

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202401024



华侨大学厦门校区鸟类多样性的 时空分布格局

罗湘, 孙荣, 陈焱焱

(华侨大学 化工学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 2014 年 12 月—2015 年 11 月(第 1 期)和 2022 年 12 月—2023 年 11 月(第 2 期)采用样线法、样点法对华侨大学厦门校区鸟类进行调查,并分析其物种组成及多样性。结果表明:两期调查共记录鸟类 93 种,隶属 13 目 40 科,相比第 1 期调查,第 2 期新增鸟类 17 种;秋季鸟类物种数量和多样性指数均最高,冬季最低;两期调查 5 类生境的鸟类物种数量从大到小均为白鹭湖区、绿地区、内河区、宿舍区、教学区,多样性指数从大到小均为白鹭湖区、宿舍区、绿地区、内河区、教学区;相比第 1 期调查,第 2 期调查各生境和各季节的鸟类物种数和多样性指数均有所增加,均匀度指数除绿地区和教学区有所增加外,其余 3 个生境均出现小幅度减少。

关键词: 鸟类群落; 多样性; 鸟类生境; 季节; 华侨大学厦门校区

中图分类号: Q 958.1

文献标志码: A

文章编号: 1000-5013(2024)05-0688-08

Spatial and Temporal Distribution Pattern of Bird Diversity in Xiamen Campus of Huaqiao University

LUO Xiang, SUN Rong, CHEN Yanyao

(College of Chemical Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: The Xiamen campus of Huaqiao University birds are investigated from December 2014 to November 2015 (the first phase) and from December 2022 to November 2023 (the second phase), using the line transect method and plot sampling method, and their species composition and diversity are analysed. The results show that, a total of 93 species of birds belonging to 13 orders and 40 families are recorded in the two phases. Compared with the first phase survey, 17 species of birds are newly added in the second phase. The numbers of bird species and diversity index are highest in autumn and the lowest in winter. The numbers from large to small of bird specie in the five types of habitats in the two phases are the heron lake area, green area, inland river area, dormitory area, teaching area, and the diversity indices from large to small are the heron lake area, dormitory area, green area, inland river area, teaching area. The numbers of bird specie and the diversity index of all habitats and seasons increased in the second phase survey compared to the first phase survey, and the evenness indices show a slight decrease in other three habitats, except for the green and teaching area where there is an increase.

Keywords: bird community; diversity; bird habitat; season; Xiamen campus of Huaqiao University

随着城市化进程的加快,城市生境发生剧烈变化,道路和建筑物的修建导致城市生境破碎化,城市

收稿日期: 2024-01-02

通信作者: 孙荣(1982-),男,副教授,主要从事环境生态学、环境规划的研究。E-mail:sunrong@hqu.edu.cn。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51509094);华侨大学 2023 年本科教育教学改革研究资助项目(HQJGYB 2339)

维持生物多样性的能力下降,城市生态系统遭到严重破坏^[1-2]。城市化的负面影响将对全球生物多样性产生深远影响^[2-3]。鸟类是生态系统的重要组成部分,具有较强的活动能力和较高的环境敏感性,鸟类种群的变化能够有效地反映栖息地的生态变化^[4-5],因此,它们通常作为城市生态系统健康水平的指示物种,用于研究城市化对生物多样性的影响^[6]。在保护城市生态系统生物多样性中,城市绿地起着至关重要的作用^[2]。大学校园作为城市绿地的重要组成部分,通常拥有丰富的生境类型^[7-8]和原始自然的大片绿地^[3],能为鸟类提供安全的栖息环境和丰富的生长资源,是城市鸟类重要的栖息地之一^[7]。

现今许多大学校园拥有很高的生物多样性水平^[8],甚至在校园内发现了新物种^[9],大学校园在维护鸟类多样性方面发挥着重要作用^[2,10]。目前,诸多大学建立了植物园或动物保护区以研究校园生物多样性,全球超过 300 所高校进行了校园植物和鸟类的多样性调查,主要集中在中国和印度^[8]。我国大学校园鸟类研究主要集中在鸟类群落物种组成调查^[11-15]、结合不同生境特征的鸟类多样性分析^[4,11,16-24]、繁殖鸟类调查^[25]、冬季鸟类调查^[26-29]、鸟类警觉行为探究^[30-31]和植物与鸟类共生关系探究^[32]等方面。华侨大学厦门校区绿地面积大、植被丰富、覆盖率较高,虽然以前进行过鸟类多样性调查,但数据较陈旧。基于此,本文对华侨大学厦门校区(简称校区)鸟类多样性的时空分布格局进行研究。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

