

青海省海东地区小型兽空间生态位分析

马英^① 魏有文^① 罗军^① 鲁亮^{②*} 刘起勇^②

① 青海省地方病预防控制所 西宁 811602; ② 中国 CDC 传染病预防控制所 北京 102206

摘要: 采用 Shannon-Wiener 生态位宽度指数和 Pianka 生态位重叠指数对青海省海东地区不同生境的小型兽类群落进行研究。结果发现, 捕获的 18 种小型兽中, 柴达木根田鼠 (*Microtus limnophilus*) 的生态位宽度值最大 (0.940), 洮州绒 (*Caryomys eva*)、黑线姬鼠 (*Apodemus agrarius*)、褐家鼠 (*Rattus norvegicus*)、黄胸鼠 (*R. tanezumi*)、社鼠 (*Niviventer confucianus*)、花鼠 (*Tamias sibiricus*)、小飞鼠 (*Pteromys volans*)、中国蹶鼠 (*Sicista concolor*)、中鼯鼠 (*Sorex caecutiens*) 生态位宽度值最小 (近似值为 0)。18 种小型兽的空间生态位重叠指数最大为 1, 最小为 0。生态位完全重叠的物种具有较为相似的生物学特性和生态适应性, 当资源丰富时, 共同利用资源, 在资源短缺时则发生竞争。生态位完全不重叠的种类, 说明它们对自然资源利用存在明显的差异, 生态位分化显著, 不存在资源利用竞争。

关键词: 小型兽; 生态位宽度; 生态位重叠; 青海

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2011)04-126-05

Spatial Niche Analysis of the Small Mammals in Haidong Region of Qinghai Province, China

MA Ying^① WEI You-Wen^① LUO Jun^① LU Liang^{②*} LIU Qi-Yong^②

① Qinghai Institute for Endemic Disease Prevention and Control, Xining 811602;

② National Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

Abstract: We analyzed the spatial niche breadth and spatial niche overlap of 18 species of small mammals in five habitats at Haidong region in Qinghai Province. Niche breadth indices of 18 species varied from 0 to 1. *Microtus limnophilus* had the highest index of the niche breadth (0.940) while *Caryomys eva*, *Apodemus agrarius*, *Rattus norvegicus*, *R. tanezumi*, *Niviventer confucianus*, *Tamias sibiricus*, *Pteromys volans*, *Sicista concolor*, *Sorex caecutiens* had the lowest index of the niche breadth, approximation to zero. Niche overlap indices also varied from 0 to 1. Those species that had completely spatial niche overlap indices would have very similarly biological characteristics and ecological adaptability. When the resources are abundant, small mammals use the resources altogether, otherwise it may lead to competition. Niche species that do not overlap showed obviously differences in using the natural resource and no competition due to significant niche differentiation.

Key words: Small mammal; Niche breadth; Niche overlap; Qinghai Province

基金项目 国家科技支撑计划项目 (No. 2008BA156B02), 国家自然科学基金项目 (No. 31060279);

* 通讯作者, E-mail: luliang28@sohu.com;

第一作者介绍 马英, 女, 硕士; 研究方向: 鼠疫防治; E-mail: mayingxn@163.com。

收稿日期: 2011-01-12, 修回日期: 2011-05-06

生态位理论是生态学最重要的理论之一,它通过对物种生态位的宽度、重叠度等重要指标的计算,分析物种间的竞争关系。本研究通过对青海省海东地区不同生境小型兽类进行空间生态位分析,探讨其对空间资源的利用程度,以深入认识不同种群在群落中的地位和作用,为揭示小型兽类的群落格局及生物多样性提供基础资料。

