

# 高寒草甸生态系统优势鼠种高原鼫鼠 (*Myospalax baileyi*) 和高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 种群 空间格局的研究

宗浩\* 樊乃昌

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁)

于福溪 朱嘉城

(青海师范大学计算机中心, 西宁)

## 摘 要

本文研究于1983年7—8月, 1985年8—10月期间, 在中国科学院高寒草甸生态系统定位站进行。应用概率分布的方法研究小哺乳动物的种群空间格局, 取得了与实际观察相吻合的结果。这项工作将为定量描述哺乳动物种群数量的空间配置做出尝试。

主要结果为:

1. 高原鼫鼠和高原鼠兔(以下简称鼫鼠, 鼠兔)的空间格局适合负二项分布, 截尾负二项分布。
2. 鼫鼠在空间的聚集强度高于鼠兔。
3. 鼫鼠在高寒草甸和灌丛中的聚块面积分别为0.75公顷和1公顷以上; 鼠兔均为0.5公顷。
4. 大雪后(低密度鼠兔种群), 鼠兔的空间格局呈随机分布, 鼫鼠的格局不变, 聚集强度均有下降。
5. 两种动物空间分布总体上呈正相关, 低密度样本与此相同, 高密度样本为负相关。

关键词: 高寒草甸生态系统, 优势鼠种, 种群, 空间格局。

种群空间格局的研究至今已做了大量的工作<sup>[1-8]</sup>。然而在哺乳动物领域很少涉足, 国内仅有个别零散报道<sup>[4]</sup>。为了合理制定鼠害综合治理对策<sup>[5]</sup>, 加强了解种群个体的行为习性, 揭示种选择栖息境地的内禀特性, 定量地确定生态系统中通过该种群的能流和物流, 研究其格局具有重要的意义。

## 一、自然概况与研究方法

### 1. 自然概况

高寒草甸定位站地处青藏高原, 海拔高度3000—3500米。气温年均0.6℃, 年降水量531毫米, 具有明显的高寒大陆性气候特征。植被类型具有高原地带性, 以高寒草甸和高寒灌丛为主。草甸的主要建群种为小嵩草(*Kobresia pygmaea*)、矮嵩草(*K. humilis*), 广泛分布于滩地、阶地和阳坡; 灌丛以金露梅(*Dasiphora fluticosa*)、山生柳(*Salix oritrepha*)较重要, 多数分布在阴坡。鼫鼠和鼠兔是高寒草甸生态系统中啮齿动物群落的优势种, 在草

\* 现在四川师范大学生物系工作。

本文于1989年1月8日收到。

甸和灌丛中都有不同程度的分布。

### 2. 研究方法

用随机取样法统计, 1983年的资料表示大雪后种群数量变化后的抽样<sup>[8]</sup>。以0.25公顷为基本单元, 共做样方860个。其中每一0.25、0.5、0.75公顷的样来自同一公顷的随机样方。鼯鼠和鼠兔数量, 分别由该样地中的土丘与洞口数结合捕尽法<sup>[7]</sup>和堵洞盗洞法<sup>[8]</sup>获得, 由此, 将研究鼠洞和土丘的空间格局转为鼠本身的格局。全部计算与图表均在 IBM-pc 微机上执行。

## 二、结 果

### 1. 理论拟合

用负二项、奈曼 A 型, 截尾负二项、波松、二项等概率分布拟合, 结果见图 1。 $\chi^2$  检验, 鼯鼠和鼠兔草甸中的格局皆适合负二项和截尾负二项分布。灌丛中鼯鼠仅适合截尾负二项分布、鼠兔不适合以上分布、鼯鼠在全生境中适合截尾负二项分布。

### 2. 聚集强度

以扩散指标  $I$ , 平均拥挤  $\bar{M}$ , Lloyd 聚块性指标  $\bar{M}/M$  和参数  $Ca$  几种聚集度指标进行分析比较<sup>[9]</sup>。

$$Ca = \frac{V - M}{M^2}$$

$$\bar{M} = \frac{V - M - M^2}{M}$$

$$\frac{\bar{M}}{M} = \frac{V - M - M^2}{M^2}$$

$$I = \frac{V - M + M^2}{M^2} \cdot \frac{N}{N - 1}$$

$M$  为个体平均值,  $V$  表示方差,  $N$  是样本总数。

计算结果鼯鼠和鼠兔的分布皆属于聚块型格局。

聚集强度与动物种类有关, 而灌丛与草甸间的差别不显著。平均拥挤  $\bar{M}$ , 鼠兔大于鼯鼠。但参数受平均密度的影响, 实际上, 聚块性  $\bar{M}/M$ , 鼯鼠高于鼠兔。鼯鼠每个体平均 3.316 只个体对它产生拥挤, 鼠兔仅有 1.660 只个体对它拥挤(表 1)。

