

# 太行山猕猴的冬季生境选择

谢东明<sup>1</sup> 路纪琪<sup>1\*</sup> 吕九全<sup>2</sup>

(1 郑州大学生物工程系, 郑州 450001) (2 河南师范大学生命科学学院, 新乡 453007)

**摘要:** 2007年11月至2008年2月,在太行山猕猴国家级自然保护区愚公保护站,根据观察到的猕猴活动痕迹和位置,设置了180个10 m×10 m的样方。在这些样方中,对10个生态因子(地形、海拔高度、坡位、坡向、坡度、离水源距离、人为干扰、郁闭度、隐蔽度、平均胸径)进行了调查分析,以期了解太行山猕猴的冬季生境选择特征。结果表明:太行山猕猴在冬季喜好选择的生境特征为:倾向于围绕大树(乔木平均胸径>15 cm)活动;较之其它季节,冬季的猕猴更愿意接近人类居所(<2 000 m),并选择离水源近(<1 000 m)的地方活动,说明直接饮水可能是猕猴在干旱冬季获得足量水分的重要途径;冬季猕猴喜欢在坡度为15°~40°、郁闭度<60%的阳坡活动,活动区域的海拔高度为1 000~1 300 m。猕猴对生境中地形特征和坡位无明显偏好,对活动地点的隐蔽条件也无特殊要求。文中还对所选择的生态因子进行了主成分分析,结果表明,前5个主成分的特征值均大于1,其累积贡献率达到70.713%,可以较好地反映猕猴的冬季生境特征。

**关键词:** 生境选择;猕猴;冬季;太行山

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050(2009)03-0252-07

## Winter habitat selection of rhesus macaques (*Macaca mulatta tcheliensis*) in Taihang Mountains, Jiyuan, China

XIE Dongming<sup>1</sup>, LU Jiqi<sup>1\*</sup>, Lü Jiuquan<sup>2</sup>

(1 Department of Bioengineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

(2 School of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

**Abstract:** A survey on winter habitat selection of rhesus macaques (*Macaca mulatta tcheliensis*) was carried out from November 2007 to February 2008 in Taihang Mountains (35°11'N, 112°16'E) in Jiyuan, Henan Province, China. 180 plots of 10 m×10 m were set up and 10 factors were selected to analyze the habitat selection of the macaque. These factors include slope terrain, altitude of the plot, slope position, slope face, slope degree, the distance from water resource, concealment, human disturbance, canopy, and average DBH (diameter breast height). The results showed that, for their activities, the macaque usually chose a certain habitat with characteristics as follows: 1) the average tree whose DBH is over 15 cm; 2) the distance from human disturbance is less than 2 000 m; 3) the distance to water is less than 1 000 m; 4) the gradient of slope ranges from 15° to 40°; 5) the altitude of the monkey ranging sites ranged from 1 000 m to 1 300 m; 6) the canopy cover was less than 60%. In addition, the macaques preferred south-faced and southwest-faced slopes in winter. The principal component analysis indicated that these five factors will contribute 70.713% of the total variance, while the others might have less impact on habitat selection.

**Key words:** Habitat selection; Rhesus macaque (*Macaca mulatta tcheliensis*); Taihang Mountains; Winter

动物的生境选择与生境中的食物丰富度、隐蔽条件、水的获得、植被类型、种间和种内竞争、人为干扰等生态因子以及动物自身的生理状况有直接关系(魏辅文等, 1996, 1998; 颜忠诚和陈永林, 1998; McLoughlin *et al.*, 2002)。生境选择研究对评估动物所处生态环境的质量、预测生境的负载量

以及合理保护和利用动物资源具有重要意义(姜兆文等, 1998; 刘振生等, 2004)。研究表明,在温带地区,漫长而寒冷的冬季对野生哺乳类动物是一个艰难时期,在此期间,生境中食物的多样性和丰富度都达到一年中的最低点(日本猕猴 *Macaca fuscata*, Wada and Ichiki, 1980; Nakagawa, 1989)。

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(30770381);河南省自然科学基金资助项目(072300450320);郑州大学引进人才科研基金资助  
**作者简介:** 谢东明(1983-),男,硕士研究生,主要从事动物生态学和保护生物学研究。

