

兴安落叶松原始林林木空间格局的研究*

徐化成 范兆飞 王 胜

(北京林业大学, 北京, 100083)

5791.222

A

摘 要 本文采用格局分析、相关分析的方法, 结合样地立木定位图研究了不同年龄结构类型的兴安落叶松种群的空间格局。结果表明, 该种群具有明显的聚集分布特点。在格局分析图上, 中年世代有 2—3 个均方峰, 峰值多位于区组大小为 $8m^2$ 和 $32m^2$ 处; 成年世代仅具一个均方峰, 峰值多位于区组大小为 $16m^2$ 和 $32m^2$ 处; 老年世代均方峰不明显或仅在区组大小为 $128m^2$ 处有一个均方峰。不同世代在空间上也呈现明显的镶嵌特点。这种聚集、镶嵌特点在很大程度上取决于干扰状况。

关键词: 兴安落叶松, 空间格局, 种群, 立木定位图。

林木空间格局, 是林木种群结构的特征之一。它与群落的形成、干扰过程以及环境的异质性均有密切关系。

在方法上, 林木空间格局的研究有距离法和样方法。距离法尽管有迅速简单的特点, 但是它只能检查个体分布的非随机性, 而不能确定格局的尺度 (Scale of pattern)。相比之下, 样方法更加常用。不过, 因为样方法的计算结果常因样方大小而变化, 所以 Greig-Smith 提出格局分析的方法。以棋盘状样方 (或样条) 的材料, 采取相邻样方逐步合并的方法, 来求均方随区组大小的变化, 并以均方-区组大小图解表示这种变化。凡均方出现明显峰值的, 即说明该区组大小聚集分布明显。反之, 则说明聚集性较差。这一方法不仅可检查同一类林木的分布规律, 而且还可研究两类林木的分布关系。关于格局分析的方法和计算步骤在 Greig-Smith^[1], Kershaw^[2] 和 Goldsmith^[3] 等人的著作中都有详细的说明。

近几年, 我国若干地区研究了林木的空间格局^[4-6]。大兴安岭以我国寒温带兴安落叶松占优势。近年来, 研究了兴安落叶松林的年龄结构特点, 并以此将它划为一代林和多代林及若干亚型^[7,8]。本文在年龄结构研究的基础上, 研究落叶松空间格局的特点。主要包括两方面: ①落叶松一代林随年龄增长格局变化的特点; ②落叶松多代林的格局特点。

1 研究地区的自然环境和研究方法

本项研究是在内蒙古大兴安岭林管局满归林业局进行的。该局地处大兴安岭北部, 东经 $121^{\circ}01'$ — $122^{\circ}49'$, 北纬 $51^{\circ}13'$ — $52^{\circ}19'$, 海拔多在 600—1000m 之间。该地气候寒冷, 少雨。年均温仅为 $-6^{\circ}C$, 绝对最高气温为 $31^{\circ}C$, 最低气温为 $-48.3^{\circ}C$ 。年平均降水量为 455mm, 且多集中在 7、8 月份。年平均相对湿度为 73%。生长季短, 无霜期仅 80—100d。地带性土壤为漂灰土。地带性植被主要是兴安落叶松林。火是大兴安岭地区的重要干扰因素, 它与寒冷的气候和特殊的土壤共同决定了群落的结构和格局。

本研究采取样地方法研究林木格局。在样地中, 对每一株 3m 以上的树木以其树干基部为点在方格纸上定位, 并对每一株树木从基部伐倒, 测定其年龄。室内, 根据立木定位图, 采用 Greig-Smith 的格局分析法来研究林木格局。此外, 还采用了对林木聚集分布的直观分析法。

* 国家自然科学基金资助项目。

本文于 1993 年 3 月 22 日收到, 修改稿于 1993 年 7 月 10 日收到。

以林木平均株距为标准,凡一株树与另外一株树或多株树株距小于该样地平均株距者,即将它们划为一个群团。这样划分的群团,由图上量测它们的大小(以长径和短径表示),所含株数等。以期和格局分析结果相比较验证。对于多代林中不同世代林木的相关,采用相关系数法。首先计算两种类型的林木在不同区组大小下的均方(V_A 和 V_B),然后再计算二者的混合均方(V_{A+B})。根据 $V_{A+B} = V_A + V_B + 2C_{AB}$ 计算出两种林木的协方差(C_{AB})。相关系数可按式求得:

