

文章编号: 1000-4025(2006)03-0579-06

# 青海湖地区芨芨草群落主要种群分布格局研究<sup>\*</sup>

周国英<sup>1,2</sup>, 陈桂琛<sup>1\*</sup>, 魏国良<sup>3</sup>, 韩友吉<sup>1</sup>, 祝存冠<sup>1</sup>

(1 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008; 2 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3 青海大学, 西宁 810001)

**摘要:** 以青海省三角城种羊场地区典型的芨芨草原为研究对象, 采用相邻格子样方法取样, 应用方差/均值比率法、负二项参数( $K$ ); 扩散系数( $C$ ); Cassie 指标( $C_A$ ); 丛生指标( $I$ )和聚块性指标( $m^*/m$ )等指标, 比较了青海湖地区围栏内、外芨芨草群落主要种群的空间分布格局。结果表明, 围栏内芨芨草群落优势种群的空间格局除多裂蒲公英为随机分布外, 其余均为聚集分布; 围栏外除西伯利亚蓼外, 其余种群也全部为聚集分布, 而且围栏外种群的聚集强度大于围栏内。物种的这种分布格局主要与物种本身的生态和生物学特性有关。

**关键词:** 青海湖地区; 芨芨草; 种群; 空间分布格局

**中图分类号:** Q 948 15<sup>+</sup> 6      **文献标识码:** A

## Distribution Patterns of Major Populations in *Achnatherum splendens* Communities of Qinghai Lake Area

ZHOU Guo-ying<sup>1,2</sup>, CHEN Gui-chen<sup>1\*</sup>, WEI Guo-liang<sup>3</sup>, HAN You-ji<sup>1</sup>, ZHU Cun-guan<sup>1</sup>

(1 Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China; 2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3 University of Qinghai, Xining 810001, China)

**Abstract:** The spatial distribution patterns of major populations in the *Achnatherum splendens* communities inside and beyond fence limits were comparatively studied by taking typical *A. splendens* grassland in Sanjiaocheng breeding sheep farm of Qinghai Province as the study subject, sampling by contiguous quadrat grid and making use of such indexes as variance/mean ration, negative binomial parameter, dispersion coefficient, Cassie index, clumping index, and patchiness index. The results showed that in the *A. splendens* communities inside fence limits all the dominant populations but *Taraxacum dissectum* population, which presented a random spatial distribution, had an aggregated spatial distribution; in the the *A. splendens* communities beyond fence limits, all the populations but *Polygonum sibiricum* population showed an aggregated distribution, the aggregation degree of the populations beyond fence limits was higher than that inside fence limits. This distribution pattern of the species is mainly related to their ecological and biological characters.

**Key words:** Qinghai Lake area; *Achnatherum splendens*; population; spatial distribution pattern

植物空间分布格局的研究对于确定种群特征、种群间相互关系以及种群与环境之间的关系具有非

常重要的作用, 是植物群落空间结构的基本组成要素, 在测定分布格局的基础上进一步揭示群落的特

\* 收稿日期: 2005-05-18; 修改稿收到日期: 2006-02-13

基金项目: 国家中西部专项(K99-05-11)

作者简介: 周国英(1974-), 男(汉族), 青海乐都人, 助理研究员, 在读博士, 主要从事植物生态学方面的工作。E-mail: zhougy@nwipb.ac.cn

\* 通讯联系人。Correspondence to: CHEN Guichen. E-mail: gcchen@nwipb.ac.cn

征与本质十分必要<sup>[1,2]</sup>。植物种群的空间分布格局是指种群个体某一时刻在空间的散布状态<sup>[3]</sup>。种群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<sup>[2,4,5]</sup>。无论是群落的优势种还是伴生种,由于植物与环境之间存在着不间断的相互作用、相互影响,植物种群的分布格局随着环境的变化而发生变化。

