

# 阿尔金山保护区藏野驴和野牦牛 夏季生境选择分析

吴 娱<sup>①</sup> 董世魁<sup>①\*</sup> 张相锋<sup>①</sup> 刘颖慧<sup>②</sup> 石建斌<sup>①</sup> 张 翔<sup>③</sup>  
苏旭坤<sup>①</sup> 王学霞<sup>①</sup> 李媛媛<sup>①</sup>

① 北京师范大学环境学院 水环境模拟国家重点实验室 北京 100875; ② 北京师范大学资源学院 北京 100875; ③ 阿尔金山国家级自然保护区管理局 库尔勒 841000

**摘要:** 本研究在 2012 至 2013 年进行两次调查, 采用样带法和样方法在阿尔金山自然保护区东部 (37°15' ~ 37°23'N, 90°11' ~ 90°20'E) 对藏野驴 (*Equus kiang*)、野牦牛 (*Bos grunniens*) 的分布及其栖息地进行调查, 共设置 3 条样线 (总长达 146.9 km) 和 128 个样方。调查发现, 藏野驴主要集中于伊协克帕提附近的荒漠草原, 而野牦牛的主要栖息地位于沙山附近的阿坝堤坝草场。通过 Vanderloeg 和 Scavia 选择系数以及主成分分析, 对藏野驴和野牦牛对不同环境因子 (包括植被类型、植被盖度、草本种类数、土壤 pH、海拔、坡度、坡向、水源) 的选择性以及各因子在物种栖息地选择的重要程度进行研究, 同时利用独立 T 检验分析两物种之间的环境变量选择差异性。结果表明, 藏野驴倾向选择植被盖度小于 70%, 坡度 2° ~ 5° 的南坡, 海拔 3 800 ~ 4 000 m, 土壤 pH 8.0 ~ 8.5 的高寒荒漠生境; 野牦牛则偏好选择植被盖度大于 70%, 坡度 5° ~ 15° 的东坡或者北坡, 海拔 4 200 ~ 4 600 m, 土壤 pH 7.0 ~ 8.0, 与水源距离小于 1 000 m 的高寒荒漠草原以及沼泽草甸生境; 影响藏野驴生境选择的主要因子为植被类型和坡度, 而影响野牦牛生境选择的主要因子是植被盖度; 虽然藏野驴和野牦牛在资源利用上存在部分重叠, 但它们对栖息地植被盖度、植被高度、海拔和坡度的选择存在显著差异性 ( $P < 0.05$ )。

**关键词:** 藏野驴; 野牦牛; 栖息地选择; 环境因子; 阿尔金山自然保护区

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2014)03-317-11

## Summer Habitat Selection of the Ungulates *Equus kiang* and *Bos grunniens* in Altun Mountain Reserve

WU Yu<sup>①</sup> DONG Shi-Kui<sup>①\*</sup> ZHANG Xiang-Feng<sup>①</sup> LIU Ying-Hui<sup>②</sup> SHI Jian-Bing<sup>②</sup>  
ZHANG Xiang<sup>③</sup> SU Xu-Kun<sup>①</sup> WANG Xue-Xia<sup>①</sup> LI Yuan-Yuan<sup>①</sup>

① State Key Laboratory of Water Environment Simulation, School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875; ② College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875; ③ Altun Mountain National Nature Reserve Administration, Korla 841000, China

**Abstract:** We made survey on the habitat and its distribution for *Equus kiang* and *Bos grunniens* using the transects and quadrat sampling methods in the east part of Altun Mountain Nature Reserve, Xinjiang during 2012 and 2013. The wild survey was conducted by vehicle on three transects with total of length 146.9 km.

**基金项目** 环保部环保公益项目 (No. 201209033), 国家十二五科技支撑项目 (No. 2012BAC01B02);

\* 通讯作者, E-mail: dongshikui@sina.com;

**第一作者介绍** 吴娱, 女, 硕士研究生; 研究方向: 生态保护及恢复; E-mail: wuyu3366169@126.com。

收稿日期: 2013-08-29, 修回日期: 2014-01-21

Habitat characteristics were taken from 128 quadrat whenever target animals were located. We used Vanderloeg and Scavia index and factor analysis methods to analyze the habitat selection for the two species. We compared the habitat selection difference between the two species by Independent-Sample Test. *Equus kiang* mainly appeared in Yixiekepati desert grassland while *B. grunniens* preferred to Abadiba meadow grassland. *E. kiang* preferred habitat was alpine deserts with the following features, vegetation coverage of  $< 70\%$ , slope of  $2^\circ - 5^\circ$ , altitude of 3 800 - 4 000 m, and soil pH of 8.0 - 8.5. While *B. grunniens* preferred the alpine desert steppe or swamp meadow with the following attributes: vegetation coverage  $> 70\%$ , slope of  $5^\circ - 15^\circ$ , altitude 4 200 - 4 600 m, soil pH 7.0 - 8.0. Between the two species, the habitat selection of *E. kiang* was mainly influenced by vegetation type and slope while *B. grunniens* was influenced by vegetation coverage. A significant difference was found in habitat selection between the two species in vegetation coverage and height, altitude and slope ( $P < 0.05$ ) although there was partial overlap in resource utilization between them.

