

神农架国家公园大九湖湿地水质变化 与浮游生物分布特征

汪迎春^{1, 2} 杨敬元^{1, 2} 余辉亮^{1, 2} 刘强^{1, 2} 王晓菊^{1, 2} 周春晖^{1, 2} 胡辉新³¹

(1. 神农架国家公园管理局, 湖北 神农架林区 442400;

2. 神农架金丝猴保育生物学湖北省重点实验室, 湖北 神农架林区 442400;

3. 湖北十堰市水文水资源勘测局, 湖北 十堰 442000)

【摘要】: 大九湖湿地是汉江一级支流堵河的发源地, 含有多类湿地类型, 具有重要的生物多样性保护和潜在的科学研究及生态旅游价值。为了解大九湖湿地生态移民搬迁中的浮游生物现状及水质状况, 2015、2016 年对所辖 9 个子湖的水质、浮游生物进行采样调查。调查共发现浮游植物 8 门 48 属 129 种, 浮游动物 2 门 3 属 36 种; D5 湖浮游动物丰度均值最高, 植物丰度指数均值最高为 9 号湖; 对比 6 个时间段的采样结果, 2015 年特定时间段的水质指标比 2016 年指标波动较大且富营养化状态严重, 在 D9 湖趋于平稳, 以相对低值流入落水孔, 总磷(TP)、总氮(TN)、生化需氧量(COD_{Mn})均值分别为 0.032、0.632、4.5mg/L, 研究成果可为大九湖湿地水环境保护及生态修护提供参考依据。

【关键词】: 大九湖 水质评价 浮游植物 浮游动物 分布特征

【中图分类号】: Q178 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2021)06-1406-06

大九湖湿地公园位于神农架国家公园最西端, 总面积 5083hm², 海拔为 1770~1800m 左右, 生态系统主要包括亚高山草甸、泥炭藓沼泽、亚高山浅水湖泊以及河塘水库等多种湿地类型, 其中保存较为完好的亚高山泥炭藓沼泽类湿地, 是大九湖被列入国际重要湿地的主要标准, 具有极其重要的保护、科研和利用价值^[1~3]。大九湖属于生态系统相对封闭的高山湖泊, 食物网较为简单, 对人为干扰特别敏感^[4]。

随着生态旅游的兴起, 频繁的人类活动使得大九湖湿地受到的干扰不断增加, 水体面临的内源、外源污染威胁不断增大, 严重影响了水源地水质健康以及旅游发展。大九湖湿地公园为了更好的协调湿地保护与旅游开发, 进行了一系列生态修复工程^[5~8], 其中生态移民搬迁历时三年, 将湿地公园内全部居民搬迁于新建移民安置点, 公园内采取封闭式限量对外开放管理模式, 以减少人类活动对大九湖水质影响, 降低富营养化的风险。为了解大九湖湿地生态移民搬迁时的浮游生物现状及水质状况, 本文于 2015、2016 年对所辖 9 个子湖的水质、浮游生物进行了采样调查, 通过各项指标分析, 探究影响大九湖水体富营养化的关键因子, 为神农架国家公园制定有针对性保护措施提供策略。

作者简介: 汪迎春(1989~), 女, 硕士研究生, 工程师, 主要研究方向为湿地保护. E-mail: wycwqy@163.com

基金项目: 国家重点研发项目(2017YFC0506406); 神农架林区科技计划项目(SNJKJ2016030)

1 材料与方法

1.1 采样点布设

大九湖湿地四周群山环绕,日照时间短,冬季时间较长,大雪封山,年平均温度为 7.2°C ,7月平均温度为 17.1°C ,因此采样时间为2015年5月(春季)、9月(秋季)、2016年5月(春季)、6月(夏季)、8月(夏季)、10月(秋季)对神农架国家湿地公园大九湖所辖的9个子湖进行水质与浮游生物采样调查,共设置9个采样点,分别编号为D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8、D9,具体布设见图1所示。大九湖地势由南向北逐渐降低,并由沟渠串联连接,水流流向是D1到D9,最后经落水孔进入地下河^[9,10]。



图1 大九湖湿地采样点(1~9 分别代表大九湖湿地 9 个子湖)

