

贺兰山岩羊冬春季取食生境的比较

刘振生^{1,2}, 王小明^{1,*}, 李志刚³, 崔多英¹, 李新庆¹

(1. 华东师范大学 生命科学院, 上海 200062; 2. 东北林业大学 野生动物资源学院, 黑龙江 哈尔滨 150040;

3. 宁夏贺兰山国家级自然保护区管理局, 宁夏 银川 750021)

摘要: 2003 年 11~12 月和 2004 年 4~6 月, 在贺兰山设定了 25 条固定样线, 采用直接观察法对岩羊冬春季的取食生境选择进行了研究。结果表明, 岩羊冬季对 12 种取食生境生态因子有选择性, 偏爱选择位于山地疏林草原带, 优势乔木为灰榆, 乔木密度 < 4 株、高度 4~6 m, 灌木密度 > 5 株、高度 > 1.3 m, 食物质量 > 50 g, 人为干扰距离 < 500 m, 距裸岩距离 < 2 m 的地方取食。而春季对 11 种取食生境生态因子有选择性, 偏爱选择山地疏林草原带, 优势乔木为灰榆, 乔木密度 < 4 株、高度 < 6 m, 灌木密度 5~10 株、高度 1.3~1.7 m, 食物质量 > 100 g, 海拔高度 < 2 000 m, 距水源距离 < 500 m, 隐蔽级 50%~75% 的地点。冬春季岩羊对植被类型、地形特征、优势乔木、乔木密度、乔木高度、灌木密度、灌木距离、食物丰富度、坡向、坡度、距水源距离、人为干扰距离和隐蔽级的选择存在显著差异。主成分分析表明, 冬季第 1 主成分的贡献率达 24.493%, 其中绝对值较大的权系数出现在植被类型、优势乔木、乔木高度、乔木距离、灌木密度、灌木高度、海拔高度、距水源距离和人为干扰距离等生态因子。春季第 1 主成分的贡献率达 28.777%, 其中绝对值较大的权系数出现在植被类型、乔木距离、灌木高度、灌木距离、食物丰富度、海拔高度和人为干扰距离等生态因子。随着北方地区冬春季食物数量和质量的剧烈变化, 贺兰山岩羊对取食生境的利用对策也将发生一定程度的改变, 与其他分布区的岩羊相比, 贺兰山独特的地理位置和特殊生境使其在取食生境选择上存在很大差异。

关键词: 岩羊; 生境选择; 主成分分析; 贺兰山; 春季; 冬季

中图分类号: Q959.842; Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254–5853 (2005) 06–0580–010

Comparison of Seasonal Feeding Habitats by Blue Sheep (*Pseudois nayaur*) During Winter and Spring in Helan Mountain, China

LIU Zhen-sheng^{1,2}, WANG Xiao-ming^{1,*}, LI Zhi-gang³, CUI Duo-ying¹, LI Xin-qing¹

(1. School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040, China;

3. Helan Mountain National Nature Reserve, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: The selection of feeding habitats of blue sheep (*Pseudois nayaur*) was studied by the direct observation method in Helan Mountain during winter (from November to December) and spring (from April to June) from 2003 to 2004. We established 25 line transects to collect information on feeding habitats used by blue sheep. Blue sheep in the study area preferred montane savanna forests, habitat dominated by *Ulmus glaucescens*, medium tree density (< 4 individuals/100 m²), moderate tree height (4–6 m), higher shrub density (> 5 individuals/100 m²), taller shrub (> 1.3 m), higher food abundance (> 50 g), moderate distance to human disturbance (< 500 m), short distance to bare rock (< 2 m). Such characteristic habitats with 12 ecological factors were preferred as feeding areas by blue sheep during winter. Similarly, blue sheep showed a preference for montane savanna, trees dominated by *Ulmus glaucescens*, and medium tree density (< 4 individuals/100 m²) during spring. Nevertheless, blue sheep preferred medium tree height (< 6 m), moderate tree density (5–10 individuals/100 m²), medium shrub height (1.3–1.7 m), higher food abundance (> 100 g), moderate altitude (< 2 000 m), moderate distance to water resource (< 500 m), medium hiding cover (50–75%) dur-

* 收稿日期: 2005–07–13; 接受日期: 2005–08–26

基金项目: 国家自然科学基金 (30470231); 教育部跨世纪优秀人才培养计划; “十五”“211 工程”重点学科建设子项目; 上海市重点学科 (生态学) 基金; 东北林业大学优秀青年教师创新项目资助计划和林业科技攻关地方推进专项

* 通讯作者 (Corresponding author), E-mail: xmwang@ecnu.edu.cn

ing spring. Selection of feeding habitat by sheep showed a significant difference in vegetation type, landform feature, dominant tree, tree height, shrub density, distance to the nearest shrub, food abundance, slope direction, slope angle, distance to water resource, and hiding cover between winter and spring. Results of principal components analysis indicated that the first principal component accounted for 24.493% of the total variance among feeding habitat variance during winter, with higher loadings for vegetation type, dominant tree, tree height, distance to the nearest tree, shrub density, shrub height, altitude, distance to water resource, and distance to human disturbance. In spring, the first principal components explained 28.777% of the variance, with higher loadings for vegetation type, distance to nearest tree, shrub height, distance to the nearest shrub, food abundance, altitude, and distance to human disturbance. In the northern temperate region, the quantity and quality of forage species have experienced great changes between winter and spring; hence the strategy of feeding habitats used by blue sheep varied with the season. Compared with the sheep of other distribution area, different selection of feeding habitat by sheep resulted from special geographical location and unique habitat of Helan Mountain.

