

高濃度塩分に対応した活性汚泥に関する基礎研究

日大生産工 (院) ○稲田 拓海 日大生産工 森田 弘昭
日大生産工 佐藤 克己 日大生産工 高橋 岩仁

1 研究背景

海水由来の高濃度塩分を含んだ汚水は、活性汚泥の処理機能を低下させる恐れ^{1*2}がある。今後、下水道が普及していく東南アジア諸国では、デルタ地域での下水処理場への海水流入が懸念される。また、わが国でも海岸付近に立地している下水処理場は、大震災時に破損した管渠などから海水の侵入が想定され処理機能への影響が考えられる。既往の研究^{1*2}では、塩分濃度が 0.4% になると活性汚泥の処理機能が大幅に低下する糖言う報告^{1*2}がある一方で、塩素イオン存在時でも活性汚泥処理は可能であるという報告^{1*2}もある。しかし、高塩分条件下の活性汚泥処理について、塩分濃度と処理機能関係等の詳細な検討は十分にされていないのが現状である。

そこで、本研究では高濃度塩分下での活性汚泥の処理特性を把握するための基礎実験を行い、得られた結果を報告する。なお、高濃度塩分とは海水の塩分濃度を想定しており、海水混入条件下における活性汚泥の処理特性を把握することを最終目的としている。

2 実験方法

2.1 概要

N 市下水処理場で採取した活性汚泥を用いて所定の濃度に調整した人工海水と有機物を実験装置に投入して処理特性を検討した。

実験は、徐々に塩分濃度を高める馴致を行った CASE と行わない CASE を設定した。馴致した CASE の最終的な塩分濃度は 1% および 2% である。実験は回分式で実施した。

2.2 実験装置

(1) 実験槽

実験槽には、アクリル製の矩形容器 (25cm × 30cm × 40cm) を用いた。アクリル容器は内部の様子が観察しやすいように透明のものとした。活性汚泥への空気供給は、小型のエアポンプと内径 4mm のシリコン製チューブに接続したエアストーンを用いて行った。実験槽の概要を図 1 に示す。

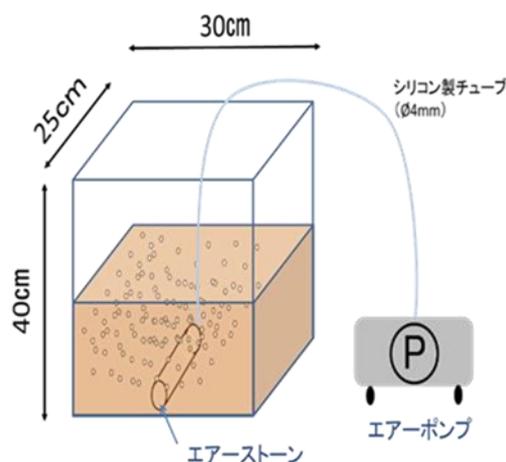


図 1 実験槽の概要

(2) 酸素利用速度測定装置

塩分環境下での活性汚泥の酸素利用能力を調べるため溶存酸素計およびマグネッ

Basic research on activated sludge corresponding to high-concentration salt
Takumi INADA,
Hiroaki MORITA, Katsumi SATO, Iwahito TAKAHASHI

を三角フラスコ 300mL に満たし、空気が入らないように溶存酸素計のセンサー部を挿入後マグネットスターラーで攪拌しながら溶存酸素の経時変化を 15 分間測定した。実験装置を図 2 に示す。

2.3 活性汚泥への塩分添加

N 市下水処理場の返送汚泥を実験装置に投入し、人工海水粉末 (Aquarium Systems 社:インスタントオーシャンプレミアム) を添加し塩分濃度を調整した。馴致時の塩分濃度の上昇速度を表 1 に示す。

CASE1 では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、塩分の馴致を行わず人工海水を海水と同じ塩分濃度 3%として、人工基質の除去特性を観測した。

