

# 淮南高塘湖轮虫群落结构特征及季节变化

辛晓东, 栾婷婷, 孙广辉

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

淮南高塘湖是一个重要的湖泊生态系统, 轮虫作为该水体的关键生物群体, 对湖泊的生态平衡和水质健康具有重要意义。本研究通过对高塘湖轮虫群落结构的定期监测, 系统分析了其季节变化特征。研究结果表明, 高塘湖轮虫群落具有显著的季节变化。春季, 轮虫群落以种类多、密度高为特征, 以温水轮虫类为主导。夏季, 由于水温升高, 温水轮虫类继续保持多样性, 同时富营养水体中出现了一些耐富营养的种类。秋季, 水温逐渐下降, 富营养水体中的轮虫密度减小, 而耐富营养种类逐渐占主导地位。冬季, 水温降至最低, 轮虫群落整体数量减少, 以富营养水体中的一些抗寒种类为主。此外, 季节变化还影响了轮虫群落的生命周期和繁殖策略。春季和夏季是轮虫繁殖高峰期, 而秋季和冬季则呈现相对较低的繁殖活动。这种季节变化与水体环境因子(如温度、营养盐浓度等)的周期性变化密切相关。综合而言, 淮南高塘湖轮虫群落结构在季节尺度上呈现明显的变化, 这为深入理解湖泊生态系统的季节动态、环境响应机制以及水质健康状况提供了有益的信息。

## 关键词

轮虫, 群落结构, 季节变化, 高塘湖

# Structural Characteristics and Seasonal Changes of Rotifer Community in Gaotang Lake, Huainan

Xiaodong Xin, Tingting Luan, Guanghui Sun

School of Civil Engineering, Yantai University, Yantai Shandong

Received: Jan. 5<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jan. 18<sup>th</sup>, 2024; published: Feb. 23<sup>rd</sup>, 2024

## Abstract

Huainan Gaotang Lake is an important lake ecosystem, where rotifers play a crucial role as a key

文章引用: 辛晓东, 栾婷婷, 孙广辉. 淮南高塘湖轮虫群落结构特征及季节变化[J]. 环境保护前沿, 2024, 14(1): 108-113. DOI: 10.12677/aep.2024.141016

biological community, contributing significantly to the ecological balance and water quality health of the lake. This study systematically analyzed the seasonal variations in the rotifer community structure through regular monitoring of Gaotang Lake. The results indicate significant seasonal changes in the rotifer community. In spring, the community is characterized by high species diversity and density, with dominance of warm-water rotifer species. As temperatures rise in summer, warm-water rotifer species maintain diversity, and some nutrient-tolerant species appear in eutrophic waters. In autumn, with decreasing temperatures, the density of rotifers in nutrient-rich waters decreases, while nutrient-tolerant species gradually dominate. In winter, as temperatures drop to the lowest, the overall abundance of the rotifer community decreases, with cold-resistant species prevailing in eutrophic waters. Additionally, seasonal variations influence the life cycle and reproductive strategies of the rotifer community. Spring and summer are peak breeding seasons, while autumn and winter exhibit relatively lower reproductive activity. These seasonal changes are closely related to periodic variations in environmental factors such as temperature and nutrient salt concentration. In summary, the rotifer community structure in Huainan Gaotang Lake exhibits significant seasonal variations, providing valuable information for a deeper understanding of the seasonal dynamics, environmental response mechanisms, and water quality health of lake ecosystems.

