

云南高黎贡山南段高山生境的鸟兽多样性

李斌强^① 高歌^{②#} 李家华^② 段绍忠^③
范仕祥^① 张健嵩^① 罗旭^{①*}

① 西南林业大学生物多样性保护学院, 云南生物多样性研究院 昆明 650224; ② 云南高黎贡山国家级自然保护区
保山管护局 保山 678000; ③ 云南高黎贡山国家级自然保护区腾冲管护局 腾冲 679100

摘要: 高山生态系统通常具有较高的生物多样性, 分布着一些特有动植物类群。由于高山地区对环境变化较为敏感, 因此该区域物种的分布及其保护问题备受关注。南北走向的高黎贡山地处全球生物多样性热点地区, 但以往的调查多集中在中段, 对南段的高山地区仍缺乏研究。因此, 为了解该区域的鸟兽多样性本底、现状, 以及大中型兽类和地栖鸟类的季节变化动态, 本调查于 2018 年 11 月至 2019 年 10 月沿高黎贡山山脊海拔 3 100 ~ 3 700 m 区域布设红外相机进行监测。分别选择南斋公房、北斋公房和大脑子 3 个监测区域, 有效相机工作日 9 359 台日, 共调查记录到 24 种鸟类 (3 目 11 科) 和 19 种兽类 (5 目 14 科)。其中, 鸟兽物种相对多度较高的前 3 种依次为小熊猫 (*Ailurus fulgens*)、毛冠鹿 (*Elaphodus cephalophus*) 和血雉 (*Ithaginis cruentus*)。鸟兽物种数有明显的季节变化: 冬季物种数少、秋季和夏季多, 全年以 8 月最高; 动物活动强度同样存在明显的季节变化和种间差异。鸟类和兽类的物种丰富度季节变化与活动强度变化, 可能与动物沿海拔梯度的垂直迁移和高海拔食物资源的波动有关。将本次调查结果与中段调查数据比较, 鸟类 Beta 多样性的周转大于嵌套, 而兽类是嵌套大于周转, 说明两地物种组成差异以鸟类为主。综合考虑, 我们建议将动物垂直迁移和活动强度的季节变化纳入自然保护区管理和保护中, 并实施高黎贡山高山生态系统的全境保护。

关键词: 高黎贡山; 高山生态系统; 红外相机; 野生动物监测

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2022) 04-528-16

Avian and Mammalian Diversity in Alpine Habitats at Southern Gaoligong Mountains, Yunnan Province

LI Bin-Qiang^① GAO Ge^{②#} LI Jia-Hua^② DUAN Shao-Zhong^③
FAN Shi-Xiang^① ZHANG Jian-Song^① LUO Xu^{①*}

① Faculty of Biodiversity and Conservation/Yunnan Academy of Biodiversity, Southwest Forestry University, Kunming 650224;

② Baoshan Management Bureau of Gaoligongshan National Nature Reserve, Baoshan 678000;

③ Tengchong Management Bureau of Gaoligongshan National Nature Reserve, Tengchong 679100, China

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 32060118), 国家林业局第二次陆生野生动物资源调查项目 (国二动调 2013);

* 通讯作者, E-mail: luoxu@swfu.edu.cn;

第一作者介绍 李斌强, 男, 硕士; 研究方向: 野生动植物保护与利用; E-mail: 2591494912@qq.com.

共同第一作者 高歌, 男, 助理工程师; 研究方向: 野生动物和自然保护区管理; E-mail: ge_gao1992@aliyun.com.

收稿日期: 2021-09-22, 修回日期: 2022-04-25 DOI: 10.13859/j.cjz.202204006

Abstract: [Objectives] Alpine ecosystems are usually highly biodiverse and vulnerable to environmental changes, the distribution and conservation of species in these ecosystems are of great concern. Seasonal variation in community composition and species distributional ranges along alpine ecosystems are essential to inform conservation, however, remain poorly understood. The Gaoligong Mountains, one of the global biodiversity hotspots in SW China, home to various endemic groups of plants and animals, have been widely acknowledged for their high biodiversity. This study aims to understand how seasonal and monthly variation and activity regularity of large and medium-sized mammals and ground-living birds in alpine ecosystems at the Gaoligong Mountains using infrared cameras. We also compare the species composition of birds and mammals at diverse alpine ranges. **[Methods]** In the present study, we conducted surveys of birds and mammals using camera traps in the alpine areas (elevation ranges: 3 100 - 3 700 m) in the southern section of the Gaoligong Mountains from November 2018 to October 2019. A total of 60 infrared cameras were employed in three locations, including Nanzhai (NZ), Beizhai (BZ), and Danaozi (DN) (Fig. 1). **[Results]** We obtained 1 042 independent effective photographs from 9 359 camera-trapping days, including 865 photos for mammals and 177 photos for birds. We identified 43 species, including 19 mammal species from 11 families in five Orders and 24 bird species from 14 families in three Orders. The highest relative abundance index measured as detected rate was the Red Panda (*Ailurus fulgens*, 3.25), followed by Tufted Deer (*Elaphodus cephalophus*, 2.77) and Blood Pheasant (*Ithaginis cruentus*, 1.02). As to seasonal change in species richness, it was low in winter, high in autumn and summer, with the highest in August. The activity intensity of these alpine species had also noticeable seasonal and months changes, with differences among species. Beta diversity comparison revealed that birds and mammals showing different spatial distribution patterns between the middle and south section of the Gaoligong Mountains, the turnover components were higher than nested ones for birds while the mammals showing the opposite pattern. **[Conclusion]** Our study provided detailed records of ground-living bird and mammal species in alpine habitats in the southern section of the Gaoligong Mountains. There were significant seasonal variations in avian and mammalian species richness in the alpine ecosystem, which may be related to vertical migration along altitude gradients and seasonal change of food resources. According to these results, we suggested that altitudinal movement and seasonal variations in animal activity intensity need to be considered in managing the alpine ecosystem, and all alpine ecosystems in the Gaoligong Mountains should be protected.

Key words: Gaoligong Mountains; Alpine ecosystem; Infrared camera; Wildlife monitoring

从时间和空间维度评价生物多样性不但有助于理解物种群落组成动态和生物多样性格局形成的机制，而且有助于针对不同地区制定相应的保护措施（Brum et al. 2017, 宋文字等 2021）。横断山区具有众多的高山生境，高山是山地生态系统的重要组成部分，由于具有较高的景观异质性和丰富的物种多样性，受到生态学家和保护生物学家的关注（Wen et al. 2016, Testolin et al. 2020, 宋文字等 2021）。以往在该

区域开展的研究主要关注海拔梯度上物种多样性分布格局和驱动因素（Wu et al. 2013, Pan et al. 2019），少量研究关注小型兽类的空间分布差异（Wen et al. 2016）。Song 等（2020）研究了三江并流区域高山生境 18 个地点间小型兽类的物种组成和 Beta 多样性特征，表明物种的周转（turnover）和嵌套（nestedness）在分类多样性（taxonomic diversity）和功能多样性（functional diversity）呈现相反的趋势，不同

地点间小型兽类的物种替换主要源自生态近似种。由于分布于高山生境中的动物监测难度较大,针对该类群在高海拔区域的研究仍然较少,仅少量的研究涉及大中型兽类(Li et al. 2022)。受低温影响的高山生态系统与低海拔地区相比,高山生态系统对气候变化相对敏感,更容易受到气候变化的影响,往往具有更高的局部灭绝危险,亟待保护(Sherman et al. 2007, 刘洋等 2009, Fell et al. 2018, Hof et al. 2019)。

