

# 草地植物群落物种多样性取样强度的研究

杨利民 韩梅<sup>1)</sup>

(吉林农业大学野生植物资源专业部, 长春 130118)

李建东<sup>2)</sup>

(东北师范大学草地研究所, 长春 130024)

**摘 要** 本文以羊草 (*Leymus chinensis*) -杂类草群落和贝加尔针茅 (*Stipa baicalensis*) -线叶菊 (*Filifolium sibiricum*) 群落为代表, 在东北松嫩平原研究了草地植物群落物种多样性的取样强度。巢式样方种-面积曲线结果表明: 两个群落的最小面积均为  $1/4 \sim 1/2 \text{ m}^2$ 。Pielou 积累样方多样性指数-取样数曲线结果表明: 羊草-杂类草群落  $1, 1/4, 1/6 \text{ m}^2$  正方形样方最小取样数分别在 12、22、28 个左右; 贝加尔针茅-线叶菊群落分别在 10、18、25 个左右。群落水平结构的复杂性导致取样数目的增加。当积累样方数超过最小取样数后, 多样性指数-取样数曲线进入平衡状态, 上述 3 种取样面积的结果趋于一致, 并在概率 95 %水平差异不显著。赞成小面积大数目的取样策略。

**关键词** 取样强度, 物种多样性, 草地植物群落

**Study on sampling intensity of species diversity of grassland community in the Songnen Plain of China/ Yang Limin, Han Mei, Li Jiandong/ CHINESE BIODIVERSITY. —1996, 5 (3): 168~172**

With *Leymus chinensis*-herbage and *Stipa baicalensis*-*Filifolium sibiricum* communities as deputies, the sampling intensity of species diversity of grassland communities was studied in the Songnen Plain of northeast China. The results of nested quadrat showed: the minimal area of these two communities was  $1/4 \sim 1/2 \text{ m}^2$ . The results of Pielou's pooled quadrats showed: the minimal number of  $1, 1/4$  and  $1/6 \text{ m}^2$  of square quadrats was or so 12, 22 and 28 respectively in *L. chinensis*-herbage community, and 10, 18 and 25 in *S. baicalensis*-*F. sibiricum* community. The above three types of area got unanimus results in the indices of diversity at 95 % of probability level. A large number of small quadrats was preferable to a small number of large quadrats.

**Key words** sampling intensity, species diversity, grassland community

**Author's address** 1) Sector of Wild Plant Resources, Jilin Agricultural University, Changchun 130118

2) Institute of Grassland Science, Northeast Normal University, Changchun 130024

在植物群落各种数量特征参数的调查中, 取样强度即取样面积与取样数目的问题一直受到学者们的重视<sup>[1-5]</sup>。这一问题在群落物种多样性研究中依然引起人们的兴趣, 并且 Pielou 积累样方法 (pooled quadrat method)<sup>[6]</sup>被广泛引用和讨论<sup>[7-10]</sup>。Magurran 认为积累样方法可为确定最小取样强度提供很好的指示, 并有利于物种多度分布的研究<sup>[9]</sup>。本文采用这种方法, 在松嫩平原, 探讨了草地植物群落物种多样性取样强度的问题, 为进一步研究该地区草地生物多样性问题做一准备性基础工作。

## 1 自然条件与研究方法

### 1.1 研究的时间、地点和自然条件概况

本研究是 1994 年 7 月 30 日~8 月 15 日和 1995 年 8 月 7 日~16 日先后在吉林省长岭县种马场和白城市北大岗上进行的。两地分别位于松嫩平原南部和中西部。气候属半湿润大陆性季风气候。年均温度 4.5 左右, 年均降水量约 450 mm, 年均蒸发量约 1668 mm, 约为降水量的 3.5 倍。上述气候指标两地均以前者偏高后者偏低。海拔高度分别在 130~150 m 和 240~300 m 之间。

## 1.2 群落类型的选择与取样方法

松嫩平原地处我国草原区东部, 草甸草原为其地带性植被, 植物种类丰富, 群落类型复杂多样<sup>[11]</sup>。为使本研究结果具有广泛的适用性, 我们选择了本区植物群落种类组成最丰富和水平结构比较复杂的两个类型: 羊草 (*Leymus chinensis*) - 杂类草群落和贝加尔针茅 (*Stipa baicalensis*) - 线叶菊 (*Filifolium sibiricum*) 群落的无牧或轻牧地段作为代表。上述两个群落前者为松嫩平原最湿润类型, 后者为较干旱类型。

