

# 升金湖湿地昆虫多样性研究

王占然<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>中国科学院大学生命科学学院, 北京

<sup>2</sup>安徽大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥

Email: wang.zhanran@qq.com

收稿日期: 2021年4月30日; 录用日期: 2021年6月28日; 发布日期: 2021年7月5日

## 摘要

在2016年~2017年6月~10月期间对升金湖湿地昆虫多样性进行调查, 在不同月份对该湿地的昆虫种类及数量进行了统计, 对采集的物种进行编目, 并采用Shannon-Wiener物种多样性指数、Pielou均匀度指数、Simpson优势度指数、Margalef丰富度指数对其群落多样性进行分析。结果表明: 升金湖湿地共有昆虫种类367种, 分别隶属于15目112科。其中优势类群为半翅目、直翅目和鞘翅目, 其所占比例分别为34.77%、19.59%、19.09%。不同月份多样性指数高低顺序为6月 > 7月 > 8月 > 9月 > 10月。多样性、均匀度及丰富度的相关分析说明: 升金湖湿地昆虫多样性指数与丰富度、均匀度指数呈正相关, 表明该湿地昆虫群落较为稳定。通过Jaccard相似性系数分析, 升金湖湿地昆虫群落与邻近的菜子湖呈现较显著的差异, 推测因地形差异、植物类群差异和气候条件等因素影响所致。

## 关键词

升金湖湿地, 昆虫, 群落, 多样性

# Study on Insect Diversity in Shengjin Lake Wetland

Zhanran Wang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>College of Life Sciences, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing

<sup>2</sup>School of Resource and Environmental Engineering, Anhui University, Hefei Anhui

Email: wang.zhanran@qq.com

Received: Apr. 30<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jun. 28<sup>th</sup>, 2021; published: Jul. 5<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

The insect diversity of Shengjin Lake wetland was investigated from June to October 2016~2017.

文章引用: 王占然. 升金湖湿地昆虫多样性研究[J]. 林业世界, 2021, 10(3): 113-125.

DOI: 10.12677/wjf.2021.103014

The species and quantity of insects in the wetland were counted in different months. The collected species were catalogued. The Shannon-Wiener species diversity index, Pielou evenness index, Simpson dominance index and Margalef abundance were used to analyze community diversity. The results showed that there were 367 species of insects belonging to 15 orders and 112 families in Jinhu wetland. The dominant groups were Hemiptera, Orthoptera and Coleoptera, accounting for 34.77%, 19.59% and 19.09% respectively. The order of diversity index in different months is June > July > August > September > October. Correlation analysis of diversity, evenness and richness showed that insect diversity index was positively correlated with richness and evenness index, indicating that insect community in Shengjin Lake wetland was relatively stable. Jaccard similarity coefficient analysis showed that the insect community in Shengjin Lake wetland was significantly different from that in the adjacent Caizi Lake. It was speculated that the insect community in Shengjin Lake wetland was influenced by topographic differences, plant species differences and climatic conditions.

## Keywords

Shengjin Lake Wetland, Insects, Communities, Diversities

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

昆虫是湿地生态系统中对于外界环境变化相当敏感的类群，能够对外界的环境变化产生响应，可作为环境监测的重要指标[1]。20世纪90年代至今，对于湿地昆虫的研究主要集中在昆虫的群落组成与结构特征[2]、湿地昆虫群落的时空格局[3]、植物变化对湿地昆虫的影响[4] [5]以及湿地与人为干扰[6] [7]、环境破碎化[8]、环境监测[9]之间关系等各方面的研究。近些年来，关于湿地昆虫的研究已取得很大进展。顾伟等[10]研究了扎龙湿地不同生境对昆虫群落多样性的影响。M Montagna 等[11]研究了意大利的高寒湿地昆虫群落结构和昆虫多样性保护。Vinnersten T. P. [12]研究了泛滥平原的昆虫群落结构及其对环境变化的指示。韩争伟等[13]研究了太湖湿地各生境昆虫群落结构及多样性。李志刚等[14]对深圳福田红树林的昆虫群落组成及变化趋势进行了研究。上述研究表明，昆虫在维持湿地生态平衡、体现生物多样性水平及反映湿地环境变化等方面都具有良好的湿地生态学研究价值。目前，升金湖湿地昆虫的多样性方面的研究仅见于蝴蝶多样性方面[15]，我们于2016~2017年6~10月份对升金湖湿地的昆虫的生物多样性进行了研究和探讨，为该湿地的生物多样性编目和后续研究工作提供基础数据。

## 2. 研究地区与研究方法

### 2.1. 研究区概况

升金湖位于安徽省池州市境内，地处东至县和贵池交界处的滨江地区，地理坐标为30°15'N~30°30'N，116°55'E~117°15'E。湖区分为上湖、中湖和下湖，总面积为132.8平方公里(东至占102.26平方公里，贵池占30.54平方公里)。1986年被列为国家重点水禽自然保护区，1988年被编入《亚洲重要湿地名录》，1997年批准建立为国家级自然保护区，主要保护对象为白头鹤 *Grus monacha* 等越冬珍禽及湿地生态系统。2015年末，升金湖湿地入编《国际重要湿地名录》，被列为世界40个有国际意义的湿地保护区之一。该湿地不仅是我国水鸟的重要繁殖地、越冬地和迁徙停歇地，也是世界鸟类迁徙路线“东亚-澳大利亚

