

文章编号: 1000-5862(2013)02-0316-03

# 南昌市艾溪湖浮游藻类的多样性调查与评价

李守淳, 柴文波, 叶付粥, 简敏菲, 张标妍

(江西师范大学生命科学院, 江西 南昌 330022)

**摘要:** 于 2011 年 1、4、7 月份对艾溪湖的浮游藻类进行取样调查. 研究表明: 艾溪湖水体中共发现藻类 6 门 40 属; 其中绿藻门种类最多, 有 19 属; 其次是蓝藻门和硅藻门分别为 9 属和 8 属. 浮游藻类的细胞密度变化从  $62.45 \times 10^6 \sim 395.52 \times 10^6$  个/L, 平均数量为  $209.76 \times 10^6$  个/L; 冬、春两季优势种类为绿藻门的栅藻属; 夏天则为蓝藻门的平裂藻, 占总藻类数的 77.04%. 多样性指数、物种丰富度、均匀度这 3 个指数均表明水体已经严重污染.

**关键词:** 艾溪湖; 浮游藻类; 多样性指数

**中图分类号:** Q 179.1 **文献标志码:** A

## 0 引言

艾溪湖位于进出南昌东大门的必经之地,也是南昌的窗口之一. 在南昌市高新开发区中心区内,湖面南北长约 5.0 km,东西长约 0.8 ~ 1.4 km,湖面面积约 4.5 km<sup>2</sup>. 艾溪湖是无河流补给的封闭湖泊,水量补给来自天然降水及地表径流. 临接艾溪湖湿地公园,是集养殖与观赏于一体的典型城市内陆湖泊. 近年来,由于南昌市城区的快速发展、高新区的建设加快、湖区居民的活动加剧,以及厂矿企业的工业废水排放,严重污染了艾溪湖的水质,导致水体富营养化加剧.

浮游藻类作为湖泊的初级生产者,在维持水生生态系统的平衡方面起着重要的作用. 而浮游藻类对水体的污染有着明显的指示作用. 本文通过对南昌市艾溪湖浮游藻类的多样性研究,对水体的富营养化进行评价,为艾溪湖水质的处理提供参考依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集及处理

根据艾溪湖湖泊水面分布情况,按照采样须具有代表性的原则<sup>[1]</sup>设置 7 个采样点,分别为 1# ~ 7# (见图 1). 定性定量样品的采集、处理采用标准方法<sup>[2]</sup>. 浮游藻类的鉴定参考文献 [3-4],计数使用浮游生物计数框,计数方法采用视野法.



图 1 艾溪湖采样点

### 1.2 多样性指数评价

1.2.1 Margalef 物种丰富度指数<sup>[5]</sup> 计算公式为  $D_m = (S - 1) / \log_2 N$ , 其中  $D_m$  为物种丰富度指数,  $N$  为浮游藻类样品总个体数,  $S$  为浮游藻类样品总种类数. 评价标准: 0 ~ 1 为重污染, 1 ~ 3 为中污染, 其中 1 ~ 2 为  $\alpha$ -中污, 2 ~ 3 为  $\beta$ -中污, 大于 3 为清洁.

1.2.2 Shannon-Wiener 多样性指数 计算公式为  $H' = - \sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$ , 其中  $H'$  为多样性指数,  $N$  为浮游藻类的总个体数,  $n_i$  为第  $i$  种浮游藻类个体数. 评价标准: 0 ~ 1 为重污染, 1 ~ 3 为中污染, 其中 1 ~ 2 为  $\alpha$ -中污, 2 ~ 3 为  $\beta$ -中污, 大于 3 为清洁.

1.2.3 Pielou 均匀度指数 计算公式为  $J' = H' / \log_2 S$ , 其中  $J'$  为均匀度指数,  $H'$  为 Shannon-Wiener

收稿日期: 2013-01-12

基金项目: 江西省自然科学基金(20132BAB204006), 江西省教育厅自然科学基金(GJJ13241)和江西师范大学博士启动基金(4344)资助项目.

作者简介: 李守淳(1965-),女,江西余干人,教授,博士,主要从事藻类生物学研究.

多样性指数  $S$  为浮游藻类种类总数. 评价标准:  $0 \sim 0.3$  为重度污染,  $0.3 \sim 0.5$  为中度污染,  $0.5 \sim 0.8$  为轻度污染或无污染.

