

露水河撂荒人参地演替初期草地群落最小 取样面积的研究

李盈莹 王丽莹 李文静 祁雪 王岩 池玖玲 曾钰辉

加孜依拉 朱振

[摘要] 本文利用巢式样方法对露水河镇人参撂荒地群落演替的最小取样面积进行了研究,采用了种-面积曲线、多样性指数-面积曲线、生产量-面积曲线来处理分析并确定了群落的最小面积。实验结果表明,采用不同的取样方式得到的最小面积存在差异,如采用种-面积曲线取得的最小面积为 $0.92-1.1\text{m}^2$,采用多样性指数-面积曲线得出的最小面积为 $1.498-2\text{m}^2$,而生产量-面积曲线的最小面积为 1m^2 。本研究结果不仅能够为研究者确定人参撂荒地群落取样的最小面积提供实验基础,而且提出植物群落调查中,最小样方面积的确定要根据调查目的和内容确定。

[关键词] 人参撂荒地; 最小取样面积; 种-面积曲线; 多样性指数

[中图分类号] Q948

[文献标志码] A

引言

植物群落物种组成是植物生态学群落调查的重要内容,是鉴别不同群落类型和其性质的基本特征。植物生态学研究通常采用最小面积的方法来统计一个群落或者一个地区的生物种类^[1]。最小所谓最小面积是指对一个特定群落类型能提供足够的环境空间(环境和生物的特性)的最小面积,或者能表现出该群落类型的种类组成和结构的特征所需要的面积^[2]。最小面积取决于群落类型和物种组成,变异较大。通常,群落组成种类越丰富,其确定的最小面积相对越大^[3-5]。在群落调查中,人们习惯上将森林群落分为乔木层、灌木层和草本层(或者更多)分别进行取样^[6-7]。一般来讲,在不同群落类型中由于群落组成,群落结构以及群落物种多样性的不同会导致最小样方面积差异会很大。例如我国的西双版纳热带雨林为 2500m^2 落叶阔叶林为 100m^2 ,草原灌丛 $25-100\text{m}^2$,草原为 $1-4\text{m}^2$ ^[8]。

大兴安岭的长白山地区是我国人参栽培的主要地点。由于人参栽培不能连作的特点,因此严重影响了该地区森林生态系统的稳定与可持续发展。虽然长白山针阔混交林地区已经开展了大量的科学研究工作,但是大部分研究是以森林群落为主要研究对象,而针对人参撂荒地草本植物为优势类群的实验性研究相对较少,同时也尚缺乏相关的群落调查的基础技术研究。本实验在典型针阔混交林地区的撂荒初期人参地开展植物群落最小样方的研究,并且从植物种类组成、多样性和生产力角度对最小样方的确定进行探讨,本实验不仅能够为科学研

究者确定人参撈荒地群落取样的最小面积提供实验技术基础,而且能够促进在该地区开展有关人参撈荒地退化生态系统修复的科学研究。

1 实验方法

1.1 研究区域概况

露水河镇(127°29'E—128°29'E, 42°24'N—42°29'N)又称中国参乡,其人参种植面积近千公顷,位于长白山脚下,地处中纬度内陆山区,属典型的长白山地带气候。气候特征为冬季漫长寒冷,夏季多雨气温潮热,春秋两季干燥。该地区无霜期110天左右,。样方选取在露水河镇附近的撈荒4年的人参地(127°50.746'E42°29.723'N),年相对湿度在70%左右。

由于气候条件较为适宜,人参撈荒地群落处群落演替的草本植物群落阶段,主要包括耐旱的禾本科、菊科、蔷薇科中的植物种类,并有向木本群落演替的趋势。其中以一年到两年生的草本植物为主,群落优势种主要为拂子茅(*Calamagrostis epigeios* (Linn.) Roth),宽叶苔草(*Carex siderosticta* Hance),灯芯草(*Juncus concinnus* D. Don),落新妇(*Herba Astilbes Chinensis*),蒲公英(*Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.),水蒿(*Artemisia selengensis*),群落组成较为简单。

1.2 研究方法

1.2.1 样地选择和样方设置 选择地势平坦的六年撈荒地作为实验样地,并设置3个5×5 m²大样方为取样点,样方间距离超过15 m。于每个大样方内采用巢式样方法确定草本植物群落最小取样面积。样方初始面积为0.25×0.25 m²,采用逐级扩大的方法,最大面积为2×2 m²。样方大小依次为分别为0.25×0.25 m²、0.25×0.5 m²、0.5×0.5 m²、0.5×1 m²、1×1 m²、1×2 m²、2×2 m²。样方设置后,采用刈割方法将样方面积内的所有植物齐地面剪下,然后按样方大小称重,对植物进行分类,并按种计数。