鹤鹑类”保护网络的重要组成部分[16],成为世界范围内颇受关注的热点区域之一。其生态系统的健康状况与保护对于维护长江中下游地区生态平衡,以及中国乃至世界范围内的物种多样性保护和生态系统健康维护都具有重要意义。

## 2.2. 研究方法

### 2.2.1. 调查方法

于2016~2017年的6~10月采用样地调查法在各样地内进行昆虫群落的调查[17],约30d调查采集1次,每次平均采集4d。如图1,在升金湖设置样点共15个(X1~X15),样点均匀分布,避免了不同地理位置对昆虫群落结构的影响的缺陷。白天主要采取扫网法[18](捕虫网直径38cm,深度为50cm,柄长1.5m,扫网路径为在每个样方中以“z”字形来回取50网,扫网时一个往返为1次,每次往返呈180°)进行昆虫采集;采取网捕法对样方上空的蜻蜓目和鳞翅目昆虫进行捕捉[19][20],对于作物或灌木林上的昆虫采用震落法,将一定样方中植物上的昆虫与其植物相分离后进行统计[21]。对于地下昆虫采用翻石块法;夜间主要用450w的昆虫灯、2m×2m白色幕布进行灯诱,遇雨顺延以完成工作量[22]。鉴定主要参考书目为中国动物志[23]、中国经济昆虫志[24][25][26][27]、中国蝽类昆虫鉴定手册[28][29]、昆虫分类[30]、动植物野外识别摄影图鉴[31]、昆虫分类与分布[32]。昆虫标本保存在安徽大学资源与环境工程学院。

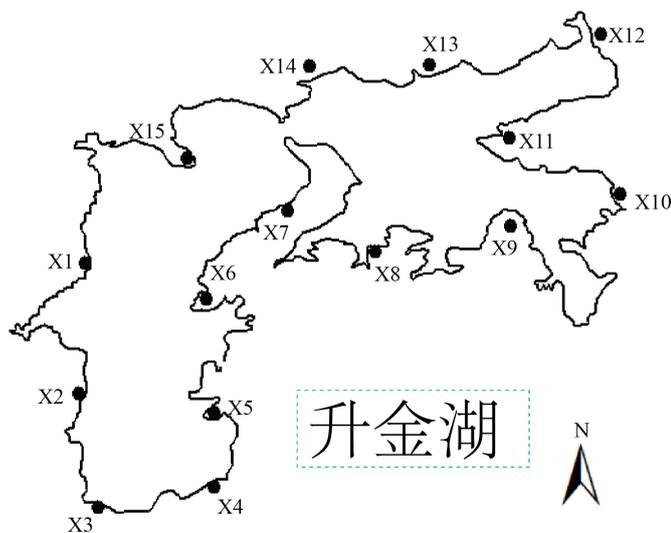


Figure 1. Distribution map sampling sites in Shengjin Lake wetland  
图1. 升金湖湿地昆虫采集的样点分布示意图

### 2.2.2. 分析方法

调查数据采样 EXCEL 和 SPSS18.0 统计软件处理,采用多样性指数、均匀度指数、优势集中性指数、丰富度指数及相似性系数对采集到的昆虫进行分析。数据处理采用的公式如下:

(1) Shannon-Wiener 物种多样性指数[33]:  $H' = -\sum p_i \ln p_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, s$ );

(2) Pielou 均匀度指数[34]:  $J = H'/H'_{\max}$ ,  $H'_{\max} = \ln S$ ;

(3) Simpson 优势度指数[35]:  $D = 1 - \sum p_i^2$ ;

(4) Margalef 丰富度指数[36][37]:  $E = S - 1/\ln S$ 。

式中  $P_i = N_i/N$ ,  $N_i$  为第  $i$  个物种的个体数;  $N$  为样地中所有物种的总个体数;  $S$  为样方物种总数。

(5) Jaccard 相似性系数[38]:  $q = H/(a + b - H)$ 。

式中, a 和 b 代表分布 A 地和 B 地的种数, H 为两地共有种数, q 为相似性系数。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 升金湖国家级自然保护区昆虫群落结构

2017年6月至2017年10月共获得标本9287头,分属15目112科367种(表1),其中半翅目22科80种,直翅目14科32种,蜻蜓目6科25种,双翅目9科27种,革翅目1科1种,鞘翅目24科101种,膜翅目9科17种,螳螂目1科3种,鳞翅目18科71种,蜉蝣目1科1种,脉翅目1科3种,毛翅目2科2种,蜚蠊目2科2种,广翅目1科1种,竹节虫目1科1种。其中,半翅目最多,有标本3229号,占总数的34.77%,半翅目又以长蝽科、缘蝽科、蝽科为优势科,有标本779、737和568号,分别占半翅目的24.13%、22.82%和17.59%;直翅目次之,有标本1891号,占总数的19.59%,其中斑腿蝗科、锥头蝗科和草螽科数量最多,有标本456、420和324号,分别占直翅目的24.11%、22.21%和17.13%;其次是鞘翅目,有标本号1773号,占总数19.09%。另外,个体数占总数超过5%的有3个目,依次为鳞翅目和蜻蜓目,有标本920和586号,分别占总数的19.09%、9.91%和6.31%。个体数占总数1%~5%的目为双翅目和膜翅目,有标本423和272号,分别占总数的4.55%和2.93%;而低于1%的8个目依次为螳螂目、蜉蝣目、脉翅目、竹节虫目、蜚蠊目、广翅目、毛翅目和革翅目,其个体数之和只有202号,占标本总数的2.18%。从6月到10月的优势种分别为:茄二十八星瓢虫 *Epilachna vigintioctopunctata*、塘蝉 *Tanna japonensis*、短额负蝗 *Atractomorpha sinensis*、长足长蝽 *Dieuches femoralis*、日本弓背蚁 *Camponotus japonicas*。

