

不同干扰条件下荒漠啮齿动物生态位特征

付和平, 武晓东*, 杨泽龙

(内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010019)

摘要:2002 和 2003 年的 4、7、10 月份在内蒙古阿拉善荒漠区设开垦区、轮牧区、过牧区和禁牧区 4 个不同类型的干扰区, 每个干扰区布设 4 个固定样方, 对荒漠啮齿动物的空间生态位及其季节特征进行了研究。结果表明: 五趾跳鼠和子午沙鼠的空间生态位宽度指数最高, 分别为 0.925 和 0.908; 短尾仓鼠、小毛足鼠和草原黄鼠的次之, 分别为 0.789、0.782 和 0.711; 五趾心颅跳鼠的最低, 为 0.003。草原黄鼠与小毛足鼠等 6 个种对的空间生态位重叠指数最高, 均大于 0.9, 接近于 1, 生态位几乎完全重叠。长爪沙鼠与五趾心颅跳鼠、三趾心颅跳鼠的空间生态位重叠指数均为 0, 不存在资源利用竞争。在荒漠生境中, 啮齿动物不仅对不同干扰条件的适应性较强, 而且对资源利用存在较大程度的趋同性。在不同干扰条件下荒漠啮齿动物的生态位宽度会随着不同季节的变化出现明显的改变。同样, 生态位重叠和生态位分化随着不同生态季节的变化也会发生明显的改变, 春、秋季的生态位重叠程度低, 分化程度高, 秋季较春季略强; 夏季的生态位重叠程度高, 而分化程度低。

关键词:啮齿动物; 生态位; 生境; 干扰; 荒漠; 阿拉善

文章编号: 1000-0933(2005)10-2637-07 中图分类号: Q148, Q958.1 文献标识码: A

Niche characteristics of rodents by diverse disturbance in Alashan Desert, Inner Mongolia

FU He-Ping, WU Xiao-Dong*, YANG Ze-Long (College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, 010019, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(10): 2637~2643.

Abstract: Four diverse disturbance types were identified in the Alashan desert region of Inner Mongolia. They were: I. Farmland; II. Rotationally grazed grassland; III. Overgrazed grassland; and IV. Forbidden grazing grassland. Rodents were sampled in April, July and October in 2002 and 2003 using the trap-day method. Their spatial and temporal niches among the four disturbance types were assessed using the Shannon-Wiener niche breadth index and the Pianka niche overlap index. The Shannon-Wiener niche breadth index was the highest for *Allactaga sibirica* and *Meriones meridianus* (0.925 and 0.908, respectively), intermediate for *Cricetulus eversmanni*, *Phodopus roborovskii* and *Citellus dauricus* (0.789, 0.782 and 0.711, respectively), and lowest for *Cardiocranius paradoxus* (0.003). The Pianka niche overlap indices of 6-paired species were highest and varied from 0.900 to 1.000, suggesting their spatial niche overlapped almost completely. Conversely, the spatial niche overlap index for *Meriones unguiculatus*, *Cardiocranius paradoxus*, and *Salpingotus kozlovi* was zero thus indicating a complete absence of competition among them. In addition, the temporal niche breadth and overlap indices varied greatly in relation to disturbance types and season. The level of temporal niche overlap in spring and autumn was low while in summer it was high. For all disturbance types and for each season, the temporal niche overlap index of *Meriones meridianus* and *Cricetulus barabansis* was always highest but for *Meriones unguiculatus* and *Salpingotus kozlovi* always lowest.

Key words: rodent; niche; habitats; disturbance; desert; Alashan

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30160019)

收稿日期: 2004-04-25; 修订日期: 2004-10-13

作者简介: 付和平 (1967~), 男, 内蒙古乌盟人, 博士生, 主要从事草原野生动物生态和草地保护研究. E-mail: fuheping@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: wuxiaodong_hgb@hotmail.com

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 30160019)

Received date: 2004-04-25; Accepted date: 2004-10-13

Biography: FU He-Ping, Ph. D. candidate, mainly engaged in ecology of grassland wildlife and protecting grassland. E-mail: fuheping@126.com

