

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2022.10.010

彩云湖国家湿地公园鸟类群落及其多样性^①

程威^{1,2}, 袁兴中^{1,2,3}

1. 重庆大学 建筑城规学院, 重庆 400030; 2. 重庆大学 三峡库区消落区生态修复与治理研究中心, 重庆 400044;
3. 长江上游湿地科学研究重庆市重点实验室, 重庆 401331

摘要: 通过对彩云湖国家湿地公园的鸟类群落结构及多样性的调查分析, 进而讨论影响其鸟类多样性的因素, 以为彩云湖国家湿地公园鸟类多样性提升和鸟类生境优化提供科学依据. 该研究于 2020 年 7 月至 2021 年 5 月, 采用样线法对彩云湖国家湿地公园鸟类群落结构及多样性和各生境类型鸟类进行了调查, 共记录 12 目 36 科 70 种鸟类, 其中雀形目鸟类 54 种. 结果表明: ①随季节更替, 鸟类的物种丰富度及其多度存在显著差异. 其中秋季鸟类丰富度(58 种)及多度(1 607 只)最高, 冬季鸟类丰富度(32 种)及多度(1 094 只)最低; ②湿地公园内各季节间鸟类的 Shannon-Wiener 指数差异有统计学意义($p < 0.05$), 其中秋季最高, 冬季最低; Pielou 均匀度指数差异无统计学意义($p > 0.05$); ③不同季节间群落相似性存在差异, 其中冬季与春季最低(0.62), 春季与夏季最高(0.81); ④各生境类型鸟类丰富度差异明显, 林地生境鸟类丰富度最高(54 种), 库塘生境最低(15 种); ⑤可通过增加湿地公园生境类型、丰富植被群落结构以及减少不必要的人为干扰来提升湿地公园的鸟类多样性.

关键词: 城市化; 公园绿地; 鸟类群落; 鸟类多样性; 彩云湖国家湿地公园

中图分类号: Q958.1

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2022)10-0067-12

On Bird Community and Diversity in Caiyun Lake National Wetland Park

CHENG Wei^{1,2}, YUAN Xingzhong^{1,2,3}

1. Faculty of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400030, China;

2. Research Center for Ecological Restoration and Control of Water Level Fluctuating Zone

in the Three Gorges Reservoir, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

3. Chongqing Key Laboratory of Wetland Science Research of the Upper Yangtze River, Chongqing 401331, China

Abstract: Caiyun Lake National Wetland Park is one of the important components of Chongqing's urban green space system. Through the research on the structure and diversity of its bird community, the factors affecting its bird diversity have been discussed in order to contribute to the diversity of birds in Caiyun Lake National Wetland Park. It provides scientific basis for the improvement of sexuality and optimization of bird habitat. In this study, from July 2020 to May 2021, the transect method was used to investigate the structure and diversity of bird communities in Caiyun Lake National Wetland Park and birds of various

① 收稿日期: 2021-11-25

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(52178031); 重庆市住房和城乡建设委员会科技项目(20C01512).

作者简介: 程威, 硕士研究生, 主要从事大地景观规划与生态修复研究.

通信作者: 袁兴中, 教授, 博士研究生导师.

habitat types. A total of 70 species of birds in 12 orders, 36 families were recorded, including 54 species of passerine birds. The results show that: ① there were significant differences in the species richness and abundance of birds with the change of seasons. Among them, autumn bird richness (58 species) and abundance (1 607) were the highest, and winter bird richness (32 species) and abundance (1 094) were the lowest. ② The Shannon-Wiener index of birds in wetland parks had significant differences between seasons ($p < 0.05$), with the highest in autumn and the lowest in winter; the difference in Pielou evenness index was not significant ($p > 0.05$). ③ There were differences in community similarity among different seasons, with the lowest values in winter and spring (0.62), and the highest in spring and summer (0.81). ④ There are obvious differences in bird richness among different habitat types. The forest habitat has the highest bird richness (54 species), and the reservoir habitat is the lowest (15 species). ⑤ The bird diversity of wetland parks can be improved by increasing the habitat types of wetland parks, enriching vegetation community structure and reducing unnecessary human disturbance.

Key words: urbanization; park green space; bird community; bird diversity; Caiyun Lake National Wetland Park

城市生物多样性是提高城市绿地系统生态功能的前提,也是城市绿化水平的重要标志,而城市鸟类多样性又是城市生物多样性的重要组成部分^[1].城市化进程的不断推进,虽然给人类带来了诸多好处,但也产生了一系列问题——城市生境破碎化严重、生物多样性急剧下降、城市生态系统服务功能衰退,等等^[2].城市绿地,如公园、残留的森林片段等作为城市基础设施中具有生命的一部分,为鸟类及其他动物提供了重要生境,以维持城市生物多样性^[3].城市绿地对物种生存和繁衍具有重要作用,是城市生物的“种源地”和“踏脚石”.为提高城市鸟类多样性,国内学者针对城市公园绿地的鸟类进行了许多研究,主要集中在城市化对鸟类的影响^[4]、植被结构与景观对鸟类多样性的影响^[5]、生境对鸟类群落的影响^[6]、城市公园绿地鸟类多样性^[7]及人为干扰对鸟类多样性的影响^[8]等方面.研究表明,复杂的植被群落结构、多样的生境类型,以及较少的人为干扰可以显著提升城市公园绿地的鸟类多样性.

彩云湖国家湿地公园是重庆市首个国家湿地公园,位于城市核心区,总面积为 83.1 hm² (东区 53.67 hm²),其中湿地面积为 26.94 hm².20 世纪 80 年代中期,快速城市化及无序发展导致城市次级河流桃花溪水质污染严重,河道淤堵.因此在 2001 年政府启动桃花溪流域综合整治工程,彩云湖湿地公园是其综合整治的生态环境配套工程.2009 年彩云湖湿地公园被国家林业局批准为国家湿地公园建设试点,并于 2011 年通过国家验收.其后陆续对湿地公园进行升级改造,成为周边社区居民休闲的良好场所.