1 研究区域和方法

1.1 样区概述 海东地区位于青海省东部,介于东经 $100^{\circ}41.5'$ ~ $103^{\circ}04'$,北纬 $35^{\circ}25.9'$ ~ $37^{\circ}05'$ 之间,面积约 $13\ 000\ \text{km}^2$ 。境内山峦起伏,地势西高东低,海拔多在 $1\ 700\sim 3\ 100\ \text{m}$ 之间,属高原温带亚干旱气候。自然景观呈现出森林、草原和农业栽培区,形成了多样的生态系统。在海拔较低的湟水与黄河之间的地区,其植被多属于草原型,在海拔较高的大通河及湟水河上游地区分布有灌丛植被和以桦树等为主的森林植被。针叶林有油松 (*Pinus tabulaeformis*)、马尾松 (*P. massoniana*),阔叶林有白桦 (*Betula platyphylla*)、红桦 (*B. albosinensis*)、山杨 (*Populus davidiana*) 等。灌木有金露梅 (*Potentilla fruticosa*)、杜鹃 (*Rhododendron simsii*) 等。草本植物有冰草 (*Agropyron cristatum*)、萎陵菜 (*Herba potentillae*) 及蒿类为主的建群种^[1]。

1.2 研究方法

1.2.1 样地选择 2009年7~9月,采用样线法对青海省海东地区的小型兽类进行调查,选择该地具有代表性的针阔混交林、林缘灌丛、高山灌丛、高山草原和农田居民区5种生境类型进行现场布设。

1.2.2 捕获小型兽 采用铗夜法捕获啮齿动物,每种生境在近似的海拔范围内(跨度约 $200\sim 500\ \text{m}$) 分别选择4条样线,每条样线安放100个鼠铗,铗距 $5\ \text{m}$,样线长度约 $500\ \text{m}$,样线间距为 $20\sim 50\ \text{m}$,以花生米为食饵诱捕小型兽。在所选调查地点每天 $17:00\sim 19:00$ 时安放大号鼠铗,次日 $07:00\sim 09:00$ 时收取,各样

点连续布放 $2\sim 3$ 个铗夜。并用红布条进行标记,以防鼠铗遗漏。鼯鼠的捕捉采用弓形铗法,在鼯鼠活动的洞道内埋放弓形铗。

1.2.3 小型兽类分类鉴定 对所捕获的小型兽首先进行性别鉴定和形态特征的测量,测量的工具和物品包括钢卷尺、秤、标签和记录本。依据外部特征进行现场物种鉴定,对于少数难以鉴定的种类,制作假剥制标本带回实验室进一步鉴定^[2]。

1.3 数据处理 采用以 Shannon-Wiener 多样性指数为基础的生态位宽度指数 (B_i) 测度物种的生态位宽度^[3], $B_i = [\lg \sum N_{ij} - (1/\sum N_{ij}) (\sum N_{ij} \times \lg N_{ij})] / \lg r$, 式中, B_i 为物种 i 的空间生态位宽度指数, N_{ij} 为物种 i 在第 j 资源的数值(样方平均个体数量), r 为取样样点(植被带)总数。 B_i 的变动范围从 0 到 1。

空间生态位重叠指数 (NO_{ij}) 的测度采用 Pianka 计算公式^[4]: $NO_{ij} = \sum P_{ik} \times P_{jk} / (\sum P_{ik}^2 \times \sum P_{jk}^2)^{1/2}$, 其中, P_{ik} 为物种 i 在第 k 样点(即植被带)的数量与物种 i 在所有样点中总数量之比, P_{jk} 为物种 j 在第 k 样点(即植被带)的数量与物种 j 在所有样点中总数量之比。 NO_{ij} 的范围是从 0 到 1, 当 $NO_{ij} = 0$ 时,物种 i 与物种 j 分布在完全不同的取样点,即物种 i 和物种 j 完全不重叠; $NO_{ij} = 1$ 时,物种 i 与物种 j 分布的取样点完全相同,即物种 i 和物种 j 完全重叠。

2 结果

2.1 物种组成 本次调查共捕获小型兽类 445 只,隶属 3 目 6 科 14 属 18 种。在 12 450 个铗日中共捕获鼠形动物 433 只,平均捕获率为 3.46%。用弓形铗法捕获 9 只甘肃鼯鼠 (*Myospalax cansus*), 堵洞法获 3 只小飞鼠 (*Pteromys volans*) (乳鼠)。在所调查的 5 种生境中,针阔混交林中捕获率最高,捕获小型兽 103 只,占全部小型兽的 23.1%。高山灌丛中的捕获率最低,52 只(11.7%)。长尾仓鼠 (*Cricetulus longicaudatus*) 主要分布在高山草原,朝鲜姬鼠 (*Apodemus peninsulae*) 主要分布在林缘灌丛,高原松田鼠 (*Pitymys irene*) 主要以高山灌丛为栖息