生态位研究已被许多生态学工作者所关注^[1~15],目前国内的研究多集中于对植物群落中不同种群的多维生态位分析^[5,6,10~14],为不同资源的合理利用提供了大量的科学依据。生态位研究与资源利用是分不开的,内蒙古阿拉善荒漠区位于亚洲内陆中心,是我国典型的温带荒漠和干旱脆弱生态系统,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,啮齿动物的分布具有明显的区域性特征^[16~18]。由于近年来人为干扰不断加重,使得该地区的荒漠化日益严重。依赖于植物生存的动物种群和群落格局随之受到了明显影响。干扰总是作用于一定的生态学过程而且相互联系非常紧密,并对过程产生影响。干扰所产生的生态效应也总是通过一定的过程变化而表现出来,它是干扰力介入、干预并渗透到各生态因子之间的相互作用在生态过程上表现的反馈效应,是干扰结果的具体表现。有研究认为^[19],干扰的一个突出作用是导致生态系统中各类资源的改变和生态系统结构的重组,干扰的生态环境影响有利有弊,不仅取决于干扰本身性质,还取决于干扰作用的客体,适度的干扰可以促进生物多样性和生物资源的保护。因此,基于生境的不同干扰水平即是影响动物空间分布的重要因素。干扰同时也具有一定的尺度效应,以不同的研究尺度考察某一相同性质的干扰,所表现的干扰性质、特征及效应也不一定相同。通过干扰效应的分析,可以更好地探究干扰的性质、特征及发生、发展规律。本研究通过在阿拉善荒漠区选择 4 种不同人为干扰生境类型,对啮齿动物生态位及其与可利用资源之间的关系进行探讨,分析不同干扰条件下动物种群在群落中的地位和作用,为揭示荒漠啮齿动物群落格局与动态及人为干扰影响荒漠区生物多样性的生态过程提供基础资料,同时为进一步深入研究不同人为干扰下荒漠啮齿动物群落中主要种群敏感性反应的规律提供科学的依据。

1 自然条件和研究方法

1.1 研究地自然条件

研究地位于内蒙古阿拉善左旗南部的天然荒漠景观中,地理坐标为东经 104°10′~105°30′,北纬 37°24′~38°25′,地处腾格里沙漠东缘。植被稀疏,结构单调,覆盖度低,一般仅 1%~20%。植物种类贫乏,主要以旱生、超旱生和盐生的灌木、半灌木、小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。建群植物以藜科、菊科和蒺藜科为主,其次为蔷薇科、柽柳科。地形起伏不平,丘陵、沙丘与平滩相间。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-36℃,最高气温 42℃。年平均气温 8.3℃,无霜期 156d。年降水量 45~215 mm,极不均匀,85%以上集中在 7~8 月份。年蒸发量 3000~4700 mm。土壤为棕漠土淋溶作用微弱,土质松散、瘠薄,表土有机质含量 1%~1.5%,含有较多的可溶性盐。依据该地区对草地不同的利用程度,选择 4 种不同干扰条件的生境布设样地。4 种生境的基本状况见表 1。

表 1 4 种不同干扰条件生境的基本状况

Table 1 The foundation of habitats in four different disturbance types				
生境 Habitat	植被组成 Components of vegetation	植被盖度(%) Vegetation cover	土壤类型(0~15 cm) Soil type(0~15 cm)	土壤水分(0~15 cm)(%) Soil moisture(0~15 cm)
开垦区 Farmland area	主要以人工种植的梭梭 <i>Haloxyylon ammodendrom</i> 、沙拐枣 <i>Calligonum mongolicum</i> 等半灌木、小灌木和多年生牧草花棒 <i>Hedysarum scoparium</i> 、紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> 等为主,伴生有小蓬 <i>Nanophyton erinaceum</i> 、雾滨藜 <i>Bassia dasyphylla</i> 等 1 年生杂类草	65	棕漠土 Brown desert soil	2.77~10.58
轮牧区 Rotational grazing area	草地采取围栏轮牧的利用方式,对地上植被进行适度利用,植被以霸王 <i>Zygophyllum pterocarpum</i> 建群,其次为红砂 <i>Reaumures soongorica</i> 、刺叶柄棘豆 <i>Oxytropis aciphylla</i> 等多年生小灌木,伴生有骆驼蓬 <i>Peganum nigellastrum</i> 、雾滨藜等 1 年生植物	24.5	棕漠土 Brown desert soil	2.46~9.32
过牧区 Over grazing area	过度放牧利用,植被以白刺 <i>Nitraria</i> ssp.、霸王建表面严重沙化群,伴生有红砂、刺叶柄棘豆、糙隐子草 <i>Cleistogenes squarosa</i> 等多年生植物和绵蓬 <i>Suaeda glauca</i> 、条叶车前 <i>Plantago lessingii</i> 等 1 年生植物	8.5	棕漠土 Brown desert soil	4.66~12.46
禁牧区 Forbidden grazing area	已禁牧 5a 以上,植被以红砂、珍珠 <i>Salsola passerina</i> 建群,其次为霸王、驼绒藜 <i>Ceratoides latens</i> 、狭叶锦鸡儿 <i>Caragana stenophylla</i> 、油蒿 <i>Artemisia ordosica</i> 等小灌木,草本以白草 <i>Pennisetum flaeacidum</i> 为优势,其次为糙隐子草,伴生有雾滨藜等植物	29.5	棕漠土 Brown desert soil	4.40~8.22

