

# 邵伯湖底栖动物群落结构调查研究 及水质生态评价

陈文猛, 王 俊, 胡晓东, 吴苏舒, 吴沛沛, 徐季雄

(江苏省水利科学研究院, 江苏 南京 210017)

**摘要:**2018年1—12月对邵伯湖进行了底栖动物监测分析,共鉴定出底栖动物16种,底栖动物主要优势种为苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓、红裸须摇蚊和环棱螺。底栖动物密度介于46~115 ind./m<sup>2</sup>,平均密度为81 ind./m<sup>2</sup>。底栖动物生物量介于2.928~23.405 g/m<sup>2</sup>,平均生物量为13.665 g/m<sup>2</sup>。通过Wright指数、Goodnight指数、BPI生物学指数和Shannon-Wiener多样性指数对邵伯湖进行了水质生态评价。

**关键词:**底栖动物;群落结构;水质评价;邵伯湖

中图分类号:X826

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2020)08-0001-05

## Investigation on the benthic community structure and ecological assessment of water quality in Shaobo Lake

CHEN Wenmeng, WANG Jun, HU Xiaodong, WU Sushu, WU Peipei, XU Jixiong

(Jiangsu Institute of Water Resources and Hydropower Research, Nanjing 210017, China)

**Abstract:**The benthic animals in Shaobo Lake were monitored and analyzed from January to December 2018, and a total of 16 species of benthic animals were identified, of which the main dominant species of benthic animals were *Branchiura sowerbyi*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Prosilocerus akamusi* and *Bellamyia sp.*. The density of benthic animals ranged from 46 to 115 ind./m<sup>2</sup>, with an average density of 81 ind./m<sup>2</sup>. The benthic biomass was between 2.928 and 23.405 g/m<sup>2</sup>, with an average biomass of 13.665 g/m<sup>2</sup>. The ecological assessment of water quality of Shaobo Lake was carried out by Wright index, Goodnight index, BPI biological index and Shannon-Wiener diversity index.

**Key words:**benthic animals; community structure; water quality assessment; Shaobo Lake

底栖动物是一个生态学概念,它指的是生活史的全部或大部分时间生活于水体底部的水生动物类群,是水生态系统的一个重要组成部分。其生活周期较长,活动固定便于采集,且对于水质的敏感性在不同种类间差异很大,当受外界干扰后,群落结构会发生变化,其趋势可以反映水体受污染的程度,水体发生变化都将直接影响底栖动物的生长、

繁殖<sup>[1-3]</sup>。因此,研究底栖动物可以准确地反映水体的变化,成为水体质量的天然监测者。

## 1 研究区域

### 1.1 研究区域概况

邵伯湖位于东经119°22'~119°28',北纬32°30'~33°45'范围内,行政隶属于高邮市、江都

收稿日期:2020-04-07

基金项目:江苏省水利科技项目(2017011,2018061);院自主科研基金项目(2019011,2019017)

作者简介:陈文猛(1979—),男,高级工程师,硕士,主要从事水生态环境科学研究与技术推广工作。E-mail:37131840@

qq.com

区、邗江区,北接淮河入江水道改道段,南至归江河道,东临里运河西堤,西与安徽省天长市接壤。邵伯湖为浅水型湖泊,是一座“悬湖”,湖底高于里下河地区的地面高程。邵伯湖湖泊面积  $63.15 \text{ km}^2$ ,湖泊最长处  $17 \text{ km}$ ,最大宽度  $6 \text{ km}$ ,邵伯湖湖区底高程一般为  $2.83 \text{ m}$ ,最低湖底高程为  $0.83 \text{ m}$ 。邵伯湖具有调洪、灌溉、养殖、旅游等多重作用,在社会经济发展和生态环境平衡等方面发挥着不可替代的作用<sup>[4]</sup>。

### 1.2 采样点布置

根据邵伯湖湖区轮廓特征、功能分区、出入河道分布情况特点,共设定了 6 个底栖动物采样点,基本覆盖了邵伯湖典型区域(图 1)。采样频率为每月一次,于 2018 年 1—12 月对邵伯湖湖区进行了全年的样品采集。

