

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.01.017

冷箭竹无性系种群的取样技术探讨*

周世强¹, 吴志容², 严 啸¹, 张 钰¹, 蔡水花¹, 张和民¹

(1. 中国保护大熊猫研究中心, 四川 卧龙 623006; 2. 四川省汶川县林业局, 四川 汶川 623001)

摘要:采用“巢式取样法”,对分布于四川卧龙国家级自然保护区“五一棚”大熊猫野外生态观察站的冷箭竹无性系种群进行了取样技术的研究,取样面积从0.01 m²扩大到25.00 m²,测定指标包括种群密度、调查时间、竹林以下各层植物盖度和1.00 m²样方内各龄级竹子的基径和高度。经对不同取样面积内3项指标的统计分析,结果表明:随着取样面积的增加,种群密度呈递降趋势,调查时间逐渐延长,各层植物盖度变化幅度较小;综合考虑认为,1.00 m²是冷箭竹无性系种群的最佳取样面积。同时,比较了“全样方”植株与随机抽取10株多年生竹的生长发育指数(基径和高度)的差异性,两种取样数量的方法之间无统计学意义($P > 0.05$)。从而,验证了过去线路监测过程中竹子取样面积和调查数量的科学性和有效性。

关键词:冷箭竹;无性系;种群;取样技术;大熊猫

中图分类号: **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5508(2016)01-0073-04

Sampling Technique of Arrow Bamboo (*Bashania faberi*) Clone population

ZHOU Shi-qiang¹ WU Zhi-rong² YAN Xiao¹ ZHANG Yu¹
CAI Shui-hua¹ ZHANG He-min¹

(1. China Conservation and Research Center for the Giant Panda, Wolong 623006, Sichuan, China;
2. Forestry Bureau of Wenchuan County, Wenchuan 623001, Sichuan, China)

Abstract: By adopting the nest sampling method, studies were made of sampling techniques for clonal population of *Bashania faberi* in Wuyipeng Ecological Observation Station of the Giant Pandas, Wolong National Nature Reserve. The determination indexes included population density, plant coverages of all layers below bamboo forests, bamboo stem diameter and length of each age-class within 1.00 m² quadrat. In the meanwhile, sampling area increased from 0.01 m² to 25.00 m². Statistical analysis of 3 indexes in different sampling area showed that the population density had a tendency to decrease when sampling-area enlarged, and with the increase of the survey-time, the change range of the plant coverage of all layers reduced. After comprehensive consideration it was thought that 1.00 m² was the best sampling area for the clonal population of *Bashania faberi*. Finally, the growth index (stem diameter and length) between "total quadrat" plants and 10 strains of random selected perennial bamboo was compared. The quantitative analysis results showed that there was no significant difference ($P > 0.05$) between these two sampling techniques and thus verified the usefulness of bamboo population survey methods during the past route monitoring.

Key words: Arrow bamboo (*Bashania faberi*), Clone, Population, Sampling technique, Giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*)

取样技术研究以往人们主要是针对植物群落 (森林植被、草地等) 调查时的样方 (样地) 设置的方法和取样面积的确定, 样方设置的方法包括样地取样技术 (随机临时/固定样地法) 和无样地取样技术

收稿日期: 2015-10-09

基金项目: 香港海洋公园保育基金项目 (GP09_12/13)、国家林业局大熊猫国际合作基金项目 (SD1113、D0631)。

作者简介: 周世强 (1966-), 男, 学士, 教授级高级工程师, 主要从事大熊猫及栖息地、主食竹生态学以及圈养大熊猫野化培训与放归研究, E-mail: shiqiangzhou@sina.com。

(如中心点四分法、相邻格子法、最近相邻法、最近个体法等);样方面积大小一般根据“种-面积曲线(Species-area curve)”或“重要值-面积曲线(Importance value-area curve)”来确定研究地区的最小取样面积^[1-3]。而对于单一物种的无性系种群的取样技术探讨得不多,为此,本文以亚高山竹类冷箭竹(*Bashania faberi*)无性系种群作为研究对象,