**收稿日期:** 2008-09-27; **修回日期:** 2009-01-23

\* 通讯作者, Corresponding author, E-mail: lujq@zzu.edu.cn

因此，动物对冬季生境的选择是其对当地环境长期适应的结果，也是其重要的生存策略。了解温带地区灵长类动物对冬季生境的选择利用方式有利于探讨其对恶劣环境的适应性，具重要保护意义。

猕猴 (*Macaca mulatta*)，别名恒河猴、黄猴、广西猴，隶属于猴科 (*Cercopithecidae*) 猕猴属 (*Macaca*)，国家二级保护动物。巴基斯坦猕猴为指名亚种 (*M. m. mulatta*)，太行山区的猕猴为华北亚种 (*M. m. tcheliensis*) (蒋学龙等, 1991; 宋朝枢和瞿文元, 1996; Lu *et al.*, 2007)，为我国所特有，其形态、生理、代谢、生态和遗传等方面与其它亚种有诸多显著差异，遗传结构独特 (Zhang and Shi, 1993)。目前，猕猴华北亚种主要分布于太行山南部的河南省与山西省交界地区 (N 35° ~ 35°30')，主要种群活动于河南济源境内，常被称为太行山猕猴，数量约 2 500 只左右 (Lu *et al.*, 2007)。太行山猕猴种群处于现今世界野生猕猴种群分布的最北端，比巴基斯坦北部喜马拉雅山麓的猕猴种群 (N 34°03') 还偏北 (宋朝枢和瞿文元, 1996)。以往对太行山猕猴的生态学研究主要集中在地理分布、种群数量调查等方面 (宋朝枢和瞿文元, 1996; Lu *et al.*, 2007)，有关猕猴对季节性生境选择尚无系统报道。本研究旨在通过对太行山猕猴冬季对生境的选择与利用特点的研究，初步探讨该物种冬季的野外生存策略。

## 1 研究地点与方法

### 1.1 研究地点

太行山猕猴国家级自然保护区位于河南省与山西省交界地区 (E112°02' ~ 112°52', N34°54' ~ 35°16')，由西到东跨越济源、沁阳、博爱、焦作、修武和辉县等 6 县 (市)，呈狭长带状片区，总面积 56 600 hm<sup>2</sup>。保护区地处太行山南麓浅山地带，主体山系基本呈东西走向。受上升的山西高原板块和下降的华北平原板块相互作用影响，区内地质构造复杂，断裂活动频繁。保护区属中低山地貌类型，区内群峰挺拔、河谷纵横、相对高差大，海拔高度为 600 ~ 1 200 m。保护区内主要河流有东阳河、铁山河、北蟒河、云阳河、沁河、仙神河和白涧河等，河水的流量与季节变化相关，保护区地层的构造裂隙为地下水提供了优越的存储条件 (宋朝枢和瞿文元, 1996; Lu *et al.*, 2007)。

太行山猕猴自然保护区愚公保护站设在国有济源市愚公林场，林场总面积 2 573.3 hm<sup>2</sup>，活立木

蓄积 250 000 m<sup>3</sup>，森林覆盖率 93.7%。地处太行山南麓的王屋山地区 (E 112° 12' ~ 112° 22', N 35°05' ~ 35° 15')，地势北高南低，最高海拔 1 715 m (天坛山)。区内属大陆性季风气候，年平均气温 14.3℃，1 月份平均气温 -0.1℃，极端最低温 -20℃，7 月份平均气温 27.3℃，极端最高温 43.4℃，年平均降水量为 695 mm，降水量的时空分布不均是该地区的主要特点。保护区内的主要植物种类有栓皮栎 (*Quercus variabilis*)、鹅耳枥 (*Carpinus turczaninowii*)、槲栎 (*Quercus aliena*)、漆树 (*Toxicodendron vernicifluum*)、华北五角枫 (*Acer truncatum*)、白皮松 (*Pinaceae bungeana*)、南蛇藤 (*Celastrus orbiculatus*)、胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)、连翘 (*Forsythia suspense*)、蒙古绣线菊 (*Spiraea salicifolia*)、酸枣 (*Ziziphus jujuba* var. *spinosa*) 等，其中国家 I 级重点保护野生植物有南方红豆杉 (*Taxus chinensis* var. *mairei*) 和银杏 (*Ginkgo biloba*) (宋朝枢和瞿文元, 1996)。