**Key words:** *Equus kiang*; *Bos grunniens*; Habitat selection; Environmental factors; Altun Mountain Nature Reserve

栖息地与动物的各种行为、种群动态及群落结构密切相关,对野生动物的生存、发育、繁殖至关重要。物种对栖息地(特定的生态位)具有一定的要求,而自然栖息地并不是均匀一致的,其空间异质性越高,就能允许更多的物种共存(Harris et al. 1988)。物种的空间分布除了受资源环境的影响,同时也受其他物种对生境选择的影响(Flaxman et al. 2006)。因此,对于同域聚集的物种而言,在一定的资源条件下,它们或表现出高度的空间重叠,或通过种间竞争形成空间隔离(Henley et al. 2007)。目前,共存有蹄类物种的生境要素/生态位分化作为群落生态学的研究重点,引起了不少国内外学者的关注。Henley 等(2007)利用多元分析方法研究内盖夫荒漠上亚洲野驴(*Equus hemionus*)与小鹿瞪羚(*Gazella dorcas*)的分布模式与其相应环境参数之间的关系来比较两者生境利用的差异;Ben-Shahar 等(1988)整合多元回归分析法和对应分析比较南非自然保护区 10 种有蹄类动物的生境选择。此外,部分学者采用 Loehle & Rittenhouse 生境选择系数(申定健等 2009)、Vanderloeg 和 Scavia 选择系数(吴鹏举等 2006)等指数来衡量物种对生境的偏好(Byers et al. 1984)。

藏野驴(*E. kiang*)和野牦牛(*Bos grunniens*)是青藏高原的特有物种。近几十年来,中国政府先后建立了阿尔金山、羌塘、可可

西里和三江源等国家级自然保护区,以保护藏野驴、野牦牛等高原野生动植物及其生境。阿尔金山国家级自然保护区位于新疆东南部,与西藏、青海两省交界,是青藏高原地区建设时间最长的国家级自然保护区,在高原野生动植物及其生境保护方面起到了极为重要的作用。迄今为止,对青藏高原地区藏野驴和野牦牛的研究主要集中在数量调查以及食性分析方面(Schaller et al. 1996)。Harris 等(1999)对分布在野牛沟地区的藏野驴、野牦牛、藏羚羊(*Pantholops hodgsoni*)等高原有蹄类野生动物的数量变化进行了对比研究;Ping 等(2007)对西藏羌塘地区的野生动物进行了冬季调查。在阿尔金山保护区内,Butler 等(1986)、李增超等(2006)对有蹄类数量进行过调查和简单的统计分析,Harris 等(1995)、Shrestha 等(2005)和曹伊凡等(2008)以食物利用途径分析不同物种营养生态位的分离和重叠。但是,自然条件十分恶劣的阿尔金山自然保护区内藏野驴和野牦牛种群分布及其生境选择的研究尚属空白。事实上,对于这两种同域存在的大型有蹄类草食动物,其栖息生境的研究与保护不仅关系到物种的生存和繁衍,更关系到整个高原生态系统物种多样性的平衡与稳定。本研究以阿尔金山自然保护区东部为研究区,利用主成分分析法,提取影响藏野驴和野牦牛分布的关键环境因子,确定两个物种对环境因子占有的差

异和重叠程度,探讨其在夏季生境选择上的竞争和共存关系,旨在为这两种野生动物栖息地的保护管理提供理论依据。

## 1 研究地区与研究方法

**1.1 自然概况** 研究区位于阿尔金山自然保护区东部,即东昆仑山的北支祁曼塔格山脚下的凹陷盆地东缘地区(37°15′~37°23′N, 90°11′~90°20′E),平均海拔4 000 m左右,面积约为7 500 km<sup>2</sup>。研究区在景观上具有高寒荒漠向高寒草原过度的特征,自然条件严酷,年平均气温0℃左右,年降水量约300 mm,主要以固态形式降落,日照强度大,蒸发量强,气压偏低(李增超等2006)。研究区域包括高寒草甸、沙化草原及荒漠,植被类型贫乏,群落层次结构简单,种类组成十分贫乏,生物生产力较低(崔大方等1998)。研究区植物群落的主要优势物种为紫花针茅(*Stipa purpurea*)、粗壮嵩草(*Kobresia robusta*),常见的伴生种有昆仑苔草(*Carex kunlumsannsis*)、莢草(*Koeleria cristata*)、镰形棘豆(*Oxytropis falcata*)、垫状驼绒藜(*Ceratoides compacta*)、单头亚菊(*Ajania scharnhorstii*)、珊瑚补血草(*Limonium coralloides*)、无叶黄芪(*Astragalus lasiophyllus*)、黑毛凤毛菊(*Saussurea hypsipeta*)、异叶青兰(*Dracocephalum heterophyllum*)、匍匐水柏枝(*Myricaria prostrata*)等。草层高度多在5~20 cm,盖度10%~30%,部分地区可达60%~80%(袁国映等1990)。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 野外调查** 2012年5月和2013年6月,在阿尔金山国家级自然保护区东部伊协克帕提草场至喀尔墩草场一带观察藏野驴和野牦牛的行为活动以及调查其栖息地。在调查之前,首先通过访问当地管理局确定这两种有蹄类动物的大致分布区,同时结合前人的调查研究,选取如下3条样带,伊协克帕提中心站-阿坝提拔草场,伊协克帕提中心站-卡尔丘喀草场,伊协克帕提中心站-喀尔墩草场(图1)。调查时驾车以15 km/h的速度匀速前进,观测点

到动物群体中心的距离通过肉眼进行估测,并限定在离道路2 km内的范围。通过照片或8×30倍双筒望远镜直接计数种群数量(即同一位置的物种数量总和,而不同群的数量变化范围即所记录的群规模范围)并下车测量记录下当时车辆的行进方向,同时用全球定位系统仪(GPS, Garmin GPSMAP60CSX,北京佳明航电公司)定位车的位置,结合车辆行进方向以及离动物群体距离估测动物位置,为避免重复计数,每条样带的记录在一天内完成。在发现藏野驴和野牦牛的地点,随机设置3个直径为60 m的圆形大样方,确保大样方之间的最小距离在100 m以上。采用Hankins等(2004)提出的方法在每个大样方中按120°夹角设置3条样线(图2),在每条样线的一端设置1 m×1 m的小样方,进行物种栖息地植被测量。记录小样方中植物物种组成,测量植被平均覆盖度和高度(张泽钧等2002),并取小样方中0.5 m×0.5 m的面积齐地面剪下植物,称其鲜重,烘干后称其干重。以此分析藏野驴以及野牦牛的栖息地植被特征。同时,在对应的大样方中,采取3个重复土壤剖面。由于高寒荒漠地区植被根系较浅,土层轻薄,故主要利用机械取样法采取表面三层土样:0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm。测定土壤pH并取其平均值。两次调查中共设置大样方128个,其中84个被藏野驴所利用,54个被野牦牛利用。

