林业科学研究 1999, 12(1): 1～6
Forest Research

一个新的林分空间结构参数——大小比数

惠刚盈[1)] Klaus von Gadow[2)] Matthias Albert[2)]
(1) 中国林业科学研究院林业研究所, 100091, 北京; 2) 哥廷根大学森林经理与收获研究所, 37077, 德国哥廷根;
第一作者 37 岁, 男, 研究员)

摘要 提出了模拟林分空间结构的大小比数。该结构参数量化了参照树与其相邻木的关系, 以大于参照树的相邻木数占所考察的全部相邻木的比例表示。大小比数是对直径分布和至今所延用的描述相邻木关系的大小分化度的完善和补充, 它能准确地判断出参照树是否比其相邻木大。其优点在于, 使重建复杂的林分结构更接近实际成为现实。

关键词 林分空间结构参数; 大小比数; 大小分化度
分类号 S758.5

林分空间结构对林木生长有特别重要的影响, 结构再现了林分某一发展时刻的状态[1]。如何对其进行表征和度量, 已成为模拟林分空间结构的关键。树种空间隔离程度和林木分布格局及个体大小是描述空间结构的重要参数[2]。林分中树种空间隔离程度可通过混交度[3]来体现, 林木在地域上的分布格局可借助角尺度[4]精确描述, 目前采用大小分化度[2]度量相邻树木的差异。大小分化度用参照树及其相邻木的胸径的相对差数表示, 且总是以其中较大者作为比较基础[2]。Lewandowski[5]首次用相邻最近第 1 相邻木的直径大小分化度的分布作为重建林分结构的一个尺度变量。由于太多组合的可能性而没有更多地考虑资源清查方法中由参照树及其相邻最近的 3 个相邻木构成的结构四组法[3]所提供的第 2 和第 3 相邻木。鉴于大小分化度均值的易混淆性和在复制结构时的不确定性等[6], 本研究将提出评定相邻木大小关系的新结构参数。

1 大小比数

大小比数被定义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, 用公式表示为:

$$U_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} k_{ij} \tag{1}$$

式中: 若相邻木 j 比参照树 i 小, $k_{ij} = 0$; 否则, $k_{ij} = 1$。

可见, 大小比数量化了参照树与其相邻木的关系, 其值(U_i)愈低, 说明比参照树大的相邻木愈少。

在一个林分中, U_i 值的分布对描述林分空间结构特别重要。当考虑 3 株相邻最近树即 $n = 3$ 时, U_i 值的可能取值范围见图 1。

图 2 显示了某一树种在任意林分中处于优势或劣态时的 U_i 值的典型分布。显然, 依树种

1998-08-06 收稿。

计算的大小比数分布的均值 $\bar{U}_{sp}$ 在很大程度上反映了林分中的树种优势。可用下式计算:

$$\bar{U}_{sp}=\frac{1}{l}\sum_{i=1}^{l}U_i \tag{2}$$

式中: l 为所观察的树种 sp 的参照树的数量; U_i 为树种 sp 的第 i 个大小比数的值。

$\bar{U}_{sp}$ 的值愈小, 说明该树种在某一比较指标(胸径、树高或树冠等)上愈优先, 依 $\bar{U}_{sp}$ 值的大小升序排列即可明了林分中所有树种在某一比较指标上的优劣程度。

