

野生罗汉果种群分布格局研究

李媛, 梁士楚, 黄元河, 唐绍清*

(广西师范大学 生命科学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 采用方差/均值比率法对 8 个野生罗汉果种群的分布格局类型进行了分析, 同时采用负二项式参数、扩散性指数、丛生指数、平均拥挤度指数和聚块性指数等计测这些种群的空间聚集强度。结果表明, 罗汉果种群的分布格局呈随机或集群分布, 不同种群的聚集强度有所差异。对这种分布格局形成的原因进行了分析。

关键词: 罗汉果; 种群; 分布格局

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2007)04-0581-04

Distribution pattern of natural *Siraitia grosvenorii* populations

LI Yuan, LIANG Shi-Chu, HUANG Yuan-He, TANG Shao-Qing*

(College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

Abstract: *Siraitia grosvenorii*, a dioecious, perennial and liana plant with root tubers, is an economically important species endemic to southern China. The distribution pattern of eight natural *Siraitia grosvenorii* populations in Guangxi were analyzed by the variance/mean ratio method, and their aggregated intensities were measured by using the following indices: negative binomial parameter, dispersal index, clumping index, crowing mean index and patchiness index. The results showed that the distribution patterns of the *S. grosvenorii* population were random or clumped, and the intensity was different among different populations. The causes of forming the distribution patterns were analysed.

Key words: *Siraitia grosvenorii*; population; distribution pattern

植物种群的空间分布格局是植物种群生物学特性对环境条件长期适应和选择的结果, 是植物种群的基本数量特征之一, 是研究种群特征、种群间相互作用及种群与环境关系的重要手段。植物种群的空间格局不但因种而异, 而且同一种在不同发育阶段、不同的生境条件下也有明显差别。研究种群分布格局的目的不仅在于对种群水平结构进行定量的描述, 更重要的是揭示格局的成因, 阐述种群及群落的动态变化(金则新, 1999)。

罗汉果(*Siraitia grosvenorii*)是单性、雌雄异株、多年生草质藤本、宿根的葫芦科(Cucurbitaceae)植物, 是我国特有的药用植物, 同时从果实中提取的

罗汉果甜甙可用于食品添加剂、药物及甜味替代品, 具有极高的经济价值(李典鹏等, 2000)。植物种群的空间格局及动态目前国内研究得最多的是木本植物种群(梁士楚, 1992; 李先琨等, 2000; 张峰等, 2000; 张治国等, 2000), 关于草本植物的也有较多报道(陈中义等, 1999; 李景侠等, 2001; 张炜银等, 2003)。而藤本植物的种群格局研究的报道相对较少(张炜银等, 2003; 钟章成, 2005), 对于罗汉果种群的分布格局研究尚未有报道。我们对 8 个野生罗汉果种群的分布格局进行了研究, 目的在于探讨其分布格局特点及形成原因, 为掌握罗汉果的生物生态学特性提供理论依据。

收稿日期: 2005-12-14 修回日期: 2006-09-20

基金项目: 国家自然科学基金(30260013); 广西教育厅科研项目[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30260013); Research Project of Education Department of Guangxi]

作者简介: 李媛(1980-), 女, 广西百色人, 硕士生, 研究方向: 分子生态学。

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: shaoqing@mailbox.gxnu.edu.cn)

1 研究方法

1.1 取样方法

研究地点设在野生罗汉果分布较多的广西永福县、兴安县和三江县。在充分勘查野生罗汉果种群分布状况的基础上,根据不同的海拔高度和生境条

件等差异,选取 8 个有代表性的种群作为调查样地,实行斑块内全部取样,总取样面积为 4 150 m²。调查样地海拔 280~1 130 m,罗汉果自然种群保存相对比较完好,群落覆盖度 0.4~0.6,各样地的自然概况见表 1。

