

金沟岭林场天然混交林空间结构分析

武纪成, 张会儒*, 陈新美

(中国林业科学研究院 资源信息研究所, 北京 100091)

摘要:在吉林省汪清林业局金沟岭林场选取一块未受人为干扰的天然混交林,用角尺度、混交度和大小比数 3 个林分空间结构参数对其进行了分析。结果表明,该林分的平均角尺度为 0.520,林木分布格局为聚集分布;该林分的平均混交度为 0.83,说明它是一个由不同树种组成呈现强度混交结构状态的复杂森林群落;阔叶树种胸径优势明显,针叶树种中只有冷杉处于优势,红松和云杉都处于劣势。通过分析天然混交林空间结构状态,为同地区的过伐林和人工林林分结构的优化调整提供依据。

关键词:天然混交林;角尺度;混交度;大小比数

中图分类号:S753.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2008)05-0178-04

Spatial Structure of the Natural Mixed Forestry in Jingouling Forest Farm

WU Ji-cheng, ZHANG Hui-ru*, CHEN Xin-mei

(Research Institute of Forest Resource Information Techniques, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Three parameters, such as neighborhood pattern, distribution of mingling and neighborhood comparison were used to describe spatial structure of the natural mixed forest in Jingouling Forestry Farm administrated by Wangqing Forestry Bureau, Jilin Province. The neighborhood pattern of the stand was 0.520, indicating that the distribution of trees in this stand was clustering; the average mingling in the stand was 0.83, which indicated the stand had the high mixed degree; the hardwood trees were dominant at DBH neighborhood comparison, while the coniferous trees were inferior position except *Picea jazoensis*. The results could be a reference to optimize the spatial structure of the plantation and over-logged forests.

Key words: natural mixed forest; neighborhood pattern; distribution of mingling; neighborhood comparison

我国东北地区存在着大面积森林,是我国木材的主产区,但由于长期过度利用和保护不善,使大量原始林受到不同程度的干扰和破坏而形成了过伐林、次生林或人工林等森林群落。这些森林的结构优化是亟待解决的问题。在森林经营中,林分的空间结构信息具有重要意义,它是对林分结构进行优化的重要依据。林分空间结构是指林木在林地上的分布格局及其属性在空间上的排列方式,也就是林木之间树种、大小、分布等空间关系。林分空间结构决定了树木之间的竞争势及其空间生态位,它在很大程度上决定了林分的稳定性、发展的可能性和经

营空间大小^[1]。以培育健康稳定的森林作为改造过伐林、次生林和人工林的经营目标,必须重视建立或维护最佳的森林空间结构。我国林业工作者在林分空间结构方面已有一些研究^[2-4],使用的空间分析方法主要是样方法和距离法,惠刚盈等提出一种新的空间结构参数—角尺度,混交度和大小比数^[1,5-6],对林分结构具有很好的解析能力,已经在很多森林类型中得到应用^[7-11]。本研究采用角尺度、混交度和大小比数 3 个空间结构参数对金沟岭林场的天然混交林空间结构进行分析,为经营和改造本地地区的过伐林、次生林和人工林等森林提供空间结构方面的

② 收稿日期:2007-11-16 修回日期:2008-01-25
基金项目:国家“十一五”科技支撑计划课题“东北天然林保护与可持续经营技术研究试验示范”(2006BAD03A08)。
作者简介:武纪成,男,硕士研究生,研究方向:森林可持续经营。E-mail: wjcheng_1981@126.com
* 通讯作者:张会儒,男,博士,研究员,主要从事森林可持续经营、森林资源管理与决策研究。E-mail: huiru@caf.ac.cn

依据。

1 研究区域与数据概况

研究地点位于吉林省汪清林业局金沟岭林场, 130°05′~130°20′E, 43°17′~43°25′N, 属吉林省东部山区长白山系老爷岭山脉雪岭支脉。地貌属低山丘陵地带, 海拔 550~1 000 m。阳坡较陡, 阴坡平缓, 平均坡度 10°~25°。该区气候属季风型气候, 全年平均气温为 4℃左右, 1 月份气温最低, 平均在-32℃左右, 7 月份气温最高平均 32℃左右; 年降水量 600~700 mm, 且多集中在 7 月份; 植物生长期为 120 d 左右。土壤种类以暗棕壤为主。该区植被属长白山植物区系。