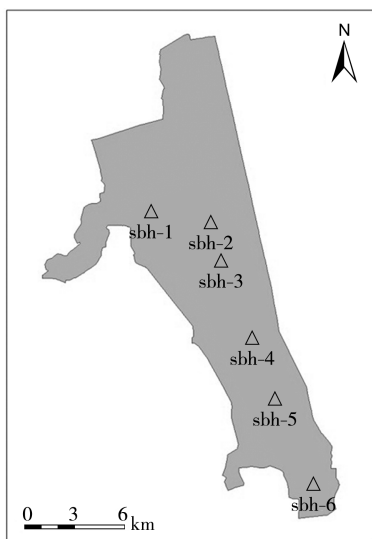


图 1 邵伯湖底栖动物采样点分布

## 2 底栖动物调查方法

底栖动物样品采集用面积为  $1/20 \text{ m}^2$  的改良彼得生采泥器,每个采样点采集 3 次,底栖动物与底泥、碎屑等混为一体,必须冲洗后才能进行挑拣。洗涤工作通常采用网径为  $0.45 \text{ mm}$  网尼龙筛网进行洗涤,剩余物带回实验室进行分样。将洗净的样品置入白色磁盘中,加入清水,利用尖嘴镊、吸管、毛笔、放大镜等工具进行工作,挑拣出的各类动物,分别放入已装好固定液的  $50 \text{ mL}$  塑料瓶中,直到采样点采集到的样本全部检完为止。标本的固定可直接投入到 7% 福尔马林中固定。

把每个采样点所采集到的底栖动物按不同种类准确地统计个体数,根据采样器的开口面积推算出  $1 \text{ m}^2$  内的数量,包括每种的数量和总数量,样品

称重获得的生物量换算成  $1 \text{ m}^2$  面积上的生物量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )<sup>[5]</sup>。底栖动物鉴定参照《中国经济动物志·淡水软体动物》《中国小蛭类研究》《辽河流域底栖动物监测图鉴》《中国北方摇蚊幼虫》《Aquatic insects of China useful for monitoring water quality》等鉴定书籍。

## 3 底栖动物群落结构分布

### 3.1 底栖动物组成

2018 年 1—12 月期间邵伯湖共鉴定出底栖动物 16 种(属),其中软体动物种类最多,共计 6 种;摇蚊科幼虫次之,共 4 种;其次为寡毛类,共 3 种,主要为寡毛颤蚓科的种类;其他包括蛭类 1 种,为扁舌蛭,多毛类沙蚕 1 种以及中华小长臂虾 1 种。