芨芨草 (*Achnatherum splendens*) 属禾本科 (Gramineae) 芨芨草属 (*Achnatherum*), 为多年生密丛性植物, 其须根粗壮坚韧, 外具沙套, 秆直立且坚硬平滑<sup>[6]</sup>, 具有耐寒、耐旱、耐盐、适应性广的特性<sup>[7]</sup>。主要分布在我国青海、西藏、四川、新疆、甘肃、内蒙古、宁夏、山西等地<sup>[8]</sup>。芨芨草是优良饲用植物、纤维植物, 也是水土保持植物<sup>[9]</sup>。多生长于开阔平坦, 海拔2 900~ 3 400 m 的湖积平原、河谷阶地和山前缓坡。芨芨草原在青海湖盆地呈环带状分布<sup>[10]</sup>, 是湖区重要的草地类型, 也是湖区草业和畜牧业的优良草场和重要基地。对青海湖地区芨芨草群落的研究主要在物种多样性<sup>[11]</sup>和土壤种子库<sup>[12]</sup>方面, 对于该地区芨芨草群落主要种群分布格局的研究尚未见报道, 本研究选择了青海省三角城种羊场芨芨草分布的典型地段, 在实地调查的基础上对其分布格局进行了研究。旨在探讨芨芨草群落为适应青海湖地区高寒环境, 而拥有相应的生长格局和繁殖对策, 为青海湖地区芨芨草原恢复治理提供科学依据。

## 1 自然概况

青海湖地区的自然概况见文献[11]。本研究的样地设在青海湖北岸青海省三角城种羊场地区典型的芨芨草原。

## 2 研究方法

### 2.1 野外取样

样地围栏封育时间为1981年, 围栏内为产羔草场, 季节性放牧, 在生长季不受人干扰, 面积4 499.8 hm<sup>2</sup>。围栏外为自由放牧区, 常年受到放牧影响。选择围栏内、外植物生长均匀、微地形差异较小、集中连片分布的芨芨草群落进行取样。采用相邻格子样方法, 选用25 cm × 25 cm 的小样方作为基本的格子样单位, 共256个。全部格子连成一个8 m × 8 m 的大样方。调查时对双子叶植物以植株为单位进行统计记录, 单子叶植物以枝条数为单位进行统计记录。

### 2.2 数据处理

测定生物种群空间分布格局类型的数学模型较多, 在实际应用中, 各模型均有其适应性和优缺点。为避免不同模型的片面性, 本研究采用多个指标进行测定。根据野外调查数据应用方差/均值比率法、负二项参数 ( $K$ )、扩散系数 ( $C$ )、Cassie 指标 ( $CA$ )、丛生指标 ( $I$ ) 和聚块性指标等<sup>[13-15]</sup>进行测定, 分析围栏内、外芨芨草群落优势种群空间分布格局。梁士楚<sup>[16]</sup>认为用样地获取数据判定种群分布格局类型时, 负二项式法根据种群偏离聚集分布的程度 ( $K$  值的大小), 方差均值比率法根据实测数据对 Poisson 分布的偏离程度来确定种群的分布格局是有效的。对集聚分布的种群来说, 负二项式法比方差均值比率法效果好。然而方差均值比率法简单易行, 对于工作条件比较恶劣的地区较为方便。因此, 本研究在判别分布格局类型时以负二项式法和方差均值比率法为主, 各数学模型公式及意义如下<sup>[14]</sup>:

(1) 方差/均值比率 ( $S^2/\bar{x}$ ):  $\bar{x} = f(x)/N$ , 式中,  $f$  为测得的样方数,  $x$  为每样方的个体数,  $N$  为样方数。  $S^2 = f(x - \bar{x})^2 / (N - 1)$ ,  $N - 1$  为自由度。

根据分布定义,  $S^2/\bar{x} = 1$ , 则完全遵照 Poisson 分布;  $S^2/\bar{x} > 1$ , 则种群趋于集群分布;  $S^2/\bar{x} < 1$ , 则种群趋于均匀分布。实测与预测的偏离程度可用  $t$  检验来确定:  $t = (S^2/\bar{x} - 1) / \sqrt{2/(N - 1)}$ , 其中  $t$  为实际测得值,  $\sqrt{2/(N - 1)}$  为偏差标准差。由样方数  $N$ , 取自由度  $U = N - 1$ , 检验水平  $\alpha$  (一般取值 0.05), 查  $t$  分布表得  $t_{\alpha U}$ , 如果  $t_{\alpha U} > t$ , 则认为被测定种群符合 Poisson 分布; 如果  $t_{\alpha U} < t$ , 则认为被测定种群趋于集群分布。

(2) 负二项参数 ( $K$ ) 值与种群密度无关,  $K$  值愈小, 聚集度愈大。  $K = \frac{\bar{x}^2}{S^2 - \bar{x}}$ , 如果  $K$  值趋于无穷大 (一般为 8 以上), 则逼近 Poisson 分布。

