



•研究报告•

广西山地农业化背景下鸟类多样性比较

李家兴, Christos Mammides^{ID}, 周丽萍^{ID}, 孙家杰, 谭筱彩, 蒋爱伍^{ID*}

广西森林生态与保育重点实验室, 广西大学林学院, 南宁 530005

摘要: 随着农业用地需求增加, 生物多样性受到严重威胁并急剧下降。为探讨农业化对鸟类多样性的影响, 本文在2020年10月至2021年10月期间, 对广西大瑶山、大明山、十万大山3个国家级自然保护区以及周边农田区域内鸟类进行了调查。研究选取森林、近地农田(距离森林较近的农田)、远地农田(距离森林较远的农田) 3种生境, 布设样点共计180个, 并在不同季节(春、夏、秋、冬)对鸟类多样性进行了调查。结果如下: (1) 3种生境物种累积曲线呈先快速上升, 后变为渐近线或增速放缓趋势, 各生境实际调查鸟类物种数与预测值比例均大于60%, 表明鸟类调查充分; (2) 共记录到鸟类196种, 隶属于14目54科, 其中雀形目鸟类占比最高(71.4%)。不同生境记录到鸟类种数从多到少依次为: 森林(103)、近地(101)、远地(94); (3) 相似性分析结果表明, 森林与近地农田和远地农田间鸟类相似性差异都较大, 近地与远地间鸟类群落更为相似; (4) 3种生境鸟类群落Shannon-Wiener多样性指数在不同季节里均表现为: 远地 > 近地 > 森林; (5) 广义线性混合模型结果显示, 两种农田生境鸟类多样性显著高于森林, 而近地和远地农田生境间鸟类多样性无显著差异。研究结果表明, 虽然森林鸟类多样性较低, 但对其特有种具有较高的保护作用; 尽管鸟类对农田生境表现出更高的喜好, 但农田内人为干扰较为频繁, 缺乏相关的保护措施, 应加强对农田鸟类的保护。

关键词: 农业化; 鸟类多样性; 物种累积曲线; Shannon-Wiener指数; 广义线性混合模型; 鸟类保护

李家兴, Christos Mammides, 周丽萍, 孙家杰, 谭筱彩, 蒋爱伍 (2022) 广西山地农业化背景下鸟类多样性比较. 生物多样性, 30, 21515. doi: 10.17520/biods.2021515.

Li JX, Mammides C, Zhou LP, Sun JJ, Tan XC, Jiang AW (2022) Bird diversity in different habitats under agriculturalization in Guangxi, China. Biodiversity Science, 30, 21515. doi: 10.17520/biods.2021515.

Bird diversity in different habitats under agriculturalization in Guangxi, China

Jiaying Li, Christos Mammides^{ID}, Liping Zhou^{ID}, Jiajie Sun, Xiaocai Tan, Aiwu Jiang^{ID*}

Guangxi Key Laboratory of Forest Ecology and Conservation, College of Forestry, Guangxi University, Nanning 530005

ABSTRACT

Aims: Due to the increasing demand for agricultural land, biodiversity in China has faced increased losses. Our goal in this study is to evaluate how agriculturalization influences bird communities.

Methods: We conducted field surveys from October 2020 to October 2021 in three different habitats: (1) forest, (2) agricultural land close to the forest (0–3 km), and (3) agricultural land far from the forest (6–9 km). In total, we surveyed bird communities in 180 plots and then repeated the survey for each plot in each season (spring, summer, autumn and winter). All plots were one of three different national nature reserves in Guangxi: Dayaoshan, Damingshan, and Shiwandashan.

Results: (1) The species accumulation curve of each habitat increased at a decreasing rate. The ratio of each habitat's recorded species richness to the estimated species richness was larger than 60%, indicating that sufficient sampling was conducted; (2) We recorded a total of 196 species belonging to 14 genera and 54 families; passerine birds accounted for the highest proportion of recorded species (71.4%). The total number of species in each habitat type from highest to lowest were: forest (103), agricultural land close to the forest (101), and agricultural land far from the forest (94); (3) Similarity analysis implied that species composition was more similar between the two agricultural habitats, and both

收稿日期: 2021-12-12; 接受日期: 2022-03-17

基金项目: 国家自然科学基金(31950410549; 31960235)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: aiwuu@163.com

were different from forests; (4) Agricultural plots far from the forest had on average the highest Shannon-Wiener diversity index, while forest plots had the lowest in different seasons; (5) The results of the generalized linear mixed model indicated that the bird diversity in each plot per survey in both agricultural land far and close was significantly higher than in forest habitat, but there was no difference between the two agricultural habitats.

Conclusion: Our results suggest that although forests have the lowest species diversity, some species in the forest have very strict habitat requirements. Therefore, protecting forest species and their habitat is vital. Although many species have strong preferences for agricultural habitat, human disturbance in agricultural areas is often extensive and detrimental, so clear protection measures for birds in those areas are necessary as well.

Key words: agriculturalization; bird diversity; species accumulation curves; Shannon-Wiener index; generalized linear mixed model; bird conservation

农业化(即生物自然栖息地转变为农业用地的过程)是生物自然栖息地减少的主要驱动因素之一(Gibbs et al, 2010; Tilman et al, 2011)。研究表明, 人类改造自然景观的过程(如农业化等)影响了全球范围内50%的无冰雪覆盖土地(Brussaard et al, 2010; Hertel, 2011)。随着全球人口不断增加, 对粮食和农业用地的需求日益增长, 影响范围将持续扩大并导致自然生态景观保有量下降, 进一步加剧生物多样性如鸟类多样性等的快速丧失(Kubiszewski et al, 2017; Stanton et al, 2018; 洪咏怡等, 2021)。因此, 深入了解农业化对生物多样性的全面影响在全球范围内具有深远意义。

近年来, 越来越多的研究开始探讨不同农业化背景下的生物多样性变化, 涉及到众多生物类群(Batáry et al, 2011; Gonthier et al, 2014)。鸟类作为生态系统中最常见的脊椎动物类群, 其受农业化的影响倍受生态学家关注。总体来说, 已有的研究表明农业化会对鸟类物种多样性产生负面影响, 但影响程度主要取决于研究区域内鸟类自身生态需求和农业化强度。例如, 森林特有鸟类很容易受到农业化影响, 但农业梯度变化对可适应多种生境的泛性鸟类似乎影响不大(Sekercioglu, 2012)。如果某些鸟类对相对开阔的栖息地表现出更高的喜好, 那么它们可能会受益于农业化(Doxa et al, 2010)。

鸟类的分布与多种因素相关, 不同生境中鸟类组成和多样性水平会有很大差异, 而环境的变化也会导致鸟类组成和多样性水平的迅速变化(温平等, 2017)。例如, 在土地开发与利用过程中, 原本大片连续的自然森林被分割为许多小斑块, 导致鸟类原有栖息地面积缩小, 鸟类群落之间的信息交流也将受到斑块隔离影响(Verga et al, 2017; Dale, 2019; Valente & Betts, 2019)。然而, 农业活动对物种的影

响不尽相同(Mammides et al, 2015a, b)。当一些森林特有物种被农田物种取代时, 不仅森林特有鸟类群落结构和组成会发生显著变化, 同时也导致此两种鸟类的功能属性有所不同。此外, 农业化可能也会对物种间相互作用产生极大影响, 从而影响其群落相似性和生态系统功能(Kay et al, 2018)。

广西多为山地地形, 具有复杂的地理环境条件, 生物多样性资源丰富(王波等, 2018)。由于持续的商业开发和农业土地扩张, 我国西南地区天然森林不仅覆盖面积急剧下降, 其森林生态系统的质量、功能和结构也有所衰退(杨明华等, 1991)。这可能会对当地鸟类多样性及鸟类群落产生显著影响, 并进而影响生态系统功能的可持续发展。因此, 本研究选择在广西境内不同森林及其周边农业区域内开展调查, 分析森林和农业区域鸟类物种组成和多样性差异, 探讨农业化对鸟类多样性及鸟类群落的影响, 旨在为生物多样性保护和土地利用类型转变政策的实施提供参考依据。

