

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

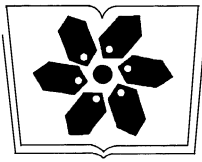
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第7期 Vol.33 No.7 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 7 期 2013 年 4 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 线虫转型发育和寄主识别的化学通讯研究进展..... 张 宾,胡春祥,石 进,等 (2003)
- 生物物种资源监测原则与指标及抽样设计方法..... 徐海根,丁 晖,吴 军,等 (2013)

个体与基础生态

- 呼伦贝尔草原人为火空间分布格局..... 张正祥,张洪岩,李冬雪,等 (2023)
- 青藏高原草地地下生物量与环境因子的关系..... 杨秀静,黄 玫,王军邦,等 (2032)
- 1961—2010 年桂林气温和地温的变化特征 陈 超,周广胜 (2043)
- 黄泥河自然保护区狗冬季卧息地选择..... 朱洪强,葛志勇,刘 庚,等 (2054)
- 青藏高原草地植物叶解剖特征..... 李全发,王宝娟,安丽华,等 (2062)
- 青藏高原高寒草甸夏季植被特征及对模拟增温的短期响应..... 徐满厚,薛 娴 (2071)
- 高温影响番茄小孢子发育的细胞学研究..... 彭 真,程 琳,何艳军,等 (2084)
- 黄土丘陵半干旱区柠条林株高生长过程新模型..... 赵 龙,王振凤,郭忠升,等 (2093)
- 柝属 7 种植物种子的发芽抑制物质研究..... 李庆梅,刘 艳,刘广全,等 (2104)
- 水分胁迫和杀真菌剂对黄顶菊生长和抗旱性的影响..... 陈冬青,皇甫超河,刘红梅,等 (2113)
- 铜尾矿废弃地与相邻生境土壤种子库特征的比较..... 沈章军,欧祖兰,田胜尼,等 (2121)
- 云雾山典型草原火烧不同恢复年限土壤化学性质变化..... 李 媛,程积民,魏 琳,等 (2131)
- 根系分区交替灌溉条件下水肥供应对番茄果实硝酸盐含量的影响..... 周振江,牛晓丽,李 瑞,等 (2139)
- 喀斯特山区土地利用对土壤团聚体有机碳和活性有机碳特征的影响..... 李 娟,廖洪凯,龙 健,等 (2147)
- 自生固氮菌活化土壤无机磷研究..... 张 亮,杨宇虹,李 倩,等 (2157)
- 德国鳶尾对 Cd 胁迫的生理生态响应及积累特性 张呈祥,陈为峰 (2165)
- 施污土壤重金属有效态分布及生物有效性..... 铁 梅,宋琳琳,惠秀娟,等 (2173)
- 基于叶面积指数改进的直角双曲线模型在玉米农田生态系统中的应用..... 孙敬松,周广胜 (2182)
- 中稻田三种飞虱的捕食性天敌优势种及农药对天敌的影响..... 林 源,周夏芝,毕守东,等 (2189)

种群、群落和生态系统

- 珠江口超微型浮游植物时空分布及其与环境因子的关系..... 张 霞,黄小平,施 震,等 (2200)
- 输水前后塔里木河下游物种多样性与水因子的关系..... 陈永金,刘加珍,陈亚宁,等 (2212)
- 南海西北部陆架区鱼类的种类组成与群落格局..... 王雪辉,林昭进,杜飞雁,等 (2225)
- 滇西北高原碧塔湖滨沼泽植物群落分布与演替 韩大勇,杨永兴,杨 杨 (2236)
- 石羊河下游白刺灌丛演替过程中群落结构及数量特征..... 靳虎甲,马全林,何明珠,等 (2248)

资源与产业生态

- 土壤深松和补灌对小麦干物质生产及水分利用率的影响..... 郑成岩,于振文,张永丽,等 (2260)

豆科绿肥及施氮量对旱地麦田土壤主要肥力性状的影响..... 张达斌,姚鹏伟,李 婧,等 (2272)

沟壑全覆盖种植方式对旱地玉米生长及水分利用效率的影响..... 李 荣,侯贤清,贾志宽,等 (2282)

城乡与社会生态

北京北护城河河岸带的温湿度调节效应 吴芳芳,张 娜,陈晓燕 (2292)

西安太阳总辐射时空变化特征及对城市发展的响应..... 张宏利,张纳伟锐,刘敏茹,等 (2304)

研究简报

安徽琅琊山大型真菌区系多样性..... 柴新义,许雪峰,汪美英,等 (2314)

中国生态学会 2013 年学术年会征稿通知 (2320)

第七届现代生态学讲座、第四届国际青年生态学者论坛通知 (I)

中、美生态学会联合招聘国际期刊主编 (i)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 318 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-04



封面图说: 金灿灿的小麦熟了——小麦是世界上最早栽培的农作物之一,是一种在世界各地广泛种植的禾本科植物,起源于中东地区。全世界大概有 43 个国家,近 35%—40% 的人口以小麦为主要粮食。小麦是禾谷类作物中抗寒能力较强的越冬作物,具有一定的耐旱和耐盐碱能力。中国的小麦分布于全国各地,主要集中于东北平原、华北平原和长江中下游一带。小麦秋季播种、冬季生长、春季开花、夏季结实。子粒含有丰富的淀粉、较多的蛋白质、少量的脂肪,还有多种矿物质元素和维生素 B,是一种营养丰富、经济价值较高的粮食。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201201040014

朱洪强, 葛志勇, 刘庚, 姜春艳, 张冬冬, 张香东, 常素慧, 毛之夏. 黄泥河自然保护区狍冬季卧息地选择. 生态学报, 2013, 33(7): 2054-2061.

Zhu H Q, Ge Z Y, Liu G, Jiang C Y, Zhang D D, Zhang X D, Chang S H, Mao Z X. Winter bed-site selection by roe deer (*Capreolus capreolus*) in Huangnihe Nature Reserve. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(7): 2054-2061.

