

申锦,李言阔,李佳琦,等.基于红外相机技术的九岭山国家级自然保护区鸟兽多样性调查[J].江西师范大学学报(自然科学版),2022,46(2):156-163.

SHEN Jin,LI Yankuo,LI Jiaqi,et al.The survey of the diversity of mammals and bird based on infrared camera technology in the Jiulingshan National Nature Reserve [J]. Journal of Jiangxi Normal University(Natural Science),2022,46(2):156-163.

文章编号:1000-5862(2022)02-0156-08

基于红外相机技术的九岭山 国家级自然保护区鸟兽多样性调查

申锦¹,李言阔^{1*},李佳琦²,万雅琼²,曹锐³,楼智明³,舒特生³,
涂磊³,陈亮亮³,张朝辉³

(1.江西师范大学生命科学院,江西南昌 330022;2.生态环境部南京环境科学研究所,江苏南京 210042;

3.江西九岭山国家级自然保护区管理局,江西靖安 330600)

摘要:江西省九岭山国家级自然保护区地处九岭山脉与幕阜山脉的腹地,具有丰富的野生动植物资源.为了进一步掌握江西省九岭山国家级自然保护区野生动物资源现状,于2017年2月—2019年7月在保护区运用公里网格法共布设了60台红外相机.红外相机累计观测到25428个有效相机工作日,共获得独立有效照片9802张,记录到兽类5目9科12种,鸟类6目14科48种.其中国家Ⅰ级重点保护动物2种,国家Ⅱ级重点保护动物12种.在兽类中相对多度指数排列前5的物种依次为小鹿(*Muntiacus reevesi*, $R_{AI} = 10.12$)、野猪(*Sus scrofa*, $R_{AI} = 2.28$)、鼬獾(*Melogale moschata*, $R_{AI} = 0.92$)、猕猴(*Macaca mulatta*, $R_{AI} = 0.91$)和食蟹猴(*Herpestes urva*, $R_{AI} = 0.84$);在鸟类中相对多度指数排列前5的物种依次为白鹇(*Lophura nycthemera*, $R_{AI} = 18.57$)、紫啸鸫(*Myophonus caeruleus*, $R_{AI} = 0.55$)、虎斑地鸫(*Zoothera dauma*, $R_{AI} = 0.42$)、灰背鸫(*Turdus hortulorum*, $R_{AI} = 0.26$)和白颈长尾雉(*Syrnaticus ellioti*, $R_{AI} = 0.17$).此次调查新增保护区鸟类记录12种.利用红外相机监测技术对九岭山自然保护区内大中型地栖野生兽类和鸟类本底资源现状的进一步调查,为该保护区更新本底、物种编目和管理策划提供科学依据.

关键词:红外相机;九岭山国家级自然保护区;野生动物监测;相对多度

中图分类号:Q958.1 **文献标志码:**A **DOI:**10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2022.02.07

0 引言

野生动物资源调查不仅能够促进中国动物编目工作的开展,也有利于掌握野生动物资源的动态变化,为评估保护成效和制定保护对策提供科学依据^[1].红外相机技术经过20多年的快速发展已经成为野生动物调查、监测以及动物行为学研究中的常规技术^[2],被广泛应用于野生动物物种多样性调查与监测^[3-5]、珍稀濒危野生动物监测^[6-7]、动物行为学研究^[8-9]、个体识别^[10]、种群及群落参数估算^[11]等领域中.与传统的调查方法相比,红外相机监测具有能够在野外持续工作、不惊扰动物等优点,非常适

用于监测珍稀、隐秘的物种^[12].近年来,随着红外相机价格的下降和性能的提升,红外相机技术在中国自然保护区物种多样性调查或物种监测工作中得到普及.目前中国已经从不同层面(包括国家层面、省级层面和自然保护区层面)建立了多个红外相机监测网络^[13-14].

江西省九岭山国家级自然保护区地处九岭山脉与幕阜山脉的腹地,迄今为止有关该自然保护区野生动物资源的调查或研究极少,主要是在晋升国家级自然保护区时开展的综合科学考察^[15]和保护区外围的鸟类多样性调查^[16].这些调查大多数是调查周期短、调查面积小,高度依赖过去的文献记载及周边地区的动物记录,调查结果无法客观全面地反映

收稿日期:2021-07-09

基金项目:国家自然科学基金(31460107)和生态环境部生物多样性保护专项资助项目.