1.2 研究方法

按不同季度,同时考虑到不同种啮齿类的出蛰期、活动期、繁殖期和入蛰期,分别在 2002 和 2003 年的 4、7、10 月(分别代表

春、夏、秋 3 个季节)在 4 个不同干扰生境样区内选定固定样方,对啮齿类进行铗日法统计,每个样区 4 个样方,品字形排列,每个样方 10 hm²,依铗距 5 m,行距 50 m 布放 500 铗,持续一昼夜,24h 检查 2 次,分别种类统计 1 日内的捕获只数。2a 合计 96 个样方共布放 4.8 万个铗日,捕获标本 3201 只。分别属于松鼠科(Sciuridae)(1 种)、跳鼠科(Dipodidae)(4 种)、仓鼠科(Cricetidae)(5 种)和鼠科(Muridae)(1 种),共 11 种。

在该荒漠地区,轮牧区、过牧区和禁牧区的利用方式不同,开垦区是该地区人为干扰的另一种惟一方式。由表 1 可知,4 种不同干扰生境的植被、土壤水分等动物可利用资源条件存在明显差异。因此将 4 种不同干扰生境作为 4 种资源利用梯度,进行空间生态位及其季节特征分析。对不同资源梯度下主要啮齿类的空间生态位采用以下方法测度。

生态位宽度(niche breadth),采用 Shannon-Wiener 生态位宽度指数^[1,7],计算公式如下:

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

式中, B_i 为 i 种的生态位宽度; N_{ij} 为 i 种利用 j 资源等级的数值(样方内捕获数量的平均值); r 为资源等级数; B_i 值的大小在 0 ~ 1 之间。

生态位重叠(niche overlap),运用 Pianka 生态位重叠指数^[4], 计算公式如下:

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

式中, C_p 为生态位重叠指数, P_{ij} 和 P_{kj} 为物种 i 和 k 分别利用 j 资源等级的比例。 C_p 值的大小在 0 ~ 1 之间。(0 为生态位不重叠,1 为生态位完全重叠)

数据计算过程中,空间生态位宽度和生态位重叠指数均将 2 个年度相同样区的数据分别合并处理,而不同季节的生态位宽度和生态位重叠指数均将 2 个年度相同季节的数据对应合并处理。

2 结果与分析

2.1 空间生态位宽度及其季节特征

干扰水平维度上的荒漠啮齿动物样方内捕获数量的平均值及据此数据计算的空间和不同季节生态位宽度指数列于表 2。由表 2 可知,五趾跳鼠和子午沙鼠的空间生态位宽度指数最高,分别为 0.925 和 0.908;短尾仓鼠、小毛足鼠和草原黄鼠的次之,分别为 0.789、0.782 和 0.711;五趾心颅跳鼠的最低,为 0.003,几乎等于 0;其余种类的彼此相差不大,在 0.202~0.669 之间。

表 2 干扰水平维度上荒漠啮齿类样方内捕获数量平均值及空间和不同季节生态位宽度指数

Table 2 Average value of captured number of desert rodents in sites, and niche breadth indices in spatial and season of rodents in different disturbance dimension in Alashan desert

种类 Species *	生境 Habitats *				生态位宽度 B_i			
	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	空间	春季	夏季	秋季
	(12000 ^a)	(12000)	(12000)	(12000)	Spatial	Spring	Summer	Autumn
草原黄鼠 <i>Citellus dauricus</i>	0.25 ^b	0.79	0.42	0.00	0.711	0.428	0.686	0.000
五趾跳鼠 <i>Allactaga sibirica</i>	2.29	0.92	2.17	3.79	0.925	0.908	0.799	0.809
三趾跳鼠 <i>Dipus sagitta</i>	0.00	5.71	12.13	0.63	0.551	0.608	0.465	0.515
子午沙鼠 <i>Meriones meridianus</i>	18.33	7.46	4.54	12.75	0.908	0.717	0.978	0.876
长爪沙鼠 <i>Meriones unguiculatus</i>	1.92	0.17	0.00	0.00	0.202	0.377	0.179	0.000
黑线仓鼠 <i>Cricetulus barabansis</i>	15.21	1.00	0.79	11.67	0.669	0.498	0.726	0.688
短尾仓鼠 <i>Cricetulus eversmanni</i>	0.21	0.08	0.63	0.13	0.789	0.487	0.670	0.536
小毛足鼠 <i>Phodopus roborovskii</i>	1.29	15.67	7.75	3.46	0.782	0.592	0.732	0.820
五趾心颅跳鼠 <i>Cardiocranius paradoxus</i>	0.00	0.00	0.04	0.00	0.003		0.000	
三趾心颅跳鼠 <i>Salpingotus kozlovi</i>	0.00	0.00	0.33	0.08	0.345	0.000	0.407	0.000
小家鼠 <i>Mus musculus</i>	0.38	0.04	0.33	0.00	0.632	0.424	0.370	0.469
合计 Total	957	764	699	781				
样地数 Numbers of sites	24	24	24	24				