并结合取样时间来分析无性系种群调查的样方面积大小和植株取样数量,达到既有效又省时的研究效果,以期为亚高山竹类的种群动态监测提供参考。

冷箭竹系禾本科竹亚科巴山木竹属植物,小型竹种。多年生,一次性生殖生物,生命周期大约为50 a~60 a;其基株种群从开花枯死后的种子进行繁殖更新,而营养生长期主要以无性生殖为主,构成无性系种群进行空间的扩展和生命体的延续^[4-6]。冷箭竹广泛分布于四川盆地向青藏高原过渡的高山峡谷地带,海拔范围2 100 m~3 600 m,为四川西部的特有物种,我国国宝大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)的主食竹种之一^[4,7-8]。

1 研究方法

1.1 研究区域概况

研究区域位于四川卧龙国家级自然保护区内的“五一棚”大熊猫野外生态观察站,海拔高度2 033 m~3 624 m,平均坡度20°~30°,面积36 km²。该区域森林植被类型从低到高递次分布为落叶阔叶林、针阔混交林、亚高山暗针叶林和高山灌丛等,构成森林结构的主要树种包括疏花槭(*Acer laxiflorum*)、房县槭(*A. franchetii*)、太白深灰槭(*A. caesium subsp. giraldii*)、大翅色木槭(*A. momo* var. *maeropterum*)、川滇长尾槭(*A. caudatum* var. *prattii*)、水青树(*Tetracentron sinensis*)、华西枫杨(*Pterocarya insignis*)、西南樱桃(*Prunus pilosiuscula*)、椴树(*Tilia chinensis*)、藏刺榛(*Corylus ferox* var. *thibetica*)、四川红杉(*Larix mastersiana*)、麦吊云杉(*Picea brachytyla*)、铁杉(*Tsuga chinensis*)、岷江冷杉(*Abies faxoni-ana*)、糙皮桦(*Betula utilis*)、红桦(*B. albo-sinensis*)等乔木;灌木层植物除大叶柳(*Salix magnifica*)、星毛杜鹃(*Rhododendron asterochnoum*)、多鳞杜鹃(*Rh. polylepis*)、苞叶杜鹃(*Rh. bracteatum*)、黄花杜鹃(*Rh. lutescens*)、绒毛杜鹃(*Rh. pachytrichum*)、毛叶吊钟花(*Enkianthus deflexus*)、菝葜(*Smilax* sp.)、腊

莲绣球(*Hydrangea strigosa*)、紫花丁香(*Syringa* sp.)、柳叶忍冬(*Lonicera lanceolata*)、陇塞忍冬(*L. tanguica*)、湖北花楸(*Sorbus hupehensis*)、红毛花楸(*S. rufopilosa*)、秀丽莓(*Rubus amabilis*)、冰川茶藨子(*Ribes glaciale*)、甘青茶藨子(*R. meyer* var. *tanguticum*)、中华青菜叶(*Helwingia chinensis*)、角翅卫矛(*Euonymus cornutus*)、紫花卫矛(*E. porphyrenus*)、心叶茱萸(*Viburnum cordifolium*)、桦叶茱萸(*V. betulifolium*)、直穗小蘗(*Berberis dasystachya*)等外,主要为拐棍竹(*Fargesia robusta*)和冷箭竹组成其优势层片^[9]。

拐棍竹分布于海拔2 700 m以下区域,面积2.83 km²;冷箭竹分布起始海拔2 300 m,但集中生长于2 700 m~3 200 m的针阔混交林和针叶林下,面积达19.42 km²^[6,7,10]。

1.2 取样方法

从海拔2 520 m冷箭竹分布面积较大的地点开始设置样地,沿“五一棚”至“筒棚子”的山脊两侧,海拔每上升100 m布设两个大样地,样地面积为25 m²,共14个大样地,最高海拔达到3 120 m。在大样地中,采用“巢式取样法”逐渐扩大取样面积,小样方面积分别为0.01 m²、0.04 m²、0.09 m²、0.16 m²、0.25 m²、0.36 m²、0.49 m²、0.64 m²、0.81 m²、1.00 m²、4.00 m²、9.00 m²、16.00 m²和25.00 m²^[3]。

