

淮南市淮西湖浮游甲壳动物群落结构特征

许紫滢

烟台大学土木工程学院, 山东 烟台

收稿日期: 2024年1月5日; 录用日期: 2024年1月18日; 发布日期: 2024年2月23日

摘要

在淮南市淮西湖中设置了采样点, 于2016年12月至2017年11月分冬、春、夏、秋四个季节采集浮游甲壳动物样品, 分析鉴定其群落结构特征和时空分布特征。结果表明: 共检测到浮游甲壳动物7属10种, 总密度为23 ind./L, 总生物量为0.6 mg/L; 其中桡足类数量远超枝角类, 以短尾秀体溞、秀体溞属、微型裸腹溞、剑水蚤幼体和近邻剑水蚤为主要优势种, 多样性范围在0.9~20.6, 均匀度范围在0.5~1。

关键词

淮西湖, 塌陷湖泊, 浮游甲壳动物, 群落结构

Community Structure Characteristics of Planktonic Crustaceans in Huaixi Lake, Huainan City

Ziying Xu

School of Civil Engineering, Yantai University, Yantai Shandong

Received: Jan. 5th, 2024; accepted: Jan. 18th, 2024; published: Feb. 23rd, 2024

Abstract

Sampling points were set up in Huaixi Lake in Huainan City, and samples of planktonic crustaceans were collected in winter, spring, summer and autumn from December 2016 to November 2017, and their community structure characteristics and temporal and spatial distribution characteristics were analyzed and identified. The results showed that 7 genera and 10 species of planktonic crustaceans were detected, with a total density of 23 ind./L and a total biomass of 0.6 mg/L. Among

them, the number of copepods far exceeds that of cladocera, and the main dominant species are *Daphnia brevicaudata*, *Daphnia*, *Daphnia miniata*, cyclops larvae and its neighbor cyclops, with diversity ranging from 0.9 to 20.6 and evenness ranging from 0.5 to 1.

Keywords

Huaixi Lake, Collapsed Lake, Crustaceans Zooplankton, Community Structure

Copyright © 2024 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

浮游甲壳动物广泛分布于河流、湖泊和水塘等淡水水体及海洋中，以淡水种为主，分为桡足类和枝角类，它们在浮游动物中占重要地位。浮游甲壳动物不仅可以通过捕食其他单细胞生物调控生态，还是鱼类的基本食料，故其数量变化对水环境生态和鱼类都影响较大[1]。并且浮游甲壳动物对水环境变化物敏感度高，其群落结构多样性与水环境状况密切相关，非常适合作为水体污染的指示类群，因此，对浮游甲壳动物群落结构的研究对判断水体环境度具有重要意义[2]。目前，随着我国经济的快速发展，多数湖泊都受到了不同程度的污染，水体富营养化现象日益严重。相关研究表明，我国长江中下游湖泊存在着不合理的渔业养殖活动，这导致了水体富营养化加剧，其浮游甲壳动物群落的结构也发生着重要变化[3] [4]。

淮北采煤塌陷湖泊含有较高的钙、镁含量对浮游甲壳动物群落具有一定影响[5]，但淮南矿区地理气候、水化学特征等与淮北矿区均存在较大差别，那么群落结构上也会存在一定的差异[6]。淮西湖为采煤沉陷而形成的矿区湖泊，由于形状像乌龟，被群众们称为“老鳖塘”，后因其地理位置而改名为“淮西湖”，塌陷区水体水质既受到地下矿物质的影响又受到人为因素的影响使得该塌陷区水体水质非常复杂[7]。本研究通过对其水体浮游甲壳动物群落变化特征及影响因素分析可以为水体水生态系统管理、生态修复提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 研究区域介绍

淮西湖又名老鳖塘位于淮南市的副中心城区谢家集区，东临洞山西路，西达夏郢子立交，南面为村庄，北至十涧湖中路，地理位置优越，适合发展为高规格城市绿地。淮西湖水面开阔，水深较深，平均深度 1.5 m，最深处可达 14 m，水环境相对较好，原有水体面积 80 公顷，现有水面 110 公顷，是舜耕山和西边群山的流水交汇处，且是天然的沉湖和湿地，绿化基础较好，总面积约 230 公顷。

