

DOI: 10.5846/stxb201311052676

李路云, 杨会涛, 滕丽微, 刘振生. 张广才岭藏獭洞穴生境选择. 生态学报, 2015, 35(14): 4836-4842.

Li L Y, Yang H T, Teng L W, Liu Z S. Habitat selection of asian badgers (*Meles leucurus*) setts in Zhangguangcailing, Heilongjiang Province, China. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(14): 4836-4842.

张广才岭藏獭洞穴生境选择

李路云¹, 杨会涛², 滕丽微³, 刘振生^{1,3,*}

1 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040

2 华东师范大学生命科学学院, 上海 200241

3 国家林业局野生动物保护学重点开放实验室, 哈尔滨 150040

摘要: 2008 年 9 月至 2009 年 8 月, 在黑龙江省方正林业局新风林场, 用不定宽样线法对藏獭洞穴生境选择进行研究, 共记录了 55 组藏獭洞穴, 藏獭洞口平均直径为 (27.40 ± 7.15) cm, 洞深平均为 (84.18 ± 22.04) cm, 倾角平均为 $(26.36 \pm 9.10)^\circ$, 洞口总数 = 3.02 个常用洞数 + 0.80 个不常用洞数 + 0.56 个废弃洞数。相对于对照样方而言, 藏獭洞穴更偏爱选择位于郁闭度和植被盖度小, 灌木密度大、距离近, 乔木距离远, 距水源和农田近、人为干扰距离远, 坡度较缓的向阳中坡位的生境。资源选择函数模型为: $\text{logit}(p) = 246.980 - 1.059 \times \text{植被盖度} - 0.703 \times \text{距水源距离} - 1.403 \times \text{坡度} - 45.005 \times \text{坡向}$, 模型的正确预测率为 93.9%。

关键词: 藏獭; 洞穴; 生境选择; 张广才岭

Habitat selection of asian badgers (*Meles leucurus*) setts in Zhangguangcailing, Heilongjiang Province, China

LI Luyun¹, YANG Huitao², TENG Liwei³, LIU Zhensheng^{1,3,*}

1 College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200241, China

3 Key Laboratory of Conservation Biology, State Forestry Administration, Harbin 150040, China

Abstract: The sett plays an important role in the badger habitat selection for providing a shelter to resist adverse weather, escape predators, and reproduce. In the context of rapid transformation of agriculture lands to forest plantations and increasing human development activities, understanding the badger sett habitat selection is requisite to conserve badger habitats. Nevertheless, the Asian badger sett habitat selection has rarely been studied in China. From September 2008 to August 2009, we used six randomly selected 8 km line-transects that covers the entire study area to investigate the sett habitat of Asian badger (*Meles leucurus*) in Xinfeng Forest Farm of Fangzheng Forestry Bureau, Heilongjiang Province, China. We established a plot of 10×10 square meters that centers at each of the detected setts and measured 18 variables of the sett habitat (vegetation type, elevation, dominant tree species, tree density, tree height, average diameter at breast height of the nearest tree, distance to the nearest tree, canopy closure, shrub density, shrub height, distance to the nearest shrub, herbage coverage, distance to water resource, distance to cropland, distance to human disturbance, slope, aspect, and slope position). It was found from a total of 55 badger setts that the average size, depth, and obliquity of setts were (27.40 ± 14.30) cm, (84.18 ± 44.07) cm, and (26.36 ± 18.2) degree, respectively. We also used equal number of plots of 10×10 square meters (i.e. 55) as controls to collect the same variables of the sett habitat, which were randomly established 500 m away from the detected setts in a random direction. In this paper, the Kolmogorov Smirnov test was used