1.2 水质采样及分析方法

对每个子湖设定的监测断面进行水样采集,主要监测指标为总磷(TP)、总氮(TN)、生化需氧量(COD_{m})^[11]。测试方法参照《水和废水监测分析方法》(第四版)。

1.3 浮游植物采样及分析方法

采用5L有机玻璃采水器于水面下0.5~1.5m处随机采集10次水样,共计50L,取混合水样1L置于广口塑料瓶中,加入约10mL的鲁哥试剂固定,静置24h以上后经沉淀、浓缩并在显微镜下镜检,记录浮游植物的个数与种属^[12,13]。

1.4 浮游动物采样及分析方法

采用5L专用采水器于水面下从0.5~1.5m随机采集10次水样,共计50L水样,用 $64\mu\text{m}$ 的浮游生物网过滤、浓缩,并定容至50mL,用5%福尔马林溶液固定,用于实验室定量分析浮游动物种类与丰富^[14~17]。

2 实验结果与分析

2.1 水质理化特征

2.1.1 总磷变化

针对 2015 和 2016 年移民搬迁过程进行 6 次采样调查,总磷指数见图 2。从图中可明确得出,九个湖泊的总磷指数呈波动性变化,1、2 和 6 号湖在 6 次采样中总磷含量较其他湖泊波动范围较大为 0.02~0.08mg/L,3、4、5、7、8 和 9 号湖波动范围为 0.01~0.06mg/L,可见大部分子湖总磷指数处于轻度富营养化状态;各个湖泊所处位置不同,因旅游开发程度不一样,受到人类活动干扰也不同,其中 7 和 8 号湖位于游客免进区域,总磷含量均值为最低为 0.02mg/L,1、2 湖和 6 号湖位分别于湿地公园已搬迁的原大九湖集镇和游客中途换乘口处,人类活动频繁,湖泊自身可调控能力较小,对人类活动干扰敏感,含磷波动变化较大且均值较高;9 号湖出水含磷量在 6 个时间段相对稳定为 0.02~0.05mg/L,并且随着时间推移,2016 年 6 月、8 月和 10 月,9 个湖泊水质较前 3 次采样含磷量大幅度降低,并且趋于平稳。

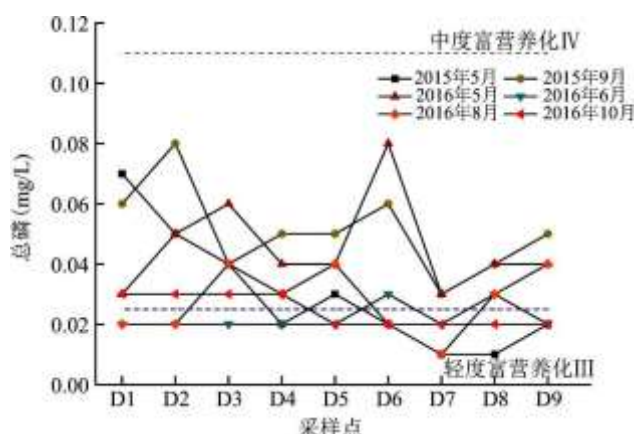


图 2 大九湖 D1~D9 子湖的总磷变化特征

2.1.2 总氮变化

湿地水样调查总氮指数见图 3。从图中可看出,9 个湖泊的总氮指数随 1 号湖水流向逐渐降低,在 7 号湖指数增大而后继续降低,在 9 号湖于相对稳定状态流入落水孔,总氮含量均值为九个湖中最低 0.63mg/L;1、2、3 和 7 号湖在 6 次不同时间断的含氮量波动较大,1 号湖平均含氮量值最高为 7.05mg/L,可见大部分子湖总氮指数处于轻度富营养化状态,少分子湖因降水、地理位置及人为干扰影响,总氮指数处于中度富营养化状态;6 次湿地公园采样中,2015 年 5 月各个子湖含氮量波动较大在 0.47~1.37mg/L 之间,均值为 0.92mg/L,处于中度富营养化的子湖有 3 个,2016 年 8 月各个子湖含氮量最为平稳在 0.32~0.62mg/L 之间,均值为 0.497mg/L。

