

文章编号: 1008-2786-(2008)1-53-06

太行山南端野皂荚群落优势种群的分布格局

张贵平¹, 张桂萍^{1,2}, 高昆¹, 张峰^{1,3*}

(1 山西大学黄土高原研究所, 山西太原 030006; 2 长治学院生化系, 山西长治 046011;

3 山西大学生命科学与技术学院, 山西太原 030006)

摘要: 根据野外调查的样方资料, 应用方差均值法(扩散系数)及其 t 检验、聚集指数、平均拥挤度、Green 指数、聚集强度、Poisson 分布和负二项分布的 χ^2 拟合检验等方法研究了山西太行山南端野皂荚群落优势种群的分布格局。结果表明: 野皂荚、荆条、冰草和中亚苔草等具有较强的竞争能力和较宽的生态位而呈聚集分布, 小叶鼠李、毛黄栌、黄刺梅和北柴胡等由于特殊的土壤条件、相对较弱的竞争能力和较窄的生态位而呈随机分布。方差/均值法及其 t 检验是一种较好的研究分布格局的方法, 能很好地反映野皂荚群落中的优势种群的分布格局。

关键词: 野皂荚群落; 优势种群; 分布格局; 太行山

中图分类号: Q948

文献标识码: A

植物种群的分布格局是对种群在群落中所处的空间格局特征的定量化描述, 用以说明种群在空间的配置状况或分布特点, 也是空间水平上种群个体彼此间相互关系的反映^[1]。格局分析是随着非随机的数量测定开始的, Svedberg(1922)最早应用非随机性的数量测定。自从 Greig-Smith(1952)创造了第一个植物种群格局规模分析方法研究植物种的格局以来, 格局分析理论与方法取得了很大进展^[2-4], 目前已成为生态学的研究热点之一。我国从 20 世纪 80 年代以来对植物种群分布格局研究较为活跃^[5-7]。由于分布格局受物种本身的生物学特性以及环境因子的综合影响, 因而深入研究种群分布格局, 不仅可以了解群落内部物种的分布状况, 而且有助于掌握种间相互作用规律以及它们与环境的相互关系^[8]。

野皂荚 (*Gleditsia heterophylla*) 为大灌木或小乔木, 根系发达, 萌蘖能力强, 有较强的适应性, 可保持水土、防风固沙, 具有良好的生态效益。野皂荚在我国主要分布在山西、河北、山东、河南等地的石灰岩

山地, 是石灰岩山地具有代表性的指示植物之一。野皂荚的荚果富胰皂质, 用以洗丝绸及贵重家具, 不损光泽。荚果及种子均供药用。野皂荚群落为暖温带落叶阔叶林破坏之后出现的次生植被类型之一, 在环境干旱、土壤瘠薄富含钙质的地段是较为稳定的植物群落^[9,10]。目前关于野皂荚群落生态学研究报道较少, 我们用方差均值法及其 t 检验、聚集指数、平均拥挤度、Green 指数、Poisson 分布和负二项分布的 χ^2 拟合检验等方法研究了太行山南端野皂荚群落优势种群的分布格局, 旨在揭示野皂荚群落中优势种群分布格局的规律, 探索各优势种群之间的内在联系, 为太行山石灰岩山地植被重建和野皂荚群落保护和利用提供理论依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

本文研究的野皂荚群落位于山西省东南部的太行山南端(晋城市泽州县境内), $35^{\circ}28'18'' \sim 35^{\circ}$

收稿日期 (Received date): 2007-10-21; 改回日期 (Accepted): 2008-01-02.

基金项目 (Foundation item): 山西省自然科学基金 (2006011077) 和山西省留学基金 (20060024) [The study supported by the Natural Science Foundation of Shanxi (2006011077) and Shanxi Provincial Scholarship Foundation (20060024).]

作者简介 (Biography): 张贵平, 男 (1980-), 硕士研究生, 主要从事数量生态学和植被生态学的研究。 [Zhang Guiping (1980-), male, master candidate, mainly engaged in the research of quantitative ecology and vegetation ecology.]