黄泥河自然保护区狍冬季卧息地选择

朱洪强¹, 葛志勇¹, 刘 庚¹, 姜春艳¹, 张冬冬¹, 张香东¹, 常素慧¹, 毛之夏^{2,*}

(1. 吉林农业大学, 中药材学院, 长春 130118; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012)

摘要: 2009 年 12 月到 2010 年 1 月, 在黄泥河自然保护区采用样线法对狍冬季卧息地选择进行研究。在研究中共设置了 47 条样线, 调查了 72 个狍利用样方和 109 个对照样方, 评价了 15 类生态因子对狍冬季卧息地选择的影响。研究结果表明: 在黄泥河自然保护区冬季, 狍在卧息时喜欢选择平均海拔在 591 m, 位于阳坡中坡位上雪被较浅、食物丰富度、灌丛盖度、郁闭度和隐蔽水平都较高的针阔混交林生境, 尤其喜欢在针阔混交林中的针叶树下卧息, 避开选择阴坡、针叶林和裸岩。逻辑斯蒂回归分析结果表明: 食物丰富度、针叶树、雪深、裸岩和海拔是影响黄泥河自然保护区冬季狍卧息地选择的主导因子, 林型、坡向和隐蔽水平是次要因子。由这 7 个变量组成的回归模型为: $Z = 32.628 + 11.675 \times \text{坡向}(1) + 9.741 \times \text{坡向}(2) - 5.486 \times \text{林型}(1) - 7.933 \times \text{林型}(2) - 7.496 \times \text{裸岩}(1) - 9.906 \times \text{针叶树}(1) - 0.043 \times \text{海拔} + 0.170 \times \text{隐蔽水平} + 0.220 \times \text{食物丰富度} - 0.429 \times \text{雪深}$ 。模型选择利用概率为 $P(z) = e^z / (1 + e^z)$, 整体正确预测率为 96.1%。

关键词: 黄泥河自然保护区; 狍; 栖息地选择

Winter bed-site selection by roe deer (*Capreolus capreolus*) in Huangnihe Nature Reserve

ZHU Hongqiang¹, GE Zhiyong¹, LIU Geng¹, JIANG Chunyan¹, ZHANG Dongdong¹, ZHANG Xiangdong¹, CHANG Suhui¹, MAO Zhixia^{2,*}

1 College of Chinese Medicine Material, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

2 Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China

Abstract: Huangnihe Nature Reserve is located in the northwest of Dunhua City, Yanbian Korean Autonomous Prefecture, Jilin Province. As a provincial level nature reserve, it was built to protect the north temperate mountain forest ecosystems and a variety of rare and endangered wild animals and plants. According to the population and distribution of roe deer (*Capreolus capreolus*) in Huangnihe Nature Reserve, line transect method was used in the region which roe deer move frequently, *i. e.*, sample points was selected randomly on the forest map. And then 47 line transects was set along with the vertical direction of the contour. Span is above 1 500 m, length is 3—5 km of the line transect which covered the major vegetation types of protected areas.

Because of heavy snow in the high altitudes regions, most of line transects were below 900 m above sea level, only one transect was above 900 m, the highest point of the transect was 943 m, the snow was 86 cm thick. Roe deer lying track was set as the center for a 2 m × 2 m and a 10 m × 10 m quadrats when it was found during the field investigation, and the quadrat center was located with GPS. At the same time, a 2 m × 2 m and 10 m × 10 m quadrats was set every 1000 m of walking as control during the field investigation. If there is a roe deer lying track, then control quadrats statistics will be

基金项目: 国家林业局资助项目 (20073120)

收稿日期: 2012-01-04; 修订日期: 2012-08-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: maozhixia@ neigae. ac. cn

give up, just for lying track quadrats statistics.

Seventy two quadrats used by roe deer and 109 control quadrats were measured during 47 line transect surveys with 179.2 km total length and, the effects of 15 ecological factors, namely elevation, slope direction, gradient, slope location, canopy, thickets coverage, hiding level, food abundance, distance far from human disturbance, diameter at breast height, forest type, conifer, snow depth, fallen tree and bare rock, on winter bed-site selection by roe deer were evaluated in this research totally. Comparing used quadrats with control quadrats through Baileys Confidence Interval Discriminate combining with two-sample Mann-Whitney rank test, the results indicated that significant differences were observed in selection of elevation, slope direction, slope location, canopy, thickets coverage, hiding level, food abundance, forest type, conifer, snow depth and bare rock by roe deer. Roe deer preferred the mixed broadleaf-coniferous forest habitats located in sunny middle slope, average elevation of 591m, lower snow depth, adequate food resources, thickets coverage, canopy density and hiding conditions, especially preferred conifers in mixed forest for rest while avoided habitats with shady slope, typical coniferous forest and bare rocks. Half sunny slope, broad-leaved forest, gradient, distance far from human disturbance and diameter at breast height as well as fallen tree were selected by roe deer randomly. The Binary Logistic Regression demonstrated that food abundance, conifer, snow depth, bare rock and elevation were the dominant factors leading important roles during the process of winter bed-site selection by roe deer, and forest type, slope direction and hiding level were the secondary factors. A Binary Logistic Model could be constructed by these 7 factors as follow: $z = 32.628 + 11.675 \times \text{slope direction}(1) + 9.741 \times \text{slope direction}(2) - 5.486 \times \text{forest type}(1) - 7.933 \times \text{forest type}(2) - 7.496 \times \text{bare rock}(1) - 9.906 \times \text{conifer}(1) - 0.043 \times \text{elevation} + 0.170 \times \text{hiding level} + 0.220 \times \text{food abundance} - 0.429 \times \text{snow depth}$. The selection probability was that: $P(z) = e^z / (1 + e^z)$. The model could predict correctly with 96.1% of overall.

