

网箱养殖区底层水 N 的硝化作用分析

王 宪, 秦爱红, 李文权

(厦门大学 海洋系, 福建 厦门 361005)

摘要: 根据 1998 年 4 月至 1999 年 2 月对厦门西海域网箱养殖区底层海水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- 的含量变化规律的分析, 结合环境因子水温(t)、DO、pH、COD 等对发生在养殖底层海水中的氮的硝化作用进行了分析。结果表明, 网箱养殖区底层水 N 的正常代谢偶联, 是养殖水体保持稳定的重要条件。

关键词: 网箱养殖; 硝化作用; 底层水

中图分类号: S96; X132 文献标识码: A 文章编号: 1007-6336(2003)02-0037-03

Analyses on nitrification in bottom water in marine-cage-cultured area

WANG Xian, QIN Aihong, LI Wenquan

(Dept. of Ocean, Xiamen Univ, Xiamen 361005, China)

Abstract: Based on monitoring data from Aug. 1998~ Feb. 1999 in marine cultured cage from western Xiamen sea, the variation of $\text{NH}_3\text{-N}$, NO_2^- , relationships among $\text{NH}_3\text{-N}$, NO_2^- and environmental key parameters (t , DO, pH) were discussed. Nitrification also was analysed. The result shown that metabolism coupling of nitrogen is the basis of self-purification ability in the bottom water and to keep it stable in marine-cage-cultured.

Key words: nitrification; cage-cultured; bottom water

在网箱养殖过程中, 由于残余饲料和养殖对象排泄物在底泥中的长期积累和分解作用, 给养殖对象环境带来沉重负担。大量研究表明, 发病养殖水体含有较高的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- [1~3]。因此, 研究养殖区底层水中 N 的变动规律, 硝化和反硝化作用, 防止底层水富营养化, 改善养殖水环境, 对指导养殖业健康发展具有重要意义。本文根据 1998 年 4 月至 1999 年 2 月对厦门西海域网箱养殖区底层水的现场分析, 探讨 N 的代谢偶联和环境因子间的关系, 并对网箱底层水自净能力进行分析。

1 调查研究方法

从 1998 年 4 月至 1999 年 2 月, 在厦门西

海域采取定点方法采集距底层 0.5 m 以下的水样。对网箱养殖区底层海水进行六次水质周年监测分析, 除了现场测定温度外, 其它环境监测项目均在当天分析完毕。主要分析的项目有水温, DO, pH, NO_3^- , NO_2^- , $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 COD, 分析方法均按《海洋监测规范》进行 [4]。

2 结果与讨论

2.1 底层水的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 NO_2^-

西海域属于半封闭海区, 陆源补充较少, 水体中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 NO_2^- 主要来源于沉积物中的残饵和养殖对象的排泄物。据报道, 含 N 排泄物中约 80% ~ 90% 为 $\text{NH}_3\text{-N}$, 其 NO_2^- 则主要为含 N 有机物分解的中间产物 [5]。调

收稿日期: 2002-07-17, 修改稿收到日期: 2002-09-02

基金项目: 福建省专项基金(K81119)

作者简介: 王 宪(1954), 男, 江苏省响水县人, 教授, 主要从事海洋有机污染化学研究。

查期间, $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 NO_2^- 的年变化见图 1。底层水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的变化为 0.58~ 1.38mg/L, 均值为 0.85mg/L。 NO_2^- 的变化为 0.025~ 0.12 mg/L, 均值 0.073mg/L。从图 1 可见, $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 NO_2^- 显现较有规律的变化, 一般 $\text{NH}_3\text{-N}$ 较高时, NO_2^- 的含量也较大。在 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 之间的硝化和反硝化作用同硝化菌群的作用相关, 而硝化菌群的大量生长则同环境因子水温、pH 等密切相关。

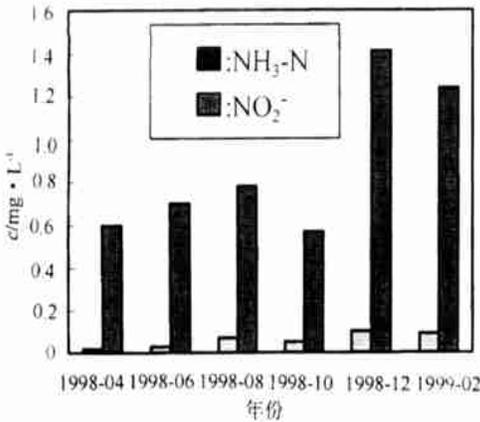


图 1 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- 的时间变化

Fig. 1 Change of $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- in different month

2.2 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- 和环境因子的关系

表 1 给出了水温(t)、pH 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- 的相关分析结果。通常温度对水体中的硝化作用影响较大, 硝化细菌在温度较低, 硝化作用减弱, 因此, 冬季温度较低, 其 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的含量较高, 当温度上升后, 硝化作用有利于 $\text{NH}_3\text{-N}$ 向 NO_2^- 转化。由表 1 可见, $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- 和水温、pH 的相关关系较差, 同 DO 的相关关系较好, 呈负相关。表明水体中 DO 的提高是