福建省厦门市属于亚热带海洋性季风气候,温和多雨,冬短夏长,年平均气温约 21℃,年平均降雨量约 1 200 mm^[33-34]。校区位于厦门市集美区,2006 年投入使用,2015 年在校生超过 2.0 万人,截止 2023 年 12 月在校生超过 4.6 万人。校区前临杏林湾海湾公园,校区中心直线距离杏林湾海湾公园 800 m,后靠兑山森林公园和天马山郊野公园(图 1),校区中心直线距离兑山森林公园 10 m,距离天马山郊野公园中心点 2 800 m。校区总占地面积约 132 万 m²,建筑面积约 60 万 m²,绿地面积约 52 万 m²,白鹭湖区、荷花池、人工河等水体的景观面积约 8 万 m²。

1.2 研究方法

1.2.1 生境划分 校区生境划分,如表 1 所示。

表 1 校区生境划分
Tab.1 Habitat types of campus

生境	生境特征	人为活动
白鹭湖区	湖泊有 2 座树岛屿,水域面积大,右临教学区,左临校园围墙,周围植被种类较多、覆盖率较高,较远离污染源	干扰小
内河区	校内河流水域面积较小,水浅鱼多,河面上水生植物较单一,河道两旁种有乔木,左临绿地和教学区	干扰较小
教学区	植被覆盖度较小、种类单一	干扰极大
绿地区	树木较少、分布较稀疏,多为草本和低矮灌木,有大块的可供鸟类作遮蔽物的植物区域,但绿地间连通性较差,离污染源较远	干扰较小
宿舍区	树木种类单一,但数量较多,且古树较多、生长茂密,北部靠近兑山和学校操场,西北部靠近马路	干扰较大

校区生境划分图,如图 2 所示。

1.2.2 数据采集 对 2014 年 12 月—2015 年 11 月(第 1 期)和 2022 年 12 月—2023 年 11 月(第 2 期)进行校园鸟类多样性调查,在每个生境设置 1 条样线,样线布设尽可能涵盖大部分生境。在晴朗、风力小于 3 级的天气条件下,选择清晨或傍晚鸟类活动的高峰期,调查人员沿着固定样线以 1 km·h⁻¹的速度匀速步行,使用双筒或单筒望远镜观察鸟类,记录样线两侧 50 m 范围内及前方所有见到或听到的鸟类物种、所在生境及数量等信息^[35];对于水域的调查则采用设定固定样点,以半径 5 m 的范围内的样点法开展鸟类群落与多样性观测。为避免重复计数,从样线后方向前方飞的鸟类不进行统计^[36]。调查时

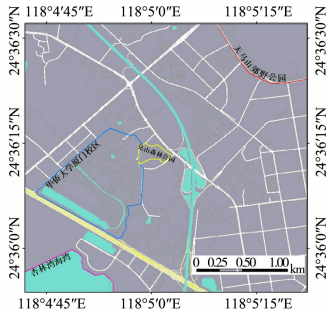


图 1 校区地理位置图

Fig.1 Geographical location map of campus

期分别为冬季越冬期(2014 年 12 月—2015 年 2 月;2022 年 12 月—2023 年 2 月)、春季迁徙期(2015 年 3 月—2015 年 5 月;2023 年 3 月—2023 年 5 月)、夏季繁殖期(2015 年 6 月—2015 年 8 月;2023 年 6 月—2015 年 8 月)和秋季迁徙期(2015 年 9 月—2015 年 11 月;2023 年 9 月—2023 年 11 月),每个季节调查 1~2 次。鸟类的鉴定和分类等主要参照《中国鸟类观察手册》^[37]。

1.2.3 数据处理与分析 物种多样性采用 Shannon-Wiener 指数(H)进行分析, H 的表达式为

$$H=-\sum P_i\lg P_i。$$

上式中: P_i 为第 i 种的个体比例,即物种 i 的个体数与所有物种总个体数之比。

均匀度采用 Pielou 指数(E), E 表达式为

$$E=H/H_{\max}=H/\lg R。$$

上式中: H_{\max} 为在物种丰富度相同的情况下能达到的最大 Shannon-Wiener 指数; R 为群落物种丰富度。

Sorensen 相似性系数(S)的表达式为

$$S=2c/(a+b)。$$

上式中: 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(5 个生境视为 5 个不同的群落)中共有的物种数。

数据分析处理和作图均使用 Origin 2022 软件。

2 实验结果与分析

2.1 鸟类群落物种组成

2.1.1 物种组成 2 期调查共记录到鸟类 93 种,隶属 13 目 40 科。其中,雀形目鸟类最多,有 26 科 67 种,占全部鸟类的 72.04%;其次为鸛形目,有 1 科 7 种,占全部鸟类的 7.53%。鷺科鸟类有 13 种,占鸟类总数的 13.98%。