(3) 扩散系数 ( $C$ ) 是检验种群是否偏离随机型的一个系数。  $C = \frac{(x_i - \bar{x})^2}{x_i \cdot (n_i - 1)} = \frac{S^2}{\bar{x}}$ , 若  $C = 1$ , 则种群的分布属随机型, 且  $C$  遵从均数为 1、方差为  $\frac{2n}{(n-1)^2}$  的正态分布; 若  $C > 1$ , 则为聚集分布型。  $C$  值有时与种群的密度有关, 所以对结果需做谨慎分析, 或用  $K$  值来作补充。

(4) Cassie 指标 ( $CA$ ) (即  $1/K$ ) 是用来判断分布

状态的指标, 比较方便。  $C_A = \frac{1}{K}$ , 式中,  $K$  为负二项分布参数;  $C_A = 0$ , 为随机分布;  $C_A > 0$ , 为聚集分布;  $C_A < 0$ , 为均匀分布。

(5) 丛生指标 ( $I$ ),  $I = \frac{S^2}{x} - 1$ ,  $I = 0$  时, 为随机分布;  $I > 0$  时, 为聚集分布。

(6) 聚块性指标 ( $m^*/m$ ): 定义为平均拥挤度 ( $m^*$ ) 与平均密度 ( $m$ ) 的比率:  $\frac{m^*}{m} = 1 + \frac{1}{K}$ , 显然用样本估计值代替 ( $m^*$ ) 与  $m$ , 有  $\frac{x^*}{x} = 1 + \frac{1}{k}$ , 式中,  $m$

为平均数;  $K$  为负二项分布值;  $\frac{m^*}{m} = 1$  时, 为随机分布;  $\frac{m^*}{m} < 1$  时, 为均匀分布;  $\frac{m^*}{m} > 1$  时, 为聚集分布。

### 3 结果与分析

#### 3.1 围栏内芨芨草群落优势种群分布格局

应用方差/均值比率的  $t$  检验、负二项参数 ( $K$ )、扩散系数 ( $C$ )、Cassie 指标 ( $C_A$ )、丛生指标 ( $I$ ) 与聚块性指标 ( $m^*/m$ ) 测定围栏内芨芨草群落优势种群空间分布格局, 结果见表 1。

表 1 围栏内芨芨草群落优势种群分布格局测定

Table 1 Determined distribution patterns of dominant populations in *A. splendens* communities inside fence limits

种名 Species	扩散系数 Dispersion index	方差/均值 $v/m$ ratio	负二项参数 Negative binomial parameter	Cassie 指标 Cassie index	丛生指标 Clumping index	聚块性指标 Patchiness index	结果 Results
芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>	231.380 > 1	650.97 > $t_{0.05}$	0.379 < 8	2.641 > 0	230.380 > 0	3.641 > 1	C
裸花碱茅 <i>Puccinellia nudiflora</i>	186.176 > 1	523.24 > $t_{0.05}$	1.847 < 8	0.541 > 0	185.176 > 0	1.541 > 1	C
赖草 <i>Leymus secalinus</i>	6.746 > 1	16.235 > $t_{0.05}$	1.100 < 8	0.909 > 0	5.746 > 0	1.909 > 1	C
草甸雪兔子 <i>Saussurea thoroldii</i>	2.537 > 1	4.343 > $t_{0.05}$	0.694 > 0	1.441 > 0	1.537 > 1	2.441 > 1	C
白茎盐生草 <i>Salicornia europaea</i>	2.604 > 1	4.532 > $t_{0.05}$	0.156 < 8	6.416 > 0	1.604 > 0	7.416 > 1	C
冰川棘豆 <i>Oxytropis glacialis</i>	4.978 > 1	11.242 > $t_{0.05}$	0.076 < 8	13.227 > 0	3.978 > 0	14.227 > 1	C
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	4.976 > 1	11.236 > $t_{0.05}$	0.037 < 8	26.787 > 0	3.976 > 0	27.787 > 1	C
披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>	2.090 > 1	3.079 > $t_{0.05}$	0.129 < 8	7.749 > 0	1.090 > 0	8.749 > 1	C
短穗兔耳草 <i>Lagotis brachystachya</i>	4.689 > 1	10.424 > $t_{0.05}$	0.156 < 8	6.424 > 0	3.689 > 0	7.424 > 1	C
西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i>	3.266 > 1	6.402 > $t_{0.05}$	1.990 < 8	0.503 > 0	2.266 > 0	1.503 > 1	C
海乳草 <i>Glaux maritima</i>	3.671 > 1	7.548 > $t_{0.05}$	1.113 < 8	0.899 > 0	2.671 > 0	1.899 > 1	C
多裂蒲公英 <i>Taraxacum dissectum</i>	1.661 > 1	1.869* < $t_{0.05}$	0.018 < 8	56.443 > 0	0.661 > 0	57.443 > 1	R