## Keywords

Rotifer, Community Structure, Seasonal Succession, Gaotang Lake

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

选择轮虫进行湖泊水体研究是因为它们在湖泊生态学和水质监测方面具有独特而重要的角色。轮虫广泛分布于淡水和海水环境中,因此在湖泊系统中普遍存在,提供了对不同湖泊生态系统的比较研究的机会[1] [2]。首先,轮虫对水体环境变化非常敏感,尤其是对水体富营养化和污染的响应。它们的生态学特性,如繁殖速度和食性,使其成为湖泊生态系统健康和水质状态的良好指示器。通过监测轮虫的群落结构和丰度,可以评估湖泊水体的整体生态状况[3]。其次,轮虫在湖泊食物链中居于重要位置,作为浮游植物和浮游动物的消费者,它们通过摄食浮游植物,间接影响湖泊中的水藻丰度。这种调节作用使得轮虫在湖泊食物链和营养循环中扮演着关键的角色。另外,轮虫属于一个庞大的动物门,具有广泛的物种多样性。它们能够适应不同水体环境,包括不同温度、盐度和水质条件。这种适应性使得轮虫成为适合在不同类型湖泊中进行研究的模型生物[4] [5]。还有,轮虫的生活史特征,如孢囊的形成和繁殖模式,可提供深入研究湖泊水体生态系统的机会。它们在环境变化下的响应,尤其是在面临压力和恶劣条件时的适应性策略,对于了解湖泊的生态韧性至关重要[6] [7]。最后,轮虫群落的多样性和组成可以反映湖泊中的生态多样性和稳定性。通过研究它们的群落结构,可以获得有关湖泊水质和环境状况的信息,为生物多样性保护提供重要的依据[8] [9] [10]。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 研究区域概况

高塘湖,安徽省淮南市东部淮河南岸湖泊。当地人也称窑河,它占地面积广阔,生态环境优良,水

质清澈,吸引了大量的水鸟和鱼类栖息。高塘湖周围有许多农田和村庄,是当地居民重要的饮用水源之一。每年夏季,高塘湖的水位都会随着降雨量的变化而涨落,给周围的居民带来了许多便利。近年来,高塘湖得到了政府和当地居民的重视和保护。他们加强了对湖泊的监管,防止了污染和非法捕捞等现象的发生。同时积极推动生态旅游和环境保护事业,吸引了大批游客前来观光和旅游。高塘湖为周围的居民提供了饮用水源,也成为了当地经济发展的重要支撑。

## 2.2. 样品采集与分析

本研究选择高塘湖南侧湖中心为采样点,每月采集一次轮虫样品,持续 12 个月(2016 年 12 月至 2017 年 11 月)(图 1)。在采样点选取 5 L 有机玻璃采水器进行水样采集,混合后统一装入提前预备的采集瓶,马上用鲁哥试剂固定样品。样品沉淀 24 h 后浓缩样品,然后送检。

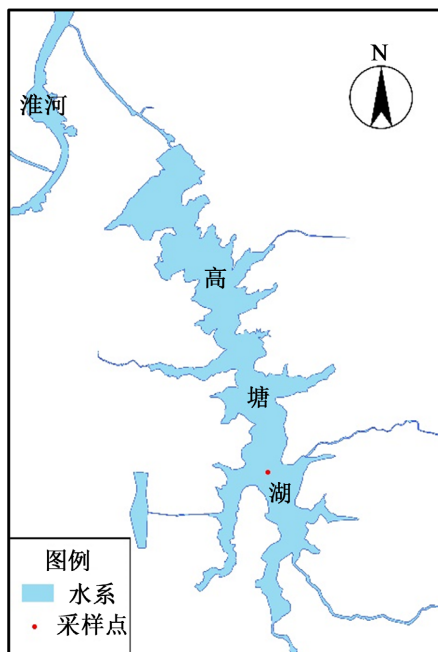


Figure 1. Gaotang Lake sampling site  
图 1. 高塘湖采样位点

## 2.3. 数据处理

通过计算优势度指标( $Y$ )确定优势物种,并运用 Shannon-Wiener 多样性指数( $D$ )、Pielou 均匀度指数( $J$ )评价高塘湖浮游动物群落结构特征。各项指数的计算公式如下:

$$Y = \frac{n_i}{N} \times f_i \quad (1)$$

$$D = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (2)$$

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

$$J = \frac{D}{\log_2 S} \quad (4)$$

优势度指标( $Y$ )表示浮游动物轮虫种群中某一物种相对占比较大,多样性指数( $D$ )越大说明物种多样性越丰富,污染程度共三级:小于1为重度污染,1到3为中度污染,大于3为轻度污染或无污染;均匀度指数 $J$ 反映不同物种间相对密度差异程度。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 浮游动物轮虫种类组成及生物量

从图2可以看出,在2017年12月至2018年11月期间共检测到6个属的轮虫,夏季和秋季是全年占比最大的时段,而冬季则最小。其中多肢轮虫一直保持稳定且占比最高;龟甲轮虫主要出现在冬季且数量较少;臂尾轮虫夏秋两季占比最大,在冬季几乎没有检测到;三肢轮虫呈明显的月度变化,在某些月份才会被检测到;晶囊轮虫及其他类型所占比例较小,只有夏秋两个时段数量明显增加。