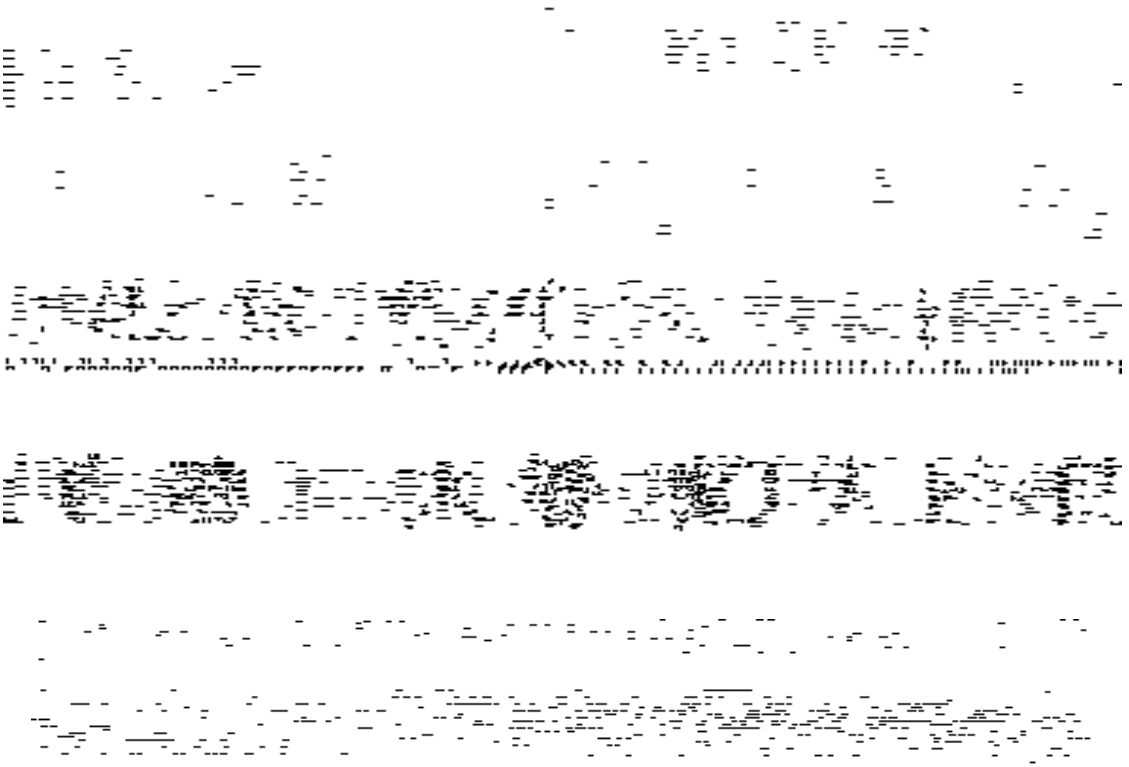

图 2 典型林分的大小比数分布

2 应用范例

下面将借助两个现实的混交林林分来说明大小比数(U_i)分布的意义。

第 1 个实例的数据来自德国黑森州 Frankenberg 林业局。该林分由 104 年生的人工栽植的挪威云杉(*Picea abies* (L.) Karst.)和单生或聚生的 117 年生的天然更新的欧洲山毛榉(*Fagus sylvatica* L.)组成。据全面调查结果得知, 该林分总断面积为 33 $m^2 \cdot hm^{-2}$(516 株 · hm^{-2}), 其中挪威云杉的断面积占 61.5%(192 株 · hm^{-2}), 欧洲山毛榉占 38.5%(324 株 · hm^{-2})。图 3、4 分别显示了该林分的直径分布及依树种计算的大小比数分布(比较尺度为胸

