

# 凉山山系林麝夏季利用生境特征\*

杨 萃<sup>1</sup> 马 光<sup>1</sup> 孟秀祥<sup>1\*\*</sup> 徐宏发<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 中央民族大学生命与环境科学学院, 北京 100081; <sup>2</sup> 华东师范大学生命科学学院, 上海 200062)

**摘 要** 采用样线法对位于四川凉山山系的美姑大风顶自然保护区林麝 (*Moschus berezovskii*) 的夏季利用生境特征进行了调查, 并对利用生境样地 ( $n=44$ ) 和非利用样地 ( $n=209$ ) 的生境变量进行了比较。结果表明: 大风顶保护区的林麝夏季利用生境的郁闭度 ( $32.4\% \pm 1.9\%$ )、灌木盖度 ( $27.1\% \pm 2.4\%$ ) 及竹子盖度 ( $40.8\% \pm 3.0\%$ ) 均显著小于对照样地 (郁闭度,  $50.5\% \pm 1.0\%$ ; 灌木盖度,  $39.7\% \pm 1.2\%$ ; 竹子盖度,  $59.1\% \pm 1.0\%$ ) ( $P<0.01$ ), 其海拔 ( $2762.16 \text{ m} \pm 12.63 \text{ m}$ ) 也显著低于非利用样地 ( $2777.80 \text{ m} \pm 11.21 \text{ m}$ ,  $P<0.05$ ), 而对照样地的基底岩石面积 ( $1.5\% \pm 0.4\%$ ) 显著少于利用样地 ( $18.3\% \pm 1.6\%$ ), 此外, 凉山林麝夏季喜好利用位于中坡位 ( $72.7\%$ ) 的  $45^\circ$  以上的坡地 ( $36.4\%$ ), 对平坡有回避趋向。主成分分析表明, 对凉山林麝生境选择起重要作用的前 4 个主成分的累积贡献率达  $74\%$ , 第 1 主成分为植被因子 (由竹子高度、植被类型和灌木盖度构成), 林麝夏季选择针阔混交林 ( $11.4\%$ ) 和针叶林 ( $88.6\%$ ) 中的具有一定灌木盖度 ( $27.1\% \pm 2.4\%$ ) 和竹子高度 ( $1.76 \text{ m} \pm 0.08 \text{ m}$ ) 的生境; 第 2 主成分为地形因子 (由海拔和坡度构成), 林麝夏季选择一定海拔的坡地生境; 第 3 主成分为水热因子 (由水源和坡向构成), 选择选择距离水源较近的东南坡生境为栖息地; 第 4 主成分为生境基底 (由倒木树桩密度和竹子盖度构成), 选择具有一定倒木树桩和竹子盖度的生境。

**关键词** 林麝; 生境特征; 夏季; 凉山山系

**中图分类号** Q958 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2011)1-0018-06

**Habitat characteristics favored by forest musk deer (*Moschus berezovskii*) in summer in Liangshan Mountains.** YANG Cui<sup>1</sup>, MA Guang<sup>1</sup>, MENG Xiu-xiang<sup>1\*\*</sup>, XU Hong-fa<sup>2</sup> (<sup>1</sup>College of Life and Environmental Sciences, Minzu University of China, Beijing 100081, China; <sup>2</sup>College of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2011, 30(1): 18-23.

**Abstract:** A transect investigation was made from June to August 2005 to study the habitat characteristics favored by forest musk deer (*Moschus berezovskii*) in summer in Dafengding National Natural Reserve in Liangshan Mountains of Sichuan Province, Southwest China. A total of 44 *M. berezovskii*-favored plots (20 m×20 m) and 209 non-favored plots (20 m×20 m) were sampled to compare 14 habitat variables. The variables were recorded as continuous factors such as elevation and shrub canopy and discrete variables such as slope position and water-source dispersion. The results showed that in summer, *M. berezovskii* preferred the habitats with lower proportions of arbor canopy ( $32.4\% \pm 1.9\%$ ), shrub canopy ( $27.1\% \pm 2.4\%$ ), and bamboo canopy ( $40.8\% \pm 3.0\%$ ), and higher proportion of rocky area ( $18.3\% \pm 1.6\%$ ) predominantly situated on eastern and southern slopes ( $81.8\%$ ). In comparison, the corresponding habitat variables for non-favored plots were  $50.5\% \pm 1.0\%$ ,  $39.7\% \pm 1.2\%$ ,  $59.1\% \pm 1.0\%$ , and  $1.5\% \pm 0.4\%$ , respectively. Principal components analysis (PCA) indicated the most important factor affecting *M. berezovskii* habitat selection was vegetation factor (including bamboo height, vegetation type, and shrub canopy). During summer, *M. berezovskii* predominantly selected conifer-broadleaf forest

