

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

Study on Bird Diversity and Habitat Characteristics of Campus Green Space in Mountainous Environment: A Case Study of Chongqing University Campus A

李 波* 曾星月 贺 萌 王 金 金
LI Bo* ZENG Xingyue HE Meng WANG Jinjin

(重庆大学建筑城规学院, 重庆 400044)
(School of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing, China, 400044)

文章编号: 1000-0283(2023)02-0028-07
DOI: 10. 12193 / j. laing. 2023. 02. 0028. 004
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2022-11-29
修回日期: 2022-12-23

摘 要

地形是绿地空间设计的重要元素, 适应微地形的植物配置将改变绿地生境功能, 并影响其中的生物多样性。为探究山地环境下校园绿地中鸟类多样性与生境特征的关系, 以重庆大学A区校园的鸟类为对象, 分别选取5种校园生境类型, 于2018年8月至2019年4月采用样线法和样点法进行校园鸟类调查。结果显示: (1) 重庆大学A区校园内共发现鸟类24种, 隶属5目18科23属, 鸟类区系组成呈现明显东洋界特征, 留鸟是校园内鸟类组成的主体; (2) 5种生境中鸟类的物种多样性从高到低依次为滨水绿地(3.126) > 坡地乔灌林(2.742) > 道路绿地(2.556) > 疏林草地(2.386) > 分台林地(1.940); (3) 鸟类多样性受到植被丰富度、植被垂直结构、空间形态及空间层次复杂程度、人为干扰等多种因素的复合影响。据此, 提出关于校园生态建设的几点建议, 以期在校园生态建设提供一定的参考。

关键词

鸟类多样性; 鸟类生境; 山地环境; 校园绿地

Abstract

Topography is an important element in the design of green space. Plant configuration adapted to microtopography will change the habitat function of green space and affect the biodiversity in it. In order to explore the relationship between bird diversity and habitat characteristics in campus green space in a mountainous environment, this study selected five types of campus habitat in Chongqing University Area A from August 2018 to April 2019; the sampling line method and the sampling point method were used to investigate the birds in the campus. The results showed that: (1) A total of 24 species of birds were found in Area A of Chongqing University, belonging to 5 orders, 18 families and 23 genera. The composition of bird fauna showed obvious Oriental characteristics, and resident birds were the main part of the composition of birds on campus. (2) The species diversity of birds in the five habitats from high to low was: water and lakeside green land (3.126) > slope land (2.742) > road green space (2.556) > open forest land (2.386) > terrace (1.940). (3) Bird diversity was affected by multiple factors, such as vegetation richness, vertical structure of vegetation, spatial form and spatial complexity, and human disturbance. Based on this, some suggestions on campus ecological construction are put forward in order to provide a reference for campus ecological construction.

Keywords

bird diversity; bird habitat; mountainous environment; campus green space

李 波

1982年生/男/重庆人/博士/副教授、博士生导师/研究方向为大地景观规划与生态修复、城市绿地系统生态规划设计

曾星月

1999年生/女/四川德阳人/在读硕士研究生/研究方向为城市绿地系统生态规划设计

贺 萌

1999年生/女/陕西清涧人/在读硕士研究生/研究方向为城市绿地系统生态规划设计

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: elaplibo@cqu.edu.cn

基金项目:
国家自然科学基金面上项目“鸟类廊道视角下的山地城市立体生态网络功能连接及空间干预”(编号: 52078074)

城市化是世界各地正在发生的最普遍和最深刻的变化之一^[1]，持续威胁着城市生物多样性。作为城市生态系统的重要组成部分和城市生物多样性保护的重点目标，城市鸟类群落已经成为评价城市生态系统健康状况的重要指标^[2]。城市环境中适合鸟类生存栖息的自然绿地逐渐丧失，公园绿地、防护绿地、附属绿地等城市绿地已经成为鸟类及其他野生动物最后的避难所^[3]。高校校园作为城市绿地的重要组成部分，通常具有占地较广、绿地率和绿化覆盖率高、植被种类丰富等特点，是城市中重要的鸟类生境^[4]。相关学者也对中国高校校园绿地鸟类多样性展开了广泛研究^[4-13]，其重点主要关注于探索植被特征与鸟类多样性之间的关系。在山地环境下，基于微地形特征条件下的校园绿地空间营建，将通过地形重塑、植物配置、水系梳理等过程对鸟类生境产生作用，进而影响其生物多样性。但针对山地特殊地形条件下的校园鸟类研究尚且欠缺。重庆大学A区呈现明显的山地校园特征，景观层次丰富，本研究通过调查其校园内鸟类和不同生境的特征，探究山地校园中生境特征与鸟类多样性的关系，以期在校园生态建设提供参考。