高黎贡山位于横断山区西南部,是我国西南生态安全屏障的重要组成山体,在云南省境内纵跨 5 个纬度带,山脉绵延超过 500 km (北纬 23°48' ~ 26°23', 东经 97°38' ~ 98°16'), 是全球 34 个生物多样性热点地区之一(Myers et al. 2000)。根据高黎贡山自然保护区的设置历史和行政范围,大致可分为北、中和南三段,北段位于怒江州福贡县和贡山县境内,中段位于怒江州泸水市境内,南段位于保山市境内(薛纪如 1995, Dumbacher et al. 2011)。2021 年 4 月,云南省启动高黎贡山国家公园建设,相比于以往的自然保护区,国家公园的建设对生物多样性本底信息的掌握提出了更高的要求(米湘成 2019, 田佳等 2021)。但由于山高谷深、交通不便、野外调查难度大等原因,高黎贡山的动物本底资料调查仍有较大欠缺(Yang et al. 2019)。系统性的高黎贡山鸟兽多样性研究,近年来的调查多集中于中段(陈奕欣等 2016, Pan et al. 2019),如高歌等(2017)在高黎贡山中段高海拔区域监测到 18 种兽类和 44 种鸟类,鸟兽物种多样性存在季节差异,5~10 月动物活动频繁。南段(腾冲和隆阳区)的调查主要在腾冲市辖区内开展,监测海拔为 1 515~3 350 m,且红外相机布设在中低海拔的较多,主要以兽类监测为主(Li et al. 2019, 周应再等 2020)。对于高黎贡山的鸟类,Liang 等(2021)较为深入地进行了鸟类季节变化和垂直分布研究,表明中低海拔鸟类丰富度在冬季增加,这主要源自高海拔繁殖鸟类和食虫鸟类冬季向下迁移,然而该研究使用样线法量化鸟类垂直分布

特征,某些特殊类群(比如雉类)难以通过样线法获得分布信息,因此有必要进一步获取高黎贡山鸟类的分布数据。

用传统的样线法或者样点法在高海拔山地开展野生动物的调查难度很大,获得的数据也往往很有限(张倩雯等 2018, Liang et al. 2021)。红外相机能直接获取野生动物的影像数据,并具有工作时长、获得有效数据多、针对隐蔽性强的动物能较好地探测、监测,同时能获得 GPS 分布位点等优势,近年来已被广泛用于鸟兽物种多样性调查中(Welbourne et al. 2016, 刘雪华等 2018, 肖治术 2019)。与生境复杂的中低海拔森林生境相比,红外相机对于监测高山流石滩或低矮灌丛环境的物种是合适的,红外相机在西南地区的高山鸟兽物种监测中已有运用,如四川卧龙(Li et al. 2010)和无量山(Li et al. 2018)等。

本研究利用红外相机开展高黎贡山高山带的鸟兽物种调查,主要拟解决以下问题:(1)高黎贡山南段高山生境的鸟兽物种丰富度本底、季节变化有何特征?由于高山环境冬季温度下降、环境较夏季更为恶劣,我们预测夏季鸟兽物种丰富度高、冬季低。(2)鸟兽在高山生态系统中的活动强度是否存在月间动态变化?

(3)鸟类和兽类在高黎贡山高山带的 Beta 多样性组分变化是否一致?Baselga(2010)将 Beta 多样性分解为周转和嵌套组分,组分的不同会影响保护策略制定:如果嵌套占优势,那么物种丰富度较高的区域应优先保护,反之则表示所有区域均有保护价值(Patterson et al. 1986, Si et al. 2015)。基于以上研究,以期为拟建高黎贡山国家公园的建设提供本底数据,以及为自然保护区的科学管理提供决策依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

高黎贡山南段的植被类型从低海拔至高海拔主要有热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、湿性常绿阔叶林、半湿性常绿阔叶林、中山湿性

常绿阔叶林、落叶阔叶林、针叶林、寒温性灌丛草甸以及裸岩流石滩稀疏植被组成(柴勇等 2007)。高黎贡山地处中国西部季风气候区,南段全年盛行西南风,四季不分明,干湿季显著,气温日较差大、年较差小,兼具大陆性和海洋性气候特征(尹五元 1994)。南段高海拔区域气候为寒温性湿润型气候,南斋公房的年降水量达到 3 030 mm,冬季严寒,夏季湿润多雨(黄大华等 1985,薛纪如 1995)。

1.2 红外相机布设

2018 年 11 月至 2019 年 10 月,在高黎贡山南段沿山脊选择 3 个调查区域共布设红外相机 60 台(图 1):南斋公房 20 台(简称南斋,海拔 3 109~3 385 m,监测面积约为 14.70 km²)、北斋公房 20 台(北斋,海拔 3 102~3 435 m,监测面积约为 11.23 km²)和大脑子 20 台(海拔 3 121~3 695 m,监测面积约为 7.04 km²)。

因人为活动和相机状况影响,3 个区域的相机野外布设时长不同,南斋 12 个月(2018 年 11 月至 2019 年 10 月),北斋 6 个月(2018 年 11 月至 2019 年 4 月),大脑子 6 个月(2019 年 4 月至 2019 年 9 月)。红外相机沿山脊及山脊两侧布设,两台相机之间间隔大于 300 m,尽量降低数据的假重复(张履冰等 2014)。红外相机布设在兽道、水源地、林间开阔地和悬崖突出来的平地,捆绑固定于粗壮的乔木或竹子离地 30~100 cm 高度,各区域每 3 个月回收一次红外相机数据并更换相机电池。红外相机布设前进行相机参数设置,具体为拍照模式(拍照+录像)、连拍张数(3 张)、视频尺寸(1 400 × 1 080 p)、录像长度(30 s)、灵敏度(标准)、触发间隔(30 s)。相机布设时记录放置地点 GPS 位点和海拔。

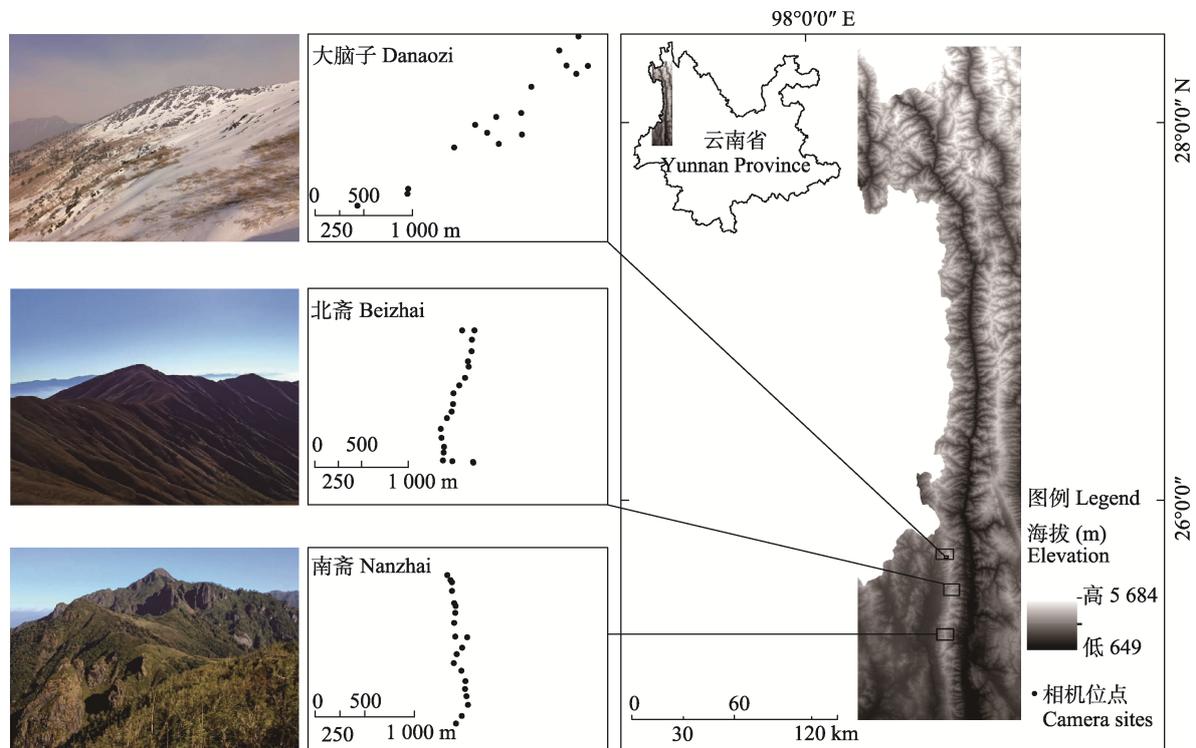


图 1 高黎贡山南段高山生境红外相机监测位点图

Fig. 1 Camera-trapping sites from alpine habitat in southern section of the Gaoligong Mountains

