

四川省巴塘县矮岩羊与斑羚冬季生境比较

申定健¹, 郑合勋¹, 王 涓^{2,*}, 格 来³, 曾国伟³, 黄艺川³, 李开俊³, 唐 伦³

(1. 河南大学生命科学学院, 开封 475004; 2. 特色农业资源研究与利用四川省重点实验室
内江师范学院化学与生命科学学院, 内江 641112; 3. 巴塘县林业局, 巴塘 627650)

摘要: 2007 年 10 ~ 12 月, 在四川省巴塘县竹巴笼自然保护区, 采用样线调查法对矮岩羊和斑羚冬季生境进行研究, 利用卡方检验和 Mann-Whitey U 检验分析其生境选择差异。结果表明, 矮岩羊对 17 种生境因子有选择性, 倾向选择中等以上避风性, 石质或便石质活动基底, 灌丛盖度 10% ~ 40%、种数 > 4 种、高度 > 100 cm, 草种数 > 5 种、高度 < 20 cm 或 > 40 cm, 坡度 > 60° 的南坡或西坡, 隐蔽级 < 30% 或 > 60%, 水源距离 > 500 m, 裸岩距离 < 2 m, 林缘距离 1000 ~ 1 500 m, 1 级风, 海拔高度 2 600 ~ 2 800 m, 人为干扰距离 500 ~ 1 000 m, 动物干扰距离 80 ~ 150 m 的生境。斑羚对 15 种生境因子有选择性, 倾向选择上坡或山脊坡位, 灌丛盖度 10% ~ 40%、种数 > 5 种、高度 > 100 cm, 草种数 4 ~ 5 种、高度 > 40 cm, 坡度 > 60° 的南坡或东南坡, 南风, 隐蔽级 > 60%, 林缘距离 < 1 500 m, 海拔高度 > 2 800 m, 水源距离 > 1 000 m, 人为干扰距离 > 1 000 m, 动物干扰距离 80 ~ 150 m 的生境。因子分析表明, 影响矮岩羊生境选择的主要因子为人为干扰距离、海拔高度、林缘距离、水源距离、灌丛高度、隐蔽级、风级和动物干扰距离等生境因子, 而影响斑羚生境选择的主要因子为人为干扰距离、海拔高度、林缘距离、水源距离、坡位、灌丛盖度、灌丛高度、隐蔽级、坡向和风向生境因子。虽然两物种在资源生态位上存在部分重叠, 但在生境选择利用和空间生态位上皆存在很大差异。

关键词: 矮岩羊; 斑羚; 冬季; 生境选择; 四川巴塘

文章编号: 1000-0933(2009)05-2320-11 中图分类号: Q142, Q145, Q958 文献标识码: A

Winter habitats of dwarf blue sheep (*Pseudois schaeferi*) and goral (*Naemorhedus goral*) in Batang County, Sichuan, China

SHEN Ding-Jian¹, ZHENG He-Xun¹, WANG Yu^{2,*}, GE Lai³, ZENG Guo-Wei³, HUANG Yi-Chuan³, LI Kai-Jun³, TANG Lun³

¹ College of Life Science, Henan University, Kaifeng 475004, China

² Key Laboratory of Sichuan Colleges and Universities for Research and Utilization of Characteristic Agricultural Resources, Chemistry and Life Science School, Neijiang Normal University, Neijiang 641112, China

³ Batang Forest Bureau, Batang 627650, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(5): 2320 ~ 2330.

Abstract: We set up 10 line transects to investigate habitat selection of dwarf blue sheep and goral at Zhubalong Nature Reserve in Batang of Sichuan Province from October to December, 2007. The chi-square test and Mann-Whitey U test were used to analyze the raw data. Dwarf blue sheep preferred areas with the following attributes: well-sheltered from wind, lithoid or partially lithoid substrates, 10%—40% shrub canopy cover, 5 or more shrub species, tall shrubs (> 100 cm), 6 or more herbaceous species, short (< 20 cm) or tall (> 40 cm) grasses, cliffy (> 60°) and sunny slope, low (< 30%) or high (> 60%) levels of concealment, moderate distance to water source (> 500 m), short distance to bare rock (< 2 m), moderate distance to forest edge (1000—1500 m), low altitude (2 600—2 800 m), moderate distance to human disturbance (500—1 000 m) and animal disturbance (80—150 m). Goral preferred areas with the following

基金项目: 四川省科技厅基金资助项目(05JY029-153); 四川省教育厅基金资助项目(07ZC030); 内江师范学院科研基金资助项目(08NJZ-9); 内江师范学院院级重点项目基金

收稿日期: 2008-05-10; 修订日期: 2009-01-04

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wang_yu02@163.com

attributes: upper slope or ridge, 10%—40% shrub canopy cover, 6 or more shrub species, tall shrubs (>100 cm), 4—5 herbaceous species, tall grasses (>40 cm), steep (>60°) and sunny slope, moderate distance to water source (>1 000 m), moderate distance to animal disturbance (80—150 m), long distance to human disturbance (>1 000 m), high (>60%) levels of concealment, short distance to forest edge (<1 500 m), high altitude (>2 800 m). The results of factor analysis indicated that habitat selection of dwarf blue sheep was mainly influenced by distance to human disturbance, altitude, distance to forest edge, distance to water source, shrub height, level of concealment, wind speed and distance to animal disturbance. Habitat selection of goral was mainly influenced by distance to human disturbance, altitude, distance to forest edge, distance to water source, slope position, shrub canopy cover, shrub height, level of concealment, slope aspect and wind direction. In conclusion, there was significant difference in habitat selection, habitat utilization and spatial niche between dwarf blue sheep and goral despite the two species' partially overlapping resource niches.

Key Words: dwarf blue sheep; goral; winter; habitat selection; Batang

有蹄类动物的生境选择是一个过程,通过生境选择,动物可以在大环境中形成其特有的空间分布,从而满足其生存的需求以致达到自身最优化^[1]。通过生境选择,动物能使自身生存需求与生境资源之间达到一定的平衡^[2]。而在资源有限的同域生境中,不同种的有蹄类动物会表现出高度的空间重叠性^[2,3]。依据竞争排斥原理,如果要在同域生境中共存,必然会导致其空间生态位分化^[2]。因此,动物的生境选择是动物完成其空间分布和生态位分化的一个重要过程。

在冬季,生境中资源质量和可利用性下降,特别是食物资源的下降^[4~7],以及许多生境因子条件变得极为苛刻,势必会影响到高原有蹄类对生境资源的选择性^[8,9],而动物的生境选择与生境中的各种生态因子以及动物自身生理状况有直接的关系^[10,11]。因此,研究动物的生境选择对评估动物所处生态环境的质量、预测栖息地的负载量,以及合理保护和利用动物资源等具有重要意义^[12~14]。

