

DOI: 10.5846/stxb201808031656

朱井丽, 孙雪莹, 张琦, 崔多英, 徐卓, 沙力瓦·拍依祖拉木, 吴庆明, 邹红菲, 戎可. 大兴安岭北坡黑嘴松鸡越冬期种群密度及夜栖地利用. 生态学报, 2019, 39(19): - .

Zhu J L, Sun X Y, Zhang Q, Cui D Y, Xu Z, Shaliwa · Paiyizulamu, Wu Q M, Zou H F, Rong K. Population density and nocturnal habitat utilization of Black-billed Capercaillie in the northern area of Greater Khingan Range. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(19): - .

大兴安岭北坡黑嘴松鸡越冬期种群密度及夜栖地利用

朱井丽^{1,2}, 孙雪莹¹, 张琦¹, 崔多英³, 徐卓¹, 沙力瓦·拍依祖拉木¹, 吴庆明¹, 邹红菲¹, 戎可^{1,*}

1 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040

2 黑龙江生态工程职业学院, 哈尔滨 150025

3 北京动物园圈养野生动物技术重点实验室, 北京 100044

摘要: 为了更深入地了解黑嘴松鸡的种群密度及其夜栖地利用情况, 以为后续的黑嘴松鸡保护管理提供科学的理论参考, 2017—2018 年 1—2 月采用样线法、定点观察法、样方法、因子测量法、因子分析法、GPS 定位等方法, 对大兴安岭北坡越冬期黑嘴松鸡的种群密度及夜栖地特征进行了调查分析。分析结果表明: (1) 大兴安岭北坡越冬期, 黑嘴松鸡种群密度为 (1.18—8.06) 只/km², 即每平方千米分布有黑嘴松鸡 1—8 只; (2) 黑嘴松鸡夜栖迹长为 (52.64±9.28) cm、宽为 (26.55±6.91) cm、高为 (17.11±3.78) cm; (3) 黑嘴松鸡夜栖地利用包括 2 个尺度 3 个选择, 即大生境尺度内夜栖生境类型选择和小生境尺度内夜栖区选择、夜栖微生境选择; (4) 夜栖生境类型对以兴安落叶松为优势树种的针阔混交林具有绝对的选择性 (100%); 夜栖区对林缘雪地和林中乔木树下的偏好利用较高 (75.00%); 夜栖微生境选择通过隐蔽因子、应急逃逸因子、温度因子来判定, 隐蔽因子包括乔木密度和干扰区距离, 选择具有高密度乔木的、远离人为干扰区 (约为 4.5 km) 的区域; 应急逃逸因子包括海拔、卧迹头端开阔度、乔木距离, 选择高海拔的、卧迹头端具有开阔度的、贴近乔木 (小于 1 m) 的位置; 温度因子包括卧迹雪深、卧迹头端方位角, 选择保温效果显著的、适合体尺指标的背风点 (东南出口)。

关键词: 种群密度; 夜栖地利用; 黑嘴松鸡; 越冬期; 大兴安岭北坡

Population density and nocturnal habitat utilization of Black-billed Capercaillie in the northern area of Greater Khingan Range

ZHU Jingli^{1,2}, SUN Xueying¹, ZHANG Qi¹, CUI Duoying³, XU Zhuo¹, Shaliwa · Paiyizulamu¹, WU Qingming¹, ZOU Hongfei¹, RONG Ke^{1,*}

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

2 Heilongjiang Vocational Institute of Ecological Engineering, Harbin 150025, China

3 Beijing Key Laboratory of Captive Wildlife Technologies, Beijing Zoo, Beijing 100044, China

Abstract: In order to gain more knowledge and to provide a scientific theory reference for the conservation and management of Black-billed Capercaillie, research on the population density and nocturnal habitat utilization of the Black-billed Capercaillie in the northern area of Greater Khingan Range during January 2017 to February 2018 was conducted by using the line transect method, fixed-point observation method, the sample method, factor measurement, factor analysis, and GPS positioning. The results showed that: (1) during wintering in the northern area of Greater Khingan Range, the

基金项目: 国家自然科学基金 (31401978, 31470460, 31770423, 31372209); 教育部中央高校基本科研业务费 (2572017CA16); 黑龙江省博士后科研启动金 (LBH-Q14009)