2.2. 样品采集

本研究按照《淡水浮游生物研究方法》进行浮游甲壳动物的样品采集和分析，采集地点为淮西湖距东侧船只停泊口 1 km 处(图 1)，采集时间为每月中旬。由于淮西湖水深大，故使用 5 L 有机玻璃采水器每 2 m 取一个样品后混合，用于定量。在表水层使用(25#)浮游生物网以倒“8”字形来回移动进行采样，随后用 5% 体积的甲醛溶液固定保存，在实验室解剖镜下进行计数鉴定[8] [9]。

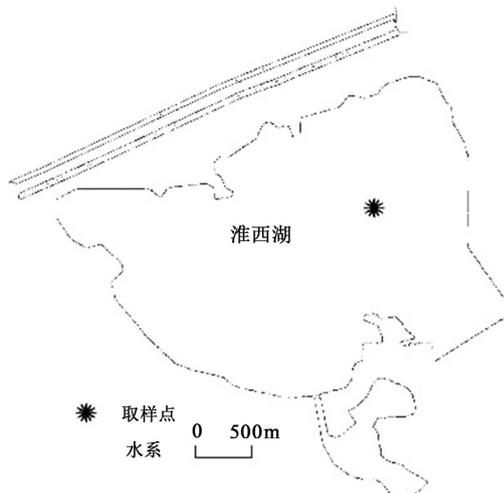


Figure 1. Sampling points of Huaixi Lake, Huainan City
图 1. 淮南市淮西湖采样点

2.3. 数据处理

浮游动物丰度计算公式:

$$N = \frac{V_s \times n}{V \times V_a} \quad (1)$$

式中: N 表示 1 L 水中浮游动物的个体数(ind./L), V_s 表示沉淀体积(ml), n 表示计数所得的个体数, V 表示采样体积(L), V_a 表示计数体积(ml)。

采用 Shannon-Wiener 多样性指数(H')计算群落结构多样性,用 Pielou 均匀度指数(J)表示群落结构的均匀度,用优势度指标(Y)确定优势物种,各项指数的计算公式如下[10]:

Shannon-Wiener 多样性指数(H'):

$$H' = -\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \quad (2)$$

Pielou 均匀度指数(J):

$$J = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

优势度(Y)

$$Y = \frac{n_i}{N} \times f_i \quad (4)$$

式中: S 表示样品中所有浮游甲壳动物的种类数, n_i 表示样品中 i 种浮游甲壳动物的个体数, N 表示样品中浮游甲壳动物的总个体数, f_i 表示样品中 i 种浮游甲壳动物在各月份出现的频率, $Y \geq 0.02$ 的种类为优势种[11]。

3. 结果与分析

3.1. 浮游甲壳动物的种类组成和优势种

在 2016 年 12 月至 2017 年 11 月研究期间,淮西湖内共检测出浮游甲壳动物 7 属 10 种。桡足类 2 属

4种, 年个体生物总量 0.5 mg/L, 总密度 14.6 ind./L; 枝角类 5 属 6 种, 年个体生物总量 0.1 mg/L, 总密度 8.4 ind./L。桡足类总丰度是枝角类的 1.7 倍, 枝角类的总生物量是桡足类的 0.17 倍。根据计算优势种有 5 种分别是秀体溞属(*Diaphanosoma* sp.)、短尾秀体溞(*Diaphanosoma brachyurum*)、微型裸腹溞(*Moina micrura*)、近邻剑水蚤(*Cyclops vicinus*)和剑水蚤幼体(*Thermocyclops* spp.), 秀体溞属、短尾秀体溞和短尾秀体溞都是枝角类, 近邻剑水蚤和剑水蚤幼体都是桡足类剑水蚤属, 点滴尖额溞是枝角类中最不占优势的, 广布中剑水蚤是桡足类中最不占优势的。同为剑水蚤属近邻剑水蚤生物量最大, 是广布中剑水蚤的 628 倍, 剑水蚤幼体丰度最大, 是广布中剑水蚤的 83 倍, 广布中剑水蚤是检测到的所有浮游甲壳动物中丰度及生物量最小的(表 1)。

Table 1. Species, density, biomass and dominance of planktonic crustaceans in Huaixi Lake