1 研究区域概况

重庆位于中国西南部、长江上游地区，是青藏高原与长江中下游平原的过渡地带，山环水绕、江峡相拥。重庆地形地貌复杂多样，总体地势由南北向长江河谷逐级降低，西北部和中部以丘陵、低山为主，东南部靠大巴山和武陵山两座大山脉，坡地较多，有“山城”之称。重庆属亚热带季风性湿润气候，年平均气温16~18℃，大部分地区年平均降水量大于1 000 mm，主要气



图1 校园生境调查路线平面图
Fig. 1 Campus habitat survey line plan

候特点可以概括为冬暖春早、夏热秋凉、四季分明。境内植被主要属于热带、亚热带性质，植物资源丰富、种类繁多，据统计有高等植物6 000余种^[14]。常见树种包括黄葛树 (*Ficus virens*)、小叶榕 (*Ficus concinna*)、香樟 (*Cinnamomum camphora*)、银杏 (*Ginkgo biloba*) 等。

重庆大学A区位于重庆主城沙坪坝区，校园占地面积为70.8 hm²，呈现明显的山地校园特征。校园内高差复杂，主要以坡地地形为主^[15]，地面标高约在217~277 m之间^[16]，校园空间设计多由地形起支配作用，形成立体空间、下沉空间、抬升空间等多种景观空间形态^[17]。校园内植物资源丰富，主要树种多为桑科 (*Moraceae*)、木兰科 (*Magnoliaceae*)、木樨科 (*Oleaceae*)、樟科 (*Lauraceae*)、蔷薇科 (*Rosaceae*) 的植物，且由于地形特殊，校园内还存在附崖植物等特殊绿色形态^[16]。

2 研究方法

2.1 鸟类调查

2018年8月至2019年4月，采用样线法和样点法对重庆大学A区校园鸟类进行调查 (图1)。观测时间为鸟类较为活跃的7:00~10:00和16:00~19:00，每月选取晴朗无风的天气进行一次调查。在每个生境中选取2条样线，每条样线长1.5 km，以1.5 km/h的速度行走，左右视区各20 m，使用8×42倍变焦双筒望远镜进行观察，使用录音笔和相机进行录音和拍摄记录。

2.2 生境分类

根据校园内植被类型及干扰因素等差异，将研究区域分为5种生境类型 (图2)。

生境I为疏林草地，代表性样地为重庆大学A区校园大门内侧的草坪空间。该生境



图2 5种生境示意图及典型照片
Fig. 2 Schematic diagrams and typical photographs of five habitats

整体地形平缓，局部有土丘、洼地等微地形。作为校园入口开敞绿地空间，它既是校园景观重要的展示窗口，也是满足人们进行交往、学习、散步等活动的区域。因此在植物配置方面以草坪为主，其间零星点缀高大乔木，如香樟、黄葛树等，靠近教学区一侧有小面积以白兰 (*Michelia alba*) 为主的乔木林和斑块状分布的桂花 (*Osmanthus fragrans*)、紫荆 (*Cercis chinensis*)、木芙蓉 (*Hibiscus mutabilis*) 等花灌木，以及假槟榔 (*Archontophoenix alexandrae*)、鱼尾葵 (*Caryota maxima*) 等观赏树种。

生境 II 为坡地乔灌木，代表性样地为六舍斜坡旁绿化空间和图书馆旁斜坡绿地。该生境整体地形呈现明显的高差变化，多为坡地两侧的景观绿化空间。坡地的主要功能是供人们快速通行，因此该区域在植物配置方面以不进人乔灌木为主，即主要指含落叶或