### 3.2 底栖动物优势种

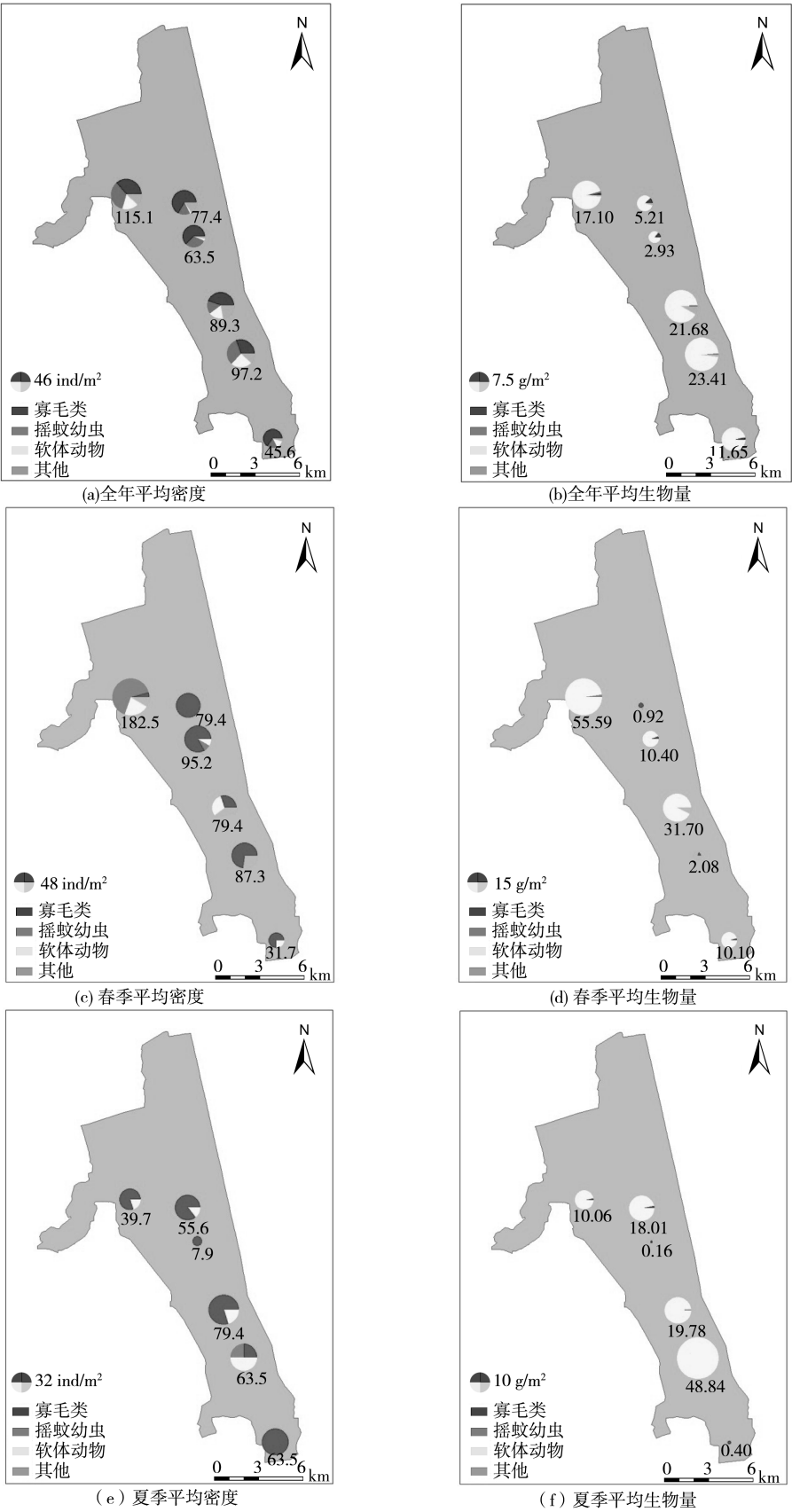
从调查结果来看,邵伯湖底栖动物密度和生物量被少数种类所主导。密度方面,寡毛类的苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓以及中华河蚬,摇蚊科幼虫的红裸须摇蚊,软体动物的环棱螺,以及多毛类沙蚕,分别占总密度的 15.85%、21.54%、10.16%、11.79%、8.94% 和 7.32%。生物量方面,由于软体动物个体较大,软体动物的环棱螺在总生物量上占据绝对优势,达到 67.01%,拉氏蚬、扭蚌、具角无齿蚌、苏氏尾鳃蚓和扁舌蛭所占比重次之,分别为 11.89%、7.78%、5.34%、1.89% 和 1.75%。从 16 个物种的出现频率来看,苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓、中华河蚬、红裸须摇蚊以及环棱螺等几个种类是邵伯湖最常见的种类,其在大部分采样点均能采集到。综合底栖动物的密度、生物量以及各物种在 6 个采样点的出现频率,利用优势度指数确定优势种类,结果表明邵伯湖现阶段的底栖动物优势种主要为环棱螺、霍甫水丝蚓、苏氏尾鳃蚓以及红裸须摇蚊。