## 2 结果

### 2.1 艾溪湖的藻类组成

对艾溪湖 3 个季度的采样中发现浮游藻类 6 门 40 属; 其中蓝藻门有 8 属, 占总属数的 20.00%; 硅藻门 7 属, 占总属数的 17.50%; 隐藻门、甲藻门以及裸藻门, 分别只有 1、2、3 属, 所占比例分别为 2.50%、5.00%、7.50%; 绿藻门种类最多, 共有 19 属, 占到总属数的 47.50%. 结果见表 1.

表1 艾溪湖浮游藻类的组成

浮游植物	拉丁名	浮游植物	拉丁名
蓝藻门	Cyanophyta	绿藻门	Chlorophyta
假鱼腥藻	<i>Pseudanabaena</i> sp.	衣藻	<i>Chlamydomonas</i> sp.
平裂藻	<i>Merismopedia</i> sp.	盘藻	<i>Gonium</i> sp.
色球藻	<i>Chroococcus</i> sp.	绿球藻	<i>Chlorococcus</i> sp.
拟柱胞藻	<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	小球藻	<i>Chlorella</i> sp.
鱼腥藻	<i>Anabaena</i> sp.	集球藻	<i>palmelloccus</i> sp.
泽丝藻	<i>Limnithrix</i> sp.	顶棘藻	<i>Chodatella</i> sp.
颤藻	<i>Oscillatoria</i> sp.	四角藻	<i>Tetraedron</i> sp.
隐杆藻	<i>Aphanothece</i> sp.	新月藻	<i>Closterium</i> sp.
硅藻门	Bacillariophyta	弓形藻	<i>Schroederia</i> sp.
小环藻	<i>Cyclotella</i> sp.	四棘藻	<i>Treubaria</i> sp.
舟形藻	<i>Navicula</i> sp.	四鞭藻	<i>Tetrahlepharis</i> sp.
针杆藻	<i>Synedra</i> sp.	纤维藻	<i>Analcistrodesmus</i> sp.
脆杆藻	<i>Fragilaria</i> sp.	胶网藻	<i>Dictyosphaerium</i> sp.
异极藻	<i>Gomphonema</i> sp.	集星藻	<i>Actinostrum</i> sp.
菱形藻	<i>Nitzschia</i> sp.	盘星藻	<i>Pediastrum</i> sp.
直链藻	<i>Melosira</i> sp.	栅藻	<i>Scenedesmus</i> sp.
隐藻门	Cryptophyta	四星藻	<i>Tetrastrum</i> sp.
隐藻	<i>Cryptomonas</i> sp.	韦斯藻	<i>Westella</i> sp.
裸藻门	Euglenophyta	空星藻	<i>Coelostrum</i> sp.
裸藻	<i>Euglena</i> sp.	甲藻门	Pyrrophyta
扁裸藻	<i>Phacus</i> sp.	裸甲藻	<i>Gymnodinium</i> sp.
囊裸藻	<i>Trachelomonas</i> sp.	多甲藻	<i>Peridinium</i> sp.

### 2.2 艾溪湖浮游藻类的动态变化

1 月份艾溪湖的浮游藻类平均数量为  $62.45 \times 10^6$  个/L. 其中绿藻的平均数量最高为  $35.07 \times 10^6$  个/L, 所占比例达到了 56.16%, 其次是蓝藻的 21.80% 以及硅藻的 21.65%; 优势种类为绿藻门的栅藻属 (*Scenedesmus*)、蓝藻门的平裂藻属 (*Merismopedia*) 以及硅藻门的直链藻属 (*Melosira*). 在 4 月份, 藻类的平均数量为  $171.32 \times 10^6$  个/L, 绿藻的平均数量依旧最高为  $100.13 \times 10^6$  个/L, 所占比例为 58.44%, 其次是蓝藻的 39.95%; 优势种只有栅藻属 (*Scenedesmus*) 和平裂藻属 (*Merismopedia*). 到了 7 月份, 藻类的平均数量达到了  $395.52 \times 10^6$  个/L, 其中蓝藻所占比例最高, 达到了 77.04%, 平均数量为  $304.70 \times 10^6$  个/L, 其次是绿藻门, 仅占总数量的 19.78%; 而优势种类仅为平裂藻属 (*Merismopedia*), 该属所占总藻类数量的比例为 62.21%. 结果见图 2.