注: C 为聚集分布; R 为随机分布(Random)。  $t_{(0.05, 255)} = 1.645$ , \* 表示差异显著。

Notes: C: Clump; R: Random.  $t_{(0.05, 255)} = 1.645$ , \* means that the difference is significant

由表 1 可见, 芨芨草群落的主优势种芨芨草种群用方差/均值比率法测定结果符合聚集分布; 在聚集强度测度方面: 负二项参数 ( $K$ ) = 0.379 < 8,  $K$  值趋向 0, 则种群呈强烈聚集分布; 扩散系数 ( $C$ ) = 231.380 > 1, 为聚集分布; Cassie 指标 ( $C_A$ ) = 2.641 > 0, 为聚集分布; 丛生指标 ( $I$ ) = 230.380,  $I > 0$ , 为聚集分布; 聚块性指标 ( $m^*/m$ ) = 3.641 > 1, 为聚集分布; 可见主优势种芨芨草的分布格局为聚集分布。其它次优势种除多裂蒲公英外所有种群的方差/均值比率法测定结果符合聚集分布, 负二项参数 ( $K$ )、

扩散系数 ( $C$ )、丛生指标 ( $I$ )、Cassie 指标 ( $C_A$ ) 与聚块性指标 ( $m^*/m$ ) 均为聚集分布, 多裂蒲公英丛生指标 ( $I$ ) 为 0.661, 趋向于 0, 而对扩散系数进行  $t$  检验为  $t = 1.869 < t_{0.01} = 2.326$ , 达到极显著水平, 说明多裂蒲公英为随机分布。对所有种群扩散系数进行  $t$  检验显示, 除少数几个种群外, 其它种群均为聚集分布。

#### 3.2 围栏外芨芨草群落优势种群分布格局

围栏外芨芨草群落优势种群空间分布格局, 结果见表 2。



表2 围栏外芨芨草群落优势种群分布格局测定

Table 2 Determined distribution patterns of dominant populations *A. splendens* communities beyond fence limits

种名 Species	扩散系数 Dispersion index	方差/均值 v/m ratio	负二项参数 Negative binomial parameter	Cassie 指标 Cassie index	丛生指标 Clumping index	聚块性指标 Patchiness index	结果 Results
芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>	220.539 > 1	620.34 > $t_{\alpha v}$	0.380 < 8	2.633 > 0	219.539 > 0	3.633 > 1	C
裸花碱茅 <i>Puccinellia nudiflora</i>	585.053 > 1	1650.3 > $t_{\alpha v}$	0.092 < 8	10.914 > 0	584.053 > 0	11.914 > 1	C
赖草 <i>Leymus secalinus</i>	6.708 > 1	16.128 > $t_{\alpha v}$	2.857 < 8	0.350 > 0	5.708 > 0	1.350 > 1	C
草甸雪兔子 <i>Saussurea thoroidea</i>	5.245 > 1	11.995 > $t_{\alpha v}$	0.132 < 8	7.600 > 0	4.245 > 0	8.600 > 1	C
白茎盐生草 <i>Salicornia europaea</i>	3.639 > 1	7.458 > $t_{\alpha v}$	0.047 < 8	21.114 > 0	2.639 > 0	22.114 > 1	C
冰川棘豆 <i>Oxytropis glacialis</i>	7.576 > 1	18.581 > $t_{\alpha v}$	0.121 < 8	8.252 > 0	6.576 > 0	9.252 > 1	C
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	7.839 > 1	19.323 > $t_{\alpha v}$	0.033 < 8	30.184 > 0	6.839 > 0	31.184 > 1	C
披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>	3.219 > 1	6.271 > $t_{\alpha v}$	0.523 < 8	1.913 > 0	2.219 > 0	2.913 > 1	C
短穗兔耳草 <i>Lagotis brachystachya</i>	12.727 > 1	33.135 > $t_{\alpha v}$	0.041 < 8	24.210 > 0	11.727 > 0	25.210 > 1	C
西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i>	1.720 > 1	2.033* < $t_{\alpha v}$	0.912 < 8	1.096 > 0	0.720 > 0	2.096 > 1	R
海乳草 <i>Glaux maritima</i>	14.185 > 1	37.257 > $t_{\alpha v}$	0.643 < 8	1.556 > 0	13.185 > 0	2.556 > 1	C
多裂蒲公英 <i>Taraxacum dissectum</i>	3.162 > 1	6.109 > $t_{\alpha v}$	0.054 < 8	18.448 > 0	2.162 > 0	19.448 > 1	C