矮岩羊(*Pseudois schaeferi*)和斑羚(*Naemorhedus goral*)为国家Ⅱ级保护动物,IUCN“红色目录”将其分别列入濒危级和易危级,斑羚列入CITES附录I,中国物种红色目录分别评估为极危级和濒危级,同域分布在青藏高原东南缘的四川省巴塘县竹巴笼自然保护区境内。目前,区内矮岩羊和斑羚在生境上有重叠的现象,同时又面临相似的生存环境压力,如森林面积锐减、生境不断破碎和丧失、过度放牧以及人为猎杀等问题^[15~17],故于2007年10~12月在四川省竹巴笼自然保护区,对矮岩羊和斑羚冬季生境选择进行研究,探讨它们冬季生境特征和生境选择机制以及空间分化模式,旨在为保护和管理这2种珍稀动物提供理论依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 自然概况

竹巴笼自然保护区位于四川省巴塘县中部,地理坐标为北纬29°33′~29°42′,东经98°59′~99°14′,地处川、滇、藏三省交界的金沙江畔,横断山脉东南端,为青藏高原边缘的高山峡谷地带,总面积23 900 hm²。区内海拔高度2 600~5 248 m,相对落差达2 648 m,坡度多在30°~60°之间。保护区属于高原大陆性气候区域康滇气候区,海拔2 800 m以下为干热河谷气候,平均温度13.8℃,年平均降水量318 mm,年蒸发量2 002.2 mm,无霜期约270 d。区内植被垂直分布较为明显,主要划分为七大植被带:干河谷灌丛带(2 600~2 800 m),常绿阔叶林带(2 800~3 300 m),亚高山针叶林带(3 300~4 200 m),高山灌丛、草甸带(4 200~4 600 m),高山流石滩植被带(4 600~5 248 m)。区内的珍稀兽类除矮岩羊和斑羚外,其它较常见种类还有毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)、林麝(*Moschus berezovskii*)、鬣羚(*Capricornis sumatraensis*)、丛林猫(*Felis chaus*)、豺(*Cuon alpinus*)、雪豹(*Uncia uncia*)等出没。

1.2 生境因子测定

巴塘县矮岩羊和斑羚冬季生境的野外调查中,在竹巴笼自然保护区的罗格提塞、桑达沟、桑玛走塞、那门黑、尼曲河等处共设置了10条样线,样线覆盖了矮岩羊和斑羚的主要活动区域。在样线中,本文主要根据矮

岩羊和斑羚活动留下的新鲜粪便痕迹处以确定其生境所在地。同时,在行为学观察后,随即调查矮岩羊和斑羚生境。前期调查发现,在矮岩羊和斑羚主要分布区内,毛冠鹿、林麝、鬣羚等无分布,而分布于矮岩羊和斑羚主要分布区以外的区域,对于毛冠鹿、林麝、鬣羚等粪便干扰可以排除。另外,在当地家养山羊活动范围与矮岩羊和斑羚活动范围有重叠的区域不进行生境调查。因此,可以通过区分矮岩羊与斑羚粪便以确定调查生境,鉴别特征为:矮岩羊粪便呈花生米状,一端具小尖,一端较钝且向内凹陷,黑色;斑羚粪便较矮岩羊粪便大,两端钝圆,不凹陷,棕色。

以痕迹点为中心,设置一个 20 m × 20 m 大样方,再在其中心设置一个 1 m × 1 m 小样方。在大样方内测定植被类型、灌木盖度、灌木种数、草盖度、草种数、灌木高度、草高度、坡向、坡位、坡度、坡形、避风性、活动基底特征等 13 个生境因子,在小样方内测定风向、风级、隐蔽级、水源距离、林缘距离、裸岩距离、海拔高度、人为干扰距离、动物干扰距离等 9 个生境因子。本次调查测定了 110 个矮岩羊生境样方和 50 个斑羚生境样方,样方间距大于 100 m。在样线外无矮岩羊和斑羚活动痕迹处测定了 50 个随机样方,随机样方离痕迹点距离以及样方间距均大于 100 m,测定因子同生境样方,随机样方与生境样方调查不重复,用以判别矮岩羊和斑羚对生境因子的选择性差异。为不增加取样人为误差,样方调查均由一人完成。基于前期工作^[18],参照刘振生等^[7]因子设定类型,并结合当地生境实际设定本次调查生境因子,各生境因子的测定方法和等级划分标准具体如下:

植被类型 矮岩羊和斑羚活动区域的植被特征,分为草坡、灌丛坡和草灌混合坡 3 种类型。

灌丛盖度 样方中,灌木对土地的覆盖程度,分为 <10%、10% ~ 40% 和 >40% 3 个等级。

灌丛种数 样方中灌丛的种数,分为 <4 种、4 ~ 5 种和 >5 种 3 个等级。

灌丛高度 样方中灌丛平均株高,分为 <50 cm、50 ~ 100 cm 和 >100 cm 3 个等级。

草盖度 样方中草本对土地的覆盖程度,分为 <10%、10% ~ 30% 和 >30% 3 个等级。

草种数 样方中草本的种数,分为 <4 种、4 ~ 5 种和 >5 种 3 个等级。

草高度 样方中草本平均株高,分为 <20 cm、20 ~ 40 cm 和 >40 cm 3 个等级。

坡向 军用指北针测定样方所处坡向,分为西北坡(20° ~ 65°)、西坡(65° ~ 110°)、西南坡(110° ~ 155°)、南坡(155° ~ 200°)、东南坡(200° ~ 245°)、东坡(245° ~ 290°)、东北坡(290° ~ 335°)和北坡(335° ~ 20°)8 种类型。

坡位 样方所处山坡上的位置,山体按高度分为下坡、中坡、上坡和山脊 4 种类型。

坡度 坡度仪测定样方所处山坡的坡度,分为 <30°、30° ~ 60° 和 >60° 3 个等级。

坡形 样方所处山坡的地形,分为均匀、凹坡、凸坡、复合坡和无坡形 5 种类型。

避风性 样方所在地受风干扰强度,分为差、中和好 3 个等级。

活动基底 样方所在地基底特征,分为土质、偏土质、中等、偏石质和石质 5 种类型。

隐蔽级 在样地中心竖立一根 1 m 的木棍,在样方四周距离中心 20 m 处测量木棍的平均隐蔽度,即木棍隐蔽部分占总长的平均百分比。划分为 <30%、30% ~ 60% 和 >60% 3 个等级。

水源距离 样方中心距离水源的直线距离,分为 <500 m、500 ~ 1 000 m 和 >1 000 m 3 个等级。

裸岩距离 样方中心到最近裸岩的直线距离,分为 <2 m、2 ~ 5 m 和 >5 m 3 个等级。

林缘距离 样方中心到林缘的直线距离,分为 <1 000 m、1 000 ~ 1 500 m 和 >1 500 m 3 个等级。

风向 军用指北针判定样方所在地风向,分为西北风(20° ~ 65°)、西风(65° ~ 110°)、西南风(110° ~ 155°)、南风(155° ~ 200°)、东南风(200° ~ 245°)、东风(245° ~ 290°)、东北风(290° ~ 335°)和北风(335° ~ 20°)8 种类型。