通信作者:李言阔(1979—),男,山东临沂人,教授,博士,主要从事动物行为生态学研究. E-mail:liyankuo@126.com

该保护区目前的动物资源状况. 为了进一步摸清九岭山国家级自然保护区野生动物资源状况, 本研究采用红外相机技术对保护区内的大中型兽类和林下鸟类资源多样性开展了为期约 870 d 的连续监测. 通过分析物种多样性、相对数量和空间分布, 进一步摸清该区大中型兽类和地栖型鸟类的资源状况, 完善该保护区物种编目, 掌握野生动物资源现状, 为该区野生动物保护管理提供数据支撑.

1 研究方法

1.1 研究地点

九岭山国家级自然保护区位于江西省靖安县境内, 地处九岭山脉与幕阜山脉的腹地, 地理坐标为东经 $115^{\circ}03'25'' \sim 115^{\circ}24'23''$, 北纬 $28^{\circ}49'06'' \sim 29^{\circ}3'19''$, 总面积为 $11\,541\text{ hm}^2$, 区内最高海拔为 $1\,333.2\text{ m}$, 最低海拔为 81.5 m . 该区属亚热带湿润季风气候, 气候温和, 四季分明, 无霜期长, 雨量充沛, 光照充足. 年平均气温为 $14.4 \sim 27.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 年平均降雨量为 $1\,653.0\text{ mm}$, 年平均蒸发量为 $1\,053.3\text{ mm}$, 年平均无霜期为 266 d, 年平均日照时数为 $1\,872.8\text{ h}$. 地貌景观以中山为主, 呈现为西北部地势高耸、东南部较低的特点. 区内河流属于修水水系, 共有大小支流 20 多条, 主要河流有北潦河的南北 2 条支流. 该区的地带性植被类型是亚热带常绿阔叶林, 主要的植被类型为常绿阔叶林(分布于海拔 400 m 以下)、针

阔混交林($400 \sim 1\,000\text{ m}$)、竹林($100 \sim 800\text{ m}$)、竹林和常绿阔叶混交林($500 \sim 1\,000\text{ m}$)^[15].

1.2 红外相机野外设置

借助地理信息系统(geographic information system, GIS), 以公里网格法将九岭山国家级自然保护区及其周边划分为 119 个 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 的网格, 并在九岭山国家级自然保护区内设置了 2 个样区, 在保护区外设置了 1 个样区, 在每个样区中各设置 20 台红外相机开展 24 h 不间断监测(见图 1). 本研究选用猎科 Ltl6210 型和东方红鹰 E1B 型红外相机, 在目标网格中选择动物痕迹(足迹、粪便、取食痕迹、栖卧痕迹等)较多的地点放置相机, 原则上每个网格布设 1 台相机, 若个别网格因为地形复杂无法到达, 则相邻 2 个相机位点之间的距离不低于 500 m . 将相机固定在树干上, 距离地面高约 $50 \sim 80\text{ cm}$, 确保镜头前无乔木枝条、小灌木或草本植物, 以免遮挡镜头; 确保镜头前的地面无直接暴露在阳光下的砂石或大型岩石, 以避免阳光照射干扰相机正常工作. 相机固定牢固后现场调试: 将工作模式设置为“拍照 + 视频”, 拍摄时间间隔为 1 s , 灵敏度为“中”, 时间设置为当前时间^[14]. 记录相机放置的日期、相机编号、GPS 位点、海拔、植被类型等信息. 每隔 3 ~ 4 个月检查 1 次, 更换补充损坏或遗失的相机、电池和相机存储卡, 确保在整个监测过程中一直有 60 台红外相机正常工作. 监测时间为 2017 年 2 月—2019 年 7 月.

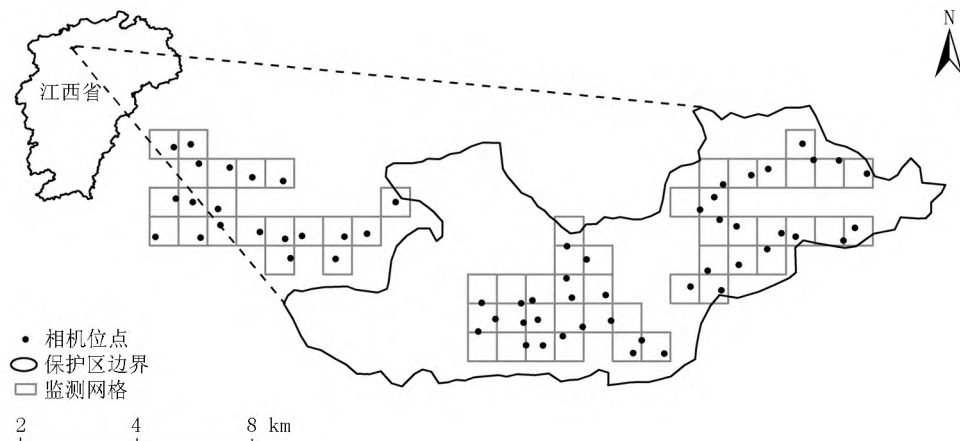


图 1 九岭山国家级自然保护区位置示意图及红外相机布设点

1.3 数据处理

将采集的照片/视频按照相机编号存储于对应的文件夹中, 使照片/视频与记录的相机信息表格相对应. 对所有照片/视频逐一检查, 根据《中国鸟类分类与分布名录》^[17] 和文献^[18] 对监测到的鸟类与兽类进行鉴定, 确定其分类地位; 根据《国家重点