**1.2.2 数据分析及处理** 以1:50 000地形图为基础建立调查地区的数字高程模型(digital elevation model, DEM),并在此基础上生成坡向(aspect)和坡度(slope)的DEM。结合栖息地调查获得的数据以及对物种出现的痕迹点的记录,利用ArcGIS软件分析物种出现点的地形等因子数据(坡度、坡向)。

结合野外调查以及地理信息系统技术获取的数据,本文选取8个与栖息地相关的环境因子进行分析,包括食物变量(植被类型、植被盖度、草本种类数)、土壤变量(土壤pH)、地形变量(坡度、坡向、海拔)和水因子。各环境变量如下定义:植被类型指物种栖息地的植被特征,

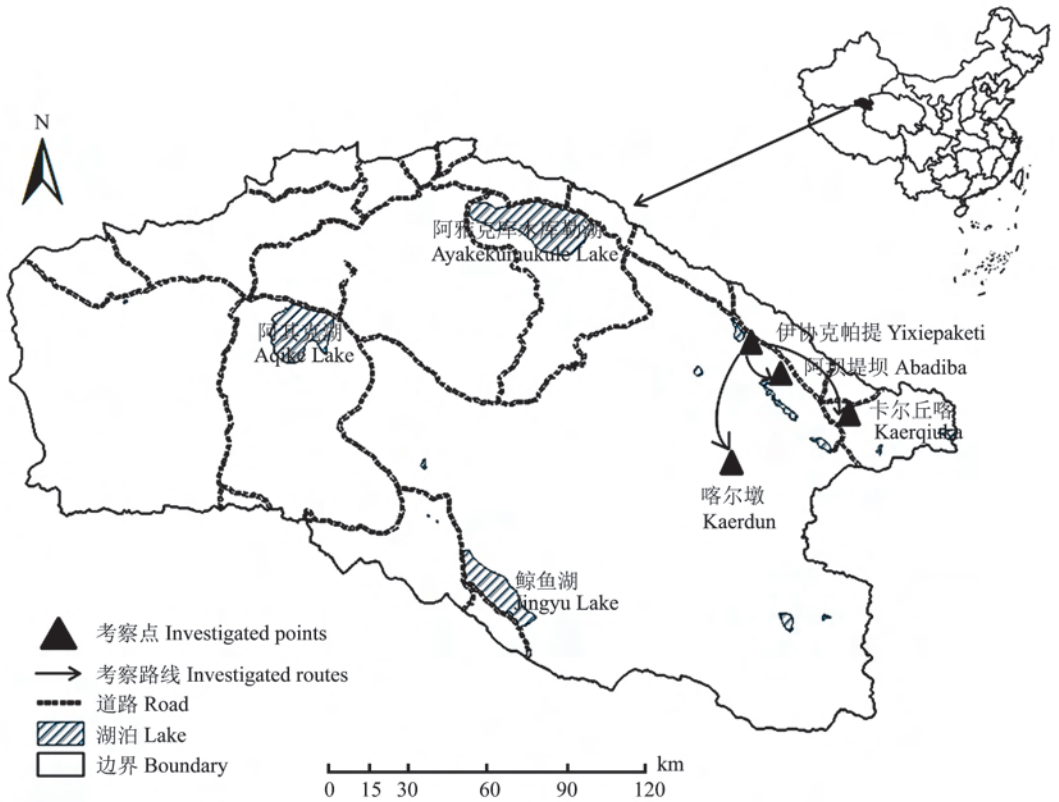


图 1 阿尔金山东部地区样线调查图

Fig. 1 Sketch map of the survey region in the east of Altun Mountain Nature Reserve

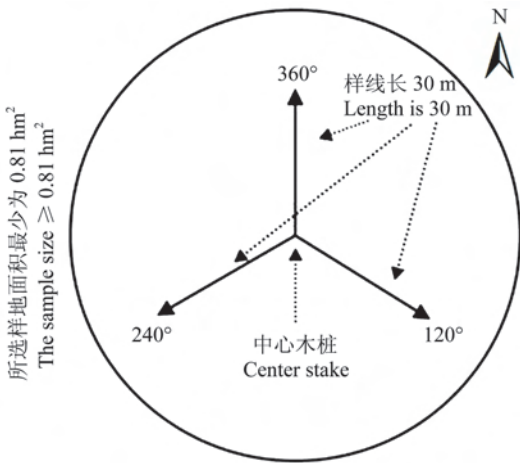


图 2 样线设置方法

Fig. 2 The method of setting up a transect line

分为沼泽草甸、高寒荒漠草原和高寒荒漠；盖度指植被对土地的覆盖程度(%)，主要采用面积为 1 m × 1 m，平均分成 100 个方格的样方框，按方格个数确定盖度百分数，分为 ≤ 30%、