风级 样方所在地风力等级,分为 1 级、2 级、3 级、≥4 级 4 个等级。

海拔高度 海拔仪测定样方所在地的海拔高度,分为 <2 600 m、2 600 ~ 2 800 m 和 >2 800 m 3 个等级。

人为干扰距离 样方中心到人居住和活动地点以及行走路线的直线距离,分为 <500 m、500 ~ 1 000 m 和

>1 000 m 3 个等级。

动物干扰距离 样方中心到其它动物活动痕迹点的直线距离,分为 <80 m、80~150 m 和 >150 m 3 个等级。

1.3 数据分析

结合 Loehle & Rittenhouse^[19]与刘振生等^[7]的方法分析矮岩羊和斑羚对冬季 22 个生境因子选择性差异,即先采用拟合优度卡方检验分析矮岩羊和斑羚对生境因子选择差异,再运用 Loehle & Rittenhouse 的生境选择系数 P (Habitat selectivity index P) 分析矮岩羊和斑羚对因子某分类类型的喜好或回避。公式如下:

$$P = \frac{o_i - e_i}{o_i + e_i}$$

式中, $o_i = mi/m$, $e_i = ni/n$, mi 为生境样方在一个因子的 i 类型上出现的个数, m 为生境样方总数, ni 为随机样方在一个因子的 i 类型上出现的个数, n 为随机样方总数。 P 值在 $-1 \sim +1$ 之间: P 值接近 $+1$ 时,表示积极选择; P 值在 $0 \sim +1$ 时,表示选择; P 值接近 0 时,表示随机选择; P 值在 $-1 \sim 0$ 时,表示不选择; P 值接近 -1 时,表示回避。

植被类型、坡位、坡形、避风性、活动基底等 5 种文字型生境因子采用卡方检验分析矮岩羊和斑羚冬季选择差异。运用 Mann-Whitey U 检验比较分析矮岩羊和斑羚在灌木盖度、灌木种数、草盖度、草种数、灌木高度、草高度、坡向、坡度、风向、风级、隐蔽级、水源距离、林缘距离、裸岩距离、海拔高度、人扰距离、动扰距离等 17 个数字型生境因子上的选择差异。

对矮岩羊和斑羚冬季 22 个生境因子的测量数据进行因子分析,以确定影响矮岩羊和斑羚生境选择的主要因素,找出影响因子差异。卡方检验、Mann-Whitey U 检验和因子分析等均在 SPSS 11.5 软件上进行。

2 结果

2.1 矮岩羊冬季生境因子选择

矮岩羊冬季生境因子选择结果见表 1。表 1 显示,在 22 个冬季生境因子中,矮岩羊对 17 个生境因子有选择性。矮岩羊冬季偏爱选择较好的避风地,便于行走的偏石质和石质基底,灌丛盖度 10%~40%,灌丛种数 4 种以上,灌丛平均高度 >100 cm,草本平均高度 <20 cm 或 >40 cm,草种数 5 种以上,坡向 65~110°(西坡)和 155~200°(南坡),坡度 >60°,隐蔽级 <30% 或 >60%,水源距离 >500 m,裸岩距离 <2 m,林缘距离 1 000~1 500 m,人为干扰距离 500~1 000 m,动物干扰距离 80~150 m,1 级风,海拔 <2800 m 的生境(表 1)。而对植被类型($\chi^2 = 0.478$, $df = 2$, $P > 0.05$)、坡位($\chi^2 = 4.869$, $df = 3$, $P > 0.05$)、坡形($\chi^2 = 3.892$, $df = 4$, $P > 0.05$)、草盖度($\chi^2 = 0.487$, $df = 2$, $P > 0.05$)、风向($\chi^2 = 6.466$, $df = 7$, $P > 0.05$)等 5 个生境因子无选择性。

表 1 巴塘县矮岩羊对冬季 17 个生境因子的选择特征

Table 1 Characteristics of 17 factors on habitat selection by dwarf blue sheep during winter in Batang county

生境因子 Habitat factors	类型 Types	观测值比例 Observation proportion (o_i) ($n = 110$)	期望值比例 Expectation proportion (e_i) ($n = 50$)	生境选择系数 Selection index P	选择性* Preference
避风性 Lee characteristic	差 Disadvantageous	0.791	0.90	-0.0645	RS
	中 Moderate	0.191	0.10	0.3127	S
	良 Advantageous	0.018	0.00	1.0000	AS
		$\chi^2 = 334.374$, $df = 2$, $P < 0.01$			
活动基底 Substrates characteristic	土质 Terrene	0.018	0.14	-0.7722	NS
	偏土质 Partial terrene	0.082	0.28	-0.5470	NS
	中等 Moderate	0.218	0.30	-0.1583	NS
	偏石质 Partial lithoid	0.227	0.18	0.1155	S
	石质 Lithoid	0.455	0.10	0.6396	S
		$\chi^2 = 10.788$, $df = 4$, $P < 0.05$			
灌丛盖度 Shrub canopy cover(%)	<10	0.382	0.66	-0.2668	NS
	10~40	0.609	0.30	0.3399	S
	>40	0.009	0.04	-0.6327	NS