收稿日期: 2018-08-03; **网络出版日期:** 2019-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: rongke@nefu.edu.cn

population density of the Black-billed Capercaillie was (1.18—8.06) individuals/km², namely 1—8 individuals per km²; (2) the length, width, and depth of the nest for the nocturnal habitat of the Black-billed Capercaillie were (52.64±9.28) cm, (26.55±6.91) cm, (17.11±3.78) cm, respectively; (3) nocturnal habitat utilization of the Black-billed Capercaillie included two scales and three selection levels, such as nocturnal habitat type selection at the macro-habitat scale, nocturnal area selection, and nocturnal micro-habitat selection at the micro-habitat scale; (4) the Black-billed Capercaillie preferred mixed broadleaf-conifer forest with *Larix gmelinii* as the dominant tree species, the nocturnal habitat type (100.00%); snow area beside the forest edge, and area under the tree in the forest were preferred as the nocturnal area (75.00%); the nocturnal micro-habitat was selected according to the shelter factor, emergency escape factor, and temperature factor; among them the shelter factor included arbor density and disturbance area distance, the area with high arbor density was selected away (about 4.5 km) from the disturbance area; emergency escape factor included altitude, openness in nest exit, and arbor distance (less than 1 m); temperature factor included snow depth in the nest and the direction (angle) of nest exit, the lee side of an area with suitable temperature, fit for body measurement index, was selected.

Key Words: population density; nocturnal habitat utilization; Black-billed capercaillie; wintering; northern area of Greater Khingan Range

越冬期是鸟类生活史阶段中影响种群稳定性的关键时期^[1],对其利用的栖息地特征进行研究有利于更科学地加强物种保护及其栖息地管理^[2-3],这对大型濒危留鸟尤为重要^[4],尤其是食物较少、环境条件较恶劣的寒温带地区,栖息地的作用更为明显,黑嘴松鸡(*Tetrao parvirostris*)便为其中一例。

黑嘴松鸡,也叫细嘴松鸡,是鸡形目(GALLIFORMES)松鸡科(Tetraonidae)典型的大型针叶林鸟类,为中国国家 I 级重点保护鸟类,《中国脊椎动物红色名录》(2016)中将其提升为濒危(EN)鸟种^[5],主要分布于中国、蒙古、俄罗斯;有 3 个亚种,中国仅有指名亚种(*Tetrao parvirostris parvirostris*)。

历史上,黑嘴松鸡国内分布于东北大兴安岭、小兴安岭和长白山区海拔(300—800) m 的寒温带针叶林中,在辽宁、河北也有越冬个体;其中,大兴安岭区域的种群数量居全国首位。目前,小兴安岭区域和河北的黑嘴松鸡种群数量及分布区呈持续缩减的趋势,难以见到实体^[6];即使是种群数量最多的大兴安岭地区,由于 1987 年 5 月发生了历史上罕见的特大森林火灾,烧毁了大片原始森林,过火总面积达 133 万 hm²,再加上耕地的开发、毁林开荒、过度放牧等影响因素,黑嘴松鸡的种群数量并不稳定,呈现出较大的波动。

而关于黑嘴松鸡的研究,已有的公开发表文献仅有 10 篇,7 篇涉及黑嘴松鸡的野生种群^[6-12]。其中,1982 年,高中信最早对黑嘴松鸡的栖息环境、食性、繁殖习性、敌害等生态学习性进行了调查描述^[7],这开启了中国学者对黑嘴松鸡的关注;之后,1988 年,高玮等最早对大兴安岭区域黑嘴松鸡的繁殖习性、分布、生活规律等方面进行了系统地调查研究^[8]。但,之后的 20 年期间,一直无人关注黑嘴松鸡的野生种群,直至 2009 年,尹远新等^[6]通过样带法对大兴安岭西坡、东坡和小兴安岭区域黑嘴松鸡的种群数量进行了调查,调查结果认为:大兴安岭西坡黑嘴松鸡的种群数量与历史上相比呈下降趋势,而大兴安岭东坡的种群数量却呈增加的趋势,小兴安岭的分布区和种群均呈缩小趋势;同时,深入分析表明:目前,呼伦贝尔市区域黑嘴松鸡的分布区内生境状况良好,适合现有黑嘴松鸡种群的栖息。于凤琴和李显达(2013)也对大兴安岭西坡的内蒙古汗马国家级自然保护区内黑嘴松鸡的生物学习性进行了描述性关注^[9]。

