

马尾松-栎类天然混交林群落最小面积确定及方法比较

Q 948.15-1

邓红兵¹, 吴刚¹, 郝占庆¹, 王庆礼¹, 代力民¹, 高林², 王建中³

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015; 2. 中国科学院生态环境研究中心系统生态开放室, 北京 100085; 3. 北京林业大学, 北京 100083)

摘要:用种-面积曲线和群落系数-面积曲线的方法对宜昌梅子垭地区一种主要植物群落类型的最小面积进行了研究。结果表明, 对所研究的植被类型, 样地布置为10m×10m及20m×20m可满足不同研究精度的要求。群落系统-面积曲线和种-面积曲线一样, 比较直观, 虽然取样调查时工作量稍大, 但运用群落系数-面积曲线的方法可更多地包含种类组成及群落结构随面积而变化的信息, 所确定的最小面积也能够真实地反映整个群落种类组成及结构的特征。

关键词:植物群落; 最小面积; 种-面积曲线; 群落系统-面积曲线

Determination of the minimum sampling area for *Pinus massoniana-querqus* community and comparion of sampling methods

DENG Hong-Bing¹, WU Gang², HAO Zhan-Qing¹, WANG Qing-Li¹, DAI Li-Min¹, GAO Lin², WANG Jian-Zhong³

(1. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110015, China; 2. Department of Systems Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 3. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The minimum sampling area of a major plant community in Meiziya Region was studied by using methods of species-area curves and community coefficient-area curves. The results showed that the sampling sites of 10m×10m and 20m×20m were satisfied for different precision of study. The community coefficient-area curve was directly perceived as the species-area curve. Although the field work was a little time consuming, it contained more information on variation of species and structure along with area changing to use community coefficient-area curve, and the minimum sampling area determined by this method could efficiently reflect the characteristics of species and community structure.

Key words: plant community; minimum sampling area; species-area curve; community coefficient-area curve

文章编号: 1000-0933(1999)04-0449-05 中图分类号: Q141 文献标识码: A

最小面积是在一个最小地段内, 对一个特定群落类型能提供足够的环境空间(环境和生境的特性), 或者能保证展现出该群落类型的种类组成和结构的真实特征^[1]; 即最小面积是指在该面积内群落的种类组成得以充分的表现, 这一最小面积表示着应该采取的样地记录或样地大小^[2]。最小面积取决于群落类型, 并且变化的幅度很大。故确定植物群落的最小面积, 是研究植物群落, 尤其是定量数据获取的首要步骤。

通常确定最小面积的方法是基于种-面积曲线^[1-6], 这种方法虽较简便, 但不足以充分表达群落的主要特征^[2], 当然, 种-面积曲线的选取及最小面积的具体计算方法对于求得的最小面积的影响较大^[3]。基于重要值-面积曲线^[1]来确定最小面积也是一种较为常用的方法, 并可同时给出群落优势种相对稳定的重要值。此外, Moravec 提出确定最小面积的另一方法^[7], 即在一个植被片段中, 包括了一些逐步扩大的分散的(对

基金项目: 国家科委“九五”科技攻关专题(96-920-04-12)资助项目

收稿日期: 1998-05-14; 修订日期: 1998-12-11

作巢式而言)样地,直到样地间的区系相似度达到最大值。本文主要利用种-面积曲线和群落系数-面积曲线来确定最小面积(或临界抽样面积),并对群落系数-面积曲线的方法进行一些探讨。

1 自然概况与研究方法

1.1 自然概况

梅子垭位于湖北省宜昌县西部,北纬30°39',东经111°31',是“三峡库区科技移民示范区”的实验点。全区以低山丘陵为主,海拔70~200m,属于鄂西山地向江汉平原的过渡地带,具有较典型的低山丘陵地貌^[3]。区内年平均日照时数为1669.3h,年降雨量为1100~1300mm,年无霜期278.2d,年平均气温16.9℃,1月份平均气温为4℃,7月份平均气温为28℃,是典型的三峡冬暖区,属亚热带季风气候。区内土壤主要有砂页岩发育的黄棕壤和石灰岩发育的钙质土,现存植被类型主要是针叶林、针阔混交林、落叶阔叶林、灌丛和草丛、经济林及其它农业植被^[4]。

1.2 样地设置及调查

1996年从该区主要森林群落类型马尾松(*Pinus massoniana*)-栎类(*Quercus* spp.)天然混交林中选取两块20m×40m(记为H)的样地进行调查。样地(图1)划分为8个10m×10m(记为E)的样方,其中1、2、3、4号样方又分别在角上选取面积为0.01m²(0.1m×0.1m,记为A)、0.1m²(0.32m×0.32m,记为B)、1m²(1m×1m,记为C)、10m²(3.16m×3.16m,记为D)的样方,样地E1和E2、E5和E6、E3和E4、E7和E8分别构成面积为200m²(记为F)的样地4个,进一步构成面积为400m²(记为G)的样地2个,分别调查不同面积的每一样方内的植物种类、数量及各种指标。

