

## 新疆北塔山雪豹对秋季栖息地的选择

徐峰<sup>1,2</sup>, 马鸣<sup>1,\*</sup>, 殷守敬<sup>1,2</sup>, Bariushaa Munkhtsog<sup>3</sup>

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039;  
3. International Snow Leopard Trust, Seattle, WA 98107, USA)

**摘要:** 2004年9~10月, 对新疆北塔山地区雪豹 (*Uncia uncia*) 栖息地选择进行了调查。在选定的15条样带上测定了59个利用样方及30个任意样方的6种生境特征(海拔、地形、植被类型、生境平坦度、放牧状况和坡向), 其结果如下: Vanderploeg 和 Scavia 选择指数表明: 雪豹对海拔、地形、植被类型、生境平坦度和坡向存在选择性: (1) 雪豹偏好利用海拔2000~2200 m, 而避开2600~3000 m区域; (2) 倾向于悬崖底部和山脊, 避开山坡和山谷; (3) 偏好于灌丛, 避开森林; (4) 避开平坦的开阔地; (5) 倾向于选择非放牧区域活动; (6) 倾向于选择北坡, 避开南坡。对生境特征的主成分分析显示: 前3个主成分(海拔、地形和植被类型)的累积贡献率达到75.76%, 可以反映雪豹的栖息地特征, 同时表明: 影响雪豹栖息地选择的主要因素依次为放牧状况、植被类型、地形和生境平坦度。

**关键词:** 雪豹; 栖息地选择; 主成分分析; 北塔山

中图分类号: Q959.838.08; Q958.122 文献标识码: A 文章编号: 0254-5853(2006)02-0221-04

## Autumn Habitat Selection by Snow Leopard (*Uncia uncia*) in Beita Mountain, Xinjiang, China

XU Feng<sup>1,2</sup>, MA Ming<sup>1,\*</sup>, YIN Shou-jing<sup>1,2</sup>, Bariushaa Munkhtsog<sup>3</sup>

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, the Chinese Academy of Science, Urumqi 830011, China;  
2. The Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;  
3. International Snow Leopard Trust, Seattle, WA 98107, USA)

**Abstract:** Habitat selection of Snow Leopard (*Uncia uncia*) in Beita Mountain of the Altay Mountain system in northeast Xinjiang was conducted from September to October 2004. Six habitat features of 59 sites used by Snow Leopard and 30 random plots were measured by locating 15 transects surveys in the study area. Vanderploeg and Scavia's selectivity index was used to assess Snow Leopard's selection for the different habitat parameters. Principal Component Analysis was used as the primary factor. The results indicated that Snow Leopard preferred the altitude between 2000 - 2200 m and avoided 2600 - 3000 m; selected cliff base, ridgeline and avoided hillside and valley bottom; utilized the shrub and rejected the forest; selected the non-grazing area and avoided the slightly broken region; preferred north orientation and rejected the south orientation. The results show that grazing status, vegetation type, topography and the ruggedness are the primary factors for the habitat selection of Snow Leopard.

**Key words:** Snow Leopard (*Uncia uncia*); Habitat selection; Principal components analysis; Beita Mountain

雪豹 (*Uncia uncia*) 是一种仅分布于中亚高山地区的珍稀濒危动物, 被 IUCN 列为濒危物种, 并被 CITES 列为附录 I, 是国家一级重点保护野生动物 (Yang & Feng, 1998)。据统计, 全世界现存雪

豹仅为 4500~7300 只, 并且仍在不断下降之中。究其原因, 主要是由于非法偷猎及栖息地丧失所致 (Fox, 1994; McCarthy & Chapron, 2003)。国外学者曾对雪豹的分布、食性及活动规律等开展过广泛

\* 收稿日期: 2005-09-23; 接受日期: 2006-01-26

基金项目: 国际雪豹基金会 (ISLT); 新疆保育基金 (XCF) 资助项目 (20044037)

通讯作者 (Corresponding author), E-mail: maming@ms.xjb.ac.cn

第一作者简介: 徐峰 (1981-), 男, 硕士研究生, 研究方向为动物生态学。

的研究 (Schaller et al, 1988a, b; Mallon, 1991; Chundawat & Rawat, 1994; McCarthy, 2000; Jackson, 2002; McCarthy et al, 2005), 国内对其分布和生态有少量报道 (Liao, 1985; Yang, 1994; Ma et al, 2002; Ma et al, 2005), 但雪豹栖息地利用的研究尚属空白。对此, 开展雪豹栖息地选择的研究, 对分析雪豹栖息地丧失的原因和该物种的保护具有重要意义。作者于 2004 年 9~10 月在新疆北塔山地区, 对雪豹的栖息地选择进行了调查。现将结果报道如下。