保护野生动物名录》(<http://www.forestry.gov.cn>) 确定物种保护级别; 根据 IUCN 濒危物种红色名录 (<https://www.iucnredlist.org/>) 确定物种濒危等级. 由于小型啮齿目动物个体较小, 且多为夜间拍摄, 个体特征难以鉴别, 所以为保证数据的准确性, 在统计时并未将其计入兽类多样性目录中.

对照片/视频进行去重处理,对于同一相机位点在 30 min 内拍摄的同一物种的照片/视频,只保留 1 张照片作为该物种的独立有效照片^[19]. 单台相机在野外工作 24 h 视为一个有效相机工作日^[20].

采用相对多度指数(relative abundance index, RAI)评估九岭山野生动物的种群相对数量^[21],计算公式为 $R_{Ai} = A_i/N \times 100$,其中 A_i 为物种 i 出现的独立有效照片数, N 为全部相机的总有效工作日.

2 调查结果

本次调查共持续监测 25 428 个有效相机工作日,拍摄到兽类照片 14 498 张,鸟类照片 16 541 张. 对获取的照片进行去重处理后共提取出独立有效照片 9 802 张,其中兽类独立有效照片 4 376 张(占 44.64%),鸟类独立有效照片 5 426 张(占 55.36%).

物种累积曲线显示:兽类监测物种数在 0 ~ 2 000 个相机工作日区间内快速增长,随后趋于平缓;鸟类监测物种数在 0 ~ 4 000 个相机工作日区间

内快速增长,随后逐渐趋缓,但仍保持较为明显的增长趋势(见图 2). 这表明:在本次监测中,兽类的监测取样较为充分,而鸟类的丰富度随监测时间的延长还存在增加的可能.

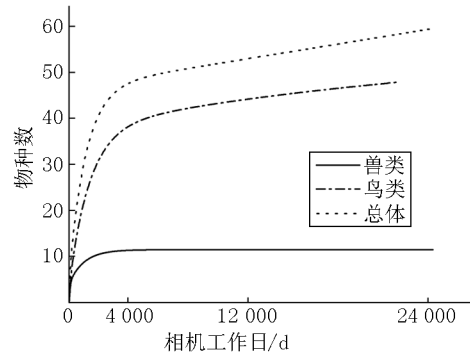


图 2 鸟兽物种累积曲线

2.1 兽类物种多样性与组成

经鉴定,本研究共监测到野生兽类 12 种,隶属于 5 目 9 科. 其中食肉目 4 科 7 种,偶蹄目 2 科 2 种,灵长目 1 科 1 种,啮齿目 1 科 1 种,兔形目 1 科 1 种(见表 1).

表 1 九岭山国家级自然保护区红外相机监测到的兽类物种

物种	国家保护等级	IUCN 红色名录	独立有效照片数	网格数	相对多度
哺乳纲 Mammalia					
灵长目 Primates					
猴科 Cercopithecidae					
猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	II	LC	231	19	0.91
啮齿目 Rodentia					
松鼠科 Sciuridae					
隐纹花松鼠 <i>Tamias maritimus</i>		LC	122	11	0.48
兔形目 Lagomorpha					
兔科 Leporidae					
华南兔 <i>Lepus sinensis</i>		LC	28	6	0.11
食肉目 Carnivora					
灵猫科 Viverridae					
小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	I	LC	1	1	0.00
花面狸 <i>Paguma larvata</i>		NT	202	26	0.79
獾科 Herpestidae					
食蟹獾 <i>Herpestes urva</i>		LC	213	24	0.84
鼬科 Mustelidae					
猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>		NT	187	25	0.74
鼬獾 <i>Melogale moschata</i>		NT	233	31	0.92
黄腹鼬 <i>Mustela kathiah</i>		NT	2	2	0.01
猫科 Felidae					
豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	II	LC	2	1	0.01
偶蹄目 Artiodactyla					
猪科 Suidae					
野猪 <i>Sus scrofa</i>		LC	581	45	2.28
鹿科 Cervidae					
小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i>		LC	2 574	58	10.12

注:保护级别 I、II 为国家 I、II 级重点保护动物;在 IUCN 红色名录中 NT 为近危,LC 为无危.

