

## 伊春阔叶红松林兽类的分布特征研究

逢世良 (黑龙江扎龙国家级自然保护区管理局, 黑龙江齐齐哈尔 161000)

**摘要** 2017年11月至2018年4月在伊春阔叶红松林采用红外相机监测法开展了该地区兽类分布特征的研究。共布设了相机56台,累计观察了6608个捕获日,获得的照片总数5167张,其中有效照片240张、有效视频资料232份、兽类独立照片66张。共拍摄到3科5种兽类,分别为鼬科(Mustelidae)的狗獾(*Meles meles*)、青鼬(*Martes flavigula*)、黄鼬(*Mustela sibirica*),松鼠科(Sciuridae)的松鼠(*Sciurus vulgaris*),鹿科(Cervidae)的西伯利亚狍(*Capreolus pygargus*)。西伯利亚狍的独立有效照片28张,松鼠10张,青鼬11张,黄鼬12张,狗獾5张。其中西伯利亚狍的相对丰富度最高。

**关键词** 兽类分布特征;红外相机监测法;多样性;相对丰富度

**中图分类号** Q958 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)22-0100-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.22.032



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on the Distribution Characteristics of Mammals in Yichun Broad-leaved Korean Pine Forest

PANG Shi-liang (Zhalong National Nature Reserve Administration of Heilongjiang Province, Qiqihar, Heilongjiang 161000)

**Abstract** We conducted the research on the distribution characteristics of mammals in Yichun broad-leaved Korean pine forest from November of 2017 to April of 2018 by using infrared camera surveillance. A total of 56 cameras were deployed in Yichun broad-leaved Korean pine forest, and a total of 6608 capture days were observed. The total number of photos captured was 5167. Among them, there were 240 valid photos, 232 valid video materials and 66 independent pictures of mammals. The camera recorded a total of 3 families and 5 species of mammals. They were *Meles meles*, *Martes flavigula*, *Mustela sibirica* of Mustelidae family; *Sciurus vulgaris* of Sciuridae family; *Capreolus pygargus* of Cervidae family. There were 28 valid independent photos of *C. pygargus*, 10 valid independent photos of *S. vulgaris*, 11 valid independent photos of *M. flavigula*, 12 valid independent photos of *M. sibirica* and 5 valid independent photos of *M. meles*. *C. pygargus* had the highest relative richness.

**Key words** Distribution characteristics of mammals; Infrared camera monitoring method; Diversity; Relative richness

我国生境类型和自然环境多种多样,具有极其丰富的兽类资源和比较完整的气候与植被带谱,是世界上兽类多样性最高的国家之一<sup>[1]</sup>。兽类资源在动物多样性中扮演着十分重要的角色,同时也是食物链和生态系统的重要环节,在一定程度上反映动物多样性的丰富程度<sup>[2]</sup>。兽类是脊椎动物中十分重要的类群,是环境中最明显、最不可或缺的动物标识,同时也可以用来作为评判一个地区自然环境好坏的重要标准<sup>[3]</sup>。了解一个地区兽类的多样性和分布特征是对该地区兽类资源保护与利用的基础。但我国兽类研究的工作开展较晚,在很多方向和领域还缺乏系统资料,对某些兽类种类或者某些地区兽类群落的空间分布、物种组成等方面的信息了解较为匮乏<sup>[4]</sup>。这在一定程度上影响了相关研究工作的开展,也限制了针对性保护策略的制定。

## 1 材料与方法

**1.1 研究区概况** 研究区地处黑龙江省伊春市带岭区境内,位于我国小兴安岭山脉的东南部分即达里带岭分支山脉的东坡,总面积12133hm<sup>2</sup>,主要保护对象以红松为核心的温带针阔混交林生态系统<sup>[5]</sup>。该地区内野生动物区系组成较为丰富,共有6目16科44种。以食肉目和啮齿目种类最多,其次是翼手目、偶蹄目和食虫目。

