

文章编号: 1004 - 7271(2006)02 - 0173 - 05

外荡养殖三角帆蚌对水体主要水质因子的影响

李应森, 李家乐, 刘仁杰, 邵艳卿

(上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090)

摘要:利用外荡养殖三角帆蚌,对养鱼水体进行了改善水质的试验。通过测定分析水体的 pH、化学耗氧量、总氮、总磷等水质指标,评价水体水质的变化,探讨了三角帆蚌对养殖水体主要水质因子的可能影响。在高温季节,养鱼水体混养三角帆蚌的生物调控系统水质较好,经三角帆蚌的净化可使养殖水体 COD 值、总氮和总磷分别下降 44.74%、70.81% 和 70.45%。而在低温季节,三角帆蚌对水体的净化作用较差。研究结果表明:鱼蚌混养系统可有效地改良水质,可望较好地延缓水体的富营养化,具有较好的应用前景。

关键词:三角帆蚌;混养;水质因子;生物调控

中图分类号:S 966.22 **文献标识码:**A

The effects of culturing *Hyriopsis cumingii* on the main water quality parameters in the open pond

LI Ying-sen, LI Jia-le, LIU Ren-jie, SHAO Yan-qin

(College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: The influences of the polyculture of *Hyriopsis cumingii* with fish in an open pond on the major parameters of water quality were analyzed. The eutrophication extent of the water body was analyzed according to the water quality indexes, such as pH and amounts of COD_{Cr}, TN, TP, etc. The results showed that the quality of the water in experimental systems were good. In the mussel-fishes co-cultivating system, the content of COD_{Cr}, TN and TP are reduced by 44.74%, 70.81% and 70.45% respectively, by applying the co-culturing system in high temperature seasons. But the effect was not obvious during the seasons with low temperature. The results indicated that application of the fish-mussel co-culturing system are promising for improving the water quality, especially for the controlling of eutrophication.

Key words: *Hyriopsis cumingii*; co-culturing; water quality factor; bio-regulation

水体富营养化是当今社会广泛关注的水环境问题之一。解决富营养化问题的核心之一便是抑制浮游植物的过量生长。目前世界各国学术界都在开展这方面的研究,其中生物操纵法正日益受到重视^[1]。淡水珍珠的人工养殖在中国已有近 40 年历史,三角帆蚌(*Hyriopsis cumingii*)是中国特有的优质淡水珍珠蚌,它们以过滤的方式摄食浮游生物和有机碎屑。石岩等^[2]报道河蚌、螺能降低 N、P 等指标,对水体起到净化作用,可以有效地降低水体 N、P 等营养盐,直接吸收水体矿物元素,甚至吸收、富集一些重金

收稿日期:2006-01-23

基金项目:上海市科委基础重点项目(03JC14063);浙江省科技攻关重点项目(2004C22024);上海市重点学科(Y1101)

作者简介:李应森(1967 -),男,湖北大悟人,副教授。主要从事水产动物增殖与水环境调控方面的研究。Tel: 021 - 65710522, E-mail: ysli@shfu.edu.cn。

通讯作者:李家乐, Tel: 021 - 65710338, E-mail: jlli@shfu.edu.cn。

属离子。在富营养化水体中,贝类对浮游生物生物量的影响具有重要的作用,以往的研究主要以贻贝和牡蛎为对象,以藻类数量和叶绿素含量为指标,观察贝类对藻类的滤食作用^[3]。本文利用三角帆蚌的滤食作用,研究外荡养殖三角帆蚌对养殖水体主要水质因子的影响。旨在探讨利用育珠蚌滤食水体浮游生物、有机碎屑的能力来净化水环境的可行性。

1 材料与方法

1.1 研究地概况及采样点布设

长漾小斗位于江苏吴江市震泽镇,面积 1.01 km²,平均水深为 3.36 m。属于太湖水系中一开放式小型湖泊,水面较宽广、水体流速较快,该水体采用鱼蚌混养模式进行人工养殖育珠蚌,三角帆蚌采用挂袋式饲养,共吊养 150 万只 2 龄育珠蚌,是吴江市淡水珍珠养殖示范基地。养蚌区及各采样点位置如图 1 所示。其中湖中心两虚线标注区域为三角帆蚌养殖区,面积为 0.35 km²,其它为商品鱼养殖区。箭头指向为水流方向。

