

天目山常绿阔叶林的混交度研究

方国景, 汤孟平, 章雪莲

(浙江林学院 环境科技学院, 浙江 临安 311300)

摘要:在天目山国家级自然保护区内选择典型常绿阔叶林, 设置 100 m × 100 m 样地, 用全站仪测定每株树木坐标。选择胸径在 5 cm 以上的乔木, 用优势度分析法确定群落优势种, 八邻域边缘校正法校正, 并采用树种多样性混交度进行计算。结果表明, 天目山常绿阔叶林优势种群以细叶青冈 *Cyclobalanopsis gracilis*, 青冈 *Cyclobalanopsis glauca* 和短尾柯 *Lithocarpus brevipendulus* 为主, 形成多优势种结构特征, 样地平均混交度为 0.505 1, 优势种群中常绿树种的混交度为 0.483 6, 非常绿树种的混交度为 0.582 3。研究认为, 天目山常绿阔叶林保持了较高的树种多样性; 细叶青冈、青冈和短尾柯等优势种群因兼有实生和萌生 2 种聚集繁殖方式所致, 降低了常绿阔叶林的混交度; 树种混交度是随着胸径的增大而增大的; 常绿阔叶林总体呈中度混交状况。图 5 表 1 参 12

关键词: 森林经理学; 常绿阔叶林; 优势种群; 混交度; 天目山

中图分类号: S757

文献标志码: A

文章编号: 1000-5692(2008)02-0216-05

The mingling index with evergreen broadleaf forests on Mount Tianmu

FANG Guo-jing, TANG Meng-ping, ZHANG Xue-lian

(School of Environmental Technology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Mingling of dominant plant populations in an evergreen broadleaf forest, one of the most important plant types in the Mount Tianmu National Nature Reserve of Zhejiang Province, were studied to supply a theoretical basis for evergreen broadleaf forest protection, restoration, and reconstruction. A typical plot in the reserve, 100 m × 100 m, was surveyed for tree diameter at breast height (DBH) above 5 cm with Total Station (Leica TCR702Xrange) equipment used to measure tree coordinates. Also, dominant plant populations were determined using the Dominance Index with edge correction applied and the mingling index calculated for tree species diversity. Results showed that the dominant plant populations of evergreen broadleaf tree species (*Cyclobalanopsis gracilis*, *Cyclobalanopsis glauca*, and *Lithocarpus brevipendulus*) exhibited diverse and dominant species characteristics. The average mingling index for the plots was 0.505 1; while the evergreen broadleaf tree species mingling index was 0.483 6, and the non-evergreen broadleaf species mingling index was 0.582 3. Overall, these tree species maintained the evergreen broadleaf forest biodiversity. In addition, as dbh increased, the mingling index increased. Since *C. gracilis*, *C. glauca*, and *L. brevipendulus* predominantly reproduced through sprouting, the mingling index was low. This study showed that these evergreen broadleaf tree species showed moderate mixing. [Ch, 5 fig. 1 tab. 12 ref.]

Key words: forest management; evergreen broadleaf forest; dominant species; mingling index; Mount Tianmu

林分空间结构决定了树木之间的竞争优势及其空间生态位, 在很大程度上影响着林分生长、发育

收稿日期: 2007-07-06; 修回日期: 2007-09-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30471390); 浙江省自然科学基金资助项目(Y305261); 浙江林学院科研发展基金资助项目(2006FR20)

作者简介: 方国景, 硕士研究生, 从事森林经理学研究。E-mail: fangguojing2008@163.com。通信作者: 汤孟平, 教授, 博士, 从事森林经理学研究。E-mail: goodtmp@yahoo.com.cn