### 1.2 研究方法

在野外调查时，根据猴群活动后留下的痕迹 (如食物残枝、残渣、粪便、脚印等) 以及猴群活动时发出的叫声来寻找、定位猴群。找到猴群或其活动痕迹后，用 GPS 定位仪测定并记录猴群所在的经纬坐标，共得到 180 个位点。为确定太行山猕猴对冬季生境的利用特点，在每个位点上设置 10 m × 10 m 的样方，测定并记录每个样方所处的地形、海拔高度、坡位、坡向、坡度、离水源距离、人为干扰、郁闭度、隐蔽度、平均胸径等 10 个生态因子。因为猴群活动区域受人类活动干扰较大，故用每处样方距离人类居所或公路的距离来评测其受干扰程度的大小。对不同的变量采取不同的衡量手段，为便于比较，对各个环境变量做出了具体的范围划分：

(1) 地形：依据样方的位置划分为：山坡面、山脊和沟底。

(2) 海拔高度：用 GPS 测定，划分成 ≤ 1 000 m、1 000 ~ 1 300 m 和 ≥ 1 300 m 三个等级。

(3) 坡位：根据样方的位置，将其划分为：上坡位 (坡上部 1/3)；中坡位 (坡中部 1/3)；下坡位 (坡下部 1/3)。

(4) 坡向：根据样方所处的坡向情况，用罗盘将其划分为 3 种类型：阳坡 (S67.5°E ~ S22.5°W)；半阳坡 (N22.5°E ~ S67.5°E 和 S22.5°W ~ N67.5°W)；阴坡 (N67.5°W ~ N22.5°E)。

(5) 坡度：用罗盘仪测定，不同坡面按照所测量角度的大小划分为3个级别：平缓坡（ $\leq 15^\circ$ ）；斜坡（ $15^\circ \sim 40^\circ$ ）；陡坡（ $\geq 40^\circ$ ）。

(6) 离水源距离：样方距最近水源的距离，分为 $\leq 1000$  m和 $>1000$  m。

(7) 人为干扰程度：主要反映人类的干扰程度，估计痕迹点距最近干扰源的直线距离，干扰源包括居民点、伐木点、矿山、山间小路等，划分为3个等级：重度（ $\leq 1000$  m）；中度（ $1000 \sim 2000$  m）；轻度（ $\geq 2000$  m）。

(8) 郁闭度：样方的郁闭度划分为3个等级：低（ $\leq 30\%$ ）；中（ $30\% \sim 60\%$ ）；高（ $\geq 60\%$ ）。

(9) 隐蔽度：从痕迹发现点，目测东、南、西、北4个方向的平均可视距离，依次划分为 $\leq 20$  m，即高隐蔽度； $20 \sim 50$  m，即为中隐蔽度； $\geq 50$  m为低隐蔽度。

(10) 平均胸径：每个样方内所有符合要求的乔木胸径的平均值。猴子多数情况下多利用大树，故仅选择DBH（离地1.3 m处）大于10 cm的树进行胸径测量和记录。

### 1.3 数据处理

采用Vanderloeg和Scavia的选择系数 $W_i$ 和选择指数 $E_i$ 作为衡量猕猴对生境喜好程度的指标（Lechowicz, 1982；魏辅文等, 1996），其计算方法如下：

$$W_i = \frac{r_i/p_i}{\sum r_i/p_i} \quad E_i = \frac{W_i - 1/n}{W_i + 1/n}$$

式中： $W_i$ 为选择系数； $E_i$ 为选择指数； $i$ 为特征值； $n$ 为特征值总数； $p_i$ 为环境中具 $i$ 特征的样方数； $r_i$ 为所选择的环境总的样方数。 $E_i = -1$ 表示不选择（用 $N$ 表示）， $-1 < E_i < 0$ 表示回避（用 $NP$ 表示）， $E_i = 0$ 表示随机选择（用 $R$ 表示），接近0也表示随机选择， $0 < E_i < 1$ 表示喜欢（用 $P$ 表示）， $E_i = 1$ 表示特别喜欢（用 $SP$ 表示）。

应用SPSS for Windows (version 13.0)对10种生态因子的野外调查数据进行主成分分析，以确定对猕猴冬季生境选择起决定作用的因子。

在主成分分析时，首先计算样本数据矩阵的平均值和协方差矩阵；然后对原始数据进行标准化处理，并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（李明等, 1998）。由于相关矩阵的前5个主成分的特征值均大于1（累积贡献率为70.713%），因此只选用前5个主成分进行分析，