1.2 养殖模式

养殖模式为鱼蚌混养型。三角帆蚌采用网袋吊养法,用毛竹打桩、架设横栏,将蚌置于聚乙烯网袋内悬挂养殖,网袋大小为 40 cm × 25 cm,网目为 2.0 cm × 2.0 cm,排距为 2.5 m,网袋距为 1 m,每只网袋吊养 3 只珍珠蚌。整个湖泊养殖三角帆蚌的密度为 15 000 只/hm²,平均规格为 55.3 g,同时混养草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*) 450 尾/hm²,平均规格为 250.6 g,鳊(*Aristichthys nobilis*) 300 尾/hm²,平均规格为 251.2 g,鲫(*Carassius auratus gilbelio*) 1 500 尾/hm²,平均规格为 52.3 g,鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*) 100 尾/hm²,平均规格为 188.5 g,团头鲂(*Megalobrama amblycephala*) 300 尾/hm²,平均规格为 48.2 g。

1.3 采样与分析方法

在如图 1 所示取三点 A、B、C 为采样点。由于湖水常年平均流速为 0.02 m/s,水体交换量大。因此,可以把湖水进水口(A)水质指标视为三角帆蚌净化处理前的指标,中心(B)和出水口(C)水质指标视为湖水经不同数量三角帆蚌净化处理后的水质指标。现场测定和记录水深(m)、水温(℃)、透明度 SD(cm)及 pH 值,采样后在实验室检测的水体理化指标有:总氮 TN(mg/L)、总磷 TP(mg/L)、化学耗氧量 COD_{Cr}(mg/L)。每月 15 日采样,各项指标测定方法参照《湖泊富营养化调查研究》^[4]和《水化学》^[5]。用过硫酸钾硝解法测定总氮(TN),用钼蓝比色法测定总磷(TP),用重铬酸钾法测定化学耗氧量(COD_{Cr})。

2 结果

2.1 试验池内水色和透明度变化

养殖期间珍珠蚌池水色多数时间为淡绿色。养殖水体的透明度与水体的混浊度和色度有关。随着季节和水温的变化有比较显著的变化,见图 2。养蚌水体的透明度年变化在 45 ~ 102 cm 之间变化,平均透明度为 75 cm 左右。

