

II-444

熱帯河川における窒素成分の変化

A I T（現東京大学） 正員 ○ 花木 啓祐

A I T

Hsiao Wen-Ho

1. はじめに タイ国首都バンコクを流れるチャオプラヤ川（メナム川）は下水処理場のない人口600万人の当市の汚濁物質の流入を受けている。しかるに、河川水中の窒素濃度は低く窒素除去が河川内で起きていることが考えられる。本研究は、この河川の流水及び底質が持っている窒素除去能力を現場の河川水と底質を用いた室内実験によって調べることを目的としている。

2. 実験方法 Fig. 1に示す3地点を選定した。地点1（Nonthaburi Bridge）は河口より82kmでバンコクからの汚濁源が流入する以前、地点2（Memorial Bridge）は同48kmでバンコクの中心部、地点3（Bangkok Port）は同30kmで市街地の下流端に位置する。それぞれの地点で表層河川水と底質（エクマンバージによるグラブサンプル）を採取し分析後以下の反応活性を25℃の実験室にて測定した。

(1)硝化活性：河川水2lに湿潤状態の底質0g、4g(2g/l)、8g(4g/l)＜乾重ベース＞を混合し、 NH_4Cl 10mg-N/l添加後、曝気条件下で窒素指標の変化を測定した。アンモニアの飛散を避けるためpHを7～8に保った。(2)脱窒素活性：底質0、4、8g/l（乾重）を混合した河川水に KNO_3 10mg-N/lとグルコース50mg/lを添加し、90mlずつを容量100mlのバイアルびん多数に移し、無酸素状態にて培養し、窒素指標、CODの変化を測定した。(3)アンモニア溶出：乾重換算50g、100g、200gの底質を1lの河川水と混合しバイアルびんにて嫌氣的に保ちアンモニアの溶出を測定した。(4)アンモニア吸着：河川水あるいは4g/l（乾重）の底質を加えた河川水に NH_4Cl 2mg-N/lを添加し好氣的に保ち、硝化が起きない初期における水中からのアンモニアの減少を測定した。

3. 実験結果と考察 (1)水質・底質分析結果 Table1に各地点の試料の分析結果を示す。試料採取時は雨期末期から乾期初期にかけての水量の多い時期である。アンモニアを始めとし窒素指標は非常に低く、小野寺¹⁾も本河川で雨期に同様の結果を得ている。高い浮遊物質は褐色のシルトに起因している。乾期には海水遡上が地点3で起きるが、Cl-に示すようにこの時期は淡水である。試料採取日時が異なるが、地点1に比べ地点2及び3ではCOD、底質中有機物含量が高く、有機汚濁を受けていることがわかる。

Table 1. 河川水及び底質分析結果

項目	地点1	地点2	地点3
試料採取日	85.10.18	85.11.5	85.12.6
NH ₃ -N(mg/l)	0.08	0.12	0.16
NO ₂ -N(mg/l)	0.005	0.01	0.01
NO ₃ -N(mg/l)	0.1	0.1	0.2
COD(Cr)(mg/l)	8.6	11.2	10.1
DO(mg/l)	4.6	3.8	3.0
SS(mg/l)	73	74	102
Cl ⁻ (mg/l)	8.7	11.8	14.8
pH	7.6	7.3	7.1
底質中有機物含量(%)	7.1	10.9	10.9

