

低濃度排水処理バイオリアクターの保持微生物生態評価

呉高専 正 山口 隆司 高知高専 正 山崎 慎一
 長岡高専 正 荒木 信夫 長岡技科大 正 原田 秀樹

1 はじめに

都市下水の排水処理は、水圏環境の保全のために不可欠である。現在都市下水の排水処理方法としては、活性汚泥法が普及している。しかし、活性汚泥法には、膨大な汚泥排出および電力消費という問題点がある。一方、本研究室では、これまで中高濃度の有機性廃水処理を対象として嫌気性生物処理法について研究を行っている。嫌気性生物処理法は、好気性微生物を用いる活性汚泥法に比べて、汚泥排出が少ないこと、電力消費が抑えられるという利点がある。しかしながら、嫌気性反応槽の温度保持、即ちメタン生成古細菌の代謝活性保持の点から、低濃度で低温、かつ水量が膨大という特徴を有する都市下水に対して嫌気性処理法は不利と考えられ、知見蓄積があまり成されてこなかった。そこで本研究では、低濃度都市排水を対象として前段上昇流嫌気性スラッジブランケット（Upflow anaerobic sludge blanket, UASB）、後段好気性ろ床の排水処理システムを運転し、保持微生物の生態評価を代謝活性試験により行った。

2 実験方法

2.1 実験装置

実験には前段がUASB型反応器、後段が好気性ろ床型反応器の排水処理システムを用いた。排水処理装置は、広島県呉市広浄化センターに設置し、スクリーン通過後の流入渠から汲み上げた実下水を供給して運転した（流入下水の全BOD濃度は $232 \pm 52 \text{ mgBOD} \cdot \text{L}^{-1}$ 、硫酸塩濃度は $54 \pm 11 \text{ mgSO}_4^{2-}\text{-S} \cdot \text{L}^{-1}$ であった）。システム全体の水理学的滞留時間は12時間に設定し、温度制御フリーで運転を行った。

2.2 活性試験

植種汚泥と、連続運転を行った反応器保持微生物について活性試験を行った。UASBより採取した汚泥についてメタン生成活性および硫酸塩還元活性を評価した（いずれもCOD換算とし、 $\text{gCOD} \cdot \text{gVSS}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ を基準とした）。汚泥は、窒素パージを行う嫌気的条件下で活性試験用基本培地（表1）内で分散処理し、その後バイアル瓶に分注した（バイアル瓶気相部窒素ガス充填）。バイアル瓶の内部はpHを 7.0 ± 0.1 に調整し、35℃恒温ロータリーシェーカーに装着した。バイアル内に、酢酸と H_2/CO_2 を注入し、経時的に生成メタン量と硫酸塩濃度を定量して活性を求めた。一方、後段好気性ろ床より採取した汚泥については硫黄酸化活性（チオ硫酸酸化活性）の評価を行った。上記嫌気性汚泥と同様の処理を行ったが、バイアル気相部は空気を充填し、試験温度は 27.5°C として行った。また、酢酸添加系と無添加系についてチオ硫酸濃度の減少からチオ硫酸酸化活性（ $\text{gS} \cdot \text{gVSS}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ ）を求めた。なお、バイアル内が嫌気的であるか好気的であるかはレサズリンを酸化還元指示薬として用い評価した。

表1 活性試験の基本培地

mineral	mg · L ⁻¹
NH ₄ Cl	500
MgCl ₂ · 6H ₂ O	400
CaCl ₂	113
FeCl ₂ · 4H ₂ O	2.0
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.17
ZnCl ₂	0.07
H ₃ BO ₃	0.06
MnCl ₂ · 2H ₂ O	0.50
NiCl ₂ · 6H ₂ O	0.04
CuCl ₂ · 2H ₂ O	0.027
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0.025
EDTA	5.0

キーワード 都市下水, 嫌気性処理, メタン生成古細菌, 硫酸塩還元細菌, 硫黄酸化細菌
 連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11, 電話 &FAX 0823-73-8951

3 実験結果・考察

図1および図2は、それぞれ、植種汚泥と、反応器運転4ヶ月後のUASB保持汚泥を供試汚泥として、メタン生成活性、硫酸塩還元活性を評価した結果を示す。植種汚泥は、もともと食品工場排水をUASB型反応槽で処理している微生物を用いたため、メタン生成古細菌の活性が硫酸塩還元細菌の活性に対して高くなっている。これに対して、都市下水を供して運転を行ったUASB反応器保持汚泥の活性は、硫酸塩還元活性の方がメタン生成活性よりも高くなった。一般に硫酸塩還元細菌の基質親和性がメタン生成古細菌のそれより高いことから、本都市下水のような低濃度排水では硫酸塩還元細菌が増殖したと考えられる。

