

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2011.03.012

样方大小对苔藓植物生态学指标的影响

沈蕾, 郭水良*, 宋洪涛, 娄玉霞, 曹同

(上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 200234)

摘要: 为了分析样方大小对苔藓植物生态指标的影响, 在环境相对一致条件下, 在各样点以巢式取样法调查苔藓植物盖度, 取样的大小分别为 20 cm×20 cm, 30 cm×30 cm, 40 cm×40 cm, 50 cm×50 cm, 60 cm×60 cm。通过统计发现, 随着取样面积的增加, 目测法所获得的优势种、总的苔藓植物的盖度呈现下降趋势, 但是非优势种和偶见种的盖度却有上升趋势; 随着样方大小之间差异的扩大, 所得调查数据间的差异也在扩大; 随着取样面积的增加, 样方中苔藓植物的多样性指数、生态位宽度和重叠值、苔藓植物的平均种数均符合饱和曲线的增加规律; 取样面积大小对环境因子与苔藓植物分布之间关系的分析结果也有明显影响; 在生境相对一致的土生环境下, 苔藓植物的取样面积可考虑在 40 cm×40 cm~50 cm×50 cm 的范围内。

关键词: 苔藓植物; 样方大小; 生态位; 多样性; 最小面积

中图分类号: Q948.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2011)02-0198-06

Influence of sample size on bryophyte ecological indices

SHEN Lei, GUO Shui-Liang*, SONG Hong-Tao, LOU Yu-Xia, CAO Tong

(College of Life and Environmental Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract: In order to analyze the influences of sample sizes on bryophyte ecological indices, plots were located using systematic sampling method under the similar ecological conditions, and the coverage of bryophytes were investigated by nested sampling method, the size of samples were 20 cm×20 cm, 30 cm×30 cm, 40 cm×40 cm, 50 cm×50 cm and 60 cm×60 cm, respectively. A total of 73 plots including 365 samples were surveyed in the present study. Bryophyte coverages at each quadrat were recorded by vision estimation. Data analyses showed that the diversity indices, niche width and overlap, average species number of bryophyte per sample increased with the enlargement of sample size. Sampling size also affected the relationship between environmental variables and bryophyte distribution. In sites with relatively homogeneous habitats, sampling area for bryophyte communities could be considered from 40 cm×40 cm to 50 cm×50 cm.

Key words: bryophyte; sample size; niche width; diversity; minimum area

苔藓在植物界中是一个特殊的独立类群, 体型微小、构造特殊、分布广泛和适应性强, 是植物界从水生向陆生的过渡类型。苔藓植物在生态环境保护中起着重要作用, 包括水土保持、涵养水源、营养物质的循环与贮存和森林更新等(吴玉环等, 2003); 苔藓植物在园艺、环境指标、工业和农业等方面也有广

泛应用, 是潜在的天然活性产物的宝库(衣艳君, 2000; 曹同等, 2005)。因此, 苔藓植物的生态学研究能够为苔藓植物多样性和资源利用提供技术指导。

生态学研究中的取样大小直接影响到研究的结果。但是, 国内外学者在开展苔藓植物生态调查中, 设置的样方大小差异很大, 就地面生苔藓植物来讲,

收稿日期: 2010-08-05 修回日期: 2010-12-15

基金项目: 上海市教委重点学科(J50401); 上海市科委重点项目(08390513800)[Supported by Foundation for Key Subjects of Education Committee of Shanghai City(J50401); Key Item of Science Committee of Shanghai City(08390513800)]

作者简介: 沈蕾(1985-), 女, 硕士研究生, 研究方向为植物生态学, (E-mail)kanni2003@sina.com。

* 通讯作者: 郭水良, 教授, 研究方向为苔藓植物学和入侵生态学, (E-mail)gsg@shnu.edu.cn。

有 10 cm × 10 cm (Glime & Iwatsuki 1997; Kimmerer, 1991)、20 cm × 20 cm (Bergamini 等, 2001; Glime 等, 1997; 谢小伟等, 2003; 刘艳等, 2008)、25 cm × 25 cm (Virtanen 等, 2000)、0.5 m² (Eldridge 等, 1997; Gigaanc 等, 1990)、50 cm × 50 cm (雷波等, 2004; Mcdaniel 等, 2000; 郭水良等, 2001)、100 cm × 100 cm (Ingerpuu 等, 1998) 等不同大小的取样方法; 但是, 苔藓植物取样面积究竟为多少, 尚无定量研究的报道。