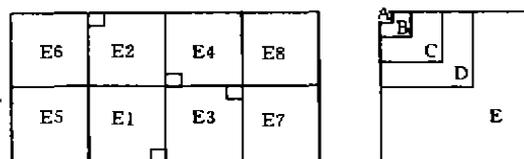


图1 样地设置示意图

Fig. 1 Sketch map of sample arranging

1.3 确定最小面积的方法

1.3.1 种-面积曲线 以种类数目与样方面积的相关性为基础的种-面积曲线,最初陡峭上升,然后上升逐渐变缓,最后水平延伸并稳定在某一种类数上。拟合种-面积曲线的方程分为非饱和曲线及饱和曲线两大类^[3],本文采用其中4种饱和曲线对整个群落的最小面积进行研究:

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

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

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

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

式中, A 为面积, S 为 A 中出现的物种数, a 、 b 、 c 是待定参数。方程的拟合在上应用 SYSTAT 软件完成^[3]。

对应于上述饱和种-面积曲线,要得到群落总种数一定比例 $p(0 < p < 1)$ 的物种所需的最小面积(或临界抽样面积)^[3,5]分别为:

$$A = p/(b(1 - p)) \quad (5)$$

$$A = -\ln((1 - p)/ap)/b \quad (6)$$

$$A = -\ln(c(1 - p)/a)/b \quad (7)$$

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

1.3.2 群落系数-面积曲线的方法 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。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^[1]。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,最后接近或稳定为1,即群落完全相似。从理论上讲,群落系数-面积曲线应与种-面积曲线在形状上大体相同,并可以用相同的方程进行拟合(图2)。在得到群落系数-面积曲线的基础上,确定一个研究时所需的群落系数值,这个值根据研

究的需要应足够大,以保证样地间的相似性及体现群落组成、结构的真实特征。由此值根据群落系数-面积曲线就可直接得到该群落的最小面积(或临界抽样面积)。此外,相同面积的 n 个样地间的群落系数有 C_n^2 , 这 C_n^2 个群落系数的标准差也将随着面积的增大而呈现出一定的规律,并可作为确定最小面积(或临界抽样面积)的一个参考因素。

群落系数的计算^[1]采用 Sørensen(1948)的公式,即:

$$CC = 2S_w / (S_a + S_b) \quad (9)$$

式中, S_w 为两样地间的共有种数, S_a, S_b 为两样地各自的种数。

拟合群落系数-面积曲线所用方程可参考种-面积曲线,对于饱和曲线,因群落系数最大为1,即100%,故稍做修改。这些方程如下:

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

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

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

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

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

式中,群落系数 CC 为百分数, A 为面积, a, b, c 是待定参数。

2 结果与分析

2.1 种-面积曲线

由表1中种与面积的对应数据根据种-面积曲线(1)~(4)可拟合得相应的方程如下:

$$S_1 = 1.557A / (1 + 0.044A) \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.902, SS_e = 24.346)$$

$$S_1 = 0.729A / (1 + 0.018A) \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.938, SS_e = 17.981)$$

$$S_1 = 36.851 / (1 + 4.142e^{-0.016A}) \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.924, SS_e = 22.468)$$

$$S_1 = 32.56 / (1 + 9.792e^{-0.183A}) \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.881, SS_e = 41.612)$$

$$S_1 = 38.319 - 32.265e^{-0.074A} \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.949, SS_e = 15.179)$$

$$S_1 = 39.588 - 34.928e^{-0.074A} \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.964, SS_e = 12.429)$$

$$S_1 = 31.508(1 - e^{-0.064A}) \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.855, SS_e = 35.762)$$

$$S_1 = 38.68(1 - e^{-0.069A}) \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.919, SS_e = 23.522)$$

这4种饱和曲线求得的饱和物种数都低于最大面积样方中的物种数 S_H , 由于调查群落中的种类并不十分丰富, S_H 应接近群落的饱和种类数或稍小。取比例因子 p 分别为0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95, 可求得马尾松-栎类天然混交林群落的最小面积或临界抽样面积(表2)。对于样地 I, 由种-面积曲线(1)和(4)求得的最小面积偏小, 而曲线(2)和(3)求得的最小面积较为合适, 也基本上与群落的实际相符, 即包括群落60%种类的样地大小约为100m², 样方可设置为10m × 10m, 若 p 取0.9或更大, 样方应最少设置为20m × 20m。此外, 由曲线(2)和(3)拟合的方程相关系数较高, 其求得的最小面积也较理想; 曲线(1)和(4)拟合的方程虽稍差, 但个别情况下相关系数也较高, 或许对于这种种类较少的群落类型该曲线并不合适。当然, 本文中不同样地面积的选取方式也有可能是一个原因。