和稳定性。因此,林分空间结构分析已成为目前国际上天然林经营模拟技术的主要研究内容^[1]。混交度是 Gadow 等^[2]提出用来说明林分不同树种之间相互隔离程度的指数,可以用于表示树种相互隔离程度的林分空间结构^[3]。由于传统混交度仅以目标树与最邻近木之间的树种异同为基础,并不考虑最邻近木之间的树种差异,不能完全反映树种的空间隔离程度,汤孟平等^[4]提出了树种多样性混交度。常绿阔叶林是我国亚热带地区最复杂、生产力最高、生物多样性最丰富的地带性植被类型之一,能保持森林生态系统的平衡和相对稳定,对保护环境、维持全球性碳循环的平衡和人类的持续发展等都具有极重要的作用^[5]。对常绿阔叶林的研究是维护亚热带地区生物多样性和构建稳定森林结构的基础工作和生态研究的热点之一^[6-8]。本文旨在通过分析浙江天目山国家级自然保护区内的常绿阔叶林混交度,深入研究亚热带常绿阔叶林的发展动态及其结构,为相对稳定的常绿阔叶林人工恢复和重建提供树种选择的理论和实践依据。

1 研究区概况

浙江天目山国家级自然保护区位于浙江省西北部临安市境内的西天目山,距省会杭州 94 km,地理坐标为 30°18'30"~30°24'55"N, 119°23'47"~119°28'27"E。年平均气温为 14.8~8.8℃;大于或等于 10℃积温为 2 500~5 100℃;年降水量为 1 390~1 870 mm,相对湿度 76%~81%。自然保护区受海洋暖湿气候影响较深,具有中亚热带向北亚热带过渡特征,森林植被十分茂盛。由于区内地势较为陡峭,海拔上升快,气候差异大,植被的分布有着明显的垂直界限,自山麓到山顶垂直带谱为:海拔 850 m 以下为常绿阔叶林;870~1 100 m 为常绿落叶阔叶混交林;1 100~1 380 m 为落叶阔叶林;1 380~1 506 m 为落叶矮林。其中,常绿阔叶林是自然保护区内重点保护植被类型。

2 研究方法

2.1 取样调查方法

选择保存较完好的常绿阔叶林设置样地,样地大小 100 m×100 m。用相邻格子调查方法,把样地划分为 100 个 10 m×10 m 的调查单元(图 1)。在每个调查单元内,对胸径大于或等于 5 cm 的本木植物进行每木调查,记录树木种类,测定每株树木的胸径、树高、活枝下高、冠幅等因子,采用激光对中全站仪(徕卡 TCR702Xrange)测定每株树木坐标(x, y, z)。

2.2 数据分析方法

2.2.1 优势种确定 优势树种按优势度分析法确定^[9]。其方法是首先计算群落乔木层每个树种的相对胸高断面积,并作为优势度,按优势度从大到小排序。然后,通过下式确定优势树种数:

$$d = \frac{1}{N} \left[\sum_{i \in T} (x_i - x)^2 + \sum_{j \in U} x_j^2 \right] \quad (1)$$

式中: x_i 为排序在前的上位种 T 的相对胸高断面积; x 为优势树种所占的理想百分比; x_j 为上位种以外的剩余种 U 的相对胸高断面积; N 为总种数。如果群落只有 1 个优势树种,则优势树种的理想百分比为 100%;如果有 2 个优势树种,则它们的理想百分比为 50%;如果有 3 个优势树种,则理想百分比为 33.3%,依次类推,分别计算 d 值。当 d 为最小值时的上位种数为群落乔木层优势树种数。

2.2.2 混交度的计算 混交度是 Gadow 等^[2]提出用来说明林分不同树种之间相互隔离的程度的指数。混交度的公式为:

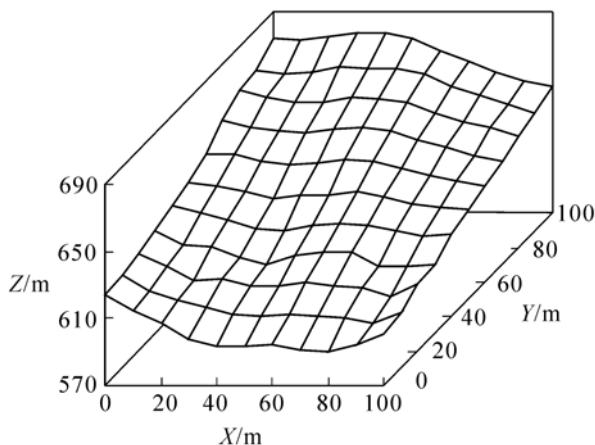


图1 10 000 m²样地三维地形图

Figure 1 3D map of the 10 000 m² plot

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

式中： M_i 为第 i 株目标树的混交度； n 为第 i 株目标树周围所选中的最邻近木株数。 $v_{ij} = 1$ ，表示目标树 i 与第 j 株最邻近木树种不相同， $v_{ij} = 0$ ，表示目标树 i 与第 j 株最邻近木树种相同； M_i 取值为 $[0, 1]$ ， $M_i = 0$ ，表示目标树 i 与相邻的 n 株林木属同一树种， $M_i = 1$ ，表示目标树 i 与相邻的 n 株林木为不同树种。