迄今为止,未见对该湿地公园鸟类资源的系统调查报告.为了解该湿地公园的鸟类资源状况及其生境质量,本研究于 2020 年 7 月至 2021 年 5 月对彩云湖国家湿地公园鸟类资源进行了详细调查,了解其鸟类群落结构及多样性特征和各生境鸟类状况,探讨影响其鸟类多样性的因素,以期彩云湖国家湿地公园鸟类多样性的提升和鸟类生境优化提供科学依据.

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域概况

彩云湖国家湿地公园位于重庆市九龙坡区和高新区交界处(106°29′11″E—106°27′35″E,29°31′7″N—29°30′30″N)(图 1),海拔高度在 255~335 m 之间,属亚热带季风性湿润气候,年平均气温在 18 ℃ 左右,常年降雨量为 1 000~1 450 mm,雨量主要集中在 6—8 月^[9].彩云湖国家湿地公园是典型的城市湿地,位于城市核心区域,周边被大量居住、学校、商业用地所包围,是市民观光娱乐场所.湿地公园内生境类型可分为林地、库塘及溪流生境(图 2).其中林地生境面积最大,主要集中在公园西侧;库塘生境面积次之,位于湿地公园中部,是桃花溪的水源补给之一;溪流生境在湿地公园西侧和东侧均有分布,其中西侧的溪流水流量较小,东侧为桃花溪上游,水流量较大.



图 1 研究区位置和样线分布示意



图 2 研究区内生境类型

1.2 调查方法

于 2020 年 7 月—2021 年 5 月对彩云湖国家湿地公园进行鸟类调查, 设置 1 条样线贯穿公园东西两侧, 途经 3 种生境类型, 样线长 5 km. 调查各季节鸟类特征和各生境类型鸟类, 每个季节展开 3 次调查. 同时于 2020 年 7—8 月, 采用样线法和全面踏查法相结合的方式, 对湿地公园的植物进行定性调查. 选择天气晴朗, 温度适宜, 在鸟类较活跃的时间 (7:00—10:00; 16:00—18:00) 开展调查, 以平均 1.5~2.0 km/h 的速度前进, 观察样线两侧 100 m 范围内的鸟类, 使用双筒望远镜 (型号森林人 8 * 32ED) 和索尼长焦相机 (型号 DSC HX350) 进行观察和记录. 鸟类计数参照 Bibby 的“标准计数”法^[10], 从样带内向两侧飞出的鸟类予以记录, 从两侧飞入的鸟类则不记录, 与行进同方向飞行的鸟类将不予重复记录. 当鸟类集群较小时, 采用直接计数法记录各种鸟类的种类和数量; 当鸟类集群较大, 又迅速活动而无法准确统计数量时, 辅助拍照估计集群数量. 鸟类识别参照《中国鸟类野外手册》^[11], 并根据《中国鸟类分类与分布名录》(第 3 版)^[12] 确定区系成分和居留类型.

1.3 数据分析

1) 鸟类多样性的测度

采用 Shannon-Wiener 指数 H' 进行计算^[13]:

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

式中: P_i 为种 i 的个体数占总个体数的比例, n 为物种数目.

2) 鸟类群落均匀度的测度

采用 Pielou 指数 J 进行计算^[14]:

$$J = \left(- \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \right) / \ln S$$

式中: S 为物种数, P_i 为种 i 的个体数占总个体数的比例, n 为物种数目.

3) 群落相似性系数的测度

采用经修改的 Sqbrensen(1948) 计算^[15]:

$$S = 2c / (a + b)$$

式中: S 为相似性系数, a 为群落 A 中的物种数, b 为群落 B 中的物种数, c 为 2 个群落中共有的物种数.

4) 优势度的测度

采用 Berger-Parker 优势度指数 I 进行计算^[16]:

$$I = N_i / N$$

式中: I 为第 i 个物种的个体数量, N 为总个体数. 划分优势度等级的标准为: 优势种 ($> 10\%$), 常见种 ($1\% - 10\%$), 稀有种 ($< 1\%$)^[17].

采用 One-way ANOVA 对鸟类群落数量指标进行差异显著性检验, 若差异有统计学意义, 则采用 Duncan 法进行多重比较. 数据采用 SPSS 20.0 统计软件进行统计处理.