常绿阔叶林、针叶林以及大量灌丛的人工次生林^[8]。乔木种类丰富，树形高大，如黄葛树、小叶榕等，灌木盖度大，多以成片灌木丛的形式存在，如小叶黄杨 (*Buxus sinica*)、红花檵木 (*Loropetalum chinense*) 等，区域内亦有成片的竹林，人类均难以进入，林下人为干扰较小。

生境 III 为分台林地，代表性样地为寅初亭和文字斋所在的台地空间。该生境主要是通过分台的手法对高差较大的坡地进行处理，形成不同标高的台地空间，并通过垂直交通进行联系，形成立体交通网络，具有良好的可进入性和通行功能，是人们重要的休闲活动空间。在空间营造过程中，通过香樟等高大乔木和台地边缘的灌丛围合出相对静谧的环境。考虑到排水问题，该类生境地表或是排水良好的沙土 (样地 A3)，或是透水性良好的

硬质铺装 (样地 A10)，而缺乏地被植物覆盖。

生境 IV 为滨水绿地，代表性样地为围绕地势低洼的民主湖打造的休闲绿地。该生境整体地势较低，为校园核心区域的下沉空间，水域面积约 0.84 hm²^[8]，因地形原因共分为 4 层，滨水绿地边缘区域与校园干道间形成高差较大的堡坎。作为校园内重要的自然休闲空间，该生境在植物配置方面种类较为丰富，层次较为复杂，靠近校园主干道的边缘区域由乔灌木形成自然屏障，生境内部多高大乔木和成片灌丛，亦有呈斑块状分布的紫叶李 (*Prunus cerasifera*)、紫薇 (*Lagerstroemia indica*) 等观花小乔木，湖岸边种植有丰富的水生植物，如芦竹 (*Arundo donax*)、美人蕉 (*Canna indica*)、风车草 (*Cyperus involucratus*)。

生境 V 为道路绿地，代表性样地为东林餐厅外的行道树带及小片草地。该生境外围由车行道环绕，内部由人行通道进行分割，形成相对破碎的生境。植物配置主要以小叶榕行道树、假槟榔 (*Archontophoenix alexandrae*)、棕竹 (*Rhapis excelsa*)、南洋杉 (*Araucaria cunninghamii*)、含笑 (*Michelia figo*) 等景观树种形成的植物组团。该生境空间相对开敞，车辆及行人通行对其干扰较大。

2.3 数据处理

鸟类数量占总数量 10% 以上定为优势种，1% ~ 9% 定为常见种，1% 以下则定为稀有种^[5]。物种多样性指数，采用 Shannon-Weiner 指数进行计算^[19]，见公式 (1)。其中， H 为物种多样性指数， P_i 表示第 i 个物种个体数占总数的比例。

$$H = -\sum P_i \ln P_i \quad (1)$$

物种均匀度指数，采用 Pielou 指数进行计算^[20]，见公式 (2) (3)。其中， J 为物种均匀度指数， H 为实际观察的物种多样性指数，

即Shannon-Weiner多样性指数, $\ln S$ 为最大的物种多样性指数, S 为群落中的总物种数目。

$$J=H/H_{max} \quad (2)$$

$$H_{max}=\ln S \quad (3)$$

相似性指数, 采用Jaccard指数进行计算^[19], 见公式(4)。其中, C_j 为相似性指数, j 为两个群落的共有种数, a 、 b 分别为群落A和群落B的物种数。

