

唐家河自然保护区夏季啮齿类的空间生态位

王艳妮¹ 周材权^{1*} 张君¹ 周友兵¹ 胡锦涛^{1*} 熊耀武²

(1 西华师范大学珍稀动植物研究所, 南充, 637002) (2 唐家河国家级自然保护区, 青川, 628109)

摘要: 本文在野外调查的基础上, 运用现代生态学中生态位的理论和方法, 采用以 Shannon - Wiener 多样性指数为基础的生态位宽度指数和 Pianka 生态位重叠指数对唐家河自然保护区的啮齿类动物群落进行了研究。根据海拔高度和植被类型, 将唐家河自然保护区的植被划分为 4 个带, 即山地常绿阔叶林带 (海拔 1 600 m 以下)、常绿与落叶阔叶混交林带 (1 600 ~ 2 100 m)、针阔叶混交林带 (2 100 ~ 2 400 m) 和亚高山针叶林 + 亚高山灌丛草甸带 (2 400 ~ 3 600 m)。发现唐家河自然保护区的 12 种啮齿类动物中, 高山姬鼠、龙姬鼠和大林姬鼠在 4 个垂直植被带上的分布范围最宽。本文还对群落中物种的空间生态位宽度指数与其分布的关系以及各物种对空间资源的竞争与空间生态位重叠指数大小的关系进行了讨论。

关键词: 啮齿类; 空间生态位; 生态位宽度; 生态位重叠; 唐家河自然保护区

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2005) 01 - 0039 - 06

Spatial Niche of the Rodents in Summer in Tangjiahe Nature Reserve

WANG Yanni¹ ZHOU Caiquan^{1*} ZHANG Jun¹ ZHOU Youbing¹ HU Jinchu^{1*} XIONG Yaowu²

(1 Institute of Rare Animal and Plants, China West Normal University, Nanchong, 637002)

(2 Tangjiahe Natural Reserve, Qingchuan, 628109)

Abstract: We analyzed the spatial niche breadth and spatial niche overlap among rodents in Tangjiahe Nature Reserve during summer, 2003. We defined 4 habitats according to the elevations and vegetation types: A. Evergreen broadleaf forests (below 1 600 m); B. Evergreen and deciduous broadleaf forests (1 600 - 2 000 m); C. Conifers and broadleaf mixed forests (2 100 - 2 400 m); D. Subalpine coniferous forests + subalpine bushes and meadows (2 400 - 3 600 m). The Hongshi River, Wenxian River, Shiqiao River, Xiaowan River and Caijiaba were selected to be the main investigated routes. A total of 204 rodents belonging to 12 species were captured in 5 120 trap days. *Apodemus chevrieri*, *A. draco* and *A. peninsulae* were the most widely distributed in the reserve. We discussed the relationships between distribution and niche breadth, as well between competition and niche overlap among species.

Key words: Rodents; Spatial niche; Niche breadth; Niche overlap; Tangjiahe Nature Reserve

生态位理论阐明了生物群落内物种对环境资源的利用状况及种间的竞争关系, 空间生态位研究是群落生态学研究中的一个非常重要的领域, 物种的空间生态位特性一般是通过生态位宽度指数和生态位重叠指数来体现的。国内外有关动物生态位的研究, 主要是针对原生动物的 (Weisse *et al.*, 2001)、昆虫 (Petr, 2001) 及某些微生物 (Kuyper and Lan-

deweert, 2002; Sandra *et al.*, 1999)。至于兽类, 冯江等 (2002) 研究了蝙蝠的回声定位及生态位分化, 戚根贤等 (1997) 和赵天飙等 (2001) 对鼠类种群的生态位进行了研究, Lesley 等 (2002) 报道了澳洲有袋类的营养生态位, Menna 和 Leon (2000) 报道了食肉动物的生态位分化, 以及 Patrick (2000) 报道两种啮齿类的生态位关系等。有

基金项目: 唐家河综合科学考察基金; 四川省重点学科建设项目 (SZD 0420)