I 开垦区 Farmland area; Ⅱ 轮牧区 Rotational grazing area; Ⅲ 过牧区 Over grazing area; Ⅳ 禁牧区 Forbidden grazing area;a:铗日数 Number of trap-day;b:样方内捕获数平均值 Averages of captured numbers in sites; * 下同 the same below

生态位宽度指数的高低说明,五趾跳鼠和子午沙鼠对 4 种不同干扰生境的适应性较强,对不同资源等级的利用较为充分,是在荒漠生境条件下对不同干扰程度适应性较强的种类。与之相反,五趾心颅跳鼠对资源的利用程度就显得狭窄,该种在 2 个年度中只在样区 Ⅲ 捕到,种群数量低固然是一个原因,同时也可知其对资源利用较为单一。

对干扰水平维度上荒漠啮齿动物在不同季节的生态宽度,由表 2 各样方内的数量进行分解整理,并据此计算出荒漠啮齿动

物不同季节的生态位宽度指数。在春季生态位宽度指数最高的是五趾跳鼠,为 0.908;子午沙鼠的次之,为 0.717;三趾心颅跳鼠的最低,为 0。本研究两个年度中野外铁捕春季时间均在 4 月 5~12 日之间进行。在两个年度春季布放的 1.2 万铗日中均未捕到五趾心颅跳鼠,说明该种在阿拉善荒漠 4 月上旬仍未出蛰,这一点与有关文献^[17]描述的该种在 4 月上旬出蛰有所不同。

在夏季生态位宽度指数最高的是子午沙鼠,为 0.978;五趾跳鼠、小毛足鼠和黑线仓鼠次之,分别为 0.799、0.732 和 0.726;五趾心颅跳鼠的最低,为 0。这与春季相比出现了明显的变化。

秋季生态位宽度指数最高的有 3 种啮齿类,子午沙鼠、小毛足鼠和五趾跳鼠,生态位宽度指数分别为 0.876、0.820 和 0.809。本研究在两个年度的秋季野外铁捕时间均于 10 月 5~12 日进行。两个年度布放的 1.2 万铗日均未在这一时间段捕到五趾心颅跳鼠,表明该种在阿拉善荒漠区 10 月上旬已进入冬眠期,这一结果与有关文献^[17]的描述一致。因此,在阿拉善荒漠区秋季生态位宽度指数最低的是草原黄鼠、长爪沙鼠和三趾心颅跳鼠 3 个种,均为 0。这与春季和夏季具有明显的区别,生态位出现了更为显著的分化。

综上所述,在 4 种干扰水平维度上,春、夏、秋 3 个不同季节荒漠啮齿动物生态位宽度指数由大到小变化的顺序分别是,春季:五趾跳鼠>子午沙鼠>三趾跳鼠>小毛足鼠>黑线仓鼠>短尾仓鼠>草原黄鼠>小家鼠>长爪沙鼠>三趾心颅跳鼠;夏季:子午沙鼠>五趾跳鼠>小毛足鼠>黑线仓鼠>草原黄鼠>短尾仓鼠>三趾跳鼠>三趾心颅跳鼠>小家鼠>长爪沙鼠>五趾心颅跳鼠;秋季:子午沙鼠>小毛足鼠>五趾跳鼠>黑线仓鼠>短尾仓鼠>三趾跳鼠>小家鼠>草原黄鼠、长爪沙鼠、三趾心颅跳鼠。因此,荒漠啮齿动物的生态位宽度在不同干扰水平维度上会随着不同季节的变化出现显著的改变,这种变化的结果固然与不同种类的生态生物学特性分不开,但不同季节的可利用资源的相对丰富度的变化和不同干扰水平维度上可利用资源的再分配模式具有重要作用。至于在不同干扰水平维度上以何种模式实现可利用资源的再分配还有待于进一步深入探讨。

2.2 空间生态位重叠程度及其季节特征

不同干扰水平维度上荒漠啮齿动物空间生态位重叠指数列于表 3。由表 3 可知,草原黄鼠与小毛足鼠,三趾跳鼠与五趾心颅跳鼠,子午沙鼠与黑线仓鼠,短尾仓鼠与五趾心颅跳鼠,短尾仓鼠与三趾心颅跳鼠,五趾心颅跳鼠与三趾心颅跳鼠等 6 个种对的空间生态位重叠指数最高,均大于 0.9,接近于 1,生态位几乎完全重叠。说明上述每一种对对资源的利用趋于一致,对荒漠生境中不同干扰程度的适应性也趋于一致。按照生态位理论,在不同资源条件下,会有相同生态位的 2 个以上种共存,意即竞争减弱。上述 6 个种对不同种类的共存,说明其对不同干扰水平维度上的可利用资源存在再次分配,即不同干扰可能造成营养生态位的变化导致了这种空间生态位高度重叠的结果。由表 3 还可知,长爪沙鼠与五趾心颅跳鼠、三趾心颅跳鼠的空间生态位重叠指数均为 0。说明长爪沙鼠与五趾心颅跳鼠和三趾心颅跳鼠对不同干扰水平维度上的资源利用存在显著差异,不存在竞争。从该 3 种的生态生物学特性来看,长爪沙鼠为白天活动的种类,五趾心颅跳鼠和三趾心颅跳鼠均为夜行性种类^[16,17];个体大小上,长爪沙鼠与这 2 个种也有较大的差异^[16,17],这些特性是降低生态位重叠的重要因素。表中所列 55 个种对的啮齿动物生态位重叠指数大于 0.5 的有 32 对,占总数的 58.2%,表明在荒漠生境中,啮齿动物对不同干扰条件的适应性较强,而且对资源的利用在这一空间尺度上存在较大程度的趋同性。

