

# 鸟类群落结构及分布研究——以贵阳市观山湖区为例

罗祖奎<sup>1</sup>,李扬<sup>2</sup>,徐曦<sup>3</sup>

(1.凯里学院 大健康学院,贵州 凯里 556011;2.雷公山国家级自然保护区管理局,贵州 雷山 557100;  
3.上海聚隆生态保护技术研究中心,上海 200090)

**摘要:**2017 年 5 月至 2018 年 9 月,采用样线法对观山湖区的森林、湖泊、农田、建筑区和农林 5 类生境中的鸟类进行调查,共记录到鸟类 16 目 42 科 193 种.鸟类种类最多的科为鸫科(23 种).鸟类数量最多的科为鸫科(16.99%).中国濒危物种红皮书:易危 2 种.中国重点保护野生动物名录:一级保护物种 1 种、二级保护物种 18 种.分别按照食性、居留型、生态型和生活型对鸟类群落进行了分类及数量统计.不同生境之间比较显示:1)鸟类种类实际观察值和估计值从高到低均为:森林、湖泊、农田、建筑区和农林;2)每条样线鸟类数量平均值从高到低依次为:湖泊、森林、农田、建筑区和农林;3)Shannon-Wiener 指数从高到低依次为:森林、农林、湖泊、农田和建筑区;4)每条样线鸟类生物量平均值从高到低依次为:湖泊、森林、农田、农林和建筑区.鸟类群落的 Morisita-Horn 相似性系数在建筑区-农田之间最大,在建筑区-森林之间最小.鸟类群落的 Sorenson 相似性系数在建筑区-农田之间最大,在森林-农林之间最小.主成分分析筛选了每类生境中对鸟类多样性产生影响的主导因子.观山湖区土地利用规划中森林和湖泊属于首要保护的生境,在“千园之城”等工程建设中,提高乔木、灌木多样性和构建水体生境斑块复杂性有助于提高鸟类多样性.

**关键词:**群落组成;群落特征;生境因子;多样性;分布

**中图分类号:**Q959.7;Q958.1

**文献标志码:**A

目前,全球约一半的人口生活在城市.这个比例到 2050 年将增加到 66%.这就预示着在未来的 30 年内城市占地面积会增加 120 万  $\text{km}^2$ <sup>[1]</sup>.城市化区域人口集中,土地利用形式由森林和农田等转变为人工生境.城市化进程中产生诸多的环境变化,例如,人类干扰增加、热岛效应、各种理化污染、栖息地破碎化及岛屿化、植被单一化且面积减小.这些环境变化对动物栖息地产生了很多负面影响,城市化是生物多样性丧失的主要原因之一<sup>[1-2]</sup>.城市化对鸟类多样性的影响引起了广泛的关注<sup>[3-4]</sup>.生态学者们从群落、种群、个体到基因结构水平上对城市鸟类进行了研究<sup>[5]</sup>.多数研究显示城市化降低鸟类物种数<sup>[3,6-7]</sup>,个别研究显示城市化对鸟类物种数没有显著的影响<sup>[1]</sup>,或者提高了鸟类物种数<sup>[8]</sup>.对鸟类数量而言,较多的研究表明:城市化进程中鸟类数量有增加趋势,主要有树麻雀(*Passer montanus*)和白鹭(*Egretta garzetta*)等少数适应城市生活的鸟类<sup>[6-7]</sup>.城市化过程中鸟类物种数及数量的动态可能与城市的规模、植被分布、水体分布、人工建筑密集程度等多种因素相关.

结合我国生态文明建设的重大战略,贵州省贵阳市观山湖区在 2015 年至 2020 年实施“千园之城”规划,旨在着力打造一批主题鲜明、富有文化内涵、具有吸引力和生命力的公园,新建不同生态类型的公园总面积约 20  $\text{km}^2$ .在新建公园过程中,涉及植被配置、生境设计及与此相关的鸟类多样性保护等问题.如何减少由于人口增长对物种多样性带来的负面效应是城市化过程中面临的挑战<sup>[1]</sup>,掌握城市鸟类群落状况及其影响因素对制定城市鸟类多样性保护有指导意义<sup>[4]</sup>.本研究采用样线法对观山湖区的森林、湖泊、农田、建筑区和农林 5 类生境中的鸟类进行调查,为本区域提供鸟类群落的基础数据,提出鸟类多样性优先保护的生境类型,

收稿日期:2020-06-22;修回日期:2021-05-30.

基金项目:国家自然科学基金(31960231);凯里学院高层次人才深度研究专项课题(GCC201802);凯里学院校级重点课题(Z1301).

作者简介(通信作者):罗祖奎(1974—),男,湖北荆州人,凯里学院教授,博士,研究方向为鸟类生态学,E-mail:luozukui@126.com.

进而为观山湖区城市化建设中鸟类物种保护提供科学建议.