基金项目: 中央高校基本科研业务费(DL13EA01); 黑龙江省自然科学基金资助项目(C200912); 黑龙江省博士后科研启动金资助项目

收稿日期: 2013-11-05; **网络出版日期:** 2014-09-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhenshengliu@163.net

to assess the normality of 14 numerical sett habitat variables. The two-tailed *t*-test and Mann-Whitey *U* test were used to compare the sett habitat variables measured from both the sett and control plots. The results reveal that the Asian badger prefers the setts with lower canopy closure and herbage coverage, and higher shrub density as well as with moderate slope, southern aspect, and middle position, closer to shrubs, water, and cropland, far away from trees and human disturbance. Resource selection functions (RSFs) are widely used approach of mathematical modeling for the analysis of presence-absence data to deduce wildlife-habitat relationships. However, the generation of RSFs may be hampered by a wild animal's population size and density. In this study, a log-linear model was fitted to the four sett habitat variables: $246.980-1.059\times$ herbage coverage $-0.703\times$ distance to water resource $-1.403\times$ slope degree $-45.005\times$ aspect. The overall classification accuracy of the model was approximately 93.9% to distinguish the sett habitat from the control habitat. Partly as a result of policies, the Xinfeng Forest Farm is experiencing an increase in agricultural conversion, conversion to tree plantations, and improvement of the road network. These changes may have negative impacts on badgers. Hence, understanding sett habitat selection would enhance conservation of Asian badgers and provide basic data to further guide ecological study.

Key Words: *Meles leucurus*; setts; habitat selection; Zhangguangcailing

藏獭 (*Meles leucurus*) 属食肉目 (Carnivora) 鼬科 (Mustellids) 狗獾属 (*Meles*), 分布于俄罗斯、哈萨克斯坦、蒙古、中国、韩国和朝鲜^[1]。藏獭曾经被认为是欧洲狗獾的一个亚种, 近年来的形态学和遗传学研究确认其为一个有效种^[2-3]。在我国除台湾和海南省外, 各省均有分布^[3-4]。藏獭善掘洞, 且大部分时间在洞内度过, 洞穴通常分为主洞穴和临时洞穴, 藏獭在主洞穴内睡眠、繁殖以及哺育后代等, 洞穴结构的复杂性也可助其躲避敌害、保护幼仔、调节体温、维持稳定微环境及减少寄生虫的滋生^[5-7]。

国外对欧洲狗獾在其洞穴结构构造^[6]、影响洞穴生境选择因素^[8]及洞穴分布与种群的关系^[9]等方面做了大量的研究。英国还在 1963 年进行了全国狗獾调查^[10]。藏獭在中国分布广泛、种群数量大且对环境变化的耐受度高, 因此较少受到关注。洞穴生境选择研究对于评价物种濒危机制、评估生境质量、预测栖息地负载量等具有重要意义^[11]。近年来, 张广才岭地区由于人类活动的干扰, 森林生态功能受到相当大的破坏, 适合藏獭生存的栖息地生境也越来越少, 而洞穴更成为一种限制资源。因此, 为进一步了解藏獭的生物学及生态学特征, 探究不同地区藏獭洞穴生境选择的差异, 在张广才岭地区开展了藏獭洞穴生境选择研究, 为当地制定保护和种群恢复措施提供依据。

1 研究地区概况

方正林业局位于松花江中游南岸, 属长白山脉、小白山系、张广才岭东北麓, 地理坐标为 $128^{\circ}13'41''-129^{\circ}33'30''E, 45^{\circ}32'46''-46^{\circ}09'00''N$, 总面积 $220\ 642\ \text{hm}^2$ 。新风林场位于张广才岭北麓老平坨北坡, 方正林业局下部山区, 属低山丘陵地貌, 海拔 $400-900\ \text{m}$, 平均坡度 8° 。该区属中温带大陆性季风气候, 三江平原长白山气温区, 具有明显山地气候特征。年平均气温 2.2°C , 无霜期 $115-125\ \text{d}$, 年降水量 $500-540\ \text{mm}$ 。秋季西伯利亚冷空气活动频繁, 气温下降迅速。该区主要土壤为棕色针叶林土, 全区覆盖度可达 78.6% 。本区域的地带性植物是典型红松 (*Pinus koraiensis*) 阔叶林, 此外主要乔木还有日本落叶松 (*Larix kaempferi*)、水曲柳 (*Fraxinus mandschurica*)、黄菠萝 (*Phellodendron amurense*)、胡桃楸 (*Juglans mandshurica*) 等, 还有林下灌木如毛榛子 (*Corylus mandshurica*)、溲疏 (*Deutzia* spp.)、忍冬 (*Lonicer* spp.) 和刺五加 (*Acnthoopenax senticosus*), 地面分布最多的是苔草 (*Carex* spp.)、木贼 (*Equisitum hymale*) 和小叶芹 (*Aegopodium alpestre*) 等^[12]。

