

高温 UASB リアクター保持微生物の代謝活性に及ぼす硫化物の影響

呉高専 正 山口 隆司 呉高専 正 市坪 誠
 (株) コンサルタンツ大地 正 ○盆子原 和美
 高知高専 正 山崎 慎一 長岡技科大 正 原田 秀樹

1 はじめに

嫌気性廃水処理法のひとつである UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) 法は、好気性処理法と比較して、装置稼働のための消費エネルギーが少ない、高速処理可能、汚泥排出が少ないなど優れた特性を有する。処理槽内の有機物分解反応は、従来、酸生成細菌、メタン生成細菌により進められることが知られている。また近年、反応槽保持微生物に関して、硫酸塩還元細菌が有機物分解に貢献すること、硫酸塩還元の結果生成される硫化物が保持微生物に影響を与えることが報告されてきている。しかし、これまで高温 UASB 反応槽保持微生物の代謝活性に対する硫化物の影響を評価した知見は少ない。そこで本研究では、硫酸塩含有廃水を高温 UASB 反応器に供して、その廃水処理特性、および微生物代謝活性に対する硫化物の影響を定量的に評価した。

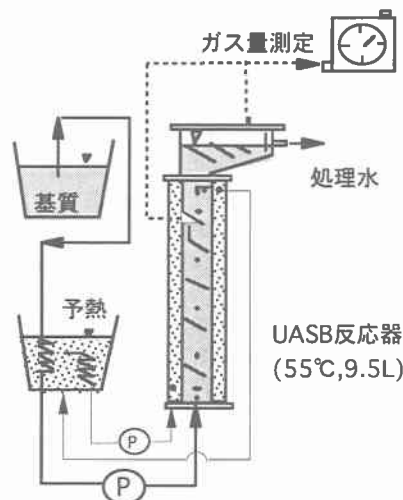


図1 UASB 反応器の概要図

2 実験方法

2.1 実験装置

図1に実験装置の概要を示す。反応器は、全容積 9.5 L (有効容積部 7.0 L, 縦横 10cm, 高さ 70cm; GSS 部 2.5 L) で、ウォータージャケットにより $55 \pm 2^\circ\text{C}$ 恒温とした。基質 ($2000 \text{ mgCOD} \cdot \text{L}^{-1}$) は、スクロース:プロピオン酸:酢酸:ペプトン = 45:22.5:22.5:10 で構成し、予備加熱槽を介して反応器に供給した。また基質は、硫酸塩を $33 \text{ mgSO}_4^{2-} \cdot \text{S} \cdot \text{L}^{-1}$ 含有し、S/COD(W/W)比は 1.65/100 である。

2.2 活性評価試験

培養汚泥のメタン生成活性と硫酸塩還元活性を評価した。いずれも COD 換算として $\text{gCOD} \cdot \text{gVSS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 単位で求めた。まず、汚泥を活性試験用培地内 (リン酸緩衝液, レサズリン, 無機塩類を含む) で分散処理し、バイアルに分注後、テスト基質 (H_2/CO_2 , 酢酸) を投入した。次いでバイアル内の pH を 7.0 ± 0.1 に調整し、バイアルを 55°C 恒温振とう器に装着し、経時的にガス量、ガス組成、硫酸塩濃度を測定して活性を求めた。なお、硫化物を添加する際は、硫酸ナトリウム溶液を適量バイアルに注入し、pH 調整を行った。

2.3 分析項目

原水・処理水の pH, 温度, COD, およびガスの分析を行った。分析方法は以下の通りである: pH (ハンディー pH メーター), 硫酸塩 (イオンクロマト, CDD, Col.Temp 40°C , Movil phase: Potassium hydrogen phthalate 1.2 mM), ガス組成 (ガスクロ, Col.Temp 140°C , TCD Temp 150°C , Carrier press $1.50 \text{ kgf} \cdot \text{cm}^{-2} \text{ Ar}$)。その他の分析は、下水試験方法によった。

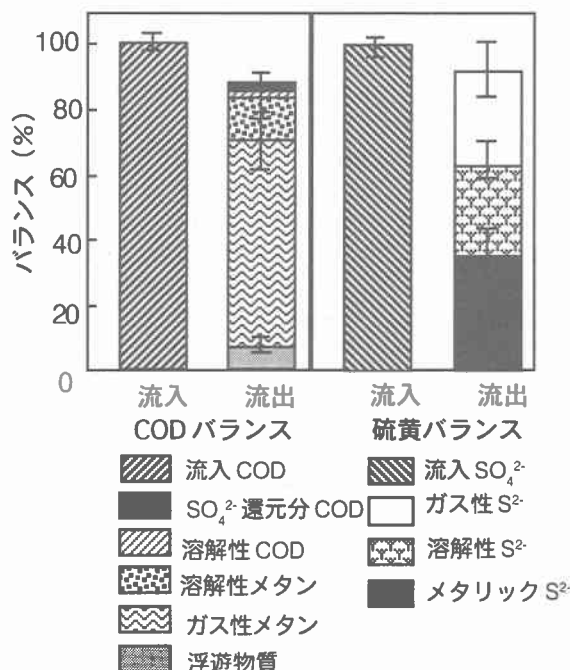


図2 反応器連続運転の物質バランス

3 実験結果・考察

反応器の運転は、COD 容積負荷 $3.5 \text{ (kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1})$ 、運転 29 日まで) と 9.0 (30 日以降) において、COD 除去率がそれぞれ 82%、78% であり、良好であった。運転期間の平均硫化水素濃度は $17 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{L}^{-1}$ であった。

