

内蒙古阿拉善荒漠主要啮齿动物 生态位测度比较*

傅和平^① 武晓东^{①**} 杨泽龙^① 许毅洪^②

(^①内蒙古农业大学生态环境学院 呼和浩特 010019; ^②内蒙古锡盟草原工作站 锡林浩特 027000)

摘要: 用3种不同的生态位宽度和生态位重叠测度方法,对内蒙古阿拉善荒漠11种主要啮齿动物的生态位进行了比较研究。结果表明,子午沙鼠的生态位宽度指数最高,3种方法计算结果分别为0.842、0.723、0.516。该种在7种生境中均有分布,且以人工草地和农田的数量最高,天然草地的数量最低,对7种资源等级的利用具有一定的选择性。五趾跳鼠的次之,分别为0.751、0.722、0.513。该种在7种生境中均有分布且数量差异不大,对7种资源等级的利用具有一定的普遍性。比较3种生态位宽度指数测度方法,以Shannon-Wiener Index对荒漠区啮齿动物较为适宜。生态位重叠指数最高的啮齿动物因计算方法的不同有1~9个种对,生态位重叠指数最低的有10~11个种对。分析比较3种生态位重叠指数测度方法,以Pianka Index更适用于荒漠区啮齿动物的生态位重叠测度。

关键词: 啮齿动物;生态位;测度方法;荒漠区;阿拉善

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)04-27-08

Comparing of Niche for Rodent Species in Alashan Desert Region of Inner Mongolia

FU He-Ping^① WU Xiao-Dong^① YANG Ze-Long^① XU Yi-Hong^②

(^① The Ecological and Environmental College of Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019;

^② Xilingule Alliance Grassland Research Station of Inner Mongolia, Xilinhot 027000, China)

Abstract: Niches of 11 rodent species in the Alashan desert region of Inner Mongolia were studied by three different methods. The results showed that the niche breadth indexes of *Meriones meridianus* were valued 0.842, 0.723, 0.516, as the highest. It distributed in 7 kinds of habitat, however, the highest density of this species was found in artificial grassland and crop land, the lowest density occurred in natural grassland. The niche breadth indexes of *Allactaga sibirica* were placed in the second which was reached 0.751, 0.722, and 0.513. It was found in 7 kinds of habitat without much density difference. Among the three measuring methods, Shannon-Wiener Index was more suitable to describe niche breadth for desert rodents. The highest overlap index in niche was found in 1-9 species pair and the lowest one was occurred in 10-11 species pair when it was measured by difference methods. Comparison between the three methods for measuring niche overlap indexes, the

* 国家自然科学基金(No. 30160019), 内蒙古自然科学基金(No. 980202)资助项目;

** 通讯作者, E-mail: wuxiaodong_hgb@hotmail.com;

第一作者介绍 傅和平, 男, 35岁, 硕士; 从事草原动物生态及草地保护的研究; E-mail: fuheping@126.com.

收稿日期: 2004-01-15, 修回日期: 2004-05-18

Pianka Index was most applicable by principal component analysis.

Key words: Rodent; Niche; Measuring method; Desert region; Alashan

生态位(niche)研究曾经是群落生态学研究领域中非常活跃的一个领域^[1]。关于生态位的概念虽有不同的表述,但内容实质基本相同。生态位指生物在生物群落中的作用^[1]。或是指每个种在群落中的时空位置及其机能关系,群落中的每一个种必须具有它自己的生态位^[2]。一般认为,在一个稳定的群落中没有任何两个种占据同一生态位,并在同一时间内利用着同样的资源^[2]。群落是一个相互作用的、生态位分化的种群系统,群落中种群在空间、时间和资源的利用以及相互作用方面都趋向于相互补充而不是直接竞争。如果两个种生态位相似,必然发生种间竞争,结果可以向两个方向发展:一是一个种完全排挤掉另一个种;或者就是使其中的一个种占有不同的空间,利用不同的资源,在生态位上产生分隔^[2-4]。这种分隔表现在不同营养级、不同空间、不同时间等,结果是两种之间形成平衡而共存^[1-6]。