Key words: Blue sheep (*Pseudois nayaur*); Habitat selection; Principal components analysis; Helan Mountain; Spring; Winter

动物的取食对策包括取食时间、食物种类和取食生境的选择(Sun, 2001; Julien-Laferrière, 1999; Nagy, 1987, 1994)。动物的食物资源具有季节性变化和空间分布的异质性(Jiang, 2004)。在北方地区对有蹄类动物来说,植物的可利用性和质量都发生着很大的变化,从冬季的食物资源极度缺乏到春季的不断丰富(Chen & Gao, 1992),有蹄类动物的取食对策也发生一系列的改变,以补充冬季对能量的巨大消耗(Chen et al, 1999; Mautz, 1978; Parker & Robbins, 1984; Schmitz, 1991)。揭示动物取食对策的改变机制,尤其是对取食生境选择机理的改变,可以理解动物是如何适应环境的(Jiang, 2004)。

岩羊(*Pseudois nayaur*)在国外主要分布于尼泊尔、巴基斯坦、印度、锡金、克什米尔和蒙古,国内分布于西藏、云南、四川、新疆、青海、甘肃、内蒙古、宁夏和陕西(Wang et al, 1998)。岩羊是典型的高山动物,栖息于高原、丘原和高山裸岩与山谷间的草地(Schaller, 1977)。Oli (1996)、Wilson (1981)、Harris & Miller (1995)、Namgail et al (2004)和 Liu et al (2005)分别对岩羊的生境选择进行了研究,但均没有对岩羊的取食生境进行单独分析,而且上述研究或针对某特定季节(Harris & Miller, 1995; Namgail et al, 2004; Liu et al, 2005),或选择的生态因子较少(Oli, 1996; Wilson, 1981; Harris & Miller, 1995; Namgail et al, 2004),或测量的样方数较少(Oli, 1996; Wilson, 1981; Harris & Miller, 1995),这些因素可能会对岩羊生境选择研究结果的客观性产生一定影响。为了进一步了解贺兰山岩羊对取食生境的选择,分析季节变化对其取食生境选择的影响机制,尤其是从

食物资源发生剧烈变化的冬季到春季,岩羊采取何种取食生境选择对策,来迅速补充冬季对能量的巨大消耗,成为我们最为关心的问题。鉴于此,我们于2003年11~12月和2004年4~6月对贺兰山岩羊冬春季取食生境的选择进行了研究。

1 研究地区自然概况与方法

1.1 自然概况

贺兰山位于银川平原和阿拉善高原之间(北纬 $38^{\circ}21' \sim 39^{\circ}22'$, 东经 $105^{\circ}44' \sim 106^{\circ}42'$),海拔高度一般为2 000~3 000 m,是我国岩羊的集中分布区之一,也是我国岩羊分布的最北缘(Wang & Schaller, 1996)。有关贺兰山的气候条件、植被分布、地理特征等见 Wang et al (1999)、Di (1987)。

1.2 生态因子的测定

2003年冬季(11~12月)和2004年春季(4~6月)(Encyclopedist Committee of Ningxia, 1998),在贺兰山的马莲口、小口子、苏峪口、大水沟、乳箕沟、古拉本、哈拉乌、樊家营子和镇木关等处设置了25条样线,冬季和春季的样线总长分别为243.8 km和235.5 km,样线覆盖了贺兰山各主要植被类型。

在贺兰山,岩羊的数量已经达到10 000只左右(Liu et al, 2004a)。因此对岩羊取食生境的测定采用直接观察法,即当发现岩羊进行取食时,在不干扰其活动的情况下进行观察,待离去后立即记录和测定取食生境。以岩羊的取食地为中心,设置一个10 m×10 m样方,在这个样方中心再设置一个5 m×5 m样方,在5 m×5 m样方的中心及4个角上各设置一个1 m×1 m样方。冬季和春季分别测量了188个和104个岩羊利用的取食生境样方。

记录样方中的植被类型、地形特征、优势乔木、乔木密度、乔木高度、乔木距离、灌木密度、灌木高度、灌木距离、食物丰富度、坡向、坡度、海拔高度、距水源距离、人为干扰距离、距裸岩距离和隐蔽级共 17 种生态因子。其中乔木高度、乔木距离、灌木高度和灌木距离的测定方法和等级划分标准参见 Teng et al (2004)，地形特征参见 Oli (1996)，其他生态因子的测定方法和等级划分标准参见 Liu et al (2004b, 2005)。同时在样带上利用全球定位仪 (GPS) 每隔 2 000 m 设置一个任意样方，其设定方法及测定内容同取食生境利用样方，冬季和春季分别测定了 50 和 48 个任意样方。

1.3 数据处理

采用 Marcum 法 (Marcum & Loftsgaarden, 1980) 分析岩羊对冬春季取食生境的 17 个生态因子的利用是否有随机性。先用拟合优度卡方检验岩羊对 17 个生态因子是否有选择性，然后再用 Bonferroni 不等式分析岩羊对这些因子中的哪些种类偏好或回避。其计算公式如下：

设 p_i 、 r_i 分别表示任意样方和利用样方在资源 i 上出现的频率，则 $p_i - r_i$ 的置信区间为：

$$(p_i - r_i) \pm Z_{1-\alpha/2k} \times \sqrt{p_i(1 - p_i)/n_i + r_i(1 - r_i)/m_i}$$

其中， $p_i = n_i/n$ ， $r_i = m_i/m$ ， n_i 为任意样方在资源 i 上的数量， m_i 为利用样方在资源 i 上的数量， α 为显著性水平， k 为资源数， n 为任意样方总数， m 为利用样方总数。

如果 0 落在置信区间内，则 $p_i = r_i$ ，表明岩羊

对资源 i 随机利用；如果 0 不在置信区间内，且置信区间的两端都 > 0 ，则 r_i 显著 $< p_i$ ，表明岩羊回避资源 i ；如果 0 不在置信区间内，且置信区间的两端都 < 0 ，则 r_i 显著 $> p_i$ ，表明岩羊偏好资源 i 。

利用卡方检验分析冬春季岩羊在植被类型、地形特征、优势乔木、坡向 4 种生态因子的利用上是否存在差异。利用非参数估计中的 2 个独立样本的 Mann-Whitey U 检验对冬春季岩羊在乔木密度、乔木高度、乔木距离、灌木密度、灌木高度、灌木距离、食物丰富度、坡度、海拔高度、距水源距离、人为干扰距离、距裸岩距离和隐蔽级 13 种生态因子的数据进行比较分析。

对冬春季的 17 种生态因子的数据进行主成分分析，以确定岩羊在对取食生境选择上起主要作用的主要因子。在主成分分析中，首先计算样本数据矩阵的平均值和协方差矩阵；然后将原始数据进行标准化，计算出样本相关矩阵，求出相关矩阵的特征根和特征向量；最后根据特征根和特征向量求出各主成分及贡献率。