30% ~ 70% 和 ≥ 70%；草本种类数，即统计取样样方中的物种数量，分为 4 ~ 8 种，9 ~ 12 种，13 ~ 16 种；食物丰富度( $m$ ):指所取样方 0.5 m × 0.5 m 中的可食牧草生物量，取平均值，分为  $2 \text{ g} \leq m \leq 10 \text{ g}$ 、 $10 \text{ g} < m < 20 \text{ g}$ 、 $20 \text{ g} \leq m \leq 30 \text{ g}$ ；土壤 pH:在实验室经土壤风干、过筛等预处理采用电位计法测定，分为  $7 \leq \text{pH} \leq 8$ 、 $8 < \text{pH} < 8.5$ 、 $\text{pH} \leq 8.5$ ；坡度( $s$ ):分为微斜坡  $0^\circ \leq s \leq 2^\circ$ 、缓斜坡  $2^\circ < s < 5^\circ$ ，斜坡  $5^\circ \leq s \leq 15^\circ$ ；坡向:分为东坡  $0^\circ \sim 45^\circ$  和  $315^\circ \sim 360^\circ$ ，南坡  $45^\circ \sim 135^\circ$ ，西坡  $135^\circ \sim 225^\circ$ ，北坡  $225^\circ \sim 315^\circ$ ；藏野驴出现点的海拔( $h$ )分成 3 个等级： $3\ 800 \text{ m} \leq h \leq 4\ 000 \text{ m}$ 、 $4\ 000 \text{ m} < h < 4\ 300 \text{ m}$ 、 $4\ 300 \text{ m} \leq h \leq 4\ 600 \text{ m}$ ；野牦牛出现点的海拔分为 2 个等级： $3\ 800 \text{ m} \leq h \leq 4\ 200 \text{ m}$ 、 $4\ 200 \text{ m} \leq h \leq 4\ 600 \text{ m}$ ；距水源距离( $d$ ):通过 ArcGIS 软件缓冲区分析计算物种痕迹点离水源的距离(1:据水源距离 ≤ 1 000 m, 2:距水源距离 1 000 m ~

2 000 m、3;距水源距离 $\geq 2 000$  m)。本文采用 Vanderloeg 和 Scavia 选择系数  $W_i$  和选择指数  $E_i$  来衡量藏野驴以及野牦牛对其相应生态环境因子的偏好或回避 (Lechowicz 1982), 其计算方法如下:

$$W_i = (r_i/p_i) / \sum (r_i/p_i), E_i = (W_i - 1/n) / (W_i + 1/n)$$

其中,  $W_i$  为选择系数,  $E_i$  为选择指数,  $i$  指某环境特征,  $r_i$  为物种选择具有  $i$  特征的样方数,  $p_i$  指环境中具有  $i$  特征的总样方数,  $n$  指某环境特征的等级数 ( $n = 1, 2, \dots, n$ );  $E_i$  介于  $-1$  到  $1$  之间, 当  $E_i = 1$  为特别偏好,  $E_i = -1$  为不选择,  $E_i < -0.1$  为负选择,  $E_i > 0.1$  为正选择,  $-0.1 \leq E_i \leq 0.1$  为几乎随机选择,  $E_i = 0$  为随机选择。

统计两种有蹄类动物对不同环境特征等级的利用样方, 计算选择系数及选择指数; 进行因子分析, 确定各变量的影响程度并采用参数检验法对两物种环境因子的差异性选择进行探讨。所有数据均采用 Excel 2010 和 SPSS 16.0 以及地理信息系统软件 ArcGIS 的相关工具进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 藏野驴和野牦牛的分布及遇见率

根据野外调查记录, 藏野驴是该地区最常见也是数

量最多的有蹄类动物, 主要分布在伊协克帕提西部的鸟岛周围、伊协克帕提草场、卡尔丘喀草场以及沙山附近的阿坝提拔草场等高原开阔景观内, 另外祁漫塔格山地间也有分布, 表现出了较宽广的分布范围 (图 3)。

藏野驴多集群活动, 少则几十头, 多则上百头, 调查中记录到的群最大规模达到 193 只, 出现在伊协克帕提附近的荒漠草原上; 而野牦牛的数量则相对较少, 主要集中于沙山附近的阿坝提拔草场, 另外沙山山脊上也频有出现, 群体数较少, 多两三头一起活动, 所观测到的最大群出现在阿坝提拔草场河流附近, 为 49 头 (表 1)。

### 2.2 野生动物对不同等级环境因子的选择性

表 2 给出了保护区内藏野驴对不同栖息地因子的选择情况。藏野驴偏好于选择植被盖度小于 70%, 植被高度低矮的缓斜坡, 海拔 3 800 ~ 4 000 m, 并以紫花针茅、垫状驼绒藜为主的高寒荒漠。调查发现, 近半数以上的藏野驴利用此种生境, 并且近 70% 的藏野驴出现在植被盖度小于 30% 的地区。80.52% 的藏野驴选择植被高度在 2 ~ 5 cm 间的区域, 65.78% 的藏野驴选择食物中等丰富 (10 ~ 20 g) 的地区。在对坡度的选择上, 49.18% 的藏野驴集中分布在  $2^\circ \sim 5^\circ$  的缓坡上, 这与它们的奔跑和选食特

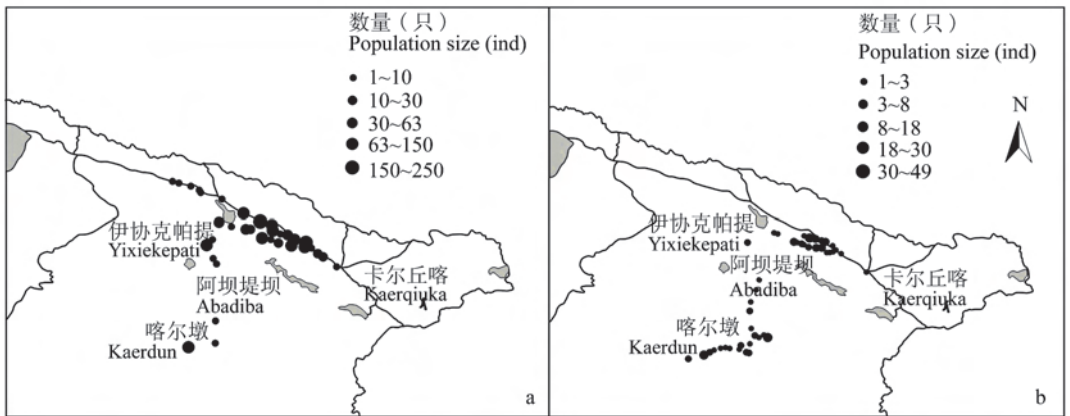


图 3 阿尔金山自然保护区东部地区藏野驴 (a) 和野牦牛 (b) 的种群分布

Fig. 3 Distribution of *Equus kiang* (a) and *Bos grunniens* (b) in the east of Altun Mountain Nature Reserve