\* 国家自然科学基金项目 (30770286)、教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目 (NCET-08-0596) 和“十一五”国家科技支撑计划项目 (2008BADB0B06) 资助。

\*\* 通讯作者 E-mail: mengxiuxiang2006@hotmail.com

收稿日期: 2010-06-03 接受日期: 2010-10-25

(11.4%) and conifer forest (88.6%) with certain shrub canopy ( $27.1\% \pm 2.4\%$ ) and bamboo canopy ( $1.76 \text{ m} \pm 0.08 \text{ m}$ ). In addition, topographic factor (including elevation and slope gradient), water-heat factor (including slope aspect and water-source dispersion), and habitat-ground factor were also important in determining the habitat characteristics favored by *M. berezovskii* in summer.

**Key words:** forest musk deer (*Moschus berezovskii*); habitat characteristics; summer; Liangshan Mountains.

林麝 (*Moschus berezovskii*) 是中国分布最广的麝类动物。由于历史上的乱捕滥猎及生境质量下降和丧失等原因,林麝日益濒危,在许多历史分布区已经绝迹 (Yang *et al.*, 2003)。保护野生生境是濒危麝类保护的重要途径,了解其生境特征和生境利用格局是重要前提。长期以来,在野生林麝的种群生态和生境选择等方面学者们开展了诸多研究。王会志和盛和林 (1988)、杨奇森等 (1989) 对四川分布的林麝生境特征和种群密度的关系进行了研究,发现该区域林麝主要选择次生灌丛和针阔混交林生境。王小明等 (1987) 表明,林麝的生境选择与食物和气候变化有关,存在明显的季节动态。四川凉山山系位于横断山脉东北沿,地理和气候均比较特殊,是生物多样性保护热点地区之一。迄今,对凉山山系林麝的研究相对较少。魏辅文等 (1995) 和郭建等 (2001) 利用分层抽样粪堆计数法,调查了凉山山系不同类型生境中林麝的种群密度和栖息地利用格局,发现常绿阔叶林内林麝密度最高,常绿落叶阔叶混交林和针阔混交林次之,针叶林中则无林麝分布。迄今缺乏对凉山山系核心区域林麝生境选择的研究。本文通过对凉山美姑大风顶自然保护区内林麝的夏季生境进行对照性取样,分析林麝夏季喜好生境的典型特征,以期对濒危林麝种群和栖息地的保护管理提供参考。

## 1 研究地区与研究方法

### 1.1 研究区概况

美姑大风顶自然保护区 ( $28^{\circ}32'N-28^{\circ}50'N$ ,  $102^{\circ}58'E-103^{\circ}20'E$ ) 位于四川省凉山彝族自治州美姑县境内,地处青藏高原东南缘横断山脉中段,位于全球生物多样性热点区域 (中国西南山地),属四川盆地亚热带湿润气候区的盆地边缘区,是四川盆地向川西高原山地的过渡地带。

保护区内气候属中亚热带季风湿润气候类型,植物生长季节长,雨量充沛,为华西雨屏边缘区域,年均温  $10.2^{\circ}\text{C}$ ,年降水量 1089 mm,相对湿度 80%,

无霜期 280 ~ 230 d,年均日照时数 918.1 h,年均日照率为 21%。保护区呈典型高山深谷地貌,自然植被垂直带谱结构完整,海拔 1300 m 以下组成树种以樟科 (Lauraceae) 和山毛榉科 (Fagaceae) 为主,海拔 1300 ~ 1800 m 为常绿阔叶林,海拔 1800 ~ 2200 m 为常绿与落叶阔叶混交林带,海拔 2200 ~ 2500 m 为针阔混交林带,海拔 2500 ~ 3500 m 为亚高山针叶林带,海拔 3500 m 以上为亚高山及高山灌丛草甸带。

