

吴红飞,魏小飞,关保华,等. 沉水植物对鱼类扰动引起的沉积物再悬浮的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):369-371.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.130

沉水植物对鱼类扰动引起的沉积物再悬浮的影响

吴红飞¹, 魏小飞¹, 关保华², 刘正文^{1,2}

(1. 华中农业大学水产学院, 湖北武汉 430070; 2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所/湖泊科学与环境国家重点实验室, 江苏南京 210008)

摘要:通过室外模拟试验,比较草甸型沉水植物苦草和冠层型沉水植物伊乐藻对鲫鱼扰动引起的沉积物再悬浮的抑制作用。结果表明,鱼类扰动会增加水体悬浮物浓度,沉水植物的存在能抑制鱼类扰动引起的沉积物再悬浮,降低再悬浮速率;再悬浮速率与苦草生物量呈显著负相关,而与伊乐藻生物量关系不显著。

关键词:沉水植物;鲫鱼;沉积物;再悬浮;速率;扰动

中图分类号: X173 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)04-0369-02

沉水植物作为浅水湖泊生态系统的重要组成部分和初级生产者,对湖泊生态系统的物质和能量循环起重要作用^[1]。水生植物不仅为鱼类、浮游动物提供庇护场所,还能与浮游植物竞争营养盐,释放化感物质抑制浮游植物的生长^[2-3],同时能减少沉积物的再悬浮。沉水植物可以通过增加水流阻力、降低水流速度,间接降低水体底层悬浮颗粒物、胶体颗粒物的再悬浮率^[4];还可以通过发达的根系形成较大的接触面积,吸附悬浮颗粒物、不溶性胶体,从而固着沉积物、增强底质的稳定性;另外,沉水植物还能通过叶片上的附着生物来吸附悬浮的颗粒物^[5]。

苦草[*Vallisneria spiralis* (Lour.) Hara]作为一种广泛存在的土著物种,其发达的根系能起到固定底泥沉积物的作用,从而降低风浪或鱼类扰动引起的再悬浮,是富营养化湖泊生态修复的常用工具种^[6];伊乐藻(*Elodea nuttallii*)是外来种,气温 5℃ 以上就可以生长,比苦草发芽早,具有较快的生长速度^[7],在东太湖有一定的分布面积。伊乐藻的引入虽然有一定的生态风险,但是由于其生长快,也被应用于一些湖泊的生态修复实践中^[8]。本研究通过模拟试验,比较草甸型苦草和冠层型伊乐藻对鱼类扰动引起的沉积物再悬浮的影响,以期对湖泊沉水植物群落的恢复与重建提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

苦草采自苏州市东太湖湖滨带,选用叶子颜色较绿、根系发达且株高与株质量相近的单株植物,称质量前,洗去表层附着物并轻轻甩干;伊乐藻采自东太湖蟹塘,选取长度一致的纤细植株,一撮一撮地进行栽种;野生鲫鱼幼鱼取自东太湖,质量为(24.94 ± 2.26) g,人工养殖 2 周,挑选活动能力

一致的幼鱼作为试验用鱼。试验装置为底径 1.2 m、高 1.2 m 的白色玻璃桶,试验用水采用东太湖水。

1.2 试验方法

2013 年 7 月,在东太湖栽种 2 组不同生物量密度的苦草、伊乐藻进行野外模拟试验。苦草组分别按照生物量密度 25、50、100、150、200、250、300 g/m² 进行栽种,伊乐藻按照 100、150、200、250、300、400 g/m² 进行栽种,以不栽种沉水植物(无草组)为对照,共 14 个处理。待苦草和伊乐藻生长稳定,每个试验桶放置 2 尾鲫鱼和 1 个内径 9 cm、高 30 cm、底端封闭、上端开口的有机玻璃柱,作为沉积物捕获器以捕获再悬浮物质,测定沉积物的再悬浮速率。捕获器敞口端放置孔径为 5 mm 左右的塑料网以防止鱼类进入。

试验前后分别测量植物的鲜质量、株数、株高;放鱼 1 周后,监测悬浮物浓度和捕捉物含量,计算悬浮物与捕捉物的有机含量、沉积物再悬浮通量、沉积物再悬浮速率。沉积物再悬浮通量 R 计算公式为:

$$R = S \times (f_s - f_r) / (f_r - f_t)$$

式中: R 为再悬浮的沉积物质量, g; T 为沉降的悬浮物质量, g; S 为被捕捉物质量, g; f_s 为 S 的有机物含量, %; f_r 为 R 的有机物含量, %; f_t 为悬浮物的有机物含量, %。沉积物再悬浮速率为单位面积、单位时间内的再悬浮通量。