表 1 阿尔金山自然保护区东部地区藏野驴和野牦牛的种群数量

Table 1 The quantity of *Equus kiang* and *Bos grunniens* observed in the survey in the east of Altun Mountain Nature Reserve

调查样带 Transect location	样带长度 Length of transect (km)	调查时间(年-月-日) Date (Year-Month-Date)	藏野驴 <i>Equus kiang</i>		野牦牛 <i>Bos grunniens</i>	
			数量(头) Number (ind)	群规模范围 (头/群) Group size (ind/group)	数量(头) Number (ind)	群规模范围 (头/群) Group size (ind/group)
伊协克帕提中心站-阿坝提拔草场 Yixiekepati Station-Abadiba grassland	17.1	2012-06-03	508	5~88	9	1~6
伊协克帕提中心站-卡尔丘喀草场 Yixiekepati Station-Kaerqiuka grassland	38.2	2012-06-06	903	2~193	117	1~23
伊协克帕提中心站-喀尔墩草场 Yixiekepati Station-Kaerdun grassland	91.6	2012-06-07	340	1~150	99	1~49

性有关,即藏野驴喜宽阔的地域,并以针茅属、藜科、豆科植物为主要食物。在坡向的选择上,藏野驴出现在南坡的几率最大,其次是西坡。调查也表明,水源远近对藏野驴的分布影响不大,出现在距水源 1 000 m 内、1 000 ~ 2 000 m 内以及 2 000 m 范围外的藏野驴数量分别占总数的 33.99%、34.03% 和 31.98%。

野牦牛则偏好于选择植被盖度大于 70%,坡度大于 5°,海拔在 4 200 m 以上,距水源地 1 000 m 以内的以嵩草属、禾本科为主要植被的沼泽草甸及荒漠草原(表 3)。55.46% 的野牦牛出现在植被盖度大于 70% 的区域,并且多出现在 5°~15° 的斜坡地带。栖息地土壤 pH 多呈弱碱性。在坡向的选择上,野牦牛出现在东北坡的几率更大,并且拒绝选择南坡。但水源距离对野牦牛的分布有一定影响,有近一半的野牦牛出现在离水源 1 000 m 以内的区域。

### 2.3 野生动物栖息地环境因子的主成分分析

表 4 和表 5 分别显示了藏野驴和野牦牛偏好生境的地形因子(海拔、坡度、坡向),食物因子(植被类型、植被盖度、草本种类数),土壤因子(土壤 pH)和水因子(距水源距离)的主成分分析结果。对于藏野驴的生境而言,4 个主成分

Z1、Z2、Z3、Z4 的特征根分别为 2.266、1.986、1.390 和 0.963,可以解释总变异量的 28.323%、24.827%、17.374% 和 12.043%,累计解释变异量 82.567%。其中,第一主成分载荷系数绝对值较大的是坡度和植被类型,因子载荷分别为 0.728、0.713;第二主成分载荷系数绝对值较大的是植被盖度,因子载荷为 -0.824;第三以及第四主成分载荷系数绝对值较大的分别是海拔、草本种类数以及坡向,因子载荷分别为 0.765、0.751 以及 0.712,这些变量主要反映了藏野驴对地形因子的选择性(表 4)。对于野牦牛的生境而言,4 个主成分特征根分别为 2.964、1.522、1.139、0.768。其中第一主成分代表植被盖度,因子载荷为 -0.814;第二主成分代表坡向,其因子载荷为 -0.832;第三主成分代表海拔坡度,因子载荷分别为 0.786、0.867;第四主成分代表离水源距离,其因子载荷为 -0.753(表 5)。

### 2.4 两种动物对各类环境因子需求的差异性分析

藏野驴和野牦牛生境的环境因子  $T$  检验结果表明,藏野驴和野牦牛对海拔( $T = -3.184, P < 0.01$ )和植被盖度( $T = -4.597, P < 0.01$ )的选择存在极显著差异,对坡度( $T =$

表 2 藏野驴对栖息地不同等级环境因子的选择性

Table 2 The selection on environmental factors in different level by *Equus kiang*

项目 Items	因子 Factors	调查样方数 Quadrats surveyed $p_i$	物种选择样方数 Quadrats used by <i>Equus kiang</i> $r_i$	选择系数 Selection coefficient $W_i$	选择指数 Selection index $E_i$	选择性 Selection
植被类型 Vegetation type	沼泽草甸 Swamp meadow	27	5	0.11	- 0.50	NS
	高寒荒漠草 Alpine desert steppe	38	26	0.40	0.09	RS
	高寒荒漠 Alpine desert	63	53	0.49	0.19	PS
植被盖度(%) Vegetation cover	≤30	36	27	0.42	0.11	PS
	30~70	61	51	0.47	0.17	PS
	≥70	31	6	0.11	- 0.51	NS
草本种类数 Herbage species number	4~8	35	23	0.34	0.01	RS
	9~12	54	40	0.38	0.07	RS
	13~16	39	21	0.28	- 0.09	RS
土壤 pH Soil pH	7.0~8.0	6	2	0.22	- 0.20	NS
	8.0~8.5	82	69	0.56	0.25	PS
	>8.5	40	13	0.22	- 0.21	NS
坡度(°) Slope	≤2(微斜)	75	52	0.38	0.07	RS
	2~5(缓斜)	33	25	0.42	0.12	PS
	5~15(斜坡)	20	7	0.19	- 0.27	NS
海拔(m) Elevation	3 800~4 000	76	74	0.81	0.42	PS
	4 000~4 300	45	10	0.19	- 0.28	NS
	4 300~4 600	7	0	0.00	- 1.00	NOS
坡向 Aspect	东坡 East	25	17	0.26	0.02	RS
	南坡 South	30	28	0.35	0.17	PS
	西坡 West	46	27	0.22	- 0.06	RS
	北坡 North	27	12	0.17	- 0.19	NS
距水源距离(m) Distance to water source	≤1 000	30	16	0.28	- 0.08	RS
	1 000~2 000	37	23	0.33	- 0.01	RS
	≥2 000	61	45	0.39	0.08	RS

PS. 正选择;NS. 负选择;NOS. 不选择;RS. 随机选择。

PS. Positive selection; NS. Negative selection; NOS. No selection; RS. Random selection.