2 结果与分析

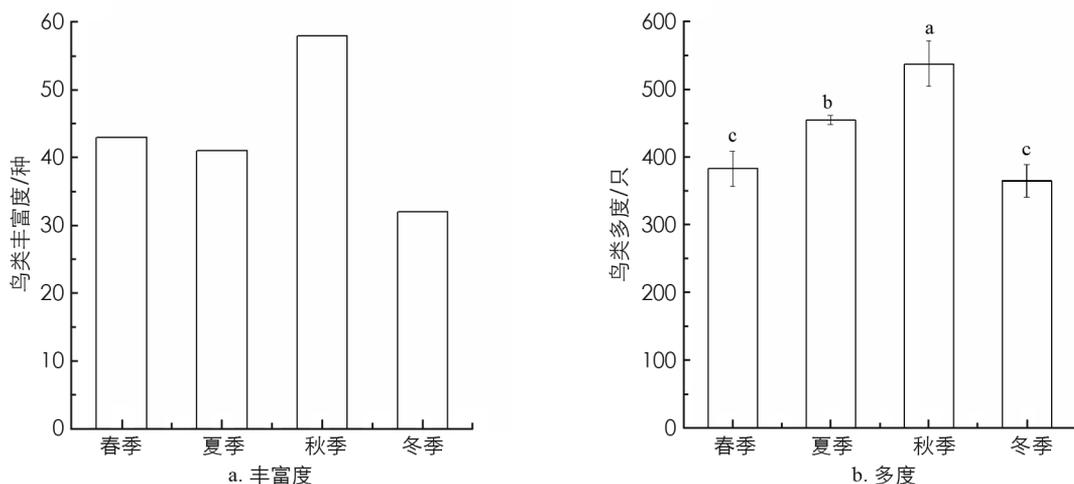
2.1 鸟类物种组成

彩云湖国家湿地公园共记录 12 目 36 科 70 种鸟类(表 1), 其中有 54 种雀形目鸟类, 占鸟类总数的 77.14%; 其次为鸮形目鸟类, 为 5 种, 占鸟类总数的 7.14%; 其余各目鸟类均未超过 5 种. 有国家二级重点保护野生动物 3 种, 即普通鵟(*Buteo japonicus*)、凤头鹰(*Accipiter trivirgatus*)、红胁绣眼鸟(*Zosterops erythropleurus*); 重庆市重点保护野生动物 5 种, 即灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracicus*)、小鸊鷉(*Tachybaptus ruficollis*)、黑鸛(*Dupetor flavicollis*)、黑水鸡(*Gallinula chloropus*)、噪鹛(*Eudynamis scolopaceus*). 优势种及其个体数量随季节变化不明显, 各季节主要的优势种鸟类均为白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)与白颊噪鹛(*Pterorhinus sannio*), 其个体数量显著高于其余鸟类, 这与杨璇^[18]对重庆市主城区城市公园鸟类优势种调查结果一致.

在所记录到的 70 种鸟类中, 留鸟 36 种, 占鸟类物种总数的 51.43%; 其次为夏候鸟为 23 种, 占 32.86%; 冬候鸟与旅鸟分别为 6 种和 5 种, 共占鸟类物种总数的 15.71%. 彩云湖国家湿地公园鸟类物种组成以留鸟为主, 夏候鸟次之, 最后为冬候鸟与旅鸟.

2.2 鸟类物种丰富度及多度

彩云湖国家湿地公园鸟类的物种丰富度及多度在不同季节存在差异(图 3; 图 3b 的数值为 3 次调查的平均值). 秋季物种丰富度最高, 为 58 种; 其次为春季与夏季, 分别为 43 种和 41 种; 冬季物种丰富度最低, 为 32 种.



注: 柱状图上小写字母不同表示差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

图 3 彩云湖国家湿地公园鸟类丰富度与多度

表 1 彩云湖国家湿地公园鸟类种类组成及各季节鸟类数量

目	科	种名	居留类型	生境类型	春季	夏季	秋季	冬季
鸡形目	雉科 Phasianidae	灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracicus</i>	R	a	0.67±1.15	3.67±1.53	1.00±1.73	0.67±1.15
鸊鷉目	鸊鷉科 Podicipedidae	小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	R	b、c	3.33±1.53	4.00±1.00	5.33±1.15	1.00±1.00
		黑鸊鷉 <i>Dupetor flavicollis</i>	S	b	0	0	0.33±0.58	0
		苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	W	b	0	0	0	1±1
鹳形目	鹭科 Ardeidae	池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	S	b、c	1.67±2.08	1.67±2.89	6.67±4.16	0.33±0.58
		夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	R	b、c	21±12.17	38.33±4.73	42.33±2.52	31.67±17.56
		白鹭 <i>Egretta garzatta</i>	R	b、c	2.67±2.08	7.33±2.52	8.33±2.52	3.67±1.53
鸬形目	鸬科 Laridae	须浮鸬 <i>Chlidonias hybrida</i>	S	b	0	0	1.67±2.89	0
鹰形目	鹰科 Accipitridae	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	T	a	0.67±1.15	0	0	0
		普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	T	a	0	0	1.67±2.89	0
鹤形目	秧鸡科 Rallidae	黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	R	b	0.67±1.15	1±1	1.33±1.15	0.67±1.15
鸽形目	鸠鸽科 Columbidae	珠颈斑鸠 <i>Spilopelia chinensis</i>	R	a、c	26.67±7.57	32.67±3.06	37.67±2.52	15±5
鹃形目	杜鹃科 Cuculidae	噪鹃 <i>Eudynamis scolopaceus</i>	S	a、c	0.33±0.58	0	0.33±0.58	0
雨燕目	雨燕科 Apodidae	小白腰雨燕 <i>Apus nipalensis</i>	S	a	0	0	0.67±1.15	0
佛法僧目	翠鸟科 Alcedinidae	普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	R	b、c	1±1	2.33±1.53	2.33±0.58	1.67±0.58
鸢形目	啄木鸟科 Picidae	斑姬啄木鸟 <i>Picumnus innominatus</i>	R	a	0.67±0.58	0.33±0.58	1±1	0
		暗灰鹃鵙 <i>Lalage melaschistos</i>	S	a、c	0	0	1.67±1.53	0
雀形目	伯劳科 Laniidae	小灰山椒鸟 <i>Pericrocotus cantonensis</i>	S	a	0	0	0	0.33±0.58
		棕背伯劳 <i>Lanius schach</i>	R	a、c	1±1	2.33±0.58	1.33±1.15	0.67±0.58
		虎纹伯劳 <i>Lanius tigrinus</i>	S	a	0.67±1.15	2±2	0	0
	红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>	S	a	0	0	0.33±0.58	0	
	黄鹂科 Oriolidae	黑枕黄鹂 <i>Oriolus chinensis</i>	S	a	0	0	0.67±0.58	0
卷尾科 Dicruridae	灰卷尾 <i>Dicrurus leucophaeus</i>	S	a	0	0	5.67±4.93	0	
	发冠卷尾 <i>Dicrurus hottentottus</i>	S	a	0	0	3±2.65	0	