図 2 は、COD バランスと硫黄バランスを示す。図 2 より、メタンへの転換率が 75% であり、メタン発酵の卓越した反応器であったことがわかる。また、流入硫酸塩は完全に硫化物に変換された。

図 3～図 5 は、反応槽保持微生物代謝活性に対する硫化水素濃度の影響を活性試験により評価した結果である。いずれも最低硫化水素濃度の活性値を 100 とした相対活性で求めた。また、活性試験の pH は、開始時で $6.9 \sim 7.1$ 、終了時で $6.8 \sim 7.1$ であった (硫化水素濃度は、測定時の pH を用いて算出した)。

図 3、図 4 は、それぞれ、酢酸資化性メタン生成活性 (AMA)、水素資化性メタン生成活性 (HMA) に対する硫化物濃度の影響である。いずれのメタン生成活性も、硫化物濃度の増大に従って低減した。AMA は、 $80 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{L}^{-1}$ で完全に失活した。

図 5 は、水素資化性硫酸塩還元活性 (HSA) に対する硫化物の影響を示す。図中のバーは活性試験開始時と終了時のバイアル中の硫化水素濃度である。HSA は、硫化水素濃度 $20 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{L}^{-1}$ でピークを有したが、硫化物濃度の上昇に従って低下した。この結果から、硫化物生成を行う硫酸塩還元細菌自体も硫化物蓄積によって代謝阻害を受けることがわかった。なお、酢酸資化性硫酸塩還元活性 (ASA) はゼロであり、S/COD (W/W) 比 $1.6/100$ の本反応槽中には酢酸資化性硫酸塩還元細菌が増殖していないことがわかった。

以上の結果から、高温 UASB 反応器保持微生物代謝活性に及ぼす硫化水素の影響は表 1 のように整理できた。

4 まとめ

- (1) 槽内硫化水素濃度が $17 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{L}^{-1}$ の高温 UASB 反応では、メタン発酵が卓越した (メタン転換率 75%)。
- (2) 硫化水素濃度 $30 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上では、硫化水素の増加に伴い、酢酸資化性メタン生成細菌、水素資化性メタン生成細菌、および水素資化性硫酸塩還元菌の活性は低下する。
- (3) メタン発酵を保持するための硫化水素濃度のレベルは、 $50 \text{ mgH}_2\text{S} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下と考えられた。

【謝 辞】

本研究は、(財) 昭和シェル石油環境研究助成財団からの助成を受けて一部行った。記して深謝致します。

表 1 活性に及ぼす硫化水素の影響 ($\text{mgH}_2\text{S} \cdot \text{L}^{-1}$)

活性	100%	50%	0%
酢酸資化性メタン生成	10	50	80
水素資化性メタン生成	10	170	>430
水素資化性硫酸塩還元	20	250	>350

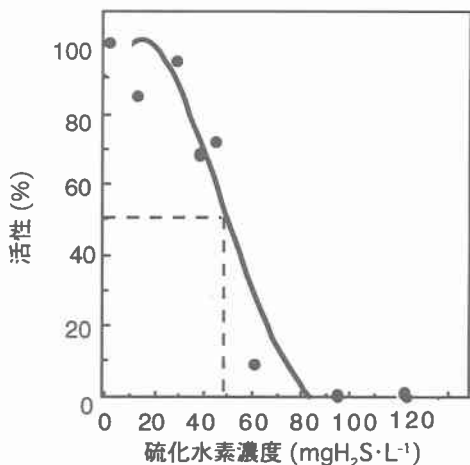


図 3 酢酸資化性メタン生成活性に対する硫化水素濃度の影響

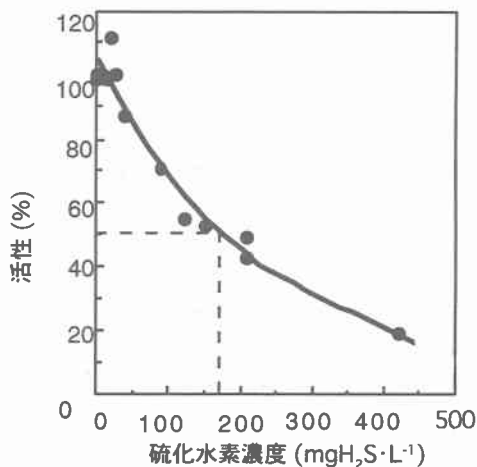


図 4 水素資化性メタン生成活性に対する硫化水素濃度の影響

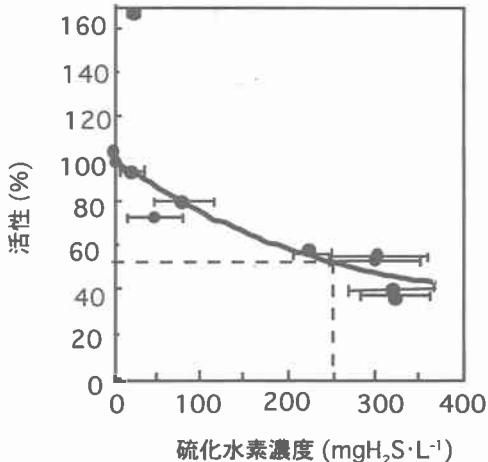


図 5 水素資化性硫酸塩還元活性に対する硫化水素濃度の影響