

高温メタン生成細菌の活性に及ぼす塩濃度の影響評価

呉高専 正 山口 隆司 岡本 由美子
高知高専 正 山崎 慎一 長岡技科大 正 原田 秀樹

1 はじめに

嫌気性生物処理法は、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、高速処理が可能、余剰汚泥排出が少ない、メタンが回収できるという優れた特性を有する。嫌気性廃水処理の諸特性評価は、これまで主に中温環境(35℃)についてなされてきたが、パルプ工場や食品工場等から排出される廃水には高温のものがある。近年そうした高温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、高温嫌気性反応器保持微生物の代謝活性に対する共存物質(各種無機塩等)濃度の阻害影響を評価した知見は少ない。そこで本研究では、メタン発酵をが卓越している高温(55℃)UASB反応器から微生物試料を採取し、メタン生成活性に対する無機塩濃度の影響を評価した。

2 実験方法

2.1 実験装置

高温嫌気性微生物培養に使用したUASB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、ウォータージャケットにより 55 ± 2 ℃恒温とした。基質は、人工廃水(COD_{Cr}=2000 mg·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。また基質は、硫酸塩を33mgSO₄²⁻-S·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

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(gCOD·gVSS⁻¹·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。H₂/CO₂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、COD_{Cr}、発生ガスの発生量とガス組成の分析を行った。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 kg f·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

UASB反応器は、COD容積負荷10kg COD·m⁻³·d⁻¹において全COD除去率88%、溶解性COD除去率90%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から図4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。いずれの図においてもメタン生成活性は、塩濃度の増加に伴い一様に低下する傾向となった。

図1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(NH₄Cl-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1000~2000 mg NH₄Cl-N·L⁻¹の間で急激に失活した。

図2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7000 mg NH₄Cl-N·L⁻¹の時でも活性が50%程度であり、酢酸資化性メタン生成細菌より耐性が高いことがわかった。よって、以下の実験では酢酸資化性メタン生成細菌に対する塩濃度の影響を評価した。

キーワード：嫌気性生物処理、メタン生成細菌、メタン生成活性、阻害、無機塩

連絡先：〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-11 TEL.0823-73-8951 FAX.0823-73-8485

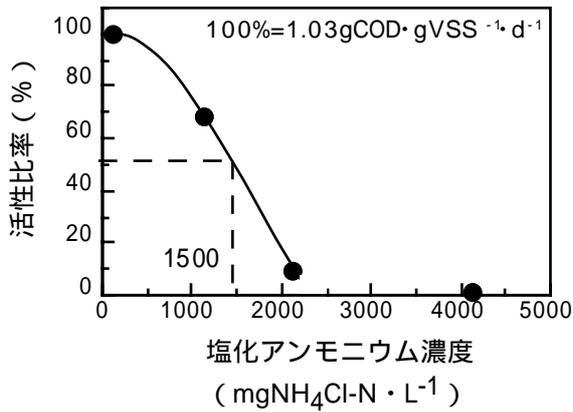


図1 酢酸資化性メタン生成活性に対するアンモニウムの影響

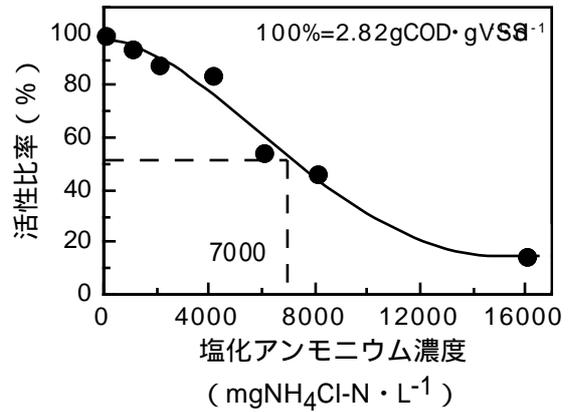


図2 水素資化性メタン生成活性に対するアンモニウムの影響

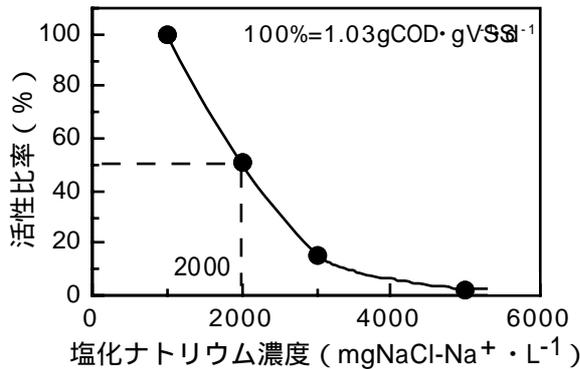


図3 酢酸資化性メタン生成活性に対するナトリウムの影響

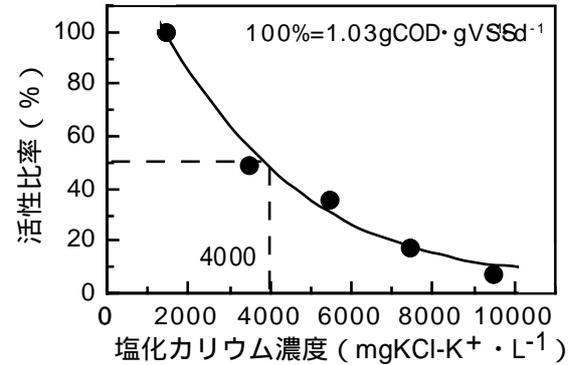


図4 酢酸資化性メタン生成活性に対するカリウムの影響

図3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 mg NaCl-Na \cdot L $^{-1}$ でほぼ失った活性を示した。

図4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。しかしながら、阻害の程度は、アンモニア、ナトリウムより軽微であった。

表1は、メタン生成活性に及ぼす阻害物の影響をまとめたものである(これまでに評価した硫化水素についても記載した**)。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、塩素イオン濃度については、図1～図4を塩素に換算して、阻害耐性の高い値としてまとめた。

表1 メタン生成活性に及ぼす阻害物の影響 (mg \cdot 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 $_4$ Cl-N)	100	1500	2300
ナトリウム (NaCl-Na)	1000	2000	3500
カリウム (KCl-K)	1400	4000	10000
塩素イオン* (Cl $^-$)	1500	>3600	>9100
硫化水素** (H $_2$ S-S)	10	50	80
水素資化性メタン生成活性			
アンモニウム (NH $_4$ Cl-N)	100	7000	>16000
塩素イオン* (Cl $^-$)	250	>17000	>41000
硫化水素** (H $_2$ S-S)	10	170	>430

4 まとめ

- (1) 酢酸、水素資化性メタン生成活性は、ともに無機塩濃度の増加に従って一様に低下した。
- (2) メタン発酵を保持するためにはアンモニウム濃度のレベルを1500 mgNH $_4$ Cl-N \cdot L $^{-1}$ 以下、ナトリウム濃度を2000 mgNaCl-Na \cdot L $^{-1}$ 以下、カリウム濃度を4000 mgKCl-K \cdot L $^{-1}$ 以下にする必要がある。