### 3.3 底栖动物空间分布

图 2 为邵伯湖底栖动物密度和生物量全年及各季度平均值的空间分布格局。总体而言,密度与生物量空间分布差异不大。从图 2(a)可以看出,各采样点空间密度分布相对均匀,采样点底栖动物密度介于  $46 \sim 115 \text{ ind.}/\text{m}^2$ ,平均密度为  $81 \text{ ind.}/\text{m}^2$ 。密度最大值出现在 sbh-1 采样点,sbh-1 采样点位于邵伯湖的北部,处于邵伯湖生态养殖区内,水深较浅,周边渔业活动较为密集,同时 sbh-1 采样点位于连接高邮湖与邵伯湖的通道附近,受上游高邮湖水的影响要大于其他下游采样点。同时由图上可

以看出, 邵伯湖 6 个采样点底栖动物主要由寡毛类、摇蚊幼虫以及软体动物组成, 密度方面寡毛类以及摇蚊幼虫占绝对优势。

而底栖动物生物量方面, 从图 2(b) 可以看出, 区域分布特征较密度分布明显, 生物量较大的采样点主要分布在高邮湖的中部以及北部与高邮湖连



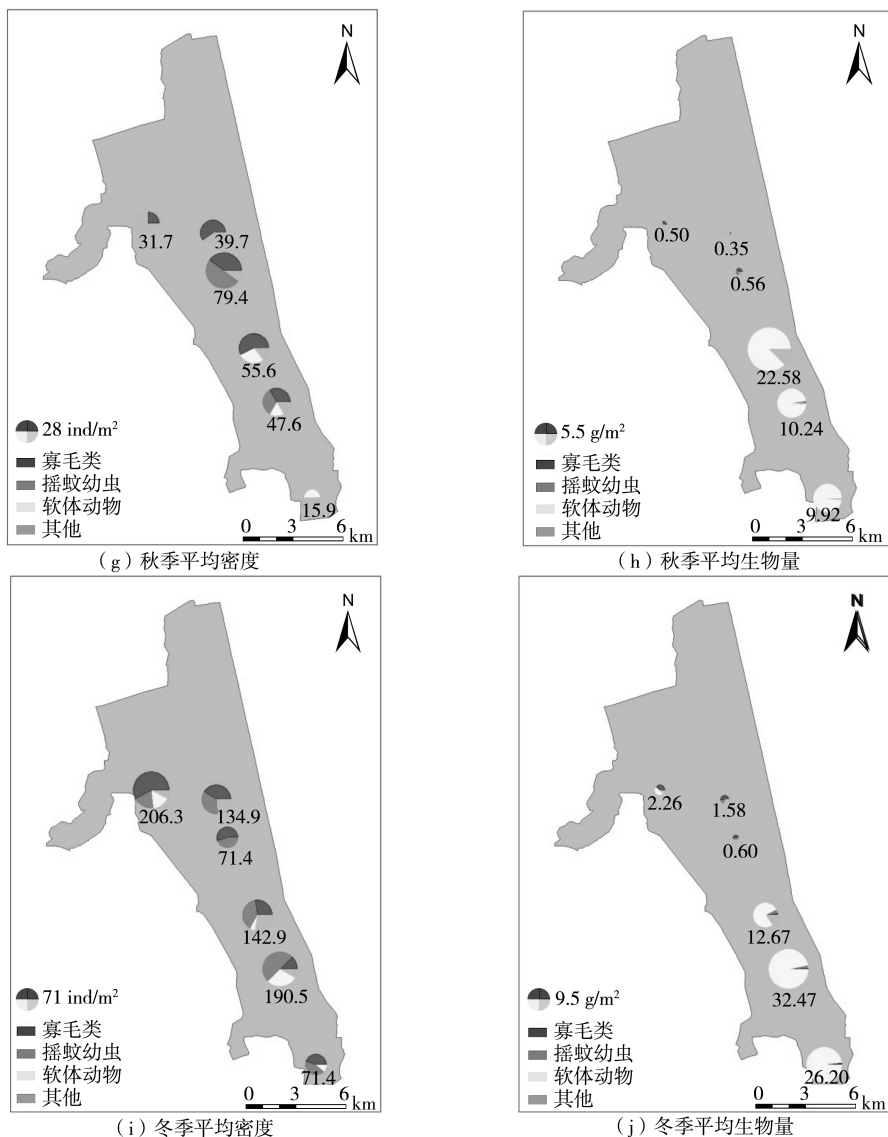


图2 邵伯湖底栖动物密度和生物量空间分布格局

接通道附近,其中软体动物占据绝对主导地位,邵伯湖底栖动物平均生物量为  $13.665 \text{ g/m}^2$ ,最大生物量出现在 sbh-5 采样点,位于邵伯湖资源保留区,最大值为  $23.405 \text{ g/m}^2$ ,最小生物量出现在 sbh-3 采样点,位于邵伯湖资源保留区,最小值为  $2.928 \text{ g/m}^2$ 。

