

II-349 河川中のSSがN, P, Cの挙動に及ぼす影響

東北大学工学部 学生員 ○徐 開敏
 東北大学工学部 正会員 佐藤 敦久
 東北大学工学部 正会員 高崎 みつる

1.はじめに 河川の自浄作用に関する研究は古くから盛んに行われてきており、それらは主にDOの収支や有機物の収支に関する研究であった。一方、N、PはこのようなDO、BODなどとは異り、河川水中に直接悪影響を与える水質因子とはならないが、流下過程での植物プランクトンの増殖に用いられるだけでなく、湖内流入後に大きな影響を与えることはよく知られている。N、Pに関しては複雑な物質変換を経て決められる為、その収支に関して考察することは難しい。しかし河川水中での挙動を知ることは流域保全からも望ましいと考えられる。ここではこのような考えに基づき、その基礎的側面としてSSを通し、炭素のみならずN、Pの挙動についても考察を行った。

2.対象流域の概要 試料は阿武隈川河川水を用いた。阿武隈川は水源を福島県白河郡西郷村旭岳に発し白河市、郡山市、福島市及び岩沼町を経て太平洋に注ぐ延長約1400Km、流域面積約5400Km²に及び東北第三の河川である。採水地点は河口部に比較的近い宮城県伊具郡丸森町丸森橋下である。同地点は丸森町の上流端に位置する。

3.原水水質及び分析方法 採水は1986年3月12日に行った。採水時の水質及び分析方法を表-1に示した。

表-1 阿武隈川の原水水質および分析方法

水質項目	原水水質	分析方法
水温 (°C)	6.50	水銀温度計
PH	7.31	ガラス電極法
アルカリ度 (mg/l)	25.80	酚アルカリ度
SS (mg/l)	35.27	ガラスフィルターろ過法
Chl-a (µg/l)	25.78	アセトン抽出法
DO (mg/l)	10.56	ウィンクラーアジ化ナト
BOD (mg/l)	5.30	リュウム法
DOC (mg/l)	6.78	ベックマンTOC計
NH ₄ -N (mg/l)	0.526	インドフェノール法
NO ₂ -N (mg/l)	0.025	スルフェニルアミド・ナフチルエチレンジアミン法
NO ₃ -N (mg/l)	2.443	カドミウム・銅カリウム法
PO ₄ -P (mg/l)	0.042	レーアスコルビン酸法
Fe (mg/l)	1.33	原子分光光度法
Al (mg/l)	0.126	オキシシ法

4.実験方法 河川水中のSSが河川の自浄作用に対し、阻着もしくは生物酸化の媒体などのように自浄作用側に働くのか、もしくは自濁作用側に働くのか基礎的な挙動を知るための実験を行った。実験はSSを含んだ試水にリン、アンモニアの形で1回に0.04mg/l添加し、またアンモニアとして、NH₄Clの形で0.4mg/l加わるような添加実験を行った。(これを実験系Aと呼ぶ)これにより時間の経過に伴うリン、アンモニア、炭素濃度の変化を求めた。一方、水質の変化がSSの影響によるものであるか否かを明らかにするために、試水を0.45µmのメンブランフィルターでろ過した試料を用意した。(これを実験系Bと呼ぶ)それとは別に自然状態でのリン、アンモニア、炭素濃度の変化を見るために、無添加系の実験を用意した。(これを実験系Cと呼ぶ)

実験装置の概要を図-1に示す。試料はスターラーによって連続的に緩速攪拌されており、常に好気条件に保たれている。実験系A及びBでは最初の3日間までは、24時間間隔で上述した濃度のリン、アンモニアの同時添加を行った。またサンプリングは添加の直前、直後に注射器を用いて行った。4日目以降は1回のサンプリングを行わず、実験は10日間行った。なお実験系Cでは1日1回のサンプリングを行った。実験はほぼ20°Cに保たれた恒温室内で行った。

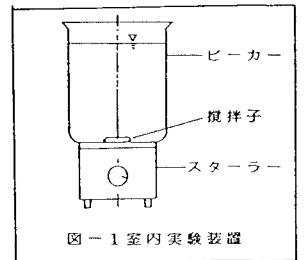


図-1 室内実験装置

5.実験結果及び考察 図-2に実験期間中の実験系A、B、CのNH₄-N濃度の経時変化を示している。この図からSSを含んでいる実験系Aでは、NH₄-N濃度が実験開始後3日目でピークに達したのち、6日目には最小値まで減少することが分かった。これを4日目から5日目にかけてのNH₄-N硝化速度(R)として表わせば、単位SS当りで

$$R = 2.2 \times 10^{-2} \text{ mg NH}_4\text{-N decrease/mg SS/day}$$

3日目から6日目の平均では

$$R = 1.4 \times 10^{-2} \text{ mg NH}_4\text{-N decrease/mg SS/day}$$

となり、SSが硝化及び影響も無視できないことが分かった。実験系CでもNH₄-N濃度の減少が見られた。しかしSSを含んでいない実験系Bについては、添加したNH₄-Nがほとんど変化していないことから、流水中のNH₄-Nの減少にはSSの果す役割が大きいことが分かった。

