

DOI: 10.5846/stxb201911122385

李宗智, 刘振生, 米书慧, 吴建平, 滕丽微. 白山原麝国家级自然保护区獐春夏生境选择. 生态学报, 2021, 41(4): 1625-1633.

Li Z Z, Liu Z S, Mi S H, Wu J P, Teng L W. Habitat selection of the Chinese water deer at Baishan Musk Deer Natural Reserve in spring and summer. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(4): 1625-1633.

白山原麝国家级自然保护区獐春夏生境选择

李宗智¹, 刘振生^{1,2}, 米书慧¹, 吴建平¹, 滕丽微^{1,2,*}

1 东北林业大学野生动物与自然保护地学院, 哈尔滨 150040

2 国家林业和草原局野生动物保护学重点开放实验室, 哈尔滨 150040

摘要: 生境与动物个体密切相关, 生境中元素的不同影响着动物个体对不同生境的选择。2018 年 5—7 月和 2019 年 3—4 月在吉林省白山原麝国家级自然保护区对獐 (*Hydropotes inermis*) 的春夏季生境选择进行了研究, 共记录利用样方 104 个 (春季 53 个, 夏季 51 个), 对照样方 85 个 (春季 46 个, 夏季 39 个)。利用卡方检验对植被类型、优势植物、坡位、坡向 4 种非数值型环境因子进行分析, 结果表明春季和夏季獐对这 4 种环境因子的选择均具有显著性差异, 偏好选择以青蒿 (*Artemisia carvifolia*) 为优势植物, 位于中坡位, 坡向为阳坡的草地生境活动。利用独立样本 *T* 检验和 Mann-Whitney *U* 检验对海拔、人为干扰距离、水源距离、草本覆盖度、优势草本高度、隐蔽级、坡度 7 种数值型环境因子进行分析, 结果表明春季和夏季獐均偏好选择隐蔽级较高 (春季 30.189 ± 14.609 , 夏季 62.745 ± 29.737)、优势草本高度较高 (春季 87.359 ± 16.190 , 84.510 ± 29.618)、坡度较缓的生境 (春季 14.245 ± 3.721 , 13.333 ± 5.260) 活动。此外, 资源选择函数模型对獐的春季和夏季的生境选择预测正确率均大于 90%, 表明该模型可以较好地预测獐的生境选择。白山原麝国家级自然保护区獐种群数量较小, 适宜性栖息地面积较少, 应加强对其种群及适宜性生境的保护。

关键词: 獐; 生境选择; 资源选择函数; 白山原麝国家级自然保护区

Habitat selection of the Chinese water deer at Baishan Musk Deer Natural Reserve in spring and summer

LI Zongzhi¹, LIU Zhensheng^{1,2}, MI Shuhui¹, WU Jianping¹, TENG Liwei^{1,2,*}

1 College of Wildlife And Protected Area, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 Key Laboratory of Conservation Biology, National Forestry And Grassland Administration, Harbin 150040, China

Abstract: Habitat selection is regarded as a crucial part of wildlife research nowadays. The Chinese water deer (*Hydropotes inermis*) was rediscovered in Jilin Province recently by us, but it was thought to have disappeared since 1950s. However, both the population and distribution of water deer in Jilin province were very limited. We therefore, firstly carried out field research on the habitat selection of water deer in Baishan Musk Deer Nature Reserve, which aimed to figure out how the deer interact with the environment to meet their requirements for survival and reproduction. Field study was carried out from May to July 2018 and March to April 2019 and a total of 104 used plots (53 in spring and 51 in summer) and 85 control plots (46 in spring and 39 in summer) were recorded. The *Chi*-square test was adopted to analyze nonnumeric habitat factors, *i. e.* the vegetation type, dominant plant species, slope and slope direction. The results indicated that there were significant differences among these factors when the water deer selected habitats and they preferred grassland at sunny and middle slope with the dominant plant was *Artemisia carvifolia*. While the numeric habitats factors, *i. e.* the distance to human disturbance, distance to water, herbage coverage, hiding cover, elevation, height of dominant herbage and slope

基金项目: 中央高校基本科研业务费资助项目 (2572014CA03); 国家林业和草原局野生动植物保护与自然保护地管理司资助项目; 国家自然科学基金 (32070519)

