

鄱阳湖浮游藻类多样性调查与评价

程新, 黄林 (江西农业大学生物科学与工程学院, 江西南昌 330045)

摘要 [目的]了解鄱阳湖区水体的质量状况。[方法]于2014年对鄱阳湖区域的浮游藻类组成进行季节性调查。根据湖区浮游藻类的种类和数量,利用指示生物法和藻类多样性指数法(Margalef和Shannon-Weiner多样性指数)对其水质进行评价。[结果]从鄱阳湖的样品中共鉴定出浮游藻类共5个门36个属62个种。鄱阳湖浮游藻类群落组成中,绿藻门和蓝藻门在种类和数量上均占据优势,其次为硅藻门。根据多样性指数和物种丰富度指数来看,鄱阳湖水体已经存在严重的污染问题。[结论]调查结果为鄱阳湖的水体质量评价及后期的生态修复提供了理论依据。

关键词 鄱阳湖;浮游藻类;多样性指数

中图分类号 S932.7 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)30-0001-02

Investigation and Evaluation of Phytoplankton Diversity in Poyang Lake

CHENG Xin, HUANG Lin (College of Biological Science and Engineering, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045)

Abstract [Objective] The aim was to understand the water quality condition of Poyang Lake. [Method] The composition of phytoplankton in the lake was investigated in 2014. Based on the species and quantity of phytoplankton, biological assessment of water pollution and eutrophication condition were conducted by using the methods of indicator organism and biotic diversity index (Margalef and Shannon-Weiner index). [Result] A total of 5 phyla, 36 genera and 62 species of phytoplankton were identified from all samples. In the phytoplankton community, Chlorophyta and Cyanophyta were dominant in both alga species and quantities, followed by Bacillariophyta. Both of the index about diversity and dominant were showed that this lake had been polluted seriously. [Conclusion] The results provide theoretical basis for water quality evaluation and ecological restoration of Poyang Lake.

Key words Poyang Lake; Phytoplankton; Diversity index

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊及长江流域最大的通江湖泊,对维护长江下游地区的生态环境具有重要的调节作用^[1]。近年来,随着长江中下游地区工业化及城镇化进程的加快,大量工业污水和生活污(废)水进入鄱阳湖,致使其水质有逐年下降的趋势^[2]。

浮游藻类在维持水体生态系统的平衡方面起着十分重要的作用,同时藻类的数量、多样性及其群落结构也是湖泊水体质量监测的重要指标^[3]。为了评价不同水体的质量,对水体中浮游藻类的群落结构进行分析在近年来得到了广泛应用。根据报道,近年来鄱阳湖区部分水体中蓝藻聚集的现象逐渐增多,且蓝藻生物量也有增加的趋势,说明其水体质量不容乐观。因此,深入研究鄱阳湖水体浮游藻类的群落结构及其在不同阶段的动态变化特征,对于鄱阳湖区的水环境监测具有非常重要的意义^[4]。笔者于2014年对鄱阳湖浮游藻类的群落结构特征进行了系统调查,以期对鄱阳湖的水体质量评价及后期的生态修复提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 采样点 选取鄱阳湖周边的星子县及都昌县作为采样点。

1.2 方法

1.2.1 样品的采集。采样时间为2014年1—12月,每季度取样1次。浮游藻类的采集、固定、沉淀和浓缩均按照参考文献^[5]进行。

1.2.2 浮游藻类的种类鉴定及计数。种类鉴定依据有关淡

水藻类的文献^[6]进行,尽量鉴定到种。

1.2.3 水质的评价方法。水质的评价采用指示生物法和生物多样性指数法2种方式进行。藻类的种类多样性指数选择Margalef多样性指数(D)及Shannon-Weiner多样性指数(H')对鄱阳湖的水体质量进行评价,计算方法见文献^[7]。

2 结果与分析

2.1 鄱阳湖的藻类组成 由表1可知,在鄱阳湖2个采样点4个季度的样品中,共鉴定出浮游藻类5个门,36个属。其中,属于绿藻门的有17个属,占总属数的47.2%;其次属于蓝藻门的有9个属,占总属数的25.0%;属于硅藻门的有7个属,占总属数的19.4%;其他的分别属于隐藻门(2个属)和甲藻门(1个属)。

