

doi:10.11920/xnmdzk.2025.01.005

成都市昆虫群落多样性探讨

刘伟¹, 颜言¹, 王欣然¹, 侯珺舰¹, 王靖元¹, 代东环¹, 左雨涵¹, 杨楠²

(1. 西南民族大学畜牧兽医学院, 四川 成都 610041; 2. 西南民族大学草地资源学院, 四川 成都 610041)

摘要: 昆虫群落是生态系统的重要组成部分, 具有环境指示作用。成都市生物资源丰富, 城市化进程迅速, 对昆虫群落特征的研究有助于理解生态系统稳定性和城市化对生物多样性的影响。2021 年 4 月 - 2022 年 11 月, 在成都市城区、城乡过渡带、郊区 3 个区域共设置 52 个调查位点, 采用样线法和灯诱法调查了昆虫群落多样性。共采集到 2 372 头昆虫, 隶属于 15 目 106 科 325 属 401 种, 物种丰富度较高的目依次为: 鳞翅目、鞘翅目、直翅目和半翅目; 昆虫群落多样性整体较高, 城区、城乡过渡带、郊区的多样性指数 (H') 分别为 4.06、5.06 和 6.06, 丰富度指数 (R) 分别为 16.42、22.17 和 35.72, 多样性随着远离城市中心而逐渐升高; 群落优势种为马铃薯鳃金龟 (*Amphimallon solstitialis*) 和鳞翅目的竹弯茎野螟 (*Crypsiptya coclesalis*) 和东方菜粉蝶 (*Pieris canidia*), 优势种组成在不同区域间有所不同。城市化进程对昆虫群落组成和多样性造成了一定影响, 城市建设过程中应考虑实施监测昆虫群落动态、研究昆虫的生态服务功能、设计多样化植物组合、推广生物防治等策略, 以利于保持生态系统健康, 助力公园城市可持续发展。

关键词: 生物多样性; 昆虫群落; 城市化; 成都市; 公园城市建设

中图分类号: Q968

文献标志码: A

文章编号: 2095-4271(2025)01-0034-07

Investigation into insect community diversity in Chengdu city

LIU Wei¹, YAN Yan¹, WANG Xinran¹, HOU Junjian¹, WANG Jingyuan¹,

DAI Donghuan¹, ZUO Yuhan¹, YANG Nan²

(1. School of Animal Husbandry and Veterinary Science, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China;

2. School of Grassland Resources, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China)

Abstract: Insect communities play a vital role in ecosystem functioning and serve as indicators of environmental conditions. Chengdu City, with its rich biodiversity and rapid urbanization process, provides an excellent opportunity to study the characteristics of insect communities and their response to urbanization, thereby enhancing our understanding of ecosystem stability and the impact of urbanization on biodiversity. From April 2021 to November 2022, investigations were conducted in three regions of Chengdu City, including urban areas, urban-rural transitional zones, and suburban areas. A total of 52 survey sites were selected, and insect community diversity was assessed using transect and light-trap sampling methods. A total of 2,372 insects were collected, representing 401 species from 325 genera, 106 families, and 15 orders. The most species-rich orders were Lepidoptera, Coleoptera, Orthoptera, and Hemiptera, respectively. Overall, the insect community exhibited high diversity, with diversity indices (H') of 4.06, 5.06, and 6.06 for urban areas, urban-rural transition zones, and suburban areas, respectively. The richness indices (R) were 16.42, 22.17, and 35.72 for the corresponding regions. Diversity increased with increasing distance from the city center. Dominant species in the community varied among regions, with *Amphimallon solstitialis*, *Crypsiptya coclesalis*, and *Pieris canidia* being the dominant species in different regions. Urbanization exerted a significant influence on insect community composition and diversity. Therefore, monitoring insect community dynamics, studying the ecological services provided by insects, pro-

收稿日期: 2024-01-03

作者简介: 刘伟 (1983-), 男, 副教授, 博士, 研究方向: 动物生态学. Email: 22100098@swun.edu.cn

基金项目: 国家科技重大专项-基础性工作专项 (2022xjkk0200); 中央高校基本科研业务费专项基金项目 (ZYN2023039); 大学生创新训练项目 (S202210656059)

moting diverse plant combinations, and implementing biological pest control strategies should be considered during urban development to ensure ecological health and promote sustainable development in park cities.