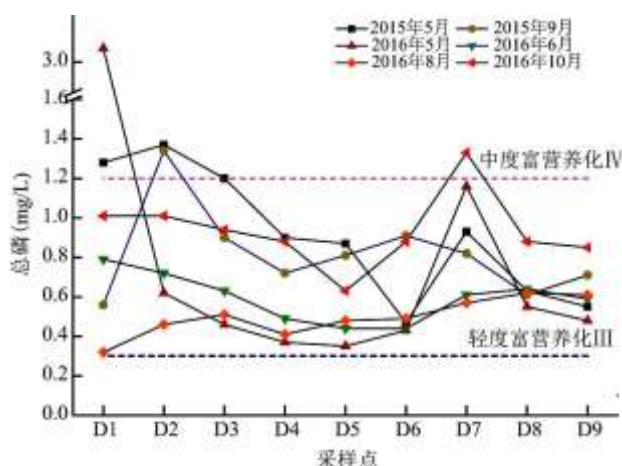


图 3 大九湖 D1~D9 子湖的总氮变化特征

2.1.3 COD_{mn} 变化

大九湖湿地水流从 1 号湖至 9 号湖, 流经多种湿地类型, 水样的 COD_{mn} 指数见图 4。从图中可明确得出, COD_{mn} 指数波动变化剧烈, 不同湿地类型且不同时间的子湖 COD_{mn} 指数不一样, 受外界干扰较大, 其中 2016 年 6 月各个子湖波动范围最低在 3.5~5.3mg/L 之间, 均值在 4.02mg/L; 9 个子湖中 7 号湖 6 次采样均值最低为 3.99mg/L, 2 号湖 COD_{mn} 指数最高为 5.65mg/L, 9 号湖 COD_{mn} 均值 4.5mg/L, 波动范围最小为 3.9~5mg/L; 水流到达 6 号湖, 之后各个时间段子湖水体 COD_{mn} 指数均在轻度富营养化以下, 而 1、2、4 和 5 号湖存在轻度富营养风险。

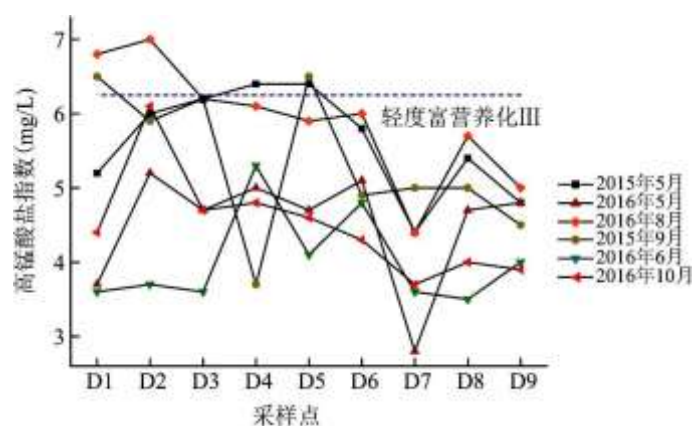


图 4 大九湖 D1~D9 子湖的 COD_{mn} 变化特征

2.2 浮游生物研究

于 2015 和 2016 年对大九湖 9 个湖泊进行了 6 次调查, 每次 9 个采样断面, 共 54 个水样的生态调查中, 共检测到浮游植物 8 门 48 属 129 种, 浮游动物 2 门 3 属 36 种。研究的浮游生物丰度变化见图 5, 从图中可明确得出, 各个子湖浮游生物丰度在 5 月春季指数平稳且较低, 随着月份的增大, 温度上升, 浮游生物丰度增加, 波动范围增大; 5 号湖动物丰度指数均值最高为 104.58 个/L, 植物丰度指数均值最高为 9 号湖, 19.87×10^7 个/L; 2015 年 9 月和 2016 年 8 月浮游动物丰度指数范围为最大在 45~393、41~190 个/L 之间, 而 2015 年 5 月和 2016 年 5 月浮游动物丰度指数范围为最低在 1.3~6.3、3~14 个/L 之间; 2016 年 8 月和 10 月浮游植物丰度指数范围为最大在 $1.58 \times 10^7 \sim 5.6 \times 10^7$ 、 $1.01 \times 10^7 \sim 8.51 \times 10^7$ 个/L 之间, 而 2015 年 5 月和 2016 年 5 月浮游植物丰度指数范围为最低在 1900~6700、 $1.64 \sim 9.79 \times 10^6$ 个/L 之间; 枯水期生物量的丰度值较丰水期的低, 随着四季周期性变化, 浮游生物丰度也随温度升高而增大。