生境,农田居民区以长尾仓鼠、朝鲜姬鼠、褐家鼠 (*Rattus norvegicus*)、小家鼠 (*Mus musculus*) 为主要种。有些鼠种栖息生境比较单一,如褐家鼠、黄胸鼠 (*R. tanezumi*)、黑线姬鼠 (*A. agrarius*) 和中鼯鼠 (*Sorex caecutiens*) 仅分布在农田居民区,

花鼠 (*Tamias sibiricus*)、小飞鼠、社鼠 (*Niviventer confucianus*) 和洮州绒 (*Caryomys eva*) 仅在针阔混交林中捕获,中国蹶鼠 (*Sicista concolor*) 仅分布在高山灌丛(表1)。

表1 青海省海东地区5种不同生境小型兽类分布数量(只)

Table 1 Distribution of small mammals in five habitats at Haidong Region, Qinghai Province

分类地位 Taxonomic status			生境类型 Habitats					
目 Order	科 Family	种 Species	高山草原 Alpine steppe	高山灌丛 Alpine shrub	林缘灌丛 Forest edge shrub	农田居民区 Farmland and residential areas	针阔混交林 Conifer and broadleaf mixed forest	
啮齿目 Rodentia	仓鼠科 Cricetidae	长尾仓鼠 <i>Cricetulus longicaudatus</i>	68	6	8	27	27	
		洮州绒 <i>Caryomys eva</i>	0	0	0	0	6	
		高原松田鼠 <i>Pitymys irene</i>	8	25	2	0	0	
		柴达木根田鼠 <i>Microtus limnophilus</i>	3	3	6	4	9	
		子午沙鼠 <i>Meriones meridianus</i>	3	0	0	2	0	
		甘肃鼯鼠 <i>Myospalax cansus</i>	2	4	0	3	0	
	鼠科 Muridae	朝鲜姬鼠 <i>Apodemus peninsulae</i>	3	10	64	21	35	
		黑线姬鼠 <i>A. agrarius</i>	0	0	0	2	0	
		黄胸鼠 <i>Rattus tanezumi</i>	0	0	0	3	0	
		褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	0	0	0	16	0	
		小家鼠 <i>Mus musculus</i>	2	0	0	12	6	
		社鼠 <i>Niviventer confucianus</i>	0	0	0	0	4	
		松鼠科 Sciuridae	花鼠 <i>Tamias sibiricus</i>	0	0	0	0	2
		小飞鼠 <i>Pteromys volans</i>	0	0	0	0	3	
林跳鼠科 Zapodidae	中国蹶鼠 <i>Sicista concolor</i>	0	2	0	0	0		
食虫目 Insectivora	鼯鼠科 Soricidae	山地背纹鼯鼠 <i>Sorex bedfordiae</i>	4	0	8	0	2	
		中鼯鼠 <i>S. caecutiens</i>	0	0	0	1	0	
兔形目 Lagomorpha	鼠兔科 Ochotonidae	甘肃鼠兔 <i>Ochotona cansus</i>	9	2	3	6	9	
合计 Total			102	52	91	97	103	

2.2 空间生态位宽度指数 青海海东地区小型兽生态位宽度指数的计算结果见表2。其中,柴达木根田鼠空间生态位宽度最大(0.940),甘肃鼠兔、长尾仓鼠和朝鲜姬鼠较高,分别为0.914、0.803和0.792,洮州绒、黑线姬鼠、褐家鼠、黄胸鼠、社鼠、花鼠、飞鼠、中国蹶鼠和中鼯鼠的生态位宽度值很小,近似等于0。