收稿日期: 2019-11-12; 网络出版日期: 2020-12-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tenglw1975@163.com

degree were analyzed by using the independent-samples *T* test and Mann-Whitney *U* test. The results revealed that habitats with higher hiding cover (30.189 ± 14.609 in spring, 62.745 ± 29.737 in summer), higher height of dominant herbage (87.359 ± 16.190 in spring, 84.510 ± 29.618 in summer), and less steep slope (14.245 ± 3.721 in spring, 13.333 ± 5.260 in summer) were preferentially chosen by the water deer both in spring and summer. Besides, a Resource Selection Function model was applied to study the effects of different habitat factors on the habitat selection of the water deer. Moreover, Spearman Correlation test was employed to analyze the correlation of numeric habitat factors and the highly correlated ones, whose absolute value of correlation coefficients was more than 0.5 would be removed before applied into Resource Selection Function model. Generally, Resource Selection Function model could predict the habitat selection of water deer in Baishan properly for the correctly predicted rate in our study were more than 90% both in spring and summer. The population size and distribution area of the water deer in Baishan Musk Deer Nature Reserve were pretty limited and the majority of their habitats were closed to farmland. In order to protect the water deer, we should make efforts to protect their suitable habitats, enhance people's awareness of wildlife protection and reduce the impact of anthropogenic disturbance on the deer.

Key Words: water deer; habitat selection; resource selection function; Baishan Musk Deer Natural Reserve

生境是生命体所生存的环境,包含了为生命体的生存和繁衍提供条件的所有生态因子的总和^[1]。生境选择直接地影响着动物个体的繁殖成功率及存活率,从而影响种群的动态变化及物种的分布^[2-3]。随着社会的发展和人类活动的进行,生境退化和破碎化不断加剧,严重地影响到了野生动物的生存。生境选择的研究旨在探明野生动物与其生存环境之间的关系,具有针对性地对野生动物生境进行保护和恢复,从而有效地保护濒危野生动物种群。

獐(*Hydropotes inermis*)又名“河鹿”,隶属于鹿科(Cervidae)獐亚科(Hydropotinae)獐属(*Hydropotes*),是我国国家 II 级重点保护野生动物,被 IUCN 濒危物种红色名录列为易危^[4]。獐被认为是最为原始的鹿科动物之一,具有 2 个亚种:指名亚种(*H. i. inermis* Swinhoe, 1870),分布于我国,被引种到英国并已形成稳定的野生种群;朝鲜亚种(*H. i. argyropus* Heude, 1884),分布于朝鲜半岛^[5-6]。历史上獐在中国曾广泛分布于辽东半岛、华北平原及长江两岸^[7],由于人类活动的影响,獐的栖息地不断破碎化,分布区不断减小,现有文献表明獐分布于江苏、浙江、江西、湖北、福建和吉林^[8-9]。

19 世纪 50 年代之后,没有发现獐在吉林省分布的相关报道^[8,10-11],而近期发现了獐在吉林省的分布^[9],表明其栖息地得到了一定的恢复。对于这一重新发现的种群还缺乏了解,本文首先对其生境进行了考察研究,同时与分布于我国南方的獐进行比较。

1 研究地概况

白山原麝国家级自然保护区(图 1,下称白山保护区)位于吉林省白山市东南部,地理坐标为东经 $126^{\circ} 29' 50''$ — $126^{\circ} 45' 27''$,北纬 $41^{\circ} 36' 43''$ — $41^{\circ} 49' 54''$,总面积 21995 hm^2 ,南隔鸭绿江与朝鲜相望。白山保护区属温带大陆性东亚季风气候,年平均气温为 5.07°C ,年平均降水量 793.1 mm ,无霜期:140—150 d。保护区内野生动植物资源丰富,具有野生植物 153 科 918 种;野生脊椎动物 6 纲 33 目 86 科 355 种,其中国家 I 级重点保护野生动物 7 种,包括原麝(*Moschus moschiferus*)、紫貂(*Martes zibellina*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)等,国家 II 级重点保护野生动物 34 种,包括黑熊(*Ursus thibetanus*)、青鼬(*Martes flavigula*)等^[12]。

2 研究方法

2.1 数据采集

2018 年 5—7 月、2019 年 3—4 月在白山保护区及其外围獐分布区对獐的生境进行实地调查。獐在白山

保护区的种群数量小,加之其属于小型独栖反刍动物,喜独居、行踪隐蔽、警惕性高且生境郁闭度较大,在野外难以观察到实体^[13]。因此在野外调查中,发现獐的卧迹、食痕、粪便等活动痕迹时设定 10 m×10 m 的利用样方记录其生境信息,包括植被类型、优势植物、海拔、人为干扰距离、水源距离、草本覆盖度、优势草本高度、隐蔽级、坡度、坡位、坡向和坐标,同时在任意方向距离该利用样方 500 m 以上且没有獐活动痕迹的点设定 10 m×10 m 的对照样方,记录与利用样方同样的生境信息。共记录利用样方 104 个(春季 53 个,夏季 51 个),对照样方 85 个(春季 46 个,夏季 39 个)(图 2)。