续表 1

生境因子 Habitat factors	类型 Types	观测值比例 Observation proportion (o_i) ($n=110$)	期望值比例 Expectation proportion (e_i) ($n=50$)	生境选择系数 Selection index P	选择性* Preference
$\chi^2 = 6.776$, $df=2$, $P < 0.05$					
灌丛种数	<4	0.228	0.38	-0.2500	NS
Shrub species	4~5	0.745	0.60	0.1078	S
	>5	0.027	0.02	0.1489	S
$\chi^2 = 15.10$, $df=2$, $P < 0.01$					
草种数	<4	0.218	0.20	0.0431	RS
Herbaceous species	4~5	0.736	0.76	-0.0160	RS
	>5	0.046	0.04	0.0698	S
$\chi^2 = 7.439$, $df=2$, $P < 0.05$					
灌丛高度	<50	0.182	0.30	-0.2448	NS
Shrub height (cm)	50~100	0.682	0.68	0.0015	RS
	>100	0.136	0.02	0.7436	S
$\chi^2 = 15.268$, $df=2$, $P < 0.01$					
草高度	<20	0.182	0.10	0.2908	S
Herbaceous height (cm)	20~40	0.691	0.84	-0.0973	RS
	>40	0.127	0.06	0.3583	S
$\chi^2 = 6.286$, $df=2$, $P < 0.05$					
坡向	20~65	0.200	0.20	0.0000	RS
Slope direction (°)	65~110	0.209	0.16	0.1328	S
	110~155	0.273	0.28	-0.0127	RS
	155~200	0.245	0.16	0.2099	S
	200~245	0.009	0.08	-0.7978	NS
	245~290	0.018	0.02	-0.0426	RS
	290~335	0.000	0.04	-1.0000	A
	335~20	0.046	0.08	-0.2698	NS
$\chi^2 = 126.018$, $df=7$, $P < 0.01$					
坡度	<30	0.127	0.26	-0.3437	NS
Slope gradient (°)	30~60	0.791	0.74	0.0333	RS
	>60	0.082	0.00	1.0000	AS
$\chi^2 = 332.401$, $df=2$, $P < 0.01$					
隐蔽级	<30	0.709	0.50	0.1728	S
Level of concealment (%)	30~60	0.264	0.50	-0.3089	NS
	>60	0.027	0.00	1.0000	AS
$\chi^2 = 332.001$, $df=2$, $P < 0.01$					
水源距离	<500	0.109	0.30	-0.4670	NS
Distance from water source (m)	500~1 000	0.382	0.30	0.1202	S
	>1 000	0.509	0.40	0.1199	S
$\chi^2 = 8.931$, $df=2$, $P < 0.05$					
裸岩距离	<2	0.727	0.30	0.4158	S
Distance from bare rock (m)	2~5	0.264	0.66	-0.4286	NS
	>5	0.009	0.04	-0.6327	NS
$\chi^2 = 6.949$, $df=2$, $P < 0.05$					
林缘距离	<1 000	0.045	0.04	0.0588	RS
Distance from forest edge (m)	1 000~1 500	0.782	0.16	0.6603	S
	>1 500	0.173	0.80	-0.6444	NS
$\chi^2 = 7.833$, $df=2$, $P < 0.05$					
风级	1	0.454	0.16	0.4788	S
Level of wind	2	0.254	0.26	-0.0117	RS
	3	0.164	0.30	-0.2931	NS
	4	0.118	0.28	-0.4070	NS
$\chi^2 = 16.185$, $df=3$, $P < 0.01$					
海拔高度	<2 600	0.054	0.40	-0.7621	NS
Altitude (m)	2 600~2 800	0.791	0.32	0.4239	S

续表 1

生境因子 Habitat factors	类型 Types	观测值比例 Observation proportion (o_i) ($n=110$)	期望值比例 Expectation proportion (e_i) ($n=50$)	生境选择系数 Selection index P	选择性* Preference
	>2 800	0.155	0.28	-0.2874	NS
		$\chi^2 = 6.236, df=2, P < 0.05$			
人扰距离 Distance from human disturbance (m)	<500	0.045	0.22	-0.6604	NS
	500 ~ 1 000	0.282	0.22	0.1235	S
	>1 000	0.673	0.56	0.0916	RS
		$\chi^2 = 6.085, df=2, P < 0.05$			
动扰距离 Distance from animal disturbance (m)	<80	0.654	0.86	-0.1361	NS
	80 ~ 150	0.273	0.08	0.5467	S
	>150	0.073	0.06	0.0977	RS
		$\chi^2 = 7.110, df=2, P < 0.05$			

* AS:积极选择 Active selection;S:选择 Selection;RS:随机选择 Random selection;NS:不选择 No selection;A:回避 Avoidance

2.2 斑羚冬季生境因子选择

斑羚冬季生境因子选择结果见表 2。表 2 显示,在 22 个冬季生境因子中,斑羚对 15 个生境因子有选择性。斑羚冬季偏爱选择上坡和山脊的坡位,灌丛盖度 10% ~ 40%,5 种以上灌丛种数,灌丛平均高度 >100 cm,草平均高度 >40 cm,4 种以上草种数,坡向 155° ~ 200°(南坡)和 200° ~ 245°(东南坡),坡度 >60°,隐蔽级 <60%,水源距离 >1 000 m,林缘距离 <1 500 m,风向 155° ~ 200°(南风),人为干扰距离 >1 000 m,动物干扰距离 80 ~ 150 m,海拔 >2 800 m 的生境(表 2)。而对植被类型($\chi^2 = 0.487, df=2, P > 0.05$)、坡形($\chi^2 = 3.892, df=4, P > 0.05$)、避风性($\chi^2 = 3.556, df=1, P > 0.05$)、活动基底($\chi^2 = 0.921, df=4, P > 0.05$)、草盖度($\chi^2 = 3.296, df=2, P > 0.05$)、裸岩距离($\chi^2 = 0.095, df=2, P > 0.05$)、风级($\chi^2 = 0.269, df=3, P > 0.05$)等 7 个生境因子无选择性。

表 2 巴塘县斑羚对冬季 15 个生境因子选择特征

Table 2 Characteristics of 15 factors on habitat selection by goral during winter in Batang county

生境因子 Habitat factors	类型 Types	观测值比例 Observation proportion (o_i) ($n=110$)	期望值比例 Expectation proportion (e_i) ($n=50$)	生境选择系数 Selection index P	选择性* Preference
坡位 Slope position	下坡 Downgrade	0.00	0.26	-1.0000	A
	中坡 Mid slope	0.40	0.48	-0.0909	RS
	上坡 Upgrade	0.46	0.22	0.3529	S
	山脊 Ridge	0.14	0.04	0.5556	S
		$\chi^2 = 18.036, df=3, P < 0.01$			
灌丛盖度 Shrub canopy cover(%)	<10	0.38	0.66	-0.2692	NS
	10 ~ 40	0.60	0.30	0.3333	S
	>40	0.02	0.04	-0.3333	NS
		$\chi^2 = 6.766, df=2, P < 0.05$			
灌丛种数 Shrub species	<4	0.40	0.38	0.0256	RS
	4 ~ 5	0.54	0.60	-0.0526	RS
	>5	0.06	0.02	0.5000	S
		$\chi^2 = 15.099, df=2, P < 0.01$			
草种数 Herbaceous species	<4	0.06	0.20	-0.5385	NS
	4 ~ 5	0.94	0.76	0.1059	S
	>5	0.00	0.04	-1.0000	A
		$\chi^2 = 7.439, df=2, P < 0.05$			
灌丛高度 Shrub height (cm)	<50	0.22	0.30	-0.1538	NS
	50 ~ 100	0.68	0.68	0.0000	RS
	>100	0.10	0.02	0.6667	S
		$\chi^2 = 15.268, df=2, P < 0.01$			
草高度 Herbaceous	<20	0.04	0.10	-0.4286	NS