表 3 干扰水平维度上荒漠啮齿动物的空间生态位重叠指数
Table 3 Spatial niche overlap indices of desert rodents in different disturbance dimension

	草原黄鼠	五趾跳鼠	三趾跳鼠	子午沙鼠	长爪沙鼠	黑线仓鼠	短尾仓鼠	小毛足鼠	五趾心颅跳鼠	三趾心颅跳鼠	小家鼠
五趾跳鼠	0.472	1.000									
三趾跳鼠	0.768	0.503	1.000								
子午沙鼠	0.555	0.889	0.327	1.000							
长爪沙鼠	0.341	0.471	0.037	0.789	1.000						
黑线仓鼠	0.276	0.849	0.181	0.953	0.793	1.000					
短尾仓鼠	0.603	0.702	0.897	0.843	0.318	0.401	1.000				
小毛足鼠	0.962	0.527	0.774	0.513	0.221	0.239	0.567	1.000			
五趾心颅跳鼠	0.449	0.431	0.904	0.189	0.000	0.042	0.925	0.434	1.000		
三趾心颅跳鼠	0.435	0.602	0.888	0.312	0.000	0.188	0.942	0.468	0.970	1.000	
小家鼠	0.568	0.641	0.634	0.721	0.750	0.622	0.852	0.414	0.662	0.642	1.000

不同干扰水平维度上荒漠啮齿动物不同季节的生态位重叠指数计算结果分别列于表 4。由表 4 可知,在春季三趾跳鼠与短尾仓鼠,子午沙鼠与长爪沙鼠,子午沙鼠与黑线仓鼠 3 个种对的生态位重叠指数最高,分别为 0.992、0.973 和 0.921,均接近于 1,几乎完全重叠。充分说明这 3 个种对在春季对不同干扰水平维度上的资源利用趋于一致,而且能够共存。而三趾心颅跳鼠与草原黄鼠、长爪沙鼠、黑线仓鼠;短尾仓鼠与黑线仓鼠 4 个种对的生态位重叠指数均为 0 或几乎等于 0,即完全不重叠。表明这 4 个种对的啮齿动物在春季对不同干扰水平维度上的生境资源利用完全不同,即不存在资源利用竞争。由表 4 还可知,春季所列

45 个种对中生态位重叠指数大于 0.5 的种对有 21 对, 占总数的 46.7%, 表明在春季荒漠啮齿动物对生境中资源利用的趋同性较弱, 这可能与上一年度的食物储备有关。

表 4 干扰水平维度上荒漠啮齿动物不同季节生态位重叠指数

Table 4 Niche overlap indices of desert rodents in different disturbance dimension and season										
	草原黄鼠	五趾跳鼠	三趾跳鼠	子午沙鼠	长爪沙鼠	黑线仓鼠	短尾仓鼠	小毛足鼠	五趾心颅跳鼠	三趾心颅跳鼠
春季 Spring										
五趾跳鼠	0.440									
三趾跳鼠	0.451	0.416								
子午沙鼠	0.669	0.692	0.217							
长爪沙鼠	0.612	0.514	0.133	0.973						
黑线仓鼠	0.353	0.751	0.047	0.921	0.879					
短尾仓鼠	0.515	0.351	0.992	0.221	0.152	0.009				
小毛足鼠	0.851	0.667	0.750	0.505	0.359	0.270	0.765			
三趾心颅跳鼠	0.000	0.226	0.869	0.027	0.000	0.000	0.832	0.342		
小家鼠	0.345	0.502	0.323	0.854	0.893	0.845	0.309	0.244		0.372
夏季 Summer										
五趾跳鼠	0.382									
三趾跳鼠	0.927	0.371								
子午沙鼠	0.572	0.941	0.451							
长爪沙鼠	0.202	0.568	0.024	0.659						
黑线仓鼠	0.218	0.921	0.095	0.919	0.777					
短尾仓鼠	0.753	0.706	0.869	0.680	0.330	0.460				
小毛足鼠	0.863	0.302	0.650	0.564	0.131	0.248	0.402			
五趾心颅跳鼠	0.772	0.368	0.948	0.351	0.000	0.054	0.910	0.378		
三趾心颅跳鼠	0.732	0.582	0.907	0.524	0.000	0.249	0.942	0.407	0.949	
小家鼠	0.898	0.361	0.997	0.420	0.019	0.075	0.883	0.587	0.970	0.920
秋季 Autumn										
五趾跳鼠	0.330									
三趾跳鼠	0.512	0.886								
子午沙鼠	0.242	0.486	0.267							
长爪沙鼠	0.000	0.041	0.000	0.795						
黑线仓鼠	0.048	0.397	0.084	0.966	0.743					
短尾仓鼠	0.000	0.613	0.607	0.673	0.707	0.566				
小毛足鼠	0.527	0.959	0.969	0.445	0.075	0.291	0.626			
三趾心颅跳鼠	0.000	0.826	0.859	0.157	0.000	0.057	0.707	0.810		
小家鼠	0.000	0.406	0.384	0.781	0.895	0.690	0.948	0.429		0.447