最小面积法研究种子植物的取样大小已有较多报道, 但是取样大小对苔藓植物生态学指标影响尚没有受到关注。开展取样大小对苔藓植物生态学指标的影响研究, 旨在为人们寻找合适的苔藓植物取样大小提供科学依据。

1 研究方法

2.1 调查区域的自然概况

取样地位于上海徐汇区上海师范大学校园内的铜锤草 (*Oxalis corymbosa*) 草坪, 面积约 300 m², 地处 121°24' E, 31°10' N, 铜锤草草坪周围有香樟 (*Cinnamomum camphora*)、法国梧桐 (*Platanus orientalis*)、珊瑚树 (*Viburnum odoratissimum*)、茶梅 (*Camellia sasanqua*)、冬青卫矛 (*Euonymus japonicus*) 等植物。

2.2 调查方法

首先对取样范围内的苔藓植物进行标本采集和鉴定, 以增加野外生态调查时种类识别的正确性。在此基础上, 采用系统采样法, 每隔 3 m 设置样方, 在相同位置上设置大小分别为 20 cm × 20 cm, 30 cm × 30 cm, 40 cm × 40 cm, 50 cm × 50 cm, 60 cm × 60 cm 的样方 5 个, 设置相同大小的样方 73 个, 5 个取样强度下共计调查 365 个样方。目测样方内每种苔藓植物的盖度 (以百分比计测)、草本植物盖度、林冠郁闭度 (光照强度); 同时按比例采集样方内所有苔藓植物, 置于采集袋, 在实验室内鉴定并作不同种类生物量的比较, 以校正野外调查的数据。

2.3 数据统计方法

2.3.1 样方大小对苔藓植物盖度、频度和多样性数据的影响 在野外调查的基础上, 计算每种苔藓植物在不同样方大小情况下出现的平均盖度和频度。频度是指一个种在一个样地内所设置的小样方中出现的次数。其计算公式为: $F(\text{频度}) = \text{某一种植物}$

出现的样方数目/全部样方数目。应用 SPSS 16.0 统计软件中 Bivariate 相关分析程序, 比较不同取样大小下苔藓植物平均盖度的 Pearson 相关性; 并应用成对样本 T-检验方法, 以样方大小为因素, 两两分析不同取样大小对苔藓植物盖度数据的影响。按 Shannon-Weaner 信息指数公式计算各样方的苔藓植物多样性。

2.3.2 样方大小对苔藓植物生态位数据的影响 应用信息指数公式计算不同取样大小下每种苔藓植物的生态位宽度 (张金屯, 1995), 进而计算所有苔藓植物生态位宽度的平均值。按 Pianka 公式计算不同样方大小下苔藓植物两两之间的生态位重叠值 (张金屯, 1995), 进而进一步计算苔藓植物的平均生态位重叠值。

2.3.3 林冠郁闭度和其他草本盖度对苔藓植物盖度影响及其与样方大小的关系 采用双因素方差分析检验林冠郁闭度和其他草本植物盖度对苔藓植物盖度数据的影响, 并比较不同取样大小下这种影响的差异性。

2.3.4 种-面积曲线法探讨苔藓植物取样大小 野外调查获得不同取样大小下样方中苔藓植物的平均种数, 通过 $S = a_1 * A / (1 + b_1 * A)$ 、 $S = C / (1 + a_2 * e^{-b_2 * A})$ 、 $S = C - a_3 * e^{-b_3 * A}$ 、 $S = a_4 * (1 - e^{-b_4 * A})$ 4 种饱和曲线公式, 拟合取样面积 (A) 和苔藓植物种数 (S) 之间的关系, 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), 分别用 $A = P / b_1 * (1 - P)$ 、和 $A = (-\ln(1 - P) / a_2) / b_2$ 、 $A = -\ln(c * (1 - P) / a_3) / b_3$ 、和 $A = -\ln(1 - P) / b_4$ 计算最小取样面积。

式中 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 b_1 、 b_2 、 b_3 和 b_4 分别为对应于饱和曲线中的参数。应用 PAST 统计软件完成生态位、多样性指数的计算; 应用 Curvre-Expert 1.3 完成种-面积饱和和曲线的拟合; 应用 SPSS16.0 完成双因素方差分析、成对样本 T-检验。

