

高温嫌気性廃水処理槽内の保持微生物代謝活性に対する阻害物の影響度評価

呉高専 正 山口隆司 正 市坪 誠 (株)第一技研 正○ 藤井利信
高知高専 正 山崎慎一 長岡技科大 正 原田秀樹

1 はじめに

嫌気性廃水処理は、好気性処理と比較して装置可動のための消費エネルギーが少なく、廃水の高速処理が可能、余剰汚泥排出が少ない、また有機物をメタンガス(エネルギー)として回収できるという優れた特性を有する。嫌気性廃水処理法については、これまで中温環境(35℃)における廃水処理特性に関して多くの知見が得られている。一方、パルプ工場や食品工場等から排出される廃水には高温(80℃程度)かつ高濃度(CODcrで数千から数万 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 程度)のものがあ、近年これらの廃水を対象にした高温嫌気性処理特性に関する研究がにわかになされつつある。しかしながら、このような高温廃水に高濃度に含まれることのある様々な物質が反応器保持微生物に対してどのような影響をおよぼすのか知見は少ない。そこで本研究では、廃水中に含有している種々無機塩が高温嫌気性微生物の代謝活性に与える影響を評価した。

2 実験方法

2.1 実験装置と培養条件

図1は、高温嫌気性微生物培養に使用したUASB反応器の概要を示す。反応器は、全容積9.5L(有効容積部7.0L、縦横10cm、高さ70cm、GSS部2.5L)でウオータージャケットにより $55\pm 2^\circ\text{C}$ 恒温とした。基質は、人工廃水(CODcr=2000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、シュクロース：プロピオン酸：酢酸：ペプトン=45：23：23：10)を、予備加熱槽(55℃)を介して、UASB反応器に供給した。生成ガスはガスメーターにより測定した。

2.2 活性評価試験

各種無機塩(阻害物質)が反応器保持メタン生成細菌の代謝活性に及ぼす影響は、メタン生成活性($\text{gCOD}\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)で評価した。活性試験用培地内(リン酸緩衝液、レサズリン、無機塩などを含む)で培養汚泥を分散処理し、バイアル瓶に分注した。阻害物としては、塩化アンモニウム、塩化カリウム、塩化ナトリウムを用い、それぞれ異なる濃度シリーズとなるようにバイアル瓶に加えた。 H_2/CO_2 あるいは酢酸を投入し、バイアル内pHを 7.0 ± 0.1 に調節し、これを恒温ロータリーシェーカー(55℃)に装着した。経時的にガス量、組成などを測定して活性を求めた。

2.3 分析項目

UASB反応器連続運転では、原水・処理水のpH、CODcr、発生ガスの発生量とガス組成の分析を行った。ただし、試料は全(Total)および溶解性(Soluble, 15000rpm, 10min, 4℃)成分を測定した。pH(ハンディーpHメーター)、ガス組成(TCDガスクロマトグラフ, Col.Temp 140℃, TCD.Temp 150℃, Carrier press 1.50 $\text{kg}\cdot\text{f}\cdot\text{cm}^{-2}$ Ar)により測定した。この他は下水試験方法によった。

3 実験結果・考察

高温UASB反応器は、COD容積負荷 $10\text{ kg COD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ において全COD除去率95%、溶解性COD除去率88%を許容しメタン発酵の卓越した反応器となった。この反応器で培養した微生物を用いて活性評価試験を行った。

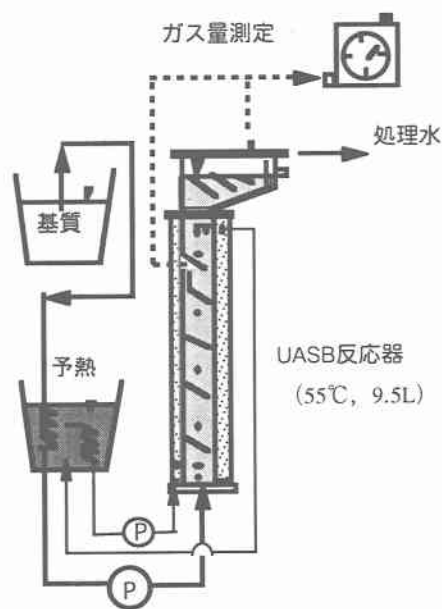


図1 UASB反応器の概要図

図2から図5は、培養微生物のメタン生成活性に対する阻害物濃度の影響を評価した結果を示す。いずれも最低阻害物濃度の活性値を100とした相対活性比率で求めた。

図2は、酢酸資化性メタン生成活性に対するアンモニウム濃度 ($\text{NH}_4\text{Cl-N}$) の影響である。アンモニアの濃度が増大するに従ってメタン生成活性は低減した。また、酢酸資化性メタン生成活性は $1000 \sim 2000 \text{ mgN} \cdot \text{L}^{-1}$ の間で急激に失活することがわかった。