相对多度指数排列前 5 的兽类依次为小鹿 (*Muntiacus reevesi*, $R_{AI} = 10.12$)、野猪 (*Sus scrofa*, $R_{AI} = 2.28$)、鼬獾 (*Melogale moschata*, $R_{AI} = 0.92$)、猕猴 (*Macaca mulatta*, $R_{AI} = 0.91$)、食蟹獾 (*Herpestes urva*, $R_{AI} = 0.84$) (见图 3)。网格数分布最广的前 5 种兽类依次为小鹿 ($C_S = 58$ 个)、野猪 ($C_S = 45$ 个)、鼬獾 ($C_S = 31$ 个)、花面狸 (*Paguma larvata*, $C_S = 26$ 个)、猪獾 (*Arctonyx collaris*, $C_S = 25$ 个)。其中国家 I

级保护动物 1 种,占本次监测兽类物种总数的 8.3%,为小灵猫 (*Viverricula indica*);国家 II 级保护动物 2 种,占本次监测兽类物种总数的 16.7%,分别为猕猴和豹猫 (*Prionailurus bengalensis*)。在 IUCN 物种红色名录中被评为近危 (NT) 的物种有 4 种,占本次监测兽类物种总数的 33.3%,分别为鼬獾、花面狸、猪獾和黄腹鼬 (*Mustela kathiah*),其他 8 种均被评为低危 (LC) 物种。

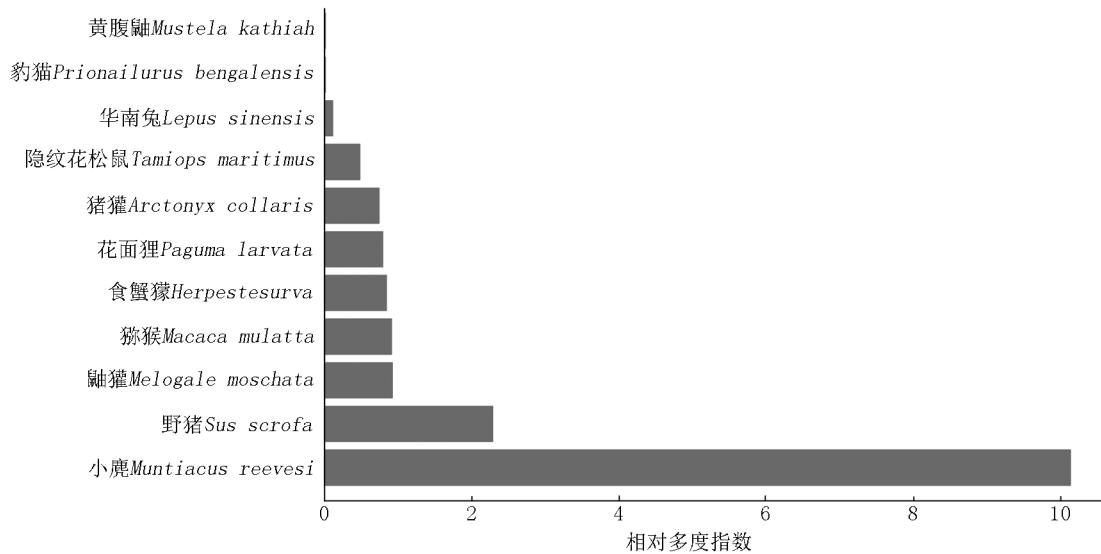


图 3 九岭山国家级自然保护区红外相机监测到的兽类优势种的相对多度指数

2.2 鸟类物种多样性与组成

经鉴定,本次红外相机监测共拍摄到野生鸟类 48 种,隶属于 6 目 14 科。其中雀形目 9 科 35 种,鸡

形目 1 科 5 种,鸮形目 1 科 3 种,鹰形目 1 科 2 种,翼形目 1 科 2 种,鸽形目 1 科 1 种(见表 2)。

表 2 九岭山国家级自然保护区红外相机监测到的鸟类物种

物种	国家保护等级	IUCN 红色名录	独立有效照片数	网格数	相对多度
鸟纲 Aves					
鸡形目 Galliformes					
雉科 Phasianidae					
勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	II	LC	34	9	0.13
白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	II	LC	4 723	60	18.57
白颈长尾雉 <i>Syrmaticus ellioti</i>	I	NT	44	17	0.17
灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracica</i>		LC	24	13	0.10
雉鸡 <i>Phasianus colchicus</i>		LC	9	5	0.04
鸢形目 Piciformes					
啄木鸟科 Picidae					
灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>		LC	4	4	0.02
黄嘴栗啄木鸟 <i>Blythipicus pyrrhotis</i>		LC	4	4	0.02
鸮形目 Strigiformes					
鸮形目 Strigidae					
红角鸮 <i>Otus sunia</i>	II	LC	1	1	0.00
褐林鸮 <i>Strix leptogrammica</i>	II	LC	2	1	0.01
斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	II	LC	1	1	0.00

