

DOI: 10.20103/j.stxb.202403150539

张萌, 李斌, 高红梅, 梁程博, 宋鹏飞, 顾海峰, 覃雯, 张婧捷, 刘道鑫, 江峰, 蔡振媛, 徐波, 张同作. 祁连山南坡鸟类物种多样性与垂直分布格局. 生态学报, 2024, 44(19): 8826-8843.

Zhang M, Li B, Gao H M, Liang C B, Song P F, Gu H F, Qin W, Zhang J J, Liu D X, Jiang F, Cai Z Y, Xu B, Zhang T Z. Species diversity and vertical distribution patterns of birds on the southern slopes of the Qilian Mountains. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(19): 8826-8843.

祁连山南坡鸟类物种多样性与垂直分布格局

张 萌^{1,2,3}, 李 斌^{1,2,3}, 高红梅^{1,3}, 梁程博^{1,2,3}, 宋鹏飞^{1,2,3}, 顾海峰^{1,3}, 覃 雯⁴,
张婧捷⁴, 刘道鑫⁴, 江 峰^{1,3}, 蔡振媛^{1,3}, 徐 波^{1,2,3}, 张同作^{1,3,*}

1 中国科学院西北高原生物研究所, 高原生物适应与进化重点实验室, 西宁 810001

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 青海省动物生态基因组学重点实验室, 西宁 810001

4 青海大学, 西宁 810001

摘要: 祁连山位于中国青藏高原东北部, 是中国西北重要生态屏障, 具有丰富的野生动物资源和地貌类型。为探究祁连山南坡鸟类组成与垂直分布特征, 于 2019 年 5 月和 9 月采用样线法和直接计数法对不同生境、季节和分布海拔的鸟类资源进行了全面调查。结果显示, 祁连山南坡共观测到鸟类 17 目 41 科 157 种, 其中留鸟 81 种 (51.59%)、夏候鸟 61 种 (38.85%)、冬候鸟 3 种 (1.91%)、旅鸟 12 种 (7.64%); 在区系组成上以古北界鸟类为主, 共 102 种 (64.97%), 其次为广布种 34 种 (21.66%)、东洋界 21 种 (13.38%)。在季节变化中, 夏季鸟类物种多样性显著高于秋季 ($P < 0.001$); 在划分的 8 种生境类型中, 草地生境鸟类丰富度最高 (108 种), 且与湿地生境鸟类群落最相似, 而与荒漠生境鸟类群落相似度最低; 在鸟类垂直分布格局上, 祁连山南坡鸟类丰富度随海拔升高呈现为中峰模式, 在海拔 3100—3400 m 处达到最大值。另外, 该地区留鸟垂直分布特征存在季节性变化, 随着夏季向秋季的季节变换, 鸟类的垂直分布范围主要向下或向上移动。物种本底数据的调查是开展生物多样性保护工作的基础, 了解该地区鸟类物种多样性数据及其随海拔梯度变化的规律, 对保护祁连山南坡地区生物多样性具有重要意义。

关键词: 祁连山南坡; 鸟类多样性; 垂直分布格局

Species diversity and vertical distribution patterns of birds on the southern slopes of the Qilian Mountains

ZHANG Meng^{1,2,3}, LI Bin^{1,2,3}, GAO Hongmei^{1,3}, LIANG Chengbo^{1,2,3}, SONG Pengfei^{1,2,3}, GU Haifeng^{1,3}, QIN Wen⁴,
ZHANG Jingjie⁴, LIU Daoxin⁴, JIANG Feng^{1,3}, CAI Zhenyuan^{1,3}, XU Bo^{1,2,3}, ZHANG Tongzuo^{1,3,*}

1 Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Key Laboratory of Adaptation and Evolution of Plateau Biota, Xining 810001, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Qinghai Provincial Key Laboratory of Animal Ecological Genomics, Xining 810001, China

4 Qinghai University, Xining 810001, China

Abstract: The Qilian Mountains are an important ecological barrier in northwestern China with rich wildlife resources and landform types, which are situated in the northeastern part of the Qinghai-Tibetan Plateau in China. To investigate the bird composition and vertical distribution characteristics of the southern slope of the Qilian Mountains, this study conducted a comprehensive survey of bird resources across various habitats, seasons, and elevations in May and September 2019 using the line transect method and direct counting method. The results showed that a total of 157 species of birds from 17 orders

基金项目: 第二次青藏高原综合科学考察 (2019QZKK0501)

收稿日期: 2024-03-15; 网络出版日期: 2024-07-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangtz@nwipb.cas.cn

and 41 families were observed on the southern slopes of the Qilian Mountains, with 95 species (60.51%) of Passeriformes dominating the species composition. The survey recorded 6 species of national first class key protected birds and 17 species of the second class of national protection. In terms of residency type, 81 species (51.59%) were resident birds, 61 species (38.85%) were summer migratory birds, 3 species (1.91%) were winter migratory birds, and 12 species (7.64%) were passage migrants. Palearctic birds dominated the zonal composition with 102 species (64.97%), followed by 34 species (21.66%) of widespread species and 21 species (13.38%) of birds from the Eastern Oceanic boundary. Furthermore, this survey identified the *Saxicola ferreus* as a newly recorded bird species distributed in Qinghai Province. In seasonal changes, bird community richness, Shannon-Wiener index, Simpson index, and Pielou evenness index were significantly higher in summer compared to autumn ($P < 0.001$). Among the eight classified habitat types, grassland exhibited the highest bird richness (108 species), while desert habitats had the lowest (18 species). Notably, grassland habitat bird communities showed the closest resemblance to wetland habitat bird communities while displaying the least similarity with desert habitat bird communities. Regarding vertical distribution patterns, the bird abundance on the southern slopes displayed the unimodal pattern with increasing altitude, peaking between elevations of 3100 to 3400 meters, and there were significant differences in the structure of bird communities across the altitudinal gradient. In addition, there were seasonal changes in the vertical distribution characteristics of resident birds in the region, with the seasonal change from summer to fall, the vertical distribution range of birds mainly moved downward or upward. Surveying species diversity data serves as the foundation for biodiversity conservation efforts. Understanding the patterns of bird species diversity and their variations along altitude gradients in the region is of great importance for the protection of biodiversity in the southern slopes of the Qilian Mountains.

Key Words: southern slope of the Qilian Mountains; bird diversity; vertical distribution pattern

山地生态系统因其海拔落差大、生境类型丰富的特点成为许多濒危物种的重要栖息地^[1],是物种抵挡恶劣环境的天然屏障及扩散建立种群的桥梁,是典型的生物多样性热点区域,研究和保护山地生态系统生物多样性对人类社会的生存和可持续发展至关重要^[2]。山地海拔落差对温度、降水及太阳辐射等因素的影响导致其气候与植被带随海拔梯度出现了明显的垂直分异,使山区物种的形成与分布格局出现很大差异^[3]。近年来,物种多样性分布格局的研究在生态学、生态地理学等领域受到广泛关注^[2],吴永杰和雷富民将物种多样性垂直分布格局主要概括为单调递减模式、中锋模式和单调递增模式,其中,中锋模式被认为是小型兽类和鸟类垂直分布格局的常见模式^[4]。鸟类作为监测环境健康和生态系统完整性的重要指标^[5-6],在生物多样性和生态系统平衡的维持中发挥着重要作用^[7-8]。目前,学界已经开展了大量关于山地生态系统鸟类多样性与垂直分布格局的研究,研究结果大多支持中锋模式假说,并指出其垂直分布格局可能受到地理、气候、进化历史、生物因子与非生物因素以及中域效应假说等多种因素的综合影响^[1,9-10]。另外,还有研究发现中国横断山区鸟类分布海拔还呈现出季节变化^[11],表明该地区鸟类为适应环境需求而进行季节性垂直移动,这也为山地自然保护区针对性实施鸟类保护工作提供了新思路。

祁连山位于中国青藏高原东北部,黄土高原与青藏高原的过渡地带^[12],是中国西北重要生态屏障,其南坡海拔跨度为 1406—5210 m,巨大的海拔落差造就了当地复杂的气候条件和植被类型,为雪豹 (*Panthera uncia*)、白唇鹿 (*Cervus albirostris*)、金雕 (*Aquila chrysaetos*)、蓝马鸡 (*Crossoptilon auritum*) 等珍稀濒危野生动物提供了良好栖息地。为保护祁连山地区生态系统与生物多样性,2017 年我国政府推行了《祁连山国家公园体制试点方案》,其中包括甘肃省和青海省两个自然保护片区,分别管辖祁连山南北两坡^[13]。自保护区建立以来,不少学者利用红外相机技术监测调查了祁连山甘肃片区的物种多样性^[14-16],完善了该地区鸟兽资源与分布情况的基础数据。而在青海片区祁连山省级自然保护区开展的物种监测研究较少^[17];同时,祁连山的自然环境极具高原特征、物种多样性独特,然而对该地区鸟类资源组成与物种垂直分布格局的研究却鲜有报道。

为探究祁连山南坡鸟类多样性与垂直分布格局,本研究于 2019 年夏季(5 月)和秋季(9 月)采用样线法对当地鸟类资源进行了调查,获得了祁连山南坡鸟类本底数据,分析了不同海拔、季节以及生境类型的鸟类多样性差异,揭示了祁连山南坡鸟类丰富度垂直分布格局及鸟类季节性垂直迁移变化形式,从而为祁连山南坡鸟类资源多样性保护和青藏高原生物多样性保护工作的开展提供数据支持。

1 研究方法

1.1 研究区域

祁连山位于中国青藏高原东北部生态脆弱地区,地处甘肃与青海两省交界处,山脉呈带状向青藏高原东北方向延伸^[18]。祁连山分为南坡(青海)和北坡(甘肃)两个区域,南坡(北纬 37°03'17"—39°05'56",东经 98°08'13"—102°38'16")范围主要包括海晏县、门源县、祁连县、刚察县、天峻县等 11 个县,东西长约 800 km,南北宽 200—300 km,总面积约 $2.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[12],海拔 1406—5210 m。年平均降水量约为 400 mm,年平均气温约为 -5.9°C ,属于高原大陆性气候^[19]。

