

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.04.016

九龙山自然保护区林麝 (*Moschus berezovskii*) 的冬季生境选择

张冬冬^{1,2}, 张秋霞³

(1. 苍溪县林业和园林局, 四川 苍溪 628400; 2. 四川九龙山自然保护区管理处, 四川 苍溪 628400;
3. 苍溪县雍河乡社会事业服务中心, 四川 苍溪 628400)

摘要:为保护好林麝资源, 作者于2016年11月~2017年1月对九龙山自然保护区林麝冬季生境选择进行研究。采用随机设置样线机械布点法, 调查了区内林麝利用样方52个和对照样方78个, 首先运用Baileys置信区间法分析; 然后运用Kolmogorov-Smimov检验方法分析, 并通过主成分分析法分析生态因子在林麝冬季生境选择的影响。结果表明, 在冬季林麝喜欢相对海拔高、食物丰富、隐蔽好、郁闭度高、坡度陡、灌丛盖度较高、倒木且雪浅和有石子分布的针阔混交林的阳坡中坡位中栖息。

关键词:林麝; 生境; 九龙山自然保护区

中图分类号: S865.4⁺1 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2018)04-0064-05

Winter Habitat Selection by Musk Deers in Jiulong Mountain Nature Reserve

ZHANG Dong-dong^{1,2} ZHANG Qiu-xia³

(1. Forestry and Garden Bureau of Cangxi County, Cangxi 628400, China;
2. Management Office of Sichuan Jiulong Mountain Nature Reserve, Cangxi 628400, China;
3. Yonghe Township Social Service Center of Cangxi County, Cangxi 628400, China)

Abstract: The research was conducted on winter habitat selection of musk deers in Jiulong Mountain Nature Reserve, aiming to provide basis data for the recovery of populations. From November 2016 to January 2017, The method was used by setting the line randomly and putting on the points mechanically in Jiulong Mountain Nature Reserve. There were 52 quadrats used by musk deers and 78 control quadrats for the investigation. Firstly, there were four nominal variables of forest types, slope direction, slope position, steep rocky slopes by using the method of Baileys confidence interval analysis. Then there were nine quantitative variables by using single sample Kolmogorov-Smimov tests analysis, including altitude, sheltering class, canopy, food abundance, thickets coverage, slope gradient, human disturbance, snow depth, fallen trees. Through the principal component analysis, 13 factors were analyzed comprehensively by musk deer winter habitat selection. Baileys confidence interval analysis indicated that steep rocky slopes, sunny slope, middle slope and mixed forest were suitable habitats for musk deers in winter.

Key words: Musk deer (*Moschus berezovskii*), Habitat, Jiulong Mountain Nature Reserve

收稿日期: 2018-04-10

作者简介: 张冬冬(1986-), 男, 黑龙江肇东人, 硕士, 助理工程师, 主要从事森林资源管理和野生动植物保护与利用研究, e-mail: z04314548353a@163.com。

林麝(*Moschus berezovskii*)是一种小型哺乳动物,又称香獐,属于偶蹄目(Artiodactyla)、麝科(Moschidae)、麝属(*Moschus*),主要分布在四川、陕西、甘肃、云南、贵州等多个地区^[1]。生境选择是指动物对生活地点类型的选择或偏爱^[2]。动物对生境选择与其所生境生态环境息息相关^[3~5]。九龙山自然保护区冬季天气寒冷,食物资源较夏季发生很大变化,动物为抵御极端天气,对生境选择作出一系列的改变^[6~7]。张履冰^[8]等人研究了林麝冬、春季食性的变化,分析了多种生态因子对林麝生境的影响,但由于所研究的地区不同,林麝对冬季生境选择的策略也有所不同,为了更好地保护好林麝种群资源,作者对四川九龙山自然保护区内林麝冬季生境选择进行了研究,以期明确影响该地区林麝冬季生境选择的主要生态因子,为以后更好地保护区内林麝种群资源和科学研究提供依据^[9]。