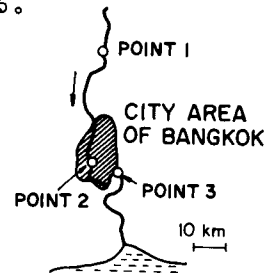


Fig.1 Chao Phraya River

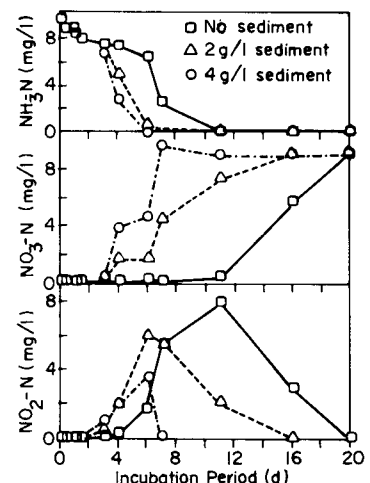


Fig.2 Nitrification at Point 1

(2)硝化活性 地点1の試料を用いた実験の結果をFig. 2に示す。 $\text{NH}_3\text{-N}$ の減少はアンモニア酸化を、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の増加は亜硝酸酸化を示す。両反応とも、初期遅滞の後比較的一定の速度で進むパターンを示した。底質添加は明確に反応を早め、底質中にアンモニア酸化菌と亜硝酸酸化菌が存在していたことがわかる。他の2地点についても同じパターンで反応が進行し、各ケースの間の反応活性の違いは初期遅滞の長短として現れた。そこで、50%のアンモニア除去、50%の硝酸生成が起きるまでの日数をTA50、TN50と定義し、アンモニア酸化活性及び亜硝酸酸化活性を代表させた（Fig. 3 a, b）。両活性共地点2、3に比べ地点1が高く（即ち値が低く）なっている。また地点1、3においては底質の寄与が大きいのにに対し、地点2の底質には硝化菌があまり含まれていなかったことがわかる。これらの活性は河川水及び底質中の硝化菌の量を反映していると考えられ、有機汚濁の少ない地点1で硝化菌が多く、有機物流入後の地点2さらに下流の地点3では硝化菌の活動が鈍ることがわかる。TN50の方がTA50に比べ大きい（Fig. 2）に示すように $\text{NO}_2\text{-N}$ が蓄積した。

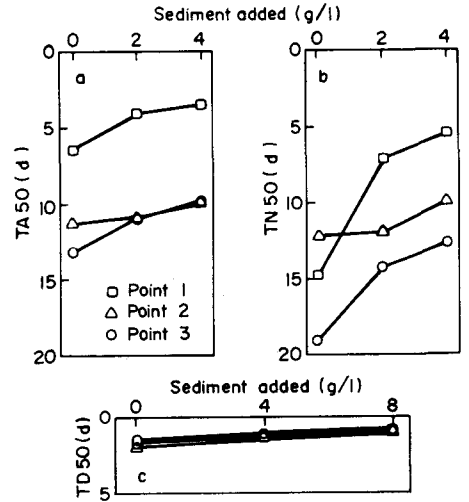


Fig. 3 Activity of N Transformation

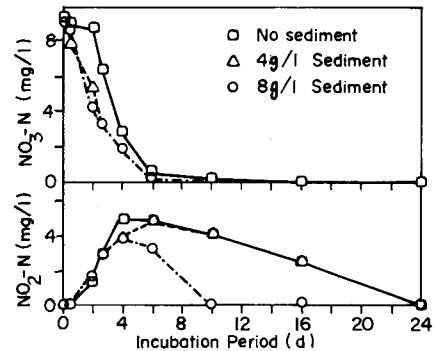


Fig. 4 Denitrification at Point 1

(3)脱窒素活性 地点1の試料を用いた場合の結果をFig. 4に示す。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の減少は速やかに起き、活発な反応進行時の速度はいずれのケースも同程度であった。硝化活性の場合と同様、50%の $\text{NO}_3\text{-N}$ が消費されるまでの期間（TD50）を求め、Fig. 3 cに示す。底質無添加の場合でもTD50は十分に小さく、条件さえ整えば硝化に比べ脱窒素ははるかに容易に起こり得るといえる。底質添加による活性の上昇は顕著でないが、これは底質中に脱窒素菌が少ないということではなく、河川水中に十分量存在していたためであろう。このように $\text{NO}_3\text{-N}$ の還元は速やかに起きたが、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の蓄積が見られ（Fig. 4 b）の地点1の底質無添加及び4g/l添加の場合、完全に $\text{NO}_2\text{-N}$ が消滅するまでに長期間を要した。地点2では底質無添加の場合のみが長期の $\text{NO}_2\text{-N}$ 蓄積を示し、地点3では長期蓄積は見られなかった。本実験では $\text{NO}_3\text{-N}$ に対し5倍量のグルコースを添加しているため、有機物不足で不完全脱窒が起きたとは考えにくく、 $\text{NO}_2\text{-N}$ を還元する菌の量が少なかったことが $\text{NO}_2\text{-N}$ 蓄積の原因であろう。そしてこの種の菌は地点1から3に（即ち有機汚濁を受けている下流に）行くに従って増加していることが示唆された。CO Dは $\text{NO}_3\text{-N}$ の推移に比べゆるやかに減少した。これは $\text{NO}_2\text{-N}$ の還元が遅れて起きたためである。

(4)アンモニア溶出 10日以上嫌気培養期間のうち、初期1～2日の間にアンモニア溶出が起り、その後水槽の $\text{NH}_3\text{-N}$ は極めてゆるやかに増加した。初期溶出量について概略の比較を行うと、溶出量（ mg-N/g 乾重—底質）は地点1で0.005～0.011、地点2が0.009～0.017、地点3が0.037～0.074であり、地点3の底質が明らかに高い値を示した。

(5)アンモニア吸着 シルトあるいは底質によるアンモニア吸着は顕著には見られなかった。

4. おわりに チャオプラヤ川の河川水、底質には比較的十分量の硝化菌、脱窒菌が存在し、硝化は汚濁の弱い地点で、脱窒は汚濁の強い地点で起き易いことがわかった。本河川での低窒素濃度は硝化・脱窒の結果ではないかと考えられる。 /（参考文献）1) S. Onodera, JICA Report (1985)