

河川感潮部底泥における硝化作用

九大工学部 学生員○工藤幸雄 正員 楠田哲也
 同 上 正員 古米弘明 正員 二渡 了
 同 上 正員 大石京子

1. 研究目的

自然水域に存在する窒素変換作用の一つに硝化がある。この硝化は塩分濃度により反応速度に変化が生じる。本研究では佐賀県の感潮河川、六角川の底泥を使用し、塩分濃度を段階的に変えて硝化実験を試みた。

2. 実験装置及び方法

採泥は、六角川の感潮部上流A地点、中流B地点、下流C地点で行い(図-1参照)河床表層1cmの底泥を採取し、それぞれの底泥に対し、海水濃度を1%~80%と5段階に設定して $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の経時変化を求めた。図-2のように実験装置は、ポリビンに底泥、海水、水道水、 $\text{NH}_4\text{-N}$ または $\text{NO}_2\text{-N}$ を入れ、全体量を4lとし、コンプレッサーで空気を絶えず送り曝気し、攪拌も兼ねた。また通気によるアンモニアの侵入及び乾燥による水分の減少を防ぐために、1Nの硫酸に通した空気により曝気を行った。SSは、上流、中流が1400mg/l、下流が1300mg/lである。もう一つの実験として、中流底泥を用い海水濃度を25%とし、初期添加 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を10mg/l、5mg/l、2mg/l、1mg/l、0.5mg/l、0mg/lと変えて硝化回分実験を行った。SSは1400mg/lである。なお、BOD希釈水用A、B、C、D液を1mg/lの割合で添加し、ポリビンは黒いビニールで覆い、光を遮断した。実験は20℃の恒温室で行った。

分析方法は、次のとおりである。

$\text{NH}_4\text{-N}$ ：インドフェノール青吸光光度法

$\text{NO}_2\text{-N}$ ：N-(1-ナフチル)エチレンジアミン吸光光度法

3. 実験結果及び考察

a) 塩分濃度の影響

サンプル中に海水が含まれる割合を1%、5%、25%、50%、80%と変えて実験した。その結果、 $\text{NH}_4\text{-N} \rightarrow \text{NO}_2\text{-N}$ への変換は、図-3に示されるように海水濃度が1%、5%と濃くなるにつれ反応の完了する時間は短くなり、25%の時が最も早く反応が終了した。さらに海水濃度が50%、80%と濃くなるに従って再び反応時間が長くなった。上、中、下流の底泥のうち最も反応が早かったのは上流底泥である。図-4-aを見ると、上流底泥では海水濃度80%の条件で反応が極端に遅い。このことは、底泥

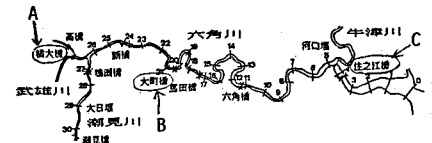


図-1：採泥地点

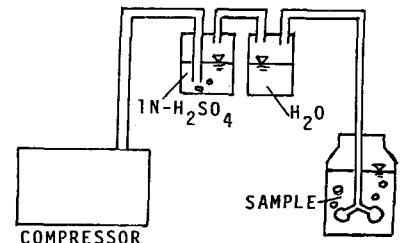


図-2：実験装置

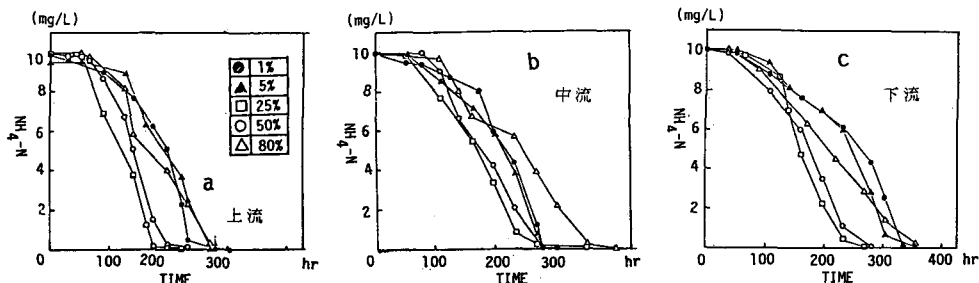


図-3： $\text{NH}_4\text{-N}$ 添加実験結果($\text{NH}_4\text{-N}$)