作者简介: 王艳妮 (1981 -), 女, 硕士研究生, 主要从事动物生态学研究. E-mail: wyn - 8070 @163.com

收稿日期: 2003 - 09 - 08; 修回日期: 2004 - 06 - 20

* 通讯作者, correspondence author, E-mail: hujinchu @163.net; drcqzhou @163.com

关唐家河自然保护区小型兽类群落结构方面的研究已有报道(王沛等, 2003)。本文通过对夏季空间生态位计测, 探讨唐家河自然保护区的啮齿类动物对空间资源的利用状况以及群落内各物种的生态位分化。

1 自然概况

保护区位于四川省广元市青川县境内, 地理位置为 104°37' ~ 104°53' E, 北纬 32°32' ~ 32°41' N, 总面积约 400 km²。地势西北高东南低, 是川西高原与盆地边缘接壤的高山峡谷区, 海拔最高的是大草坪 (3 860 m), 最低点是石罐子 (1 250 m), 相对高度差多在 1 000 ~ 1 500 m 左右。由于山体高大, 气候垂直分界明显, 故植被的垂直带谱也很完整(谌利民等, 1999; 吴华和陈万里, 2000), 大致可分为以下 4 个带:

海拔 1 600 m 以下的是山地常绿阔叶林带, 优势种以较耐寒的物种为主, 如蛮青冈 (*Cyclobalamopsis oxydon*)、青冈 (*C. glauca*)、川桔 (*Cinnamomum xilsonianii*)、黑壳楠 (*Lindora megaphylla*)、小果润楠 (*Machilus microcarpa*) 和白楠 (*Phoebe neurantha*) 等。

海拔 1 600 ~ 2 100 m 之间是常绿与落叶阔叶混交林带, 常绿树种主要有蛮青冈、青冈、包石栎 (*Lithocarpus cleistocarpus*) 与红豆杉 (*Taxus chinensis*); 落叶树种主要有灯台树 (*Lorinus controversa* Hemsl)、青榨槭 (*Acer davidii*)、木姜子 (*Litsea pungens* Hemsl)、漆树 (*Toxicodendron delavayi*) 与椴树 (*Tilia mongolica*) 等。

海拔 2 100 ~ 2 400 m 为针阔叶混交林带, 针叶成分主要是麦吊杉 (*Picea brachytyla*)、铁杉 (*Tsuga chinensis*) 和华山松 (*Pinus amandii*) 等, 落叶阔叶优势种明显, 有红桦 (*Betula albor-sinensis*)、糙皮桦 (*B. utilis*), 伴生的有槭树 (*Acer* sp.)、珙桐 (*Davidia involucrata*)、水青树 (*Tetracentraceae sinense*)、太白杨 (*Populus purdomii*) 等。

海拔 2 400 ~ 3 600 m 是亚高山针叶林 + 亚高山

灌丛草甸带, 绝大多数是岷江冷杉林 (*Abies faxoni-ana*), 在该植被带的下缘有小块麦吊杉林。

2 研究方法

2.1 野外调查

2003 年 7 ~ 8 月, 采用样线法对唐家河自然保护区的啮齿类动物进行调查, 选择洪石河、文县河、石桥河、小湾河及蔡家坝作为主要的调查路线, 根据海拔高度及植被带类型安放鼠夹, 5 条路线的海拔高度及各植被带安放鼠夹日数列入表 1。每个带在近似的海拔范围内(跨度约 200 m) 选择 4 条样线, 每条样线安放 80 个鼠夹, 夹距 5 m, 样线长度约 400 m, 样线间距为 20 ~ 50 m。以五香豆干作诱饵, 每天 17: 00 ~ 19: 00 时安放鼠夹, 第二天 07: 00 ~ 09: 00 时收取。

2.2 空间生态位宽度指数的测度

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, 参照颜忠诚等 (1997), 计算公式如下: 生态位宽度指数 (B_i) = $[\lg \sum N_{ij} - (1/ \sum N_{ij}) (\sum N_{ij} \times \lg N_{ij})] / \lg r$

其中, 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 样点 (植被带) 中的个体数量; r 为取样样点 (植被带) 总数。 B_i 的变动范围从 0 到 1, 当 $B_i = 0$ 时, 表示在 r 个样点中, 仅有一个样点出现该物种; $B_i = 1$ 时, 表示该物种在 r 个样点中均出现。

