

玉川上水における硝化能の測定について

津久井 公 昭 渡 辺 正 子 紺 野 良 子

1 はじめに

筆者らは、玉川上水（下水処理水を利用した「清流の復活」対象区間）の通水後、水質調査を行い、放流水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高く（放流口で平均 $80\text{mg}/\ell$ ）、 N-BOD が高いこと、流下過程で硝化が認められることなどを明らかにした。硝化は、玉川上水に限らず一般河川においても、河川水質を理解する上で、重要な現象である。河川内での硝化は、主として河床表面に付着している硝化菌によって行われる。硝化の活発な場所では、硝化菌の存在量も多い。河川間あるいは地点間での硝化の状況の違いを比較するためには、河床面の硝化菌数を測定すればよいが、実際には難しい面がある。川床の状況も多様であり、適切な試料の採取が難しく、硝化菌の計数には長時間を必要とする。そこで、比較的簡易に特定の場所での硝化の活発さを測定する方法を考案した。即ち、硝化菌の付着板として磁器を河川水中に設置し、一定期間後回収し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を含んだ培養液の中に入れて培養し、経時的に $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度変化をみる方法である（結果を数値化して硝化能として表わす）。試行的であるので、定量化をしていないが、実用価値が認められるので、玉川上水での硝化能を測定した結果及び培養液の検討結果を報告する。

2 方 法

(1) 磁器及び設置方法

直径 18.5mm 、厚さ 4.2mm の小型円形素焼き磁器を使用した。磁器4個をナイロンネットで作った袋に入れ、棒等で河川水中に吊した。

(2) 設置場所（玉川上水水質調査地点）^{1) 2)}

放流口（St. 2, 磁器の設置は下流 200m 地点）

鎌倉橋（St. 3, 放流口からの距離： 4.2km ）

境 橋（St. 4, 10.6km ）

浅間橋跡（St. 4, 18.0km ）

(3) 磁器設置期間

硝化能の測定：1か月（1987. 9. 29 ~ 1987. 10. 28）

3. 5か月（1987. 9. 29 ~ 1988. 1. 18）

培養液の検討：2か月（1988. 9. 21 ~ 1988. 11. 14）

(4) 培 養 液

河川水：St. 2で採水した水に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が $10\text{mg}/\ell$ になるように $\text{NH}_4\text{C}\ell$ を添加し、GFFでろ過。

希釈水：蒸留水 1ℓ に、 BOD 希釈水のA液を 5ml 、B液、C液、D液をそれぞれ 1ml 加え、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が $10\text{mg}/\ell$ になるように $\text{NH}_4\text{C}\ell$ を添加し、GFFでろ過。

(5) 培養方法

硝化能の測定： 50ml 三角フラスコに河川水を 25ml 取り、回収した磁器を1個入れ、密栓して、遮光した 20°C の恒温槽で静置培養した。培養本数は対照3本及び4地点（St. 2~St. 5）それぞれ4本である。

培養液の検討： 100ml 三角フラスコに河川水又は希釈水を 50ml 取り、回収した磁器を2個入れ、密栓して、遮光した 20°C の恒温槽で静置培養した。培養本数は2種（河川水及び希釈水）につき対照2本及び3地点（St. 2~St. 4）それぞれ2本である。

(6) 測 定

測定日毎に 1ml 採水して、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$ を分析した。次項で述べる測定値は、それぞれの地点の平均値（4本または2本）である。なお分析は、テクニコン社製オートアナライザーで行った。

3 結果と考察

(1) 硝化能の測定

回収した磁器は、ユスリカの巣などの大きな付着物を除去して使用した。測定の結果を図1に示す。図中のI-Nは、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$ の和である。