而关于大兴安岭北坡黑嘴松鸡的种群状态,黑龙江塔河林业局的雷宪奇(2015)在工作监测中对位于该区域的黑龙岭峰国家级自然保护区内的 2001—2007 年度间黑嘴松鸡种群数量进行了数据报道^[10]。张扬扬(2012)于 2010—2011 年利用样方法对该保护区内黑嘴松鸡春季栖息地选择进行了分析^[11]。之后,任月恒(2016)利用地方志为主的黑嘴松鸡分布资料作为历史分布点数据源,通过地理信息系统(GIS)和最大熵模型(Maxent)技术,基于历史、现在和未来的气候数据,结合地形因素,对黑嘴松鸡在 20 世纪 70、80、90 年代和 21 世纪的分布区进行了推测,其结论认为:在未来气候变化情况下,黑嘴松鸡分布区将进一步缩减,并且适宜分

布区将向西北方向退缩,建议在大兴安岭北部地区加强对黑嘴松鸡的就地保护^[12]。这是目前官方可见的所有的关于我国大型寒温带濒危鸟类黑嘴松鸡野生种群的报道,其基础性研究型的文字资料并不完善,尤其是越冬期间的最基础的种群数量及其分布等基础性信息更为缺乏。

因此,在目前各种人为干扰活动尚且存在、黑嘴松鸡种群数量尚可遇见的前提下,非常有必要加强黑嘴松鸡的野外生态学研究,这些能为黑嘴松鸡的保护管理和科普工作提供最为纪实的技术支持,更能为未来黑嘴松鸡的就地保护提供科学支撑。本文基于 2017—2018 年间的野外数据,对大兴安岭北坡黑嘴松鸡越冬种群密度、栖息地特征进行了调查分析,以期掌握黑嘴松鸡越冬期夜栖地特征,为相应的科学管理提供一些借鉴。

1 研究地概况

研究区位于内蒙古自治区呼伦贝尔市根河市金河镇施业区境内,属大兴安岭北坡,北与阿龙山林业局相邻,西与莫尔道嘎林业局相连,南、西南分别与根河林业局、得耳布尔林业局接壤,东南及东分别与内蒙古汗马国家级自然保护区和甘河林业局毗连。该区域属于寒温带大陆性季风气候,气候特点是寒冷湿润,由于受到西伯利亚冷空气的影响,冬季长而干冷,夏季短而湿热,平均海拔 1000 m^[11]。年均温在 -6.1℃,年均日照 2628.6 h,年均降水量 428.2 mm,无霜期约 80 d,多为西北风^[12]。植被以兴安落叶松(*Larix gmelinii*)占绝对优势(可达 87.6%),伴生有白桦(*Betula platyphylla*)、樟子松(*Pinussylvestris Mongolica*)、山杨(*Populus davidiana*)等;下层灌木有杜香(*Ledum palustre*)、红豆越橘(*Vaccinium vitisidaea*)、笃斯越橘(*Vaccinium uliginosum*)、兴安杜鹃(*Rhododendron dauricum*)、刺玫(*Rosa davurica*)等;地面草本层有小叶樟(*Deyeuxia langsdorffii*)、苔草(*Carex tristachya*)、地榆(*Sanguisorba officinalis*)、车前(*Plantago asiatica*)等。该区域未建立保护区,分布的动物资源与大兴安岭基本一致。

2 研究方法

2.1 数据收集

野外调查时间为 2017—2018 年 1—2 月,调查方法为样线法。依据研究区域内地形地貌特点,以互不重叠为原则,将样线平均布设在研究区东南西北四个方向。样线长度理论上控制在 5 km,实际长度因调查时间、步行速度、天气情况、身体情况等因素而有所微差;样线的单侧宽定为 50 m,实际宽度因调查区域的开阔度而稍有不同;样线间隔理论上为 1 km,实际间隔因地形、地势、天气等因素而存在线段差异。