2.3 空间生态位重叠度指数 小型兽各物种之间的空间生态位重叠指数最大为1,最小为

0,平均生态位重叠指数为0.413。其中黑线姬鼠、黄胸鼠、褐家鼠、中鼯鼠的空间生态位完全重叠,洮州绒、社鼠、花鼠、小飞鼠空间生态位也完全重叠。社鼠、花鼠、小飞鼠分别与高原松田鼠、子午沙鼠、甘肃鼯鼠的生态位重叠指数为0,社鼠、花鼠、小飞鼠、中国蹶鼠、山地背纹鼯鼠分别与黑线姬鼠、黄胸鼠、褐家鼠、中鼯鼠间生态位重叠指数为0,洮州绒与高原松田鼠、子午沙鼠、甘肃鼯鼠、黑线姬鼠、黄胸鼠、褐家鼠、中鼯鼠的生态位重叠指数为0,中国蹶鼠与小

家鼠、社鼠、花鼠、小飞鼠、山地背纹鼯鼠的空间生态位重叠(表 3)。位重叠指数也为 0,其余的种类间均有不同程

表 2 青海海东地区小型兽的空间生态位宽度指数 (B_i)

Table 2 Spatial niche breadth of small mammals at Haidong Region, Qinghai Province (B_i)

物种 Species	出现样点数 Numbers of vegetation types (N)	生态位宽度指数 Index of spatial niche breadth (B_i)
长尾仓鼠 <i>Cricetulus longicaudatus</i>	5	0.803
洮州绒 <i>Caryormys eva</i>	1	<0.001
高原松田鼠 <i>Pitymys irene</i>	3	0.461
柴达木根田鼠 <i>Microtus limnophilus</i>	5	0.940
子午沙鼠 <i>Meriones meridianus</i>	2	0.418
甘肃鼯鼠 <i>Myospalax cansus</i>	3	0.659
朝鲜姬鼠 <i>Apodemus peninsulae</i>	5	0.792
黑线姬鼠 <i>A. agrarius</i>	1	<0.001
黄胸鼠 <i>Rattus tanezumi</i>	1	<0.001
褐家鼠 <i>R. norvegicus</i>	1	<0.001
小家鼠 <i>Mus musculus</i>	3	0.558
社鼠 <i>Niviventer confucianus</i>	1	<0.001
花鼠 <i>Tamias sibiricus</i>	1	<0.001
小飞鼠 <i>Pteromys volans</i>	1	<0.001
中国鼯鼠 <i>Sicista concolor</i>	1	<0.001
山地背纹鼯鼠 <i>Sorex bedfordiae</i>	3	0.594
中鼯鼠 <i>S. caecutiens</i>	1	<0.001
甘肃鼠兔 <i>Ochotona cansus</i>	5	0.914

表 3 青海海东地区小型兽的空间生态位重叠指数 (NO_{ij})

Table 3 Spatial niche overlap of small mammals at Haidong Region, Qinghai Province (NO_{ij})

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.343	0.343	0.642	0.910	0.569	0.379	0.343	0.343	0.343	0.583	0.343	0.343	0.343	0.076	0.541	0.343	0.922
2		0.000	0.742	0.000	0.000	0.457	0.000	0.000	0.000	0.442	1.000	1.000	1.000	0.000	0.218	0.000	0.620
3			0.343	0.253	0.818	0.199	0.000	0.000	0.000	0.045	0.000	0.000	0.000	0.950	0.199	0.000	0.3345
4				0.384	0.453	0.873	0.326	0.326	0.326	0.648	0.742	0.742	0.742	0.244	0.693	0.326	0.874
5					0.618	0.185	0.555	0.555	0.555	0.613	0.000	0.000	0.000	0.000	0.363	0.555	0.745
6						0.264	0.557	0.557	0.557	0.548	0.000	0.000	0.000	0.743	0.162	0.557	0.745
7							0.274	0.274	0.274	0.450	0.457	0.457	0.457	0.131	0.846	0.274	0.611
8								1.000	1.000	0.885	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.413
9									1.000	0.885	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.413
10										0.885	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.413
11											0.442	0.442	0.442	0.000	0.161	0.885	0.7301
12												1.000	1.000	0.000	0.218	0.000	0.620
13													1.000	0.000	0.218	0.000	0.620
14														0.000	0.218	0.000	0.620
15															0.000	0.000	0.1378
16																0.000	0.590
17																	0.413
18																	