1.3 数据分析

红外相机拍摄到的兽类物种鉴定主要参考《中国兽类野外手册》(Smith et al. 2009), 鸟类物种鉴定参考《中国鸟类野外手册》(约翰·马敬能等 2000)。动物名称和分类系统参照《中国哺乳动物多样性》(第 2 版)(蒋志刚等 2017)和《中国鸟类分类与分布名录》(第三版)(郑光美 2017)。物种保护级别的界定参照 2021 年 2 月发布的《国家重点保护野生动物名录》、CITES 附录 (<http://www.cites.gov.cn>)、《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等 2016) 和 IUCN 物种红色名录 (IUCN 2021)。独立有效照片统计与物种相对丰富度计算参照 O'Brien 等 (2003) 和陈立军等 (2019) 的标准, 在同一台相机中, 超过 30 min 所拍摄的同一种照片或视频视为独立有效照片, 30 min 内拍摄的不同物种的照片或者视频也视为独立有效照片, 将三个布设区域的红外相机数据合并成一个整体计算物种相对丰富度。物种相对丰富度公式如下: $R_{Ai} = (A_i/N) \times 100$, 式中, R_{Ai} 表示物种相对丰富度, A_i 为红外相机所拍摄到第 i 种 ($i = 1, 2, 3 \dots 43$) 鸟类或兽类的独立有效照片数, N 为红外相机有效工作日。

利用 R 软件 (version 3.6.0) 的 iNEXT 程序包制作鸟兽物种稀疏曲线、外推曲线和样本覆盖度 (sample coverage, S_C), 分析调查抽样是否完全, 以灰色阴影区域表示物种累积曲线的 95% 置信区间, 曲线越平缓代表抽样越充分 (Chao et al. 2014)。样本覆盖度介于 0 ~ 1 之间, 大于 0.90 可认为抽样充分 (Moreno et al. 2000, Song et al. 2020)。物种拍摄位点与物种相对多度的相关性使用 Spearman 秩相关性分析。红外相机布设位点分布图利用 Arcgis10.2.2 制作。将 3 ~ 5 月划分为春季, 6 ~ 8 月为夏季, 9 ~ 11 月为秋季, 12 月至次年 2 月为冬季, 以南斋每个月的物种数、独立有效照片数和相机捕获的位点数来反应鸟兽活动的月变化。中段与南段的物种相对多度差异用 Wilcoxon 符号秩检验, 中段数据参考高歌等 (2017)。

为了解高黎贡山南段和中段高海拔区域的鸟兽物种组成差异, 将高歌等 (2017) 调查的鸟兽数据合并为一个数据整体, 本次调查的数据合并为一个整体。考虑到红外相机抽样的局限性, 所用的分析数据仅代表地栖性大中型的鸟类和兽类。Beta 多样性计算利用 R 软件 (version 3.6.0) betapart 程序包计算多位点相异性 Sørensen 指数, 基于 0-1 数据分析总体 Beta 多样性 (β_{SOR}) 及空间周转 (β_{SIM}) 和嵌套 (β_{SNE}) 组分 (Baselga 2010, Si et al. 2015)。

2 结果

2.1 鸟兽物种组成

3 个调查区域的相机有效工作日分别为, 南斋 5 471 相机日, 北斋 3 074 相机日, 大脑子 814 相机日, 共计 9 359 相机日。拍摄兽类独立有效照片 865 张, 鸟类独立有效照片 177 张, 共鉴定出兽类和鸟类 43 种。其中, 兽类 19 种, 分属 5 目 14 科; 鸟类 24 种, 分属 3 目 11 科。

在所拍摄动物中, 国家 I 级重点保护野生动物 2 种, 分别是林麝 (*Moschus berezovskii*) 和白尾梢虹雉 (*Lophophorus sclateri*), 国家 II 级重点保护野生动物 15 种, 分别是熊猴 (*Macaca assamensis*)、短尾猴 (*M. arctoides*)、黄喉貂 (*Martes flavigula*)、黑熊 (*Ursus thibetanus*)、小熊猫 (*Ailurus fulgens*)、中华斑羚 (*Naemorhedus griseus*)、中华鬣羚 (*Capricornis milneedwardsi*)、豹猫 (*Prionailurus bengalensis*)、毛冠鹿 (*Elaphodus cephalophus*)、环颈山鹧鸪 (*Arborophila torquella*)、血雉 (*Ithaginis cruentus*)、红腹角雉 (*Tragopan temminckii*)、白鹇 (*Lophura nycthemera*)、大噪鹛 (*Garrulax maximus*) 和眼纹噪鹛 (*G. ocellatus*)。全部物种中, 被列入 CITES 附录受贸易限制物种 11 种, 被中国脊椎动物红色名录列为易危级 (VU) 以上 10 种, IUCN 物种红色名录列为易危级 (VU) 以上 7 种 (附录 1)。

物种相对多度最高的兽类是小熊猫 (3.25)、毛冠鹿 (2.77) 和中华斑羚 (0.73),

鸟类多度依次为血雉 (1.02)、黑顶噪鹛 (*Trochalopteron affine*, 0.17) 和红腹角雉 (0.11) (表 1)。物种相对多度与红外相机捕获该物种的位点数有显著的正相关 ($r = 0.78$, $n = 43$, $P < 0.01$), 即该物种被相机拍摄的位点数越多, 其物种相对丰富度越高。

根据物种稀疏曲线 (图 2), 鸟类随着独立有效照片的增加而增加。北斋样地鸟类稀疏曲线呈上升趋势 (图 2b, $S_C = 0.87$), 南斋 (图 2a, $S_C = 0.97$) 和大脑子 (图 2c, $S_C = 0.99$) 的鸟类稀疏曲线较为平缓, 由于南斋鸟类独立有效照片数远低于兽类, 鸟类取样曲线平缓部分未完全显示。南斋 (图 2a, $S_C = 1.00$)、北斋 (图 2b, $S_C = 0.99$) 和大脑子 (图 2c, $S_C = 0.98$) 的兽类物种稀疏曲线均已趋于平缓, 表明 3 个样地的兽类物种抽样较为充分。

2.2 鸟兽多样性的月变化

南斋公房的监测时长为 1 年, 因此鸟兽多样性月变化分析仅使用该区域数据, 以每个月的物种数、独立有效照片数、捕获的相机位点数来反应鸟兽活动的季节变化。秋季和夏季鸟兽物种数最多, 分别为 20 种和 19 种, 其次是