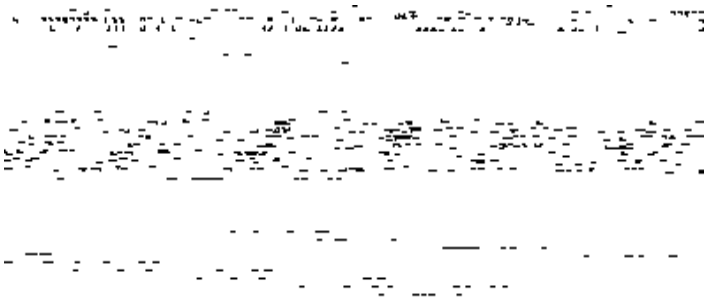

图 3　挪威云杉和欧洲山毛榉混交林直径分布

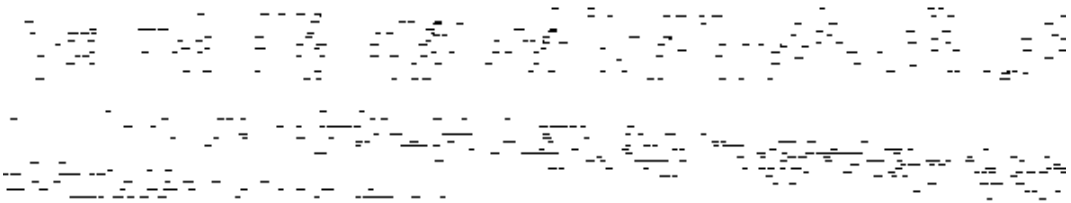

图 4　挪威云杉和欧洲山毛榉混交林中依树种计算的大小比数分布

径)。

直径分布和大小比数分布均表明了云杉优势。然而, 直径分布缺乏林分空间结构信息。如人们可以认为, 上面的欧洲山毛榉在整个林分中单独成堆出现, 粗大的挪威云杉亦可以在林地的另一处聚生。与直径分布相比, 依树种计算的建立在相邻木关系基础上的大小比数分布, 则清楚地表明了空间分布的信息。比如从欧洲山毛榉的大小比数分布图可以看出, 大小比数由等级 $U=0$, 即所有 3 个被考察的相邻木都比参照树小, 到等级 $U=1$, 所有相邻木都比参照树大, 呈递增趋势, 这表明欧洲山毛榉树多以粗大的相邻木为伴。而云杉的大小比数分布图呈现了相反的趋势, 即大约 40% 的挪威云杉比其周围的树大, 仅有 10% 的挪威云杉有较大的相邻树。依树种计算的大小比数的均值亦证实了挪威云杉较欧洲山毛榉大。第 2 个实例来自德国下萨克森州 Bovenden 林业局。此林分为欧洲山毛榉和珍贵阔叶树组成的混交林。主林分是由天然更新的 82 年生的欧洲山毛榉(株数占总株数的 74.4%, 断面积占 59.5%)、欧洲白蜡树(*Fraxinus excelsior* L.)(4%, 10.2%)和欧洲山槭(*Acer pseudoplatanus* L.)(2.7%, 5.7%)组成的混交林, 在此林中还曾补植了现已 71 年生的欧洲鹅耳枥(*Carpinus betulus* L.)(12.3%, 7.2%)和 58 年生的欧洲橡树(*Quercus albus* L.)(5.4%, 14.2%)。此外, 还散生有少量的挪威尖槭(*Acer platanoides* L.)、欧洲樱桃(*Prunus avium* L.)、欧洲花楸(*Sorbus aucuparia* L.)和光榆(*Ulmus glabra* Huds.)。

在这个林分中, 过去曾进行过促进橡树和其它的珍贵阔叶树的疏伐, 而对株数多的欧洲山毛榉和欧洲鹅耳枥均没有进行选择干涉。此经营结果亦明显地展现于图 5、6 中, 欧洲山毛榉和欧洲鹅耳枥的直径结构几乎为负指数分布, 欧洲山毛榉的 U_i 值均匀分布于各等级中, 说明多