* 通信联系人: E-mail: fzhang@sxu.edu.cn; E-mail: zgp12312@sina.com 电话: 13934520517

28°39'N, 112°59'08"~112°58'59"E, 海拔 660~740 m。这里气候类型属大陆性暖温带半湿润季风气候。年均气温 11.5℃, 1月平均气温 -2.7℃, 7月平均气温 24.1℃, ≥10℃的年积温 2800℃, 年平均降水量 573.8 mm, 平均无霜期 201 d。成土母质以石灰岩为主, 主要土壤类型为山地褐壤、棕壤、褐土等^[11, 12]。

野皂荚群落在太行山南端石灰岩山地的干旱阳坡常有大面积分布^[12]。野皂荚群落结构比较简单, 总盖度为 50%~90%。群落主要由灌木层和草本层组成。灌木层平均高度 1.5 m, 盖度 40%~80%, 除建群种野皂荚外, 优势种有荆条 (*Vitex negundo* var. *heterophylla*)、小叶鼠李 (*Rhamnus parvifolia*)、毛黄栌 (*Cotinus coggygria* var. *pubescens*) 和黄刺玫 (*Rosa xanthina*) 等。草本层平均高度 20 cm, 盖度 20%~70%。优势种有冰草 (*Agropyron cristatum*)、中亚苔草 (*Carex stenophylloides*) 和白羊草 (*Bothriochloa ischaemum*) 等。地被层仅有卷柏 (*Selaginella tanariscina*)、层间植物有黄花铁线莲 (*Clematis intricata*)。

1.2 取样

2006-08用样方法对野皂荚群落进行调查, 共取 40个 4 m × 4 m 灌木样方, 并在每个灌木样方中各取 1个 1 m × 1 m 的草本样方。记录指标有每种灌木的高度、丛数和盖度, 每种草本植物的高度和盖度, 以及样方的海拔、经纬度、群落总盖度、灌木层和草本层的层盖度、坡度、坡向、土壤类型以及人类活动的干扰情况。40个样方中共出现灌木 13种, 草本植物 45种。剔除频率 < 5% 种后, 得到 18个建群种或优势种 (表 1) 来进行分布格局的测定。灌木用多度 (丛数), 草本层用相对盖度表示数量性状。

1.3 研究方法

按照分布格局的理论, 如果物种服从 Poisson 分布 (随机分布), 那么就有: 方差 = 均值, 即 $\sigma^2 = \mu$ 。对任一种群而言, (1) 若 $\sigma^2 = \mu$ 则认为它服从随机分布; (2) 若 $\sigma^2 > \mu$ 则认为它服从聚集分布; (3) $\sigma^2 < \mu$ 则认为它服从均匀分布。

本文用下述方法测定野皂荚群落优势种群的分布格局:

1. 扩散系数^[2, 8, 13]

$$DI = \frac{s^2}{x} \quad (1)$$

式中 s^2 是种群多度的方差, \bar{x} 是种群多度的均值。用 (1) 的值, 可对种群的分布格局做出初步判断。

要检验种群分布格局偏离 Poisson 分布的显著性, 需进行 t -检验, 表达式为

$$t = (DI - 1) / \left(\frac{2}{\sqrt{n-1}} \right) \quad (2)$$

式中 n 为样方数, 此处 $n = 40$ 。

2. 聚集指数^[6, 14]

$$CI = \frac{s^2}{x} - 1 \quad (3)$$

3. 平均拥挤度^[15]

$$m^* = x + \left(\frac{s^2}{x} - 1 \right) \quad (4)$$

4. Green 指数^[16]

$$GI = \frac{(s^2/\bar{x}) - 1}{n - 1} \quad (5)$$

5. 聚集强度

$$PI = k \quad (6)$$

式中 k 为负二项分布的参数。

6. Poisson 分布和负二项分布的 χ^2 拟合检验^[17]。

在分布格局研究中, 聚集分布往往用负二项分布来描述。为了准确了解种群的分布格局是服从 Poisson 分布, 还是服从负二项分布, 常用 χ^2 检验来检验它们的拟合程度。Poisson 分布和负二项分布的 χ^2 拟合检验过程相同, 首先求出个体的理论频数, 然后计算 χ^2 值