1 方法

1.1 样地设置

本研究在广西不同纬度区域开展调查, 包括大瑶山(23°40'–24°22' N, 109°50'–110°27' E)、大明山(23°10'–23°35' N, 108°30'–108°36' E)和十万大山(21°40'–22°04' N, 107°29'–108°13' E) 3个国家级自然保护区及其外围农业种植区域。3个保护区的森林覆盖率均高于95%, 其中大瑶山和大明山属南亚热带湿润山地季风气候, 生境类型主要为亚热带常绿阔叶林、阔叶混交林等森林生态系统; 十万大山属热带北缘季风气候, 生境类型主要为季雨林等森林生态系统。参考Kay等(2018)的方法, 在每个样区选择60个样点: 其中20个森林样点位于样区森林内

部, 20个近地农田样点设在距离森林边缘0–3 km范围内的农田区域, 另20个远地农田样点设在距离森林边缘6–9 km范围内的农田区域。在3个研究地共设置180个样点, 其中森林生境所有样点海拔高度为 884.38 ± 263.72 m (平均值 \pm 标准差), 近地农田为 223.00 ± 38.82 m, 远地农田为 182.43 ± 33.80 m (图1)。为确保样点间彼此独立, 防止外界物理和人为等因素对调查的影响, 所有样点至少远离道路、村落和建筑物等50 m以上, 并且样点之间距离至少达400 m (Barbraud & Gélinaud, 2005)。

1.2 鸟类调查

于2020年10月至2021年10月期间采用样点法对森林和农田区域内鸟类多样性展开调查。为最大限度比较不同生境内的鸟类多样性差异, 所有的样点调查都涵盖了4个季节。具体调查时间为: 春季2021.2–2021.4、夏季2021.5–2021.7、秋季2021.8–2021.10和冬季2020.10–2021.1。上午调查均在日出前30 min开始, 至11:00结束, 下午15:00开始, 至日落前30 min结束。之前的研究表明远距离观测鸟类有可能导致鸟类探测误差增大 (Morelli et al, 2018), 因此在本研究的调查中仅记录样点半径50 m范围内的所有鸟类 (丁志峰等, 2016)。鸟类观测使用Leica

Ultravio (10 \times 42) HD双筒望远镜, 在15 min内记录以样点为中心、半径50 m范围内出现的所有鸟类种类及数量。鸟类名称和居留类型分别参考《中国鸟类分类与分布名录》 (郑光美, 2017) 和《广西鸟类图鉴》 (蒋爱伍等, 2021)。

1.3 数据分析

为检验野外调查是否充分可靠, 采用R 4.0.1软件“vegan”程序包中的“specaccum”函数“rarefaction”绘制物种累积曲线, 判断抽样调查的充分程度 (李巧, 2011)。利用EstimateS 9.1.0软件计算各生境非参数 (基于多度的和盖度的物种估计量、非参数Jackknife1估计量和Jackknife2) 物种丰富度, 以进一步定量判断抽样调查的充分性 (Chao & Lee, 1992)。

为探究不同生境内鸟类物种多样性的差异程度, 使用R 4.0.1中“lme4”程序包的“glmer”函数进行广义线性混合模型分析, 模型使用泊松分布, 参照Zhou等 (2019) 分别将每个样点的鸟类物种数和个体数作为响应变量, 将生境类型作为固定变量, 并将样点嵌套于研究样地内作为随机变量。由于农田生境主要位于低海拔区域, 各样点生境与海拔的相关性较高, 故不再将海拔作为一个单独的变量进行模型分析。

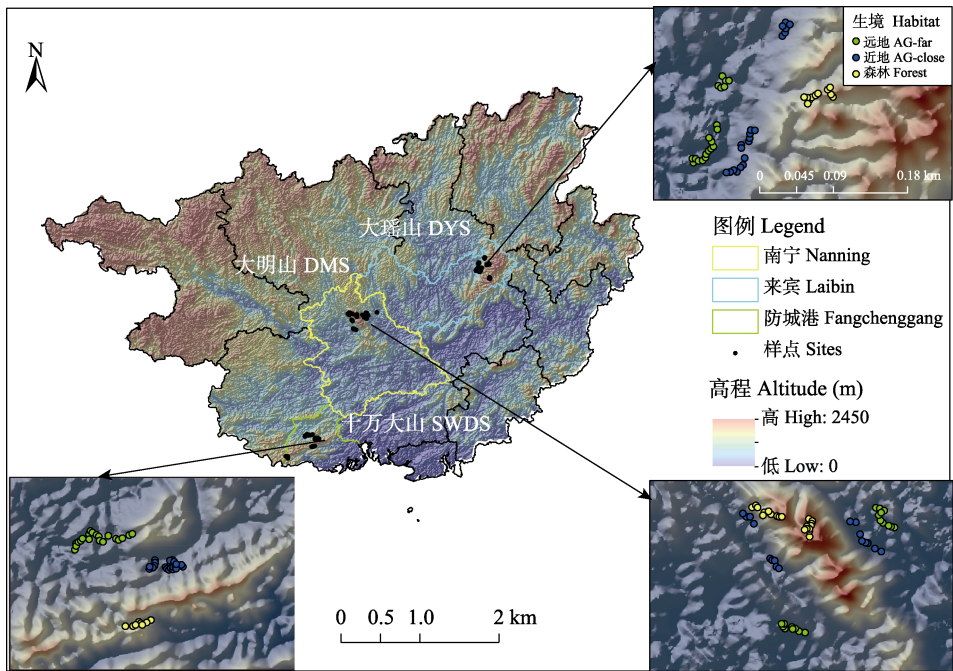


图1 广西山地鸟类多样性调查样点分布图。审图号: GS (2019)3333。图中“AG”是“agriculture”的缩写。
Fig. 1 Map of the bird survey sites in forests and two agricultural habitats in Guangxi, China. Map approval number: GS (2019)3333. “AG” in the figure is the abbreviation of “agriculture”.

研究还对不同生境内鸟类的Shannon-Wiener多样性指数进行了计算, 计算公式为:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (1)$$

其中 P_i 为各样点第 i 种个体数占全部个体数的比例, S 为每个样点的物种总数(MacArthur & MacArthur, 1961)。为探究不同生境内鸟类群落的异同, 使用相似性系数(S)对3种不同生境内鸟类组成异同进行分析。公式为:

$$S = \frac{2c}{a+b} \quad (2)$$

其中 c 为两个群落中共有的种数; a 为群落A中的种数; b 为群落B中的种数。

2 结果

2.1 物种累积曲线和非参数估计丰富度

物种累积曲线结果显示, 森林和农田生境的曲线均呈先快速上升后变为渐近线或增速放缓趋势(图2)。EstimateS中非参数估计结果表明: 森林内物种估计值为122–165种, 近地农田119–160种, 远地农田104–133种(表1), 实际调查到的物种数分别约为估计值的63%–85% (森林)、63%–85% (近地农田)和71%–91% (远地农田), 3种生境实际物种数与估计值比例均超过60%, 定量分析表明抽样调查充分。

2.2 物种组成

在森林和农田生境共记录到鸟类196种, 隶属于14目54科(附录1)。其中, 森林生境记录鸟类103种, 隶属于8目34科; 近地农田生境记录鸟类101种, 隶属于12目41科; 远地农田生境记录鸟类94种, 隶属于11目37科。雀形目鸟类种数最多, 占研究样地内鸟类总种数的71.4%。国家II级重点保护野生动物

有白眉山鹪鹩(*Arborophila gingica*)、白鹇(*Lophura nycthemera*)、栗树鸭(*Dendrocygna javanica*)等29种。列入IUCN红色物种名录易危(VU)级别的有仙八色鸫(*Pitta nympha*)和白颈鸦(*Corvus pectoralis*), 近危(NT)级别的有白眉山鹪鹩。

2.3 不同生境内的鸟类多样性

综合所有季节调查结果, 森林内鸟类物种总数在调查期间波动最大, 为 51.75 ± 5.07 (平均值 \pm 标准差), 远地农田次之(53.50 ± 4.50), 近地农田内波动最小(52.00 ± 2.55); 鸟类总个体数在不同的生境中波动最大的是远地农田(575.50 ± 129.60), 其次为近地农田(585.00 ± 96.27), 最小是森林(315.75 ± 51.10) (表2)。