2.3 空间生态位重叠指数的测度

采用 Pianka (1974) 计算公式, 生态位重叠指数 (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。

表 1 调查路线的海拔高度、安放诱日数及植被特征

Table 1 Elevation, trap-days and vegetation features of investigation routes

路线 Route	海拔(米) Elevation (m)	各路线不同植被带安放鼠诱数 Trap-days with in vegetation types vegetation features				植被特征 The feature of vegetation
		A	B	C	D	
洪石河 Hongshi River	1 920 - 2 250	—	320	320	—	主要为常绿与落叶阔叶混交林带,由于过去常绿树种遭到人为砍伐,同部分区域的针叶阔叶混交林和亚高山针叶林一样,都退化为次生落叶阔叶林。Mainly evergreen-deciduous broadleaf mixed forests; where conifers have been logged in the past, the vegetation is secondary deciduous broadleaf forests.
文县河 Wenxian River	1 800 - 3 200	—	320	320	640	包括常绿落叶阔叶混交林、针阔叶混交林、亚高山针叶林 + 亚高山灌丛草甸 3 种植被类型。Including evergreen-deciduous broadleaf mixed forests, coniferous broadleaf mixed forests and subalpine coniferous forests + subalpine bushes and meadows.
石桥河 Shiqiao River	1 600 - 2 400	—	320	320	—	主要是常绿与落叶阔叶混交林,海拔较高的地方为针阔叶混交林。Mainly evergreen and deciduous broadleaf forests; higher elevations have coniferous broadleaf mixed forests.
小湾河 Xiaowan River	1 430 - 3 200	640	320	320	640	包括山地常绿阔叶林及前述的 3 种植被带,但 1 500 m 以下由于人为破坏,目前仅有少数地区为常绿阔叶林。Including the three types above, as well as evergreen broadleaf forests, but because the vegetation below 1 500 m has been destroyed by the activities of the local people, there are presently only a few areas of evergreen-deciduous broadleaf forest.
蔡家坝 Caijiaba	1 250 左右	640	—	—	—	主要是山地常绿阔叶林带,但是此处为居民区,附近农耕地较多。Mainly evergreen broadleaf forest, but is also residential area with numerous agricultural fields nearby.

A. 山地常绿阔叶林 (<1 600 m); B. 常绿与落叶阔混交林 (1 600 - 2 000 m); C. 针阔混交林 (2 100 - 2 400 m); D. 亚高山针叶林 + 亚高山灌丛草甸带 (2 400 - 3 600 m)

A. Evergreen broadleaf forest (elevation < 1 600 m); B. Evergreen-deciduous broadleaf mixed forest belt (1 600 - 2 000 m); C. Coniferous-broadleaf mixed forests (2 100 - 2 400 m); D. Subalpine coniferous forests + subalpine bushes and meadows (2 400 - 3 600 m)

3 结果

3.1 种类组成及生境分布

在野外调查期间,共安放了 5 120 个诱日,共捕获啮齿类动物 204 只,隶属于 4 科,7 属,12 种。捕获的标本在各植被带的分布情况见表 2。

表 2 唐家河自然保护区不同植被类型啮齿类动物的捕获数

Table 2 Captured individuals of rodents in different vegetation types in Tangjiahe Nature Reserve

物种 Species	植被类型 Vegetation types			
	A	B	C	D
岩松鼠 <i>Sciurotamias davidianus</i>	0	1	0	0
隐纹花鼠 <i>Tamias swinhoei</i>	0	1	0	0
高山姬鼠 <i>Apodemus chevrieri</i>	39	31	8	10
龙姬鼠 <i>A. draco</i>	7	14	2	3
大林姬鼠 <i>A. peninsulae</i>	2	4	3	2
褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	5	0	0	0
川西白腹鼠 <i>Niviventer excelsior</i>	5	14	3	0
针毛鼠 <i>N. fulvescens</i>	0	18	1	0
社鼠 <i>N. confucianus</i>	1	19	2	0
黑腹绒鼠 <i>Eothenomys melanogaster</i>	6	0	0	0
西南绒鼠 <i>E. custos</i>	0	0	0	1
普通竹鼠 <i>Rhizomys sinensis</i>	0	2	0	0