### 1.2 研究方法

采用随机布点法定点并设置样线,样线间距 >1000 m,沿样线每隔 100 m 向左右垂直样线方向各前行 50 m,以最先发现林麝痕迹处 (粪便、足迹、卧迹、采食痕迹等) 为中心,布设 1 个  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  林麝利用生境样地 (单侧 50 m 样线最多布设 1 个利用样地),如无痕迹,则在 50 m 样线中点处设置 1 个  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  对照性非利用生境样地 (单侧最多布设 1 个非利用样地),并在上述  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  大样地中心和四角位置各布设 1 个  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  小样地。结合报道的林麝栖息地特征 (王会志和盛和林, 1988; 杨奇森等, 1989) 及考察地点的实际情况,参考常弘和肖前柱 (1988)、张明海等 (2001) 和鲁庆彬等 (2005) 的方法,定义生境变量如下:

1) 海拔。  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  样地中心所处地的海拔高度;

2) 坡向。  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  样地的坡向,即东坡 ( $45^{\circ} \sim 135^{\circ}$ ),南坡 ( $135^{\circ} \sim 225^{\circ}$ ),西坡 ( $225^{\circ} \sim 315^{\circ}$ ) 和北坡 ( $315^{\circ} \sim 45^{\circ}$ );

3) 坡位。  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  样地所处坡位,即坡下位 (山谷和坡下部),坡中位 (山腰或坡中部) 和坡上位 (坡上部);

4) 坡度。  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  样地的坡度,分为平坡 ( $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ),缓坡 ( $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ),斜坡 ( $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ) 和陡坡 ( $>45^{\circ}$ );

5) 植被类型。据优势判断  $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$  样地的主要植被生长型外貌,划分为阔叶林、针阔混交林、针叶林和灌丛;

- 6)演替类型。20 m×20 m 样地的主要的演替类型,即原生林、次生林和人工林;
- 7)郁闭度。估测样地内植被上层林冠对地面的覆盖百分比;
- 8)灌木盖度。小样地内地面灌丛盖度的平均值;
- 9)倒木树桩。样地内的倒木和树桩数(直径>10 cm);
- 10)岩石面积。样地基底的岩石面积与大样地的面积百分比;
- 11)竹子盖度。小样地内竹子盖度的平均值;
- 12)竹子高度。小样地 5 株竹子高度的平均值;
- 13)水源距离。估算样地到泉水及河溪(不含积雪)等水源的直线距离,分为<500 m、500 ~ 1000 m 和>1000 m;
- 14)人为干扰。估算样地到最近的人为干扰(如放牧、采集、农作及砍伐等)的直线距离,分为<500 m、500 ~ 1000 m 和>1000 m。

1.3 数据分析

采用 Mann-Whitney U Test 分析林麝利用样地与非利用样地间的连续型数值变量(即海拔、乔郁闭度、乔木高度、乔木胸径、乔木密度、灌木均高、灌木盖度、地表植被盖度及食物丰度)差异的显著性,并利用卡方检验(Chi-square test)比较 2 类样地各分类离散型变量(坡向、坡位、坡度、植被类型、水源距离、隐蔽度、避风、人为干扰距离)间的差异。对林麝利用样地的生境变量数据进行主成分分析(principal components analysis,PCA),确定影响林麝夏季生境选择的主要因子。

2 结果与分析

2.1 林麝夏季生境的总体特征

林麝夏季生境利用样地和非利用样地数值型变量的比较结果如表 1 所示。林麝夏季利用样地的郁闭度(32.4%±1.9%)、灌木盖度(27.1%±2.4%)

及竹子盖度(40.8%±3.0%)均极显著地小于非利用样地(郁闭度,50.5%±1.0%;灌木盖度,39.7%±1.3%;竹子盖度,59.1%±0.9%)( $P<0.01$ ),而利用样地的岩石面积比(18.30%±1.61%)大于非利用样地(1.52%±0.41%),二者间差异达极显著( $P<0.01$ )。此外,利用样地的海拔(2762.16±12.63 m)显著低于非利用样地(2777.80±11.21 m)( $P<0.05$ )。