2 研究结果

3.1 样方大小对苔藓植物分布频度、盖度和多样性的影响

不同取样大小下苔藓植物的总盖度和平均频度见表 1。从表 1 可以看出, 随着样方的增大, 苔藓植

物的频度在上升,而苔藓植物总盖度呈现下降趋势。根据表 1 数据获得不同取样大小下苔藓植物总盖度之间的相关性以及对不同取样大小的苔藓盖度数据进行的成对数据 *T*-检验(表 2)。从表 2 可以看出,随着取样大小差异的增加,结果间的相关性在减少;

对不同取样大小的苔藓植物盖度数据进行成对数据 *T*-检验的结果有一定的对应性,虽然显著性差异检验值 *P* 均大于 0.05 水平,但是从 *P*-值的变化趋势来看,随着取样大小差异的增加,所获得结果之间的差异也在扩大。

表 1 不同样方大小对苔藓植物频度、平均盖度的影响
Table 1 Influences of sample size on bryophyte frequency and coverage

种类 Species	频度 Frequency (%)					平均盖度 Coverage				
	20 cm× 20 cm	30 cm× 30 cm	40 cm× 40 cm	50 cm× 50 cm	60 cm× 60 cm	20 cm× 20 cm	30 cm× 30 cm	40 cm× 40 cm	50 cm× 50 cm	60 cm× 60 cm
勃氏青藓 <i>Brachythecium brotheri</i>	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	0.01	0.07	0.14	0.14	0.21
地钱 <i>Marchantia polymorpha</i>	0.00	1.37	1.37	1.37	1.37	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
匍灯藓 <i>Plagiomnium cuspidatum</i>	1.37	2.74	2.74	2.74	2.74	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03
金黄银藓 <i>Anomobryum auratum</i>	2.74	2.74	2.74	2.74	4.11	0.10	0.14	0.16	0.21	0.18
立碗藓 <i>Physcomitrium sphaericum</i>	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	0.07	0.14	0.11	0.07	0.05
芒尖毛口藓 <i>Trichostomum aristatulum</i>	0.00	1.37	1.37	1.37	1.37	0.00	0.14	0.14	0.11	0.10
拟小凤尾藓 <i>Fissidens tosaensis</i>	0.00	1.37	2.74	4.11	4.11	0.00	0.01	0.03	0.04	0.04
双色真藓 <i>Bryum dichotomum</i>	0.00	1.37	1.37	1.37	1.37	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
细尖鳞叶藓 <i>Taxiphyllum aomoriense</i>	6.85	10.96	12.33	13.70	13.70	1.86	1.40	1.34	1.15	0.93
细叶牛毛藓 <i>Ditrichum pusillum</i>	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	0.47	0.37	0.33	0.32	0.30
狭叶小羽藓 <i>Haplcladium angustifolium</i>	26.03	28.77	31.51	34.25	35.62	11.00	10.73	9.45	8.77	8.64
小石藓 <i>Weisia controversa</i>	1.37	9.59	17.81	17.81	17.81	0.01	0.29	0.37	0.37	0.64
总计 Total	36.99	43.84	47.95	50.68	50.68	13.53	13.33	12.12	11.22	11.15

表 2 基于苔藓植物盖度数据进行的不同样方大小的相关性分析和成对样方 *t*-检验结果(*P*-值)
Table 2 Coverage correlation among samples with different sizes and result of paired-samples *t*-test (*P*-value)

样方大小 Quadrat size	相关性分析 Correlation				<i>t</i> -test (<i>P</i> -value)			
	20 cm× 20 cm	30 cm× 30 cm	40 cm× 40 cm	50 cm× 50 cm	20 cm× 20 cm	30 cm× 30 cm	40 cm× 40 cm	50 cm× 50 cm
30 cm×30 cm	0.999**				0.762			
40 cm×40 cm	0.999**	1.000**			0.428	0.369		
50 cm×50 cm	0.998**	1.000**	1.000**		0.354	0.307	0.22	
60 cm×60 cm	0.995**	0.998**	0.999**	0.999**	0.387	0.337	0.328	0.866

