

アンモニア態窒素濃度の高い底泥が直上水に及ぼす影響

佐賀大学理工学部 学○谷村聡政

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 山西博幸

佐賀大学理工学部 学 大瀧一輝 青木優佳

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 大石京子

1. はじめに

佐賀県本庄江川下流域の下水処理場では、冬期のノリ漁期に硝化抑制運転を行っている。一方で、この季節別運転が水質・底質に与える影響について十分な定量的評価はなされておらず、不明な点も多い。本研究では、硝化抑制運転による高濃度アンモニア態窒素を含む放流水に暴露された底泥が受水域に与える影響を室内溶出実験により検討した。

2. 溶出実験

ここでは、下水処理水に常時暴露されている放流口付近に堆積した底泥を採取し、これを室内溶出実験のための試料とした。試料採取には内径 11cm、高さ 50cm のアクリル製カラムを用い、約 10cm 厚の不攪乱試料を 4 本採取した。一般に底泥からの溶出には、流れ、温度、pH、酸化還元電位、DO、底泥性状など多くの影響が考えられる。ここでは、潮汐の影響により底泥の巻き上げと沈降を繰り返す過程で水環境に及ぼす影響、ノリ漁期後に水温が高くなること

表 1 実験条件

	水温(°C)	攪拌
Exp.1	20°C	無
Exp.2	"	有
Exp.3	30°C	無
Exp.4	"	有

による水域への影響の 2 点について評価するため、表 1 のような実験条件を設定した。具体的には、攪拌の有無、水温 20°C、30°C の組み合わせとし、計 4 通りとした。まず、現地で採取した不攪乱柱状試料の直上に 0.45μmMF でろ過した現地河川水を深さ 30cm となるまで静かに注ぎ入れた。その後、カラム内水温が設定条件に達して安定した 1.5 時間後に実験を開始した。また、カラム内底泥の巻き上げは、実水域での潮汐を想定し、1 日 2 回の干満に合わせ 3 時間毎に攪拌装置を作動させて再現した。この際、事前の予備実験にてカラム内 SS が 2000mg/L 程度となるように調整しておいた。さらに、カラム内はばっき装置により常に好気的環境下とし、この循環流によりカラム内の水質を均質化させるようにした。加えて、カラムの周りはアルミホイルで覆い、暗条件とした。採水は、所定時間毎にシリンジを用い、水面から 10cm 深さの水を 100cc 採取した。採水後すぐに同量のろ過水を静かに注水した。分析項目は、水温、塩分、アンモニア態窒素($\text{NH}_4^{+}\text{-N}$)、SS の 4 項目とした。水温はデジタル温度計(CHINO 社製、MC3000-000)、塩分は塩分・電気伝導度計(HORIBA 社製、ES-51)、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ は電量式アンモニア計(セントラル科学社製、AT-2000 型)にて測定した。SS は 0.45μmMF を使用した。

3. 実験結果および考察

図 1, 2 はカラム内採水試料の SS と $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 濃度の経時変化である。図 1 より、実験開始後半日程度は攪拌による底泥の巻き上げにより、水中への急激な SS 供給が見られ、その後 SS=2000~3000mg/L 程度に落ち着いた。ただし、温度 20°C の Exp.2 と比べ、温度 30°C に設定した Exp.4 の実験開始初期の SS 濃度の方が高くなった。回転粘度計にて各種底泥の粘性係数を実験的に求めた中野の結果¹⁾によれば、泥温 30°C で粘度の減少が示されており、Exp.2 と Exp.4 の初期巻き上げ濃度の違いは、泥温上昇に伴う底泥表層部の粘度の変化が底泥の巻き上げに影響したものと推測した。

次に図 2 より、水中の $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 濃度は、①水温に依存した硝化反応、②巻き上げによる底泥からの過剰供給に応じた変化が見られた。①の観点では、20°C での硝化反応の促進はおよそ 11 日後(264hrs.)であるのに対して、30°C では 5 日後(120hrs.)から $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ の減少が生じ始めることがわかる。また②の観点では、図 1, 2 中の初期巻き上げが顕著な 12 時間までのデータを用いて新たに SS に対する $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ の関係を示したところ

ろ、図3となった。図より、SSと $\text{NH}_4^+\text{-N}$ には線形的な相関が認められ、その関係式からSS1g当たりの $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 量は0.92mgと概算できるとともに、沈降時には同程度の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 量を水中から除去することにもなる。

図4は、カラム毎の水中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の溶出量とその累積量を示したものである。blank測定となるExp.1より、水中の溶出量は間欠的に増減するものの、13日間(312hrs.)の累積溶出量は480mg/m²で、この間に明瞭な硝化反応は見られなかった。巻き上げのみを行ったExp.2では、実験開始初期に底泥からの $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の供給により13日間の累積溶出量は1002mg/m²でExp.1の約2倍となった。一方、水温を20℃から30℃に上昇させたExp.3では、5日間までの累積溶出量はほぼExp.1と同様であったが、その後、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の溶出量は減少し、実験開始9日後(216hrs.)以降は0となった。

