

# 河川内での硝化について (その1) - 付着藻類の影響について -

津久井 公昭 山崎 正夫

## 1 はじめに

筆者らは、都内河川のN-BODを調査し、BOD中に、常にかかなりの量のN-BODが存在することを明らかにした<sup>1)2)</sup>。その結果、河川のBODを低下させるためにはN-BODの原因であるアンモニアを低減する必要があることが認識された。行政的課題として、魚類への毒性等をも考慮して、アンモニアを規制することも検討され始めてきている<sup>3)</sup>。

河川内において、アンモニアの変化・収支に関する主要な現象には、硝化細菌による硝化の外に付着藻類による吸収がある。ここでは河川内の硝化に関して、付着藻類の影響を検討した実験結果を報告する。

## 2 実験方法及び分析方法

### (1) 実験方法

ビーカーに河川水及び藻類の付着した石を入れ、明暗の条件下で、経時的に窒素化合物及びりん化合物の濃度を測定し、硝化と付着藻類の吸収を解析した。組合せは表1に示す4種類である。

表1 組合せ

ケース	石の有無	水	照明条件
A	無	河川水	暗
B	無	河川水	明
C	有	河川水	暗
D	有	河川水	明

各2本

### (2) 実験条件

ビーカー：1ℓ (河川水量は800mlとした。)

河川水：多摩川多摩川原橋で採水した(1994.3.1)河川水を使用した。

石：上記地点で、水面下にある、緑色の認められる藻類の付着している石(上面30~40cm<sup>2</sup>)を採取して使用した。

温度：0~4日 20℃

5~9日 23℃

明暗：明(12時間明(5:00am~5:00pm)、12時間暗)

：暗(常時暗)

照度：4000ルクス

振盪等：静置(分析試料採取時を含め、常に静置)

分析試料採取：開始時 0日 8:00pm

1~3日 9:30am及び4:30pm

4日以降 4:30pm

### (3) 分析項目

窒素化合物：アンモニア性窒素(NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸性窒素(NO<sub>2</sub>-N)、硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)。なお、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N及びNO<sub>3</sub>-Nの合計を無機性窒素(I-N)とした。

りん化合物：りん酸性りん(PO<sub>4</sub>-P)。

その他：SS。

### (4) 分析方法

NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N：オートアナライザーによる自動分析法で分析した。

PO<sub>4</sub>-P：オートアナライザーで分析した。

SS：工場排水試験方法による<sup>4)</sup>。

## 3 結果と考察

実験結果を、図1~5に示す。

この実験での主要な反応は、硝化、脱窒及び藻類によ

る吸収の3種類と考えられる。硝化は、硝化細菌によりNH<sub>4</sub>-Nが酸化されてNO<sub>2</sub>-Nに、更にNO<sub>2</sub>-Nが酸化されてNO<sub>3</sub>-Nになる過程を経る。硝化には酸素が必要である。脱窒は、脱窒菌によってNO<sub>3</sub>-Nが窒素(N<sub>2</sub>)になる反応で、還元的雰囲気で行われる。また藻類は、N

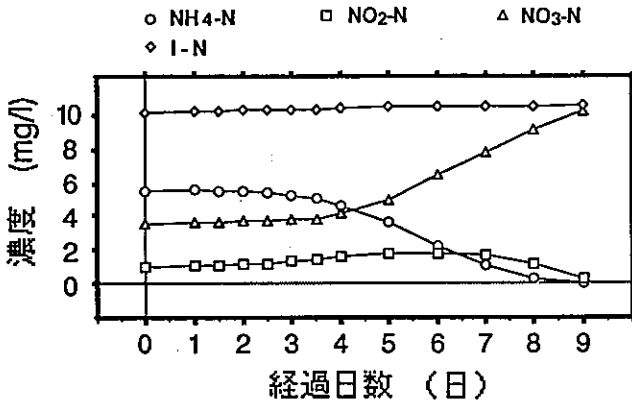


図1 ケースA (河川水-暗)