$$C_j=j/(a+b-j) \quad (4)$$

数据分析和处理均使用Excel 2016。

3 结果与分析

表1 重庆大学A区校园鸟类名录
Tab. 1 List of birds on campus in Zone A of Chongqing University

目科 Order & family	种名 Species	分布型 Distribution	留居型 Status	资源价值 Value	生境类型 Habitat
鸛鷀目鸛鷀科	小鸛鷀	广布种	留鸟	▲	IV
	珠颈斑鸠	东洋界	留鸟	▲	I、II、III、IV
鸽形目鸠鸽科	山斑鸠	广布种	留鸟	▲	II、IV
鸽形目杜鹃科	噪鹃	东洋界	夏候鸟	▲	II
佛法僧目翠鸟科	普通翠鸟	广布种	留鸟		IV
雀形目鹁鸰科	白鹁鸰	古北界	留鸟	▲	I、II
雀形目鹌科	白头鹌	东洋界	留鸟	▲△	●
雀形目伯劳科	棕背伯劳	东洋界	留鸟	▲	IV
雀形目棕鸟科	丝光棕鸟	东洋界	留鸟	▲	I、II、V
雀形目鸭科	灰喜鹊	广布种	留鸟	▲	II
	喜鹊	古北界	留鸟	▲	II、III、IV
雀形目鸫科	乌鸫	广布种	留鸟		●
	乌灰鸫	东洋界	旅鸟	▲	III
雀形目鹡科	鹡鸰	东洋界	留鸟	▲	●
	北红尾鹡	古北界	冬候鸟	▲	I
雀形目画眉科	画眉	东洋界	留鸟	△	I
	白颊噪鹛	东洋界	留鸟	▲	●
雀形目鸦雀科	棕头鸦雀	广布种	留鸟		I、III
雀形目莺科	棕脸鹟莺	东洋界	留鸟		I、II
	黄腰柳莺	古北界	冬候鸟	▲	I
雀形目长尾山雀科	红头长尾山雀	东洋界	留鸟		I、II、IV
雀形目山雀科	远东山雀	古北界	留鸟		I、II、III
雀形目雀科	麻雀	广布种	留鸟		●
雀形目花雀科	白腰文鸟	东洋界	留鸟		I、II、IV、V

注：▲为三有种、△为中国特有种；I为疏林草地、II为坡地乔灌木林、III为分台林地、IV为滨水绿地、V为道路绿地；●代表5种生境中均有分布。

3.1 鸟类种类组成

调查共记录到鸟类24种897只次, 隶属于5目18科23属(表1, 图3)。其中雀形目19种, 占调查鸟类种数的79.17%, 此外, 鸽形目2种, 鸛鷀目、鹑形目、佛法僧目各1种。从留居型上看, 留鸟20种、旅鸟1种、夏候鸟1种、冬候鸟2种, 分别占调查鸟类种数的83.33%、4.17%、4.17%、8.33%。从分布型上看, 东洋种12种、古北种5种、广布种7种, 分别占调查鸟类种数的50%、20.83%、29.17%(图4)。从资源价值上看, 15种被列为三有鸟类, 即

有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物(简称三有)^[21], 两种为中国特有种^[22]: 白头鹌、画眉。三有种和中国特有种分别占调查鸟类种数的62.5%、8.33%。

鸟类的物种鉴定、分类、分布型、留居型均根据《中国鸟类野外手册》^[23]、《中国鸟类分类与分布名录(第2版)》^[24]确定。

3.2 不同生境类型中鸟类群落特征

生境I疏林草地中共记录鸟类16种, 占调查鸟类种数的66.67%, 优势种为麻雀、白头鹌, 物种多样性指数(H)为2.386, 均匀度指数(J)为0.861。生境II坡地乔灌木林中共记录鸟类16种, 占调查鸟类种数的66.67%, 优势种为麻雀、白头鹌、丝光棕鸟, 物种多样性指数(H)为2.742, 均匀度指数(J)为0.989。生境III分台林地中共记录鸟类10种, 占调查鸟类种数的41.67%, 优势种为白头鹌、白颊噪鹛、乌鸫, 物种多样性指数(H)为1.940, 均匀度指数(J)为0.843。生境IV滨水绿地中共记录到鸟类13种, 占调查鸟类种数的54.17%, 优势种为麻雀、白头鹌、白颊噪鹛、红头长尾山雀, 物种多样性指数(H)为3.126, 均匀度指数(J)为1.219。生境V道路绿地中共记录鸟类7种, 占调查鸟类种数的29.17%, 优势种为麻雀、白头鹌、白颊噪鹛、乌鸫、丝光棕鸟, 物种多样性指数(H)为2.556, 均匀度指数(J)为1.314(表2)。

3.3 生境间相似性分析

根据Jaccard相似性系数原理, 当 C_j 值为[0, 0.25)时, 群落A、B为极不相似; 当 C_j 值为[0.25, 0.50)时, 群落AB为中等不相似; 当 C_j 值为[0.50, 0.75)时, 群落A、B为中等相似; 当 C_j 值为[0.75, 1.00)时, 群落A、B为极相似^[5]。