续表 1 彩云湖国家湿地公园鸟类种类组成及各季节鸟类数量

目	科	种名	居留类型	生境类型	春季	夏季	秋季	冬季
	王鹀科 Monarchidae	寿带 <i>Terpsiphone incei</i>	S	a, c	0	5±1	1±1	0
	鸦科 Corvidae	红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>	R	a, c	2.67±3.06	1.33±2.31	2±3.46	3.33±2.89
	仙鹀科 Stenostiridae	方尾鹀 <i>Culicicapa ceylonensis</i>	S	a, c	3.33±5.77	0	3.33±5.77	0
		远东山雀 <i>Parus major</i>	R	a	0.67±1.15	0.67±1.15	0.67±1.15	0
	山雀科 Paridae	黄腹山雀 <i>Pardaliparus venustulus</i>	W	a, c	0.33±0.58	0	20±18.03	21.33±11.93
		绿背山雀 <i>P. monticolus</i>	R	a	0	0	1.33±2.31	0
	鹎科 Pycnonotidae	领雀嘴鹎 <i>Spizixos semitorques</i>	R	a	0	2±2	0	0
		白头鹎 <i>Pycnonotus sinensis</i>	R	a, b, c	71±3.61*	64±3.61*	60.33±5.03*	60±5.77
	燕科 Hirundinidae	家燕 <i>Hirundo rustica</i>	S	a, c	1.33±2.31	1.33±1.15	1±1.73	0
		金腰燕 <i>Cecropis daurica</i>	S	a, c	1.33±1.15	27.33±2.52	15±13.23	0
	树莺科 Cettiidae	棕脸鹟莺 <i>Abroscopus albugularis</i>	R	a, c	3.67±3.21	15±2.08	6±5.29	1.33±2.31
	长尾山雀科 Aegithalidae	红头长尾山雀 <i>Aegithalos concinnus</i>	R	a, b	23.33±20.82	24.33±2.08	28.33±3.51	20±20
雀形目		褐柳莺 <i>Phylloscopus fuscatus</i>	W	a, c	0	0	0.33±0.58	2.67±0.58
	柳莺科 Phylloscopidae	黄腰柳莺 <i>Phylloscopus proregulus</i>	R	a, c	2±3.46	0	2±2	0
		黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inornatus</i>	T	a, c	1.67±2.89	0.67±1.15	3.67±1.15	0
		冠纹柳莺 <i>Phylloscopus claudiae</i>	S	a	0	0	1±1.73	0
		栗头鹟莺 <i>Phylloscopus castaniceps</i>	S	a	0	0	0.67±0.58	0
	鹟科 Timaliidae	棕颈钩嘴鹟 <i>Pomatorhinus gravivox</i>	R	a	0.33±0.58	0.67±0.58	0	0
		红头穗鹟 <i>Stachyridopsis ruficeps</i>	R	a, c	2±1	2.33±0.58	1±1	0
	噪鹟科 Leiothrichidae	白颊噪鹟 <i>Pterorhinus sannio</i>	R	a, b, c	73.33±7.64*	62.33±2.52*	60.67±5.13*	63.67±3.21*
	莺鹟科 Sylviidae	棕头鸦雀 <i>Simosuthora xebiana</i>	R	a, b, c	35±18.03	24±5.29	30±5	31.67±16.07
		灰喉鸦雀 <i>Simosuthora alphonsiana</i>	R	a, c	0.67±1.15	0.67±1.15	1.67±1.53	1±1
	绣眼鸟科 Zosteropidae	红胁绣眼鸟 <i>Zosterops erythropleurus</i>	T	a	0	0	0.67±1.15	0
		暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops simplex</i>	S	a	0	0	11.67±10.41	0
	椋鸟科 Sturnidae	丝光椋鸟 <i>Sturnus sericeus</i>	R	a, c	0	7.33±6.43	10.67±10.07	15±21.7

续表 1 彩云湖国家湿地公园鸟类种类组成及各季节鸟类数量

目	科	种名	居留类型	生境类型	春季	夏季	秋季	冬季	
雀形目	鸫科 Turdidae	黑胸鸫 <i>Turdus dissimilis</i>	R	a	0	0.67±0.58	0.33±0.58	0	
		乌灰鸫 <i>Turdus cardis</i>	S	a	1.67±1.15	2±2	1.33±1.53	0	
		乌鸫 <i>Turdus mandarinus</i>	R	a、c	29±7.94	38±2	37±3.61	24±15.87	
	鸫科 Muscicapidae	鹊鸂 <i>Copsychus saularis</i>	R	a、c	4.67±4.16	6.33±1.53	5.33±5.03	1.67±0.58	
		北红尾鸫 <i>Phoenicurus aureoreus</i>	W	a	0	0	0.33±0.58	0.67±0.58	
		红胁蓝尾鸫 <i>Tarsiger cyanurus</i>	W	a	0	0	0	2.33±1.53	
		紫啸鸫 <i>Myiophonus caeruleus</i>	R	b、c	1±1.73	0.67±0.58	0.67±0.58	1±1	
		灰林鸫 <i>Saxicola ferreus</i>	R	c	0.33±0.58	0	0	0	
		白眉姬鸫 <i>Ficedula zanthopygia</i>	S	c	0	0.67±1.15	0	0	
		红喉姬鸫 <i>Ficedula albicilla</i>	T	a	0.33±0.58	0	1.67±2.89	0	
		太阳鸟科 Nectariniidae	叉尾太阳鸟 <i>Aethopyga christinae</i>	R	a、c	1±1	2.33±0.58	1±1	0
		雀科 Passeridae	麻雀 <i>Passer montanus</i>	R	a	18±2	22.33±2.52	18.33±16.07	0
	梅花雀科 Estrildidae	白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>	R	a、c	21.33±1.53	30±5	36±5.29	13.67±3.21	
		斑纹鸟 <i>Lonchura punctulata</i>	R	a	0	0	0	8.33±14.43	
	鸫科 Motacillidae	山鸫 <i>Dendronanthus indicus</i>	S	c	0	0.33±0.58	0	0	
		灰鸫 <i>Motacilla cinerea</i>	R	c	0.33±0.58	0	1±1	1±1	
		白鸫 <i>Motacilla alba</i>	R	a、b、c	5.67±2.08	7±6.24	8.67±1.15	5.33±0.58	
		树鹀 <i>Anthus hodgsoni</i>	W	a	0.33±0.58	0	0.67±0.58	0.67±1.15	
	燕雀科 Fringillidae	金翅雀 <i>Carduelis sinica</i>	R	a	0	1.33±2.31	26.67±13.23	1.67±2.89	
		黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i>	R	a	15±13.23	7.33±1.15	12.33±2.52	28±20.3	
普通朱雀 <i>Carpodacus erythrinus</i>		S	a	0	0	0.33±0.58	0		