从图2(c、e、g、i)可以看出,各个季度中各采样点空间密度分布不均、差异较大,且呈季节变化趋势,冬季邵伯湖底栖动物密度整体上呈高位,春季及秋季次之,而夏季底栖动物密度最低。从图2(d、f、h、j)可以看出,各个季度中各采样点空间生物量受软体动物的影响较大,在各个季度的分布较为不均,且具有不确定性,除去软体动物的影响,生物量的分布与密度相类似,最高值主要分布在邵伯湖的中北部水域。

#### 4 应用底栖动物评价邵伯湖水质状况

底栖无脊椎动物个体较大,寿命较长,活动范围小,对环境条件改变反应灵敏,能够准确反映水质质量状况,是监测污染、评价水质的理想的指示生物<sup>[6]</sup>。通过对底栖无脊椎动物群落结构调查研究,可以客观地分析和评价湖泊营养状况。Wright 指数、Goodnight 指数、BPI 指数以及 Shannon - Wiener 指数是常用的用于评价水质状况的生物学指数。

利用邵伯湖2018年12个月的底栖动物监测数据,计算了各采样点4种生物学指数得分(图3~6),由图3可以看出,邵伯湖寡毛类平均密度不高,所有采样点的寡毛类密度均低于  $100 \text{ ind./m}^2$ ,依据 Wright 指数评价标准来看,邵伯湖污染指数处于无污染。由图4可以看出,邵伯湖所有6个采样点的