生态位理论和资源利用是分不开的,阿拉善荒漠生态环境条件十分严酷,动物的可利用资源在数量和质量上与湿润区、半干旱区存在差异。通过生态位的研究,可以深入认识动物种群在群落中的地位和作用。有关生态位宽度和生态位重叠已有多种测度方法^[1-7],这些方法的合理性和可操作性一直被许多生态学工作者关注。由于各种方法有不同的含义与侧重点,而常用的生态位测度方法又大都应用于各种植物群落,关于荒漠啮齿动物的生态位测度方法的研究报道较少。本文分别用3种常用的生态位计算方法,对内蒙古阿拉善荒漠区啮齿动物的生态位宽度和生态位重叠进行了研究,并利用PCA(主成分)分析法对生态位重叠指数的计算结果进行了论证,从而确定适合于荒漠啮齿动物的生态位测度方法。

1 自然条件与研究方法

1.1 自然条件 阿拉善荒漠区系指内蒙古自

治区的阿拉善盟所辖范围,包括阿拉善左旗、阿拉善右旗和额济纳旗。其地理坐标为东经 97°10' ~ 106°12', 北纬 37°24' ~ 42°25'。东北与巴彦淖尔盟相接,东南与宁夏回族自治区相连,西南与甘肃省接壤,北与蒙古国毗邻,面积 269 879 km²。

地形为南北倾斜,南高北低,东、南、西部分别被贺兰山、龙首山、马鬃山环抱,北部为蒙古高原阻隔,形成闭塞的阿拉善高原内陆区。最低海拔 820 m,最高为贺兰山主峰达 3 556 m。地形复杂,主要为戈壁、沙漠、湖盆、低山丘陵等。境内水源十分缺乏,本区唯一的内陆水系弱水(黑河)最终注入居延海,但调查期间均已干涸。著名的乌兰布和、巴丹吉林和腾格里三大沙漠横贯全境,面积占总面积的 30.92%。气候为典型的高原大陆性气候,冬季严寒、干燥,夏季酷热,昼夜温差大,极端最低气温 - 28 ~ - 36℃,最高可达 38 ~ 42℃。年降水量在 45 ~ 215 mm,年蒸发量 3 000 ~ 4 700 mm,是降水量的 14 ~ 120 倍。土壤总的特点是淋溶作用微弱,土质松散、瘠薄,表土有机质含量仅 1% ~ 1.5%,含有较多的可溶性盐。

由于地理位置、气候和土壤等生态因素的制约,阿拉善荒漠植被稀疏,植物种类贫乏,结构单调,植被覆盖度低,一般只有 1% ~ 20%,主要以旱生、超旱生和盐生的灌木、半灌木和小半灌木为主,多年生优良禾本科牧草和豆科牧草较少,主要建群植物以藜科、菊科和蒺藜科为主,其次为蔷薇科、柽柳科。形成荒漠特有的植被景观。

1.2 研究方法 1998 年 8 ~ 9 月,1999 年 8 ~ 10 月及 2002 年 7、10 月在该荒漠区全境内,依据植被、土壤、地形、水分等因子的不同,选定调查样区布设样方。综合其代表性,选 7 种生境类型布设 52 个样地,每个样地面积 10 hm²。样地内鼠类数量统计采用铗日法,每个样地布放 400 ~ 500 铗,铗距 5 m,行距 50 m。捕到的标本

均进行测量、称重并记录胃容物组成及繁殖状况。共布放 25 565 个有效铗日,捕获主要的 11 种啮齿类^[8-12]标本 780 只。对其进行生态位比较分析。

对于物种的生态位宽度(niche breadth),分别采用 Shannon-Wiener 生态位宽度指数^[4],计算公式如下:

$$B_{swi} = \frac{\lg \sum N_{ij} - (1/\sum N_{ij})(\sum N_{ij} \lg N_{ij})}{\lg r} \quad (1)$$

其中 B_{swi} 为 i 种的生态位宽度; N_{ij} 为 i 种利用 j 资源等级的数值; r 为生态位的资源等级数; B_{swi} 值的大小在 0~1 之间。

Simpson 生态位宽度指数^[4],计算公式如下:

$$B_{si} = 1 - \sum P_{ij}^2 \quad (2)$$

其中 B_{si} 为 i 种的生态位宽度; P_{ij} 为 i 种利用 j 资源等级的比例(公式 3 定义相同)。

Levins 生态位宽度指数^[4],计算公式如下:

$$B_{li} = 1/r \sum P_{ij}^2 \quad (3)$$

对于啮齿类的生态位重叠(niche overlap),分别运用 Cowll and Futuyma(1971)^[7]提出的生态位指数,计算公式如下:

$$C_{ik} = 1 - 1/2 \sum |N_{ij}/N_i - N_{kj}/N_k| \quad (4)$$

其中 C_{ik} 为 i 种和 k 种之间的生态位重叠指数; N_{ij} 为 i 种在 j 资源等级中出现的数值; N_i 为 i 种在所有资源等级中的数值; N_{kj} 为 k 种在 j 资源等级中出现的数值; N_k 为 k 种在所有资源等级中的数值; C_{ik} 数值的大小在 0~1 之间。