1 研究区域概况与研究方法

1.1 研究区域概况

九龙山自然保护区位于四川省广元市苍溪县西北部,属苍溪林业和园林局管辖。保护区成立于2000年12月,总面积8 048 hm²,地理位置介于E105°58'51"~106°05'58"、N31°56'21"~32°02'29"之间,共有三川、九龙山、龙王等3个自然保护区管理站,保护区在山系上属于米仓山脉的延续—九龙山山脉,区内地势呈东北、西南走向,山峦重叠、谷峡壑深,海拔402.00 m至4137.50 m,属于中、低山地貌。保护区属于秦巴山区亚热带湿润季风气候,气候温和,四季分明。据当地气象资料显示,区内日照充足,累年年平均日照时数为1 560.5 h,月日照8月最多,达209.3 h,2月最少,仅72.6 h。区内年平均气温为12℃,最低温-5℃,最高温36℃。区内年降雨量在1 100 mm~1 300 mm之间,多集中在夏季,每年的6月下旬至7月中旬和8月中旬至9月下旬两个时期多暴雨和洪涝,7月下旬至8月上旬相对少雨,常有伏旱发生,4月下旬至5月下旬,是雨量增加较快的时期,有利于春耕生产。区内年相对湿度75%以上,无霜期260 d~280 d,降雪时间较早,持续时间较长,积雪较厚,多年平均降雪天数为3 d。区内共有高等植物4门170科892种,其中列入国家I级保护野生植物名录的有银杏(*Ginkgo bi-*

loba L)和水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng)两种,列入国家II级保护植物名录的有厚朴(*Magnolia officinalis* Rehd. et Wils)、油樟(*Cinnamomum longipaniculatum* (Gamble) N. Chao ex H. W. Li)、香樟(*Cinnamomum camphora* (L.) Presl)、楠木(*Phoebe zhennan* S. Lee)、黄皮树(*Phellodendron chinense*)、喜树(*Camptotheca Acuminata*)、杜仲(*Eucommia ulmoides*)、红豆树(*Ormosia hosiei* Hemsl. et Wils)8种,目前发现的这些树种都是人工栽培种。脊椎动物5纲32目84科277种,其中列入国家I级保护动物有豹(*Panthera pardus*)和林麝两种,列入国家II级保护动物有猕猴(*Macaca mulatta*)、豺(*Cuon alpinus*)、水獭(*Lutra lutra*)、大灵猫(*Viverra zibetha*)和小灵猫(*Viverricula indica*)19种。

1.2 研究方法

2016年11月—2017年1月采用随机设置样线机械布点法,在保护区林相图上随机选取点,然后沿与等高线垂直方向设置样线17条^[10~11],样线间距大于300 m,样线长约2 km。每行走1 km,便设置一个5 m×5 m和一个2 m×2 m的样方,用GPS定位样方中心,在实地研究调查中如发现足迹、卧迹、食痕等林麝活动过的痕迹,便以该痕迹中心作一个5 m×5 m和一个2 m×2 m的样方,记为利用样方;未发现活动痕迹的,记为对照样方,依次类推。详细测量记录每个样方内植被类型、海拔、坡位、坡向、坡度、隐蔽级、郁闭度、食物丰富度、灌丛盖度、距人为干扰距离、雪深、石砾子和倒木等13类因子。共测量52个林麝生境利用样方和78个对照样方。各类生态因子的划分^[12]如下:

(1) 植被类型。分为1阔叶林、2针阔混交林、3针叶林;

(2) 海拔。样方的海拔高度,使用GPS测定;

(3) 坡位。分为上、中、下坡位;

(4) 坡向。分为阳、半阴半阳、阴坡;

(5) 坡度。分为三个等级,平坡 $\leq 25^\circ$ 、 $25^\circ <$ 缓坡 $< 45^\circ$ 、陡坡 $\geq 45^\circ$;

(6) 隐蔽级。通过样方中心测算东南西北四个方向可视距离,求其平均值;

(7) 郁闭度。测算树木在样方中的垂直投影占比;

(8) 食物丰富度。测算样方中林麝主要采食食物,取平均值;

(9) 灌丛盖度。测算样方中植被对地表的覆盖占比;