表 2(续)

物种	国家保护等级	IUCN 红色名录	独立有效 照片数	网格数	相对多度
鸽形目 Columbiformes					
鸠鸽科 Columbidae					
山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>		LC	25	6	0.10
鹰形目 Accipitriformes					
鹰科 Accipitridae					
凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	II	LC	2	2	0.01
松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	II	LC	3	2	0.01
雀形目 Passeriformes					
鹁鸽科 Motacillidae					
山鹁鸽 <i>Dendronanthus indicus</i>		LC	1	1	0.00
鸦科 Corvidae					
灰树鹊 <i>Dendrocitta formosae</i>		LC	19	11	0.07
红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>		LC	21	11	0.08
松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>		LC	1	1	0.00
鸫科 Turdidae					
紫啸鸫 <i>Myophonus caeruleus</i>		LC	141	20	0.55
虎斑地鸫 <i>Zoothera dauma</i>		LC	106	19	0.42
橙头地鸫 <i>Zoothera citrina</i>		LC	1	1	0.00
灰背鸫 <i>Turdus hortulorum</i>		LC	65	17	0.26
白眉鸫 <i>Turdus obscurus</i>		LC	13	7	0.05
白腹鸫 <i>Turdus pallidus</i>		LC	1	1	0.00
斑鸫 <i>Turdus eunomus</i>		LC	2	2	0.01
乌灰鸫 <i>Turdus cardis</i>		LC	1	1	0.00
灰头鸫 <i>Turdus rubrocanus</i>		LC	1	1	0.00
宝兴歌鸫 <i>Turdus mupinensis</i>		LC	7	2	0.03
乌鸫 <i>Turdus merula</i>		LC	3	2	0.01
白喉矶鸫 <i>Monticola gularis</i>		LC	1	1	0.00
红胁蓝尾鸫 <i>Tarsiger cyanurus</i>		LC	29	16	0.11
蓝歌鸫 <i>Larvivora cyane</i>		LC	2	2	0.01
白额燕尾 <i>Enicurus leschenaulti</i>		LC	26	4	0.10
鹟科 Muscicapidae					
红喉姬鹟 <i>Ficedula albicilla</i>	II	LC	1	1	0.00
伯劳科 Laniidae					
红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>		LC	1	1	0.00
噪鹛科 Leiothrichidae					
灰翅噪鹛 <i>Garrulax cineraceus</i>		LC	2	2	0.01
黑领噪鹛 <i>Garrulax pectoralis</i>		LC	15	9	0.06
黑脸噪鹛 <i>Garrulax perspicillatus</i>		LC	1	1	0.00
白颊噪鹛 <i>Pterorhinus sannio</i>		LC	1	1	0.00
画眉 <i>Garrulax canorus</i>	II	LC	6	6	0.02
斑胸钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus erythrocnemis</i>		LC	2	2	0.01
棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>		LC	21	14	0.08
红头穗鹛 <i>Stachyris ruficeps</i>		LC	2	2	0.01
红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	II	LC	18	10	0.07
灰眶雀鹛 <i>Alcippe davidi</i>		LC	26	16	0.10
褐顶雀鹛 <i>Schoeniparus brunneus</i>		LC	1	1	0.00
鹎科 Pycnonotidae					
栗背短脚鹎 <i>Hemixos castanonotus</i>		LC	2	2	0.01
雀科 Passeridae					
燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i>		LC	2	1	0.01
鹀科 Emberizidae					
白眉鹀 <i>Emberiza tristrami</i>		LC	7	4	0.03

注:保护级别 I、II 为国家 I、II 级重点保护动物;在 IUCN 红色名录中 NT 为近危,LC 为无危。

相对多度和网格分布排列前 5 的鸟类依次为白鹇 (*Lophura nycthemera*, $R_{AI} = 18.57$, $C_S = 60$ 个)、紫啸鸫 (*Myophonus caeruleus*, $R_{AI} = 0.55$, $C_S = 20$ 个)、虎斑地鸫 (*Zoothera dauma*, $R_{AI} = 0.42$, $C_S = 19$ 个)、灰背鸫 (*Turdus hortulorum*, $R_{AI} = 0.26$, $C_S = 17$ 个) 和白颈长尾雉 (*Syrmaticus ellioti*, $R_{AI} = 0.17$, $C_S = 17$ 个) (见图 4)。其中国家 I 级重点保护动物 1 种, 占本次监测鸟类物种总数的 2.1%, 为白颈长尾雉; 国