夏季生态位重叠指数最高的种对有 12 对, 均大于 0.9。分别为草原黄鼠与三趾跳鼠(0.927); 五趾跳鼠与子午沙鼠(0.941)、黑线仓鼠(0.921); 三趾跳鼠与五趾心颅跳鼠(0.948)、三趾心颅跳鼠(0.907)、小家鼠(0.997); 子午沙鼠与黑线仓鼠(0.919); 短尾仓鼠与五趾心颅跳鼠(0.910)、三趾心颅跳鼠(0.942); 五趾心颅跳鼠与三趾心颅跳鼠(0.949)、小家鼠(0.970); 三趾心颅跳鼠与小家鼠(0.920)。这与春季相比有了显著的增加, 一是夏季该地区植被进入旺盛生长季, 啮齿动物的可利用食物资源的丰富度相对增加; 二是在该荒漠区即使在植物生长季, 其资源条件仍相对较为单一, 又限制了啮齿动物对资源利用的多样化, 出现生态位高度重叠的结果。而长爪沙鼠与五趾心颅跳鼠、三趾心颅跳鼠 2 个种对的生态位重叠指数等于 0。这种生态位的分化与春季相比亦发生了变化, 由春季的 4 个种对减少为 2 个种对, 这种变化与食物资源的再次分配和相对丰富度增加有关。而惟一未发生改变的是长爪沙鼠与三趾心颅跳鼠的生态位重叠指数, 仍为 0。夏季所列 55 个种对中生态位重叠指数大于 0.5 的种对有 30 对, 占总数的 54.5%, 表明在夏季荒漠啮齿动物对生境中资源利用的趋同性较春季强。

秋季生态位重叠指数大于 0.9 的种对有 4 对, 分别为五趾跳鼠与小毛足鼠(0.959); 三趾跳鼠与小毛足鼠(0.969); 子午沙鼠与黑线仓鼠(0.966); 短尾仓鼠与小家鼠(0.948)。这比夏季有明显的减少。而生态位重叠指数为 0 的种对有 6 对, 分别为草原黄鼠与长爪沙鼠、短尾仓鼠、三趾心颅跳鼠、小家鼠; 长爪沙鼠与三趾跳鼠、三趾心颅跳鼠。这比夏季增加了 4 对。以上最大限度生态位重叠指数种对的减少和 0 指数种对的增加说明在秋季出现了明显的生态位分化和资源利用再分配, 而惟一不变的仍是长爪沙鼠与三趾心颅跳鼠的生态位重叠指数, 仍为 0。在表中所列 45 个种对中生态位重叠指数大于 0.5 的有 22 对, 占总数的 48.9%, 比夏季(54.5%)有所下降, 与春季(46.7%)相差不大, 表明荒漠啮齿动物在秋季对栖息地资源利用的趋同性明显下降,

而趋异性有所增强。

综上所述,春、夏、秋 3 个不同季节荒漠啮齿动物的生态位重叠指数的变化趋势是,在不同干扰水平维度上,春、秋两季荒漠啮齿动物最大限度的生态位重叠指数种对数量及 0 指数种对数量均相差不大,秋季(4,6)略高于春季(3,4)。生态位重叠指数大于 0.5 的种对所占总数的比例亦相差不大,也是秋季(48.9%)略高于春季(46.7%)。而夏季最大限度的生态位重叠指数种对数量(12)及生态位重叠指数大于 0.5 的种对所占总数的比例(54.5%)均明显高于春、秋季,但 0 指数种对数量(2)却明显低于春、秋季。从表 4 中不难看出,在不同干扰水平维度上,春、夏、秋 3 个不同季节荒漠啮齿动物最大限度的生态位重叠指数种对和 0 指数种对的种类均发生了显著变化,而只有 2 个种对未发生变化,即大于 0.9 的种对子午沙鼠与黑线仓鼠和 0 指数种对长爪沙鼠与三趾心颅跳鼠。可以认为,在不同干扰水平维度上,荒漠啮齿动物的生态位重叠和生态位分化随着不同季节的变化会发生明显的改变,春、秋季的生态位重叠程度低,分化程度高,秋季较春季略强;与之相反,夏季的生态位重叠程度高,而分化程度低。在 4 种不同干扰水平维度上,随着不同季节的变化,子午沙鼠与黑线仓鼠的生态位重叠始终最高,对不同干扰水平维度上的资源利用趋于一致,而且始终在生境中共存。长爪沙鼠与三趾心颅跳鼠的生态位分化始终最为明显,不存在资源利用竞争。

