

福建中亚热带常绿阔叶林(米槠林)最小面积的确定*

游水生¹ 王小明² 王海为¹

(1. 福建农林大学林学院, 南平 353001; 2 中国林业科学院亚热带林业研究所, 富阳 311400)

摘 要: 通过“种-面积曲线”、“群落系数-面积曲线”以及“重要值-面积曲线”3 种方法对福建中亚热带常绿阔叶林(米槠林)的最小面积进行研究。结果表明, 用 3 种方法确定的群落最小面积基本上相同。对所研究的植被类型, 样地面积为 400 m² 时, 可包括整个群落 60% 的物种数目; 样地面积为 1 000 m² 时, 则可包括整个群落 90% 的物种数目。确定最小面积时应比计算出的理论面积稍大一些为宜, 即样地面积大小为 1 200 m²。

关键词: 福建; 中亚热带; 常绿阔叶林; 最小面积

中图分类号: Q 948

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X (2002) 06-0438-05

Determination of the Minimum Sampling Area for Mid-subtropical Evergreen Broad-leaf Forest (*Castanopsis carlesii* Forest) in Fujian Province, China

YOU Shui-Sheng¹, WANG Xiao-Ming², WANG Hai-Wei¹

(1. Forestry College of Fujian Agricultural and Forestry University, Nanping, Fujian 353001, China;

2 Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang, Zhejiang 311400, China)

Abstract: The minimum sampling area of mid-subtropical evergreen broad-leaf forest (*Castanopsis carlesii* Forest) in Fujian was studied by using methods of species-area curves, community coefficient-area curves and importance value-area curves. The results showed that the minimum sampling areas calculated with these methods were approximate. The minimum sampling area corresponding to 60% of the total numbers of species of trees for the community was 400 m²; The minimum sampling area corresponding to 90% of the total numbers of species for the community was 1 000 m². According to previous research, it is better that the definite minimum area should be a little more than the theoretical calculated area. In other word, the sample area should be 1 200 m².

Key words: Fujian; Mid-subtropical; Evergreen broad-leaf forest; Minimum sampling area

关于群落最小面积的确定问题, 很多学者^[1~12]对此进行了研究。Barkman^[13]、刘灿然等^[14]、邓红兵等^[15]利用种-面积曲线和群落系数-面积曲线对北京东灵山植物群落和湖北宜昌梅子垭马尾松-栎类天然混交林确定最小面积(或临界抽样面积), 但利用种-面积曲线和群落系数-面积曲线对福建中亚热带常绿阔叶林(米槠林)最小面积(或临界抽样面积)的研究较少。为此, 笔者根据 1992 至 1999 年调查的资料以米槠为优势树种的群落为例, 通过种-面积曲线、重要值-面积曲线以及群落系数-面积曲线来确

定中亚热带常绿阔叶林群落最小面积。

1 自然概况与研究方法

1.1 自然概况

调查地点位于福建武平帽布采育场小坪坑区, 北纬 25°9', 东经 116°4'。该林地处于武夷山脉向南延伸的最南端, 海拔 450~ 540 m, 坡向东北, 本区地处中亚热带最南部, 属于亚热带海洋性气候, 年平均气温 18.2℃, 1 月均气温 7.2℃, 7 月平均气温为 26.7℃, 日最高气温 38℃, 日最低气温- 6.3℃, 年

收稿日期: 2002-04-27, 修回日期: 2002-08-09。

* 基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(C94005)。

作者简介: 游水生(1951-), 男, 副教授, 从事植物分类学和森林生态学研究。

均霜期 97 d, 最长达 155 d, 偶有降雪, 年平均降水量 1 542 mm, 年均相对湿度 80%。土壤由花岗岩发育而成的红壤, 土层厚 20~ 50 cm。