不再考虑其余成分，进而依此探讨在冬季影响猕猴生境选择的各因素中存在的内在关系。

## 2 结果

### 2.1 太行山猕猴对生境的喜好程度

从选择指数的计算结果（表1）可知，太行山猕猴冬季经常活动在海拔1000~1300 m范围内，很少到海拔1300 m以上的区域，但也表现出回避低海拔（ $\leq 1000$  m）的地方。猴群常停留的树林的郁闭度在30%~60%之间，高郁闭度树林（ $>60\%$ ）基本不去。太行山猕猴经常在坡度介于 $15^\circ \sim 40^\circ$ 之间的山坡上活动，对于平缓坡（ $\leq 15^\circ$ ）地带很少利用。调查期间，猕猴多在山坡面和沟地活动，很少在山脊上逗留活动。这些坡面所在的坡向多为阳坡或半阳坡，在阴坡则很少见有猴群逗留。

冬季，太行山猕猴倾向于选择距水源较近的位点活动，而对人类的回避表现极不明显，猴群出现的地方一般在距有人类活动的地方很近（ $\leq 1000$  m的位点数占总位点数的70%）。对样方内的乔木胸径统计表明（表1），在猕猴的活动生境中，一般大树较多（平均胸径为15~40 cm）。对所有样方的统计结果发现，猴群对生境中地形和坡位无明显偏好，对活动地点的隐蔽条件无特殊要求。

### 2.2 太行山猕猴冬季生境选择的主成分分析结果

对太行山猕猴冬季活动位点生境因子（共10个）调查结果进行主要成分分析，结果见表2。由表2可知，前5个主成分的特征值均大于1，其累计贡献率达70.713%。这前5个主成分包含了郁闭度、海拔高度、坡度等10个参数所有的信息。因此，本文取前5个主成分并计算出其相应的特征向量的得分矩阵（表3）。

由表2和表3可见，第1主成分的贡献率为20.591%，该主成分中海拔高度和坡向的相关系数绝对值均较大（分别为0.530和0.576），并且这两个变量反映了猕猴生境选择的气候特点，所以将第1主成分命名为气候因子；第2主成分的贡献率为15.987%，与其相关系数绝对值较高的是距水源距离，因此将第2主成分命名为水源因子；第3主成分的贡献率为12.667%，与其相关系数绝对值较高的是人为干扰这个变量，反映了猕猴在生境选择中与人为活动之间的关系，故将第3主成分命名为人为干扰因子；与第4主成分相关系数绝对值

表 1 太行山猕猴对冬季生境的选择  
Table 1 Habitat selection by rhesus macaques at Mt. Taihang in winter

项目 Item	<i>i</i>	$P_i$	$W_i$	$E_i$	生境选择 Habitat selection	项目 Item	<i>i</i>	$p_i$	$W_i$	$E_i$	生境选择 Habitat selection
地形 Terrain	山坡面 Hillside	99	0.55	0.96	P	离水源距离 Distance from water resource	≤ 1000 m	177	0.98	0.99	P
	山脊 Ridge	21	0.12	0.43	P		> 1 000 m	3	0.02	-0.89	NP
	沟地 Gully	60	0.33	0.90	P						
海拔 高度 Altitude	≤1000 m	12	0.07	-0.09	NP	人为干扰 Human disturbance	≤1000 m	127	0.70	0.98	P
	1000 - 1300 m	145	0.80	0.98	P		1000 - 2000 m	50	0.28	0.87	P
	≥1300 m	23	0.13	0.50	P		≥2000 m	3	0.02	-0.89	NP
坡位 Slope position	上坡位 Upper	57	0.32	0.90	P	郁闭度 (%) Canopy (%)	≤ 30%	99	0.55	0.96	P
	中坡位 Middle	63	0.35	0.91	P		30% - 60%	78	0.43	0.94	P
	下坡位 Lower	60	0.33	0.90	P		≥ 60%	3	0.02	-0.89	NP
坡向 Slope face	阳坡 Sunny slope	127	0.70	0.98	P	隐蔽度 Concealment	≥ 50 m	84	0.47	0.95	P
	半阳坡 Half sunny slope	46	0.26	0.85	P		20 - 50 m	80	0.44	0.95	P
	阴坡 Shady slope	7	0.04	-0.56	NP		≤ 20 m	16	0.09	0.18	R
坡度 Slope gradient	≤15°	10	0.06	-0.29	NP	平均胸径 Average DBH	≤ 15 cm	0	0	-1	N
	15° - 40°	93	0.51	0.96	P		15 - 30 cm	143	0.79	0.98	P
	≥40°	77	0.43	0.94	P		≥ 30 cm	37	0.21	0.77	P