Table 1. The list of insect resource in Shengjin Lake wetland

表 1. 升金湖湿地资源列表

目(科) Order (Family)	个体数 Individual Numbers	个体比例 Individual Proportion	物种数 Numbers of species	物种比例 Species Proportion
半翅目 Hemiptera	3229	34.77%	80	21.80%
长蝽科 Lygaeidae	779	8.39%	4	1.09%
蝽科 Pentatomidae	568	6.12%	16	4.36%
缘蝽科 Coreidae	737	7.94%	13	3.54%
红蝽科 Pyrrhocoridae	29	0.31%	1	0.27%
大红蝽科 Largidae	3	0.03%	1	0.27%
猎蝽科 Reduviidae	95	1.02%	6	1.63%
沫蝉科 Cercopidae	155	1.67%	4	1.09%
异蝽科 Urostylidae	11	0.12%	1	0.27%
同蝽科 Acanthosomatidae	4	0.04%	1	0.27%
盾蝽科 Aradidae	29	0.31%	1	0.27%
叶蝉科 Cicadellidae	48	0.52%	6	1.63%
蝉科 Cicadidae	436	4.69%	5	1.36%
蜡蝉科 Fulgoridae	41	0.44%	6	1.63%
象蜡蝉科 Dictyopharidae	14	0.15%	1	0.27%

## Continued

扁蜡蝉科 Tropiduchidae	7	0.08%	1	0.27%
角蝉科 Membracidae	63	0.68%	1	0.27%
龟蝽科 Plataspidae	136	1.46%	5	1.36%
盲蝽科 Miridae	9	0.10%	1	0.27%
负子蝽科 Belostomatidae	20	0.22%	2	0.54%
兜蝽科 Dinidoridae	4	0.04%	1	0.27%
荔蝽科 Tessaratomidae	27	0.29%	2	0.54%
蛄蝽科 Gerridae	14	0.15%	1	0.27%
<b>直翅目 Orthoptera</b>	1891	20.36%	32	8.72%
螽斯科 Tettigoniidae	103	1.11%	2	0.54%
草螽科 Conocephalidae	324	3.49%	1	0.27%
网翅蝗科 Arcypteridae	6	0.06%	1	0.27%
锥头蝗科 Pyrgomorphidae	420	4.52%	2	0.54%
癞蝗科 Pamphagidae	23	0.25%	1	0.27%
斑腿蝗科 Catantopidae	456	4.91%	10	2.72%
露螽科 Phaneropteridae	59	0.64%	3	0.82%
剑角蝗科 Acrididae	160	1.72%	2	0.54%
蚱科 Tetrigoidea	69	0.74%	2	0.54%
蟋蟀科 Gryllidae	104	1.12%	4	1.09%
蝼蛄科 Gryllotalpidae	99	1.07%	1	0.27%
织娘科 Mecopodidae	4	0.04%	1	0.27%
树蟋科 Oecanthidae	57	0.61%	1	0.27%
刺翼蚱科 Scelimenidae	7	0.08%	1	0.27%
<b>蜻蜓目 Odonata</b>	586	6.31%	25	6.81%
蟌科 Coenagrionidae	383	4.12%	10	2.72%
色蟌科 Calopterygidae	3	0.03%	1	0.27%
细蟌科 Coenagrionidae	1	0.01%	1	0.27%
蜻科 Libellulidae	193	2.08%	11	2.30%
蜓科 Aeshnidae	3	0.03%	1	0.27%
春蜓科 Gomphidae	3	0.03%	1	0.27%
<b>双翅目 Diptera</b>	423	4.55%	27	7.36%
食蚜蝇科 Syrphidae	161	1.73%	8	2.18%
水虻科 Stratiomyidae	67	0.72%	2	0.54%
长足虻科 Dolichopodidae	9	0.10%	1	0.27%
寄蝇科 Tachinidae	85	0.92%	3	0.82%
食虫虻科 Asilidae	18	0.19%	3	0.82%

## Continued

蜂虻科 Bombyliidae	11	0.12%	2	0.54%
大蚊科 Tipulidae	21	0.23%	3	0.82%
丽蝇科 Calliphoridae	34	0.37%	4	1.09%
甲蝇科 Celyphidae	17	0.18%	1	0.27%
<b>革翅目</b> Dermaptera	7	0.08%	1	0.27%
蠼螋科 Labiduridae	7	0.08%	1	0.27%
<b>鞘翅目</b> Coleoptera	1773	19.09%	101	27.52%
负泥虫科 Crioceridae	29	0.31%	4	1.09%
露尾甲科 Nitidulidae	6	0.06%	1	0.27%
距甲科 Megalopodidae	12	0.13%	1	0.27%
虎甲科 Cicindelidae	13	0.14%	2	0.54%
步甲科 Carabidae	16	0.17%	4	1.09%
埋葬甲科 Silphidae	29	0.31%	1	0.27%
粪金龟科 Geotrupidae	6	0.06%	1	0.27%
金龟科 Scarabaeidae	19	0.20%	2	0.54%
叶甲科 Chrysomelidae	596	6.42%	25	6.81%
肖叶甲科 Eumolpidae	90	0.97%	2	0.54%
象甲科 Curculionidae	49	0.53%	2	0.54%
瓢虫科 Coccinellidae	404	4.35%	12	3.27%
拟步甲科 Tenebrionidae	10	0.11%	3	0.82%
天牛科 Cerambycidae	146	1.57%	16	4.36%
芫菁科 Meloidae	18	0.19%	2	0.54%
铁甲科 Hispidae	25	0.27%	3	0.82%
卷象科 Attelabidae	36	0.39%	3	0.82%
锹甲科 Lucanidae	36	0.39%	3	0.82%
犀金龟科 Dynastidae	41	0.44%	1	0.27%
龙虱科 Dytiscidae	35	0.38%	1	0.27%
牙甲科 Hydrophilidae	8	0.09%	1	0.27%
丽金龟科 Rutelidae	76	0.82%	5	1.36%
叩甲科 Ehteridae	19	0.20%	3	0.82%
鳃金龟科 Meloionthidae	54	0.58%	3	0.82%
<b>膜翅目</b> Hymenoptera	272	2.93%	17	4.63%
泥蜂科 Sphecidae	7	0.08%	2	0.54%
土蜂科 Scoliidae	21	0.23%	2	0.54%
三节叶蜂科 Argidae	13	0.14%	3	0.82%
叶蜂科 Tenthredinidae	3	0.03%	1	0.27%

