

ケイ酸の添加による活性汚泥中の硫酸塩還元反応への影響

群馬工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○枝 怜
 群馬工業高等専門学校 正会員 宮里 直樹
 群馬工業高等専門学校 学生会員 大山 拓也

1 研究背景

活性汚泥は、下水中に存在する微生物が有機物の分解や曝気による酸素の供給によって爆発的に繁殖、増殖を行うことにより生じる。活性汚泥中では細菌、菌類、原生動物、後生動物など多様な生物種が互いに共生、捕食関係にあると考えられている。これら微生物の代謝に有機物や一部の無機塩類が必要となることを利用し、水中汚濁物質としてのそれらを酸化分解または吸収分離することで汚水を浄化するのが活性汚泥法であり、水処理において広く用いられてきた。

しかし、発生する余剰汚泥は産業廃棄物排出量の約4割と膨大なものとなっている¹⁾他、活性汚泥は嫌気条件下になると悪臭などを発生するため、活性汚泥法の更なる機能改善を進めていく必要がある。これに対して、し尿処理施設でケイ酸(Si)などのミネラル成分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、悪臭の抑制や発生汚泥量の削減に成功したという事例が報告されている²⁾。先行研究³⁾では、ケイ酸添加による硫酸塩濃度の減少傾向に違いが確認され、硫酸塩還元反応が抑制された可能性が示唆された。硫酸塩還元反応は、硫酸塩から悪臭の原因である硫化水素を発生させる。本研究では、人工下水を用意して活性汚泥の馴養を行い、Si の添加の有無を変えた二系統の馴養汚泥の回分試験結果を比較することで、Si による硫酸塩還元反応への影響を調べた。

2 実験方法

2.1 馴養方法

前橋市内の R 処理場の汚泥を MLSS 2000mg/l に調整し、図 1 の装置を用いて回分式活性汚泥法で馴養を開始した。表 1 に人工下水の組成と馴養条件を示す。Si としてケイ酸(オルトケイ酸ナトリウム)を添加した。これにより pH が 8~9 となるため、塩酸を用いて

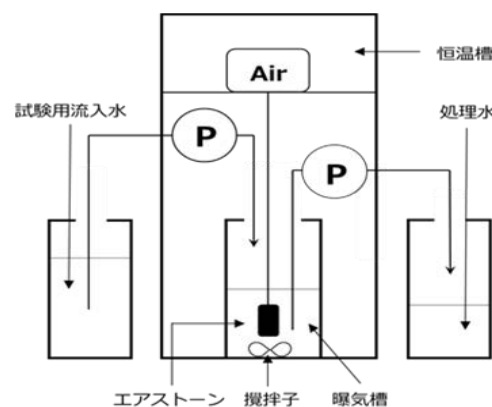


図 1 馴養装置略図

表 1 馴養条件および基質の組成

基質 (mg/L)	Polypeptone	:200	装置	恒温槽	:20℃
	CH ₃ COOK	:100		曝気槽容量	:1L
	Yeast extract	:20		汚泥+基質量	:300mL
	NaHCO ₃	:71		基質投入量	:200mL
	MgSO ₄ ・7H ₂ O	:157		流入	:30m
	KH ₂ PO ₄	:44		曝気	:8h30m
	CaCl ₂ ・2H ₂ O	:39		静置(沈殿)	:2h30m
	Na ₂ SiO ₃ ・nH ₂ O	:100		上澄み排出	:30m
	塩酸(中和用)			引き抜き汚泥	:8日に20mL

中和した。馴養は基質流入、曝気、沈殿、上澄み液排出を1日2サイクルで行った。

2.2 回分試験方法

窒素ガスで置換して空気を取り除いた表 1 の基質を用意する。活性汚泥の MLSS を 1000mg/L に調整して基質と合わせ、シリンジ (50ml) に空気が入らないよう注入して 20℃の恒温槽内で攪拌する。試料は 0 時間、24 時間、48 時間後にそれぞれ採取し、0.45μm の濾紙で濾過した後に水質分析を行った。

2.3 分析項目

回分試験の 0 時間後、24 時間後、48 時間後の試料について、陰イオン濃度分析装置 (ISA300 東亜 DKK) を用いて硫酸塩濃度を測定した。また TOC (全有機炭素) の測定も行った。

キーワード 活性汚泥 馴養 ケイ酸 硫酸塩還元 *Bacillus* 属細菌

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580 群馬交響高等専門学校 TEL: 027-254-9191 E-mail: nmiyazato@gunma-ct.ac.jp