1.2 生境类型和海拔梯度的划分

根据我国生态环境部发布的《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》^[20]文件,结合祁连山南坡的地形、植被和人类干扰等因素^[21-23],将研究区域的生境类型划分为森林(常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿针叶林、针阔混交林、落叶针叶林和疏林)、灌木(常绿阔叶灌木、落叶阔叶灌木和稀疏灌木)、草地(高原草甸、草原和草甸)、湿地(沼泽、湖泊、水库、河流和溪流)、农田(水田、旱田、果园和花园)、城市(居住区、人工绿地、工业区和棚户区)、荒漠(盐碱地和戈壁滩)、裸露地(沙地、裸岩和裸地)。基于鸟类分布海拔调查数据,以 300 m 为间隔,将整个研究区域划分为 8 个海拔梯度,包括 1900—2200 m、2200—2500 m、2500—2800 m、2800—3100 m、3100—3400 m、3400—3700 m、3700—4000 m 和 4000—4300 m。

1.3 野外调查

在 2019 年夏季(5 月)和秋季(9 月)采用样线法和直接计数法对祁连山南坡鸟类进行了野外调查。首先按照《县域鸟类多样性调查与评估技术规范》^[24]的原则与要求,首先从全国陆域 $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ 网格中提取本研究区域 $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ 的网格样方,然后随机选取调查样方,使样方尽可能全面的覆盖在不同区县以及鸟类栖息重点区域;然后根据栖息地类型以及样方实地情况,在每个样方内随机布设两条 5—8 km 的样线,每条样线尽可能覆盖多种生境类型。样方内布设的样线具有代表性,并对鸟类的重点分布区域增设调查样线。调查方式包括行走和乘车,车速为 20 km/h 左右,每行驶半小时开始步行观察,步行速度约为 1.5 km/h。调查过程中,使用 OLYMPUS(8 × 42)望远镜观察为主,鸣声为辅;详细记录了物种、数量、海拔、栖息地类型和 GPS 位点等信息,并拍照。两次调查共布设样线 237 条,总长 1545.8 km,其中夏季布设样线 120 条,总长 862.4 km;秋季布设样线 117 条,总长 683.4 km(图 1)。

1.4 数据分析

参照《中国鸟类野外手册》^[25]、《中国鸟类分类与分布名录(第四版)》^[26]、《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》(Version 2023-1)(IUCN Red List)^[27]和《国家重点保护野生动物名录》^[28]等资料对观察到的鸟类进行分类对调查记录的各鸟种进行分类(目、科)、确定受威胁程度和保护等级;依据《中国动物地理》^[29]确定了各鸟种的区系与分布型;参照《中国鸟类分类与分布名录(第四版)》和《青海鸟类图鉴》^[30]鉴定鸟类的居留型。鸟类食性数据的划分参考中国鸟类的生活史和生态学特征数据集^[31]。

使用插值法^[10]来分析祁连山南坡各海拔段的鸟类丰富度,即认为鸟类在海拔区段之间是连续分布的^[2]。根据所有鸟类数据的统计结果,用 R 软件中“vegan”包绘制两次调查的物种累计曲线;分别计算了不同季节和不同生境鸟类群落的丰富度指数、Shannon-Wiener 指数(H)、Simpson 指数(D)和 Pielou 指数(E),以比较不同群落中鸟类组成和多样性的差异,并使用 Wilcoxon 秩和检验和 Kruskal-Wallis 检验分析各组数据的差异显著性,视 $P < 0.05$ 为差异显著;另外,使用 Anosim 分析检验不同海拔梯度鸟类群落组内与组间差异大小,接着

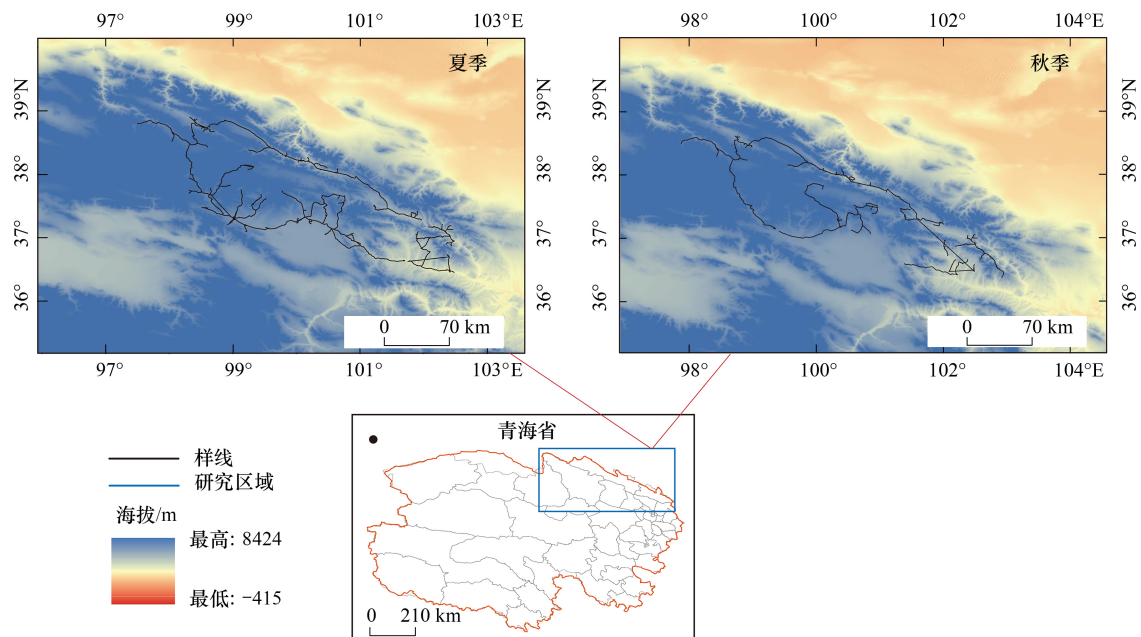


图1 研究区域范围及调查样线分布

Fig.1 Study area and distribution of survey transects

进行了 PCoA 分析并计算了 Jaccard 指数 (J), 以分析不同海拔梯度鸟类群落的相似性, 同时, 还将 Jaccard 指数与海拔差之间进行了 Spearman 相关性分析, 以探讨群落差异大小与海拔差距的关系。

排除记录数量小于 6 只的以及仅在夏季或秋季记录到的鸟类, 使用 R 中的 “ggplot” 包实现了祁连山南坡 50 种留鸟垂直分布格局季节性变化的可视化。将垂直分布格局季节性变化模式划分为以下 4 种: 分布上移模式, 这类鸟类的分布海拔在秋季高于夏季; 分布下移模式, 这类鸟在夏季分布的海拔区段高于秋季, 秋季分布范围下移; 分布范围扩张模式, 这类鸟在夏季分布的海拔跨度小于秋季, 即秋季海拔分布上限高于夏季并且秋季海拔分布下限低于夏季; 分布范围收缩模式, 与第三种模式相反, 在夏季鸟类分布的海拔跨度更大。所有数据的统计分析及绘图均由 R 4.3.2 和 GraphPad 9.5 完成。

2 结果与分析

2.1 鸟类群落组成和区系特征分析

两次调查的物种累计曲线显示, 物种数目随着调查样线数量增加而逐渐增多, 最终物种累计曲线趋于平缓, 表明调查抽样充分, 数据可用于后续分析 (图 2)。

综合两次调查结果, 在祁连山南坡共观测到 157 种鸟类 (附录 1), 隶属于 17 目 41 科。本次调查中, 雀形目 (Passeriformes) 鸟类最多, 共 95 种, 占调查鸟类总种数的 60.51%, 其次是雁形目 (Anseriformes) 占比 7.64% 和鸻形目 (Charadriiformes) 占比 7.64% (表 1)。在科水平上, 鹁科 (Muscicapidae) 和鸭科 (Anatidae) 鸟类的记录种数最多, 分别占鸟类总数的 9.55% 和 7.64%。按居留型划分, 共记录到留鸟 81 种, 占鸟类总数的 51.59%; 夏候鸟 61 种, 占 38.85%; 冬候鸟 3 种, 占 1.91%; 旅鸟 12 种, 占 7.64%。其中繁殖鸟类 (留鸟和夏候鸟) 共 142 种, 占有鸟类总数的 90.45%, 非繁殖鸟类 15 种, 占有鸟类总数的 9.55%。国家 I 级重点保护鸟类 6 种, 分别是黑颈鹤 (*Grus nigricollis*)、胡兀鹫 (*Gypaetus barbatus*)、草原雕 (*Aquila nipalensis*)、金雕、猎隼 (*Falco cherrug*) 和秃鹫 (*Aegypius monachus*); 国家 II 级重点保护鸟类 17 种; 被列入《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》(IUCN Red List) 中的鸟类包括, 濒危 (EN) 鸟类 2 种: 猎隼和草原雕, 易危 (VU) 鸟类 2 种: 白喉石鹀 (*Saxicola insignis*) 和红头潜鸭 (*Aythya ferina*), 近危 (NT) 鸟类 5 种。调查记录到中国特有种鸟类 10 种, 占中国特有种鸟类总数的 9.17%, 包括白眉山雀 (*Poecile superciliosus*)、白眉朱雀 (*Carpodacus dubius*)、橙翅噪鹛

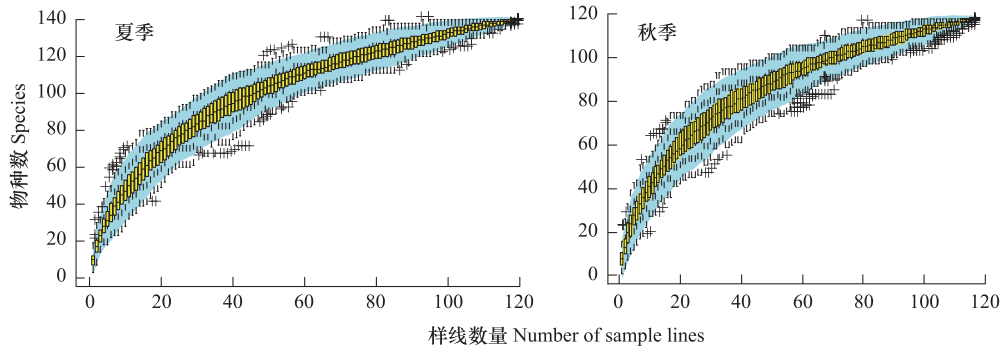


图2 夏季和秋季鸟类调查的物种累计曲线

Fig.2 Species cumulative curves for summer and autumn bird surveys

(*Trochalopteron elliotii*)、大石鸡(*Alectoris magna*)、地山雀(*Pseudopodoces humilis*)、蓝马鸡、山噪鹛(*Pterorhinus davidi*)、藏雪雀(*Montifringilla henrici*)、银喉长尾山雀(*Aegithalos glaucogularis*)和朱鹀(*Urocynchramus pylzowi*)。通过查找对比以往文献资料^[30,32-33],确定了灰林鹀(*Saxicola ferreus*)为分布于青海省的新记录鸟类。

