年降水量在 2 000~3 000 mm 以上,主要树种有 *Dialyanthera gordonifolia*, *Tara spinosa*, *Chordia alliodora*, *Hieronia chocoensis* 和 *Hyrcolon balsamun*。4 块样地面积均为 100 m × 100 m,即 1 hm²,基本情况见表 1。

表 1 4 块样地的基本情况

样地号	地点	胸径 / cm			株数 / 株	断面积 / (m ² · hm ⁻²)
		最小	最大	平均		
1	中国吉林	0.5	79.2	12.2	1 319	28.82
2	厄瓜多尔	10.0	120.0	18.7	863	34.19
3	厄瓜多尔	10.0	195.0	18.3	871	31.97
4	厄瓜多尔	10.0	197.0	26.6	925	87.11

2 研究方法

每块样地内所调查乔木的胸径按径阶距 1 cm 从最小直径逐步往高划分至 20 cm^[14],作为本研究的起测径分别进行研究,利用空间结构分析软件——Winklemass^[15]计算各起测径下样地内林木的平均角尺度, Winklemass 主要是可以根据林木的调查坐标找到离参照树最近的 4 株相邻木,同时计算每个单元(参照树和周围最近的 4 株邻木构成 1 个单元)的角尺度和参照树到这 4 株树的距离,再根据每个单元的角尺度值计算平均角尺度,参照树到最近那棵树的距离用于 Clark&Evans 指数计算。最后利用 Clark&Evans 聚集指数 (R)^[16]和平均角尺度 (\bar{w})^[11]分别判断林分中各起测径对应的林木空间分布格局。

2.1 Clark&Evans 指数

Clark&Evans 提出的聚集指数 (R)是相邻最近单株距离的平均值 (\bar{r}_k)与随机分布下期望的平均距离 (\bar{r}_E)之比^[16]。计算公式为:

$$R = \bar{r}_k / \bar{r}_E \quad (1)$$

$$\bar{r}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i \quad \bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{n}} \quad (2)$$

式 (1)、(2)中: r_i 为第 i 株树木到最近相邻木的距离; n 为样地内林木株数; \bar{r}_E 为每平方米的林木株数。

若 $R = 1$,则林木为随机分布;若 $R > 1$,则林木为均匀分布;若 $R < 1$,则林木为团状分布。 R 与 1 的差异显著与否需通过如下公式^[10,17]来检验:

$$u = \frac{\bar{r}_k - \bar{r}_E}{\bar{r}_E} \quad (3)$$

$$\bar{r}_E = \frac{\sqrt{4 - \frac{1}{n}}}{\sqrt{4 - \frac{1}{n}}} = \frac{0.26136}{\sqrt{n}} = \frac{0.26136}{\sqrt{n^2/A}} \quad (4)$$

式 (3)、(4)中: \bar{r}_k , \bar{r}_E , n 意义同上; \bar{r}_E 是一个密度为符合泊松 (Poisson) 分布的 \bar{r}_E 标准差。

按照正态分布检验的原则:若实际值 $|u| < 1.96$ (即显著水平为 0.05 时的临界值),则可从统计意义上认为实测 R 值等于 1,判断为随机分布;若实际值 $|u| > 1.96$ (即显著水平为 0.05 时的临界值),则当 $R > 1$ 时为均匀分布, $R < 1$ 时为团状分布。若实际值 $|u| > 2.58$ (即极显著水平为 0.01 时的临界值),当 $R < 1$ 时,则可认为实测 R 值极显著小于 1,判断为团状分布;当 $R > 1$,则可认为实测 R 值极显著大于 1,判断为均匀分布。

2.2 角尺度

惠刚盈等^[1]提出来的平均角尺度 (\bar{w})用以下公式表示:

$$\bar{w} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i = \frac{1}{4n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^4 Z_{ij} \quad (4)$$

其中: $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{当第 } j \text{ 个角小于标准角 } \theta_0 (\theta_0 = 72^\circ) \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$

n 为林分内参照树的株数; i 为任一参照树; j 为参照树 i 的 4 株最近相邻木; W_i 为角尺度即描述相邻木围绕参照树 i 的均匀性。

在随机分布时 \bar{w} 取值范围为 [0.475, 0.517]; $\bar{w} > 0.517$ 时为团状分布; $\bar{w} < 0.475$ 时为均匀分布^[1]。