(10) 距人为干扰距离。测量样方中心距离农田、村落、公路的垂直距离;

(11) 雪深。测量样方中心处的雪深;

(12) 石砧子。统计样方内是否有裸岩,有记为 1,没有记为 0。

(13) 倒木。统计样方内是否有树胸径大于 10 cm 的倒木,有记为 1,没有记为 0;

1.3 数据统计与分析

所有试验数据用 Spss22.0 和 WPS2017 处理,将 4 个名词型变量:植被类型、坡向、坡位、石砧子等,运用 Baileys 置信区间法^[13]进行分析;9 个数量型变

量:海拔、隐蔽级、郁闭度、食物丰富度、灌丛盖度、坡度、距人为干扰距离、雪深、倒木等利用 Kolmogorov-Smimov 单样本检验方法进行正态分析;对这 13 个因子做主成分分析,从而分析影响林麝冬季生境选择的生态因子。

2 结果与分析

2.1 置信区间 Baileys 法分析

对生境内的 4 个名词型变量:植被类型、坡向、坡位、石砧子等进行分析,结果(表 1)表明林麝冬季喜欢在有石砧子分布的针阔混交林的阳坡中坡位中栖息。

表 1 九龙山自然保护区林麝冬季对生境类型的选择和利用

Tab. 1 Selection and utilization of habitat types by musk deers during winter in Jiulong Mountain Nature Reserve

生境类型 Habitat type		实际利用比例 P_i Actual proportion used (n = 52)	期望利用比例 P_w Expected proportion used (n = 78)	P_i 的 Bailey's 95% 置信区间 Bailey's 95% confidence interval for P_i
植被类型 Forest type	针叶林 Coniferous forest	0.064	0.212	$0.051 \leq P_i \leq 0.126 (-)$
	针阔混交林 Mixed forest	0.745	0.560	$0.624 \leq P_i \leq 0.707 (+)$
	阔叶林 Broad-leaved forest	0.217	0.248	$0.212 \leq P_i \leq 0.260 (0)$
坡向 Slope direction	阳坡 Sunny slope	0.624	0.441	$0.610 \leq P_i \leq 0.713 (+)$
	阴坡 Shady slope	0.097	0.320	$0.079 \leq P_i \leq 0.293 (-)$
	半阴半阳坡 Half sunny and half shady slope	0.273	0.286	$0.226 \leq P_i \leq 0.293 (0)$
坡位 Slope location	上坡位 Upper slope	0.182	0.187	$0.153 \leq P_i \leq 0.215 (0)$
	下坡位 Lower slope	0.331	0.512	$0.316 \leq P_i \leq 0.432 (-)$
	中坡位 Middle slope	0.534	0.230	$0.482 \leq P_i \leq 0.622 (+)$
石砧子 Steep rocky slopes	有 With	0.715	0.657	$0.627 \leq P_i \leq 0.748 (+)$
	无 Without	0.052	0.301	$0.052 \leq P_i \leq 0.161 (-)$

注: +. 偏好选择; -. 避开选择; 0. 随机选择。

Note: +. Preference selection; -. Avoid selection; 0. Random selection.

2.2 非参数检验 Mann-Whitey U 检验

对 9 个数量型变量:海拔、隐蔽级、郁闭度、食物丰富度、灌丛盖度、坡度、距人为干扰距离、雪深、倒木等因子进行正态分布检验,通过非参数检验 Mann-Whitey U 检验表明(表 2),8 个数量型变量存在显著差异($P < 0.05$),1 个数量型变量距人为干扰距离差异不显著($P > 0.05$),即林麝冬季喜欢在相对海拔高、食物丰富、隐蔽好、郁闭度高、坡度陡、灌丛盖度高、有倒木且雪浅的生境活动。

2.3 生态因子主成分分析

通过对林麝冬季 52 个利用样方的生态因子进行主成分分析,前 5 个特征值的累计贡献率达到 76.223%,可以较好地反映林麝冬季生境选择特征,因此,只选用前 5 个主成分进行分析。同时计算样方中各因子载荷系数,并将各生境变量载荷系数绝