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^q (O_i - T_i)^2 / T_i \quad (7)$$

式中 O_i 、 T_i 分别是种群的实际频数和理论频数, q 是实际频数所分的组数。一般情况下, q 要小于实际频数的最大值。因为在理论频数分布中, 若从某一 $T_i < 5$ 那么就要将它们与相邻的组合并, 以确保计算出的 χ^2 值无偏^[7]。

2 研究结果

应用扩散系数及 t 检验、聚集指数、平均拥挤度、Green 指数、Poisson 分布和负二项分布的 χ^2 的拟合检验等方法测定野皂荚群落优势种群分布格局的结果见表 1。

2.1 野皂荚及其他优势种群的分布格局

方差 均值法及其 t 检验是一种用于检验种群分布格局是否偏离 Poisson 分布的方法, 其理论基础是 Poisson 分布具有方差与均值相等的性质^[1, 6]。如果 $t < t_{0.05}$ (本文, $t_{0.05} = 1.684$ $df = 39$) 种群服从随

表 1 野皂荚群落优势种群分布格局的测定结果

Table 1 The patterns of dominant populations in *Gleditsia heterophylla* communities in the south tip of Taihang Mountain

种名 Species	扩散系数 (DI) Variance/ mean (DI)	t 值 t value	聚集指数 (CI) Clump index (CI)	平均拥挤度 (m^*) Mean crowding (m^*)	Green 指 数 (GI) Green's index (GI)	聚集强度 (k) Clump intensity	Poisson 分布的 χ^2 拟合检验 χ^2 -test for fitting Poisson distribution	负二项分布的 χ^2 拟合检验 χ^2 -test for fitting negative binomial distribution	分布格 局类型 Pattern type
野皂荚 <i>Gleditsia heterophylla</i>	3.080 5	3.676 4 [*]	2.080 5	13.480 5	0.053 3	5.479 4	$p < 0.05$	$P > 0.05$	Clumped
荆条 <i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i>	2.854 0	3.276 0 [*]	1.854 0	8.304 0	0.047 5	3.582 0	$p < 0.05$	$p > 0.05$	Clumped
小叶鼠李 <i>Rhamnus parvifolia</i>	1.393 1	0.694 6	0.393 1	2.123 1	0.010 1	11.750 0	$p > 0.05$	$p < 0.05$	Random
毛黄栌 <i>Cotinus coggygria</i> var. <i>pubescens</i>	1.235 2	0.415 7	0.235 2	1.115 2	0.006 0	2.365 0	$p > 0.05$	$p > 0.05$	Random
黄刺玫 <i>Rosa xanthina</i>	1.828 6	1.464 1	0.828 6	1.108 6	0.021 2	0.552 0	$p > 0.05$	$p < 0.05$	Random
达乌里胡枝子 <i>Lespedeza daurica</i>	4.139 5	5.547 7 [*]	3.139 5	5.289 5	0.080 5	0.526 0	$p < 0.05$	$p > 0.05$	Clumped
多花胡枝子 <i>Lespedeza floribunda</i>	4.122 2	5.517 2 [*]	3.122 2	4.652 2	0.080 1	0.312 2	$p < 0.05$	$p > 0.05$	Clumped
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	6.763 6	10.184 5 [*]	5.763 6	8.013 6	0.147 8	0.388 7	$p < 0.05$	$p > 0.05$	Clumped
中亚苔草 <i>Carex stenophylloides</i>	6.463 7	9.654 7 [*]	5.463 7	11.413 7	0.140 1	0.369 9	$p < 0.05$	$p > 0.05$	Clumped
荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>	2.412 9	2.496 6 [*]	1.412 9	3.512 9	0.036 2	1.426 0	$p < 0.05$	$p > 0.05$	Clumped
白羊草 <i>Bothriochloa ischaemum</i>	4.862 9	6.826 0 [*]	3.862 9	5.562 9	0.099 0	0.687 0	$p < 0.05$	$p > 0.05$	Clumped
阴行草 <i>Siphonostegia chinensis</i>	5.913 8	8.683 0 [*]	4.913 8	5.493 8	0.126 0	0.101 4	$p < 0.05$	$p > 0.05$	Clumped
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	1.062 3	0.110 0	0.062 3	0.592 3	0.001 6	9.450 0	$p > 0.05$	$p < 0.05$	Random
北柴胡 <i>Bupleurum chinense</i>	1.075 0	0.132 5	0.075 0	0.645 0	0.001 9	14.050 0	$p > 0.05$	$p > 0.05$	Random
山蒿 <i>Artemisia brachyloba</i>	1.384 0	0.678 6	0.384 0	0.634 0	0.009 8	1.000 0	$p > 0.05$	$p > 0.05$	Random
瓦松 <i>Orostachys fimbriatus</i>	1.325 9	0.575 9	0.325 9	0.595 9	0.008 4	0.552 0	$p > 0.05$	$p > 0.05$	Random
远志 <i>Polygala tenuifolia</i>	1.105 6	0.186 5	0.105 6	0.285 6	0.002 7	1.120 0	$p > 0.05$	$p > 0.05$	Random
黄背草 <i>Themala japonica</i>	1.931 1	1.645 3	0.931 1	1.381 1	0.023 9	0.344 0	$p > 0.05$	$p < 0.05$	Random

