

研究简报

牛头岛深湾网箱养殖区底质溶液中的氮和磷

The nitrogen and phosphorus in sediment interstitial water
of cage cultural waters in the Depth Bay of Niutou Island

王小平

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

Wang Xiaoping

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300)

关键词 网箱养殖, 底质溶液, 氮, 磷, 牛头岛

Key words cage culture, interstitial water, nitrogenous, phosphorus, Niutou Island

目前有关海洋沉积物底质溶液中生原要素的研究报道较少。Rittenberg^[5]研究了沉积物管样中 $\text{NO}_3^- \text{N}$ 、 $\text{NO}_2^- \text{N}$ 、 $\text{NH}_4^+ \text{N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-} \text{P}$ 及 $\text{SiO}_3^{2-} \text{Si}$ 的垂直分布, 探讨了生原要素的再生过程。国内Gu Hongkan等^[6]研究了胶州湾底质溶液中氮和磷化合物的分布特征。沈志良等^[1]研究了黄河口附近海区沉积物间隙水中的营养盐。本文首次报道深湾网箱养殖场沉积物底质溶液中氮和磷化合物的情况。

1 调查与方法

1991年10月和1992年4月对珠海深湾($22^\circ 10' 18'' \text{N}$, $113^\circ 48' 12'' \text{E}$)网箱养殖场进行2次采样。利用抓斗采泥器采取表层泥样, 装入塑料袋内密封带回实验室冷冻保存。共设7个测站, 其中养殖场内设6个站, 养殖场外设1个站。站位分布见图1。

沉积物底质溶液的分离, 按不同的含水量, 分别称取一定量的湿沉积物, 用重蒸馏水于烧杯中稀释, 并搅匀, 以2500 r/min离心, 将离心所得清液经0.7 μm 滤膜过滤, 滤液均按《海洋调查规范》(1991年)测定。

2 结果与讨论

1991年10月和1992年4月深湾底质溶液中各站 $\text{NO}_2^- \text{N}$ 、 $\text{NO}_3^- \text{N}$ 、 $\text{NH}_4^+ \text{N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-} \text{P}$ 的平均含量分布以及 $\text{NO}_3^- \text{N}/\text{P}$ 和 $\Sigma \text{N}/\text{P}$ 的比值分布见图2。

