

滇中地区华山松不同树种组成混交林林分空间结构研究

王蕾, 刘浪, 王玮玮, 张远荣, 许彦红*

(西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 选择滇中地区树种组成不同的华山松人工林作为研究对象, 利用混交度、角尺度、大小比数 3 个林分空间结构参数, 分析了华山松混交林林分空间结构。结果表明: 随着优势树种华山松的树种组成系数的下降, 林木空间隔离程度由低至高。当华山松的组成系数大于 6 时, 调查林分为零度和弱度混交; 当华山松的组成系数小于 6 时, 调查林分介于中度混交和强度混交之间; 从组成树种来看, 优势树种华山松接近于中度混交, 其余组成树种为强度混交。华山松不同类型的混交林分内林木均表现出呈聚集分布; 林分平均大小比数在 0.47 ~ 0.51 之间, 处于中庸生长状态。综合比较, 优势树种组成系数相对较小、各树种之间组成系数分配较均匀的林分其结构相对稳定, 生长最好。

关键词: 华山松; 空间结构; 大小比数; 混交度; 角尺度

中图分类号: S718.54 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2015)06-0057-05

Research on the Stand Spatial Structure of Mixed *Pinus armandii* Forest of Different Tree Species Composition in Central Yunnan Areas

WANG Lei LIU Lang WANG Wei-wei ZHANG Yuan-rong XU Yan-hong*

(Southwest China Forestry University, Yunnan 650224, Kunming, China)

Abstract: Studies were made of the stand spatial structure of mixed *Pinus armandii* Forest of different tree species in central Yunnan Plateau by means of three parameters including the mingling intensity, uniform angle index and neighborhood comparison. The results showed that forest space isolation level was from low to high along with the fall of the tree species composition factor. The mixed degree of the stand was weak and zero when the composition factor was more than 6; The mixed degree of the stand was between middle and intensive when the composition factor was less than 6; The dominant tree species *Pinus armandii* was close to moderate mixture, and the rest species were intensive mixture. All of the stand belonged to the aggregate distribution; Average neighborhood comparison was between 0.47 to 0.51, belonging to the medium level. In general, the stand would grow more stable and better if the dominant tree species composition factor was low and the composition factor of each species was uniform.

Key words: *Pinus armandii*, Spatial structure, Neighborhood comparison, Mixed degree, Uniform angle index

林分空间结构定义为林木分布格局及其属性在空间上的排列方式^[1]。森林的空间位置很大程度上影响森林的功能, 森林的空间结构决定林木相互之间的空间生态位和竞争势, 它在林分经营空间发

展状况和林分稳定性等方面起了决定性的作用。林分的空间结构的研究是制订并且实施森林经营设计方案的前提, 通过结构化的森林经营发展, 对正确的制定森林的经营设计以及措施有着重要的意

收稿日期: 2015-06-06

基金项目: 森林经理学国家林业局重点学科(xkz200901)。

作者简介: 王蕾(1990-), 女, 重庆璧山人, 在读硕士, 主要研究方向: 森林资源管理。E-mail: 1009147089@qq.com

* 通讯作者: 许彦红(1964-), 女, 云南省易门县人, 硕士, 副教授, 主要从事森林测计和森林资源经营管理。

义^[2~6]。

华山松(*Pinus armandii*)是松科(Pinaceae)松属(*Pinus*)的一种常绿乔木,是我国特有的树种,分布于四川、甘肃、贵州、云南西北部、河南、西藏东部及南部等省区。华山松在云南分布广泛,主要为人工林。经营华山松时常会有病虫害以及生物多样性减少等问题,严重影响了森林的可持续经营^[7~9]。通过混交度、角尺度、大小比数这3个描述空间结构的参数,对昆明市国营海口林场华山松人工生态公益林进行分析,为滇中人工华山松生态公益林分空间结构的优化提供数据依据,为制定和实施华山松人工林的可持续经营措施提供理论支持。

