

混农林林木分布度的计算方法探讨

朱首军 王幼民

(西北林学院水保系·陕西杨陵·712100)

摘 要 该文在前人研究的基础上,引入林木分布度作为混农林结构空间分布的量化指标。应用牛文元先生关于“生态系统空间分布”的有关计算方法,对林木分布度实施量化,较好地解决了一定面积上林木空间分布的量化问题。

关键词 混农林 空间分布 林木分布度

An Approaching on Calculation Method of Forest Tree Distribution Index in Agro-forestry

Zhu Shoujun Wang Youmin

(Department of Soil and Water Conservation, Northwestern Forestry College, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Based on the researchs of predecessors, as a quantitative index for the space distribution of agro-forestry structure, forest tree distribution index was introduced in this paper. By means of some calculating methods of the space distribution of eco-system suggested by Mr. Niu Weiyan, the forest tree distribution index was quantified. Then, the problems of quantifying space distribution of forest tree on certain area were solved perfectly.

Key words agro-forestry space distribution forest tree distribution index

混农林作为解决农林争地、恢复生态平衡、提高土地利用效率,以及满足人们对林产品需求的一种有效途径,越来越为各国人民所重视。如何在有限的土地上,优化这一生态系统的结构,也日益成为人们所关心的问题。

一般来说,作为混农林结构特征指标的林木分布度,其空间分布上的差异,不仅影响到系统的功能,而且最终影响到系统的总输出,从这个意义上讲,探求林木空间分布的规律,对于预测区域的自然生产力,探讨区域的战略目标,对特定区域的生态系统进行数量化分类均具有十分重要的意义。

1 研究地点的选择及研究区概况

1.1 研究地点的选择

在广泛踏查的基础上,我们选择了黄土高原沟壑区具有典型代表性的淳化县泥河沟试验示范区作为试验地点。同时,为提高试验精度,扩大试验的代表性,我们还在乾县梁山乡和长武县路

家乡各选择了一块辅助试验地。

以上三县均属于黄土高原区农林牧综合发展分区的同一个区,在这个区内土壤侵蚀、治理措施相似;农林牧生产条件相似;农林牧发展方向一致;农林牧结构近似,统归于陕甘晋黄土旱塬农林区^[1]。

1.2 研究区概况

研究区位于渭河以北,地貌为由低山、塬、宽梁、沟壑组成的塬面或残塬,地形平坦,坡度一般不大于 5°,便于耕作,主要经营旱作农业,土壤以黑垆土,黄绵土为主,土层深厚,土性优良,适耕适种性好,具有高产稳产土壤的基本条件,农业种植以冬小麦为主,粮食生产占绝对优势,夏秋作物并重,并且是林果业生产的良好基地。种植业存在的主要问题是缺水、缺肥、耕作粗放^[1]。研究区自然概况见表 1。

表 1 研究区自然概况

项 目	淳化县	长武县	乾 县
地理位置	108°18'E~108°50'E 34°43'N~35°03'N	107°39'E~107°58'E 34°59'N~35°18'N	108°00'E~108°24'E 34°19'N~34°45'N
年平均气温(°C)	9.8	9.1	12.7
1 月份平均气温(°C)	-4.3	-4.9	-1.7
7 月份平均气温(°C)	23.1	22.1	26.1
平均无霜期(d)	183	171	190
≥0°C 的活动积温(°C)	3 899.2	3 688.2	4 722.2
≥10°C 的活动积温(°C)	3 281.0	3 029.1	4 132.9
常年总辐射量(KJ/cm ²)	504.36	482.76	483.85
生理辐射(KJ/cm ²)	251.97	237.94	241.92
全年日照时数(h)	2 372.7	2 218.7	2 194.9
年平均降水量(mm)	600.6	584.1	537.9
土壤有机质含量(%)	0.95	0.98	0.93
侵蚀模数(t/km ² ·a)	3 500	4 959.0	2 708.0
全氮平均含量(%)	0.056	0.082	0.064 1
全磷平均含量(%)	0.134	0.153	0.136
全钾平均含量(%)	2.49	2.49	2.62

2 研究方法

根据林木的防护范围,选 200m×200m 的面积作为标准样地。在坐标纸上按一定比例尺绘制标准样地中林木冠幅的投影图,用方格法求出该投影图的面积,该值与坐标纸上样地面积的比值即为样地林木覆盖度值。

