

# 淮南高塘湖浮游甲壳动物群落结构特征

刘笑, 王廉祥, 张俊凤

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16日; 发布日期: 2024年2月23日

## 摘要

在淮南高塘湖湖心设置采样点, 从2016年12月至2017年11月每月中旬采集水样进行鉴定分析。结果表明: 鉴定出浮游甲壳动物共10属18种。枝角类6属8种, 年生物总量为0.4 mg/L, 年总丰度为48.8 ind./L。桡足类4属10种, 年生物总量为0.55 mg/L, 年总丰度为26.6 ind./L, 枝角类丰度较高, 但生物量较低; 浮游甲壳动物的优势种有8种, 其中优势度最高的有3种浮游甲壳动物, 分别是筒弧象鼻溞、秀体溞属和剑水蚤幼体。枝角类浮游甲壳动物从春至冬生物量不断减少, 在春季有最大值, 冬季没有枝角类。桡足类生物量与枝角类正好相反。

## 关键词

高塘湖, 浮游甲壳动物, 群落结构

# Community Structure of Crustacean Zooplankton in Gaotang Lake, Huainan

Xiao Liu, Lianxiang Wang, Junfeng Zhang

School of Civil Engineering, Yantai University, Yantai Shandong

Received: Jan. 5<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jan. 16<sup>th</sup>, 2024; published: Feb. 23<sup>rd</sup>, 2024

## Abstract

Sampling points were set in the center of Gaotang Lake in Huainan, and water samples were collected from December 2016 to mid November 2017 for identification and analysis. The results showed that 18 species of crustacean zooplankton belonging to 10 genera were identified. Cladocerans belong to 6 genera and 8 species, with an annual biomass of 0.4 mg/l and a total annual abundance of 48.8 ind./L. Copepods belong to 4 genera and 10 species, with annual biomass of 0.55 mg/l and annual total abundance of 26.6 ind./L. Cladocera abundance is high, but biomass is low; There are 8 dominant species of planktonic crustaceans, among which 3 species of planktonic

crustaceans have the highest dominance, namely, *Bosmina coregoni*, *Diaphanosoma* sp. and *Thermocyclops* spp. The biomass of Cladocera planktonic crustacean decreased continuously from spring to winter, and reached the maximum in spring, but there was no Cladocera in winter. The biomass of copepods is opposite to that of Cladocera.

## Keywords

Gaotang 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

浮游甲壳动物主要包括枝角类和桡足类, 处于水生食物链的中间环节, 以浮游植物、原生动物和细菌为食, 同时又是鱼虾的重要饵料, 广泛存在于淡水水体如河湖、水塘等及海洋中, 是维持水体生态系统稳定的重要组成部分[1]。此外, 浮游甲壳动物对水环境的变化极为敏感, 浮游甲壳动物的群落结构变化可作为水环境变化的重要指示标准。因此, 浮游甲壳动物群落结构的研究具有重要意义。富营养化是国内湖泊主要面临的环境问题之一。日益恶化的水体环境将影响浮游甲壳动物的多样性和丰度。有研究发现, 不合理的渔业是加剧我国淮河中下游水体富营养化的重要原因[2]。

淮南是我国华东地区重要的煤电化工业生产基地、电工业实力雄厚, 然而煤炭生产和工矿企业的不断膨胀也使得该地区的环境遭受到了不同层次的污染[3]。特别是东南部地区分布有火电厂和化工厂以及大小煤矿等众多污染企业, 雨水淋溶, 地表渗漏, 一级大气沉降等构成了区内地表水重金属的主要来源。淮南地区的工业污染会导致湖泊水体环境受到污染, 进而影响浮游甲壳动物的生长繁殖和群落结构。因此, 选取淮南市东部地区高塘湖作为研究对象。高塘湖位于淮河南岸, 属淮河流水域。湖内浮游动物植物种类繁多, 水草丛生, 属富营养型湖泊。本研究主要为分析高塘湖浮游甲壳动物的群落结构和影响因素, 为水体生态系统管理、生态环境修复提供科学依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 浮游甲壳动物样品采集与鉴定