图 5 依树种计算的大小比数分布

数小的欧洲山毛榉树有随机的相邻木关系, 林分中粗大欧洲山毛榉的周围多数是欧洲山毛榉小树, 因为凡作为珍贵阔叶树的竞争者的欧洲山毛榉早已被伐掉。与欧洲山毛榉相比, 欧洲鹅耳枥的小树相对更多, 其 U_i 分布表明大小相邻木也是随机分布。这两个树种在大小相邻木所占的份额上几乎没有差异。完全不同的则是欧洲橡树、欧洲白蜡树和欧洲山槭树的景况。欧洲橡树的直径分布明显右偏, 欧洲白蜡树的直径分布与欧洲橡树的相似, 而欧洲山槭树直径分布重心偏于中小径阶。这 3 个树种的 U_i 分布大致相同, 位于等级 $U_i = 0$ 的占到 60% 以上。欧洲橡树和白蜡树 U_i 分布的解释与从直径分布中得到的一样, 显然都是经过人为促进的结果。但是, 欧洲山槭树的直径分布与其它树种不同, 处于中等大小范围, 且各径阶均有。所以, 欧洲山槭树完全也可能有许多较大的相邻木, 这似乎说明了曾进行过不连贯的抚育或未按计划进行促进欧洲山槭树的经营。但 U_i 分布表明, 60% 的欧洲山槭树有较小的相邻木, 并且总有

图 6 山毛榉与珍贵阔叶树混交林直径分布

20% 的欧洲山槭仅有 1 株较大的相邻木。这正好说明了早些时候通过选择性的促进措施, 连续促进了欧洲山槭树的生长, 这完全符合实际经营情况。从而说明 U_i 分布较之直径分布优越。

3　讨论与结论

混交度、角尺度及大小分化度是描述林分空间结构的重要参数。本文提出的大小比数是对其中的大小分化度指标的进一步完善和发展。

在使用 Lewandowski[5] 的启迪学途径模拟林分结构时, 大小比数将会使模拟林分结构更接近实际。在优化距离和混交度后, Lewandowski[5] 使用了第一个相邻木的直径大小分化度模拟相邻木的尺寸差异。在纯林中这个标准是够用的, 然而, 在混交林中大小分化度也存在种间差异。所以大小分化度不能明确地遵从林分原始结构, 从而不能精确地再现实际林分的空间结构。图 5 的例子说明了这个问题的存在, 同时表明了大小比数用于重建混交林结构时的突出优点。

图 7 设计的例子显示了 2 株欧洲山槭树和一些欧洲山毛榉树组成的林分片段。A 情景表示欧洲山槭树周围是粗大的欧洲山毛榉树; B 情景表示欧洲山槭树周围是较小的欧洲山毛榉树。在复制林分结构时, 通常采用的数据是依树种统计的直径分布和表达空间信息的参数如混交度和大小分化度。因此, 上面的示范林分片段 A 和 B 情景均相应地给出了这些信息。由图 5 可知, 大小分化度分布信息不能够满足判定林分中欧洲山槭树在原始林分中其周围是否为粗的欧洲山毛榉。如上例中完全不同大小的相邻木, 却具有相同的大小分化度值。相反, 大小比数能突出地将此类景况区分开来。尽管这是一个简化的例子, 但它足以说明目前采用的大小分