## Continued

蚁科 Formicidae	147	1.58%	1	0.27%
蜜蜂科 Apidae	20	0.22%	3	0.82%
胡蜂科 Vespidae	42	0.45%	3	0.82%
蜾蠃科 Eumenidae	14	0.15%	1	0.27%
蛛蜂科 Pompilidae	5	0.05%	1	0.27%
<b>螳螂目</b> Mantodea	60	0.65%	3	0.82%
螳科 Mantidae	60	0.65%	3	0.82%
<b>鳞翅目</b> Lepidoptera	920	9.91%	71	19.35%
粉蝶科 Pieridae	85	0.92%	5	1.36%
弄蝶科 Hesperidae	24	0.26%	5	1.36%
蛱蝶科 Nymphalidae	110	1.18%	11	2.30%
凤蝶科 Papilionidae	174	1.87%	9	2.45%
灰蝶科 Lycaenidae	7	0.08%	1	0.27%
眼蝶科 Satyridae	13	0.14%	3	0.82%
刺蛾科 Limacodidae	60	0.65%	5	1.36%
尺蛾科 Geometridae	121	1.30%	7	1.91%
夜蛾科 Noctuidae	43	0.46%	4	1.09%
蚕蛾科 Bombycidae	43	0.46%	3	0.82%
天蛾科 Sphagidae	178	1.92%	8	2.18
卷蛾科 Tortricidae	6	0.06%	1	0.27%
斑蛾科 Zygaenidae	4	0.04%	1	0.27%
灯蛾科 Arctiidae	9	0.10%	2	0.54%
草螟科 Crambidae	10	0.11%	1	0.27%
螟蛾科 Pwalididae	26	0.28%	3	0.82%
钩蛾科 Drepanidae	3	0.03%	1	0.27%
鹿蛾科 Ctenuchidae	4	0.04%	1	0.27%
<b>蜉蝣目</b> Ephemeroptera	48	0.52%	1	0.27%
蜉蝣科 Ephemeridae	48	0.52%	1	0.27%
<b>脉翅目</b> Neuroptera	33	0.36%	3	0.82%
蝶角蛉科 Ascalaphidae	33	0.36%	3	0.82%
<b>毛翅目</b> Trichoptera	7	0.08%	2	0.54%
齿角石蛾科 Odontoceridae	5	0.05%	1	0.27%
纹石蛾科 Hydropsychidae	2	0.02%	1	0.27%
<b>蜚蠊目</b> Blattaria	14	0.15%	2	0.54%
蜚蠊科 Blattidae	10	0.11%	1	0.27%
螞蟓科 Corydidae	4	0.04%	1	0.27%

## Continued

广翅目 Megaloptera	8	0.09%	1	0.27%
齿蛉科 Corydalidae	8	0.09%	1	0.27%
竹节虫目 Phasmatodea	16	0.17%	1	0.27%
异蝻科 Heteronemiidae	16	0.17%	1	0.27%

### 3.2. 升金湖湿地自然保护区昆虫群落多样性

#### 3.2.1. 不同月份昆虫群落多样性分析

从表 2 可见, 升金湖湿地昆虫群落在 6 月多样性指数  $H'$ 、均匀度指数  $J$ 、多样性指数  $D$  和丰富度  $E$  均为最高, 分别为 4.752、0.8751 和、0.987 和 23.94, 其次是 7 月, 各指数几乎达到相接近的水平, 分别是 4.455、0.8573、0.977 和 22.98, 接着依次为 8 月( $H' = 3.922, J = 0.8479, D = 0.962, E = 13.57$ )、9 月( $H' = 3.841, J = 0.8152, D = 0.960, E = 11.72$ )、10 月( $H' = 3.352, J = 0.8151, D = 0.930, E = 8.493$ )。不同月份多样性指数高低顺序为 6 月 > 7 月 > 8 月 > 9 月 > 10 月, 这与气候因素、营养因素以及大多数昆虫的种群繁衍盛期有密切关系。

Table 2. The diversity index of insects in different months

表 2. 不同月份昆虫群落多样性指数

月份	$H'$	$J$	$D$	$E$
6	4.752	0.8751	0.987	23.94
7	4.455	0.8573	0.977	22.98
8	3.922	0.8497	0.962	13.57
9	3.841	0.8152	0.960	11.72
10	3.352	0.8151	0.930	8.493