2 研究方法

2.1 野外调查

2.1.1 洞穴的辨认及特征因子的测量

2008 年 9 月至 2009 年 8 月, 采用不定宽样线法^[13-14]调查研究区域。设置 6 条固定样线以覆盖整个研究

区域,每条长度 8 km,总计 48 km。根据所发现洞穴的外部形状、洞口大小、洞内外毛发、粪便、气味及足迹判定是否为藏獭洞穴,对已确定的藏獭洞穴进行测量和记录,测定方法参考徐宏发等^[15]和李伟等^[16]。每组洞穴具有下列特征,至少有 1 个洞口,洞口平均直径在 20 cm 以上,洞口周围有很多活动痕迹,同时 2 个洞口之间有明显的活动路径。如果 2 个洞口之间的距离超过 25 m,则视为 2 组洞穴^[17]。

洞口直径 藏獭的洞穴由一个或多个洞口组成,洞口大多呈椭圆形,洞口的长、短径之和的 1/2 作为洞的平均直径。

洞深 第一洞道的长度。

倾角 洞口开挖的方向与水平面的夹角。

总洞数 一组洞穴全部的洞口数量,包括常用洞数、不常用洞数和废弃洞数。

常用洞数 常用洞洞口有大的土堆并且有清晰的使用迹象,如足迹、铺床的材料、粪堆和毛发等。

不常用洞数 藏獭用来临时休息的洞穴。洞口数较少,且洞口只有少量比较陈旧的动物活动痕迹。

废弃洞数 大多数洞口中有蛛网、陈旧的枯叶残枝,表明洞口已被废弃。

2.1.2 生境因子的选取及测量

以藏獭洞穴为中心设置一个 10 m × 10 m 样方,记录样方中的植被类型、海拔高度、优势乔木、乔木密度、乔木高度、乔木胸径、乔木距离、郁闭度、灌木密度、灌木高度、灌木距离、植被盖度、距水源距离、距农田距离、人为干扰距离、坡度、坡向和坡位 18 种生态因子,总计测量了 55 个利用样方。同时在洞穴样方任意方向上 500 m 随机设置 10 m × 10 m 的样方 55 个,测量同样的参数,作为对照样方。在因子的选取、划分和测定方面参考王正寰等、曾国仕等、杨会涛等^[18-21]。

植被类型 记录样方内的主要植被类型包括,落叶阔叶林、针叶林和针阔混交林。

海拔高度 用全球定位仪(GPS)记录样方的海拔高度。

优势乔木 优势乔木即为一种乔木密度在样方中占有所有乔木密度的 70% 以上。主要有红松、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、紫椴(*Tilia amurensis*)、胡桃楸、黄菠萝、日本落叶松和空地 7 个类型。

乔木密度 统计样方中乔木的棵数。

乔木高度 测算样方中乔木的平均高度。

乔木胸径 测算样方中乔木的平均胸径。

乔木距离 测算样方中心距最近乔木的距离。

郁闭度 测算样方中乔木树冠覆盖面积与地表面积的比例。

灌木密度 统计样方中灌木的丛数。

灌木高度 测算样方中灌木的平均高度。

灌木距离 测算样方中心距最近灌木的距离。

植被盖度 测算样方中草本的覆盖度。

距水源距离 用全球定位仪(GPS)测算样方到水源的直线距离。

距农田距离 用全球定位仪(GPS)测算样方到农田的直线距离。

人为干扰距离 干扰源主要指居民点、林场、道路等人为干扰较为频繁的地区。用全球定位仪(GPS)测算样方到干扰源的直线距离。

坡度 利用 65 式军用罗盘仪测量样方所在地的坡度。

坡向 根据洞穴所在的坡面朝向,将坡向分为 3 类。阳坡,247.5°—337.5°;阴坡,67.5°—157.5°;半阴半阳坡,337.5°—67.5°和 157.5°—247.5°。