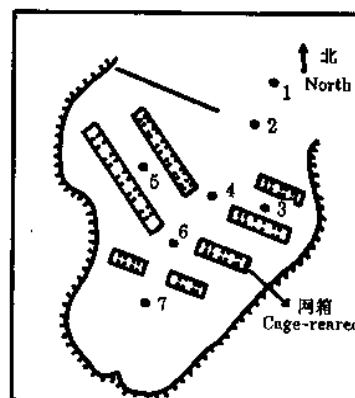


图1 采样站位图

Fig.1 The sampling stations

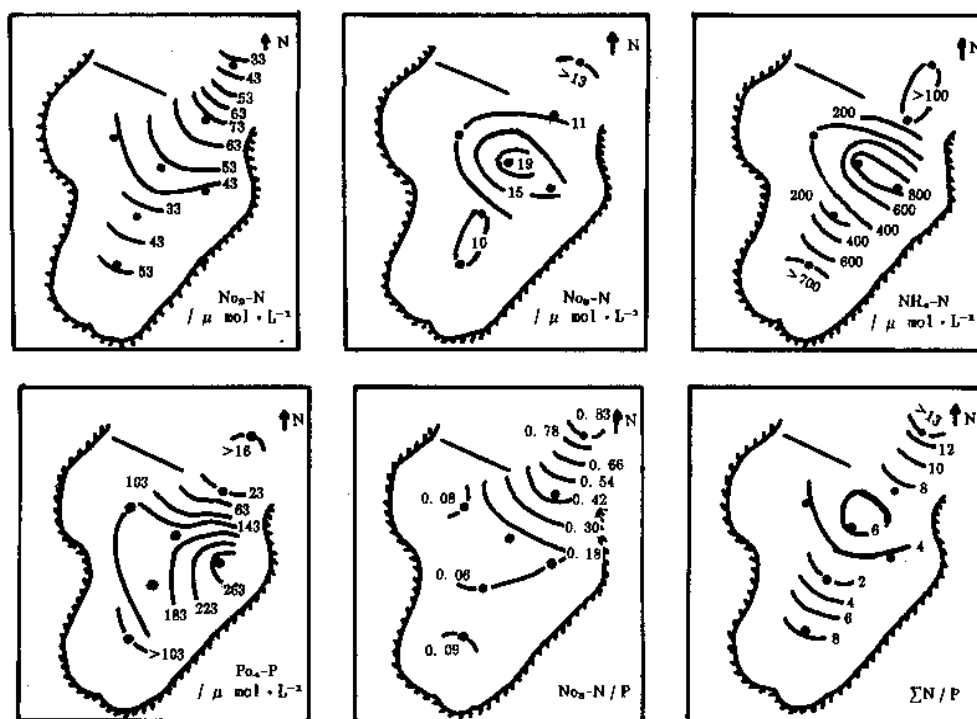


图2 深湾底质溶液中N、P的平面分布情况

Fig.2 The horizontal distribution of N、P in the interstitial water in Depth Bay

从图2-1可看出, $\text{NO}_2\text{-N}$ 的浓度取决于 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的氧化和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的还原, 很不稳定, 表现为湾口2号站含量较高为 $74.2 \mu\text{mol/L}$, 1号站浓度相对较低为 $33.35 \mu\text{mol/L}$, 各站浓度分布趋势自湾外向湾口递增, 而湾口向湾的中部递减, 最后由中南向湾底南部方向递增, 浓度分布变化较为复杂。从图2-2看出, 除1号站外, 湾内各站 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度分布呈现中部高, 中南至南部低, 在中部4号站出现明显的高值达 $21.47 \mu\text{mol/L}$, 向内湾西和西南部沿岸及湾口附近递减。

由图2-3看出, $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度的分布表现为中部和南部高, 中南部(6号站)及湾口以外(1~2号站)低, 并在中部(3~4号站)出现明显的高值达 $938.64 \mu\text{mol/L}$, 其含量分布趋势一方面由东向西递减; 另一方面由中南向湾底南部递增。说明 $\text{NH}_4\text{-N}$ 这种分布状况与该湾网箱养殖沉积物中溶解有机氮多相关, 溶解有机氮多处, $\text{NH}_4\text{-N}$ 也多^[2], 这也表明 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量高可能是溶解有机氮进一步分解的结果。

图2-1, 2, 3表明, 深湾底质溶液中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度形成的原因, 除主要取决于该湾有机物的含量及其分解速率外, 还受内陆影响, 珠江径流带入一定的营养盐($5.95 \times 10^4 \text{ t/a N}$ 和 $0.74 \times 10^4 \text{ t/a P}$)^[3]。其次由于深湾口非常狭窄, 湾中部流速只有 3.0 cm/s , 湾内水交换较差, 加上高密度投饵养鱼, 其总投饵量中30%~50%沉积于底泥中^[4], 投饵残渣及鱼的排泄物的影响, 使本湾底质溶液中氮、磷的含量增高。此外 $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度与养殖区沉积物环境有很大关系, 由于大量有机物的下沉和堆积(本次调查堆积泥厚度平均为 60 cm), 底质化学耗氧量(COD)平均达 10.42 mg/g (干样), 加上微生物的分解作用, 导致溶氧不足, 深湾底层水溶氧平均为 5.57 mg/L , 氧的饱和度平均只有85%, 尤其内湾中部3号、5号站, 氧的饱和度平均仅66%, 氮可能逐渐成为还原态, 还原细菌将有机物氧化分解出大量 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 及 H_2S , 造成养殖底质溶液中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量较高, 平均为 $499.34 \mu\text{mol/L}$, 最高达 $1579.77 \mu\text{mol/L}$ 。

海水中溶氧丰富时, $\text{NH}_4\text{-N} \rightarrow \text{NO}_2\text{-N} \rightarrow \text{NO}_3\text{-N}$, 溶解氧较低时 $\text{NO}_3\text{-N} \rightarrow \text{NO}_2\text{-N} \rightarrow \text{N}_2\text{O}$ 及 N_2 , 这是热