1.2 样方设置与调查方法

在福建武平帽布米槠林群落中选取 4 块面积为 400 m^2 ($20\text{ m} \times 20\text{ m}$, 记为 E) 的样地进行调查(图 1)。每个样方将其分为 16 个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的网格, 每个样方分别在做记号的角上选取面积为 25 m^2 ($5\text{ m} \times 5\text{ m}$, 记为 A, 图 1 中 O_1)、 50 m^2 ($5\text{ m} \times 10\text{ m}$, 记为 B, 图 1 中 $O_1 + O_2$)、 100 m^2 ($5\text{ m} \times 20\text{ m}$, 记为 C, 图 1 中 $O_1 + O_2 + O_3 + O_4$)、 200 m^2 ($10\text{ m} \times 20\text{ m}$, 记为 D, 图 1 中 $O_1 + O_2 + \dots + O_8$) 的样方, 样地 E1 和 E2, E3 和 E4 构成面积为 800 m^2 的样地 2 个(记为 F), 进一步构成一个面积为 $1\,600\text{ m}^2$ 的样方(记为 G), 在每个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的小样方内记录所有植物种类、数量及各种指标。

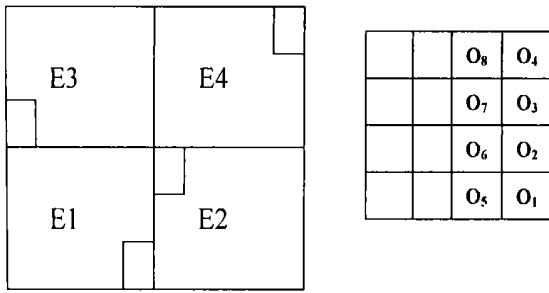


图 1 样地设置示意图

Fig. 1 Sketch map of sample arranging

1.3 确定群落最小面积的方法

1.3.1 种-面积曲线 拟合种-面积曲线的方程分为非饱和曲线和饱和曲线两大类。由于采用非饱和曲线需要知道群落或层总的物种数^[14], 而用饱和种-面积曲线则可以估计群落总的物种数目。所以用这些曲线计算最小面积时就不需要事先知道群落总物种数目。为此, 笔者采用 4 条饱和曲线方程对整个群落最小面积进行研究:

$$S = aA / (1 + bA), \quad (1)$$

$$S = c / (1 + ae^{-bA}), \quad (2)$$

$$S = c - ae^{-bA}, \quad (3)$$

$$S = a(1 - e^{-bA}). \quad (4)$$

式中, A 为面积, S 为 A 中出现的物种数目, a, b, c 都是模型中的参数, 方程的拟合是应用 SPSS 软件完成的^[16]。

对应于上述 4 条种-面积曲线(1)~(4)的最小面积分别为:

$$A_1 = p / [b(1 - p)] \quad (5)$$

$$A_2 = - \ln[(1 - p)/ap] / b \quad (6)$$

$$A_3 = - \ln[c(1 - p)/a] / b \quad (7)$$

$$A_4 = - \ln(1 - p) / b \quad (8)$$

式中 p 为 A 中物种数占群落总物种的比例。

1.3.2 群落系数-面积曲线 群落系数(Community coefficient, CC)常用于比较两个群落或两个地区植被的相似性, 或评价同一抽样群落中的不同植被片段(或林分)之间的变异性或相似性^[17]。群落系数的计算是基于两个群落中的某些种类的存在与否, 从而对群落种类组成的相似程度加以比较^[17]。对于同一群落而言, 其中面积及形状相同的多块样地间的群落系数应随着取样面积的增大而增大。最后趋近于 1, 即完全相似。根据需要确定研究所需要的群落系数值, 通过所绘制的群落系数-面积曲线可得其最小面积。