## 1 研究区域概况

观山湖区位于贵州省贵阳市西部,东靠黔灵山脉,南与三桥马王庙接壤,西临清镇市,北与白云区毗邻.观山湖区总面积 307 km<sup>2</sup>,属于亚热带湿润温和型气候,年平均气温 15.3 °C,年平均相对湿度 77%,森林覆盖率约 52%.整个区域为典型的喀斯特山地,海拔高度在 1 140~1 375 m 之间.观山湖区的城区主要集中在东部,硬质化程度高,约占观山湖区总面积的 15%,其他的硬质地为乡镇居民区,这些居民区紧靠农田.主要水体有百花湖湖水面积 14.78 km<sup>2</sup>、观山湖公园和金华湖湖水面积共 0.4 km<sup>2</sup>、阅山湖公园湖水面积 0.3 km<sup>2</sup>.森林主要分布在百花湖国有林场、云归林场和姜家堡国有林场等.农田分为旱田和水田,旱田主要种植了玉米和蔬菜等,水田主要种植水稻,农田在整个区域主要在乡镇居民区附近呈斑块分布(图 1).

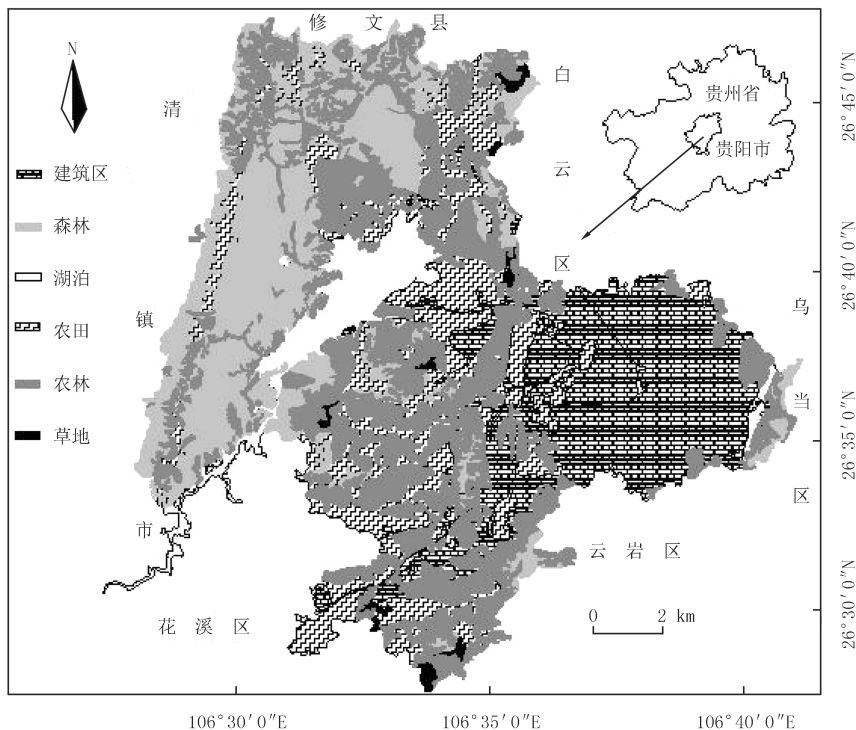


图1 观山湖区地理位置及生境类型

Fig.1 Geographical location and habitat types of Guanshanhu

## 2 研究方法

### 2.1 鸟类调查

2017年5月至2018年9月,采用样线法每间隔30~45 d进行一次调查,一共进行了14次调查,每次2~4 d,累计有效调查34 d.划分出建筑区、森林、湖泊、农田和农林5类生境,每类生境设置400~500 m长度的样线.建筑区、森林、农林和农田观察样线左右两侧50 m范围内看到和听到叫声的鸟,湖泊生境观察水面方向80 m及岸边20 m范围内的鸟,在水面方向80 m以内出现的小岛也算在样线范围内.每次3~4人用双筒望远镜(KOWA, BD42, 8倍),步行速度为1~1.5 km/h进行鸟类调查.日调查时间在6:30-10:00和15:30-18:30之间.金腰燕(*Hirundo daurica*)和家燕(*H. rustica*)等用最大计数法.5类生境样线条数分别为建筑区40条、森林156条、湖泊49条、农田68条、农林27条.为了避免数据关联,每次走过的样线在纸质地图上标记,保证样线不重复并且每条样线水平相距至少150 m.样线尽量均匀分布到整个观山湖区.

## 2.2 生境因子调查

为了反映观山湖区生境因子的特征,分析不同生境中鸟类群落结构差异的原因,记录了观山湖区5种类型生境中的9个生境因子(表1).