Pianka 生态位重叠指数^[4],计算公式如下:

$$C_p = \sum P_{ij}P_{kj} / (\sum P_{ij}^2 \sum P_{kj}^2)^{1/2} \quad (5)$$

其中 C_p 为 i 种和 k 种之间的生态位重叠指数; P_{ij} 和 P_{kj} 分别为 i 种和 k 种利用 j 资源等级的比例(公式 6 定义相同)。

Levins 生态位重叠指数^[7],计算公式如下:

$$C_l = \sum P_{ij}P_{kj} / \sum (P_{ij}^2) \quad (6)$$

2 结 果

阿拉善荒漠区 11 种主要啮齿动物的数量及分布见表 1。依据表 1 计算 11 种啮齿动物的空间生态位宽度指数列于表 2,生态位重叠指数列于表 4~6。

从表 2 可以看出,生态位宽度指数最高的是子午沙鼠,用 3 种公式计算的结果分别为

表 1 各生境样地中啮齿动物数量的平均值(只)及分布

种 类	分布生境						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1. 子午沙鼠 <i>Meriones meridianus</i>	1.88	3.88	3.29	0.86	15.86	3.75	4.00
2. 短尾仓鼠 <i>Cricetulus eversmanni</i>	0.25	0.00	0.00	0.14	2.00	0.13	0.14
3. 长尾仓鼠 <i>C. longicaudatus</i>	0.00	0.00	0.14	0.00	0.86	0.00	0.00
4. 黑线仓鼠 <i>C. barabensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43	0.00	0.00
5. 小毛足鼠 <i>Phodopus roborovskii</i>	0.63	0.63	0.14	1.51	0.71	6.13	0.00
6. 三趾跳鼠 <i>Dipus sagitta</i>	2.13	3.00	1.00	1.43	0.71	14.63	0.29
7. 五趾跳鼠 <i>Allactaga sibirica</i>	7.00	6.25	3.71	0.43	0.57	0.88	0.43
8. 长耳跳鼠 <i>Euchoreutes naso</i>	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
9. 三趾心颅跳鼠 <i>Salpingotus dozlovi</i>	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00
10. 肥尾心颅跳鼠 <i>S. crassicauda</i>	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11. 巨泡五趾跳鼠 <i>Allactaga bullata</i>	0.63	0.88	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
样地数合计	8	8	7	7	7	8	7
1998 年秋季	2	2	2	2	2	2	3
1999 年秋季	4	4	3	3	3	3	2
2002 年秋季	2	2	2	2	2	3	2

I. 白刺、霸王沙地; II. 梭梭、绵刺石砾沙地; III. 盐爪爪盐化地; IV. 天然草地; V. 人工草地农田; VI. 固定半固定沙丘; VII. 胡杨、怪柳沙地

表 2 空间生态位宽度指数

	子午沙鼠	五趾跳鼠	三趾跳鼠	小毛足鼠	巨泡五趾跳鼠	短尾仓鼠	三趾心颅跳鼠	长耳跳鼠	长尾仓鼠	黑线仓鼠	肥尾心颅跳鼠
B_{jwi}	0.842	0.751	0.641	0.612	0.468	0.459	0.307	0.306	0.208	0.000	0.000
B_{ji}	0.723	0.722	0.570	0.571	0.563	0.418	0.409	0.409	0.240	0.000	0.000
B_{ii}	0.516	0.513	0.332	0.333	0.327	0.245	0.242	0.242	0.187	0.143	0.143

表 3 样地分布频率

	子午沙鼠	五趾跳鼠	三趾跳鼠	小毛足鼠	巨泡五趾跳鼠	短尾仓鼠	三趾心颅跳鼠	长耳跳鼠	长尾仓鼠	黑线仓鼠	肥尾心颅跳鼠
分布样地数	32	30	25	11	9	8	7	6	5	3	2
频率(%)	61.5	57.7	48.1	21.2	17.3	15.4	13.5	11.5	9.62	5.77	3.85