** 表示在 0.01 水平上极显著相关。 ** the 0.01 level that was significantly related.

数据拟合表明,随着样方面积(*A*)的增加,样方中苔藓植物平均盖度(*C*)在减少($C = 13.866 - 1.666 \cdot \ln(A), r = 0.9378$),多样性指数(*D*)在上升($D = 0.0389 + 0.0858 \cdot \ln(A), r = 0.9887$),两者均呈对数变化趋势。样方的苔藓植物多样性(*D*)与面积关系(*A*)也可以通过以下两个饱和和曲线进行拟合:

$$A = \frac{0.00325 \times D}{1 + 0.0013 \times D} \quad (r = 0.9351)$$

$$A = 0.9506(1 - e^{-0.0045 \times D}) \quad (r = 0.9348)$$

3.2 样方大小对苔藓植物生态位测定值的影响

基于样方中苔藓植物的盖度数据,应用 shannon 的生态位宽度公式和 Pianka 生态位重叠公式,

获得 12 种苔藓植物在不同取样大小下的生态位宽度和重叠值(表 3)。

应用饱和曲线方程拟合 12 种苔藓植物平均生态位重叠值(*O*)、平均生态位宽度(*NB*)和样方面积(*S*)的关系,获得如下公式:

$$O = 0.0654 \times (1 - e^{-0.0365 \times S}) \quad (r = 0.9697)$$

$$NB = 1.0153 \times (1 - e^{-0.0326 \times S}) \quad (r = 0.9831)$$

反映出随着面积的增加,苔藓植物的生态位变宽,重叠值增加,并且趋于稳定。但是,狭叶小羽藓、细叶牛毛藓和细尖鳞叶藓的生态位宽度(*NB*)均随着样方面积增加,呈线性由小变大。

$$\text{狭叶小羽藓: } Y = 0.0029x + 2.4918 \quad (r = 0.999)$$

细叶牛毛藓: $Y=0.0072x+1.0497(r=0.987)$

细叶鳞叶藓: $Y=0.0146x+0.7298(r=0.999)$

3.3 林冠郁闭度和草本盖度对苔藓植物盖度的影响及其与样方大小的关系

林冠郁闭度和草本盖度对苔藓植物总盖度和细叶小羽藓盖度影响的双因素方差分析结果见表 4。很显然,林冠郁闭度和草本盖度对苔藓植物总盖度、对狭叶小羽藓的盖度的影响,随着取样大小的变化表现出不同的影响强度。就林冠郁闭度对苔藓植物总盖度来讲,在 50 cm×50 cm 的样方大小下表现出显著影响,在其他取样大小下表现出极显著的影响;

而草本盖度对苔藓植物总盖度的影响,在 20 cm × 20 cm 下表现出极显著的影响,但是在其他的取样大小下影响不显著;而林冠郁闭度和草本植物盖度的互作在任何一种取样尺度下均不显著,但是 P-值却从 0.06~0.77 不等;就狭叶小羽藓盖度来讲,在 50 cm × 50 cm 的样方大小下林冠郁闭度表现出显著影响,而在其他取样大小下也表现出极显著的影响;草本植物盖度对狭叶小羽藓盖度的影响,在 20 cm × 20 cm 下表现出极显著的影响,但是在其他的取样强度下影响不显著;而光照和草本植物盖度的互作也在 20 cm × 20 cm 下表现出显著的影响,其

表 3 样方大小对 12 种苔藓植物生态位宽度和重叠值的影响

Table 3 Influence of sample size on bryophyte niche width and overlap

种类 Species	样方大小 Quadrat size (cm)					
	20×20	30×30	40×40	50×50	60×60	
生态位 宽度 Niche width	勃氏青藓 <i>Brachythecium brotheri</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	地钱 <i>Marchantia polymorpha</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	匍灯藓 <i>Plagiomnium cuspidatum</i>	0.0000	0.6931	0.6931	0.6931	0.6931
	金黄银藓 <i>Anomobryum auratum</i>	0.5983	0.6109	0.4506	0.6365	0.8587
	立碗藓 <i>Physcomitrium sphaericum</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	芒尖毛口藓 <i>Trichostomum aristatum</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	拟小凤尾藓 <i>Fissidens tosaensis</i>	0.0000	0.0000	0.6931	1.0986	1.0986
	双色真藓 <i>Bryum dichotomum</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	细尖鳞叶藓 <i>Taxiphyllum aomoriense</i>	1.0216	1.1678	1.3256	1.4449	1.6144
	细叶牛毛藓 <i>Ditrichum pusillum</i>	1.2093	1.2365	1.3475	1.4229	1.4773
	狭叶小羽藓 <i>Haplocladium angustifolium</i>	2.5450	2.5832	2.6083	2.6344	2.6632
	小石藓 <i>Weisia controversa</i>	0.0000	1.4987	2.1475	1.9935	1.7254
	平均宽度 Average width	0.44780	0.6492	0.7714	0.8270	0.8442
	平均生态位重叠值 Niche overlap	0.0328	0.0461	0.0471	0.0573	0.0572