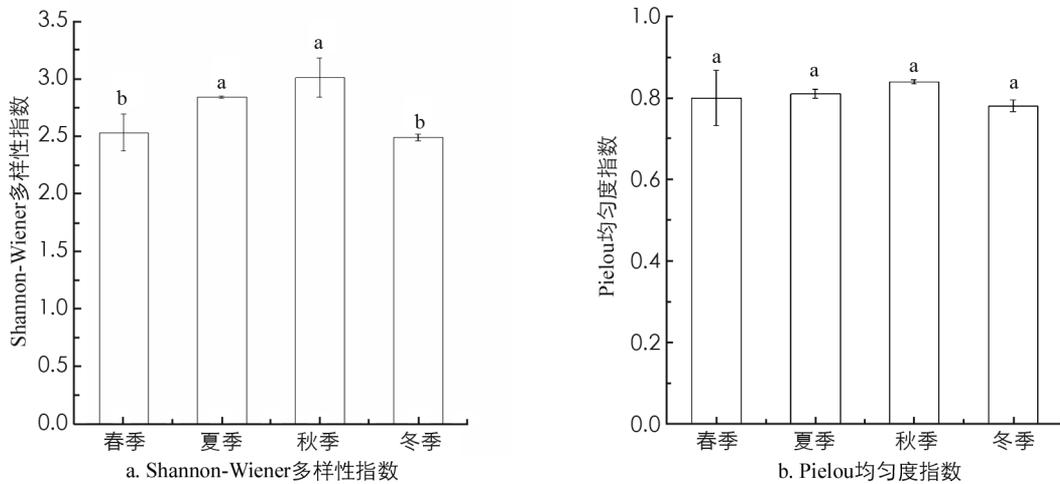
注: “R”为留鸟, “S”为夏候鸟, “W”为冬候鸟, “T”为旅鸟; *: 各季节的优势种; “a”为林地生境, “b”为库塘生境, “c”为溪流生境。

秋季物种多度最高, 共记录到鸟类 1 607 只; 其次为夏季和春季, 分别记录到 1 362 只与 1 148 只; 冬季物种多度最低, 共记录到 1 094 只。春季的物种多度与夏季和秋季差异有统计学意义 ($p < 0.05$), 与冬季的差异无统计学意义 ($p > 0.05$); 夏季的物种多度与秋季和冬季的差异有统计学意义 ($p < 0.05$); 秋季的物种多度与冬季差异有统计学意义 ($p < 0.05$)。

2.3 鸟类群落多样性特征

彩云湖国家湿地公园鸟类多样性的季节变化见图 4。随着季节更替, Shannon-Wiener 多样性指数呈现先增加后降低的变化趋势, Pielou 均匀度指数的变化趋势与 Shannon-Wiener 多样性指数相似。秋季的

Shannon-Wiener 多样性指数(3.01)和 Pielou 均匀度指数(0.84)最高;冬季的 Shannon-Wiener 指数(2.49)和 Pielou 均匀度指数(0.74)最低.春季的 Shannon-Wiener 多样性指数分别与夏季和秋季的差异有统计学意义($p < 0.05$),与冬季的差异无统计学意义($p > 0.05$);夏季的 Shannon-Wiener 多样性指数与秋季的差异无统计学意义($p > 0.05$),与冬季的差异有统计学意义($p < 0.05$);秋季的 Shannon-Wiener 多样性指数与冬季的差异有统计学意义($p < 0.05$).各季节的 Pielou 均匀度指数差异无统计学意义($p > 0.05$).



注:柱状图上小写字母不同表示差异有统计学意义($p < 0.05$).

图 4 不同季节彩云南湖国家湿地公园鸟类群落 Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数

2.4 各季节间鸟类群落相似性

相似性系数的数值越小表示相似性程度越低,数值越大表示相似性程度越高.由表 2 可知,冬季与春季、夏季和秋季的鸟类群落结构相似性系数低.其中冬季与春季仅有 24 种鸟类相同,群落结构相似性系数最低,为 0.62.春季与夏季有 34 种鸟类相同,群落结构相似性系数最高,为 0.81.

表 2 彩云南湖国家湿地公园季节间群落相似性系数

季节	春季	夏季	秋季	冬季
春季		0.81	0.75	0.62
夏季	34		0.71	0.66
秋季	38	35		0.64
冬季	24	24	29	

注:上三角的数值表示两个月份间鸟类群落的相似性指数;下三角的数值表示两个月份重叠的鸟类种类数.