2.2 数据分析

采用卡方检验对非数值型环境因子进行分析。使用单样本 K-S 检验数值型环境因子是否符合正态分布,对于正态分布和非正态分布的环境因子分别使用独立样本 *T* 检验和 Mann-Whitney *U* 检验进行分析。利用资源选择函数分析不同环境因子对獐生境选择的影响。

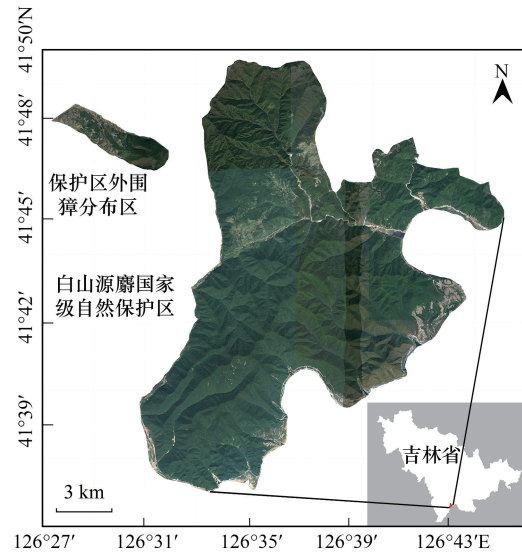


图 1 白山原麝国家级自然保护区

Fig. 1 Baishan Musk deer National Nature Reserve

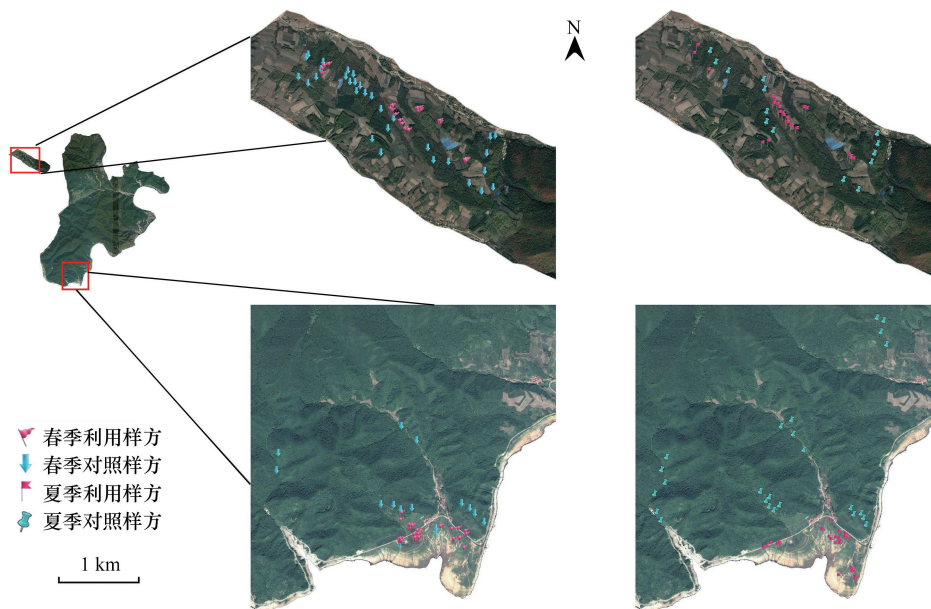


图 2 獐春夏生境利用样方与对照样方

Fig. 2 The used plots and control plots of water deer in spring and summer

近年来,资源选择函数被用于藏狐(*Vulpes ferrilata*)、褐马鸡(*Crossoptilon mantchuricum*)、紫貂、丹顶鹤(*Grus japonensis*)等珍稀濒危野生动物的生境选择研究中^[14-18]。资源选择函数是一个包括多个独立生境变量的线性对数模型: $\omega(x) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)$,其中 x 代表了不同的独立生境变量, β 表示选择系数。那么,物种对生境的选择概率为:

$$T(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}{[1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)]}$$

当 $T(x)$ 值为 1 或 0 时,表示选择或不选择,选择系数 β 由逻辑斯蒂回归系数来估计^[18]。为控制各变量

之间的自相关性,在拟合逻辑斯蒂方程之前对所有的生境变量进行相关性分析,当相关系数绝对值 ≤ 0.5 时,可看做无自相关性^[14,19-20]。采用 Spearman 相关系数对利用样方和对照样方的数据进行相关分析,去除相关系数绝对值 >0.5 且与其他因子的相关系数较大的因子^[14]。

所有数据处理在 SPSS 20 和 Excel 2016 中进行。

3 结果

3.1 獐春夏季对非数值型环境因子的选择

卡方检验表明獐春季和夏季对非数值型环境因子的选择都具有显著性差异,均偏好选择以青蒿 (*Artemisia caruifolia*) 为优势植物,位于中坡位,坡向为阳坡的草地生境(表 1,图 3)。