A、B、C、D 代表的植被类型如同表 1。A, B, C and D are defined in Table 1

从表 2 可见, 唐家河自然保护区的啮齿类动物中, 3 种姬鼠的分布范围广, 在 4 个植被带中均有分布; 3 种白腹鼠分布在海拔 2 400 m 以下的 3 个植被带, 在海拔更高的亚高山针叶林带及亚高山灌丛草甸带没有被捕获到。

3.2 空间生态位宽度指数测度结果

对唐家河自然保护区的啮齿类动物生态位宽度指数的计算结果见表 3。

3.3 空间生态位重叠指数测度结果

啮齿类各物种之间的空间生态位重叠指数见表 4。

表 3 唐家河自然保护区啮齿类动物的空间生态位宽度指数 (B_i)

Table 3 Spatial niche breadth of rodents in Tangjiahe Nature Reserve (B_i)

物种 Species	出现样点数	生态位宽度指数
	Numbers of vegetation types (n)	Index of spatial niche breadth (B_i)
岩松鼠 <i>Sciurotamias davidianus</i>	1	0.000
隐纹花鼠 <i>Tamiops swinhoi</i>	1	0.000
高山姬鼠 <i>Apodemus chevrieri</i>	4	0.860
龙姬鼠 <i>A. draco</i>	4	0.818
大林姬鼠 <i>A. peninsulae</i>	4	0.968
褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	1	0.000
川西白腹鼠 <i>Niviventer excelsior</i>	3	0.646
针毛鼠 <i>N. fulvescens</i>	2	0.148
社鼠 <i>N. confucianus</i>	3	0.350
黑腹绒鼠 <i>Eothenomys melanogaster</i>	1	0.000
西南绒鼠 <i>E. custos</i>	1	0.000
普通竹鼠 <i>Rhizomys sinensis</i>	1	0.000

表 4 唐家河自然保护区啮齿类动物的空间生态位重叠指数 (NO_{ij})

Table 4 Spatial niche overlap of rodents in Tangjiahe Nature Reserve (NO_{ij})

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	1.0000										
3	0.6027	0.6027									
4	0.8716	0.8716	0.9113								
5	0.6963	0.6963	0.8325	0.8886							
6	0.0000	0.0000	0.7582	0.4357	0.3481						
7	0.9232	0.9232	0.8370	0.9729	0.8608	0.3296					
8	0.9985	0.9985	0.6104	0.8772	0.7242	0.0000	0.9327				
9	0.9931	0.9931	0.6545	0.9014	0.7643	0.0523	0.9548	0.9510			
10	0.0000	0.0000	0.7582	0.4357	0.3481	1.0000	0.3296	0.0000	0.0523		
11	0.0000	0.0000	0.1943	0.1868	0.3481	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
12	1.0000	1.0000	0.6027	0.8716	0.6963	0.0000	0.9232	0.9520	0.9932	0.0000	0.0000

1. 岩松鼠; 2. 隐纹花鼠; 3. 高山姬鼠; 4. 龙姬鼠; 5. 大林姬鼠; 6. 褐家鼠; 7. 川西白腹鼠; 8. 针毛鼠; 9. 社鼠; 10. 黑腹绒鼠; 11. 西南绒鼠; 12. 普通竹鼠

1. *Sciurotamias davidianus*; 2. *Tamiops swinhoi*; 3. *Apodemus chevrieri*; 4. *Apodemus draco*; 5. *Apodemus peninsulae*; 6. *Rattus norvegicus*; 7. *Niviventer excelsior*; 8. *N. fulvescens*; 9. *N. confucianus*; 10. *Eothenomys melanogaster*; 11. *E. custos*; 12. *Rhizomys sinensis*

4 讨论

4.1 群落中各物种的空间生态位宽度

生态位宽度是度量一个物种对资源利用状况的尺度。一个物种的生态位宽度越宽, 该物种的特化程度越小, 也就是说该物种更倾向于一个泛化种;