注: ** $p > 0.01$. Notes: ** $p < 0.01$

机分布; 反之, 种群服从聚集分布。从表 1 可以看出, 在野皂荚群落中, 野皂荚、荆条、达乌里胡枝子、多花胡枝子、冰草、中亚苔草、荩草、白羊草和阴行草均服从聚集分布; 而小叶鼠李、毛黄栌、黄刺玫、瓦松、委陵菜、北柴胡、山蒿、远志和黄背草服从随机分布。Poisson 分布的 χ^2 拟合检验结果与方差均值法及其 t 检验结果完全一致。对负二项分布的 χ^2 拟合检验结果与方差均值法及其 t 检验结果进行比较时可以看到: 对于服从聚集分布的种群, 二者的检验结果一致; 而对于服从随机分布的种群, 有时会产生矛盾。如方差均值法及其 t 检验毛黄栌、委陵菜、山蒿、瓦松、远志呈随机分布, 而负二项分布的 χ^2 拟合检验结果却呈聚集分布。

2.2 野皂荚及其他优势种群的聚集强度

聚集强度是度量一个种群空间格局的聚集程度, 它可用于比较同一种群在不同生境中聚集强度

的变化, 或者比较不同种群在同一时间、同类生境中所呈现的聚集状况^[1]。对表 1 中各指数计算结果进行比较可知, 方差均值法的 t 值与聚集指数 (CI) 和 Green 指数 (GI) 计算结果一致: 聚集强度最大的种群是冰草、中亚苔草和阴行草, 聚集强度最小的种群是委陵菜、北柴胡和远志。灌木层和草本层平均拥挤度 (m^*) 最大的分别是野皂荚和中亚苔草, 这反映了个体间非常拥挤, 种内竞争激烈。聚集强度 (k) 是负二项分布的重要参数, 对负二项分布而言, 其方差 $v = (m + m^2) / k$ 。随着 k 增加, v 会逐渐下降; 当 $k \rightarrow \infty$, 负二项分布 \rightarrow Poisson 分布。一般认为, 当 k 充分大时 ($k > 8$), 种群便服从随机分布^[17]。但从表 1 中可以看出, 一些物种的 k 值并不能满足这一条件。如毛黄栌、黄刺玫、山蒿、瓦松、远志和黄背草的 k 值小于 8 但综合方差均值法及其 t 检验和其他聚集指数的结果, 这些种群应为随机分布。