$$r = \frac{C_{AB}}{\sqrt{V_A \cdot V_B}}$$

最后,根据区组大小和相关系数值画图,在图上分析,在何种格局尺度下两类林木表现的正相关或反相关最明显^[2,3]。

研究样地的一般特征列于表 1。

表 1 样地的一般特征

Table 1 The characteristics of the plots

样地号 No. of plots	样地面积 Area of plots (m ²)	年龄结构类型 Type of age structure	年龄范围 Age range (a)	株数 Number	平均株距 Average distance of trees (m)	林型 Forest association
L88—22	8×8	一代林(中代) One generation (mid-generation)	30—61	50	1.1	落叶松杜香林 Asso. <i>Larix gmelini-Ledum palustre</i> var. <i>angustum</i>
L88—16	16×16	一代林(中代) One generation (mid-generation)	50—100	99	1.6	落叶松杜香林 Asso. <i>Larix gmelini-Ledum palustre</i> var. <i>angustum</i>
L88—27	16×16	一代林(成代) One generation (mature generation)	120—140	96	1.6	落叶松偃松林 Asso. <i>Larix gmelini-pinus pumila</i>
L88—28	16×16	一代林(成代) One generation (mature generation)	112—155	49	2.3	落叶松偃松林 Asso. <i>Larix gmelini-palus pumila</i>
L88—13	32×32	一代林(老代) One generation (old generation)	220—280	34	5.5	落叶松杜香林 Asso. <i>Larix gmelini-Ledum palustre</i> var. <i>angustum</i>
L88—14	32×32	一代林(老代) One generation (old generation)	220—280	16	8.0	落叶松杜香林 Asso. <i>Larix gmelini-Ledum palustre</i> var. <i>angustum</i>
L88—17	32×32	三代林 Three generation (中代 mid-generation) (成代 mature generation) 合计 (total)	50—100 101—140	51 65 116	2.9	落叶松杜鹃林 Asso. <i>Larix gmelini-Rhododendron dahurica</i>
L88—12	32×32	三代林 Three generation (中代 mid-generation) (成代 mature generation) (老代 old generation)	65—85 112—123 214—262	8 3 13	6.5	落叶松杜香林 Asso. <i>Larix gmelini-Ledum palustre</i> var. <i>angustum</i>

2 研究结果

2.1 一代林林木的空间格局

图 1 为强度火烧后形成的一代林的林木格局分析结果。由图 1 可以看出,林分年龄越大,总的均方值水平越低。这显然是随年龄增加,单位面积株数变少的结果。从均方的变化趋势来

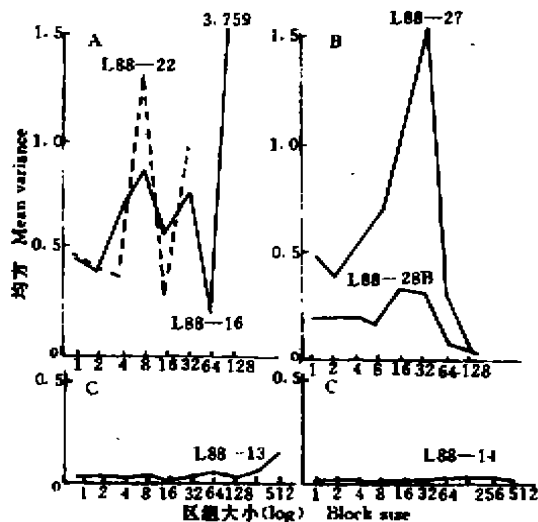


图1 一代林均方-区组大小图解

Fig. 1 Relationship of mean variance to block size of one generation stands

A. 中年世代 Mid-generation, B. 成年世代 Mature-generation, C. 老年世代 Old-generation.

看,中年世代(50—100a)的均方变幅大,峰不仅一个。例如就 L88—22 来说,区组大小由 1 到 2、4 时,均方值是逐渐降低的,这反映了聚集程度的降低。区组大小为 8 时,出现一个均方的峰值,到 16 时又复降低,到 32 时又复增高,出现第二个峰值。可见,这块样地聚集性最高的是 8 (相当于 $2 \times 4\text{m}^2$) 和 32 (相当于 $4 \times 8\text{m}^2$)。L88—16 样地面积较大,为 $16 \times 16\text{m}^2$,在 8、32 和 128 (相当于 $8 \times 16\text{m}^2$), 3 处出现均方的峰值。它在区组大小为 8、32 和 128 处表现的聚集性最强。成年世代的林分均方随区组大小的变化明显不同于中年世代,仅有一个峰值。L88—27 的峰值出现在 32 (相当于 $4 \times 8\text{m}^2$) 处,并且均方值很高,达 2.236。L88—28B 的均方值最高峰出现在 16 ($4 \times 4\text{m}^2$) 处,峰值较低。老年世代的一代林均方的峰值不明显,或者出现在区组大小为最大值时。例如 L88—13 的均方最高峰出现在区组大小为 512 ($16 \times 32\text{m}^2$) 处,在 64 ($8 \times 8\text{m}^2$) 处亦有不太明显的峰。L88—14,各种区组大小时,均方均很低,变化小,可以说看不到明显的峰。由此可见由中年经成年到老年,均方的峰值数逐渐减少,峰值所对应的区组大小也有越来越大的趋势。这说明,林木分布的聚集性越来越低,林木群团则越来越大,越来越整齐。中年,聚集性最强的是在区组大小为 8—16 处,成年为 16—32 处,老年为 128 处或不明显。