- 2.06,  $P < 0.05$ ) 和植被高度 ( $T = -2.225$ ,  $P < 0.05$ ) 的选择存在显著差异, 而对于生物量 ( $T = -0.380$ ,  $P > 0.05$ )、草本种类数 ( $T = -1.155$ ,  $P > 0.05$ ) 和土壤 pH ( $T = 0.875$ ,  $P > 0.05$ ) 的选择差异性不显著(表 6)。

### 3 讨论与结论

本研究发现, 藏野驴和野牦牛主要出现在伊协克帕提草原与卡尔丘卡针茅草原之间, 这与李增超等(2006)在该地区的调查结果不尽

一致。其原因主要在于李增超等的调查工作于 2003 年 12 月开展, 而保护区内冷暖季的气候差异显著, 直接导致植物生物量和植被组成结构的变化, 从而影响藏野驴、野牦牛的分布。另外, 近年来保护区内采矿活动逐步增强, 尤其是喀尔墩草场附近的矿区数量增多, 导致藏野驴和野牦牛的主要栖息地发生偏移。同时, 由于对藏羚羊的严格保护, 偷猎活动开始集中于藏野驴和野牦牛, 可能使不易于被管护监测

表 3 野牦牛对对栖息地不同等级环境因子的选择性

Table 3 The selection on environmental factors in different level by *Bos grunniens*

项目 Items	因子 Factors	调查样方数 Quadrats surveyed $p_i$	物种选择样方数 Quadrats used by <i>Bos grunniens</i> $r_i$	选择系数 Selection coefficient $W_i$	选择指数 Selection index $E_i$	选择性 Selection
植被类型 Vegetation type	沼泽草甸 Swamp meadow	27	24	0.53	0.23	PS
	高寒荒漠草原 Alpine desert steppe	38	30	0.47	0.17	PS
	高寒荒漠 Alpine desert	63	0	0.00	-1.00	NOS
植被盖度(%) Vegetation cover	≤30	36	16	0.31	-0.04	RS
	30~70	61	15	0.17	-0.32	NS
	≥70	31	23	0.52	0.22	PS
草本种类数 Herbage species number	4~8	35	19	0.43	0.12	NS
	9~12	54	24	0.35	-0.02	RS
	13~16	39	11	0.22	-0.20	NS
土壤 pH Soil pH	7.0~8.0	6	5	0.51	0.21	PS
	8.0~8.5	82	33	0.25	-0.15	NS
	>8.5	40	16	0.24	-0.15	NS
坡度(°) Slope	≤2(微斜)	75	23	0.19	-0.26	NS
	2~5(缓斜)	33	14	0.27	-0.11	NS
	5~15(斜坡)	20	17	0.54	0.23	PS
海拔(m) Elevation	3 800~4 200	88	24	0.27	-0.30	NS
	4 200~4 600	40	30	0.73	0.19	PS
	东坡 East	25	17	0.39	0.22	PS
坡向 Aspect	南坡 South	30	0	0.00	-1.00	NOS
	西坡 West	46	21	0.26	0.03	RS
	北坡 North	27	16	0.34	0.16	PS
距水源距离(m) Distance to water source	≤1 000	30	17	0.41	0.11	PS
	1 000~2 000	37	19	0.37	0.06	RS
	≥2 000	61	18	0.21	-0.22	NS

PS. 正选择; NS. 负选择; NOS. 不选择; RS. 随机选择。

PS. Positive selection; NS. Negative selection; NOS. No selection; RS. Random selection.

的藏野驴和野牦牛数量减少(马超 2004)。

前人的研究表明,物种间存在相互竞争,使得同域分布的相似物种有截然不同的微生境利用方式(魏辅文等 1998)。在空间分布上,野牦牛选用的海拔高度大都高于藏野驴,并且更偏好于坡度大的山间和山脊生境,而藏野驴则偏好于宽阔的平坦荒漠草原。在资源利用方面,野牦牛选择的生境上草本植物的高度和盖度均高于藏野驴选择的生境。这种栖息地选择的差异性主要取决于两物种的习性,野牦牛毛被发达,极度耐寒,因而相较于藏野驴,

野牦牛适应海拔更高的栖息地。野牦牛是逐水而栖息、随植被的季节生长而迁移的动物,习惯饱食之后退居高山峭壁背风向阳处休息(姚军等 2006);而藏野驴形似野马,善于奔跑,平坦的荒漠能满足这一需求,但水源点(林杰等 2012)和食物源(徐文轩等 2009)的分布对栖息地的选择具有一定限制。本研究结果表明,野牦牛偏好水湿条件较好且植被盖度较高的莎草草甸,但其面积在整个保护区内只占很小的比例。因此,和藏野驴相比,野牦牛面临的栖息地丧失及破碎化的风险更大。在外界干扰的情



表 4 藏野驴栖息地的环境因子的主成分分析

Table 4 Principal component analysis of environmental variables for *Equus kiang*