表 1. 淮西湖浮游甲壳动物种类、密度、生物量和优势度

枝角类			丰度(ind./L)	生物量(mg/L)	优势度
秀体溞属	秀体溞属	<i>Diaphanosoma</i> sp.	5.7	0.0484	0.247
	短尾秀体溞	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1.3	0.0244	0.056
裸腹溞属	微型裸腹溞	<i>Moina micrura</i>	0.7	0.0078	0.030
象鼻溞属	筒弧象鼻溞	<i>Bosmina coregoni</i>	0.3	0.0013	0.013
盘肠溞属	圆形盘肠溞	<i>Chydorus sphaericus</i>	0.2	0.0018	0.009
尖额蚤属	点滴尖额蚤	<i>Alona guttata</i>	0.2	0.0008	0.009
桡足类					
	近邻剑水蚤	<i>Cyclops vicinus</i>	6.1	0.3766	0.264
剑水蚤属	剑水蚤幼体	<i>Thermocyclops</i> spp.	8.3	0.0817	0.359
	广布中剑水蚤	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	0.1	0.0006	0.004
温剑水蚤属	蒙古温剑水蚤	<i>Thermocyclops mogolicus</i>	0.2	0.0017	0.009

3.2. 浮游甲壳动物的生物量和丰度

淮西湖的浮游甲壳动物中桡足类整体比枝角类生物量超出五倍多, 桡足类一年四季均有出现, 主要出现在冬春秋三季, 夏季出现少; 枝角类主要出现在夏秋两季, 春季出现较少, 冬季几乎没有(图 2)。其中秀体溞属(*Diaphanosoma* sp.)、短尾秀体溞(*Diaphanosoma brachyurum*)、微型裸腹溞(*Moina micrura*)、筒弧象鼻溞(*Bosmina coregoni*)、圆形盘肠溞(*Chydorus sphaericus*)、点滴尖额溞(*Alona guttata*)、广布中剑水蚤(*Mesocyclops leuckarti*)和蒙古温剑水蚤(*Thermocyclops mogolicus*)丰度呈现出夏季 > 秋季 > 春季 > 冬季的趋势, 而近邻剑水蚤(*Cyclops vicinus*)和剑水蚤幼体(*Thermocyclops* spp.)的丰度则呈现出冬季 > 春季 > 秋季 > 夏季的趋势, 与其他 8 种浮游甲壳动物的丰度趋势相反, 并且由于近邻剑水蚤和剑水蚤幼体的丰度远超其他浮游甲壳动物, 至使整体丰度呈现出冬季 > 夏季 > 秋季 > 春季的趋势(图 3(a))。微型裸腹溞(*Moina micrura*)、筒弧象鼻溞(*Bosmina coregoni*)、圆形盘肠溞(*Chydorus sphaericus*)、点滴尖额溞(*Alona guttata*)、广布中剑水蚤(*Mesocyclops leuckarti*)和蒙古温剑水蚤(*Thermocyclops mogolicus*)作为非优势种只出现在单一季节(图 3(b))。

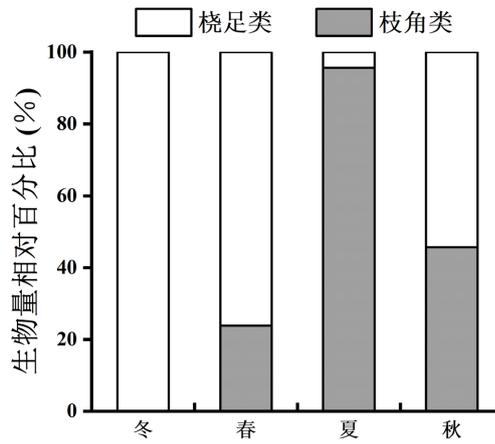


Figure 2. Relative percentages of pelagic crustaceans, copepods and cladocera in Huaixi Lake
图 2. 淮西湖浮游甲壳动物桡足类和枝角类生物量相对百分比