**1.2 相机放置** 利用地理信息系统软件(GIS),得到覆盖部分伊春阔叶红松林的1km×1km网格阵列(图1)。共有36个位点处于保护区范围,在每个位点设置2个红外相机。8个位点没有放置相机:D20、X7、X8、X9、X13、X14、X15、X16。

选择夜鹰(Best guarder)SG-008红外感应相机(被动式触发相机)作为主要研究设备。每个相机设置在动物痕迹丰富的地点。同一位点的2台相机相对放置,保证彼此出现在对方的拍摄视野中。通常将红外相机固定在树干上,高于地面60~100cm<sup>[6]</sup>。检查SD卡(相机储存卡)和相机,在确定相机开始正常工作后将SD卡和相机进行统一编号,使SD卡和相机的编号可以一一对应。

**1.3 数据处理** 回收相机SD卡,观看照片和视频数据,对动物进行物种辨别,并对动物照片按物种进行分类,对地点、时间相近或连续拍摄的兽类照片进行体型、毛色、相同侧面、斑纹等特征比对,判断是否属于同一个体。将不同个体的照片定义为独立照片<sup>[7]</sup>。独立照片的确定标准是在同一个相机位点上具有同种兽类个体,相邻有效照片的间隔时间至少在30min以上<sup>[8]</sup>。将红外相机持续工作24h记为一个观察日,用“观察日”衡量红外相机在野外调查中的工作量。

## 2 结果与分析

**2.1 红外相机捕获物种** 对照片和视频数据审查挑选后,共累计6608个观察日,获得照片5167张,其中有效照片(照片中有动物踪迹的照片)240张,兽类独立照片66张,共3科(鹿科、松鼠科、鼬科)5种(西伯利亚狍、松鼠、青鼬、黄鼬、狗獾)。其中,西伯利亚狍照片185张,独立照片28张;黄鼬照片19张,独立照片12张;松鼠照片12张,独立照片10张;狗獾照片7张,独立照片5张;青鼬照片17张,独立照片11张(表1)。