図2の水中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の変化も合わせ、水温上昇に伴い、水中および底泥表面上の硝化菌の活性が水中内 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の減少をもたらしたといえる。Exp.4は巻き上げおよび水温増加の両者の影響を受けて、初期の溶出量増加および硝化反応の促進が認められる。ただし、13日間の最終的な累積溶出量は480mg/m²で0にはならなかった。水温20℃で底泥から溶出した $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は、水温上昇による硝化反応の促進でほとんどが消費されたが、巻き上げにより水中内に過剰供給された $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 分については、水中に残留することとなった。室内実験の結果は必ずしも実水域にそのまま反映されるとはいえないものの、高 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 含有の底泥から直上水に及ぼす一知見といえよう。

4. おわりに

本研究では、地域特性に応じた下水処理場の硝化抑制水に暴露された底泥からの $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 溶出に焦点を当てた実験および考察を行った。その結果、底泥が巻き上げと沈降を繰り返した時や水温が高くなる時の直上水の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度変化をもとに受水域への $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の輸送について言及した。引き続き、下流域であるノリ漁場域底泥の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 溶出について室内実験を通じた影響評価を行う予定である。なお、本研究は平成29年度科研費基盤研究(C)および河川財団助成事業(いずれも代表：山西)の一部助成の下で実施された。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】 1) 中野晋, 底泥の堆積した海域における波高減衰と底泥の移動現象に関する研究, p32-33, 1994

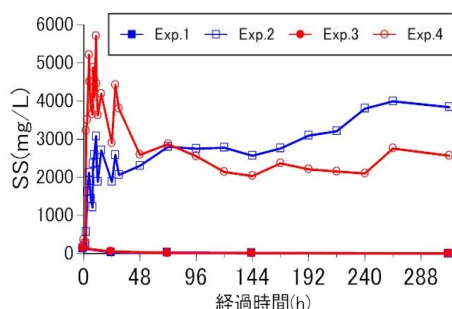


図1 SSの経時変化

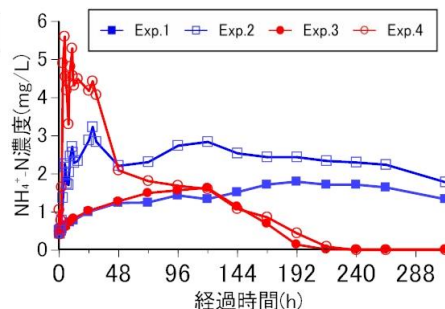


図2 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の経時変化

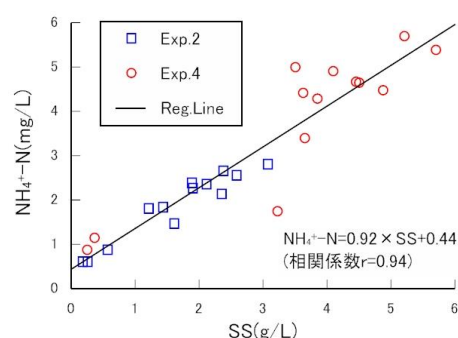


図3 12時間後までのSSに対する $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の関係

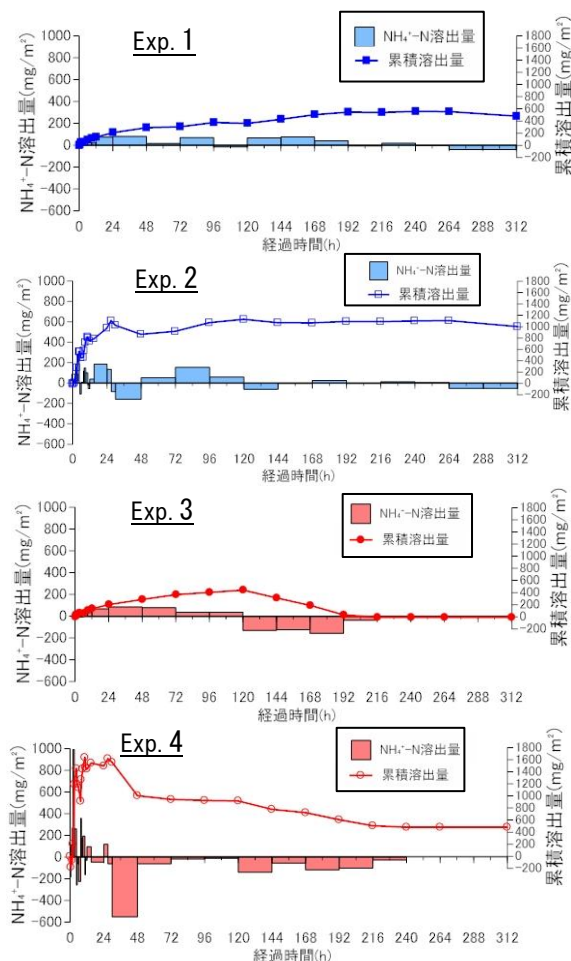


図4 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 溶出量と累積溶出量の経時変化