表 1 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- 和 pH, t, DO 的相关关系

Tab. 1 Relationship among $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- and pH, t, DO

| 关系 | 回归方程 | r |
|----------------------------|--------------------------------|--------|
| $\text{NH}_3\text{-N-pH}$ | $- 0.0696 \text{ pH} + 1.4078$ | 0.0012 |
| $\text{NO}_2^- \text{-pH}$ | $0.733 \text{ pH} - 0.5173$ | 0.0031 |
| $\text{NH}_3\text{-N-t}$ | $- 0.0251t + 1.4147$ | 0.0546 |
| $\text{NO}_2^- \text{-t}$ | $0.0002t + 0.0686$ | 0.0004 |
| $\text{NH}_3\text{-N-DO}$ | $0.5713 \text{ DO} + 4.1889$ | 0.6437 |
| $\text{NO}_2^- \text{-DO}$ | $- 0.0667 \text{ DO} + 0.4638$ | 0.7673 |

降低 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 NO_2^- 的有力措施。

2.3 底层水中的 NH_3

从生态角度而言, $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 NO_2^- 的含量多寡, 只能间接指示水体的老化程度, 并不能直接指示给养殖生物带来的不良影响, $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 NO_2^- 只是诱发养殖对象致病的一种环境条件, 其主要问题还在于分子 NH_3 的毒性。通常分子 NH_3 的毒性与环境因子 pH 和温度有关。温度越高, pH 值越大, 其毒性越大。其 NH_3 在水体中的含量可用下式描述:

$$\text{NH}_3 = \frac{\sum \text{NH}_4^+ \text{-N}}{1 + \text{antilg}[P^{ka} - \text{pH}]} \times 100\%$$

式中: antilg 是反自然对数; $P^{ka} = - \lg Ka$, Ka 为的 NH_3 电离常数。调查期间, NH_3 在底层水中周年的月变化值见表 2, 其范围 0.007 6 ~ 0.030 mg/L, 平均值为 0.019 mg/L。有报道, 尽管各种养殖对象对 NH_3 耐受力有所差异, 但一般认为, 其长期最大耐受 NH_3 的浓度为 0.025 mg/L^[5,6]。计算结果表明, 6 月到 12 月间底层水的 NH_3 基本接近或超过此界。表明这一期间底层水有机负荷量大, 硝化能力减弱, 水体自净能力迟缓。

2.4 有机负荷和硝化作用

表 2 NH_3 的时间变化

Tab. 2 Change of NH_3 in different month

| 时间 | 1998-04 | 1998-06 | 1998-08 | 1998-10 | 1998-12 | 1999-02 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $c(\text{NH}_3) / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ | 0.0076 | 0.013 | 0.022 | 0.021 | 0.030 | 0.018 |

含 N 有机物在水中通过微生物作用后, 释放到水体中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 量经生物化学作用到

NO_3^- 是一个代谢作用与净化能力平衡的过程。因此, 突然增加的代谢产物的负载, 尽管

最终可降解达到平衡,但过多的负载会使水质发生剧变,给养殖业带来不利的效应,图2给出了COD和 NH_3 的回归结果(回归方程斜率为14.233; $r^2=0.0635$)。可见,底层水COD增多,是造成 NH_3 危害加剧的关键问题。除了有一个天然的养殖环境外,控制残饵的产生和饵料的可利用率是网箱养殖区底层水不受污染的重要因素之一。

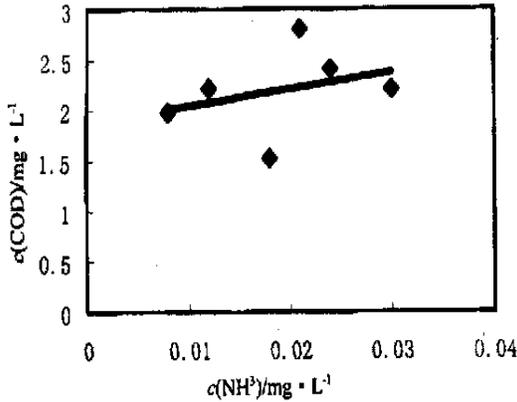


图2 COD与 NH_3 的关系

Fig. 2 Relationship between COD and NH_3

3 结论

网箱养殖区底层水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 NO_2^- 的含量,反映出水质的氨化能力,底质中有机物

的增多,是导致水体富营养化、水质恶化的因素之一,水体要保持稳定,就必须保持硝化作用的正常进行,才能营造有利的养殖环境。网箱养殖区底层水的自净能力与底质中有机物含量密切相关.这反映在水体的氧化,降解能力上。底质中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的增多,DO的下降反映有机物的增加,导致水体富营养化、水质恶化的因素之一.水体要保持稳定,必须提高其氧化能力,保持好氧生物有机物降解作用的正常进行.这才有利的养殖环境不受污染,有利于正常养殖。

参考文献:

- [1] JURGEN O. 浮游植物和异氧水生细菌的代谢偶联[J]. 微生物通报, 1990, 17(3): 158-164.
- [2] JURGEN O. 水生生态系统的结构和功能[J]. 微生物通报, 1990, 17(6): 351-361.
- [3] 陈子强. 塘鱼养殖的水质管理[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1989.
- [4] GB 17378-1998, 海洋监测规范[S].
- [5] CHEN J C. Acute toxicity of nitrite to tiger prawn, *penaeus monodon*, larvae[J]. Aquaculture, 1988, 69(3): 253-262.
- [6] 金有坤. 淡水渔业水质分析[M]. 上海: 上海科学出版社, 1986.