

对虾池塘浮游植物与主要水质因子的关系

王崇明 张 岩 麻次松

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266003)

浮游植物是池塘生态系统中一个重要组成部分, 对维持系统的正常功能, 稳定池塘环境起着重要的作用。

1 实验方法和条件

1992年7月和8月, 在山东省牟平县宁海虾场, 对5个对虾池塘的浮游植物优势种、溶解氧、pH、氨氮做了两次连续10d的测定。

1.1 池塘条件

5个池塘面积均在30亩(1亩=666.7m²)左右。6月10~15日, 放2.2cm暂养苗16000尾/亩。除特殊情况外, 7月份日平均换水率5~10%, 8月份10~15%。池塘日常管理基本相同。

1.2 测定方法

每日清晨取底层水分别测定溶解氧(DO)、氨氮(NH₄-N)、pH。溶解氧用美制YSI-58型溶氧仪直接测定, 氨氮用次溴酸钠氧化法测定, pH用PHD-1型酸度计测定。每日清晨取500ml表层水, 先用显微镜进行定性分析, 然后用血球计数板对浮游植物优势种计数。

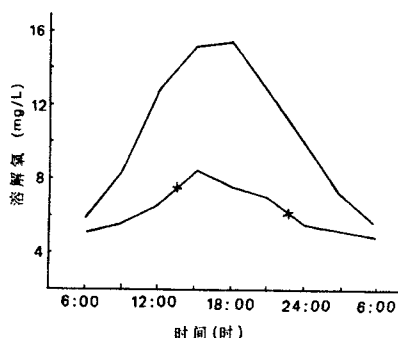


图1 池塘表层与底层溶解氧的昼夜变化
(天气晴到少云, 24℃, 透明度50cm)

—表层溶解氧; —×—×—底层溶解氧

2 测定结果

2.1 池塘浮游植物优势种群

由于池塘水体小、环境变化较剧烈, 并且受人为影响(人工投饵)较大, 因此浮游植物的生物组成表现为生物数量大、种类多、变化幅度大。常见的浮游植物为硅藻、绿藻、金藻及甲藻, 它们常常共存于池水中。优势种常是一些微小的浮游植物, 并且有季节变化。6、7月以金藻为优势种, 数量范围10⁵~10⁶/ml, 8月以绿藻为优势种, 数量范围n×10⁵~n×10⁶/ml。

2.2 池塘表层与底层溶氧的昼夜变化

7月7日对一队10号池塘表层和底层溶解氧进行24h连续测定, 其表层溶解氧变动幅度为5.6~15.6mg/L, 底层溶解氧变动幅度为5.0~8.4mg/L, 水温24℃。表层和底层溶解氧都在15~18时达到最大值, 3~5时达到最小值(见图1)。

2.3 池塘浮游植物优势种的消长与溶解氧、氨氮、pH的变化

7月18~27日, 对5个池塘的浮游植物优势种、溶解氧、氨氮、pH进行了第一次连续10d的测定, 其趋势基本相同。现以一队11号和13号池塘测定结果来说明(见图2)。8月18~27日, 进行了第二次连续测定, 以一队11号和14号池塘测定结果来说明(见图3)。

3 讨论

3.1 池塘浮游植物的消长与溶氧动态

池塘溶氧为水生生物生存的必要条件, 溶氧量较高可促进对虾的代谢、生长、发育和繁殖, 低则成了限制因子。因此, 经常保持较高溶氧的水体生态环境, 是提高水体生产力的重要环节。池塘溶氧量的主要补给者是浮游植物, 因此水体的溶氧动态与浮游植物的消长有密切关系。

池塘表层和底层溶氧日变化幅度是不同的(见图1)。表层溶氧量昼夜变化大, 日较差达10mg/L, 最大值

MARINE SCIENCES, No. 4, Jul., 1993

出现在日落前,这是白天浮游植物光合作用的结果。最小值出现在日出前,这是夜间各种水生生物呼吸作用和有机物、氧化还原物质耗氧的结果。底层溶氧量昼夜变化小,日较差 3.4mg/L,且维持在较低水平。池塘表层与底层水温的差别也影响溶氧动态。白天表层光照强,藻类的光合作用强,水体溶氧量提高较快,常达到过饱和,但表层水温高、密度小,不易下沉到池底。而底层藻类光合作用弱,放氧少。这是水体溶氧分层的主要原因。夜间表层光合作用停止,生物和非生物的耗氧作用使溶氧量明显下降,同时表层水温逐渐降低,密度变大而下沉,形成上下对流,使表层和底层溶氧逐步趋于一致。