1.3 调查内容

在小样方内(主要是在0.01 m²至1.00 m²的样方里),采用游标卡尺和钢卷尺分别测定冷箭竹不同龄级(1 a生竹、2 a生竹、多年生竹)植株的基径(mm)和高度(cm),计数各龄级植株的个体数量(包括枯死竹)。对所有取样面积样方内(0.01 m²~25.00 m²)的竹子盖度(%),枯枝落叶层盖度(%),草本植物层盖度(%) and 苔藓植物层盖度(%)进行估测,并利用计时器,记录每个小样方从开始到结束时调查所花费的时间(min)。

1.4 数据处理与分析

将野外调查数据输入计算机的数据库(Microsoft Excel 2013)中,首先按不同样方大小整合植株的数量和花费时间,其后分别计算各小样方和大样地的无性系种群密度、各龄级植株的基径和高度、各样方所花费的时间,以及竹子、草本植物层、枯枝落叶层和地被植物层的盖度等参数的均值(Mean)与方差(SD)。

为了检验“全样方”(1 m×1 m)测定的植株生长发育指数(基径和高度)与随机在样方中选择各

龄级 10 株代表性个体所测定值之间的差异性,我们通过“全样方”数据库中采用随机抽样法,各龄级抽取 10 株个体(不足 10 株,则全部抽中)组成“亚样方”,进行统计分析并检验。

所有统计分析与检验都在 SPSS for Windows 20.0 软件中进行,显著性水平设置为 0.05。采用 SigmaPlot 12.5 绘制统计图表。

2 结果与分析

2.1 取样面积

从“密度 - 面积曲线 (Density-area curve)”分析,由于 1 a 生和 2 a 生竹数量在一个样方中相对较少,随面积增加,种群密度在 0.01 m² 至 0.36 m² 样方之间波动性较大;0.49 m² 至 25.00 m² 之间,种群密度变化幅度相对较小;面积大小主要影响多年生竹和整个无性系种群的密度动态,两者具有相似的变化规律;不同龄级及种群的密度均随面积增加呈递降趋势(图 1、图 2)。取样面积越小,种群密度越大,且样方间的变差越大,从 0.01 m² 到 0.36 m²,标准差(SD)从 49.206 上升到 146.019,说明取样数据的不稳定性,无法真实地显示无性系种群的数量特征;而从 0.49 m² 到 25.00 m²,样方间的变差趋于平缓,标准差值位于 21.769 至 41.529 之间。经统计检验表明,面积 0.01 m² 至 0.36 m² 的样方两两之间除个别有显著性差异外($P = 0.001 \sim 0.018$),其余之间均无明显差异($P = 0.140 \sim 0.887$);面积 0.49 m² 到 25.00 m² 的样方两两之间差异都不显著($P = 0.109 \sim 0.923$);面积 0.01 m² ~ 0.36 m² 与 0.49 m² ~ 25.00 m² 两两之间具有统计学意义($P = 0.027 \sim 0.001$)。

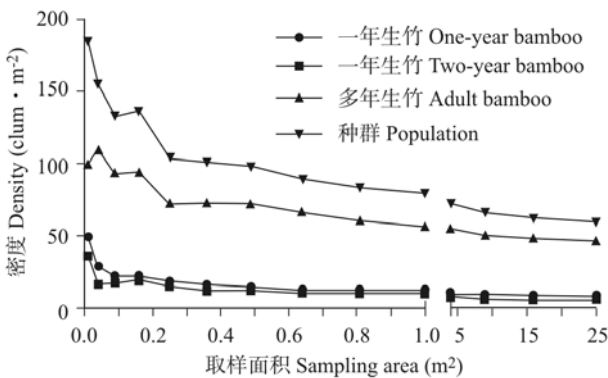


图 1 不同龄级冷箭竹无性系种群的“密度 - 面积曲线”
Fig. 1 The density-area curve of each age-class bamboo of *Bashania faberi* clone population