Key Words: Huangnihe Nature Reserve; roe deer; bed-site selection

野生动物对栖息地的选择和利用是一种适应环境的行为,这种行为与栖息地的气候、环境以及动物本身生理状况等条件密切相关^[1-2]。卧息地作为栖息地的重要组成部分,一直被看作是贮存能量和反捕食的策略^[3],因此在冬季野生动物对卧息地的选择既要能够抵御此时的极端气候和环境,补充此时对能量的巨大消耗,还要躲避天敌的捕杀^[4-6]。

狗(*Capreolus capreolus*)隶属于鹿科狗属,是一种广泛分布于欧亚大陆的中小型鹿科动物^[7]。狗是我国重要的野生经济动物,栖息环境多样,在维护生态系统结构,完善生态系统功能和保护生物多样性中具有重要意义^[8]。近年来,虽然国内外关于狗卧息地选择的研究已有很多报道,但由于气候及环境条件的不同,各地区之间狗卧息地选择策略存在明显的地区差异性。例如,滕丽微等人对黑龙江省三江自然保护区以及小兴安岭南低山丘陵区狗冬季栖息地的研究^[3,7]以及 Mysterud 和 Østbye 对挪威南部狗卧息地选择的研究都表明不同地区的狗在卧息地选择上存在明显的地区差异^[9]。在黄泥河自然保护区,狗还是濒危野生动物东北虎(*Panthera tigris altaica*)等食肉动物的猎物,是大型濒危食肉动物种群恢复的基础^[10]。深入研究该地区狗冬季卧息地选择,对于了解该地区狗冬季的生存状况和卧息地质量以及保护和管理该地区的狗资源具有重要意义。在黄泥河自然保护区冬季,1 月为最冷月,最深积雪厚度出现在 12 月—1 月,此时保护区内气候和环境最严酷,是决定狗能否顺利度过冬天的最关键时期,此时狗对卧息地的选择最能代表其对冬季恶劣气候和环境的适应。基于此,于 2009 年 12 月至 2010 年 1 月对黄泥河自然保护区狗冬季卧息地选择进行了调查研究,并期望通过该研究探讨:(1)在该地区冬季狗对卧息地是否具有选择性?(2)如果该地区冬季狗对卧息地具有选择性,哪些生态因子在卧息地选择中起决定作用?

1 研究区域概况

黄泥河自然保护区位于吉林省延边朝族自治州敦化市西北部,地理坐标为 127°51'—128°14'E, 43°55'—44°06'N,保护区总面积 41 583 hm²,是以保护北温带山地森林生态系统和多种珍稀濒危野生动植物为主的省

级自然保护区。保护区地势北高南低,地形垂直变化大,北部老白山海拔 1 969 m,南部海拔在 300 m 以下,年平均气温为 2.4℃左右,最冷月在 1 月,极端最低温-39.4℃,最深积雪雪被厚度出现在 12 月—1 月,最深雪被厚度达 55 cm 以上,年降水量约为 632 mm,在保护区内随着地势高低变化,温度和降水呈现显著的垂直变化特征,因而保护区内的植被呈现出明显的垂直地带性。根据黄泥河自然保护区植被分布规律和本次研究特点,我们将研究区域分为 3 个垂直分布植被带:阔叶林、针阔混交林和针叶林^[11]。保护区内植物共计 134 科 863 种,其中 12 种国家级保护植物;脊椎动物 74 科 231 种,属于国家级保护动物 31 种,国家 I 级重点保护野生动物有东北虎、紫貂(*Martes zibellina*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)和原麝(*Moschus moschiferus*)。

2 研究方法

2.1 野外调查

2009 年 12 月至 2010 年 1 月,根据黄泥河自然保护区孢的数量和分布,在孢活动比较集中的地区采用样线法,即在林相图上随机选取样点,然后沿与等高线垂直方向设置样线 47 条^[2,12-13],样线间距 1 500 m 以上,样线长 3—5 km,样线覆盖了保护区内各主要植被类型^[14]。由于保护区内高海拔地区积雪较深,因此样线大部分在海拔 900 m 以下,仅有一条样线海拔在 900 m 以上,这条样线最高点海拔为 943 m,雪被厚度 86 cm,调查时已经无法再向上行进。实地调查过程中发现孢卧迹时,便以该卧迹为中心作一个 2 m×2 m 和一个 10 m×10 m 的样方,样方中心用 GPS 定位。同时,在调查行进过程中,每行走 1000 m 作一个 2 m×2 m 和 10 m×10 m 的样方作为卧迹样方的对照样方,如果此处恰好遇见孢卧迹,则放弃对照样方的数据统计,仅作卧迹样方统计。在黄泥河自然保护区,除孢以外还有野猪(*Sus scrofa*)、马鹿(*Cervus elaphus*)和原麝 3 种有蹄类动物,不同有蹄类的卧迹可根据足迹链特征、粪便形态等加以区分。在每个样方内详细测量记录海拔、坡度、坡向、坡位、隐蔽水平、郁闭度、食物丰富度、灌丛盖度、树胸径、人为干扰距离、林型、裸岩、雪深、倒木和针叶树 15 类生态因子。总计测量了 72 个孢卧息地利用样方和 109 个非利用样方。各类生态因子的划分^[2,15]如下:

海拔 样方所处地的海拔高度,由 GPS 测定。

坡度 用 arcgis 求出样方所在地坡度,平坡 $\leq 10^\circ$ 、 $10^\circ < \text{缓坡} < 30^\circ$ 、陡坡 $\geq 30^\circ$ 。

坡向 用 arcgis 求出整个样方所处地的坡向,分为 1 阳坡($S67.5^\circ E-S22.5^\circ W$);2 半阴半阳坡($N22.5^\circ E-S67.5^\circ E, S22.5^\circ W-N67.5^\circ W$);3 阴坡($N67.5^\circ W-N22.5^\circ E$)。

