ケイ酸を添加した人工排水による活性汚泥への影響

群馬工業高等専門学校　学生会員　○大山　拓也, 枝　怜　正会員　宮里　直樹

1.はじめに

ミネラル剤の添加により，し尿処理施設で活性汚泥細菌の *Bacillus* 属細菌が優占化することで反応槽の悪臭が減少したことが報告されている．そのため悪臭物質の一つである硫化水素の原因菌とされる硫酸塩還元菌の異化的硫酸還元の働きを抑制すると考えられる．また *Bacillus* 属細菌はミネラルの一種であるケイ酸を取り込み, 芽胞を形成し生存環境の悪化から身をまもることが知られている．[1)]

本研究室ではこれまでにケイ酸(Si)に着目し，ケイ酸(Si)を添加した活性汚泥の硫酸塩濃度の減少が抑制されていることを報告している．[2)]しかしながら, Si の有無による Bacillus 属細菌と硫酸塩還元菌数の変化を確認することには至らなかったため本研究では，ケイ酸(Si) の濃度をより高くすることで活性汚泥微生物をより育馴できケイ酸(Si)添加による影響を定量的に評価できると考えた.そこでケイ酸(Si)を添加した人工排水を用いて回分式による活性汚泥の馴養試験を継続して行なったので結果を報告する.

2.実験方法

2.1 処理場汚泥の活性汚泥装置について

前橋市のＲ処理場活性汚泥を用い,**図-1** に示す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.運転は 12/3～12/21, 12/23～1/13(継続中)の 2 回の期間で行った.人工排水にはケイ酸(Si)としてケイ酸ナトリウム(Na_2SiO_3)を用いた．**表-1** に基置(人工下水)の作成と運転条件を示す. 運転管理として水温(℃),水素イオン濃度(pH), 溶存酸素濃度(DO)を計測し, 流入水・処理水については TOC(島津製作所,TOC-V), 陰イオン濃度(ISA300,東亜 DKK)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 7.2 へ調整した.特にケイ酸のみの影響を調べるため，馴養時にケイ酸を添加しない基質(人工排水)，活性汚泥にはガラス(Si)に接触しないように実験を行った.

2.2 馴養した活性汚泥の分析項目について

馴養した活性汚泥に対して,活性汚泥浮遊物(MLSS,「下水試験方法」のガラス繊維ろ紙法に準じて行なう. [3)])を *Bacillus* 属細菌のコロニー数,硫酸塩還元菌数を定期的に計測した.

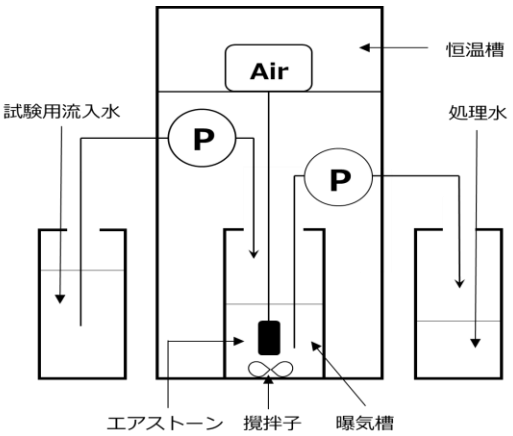

図-1 馴養装置

表-1 人工排水の基質 (mg/L)

基質(mg/L)	Polypeptone	:200
	CH_3COOK	:100
	Yeast extract	: 20
	$NaHCO_3$	: 71
	$MgSO_4・7H_2O$	:157
	KH_2PO_4	: 44
	$CaCl_2・2H_2O$	: 39
	$Na_4SiO_4・nH2O$	:100
	塩酸(中和用)	

1)*Bacillus* 属細菌のコロニー培養・計測

グルコースを主体とした培地を滅菌した後シャーレに入れ冷蔵庫で 2 日間固めたものを用い,*Bacillus* 属細菌を計測する.

2)硫酸塩還元細菌の培養・計測

「下水試験方法」の MPN 法を一部改良して，硫酸塩還元細菌の MPN 個数を計測した．[4)]培地は「上水試験方法」の Mara と Williams の改編 ISA 培地(m-ISA)を使用した．[5)]

3. 実験結果と考察

3. 1 馴養汚泥性状の把握

12/23～1/13 で馴養運転を行った活性汚泥の pH の経日変化を調べた.Si なしの基質では pH の変動が大きかったが, Si ありの基質を使うことで馴養開始から pH が中性域で安定していた．また定期的に採取した人工排水と処理水の硫酸塩濃度に変化はなかった.次に TOC(全有機炭素量)の経日変化も調べた．TOC は「水の汚れ」を示す指標になる．経過日数 12～16 日には人工

キーワード　活性汚泥，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　TEL：027-254-9191　E-mail：nmiyazato@gunma-ct.ac.jp

排水の入れ替えが不十分だったため流入水の負荷量が低下している．この期間を外れ値として扱うと TOC 除去率は Si ありで 70～80%, Si なしで 80～90%となっている．これらの結果からどちらの系列でも高い除去率を維持しているといえる．最後に MLSS の経日変化も調べた. MLSS の値は一定にすることが水質管理では求められている．Si の有無に関わらず MLSS は 1600 程度に変化した．これは過曝気により BOD が不足し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混ざり沈降しない汚泥が流出してしまったからだと考える．また本研究で使用した都市下水により近い組成である酢酸カリウムやペプトンを主とした基質(**表-1**)では糸状性の硫黄酸化細菌が増殖する要因にもなるという報告もあげられている．[6)]

3.2 硫酸塩還元菌と *Bacillus* 属細菌の関係

図-2 では馴養期間 12/3～12/21，12/23～1/13 での Si の有無による *Bacillus* 属コロニー数と硫酸塩還元菌数の変化を示している. Si の有無に関わらず *Bacillus* 属コロニー数は 1.0×10^5～1.0×10^6程度の変動でありほぼ一定であった．一方，*Bacillus* 属コロニー数と硫酸塩還元菌数の関係について着目すると *Bacillus* 属細菌と硫酸塩還元菌数の間には 0.9 以上の強い負の相関が Si ありでみられたため,Si が細菌同士の相互関係をより強めたのではないかと推察する．この変動についてはより長期的な観察をしていく必要があるだろう.