塩分の馴致を行ったケースでは CASE2 は、1 日に 0.1%ずつ塩分濃度が上昇するよう人工海水粉末を添加し到達塩分濃度を 1%とした。CASE3 では、塩分濃度を 1 日 0.2%上昇させ、到達塩分濃度を 1%とした。CASE4 では CASE2 で到達塩分濃度 1%に達した状態から 1 日に 0.1%ずつ濃度を上昇させ、到達塩分濃度を 2%とした。すべての CASE において、それぞれ所定の塩分濃度になってから 2 日間ほど到達塩分濃度で培養した。

2.4 人工基質の添加方法

通常時および 1%, 2%の塩分濃度で培養した活性汚泥に、有機物を含む人工基質を投入させた。人工基質には、供給量と質の安定性を考慮して、市販のスキムミルクを用いた。この基質の組成と汚濁成分を表 2 に示す。

人工基質は下水処理場に流入してくる排水の BOD 濃度を想定して BOD 濃度約 200mg/L になるよう添加量を調整した。

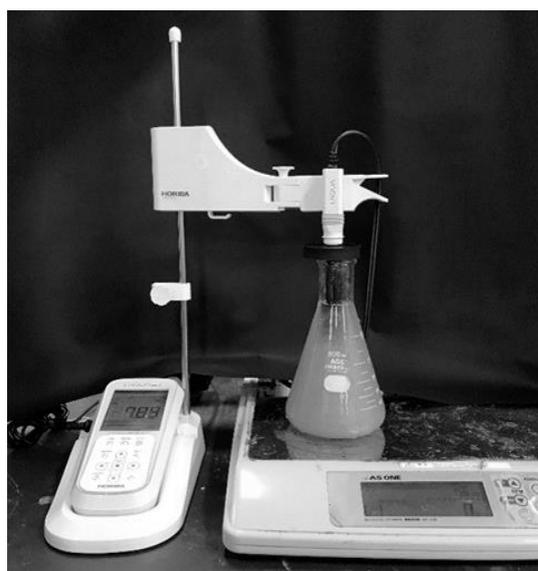


図 2 酸素利用速度測定装置

表 1 馴致速度

| | 塩分濃度上昇速度 | 到達塩分濃度 |
|-------|----------|--------|
| CASE1 | 馴致なし | 3% |
| CASE2 | 0.1%/day | 1% |
| CASE3 | 0.2%/day | 1% |
| CASE4 | 0.1%/day | 2% |

表 2 人工基質の組成と汚濁成分

| 水道水 | 10L | 成分 | mg/L |
|------------|--------|-----|------|
| スキムミルク | 4.00 g | BOD | 200 |
| リン酸二水素カリウム | 0.18g | 窒素 | 10 |
| 炭酸水素ナトリウム | 4.00 g | リン | 2 |
| 炭酸ナトリウム | 0.25g | | |

2.5 実験条件

本実験では回分式実験法を採用した。曝気時間を 8 時間、MLSS 濃度を設計指針^{*4}に基づき 2000~3000mg/L に調整し、人工基質を投入し、槽内の汚泥混合水量は 10~12L とした。人工基質を投入してから 1 時間毎に 8 時間まで槽内から混合液を 500ml 程度採取し、15 分間汚泥を沈殿させた後に上澄

み水の BOD, COD_{ALK} (なお, 本研究では, 塩分を含む試料のため, 過マンガン酸カリウム消費量から酸素要求量を求める方法を用いた。以下 COD と表す) を測定した。