Keywords: biodiversity; insect community; urbanization; Chengdu City; park city construction

生物多样性,是指各种生物体与其生存环境所构成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性^[1].昆虫纲作为动物界分布最广泛、数量最多的一类动物,是生物多样性的重要组成部分^[2],对维持生态系统稳定起着重要作用.作为生态系统的消费者和分解者,昆虫维持了生态系统物质循环的基本功能,并能作为指示性物种来监测生态系统变化^[3].成都市境内海拔高差大,生态系统类型多样,物种丰富,研究昆虫群落特征,探索城市化进程对昆虫群落的影响,对于维持生态系统平衡,兼顾城市化和生态保护具有重要意义^[4].

杨欢等(2022)对成都市功能绿地和城市湿地公园昆虫群落的研究结果表明,半翅目(*Hemiptera*)、膜翅目(*Hymenoptera*)、双翅目(*Diptera*)都属于优势类群^[5],植食性昆虫的种类和数量大于捕食类、寄生类昆虫,有待进一步研究以了解成都市昆虫群落全貌^[6-7].为完善成都市昆虫群落数据,本文于2021年4月-2022年11月调查了成都市昆虫种类、数量及分布,调查结果可为公园城市建设、昆虫多样性保护和害虫综合防控提供科学依据.

1 材料与方法

1.1 成都市自然概况

成都市地处四川盆地西部,青藏高原东缘,东经 $102^{\circ}54' \sim 104^{\circ}53'$,北纬 $30^{\circ}05' \sim 31^{\circ}26'$ 之间,海拔 $359 \sim 5364$ m,巨大的垂直高差形成了平原、丘陵、高山各占1/3的独特地貌,造就了不同的垂直气候带和多样的生态系统类型.成都市年均气温 $15.7^{\circ}\text{C} \sim 18.0^{\circ}\text{C}$,年极端高温 $36.1^{\circ}\text{C} \sim 38.6^{\circ}\text{C}$,年极端低温 $-1.7^{\circ}\text{C} \sim -6^{\circ}\text{C}$,年均降水量 $843.9 \sim 1406.2$ mm^[8].境内地势复杂,气候湿润,四季分明,多样化的生态系统类型容纳了丰富的生物多样性资源^[9],有高等植物4459种,兽类129种,鸟类526种,两栖动物33种,爬行动物42种.

1.2 样线、样方设置

成都市地貌特点呈现出市区海拔较低,随着远郊区,海拔逐渐升高的趋势,依据与城市中心的距离划分出城区、城乡过渡带、郊区3个区域,每个区域内选择具有代表性的生境类型作为调查位点,共设置52个位点,生境类型包括公共开放绿地、城市湿地、森林、耕地等,见图1.