坡位 整个样方所处地的坡位,分为三级,即 1 上坡位:山坡的上 1/3 和山顶、2 中坡位:山坡的中间 1/3 部分、3 下坡位为山坡的下 1/3 部分和山谷。

隐蔽水平 在样方中心点处测算 4 个方向上的可视距离,然后求其平均值。

郁闭度 估算样方内乔木树冠盖度,即乔木树冠对林下层的遮盖率,所有郁闭度的估算均由同一人完成^[15]。

食物丰富度 估算样方中孢主要采食食物的覆盖率,主要统计了高度低于 1.5 m 的榆(*Ulmus pumila* Linn.)、紫椴(*Tilia amurensis* Rupr.)、山杨(*Populus davidiana*)、柳(*Salix matsudana*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica* Rupr.)、白桦(*Betula platyphylla* Suk)、风桦(*Betula costata* Trautv.)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、红松(*Pinus koraiensis*)的嫩枝嫩芽以及可见苔藓等的覆盖率,所有食物丰富度的估算均由同一人完成^[16-17]。

灌丛盖度 估算样方内高度低于 2.5 m 的灌丛以及乔木的覆盖度,用百分率表示,所有灌丛盖度的估算均由同一人完成^[15]。

树胸径 在样方中,距中心点最近的一棵高度大于 2.5 m 的乔木树胸径。

人为干扰距离 用 arcgis 计算样方中心点到最近人为干扰源(包括主要干道,人类定居点等)的垂直距离。

林型 样方所在地优势乔木的生长型外貌,分为 1 阔叶林、2 针阔混交林、3 针叶林。

裸岩 统计样方内是否有裸岩,无记为 0,有记为 1。

雪深 测量记录样方中心点处的雪深。

倒木 统计样方内是否有树胸径大于 15 cm 的倒木,无记为 0,有记为 1。

针叶树 观测记录 2 m×2 m 样方内是否有针叶树,落叶松不在统计范畴内。无记为 0,有记为 1。

2.2 数据处理

采用 Baileys 置信区间法对坡向、坡位、林型、裸岩、倒木和针叶树 6 种定类变量进行分析,判断在黄泥河自然保护区狗冬季对这些卧息地因子选择的差异性^[18-19]。

利用单样本 Kolmogorov-Smirnov Test 对海拔、坡度、隐蔽水平、郁闭度、食物丰富度、灌丛盖度、树胸径、人为干扰距离和雪深这 9 种数量型变量的原始数据进行正态分布检验,对数据符合正态分布($P>0.05$)的郁闭度、食物丰富度和树胸径 3 类变量利用两独立样本 t 检验进行比较;对不遵从正态分布($P<0.05$)的其他变量先进行反正弦正态性转换,由于转换后仍然不遵从正态分布,故采用非参数估计中 Mann-Whitney U 检验对这些数量型卧息地因子选择的差异性进行比较。

为了保证黄泥河自然保护区冬季狗卧息地各变量之间的独立性,将上述两步数据分析中存在显著性差异的坡向、坡位、林型、裸岩、针叶树、海拔、隐蔽水平、郁闭度、灌丛盖度、食物丰富度和雪深 11 个变量采用 Spearman 法进行相关性分析。相关分析表明坡位与海拔、林型之间的相关系数绝对值均大于 0.6。根据野外调查,海拔和林型在狗卧息地选择中的影响较为明显,因此在进一步逻辑斯蒂回归分析前剔除坡位这个变量。

将样方利用与否作为因变量(对照样方 = “0”,利用样方 = “1”),将坡向、林型、裸岩、针叶树、海拔、隐蔽水平、郁闭度、灌丛盖度、食物丰富度和雪深 10 种存在显著性差异的卧息地因子作为自变量,采用 Backward conditional 法(条件向后逐步剔除法)进行二分逻辑斯蒂回归分析,以筛选出影响黄泥河自然保护区冬季狗卧息地选择的主要生态因子。因为自变量中存在坡向、林型、裸岩和针叶树 4 个定类变量,不能直接进行逻辑斯蒂回归分析,需对这些定类变量设置亚变量^[20]。坡向和林型均含有 3 种质因素,故设置 2 个亚变量,分别为坡向(1)和坡向(2)以及林型(1)和林型(2)。裸岩和针叶树为二分定类变量,均设置 1 个亚变量,分别为裸岩(1)和针叶树(1)。在设置亚变量时,均以最后一类质因素为参考类,亚变量编码如表 1。

以上所有的数据处理全部在 Excel 2003 和 SPSS 18.0 for Windows 软件包中进行。

3 结果

3.1 定类变量的 Baileys 法分析

采用 Baileys 置信区间法对狗卧息地选择中的 6 种名词型变量进行分析,结果显示狗喜欢在处于中坡位阳坡的针阔混交林中卧息,避开在阴坡和有裸岩的地区卧息,对倒木的选择不显著。狗在卧息时对针叶树表现出明显偏好,但同时又避开选择纯针叶林(表 2)。

3.2 数量型变量的比较

对黄泥河自然保护区狗冬季卧息地利用样方和对照样方的数量型变量进行比较(表 3),可以发现利用样方的主要特征表现为海拔低,雪被厚度浅,有较高的食物丰富度,灌丛盖度、郁闭度和隐蔽水平,但是在利用样方与对照样方的比较中,树胸径、坡度和人为干扰距离 3 类卧息地因子差异不显著。

3.3 狗冬季卧息地选择的逻辑斯蒂回归分析

在本次逻辑斯蒂回归分析中,最终进入方程有明显统计学意义的变量为坡向、林型、裸岩、针叶树、海拔、

表 1 定类变量编码

Table 1 Categorical variables coding

	变量 Variables	亚变量编码 Parameter coding	
		(1)	(2)
林型 Forest type	阔叶林	1	0
	针阔混交林	0	1
	针叶林	0	0
坡向 Slope direction	阳坡	1	0
	半阴半阳坡	0	1
	阴坡	0	0
裸岩 Bare rock	无	1	—
	有	0	—
针叶树 Conifer	无	1	—
	有	0	—

隐蔽水平、食物丰富度和雪深。最终模型的拟合优度检验各参数分别为: $-2\log(\text{likelihood}) = 35.337$, Nagelkerke $R^2 = 0.924$, 说明模型对数据的拟合优度很高。

表2 狍对每种生境类型的利用和选择

Table 2 Selection and utilization of each habitat types by roe deer in Huangnihe nature reserve