从“调查时间 - 面积曲线 (Survey time-area curve)”分析,与“密度 - 面积曲线”呈相反的规律,随取样面积的增加,调查时间延长(图 2)。面积越大,调查时间更长,从 1.00 m² 到 25.00 m² 的曲线斜率相对较大,而 1.00 m² 以下的取样面积,调查时间递增率较小。

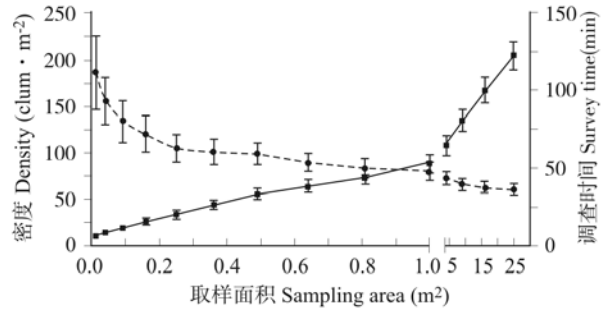


图 2 冷箭竹无性系种群的“密度 - 面积曲线”和“调查时间 - 面积曲线”

Fig. 2 The density-area curve of *Bashania faberi* clone population and the survey time-area curve

从竹林以下各层(竹林层、草本植物层、苔藓层和枯枝落叶层)的盖度与取样面积大小的相关曲线来看(图 3),0.01 m² 至 1.00 m² 与 4.00 m² 至 25.00 m² 的样方之间,各层盖度都具有显著性差异($P = 0.006 \sim 0.022$);0.01 m² 至 1.00 m² 样方各层盖度两两之间均差异不明显($P = 0.123 \sim 0.963$),4.00 m² 至 25.00 m² 只有 4.00 m² 与 9.00 m² ~ 25.00 m² 的样方中草本植物层和苔藓层的盖度之间有差异外($P = 0.001 \sim 0.029$),其余各层盖度之间都无统计学意义($P = 0.156 \sim 0.961$)。

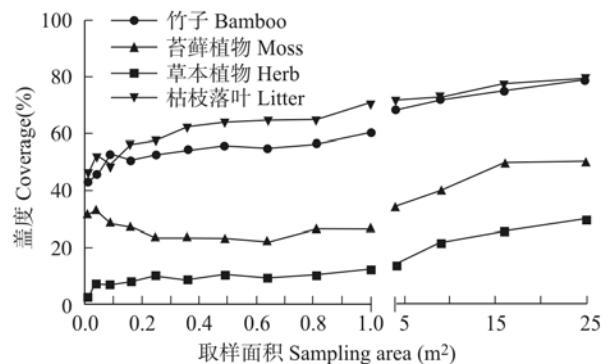


图 3 各层植物盖度 - 面积曲线

Fig. 3 The coverage-area curve of plants in each layer

综合“密度 - 面积曲线”和“时间 - 面积曲线”,冷箭竹无性系种群的取样面积介于 0.64 m² ~ 1.00 m² 之间。从两条曲线的相交以及竹林以下各层的“盖度 - 面积曲线 (Coverage-area curve)”考虑,1.00

m^2 是最佳的取样面积。

2.2 取样数量

鉴于 1 a 生竹(或竹笋)和 2 a 生竹在样方中存在 10 株以上的个体数量相对较少,因而在竹子样方中随机抽样调查 10 株主要是针对多年生竹(3 a 生

以及以上竹子)进行的。经“全样方”与“亚样方”中多年生植株的基径和高度的均值比较,两者之间虽在绝对值方面互有高低,但都没有明显的差异,均未达到显著性的统计学意义($P = 0.090 \sim 0.996$) (表 1)。

表 1 随机抽样 10 株多年生竹与所有多年生竹的生长发育指数的比较
Tab. 1 Comparison of growth of adult bamboo of ten sampling stems and all stems in plots