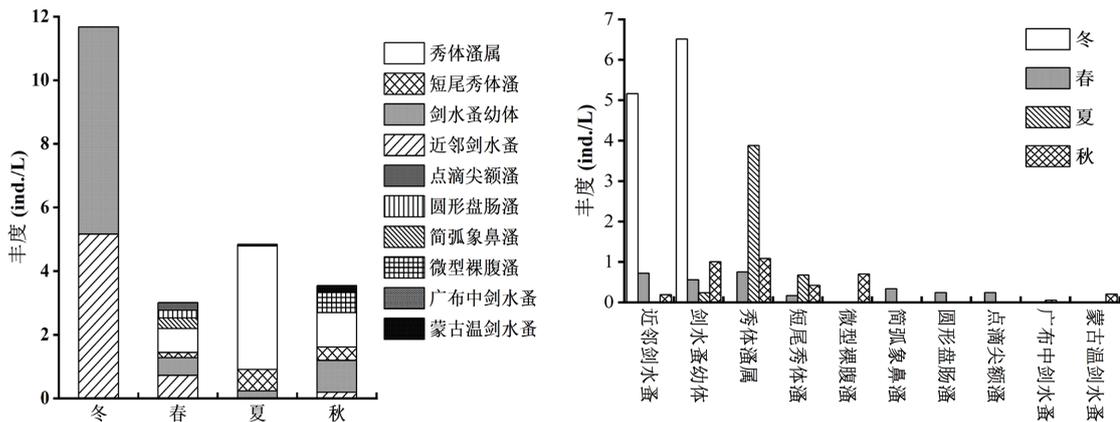


Figure 3. Abundance of planktonic crustaceans in Huaixi Lake
图 3. 淮西湖浮游甲壳动物丰度

3.3. 浮游甲壳动物的多样性和均匀度变化

在为期一年对淮西湖浮游甲壳动物的研究中发现，春季多样性指数为最大值 2.6，冬季均匀度指数则为最大值 1，夏季多样性指数和均匀度指数皆为最小值，分别是 0.9 和 0.5；多样性指数明显呈现出春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季得趋势，均匀度指数呈现冬季 > 春季 > 秋季 > 夏季的趋势(图 4)。根据 Shannon-Wiener 多样性指数(H')和 Pielou 均匀度指数(J)评价标准， $0 \leq H' < 1$ ， $0 \leq J < 0.2$ 表示重度污染， $1 \leq H' < 2$ ， $0.2 \leq J < 0.5$ 表示中度污染， $2 \leq H' < 3$ ， $0.5 \leq J < 0.8$ 表示轻度污染， $H' \geq 3.0$ ， $J \geq 0.8$ 表示无污染。淮西湖以 Shannon-Wiener 多样性指数(H')判断在冬季和夏季存在重度污染，春季和秋季存在轻度污染不符合常理；故采用 Pielou 均匀度指数(J)评价标准，冬季、春季、秋季均无污染，夏季有轻度污染，属于清洁水域。

4. 讨论

通过 2016 年 12 月至 2017 年 11 月，为期一年对淮西湖浮游甲壳动物的研究可以发现，随着温度升高，湖中的浮游甲壳动物增值期和发育期均有缩短[12] [13]，使得湖中的浮游甲壳动物丰度在春夏季达到峰值。与大部分水域研究结果相似[14] [15] [16]，淮西湖内大部分浮游甲壳动物密度峰值出现在夏季，春秋两季相差不大，冬季最低几乎没有，但是淮西湖内的近邻剑水蚤和剑水蚤幼体的生长趋势与大部分浮

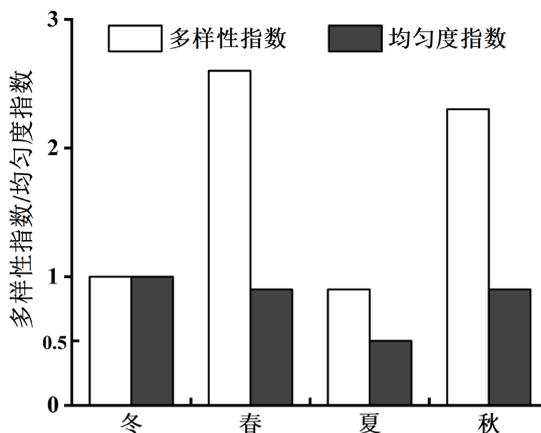


Figure 4. Changes in diversity and uniformity of planktonic crustaceans in Huaixi Lake
图 4. 淮西湖浮游甲壳动物多样性和均匀度变化

游甲壳动物相反, 据我猜想, 可能是因为 2017 年立春较早, 气温回升到了适宜剑水蚤属繁育的温度, 故剑水蚤幼体丰度在 2 月份达到峰值。

对浮游甲壳动物群落构成有决定性的作用的是生境类型而不是营养水平, 淮西湖内浮游甲壳动物优势类群与湖泊生境的优势类群具有相似性, 除夏季外, 桡足类的生物量均显著高于枝角类; 桡足类中桡足幼体数量占优势; 枝角类中小型个体占优势[17]。