根据罗汉果分布情况来确定各样地的样方数,基本样方大小为 5 m×5 m。调查过程中记录每个

表 1 8 个罗汉果种群的自然条件

Table 1 Environmental conditions of eight *S. grosvenorii* populations

种群 Population code	地点 Site	地理位置 Geographical location	海拔(m) Elevation	坡向 Slope	生境 Habitat
A	三江县斗江乡	109°41.316'N, 25°39.775'E	310	北	人工毛竹林,林下
B	三江县斗江乡	109°41.861'N, 25°40.379'E	340	西	人工毛竹林,林缘
C	三江县斗江乡	109°41.052'N, 25°40.633'E	300	西	人工毛竹林,林下
D	三江县斗江乡	110°41.101'N, 25°39.739'E	280	西北	人工毛竹林,林下
E	兴安县金石乡	110°18.167'N, 25°49.983'E	580	南	人工毛竹林,林下
F	临桂县黄沙乡	109°49.503'N, 25°25.793'E	640	南	阔叶林,边缘
G	永福县堡里乡	110°04.868'N, 24°46.898'E	360	北	人工毛竹林,林下
H	金秀县	110°13.012'N, 24°06.145'E	1130	南	阔叶林,林下

样方内的个体数和每株的坐标。同时,在种群 E 中取其中一个 5 m×5 m 样方中的植株用 RAPD 分子标记辨别分株与基株。

1.2 数据处理

1.2.1 格局类型 采用方差(S^2)/均值($\bar{X}$)比率法判断种群空间分布格局类型(Greig-Smith, 1952)。

$$\frac{S^2}{\bar{X}} = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2}{(n-1) \sum_{i=1}^n X_i}$$

式中, n 为样方总数; X_i 为第 i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) 个样方中种群的个体数。

当 $S^2/\bar{X}=1$ 时,种群为随机分布,当 $S^2/\bar{X}>1$ 时,种群为集群分布,当 $S^2/\bar{X}<1$ 时,种群为均匀分布。实测与预测的对 1.0 的偏离程度用 t 检验来确定:

$$t = \frac{S^2/\bar{X} - 1}{\sqrt{2/(n-1)}}$$

1.2.2 聚集强度的测定 Water (1959) 负二项参数 (K): $K = \bar{X}^2 / (S^2 - \bar{X})$

K 值越小,聚集程度越大,如果 K 值趋于无穷大,则接近随机分布。

Morisita (1959) 扩散型指数 (I_d):

$$I_d = \frac{S^2 - \bar{X} + \bar{X}^2}{\bar{X}^2} \times \frac{n}{n-1}$$

当 $I_d=1$ 时,为随机分布; $I_d>0$ 时,为聚集分布。

David 等(1954)丛生指标 (I): $I = (S^2/\bar{X}) - 1$

当 $I=0$ 时,随机分布; $I>0$ 时,集群分布; $I<0$

时,均匀分布。

Lloyd(1967)平均拥挤指数(m^*)和聚块性指数

$$(m^*/m): m^* = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N} \quad m^*/m = 1 + 1/K$$

式中, K 为负二项分布值; m^* 表示平均每个个体有多少个在同单位的其他个体数, m 表示均值。当 $m^*/m=1$ 时,为随机分布;当 $m^*/m>1$ 时,为集群分布;当 $m^*/m<1$ 时,为均匀分布。

1.2.3 格局规模检验 按 Greig-Smith(1952, 1962) 所提出的邻接格子方法对 A、B、D 三个呈集群分布的种群进行格局规模检验。以各区组的均方值为纵坐标,以区组的单位格子数为横坐标,绘制格局分析图,确定格局规模。

2 结果

2.1 种群格局类型

调查表明,在较大的空间尺度上,罗汉果呈现不同聚集斑块的嵌式分布,而且斑块间的空间距离有时较大,由此形成每个罗汉果种群以相对独立的斑块形式存在。对于 8 个野生罗汉果种群(斑块)空间分布格局进行分析表明,种群 A、B 和 D 呈现集群分布,而种群 C、E、F、G、H 呈现随机分布(表 2)。由表 3 可知,不同种群的聚集程度有所差异。呈集群分布的 3 个种群聚集强度都相对比较低。呈随机分