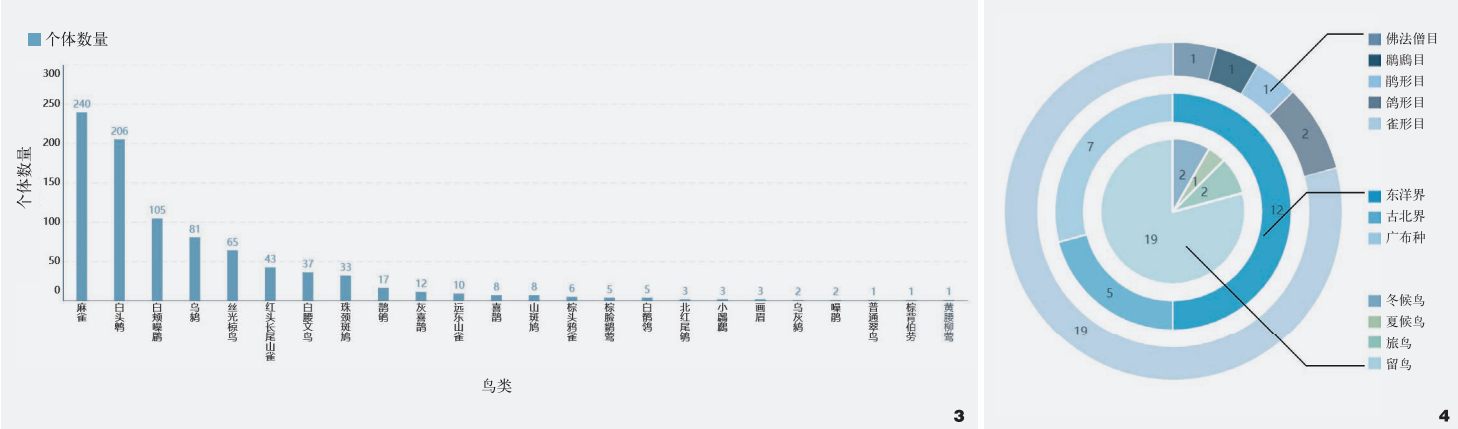


图3 校园绿地空间鸟类丰富度状况
Fig. 3 Bird abundance in campus green space

图4 鸟类群落特征概况图
Fig. 4 Overview of bird community characteristics

由校园内5种生境间的相似性系数计算结果(表3)可知,疏林草地和坡地乔灌木的相似性最高(0.600),为中等相似,坡地乔灌木和滨水绿地的相似性次之(0.526),也为中等相似,其余生境之间均为中等不相似,说明生境间鸟类群落结构存在较大差异,尤以疏林草地和滨水绿地的相似性最低(0.381),鸟类群落结构差异最大。

4 结论与讨论

4.1 鸟类群落特征

在本次调查中,于重庆大学A区发现鸟类24种,隶属于5目18科23属。其中以雀形目鸟类居多,这与重庆市鸟类概况相符合:重庆市共发现鸟类502种,其中278种均为雀形目鸟类^①。从留居型来看,留鸟是重庆大学A区校园内鸟类组成的主体,这可能是由于重庆属亚热带季风性湿润气候,山地立体气候特征明显,无霜期较长,适合鸟类留居与繁殖,因此留鸟较候鸟、旅鸟在数量上呈现明

显优势。从区系组成来看,具有明显的东洋界特征,在中国动物地理区划上,古北界与东洋界在中国境内的分界线,西部从喜马拉雅—横断山脉—秦岭一线,至今总体上仍被

公认^[25]。重庆位于秦岭以南,属东洋界,东洋界鸟类占优势与区划相一致^[6]。校园优势种包括麻雀、白头鹎、白颊噪鹛;校园常见种包括乌鸫、丝光椋鸟、红头长尾山雀、白腰

表2 5种生境类型鸟类群落特征差异
Tab. 2 Differences of bird community characteristics in five habitat types

生境类型 Habitat	物种数 Number of species	优势种数 Number of dominant species	<i>H</i>	<i>J</i>
I	16	2	2.386	0.861
II	16	3	2.742	0.989
III	10	3	1.940	0.843
IV	13	4	3.126	1.219
V	7	5	2.556	1.314