*i* 为特征值;  $p_i$  是环境中具有 *i* 特征的样方数;  $W_i$  为选择系数;  $E_i$  为选择指数; P 表示喜欢; N 表示不选择; R 表示随机选择; NP 表示回避  
*i*-Eigenvalue;  $p_i$  -There are samples of *i* character in the environment;  $W_i$  -Selection coefficient;  $E_i$  -Selection index; P-Preference; N-Not Selection; R-Random selection; NP-Non Preference

表 2 太行山猕猴冬季生境选择的特征值表  
Table 2 The eigenvalue of the habitat selection by rhesus macaque at Mt. Taihang in winter

主成分序号 Main component No.	特征值 Eigenvalue	贡献率 (%) Contribution rate (%)	累计贡献率 (%) Accumulative contribution rate (%)
1	2.059	20.591	20.591
2	1.599	15.987	36.578
3	1.267	12.667	49.245
4	1.135	11.347	60.592
5	1.012	10.121	70.713
6	0.862	8.617	79.330
7	0.714	7.137	86.467
8	0.572	5.718	92.185
9	0.469	4.695	96.880
10	0.312	3.120	100.000

数字 1 ~ 10 分别表示第 1 ~ 10 特征向量  
Number 1 to 10 refers to first eigenvector to tenth eigenvector

表 3 太行山猕猴冬季生境选择中特征向量的转置矩阵  
Table 3 The rotated matrix of the eigenvector of the habitat selection by rhesus macaque at Mt. Taihang in winter

变量 Variables	第 1 特征向量 First eigenvector	第 2 特征向量 Second eigenvector	第 3 特征向量 Third eigenvector	第 4 特征向量 Fourth eigenvector	第 5 特征向量 Fifth eigenvector
地形 Terrain	0.394	-0.388	0.316	-0.237	0.051
海拔高度 Altitude	-0.530	-0.073	0.194	0.094	0.090
坡向 Slope face	0.576	-0.244	-0.062	0.059	-0.049
坡位 Slope position	0.348	0.330	-0.397	-0.307	-0.027
坡度 Slope degree	0.163	0.355	-0.189	0.585	0.232
离水源距离 Distance from water resource	0.086	0.561	0.260	-0.088	-0.068
人为干扰 Human disturbance	0.062	0.243	0.625	-0.307	0.045
郁闭度 Canopy	0.075	0.388	0.128	0.034	-0.394
隐蔽度 Concealment	0.260	-0.047	0.433	0.571	0.184
平均胸径 Average DBH	0.015	0.150	-0.050	-0.258	0.859

较高的是坡度和隐蔽度两个变量，反映了猕猴觅食活动的地理特征，将第 4 主成分定为觅食因子；第 5 主成分中，以乔木平均胸径和郁闭度两个变量与该主成分的相关系数绝对值较高，因为猕猴白天多选择在郁闭度比较小的生境中的大树树杈处休息，所以可将第 5 主成分命名为休息因子。以上结果基本上反映了猕猴在冬季的生境特征。

### 3 讨论

决定动物生境选择的因素是复杂多样的，除动物本身因素外，还包括生境特点、食物丰度和分布方式、隐蔽场所和空间利用的有效性、捕食和竞争等因素（孙儒泳，2001）。动物对某个生境的喜好程度部分由遗传决定，同时又是适应性的结果（颜忠诚和陈永林，1998）。各种生物因素和非生物因素的组合决定了动物在某一地理区域的分布格局，而食物、水和隐蔽处三大要素是构成动物生境的主要组成部分（马建章等，2004）。对生活于温带地区的大多数植食性野生哺乳动物来说，冬季是一年中觅食最困难的时期，它们不仅不能获得足够的食物供应，同时还面临着漫长寒冬的严酷考验，在长期的进化过程中，动物形成了对降雪和漫长而寒冷冬季的适应性。在此期间，天气逐渐变凉、变寒，食物极度缺乏和天气寒冷会迫使动物表现出对不同生境的选择和利用模式，动物所表现出的各种行为都与其特定的生境条件相适应。