高塘湖是淮南市东部淮河南岸湖泊, 南纳洛河、沛河、青洛河来水, 向北 24 km 至窑河闸, 全长 95 km, 流域面积为 1500 km<sup>2</sup>。湖底平坦, 大部分为淤泥底。在高塘湖湖面中心选取一点为取样点(图 1), 自 2016 年 12 月至 2017 年 11 月每月中旬进行样品采集。用采水器根据水深分 3 层依次采取水样, 混合, 过滤, 后加 5% 的甲醛固定, 在实验室解剖镜下进行计数鉴定[4]。

### 2.2. 数据分析

本研究对浮游甲壳动物的生态分析评价主要运用 Shannon-Wiener 多样性指数  $H$ 、优势度  $I$  和均匀性指数  $G$  [5] [6]:

多样性指数( $H$ ):

$$H = -\sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

优势度( $I$ ):

$$I = \frac{n_i}{N} * f_i \quad (2)$$

均匀度指数( $G$ ):

$$G = \frac{H}{\log_2 T} \quad (3)$$

式中,  $H$  为多样性指数;  $G$  为均匀度指数;  $I$  为优势度,  $I \geq 0.02$  时为优势种;  $T$  为种类数;  $n_i$  为  $i$  物种个体数;  $N$  为总个体数;  $f_i$  为  $i$  物种出现的频率。

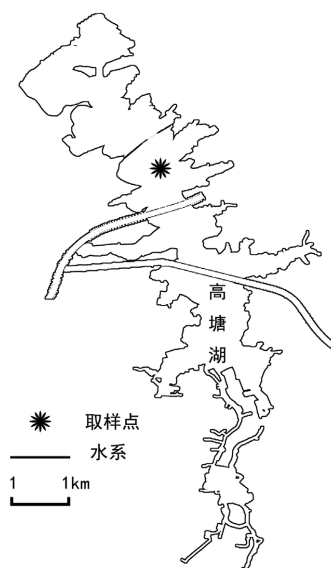


Figure 1. Gaotang Lake sampling point  
图 1. 高塘湖采样点

### 3. 结果与讨论

#### 3.1. 浮游甲壳动物种类组成

对高塘湖在 2016 年 12 月~2017 年 11 月每月中旬取样检测期间, 鉴定出浮游甲壳动物共 10 属 18 种。枝角类 6 属 8 种, 年生物总量为 0.4 mg/L, 年总丰度为 48.8 ind./L, 桡足类 4 属 10 种, 年生物总量为 0.55 mg/L, 年总丰度为 26.6 ind./L, 枝角类丰度较高, 但生物量较低。浮游甲壳动物的优势种有 8 种(表 1), 其中年个体丰度最高的有 3 种浮游甲壳动物, 分别是筒弧象鼻溞, 丰度为 16.1 ind./L; 秀体溞属, 丰度为 17.7 ind./L; 剑水蚤幼体, 丰度为 21.1 ind./L。

Table 1. Dominant species and abundance of zooplankton crustaceans in Gaotang Lake  
表 1. 高塘湖浮游甲壳动物优势种和丰度

浮游甲壳动物		丰度
枝角类		
短尾秀体溞	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	3.6
微型裸腹溞	<i>Moina micrura</i>	8.5

续表

筒弧象鼻溞	<i>Bosmina coregoni</i>	16.1
秀体溞属	<i>Diaphanosoma</i> sp.	17.7
其他		2.9
枝角类共计(不含无节幼体)		48.8
桡足类		
近邻剑水蚤	<i>Cyclops vicinus vicinus</i>	0.8
广布中剑水蚤	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	2.3
哲水蚤幼体	<i>Sinocalanus</i> spp	0.5
剑水蚤幼体	<i>Thermocyclops</i> spp	21.1
其他		2.1
无节幼体	<i>Nauplius</i>	126.8
桡足类共计(不含无节幼体)		26.8

浮游甲壳动物春季丰度最高, 冬季最低, 夏秋两季丰度相近, 丰度 2016 年 12 月最低, 为 0.2 ind./L, 丰度最高在 2017 年 5 月, 为 21.6 ind./L。春季丰度最高, 有 3 种浮游甲壳动物丰度最高, 占春季总丰度 90%, 3 者为筒弧象鼻溞、秀体溞属和点滴尖额溞。冬季丰度最低, 有 1 种浮游甲壳动物丰度最高, 占冬季总丰度 70%, 其为剑水蚤幼体(图 2)。夏秋季浮游甲壳动物种类相似, 以剑水蚤幼体、秀体溞属和微型裸腹溞丰度最高。