调查徒步进行,步行速度理论上为 3 km/h,原则上每天调查 3 条样线,记录的内容以黑嘴松鸡实体和新鲜卧迹为主。对于黑嘴松鸡的夜栖点,在样线两侧寻找黑嘴松鸡卧迹,卧迹为黑嘴松鸡在雪地上过夜后留下的一个椭圆形凹坑,凹坑内多有黑嘴松鸡的粪便,凹坑边缘有足迹或翅膀扫过后留下的印痕,此卧迹即为其夜栖点。发现卧迹后,用 GPS 定位,并进行数据测量^[13],主要包括:(1)生境类型(Habitat type):卧迹所处位置的主要植被类型,分为针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌丛、林间湿地 5 类;(2)卧区(Nest location):卧迹所在生境中的区域位置,分为林中、林缘、林外;其中,林中是指距离林缘 50 m 以外的区域,这是本文样线的单侧宽度,包括林中树下和林中雪地;林缘是指林型景观的边缘,该边缘既包括林型的最外缘也包括林型斑块的边缘,林型斑块的分割包括林间大车道、巡护路、火车道、乡道等,分为林缘树下和林缘雪地;林外的生境类型较多,有河流、农田等,但均为雪地;(3)卧迹长(Nest length)/cm:指卧迹头端至尾端的最大长度;(4)卧迹宽(Nest width)/cm:指卧迹左侧至右侧的最大宽度;(5)卧迹深(Nest depth)/cm:指卧迹四周最高处雪缘与卧迹最低处的最大量度;(6)卧迹雪深(Snow depth in nest site)/cm:卧迹所在位置四周雪的平均深度;(7)卧迹头端开阔度(Openness in nest exit)/码:卧迹头端即黑嘴松鸡头部所在方向与最近乔木的距离;(8)卧迹头端方位角(Direction angle in nest exit)/°:卧迹头端即黑嘴松鸡头部所在方向的角度;(9)海拔(Altitude)/m:卧迹区域的平均海拔高度;(10)乔木密度(Arbor density)/根:以卧迹为对角线中心,测量 3 m×3 m 样方范围内乔木的数量;(11)乔木距离(Arbor distance)/m:距卧迹最近的乔木的水平距离;(12)干扰区距离(disturbance area

distance)/ m ; 卧迹最近的干扰区距离, 主要包括人为居住区(有常住区、季节性散户)、交通道路等。

2.2 数据处理

关于种群密度分析, 因为样线不重叠, 假定样线调查过程中遇见的实体与相近的卧迹存在重叠。故, 在后续的种群密度模拟过程中, 将黑嘴松鸡新鲜卧迹的密度和将黑嘴松鸡实体密度分别作为种群密度的最大值和种群密度的最小值。具体的种群密度数据处理公式^[14]为: $d_i = n_i / (2l_i w_i)$, $\bar{d} = \sum_{i=1}^m d_i / m$; 式中, d_i 为第 i 条样线上黑嘴松鸡的实体密度或卧迹密度, n_i 为第 i 条样线上黑嘴松鸡的实体数或卧迹数, l_i 为样线长度, w_i 为样线单侧宽度; m 为样线数量, \bar{d} 为调查区域内估算的黑嘴松鸡的平均密度。调查期间共观察到黑嘴松鸡实体 8 只、卧迹 56 个。

黑嘴松鸡夜栖地利用主要通过 IBM SPSS Statistics 20.0 中的 Factor Analysis 进行了分析。

3 结果与分析

3.1 种群密度及夜栖卧迹特征

统计分析结果显示: 调查期间, 调查区域内黑嘴松鸡实体密度为 (1.18 ± 0.02) 只/ km^2 ; 新鲜卧迹密度为 (8.06 ± 0.01) 只/ km^2 ; 卧迹长为 (52.64 ± 9.28) cm、宽为 (26.55 ± 6.91) cm、高为 (17.11 ± 3.78) cm。

根据分析结果, 假定以新鲜卧迹密度为当地黑嘴松鸡种群密度的最大值、以实体密度为最小值, 那么调查区域内黑嘴松鸡的种群密度为 1.18—8.06 只/ km^2 , 即每平方公里分布有黑嘴松鸡 1—8 只。