4.結論

本研究では，12/3~12/21 と 12/23~1/13 の期間の活性汚泥を馴養し Si を添加した人工排水による活性汚泥への影響を実験的に検討した．その結果を以下にまとめる.

1) 馴養運転の際,人工排水の入れ替えができなく負荷変動が変わったが Si なしの基質よりも Si ありの基質の方で処理性がより安定していた.
2) 酢酸カリウム及びペプトンを主とした基質下で *Bacillus* 属コロニーと硫酸塩還元菌数の変動を調べた. Si を添加した基質を使用した活性汚泥で，Si なしの基質では見られなかった *Bacillus* 属細菌と硫酸塩還元菌数の間に強い負の相関見られた.

以上より Si を添加することで *Bacillus* 属細菌と硫酸塩還元菌との関係に影響を与えることが示唆された.

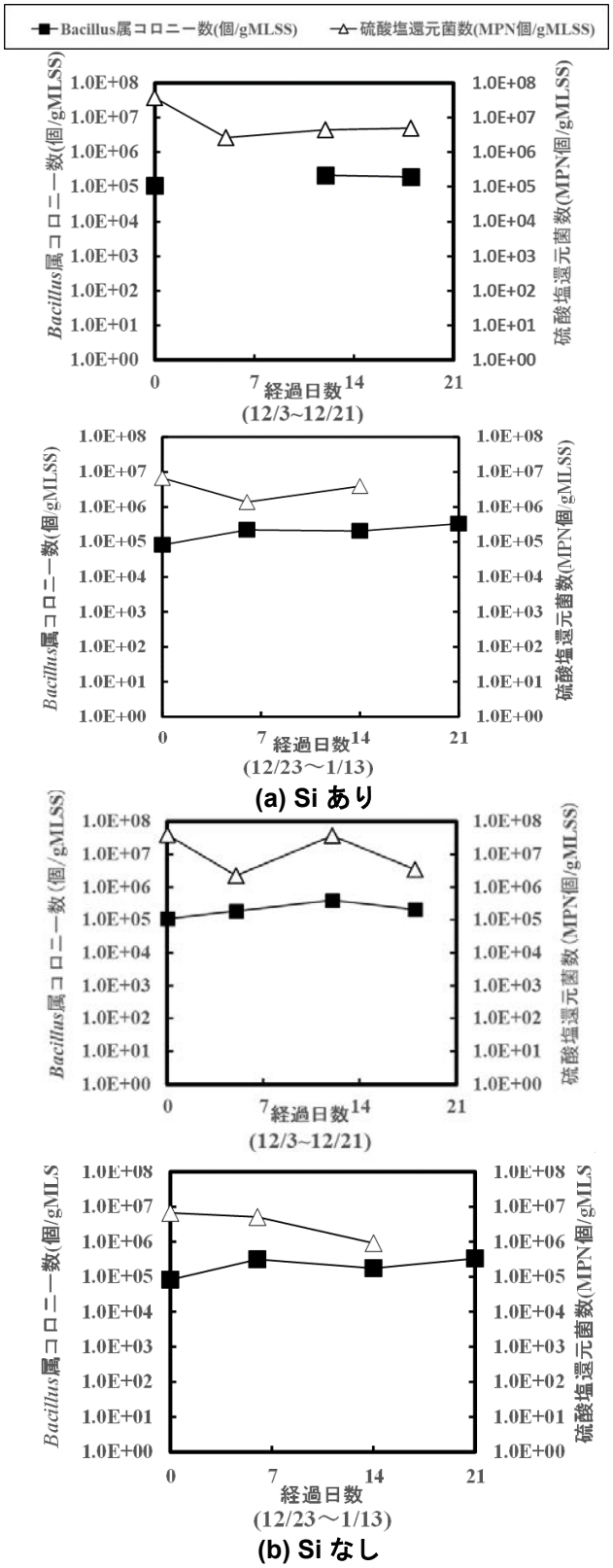

図-2 *Bacillus* 属コロニー数と硫酸塩還元菌数の変動

参考文献

1) 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, pp.1-2.* 新活性汚泥技術研究会 *NAST.*
2) 石井敦大，原幸也，原田怜央奈，青井透，宮里直樹. (2019 年 12 月). 無機物による活性汚泥中の無機物群集に与える影響. 第 56 回環境工学研究フォーラム
3) 日本下水道協会.(1997).下水試験方法.-1997 年版 -.pp116~117
4) 日本水道協会. (2001).上水試験方法 2001 年版.pp645
5) 日本下水道協会. (1997). 下水試験方法-1997 年版-pp701-710
6) *N.Miyazato,.Yamamoto-Ikemoto and S.Takamatsu. Water Science &Technology Microbial community change of sulfate reduction and sulfur oxidation bacteria in the activated sludge cultivated with acetate and peptone Vol.54,No.8,pp.111-119,2006.10.*