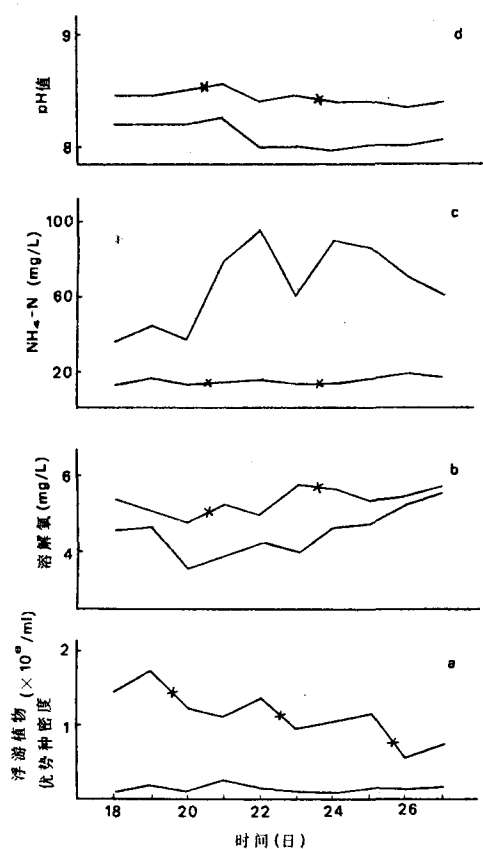


图2 11,13号池塘浮游植物优势种、溶解氧、总铵、pH值的变化(1992年7月18~27日)

—11号池;—×—13号池

一定密度的浮游植物是保证池塘有充足溶氧的基本条件。据有关材料估计^①,每1g浮游植物,可以生产1.2g氧气。陈宗尧等^②的实验表明,池塘浮游植物的生氧量是其耗氧量的1.5~2倍。美国亚拉马逊(Auburn)大学的研究结果表明^②,养殖水域的浮游植物吸收0.15

个氮分子,可释放1个氧分子。

从7月份测定结果看出(图2-a,图2-b),11号池浮游植物优势种密度较小($10^5 \sim 2.5 \times 10^5/\text{ml}$),13号池密度较大($5 \times 10^5 \sim 1.7 \times 10^6/\text{ml}$),在连续10d的测定中,溶氧量超过5mg/L的天数:11号池为8d,13号池为2d。这说明,在维持浮游植物一定密度的前提下,密度高的池塘较密度低的池塘溶氧量要高。

从8月份的测定结果看出(图3-a,图3-b),浮游植物处在快速生长期时,池塘的溶氧量提高的幅度较大,以11号池为例,浮游植物密度从8月18日的 $1.5 \times 10^5/\text{ml}$ 上升到23日的 $6 \times 10^6/\text{ml}$ 时,溶氧量相应地从2mg/L上升到5.6mg/L;浮游植物处在衰败期时,池塘的溶氧量下降速度最快,以14号池为例,浮游植物密度从8月20日的 $5 \times 10^6/\text{ml}$ 下降到24日的 $6 \times 10^5/\text{ml}$ 时,溶氧量相应地从4.4mg/L下降到0.8mg/L(8月23日14号池出现部分对虾浮头)。

3.2 池塘浮游植物消长与氨氮动态

从7月份的测定结果看(图2-a,图2-c),浮游植物密度较低的11号池($10^5 \sim 2.5 \times 10^5/\text{ml}$),氨氮含量较高($40 \sim 90 \mu\text{g/L}$)。浮游植物密度较高的13号池($5 \times 10^5 \sim 7 \times 10^5/\text{ml}$),氨氮的含量较低($20 \mu\text{g/L}$ 以下)。

从8月份的测定结果看(图3-a,图3-c),氨氮的含量随着浮游植物密度的增高而降低;浮游植物处在衰败期时,氨氮含量急剧升高,在浮游植物未恢复到一定密度之前,氨氮保持较高的水平。

氨氮由非离子氨($\text{NH}_3\text{-N}$)和离子氨($\text{NH}_4^+\text{-N}$)组成,其中对对虾有毒性的是 $\text{NH}_3\text{-N}$,温肯斯(Wilkins)曾研究过 $\text{NH}_3\text{-N}$ 对5种对虾的影响时指出:当水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 平均浓度达到0.45mg/L时,其生长速度就要减慢50%^[3]。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 在一定条件下可以转化,主要影响因素是pH和水温。

氨氮形成的主要途径是:水生动物的代谢物;对虾残饵及动植物残体的分解物;在溶氧量不足时,含氮有机化合物的分解停留在产生氨态氮的阶段,使总氨氮增加,硝酸盐被还原成氨氮^[4]。

生长良好的浮游植物,由于本身的特点,在进行光合作用时,能够吸收 $\text{NH}_4^+\text{-N}$,从而降低总氨氮。同时释放出大量氧气,使 $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ 的变化得以顺利进行。