表 4 不同取样大小下林冠郁闭度和草本盖度对苔藓植物总盖度和细叶小羽藓盖度影响的双因素方差分析结果

Table 4 Two-factor analysis of the impact of light intensity and herbals coverage at different sample sizes on total bryophyte coverage and *Haplocladium angustifolium*

因素 Factor	20 cm×20 cm			30 cm×30 cm			40 cm×40 cm			50 cm×50 cm			60 cm×60 cm			
	均方	F	Sig.	均方	F	Sig.	均方	F	Sig.	均方	F	Sig.	均方	F	Sig.	
苔藓植物 Bryo- phytes	郁闭度 Light intensity	1641.81	3.84	0.01	1970.90	3.90	0.01	1559.35	4.19	0.01	1081.93	3.28	0.03	1579.40	5.80	0.00
	草本盖度 Herbals coverage	3383.75	7.91	0.00	414.90	0.82	0.49	480.87	1.29	0.29	327.88	0.99	0.40	242.51	0.89	0.45
	郁闭度 * 草本 盖度 Light in- tensity * Herb- als coverage	1045.57	2.44	0.06	256.40	0.51	0.77	330.48	0.89	0.50	202.35	0.61	0.72	309.71	1.14	0.35
细叶小 羽藓 <i>Haplocla- dium an- gustifo- lium</i>	郁闭度 Light intensity	1.23	4.55	0.01	1734.53	3.84	0.01	1559.35	4.19	0.01	858.20	2.78	0.05	1427.10	4.68	0.01
	草本盖度 Herbals coverage	2.30	8.49	0.00	472.30	1.05	0.38	480.87	1.29	0.29	297.29	0.96	0.42	166.56	0.55	0.65
	郁闭度 * 草本 盖度 Light in- tensity * Herb- als coverage	0.79	2.92	0.03	553.07	1.22	0.31	330.48	0.89	0.50	346.08	1.12	0.36	292.63	0.96	0.47

他尺度下均不显著。

3.4 取样面积对苔藓种数的影响

表 5 反映了不同样方大小下苔藓植物平均种数,显然随着样方变大,样方中出现的苔藓植物种数也增加。根据表 5 数据,应用 4 种饱和曲线方程拟合种数(S)与面积(A)关系,分别得到如下方程:

$$S = \frac{0.0023 \times A}{1 + 0.0022A} \quad (r = 0.9773)$$

$$S = 0.9021 / (1 + 1.9862 \times e^{-0.0021 \times A}) \quad (r = 0.9975)$$

$$S = 0.9132 - 0.7555 \times e^{-0.0014 \times A} \quad (r = 0.9989)$$

$$S = 0.8971 \times (1 - e^{-0.0018 \times A}) \quad (r = 0.9941)$$

根据相对应的函数公式,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)见表 6。

表 5 样方大小对苔藓植物平均种数的影响

Table 5 Influence of sample size on average species number of bryophyte

样方大小 (cm) Quadrat size	20×20	30×30	40×40	50×50	60×60
平均种数 Average species number	0.4795	0.6987	0.8356	0.8767	0.9178

表 6 四种饱和曲线方程下不同预期种数所需要的最小面积

Table 6 Minimum areas to obtain corresponding species number according to saturated curved equations

预期最大种数 Largest expected of species (%)	面积 Area (cm ²)			
	公式 1	公式 2	公式 3	公式 4
95	8636.36	1729.07	2004.61	1683.00
90	4090.91	1373.21	1509.45	1293.59
85	2575.76	1152.89	1219.80	1065.80
80	1818.18	987.02	1014.29	904.18
750	1363.64	850.01	854.89	778.82
70	1060.61	730.32	724.64	676.39
65	844.16	621.62	614.53	589.79
60	681.82	519.91	519.14	514.77

显然,4 种公式所得到的苔藓植物最小取样面积存在巨大的差距,尤其是公式 1 所得数据与其他三个公式差异较大。后三种公式中,无论是哪种计算方法,要获得 95% 种数所需要的取样面积至少要在 40 cm×40 cm。