首先在两个群落中选择 10 个比较均匀一致的地段做巢式样方, 由 1/64 m<sup>2</sup> 以几何级数增至 64 m<sup>2</sup>, 并用每一面积单位种数平均值绘种-面积曲线。在此基础上选择 3 个不同的取样面积——1、1/4、1/6 m<sup>2</sup> 的正方形样方, 取样数分别为 30、40、40 个, 每个样方重点记录植物种类及其密度, 羊草-杂类草群落同时收割并称取烘干生物量。为保证取样具有一定的随机性, 我们采用步度规则取样法, 并在取样过程中尽可能使 3 种面积样方在同一小范围内设置, 以减少比较时可能带来的误差。无性系植物种的密度均以组成个体计算。

## 1.3 取样强度的分析方法

选用两种广泛使用并有较高稳定性的多样性指数: Shannon 指数  $H = - \sum_{i=1}^s (n_i/N) \ln (n_i/N)$  和 Simpson 指数  $D = \sum_{i=1}^s n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$ , 并分别换算成指数形式  $e^H$  和倒数形式  $1/D^{[9,12]}$ 。采用 Pielou 积累样方法, 即样方数依次增加一个重复计算两个多样性指数, 最后绘出多样性指数-取样数曲线。

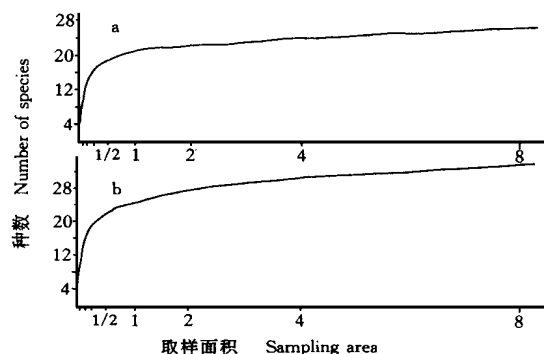


图1 羊草-杂类草群落 (a) 和贝加尔针茅-线叶菊群落 (b) 种面积曲线

Fig. 1 Species-area curves for *Leymus chinensis*-herbage community (a) and *Stipa baicalensis*-*Filifolium sibiricum* community (b) in the Songnen Plain of China

为:  $S = 20.46 + 3.31 \ln A$  ( $A$  为面积,  $S$  为随面积变化种数); 贝加尔针茅-线叶菊群落为  $S = 24.69 + 4.49 \ln A$ 。

Pielou 积累样方法结果见多样性指数-取样数曲线 (图 2)。3 个图均显示出随着积累样方数的增加多样性指数值增大, 植物种数不断增多。当样方数积累到一定程度后, 多样性指数值不再明显增加, 曲线变得平缓, 进入平衡态的这一点应为最小取样数。羊草-杂类草群落 1、1/4、1/6 m<sup>2</sup> 样方曲线进入平衡态的位置分别在 12、22、28 个附近, 以后基本围绕平衡点上

形式  $1/D^{[9,12]}$ 。采用 Pielou 积累样方法, 即样方数依次增加一个重复计算两个多样性指数, 最后绘出多样性指数-取样数曲线。

## 2 结果分析与讨论

### 2.1 最小面积与最小取样数

巢式样方结果见种-面积曲线 (图 1)。两个群落均大致在 1/4~1/2 m<sup>2</sup> 处出现拐点, 并且逐渐趋于缓和, 而再扩大 1/10, 种数增加不超过 5%。因此, 1/4~1/2 m<sup>2</sup> 应为两个群落的最小面积。这与杨宝珍等在内蒙古呼伦贝尔羊草-大针茅 (*Stipa grandis*) 群落上的研究结果是一致的<sup>[5]</sup>。羊草-杂类草群落的种-面积对数相关方程

