

海水侵入時の下水処理能力の変化について

横浜市 ○川口 進太郎・高橋 繁

1 はじめに

南部水再生センター（以下「当センター」）は埋め立て地にあり、海に隣接している。処理能力は18万 m^3 /日の合流式下水道終末処理場で、晴天時処理水量は約13万 m^3 /日である。処理系列は10系・20系の2系列からなり、最初沈殿池以降独立して処理される。反応タンクは1系列あたり3池で構成され、反応タンク1池（容量5,775 m^3 ）は4水路からなり、通常は第1水路が疑似嫌気槽・第2水路以降は好気槽として使用している。送風量制御はDO一定制御で行っている。当センターは海に隣接しているため台風や高潮の影響を受けやすく、規模の大きな台風が来た際は放流口からの海水の逆流や波が防潮堤を越えて処理系列に侵入することで活性汚泥がダメージを受けて水処理が悪化することがある。

当センターへの流入下水には200~400 mg/L 程度の塩化物イオンが存在する。対して、横浜市内陸部にある水再生センターの塩化物イオン濃度は50 mg/L 程度¹⁾であることを考慮すると、海水の塩化物イオン濃度が19,000 mg/L 程であることから、平時にも1~2%の混入があると考えられる。これは、管渠の破損や繋ぎ目からの侵入である可能性が高い。

海水が下水処理に与える影響について検討した研究としては日本大学大学院の稲田らの報告がある。それによると0.1%ずつ塩分濃度が上昇するように活性汚泥を馴致させたところ2%の塩分濃度でもCODが91.4%、BODが88.5%除去できたという検討結果が出ている²⁾。また、震災時における破損した管渠等からの海水流入を想定し、塩分濃度の馴致を行わずに塩分濃度を3%にしてBODやCODの除去実験を行ったところ、処理能力が低下していることが報告された³⁾。

これまでは海水侵入時のCODやBODの除去に注目した研究が多く、窒素やりんに注目した研究は十分行われてこなかった。そこで、本研究では窒素やりんが海水侵入時にどのような影響を受けるのかに注目し、測定しやすいアンモニア性窒素やりん酸態りんを指標として検討を行った。

2 調査・研究方法

(1) 調査概要

実験は、最初沈殿池流出水と返送汚泥及び添加用の海水を用いた回分実験とする。各試料の性状は表1の通りである。海水は採水後、ろ過しオートクレーブ滅菌し冷蔵保存したものを使用した。

回分実験は表2の通り、最初沈殿池流出水に海水を10%、20%、30%添加したものに当センターにおける現在の汚泥返送率50%分を加えたものとし、対照試料は、最初沈殿池流出水に汚泥返送率50%分の返送汚泥を混合したものをを用いた。

測定項目は、規制対象である窒素とりんの指標としてアンモニア性窒素とりん酸態りんとし、試験開始時から1時間ごとに測定することとした。測定はイオンクロマトグラフ（INTEGRION サーモフィッシャーサイエンティフィック製）で測定した。なお、反応タンクの状態を再現するため、最初の1時間を攪拌のみとし、残りの5時間を空気注入量0.4 L/min でばっ気した。

また、CODについては当センターでの過去の検討から、あまり海水の影響が見られなかったことから、今回は試験開始時と終了時（6時間経過後）の測定のみとした。

表 1 検討に用いた試料の性状

| | COD | 塩化物イオン濃度 | アンモニア性窒素 | りん酸態りん |
|----------|-------------------------|-----------|--------------------------|---------------------------|
| 海水 | 3 mg/L 程度 ⁴⁾ | 18000mg/L | 0.3mg/L 以下 ⁴⁾ | 0.15mg/L 以下 ⁴⁾ |
| 最初沈殿池流出水 | 45mg/L | 360mg/L | 15mg/L | 1.5mg/L |
| 返送汚泥 | | 350mg/L | 0.8mg/L | ほぼ無し |

表 2 各サンプルの条件

| | 対照試料 | 海水 10%試料 | 海水 20%試料 | 海水 30%試料 |
|----------|---------|----------|----------|----------|
| 最初沈殿池流出水 | 1000mL | 900mL | 800mL | 700mL |
| 海水 | 0mL | 100mL | 200mL | 300mL |
| 返送汚泥 | 500mL | 500mL | 500mL | 500mL |
| 塩化物イオン濃度 | 350mg/L | 1500mg/L | 2700mg/L | 3900mg/L |

3 結果および考察

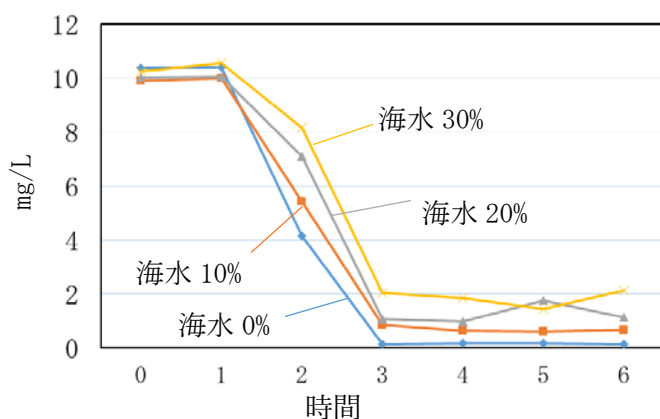
(1) アンモニア性窒素について

各反応時間におけるアンモニア性窒素の濃度は図一1の通りである。海水 30%でも3時間で2 mg/L 程度まで低下しており、硝化は十分に進んでいることが示唆された。