注: *H*为物种多样性指数; *J*为鸟类均匀度指数。

表3 鸟类群落相似性系数矩阵
Tab. 3 Matrix of similarity coefficients for the bird communities

生境类型 Habitat	I	II	III	IV	V
I	1	0.600	0.444	0.381	0.438
II		1	0.444	0.526	0.438
III			1	0.438	0.417
IV				1	0.429
V					1

① 重庆市鸟类数据来自重庆观鸟会论坛发布的《重庆鸟类名录5.0 (2020)》。

文鸟、珠颈斑鸠、鹊鸂、灰喜鹊、远东山雀。

4.2 鸟类多样性与生境特征的关系

由表2可知,重庆大学A区校园内,5种生境中鸟类的物种多样性从高到低依次为:滨水绿地(3.126) > 坡地乔灌林(2.742) > 道路绿地(2.556) > 疏林草地(2.386) > 分台林地(1.940)。

生境Ⅳ滨水绿地植物种类丰富,植被垂直结构以乔灌木为主,层次复杂;乔木多为长势良好的大树,树冠较大且枝叶繁茂,为鸟类提供了良好的隐蔽空间,有利于鸟类筑巢、栖息。除固定游览路线外,人类难以进入绿化区域内部,人为干扰较小,有利于鸟类进行取食、运动等,因此,滨水绿地物种多样性最高(3.126)。但这一研究结果与孙喜娇^[4]、杨岚^[5]等的研究结果有所不同,可能是由于水域和滨水绿地整体呈现为一个下沉空间,这种有层次的地形处理,可以屏蔽一些外部干扰^[26],且水域由于高差原因从高到低共分为4层,相较于普通的校园景观水体形成了更为丰富的微生境。作为5个生境中唯一具有水域的生境,滨水绿地招引了特定的鸟类,如普通翠鸟、小鸊鷉,这一点与彭子嘉^[7]等的研究结果相同。

生境Ⅱ坡地乔灌林的植物配置形式多为不进人乔灌林,乔木种类丰富,树形高大,灌木多以成片灌木丛的形式存在,区域内亦有成片的竹林,均仅作绿化之用,很大程度上降低了人为干扰。韩丹妮等^[10]的研究发现,成片的灌木丛可以吸引更多鸟类,同时,竹林有利于鸟类夏季躲避暴雨,冬季预防严寒,对鸟类有很好的招引作用,是多种鸟类栖息的乐园^[27]。乔灌林和竹林均为鸟类提供了丰富的巢址资源和食物资源^[8]。因此,坡地乔灌林的物种多样性较高(2.742)。

生境Ⅴ道路绿地以小叶榕行道树为主,该生境内的小叶榕均为成年大树,具有树体较高、树枝伸展、树冠盖度大的特点,提供了小树不具有的结构复杂性,更容易吸引鸟类栖息^[2]。但同时该生境内空间层次和植被垂直结构较为简单,且连接教学区域与用餐区域,树下有一定的人为干扰,因此,道路绿地的物种多样性(2.556)明显低于滨水绿地(3.126),略低于坡地乔灌林(2.742)。鸟类在行道树带这一特殊城市栖息地中的营巢繁殖表明了其对城市栖息地及人类干扰的高度适应性^[28]。

生境Ⅰ疏林草地整体开阔平坦,局部有微地形,植被分布较为零散,且人类常在此区域进行活动,人为干扰较大,因此疏林草地的物种多样性较低(2.386)。整理调查数据发现,本次调查中共发现麻雀240只,其中160只(66.67%)是在疏林草地中发现的,这可能是由于人类在产生干扰的同时,生活垃圾和食物残渣又可以为部分鸟类提供食物^[11],使部分鸟类就近栖息并完全适应该区域的环境,种群数量得以扩大,进而成为该地的优势种^[8],比如疏林草地中的麻雀。且有研究表明,麻雀喜欢在距建筑物较近且植被不太茂密的地方觅食,人类活动是其栖息地选择的最主要影响因素,为了获得更多的食物,麻雀会选择到人类活动区域来觅食和休息,但是过于频繁的人类活动也会干扰到它们的觅食和休息行为^[29]。

