

II-105 都市小河川の河床礫生物膜からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出について

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

1. はじめに

都市部を流れる小河川はその殆どが本流への汚濁負荷源となっており、それらが集まって本流水質へ大きな影響を与えることはよく知られている。これらの水質汚濁の主たる原因としては、BOD、COD成分さらに栄養塩類の蓄積、滞留による富栄養化などが挙げられる。都市小河川において、富栄養化の促進因子である窒素、磷の挙動の基礎的な現象を確認しておくことは、今後河川の水質保全を考えていく上で有意義と思われる¹⁾。

本報告では、このような考えから都市小河川の窒素挙動に及ぼす河床礫生物膜の影響について、自然生息した河床礫を用いて、室内実験によって検討を行った。特に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の違いによって河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出に与える影響と、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出を考えたときの硝化に与える影響について考察した。

2. 実験条件と方法

対象流域は梅田川である。梅田川は仙台市の北西部に端を発し、市街地を西から東に横切って流れ、高砂地区で二級河川である七北川へ流入する、流域面積 41.3 km^2 、延長約14kmの都市小河川である。本河川の兩岸は主に住宅地と農地である。

供試河水は本流域の中流部に当たる新田大橋上流約2Kmの地点から採取した。供試河床礫は生物膜が剥離しないように採取した。採取した試料は直ちに実験室に持ち帰り3時間以内に実験を開始した。

河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出速度を求めるために、供試水1ℓにつき2.0mgの割合で硝化抑制剤（1-アシル-2-チオ尿素）を添加した系を用意した。また、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の違いによって河床礫生物膜からの溶出速度はどのように変化するかについては $\text{NH}_4\text{-N}$ の添加系を用意した。実験系は表-1に示している。

供試河床礫の生物膜の主な水質特性は表-2に示している。実験期間は、Run1は7月30日～8月9日まで、Run2は8月30日～9月9日まで、Run3は10月12日～10月22日までである。実験装置は図-1に示している。水温は水道水を用いてwaterbathで調整した。

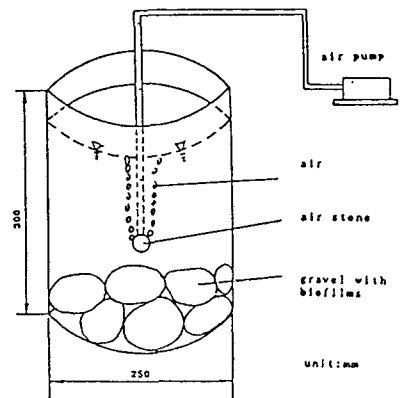


Fig.1. An outline of the experimental system

表-1 実験系および実験条件

実験系	符号	供試礫	硝化抑制剤	$\text{NH}_4\text{-N}$
Run1	I	+	-	-
	II	+	+	-
Run2	I	+	-	-
	II	+	+	-
Run3	I	+	-	-
	II	+	+	-
	III	+	-	+
	IV	+	+	+

"+": 添加 "-" : 無添加

表-2 河床礫生物膜の主な水質特性 (mg/cm^2)

実験系	SS	蒸発残留物	強熱減量	$\text{NH}_4\text{-N}$	BOD
Run1	4.29	4.86	2.06	10.55	9.16
Run2	3.13	3.59	---	5.85	13.06
Run3	5.30	5.35	2.89	8.05	13.90

3. 実験結果及び考察

実験期間中水温はRun1、Run2、Run3ではそれぞれ18.5～21.5℃、21.0～24.0℃、14.5～16.0℃の間で変動した。pHはすべての系において7.2～8.4の間で変動していた。表層水のDO濃度は実験期間中すべて5 mg/l 以上であった。

図-2～4に示すように抑制剤を添加していない実験系のうちRun1-I、Run2-I、Run3-Iでは $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の変化はほとんど見られなかった。一方、硝化抑制剤を添加した系のう

ちRun 1 - II, Run 2 - II, Run 3 - IIでは $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、時間に比例した増加傾向を示した。これは去年同河川を対象に4日間行われた実験の結果²⁾とVAN Kessel³⁾らの実験結果とほぼ一致している。しかし、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を添加したRun 3 - IVでは $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出が見られなかった。これは $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高いために溶出が行われにくくなったと思われる。河床礫に対して単位時間単位河床礫面積当りの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出量は表-3に示している。Run 3を除いて今回の実験の前日に先行降雨があったため生物膜量が少なくなり、表-3に示した値は徐ら²⁾が同河川で行ったときの値(3.6~5.8)と比べて小さくなっていた。また表-3から分かるように $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が3mg/l以下では、河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出は1.08~4.27 (mg/m²/hour)の範囲で変化した。一方、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が10mg/l程度になると図-5に示したように河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出がほとんど行われていないことがわかった。