表 1 春季和夏季利用样方与对照非数值型生境因子差异性的比较

Table 1 Comparison of non-numeric factors between used plots and control plots in spring and summer

生态因子 Habitat factors	春季 Spring			夏季 Summer		
	χ^2	df	P	χ^2	df	P
植被类型 Vegetation type	74.179	5	0.000 **	83.688	5	0.000 **
优势植被 Dominant plant	79.231	14	0.000 **	85.242	19	0.000 **
坡位 Slope	17.268	2	0.000 **	9.150	2	0.010 *
坡向 Slope direction	27.967	1	0.000 **	21.325	1	0.000 **

* 表示差异显著, ** 表示差异极显著

3.2 獐春季生境选择

T 检验和 Mann-Whitey U 检验表明,獐春季对人为干扰距离的选择差异显著,对水源距离、草本覆盖度、隐蔽级、优势草本高度和坡度的选择差异极显著。与对照样方相比较,春季獐更喜欢选择水源距离较近、草本覆盖度较高、优势草本高度较高、坡度较缓的生境(表 2)。

表 2 春季利用样方对对照样方数值型生境因子的比较

Table 2 Comparison of numeric factors between used plots and control plots in spring

生境因子 Habitat factors	利用样方 Used plots 平均值 \pm 标准差 Mean \pm SD	对照样方 Control plots 平均值 \pm 标准差 Mean \pm SD	U 值 Mann-Whitey U test	T	P
人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	272.642 \pm 137.227	214.130 \pm 142.479		2.079	0.040 *
水源距离 Distance to water/m	178.868 \pm 112.757	255.870 \pm 160.798		-2.719	0.008 **
草本覆盖度 Herbage coverage/m	43.302 \pm 16.318	8.587 \pm 8.861		13.38	0.000 **
隐蔽级 Hiding cover/%	30.189 \pm 14.609	11.304 \pm 7.486		8.246	0.000 **
海拔 Elevation/m	642.491 \pm 159.219	653.500 \pm 151.281	-1.102		0.271
优势草本高度 Height of dominant herbage/cm	87.359 \pm 16.19	23.696 \pm 27.758	-7.936		0.000 **
坡度 Slope degree/ $^\circ$	14.245 \pm 3.721	23.913 \pm 8.939	-6.045		0.000 **

* 表示差异显著, ** 表示差异极显著

春季 Spearman 秩相关检验表明,草本覆盖度与隐蔽级呈正相关,优势草本高度与隐蔽级呈正相关,考虑到生境因子的独立性与重要性,在剔除时尽量保留具有更多生物学意义的生境因子,剔除优势草本高度和隐蔽级,将其余生境因子带入二元 logistic 回归,使用“Forward/Conditional”方法进行筛选^[17]。用入选的生境因子建立的资源选择函数模型为: $P = e^z / (1 + e^z)$, 其中 $z = -8.743 + 0.016 \times \text{人为干扰距离} - 0.013 \times \text{水源距离} + 0.422 \times \text{草本覆盖度} - 0.537 \times \text{坡度}$, e 为自然数, P 为生境选择概率。模型的正确预测率为 94.9%。春季獐的生境选择概率与人为干扰距离和水源距离呈正相关,与水源距离和坡度呈负相关(表 3—5)。

