

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

佐賀大学理工学部 学○前田優斗

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 木山剣生 田中溪介

1. はじめに

一般に人間活動に伴い生じた陸域負荷の削減施設として下水処理場が建設され、受水域の水環境保全に大きな役割を果たしている。また、近年では地域特性に応じた弾力的な運用も試みられている。佐賀市下水浄化センターでは、有明海でのノリ養殖場への栄養塩供給対策として冬期に硝化抑制を行うといった季節別運転の取り組みがなされている¹⁾。ただし、本運用効果の明確な検証は未だ十分に行われているとはいえない。ここでは硝化抑制前後の処理水が受水域に及ぼす影響を評価する一環として、下水処理水が放流口から下流水域に輸送される現状の把握と硝化抑制前後での硝化抑制前後の窒素を主体とした水質変化について調査した。

2. 調査方法

本研究では、季節別運転方式を行っている佐賀市下水浄化センターからの下水処理水放流先である本庄江川およびその河口水域を調査対象とした。

(1) 放流水の長期モニタリング

ここでは、本庄江川河口から 0.8km 地点左岸に位置する放流口からの下水処理水を 2016 年 5 月から 12 月まで毎月採水し、COD、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TN、および TP を測定した。COD と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ はともに電量滴定式水質測定器(セントラル科学社製、COD : HC-607、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$: AT2000)を用いた。また、TN と TP は吸光光度式水質分析計(HACH 社製、DR-2400)にて測定した。

(2) 放流水の広域調査

ここでは、硝化抑制前の調査(調査①)を 2016 年 7 月 20 日の中潮時に実施し、硝化抑制後の調査(調査②)を 2016 年 11 月 28 日の大潮時に行った。採水地点を図 1 に示す。N1 地点が下水処理場の放流口、N2 地点が本川との合流地点、N5 地点が河口地点、N8 地点が嘉瀬川との合流地点、N9 地点から N12 地点はノリ漁場を含む海域である。調査方法は N1 地点からボートあるいは傭船で満潮から下げ潮時の流れとともに移動しながら行われ、所定の地点の表層水を採水した。調査①では N1 地点から N8 地点まで、調査②では N1 地点から N12 地点で採水した。採水試料は 500ml のポリビンに水を分取後、冷却剤入りのクーラーボックスにて保管した。測定項目は塩分、DO、COD、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、DN、および TP である。また、DN 測定には $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過したものを用いた。

3. 調査結果・考察

(1) 放流口での窒素量の変動状況

図 2 は放流口直下における TN および $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の経月変化を示したものである。図より 11 月頃から TN と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の値が上昇し、下水処理場での季節別運転の実施が確認された。また、多少の変動はあるものの、硝化抑制後の処理水中に含まれる $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の割合が 高くなることからその運用状況が理解される。

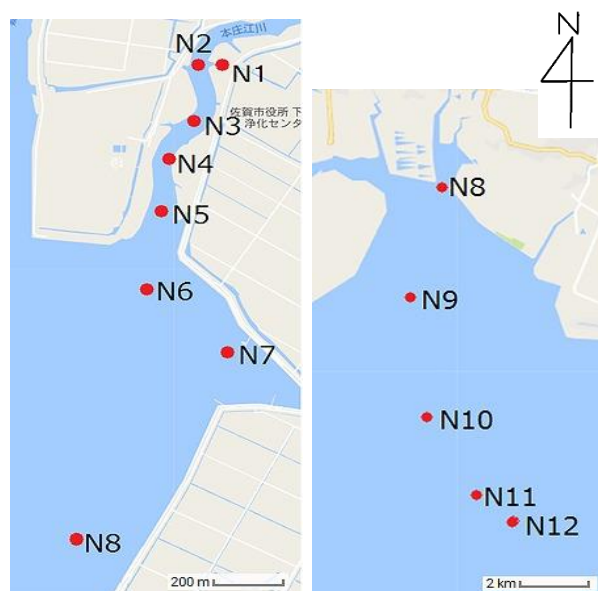


図 1 調査①、②の採水地点(調査①では N6 から N8 にかけて滞筋となっていた)

(2) 放流水流下に伴う水質変化特性

調査①では満潮からしばらく時間が経ってからの観測も影響し、N6 から N8 にかけて滲筋が形成されていた。調査②では N6 地点から N8 地点に滲筋は形成されていなかった。また、調査②(図 1 参照)の結果から放流水水塊はおよそ 13km 流下し、ノリひび域(8~13km)まで到達していることが確認された。