また $\text{NH}_4\text{-N}$ が低濃度域では見かけ上の硝化反応が進まなくなるように思われるが、一例として図-6に示したようにRun 1 - Iの $\text{NO}_x\text{-N}$ の変化から、溶出してきた $\text{NH}_4\text{-N}$ が直ちに硝化によって変換されていたと予測できる。一方II系では硝化が抑制されたため不変になった。これは、硝化による $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少と河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出が釣り合っているためであると考えられた。

このように河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出が実際ネットの $\text{NH}_4\text{-N}$ の挙動にも大きい影響を与えている。一例として、図-7に示すように前にも述べた $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出を考え合わせれば、この斜線で示した部分がネットの $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少となっている。したがって、今までは $\text{NH}_4\text{-N}$ の挙動が見かけ上不変であれば、硝化が行われていないと思われたが、実際の $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出を考えると、隠されたこの斜線で示した部分が硝化によるネットの $\text{NH}_4\text{-N}$ 減少となることが分かった。

4. おわりに

以上の考察から次のような結果が得られた：

(1) 河床礫生物膜からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出は実験開始から、10日間にかけて時間に比例した増加傾向が見られた。濃度が高い場合には $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出が行われないことが分かった。

(2) 本実験の範囲で単位時間単位河床礫面積あたりの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出速度は先行降雨の影響があったRun 1とRun 2系では1.08~1.40mg/m²/hourであった。先行降雨のなかったRun 3では4.27mg/m²/hourとなった。

(3) $\text{NH}_4\text{-N}$ の見かけ上の硝化が進まなくなるのは河床からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出と真の硝化が釣り合っていることがわかった。

参考文献：1)徐、高崎、佐藤：水道協会雑誌、Vol.57、p.16~24、1988。2)徐、高崎、佐藤：水道協会雑誌、Vol.58、p.9~16、1989。3)VAN Kessel, J.F(1977)：Water Reserch. Vol.11.533~537。

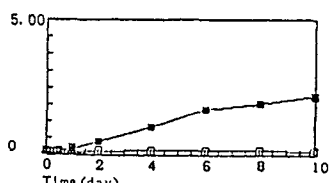


Fig. 2 Variation of $\text{NH}_4\text{-N}$ in Run1

I □ = I ; ■ = II

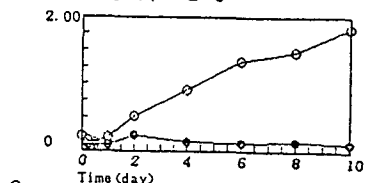


Fig. 3 Variation of $\text{NH}_4\text{-N}$ in Run2

O = I ; ● = II

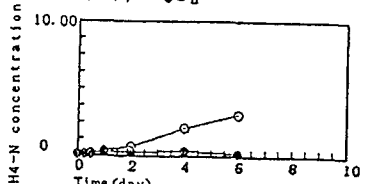


Fig. 4 Variation of $\text{NH}_4\text{-N}$ in Run3

O = I ; ● = II

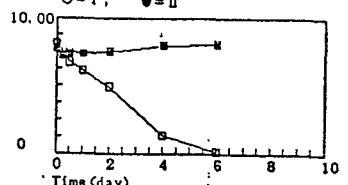


Fig. 5 Variation of $\text{NH}_4\text{-N}$ in Run3

□ = III ; ■ = IV

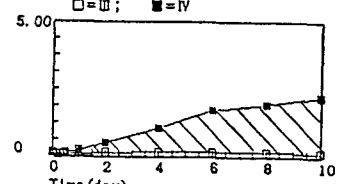


Fig. 7 Variation of $\text{NH}_4\text{-N}$ in Run1

□ = I ; ■ = II

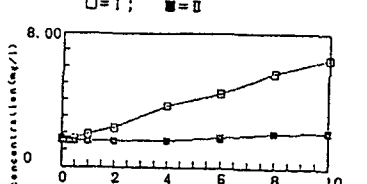


Fig. 6 Variation of $\text{NO}_x\text{-N}$ in Run1

□ = I ; ■ = II

表-3 河床礫からの $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶出量

実験系	Run 1	Run 2	Run 3
符号	II	II	II
溶出量	1.40	1.08	4.27

単位：(mg/m²/hour)