从地理和地形特征来看，尽管山脊的避风性差，但本研究发现猕猴仍时常上到山脊部位，这些地方为缓坡。本文据此认为，冬季猕猴经由缓坡跨过山脊觅食，不但可以节省时间和体力，还可较快进入食物资源相对丰富的地方。一些向阳坡面的植物在初冬时还没有枯萎，可供猕猴取食。到了隆冬，坡面上还散落或浅埋着一些植物的种子，如栓皮栎坚果、南蛇藤种子，还有一些宿根草本植物如紫苏的地下茎或根、一些常绿乔木如大叶女贞的枝叶等都为猕猴提供了一定的食物来源（作者实地观察结果）。

太行山区的水资源相对缺乏，地表径流极小，降水偏少，冬季尤甚（宋朝枢和瞿文元，1996；胡玉梅等，2004）。到了冬季，猕猴仅从食物中获取水分远远不能满足其生理活动的需要。本研究结果表明，猕猴在冬季经常活动于沟谷地带，其原因可能在于沟底常有从山坡面滚落的植物种子，故而这里往往成为食物较丰富的区域；更重要的一点

是，水源出口经常位于沟底，因此沟底成为猕猴在冬季重要的活动和饮水区域。猕猴来往于此，在很大程度上是出于饮水的需要，在野外调查期间，作者多次观察到猴群在水源处喝水。猕猴在冬季选择生境时，对坡位没有明显的选择偏好，各个坡位都常见猕猴活动的踪迹，特别是中坡位是猕猴常去的场所，其原因可能是这里植被较好，食物资源相对较丰富。在调查中，我们发现猴群经常在山坡面上进行地毯式的搜寻、扒刨食物，这种行为在其他灵长类动物的研究中也报道（Wada, 1984; Han-ya, 2004; Guo *et al.*, 2007, 2008）

就不同坡向比较而言，在植物生长季节，阳坡的植物生长良好，能够获得最长时间的充足光照，果实或种子发育充分，营养物质相对丰富；而阴坡的植物生长较弱，结实率低，在阳坡更容易获得食物。另一方面，树木的多样性高也意味着可取食性的提高（黎大勇等，2006）。因此，在觅食困难的冬季，猕猴多选择阳坡作为其采食场。从气温方面来看，太行山区的冬季气温较低，一般都在 0℃ 以下。但是，阳坡白天光照充分，气温较高，可以减少猴子因维持体温所需的额外能量消耗，因此，阳坡或半阳坡是猕猴冬季休息和活动的优先选择场所。

从实地的调查结果来看，样方内乔木的平均胸径一般都在 15 cm 以上，树龄多数都超过 20 年，这些大树的树枝杆粗大、树冠高，足以承担太行山猕猴的体重，保证其休息时的安全，同时可以让地面活动的个体在发生危险时能迅速逃到树上，从而降低地面活动的风险。

据李保国等（1996）报道，入冬后猕猴常巡游于农田附近。本文调查发现，太行山猕猴多喜欢在靠近人类的地方觅食、活动，尤其是在冬季。其原因是冬季食物匮乏，猕猴为了得到更充足的食物，不得不靠近人类居住的地方；同时，近些年政府对保护野生动物的宣传力度加大，人们保护野生动物意识逐渐增强，不再捕猎猕猴，降低了猴子到人类活动区觅食的风险。另外，太行山区猕猴的天敌较少，使其被捕食的风险大大降低，这可能是猕猴白天觅食时对隐蔽度基本没有要求的主要原因。但在选择夜宿点时，猕猴却选择了隐蔽度高，坡度大的地方（作者观察，另文发表），这可能是一种防御本能。白天猕猴在靠近人类的地方活动，人类的出现及其活动客观上起到了阻止天敌、保护猴群的作用；夜间人类活动减少，这种保护作用也随之

减弱，猴群需要恢复其自我保护方式来降低被捕食的风险。研究表明，捕食风险对动物选择不同的生境有明显的影响，动物可以通过选择有效避免捕食者的栖息环境来降低被捕食的风险（路纪琪和张知彬，2004；Houtman and Dill, 1998；Theuerkauf and Rouys, 2008）。