在调查到的鸟类中,有国家一级重点保护野生动物 1 种,为黄嘴白鹭(*Egretta eulophotes*);国家二级重点保护野生动物 4 种,包括褐翅鸦鹃(*Centropus sinensis*)、画眉(*Leucodioptron canorus*)、领角鸮(*Otus lettia*)、红隼(*Falco tinnunculu*);福建省级重点保护野生动物 11 种,包括小鸛鷗(*Tachybaptus ruficollis*)、大白鹭(*Ardea alba*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、白鹭(*Egretta alba*)、灰喜鹊(*Cyanopica cyanus*)、喜鹊(*Pica serica*)、金腰燕(*Cecropis daurica*)、画眉(*Leucodioptron canorus*)、戴胜(*Upupa epops*)、黑枕黄鹂(*Oriolus chinensis*)、家燕(*Hirundo rustica*)。

2.1.2 鸟类群落物种的组成 两期鸟类群落物种组成,如图 3 所示。由图 3 可知:在居留型方面,留鸟数量最多,有 60 种,占总物种数的 64.51%,冬候鸟 22 种,占总物种数的 23.66%,夏候鸟 9 种,占总种数的 9.68%,旅鸟数量最少,有 2 种,占总种数的 2.15%;在区系方面,东洋界鸟最多,有 62 种,占总种数的 66.67%,其次是古北界鸟,有 26 种,占鸟类总种数的 27.96%,广布种鸟最少,有 5 种,占鸟类总种数的 5.37%;在生态类型方面,鸣禽最多,有 67 种,占总种数的 72.04%,其次是涉禽,有 12 种,占总种数的 12.90%,攀禽有 7 种,占总种数的 7.53%,陆禽有 3 种,占总种数的 3.23%,猛禽有 2 种,占总种数的 2.15%;游禽有 2 种,占总种数的 2.15%。

2.1.3 优势种 校区校园内的 93 种鸟类中,有优势种 4 种,占总数的 4.30%,分别为白头鹎

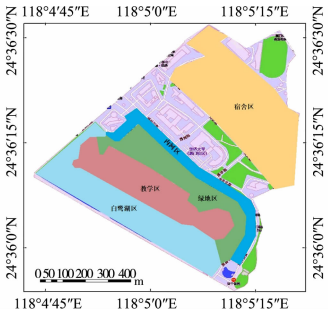


图 2 校区生境划分图
Fig. 2 Habitat division map of campus

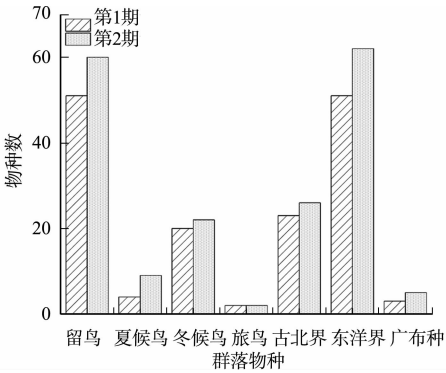


图 3 两期鸟类群落物种组成
Fig. 3 Species composition of bird communities in two periods

(*Pycnonotus sinensis*)、白颊噪鹛(*Pterorhinus sannio*)、麻雀(*Passer montanus*)、白鹡鸰(*Motacilla alba*)；常见种 18 种，占总数的 19.35%；少见种 43 种，占总数的 46.24%。

2.2 鸟类多样性时空格局

2.2.1 不同生境鸟类群落多样性 2014 年 12 月—2015 年 11 月，白鹭湖区的鸟类种数有 41 种，绿地区有 34 种，内河区有 29 种，宿舍区有 20 种，教学区有 11 种。校区各生境鸟类群落统计，如图 4 所示。由图 4 可知：第 1 期调查的物种数占比从大到小的生境为白鹭湖区、绿地区、内河区、宿舍区、教学区，物种多样性指数从大到小的生境为白鹭湖区(2.703)、宿舍区(1.822)、绿地区(1.666)、内河区(1.629)、教学区(0.481)，均匀度指数从大到小的生境为白鹭湖区(0.728)、宿舍区(0.608)、内河区(0.484)、绿地区(0.472)、教学区(0.201)；第 2 期调查的物种数占比从大到小的生境为白鹭湖区、绿地区、内河区、宿舍区、教学区，物种多样性指数从大到小的生境为白鹭湖区(2.816)、宿舍区(1.946)、绿地区(1.884)、内河区(1.686)、教学区(0.557)，均匀度指数从大到小的生境为白鹭湖区(0.700)、宿舍区(0.605)、绿地区(0.484)、内河区(0.436)、教学区(0.211)；较第 1 期调查，第 2 期调查的各生境的鸟类物种数和物种多样性指数均有所增加，均匀度指数除绿地区和教学区有所增加外，其余 3 个生境均出现小幅度减少。