坡位 将山坡纵向分为 3 部分,上 1/3 为上坡位,中间 1/3 为中坡位,下 1/3 为下坡位。

2.2 数据处理

利用 SPSS19.0 对数据进行分析。采用单个样本的 Kolmogorov-Smirnov Test 检验海拔高度、乔木密度、乔

木高度、乔木胸径、乔木距离、郁闭度、灌木密度、灌木高度、灌木距离、植被盖度、距水源距离、距农田距离、人为干扰距离、坡度 14 种数值型生态因子的数据是否呈正态分布。利用卡方检验分析植被类型、优势乔木、坡向和坡位 4 种非数值型生态因子的选择上是否存在差异。利用 t 检验海拔、乔木密度、植被盖度的差异性进行分析,利用非参数估计中的 2 个独立样本的 Mann-Whitey U 检验对剩余的 12 种数值型生态因子的差异进行分析。利用资源选择函数分析生境中不同因子对藏獾洞穴生境选择的影响和综合作用,反映藏獾洞穴对每个生境因子的偏好^[22-24]。

3 结果

3.1 藏獾洞穴的一般特征

在研究中,共记录了 55 组藏獾洞穴,藏獾洞口平均直径为 (27.40 ± 7.15) cm,洞深平均为 (84.18 ± 22.04) cm,倾角平均为 $(26.36 \pm 9.10)^\circ$,洞口总数 = 3.02 常用洞数 + 0.80 不常用洞数 + 0.56 废弃洞数(表 1)。

3.2 藏獾洞穴生境因子选择

采用单个样本的 Kolmogorov-Smirnov Test 检验海拔高度、乔木密度、乔木高度、乔木胸径、乔木距离、郁闭度、灌木密度、灌木高度、灌木距离、植被盖度、距水源距离、距农田距离、人为干扰距离、坡度 14 种数值型生态因子的数据是否呈正态分布,经检验海拔、乔木密度、植被盖度符合正态分布,其余数据均不符合正态分布 ($P < 0.05$)(表 2)。

表 1 藏獾洞穴特征值

Table 1 Eigenvalues of *Meles leucurus* setts

洞穴特征因子 Character factors of cave	平均值 Mean value	95%置信区间 95% Confidence		标准差 Standard deviation
		最小值 Lower	最大值 Upper	
洞口直径 Diameter of cave/cm	27.40	25.47	29.33	7.151
洞深 Depth of cave/cm	84.18	78.22	90.14	22.036
倾角 Obliquity of cave/ $^\circ$	26.36	23.90	28.82	9.101
总洞数 Total number of cave	4.38	3.54	5.22	3.112
常用洞数 Favoritely-used cave	3.02	2.49	3.54	1.939
不常用洞数 Rarely-used cave	0.80	0.59	1.01	0.779
废弃洞数 Discarded cave	0.56	0.22	0.91	1.273

表 2 藏獾洞穴 14 种数值型生态因子的 K-S 结果

Table 2 Results of Kolmogorov-Smirnov Test for ecological factors of *Meles leucurus* setts

生态因子 Ecological factors	z	P
海拔 Elevation/m	0.752	0.623
乔木密度 Tree density/(株/100 m ²)	1.235	0.095
乔木高度 Tree height/m	1.425	0.035
乔木胸径 Average diameter at breast height of the nearest tree/cm	1.418	0.036
乔木距离 Distance to the nearest tree/m	2.688	0.000
郁闭度 Canopy closure/%	1.470	0.027
灌木密度 Shrub density/(株/100 m ²)	1.799	0.003
灌木高度 Shrub height/m	1.364	0.048
灌木距离 Distance to the nearest shrub/m	2.521	0.000
植被盖度 Herbage coverage/%	0.844	0.474
距水源距离 Distance to water resource/m	2.029	0.001
距农田距离 Distance to cropland/m	1.508	0.021
人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	1.269	0.030
坡度 Slope degree/ $^\circ$	1.492	0.023

