

下水処理放流水の流下に伴う栄養塩の拡がりに関する現地調査

佐賀大学理工学部 学○大島一輝

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 谷村聡政 青木優佳

福岡県保健環境研究所 石橋融子 柏原学 秦弘一郎

1. はじめに

有明海湾奥部沿岸域は国内有数のノリ漁場として有名である。一方、冬期のノリ養殖期には水域の栄養塩不足によるノリの色落ち等の生育不良問題が生じ、しばしばノリ生産に支障をきたしている。2017年2月には漁業者らの要請を受け、漁場への栄養塩供給として佐賀県内のダムやクリークからの緊急放流が実施された¹⁾。また、佐賀市下水浄化センターでは2007年から継続的な栄養塩供給策として、冬期に硝化を抑制する季節別運転が行われている。しかし、本運用によるノリ養殖への効果及び受水域への影響は未知な部分も多い。本研究は、放流水中の栄養塩がノリ漁場に及ぼす影響として、硝化抑制運転前後の放流水受水域における窒素を主体とした栄養塩の分布状況を調査した。

2. 調査方法

(1) 放流水流下に伴う水質調査 A (硝化抑制運転前)

硝化抑制運転前の調査(調査 A)を2017年8月21日(大潮, 8:30~15:00)に実施した(図1参照)。調査水域は佐賀市下水浄化センターからの処理水を受け入れている本庄江川下流部から有明海湾奥部のノリ漁場水域とした(図2参照)。本調査では無動力状態の傭船を A1 地点から下げ潮の流れとともに流下させ、図2中の A1~A12 地点の表層水を採水した。この際 GPS ロガー(Canmore Electronics 社製, GT-740FL)を用いて流下軌跡を記録した。採水試料の分析項目は塩分, SS, TN, DN, $\text{TNH}_4^{+}\text{-N}$ 及び $\text{DIN}(\text{NH}_4^{+}\text{-N}, \text{NO}_2^{-}\text{-N}, \text{NO}_3^{-}\text{-N})$ である。塩分測定には、塩分・電気伝導度計(HORIBA 社製, ES-51)を用いた。SS の測定は孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルターにてろ過して求め、このろ液試料で、DN, DIN を測定した。 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ は、電量滴定式水質測定器(セントラル科学社製, AT2000)を用いた。 $\text{NO}_2^{-}\text{-N}$ と $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ は硝酸・亜硝酸態窒素分析システム(アクア・ラボ社製), TN と DN は吸光光度式水質分析計(HACH 社製, DR-2400)にて測定した。

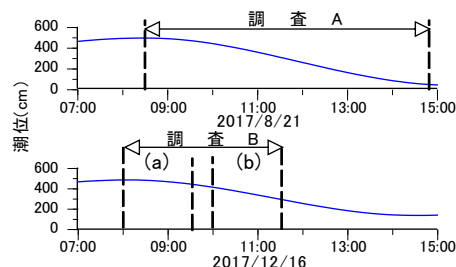


図1 調査 A, B 時の六角川河口住ノ江港での潮位及び調査時間

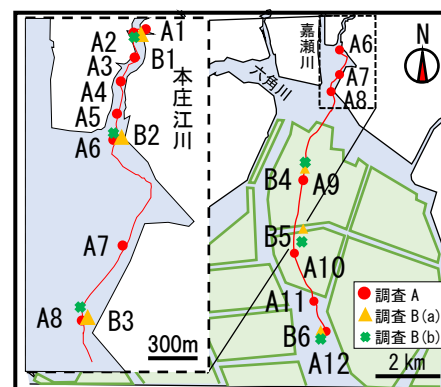


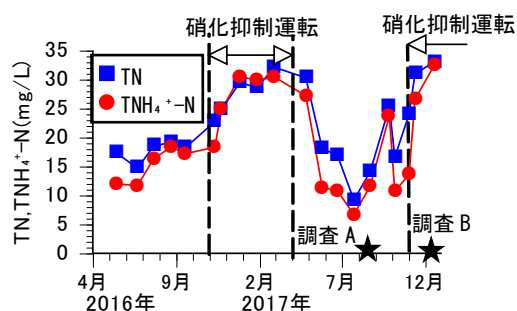
図2 調査 A, B の採水地点及び調査水域の平面図

(2) 放流水流下に伴う水質調査 B (硝化抑制運転後)

硝化抑制運転後の調査(調査 B)を2017年12月16日(大潮, (a)8:00~9:30, (b)10:00~11:30)に実施した(図1参照)。本調査では流下方向の栄養塩空間分布の把握を目的とし、図2に示すように B1~B6 地点の表層約 10cm, 下層(海底・河床から約 30cm 上), 及び中層(表層・下層のおおよそ中間地点)で採水を行った。水質分析項目は 2. (1)と同様である。

3. 調査結果及び考察

調査 A および調査 B を行った際の放流水水質は図3の通りで、TN, $\text{TNH}_4^{+}\text{-N}$ ともに下水処理場での硝化反応の制御がなされており、このような状況下で両調査が行われた。

図3 放流水中 TN, $\text{TNH}_4^{+}\text{-N}$ 濃度の経月変化

(1) 硝化抑制運転前の放流水の流下に伴う水質変化

調査 A では約 6 時間かけて図 2 に示す A1~A12(GPS の軌跡)を流下した. 本調査も既往の研究²⁾とほぼ同じルートで流下し, 放流水塊のノリ漁場域(5~13 km)への到達を確認した.