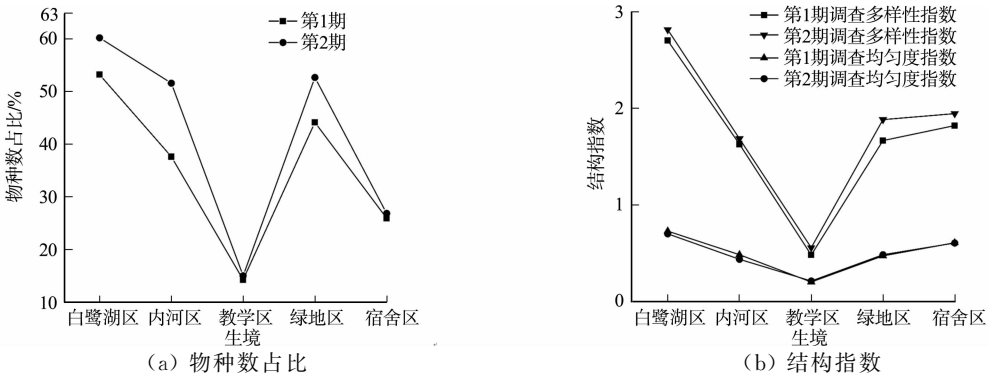


图 4 校区各生境鸟类群落统计

Fig. 4 Statistics of bird community in various habitats of campus

2.2.2 不同季节鸟类群落多样性 校区不同季节鸟类群落，如图 5 所示。

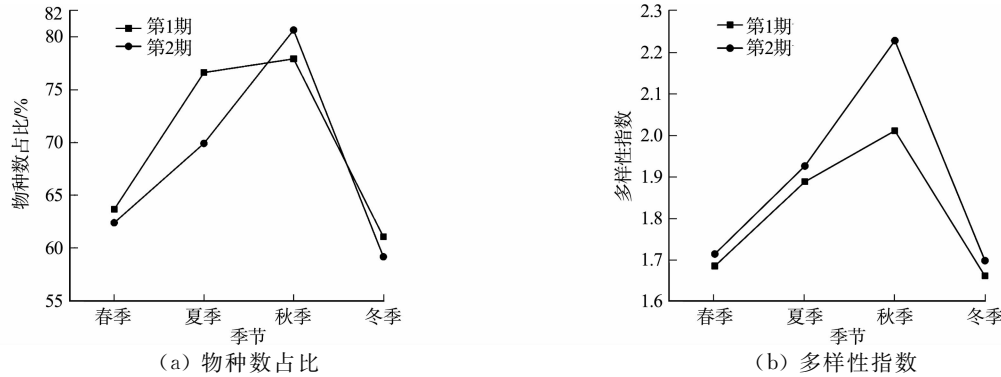


图 5 校区不同季节鸟类群落

Fig. 5 Bird communities in different seasons of campus

2014 年 12 月—2015 年 11 月，春季记录到鸟类 49 种，夏季记录到鸟类 59 种，秋季记录到鸟类 60 种，冬季记录到鸟类 47 种。2022 年 12 月—2023 年 11 月，春季记录到鸟类 58 种，夏季记录到鸟类 65 种，秋季记录到鸟类 75 种，冬季记录到鸟类 55 种。由图 5 可知：第 1 期调查的不同季节鸟类群落多样性指数有所不同，春季为 1.715，夏季为 1.927，秋季最高(2.229)，冬季最低(1.699)；第 2 期调查的不同季节鸟类群落多样性指数有所不同，春季为 1.686，夏季为 1.889，秋季最高(2.012)，冬季最低(1.662)。

2.2.3 鸟类群落相似性 2014—2015 年校区不同生境鸟类群落相似性，如表 2 所示。由表 2 可知：绿地区与白鹭湖区的生境鸟类群落相似性最高(0.568)，宿舍区与绿地区的生境鸟类群落相似性次之(0.444)，宿舍区与白鹭湖区的生境鸟类群落相似性第 3(0.367)，教学区与白鹭湖区的生境鸟类群落相似性最低(0.087)。

表 2 2014—2015 年校区不同生境鸟类群落相似性

Tab. 2 Similarity of bird communities in different habitats of campus from 2014 to 2015

生境	S				
	白鹭湖区	内河区	教学区	绿地区	宿舍区
白鹭湖区	1.000	—	—	—	—
内河区	0.299	1.000	—	—	—
教学区	0.087	0.242	1.000	—	—
绿地区	0.568	0.230	0.100	1.000	—
宿舍区	0.367	0.255	0.154	0.444	1.000