表1 鸟类各目的物种比例

Table 1 Proportions of species in each avian order

目 Order	种 Species	比例/% Percentage	目 Order	种 Species	比例/% Percentage
雀形目 Passeriformes	94	60.51	夜鹰目 Caprimulgiformes	2	1.27
雁形目 Anseriformes	12	7.64	啄木鸟目 Piciformes	2	1.27
鸨形目 Charadriiformes	12	7.64	沙鸡目 Pterocliiformes	2	1.27
鹰形目 Accipitriformes	10	6.37	鹈形目 Pelecaniformes	2	1.27
鸡形目 Galliformes	6	3.82	鳀鸟目 Suliformes	1	0.64
鸽形目 Columbiformes	4	2.55	犀鸟目 Bucerotiformes	1	0.64
鹳形目 Podicipediformes	2	1.27	鸱形目 Strigiformes	1	0.64
鹤形目 Gruiformes	2	1.27	鹃形目 Cuculiformes	1	0.64
隼形目 Falconiformes	2	1.27	总计 Total	157	100

从区系特征上分析(图3),古北界鸟类最多,共102种,占记录总数的64.97%;其次为广布种34种(21.66%),东洋界鸟类最少,仅记录到21种,占总物种数的13.38%。在142种繁殖鸟类中,古北界物种有91种,占有繁殖鸟类种数的64.08%,东洋界物种21种(14.79%),广布种30种(21.13%)。从详细的分布型上看,占比最多的前五种分别为广布型(20.38%)、古北型(19.11%)、高地型(14.65%)、全北型(11.46%)和喜马拉雅-横断山区型(10.19%)。

2.2 鸟类多样性与群落相似性分析

2.2.1 不同季节鸟类群落多样性分析

调查发现,不同季节鸟类群落组成与多样性均存在差异。从物种组成上看,夏季共记录到133种鸟类,隶属于16目38科,占鸟类总数的84.71%。其中雀形目鸟类占优势,有83种,占夏季调查鸟类总数的62.41%。秋季调查共发现鸟类16目38科118种,占鸟类总数的75.16%。雀形目鸟类最多,有73种,占秋季调查鸟类总数的61.86%。鸟类多样性指数差异分析表明(图4),夏季鸟类群落的丰富度、Shannon-Wiener指数、Simpson指数和Pielou均匀度指数均显著高于秋季($P < 0.001$),表明夏季鸟类群落物种组成更加丰富,雀形目鸟类为优势种群。

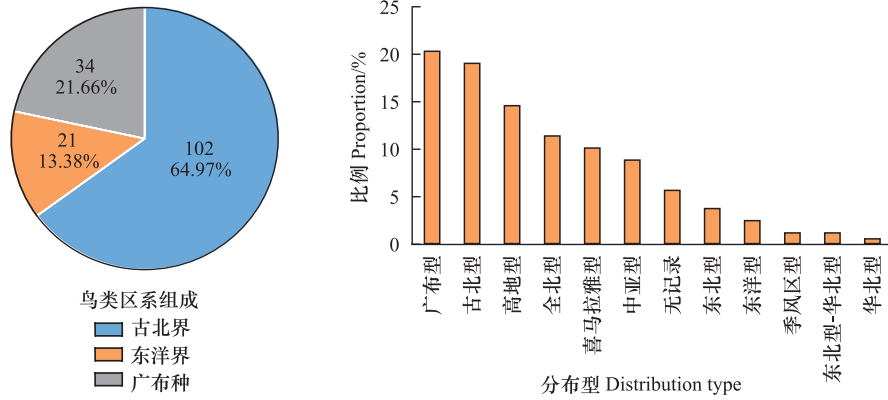


图 3 鸟类区系及各分布型占比情况

Fig.3 Bird zonation and percentage of each distribution type

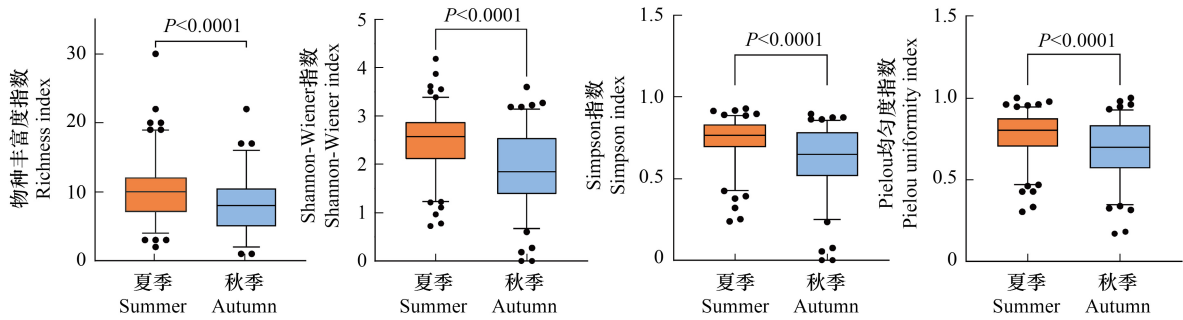


图 4 不同季节鸟类群落多样性指数差异比较 (Wilcoxon 秩和检验)

Fig.4 Comparison of differences in bird community diversity indices between different seasons (Wilcoxon rank-sum test)

2.2.2 不同生境鸟类多样性的差异

不同生境鸟类多样性差异分析结果显示,草地生境是祁连山南坡鸟类多样性最高的生境,依次是森林、农田、灌木林、裸露地、荒漠、湿地和城市(图 5)。其中,草地生境鸟类群落的 Shannon-Wiener 指数显著高于湿地($P < 0.0001$)和城市($P = 0.0044$),而其他生境之间差异不显著。城市生境鸟类群落均匀度最低,显著低于

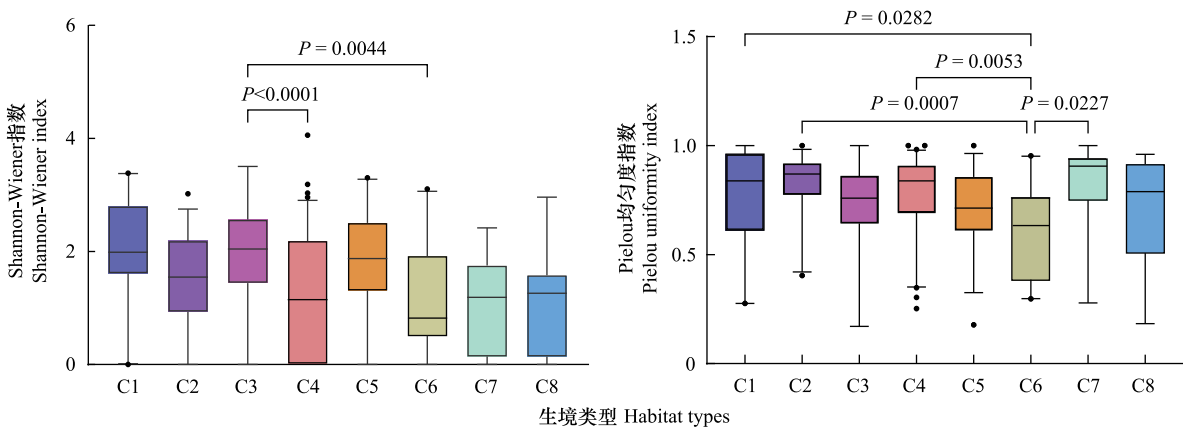


图 5 不同生境鸟类多样性差异比较 (Kruskal-Wallis 检验)

Fig.5 Comparison of differences in bird diversity across habitats (Kruska-Wallis test)

C1: 森林 Forest; C2: 灌木林 Shrubland; C3: 草地 Grassland; C4: 湿地 Wetland; C5: 农田 Farmland; C6: 城市 Urban; C7: 荒漠 Desert; C8: 裸露地 Bare ground

森林($P=0.0272$)和灌木林($P=0.0041$)。不同生境鸟类群落相似性分析结果表明(表2),森林生境鸟类群落结构与农田最相似,相似系数为0.532;其次是城市与农田生境群落以及草原与湿地生境群落,相似系数分别为0.500和0.496。相反,森林和草地生境鸟类群落结构都与荒漠生境相似度最低,相似指数分别为0.134和0.156。

表2 不同生境中鸟类群落的 Jaccard 相似性指数

Table 2 Jaccard index of bird communities in different habitats

生境类型 Habitats	物种数 Species	Jaccard 指数 Jaccard index							
		森林 Forest	灌木林 Shrubland	草地 Grassland	湿地 Wetland	农田 Farmland	城市 Urban	荒漠 Desert	裸露地 Bare ground
森林 Forest	58	0.000							
灌木林 Shrubland	67	0.453	0.000						
草地 Grassland	108	0.361	0.423	0.000					
湿地 Wetland	88	0.327	0.396	0.496	0.000				
农田 Farmland	60	0.532	0.443	0.323	0.321	0.000			
城市 Urban	36	0.362	0.321	0.210	0.216	0.500	0.000		
荒漠 Desert	18	0.134	0.197	0.156	0.178	0.164	0.200	0.000	
裸露地 Bare ground	20	0.219	0.261	0.185	0.187	0.194	0.273	0.407	0.000

2.3 鸟类多样性垂直分布格局

鸟类多样性垂直分布格局结果表明,随着海拔高度的增加,祁连山南坡的鸟类丰富度呈现出先增加后减少的变化趋势(图6),在海拔3100—3400 m的鸟类丰富度最高,达93种,在海拔4000 m以上物种丰度较低,