は塩分濃度が採取以前の状態と極端に異なる場合、反応が遅れることを示す。硝化菌には淡水性のものと海水性のものがあるが、海水濃度25%の時に最も反応が早く行われることから判断して、六角川感潮部底泥には淡水性と海水性の両方が共存している可能性が大きい。Akaiら¹⁾は淡水性硝化菌を用いた塩分濃度の影響の実験より海水濃度25%では淡水状態とくらべ最大比増殖速度が半分以下になることを示している。このことから本底泥中の硝化菌は海水性あるいは海水耐性を有した硝化菌であると考えられる。図-5では $\text{NO}_2\text{-N} \rightarrow \text{NO}_3\text{-N}$ への変換が最も早く行われるのが $\text{NO}_2\text{-N}$ 基質が1/3に減少した時点では、海水濃度5%のときで、次いで25%、1%、50%、80%の順に遅くなる。また反応の傾向として、上流、中流底泥は反応が始まってから終るまでの時間が短く、急激に反応が行われるのに対し、下流底泥はなだらかに反応が行われる。

b) $\text{NH}_4\text{-N}$ 初期濃度の影響

海水濃度を25%とし、中流底泥を用い、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の量を10mg/l、5mg/l、2mg/l、1mg/l、0.5mg/l、0mg/lとして硝化実験を行った。その結果は図-6を見てわかるように $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が最も高い10mg/lの時も、最も低い0mg/lの時も共に60時間まで徐々に減少したのち急激な硝化反応がみられた。また減少カーブの傾きは $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高いほど大きく、低いと小さい。よって、単位時間の硝化能力は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が小さくなるほど衰えることがわかる。次に、アンモニア酸化菌の増殖過程をMonod型増殖式によって整理を試みた。数値計算によるカーブフィッティングによって増殖パラメータである ν_m (最大比増殖速度)と K_s (飽和定数)を求めた。ここで、収率を0.1として計算した。その結果の例を図-6に破線で示した。海水濃度25%という一定環境条件であるにもかかわらず初期濃度0~10mg/lで最適 ν_m は0.03~0.04(1/hr)、 K_s は1.0~2.0(mg/l)の範囲にあり、統一的な数値は求まらなかった。また、その傾向は高濃度領域では低濃度に比べ、低めの ν_m 、高めの K_s でよく実測値を表した。

4. まとめ

- 1) $\text{NH}_4\text{-N} \rightarrow \text{NO}_2\text{-N}$ 変換では海水濃度25%の時が最も早い。
- 2) $\text{NO}_2\text{-N} \rightarrow \text{NO}_3\text{-N}$ 変換では海水濃度5%の時が最も早い。
- 3) 上流底泥では硝化曲線の傾きが急であるが、中流、下流底泥となるにつれて傾きが小さくなる。
- 4) $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度にかかわらず硝化はすぐにはおきない。
- 5) 数値計算により求めたアンモニア酸化菌の最大比増殖速度および飽和定数はそれぞれ、0.03~0.04(1/hr)、1.0~2.0(mg/l)と求まった。

図-6：初期 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の影響

参考文献 1) Akai et al.: Ecological Modelling, (19), pp189-198, 1983.

図-4： $\text{NH}_4\text{-N}$ 添加実験結果($\text{NO}_2\text{-N}$)

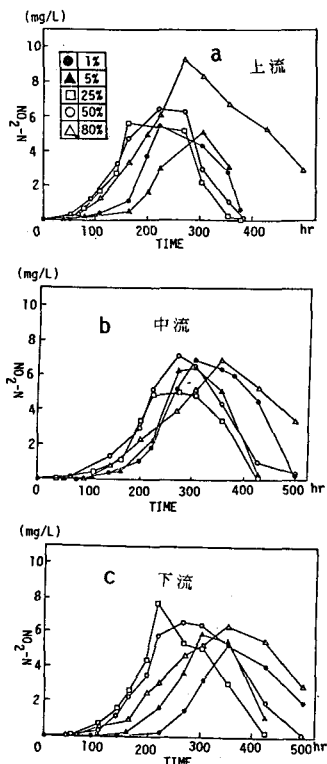


図-5： $\text{NO}_2\text{-N}$ 添加実験結果