**2.2 数据分析** 对整理总结得到的照片数据进行分析,通过这些整理后的数据可以对其多样性指数进行计算。

**作者简介** 逢世良(1966—),男,黑龙江齐齐哈尔人,高级工程师,从事生态、生物学及保护区管理研究。

**收稿日期** 2019-05-27

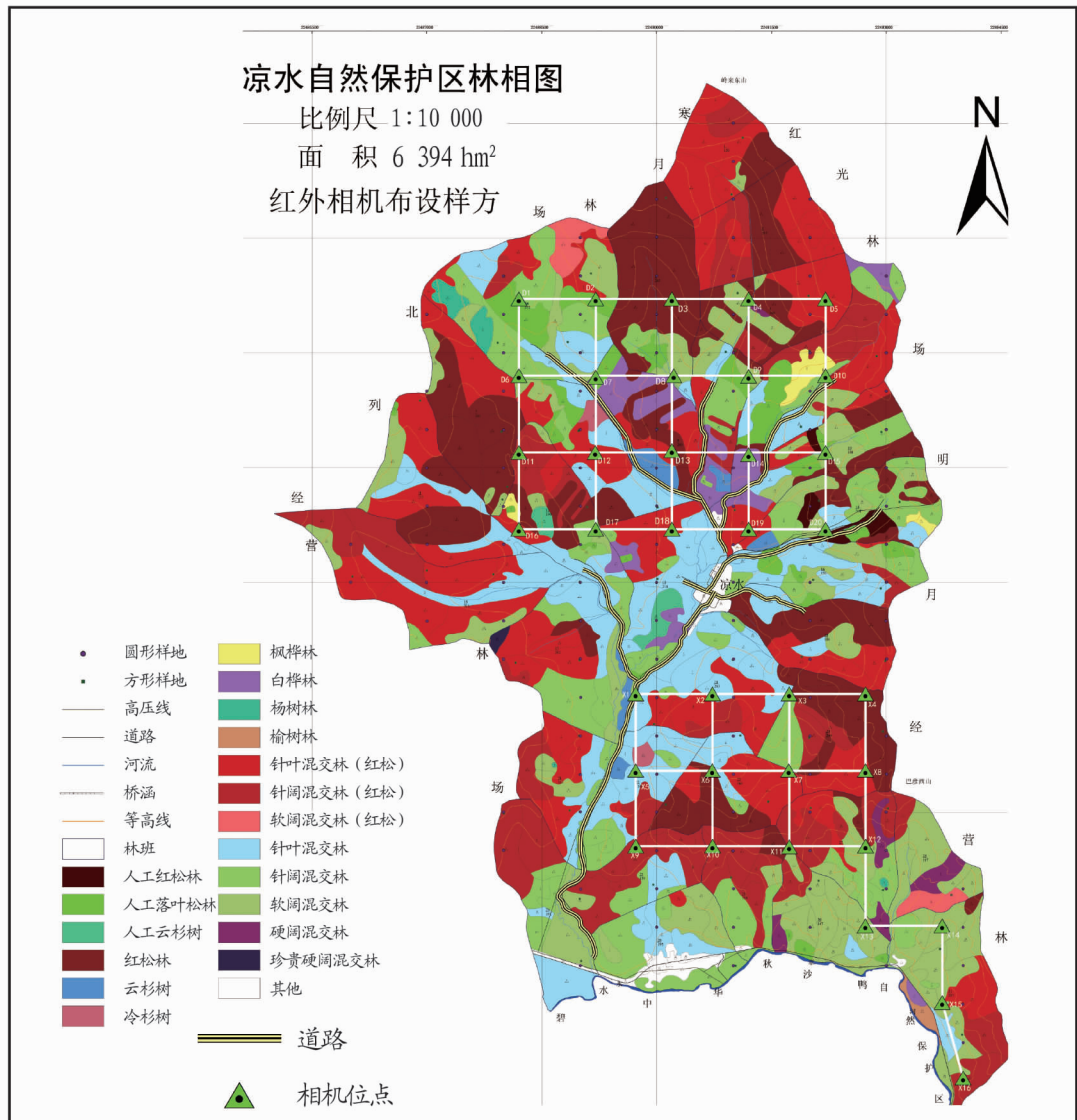


图1 红外相机布设点位示意

Fig.1 The sampling sites' layout of infrared camera

**2.2.1 相对丰富度(RAI)**。RAI =  $\frac{A_i}{N} \times 100\%$ 。将每一个物种出现的有效独立照片数与红外相机所拍摄到动物的物种总照片数的比例作为每个动物物种的相对丰富度(RAI)<sup>[8]</sup>。式中, $i$ 表示第 $i$ ( $i=1,2,3,\dots,6$ )类的动物物种所出现的独立照片的数量, $N$ 表示相机所拍摄到的总的独立相片数量。

**2.2.2 Simpson 指数( $D$ )**<sup>[9]</sup>。  $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$ 。其中, $P_i$ 表示第 $i$ 种物种的个体数量在整个群落内总的物种个体数中所占的百分比。 $S$ 为红外相机所观察到总的物种数,在这里用 $i$ 物种的独立照片数在总的独立照片数中所占的比例来替代<sup>[6]</sup>。

**2.2.3 Shannon-Wiener 指数( $H$ )**<sup>[9]</sup>。  $H = -\sum_{i=1}^S P_i \log P_i$ 。式中, $P_i$ 和Simpson指数中的 $P_i$ 所表示的意义相同,也代表第 $i$ 种的物种个体数在群落内总物种个体数中所占的百分比,也可以用 $i$ 物种的独立照片数在总的独立照片数中所占的比例来替代。

**2.2.4 均匀度指数( $E$ )**。  $E = H / \ln(S)$ 。式中, $H$ 为Shannon-

Wiener 指数,而 $S$ 则为红外相机所观察到的总物种数。

**2.3 相对丰富度和多样性指数** 物种相对丰富度最高的兽类是西伯利亚兔(42.42%),其次为黄鼬(18.18%),而兽类丰富度最低的是狗獾(7.58%)。在伊春阔叶红松林观察到的物种数为5,Shannon-Wiener 指数为1.533,Simpson 指数为0.739,均匀度指数为0.855。