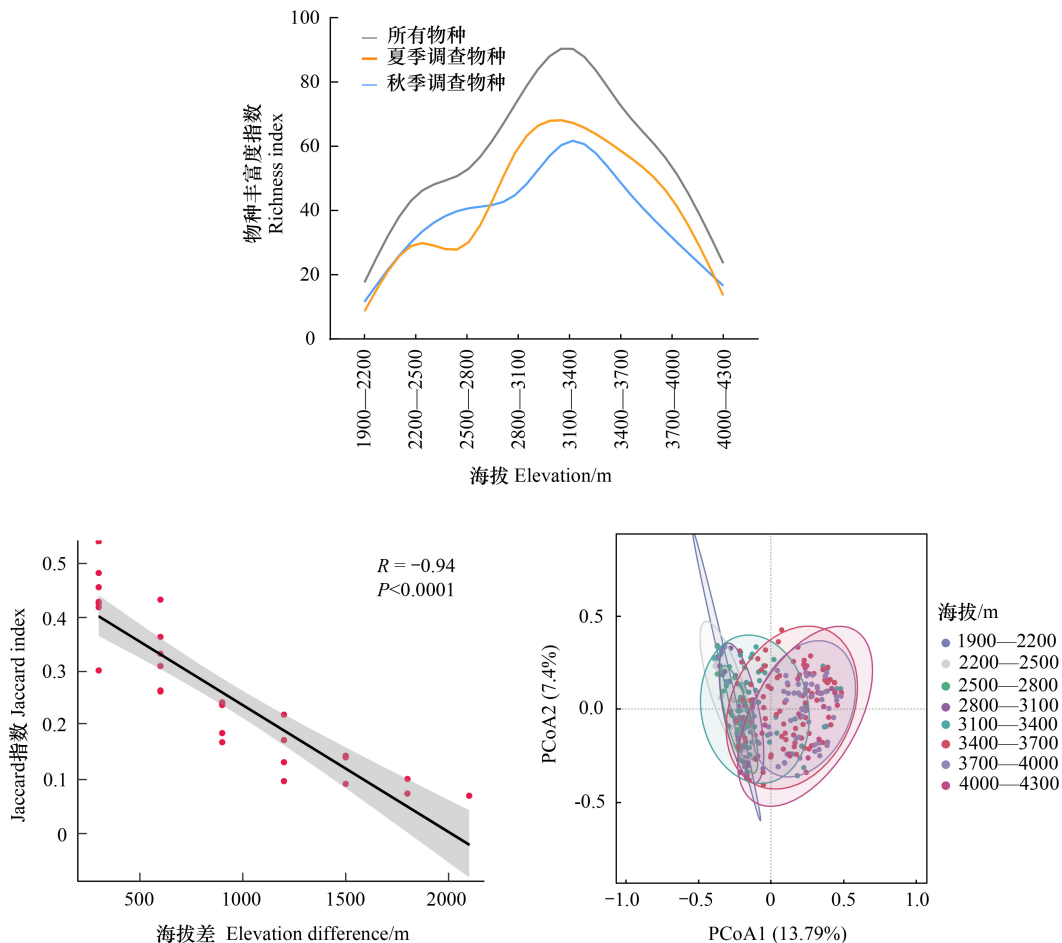


图6 鸟类群落垂直分布格局与不同海拔梯度鸟类群落 β 多样性分析

Fig.6 Vertical distribution pattern of bird communities and β -Diversity analysis of bird communities at different altitude gradients

图中灰色阴影代表95%的置信区间

在低海拔 1900—2200 m 的物种丰度最低,鸟类丰富度整体呈现中锋模式。同时,夏季和秋季的鸟类多样性垂直分布格局整体上也呈现出中锋模式。

不同海拔鸟类群落的 PCoA 分析结果表明(图 6):首先海拔区段为 3400—3700 m、3700—4000 m 以及 4000—4300 m 这三个高海拔区段鸟类群落重叠区域较多,说明该区段鸟类群落相似;1900—2200 m、2200—2500 m、2500—2800 m 以及 2800—3100 m 这四个低海拔区段鸟类群落也重叠聚类到一起;物种数最多的 3100—3400 m 区段与高低海拔区段鸟类群落均有较多重叠。Anosim 检验结果表明,不同海拔梯度鸟类群落结构之间存在显著差异($R=0.293$, $P=0.001$)。其次,通过计算 Jaccard 指数发现相邻海拔段的鸟类群落相似度较高(表 3),2200—2500 m 海拔段与 2500—2800 m 海拔段在群落结构组成上最相似($J=0.538$),海拔落差最大的两个海拔段 1900—2200 m 与 4000—4300 m 之间的相似性最低($J=0.071$)。进一步将 Jaccard 指数与海拔落差进行 Spearman 相关性分析以及线性拟合(图 6),结果表明两者显著负相关($R=-0.94$, $P<0.0001$),海拔落差越大则群落相似度越低。

表 3 不同海拔梯度鸟类群落物种数及 Jaccard 相似性指数

Table 3 Species richness and Jaccard index of bird communities at different elevational gradients

海拔 Elevation/m	物种数 Species	Jaccard 指数 Jaccard index							
		1900—2200 m	2200—2500 m	2500—2800 m	2800—3100 m	3100—3400 m	3400—3700 m	3700—4000 m	4000—4300 m
1900—2200	19	0.000							
2200—2500	46	0.413	0.000						
2500—2800	54	0.352	0.538	0.000					
2800—3100	76	0.159	0.326	0.413	0.000				
3100—3400	93	0.098	0.188	0.267	0.432	0.000			
3400—3700	75	0.093	0.175	0.240	0.313	0.487	0.000		
3700—4000	56	0.103	0.146	0.222	0.245	0.433	0.456	0.000	
4000—4300	26	0.071	0.075	0.143	0.133	0.240	0.263	0.302	0.000

另外,还对祁连山南坡留鸟垂直分布季节性变化进行探究(图 7),经统计该地区留鸟共 81 种,排除记录数量少于 6 只的鸟类以及仅在夏季或秋季被观测到的鸟类后有 50 种。在这 50 种鸟类中有 8 种鸟类的海拔分布范围没有表现出季节性变化,而其余留鸟的垂直分布均随季节变化,并可分为以下 4 种变化模式:第一种为分布上移模式,包括白顶溪鸲(*Phoenicurus leucocephalus*)、地山雀和达乌里寒鸦(*Coloeus dauuricus*)等 15 种鸟类,占 50 种留鸟的 30.00%。第二种是分布下移,比如橙翅噪鹛、大石鸡和红嘴山鸦(*Pyrhrocorax pyrrhocorax*)等 17 种留鸟,占比 34.00%。第三种是分布范围扩张,这类鸟仅记录到 5 种,占比 10.00%,如高山岭雀(*Leucosticte brandti*)和灰眉岩鹀(*Emberiza godlewskii*)。最后一种是分布范围收缩,如大嘴乌鸦(*Corvus macrorhynchos*)和灰斑鸠(*Streptopelia decaocto*)等 5 种鸟类,占比 10.00%。将这 50 种留鸟对比到中国鸟类生活史和生态学特征数据集中^[25],获得每种鸟类的食性数据,统计结果表明:在 15 种分布上移的鸟类中包含 3 种食虫性和 12 种杂食性鸟类;分布下移的鸟类中有 9 种食虫性鸟类、7 种杂食性鸟类和 1 种食腐性鸟类;分布范围扩张的鸟类中包括 2 种食虫性和 3 种杂食性鸟类;而分布范围收缩的鸟类中 5 种全是杂食性鸟类。

3 讨论

3.1 鸟类物种组成及区系分析

通过与标本记录、历史文献和以往调查记录的比较,本研究共记录到祁连山南坡地区鸟类 157 种 27337 只,占青海省鸟类总种数(432 种)的 36.34%^[30,32-34],占中国鸟类总种数(2574 种)的 6.10%^[26],其中,国家级保护鸟类共 23 种,中国特有种鸟类 10 种,反映出当地鸟类资源丰富,具有较大保护价值。在群落组成上以雀形目鸟类为主(60.51%),与高红梅等人对三江源国家公园鸟类调查结果一致^[35]。从鸟类区系上分析,祁连山南坡鸟类以古北界鸟类占优势,占鸟类总数的 64.97%,其次是广布种(21.66%),东洋界鸟类(13.38%)最