2 结 果

2.1 岩羊对冬季取食生境生态因子利用的一般特征

岩羊冬季对 12 种取食生境生态因子有选择性：偏爱选择位于山地疏林草原带，以灰榆为优势乔木，乔木密度 < 4 株，高度 4 ~ 6 m，灌木密度 > 5 株，高度 > 1.3 m，食物质量超过 50 g，人为干扰距离 < 500 m，距裸岩距离 < 2 m 的地方取食(表1)。

表 1 贺兰山岩羊对冬季取食生境 12 个因子的利用和选择

Tab. 1 Utilization and selection of 12 ecological factors in feeding habitat used by blue sheep during winter in Helan Mountain

因子 Factor	类别 Category	实际利用比例 Actual proportion used (r_i) ($n = 188$)	期望利用比例 Expected proportion used (p_i) ($n = 50$)	Bonferroni 置信区间 Bonferroni interval for $p_i - r_i$	选择性 Preference
植被类型 Vegetation type	山地草原带 Montane grassland	0.207	0.120	$-0.223\ 6 \leq p_i - r_i \leq 0.049\ 6$	0
	山地疏林草原带 Montane savanna	0.649	0.340	$-0.497\ 7 \leq p_i - r_i \leq -0.120\ 3$	+
	山地针叶林带 Montane conifer forest	0.107	0.480	$0.187\ 6 \leq p_i - r_i \leq 0.558\ 4$	-
	亚高山灌丛和草甸带 Subalpine shrubland and meadow	0.037	0.060	$-0.067\ 7 \leq p_i - r_i \leq 0.113\ 7$	0

$\chi^2 = 32.13, df = 3, P < 0.01$

(续下表)

(接上表)					
优势乔木 Dominant tree	灰榆 <i>Ulmus glaucescens</i>	0.559	0.260	$-0.492\ 9 \leq p_i - r_i \leq -0.105\ 1$	+
	山杨 <i>Populus davidiara</i>	0.011	0.120	$-0.016\ 8 \leq p_i - r_i \leq 0.234\ 8$	0
	杜松 <i>Juniperus rigida</i>	0.037	0.140	$-0.034\ 6 \leq p_i - r_i \leq 0.240\ 6$	0
	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	0.021	0.140	$-0.016\ 5 \leq p_i - r_i \leq 0.254\ 5$	0
	青海云杉 <i>Picea crassifolia</i>	0.021	0.120	$-0.028\ 3 \leq p_i - r_i \leq 0.226\ 3$	0
	混合型 Mixture	0.112	0.080	$-0.152\ 8 \leq p_i - r_i \leq 0.088\ 8$	0
	无树 No tree	0.239	0.140	$-0.255\ 9 \leq p_i - r_i \leq 0.057\ 9$	0
$\chi^2 = 39.21, df = 6, P < 0.01$					
乔木密度 Tree density (tree/400 m ²)	< 2	0.324	0.140	$-0.327\ 5 \leq p_i - r_i \leq -0.040\ 5$	+
	2 ~ 4	0.532	0.220	$-0.477\ 5 \leq p_i - r_i \leq -0.146\ 5$	+
	> 4	0.144	0.640	$0.321\ 9 \leq p_i - r_i \leq 0.670\ 1$	-
$\chi^2 = 53.44, df = 2, P < 0.01$					
乔木高度 Tree height (m)	< 4	0.351	0.240	$-0.278\ 3 \leq p_i - r_i \leq 0.056\ 3$	0
	4 ~ 6	0.564	0.300	$-0.638\ 3 \leq p_i - r_i \leq -0.429\ 7$	+
	> 6	0.085	0.460	$0.198\ 9 \leq p_i - r_i \leq 0.551\ 1$	-
$\chi^2 = 29.47, df = 2, P < 0.01$					
灌木密度 Shrub density (tree/100 m ²)	< 5	0.165	0.680	$0.343\ 9 \leq p_i - r_i \leq 0.686\ 1$	-
	5 ~ 10	0.505	0.280	$-0.400\ 7 \leq p_i - r_i \leq -0.049\ 3$	+
	> 10	0.330	0.040	$-0.395\ 8 \leq p_i - r_i \leq -0.184\ 2$	+
$\chi^2 = 133.67, df = 2, P < 0.01$					
灌木高度 Shrub height (m)	< 1.3	0.282	0.740	$0.289\ 6 \leq p_i - r_i \leq 0.626\ 4$	-
	1.3 ~ 1.7	0.537	0.220	$-0.482\ 5 \leq p_i - r_i \leq -0.151\ 5$	+
	> 1.7	0.181	0.040	$-0.241\ 2 \leq p_i - r_i \leq -0.050\ 8$	+
$\chi^2 = 61.82, df = 2, P < 0.01$					
灌木距离 Distance to the nearest shrub (m)	< 0.5	0.245	0.220	$-0.184\ 5 \leq p_i - r_i \leq 0.134\ 5$	0
	0.5 ~ 1.5	0.665	0.520	$-0.333\ 6 \leq p_i - r_i \leq 0.043\ 6$	0
	> 1.5	0.090	0.260	$0.012\ 9 \leq p_i - r_i \leq 0.327\ 1$	-
$\chi^2 = 7.70, df = 2, P < 0.05$					
食物丰富度 Food abun- dance (g)	< 50	0.170	0.940	$0.666\ 0 \leq p_i - r_i \leq 0.874\ 0$	-
	50 ~ 100	0.537	0.060	$-0.595\ 8 \leq p_i - r_i \leq -0.358\ 2$	+
	> 100	0.293	0.000	$-0.372\ 7 \leq p_i - r_i \leq -0.213\ 3$	+
$\chi^2 = 221.14, df = 2, P < 0.01$					
海拔高度 Altitude (m)	> 1 600	0.202	0.120	$-0.218\ 2 \leq p_i - r_i \leq 0.054\ 2$	0
	1 600 ~ 2 000	0.649	0.460	$-0.385\ 5 \leq p_i - r_i \leq 0.007\ 5$	0
	2 000 ~ 3 000	0.112	0.360	$0.068\ 8 \leq p_i - r_i \leq 0.427\ 2$	-
	> 3 000	0.037	0.060	$-0.067\ 7 \leq p_i - r_i \leq 0.113\ 7$	0
$\chi^2 = 15.67, df = 3, P < 0.01$					
距水源距离 Distance to water resource (m)	< 500	0.303	0.220	$-0.245\ 0 \leq p_i - r_i \leq 0.079\ 0$	0
	500 ~ 1 000	0.399	0.240	$-0.327\ 4 \leq p_i - r_i \leq 0.009\ 4$	0
	> 1 000	0.298	0.540	$0.054\ 9 \leq p_i - r_i \leq 0.429\ 1$	-
$\chi^2 = 12.26, df = 2, P < 0.01$					