力学的必然趋势^[7]。硝化细菌的存在使硝化作用较为迅速。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 多的地方,其氧化产物多些,因而本湾底质溶液中 $\text{NO}_2\text{-N}$ 及 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的含量较高,分别为 46.58 和 13.58 $\mu\text{mol/L}$,转化过程中溶氧耗尽时,硫酸盐被细菌大量还原为二价硫(S^{2-}),加速了 H_2S 的产生,本区硫化物平均含量高达 320 mg/kg (干样),其中湾内 4 号站含量最高,达 642 mg/kg (干样),在这种环境下,其氧化还原电位可能是相当负的,继续氧化就会受到阻碍,因此其硝化作用很难继续进行,生成 $\text{NO}_3\text{-N}$ 更为困难。本次调查无机氮中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量最低,本湾 $\text{NH}_4\text{-N}$ 大量积累表明 NH_4^+ 是底质溶液中无机氮的主要存在形态。

从图 2-4 看出,各站 $\text{PO}_4\text{-P}$ 的分布较有规律,3 号站最高为 275.08 $\mu\text{mol/L}$,1 号站最低为 16.31 $\mu\text{mol/L}$,浓度分布趋势自东向西南至北部方向递减。调查结果表明,底质溶液中 $\text{PO}_4\text{-P}$ 浓度为 15.6~465.34 $\mu\text{mol/L}$ (平均 126.52 $\mu\text{mol/L}$),而养殖区表层水 $\text{PO}_4\text{-P}$ 浓度为 0.88 $\mu\text{mol/L}$,底层水为 0.98 $\mu\text{mol/L}$,可见底质溶液和海水之间浓度差值较大,反映了海水和沉积物之间 $\text{PO}_4\text{-P}$ 的交换较差。

由图 2-5 看出,大部份测站底质溶液中 $\text{NO}_3\text{-N/P}$ 的原子比,处于或接近分析零值,如南至中部各站 $\text{NO}_3\text{-N/P}$ 的比值较低,湾口以外 1、2 号站相对高些,其氮、磷比分布趋势由湾外北部向湾底南部递减。说明在低比值($\text{NO}_3\text{-N/P}$)区,可能在还原环境下 $\text{NH}_4\text{-N}$ 难以进一步氧化为 $\text{NO}_3\text{-N}$ 。 $\Sigma\text{N/P}$ 的比值相对高些,大都在 5~15 以上。这说明磷酸盐的浓度,受到 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 溶解度的限制^[2],而不能像 $\text{NH}_4\text{-N}$ 那样大量积累起来。其比值分布趋势出现两种情况,即由湾外向湾的中部递减及由中南向湾底南部递增(图 2-6)。

参 考 文 献

- 1 沈志良,陆家平,等. 黄河口附近海区沉积物间隙水中的营养盐. 海洋学报, 1991, 13(3): 407~411
- 2 姜隆后,等编. 微生物在土壤养分转化中的作用. 北京:科学出版社, 1962
- 3 王肇鼎,谭卫广. 珠江口水域营养盐动态. 暨南大学学报, 1989, 赤潮研究专刊: 1~8
- 4 日本水产学会编. 水圈的富营养化与水产增殖. 韩书文,等译. 北京:农业出版社, 1984
- 5 Rittenberg S C, Emery K K, Z O Wilson. Regeneration nutrients in sediments of marine basins. Deep-Sea Res, 1955, 3: 23~45
- 6 Gu Hongkan, Li Guojie. The nitrogenous and phosphorus compounds in interstitial water of Jiao Zhou Bay. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1979, 10(2): 103~111
- 7 Cooper L H N. The nitrogen cycle in the Sea. J Mar Biol Ass, 1977, 22: 183~204

欢迎订阅 1999 年《中国水产科学》

本刊是季刊,大 16 开,每期 128 页,季末出版,国内外公开发行人。每期定价 14 元,全年 56 元(含邮费)。本刊邮发代号:18—250,国内统一刊号:CN11—3446/S,国际标准刊号:ISSN1005—8737,国外代号 4639Q。全国各地邮局办理订阅手续(可破季订阅)。漏订或补订当年和过期刊,请直接向编辑部订阅。地址:北京市丰台区青塔村 150 号,邮政编码:100039,联系电话:010—68673921。联系人:吴均

《中国水产科学》是中国水产科学研究院主办的国家级学术期刊,1996 年正式编入《中国学术期刊(光盘版)》被定为核心期刊。本刊国内外公开发行人,主要刊载水产资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产品保鲜与加工、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器及渔业基础研究的学术论文、研究简报、综述和学术动态等文稿。它的主要服务对象是水产科学研究、教学、科技管理人员以及大专院校师生。是反映水产科研成果的窗口和培养人才的园地。它面向水产业,为水产业的持续发展和水产经济建设服务。