#### 3.2.2. 多样性、均匀度及丰富度的相关分析

升金湖湿地昆虫在不同月份的多样性参数具有差异, 对 Shannon-Wiener 多样性指数  $H'$  与其它参数进行相关分析, 分析结果见表 3。在不同月份中, 多样性指数  $H'$  与均匀度  $J$  ( $r = 0.905^*$ ,  $P = 0.035$ )、优势度指数  $D$  ( $r = 0.976^{**}$ ,  $P = 0.005$ ) 和丰富度指数  $E$  ( $r = 0.976^{**}$ ,  $P = 0.005$ ) 均呈高度相关。以上相关分析说明: 不同月份昆虫多样性指数与均匀度、优势度和丰富度均表现出一致性, 说明升金湖湿地昆虫群落结构较为稳定。

Table 3. The correlation analysis between the diversity index and other factors in different months

表 3. 不同月份多样性指数与其它参数相关性分析

	$J$	$D$	$E$
相关指数	$r = 0.905^*$ $P = 0.035$	$r = 0.976^{**}$ $P = 0.005$	$r = 0.976^{**}$ $P = 0.005$

\*代表  $P < 0.05$ , \*\*代表  $P < 0.01$ , 都说明存在显著相关性。

#### 3.2.3. 升金湖湿地与菜子湖湿地昆虫群落比较

升金湖与菜子湖同属安徽省重要湿地, 二者在地理位置上均濒临长江, 升金湖位于长江以南, 菜子

湖则位于长江以北。葛洋等[39]对菜子湖湿地昆虫群落多样性做出了系统的研究,我们将其调查数据与升金湖昆虫群落结构进行了对比分析。

### 1) 目级差异

葛洋等于 2013 年 5~8 月对菜子湖湿地进行昆虫多样性调查,共采集昆虫 7251 只,隶属于 8 目 89 科 235 种,各目按个体所占比例排序依次为双翅目(27.61%)、半翅目(25.54%)、直翅目(15.96%)、鞘翅目(12.19%)、蜻蜓目(6.91%)、鳞翅目(5.71%)、膜翅目(4.22%)和脉翅目(1.86%)。经对比发现,升金湖采集到的昆虫的目数量要多于菜子湖,在该湿地中有分布的蜚蠊目、蜉蝣目、广翅目、毛翅目、螳螂目、革翅目和竹节虫目 7 个目在菜子湖湿地中未见报道,表明在目级多样性上,位于江南的升金湖湿地要明显高于位于江北的菜子湖湿地(图 2)。目级优势类群在两个湿地的分布也存在一定的共性和差异:半翅目和直翅目为二者都共有的优势类群,除此之外,双翅目是菜子湖湿地的又一优势类群,而鞘翅目则为升金湖湿地的优势类群。这些差异与两个湿地所处的地理环境及主要植被类型间存在密切关系。在昆虫生物地理学上[40],菜子湖湿地属于沿江北亚热带平原低山区,升金湖属于皖南北亚热带丘陵山地区,在植物类群分布上,皖南北亚热带丘陵山地区要比沿江北亚热带平原低山区丰富。已有研究表明,构成复杂的植物类型内昆虫群落种类丰富、结构复杂、多样性高[41],皖南北亚热带丘陵山地区昆虫多样性要比沿江北亚热带平原低山区丰富,这与升金湖昆虫群落目级多样性比菜子湖高相互印证。

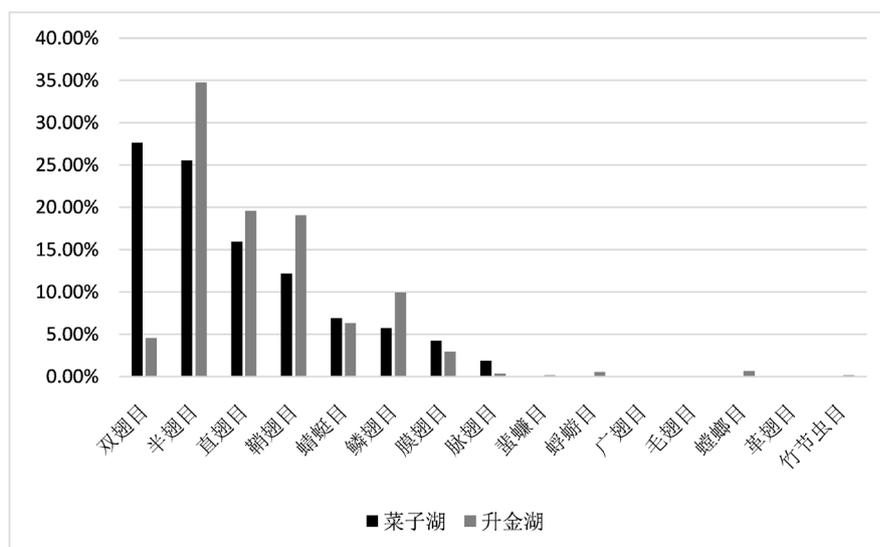


Figure 2. Comparison of insect communities in Caizi lake and Shengjin lake

图 2. 菜子湖与升金湖昆虫群落对比

### 2) 群落相似性

相似性系数是反应两个特定地区之间群落在种类组成上的相似程度。根据 Jaccard 共同系数的原理[38],  $q$  值为 0~0.24 时, 为极不相似; 0.25~0.49 为中等不相似; 0.5~0.74 为中等相似, 0.75~1.00 为极相似。由表 4 可知, 升金湖与菜子湖湿地昆虫群落总体相似性为极不相似, 有 1 个目为中等不相似, 7 个目为极不相似。由此可见, 升金湖与菜子湖湿地昆虫群落在组成上具有很大差异, 这种差异与地理地形和气候等因素相关。在地形上[40], 菜子湖湿地属于沿江北亚热带平原低山区, 地势平坦低洼, 升金湖属于皖南北亚热带丘陵山地区, 山峰林立, 间夹盆谷低畈。大量研究表明地形差异对昆虫群落结构差异存在影响[42] [43] [44] [45] [46]。在气候上, 沿江北亚热带平原低山区和皖南北亚热带丘陵山地区都处于北