(续下表)

(接上表)					
人为干扰距离 Distance to human disturbance (m)	< 500	0.601	0.260	$-0.512\ 8 \leq p_i - r_i \leq -0.169\ 2$	+
	500 ~ 1 000	0.128	0.260	$-0.028\ 0 \leq p_i - r_i \leq 0.292\ 0$	0
	> 1 000	0.271	0.480	$0.022\ 4 \leq p_i - r_i \leq 0.395\ 6$	-
$\chi^2 = 30.26, df = 2, P < 0.01$					
距裸岩距离 Distance to bare rock (m)	< 2	0.500	0.140	$-0.506\ 7 \leq p_i - r_i \leq -0.213\ 3$	+
	2 ~ 5	0.245	0.360	$-0.064\ 5 \leq p_i - r_i \leq 0.294\ 5$	0
	> 5	0.255	0.500	$0.058\ 9 \leq p_i - r_i \leq 0.431\ 1$	-
$\chi^2 = 54.13, df = 2, P < 0.01$					

对地形特征 ($\chi^2 = 4.08, df = 4, P > 0.05$)、乔木距离 ($\chi^2 = 4.37, df = 2, P > 0.05$)、坡向 ($\chi^2 = 2.91, df = 2, P > 0.05$)、坡度 ($\chi^2 = 3.52, df = 2, P > 0.05$) 和隐蔽级 ($\chi^2 = 6.74, df = 3, P > 0.05$) 无选择性。

2.2 岩羊对春季取食生境生态因子利用的一般特征

岩羊春季对 11 种取食生境生态因子有选择性：偏爱选择山地疏林草原带，优势乔木为灰榆，乔木密度 < 4 株，高度 < 6 m，灌木密度 5 ~ 10 株，

高度 1.3 ~ 1.7 m，食物质量 > 100 g，海拔高度 < 2 000 m，距水源距离 < 500 m，隐蔽级 50% ~ 75% 的地点取食（表 2）。对地形特征 ($\chi^2 = 8.69, df = 4, P > 0.05$)、乔木距离 ($\chi^2 = 2.60, df = 2, P > 0.05$)、坡向 ($\chi^2 = 3.57, df = 2, P > 0.05$)、坡度 ($\chi^2 = 4.37, df = 2, P > 0.05$)、人为干扰距离 ($\chi^2 = 4.19, df = 2, P > 0.05$) 和距裸岩距离 ($\chi^2 = 3.69, df = 2, P > 0.05$) 无选择性。

2.3 岩羊冬春季取食生境生态因子的比较

卡方检验表明冬春季岩羊对植被类型 ($\chi^2 =$

表 2 贺兰山岩羊春季对取食生境 11 个因子的利用和选择

Tab. 2 Utilization and selection of 11 ecological factors in feeding habitat used by blue sheep during spring in Helan Mountain					
因子 Factor	类别 Category	实际利用比例 Actual proportion used (r_i) ($n = 104$)	期望利用比例 Expected proportion used (p_i) ($n = 48$)	Bonferroni 置信区间 Bonferroni interval for $p_i - r_i$	选择性 Preference
植被类型 Vegetation type	山地草原带 Montane grassland	0.115	0.125	$-0.132\ 7 \leq p_i - r_i \leq 0.152\ 7$	0
	山地疏林草原带 Montane savanna	0.798	0.375	$-0.623\ 5 \leq p_i - r_i \leq -0.222\ 5$	+
	山地针叶林带 Montane conifer forest	0.048	0.438	$0.203\ 5 \leq p_i - r_i \leq 0.576\ 5$	-
	亚高山灌丛和草甸带 Subalpine shrubland and meadow	0.039	0.062	$-0.075\ 7 \leq p_i - r_i \leq 0.123\ 7$	0
	$\chi^2 = 40.02, df = 3, P < 0.01$				
优势乔木 Dominant tree	灰榆 <i>Ulmus glaucescens</i>	0.600	0.292	$-0.527\ 6 \leq p_i - r_i \leq -0.088\ 4$	+
	山杨 <i>Populus davidiana</i>	0.010	0.042	$-0.050\ 6 \leq p_i - r_i \leq 0.114\ 5$	0
	杜松 <i>Juniperus rigida</i>	0.019	0.083	$-0.049\ 4 \leq p_i - r_i \leq 0.177\ 4$	0
	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	0.021	0.140	$-0.021\ 5 \leq p_i - r_i \leq 0.259\ 5$	0
	青海云杉 <i>Picea crassifolia</i>	0.010	0.146	$-0.004\ 1 \leq p_i - r_i \leq 0.276\ 1$	0
	混合型 Mixture	0.039	0.063	$-0.083\ 7 \leq p_i - r_i \leq 0.131\ 7$	0
	无树 No tree	0.308	0.271	$-0.249\ 0 \leq p_i - r_i \leq 0.175\ 0$	0
$\chi^2 = 30.75, df = 6, P < 0.01$					

(续下表)