对值大于 0.6 的来确定为影响林麝生境利用的主要因子。根据表 3 主成分分析结果可知:第 1 主成分贡献率为 26.764%,其中载荷系数绝对值大于 0.60 的因子有海拔 0.652 和坡度 0.663,说明这 2 类因子具有较大的载荷信息量,成为第 1 主成分的主要部分,表明在冬季林麝多分布于相对海拔高、坡度较陡的生境中。第 2 主成分的贡献率为 21.543%,其中食物丰富度 0.721 和距人为干扰距离 0.601,表明在冬季林麝多分布于食物较丰富且远离人为干扰的生境中。第 3 主成分的贡献率为 10.637%,其中坡向 0.665 和灌丛盖度 0.673,表明在冬季林麝多分布于灌丛盖度较高的阳坡生境中。第 4 主成分的贡献率为 9.136%,其中坡位 0.712 和隐蔽级 0.801,表明在冬季林麝所分布于隐蔽级较高的中坡位的生境中。第 5 主成分的贡献率为 8.143%,其中倒木

0.636 和石砾子 0.672,表明在冬季林麝多分布于有 倒木和石砾子的生境中。

表 2 九龙山自然保护区林麝冬季利用样方与对照样方中生境因子的比较

Tab. 2 Comparison of habitat factors in sites used by musk deer and in random quadrats during winter in Jiulong Mountain Nature Reserve

变量 Variables	利用样方(n=52) Used quadrats	对照样方(n=78) Random quadrats	Mann-Whitey U-test	P
海拔(m) Altitude	670.57 ± 13.01	752.25 ± 11.62	-1.573	0.001*
隐蔽级(%) Sheltering class	31.63 ± 2.26	24.13 ± 2.54	-2.616	0.001*
郁闭度(%) Canopy	42.22 ± 1.62	33.43 ± 1.55	-4.086	0.000*
食物丰富度(%) Food abundant	41.78 ± 1.06	21.56 ± 0.75	-4.070	0.002*
灌丛盖度(%) Thickets coverage	44.44 ± 1.25	33.74 ± 1.58	-3.899	0.001*
坡度(°) Slope gradient	32.79 ± 0.49	28.57 ± 0.67	-2.856	0.004*
距人为干扰距离(m) Human disturbance	2022.38 ± 177.81	2761.69 ± 330.83	-3.392	0.542
雪深(cm) Snow depth	12.28 ± 1.24	19.28 ± 0.55	-4.597	0.000*
倒木(数) Fallen tree	3.03 ± 0.10	1.42 ± 0.16	-3.392	0.021*

注: * 差异显著(P < 0.05)

Note: * Significant difference(P < 0.05)

表 3 九龙山自然保护区林麝冬季生境选择各因子的主成分分析

Tab. 3 Results of principal component analysis (PCA) for winter habitat selection factors by musk deer in Jiulong Mountain Nature Reserve

变量 Variance	特征向量 Eigenvector				
	1(26.764%)	2(21.543%)	3(10.637%)	4(9.136%)	5(8.143%)
植被类型 Forest type	0.124	0.333	0.104	-0.022	0.116
坡向 Aspect	0.129	-0.127	0.665	0.547	0.354
坡位 Slope location	-0.475	-0.323	-0.114	0.712	-0.016
石砾子 Steep rocky slopes	0.237	-0.154	0.135	0.241	0.672
海拔(m) Altitude	0.652	0.123	0.333	0.215	-0.135
隐蔽级(%) Sheltering class	-0.546	0.133	0.218	0.801	0.226
郁闭度(%) Canopy	0.215	0.317	-0.225	0.587	-0.208
食物丰富度(%) Food abundant	-0.331	0.721	-0.233	0.245	-0.153
灌丛盖度(%) Thickets coverage	-0.184	0.206	0.673	0.452	-0.213
坡度(°) Slope gradient	0.663	-0.254	0.215	-0.263	0.175
距人为干扰距离(m) Distance from human disturbance	0.353	0.601	0.424	0.173	-0.256
雪深(cm) Snow depth	0.302	0.224	0.512	-0.215	0.114
倒木(株) Fallen tree	0.266	-0.368	-0.224	-0.152	0.636