3种生境间的鸟类物种数差异极其显著($\chi^2 = 51.41$, $df = 2$, $P < 0.001$)。其中, 森林内鸟类物种数显著低于近地农田和远地农田(所有生境 $Z \leq -5.99$,

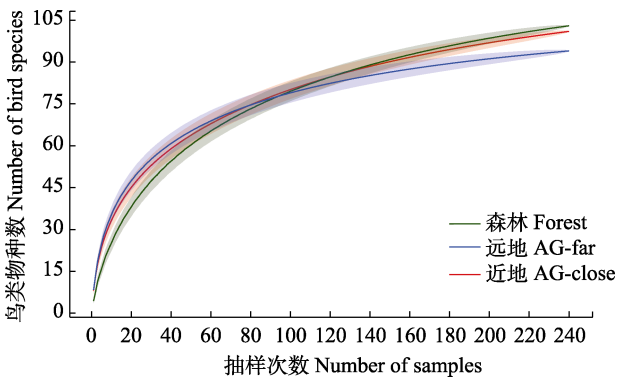


图2 广西森林和两种农田生境内鸟类调查物种累积曲线。阴影部分为经100次自检重复计算的标准差区间。图中“AG”是“agriculture”的缩写。

Fig. 2 Species accumulation curves of bird diversity in forests and two agricultural habitats in Guangxi, China. The shaded region is the standard deviation interval after 100 permutations. “AG” in the figure is the abbreviation of “agriculture”.

表1 广西森林和两种农田生境内实际调查和非参数估计丰富度

Table 1 Non-parametric estimated and recorded species richness in forests and two agricultural habitats in Guangxi, China

生境 Habitat	实际物种数 Recorded species richness	基于多度的物种估计量 Abundance-based coverage estimator	基于盖度的物种估计量 Incidence-based coverage estimator	非参数估计丰富度 Richness with nonparametric estimation	
				Jackknife1	Jackknife2
森林 Forest	103	121.56	152.64	142.83	164.72
近地 AG-close	101	118.46	142.11	136.85	159.71
远地 AG-far	94	103.21	119.54	119.89	132.84

“AG”: “agriculture”的缩写 “AG” in the table is the abbreviation of “agriculture”.

表2 广西森林和两种农田生境鸟类群落多样性比较

Table 2 Comparison of bird communities in forests and two agricultural habitats in Guangxi, China

季节 Season	鸟类种数 Species			鸟类个体数 Individuals			Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener index		
	森林 Forest	近地 AG-close	远地 AG-far	森林 Forest	近地 AG-close	远地 AG-far	森林 Forest	近地 AG-close	远地 AG-far
春季 Spring	45	56	55	360	612	650	0.48	0.93	0.97
夏季 Summer	59	52	55	277	648	489	0.85	1.03	1.07
秋季 Autumn	50	49	46	254	421	417	0.69	1.13	1.20
冬季 Winter	53	51	58	372	659	746	0.53	0.93	0.98

表中鸟类种数表示在不同季节不同生境中记录到的鸟类物种总数, 不涉及某一物种出现的次数和个体数量。

The number of bird species in the table represents the total number of species recorded in different habitats in different seasons, and does not represent the number of individuals and frequency of occurrence of a certain species.

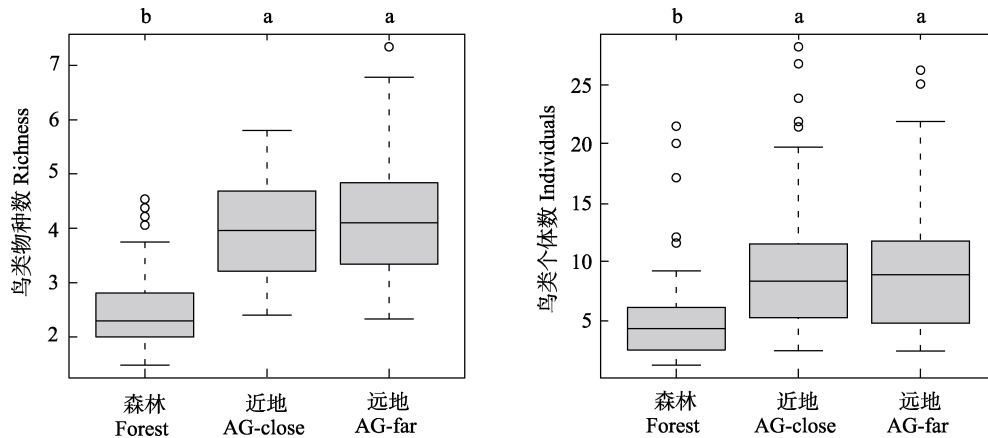


图3 基于广义线性混合模型的广西山地鸟类多样性比较。每个箱体表示该生境在一个样点单次调查所见的种类和数量, 箱线图外围相同字母表示两种生境差异不显著, 不同则表示差异显著。箱体中间黑线表示中位数, 箱体的上下底分别表示上四分位数及下四分位数, 箱体上下虚线连接的黑色实线分别代表数据最大值及最小值, 空心圆表示离群点。图中“AG”是“agriculture”的缩写。

Fig. 3 Comparison of bird diversity based on generalized linear mixed model in Guangxi. Each box represents the species and individual number of one plot in one survey time in the habitat. The same letters on the periphery of the boxplot indicate that there is no significant difference between the two habitats; different letters represent a significant difference. The black line in the middle of the box represents the median. The upper and lower lines of the box represent the upper and lower quartiles. The solid line represents the maximum and minimum values of data, while the dotted line connects the upper and lower quartiles of the box, and the hollow circle represents the outlier. “AG” in the figure is the abbreviation of “agriculture”.

所有生境 $P < 0.001$), 而近地和远地农田之间鸟类物种数差异不显著($Z = 0.60, P = 0.830$, 图3)。同样, 3种生境之间每个季节调查的鸟类个体数差异也极其显著($\chi^2 = 39.77, df = 2, P < 0.001$)。其中, 森林内鸟类个体总数显著低于近地农田和远地农田(所有生境 $Z \leq -5.36$, 所有生境 $P < 0.001$), 而近地和远地农田之间鸟类物种个体数差异不显著($Z = -0.25, P = 0.965$, 图3)。3种生境鸟类群落Shannon-Wiener多样性指数在所有季节均表现为: 远地农田 > 近地农田 > 森林, 其中最高的生境为秋季的远地农田, 最低为春季的森林(表2)。

2.4 群落相似性

在不同季节森林与农田生境鸟类群落相似性系数在0.000–0.250之间, 近地农田与远地农田生境在0.560–0.781之间。鸟类群落相似性系数均值在秋季森林和近地农田生境之间最小, 为0.078; 在冬季近地农田生境和远地农田生境之间最大, 为0.678(表3)。白眉山鹧鸪、白鹇、斑姬啄木鸟(*Picumnus innominatus*)等73种鸟类只分布于森林生境; 灰胸山鹧鸪(*Prinia hodgsonii*)、丝光椋鸟(*Spodiopsar sericeus*)、小鸦鹃(*Centropus bengalensis*)等93种鸟类仅分布于农田生境; 山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)、

表3 广西森林和两种农田生境鸟类群落相似性比较
Table 3 Similarity of bird communities among forests and two agricultural habitats in Guangxi, China

季节 Season	样区 Sampling area	森林-近地 Forest-AG-close	森林-远地 Forest-AG-far	近地-远地 AG-close-AG-far
春季 Spring	大瑶山 DYS	0.250	0.160	0.560
	大明山 DMS	0.085	0.044	0.781
	十万大山 SWDS	0.138	0.185	0.613
	均值 Mean	0.157	0.130	0.651
夏季 Summer	大瑶山 DYS	0.042	0.041	0.745
	大明山 DMS	0.133	0.140	0.571
	十万大山 SWDS	0.100	0.065	0.576
	均值 Mean	0.092	0.082	0.630
秋季 Autumn	大瑶山 DYS	0.000	0.044	0.739
	大明山 DMS	0.136	0.105	0.679
	十万大山 SWDS	0.098	0.098	0.606
	均值 Mean	0.078	0.082	0.675
冬季 Winter	大瑶山 DYS	0.091	0.122	0.679
	大明山 DMS	0.169	0.145	0.754
	十万大山 SWDS	0.136	0.174	0.600
	均值 Mean	0.132	0.147	0.678

表中“AG”是“agriculture”的缩写。
“AG” in the table is the abbreviation of “agriculture”, DYS, DMS, and SWDS represent Dayaoshan National Nature Reserve, Damingshan National Nature Reserve, and Shiwandashan National Nature Reserve, respectively.