林麝夏季生境利用样地与非利用样地离散型变量各水平的频次如表 2 所示,凉山林麝夏季对坡位的利用在利用样地和非利用样地之间的差异极显著( $P<0.01$ ),利用样地位于中坡位的比率(72.73%)有大于下坡位(6.82%)和上坡位(20.45%)的趋势。此外,林麝夏季利用样地与非利用样地在坡度选择上的差异也达到极显著水平( $P<0.01$ ),林麝夏季利用样地中,位于较陡坡地(对 45°以上的陡坡)的比率较多(36.36%),几乎缺乏对 0°~5°平坡(0°~5°)选择。

2.2 凉山林麝夏季生境选择的主要生态因子

对林麝利用样地各生境变量进行主成分分析(因演替类型变量值缺乏变异,该变量不参主成分分析)。主成分分析结果表明,前 4 个主成分对差异的累积贡献率已达 74%,可以较好地反映大风顶林麝夏季生境的特征,故只取前 4 个主成分计算和辨析相应的特征向量(表 3)。第 1 主成分对差异的累积贡献率是 33.93%,其中竹子高度、植被类型和灌木盖度变量的载荷系数绝对值明显偏高(分别为 0.88,0.86,0.72),反映了林麝生境的地表植被特征,将其定义为植被因子,结合表 1 和表 2 可知,林麝选择具有一定灌木盖度(27.1%±2.4%)和竹子高度(1.76±0.08 m)的针叶林生境(88.64%)作为其夏居地。第 2 主成分对差异的贡献率为 17.87%,海拔和坡度的载荷系数绝对值(0.86,0.74)较高,反映了林麝在选择生境时对地形的偏

表 1 林麝夏季生境利用样地和非利用样地的连续型生境变量  
Table 1 Continuous variables of used sites and random plots during summer in forest musk deer

样地	海拔 (m)	郁闭度 (%)	灌木盖度 (%)	倒木树桩	岩石面积比 (%)	竹子盖度 (%)	竹子高度 (m)
非利用样地 (n=209)	2777.80±11.21	50.5±1.0	39.7±1.3	0.21±0.01	1.52±0.41	59.1±0.9	1.88±0.04
利用样地 (n=44)	2762.16±12.63	32.4±1.9	27.1±2.4	0.17±0.01	18.30±1.61	40.8±3.0	1.76±0.08
P	0.041 *	0.001 **	0.001 **	0.067	0.001 **	0.001 **	0.157

数据为平均值±标准误; \*  $P<0.05$ , \*\*  $P<0.01$ 。下同。

表 2 林麝夏季生境利用样地和非利用样地的离散型生境变量  
Table 2 Discrete variables of used sites and random plots during summer in forest musk deer

变量	项目	非利用样地( <i>n</i> =209)		利用样地( <i>n</i> =44)		$\chi^2$ 检验
		频次 (次)	比率 (%)	频次 (次)	比率 (%)	
坡向	东	135	64.59	24	54.55	$\chi^2=6.349$
	南	28	13.40	12	27.27	<i>df</i> =3
	西	27	12.92	3	6.82	<i>P</i> =0.096
	北	19	9.09	5	11.36	
坡位**	上坡	17	8.13	9	20.45	$\chi^2=9.769$
	中坡	188	89.95	32	72.73	<i>df</i> =2
	下坡	4	1.91	3	6.82	<i>P</i> =0.008
坡度**	平坡 0°~5°	54	25.84	—	—	$\chi^2=27.904$
	缓坡 10°~20°	82	39.23	19	43.18	<i>df</i> =3
	斜坡 20°~45°	51	24.40	9	20.45	<i>P</i> =0.001
	陡坡>45°	22	10.53	16	36.36	
植被类型	阔叶林	5	2.39			$\chi^2=1.73$
	针阔混交	33	15.79	5	11.36	<i>df</i> =2
	针叶林	171	81.82	39	88.64	<i>P</i> =0.421
演替类型	原生林	203	97.13	44	100.00	$\chi^2=1.294$
						<i>df</i> =1 <i>P</i> =0.594
水源距离	人工林	6	2.87	—	—	
	近;<500 m	106	50.72	18	40.91	$\chi^2=1.451$
						<i>df</i> =2 <i>P</i> =0.484
人为干扰距离	中;500~1000 m	65	31.10	17	38.64	
	远;>1000 m	38	18.18	9	20.45	
	近;<500 m	27	12.92	6	13.64	$\chi^2=3.842$
						<i>df</i> =2 <i>P</i> =0.146
	中;500~1000 m	17	8.13			
	远;>1000 m	165	78.95	38	86.36	