样地所代表林分的混交度用单株树混交度的均值来表示：

$$\bar{M} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N M_i \quad (3)$$

式中： N 为样地内林木总株数； M_i 为第 i 株树木的混交度。林分混交度取值为 $[0, 1]$ ，取值为 0 表示零度混交，如纯林；取值为 1 表示极强度混交。

汤孟平等^[4]提出的树种多样性混交度，是对传统混交度的进一步完善和补充。树种多样性混交度是指目标树与最邻近木之间，以及最邻近木相互之间的树种空间隔离程度。树种多样性混交度定义为：

$$M'_i = \frac{n_i}{n^2} \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (4)$$

式中： M'_i 为林木 i 处的树种多样性点混交度； n_i 为目标树 i 的 n 株最邻近木中不同树种个数； n 为最邻近木株数； V_{ij} 取值为 $[0, 1]$ ， $V_{ij} = 1$ ，表示目标树 i 与第 j 株最邻近木属不同树种， $V_{ij} = 0$ ，表示目标树 i 与第 j 株最邻近木是相同树种。

林分树种多样性混交度计算公式与式(3)相同，这里不再列出。根据式(4)和式(3)可知，树种多样性混交度的取值范围为 $[0, 1]$ 。

惠刚盈等^[3]的研究表明， $n = 4$ 能明显地表达出混交度的林学意义。本文采用 $n = 4$ 的树种多样性混交度并进行计算研究(以下混交度均指树种多样性混交度)。

2.3 边缘校正

为排除样地界外树木的影响，样地内靠近边界的树木作为目标树时，需要进行样地边缘校正。本文采用 8 邻域样地进行边缘校正，即分别在原样地的上、下、左、右、左上、左下、右上、右下 8 个方向复制原样地，形成由 9 个相同样地组成的大样地(图 2)，再计算原样地的林分混交度。这样每棵目标树都有一个相对完整的影响范围，减少理论混交度与实际混交度之间的偏差，消除边缘影响。

6	7	8
5	0	1
4	3	2

图 2 边缘校正

Figure 2 Edge correction

3 结果与分析

3.1 优势种群确定

根据调查结果进行统计，样地内胸径 5 cm 以上的乔木共计 1 603 株，72 个种。计算群落乔木层各树种的相对胸高断面积，并按降序排列，根据式(1)确定优势树种。结果显示，群落有 13 个优势树种(表 1)。13 个优势树种的株数和胸高断面积分别占样地的 78.66% 和 81.13%，表明这些树种在森林群落乔木层中占明显的优势。其中，细叶青冈 *Cyclobalanopsis gracilis* (A)，杉木 *Cunninghamia lanceolata* (B)，短尾柯 *Lithocarpus brevipendulus* (C)，青冈 *Cyclobalanopsis glauca* (E) 和豹皮樟 *Litsea coreana* (M) 是常绿树种，占样地总株数的 61.01%。细叶青冈(A)、短尾柯(C)和青冈(E)三者的株数占了总株数的 52.71%，胸高断面积占了样地总胸高断面积的 34.04%。

3.2 优势种群树种多样性混交度比较

计算得出，样地树种平均混交度为 0.505 1。因此，本样地为中度混交林。优势种群中常绿树种的混交度为 0.483 6，非常绿树种的混交度为 0.582 3，即优势种群中常绿树种的种间隔离程度小于非