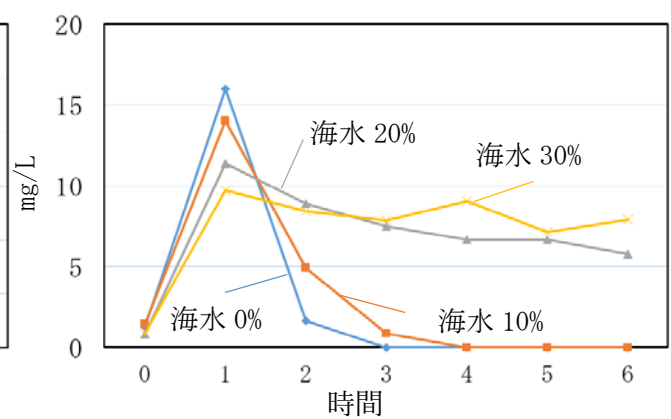
(2) りん酸態りんについて

各反応時間におけるりん酸態りんの濃度は図一2の通りである。海水 10%までは処理が進んでいるが、20%を超えとりん酸態りんが4 mg/L 以上となり、りんの排水基準を遵守することが困難になることが示唆された。この結果から、りん蓄積細菌は有機物除去や窒素除去にかかわる細菌に比べて塩分濃度に影響を受けやすいことがうかがわれる。ある程度のりんの放出は見られるが、再吸収は行われていないことから、このりん放出はりん蓄積細菌の正常な働きによるものではなく、高い塩分濃度により細菌自体が死滅するなどして、菌体から放出されている可能性も考えられる。

当センターでは2006年10月上旬に発生した低気圧に伴う異常潮位発生時に、一時的に最初沈殿池流入水の塩化物イオン濃度が4500mg/L程度まで上昇したことがあり、現実的に起こりうる値であるため、海水が流入しないように設備の更新が必要である。



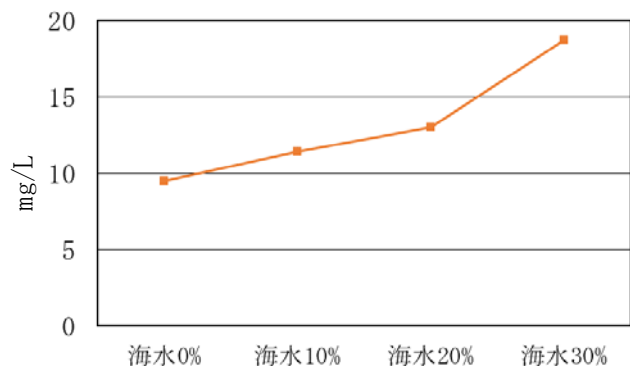
図一1 各反応時間におけるアンモニア性窒素の濃度



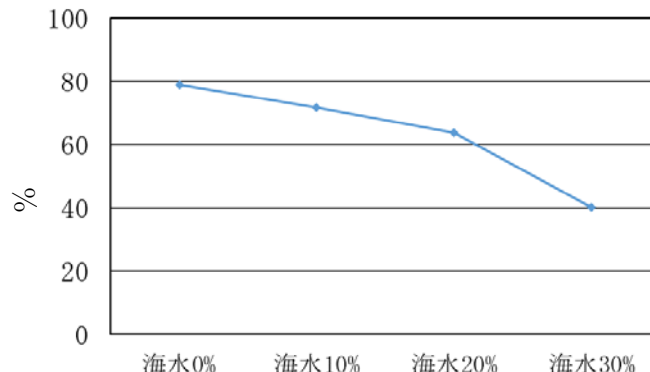
図一2 各反応時間におけるりん酸態りんの濃度

(3) CODについて

各海水濃度における最終的なCODの値は図一3のようになった。また、各海水濃度におけるCODの除去率は図一4のようになった。海水濃度が上昇すると除去率が悪化するが、海水が30%であってもCODは19 mg/Lであり、本実験においては基準超過にはならなかった。



図一3 各海水添加率におけるCODの値



図一4 各海水添加率におけるCODの除去率

4 結論

今回の調査により以下のことが確認できた

- (1) 当センターの反応タンクは、流入下水に対して10%ほど海水が混入しても処理水質を保てること確認できた。
- (2) CODの除去と硝化は、海水30%混入でもある程度維持される。
- (3) 海水の濃度を増やしていくと、CODやアンモニア性窒素よりも先にりん酸態りんの除去が悪化し、20%以上海水が混入するとりんが基準超過する可能性がある。

参考文献

- 1) 横浜市環境創造局 水質試験年報(令和2年度) 2021年10月
- 2) 日大生産工(院) 稲田拓海他 日本大学生産工学部第52回学術講演会講演概要 高濃度塩分対応活性汚泥法に関する基礎研究 2019年12月
- 3) 日大生産工(院) 稲田拓海他 日本大学生産工学部第53回学術講演会講演概要 高濃度塩分に対応した活性汚泥に関する基礎研究 2020年12月
- 4) 東京湾岸自治体環境保全会議 東京湾水質調査報告書 2021年3月

問合せ先：横浜市環境創造局下水道施設部下水道水質課
〒235-0017 神奈川県横浜市磯子区新磯子町39番地
TEL 045-761-5251 E-mail ks-suishitsu@city.yokohama.jp