	生境类型 Habitat type	期望利用比例 Pe Expected proportion used ($n=109$)	实际利用比例 Pa Actual proportion used ($n=72$)	Pa 的 Baileys 95% 置信区间 Baileys 95% confidence interval for Pa
坡向 Slope direction	阳坡	0.541	0.722	$0.662 \leq Pa \leq 0.781 (+)$
	半阴半阳坡	0.239	0.250	$0.198 \leq Pa \leq 0.314 (0)$
	阴坡	0.220	0.028	$0.011 \leq Pa \leq 0.066 (-)$
坡位 Slope location	上坡位	0.184	0.056	$0.030 \leq Pa \leq 0.100 (-)$
	中坡位	0.330	0.611	$0.548 \leq Pa \leq 0.676 (+)$
	下坡位	0.486	0.333	$0.276 \leq Pa \leq 0.401 (-)$
林型 Forest type	阔叶林	0.248	0.194	$0.148 \leq Pa \leq 0.255 (0)$
	针阔混交林	0.550	0.750	$0.691 \leq Pa \leq 0.807 (+)$
	针叶林	0.202	0.056	$0.030 \leq Pa \leq 0.100 (-)$
裸岩 Bare rock	无	0.743	0.958	$0.934 \leq Pa \leq 0.980 (+)$
	有	0.257	0.042	$0.025 \leq Pa \leq 0.074 (-)$
针叶树 Conifer	无	0.550	0.056	$0.036 \leq Pa \leq 0.090 (-)$
	有	0.450	0.944	$0.918 \leq Pa \leq 0.969 (+)$
倒木 Fallen tree	无	0.679	0.708	$0.665 \leq Pa \leq 0.755 (0)$
	有	0.321	0.292	$0.252 \leq Pa \leq 0.342 (0)$

+: 表示偏好选择; -: 表示避开选择; 0: 表示随机选择

表3 狍数量型卧息地生态因子的比较 (Mean±SD)

Table 3 Comparison of numerical ecological factors on bed-site selection by roe deer in Huangnihe nature reserve

变量 Variables	对照样方 ($n=109$) Control quadrats	利用样方 ($n=72$) Used quadrats	Z	t	P
海拔 Elevation/m	694.94±185.43	590.92±76.84	-2.283	—	0.027 *
坡度 Gradient/(°)	20.50±13.00	8.67±5.93	-1.464	—	0.143
隐蔽水平 Hiding level/m	21.84±5.72	16.56±3.50	-6.699	—	0.000 **
郁闭度 Canopy density/%	52.14±16.02	56.49±15.19	—	-9.238	0.000 **
食物丰富度 Food abundance/%	28.14±12.07	44.40±16.31	—	-7.250	0.000 **
灌丛盖度 Thickets coverage/%	32.85±11.38	41.25±15.00	-3.801	—	0.000 **
树胸径 Diameter at breast height/cm	21.88±7.22	21.94±10.51	—	-0.045	0.964
人为干扰距 Distance from human disturbance/m	2184.17±1615.87	2368.79±1163.08	-1.030	—	0.303
雪深 Snow depth/cm	41.36±13.81	19.72±4.82	-8.999	—	0.000 **

* 表示差异显著; ** 表示差异极显著; —表示未测

由表4可知,食物丰富度、针叶树、雪深、裸岩和海拔是影响黄泥河自然保护区冬季狍卧息地选择的主导因子,林型、坡向和隐蔽水平是次要因子。在只含有常数项的起始模型中, Wald 统计量的显著性水平 $P = 0.006 < 0.05$, 所以常数项参数有效。因此狍对卧息地选择的最终逻辑斯蒂回归模型为: $Z = 32.628 + 11.675 \times \text{坡向}(1) + 9.741 \times \text{坡向}(2) - 5.486 \times \text{林型}(1) - 7.933 \times \text{林型}(2) - 7.496 \times \text{裸岩}(1) - 9.906 \times \text{针叶树}(1) - 0.043 \times \text{海拔} + 0.170 \times \text{隐蔽水平} + 0.220 \times \text{食物丰富度} - 0.429 \times \text{雪深}$, 选择利用概率 $P(z) = e^z / (1 + e^z)$, 模型整体正确预测率为 96.1%。

4 讨论

影响野生动物卧息地选择的因素复杂多变,这与动物的本身特性、栖息地特征、食物分布、隐蔽场所、竞争

和捕食等因素息息相关^[21-22]。在黄泥河自然保护区,冬季狗对卧息地表现出明显的选择性。在保护区,狗在卧息时喜欢海拔中等,位于阳坡中坡位上食物丰富度、灌丛盖度、郁闭度和隐蔽级都较高、雪被较浅的针阔混交林生境,尤其喜欢在针阔混交林中的针叶树下卧息,避开选择阴坡、裸岩和典型针叶林生境。

表 4 狗卧息地选择逻辑斯蒂回归分析

Table 4 Logistic regressions for bed-site selection by roe deer

变量 Variable	回归系数 <i>B</i> Regression coefficient	标准误 SE Standard error	Wald 统计量 Wald statistics	显著性 sig. Significance
坡向 Slope direction	—	—	2.835	0.242
坡向(1) Slope direction (1)	11.675	8.529	1.874	0.171
坡向(2) Slope direction (2)	9.741	8.220	1.405	0.236
林型 Forest type	—	—	4.541	0.103
林型(1) Forest type (1)	-5.486	3.668	2.237	0.135
林型(2) Forest type (2)	-7.933	3.983	3.966	0.046 *
裸岩(1) Bare rock (1)	-7.496	2.894	6.709	0.010 *
针叶树(1) Conifer (1)	-9.906	3.407	8.452	0.004 **
海拔 Elevation	-0.043	0.017	6.411	0.011 *
隐蔽水平 Hiding level	0.170	0.117	2.120	0.145
食物丰富度 Food abundance	0.220	0.073	8.966	0.003 **
雪深 Snow depth	-0.429	0.153	7.902	0.005 **
常数 Constant	32.628	15.713	4.312	0.038