3 讨论

3.1 影响野皂荚群落种群分布格局的因素

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。分布格局的形成与物种的生物学和生态学特性及物种间的相互作用密切相关^[1]。野皂荚具有根系发达,耐瘠薄,耐干旱,适应性强的生物学特性,能很好的适应当地干旱、瘠薄富含钙质的土壤环境,并形成较为稳定的单优群落,而且在与同一层的其他物种的竞争中占据绝对优势,因此表现出聚集分布格局。荆条根系发达,耐干旱,耐瘠薄,对土壤要求不严,适应性强,具有较强的抗逆性和较宽的生态位,具有较强的竞争能力,能很好地适应环境,因此趋于聚集分布。多花胡枝子和达乌里胡枝子均为耐干旱,萌生力强的物种,具有较强的适应性和较宽的生态位;另外,它们位于灌木层的第二亚层,高度在 30~80 cm 左右^[9],一定程度上避免了与其他优势种的剧烈竞争,易于形成聚集分布。白羊草、冰草和中亚苔草为多年生丛生草本植物,其中白羊草为山西暖温带落叶阔叶林破坏后的指示植物之一^[18],主要通过分蘖不断产生新的个体,从而扩大种群分布范围,增加种群密度,在草本层具有较强的竞争能力,因此分布格局服从聚集分布^[1,19]。荻草基部茎着地后,通过克隆的生长会产生新的个体。因此,在母体周围会有若干新个体集中在一起生长,形成聚集分布。小叶鼠李、黄栌和黄刺玫等均为生长在向阳山坡上的中生灌木^[19,20],高度在 0.50~3.00 m 之间,由于对环境的特殊要求,特别是对水分的要求比野皂荚要高,因此它们在所调查的样方出现的数目较少,仅仅出现在局部土层较厚,土壤相对湿度较好的地段。另外,野皂荚在群落中的盖度较大,在大多数的样方中为 40%~70%,也使得黄栌和黄刺玫在与野皂荚的竞争中处于不利地位,最终形成随机分布。

种群分布格局的形成与其所处的环境也有着密切的联系。野皂荚群落中出现了较多的种群呈随机分布,这是因为野皂荚群落生境的主导因子——土壤分布的特殊性。由于野皂荚群落分布于太行山石灰岩山地发育而成的土壤,保水和保肥能力较差,水土流失严重,大部分地表裸露着大量的石灰岩基岩,土壤分布面积较小,仅局部存在且呈现斑块状镶嵌分布。此外,某些样方处在多年撂荒地(撂荒 20 a

以上)的边缘,这部分群落的土壤条件相对较好。由于土壤分布的随机性,使得与环境密切相关的种群分布也显镶嵌分布,这最终导致这些种群呈随机分布的可能性大大增加。委陵菜、瓦松、北柴胡、山蒿、远志和黄背草均为中旱生或旱生植物,在一般的生境中易形成聚集分布,而在野皂荚群落特殊的生境中,由于土壤斑块的随机分布,使得这些物种形成了随机分布。

3.2 种群分布格局测定方法分析

方差 均值法由于建立在严格的数学检验基础上。因此,结论较为明确,结果具有相对的客观性。通过比较 t 值不仅可以确定种群是否服从随机分布,而且可以确定种群的聚集程度,即 t 值越大,表明种群的聚集程度越高;反之则种群的聚集程度就低。因此,方差 均值法及其 t 检验是一种较好的研究野皂荚群落优势种群分布格局的方法。Poisson 分布的 χ^2 拟合检验结果与方差 均值法及其 t 检验结果具有较好的一致性。按照彭少麟等^[5]对鼎湖山亚热带森林树种的种群分布格局的研究结果,应用方差 均值法的 t 检验来判别样方调查实测数据对 Poisson 分布的偏离,确定种群分布类型是有效的,但集群分布的树种用负二项式测定更好一些。因此,对于服从聚集分布的种群,应进行负二项分布的 χ^2 拟合检验。CI 和 GI 等均由扩散系数衍生而成,因此,它们在本质上是相同的或具有较大的相似性^[6]。 m^* 是个体的平均,而不是样方的平均,因此不受零样方的影响。因为零样方无法提供关于个体的信息,所以在抽样过程中,有大量的零样方发生的情况下, m^* 的效果更好,它可以比较真实地反映出种内竞争和生物因素的作用,在格局分析中能提供更可靠的信息^[5]。

参考文献 (References)