春季和冬季, 各 18 种和 13 种。从各月来看, 8 月份鸟类和兽类物种数均最多, 鸟类 12 月份最少, 兽类 4 月份最少 (图 3)。当月的鸟兽物种数与拍摄的独立有效照片数无相关 ($r = 0.26$, $n = 12$, $P > 0.05$)。调查发现高黎贡山南段高山, 每月都有拍摄记录的物种有血雉、毛冠鹿、小熊猫和中华斑羚 4 种, 但有较强烈的季节变化, 比如小熊猫在秋、冬季拍摄记录最多, 相机捕获的位点数也最多, 而血雉在春季最多 (图 4)。白尾梢虹雉和豹猫全年有活动, 但并不是每个月都能拍摄到。其他动物只有在特定的月份才会出现, 比如短尾猴和黑熊主要出现在 6~8 月。

2.3 南段与中段鸟兽 Beta 多样性

Beta 多样性分析显示, 南段与中段高山生境的鸟类物种周转组分 ($\beta_{SIM} = 0.84$) 大于嵌套组分 ($\beta_{SNE} = 0.07$), Sørensen 相异性指数为 0.90。兽类嵌套组分 ($\beta_{SEN} = 0.39$) 大于周转组分 ($\beta_{SEN} = 0.26$), Sørensen 相异性指数为 0.65。

3 讨论

3.1 高黎贡山高山鸟兽物种多样性

高黎贡山南段近年来动物监测主要集中在

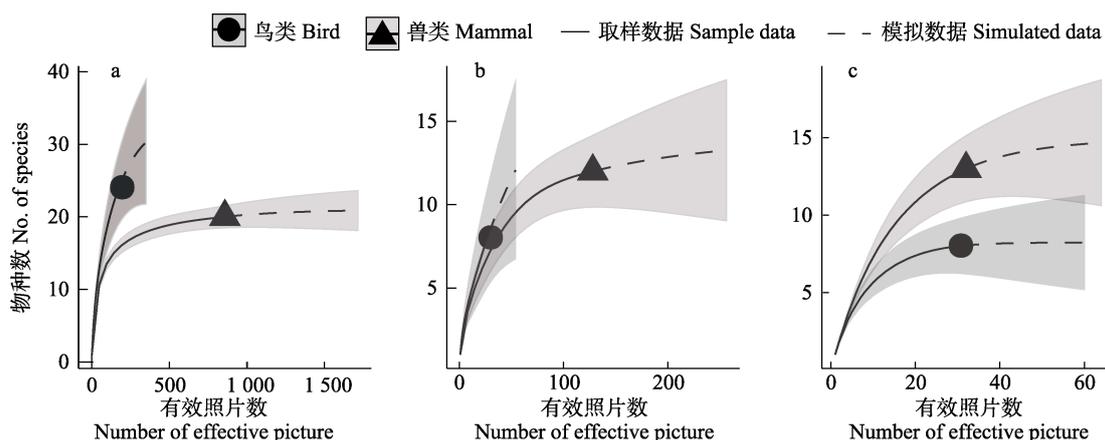


图 2 高黎贡山南段高山生境的鸟类和兽类物种稀疏曲线

Fig. 2 Rarefaction curve of detected birds and mammals with increasing months from alpine habitat in the southern section of the Gaoligong Mountains

a. 南斋; b. 北斋; c. 大脑子; 灰色阴影区域代表 95% 的置信区间。

a. Nanzhai; b. Beizhai; c. Danaozai; Gray shaded areas represent 95% confidence intervals.

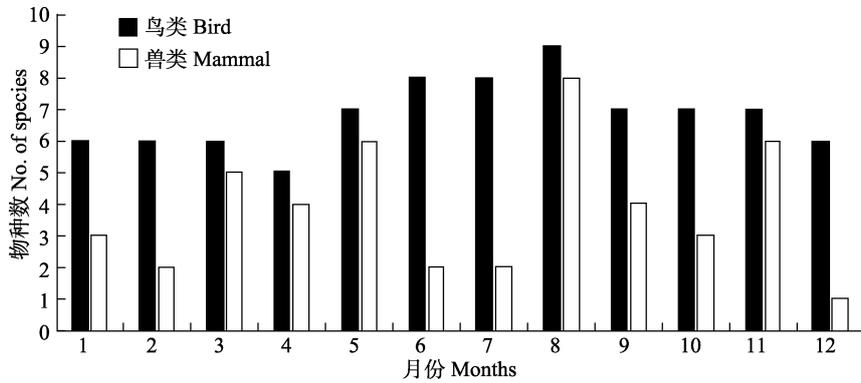


图 3 高黎贡山南段高山生境鸟兽物种数的月变化

Fig. 3 Species number and effective pictures of different months from alpine habitat in the southern section of the Gaoligong Mountains

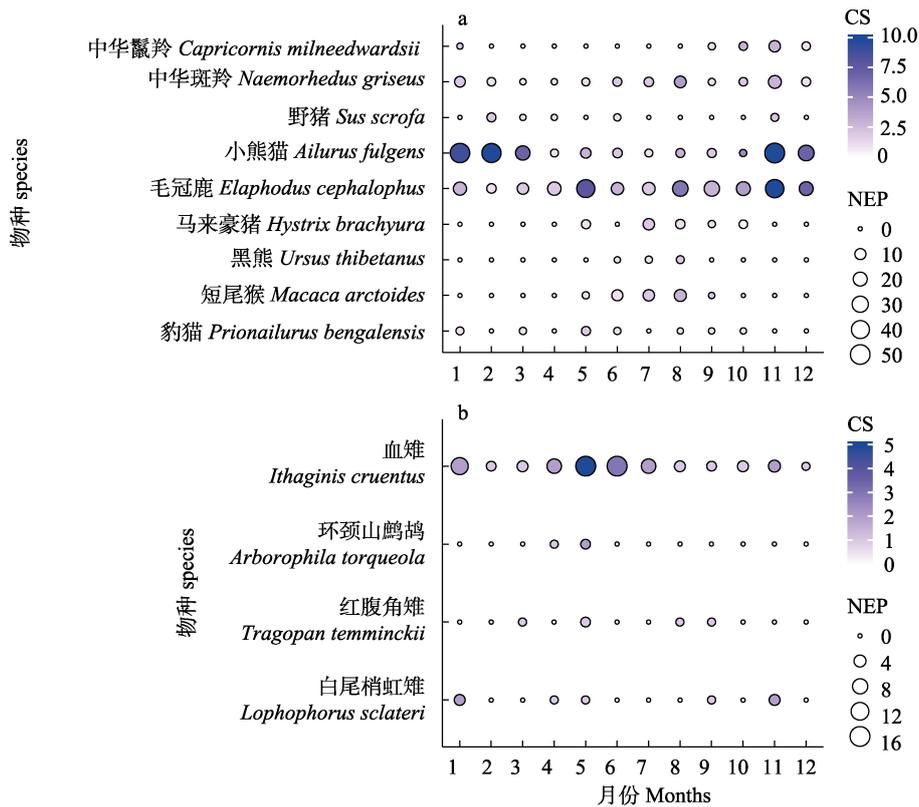


图 4 高黎贡山南段高山生境鸟兽活动强度的季节变化

Fig. 4 Seasonal changes of activity intensity of birds and mammals from alpine habitat in southern section of the Gaoligong Mountains

a. 兽类; b. 鸟类; NEP. 独立有效照片数量; CS. 相机位点数。

a. Mammal; b. Bird; NEP. Independent number of the effective picture; CS. Number of captured sites by cameras.