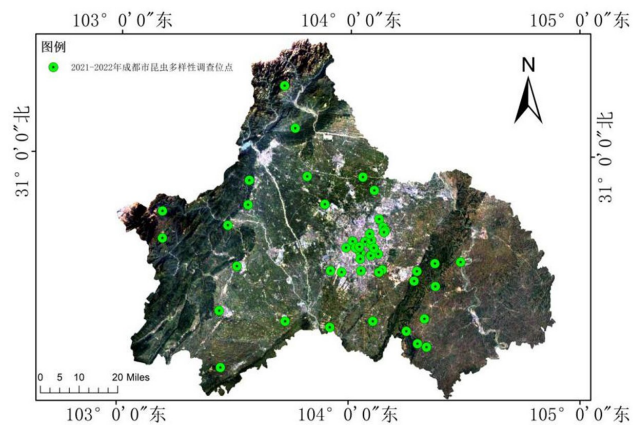


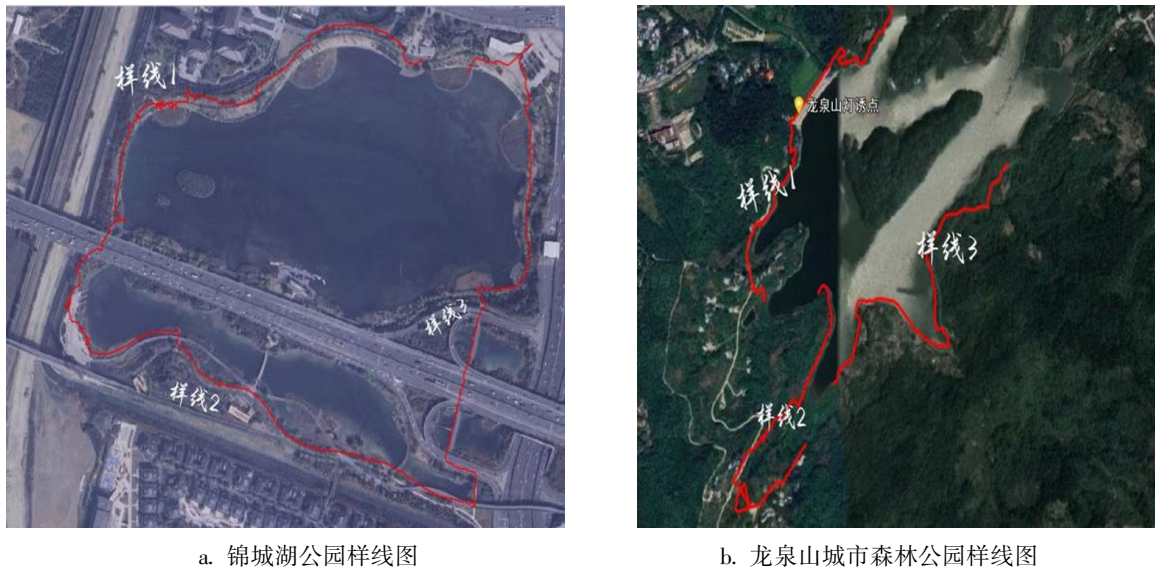
图1 成都市昆虫群落多样性调查位点分布图

Fig. 1 Site distribution map of insect community diversity survey in Chengdu

每个位点上白天采用样线法(Pollard Walk法)调查,见图2,根据样地特点在每个调查位点设置3条调查样线,每条样线为1000 m,所设样线基本包含样地内主要生境类型.对于空中飞行的昆虫主要采取网捕法,沿样线呈“之”字形匀速前进;对于地表昆虫主要依靠巴氏罐诱法采集,在每个样线上通过五点取样法将高12 cm、杯口直径8 cm的陷阱杯埋入土中,杯口低于或持平地面,杯内倒入1/3的饱和食盐水和2滴洗涤剂;其余综合采用震落法(适用于栖息于树干的昆虫)、搜索法(适用于躲藏于树皮、石头、土块、枯枝落叶等下面的昆虫)等采集昆虫,并记录昆虫种类和数量.夜晚采用灯诱法,选择在晴朗的夜晚21:00~次日凌晨1:00进行灯诱采集昆虫.采集到的昆虫标注采集时间、采集地点、环境特征等信息,用硫酸纸三角袋、样品管等暂存.

回室内参考《野生动植物标本制作》制作昆虫标本,采用传统形态学分类方法,在显微镜下观察外部

特征,参考《中国动物志》《中国昆虫生态大图鉴》等书进行物种鉴定.



a. 锦城湖公园样线图

b. 龙泉山城市森林公园样线图

图 2 成都市昆虫群落多样性部分调查位点样线分布图

Fig. 2 Distribution of the diversity survey of insect communities in Chengdu

1.3 数据处理

1.3.1 α 多样性指数

α 多样性指数关注生境内的多样性,对城区、城乡过渡带、郊区的昆虫群落采用 Shannon-Wiener 多样性指数(H')、Pielou 均匀度指数(J)、Margalef 丰富度指数(R)、Simpson 群落优势度指数(D)和物种优势度指数(Y)进行分析^[10-11].相关计算公式如下:

Shannon-Wiener 多样性指数(H')

$$H' = - \sum p_i \ln p_i. \quad (1)$$

式中 $p_i = N_i/N$, N_i 指物种 i 的个体数, N 指全部物种的总个体数.

Pielou 均匀度指数(J)

$$J = H/\ln S. \quad (2)$$

式中 S 指物种数, H 指多样性指数, J 表示均匀度.

Margalef 丰富度指数(R)

$$R = (S - 1)/\ln N. \quad (3)$$

式中 S 指物种数, N 指所有种类的个体总数.