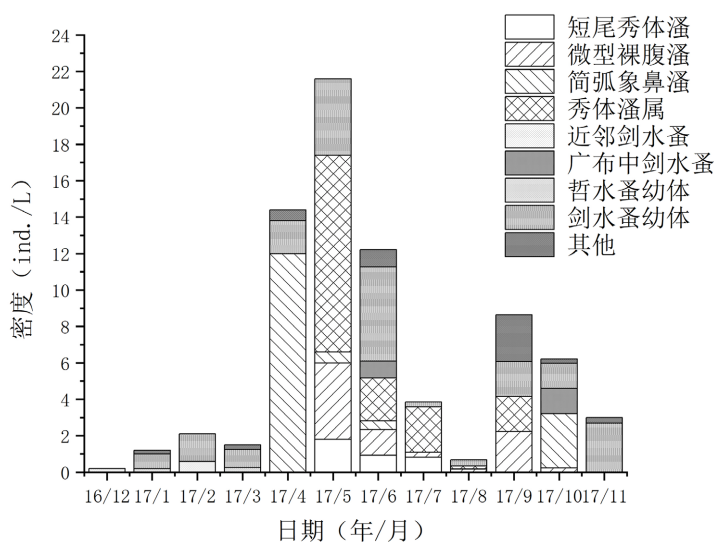
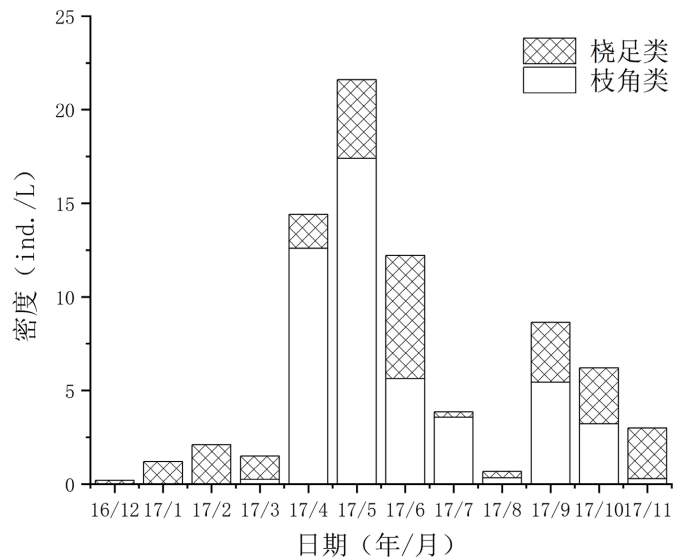


Figure 2. Density changes of dominant species of zooplankton in Gaotang Lake  
图 2. 高塘湖浮游甲壳动物优势种密度变化

### 3.2. 枝角类和桡足类浮游甲壳动物的生物量和丰度

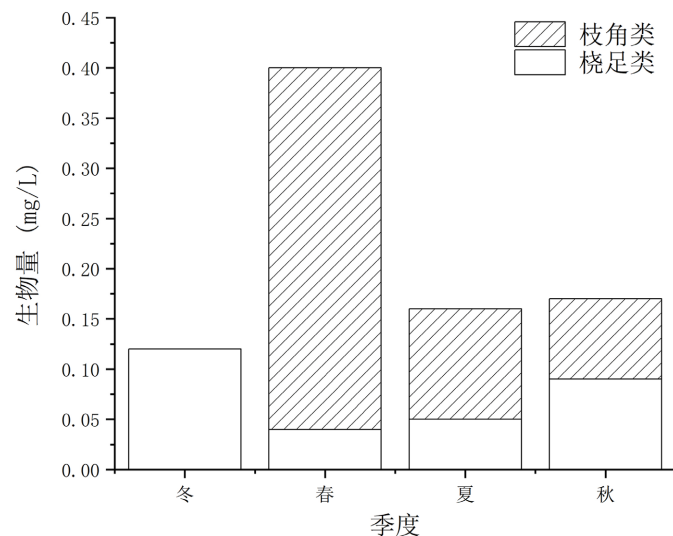
冬季高塘湖浮游甲壳动物丰度低于春、夏、秋季(图 3), 丰度在 0.2~2.1 ind./L 之间。冬季没有枝角类浮游甲壳动物, 枝角类浮游甲壳动物在春季开始出现, 在 5 月丰度达到最大, 占 5 月总丰度 81%, 远大

