

ケイ酸を含む人工下水による硫酸塩還元反応への影響

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○今井 太進、枝 怜 正会員 宮里 直樹

表-1 人工基質の組成

成分名	(mg/L)
Polypeptone	200
CH ₃ COOK	100
Yeast extract	20
NaHCO ₃	71
MgSO ₄ · 7H ₂ O	157
KH ₂ PO ₄	44
CaCL ₂ · 2H ₂ O	39
NH ₄ Cl	115
Na ₄ SiO ₄ · nH ₂ O	197
塩酸(pH調整用)	

1. 研究背景・目的

下水処理に用いられる活性汚泥法は、処理効率が良く経済的であることから、全国の下水処理施設等で多く利用されている。しかし、処理の際に大量発生する余剰汚泥が産業廃棄物排出量の4割を占めたり¹⁾、嫌気条件下において汚泥から発生する硫化水素が悪臭やコンクリートの腐食をひき起こしたり²⁾するなどの問題があり、活性汚泥法の更なる機能改善を進める必要がある。一方、し尿処理施設において、ケイ素(Si)などの無機物質を中心とした薬剤を添加した *Bacillus* 属細菌の優占化技術によって、悪臭の抑制や発生活泥量の削減に成功したという事例が報告されている³⁾。自然界では珪素類がケイ酸を使うことにより、ガラス質の殻を作ることが知られているが、一部の *Bacillus* 属細菌が芽胞形成に利用する可能性が報告されている⁴⁾。先行研究ではケイ酸添加による硫酸塩還元反応が活性化されることが示唆された⁵⁾。本研究では、先行研究よりケイ酸の添加量を増やしたうえで、ケイ酸の添加の有無で活性汚泥を二系統馴養して、性状や微生物群の変化を調べるとともに、馴養後の汚泥を用いて回分試験を継続して行い、硫酸塩濃度の変化を確認することで硫酸塩還元反応に及ぼすケイ酸の影響を調べることを目的に実験を行った。

2. 実験方法

2.1 活性汚泥の馴養装置

前橋市のR処理場し尿処理場の活性汚泥を用い回分式活性汚泥法による装置を用いた。活性汚泥浮遊物質(MLSS)を2000mg/Lに調整し馴養を開始した。運転期間は10/10～12/21まで行い曝気空気量を1L/minと調整した(中間よりも減らした)。基質にはケイ素(シリカ)としてケイ酸ナトリウム(Na₂SiO₃)を197mg/Lとなるように添加した。表-1に基質の組成を示す。運転管理の指標として水温(°C)、水素イオン濃度(pH)、溶存酸素濃度(DO)の計測を行った。ケイ酸ナトリウムを添加するとpHが9～10になることから塩酸によりpHを7.5±0.2へ調整した。また、ケイ酸の影響を調べるため、ケイ酸の影響があるガラス棒やガラス製ピーカーの使用を避けて実験を行った。

2.2 馴養した活性汚泥に対する分析項目

1) MLSSの測定

馴養した活性汚泥浮遊物質(MLSS)を「下水試験方法」⁶⁾のガラス繊維ろ紙法に準じて測定をした。

2) *Bacillus* 属細菌のコロニー培養・計測

寒天培地を用いた平板希釈法にて *Bacillus* 属細菌を培養し、2日後のコロニー数をカウントした。

3) 硫酸塩還元菌の培養・計測

下水試験方法のMPN法を一部改良して、硫酸塩還元菌の最確数を計測した⁷⁾。培地は、MaraとWilliamsの改編ISA培地を用いた。

2.3 馴養後の汚泥による嫌気回分試験

馴養した活性汚泥(基質へのケイ酸添加系と非添加系)の硫酸塩還元活性の違いを調べるために、嫌気条件下での回分試験を実施した。窒素パージした表-1の基質を用いて、活性汚泥(MLSS1000mg/Lに調整)に混合させてシリンジ(50ml)に注入し、20°Cの恒温槽内で攪拌し試料を0h、6h、15h、24h後にそれぞれ採取した。ろ過した後に硫酸イオン濃度(ISA300、東亜DKK)を測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 馴養汚泥性状の把握

10/10～12/21まで馴養運転を行った活性汚泥のpHの経日変化を調べた。ケイ酸添加系あり、なしのどちらの馴養条件でも運転開始からpHは6.9～7.9と中性域で安定していた。MLSSの経日変化を図-1に示す。最初は3000を超えているが、これは定期的に汚泥を採取していなかったため、ここまで増えてしまったと考えられる。また、ケイ酸添加の有無に関わらず、20日以降MLSSは低下し続けていた。これは、過曝気によりフロックが凝集性を失い、解体した微細フロックが処理水と一緒に流出してしまったからだと考える。DOの経日変化を調べた。DOも同じく一定の値にすることが求められている。基質の添加の有無に関わらず、57日付近

で増えている。これは与える空気量が多すぎたため DO が増えてしまったと考える。

3.2 硫酸塩還元菌数と *Bacillus* 属細菌数の関係

図-2、図-3 に運転期間 10/10~12/21 日までのケイ酸有無による硫酸塩還元菌数と *Bacillus* 属細菌数の変化を示す。ケイ酸有無に関わらず、硫酸塩還元菌数は $10^6 \sim 10^7$ 個/gMLSS、*Bacillus* 属細菌コロニー数は 10^4 個/gMLSS だった。また、12/21 も測定を行ったが、硫酸塩還元菌数の測定はミスによりデータが行われていない。