注: 同上表。Note: They mean the same as in the previous table

由表 2 可见, 围栏外芨芨草群落优势种群中所有种群的扩散系数 ( $C$ ) 均  $> 1$ 、负二项参数 ( $K$ ) 均  $< 8$ 、Cassie 指标 ( $C_A$ ) 均  $> 0$ 、丛生指标 ( $I$ ) 均  $> 0$ 、聚块型指标 ( $m^*/m$ ) 均  $> 1$ , 可见所有种群均呈聚集分布, 但是西伯利亚蓼的方差/均值比  $t < t_{\alpha v}$ , 说明西伯利亚蓼呈随机分布。围栏外主要优势种芨芨草在聚集强度测度方面和围栏内极其相似: 负二项参数 ( $K$ ) 为 0.380、扩散系数 ( $C$ ) 为 220.539、Cassie 指标 ( $C_A$ ) 为 2.633、丛生指标 ( $I$ ) 为 219.539、聚块性指标 ( $m^*/m$ ) 为 3.633, 可见围栏外主优势种芨芨草的分布格局也为聚集分布。其它次优势种除西伯利亚蓼外所有种群的方差/均值比率法测定结果符合聚集分布, 负二项参数 ( $K$ )、扩散系数 ( $C$ )、丛生指标 ( $I$ )、Cassie 指标 ( $C_A$ ) 与聚块性指标 ( $m^*/m$ ) 均为聚集分布, 西伯利亚蓼的丛生指标 ( $I$ ) 为 0.720 是所有种群中最趋向于 0 的, 而对扩散系数进行  $t$  检验为  $t = 2.033 < t_{0.01} = 2.326$ , 达到极显著水平, 说明西伯利亚蓼呈随机分布。对所有种群的扩散系数进行  $t$  检验显示, 除西伯利亚蓼外, 其它种群均为聚集分布。可见究竟种群分布格局是服从随机分布, 还是服从

负二项分布, 还需要通过对扩散系数的  $t$  检验来判断, 从而使分布格局的测定结果更加可靠。上官铁梁<sup>[17]</sup>认为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, 它不仅与物种的生态生物学特性和种群间的竞争排斥有关; 而且与物种的生境(包括土壤、地形、地貌等)有密切联系<sup>[18]</sup>。大量研究表明, 绝大多数自然种群都服从聚集分布, 而不服从随机分布和均匀分布<sup>[16, 17]</sup>。本结果也证明了这一点。

### 3.3 围栏内外芨芨草群落优势种群分布格局比较

对围栏内外芨芨草群落优势种群的比较发现, 可以将 12 个种群分为 3 种类型: 第一种类型为芨芨草, 从芨芨草种群聚集强度指数来看, 围栏内外各聚集度指数非常接近, 说明围栏内外聚集程度差异较小。这一结果与本研究实际调查非常吻合, 因为该地区为弃耕后形成的次生群落, 这些种群处于散布和发展阶段, 所以分布格局呈现聚集分布, 加之芨芨草种群本身具有根系发达、分蘖能力较强和株丛浓密的特性, 形成明显的竞争优势, 故具有较强的聚集程度。由于芨芨草蓄存的立枯物较多、较硬, 牛羊的践