卡方检验表明藏獭洞穴的利用样方和对照样方在坡位 ($\chi^2 = 58.597, df = 2, P \leq 0.001$) 和坡向 ($\chi^2 = 16.257, df = 2, P \leq 0.001$) 2 种生态因子上差异极显著,而在植被类型 ($\chi^2 = 3.667, df = 2, P = 0.160$) 和优势乔木 ($\chi^2 = 3.036, df = 9, P = 0.219$) 上没有显著的差异性。 t 检验表明,利用样方和对照样方之间在海拔、乔木密度均无显著差异 ($P > 0.05$)。在植被盖度上差异极显著 ($P \leq 0.001$)。

Mann-Whitey U 检验表明,藏獭洞穴的利用样方和对照样方在乔木距离、郁闭度、灌木密度、灌木距离、距水源距离、距农田距离、人为干扰距离和坡度上差异极显著 ($P \leq 0.001$),而乔木高度、乔木胸径和灌木高度无显著差异 ($P > 0.05$),相对于对照样方而言,藏獭洞穴更偏爱选择郁闭度和植被盖度小,灌木密度大、距离近,乔木距离远,距水源和农田近、人为干扰距离远,坡度较缓、向阳、中坡位的生境(表 3)。

表 3 藏獭洞穴的利用样方和对照样方 14 个生态因子的比较

Table 3 Characteristics of 14 ecological factors by *Meles leucurus* setts at usage sites and controlled plots

生态因子 Ecological factors	利用样方 Used sites		对照样方 Controlled plots		Mann-Whitey U tests z	t -test	P
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD			
海拔 Elevation/m	335.33	60.293	333.33	69.128		0.162	0.303
乔木密度 Tree density/(株/100 m ²)	6.73	2.535	6.51	2.202		0.482	0.631
乔木高度 Tree height/m	12.15	2.670	12.20	2.321	-0.169		0.866
乔木胸径 Average diameter at breast height of the nearest tree/cm	22.33	6.896	25.07	8.598	-1.563		0.118
乔木距离 Distance to the nearest tree/m	2.178	0.696	1.076	0.9059	-6.799		0.000 ***
郁闭度 Canopy closure/%	56.64	15.517	77.80	16.162	-3.432		0.000 ***
灌木密度 Shrub density (株/100 m ²)	5.51	2.666	2.89	1.843	-5.465		0.000 ***
灌木高度 Shrub height/m	2.822	1.6025	2.311	1.3294	-1.477		0.140
灌木距离 Distance to the nearest shrub/m	0.922	0.4917	1.827	0.8290	-6.147		0.000 ***
植被盖度 Herbage coverage/%	36.27	16.699	72.95	15.657		-11.881	0.000 ***
距水源距离 Distance to water resource/m	481.27	241.799	1250.55	740.031	-6.631		0.000 ***
距农田距离 Distance to cropland/m	712.73	554.295	1375.45	646.277	-5.877		0.000 ***
人为干扰距离 Distance to human disturbance/m	1876.36	733.577	974.73	687.626	-6.070		0.000 ***
坡度 Slope degree (°)	26.00	11.386	39.31	11.901	-5.329		0.000 ***

利用样方数量为 55 个,对照样方数量为 55 个 Sample sizes were $n = 55$ for used sites and $n = 55$ for controlled sites unless otherwise indicated;

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

3.3 藏獭洞穴生境资源选择函数分析

单个样本的 Kolmogorov-Smirnov Test 对藏獭洞穴生境 18 个变量检验显示只有海拔 ($z = 0.752, P = 0.623$)、乔木密度 ($z = 1.235, P = 0.095$) 和植被盖度 ($z = 0.844, P = 0.474$) 3 个变量符合正态分布,因此使用 Spearman 秩相关检验。结果显示,植被盖度与乔木距离、坡向,坡向与乔木距离之间相关性显著 ($B > 0.5$) (表 4),其他变量相关系数绝对值未达到 0.5 或者未达到显著性水平 ($P < 0.05$),没有自相关现象。因为生态因子的独立性和代表性,将与其相关的生态因子(乔木距离)去除,其他因子输入逻辑斯蒂回归模型。

表 4 藏獭洞穴相关性较强的生态因子

Table 4 Ecological factors with significant coefficients by *Meles leucurus* setts

生态因子 Ecological factors	B
植被盖度-乔木距离 Herbage coverage-distance to the nearest tree	-0.580
植被盖度-坡向 Herbage coverage- aspect	0.653
坡向-乔木距离 Aspect- distance to the nearest tree	-0.518