标准地设置于西南坡上坡位, 属阳向缓坡, 面积为 0.20 hm² (50 m×40 m), 标准地包括林分的所有树种, 根据调查内容可满足调查精度要求。调查于 2006 年 5 月进行, 调查内容包括胸径 5 cm 以上的林木空间位置(相对坐标)、胸径、优势高和平均高、更新等。在林木空间位置测定时, 将标准地分割成 10 m×10 m 共 20 个调查单元, 以每个调查单元的西南角为坐标原点, 用皮尺测量每株树木在该调查单元内的坐标(X,Y), X 表示东西方向坐标, Y 表示南北方向坐标, 最后统一换算为标准地内相对坐标。经初步计算, 标准地林分密度 695 株·hm⁻², 林分总断面积 50.75 m²·hm⁻², 断面积平均胸径 30.5 cm, 蓄积 470.3 m³·hm⁻², 树种组成 4D3F2B1S+P*, 郁闭度 0.9。优势树种为椴树(*Tiliaamurensis*)、云杉(*Picea jazoensis*)、冷杉(*Abies nephrolepis*), 其他树种有红松(*Pinus koraiensis*)、榆树(*Ulmus propinqua*)、枫桦(*Betula costata*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)、色木(*Acer mono*)和杂木等。

2 研究方法

空间结构分析以空间结构单元分析为基础。林分内任意一株单木和距离它最近的 N 株相邻木都可以构成林分空间结构单元, 结构单元核心的那株树就是参照树。空间结构单元的大小取决于在参照树的周围选取的相邻木的株数。综合考虑野外调查时人的感知与判断方向的习惯、相邻木与参照树构成的结构关系所代表的生物学意义要明显、对混交林空间结构分析应具有较强的可释性等要求, 选定 $N=4$ ^[12]。

(2) 根据现代森林经理学的观点, 以下 3 个方面可以完整描述天然林的空间结构: ①林木个体在水平地面上的分布形式, 或者说是种群的空间分布格局

(描述非规则性); ②树种的空间隔离程度, 或者说树种组成和空间配置情况(描述非同质性); ③林木个体大小分化程度, 即树种的生长优势程度(描述非均一性)^[12]。本文使用角尺度、混交度和大小比数这 3 个参数来描述林分的空间结构特征。

1) 角尺度(W): 是指 α 角小于标准角 α_0 的个数占所考察的最近相邻木的比例。表达式为:

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

根据惠刚盈等人的研究, 标准角 α_0 最佳取值为 72°^[13], 本文也取 $\alpha_0=72^\circ$ 。

2) 树种混交度(M)。是指参照树 i 的 4 株最近相邻木中与参照树不属于同种的个体所占的比例, 用公式表示为:

$$M_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (2)$$

3) 大小比数(U): 为大于参照树的相邻木数占所考察的全部最近相邻木的比例, 它可以用于胸径、树高和冠幅。用公式表示为:

$$U_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^n K_{ij} \quad (3)$$

根据角尺度、混交度和大小比数的定义, 对选定的参照树与其 4 株最近相邻木通过比较确定其取值: 当第 j 个 α 角小于标准角 α_0 (72°), 则取 $Z_{ij}=1$, 否则 $Z_{ij}=0$; 当参照树 i 与第 j 棵相邻树非同种时, 则取 $V_{ij}=1$, 否则 $V_{ij}=0$; 当参照树 i 的胸径小于第 j 棵相邻木的胸径时, 则取 $K_{ij}=1$, 否则 $K_{ij}=0$ 。

上述 3 个描述森林空间结构的参数都是针对一个空间结构单元而言的, 每棵树都可以作为参照树。在分析整个林分的空间结构时, 需要计算林分内所有结构单元的参数平均值, 并将其作为分析的基础(参数平均值的计算方法是参数取值乘以取值频率后求和, 即加权平均)。