3.3 嫌気回分試験による実験結果

図-4 では 12/21 (75 日間の馴養後) の活性汚泥を用い、嫌気回分試験を行い測定した硫酸塩濃度を示す。ケイ酸添加したものでは 24 時間後の硫酸塩濃度は 57.1mg/L と、ケイ酸を添加していないものと比較して 4.4mg/L の差があった。ケイ酸により硫酸塩還元の働きが抑えられる可能性が示唆された。

4. 結論

本研究では、10/10~12/21 の期間の活性汚泥を馴養し、ケイ素を添加した人工下水による硫酸塩還元反応への影響を検討した。硫酸塩還元菌数に大きな変化を確認することが

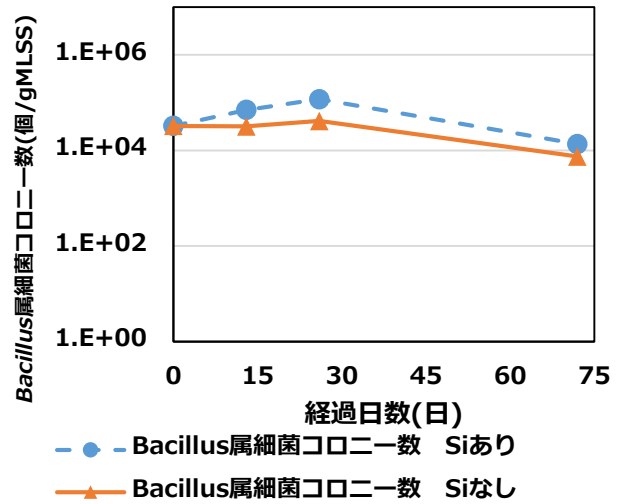


図-3 *Bacillus* 属細菌コロニー数の経日変化

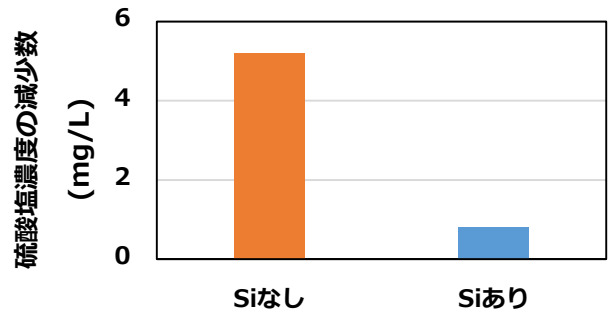


図-4 硫酸塩濃度の経時変化

できず、また *Bacillus* 属細菌のコロニー数に大きな変化はかくにんされなかった。しかし、回分試験の結果より、ケイ酸は硫酸塩還元反応に影響を与えることが示唆された。今後はどのようなメカニズムで抑えられるか検討する予定である。

参考文献

- 1) 環境省。報道発表資料、産業廃棄物の排出及び処理状況、<https://www.env.go.jp/press/110498.html>, 2022年
- 2) 須賀, 雄一・稲毛, 克俊: 下水道処理におけるコンクリート腐食対策への取り組みについて, 衛生工学シンポジウム論文集, 12, 93-96, 2004年
- 3) パチルス属優占化技術で臭気のない尿処理手法の確保, 新活性汚泥技術研究会, NASTNEWS N08, 1-2, 2005年
- 4) Hirota, Ryuichi et. al. (2010) The Silicon Lauer Supports Acid Resistance of *Bacillus cereus* Spores, Journal of bacteriology, jan., pp. 111-116
- 5) 大山 拓也. (2022年). シリカを添加した人工下水による硫酸塩還元微生物への影響. 令和三年度環境都市工学科第21期卒業研究発表予稿集
- 6) 日本下水道協会, 下水道試験方法, pp116~117, 1997年
- 7) 日本水道協会, 上水試験方法 2001年版, pp645, 2001年

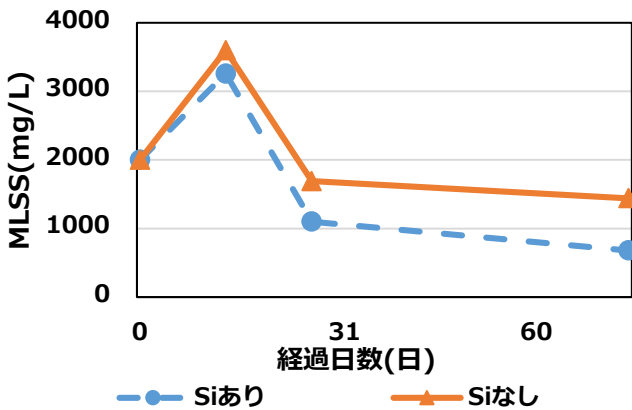


図-1 MLSS の経日変化

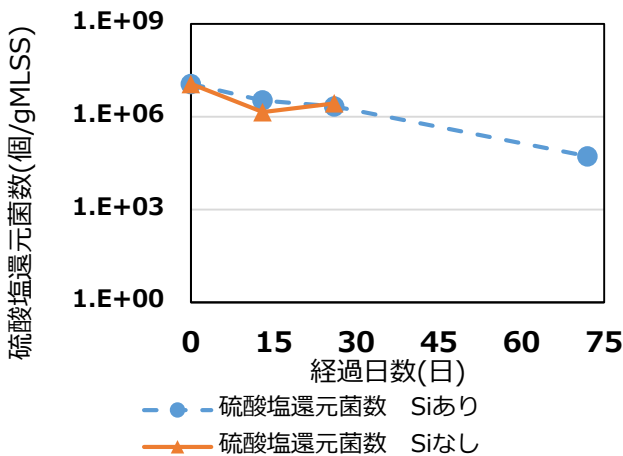


図-2 硫酸塩還元菌数の経日変化