表 2 罗汉果种群的格局类型
Table 2 Distribution pattern of the eight *S. grosvenorii* populations

种群 Population	取样面积(m ²) Sample area	样方数 No. of plot	个体总数 No. of individual	方差/均值 $S^2/\bar{X}$	t 值 t value	格局类型 Distribution pattern
A	1075	43	190	1.8453	3.8739	集群分布
B	450	18	115	2.5806	4.6081	集群分布
C	375	15	31	1	0	随机分布
D	425	17	77	3.1563	6.0988	集群分布
E	300	12	72	1.2121	0.4975	随机分布
F	625	25	60	1.4583	1.5877	随机分布
G	425	17	41	1.0915	0.2587	随机分布
H	475	19	72	1.2778	0.8333	随机分布

表 3 罗汉果种群聚集强度测定结果
Table 3 Test result of aggregated intensities of
S. grosvenorii populations

种群 Population	K	I_s	I	m^*	m^*/m
A	5.2269	1.2197	0.8454	4.4186	1.1913
B	4.0421	1.3208	1.5806	6.3889	1.2474
C	0	1.0714	0	2.0667	—
D	1.8551	1.6353	2.1563	4	1.5391
E	28.2857	1.1295	0.2121	6	1.0354
F	5.2363	1.2406	0.4583	2.4	1.1910
G	26.3686	1.1028	0.0915	2.4118	1.0379
H	13.6421	1.1329	0.2778	0.1579	1.0733

布的种群 C、E、F、G、H 的 I_s 和 m^*/m 对 1 均没有明显偏离,由此进一步说明了这 5 个罗汉果种群的分布格局符合随机分布的特征。

2.2 种群格局规模

如图 1 所示,种群 A、B、D 分别在区组 16、4、8 处有一个显著的峰值。种群 A 的斑块聚集尺度为 400 m²,种群 B 的斑块聚集尺度为 100 m²,种群 D 的斑块聚集尺度为 200 m²。虽然罗汉果种群的斑块面积差异较大,但是对斑块内所有个体进行采样,用 Greig-Smith 的邻接格子方法分析罗汉果种群

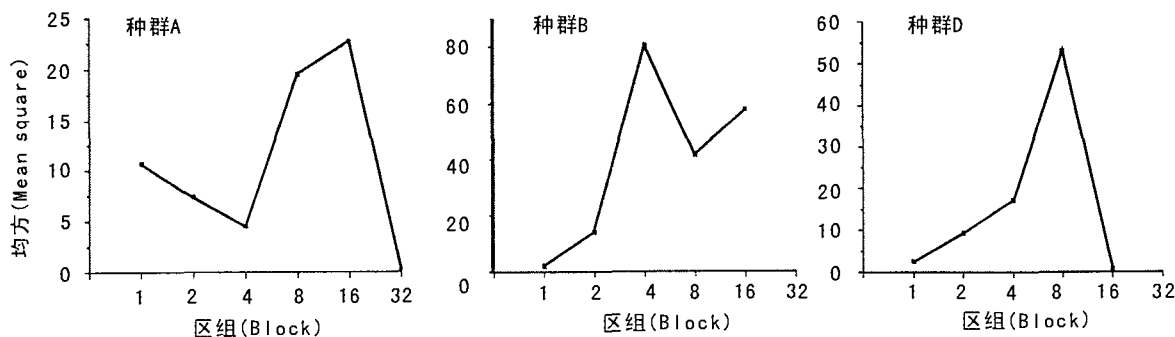


图 1 罗汉果种群格局聚集规模
Fig. 1 Pattern scale analysis of *S. grosvenorii* populations

分布格局是一种有效的方法。

3 讨论

研究表明,在较大空间尺度上,罗汉果呈不同集聚斑块的嵌式分布,而斑块内的罗汉果种群分布格局呈聚集分布或随机分布。不同的罗汉果种群的聚集强度有所差异,但聚集强度都不高。影响罗汉果种群分布格局形成的原因主要有以下几个方面:

3.1 罗汉果不同集聚斑块的嵌式分布格局的形成

野生罗汉果呈不同集聚斑块的嵌式分布,斑块

之间的间隔距离较大。由于生境的差异,导致物种分布的不均匀,有些物种适应范围广而分布较广,但许多物种只适应于一定的环境条件,只在局部存在(冯图等,2005)。罗汉果对水、热及荫蔽等生境条件要求比较严格(彭云滔等,2005),是导致罗汉果在较大空间尺度上形成斑块分布的重要原因。

3.2 斑块内的种群分布格局的形成

种群分布格局是物种与环境长期以来相互适应,相互作用的结果。Greig-Smith (1979)从环境、动物、种间作用、干扰、火、散布效率、历史原因、机会等方面详细讨论了植被中分布格局的成因,指出群

落中种群个体的分布格局与种自身的特性、种间关系以及生境的变化密切相关。罗汉果种群格局表现为集群分布或随机分布,且种群的聚集强度不高,这种斑块内种群个体空间分布格局的形成可以从罗汉果的生物学特性来分析。

罗汉果既可进行有性繁殖也可进行克隆繁殖。克隆繁殖就是在自然条件下产生新的、具有潜在独立生长能力的、基因型一致的分株的过程。如横生根茎或匍匐茎和某些部位产生不定枝或枝叶和不定根。一定时间后,横生根茎或匍匐茎断裂或失去功能,形成多个遗传结构一致的独立新个体(张大勇, 2004)。罗汉果的克隆生长主要通过匍匐茎进行。在实地调查中,很少见到罗汉果开花结果,即使有也被当地的居民采摘,其有性繁殖在人为干扰下受到较大的限制。我们应用 RAPD 分子标记对种群 D 的其中一个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的样方中的 11 个个体进行克隆鉴定,共检测出 5 种基因型,即 11 个分株分属于 5 个基株(图 2),其中最大的基株分株有 5 个分株(用“▲”表示),说明部分罗汉果个体是通过克隆繁殖而来的,野生罗汉果存在克隆现象。

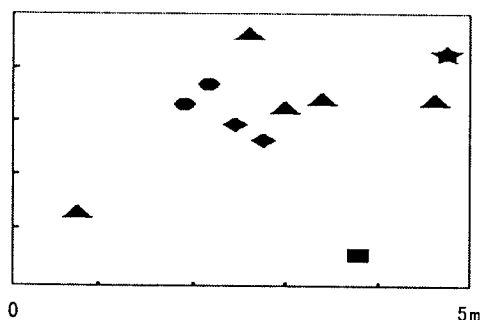


图 2 一个小样方($5\text{ m} \times 5\text{ m}$)的罗汉果基因型分布图,相同的图形表示同一基因型

Fig. 2 The distribution of *S. grosvenorii* clones in a plot ($5\text{ m} \times 5\text{ m}$)

克隆分株在空间内的放置格局即克隆构型是由克隆生长过程中 3 个形态学性状决定的:(1)间隔,(2)分枝强度和(3)分枝角度。一般而言,间隔子长,分枝少,并不断沿原方向生长,在水平方向形成近直线型的子代分株链。具有这种生长格局的植物被称为“游击型(guerilla)”克隆植物,如许多匍匐茎型克隆植物。相反,间隔子短,分枝度强,但方向性差,扩展慢,形成不规则圆形株丛。具有该格局的植物被称为“密集型(phalanx)”克隆植物,如许多块根块茎型,球茎鳞茎型克隆植物(宋明华等, 2002; 夏立群