0.842、0.723、0.516。从分布上来看(表 1),子午沙鼠在 7 种生境中均有分布,且以生境 V 的数量最高(15.86),生境 IV 的数量最低(0.86),差异较大;其余生境中相差不大,平均值在 1.88~4.00 之间,说明该种对 7 种资源等级的利用具有一定的选择性。五趾跳鼠的生态位宽度指数次之,3 种计算结果分别为 0.751、0.722 和 0.513,该种在 7 种生境中均有分布且数量差异不大(表 1),因此对 7 种资源的利用具有一定的普遍性,但较于子午沙鼠的生态位宽度要窄。从表 2 还可知,以 Shannon-Wiener 生态位宽度指数和 Simpson 生态位宽度指数计算的黑线仓鼠和肥尾心颅跳鼠的生态位宽度指数均为 0,但这并不等于这两个种不利用资源,而是对资源等级的利用单一,生态位宽度非常窄。至于在单一资源条件下生态位宽度指数的计算,则要将单一资源继续细划为不同的等级^[13],在这一尺度上测定单一研究种群意义较大。从表 2 中还可看出,以 Shannon-Wiener 指数计算的各个种的生态位宽度指数大小顺序与以 Simpson 指数和 Levins 指数计算的顺序不同,而以 Simpson 指数和 Levins 指数计算的结果大小顺序却相同。以 Shannon-Wiener 指数计算的结果显示三趾跳鼠的生态位宽度值较小毛足鼠的大,而后两种公式的计算结果却相反。阿拉善荒漠区 11 种主要啮齿动物在所设置 52 个样地中的分布频率列于表 3。由表 3 可知,三趾跳鼠出现的样地数是 25 个,频率为 48.1%,小毛足鼠则只有 11 个,频率为 21.2%,远小于三趾

跳鼠的出现频率。因此,三趾跳鼠对荒漠区生境的适应性较小毛足鼠更为广泛;另外,从对这两个种的胃内容物解剖记录来看,三趾跳鼠的有绿色(植物茎、叶)、褐色(根)、红色(昆虫)、白色(种子)等食物成分,而小毛足鼠只有绿色和白色成分,颊囊中全部是种子。因此,三趾跳鼠的食性亦较小毛足鼠的广泛;就两个种在个体大小及活动能力和范围上来看,三趾跳鼠明显大于小毛足鼠^[8-10]。因此,三趾跳鼠的生态位宽度应大于小毛足鼠。所以基于 Shannon-Wiener 指数计算的结果较为准确的反映了荒漠啮齿动物的生态生物学特性,更适宜于荒漠啮齿动物生态位宽度的测度。

表 4 是基于 Cowll and Futuyma Index 的生态位重叠计算结果,从表 4 可知,生态位重叠最高的种对有 2 对,即小毛足鼠和三趾跳鼠,长尾仓鼠和黑线仓鼠;生态位重叠指数分别为 0.860 和 0.859,占表 4 所列 55 个种对的 3.6%。生态位重叠指数为 0 或几乎等于 0 的种对有 10 对,分别为长尾仓鼠与长耳跳鼠、三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠;黑线仓鼠与五趾跳鼠、长耳跳鼠、三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠、巨泡五趾跳鼠;长耳跳鼠与三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠,占总对数的 18.2%。而生态位重叠指数大于 0.5 的种对有 10 对,占总对数的 18.2%。这一计算结果总的趋势是最大限度的生态位重叠种对比例小,而生态位趋于分化(0 指数)的种对比例较大。

表 4 空间生态位重叠指数—— C_{ij}

	子午沙鼠	短尾仓鼠	长尾仓鼠	黑线仓鼠	小毛足鼠	三趾跳鼠	五趾跳鼠	长耳跳鼠	三趾心 颅跳鼠	肥尾心 颅跳鼠	巨泡五 趾跳鼠
子午沙鼠	1.000										
短尾仓鼠	0.657	1.000									
长尾仓鼠	0.627	0.752	1.000								
黑线仓鼠	0.473	0.752	0.859	1.000							
小毛足鼠	0.344	0.238	0.086	0.072	1.000						
三趾跳鼠	0.397	0.237	0.074	0.031	0.860	1.000					
五趾跳鼠	0.390	0.213	0.170	0.030	0.240	0.374	1.000				
长耳跳鼠	0.235	0.053	0.000	0.000	0.064	0.142	0.346	1.000			
三趾心颅跳鼠	0.168	0.142	0.000	0.000	0.689	0.722	0.332	0.000	1.000		
肥尾心颅跳鼠	0.056	0.094	0.000	0.000	0.064	0.092	0.363	0.000	0.286	1.000	
巨泡五趾跳鼠	0.257	0.094	0.085	0.000	0.142	0.264	0.772	0.533	0.286	0.382	1.000