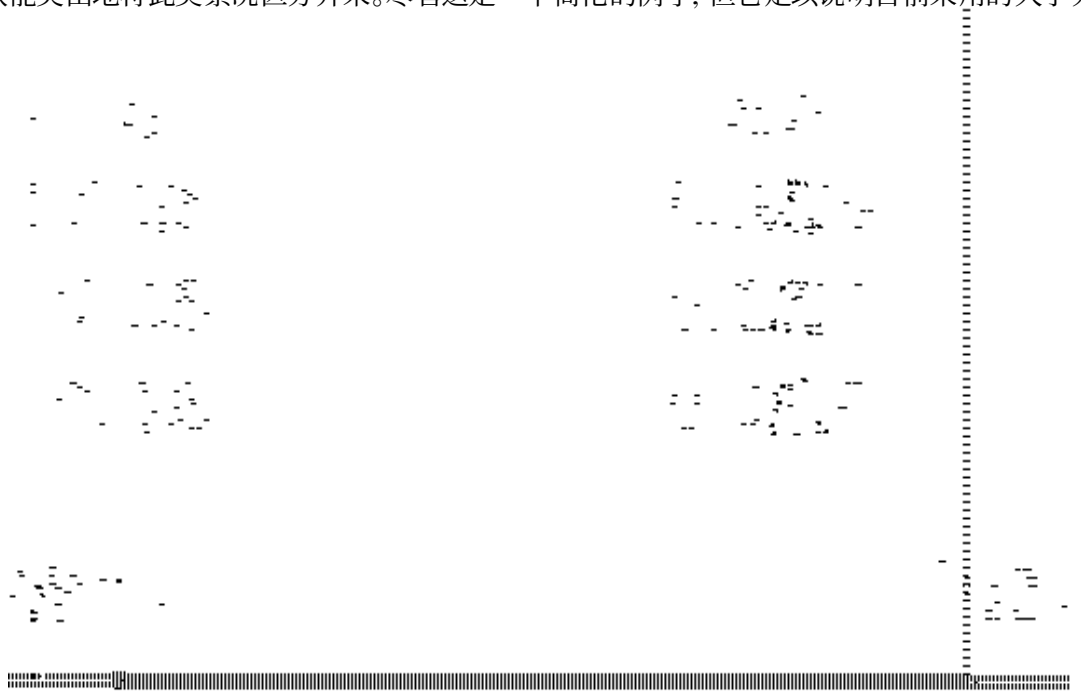

图 7　构造例子的直径分化度和大小比数(i_1, i_2: 表示参照树 1 和 2; 圆表示树木, 其中的数字为该树的直径/ cm; 阴影代表欧洲山槭, 白色代表欧洲山毛榉; T_1, T_2, T_3 分别为第 1、第 2 和第 3 相邻木直径大小分化度)

化度所存在的问题。

大小比数的另一优点在于它同时考虑了参照树与 3 株相邻木的相对差异。若应用直径大小分化度在复制林分结构时要么用第 1 相邻木的或应用 3 株相邻木的平均值。这将导致潜在的明显混乱; 如果同时使用 3 株相邻木的直径分化度, 那将遇到组合数目巨大的优化问题。

参 考 文 献

1 Wenk G, Antanaitis V, Smelko S. Waldertragslehre. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1990. 448.

2 von Gadow K, Füldner K. Zur Methodik der Bestandesbeschreibung. Vortrag anlaesslich der Jahrestagung der AG Forsteinrichtung in Klieken b. Dessau, 1992.

3 Füldner K. Strukturbeschreibung von Buchen-edellaubholz-Mischwäldern. Dissertation Universität Göttingen. Göttingen: Cuvillier Verlag, 1995. 146.

4 von Gadow K, Hui G Y, Albert M. Das Winkelmaß-ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbeständen. Centralblatt fur das gesamte Forstwesen, 1998, 115(1): 1～9.

5 Lewandowski A, von Gadow K. Ein heuristischer Ansatz zur Reproduktion von Waldbeständen. AFJZ., 1997, 168 (9): 170～174.

6 Albert M. Erhebung von Strukturinformationen in einem Buchen-Edellaubholz Mischbestand. Dipl. Arbeit. Forstl. Fakultät der Georg-August Universität Göttinge. 1994. 109.

A New Parameter for Stand Spatial Structure —— Neighbourhood Comparison

Hui Gangying[1)] *Klaus von Gadow*[2)] *Matthias Albert*[2)]

(1) The Eesearch Institute of Forestry, CAF, 100091, Beijing, China; 2) The Institute of Forest Management and Yield Science) Goettingen University, 37077, Goettingen, Germany)

Abstract Neighbourhood comparison was proposed for stimulating the spatial structure of forest stands. It quantifies relationship of the reference tree with neighbouring trees using a ratio of the total number of neighbours larger than the reference tree to the total number of neighbours investigated. The new parameter improves and complements the diameter distribution and the size differentiation still under use. It provides accurate determination of whether the reference trees larger than its neighbours. The advantage of this parameter is that it makes it possible to realize the close-to-reality rebuilding of complicated stand structure.

Key words stand spatial structure parameter; neighbourhood comparison; size differentiation