図3は、培養汚泥の硫黄代謝活性を、前段UASB保持汚泥の硫酸塩還元活性と、後段好気性ろ床のチオ硫酸酸化活性で評価したものである。この結果より、前段UASB反応槽で生成した硫化物が、後段好気性ろ床に保持されている硫黄酸化細菌によって分解されたことが分かる。また、表2は、微生物無添加基本培地中(表1)での硫化物の変化について回分試験を行った結果を示す。硫化物は時間の経過に伴い、硫酸塩、チオ硫酸およびその他硫黄(元素硫黄と考えられる)に変化した。チオ硫酸は24時間後において変化しなかった。連続実験では、硫化物は検出されたが、チオ硫酸は処理水から検出されなかった。このことから、後段ろ床にはチオ硫酸の酸化を行う微生物が十分量存在したことが分かる。

4 まとめ

- (1) BOD換算で約20% ($\text{gSO}_4^{2-}\text{-S/gBOD}$)の硫酸塩を含む都市下水処理においては、硫黄サイクル関係の菌がBOD除去に寄与することが分かった。
- (2) 温度制御フリーの環境下で都市下水を処理すると、菌叢がメタン菌優勢から硫酸塩還元細菌優勢へとシフトすることがみられた。

表2 基本培地中での硫化物、チオ硫酸の変化

バイアル	硫黄種	開始時	24時間後
No.1	硫化物	67	0
	チオ硫酸	0	9
	硫酸塩	0	9
	その他硫黄	33	82*
No.2	チオ硫酸	106	109

*開始時投入濃度より逆算した値。

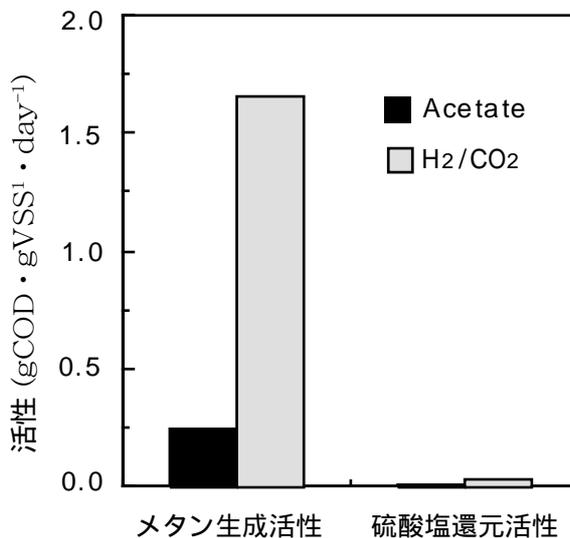


図1 植種汚泥の活性試験結果

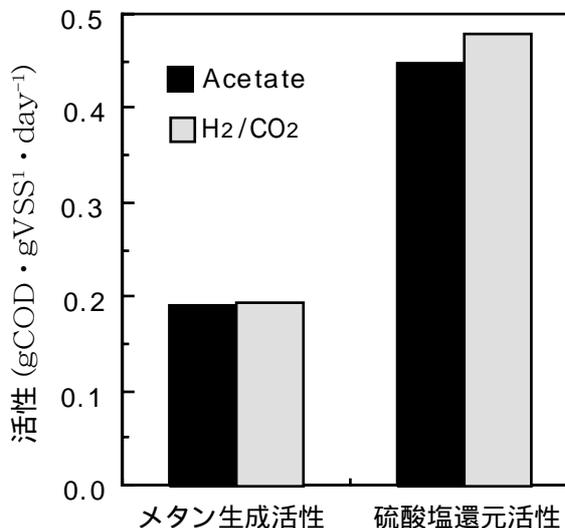


図2 UASB保持汚泥の活性試験結果

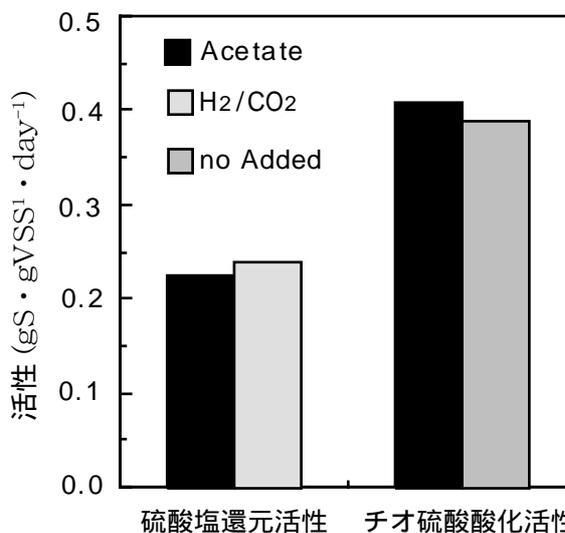


図3 培養汚泥の硫酸塩還元活性およびチオ硫酸酸化活性