好和选择,可定义为地形因子,林麝夏季喜好选择一定海拔带(2762.16 m±12.63 m)的坡地生境,对45°以上的陡坡利用率较高(36.36%),对0°~5°的平

坡有回避趋向。第3主成分对差异的贡献率为11.66%,水源和坡向载荷系数绝对值较高(0.82,

表 3 林麝夏季栖息地因子载荷系数的转置矩阵  
Table 3 Rotated component matrix on loading coefficients of summer habitat variables in forest musk deer

变量	特征向量			
	1	2	3	4
竹子高度	0.88	-0.12	-0.11	-0.19
植被类型	-0.86	-0.07	-0.12	-0.13
灌木盖度	0.72	0.43	0.02	0.28
岩石面积	0.63	-0.16	-0.41	0.05
海拔	0.16	0.86	-0.20	-0.25
坡度	0.13	-0.74	0.43	-0.19
郁闭度	-0.01	0.65	0.18	0.31
水源距离	-0.03	0.10	0.82	-0.05
坡向	0.05	-0.46	0.80	0.01
人为干扰	0.38	0.33	-0.57	0.33
坡位	0.44	0.31	-0.50	0.49
倒木树桩	-0.15	-0.03	-0.05	0.80
竹子盖度	-0.38	-0.16	0.12	-0.76

表 4 林麝生境因子的主成分分类及命名  
Table 4 Principal components of summer habitats in forest musk deer

主成分	构成变量及变量值	因子命名	贡献率(%)
1	竹高(1.76 m±0.08 m); 植被型(针阔混交:11.36%; 针叶林:88.64%); 灌木盖度(27.1%±2.4%)	植被因子	33.93
2	海拔(2762.16 m±12.63 m); 坡度(缓坡:43.18%; 斜坡:20.45%; 陡坡:36.36%; 回避0°~5°的平坡)	地形因子	17.87
3	水源距离(<100 m,40.91%; 100~200 m,38.64%;>200 m,20.45%); 坡向(东54.55%; 南27.27%; 西6.82%; 北11.36%)	水热因子	11.66
4	倒木树桩(0.17 m±0.01 m); 竹子盖度(40.8%±3.0%)	生境基底因子	10.67



0.80),反映了林麝夏季生境的水热特征,定义为水热因子,林麝喜好选择距离水源较近的东坡(54.55%)及南坡(27.27%)生境;第4主成分对差异的贡献率为10.67%,倒木树桩密度和竹子盖度载荷系数绝对值较高(0.80,0.76),反映了林麝夏季的生境基底特征,命名为生境基底因子,林麝夏季的喜好生境具有一定的倒木树桩密度( $0.17 \pm 0.01$ )和竹子盖度( $40.8\% \pm 3.0\%$ )。上述各主成分及构成生态变量见表4。

### 3 讨论

生境是野生动物生存的空间,生境选择是动物在长久进化中形成的稳定行为对策,具有物种特异性及时间空间动态性等特点(姜兆文等,1998;张明海和李言阔,2005)。

本研究表明,竹子高度、植被类型和灌木盖度构成的植被因子是影响大风顶林麝夏季生境选择的首要因素,对植被的强烈选择是大风顶林麝对栖息地内食物和隐蔽性生态需求的综合反映。

麝类动物是典型精食者动物(concentrate feeder),能量需求高,主要以双子叶草本植物的鲜嫩枝叶和花果等为食(徐正强和徐宏发,2003),其最大摄食高度由其后蹄直立的身体长度决定,即60~120 cm左右(于孝臣等,2000)。上述因素决定了林麝的喜好生境内必须具备乔木下层植物层次,即有一定的竹灌和地表植被分布。除供给食物外,林麝生境内的下层植被还与其反捕对策有关。麝类动物是典型隐蔽型林栖有蹄类,凭籍隐蔽逃脱天敌捕杀,但当被天敌发现时,又依靠快速奔跑逃逸(Green, 1987a),因此,除食物的丰富度和可得性外,林麝生境还应具备较好隐蔽性,但如下层植物盖度过大,生长过于密集,即会影响林麝奔逃躲避敌害。郭建等(2001)对相岭山系林麝的研究也得到了类似的结论,相岭林麝强烈回避浓密竹林,回避郁闭度太大或太小的山体,与此吻合,本研究中的林麝夏季生境的郁闭度、灌木盖度和竹子盖度比较适中,均小于对照样地。此外,本研究中的凉山林麝夏季对植被类型有强烈选择,对针叶林生境的选择利用率最高,与本结果类似,岷山山系分布的林麝夏季偏好选择暗针叶林(王小明等,1987),而唐家河保护区的林麝喜好生境为具备一定乔灌木密度的针叶林(王会志和盛和林,1988)。

