

VII-199

高温グラニュール汚泥性状に及ぼす供給基質組成の影響

長岡技術科学大学

学 Nataya Sinthurat、多川 正
正 原田秀樹、珠坪一晃、大橋晶良

1. はじめに

高温UASB法においては、酢酸単一基質、VFA基質等のシンプルな廃水を供した場合、保持菌体のグラニュール化増殖が困難であることが知られている。Uemura & Haradaは、酢酸単一基質で高温UASBのスタートアップ実験を行ったが、200日の運転期間でもグラニュールの形成が認められなかったため、廃水をシュクロース、酢酸混合基質に切り替えたところ、良好なグラニュール汚泥が形成された。これらのことから、高温グラニュールの形成には酸生成細菌 (Acetogenic菌を含む) が有効に作用しているものと考えられる¹⁾。しかしながら、高温グラニュールの生態学的構造への基質組成の影響に関する知見は著しく乏しい。そこで、本実験では、アルコール蒸留廃水を供した (Phase 1) 高温UASB反応器の連続運転を行い、運転期間途中 (70日目以降) で、供給廃水を酢酸 (Phase 2) に切り替えることで、基質組成が保持グラニュール汚泥性状 (メタン生成活性、SVI、粒径など) へ及ぼす影響を評価した。

2. 実験装置及び方法

実験にはFig.1 に示した全容積2.15lのUASB反応器を用いた。反応器内の温度は、55°Cに制御した。供給廃水には、70日目まではアルコール蒸留廃水を (3000mgCOD・l⁻¹) を用い、70日目以降は酢酸を主成分とした人工廃水 (酢酸: 2900mgCOD・l⁻¹、酵母エキス100mgCOD・l⁻¹) に切り替えた。COD負荷は実験期間を通じて9.0kgCOD・m⁻³・d⁻¹ (HRT 8時間) で固定した。リアクターへの植種には、アルコール蒸留廃水処理UASBリアクター (運転温度: 55°C、流入基質濃度: 6000mgCOD・l⁻¹、容積負荷: 20kgCOD・m⁻³・d⁻¹、COD除去率: 93%以上) より採取した高温グラニュール汚泥を用いた (初期投入量1.2l、63gVSS・l⁻¹)。

保持汚泥性状の調査 (メタン生成活性、SVI、粒径) に際しては、反応器内の汚泥を全量抜きだして攪拌した後、平均的な汚泥サンプルを採取した。保持汚泥中の構成微生物群のポピュレーションシフトの様相を調査するために、メタン生成活性試験を行った。メタン生成活性は、55°C温度条件下において、植種汚泥 (0日目)、運転開始後60日目、86日目、100日目の汚泥サンプルについて、酢酸、プロピオン酸、H₂/CO₂、酪酸の各基質を供給し、測定した (各2本づつ測定)。供試汚泥は、予め基質洗浄、分散処理したものを用いた。

SVIの算定は、VSS濃度を基準として行った。汚泥の平均粒径は、画像解析により350個以上のグラニュールの粒径を測定することにより求めた。

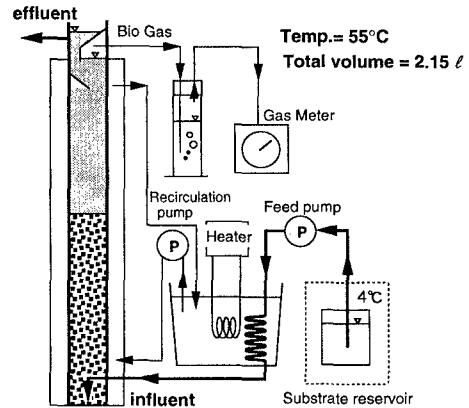


Fig.1 Experimental set-up of the thermophilic UASB reactor.

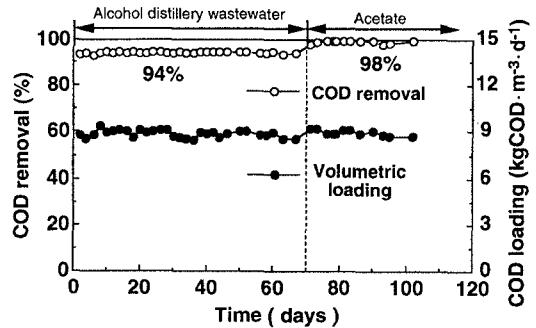


Fig.2 Changes in COD removal and loading.

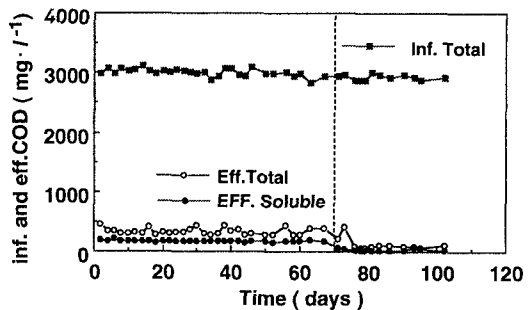


Fig.3 Changes in inf. and eff. COD concentration.