等, 2002)。罗汉果是藤本植物,进行克隆繁殖的过程是:未能攀援到支持物的藤本茎,有的地方接触到地面,并形成不定根,最后形成块根,茎在冬天枯死,块根于下一年形成新的植株。因此罗汉果属于游击型克隆植物。罗汉果的游击型克隆特性是种群形成随机分布格局的一个重要原因。

另外,罗汉果种群呈随机分布可能还与其微生境有关。自然情况下,植物种群个体常为集群分布,随机分布很少出现。这是因为生境条件的均匀一致,很少能在较大的空间范围内出现。在较大的空间范围内,生境的异质性较显著,而在小面积上生境因子的均匀性较易满足(李海涛, 1995)。种群 C、E、F、G 和 H 的罗汉果个体数量较小,而且所处的生境人为干扰较小,灌丛长势旺盛,种间竞争激烈,导致了罗汉果分布的斑块面积不是很大,其生境因子基本一致,每个个体的出现都有同等的机会,所以这些种群形成随机分布格局。

野生种群的罗汉果很少开花结果,但有的种群内个别较大的植株能结果,且果实数量较多,果实在重力作用下通常散布在其母株周围,这种情况下,种子萌发后形成的植株会在母株周围呈现集群分布。

呈集群分布或呈随机分布是罗汉果种群在生物群落中为了生存和延续所表现的一种生态对策。罗汉果是我国特产的具有重要经济价值的物种,只局限于对种群分布格局类型的研究还不够,更进一步的了解罗汉果种群分布格局的动态变化过程和生长机制,这对于野生罗汉果的保护生物学研究和更好的开发利用野生罗汉果种质资源具有重要的意义。

参考文献:

- 张大勇. 2004. 植物生活史进化与繁殖生态学[M]. 科学出版社
钟章成. 2005. 攀援植物行为生态学的理论与研究方法[M]. 科学出版社
冯图, 曾冉, 黎云祥. 2005. 麦田泽漆群落物种多样性及种群分布格局研究[J]. 杂草科学, 2: 14-17
Chen ZY(陈中义), Chen JK(陈家宽). 1999. The spatial pattern of *Ranalisma rostratum* population and interspecific association in the community(长喙毛茛泽泻的种群分布格局和群落内种间关联)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 23(1): 56-61
David FN, Moore PG. 1954. Notes on contagious distribution in plant population[J]. *Ann Bot*, 18: 47-53
Greig-Smith P. 1952. The use of random and contagious quadrats in the study of structure of plant communities[J]. *Ann Bot*, 16: 293-316
Greig-Smith P. 1979. Pattern in vegetation[J]. *J Ecol*, 67: 755-779
Greig-Smith P. 1962. Quantitative Plant Ecology[M]. 2nd ed. (下转第 609 页 Continue on page 609)

