# 河川感潮域における下水処理放流水の挙動に関する研究

佐賀大学理工学部　学　○田中渓介
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター　正　山西博幸　大石京子
佐賀大学理工学部　学　前田優斗　木山剣生

## 1.　はじめに

有明海に注ぐ本庄江川下流部に位置する佐賀市下水浄化センターでは，2007 年から冬期(ノリ養殖期)の硝化抑制と夏期(ノリ休漁期)の硝化促進といった季別運転の試みが進められ，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，有明海特有の干満差を有する本受水域での処理水は下流域のみならず，広く河川上流域にも輸送される様子が確認されている[1]．本研究では本庄江川感潮区間での放流水の影響を評価するための調査および実験を行った．

## 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

調査地点は有明海湾奥部の本庄江川である(図 1 参照)．硝化抑制前の調査(調査①)は，2016 年 8 月 22 日(中潮，8:00～18:00)，硝化抑制後調査(調査②)は 2016 年 12 月 2 日(中潮，7:00～17:00)に行った．調査はいずれも干潮～満潮～干潮の一潮汐間で行い，採水地点は図 1 の通りである．水質の測定項目は塩分，SS，$NH_4^+$-N，COD，TN，DN，TP および DP とした(ろ液は 0.45μmMF で作成)．

図 1　本庄江川での採水地点

### (2) SS，塩分による $NH_4^+$ 除去に関する室内実験

ここでは河川水中における $NH_4^+$ の挙動を把握するため，特に SS と塩分に対する $NH_4^+$ の挙動について検証した．実験に用いた泥は本庄江川河口から 0.15 ㎞地点で採取したものを用いた．これを 500ml ビーカーに，400ml の現地河川水(0.45μmMF でのろ過水)と十分混合させて初期 SS≒10,000mg/L となるようにした。この際，初期 $NH_4^+$-N 濃度は $NH_4Cl$ を用いて 30mg/L に設定した．また水の塩分 S を 0.2，4.0，12.3 および 24.1‰と 4 段階として実験を行った。初めにマグネチックスターラーで 5 分間撹拌したのち，0, 10, 20, 40, 90 分にビーカー内表層水を採水し $NH_4^+$-N と SS を測定した。

## 3.　調査結果及び考察

### (1) 下水処理放流水の潮汐に伴う遡上域への影響

図 2 は，調査①における塩分の河川縦断方向分布である．満潮時刻は調査①が 12 : 00 であり，遡上上端は 5 ㎞付近であることがわかる．またその濃度範囲は 0～20‰であった．なお，本庄江川上流 6.3 ㎞地点には深町水門があるため，ここが放流水の最大遡上地点となる．図 3 は調査①での河道内表層水の SS の縦断分布を経時的に示したものである．図より上げ潮時に下流域で巻き上がった懸濁物の水塊が河川上流方向 4～5 ㎞付近まで輸送されている。また満潮前後の流速低下時には水

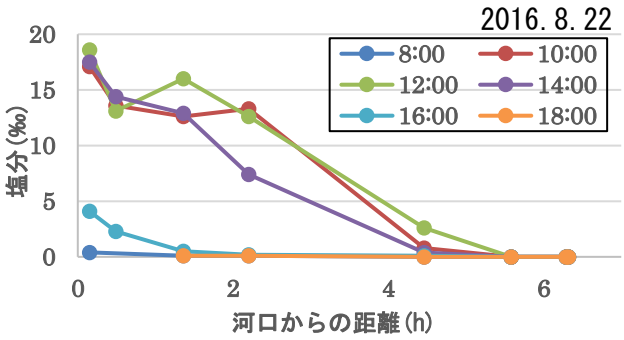


図 2 塩分の縦断分布(調査①)

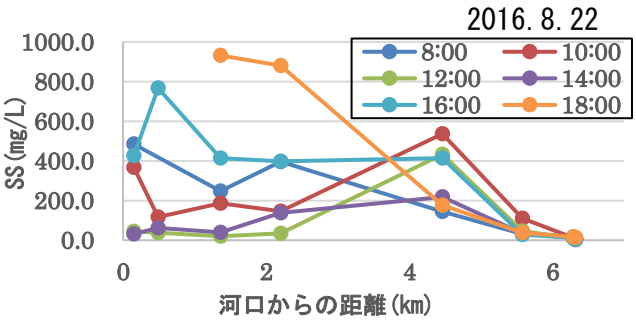


図 3 SS の縦断分布(調査①)

中内の SS 濃度が急速に低下する．転流後は，流速上昇に伴う底泥の巻き上げにより SS 濃度が上昇した水塊が下流方向に輸送される．

**図 4，5** は調査①,②での河道内における $NH_4^+$-N 濃度の時空間分布を示したものである．塩分の河道内縦断分布から上げ潮に乗って輸送された水塊の上限域は 5 ㎞付近であったことを踏まえれば，放流口から河川本川に負荷された栄養塩としての窒素も大凡同一地点まで輸送されているといえる．硝化抑制後の結果を示す**図 5** は，硝化抑制前の**図 4** よりも多くの窒素量を上流域に輸送していることを示している．遡上端部に位置する深町水門堰上湛水域の TN および $NH_4^+$-N 平均濃度がそれぞれ 1.1mg/L，0.02mg/L であったことを考えれば，上流域からの流入負荷はさほど大きくなく，海域及び放流水が本庄江川河道内の窒素存在量に大きく関与しているといえる．