大山雀(*Parus cinereus*)、红耳鹎(*Pycnonotus jocosus*)等30种鸟类可见于森林和至少1种农田生境。

3 讨论

不同生境内鸟类多样性差异是地理区域(Hořák et al, 2019; Hanle et al, 2020)、食物资源(Hanz et al, 2019)以及人类干扰强度(Verma & Murmu, 2015; Ciach & Fröhlich, 2017)等多种环境因子综合作用的结果。本研究在更大的尺度上显示, 无论农田生境距离森林边缘多远, 在同样的取样强度下, 农田内的鸟类多样性以及个体数均显著高于森林。这与之之前在吉林黄泥河自然保护区(刘佳琪等, 2019)和皖南山区(王雪等, 2021)的研究结果相似。农田生境的生物多样性与生境异质性有关(Zhou et al, 2018)。农作物具有不同的生命周期(一年生、二年生等)和季节更替, 可持续不断地为鸟类提供植物嫩芽、果实和花蜜等食物。在本研究中, 农田区域内以甘蔗、玉米、果树、水稻和蔬菜等为主要农作物, 不仅招引了众多的昆虫, 同时也为食虫鸟等不同取食集团鸟类提供了多样化食物来源(王雪等, 2021)。水稻田以及相关灌溉设施形成的微生境为水鸟提供了良好的栖息环境(Batáry et al, 2011; Morelli et al,

2018)。虽然之前更多的研究表明森林生境鸟类多样性高于农田(梁健超等, 2017; 宋景舒等, 2020; 罗祖奎等, 2021), 但这些研究中样地的农作物组成相对单一, 且取样强度也有所不同。

尽管本研究中农田生境不同季节的鸟类个体数量和多样性指数均高于森林生境, 但森林内鸟类种数在夏季较两种农田生境为高, 且夏季森林内鸟类多样性指数比其他季节稍高, 说明森林可为更多的鸟类提供多样的繁殖生境。虽然部分人工林镶嵌在农田中形成的马赛克农田景观也可为鸟类提供更多的栖息地(Morelli et al, 2018), 但干扰较为频繁的农田生境相对而言不适合鸟类繁殖。相比之下, 迁徙鸟类在农田生境的分布更为广泛, 也具有较高的多样性。一般来说, 不在本地繁殖的迁徙鸟类(包括冬候鸟和旅鸟)优先选择有空余生态位的生境, 以避免与当地留鸟的竞争(Martin, 1987)。因此, 迁徙鸟类可能是导致鸟类多样性变化的重要因素。此外, 在农田生态系统中, 农作物的季节性差异可为更多的鸟类类群提供食物, 也是导致鸟类物种多样性变化的原因之一(Zhou et al, 2018)。

以往有研究显示海拔是影响鸟类多样性的重要因素之一(如蒋爱伍等, 2017)。但在本研究中, 由

于低海拔的森林大多都已经被开垦为农田, 很难在同一海拔梯度对森林和农田鸟类进行比较。在调查样点中, 海拔梯度又与生境具有较强的相关性, 因此本研究中海拔可能也是影响鸟类多样性的原因之一。一般来说, 海拔越低的地方鸟类多样性越高, 其原因可能也与该区域的面积和生物量较大有关(MacArthur, 1984)。实际上, 由于人为活动的加剧, 低海拔生境受到破坏, 鸟类多样性的海拔格局也会出现中海拔最高的现象(Rahbek, 1995)。本研究的样区之一大明山的鸟类多样性就以海拔500 m左右为最高(蒋爱伍等, 2017)。综上所述, 海拔对鸟类多样性的影响较为复杂。由于低海拔的地区适合居住和农耕, 导致低海拔区域很难找到较原始的生境, 目前保留的原始生境大多位于山区, 因此本研究未能在同一海拔梯度对农田和森林鸟类进行比较, 在实验设计上略有不足。虽然本研究的森林样点与农田样点海拔有所不同, 但自然植被在3个样区的海拔梯度范围内大致相同, 均属于同一海拔植被带(温远光等, 2004)。另外, 本研究在不同生境之间的取样面积和调查强度一致, 且调查人员固定, 物种累积曲线也接近平缓, 因此农业化应该为这一区域鸟类多样性差异的主要原因。

虽然本研究结果表明农田生态系统的鸟类多样性相对较高, 但森林里的优势种主要为灰眶雀鹛(*Alcippe morrisonia*)、栗背短脚鹛(*Hemixos castanonotus*)、栗耳凤鹛(*Staphida castaniceps*)等对食性相对专一的鸟类。农田生境里的优势种主要为白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、红耳鹎和家燕(*Hirundo rustica*)等食性相对广泛的鸟类。这说明森林和农田这两种土地利用类型可为不同的鸟类提供多样的生存条件和食物资源, 从而影响着鸟类多样性分布和群落结构(MacArthur & MacArthur, 1961)。例如, 农田生境内的农用堤道、水塘等为喜好开阔生境的水鸟提供了栖息地及鱼虾蚯蚓等食物(阮得孟等, 2015), 而森林能提供的是与之不同的食物及栖息地。森林内植被组成较为复杂, 能为鸟类提供更为隐蔽的栖息地及活动环境, 例如白鹇等森林地栖性鸟类(康祖杰等, 2021)。


本研究发现近地农田与远地农田之间鸟类组成虽然存在重叠, 但也存在差异。相比于远地农田, 近地农田与森林间的鸟类群落相似性更高, 原因可


能是一些泛性林鸟虽然会在开阔区域活动, 但也高度依赖森林生境。说明近地农田中的一些鸟类事实上还是高度依赖森林, 并不喜好纯农田生境。同时也有部分鸟类突破生境限制, 在所有样区均有记录, 其中94%是雀形目鸟种。主要原因是大多数雀形目鸟类环境适应性高、食性广泛、种群扩散能力强(徐雪怡等, 2018; 赵文海, 2018)。可见环境可以通过影响鸟类食物资源种类和组成, 进而对鸟类群落产生影响(周放, 2006)。


综上所述, 森林与农田鸟类群落相似性低, 互相难以取代, 在制定鸟类保护计划时不能厚此薄彼。首先, 森林内栖息的主要是一些高度依赖于森林的特有种, 在本研究中, 有近37%的鸟类仅生存于森林内, 它们主要喜好的生境是成熟度高、生态系统完善的森林并且仅在其内部活动, 具有较高的保护价值, 如白眉山鹧鸪、仙八色鸫、长尾阔嘴鸟(*Psarisomus dalhousiae*)等, 因此需要优先对森林鸟类加强保护, 以维持其稀有性。农田区域相对开阔, 食物资源丰富且可获得性高, 为泛性鸟类和喜好开阔生境的鸟种栖息创造了有利条件, 但是人为干扰较为频繁, 缺乏有效的保护措施(王雪等, 2021)。建议在农田土地利用过程中, 尽可能多地保留原始植被环境, 特别是非农作物种植区, 比如道路和村庄周围, 为农田鸟类多样性的维持创造条件。此外, 生物多样性包括不同维度, 不同物种在生理、生态和形态特征等方面存在极大差异(Lepš et al, 2001)。所以, 今后还需要从功能及系统发育多样性等方面进一步展开研究, 以便全面地了解农业化对鸟类多样性的潜在影响, 为制定不同土地利用类型转变下的生物多样性保护策略提供科学依据。

致谢: 感谢广西大瑶山、大明山、十万大山国家级自然保护区对本研究给予的支持和帮助。同时, 感谢广西大学林学院Eben Goodale教授和研究生刘士龙、Moses Elleason、徐佳革、周相贝在结果分析及论文写作中的建议和帮助。