表1 鄱阳湖水体中浮游藻类的种类组成
Table 1 Species of phytoplankton in Poyang Lake

门 Phylum	属数 Number of genera	种数 Number of species	种数占比 Percent of species//%
蓝藻门 Cyanophyta	9	16	25.8
绿藻门 Chlorophyta	17	35	56.5
硅藻门 Bacillariophyta	7	8	12.9
甲藻门 Pyrrophyta	1	1	1.6
隐藻门 Cryptophyta	2	2	3.2
合计 Total	36	62	100

2.2 不同季节和采样点藻类组成变化 由图1可知,星子和都昌2个采样点的藻类组成基本相似,水体中的藻类组成均以绿藻门、蓝藻门和硅藻门为主,而甲藻门在1月的水体中均无法检出,都昌采样点4月的水体中也无法检出甲藻门。隐藻门在各季节的水体中均可以检出,但比例较低。

由表2可知,在2个采样点中,硅藻门的直链藻在不同

基金项目 江西省科技支撑计划项目(20111BBF60031);江西省教育厅科技项目(GJJ11089)。

作者简介 程新(1978—),男,山东菏泽人,副教授,博士,从事资源微生物学研究。

收稿日期 2017-08-18

采样时间中均为优势藻类,而微囊藻和鱼腥藻 2 种蓝藻也是 2 个采样点的优势种群。绿藻中仅有转板藻在温度较高时会

成为采样地的优势种群。

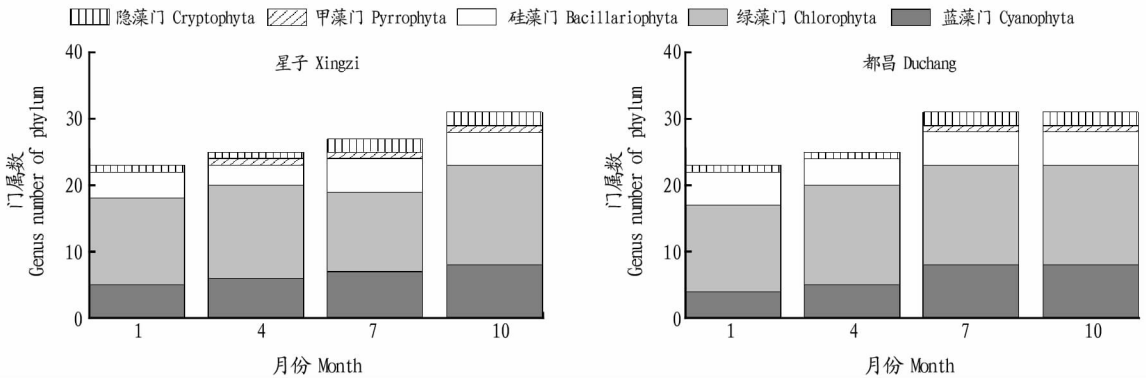


图 1 不同季节鄱阳湖浮游藻类的组成变化

Fig. 1 Changes of phytoplankton composition in Poyang Lake

表 2 鄱阳湖不同季节的藻类优势种

Table 2 The dominant species of algae in Poyang Lake in different seasons

优势种 Dominant species	星子 Xingzi				都昌 Duchang			
	1月 January	4月 April	7月 July	10月 October	1月 January	4月 April	7月 July	10月 October
微囊藻(蓝藻) Microcystis (blue-green algae)		*	*	*		*	*	*
鱼腥藻(蓝藻) Anabaena (blue-green algae)	*	*	*	*	*	*	*	*
羽纹藻(硅藻) Pinnularia (diatom)		*		*		*	*	
直链藻(硅藻) Melosira (diatom)	*	*	*	*	*	*	*	*
转板藻(绿藻) Mougeotia (green algae)		*	*			*	*	*

2.3 浮游藻类多样性评价 浮游藻类的多样性是评价水体质量的重要指标。该研究采用 Margalef 物种丰度 (D) 和 Shannon - Weaver 多样性指数 (H') 来描述鄱阳湖水体中的生物多样性。

由表 3 可知, 2 个采样点中, Margalef 物种丰度 (D) 和 Shannon - Weaver 多样性指数 (H') 对鄱阳湖水体的评价结果基本一致, 均显示鄱阳湖水体处于中度或重度污染状态, 水体质量不容乐观, 特别是在温度相对较高的夏季和秋季, 水体的污染程度更高。