3 実験結果および考察

4CASE の酸素要求量(BOD, COD)の経時変化を図3～図9に示す。

結果の評価は, 酸素要求量の減少傾向が安定する実験開始6時間後から8時間後の値の平均値を用いた。

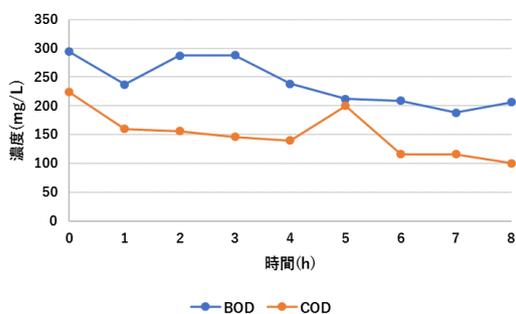


図3 CASE1 20°C

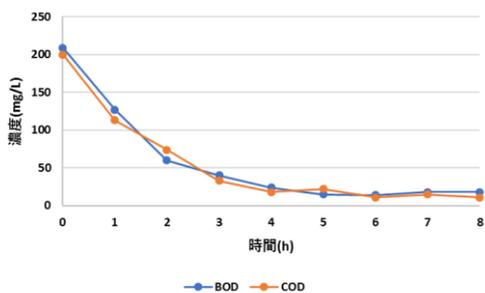


図4 CASE2 30°C

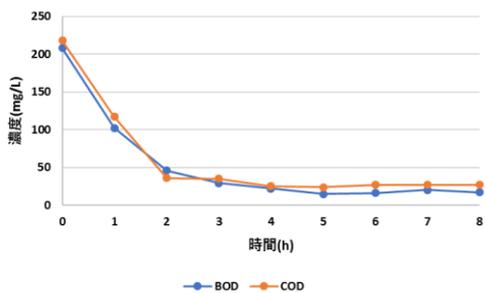


図5 CASE2 20°C

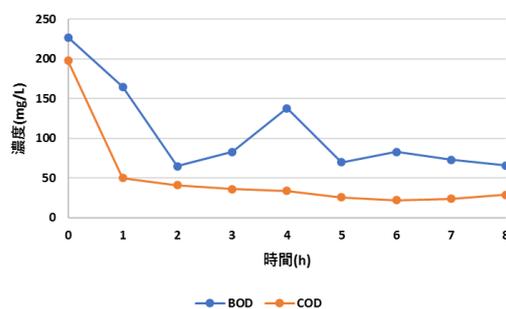


図6 CASE3 30°C

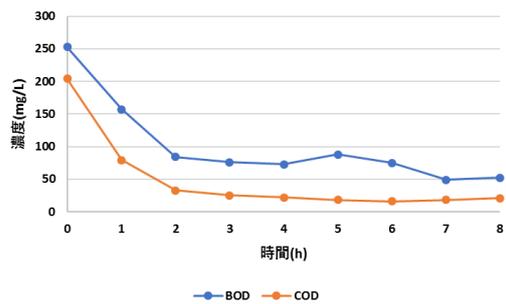


図7 CASE3 20°C

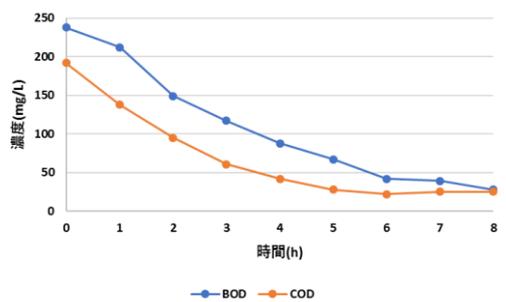


図8 CASE4 30°C

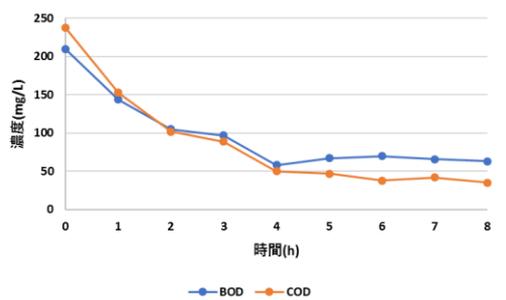


図9 CASE4 20°C

CASE1の実験結果を図3に示す。CASE1は, 塩分による馴致を行っていない活性汚泥を海水と同じ塩分濃度の3%の条件下で酸素要

求量を測定した。BOD, COD とともに減少傾向を示したものの通常の活性汚泥法による減少とは明らかに処理能力が低下していることが確認された。なお、この状況は震災で下水処理場に急激な海水の流入があった場合を想定している。