ORCID

C. Mammides  <https://orcid.org/0000-0003-1747-175X>

周丽萍  <https://orcid.org/0000-0001-7750-7262>

蒋爱伍  <https://orcid.org/0000-0002-5259-298X>

参考文献

- Barbraud C, Gélinaud G (2005) Estimating the sizes of large gull colonies taking into account nest detection probability. *Waterbirds*, 28, 53–60.
- Batáry P, Báldi A, Kleijn D, Tschamtké T (2011) Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: A meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278, 1894–1902.
- Brussaard L, Caron P, Campbell B, Lipper L, Mainka S, Rabbinge R, Babin D, Pulleman M (2010) Reconciling biodiversity conservation and food security: Scientific challenges for a new agriculture. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 34–42.
- Chao A, Lee SM (1992) Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87, 210–217.
- Ciach M, Fröhlich A (2017) Habitat type, food resources, noise and light pollution explain the species composition, abundance and stability of a winter bird assemblage in an urban environment. *Urban Ecosystems*, 20, 547–559.
- Dale S (2019) Islands in the forest: Effects of patch size and isolation on farmland bird species richness and community composition of farmland patches in forest landscapes. *Landscape Ecology*, 34, 2823–2836.
- Ding ZF, Liang JC, Chen BL, Feng YJ, Hu HJ (2016) Changes of bird species and functional diversity in urban woodlots of Guangzhou, China. *Sichuan Journal of Zoology*, 35, 759–764. (in Chinese with English abstract) [丁志锋, 梁健超, 陈本亮, 冯永军, 胡慧建 (2016) 广州市园林鸟类物种和功能多样性的变化. *四川动物*, 35, 759–764.]
- Doxa A, Bas Y, Paracchini ML, Pointereau P, Terres JM, Jiguet F (2010) Low-intensity agriculture increases farmland bird abundances in France. *Journal of Applied Ecology*, 47, 1348–1356.
- Gibbs HK, Ruesch AS, Achard F, Clayton MK, Holmgren P, Ramankutty N, Foley JA (2010) Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 107, 16732–16737.
- Gonthier DJ, Ennis KK, Farinas S, Hsieh HY, Iverson AL, Batáry P, Rudolphi J, Tschamtké T, Cardinale BJ, Perfecto I (2014) Biodiversity conservation in agriculture requires a multi-scale approach. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281, 20141358.
- Hanle J, Duguid MC, Ashton MS (2020) Legacy forest structure increases bird diversity and abundance in aging young forests. *Ecology and Evolution*, 10, 1193–1208.
- Hanz DM, Böhning-Gaese K, Ferger SW, Fritz SA, Neuschulz EL, Quitián M, Santillán V, Töpfer T, Schleuning M (2019) Functional and phylogenetic diversity of bird assemblages are filtered by different biotic factors on tropical mountains. *Journal of Biogeography*, 46, 291–303.
- Hertel TW (2011) The global supply and demand for agricultural land in 2050: A perfect storm in the making? *American Journal of Agricultural Economics*, 93, 259–275.
- Hong YY, Lu XL, Zhao HP (2021) Bird diversity and interannual dynamics in different habitats of agricultural landscape in Huanghuai Plain. *Acta Ecologica Sinica*, 41, 2045–2055. (in Chinese with English abstract) [洪咏怡, 卢训令, 赵海鹏 (2021) 黄淮平原农业景观不同生境鸟类多样性特征及年际动态. *生态学报*, 41, 2045–2055.]
- Hořák D, Ferenc M, Sedláček O, Motombi FN, Svoboda M, Altman J, Albrecht T, Djomo Nana E, Janeček Š, Dančák M, Majeský L, Ltonga EN, Doležal J (2019) Forest structure determines spatial changes in avian communities along an elevational gradient in tropical Africa. *Journal of Biogeography*, 46, 2466–2478.
- Jiang AW, Qin C, Huang LC (2021) Field Guide to the Birds of Guangxi. Guangxi Science and Technology Press, Nanning. (in Chinese) [蒋爱伍, 覃春, 黄立春 (2021) 广西鸟类图鉴. 广西科学技术出版社, 南宁.]
- Jiang AW, Zhou PN, Jiang DM, He C, Yu MJ, Zeng Q (2017) Species composition, fauna and elevational gradient pattern of birds in Damingshan, southern central Guangxi. *Chinese Journal of Zoology*, 52, 177–193. (in Chinese with English abstract) [蒋爱伍, 周丕宁, 蒋德梦, 何超, 于明娟, 曾倩 (2017) 广西大明山鸟类群落组成、区系成分和垂直分布. *动物学杂志*, 52, 177–193.]
- Kang ZJ, He CR, Kang YX, Zhang ZQ (2021) Avian community structure and species diversity in Jiashan National Forest Park of Hunan Province. *Forest Inventory and Planning*, 46, 184–190, 196. (in Chinese with English abstract) [康祖杰, 贺春容, 康艺馨, 张志强 (2021) 湖南夹山国家森林公园鸟类群落结构与物种多样性研究. *林业调查规划*, 46, 184–190, 196.]
- Kay GM, Tulloch A, Barton PS, Cunningham SA, Driscoll DA, Lindenmayer DB (2018) Species co-occurrence networks show reptile community reorganization under agricultural transformation. *Ecography*, 41, 113–125.
- Kubiszewski I, Costanza R, Anderson S, Sutton P (2017) The future value of ecosystem services: Global scenarios and national implications. *Ecosystem Services*, 26, 289–301.
- Lepš J, Brown VK, Diaz Len TA, Gormsen D, Hedlund K, Kailová J, Korthals GW, Mortimer SR, Rodriguez-Barrueco C, Roy J, Santa Regina I, van Dijk C, van der Putten WH (2001) Separating the chance effect from other diversity effects in the functioning of plant communities. *Oikos*, 92, 123–134.
- Li Q (2011) Species accumulation curves and its application. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48, 1882–1888. (in Chinese with English abstract) [李巧 (2011) 物种累积曲线及其应用. *应用昆虫学报*, 48, 1882–1888.]
- Liang JC, Ding ZF, Zhang CL, Hu HJ, Duo HR, Tang H (2017) Bird diversity spatial distribution patterns and hotspots in Maixiu Area of Sanjiangyuan National Nature Reserve,