表 1 优势种群及其比例

Table 1 Dominant tree species and scale

编号	优势种	株数	比例/%	胸高断面积/m ²	比例/%	平均胸高断面积/cm ²
A	细叶青冈 <i>Cyclobalanopsis gracilis</i>	484	30.19	5.067 8	18.50	104.71
B	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	51	3.18	3.197 2	10.42	626.90
C	短尾柯 <i>Lithocarpus brevipendulus</i>	183	11.42	2.496 3	8.14	136.41
D	枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	42	2.62	2.369 4	7.72	564.14
E	青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	178	11.10	2.270 9	7.40	127.58
F	白栎 <i>Quercus fabri</i>	66	4.12	2.175 0	7.09	329.55
G	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	44	2.74	1.792 7	5.84	407.43
H	蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	8	0.50	1.023 0	3.33	1 278.75
I	天目木姜子 <i>Litsea auriculata</i>	48	2.99	0.821 2	2.68	171.08
J	榉树 <i>Zelkova schneideriana</i>	40	2.50	0.803 5	2.62	200.88
K	黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i>	31	1.93	0.798 9	2.60	257.71
L	金钱松 <i>Pseudolarix kaempferi</i>	4	0.25	0.745 5	2.43	1 863.75
M	豹皮樟 <i>Litsea coreana</i>	82	5.12	0.724 2	2.36	88.32
小计	1 261	78.66	24.896 3	81.13	197.43	
样地	1 603	100	30.681 7	100	191.40	

常绿树种，这是由于细叶青冈(A)等主要优势树种的兼有实生和萌生 2 种聚集繁殖方式所致^[10]，导致混交度降低。同属壳斗科 Fagaceae 的短尾柯(C)和青冈(E)都有类似的特性，其种间隔离程度都较低(图 3)。黄连木 *Pistacia chinensis* (G)和天目木姜子 *Litsea auriculata* (I)的混交度也较低。杉木(B)，白栎 *Quercus fabri* (F)和蓝果树 *Nyssa sinensis* (H)的混交度较大，为强度混交。

3.3 优势种群和非优势种群树种多样性混交度比较

经计算，优势种群树种平均混交度为 0.505 8，非优势种群的树种平均混交度为 0.502 7。优势种群中，常绿树种的混交度为 0.483 6，非常绿树种的混交度为 0.582 3；非优势种群中，常绿树种的混交度为 0.530 8，非常绿树种的混交度为 0.476 4。总的来说优势种群与非优势种群混交度的差别不是很大；优势种群常绿树种的混交度小于非优势种群常绿树种，优势种群非常绿树种的混交度大于非优势种群非常绿树种(图 4)。

3.4 优势种群树种多样性混交度与平均胸径之间的关系

如图 5，用对数回归模型拟合胸径和树种多样性混交度变化的趋势。可以看出优势树种中细叶青冈(A)，短尾柯(C)，青冈(E)，天目木姜子(I)和榉树 *Zelkova schneideriana* (J)的平均胸径都较小，混交度也较小，处于趋势线的左下方。黄连木(G)的平均胸径超过了 20 cm，但其混交度较小，与其萌芽力强有关^[11]；豹皮樟(M)的平均胸径最小，接近于 10 cm，但混交度却大于优势种群平均混交度，与豹皮樟混生的生活习性有关^[11]。杉木(B)，枫香 *Liquidambar formosana* (D)，蓝果树(H)，金钱松 *Pseudolarix kaempferi* (L)平均胸径较大，其混交度均大。从总的变化趋势来看，树种混交度是随着胸径的增大而增大，说明胸径越大，目标树排斥同种树种的可能性增加，同种聚集分布现象减少，树木的混交度也相应比较大。