表1 生境因子定义及获取方式

Tab. 1 Definition on habitat factors and their acquisition way

生境因子	定义及获取方式
海拔高度	在每条样线中随机取3个点,用GPS测量海拔高度取平均值作为样线的海拔高度
乔木盖度	目测法估算乔木垂直投影面积占样线面积的比例
乔木种类	在每条样线中随机取3个10 m×10 m的小样块,粗略统计每个小样块内的乔木种类,以3个小样块中乔木种类的平均值作为每条样线的乔木种类
灌木盖度	同乔木盖度的测量方法
草本盖度	同乔木盖度的测量方法
植被总盖度	等于乔木盖度、灌木盖度和草本盖度三者的总和
水面积	每条样线中明水面积占样线面积的比例
硬质地面积	每条样线中硬质地面积占样线面积的比例
干扰程度(1~5级)	1级为安静,5级为喧闹,通过调查时的感受给出分值.干扰因素包括车辆、人、噪音等

## 2.3 数据处理

鸟类数量级指某种鸟类个体数占鸟类个体总数的比值( $P$ ),分别将 $P \geq 10\%$ 、 $1\% \leq P < 10\%$ 和 $P < 1\%$ 定义为优势种、常见种和少见种.

鸟类出现频度指某种鸟出现的样线条数占总样线条数的比例.

鸟类分类按照《中国鸟类分类与分布名录》<sup>[9]</sup>.根据食性将鸟类分为:食谷食虫鸟类(GI);食肉鸟类(C);食果食虫鸟类(FI);食谷鸟类(G);食虫鸟类(I)和杂食鸟类(O).<sup>[10]</sup>

便于统计鸟类个体大小情况,将鸟类体质量( $m$ )分为4组: $m \leq 50$  g、 $50$  g <  $m \leq 200$  g、 $200$  g <  $m \leq 1000$  g和 $1000$  g <  $m \leq 2000$  g.将鸟类体长( $l$ )分为4组: $l \leq 25$  cm、 $25$  cm <  $l \leq 50$  cm、 $50$  cm <  $l \leq 75$  cm和 $75$  cm <  $l \leq 92$  cm.

种类不同的鸟在野外被记录到的概率不相等,而且鸟类种类也不会随样线条数增加而成比例增加,本文采用COMDYN模型中的Jackknife estimator值作为鸟类种类的估计值,其计算过程参考文献[11-12].

比较不同生境每条样线上鸟类数量平均值以及鸟类生物量平均值时,数据均不满足正态分布的要求( $P < 0.01$ ;Kolmogorov-Smirnov检验),故数据分析均选用非参数检验的Kruskal Wallis H检验.分别比较不同生境之间的9个生境因子特征值时,只有海拔高度的数据满足正态分布,用One-way ANOVA进行检验,用LSD法进行组间两两比较,其他8个生境因子特征值数据均不满足正态分布的要求,全部选用Kruskal Wallis H检验.

用Shannon-Wiener指数( $H$ )测度不同生境之间鸟类 $\alpha$ 多样性差异, $H = -\sum_i (P_i \ln P_i)$ ,其中, $P_i$ 指第*i*物种个体数占总物种个体数的比值<sup>[13]</sup>.

用 $\beta$ 多样性指数测度鸟类群落在不同生境之间的转换率时,选用Sorenson相似性系数( $S_i$ )和Morisita-Horn( $C_{MH}$ )相似性系数<sup>[13]</sup>.Sorenson相似性系数偏重于关注群落中物种是否出现,而Morisita-Horn指数不仅考虑了物种是否出现,还要考虑群落内物种丰富度.因此,同时用2种 $\beta$ 多样性指数能更全面反映不同生境类型中鸟类群落的相似性.计算公式 $S_i = 2D/(A+B)$ ,其中, $A$ 为生境A的种数, $B$ 为生境B的种数,

$D$ 为A,B生境共有的种数; $C_{MH} = \frac{2N_a N_b \sum_i a_i b_i}{N_b^2 \sum_i a_i^2 + N_a^2 \sum_i b_i^2}$ ,其中: $a_i$ 和 $b_i$ 为第*i*个物种在生境*a*和生境*b*中的

总个体数, $N_a$ 和 $N_b$ 为生境*a*和生境*b*中的物种总个体数.

对5类生境的生境因子分别进行了主成分分析(PCA分析:Varimax旋转法).

全文平均值表示为 Mean±SE,作图用 Excel 2003,鸟类种类平均值运算用 COMDYN 模型,鸟类数量平均值运算用 SPSS17.0 软件.