表 5 是基于 Pianka Index 的生态位重叠计算结果,从表 5 可知,生态位重叠最高的种对有 9 对,分别为子午沙鼠和短尾仓鼠、长尾仓鼠;短尾仓鼠和长尾仓鼠、黑线仓鼠;长尾仓鼠和黑线仓鼠;小毛足鼠和三趾跳鼠、三趾心颅跳鼠;三趾跳鼠和三趾心颅跳鼠;五趾跳鼠和巨泡五趾跳鼠,生态位重叠指数在 0.918 ~ 0.986 之间,占表 5 所列 55 个种对的 16.4%。生态位重叠指数为 0 或几乎等于 0 的种对有 11 对,分别

为短尾仓鼠和长耳跳鼠;长尾仓鼠与长耳跳鼠、三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠、巨泡五趾跳鼠;黑线仓鼠与长耳跳鼠、三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠、巨泡五趾跳鼠;长耳跳鼠与三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠,占总对数的 20.0%。而生态位重叠指数大于 0.5 的种对有 14 对,占总对数的 25.5%。这一计算结果总的趋势是最大限度的生态位重叠种对比比例大,而生态位趋于分化(0 指数)的种对比比例也较大。

表 5 空间生态位重叠指数—— C_i

	子午沙鼠	短尾仓鼠	长尾仓鼠	黑线仓鼠	小毛足鼠	三趾跳鼠	五趾跳鼠	长耳跳鼠	三趾心 颅跳鼠	肥尾心 颅跳鼠	巨泡五 趾跳鼠
子午沙鼠	1.000										
短尾仓鼠	0.931	1.000									
长尾仓鼠	0.918	0.972	1.000								
黑线仓鼠	0.898	0.985	0.986	1.000							
小毛足鼠	0.351	0.198	0.112	0.110	1.000						
三趾跳鼠	0.327	0.134	0.058	0.047	0.980	1.000					
五趾跳鼠	0.356	0.152	0.115	0.057	0.234	0.332	1.000				
长耳跳鼠	0.289	0.026	0.000	0.000	0.091	0.190	0.585	1.000			
三趾心颅跳鼠	0.235	0.106	0.000	0.000	0.921	0.946	0.338	0.000	1.000		
肥尾心颅跳鼠	0.106	0.123	0.000	0.000	0.098	0.140	0.688	0.000	0.327	1.000	
巨泡五趾跳鼠	0.264	0.071	0.021	0.000	0.138	0.247	0.941	0.748	0.214	0.578	1.000

表 6 是基于 Levins Index 的生态位重叠计算结果,从表 6 可知,生态位重叠最高的种对有 1 对,为小毛足鼠和三趾跳鼠;生态位重叠指数为 0.979,占表 6 所列 55 个种对的 1.8%。生态位重叠指数为 0 或几乎等于 0 的种对有 11 对,分别为短尾仓鼠和长耳跳鼠;长尾仓鼠与长耳

跳鼠、三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠、巨泡五趾跳鼠;黑线仓鼠与长耳跳鼠、三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠、巨泡五趾跳鼠;长耳跳鼠与三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠,占总对数的 20.0%。而生态位重叠指数大于 0.5 的种对有 11 对,占总对数的 20.0%。这一计算结果的总的趋势