3.2 夜栖地生境类型

统计结果显示: 黑嘴松鸡夜栖地对以兴安落叶松为优势树种的针阔混交林具有绝对的选择(100%), 完全回避针叶林和阔叶林。

3.3 夜栖区选择

统计分析结果(图 1)表明: 黑嘴松鸡夜栖地对林缘雪地对林缘雪地对林缘雪地具有较高的选择性(46.43%), 其次是乔木(落叶松、白桦、杨树)树下(28.57%)。

3.4 夜栖地生境利用

对大兴安岭北坡黑嘴松鸡越冬期夜栖地生境因素进行了因子分析。结果表明: 前 3 个主成分特征值均大于 1, 折线陡峭, 相关性较小; 第 4 个因子以后的特征值小于 1, 折线平缓, 相关性较大(图 2); 前 3 个因子特征值累积贡献率达 70.121%, 超过 60%, 说明前 3 个主成分基本包含了全部生境因素所具有的绝大部分信息, 能反映大兴安岭北坡越冬期黑嘴松鸡夜栖地生境利用信息, 取前 3 个主成分, 计算其相应的特征向量(表 1), 将其分别定义为隐蔽因子、应急逃逸因子、温度因子。

4 讨论

4.1 种群密度

本文调查的大兴安岭黑嘴松鸡种群密度 1—8 只/ km^2 , 远低于 20 世纪 80 年代同区域黑嘴松鸡的种群密度(6.6—13 只/ km^2)^[8], 远高于 21 世纪初的种群密度(0.0611 只/ km^2)。本文的调查区域属于大兴安岭林

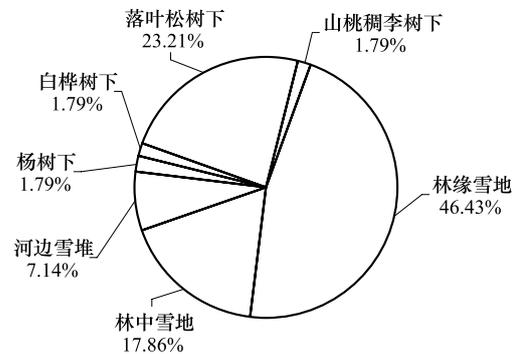


图 1 黑嘴松鸡夜栖区选择

Fig.1 Nocturnal area select of Black billed Capercaillie

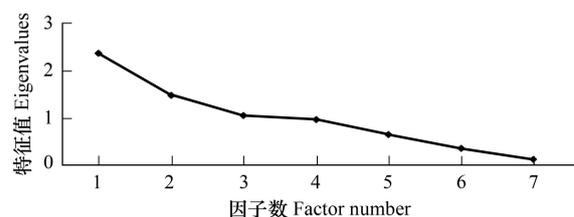


图 2 黑嘴松鸡夜栖生境因素因子分析的特征值

Fig 2 Eigenvalue of factor analysis for nocturnal habitat variables on Black billed Capercaillie

区,是天保工程实施的重要区域。已有研究表明^[14]:我国天保工程实施以来,实施的转移林业工人、减少森林采伐量、增加森林蓄积量以及棚户区改造、人兽冲突的生态补偿、反盗猎工作等一系列国家政策,在促进社会和生态发展的同时,极大程度地恢复了野生动物栖息地面积,与此产生的协同效应是东北虎豹种群数量的增加。黑嘴松鸡是该区域的大型林栖濒危鸟类,其种群密度的增长,不排除天保工程的贡献,但还需要进一步的大尺度的连续深入研究验证。

表 1 黑嘴松鸡夜栖生境因素的主成分分析

Table 1 Principal component analysis of nocturnal habitat variables on Black billed Capercaillie