在本研究中,由海拔和坡度构成的地形因子也

是描述大风顶林麝夏季生境特征的重要成分(第2主成分),即林麝夏季喜好选择一定海拔带( $2762.16 \text{ m} \pm 12.63 \text{ m}$ )的坡地生境,对45°以上的陡坡利用率较大(36.36%),而回避利用0°~5°的平坡生境。

郭建等(2001)和杨奇森等(1998)研究表明,相岭山系林麝和青海马麝(*Muntiacus sifanicus*)夏季对海拔有明显的选择性。本研究中,凉山林麝夏季对生境海拔有明显的选择,但其喜好海拔区间与报道的林麝及马麝和原麝(*Moschus moschiferus*)的喜好海拔高度有一定差异(杨奇森,1998;郭建等,2001;吴建平,2006),这可能同麝类动物的种间差异及各地域特定海拔带的环境条件和资源不同有关(杨奇森等,1989;魏辅文等,1995)。由于麝类动物后肢强壮,臀高大于肩高,此种身体解剖特点决定了其跳跃式的运动方式,适应于在坡地环境运动及避敌(Green, 1986),因此麝类动物多选择和利用坡地生境。郭建等(2001)的研究也表明,相岭林麝回避10°以下的平坦地带,本研究结果印证了该论断,而且推测林麝的这种坡度偏好应该没有季节差异,即林麝(或麝类动物)全年均偏好较陡的坡地生境,但尚需进一步的研究确定。

本研究表明,影响大风顶林麝夏季生境选择的水热因子由水源和坡向变量构成,林麝喜好选择距离水源较近的东坡及南坡生境。因本美姑大风顶自然保护区位于横断山区东北部季风区,属华西雨屏边沿区,气候湿润,雨量充沛,溪流众多,因此,水源不成为该区域的林麝的胁迫因素,更由于麝类动物为典型定居型领域动物(Green, 1987a, 1987b; 杨奇森等,1998),其生境具有较强的全功能性,即其喜好生境区域内有水源分布,因此,本研究中林麝选择的栖息地距离水源较近,这同于胡忠军(2007)等对陕西凤县林麝生境结构的分析结论。林麝对坡向的选择同其热量调节的生理特征直接相关。在本研究中,林麝夏季应对的是减少外源热的输入和增加散热,以减少夏季高温胁迫,但因麝类动物的毛发中空且厚,保温性强而散热较差(Zhang, 1983),因此,凉山林麝通过选择坡向以减少外源热的输入,即减少对正南坡的选择强度,但另一方面,受东南季风的影响,东南坡生境的阔叶植被生长较好,导致林麝喜食食物在各坡向的分布不均,而且麝类动物喜好于较向阳的灌丛摄食,而于暗针叶林卧息(郑生武和皮南林,1979)。因此,在热调节、食物多度和麝类

行为习性等的多重作用下,凉山林麝表现出综合的坡向选择格局,即对东坡和南坡生境的选择率大于西坡和北坡生境。该种坡向选择格局也见于相岭林麝(郭建等,2001)。此外,凉山美姑大风顶保护区的功能区分布较为特殊,其植被较优的核心区呈环带状分布于山体中坡位,环带上沿的缓冲区为亚高山草甸,存在放牧等人为活动,而下沿缓冲区邻近当地彝族村落,农业活动较多,因此,生性胆怯、极为机警的林麝可利用的适宜生境仅为中坡位的环带状分布核心区域,而在靠近环带上下边沿区域,由于人为干扰较大,栖息地的适宜性较差,因此,本研究中的林麝夏季喜好选择中坡位(72.73%)生境,对下坡位(6.82%)和上坡位(20.45%)生境选择较少。