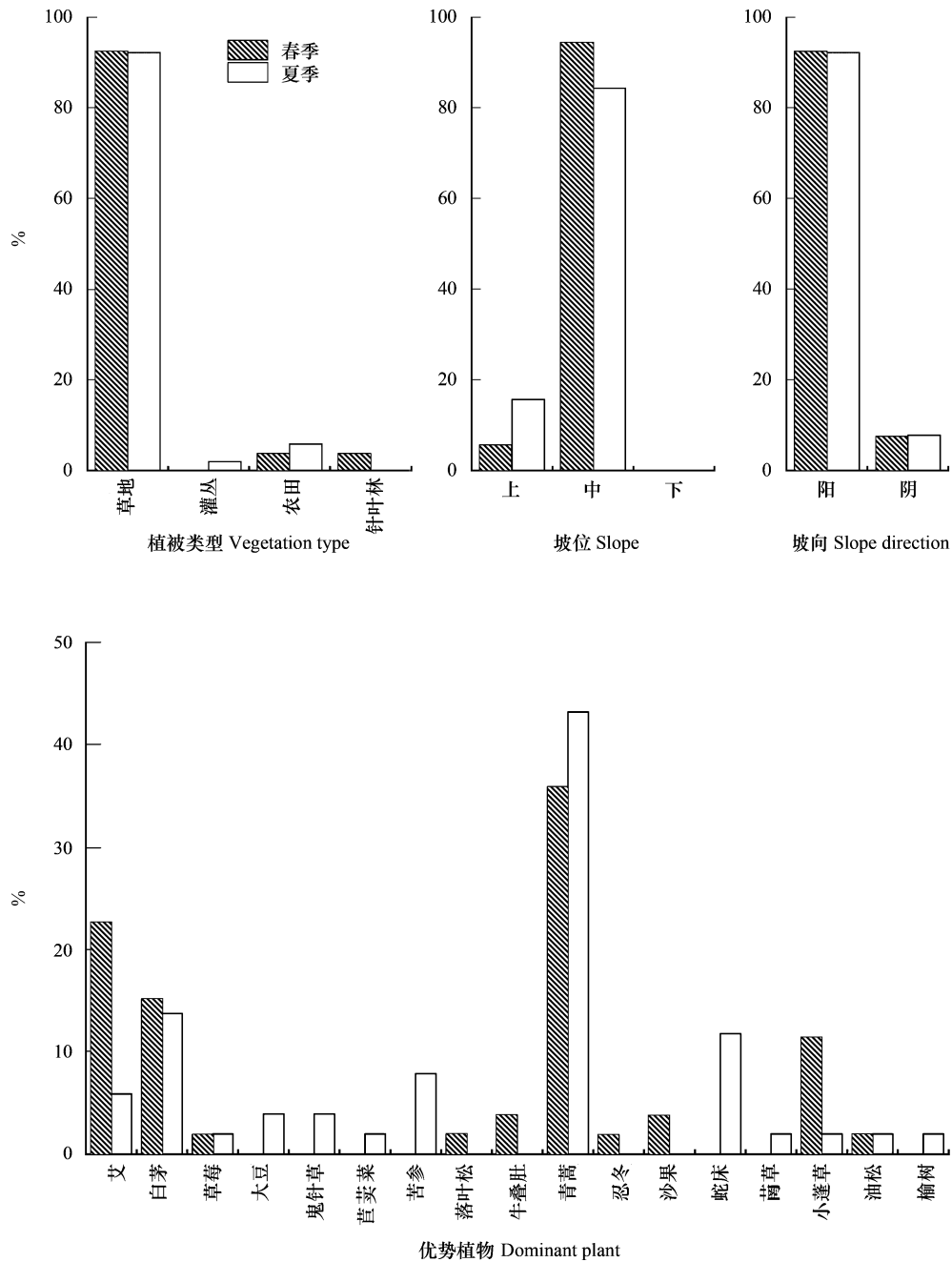


图3 獐春夏季对非数值型环境因子的选择

Fig.3 The selection of water deer on non-numeric habitat factors in spring and summer

同时,在 SPSS 中应用 ROC 曲线对模型进行检验,将资源选择函数模型的预测值作为待检验变量,选择獐利用与否作为变量。结果显示,ROC 曲线的面积为 0.995,高于假设面积 0.5,表明资源选择函数模型拟合效果较好。

3.3 獐夏季生境选择

T 检验和 Mann-Whitey U 检验表明,獐夏季对海拔和水源距离的选择差异显著,对人为干扰距离、草本覆盖度、优势草本高度、隐蔽级和坡度的选择差异极显著。与对照样方相比较,夏季獐更喜欢选择草本覆盖度较高、隐蔽级较高、优势草本高度较高、坡度较缓的生境(表 6)。

表 3 生境因子的 Spearman 相关系数矩阵
Table 3 Spearman correlations of habitat factors

生境因子 Habitat factors	海拔 Elevation/m	人为干 扰距离 Distance to human disturbance/m	水源距离 Distance to water/m	草本覆盖度 Herbage coverage/%	优势草本高度 Height of dominant herbage/cm	隐蔽级 Hiding cover/%	坡度 Slope degree/(°)
海拔 Elevation/m	—						
人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	0.130	—					
水源距离 Distance to water/m	-0.182	0.107	—				
草本覆盖度 Herbage coverage/%	-0.108	0.015	-0.412 **	—			
优势草本高度 Height of dominant herbage/cm	-0.122	0.200 *	-0.278 **	0.839 **	—		
隐蔽级 Hiding cover/%	0.176	0.086	-0.200 *	0.742 **	0.622 **	—	
坡度 Slope degree/°	0.123	-0.006	0.113	-0.467 **	-0.402 **	-0.475 **	—

表 4 Logistic 方程中筛选出来的变量
Table 4 Selected factors for logistic equation

生境因子 Habitat factors	回归系数 Regression coefficient	标准误 Standard error	Wals 卡方值 Wals Chi-square	显著水平 Significance
人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	0.016	0.007	4.793	0.029
水源距离 Distance to water/m	0.013	0.007	3.179	0.075
草本覆盖度 Herbage coverage/%	0.422	0.154	7.493	0.006
坡度 Slope degree/(°)	-0.357	0.167	4.600	0.032
常量 Constant	-8.743	4.806	3.309	0.069