#### 2.4 兽类分布地区及生境类型分析

**2.4.1 偶蹄目分布特征分析**。以下位点记录到较多的兽类活动,分别为D5、D9、D10、D13。其中D5、D13为针叶混交林(红松),点位D9、D10为软阔叶混交林。除了点位D13与D16外,其他记录到数据的相机都记录到西伯利亚兔的活动。这说明西伯利亚兔的活动范围相对其他兽类来说较广。西伯利亚兔是食草动物,在保护区有很多植物可以采食,仅在冬季就有16科25种,但冬季降雪会导致一些西伯利亚兔采食的植物被雪覆盖,使西伯利亚兔采食的难度增加,所以需要扩大取食范围。西伯利亚兔多次在山地的背阴面坡处的混交林活动,其喜食植物粗茎鳞毛蕨多生于此<sup>[10]</sup>。D2、D7

位位于在人工落叶松林上,只观察到西伯利亚兔在上面活动。西伯利亚兔对新环境的适应能力相对于其他兽类较强,可以更好地适应新的环境。随着人工落叶松林的出现,逐渐适应在人工落叶松林活动和取食<sup>[11]</sup>。红松阔叶林的相机位

点观察到西伯利亚兔的概率较其他林型高。红松阔叶林在决定西伯利亚兔的活动范围上起着重要作用<sup>[12]</sup>。西伯利亚兔活动的地区大多比较开阔且障碍较少,证明它更喜欢在开阔程度较高的区域活动和取食。

表1 红外相机捕获物种名录、数量及区系划分

Table 1 The list, number and faunal division of species captured by infrared camera

目名 Order name	科名 Family name	分类 Taxonomy	有效照片数 Number of valid photos//张	独立照片数 Number of independent photos//张	区系 Fauna	分布型 Areal type
食肉目 Carnivora	鼬科 Mustelida	黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	19	12	广布种	古北型
		狗獾 <i>Meles meles</i>	7	5	广布种	古北型
		青鼬 <i>Martes flavigula</i>	17	11	古北界	古北型
偶蹄目 Artiodactyla	鹿科 Cervida	西伯利亚兔 <i>Capriolus pygargus</i>	185	28	古北界	古北型
啮齿目 Rodentia	松鼠科 Sciuridae	松鼠 <i>Sciurus vulgaris</i>	12	10	广布种	古北型

**2.4.2 啮齿目分布特征分析。**在 D5、D9、D10、X4 相机位点捕获到松鼠的活动踪迹,其中 D5、X4 位点所在区域为针叶混交林(红松)。D9、D10 位点处于软阔叶混交林中。松鼠在 D5、X4 位点被红外相机所拍摄的次数多于 D9、D10 位点。松鼠需要为越冬生存来储存食物,而红松林在秋季为松鼠提供可供其储存的松塔,松鼠将松塔储存起来,以备冬季取食。从相机中照片可看出,松鼠活动觅食的区域往往比较开阔,灌木和乔木的密度较低。花鼠选择这种区域来贮藏食物的原因可能有以下 2 点。其一,所选区域内树枝等障碍物较少,可以一定程度上降低松鼠在寻找和重取贮藏食物时的能量消耗,直线跳跃的能量消耗要比穿过障碍物的能量消耗少。可在冬季食物本就少的情况下为自身节约能量<sup>[13]</sup>。其二,将食物贮藏在红松林中可以适当降低贮食竞争风险<sup>[14]</sup>。在松鼠活动的区域附近往往会有具有稠密枝条的阔叶树,可以为松鼠觅食时提供隐蔽场所,减小因觅食而被捕食的风险。将贮食一重取点选择在大树的附近是松鼠在应对捕食者时的适应性策略<sup>[15]</sup>。