2022—2023 年校区不同生境鸟类群落相似性,如表 3 所示。由表 3 可知:内河区与白鹭湖区的生境鸟类群落相似性最高(0.456),内河区与绿地区的生境鸟类群落相似性次之(0.378),绿地区与白鹭湖区的生境鸟类群落相似性第 3(0.344),教学区与宿舍区的生境鸟类群落相似性最低(0.109)。

表 3 2022—2023 年校区不同生境鸟类群落相似性

Tab. 3 Similarity of bird communities in different habitats of campus from 2022 to 2023

生境	S				
	白鹭湖区	内河区	教学区	绿地区	宿舍区
白鹭湖区	1.000	—	—	—	—
内河区	0.456	1.000	—	—	—
教学区	0.123	0.266	1.000	—	—
绿地区	0.344	0.378	0.188	1.000	—
宿舍区	0.144	0.211	0.109	0.216	1.000

不同季节鸟类群落相似性,如表 4 所示。由表 4 可知:春季和冬季生境鸟类群落相似性最高(0.800),春季和秋季次之(0.587),秋季和冬季第 3(0.579),夏季和春季、夏季和秋季最低(0.462)。

表 4 不同季节鸟类群落相似性

Tab. 4 Similarity analysis of bird communities in different habitats

季节	S			
	春季	夏季	秋季	冬季
春季	1.000	—	—	—
夏季	0.462	1.000	—	—
秋季	0.587	0.462	1.000	—
冬季	0.800	0.466	0.579	1.000

2.3 与南方其他高校鸟类比较

与南方其他高校鸟类调查相比^[12-13,18-20,25],华侨大学厦门校区鸟类种类组成上居中等偏上(表 5)。

表 5 校区鸟类种数与其他南方高校对比

Tab. 5 Numbers of bird species of campus compared with other south universities

高校	目	科	种	调查时间	地理位置	来源
华侨大学厦门校区	13	40	93	第 1,2 期	福建省厦门市	文中
福建农林大学	13	52	61	2013 年 4 月—2014 年 9 月	福建省福州市	文献[12]
玉林师范学院	8	23	48	2015 年 4 月—2016 年 5 月	广西省玉林市	文献[13]
华南农业大学	15	60	260	2021 年 3 月—2022 年 2 月	广东省广州市	文献[18]
浙江农林大学	15	38	103	2021 年 11 月—2022 年 5 月	浙江省杭州市	文献[19]
重庆大学 A 区	5	18	24	2018 年 8 月—2019 年 4 月	重庆市沙坪坝区	文献[20]
海南师范大学	4	11	12	2018 年全年和 2019 年 3 月—2019 年 8 月	海南省海口市	文献[25]

3 讨论

3.1 群落特征

校区鸟类物种数较多,雀形目在种类和丰富度方面占据主导地位;在居留型方面,以留鸟为主,这与

福建省鸟类区系吻合^[39];在区系方面,以东洋界鸟物种,这与中国动物地理区划相吻合;在生态类型方面,以鸣禽为主。这可能与校区的地理位置和环境条件有关。厦门地处东南沿海,属亚热带地区,常年呈亚热带海洋性季风气候,气候温和,雨量充沛,是鸟类良好的栖息地,也是北方高纬度繁殖的鸟类的重要越冬区。鸣禽以浆果、花蕾、种籽、谷物和昆虫为食,校园内人为活动强烈,人为活动产生的生活垃圾等可以为鸣禽提供大量的食物,且鸣禽身体多为小型,校园中乔木和灌木可为其提供充足、相对安全的庇护所。另外,校园后靠兑山森林公园和天马山郊野公园,这两座公园以林鸟、鸣禽等为主,其林鸟、鸣禽可能迁移至校园。

作为一个新建校区(2006 年建成投入使用),校园鸟类的科、种相比其他高校都处于较高的水平(表 5)。一方面表明校区鸟类生境多样性程度高,另一方面与该校区毗邻天马山郊野公园、兑山森林公园、杏林湾海湾等都有关系,这几个区域分别给学校带来了林鸟、鸣禽和水鸟。从空间位置看,校区位于杏林湾海湾与天马山郊野公园的中间,再加上学校内丰富的食物资源为鸟类提供了停歇的场所,因此,鸟类数量较高。