表 3 鄱阳湖水体中浮游藻类多样性指数及其指示水质状况

Table 3 Diversity indexes of phytoplankton and their indicating water quality status in Poyang Lake

月份 Months	Margalef 指数及水质评价 Margalef index and water quality evaluation		Shannon-Weiner 指数及水质评价 Shannon-Weiner index and water quality evaluation	
	星子 Xingzi	都昌 Duchang	星子 Xingzi	都昌 Duchang
1	1.63 中污	1.51 中污	1.73 中污	1.85 中污
4	1.74 中污	1.54 中污	1.72 中污	1.68 中污
7	0.86 重污	0.69 重污	0.97 重污	0.87 重污
10	0.89 重污	1.14 中污	1.15 中污	1.23 中污

3 结论与讨论

研究表明, 目前鄱阳湖水体的所有浮游藻类中, 绿藻和蓝藻为优势门类, 而硅藻门也占有较高的比例。根据文献报道来看, 硅藻型的藻类群落是水质污染状况较轻水体的典型特征, 而一旦出现蓝藻大量繁殖等情况, 则意味着该水体富

营养化程度开始升高^[8], 水体质量下降。从该研究结果可以看出, 与往年的研究相比, 鄱阳湖水体中蓝藻的数量和所占比例正在逐渐增加, 说明湖区水体的富营养化程度较为严重, 加上 Margalef 物种丰度 (D) 和 Shannon - Weaver 多样性指数 (H') 的结果也显示鄱阳湖水体正逐渐接近中度或重度污染, 水体的质量状况不容乐观。

与前人的研究相比, 鄱阳湖藻类的常见属种和优势类群近年来发生了较大的变化, 1987—1993 年进行的调查共观察到浮游藻类 153 属^[4], 2009 年下降到 133 属^[9], 而该次调查仅观察到 36 个属, 可以看出鄱阳湖水体中浮游藻类的多样性有逐渐下降的趋势。同时, 20 世纪 90 年代前后的调查还显示鄱阳湖中的优势藻种为绿藻, 其次是硅藻和蓝藻, 而该次调查的结果显示湖泊富营养化水平升高的显著标志——蓝藻门的微囊藻和鱼腥藻等正逐渐成为鄱阳湖中的优势藻类, 同时部分藻类属种的消失与构成变化也说明鄱阳湖水体浮游藻类物种组成、群落结构及水环境特征发生了一定的变化, 水质状况不容乐观。

参考文献

- [1] 刘志刚, 倪兆奎. 鄱阳湖发展演变及江湖关系变化影响[J]. 环境科学学报, 2015, 35(5): 1265 - 1273.
- [2] 李艳红, 葛刚, 胡春华, 等. 基于聚类分析和因子分析的鄱阳湖流域水质时空变化特征及污染源分析[J]. 南昌大学学报(理科版), 2016, 40(4): 360 - 365.
- [3] 丁娜, 徐东坡, 刘凯, 等. 太湖五里湖着生藻类群落结构特征分析[J]. 江西农业大学学报, 2015(2): 346 - 352.
- [4] 谢钦铭, 李长春, 彭赐莲. 鄱阳湖浮游藻类群落生态的初步研究[J]. 江西科学, 2000, 18(3): 162 - 166.