是最大限度的生态位重叠种对比例小,而生态位趋于分化(0 指数)的种对的比例较大,与表 4

基于 Cowll and Futuyma Index 的生态位重叠计算结果趋势较为一致。

表 6 空间生态位重叠指数—— C_1^*

	子午沙鼠	短尾仓鼠	长尾仓鼠	黑线仓鼠	小毛足鼠	三趾跳鼠	五趾跳鼠	长耳跳鼠	三趾心 颊跳鼠	肥尾心 颊跳鼠	巨泡五 趾跳鼠
子午沙鼠	1.000										
短尾仓鼠	0.643	1.000									
长尾仓鼠	0.554	0.851	1.000								
黑线仓鼠	0.473	0.752	0.860	1.000							
小毛足鼠	0.282	0.231	0.149	0.168	1.000						
三趾跳鼠	0.262	0.156	0.077	0.072	0.979	1.000					
五趾跳鼠	0.356	0.219	0.191	0.108	0.291	0.413	1.000				
长耳跳鼠	0.198	0.025	0.000	0.000	0.078	0.162	0.401	1.000			
三趾心颊跳鼠	0.161	0.105	0.000	0.000	0.785	0.807	0.232	0.000	1.000		
肥尾心颊跳鼠	0.056	0.094	0.000	0.000	0.064	0.092	0.363	0.000	0.286	1.000	
巨泡五趾跳鼠	0.211	0.082	0.027	0.000	0.137	0.245	0.751	0.869	0.249	0.874	1.000

* 为列对行的计算结果

为比较 3 种公式所计算的生态位重叠指数,以表 4~6 的数据为基础,分别建立 11×11 分析矩阵,对每个矩阵均进行 PCA(主成分)分析,用以对每种啮齿类与其它种的生态位重叠指数进行排序,以选取能够更加准确反映荒漠区啮齿动物生态生物学特性的结果。表 4~6 数据的 PCA 分析结果列于表 7。变量 X1~X11 分别代表的啮齿动物种类为:1 子午沙鼠、2 短尾仓鼠、3 长尾仓鼠、4 黑线仓鼠、5 小毛足鼠、6 三趾跳鼠、7 五趾跳鼠、8 长耳跳鼠、9 三趾心颊跳鼠、10 肥尾心颊跳鼠、11 巨泡五趾跳鼠。由

表 7 可知,3 种指数的 PCA 分析前 2 个主成分的方差累积贡献率均达到 76% 以上,可以满足数值化标准的要求^[14,15],3 种指数的第一主成分中变量系数绝对值最大的均为 X2、X3、X4 三个变量,是第一主成分特征向量中的主导因子,对应的动物种类为短尾仓鼠、长尾仓鼠和黑线仓鼠,此 3 种啮齿类在荒漠区的相对湿润生境中分布的较为集中^[18-12],在生境 V 中 3 种的数量平均值高于其它生境也说明了这一点。3 种指数的第二主成分中变量系数绝对值最大的均为 X5、X6、X9 三个变量,是第二主成分特征向

表 7 3 种生态位重叠指数值的 PCA(主成分)分析

变量	Cowll and Futuyma 指数		Pianka 指数		Levins 指数变量	
	第一主成分	第二主成分	第一主成分	第二主成分	第一主成分	第二主成分
X1	-0.3118	0.0648	-0.3856	-0.0327	-0.3264	-0.0207
X2	-0.4095	0.0626	-0.3955	-0.0283	-0.4099	-0.0182
X3	-0.4203	-0.0264	-0.3954	-0.0481	-0.4133	-0.0449
X4	-0.4228	-0.0078	-0.3976	-0.0404	-0.4116	-0.0255
X5	0.1554	0.5194	0.1280	0.4946	0.1194	0.5124
X6	0.2068	0.4724	0.1887	0.4554	0.1930	0.4681
X7	0.2744	-0.2377	0.3075	-0.3077	0.2587	-0.2303
X8	0.1593	-0.3411	0.1942	-0.3178	0.2054	-0.2985
X9	0.2685	0.4231	0.2117	0.4444	0.2238	0.4462
X10	0.2208	-0.1723	0.2516	-0.1738	0.2612	-0.2495
X11	0.3016	-0.3412	0.2965	-0.3446	0.3258	-0.3335
方差累积贡献率(%)	48.66	76.11	56.23	88.10	50.41	80.88

量中的主导因子,对应的动物种类为小毛足鼠、三趾跳鼠和三趾心颅跳鼠,这 3 种啮齿类在荒漠区的相对干旱和多沙地带的生境中分布较为集中^[8-12],在生境 VI 中 3 种的数量平均值高于其它生境也说明了这一点。