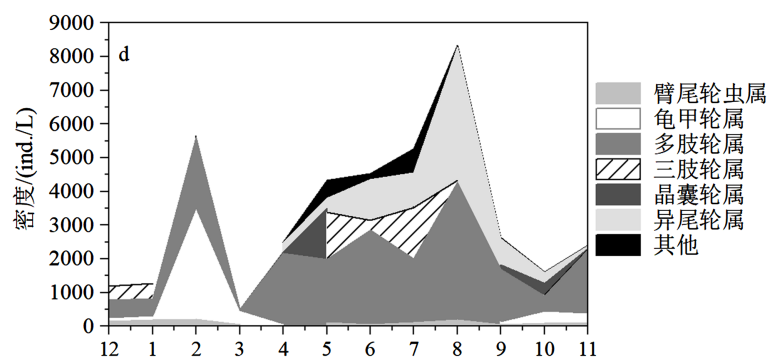


Figure 2. Overlay of rotifer biomass in Gaotang Lake  
图2. 高塘湖轮虫生物量叠加

四季各自优势种组成如表1所示。根据表1的数据,可以发现秋冬季轮虫的优势种最为突出,共有6种。其次是春季和夏季的4种优势种。夏季中的4种优势种中,裂足轮虫拥有的优势度最高,而裂足轮虫最低。秋季中存在6个主要优势种类:针簇多肢、异尾和无刺均具备大于0.1的优势度;而有刺龟形轮虫则低于这一标准,并且有棘与萼花臂尾都未能达到该标准。

Table 1. Dominant species of rotifers in Gaotang Lake  
表1. 高塘湖轮虫的优势种

冬		春		夏		秋	
种类	优势度	种类	优势度	种类	优势度	种类	优势度
角突臂尾轮虫	0.03	无棘螺形龟甲轮虫	0.27	裂足轮虫	0.03	萼花臂尾轮虫	0.03
萼花臂尾轮虫	0.07	晶囊轮属	0.03	暗小异尾轮虫	0.39	无棘螺形龟甲轮虫	0.12
无棘螺形龟甲轮虫	0.2	暗小异尾轮虫	0.05	针簇多肢轮虫	0.49	有棘螺形龟甲轮虫	0.04
有棘螺形龟甲轮虫	0.02	针簇多肢轮虫	0.29	迈氏三肢轮虫	0.12	晶囊轮属	0.09
针簇多肢轮虫	0.4					暗小异尾轮虫	0.17
迈氏三肢轮虫	0.23					针簇多肢轮虫	0.35

### 3.2. 浮游动物轮虫多样性和均匀度

由图 3 可知, 在对高塘湖 12 个月的调查中, 多样性指数由春季到冬季逐渐增加, 冬季 > 秋季 > 夏季 > 春季, 冬季多样性达到了 1.92, 秋季为 1.91, 夏季为 1.71, 春季最低, 为 0.67; 均匀性指数则为冬季 > 夏季 > 秋季 > 春季。根据 Shannon-Wiener 指数及 Pielou 指数的评价标准, 高塘湖水质属于中度污染。

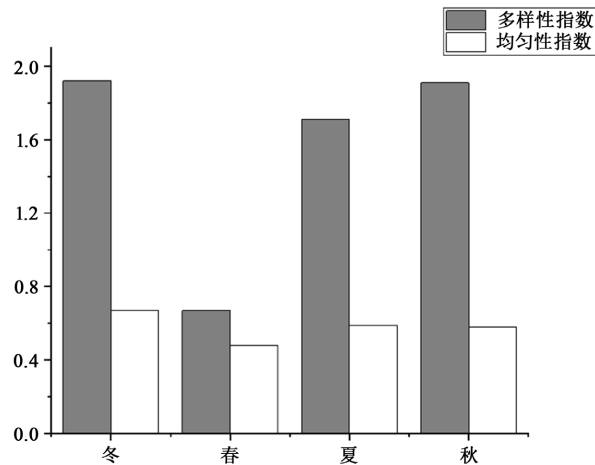


Figure 3. Rotifer diversity index and evenness index in Gaotang Lake  
图 3. 高塘湖轮虫多样性指数与均匀度指数