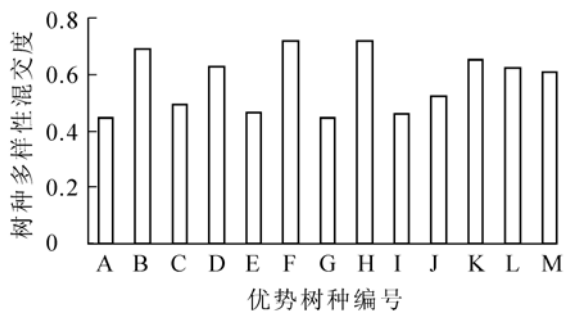


图 3 优势种群树种多样性混交度比较

Figure 3 Contrast to dominant tree species diversity mingling

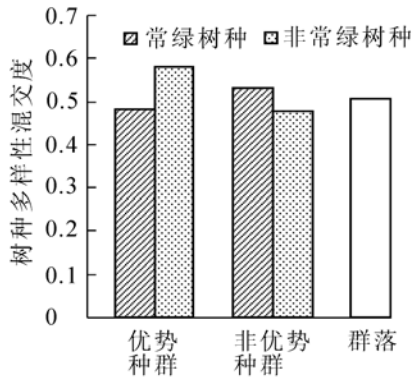


图4 树种多样性混交度比较

Figure 4 Contrast to tree species diversity mingling of dominant population and undominant population

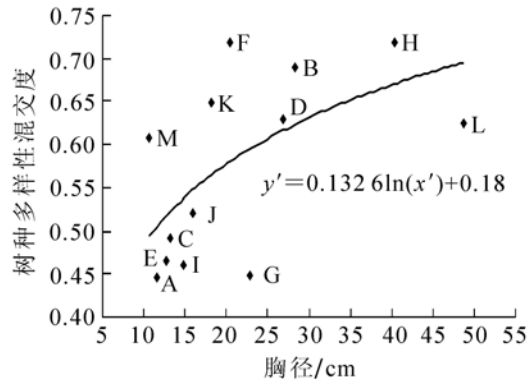


图5 优势种群树种平均胸径与多样性混交度相关性

Figure 5 Correlation of dominant tree species' average diameter at breast height and diversity mingling

4 结论

天目山常绿阔叶林中,以细叶青冈、青冈和短尾柯为主,具有多优势种结构特征。因为主要优势树种繁殖更新方式的影响,细叶青冈、青冈和短尾柯等常绿树种个体呈聚集分布,出现同种个体相邻现象,降低了混交度。优势种群与非优势种群种间隔离程度的差别不大;优势种群常绿树种的混交度小于非优势种群常绿树种,优势种群非常绿树种的混交度大于非优势种群非常绿树种。从总的变化趋势来看,树种混交度是随着胸径的增大而增大。天目山常绿阔叶林总体呈中度混交。

本调查方法需要测定每株树木的位置坐标,工作量大,成本较高,采用先进测量工具,选取合理的样地面积^[12],提高工作效率则是进一步应用此方法的关键。

参考文献:

- [1] 惠刚盈, 克劳斯·冯佳多. 德国现代森林经营技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001: 66-134.
- [2] VON GADOW K, FUELDNER K. Zur Methodik der Bestandesbeschreibung [R]. Klieken: Vortrag Anlaesslich der Jahrestagung der AG Forsteinrichtung, 1992.
- [3] 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): 23-27.
- [4] 汤孟平, 唐守正, 雷相东, 等. 2种混交度的比较分析[J]. 林业资源管理, 2004(4): 25-27.
- [5] 包维楷, 刘照光, 刘朝禄, 等. 中亚热带湿性常绿阔叶次生林自然恢复15年来群落乔木层的动态变化[J]. 植物生态学报, 2000, 24(6): 702-709.
- [6] 丁圣彦, 宋永昌. 常绿阔叶林植被动态研究进展[J]. 生态学报, 2004, 24(8): 769-774.
- [7] 蔡锡安, 彭少麟, 曹洪麟, 等. 广州罗岗村边次生常绿阔叶林群落分析[J]. 应用与环境生物学报, 1998, 4(2): 107-114.
- [8] 石胜友, 尚进, 田海燕, 等. 缙云山风灾迹地常绿阔叶林生态恢复过程中优势种群分布格局和动态[J]. 武汉植物学研究, 2003, 21(4): 321-326.
- [9] OHSAWA M. Difference of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji [J]. Plant Ecol, 1984, 57: 15-52.
- [10] 汤孟平, 周国模, 施拥军, 等. 天目山常绿阔叶林优势种群及其空间分布格局研究[J]. 植物生态学报, 2006, 30(5): 743-752.
- [11] 祁承经, 汤庚国. 树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [12] 汤孟平, 周国模, 施拥军, 等. 天目山常绿阔叶林群落最小取样面积与物种多样性[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(4): 357-361.