1.3 数据分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 悬浮物浓度

由图 1、图 2 可见,苦草组的悬浮物浓度在放鱼后明显增加,悬浮物浓度增加值为 28.87 ~ 51.87 mg/L;无草组悬浮物浓度在放鱼后增加更为明显,增加值为 85.93 mg/L;悬浮物浓度的增加量与苦草生物量相关性不显著。由图 2、图 3 可见,伊乐藻组的悬浮物浓度增加值为 12.45 ~ 86.80 mg/L,悬浮物的增加量随生物量的增加呈明显下降趋势,有显著的负相关性($r = -0.790, P < 0.05$)。

2.2 再悬浮速率的变化

由图 4、图 5 可见,无草组的再悬浮速率最大,以干质量计为 145.18 g/(m² · d);苦草组的再悬浮速率以干质量计为

收稿日期:2014-05-13

基金项目:国家自然科学基金(编号:31100341);国家科技重大专项(编号:2013ZX07101014-2)。

作者简介:吴红飞(1989—),女,山东德州人,硕士,主要从事湖泊生态修复研究。E-mail: wuhongfei07@126.com。

通信作者:关保华,博士,副研究员,主要从事湖泊生态修复与水生植物研究。E-mail: bhguan@niglas.ac.cn。

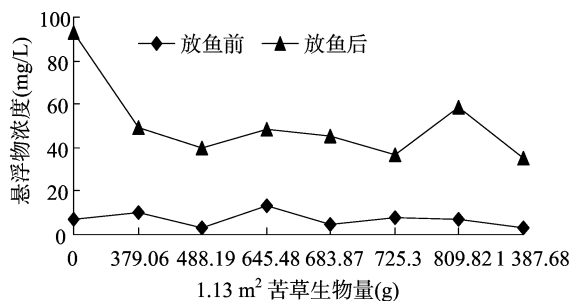


图1 苦草组水体悬浮物的浓度变化

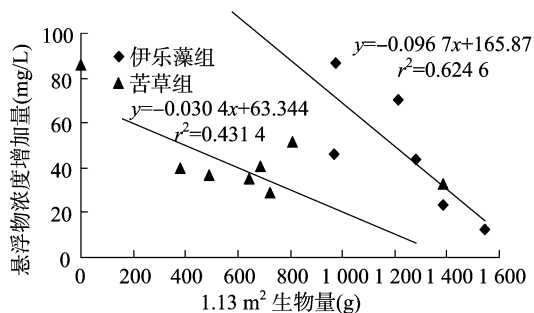


图2 悬浮物浓度增加与沉水植物生物量的相互关系

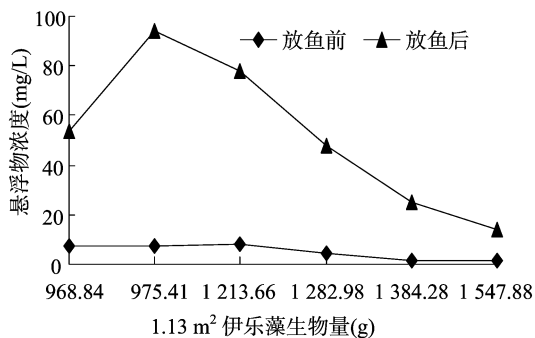


图3 伊乐藻组悬浮物的浓度变化

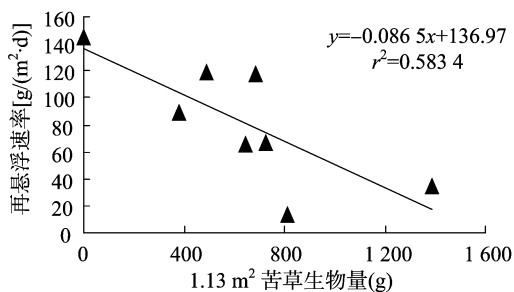


图4 苦草组再悬浮速率与生物量之间的关系

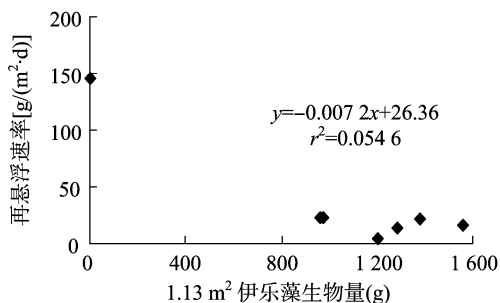


图5 伊乐藻组再悬浮速率与生物量之间的关系

14.24 ~ 119.21 g/(m²·d), 并随苦草生物量密度的增加逐渐降低, 呈现显著的负相关 ($r = -0.764, P < 0.05$); 伊乐藻组的再悬浮速率以干质量计为 14.68 ~ 23.37 g/(m²·d), 相互间变化较小, 且与生物量密度的相关性不显著; 伊乐藻组的再悬浮速率低于苦草组。