### 3 结果与分析

#### 3.1 鸟类群落组成

共记录到鸟类 16 目 42 科 193 种 15 402 只,其中,雀形目鸟类种类和数量均最多,分别占总种类和总数量的 67.36%和 92.48%.鸟类种类最多的科为鸫科 23 种,占总种类的 11.92%.鸟类数量最多的科为鹎科 2 617 只,占总数量的 16.99%.数量最多的 3 种鸟为棕头鸦雀(*Paradoxornis webbianus*)、黄臀鹎(*Pycnonotus xanthorrhous*)和树麻雀,分别占总数量的 12.37%、12.15%和 11.99%.遇见频度最高的水鸟为白鹭,占样线条数的 17.35%;遇见频度最高的林鸟为白颊噪鹛(*Garrulax sannio*),占样线条数的 57.94%。“三有”鸟类 124 种.IUCN 濒危物种红色名录:易危 2 种、极危 1 种、接近受危 5 种.濒危野生动植物种国际贸易公约: I 类 1 种、II 类 8 种.中国濒危物种红皮书:易危 2 种.中国重点保护野生动物名录:国家一级 1 种、国家二级 18 种.《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境协定》附录鸟类 47 种.《中华人民共和国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》附录鸟类 8 种.食性:食肉鸟类 18 种、食果食虫鸟类 19 种、食谷鸟类 8 种、食谷食虫鸟类 19 种、食虫鸟类 85 种、杂食鸟类 44 种.体质量(*m*): $m \leq 50$  g 112 种,  $50 \text{ g} < m \leq 200$  g 51 种,  $200 \text{ g} < m \leq 1\,000$  g 25 种,  $1\,000 \text{ g} < m \leq 2\,000$  g 5 种.体长(*l*): $l \leq 25$  cm 129 种,  $25 \text{ cm} < l \leq 50$  cm 53 种,  $50 \text{ cm} < l \leq 75$  cm 6 种,  $75 \text{ cm} < l \leq 92$  cm 5 种.居留型:夏候鸟 39 种、冬候鸟 27 种、留鸟 105 种、旅鸟 22 种.生态型:游禽 4 种、涉禽 17 种、陆禽 9 种、攀禽 17 种、猛禽 16 种、鸣禽 130 种.生活型:水鸟 21 种、林鸟 172 种.鸟类数量级:优势种 3 种、常见种 18 种、少见种 172 种.

#### 3.2 不同生境鸟类群落特征值差异性

不同生境之间鸟类种类实际观察值和估计值(Jackknife estimator 值)从高到低均为:森林、湖泊、农田、建筑区和农林(图 2(A)).不同生境之间每条样线鸟类数量平均值存在显著差异( $\chi^2 = 33.19, df = 4, p < 0.001$ ;Kruskal Wallis H 检验;图 2(B)),平均值排序依次为:湖泊、森林、农田、建筑区和农林.不同生境之间鸟类 Shannon-Wiener 指数从高到低依次为:森林、农林、湖泊、农田和建筑区(图 2(C)).不同生境之间每条样线鸟类生物量平均值存在显著差异( $\chi^2 = 49.88, df = 4, p < 0.001$ ;图 2(D)),平均值排序依次为:湖泊、森林、农田、农林和建筑区.不同生境的专有种(只在某种生境中出现的鸟类)分别为:建筑区 5 种、森林 52 种、湖泊 20 种、农田 10 种、农林 2 种.食谷食虫鸟类、食果食虫鸟类、食虫鸟类和杂食鸟类种类均在森林生境中最多,食肉鸟类种类在森林和湖泊生境中最多,食谷鸟类种类在农田生境中最多.每条样线的鸟类平均数量:食谷食虫鸟类在建筑区中最多,食肉鸟类、食虫鸟类和杂食鸟类均在湖泊中最多,食果食虫鸟类在森林中最多,食谷鸟类在农田中最多(表 2).

表 2 观山湖区不同食性的鸟类在不同生境中的物种数及数量

Tab. 2 Avian species richness and abundance in different habitats categorized by diet in Guanshanhu

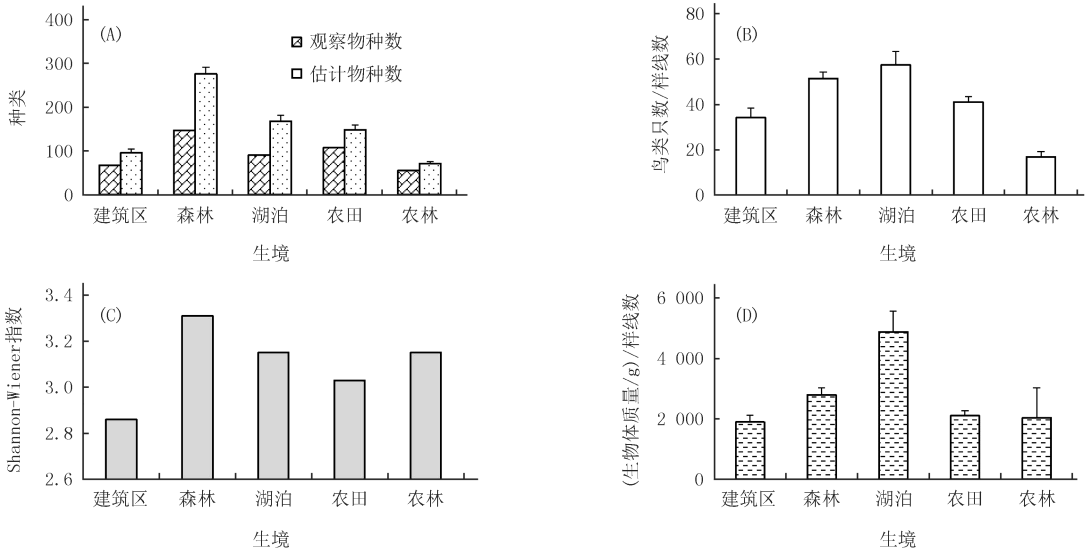
生境	物种数						鸟类只数/样线数					
	GI	C	FI	G	I	O	GI	C	FI	G	I	O
建筑区( <i>n</i> =40)	6	6	5	4	30	15	11.45±2.07	0.70±0.30	3.03±1.15	2.63±0.84	8.20±1.27	7.90±1.57
森林( <i>n</i> =156)	16	11	17	6	64	34	6.18±1.60	1.08±0.28	16.71±2.49	2.06±0.37	13.22±1.60	11.85±1.02
湖泊( <i>n</i> =49)	9	11	9	5	31	25	5.86±1.43	3.80±1.08	11.59±3.74	2.10±0.63	16.80±4.31	16.53±2.88
农田( <i>n</i> =68)	8	7	8	7	38	17	10.06±1.46	0.71±0.21	7.40±1.40	3.57±0.67	9.28±0.90	10.66±0.90
农林( <i>n</i> =27)	4	3	5	5	27	11	3.33±0.94	0.96±0.85	1.96±0.77	2.37±0.71	5.22±1.18	3.33±0.73