H<sub>4</sub>-N及びNO<sub>3</sub>-Nを栄養素として吸収する。

図1のケースAは、河川水を暗所に静置した場合で、典型的な硝化反応である。NH<sub>4</sub>-NがNO<sub>2</sub>-Nに酸化されるとともに、更に、同時にNO<sub>2</sub>-NがNO<sub>3</sub>-Nに酸化される反応も進行している。菌体形成に利用される部分は極く少量なので無視でき、I-Nは、経時的にほとんど一定である。なお、図2に見られるようにPO<sub>4</sub>-Pはほとんど変化しない。BOD測定時の硝化反応の場合も、こ

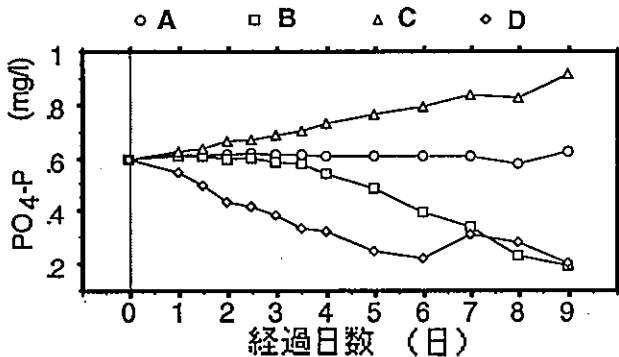


図2 リン酸濃度の変化

のような形で進行する。

図3のケースBは、河川水を明条件に置いた場合である。ケースAと同様にNH<sub>4</sub>-Nは減少していくが、ここでは、NO<sub>3</sub>-Nは変化せず、硝化はNO<sub>2</sub>-Nの増加に止ま

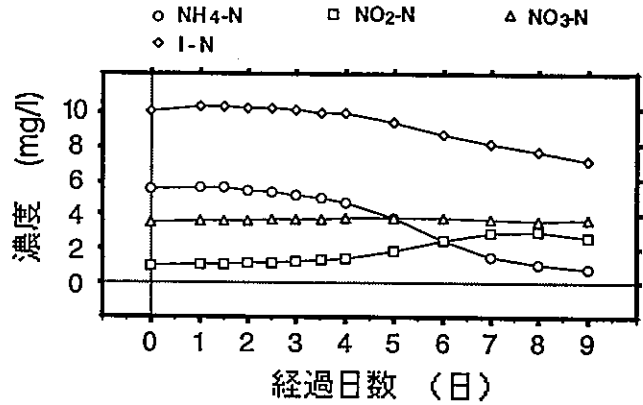


図3 ケースB (河川水-明)

り、NO<sub>2</sub>-NからNO<sub>3</sub>-Nになる過程が進行していない。また、NH<sub>4</sub>-Nの減少は、硝化によるだけでなく、河川水に含まれていた藻類による吸収と考えられる部分があり、I-Nは、経時的に減少傾向を示す。PO<sub>4</sub>-Pは、吸

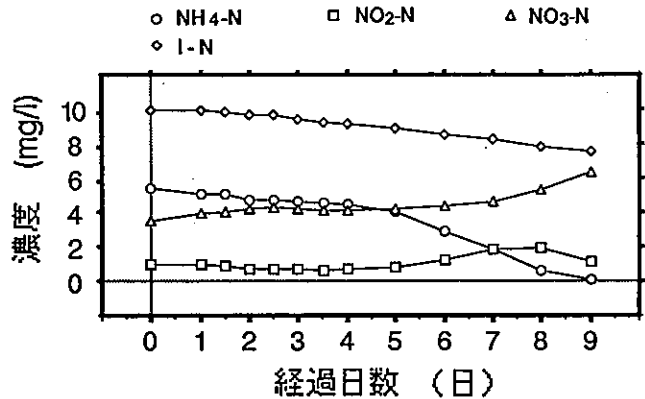


図4 ケースC (石-暗)

取されて、減少していく。

図4のケースCは、河川水だけでなく、石を入れた暗条件の場合である。石の表面には生物膜層が付着しており、河川水だけより硝化菌も多く存在していると考えられるが、ケースAと比較して、硝化が加速された様子はない。I-Nは、経時的に減少するが、その原因は、暗条件のため藻類の吸収がないとすれば、生物膜層の下層でおこなわれる脱窒によるNO<sub>3</sub>-Nの除去となる。PO<sub>4</sub>-Pは増加傾向を示し、後述のケースDと比較して不活発な生物膜層から放出されたものと考えられる。なお、石の表面の実験開始時の生物膜量は、類似の石から推定すると180 mgである。河川水については、懸濁物質でみれば、SSが12 mg/lであり、ピーカ中には9.6 mg存在す