図-3はNO₂-N濃度の経時変化を示している。この図から図2のNH₄-Nの減少とNO₂-Nの増加の傾向はよく一致していることが分かり、さらに図-4に示したNO₃-Nの6日目以降の挙動はNO₂-Nの6日目以降の挙動とよく関連づけられている。しかしながら図-4の6日目以前の経時変化については添加時の瞬間的なNO₃-Nの減少、その後1~2日目、3~4日目の急激な増加など不明な点が多かった。

図-5にPO₄-P濃度の経時変化を示す。河川水流下中にリンはSSからPO₄-Pへと変化していく場合、または低濃度のDOにならない条件下でPO₄-PがFe、Alとともに不活化されていく場合とが考えられる。今回の実験の範囲では上述のような傾向を一貫して認めることは出来なかったが、実験系A、Cでは9日~10日目にかけてのPO₄-P濃度の減少、また実験系Bでの7日目以降でのPO₄-P濃度の減少が特徴的であった。この実験からSSが流水中のリン収支に及ぼす影響を明らかにすることは出来なかった。

図-6にDOCの経時変化を示す。この図から全体的に見て全ての実験系でDOCの減少が認められた。実験開始からN、Pの添加を行なった実験系Aでは4日目まで実験系Bでは5日目までDOC濃度に特別な変化は認められず、一方実験系Cでは1日以降DOCの減少が始まっている。このようなDOC減少が始まるまでの時間遅れはDOCの無機化を担う生物が安定するまでの時間と見なせよう。この時間遅れ後各実験系ともDOC濃度は減少していることが分かった。

6.おわりに 以上の考察から以下に述べる知見を得た。

(1) 流水中のNH₄-Nの減少にはSSの果す役割が大きいことが分かった。

(2) 単位SS当りの硝化速度として

$$\text{最高 } R = 2.2 \times 10^{-2} \text{ mg NH}_4\text{-N decrease/mg SS/day}$$

$$\text{平均 } R = 1.4 \times 10^{-2} \text{ mg NH}_4\text{-N decrease/mg SS/day}$$

(3) この実験からはSSがリン、炭素に及ぼす影響を明らかにすることが出来なかった。

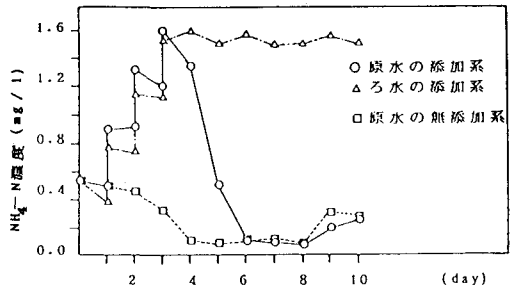


図-2 阿武隈川河川水のNH₄-N濃度の経時変化

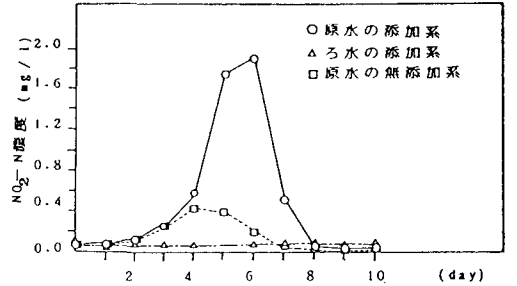


図-3 阿武隈川河川水のNO₂-N濃度の経時変化

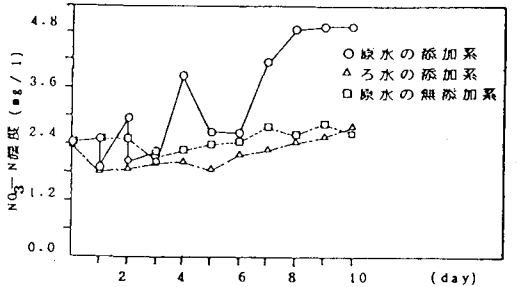


図-4 阿武隈川河川水のNO₃-N濃度の経時変化

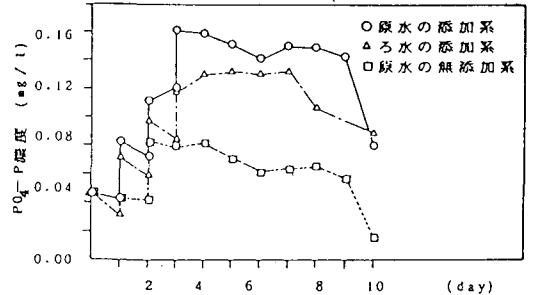


図-5 阿武隈川河川水のPO₄-P濃度の経時変化

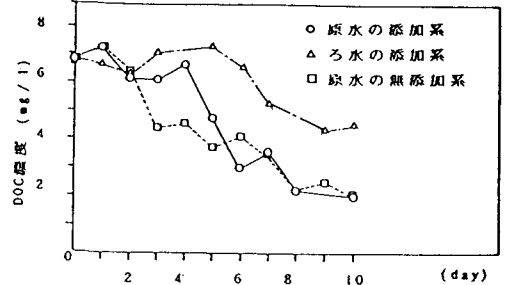


図-6 阿武隈川河川水のDOC濃度の経時変化