回归模型显示仅有植被盖度、距水源距离、坡度和坡向 4 项的回归系数达到显著水平(表 5)。用植被盖

度、距水源距离、坡度和坡向 4 个变量建立的资源选择函数为: $\text{logit}(p) = 246.980 - 1.059 \times \text{植被盖度} - 0.703 \times \text{距水源距离} - 1.403 \times \text{坡度} - 45.005 \times \text{坡向}$ 。如前所述,藏獭洞穴对生境的选择概率为: $P = e^{\text{logit}(p)} / 1 + e^{\text{logit}(p)}$ 。经计算得出模型的正确预测率为 93.9%, 可以认为模型能够很好的反映洞穴生境选择的基本情况。

表 5 藏獭洞穴主成分生境变量逻辑斯蒂回归

Table 5 Important ecological factors in the logistic equation for habitat selection by *Meles leucurus setts*

生态因子 Ecological factors	回归系数 B	标准误 SE	Wald χ^2	显著性水平 P
植被盖度 Herbage coverage/%	-1.059	83.156	3.155	0.000
距水源距离 Distance to water resource/m	-0.0703	5.505	2.550	0.000
坡度 Slope degree/(°)	-1.403	135.517	3.012	0.000
坡向 Aspect	-45.005	3938.428	4.781	0.000
常数项 constant	246.980	16213.676	56.028	0.658

4 讨论

4.1 藏獭洞穴的特征分析

洞穴对动物抵抗不良自然气候、躲避天敌以及繁殖提供了庇护场所。因此,洞穴的内部结构、性能和地理位置的选择对洞穴发挥上述功能具有非常重要的意义^[25-27]。与其他多数洞穴动物相比,藏獭洞穴在大小、结构复杂性和构造多样性上明显不同^[27]。调查发现该地区藏獭洞穴规模与其他地区相比较小^[15-16],可能与藏獭家族群的大小、藏獭体型大小和受干扰程度等有关,需进一步确定。统计结果显示洞口平均直径为 (27.40 ± 7.15) cm,从洞口大小来看,生活在张广才岭的藏獭与欧洲狗獭的大小相似。从外观看,洞口多为斜向型,多隐藏在刺五加灌丛中,难于被敌害及人类发现,其中大型洞口主要是由于藏獭频繁地进出而造成的。藏獭洞穴由多个洞口组成,有研究表明,使用多洞穴能够使哺乳期的雌性远离其他有侵略性的家族成员^[28],也可防御外寄生虫的感染^[29-30],并且利于通风^[31]。

4.2 藏獭洞穴的生境选择特征

洞穴生境选择利用综合体现了该物种对环境、生态、生理等诸方面的要求和适应^[32]。藏獭的适应能力强,在不同地区,藏獭洞穴对生境的选择也会发生种内的适应性变化。上海藏獭一般选择农村居民宅基地后院土丘的竹林或低山丘陵的竹林建巢^[16]。在盐城保护区,藏獭洞穴主要建立在荒弃的海堤上^[15]。通过对该研究结果的分析可以看出,藏獭偏爱选择在灌木密度大、距离近,距水源和农田近、人为干扰距离远,坡度较缓、向阳、中坡位的地方掘洞(表 3)。动物对生境的选择以食物、水和隐蔽这三大要素为中心^[33]。但藏獭在掘洞时还要同时兼顾到洞穴的稳固性、通风性、舒适性和便捷性。洞穴附近生长着较多的刺五加等灌木,既可以阻止天敌人类的干扰,又可以对藏獭洞穴的隐蔽产生很大的作用。经常使用的洞口,一般在洞口有很好的植被遮蔽。藏獭的警觉性很高,一旦发现洞口有异常情况,就舍弃该洞。充足的灌木枝条还可用作铺床材料。藏獭在选择觅食场所时也兼顾其掘洞的需要,灌木丛中果实丰富,在地下还可以采食到大量昆虫和蚯蚓,还有少量鼠类在附近活动,都吸引藏獭在此掘洞。调查中发现,洞穴与藏獭取食地之间往往形成一条明显的走廊。为了获得充足的水分,藏獭会选择在河流附近掘洞,但距河床较远,考虑到了掘洞时土壤的粘合性和可塑性,也可防止受到雨水洪流的冲刷。与对照样方相比,藏獭偏好选择在距农田较近的地方掘洞。在英国东南部^[34]的调查中也发现,藏獭掘洞的困难程度随着距农田距离的增加而增加。