亚热带，而前者更靠近北亚热带北缘，皖南北亚热带丘陵山地区的年平均温度和年降水量较沿江北亚热带平原低山区都要高，温度[47] [48]、环境湿度和降雨量[49] [50] [51]因素的变化会影响昆虫的生存、发育和生殖等，因此不同的年均温度与年均降雨量会导致升金湖与菜子湖两地区昆虫适应能力和生存能力不同，导致两地区昆虫群落和优势类群的差异。

**Table 4.** Similarity of insect communities in Shengjin lake and Caizi lake  
**表 4.** 升金湖与菜子湖昆虫群落相似性

昆虫群落	群落相似性 q
总体	0.18
鞘翅目	0.19
半翅目	0.15
鳞翅目	0.17
脉翅目	0.33
蜻蜓目	0.21
直翅目	0.19
双翅目	0.09
膜翅目	0.16

#### 4. 结论与讨论

本文是对升金湖湿地昆虫多样性系统性研究的初次尝试。2016~2017年6月~10月，采集昆虫标本共9287头，分属15目112科367种，其中半翅目、直翅目和鞘翅目昆虫占明显优势，占总数73.45%，这与升金湖湿地特殊的自然地理环境相关。升金湖湿地的昆虫群落组成及多样性呈现较丰富的特点，这与该湿地特殊的地理分布有关，升金湖湿地位于长江中下游地区，地处古北、东洋交界处[52] [53]，两大动物界的物种在此交汇分布，为升金湖湿地生物的生存环境及繁殖提供了良好的条件。

在不同月份，升金湖湿地鞘翅目昆虫多样性指数与均匀度、丰富度指数均一致。韩宝瑜等[54]研究认为茶园昆虫群落多样性指数与均匀度一致时，群落结构是稳定的，宋文军等[21]也认为扎龙湿地湖泊边昆虫多样性指数与均匀指数随时间变化趋势一致，升金湖湿地鞘翅目昆虫群落不同月份的多样性指数与均匀度指数表现与上述情况相同，表明升金湖湿地昆虫群落较稳定。

升金湖和菜子湖昆虫目级优势类群在两个湿地的分布也存在一定的共性和差异：半翅目和直翅目为二者都共有的优势类群，除此之外，双翅目是菜子湖湿地的又一优势类群，而鞘翅目则为升金湖湿地的优势类群。在昆虫生物地理学上，升金湖湿地属于皖南北亚热带丘陵山地区中，紧邻九华山山脉。丘陵山地多为典型的落叶常绿阔叶混交林，畈区则是重要的农业区，种植油菜 *Brassica napus*、水稻 *Oryza sativa* 等作物及栗 *Castanea mollissima*、柑橘 *Citrus reticulata* 等经济林。因此，该湿地的昆虫繁杂，南部山区和江南平原的常见物种都能在这里分布。最近几年升为国际重要湿地后，休渔政策、退耕还林政策的有效实施，使得湿地内整体生态环境变化，森林茂密，为大量植食性昆虫半翅目、直翅目及鞘翅目提供了合适的栖息地。菜子湖湿地属于沿江北亚热带平原低山区(江北平原低山亚区)，是由大别山余脉形成的一条断续低山地带，也是重要的农业区。在调查期间(2013)菜子湖地区几乎都是次生人工林，以种植油松 *Pinus tabulaeformis*、枫杨 *Pterocarya stenoptera* 为主，湖区渔业养殖密集，滩涂湿地及畈区都以油菜、水稻等农作物种植为主。因而，以与农业生产关系密切的直翅目、半翅目及与水域利用直接相关的双翅目

为主,解释该湿地双翅目为优势的原因。

通过 Jaccard 相似性系数比较,升金湖湿地昆虫群落与菜子湖相比具有较大的差异性,地形、植物类群与气候条件是造成这种差异性的重要原因之一。地理分布上,菜子湖湿地属于沿江北亚热带平原低山区,地势平坦低洼,升金湖属于皖南北亚热带丘陵山地区,山峰林立,间夹盆谷低畈。大量研究表明地形差异对昆虫群落结构差异存在影响。在气候上,沿江北亚热带平原低山区和皖南北亚热带丘陵山地区都处于北亚热带,而前者更靠近北亚热带北缘。皖南北亚热带丘陵山地区的年平均温度和年降水量较沿江北亚热带平原低山区都要高,温度、环境湿度和降雨量因素的变化会影响昆虫的生存、发育和生殖等,因此不同的年均温度与年均降雨量会导致升金湖与菜子湖两地区昆虫适应能力和生存能力不同,导致两地区昆虫群落和优势类群的差异;在植物类群分布上,皖南北亚热带丘陵山地区要比沿江北亚热带平原低山区丰富,已有研究表明,构成复杂的植物类型内昆虫群落种类丰富、结构复杂、多样性高,皖南北亚热带丘陵山地区昆虫多样性要比沿江北亚热带平原低山区丰富,这与升金湖昆虫群落目级多样性比菜子湖高相互印证。