(接上表)					
乔木密度 Tree density (tree/400 m ²)	< 2	0.462	0.313	- 0.347 9 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.049 9	+
	2 ~ 4	0.404	0.333	- 0.271 5 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.129 0	+
	> 4	0.134	0.354	0.036 0 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.404 0	-
	$\chi^2 = 10.69, df = 2, P < 0.01$				
乔木高度 Tree height (m)	< 4	0.385	0.354	- 0.232 4 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.170 4	+
	4 ~ 6	0.577	0.313	- 0.462 3 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.065 7	+
	> 6	0.038	0.333	0.125 7 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.464 3	-
	$\chi^2 = 23.36, df = 2, P < 0.01$				
灌木密度 Shrub density (tree/100 m ²)	< 5	0.212	0.500	0.089 9 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.486 1	-
	5 ~ 10	0.654	0.417	- 0.441 2 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.032 8	+
	> 10	0.134	0.083	- 0.175 7 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.073 7	0
	$\chi^2 = 15.93, df = 2, P < 0.01$				
灌木高度 Shrub height (m)	< 1.3	0.212	0.688	0.288 9 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.663 1	-
	1.3 ~ 1.7	0.644	0.250	- 0.581 6 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.206 4	+
	> 1.7	0.144	0.062	- 0.581 6 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.206 4	0
	$\chi^2 = 50.82, df = 2, P < 0.01$				
灌木距离 Distance to the nearest shrub (m)	< 0.5	0.154	0.125	- 0.171 6 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.113 6	0
	0.5 ~ 1.5	0.740	0.583	- 0.356 6 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.042 6	0
	> 1.5	0.105	0.292	0.013 8 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.360 2	-
	$\chi^2 = 8.10, df = 2, P < 0.05$				
食物丰富度 Food abund- ance (g)	< 50	0.019	0.437	0.243 2 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.592 8	-
	50 ~ 100	0.096	0.125	- 0.104 9 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.162 9	0
	> 100	0.885	0.438	- 0.634 6 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.259 4	+
	$\chi^2 = 41.41, df = 2, P < 0.01$				
海拔高度 Altitude (m)	> 1 600	0.115	0.125	- 0.132 7 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.152 7	+
	1 600 ~ 2 000	0.798	0.375	- 0.623 5 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.222 5	+
	2 000 ~ 3 000	0.048	0.438	0.203 5 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.576 5	-
	> 3 000	0.039	0.062	- 0.076 1 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.111 1	0
	$\chi^2 = 40.02, df = 3, P < 0.01$				
距水源距离 Distance to water resource (m)	< 500	0.606	0.104	- 0.658 2 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.345 8	+
	500 ~ 1 000	0.337	0.292	- 0.237 8 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.147 8	0
	> 1 000	0.057	0.604	0.369 0 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.725 0	-
	$\chi^2 = 140.42, df = 2, P < 0.01$				
隐蔽级 Hiding cover (%)	> 25	0.010	0.083	- 0.029 5 ≤ $p_i - r_i$ ≤ - 0.175 5	0
	25 ~ 50	0.067	0.229	- 0.001 5 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.325 5	0
	50 ~ 75	0.327	0.125	- 0.367 7 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.036 3	+
	> 75	0.596	0.563	- 0.248 7 ≤ $p_i - r_i$ ≤ 0.182 7	0
	$\chi^2 = 24.34, df = 3, P < 0.01$				

18.10, $df = 3, P < 0.01$)、地形特征 ($\chi^2 = 33.36, df = 4, P < 0.01$)、优势乔木 ($\chi^2 = 19.15, df = 6, P < 0.01$) 和坡向 ($\chi^2 = 6.51, df = 2, P < 0.05$) 的利用均存在显著差异。Mann-Whitey U 检验表明

冬春季岩羊取食生境在 9 种生态因子(乔木密度、乔木高度、灌木密度、灌木距离、食物丰富度、坡度、距水源距离、人为干扰距离和隐蔽级)上有显著差异($P < 0.05$)。与冬季相比,春季岩羊利用的取食生境具有乔木稀疏且低矮、灌木较少且距离较远、食物丰富、坡度小、靠近水源、远离人为干扰和隐蔽程度高的特征(表 3)。

2.4 岩羊冬春季取食生境生态因子的主成分分析结果

主成分分析表明,冬季相关矩阵的前 4 个主成分的累积贡献率为 69.424%,可以较好地反映岩羊的取食生境特征。第 1 主成分的贡献率达 24.493%,反映出岩羊在选择生态因子方面与植被类型、地形特征、优势乔木、乔木距离、灌木密度、海拔高度、距水源距离、人为干扰距离、距裸岩距离和隐蔽级呈正相关,而与乔木密度、乔木高度、灌木高度、灌木距离、食物丰富度、坡向和坡度呈负相关。其中绝对值较大的权系数出现在植被类型、优势乔木、乔木高度、乔木距离、灌木密度、灌木高度、海拔高度、距水源距离和人为干扰距离等生态因子上,说明这些生态因子具有较大的信息荷载量(表 4)。

春季相关矩阵的前 4 个主成分的累积贡献率为 71.306%,可以较好地反映岩羊的取食生境特征。

第 1 主成分的贡献率达 28.777%,反映出岩羊在选择生态因子方面与植被类型、地形特征、优势乔木、乔木距离、灌木距离、坡度、海拔高度、距水源距离、人为干扰距离、距裸岩距离和隐蔽级呈正相关,而与乔木密度、乔木高度、灌木密度、灌木高度、食物丰富度和坡向呈负相关。其中绝对值较大的权系数出现在植被类型、乔木距离、灌木高度、灌木距离、食物丰富度、海拔高度和人为干扰距离等生态因子上,说明这些生态因子具有较大的信息荷载量(表 4)。

3 讨 论

在所设定的 17 种取食生境生态因子中,无论冬季还是春季贺兰山岩羊对地形特征、乔木距离、坡向和坡度均无选择性($P > 0.05$),而偏爱选择以灰榆为优势乔木、食物较丰富、乔木密度较低、高度较矮的山地疏林草原带(表 1, 2)。贺兰山岩羊对乔木距离、灌木高度、海拔高度和距裸岩距离的利用冬春两季无显著差异,而在其他生态因子的利用上,却存在着较大的差别(表 3),这验证了我们的预测,即随着北方地区冬春季食物数量和质量剧烈变化,贺兰山岩羊对取食生境的利用对策也发生一定程度的改变。

对不同地区岩羊西藏亚种生境选择的研究发

表 3 贺兰山岩羊冬春季取食生境 13 个生态因子的比较

Tab. 3 Characteristics of 13 ecological factors at feeding habitat used by blue sheep during winter and spring in Helan Mountain