坡度、坡向等地形因子是藏獭选择洞穴时重要的生境因子。在脊椎动物建立洞穴或巢穴的防御预算中,能量消耗是重点考虑因素^[35],而且与其他鼬科动物相比,藏獭运动能力相对较差,特别是纵向运动能力更差^[36-37],藏獭在缓坡不仅可以消耗最少的能量挖掘到沙质土壤层或足够的深度来获得大小合适的洞穴房间^[17],还便于推动挖掘出的土壤。在东北地区,藏獭洞穴多营造在背风的阳坡,这样既可以增加洞穴的光照和温度,保持洞穴的通风干燥(潮湿的洞穴易使藏獭皮毛滋生寄生虫,在冬季更可能致其冻死),又可以阻挡

冬天寒冷的东北风的袭击,降低温度调节代谢的消耗,同时在阳坡还可以获取浆果、坚果、狗枣猕猴桃 (*Actinidia kolomikta*) 等食物,便于藏獭储存更多的脂肪,保障藏獭安全的度过严寒而漫长的冬天。新风林场处于低山丘陵地带,地势高,干扰相对较弱。人们居住、耕作等活动主要集中在下坡位,对藏獭的干扰最为严重,到了秋季,农民会到上坡位采集野果和山菇,加重了对藏獭活动的干扰。因此为了躲避当地人类的干扰,藏獭洞穴多营造在中坡位,高于地下水位线,可防止洞穴因灌水而被冲塌。

致谢:Chen Huapeng 博士帮助修改英文摘要,特此致谢。

参考文献 (References):