昆虫作为湿地的食物链(网)结构颇具重要意义的一环,具有“承上启下”的作用。其群落组成和物种多样性对于湿地植物及湿地中其他动物包括鸟类、鱼类的多样性变化都有一定的影响。近年来人类活动对升金湖湿地干扰的逐渐增大,不仅对该湿地的昆虫群落组成和多样性的稳定产生影响,进而也会破坏当地迁徙鸟类和留鸟的食物来源和栖息场所。因此,在升金湖湿地的开发、利用过程中,对于昆虫多样性、群落组成的变化及由此反映的生态环境变化应引起足够的重视。只有遵循湿地生态系统的自然规律,最大程度地保护自然资源和生物资源,才能切实促进和谐、可持续的湿地生态文明建设。

## 基金项目

安徽省大学生创新训练计划项目(201710357284)。

## 参考文献

- [1] Hynes, H.B.N. (1970) The Ecology of Stream Insects. *Annual Review of Entomology*, **15**, 25-42. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.15.010170.000325>
- [2] Giberson, D.J., Bilyj, B. and Burgess, N. (2001) Species Diversity and Emergence Patterns of Nematocerous Flies (Insecta: Diptera) from Three Coastal Salt Marshes in Prince Edward Island, Canada. *Estuaries*, **24**, 862-874. <https://doi.org/10.2307/1353177>
- [3] Anthony, M.R. and Donald, S. (2001) Seasonal Distribution of the Deafhopper *Carneiocephala Florida* (Homoptera: Cicadellidae) in North Florida Salt Marshes. *Annals of the Entomological Society of America*, **6**, 871-876. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2001\)094\[0871:SDOTLC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2001)094[0871:SDOTLC]2.0.CO;2)
- [4] Talley, T.S. and Levin, L.A. (1999) Macrofaunal Succession and Community Structure in Salicornia, Marshes of Southern California. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, **49**, 713-731. <https://doi.org/10.1006/ecss.1999.0553>
- [5] Brose, U., Martinez, N.D. and Williams, R.J. (2003) Estimating Species Richness: Sensitivity to Sample Coverage and Insensitivity to Spatial Patterns. *Ecology*, **84**, 2364-2377. <https://doi.org/10.1890/02-0558>
- [6] Mensing, D.M., Galatowitsch, S.M. and Tester, J.R. (1998) Anthropogenic Effects on the Biodiversity of Riparian Wetlands of a Northern Temperate Landscape. *Journal of Environmental Management*, **53**, 349-377. <https://doi.org/10.1006/jema.1998.0215>
- [7] Kati, V., Mani, P., Von Helversen, O., et al. (2006) Human Land Use Threatens Endemic Wetland Species: The Case of *Chorthippus lacustris* (La Greca and Messina 1975) (Orthoptera: Acrididae) in Epirus, Greece. *Journal of Insect Conservation*, **10**, 65-74. <https://doi.org/10.1007/s10841-005-2642-y>
- [8] Lathrop, R.G., Cole, M.B. and Showalter, R.D. (2000) Quantifying the Habitat Structure and Spatial Pattern of New Jersey (U.S.A.) Salt Marshes under Different Management Regimes. *Wetlands Ecology and Management*, **8**, 163-172. <https://doi.org/10.1023/A:1008492418788>
- [9] Brazner, J.C., Danz, N.P., Trebitz, A.S., et al. (2007) Responsiveness of Great Lakes Wetland Indicators to Human Disturbances at Multiple Spatial Scales: A Multi-assembly Assessment. *Journal of Great Lakes Research*, **33**, 42-66. [https://doi.org/10.3394/0380-1330\(2007\)33\[42:ROGLWI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3394/0380-1330(2007)33[42:ROGLWI]2.0.CO;2)