Simpson 群落优势度指数(D)

$$D = \sum (N_i/N)^2. \quad (4)$$

式中 N_i 为第 i 个物种的个体数, N 为所有物种的个体数.

物种优势度指数(Y)

$$Y = f_i N_i / N. \quad (5)$$

式中 N_i 指物种 i 的个体数, N 指全部物种的总个体数, f_i 为第 i 种在各调查位点出现的频率.

1.3.2 β 多样性指数

β 多样性关注生境间的多样性,采用 Jaccard 指数计算不同生境区域之间昆虫群落相似性^[6].

$$q = c/(a + b - c). \quad (6)$$

式中 c 为两种区域间共有的物种数; a 和 b 分别为不同区域的昆虫群落物种数.

2 结果与分析

2.1 物种组成与分析

2.1.1 成都市昆虫群落组成

调查共采集到昆虫标本 2 372 头,属于 15 目 106 科 325 属 401 种,物种数量较多的目有鳞翅目、鞘翅目、半翅目、直翅目等.其中,鳞翅目 27 科 156 属 189 种,占总物种数的 47.13%;其次是鞘翅目,有 22 科 61 属 76 种,占总物种数的 18.95%;半翅目有 13 科 31 属 37 种,占总物种数的 9.23%;直翅目有 11 科 21 属 26 种,占物种数 6.48%,见表 1.

表 1 成都市昆虫群落组成

Table1 Insect community composition in Chengdu

序号	目	科数	占比	属数	占比	种数	占比
1	鳞翅目	27	25.71%	156	48.00%	189	47.13%
2	鞘翅目	22	20.95%	61	18.77%	76	18.95%
3	半翅目	13	12.38%	31	9.54%	37	9.23%
4	直翅目	11	10.48%	21	6.46%	26	6.48%
5	双翅目	8	7.62%	11	3.38%	11	2.74%
6	膜翅目	6	5.71%	11	3.38%	16	3.99%
7	蜻蜓目	5	4.76%	18	5.54%	29	7.23%
8	脉翅目	3	2.86%	3	0.92%	4	1.00%
9	螳螂目	3	2.86%	4	1.23%	4	1.00%
10	革翅目	2	1.90%	4	1.23%	4	1.00%
11	等翅目	1	0.95%	1	0.31%	1	0.25%
12	蜚蠊目	1	0.95%	1	0.31%	1	0.25%
13	广翅目	1	0.95%	1	0.31%	1	0.25%
14	同翅目	1	0.95%	1	0.31%	1	0.25%
15	长翅目	1	0.95%	1	0.31%	1	0.25%
合计		106	100%	325	100%	401	100%

2.1.2 不同区域昆虫群落组成

在不同区域间,昆虫种类和数量为郊区 > 城乡过渡带 > 城区. 郊区共采集到昆虫 73 科 215 属 251 种 1 096 头,在物种数量上占成都市的 63.09%; 城乡过渡带共采集到 68 科 126 属 151 种 908 头,占 38.40%; 城区共采集到 49 科 88 属 99 种 391 头,占

29.18%.

在不同类群昆虫中,鳞翅目、鞘翅目、半翅目、直翅目和蜻蜓目昆虫在城区、城乡过渡带、郊区三个区域均广泛分布. 其中鳞翅目、鞘翅目、蜻蜓目种类数量在郊区最多,在城区最少;半翅目和直翅目种类数量在城乡过渡带最多,在城区最少,见表 2.

表 2 成都市不同区域昆虫群落组成

Table2 Insect community composition in different regions of Chengdu

序号	目	城区			城乡过渡带			郊区		
		科	属	种	科	属	种	科	属	种
1	鳞翅目	14	31	33	16	39	43	22	108	129
2	鞘翅目	10	21	25	15	29	36	16	40	45
3	半翅目	10	15	15	9	19	21	6	17	19
4	直翅目	2	2	3	10	15	20	8	11	11
5	双翅目	5	5	5	3	3	3	4	6	6
6	膜翅目	2	3	3	4	5	9	5	8	11
7	蜻蜓目	3	8	12	4	9	12	2	13	18
8	脉翅目	0	0	0	1	1	1	3	4	4
9	螳螂目	0	0	0	2	2	2	3	3	3
10	革翅目	1	1	1	1	1	1	1	2	2
11	等翅目	1	1	1	1	1	1	0	0	0
12	蜚蠊目	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	广翅目	0	0	0	0	0	0	1	1	1
14	同翅目	0	0	0	1	1	1	0	0	0
15	长翅目	0	0	0	0	0	0	1	1	1
合计		49	88	99	68	126	151	73	215	251