样方编号 Plot No.	样方所有多年生竹的生长发育指数 Growth of all adult bamboo stems in plots		样方中随机抽样的 10 株多年生竹 的生长发育指数 Growth of adult bamboo of ten sampling stems in plots		差异显著性检验 Test of the significance of difference	
	基径 Basic diameter(mm)	株高 Height(cm)	基径 Basic diameter(mm)	株高 Height(cm)	P_{BD}	P_H
WYP-01-01	3.07	39.81	2.80	35.40	0.377	0.565
WYP-01-02	3.52	28.11	3.63	29.80	0.717	0.876
WYP-02-01	3.68	80.63	3.53	80.56	0.662	0.996
WYP-02-02	2.59	47.70	2.27	46.80	0.134	0.884
WYP-03-01	4.60	115.08	4.23	103.40	0.193	0.237
WYP-03-02	3.99	89.20	3.93	86.90	0.785	0.792
WYP-04-01	4.43	108.53	4.57	104.90	0.664	0.772
WYP-04-02	3.69	83.39	4.06	82.80	0.257	0.968
WYP-05-01	4.33	110.58	4.81	130.00	0.090	0.196
WYP-05-02	3.81	98.94	3.66	95.70	0.608	0.786
WYP-06-01	4.51	123.17	4.85	136.30	0.385	0.370
WYP-06-02	3.95	90.76	3.85	82.60	0.776	0.449
WYP-07-01	3.88	97.78	3.88	109.40	0.994	0.258
WYP-07-02	3.45	97.04	3.61	96.40	0.531	0.547

3 结论

采用“巢式取样法”,使取样面积从 $0.01 m^2$ 逐渐扩大到 $25.00 m^2$,对分布于卧龙自然保护区“五一棚”大熊猫野外生态观察站的冷箭竹无性系种群进行了不同取样面积的种群密度、调查时间以及竹林以下各层盖度的统计分析,表明随着取样面积的增加,种群密度逐渐降低,特别在较小面积($0.01 m^2 \sim 0.36 m^2$)内下降速度最大;调查时间则呈相反趋势,表现出逐渐延长的规律,较大面积($4.00 m^2 \sim 25.00 m^2$)的花费时间增长迅速;而竹林以下各层植物盖度随着面积的增加,它们的递降趋势只在较小面积($0.01 m^2 \sim 0.36 m^2$)内波动性较大外,其余取样面积内的值变化幅度不大。综合考虑 $1.00 m^2$ 的取样面积是冷箭竹无性系种群(小径竹)的最佳面积。

为了提高野外调查的工作效率,尤其是线路监测过程中的大熊猫主食竹生长发育调查,因线路长(海拔范围从低海拔至高海拔,线路覆盖面积达 $2 km^2$ 以上)、数量多(每隔一定海拔高度或竹种变化、竹子生长期不同均需设置样方)、样方面积大小不同(竹种有小径竹、中径竹和大径竹,相应的样方

面积从 $1.00 m^2$ 至 $25.00 m^2$ 不等),如果每个样方中各龄级植株都进行测定,即耗时又难以完成,从而会影响工作进度,因此,监测人员常常采取各龄级植株随机选择 10 株左右个体进行测量。这 10 株随机个体是否能代表整个样方该龄级的生长状况,至今未见有实验验证的报告,为此我们在进行冷箭竹无性系种群取样技术研究的过程中,对这两种取样数量的方法作了分析与检验。经对两种取样数量方法(全部植株个体、10 株随机个体)的多年生冷箭竹生长发育指数(基径和高度)的差异性检验,两者之间无显著性差异,这 10 株随机个体能够代表整个样方多年生竹子的生长习性。

致谢:在数据收集过程中得到卧龙特区卧龙镇的杨文兵和杨洪先生等帮助,特此感谢!

参考文献:

- [1] 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[J]. 植物生态学与地植物学丛刊,1982,6(1):51~61.
- [2] 陆阳. 南亚热带森林种群分布格局取样技术研究[J]. 植物生态学与地植物学丛刊,1986,10(4):272~282.
- [3] 张大勇. 数量生态学[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [4] 易同培. 大熊猫主食竹种的分类与分布(之一)[J]. 竹子研究汇刊,1985,4(1):11~27.

