

地域特性に応じた下水処理放流水の挙動と水・底質環境への影響調査

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 ○山西博幸
日本振興(株) 福島保奈美 佐賀大学理工学部 井上紀行
茨城県霞ヶ浦環境科学センター 正会員 長濱祐美

1. はじめに 有明海湾奥部水域には日本を代表するノリ養殖の一大拠点が形成されている。一方、ノリ養殖は気象環境とともに、水域の栄養塩に大きく左右される。このような中、有明海湾奥部に位置する本庄江川に下水処理水を放流している佐賀市下水浄化センターでは、下流域のノリ生産者との話し合いの中で、2007年から冬期(ノリ養殖期)の硝化抑制と夏期(ノリ休漁期)の硝化促進の試みを進め、現在までノリ生産性の向上に寄与していると言われている。一方、硝化抑制された放流水の受水域への定量的な環境評価は、ほとんどなされていない。また、干満差の大きな本受水域での処理水挙動は、河口のみならず、広く河川上流域にも影響を及ぼすことも考えられる。ここでは、地域特性に応じて実施されている栄養塩濃度の調整された処理放流水が周辺水域に及ぼす影響について、主として窒素の挙動を対象に現地調査を通じた現状の整理とともに、室内実験による水・底質環境への影響について検討する。

2. 現地調査および実験方法

(1) 下水処理放流水の挙動に関する現地調査 調査水域は有明海湾奥部の本庄江川で、本河川0.8km左岸から下水処理水が流入している。硝化抑制前の調査(調査①)は2014年9月26日(中潮)、硝化抑制後の調査(調査②)は2014年12月13日(小潮)に行われた。また、採水を1潮汐間で2~3時間おきに行った。採水地点は、0km, 0.5km, 放流口直下, 1.35km および2.2kmの5地点とした(図-1参照)。採水した水は、1μmGFでろ過し、これを試水とした。調査項目は水質センサー計測も含め、水温、塩分、濁度、T-N, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N および T-P とした。

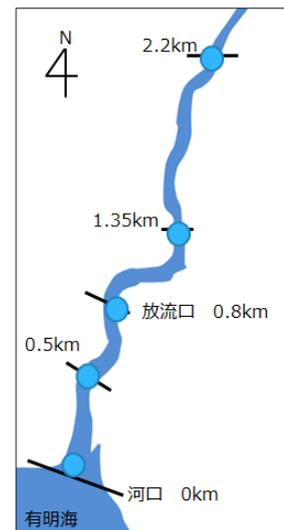


図-1 調査地点の概略

(2) 現地底泥を用いた室内実験 高濃度の栄養塩が水・底質環境に与える影響を調べるための室内実験を行った。試料には本庄江河口の現地泥を用い、これをアクリルパイプ(内径10cm, 高さ30cm)にて採取した。そして底泥厚をおよそ10cmに調整し、底泥表層部を極力攪拌させないように静かに現地河川水(塩分≒5psu)をカラム内に注いだ。上層水の注入後、3時間ほど静置した後、攪拌装置による巻き上げ(10分間)と静置(6時間)を繰り返す条件と、静置のみの条件で実験を行った。攪拌実験では、現地河川水の場合(Exp. 1), アンモニア濃度をNH₄Clで15mg/L(Exp. 2), 30mg/L(Exp. 3)に調整し実施した。静置実験では、現地河川水の場合(Exp. 4)と、アンモニア濃度を30mg/L(Exp. 5)に調整したもので行った。

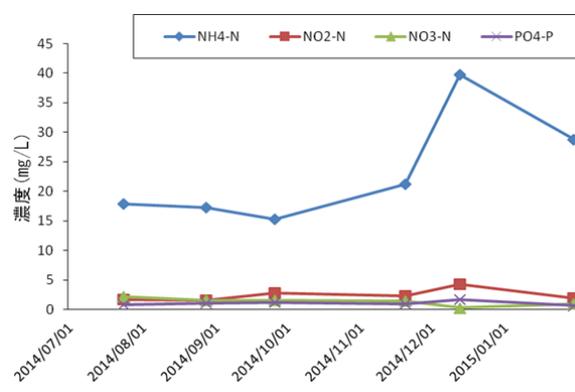


図-2 放流口直下の栄養塩濃度変化

3. 結果および考察

(1) 下水処理水の放流に伴う受水域での流れと水質に及ぼす影響 図-2は、2014年7月~2015年1月までの放流口直下におけるNH₄-N濃度の変化を示したもので、11月以降はその濃度が上昇し、処理場から河川への流入負荷が変化していることがわかる。

図-3は硝化抑制前後に実施した調査①および②におけるNH₄-Nの時空間分布である。いずれも潮の干満に応じ、河道内での濃度を変化させ、

キーワード 下水処理水, 栄養塩, 硝化抑制, 感潮河川, 干潟
連絡先 〒840-8502 佐賀市本庄町1 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター TEL 0952-28-8582