5. 结论

研究表明, 浮游甲壳动物丰度与水体营养水平呈正相关, 浮游甲壳动物数量在富营养水体中一般在 10~100 ind./L (不含无节幼体), 而在贫营养水体中较低[18], 淮西湖浮游甲壳动物总丰度在 23 ind./L, 水体呈现轻度富营养化状态, 虽然水域处于富营养化范围内, 但远低于其他湖泊[19]。淮西湖内浮游甲壳动物有 7 属 10 种, 优势物种有 3 属 5 种, 多样性在 0.9~2.6 范围内, 均匀度在 0.5~1 范围内, 群落结构简单, 生物多样性远低于其他湖泊, 好在水质良好, 较为适宜浮游甲壳动物的生长。

参考文献

- [1] 陈逸函. 淮南焦岗湖浮游甲壳动物群落结构特征[J]. 安徽农学通报, 2021, 27(20): 28-30.
- [2] 赵文. 水生生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [3] 秦伯强. 长江中下游浅水湖泊富营养化发生机制与控制途径初探[J]. 湖泊科学, 2002, 14(3): 193-202.
- [4] 朱广伟, 许海, 朱梦圆, 等. 三十年来长江中下游湖泊富营养化状况变迁及其影响因素[J]. 湖泊科学, 2019, 31(6): 1510-1524.
- [5] 邓道贵, 邢荣龙, 马睿, 等. 淮北采煤塌陷区小型湖泊浮游甲壳动物群落结构的季节变化[J]. 湖泊科学, 2010, 22(4): 591-597.
- [6] 孙鹏飞, 易齐涛, 许光泉. 两淮采煤沉陷积水区水化学特征及控制因素分析[J]. 煤炭学报, 2014, 39(7): 1345-1353.
- [7] 胡云虎, 高良敏. 淮南老鳖塘与刘岗塘水体的重金属污染研究[J]. 淮南师范学院学报, 2009, 11(5): 100-102.
- [8] 章宗涉, 黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [9] 王苏民, 窦鸿身. 中国湖泊志[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [10] 陈家长, 孟顺龙, 尤洋, 等. 太湖五里湖浮游植物群落结构特征分析[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1358-1367.
- [11] 陈菁怡, 耿兆楣, 张秋英, 等. 白洋淀浮游生物群落结构及关键环境因子分析[J/OL]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 1-13, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/37.1459.N.20240103.1403.002.html>, 2024-02-21.

- [12] Patalas, K. and Salki, A. (1992) Crustacean Plankton in Lake Winnipeg-Variation in Space and Time as a Function of Lake Morphology, Geology, and Climate. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **49**, 1035-1059. <https://doi.org/10.1139/f92-116>
- [13] 姚建良, 薛俊增, 王登元, 蔡庆华, 黄祥飞, 刘建康. 三峡水库初次蓄水后干流库区桡足类的纵向分布与季节变化[J]. 生物多样性, 2007, 15(3): 300-305.
- [14] Horn, W. (1991) The Influence of Biomass and Structure of the Crustacean Plankton on the Water Transparency in the Saldenbach Storage Reservoir. *Hydrobiologia*, **225**, 115-120. <https://doi.org/10.1007/BF00028390>
- [15] 潘继征, 熊飞, 李文朝, 李爱权. 抚仙湖浮游甲壳动物群落结构与空间分布[J]. 湖泊科学, 2009, 21(3): 408-414.
- [16] 杨宇峰, 王庆, 陈菊芳, 庞世勋. 河口浮游动物生态学研究进展[J]. 生态学报, 2006, 26(2): 576-585.
- [17] 刘宝贵, 刘霞, 吴瑶, 等. 鄱阳湖浮游甲壳动物群落结构特征[J]. 生态学报, 2016, 36(24): 8205-8213.
- [18] Wolfinbarger, W.C. (1999) Influences of Biotic and Abiotic Factors on Seasonal Succession of Zooplankton in Hugo Reservoir. *Hydrobiologia*, **400**, 13-31. <https://doi.org/10.1023/A:1003738608697>
- [19] 易齐涛, 汪琪, 谢凯, 等. 淮南采煤塌陷湖泊浮游甲壳动物群落结构特征及其影响因素[J]. 水生态学杂志, 2018, 39(3): 37-43.