## 1 方法

### 1.1 研究地区

北塔山位于新疆东北部 (北纬 44°59'~45°21', 东经 90°30'~90°53'), 隶属于阿尔泰山地, 是我国与蒙古共和国的分界山。最高海拔 3 290 m, 一般海拔 1 600~3 000 m。在植被和动物区系上与大兴安岭相近, 同属于古北界。有关北塔山的气候、植被和地理特征等见文献 (Lou, 1995; Gao et al, 2002)。

### 1.2 样方设置和栖息地特征测定

在调查区域内进行均匀样带调查以搜寻雪豹痕迹, 有雪豹痕迹处即可认作是雪豹利用的栖息地环境。在雪豹痕迹处作 10 m × 10 m 的样方作为标记样方, 记录样方处的各种栖息地特征, 如海拔、地形、植被类型、放牧状况、生境平坦度及样方坡向。同时随机选取 2 个 4 位数, 从每个样带的起点按随机数指定距离定点, 并记录以上各种栖息地特征作为对照样方, 与标记样方进行对比分析 (McCarthy, 2000)。调查中共设了 89 个样方, 其中 59 个为雪豹活动痕迹标记样方, 30 个为随机选择的对照样方。雪豹痕迹和生境特征标准参照 Jackson (1996) 和 Ma et al (2005) 进行辨别和区分。栖息地各生态因子的类型划分方法如下:

海拔: 2 000~3 000 m, 将其分为 2 000~2 200 m、2 200~2 400 m、2 400~2 600 m 和 2 600~3 000 m 4 个等级带。地形: 分为悬崖底部、山坡、山脊和山谷 4 个类型。植被类型: 分为荒原、草地、灌丛和森林 4 个类型; 放牧状况: 分为季节性放牧地区和非牧区两个类型; 生境平坦度: 分为平坦、轻度崎岖、中度崎岖和高度崎岖 4 个等级; 样方坡向: 315°~45°为北坡、45°~135°为东坡、135°~225°为南坡、225°~315°为西坡, 共 4 个等级。

### 1.3 数据处理

运用 Vanderploeg 和 Scavia 选择系数 ( $W_i$ ) 和选择指数 ( $E_i$ ) 作为衡量雪豹冬季生境选择喜好程度的指标 (Lechowicz, 1982; Wei et al, 1999; Zhang et al, 2006), 计算公式如下:

$$W_i = (r_i / P_i) / (r_i / P_i)$$

$$E_i = (W_i - 1/n) / (W_i + 1/n)$$

其中:  $W_i$  为选择系数,  $E_i$  为选择指数;  $i$  为特征值,  $n$  为生态因子的特征值类别数;  $P_i$  为栖息地中具有  $i$  特征的样方数;  $r_i$  为雪豹利用具有  $i$  特征的样方数。 $E_i$  值介于 -1~1 之间。若  $E_i > 0$  表示雪豹偏好具有此种特征的栖息地,  $E_i < 0$  表示雪豹避开具有此种特征的栖息地,  $E_i = 0$  表示雪豹对此栖息地特征无选择倾向。

运用主成分分析法对生境特征的 6 个生态因子进行分析, 寻找影响雪豹冬季栖息地选择的主要生境特征 (Yang et al, 2001; Liu et al, 2004)。

所有有关生境特征的数据经处理后, 用 SPSS (Software Package of Social Statistics) 12.0 软件包进行统计分析。

## 2 结果

### 2.1 生境选择喜好

通过对样方内不同生境的统计分析, 得出雪豹对不同生境的选择系数和选择指数 (表 1)。

### 2.2 主要影响因素

主成分分析结果表 2 显示: 前 3 个主要成分特征值大于 1 的主分量反映了总信息量的 75.76%。其中, 放牧状况对第一主分量的影响最大, 反映人为干扰会对雪豹的栖息地选择产生明显影响; 植被类型和地形对第二主分量的影响大, 说明雪豹倾向于选择草地和灌丛而避开林地, 喜欢在悬崖底部和山脊活动而避开山坡和山谷; 生境平坦度对第三主分量影响也大, 说明雪豹会刻意避开轻度崎岖的开阔地区。