2.2 群落系数-面积曲线

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

$$CC_1 = 43.326 + 7.011 \ln A \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.971, SS_e = 28.511)$$

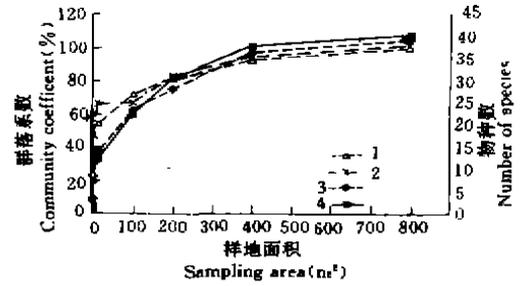


图2 群落系数及物种数与样地面积的关系

Fig. 2 Relationship between community coefficient, number of species and sampling area

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 E_s	标准差 S_s	群落系数 Community coefficient						均值 E_{CC} (%)	标准差 S_{CC} (%)
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4			CC_{12}	CC_{13}	CC_{14}	CC_{23}	CC_{24}	CC_{34}		
I	A	0	2	2	1	1.25	0.96	0	0	0	0.5	0	0	8.33	18.63
	B	4	4	3	2	3.25	0.96	0.5	0.57	0	0.29	0.67	0	33.73	26.46
	C	14	9	5	6	8.5	4.04	0.52	0.42	0.5	0.29	0.53	0.36	43.76	9.03
	D	16	13	13	14	14	1.41	0.62	0.48	0.6	0.54	0.52	0.44	53.41	6.16
	E	23	23	21	25	23	1.63	0.74	0.68	0.71	0.77	0.71	0.70	71.77	3.01
	F	28	27	28	29	28	0.82	0.84	0.84	0.71	0.84	0.71	0.84	79.76	5.89
	G		36		36	36	0				0.92			91.67	
	H			39		39									
II	A	1	0	0	1	0.5	0.58	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	3	1	0	3	1.75	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	8	5	9	7	7.25	1.71	0.46	0.35	0.4	0.29	0.83	0.5	47.23	17.58
	D	14	8	14	14	12.5	3	0.64	0.57	0.71	0.54	0.73	0.79	66.34	8.63
	E	20	24	25	21	22.5	2.38	0.64	0.67	0.63	0.61	0.71	0.70	65.94	3.52
	F	30	34	29	28	30.25	2.63	0.82	0.61	0.79	0.92	0.84	0.88	81.91	10.13
	G		37		38	37.5	0.71				0.93			93.33	
	H			40		40									

$$CC_I = 38.25A^{0.143} \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.958, SSe = 42.178)$$

$$CC_I = 12.713(\ln A + 5)^{0.788} \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.966, SSe = 34.194)$$

$$CC_I = 100 / (1 + 1.866e^{-0.012A}) \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.766, SSe = 233.45)$$

$$CC_I = 100 - 66.712e^{-0.007A} \quad (\text{Corrected } R^2 = 0.796, SSe = 204.24)$$

同样取比例因子 p 为 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95, 即群落系数为 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95 时, 运用其中 5 种群落系数-面积曲线的方法求得的最小面积见表 2。样地 II 因其原始数据不理想, 故没有计算最小面积。但从表 1 数据及图 2 可知, 群落系数随样地面积增大而增大, 样地面积为 $10m \times 10m$ 已能满足样地间的群落系数为 0.6 以上, $20m \times 20m$ 能保证群落系数为 0.9 以上。除样地 I 中面积为 $0.01m^2$ 及 $0.1m^2$ 外, 群落系数间的标准差则呈现下降趋势, 但 $10m \times 20m$ 时又突然变大。这表明随取样面积增大, 群落系数开始逐渐稳定, $10m \times 20m$ 时标准差变大, 可能与样地的排列方式有关, 比如沿此方向存在某种植被变化的梯度。需指出的是, 在传统的种-面积曲线的研究中, 样地一般要求是巢状的^[2], 这对于种与面积关系而言有其合理性, 但或许忽略群落中存在的植被变化梯度。