CASE2 の実験結果を図 4・図 5 に示す。CASE2 は、水温 30℃では BOD 値が 17 mg/L, COD 値が 12 mg/L と両測定項目とも低い数値となった。水温 20℃時では、BOD 値 18 mg/L, COD 値が 27 mg/L となった。

CASE2 は有機物除去性能が発揮された。

CASE3 の実験結果を図 6・図 7 に示す。CASE3 は、馴致速度を上げたところ水温 30℃, 20℃において COD 値は 25 mg/L, 18 mg/L と CASE2 同様に低い数値となったが BOD 値が 74 mg/L, 59 mg/L となり BOD 値と COD 値に大きな差が出た。

CASE4 の実験結果を図 8・図 9 に示す。CASE4 は、水温 30℃で BOD 値が 36mg/L, COD 値が 24mg/L, 水温 20℃時においても BOD 値が 66mg/L, COD 値が 38mg/L と同馴致速度であっても塩分濃度が 1%から 2%へと上昇する際にはより馴致に期間を必要とするものと考えられる。

また、いずれの CASE においても水温 30℃の方が酸素要求量の除去率が高い結果となった。

CASE3 と CASE4 において BOD 値が COD 値より大きい値となり、理論上はありえない結果が得られたがこれは塩分がフラン瓶中の微生物の活性を阻害したものと考えているが、原因を特定するためにはより詳細な検討が必要である。

図 10 に水温 20℃時の CASE2, 3 と塩分を加えていない活性汚泥(以下通常 CASE)の酸

素利用速度を示す。

通常 CASE では、基質投入直後に最も高い酸素利用速度を示し、基質の消費に伴い急激な利用速度の低下を示す。一方、塩分濃度 1%の CASE2, 3 では、初期の高い酸素利用速度は観測されず、塩分による酸素利用能力に影響があることが示唆された。

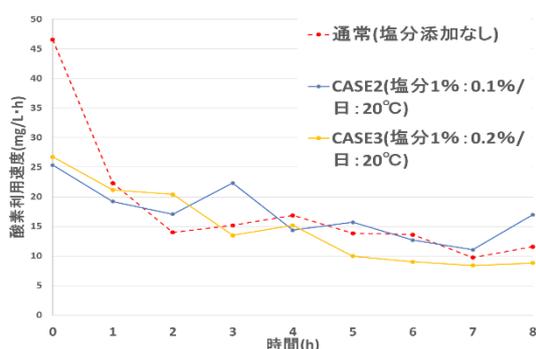


図 10 酸素利用速度の変化

4 まとめ

本研究から塩分は明らかに活性汚泥の活性を阻害するが適切な馴致を行えば活性汚泥処理の可能性があることが示唆された。

「参考文献」

- 1) 本多淳裕他：活性汚泥処理施設における海水混入下水浄化の実際，下水道協会誌，Vol. 2 No. 13, p1-16 (1963)
- 2) 佐藤孝彦 高木柁弥：活性汚泥に対する塩化ナトリウムおよび海水の影響について，下水道協会誌，Vol. 4 No. 37, p14-20 (1967)
- 3) 神林大介他：高濃度塩分対応活性汚泥法に関する基礎研究，第 56 回下水道研究発表講演集，N-9-4-4, p980-982, (2019)
- 4) 公益社団法人 日本下水道協会：下水道施設計画・設計指針と解説 後編 2009 年版 p80 (2009)
- 5) 稲田拓海他：高濃度塩分に対応した活性汚泥に関する基礎研究，第 57 回下水道研究発表講演集，p 913-915, (2020)