对于一代林,除进行均方-区组大小的格局分析外,亦可对样地林木定位图进行直观的群团分析。关于划分群团的方法,已在前面叙明。图 2 是对 L88—22 样地的划分。应当指出,格局分析中采用的是 $8 \times 8\text{m}^2$ 的样地,其目的是为满足 2° 的要求。在直观分析中,采用的是 $10 \times 10\text{m}^2$ 的范围。二者大部分地面是一致的。将 L88—22 划分了 11 个群团。对于上述其它样地亦进行了类似的群团划分。兹将各块样地林木群团分布的直观特征列于表 2。

2.2 多代林林木的空间格局

对多代林,分别世代(50—100a 为中年世代,101—150a 为成年世代,150a 以上为老年世代,50a 以下的幼树未做分析),先求各世代本身的均方随区组大小的变化,然后再按照前述的方法,求不同世代的相关。属于这一类型的样地有 L88—17 和 L88—12。虽然均为 3 代林,但前者老年世代仅有一株,故分析中年世代和成年世代的相关。L88—12 中,成年世代仅有 3 株,故只分析中年世代和老年世代的相关。两块样地的计算结果以均方-区组大小图解和相关系数

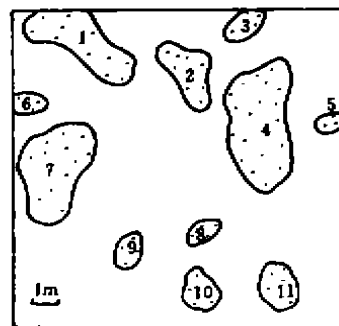


图2 样地 L88—12 的林木群团分布

Fig. 2 Distribution of trees in plot L88—22

-区组大小图解(图 3,4)表示。

表 2 一代林各样地林木群团分布特征

Table 2 Distribution characteristics of tree colonies among different plots of one generation stand

样地号 No. of plots	群团号 No. of colonies	株数 Number	长径×短径 Long diameter× short diameter (m ²)
L88-22 (中年世代) Mid-generation (10×10m ²)	1	8	3.6×1.8
	2	9	2.3×1.1
	3	3	1.4×0.7
	4	13	4.1×1.6
	5	2	0.9×0.4
	6	2	1.3×0.7
	7	9	2.5×2.3
	8	2	1.3×0.6
	9	2	1.2×0.8
	10	4	1.2×0.8
	11	4	1.2×0.8
平均(Mean)		5.3	1.9×1.1
L88-16 (中年世代) Mid-generation (16×16m ²)	1	5	1.5×1.4
	2	3	1.2×0.9
	3	14	6.5×3.2
	4	3	2.5×1.0
	5	10	5.0×4.0
	6	10	4.0×3.0
	7	2	1.6×0.5
	8	9	3.0×3.0
	9	11	3.5×2.6
	10	13	6.5×3.5
平均(Mean)		0.8	3.5×2.3
L88-27 (成年世代) Mature generation (16×16m ²)	1	11	4.5×3.5
	2	22	7.5×3.0
	3	2	0.8×0.7
	4	11	5.0×2.5
	5	31	8.5×4.0
平均(Mean)		15.4	5.3×2.7
L88-28B (成年世代) Mature generation (16×16m ²)	1	7	6.0×2.5
	2	12	9.0×2.5
	3	8	8.0×2.0
	4	5	4.6×2.2
	5	13	6.0×5.0
	6	2	1.2×0.7
平均(Mean)		7.8	5.7×2.5
L88-13 (老年世代) Old-generation (32×32m ²)	1	6	9.0×3.0
	2	8	5.0×3.0
	3	7	5.5×3.0
	4	9	8.0×3.0
平均(Mean)		7.5	6.9×3.0
L88-14 (老年世代) Old-generation (32×32m ²)	1	4	4.0×3.0
	2	5	6.0×5.0
平均(Mean)		4.5	5.0×4.0