3 讨论

3.1 竞争与生态位

竞争现象直到目前为止,还难以在自然界中直接进行观察^[2],特别是小型哺乳动物的种间和种内竞争更是如此,所以深入分析共存物种之间在不同空间条件和不同季节的资源再分配问题对研究生态位与竞争的关系显得非常重要。就阿拉善荒漠区 2 个年度的研究来看,上述啮齿动物最大限度的生态位重叠指数种对和 0 指数种对的种类在不同空间条件和不同季节存在明显区别,这种区别从竞争的角度分析,可以认为生态位重叠和分化趋势有变化的种类,其种间竞争程度较强;反之,则较弱。一般认为,竞争强度应当与在特定资源梯度上所观察到的生态位重叠值成正比^[2,4]。而本研究特定资源梯度没有改变,之所以出现在不同季节特定资源梯度上最大限度的生态位重叠和分化的变化,资源量、资源满足动物需要的程度以及对取食有影响的食物形态差异(植物的根、茎、叶、种子和小型昆虫等)可能决定了动物生态位的改变,从而出现生态位移动(niche shift),导致竞争种类之间生态位分离和共存物种之间在不同空间条件和季节的资源再分配。因此,可利用资源在不同季节的变化是影响啮齿动物种间竞争和生态位改变的重要因素。

3.2 资源利用与生态位

生态位宽度是一个生物所利用的各种资源之总和,生态位越宽该物种的特化程度就越小,也就是说它更倾向于一个泛化物种;相反,一个物种的生态位越窄,该物种的特化程度就越强,更倾向于是一个特化物种^[2]。就阿拉善荒漠区的啮齿动物来看,在不同空间条件与不同季节物种的生态位宽度有非常明显的变化(如表 2 和表 3)。因此,通过生态位宽度指标的测度,可以明确在一定生态尺度上啮齿动物的泛化与特化种也是相对的,在不同的空间条件与不同季节存在替代现象。这种特征上的变化可以认为是动物对环境变化做出的短期的生态反应。

3.3 生态尺度与生态位

尺度是生态学中一个重要的基本概念,已受到广泛关注^[20]。对任何一种生态学过程做出认识、评价和预测均需要有正确的生态尺度。生态位测度,在不同干扰条件下如何选择合适的生态尺度,也是与本研究有关的问题之一。有学者认为^[20],理论上尺度选择应该是把生物、非生物和人类过程关联起来的最佳尺度,但是尺度选择却经常按照人的感知能力或技术和逻辑关系的限制来完成。实际上尺度选择往往由于受到时间、空间、环境以及研究对象的性质和复杂程度等因素的影响而被制约。因此,一些学者对生态尺度进行了不同程度的划分^[20~23],再根据不同的研究对象和目的进行必要的尺度和等级转换,同时这种转换要符合数值化处理和标准的要求。本研究在每种干扰区中设置 4 个 10 hm² 的样地,品字形排列,间隔 2~3 km,控制面积近 10 km²,可能与小尺度样地(如 1 hm²)和更大尺度样地的测度结果存在差异,但这也是一种生态学过程在一定尺度域中具体性质的反映。在广大的荒漠区,不同干扰条件在何种尺度和不同尺度在何种干扰条件下的生态学过程的生态学意义更具代表性,仍值得进一步探讨。

References:

[1] Sun R Y. *Principles of Animal Ecology*. Edition 3. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001. 334~348.
[2] Shang Y C. *General Ecology*. Edition 2. Beijing: Beijing University Press, 2002. 284~295.
[3] Shang Y C. The theory of niche in the contemporary ecology. *Progress of Ecology*, 1998, **5**(2): 772~784.
[4] Putman R J, Wratten S D, eds. Wang Y S, *et al.* translation. *Principles of Ecology*. Changchun: Jilin Science and Technological Press, 1994. 133~164.
[5] Wang G, Zhao S L, Zhang P Y, *et al.* On the definition of niche and the improved formula for measuring niche overlap. *Acta Ecologica*

Sinica, 1984, **4**(4): 119~127.

[6] Wang G. On the measurement of niche overlap in plant communities. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica*, 1984, **8**(4): 329~335.