1 研究区概况

昆明市国营海口林场位于西山区海口境内,地理位置介于东经 $102^{\circ}8' \sim 102^{\circ}38'$,北纬 $24^{\circ}43' \sim 24^{\circ}56'$ 之间。林场现有土地面积 $6\,829.8\text{ hm}^2$,林业用地面积 $5\,949.8\text{ hm}^2$,森林类型主要为云南松和华山松林,且以中龄林居多。

表1 样地基本情况

Tab.1

Basic information of sample plots

样地号	树种组成	坡向	海拔(m)	坡度(°C)	坡位	株数(株·hm ⁻²)	平均胸径(cm)	平均树高(m)
1	8华2旱-油	SW	2123	17	中坡	1466	17.7	12.0
2	7华2麻1阔	S	2051	17	中坡	1516	9.8	8.5
3	6华2圆1桉1云	S	2026	27	中坡	1050	11.5	8.4
4	5华4云1杨-麻	SW	2084	23	中坡	1450	10.7	10.0

注:华-华山松 *Pinus armandii*, 旱-旱冬瓜 *Alnus nepalensis*, 油-滇油杉 *Keteleeria evelyniana*, 麻-麻栎 *Quercus acutissima*, 阔-阔叶树 *Sabina chinensis*, 桉-直杆桉 *Eucalyptus robusta*, 云-云南松 *Pinus yunnanensis*, 杨-山杨 *Populus davidiana*

2.2 分析方法

混交度是用来反映林分的空间配置情况和树种组成,即树种的空间隔离程度;角尺度反映水平地面上林木个体的分布形式;大小比数反映林木的个体大小的分化程度,通常有胸径大小比数、树高大小比数以及冠幅大小比数等^[4~6]。林分内任一对象木和它最邻近的 n 株林木可以构成林分的空间结构单元,林分研究选取上述3个参数且相邻木取 $n=4$ 来描述华山松生态公益林分空间结构。

2.2.1 大小比数

大小比数(U_i)通常被定义为大于参照树的相邻木占所考察的全部最近相邻木株数 n 的比例。林分结构选取胸径大小比数进行研究,用公式(1)表示为

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

境内最高海拔2410 m,最低海拔1900 m,相对高差510 m。属于亚热带季风气候,四季如春,干湿季明显,冬季干旱、夏季雨量集中,日照充足,年温差小、日温差大等气候特点。年均气温 14.6°C ,绝对最高气温 34.4°C ,绝对最低气温 -7.8°C 。全年无霜期平均220 d。

2 研究方法

2.1 样地调查

根据研究区域地形地貌以及植被类型等特征,于2013年10月选取华山松林不同混交类型且具有较充分代表性的典型地段,设置 $20\text{ m} \times 30\text{ m}$ 的标准地4个(为了避免边缘的影响,在样地的外围设置了10 m的缓冲区,缓冲区内的林木作为仅作为参考,不参与统计计算),同时采用相邻网格法把样地分为6个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的调查单元,调查并记录调查单元内胸径 5.0 cm 以上林木的树高、胸径、树种、冠幅、空间位置等,调查并记录郁闭度、海拔、坡向、坡度、幼苗更新情况等。样地概况见表1。

式中 k_{ij} 是一个离散型的变量,其中当相邻木 j 比参照树 i 小时 $k_{ij}=0$;反之 $k_{ij}=1$ 。当 $n=4$ 时,大小比数取值有5种可能,即0.00(优势)、0.25(亚优势)、0.50(中庸)、0.75(劣势)、1.00(极劣势)。用来描述林木的个体大小分化程度或者是树种的优势程度^[6]。

2.2.2 混交度

混交度(M_i)是指参照树的所考察的全部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(2)表示:

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

其中 V_{ij} 为离散型变量,当参照树 i 与第 j 株相邻木为同种时, $V_{ij}=0$,否则 $V_{ij}=1$ 。

当 $n=4$ 时,混交取值也有5种可能,即0.00

(零度)、0.25(弱度)、0.50(中度)、0.75(强度)、1.00(极强度)。用来描述树种组成以及空间配置情况,或树种的空间隔离程度等^[10]。

2.2.3 角尺度

角尺度(W_i)描述 n 株最近相邻木围绕参照树的均匀性。任意两个邻接最近相邻木的夹角有两个,小角设为 α ,把当最近相邻木均匀分布时的夹角设为标准角 α_0 ($\alpha_0 = 72^\circ$),则角尺度(W_i)被定义为 α 角小于标准角 α_0 的个数占所考察的 n 个夹角的比例,用公式(3)表示:

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (3)$$

其中 y_{ij} 是一个离散型变量,当第 j 个夹角小于标准角时 $y_{ij} = 1$,否则 $y_{ij} = 0$ 。当 $W_i < 0.457$ 时,为均匀分布,当 $0.457 \leq W_i \leq 0.517$ 时,为随机分布,当 $W_i > 0.517$ 时,为聚集分布^[10]。

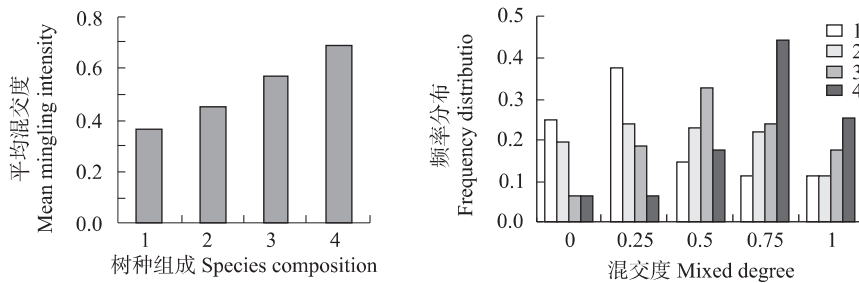


图1 各林分平均混交度及其频率分布

Fig.1 The average mingling intensity and its frequency distribution in each stand

从组成树种来看(表2),华山松平均混交度为0.42,接近于中度混交,零度、弱度和中度混交3项累积频率为78%,且全林分中华山松的零度混交所占比例最多,而极强度混交频率仅为5%,表明优势树种华山松在林分中主要为同种树种聚集生长,周

3 结果与分析

3.1 树种混交度

图1描述了不同树种组成的林分的平均混交度及其频率的分布状况。树种混交度随着优势树种组成系数的下降而增加。1号和2号标准地的林分表现出零度混交和弱度混交较多,表明此类型林分结构单元之中,对象木与其周围4株相邻木大多数为同一树种,树种单一聚集,林分结构稳定性较差。3号和4号标准地的林分平均混交度分别为0.57和0.69,位于中度和强度混交之间,其中3号标准地的林分在中度混交下概率最高为33%,4号标准地的林分在强度混交中概率为最高达44%;表明这两种类型的林分中各树种比例适中,树种间呈小丛状聚集,林分结构稳定性较强。

围伴有小部分其他树种;林分中次要树种云南松、麻栎、旱冬瓜、圆柏的平均混交度在0.71~0.89之间,表现为强度混交;其他树种山杨和软阔表现为中度至强度混交,呈小丛状聚集,桉树、滇油杉呈单株分布于林分中,株数很少,对整个林分的影响不大。

表2 各树种平均混交度、大小比数及频率分布

Tab.2 The average mixed degree, diameter neighborhood comparison and its frequency distribution in each tree species

树种	M_i (混交度) 频率					M_i 均值	U_i (大小比数) 频率					U_i 均值
	零度	弱度	中度	强度	极强度优势		优势	亚优势	中庸	劣势	极劣势	
华山松 <i>Pinus armandii</i>	0.23	0.32	0.22	0.18	0.05	0.42	0.23	0.21	0.22	0.16	0.18	0.46
云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>	0.03	0.06	0.24	0.34	0.33	0.82	0.33	0.21	0.18	0.18	0.09	0.24
圆柏 <i>Sabina chinensis</i>	0	0.12	0.2	0.4	0.28	0.71	0.12	0.2	0.36	0.16	0.16	0.51
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	0	0.08	0	0.42	0.5	0.89	0.17	0.17	0	0.33	0.33	0.67
旱冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i>	0	0.06	0.06	0.44	0.44	0.82	0.11	0.22	0.22	0.11	0.33	0.65
山杨 <i>Populus davidiana</i>	0	0	0.22	0.57	0.21	0.75	0	0.14	0.14	0.43	0.29	0.71
直杆桉 <i>Eucalyptus robusta</i>	0	0	0	0	1	1	0.33	0	0	0.33	0.33	0.58
滇油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
软阔	0.09	0.18	0.5	0.09	0.14	0.5	0.18	0.18	0.14	0.27	0.23	0.55