① 杨丛海,1986。当前我国对虾养殖生产中应注意的几个技术问题。

② 陈宗尧等,1980。对虾养殖池中溶解氧消长规律的研究。全国海水养殖增殖发展途径学术会议论文报告汇编。

处在衰败期的浮游植物,由于大量死亡,密度急剧减少,对氮氮的吸收能力减弱,使氨氮增高。另外大量浮游植物残体的分解,也是氨氮上升的原因之一。

因此,采取适当措施,维持浮游植物旺盛的适度繁殖,是提高池塘自净能力的必要手段。但要控制浮游植物的过度繁殖,由于光合作用吸收池中大量的 CO_2 , 使池水的 pH 升高,离子氮向非离子氮转化率提高,增加了氮的毒性。

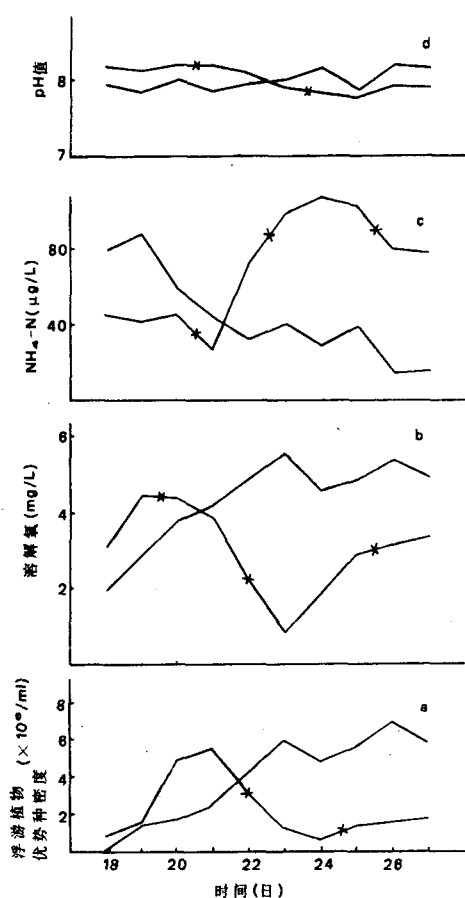


图3 11,14号池塘浮游植物优势种、溶解氧、总铵, pH 值的变化(1992年8月18~27日)
——11号池;—×—×—14号池

3.3 浮游植物的消长与 pH 的变化

pH 值是反应水环境生态平衡的一个综合指标。池塘的 pH 值的变化主要受下列因素影响:(1)浮游植物在光合作用时,吸收水中的 CO_2 和氮、磷等营养物质,合成有机物,同时释放出氧气,使 pH 升高。(2)对虾、浮游动物、浮游植物(夜间)消耗氧气,排出 CO_2 ,使 pH 降低。(3)对虾代谢物、残饵和底泥中其他有机物在氧化分解过程中产生有机酸,降低水中的 pH 值。池塘 pH 的变化是以上三个过程的矛盾统一体。

从7月份测定结果看(图2-a,图2-d),养殖前期,对虾个体较小,pH 变化主要受浮游植物密度的影响。密度高的13号池($5 \times 10^5 \sim 1.7 \times 10^6/\text{ml}$),pH 值较高(8.4~8.6)。密度较低的11号池($10^5 \sim 2.5 \times 10^5/\text{ml}$),pH 值较低(8.0~8.2)。

从8月份测定结果看(图3-a,图3-d),浮游植物生长良好的11号池,pH 值比较稳定(7.9~8.1)。浮游植物处在衰败期的14号池,pH 值下降的幅度较大(由8.2下降到7.6)。

比较7月和8月5个池塘连续10d的测定结果,7月份5个池塘浮游植物平均密度为 $6.3 \times 10^5/\text{ml}$,8月份为 $2.7 \times 10^5/\text{ml}$ 。7月份5个池塘平均 pH 值为 8.3,8月份为 7.9。尽管8月份浮游植物平均密度较7月份高,但8月份平均 pH 值却较7月份低。这是由于随着养殖过程的进行,对虾个体增大,投饵量增加,有机物沉积日益严重。在养殖中、后期,池塘 pH 值主要受有机物分解的影响,pH 值呈下降的趋势。

综上所述,保持浮游植物适度生长,并使之贯穿于整个养殖过程,对保证池塘足够的溶解氧,增加池塘的自净能力,稳定 pH 值,进而维持池塘的生态平衡起着积极的作用。

参考文献

- [1] 李三庆,1989. 海洋湖沼通报 3:59~61.
- [2] 熊木林,1988. 淡水渔业译丛 4:5~12.
- [3] 张乃禹,1986. 海洋科学 1:65.
- [4] 周光正,1991. 海洋湖沼通报 2:95~98.