* 表示差异显著; ** 表示差异极显著;—表示未测

针叶树(不包括落叶松)这一单一生态因子对狗冬季卧息地选择的影响在国内外未见报道。在黄泥河自然保护区,针叶树是影响狗卧息地选择的重要生境因子(表 2、表 4),这可能与天然保温覆盖物有关。植被结构可以对微生境产生影响,乔木和灌木等天然保温覆盖物在狗卧息地选择中具有重要作用^[7,23-24]。在冬季,针叶树树冠可以改变雪的降落方向,在调节温度、辐射和降雪方面要比落叶之后的阔叶树更为明显,这对于体表面积较大的狗减少能量散失、维持能量收支平衡具有重要作用。而且,狗在卧息时有一种独特行为是将卧迹处的积雪刨走,这种行为被认为是使卧息地更加舒适和保存能量的一种策略^[3,25],在黄泥河自然保护区冬季野外调查时也发现了狗的这一行为。显然,在雪被较深的地区刨除积雪明显要比在雪被浅的地区刨除积雪消耗更多的能量,不利于在严酷的冬季维持能量收支平衡,这可能正是狗选择雪被较浅的地区卧息的原因(表 3、表 4)。而冬季针叶树的树冠能够改变雪的降落方向,阻碍一部分积雪落到针叶树下,使得相同海拔地区针叶树下的雪被厚度明显比阔叶树下和空旷地带的雪被厚度浅,从而降低了狗在刨除积雪时的能量消耗。狗在针叶树下卧息正是对冬季严酷气候和环境的一种适应。

在黄泥河自然保护区冬季,针叶树虽然是影响狗卧息地选择的重要因素,但是由表 2 可知狗在卧息地选择时会避开典型的针叶林,偏好选择针阔混交林,这与 Mysterud 和 Østbye 对挪威南部狗卧息地选择的研究^[9]以及滕丽微等人对小兴安岭南低山丘陵区狗卧息地选择的研究^[3]得出的狗喜欢在针叶林下卧息的结果有明显不同。造成这种差异的原因一方面可能是由不同地区间的环境、气候差异造成的;另一方面也可能是由于这些研究中没有把针阔混交林中的针叶树作为一个独立生态因子对其单独考虑引起的。在黄泥河自然保护区冬季,狗喜欢在针叶树下卧息,但又同时避开典型针叶林的现象说明针叶树并不是影响狗卧息地选择的唯一因素,而是由针叶树和其他多个因素共同决定的,同时也说明针阔混交林中针叶树下的小气候更能满足狗的卧息需求。

在黄泥河自然保护区冬季狗喜欢在阳坡中坡位的针阔混交林中卧息(表 2),这与国内外的许多研究结果相似^[3,9]。完达山地区和小兴安岭地区与黄泥河自然保护区同处于动物地理区划中的东北区,大尺度下的气候环境相似,冬季寒冷,雪被较厚,食物匮乏,这可能是造成研究结果相似的原因。海拔是影响狗卧息地选择

的重要生态因子(表3、表4),而中坡位海拔一般相对较低、雪被较浅,阳坡又背风向阳,环境条件相对温和,这样的卧息地组合显然对狍具有较高的吸引力。此外,针阔混交林不但有狍卧息时需要的针叶树,而且针阔混交林中林下地面植被较多,这些植被的嫩枝嫩芽能够满足狍的食物需求,避免了狍在取食地和卧息地之间长距离迁移造成的能量耗损,符合以最小的能量损耗获取最多能量的最佳取食原则。

卧息地选择是有蹄类动物的一种贮存能量策略^[1]。在黄泥河自然保护区冬季,食物丰富度对狍卧息地选择的影响(表3、表4)恰好能说明这一点,丰富的食物是狍顺利度过冬天的关键。捕食压力对野生动物的卧息地选择有重要影响,动物可以通过选择卧息地生境降低被捕食风险^[1,21]。在本次研究中,虽然灌丛盖度最终未落入逻辑斯蒂回归模型中,隐蔽水平对模型的影响也不显著,但是从表3中可以看出,在黄泥河自然保护区冬季,狍在卧息时喜欢选择隐蔽水平和灌丛盖度均较高的生境,这与滕丽微等人对小兴安岭南部狍卧息地选择的研究结果一致^[3]。灌丛可以为狍提供隐蔽物,隐蔽水平较高的卧息地能够降低狍被捕食风险。而且,灌丛盖度能够在一定程度上降低风速,改变卧息环境小气候,进一步弥补狍在保温覆盖物上选择的不足,这些对狍顺利度过寒冬都至关重要,明显提高了对狍卧息地选择时的吸引力。

致谢:感谢吉林省林业厅以及黄泥河自然保护区保护处对野外调查工作提供的支持。

References:

- [1] Liu Z S, Cao L R, Zhai H, Hu T H, Wang X M. Winter habitat selection by Red deer (*Cervus elaphus alxaicus*) in Helan Mountain, China. *Zoological Research*, 2004, 25(5): 403-409.
- [2] Luo Y, Zhang M M, Liu Z S, Li Z G, Hu T H, Zhai H. Winter and spring habitat selection of Red deer (*Cervus elaphus alxaicus*) in the Helan Mountain, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(5): 2757-2763.
- [3] Teng L W, Liu Z S, Zhang E D, Ma J Z. Winter bed-site selection of *Capreolus capreolus* in low mountain areas of southern Xiaoxing'anling Mountains. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(2): 213-218.
- [4] Mautz W W. Sledding on a bushy hillside: the fat cycle in deer. *Wildlife Society Bulletin*, 1978, 6(2): 88-90.
- [5] Parker K L, Robbins C T. Thermo regulation in mule deer and elk. *Canadian Journal of Zoology*, 1984, 62(7): 1409-1422.
- [6] Schmitz O J. Thermal constraints and optimization of winter feeding and habitat choice in white-tailed deer. *Ecography*, 1991, 14(2): 104-111.
- [7] Teng L W, Liu Z S, Zhang E D, Ma J Z. Winter bedding site selection by the roe deer (*Capreolus capreolus*) in Sanjiang National Nature Reserve, Heilongjiang Province, China. *Zoological Research*, 2006, 27(4): 403-410.
- [8] Gao Z S, Ma J Z. Ecological value of wild deer and the influence factors. *Journal of Economic Animal*, 2004, 8(1): 13-15.
- [9] Mysterud A, Østbye E. Bed-site selection by European roe deer (*Capreolus capreolus*) in southern Norway during winter. *Canadian Journal of Zoology*, 1995, 73(5): 924-932.
- [10] Zhang Z C. Studies on Current Status of Amur Tiger's Prey Population Resources and Habitat use of Amur T-iger in Wandan Mountains of Heilongjiang Province [D]. Harbin: Northern Forestry University, 2006.
- [11] Bu Z J, Wang S Z, Lang H Q, Guo K Q. Vegetation vertical zone spectrum and its features on southern slope of Laobai Mountain in Huangnihe Nature reserve. *Journal of Mountain Science*, 2003, 21(1): 80-84.
- [12] Zhou L L. Habitat Selection of Musk Deer (*Moschus moschiferus*) in Tonghe Forest Area during Summer and Winter in Lesser Khingan Mountains [D]. Harbin: Northern Forestry University, 2005.
- [13] Hu Z J, Wang Y, Xue W J, Jiang H R, Xu H F. Studies on habitat selection by moschus berezovskii in winter in Zibaishan Nature Reserve. *Journal of Henan University: Natural Science*, 2006, 36(1): 70-74.
- [14] Zhang J N. Frequently-Used Experimental Method and Technology of Ecology. Beijing: Chemical Industry Press, 2007: 125-126.
- [15] Borkowski J, Ukalska J. Winter habitat use by red and roe deer in pine-dominated forest. *Forest Ecology and Management*, 2008, 255(3/4): 468-475.
- [16] Song Y, Song G H, Zhang W. Study on the diet nature of capreolus capreolus in winter in Heilongjiang Fenglin Nature Reserve. *Forestry Science and Technology*, 2001, 26(6): 31-34.
- [17] Storms D, Said S, Fritz H, Hamann J L, Saint-Andrieux C, Klein F. Influence of hurricane Lothar on red and roe deer winter diets in the Northern Vosges, France. *Forest Ecology and Management*, 2006, 237(1/3): 164-169.
- [18] Thomas D L, Taylor E J. Study designs and tests for comparing resource use and availability II. *Journal of Wildlife Management*, 2006, 70(2): 324-336.

- [19] Rong K, Zong C, Ma J Z. A method for analysis of habitat selection data: bailey's interval. *Zoological Research*, 2009, 30(2): 215-220.
- [20] Zhang W T. Statistical Analysis Tutorials of Tool Spss 11.0 (advanced level). Beijing: Beijing Publishing House of Electronics Industry, 2002: 91-100.
- [21] Houtman R, Dill L M. The influence of predation risk on diet selectivity: a theoretical analysis. *Evolutionary Ecology*, 1998, 12(3): 251-262.
- [22] Chu H J, Jiang Z G, Jiang F, Ge Y, Tao Y S, Li B. Summer and winter bed-site selection by goitred gazelle (*Gazella subgutturosa sairensis*). *Zoological Research*, 2009, 30(3): 311-318.
- [23] Armstrong E, Euler D, Racey G. Winter bed-site selection by white-tailed deer in central Ontario. *Journal of Wildlife Management*, 1983, 47(3): 880-884.
- [24] Lang B K, Gates J E. Selection of sites for winter night beds by white-tailed deer in a hemlock-northern hardwood forest. *American Midland Naturalist*, 1985, 113(2): 245-254.
- [25] Sergeant G A, Eberhardt L E, Peek J M. Thermoregulation by mule deer (*Odocoileus hemionus*) in arid rangelands of southcentral Washington. *Journal of Mammalogy*, 1994, 75(2): 536-544.

参考文献:

- [1] 刘振生, 曹丽荣, 翟昊, 胡天华, 王小明. 贺兰山区马鹿对冬季生境的选择性. *动物学研究*, 2004, 25(5): 403-409.
- [2] 骆颖, 张明明, 刘振生, 李志刚, 胡天华, 翟昊. 贺兰山马鹿冬春季生境的选择. *生态学报*, 2009, 29(5): 2757-2763.
- [3] 滕丽微, 刘振生, 张恩迪, 马建章. 小兴安岭南低山丘陵地区狍冬季卧息地选择. *生态学杂志*, 2007, 26(2): 213-218.
- [7] 滕丽微, 刘振生, 张恩迪, 马建章. 黑龙江省三江自然保护区狍对冬季卧息地的选择. *动物学研究*, 2006, 27(4): 403-410.
- [8] 高智晟, 马建章. 野生鹿类的生态价值及其影响因素. *经济动物学报*, 2004, 8(1): 13-15.
- [10] 张常智. 黑龙江省完达山地区东北虎猎物种群现状及东北虎生境利用研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2006.
- [11] 卜兆君, 王升忠, 郎慧卿, 郭克勤. 黄泥河自然保护区老白山南坡植被垂直带谱及其特点. *山地学报*, 2003, 21(1): 80-84.
- [12] 周玲玲. 小兴安岭通河林区原麝 (*Moschus moschiferus*) 夏冬季生境选择研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2005.
- [13] 胡忠军, 王涓, 薛文杰, 姜海瑞, 徐宏发. 紫柏山自然保护区林麝冬季生境选择. *河南大学学报: 自然科学版*, 2006, 36(1): 70-74.
- [14] 章家恩. 生态学常用实验研究方法与技术. 北京: 化学工业出版社, 2007: 125-126.
- [16] 宋影, 宋国华, 张伟. 黑龙江省丰林自然保护区狍冬季食性的研究. *林业科技*, 2001, 26(6): 31-34.
- [19] 戎可, 宗诚, 马建章. Bailey's 方法在生境选择研究中的应用. *动物学研究*, 2009, 30(2): 215-220.
- [20] 张文彤. 世界优秀统计工具 SPSS 11.0 统计分析教程 (高级篇). 北京: 北京希望电子工业出版社, 2002: 91-100.
- [22] 初红军, 蒋志刚, 蒋峰, 葛炎, 陶永善, 李斌. 鹅喉羚夏季和冬季卧息地选择. *动物学研究*, 2009, 30(3): 311-318.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 7 April, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Research progress on chemical communication of development and host-finding of nematodes ZHANG Bin, HU Chunxiang, SHI Jin, et al (2003)
- Principles, indicators and sampling methods for species monitoring XU Haigen, DING Hui, WU Jun, et al (2013)