林木覆盖度值按照一定的规则转化为具有特定数值意义的“点”,应用“点在二维空间的分布规律”即可计算林木分布度的值。

3 林木分布度的计算方法探讨

林木分布度是混农林结构特征的重要指标之一,有关林木分布特征的研究,一些学者应用生态学中抽样统计的调查方法,实测树与树之间的距离。根据统计的方差和平均值的比值作为林木分布特征的量化值^[2]。实质上这是一种点的空间分布。对具有一定面积的片林而言,若仍以“点”

对待,误差较大。

为了解决这一问题,在前人研究的基础上,应用牛文元先生关于“生态系统的空间分布”的有关方法^[3],得出林木分布度计算方法如下:

3.1 基本原理

在一定区域内,一个具有均一特征的、在质的概念上表现相同或相似的地域,当其内部被划分为若干相等的面积单元时(数量应足够多),则在该地域中某种生态类型被发现的可能性,假定对所有这些面积单元来说概率都是相同的,那么,这种生态类型按照特定规则被转换成“点”的分布是相互独立的,其中一个“点”与另一个“点”相对于空间距离而言,即不互相排斥,也不互相吸引。

对于上述“点”所表示的生态系统的空间结构应符合于 Poisson 分布所表达的规律,即它应当符合于:

$$P(\xi = n) = \frac{\lambda^n}{n!} \times e^{-\lambda} \quad (1)$$

其中: $\lambda = w \times x$, 则 Poisson 分布即为此种条件下该生态空间分布的理想模式。

任何真实的生态系统空间分布,都是以其理想模式为基准,沿着两个相反的方向转化:(1)与理想模式相比,在二维空间内“点”的分布具有更加分散,更加均匀的趋势;(2)与理想模式相比,在二维空间内“点”的分布具有更加聚合,更加集簇的趋势。

在林木的空间分布中,其生物要素(覆盖度)经过适当的变换后,可将其转换为具有特定数值意义的“点”,在此基础上,我们就可以应用“点在二维空间的分布规律”,这就构成了本文所述林木空间分布的理论依据。

3.2 分析方法

林木覆盖度值经过适当的变换,转化为具有特定数值意义的“点”,这样林木空间的分布,将可以表达成为这些“点”的实际距离总和 D_a 同在 Poisson 分布时的“点”的理想距离总和 D_p 的比值,即 $E = D_a/D_p$,以 E 值作为林木分布度的量化值。

$E = 1, D_a = D_p$ 时;林木空间分布与理想的 Poisson 分布一致。

$E < 1, D_a < D_p$ 时;林木空间分布相对于 Poisson 分布而言,更趋于聚合,直到 $E = 0 (D_a = 0)$,所有点间无距离重合在一起。

$E > 1, D_a > D_p$ 时;林木空间分布相对于 Poisson 分布而言,更趋于分散或均匀,直到 $E = 2$ 。

3.3 混农林林木分布度的具体计算

应用上述基本原理和分析方法,对所调查的样地进行计算,具体步骤如下:

3.3.1 样地林木覆盖图的绘制和网格的确定转化 对林木覆盖度这一生物要素实施“点”的转化。首先,绘制样地林木覆盖图,在坐标纸上按一定比例尺绘制样地上林木冠幅的投影图,针对要研究的对象,在不同的样地上,按照确定的比例尺,分别选择一个合适的“面积单元”(即样方),该面积单元具有确定的形状和大小。其次以该面积单元将所研究的林木空间划分为统一的网格,每个进行数量比较的林木空间,均具有相同数目的面积单元。

3.3.2 确定点的数目和分布 选择林木覆盖度实行向“点”的统一数量转换,其转换标准服从如下所拟定的公式

$$U_i = (M_i) \times \frac{n}{\sum(M_i)} \quad (2)$$

式中: U_i ——第 i 个面积单元中, 由林木覆盖度所应转化的点数; M_i ——在第 i 个面积单元中, 在转换为点以前, 所包含的林木覆盖度的实际值; n ——在该标准地中将要设计的总点数。