踏和采食很难对围栏外芨芨草种群的分布格局产生较大的影响, 故围栏内外聚集强度差别较小; 第二种类型为裸花碱茅、赖草、草甸雪兔子、白茎盐生草、冰川棘豆、阿尔泰狗哇花、短穗兔耳草和海乳草, 他们的聚集强度变化围栏外大于围栏内, 围栏外经常受到放牧的干扰, 而这些种群中裸花碱茅、赖草、草甸雪兔子、冰川棘豆、短穗兔耳草和海乳草本身具有丛生、耐盐碱、耐践踏和克隆繁殖的特性, 白茎盐生草为一年生植物, 依靠大量的种子进行自然更新, 阿尔泰狗哇花也具有大量的种子进行自然更新, 这些特性导致第二类型中的植物在围栏外的竞争中处于优势地位, 从而导致围栏外聚集强度较大; 围栏内种群由于受到围栏保护, 生长季未受到放牧的干扰, 种内竞争不很明显, 竞争主要来自种间, 因此导致围栏内种群的聚集强度略低; 第三种类型为西伯利亚蓼和多裂蒲公英, 其种群数量较少, 围栏内外变化规律不明显。可见围栏封育和自由放牧不仅创造了群落特定的环境, 而且对群落中主要种群的配置产生了较大的影响。

#### 4 结论和讨论

芨芨草群落中除围栏内的多裂蒲公英和围栏外的西伯利亚蓼外, 其余主要种群均为聚集分布, 以芨芨草种群的聚集强度最大, 且围栏内外聚集强度的差异较小。芨芨草群落主要优势种群在该地区的空间分布型是种群繁殖方式和营养生长方式等生物学特性同周围环境因子互相作用的结果在空间分布上的反映。芨芨草和裸花碱茅种群聚集型分布格局的形成和该种群所具有的繁育方式是密切相关的。芨芨草和裸花碱茅属于丛生型耐盐中生禾草层片, 它们的生态幅度较宽<sup>[19]</sup>, 所适应的生境类型比较多样, 加之其种子较小(芨芨草种子的千粒重为 0.813 g, 裸花碱茅种子的千粒重为 0.129 g), 靠风和自身的重力作用散落, 大多数集中散落在母体周围, 通过有性生殖的方式, 使种群数量能得到不断的补充。由于生长环境多具盐碱, 土壤盐碱程度不同, 造成有些地方不适合种群生长, 种苗难以存活, 而在另外一些

适生环境, 为种子转化成幼苗创造了局部有利的环境条件, 这些地方的种苗数就多于其它地方; 再次, 果实的结籽率、种子的萌发率及幼苗的存活率均不高<sup>[20]</sup>, 加之其由种子萌发产生的幼苗生长多年后才能进行有性生殖, 虽然通过多年生多次结实的特性加以弥补, 种群数量的维持和扩大受到限制。此外禾本科植物均有营养繁殖的方式, 即通过分蘖产生分枝, 发育成地上枝, 也是其分布格局为聚集分布的重要原因。从以上分布格局的形成过程可以看到, 芨芨草种群分布区域的扩大和种群数量的增加, 依赖于有性生殖过程中产生的种子数量及其在所处环境中的萌发率和幼苗的存活率, 以及分蘖数量。

赖草属于根茎型耐盐中生禾草层片, 它不仅可进行有性繁殖, 其强烈的克隆繁殖特性<sup>[21]</sup>, 决定其分布格局均呈聚集分布。短穗兔耳草、海乳草、阿尔泰狗哇花、披针叶黄华、冰川棘豆属于中生杂类草层片是芨芨草原最常见的基本层片<sup>[19]</sup>, 它们的分布格局都服从聚集分布, 这与它们的生态特性有关。其中短穗兔耳草、海乳草属于深根型, 且有性繁殖和克隆繁殖都有特性; 披针叶黄华、冰川棘豆属于豆科植物, 成功定居后依靠豆科植物的特性使得种群得以扩大; 草甸雪兔子、阿尔泰狗哇花作为菊科植物其产生的种子量较大, 在干旱盐碱的不利环境中, 这些植物依靠自身的这些特性, 增加萌发数量, 从而顺利进入幼苗阶段, 并最终可能发育为成熟个体, 从而使种群数量得到有效补充。白茎盐生草属于一年生草本植物层片, 在许多芨芨草原的群落结构中也有突出意义, 尤其在人为活动频繁、利用强度较高的芨芨草群落, 依靠自身能产生大量种子的优势, 在竞争中处于有利地位, 所以导致它们的分布格局也呈聚集分布。围栏内的多裂蒲公英和围栏外的西伯利亚蓼呈随机分布, 也是物种对生境适应的一种表现形式。它的形成也与本身种子的散布的随机性有关。

植物群落中种群的空间分布格局受到多种因素的影响如生境因素、植物本身的生物学特性等等, 同时空间分布格局也是种群对生境长期适应的表现。

#### 参考文献:

- [1] 聂绍荃, 关文彬, 杨国亭, 等. 紫椴种群生态学研究( I )——性生殖表的编制与分析[A]. 祝宁. 植物生态学研究进展[C]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1994: 56- 63.