- Qinghai Province. *Biodiversity Science*, 25, 294–303. (in Chinese with English abstract) [梁健超, 丁志锋, 张春兰, 胡慧建, 朵海瑞, 唐虹 (2017) 青海三江源国家级自然保护区麦秀分区鸟类多样性空间格局及热点区域研究. *生物多样性*, 25, 294–303.]
- Liu JQ, Zhu HQ, Li LB, Li Y, Cheng L (2019) Study on the community structure of birds in Huangnihe Nature Reserve in winter. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 47(15), 93–96. (in Chinese with English abstract) [刘佳琪, 朱洪强, 李灵贝, 李义, 程龙 (2019) 黄泥河自然保护区冬季鸟类群落结构研究. *安徽农业科学*, 47(15), 93–96.]
- Luo ZK, Li Y, Xu X (2021) Study on the bird community structure and distribution in Guanshanhu District of Guiyang City. *Journal of Henan Normal University (Natural Science Edition)*, 49, 104–111. (in Chinese with English abstract) [罗祖奎, 李扬, 徐曦 (2021) 鸟类群落结构及分布研究: 以贵阳市观山湖湖区为例. *河南师范大学学报(自然科学版)*, 49, 104–111.]
- MacArthur RH (1984) *Geographical Ecology: Patterns in the Distribution of Species*. Princeton University Press, Oxfordshire.
- MacArthur RH, MacArthur JW (1961) On bird species diversity. *Ecology*, 42, 594–598.
- Mammides C, Kadis C, Coulson T (2015a) The effects of road networks and habitat heterogeneity on the species richness of birds in Natura 2000 sites in Cyprus. *Landscape Ecology*, 30, 67–75.
- Mammides C, Schleuning M, Böhning-Gaese K, Schaab G, Farwig N, Kadis C, Coulson T (2015b) The indirect effects of habitat disturbance on the bird communities in a tropical African forest. *Biodiversity and Conservation*, 24, 3083–3107.
- Martin LC (1987) *Habitat Selection in Birds*. Academic Press, Orlando.
- Morelli F, Benedetti Y, Šimová P (2018) Landscape metrics as indicators of avian diversity and community measures. *Ecological Indicators*, 90, 132–141.
- Rahbek C (1995) The elevational gradient of species richness: A uniform pattern? *Ecography*, 18, 200–205.
- Ruan DM, Sun Y, Cheng JW, Liu DW, Lu CH (2015) Winter bird community structure and gradient change in different habitats at Xinyanggang Estuary, Yancheng Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 35, 5437–5448. (in Chinese with English abstract) [阮得孟, 孙勇, 程嘉伟, 刘大伟, 鲁长虎 (2015) 盐城自然保护区新洋港河口不同生境冬季鸟类群落组成及其梯度变化. *生态学报*, 35, 5437–5448.]
- Sekercioglu CH (2012) Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests, agroforests and agricultural areas. *Journal of Ornithology*, 153, 153–161.
- Song JS, Hu J, Jiang B, Luo JJ, Song S (2020) Investigation on summer bird diversity in Xiama Forest Farm, Tianzhu County, Gansu Province. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 36, 606–611. (in Chinese with English abstract) [宋景舒, 胡洁, 江波, 罗娟娟, 宋森 (2020) 天祝夏玛林场不同生境夏季鸟类多样性. *生态与农村环境学报*, 36, 606–611.]
- Stanton RL, Morrissey CA, Clark RG (2018) Analysis of trends and agricultural drivers of farmland bird declines in North America: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 254, 244–254.
- Tilman D, Balzer C, Hill J, Befort BL (2011) Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 108, 20260–20264.
- Valente JJ, Betts MG (2019) Response to fragmentation by avian communities is mediated by species traits. *Diversity and Distributions*, 25, 48–60.
- Verga EG, Sánchez Hümöller HL, Peluc SI, Galetto L (2017) Forest fragmentation negatively affects common bird species in subtropical fragmented forests. *Emu-Austral Ornithology*, 117, 359–369.
- Verma SK, Murmu TD (2015) Impact of environmental and disturbance variables on avian community structure along a gradient of urbanization in Jamshedpur, India. *PLoS ONE*, 10, e0133383.
- Wang B, Huang Y, Li JT, Dai Q, Wang YZ, Yang DD (2018) Amphibian species richness patterns in karst regions in Southwest China and its environmental associations. *Biodiversity Science*, 26, 941–950. (in Chinese with English abstract) [王波, 黄勇, 李家堂, 戴强, 王跃招, 杨道德 (2018) 西南喀斯特地貌区两栖动物丰富度分布格局与环境因子的关系. *生物多样性*, 26, 941–950.]
- Wang X, Zhu G, Cui P, Ma HH, Li CL (2021) Effects of artificial landscapes on summer bird communities in the mountainous area of southern Anhui Province. *Chinese Journal of Ecology*, 40, 3691–3700. (in Chinese with English abstract) [王雪, 朱光, 崔鹏, 马号号, 李春林 (2021) 皖南山区人工景观对夏季鸟类群落的影响. *生态学杂志*, 40, 3691–3700.]
- Wen P, Yue CH, Xu WS, Zhang W, Qing Q, Dai Q (2017) The effects of agroforestry on diversity of birds-taking Ganjiabao of Lixian County in Sichuan as an example. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 38(5), 136–140. (in Chinese with English abstract) [温平, 岳春红, 徐万苏, 张文, 青菁, 戴强 (2017) 混农林业对鸟类多样性的影响——以四川理县甘家堡为例. *四川林业科技*, 38(5), 136–140.]
- Wen YG, He TP, Tan WF (2004) *Plant Diversity and Community Characteristics in Tropical and Subtropical Mountainous Areas of Guangxi*. China Meteorological Press, Beijing. (in Chinese) [温远光, 和太平, 谭伟福 (2004) 广西热带和亚热带山地的植物多样性及群落特征. 气象出版社, 北京.]
- Xu XY, Lin Y, Yi JF, Zhou F, Yu LJ (2018) Distribution change of red-whiskered bulbul (*Pycnonotus jocosus*) in China over past 40 years. *Chinese Journal of Zoology*, 53,

- 17–25. (in Chinese with English abstract) [徐雪怡, 林源, 伊剑锋, 周放, 余丽江 (2018) 40年间红耳鹎在中国的分布变化探讨. 动物学杂志, 53, 17–25.]
- Yang MH, Chen DM, Gao L, Liu CX, Pu HX, Wang X (1991) Ecological crisis in Southwest China. Chinese Journal of Ecology, 10(6), 53–57. (in Chinese with English abstract) [杨明华, 陈定茂, 高林, 刘朝玺, 浦汉晰, 王旭 (1991) 中国西南地区的生态危机. 生态学杂志, 10(6), 53–57.]
- Zhao WH, Liu FQ, Wen LY (2018) Continental island effect in Sichuan Basin, based on morphological variation of *Passer montanus*. Sichuan Journal of Zoology, 37, 172–178. (in Chinese with English abstract) [赵文海, 刘方庆, 文隲英 (2018) 四川盆地的陆地岛屿效应: 基于树麻雀的形态变异. 四川动物, 37, 172–178.]
- Zheng GM (2017) A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China, 3rd edn. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑光美 (2017) 中国鸟类分类与分布名录, 第三版. 科学出版社, 北京.]
- Zhou F, Han XJ, Jiang AW, Huang CL, Yu LJ, Sun RJ, Li XL (2006) Primary research of bird diversity in Jinzhongshan of Guangxi. Sichuan Journal of Zoology, 25, 765–770. (in Chinese with English abstract) [周放, 韩小静, 蒋爱伍, 黄成亮, 余丽江, 孙仁杰, 李相林 (2006) 广西金钟山鸟类保护区鸟类多样性初步研究. 四川动物, 25, 765–770.]
- Zhou LP, Peabotuwage I, Gu H, Jiang DM, Hu GH, Jiang AW, Mammides C, Zhang MX, Quan RC, Goodale E (2019) The response of mixed-species bird flocks to anthropogenic disturbance and elevational variation in southwest China. Ornithological Applications, 121, 1–13.
- Zhou WJ, Lee MB, Goodale E (2018) The relationship between the diversity of herbaceous plants and the extent and heterogeneity of croplands in noncrop vegetation in an agricultural landscape of South China. Global Ecology and Conservation, 14, e00399.
- (责任编辑: 吴永杰 责任编辑: 周玉荣)

附录 Supplementary Material

附录1 广西森林与两种农田生境鸟类名录

Appendix 1 Checklist of birds in forests and two agricultural habitats in Guangxi, China

<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021515-1.pdf>

李家兴, Christos Mammides, 周丽萍, 孙家杰, 谭筱彩, 蒋爱伍 (2022) 广西山地农业化背景下鸟类多样性比较. 生物多样性, 30, 21515. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021515>.

附录1 广西森林与两种农田生境鸟类名录。保护级别II指国家二级重点保护野生动物。IUCN红色名录等级: NT-近危; VU-易危。居留型: S-夏候鸟; W-冬候鸟; R-留鸟; P-旅鸟。“AG”是“agriculture”的缩写。

Appendix 1 Checklist of birds in forests and two agricultural habitats in Guangxi, China. Protection level II refers to the second level in the National Key Protection of Wild Animals. Category in IUCN Species Red List: NT, Near Threatened; VU, Vulnerable. Residence type: S, Summer visitor; W, Winter visitor; R, Resident; P, Passage visitor. “AG” in the table is the abbreviation of “agriculture”.