变量 Variables	主成分 Component			
	1	2	3	4
海拔 Elevation (m)	- 0.037	0.452	0.765	- 0.249
坡度 Slope degree (°)	0.728	0.096	- 0.176	- 0.468
坡向 Slope direction	0.500	- 0.233	- 0.022	0.712
植被类型 Vegetation types	0.713	0.620	- 0.103	- 0.005
草本种类数 Herbage species number	0.516	0.065	0.751	0.205
植被盖度 Vegetation cover (%)	- 0.279	- 0.824	0.423	- 0.167
土壤 pH Soil pH	0.560	- 0.569	0.071	0.017
水源距离 Distance from water source (m)	- 0.564	0.572	0.122	0.324
选择值 Selective value	2.266	1.986	1.390	0.963
贡献率 Rate of contribution (%)	28.323	24.827	17.374	12.043
累计贡献率 The cumulative contribution rate (%)	28.323	53.150	70.524	82.567

表 5 野牦牛栖息地的环境因子的主成分分析

Table 5 Principal component analysis of environmental variables for *Bos grunniens*

变量 Variables	主成分 Component			
	1	2	3	4
海拔 Elevation (m)	0.684	0.189	0.786	0.534
坡度 Slope degree (°)	0.612	- 0.070	0.867	- 0.458
坡向 Slope direction	- 0.140	- 0.832	0.227	0.021
植被类型 Vegetation types	0.696	- 0.486	- 0.142	0.037
草本种类数 Herbage species number	0.556	0.260	0.561	0.155
植被盖度 Vegetation cover (%)	- 0.814	0.245	0.237	0.124
土壤 pH Soil pH	- 0.628	0.195	0.508	- 0.055
水源距离 Distance from water source (m)	0.503	0.622	- 0.287	- 0.753
选择值 Selective value	2.964	1.522	1.139	0.768
贡献率 Rate of contribution (%)	37.047	19.020	14.242	13.547
累计贡献率 The cumulative contribution rate (%)	37.047	56.067	70.309	83.856

况下,更需要加以保护以防止其他不利因素对野牦牛种群的影响。

藏野驴和野牦牛之间的栖息地重合与分离主要是取决于动物长期的适应过程以及种间竞争后所形成的可以维持各单一物种生存繁殖的最佳模式(Harris et al. 1988)。高原物种在形态、生理上的一系列特征也是在长期进化与区

系演化中,逐步对高寒、干旱两种特殊自然环境的适应结果(谷景和等 1991)。因此,虽然两物种在食物资源等方面存在一定的竞争关系,但长时间的相互适应使之能够很好共存。由于保护区自然环境恶劣,在总体上呈现一个封闭的原始状态,所受人为干扰较少,野生动物的栖息地环境保存较为完整。但近年来区内

表 6 藏野驴和野牦牛的生境的环境因子比较分析

Table 6 Comparison of environmental factors selected by *Equus kiang* and *Bos grunniens*

生态因子 Ecological factor	藏野驴 <i>Equus kiang</i>	野牦牛 <i>Bos grunniens</i>	样本 <i>T</i> 检验 One sample <i>T</i> -test	双尾检验 Two-tailed test	曼-惠特尼 <i>U</i> 检验 Mann-Whitney <i>U</i> test	双尾检验 Two-tailed test
海拔 Elevation (m)	4 052.2±180.05	4 173.1±282.72	- 3.184	0.002	- 2.743	0.006
坡度 Slope degree (°)	5.64±4.28	7.22±5.37	- 2.060	0.041	- 1.952	0.050
植被高度 Vegetation hight (cm)	4.90±1.97	5.77±2.36	- 2.225	0.030	- 1.968	0.049
植被盖度 Vegetation cover (%)	0.31±0.26	0.58±0.36	- 4.597	0.001	- 5.944	0.001
生物量 Biomass (g)	13.00±5.42	13.50±8.32	- 0.380	0.706	- 0.317	0.751
草本种类数 Herbage species number	6.72±1.81	7.39±1.65	- 1.155	0.256	- 1.096	0.273
土壤 pH Soil pH	8.31±0.33	8.23±0.25	0.875	0.388	- 0.855	0.393

不同程度的人为干扰,诸如采矿、偷猎等逐渐发生,对脆弱的高原生态系统造成一定程度上的危害。因此,为有效保护藏野驴和野牦牛等有蹄类濒危野生动物及其栖息地,需要做好以下几方面的工作:(1)对区内的植被资源加以保护和恢复,保证物种的食物资源不受破坏,从而维护自然保护区内高寒生态系统的物种多样性,促进保护区的可持续发展;(2)对阿尔金山保护区内的人为干扰(尤其是采矿)进行严格控制,加强对过往司机的宣传教育,提高保护意识;(3)加强保护区的巡护管理工作,严厉打击偷猎等违法行为。

参 考 文 献

Byers C R, Steinhorst R K, Krausman P R. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *The Journal of Wildlife Management*, 48(3): 1050 - 1053.

Butler J, Achuff P, Johnston J. 1986. Arjin Mountains Nature Reserve, Xinjiang, People's Republic of China. Gland, Switzerland: International Union for the Conservation of Nature/World Wildlife Foundation, 59.

Ben-Shahar R, Skinner J D. 1988. Habitat preferences of African ungulates derived by uni- and multivariate analyses. *Ecology*, 69(5): 1479 - 1485.

Flaxman S M, Reeve H K. 2006. Putting competition strategies into ideal free distribution models: Habitat selection as a tug of war. *Journal of Theoretical Biology*, 243(4): 587 - 593.

Hankins J, Launchbaugh K, Hyde G. 2004. Rangeland inventory as a tool for science education: Program pairs range

professionals, teachers and students together to conduct vegetation measurements and teach inquiry-based science. *Rangelands*, 26(1): 28 - 32.

Harris L D, Kangas P. 1988. Reconsideration of the Habitat Concept. America. *Transactions of the 53rd North American Wildlife and Natural Resources Conference*, 53: 137 - 143.

Harris R B, Miller D J. 1995. Overlap in summer habitats and diets of Tibetan plateau ungulates. *Mammalia*, 59(2): 197 - 212.