**2.4.3 食肉目鼬科分布特征分析。**在拍摄到松鼠的位点上往往也能发现黄鼬和黄喉貂的踪迹。黄鼬和黄喉貂是松鼠的天敌。黄鼬分布的相机位点都离水源较近,通过查阅资料分析归纳出 2 个原因:一是离水源处较近的生境通常具有较高的植物丰富度<sup>[16]</sup>。植物丰富度高使得啮齿类动物较多,为黄鼬的捕食提供了便利条件。二是植物丰富度高使得近水处的生境更为复杂多样,有着较高的隐蔽性,更利于黄鼬躲避自身天敌的袭击。黄鼬适应环境的能力较强,适应性较广,活动范围广泛。在不同的林型中都能发现黄鼬的活动踪迹。在冬季,树林气候恶劣,黄鼬为减少自身能量消耗,故在拍摄到的照片中,大多出现在阳坡和半阳坡上,几乎没在阴坡上出现过。

黄喉貂出没过的点位林型为属于针叶混交林(红松)和针阔混交林(红松)。黄喉貂在这几个区域活动是由于松鼠越冬需要进行贮藏一重取食物,而红松林为松鼠提供食物,也导致了作为松鼠捕食者的黄喉貂也会选择在此部分区域活动。

狗獾在冬眠时可以醒来<sup>[17]</sup>。从布设相机到收取相机的时间与狗獾冬眠的时间重叠,所以只拍摄到 5 张狗獾照片。狗獾的活动范围多位于阳坡、临近水源且隐蔽度较高。由于凉水保护区春季温度较低,狗獾刚结束冬眠对水和食物的需求较高。阳坡的温度相对较高,所以狗獾选择在阳坡活动,以减少低温带来的能量消耗。在隐蔽度较高的环境活动可以降低被天敌捕食的危险。水源处食物丰富,也比其他地方更易获得食物,所以狗獾选择在这种类型的区域活动。

### 3 结论

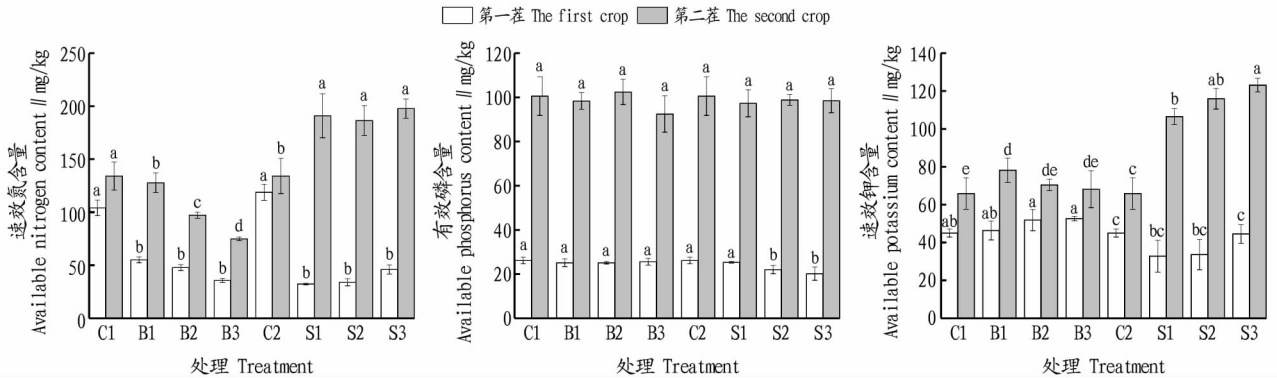
此次试验共布设红外相机 56 台,累计观察 6 608 个捕获日,获得有效照片 240 张、有效视频资料 232 份。其中,兽类独立照片 66 张,分为 3 科 5 种,分别为狗獾、青鼬、黄鼬、松鼠、西伯利亚兔。物种的相对丰富度从高到低依次为西伯利亚兔(42.4%)、黄鼬(18.2%)、青鼬(16.7%)、松鼠(15.2%)、狗獾(7.6%)。西伯利亚兔活动的地区大多比较开阔且障碍较少,证明它更喜欢在开阔程度较高的区域活动和取食。松鼠活动觅食的区域往往比较开阔,灌木和乔木的密度较低。黄喉貂出没过的点位都属于红松林,它在这几个区域活动是由于松鼠越冬需要进行贮藏一重取食物,而红松林为松鼠提供了食物,也导致了作为松鼠捕食者的黄喉貂也会选择在此部分区域活动。狗獾的活动范围多位于阳坡、临近水源且隐蔽度较高,Shannon-Wiener 指数为 1.533, Simpson 指数为 0.739, 均匀度指数为 0.855。