### 3. 格局规模

由 Iwao(1972) 和 Hill(1973) 的方法分析<sup>[2,10]</sup>,  $(V - M)/M$  曲线的峰值表示对应样方大小相对于个体群的面积。草甸中鼯鼠的聚块面积为 0.75 公顷。鼠兔在两种植被类型中聚块面积均为 0.5 公顷。鼠兔的  $\bar{M}-M$  图型呈直线, 分布的基本成份属于密集的个体群。鼯鼠

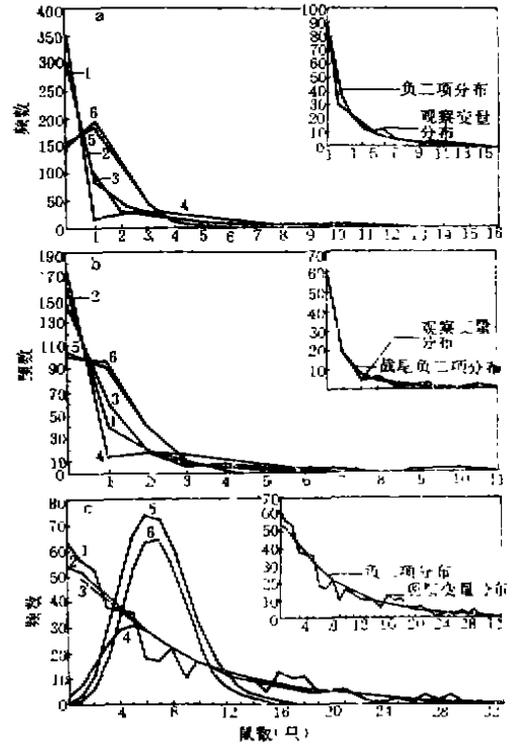


图 1 观察曲线与分布曲线的比较 (1985)  
a、b、c 分图代表草甸中鼯鼠、灌丛中鼯鼠和草甸中鼠兔的拟合结果, 数字 1、2、3、4、5、6, 分别代表实际观察变量、负二项、截尾负二项、奈曼、波松和二项分布。右上角表示最佳理论拟合。

Fig. 1 Comparison between two curve of observation and distribution

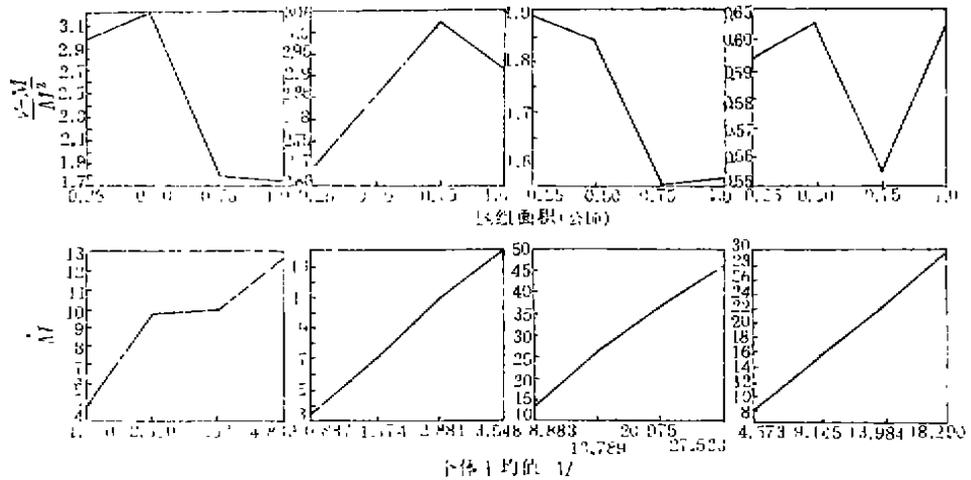


图 2 格局规模分析图  
Fig.2 Analysis of patterns dimension

的  $M-M$  图型为曲线，且值不等于零，其基本成份应为疏松的个体群，群内个体是随机的（表 1、图 2）。

#### 4. 格局的变化

1983年冬大雪造成鼠兔种群数量急剧下降。在此密度下鼠兔不表现通常状况的聚块型分布。理论拟合符合波松分布，属于随机分布格局，聚集强度大幅度降低。鼢鼠的格局仍适合负二项分布，聚集强度减弱（表 1）。