## 3 讨论

### 3.1 隐蔽性是雪豹栖息地选择的主要影响因素

上述样方调查的结果和雪豹生境选择的喜好可以看出: 放牧状况、植被类型、地形和生境平坦度是雪豹栖息地选择的主要影响因素。在这些生境特征中, 雪豹会选择非牧区、灌丛、悬崖底部和山脊活动。McCarthy (2000) 和 Jackson (2002) 的研究表明: 雪豹倾向于在崎岖的、不平坦的山地活动; Ma et al

表 1 新疆北塔山地区雪豹对秋季生境的选择利用

Tab. 1 Utilization of habitat factors by Snow Leopard in Beita Mountains, Xinjiang in autumn

生态因子 Ecological factors	等级 $i$ Class	$P_i$	$r_i$	选择系数 $W_i$ Selectivity coefficient	选择指数 $E_i$ Selectivity index	选择结果 Results
海拔 (m) Elevation	2 000 ~ 2 200	35.71	49.18	0.375 2	0.200 3	喜爱 Favor
	2 200 ~ 2 400	31.75	27.87	0.239 2	- 0.022 1	随机 Random
	2 400 ~ 2 600	17.46	13.11	0.204 7	- 0.099 7	随机 Random
	2 600 ~ 3 000	15.08	9.84	0.177 7	- 0.168 9	不喜爱 Disgust
地形 Topography	悬崖底部 Cliff-base	14.29	21.31	0.390 5	0.219 4	喜爱 Favor
	山坡 Hillside	23.02	14.75	0.167 8	- 0.196 7	不喜爱 Disgust
	山脊 Ridgeline	40.48	50.82	0.328 7	0.136 0	喜爱 Favor
	山谷 Valley	22.22	13.11	0.154 5	- 0.236 1	不喜爱 Disgust
植被类型 Vegetation type	荒原 Barren	7.94	8.20	0.299 4	0.089 8	随机 Random
	草地 Grass	26.19	26.23	0.290 3	0.074 6	随机 Random
	灌丛 Shrub	50.00	57.38	0.332 6	0.141 8	喜爱 Favor
	森林 Forest	15.87	8.20	0.149 7	- 0.251 0	不喜爱 Disgust
生境平坦度 Ruggedness	轻度崎岖 Slightly broken	25.40	16.39	0.210 3	- 0.226 4	不喜爱 Disgust
	中度崎岖 Moderately broken	26.19	24.59	0.305 8	- 0.043 0	随机 Random
	高度崎岖 Very broken	48.41	59.02	0.397 1	0.087 3	随机 Random
放牧情况 Grazing status	非牧区 Non-grazing	33.33	44.26	0.657 4	0.136 0	喜爱 Favor
	季节性牧区 Seasonal grazing	66.67	55.74	0.413 9	- 0.094 2	随机 Random
坡向 Aspect	东坡 45°~135°	21.43	19.67	0.230 1	- 0.041 5	随机 Random
	南坡 135°~225°	28.57	9.84	0.086 3	- 0.486 9	不喜爱 Disgust
	西坡 225°~315°	22.22	21.31	0.240 4	- 0.019 7	随机 Random
	北坡 315°~45°	27.78	49.18	0.443 7	0.279 3	喜爱 Favor

$P_i$  为栖息地中具有  $i$  特征的样方数;  $r_i$  为雪豹利用具有  $i$  特征的样方数。

$P_i$ : the number of sample units in the  $i$ th class;  $r_i$ : the number of snow leopard used units in the  $i$ th class.

表 2 新疆北塔山地区雪豹秋季栖息地主分量分析结果

Tab. 2 Interpretation of factors resulting from the PCA of autumn habitat variables of the Snow Leopard in Beita Mountain, Xinjiang

生态因子 Ecological factors	主分量 Principal components		
	1	2	3
海拔 Elevation	0.608	- 0.391	- 0.237
地形 Topography	- 0.653	0.564	- 0.336
植被类型 Vegetation type	- 0.550	- 0.592	0.201
放牧状况 Grazing status	0.902	- 0.137	- 0.082
生境平坦度 Ruggedness	0.307	0.385	0.830
坡向 Aspect	0.601	0.474	- 0.243
特征值 Eigenvalue	2.369	1.213	0.964
信息量 Percent of total variance	39.479	20.215	16.070
累计信息量 Percent of cumulative variance	39.479	59.695	75.764

