

下水処理放流水の流下に伴う水・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・大石京子

久留米市役所 前田優斗

1. はじめに

下水処理場は陸域負荷の削減施設として運用され、水環境保全に大きな役割を果たしている。また近年では、地域特性に応じた運転管理も実施されている¹⁾。例えば、有明海湾奥部に位置する水域では、冬季のノリ養殖時の栄養塩不足対策として硝化抑制した下水処理水を放流しており、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。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²⁾。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を把握する観点から、処理水塊が放流口から下流水域に輸送される状況と硝化抑制前後での水質および底質変化について主として窒素の挙動を対象に調査した。

2. 現地調査および実験方法

(1) 放流水の長期モニタリング

本研究では、季別運転を行っている佐賀市下水浄化センターの処理水放流先である本庄江川およびその下流水域を調査対象とした。放流口は本庄江川河口から 0.8km 地点左岸に位置している。放流水の長期モニタリングは 2016 年 5 月から 2017 年 2 月まで行い、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 科学社製、DR-2400)にて測定した。

(2) 放流水の流下に伴う水質及び底質調査

放流水塊の流動状況を把握するため、ここでは放流水塊とともに流れに乗った水質変化と受水域内に堆積する底質への影響を調査した。放流水流下に関する調査は 2 回行い、硝化抑制前の調査(調査①)を 2016 年 7 月 20 日の中潮時に、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、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 のポリビンに水を受水後、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、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ および TN である。また、ろ液は $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルターを用いて作成した。底質調査では、図 1 中の N1、N5 地点付近および N8~N12 地点までの経路内 5 か所をエクマンバージで採泥し、その表層 1cm 程度を分析試料とした。底質の分析項目は、含水比、強熱減量、間隙水中の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ および底質の C/N 比とした。



図 1 調査①、②の採水地点

3. 結果および考察

(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。

キーワード 下水処理水, 栄養塩, 硝化抑制, 有明海, ノリ養殖

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

(2) 放流水流下に伴う水質変化特性と底質への影響

調査①では満潮からしばらく時間が経っての観測で水位低下も影響し、N6 から N8 地点にかけて滞筋が形成されていた。調査②ではN6からN8地点に滞筋は形成されていなかった。また、調査②の結果から放流水水塊はおよそ 13km 流下し、ノリヒビ域(8~13km)へ到達していることが確認された(図3参照)。

図3は調査①、②での $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 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。まず、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は放流口から河川との合流・希釈により 10 分の 1 程度まで低下し、その後 2mg/L 以下で流下した。また、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³⁾されており、半潮汐程度の流下時間での硝化反応による $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の低下は小さいといえる。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、今回の調査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。

図4は、放流口を起点に河川上流域と河口から海域に至る水域での $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 量を示したものである。図より $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 量は放流口直下が最も高く、河川および河口に向かって減少する傾向にある。また、季節的には夏季が最も高い。一方、10km 付近で局所的に $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 値が高かった。これは本水域がノリ漁場内であり、ノリ芽残渣等による有機物供給が一因ではないかと考えられる。さらに、N6~N8 地点は本庄江川と隣接する嘉瀬川との合流水域(1~3km)で $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が懸濁物とともに沈積する傾向にある。したがって、同水域は海域への放流前のストックヤードとしての役割を有する可能性が示唆される。

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、硝化抑制前後での流下方向の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の流下変化およびその広域分布を明らかにした。一方、本調査で明確な放流水の影響を十分に検証できておらず、今後も継続的な調査を実施する必要がある。なお、本研究の底質調査については木山剣生君、田中溪介君(元佐賀大学理工学部4年生)の調査補助を受けるとともに、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)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)河川環境管理財団編：河川と栄養塩類，技報堂出版，p. 151，2005.

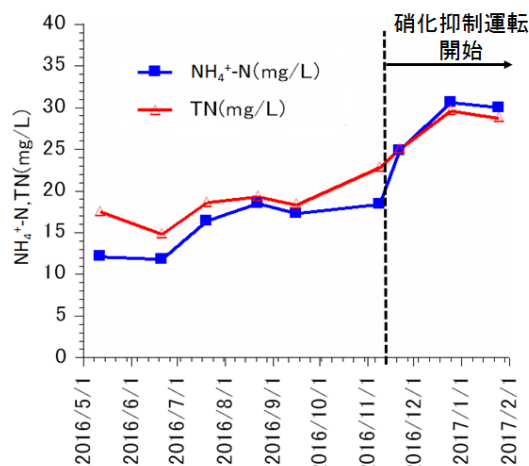


図2 放流口直下の TN と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の経月変化

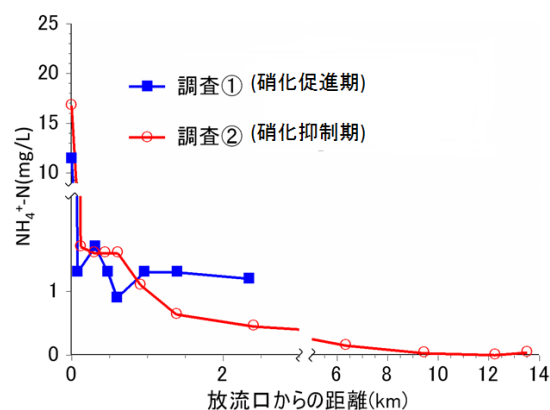


図3 放流水流下に伴う $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度変化

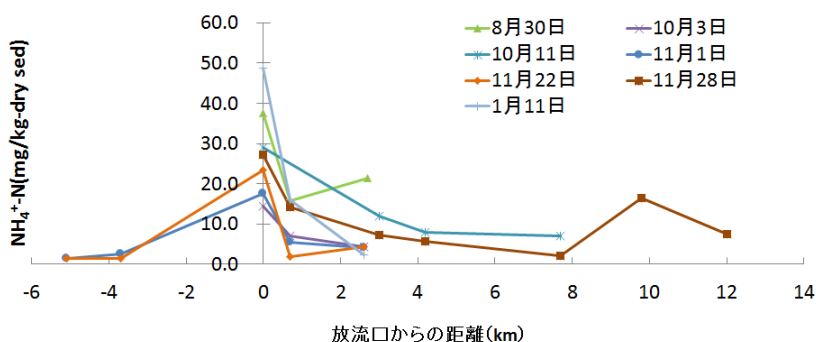


図4 放流口を起点とする底質中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 量の広域分布 (平成28年度)