表 5 资源选择函数模型正确预测率
Table 5 Logistic model correctly predicted rate

已观测 Observed	已预测 Predicted		百分比校正 Percentage correction
	组别 Group		
组别 Group	0	1	
0	44	2	95.7
1	3	50	94.3
总计百分比 Total percentage			94.9

0 代表对照,1 代表利用

表 6 夏季利用样方对对照样方数值型生境因子的比较
Table 6 Comparison of numeric factors between used plots and control plots in summer

生境因子 Habitat factors	利用样方 Used plots 平均值±标准差 Mean±SD	对照样方 Control plots 平均值±标准差 Mean±SD	U 值 Mann-Whitey U test	T 值 T-test	显著性 P
人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	138.431±68.334	217.051±165.345		-2.793	0.007 **
水源距离 Distance to water/m	97.647±78.118	175.385±176.797		-2.561	0.014 *
草本覆盖度 Herbage coverage/m	74.314±23.77	20.256±13.076	-7.473		0.000 **
隐蔽级 Hiding cover/%	62.745±29.737	9.744±8.425	-7.180		0.000 **
海拔 Elevation/m	502.631±202.311	523.897±158.364	-2.052		0.040 *
优势草本高度 Height of dominant herbage/cm	84.51±29.618	29.487±18.346	-7.115		0.000 **
坡度 Slope degree/(°)	13.333±5.26	30.641±8.365	-7.870		0.000 **

* 表示差异显著, ** 表示差异极显著

夏季 Spearman 秩相关检验表明,优势草本高度与草本覆盖度呈正相关,隐蔽级与草本覆盖度和优势草本高度呈正相关,坡度与草本覆盖度、优势草本高度和隐蔽级呈负相关。剔除坡度、草本覆盖度和隐蔽级,将其余生境因子带入二元 logistic 回归,使用“向后:条件”方法进行筛选。用入选的生境因子变量建立的资源选择函数模型为: $P=e^z/(1+e^z)$,其中 $z=0.730-0.019\times\text{海拔}-0.004\times\text{人为干扰距离}+0.199\times\text{草本覆盖度}$, e 为自然数, P 为生境选择概率。模型的正确预测率为 94.4%。夏季獐的生境选择概率与海拔、人为干扰距离和草本覆盖度呈正相关(表 7—9)。

ROC 曲线的面积为 0.951,高于假设面积 0.5,表明资源选择函数模型拟合效果较好。

表 7 生境因子的 Spearman 相关系数矩阵

Table 7 Spearman correlations of habitat factors

生境因子 Habitat factors	海拔 Elevation/m	人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	水源距离 Distance to water/m	草本覆盖度 Herbage coverage/%	优势草本高度 Height of dominant herbage/cm	隐蔽级 Hiding cover/%	坡度 Slope degree/(°)
海拔 Elevation/m	—						
人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	0.111	—					
水源距离 Distance to water/m	-0.059	-0.022	—				
草本覆盖度 Herbage coverage/%	-0.098	-0.127	-0.305 **	—			
优势草本高度 Height of dominant herbage/cm	-0.025	-0.246 *	-0.225 *	0.821 **	—		
隐蔽级 Hiding cover/%	-0.110	-0.155	-0.276 **	0.908 **	0.855 **	—	
坡度 Slope degree/(°)	0.179	0.114	0.175	-0.588 **	-0.539 **	-0.615 **	—

表 8 Logistic 方程中筛选出来的变量

Table 8 Selected factors for logistic equation

生境因子 Habitat factors	回归系数 Regression coefficient	标准误 Standard error	Wals 卡方值 Wals Chi-square	显著水平 Significance
海拔 Elevation/m	-0.019	0.008	5.316	0.021
人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	-0.004	0.006	0.535	0.465
草本覆盖度 Herbage coverage/%	0.199	0.058	11.727	0.001
常量 Constant	0.730	1.826	0.160	0.689

4 讨论

生境能够为动物提供食物、水和隐蔽这三种重要的生存资源,不同的生境中各种资源的比例、分布都不尽相同。生境选择是动物个体为满足自身的生长、发育、繁殖等过程而做出不同反应的过程,与动物种群数量、繁殖成功率等密切相关。充分地了解动物个体对生境资源的选择和回避,我们能够更好地理解动物是如何通过生境选择以满足自身生存和繁殖的需要^[21]。本文对白山保护区獐春夏生境选择的研究表明,与分布于我国南方的獐相似,白山保护区的獐喜欢选择草本覆盖度较高、优势草本高度较高的草地生境活动^[22-23]。獐行踪隐蔽、警惕性高,喜欢生活在隐蔽等级较高的生境中^[13],关于獐生境选择其他一些研究也印证了这一点:江西鄱阳湖地区獐的适宜生境在灌木草丛和高草丛^[24-25];江苏沿海獐的主要栖息地为滩涂湿地荒黄草滩^[26-29];舟山群岛的獐适宜生境是高草丛和灌木丛^[30-31]。