(2005) 的研究也显示: 雪豹常出没在有灌丛, 而且隐蔽性好的地方。我们的结果与他们的一致。

雪豹的这种栖息地选择, 主要原因可能是这些地区隐蔽性好, 雪豹在其中的活动不易被发现。雪豹和许多猫科动物一样采用伏击的捕猎方式捕食,

因而其自身活动的隐蔽性就显得非常重要。在崎岖山地、悬崖底部及山谷中活动可以很好地隐蔽自己, 无论对自身安全或保证其捕食的成功率都有重要作用。雪豹喜欢在灌丛中活动而避开荒漠, 也可能是雪豹选择隐蔽性好的区域活动的原因。此外, 雪豹像其他猫科动物一样为夜行性动物 (Jackson, 1996; McCarthy, 2000), 而体色与环境色调相似, 即使在近距离也很难直接观察到, 也说明雪豹的活动确有很强的隐蔽性。

### 3.2 食物对雪豹栖息地选择的影响

食物和隐蔽场所会对动物的栖息地选择产生影响, 而主要食物的密度会影响到雪豹在一个地区的种群数量 (McCarthy, 2000)。雪豹的食物主要为高山地区活动的有蹄类动物, 如北山羊 (*Capra ibex*)、盘羊 (*Ovis ammon*) 和岩羊 (*Pseudois nayaur*) 等, 偶尔也以中小型啮齿类和鸟类等为食 (Chundawat & Rawat, 1994; Jackson, 1996; McCarthy, 2000)。在北塔山地区分布的有蹄类主要为北山羊和盘羊, 其中北山羊主要在山地活动; 盘羊主要在低山荒漠区活动 (Gao et al, 2002)。据此次对当地牧民的访问调查, 在北塔山地区雪豹主要以北山羊为食。北山羊主要活动在陡峭的悬崖、崎岖

的山地及灌丛,这与雪豹的栖息环境相一致,说明北山羊作为雪豹主要食物,其生存环境和雪豹的栖息地选择之间具有一定的相关性。但是,这种相关作用会产生多大影响、如何影响、是否能说明食物因子会影响到雪豹的栖息地选择等等,都有待进一步研究考证。

### 3.3 雪豹栖息地选择受人干扰影响明显

调查结果还显示:放牧情况也是影响雪豹栖息地选择的主要影响因素之一,在牧区和非牧区两种生境中,雪豹倾向于在非牧区活动。北塔山位于中蒙边境,调查中发现除紧靠边境线的禁区外,其他区域均有牧民放牧。而且一些牧场已开始开荒耕作,并建成了“无鼠害示范区”,这使当地的自然生态系统产生了巨大的变化。放牧和农田耕作是导致雪豹栖息地丧失的主要原因 (McCarthy & Chapron, 2003),而在北塔山地区这两种情况均存

在,这对当地雪豹的生存将产生巨大威胁。

值得注意的是:北塔山地区除有雪豹分布外,还有蒙古野驴 (*Equus hemionus*)、鹅喉羚 (*Gazella subgutturosa*)、盘羊、北山羊等多种国家重点保护野生动物,它们中不少是濒危物种,但至今该地区仍然不是自然保护区。建议有关部门尽快在该地区建立自然保护区,以便对这一地区的雪豹、蒙古野驴等濒危动物进行保护。

致谢:本研究得到国际雪豹基金会 (ISLT)、新疆自然保护基金 (XCF) 的资金资助;新疆维吾尔自治区林业厅及当地各有关部门曾给予大力支持和帮助;论文成文过程中,中国科学院新疆生态与地理研究所杨维康老师、戴昆老师给予指导;买尔旦、江晓珩、蒋可威、张继国和热西提等参加野外工作,在此一并致谢。