影响凉山林麝夏季生境选择的生境基底因子含倒木树桩密度和竹子盖度,林麝夏季利用生境的倒木树桩密度和竹子盖度均低于对照样地,这可能同其快速弹跳逃遁的避敌和反捕对策有关,过多的倒木树桩和生长过密的竹灌等会减小林麝对危险刺激快速反应的有效性,而适度的倒木树桩和竹子,则可为林麝提供了蹭尾标记基底和隐蔽所(王小明等,1987)。此外,凉山林麝对生境基底质地也存在明显选择性,即偏好选择具有较多岩石面积的硬度较大生境。因麝类动物的蹄较尖、底面积相对较小及弹跳力较强等特点,较硬的石质基底利于其快速运动和反捕,而且高大岩石往往构成麝类动物的卧息依托和粪便标记位点(Green,1987a,1987b)。在陕西林麝和兴安岭的原麝(*Moschus moschiferus*)也存在类似的对基底岩石的正向选择格局(吴建平等,2006;胡忠军等,2007)。

**致 谢** 本研究得到四川美姑大风顶国家级自然保护区及下属保护站的大力协助,特致感谢。

## 参考文献

- 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.
- 郭 建,程晓峰,巨云为,等. 2001. 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, **7**(2): 183-185.

- 胡忠军,薛文杰,徐宏发. 2007. 紫柏山林麝分布区植物群落乔木层结构特征. 生态学杂志, **26**(6): 775-780.
- 姜兆文,徐 利,马逸清,等. 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.
- 鲁庆彬,王小明,胡锦矗,等. 2005. 四川石渠县夏季藏原羚的分布和栖息地特征. 兽类学报, **25**(1): 91-96.
- 王会志,盛和林. 1988. 四川盆地西北缘林麝种群密度及保护利用. 兽类学报, **8**(4): 241-249.
- 王小明,龚继恩,李建国. 1987. 林麝的一些生物学资料. 四川动物, **6**(3): 42-45.
- 魏辅文,王 维,杨 光,等. 1995. 四川马边大风顶自然保护区林麝种群密度初步分析. 四川动物, **14**(2): 66-67.
- 吴建平,周玲玲,穆立蕃. 2006. 小兴安岭通河林区原麝夏季对生境的选择. 兽类学报, **26**(1): 44-48.
- 徐正强,徐宏发. 2003. 饲养林麝的种群特征和幼麝的存活研究. 兽类学报, **23**(1): 17-20.
- 杨奇森,冯祚建,王祖望. 1998. 西藏东南部地区马麝家域的研究. 兽类学报, **18**(2): 87-94.
- 杨奇森,胡锦矗,彭基泰. 1989. 白玉县林麝种群密度的研究. 四川师范学院学报(自然科学版), **10**(4): 329-336.
- 于孝臣,秋 岩,宁 波. 2000. 原麝和斑羚冬季种间关系的研究. 林业科技, **25**(2): 41-44.
- 张明海,李言阔. 2005. 动物生境选择研究中的时空尺度. 兽类学报, **25**(4): 395-401.
- 张明海. 2001. 兴安岭呼中地区冬季驼鹿对生境的选择性. 兽类学报, **21**(4): 310-313.
- 郑生武,皮南林. 1979. 马麝的生态研究. 动物学报, **25**(2): 176-186.
- Green MJB. 1986. The distribution, status and conservation of the Himalayan musk deer (*Moschus chrysogaster*). *Biological Conservation*, **35**: 347-375.
- Green MJB. 1987a. Ecological separation in Himalayan ungulates. *Journal of Zoology*, **1**: 693-719.
- Green MJB. 1987b. Diet composition and quality in Himalayan musk deer based on faecal analysis. *Journal of Wildlife Management*, **51**: 880-892.
- Yang QS, Meng XX, Xia L, et al. 2003. Conservation status and causes of decline of musk deer (*Moschus* spp.) in China. *Biological Conservation*, **109**: 333-342.
- Zhang B. 1983. Musk deer: Their capture, domestication and care according to Chinese experience and methods. *Unasylva*, **35**: 16-24.

**作者简介** 杨 萃,女,1983年生,硕士研究生。主要从事野生动物生态及保护研究。E-mail: muskdeer2006@163.com

**责任编辑** 刘丽娟