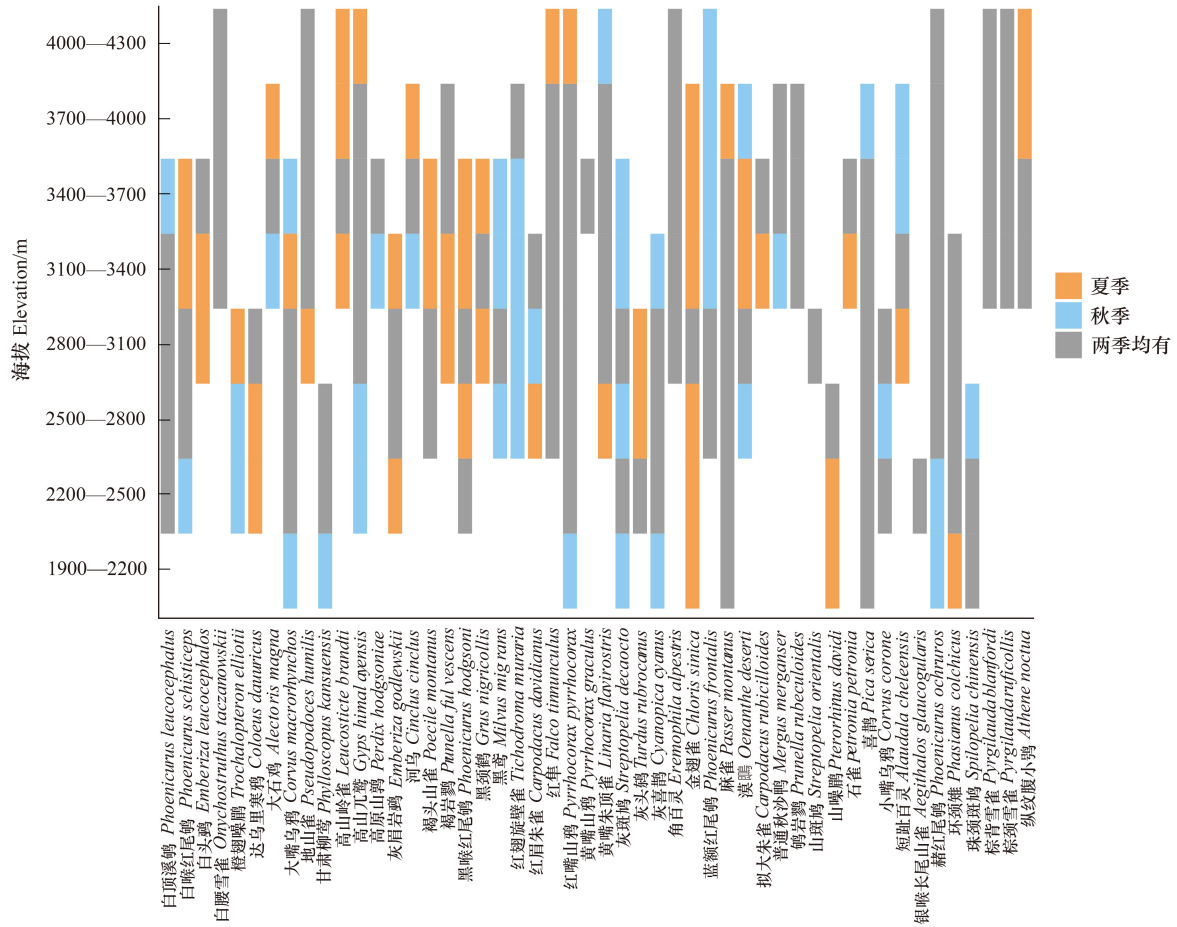


图7 祁连山南坡 50 种留鸟海拔分布的季节变化

Fig.7 Seasonal variation in the altitudinal distribution of 50 resident bird species on the southern slope of the Qilian Mountains

少,这与杨忠庆等人对甘肃祁连山鸟类区系研究结果相似^[36]。然而本次南坡调查中发现东洋界鸟类物种数相比北坡有所增加,这可能与本研究区域所处地理位置有关。祁连山南坡地处古北界^[37]青藏区,该区域与东洋界西南区接壤,两区同属于高海拔山地生态系统具有相似的环境气候条件和植被类型,植被的变化会密切影响鸟类的多样性分布格局^[38-39],从而出现东洋界鸟类向古北界逐渐扩散的现象^[38,40],而祁连山北坡地处古北界西部荒漠亚区和黄土高原亚区,因此东洋界鸟类记录较少。

3.2 鸟类群落多样性分析

通过夏季与秋季的鸟类多样性比较发现,夏季鸟类群落多项指数均显著高于秋季($P < 0.001$),表明夏季鸟类群落物种组成与结构比秋季更加复杂,可能是由于5月属于青海地区鸟类繁殖季^[33],而9月属于鸟类迁徙期,因此夏季记录到的鸟类种类和数量更加丰富。不同生境鸟类群落多样性指数与 Jaccard 相似性指数结果表明,草地生境的鸟类物种丰富度和多样性指数高于其他生境,这可能与该地区草原面积大于其余生境面积有关^[22,41],符合种—面积效应,即研究区域面积越大,容纳的物种数越多^[42];其次,经统计雀形目鸟类在祁连山南坡为优势种群,而草地生境所提供的生存环境和食物资源可能更加适合雀形目鸟类栖息。此外,我们在调查过程中发现草原生境通常混杂着其他生境,如河流湿地、灌木林等等,所以能够提供充足的食物和生活空间,满足鸟类在不同生态位以及生活习性上的需求^[43],这可能会导致鸟类向草地生境集中,且这些生境的鸟类群落也较为相似。虽然祁连山南坡的荒漠和裸露生境面积也较大,但其海拔过高,空间异质性较低,生境类型单一,食物资源短缺,导致鸟类多样性低^[44]。除了森林与农田生境、城市与农田生境以及草地与湿地生境外,其他各个生境之间鸟类群落 Jaccard 指数均较低,表明这些生境之间鸟类物种组成差异较大。

3.3 鸟类多样性垂直分布格局成因分析

山区物种多样性垂直分布格局受到气候、空间效应、植被生产力以及进化历史等生物与非生物因素的综合影响^[45]。本研究结果表明,祁连山南坡鸟类群落物种丰富度随海拔梯度呈现出先增加后减少的趋势,在中等海拔区间 3100—3400 m 达到峰值,而在高海拔(>4000 m)和低海拔(<2500 m)的丰富度最低,呈现为鸟类垂直分布格局研究中典型的中锋模式^[46],这与中国西南山区和喜马拉雅山脉鸟类研究结果类似^[9,47-48]。Colwell 等人提出的中域效应假说认为,区域边界限制使得物种向中间区域集中分布^[49],因此根据该假说在祁连山南坡中等海拔区间分布的鸟类物种最多,具有最高的多样性。其次,物种多样性随生产力的提高而增大^[3],在 3000—3800 m 海拔范围内植被覆盖状况好^[50],代表该梯度的生产力高,因此鸟类多样性在该梯度集中。另外,栗通萍等人认为水热条件即温度与降水的不同组合状况也会导致物种分布格局的差异^[51]。鸟类需要稳定的水热条件以维持种群生存,而高海拔地区气温低降水多,低海拔地区降水偏少,限制了鸟类可获得的能量^[3],促使鸟类向中海拔梯度分布。不同海拔梯度鸟类群落之间的相似性比较结果显示,相近的海拔梯度具有相似的鸟类群落结构^[45],海拔落差与 Jaccard 指数成负相关关系(Spearman rank correlation, $R = -0.94$, $P < 0.0001$),推测是由于相邻的海拔梯度拥有相似的生存环境和气候条件从而使群落相似。

祁连山南坡鸟类分布海拔格局季节变化模式共有分布海拔上移、分布下移、分布收缩和分布扩张 4 种,其中前两种模式占比最大,为该地区鸟类分布海拔季节性变化的主要形式,但两种模式比例相差不大,这与 Liang 等人和王艳梅等人的研究结果不同,其研究结果中鸟类以非繁殖季分布海拔下移为主^[9,52]。推测可能是以下原因,本研究在秋季 9 月调查,属于青海地区鸟类迁徙期,对鸟类迁移情况的记录可能有误差;其次,祁连山南坡中低海拔区域容易受人类活动干扰,缺少适宜栖息地可能导致鸟类分布下移模式不明显。另外本研究发现,杂食性鸟类在 4 种分布模式中占比均较大,这说明杂食性鸟类相比于其他鸟类可利用食物资源充足,更易改变自身分布模式适应季节变化^[53];在非繁殖季分布上移的鸟类中食虫性鸟类仅有 3 种,而分布下移的鸟类中食虫性鸟类,为 9 种,多于杂食性和食腐性鸟类,这与 Liang 等人和王艳梅等人的研究结果相似,推测可能与秋冬季祁连山南坡气温下降和食物资源的减少有关。研究表明,祁连山植被覆盖度与气温呈正相关关系^[54],秋季气温降低,植被覆盖度下降从而影响节肢动物的生物量,同时已有研究发现高海拔山区在秋冬季节肢动物丰度呈下降趋势^[55],因此导致食虫性鸟类向更低的海拔梯度移动。

4 结论与建议

研究发现祁连山南坡鸟类多样性集中分布于 3100—3400 m 区段,垂直分布格局为典型的中锋模式,建议重点监测此区段的鸟类并深入研究,进一步探讨该地区鸟类中锋格局的驱动因素;草地与湿地生境面积广,其鸟类丰富度最高,是许多重点保护鸟类的主要栖息地,如猎隼、草原雕和黑颈鹤等,因此应优先保护草地与湿地区域;当地留鸟在繁殖季和非繁殖季分布海拔存在迁移现象,应注意避免人类活动对鸟类产生干扰,比如过度放牧和当地旅游开发可能使环境造成污染、食物资源减少、影响鸟类繁衍等等,因此应加大对祁连山南坡人类活动的监督和管理,加大鸟类保护的宣传力度,开展鸟类多样性保护工作。本研究为祁连山国家公园鸟类资源的保护提供了基础资料,并为祁连山乃至整个青藏高原鸟类多样性的保护提供强大的科技支撑。

参考文献(References):

- [1] Wu Y J, Colwell R K, Rahbek C, Zhang C L, Quan Q, Wang C K, Lei F M. Explaining the species richness of birds along a subtropical elevational gradient in the Hengduan Mountains. *Journal of Biogeography*, 2013, 40(12): 2310-2323.
- [2] Payne D, Spehn E M, Snethlage M, Fischer M. Opportunities for research on mountain biodiversity under global change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2017, 29: 40-47.
- [3] 王芳, 杨乐, 普布. 鸟类多样性垂直分布格局研究进展. *西藏科技*, 2023(3): 3-8, 34.
- [4] 吴永杰, 雷富民. 物种丰富度垂直分布格局及影响机制. *动物学杂志*, 2013, 48(5): 797-807.
- [5] 赵洪峰, 雷富民. 鸟类用于环境监测的意义及研究进展. *动物学杂志*, 2002, 37(6): 74-78.