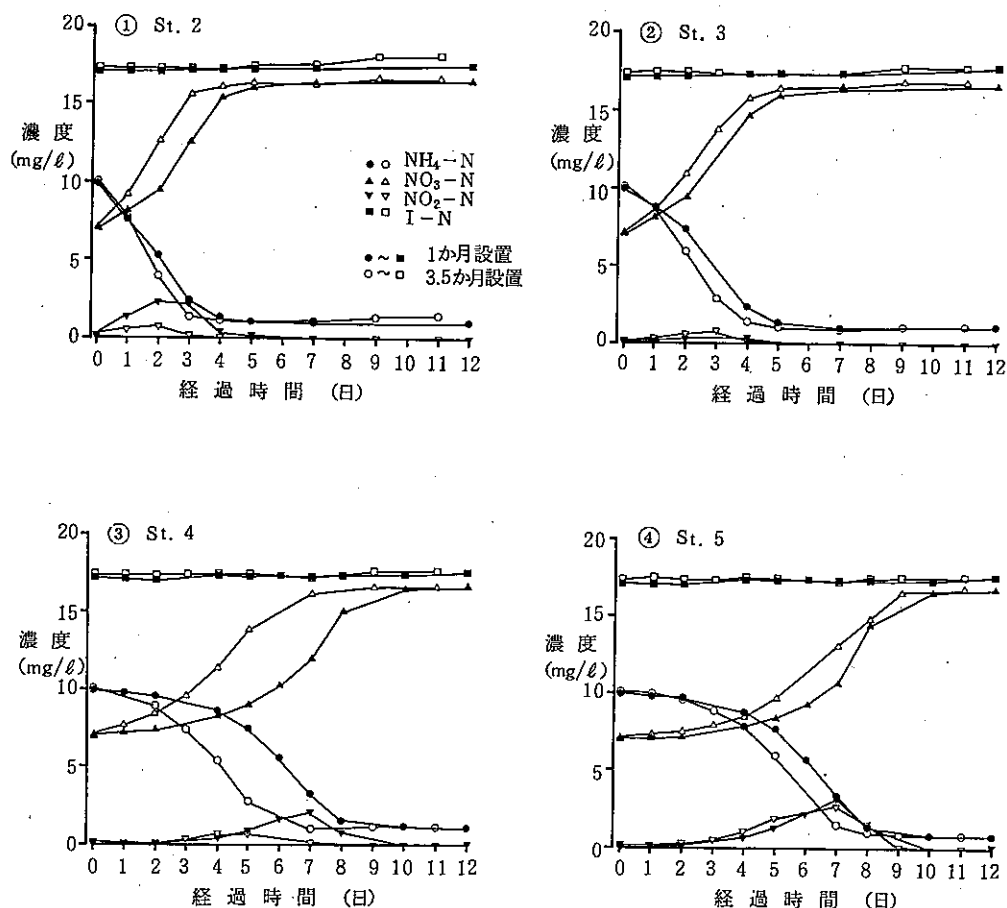


図1 $\text{NH}_4\text{-N}$ 等の濃度変化

I-Nの値がほぼ一定であるので、ここで起きている反応が硝化であることが分かる。

設置期間が1か月と3.5か月とは、St. 4を除いては、大きな違いは見られなかった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が一定になるまでの日数は5~10日である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の減少速度の地点による違いは明らかで、St. 2では、培養開始直後から速やかに減少し、St. 3ではわずかの遅れをもって減少する。これに対して、St. 4及びSt. 5では、かなり遅れて減少する。なお、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が1 mg/l以下にならないが、この原因は硝化に伴うpHの低下で硝化菌の生育が阻害されたためと考えられる。測定終了時の

pHは、4.8~5.1であった。また、St. 2、St. 4及びSt. 5にみられる $\text{NO}_2\text{-N}$ の一時的増加は亜硝酸菌による NO_2 生成に、硝酸菌の NO_2 消費が追いつかない状況を示す。

$\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の減少速度の違いは、磁器に付着している硝化菌の量に対応し、これは磁器の曝されていた水質に対応するものと考えられる。この $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の減少曲線から、一定濃度の減少時間、あるいは変曲点での時間などを算出し、硝化能を定量的に表現することができる。今回は定量化しなかったが、硝化能は、St. 2 > St. 3 > St. 4 > St. 5となる。この結果は、河川での流下過程での $\text{NH}_4\text{-N}$ などの減少という予想には一致する。しかし、