表 9 资源选择函数模型正确预测率

Table 9 Logistic model correctly predicted rate

已观测 Observed	已预测 Predicted			
	组别 Group		百分比校正 Percentage correction	
	0	1		
组别 Group	0	36	3	92.3
	1	4	47	92.2
总计百分比 Total percentage				94.4

0 代表对照,1 代表利用

在白山保护区对獐的生境信息进行收集时,主要在茂密的、草本高度 70—110 cm 的草地生境中发现其足迹、粪便等活动痕迹,而在针叶林和针阔混交林中鲜有发现其活动痕迹。獐的肩高为 (55.5 ± 1.77) cm ($n = 6$)^[7],加上头部与颈部的高度,这一高度正好能够使其在草丛中有较好的隐蔽条件,同时又不会影响其在草丛中的活动和对周围环境的观察;此外,獐作为一种广食性的鹿科动物,主要以草本植物为食,并偏好豆科和菊科植物,草丛中的多种植物也能满足其对食物的需求^[31-34]。我们的研究表明白山保护区的獐避免选择林地生境,可能是由于林下草本植物及灌木较少,缺少獐所喜爱的食物和隐蔽生境,也可能是由于林下落叶较厚,不容易发现獐的足迹、粪便等活动痕迹。春季和夏季獐虽然都偏爱选择隐蔽级较高的生境,但是春季利用样方隐蔽级 (30.189 ± 14.609) cm, $P = 0.000$ 明显低于夏季利用样方隐蔽级 (62.745 ± 29.737) cm, $P = 0.000$),可能是由于春季植物刚刚开始萌发,植物量较夏季少导致春季隐蔽级总体较夏季低。

春季和夏季入选资源选择函数模型的生境因子存在一定的差别,但都包含了人为干扰距离和草本覆盖度,表明其对獐的生境选择有较大的影响。春季,人为干扰距离与獐的生境选择概率呈正相关,而夏季呈负相关。春季是獐的妊娠期,而此时獐生境中还有积雪覆盖,植被尚未萌发,獐的隐蔽条件较差,因此獐需要选择人为干扰距离较远的生境以减少对自身及胎儿的影响;夏季獐刚刚产仔,需要大量补充能量来满足自身和幼崽的营养需要,而人为干扰距离较近的生境中水源条件较好,植物量较大,隐蔽条件较好,既能够为獐提供充足的食物和水,又能够为其提供良好的隐蔽。这些因素可能是导致春季和夏季獐生境选择概率与人为干扰距离分别成正相关和负相关的原因。

白山保护区的主要生境类型为针叶林和针阔混交林,且山势较陡,而坡度较缓的草地生境类型较少,獐主要生活在保护区临鸭绿江的草洲生境以及保护区外围的一些荒废农田和果园中。在白山保护区进行走访调查时,有村民提及曾经目睹獐在倾倒生活垃圾的场地觅食。在野外调查中发现,獐的利用生境与村民住所和农田都有着较近的距离,最近时约有 50 m,表明其对人为活动干扰有了一定的适应,因此才会出现獐在食物匮乏时期前往垃圾场觅食的现象。獐在吉林省绝迹多年而近年被重新发现,表明其生境得到了一定的恢复,从我们研究可以推测白山保护区獐的适宜性生境范围较小,同时保护区内人为干扰较重,因此应对獐采取积极保护措施。结合白山保护区獐的生境选择特性,应针对性地对其适应性生境进行大力的保护、恢复,扩大其适宜性生境面积,使其种群数量能够增长并形成稳定的种群。

致谢:感谢白山原麝国家级自然保护区管理局工作人员对本研究的支持与配合。

参考文献 (References):