于桡足类。夏、秋季枝角类与桡足类数量相当，春季枝角类是桡足类的约 4.5 倍。枝角类丰度约占总丰度的 64.5%，枝角类约占 35.5%。



**Figure 3.** Abundance changes of cladocerans and copepods in planktonic crustaceans in Gaotang Lake  
**图 3.** 高塘湖浮游甲壳动物枝角类和桡足类丰度变化

枝角类浮游甲壳动物从春至冬生物量不断减少(图 4)，在春季有最大值，为 0.352 mg/L，占春季总生物量 89%，冬季没有枝角类。桡足类生物量与枝角类恰恰相反，在冬季生物量达到最大值，为 0.12 mg/L，在春季有最小值，为 0.048 mg/L。其中枝角类年均生物量远大于桡足类。



**Figure 4.** Seasonal changes in biomass of planktonic crustaceans cladocerans and copepods in Gaotang Lake  
**图 4.** 高塘湖浮游甲壳动物枝角类和桡足类生物量四季变化

### 3.3. 浮游甲壳动物多样性和均匀度

在对高塘湖的浮游甲壳动物调查中，秋季多样性指数和均匀度指数有最大值，多样性指数为 2.93，均匀度指数为 0.976；冬季两大指数有最小值，分别是 1.36 和 0.687 (图 5)。多样性和均匀度都呈现从冬

季至次年秋季不断增加的趋势。多样性指数评价标准：大于 3.5 为最清洁，2.5~3.5 为清洁，2.0~2.5 为轻污，1.0~2.0 为中污，小于 1.0 为重污。均匀度指数评价标准：0~0.3 重污染，0.3~0.5 中污染，0.5~0.8 为轻污染或无污染。高塘湖冬季多样性指数为中污型，秋季为清洁型；高塘湖均匀度指数均属于无污染型。冬季浮游甲壳动物非生长阶段的多样性指数无法反应实际水体的污染情况，综合均匀度指数分析，高塘湖水质应属于无污染清洁型。

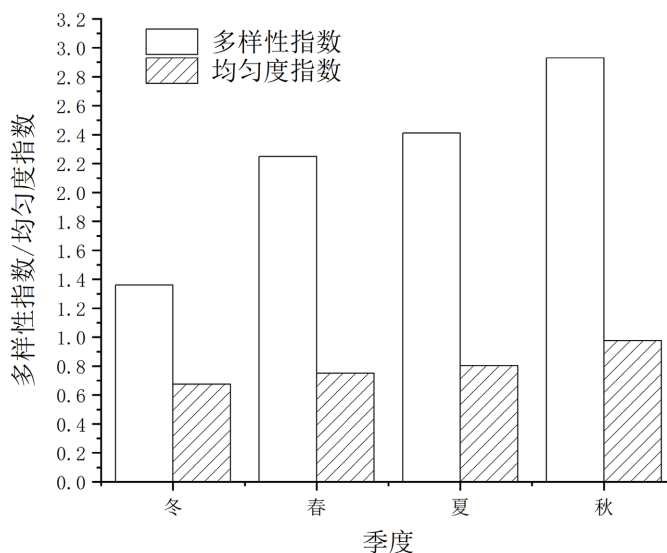


Figure 5. Seasonal changes in the diversity and evenness of zooplankton in Gaotang Lake  
图 5. 高塘湖浮游甲壳动物多样性和均匀度四季变化