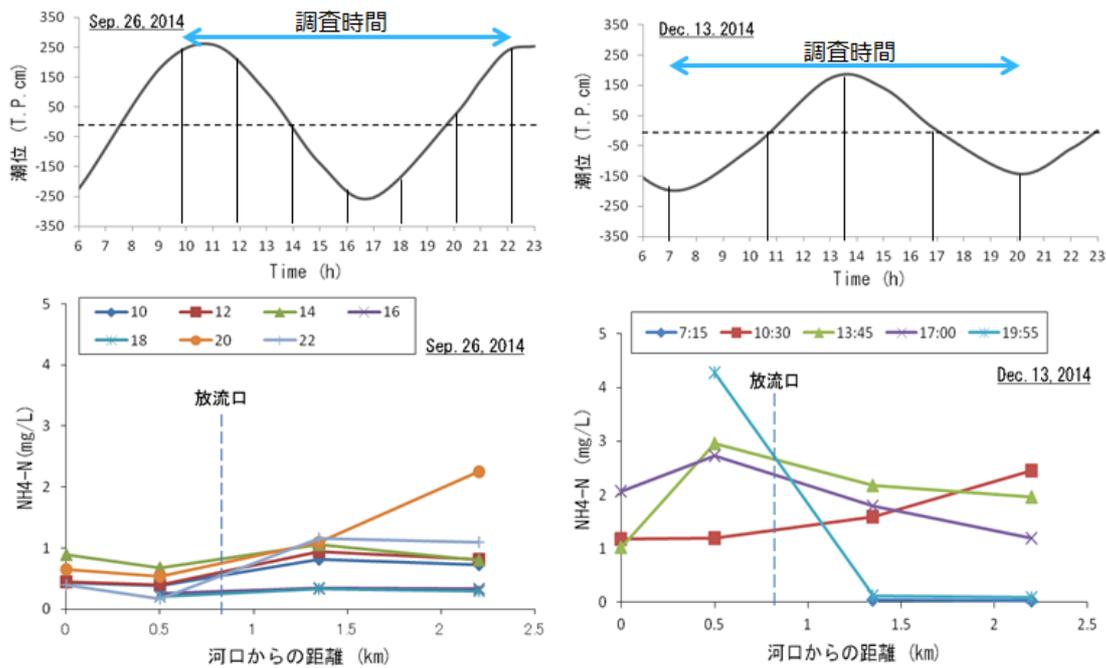


図-3 調査時の潮位変化と NH₄-N 濃度の時空間分布 (左：調査①，右：調査②)

とくに調査②の干潮時に放流口から下流部での濃度上昇が顕著となった。これは海水流入の影響がない時間帯で放流水の希釈効果が低減されることに起因し、かつ放流口からの栄養塩濃度が受水域の水質に大きく影響することを示している。また、本結果は2013年の同時期の大潮時の結果¹⁾と同様に、NH₄-N濃度の高い水塊が上流側に輸送される様子も確認された。

(2) アンモニア濃度の高い環境下での底質への影響 図-4は、実験開始前(Exp. 1)および24時間後(Exp. 2~5)の底泥間隙水のNH₄-NおよびNO₃-N濃度の鉛直分布である。一般に底泥表層から下層に向かい硝化反応が抑制されるため、NH₄-N濃度は上昇する(Exp. 1, 4)。一方、アンモニア濃度の高いExp. 2, 3および5では、底泥表層部への過剰なアンモニアの浸透及び拡散の様子がうかがえる。とくに、Exp. 2, 3のように底泥表層部の巻き上げが繰り返されることで底泥深層部への輸送が認められた。なお、Exp. 3では底泥内に甲殻類が生息していたため、むしろ生物攪乱による影響が大きくなった。また、巻き上げの有無によってNO₃-N濃度分布も異なり、底泥内の硝化活性とともに、その下部での脱窒または硝酸還元にも影響があると思われる。ここでは1日程度の変化に注視したが、高濃度のアンモニアが流入することで底泥中の質変換特性に影響を及ぼしており、長期的な質変換の状況によっては、底質浄化能の変化を引き起こす可能性も注視すべきと考えられた。

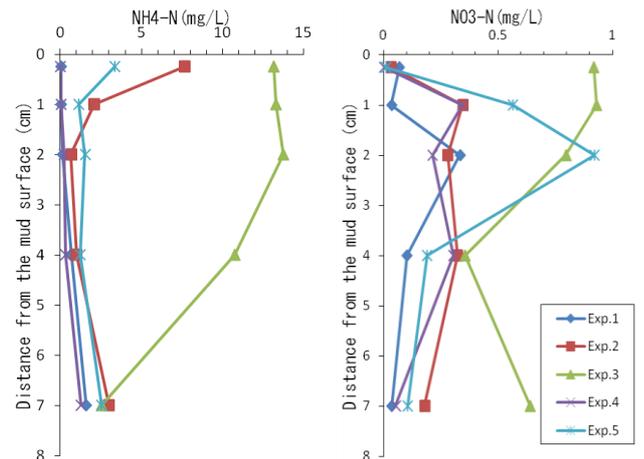


図-4 NH₄-N(左), NO₃-N(右)の底泥内鉛直分布

4. おわりに 本研究は、地域の要望に応じた下水道の積極的な関わりとして、他水域で検討される際の先駆的な試みである。一方、科学的根拠に基づく十分な水質管理の検討も必要である。引き続き、硝化抑制放流水の受水域への影響調査、上流域へのインパクトあるいはその緩衝能評価のための水質・底質および植生が果たす役割について検討を進めたい。なお、本研究は、土木学会環境工学委員会内の小委員会「今後の水環境保全に貢献する下水道システムの技術的課題と管理手法」の調査検討業務をきっかけとして執り行われたものである。

参考文献 1) 山西博幸, 八尋淳也, 長濱祐美: 地域特性に応じた下水処理放流水が周辺水域に及ぼす影響, 第48回日本水環境学会年会講演集, p. 346, 2014. 3.