注:GI- 食谷食虫鸟类;C- 食肉鸟类;FI- 食果食虫鸟类;G- 食谷鸟类;I- 食虫鸟类;O- 杂食鸟类,*n* 为样线条数.

#### 3.3 不同生境鸟类群落 β 多样性

Morisita-Horn 相似性系数在建筑区-农田之间最大,在建筑区-森林之间最小.Sorenson 相似性系数在





(A) 种类实际观察数及估计值, (B) 数量, (C) 多样性指数, (D) 生物量。

图2 观山湖区不同生境鸟类群落特征值

Fig.2 Characteristics of bird community in different habitats of Guanshanhu

建筑区-农田之间最大,在森林-农林之间最小(表 3)。

表 3 不同生境鸟类群落 β 多样性

Tab. 3 β-diversity of avian community from different habitats

生境	建筑区	森林	湖泊	农田	农林
建筑区	—	<b>0.28</b>	<b>0.31</b>	<b>0.32</b>	<b>0.31</b>
森林	0.50	—	<b>0.28</b>	<b>0.29</b>	<b>0.24</b>
湖泊	0.62	0.85	—	<b>0.29</b>	<b>0.25</b>
农田	0.92	0.73	0.75	—	<b>0.30</b>
农林	0.80	0.64	0.65	0.87	—

注:左下方斜体数值为 Morisita-Horn 相似性系数,右上方粗体数值为 Sorensen 相似性系数。

### 3.4 不同生境主成分分析

对 9 个生境因子变量进行主成分分析表明(表 4):5 类生境中大于 1 的主分量累计贡献率在 64.30%~82.19%之间。旋转后因子成分矩阵表明:建筑区中对主分量负荷量较大的生境因子为植被总盖度、海拔高度、干扰程度和水面积;森林中对主分量负荷量较大的生境因子为乔木盖度、植被总盖度和水面积;湖泊中对主分量负荷量较大的生境因子为乔木盖度、干扰程度和草本盖度;农田中对主分量负荷量较大的生境因子为硬质地面积、乔木盖度和灌木盖度;农林中对主分量负荷量较大的生境因子为草本盖度、乔木盖度、灌木盖度和海拔高度。

## 4 讨论

同一区域内鸟类分布依赖于生境因子的综合作用<sup>[14-15]</sup>,其中食物资源往往是决定鸟类群落结构和分布的关键因素<sup>[16]</sup>,在食物丰富的区域鸟类可获得更多的食物<sup>[14]</sup>。观山湖区的 5 类生境中的森林生境的乔木盖度、乔木种类、灌木盖度和植被总盖度均最高,多种类型的植被及其垂直分层结构为多种食性的鸟类提供了丰富的食物和多重生态位<sup>[16]</sup>,这可能是食谷食虫鸟类、食果食虫鸟类、食虫鸟类、杂食鸟类、食肉鸟类及专有种鸟类种类均在森林生境中最多(表 2)的主要因素。研究表明,植被盖度降低了生境斑块之间的隔离程度,为物种提供了庇护所,从而为物种的移动提供了便利条件<sup>[17]</sup>,观山湖区森林植被茂盛,为画眉科、莺科和鹛科