续表 2

生境因子 Habitat factors	类型 Types	观测值比例 Observation proportion (o_i) ($n=110$)	期望值比例 Expectation proportion (e_i) ($n=50$)	生境选择系数 Selection index P	选择性* Preference
height(cm)	20~40	0.76	0.84	-0.0500	RS
	>40	0.20	0.06	0.5385	S
$\chi^2=6.286$, $df=2$, $P<0.05$					
坡向 Slope direction (°)	20~65	0.14	0.20	-0.1765	NS
	65~110	0.18	0.16	0.0588	RS
	110~155	0.30	0.28	0.0345	RS
	155~200	0.22	0.16	0.1579	S
	200~245	0.10	0.08	0.1111	S
	245~290	0.00	0.02	0.0265	RS
	290~335	0.04	0.04	0.0000	RS
	335~20	0.02	0.08	-0.6000	NS
$\chi^2=126.134$, $df=7$, $P<0.01$					
坡度 Slope gradient (°)	<30	0.12	0.26	-0.3684	NS
	30~60	0.80	0.74	0.0390	RS
	>60	0.08	0.00	1.0000	AS
$\chi^2=15.412$, $df=2$, $P<0.01$					
隐蔽级 Level of concealment (%)	<30	0.60	0.50	0.0909	RS
	30~60	0.36	0.50	-0.1628	NS
	>60	0.04	0.00	1.0000	AS
$\chi^2=32.013$, $df=2$, $P<0.01$					
水源距离 Distance from water source (m)	<500	0.04	0.30	-0.7647	NS
	500~1 000	0.22	0.30	-0.1539	NS
	>1 000	0.74	0.40	0.2982	S
$\chi^2=7.299$, $df=2$, $P<0.05$					
林缘距离 Distance from forest edge (m)	<1 000	0.48	0.04	0.8462	S
	1 000~1 500	0.34	0.16	0.3600	S
	>1 500	0.18	0.80	-0.6327	NS
$\chi^2=7.833$, $df=2$, $P<0.05$					
风向 Wind direction (°)	20~65	0.08	0.12	-0.2000	NS
	65~110	0.02	0.06	-0.5000	NS
	110~155	0.10	0.14	-0.1667	NS
	155~200	0.38	0.02	0.9000	S
	200~245	0.20	0.22	-0.0476	RS
	245~290	0.06	0.18	-0.5000	NS
	290~335	0.12	0.22	-0.2941	NS
	335~20	0.04	0.06	-0.2000	NS
$\chi^2=22.644$, $df=7$, $P<0.01$					
海拔高度 Altitude(m)	<2 600	0.04	0.40	-0.8182	NS
	2 600~2 800	0.30	0.32	-0.0323	RS
	>2 800	0.66	0.28	0.4043	S
$\chi^2=6.949$, $df=2$, $P<0.05$					
人扰距离 Distance from human disturbance (m)	<500	0.02	0.22	-0.8333	NS
	500~1 000	0.12	0.22	-0.2941	NS
	>1 000	0.86	0.56	0.2113	S
$\chi^2=16.832$, $df=2$, $P<0.01$					
动扰距离 Distance from animal disturbance (m)	<80	0.68	0.86	-0.1169	NS
	80~150	0.30	0.08	0.5789	S
	>150	0.02	0.06	-0.5000	NS
$\chi^2=7.068$, $df=2$, $P<0.05$					

* AS: 积极选择 Active selection; S: 选择 Selection; RS: 随机选择 Random selection; NS: 不选择 No selection; A: 回避 Avoidance

2.3 矮岩羊与斑羚冬季生境因子选择性比较

矮岩羊与斑羚冬季文字分类型生境因子卡方检验结果表明,矮岩羊与斑羚生境在坡位($\chi^2 = 249.207$, $df = 3$, $P < 0.01$)、坡形($\chi^2 = 199.914$, $df = 4$, $P < 0.01$)和避风性($\chi^2 = 333.826$, $df = 2$, $P < 0.01$)等 3 个因子上存在极显著差异。数字型因子 Mann-Whitey U 检验结果表明,矮岩羊与斑羚生境在草盖度($Z = -2.656$, $P < 0.01$)、草高度($Z = -2.266$, $P < 0.05$)、水源距离($Z = -2.706$, $P < 0.01$)、裸岩距离($Z = -1.979$, $P < 0.05$)、林缘距离($Z = -7.882$, $P < 0.01$)、海拔高度($Z = -4.786$, $P < 0.01$)和人扰距离($Z = -3.746$, $P < 0.01$)等 7 个因子上存在显著或极显著差异(表 3)。对比发现:在坡位上,矮岩羊选择在中坡或下坡,而斑羚则在上坡或山脊;在坡形上,矮岩羊主要选择均匀坡形,而其它坡形也有选择,斑羚也主要选择均匀坡形,但不选择无坡形;在避风性上,矮岩羊优于斑羚;在草盖度和草高度上,矮岩羊选择低于斑羚;在海拔高度上,斑羚选择高于矮岩羊;在水源距离、裸岩距离和人扰距离上,矮岩羊选择较近于斑羚。

表 3 巴塘县矮岩羊与斑羚冬季 17 个生境因子比较

Table 3 Comparison of 17 factors on habitat selection by dwarf blue sheep and goral during winter in Batang county

生境因子 Habitat factors	矮岩羊样方 Dwarf blue sheep (mean $\pm$ SD)	斑羚样方 Goral (mean $\pm$ SD)	Mann-Whitey U tests Z	P
灌丛盖度 Shrub canopy cover (%)	13.6 $\pm$ 10.51	12.06 $\pm$ 9.27	-1.067	0.286
灌丛种数 Shrub species	4.01 $\pm$ 0.85	3.90 $\pm$ 0.95	-1.224	0.221
草盖度 Herbage canopy cover (%)	14.40 $\pm$ 12.25	19.68 $\pm$ 12.03	-2.656	0.008
草种数 Herbaceous species	4.15 $\pm$ 0.84	4.30 $\pm$ 0.58	-1.087	0.277
灌丛高度 Shrub height (cm)	76.50 $\pm$ 51.94	67.80 $\pm$ 40.62	-1.087	0.277
草高度 Herbaceous height (cm)	30.32 $\pm$ 13.84	34.80 $\pm$ 11.11	-2.266	0.023
坡向 Slope direction (°)	119.23 $\pm$ 59.10	124.06 $\pm$ 54.57	-0.683	0.495
坡度 Slope gradient (°)	40.53 $\pm$ 17.12	38.40 $\pm$ 14.93	-0.292	0.770
隐蔽级 Level of concealment (%)	20.36 $\pm$ 15.76	23.40 $\pm$ 12.95	-1.540	0.124
水源距离 Distance from water source (m)	1399.18 $\pm$ 832.41	1882.00 $\pm$ 947.88	-2.706	0.007
裸岩距离 Distance from bare rock (m)	1.48 $\pm$ 1.43	1.88 $\pm$ 1.50	-1.979	0.048
林缘距离 Distance from forest edge (m)	2379.91 $\pm$ 901.77	943.40 $\pm$ 688.08	-7.882	0.000
风向 Wind direction (°)	162.45 $\pm$ 90.28	182.5 $\pm$ 78.70	-1.852	0.064
风级 Level of wind	1.95 $\pm$ 1.07	2.12 $\pm$ 1.00	-1.089	0.276
海拔高度 Altitude (m)	2668.73 $\pm$ 159.81	2838.60 $\pm$ 200.39	-4.786	0.000
人扰距离 Distance from human disturbance (m)	1670.27 $\pm$ 899.49	2275.00 $\pm$ 868.63	-3.746	0.000
动扰距离 Distance from animal disturbance (m)	61.22 $\pm$ 64.02	58.68 $\pm$ 49.37	-0.495	0.621