生境Ⅲ分台林地是充分适应山地特征的一种景观空间,该区域主题性较强,作为校园内的重要景观节点,同时还承担通行功能,开发利用程度较高,人类活动强度大,如居民晨练、学生晨读等活动大多在该区域内进行,不利于鸟类在该区域内进行活动。且由于考虑排水,该区域内缺乏地被植物覆盖,

因此尽管空间层次丰富、植被种类较多,分台林地的物种多样性(1.940)仍然明显低于其他生境。

滨水绿地和坡地乔灌林间相似度较高,且这两种生境相较于其他生境植被种类更加丰富,空间层次相对复杂,人为干扰均较低,更利于鸟类进行栖息、筑巢、取食等活动,鸟类物种多样性也相对更高。而道路绿地、疏林草地中植被种类略少,垂直结构更为简单,人为干扰也相对较大,鸟类物种多样性相比前两种生境则有所下降。分台林地虽非植被类型单一、垂直结构简单的生境,但缺乏地被植物覆盖且人类活动过于频繁,明显干扰到鸟类的活动,以致鸟类物种多样性明显低于其他生境。由此可见,栖息地结构、植被的多样性、林木的水平和垂直层次的复杂性等因素都与鸟类群落的多样性与结构相关^[30]。且鸟类群落结构同时还与人为干扰程度密切相关。

4.3 校园景观空间生态营建

研究表明,通过提高空间结构的异质性可以为鸟类的觅食、繁殖与栖息提供更为丰富的层次空间^[12]。重庆大学A区校园作为典型山地校园,有着丰富多样的微地形结构,空间层次复杂,有利于鸟类在此生存繁衍。课题组前期在对重庆大学A区校园鸟类的持续观测过程中共记录到鸟类54种,其中包括7种迁徙过境鸟类。本研究调查记录到的鸟类种数相对较少,可能与调查过程中的样线选择、调查频率等相关。然而,本研究调查获得的鸟类丰富度与重庆市其他校园绿地鸟类多样性调查结果接近^[8-9],可以认为总体上具有代表性。此外,在校园建设和管理过程中,鸟类生境破碎化以及生境质量的改变,如水体已呈现中度富营养化状态^[18]等,也是

导致校园鸟类种类较少的原因之一。鸟类对环境变化较为敏感, 因此维持和增加鸟类的物种多样性也能在一定程度上反映愈渐优良的校园生态环境。在此针对校园景观空间生态营建提出几点建议, 以期为校园生态建设提供参考:

(1) 优化植物群落配置, 并结合特殊地形空间的合理利用, 营造更加丰富的生境结构。除了协调树种搭配, 丰富乔灌层次, 适当引入野生植物外, 可适当增加火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、柿 (*Diospyros kaki*)、金银木 (*Lonicera maackii*) 等冬季食源树种, 以提高鸟类对城市环境的适应性^[7]。可通过改造自然驳岸, 为普通翠鸟、红尾水鸬等水鸟营造适宜生境。山地坡坎崖空间也是鸟类在城市中的栖息生境^[31], 应充分利用山地特征, 加强校园立体绿化, 进行多维立体的校园绿色空间营建, 为鸟类提供更多栖息生境。

(2) 科学开展校园建设维护活动, 保障校园绿地鸟类多样性健康可持续发展。长期以来, 校园绿地和校舍建设的矛盾导致校园内生境的破碎和片段化, 生境质量持续下降。为加强校园绿地间的连续性, 降低景观破碎化程度, 应有针对性地提高校园内的绿化覆盖率, 必要时可将若干个破碎的生境斑块连成一个整体。在今后的校园建设过程中, 加强生态建设的同时也应注重生境质量评估及监测, 为校园决策提供一定的参考。

(3) 加强校园生态环境建设与生态文明建设, 践行生态文明价值观。重视校园生态环境管理, 对校园水质等问题及时治理并持续进行监测, 进一步优化现有的良好生境, 同时健全校园环境管理体系, 防止进一步环境污染。还可通过鸟类科普讲座、校园观鸟活动等方式提升校园师生们的相关知识和爱鸟意识, 自觉爱护鸟类。同时鼓励

风景园林等相关专业的学生在学校进行校园生态修复、校园污染治理、校园微生境营造等相关实践, 在学习和实践的过程中提升学校的生态水平。

注: 文中图表均由作者自绘。

参考文献

[1] ZHOU D, CHU L M. How Would Size, Age, Human Disturbance, and Vegetation Structure Affect Bird Communities of Urban Parks in Different Seasons?[J]. Journal of Ornithology, 2012, 153(4): 1101-1112.