- [1] Wu Yuzhen Zhang Feng Patterns of dominant populations of wetland vegetation in Sanggan River Watershed Shanxi [J] *Bulletin of Botanical Research*, 2006, 26(6) 735~741 [武玉珍, 张峰. 山西桑干河流域湿地植被优势种群分布格局研究 [J]. 植物研究, 2006, 26(6): 735~741]
- [2] Greig-Smith P. The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities [J]. *Ann Bot*, 1952, 16: 296~316
- [3] Greig-Smith P. *Quantitative Plant Ecology* [M]. Oxford: Blackwell Scientific Publishing, 1983: 54~104
- [4] Hill M O. The intensity of spatial pattern in plant communities [J]. *J Ecol*, 1973, 61: 225~235

- [5] Peng Shaolin, Wang Bosun. Analysis of forest communities in Dinghu Mountain III. Population pattern [A]. In Study on Tropics and Subtropics Forest Ecosystems [C]. Beijing: Science Press, 1984: 24~37 [彭少麟, 王伯荪. 鼎湖山森林群落分析 III. 种群分布格局 [A]. 见: 热带亚热带森林生态系统研究 [C]. 北京: 科学出版社, 1984: 24~37]
- [6] Zheng Yuanjun. The applicability of various methods in analysis of *Picea mongolica* population spatial distribution [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1997, 21: 480~484 [郑元润. 不同方法在沙地云杉种群分布格局分析中的适用性研究 [J]. 植物生态学报, 1997, 21(5): 480~484]
- [7] Zhang Feng, Shangguan Tieliang. Population patterns of dominant species in *Elaeagnus mollis* communities Shanxi [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, 24: 590~594 [张峰, 上官铁梁. 山西翅果油树群落优势种群的分布格局研究 [J]. 植物生态学报, 2000, 24(5): 590~594]
- [8] Zhang Jingjun. Quantity Ecology [M]. Beijing: Science Press, 2004: 243~253 [张金屯. 数量生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 243~253]
- [9] Ma Ziqing, Shangguan Tieliang, et al. Vegetation of Shanxi [M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 2001: 70~77 [马子清, 上官铁梁, 等. 山西植被 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001: 70~77]
- [10] Yan Ming, Bi Runcheng, Su Junxia, et al. Preliminary study on community characteristics of *Gleditsia heterophylla* [J]. *Journal of Shanxi Teachers University*, 2002, 16(4): 56~61 [闫明, 毕润成, 苏俊霞, 等. 吕梁山南端野皂荚群落特征的初步研究 [J]. 山西师范大学学报, 2002, 16(4): 56~61]
- [11] Di Xingliang. Series of Agriculture Natural Resource in Shanxi Province Vol 10 Jincheng City [M]. Beijing: Chinese Maps Press, 1992: 12~13 [迪星亮. 山西省农业自然资源丛书, 十, 晋城市卷 [M]. 北京: 中国地图出版社, 1992: 12~13]
- [12] Ru Werning, Zhang Feng. Preliminary study on the floral of south of Taihang mountain [J]. *Journal of Shanxi University (Nat. Sci. Ed)*, 1993, 16(4): 435~440 [茹文明, 张峰. 太行山南部植物 [J]. 山西大学学报 (自然科学版), 1993, 16(4): 435~440]
- [13] Ludwig J. & J. Reynolds. Statistical Ecology. (translated by Li Yuzhong) [M]. Hohhot: Inner Mongolia University Press, 1991: 10~24 [Ludwig J. & J. Reynolds. 统计生态学 (李育中译) [M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1991: 10~24]
- [14] Zhang Feng. Experiment 8. Population Patterns Analysis. In: Fu Biquan Ed. Experiment Principle and Methods [M]. Beijing: Science Press, 2006: 91~101 [张峰. 实验八. 种群空间分布格局分析 // 生态学实验原理与方法 [M]. 傅必谦主编. 北京: 科学出版社, 2006: 91~101]
- [15] Lloyd M. Mean crowding [J]. *Journal of Animal Ecology*, 1967, 36: 1~30
- [16] Green R. H. Measurement non-random in spatial distribution [J]. *Researches Population Ecology*, 1966, 8: 1~7
- [17] Ding Yanqin. Insect Mathematical Ecology [M]. Beijing: Science Press, 1994: 25~47 [丁岩钦. 昆虫数学生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 1994: 25~47]
- [18] Fan Qingan, Pang Chunhua, Zhang Feng, et al. *Bohrichloa ischaemum* Grassland Resource in Shanxi and Its Sustainable Utilization [J]. *Journal of Shanxi University (Nat. Sci. Ed)*, 2006, 29(4): 432~435 [范庆安, 庞春花, 张峰, 等. 山西白羊草草地资源与可持续利用 [J]. 山西大学学报 (自然科学版), 2006, 29(4): 432~435]
- [19] Nei Mongol Ningxia Integrated Investigation Team, CAS. Vegetation of Inner Mongolia [M]. Beijing: Science Press, 1985: 71~292 [中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1985: 71~292]
- [20] Wu Zhengyi. Vegetation of China [M]. Beijing: Science Press, 1995: 808~809 [吴征镒. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1995: 808~809]