群落系数的计算采用 Sørensen (1948) 的公式, 用公式(10)~(14)拟合群落系数-面积曲线。即:

$$CC = 2n_c / (n_1 + n_2) \times 100 \quad (9)$$

$$CC = b + a \ln A \quad (10)$$

$$CC = aA^b \quad (11)$$

$$CC = a(\ln A + 5)b \quad (12)$$

$$CC = 100 / (1 + ae^{-bA}) \quad (13)$$

$$CC = 100 - ae^{-bA} \quad (14)$$

式中, CC 为群落系数, n_c 为两个样地共有种数目, n_1, n_2 为两个样地各自的物种数目。

1.3.3 重要值-面积曲线 重要值是一个综合指标, 它反映了植物种群在群落中的相对重要性。Curis 等^[18]根据相对密度或相对多度、相对频度以及相对显著度 3 项指数综合为重要值数值, 即重要值 = 相对密度或相对多度 + 相对频度 + 相对显著度。重要值把 3 个不同性质的特征综合为一个数值能较充分客观地反映出不同植物在群落中的作用和地位, 因而被广泛采用, 尤其是应用于森林群落的研究, 以深入揭示森林群落的组成状态以及森林群落的实质及其有关规律。王伯荪等^[7]研究了南亚热带常绿阔叶林厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*)群落优势种群的重要值随着样地面积的增加而相应变化的关系, 指出群落优势种群的重要值与样地面积的相关曲线, 应能更有助于判断群落的最小面积。

2 结果与分析

2.1 种-面积曲线

由种与面积对应数据(表 1), 根据种-面积曲线

(1)~ (4)可拟合得相应方程如下:

$S = 1.113A / (1 + 0.0109A) \quad R^2 = 0.94684 \quad (1)$

$S = 98.764 / (1 + 1.881e^{-0.0054}) \quad R^2 = 0.96135 \quad (2)$

$S = 101.741 - 72.117e^{-0.0034} \quad R^2 = 0.98167 \quad (3)$

$S = 90.272(1 - e^{-0.0094}) \quad R^2 = 0.849 \quad (4)$

取比例因子0.6、0.7、0.8、0.9、0.95可求得米槠群落最小面积(表 2)。从表 2 可以看出,由种-面积

方程 4 求得的最小面积偏小,包含 60% 种类的样地面积大小为102 m²,包含90% 种类的样地面积大小为134 m²,包含95% 种类的样地面积大小为333 m²,而且该方程相关系数也较小, $R^2 = 0.849$,结果不太理想;由方程 1 求得的群落最小面积包含 60% 种类的样地面积大小为 138 m²,包含 90% 种类的样地面积大小为 826 m²,包含 95% 种类的样地面积大小为

表 1 不同面积样地中的种类数及群落系数

| Table 1 Number of species and community coefficients of sampling site with different areas | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|----------------------------|------|------|------|------|------|-------------|
| 样地 Site | 面积 Area | 种数 Number of species | | | | 均值(%) Es | 群落系数 Community coefficient | | | | | | 均值(%) Es |
| | | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | | CC12 | CC13 | CC14 | CC23 | CC24 | CC34 | |
| A | 25 | 24 | 36 | 31 | 27 | 29.5 | 0.70 | 0.58 | 0.55 | 0.60 | 0.54 | 0.52 | 0.582 |
| B | 50 | 42 | 45 | 43 | 32 | 40.5 | 0.78 | 0.66 | 0.62 | 0.61 | 0.68 | 0.56 | 0.652 |
| C | 100 | 53 | 54 | 55 | 46 | 52.0 | 0.84 | 0.78 | 0.75 | 0.77 | 0.76 | 0.75 | 0.775 |
| D | 200 | 62 | 66 | 66 | 55 | 62.3 | 0.84 | 0.80 | 0.77 | 0.83 | 0.78 | 0.76 | 0.797 |
| E | 400 | 81 | 78 | 78 | 72 | 77.3 | 0.91 | 0.86 | 0.78 | 0.88 | 0.80 | 0.76 | 0.832 |
| F | 800 | 87 | 93 | | | 90.0 | 0.84 | | | | | | 0.840 |
| G | 1 600 | 104 | | | | 104.0 | | | | | | | |