2.5 各生境类型的鸟类群落特征

根据我国现有分布的鸟类及其生态习性,可将所记录到的 70 种鸟类分为六大生态类群,即鸣禽、陆禽、猛禽、涉禽、攀禽和游禽.3 种不同生境所记录到的鸟类物种丰富度相差较大.林地生境共记录 54 种鸟类,所记录到的鸟类以鸣禽(大部分雀形目鸟类)、陆禽(灰胸竹鸡 *Bambusicola thoracicus*、珠颈斑鸠 *Spilopelia chinensis*)和攀禽(斑姬啄木鸟 *Picumnus innominatus*)为主;库塘生境共记录 15 种鸟类,以涉禽(鹭科鸟类)、游禽(小鸊鷉 *Tachybaptus ruficollis*、黑水鸡 *Gallinula chloropus*、须浮鸥 *Chlidonias hybrida*)、鸣禽(白头鹎 *Pycnonotus sinensis*、白颊噪鹛 *Pterorhinus sannio*、白鹡鸰 *Motacilla alba*)和攀禽(普通翠鸟 *Alcedo atthis*)为主;溪流生境共记录 35 种鸟类,以鸣禽(部分雀形目鸟类)、涉禽(鹭科鸟类)、攀禽(普通翠鸟 *Alcedo atthis*)和游禽(小鸊鷉 *Tachybaptus ruficollis*)为主.如附表 1 所示,3 种生境中共有的鸟类有 4 种,均为雀形目鸟类,分别是白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、白颊噪鹛(*Pterorhinus sannio*)、白鹡鸰(*Motacilla alba*)和棕头鸦雀(*Sinosuthora webbiana*),是公园的优势种及常见种.林地生境与库塘生境所共有的鸟类有 5 种,除上述 4 种外,还有红头长尾山雀(*Aegithalos concinnus*);林地生境与溪流生境所共有的鸟类有 24 种,均为林鸟;库塘生境与溪流生境所共有的鸟类有 9 种,水鸟林鸟均有,如白鹭(*Egretta garzetta*)、普通翠鸟(*Alcedo atthis*)和紫啸鸫(*Myophonus caeruleus*)等.

3 讨论

3.1 影响公园鸟类物种组成和多样性的因素

3.1.1 生境类型

湿地公园内不同的生境类型可直接或间接影响鸟类的物种组成及分布. 从调查结果来看, 不同生态类群的鸟类对所栖息的生境有不同的需求^[19], 其中大多数鸣禽和陆禽等偏爱林地生境和溪流生境, 涉禽和游禽等偏爱库塘生境和溪流生境. 这是由于林地生境可为以鸣禽为主的林鸟提供其所需的食物资源、繁殖及育雏的场所; 库塘生境可为以涉禽为主的水鸟提供所需的食物资源和栖息场所. 3 种生境类型中, 林地生境鸟类物种丰富度最高, 其主要原因在于生境面积较大, 且大多数雀形目鸟类偏爱林地生境^[20]. 从 3 种生境相互所共有的鸟类来看, 溪流生境与其余两种生境所共有的鸟类物种数最多, 这是因为溪流生境兼顾了其余两种生境类型, 可同时为林鸟和水鸟提供栖息和觅食的场所. 由于其面积较小, 因此物种丰富度较林地生境偏低. 由附表 1 可知, 湿地公园的水鸟种类较少(仅为 9 种), 说明缺乏适宜水鸟栖息的湿地生境, 或适宜水鸟栖息的生境面积较小, 尤其是缺少鸕鹚类水鸟偏爱的滩涂生境及雁鸭类水鸟所需的食物资源和庇护场所.

3.1.2 植被群落结构

植物群落调查表明, 湿地公园共记录维管植物 87 科 201 属 262 种. 其中木本植物 103 种(包括常绿乔木 30 种, 落叶乔木 34 种, 常绿灌木 31 种, 落叶灌木 8 种), 草本植物 159 种(包括陆生草本 97 种, 水生植物 62 种). 杨刚^[21]的研究表明, 乔木层作为重要的植被结构能够增加鸟类物种的丰富度和多样性水平, 可为大多数鸟类提供栖息, 筑巢, 隐蔽和取食的场所; 丰富的灌木及草本群落可为鸟类提供食物来源. 湿地公园内植物种类丰富, 部分区域的乔灌草植被群落结构良好, 隐蔽性较强, 可为鸟类提供筑巢、繁殖及育雏的场所, 如东侧的桃花溪区域, 西区的部分林地生境. 在湿地公园记录的 70 种鸟类中, 其中候鸟 34 种, 占鸟类总数的 48.57%; 繁殖鸟类 31 种, 占鸟类总数的 44.29%. 湿地公园内候鸟以夏候鸟和旅鸟为主, 包括 3 种国家二级保护野生动物, 说明湿地公园内食物资源充足, 能为候鸟尤其是迁徙过境鸟类提供充足的能量来源. 湿地公园繁殖鸟类以留鸟居多, 如公园常见鸟种白颊噪鹛(*Pterorhinus sannio*)、白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、乌鸫(*Turdus mandarinus*)、珠颈斑鸠(*Spilopelia chinensis*)等, 夏候鸟次之, 如常见夏候鸟虎纹伯劳(*Lanius tigrinus*)、寿带(*Terpsiphone incei*)、乌灰鸫(*Turdus cardis*)等. 但部分区域的植被群落结构较差, 仅有乔木群落, 林下灌木几乎没有, 且草本植物均为园林植物(图 5). 因此为提高公园鸟类多样性, 可对林地进行微生境改造及优化, 如增加植被水平与垂直结构的复杂度, 包括乔木的郁闭度、灌木水平盖度等; 引入本土的乔灌草植物以提高植被类型及结构的多样性^[22].

3.1.3 人类干扰及公园管理方式

城市绿地处在人类活动的不断影响之中, 游客的游园行为及公园的管理方式等人为干扰都对鸟类群落有一定的影响. 研究表明, 高游客密度及晨练等游园行为对鸟类的繁殖、取食和停栖等行为产生人为干扰^[8]. 而优美的绿化景观和丰富的植物种类能够促使居民在城市公园中休闲游憩等社会交往行为^[23]. 据报道^[24], 湿地公园经过系列提升改造后, 园区的植物种类丰富了, 人工设施齐全, 人流量逐渐增加, 高峰时期, 平均每天有上万人. 同时结合多次实地调查, 湿地公园每天的游客数量较多, 周末尤其多, 游客来此主要进行晨练、游玩及钓鱼等活动(图 6), 对鸟类的干扰较大. 其中对库塘生境的影响尤为明显, 因为公园在库塘四周修建了环湖步道等基础设施, 游客可以轻易接近水体, 进行一些戏水活动, 因此在此生境记录的鸟类除水鸟外均为高度适应城市化的优势鸟类, 如白颊噪鹛(*Pterorhinus sannio*)、白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)等.