- [1] Block W M, Brennan L A. The habitat concept in ornithology: theory and applications//Power D M, ed. Current Ornithology. Boston: Springer, 1993: 35-91.
- [2] Holt R D. On the evolutionary ecology of species' ranges. *Evolutionary Ecology Research*, 2003, 5(2): 159-178.
- [3] Gaillard J M, Hebblewhite M, Loison A, Fuller M, Powell R, Basille M, Van Moorter B. Habitat-performance relationships: finding the right metric at a given spatial scale. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2010, 365(1550): 2255-2265.
- [4] Harris R B, Duckworth J W. The IUCN red list of threatened species 2015: e. T10329A22163569. [2020-05-18]. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T10329A22163569.en>.
- [5] Allen G M. *The Mammals of China and Mongolia*. New York: American Museum of Natural History, 1938.
- [6] Geist V. *Deer of the World: Their Evolution, Behaviour, and Ecology*. Mechanicsburg: Stackpole books, 1998.
- [7] 盛和林. *中国鹿类动物*. 上海: 华东师范大学出版社, 1992.
- [8] 国家林业局. *中国重点陆生野生动物资源调查*. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [9] 李宗智, 吴建平, 滕丽微, 刘振生, 王宝昆, 刘延成, 徐涛. 獐在吉林省的重新发现. *动物学杂志*, 2019, 54(1): 108-112.
- [10] 中国科学院动物研究所兽类研究组. *东北兽类调查报告*. 北京: 科学出版社, 1958.
- [11] 具诚, 高玮, 王魁颐. *吉林省生物种类与分布*. 长春: 东北师范大学出版社, 1997.
- [12] 李琼. 原麝粪便类固醇激素以及免疫球蛋白的测定[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013.
- [13] 潘世秀, 孟秀祥, 冯金朝, 周宜君, 徐宏发. 小型林间独栖反刍动物栖息地选择研究进展. *浙江林学院学报*, 2007, 24(3): 357-362.

- [14] 王正寰, 王小明. 资源选择函数拟合藏狐洞穴生境利用特征的有效性分析. 生物多样性, 2006, 14(5): 382-391.
- [15] 李宏群, 廉振民, 陈存根. 应用资源选择函数对褐马鸡冬季夜栖地选择的研究. 四川动物, 2008, 27(6): 1082-1085.
- [16] 金光耀. 长白山地、大兴安岭紫貂冬季生境选择及生境适宜性差异性比较研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2016.
- [17] 邹红菲, 高忠斯, 吴庆明, 黄华智, 李全亮, 陶蕊, 杨宇博. 应用资源选择函数研究丹顶鹤的巢址选择. 野生动物学报, 2018, 39(3): 566-572.
- [18] Hosmer D W Jr, Lemeshow S, Sturdivant R X. Applied Logistic Regression. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2013.
- [19] Lennon J J. Resource selection functions: Taking space seriously? Trends in Ecology & Evolution, 1999, 14(10): 399-400.
- [20] Sachot S, Perrin N, Neet C. Winter habitat selection by two sympatric forest grouse in western Switzerland: implications for conservation. Biological Conservation, 2003, 112(3): 373-382.
- [21] Manly B F L, McDonald L L, Thomas D L, McDonald T L, Erickson W P. Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies. 2nd ed. Netherlands: Springer, 2002.
- [22] 张恩迪, 滕丽微, 吴咏蓓. 江苏盐城保护区獐的栖息地选择. 兽类学报, 2006, 26(1): 49-53.
- [23] 滕丽微. 江苏盐城沿海滩涂地区獐(*Hydropotes inermis*)的种群现状以及重引入上海地区的可行性初步研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2007.
- [24] 肖兵, 盛和林. 鄱阳湖獐家域和活动节律的研究. 华东师范大学学报(哺乳动物生态学专辑), 1990, 9: 27-36.
- [25] 关磊. 吉山岛枯水期和洪水期獐(*Hydropotes inermis*)的生境选择[D]. 上海: 华东师范大学, 2004.
- [26] 徐宏发, 张恩迪. 野生动物保护原理及管理技术. 上海: 华东师范大学出版社, 1998.
- [27] 张小龙, 张恩迪. 江苏大丰麋鹿自然保护区内獐在冬季各种生境中分布的初步研究. 四川动物, 2002, 21(1): 19-22.
- [28] 张恩迪, 滕丽微, 吴咏蓓. 江苏盐城自然保护区獐栖息地的质量评价. 兽类学报, 2006, 26(4): 368-372.
- [29] 陈珉, 张恩迪, 杨乃乙, 彭燕燕, 苏铁, 滕丽微, 马飞雁. 江苏省盐城滨海湿地獐的春季种群数量与分布. 湿地科学, 2009, 7(1): 1-4.
- [30] 王会志, 盛和林. 舟山群岛獐的种群密度及生境选择. 华东师范大学学报(哺乳动物生态学专辑), 1990, 9: 43-46.
- [31] 郭光普, 张恩迪. 舟山群岛獐的分布. 兽类学报, 2002, 22(2): 98-107.
- [32] 郑作新. 脊椎动物分类学(第三版). 北京: 农业出版社, 1982.
- [33] Zhang E D. Behavioural Ecology of the Chinese Water Deer at Whipsnade Wild Animal Park[D]. England: University of Cambridge, 1996.
- [34] Guo G P, Zhang E D. Diet of the Chinese water deer (*Hydropotes inermis*) in Zhoushan Archipelago, China. Acta Theriologica Sinica, 2005, 25(2): 122-130.