2.2 不同区域间昆虫群落多样性指数

2.2.1 α 多样性

城区、城乡过渡带、郊区 Shannon-Wiener 多样性

指数(H')均大于 3,成都市昆虫群落多样性整体较高,其中郊区最高($H' = 6.06$). 群落 Pielou 均匀度指数(J)在城乡过渡带略小于城区和郊区. Simpson 优势

度指数(D)在郊区(2.50)略大于城乡过渡带(2.31)和城区(2.14). 群落 Margalef 丰富度指数(R)呈现出

表 3 成都市昆虫群落多样性指数

Table3 α diversity index of insect community in Chengdu

调查区域	多样性指数(H')	均匀度指数(J)	丰富度指数(R)	群落优势度指数(D)
城区	4.06	0.88	16.42	2.14
城乡过渡带	5.06	0.76	22.17	2.31
郊区	6.06	0.88	35.72	2.50

2.2.2 不同区域间昆虫群落相似度

城乡过渡带与郊区共有物种为 47 种,城区与城乡过渡带共有 38 种,城区与郊区共有 27 种,昆虫群落相似度在城区与城乡过渡带间最高,在城区与郊区间最低,见表 4.

表 4 不同区域间昆虫群落相似度

Table4 Insect community similarity between different regions

相似度	城区	城乡过渡带	郊区
城区		0.18	0.08
城乡过渡带			0.13
郊区			

2.3 昆虫群落优势种组成

2.3.1 成都市昆虫群落优势种

物种优势度指数(Y)可用于衡量某一物种在群落中所占的优势程度,当某一物种 Y 值大于 0.02 时,可确定为群落优势种^[12]. 成都市昆虫群落优势种分别为鞘翅目鳃金龟科马铃薯鳃金龟 *Amphimallon solstitialis* ($Y=0.032$)、鳞翅目螟蛾科竹弯茎野螟 *Crypsiptya coclesalis* ($Y=0.025$) 和粉蝶科东方菜粉蝶 *Pieris canidia* ($Y=0.023$). 其中,马铃薯鳃金龟在所有调查点位均有记录,竹弯茎野螟在不同调查位点的出现频率相对较低,但种群数量较大. 优势种(Y 值 > 0.02) 占总物种数的 0.74%, 0.001 < 优势度(Y) < 0.02 的物种占比为 23.69%, 优势度(Y) < 0.001 的物种占总物种数的 75.56%, 见表 5.

表 5 成都市昆虫群落优势种

Table5 The dominant species in the insect community in Chengdu

优势种	频率%	个体数量	优势度(Y)
马铃薯鳃金龟 <i>Amphimallon solstitialis</i>	100	77	0.032
竹弯茎野螟 <i>Crypsiptya coclesalis</i>	33.34	177	0.025
东方菜粉蝶 <i>Pieris canidia</i>	100	54	0.023

2.3.2 不同区域昆虫群落优势种

城区优势种为红蜻指名亚种 *Rocothemis servilia* ($Y=0.029$), Y 值 < 0.001 的物种占城区总物种数的 60.60%, 大部分物种优势度较低. 城乡过渡带优势种为中型邻烁甲 *Plesiophthalmus spectabilis* ($Y=0.03$)、杨蓝叶甲 *Agelastica alni* ($Y=0.03$)、栗色绒金龟 *Maladera castance* ($Y=0.04$)、竹弯茎野螟 *Crypsiptya coclesalis* ($Y=0.09$)、东方蜜蜂 *Apis cerana* ($Y=0.03$), 其中竹弯茎野螟的优势度($Y=0.09$) 远大于其他物种, 优势明显. 郊区无 Y 值大于 0.02 的优势种, Y 值 < 0.001 的物种占 78.17%, 区域内物种分布相对均匀.