除游客带来的人为干扰, 公园管理方式带来的人为干扰也不可忽视. 鸟类调查结果显示, 除优势鸟种白颊噪鹛(*Pterorhinus sannio*)、棕头鸦雀(*Sinosuthora webbiana*)等灌丛鸟类数量较多, 其余灌丛鸟类如鸫科和鹎科鸟类的种类及数量均较少. 推测可能原因是湿地公园的一些管理方式会对鸟类产生较大的影响, 如喷洒药剂以减弱蚊虫对游客的影响; 经常更换适宜观赏的园林植物以及修剪植被, 以满足游客的游

览体验;清理枯枝落叶及人工修剪的枝条绿叶等,以保持公园的干净整洁. Heyman 等^[25]的研究表明,林下洁净度与鸟类多度呈显著的负相关,这说明林下枯枝落叶等对鸟类是十分重要的,因为枯枝落叶层可为土壤动物及昆虫提供理想的栖息环境及养分来源^[26],而这些正是食虫鸟类的食物来源.



a. 香樟 + 黄山栎群落

b. 荷花木兰 + 沿阶草群落

c. 天竺桂 + 海桐群落

图 5 植被群落结构



图 6 游客的游园行为

3.2 季节间鸟类群落多样性及相似性变化

鸟类群落多样性和相似性的时空格局是认识鸟类环境适应机制的理论基础^[27]. 季节性变化是生物多样性在生态时间尺度上的基本变化之一^[28]. 根据本次实际调查数据,湿地公园内不同季节的鸟类群落 Shannon-Wiener 多样性指数由高到低为:秋季(3.01)、夏季(2.84)、春季(2.53)、冬季(2.49), Pielou 均匀度指数由高到低为:秋季(0.84)、夏季(0.81)、春季(0.80)、冬季(0.78). 由此看出,各季节的 Shannon-Wiener 多样性指数差异较大(冬春两季除外),而 Pielou 均匀度指数差异不显著. 这可能与鸟类栖息地环境的季节性变化、鸟类多度、物种丰富度的自然调节及人类干扰等密切相关^[27].

其主要原因是:①动物对生境的选择和利用是对栖息环境的一种适应性行为^[29],秋季正是候鸟迁徙的季节,此时湿地公园内气候适宜,植物果实充足,彩云湖湖体鱼虾丰富,这为迁徙候鸟提供了充分的栖息空间和食物资源,使得远道而来的候鸟得以补充迁徙所消耗的能量. 此时湿地公园的鸟类丰富度也达到最大值,且鸟类多度也达到最大值,但鸟类数量主要集中在少数优势种上. 与此相反,冬季湿地公园鸟类的丰富度及多度均达到最低值,是因为公园食物资源减少,候鸟迁徙结束,少量垂直迁徙鸟类飞到低海拔觅食,如北红尾鸲(*Phoenicurus auroreus*)、红胁蓝尾鸲(*Tarsiger cyanurus*)及黄腹山雀(*Pardaliparus venustulus*),种类及数量较少. ②虽然各季节鸟类丰富度差异有统计学意义,但数量主要集中在少量优势物种上,如白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、白颊噪鹛(*Pterorhinus sannio*)、珠颈斑鸠(*Spilopelia chinensis*)、乌鸫(*Turdus mandarinus*)及夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)等留鸟,故而导致各季节的均匀度指数差异无统计学意义($p > 0.05$). 湿地公园植被以园林绿化植物为主,吸引了上述林鸟在此栖息;彩云湖湖体中有一座小岛,植被结构较为复杂,且湖中鱼类资源丰富,吸引了以夜鹭为主的鹭鸟在此栖息. ③春季与秋季均为鸟类迁徙的季节,应是鸟类丰富度最高的季节. 但调查结果显示,两个季节鸟类丰富度差异有统计学意义($p < 0.05$),且春季的 Shannon-Wiener 多样性指数较低. 推测可能原因在于调查期间公园西侧处于施工状态,且公园正在栽种一些观赏性园林植物,这些人为干扰对鸟类的迁徙会造成一定影响.

由表 2 可知,冬季与春季、夏季和秋季的鸟类群落结构相似性系数最低,春季与夏季的鸟类群落结构

相似性系数最高. 因为湿地公园冬季以留鸟为主, 占该季节的鸟类总数的 90.6%, 而在春季、夏季和秋季中, 候鸟占了较大比例, 分别占所在季节鸟类总数的 23.3%, 24.4%, 37.9%. 而春季是鸟类迁徙的季节, 使得鸟类的群落组成发生较大变化, 部分夏候鸟及旅鸟早已到达湿地公园, 故而春季与夏季的鸟类群落结构相似性系数最高, 与冬季的相似性系数最低.

4 结论与建议

彩云湖国家湿地公园是以库塘-溪流复合湿地形态存在的城市绿地, 是湿地与城市人居环境协同共生的有机载体. 其作为重庆城市绿地生态网络的重要节点, 在城市鸟类保护方面发挥了重要作用. 但也存在许多问题, 如湿地生境质量需要优化、部分区域植物群落结构较差以及公园的管理方式不当等, 如何平衡游客休闲需求和野生动物栖息地需求是公园建设面临的问题^[30]. 因此, 提出以下建议:

1) 加强鸟类生境营建, 包括营建复杂的林地生境和适宜水鸟栖息的生境. 营造复杂多变的乔灌草植物群落结构, 结合场地立体条件, 引入乡土植物^[31]; 根据季节变化, 种植一些冬季结果的乔木, 为鸟类提供食物来源; 在彩云湖湖心岛区域进行浅水沼泽、滨岸浅滩的设计, 在周围种植一些挺水植物用来隔绝人为干扰, 可吸引鸬鹚类水鸟; 在彩云湖湖体种植适宜鸭科鸟类的食物(如苕菜), 还应在湖心岛营造鸭科鸟类的夜栖地, 保证其不受人为干扰.