变量 Variables	主成分 Component			均值±标准差 Mean value± standard deviation
	1	2	3	
特征值 Eigenvalues	2.376	1.478	1.054	
方差贡献率 Contribution rate/%	33.948	21.112	15.061	
累计贡献率 Accumulating contribution rate/%	33.948	55.060	70.121	
海拔 Altitude/m	0.341	0.343	0.042	787.24±1.53
卧迹雪深 Snow depth in nest site/cm	-0.201	0.253	-0.561	17.36±0.27
卧迹头端方位角 Direction angle of nest exit/°	-0.080	-0.179	0.659	154.25±12.68
卧迹头端开阔度 Openness of nest exit/m	-0.139	0.400	0.343	7.45±0.51
乔木距离 Arbor distance/m	-0.274	0.371	0.088	0.64±0.09
乔木密度 Arbor density/(根/m ²)	0.272	-0.198	-0.121	2.45±0.11
干扰区距离 Disturbance area distance/m	0.410	0.299	0.127	4502.32±103.21

4.2 夜栖地生境类型

关于夜栖地生境类型,本文的调查结果与前人存有异同^[7-8,10]。相同之处是生境中均分布有以落叶松为主的针叶林,不同之处在于本文调查的生境中还分布有阔叶林(100%)。关于这方面的差异,可能的解释有两方面。一方面是黑嘴松鸡的空间分布发生了偏移。已有研究分析预测:在未来气候变化情况下,黑嘴松鸡分布区将进一步缩减,其适宜分布区将向西北方向退缩,大兴安岭北部地区应为黑嘴松鸡的主要分布区^[12]。另一方面是兴安落叶松分布区内伴生树种发生了变化。已有研究预测分析:目前中国兴安落叶松林的分布区多为气候低适宜区和气候中适宜区,该区域的水热等条件达不到兴安落叶松林生长发育的最适环境。也许黑嘴松鸡种群密度的这种变化是物种适者生存大环境的综合反映,这方面还需要进一步的连续性的野外观察与验证^[15]。

4.3 夜栖地利用主成分的判定

第 1 主成分中,乔木密度、干扰区距离两个环境因素的系数较大。众所周知,对于野生动物而言,食物、水、隐蔽物是关键的生境三要素^[16];而对于夜栖地环境,隐蔽条件最为关键^[17]。本文调查的黑嘴松鸡夜栖卧迹周围的乔木密度远高于春季各个栖息地利用环境中的乔木密度^[11],相比较而言,密度较高。这种密度较高的乔木能为黑嘴松鸡避免地面捕食危险提供临时性的栖息点,野外观察到的 8 只黑嘴松鸡均表现出一致的利用方式,这一点与褐马鸡^[18]的生活策略相一致。此外,人为活动是任何野生动物都无法抗拒的生物因素,采取远离的方式是保持原始警戒本性行为下的智慧选择,黑嘴松鸡的夜栖地距离人为活动区域超过 4 km,远高于前人的观测结果^[6],这能一定程度上避免人为活动的干扰,是保障黑嘴松鸡安全夜栖的另一重保障。黑嘴松鸡虽然是原始针叶林中体型最大的一种鸟类,但飞行能力并不强,黄鼬、紫貂以及人类活动对它们来说都有威胁^[7],所以其必须选择有效避免捕食者出现的栖息环境来降低被捕食的风险^[19]。本文分析的这种远离人为活动区域的乔木密度较高的区域,是黑嘴松鸡夜栖地偏好的区域,具有较好的隐蔽程度,对黑嘴松鸡的安全夜栖具有双重保护,将其定义为隐蔽因子。

第 2 主成分中,海拔、卧迹头端开阔度、乔木距离三个环境因素的系数较大。本文调查中,乔木距离

((0.64 ± 0.09) m) 小于 1 m, 基本贴近乔木根部; 卧迹头端开阔度((7.45 ± 0.51) m) 约为 7 m 左右, 能够满足黑嘴松鸡应急时短距离飞翔的起飞助跑距离; 海拔((787.24 ± 1.53) m) 约为 800 m, 黑嘴松鸡越冬期的海拔分布一般为 300—800 m^[6], 这是黑嘴松鸡分布的高海拔区域。可以看出, 这种贴近乔木根部、拥有一定起飞开阔度的高海拔区域, 利于黑嘴松鸡夜间遇见特殊危险快速向低海拔区域的逃逸, 将海拔、卧迹头端开阔度、乔木距离三个环境因素定义应急逃逸因子。