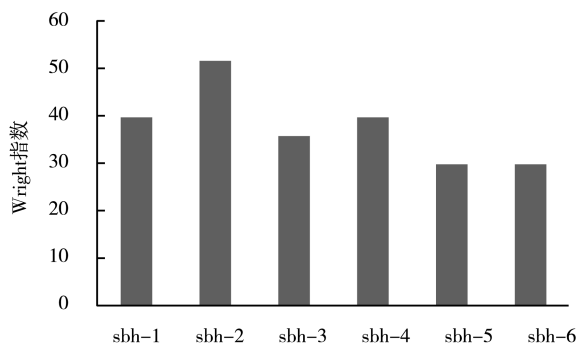


图3 底栖动物 Wright 指数

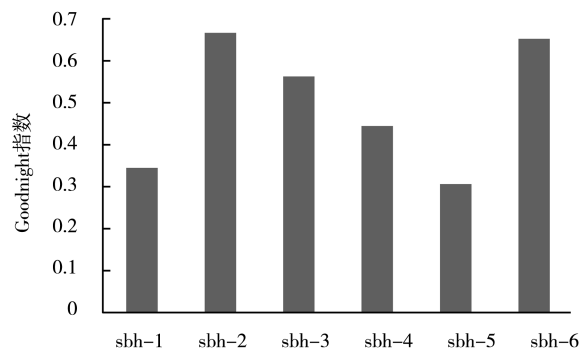


图4 底栖动物 Goodnight 指数

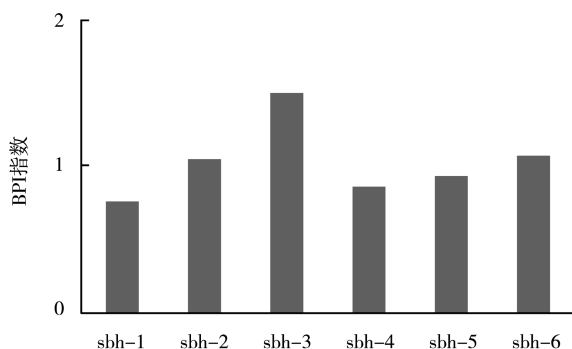


图5 湖底栖动物 BPI 指数

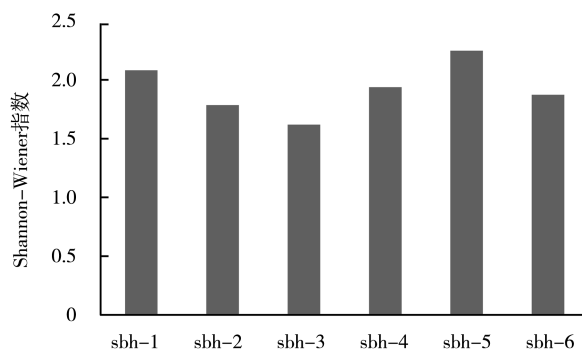


图6 底栖动物 Shannon - Wiener 指数

Goodnight 指数小于 0.7,说明邵伯湖整体介于轻污染与中污染状态之间。从图 5 可以看出,邵伯湖各采样点的 BPI 指数分布较均匀,所有采样点均低于 1.5,邵伯湖依照 BPI 指数分析法处于  $\beta$ -中污染状态。从图 6 可以看出,邵伯湖 6 个采样点的 Shannon - Wiener 指数均在 1.0 ~ 3.0 之间,说明邵伯湖 Shannon - Wiener 指数处于中污染状态。

## 5 结 论

从邵伯湖底栖动物密度及生物量分布来看,各采样点空间密度分布相对均匀,采样点底栖动物密度介于 46 ~ 115 ind./m<sup>2</sup>,平均密度为 81 ind./m<sup>2</sup>。位于生态养殖区的 sbh-1 采样点底栖动物密度及生物量均表现出较高值,说明邵伯湖渔业养殖业对底栖动物的影响作用较为明显。底栖动物生物量介于 2.928 ~ 23.405 g/m<sup>2</sup>,平均生物量为 13.665 g/m<sup>2</sup>。总体而言,密度与生物量空间分布差异不大。

从邵伯湖底栖动物季节变化来看,底栖动物密度呈季节变化趋势,冬季邵伯湖底栖动物密度整体上呈高位,春季及秋季次之,而夏季底栖动物密度最低,底栖动物生物量与密度呈相似的变化趋势。

根据邵伯湖 4 种生物指数的评价结果,可以发现,邵伯湖现状处于轻度 - 中度污染时期。结合底

栖动物种类组成和多样性分析结果,较多耐污能力较强的种类在邵伯湖优势度较高,如苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓以及红裸须摇蚊等是底栖动物的优势种,说明邵伯湖水生态环境目前正处于一个关键阶段,作为苏北地区重要的生态型湖泊,亦是重要的水产养殖基地和水源地,水环境的保护及管理工作不容懈怠。

## 参考文献:

- [1] 金相灿,王圣瑞,席海燕. 湖泊生态安全及其评估方法框架[J]. 环境科学研究, 2012, 25(4):357-62.
- [2] 龚志军. 长江中游浅水湖泊大型底栖动物的生态学研究[D]. 武汉:中国科学院水生生物研究所, 2002.
- [3] 蔡永久,姜加虎,张路,等. 长江中下游湖泊大型底栖动物群落结构及多样性[J]. 湖泊科学, 2010, 22(6):811-819.
- [4] 王苏民,窦鸿身. 中国湖泊志[M]. 北京:科学出版社, 1998:293-294.
- [5] YIN Xuwang, LI Qingnan, ZHU Meihua et al. Community structure and biological integrity of macroinvertebrates in the wet and dry seasons of Wei River Basin, China. [J]. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(14): 4784-4796.
- [6] 王备新. 大型底栖无脊椎动物水质生物评价研究[D]. 南京:南京农业大学, 2003.