- 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 2(4): 231—239
- 中国林学会森林生态分会. 1992. 人工林地力衰退研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社: 157—161
- 杨玉盛. 1997. 杉木林经营模式及可持续利用的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 41—63
- Cheng RM(程瑞梅), Xiao WF(肖文发), Li XX(李新新), *et al.*. 2004. Research of *Cupressus funebris* forest in the Three Gorges Reservoir Area(三峡库区柏木林研究)[J]. *Fore Res*(林业科学研究), 17(3): 382—386
- Duan RY(段仁燕), Wang XA(王孝安), Wu GL(吴甘霖). 2005. Gap disturbance and forest community succession(林窗干扰与森林群落演替)[J]. *Guihaia*(广西植物), 25(5): 419—423
- Li XR(李新荣). 1999. A study on composition structure and species diversity in ecotone of coniferous and broad-leaved forest in Russia plain(俄罗斯平原针—阔林过渡带森林群落组成结构与物种多样性的研究)[J]. *Chin Biodiversity*(生物多样性), 7(4): 291—296
- Peng SL(彭少麟), Fang W(方炜), Ren H(任海), *et al.*. 1998. The dynamics on organization in the successional process of Dinghushan *Cryptocarya* community(鼎湖山厚壳桂群落演替过程的组成和结构动态)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 22(3): 245—249
- Shi JP(施济普), Zhu H(朱华). 2002. Effects of three main disturbance manners on the plant diversity of the tropical forest in Xishuangbanna(三种干扰方式对西双版纳热带森林群落植物多样性的影响)[J]. *Guihaia*(广西植物), 22(2): 129—135
- Wen YG(温远光), Yuan CA(元昌安), Li XX(李信贤), *et al.*. 1998. Development of species diversity in vegetation restoration process in mid mountain region Damingshan, Guangxi(大明山中山植被恢复过程植物物种多样性的变化)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 22(1): 33—40
- Butterworth & Co., London
- Jin ZX(金则新). 1999. Studies on distributive pattern of *Hep-tacodium miconioides* population in Tiantai Mountain in Zhejiang Province(浙江天台山七子群落种群分布格局研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 19(1): 47—52
- Li DP(李典鹏), Zhang HR(张厚瑞). 2000. Studies and uses of Chinese medicine Luohanguo—a special local product of Guangxi(广西特产植物罗汉果的研究与应用)[J]. *Guihaia*(广西植物), 20(3): 270—276
- Li HT(李海涛). 1995. Introduction to studies of the pattern of plant population(植物种群分布格局研究概况)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), 12(2): 19—25
- Li JX(李景侠), Zhang WH(张文辉), Li H(李红). 2001. Research on distribution pattern of rare and endangered plant *Kingdonia uniflora* population(稀有濒危植物独叶草种群分布格局的研究)[J]. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*(西北植物学报), 21(5): 879—88
- Li XK(李先琨), Huang YQ(黄玉清), Su ZM(苏宗明). 2000. Distribution pattern and its dynamics of *Taxus chinensis* var. *mairei* population on Yunbaoshan Mountain(元宝山南方红豆杉种群分布格局及动态)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 11(2): 169—172
- Liang SC(梁士楚). 1992. A preliminary study on the structure and dynamics of pubescent hornbeam population in karst mountain of Guiyang(贵阳喀斯特山地云贵鹅耳枥种群结构和动态初探)[J]. *Acta Phytoecol Geobot Sin*(植物生态学与地植物学学报), 16(2): 108—117
- Lloyd M. 1967. Mean crowding[J]. *J Ani Ecol*, 36: 1—30
- Morisita M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns[J]. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E, Biology* 2: 215—235
- Peng YT(彭云滔), Tang SQ(唐绍清), Li BL(李柏林), *et al.*. 2005. Genetic diversity of *Siraitia grosvenorii* detected by ISSR markers(野生罗汉果遗传多样性的 ISSR 分析)[J]. *Biodiversity Sci*(生物多样性), 13(1): 36—42
- Song MH(宋明华), Dong M(董鸣). 2002. Importance of clonal plants in community(群落中克隆植物的重要性)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 22(11): 1 961—1 967
- Waters WE. 1959. A quantitative measure of aggregation in insects[J]. *J Economic Entomol*, 52: 1 180—1 184
- Xia LQ(夏立群), Li JQ(李建强), Li W(李伟). 2002. Genetic diversity of clonal plant(论克隆植物的遗传多样性)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), 19(4): 425—431
- Zhang F(张峰), Shangguan TL(上官铁梁). 2000. Population patterns of dominant species in *Elaeagnus mollis* communities, Shanxi(山西翅果油树群落优势种群分布格局研究)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 24(5): 590—594
- Zhang ZG(张治国), Wang RQ(王仁卿). 2000. Study on *Camellia japonica* population size structure and spatial pattern(中国分布北界的山茶(*Camellia japonica*)种群大小结构和空间格局分析)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 24(1): 118—122
- Zhang WY(张炜银), Li MG(李鸣光), Liang SC(梁士楚), *et al.*. 2003. Study on distribution pattern of *Mikania micrantha* population(外来杂草微甘菊种群分布格局研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 23(4): 303—306

(上接第 584 页 Continue from page 584)