- [1] Abramov A, Wozencraft C. *Meles leucurus*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. 2008.
- [2] Abramov A, Puzachenko A Y. The taxonomic status of badgers (Mammalia, Mustelidae) from Southwest Asia based on cranial morphometrics, with the redescription of *Meles canescens*. *Zootaxa*, 2013, 3681(1): 44-58.
- [3] 潘清华, 王应祥, 岩崑. 中国哺乳动物彩色图鉴. 北京: 中国林业出版社, 2007: 133.
- [4] 高耀亭. 中国动物志-兽纲第8卷: 食肉目. 北京: 科学出版社, 1987: 214-223.
- [5] 叶晓堤, 马勇, 王润海, 董安渝. 沂沭泗水流域狗獾的洞道结构及其功能. *兽类学报*, 1999, 9(3): 231-232.
- [6] Roper T J. Badger *Meles meles* setts-architecture, internal environment and function. *Mammal Review*, 1992, 22(1): 43-53.
- [7] Butler J M, Roper T J. Ectoparasites and sett use in European badgers. *Animal Behaviour*, 1996, 52(3): 621-629.
- [8] Remonti L, Balestrieri A, Prigioni C. Factors determining badger *Meles meles* sett location in agricultural ecosystems of NW Italy. *Folia Zoologica*, 2006, 55(1): 19-27.
- [9] Sadleir L, Montgomery I. The impact of sett disturbance on badger *Meles meles* numbers; when does protective legislation work? *Biological Conservation*, 2004, 119(4): 455-462.
- [10] Clements E D, Neal E G, Yalden D W. The national badger sett survey. *Mammal Review*, 1988, 18(1): 1-9.
- [11] 蒋志刚. 动物行为原理与物种保护方法. 北京: 科学出版社, 2004: 64-67.
- [12] 王文, 马建章, 余辉亮, 胡立清. 小兴安岭地区黑熊的食性分析. *兽类学报*, 2008, 28(1): 7-13.
- [13] Robinowitz A. Wildlife Field Research and Conservation Training Manual. Zhao Q K, Zhu J G, Long Y C, translated. USA: Wildlife Conservation Society, International Conservation, 1993.
- [14] 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.
- [15] 徐宏发, 陆厚基, 王小明. 盐城保护区狗獾洞巢的初步研究. *兽类学报*, 1997, 17(2): 107-112.
- [16] 李伟, 谢志刚, 褚可龙, 裴恩乐, 徐循, 徐宏发. 上海郊区狗獾洞巢特征及分布研究. *安徽农业科学*, 2010, 37(22): 11838-11840, 11843.
- [17] Macdonald D W, Newman C, Dean J, Buesching C D, Johnson P J. The distribution of Eurasian badger, *Meles meles*, setts in a high-density area: field observations contradict the sett dispersion hypothesis. *Oikos*, 2004, 106(2): 295-307.
- [18] 王正寰, 王小明. 四川省石渠县藏狐洞穴的生态特征分析. *动物学研究*, 2006, 27(1): 18-22.
- [19] 王正寰, 王小明, 吴巍, Giraudoux P, 邱加闽, 高桥健一, Crai P S. 四川西部石渠地区夏季藏狐巢穴选择的生境分析. *兽类学报*, 2003, 23(1): 31-38.
- [20] 曾国仕, 郑合勋, 邓天鹏. 伏牛山北坡猪獾 (*Arctonyx collaris*) 夏季巢穴特征. *生态学报*, 2009, 29(1): 208-215.
- [21] 杨会涛, 刘振生, 徐坤, 宋丛亮, 吴木芬, 孙景海. 狗獾秋季对生境的选择——以黑龙江省方正林业局为例. *生态学报*, 2010, 30(7): 1875-1881.
- [22] Manly B F J, McDonald L L, Thomas D L. Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies. London: Chapman & Hall, 1993.
- [23] Boyce M S, McDonald L L. Relating populations to habitats using resource selection functions. *Trends in Ecology and Evolution*, 1999, 14(7): 268-272.
- [24] 李欣海, 马志军, 李典谟, 丁长青, 翟天庆, 路宝忠. 应用资源选择函数研究朱鹮的巢址选择. *生物多样性*, 2001, 9(4): 352-358.
- [25] 张洪海, 张明海, 王秀辉, 王文, 章黎, 高中信. 内蒙古东部草原地区赤狐繁殖期对洞穴的选择. *兽类学报*, 1999, 19(3): 12-17.
- [26] 张明海, 高中信, 龚世平, 王文, 张衍辉. 内蒙古东部草原沙狐春季洞穴选择. *兽类学报*, 2002, 22(4): 284-291.
- [27] 张洪海, 李枫, 李修善, 张培玉, 高中信. 内蒙古东部地区狼洞穴构造的初步研究. *东北林业大学学报*, 1999, 19(2): 176-195.
- [28] Neal E G. Bagers. Poole, Dorset: Blandford Press, 1977.
- [29] Butler J M. The Ecology of Burrowing and Burrow Use in the European Badger *Meles meles*[D]. Brighton: University of Sussex, 1995.
- [30] Roper T J, Ostler J R, Sellnld T K, Christian S F. Sett use in European badgers *Meles meles*. *Behaviour*, 2001, 138(2): 173-187.
- [31] Roper T J, Moore J A H. Ventilation of badger *Meles meles* setts. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 2003, 68(5): 277-283.
- [32] Lechowicz M J. The Sampling characteristics of electivity Indices. *Oecologia*, 1982, 52(1): 22-30.
- [33] 马建章, 邹红非, 贾竞波. 野生动物管理学 (第二版). 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2004: 25-25.
- [34] Skinner C, Skinner P, Harris S. An analysis of some of the factors affecting the current distribution of Badger *Meles meles* setts in Essex. *Mammal Review*, 1991, 21(2): 51-65.
- [35] Doncaster C P, Woodroffe R. Den site can determine shape and size of badger territories: implications for group-living. *Oikos*, 1993, 66(1): 88-93.
- [36] 贾竞波. 赤狐、狗獾、貉的野外活动痕迹及识别. *野生动物*, 1991, (3): 17-19.
- [37] Nelson M E, Mech L D. Mortality of white-tailed deer in northeastern Minnesota. *The Journal of Wildlife Management*, 1986, 50(4): 691-698.