#### 5. 格局的相关性

Kershaw (1960) 提出了协方差分析可以确定各种群格局间的相互关系<sup>[11]</sup>。

$$V_{a+b} = V_a + V_b + 2C_{ab}$$

$V$  表示方差， $C_{ab}$  表示相应区组的协方差， $a$ 、 $b$  为不同的种群。就整体而言，草甸与灌丛中鼢鼠和鼠兔均为正相关。当密度高达一定值后，相关性随之转化。经计算机筛选，草甸鼢鼠数量达 4 只/公顷或鼠兔 8 只/公顷时为负相关， $r = -0.117$ ；灌丛鼢鼠数量达 8 只/公顷或鼠兔 24 只/公顷为负相关。以上  $\chi^2$  检验均达到显著水平 ( $p < 0.05$ )，见表 1。

### 三、讨 论

#### 1. 格局的成因

所谓鼢鼠和鼠兔空间格局的模型，并非数学上的巧合，而是物种生物学特性的反映。鼠兔喜欢选择平坦开阔的栖境，防御天敌的警戒行为十分突出，合理的聚集已成为种群保护行为的重要手段。鼠兔的生殖率高，甚至构成几代同堂的家庭结构<sup>[12]</sup>。鼠兔分窝后，仍以老巢为核心，呈递减序列向四周扩散。鼢鼠的格局依赖其运动方式、土壤和植被类型。地下生活、土层厚度和质地皆成为鼢鼠远距离自由扩散的限制因子，以杂类草为主的次生植被和阴湿的金露梅灌丛是鼢鼠最佳的栖息环境，这些因子都有利于鼢鼠朝聚集模式的方向发展。

#### 2. 格局相关性

过去将鼢鼠和鼠兔的数量关系视为负相关是不够全面的。据本研究，只有较高密度的地

表 1 各种样本的分布参数  
Table 1 Distribution parameters of the samples

鼠 种	N	M	V	$\bar{M}$	$\frac{V}{M}$	$I_0$	$\rho$	S	$C_{ab}$	r	$C_d$
草甸 (1985)											
高原鼯鼠	488	1.160	5.159	4.607	3.972	3.980	3.972	0.25			2.972
	244	2.320	19.504	9.727	4.193	4.210	4.413	0.50			3.193
	122	3.586	26.115	9.889	2.773	2.796	0.130	0.75			1.773
	122	4.639	41.608	12.608	2.718	2.740	2.534	1.00			1.718
高原鼠兔	488	6.883	49.202	13.031	1.893	1.897	1.893	0.25			0.893
	244	13.766	178.466	25.730	1.869	1.877	1.845	0.50			0.869
	122	20.975	356.090	36.952	1.762	1.776	1.557	0.75			0.762
	122	27.533	570.270	47.245	1.716	1.730	1.570	1.00			0.716
鼯鼠 + 鼠兔	488	8.043	54.517	13.821	1.718	1.722		0.25	0.078	0.005	
	244	16.086	512.944	47.533	2.959	2.967		0.50	161.987	2.749	
	122	24.541	1062.239	66.825	2.723	2.745		0.75	340.015	3.526	
	122	32.172	1724.699	84.781	2.835	2.657		1.00	556.398	3.612	
灌 丛 (1985)											
高原鼯鼠	248	0.887	2.995	3.264	3.678	3.884	3.679	0.25			2.679
	124	1.774	10.772	6.848	3.858	7.881	4.039	0.50			2.859
	62	2.662	24.095	10.716	4.027	4.093	4.363	0.75			3.027
	62	3.548	40.248	13.882	3.915	3.880	3.581	1.00			2.915
高原鼠兔	248	4.573	19.878	7.288	1.583	1.600	1.600	0.25			0.593
	124	9.145	58.789	14.681	1.505	1.618	1.617	0.50			0.805
	62	13.884	122.488	21.742	1.555	1.580	1.459	0.75			0.555
	62	18.290	220.387	29.339	1.809	1.630	1.764	1.00			0.604
鼯鼠 + 鼠兔	248	5.466	23.353	8.737	1.600	1.607		0.25	1.890	0.237	
	124	10.818	219.287	30.000	2.748	2.770		0.50	74.378	2.931	
	62	16.645	476.085	44.367	2.688	2.708		0.75	165.781	3.051	
	62	20.338	838.026	58.212	2.711	2.756		1.00	288.750	3.088	
鼠兔(1983)	73	1.671	1.890	1.802	1.078	1.09					
鼯鼠(1983)	73	2.411	6.662	4.174	1.731	1.755					