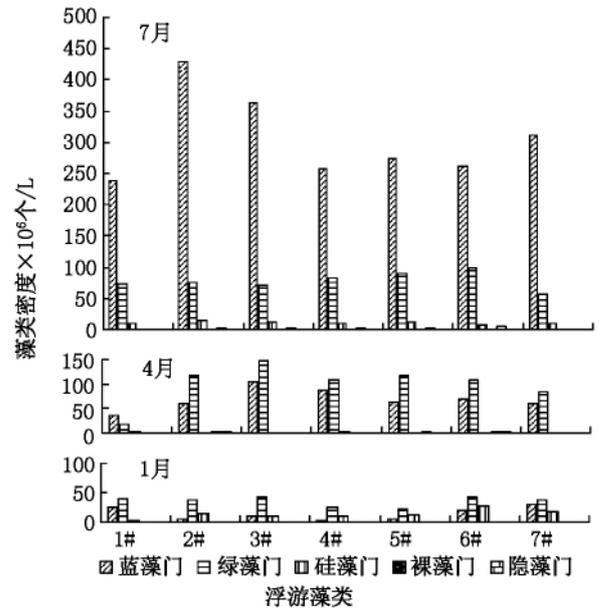


图2 艾溪湖浮游藻类的时空动态

### 2.3 浮游藻类多样性评价

本文采用了 Margalef 物种丰度 ( $D_m$ )、Shannon-Weaver 多样性指数 ( $H'$ ) 以及 Pielou 均匀度 ( $J'$ ) 这三个指标对艾溪湖水质进行了评价, 结果见图 3. 由图 3 可知, Margalef 多样性指数的值为  $0.299 \sim 0.415$ , 1、4、7 月份的平均值分别为  $0.345$ 、 $0.320$ 、 $0.354$ , 均

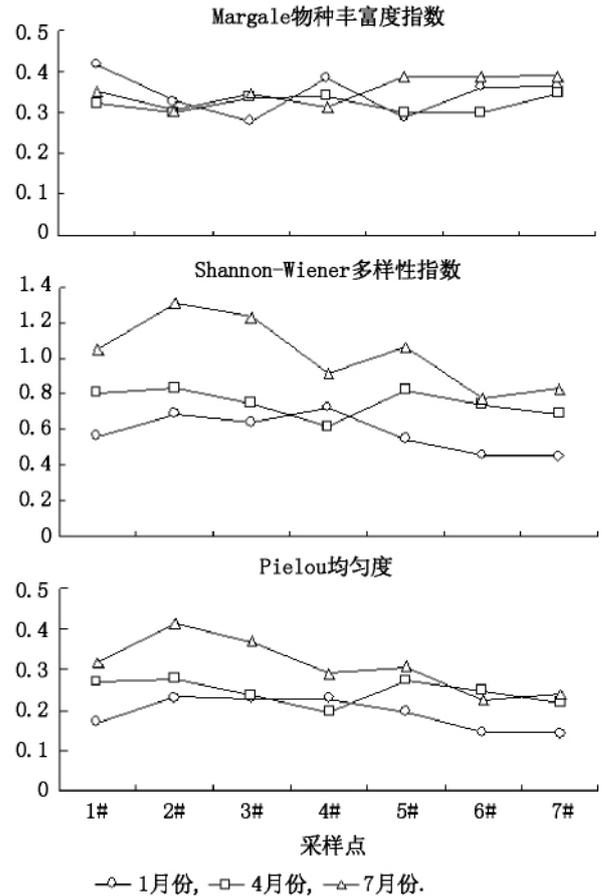


图3 多样性指数

表明水体在各季度及各点位都已重度污染. Pielou 均匀度指数介于 0.141~0.369, 1、4、7 月份的平均值分别为 0.141、0.218、0.239, 表明水体均为多污带. 而 Shannon-Weaver 指数的变化范围为 0.448~1.309, 其中 1 月和 4 月份的变化范围为 0.448~0.828, 依旧为重度污染; 而 7 月份, 该指数均值为 1.023, 表明水体为  $\alpha$ -中污带.