図 4 は調査 A(硝化抑制運転前)での放流水の流下に伴う塩分, SS, DN 及び DIN の変化である. 河口から海域へ向かうにつれて, DN, DIN いずれの濃度も低下しており, ノリ漁場内では DIN 濃度が 0.27~0.6mg/L であった. また, 放流水の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度を基準とした各地点における $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の割合は, A1 地点で 50%, 放流水が河川水と混合流下間もない A2~A6 地点で 20%, A7, A8 地点では 10%まで減少し, ノリ漁場内では 1~3%であった. この間, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 濃度の上昇が見られなかったことや海水による硝化反応阻害³⁾も踏まえれば, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の減少は希釈・拡散によるものが主であったと言える. なお, ノリ漁場内の DIN 成分比は $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が 6 割, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ が 4 割ほどであった.

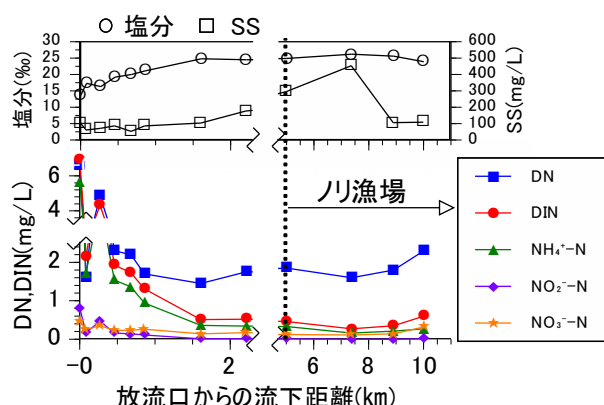


図 4 調査 A での流下に伴う塩分, SS, DN 及び DIN ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$) の変化

(2) 硝化抑制運転後の放流水流下に伴う $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の縦断方向分布

図 5 は調査 B での $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の空間分布である. 図より, 放流水と河川本川との合流部付近に高濃度の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度水塊の存在が確認され, 下げ潮とともに放流水起源と思われる $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の流下方向への拡がりが見られた. 具体的には, 満潮から約 2 時間で放流水の影響が流下約 5 km 付近のノリ漁場内に到達し, その $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は 0.1mg/L まで上昇していた. 調査の都合上, 干潮時の空間分布は測定できていないものの, ノリ漁場広域に渡って 0.1mg/L 程度の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の到達が予想される. ノリの生育に必要な DIN 濃度の基準は 0.07~0.1mg/L とされており⁴⁾, 本調査の結果は $\text{NH}_4^+\text{-N}$ のみでこれを満足するものであった.

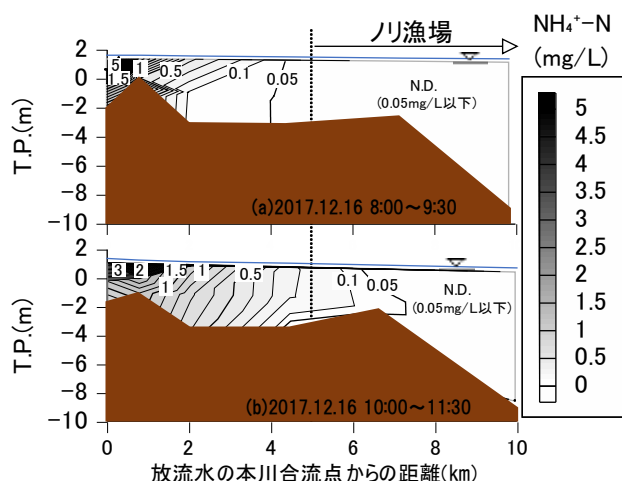


図 5 放流水の本川との合流点を起点とした流下方向の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の空間分布

4. おわりに

本研究は下水処理場の硝化抑制運転による受水域への影響を評価するための調査を行ったものである. 調査結果より, 放流水塊はノリ漁場まで輸送され, ノリ漁場内への $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の供給過程の一部を明らかにした. なお, 今回の調査をもって栄養塩濃度の空間分布を一義的に判断することは困難であり, 今後は数値計算を含めた検討と空間分布特性の把握が必要と考えている. 本研究は, 科研費基盤研究(C), 平成 29 年度河川財団助成事業及び瀬戸内海の環境保全・創造に係る研究助成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る.

参考文献

- 1) 佐賀新聞 Live, 「有明海緊急放流, ノリ養殖に効果」, <http://www.saga-s.co.jp/articles/-/121766> (2017 年 5 月 17 日)
- 2) 前田ら, 「季節別運転による下水処理放流水の流下に伴う受水域への影響」, 平成 28 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, V- II 28, pp751-752, 2017.
- 3) 二渡ら, 「強混合河川感潮部における硝化・脱窒過程に関する研究」, 土木学会論文集, No.479/II-25, pp.101-110, 1993.
- 4) 小谷祐一, 「栄養塩不足とノリ色落ち」, 西海, No.7, p.6, 2010.