図3は、水素資化性メタン生成活性に対するアンモニウム濃度の影響である。水素の活性は、アンモニウム濃度が $6700 \text{ mgNH}_4\text{Cl-N} \cdot \text{L}^{-1}$ の時でも活性が50%程度であり、酢酸より耐性が高いことがわかった。

図4は、酢酸資化性メタン生成活性に対するナトリウム濃度 (NaCl-Na) の影響である。メタン生成細菌は $3000 \text{ mgNaCl-Na} \cdot \text{L}^{-1}$ で、ほぼ失った活した。

図5は、酢酸資化性メタン生成活性に対するカリウム濃度 (KCl-K) の影響である。カリウム濃度が増大するに従ってメタン生成活性は低減した。

表1は、活性に及ぼす阻害物の影響をまとめたものである。本阻害実験の中で一番耐性が高いのは、水素資化性活性に対するアンモニウムの影響であった。また、水素資化性メタン生成菌は酢酸資化性メタン生成菌と比較して耐性が高いことがわかった。

4 まとめ

- (1) 阻害物（塩化アンモニウム、塩化カリウム、塩化ナトリウム）の濃度の増加に伴い活性は低下する。特に、アンモニウムとナトリウムに対する微生物代謝の耐性が低いことがわかった
- (2) メタン発酵を保持にするためにはアンモニウム濃度のレベルを $1500 \text{ mgNH}_4\text{Cl-N} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下、ナトリウム濃度を $2000 \text{ mgNaCl-Na} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下、カリウム濃度を $4000 \text{ mgKCl-K} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下にする必要がある。

表1 活性に及ぼす阻害物の影響 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)			
活性	100 %	50%	0%
酢酸資化性メタン生成活性			
アンモニウム (NH_4^+)	100	1500	>2000
ナトリウム (Na^+)	1000	2000	>5000
カリウム (K^+)	1400	4000	>9000
水素資化性メタン生成活性			
アンモニウム (NH_4^+)	100	7000	>16000

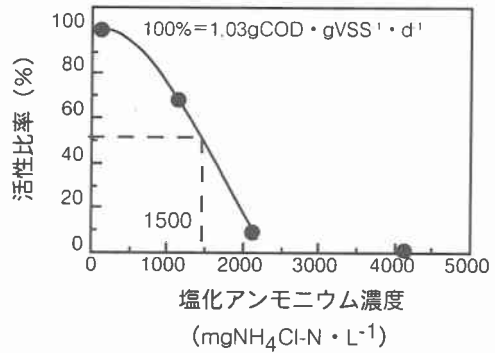


図2 高温培養微生物の酢酸資化性メタン生成活性に対するアンモニウムの影響

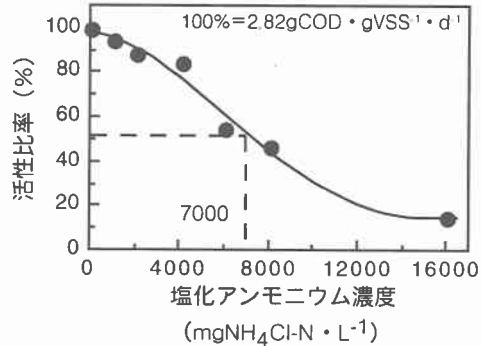


図3 水素資化性メタン生成活性に対するアンモニウムの影響

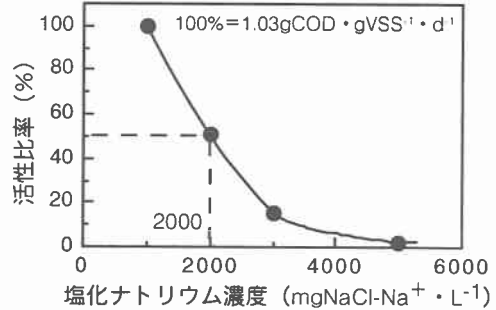


図4 酢酸資化性メタン生成活性に対するナトリウムの影響

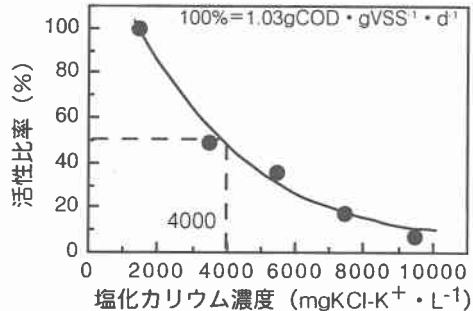


図5 酢酸資化性メタン生成活性に対するカリウムの影響