3 结果与分析

由表 2 可见,对于 Clark&Evans 指数法,前 3 块样地都出现了随着起测径的不同分布类型也发生变化

的情况,样地 1 起测径从 0.5~5.5 cm 时判定的林木空间分布类型是团状,当起测径 ≥ 6.5 cm 时分布类型大部分是随机,但起测径为 14.5、15.5、17.5、18.5、19.5 cm 时呈均匀分布;样地 2 起测径为 10 cm 时判定的林木分布类型为团状,其余起测径对应的分布类型均为随机;样地 3 起测径从 10~12 cm 判定的林木分布类型为团状,当起测径 ≥ 13 cm 时分布类型大部分表现为随机,但起测径为 18 cm 时却呈团状分布格局。另外每块样地随着起测径的不同分布类型的变化方式均不一样,样地 1 的分布类型大致是团状-随机-均匀的变化过程;样地 2 的分布类型是团状-随机;样地 3 是随机分布和团状分布相间的变化过程;样地 4 随着起测径的变化分布类型均为团状,但是其团状的程度发生了很大的变化,从与随机非常接近的状态变化至极其聚集的状态,其它 3 块样地也同样存在着分布程度上的变化。

表 2 不同起测径对应的分布格局类型

样地号	林木起测直径 /cm	Clark&Evans 指数			角尺度		样地号	林木起测直径 /cm	Clark&Evans 指数			角尺度		
		R	u	分布类型	\bar{w}	分布类型			R	u	分布类型	\bar{w}	分布类型	
1	0.5	0.843	-9.815	团状	0.516	随机	2	17.0	0.942	-1.881	随机	0.521	团状	
	1.5	0.854	-8.966	团状	0.517	随机		18.0	0.946	-1.626	随机	0.535	团状	
	2.5	0.874	-7.497	团状	0.509	随机		19.0	0.976	-0.661	随机	0.531	团状	
	3.5	0.895	-5.951	团状	0.509	随机		20.0	1.029	0.739	随机	0.539	团状	
	4.5	0.918	-4.432	团状	0.501	随机		3	10.0	0.921	-3.944	团状	0.499	随机
	5.5	0.943	-2.924	团状	0.495	随机			11.0	0.950	-2.361	团状	0.500	随机
	6.5	0.974	-1.265	随机	0.489	随机			12.0	0.933	-2.949	团状	0.501	随机
	7.5	0.983	-0.766	随机	0.485	随机			13.0	0.969	-1.256	随机	0.503	随机
	8.5	0.994	-0.281	随机	0.481	随机			14.0	0.980	-0.755	随机	0.494	随机
	9.5	0.994	-0.249	随机	0.478	随机	15.0		0.961	-1.408	随机	0.495	随机	
	10.5	1.006	0.251	随机	0.478	随机	16.0		0.992	-0.285	随机	0.496	随机	
	11.5	1.014	0.531	随机	0.478	随机	17.0		0.967	-1.063	随机	0.502	随机	
	12.5	1.034	1.237	随机	0.486	随机	18.0		0.927	-2.156	团状	0.507	随机	
	13.5	1.041	1.444	随机	0.489	随机	19.0		0.941	-1.645	随机	0.518	团状	
	14.5	1.067	2.304	均匀	0.483	随机	20.0	0.962	-0.995	随机	0.501	随机		
	15.5	1.065	2.175	均匀	0.489	随机	4	10.0	0.962	-1.975	团状	0.500	随机	
	16.5	1.053	1.711	随机	0.489	随机		11.0	0.949	-2.512	团状	0.508	随机	
	17.5	1.064	1.986	均匀	0.475	随机		12.0	0.934	-3.061	团状	0.513	随机	
	18.5	1.088	2.635	均匀	0.465	均匀		13.0	0.921	-3.459	团状	0.519	团状	
19.5	1.082	2.379	均匀	0.457	均匀	14.0		0.885	-4.853	团状	0.516	随机		
10.0	0.919	-4.034	团状	0.520	团状	15.0		0.878	-4.947	团状	0.521	团状		
11.0	0.961	-1.715	随机	0.515	随机	16.0		0.862	-5.422	团状	0.514	随机		
12.0	0.956	-1.769	随机	0.527	团状	17.0		0.865	-5.187	团状	0.511	随机		
13.0	0.957	-1.643	随机	0.520	团状	18.0		0.859	-5.285	团状	0.514	随机		
14.0	0.956	-1.613	随机	0.519	团状	19.0		0.848	-5.572	团状	0.513	随机		
15.0	0.962	-1.358	随机	0.513	随机	20.0	0.862	-4.933	团状	0.524	团状			
16.0	0.957	-1.473	随机	0.512	随机									

对于角尺度法,样地 1 起测径从 0.5~17.5 cm 时判定的林木空间分布格局为随机分布,当起测径

为 18.5、19.5 cm 时则呈均匀分布;样地 2 起测径为 11、15、16 cm 时判定的林木分布格局为随机分布,

其余均为团状分布;样地 3 起测径为 19 cm 时判定的林木分布格局为团状分布,其余均为随机分布;样地 4 起测径为 13、15、20 cm 时判定的林木分布格局为团状分布,其余均为随机分布(表 2)。就 4 块样地的起测径和平均角尺度关系而言,样地 1 的变化方向是由随机分布到均匀分布;样地 2、3 和 4 都是一种团状分布和随机分布相间的变化状态,没有方向感;并且样地的分布类型随着起测径不同发生变化的同时,在各分布类型内其分布强度也同样在发生着变化。