#### 4. 讨论

通过 2016 年 12 月至 2017 年 11 月，为期一年对高塘湖浮游甲壳动物的研究可以发现，高塘湖春季浮游甲壳动物丰度最高，丰度最高的是筒弧鼻象溞，秀体溞属，点滴尖额溞。冬季丰度最低，剑水蚤幼体丰度最高。夏秋季浮游甲壳动物种类相似，以剑水蚤幼体、秀体溞属和微型裸腹溞丰度最高。高塘湖枝角类和桡足类浮游甲壳动物种类、丰度和国内轻度富营养化湖泊相似[7] [8]。

温度和营养水平是影响浮游甲壳动物生长繁殖的重要因素，在冬季，温度和营养水平较低，浮游甲壳动物的多样性和均匀度是全年最低的，分别为 1.36 和 0.687。温度和营养水平随着春夏秋季节的变化不断升高，在秋季，浮游甲壳动物的多样性和均匀度达到最大，分别为 2.93 和 0.976 [9] [10]。高塘湖多样性和均匀度都略高于其他湖泊，说明高塘湖浮游甲壳动物群落结构简单稳定，适宜生长。从高塘湖浮游甲壳动物生物量变化可以看出，桡足类浮游甲壳动物的生物量随春夏秋冬四季依次升高，冬季最高，而枝角类则正好相反，冬季没有枝角类浮游甲壳动物。高塘湖春季浮游甲壳动物丰度最高，夏秋两季相差不大，最冷的冬天丰度最低。从丰度和生物量可以看出温度与枝角类浮游甲壳动物的生长繁殖正相关，而与桡足类负相关。有研究发现，在营养水平较高的水体环境中，浮游甲壳动物的丰度在 10~100 ind./L 之间，营养水平越高，丰度越高。高塘湖丰度为 0.2~21.6 ind./L，低于其他富营养化湖泊，这可能是由于高塘湖水质较好[11] [12]。

#### 5. 结论

本次调查结果表明，高塘湖浮游甲壳动物共 10 属 18 种。枝角类 6 属 8 种，年生物总量为 0.4 mg/L，年总丰度为 48.8 ind./L。桡足类 4 属 10 种，年生物总量为 0.55 mg/L，年总丰度为 26.6 ind./L，枝角类丰

度较高,但生物量较低;浮游甲壳动物的优势种有 8 种,其中优势度最高的有 3 种浮游甲壳动物,分别是筒弧象鼻溞、秀体溞属和剑水蚤幼体;高塘湖秋季多样性指数和均匀度指数有最大值,多样性指数为 2.93,均匀度指数为 0.976,冬季两大指数有最小值,分别是 1.36 和 0.687,综合多样性指数和均匀度指数分析,高塘湖水质应属于无污染清洁型。

## 参考文献

- [1] 王小允,张建梅,杨永锐,等. 淮南花家湖浮游甲壳动物群落结构特征与季节变化[J]. 安徽农学通报, 2022, 28(7): 28-30.
- [2] 殷燕,施思,刘玉飞,等. 临安区水系春季浮游动物群落结构与水质评价[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(17): 39-42.
- [3] 文辉,高良敏,刘玉玲,等. 高塘湖沉积物中重金属赋存状态研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(24): 11666-11669.
- [4] 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.
- [5] 汤长宽. 常德和广州河湖连通水系浮游甲壳动物群落结构的比较研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 暨南大学, 2020.
- [6] 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.
- [7] 汤长宽,杨宇峰,罗洪添,等. 常德柳叶湖及其连通水体浮游甲壳动物群落结构与水环境特征[J]. 应用与环境生物学报, 2021, 27(1): 200-207.
- [8] 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.
- [9] 马楠,豆苗苗,李靳,等. 沙湖浮游甲壳动物水平分布[J]. 宁夏农林科技, 2022, 63(2): 26-32.
- [10] 黄晓峰,邱伟建,沈冀,等. 太湖梅梁湾和东太湖浮游甲壳动物季节变化比较研究[J]. 环境科技, 2021, 34(6): 14-20.
- [11] 李娟,温周瑞,李庚辰,等. 太湖梅梁湾和贡湖湾浮游甲壳动物群落结构及其与环境因子的相互关系[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(S1): 81-90.
- [12] 杨威,孙雨琛,张婷婷,等. 富营养化对小型湖泊浮游甲壳动物群落结构及多样性的影响[J]. 生态学报, 2020, 40(14): 4874-4882.