### 参考文献:

- Chundawat RS, Rawat GS. 1994. Food habits of snow leopard in Ladakh, India [A]. In: Fox J. Proceedings of the Seventh International Snow Leopard Symposium [C]. Seattle: ISLT, 127 - 132.
- Fox J. 1994. Snow leopard conservation in the wild—a comprehensive perspective on a low density fragmented population [A]. In: Fox J. Proceedings of the Seventh International Snow Leopard Symposium [C]. Seattle: ISLT, 3 - 16.
- Gao XY, Yang WK, Qiao JF, Xu KF. 2002. Wildlife in the Beita Mountain Region, Xinjiang [J]. *Arid Zone Res*, 19 (4): 75 - 82. [高行宜, 杨维康, 乔建芳, 许可芬. 2002. 新疆北塔山地区的野生动物. 干旱区研究, 19 (4): 75 - 82.]
- Jackson R. 2002. Snow leopard status, distribution and protected areas coverage [A]. In: McCarthy T. Contributed Papers to the Snow Leopard Survival Strategy Summit [C]. Seattle: ISLT, 79 - 103.
- Jackson R. 1996. Snow Leopard Survey and Conservation Handbook [M]. Seattle: ISLT.
- Lechowicz MJ. 1982. The sampling characteristics of selectivity indices [J]. *Oecologia*, 52: 22 - 30.
- Liao YF. 1985. The geographical distribution of ounces in Qinghai province [J]. *Acta Theriol Sin*, 5 (3): 183 - 188. [廖炎发. 1985. 青海雪豹地理分布的初步调查. 兽类学报, 5 (3): 183 - 188.]
- Liu ZS, Cao LR, Qu H, Hu TH, Wang XM. 2004. 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. 2004. 贺兰山区马鹿对冬季生境的选择. 动物学研究, 25 (5): 403 - 409.]
- Lou AR. 1995. Vegetation research of Beita Mountain, Xinjiang [J]. *Acta Phytocool Sin*, 19 (1): 92 - 99. [娄安如. 1995. 新疆北塔山植被的初步研究. 植物生态学报, 19 (1): 92 - 99.]
- Ma JZ, Zou HF, Cheng K. 2002. The distribution and status of snow leopard (*Uncia uncia*) in China [A]. In: McCarthy T. Contributed Papers to the Snow Leopard Survival Strategy Summit [C]. Seattle: ISLT, 209 - 212.
- Ma M, Munkhtsog B, Xu F, Mardan, Yin SJ, Wei SD. 2005. Markings as indicator of snow leopard in field survey, Xinjiang [J]. *Chin J Zool*, 40 (4): 34 - 39. [马鸣, Munkhtsog B, 徐峰, 买尔旦, 殷守敬, 魏顺德. 2005. 新疆雪豹调查中的痕迹分析. 动物学杂志, 40 (4): 34 - 39.]
- Mallon D. 1991. Status and conservation of large mammals in Ladakh [J]. *Biol Conserv*, 56: 101 - 119.
- McCarthy T, Chapron G. 2003. Snow Leopard Survival Strategy [M]. Seattle: ISLT and SLN.
- McCarthy T, Fuller T, Munkhtsog B. 2005. Movements and activities of snow leopard in southwestern Mongolia [J]. *Biol Conserv*, 124: 527 - 537.
- McCarthy T. 2000. Ecology and Conservation of Snow Leopards, Gobi Brown Bears, and Wild Bactrian Camels in Mongolia [D]. Ph. D. thesis, University of Massachusetts, Amherst.
- Schaller G, Hong L, Talipu R. 1988a. The snow leopard in Xinjiang, China [J]. *Oryx*, 2 (24): 197 - 204.
- Schaller G, Junrang R, Mingjiang Q. 1988b. Status of snow leopard (*Panthera uncia*) in Quanghai and Gansu Provinces, China [J]. *Biol Conserv*, 42: 53 - 71.
- Wei FW, Feng ZJ, Wang ZW. 1999. Habitat selection by giant pandas and red pandas in Xiangling Mountains [J]. *Acta Zool Sin*, 45 (1): 57 - 63. [魏辅文, 冯祚建, 王祖望. 1999. 相岭山系大熊猫和小熊猫对生境的选择. 动物学报, 45 (1): 57 - 63.]
- Yang QS, Fen ZJ. 1998. Snow leopard [A]. In: Wang S. China Red Data Book of Endangered Animals [C]. Beijing: Science Press, 132 - 135. [杨奇森, 冯祚建. 1998. 雪豹. 见: 汪松. 中国濒危动物红皮书. 北京: 科学出版社, 132 - 135.]
- Yang QS. 1994. Further study on the geographical distribution and conservation of snow leopard in Qinghai [A]. In: Fox J. Proceedings of the Seventh International Snow Leopard Symposium [C]. Seattle: ISLT, 72 - 77.
- Yang WK, Qiao JF, Gao XY, Yao J, Zong WQ. 2001. Display sites selection by Houbara Bustards (*Chlamydotis undulata*) in eastern Jungar Basin, Xinjiang [J]. *Zool Res*, 22 (3): 187 - 191. [杨维康, 乔建芳, 高行宜, 姚军, 钟文勤. 2001. 新疆准噶尔盆地东部波斑鸨炫耀栖息地选择. 动物学研究, 22 (3): 187 - 191.]
- Zhang ED, Teng LW, Wu YB. 2006. Habitat selection of the Chinese water deer (*Hydropotes inermis*) in Yancheng Reserve, Jiangsu Province [J]. *Acta Theriol Sin*, 26 (1): 49 - 53. [张恩迪, 滕丽微, 吴咏蓓. 2006. 江苏盐城保护区獐的栖息地选择. 兽类学报, 26 (1): 49 - 53.]