2) 为平衡游客休闲需求和野生动物栖息地需求, 可分区进行生境营建, 在公园内部划出较少受到干扰的区域进行鸟类生境营建.

3) 在公园管理方面, 除必要的人为管理外尽可能少地进行人为干扰, 如可减少喷扫药剂和更换观赏植物的频率, 将路面的枯枝落叶及修剪的枝叶置于林下层中, 以提升公园鸟类多度.

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李波, 李欣宇, 杜春兰, 等. 重庆主城区滨江绿地生境质量研究——以夏季鸟类为指示类群 [J]. 西部人居环境学刊, 2020, 35(6): 88-94.
- [3] UY P D, NAKAGOSHI N. Application of Land Suitability Analysis and Landscape Ecology to Urban Greenspace Planning in Hanoi, Vietnam [J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2008, 7(1): 25-40.
- [4] 刘娜娜, 寿丹艺, 达良俊. 上海公园绿地鸟类多样性的城市化梯度格局及类群划分 [J]. 生态学杂志, 2018, 37(12): 3676-3684.
- [5] 王勇, 许洁, 杨刚, 等. 城市公共绿地常见木本植物组成对鸟类群落的影响 [J]. 生物多样性, 2014, 22(2): 196-207.
- [6] 彭子嘉, 高天, 师超众, 等. 校园绿地植被结构、生境特征与鸟类多样性关系 [J]. 生态学杂志, 2020, 39(9): 3032-3042.
- [7] 胡君梅, 丁志锋, 王玲, 等. 广州城市绿地鸟类物种多样性的时空变化 [J]. 野生动物学报, 2017, 38(1): 44-51.
- [8] 陆祎玮. 城市化对鸟类群落的影响及其鸟类适应性的研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2007.
- [9] 罗宇婷. 与大自然的亲密接触——重庆市彩云湖湿地公园的景观修复与再生 [J]. 环球人文地理, 2014(8): 51.
- [10] BIBBY C J, BUGESS N D, HILL DA, et al. Bird Census Techniques, 2nd edn [M]. London: Academic Press, 2000.
- [11] 约翰·马敬能(John Mackinnon), 卡伦·菲力普斯(Karen Phillipps)等. 中国鸟类野外手册: 中英文本 [M]. 卢何芬, 译. 长沙: 湖南教育出版社, 2000.
- [12] 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.
- [13] SHANNON C E, WEAVER W. The Mathematical Theory of Communication [M]. Chicago: University of Illinois Press, 1998.
- [14] PIELOU E C. Ecological Diversity [M]. New York: John Wiley Sons, 1975.
- [15] SUN RUYONG. Principles of Animal Ecology [M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001.
- [16] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I。多样性的测度方法(下) [J]. 生物多样性, 1994, 2(4): 231-239.
- [17] 徐玲. 崇明东滩湿地植被演替不同阶段鸟类群落动态变化的研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2004.
- [18] 杨璇. 城市公园引鸟路径设计探讨——以重庆北部新区金海湾公园设计为例 [D]. 重庆: 西南大学, 2016.

- [19] 张征恺, 黄甘霖. 中国城市鸟类学研究进展 [J]. 生态学报, 2018, 38(10): 3357-3367.
- [20] 杨刚, 王勇, 许洁, 等. 上海大型城市公园斑块结构对鸟类群落的影响 [J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2016(6): 46-53, 70.
- [21] 杨刚. 多尺度下的城市公园生境格局对鸟类群落的影响 [D]. 上海: 华东师范大学, 2014.
- [22] BLINKOVA O, SHUPOVA T. Bird Communities and Vegetation Composition in the Urban Forest Ecosystem: Correlations and Comparisons of Diversity Indices [J]. Ekológia (Bratislava), 2017, 36(4): 366-387.
- [23] 金贵琳, 毛超. 城市公园空间活力的影响因素及内在机制 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2022, 47(1): 101-111.
- [24] 郭浏婷. 彩云湖 20 年来变装照 如今有廊桥有白鹭 [EB/OL]. 今日重庆杂志(2020-04-22). https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1645187595&ver=3628&signature=mspReYnR1lQdALUsFbg5A41RPG7MQBNMrGZ2ucdsJvhJxBUCMTdsmITaE0jtKaz-yzNXM*fIMaI9mCYeXEBs1Ux3tQlu8CGl9S1l1PEXxxaT9juyOS8NyiKYOMKXZVSi&new=1.
- [25] HEYMAN E. Clearance of Understory in Urban Woodlands: Assessing Impact on Bird Abundance and Diversity [J]. Forest Ecology and Management, 2010, 260(1): 125-131.
- [26] 郭陶然, 山冰沁. 城市荒野景观营造: 以上海乡土生态科普示范基地为例 [J]. 景观设计学, 2021, 9(1): 120-131.
- [27] 冯威, 赵成章, 岳冉, 等. 张掖国家湿地公园冬春季鸟类群落多样性和相似性分析 [J]. 生态学杂志, 2017, 36(8): 2224-2231.
- [28] 李士伟, 杨贵生, 王维, 等. 内蒙古伊金霍洛旗红海子湿地公园鸟类群落结构及季节差异 [J]. 生态学杂志, 2014, 33(12): 3308-3314.
- [29] 李弛, 杨道德, 张玉铭, 等. 麋鹿夜间卧息地选择的季节变化 [J]. 生物多样性, 2016, 24(9): 1031-1038.
- [30] 马硕, 王本耀, 王军馥, 等. 城市公园栖息地特征对鸟类群落的影响: 以上海市为例 [J]. 复旦学报(自然科学版), 2021, 60(2): 222-230.
- [31] 蒋博州, 何玲, 任四维, 等. 重庆立体绿化中乡土植物的应用评价与筛选 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2020, 42(8): 74-80.

责任编辑 潘春燕