Patterns of Dominant Populations of *Gleditsia heterophylla* Communities in the South of Taihang Mountains

ZHANG Guiping¹, ZHANG Guiping^{1, 2}, GAO Kun¹, ZHANG Feng^{1, 3}

(1. Institute of Insect Plateau, Shanxi University, Taiyuan 030006, China; 2. Department of Biology & Chemistry, Changzhi College, Changzhi 046011, China; 3. School of Life Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract Based on the dataset investigated from the field, the patterns of dominant populations of *Gleditsia heterophylla* communities in the south tip of Taihang Mountains, Shanxi were studied by using v/m (dispersal index) ratio t-test, clump intensity, mean crowding, intensity index, Green's index, intensity index, χ^2 -test for goodness-of-fit for Poisson distribution and negative binomial distribution, respectively. The results showed that *G. heterophylla*, *Vitex negundo* var. *heterophylla*, *Lepedeza davurica*, *L. floribunda*, *Agropyron cristatum*, *Carex stenophylloides*, *Ahraxxon hispida*, *Bohrichloa ischaemum*, and *Siphonostegia chinensis* in those communities followed clumped distrib-

bution because those dominant had more strongly competitive ability and more extensive niche than the others. However, *Rhamnus parvifolia*, *Cotinus coggygria* var *Pubescens*, *Rosa xanthina*, *Bupleurum chinense*, *Orostachys fimbriatus*, *Potentilla chinensis*, *Artemisia brachyloba*, *Polygala tenuifolia* and *Thaeneda japonica* followed random distribution because they distributed in special soil types being random distribution and their competitive ability for resources was less than the others. Finally, the result suggested that the application of variance/mean ratio and its t test together was one kind of fairly good method to analyze population pattern.

Key words *Gleditsia heterophylla* communities; dominant population; pattern; Taihang Mountains

封面照片: 军都山

军都山位于北京市北部, 又称北山, 属燕山山系, 为镶嵌着若干山间盆地的一系列挤压单斜断块山, 花岗岩等岩浆岩和古老变质岩广布, 发育有潮河、白河等河流。军都山南抵北京平原, 北连蒙古高原, 在地形上表现为不连续的断块山脉, 地势由南向北呈阶梯状增高。受地质构造控制, 山体大致成两列北东东到南西西走向的断续山岭, 即暴雨顶 - 佛爷顶 - 海坨山, 黑坨山 - 凤坨梁 - 燕羽山 - 八达岭; 此外, 又因受到北东向、北西向和南北向构造的干扰, 还发育有其他走向的山脉, 如近南北向的云蒙山, 北东向的四干顶山, 北西向的鸡冠砬山等。延庆县西北部的海坨山, 为军都山的最高处, 海拔 $> 2\,000\text{ m}$ 的 8 座山峰全部集中在这一带, 最高峰大海坨, 海拔 $2\,241.0\text{ m}$, 为北京第二高峰。若以海拔 100 m 作为山区和平原的分界线, 则军都山的最大相对高度达 $2\,141.0\text{ m}$ 。照片为军都山西北部海坨山秋色。

(山水)