频采集,为系统地评价植物发生、鉴定、亲缘关系及遗传多样性的研究提供理论依据^[51-52],也是今后植物形态学研究的发展趋势。

参考文献

- [1] 李正理. 植物解剖学的新进展[J]. 植物杂志, 1979(2): 19-20.
- [2] 布仁图雅. 植物解剖学在生态学中的应用综述[J]. 内蒙古科技与经济, 2008(12): 55-56.
- [3] 沈善根. 数种蚱蜢的精细细胞核因酸类作用而引起的分节现象[J]. 中国动物学杂志, 1950(4): 13-14.
- [4] 张和民. 植物组织块冰冻蚀刻方法[J]. 植物杂志, 1985(1): 18-19.
- [5] 侯春春, 徐水. 浅析影响石蜡切片质量的关键因素[J]. 中国农学通报, 2009, 25(23): 94-98.
- [6] 蔡霞, 胡正海. 中国木兰科植物的叶结构及其油细胞的比较解剖学研究[J]. 植物分类学报, 2000, 38(3): 218-230, 305-307.
- [7] 滕红梅, 苏仙娥, 崔东亚. 运城盐湖4种藜科盐生植物叶的比较解剖学研究[J]. 武汉植物学研究, 2009, 27(3): 250-255.
- [8] 王宏, 申晓辉, 郭瑛. 中国北方鸚尾属植物叶片解剖结构特征及分类学价值研究[J]. 植物研究, 2008, 28(1): 30-37.
- [9] 韦梅琴, 沈宇东, 海显助, 等. 黑马河草原8种植物叶的解剖结构研究[J]. 草地学报, 2010, 18(6): 865-869.
- [10] 杨开军, 张小平, 张兴旺, 等. 稀有植物香果树叶解剖结构的研究[J]. 植物研究, 2007, 27(2): 195-198.
- [11] 陈薇. 十五种凤仙花属(*Impatiens* L.)植物的解剖学及种子的微形态学研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2007.
- [12] 吴涛, 耿云芬, 柴勇, 等. 哀牢山12种木质藤本植物在不同生境下叶片解剖结构的比较[J]. 生态环境学报, 2016, 25(1): 51-59.
- [13] 余如凤, 邓妹, 陈文莲, 等. 生活污水对白骨壤和红海榄叶片指标及结构的影响[J]. 桉树科技, 2016, 33(3): 36-40.
- [14] 迪利夏提·哈斯木, 阿马努拉·依明尼亚孜, 帕尔哈提·阿布都克日木. 12种短命植物叶解剖结构及其对荒漠环境的适应性[J]. 西北植物学报, 2016, 36(12): 2448-2453.
- [15] 高伟, 陆静梅, 牛陆, 等. 大豆属 *Soja* 亚属不同进化型植物叶片演化结构研究[J]. 植物科学学报, 2015, 33(6): 744-748.
- [16] 方敏彦, 章明, 戴丹, 等. 空气凤梨叶片解剖结构与抗逆性研究[J]. 北方农业学报, 2017, 45(1): 98-101.
- [17] 王虹, 路雄, 陈秋艳. 新疆天山一号冰川地区12种藜类植物叶形态结构研究[J]. 植物科学学报, 2017, 35(1): 21-29.
- [18] 刘丹丹, 麻莹, 高伟, 等. 野豌豆属三种植物叶的结构演化研究[J]. 农业科学与技术(英文版), 2016, 17(12): 2677-2681, 2712.
- [19] 姜琳琳, 韩立思, 韩晓日, 等. 氮素对玉米幼苗生长、根系形态及氮素吸收利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(1): 247-253.
- [20] 乔云发, 苗淑杰, 韩晓增. 氮素形态对大豆根系形态性状及释放 H^+ 的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(3): 265-269.
- [21] 李勇, 周毅, 郭世伟, 等. 铵态氮和硝态氮营养对水、旱稻根系形态及水分吸收的影响[J]. 中国水稻科学, 2007, 21(3): 294-298.
- [22] 高伟, 陆静梅, 段肖, 等. 不同生态环境下野生大豆根解剖结构演化研究[J]. 河南农业科学, 2016, 45(1): 46-49.
- [23] 朱天琦, 刘晓静, 张晓玲. 氮营养调控对紫花苜蓿根系形态及其解剖结构的影响[J]. 草地学报, 2016, 24(6): 1290-1295.
- [24] 王宁, 齐永志, 时荣荣, 等. 草莓根系的石蜡切片制作及侧根发育过程的观察[J]. 河北农业大学学报, 2013, 36(3): 34-38.
- [25] 侯晓强, 郭顺星. 20种石斛属植物根解剖结构特征与种间分类研究[J]. 中国药学杂志, 2014, 49(21): 1885-1888.
- [26] 吴华, 陈婷婷, 袁玲, 等. 蕨类植物石蜡切片制作技术探讨[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(18): 3767-3769, 3774.
- [27] 周广奇, 胡新文, 郭建春. 盐生肉质草本植物海马齿叶片石蜡切片简易方法[J]. 基因组学与应用生物学, 2009, 28(2): 349-352.
- [28] 李凤英, 马姜明, 梁士楚, 等. 低毒高效的植物石蜡切片方法[J]. 农学学报, 2014, 4(4): 83-85, 103.
- [29] 何承坤, 郑仲坤, 李家慎. 植物石蜡切片一步双重整体染色[J]. 福建农学院学报, 1989, 18(4): 565-569.
- [30] 徐青. 植物石蜡切片双重染色技术的改进[J]. 宁夏农学院学报, 1999, 20(2): 89-90.