キーワード: 高温UASBプロセス、基質組成、高温グラニュール、メタン生成活性、SVI

〒940-21 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系 TEL0258-46-6000 (6313)

3. 実験結果及び考察

Fig.2 に連続運転期間中のCOD除去率、容積負荷の経日変化を、Fig.3には流入・流出COD濃度の経日変化を示した。また、図中に示した点線は、供給廃水が変更された位置（日付）を示している。容積負荷は、流入COD濃度を $3000\text{mgCOD}\cdot\text{l}^{-1}$ 、HRTを8時間に固定することで、実験期間を通じて $9.0\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ に制御した。アルコール蒸留廃水供給時のCOD除去率は約94%、酢酸基質供給時は約98%であり、実験期間を通じて良好なCOD除去が行われた。アルコール蒸留廃水供給時は、SS成分を含む全流出COD濃度と溶解性COD濃度との差（流出SSによるCOD）が約 $160\text{mgCOD}\cdot\text{l}^{-1}$ と大きいのに対し、酢酸廃水供給時には、 $60\text{mgCOD}\cdot\text{l}^{-1}$ と両者の差が小さくなっている。実際には、アルコール蒸留廃水中には、 $100\text{--}130\text{mgSS}\cdot\text{l}^{-1}$ 程度のSSが含まれていたことから、基質組成の変化によって、菌体の流出量は大きく変化しなかったと考えられる。運転期間を通じてのメタン回収率は、アルコール蒸留廃水供給時が90%程度（除去CODベース）であったのに対し、酢酸基質供給後は、しばしば100%前後の大きな値を示したことから、保持菌体の自己消化が生じている可能性も示唆された。

Fig.4に、反応器保持汚泥のSVI及び平均粒径の経日変化を示した。供給廃水を酢酸に切り替えた後は、 $28\text{ml}\cdot\text{gVSS}^{-1}$ （60日目）から $37\text{ml}\cdot\text{gVSS}^{-1}$ （100日目）へと急激にSVIが増加し、保持汚泥の沈降性の悪化が観察された。保持汚泥の平均粒径は、運転開始時には 0.9mm 程度であったが、供給廃水を切り替えた後は、保持汚泥の一部が崩壊したことにより、 $0.54\text{--}0.65\text{mm}$ 前後にまで減少した。Fig.5にスラッジベット内のグラニュールより剝離した汚泥塊のSEM観察結果を示した（94日目）。グラニュールの表皮部分が、ある程度の厚みを持った状態で剥がれている様子が確認できる。このような剝離形態は、グラニュール内部で、流入廃水組成の変化に伴い菌体の死滅が起こったことにより、引き起こされたものと推測される。

Fig.5に反応器保持汚泥の、 55°C 温度条件下におけるメタン生成活性の推移を示した。供給廃水の酢酸への変更後は、酢酸基質の活性は $1.3\text{gCOD}\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ （60日目）から $2.8\text{gCOD}\cdot\text{gVSS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ （100日目）へと約2倍上昇したのに対し、その他の、酪酸、プロピオン酸、 H_2/CO_2 基質では活性値が $1/3\sim 1/4$ へと急激に低下したことから（60日目と、100日目の活性値の比較）、基質組成の変更に伴い、酸生成細菌（Acetogenic菌）と水素資化性メタン生成細菌の死滅が起こっていることが分かった。

4. まとめ

高温UASB反応器の連続運転を行い、アルコール蒸留廃水（コンプレックスな廃水）から、合成酢酸廃水（シンプルな廃水）へと、供給廃水を変化させたところ、酸生成細菌（Acetogenic菌）、水素資化性メタン生成細菌の急激な減少（酪酸、プロピオン酸、

H_2/CO_2 からのメタン生成活性の低下）が確認され、それに伴って保持汚泥性状の悪化（粒径の減少、沈降性の悪化）が観察された。以上の実験結果より、酸生成細菌と水素資化性メタン生成細菌の存在が、良好な高温グラニュールの構造維持に有効に作用していたことが分かった。

参考文献

- 1) Uemura, S. and Harada, H., Microbial characteristics of methanogenic sludge consortia developed in thermophilic UASB reactor, Appl. Microbiol. Biotechnol., 1993, p654-660.

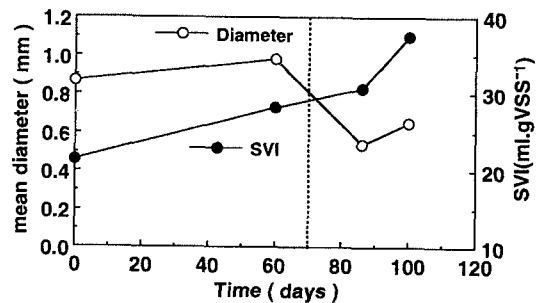


Fig.4 Changes in SVI and mean diameter of retained sludge.



Fig.5 SEM photograph of retained sludge. (94th day)
A part of outer layer peeled off from the granules.

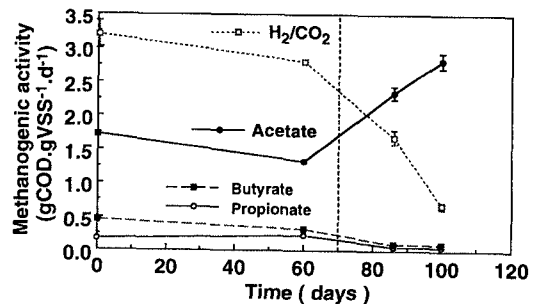


Fig.6 Changes in methanogenic activity of retained sludge.