中低海拔，如周应再等（2020）在西坡中海拔（2 293~2 503 m）布设 11 台红外相机调查一年，记录 21 种兽类和 20 种鸟类，但是缺乏高海拔动物记录。Li 等（2019）的调查集中在腾冲市境内、高黎贡山自然保护区内外均布设了相机和样线，共记录到 46 种兽类，但没有鸟类数据。本研究的调查弥补了高黎贡山南段高海拔区域调查的不足，新增了南段高山生境 24 种鸟类的分布记录，为拟建高黎贡山国家公园提供了高山生境的鸟兽本底数据。但值得注意的是，在相同的调查强度下，鸟类的稀疏曲线比兽类更加不易平缓，说明红外相机技术调查鸟类仍具有局限性，需结合样线法或者样点法使用。同时，在今后对高山的鸟兽物种监测中，应进一步完善红外相机布设方案，如在高黎贡山山脊东西两侧平行布设红外相机，以增加对物种分布空间异质性的探测。

本调查在高黎贡山南段高海拔区共记录到 43 种兽类和鸟类，少于中段记录的 62 种，中段的红外相机布设同样为 3 个区域，每个区域 20 台，监测时长 1 年，海拔为 3 100~4 000 m，（高歌等 2017），南段与中段高山生境共记录到 78 种鸟类和兽类。中段与南段高山生境的鸟兽多样性差异体现在：（1）越往北，海拔越高，高黎贡山的山体更宽，植被更完整，植物种类越丰富（李嵘等 2007，Chaplin 2005），因此中段有更多的鸟兽物种；（2）中段和南段高山生境鸟类相同种 13 种，兽类相同种 15 种，仅占中段和南段高山生境的鸟兽总数 35.9%，总体鸟类和兽类相同物种比例低，相同物种的相对丰富度无显著差异（ $W=406, P>0.05$ ），物种组成差异主要是鸟类；（3）记录到的优势物种不同，中段兽类丰富度最高的是灰颈鼠兔（*Ochotona forresti*），南段是小熊猫；中段鸟类丰富度最高的是金色林鸮（*Tarsiger chrysaeus*），南段是血雉（图 5）。同一山系不同纬度具有不同的动物物种组成和丰富度变化，这种纬度地带性变化在云岭山脉的白马雪山和无量山的比较研究中也证实存在（Li et al. 2018）。

对南段与中段做进一步的 Beta 多样性比较，显示鸟类物种周转组分大于嵌套组分，表明鸟类群落组成差异由物种替代造成。已有研究表明，环境异质性和空间距离均可导致鸟类物种组成差异（Steinigt et al. 2006，He et al. 2021）。环境异质可以解释随着区域环境变化加剧、物种相似性减少（Nekola et al. 2014，Gómez-Rodríguez et al. 2018），如中段的海拔比南段更高，海拔可能发挥环境过滤的作用。同时，考虑到南段与中段的研究区域距离在 40~70 km，我们推测空间距离在一定程度上导致了两个区域鸟类的物种差异。

小型兽类在高山的嵌套分布格局已有相关研究，如在北美洲落基山（Patterson 1984）和南美洲安第斯山的小型兽类研究（Anderson et al. 2012），均呈现出显著的嵌套格局。大中型兽类在高山生境中的嵌套格局研究较少，本调查为大中型兽类在高山生境中的分布格局提供了新的视角。一般而言，大中型兽类具有较强的活动能力。本次调查仅在同一山脉进行，生境为连续生境，没有受到江河阻隔。因此，我们推测高黎贡山高山生境大中型兽类嵌套组分占优势的原因可能与物种的生活史有关，如最小生存面积、体重等，这些因素均会导致兽类的嵌套格局分布（Patterson et al. 1986，Chen et al. 2019）。另一方面，中段高山生境可同时为南段和北段的大中型兽类提供迁移廊道，在一定程度上促进了嵌套格局的形成。

3.2 高山鸟兽多样性变化

高黎贡山南段高山生境存在明显的鸟兽物种丰富度季节变化和活动强度变化。山区动物通常存在垂直迁移的行为，如喜马拉雅山超过 65% 的动物存在该行为（Barcante et al. 2017），这会引发不同海拔带上的兽类和鸟类多样性的季节变化。对高山区域而言，冬季气温低、地表常有积雪覆盖，兽类和鸟类通常难于获取足够的食物而向低海拔迁移，如黑熊（Shoji et al. 2019）和白尾梢虹雉（韩联宪等 2004）；而夏季气温回暖，积雪融化，中低海拔的动物会进

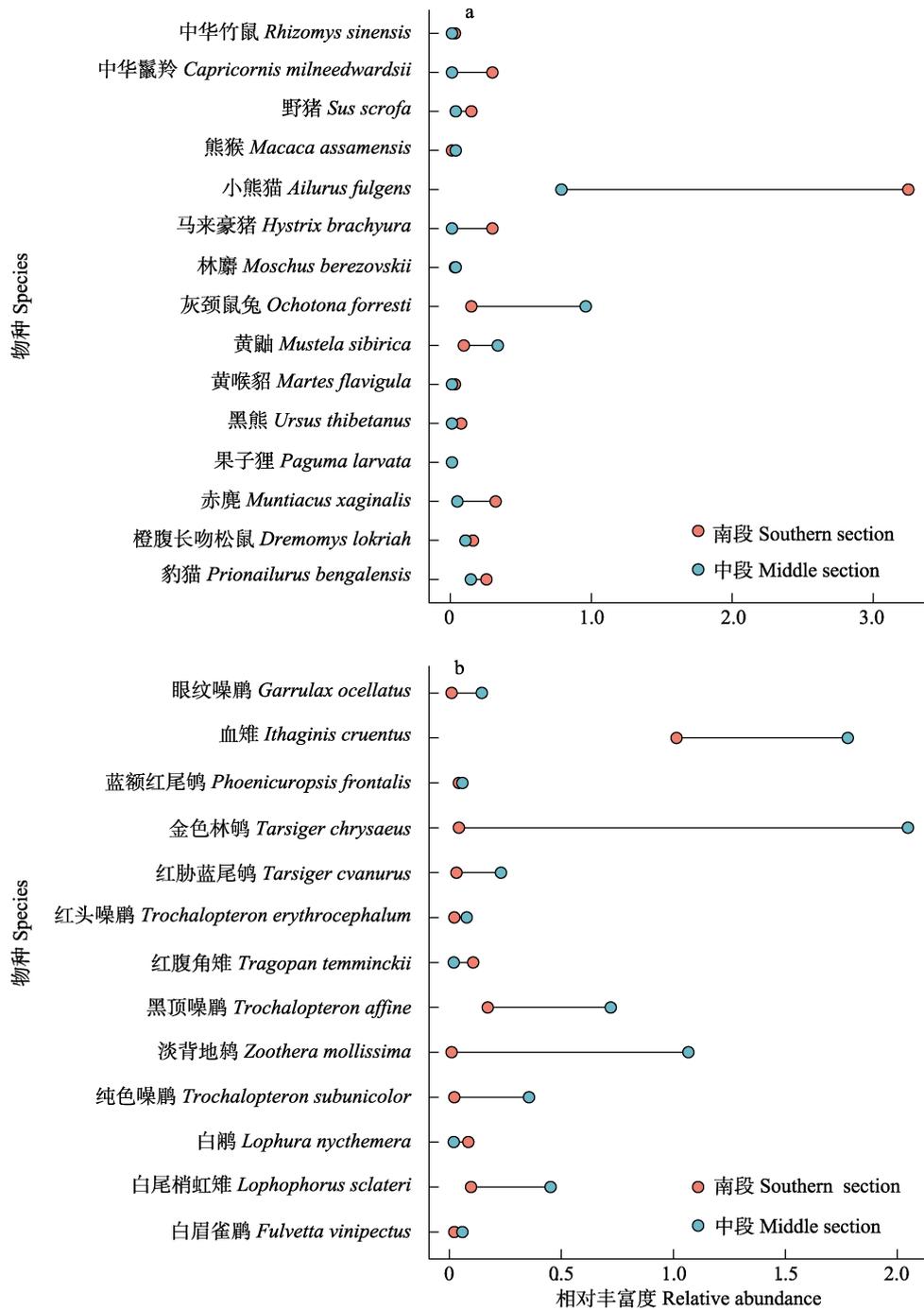


图 5 高黎贡山南段与中段高山生境鸟兽相同物种丰富度比较

Fig. 5 Comparison of species abundance between the southern and middle section from alpine habitat in the Gaoligong Mountains

a. 兽类; b. 鸟类; 两点间的连线代表物种丰富度差异; 中段数据来源于高歌等 (2017)。

a. Mammal; b. Bird; The lines between the two points represents discrepancy in species abundance; Middle section data from Gao Ge et al. (2017).