等隐蔽性强的鸟类提供了良好的活动场所,这可能是这些鸟类种类和数量在森林生境中比其他 4 类生境中多的原因之一.森林地面落叶形成的腐殖质为多种地面生活的土壤动物提供了生活环境<sup>[18]</sup>,多种土壤动物为鸫科鸟类提供了食物,这是导致森林生境鸫科鸟类比其他 4 类生境多的重要原因.同时也提高了森林鸟类专有种类的种类数.观山湖区 5 类生境中湖泊生境的水面积百分比远高于其他 4 类生境,大面积水体为普通鸬鹚(*Phalacrocorax carbo*)、赤膀鸭(*Anas strepera*)和绿翅鸭(*A. crecca*)等游禽提供了栖息和觅食场所<sup>[14]</sup>,这提高了湖泊生境中鸟类多样性及专有种类的丰富度.这些鸟类多以鱼虾及水生动物为食,增加了湖泊中食肉鸟类的种类及数量(表 2),而且这些水鸟个体大,导致湖泊生境鸟类的生物量高(图 2(D)).观山湖区农田生境的草本盖度最高(表 4),水稻及一些杂草种子为食谷鸟类提供了食物,这可能是农田生境中食谷鸟类种类和数量均最高的原因之一(表 2),同时,杂草生境有大量的昆虫<sup>[19]</sup>,对提高农田生境中杂食性和食虫鸟类多样性有利<sup>[16]</sup>.建筑区的干扰程度高和硬质地面积百分比大都对鸟类多样性不利<sup>[20]</sup>,但是,观山湖区除了东部相对集中的建筑区外,其他的建筑区主要是与农田交错排布的乡镇居民区,乡镇居民区房前屋后栽种的香樟和果树上的果实吸引了白头鹎(*P. sinensis*)和黄臀鹌等鸟类觅食,植物果实的分布和数量影响了对果实依赖性较强的鸟类的分布<sup>[15-16]</sup>,居民区的生活垃圾也能吸引白头鹎和树麻雀等伴人生活的鸟类<sup>[16]</sup>.居民区与农田生境交错斑块排布使鸟类能快速地在这两种生境之间交流,导致这两种生境之间的鸟类相似性系数最高(表 3).在研究的 5 类生境中除了建筑区以外,其他 4 类生境中乔木盖度对鸟类多样性均有较大的影响(表 4),乔木不仅在水平结构上提供生态位,在垂直结构上也为鸟类分层觅食和隐蔽提供了生境<sup>[15]</sup>.

表 4 贵阳观山湖区不同生境的生境因子旋转后因子成分矩阵及各主成分的特征值

Tab. 4 The eigenvalues of principle components and rotated components matrix of habitat factors from different habitats in Guanshanhu of Guiyang City

变量	主成分																	
	建筑区(n=40)				森林(n=156)			湖泊(n=49)			农田(n=68)			农林(n=27)				
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	2	3	4	
因子成分矩阵	海拔高度/m	-0.10	0.90	-0.09	-0.07	-0.07	-0.17	0.76	-0.43	-0.65	-0.13	0.05	0.09	0.67	0.04	-0.05	0.07	0.96
	乔木盖度/%	0.86	-0.13	-0.08	-0.17	0.91	0.17	0.02	0.94	-0.07	-0.05	0.08	0.96	0.11	0.03	0.96	-0.07	-0.02
	乔木种类/种	0.83	-0.03	0.17	-0.10	0.82	0.08	0.15	0.86	0.07	0.09	0.06	0.95	-0.06	0.00	0.95	0.08	0.05
	灌木盖度/%	0.57	0.44	0.07	0.58	-0.74	0.16	0.25	-0.08	0.15	0.45	0.06	-0.17	0.79	0.11	-0.04	0.95	0.03
	草本盖度/%	0.58	-0.54	-0.20	0.19	-0.16	0.82	0.11	0.12	-0.18	0.93	0.92	0.03	0.07	0.84	-0.36	-0.01	0.08
	植被总盖度/%	0.89	-0.30	-0.14	0.19	0.21	0.87	0.26	0.64	-0.15	0.73	0.61	0.53	0.53	0.79	0.36	0.41	0.06
	水面积/%	-0.15	-0.18	0.02	0.88	-0.02	-0.21	-0.77	-0.10	-0.61	-0.64	0.33	-0.22	-0.57	0.15	0.45	-0.35	-0.15
	硬质地面积/%	-0.28	0.67	0.52	-0.01	-0.07	-0.71	0.16	-0.37	0.79	-0.05	-0.93	-0.13	-0.09	-0.76	-0.20	0.03	-0.38
	干扰程度	0.04	0.01	0.96	0.04	-0.32	-0.34	0.12	0.00	0.84	-0.01	-0.41	-0.01	0.22	-0.81	-0.08	0.02	0.28
主成分特征值	特征值/%	3.00	1.87	1.30	1.22	2.24	2.18	1.37	2.40	2.22	2.04	2.37	2.20	1.76	2.59	2.33	1.21	1.19
	贡献率/%	33.30	20.81	14.46	13.61	24.84	24.27	15.20	26.61	24.63	22.65	26.34	24.43	19.55	28.83	25.88	13.42	13.25
	累计贡献率/%	33.30	54.11	68.58	82.19	24.84	49.11	64.30	26.61	51.24	73.89	26.34	50.78	70.32	28.83	54.72	68.13	81.38