生态因子 Ecological factors	冬季样方 Winter (mean ± SE)	春季样方 Spring (mean ± SE)	Mann-Whitney U tests Z	P
乔木密度 Tree density (individuals/400 m ²)	2.69 ± 0.19	1.86 ± 0.21	-3.351	0.001
乔木高度 Tree height (m)	3.99 ± 0.19	3.47 ± 0.25	-2.104	0.035
乔木距离 Distance to the nearest tree (m)	30.30 ± 6.85	15.28 ± 2.33	-0.107	0.915
灌木密度 Shrub density (individuals/100 m ²)	8.98 ± 0.39	6.52 ± 0.30	-3.601	0.000
灌木高度 Shrub height (m)	1.42 ± 0.30	1.41 ± 0.04	-0.396	0.692
灌木距离 Distance to the nearest shrub (m)	0.92 ± 0.09	1.25 ± 0.19	-1.976	0.048
食物丰富度 Food abundance (g)	85.89 ± 2.71	443.46 ± 20.65	-12.186	0.000
坡度 Slope degree (°)	42.04 ± 1.25	36.25 ± 1.61	-2.895	0.004
海拔高度 Altitude (m)	1 783.09 ± 28.93	1 787.08 ± 35.12	-0.876	0.381
距水源距离 Distance to water resource (m)	904.49 ± 54.93	486.10 ± 31.01	-5.501	0.000
人为干扰距离 Distance to human disturbance (m)	998.13 ± 102.45	1 402.21 ± 165.14	-4.073	0.000
距裸岩距离 Distance to bare rock (m)	5.35 ± 0.60	6.95 ± 0.94	-0.419	0.675
隐蔽级 Hiding cover (%)	82.21 ± 1.24	76.82 ± 1.61	-3.419	0.001

表 4 贺兰山岩羊冬春季取食生境 17 个生态因子对前 4 个主成分的负荷量

Tab. 4 Loadings of 17 ecological factors in feeding habitat used by blue sheep during winter and spring in Helan Mountain for the prior four principal components

生态因子 Ecological factors	冬季 Winter				春季 Spring			
	1	2	3	4	1	2	3	4
植被类型 Vegetation type	0.510	0.678	0.171	-0.228	0.589	0.526	0.397	0.181
地形特征 Landform feature	0.039	0.392	-0.793	0.062	0.463	0.046	-0.794	-0.047
优势乔木 Dominant tree	0.508	-0.201	-0.185	0.662	0.492	-0.607	0.020	0.467
乔木密度 Tree density (individuals/400 m ²)	-0.403	0.631	0.331	-0.034	-0.195	0.809	0.006	0.075
乔木高度 Tree height (m)	-0.523	0.546	0.311	-0.428	-0.400	0.826	-0.038	-0.298
乔木距离 Distance to the nearest tree (m)	0.919	0.080	0.061	0.038	0.665	-0.602	-0.077	0.170
灌木密度 Shrub density (individuals/100 m ²)	0.623	-0.495	-0.192	-0.174	-0.425	-0.433	-0.040	0.304
灌木高度 Shrub height (m)	-0.633	0.077	-0.035	0.021	-0.788	-0.106	-0.050	0.166
灌木距离 Distance to the nearest shrub (m)	-0.127	0.414	0.518	0.428	0.761	0.144	0.297	-0.073
食物丰富度 Food abundance (g)	-0.069	-0.772	-0.037	-0.106	-0.682	-0.157	0.269	0.292
坡向 Slope direction	-0.158	0.259	-0.091	0.433	-0.103	0.164	0.039	0.503
坡度 Slope degree (°)	-0.045	0.433	-0.793	0.063	0.425	0.086	-0.845	0.045
海拔高度 Altitude (m)	0.751	0.564	0.145	-0.158	0.774	0.426	0.336	0.168
距水源距离 Distance to water resource (m)	0.583	0.526	-0.040	-0.149	0.387	0.425	-0.088	0.443
人为干扰距离 Distance to human disturbance (m)	0.736	0.110	0.224	-0.031	0.759	0.076	0.106	-0.185
距裸岩距离 Distance to bare rock (m)	0.139	-0.267	0.707	0.380	0.149	-0.310	0.767	-0.162
隐蔽级 Hiding cover (%)	0.252	-0.597	0.154	-0.493	0.249	-0.616	0.019	-0.490
累积贡献率 Variance explained (%)	24.493	46.042	60.416	69.424	28.777	49.178	63.271	71.306

现，它们主要选择海拔高度在 4 200 m 以上、位于南坡、坡度中等的草地或灌丛生境，并且保持接近裸岩或悬崖的特征 (Harris & Miller, 1995；Namgail et al, 2004；Oli, 1996；Wilson, 1981)。这与贺兰山岩羊对生境的选择既存在相同之处，也存在很大差别。无论春季还是冬季贺兰山岩羊对取食生境中坡向和坡度均无选择性，但冬季岩羊选择在接近裸岩的地点取食，而春季则对距裸岩距离无选择性 (表 1)。此外，贺兰山岩羊均偏爱以灰榆为优势乔木、海拔高度在 1 600 ~ 2 200 m 的山地疏林草原带。动物在长期进化过程中，逐渐会形成对环境选择的遗传性，但多数动物对环境的选择具有某些可塑性 (Sun, 2001)。显然贺兰山独特的地理位置和其岩羊的特殊生境是产生这种差异的主要原因。

在青藏高原，岩羊最主要的天敌是雪豹 (*Uncia uncia*) 和狼 (*Canis lupus*) (Liu et al, 2003；Oli, 1994；Schaller et al, 1988；Shrestha, 1997)，为了减少被雪豹捕杀的危险，岩羊选择接近裸岩或悬崖的地点活动 (Harris & Miller, 1995；Namgail

et al, 2004；Oli, 1996；Wilson, 1981)。而贺兰山岩羊的主要天敌，如豹 (*Cuonal pinus*)、狼和猓猓 (*Lynx lynx*) 等在 20 世纪 80 年代已基本绝迹 (Wang & Schaller, 1996)。在冬季贺兰山岩羊依然选择接近裸岩的取食生境 (表 1)，显然并不是为了躲避天敌，Liu et al (2005) 认为裸岩可以遮挡一部分风，起到保温的作用，以减少岩羊的能量损失。

