

II-428

自然河川における河床礫生物膜の硝化反応に関する考察

東北大学大学院 学生員 ○徐 開欽
 東北大学工学部 正 員 高崎みつる
 東北大学工学部 正 員 佐藤敦久

1. はじめに

河床が礫で覆われたような浅い都市河川の窒素収支を考えていくとき、硝化、植物プランクトンと付着藻類への無機窒素の取り込み、脱窒が主な要因である。それをpH、水温の影響を考慮することで、あら方の収支が取れることは著者らはすでに報告している^{1), 2)}。しかし、河川内の窒素収支を考える時、個々の要因は実測に頼ってその速度や相対的重要度を判断していくことになり、将来予測や環境変化に伴う収支の変化を考察していくには難しさがまだ残っている。環境変化への対応を予測する場合、すでに表してきたような方法論では十分な議論ができないという認識から、収支に影響を与える個々の要因について、速度の決め方とその普遍性について検討する必要性が生じてきた。ここでは、これまで行ってきた一連の実験と現場調査を省み、硝化反応について河川内での挙動から、その表し方へ向けて考察を行ったので報告する。

2. 試料及び方法

対象流域、実験方法については参考文献2)、3)と同じである。

3. 考察

河床が礫で覆われたような浅い都市河川内の硝化反応はこれまで多く研究されてきた下・廃水処理を対象とした高濃度の場合と異なり低濃度であること、付着微生物が主体の反応であることが特徴といえる。硝化反応の例をFig.1~Fig.4に示すが、同一河川のほぼ同じ時期（年度が異なる）という条件下でその速度や挙動が必ずしも似ていないことが分かる。これらの図は何れも見かけ上の硝化反応の経時変化であるが、Fig.1~Fig.3は1次反応であり、またFig.4はむしろ0次反応と見なせよう。1次反応では水温の差を考慮して（温度補正はJenkinsら⁴⁾が報告した $k=0.18\exp(0.12\cdot(T-15))$ 式を用いた）Fig.1、Fig.2とFig.3に対してそれぞれ（1）、（2）と（3）式のようになる。

$$N=0.325\cdot\exp(-0.32\cdot t) \quad \text{相関係数 } r=94.5\% \quad (1)$$

$$N=0.359\cdot\exp(-0.06\cdot t) \quad r=90.0\% \quad (2)$$

$$N=0.659\cdot\exp(-0.057\cdot t) \quad r=91.6\% \quad (3)$$

ここに N は $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度 (mg/l)、 t は時間 (hr) である。

これは用いた河床礫地点、季節が同じの硝化反応係数であるため、いわゆるシミュレーションに際しては、1次反応として表せばかなり係数に幅をもたせてキャリブ

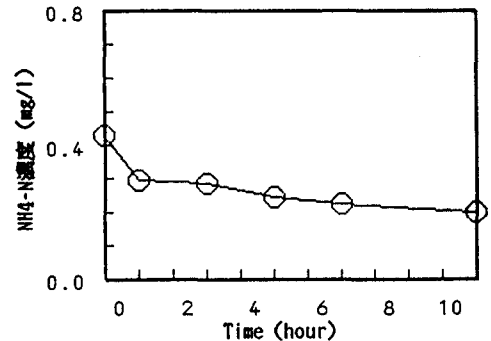


Fig.1 1986年10月A礫二層を用いた擬似現場実験の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の経時変化 (13°C)

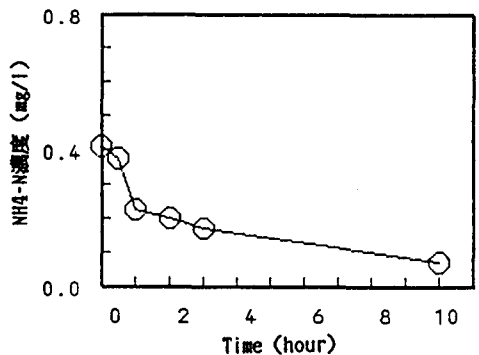


Fig.2 1987年10月A礫一層を用いた擬似現場実験の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の経時変化 (19°C)