据黎大勇等（2006）和 Su 等（1998）报道，川金丝猴（*Rhinopithecus roxellana*）和滇金丝猴（*R. bieti*）从来不会或很少到水源地喝水，这与本文研究结果不同，在野外调查期间，本文作者多次观察到猴群在水源处喝水。另据 Suzuki（1965）和 Wada（1964）报道，日本猴经常在温泉附近活动可能主要是为了取暖，而不是饮水。以上的研究结果与其研究对象所处生境的气候有密切关系：川金丝猴和滇金丝猴活动的地区降水较多，植被茂盛，食物充足，猴子可从食物中获取足够的水分；日本猴活动地区冬季降雪较多，猴子容易从野外补充水分。就本文结果来看，在太行山猕猴的活动范围内总有一处或几处水源存在，样方距离最近水源的距离大多小于 1 000 m。这与太行山地区冬季的气候和植被特征有着密切的关系：1）中国北方冬季降水少；2）太行山地区属于缺水地区；3）冬季气温低，绿色植物基本枯萎，无法通过食物来获取充足的水分。

本研究结果表明，坡向、坡度、水源、人类活动和乔木胸径等因素对太行山猕猴的冬季生境选择起着非常重要的影响作用。在食物匮乏的冬季，猕猴如何最大限度地获取生境中的食物资源、保持自身代谢的需要，同时最小限度地减少自身的能量损失，对于其生存和种群延续至关重要。

**致谢：**野外工作中得到了太行山猕猴国家级自然保护区济源管理局王好峰、汤发有、孔茂才、刘金栋、侯加富等的大力支持，郭相保、曲磊协助进行野外调查，谨致诚挚谢意。

#### 参考文献：

- Guo S T, Ji W H, Li B G, Li M. 2008. Response of a group of sichuan snub-nosed monkeys to commercial logging in the Qinling Mountains, China. *Contributed Paper*, **22** (4): 1055 - 1064.
- Guo S T, Li B G, Watanabe K. 2007. Diet and activity budget of *Rhinopithecus roxellana* in the Qinling Mountains, China. *Primates*, **48** (4): 268 - 276.
- Hanya G. 2004. Diet of a Japanese macaque troop in the coniferous forest of Yakushima. *International Journal of Primatology*, **25** (1): 55 - 71.
- Houtman R, Dill L M. 1998. The influence of predation risk on diet selectivity: a theoretical analysis. *Evolutionary Ecology*, **12** (3): 251 - 262.
- Jiang Z W, Xu L, Ma Y Q, Wang Y Q, Li Y Q, Buskirk S W. 1998. The winter habitat selection of sables in Daxinganling Mountains. *Acta Theriologica Sinica*, **18** (2): 112 - 119. (in Chinese)
- Jiang X L, Wang Y X, Ma S L. 1991. Taxonomic revision and distribution of subspecies of rhesus monkey (*Macaca mulatta*) in China. *Zoological Research*, **12**: 241 - 246. (in Chinese)
- Lechowicz M J. 1982. The sampling characteristics of selectivity indices. *Ecology*, **52** (1): 22 - 30.
- Li M, Wang X M, Sheng H L. 1998. Origin and genetic diversity of four subspecies of red deer (*Cervus elaphus*). *Zoological Research*, **19** (3): 177 - 183. (in Chinese)
- Li D Y, Peng Z S, Ren B P, Grüter C C, Zhou Q H, Wei F W. 2006. Early autumn habitat selection by the Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) in Tacheng, Yunnan. *Journal of China West Normal University (Natural Sciences)*, **27** (3): 233 - 238. (in Chinese)
- Liu Z S, Cao L R, Zhai H. 2004. Winter habitat selection by red deer (*Cervus alxaicus*) in Helan Mountain, China. *Zoological Research*, **25** (5): 403 - 409. (in Chinese)
- Lu J Q, Hou J H, Wang H F, Qu W Y. 2007. Current status of *Macaca mulatta* in Taihangshan Mountains Area, Jiyuan, Henan, China. *International Journal of Primatology*, **28** (5): 1085 - 1091.
- Lu J Q, Zhang Z B. 2004. Predation risk and its impact on animal foraging behavior. *Chinese Journal of Ecology*, **23** (2): 67 - 72. (in Chinese)
- McLoughlin P D, Case R L, Gau R J, Cluff H D, Mulders R, Messir G. 2002. Hierarchical habitat selection by barren-ground grizzly bears in the central Canadian Arctic. *Oecologia*, **132** (1): 102 - 108.
- Nakagawa N. 1989. Bioenergetics of Japanese monkeys (*Macaca fuscata*) on Kinkazan island during winter. *Primates*, **30** (4): 441 - 460.
- Su Y J, Ren R M, Yan K H, Li J J, Zhou Z Q, Hu Z L, Hu Y F. 1998. Preliminary survey of the home range and ranging behavior of golden monkeys (*Rhinopithecus roxellana*) in Shennongjia National Natural Reserve, Hubei, China. In: Jablonski N G ed. *The Natural History of the Doucs and Snub nosed Monkeys*. Singapore: World Scientific Publishing, 255 - 268.
- Suzuki A. 1965. An ecological study of wild Japanese monkeys in snowy areas focused on their food habits. *Primates*, **6** (1): 31 - 72.
- Theuerkauf J, Rouys S. 2008. Habitat selection by ungulates in relation to predation risk by wolves and humans in the Białowieza Forest, Poland. *Forest Ecology and Management*, **256** (6): 1325 - 1332.
- Wada K, 1964. Some observations on the life of monkeys in a snowy district of Japan. *Physiology and Ecology*, **12**: 151 - 174.
- Wada K. 1984. Ecological adaptation in rhesus monkeys at the Kumaon Himalaya. *The Journal of the Bombay Natural History Society*, **80**