[7] Jhon A, James F, eds. Li Y Z, *et al.* translation. *Statistical Ecology*. Hohhot: Inner Mongolia University Press, 1990. 58~59.

[8] Abrans R. Some comments on measuring niche overlap. *Ecology*, 1980, **61**(1): 44~49.

[9] Petraitis P S. Algebraic and graphical relationship among niche breadth measures. *Ecology*, 1981, **62**(3): 545~548.

[10] Peng S L. A study of niche breadth of dominant populations in forestry community of Dinghushan. *Journal of Zhongshan University*, 1989, **13**(3): 16~24.

[11] Lin S Z, Huang S G, Hong W, *et al.* The characteristics of multi-dimension niche of dominant populations in Chinese fir and broad-leaved mixed forest. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**(6): 962~968.

[12] Zhang L J, Yue M, Zhang Y D, *et al.* Analysis on the niche of main plant species of oasis-desert ecotone in Fukang of Xinjiang. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**(6): 969~972.

[13] Chen B, Zhou X M. Analyses of niche breadths and overlap of several plant species in three *Kobresia* communities. *Acta Phytocologica Sinica*, 1995, **19**(2): 158~169.

[14] Zhang L J, Yue M, Zhao G F, *et al.* Comparison of different measurements applied to oasis-desert ecotone. *Chinese Journal of Ecology*, 2002, **21**(4): 71~75.

[15] Zhao T B, Zhang Z B, Li X M, *et al.* Population niche of *Rhombomys opimus* and *Meriones meridianus*. *Acta Theriologica Sinica*, 2001, **21**(1): 76~79.

[16] Ma Y, Wang F G, Jin S K, *et al.* *Glires of northern Xinjiang and their zoogeographical distribution*. Beijing: Science Press, 1987. 91~199.

[17] Zhao K T. *Rodents in Inner Mongolia*. Hohhot: Inner Mongolia People's Press, 1981. 83~161.

[18] Wu X D, Fu H P, Zhuang G H, *et al.* Geographical distribution and division of desert rodents in Alashan region of Inner Mongolia. *Chinese Journal of Zoology*, 2003, **38**(2): 27~31.

[19] Chen L D, Fu B J. Ecological significance, characteristics and types of disturbance. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, **20**(4): 581~586.

[20] Ding S Y. *Ecology*. Beijing: Science Press, 2004. 11~24.

[21] Delcourt H R, Delcourt P A, *et al.* Dynamic plant ecology: the spectrum of vegetation change in space and time. *Quaternary Science Review*, 1983, (1): 153~175.

[22] Wu J G. *Landscape Ecology——pattern, process, scale and grade*. Beijing: Higher Education Press, 2000.

[23] LÜ Y H, Fu B J. Ecological scale and scaling. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(12): 2096~2105.

参考文献:

[1] 孙儒泳. 动物生态学原理(第3版). 北京:北京师范大学出版社,2001.334~348.

[2] 尚玉昌. 普通生态学(第2版). 北京:北京大学出版社,2002.284~295.

[3] 尚玉昌. 现代生态学中的生态位理论. 生态学进展,1998,**5**(2):772~784.

[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,1994.133~164.

[5] 王刚,赵松岭,张鹏云,等. 关于生态位定义的探讨及生态位重叠计测公式改进的研究. 生态学报,1984,**4**(4):119~127.

[6] 王刚. 植物群落生态位重叠的测度. 植物生态学与地植物学丛刊,1984,**8**(4):329~335.

[7] Jhon A, James F. 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.

[10] 彭少麟. 鼎湖山森林群落中优势种群的生态位宽度研究. 中山大学学报,1989,**13**(3):16~24.

[11] 林思祖,黄世国,洪伟,等. 杉阔混交林主要种群多维生态位特征. 生态学报,2002,**22**(6):962~968.

[12] 张林静,岳明,张远东,等. 新疆阜康绿洲荒漠过度带主要植物种的生态位分析. 生态学报,2002,**22**(6):969~972.

[13] 陈波,周兴民. 三种蒿草群落中若干植物种的生态位宽度与重叠分析. 植物生态学报,1995, **19**(2):158~169.

[14] 张林静,岳明,赵桂仿,等. 不同生态位计测方法在绿洲荒漠过度带上的应用比较. 生态学杂志,2002,**21**(4):71~75.

[15] 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.

[16] 马勇,王逢桂,金善科,等. 新疆北部啮齿动物的分类和分布. 北京:科学出版社,1987. 91~199.

[17] 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.

[18] 武晓东,付和平,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.

[19] 陈利顶,傅伯杰. 干扰的类型、特征及其生态学意义. 生态学报,2000,**20**(4):581~586.

[21] 丁圣彦. 生态学. 北京:科学出版社,2004. 11~24.

[22] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级. 北京:高等教育出版社, 2000.

[23] 吕一河,傅伯杰. 生态学中的尺度及尺度转换方法. 生态学报, 2001,**21**(12):2096~2105.