为使空间分布的处理更简单, 本文的统一网络中的总点数 n 与统一网络中所含的面积单元数相等。

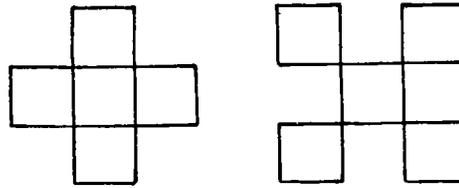
3.3.3 距离的判定 首先, 一个含有点的面积单元与其周围最近的含点面积单元之间的距离, 用相对数值表达, 以避免直接测量实际距离时的许多弊病。并规定在垂直的四个方向上, 其相对距离取 1, 在斜交四个方向上, 其相对距离取

$\sqrt{2}$, 见附图: 假定所有含点面积单元(先不论其内点数目为多少)都相邻接时, 该种情况下各相邻面积单元之间的总距离, 即代表在各类情况下(不同方位角)各相对数值之和为:

$$D_0 = \sum_{i=1}^h \sum_{\theta=1}^8 [(d_{ij})_{\min}]_{\theta} \quad (3)$$

D_0 ——所有相邻含点面积单元之间的总距离;

$(d_{ij})_{\min}$ ——在不同方位角 θ (共八个方向)上, 最相邻接的那一对含点面积单元间的距离; h ——在统一网络中, 能够构成最近邻接状态的总数目(即构成最近邻接面积单元的总“对数”); $\theta = (0, \pi/4, \dots, 7\pi/4)$ 。



相对数值=1

相对数值= $\sqrt{2}$

附图 含点面积单元相对距离测定图

3.3.4 距离判定的订正 在处理由于各面积单元(含有点的)在统一网络中所处的位置的不同及由于各面积单元中所含的点数不同, 给距离测量带来的误差, 需要进行以下二级订正。

第一级订正: 一对含点面积单元不相邻接(即它们之间隔有空白的不含点的面积单元)时, 总距离为:

$$D = \sum_{i=1}^h \sum_{\theta=1}^8 [(d_{ij} + \Delta d)_{\min}]_{\theta} \quad (4)$$

式中: D 与(2)式中的 D_0 是有区别的, D ——在处理含点面积单元不相邻接时的总距离。

Δd ——距离增量。(垂直方向上 $\Delta d = 1^2$; 斜交方向上 $\Delta d = (\sqrt{2})^2$)

第二级订正: 每个含点面积单元内所含点的数目不同时的总距离为:

$$D = \sum_{i=1}^h \sum_{\theta=1}^8 [(d_{ij})_{\min}]_{\theta} \times \frac{p_i}{q_i} \quad (5)$$

式中: $q_i = 1 - p_i$ 为第 j 个含点面积单元所占的概率

对于全部网络而言, 其内各含点面积单元之间, 两两组成的最近邻接之实际距离总和 D_a 即为:

$$D_a = \sum (d_a)_{ij} = \sum_{i=1}^h \sum_{\theta=1}^8 [(d_{ij} + \Delta d)_{\min}]_{\theta} \times \frac{p_i}{1 - p_j} \quad (6)$$

3.3.5 分布度指标 E 当林木处于空间统一网络中, 每个面积单元均含有一个点时, 此时即处于 E 的上限状态, 该条件下得到的实际距离总和记为 $(D_a)_u$ 。由(4)可以得出, 此时 $\Delta d = 0$, $p_i/1 - p_j = 1$ 。

对于理想分布下的 Poisson 分布, 其各含点面积单元之间的距离总和 $(D_a)_p$ 可以表达如下:

$$(D_a)_p = \frac{(D_a)_u}{2 \times \sqrt{\frac{n}{A}}} \quad (7)$$

式中: A ——地域 A 的面积(相对网格的图上面积); n ——标准地 A 中所包含的点数。

分布度 E 可表达如下:

$$E = \frac{D_o}{(D_o)_p} = \frac{\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^g [(d_{ij} + \Delta d)_{\min}]_o \times \frac{p_i}{1 - p_i}}{(D_o)_u} \quad (8)$$

$$2 \times \sqrt{\frac{n}{A}}$$

这样, 当以 Poisson 分布时的总距离 $(D_o)_p$ 为标准时, 分布度 E 的建立是以 $(D_o)_p$ 为中心, 对称地向上限 $(D_o)_u$ 和向下限 0 延伸。