### 3 讨论

艾溪湖分布的浮游藻类中, 蓝藻门和绿藻门为优势门类, 而硅藻门则为亚优势门类, 绿藻细胞密度在冬季以及春季为最高, 而到了夏季蓝藻就占据了绝对优势. 浮游藻类的群落组成随着季节的改变而明显不同, 一定程度上说明气候是造成这种变化的主要因素<sup>[6]</sup>. 然而, 在不同季节中, 水体的营养盐水平、光照、溶解氧等理化指标都有可能造成藻类分布的季节变化<sup>[7]</sup>. 根据研究结果可知, 艾溪湖的藻类平均密度均已超过 100 万个/L, 以及丰度、多样性指数、均匀度这 3 个指数的数值均表明水体污染严重. 其中 R. E. M. Archibald<sup>[8]</sup>认为用浮游藻类的多样性指数来指示水质可能会导致错误的结果, 同样蒙仁宪等<sup>[9]</sup>认为根据浮游藻类计算出的多样性指数与其它指标没有很好的相关性; 而刘建康等<sup>[10]</sup>在之后的研究中通过计算分析认为, 在相同的生态条件下, 多样性指数用来指示水质是可行的; 其中王云中<sup>[11]</sup>在对不同多样性指数分别与水质指标进行拟合的过程中发现, 针对不同状况的水体, 选择有效的多样性指数将能够正确地指示该水体的水质状况. 因此, 浮游藻类的多样性指数的计算依旧是很有必要. 为了更好地指示水体的水质, 以及掌握藻类动态变化的根本原因, 未来将通过对湖区理化因子的全

面调查, 从而对艾溪湖的治理以及采取的措施提供更为严谨、详实的科学依据.

### 4 参考文献

- [1] 全国主要湖泊、水库富营养化调查研究课题组. 湖泊富营养化调查规范 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1987: 201.
- [2] APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater [M]. 15th ed. Washington D C: American Public Health Association, 1980.
- [3] 胡鸿钧, 魏印心. 中国淡水藻类: 系统、分类及生态 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [4] 胡鸿钧, 魏印心, 李尧英, 等. 中国淡水藻类 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981.
- [5] 沈韞芬, 章宗涉, 龚循矩. 微型生物检测新技术 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990.
- [6] Kiplagat K, Lothar K, Francis M M. Temporal changes in phytoplankton structure and composition at the Turkwel Gorge Reservoir [J]. Hydrobiologia, 1998, 368(1/2/3): 41-59.
- [7] Thomnton K W, Kimmel B L, Payne F E. Reservoir limnology: ecological perspectives [M]. New York: Wiley-Interscience Publication, 1990.
- [8] Archibald R E M. Diversity in some South African diatom associations and its relation to water quality [J]. Wat Res, 1972, 6(10): 1229-1238.
- [9] 蒙仁宪, 刘贞秋. 以浮游植物评价巢湖水质污染及富营养化 [J]. 水生生物学报, 1988, 12(1): 14-26.
- [10] 刘建康. 东湖生态学研究(2) [M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [11] 王云中, 杨成建, 陈兴都. 西安市景观水体营养状态调查及浮游藻类多样性研究 [J]. 环境监测管理与技术, 2010, 22(3): 22-26.

## Study on Phytoplankton Composition and Diversity Index Evaluation of Aixi Lake in Nanchang

LI Shou-chun, CHAI Wen-bo, YE Fu-zhou, JIAN Min-fei, ZHANG Biao-yan  
(College of Life Sciences, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China)

**Abstract:** The investigation of phytoplankton in the aquaculture Aixi lake was performed in 2011. A total of 40 genera and 6 divisions of phytoplankton were identified. Among Chlorophyta was the dominant division, include 19 genera; The next dominations were followed by Cyanophyta and Bacillariophyta, with 9 genera and 8 genera respectively. The abundance of phytoplankton changed from  $62.45 \times 10^6 \sim 395.52 \times 10^6$  /L, the average density was  $209.76 \times 10^6$  /L. The dominant species was *Scenedesmus* sp. and *Merismopedia* sp. in winter or spring and in summer respectively. Both of the index about evenness, diversity and dominant were showed that this lake had been polluted seriously.

**Key words:** Aixi lake; phytoplankton; diversity index

(责任编辑: 刘显亮)