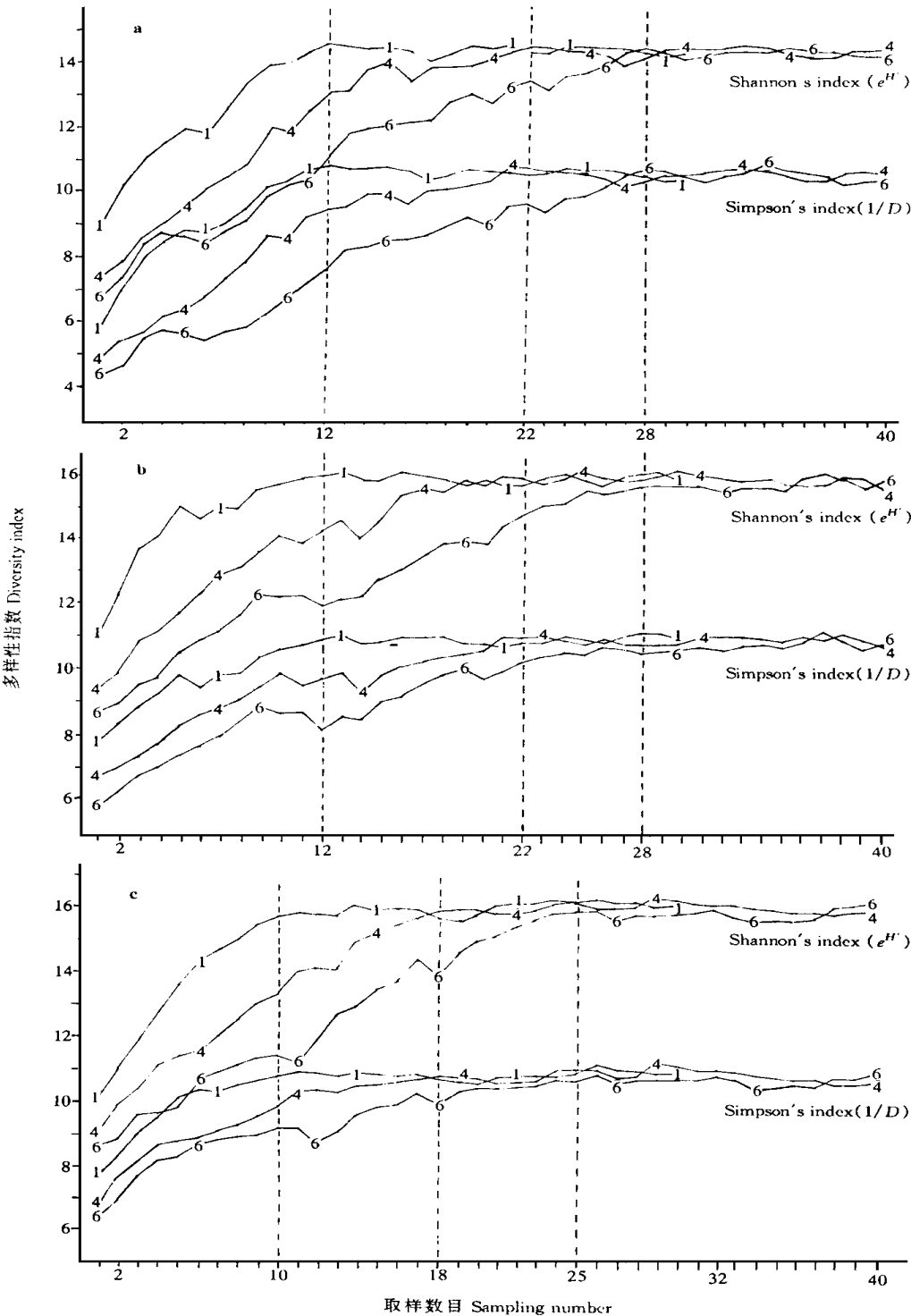


图2 羊草-杂类草群落 (a: 种群密度, b: 种群生物量) 和贝加尔针茅-线叶菊群落 (c: 种群密度) 的多样性指数-取样数目曲线

Fig. 2 Diversity curves for *Leymus chinensis*-herbage community (a: Population density, b: Population biomass) and *Stipa baicalensis*-*Filifolium sibiricum* community (c: Population density) in the Songnen plain of China