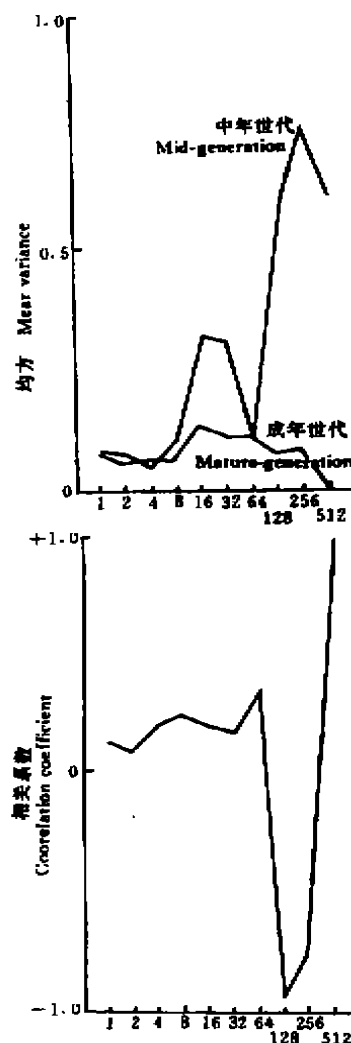


图 3 L88-17 多代林均方、相关系数-区组大小图解

Fig. 3 Relationship of mean variance and correlation coefficient to block size of multi-generation in plot L88-17

由图 3 可以看出, L88-17 样地中年世代林木均方的峰值在 16(4×4m²)处和 256(16×16m²)处左右, 成年世代林木的均方峰值仅一个, 在 16(4×4m²)处。二者的相关关系最突出的是在区组大小为 128 处, 即 8×16m² 处。这即是说, 当以 8×16m² 大小的样方来分析 L88-17 时, 中年世代和成年世代的关系最突出, 呈相互排斥的关系。L88-12 的

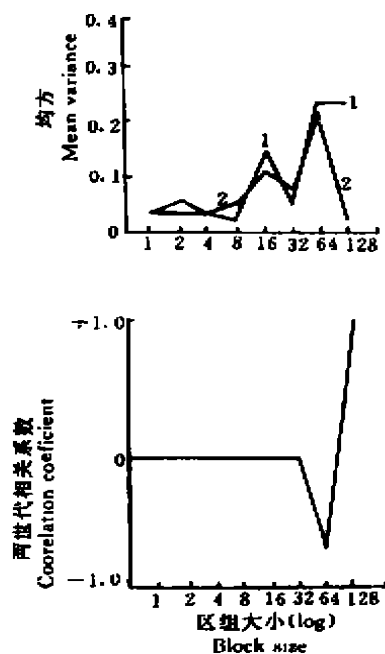


图4 L88-12 多代林均方、相关系数-区组大小图解

1. 中年世代 2. 成年世代

Fig. 4 Relationship of mean variance and correlation coefficient to block size of multi-generation in plot L88-12

1. Mid-generation; 2. Mature-generation

3 讨论

林木的空间格局是种群和群落的重要结构特征,它受干扰状况、立地条件和树种适应对策的影响。

研究表明,兴安落叶松的空间格局随种群的年龄结构而具有不同的特点。

一代林是强度大、频度小的树冠火后形成的,年龄比较一致(一般年龄范围在 50a 左右,具有一个年龄波)。虽然发生条件比较整齐,更新比较一致,但是,这样形成的林分仍然具有强

烈的聚集分布特点,并且它的这一特点随林分发育而有所变化。中年世代的林分均方峰有 2—3 个,多位于区组大小为 8 和 32 处;成年世代均方峰仅具一个,峰位于 16 或 32 处;老年世代的林分均方峰不明显或者位于 128 处。可见,随年龄增大,林木的均方峰数有减少、峰的位置有右移的趋势。直观在定位图上划分林木群团表明,中年世代群团数多于成年和老年世代的林分,并且大小变化大。直观分析的结果与均方-区组大小图解趋势一致。林木空间格局的聚集性随年龄的变化显然是自疏过程的结果。一般说来,它导致群团内部间距小的比群团边缘间距宽的个体更易死亡,这样就造成了随着年龄的变化,林木群团大小发生相应的变化。