[2] 赵伊琳, 王成, 白梓彤, 等. 城市化鸟类群落变化及其与城市植被的关系[J]. 生态学报, 2021, 41(02): 479-489.

[3] 张皖清, 董丽. 北京城市公园中鸟类对植物生境及种类的偏好研究[J]. 中国园林, 2015, 31(08): 15-19.

[4] 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(06): 693-702.

[5] 杨岚, 亢东明, 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(02): 197-201.

[6] 赵海鹏, 张耀光. 西南大学校园鸟类区系与资源初报[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007(04): 131-136.

[7] 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(09): 3032-3042.

[8] 曹长雷. 长江师范学院校园夏季鸟类群落与多样性分析[J]. 生物学杂志, 2009, 26(05): 44-47.

[9] 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(01): 132-137.

[10] 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(01): 132-140.

[11] 武欣慧, 李英杰, 杨永志, 等. 大学校园园林绿化树木配置与鸟类多样性关系研究[J]. 林业资源管理, 2016(01): 143-147.

[12] 刘永飞, 吴逸群, 廉小平. 渭南师范学院校园鸟类群落与多样性分析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(06): 3596-3597.

[13] 寇世强, 姚正阳, 赵小妮, 等. 西北农林科技大学校园鸟类多样性及栖息地特征[J]. 西北农业学报, 2010, 19(08): 27-31.

[14] 易思荣, 唐正中, 张仁固. 重庆市植物区系特征及植被类型[J]. 重庆林业科技, 2008(01): 42-46.

[15] 刘洋. 重庆大学校园空间环境研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2003.

[16] 周丁. 重庆地区山地校园景观特色[J]. 剑南文学(经典教苑), 2013(04): 259.

[17] 周丁. 山地校园景观空间形态的比较分析——以重庆高校新老校区景观环境为例[J]. 美术大观, 2016(04): 114-115.

[18] 黄莉, 何强, 彭述娟. 小型景观湖水水质模拟及应用研究[J]. 环境工程学报, 2011, 5(11): 2453-2458.

[19] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.

[20] WHITTAKER R H. Evolution and Measurement of Species Diversity[J]. Taxon, 1972, 21(2-3): 213-251.

[21] 成水平, 罗莎, 胡鸿兴, 等. 武汉湿地水鸟多样性特征及其与几种生境因子的关系[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2009, 43(03): 456-462.

[22] 雷富民, 卢建利, 刘耀, 等. 中国鸟类特有种及其分布格局[J]. 动物学报, 2002(05): 599-610.

[23] 约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬奇. 中国鸟类野外手册[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2000.

[24] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第2版)[M]. 北京: 科学出版社, 2011.

[25] 雷富民, 宋刚, 蔡天龙, 等. 中国鸟类生物地理学研究回顾与展望[J]. 动物学杂志, 2021, 56(02): 265-289.

[26] 王时原, 曹毅, 顾紫薇. 城市中心区室外休闲式下沉空间初探[J]. 中外建筑, 2011(08): 50-51.

[27] 卢秀新, 张天印, 郭成元. 淡竹林生境及其招引鸟类的效益调查[J]. 山东林业科技, 1985(01): 52-60.

[28] 王彦平, 陈水华, 丁平. 杭州城市行道树带的繁殖鸟类及其鸟巢分布[J]. 动物学研究, 2003(04): 259-264.

[29] 胡金润, 黄鹏, 罗华星, 等. 麻雀春季栖息地选择研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(06): 2959-2961.

[30] 郑光美. 鸟类学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1995.

[31] 张荣彩, 石璨, 黄净泉, 等. 基于AHP法的山地校园堡坎生境自生植物种类调查及其景观评价[J]. 现代园艺, 2022, 45(15): 38-42.