相反, 一个物种的生态位宽度越窄, 该物种的特化程度就越强, 即它更倾向于一个特化种 (骆东玲等 2003)。

如仅根据表 2, 社鼠和川西白腹鼠在 3 个植被带中都出现, 似乎说明它们占有的生境数量相同。但是, 根据表 3, 发现它们的生态位宽度指数却相

差较大，川西白腹鼠的指数较高 ($B_i = 0.646$)，而社鼠的生态位宽度指数相对较小 ($B_i = 0.350$)，它在 3 个样点中的数量差异较大，比较集中地分布在 1 个或 2 个样点中，该分析与表 2 的结果是一致的。

空间生态位宽度不仅反映物种的栖息生境类型的多样性，即物种占有空间资源的多少，而且也反映了种群在生境中的分布是否均匀，即分布型。从本文结果来看，3 种姬鼠的生态位宽度指数都很大，其中大林姬鼠的生态位宽度最大 ($B_i = 0.968$) (表 3)，它在 4 个植被带的数量差异不大 (表 2)，说明其特化程度很小，因此我们可以推断大林姬鼠对各个植被带的资源利用是均等的，它在各生境的分布比较均匀；其次是高山姬鼠 ($B_i = 0.860$) 和龙姬鼠 ($B_i = 0.818$)，它们同样也在 4 个取样点中分布，但是与大林姬鼠比较，它们在各生境分布的数量差异比较大，特化程度相对较大，对各个植被带的资源利用不是很均等 (表 2)。对于生态位宽度为零的物种，它们的分布范围比较狭窄。但是表 3 中生态位宽度为零的物种不一定分布范围都狭窄，对于标本数量很少的物种，还需要作进一步的调查研究。

根据本文的研究结果，可以利用空间生态位宽度指数大小来比较群落中各物种占有空间资源的大小，同时也可以用它来比较各物种在各生境的分布型。但是对于分布在相同样点的具有近似空间生态位宽度的种类，因为还存在其他资源类型的生态位，所以还需要通过研究各物种的行为、食性等生态学特点，才能弄清楚各物种具体在各生境中占有某一资源的情况 (刘大胜和林育真, 1997)。

4.2 各物种间的空间生态位重叠

当两个物种利用同一资源或共同占有某一资源 (食物、营养、空间等) 时，就会出现生态位重叠现象，物种间的生态位重叠程度能反映物种对共同资源的利用状况，但是不能绝对地体现物种间竞争的激烈程度。对于生态位重叠值较大的两个物种或者有相近的生态特性，或者对生态因子有互补性的要求，即生态位重叠是两个种在其与生态因子联系上的相似性 (史作民等, 1999)。本研究中 3 种姬鼠的空间生态位重叠值相对都比较大，而且在 4 个不同的植被带中都有分布，但是高山姬鼠多数是分布在海拔 2 100 m 以下的山地常绿阔叶林带和常绿

落叶阔叶混交林带，龙姬鼠分布则相对集中在海拔 1 600 ~ 2 100 m 的常绿与落叶阔叶混交林带，而大林姬鼠在这 4 个带中几乎均匀分布，它们虽然分布范围是相似的，但是具体到最适合的栖息地又有所分离，这样可以适当缓解种间竞争的激烈程度。同样，3 种白腹鼠的空间生态位重叠指数也很大，但是社鼠和川西白腹鼠栖息于中山及丘陵区的灌丛、林缘农田、荒坡，以种子为食，而针毛鼠栖息于山间灌丛，食野果及农作物。由此可以看出这 3 个物种的栖息生境和喜好的食物均存在着差异，所以缓解了它们之间的竞争。因此，我们可以得出这样的结论：在某一时间范围内，空间生态位重叠指数的大小与物种间的竞争没有绝对的联系，也就是说空间生态位重叠指数大的，物种间的竞争不一定激烈；然而空间生态位重叠指数小的两个物种之间只可能存在很小的竞争，因为两个物种活动的空间不同，更谈不上利用共同的资源了。例如褐家鼠和西南绒鼠的空间生态位重叠指数为 0，前者属于家栖鼠类，多栖息于下水道、阴沟及农舍附近农田，杂食性；而后者栖息于海拔 2 000 ~ 3 000 m 的亚高山森林及灌丛，以植物为食，它们的生活环境相差很大，故不可能产生很激烈的竞争。