### 参考文献

- [1] 肖治术,李学友,向左甫,等.中国兽类多样性监测网的建设规划与进展[J].生物多样性,2017,25(3):237-245.
- [2] 张绵跃,谢伟,黄登来,等.甘孜、凉山地区的兽类多样性[J].四川林业科技,2009,30(2):77-84.
- [3] 林育真,许士国,宋开成,等.山东省陆栖兽类多样性评价及保护建议[J].山东林业科技,1997(4):30-33.
- [4] 李晟,王大军,卜红亮,等.四川省老河沟自然保护区兽类多样性红外相机调查[J].兽类学报,2016,36(3):282-291.
- [5] 侯红亚,王立海.小兴安岭阔叶红松林物种组成及主要种群的空间分布格局[J].应用生态学报,2013,24(11):3043-3049.
- [6] 包欣欣,刘西万.黑龙江凉水区和丰林保护区鸟类和兽类多样性[J].生态学报,2018,38(2):502-510.

**2.4 钝化剂与肥料配施对土壤速效氮、速效磷和速效钾含量的影响** 由图 4A 可知,在小白菜第一茬种植时,与 C1,C2 相比,生物炭和海泡石的添加对速效氮含量的影响不同,2 茬小白菜收获后,生物炭添加能减少速效氮含量,且随着添加量的增加而逐渐减少,但海泡石的添加则会增加速效氮含量,随着添加量的增加而增加。由图 4B 可知,生物炭和海泡石

的添加不会对有效磷含量产生显著影响,除第一茬小白菜收获后,S2,S3 处理有效磷含量显著低于对照。由图 4C 可知,添加海泡石能显著增加第二茬收获后土壤速效钾含量,海泡石作为一种矿物可能与土壤黏土矿物之间存在对  $K^+$  的同晶置换等作用。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

图 4 钝化剂与肥料配施对土壤中速效氮、速效磷和速效钾含量的影响

Fig.4 Effect of different passivators and fertilizers on nitrogen content, available phosphate content and available potassium content available

### 3 结论

(1) 从氮肥施用角度而言,尿素与生物炭配合施入到 Cd 污染土壤中,不仅起到钝化效果,还能促进植物对氮素的吸收,促进作物生长,减少常年施用氮肥带来的硝酸盐毒害。

(2) 在农业生产中添加钾肥生物炭、海泡石能对土壤中速效钾起到一定的蓄积作用,在非重金属污染土壤中是值得推广应用的组合方式。

### 参考文献

[1] XIONG X, ALLINSON G, STAGNITI F, et al. Cadmium contamination of soils of the Shenyang Zhangshi Irrigation Area, China: An historical perspective[J]. *Bull Environ Contam Toxicol*, 2004, 73(2): 270-275.  
 [2] 中国环境保护部与中国国土资源部. 全国土壤污染状况调查公报[R]. 2014: 4-17.  
 [3] 李靖, 周艳文, 陈森, 等. 我国土壤镉污染现状、危害及其治理方法综述[J]. *安徽农学通报*, 2015, 21(24): 104-107.  
 [4] 黎大荣, 吴丽香, 宁晓君, 等. 不同钝化剂对土壤有效态铅和镉含量的影响[J]. *环境保护科学*, 2013, 39(3): 46-49.  
 [5] SUN Y B, SUN G H, XU Y M, et al. Evaluation of the effectiveness of sepiolite, bentonite, and phosphate amendments on the stabilization remediation of cadmium-contaminated soils[J]. *Journal of environmental management*,