- [2] GITTNS R. Canonical analysis are view with applications in ecology[M]. Berlin: Sprinter Verlag, 1985.
- [3] HUANG ZH W (黄志伟), PENG M (彭敏), CHEN G CH (陈桂琛), *et al* The spatial distribution patterns and dynamics of some wetland dominant plants of the Qinghai Lake[J]. *Chin. J. Appl. Environ. Biol.* (应用与环境生物学报), 2001, 7(2): 113- 116 (in Chinese).
- [4] 张文辉 裂叶沙参种群生态学研究[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1998: 46- 48.
- [5] 彭少麟 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 114- 124.
- [6] 刘尚武 青海植物志(第3卷)[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1999: 156- 157.
- [7] ZHANG Y J (张雨军). The suggestions on the exploitation for the utilization of the *Achnatherum splendens* resources in the pasture of Erduos[J]. *Inner Mongolia Pratacuhure*(内蒙古草业), 2002, 14(2): 28- 29(in Chinese).
- [8] WU ZH L (吴珍兰), LU SH L (卢生莲). On geographical distribution of *Achnatherum brevistaratum* (Gramineae) [J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica* (植物分类学报), 1996, 34(2): 152- 161(in Chinese).
- [9] WEID (卫东), WANG Y R (王彦荣). Gemination testing methods on *Achnatherum splendens* seeds[J]. *Pratacultural Science*(草业科学), 1998, 15(4): 29- 32(in Chinese).
- [10] PENG M (彭敏), CHEN G CH (陈桂琛). Types and distribution of vegetation in Qinghai Lake region [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica* (植物生态学与地植物学学报), 1993, 17(1): 71- 81(in Chinese).
- [11] ZHOU G Y (周国英), CHEN G CH (陈桂琛), ZHAO Y L (赵以莲), *et al* Study on *Achnatherum splendens* community characteristics and species diversity around Qinghai Lake[J]. *Acta Botanica Sinica* (西北植物学报), 2003, 23(11): 1956- 1962(in Chinese).
- [12] ZHOU G Y (周国英), CHEN G CH (陈桂琛), WANG SH ZH (王顺忠), *et al* Soil seed banks of *Achnatherum splendens* steppes in the Qinghai Lake area[J]. *Chinese Journal of Ecology* (生态学杂志), 2005, 24(7): 724- 728(in Chinese).
- [13] PIELOU E C. An introduction to mathematical ecology[M]. New York: Wiley Interscience Publication, 1969.
- [14] 丁岩钦 昆虫数学生态学[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 22- 41.
- [15] 江洪 云杉种群生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 41- 50.
- [16] LIANG SH CH (梁士楚). Distribution pattern of dominant tree population in *Carpinus pubescens* community in Qianling Mountain[J]. *Chinese Journal of Ecology* (生态学杂志), 1991, 10(6): 1- 5(in Chinese).
- [17] SHANGGUAN T L (上官铁梁), ZHANG F (张峰). Research on the pattern and associations between dominants of the vegetation in Mian Mountain, Shanxi Province[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research* (武汉植物学研究), 1988, 6(4): 357- 364(in Chinese).
- [18] ZHANG F (张峰), SHANGGUAN T L (上官铁梁). Population patterns of dominant species in *Elaeagnus mollis* communities, Shanxi [J]. *Acta Phytocologica Sinica* (植物生态学报), 2000, 24(5): 590- 594(in Chinese).
- [19] CHEN G CH (陈桂琛), PENG M (彭敏). Community characteristics and distribution laws of *Achnatherum steppe* in Qinghai province [J]. *Acta Botanica Sinica* (西北植物学报), 1993, 13(2): 154- 162 (in Chinese).
- [20] 周国英 青海湖地区芨芨草种群生态学研究[D]. 西宁: 中国科学院西北高原生物研究所, 2004: 12- 15.
- [21] ZHU X W (朱选伟), LIU H D (刘海东), LIANG SH CH (梁士楚), *et al* Heterogeneity of *Leymus secalinus* ramet population and its soil resources in the Otindag Sandland[J]. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 2004, 24(7): 1459- 1464(in Chinese).