其中, 通过分析标准地平均角尺度来研究林木水平地面上的分布格局; 通过分析各树种混交度和林分平均混交度来研究天然林树种组成和空间配置情况; 通过分析各树种大小比数来说明该树种在林分内的生长优势程度^[9]。

3 结果与分析

在标准地中, 符合检尺要求(枯立木、风倒木不计数)的林木共有 139 株。为避免边缘效应, 确定标准地内距每条边线 5 m 之内为缓冲区, 其余部分为核心区(图 1), 缓冲区内的林木只做相邻木处理, 不

(2) * D: 椴树; F: 冷杉; S: 云杉; P: 红松; B: 榆树, 枫桦, 色木, 水曲柳, 杂木等。

参与统计。计算核心区内全部单木的空间结构参数,分析林分的空间结构状况。

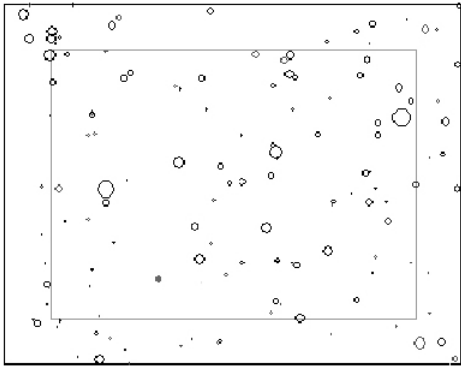


图 1 标准地林木分布

Fig. 1 The distribution of trees in the sample plots

3.1 林木空间分布格局

在标准地调查的数据基础上,利用空间结构分析软件 Winkelmass1.0 处理数据,经计算标准地林木平均角尺度为 0.520,角尺度取值及其频率分布(表 1)。

表 1 标准地角尺度的取值分布
Table 1 The distribution of neighborhood pattern value in the sample plots

角尺度	0	0.25	0.5	0.75	1
株数	2	15	50	12	7
频率	0.02	0.17	0.58	0.14	0.08

天然混交林中角尺度取值为 0 和 1 的频率都很低,只有 2%和 8%,说明林分中极少有很均匀的结构单元出现,很不均匀的结构单元也比较少。林木角尺度的取值为 0.5 出现的频率最高,达到了 58%,在 0.5 取值右侧的频率之和(0.22)稍高于左侧之和(0.19),可见天然混交林的林分角尺度分布接近正态分布。依照空间分布格局的判定标准^[14],平均角尺度在[0.475,0.517]为随机分布,小于 0.475 为均匀分布,大于 0.517 为集聚分布。标准地林木平均角尺度为 0.520,接近随机分布上限 0.517,林木水平分布格局为轻度集聚分布。在一般情况下,天然混交林处于顶级群落,水平分布格局大部分为随机分布,但在天然林中由于立地微环境的差异或在枯倒木形成初期,由于砸压幼树、形成林窗、发生更新等会暂时打破森林原有的稳定状态,从而使林木的水平分布格局变为轻度的集聚分布^[15]。标准地内存在较多枯立木和林下更新,就属于这种情况,随着自然演替其林木水平分布格局会逐渐趋于随机分布。

3.2 林分树种组成和空间配置

标准地核心区内针叶树种主要有云杉、冷杉、红松,阔叶乔木树种有椴树、枫桦、水曲柳、色木、榆树、杂木等。通过计算得到不同树种混交度的大小和频

率分布(表 2)。

表 2 标准地各树种的混交度及其频率分布
Table 2 The mingling and its distribution frequencies of species

树种	株数	混交度 M 取值分布					平均混交度
		0	0.25	0.5	0.75	1	
红松	10	0	0	0.1	0.6	0.3	0.80
云杉	16	0	0	0.13	0.5	0.38	0.74
冷杉	18	0	0.06	0.17	0.22	0.56	0.82
水曲柳	3	0	0	0	0	1	1
椴树	15	0	0.27	0.20	0.20	0.33	0.65
榆树	2	0	0	0	0	1	1
色木	6	0	0	0	0	1	1
枫桦	4	0	0	0	0	1	1
杂木	12	0	0	0	5	7	0.90
全林地	86						0.83