1.2.2 种-面积曲线确定最小面积 一般确定群落取样的最小面积是根据种-面积曲线。以植物的种数随样方面积的扩大而逐渐增加所绘制的种-面积曲线,最初陡然上升,然后上升逐渐平缓,水平延伸并稳定在某一种类数上。根据以上特点,我们利用拟合曲线描述种面积曲线。常用的拟合种面积曲线有饱和曲线及非饱和曲线^[9]。本次研究采用三种饱和曲线对群落最小面积进行模拟。拟合方程如下。

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

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

$$S=aA/(1+bA) \quad (3)$$

式中A表示取样面积,S表示A中出现的物种数,a,b,c是方程参数,方程的拟合用SPSS软件完成^[10]。对于上述种-面积曲线得到物种总数占群落总数一定比例P(0<P<1)所需要的最小面积分别是:

$$A1=-\ln((1-p)/ap)/b \quad (4)$$

$$A2=-\ln[c(1-p)/a]/b \quad (5)$$

$$A3=p/(b(1-p)) \quad (6)$$

其中 p 为 A 中物种数占群落总物种数的比例。采用饱和曲线方程(1)-(3)进行拟合, 得到相应的种面积曲线方程由方程(1)和(2)拟合方程的相关系数达到了 0.9 以上, 求得的最小面积接近且基本上与群落的实际植被状况相符合。

1.2.3 群落多样性指数与群落的最小面积 物种多样性是植物群落的重要功能特征参数。在人参撈荒地群落演替过程中, 多样性指数是体现群落生态功能的重要指标。本实验将群落多样性指数引入确定最小面积方法中来, 希望从群落生态功能角度探讨植物群落最小面积的确定方法。本实验中采用的多样性指数公式如下:

(1) 辛普森多样性指数 (Simpson's diversity index)

$$D=1-\sum P_i^2$$

(2) 香农-威纳指数 (Shannon-Weiner index)

$$H=-\sum P_i \log_2 P_i$$

其中 P_i 表示种 i 的个体在全部个体中的比例, D , H 表示多样性指数^[1]

1.2.4 群落生产力确定最小面积 在我们巢式样方法取样的同时将样方内的植物齐地面剪下, 分类计数并进行称重。当新增面积的单位面积生产量与前一样方的单位面积生产量的误差不超过 5%时, 我们确定最小取样面积。即在单位面积上的生产量基本恒定时, 我们得到最小面积。

2 结果与分析

2.1 种-面积曲线确定最小取样面积

分析数据我们得到在样方面积较小时物种数目随着取样面积显著增加, 后随取样面积的逐渐扩大, 新增物种数目逐渐减少, 最后基本稳定在一个数值上, 结果如下图:

表 1 逐级扩大样方中物种数量变化

样地	面积/m ²	物种数目			样地物种数目平均
		样地 1	样地 2	样地 3	
A	0.00625	5	10	11	8.67
B	0.125	9	14	14	12.33
C	0.25	11	16	16	14.33
D	0.5	16	20	19	18.33
E	1	18	22	19	19.67
F	2	19	25	24	22.67
G	4	20	28	25	24.33

表(1)为野外实习时获得的在人参撈荒地中不同样地的物种总数, 用方程(4)、(5)、(6)分析得到如下结果:

$$S1= 23.041/(1+1.378e^{-2.946A}) \quad R^2=0.961$$

$$S2= 23.532-14.428e^{-1.727A} \quad R^2=0.980$$

$$S3=192.205A/(1+8.177A) \quad R^2=0.671$$

由于方程(3)的 $R^2 < 0.95$, 统计误差较大, 故采用方程 (1) (2) 取比例因子 $p=0.6、0.7、0.8、0.9、0.95$ 分别求得人参撈荒地群落的最小面积如表

表2 三种拟合曲线对应的最小面积

		0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
$p=$	方程 1	0.59	0.64	0.73	0.93	1.14
最小面积	方程 2	0.25	0.41	0.65	1.05	1.45
/m ²	方程 3	0.18	0.29	0.49	1.10	2.32

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, 由于调查群落中的种类并不十分丰富, 物种数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, 可求得人参撈荒地初期的最小面积或临界抽样面积。由于方程 (3) 所拟合的曲线 $R^2 < 0.95$ 结果相对不可信, 当其取得物种数 90%-95% 之间时, 最小面积在 1.1-2.3 m² 之间。由表二分析可得, 当取得的物种数在 90%-95% 之间时取得的最小面积为 1-1.5 m² 之间。因此取得 90% 的物种的最小面积在 0.92-1.1 m²。

2.2 多样性指数确定最小面积

利用两种多样性指数的计算方法计算多样性指数, 最终确定多样性指数与取样面积的关系。

2.2.1 辛普森多样性指数与取样面积的关系

根据辛普森指数的计算公式得到如下结果:

表3 不同样方对应的辛普森多样性指数

取样水平	0.25×0.25 m ²	0.25×0.5 m ²	0.5×0.5 m ²	0.5×1 m ²	1×1 m ²	1×2 m ²	2×2 m ²
样方 1	0.73	0.85	0.66	0.70	0.79	0.82	0.82
样方 2	0.82	0.81	0.79	0.83	0.86	0.85	0.86
样方 3	0.82	0.79	0.82	0.83	0.83	0.87	0.88

从上表可知在取样面积 0.0625 m²-0.25 m² 之间时多样性指数有下降趋势, 0.25 m²-2 m² 之间多样性指数逐渐增加, 2 m²-4 m² 之间多样性指数基本保持恒定, 因此预计在 4 m² 以后的多样性水平基本恒定。因此我们选取的拟合曲线为:

$$D = \begin{cases} -aA + b & A < 0.25 \\ ax + b & 3 < x < 6 \quad (x = \log_2 A / 0.625 - 1 \quad 0.25 < A < 2) \\ c & A \geq 2 \end{cases}$$

其中 D 表示多样性, a, b 是方程参数, A 表示样地面积, x 是方便描述 D 的关于 A 的参数。对三个样方分别拟合去最佳值我们得到在三个样方中综合拟合度最好的曲线为:

$$D = \begin{cases} -0.1421A + 0.8256 & (R^2 = 0.9761) \quad A < 0.25 \\ 0.0585x + 0.4794 & (R^2 = 0.9704) \quad 3 < x < 6 \quad (x = \log_2 A / 0.625 - 1 \quad 0.25 < A < 2) \\ 0.8304 & A \geq 2 \end{cases}$$

根据方程的拟合, 最终我们确定当多样性指数为 0.8304 的 95%-100% 之间, 即多样性指数 D

在 0.806-0.8304 之间。最终确定的最小取样面积为 1.498 m²-2 m² 之间。当取样面在 1.5-2 m² 时，我们对应的种-面积曲线取得的物种占总物种的 95%以上，因此结果较为可信。

2.2.2 香农-威纳指数

表 4 不同样方对应的香农-威纳指数

取样水平	0.25×0.25 m ²	0.25×0.5 m ²	0.5×0.5 m ²	0.5×1 m ²	1×1 m ²	1×2 m ²	2×2 m ²
样方 1	1.44	1.51	2.09	1.98	1.96	2.25	2.45
样方 2	1.97	1.83	1.93	2.10	1.98	2.11	2.23
样方 3	1.97	1.96	2.04	2.09	2.07	2.28	2.34

以上结果的趋势和辛普森指数的结果趋势基本相同在处理时方法基本类似：在取样面积 0.0625 m²-0.25 m² 之间时多样性指数有下降趋势，0.25 m²-2 m² 之间多样性指数趋于平缓，2 m²-4 m² 之间多样性指数基本保持恒定，因此预计在 4 m² 以后的多样性水平基本恒定。