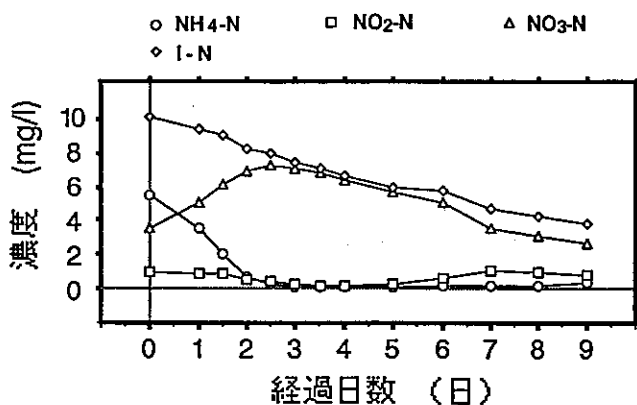


図5 ケースD (石一明)

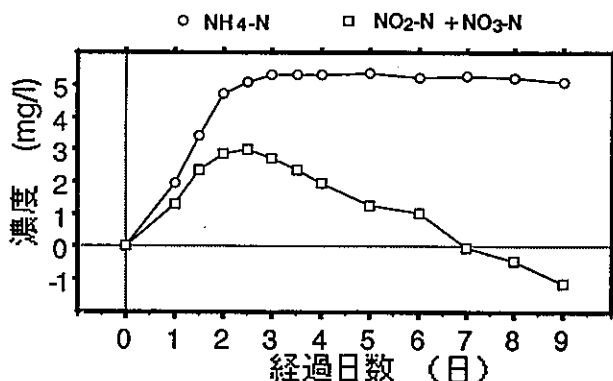


図6 アンモニア濃度の減少量と(亜硝酸+硝酸)濃度の増加量

ることになる。

図5のケースDは、河川水に、石を入れた場合の明条件である。NH<sub>4</sub>-Nはかなり速やかに減少している。NO<sub>3</sub>-Nが増加しているのので、硝化反応があることは明らかである。他のケースと比較して、ケースDでの急速なNH<sub>4</sub>-Nの減少は、照明下での藻類による盛んな光合成にともなう酸素の放出が硝化を促進しているものと考えられる。なお、図6で見られるように、NH<sub>4</sub>-Nの減少量より、NO<sub>2</sub>-NとNO<sub>3</sub>-Nの増加量の合計が少ないので、その部分のNH<sub>4</sub>-Nは藻類に吸収されたと見られる。図5でNH<sub>4</sub>-Nのほとんど無くなった3日以降は、NO<sub>3</sub>-Nの減少が見られる。原因としては、藻類による吸収と脱窒菌による脱窒が考えられるが、ここでは両者を区別することはできない。PO<sub>4</sub>-Pは、盛んな生物活動により吸収され、水中からは減少していく様相を示す。

#### 4 おわりに

河川での硝化における付着藻類の影響を検討した。その結果、上述ケースDで見られたように付着藻類があれば明条件下で著しく硝化が促進されることが判明した。今後、更に定量的に硝化の実態を解明していきたい。

#### 参考文献

- 1) 津久井公昭, 山崎正夫: 都内河川におけるN-BOD測定(その2) 多摩川のN-BOD測定結果, 東京都環境科学研究所年報 1992, p.154 ~161.
- 2) 津久井公昭, 山崎正夫: 都内河川におけるN-BOD測定(その3) 隅田川, 荒川及び江戸川のN-BOD測定結果, 東京都環境科学研究所年報 1993, p.100~107.
- 3) 東京都環境保全局: 東京都水辺環境保全計画 p.20 (1993).
- 4) 日本規格協会: 日本工業規格 工場排水試験方法 (JIS K 0102) p.47~51 (1986).