4 结果及分析

应用上述计算方法, 本文对淳化、长武、乾县的 54 块样地中林木的分布度进行了计算。

4.1 网格大小

本文野外调查所采用的标准样地大小为 $200\text{m} \times 200\text{m}$, 作图比例尺为 $1:2000$ (即图上距离 $1\text{cm} =$ 实际距离 20m)。

在划分网格时, 首先应用上述方法选择两块标准地对 400 网格、100 网格、25 网格和 4 网格分别进行林木分布度计算, 结果如下:

表2 网格大小精度计算表

网格数	D_o		$(D_o)_p$	E		与网格数的相对误差	
	样地 I	样地 II		样地 I	样地 II	样地 I	样地 II
400	1866.3	737.89	1781.0	1.0479	0.4143		
100	450.62	167.40	409.10	1.1015	0.4092	0.9513	0.9877
25	87.17	36.06	85.25	1.0224	0.4229	0.9757	0.9797
4	4.83	1.94	6.83	0.7071	0.2840	0.6748	0.6856

说明: D_o ——实际距离总和; $(D_o)_p$ ——理想距离总和; $E = D_o / (D_o)_p$ 。

由表中结果可看出, 当网格达到 25 个以上时, 即可使精度要求在 95% 以上, 所以当精度要求在 95% 时, 用 25 个网格计算林木分布度即可, 这样计算工作量大为减少, 并能满足精度要求, 故本文所选的网格大小为 25 网格。

4.2 确定点的数目

在网格大小确定以后, 点的数目即可确定, 为计算方便, 本文采用统一网格中的总点数 n 与统一网络中所含的面积单元数相等, 故(2)式中, 其 n 值应为 $n = 25$ 。

4.3 计算结果见表3

4.4 林木分布度计算方法的讨论

本文采用相对距离法计算林木分布度, 这就避免了直接测量距离带来的困难, 具有一定的优越性。但是, 此方法有几点需要作进一步研究, 以完善整个计算方法。

1. 该计算方法与面积单元的大小, 网格的形状有一定的关系, 当面积单元采用不同大小, 网格形状为其它形状(如长方形), 对计算结果有何影响。

2. 转化为“点”的生物要素不是唯一的, 还有其它生物要素, 如林分密度、林分叶面积指数等等, 当以这些生物要素计算林木分布度时, 其计算结果是否一致。

3. 在实施生物要素的“点”的转化时, 我们要求网格中的面积单元与所应转化的点数相等, 这

样可以简化计算,但如果两者不等时,对计算结果有何影响。

表3 林木分布度计算表

地点	样地号	林木覆盖度(%)	林木分布度	样地号	林木覆盖度(%)	林木分布度
淳化县 泥河沟 试验区	1	16.62	1.30	16	31.66	0.86
	2	11.75	1.11	17	9.56	0.32
	3	16.75	1.28	18	14.60	0.26
	4	15.04	0.20	19	2.24	0.28
	5	22.18	0.85	20	6.42	0.31
	6	8.34	0.63	21	22.00	1.32
	7	59.38	1.74	22	26.92	1.34
	8	63.28	1.59	23	10.22	0.36
	9	26.81	0.98	24	6.13	0.35
	10	29.88	1.16	25	14.15	0.48
	11	39.74	1.52	26	7.88	0.16
	12	29.05	1.19	27	17.80	0.78
	13	0.69	0.01	28	10.49	0.30
	14	8.21	0.39	29	98.78	1.92
	15	31.77	0.87	30	84.82	1.83
长武县	31	5.51	0.33	37	8.08	0.20
	32	4.04	0.32	38	7.26	0.19
	33	5.13	0.51	39	5.34	0.07
	34	4.99	0.36	40	4.63	0.06
	35	7.42	0.29	41	6.55	0.07
	36	8.16	0.24	42	5.81	0.07
乾县	43	27.86	1.02	49	51.03	0.83
	44	19.48	0.42	50	61.12	0.93
	45	20.22	0.73	51	20.62	0.54
	46	19.18	0.47	52	18.15	0.30
	47	71.41	1.12	53	12.55	0.28
	48	70.71	1.20	54	13.48	0.35

参 考 文 献

- [1] 彭琳等. 黄土高原地区农林牧业综合发展与合理布局. 北京: 科学出版社, 1991年
 [2] Odum E P 生态学基础. 北京: 人民教育出版社, 1981
 [3] 牛文元. 生态系统的空间分布. 生态学报, 1984年