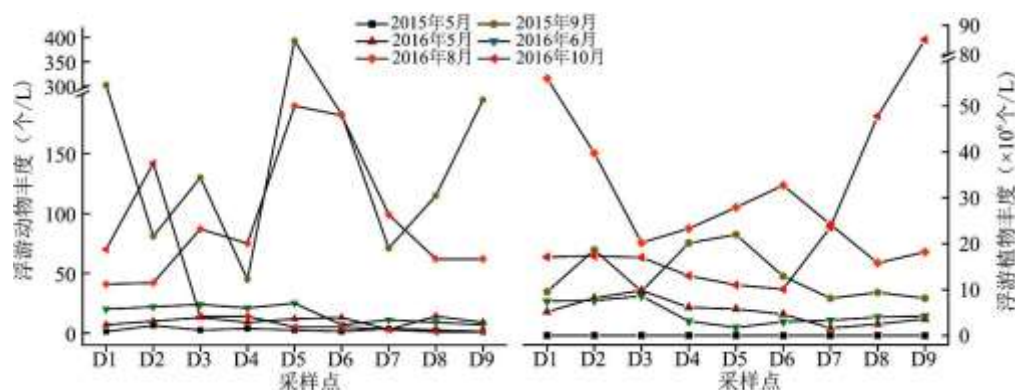


图 5 大九湖 D1~D9 子湖浮游生物丰度

2.3 讨论

尽管大九湖的生态环境有所改善,但生态修复是一个缓慢的过程,湿地内的每个不同区域既是独立又是相互依存的。大九湖人工筑坝是一个抢救性措施,湿地面积大幅度增加,不包括周边湿生植物生产区,九个子湖水面积从1~9号湖约为18.2、11.0、4.2、7.4、26.0、1.5、4.0、3.8、2.8 hm^2 ,水深约在1.0~2.5m之间^[18]。

此次研究主要监测指标总磷(TP)、总氮(TN)、生化需氧量(COD_{Mn})、浮游生物种数和浮游生物的丰度,大九湖湿地无外来河流注入,湖泊水质受自然降雨的影响较大,降水量大时,湖泊周边地势较高的区域被将水域覆盖,降水将农田、鹿场和居民(游客)区域里的各种物质带入各个子湖中。

在54个水样的生态调查中,共检测到浮游植物8门48属129种,浮游动物2门3属36种,浮游生物丰度因气温变化而波动剧烈,随着温度上升,湖泊中浮游生物活动频繁,2015年9月和2016年8月,5号湖浮游动物丰度指数均值最高为393个/L、190个/L;2016年8月和10月浮游植物丰度指数均值最高为9号湖, 19.87×10^7 个/L。其中1号、2号湖的总磷、总氮和 COD_{Mn} 在9个子湖中波动范围为最大,均值也最高,采样期间,大九湖周边居民(包括游客)主要集中在1号湖和2号湖旁边,季节游客主要住宿在这两个湖旁边,部分污水就近排放,影响到周边湖泊的水质状况;2号湖的水通过串联的沟渠,由高地势的南边向北流入水域面积较小的3号、4号子湖,经过区域的泥炭藓沼泽、周边湿生植物及水域的自身净化作用,水中氮磷含量逐渐降低;5号湖水域面积是9个子湖中最大的,与面积最小的6号湖仅由土堤隔开,土堤为游客换乘点,对外界游客活动敏感;7号、8号湖属于生态恢复示范区域,经过湿地的自净作用,水流经过9号湖流入地势较低的落水孔。