3 结论与讨论

湖泊调查结果表明, 由于风浪和鱼类扰动等因素的作用, 会引起沉积物的再悬浮, 使大量沉积物进入水体, 造成水体悬浮物的浓度增加^[9-10]。在同等风力作用下, 水生植物丰富的东太湖湖区悬浮物浓度明显低于梅梁湾^[11]。张运林等研究表明, 东太湖的悬浮物浓度在湖区中最小, 这是与东太湖拥有丰富的水生植物密切相关的^[12]。本试验结果表明, 悬浮物浓度在放鱼后明显增加; 无草组的悬浮物浓度增加最为明显, 有草处理组增加幅度相对较小, 这说明沉水植物的存在能够减少鱼类扰动, 从而减轻悬浮物浓度的增加; 苦草组、伊乐藻组的再悬浮速率以干质量计分别为 14.24 ~ 119.21、14.68 ~ 23.37 g/(m²·d), 两者相比, 伊乐藻组的再悬浮速率相对较低, 这与伊乐藻生物量相对较大有关; 相关性分析表明, 苦草组的再悬浮速率与生物量密度呈负相关, 而伊乐藻组与生物量相关性不明显, 这主要由伊乐藻生物量较大所致。

草甸型沉水植物苦草具有发达的根系, 生物量主要集中在沉积物表面附近, 通过发达的根系固着底泥而改变沉积物性质, 减弱沉积物的再悬浮, 当生物量越大时, 苦草根系分布越广, 抑制沉积物的再悬浮作用越强。冠层型沉水植物伊乐藻枝叶发达, 具有较强的分生能力, 断枝亦可以再生, 生物量相对集中在水体中上层, 在水面形成匍匐生长, 能在较短时间内占据较大的水面, 主要通过茂盛的枝叶吸附悬浮颗粒物, 从而降低悬浮物的浓度, 并随伊乐藻生物量密度的增加, 对悬浮颗粒物的吸附性增强, 但当其完全占据整个水面时, 对水体再悬浮的抑制作用将不会再增强。

另外, 本试验初始 2 个沉水植物的生物量相近, 而试验结束时伊乐藻组生物量明显大于苦草组生物量, 这一方面是由于伊乐藻再生能力较苦草强, 苦草分蘖组织在叶基部, 伊乐藻则可以通过顶端分裂生殖, 断枝同样可以生根生长; 另一方面是由于苦草生长的活跃部位位于叶片下端 2 cm 处^[13], 易受光照和悬浮物浓度影响, 而伊乐藻具有很多分枝, 并匍匐于水面生长, 再悬浮所引起的光照减弱, 不会对其生长造成太大影响。

参考文献:

- [1] 刘建康. 高级水生生物学[M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2002: 235.
- [2] Van D E, Gulati R D, Iedema A, et al. Macrophyte-related shifts in the nitrogen and phosphorus contents of the different trophic levels in a biomanipulated shallow lake[J]. Hydrobiologia, 1993, 251 (1/2/3): 19-26.
- [3] James W F, Barko J W. Macrophyte influences on the zonation of sediment accretion and composition in a north-temperate reservoir[J]. Archiv Fuer Hydrobiologie, 1990, 120(2): 129-142.
- [4] 王立志, 王国祥. 苦草密度对扰动引起各形态磷释放的影响[J]. 生态环境学报, 2012, 21(6): 1096-1101.

王伟,樊祥科,黄春贵,等. 基于长期定位监测数据的江苏主要湖泊渔业水质比较分析与综合评价[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):371-374.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.131

基于长期定位监测数据的江苏主要湖泊渔业水质比较分析与综合评价

王伟¹,樊祥科²,黄春贵²,郑浩²,陈志军³,樊宝洪²,徐辰武¹

(1. 扬州大学农学院,江苏扬州 225009; 2. 江苏省渔业生态环境监测站,江苏南京 210036;

3. 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所,北京 100081)

摘要:对 2001—2011 年(不含 2004 年)10 年间江苏省 5 个主要湖泊的渔业水质监测数据按系统分组资料进行方差分析,比较湖泊间各监测指标的差异显著性,并应用多指标综合评价法(TOPSIS 法)对 5 个湖泊水质进行综合评价。结果表明,除铜含量外,5 个湖泊间的水温、透明度、溶解氧等 14 个指标均存在极显著性差异;湖泊内站位间的透明度、总氮、总磷差异极显著;站位内年份间的 pH 值、化学需氧量、石油类、总磷、铅、镉、汞差异显著或极显著;渔业水质最好的是高宝邵伯湖,骆马湖水质与之相当,其后依次为洪泽湖、太湖、溧湖,5 个湖泊的水质由南向北越来越好,这与江苏南北工业经济发达程度呈高度的关联性。