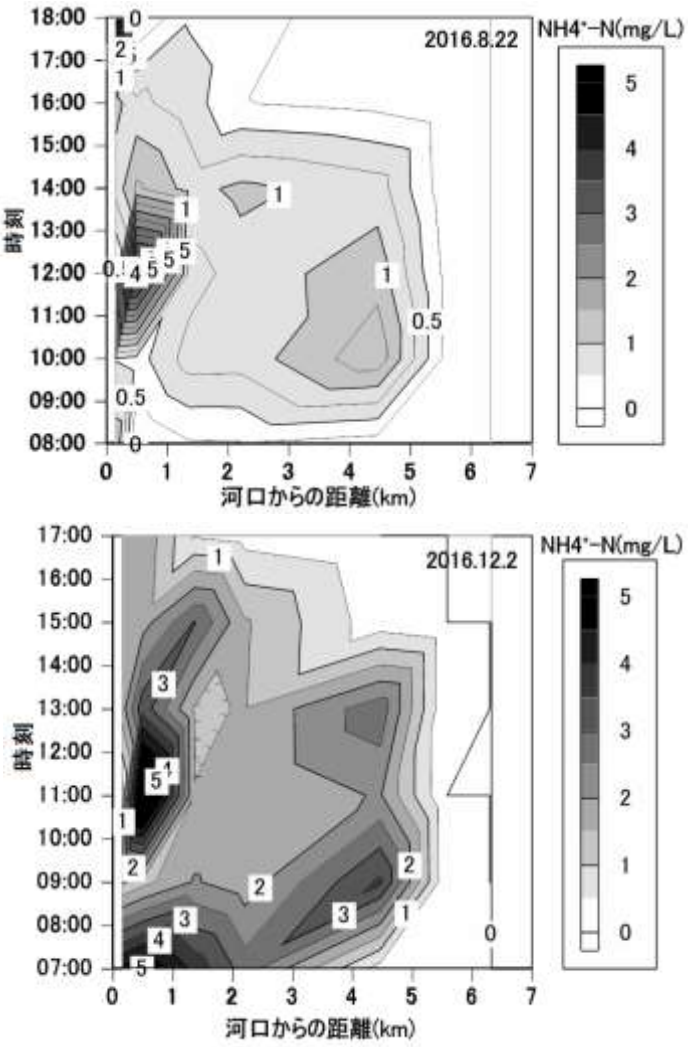


図 5　$NH_4^+$-N の河道内時空間分布

### (2) 水中内の $NH_4^+$ に及ぼす SS および塩分の影響について

紙面の都合上，実験結果である $NH_4^+$-N 濃度の経時変化を示していないが，現象自体はいずれも同様で，実験開始 10～20 分ほどで水中の $NH_4^+$-N 濃度は減少して一定となった．そこで水中からの $NH_4^+$の除去量 r を評価するため，実験開始初期 10 分間の $NH_4^+$-N 濃度とその時同時に水中から除去された SS 濃度を用い，単位時間単位 SS 当たりの量(mg-N/g-SS)として換算した．**図 6** は上で求めた $NH_4^+$の除去量 r と塩分 S との関係を示したものである．図より，塩分 S が 5‰付近を境にそれ以上では一定となった．水質調査結果から河道内の塩分は 0～20‰で潮位変動にも依存するが，塩分が 5‰以下となるのは調査①で 4 ㎞付近から上流，調査②で 2 ㎞付近から上流となり，これらの水域では SS の流入に伴い，水中からの $NH_4^+$が除去されやすく，河道内底泥や植生域内への蓄積・移行する可能性があると言えよう．

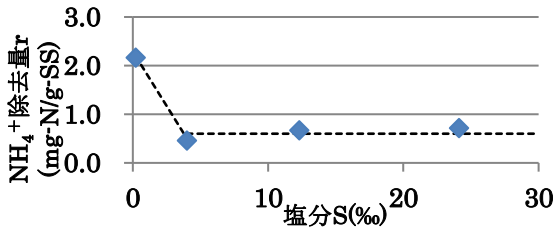


図 6 SS1g 当たりの初期 $NH_4^+$-N の除去量

## 4. おわりに

本研究は，地域特性に応じた下水処理放流水の河道内での挙動に着目した現地調査を実施し，特に $NH_4^+$の挙動に絞った調査および実験データの整理とその考察を行った．その結果，放流水に含まれる窒素の河道内での輸送特性とともに，河道内への窒素量の蓄積の可能性について言及した．なお，本研究は平成 28 年度科河川財団助成事業および科研費基盤研究(C)（いずれも代表：山西）の一部助成のもとで実施された．ここに記して謝意を表す．

## 参考文献

1)山西ら，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，土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集，VII63-64，2015