- (3): 469-498.
- Wada K, Ichiki Y. 1980. Seasonal home range use by Japanese monkeys in the snowy Shiga heights. *Primates*, **21** (4): 468-483.
- Wei F W, Zhou A, Hu J C, Wang W. 1996. Habitat selection by giant pandas in Mabian Dafengding Reserve. *Acta Theriologica Sinica*, **16** (4): 241-245. (in Chinese)
- Yan Z C, Chen Y L. 1998. Habitat selection in animals. *Chinese Journal of Ecology*, **17** (2): 43-49. (in Chinese)
- Zhang Y P, Shi L M. 1993. Phylogeny of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) as revealed by mitochondrial DNA restriction enzyme analysis. *International Journal of Primatology*, **14** (4): 587-605.
- 马建章, 邹红菲, 贾竞波. 2004. 野生动物管理学 (第二版). 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 43-62.
- 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, 19-25.
- 李明, 王小明, 盛和林. 1998. 马鹿四个亚种的起源和遗传分化研究. *动物学研究*, **19** (3): 177-183.
- 李保国, 李智军, 熊成培. 1996. 陕西猕猴的栖息地和食物组成. *西北大学学报 (自然科学版)*, **26** (1): 87-92.
- 刘振生, 曹丽荣, 翟昊. 2004. 贺兰山马鹿对冬季生境的选择性. *动物学研究*, **25** (5): 403-409.
- 宋朝枢, 瞿文元. 1996. 太行山猕猴自然保护区科学考察集. 北京: 中国林业出版社, 1-98, 170-303.
- 胡玉梅, 张艳玲, 卫福玉, 王双霞. 2004. 济源市太行山猕猴自然保护区气候资源分析. *河南气象*, **4**: 27.
- 姜兆文, 徐利, 马逸清, 王永庆, 李永琪, Buskirk S W. 1998. 大兴安岭地区紫貂冬季生境选择的研究. *兽类学报*, **18** (2): 112-119.
- 蒋学龙, 王应祥, 马世来. 1991. 中国猕猴的分类及分布. *动物学研究*, **12**: 241-246.
- 黎大勇, 彭正松, 任宝平, Grütter C C. 周歧海, 魏辅文. 2006. 塔城滇金丝猴初秋对生境的选择性. *西华师范大学学报 (自然科学版)*, **27** (3): 233-238.
- 颜忠诚, 陈永林. 1998. 动物的生境选择. *生态学杂志*, **17** (2): 43-49.
- 路纪琪, 张知彬. 2004. 捕食风险及其对动物觅食行为的影响. *生态学杂志*, **23** (2): 67-72.
- 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): 48-52.
- 魏辅文, 周昂, 胡锦涛, 王维. 1996. 马边大风顶自然保护区大熊猫对生境的选择. *兽类学报*, **16** (4): 241-245.