2.2 养殖水体的溶氧、水温和 pH

实验期间因水有流动性,溶氧较高,养蚌水层基本达到 8 mg/L 以上。表层水温与底层水温在高温

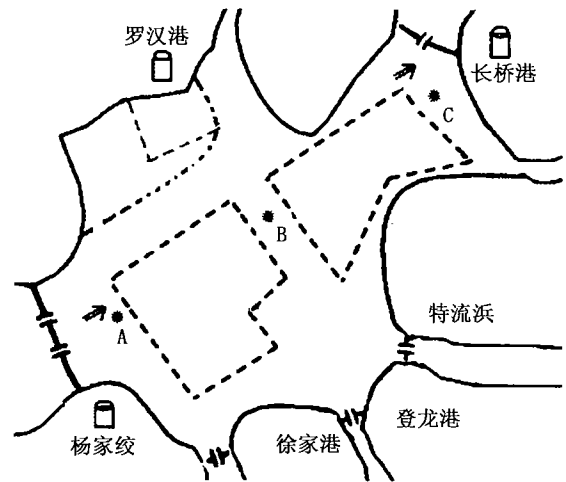


图 1 长漾小斗采样点分布

Fig. 1 Sampling sites in Changyangxiaodou lake

季节有时有 2~3 °C 的温差,低温季节温差较小,见图 3。

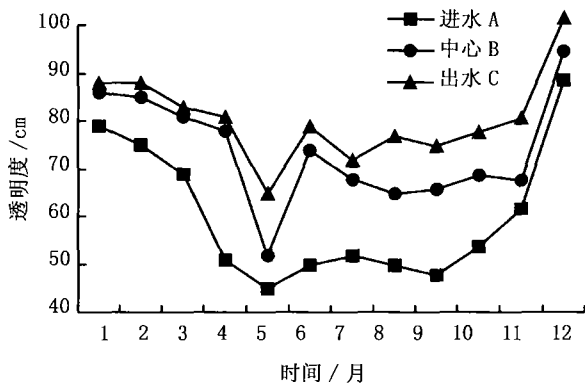


图 2 养殖水体透明度变化

Fig.2 Variations of transparency in the culture water

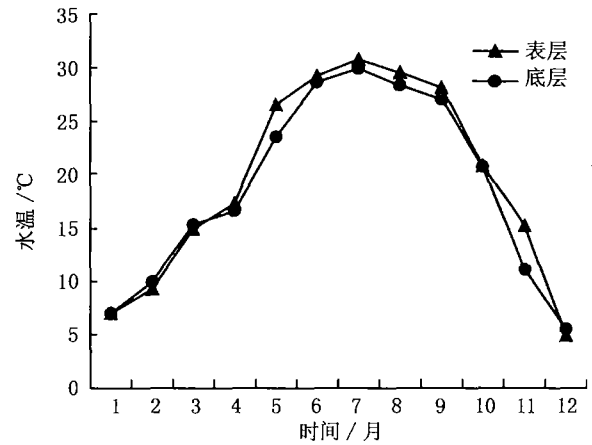


图 3 养殖水体水温变化

Fig.3 Variations of water temperature in the culture water

水体的 pH 对养殖水体的水质、水生植物及珍珠蚌有重要影响。监测表明,不论水温还是季节变化,都对水体的 pH 没有影响。长漾水体 pH 相对比较稳定,在 6.7~8.5 之间波动,为弱碱性,比较符合养蚌要求,见图 4。

2.3 养殖期间的主要水质状况

2.3.1 COD_{Cr}

养蚌水体中 COD_{Cr} 变化情况如图 5 所示。从图 5 可以看出, COD_{Cr} 随季节和水温的变化有较大的变化。进水口在夏季高温季节达到 12.56 mg/L, 而冬季低温季节只有 4.35 mg/L。而出水口的 COD_{Cr} 则相对稳定, 在 6.94 mg/L~4.15 mg/L 之间波动。

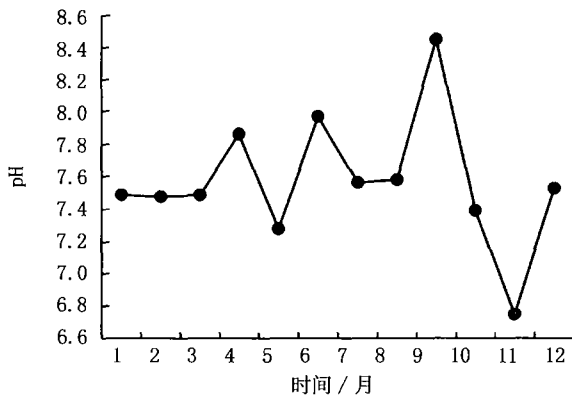


图 4 养殖水体 pH 变化

Fig.4 Variations of pH in the culture water

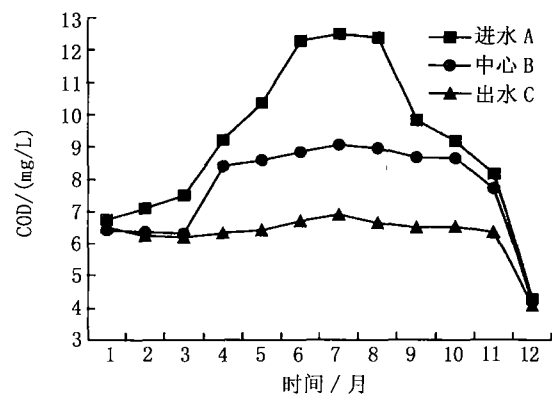


图 5 养殖水体 COD_{Cr} 变化

Fig.5 Variations of COD_{Cr} in the culture water

2.3.2 总氮

育珠蚌养殖期间,养殖水体进水口中的总氮含量的变化为 4.16 mg/L~8.12 mg/L,变化较大且含量较高,而出水口水中的总氮含量变化为 1.85 mg/L~2.42 mg/L,相对稳定而且含量较低,见图 6。

2.3.3 总磷

育珠蚌养殖期间,养殖水体进水口中的总磷含量的变化为 0.059 mg/L~0.220 mg/L,变化较大且含量较高,而出水口水中的总磷含量变化为 0.055 mg/L~0.071 mg/L,相对稳定而且含量较低,见图 7。