家 II 级保护动物 10 种, 占 20.8%, 分别为白鹇、勺鸡 (*Pucrasia macrolopha*)、松雀鹰 (*Accipiter virgatus*)、凤头鹰 (*Accipiter trivirgatus*)、斑头鸫鹛 (*Glauucidium cuculoides*)、褐林鸮 (*Strix leptogrammica*)、红角鸮 (*Otus sunia*)、画眉 (*Garrulax canorus*) 和红嘴相思鸟 (*Leiothrix lutea*)。此外, 白颈长尾雉被 IUCN 评估为近危 (NT) 物种, 其他均被评为无危 (LC) 物种。

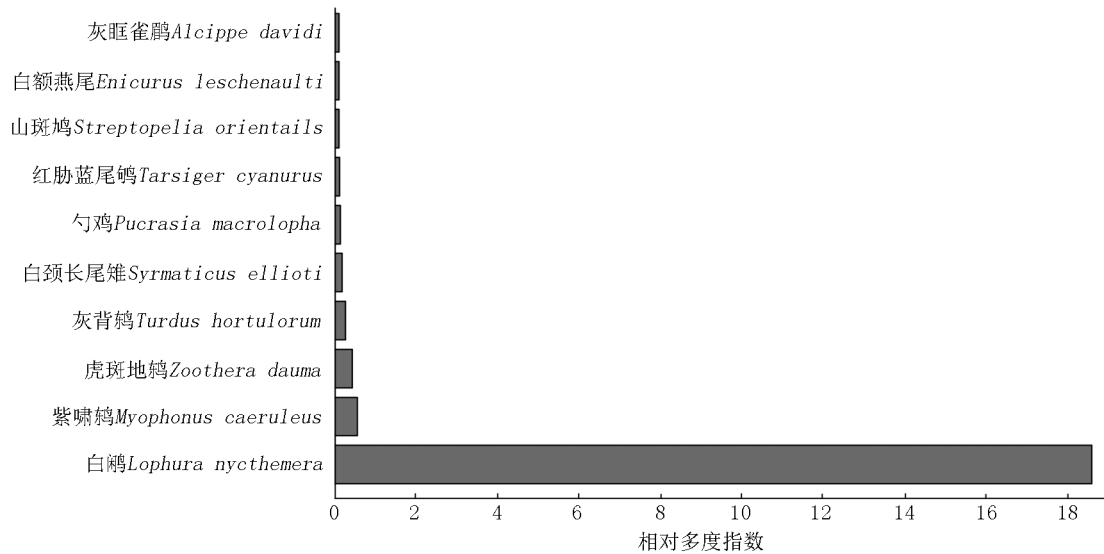


图 4 九岭山国家级自然保护区红外相机监测到的鸟类优势种的相对多度

3 结论与讨论

本次调查监测到兽类 12 种、鸟类 48 种, 分别占保护区已有记录总数的 20.0% 和 23.2%。推测其比例较低的原因可能有: (i) 虽然拍摄到大量的小型啮齿类动物, 但由于其体型小、行动快且在夜间活动, 红外相机拍摄到的影像质量较差, 物种特征不明显, 所以无法进行物种鉴定; (ii) 红外相机监测技术主要适用于调查地栖性的兽类与鸟类, 对于非地栖性的兽类 (如翼手目) 和鸟类 (如雀形目) 较难监测到。因此, 后续还要对九岭山国家级自然保护区开展专项调查, 以此来补充红外相机监测技术的不足之处。

基于红外相机监测技术的长期监测能够补充修正自然保护区物种资源编目^[14]。本次调查为九岭山自然保护区新增鸟类记录 12 种, 占鸟类监测总数的 25.0%, 分别为红角鸮、凤头鹰、白眉鸫 (*Turdus obscurus*)、白腹鸫 (*T. pallidus*)、灰头鸫 (*T. rubrocanus*)、宝兴歌鸫 (*T. mupinensis*)、橙头地鸫 (*Zoothera citrina*)、白额燕尾 (*Enicurus leschenaulti*)、红喉姬鹛 (*Ficedula albicilla*)、斑胸钩嘴鹛 (*Pomatorhinus eryth-*

rocnemis)、褐顶雀鹛 (*Alcippe morrisonia*) 和白眉鹛 (*Emberiza tristrami*)。其中, 红角鸮为夜行性动物, 采用常规的日间样线调查通常无法观察到。保护区早期关于白颈长尾雉、勺鸡和豹猫等物种的记录主要来自附近地区的动物历史资料, 本次红外相机监测用影像资料确定了这些物种在保护区中的分布。这表明在野生动物本底资源调查中红外相机监测法是样线法等传统调查方法的有力补充, 尤其在夜行性、种群稀少且回避人类的珍稀濒危动物调查中具有重要的意义^[4,6]。