3.3 生产量-面积曲线确定最小面积

分析数据得到当取样面积比较小时，数据的偏差较大，如在取样面积在 0.25m² 水平时偏差达 21.5% ，随着取样面积的增加取样的偏差逐渐减小，结果如下图：

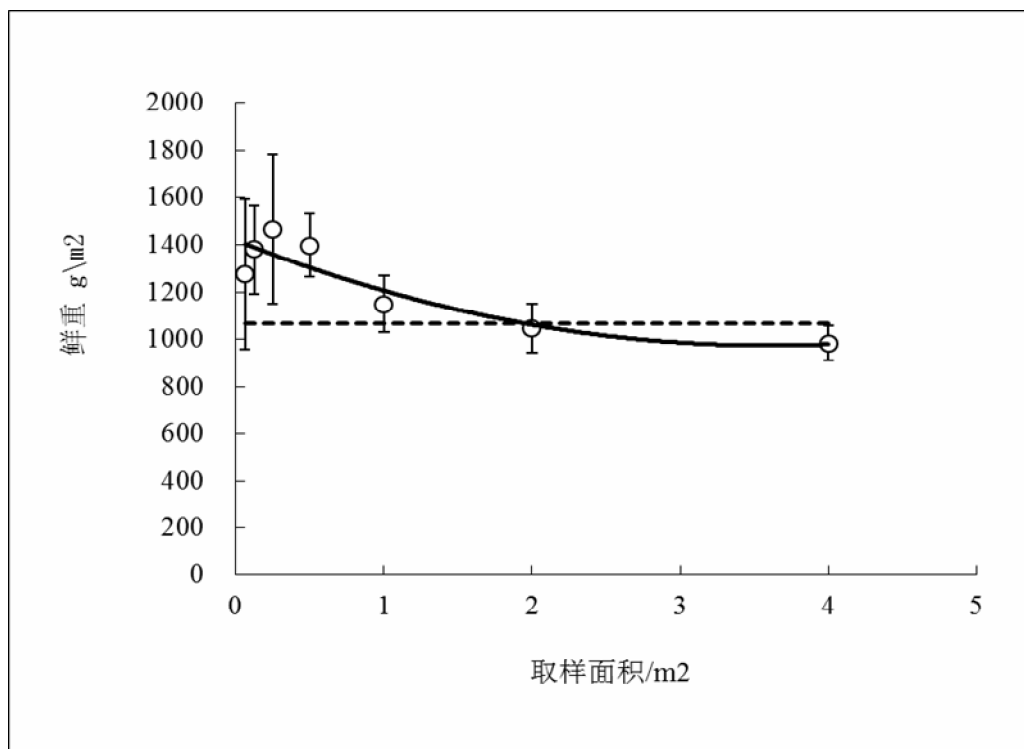


图 1 生产量-面积曲线

根据以上结果分析我们得到取样面积达到 1m² 之后，植物鲜重的偏差在 10%以内，在可以接受的误差范围内，因此最终用生产力-面积曲线得到的最小取样面积是 1m²。

3 结论与讨论

经过以上分析我们得到如下结果：采用种-面积曲线取得的最小面积为 0.92-1.1m²，采用

多样性指数-面积曲线得出的最小面积为 $1.498-2\text{ m}^2$, 而生产量-面积曲线的最小面积为 1 m^2 。根据以上结果可知, 我们选取的不同的方式取得的最小取样面积还是有所差异的, 因此在确定最小取样面积时应该根据不同的研究课题以确定最好的取样方法。如在研究物种演替方面时建议选用多样性指数-面积曲线, 得到多样性基本不变的最小样方, 以减小我们的实验误差; 在研究物种进化时我们可以选用种-面积以取得确切的物种数目和种类; 而在研究生物生物防治以及生物生产时选取单位面积生产量-面积曲线这种方法更加合理。在实际研究中, 许多学者将灌木层的最小面积设置成 $2\times 2\text{ m}^2$, 而草本层用 $1\times 1\text{ m}^2$ 的样方进行取样。虽然这种取样方式很经典, 但是有时很难适应生态学的多元化发展。本次试验旨在提供另一种根据实际应用情况确定最小取样面积的一种思路和方法, 结果未必可靠。以期各位学者在以后的研究中予以指正。

[参考文献]

- [1] 牛翠娟, 娄安如, 孙儒冰, 等. 基础生态学[M]. 高等教育出版社.
- [2] Wang B-S, Yu S-X, Peng S-L, eds. 1996. Experiment Manual of Plant Sociology. Guangzhou: Guangdong Higher Education Press.
- [3] 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[J]. 1999, 19(4): 499-503.
- [4] 陈泓, 黎燕琼, 郑绍伟等. 岷江上游干旱河谷灌丛群落种面积曲线的拟合及最小面积确定 生态学报[J]. 2007, 27(5): 1818-1825.
- [5] 王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996: 1-28.
- [6] WANGCH, WANGXA, GUOH, et al. Species diversities of major communities in Malan Forest Region of the Loess Plateau[J]. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin, 2006, 26(4): 791-797.
- [7] MIAOLY, WANGXA, WANGZH. Relationships between species diversity indices of Larix chinensis communities and environmental factors[J]. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin. 2004, 24(10): 1888-1894.
- [8] 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[J]. 植物学与地植物学报, 1986, 10(3): 162-170.
- [9] Liu C-R, Ma K-P, Yu S-L, et al 1998. Plant community diversity in Donglingshan Mountain, Beijing, China. The determination of critical sampling areas for several types of plant communities. Acta Ecol Sin, 18(1): 15~23.
- [10] 卢纹岱. SPSS for windows 统计分析. 北京: 电子工业出版社, 2000. 1-590.

**Lushui River abandoned ginseng land early succession of grassland community
minimum sampling area of research**

Li Yingying, Wang Liying , Li Wenjing, Qixue, Wang Yan,
Chi Jiuling, Zeng Yuhui, Jaziyila, Zhu Zhen

Abstract: This paper, by using method of nest style Lushui river town ginseng abandoned land community succession minimum sampling area was studied, using a kind of - area curve, diversity index - area curve, production - area curve to process were analyzed and determined the minimum area of the community. The experimental results show that, using different sampling way to get minimum area differences, such as the kind of - area curve obtained minimum area of 0.92-1.1 m², using diversity index - area curve came to the minimum area of 1.498-2 m², and production - area curve minimum area for 1 m². The results of this study cannot be only for the researchers determine ginseng abandoned land community sampling minimal area provide experimental base, and puts forward the plant community survey, the small kind aspects to determine the product according to the purpose of survey and inside

Key words: Ginseng abandoned land, Minimum sampling area, Kind of - area curve, Diversity index