第 3 主成分中, 卧迹雪深、卧迹头端方位角两个环境因素的系数较大。本文调查的卧迹雪深((17.36 ± 0.27) cm) 超过 15 cm、接近 20 cm。调查中遇见的 8 个黑嘴松鸡照片样本测量结果显示, 黑嘴松鸡躯干部的宽度平均约为 20 cm, 这意味着体重较大的黑嘴松鸡夜栖时身体基本能与雪被持平, 爪可着地, 当出现意外干扰需要突然助跑起飞时, 可以借地面助力, 利于其快速助跑起飞。同时, 也有研究表明, 0—5 cm 的雪被环境中, 地温与雪温基本一致, 雪被保温效果最差; 5—20 cm 雪被环境中, 地温与雪温表现出不同的温差变化趋势, 变幅随着雪深的增加逐渐减小, 雪被的保温效果随着雪深呈幅度渐小的变化状态; 20—40 cm 雪被环境中, 地温与雪温的变化随着雪深表现出等幅的变化趋势, 即雪被的保温效果随着雪深的变化呈现出等幅波动; 而 40 cm 以上雪被环境中, 地温的变化较小, 雪被保温效果最显著^[20-21]。本文的黑嘴松鸡卧迹雪深恰恰位于雪被保温效果不等幅波动与等幅波动的过渡区间, 这也恰恰是黑嘴松鸡身体指标所决定的。此外, “卧迹头端方位角”($154.25^\circ\pm 12.68^\circ$) 平均为 150° 左右, 即为东南方向。众所周知, 该区域冬季盛行西北风, 东南方向正好是背风方向, 利于保温。基于此, 将卧迹雪深、卧迹头端方位角两个环境因素定义为温度因子。

4.4 夜栖地利用的尺度

关于黑嘴松鸡夜栖地利用的尺度, 按大生境尺度和小生境尺度进行模拟, 该区域黑嘴松鸡夜栖地利用的大生境尺度包括两个选择: (1) 大的地理分布区的选择, 即大兴安岭北坡, 为本文的研究区, 此不赘述; (2) 地理分布区内生境类型的选择, 即以兴安落叶松林为优势树种的针阔混交林, 对其具有绝对的选择性(100%)。

该区域黑嘴松鸡夜栖地利用的小生境尺度包括两个选择: (1) 生境类型内夜栖区的选择, 黑嘴松鸡对林缘雪地和林中乔木树下的偏好选择较高(75.00%)。本文的林缘主要为林中巡护路, 调查季节巡护路区域人为活动的频率和强度非常低, 近似为零, 对于黑嘴松鸡而言不具有干扰性, 也许是其不排斥林缘的一个因素。另外, 林缘巡护路和树下背风一侧的雪被较深, 这利于黑嘴松鸡夜栖的微生境选择。(2) 夜栖地微生境的选择, 该层次的选择主要通过隐蔽因子(包括乔木密度、干扰区距离)、应急逃逸因子(包括海拔、卧迹头端开阔度、乔木距离)、温度因子(包括卧迹雪深、卧迹头端方位角)来实现; 其中, 隐蔽因子中, 选择具有高密度乔木的、远离人为干扰区(约为 4.5 km)的区域; 应急逃逸因子中, 选择高海拔的、卧迹头端具有开阔度的、贴近乔木(小于 1 m)的位置; 温度因子中, 选择保温效果显著的、适合体尺指标的、背风点(东南出口)。

综上所述, 黑嘴松鸡越冬期夜栖地利用表现的隐蔽因子、应急逃逸因子、温度因子能发挥夜栖地的温度、预防天敌袭击、隐蔽等功能^[16, 22]。

参考文献 (References):