从物种累积曲线来看, 兽类与鸟类的物种数在前期快速增长。随着相机工作日的增加, 兽类的物种数已经稳定, 而鸟类的物种数依旧在缓慢增长, 这种现象在其他研究中也是常见的^[5]。笔者认为这主要与该区森林结构和鸟类的习性有关。首先, 在保护区内大部分鸟类主要栖息于树冠层, 其被林下红外相机监测具有较大的偶然性, 而兽类主要活动在林下, 故鸟类物种需要更长的监测时长; 其次, 九岭山自然保护区位于九岭山脉与幕阜山脉的腹地, 是很多迁徙鸟类的通道, 红外相机工作覆盖范围有限, 对旅鸟的拍摄具有较大的偶然性, 对这些物种的记录依赖

于监测时间的增加或监测力度的加大。

大中型食肉动物的种类和数量通常作为衡量生态系统健康程度的评价指标之一,其缺失可能会导致食草类动物种群数量过大,进而对在生态系统中植被的结构和更新产生影响^[22]。在本次调查中,只监测到小灵猫、花面狸、豹猫等小型的食肉动物,而历史文献记载的狼(*Canis lupus*)、豺(*Cuon alpinus*)、貉(*Nyctereutes procyonoides*)、豹(*Panthera pardus*)、云豹(*Neofelis nebulosa*)等大中型食肉动物均未被发现。大中型食肉动物是易受灭绝威胁的动物类群,该类群活动范围大、种群密度低等特点导致其对生境破碎化、人为捕猎等因素更为敏感,在生态系统受威胁时通常最先消失^[23]。笔者推测这些物种可能已在九岭山自然保护区内消失、灭绝或仅存少数个体。在未来,应当加大对该动物类群的监测力度,以确认在保护区内大中型食肉动物是否还有分布,进而对保护区内生态系统的健康程度进行评估。

在本次监测投入的红外相机中,每次采集数据时均有少量相机遗失,在监测期间也曾多次拍摄到周边居民,这种现象在国内并不少见^[22,24]。本次调查期间相机丢失现象主要发生在保护区外,这说明保护区周边居民的环境保护意识有待提高。同时,红外相机在九岭山自然保护区内也多次记录了家畜和人类活动,这说明红外相机在监测保护区内人类和家畜活动方面也有较好的应用价值。

4 参考文献

- [1] 魏辅文,姜治平. 中国野生动物保护研究现状 [J]. 中国科学院院刊,2010,25(6):668-673.
- [2] 肖治术. 红外相机技术在我国自然保护地野生动物清查与评估中的应用 [J]. 生物多样性,2019,27(3):235-236.
- [3] SWANN DON E, HASS CHRISTINE C, DALTON DAVID C, et al. Infrared-triggered cameras for detecting wildlife: an evaluation and review [J]. Wildlife Society Bulletin, 2004,32(2):357-365.
- [4] 刘芳,宿秀江,李迪强,等. 利用红外相机调查湖南高望界国家级自然保护区鸟兽多样性 [J]. 生物多样性,2014,22(6):779-784.
- [5] 刘佳,刘芳,叶立新,等. 利用红外相机调查浙江省凤阳山兽类和鸟类多样性 [J]. 兽类学报,2018,38(1):95-103.
- [6] 张晋东,李玉杰,李仁贵. 红外相机技术在珍稀兽类活动模式研究中的应用 [J]. 四川动物,2015,34(5):671-676.
- [7] 唐卓,杨建,刘雪华,等. 基于红外相机技术对四川卧龙国家级自然保护区雪豹(*Panthera uncia*)的研究 [J]. 生物多样性,2017,25(1):62-70.
- [8] 刘小斌,韦伟,郑筱光,等. 红腹锦鸡和红腹角雉活动节律:基于红外相机监测数据 [J]. 动物学杂志,2017,52(2):194-202.
- [9] 李涛,孟德怀,滕丽微,等. 基于红外相机技术的罗山国家级自然保护区赤狐活动节律 [J]. 野生动物学报,2020,41(4):891-896.
- [10] 杨子诚,陈颖,李俊松,等. 基于红外相机技术对亚洲象个体识别和种群数量的评估 [J]. 兽类学报,2018,38(1):18-27.
- [11] 肖文宏,胡力,黄小群,等. 基于标记-重捕模型开展野生动物红外相机种群监测的方法及案例 [J]. 生物多样性,2019,27(3):257-265.
- [12] 李晟,王大军,肖治术,等. 红外相机技术在我国野生动物研究与保护中的应用与前景 [J]. 生物多样性,2019,22(6):685-695.
- [13] 张履冰,崔绍朋,黄元骏,等. 红外相机技术在我国野生动物监测中的应用:问题与限制 [J]. 生物多样性,2014,22(6):696-703.
- [14] 肖治术. 红外相机技术促进我国自然保护区野生动物资源编目调查 [J]. 兽类学报,2016,36(3):270-271.
- [15] 李振基. 江西九岭山自然保护区综合科学考察报告 [M]. 北京:科学出版社,2009.
- [16] 舒特生,邵明勤,曾宾宾,等. 九岭山国家级自然保护区鸟类资源的研究 [J]. 安徽农业科学,2012,40(4):2060-2061.
- [17] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录 [M]. 3版. 北京:科学出版社,2017.
- [18] 蒋志刚,刘少英,吴毅,等. 中国哺乳动物多样性:第2版 [J]. 生物多样性,2017,25(8):886-895.
- [19] O'BRIEN T G, KINNAIRD M F, WIBISONO H T. Crouching tigers, hidden prey: sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape [J]. Animal Conservation,2003,6(2):131-139.
- [20] KELLY M J, HOLUB E L. Camera trapping of carnivores: trap success among camera types and across species, and habitat selection by species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia [J]. Northeastern Naturalist, 2008,15(2):249-262.
- [21] 陈立军,肖文宏,肖治术. 物种相对多度指数在红外相机数据分析中的应用及局限 [J]. 生物多样性,2019,27(3):243-248.
- [22] 施小刚,胡强,李佳琦,等. 利用红外相机调查四川卧龙国家级自然保护区鸟兽多样性 [J]. 生物多样性,2017,25(10):1131-1136.