3 讨论

成都市坐落在四川盆地西部边缘,境内西部以丘陵和山地为主,东部多为平坦的平原,垂直高差大,生态系统类型多样. 昆虫纲作为动物界种类最多的纲,因其卓越的适应能力而广泛分布于森林、农田、城市等多样化的生境中. 丰富的生态系统孕育了众多昆虫物种,尤其是鞘翅目和鳞翅目这 2 个昆虫纲中物种数量最多的目,也是成都市昆虫群落的主要组成部分,分别占总物种数的 18.95% 和 47.13%. 丰富的生态系统类型和昆虫多样性,也促进了昆虫的各类天敌(特别是鸟类)的繁衍,形成了完整的食物网,避免了单一昆虫优势种爆发,群落特征上反映出较高的均匀度指数($J=0.85$) 和较低的优势度指数($D=0.07$).

优势种指群落中占优势的种类,是对生境影响最大的群体. 物种优势度指数(Y)可用于衡量某一物种在群落中所占的优势程度,当某一物种 Y 值大于 0.02 时,可确定为群落优势种^[12]. 成都市昆虫群落优势种包括马铃薯鳃金龟 ($Y=0.032$)、竹弯茎野螟 ($Y=0.025$) 和东方菜粉蝶 ($Y=0.023$). 马铃薯鳃金龟幼虫(蛴螬)为土栖昆虫,生活于地下,主要啃食马铃薯

块根和油菜、豆类等农作物的根部。成都市域内农业发达,冬季无严寒,常年种植油菜、马铃薯等各类农作物,为蛴螬提供了丰富的食物资源,造就了马铃薯鳃金龟在昆虫群落中的优势地位^[13]。竹弯茎野螟幼虫通过吐丝将叶片卷起来取食,常见的药剂无法深入叶心,较难防治,种群爆发时导致竹林成为光杆,大面积枯萎死亡^[14]。竹弯茎野螟的发生通常集中在秦岭以南竹林茂盛的地区^[15],在成都平原西缘平坝区形成严重危害,主要寄主为雷竹和黄金间碧竹,受害株率高达 86%,在成都市龙门山低山区亦形成一定程度危害^[16]。东方菜粉蝶为粉蝶科粉蝶属昆虫,繁殖能力强,1 年可繁殖 6~8 代^[17],其幼虫以啃食油菜、甘蓝、白菜、萝卜等十字花科和白花菜科植物为生,初龄幼虫啃食叶肉,3 龄后可将叶片啃食成孔洞或缺刻,严重时仅残留叶脉,为农业害虫。成都市范围内农田广泛分布,气候适宜,为东方菜粉蝶提供了丰富的生境和食物资源,成为群落优势种之一。

在不同区域间,昆虫群落 Shannon-Wiener 多样性和物种 Margalef 丰富度表现为郊区 > 城乡过渡带 > 城区。群落多样性指数主要受到栖息环境和人为干扰两方面影响,栖息环境决定了环境容纳量,而人为干扰能直接改变原有的生态位特征,影响到物种生存^[18]。郊区人口密度较低,人为干扰强度较弱,生境主要为远离城市中心的山地、湖泊、森林等,植被盖度高、类型丰富,除了昆虫纲动物以外,两栖动物、爬行动物、哺乳动物等也更丰富,生态系统组成和结构完整,生态位多样,容纳了植食性、捕食性、中性和寄生性等类别的昆虫,且大型昆虫相对较多。城乡过渡带人口密度较高,生境主要为城市周围的果林、湿地公园、耕地等,该区域植被丰富度不及郊区,多为人工营造的林地和耕地等,植物组成相对单一,易产生虫害,表现为植食性昆虫的物种和数量都远大于其他类别昆虫,且绝大部分为中小型昆虫。城区人口密集,生境主要为城区的校园、人工绿化带、城市公园等,人为干扰因素强,植被定期人工维护,经常进行一些虫害治理工作(如喷洒药物,定期剪枝、除草等),这些活动在一定程度上影响了捕食性昆虫的捕食能力和寄生性昆虫的搜索行为^[6];城区园林的设计更侧重于观赏性,使得生态系统中植物群落物种组成单一,结构不完善,导致昆虫种类和数量相对较低。

成都市不同区域昆虫群落物种组成的相似度系数均低于 0.25,表现为极不相似^[19]。郊区昆虫分布均匀且种类稳定,无优势物种;城乡过渡带除了有中型邻烁甲 *Plesiophthalmus spectabilis* 等优势种以外,各调查位点分别体现出不同的特点,如在将酢浆草作为景观植物的公园内,鳞翅目灰蝶科的酢浆灰蝶 *pseudozizeeria maha* 在群落中优势明显;城区在人为防控较多的情况下,昆虫种类和数量相对较少。