- [1] 吴庆明, 张琦, 姚茂林, 黄显, 陈川, 胡斌华, 黄晓凤. 江西南矶保护区越冬期湿地水鸟群落多样性及种多度关系. 野生动物学报, 2017, 38(3): 427-433.
- [2] 王成, 董斌, 朱鸣, 黄慧, 赵抗抗, 吕典, 崔玉环, 高祥. 升金湖湿地越冬鹤类栖息地选择. 生态学杂志, 2018, 37(3): 810-816.
- [3] 刘伶, 刘红玉, 李玉凤, 王娟, 谢富斌. 苏北地区丹顶鹤越冬种群数量及栖息地分布动态变化. 生态学报, 2018, 38(3): 926-933.
- [4] 余翔, 陈俊橙, 王彬, 严勇, 冉江洪, 贺飞, 彭波. 四川小寨子沟国家级自然保护区绿尾虹雉种群密度调查与栖息地评价. 四川动物, 2017, 36(4): 361-367.
- [5] 蒋志刚, 江建平, 王跃招, 张鹗, 张雁云, 李立立, 谢锋, 蔡波, 曹亮, 郑光美, 董路, 张正旺, 丁平, 罗振华, 丁长青, 马志军, 汤宋华, 曹文宣, 李春旺, 胡慧建, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 陈跃英, 李家堂, 冯祚建, 王燕, 王斌, 李成, 宋雪琳, 蔡蕾, 臧春鑫, 曾岩, 孟智斌, 方红霞, 平晓鸽. 中国脊椎动物红色名录. 生物多样性, 2016, 24(5): 501-551.
- [6] 尹远新, 葛东宁, 关学敏, 孙红瑜, 李忠海. 我国东北地区黑嘴松鸡的种群及栖息地现状. 国土与自然资源研究, 2009, (2): 90-91.
- [7] 高中信, 刘国义, 赵英杰. 细咀松鸡的生态. 野生动物, 1982, (3): 29-32.

- [8] 高玮, 相桂权, 张风岭, 宋榆钧, 高中信. 黑嘴松鸡的繁殖习性. 动物学报, 1988, 34(2): 194-195.
- [9] 于凤琴, 李显达. 黑嘴松鸡在泰加林的顶端. 森林与人类, 2013, (11): 90-95.
- [10] 雷宪奇. 岭峰自然保护区珍稀野生动物紫貂、原麝、黑嘴松鸡的种群数量变化规律探析. 林业勘查设计, 2015, (2): 77-79.
- [11] 张扬扬. 黑龙江省岭峰自然保护区黑嘴松鸡春季栖息地选择[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2012: 1-32.
- [12] 任月恒. 基于时空尺度的东北地区黑嘴松鸡种群分布变化趋势研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2016: 1-28.
- [13] 刘天天, 邓文洪. 北京地区同域分布的普通鹌和黑头鹌种群密度比较. 生态学报, 2015, 35(8): 2622-2627.
- [14] Jiang G S, Wang G M, Holyoak M, Yu Q, Jia X B, Guan Y, Bao H, Hua Y, Zhang M H, Ma J Z. Land sharing and land sparing reveal social and ecological synergy in big cat conservation. *Biological Conservation*, 2017, 211: 142-149.
- [15] 杨志香, 周广胜, 殷晓洁, 贾丙瑞. 中国兴安落叶松天然林地理分布及其气候适宜性. 生态学杂志, 2014, 33(6): 1429-1436.
- [16] 杨春花, 张和民, 周小平, 王鹏彦, 王小明. 大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)生境选择研究进展. 生态学报, 2006, 26(10): 3442-3453.
- [17] 原宝东, 蒋爱伍, 李晓东, 鲁长虎. 鸟类夜栖地选择研究进展. 生态学杂志, 2012, 31(8): 2145-2151.
- [18] 李宏群, 廉振民, 陈存根, 贾生平, 王晋堂, 王永斌. 陕西黄龙山林区褐马鸡春季觅食地选择. 动物学杂志, 2007, 42(3): 61-67.
- [19] Houtman R, Dill L M. The influence of predation risk on diet selectivity: a theoretical analysis. *Evolution Ecology*, 1998, 12(3): 251-622.
- [20] 王秀琴, 马玲霞, 卢新玉, 孙智娟, 王艳. 基于不同雪深的地面温度、雪(草)面温度与气温的关系. 沙漠与绿洲气象, 2012, 6(4): 64-67.
- [21] 王秀琴, 卢新玉, 王金凤. 不同积雪深度下地面温度与雪面温度的相关. 气象科技, 2013, 41(6): 1068-1072.
- [22] Elmore L W, Miller D A, Vilella F J. Selection of diurnal roosts by red bats (*Lasiurus borealis*) in an intensively managed pine forest in Mississippi. *Forest Ecology and Management*, 2004, 199: 11-20.