物种 Species	栖息地 Habitat			保护级别 Protection level	IUCN 红色名录等级 Category in IUCN Red List	居留类型 Residence type
	森林 Forest	近地 AG-close	远地 AG-far			
1. 白眉山鹧鸪 <i>Arborophila gingica</i>	√			II	NT	R
2. 中华鹧鸪 <i>Francolinus pintadeanus</i>			√			R
3. 白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	√			II		R
4. 雉鸡 <i>Phasianus colchicus</i>		√	√			R
5. 栗树鸭 <i>Dendrocygna javanica</i>		√	√	II		R
6. 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	√	√	√			R
7. 火斑鸠 <i>Streptopelia tranquebarica</i>		√				R
8. 珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>		√	√			R
9. 白喉针尾雨燕 <i>Hirundapus caudacutus</i>	√					P
10. 白腰雨燕 <i>Apus pacificus</i>	√	√	√			R
11. 小白腰雨燕 <i>Apus nipalensis</i>		√				S
12. 褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>		√	√	II		R
13. 小鸦鹃 <i>Centropus bengalensis</i>		√	√	II		S
14. 噪鹛 <i>Eudynamys scolopaceus</i>	√		√			S
15. 中杜鹃 <i>Cuculus saturatus</i>	√					S
16. 红脚苦恶鸟 <i>Zapornia akool</i>		√	√			R
17. 白胸苦恶鸟 <i>Amaurornis phoenicurus</i>		√	√			R
18. 董鸡 <i>Gallicrex cinerea</i>			√			S
19. 黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>		√				R
20. 灰头麦鸡 <i>Vanellus cinereus</i>		√				W
21. 彩鹬 <i>Rostratula benghalensis</i>			√			R
22. 大沙锥 <i>Gallinago megala</i>		√				W
23. 扇尾沙锥 <i>Gallinago gallinago</i>			√			W
24. 鹤鹬 <i>Tringa erythropus</i>		√				W
25. 白腰草鹬 <i>Tringa ochropus</i>			√			W
26. 黄斑苇鹀 <i>Ixobrychus sinensis</i>		√				R
27. 栗苇鹀 <i>Ixobrychus cinnamomeus</i>		√	√			R
28. 夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>		√	√			R
29. 绿鹭 <i>Butorides striata</i>		√				R
30. 池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>		√	√			R
31. 牛背鹭 <i>Bubulcus coromandus</i>		√	√			R
32. 草鹭 <i>Ardea purpurea</i>		√				W
33. 白鹭 <i>Egretta garzetta</i>		√	√			R
34. 黑翅鸢 <i>Elanus caeruleus</i>		√	√	II		R
35. 凤头蜂鹰 <i>Pernis ptilorhynchus</i>	√	√		II		R
36. 褐冠鹃隼 <i>Aviceda jerdoni</i>	√			II		R
37. 蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	√			II		R
38. 凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>			√	II		R

物种 Species	栖息地 Habitat			保护级别 Protection level	IUCN 红色名录等级 Category in IUCN Red List	居留类型 Residence type
	森林 Forest	近地 AG-close	远地 AG-far			
39. 赤腹鹰 <i>Accipiter soloensis</i>		√		II		S
40. 松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	√			II		R
41. 雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>			√	II		R
42. 苍鹰 <i>Accipiter gentilis</i>			√	II		W
43. 普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>		√	√	II		W
44. 红头咬鹃 <i>Harpactes erythrocephalus</i>	√			II		R
45. 白胸翡翠 <i>Halcyon smyrnensis</i>		√	√	II		R
46. 普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>		√	√			R
47. 大拟啄木鸟 <i>Psilopogon virens</i>	√					R
48. 金喉拟啄木鸟 <i>Psilopogon franklinii</i>	√					R
49. 黑眉拟啄木鸟 <i>Psilopogon faber</i>	√					R
50. 蓝喉拟啄木鸟 <i>Psilopogon asiaticus</i>	√					R
51. 斑姬啄木鸟 <i>Picumnus innominatus</i>	√					R
52. 白眉棕啄木鸟 <i>Sasia ochracea</i>	√					R
53. 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	√					R
54. 黄嘴栗啄木鸟 <i>Blythipicus pyrrhotis</i>	√					R
55. 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>		√	√	II		R
56. 红脚隼 <i>Falco amurensis</i>			√	II		P
57. 燕隼 <i>Falco subbuteo</i>		√	√	II		S
58. 仙八色鸫 <i>Pitta nympha</i>	√			II	VU	S
59. 长尾阔嘴鸟 <i>Psarisomus dalhousiae</i>	√			II		R
60. 黑枕黄鹂 <i>Oriolus chinensis</i>		√				S
61. 白腹凤鹛 <i>Erpornis zantholeuca</i>	√					R
62. 红翅鵙鹛 <i>Pteruthius aeralatus</i>	√					R
63. 灰山椒鸟 <i>Pericrocotus divaricatus</i>	√					P
64. 灰喉山椒鸟 <i>Pericrocotus solaris</i>	√					R
65. 赤红山椒鸟 <i>Pericrocotus speciosus</i>	√					R
66. 灰燕鵙 <i>Artamus fuscus</i>		√	√			R
67. 白喉扇尾鹟 <i>Rhipidura albicollis</i>	√	√				R
68. 黑卷尾 <i>Dicrurus macrocercus</i>		√	√			S
69. 灰卷尾 <i>Dicrurus leucophaeus</i>	√					R
70. 发冠卷尾 <i>Dicrurus hottentottus</i>			√			S
71. 黑枕王鹟 <i>Hypothymis azurea</i>	√					S
72. 红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>		√				W
73. 栗背伯劳 <i>Lanius collurioides</i>		√	√			R
74. 棕背伯劳 <i>Lanius schach</i>		√	√			R
75. 松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>		√	√			R
76. 红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythroryncha</i>		√	√			R
77. 印支绿鹊 <i>Cissa hypoleuca</i>	√			II		R
78. 灰树鹊 <i>Dendrocitta formosae</i>	√	√				R
79. 喜鹊 <i>Pica serica</i>		√	√			R
80. 白颈鸦 <i>Corvus pectoralis</i>		√	√		VU	R

李家兴, Christos Mammides, 周丽萍, 孙家杰, 谭筱彩, 蒋爱伍 (2022) 广西山地农业化背景下鸟类多样性比较. 生物多样性, 30, 21515. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021515>.

物种 Species	栖息地 Habitat			保护级别 Protection level	IUCN 红色名录等级 Category in IUCN Red List	居留类型 Residence type
	森林 Forest	近地 AG-close	远地 AG-far			
81. 大嘴乌鸦 <i>Corvus macrorhynchos</i>	√	√	√			R
82. 方尾鹩 <i>Culicicapa ceylonensis</i>	√					R
83. 大山雀 <i>Parus cinereus</i>	√	√	√			R
84. 黄颊山雀 <i>Machlolophus spilonotus</i>	√					R
85. 中华攀雀 <i>Remiz consobrinus</i>			√			W
86. 棕扇尾莺 <i>Cisticola juncidis</i>			√			R
87. 金头扇尾莺 <i>Cisticola exilis</i>			√			R
88. 黑喉山鹡莺 <i>Prinia superciliaris</i>	√					R
89. 暗冕山鹡莺 <i>Prinia rufescens</i>		√				R
90. 灰胸山鹡莺 <i>Prinia hodgsonii</i>		√	√			R
91. 黄腹山鹡莺 <i>Prinia flaviventris</i>		√	√			R
92. 纯色山鹡莺 <i>Prinia inornata</i>		√	√			R
93. 长尾缝叶莺 <i>Orthotomus sutorius</i>	√	√	√			R
94. 东方大苇莺 <i>Acrocephalus orientalis</i>		√				P
95. 黑眉苇莺 <i>Acrocephalus bistrigiceps</i>		√				W
96. 钝翅苇莺 <i>Acrocephalus concinens</i>			√			W
97. 小鳞胸鹡莺 <i>Pnoepyga pusilla</i>	√					R
98. 矛斑蝗莺 <i>Locustella lanceolata</i>		√				P
99. 家燕 <i>Hirundo rustica</i>		√	√			R
100. 烟腹毛脚燕 <i>Delichon dasypus</i>	√	√	√			S
101. 金腰燕 <i>Cecropis daurica</i>	√	√	√			S
102. 黑冠黄鹎 <i>Rubigula flaviventris</i>	√					R
103. 红耳鹎 <i>Pycnonotus jocosus</i>	√	√	√			R
104. 白头鹎 <i>Pycnonotus sinensis</i>	√	√	√			R
105. 白喉红臀鹎 <i>Pycnonotus aurigaster</i>	√	√	√			R
106. 白喉冠鹎 <i>Alophoixus pallidus</i>	√					R
107. 绿翅短脚鹎 <i>Ixos mccllellandii</i>	√					R
108. 栗背短脚鹎 <i>Hemixos castanonotus</i>	√					R
109. 黑短脚鹎 <i>Hypsipetes leucocephalus</i>	√					R
110. 褐柳莺 <i>Phylloscopus fuscatus</i>		√	√			W
111. 巨嘴柳莺 <i>Phylloscopus schwarzi</i>	√					W
112. 黄腰柳莺 <i>Phylloscopus proregulus</i>	√	√				W
113. 黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inornatus</i>	√	√	√			W
114. 冕柳莺 <i>Phylloscopus coronatus</i>	√					P
115. 华南冠纹柳莺 <i>Phylloscopus goodsoni</i>	√	√				W
116. 白斑尾柳莺 <i>Phylloscopus ogilviegranti</i>	√					S
117. 黑眉柳莺 <i>Phylloscopus ricketti</i>	√					S
118. 栗头鹟莺 <i>Phylloscopus castaniceps</i>	√					R
119. 黄腹鹟莺 <i>Abroscopus superciliaris</i>	√					R
120. 棕脸鹟莺 <i>Abroscopus albogularis</i>	√					R
121. 金头缝叶莺 <i>Phyllergates cucullatus</i>	√					R
122. 远东树莺 <i>Horornis canturians</i>		√				W