观山湖区除了东部区域人工建筑较密集(图 1),其他区域人口密度相对稀疏,城市绿化程度较高.镶嵌在城市背景中的绿地空间在连接破碎化生境及维持生物多样性方面起着重要作用<sup>[21-22]</sup>.城市鸟类多样性的保护要注重的不仅仅是恢复绿地面积,而且要注重为鸟类多样性提供栖息生境的植被生态服务功能的恢复,在城市中维持或创造出半自然状态的环境作为鸟类的庇护生境是城市规划的重点之一<sup>[3]</sup>.整个观山湖区自然和半自然的生境较多,这有助于提高鸟类多样性.观山湖区的建筑多分布在山坳之间,人居环境形成的“岛屿”与自然生境形成的“大陆”相互交错分布,鸟类个体能在“岛屿”和“大陆”之间快速交流<sup>[16]</sup>,这可能是观山湖区鸟类种类相对较高的原因.在观山湖区记录到鸟类为 193 种,这比其他一些城市的鸟种类数要多,例如,上海市 34 种<sup>[23]</sup>、哈尔滨市 121 种<sup>[24]</sup>、南昌市 144 种<sup>[25]</sup>.相对这些城市而言,观山湖区植被盖度更高,而且这些植被中自然植被比例高,这有助于提高鸟类多样性<sup>[3]</sup>.所以,城市建设过程中植被配置应该模拟自然生态系统.

## 5 结 论

森林和湖泊是鸟类种类(图 2(A))、数量(图 2(B))和受保护级别高的个体数量最重要的生境,在后期城市土地利用规划中属于首要保护的生物生境。从本文的研究结果来看,在“千园之城”等工程建设中,提高乔木、灌木和水体构建的生物斑块复杂性有助于提高鸟类多样性。

**致谢:**感谢凯里学院大健康学院的学生杨海洋、蒙泽波、蒙纷、刘兴旺、李竺莲和潘世应帮助野外调查记录、拍照及数据整理。

## 参 考 文 献

- [1] KORÁNYI D, GALLÉ R, DONKÓ B, et al. Urbanization does not affect green space bird species richness in a mid-sized City [J]. *Urban Ecosystems*, 2020. DOI:10.1007/11252-020-01083-2.
- [2] PARSONS A W, ROTA C T, FORRESTER T, et al. Urbanization focuses carnivore activity in remaining natural habitats, increasing species interactions[J]. *Journal of Applied Ecology*, 2019, 56(8): 1894-1904.
- [3] MARDIASTUTI A, PUTRA M S K, MULYANI Y A. Bird diversity patterns along urbanization gradients; some recommendations for landscape planner[C]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, 556(1): 1-9.
- [4] 潘扬, 高吉喜, 安树青, 等. 城市绿地白腰文鸟的繁殖巢和巢址特征分析[J]. *生物学杂志*, 2020, 37(2): 68-71.  
PAN Y, GAO J X, AN S Q, et al. Nest and nest-site characteristics of the white-rumped munia *Lonchura striata* in urban green land[J]. *Journal of Biology*, 2020, 37(2): 68-71.
- [5] 谢世林, 曹垒, 逯非, 等. 鸟类对城市化的适应[J]. *生态学报*, 2016, 36(21): 6696-6707.  
XIE S L, CAO L, LU F, et al. Adaptation of birds to urbanization[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(21): 6696-6707.
- [6] SANZ V, CAULA S. Assessing bird assemblages along an urban gradient in a Caribbean island (Margarita, Venezuela) [J]. *Urban Ecosystems*, 2015, 18(3): 729-746.
- [7] GOROSITO C A, CUETO V R. Do small cities affect bird assemblages An evaluation from Patagonia [J]. *Urban Ecosystems*, 2020, 23(2): 289-300.
- [8] TRAMMELL E J, WEISBERG P J, BASSETT S. Avian response to urbanization in the arid riparian context of Reno, USA [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2011, 102(2): 93-101.
- [9] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录[M]. 3版. 北京: 科学出版社, 2017.
- [10] 钱燕文. 中国鸟类图鉴[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1995.
- [11] BOULINIER T, NICHOLS J D, SAUER J R, et al. Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability [J]. *Ecology*, 1998, 79(3): 1018-1028.
- [12] NICHOLS J D, SAUER J R. Inference methods for spatial variation in species richness and community composition when not all species are detected [J]. *Conservation Biology*, 1998, 12(6): 1390-1398.
- [13] MAGURRAN A. *Measuring Biological Diversity*[M]. Oxford: Blackwell Publishing, 2004.
- [14] TAPP J L, WEEGMAN M M, WEBB E B, et al. Waterbird communities and seed biomass in managed and reference-restored wetlands in the Mississippi Alluvial Valley [J]. *Restoration Ecology*, 2017, 26(3): 1-9.
- [15] COETZEE A, BARNARD P, PAUW A. Urban nectarivorous bird communities in Cape Town, South Africa, are structured by ecological generalization and resource distribution [J]. *Journal of Avian Biology*, 2018, 49(6): 1526-1537.
- [16] 罗祖奎, 李扬, 曹福平. 贵州安龙十里荷塘 4 种生境冬季林鸟群落结构差异性[J]. *华东师范大学学报(自然科学版)*, 2017(1): 125-131.  
LUO Z K, LI Y, CAO F P. Structural differences of wintering forest bird from four habitats in Shilihetang, Guizhou Province [J]. *Journal of East China Normal University(Natural Science)*, 2017(1): 125-131.
- [17] BOESING A L, NICHOLS E, METZGER J P. Land use type, forest cover and forest edges modulate avian cross-habitat spillover [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2018, 55(3): 1252-1264.
- [18] 铁烈华, 白文玉, 冯茂松, 等. 柏木低效林 5 种改造措施对土壤动物和土壤理化性质的影响[J]. *应用与环境生物学报*, 2019, 25(5): 1053-1060.  
TIE L H, BAI W Y, FENG M S, et al. Effects of five low-benefit *Cupressus funebris* recovery measures on soil fauna and physical and chemical properties [J]. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 2019, 25(5): 1053-1060.
- [19] 黄吉, 可胜杰, 柴正群, 等. 非作物植被对玉米地节肢动物群落的影响[J]. *环境昆虫学报*, 2015, 37(4): 857-864.  
HUANG J, KE S J, CAI Z Q, et al. The effects of non-crop vegetation on arthropod community in maize fields [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37(4): 857-864.