表 2 用 2 种方法计算的群落最小面积(m²)

| Table 2 Minimum sampling area calculated by two methods | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----|-----|-----|--|-------|-------|-------|-------|--|
| 比例因子 Proportional factor | 种-面积曲线 Species-area curves | | | | 群落系数-面积曲线 Community coefficient-area curves | | | | | |
| | 方程1 | 方程2 | 方程3 | 方程4 | 方程10 | 方程11 | 方程12 | 方程13 | 方程14 | |
| 0.60 | 138 | 207 | 191 | 102 | 21 | 17 | 20 | - 121 | - 67 | |
| 0.70 | 214 | 296 | 287 | 134 | 77 | 79 | 75 | 100 | 102 | |
| 0.80 | 367 | 404 | 422 | 179 | 286 | 305 | 285 | 369 | 340 | |
| 0.90 | 826 | 566 | 653 | 256 | 1 086 | 1 008 | 1 078 | 775 | 748 | |
| 0.95 | 1 743 | 715 | 884 | 333 | 2 038 | 1 743 | 2 097 | 1 148 | 1 156 | |

1 743 m²,该方程相关系数较大, $R^2 = 0.94684$;由方程 2 求得的群落最小面积包含 60% 种类的样地面积大小为 207 m²,包含 90% 种类的样地面积大小为 566 m²,包含 95% 种类的样地面积大小为 715 m²,该方程相关系数较大, $R^2 = 0.96135$;由方程 3 求得的群落最小面积包含 60% 种类的样地面积大小为 191 m²,包含90% 种类的样地面积大小为653.6 m²,包含 95% 种类的样地面积大小为 884 m²,该方程相关系数较大, $R^2 = 0.98167$;方程 1、2、3 求得的群落最小面积较为合适,基本上与群落的实际相符。

2.2 群落系数-面积曲线

由表 1 中群落系数与面积对应数据根据曲线(10)~ (14)可拟合得相应方程如下:

$CC = 36.832 + 7.634 \ln A \quad R^2 = 0.88437 \quad (10)$

$CC = 45.480A^{0.0987} \quad R^2 = 0.85331 \quad (11)$

$CC = 7.492(\ln A + 5)^{1.001} \quad R^2 = 0.8840 \quad (12)$

$CC = 100 / (1 + 0.5233e^{-0.0024}) \quad R^2 = 0.61143 \quad (13)$

$CC = 100 - 35.669e^{-0.0017A} \quad R^2 = 0.64965 \quad (14)$

取比例因子 0.6、0.7、0.8、0.9、0.95 可求得米槠群落最小面积(表 2)。由群落系数-面积曲线(13)、(14)方程的相关系数较低,分别为 $R^2 = 0.61143$, $R^2 = 0.64965$,在 $p = 0.6$ 时求出的样地面积为负值,结果极不合理,说明这两个曲线方程不适合于本群落研究。由方程 10 求得的群落最小面积包含 60% 种类的样地面积大小为 21 m²,包含 90% 种类的样地面积大小为 1 086 m²,该方程相关系数较大, $R^2 = 0.88437$;由方程 11 求得的群落最小面积包含 60% 种类的样地面积大小为 17 m²,包含 90% 种类的样地面积大小为 1 008 m²,该方程相关系数较大, $R^2 = 0.85331$;由方程 12 求得的群落最小面积包含 60% 种类的样地面积大小为 20 m²,包含 90% 种类的样地面积大小为 1 078 m²,该方程相关系数较大, $R^2 = 0.8840$;方程 11、12、13 求得的群落最小面积较为合适,基本上与群落的实际相符,样

地面积为 $1\,000\text{ m}^2$ 则能保证群落系数在 0.9 左右。根据实际样地毕竟要比种-面积曲线所指示的要大一些才相宜的结论^[19], 确定最小面积时应比计算出的理论面积稍大一些, 因此群落系数在 0.9 左右的样地面积大小为 $1\,200\text{ m}^2$ 。