区才表现为负相关，而低密度区域和总体一致趋于正相关。野外研究有两方面的证据支持这一结果：密度低时，鼠兔的松土作用有利于杂类草的增加，为鼯鼠食物谱的丰富提供了原始合作；高密度时，鼯鼠与鼠兔串洞频繁且土丘覆盖地面植被，排斥了鼠兔的取食资源。

### 3. 方法问题

作者对概率分布的方法用于小哺乳动物的空间格局研究，进行了一系列可行性验证，认为上述方法是可靠的。但目前几种离散型理论分布，作为小哺乳动物种群空间分布的模型难于概括全部现象。如高原鼠兔在灌丛中分布的类型，尤其是一些植被类型相嵌的地区观察变量分布比较复杂，还需引进某种变通性较强的体系，包括多参数的连续型概率分布进行分析。

### 参 考 文 献

- [1] Bredt, C.M., 1954, Equations descriptive of fish schools and other animal aggregations, *Ecol.*, 35:361—370.
- [2] Iwao, S., 1972, Application of the  $m-m$  method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size, *Res. Popul. Ecol.*, 14:97—128.

- [3] 皮格, E.C (卢泽恩译), 1978, 《数学生态学引论》, 第82—204页, 科学出版社。  
 [4] 高中信、孙兆峰、宋建华, 1985, 带岭林区三种鼠害生态差异, 东北林学院学报 13(2):82—90。  
 [5] 宗 浩、樊乃昌、周文扬、景增春, 1990, 高原鼯鼠防治的最优化动态决策, 四川动物 9(1): 22—26。  
 [6] 宗 浩、夏武平、孙德兴, 1986, 一次大雪对鼠类数量的影响, 高原生物学集刊, 第五集, 85—90。  
 [7] 郑宝贵, 1965, 介绍一种鼯鼠数量的野外调查方法, 动物学杂志 7(4): 190—191。  
 [8] 夏武平, 1966, 鼠害数量的野外调查方法, 生物学报 (6)16—18。  
 [9] 索恩伍德, T.R.E. (罗河清等译), 1984, 《生态学研究方法》, 第25—49页, 科学出版社。  
 [10] Hill, D.M., 1973, The intensity of spatial pattern in plant communities, *J. Ecol.* 61:225—235。  
 [11] Kershaw, K.A., 1960, The detection of pattern and association *L. Ecol.* 48:233—242。  
 [12] 梁杰荣, 1981, 高原鼠兔的家庭结构, 兽类学报 1(2):150—165。

## THE RESEARCH ON THE POPULATION SPATIAL PATTERNS OF THE PLAETAU ZOKOR (*MYOSPALAX BAILEYI*) AND THE PLATEAU PIKA (*OCHOTONA CURZONIAE*) IN THE ALPINE MEADOW ECOSYSTEM

Zong Hao      Fan Nai-Chang

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia, Xining)

Yu Fu-Xi      Zhu Jia-Cheng

(Computer Center of Qinghai Normal University, Xining)

This research was carried out in Qinghai province from 1983 to 1985. The main results are as follows:

1. The spatial patterns of the zokor and the pika fit the negative binomial and the truncated negative binomial distribution. 2. The assembling intensity of the zokor is higher than the pika. 3. The assembling area of the zokor is 0.75 ha in meadow and 1 ha in shrub, and that of the pika is 0.5 ha. 4. The spatial pattern of the pika shows its random distribution but the zokor's pattern still shows the assembling distribution in low population density. The assembling intensity of the zokor and the pika is decreased in low density population following a heavy snow. 5. The spatial patterns of the zokor and the pika trend to positive correlation in the samples of low density but negative correlation in the samples of high density.

**Key words:** the population spatial patterns, *Myospalax baileyi*, *Ochotona curzoniae*, alpine meadow ecosystem.