3.2 空间尺度

不同的生境条件使鸟类物种数和多样性在空间尺度上存在差异,校区鸟类物种丰富度与海拔高度、降水、校园面积、建校时间和人口密度等密切相关。白鹭湖区鸟类物种数、多样性指数和均匀度指数均最高,一方面,丰富的水域环境能有效提升鸟类群落多样性;另一方面,栖息地植被条件是影响鸟类物种多样性的主要因素,植被斑块面积越高,鸟类物种越丰富。教学区鸟类物种数、多样性指数和均匀度指数均最低,这可能因为该区植被覆盖度较小、种类单一、人为活动频繁,因此干扰极大,不利于鸟类生存繁殖。宿舍区鸟类物种数较少,但多样性指数和均匀度指数较高,可能因为其北部靠近兑山,兑山森林公园鸟类物种丰富,可能迁徙至临近的宿舍区,且该区古树较多、生长茂密,能为鸟类提供良好的栖息条件,但宿舍区相邻马路和学校操场,人车流量大,不利于鸟类的日常活动。

当两种生境的鸟类群落相似性系数低于 0.600 时,可以看成两种生境不相似。从不同生境来看,生境相似性系数均低于 0.600,可以看成 5 种生境均互不相似。但白鹭湖区与绿地区鸟类群落相似性系数接近 0.600(0.568),可能因为白鹭湖区与绿地区均有大块的可供鸟类作遮蔽物的植物区域,且这两个功能区较远离污染源,是比较适合鸟类栖息的区域。从不同季节来看,春季和冬季的相似性大于 0.600(0.800),这可能是由于冬季鸟类数量逐渐减少,不适寒冷的鸟类飞离了校区,而大部分留鸟留了下来,且春冬季时间接近,记录的鸟类接近。

3.3 时间尺度

校区 5 类生境的鸟类物种数和多样性均为第 2 期调查高于第 1 期调查,第 2 期调查新增鸟类 17 种。一方面,生境异质性是形成丰富多样鸟类群落的重要因素,建校时间越久,生境越丰富,鸟类物种越丰富。另一方面,建校以来,校园绿化水平不断提高,浆果类、核果类等果实类树种增加,能为鸟类提供更多食物。另外,鸟类增多还与杏林湾、天马山得到有效治理有关。第 1 期调查至第 2 期调查期间,天马山进行了山体生态修复,丰富了植被盖度和群落多样性;杏林湾进行了湿地修复,种植了大量的植物,提高了水质,提升了河道景观效果,有效保护了鸟类栖息。由于特殊情况,在 2019 年底至 2022 年初学校基本上实行了封闭式管理,部分时间开展线上授课,校园内人类活动大量减少,人为干扰大幅度减弱,这段时间的校内环境更利于鸟类生活。此外,2022 年长江中下游大旱,高纬度地区的生态环境与往年不同,长江中下游区域生态环境改变,部分鸟类外溢至厦门进行觅食和越冬。

校区的鸟类物种数和多样性均在秋、夏两季明显高于春、冬两季。这是因为秋季有大量的候鸟迁徙,厦门地处候鸟迁徙路线的重要节点,秋季有大量的冬候鸟在厦门进行觅食、补充;夏季校园内的植物枝叶繁茂且水生植被增多,可以为鸟类提供丰富的食物资源和较安全的庇护所,因此,秋、夏两季鸟类物种数和多样性较高。

4 结论

2014 年 12 月—2015 年 11 月和 2022 年 12 月—2023 年 11 月采用样线法、样点法对校区鸟类组成及多样性进行了调查。共记录到鸟类 93 种,隶属 13 目 40 科,其中,雀形目鸟类最多,有 26 科 67 种,占

总数的 72.04%，其次为鹑形目，有 1 科 7 种，占全部鸟类的 7.53%。较第 1 期调查，第 2 期调查新发现鸟类 17 种、6 目、10 科。校园内有国家一级重点保护野生动物 1 种；国家二级重点保护野生动物 4 种；福建省级重点保护野生动物 11 种。居留型方面，留鸟最多，有 60 种，占总种数的 64.51%，旅鸟最少，有 2 种，占总种数的 2.15%；在区系方面，东洋界鸟最多，有 62 种，占鸟类总种数的 66.67%，广布种鸟最少，有 5 种，占鸟类总种数的 5.37%；在生态类型方面，猛禽和游禽最少，均为 2 种。

在 5 种生境的两期调查中，白鹭湖区多样性指数和均匀度指数均最高，教学区均最低。从相似性看，第 1 期调查时绿地区与白鹭湖区的鸟类群落相似性最高，教学区与白鹭湖区的鸟类群落相似性最低；第 2 期调查时内河区与白鹭湖区的鸟类群落相似性最高，教学区与宿舍区的鸟类群落相似性最低。春、冬两季的鸟类群落相似性最高(0.800)。

综合来看，华侨大学厦门校区内鸟类种类丰富，群落多样性较高，具有保护价值。

参考文献：

[1] XU Weizhen, YU Jiao, HUANG Peilin, *et al.* Relationship between vegetation habitats and bird communities in urban mountain parks[J]. *Animals*, 2022, 12: 2470. DOI: 10.3390/ani12182470.