- [6] Padoa-Schioppa E, Baietto M, Massa R, Bottoni L. Bird communities as bioindicators: the focal species concept in agricultural landscapes. *Ecological Indicators*, 2006, 6(1): 83-93.
- [7] Gaston K J, Cox D T C, Canavelli S B, García D, Hughes B, Maas B, Martínez D, Ogada D, Inger R. Population abundance and ecosystem service provision: the case of birds. *Bioscience*, 2018, 68(4): 264-272.
- [8] Whelan C J, Şekercioglu Ç H, Wenny D G. Why birds matter: from economic ornithology to ecosystem services. *Journal of Ornithology*, 2015, 156(1): 227-238.
- [9] Liang D, Pan X Y, Luo X, Cheng W D, Zhao Y Y, Hu Y M, Robinson S K, Liu Y. Seasonal variation in community composition and distributional ranges of birds along a subtropical elevation gradient in China. *Diversity and Distributions*, 2021, 27(12): 2527-2541.
- [10] Pan X Y, Liang D, Zeng W, Hu Y M, Liang J C, Wang X W, Robinson S K, Luo X, Liu Y. Climate, human disturbance and geometric constraints drive the elevational richness pattern of birds in a biodiversity hotspot in southwest China. *Global Ecology and Conservation*, 2019, 18: e00630.
- [11] 梁丹, 高歌, 王斌, 王新文, 陈奕欣, 吴新然, 赵超, 蒋德梦, 韩联宪, 罗旭. 云南高黎贡山中段鸟类多样性和垂直分布特征. *四川动物*, 2015, 34(6): 930-940.
- [12] 童珊, 曹广超, 曹生奎. 近 34 年祁连山南坡植被覆盖变化与气象因子关系研究. *长江流域资源与环境*, 2020, 29(12): 2655-2664.
- [13] 胡大志, 徐恺, 张俊涛, 马堆芳, 倪兆睿, 肖治术. 甘肃祁连山国家级自然保护区野生动物红外相机监测分析. *野生动物学报*, 2022, 43(3): 692-703.
- [14] 王晓宁, 满自红, 李文涛, 杨霁琴, 赵洋洋, 张立勋, 祁玥, 赵伟. 甘肃连城国家级自然保护区地栖鸟兽红外相机初步监测. *野生动物学报*, 2019, 40(2): 322-331.
- [15] 杨全生, 刘建泉, 汪有奎. 甘肃祁连山国家级自然保护区综合科学考察报告. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2008.
- [16] 马堆芳, 孙章运, 胡大志, 安蓓, 陈刘阳, 张德喜, 董凯, 张立勋. 基于红外相机技术对甘肃祁连山国家级自然保护区哺乳动物多样性的初步调查. *兽类学报*, 2021, 41(1): 90-98.
- [17] 薛亚东, 李佳, 胡杨, 马莉, 钱卫强, 严频发, 杨明伟, 陈大祥, 吴波, 李迪强. 利用红外相机调查祁连山国家公园(青海片区)兽类和鸟类多样性. *兽类学报*, 2019, 39(4): 466-475.
- [18] Li J S, Song Y L, Zeng Z G. Elevational gradients of small mammal diversity on the northern slopes of Mt. Qilian, China. *Global Ecology and Biogeography*, 2003, 12(6): 449-460.
- [19] 杨荣荣, 曹广超, 曹生奎, 吴成永, 袁杰, 张卓, 兰垚, 刁二龙, 陈治荣, 陈真. 祁连山南坡表层土壤有机质含量反演. *生态科学*, 2020, 39(5): 57-63.
- [20] 中华人民共和国生态环境部. 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查: HJ 1166—2021. 北京: 中国环境科学出版社, 2021.
- [21] 常学向, 赵文智, 赵爱芬. 祁连山区不同海拔草地群落的物种多样性. *应用生态学报*, 2004, 15(9): 1599-1603.
- [22] 王劫, 王成, 多日杰, 陈保印, 周玉碧. 青海祁连山地区主要植被类型及其分布. *青海畜牧兽医杂志*, 2017, 47(6): 15-20.
- [23] Wang L, Chen R S, Song Y X, Yang Y, Liu J F, Han C T, Liu Z W. Precipitation-altitude relationships on different timescales and at different precipitation magnitudes in the Qilian Mountains. *Theoretical and Applied Climatology*, 2018, 134(3): 875-884.
- [24] 县域鸟类多样性调查与评估技术规范(环境保护部 2017 年第 84 号公告). [2022-06-27].
- [25] 约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯. 中国鸟类野外手册. 何芬奇, 译. 长沙: 湖南教育出版社, 2000: 1-571.
- [26] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录. 4 版. 北京: 科学出版社, 2023: 1-498.
- [27] Meinig H, Zagorodnyuk I, Henttonen H, Zima J, Coroiu I. *Sicista betulina*. the IUCN red list of threatened species. version [2024-03-12]. <https://www.iucnredlist.org>.
- [28] 国家林业和草原局, 国家公园管理局. 国家重点保护野生动物名录. [2024-03-12]. <http://www.forestry.gov.cn/main/3957/20210205/15302083485706.html>.
- [29] 张荣祖. 中国动物地理. 北京: 科学出版社, 2011: 56-172.
- [30] 陈振宁. 青海鸟类图鉴. 西宁: 青海人民出版社, 2020: 1-502.
- [31] 王彦平, 宋云枫, 钟雨茜, 陈传武, 赵郁豪, 曾頔, 吴亦如, 丁平. 中国鸟类的生活史和生态学特征数据集. *生物多样性*, 2021, 29(9): 1149-1153.
- [32] 洗耀华, 关贯勋, 郑作新. 青海省的鸟类区系. *动物学报*, 1964, 10(4): 690-709.
- [33] 陈振宁. 青海省鸟类区系调查、群落多样性及动物地理区划研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2021.
- [34] 刘迺发, 包新康, 廖继承. 青藏高原鸟类分类与分布. 北京: 科学出版社, 2013.
- [35] 高红梅, 蔡振媛, 覃雯, 黄岩淦, 吴彤, 迟翔文, 张婧捷, 苗紫燕, 宋鹏飞, 连新明, 张同作. 三江源国家公园鸟类物种多样性研究. *生态学学报*, 2019, 39(22): 8254-8270.

- [36] 杨忠庆, 李建国. 甘肃祁连山鸟类区系研究. 青海师范大学学报: 自然科学版, 1997, 13(2): 51-61.
- [37] Holt B G, Lessard J P, Borregaard M K, Fritz S A, Araújo M B, Dimitrov D, Fabre P H, Graham C H, Graves G R, Jónsson K A, Nogués-Bravo D, Wang Z H, Whittaker R J, Fjeldså J, Rahbek C. An update of Wallace's zoogeographic regions of the world. *Science*, 2013, 339(6115): 74-78.
- [38] 吴永杰, 何兴成, G. DuBay S, Reeve A H, Alström P, 周华明, 和梅香, 雍凡, 张文文, 雷富民, 冉江洪. 贡嘎山东坡的鸟类多样性和区系. *四川动物*, 2017, 36(6): 601-615.
- [39] 陈荣友, 雷耘, 刘昌勇, 李亭亭, 彭宗林, 汪正祥. 湖北七姊妹山国家级自然保护区鸟类多样性及空间分布格局. *生态科学*, 2021, 40(5): 49-58.
- [40] 夏万才, 黎大勇, 李艳红, 和鑫明, 钟泰, 项雷, 胡杰. 云南白马雪山国家级自然保护区响古箐地区鸟类物种多样性垂直分布格局. *四川动物*, 2015, 34(4): 620-625.
- [41] 王艳梅, 范仕祥, 张文文, 曾卫, 胡远芳, 崔鹏, 罗旭. 云南省文山市鸟类多样性及垂直分布特征. *生态与农村环境学报*, 2023, 39(3): 369-377.
- [42] Rahbek C. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters*, 2005, 8(2): 224-239.
- [43] Hovick T J, Elmore R D, Fuhlendorf S D, Engle D M, Hamilton R G. Spatial heterogeneity increases diversity and stability in grassland bird communities. *Ecological Applications: a Publication of the Ecological Society of America*, 2015, 25(3): 662-672.
- [44] Luo K, Wu Z L, Bai H T, Wang Z J. Bird diversity and waterbird habitat preferences in relation to wetland restoration at Dianchi Lake, south-west China. *Avian Research*, 2019, 10: 21.
- [45] Wu Y J, Yang Q S, Xia L, Feng Z J, Zhou H M. Species diversity and distribution pattern of non-volant small mammals along the elevational gradient on eastern slope of Gongga Mountain. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(14): 4318-4328.
- [46] McCain C M. The mid-domain effect applied to elevational gradients: species richness of small mammals in costa rica. *Journal of Biogeography*, 2004, 31(1): 19-31.
- [47] Paudel P K, Šipoš J. Conservation status affects elevational gradient in bird diversity in the Himalaya: a new perspective. *Global Ecology and Conservation*, 2014, 2: 338-348.
- [48] He X C, Wang X Y, DuBay S, Reeve A H, Alström P, Ran J H, Liu Q, Wu Y J. Elevational patterns of bird species richness on the eastern slope of Mt. Gongga, Sichuan Province, China. *Avian Research*, 2019, 10: 1.
- [49] Colwell R K, Lees D C. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology & Evolution*, 2000, 15(2): 70-76.
- [50] 马福元, 曹广超, 蒋刚. 2000—2020 年祁连山南坡植被覆盖变化及驱动力研究. *青海科技*, 2021, 28(3): 56-64.
- [51] 粟通萍, 王绍能, 蒋爱伍. 广西猫儿山地区鸟类组成及垂直分布格局. *动物学杂志*, 2012, 47(6): 54-65.
- [52] 刘正惟, 何兴成, 冯凯泽, 成宇文, 王浩森, 王宇, 吴永杰. 贡嘎山东坡繁殖季与非繁殖季鸟类多样性变化. *动物学杂志*, 2022, 57(6): 810-820.
- [53] 王斌, 彭波涌, 李晶晶, 普穷, 胡慧建, 马建章. 西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区鸟类群落结构与多样性. *生态学报*, 2013, 33(10): 3056-3064.
- [54] Tsai P Y, Ko C J, Chia S Y, Lu Y J, Tuanmu M N. New insights into the patterns and drivers of avian altitudinal migration from a growing crowdsourcing data source. *Ecography*, 2021, 44(1): 75-86.
- [55] 付建新, 曹广超, 郭文炯. 1998—2017 年祁连山南坡不同海拔、坡度和坡向生长季 NDVI 变化及其与气象因子的关系. *应用生态学报*, 2020, 31(4): 1203-1212.