入高山寻找食物或者繁殖 (Boyle 2008, 2010, Hsiung et al. 2018, Liang et al. 2021)。因此高山上的兽类和鸟类多样性冬季低、夏季高, 较为普遍, 比如本调查和高歌等 (2017)。动物活动强度的差异可能与可获取食物资源量和气温有关, 如分布于白马雪山的滇金丝猴 (*Rhinopithecus bieti*) 在食物丰富的季节会在更大空间范围内活动和取食 (黎大勇等 2009), 太行山的猕猴 (*Macaca mulatta*) 在温度较低的冬季取食时间增加、移动时间减少、日活动时间分配有显著的季节性变化 (崔振伟等 2015), 陕西佛坪国家级自然保护区内大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 在冬季活动较频繁、拍摄率最高 (马亦生等 2020)。

3.3 高山生境保护的启示

保护好高山生境是保护好高山生物的重要途径 (Sherman et al. 2007), 高山生境由于其特殊性和脆弱性, 很多栖息于高海拔区域的物种对气候变化高度敏感, 也加剧了高山生物多样性变化的波动性。气候变化和人为干扰的双重影响, 增加了高山生物未来命运的不确定性 (Kaur et al. 2010, Hof et al. 2019)。在濒危物种保护方面, 本调查记录的 43 种动物中有 10 种是受胁物种 (表 1), 这些物种对高山生境有极强的依赖。然而, 我们在调查过程中依然发现了不少的人类活动痕迹, 比如窝棚、兽铗等。当地群众的上山采集行为一直存在 (韩联宪等 2004), 采集以中药材和野菜为主, 如矩鞘箭竹 (*Fargesia orbiculata*)、尼泊尔绿绒蒿 (*Meconopsis napaulensis*)、多叶重楼 (*Paris polyphylla*) 和滇黄堇 (*Corydalis yunnanensis*) 等, 这些植物同样是小熊猫、白尾梢虹雉和血雉等物种的重要食物 (罗旭等 2016, 王逸之等 2019)。因而, 即使是在人迹罕至的高山, 依然存在人与动物的矛盾。在不同高海拔区域的鸟兽物种丰富度方面, 虽然本次调查结果显示大中型兽类的嵌套组分占优势, 但完全的嵌套格局分布在自然界是很少存在的 (Boecklen 1997)。因此, 我们建议实施高黎贡山高山生态

系统的全境保护, 以兼顾不同区域高山物种的保护。

本次调查未记录到贡山羚牛 (*Budorcas taxicolor*) 在高海拔的活动影像, 20 世纪 90 年代贡山羚牛在高黎贡山南段南斋公房一带估计有 300 余只 (艾怀森 1996), Li 等 (2019) 也只发现痕迹和粪便, 红外相机没有拍摄到。从这两次调查来看, 高黎贡山南段羚牛的数量可能有急剧下降, 其种群现状亟待评估。

动物垂直迁移和动物活动强度的季节变化, 这两个因素在保护区管理中应该纳入考虑。冬季高海拔兽类和鸟类物种最少, 高山积雪较多, 中低海拔的栖息地是兽类和鸟类物种活动的重要场所, 冬季应该把中低海拔作为重要的监测和管理区域。而在夏季, 高海拔地区兽类和鸟类物种增多, 人为活动相对频繁, 特别是南斋公房茶马古道是翻越高黎贡山南段的重要通道, 因此在夏季加强高海拔地区兽类和鸟类物种监测和管理就显得尤为重要。因此, 我们建议在动物活动频繁的 5~10 月, 高黎贡山自然保护区南段的管理部门应加强对高山地带的巡护和管理。

致谢 本次调查得到高黎贡山国家级自然保护区保山市、隆阳区和腾冲市管护局的支持。中国科学院昆明动物研究所李权博士、华东师范大学李万德博士、美国普林斯顿大学梁丹博士以及西南林业大学硕士研究生曾卫、胡远芳和王艳梅在物种鉴定与数据分析上给予支持和帮助, 在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- Anderson R P, Gutiérrez E E, Ochoa G J, et al. 2012. Faunal nestedness and species-area relationship for small non-volant mammals in "sky islands" of northern Venezuela. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 47(3): 157-170.
- Barcante L M, Vale M S, Alves A. 2017. Altitudinal migration by birds: a review of the literature and a comprehensive list of species. *Journal of Field Ornithology*, 88(4): 321-335.
- Baselga A. 2010. Partitioning the turnover and nestedness components

- of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1): 134–143.
- Boecklen W J. 1997. Nestedness, biogeographic theory, and the design of nature reserves. *Oecologia*, 112(1): 123–142.
- Boyle W A. 2008. Can variation in risk of nest predation explain altitudinal migration in tropical birds? *Oecologia*, 155(2): 397–403.
- Boyle W A. 2010. Does food abundance explain altitudinal migration in a tropical frugivorous bird? *Canadian Journal of Zoology*, 88(2): 204–213.
- Brum F T, Graham C H, Costa G C, et al. 2017. Global priorities for conservation across multiple dimensions of mammalian diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(29): 7641–7646.
- Chao A, Gotelli N J, Hsieh T C, et al. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1): 45–67.
- Chaplin G. 2005. Physical geography of the Gaoligongshan area of southwest China in relation to biodiversity. *Proceedings California Academy of Science*, 56(28): 527–556.
- Chen C W, Xu A C, Ding P, et al. 2019. The small-island effect and nestedness in assemblages of medium-and large-bodied mammals on Chinese reservoir land-bridge islands. *Basic and Applied Ecology*, 38: 47–57.
- Dumbacher J P, Mille J, Flannery M E, et al. 2011. Avifauna of the Gaoligong Shan Mountains of Western China: A hotspot of avian species diversity. *Ornithological Monographs*, 70(1): 30–60.
- Fell S C, Carrivick J L, Kelly M G, et al. 2018. Declining glacier cover threatens the biodiversity of alpine river diatom assemblages. *Global Change Biology*, 24(12): 5828–5840.
- Gómez-Rodríguez C, Baselga A. 2018. Variation among European beetle taxa in patterns of distance decay of similarity suggests a major role of dispersal processes. *Ecography*, 41(11): 1825–1834.
- He X L, Brown C, Lin L X. 2021. Relative importance of deterministic and stochastic processes for beta diversity of bird assemblages in Yunnan, China. *Ecosphere*, 12(6): e03545–e03545.
- Hof A R, Allen A M. 2019. An uncertain future for the endemic Galliformes of the Caucasus. *Science of the Total Environment*, 651(9): 725–735.
- Hsiung A C, Boyle W A, Cooper R J, et al. 2018. Altitudinal migration: ecological drivers, knowledge gaps, and conservation implications. *Biological Reviews*, 93(4): 2049–2070.
- IUCN. 2021. Red List of Threatened Species. [DB/OL]. [2021-12-06]. <http://www.iucnredlist.org>.
- Kaur R, Joshi V, Joshi S P. 2010. Impact of degradation on biodiversity status and management of an alpine meadow within Govind Wildlife Sanctuary and National Park, Uttarkashi, India. *International Journal of Biodiversity Science*, 6(4): 146–156.
- Li F, Huang X Y, Zhang X C, et al. 2019. Mammals of Tengchong section of Gaoligongshan Nature Reserve in Yunnan province, China. *Journal of Threatened Taxa*, 11(11): 14402–14414.
- Li S, Mcshea W J, Wang D J, et al. 2010. The use of infrared-triggered cameras for surveying phasianids in Sichuan Province, China. *International Journal of Avian Science*, 15(2): 299–309.
- Li X Y, Bleisch W V, Jiang X L. 2018. Using large spatial scale camera trap data and hierarchical occupancy models to evaluate species richness and occupancy of rare and elusive wildlife communities in southwest China. *Diversity and Distributions*, 24(11): 1560–1572.
- Li X Y, Hu W Q, Bleisch W V, et al. 2022. Functional diversity loss and change in nocturnal behavior of mammals under anthropogenic disturbance. *Conservation Biology*, 36(3): e13839.
- Liang D, Pan X Y, Luo X, et al. 2021. Seasonal variation in community composition and distributional ranges of birds along a subtropical elevation gradient in China. *Diversity and Distributions*, 27(12): 2527–2541.
- Moreno C E, Halfiter G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37(1): 149–158.
- Myers N, Mittermeier R A, Mittermeier C G, et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772): 853–858.
- Nekola J C, McGill B J. 2014. Scale dependency in the functional form of the distance decay relationship. *Ecography*, 37(4): 309–320.
- O'Brien T G, Kinnaird M F, Wibisono H T. 2003. Crouching tigers,