Autecology & Fundamentals

- Spatial distribution pattern of human-caused fires in Hulunbeir grassland ZHANG Zhengxiang, ZHANG Hongyan, LI Dongxue, et al (2023)
- Belowground biomass in Tibetan grasslands and its environmental control factors YANG Xiuqing, HUANG Mei, WANG Junbang, et al (2032)
- Analysis on variation characteristics of air temperature and ground temperature in Guilin from 1961 to 2010 CHEN Chao, ZHOU Guangsheng (2043)
- Winter bed-site selection by roe deer (*Capreolus capreolus*) in Huangnihe Nature Reserve ZHU Hongqiang, GE Zhiyong, LIU Geng, et al (2054)
- Leaf anatomical characteristics of the plants of grasslands in the Tibetan Plateau LI Quanfa, WANG Baojuan, AN Lihua, et al (2062)
- A research on summer vegetation characteristics & short-time responses to experimental warming of alpine meadow in the Qinghai-Tibetan Plateau XU Manhou, XUE Xian (2071)
- Cytological study on microsporogenesis of *Solanum lycopersicum* var. Micro-Tom under high temperature stress PENG Zhen, CHENG Lin, HE Yanjun, et al (2084)
- A new plant height growth process model of *Caragana* forest in semi-arid loess hilly region ZHAO Long, WANG Zhenfeng, GUO Zhongsheng, et al (2093)
- Germination inhibitory substances extracted from the seed of seven species of *Quercus* LI Qingmei, LIU Yan, LIU Guangquan, et al (2104)
- Effects of water stress and fungicide on the growth and drought resistance of *Flaveria bidentis* CHEN Dongqing, HUANGFU Chaohe, LIU Hongmei, et al (2113)
- Characters of soil seed bank in copper tailings and its adjacent habitat ... SHEN Zhangjun, OU Zulan, TIAN Shengni, et al (2121)
- Changes of soil chemical properties after different burning years in typical steppe of Yunwun Mountains LI Yuan, CHENG Jimin, WEI Lin, et al (2131)
- Effects of water and fertilizers on nitrate content in tomato fruits under alternate partial root-zone irrigation ZHOU Zhenjiang, NIU Xiaoli, LI Rui, et al (2139)
- Effect of land use on the characteristics of organic carbon and labile organic carbon in soil aggregates in Karst mountain areas LI Juan, LIAO Hongkai, LONG Jian, et al (2147)
- Mobilization of inorganic phosphorus from soils by five azotobacters ZHANG Liang, YANG Yuhong, LI Qian, et al (2157)
- Physiological-ecological responses of *Iris germanica* L. to Cd stress and its accumulation of Cd ZHANG Chengxiang, CHEN Weifeng (2165)
- The available forms and bioavailability of heavy metals in soil amended with sewage sludge TIE Mei, SONG Linlin, HUI Xiujuan, et al (2173)
- LAI-based photosynthetic light response model and its application in a rainfed maize ecosystem SUN Jingsong, ZHOU Guangsheng (2182)
- The dominant species of predatory natural enemies of three kinds of planthoppers and impact of pesticides on natural enemies in paddy field LIN Yuan, ZHOU Xiazhi, BI Shoudong, et al (2189)

Population, Community and Ecosystem

- Spatial and temporal variation of picophytoplankton in the Pearl River Estuary ZHANG Xia, HUANG Xiaoping, SHI Zhen, et al (2200)

Analysis of the relationship between species diversity and hydrologic factors during an interval of intermittent water delivery at the Lower Reaches of Tarim River, China	CHEN Yongjin, LIU Jiazhen, CHEN Yaning, et al (2212)
Fish species composition and community pattern in the continental shelf of northwestern South China Sea	WANG Xuehui, LIN Zhaojin, DU Feiyan, et al (2225)
Distribution and succession of plant communities in Lake Bita coastal swamp on the plateau region, northwestern Yunnan	HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang (2236)
Analysis on community structure and quantitative characteristics of <i>Nitraria tangutorum</i> nebkhas at different succession stage in lower reaches of Shiyang River	JIN Hujia, MA Quanlin, HE Mingzhu, et al (2248)
Resource and Industrial Ecology	
Effects of subsoiling and supplemental irrigation on dry matter production and water use efficiency in wheat	ZHENG Chengyan, YU Zhenwen, ZHANG Yongli, et al (2260)
Effects of two years' incorporation of leguminous green manure on soil properties of a wheat field in dryland conditions	ZHANG Dabin, YAO Pengwei, LI Jing, et al (2272)
Effects of planting with ridge and furrow mulching on maize growth, yield and water use efficiency in dryland farming	LI Rong, HOU Xianqing, JIA Zhikuan, et al (2282)
Urban, Rural and Social Ecology	
Effects of riparian buffers of North Mort of Beijing on air temperature and relative humidity	WU Fangfang, ZHANG Na, CHEN Xiaoyan (2292)
Characteristics of spatial and temporal variations of global solar radiation in Xi'an and relevant response in urban development	ZHANG Hongli, ZHANG Naweirui, LIU Minru, et al (2304)
Research Notes	
A analysis of macrofungal flora diversity in Langyashan Nature Reserve, Anhui Province, China	CHAI Xinyi, XU Xuefeng, WANG Meiyang, et al (2314)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 陈利顶

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 7 期 (2013 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 7 (April, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元