注: —1—, 1 m<sup>2</sup>; —4—, 1/4 m<sup>2</sup>; —6—, 1/6 m<sup>2</sup>

下波动。用密度参数和生物量参数计算的多样性指数值虽有差异，前者明显低于后者（图 2a，2b），但进入平衡态的位置基本一致。贝加尔针茅-线叶菊群落 3 种面积最小取样数分别是 10、18、25 个左右，与羊草-杂类草群落相比偏少。这是由于羊草-杂类草群落比贝加尔针茅-线叶菊群落在水平结构上更具复杂性的结果。羊草-杂类草群落常形成羊草与中生禾草，如野古草（*Arundinella hirta*）、拂子茅（*Calamagrostis epigeios*）、牛鞭草（*Hemarthria japonica*）等，或羊草与中生杂类草，如鸡儿肠（*Kalimeris integrifolia*）、箭头唐古草（*Thalictrum simplex*）、王脉山黧豆（*Lathyrus quinquenervius*）等小群落交替分布，而贝加尔针茅-线叶菊群落的水平结构相对单调均匀。

2.2 不同取样面积差异显著性分析

从图 2 中可见，在曲线进入平衡态之前，多样性指数明显受取样面积大小的影响，表现为：样方面积越大多样性指数值越高，并随积累样方数的增加，样方面积越大多样性指数的变化速率越大（表 1）。多样性指数与取样数目的关系为  $D = D_1 + R \cdot N$ （ $D$ ：多样性指数值， $D_1$ ：单位样方的多样性指数值， $R$ ：多样性指数随积累样方数增加的变化速率， $N$ ：积累样方数）。

表 1 进入平衡状态前多样性指数（D）-取样数目（N）的关系  $D = D_1 + R \cdot N$   
Table 1 Diversity indices（D）-sampling number（N）relations  $D = D_1 + R \cdot N$  before diversity curves flatten off

群落名称		羊草-杂类草群落						贝加尔针茅-线叶菊群落			
Community		<i>Aneurolepidium chinense</i> , meso-herbosa community						<i>Stipa baicalensis</i> , <i>Filifolium sibiricum</i> community			
计算参数		种群密度			种群生物量			种群密度			
Parameter		Population density			Population biomass			Population density			
取样面积		1	1/4	1/6 (m <sup>2</sup> )	1	1/4	1/6 (m <sup>2</sup> )	1	1/4	1/6 (m <sup>2</sup> )	
Sampling area											
香浓指数	$D_1$	9. 1995	8. 0313	7. 3480	11. 8867	10. 4862	9. 2542	10. 3161	9. 4008	8. 6678	
	$R$	0. 4855	0. 3397	0. 2727	0. 4317	0. 3865	0. 2682	0. 5311	0. 3629	0. 2996	
Shannon 's index (e <sup>H</sup> )	$D_1$	6. 1661	5. 2500	4. 4951	7. 8760	7. 0404	6. 6987	8. 0789	7. 7584	7. 6913	
	$R$	0. 4188	0. 2828	0. 2300	0. 2811	0. 2110	0. 1740	0. 3800	0. 2002	0. 1545	
辛普森指数											
Simpson 's index (1/D)											

图 2 亦显示出，随积累样方数的增加，多样性指数增大的趋势逐渐变得平缓，直到曲线进入平衡态。进入平衡态后 1、1/4、1/6 m<sup>2</sup> 样方的结果趋于一致。方差分析表明：在概率 95 % 水平上，两个群落的 3 种取样面积的方差均小于相应的  $F$  值，说明 3 种取样面积在取样数超过各自的最少数目后，差异不显著，可以得到一致的研究结果。方差分析 3 种取样面积的置信限及方差的计算结果见表 2（下页）。在研究设计中，我们选择 1/6 m<sup>2</sup> 样方的目的在于阐明小于最小面积取样可能带来的结果误差，现在看来 1/6 m<sup>2</sup> 取样面积不足以说明这一问题，需要缩小面积做进一步的探讨。

3 结论

根据上述研究结果，可得出如下结论：

- 3.1 羊草-杂类草群落和贝加尔针茅-线叶菊群落的最小面积均为 1/4 ~ 1/2 m<sup>2</sup>。种-面积对数相关方程分别是： $S = 20. 46 + 3. 31 \ln A$  和  $S = 24. 69 + 4. 49 \ln A$ 。
- 3.2 羊草-杂类草群落和贝加尔针茅-线叶菊群落 1、1/4、1/6 m<sup>2</sup> 正方形样方最小取样数分别为 12、22、28 个和 10、18、25 个左右。群落水平结构的复杂性导致取样数目的增加。
- 3.3 1、1/4、1/6 m<sup>2</sup> 正方形样方达到相应最小取样数后，均可得到满意的研究结果，并在