从表 2 可看出,所有树种混交度取值为 0 的情况不存在,即所有的树种都没有出现单种聚集,均为不同树种进行混交。在标准地中,除椴树和冷杉外,各树种的中度混交和强度混交、极强度混交的频率很高。针叶树种中,红松、云杉和冷杉的强度和极强度混交的频率之和分别为 0.90、0.88、0.88,可见针叶树在林分中树种隔离程度很高。阔叶树中水曲柳、榆树、色木和枫桦这 4 个树种混交度均为 1,这些树种其周围最近的 4 株相邻木均为不同的树种,即全都呈现出极强度混交。而数量较多的椴树,混交度最低,平均混交度 65%,弱度、中度、强度和极强度混交均有出现,这说明椴树隔离程度较差。这些数据说明在该林分中,同树种聚集在一起的情况极少,树种之间的隔离程度很高,各树种组成的结构单元多样化。

安慧君的研究结果表明,越向稳定群落发展,强度和极强度混交的频率有越高的趋势^[16]。全林地的平均混交度高达 0.83,介于强度混交和极强度混交之间。因此,本研究的天然混交林是一个由不同树种组成呈现强度混交状态的复杂森林群落,这种结构使得不同的树种能占据各自有利的生态位,形成种间的协调互利关系,维持群落的稳定状态。

3.3 林木大小分化程度

大小比数可以对林木(胸径、树高、冠幅等)的状态进行描述,即优势、亚优势、中庸、劣势和绝对劣势^[15]。本研究对林木的胸径优势进行比较。根据大小比数的定义,大小比数的取值越大,代表比参照树胸径大的相邻木越多(即相邻木个体越占优势),而相应地参照树越不占优势。

从表 3 可看出,标准地内林分的直径大小比数的总平均值为 0.48,表明离每一株树最近的 4 株相邻木中几乎有一半是比该参照树的直径小。各树种的平均直径大小比数取值范围从 0.17 到 0.75,说明该林分内树种空间大小分化存在很大差异。阔叶树种中,水曲柳的平均直径大小比数最小,只有 0.

17,大小比数取值 0 和 0.25 的频率之和为 1,这是因为水曲柳数量较少但胸径都很大,在结构单元中处于明显优势地位。椴树的大小比数从 0~1 都有分布,分化比较严重,但其均值为 0.42,总体上处于亚优势地位。色木和枫桦的平均直径大小比数在 0.20~0.30 之间,它们的地位是介于优势和亚优势状态之间;其中枫桦的大小比数为 0 和 0.25 的频率累计达到了 75%,表明枫桦的周围相邻木中较大树木很少,它在结构单元中也处于明显的优势地位。榆树的大小比数为 0.5,说明在结构单元中胸径比它大和比它小的数量上基本相同,处于中庸地位。杂木的大小比数最大,它在林中处于劣势。在针叶树中,冷杉的大小比数最小,其中处于生长劣势的仅占 11%,所以冷杉是明显具有生长优势的树种。红松和云杉的平均直径大小比数都在 0.6~0.7 之间,因此可以判断在由它们构成的结构单元中,它们处于劣势,属于被压木。红松有 50%完全处于受压迫的状态,20%处于优势状态,30%处于中庸状态,这些充分说明红松分化严重,但总体上生长处于劣势。

表 3 标准地各树种直径大小比数及其频率分布

Table 3 The distribution of DBH neighborhood comparison and frequencies							
树种	株数	大小比数 U 取值分布					平均大小比数
		0	0.25	0.5	0.75	1	
红松	10	0.1	0.1	0.3	0.2	0.3	0.63
云杉	16	0	0.06	0.44	0.25	0.25	0.67
冷杉	18	0.33	0.33	0.23	0.11	0	0.28
水曲柳	3	0.33	0.67	0	0	0	0.17
椴树	15	0.33	0.13	0.20	0.20	0.13	0.42
榆树	2	0	0.5	0	0.5	0	0.5
色木	6	0.5	0.17	0	0.33	0	0.29
枫桦	4	0.25	0.50	0.25	0	0	0.25
杂木	12	0	0.17	0.17	0.17	0.50	0.75
全林地	86						0.48