基于以上分析,取第一主成分轴和第二主成分轴建立二维坐标,得散点图如下(图 1~3),其中 11 种啮齿类分别以变量数字表示。

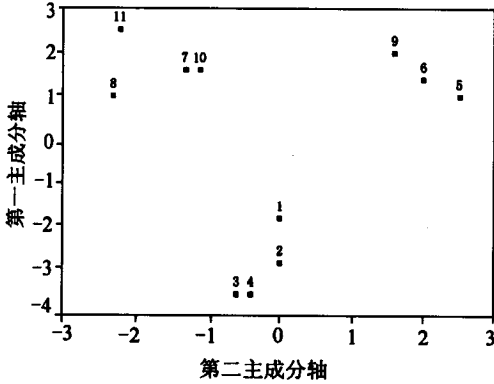


图 1 Cowl and Futuyama 生态位重叠

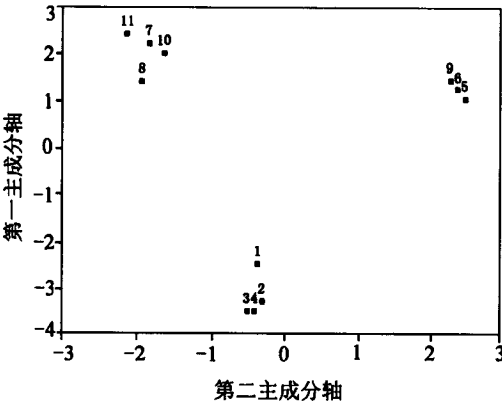


图 2 Pianka 生态位重叠

从图 1~3 可以看出,11 种啮齿动物生态生物学特性相似的均聚到了一起,基本上可划分为三类,第一类(5、6、9)所占两个主成分均较高,可视为耐旱种类;第二类(1、2、3、4)所占两个主成分均较低,可视为较湿润种类;第三类(7、8、10、11)介于一、二类之间。1 虽然适宜于荒漠生境,但在人工草地和农田中的种群数量最高,亦偏于荒漠生境中的较湿润种类,因此 1 与 2、3、4 最为接近。而图 1 反映出 3、4 最为接近,图 3 反映出 2、4 最为接近,只有图 2 较为准

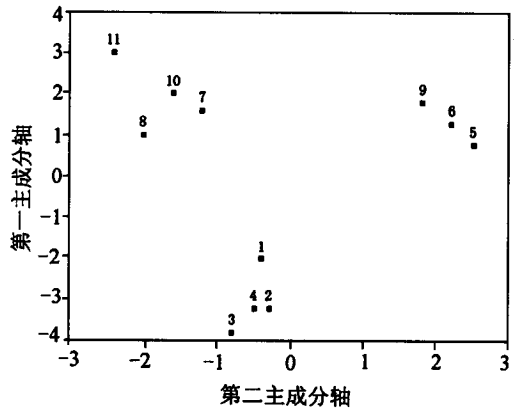


图 3 Levins 生态位重叠

确地反映了上述关系。图 1 和图 3 虽然反映了不同种类的相似性,但两个图中 7 与 11 均相距较远。从分布生境来看,虽然 11 的分布较 7 为窄,但两个种往往在生境中共栖,而且与其它种类相比,7 与 11 的生态生物学特性相似程度更大^[8-12],所以图 1 和图 3 对 7 与 11 之间的关系表示欠妥。图 2 中,生态生物学特性相似的种类更加明显地分为三类,而且较为准确地体现了上述 1 与 2、3、4 和 7 与 11 之间的关系,这一排序结果相对较为合理,从分布生境和生态生物学特性上均可给出更为合理的解释。综合以上分析认为,图 2 较为准确地反映了阿拉善荒漠区主要啮齿动物的生态生物学特性,所以 Pianka Index 更适合于荒漠区啮齿动物的生态位重叠测度。

3 讨论

就阿拉善荒漠区 11 种主要啮齿动物的空间生态位宽度指数(Shannon-Wiener Index)来看,子午沙鼠、五趾跳鼠和三趾跳鼠较高,在 0.842~0.641 之间。在生境条件较为单一和相对严酷的荒漠地区,这 3 种啮齿类表现出对荒漠生境较强的适应性。从表 1 可知,3 种啮齿类在 7 类生境中均有分布,而且在 52 个样地中的捕获量最高(73.7%),又均为夜行性^[8,9],如果其时间生态位不会有明显差异,则只有在空间生态位上出现不同程度的分化,才会在相同资源等级利用中共存,其原因可能与营养生态位不同有关。