図 3, 4 は調査①、②での DN および $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の放流口からの流下に伴う水質変化を表したものである。硝化抑制前の調査結果である図 3 より、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は放流口直下から河川との合流・希釈によりおよそ 10 分の 1 ほどまで低下し、その後 1mg/L 程度で流下した。既往の研究成果から河川表層水での硝化速度は $0.5\sim 2.8\text{mgN/m}^2/\text{day}$ であることが報告されている²⁾。したがって、調査①での流下時間がおよそ 1.5 時間であることを考慮すれば、本調査での硝化反応は無視でき、結果として放流口から流下する水塊輸送には希釈および拡散の効果が大きいといえよう。また、硝化抑制後の調査結果である図 4 から同様に放流水の河川合流地点では $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は 10 分の 1 程度まで低下した。なお、調査②では調査①からさらに海域に至る水域まで調査を実施しており、本庄江川河口に広がるたまり場のような水域と海域に至る区間でさらに希釈・拡散されている。加えて調査②での測定時期はノリ漁期による栄養塩濃度の低下の影響も考える必要がある。本調査結果から、硝化抑制により放流水中の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の増加がもたらされるものの、放流先での希釈・拡散効果によりその流下先での顕著な濃度上昇などは認められなかった。一方で、本結果はノリ漁期による栄養塩摂取の影響も含めたものであるため、ノリ生産性向上に正味どの程度影響があるかについては、これらの実験条件をコントロールできる室内実験等で検証を進める必要がある。

4. おわりに

本研究は、地域特性に応じた下水処理場の弾力的運用として実施されている硝化抑制された放流水の周辺水域への影響調査の一環として実施したものである。硝化抑制前後での流下方向の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度変化をもとにその流下特性や広域分布を明らかにした。一方で、ノリ漁場への顕著な効果の有無については明確な結果は得られなかった。今後は、流下水の水質特性とともに底質環境も含めた $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 量の継続的なモニタリングや実験条件を調整した室内実験を通じた影響評価を進める予定である。なお、本研究は平成 28 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) 山口徳雄, "宝の海" 有明海に根ざした下水処理を目指して、下水道協会誌、vol. 50、603 号、pp. 47~50、2013. 2) 河川環境管理財団編、「河川と栄養塩類」、技報堂出版、p.151、2005。

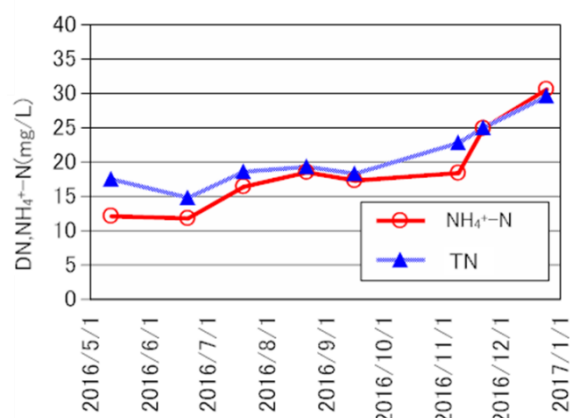


図 2 放流口における経月の TN, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の変動

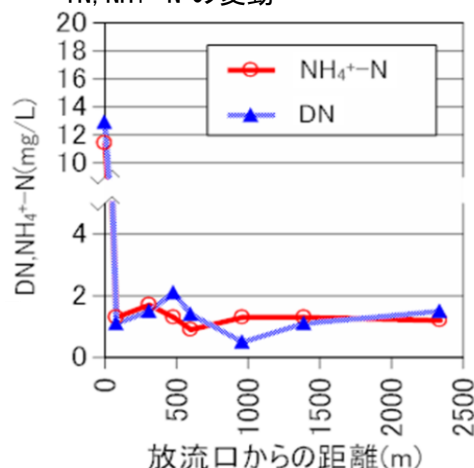


図 3 TN, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の放流口からの流下に伴う水質変化

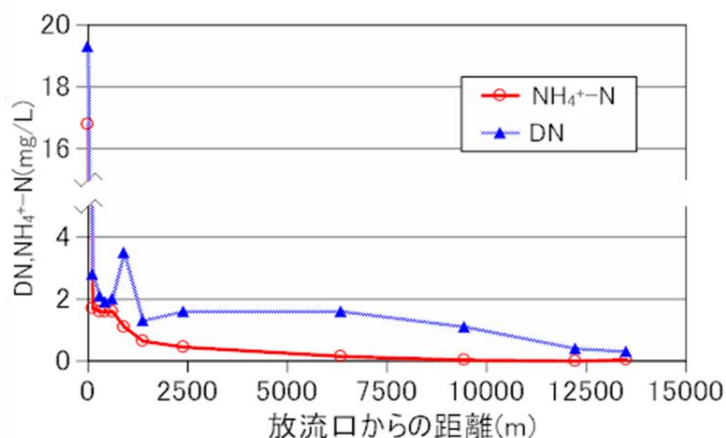


図 4 TN, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の放流口からの流下に伴う水質変化(調査②)