(下转第 61 页)

3.4 不同混交树种对竹笋产量的影响

竹笋产量的调查结果显示(表4),随着林分的发育,林分竹笋产量不断增加,2015年的竹笋产量比2012年有了大幅度的提高,而且方竹混交林的竹笋产量均大于纯林。2015年方竹阔叶林竹笋平均产量比方竹纯林的平均产量提高67.3%。

表4 单位面积(667 m²)鲜笋产量 (单位:kg)

林分组成	方竹纯林	厚朴混交林	桦木混交林	木荷混交林	檫木混交林
2012年	44.5	70.4	73.3	78.5	80.6
2013年	74.8	118.5	121.7	128.8	132.4
2014年	85.0	128.6	133.5	143.7	147.8
2015年	96.5	150.1	155.6	167.8	172.1

4 分析和小结

从试验结果可以看出:就竹林郁闭度,竹林发笋数、竹林生长及竹笋产量方面,方竹阔叶混交林的效果明显优于方竹纯林,原因可能:一是方竹适宜在稀疏的林冠(最佳郁闭度0.3~0.4)下生长,而阔叶树种多属喜光性树种,其树冠分布在林冠的上层;二是方竹根系集中分布在10 cm~30 cm土层中,而阔叶树根系分布在60 cm~120 cm的土层中,根系之间不争水肥;三是阔叶树的枝叶稀疏,树冠伞状,林下

光照合理。

试验表明,方竹阔叶混交林不仅能够改善林地生长环境,促进竹林郁闭成林,增加方竹出笋能力,提高金佛山方竹笋的产量和质量;而且还能减少病虫害和风雪危害,增加竹林的抗灾能力,确保金佛山方竹笋产业持续发展和南川区66 666.7 hm²笋竹产业工程建设的顺利进行。金佛山方竹适宜与枫香、鹅掌楸、厚朴、桦木、木荷、檫木等阔叶树种混交营造金佛山方竹混交林模式值得推广。

根据金佛山方竹的生物学、生态学特性和混交造林的需要,造林时,阔叶混交树种宜采取正方形配置,栽植穴株行距8 m~10 m,方竹的栽植株数应是阔叶树的10倍~15倍。

参考文献:

- [1] 刘立才,胡景容,李龙权,等.金佛山方竹笋用混交林混交树种选择试验[J].世界竹藤通讯,2010,8(4):30~33.
- [2] 李彬,唐正中,李秀珍,等.南川金佛山方竹低改复壮技术试验研究及其经济效益分析[J].四川林业科技,2011,32(3):74~76.
- [3] 李明,陈代世.金佛山方竹丰产栽培技术[J].重庆林业科技,2007(1):38~40.
- [4] 陈永锋.金佛山方竹笋用林混交常绿落叶阔叶树效果调查[J].世界竹藤通讯,2009,7(4):12~13.
- [5] 秦自生,蔡绪慎,黄金燕.冷箭竹种子特性与自然更新[J].竹子研究汇刊,1989,8(1):1~12.
- [6] 周世强,李仁贵,严啸,等.大熊猫对冷箭竹更新竹林与残存竹林的选择利用及微生境结构的比较[J].四川动物,2005,34(1):1~7.
- [7] 秦自生,艾伦·泰勒,蔡绪慎.卧龙大熊猫生态环境的竹子与森林动态演替[M].北京:中国林业出版社,1993.
- [8] 国家林业局.全国第三次大熊猫调查报告[M].北京:科学出版社.
- [9] 卧龙自然保护区管理局,南充师范学院生物系,四川省林业厅保护处.卧龙植被及资源植物[M].成都:四川科技出版社,1987.
- [10] Taylor A H, Qin Z S. Culm dynamics and dry matter production of bamboo in Wolong and Tangjiahe reserve [J]. Journal of Applied Ecology, 1987, 24(2): 419~433.

(上接第76页)