[2] LIU Jun, BAI Haotian, MA Huiyao, *et al.* Bird diversity in Chinese urban parks was more associated with natural factors than anthropogenic factors[J]. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2019, 43: 126358. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.06.001.

[3] SANLLORENTE O, RÍOS-GUISADO R, IZQUIERDO L, *et al.* The importance of university campuses for the avian diversity of cities[J]. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2023, 86: 128038. DOI: 10.1016/j.ufug.2023.128038.

[4] 刘佳琪, 李灵贝, 王彩红, 等. 吉林农业大学校园鸟类多样性研究[J]. *野生动物学报*, 2019, 40(4): 933-944. DOI: 10.19711/j.cnki.issn2310-1490.2019.04.017.

[5] 李斌强, 柏海珍, 王忠辉, 等. 江西赣州鸟类物种多样性及监测现状分析[J]. *生物资源*, 2023, 45(5): 462-471. DOI: 10.14188/j.ajsh.2023.05.007.

[6] 游巍斌, 蔡新瑜, 王英姿, 等. 基于不同网格尺度福州主城区鸟类多样性与景观特征的关系研究[J]. *生态学报*, 2023, 43(18): 7670-7681. DOI: 10.20103/j.stxb.202306071214.

[7] SURIPTO B, LINDASARI N, HENDRY N. Campuses in Yogyakarta as a bird habitat[J]. *AIP Conference Proceedings*, 2020, 2260(1): 020014. DOI: 10.1063/5.0016499.

[8] LIU Jiajia, ZHAO Yunpeng, SI Xingfeng, *et al.* University campuses as valuable resources for urban biodiversity research and conservation[J]. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2021, 64: 127255. DOI: 10.1016/j.ufug.2021.127255.

[9] MIRONOV S, CHANDLER C. New feather mites of the genus *Amerodectes* Valim and Hernandez (Acariformes: Proctophyllodidae) from passerines (Aves: Passeriformes) in Georgia, USA[J]. *Zootaxa*, 2017, 4344(2): 201-245. DOI: 10.11646/zootaxa.4344.2.1.

[10] ZHANG Wenjing, LIANG Chenxia, LIU Jun, *et al.* Species richness, phylogenetic and functional structure of bird communities in Chinese university campuses are associated with divergent variables[J]. *Urban Ecosyst*, 2018, 21: 1213-1225. DOI: 10.1007/s11252-018-0803-5.

[11] 黎思涵, 刘金福, 兰思仁, 等. 福建农林大学校园鸟类种类的多样性特征[J]. *武夷科学*, 2014, 30: 1-8. DOI: 10.15914/j.cnki.wywx.2014.00.001.

[12] 梁宇, 韦柳凤, 黄玲玲, 等. 玉林师范学院东校区植物群落结构对校园鸟类的影响[J]. *湖北农业科学*, 2020, 59(13): 113-117, 126. DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2020.13.026.

[13] 赵海鹏, 曹颖, 刘雪燕, 等. 河南大学校园鸟类再报[J]. *河南大学学报(自然科学版)*, 2022, 52(4): 430-440. DOI: 10.15991/j.cnki.411100.2022.04.007.

[14] 孙喜娇, 胡灿实, 张明明, 等. 贵州大学校园及周边绿地的鸟类多样性及其与景观格局间关系[J]. *四川动物*, 2018, 37(6): 693-702. DOI: 10.11984/j.issn.1000-7083.20180055.

[15] 佟富春, 陆红璇, 袁千允, 等. 华南农业大学校园鸟类多样性分析[J]. *福建林业科技*, 2023, 50(2): 70-76. DOI: 10.13428/j.cnki.fjlk.2023.02.013.

[16] 姚雨欣, 舒美英, 傅东示, 等. 浙江农林大学不同生境鸟类群落的多样性[J]. *中南农业科技*, 2023, 44(6): 170-173, 188.

[17] 李波,曾星月,贺萌,等.山地校园鸟类多样性及其生境特征研究:以重庆大学 A 区为例[J].园林,2023,40(2):28-34. DOI:10.12193/j.laing.2023.02.0028.004.

[18] 韩丹妮,罗旭,马长乐,等.昆明校园绿地因子与鸟类多样性关系研究:以昆明两所高校为例[J].西部林业科学,2022,51(1):132-140,147. DOI:10.16473/j.cnki.xblykx1972.2022.01.020.

[19] 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. DOI:10.13292/j.1000-4890.202009.014.