北方地区食草动物能否顺利度过冬季的关键是如何获得维持生存所必须的能量并尽可能减少能量损失，因此它们对生境的选择更为严格 (McCorquodale, 2003)。而这种选择是与食物的可获得性相关的 (Frankin et al, 1975)。在冬季，岩羊偏爱选择在人为干扰距离 < 500 m 的地带取食 (表 1)，而春季则对其无选择性，通过 Mann-Whitey U 检验发现这 2 个季节差异极显著 (表 3)。冬季大雪封山以后，进山的人数明显减少。此外，随着冬季食物的逐渐缺乏，岩羊不得不到离护林点更近的地点取食，甚至护林点周围的一些青菜碎屑也成为岩

羊的食物,这是导致冬季岩羊在靠近人为干扰地点取食的主要原因。Liu et al (2005)在对贺兰山岩羊冬季卧息地选择进行研究时也发现人为干扰对其影响不显著,可能也是由上述原因造成的。而到了春季,随着岩羊食物的不断丰富,同时进山的人数也逐渐增多,岩羊开始尽量在远离人为干扰的地带取食(表3)。

与春季相比,岩羊冬季在乔木和灌木密度较高的地方取食(表3),这可能也与食物的可获得性相联系。冬季由于食物缺乏,乔木和灌木的落叶也成为岩羊的食物。在野外观察中,我们经常发现岩羊刨开积雪,取食乔木和灌木落叶的情况。乔木和灌木密度较高的地方有更多的落叶供岩羊取食,所以岩羊利用这样的地方。

水作为动物生境选择研究的3个要素之一(Ma & Jia, 1990),对岩羊来说无疑也具有重要的意义。冬季贺兰山岩羊避免选择在水源距离 > 1 000 m 的地点取食,而随机选择 < 1 000 m 之内的地点,到了春季岩羊则偏爱选择水源距离 < 500 m,避免选

择 > 1 000 m 的地点。这是由于冬季积雪可以在一定程度上满足岩羊对水的需求,这在对其他北方地区有蹄类的研究中已经得到证实(Chang & Xiao, 1988; Zhang & Xiao, 1990)。我们在野外观察中也经常发现岩羊通过舔雪来获得水分。贺兰山岩羊偏爱选择的山地疏林草原带海拔在 1 600 ~ 2 000 m,高于山地草原带(1 400 ~ 1 600 m)(Di, 1987),因此虽然山地疏林草原带阳坡的积雪经过一段时间后会融化,可是阴坡的积雪却整个冬季都不会融化,从而为岩羊提供了一定的水分保证。到了春季,虽然食草有蹄类取食的植物可以为其提供一些水分(Teng et al, 2004; Zeng et al, 2001),但贺兰山的荒漠半荒漠植被可能无法保证岩羊对水分的需求,因此岩羊偏爱选择距离水源更近的取食地。

致谢:野外工作中得到宁夏贺兰山国家级自然保护区管理局侯建海局长和内蒙古贺兰山国家级自然保护区管理局马振山局长及两个保护区全体员工的大力支持,谨致诚挚的谢意。

参考文献:

- Chang H, Xiao QZ. 1988. Selection of winter habitat of red deer in Dailing region [J]. *Acta Theriol Sinica*, 8 (2): 81–88. [常弘, 肖前柱. 1988. 带岭地区马鹿冬季对生境的选择性. 兽类学报, 8 (2): 81–88.]
- Chen HP, Gao ZX. 1992. *Animals Ecology* [M]. Harbin: Northeast Forestry University Press. [陈化鹏, 高中信. 1992. 野生动物生态学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社.]
- Chen HP, Li F, Luo LY, Wang H, Ma JZ, Li F. 1999. Winter bed-site selection by red deer *Cervus elaphus xanthopygus* and roe deer *Capreolus capreolus bedfordi* in forests of northeastern China [J]. *Acta Theriol*, 44: 195–206.
- Di WZ. 1987. *Plantae Vasculares Helan Mountain* [M]. Xian: Northwestern University Press, 20–22. [狄维忠. 1987. 贺兰山维管植物. 西安: 西北大学出版社, 20–22.]
- Encyclopedist Committee of Ningxia. 1998. *Encyclopaedia of Ningxia* [M]. Yinchuan: Ningxia People's Publishing House, 34. [宁夏百科全书编撰委员会. 1998. 宁夏百科全书. 银川: 宁夏人民出版社, 34.]
- Franklin WL, Mossman AS, Dole M. 1975. Social organization and home range of Roosevelt elk [J]. *J Mammal*, 56: 102–118.
- Harris R B, Miller DJ. 1995. Overlap in summer habitats and diets of Tibetan Plateau ungulates [J]. *Mammalia*, 59: 197–212.
- Jiang ZG. 2004. *Principles of Animal Behavior and Techniques of Species Conservation* [M]. Beijing: Science Press. [蒋志刚. 2004. 动物行为原理与物种保护方法. 北京: 科学出版社.]
- Julien-Laferrrière D. 1999. Foraging strategies and food partitioning in the neotropical frugivorous mammals *Caluromys philander* and *Potos flavus* [J]. *J Zool Lond*, 247: 71–80.
- Liu CG, Zheng SW, Ren JR. 2003. Research foods and foods source about snow Leopard (*Panthera uncia*) [J]. *J Shaanxi Normal Univ (Natural Science Edition)*, 31: 154–159. [刘楚光, 郑生武, 任军让. 2003. 雪豹的食性与食源调查研究. 陕西师范大学学报(自然科学版), 31: 154–159.]
- Liu ZS, Cao LR, Wang XM. 2004a. Management and conservation of blue sheep population in Helan Mountain [J]. *Chinese Wildlife*, 25 (1): 56. [刘振生, 曹丽荣, 王小明. 2004a. 宁夏贺兰山岩羊种群的管理和保护. 野生动物, 25 (1): 56.]
- Liu ZS, Cao LR, Wang XM, Li T, Li ZG. 2005. Winter bed-site selection by blue sheep (*Pseudois nayaur*) in Helan Mountains, Ningxia, China [J]. *Acta Theriol Sinica*, 25 (1): 1–8. [刘振生, 曹丽荣, 王小明, 李涛, 李志刚. 2005. 贺兰山岩羊冬季对卧息地的选择. 兽类学报, 25 (1): 1–8.]
- Liu ZS, Cao LR, Zhai H, Hu TH, Wang XM. 2004b. Winter habitat selection by red deer (*Cervus elaphus alxaicus*) in Helan Mountain, China [J]. *Zool Res*, 25 (5): 403–409. [刘振生, 曹丽荣, 翟昊, 胡天华, 王小明. 2004b. 贺兰山区马鹿对冬季生境的选择性. 动物学研究, 25 (5): 403–409.]
- Ma JZ, Jia JB. 1990. *Wildlife Management* [M]. Harbin: Northeast Forestry University Press, 25. [马建章, 贾竞波. 1990. 野生动物管理学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 25.]
- Marcum CL, Loftsgaarden DO. 1980. A nonmapping technique for studying habitat preferences [J]. *J Wildl Manage*, 44: 963–968.
- McCorquodale SM. 2003. Sex-specific movements and habitat use by elk in the cascade range of Washington [J]. *J Wildl Manage*, 67 (4): 729–741.
- Mautz WW. 1978. Sledding on a bushy hillside: The fat cycle in deer [J]. *Wildl Soc Bull*, 6: 88–90.
- Nagy KA. 1987. Field metabolic rate and food requirement scaling in mammals and birds [J]. *Ecol Monogr*, 57: 111–128.
- Nagy KA. 1994. Field bioenergetics of mammals: What determined field metabolic rates? [J]. *Aust J Zool*, 42: 43–53.
- Namgail T, Fox JL, Bhatnagar YV. 2004. Habitat segregation between