关键词:江苏省;湖泊;渔业水质;综合比较;监测数据

中图分类号: X824 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)04-0371-04

湖泊是地表生态系统中人类赖以生存的自然单元之一,在供水、防洪、养殖、旅游、航运和维持生态平衡等方面发挥着巨大的作用。数十年来,随着我国人口的增加和工农业生产的发展,加之湖泊水资源过度开发,湖泊水资源短缺、水环境恶化和生态系统退化等问题日益凸显,已严重威胁到社会经济的可持续发展和人类健康^[1]。

江苏是我国淡水湖泊分布集中的省份之一,现有太湖、溧湖、洪泽湖、高宝邵伯湖和骆马湖 5 个省管湖泊,其中,太湖和洪泽湖是国内研究热点^[2-8]。多年来,江苏主管部门对这 5 个湖泊的增殖区、保护区、网围养殖区和进出湖河道等功能区开展了渔业环境监测,但对这 5 个湖泊大量的渔业水质监测数据还缺乏系统的分析。TOPSIS (technique for order preference by similarity to ideal solution) 也叫逼近于理想解的技术,

是系统工程中有限方案多目标决策分析常用的一种决策方法,其核心思想是通过先定义决策问题的理想解与负理想解,然后比较评价方案与理想解和负理想解的距离远近,最后计算各个方案与理想解的相对贴近度,并进行方案的优劣排序。TOPSIS 法对数据分布及样本量、指标多少无严格限制,数学计算亦不复杂,既适用于少样本资料,也适用于多样本的大系统,已在医疗、经济、农业等领域得到广泛应用^[9-10]。目前,基于长期定位监测数据的江苏省主要湖泊渔业水质比较分析与综合评价尚未见相关文献报道。

利用系统分组资料方差分析方法,对江苏多年定位监测的 5 个湖泊渔业水质数据进行统计分析,鉴别湖泊间、湖泊内站位间和站位内年份间的差异显著性,并应用 TOPSIS 法对 5 个湖泊渔业水质进行评价,有助于进一步探讨渔业水质差异与湖泊流域周围经济发展水平之间的关系,不但可以为当地渔业生产服务,还可以为该地区行业发展政策的制定提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 数据来源

2001—2011 年(不含 2004 年)太湖、溧湖、洪泽湖、高宝邵伯湖、骆马湖这 5 个湖泊渔业水质的监测数据,由江苏省渔业

收稿日期:2014-09-11

基金项目:江苏省高校“青蓝工程”科技创新团队项目;江苏省作物学优势学科项目。

作者简介:王伟(1979—),女,山东泰安人,博士,主要从事试验统计学研究。E-mail:wangwei-2002@sohu.com。

通信作者:徐辰武,教授,博士生导师,主要从事试验统计学研究。E-mail:cwxu@yzu.edu.cn。

[5] 种云霄. 利用沉水植物治理水体富营养化[J]. 广州环境科学, 2005,20(3):41-43.

[6] 熊秉红,李伟. 我国苦草属(*Vallisneria* L.)植物的生态学研究[J]. 武汉植物学研究,2000,18(6):500-508.

[7] 黄丽萍,谢平. 水草新品种——伊乐藻[J]. 渔业致富指南, 2002(16):19-20.

[8] 马剑敏,贺锋,成水平,等. 武汉莲花湖水生植被重建的实践与启示[J]. 武汉植物学研究,2007,25(5):473-478.

[9] Kristensen P, Sondergaard M, Jeppesen E. Resuspension in a shallow

eutrophic lake[J]. Hydrobiologia, 1991, 228(1):101-109.

[10] Hamilton D P, Mitchell S F. An empirical model for sediment resuspension in shallow lakes[J]. Hydrobiologia, 1996, 317(3):209-220.

[11] 逢勇,颜润润,余钟波,等. 风浪作用下的底泥悬浮沉降及内源释放量研究[J]. 环境科学, 2008, 29(9):2456-2464.

[12] 张运林,秦伯强,陈伟民,等. 太湖水体中悬浮物研究[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(3):266-271.

[13] 梁彦岭,刘伙泉. 草型湖泊资源,环境与渔业生态学管理(一)[M]. 北京:科学出版社,1995:227-235.