[20] 杨程,罗青青,赵文秀,等.黔南民族师范学院校园及其周边绿地鸟类调查[J].安徽农业科学,2020,48(16):98-101,142. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.16.026.

[21] 刘金梅,周博,梁伟.海南师范大学龙昆南校区的校园繁殖鸟类[J].海南师范大学学报(自然科学版),2020,33(4):419-423. DOI:10.12051/j.issn.1674-4942.2020.04.008.

[22] 杨岚,亓东明,王静,等.西昌学院北校区校园冬季鸟类多样性及栖息地特征[J].野生动物学报,2015,36(2):197-201. DOI:10.19711/j.cnki.issn2310-1490.2015.02.012.

[23] 郭少荣,陈凡,李一琳.南京市仙林大学城冬季鸟类多样性初步调查:以文澜路 3 所高校为例[J].江苏林业科技,2019,46(2):25-31. DOI:10.3969/j.issn.1001-7380.2019.02.007.

[24] 亓东明,杨岚,王静等.西昌学院北校区校园冬季鸟类区系组成与群落结构[J].畜牧与饲料科学,2015,36(4):27-32. DOI:10.16003/j.cnki.issn1672-5190.2015.04.009.

[25] 曹长雷,郭心怡,由玉岩,等.长江师范学院校园鸟类对人为侵扰的适应性研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2016,41(1):132-137. DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2016.01.023.

[26] 郑冬杰,李媛,毕文奇.西南林业大学校园鸟类警戒行为初探[J].畜牧兽医科技信息,2023(6):31-33. DOI:10.3969/J.ISSN.1671-6027.2023.06.012.

[27] 曹煜方,娄智俊,王红兵,等.上海师范大学奉贤校区内植物与鸟类共生关系探究[J].上海师范大学学报(自然科学版),2022,51(01):70-79. DOI:10.3969/J.ISSN.1000-5137.2022.01.009.

[28] 刘晓芳,齐涛,吴昕怡.城市公园景观文化服务实现度量化评价[J].华侨大学学报(自然科学版),2022,43(2):206-215. DOI:10.11830/ISSN.1000-5013.20210477.

[29] 袁炯炯,孟庆林,袁彦峰.厦门地区典型农村住宅夏季室内热环境实测与分析[J].华侨大学学报(自然科学版),2017,38(1):53-57. DOI:10.11830/ISSN.1000-5013.201701010.

[30] 李登泰,包小样,王维熙,等.仁怀市鸟类群落结构与多样性分析[J].山地农业生物学报,2024,43(1):64-72. DOI:10.15958/j.cnki.sdnyswxb.2024.01.008.

[31] 樊涵,耿彦飞,胡国雄,等.传统村落野生动植物物种多样性及相关资源利用特征分析:以贵州省贵阳市花溪区镇山村大寨为例[J].山地农业生物学报,2021,40(5):48-55. DOI:10.15958/j.cnki.sdnyswxb.2021.05.008.

[32] 刘阳,陈水华.中国鸟类观察手册[M].长沙:湖南科学技术出版社,2021.

[33] 唐兆和,陈友铃,唐瑞干.福建省鸟类区系研究[J].福建师范大学学报(自然科学版),1996,12(2):77-87.

[34] 王鹏,陈天恩,隋佳容,等.河南开封柳园口省级湿地自然保护区及其南侧区域鸟类群落的多样性[J].湿地科学,2024,22(1):38-51. DOI:10.13248/j.cnki.wetlandsci.2024.01.005.

[35] 陈志强,付建平,赵欣如,等.北京圆明园遗址公园鸟类组成[J].动物学杂志,2010,45(4):21-30. DOI:10.13859/j.cjz.2010.04.011.

[36] 叶佳伟,闫淑君,廖剑威,等.城市公园植物群落对鸟类多样性影响的研究进展[J].四川林业科技,2022,43(6):116-121. DOI:10.12172/202201110002.

[37] SOIFER L,DONOVAN S,BRENTIENS E,*et al.* Piecing together ciies to support bird diversity: Development and foret edge densily afect bird richness in urban environments[J]. Landscape and Urban Planning,2021,213:104122. DOI:10.1016/j.landurbplan.2021.104122.

[38] SABO S.Niche and habitat relations in subalpine bird communities of the white mountains of new hampshire[J]. Ecological Monographs,1980,50(2):241-259. DOI:10.2307/1942481.

[39] ANDERLE M,BRAMBILLA M,HILPOLD A,*et al.* Habitat heterogeneity promotes bird diversity in agricultural landscapes: Insights from remote sensing data[J]. Basic and Applied Ecology,2023,70:38-49. DOI:10.1016/j.baae.2023.04.006.

(责任编辑: 陈志贤 英文审校: 刘源岗)