情况类似。均方随区组大小的变化,中年和老年世代的峰值,基本上均在 16 ($4 \times 4\text{m}^2$) 和 64 ($8 \times 8\text{m}^2$) 处。但中年世代在区组大小为 2 时,还有一个不太突出的小峰。两世代在区组大小为 32 以前,相关系数为 0,而在 64 处,则达到 -0.7 以下。这说明,在这种区组大小时,二者互相排斥的关系最明确。关于 L88-12 3 个世代的关系,立木定位图更能表示的一清二楚。由图 5 可见,这 3 个世代的群团互不交插,但又互连接。在图中,人为地划了两条线,以使用它们把这 3 个世代的林木分开。应该说明,图 5 包括 $40 \times 50\text{m}^2$ 的范围,用来格局分析的 $32 \times 32\text{m}^2$ 的范围仅是其中的一部分。

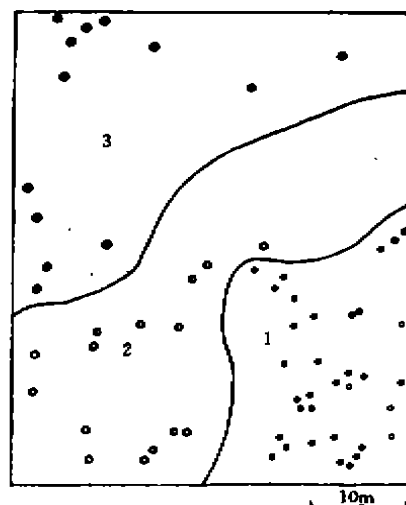


图5 L88-12 不同世代落叶松的分布

1. 中年世代 2. 成年世代 3. 老年世代

Fig. 5 Distribution of different generations of *Larix gmelini* in plot L88-12

1. Mid-generation; 2. Mature-generation

3. Old-generation

在多次强度较弱的地面火干扰下产生的多代林,不同世代的林木并不是均匀混生的。在一定区组下,表现出强烈的负相关。这表明,不同世代的斑块(小到 $4 \times 4 \text{m}^2$,大到 $8 \times 8 \text{m}^2$ 或 $8 \times 16 \text{m}^2$)可能起源于不同的零事件或干扰事件^[9]。这种情况说明,中度或弱度的森林火灾是很不均匀的。有的地方强度大,从而烧死了原有林木而为新的一代的发生创造了条件。有的地方强度小,则可能将原有林木保留下来。在多代林中,不同世代林木的格局尺度的变化,与一代林不同世代的变化,有类似之处,即中年世代的聚集性强于成年和老年世代。在风倒的情况下,斑块更小,格局尺度因而小。

参 考 文 献

- (1) Greig-Smith P. *Quantitative plant ecology*, 3rd edition, Butterworths, London, 1983, 54—104
- (2) Kershaw K A and Loney J H. *Quantitative and dynamic ecology*, 3rd edition, Edward Arnild, London, 1985
- (3) Goldsmith F B, Harrison S M and Morton A J. *Description and analysis of vegetation, in Methods in Plant Ecology* (edited by Moore, P. D. and Chapman, S. B.), 2nd edition, 1986, 437—542
- (4) 李哈宾. 原始阔叶红松林下红松种群更新格局的初步探讨. 东北林学院学报(校庆增刊), 1982, 58—64
- (5) 李俊清. 阔叶红松林中红松的分布格局及动态. 东北林业大学学报, 1986, 14(1), 26—32
- (6) 阳含熙等. 长白山北坡阔叶红松林主要树种的分布格局. 森林生态系统研究, 1985, 5, 1—13
- (7) 范亮飞, 徐化成等. 兴安落叶松种群直径、树高分布与年龄结构关系的研究. 北京林业大学学报, 1990, 12(增刊3), 75—80
- (8) 范亮飞, 徐化成等. 大兴安岭北部地区兴安落叶松种群年龄结构及其与自然干扰关系的研究. 林业科学, 1992, 28(1), 2—12
- (9) Oldeman R A A. *Forest, Elements of silvology*, Springer Verlag, Berlin, 1980

A STUDY IN SPATIAL PATTERNS OF TREES IN VIRGIN *LARIX GMELINI* FOREST

Xu Huacheng Fan Zhaoifei Wang Sheng
(Beijing Forestry University, Beijing, 100083)

The paper deals with the spatial patterns of *Larix gmelini* population in different age structures. The results show that *Larix gmelini* presents apparent aggregated colonies which can be reflected in a diagram of relationship of mean variance — block size and orientation maps of trees. Different generations distribute in mosaic state which, to a great extent, results from disturbance regime.

Key words: *Larix gmelini*, spatial patterns, population, tree orientation map.