从阿拉善荒漠区 11 种主要啮齿动物的空间生态位重叠指数 (Pianka Index) 来看, 大于 0.9 的种对有 9 对 (表 5), 其中短尾仓鼠、长尾仓鼠和黑线仓鼠 3 种之间以及三趾跳鼠与小毛足鼠的生态位重叠指数最高, 分别为 0.972 ~ 0.986 之间和 0.980。前 3 种啮齿类在生境的选择上均较为喜湿而不耐旱, 因此在荒漠区主要分布于非地带性的隐域性生境中, 特别是在人工草地和农田中数量明显增高^[10], 3 种啮齿类均为夜行性^[8,9], 且个体差异不大, 所以只有对资源等级的利用存在明显分化才能在生境中共存。三趾跳鼠与小毛足鼠在荒漠区属于相对耐旱的种类, 2 种的生态生物学特性存在明显差异^[8,9], 但生态位重叠程度高, 表明其对资源的利用趋于一致, 存在一定的竞争。

在较为喜湿的啮齿类中, 长尾仓鼠和黑线仓鼠与典型的荒漠种类长耳跳鼠、三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠、巨泡五趾跳鼠的生态位重叠指数为 0 或近于 0, 表明前 2 种与后 4 种荒漠动物的资源利用完全不同, 存在明显的差异, 生态位分化显著, 不存在资源利用竞争。与此类似, 长耳跳鼠与三趾心颅跳鼠、肥尾心颅跳鼠的生态位分化亦十分明显。

在荒漠区的较为喜湿种类中黑线仓鼠的生态位宽度指数为 0, 生态位最为狭窄, 因此较短尾仓鼠和长尾仓鼠的喜湿性表现更为突出, 所以在更加脆弱的荒漠生态系统中黑线仓鼠对栖息地生境变化的反应将十分敏感。至于通过何种指标、在何种程度上表现这种敏感性, 有待进一步讨论。

Shannon-Wiener Index, Simpson Index 和 Levins Index 三种生态位宽度指数均可用于荒漠啮齿动物的生态位宽度指数测度, 通过分析比较认为 Shannon-Wiener Index 更适宜于荒漠啮齿动物空间生态位宽度的测度。Covill 和 Futuyama Index, Levins Index 和 Pianka Index 三种

生态位重叠指数均可反映荒漠啮齿动物生态生物学特性的相似程度及空间生态位结构, 但 Pianka Index 更能准确反映阿拉善荒漠区主要啮齿动物的生态生物学特性, 在空间生态位重叠测度上较其它方法有更为合理的生态学解释, 分析认为 Pianka Index 更适合于荒漠区啮齿动物的空间生态位重叠测度。

参 考 文 献

- [1] 孙儒泳. 动物生态学原理 (第三版). 北京: 北京师范大学出版社, 2001, 334 ~ 348.
- [2] 宋永昌. 植被生态学. 上海: 华东师范大学出版社, 2001, 84 ~ 89.
- [3] 尚玉昌. 普通生态学 (第二版). 北京: 北京大学出版社, 2002, 284 ~ 295.
- [4] Putman R J, Wratten S D 著 (王昱生等译). 生态学原理. 长春: 吉林科学技术出版社, 1994, 107 ~ 133.
- [5] Abrans R. Some comments on measuring niche overlap. *Ecology*, 1980, **61**(1): 44 ~ 49.
- [6] Petraitis P S. Algebraic and graphical relationship among niche breadth measures. *Ecology*, 1981, **62**(3): 545 ~ 548.
- [7] Jhon A, et al. 著 (李育中等译). 统计生态学. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990, 58 ~ 59.
- [8] 马勇, 王逢桂, 余善科等. 新疆北部地区啮齿动物的分类和分布. 北京: 科学出版社, 1987, 122 ~ 249.
- [9] 赵肯堂. 内蒙古啮齿动物. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1981, 83 ~ 161.
- [10] 武晓东, 傅和平, 庄光辉等. 内蒙古阿拉善地区啮齿动物的地理分布及区划. 动物学杂志, 2003, **38**(2): 27 ~ 31.
- [11] 王定国. 额济纳旗和肃北马鬃山北部边境地区啮齿动物调查. 动物学杂志, 1988, **23**(6): 21 ~ 24.
- [12] 孙庆. 阿拉善地区啮齿动物区系组成与地理分布. 动物学杂志, 1997, **32**(3): 49 ~ 50.
- [13] 赵天飙, 张忠兵, 李新民等. 大沙鼠和子午沙鼠的种群生态位. 兽类学报, 2001, **21**(1): 76 ~ 79.
- [14] 裴喜春, 薛河儒. SAS 及其应用. 北京: 中国农业出版社, 1998, 158 ~ 170.
- [15] 薛薇. 统计分析与 SPSS 的应用. 北京: 中国人民大学出版社, 2001, 250 ~ 267.