所有数据经过 Spss22.0 和 WPS2017 处理。

3 讨论与结论

动物对生境选择与多种生态因子有关^[14], 本研究结果表明, 九龙山自然保护区林麝冬季喜欢在有石砾子分布的针阔混交林的阳坡中坡位中栖息。这与罗翀等^[15]对秦岭山系林麝生境预测研究结果类似。主要因为林麝在选择生境时会主动选择阳坡、雪小、风小、气温高等利于生存的地方, 在实地调查中也发现大多有石砾子的地方是悬崖峭壁, 林麝在此区域活动被捕食的风险较小。针阔混交林利于林麝及时发现天敌并迅速做出逃跑策略^[9]。在九龙山自然保护区的冬季, 林麝表现出对针阔混交林的偏爱, 这与王志会等^[16]研究结果相似, 主要因为针叶林多生长在高海拔地区, 那里气温低、林下植物单一, 不利于林麝的活动。而阔叶林分布海拔低、植被

丰富, 易受干扰等原因也不利于林麝栖息。

根据研究结果, 可知在九龙山自然保护区内, 林麝冬季多喜欢分布在平均海拔 683 m 左右的区域, 这里人为干扰及与其他动物竞争较少。林麝行动敏捷, 经常活动在有石砾子分布的山坡或悬崖附近, 本文经 Mann-Whitey U 检验也证明了林麝对坡度的偏爱, 这应该与躲避敌害的有直接关系。每年 12 月至次年 1 月, 九龙山自然保护区积雪会深达 15 cm ~ 20 cm, 植被匮乏, 加之其他有蹄类动物如小鹿 (*Muntiacus reevesi*)、野猪 (*Sus scrofa ussuricus*) 等对食物资源的争夺, 均促使林麝主动放弃一些食物领地, 转而选择其他有蹄类不易到达的区域且食物丰富度高的区域活动和取食, 这与 Borkowski J 等^[12]研究的结果相一致, 说明食物和隐蔽条件对林麝的栖息有重要影响。九龙山保护区内针阔混交林和倒木下植被资源可以为林麝提供很好的隐蔽条件和充

足食物,这与罗狮等^[15]基于生态位模型的秦岭山系林麝生境预测的研究结果有一定差别,可能与九龙山地区比秦岭山系纬度低,冬季环境条件相对较好有关。在冬季调查中发现林麝会其活动的区域内刨雪,这与 Sergeant G A 等^[17]研究可知小型有蹄类有刨雪的表现行为相一致,因为厚雪会增加取食难度,消耗体力,同时会增加被豹子捕食的风险。林麝的足迹常常呈跳跃式^[1],冬季调查中发现确实如此。这与葛志勇^[18]硕士论文中关于有蹄类痕迹的说明有明显不同。

对九龙山自然保护区林麝冬季生境的研究表明,在冬季的恶劣环境条件下,林麝仍可做出选择,并做出适合的选择策略,这为以后该地区的林麝深入研究提供参考。

致谢:感谢四川省林业厅及广元市林业和园林局对野外调查工作的大力支持!

参考文献:

- [1] 盛和林,刘志霄. 中国麝科动物[M]. 上海:上海科学技术出版社,2007.
- [2] 尚玉昌. 行为生态学[M]. 北京:北京大学出版社,1998.
- [3] Powell R A, Zimmernan J W, Seaman D E. Ecology and behaviour of North American black bears: Home ranges, habitat and social organization[M]. New York: Chapman and Hall, 1997.
- [4] Benson J F, Chamberlain M J. Space use and habitat selection by female Louisiana black bears in the Tensas River Basin of Louisiana[J]. Journal of Wildlife Management, 2005, 71(1): 117 ~ 126.
- [5] Fretwell S D, Lucas H L, Jr. On territorial behavior and other fac-

tors influencing habitat distribution in birds. Theoretical development[J]. Acta Biotheoretica, 1969, 19(01): 16 ~ 36.