- [10] 顾伟, 马玲, 丁新华, 等. 扎龙湿地不同生境的昆虫多样性[J]. 应用生态学报, 2011, 22(9): 2405-2412.
- [11] Montagna, M., Lozzia, C.G., Giorgi, A., *et al.* (2012) Insect Community Structure and Insect Biodiversity Conservation in an Alpine Wetland Subjected to an Intermediate Diversified Management Regime. *Ecological Engineering*, **47**, 242-246. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.025>
- [12] Vinnersten, T.P. (2013) Long-Term Studies of Insect Abundances in Temporary Wetlands in Relation to Hydrology, Predation and Bti. *Ecology*.
- [13] 韩争伟, 马玲, 曹传旺, 等. 太湖湿地昆虫群落结构及多样性[J]. 生态学报, 2013, 33(14): 4387-4397.
- [14] 李志刚, 李军, 韩诗畴. 近 30 年来深圳福田红树林昆虫群落特征及其对生境变化的响应[J]. 环境昆虫学报, 2017, 39(5): 1081-1089.
- [15] 束印, 侯银续, 王金刚, 等. 升金湖保护区蝴蝶产业开发的可行性分析[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(6): 3374-3378.
- [16] 周葆华, 操璟璟, 朱文中. 安庆沿江湖泊湿地自然保护区生物多样性及保护对策[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(26): 11467-11469.
- [17] 徐正会. 西双版纳自然保护区蚁科昆虫生物多样性研究[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2002.
- [18] 暴晓, 吕宪国, 张帆. 三江平原环形湿地昆虫种类多样性与季节动态[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(5): 100-101.
- [19] 刘萍, 仲雨霞, 付必谦, 等. 北京野鸭湖湿地膜翅目群落多样性及生态分布[M]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2008, 29(2): 38-44.
- [20] 蒋际宝, 赵梅君, 胡佳耀, 等. 盐城国家级珍禽自然保护区不同生境的昆虫群落研究[J]. 上海师范大学学报: 自然科学版, 2010, 39(2): 181-188.
- [21] 宋文军, 马玲, 王慧, 等. 扎龙自然保护区湖泊边昆虫群落多样性[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(7): 80-81.
- [22] 郑哲民, 夏凯龄. 中国动物志(昆虫纲第 10 卷): 直翅目蝗总科(斑翅蝗科、网翅蝗科) [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [23] 何俊华, 陈学新, 马云. 中国经济昆虫志(第 51 册): 膜翅目姬蜂科[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [24] 吴燕如, 周勤. 中国经济昆虫志(第 52 册: 膜翅目泥蜂科) [M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [25] 王遵明. 中国经济昆虫志(第 45 册): 双翅目虻科(二) [M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [26] 朱弘复, 王林瑶. 中国经济昆虫志(第 22 册): 鳞翅目天蛾科[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [27] 萧采瑜, 等. 中国蜻类昆虫鉴定手册(第 1 册: 半翅目异翅亚目) [M]. 北京: 科学出版社, 1977.
- [28] 萧采瑜, 任树芝, 郑乐怡, 等. 中国蜻类昆虫鉴定手册(第 2 册: 半翅目异翅亚目) [M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [29] 马玲, 顾伟, 丁新华, 等. 扎龙湿地昆虫群落结构及动态[J]. 生态学报, 2011, 31(5): 1371-1377.
- [30] 郑乐怡, 归鸿. 昆虫分类[M]. 南京: 南京师范大学出版社, 1999.
- [31] 韩德民. 动植物野外识别摄影图鉴[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [32] 申效诚, 张润志, 任应党. 昆虫分类与分布[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008.
- [33] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I-a 多样性的测度方法(下) [J]. 生物多样性, 1994, 2(4): 231-239.
- [34] 赵志模, 郭依泉. 生境类型生态学原理和方法[M]. 重庆: 科学技术出版社重庆分社, 1990: 147-172.
- [35] Simpson, E.H. (1949) Measurement of Diversity. *Nature*, **163**, 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>
- [36] 皮洛. 数学生态学引论[M]. 卢泽愚, 译. 北京: 科学出版社, 1978: 1-307.
- [37] Whittaker, R.H. (1972) Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon*, **21**, 213-251. <https://doi.org/10.2307/1218190>
- [38] Jaccard (1912) The Distribution of the Flora of the Alpine Zone. *New Phytologist*, **11**, 37-50. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1912.tb05611.x>
- [39] 葛洋, 郭苗, 曹玉言, 等. 长江中下游菜子湖湿地不同生境昆虫群落多样性[J]. 生态学杂志, 2014, 33(8): 2084-2090.
- [40] 张汉鹄. 安徽农林昆虫地理区划探析[J]. 生物安全学报, 1995(1): 13-18.
- [41] 申曙光, 高玉嘉. 不同植物类型昆虫群落结构的研究[J]. 河北农业大学学报, 1997(4): 61-65.
- [42] 陈永林. 新疆维吾尔自治区的蝗虫研究蝗虫的分布(续) [J]. 昆虫学报, 1981, 24(2): 17-27.

- 
- [43] 魏永平. 黄土高原苹果园植物多样性对果园昆虫群落的影响[D]: [博士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2011.
- [44] 李丽丽, 赵成章, 殷翠琴, 等. 黑河上游天然草地蝗虫物种丰富度与地形关系的 GAM 分析[J]. 昆虫学报, 2011, 54(11): 1312-1318.
- [45] 杨贵军, 贾龙, 张建英, 等. 宁夏贺兰山拟步甲科昆虫分布与地形的关系[J]. 环境昆虫学报, 2016, 38(1): 77-86.
- [46] 杨益春, 杨贵军, 王杰. 地形对贺兰山步甲群落物种多样性分布格局的影响[J]. 昆虫学报, 2017, 60(9): 1060-1073.
- [47] 陈兵, 康乐. 昆虫对环境温度胁迫的适应与种群分化[J]. 自然科学进展, 2005, 15(3): 265-271.
- [48] 陈丽芳, 邵东华, 段景攀, 等. 温度对昆虫的影响[J]. 内蒙古林业科技, 2015, 41(2): 57-61.
- [49] 陈法军, 翟保平, 张孝羲. 棉铃虫入土化蛹的生物学习性[J]. 植物保护, 2002, 28(1): 18-20.
- [50] 陈法军, 翟保平, 张孝羲. 棉铃虫蛹期土壤水分对其种群发生的影响[J]. 生态学报, 2003, 23(1): 112-121.
- [51] 常晓娜, 高慧璟, 陈法军, 等. 环境湿度和降雨对昆虫的影响[J]. 生态学杂志, 2008, 27(4): 619-625.
- [52] 章士美. 昆虫的分布区系[J]. 江西农业大学学报, 1984, 18(1): 11-20.
- [53] 张荣祖. 中国动物地理区划[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [54] 韩宝瑜. 茶园昆虫群落稳定性机制[J]. 茶叶科学, 2000, 20(1): 1-4.