3 讨论

3.1 对于研究地区主要森林群落类型马尾松-栎类天然混交林而言, 由种-面积曲线和群落系数-面积曲线所得到的最小面积基本相同, 即样地布置为 $10m \times 10m$ 及 $20m \times 20m$ 可满足不同研究精度的要求, 这个结果与该群落类型及其实际情况相符, 也表明群落系数-面积曲线的方法用于该种类型群落最小面积的确定是可行的。由其野外调查时的取样方法得到的数据也同样能适用于种-面积曲线的方法, 因此, 群落系数-面积曲线的方法也适用于其它类型的植被; 作为一种新的指导野外取样的方法, 它比传统的方法更重视样地面积的变化及相同面积样地间群落情况的比较。

3.2 一般情况下, 群落系数-面积曲线与种-面积曲线在形状上大体相同, 并可以用相同的方程进行拟合, 确定研究时所需的群落系数值, 由此值根据方程就可直接得到群落的最小面积(或临界抽样面积)。因其群落系数最大为 1, 即群落种类组成完全相同, 就不存在种-面积曲线中对饱和种的估算问题, 方法上比较简单。此外, 相同面积样地间的群落系数的标准差也可作为确定最小面积(或临界抽样面积)的一个参考数据, 使本方法更加直观。

表2 用两种方法计算的群落最小面积(m²)
Table 2 Minimum sampling area calculated by two methods

样地 Site	比例因子(ρ) 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
I	0.6	34	114	106	14	11	13	9	86	73
	0.7	53	142	147	19	15	50	41	122	114
	0.8	91	175	205	25	187	179	205	168	172
	0.9	204	226	304	36	778	603	1081	235	271
	0.95	432	273	403	47	1588	1088	2533	297	370
II	0.6	83	15	113	102					
	0.7	130	17	154	134					
	0.8	222	20	212	179					
	0.9	500	24	311	256					
	0.95	1056	40	410	333					

3.3 确定群落最小面积常用的方法有种-面积曲线和重要值-面积曲线两大类,但在种类复杂而偶见种又很多的森林群落,借助种-面积曲线所确定的最小面积往往过大,在种类比较贫乏的群落中又会过小^[1]。重要值-面积曲线所确定的最小面积虽然精度较高,但很多生态学家认为,较重要的种(优势种)的取样优于不重要的种的取样是不恰当的^[2]。Moravec 提出的区系相似度的方法“在理论上是合理的,但在野外取样和之后的计算中,却需要相当多的时间。因此,其实践性看来是颇有疑的”^[3],故此很少使用。本文所用群落系数-面积曲线的方法和 Moravec 提出的区系相似度的方法在理论上相似,认为通过群落系数-面积曲线能够或者是更好地反映了群落的种类组成及其结构。此外,排除取样误差后的多个相同面积样地间群落系数的标准差有可能反映出群落中的植被变化梯度。

3.4 在长白山地区红松林的群落调查中,发现一些群落类型草本层的种-面积曲线表现为“上升→稳定→上升→稳定”的情况,即阶梯式上升,用它来确定草本层的最小面积就存在一定的困难。而初步的分析表明,其群落系数-面积曲线只表现出一次上升,随后就基本稳定在一个不是很大的值上,运用群落系数-面积曲线就比较容易确定其最小面积,或当群落系数过小时,就表明其草本层存在较大的差异,应根据草本层将此群落类型划分为更小的类型。

3.5 本文主要是针对所研究的群落类型,提出一种新的确定群落最小面积的方法;作为一种尝试,在进行野外样地调查时,样地设计并不十分理想,导致数据在拟合曲线时存在一定的困难。样地如何布设才能更好地应用群落系数-面积曲线的方法,同时兼顾其它分析方法;不同的典型植物群落中该方法的使用及其所确定的最小面积以及拟合曲线的具体方程等都有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 王伯荪,余世孝,彭少麟,等编著.植物群落学实验手册.广州:广东高等教育出版社,1996.
- [2] Mueller-Dombois D., Ellenberg H. (鲍显诚等译).植被生态学的目的和方法.北京:科学出版社,1986.
- [3] 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,Ⅳ.几种类型植物群落临界抽样面积的确定.生态学报,1998, 18(1):15~23.
- [4] Barkman J J. A critical evaluation of minimum area concepts. *Vegetatio* 1989, 85:89~104.
- [5] de Caprariis P., Lindemann R H and Collins C M. A method for determining optimum sample size in species diversity studies. *Mathematical Geology*, 1976, 8(5):575~581.
- [6] McGinness K A. Equations and explanations in the study of species-area curves. *Biological Reviews*, 1984, 59:423~440.
- [7] Moravec J. The determination of the minimal area of phytocoenoses. *Folia Geobot. Phytotax. Praha*, 1973, 8:23~47.
- [8] 陈伟烈,张喜群,梁松筠,等.三峡库区的植物与复合农业生态系统.北京:科学出版社,1994.
- [9] Wilkinson L. SYSTAT: The System for Statistics. Evanston, IL, SYSTAT, Inc. 1990. 677.