空间生态位重叠反映物种分布的地域差异及种群数量大小的差异。重叠值大说明分布较一致，数量接近，反映了某些物种在资源空间上有其相似的生态位。对于重叠值很小的物种，虽然两个物种的空间生态位重叠很小，但其扩散竞争的累加以及时间上的活动可能会影响实际生态位，使之变大或变小。总之，影响啮齿类动物生态位重叠的因素很多，首先是这些动物对植物类型的喜好性，其次是食物资源的可利用性，另外还有物种间的相互作用。

致谢：在野外工作中得到唐家河国家级自然保护区鲜方海、谯利民等全部工作人员以及西华师范大学珍稀动植物研究所研究生吴攀文、唐中海和廖文波等同学的大力协助与支持，在此谨表谢忱。

参考文献：

- Kuyper T W, Landeweert R. 2002. Vertical niche differentiation by hyphae of ectomycorrhizal fungi in soil. *New phytologist*, **156** (3): 323 - 325.

- Lesley A G, Ian D H, Peter D M. 2002. Ecophysiology and nutritional niche of the bilby (*Macrotis lagotis*), an omnivorous marsupial from inland Australia: a review. *Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular & Integrative Physiology*, **133** (3): 843 - 847.
- Menna E J, Leon A. 2000. Niche differentiation among sympatric Australian Dasyurid Carnivores. *J Mamm*, **81** (2): 434 - 447.
- Petr K. 2001. Diurnal activity rhythms and niche differentiation in a carrion beetle assemblage (Coleoptera: Silphidae) in Opava, the Czech Republic. *Biological Rhythm Research*, **32** (4): 431 - 438.
- Patrick B M. 2000. Niche relationships of two syntopic species of shrews, *Sorex fumeus* and *S. cinereus*, in the Southern Appalachian Mountains. *J Mamm*, **81** (4): 1053 - 1061.
- Pianka E R. 1974. *Evolutionary Ecology*. First edition. New York: Harper and Row.
- Sandra M M Hellwig, Wouter L W Hazenbos. 1999. Evidence for an intracellular niche for *Bordetella pertussis* in broncho-alveolar lavage cells of mice. *Fems Immunology and Medical Microbiology*, **26** (3 - 4): 203 - 207.
- Weisse T, Karstens N, Meyer V C L, Janke L. 2001. Niche separation in common prostome freshwater ciliates: the effect of food and temperature. *Aquatic Microbial Ecology*, **26** (2): 167 - 179.
- 王清, 王小明, 胡锦涛, 谌利民. 2003. 唐家河自然保护区小型兽类群落结构. *兽类学报*, **23** (1): 39 - 44.
- 冯江, 李振新, 陈敏, 周江, 赵辉华, 张树义. 2002. 同一山洞中五种蝙蝠的回声定位比较及生态位的分化. *生态学报*, **22** (2): 150 - 155.
- 吴华, 陈万里. 2000. 唐家河自然保护区鬣羚春季对生境的选择. *动物学研究*, **21** (5): 355 - 360.
- 史作民, 程瑞梅, 刘世荣. 1999. 宝天曼落叶林种群生态位特征. *应用生态学报*, **10** (3): 256 - 269.
- 刘大胜, 林育真. 1997. 直翅目 (Orthoptera) 昆虫群落空间生态位研究. *山东科学*, **10** (4): 27 - 36.
- 赵天飙, 张忠兵, 李新民, 张春福, 邬建平, 齐林. 2001. 大沙鼠和子午沙鼠的种群生态位. *兽类学报*, **21** (1): 77 - 80.
- 骆东玲, 张金屯, 陈林美. 2003. 白羊草群落优势种群生态位研究. *山西大学学报 (自然版)*, **26** (1): 76 - 80.
- 戚根贤, 杨标, 姚伟兰, 易建荣. 1997. 饲养场的鼠类群落结构、多样性及种群生态位. *中山大学学报论丛*, (1): 79 - 82.
- 谌利民, 高正发, 欧维富, 陈万里, 马文虎. 1999. 四川唐家河自然保护区两栖爬行动物调查报告. *四川动物*, **18** (3): 132 - 134.
- 颜忠诚, 安继尧, 虞以新. 1997. 蚊虫地理生态位及其重叠群划分的初步研究. *动物学研究*, **18** (3): 293 - 297.