- hidden prey: Sumatran and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6(2): 131–139.
- Pan X Y, Liang D, Zeng W, et al. 2019. Climate, human disturbance and geometric constraints drive the elevational richness pattern of birds in a biodiversity hotspot in southwest China. *Global Ecology and Conservation*, 18(2019): e0063.
- Patterson B D. 1984. Mammalian extinctions and biogeography in the southern Rocky Mountains // Nitecki M H. *Extinctions*. Chicago: University of Chicago Press, 247–293.
- Patterson B D, Atmar W. 1986. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. *Biological Journal of the Linnean Society*, 28(2): 65–82.
- Sherman R, Mullen R. 2007. Alpine ecosystems of northwest Yunnan, China: an initial assessment for conservation. *Journal of Mountain Science*, 2007(3): 181–192.
- Shoji N, Ichiro T, Yoichiro S, et al. 2019. Downhill seed dispersal by temperate mammals: a potential threat to plant escape from global warming. *Scientific Reports*, 9(1): 571–573.
- Si X F, Baselga A, Ding P. 2015. Revealing beta-diversity patterns of breeding bird and lizard communities on inundated land-bridge islands by separating the turnover and nestedness components. *PLoS One*, 10(5): e0127692.
- Song W Y, Li X Y, Chen Z Z, et al. 2020. Isolated alpine habitats reveal disparate ecological drivers of taxonomic and functional beta-diversity of small mammal assemblages. *Zoological Research*, 41(6): 670–683.
- Steinitz O, Heller J, Tsoar A, et al. 2006. Environment, dispersal and patterns of species similarity. *Journal of Biogeography*, 33(6): 1044–1054.
- Testolin R, Attorre F, Jiménez-Alfaro B. 2020. Global distribution and bioclimatic characterization of alpine biomes. *Ecography*, 43(6): 779–788.
- Welbourne D J, Claridge A W, Paull D J, et al. 2016. How do passive infrared triggered camera traps operate and why does it matter? Breaking down common misconceptions. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2(2): 77–83.
- Wen Z X, Yang Q S, Quan Q, et al. 2016. Multiscale partitioning of small mammal β -diversity provides novel insights into the Quaternary faunal history of Qinghai-Tibetan Plateau and Hengduan Mountains. *Journal of Biogeography*, 43(7): 1412–1424.
- Wu Y J, Yang Q S, Wen Z X, et al. 2013. What drives the species richness patterns of non-volant small mammals along a subtropical elevational gradient? *Ecography*, 36(2): 185–196.
- Yang Y, Ren G P, Li W J, et al. 2019. Identifying transboundary conservation priorities in a biodiversity hotspot of China and Myanmar: Implications for data poor mountainous regions. *Global Ecology and Conservation*, 20(2019): e00732.
- 艾怀森. 1996. 高黎贡山的羚牛. *云南林业*, 88(3): 20.
- 柴勇, 孟广涛, 武力. 2007. 高黎贡山自然保护区国家重点保护植物的组成特征及其资源保护. *西部林业科学*, 36(4): 57–63.
- 陈立军, 肖文宏, 肖治术. 2019. 物种相对多度指数在红外相机数据分析中的应用及局限. *生物多样性*, 27(3): 243–248.
- 陈奕欣, 肖治术, 李明, 等. 2016. 利用红外相机对高黎贡山中段西坡兽类和鸟类多样性初步调查. *兽类学报*, 36(3): 302–312.
- 崔振伟, 王振龙, 赵国亮, 等. 2015. 成年雌性太行山猕猴活动时间分配的季节性变化: 食物和温度的影响. *兽类学报*, 35(2): 138–146.
- 高歌, 王斌, 何臣相, 等. 2017. 云南泸水高黎贡山高山生境的鸟兽多样性. *生物多样性*, 25(3): 332–339.
- 韩联宪, 黄石林, 罗旭, 等. 2004. 云南白尾梢虹雉的分布与保护. *生物多样性*, 12(5): 523–527.
- 黄大华, 傅绍铭. 1985. 高黎贡山地气温的分布特征. *气象*, (11): 18–21.
- 蒋志刚, 江建平, 王跃招, 等. 2016. 中国脊椎动物红色名录. *生物多样性*, 24(5): 500–551.
- 蒋志刚, 刘少英, 吴毅, 等. 2017. 中国哺乳动物多样性(第 2 版). *生物多样性*, 25(8): 886–895.
- 黎大勇, 任宝平, Grueter C C, 等. 2009. 白马雪山自然保护区格花箐滇金丝猴的野宿地的季节性选择. *兽类学报*, 29(4): 389–395.
- 李嵘, 刀志灵, 纪运恒, 等. 2007. 高黎贡山北段种子植物区系研究. *云南植物研究*, 29(6): 601–615.
- 刘雪华, 武鹏峰, 何祥博, 等. 2018. 红外相机技术在物种监测中的应用及数据挖掘. *生物多样性*, 26(8): 850–861.
- 刘洋, 张健, 杨万勤. 2009. 高山生物多样性对气候变化响应的研究进展. *生物多样性*, 17(1): 88–96.
- 罗旭, 吴太平, 黄安琪. 2016. 云南高黎贡山两种同域分布雉类冬季的食物分析及取食策略. *生态学杂志*, 35(4): 1003–1008.

- 马亦生, 马青青, 孙亮, 等. 2020. 基于红外相机技术对佛坪国家级自然保护大熊猫季节性空间分布与活动模式的研究. *动物学杂志*, 55(1): 20–28.
- 米湘成. 2019. 生物多样性监测与研究是国家公园保护的基础. *生物多样性*, 27(1): 1–4.
- Smith A T, 解焱. 2009. 中国兽类野外手册. 长沙: 湖南教育出版社: 1–507.
- 宋文字, 李学友, 王洪娇, 等. 2021. 三江并流区树线生境小型兽类多样性多维度评价及其保护启示. *生物多样性*, 29(9): 1215–1228.
- 田佳, 朱淑怡, 张晓峰, 等. 2021. 大熊猫国家公园的地栖大中型鸟兽多样性现状: 基于红外相机数据的分析. *生物多样性*, 29(11): 1490–1504.
- 王逸之, 唐瑜. 2019. 高黎贡山小熊猫主食竹种类与分布研究. *竹子学报*, 38(1): 14–17.
- 肖治术. 2019. 红外相机技术在我国自然保护地野生动物清查与评估的应用. *生物多样性*, 27(3): 235–236.
- 薛纪如. 1995. 高黎贡山国家级自然保护区. 北京: 中国林业出版社, 1–15.
- 尹五元. 1994. 高黎贡山自然保护区珍稀保护植物. *西南林业大学学报*, 14(1): 6–12.
- 约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬奇. 2000. 中国鸟类野外手册. 长沙: 湖南教育出版社, 1–514.
- 张履冰, 崔绍朋, 黄元骏, 等. 2014. 红外相机技术在我国野生动物监测中的应用: 问题与限制. *生物多样性*, 22(6): 696–703.
- 张倩雯, 龚粤宁, 宋相金, 等. 2018. 红外相机技术与其他几种森林鸟类多样性调查方法的比较. *生物多样性*, 26(3): 229–237.
- 郑光美. 2017. 中国鸟类分类与分布名录. 3 版. 北京: 科学出版社: 1–450.
- 周应再, 余新林, 彭明统, 等. 2020. 红外相机技术在高黎贡山国家级自然保护区南段西坡野生动物监测中的应用. *安徽农业科学*, 48(4): 108–111.