- [31] 赵俊, 木万福, 张志星. 植物石蜡切片技术改进[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(5): 69, 90.
- [32] 张宝华. 聚焦植物石蜡切片制作[J]. 吉林省教育学院学报, 2013, 29(4): 153-154.
- [33] MAKARENKO I G, MEGUID M M, GATTO L, et al. Decreased NPY innervation of the hypothalamic nuclei in rats with cancer anorexia[J]. Brain research, 2003, 961(1): 100-108.
- [34] DICKSON S, KOLESIK P. Visualisation of mycorrhizal fungal structures and quantification of their surface area and volume using laser scanning confocal microscopy[J]. Mycorrhiza, 1999, 9(4): 205-213.
- [35] 高扬, 郑易之, 李晶, 等. 酸性磷酸酶在萌发大豆种子中子叶细胞壁上的分布[J]. 大豆科学, 1994(1): 32-37, 92-93.
- [36] 贺新强, 李素文, 胡玉熹, 等. 毛竹细胞壁自发荧光的显微荧光光谱光度分析[J]. 植物学报, 1999, 41(7): 38-41, 121.
- [37] 刘雄飞, 石辉, 咎利, 等. 西安市不同空气环境下4种绿化植物叶片解剖结构特征[J]. 生物学杂志, 2016, 33(1): 43-48.
- [38] 陈丹, 赵浩. 适合于植物花器官的冰冻切片技术[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(3): 285-290.
- [39] 李建霞, 张出兰, 夏晓飞, 等. 植物冰冻切片条件的优化及其与石蜡切片在组织化学应用中的比较[J]. 植物学报, 2013, 48(6): 643-650.
- [40] 宁代锋, 尹增芳, 张菁, 等. 一种简单快速植物组织冰冻切片方法[J]. 热带亚热带植物学报, 2008, 16(4): 386-389.
- [41] 梁莉. 东北唇形科植物比较形态学及其分类学意义(Lamiaceae)[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2013.
- [42] 洪文君, 黄久香, 申长青, 等. 3种槭木属植物结构解剖及环境适应性评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2016, 40(5): 61-66.
- [43] 史传奇. 东北豆科植物形态学及系统学研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2016.
- [44] 申仕康, 张新军, 吴富勤, 等. 极小种群野生植物大树杜鹃的解剖结构研究[J]. 植物科学学报, 2016, 34(1): 1-8.
- [45] 杨燕梅, 林丽, 王振恒, 等. 秦艽组六种药用植物根的形态组织比较研究[J]. 中药材, 2015, 38(9): 1846-1851.
- [46] 王姗. 三种石杉属植物形态及组织显微结构比较研究[J]. 陕西农业科学, 2016, 62(5): 29-32.
- [47] 杨春松. 苔藓植物计算机成像技术研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2002.
- [48] 卢劲竹, 蒋焕煜, 崔笛. 荧光成像技术在植物病害检测的应用研究进展[J]. 农业机械学报, 2014, 45(4): 244-252.
- [49] 李一海. 植物根系三维矢量模型的构建与分析方法[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [50] 严小龙, 廖红, 戈振扬, 等. 植物根构型特性与磷吸收效率[J]. 植物学通报, 2000, 17(6): 511-519.
- [51] 方明. 15个块菌菌株的形态学与分子生物学鉴定[D]. 长春: 吉林农业大学, 2006.
- [52] 张广志, 杨合同, 文成敬. 木霉菌形态学分类检索与分子生物学鉴定[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2011, 42(2): 309-316.

(上接第2页)

- [5] 傅园园, 黄河仙, 张琦, 等. 东洞庭湖浮游藻类群落的结构特征及物种多样性分析[J]. 生命科学研究, 2016, 20(1): 8-15.
- [6] 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.
- [7] 王亚尼, 周序协, 张桂蓉, 等. 大茶湖浮游藻类调查与水质初步评价[J]. 华中农业大学学报, 2013, 32(3): 118-123.
- [8] KANGRO K, LAUGASTE R, NOGES P, et al. Long-term changes and seasonal development of phytoplankton in a strongly stratified, hypertrophic lake[J]. Hydrobiologia, 2005, 547(1): 91-103.
- [9] 王艺兵. 鄱阳湖藻类时空分布特征研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2014.