附录 1 祁连山南坡鸟类名录

Appendix 1 The species checklist of the Southern Slope of Qilian Mountains

编号 Number	分类等级 Taxonomic rank	物种名录 Species list	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN red list	中国特有种 Endemic species in China	区系 Avifauna	居留型 Residence	分布型 Distribution patterns	夏季发现 Summer discovery	秋季发现 Autumn discovery
一	鸡形目 GALLIFORMES									
(一)	雉科 Phasianidae									
1		石鸡 <i>Alectoris chukar</i>	-	LC	-	P	R	De	√	
2		大石鸡 <i>Alectoris magna</i>	二级	LC	+	P	R	Pf	√	√
3		高原山鹧 <i>Perdix hodgsoniae</i>	-	LC	-	O	R	Hm	√	√
4		蓝马鸡 <i>Crossoptilon auritum</i>	二级	LC	+	P	R	Pf	√	
5		环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	-	LC	-	W	R	O	√	√
6		斑翅山鹧 <i>Perdix dauurica</i>	-	LC	-	P	R	De	√	
二	雁形目 ANSERIFORMES									
(二)	鸭科 Anatidae									
7		灰雁 <i>Anser anser</i>	-	LC	-	P	S	Uc	√	√
8		斑头雁 <i>Anser indicus</i>	-	LC	-	P	S	P	√	√
9		赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	-	LC	-	P	S	Uf	√	√
10		赤膀鸭 <i>Mareca strepera</i>	-	LC	-	P	S	Uf	√	√
11		绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>	-	LC	-	P	S	Cf	√	√
12		赤嘴潜鸭 <i>Netta rufina</i>	-	LC	-	W	S	O ₃	√	√
13		红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>	-	VU	-	P	S	Cf	√	√
14		白眼潜鸭 <i>Aythya nyroca</i>	-	NT	-	W	S	O ₃	√	√
15		普通秋沙鸭 <i>Mergus merganser</i>	-	LC	-	P	R	Cb	√	√
16		赤颈鸭 <i>Mareca penelope</i>	-	LC	-	P	S	Ce	√	√
17		凤头潜鸭 <i>Aythya fuligula</i>	-	LC	-	P	S	Uf	√	
18		翘鼻麻鸭 <i>Tadorna tadorna</i>	-	LC	-	P	S	Uf		√
三	鸬鹚目 PODICIPEDIFORMES									
(三)	鸬鹚科 Podicipedidae									
19		凤头鸬鹚 <i>Podiceps cristatus</i>	-	LC	-	P	S	Ud	√	√
20		黑颈鸬鹚 <i>Podiceps nigricollis</i>	二级	LC	-	P	S	Cd		√
四	鹈形目 PELECANIFORMES									
(四)	鹭科 Ardeidae									
21		大白鹭 <i>Ardea alba</i>	-	LC	-	W	P	O		√
22		苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	-	LC	-	P	S	Uh		√
五	鲑鸟目 SULIFORMES									
(五)	鸕鹚科 Phalacrocoracidae									
23		普通鸕鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	-	LC	-	W	S	O ₅	√	√
六	鹰形目 ACCIPITRIFORMES									
(六)	鹰科 Accipitridae									
24		草原雕 <i>Aquila nipalensis</i>	一级	EN	-	P	P	Da		√

续表

编号 Number	分类等级 Taxonomic rank	物种名录 Species list	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN red list	中国特有种 Endemic species in China	区系 Avifauna	居留型 Residence	分布型 Distribution patterns	夏季发现 Summer discovery	秋季发现 Autumn discovery
25		金雕 <i>Aquila chrysaetos</i>	一级	LC	-	P	R	Ce	√	
26		毛脚鹫 <i>Buteo lagopus</i>	二级	LC	-	P	W	Ca		√
27		雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	二级	LC	-	P	S	Ue		√
28		靴隼雕 <i>Hieraaetus pennatus</i>	二级	LC	-	W	P	O ₃	√	
29		胡兀鹫 <i>Gypaetus barbatus</i>	一级	NT	-	W	R	O	√	
30		高山兀鹫 <i>Gyps himalayensis</i>	二级	NT	-	W	R	O ₃	√	√
31		秃鹫 <i>Aegypius monachus</i>	一级	NT	-	W	R	O ₃	√	√
32		黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	二级	LC	-	P	S	Uh	√	√
33		大鸮 <i>Buteo hemilasius</i>	二级	LC	-	P	R	Df	√	√
七	鸱形目 GRUIFORMES									
(七)	秧鸡科 Rallidae									
34		白骨顶 <i>Fulica atra</i>	-	LC	-	W	S	O	√	√
(八)	鹤科 Gruidae									
35		黑颈鹤 <i>Grus nigricollis</i>	一级	NT	-	P	S	Pc	√	√
八	鹤形目 CHARADRIIFORMES									
(九)	反嘴鹬科 Recurvirostridae									
36		黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	-	LC	-	W	S	O ₂	√	
37		反嘴鹬 <i>Recurvirostra aurosetta</i>	-	LC	-	W	S	O ₃	√	
(十)	鹬科 Charadriidae									
38		金眶鸻 <i>Charadrius dubius</i>	-	LC	-	W	S	O ₁	√	
39		环颈鸻 <i>Charadrius alexandrinus</i>	-	LC	-	W	S	O ₂	√	√
40		蒙古沙鸻 <i>Charadrius mongolus</i>	-	LC	-	P	S	D	√	√
(十一)	鹬科 Scolopacidae									
41		红脚鹬 <i>Tringa totanus</i>	-	LC	-	P	S	Uf	√	
42		白腰草鹬 <i>Tringa ochropus</i>	-	LC	-	P	S	Uc		√
43		青脚滨鹬 <i>Calidris temminckii</i>	-	LC	-	P	S	Ua		√
(十二)	鸥科 Laridae									
44		棕头鸥 <i>Chroicocephalus brunnicephalus</i>	-	LC	-	P	S	Pa	√	√
45		红嘴鸥 <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	-	LC	-	P	P	Uc		√
46		渔鸥 <i>Ichthyophaga ichthyophaga</i>	-	LC	-	P	S	D		√
47		普通燕鸥 <i>Sterna hirundo</i>	-	LC	-	P	S	Cc	√	√
九	沙鸡目 PTEROCLIFORMES									
(十三)	沙鸡科 Pteroclididae									
48		毛腿沙鸡 <i>Syrhaptes paradoxus</i>	-	LC	-	P	R	Da	√	
49		西藏毛腿沙鸡 <i>Syrhaptes tibetanus</i>	-	LC	-	P	R	P	√	√
十	鸽形目 COLUMBIFORMES									
(十四)	鸠鸽科 Columbidae									

续表

编号 Number	分类等级 Taxonomic rank	物种名录 Species list	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN red list	中国特有种 Endemic species in China	区系 Avifauna	居留型 Residence	分布型 Distribution patterns	夏季发现 Summer discovery	秋季发现 Autumn discovery
50		岩鸽 <i>Columba rupestris</i>	-	LC	-	W	R	O ₃	√	√
51		山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	-	LC	-	P	R	E	√	√
52		灰斑鸠 <i>Streptopelia decaocto</i>	-	LC	-	O	R	We	√	√
53		珠颈斑鸠 <i>Spilopelia chinensis</i>	-	LC	-	O	R	We	√	√
十一 (十五)	鸽形目 CUCULIFORMES 杜鹃科 Cuculidae	大杜鹃 <i>Cuculus canorus</i>	-	LC	-	W	S	O ₁	√	√
十二 (十六)	鸱形目 STRIGIFORMES 鸱鸃科 Strigidae	纵纹腹小鸱 <i>Athene noctua</i>	二级	LC	-	P	R	Uf	√	√
十三 (十七)	夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES 雨燕科 Apodidae	普通雨燕 <i>Apus apus</i>	-	LC	-	W	S	O	√	√
56		白腰雨燕 <i>Apus pacificus</i>	-	LC	-	P	S	M	√	√
57		戴胜 <i>Upupa epops</i>	-	LC	-	W	R	O	√	√
十四 (十八)	犀鸟目 BUCEROTIFORMES 戴胜科 Upupidae	大斑啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>	-	LC	-	P	R	Uc	√	√
58		灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	-	LC	-	P	R	U	√	√
十五 (十九)	啄木鸟目 PICIFORMES 啄木鸟科 Picidae	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	二级	LC	-	W	R	O ₁	√	√
59		猎隼 <i>Falco cherrug</i>	一级	EN	-	P	R	Ca	√	√
十六 (二十)	隼形目 FALCONIFORMES 隼科 Falconidae	红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>	-	LC	-	P	P	X	√	√
60		荒漠伯劳 <i>Lanius isabellinus</i>	-	LC	-	P	S	-	√	√
61		灰背伯劳 <i>Lanius tephronotus</i>	-	LC	-	O	S	Hm	√	√
62		楔尾伯劳 <i>Lanius sphenocercus</i>	-	LC	-	P	R	Mc	√	√
63		棕尾伯劳 <i>Lanius phoeniceus</i>	-	LC	-	P	S	-	√	√
十七 (二十一)	雀形目 PASSERIFORMES 伯劳科 Laniidae	灰喜鹊 <i>Cyanopica cyanus</i>	-	LC	-	P	R	Ud	√	√
64		喜鹊 <i>Pica sericea</i>	-	LC	-	P	R	Ch	√	√
65		红嘴山鹊 <i>Pyrrhonorax pyrrhonorax</i>	-	LC	-	W	R	O ₃	√	√
66		黄嘴山鹊 <i>Pyrrhonorax graculus</i>	-	LC	-	W	R	O	√	√
67			-	LC	-	W	R	O	√	√
十八 (二十二)	鸦科 Corvidae		-	LC	-	W	R	O	√	√