2016, 166: 204-210.  
 [6] MURPHY J, RILEY J P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters[J]. *Anal Chim Acta*, 1962, 27: 31-36.  
 [7] CUI L Q, LI L Q, ZHANG A F, et al. Biochar amendment greatly reduces rice Cd uptake in a contaminated paddy soil: A two-year field experiment[J]. *Bioresources*, 2011, 6(3): 2605-2618.  
 [8] LI L, HONG Y T, WANG D J, et al. Effect of red mud on the mobility of heavy metals in mining-contaminated soils[J]. *Chinese journal of geochemistry*, 2010, 29: 191-196.  
 [9] 石元亮, 王玲莉, 刘世彬, 等. 中国化学肥料发展及其对农业的作用[J]. *土壤学报*, 2008, 45(5): 852-864.  
 [10] 宋玉芳, 许华夏, 任丽萍, 等. 土壤重金属对白菜种子发芽与根伸长抑制的生态毒性效应[J]. *环境科学*, 2002, 23(1): 103-107.  
 [11] KANDELER E, PALLI S, STEMMER M, et al. Tillage changes microbial biomass and enzyme activities in particle-size fractions of a Haplic Chernozem[J]. *Soil Biol Biochem*, 1999, 31: 1253-1264.  
 [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.  
 [13] PARK J H, CHOPPALA G, LEE S J, et al. Comparative sorption of Pb and Cd by biochars and its implication for metal immobilization in soils[J]. *Water, air, and soil pollution*, 2013, 224(12): 2798-2810.  
 [14] SAJJADI B, BROOME J W, CHEN W Y, et al. Urea functionalization of ultrasound-treated biochar: A feasible strategy for enhancing heavy metal adsorption capacity[J]. *Ultrason Sonochem*, 2019, 51: 20-30.

(上接第 102 页)

[7] 章书声, 鲍毅新, 王艳妮, 等. 基于红外相机技术的黑麝活动节律[J]. *兽类学报*, 2012, 32(4): 368-372.  
 [8] LIU X H, WU P F, SONGER M, et al. Monitoring wildlife abundance and diversity with infra-red camera traps in Guanyinshan Nature Reserve of Shaanxi Province, China[J]. *Ecological indicators*, 2013, 33: 121-128.  
 [9] 许晴, 张放, 许中旗, 等. Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数若干特征的分析及“稀释效应”[J]. *草业科学*, 2011, 28(4): 527-531.  
 [10] 陈化鹏, 萧前柱. 带岭林区马鹿和孢冬季营养对策的比较[J]. *生态学报*, 1991, 11(4): 349-354.  
 [11] 李路云, 滕丽微, 刘振生, 等. 黑龙江三江国家级自然保护区西伯利亚孢冬季食性分析[J]. *经济动物学报*, 2014, 18(1): 29-32, 37.

[12] 张鹏. 基于自动相机技术的兽类监测及孢栖息地选择研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015.  
 [13] 粟海军, 马建章, 邹红菲, 等. 凉水保护区松鼠冬季重取食物的贮藏点与越冬生存策略[J]. *兽类学报*, 2006, 26(3): 262-266.  
 [14] HART E B. Food preferences of the cliff chipmunk, *Eutamias dorsalis*, in Northern Utah[J]. *Great basin naturalist*, 1971, 31(3): 182-188.  
 [15] MOORE J E, MCEUEN A B, SWIHART R K, et al. Determinants of seed removal distance by scatter-hoarding rodents in deciduous forests[J]. *Ecology*, 2007, 88(10): 2529-2540.  
 [16] 张伟, 葛亮, 沈广爽. 长白山地区黄鼬冬季生境选择[J]. *野生动物学报*, 2008, 29(4): 192-194.  
 [17] 杨会涛, 刘振生, 徐坤, 等. 狗獾秋季对生境的选择: 以黑龙江省方正林业局为例[J]. *生态学报*, 2010, 30(7): 1875-1881.