2 3 重要值-面积曲线

以集合取样面积 $n \times 100\text{ m}^2$ 为横坐标, 以重要值(IV)为纵坐标, 绘制群落主要优势树种的重要值-面积曲线。从表3中可看出该群落重要值前 5 个树种

为米槠、马尾松、刨花楠、木荷、杉木, 利用这 5 个树种绘制重要值-面积曲线图(图2)。图2展示出了米槠等优势树种的重要值随样地面积的增加而变化的情况。从图中可以看出, 当样地面积为 700 m^2 时, 曲线的变化开始趋于平缓, 到 $1\,000\text{ m}^2$ 以后, 米槠等优势树种重要值-面积曲线则相当稳定而处于水平延伸。由此可知群落最小理论面积应确定为 $1\,000\text{ m}^2$ 。因此, 确定样地的实际最小面积为 $1\,200\text{ m}^2$ 。

表 3 米槠林乔木层主要树种的特征值
Table 3 Characteristic indices of chief species in tree layer of the *Castanopsis carlesii* Forest

| 中名 Chinese name | 学名 Scientific name | 相对多度(%) Relative abundance | 相对频度(%) Relative frequency | 相对优势度(%) Relative dominance | 重要值(%) Importance values |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 米槠 | <i>Castanopsis carless</i> | 37.34 | 25.66 | 33.67 | 96.67 |
| 马尾松 | <i>Pinus massoniana</i> | 5.58 | 7.24 | 24.11 | 36.93 |
| 刨花楠 | <i>Machilus pauhoi</i> | 11.16 | 9.87 | 7.97 | 29.00 |
| 木荷 | <i>Schima superba</i> | 7.73 | 8.55 | 10.62 | 26.90 |
| 杉木 | <i>Cunninghamia lanceolata</i> | 6.44 | 7.24 | 10.75 | 24.43 |
| 沉水樟 | <i>Cinnamomum micranthum</i> | 7.73 | 9.21 | 6.68 | 23.74 |
| 栲树 | <i>Castanopsis fargesii</i> | 6.44 | 7.89 | 0.79 | 15.13 |
| 罗浮栲 | <i>Castanopsis fabri</i> | 4.29 | 5.92 | 0.98 | 11.20 |
| 华杜英 | <i>Elaeocarpus chinensis</i> | 3.86 | 2.08 | 5.26 | 11.20 |
| 虎皮楠 | <i>Daphniphyllum oldhamii</i> | 4.29 | 5.26 | 1.44 | 10.99 |

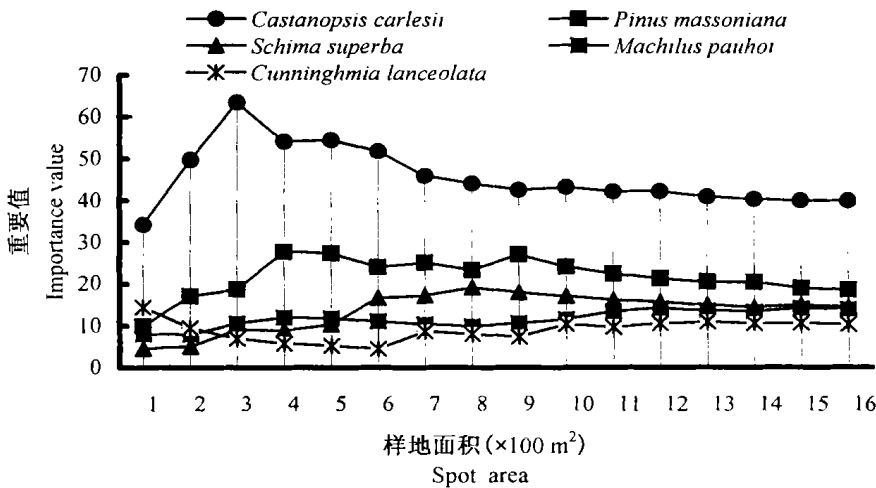


图 2 福建武平帽布中亚热带常绿阔叶林优势树种重要值-面积曲线

Fig. 2 Importance value area curve the dominant species of mid-subtropical evergreen road-leaved forest in W uping, Fujian