2.4 矮岩羊与斑羚冬季生境选择因子分析

矮岩羊生境因子分析结果表明,前 6 个主成分累积贡献率达到 65.652%,基本包括矮岩羊冬季生境特征的基本信息。在第 1 主成分(贡献率 20.362%)中,水源距离(0.865)、林缘距离(-0.656)、海拔高度(0.880)和人扰距离(0.809)等 4 个因子负荷较大,反映出主要影响矮岩羊生境选择的水源、林缘距离、海拔和人为干扰特征;在第 2 主成分(贡献率 14.324%)中,灌丛高度(0.801)和隐蔽级(0.777)2 个因子负荷较大,反映出主要影响矮岩羊生境选择的灌丛和隐蔽特征;在第 4 主成分(贡献率 9.033%)中,风级(0.653)和动物干扰(0.682)2 个因子负荷较大,反映出主要影响矮岩羊生境选择的灌丛和隐蔽特征(表 4)。

斑羚生境因子分析结果表明,前 6 个主成分累积贡献率达到 71.041%,基本包括斑羚冬季生境特征的基本信息。在第 1 主成分(贡献率 24.408%)中,坡位(0.664)、水源距离(0.719)、林缘距离(-0.873)、海拔高度(-0.843)和人扰距离(0.795)等 5 个因子负荷较大,反映出主要影响斑羚生境选择的坡位、水源、林缘距离、海拔和人为干扰特征;在第 2 主成分(贡献率 16.736%)中,灌丛盖度(0.655)、灌丛高度(0.695)和隐蔽级(0.677)3 个因子负荷较大,反映出主要影响斑羚生境选择的灌丛和隐蔽特征;在第 4 主成分(贡献率 7.549%)中,坡向(0.736)因子负荷较大,反映出主要影响斑羚生境选择的坡向特征;在第 6 主成分(贡献率

6.115%) 中, 风向(0.717) 因子负荷较大, 反映出主要影响斑羚生境选择的风向特征(表4)。

表4 巴塘县矮岩羊与斑羚冬季22个生境因子主成分分析因子载荷值

Table 4 Factor loadings of principal components extracted from dwarf blue sheep and goral 22 habitat factors during winter in Batang

生境因子 Habitat factors	矮岩羊 Dwarf blue sheep					
	1	2	3	4	5	6
植被类型 Vegetation type	0.095	0.464	0.319	0.087	-0.563	0.288
灌丛盖度 Shrub canopy cover (%)	0.458	0.608	0.200	-0.061	-0.363	0.293
灌丛种数 Shrub species	-0.120	0.516	-0.109	0.070	-0.126	-0.261
草盖度 Herbaceous canopy cover (%)	0.634	-0.100	-0.583	-0.139	-0.071	0.128
草种数 Herbaceous species	0.226	-0.256	-0.493	-0.149	0.010	-0.139
灌丛高度 Shrub height (cm)	0.027	0.801	0.024	-0.081	0.184	-0.052
草高度 Herbaceous height (cm)	0.580	0.281	-0.474	-0.063	0.136	0.130
坡向 Slope direction (°)	0.014	-0.287	0.437	0.067	0.193	0.529
坡位 Slope position	0.573	-0.378	0.265	-0.155	-0.227	0.095
坡度 Slope gradient (°)	-0.109	0.362	0.017	0.574	0.200	0.188
坡形 Slope form	0.093	0.094	0.395	0.006	-0.427	-0.524
避风性 Lee characteristic	-0.027	0.549	0.246	-0.494	0.375	-0.134
活动基底 Substrates characteristic	-0.429	0.125	0.323	0.311	0.443	-0.056
隐蔽级 Level of concealment (%)	0.388	0.777	-0.054	-0.247	0.118	0.060
水源距离 Distance from water source (m)	0.865	-0.024	0.145	0.244	0.137	-0.176
裸岩距离 Distance from bare rock (m)	0.364	0.068	-0.426	-0.062	0.113	0.133
林缘距离 Distance from forest edge (m)	-0.656	0.013	-0.288	-0.008	-0.375	0.256
风向 Wind direction (°)	0.014	-0.234	0.296	-0.415	0.257	0.281
风级 Level of wind	0.109	-0.085	-0.162	0.653	-0.003	-0.063
海拔高度 Altitude (m)	0.880	-0.164	0.267	0.079	0.137	-0.081
人扰距离 Distance from human disturbance (m)	0.809	-0.227	0.285	0.159	-0.040	-0.038
动扰距离 Distance from animal disturbance (m)	0.143	0.271	-0.124	0.682	0.061	0.112
累积贡献率 (%) Percentage of variance cumulative contribution	20.362	34.686	44.298	53.331	59.903	65.052
生境因子 Habitat factors	斑羚 Goral					
	1	2	3	4	5	6
植被类型 Vegetation type	-0.614	0.297	0.330	0.087	0.413	0.074
灌丛盖度 Shrub canopy cover (%)	-0.397	0.655	0.124	0.062	0.386	0.194
灌丛种数 Shrub species	-0.570	0.509	0.022	-0.186	0.094	0.118
草盖度 Herbaceous canopy cover (%)	0.513	0.010	-0.604	0.007	0.395	0.089
草种数 Herbaceous species	-0.133	-0.377	-0.218	0.431	-0.194	0.459
灌丛高度 Shrub height (cm)	-0.336	0.695	-0.216	-0.023	-0.214	0.026
草高度 Herbaceous height (cm)	0.452	0.343	-0.586	0.298	0.126	-0.111
坡向 Slope direction (°)	0.098	-0.372	0.161	0.736	0.115	0.011
坡位 Slope position	0.664	-0.394	0.144	-0.352	0.056	0.174
坡度 Slope gradient (°)	-0.153	0.577	0.025	0.421	-0.136	-0.264
坡形 Slope form	-0.119	0.346	0.423	-0.337	0.195	0.308
避风性 Lee characteristic	0.065	0.365	-0.283	-0.109	-0.528	0.460
活动基底 Substrates characteristic	-0.357	0.163	0.368	0.197	-0.628	-0.121
隐蔽级 Level of concealment (%)	0.316	0.677	-0.355	-0.173	0.104	0.120
水源距离 Distance from water source (m)	0.719	0.459	0.310	0.041	-0.132	-0.086
裸岩距离 Distance from bare rock (m)	0.624	-0.131	-0.020	-0.006	0.118	-0.115
林缘距离 Distance from forest edge (m)	-0.873	-0.248	-0.187	0.041	0.160	-0.111
风向 Wind direction (°)	-0.063	-0.100	0.121	0.370	0.150	0.717
风级 Level of wind	0.419	0.358	0.320	0.304	0.425	-0.153
海拔高度 Altitude (m)	0.843	0.203	0.276	0.061	-0.150	0.205
人扰距离 Distance from human disturbance (m)	0.795	0.228	0.278	0.051	-0.048	0.013
动扰距离 Distance from animal disturbance (m)	0.058	0.529	-0.171	0.252	-0.142	-0.093
累积贡献率 (%) Percentage of variance cumulative contribution	24.408	41.144	49.893	57.442	64.926	71.041