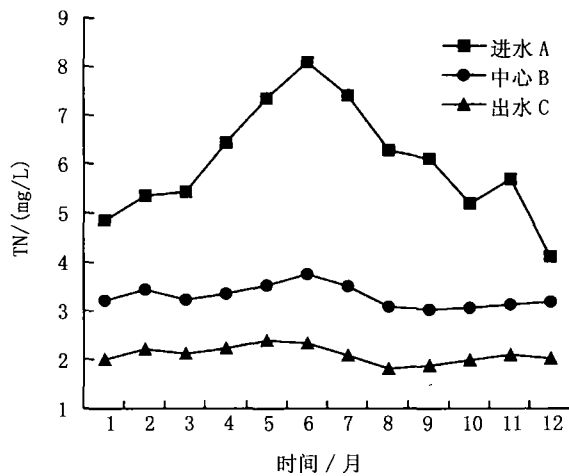


图 6 养殖水体 TN 的变化

Fig. 6 Variations of TN in the culture water

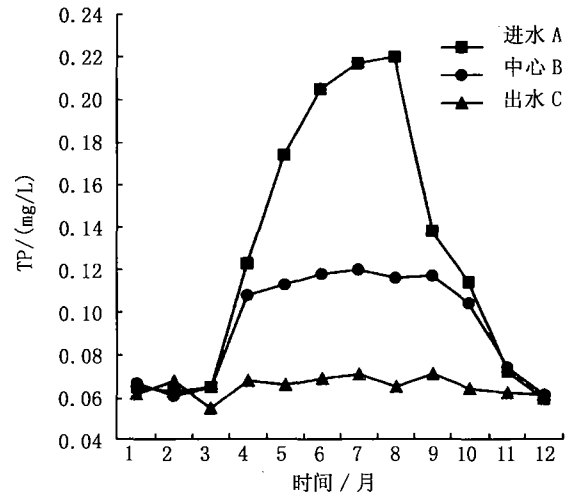


图 7 养殖水体 TP 的变化

Fig. 7 Variations of TP in the culture water

3 讨论

3.1 三角帆蚌对水体主要水质因子的影响

以往在水生生物对水质影响方面的研究多数集中于滤食性鱼类、草食性鱼类以及浮游动物等。而利用贝类控制藻类、调控水体环境的研究也在日益受到重视。Doris Soto 等^[6]利用淡水贝类的滤食作用对饲养大马哈鱼产生的富营养化水体进行生物控制,结果表明贝类对湖水有显著的净化作用,对减少湖水营养物质 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ 等方面起重要作用。本研究利用天然外荡,根据生物调控原理用三角帆蚌滤食水体中的藻类和有机碎屑,从而间接降低了总氮、总磷和 COD,达到了改善水质的目的。实验结果表明:在高温季节三角帆蚌滤食作用强,能有效降低养殖水体的总氮、总磷和 COD。这与吴军等^[7]的研究结果相符。但在低温季节,这种作用很不明显。同时发现其净化效果与养蚌数量有关,在水流的上游富营养较高,中游减少,下游更低些,下降的比例与相应的滤食净化能力相关,超过其滤食能力,会降低其净化效果。研究结果表明,育珠三角帆蚌滤水能力强,且颇具经济价值,是作为控制水体藻类过度增长的良好物种工具。

3.2 水温对三角帆蚌净化作用的影响

水温直接影响三角帆蚌的新陈代谢,从而影响其摄食。随着水温的变化,三角帆蚌的净化效率也发生巨大变化。尽管当温度升高时,浮游生物的繁殖速度加快,但三角帆蚌的摄食能力也大大提高,导致养殖水体总氮、总磷和 COD 大幅下降,其中总氮去除率最高达 70.81%、总磷去除率最高达 70.45%、COD 去除率最高达 44.74%。而在低温的冬季,三角帆蚌对水体的净化作用则非常有限,去除率低甚至不能降低养殖水体总氮、总磷和 COD。这主要是因为,冬季水温低,藻类和三角帆蚌的新陈代谢强度低,营养物经藻类、三角帆蚌转化速率较慢,容易导致输入的外来营养物得不到应有的净化而积累。