3 结论

通过“种-面积曲线”, “群落系数-面积曲线”和“重要值-面积曲线”3 种不同方法计算除了种-面积曲线方程 4 求得的最小面积偏小, 而且该方程相关系数也较小, 结果不理想; 群落系数-面积曲线方程

13、14 方程的相关系数较低, 在 $p = 0.6$ 时求出的样地面积为负值, 结果极不合理外, 其余方法计算得到的群落最小面积基本相同, 即在中亚热带常绿阔叶林群落中, 样地面积为 400 m^2 即可包括整个群落 60% 以上的物种, 样地面积为 $1\,000\text{ m}^2$ 时则包括整个群落物种数目的 90%。根据前人的结论, 确定最

小面积时应比计算出的理论面积稍大一些为宜,所以实际样地最小面积定为 $1\,200\text{ m}^2$,这与王伯荪等^[7]研究结果一致。

参考文献:

- [1] Cottam G. The use of distance measure in phytosociological sampling. *Ecology*, 1956, **37**(3): 451—460
- [2] 张宏达, 王伯荪, 张超常, 等. 广东高要鼎湖山植物群落之研究. *中山大学学报(自然科学版)*, 1985, **3**: 451—460
- [3] 林英. 亚热带森林植被研究. *江西大学学报(自然科学版)*, 1963, **1**: 129—139
- [4] 何妙光. 亚热带山地常绿阔叶林的样地面积大小的初步研究. *植物生态学与地植物丛刊*, 1964, **2**(1): 118—127
- [5] 陈彦卓. 对中国亚热带地区植被研究方法的商榷. *植物生态学与地植物丛刊*, 1965, **3**(2): 233—246
- [6] 周纪纶, 韩也良. 亚热带次生林的定量分析. *植物学报*, 1979, **21**(4): 352—360
- [7] 王伯荪, 张志权, 蓝崇钰, 等. 南亚热带常绿阔叶林取样技术研究. *植物生态学与地植物丛刊*, 1982, **6**(1): 51—60
- [8] 吴章钟, 韩若真, 魏守珍. 几种无样方抽样技术在常绿阔叶林的应用问题. *植物生态学与地植物丛刊*, 1983, **7**(4): 331—337
- [9] 金振洲. 亚热带常绿阔叶林调查中三种方法的比较. *植物生态学与地植物丛刊*, 1983, **7**(4): 314—328
- [10] 张绅. 浙江省亚热带常绿阔叶林群落分类中的数学手段. *植物生态学与地植物丛刊*, 1983, **7**(4): 338—349
- [11] 魏守珍. 亚热带常绿阔叶林调查中的样方法与随机点四分法的结合. *福建师范大学学报(自然科学版)*, 1995, **11**(3): 102—108
- [12] 王伯荪, 李鸣光. 重要值-面积曲线在热带亚热带森林中的应用. *植物生态学与地植物学报*, 1986, **10**(3): 162—170
- [13] Barkman J J. A critical evaluation of minimum area concepts. *Vegetatio*, 1989, **85**: 89—104
- [14] 刘灿然, 马克平, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性研究: VII 几种类型植物群落临界面积的确定. *生态学报*, 1998, **18**(1): 15—23
- [15] 邓红兵, 吴刚, 郝占庆, 等. 马尾松-栎类天然混交林群落最小面积确定及方法比较. *生态学报*, 1999, **19**(4): 499—503
- [16] 卢纹岱. SPSS for windows 统计分析. 北京: 电子工业出版社, 2000. 1—590
- [17] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验. 广州: 高等教育出版社, 1996. 1—150
- [18] Curtis J T, McIntosh R P. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 1951, **32**(8): 426—496
- [19] Oosting H J. The study of plant communities [s.l.]: [s.n.], 1956