3 讨论

生境是动物生活的场所,也是完成其生命过程的空间,动物通过选择适宜的生境来调整自身与环境之间的关系,就能使自身处于最佳状态。在长期的进化过程中,生境选择是动物与自然环境相互作用的产物,具有物种的特异性、时间和空间的差异性以及资源结构的异质性等特点^[10,20],各种环境因素的综合作用与动物自身特征共同决定着动物的生境选择。

本次调查的 22 个生境因子中,矮岩羊和斑羚均对植被类型、坡形、草盖度、风向和风级因子无选择性,并且偏爱选择盖度较大(10%~40%)的灌丛、丰富的灌丛和草种数(>5 种)、较高的灌丛(>100 cm)和草(>40 cm)、坡度较陡(>60°)、良好的隐蔽级(>60%)、适中的动物干扰距离(80~150 m)、位于阳坡的生境,可见矮岩羊和斑羚在生境因子选择上存在相似重叠的情况(表 1,表 2)。另一方面,矮岩羊和斑羚又在其它生境因子选择上存在很大差异,主要体现在空间分布、生境利用和资源利用上的分化。空间分布上,斑羚选择的生境海拔高度大多高于矮岩羊生境,同时斑羚主要选择位于上坡或山脊的生境,而矮岩羊则多选择中坡或下坡;生境利用上,矮岩羊选择的避风性优于斑羚,而斑羚选择的裸岩距离和人扰距离则远于矮岩羊,以及矮岩羊和斑羚主要选择均匀坡形,但对其它坡形选择存在很大差异;资源利用上,矮岩羊选择的草盖度和草高度低于斑羚生境,而斑羚选择的水源距离则远于矮岩羊(表 3)。因此,矮岩羊与斑羚在资源生态位上存在部分重叠,而又在生境选择与利用以及空间生态位上发生部分分化,从而相互适应同域分布,长期共存,符合竞争排斥原理。

受生存环境压力的影响,矮岩羊和斑羚将人为干扰距离、海拔高度、林缘距离、水源距离和坡位作为首要因子(表 4),反映出同域分布的矮岩羊和斑羚生存策略。调查发现,矮岩羊倾向选择 500~1 000 m 的人为干扰距离,斑羚则选择大于 1 000 m 的人为干扰距离,与它们胆小怕人的天性以及人类活动影响加剧有关;矮岩羊主要选择海拔 2 600~2 800 m 和林缘距离 1 000~1 500 m 的生境,斑羚则海拔主要选择大于 2 800 m 和林缘距离小于 1 500 m 的生境,说明矮岩羊与斑羚在垂直空间上的存在分化,这与海拔间接反映温度对生境影响和林缘距离反映是否林栖动物有关;巴塘县斑羚冬季选择上坡位,不同于唐家河斑羚冬季选择的中下坡位^[21],可能与不同的地理位置相关。水源是影响干旱地区有蹄类动物生境选择的关键因子^[2,11]。研究发现,矮岩羊对水源距离无选择性,这与矮岩羊直接饮水行为^[22]和极强的运动能力有关,而斑羚选择大于 1 000 m 的水源距离,这与斑羚选择高海拔、上坡位和接近林缘相对应。

在竹巴笼自然保护区,矮岩羊和斑羚主要的天敌有豺(*Cuon alpinus*)、云豹(*Neofelis nebulosa*)、雪豹(*Uncia uncia*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)和秃鹫(*Aegypius monachus*)等,另外还存在当地人的偷猎现象,为了减少被捕杀的危险,矮岩羊和斑羚将隐蔽条件作为影响生境选择的重要因子(表 4)。矮岩羊选择灌丛高度大于 100 cm 和小于 30% 或大于 60% 的隐蔽级,同时选择大于 60°的坡和石质或偏石质的活动基底(表 1),另外,较好的灌丛提供了充足的食物来源,综合这些因素对矮岩羊躲避敌害非常有利。对斑羚而言,选择的生境隐蔽条件与矮岩羊相似(表 4),这印证了多数动物对环境的选择都具有可塑性的观点^[23],显然,相近地理位置和相似的生活环境是产生相似生境选择的主要原因。

在冬季,坡向、风级、风向和避风性等因子间接反映了温度对矮岩羊和斑羚生境选择的影响。矮岩羊和斑羚选择阳坡、风小或无风以及避风性好的生境,可以保持体温减少能量损失,这在林麝^[9]、原麝^[14]、马鹿^[24]和普氏原羚^[25]等动物生境选择上已得到证实。

鉴于矮岩羊和斑羚生境选择特点,为了更好的保护这两种野生动物生存环境,本文建议相关部门采取以下措施:(1)加大封山育林,以丰富植被;(2)严禁当地人在保护区内的生产生活活动,包括放牧、砍伐森林和开矿采石等,减少人为干扰和生境破坏;(3)加强保护区巡查监管,杜绝偷猎行为发生;(4)加大野生动物生境保护宣传,增强当地人的生境保护意识。

References:

- [1] Harris L D, Kangas P. Reconsidering the habitat concept. Transactions of North American Wildlife and Natural Resources Conference, 1988, 53:

137—144.