可见,无论采用 Clark&Evans 指数法还是角尺度法,起测径对林木空间分布格局的判定都有影响,林木空间分布格局类型随着起测径的不同而变化,这种变化在研究的 1 块中国吉林阔叶红松林和 3 块厄瓜多尔的天然林样地中没有形成统一的规律,而是带有很大的随机性。

4 结论与讨论

(1) 林木空间分布格局的判定与起测径的大小有关,起测径不同分布类型也会有变化;并且由起测径引起的格局变化带有很大的随机性,所以,在森林结构研究中应遵循森林群落研究中的同一规定进行林木的测定。在我国一般把平均直径的 0.4 倍值作为确定起测径的依据^[3],这会导致不同林分有不同的起测径,如陈永富等^[18]引用的起测径为 6 cm;曾庆波^[19]引用的起测径为 4 cm;惠刚盈^[1]引用的起测径为 5.1 cm(亚热带地区)或 3.1 cm(温带地区);安慧君^[2]引用的起测径为 3 cm,很难有共同的比较基础。国际上通常对起测径都有明确的规定,如德国规定为起测径 7 cm,7 cm 以下称幼树^[20];生态上则一般规定起测径为 10 cm^[21]。建议我国用统一的起测径,如 5 cm,以便各研究有相同的基础。

(2) 起测径引起的结构变化必然对森林的生产力构成和群落的种类组成等产生影响,所以,在进行产量或种类组成比较时也应相同的起测径前提下进行才有意义。

(3) 就同一块样地而言,Clark&Evans 指数法和角尺度法对林木分布格局的判定结果有所不同,两种方法的差异还有待今后进一步研究。

参考文献:

- [1] 惠刚盈, 克劳斯·冯佳多. 森林空间结构量化分析方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2003: 1~84
- [2] 安慧君. 阔叶红松林空间结构研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2003: 5~6
- [3] 孟宪宇. 测树学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 62~66
- [4] 郑元润. 不同方法在沙地云杉种群分布格局分析中的适用性研究 [J]. 植物生态学报, 1997, 21 (5): 480~484
- [5] 李明辉, 何风华, 刘云, 等. 林木空间格局的研究方法 [J]. 生态科学, 2003, 22 (1): 77~81
- [6] 蓝斌, 洪伟, 陈辉, 等. 闽北阔叶林主要种群分布格局取样技术的研究 [J]. 福建林学院学报, 1995, 15 (4): 370~374
- [7] 何美成. 关于林木径阶整化问题 [J]. 林业资源管理, 1998 (6): 33~36
- [8] 陶福祿, 李树人, 冯宗炜, 等. 豫西山区日本落叶松种群分布格局的研究 [J]. 河南农业大学学报, 1998, 32 (2): 112~117
- [9] 戴小华, 余世孝. GIS 支持下的种群分布格局分析 [J]. 中山大学学报 (自然科学版), 2003, 42 (1): 75~78
- [10] 胥晓, 苏智先, 严贤春. 坡向对四川冷杉种群分布格局的影响——基于斑块信息的分析 [J]. 应用生态学报, 2005, 16 (6): 985~990
- [11] 范少辉, 张群, 沈海龙. 次生林内红松幼树的恢复及其状况的量化表达 [J]. 林业科学, 2005, 41 (1): 71~77
- [12] 郝云庆, 王金锡, 王启和, 等. 崇州林场柳杉人工林空间结构研究 [J]. 四川林业科技, 2005, 26 (5): 36~41
- [13] 禄树晖, 宫照红, 熊振峰. 色季拉山急尖长苞冷杉林木分布格局研究 [J]. 西藏植保, 2006 (3): 52~55
- [14] v Gadow K. Forsteinrichtung [M]. Goettingen: Universitaetsdrucke Goettingen, 2005: 111~112
- [15] Hui G Y, v Gadow K. Das Winkelmaß -Theoretische Überlegungen zum optimalen Standardwinkel [J]. Allgemeine Forst u Jagdzeitung, 2002, 173 (9): 66~73
- [16] Clark P J, Evans F C. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations [J]. Ecology, 1954 (35): 445~453
- [17] 戴小华, 余世孝. 海南岛霸王岭热带雨林的种间分离 [J]. 植物生态学报, 2003, 27 (3): 380~387
- [18] 陈永富, 杨秀森. 中国海南岛热带天然林可持续经营 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001: 48
- [19] 曾庆波, 李意德, 陈步峰, 等. 热带森林生态系统研究与管理 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 23
- [20] Meyer P, Ackemann J, Balcar P, et al. Untersuchung der Waldstruktur und ihrer Dynamik in Naturwaldreservaten [M]. Eching: HW-Verlag, 2001: 30
- [21] Hans L. Waldbau in den Tropen [M]. Hamburg und Berlin: Paul parey, 1986: 38