3.3 人工养殖珍珠蚌对水环境的影响

三角帆蚌对水质富营养指标的耐受性有一定差别。经过长期人工高密度养殖和多代选育,三角帆蚌耐肥水能力有了较大的提高^[8]。因此在投饵养鱼水体,和中富营养水体结合珍珠蚌养殖,能从生态学角度实现自我净化和良性循环,减少养殖业自身污染。水体富营养化程度及浮游生物量等决定了育珠蚌的放养密度。由于育珠蚌被动地吊养于水体中上层,一般放养适量杂食性、滤食性鱼类会有利于水体运动和水生生物的食物链的动态平衡。

有关三角帆蚌对水体水质的影响,国内曾开展了一些研究^[7,8]。但由于不同学者所考察的水体条件的不同和所用试验方法、放养密度等的差异,以致对养殖三角帆蚌是加速还是减缓水体富营养化的问题得出了不同甚至截然相反的结论。Kautsky N^[9]等的研究认为水域中放养贝类会显著加速水体的富营养化,贝类的代谢产物在鱼类游动的搅水作用和贝类的滤食活动作用下,可增加水层中营养物质,特别是 N、P 的含量并促进其循环,从而促进浮游植物的生长,水体中三角帆蚌等滤食性水生动物的存在使得浮游动物被大量滤食,从而易使水华得到暴发。而 Smith^[10]、吴军^[7]、张根芳等^[8]的研究则认为贝类滤食作用使浮游植物的生物量下降,三角帆蚌的放养,可以减缓水体富营养化。本文的研究结果也表明,鱼蚌混养对水质的净化效果良好。上述认识上的差异,既反映了水生生物与水关系的复杂性,也使三角帆蚌对水体生态系统的积极作用没有得到应有的重视或利用。多年来,我国的淡水珍珠养殖模式普遍以追求经济效益为主,经常大量施用化肥和有机肥,造成对水域环境的过度利用,极易导致水体富营养化和水环境质量下降。因此,养蚌育珠业的经济效益和富营养化控制的长远利益和社会效益应合理兼顾。关于鱼蚌混养的合理比例结构及其对生态系统稳定性的影响有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 李春雁,崔毅.生物操纵法对养殖水体富营养化防治的探讨[J].海洋水产研究,2002,23(1):71-75.
- [2] 石岩,张喜勤,伏春艳,等.浮游动物对净化湖泊富营养化的初步探讨[J].东北水利水电,1998,(3):31-33.
- [3] Owen G. Feeding and digestion in the bivalve[J]. Advances in Comparative Physiology and Biochemistry,1974,(5):1-35.
- [4] 金相灿,屠清瑛.湖泊富营养化调查规范[M].北京:中国环境科学出版社,1990.39-47.
- [5] 陈佳荣.水化学(实验指导)[M].北京:中国农业出版社,1996.19-30.
- [6] Doris Soto, Guillermo Mena. Filter feeding by the freshwater mussel, *Diplodonchilensis*, as a biocontrol of salmon farming eutrophication[J]. Aquaculture,1999,171(1):65-81.
- [7] 吴军,马楠,施丽丽,等.三角帆蚌对精养鱼塘水体主要水质因子的调控[J].南京师范大学学报,2005,(3):92-96.
- [8] 张根芳,邓闽中,方爱萍,等.蚌、鱼混养对几种水污染指标控制作用的研究[J].上海水产大学学报,2005,14(3):156-161.
- [9] Kautsky N, Wallentinus I. Nutrient release from a Baltic *Mytilus*-red algal community and its role in benthic and pelagic productivity[J]. *Ophelia*, 1980, (suppl): 17-30.
- [10] Smith D W. Biological control of excessive phytoplankton growth and enhancement of aqua-cultural production [J]. *Can J Fish Aquat Sci*, 1985, (42): 1940-1945.

《上海水产大学学报》 文献计量指标统计(2003-2004年度)

指标	中国学术期刊综合引证报告 (清华大学光盘中心)	
	2003年	2004年
总被引频次	209	331
影响因子	0.318 5	0.49
即年指标	0.039	0.013
他引总引比	0.856 5	0.927 5
被引半衰期	4.5	4.8
来源文献量	77	75
Web 即年下载	7.561 4	11.2