1. 长尾仓鼠 *Cricetulus longicaudatus*; 2. 洮州绒 *Caryormys eva*; 3. 高原松田鼠 *Pitymys irene*; 4. 柴达木根田鼠 *Microtus limnophilus*; 5. 子午沙鼠 *Meriones meridianus*; 6. 甘肃鼯鼠 *Myospalax cansus*; 7. 朝鲜姬鼠 *Apodemus peninsulae*; 8. 黑线姬鼠 *A. agrarius*; 9. 黄胸鼠 *Rattus tanezumi*; 10. 褐家鼠 *R. norvegicus*; 11. 小家鼠 *Mus musculus*; 12. 社鼠 *Niviventer confucianus*; 13. 花鼠 *Tamias sibiricus*; 14. 小飞鼠 *Pteromys volans*; 15. 中国鼯鼠 *Sicista concolor*; 16. 山地背纹鼯鼠 *Sorex bedfordiae*; 17. 中鼯鼠 *S. caecutiens*; 18. 甘肃鼠兔 *Ochotona cansus*。

3 讨论

3.1 各小型兽的空间生态位宽度 生态位根据其研究的重点不同,可分为空间生态位、功能生态位和多维超体积生态位^[5]。生态位宽度是指一个种群(或其他生物单位)所利用的各种不同资源的总和。一般地说,一个种的生态位越宽,该物种的特化程度就越小,对环境的适应能力就越强。尤其是在可利用资源非常有限的情况下,更是如此。本文对青海省海东地区18种小型兽的空间生态位进行了研究,结果显示该地区各小型兽的空间生态位宽度指数相差很大。生态位宽度值最小的动物分布都较为狭窄,仅在单一生境被捕捉。如黑线姬鼠、黄胸鼠和褐家鼠主要在农田和居民区被捕获,洮州绒鼠、社鼠、中鼯鼠和花鼠主要在循化孟达自然保护区林区中发现,中国蹶鼠在平安青沙山高山灌丛中捕获,小飞鼠仅在互助北山森林自然保护区中发现并捕获,并且这些种类捕获量也很少。生态位宽度值较大的柴达木根田鼠、甘肃鼠兔、长尾仓鼠和朝鲜姬鼠在5种生境都有其种群分布,提示这些鼠种是当地小型兽类群落的优势种。

3.2 各小型兽的空间生态位重叠指数 在群落结构中,动物对资源利用的重叠显示了种间潜在的相互作用水平^[6]。根据群落生态位理论,共栖一地的动物,应当以不同的方式利用相同的资源或者以相同的方式利用不同的资源。

本研究发现在空间分布存在重叠的一些小型兽,在食物生态位上存在差别。如分布在针阔混交林的小飞鼠以果实为食,花鼠以树籽为食,社鼠取食林木和果树的嫩叶、果实及毗邻的农作物,洮州绒鼠主要是以植物为食;分布于农田居民区的中鼯鼠的主要食物是小型昆虫等^[2];朝鲜姬鼠和黑线姬鼠主要取食农作物的种子和草籽,或农作物和蔬菜的幼嫩部分^[7];黄胸鼠与褐家鼠相似,为杂食性而偏素食性动物,食谱广,喜多水作物。因此,我们认为本文中生态位完全重叠的物种主要通过选择不同的食物,在食物资源维上进行分化,促使物种之间生态位的分离,规避了竞争,实现“共存”。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海经济植物志. 西宁: 青海人民出版社, 1987: 137-665.
- [2] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海经济动物志. 西宁: 青海人民出版社, 1989: 537-724.
- [3] 孙儒泳. 动物生态学原理. 2版. 北京: 北京师范大学出版社, 1992: 334-348.
- [4] Pianka E R. Evolutionary Ecology. New York: Harper & Row, 1974: 35-224.
- [5] 张光明, 谢寿昌. 生态位概念演变与展望. 生态学杂志, 1997, 16(6): 46-51.
- [6] 朱曦, 章立新, 梁峻, 等. 鹭科鸟类群落的空间生态位和种间关系. 动物学研究, 1998, 19(1): 45-51.
- [7] 陈富申. 黑线姬鼠生物学特性研究初报. 河南农业科学, 1981, 10(1): 13-14.