- [20] VILLASEÑOR N R, ESCOBAR M A H. Cemeteries and biodiversity conservation in cities: how do landscape and patch-level attributes influence bird diversity in urban park cemeteries[J]. *Urban Ecosystems*, 2019, 22(6): 1037-1046.
- [21] TRYJANOWSKI P, MORELLI F, MIKULA P, et al. Bird diversity in urban green space: A large-scale analysis of differences between parks and cemeteries in Central Europe[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2017, 27: 264-271.
- [22] CALLAGHAN C T, BINO G, MAJOR R E, et al. Heterogeneous urban green areas are bird diversity hotspots: insights using continental-scale citizen science data [J]. *Landscape Ecology*, 2019, 34(6): 1231-1246.
- [23] 陆祎玮, 唐思贤, 史慧玲, 等. 上海城市绿地冬季鸟类群落特征与生境的关系[J]. *动物学杂志*, 2007, 42(5): 125-130.  
LU Y W, TANG S X, SHI H L, et al. Relationship between avian community and habitat in Shanghai urban woodlots in winter[J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2007, 42(5): 125-130.
- [24] 王舒, 童玉平, 王志洁, 等. 哈尔滨市城市化建设对鸟类群落的影响[J]. *野生动物学报*, 2015, 36(3): 295-302.  
WANG S, TONG Y P, WANG Z J, et al. Effects of urbanization on the bird community in Harbin, Heilongjiang, China[J]. *Chinese Journal of Wildlife*, 2015, 36(3): 295-302.
- [25] 汪志如, 廖为明, 孙志勇, 等. 南昌市城市鸟类群落结构与多样性分析[J]. *江西农业大学学报*, 2011, 33(4): 796-800.  
WANG Z R, LIAO W M, SUN Z Y, et al. Relationship between bird community and habitat in Nanchang City[J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2011, 33(4): 796-800.

## Study on the bird community structure and distribution in Guanshanhu District of Guiyang City

Lou Zukui<sup>1</sup>, Li Yang<sup>2</sup>, Xu Xi<sup>3</sup>

(1. School of Life and Health Science, Kaili University, Kaili Guizhou 556011, China; 2. Leigong Mountain National Reserve Administration, Leishan Guizhou 557100, China; 3. Shanghai Julong Eco-protection Technology Research Center, Yangpu Shanghai 200090, China)

**Abstract:** Bird surveys were carried out in the habitats of forest, lake, farmland, building area and agroforestry in Guanshanhu, using method of transect, from May 2017 to September 2018. A total of 193 species belonging to 42 families and 16 orders of birds were recorded. The largest family of bird species was Turdidae (23 species). The most abundant birds were Pycnonotidae (16.99%). Two vulnerable species belonged to the Red Book of Endangered Species in China. There were 1 species of national class I and 18 species of national class II in the List of Key Protected Wild Animals in China. The bird communities were classified and counted according to food category, resident type, ecotype and life form. Comparisons among different habitats showed that: 1) Both the observed and estimated bird species declined in turn in forest, lake, farmland, building area and agroforestry; 2) The average number of birds per transect declined from lake to forest, farmland, building area and agroforestry respectively; 3) The Shannon Wiener indexes of bird ranged from high to low in forest, agroforestry, lake, farmland and building area respectively; 4) The avian average biomass per transect declined in turn in lake, forest, farmland, agroforestry and building area respectively. The Morisita-Horn Similarity Coefficient of bird communities was the highest between building area and farmland, and the lowest between building area and forest. The Sorenson Similarity Coefficient was the highest between building area and farmland, and the lowest between forest and agroforestry. Principal component analysis was used to screen the dominant factors affecting bird diversity in each habitat. Forests and lakes are the most important protected habitats to the land use plan in Guanshanhu. Improving the complexity of the habitat patches of trees, shrubs and water bodies is helpful to bird diversity in the construction progress of "Thousand-Garden-City".

**Keywords:** community composition; community characteristics; environmental factors; diversity; distribution

[责任编辑 刘洋 杨浦]