4 结论与讨论

金沟岭林场天然混交林的平均角尺度为0.520,林木水平分布格局为集聚分布;林分的平均混交度高达 0.83,说明此林分是一个由不同树种组成呈现极强度混交结构状态的复杂森林群落;通过林木胸径比较,阔叶树种胸径优势明显,针叶树种中只有冷杉处于优势地位,红松和云杉都处于劣势。在天然混交林中,树种的高度混交是群落稳定的重要因素。在自然演替中经自然稀疏作用,林木株数虽不断减少,蓄积量却很高,林木分布格局也会趋于随机分布,树种混交度也不断增高,不同树种占据各自有利的生态位,形成稳定的森林群落。

角尺度,混交度和大小比数 3 个空间结构参数,概念上易于理解且测量时比样方法和距离法操作简易,对复杂林分结构具有很强的解析能力。混交度

这一概念能够清楚地表明任意一株树的最近相邻木为其他树种的概率,还从单木角度给出树种空间搭配状况,比林学中常用的混交比具有更大的信息量。依树种计算出的大小比数量化了参照树与其相邻木的大小相对关系,每个树种的大小比数均值在很大程度上反映了林分中的树种优势^[12]。本次空间结构调查没有进行所有林木的树高测量,所以缺乏以树高为参数的树种优势比较。

林学上一般认为当地未经人为干扰的天然混交林的空间结构具有最优的林分空间结构。对比分析天然混交林与同地段其他受干扰林分在林木水平分布格局、树种混交程度和单木大小分化程度等方面的差别,可以据此制订合理的森林结构目标与调整措施^[17],实现森林结构的优化。

参考文献:

[1] 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].林业科学研究,2001,14(1):177-181.

[2] 侯向阳,韩进轩.长白山红松林主要树种空间格局的模拟分析[J].植物生态学报,1997,21(3):242-249.

[3] 李盾,黄楠,王强,等.天然次生林林木空间格局及更新研究[J].东北林业大学学报,2004,32(5):4-6.

[4] 汤孟平,唐守正,雷相东,等.林分择伐空间结构优化模型研究[J].林业科学,2004,40(5):25-31.

[5] 惠刚盈,KLAUS V G,MATTHIAS A.角尺度——一个描述林木个体分布格局的结构参数[J].林业科学,1999,35(1):37-42.

[6] 惠刚盈,KLAUS V G,MATTHIAS A.一个新的林分空间结构参数——大小比数[J].林业科学研究,1999,12(1):1-6.

[7] 安慧君,惠刚盈,郑小贤,等.不同发育阶段阔叶红松林空间结构的初步研究[J].内蒙古大学学报:自然科学版,2005,36(6):714-718.

[8] 孔令红,郑小贤.金沟岭林场云冷杉林空间分布格局及更新研究[J].林业调查规划,2007,32(1):1-3.

[9] 贾秀红,郑小贤.长白山过伐林区云冷杉针阔混交林空间结构分析[J].华中农业大学学报,2006,25(4):436-440.

[10] 胡艳波,惠刚盈.优化林分空间结构的森林经营方法探讨[J].林业科学研究,2006,19(1):1-8.

[11] 吕林昭.长白山落叶松人工天然混交林空间格局研究[J].内蒙古林业调查设计,2007,30(3):57-62.

[12] 惠刚盈,克劳斯·冯多佳[德].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.

[13] 惠刚盈,GADOW K V,胡艳波.林分空间结构参数角尺度的标准角选择[J].林业科学研究,2004,17(6):687-692.

[14] 惠刚盈,胡艳波.角尺度在林分空间结构调整中的应用[J].林业资源管理,2006(2):31-35.

[15] 惠刚盈,GADOW K V,胡艳波,等.结构化森林经营[M].北京:中国林业出版社,2007.

[16] 安惠君.阔叶红松林空间结构特征研究[C]//唐守正主编.东北天然林生态采伐更新技术研究.北京:中国科学技术出版社,2005:547-553.

[17] 胡艳波,惠刚盈,戚继忠,等.吉林蛟河天然红松阔叶林的空间结构分析[J].林业科学研究,2003,16(5):523-530.