3.2 林木个体空间分布

用角尺度描述林分中的林木个体分布格局的时候,关注林木个体之间的方位关系,不需要分树种统计,只要考虑整个样地的取值情况即可^[11, 6]。

从图2中可以看出1号和3号样地的林分在 $W_i = 0$ 时频率为0,其余两种类型的林分其频率也

较低,说明林分内的树木几乎不存在均匀分布的情况。相比较而言,4种不同树种组成的样地角尺度分布范围主要处于 $W_i = 0.5$ 和 0.75 ,平均角尺度分布在 $0.59 \sim 0.66$ 之间,由此说明林分内林木主要呈聚集分布。

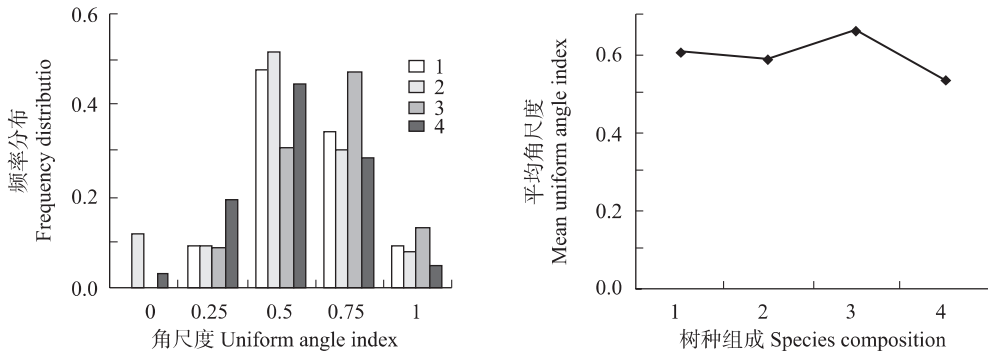


图2 不同林分平均角尺度及其频率分布

Fig. 2 Mean uniform angle index and its frequency distribution in each stan

d

3.3 林木大小分化程度

从图3中可以看出,4种不同类型的林分其胸径平均大小比数分别为0.47、0.48、0.50和0.51,总体相差不大,都处于中庸生长状态,林分内的竞争比较激烈,应适时可以通过抚育间伐措施,改善林分内

林木的生存环境,促进林木的健康生长。4号样地林分的胸径大小比数在 $U_i = 0.75$ 时(劣势),频率分布高于其他林分林木分化程度,说明该类林分在生长过程中的竞争不激烈。

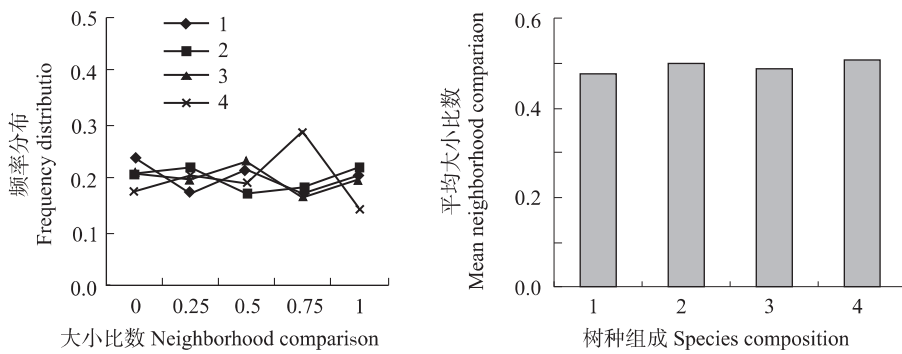


图3 各林分胸径平均大小比数及其频率分布

Fig. 3 The neighborhood comparison of the mean diameter and its frequency distribution in each stand