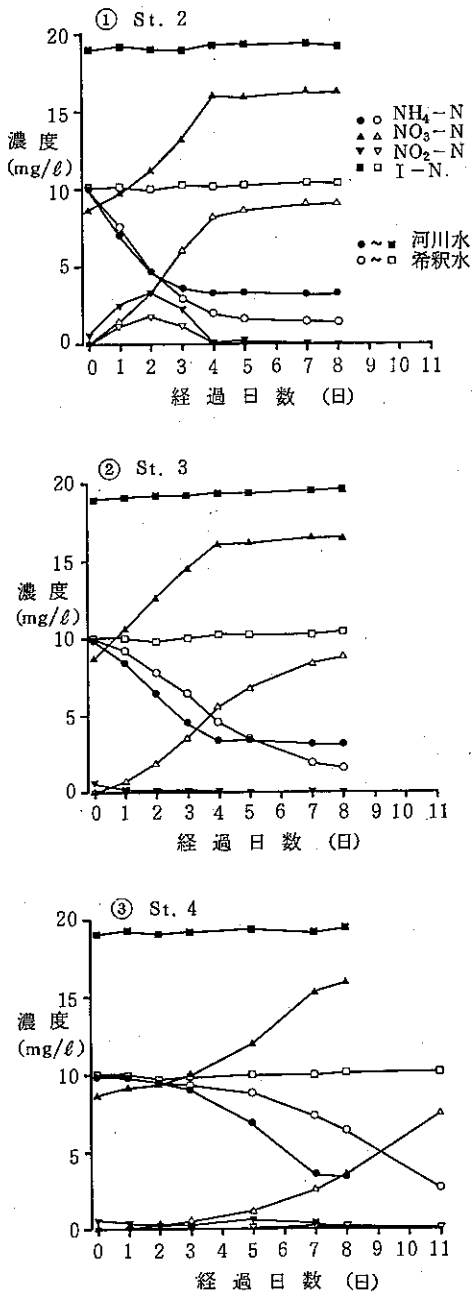


図2 培養液の検討

水質調査結果をみると、玉川上水のNH₄-N濃度 (mg/l)は、かなり低減しており、St. 2からSt. 5までそれぞれ、1987年10月13日は、0.07, 0.04, 0.02, 0.02で

あり、1988年2月9日は、1.40, 1.36, 1.92, 0.21である²⁾。このデータから見る限り、硝化能は、NH₄-N濃度がかかなり低いときでも高く出ており、水中のNH₄-N濃度と相関がないことになる。この点については今後の検討課題と考える。

(2) 培養液の検討

前項の硝化能測定では、玉川上水の水を培養液としたが、より一般的で簡便なものとして、BODの希釈水(A液の添加量は多くした。)を検討してみた。回収した磁器を河川水と希釈水でそれぞれ培養したときの結果を図2に示す。なお、測定終了時のpHは、河川水の場合は4.9~5.2、希釈水の場合は5.2~5.7であった。また、1988年11月14日測定のNH₄-N濃度 (mg/l)は、St. 2からSt. 4までそれぞれ、0.06, 0.01, 0.02であった。

河川水では、磁器の設置時期が異なるが、前項の硝化能測定とほぼ同じ結果が得られた。希釈水では、St. 2については差がないが、St. 5は目立って遅くなっている。この違いの原因として第一に考えられるのは、栄養成分、特に炭素源の不足であるが、この点について今後の検討が必要である。今回の結果からみて、培養液については、希釈水に多少の工夫を加えることで実用化できると思われる。

4 おわりに

河川の特性を把握するため、玉川上水の硝化能を測定した。その結果、地点毎の特徴は明瞭にでたが、流水中のNH₄-N濃度との関係は不明瞭であった。硝化能については測定法そのものが試行的であるが、今回の測定の結果から実用化が見込まれるので、今後、測定法を確定するとともに、各河川での測定例を増やしていきたい。

参考文献

- 1) 津久井公昭ら：清流の復活に関する研究(その6) 昭和61年度玉川上水水質調査結果, 東京都環境科学研究所年報, 1988, p. 121.
- 2) 渡辺正子ら：清流の復活に関する研究(その7) 昭和62年度玉川上水水質調査結果, 東京都環境科学研究所年報, 1989, p. 142.
- 3) 日本規格協会：日本工業規格 工場排水試験方法 p. 47 (1986).