物种 Species	栖息地 Habitat			保护级别 Protection level	IUCN 红色名录等级 Category in IUCN Red List	居留类型 Residence type
	森林 Forest	近地 AG-close	远地 AG-far			
123. 强脚树莺 <i>Horornis fortipes</i>	√					R
124. 淡脚树莺 <i>Urosphena pallidipes</i>		√	√			R
125. 红头长尾山雀 <i>Aegithalos concinnus</i>	√		√			R
126. 金眼鹛雀 <i>Chrysomma sinense</i>		√	√			R
127. 栗耳凤鹛 <i>Staphida castaniceps</i>	√					R
128. 黑颊凤鹛 <i>Yuhina nigrimenta</i>	√					R
129. 红胁绣眼鸟 <i>Zosterops erythropleurus</i>	√			II		W
130. 暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops simplex</i>	√	√	√			R
131. 棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>	√	√	√			R
132. 黑头穗鹛 <i>Stachyris nigriceps</i>	√					R
133. 斑颈穗鹛 <i>Stachyris striolata</i>	√					R
134. 红头穗鹛 <i>Cyanoderma ruficeps</i>	√	√	√			R
135. 金头穗鹛 <i>Cyanoderma chrysaeum</i>	√					R
136. 红顶鹛 <i>Timalia pileata</i>		√	√			R
137. 褐顶雀鹛 <i>Schoeniparus brunneus</i>	√					R
138. 灰眶雀鹛 <i>Alcippe morrisonia</i>	√	√				R
139. 短尾鹪鹩 <i>Gypsophila brevicaudata</i>	√					R
140. 白腹幽鹛 <i>Pellorneum albiventris</i>	√					R
141. 画眉 <i>Garrulax canorus</i>	√			II		R
142. 褐胸噪鹛 <i>Garrulax maesi</i>	√			II		R
143. 黑脸噪鹛 <i>Pterorhinus perspicillatus</i>		√	√			R
144. 小黑领噪鹛 <i>Garrulax monileger</i>	√					R
145. 黑领噪鹛 <i>Pterorhinus pectoralis</i>	√					R
146. 白颊噪鹛 <i>Pterorhinus sannio</i>		√	√			R
147. 蓝翅希鹛 <i>Actinodura cyanouroptera</i>	√					R
148. 银耳相思鸟 <i>Leiothrix argentea</i>	√			II		R
149. 红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	√			II		R
150. 八哥 <i>Acridotheres cristatellus</i>		√	√			R
151. 丝光椋鸟 <i>Spodiopsar sericeus</i>		√				R
152. 灰椋鸟 <i>Spodiopsar cineraceus</i>			√			W
153. 黑领椋鸟 <i>Gracupica nigricollis</i>			√			R
154. 北椋鸟 <i>Agropsar sturninus</i>		√				W
155. 灰背椋鸟 <i>Sturnia sinensis</i>		√				S
156. 橙头地鸫 <i>Geokichla citrina</i>	√					S
157. 乌鸫 <i>Turdus mandarinus</i>		√	√			R
158. 红喉歌鸫 <i>Calliope calliope</i>		√	√	II		W
159. 红胁蓝尾鸫 <i>Tarsiger cyanurus</i>	√		√			W
160. 白喉短翅鸫 <i>Brachypteryx leucophris</i>	√					R
161. 鹊鸲 <i>Copsychus saularis</i>		√	√			R
162. 北红尾鸲 <i>Phoenicurus auroreus</i>		√	√			W
163. 白尾蓝地鸫 <i>Myiomela leucura</i>	√					R
164. 灰背燕尾 <i>Enicurus schistaceus</i>	√					R

李家兴, Christos Mammides, 周丽萍, 孙家杰, 谭筱彩, 蒋爱伍 (2022) 广西山地农业化背景下鸟类多样性比较. 生物多样性, 30, 21515. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021515>.

物种 Species	栖息地 Habitat			保护级别 Protection level	IUCN 红色名录等级 Category in IUCN Red List	居留类型 Residence type
	森林 Forest	近地 AG-close	远地 AG-far			
165. 灰林鹟 <i>Saxicola ferreus</i>		√	√			R
166. 灰纹鹛 <i>Muscicapa griseisticta</i>	√					P
167. 乌鹛 <i>Muscicapa sibirica</i>	√					W
168. 北灰鹛 <i>Muscicapa dauurica</i>	√		√			W
169. 红喉姬鹛 <i>Ficedula albicilla</i>		√	√			P
170. 铜蓝鹛 <i>Eumyias thalassinus</i>	√					R
171. 海南蓝仙鹛 <i>Cyornis hainanus</i>	√					S
172. 纯蓝仙鹛 <i>Cyornis unicolor</i>	√					S
173. 山蓝仙鹛 <i>Cyornis whitei</i>	√					S
174. 小仙鹛 <i>Niltava macgrigoriae</i>	√					R
175. 黑喉石鹛 <i>Saxicola maurus</i>	√	√	√			W
176. 纯色啄花鸟 <i>Dicaeum minullum</i>	√	√				R
177. 红胸啄花鸟 <i>Dicaeum ignipectus</i>	√					R
178. 黄腹花蜜鸟 <i>Cinnyris jugularis</i>	√					R
179. 叉尾太阳鸟 <i>Aethopyga christinae</i>	√	√	√			R
180. 黄腰太阳鸟 <i>Aethopyga siparaja</i>	√	√	√			R
181. 白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>		√	√			R
182. 斑文鸟 <i>Lonchura punctulata</i>		√	√			R
183. 麻雀 <i>Passer montanus</i>		√	√			R
184. 灰鹊鸽 <i>Motacilla cinerea</i>	√	√	√			R
185. 白鹊鸽 <i>Motacilla alba</i>		√	√			R
186. 田鸫 <i>Anthus richardi</i>		√	√			P
187. 东方田鸫 <i>Anthus rufulus</i>			√			R
188. 树鸫 <i>Anthus hodgsoni</i>	√	√	√			W
189. 红喉鸫 <i>Anthus cervinus</i>		√	√			W
190. 黄腹鸫 <i>Anthus rubescens</i>		√	√			W
191. 金翅雀 <i>Chloris sinica</i>		√	√			R
192. 凤头鹀 <i>Emberiza lathami</i>		√	√			R
193. 栗耳鹀 <i>Emberiza fucata</i>			√			W
194. 小鹀 <i>Emberiza pusilla</i>		√	√			W
195. 栗鹀 <i>Emberiza rutila</i>		√				W
196. 灰头鹀 <i>Emberiza spodocephala</i>		√	√			W