- [2] Henley S R, Ward D, Schmidt I. Habitat selection by two desert-adapted ungulates. *Journal of Arid Environments*, 2007, 70: 39—48.
- [3] Flaxman S M, Reeve H K. Putting competition strategies into ideal free distribution models: Habitat selection as a tug of war. *Journal of Theoretical Biology*, 2006, 243: 587—593.
- [4] Drozd A. Seasonal intake and digestibility of natural food by roe deer. *Acta Theriologica*, 1979, 24: 137—170.
- [5] Chen H P, Li F, Luo L Y, Wang H, Ma J Z, Li F. Winter bed-site selection by red deer *Cervus elaphus xanthopygus* and roe deer *Capreolus capreolus bedfordi* in forests of northeastern China. *Acta Theriologica*, 1999, 44: 195—206.
- [6] Moen A N. Energy conservation by white-tailed deer in the winter. *Ecology*, 1976, 57: 192—198.
- [7] Liu Z S, Wang X M, Li Z G, Cui D Y, Li X Q. Comparison of seasonal feeding habitats by Blue Sheep (*Pseudois nayaur*) during winter and spring in Helan Mountain, China. *Zoological Research*, 2005, 26(6): 580—589.
- [8] Wu P J, Zhang E D. Habitat selection of takin (*Budorcas taxicolor*) in Cibagou Nature Reserve of Tibet, China. *Acta Theriologica Sinica*, 2006, 26(2): 152—158.
- [9] Guo J, Cheng X F, Ju Y W, Chen Y H, Hu J C, Luo Y, Sheng C N. Habitat selection of musk deer in Yele Nature Reserve. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology*, 2001, 7(2): 183—185.
- [10] Yan Z C, Chen Y L. Habitat selection in animals. *Chinese Journal of Ecology*, 1998, 17(2): 43—49.
- [11] Liu B W, Jiang Z G. Quantitative analysis of the habitat selection by *Procapra przewalskii*. *Acta Theriologica Sinica*, 2002, 22(1): 15—21.
- [12] Jiang Z W, Xu L, Ma Y Q, Wang Y Q, Li Y Q, Buskirk Steven W. The winter habitat selection of sables in Daxinganling Mountains. *Acta Theriologica Sinica*, 1998, 18(2): 112—119.
- [13] Hemami M R, Watkinson A R, Dolman P M. Habitat selection by sympatric muntjac (*Muntiacus reevesi*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) in a lowland commercial pine forest. *Forest Ecology and Management*, 2004, 194: 49—60.
- [14] Wu J P, Zhang H L, Zhang Y. The habitat selection of siberian musk deer in winter in Daxing'an Mountains. *Chinese Journal of Zoology*, 2007, 42(4): 45—50.
- [15] Wang Y, Wang X M. Population ecology of dwarf blue sheep (*Pseudois schaeferi*). *Biodiversity Science*, 2003, 11(1): 59—62.
- [16] Wu H, Hu J C. A comparison in spring and winter habitat selection of takia swton goar in Tangjiahe, Sichuan. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(10): 1628—1633.
- [17] Wu Z J, Li Y M. Effects of habitat fragmentation on survival of animal populations. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(11): 2424—2435.
- [18] Shen D J, Wang Y, Zeren JM, Zeng G W, Huang Y C, Li K J, Tang L. Primary study on behavior of dwarf blue sheep (*Pseudois schaeferi*). *Sichuan Journal of Zoology*, 2007, 26(4): 774—777.
- [19] Loehle C, Rittenhouse L R. An analysis of forage preference indices. *Journal of Range Management*, 1982, 35(3): 316—319.
- [20] Zhang M H, Li Y K. The Temporal and Spatial Scales in Animal Habitat Selection Research. *Acta Theriologica Sinica*, 2005, 25(4): 395—401.
- [21] Wu H, Zhang Z J, Hu J C. Habitat Selection by Long-tailed Goral in Spring and Winter. *Journal of East China Normal University (Natural Science)*, 2002, (2): 92—97.
- [22] Wu Y, Yuan C G, Hu J C, Peng J T, Tao P L. A biological study of dwarf blue sheep. *Acta Theriologica Sinica*, 1990, 10(3): 185—188.
- [23] Sun R Y. Principles of Animal Ecology, Third Edition. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001. 271—272.
- [24] Zhang M H, Xiao Q Z. A study on feeding and bedding habitat selection by red deer in winter. *Acta Theriologica Sinica*, 1990, 10(3): 175—183.
- [25] Li D Q, Jiang Z G, Wang Z W. Activity patterns and habitat selection of the Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*) in the Qinghai Lake region. *Acta Theriologica Sinica*, 1999, 19(1): 17—24.

参考文献:

- [7] 刘振生, 王小明, 李志刚, 崔多英, 李新庆. 贺兰山岩羊冬春季取食生境的比较. *动物学研究*, 2005, 26(6): 580—589.
- [8] 吴鹏举, 张恩迪. 西藏慈巴沟自然保护区羚牛栖息地选择. *兽类学报*, 2006, 26(2): 152—158.
- [9] 郭建, 程晓峰, 巨云为, 陈泳宏, 胡锦鑫, 罗云, 盛春宁. 冶勒自然保护区林麝对生境选择研究. *应用与环境生物学报*, 2001, 7(2): 183—185.
- [10] 颜忠诚, 陈永林. 动物的生境选择. *生态学杂志*, 1998, 17(2): 43—49.
- [11] 刘丙万, 蒋志刚. 普氏原羚生境选择的数量化分析. *兽类学报*, 2002, 22(1): 15—21.
- [12] 姜兆文, 徐利, 马逸清, 王永庆, 李永琪, Buskirk Steven W. 大兴安岭地区紫貂冬季生境选择的研究. *兽类学报*, 1998, 18(2): 112—119.
- [14] 吴建平, 张海龙, 张勇. 大兴安岭原麝冬季的生境选择. *动物学杂志*, 2007, 42(4): 45—50.
- [15] 王涓, 王小明. 矮岩羊种群生态的初步研究. *生物多样性*, 2003, 11(1): 59—62.
- [16] 吴华, 胡锦鑫. 四川唐家河羚牛、鬣羚、斑羚春冬季生境选择比较研究. *生态学报*, 2001, 21(10): 1628—1633.
- [17] 武正军, 李义明. 生境破碎化对动物种群存活的影响. *生态学报*, 2003, 23(11): 2424—2435.
- [18] 申定健, 王涓, 泽仁居勉, 曾国伟, 黄艺川, 李开俊, 唐伦. 矮岩羊行为生态的初步研究. *四川动物*, 2007, 26(4): 774—777.
- [20] 张明海, 李言阔. 动物生境选择研究中的时空尺度. *兽类学报*, 2005, 25(4): 395—401.
- [21] 吴华, 张泽均, 胡锦鑫. 唐家河自然保护区斑羚春冬季对生境的选择. *华东师范大学学报(自然科学版)*, 2002, (2): 92—97.
- [22] 吴毅, 袁重桂, 胡锦鑫, 彭基态, 陶沛林. 矮岩羊生物学研究. *兽类学报*, 1990, 10(3): 185—188.
- [23] 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. 271—272.
- [24] 张明海, 萧前柱. 冬季马鹿采食生境和卧息生境选择的研究. *兽类学报*, 1990, 10(3): 175—183.
- [25] 李迪强, 蒋志刚, 王祖望. 普氏原羚的活动规律与生境选择. *兽类学报*, 1999, 19(1): 17—24.