- sympatric Tibetan argali *Ovis ammon hodgsoni* and blue sheep *Pseudois nayaur* in the Indian Trans-Himalaya [J]. *J Zool Land*, **262**:57–63.
- Northwest institute of plateau biology, CAS. 1989. The Economic Animals of Qinghai Province [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House. [中国科学院西北高原生物研究所. 1989. 青海经济动物志. 西宁: 青海人民出版社.]
- Oli MK. 1994. Snow leopards and blue sheep in Nepal: Densities and predator:prey ratio [J]. *J Mammal*, **75** (4):998–1004.
- Oli MK. 1996. Seasonal patterns in habitat use of blue sheep *Pseudois nayaur* (Artiodactyla, Bovidae) in Nepal [J]. *Mammalia*, **60** (2):187–193.
- Parker KL, Robbins CT. 1984. Thermoregulation in mule deer and elk [J]. *Can J Zool*, **62**:1409–1422.
- Schaller GB. 1977. Mountain Monarchs: Wild Sheep and Goats of the Himalaya [M]. Chicago: University of Chicago Press.
- Schaller GB, Ren JR, Qiu MJ. 1988. Status of the snow leopard *Panthera uncia* in Qinghai and Gansu Provinces, China [J]. *Biol Conserv*, **45**:179–194.
- Schmitz OJ. 1991. Thermal constrains and optimization of winter feeding and habitat choice in white-tailed deer [J]. *Holarct Ecol*, **14**:104–111.
- Shrestha TK. 1997. Mammals of Nepal [M]. Kathmandu: P. K. Printers.
- Sun RY. 2001. The Principles of Animal Ecology (3rd) [M]. Beijing: Beijing Normal University Press. [孙儒泳. 2001. 动物生态学原理 (第三版). 北京: 北京师范大学出版社.]
- Teng LW, Liu ZS, Song YL, Zeng ZG. 2004. Forage and bed sites characteristics of Indian muntjac (*Muntiacus muntjak*) in Hainan Island, China [J]. *Ecological Research*, **19** (6):675–681.
- Wang XM, Li M, Tang SX, Liu ZX. 1998. A preliminary study of some characters of blue sheep population ecology in spring [J]. *Acta Theriol Sinica*, **18** (1):27–33. [王小明, 李明, 唐绍祥, 刘志霄. 1998a. 春季岩羊种群生态学特征的初步研究. 兽类学报, **18** (1):27–33.]
- Wang XM, Li M, Tang SX, Liu ZX, Li YG, Sheng HL. 1999. The study of resource and conservation of artiodactyls in Helan Mountain [J]. *Chinese J Zool*, **34** (5):26–29. [王小明, 李明, 唐绍祥, 刘志霄, 李元广, 盛和林. 1999. 贺兰山偶蹄类动物资源及保护现状研究. 动物学杂志, **34** (5):26–29.]
- Wang XM, Schaller GB. 1996. Status of large mammals in Inner Mongolia, China [J]. *J East China Normal Univ (Special Issue of Mammals)*, **6**:94–104.
- Wilson P. 1981. Ecology and habitat utilization of blue sheep *Pseudois nayaur* in Nepal [J]. *Biol Conserv*, **21**:55–74.
- Zeng ZG, Song YL, Zhong WQ, Gong HS, Zhang J, Dang GD. 2001. Food habits of golden takin [J]. *Chinese J Zool*, **36** (3):36–44. [曾治高, 宋延龄, 钟文勤, 巩会生, 张坚, 党高弟. 2001. 秦岭羚牛的食性. 动物学杂志, **36** (3):36–44.]
- Zhang MH, Xiao QZ. 1990. A study on feeding and bedding habitat selection by red deer in winter [J]. *Acta Theriol Sinica*, **10** (3):175–183. [张明海, 肖前柱. 1990. 冬季马鹿采食生境和卧息生境选择的研究. 兽类学报, **10** (3):175–183.]

加入中国台湾华艺 CEPS 中文电子期刊服务声明

《动物学研究》将自 2006 年 1 月起, 加入中国台湾中文电子期刊服务——思博网 (CEPS)。中文电子期刊服务——思博网是目前中国台湾地区最大的期刊全文数据库, 其访问地址为: www.ceps.com.tw。自此, 读者也可以通过这一网址检索《动物学研究》2006 年起各期的全文, 在一段时期后, 还可以回溯检索 2000—2005 年的全文。

此外, 由于《动物学研究》被 CEPS 收录, 故凡向本刊投稿者, 均视为其文稿刊登后可供思博网 (CEPS) 收录、转载并上网发行; 其作者文章著作权使用费与稿酬一次付清, 本刊不再另付其他报酬。

请各位继续支持本刊, 谢谢!

(本刊编辑部)