Harris R B, Pletscher D H, Loggers C O, et al. 1999. Status and trends of Tibetan plateau mammalian fauna, Yoniugou, China. *Biological Conservation*, 87(1): 13 - 19.

Henley S R, Ward D, Schmidt I. 2007. Habitat selection by two desert-adapted ungulates. *Journal of Arid Environments*, 70(1): 39 - 48.

Lechowicz M J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia*, 52(1): 22 - 30.

Ping C, Schaller G B, Kang A L, et al. 2007. A winter wildlife survey in the northern Qiangtang of Tibet Autonomous Region and Qinghai Province, China. *Acta Theriologica Sinica*, 27(4): 309 - 316.

Schaller G B, Liu W L. 1996. Distribution, status, and conservation of wild yak *Bos grunniens*. *Biological Conservation*, 76(1): 1 - 8.

Shrestha R, Wegge P, Koirala R A. 2005. Summer diets of wild and domestic ungulates in Nepal Himalaya. *Journal of Zoology*, 266(2): 111 - 119.

曹伊凡, 苏建平, 连新明, 等. 2008. 可可西里自然保护区藏羚羊的食性分析. *兽类学报*, 28(1): 14 - 19.

崔大方, 崔乃然, 海鹰, 等. 1998. 阿尔金山自然保护区植物物种多样性分析. *石河子大学学报: 自然科学版*, 2(4): 25 - 32.

- 谷景和, 高行宜. 1991. 新疆东昆仑-阿尔金山的动物区系与动物地理区划//新疆动物研究. 北京: 科学出版社, 30 - 43.
- 李增超, 杨奇森, 张会斌, 等. 2006. 新疆阿尔金山自然保护区东部大型兽类数量和分布. 四川动物, 25(1): 92 - 95.
- 林杰, 徐文轩, 杨维康, 等. 2012. 卡拉麦里山有蹄类自然保护区蒙古野驴生境适宜性评价. 生物多样性, 20(4): 411 - 419.
- 马超. 2004. 阿尔金山国家级自然保护区人为活动的影响简析. 干旱环境监测, 18(2): 101 - 102, 123.
- 申定健, 郑合勋, 王涓, 等. 2009. 四川省巴塘县矮岩羊与斑羚冬季生境比较. 生态学报, 29(5): 2320 - 2330.
- 魏辅文, 冯祚建, 王祖望. 1998. 野生动物对生境选择的研究概况. 动物学杂志, 33(4): 49 - 53.
- 吴鹏举, 张恩迪. 2006. 西藏慈巴沟自然保护区羚牛栖息地选择. 兽类学报, 26(2): 152 - 158.
- 徐文轩, 杨维康, 乔建芳. 2009. 卡拉麦里山自然保护区蒙古野驴的食性. 兽类学报, 29(4): 427 - 431.
- 姚军, 杨博辉, 闫萍, 等. 2006. 中国野牦牛栖息地环境及种群行为分析. 草业学报, 15(2): 124 - 128.
- 袁国映, 雪克热提, 张斌, 等. 1990. 阿尔金山自然保护区的土壤类型及分布规律. 干旱区研究, (2): 17 - 24.
- 张泽钧, 胡锦涛, 吴华. 2002. 邛崃山系大熊猫和小熊猫生境选择的比较. 兽类学报, 22(3): 161 - 168.

DOI: 10.13859/j.cjz.201403023

## 江苏省发现雪鹀

### The Snow Bunting Found in Jiangsu Province

雪鹀(*Plectrophenax nivalis*)属雀形目鹀科(Emberizidae)。分布于北半球北部的广大区域,繁殖地位于北极区苔原冻土及海岸陡崖,越冬南迁。我国境内雪鹀分布范围较小,为北方亚种(*P. n. vlasovae*)。夏季在俄罗斯乌拉尔山系以西北部向东沿至白令海峡一带繁殖(BirdLife International 2012),冬季则迁徙至俄罗斯远东地区、日本北海道(Brazil 2009),我国境内越冬见于新疆天山、阿尔泰山、内蒙古东部(常家传等 1985)、黑龙江省及吉林省,也有迷鸟偶见于河北。主要栖息于低山丘陵和山脚平原地带,多在河边岩石和荒山小树林中的光裸地面活动。

2012年11月11日在江苏如东小洋口曾发现两只雪鹀在堤岸上短暂停留,未拍摄到照片。2013年12月26日,在江苏省盐城珍禽国家级自然保护区境内的射阳县新洋港镇沿海湿地水产养殖塘附近(33°41'23.35"N, 120°32'20.33"E),发现1只雪鹀,并拍摄了照片。所发现的个体体羽主要以黑、白、橙3色为主;胸侧橙色斑纹明显;腰和整个下体白色;飞行时可见中央尾羽黑色而外侧尾羽白色为主;喙大部为黄色,端部黑色;脚黑色。根据《中国鸟类野外手册》等相关资料描述,判断为雄鸟冬羽。雪鹀连续4~5 d单只活动于养殖塘边缘裸露地面,不进入苇丛,在地面拾取觅食,时而行走时而跳行,人靠近3~5 m处惊飞。

通过查阅文献,确定此发现为雪鹀在江苏省首次发现,其在该省境内的居留状况尚须进一步的观察和证据予以判定。

程嘉伟<sup>①</sup> 阮德孟<sup>①</sup> 章麟<sup>②</sup> 鲁长虎<sup>①\*</sup>

① 南京林业大学森林资源与环境学院 南京 210037; ② 江苏野鸟会 南京 210018

基金项目 江苏省环保厅“鸟类物种资源调查专项”和江苏省高校优势学科建设工程项目;

\* 通讯作者, E-mail: luchanghu@njfu.com.cn;

第一作者介绍 程嘉伟,男,硕士研究生;研究方向:动物生态学;E-mail: chengjiangwei@126.com。

收稿日期: 2014-01-20, 修回日期: 2014-03-13