- [6] Parker K L, Robbins C T. Thermo regulation in mule deer and elk [J]. Can J Zool, 1984, 62(7): 1409 ~ 1422.
- [7] Mautz W W. Sledding on a bushy hillside: The fat cycle in deer [J]. Wildl Soc Bull, 1978, 6: 88 ~ 90.
- [8] 张履冰,徐宏发,薛文杰,等. 陕西凤县林麝的冬、春季食性的初步研究[J]. 四川动物, 2008, (01): 110 ~ 114.
- [9] 张冬冬,朱洪强,葛志勇,等. 黄泥河自然保护区原麝冬季栖息地的选择[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2015, 43(06): 15 ~ 20.
- [10] 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[J], 2007, 42(4): 45 ~ 50.
- [11] 刘振生,曹丽荣,翟昊,等. 贺兰山区马鹿对冬季生境的选择性[J]. 动物学研究, 2004, 05: 403 ~ 409.
- [12] Borkowski J, Ukalska J. Winter habitat use by red and roe deer in pine-dominated forest [J]. Forest Ecology and Management, 2008, (255): 468 ~ 475.
- [13] 戎可,宗诚,马建章. Bailey's 方法在生境选择研究中的应用[J]. 动物学研究, 2009, 30(2): 215 ~ 220.
- [14] Schmitz O J. Thermal constraints and optimization of winter feeding and habitat choice in white-tailed deer [J]. Ecography, 1991, 14(2): 104 ~ 111.
- [15] 罗狮,徐卫华,周志翔,等. 基于生态位模型的秦岭山系林麝生境预测[J]. 生态学报, 2011, 31(05): 1221 ~ 1229.
- [16] 王会志,盛和林. 四川盆地西北缘林麝种群密度及保护与利用[J]. 兽类学报, 1988, 04: 24 ~ 1249.
- [17] Sergeant G A, Eberhardt L E, Peek J M. Thermoregulation by mule deer (*Odocoileus hemionus*) in arid rangelands of southcentral Washington[J]. Mammal, 1994, 75: 536 ~ 544.
- [18] 葛志勇. 黄泥河自然保护区有蹄类动物冬季栖息地选择[D]. 吉林农业大学, 2012.

(上接第 58 页)

而甘肃梅花草以前仅分布于甘肃南部,此区域属于秦巴山地,与华西雨屏带北部岷山山脉相邻,而新记录发现地瓦屋山则属于华西雨屏带的邛崃山脉南部余脉^[8],证明华西雨屏带可能是连接南北区域的过渡地带和植物迁移通道。新记录的发现丰富了四川的生物多样性,也为研究梅花草属的起源和演化扩散提供新的分布地。

参考文献:

- [1] 《中国植物志》编撰委员会. 中国植物志. 第 35 卷(1) [M]. 北京: 科学技术出版社, 1995.
- [2] 田旗,葛斌杰,王正伟. 四川省杜鹃花属植物地理分布新记录

[J]. 西北植物学报, 2011, 31(1): 192 ~ 194.

- [3] 张开元,饶文霞,尹显梅,等. 四川重楼属植物 2 新记录变种 [J]. 西北植物学报, 2016, 36(11): 2346 ~ 2348.
- [4] 胡君,赵中国,刘庆,等. 四川省国家 II 级保护植物新记录一半枫荷 [J]. 四川林业科技, 2018, 39(1): 63 ~ 65.
- [5] WuZY, Raven PH, Hong DY. Flora of China (Vol. 8) [M]. Beijing: Science Press, and St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. 2001: 375 ~ 377.
- [6] 吴丁. 梅花草属植物的系统演化与生物地理 [D]. 中国科学院昆明植物研究所, 2005.
- [7] 柏梦焱,李亚茹,朱琼洁,等. 基于 ITS 序列的梅花草属 *Parnassia* L. 系统发育初步研究 [J]. 大理学院学报, 2015, 14(12): 82 ~ 88.
- [8] 庄平,高贤明. 华西雨屏带及其对我国生物多样性保育的意义 [J]. 生物多样性, 2002, 10(3): 339 ~ 344.