## 4. 结论与讨论

### 4.1. 结论

本研究通过在 2017 年 12 月~2017 年 11 月期间对高塘湖进行 12 个月的监测, 发现有轮虫动物共 6 属, 根据季节变化的分析, 我们发现生物的数量变化顺序为夏季 > 秋季 > 春季 > 冬季。其中, 秋季和冬季的优势物种数量最高, 而春夏季节的优势物种种类数量最低。综上所述, 评定高塘湖为中度污染型。高塘湖轮虫多样性指数的年均值为 1.55, 均匀度指数的年均值为 0.58, 通过数据得到高塘湖的轮虫多样性中等水平, 但全年的平均值较好, 轮虫的群落年纪变化较大。

### 4.2. 讨论

轮虫(Rotifera)是一大类微小水生动物, 其多样性在水体中起到重要的生态角色。轮虫多样性的分析通常包括以下方面:

1) 物种丰富度: 通过调查在特定水体中存在的不同轮虫物种的数量, 科学家可以评估水域生态系统的多样性。物种丰富度的变化可能与水体的健康状况、水质变化以及其他环境因素相关。

2) 群落结构: 分析轮虫的群落结构涉及到各个物种在群体中的相对丰度和分布。了解不同物种在群体中的相对比例有助于研究生态系统中的生物多样性和相互作用。

3) 生命周期和繁殖策略: 轮虫的生命周期和繁殖策略的研究有助于理解它们在不同季节和环境条件下的适应性。一些轮虫具有特殊的繁殖机制, 如孢囊形成, 这对于生态系统的生物学平衡和稳定性至关重要。

4) 对环境的指示作用: 轮虫对水体环境的敏感性使其成为环境指标生物。通过监测轮虫的存在和丰度, 科学家可以推断出水体的水质状况、富营养化程度以及其他环境影响。

5) 遗传多样性: 通过分析不同地理区域或不同环境条件下的轮虫的遗传多样性, 研究者可以了解它们在演化和适应过程中的遗传变异。这对于揭示轮虫群体的起源和进化提供了线索。

6) 生态学功能: 研究轮虫的食性、摄食行为和生态功能, 可以深入了解它们在水体生态系统中的作用。它们通常是浮游植物和其他微生物的消费者, 对水体中的生态平衡和能量流动起到重要作用。

通过对轮虫多样性的全面分析, 能够更好地了解水体生态系统的复杂性、健康状况以及受到的各种环境压力, 为环境管理和保护提供有益的信息。

## 参考文献

- [1] 沈玉莹, 程俊翔, 徐力刚, 等. 极端水文干旱下鄱阳湖浮游动物群落结构特征及其影响因素[J]. 生态学报, 2023(24): 1-14. <https://doi.org/10.20103/j.stxb.202306161291>
- [2] 贺克雕, 马瑞君, 范莹, 等. 泸沽湖水生生物群落及水生态环境质量研究[J]. 西部林业科学, 2023, 52(4): 32-39. <https://doi.org/10.16473/j.cnki.xblykx1972.2023.04.006>
- [3] 李彬彬. 饮用水系统中轮虫存活的时空规律及其影响因素[D]: [硕士学位论文]. 芜湖: 安徽工程大学, 2023. <https://doi.org/10.27763/d.cnki.gahgc.2023.000043>
- [4] 王晨, 陶孟, 李爱民, 等. 基于环境 DNA 宏条形码技术的秦淮河生物多样性研究[J]. 生态学报, 2022, 42(2): 611-624.
- [5] 陈光荣, 钟萍, 张修峰, 等. 惠州西湖浮游动物及其与水质的关系[J]. 湖泊科学, 2008, 20(3): 351-356.
- [6] 刘学勤. 湖泊底栖动物食物组成与食物网研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 中国科学院研究生院(水生生物研究所), 2006.
- [7] 林秋奇, 赵帅营, 韩博平. 广东省水库轮虫分布特征[J]. 生态学报, 2005, 25(5): 1123-1131.
- [8] 林秋奇, 胡韧, 段舜山, 等. 广东省大中型供水水库营养现状及浮游生物响应[J]. 生态学报, 2003, 23(6): 1101-1108.
- [9] 李共国, 虞左明. 千岛湖轮虫群落结构及水质生态学评价[J]. 湖泊科学, 2003, 15(2): 169-176.
- [10] 胡春英. 不同湖泊演替过程中浮游动物数量及多样性的研究[J]. 水生生物学报, 1999, 23(3): 217-226.