昆虫群落的差异由不同生境类型、不同温度、湿度及其他环境因子共同作用形成^[20]。近些年,成都市城市化进程迅猛,土地利用方式变化大。康森源^[21]、李一波等^[22]对成都市近几年土地利用变化的研究表明,耕地趋于减少,建设用地增多,土地利用方式的改变对生态环境有明显影响。昆虫种类丰富、体型小、数量大,其群落特征变化与周围的环境息息相关,例如营水生的幼虫和若虫,对水体环境的变化格外敏感^[23]。城市化建设中,由于城区土地的经济价值远超过城乡过渡带和郊区,土地利用率高,植被覆盖率和植被类型多样性相对较低,生境类型同质化明显,生态位相对较少,形成了与城乡过渡带和郊区截然不同的昆虫群落特征。除生境同质化以外,生境破碎化、生态污染、物种入侵、人类活动等因子也对昆虫群落产生影响。城市化的进行导致生境被城市道路、住宅区等设施分割成小块,形成“孤岛”状分布,破碎化生境不利于昆虫的迁徙、觅食和繁殖,昆虫群落多样性相对下降;生态污染主要包括空气污染、水体污染和热污染,环境的改变影响昆虫的呼吸系统和生理机能,从生理上干扰其生存和繁衍;城市化的进程中外来物种的入侵和扩散争夺本土昆虫群落的生存空间;人类活动如喷洒农药,灌溉、修剪、移植景观植物等,也干扰昆虫的正常活动甚至造成死亡。类似的结果也见于西双版纳城市化进程对昆虫群落特征的影响^[24-25]。

《成都市国土空间总体规划(2020-2035)》明确了尊重自然地理,优化公园城市空间结构,保护生态本底,推动公园城市绿色发展的生态建设目标。昆虫数量大,繁殖周期短,对环境变化敏感,常作为生态环境变化的早期指示物种。及时了解昆虫群落结构特征及发生发展规律,能在更大程度上发挥城市绿地的生物多样性保护功能^[26],助力公园城市建设。为此,在公园城市建设过程中,应动态监测昆虫群落变化,以

了解城市化进程对生物多样性的影响;研究昆虫在授粉、土壤改良、害虫控制等方面的作用,关注昆虫的生态服务功能;在城市绿地规划中应设计多样化的植被结构和植物组合,为昆虫提供食物、栖息地、繁殖场所和生态廊道;研究城市环境中的害虫种群和天敌种群,推广生物防治方法,减少对化学农药的依赖.对昆虫群落的研究可以有效地助力成都市在建设公园城市的过程中保持生态系统的健康,提高城市居民的生活质量,并为未来的可持续城市发展提供科学依据和策略.

4 结论

成都市区域内涵盖森林、农田和城市等多样化生境,凭借独特的地理优势和气候环境,为不同种类的昆虫提供适宜的栖息条件,从而展现出高度昆虫多样性和群落丰富度.其中昆虫群落主要由鳞翅目和鞘翅目构成,分别占总物种数的 47.13% 和 18.95%.昆虫群落的多样性与物种丰富度在不同地理区域间呈现出显著的差异性,表现为郊区 > 城乡过渡带 > 城区.郊区由于植被类型丰富、人为干扰少,昆虫多样性最高;而城区由于人为活动频繁,生境同质化严重,导致昆虫种类和数量相对较低.不同地域所展现的这种多样性差异,反映出城市化进程对昆虫群落结构具有显著影响.生境破碎化、生态污染及人类活动的加剧导致昆虫群落多样性下降.在推进公园城市建设过程中,应关注昆虫的生态服务功能,动态监测昆虫群落变化,设计多样化的植被结构,以期保护生物多样性并支持城市的可持续发展.

致谢:成都市公园城市建设管理局为本研究提供了宝贵的调查现场支持,为研究工作的顺利开展提供了重要保障,在此表示衷心的感谢!