3 结论与讨论

按一定规则不断扩大取样面积,其中大面积样

方一定包含了小面积样方,从而构建巢式样方。巢式样方是构建种-面积关系的最主要方式,其尺度可在群落尺度(Arrhenius, 1921; Pastoral, 1996; Weiher, 1999)。虽然本文取样大小不同,但每次取样的位置固定,大样方总是包括了小样方,因此,是一种典型的巢式取样方式。随着样方的增大,苔藓植物的频度在上升容易理解。但随着取样面积的增加,苔藓植物总盖度呈下降趋势,其原因可能是视觉上,即在小样方下,更能客观估计苔藓植物的盖度,但随着样方的增加,目测数据会偏小。目测法是常见的盖度测定方法,由于样方大小不同引起的盖度数据误差,是否存在普遍性,需要作进一步研究。

无论是相关性分析,还是成对数据 T-检验,均反映出随着样方面积差异的增加,取样结果间的差异也在扩大。环境因子对苔藓植物盖度影响的分析数据也受到样方大小的明显影响。在进行植被调查时,资料的可靠性取决于样地的代表性,而样地的代表性又取决于样地的大小、数目、形状和排列方式等(何妙光等,1964)。植物群落样地面积大小的有效性,由于研究目的和内容不同,因而得出不同的结论,通常草本群落用 1 m×1 m(黄建辉等,1992)。植物野外生态调查的样方设置原则是样方内的环境尽可能的一致,以使获得的植物分布数据能反映出植物对样方环境的适应情况。影响群落物种数量的因素包括面积大小和生境多样性两个因素。因此,在不同的取样环境下,由于生境异质性的差异,取样大小可能有很大变化,对于微生境变化强烈的地段,取样面积宜小,使样方内的环境异质性降低,这在苔藓植物的野外生态调查中尤其值得注意。但如果机械地按照最小取样面积原则,则很有可能随着取样面积的增大,样方内的种数会增加,最小面积会很大,使样方内微生境的异质性上升。随着样方面积的增加,物种平均种数、多样性指数、生态位宽度和重叠值均体现出饱和曲线的变化趋势,反映出均有可能应用这些指数来计测取样的最小面积。但在实际操作中,基于不同指数所获得的最小样方有明显差异,用何种指数,还需结合野外实际考虑。邓红兵等(1999)认为,在 4 种有关种数-面积饱和曲线中,公式 1 结果不太理想。本案例,由于生境相对一致,取样面积至少可考虑在 40 cm×40 cm 以上。本次野外调查的区域生境相对一致,在铜锤草草坪上开展苔藓植物取样大小研究,其结论在某种程度上适合于有相对均匀的草本被子植物分布下的土生苔藓

植物群落调查工作。由于生境的异质性,以及苔藓植物对微生境的敏感性,苔藓植物取样大小更可能受局部环境的影响。

通过本研究可得出以下结论:(1)随着取样面积增加,目测法所获得的优势种、总的苔藓植物的盖度呈现下降趋势;随着样方大小间差异的扩大,所得调查数据间的差异也在扩大。(2)随着取样面积的增加,样方中苔藓植物的多样性指数、生态位宽度和重叠值、苔藓植物的平均种数均符合饱和曲线的增加规律。(3)取样面积大小对环境因子与苔藓植物分布之间关系的分析结果也有明显影响。(4)在生境相对一致的土生环境下,苔藓植物的取样面积可考虑在 40 cm×40 cm~50 cm×50 cm 的范围内。

参考文献:

- 张金屯. 1995. 植被数量生态学方法[M]. 北京:中国科学技术出版社
- Arrhenius O. 1921. Species and area [J]. *J Ecol*, **9**:95-99
- Bergamini A, Pauli D, Peintinger M, et al. 2001. Relationships between productivity, number of shoots and number of species in bryophytes and vascular plants [J]. *J Ecol*, **89**(6):920-929
- Chen Y(陈怡), Cao T(曹同), Song GY(宋国元), et al. 2005. Niche of the mosses on floor in Shanghai City(上海市地面藓类植物生态位研究)[J]. *J Appl Ecol(应用生态学)*, **16**(1):39-43
- Deng HB(邓红兵), Wu G(吴刚), Hao ZQ(郝占庆), et al. 1999. Minimum area to obtain by *Pinus massoniana* mixed forest(马尾松一栎类天然混交林群落最小面积确定及方法比较)[J]. *Acta Ecol(生态学报)*, **19**(4):499-503
- Eldridge OJ, Tozer ME. 1997. Environmental factors relating to the distribution of terricolous bryophytes and lichens in semi-arid eastern Australia[J]. *Bryologist*, **100**(1):28-29
- Gigaanc LD, VITT D H. 1990. Habitat limitations of *Sphagnum* along climatic, chemical, and physical gradients in Mires of Western Canada [J]. *Bryologist*, **93**(1):7-22
- Glime JM, Twatsuki Z. 1997. Niche partitioning of plant taxa associated with geothermal vents at wakoto, Hokkaido, Japan [J]. *J Hattori Bot Lab*, **82**:123-141
- Guo SL(郭水良), Cao T(曹同). 2001. A study on niche of moss species on the floor in main ecological systems in Changbai Mountains(长白山主要生态系统地面苔藓植物生态位研究)[J]. *Acta Ecol(生态学报)*, **21**(2):231-236
- He MG(何妙光). 1964. The initial study to the size of sample area by subtropical evergreen broad-leaved forest and coniferous forest(亚热带山地常绿阔叶林和针叶林的样地面积大小的初步研究)[J]. *Phytoecol Bot(植物生态学与地植物学丛刊)*, (2):118-127
- Huang JH(黄建辉). 1992. Summary of plant community survey methods(植物群落调查方法概要)[J]. *Bull Biol(生物学通报)*, **5**:45-46
- Ingerpuu N, Kull K, Vellak K. 1998. Bryophyte vegetation in a wooded meadow:relationships with phanerogam of diversity and responses to fertilisation [J]. *Plant Ecol*, **134**:163-171
- Kimmerer W. 1991. Reproductive ecology of *Tetraphis pellucida*. I. Population density and reproductive mode[J]. *Bryologist*, **94**(3):255-260
- Lei B(雷波), Bao WK(包维楷), Jia Y(贾渝). 2004. Ground bryophyte composition and synusia structure under six types of young coniferous forest plantations in the upper Minjiang River(6种人工针叶林下地表苔藓植物层片的物种多样性与结构特征)[J]. *Acta Phytoecol(植物生态学报)*, **28**(5):594-600
- Liu Y(刘艳), Cao T(曹同), Wang J(王剑), et al. 2008. Relationships between distribution of soil-born bryophytes in urban area of Hangzhou and related ecological factors(杭州市区土生苔藓植物分布与生态因子的关系)[J]. *J Appl Ecol(应用生态学)*, **19**(4):775-781
- Medaniel SF, Miller NG. 2000. Winter dispersal of bryophyte fragments in the Adirondack Mountains, New York[J]. *Bryologist*, **103**(3):592-600
- Pastor J, DowninG A, ERICKSON HE. 1996. Species-area curves and diversity: productivity relationships in beaver meadows Rothamsted, UK[J]. *Plant Ecol*, **151**:129-141
- Virtanen R, Johnston AE, Crawley MJ, et al. 2000. Bryophyte biomass and species richness on the Park Grass Experiment, Voyageurs National Park, Minnesota, USA[J]. *Oikos*, **77**:399-406
- Weiherr E. 1999. The combined effects of scale and productivity on species richness [J]. *J Ecol*, **87**:1 005-1 011
- Wu YH(吴玉环), Chen GD(程国栋), Gao Q(高谦). 2003. Bryophyte's ecology functions and its significances in revegetation(苔藓植物的生态功能及在植被恢复与重建中的作用)[J]. *J Desert Res(中国沙漠)*, **23**(3):215-220
- Xie W(谢维), Cao T(曹同), Han GC(韩桂春), et al. 1999. Indication function of bryophyte to fushun air pollution(苔藓植物对抚顺地区大气污染的指示作用研究)[J]. *J Ecol(生态学杂志)*, **18**(3):1-5
- Xie XW(谢小伟), Guo SL(郭水良). 2003. Niche of bryophytes on the floor in Jinhua suburb, Zhejiang Province(浙江金华市郊地面苔藓植物生态位研究)[J]. *Guihaia(广西植物)*, **23**(2):112-120
- Yi YJ(衣艳君). 2000. The present situation and prospect of bryophyte research in Shandong Province(山东苔藓植物的研究现状及展望)[J]. *Land Nat Res(国土与自然资源研究)*, (1):132-136