レーションすることが許されることになる。また、別な見方をすれば、地点的な特徴などはあまり考慮する必要がないとも考えられる。一方Fig.4は見かけ上ほとんど反応が進んでいないが、河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出³⁾の分を差し引いた反応では0次反応と見なせ、真の反応速度はかなり大きい値となることを報告してきた³⁾。

これらのことは河川内の硝化反応を0次、1次のどちらと考えるのも誤りではないことを示し、シミュレーションするときもその範囲で誤っていないことを示している。これはRichard Ruaneら⁵⁾の報告と一致している。

実際には対象とする区間の選び方(長さ、上・下流の位置と初期値濃度など)によっては硝化反応の相対的な重みは下限値の問題とすり替わることにもなるであろう。

礫表面の付着生物膜による硝化反応を考えていくとき、ネットの硝化

(溶出を差し引いた硝化)は変化が大きく、一方溶出はそれに比べて変化が少なかった。除去の下限値に達するまでの挙動に着目すれば、硝化速度の決め方が支配的となる。一方では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の下限値としては実験観測結果^{2), 6), 7)}から0.05~0.3mg/l当りに存在していたことから、 $\text{NH}_4\text{-N}$ がこの濃度範囲では硝化が進まなくなるのは硝化と河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出が釣合になるであろうと思われる。これについては今後さらに検討していく予定である。

4. 参考文献

- 1) 徐 開欽：河川水中のN・P・C挙動に関する研究、東北大学修士論文、1987年3月
- 2) 徐 開欽、高崎みつる、佐藤敦久：河床が礫で覆われた浅い都市河川の窒素収支、第21回水質汚濁学会講演集、1987、pp171~172
- 3) 徐 開欽、高崎みつる、佐藤敦久、熊谷幸博：都市河川水中の窒素挙動に及ぼす河床の影響、第22回水質汚濁学会講演集、1988、pp97~98
- 4) Jenkins, S.H. : Nitrification, J. Water Pollut. Control Fed., 41(2), 1969, 610~618
- 5) Richard Ruane, et al: Nitrification and other factors affecting nitrogen in the Holston River J. Water Pollut. Control Fed., Aug. 1978, pp. 2016~2028
- 6) 徐 開欽、高崎みつる、佐藤敦久：浅い都市河川の窒素挙動に及ぼす河床礫の影響、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集、1987、pp920~921
- 7) 高崎みつる、徐 開欽、佐藤敦久：浅い都市河川の窒素、燐挙動に及ぼす河床の影響、第52回日本陸水学会講演要旨集、1987、pp173

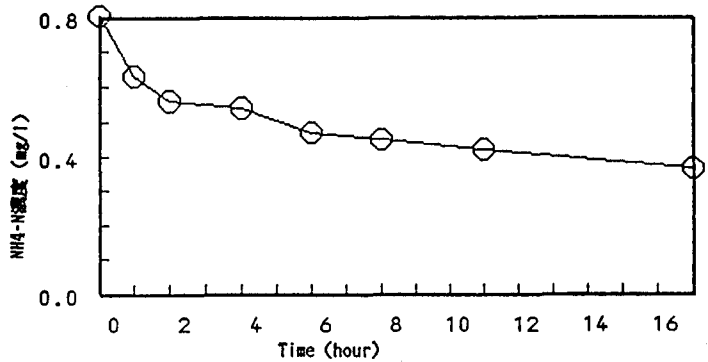


Fig.3 1987年11月B礫一層を用いた擬似現場実験の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の経時変化 (16℃)

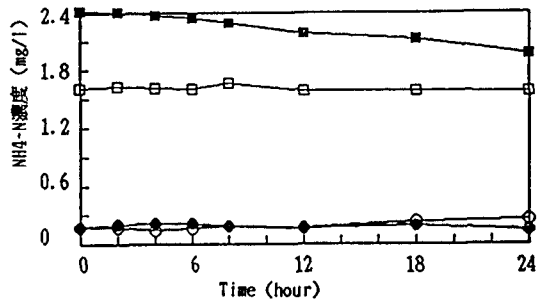


Fig.4 1987年12月の擬似現場実験の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の経時変化 (12℃)

○=Z-DA (A礫+ゼオライト吸着河川水) □=DA (A礫+河川水)
●=Z-DB (B礫+ゼオライト吸着河川水) ■=DB (B礫+河川水)