参考文献

- [1] 常兆丰,安富博,樊宝丽.荒漠生态观测研究方法[M].甘肃兰州:甘肃科学技术出版社,2010:38-39.
- [2] 杨丽,闫淑君,纪霜,廖剑威,叶佳伟.中国访花昆虫研究进展[J].世界林业研究,2022,35(04):70-75.
- [3] 王明强,罗阿蓉,周青松等.昆虫多样性三十年研究进展[J].生物多样性,2022,30(10):121-149.
- [4] 李玉杰,张晋东,白文科等.北京不同功能绿地昆虫群落组成和生物多样性特征[J].生态环境学报,2018,27(06):1044-1051.
- [5] 杨欢,杨焮,曹雯星等.城市绿地昆虫群落结构及多样性——以成都市为例[J].环境昆虫学报,2022,44(05):1071-1087.
- [6] 杨欢,张韬,曹雯星等.成都市 6 座湿地公园中昆虫群落的结构与多样性[J].湿地科学,2023,21(01):44-57.
- [7] 李俊洁,黄晓磊.中国昆虫生物地理学进展与展望[J].地理学报,2022,77(01):133-149.
- [8] 曾九利,唐鹏,彭耕等.成都规划建设公园城市的探索与实践[J].城市规划,2020,44(08):112-119.
- [9] 熊咏梅,李智琦,高梓超.石门国家森林公园蝴蝶群落多样性研究[J].广东园林,2019,41(05):32-36.
- [10] 韩艺茹,薛琪琪,宋厚娟等.燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子[J].生物多样性,2022,30(03):48-59.
- [11] 门媛媛.南宁市居住小区绿化植物及其景观分析与评价[D].广西南宁:广西大学,2007.
- [12] 张旭臣,刘佩旋,辛蓓等.抚顺市龙岗山自然保护区步甲科昆虫种类的调查初报[J].辽宁农业科学,2017(05):6-10.
- [13] 张泉,乌麻尔别克,艾然提江等.伊犁山地草原马铃薯蓟金龟生物学特性初探[J].新疆畜牧业,2007(S1):59-60.
- [14] 沈中.竹织叶野螟的生物学特性及防治措施[J].现代农业科技,2023(11):91-93+100.
- [15] 郭瑞,何孙强,王义平.竹弯茎野螟的 3 种新记录寄生蜂[J].植物保护,2016,42(05):134-138.
- [16] 李见辉,吴霜寒,李鸣等.成都平原西缘笋用竹病虫害种类与分布[J].四川林业科技,2019,40(03):87-91.
- [17] 武春生.中国动物志·昆虫纲·鳞翅目·粉蝶科[M].北京:科学出版社,2010:288.
- [18] 周立垚,丁圣彦,卢训令等.人为干扰对传粉昆虫群落物种多样性及其优势类群生态位的影响[J].生态学报,2020,40(06):2111-2121.
- [19] 任炳忠,吴艳光,杜秀娟等.长白山北坡访花昆虫研究(III)——访花昆虫多样性[J].东北师大学报(自然科学版),2006(03):96-100.
- [20] 郭成,袁树先,刘斐等.黑里河国家级自然保护区昆虫多样性研究[J].吉林农业大学学报,2012,34(01):31-36.
- [21] 康森源.成都市 2010—2020 年土地利用变化及驱动因子分析[J].自然资源情报,2023,267(03):43-50.
- [22] 李伊波,简季.基于随机森林的成都市 2015—2020 年土地利用变化检测[J].科技创新与应用,2023,13(03):95-97+102.
- [23] 张激波,刘东晓,刘朔孺等.钱塘江中游水生昆虫群落功能多样性对土地利用变化的响应[J].应用生态学报,2013,24(10):2947-2954.
- [24] 张翔,卢志兴,王庆等.区域景观中生境特异性对昆虫多样性的影响——以西双版纳为例[J].中国生态农业学报(中英文),2021,29(05):771-780.
- [25] FILGUEIRAS B K C, MELO D H A, ANDERSEN A N, et al. Cross-taxon congruence in insect responses to fragmentation of Brazilian Atlantic forest[J]. Ecological Indicators, 2019, 98:523-530.
- [26] 唐楚飞,葛成,曹焯等.城市森林不同林分类型的昆虫多样性:以南京紫金山南麓为例[J].生物多样性,2023,31(02):100-112.

(责任编辑:和力新,殷锋,付强,张阳,肖丽;英文编辑:周序林,郑玉才)