从树种来看,表2中华山松的大小比数分布比较均匀,处于优势和亚优势的比例为44%,处于中庸状态的林木占22%,受压状态的华山松林木占34%,华山松平均大小比数为0.46,总体上看,在华山松的结构单元中,对象木与相邻木数量相差不大,竞争相当激烈,个体之间的分化程度不高,整体上林分内的林木多接近于中庸状态。云南松处于优势状态的比例为54%,而处于劣势状态的林木仅为

19%,平均大小比数为0.24。说明在与华山松组成的混交林分中,云南松与其相邻木比较多处于优势生长的状态,大多数情况下径阶生长都比相邻木大。圆柏、软阔、桉树平均大小比数分别为0.51、0.55、0.58,处于中庸与劣势的生长状态之间,它们与其相邻的林木组成的单元中,胸径差异不大。麻栎、旱冬瓜、山杨、滇油杉等树种多随机散生于林分之内,平均大小比数在 $0.65 \sim 1.00$ 之间,林木胸径与其相邻

木之间的竞争处于劣势和绝对劣势,在生长上受压比较严重。

4 结论与展望

通过对华山松不同类型混交林的空间结构进行分析,结果表明:随着优势树种华山松的树种组成系数的下降,林木空间隔离程度由低至高。当华山松的组成系数大于6时,调查林分为零度至弱度混交;当华山松的组成系数小于6时,调查林分介于中度混交和强度混交之间;从组成树种来看,优势树种华山松接近于中度混交,其余组成树种为强度混交。华山松不同类型的混交林分内林木均表现出呈聚集分布;林分平均大小比数在0.47~0.51之间,处于中庸生长状态,各树种空间的大小分化和生长空间有较大差异,华山松占主要优势,其次为云南松,其余树种均处于劣势和绝对劣势。综合分析,优势树种组成系数相对较小、各树种之间组成系数分配较均匀的林分其结构相对稳定,生长最好。其它林分可以通过合理的择伐以及保留和配置混交树种等措施进行林分结构优化,提高林分的健康质量,以便更好的发挥森林的综合功能。

森林发展类型设计是近几年中提出的一种基于群落的生境类型、潜在的天然森林植被以及演替的进程、森林培育的经济需求以及技术可能等综合制定的目标森林培育的一种导向模式^[12]。其中很重

要的一步环节就是混交树种、树种比例以及混交类型的确立。通过研究华山松不同混交林分的空间结构,确定华山松最佳混交树种以及比例,可以为该区域华山松森林发展类型设计提供理论和技术支持。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李际平,张宏伟,李建军,等.不同潮带红树林空间结构比较研究[J].中南林业科技大学学报,2010,30(1):8~11.
- [3] 曹小玉,李际平,封尧,等.福寿林场杉木人工林林分空间结构的研究[J].中南林业科技大学学报,2014,34(2):16~19.
- [4] 惠刚盈,胡艳波.混交林树种空间隔离程度表达方式的研究.林业科学研究,2001,14(1):177~181.
- [5] 惠刚盈, von Gadow K, Albert M. 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, von Gadow K, Albert M. 一个新的林分空间结构参数—大小比数[J].林业科学研究,1999,35(1):1~6.
- [7] 陈有民.园林树木学[M].北京:中国林业出版社,1990.
- [8] 姜汉桥,段昌群,杨树华,等.植物生态学[M].北京:高等教育出版社:168-169,173-174,184-190.
- [9] 张宁.昆明市华山松人工林林分特征研究[J].西部林业科学,2011,40(1):43~47.
- [10] 惠刚盈,李丽,赵中华.林木空间分布格局分析方法[J].生态学报,2007,27(11):4717~4728.
- [11] 胡艳波,惠刚盈,戚继忠,等.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.
- [12] 陆元昌,雷相东,等.近自然森林经理计划技术体系研究[J].西南林学院学报,2010,30(5):1~5.