3 结论

2015、2016年神农架大九湖湿地6次采样调查中,各个子湖因自净能力、周边湿地系统和居民数量的影响,水质理化特征波动较大,在9号湖趋于平稳,以相对低值流入落水孔,总磷(TP)、总氮(TN)、生化需氧量(COD_{Mn})均值分别为0.032、0.632、4.5 mg/L ;对比6个时间段的采样结果,2015年特定时间段的水质指标比2016年指标波动较大且富营养化状态严重,1号、2号湖存在富营养化风险;调查期间共检测出浮游植物8门42属129种,浮游动物2门3属36种;5号湖浮游动物丰度均值最高104.58个/L,植物丰度指数均值最高为9号湖, 19.87×10^7 个/L,影响浮游植物种群丰度的主要环境因子除了季节变化外主要是磷,磷浓度增加与浮游生物丰度呈正相关,表明外源磷输入的控制应引起重视。

大九湖湿地公园因特殊的历史经历,生态环境遭到破坏,湿地功能急剧退化,实施生态恢复和保护迫在眉睫,生态移民搬迁建设,退耕还泽、还草和还湿等措施的实施,从近期水质情况了解是有初步成效的,在保障发挥丰富旅游资源的情况下,减少了人为干扰,切断外源污染源,是维护大九湖湿地生态可持续发展的有利措施。

参考文献:

- [1]余明勇,姚玲.神农架大九湖保护涉水工程对湿地生态环境的影响[J].中国农村水电水利,2013,(12):57-61,64.
- [2]姜刘志,王学雷,厉恩华,等.生态恢复前后神农架大九湖湿地土地变化利用变化研究[J].华中师范大学学报(自然科学版),2013,47(2):282-286.
- [3]杜耘,蔡述明,王学雷,等.神农架大九湖亚高山湿地环境背景与生态恢复[J].长江流域资源与环境,2008,17(6):915-919.

-
- [4]赵素婷, 厉恩华, 蔡晓斌, 等. 鄂西亚高山泥炭藓沼泽湿地高等植物多样性研究[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(4): 468-475.
- [5]余璩, 王学雷, 吴宜进. 神农架大九湖景观格局变化与湿地生态恢复对策[J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(1): 122-126.
- [6]李静霞, 李佳, 党海山, 等. 神农架大九湖湿地公园的植被现状与保护对策[J]. 武汉植物学研究, 2007, 25(6): 605-611.
- [7]涂万富, 张志麒, 汪迎春, 等. 神农架大九湖湿地古野生湖北海棠 ITS 序列分析及鉴定[J]. 基因组学与应用生物学, 2017, 36(4): 1484-1491.
- [8]周文昌, 史玉虎, 崔鸿侠, 等. 神农架大九湖湿地保护与管理对策[J]. 湿地科学与管理, 2017, 13(2): 34-37.
- [9]李俊, 刘梅群, 高健, 等. 神农架大九湖湿地实施生态恢复工程后鱼类种类组成分析[J]. 生态科学, 2017, 36(1): 159-164.
- [10]李杰, 郑卓, RachidCheddadi. 神农架大九湖四万年以来的植被与气候变化[J]. 地理学报, 2013, 68(1): 69-81.
- [11]易梦龄, 胡鸿兴, 雷卫国. 神农架地表水质初步调查分析[J]. 武汉科技大学学报(自然科学版), 2007, 30(1): 41-45.
- [12]李艳玲, 龚志军, 谢军, 等. 中国硅藻化石新种和新记录种. 水生生物学报, 2007, 31(3): 319-324.
- [13]黎建斌, 李大列, 杨学明, 等. 三种渔肥对池塘水质和浮游生物的影响[J]. 河北渔业, 2018, 299(11): 150-54.
- [14]李怀国, 杨长明, 王育来. 巢湖水质现状及浮游生物群落结构特征[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(22): 13-16.
- [15]褚一凡, 赵闪闪, 李杲光, 等. 陈桥东湖浮游生物群落结构特征及水质评价[J]. 长江科学院院报, 2019, 36(8): 23-29.
- [16]杨宇峰, 王庆, 陈菊芳, 等. 河口浮游动物生态学研究进展[J]. 生态学报, 2006, 26(2): 576-585.
- [17]安睿, 王凤友, 于洪贤, 等. 三环泡湿地浮游动物功能群季节变化及其影响因子[J]. 生态学报, 2017, 37(6): 1851-1860.
- [18]罗涛, 伦子健, 顾延生, 等. 神农架大九湖湿地植物群落调查与生态保护研究[J]. 湿地科学, 2015, 13(2): 153-160.