- [23] RIPPLE W J, ESTES J A, BESCHTA R L, et al. Status and ecological effects of the world's largest carnivores [J]. *Science*, 2014, 343(6167): 151.
- [24] 王东, 万雅琼, 王世钊, 等. 基于红外相机技术调查长江正源沱沱河流域鸟兽多样性 [J]. *生物多样性*, 2020, 28(9): 1132-1140.

The Survey of the Diversity of Mammals and Bird Based on Infrared Camera Technology in the Jiulingshan National Nature Reserve

SHEN Jin¹, LI Yankuo^{1*}, LI Jiaqi², WAN Yaqiong², CAO Rui³, LOU Zhiming³, SHU Tesheng²,
TU Lei³, CHEN Liangliang³, ZHANG Zhaohui³

(1. College of Life Science, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China;

2. Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Ecology and Environmental, Nanjing Jiangsu 210042, China;

3. Jiulingshan National Nature Reserve, Jing'an Jiangxi 330600, China)

Abstract: Jiulingshan National Nature Reserve is located in the hinterland of Jiuling and Mufu Mountains. There is a few information about the species diversity of wildlife in this area. In order to further understand the status of wildlife resources in Jiulingshan National Nature Reserve, the infrared cameras are set to monitor the mammals and birds diversity from February 2017 to June 2019. The reserve and around area are divided into 1 km × 1 km grids using Geographic Information System (GIS). 60 grids are selected in three sample plots, with 60 infrared cameras placed one in each grid. A total of 9 802 independent images are collected with a survey effort of 25 428 camera-days. 12 mammal species are identified, belonging to 5 orders, 9 families, and 48 bird species, belonging to 6 orders, 14 families. Among the species, there are two category I species and twelve category II state key protected wild animals. The analysis on the RAI (relative abundance index) of species shows that the five most abundant mammal species in the reserve are *Muntiacus reevesi* ($R_{AI} = 10.12$), *Sus scrofa* ($R_{AI} = 2.28$), *Melogale moschata* ($R_{AI} = 0.92$), *Macaca mulatta* ($R_{AI} = 0.91$) and *Herpestes urva* ($R_{AI} = 0.84$). The bird species are *Lophura nycthemera* ($R_{AI} = 18.57$), *Myophonus caeruleus* ($R_{AI} = 0.55$), *Zoothera dauma* ($R_{AI} = 0.42$), *Turdus hortulorum* ($R_{AI} = 0.26$) and *Syrmatius ellioti* ($R_{AI} = 0.17$). Compared with the latest species list of the reserve, 12 newly recorded species are found. The diversity of mammals and birds is investigated by infrared camera trap, which provides important scientific basis data for the update of local species cataloging, and the management planning for this nature reserve.

Key words: infrared camera; Jiulingshan National Nature Reserve; wildlife monitoring; relative abundance index

(责任编辑:刘显亮)