3 実験結果および考察

3.1 硫酸塩濃度の変化

馴養前と馴養後の汚泥を用いて回分試験を行ったときの、硫酸塩濃度の変化を図2に示す。いずれも Si を添加することで、硫酸塩濃度の減少幅が大きくなっている。硫酸塩還元反応によって硫酸塩濃度は減少するため、Si の添加によって硫酸塩還元反応が活性化されたことが示唆される。また、馴養を行うことで馴養前に比べて、硫酸塩還元反応はやや抑えられる可能性が示唆された。

3.2 TOC

馴養後の汚泥を用いて行った回分試験における TOC の経時変化を図3に示す。Si を添加した汚泥と添加しなかった汚泥について、どちらも開始 24 時間で TOC は減少したが、24 時間後から 48 時間後にかけては、どちらも TOC が増加した。また、それらの変動の大きさは Si を添加した汚泥のほうが大きく表れた。しかし、2つの系の初期（0 時間）の TOC の値が大きく異なった。微生物によって分解される有機汚濁の指標に BOD があるが、測定しやすい観点から本研究では TOC を測定している。そのため、TOC が硫酸塩還元反応の評価の指標として適切かどうか、今一度検討する必要があると考える。

4 まとめ

Si の添加による悪臭の抑制や余剰汚泥の低減を目的として開始した本研究であるが、結果として、むしろ Si を添加することで硫酸塩還元反応は促進されることが示唆された。こうした結果となった要因として考えられるのが、人工下水に投入したオルトケイ酸である。ケイ酸を酸で中和すると式(1)の反応によってコロイド状の物質が生成されることが分かっており⁴⁾、

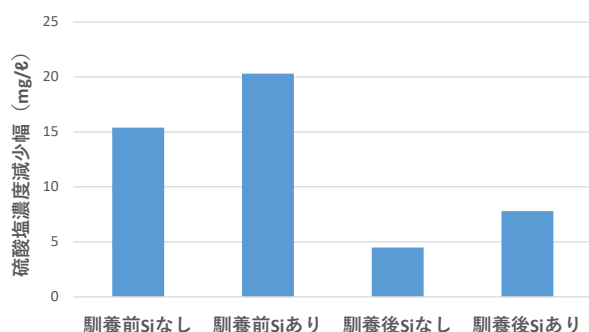


図2 回分試験における硫酸塩濃度の減少幅

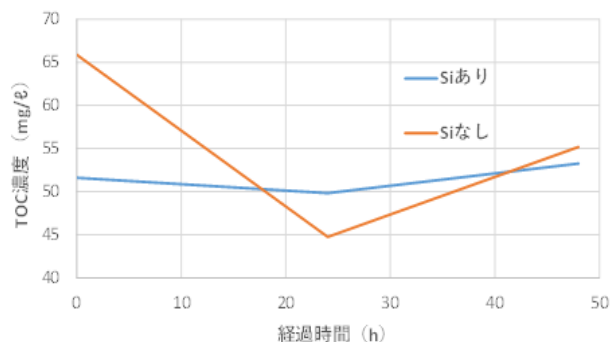
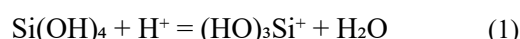


図3 回分試験における TOC の経時変化



酸が強いほどこの反応は急激に起こる。この生成した物質に何らかの形で硫酸塩還元細菌が生育しやすい嫌気性の環境が形成されると、Si の添加によって硫酸塩還元反応が活性化されるのではないかと考える。先行研究ではオルトケイ酸を 30mg/l 使用していたが、本研究ではより効果が出ることを期待して 100mg/l で行おうとしており、また中和に使用した塩酸も未希釈のため強酸である。先行研究では Si の添加で硫酸塩還元反応が抑制されたが、そこにはこうした差異が関係しているものと思われる。今後は、これらの点について検討しながら引き続き実験を行うとともに、馴養汚泥の DNA を抽出して NGS による微生物群集構造解析を行うことで、報告²⁾にあった *Bacillus* 属細菌と悪臭抑制の関連についても調べていくことにする。

5 参考文献

- 1) 環境省. (2019 年 3 月). 参照日: 2021 年 10 月 19 日, 産業廃棄物排出・処理状況調査報告書: <http://www.env.go.jp/recycle/R1> 産廃排出・処理状況調査報告書 (概要版).pdf
- 2) 新活性汚泥技術研究会. (2005 年 3 月 25 日). バチルス属優占化技術で臭気のない尿処理手法確立. NASTNEWS No.8, 1-2. 新活性汚泥技術研究会 NAST.
- 3) 下谷菜々子. (2021 年 1 月). シリカによる下水処理微生物を用いた水処理に与える影響. 令和二年度環境都市工学科第 20 期生卒業研究発表予稿集
- 4) 志賀弘, 樋口昌史, 東保男 (1997). ケイ酸の水溶液中での初期重合過程. Inorganic Materials, Vol4, May223-231