附录 1 高黎贡山南段高山生境鸟兽物种名录 (2018 年 11 月至 2019 年 10 月红外相机拍摄记录)
Appendix 1 Birds and mammal species detected by camera traps from November 2018 to October 2019
in the alpine habitat in southern section of the Gaoligong Mountains

物种 Species	保护级别 Conservation status	IUCN 2021	CITES 附录 CITES appendix	中国脊椎动物红色名录 Red list of China's vertebrates	独立有效照片数 No. of independent images	相对丰富度 Relative abundance index	位点数 No. of camera sites
哺乳纲 MAMMALIA							
I 灵长目 PRIMATES							
1 猴科 Cercopithecoidea							
(1) 短尾猴 <i>Macaca arctoides</i>	II	VU	附录 II	VU	37	0.40	10
(2) 熊猴 <i>Macaca assamensis</i>	II	NT	附录 II	VU	1	0.01	3
II 食肉目 CARNIVORA							
2 鼬科 Mustelidae							
(3) 黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	II	LC		NT	3	0.03	2
(4) 黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>		LC		LC	9	0.09	5
3 熊科 Ursidae							
(5) 黑熊 <i>Ursus thibetanus</i>	II	VU	附录 I	VU	7	0.07	6
4 小熊猫科 Ailuridae							
(6) 小熊猫 <i>Ailurus fulgens</i>	II	EN	附录 I	VU	304	3.25	35
5 灵猫科 Viverridae							
(7) 果子狸 <i>Paguma larvata</i>		LC		NT	1	0.01	1
6 猫科 Felidae							
(8) 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	II	LC	附录 II	VU	24	0.26	14
III 偶蹄目 ARTIODACTYLA							
7 猪科 Suidae							
(9) 野猪 <i>Sus scrofa</i>		LC		LC	14	0.15	5
8 麝科 Moschidae							
(10) 林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	I	EN	附录 II	CR	3	0.03	3
9 鹿科 Cervidae							
(11) 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	II	NT		VU	259	2.77	17
(12) 赤麂 <i>Muntiacus vaginalis</i>		LC		NT	30	0.32	9

续附录 1

物种 Species	保护级别 Conservation status	IUCN 2021	CITES 附录 CITES appendix	中国脊椎动物红色名录 Red list of China s vertebrates	独立有效照片数 No. of independent images	相对丰富度 Relative abundance index	位点数 No. of camera sites
10 牛科 Bovidae							
(13)中华斑羚 <i>Naemorhedus griseus</i>	II	VU	附录 I	VU	68	0.73	14
(14)中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	II	VU	附录 I	VU	28	0.30	10
IV 啮齿目 RODENTIA							
11 松鼠科 Sciuridae							
(15)橙腹长吻松鼠 <i>Dremomys lobriah</i>		LC		NT	15	0.16	6
(16)灰头小鼯鼠 <i>Petaurista caniceps</i>		LC		LC	14	0.15	5
12 鼯鼠科 Spalacidae							
(17)中华竹鼠 <i>Rhizomys sinensis</i>		LC		LC	3	0.03	1
13 豪猪科 Hystricidae							
(18)马来豪猪 <i>Hystrix brachyura</i>		LC		LC	28	0.30	2
V 兔形目 LAGOMORPHA							
14 鼠兔科 Ochotonidae							
(19)次颈鼠兔 <i>Ochotona forresti</i>		LC		NT	14	0.15	2
鸟纲 AVES							
VI 鸡形目 GALLIFORMES							
15 雉科 Phasianidae							
(20)环颈山鹧鸪 <i>Arborophila torquola</i>	II	LC		LC	7	0.07	6
(21)血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	II	LC	附录 II	NT	95	1.02	17
(22)红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	II	LC		NT	10	0.11	4
(23)白尾梢虹雉 <i>Lophophorus sclateri</i>	I	VU	附录 I	EN	9	0.10	5
(24)白鹇 <i>Lophura nythemera</i>	II	LC	附录 II	LC	8	0.09	1
VII 啄木鸟目 PICIFORMES							
16 啄木鸟科 Picidae							
(25)黄颈啄木鸟 <i>Dendrocopos darjellensis</i>		LC		LC	2	0.02	1
(26)大斑啄木鸟 <i>D. major</i>		LC		LC	1	0.01	1

续附录 1

物种 Species	保护级别 Conservation status	IUCN 2021	CITES 附录 CITES appendix	中国脊椎动物红色名录 Red list of China's vertebrates	独立有效照片数 No. of independent images	相对丰富度 Relative abundance index	位点数 No. of camera sites
VIII 雀形目 PASSERIFORMES							
17 鸫科 Corvidae							
(27) 黄嘴蓝鹀 <i>Urocissa flavirostris</i>		LC		LC	1	0.01	1
18 山雀科 Paridae							
(28) 大山雀 <i>Parus cinereus</i>		LC		LC	1	0.01	1
19 鸫科 Sylviidae							
(29) 白眉雀鹀 <i>Fulvetta vinipectus</i>		LC		LC	2	0.02	1
20 林鸫科 Timaliidae							
(30) 细嘴钩嘴鹀 <i>Pomatorhinus superciliosus</i>		LC		LC	1	0.01	1
21 噪鹛科 Leiothrichidae							
(31) 大噪鹛 <i>Garrulax maximus</i>	II	LC		LC	1	0.01	1
(32) 眼纹噪鹛 <i>G. ocellatus</i>	II	LC		NT	1	0.01	1
(33) 纯色噪鹛 <i>Trochalopteron subunicolor</i>		LC		LC	2	0.02	1
(34) 黑顶噪鹛 <i>T. affine</i>		LC		LC	16	0.17	8
(35) 红头噪鹛 <i>T. erythrocephalum</i>		LC		LC	2	0.02	2
22 鹎科 Sittidae							
(36) 栗臀鹎 <i>Sitta nagaensis</i>		LC		LC	1	0.01	1
23 鹎科 Turdidae							
(37) 淡背地鹎 <i>Zoothera mollissima</i>		LC		LC	1	0.01	1
(38) 虎斑地鹎 <i>Z. aurea</i>				LC			1
24 鹎科 Muscicapidae							
(39) 红肋蓝尾鹎 <i>Tarsiger cyanurus</i>		LC		LC	3	0.03	1
(40) 金色林鹎 <i>T. chrysaeus</i>		LC		LC	4	0.04	2
(41) 蓝额红尾鹎 <i>Phoenicurus frontalis</i>		LC		LC	4	0.04	2
(42) 栗腹矶鹎 <i>Monicola rufiventris</i>		LC		LC	1	0.01	1
25 岩鹳科 Prunellidae							
(43) 栗背岩鹳 <i>Prunella immaculata</i>		LC		LC	3	0.03	1