续表

编号 Number	分类等级 Taxonomic rank	物种名录 Species list	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN red list	中国特有种 Endemic species in China	区系 Avifauna	居留型 Residence	分布型 Distribution patterns	夏季发现 Summer discovery	秋季发现 Autumn discovery
72		达乌里寒鸦 <i>Coloeus dauuricus</i>	-	LC	-	W	R	-	√	√
73		小嘴乌鸦 <i>Corvus corone</i>	-	LC	-	P	R	Cf	√	√
74		大嘴乌鸦 <i>Corvus macrorhynchos</i>	-	LC	-	P	R	Eh	√	√
75		渡鸦 <i>Corvus corax</i>	-	LC	-	P	R	Ch	√	√
76		黑尾地鸦 <i>Podoces hendersoni</i>	二级	LC	-	P	R	Dg	√	√
77		松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	-	LC	-	P	R	Uh	√	√
(二十三)	山雀科 Paridae									
78		褐头山雀 <i>Poecile montanus</i>	-	LC	-	P	R	Cb	√	√
79		地山雀 <i>Pseudopodoces humilis</i>	-	LC	+	P	R	Pa	√	√
80		大山雀 <i>Parus major</i>	-	LC	-	W	R	O	√	√
81		白眉山雀 <i>Poecile superciliosus</i>	二级	LC	+	P	R	Pc	√	√
(二十四)	百灵科 Alaudidae									
82		蒙古百灵 <i>Melanocorypha mongolica</i>	二级	LC	-	P	R	Dn	√	√
83		长嘴百灵 <i>Melanocorypha maxima</i>	-	LC	-	P	R	Pa	√	√
84		细嘴短趾百灵 <i>Calandrella acutirostris</i>	-	LC	-	P	R	P	√	√
85		短趾百灵 <i>Alaudala cheleensis</i>	-	LC	-	P	R	D	√	√
86		小云雀 <i>Alauda gulgula</i>	-	LC	-	O	R	We	√	√
87		角百灵 <i>Eremophila alpestris</i>	-	LC	-	P	R	C	√	√
(二十五)	燕科 Hirundinidae									
88		崖沙燕 <i>Riparia riparia</i>	-	LC	-	P	S	Cg	√	√
89		家燕 <i>Hirundo rustica</i>	-	LC	-	P	S	Ch	√	√
90		岩燕 <i>Ptyonoprogne rupestris</i>	-	LC	-	W	S	O ₃	√	√
91		烟腹毛脚燕 <i>Delichon dasypus</i>	-	LC	-	O	S	-	√	√
(二十六)	长尾山雀科 Aegithalidae									
92		银喉长尾山雀 <i>Aegithalos glaucogularis</i>	-	LC	+	P	R	U	√	√
93		花彩雀莺 <i>Leptopoele sophiae</i>	-	LC	-	P	R	Pa	√	√
(二十七)	柳莺科 Phylloscopidae									
94		黄腹柳莺 <i>Phylloscopus affinis</i>	-	LC	-	O	S	Hm	√	√
95		橙斑柳莺 <i>Phylloscopus pulcher</i>	-	LC	-	O	S	Hm	√	√
96		甘肃柳莺 <i>Phylloscopus kansuensis</i>	-	LC	-	P	S	-	√	√
97		淡眉柳莺 <i>Phylloscopus humei</i>	-	LC	-	P	S	-	√	√
98		暗绿柳莺 <i>Phylloscopus trochiloides</i>	-	LC	-	P	S	U	√	√
(二十八)	噪鹛科 Leiothrichidae									
99		山噪鹛 <i>Pterorhinus davidi</i>	-	LC	+	P	R	Ba	√	√
100		橙翅噪鹛 <i>Trochopteron elliotii</i>	二级	LC	+	O	R	Hc	√	√
(二十九)	莺鹛科 Sylviidae									
101		白喉林莺 <i>Curruca curruca</i>	-	LC	-	W	S	O3	√	√

续表

编号 Number	分类等级 Taxonomic rank	物种名录 Species list	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN red list	中国特有种 Endemic species in China	区系 Avifauna	居留型 Residence	分布型 Distribution patterns	夏季发现 Summer discovery	秋季发现 Autumn discovery
(三十)	鸚鵡科 Troglodytidae	鸚鵡 <i>Troglodytes troglodytes</i>	-	LC	-	P	S	Ch		√
(三十一)	鸚科 Sittidae	红翅旋壁雀 <i>Tichodroma muraria</i>	-	LC	-	W	S	O	√	√
(三十二)	棕鸟科 Sturnidae	灰棕鸟 <i>Spodiopsar cineraceus</i>	-	LC	-	P	R	X	√	
(三十三)	鸚科 Tundidae	灰头鸚 <i>Turdus rubrocanus</i> 棕背黑头鸚 <i>Turdus kessleri</i> 白眉鸚 <i>Turdus obscurus</i> 赤颈鸚 <i>Turdus ruficollis</i>	-	LC	-	O	R	Hm	√	√
(三十四)	鸚科 Muscicapidae	白喉红尾鸚 <i>Phoenicurus schisticeps</i> 白顶鸚 <i>Oenanthe pleschanka</i> 蓝额红尾鸚 <i>Phoenicurus frontalis</i> 赭红尾鸚 <i>Phoenicurus ochruros</i> 黑喉红尾鸚 <i>Phoenicurus hodgsoni</i> 北红尾鸚 <i>Phoenicurus aureoreus</i> 红腹红尾鸚 <i>Phoenicurus erythrogastrus</i> 白顶溪鸚 <i>Phoenicurus leucocephalus</i> 黑喉石鸚 <i>Saxicola maurus</i> 灰林鸚 <i>Saxicola ferreus</i> 沙鸚 <i>Oenanthe isabellina</i> 漠鸚 <i>Oenanthe deserti</i> 白喉石鸚 <i>Saxicola insignis</i> 红喉姬鸚 <i>Ficedula albicilla</i>	-	LC	-	O	R	Hm	√	√
(三十五)	河乌科 Cinclidae	河乌 <i>Cinclus cinclus</i>	-	LC	-	W	S	O ₁	√	√
(三十六)	雀科 Passeridae	麻雀 <i>Passer montanus</i> 石雀 <i>Petronia petronia</i> 藏雪雀 <i>Montifringilla henrici</i> 褐翅雪雀 <i>Montifringilla adamsi</i> 白腰雪雀 <i>Onychosternus taczanowskii</i> 棕颈雪雀 <i>Pyrgilauda ruficollis</i> 棕背雪雀 <i>Pyrgilauda blanfordi</i>	-	LC	-	P	R	Uh	√	√
(三十七)	岩鸚科 Pinnellidae		-	LC	-	P	R	O ₃	√	√

续表

编号 Number	分类等级 Taxonomic rank	物种名录 Species list	保护等级 Protection level	IUCN 红色名录 IUCN red list	中国特有种 Endemic species in China	区系 Avifauna	居留型 Residence	分布型 Distribution patterns	夏季发现 Summer discovery	秋季发现 Autumn discovery	
131	鹡鹑科 Motacillidae	领岩鹡 <i>Prunella collaris</i>	-	LC	-	P	R	Ud	✓		
132		鹡岩鹡 <i>Prunella rubeculoides</i>	-	LC	-	P	R	Pd	✓	✓	
133		褐岩鹡 <i>Prunella fulvescens</i>	-	LC	-	P	R	Pw	✓	✓	
134		棕胸岩鹡 <i>Prunella strophiata</i>	-	LC	-	O	R	Hm		✓	
(三十八)											
135			黄鹡鹑 <i>Motacilla tschutschensis</i>	-	LC	-	P	S	Ub	✓	✓
136			黄头鹡鹑 <i>Motacilla citreola</i>	-	LC	-	P	S	U	✓	✓
137			灰鹡鹑 <i>Motacilla cinerea</i>	-	LC	-	W	S	O ₁	✓	✓
138			白鹡鹑 <i>Motacilla alba</i>	-	LC	-	P	S	U	✓	✓
139			田鹡 <i>Anthus richardi</i>	-	LC	-	P	S	M	✓	✓
140			树鹡 <i>Anthus hoodgsoni</i>	-	LC	-	P	S	M	✓	✓
141			粉红胸鹡 <i>Anthus roseatus</i>	-	LC	-	O	S	Hm	✓	✓
142			水鹡 <i>Anthus spinoletta</i>	-	LC	-	P	W	C	✓	✓
(三十九)		朱鹡科 Urocynchramidae									
143		朱鹡 <i>Urocynchramus pylzowi</i>	二级	LC	+	P	R	Pf	✓	✓	
(四十)	燕雀科 Fringillidae										
144		灰头灰雀 <i>Pyrrhula erythaca</i>	-	LC	-	O	R	Hm		✓	
145		蒙古沙雀 <i>Bucanetes mongolicus</i>	-	LC	-	P	R	-	✓		
146		林岭雀 <i>Leucosticte nemoricola</i>	-	LC	-	P	R	Pw	✓		
147		高山岭雀 <i>Leucosticte brandti</i>	-	LC	-	P	R	Pw	✓	✓	
148		拟大朱雀 <i>Carpodacus rubicilloides</i>	-	LC	-	P	R	Pz	✓	✓	
149		大朱雀 <i>Carpodacus rubicilla</i>	-	LC	-	P	R	Pw	✓	✓	
150		红眉朱雀 <i>Carpodacus davidianus</i>	-	NE	-	O	R	Hm	✓	✓	
151		白眉朱雀 <i>Carpodacus dubius</i>	-	LC	+	O	R	Hm	✓	✓	
152		金翅雀 <i>Chloris sinica</i>	-	LC	-	P	S	Me	✓	✓	
153		黄嘴朱顶雀 <i>Linaria flavirostris</i>	-	LC	-	P	R	U	✓	✓	
154		普通朱雀 <i>Carpodacus erythrinus</i>	-	LC	-	P	S	U	✓	✓	
(四十一)	鹀科 Emberizidae										
155		小鹀 <i>Emberiza pusilla</i>	-	LC	-	P	P	Ua	✓		
156		白头鹀 <i>Emberiza leucocephalos</i>	-	LC	-	P	R	U	✓	✓	
157		灰眉岩鹀 <i>Emberiza godlaeuskii</i>	-	LC	-	W	R	O	✓	✓	

“+”: 有分布 The species has distribution; IUCN 红色名录 IUCN red list, EN: 濒危 Endangered; VU: 易危 Vulnerable; NT: 近危 Near Threatened; LC: 无危 Least Concerned; NE: 未评估 Not evaluated; 区系 Avifauna, P: 古北界 Palearctic realm; O: 东洋界 Oriental realm; W: 广布种 Inconvenience Divide Type and Wildly Distributed Species; 居留型 Residence, R: 留鸟 Resident; S: 夏候鸟 Summer Visitor; W: 冬候鸟 Winter Visitor; P: 旅鸟 Passage Migrant; 分布型 Distribution patterns, C, Ca, Cb, Cc, Cd, Ce, Cf, Cg, Ch: 全北型 Holarctic Type; U, Ua, Ub, Uc, Ud, Ue, Uf, Uh: 古北型 Palearctic Type; M, Mc, Me: 东北型 Northeastern type; Ba: 华北型 North China Type; X 东北—华北型 Northeast—North China type; E, Eh: 季风区型 Monsoon zonal type; D, Da, De, Df, Dg, Dn: 中亚型 Central-Asia Type; P, Pa, Pc, Pd, Pf, Pw, Py, Pz: 高地型 Alpine Type; Hc, Hm: 喜马拉雅型 Himalaya-Hengshan Mountain Type; O, O₁, O₂, O₃, O₅: 广布型 Wildly Distributed Type; We: 东洋型 Oriental Type