95 % 概率水平差异不显著。但 1/4 和 1/6 m<sup>2</sup> 样方实际取样工作量仅相当于 1 m<sup>2</sup> 的一半，并由于取样数目较大使调查具有更大的空间覆盖范围，这对群落物种多样性的研究是有益的，因此，我们认为较小面积与较大数目的调查取样策略更可取。

表 2 进入平衡状态后多样性指数的平均值、置信限和不同取样面积间的方差

Table 2 Mean and fiducial interval of diversity indices and variance between different types of sampling area after diversity curves flatten off									
群落名称		羊草-杂类草群落						贝加尔针茅-线叶菊群落	
Community		Aneurolepidium chinense, meso-herbosa community						Stipa baicalensis, Filifolium sibiricum community	
计算参数		种群密度			种群生物量			种群密度	
Parameter		Population density			Population biomass			Population density	
取样面积		1	1/4	1/6 (m <sup>2</sup> )	1	1/4	1/6 (m <sup>2</sup> )	1	1/4 1/6 (m <sup>2</sup> )
Sampling area									
香浓指数 Shannon's index (e <sup>H</sup> )	平均值	14. 4072	14. 3744	14. 3550	16. 0044	16. 0665	15. 9569	15. 9050	15. 9614 15. 8113
	置信限								
	Fiducial interval	±0. 0695	±0. 0730	±0. 1029	±0. 0615	±0. 0597	±0. 1004	±0. 1022	±0. 0643 ±0. 0972
	方差								
	Variance		2. 6694			2. 8767			2. 9088
辛普森指数 Simpson's index (1/D)	平均值	10. 6511	10. 5989	10. 6075	11. 0461	11. 0675	10. 9285	10. 8550	10. 8817 10. 8093
	置信限								
	Fiducial interval	±0. 0555	±0. 0789	±0. 0828	±0. 0749	±0. 0612	±0. 0889	±0. 0472	±0. 1184 ±0. 0869
	方差								
	Variance		2. 0513			2. 0432			2. 1086
概率 95 % 水平 F 值									
F value at 95 of probability level		F <sub>46</sub> <sup>2</sup> = 3. 20			F <sub>46</sub> <sup>2</sup> = 3. 20			F <sub>52</sub> <sup>2</sup> = 3. 17	

参 考 文 献

1 Arrhenius O. Species and area. *J. Ecol.* , 1921 , **19**: 95 ~ 99

2 Cain S A. The species-area curve. *American Midland Nature* , 1938 , **19**: 173 ~ 581

3 Gleasson H A. Species and area. *Ecology* , 1925 , **6**: 66 ~ 74

4 Hopkins B. The concept of minimal area. *J. Ecol.* , 1957 , **45**: 441 ~ 449

5 杨宝珍, 李博等. 关于草原群落研究中样方面积大小的初步探讨. *植物生态与地植物学丛刊* , 1964 , **2**: 111 ~ 117

6 Pielou E C. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.* , 1966 , **10**: 370 ~ 383

7 Heltshe J F, D W Bitz . Comparing diversity measure in sampling communities. In: Fairand M D (ed.) , *Ecological Diversity in Theory and Practice* , International Co-operative publishing House , 1979 , 133 ~ 144

8 Lloyd M, R F Inger , F W King. On the diversity of reptile and amphibian species in a Bornean rain forest. *Amer. Nat.* , 1968 , **102**: 497 ~ 515

9 Magurran A E. Ecological diversity and its measurement. Princeton: Priceton University press , 1988 , 34 ~ 59

10 Odum E P 著, 孙儒泳等译. 生态学基础. 北京: 人民教育出版社, 1981 , 144 ~ 149

11 郑慧莹, 李建东著. 松嫩平原的草地植被及其利用保护. 北京: 科学出版社, 1993 , 96 ~ 155

12 John A L , F L James 著, 李育中等译. 统计生态学. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990 , 54 ~ 66