

II-622

高温UASB(Upflow Anaerobic Sludge Bed)法 による高速メタン発酵特性

コマツ 研究本部 正 ○上村繁樹
長岡技術科学大学 正 原田秀樹
曾 怡禎

1. はじめに

UASB(上向流嫌気性汚泥床)法は、現在適応される廃水の種類はある程度限られているが、その非常に優れた処理性能のゆえに高い評価を受け、技術的に成熟した段階に達しているといえる。今後、UASB法の汎用性拡大のための技術課題の一つとして、高温廃水への適応、ならびに高温域でのグラニュレーションに関わる知見の收拾があげられる。我々は、既報¹⁾において、高温嫌気性処理で特有と思われる酢酸酸化細菌の役割、グラニュレーションに関与する酸生成菌の特徴などを報告した。本報ではしよ糖を供与した高温(55°C)UASB法の高速メタン発酵特性と、生成されたグラニュールの生態学的特徴について若干の知見を得たので報告する。

2. 実験装置と方法

2.1 UASBリアクター

リアクターの反応部は高さ100cm、内径10cm、有効容量7.85ℓのポリプロピレン製カラムを用い、カラムの周りのウオータージャケットに高温水を循環させることにより、内部の温度を55°Cに調整した。ガス-固-液分離を促進させるため、反応器の頭部にはガス-ソリッドセパレーターを、またカラム上部には多孔板コーンを設置し、さらに反応器の頭部で発生ガスをエアブローで循環させ、ガス相と液相の界面を適度に攪拌した。なお、実験開始後80日目より処理水の循環を行い、反応器内部の上昇線速を約 1.4 m h^{-1} に調整し、ベッド内の基質の短絡を防いだ。植種汚泥には $9.1\text{ g VSS } \ell^{-1}$ の中温消化汚泥を反応器当り6ℓ投入した。

2.2 培養基質

実験初期は、炭素源として蔗糖を $2600\text{ mg COD } \ell^{-1}$ (TOC換算で約 $1000\text{ mg } \ell^{-1}$) に調整して用いた。負荷の上昇は、基質の濃度を濃縮するか供給流入量を増加させることにより行った。従って、最高の負荷を与えた時点での基質のTOC濃度は約 $4200\text{ mg } \ell^{-1}$ となった。

2.3 メタン生成活性試験(バイアル試験)および細菌数の測定

水素、および酢酸を用いたメタン生成活性の測定は既報¹⁾の通り行った。プロピオン酸を供したメタン生成活性試験は、初期バイアル内プロピオン酸濃度を $3000\text{ mg COD } \ell^{-1}$ に調整して行った。また菌数の測定は酢酸、プロピオン酸、水素を用いてMPN法により行った。

2.4 分析方法

TOC、メタンガス、水素の定量は既報¹⁾に準じた。低級脂肪酸(VFA)濃度はガスクロマトグラフィー(島津製作所、GC-14A、検出基、FID、使用カラム、FALM-25% 80/100 mesh 担体 Chromosorb)を用いて検出した。

3. 結果と考察

3.1 連続実験

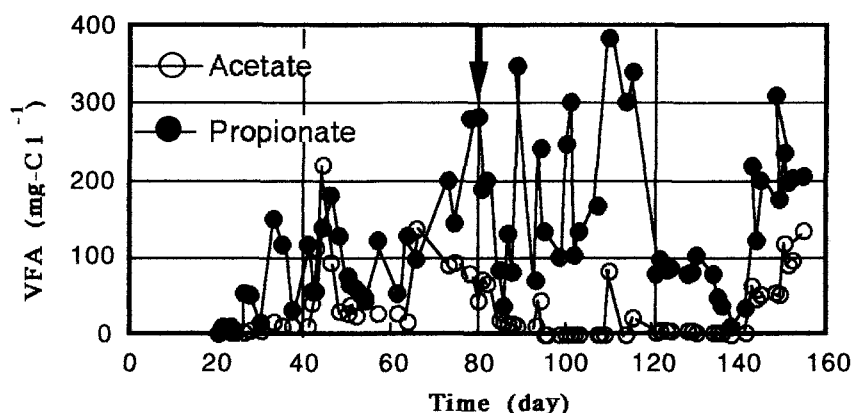
運転80日目まではTOC容積負荷は約 $5\text{--}6\text{ kg TOC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ と低迷していたが、80日以降は負荷の上昇が加速され、それに伴いメタン生成量の増加も観察された。これは処理水の循環の効果により、汚泥と基質の接触を改善されたためと思われる。最終的に運転日数160日で、メタン生成量は約 $180\text{ N } \ell \text{ d}^{-1}$ 、容積負荷で $32\text{ kg TOC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ (COD容積負荷で $84\text{ kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}$) を記録した。TOC除去率は、30日目以降はおおむね80%程度を維持したが、基質濃度の濃縮により負荷の上昇を行ったため、処理水中の残存TOCは $600\text{ mg } \ell^{-1}$ 程度まで増加した。

図-1に処理水中の酢酸およびプロピオン酸の経日変化を示す。酢酸は、やはり運転後80日目より約 $50\text{ mg-C } \ell^{-1}$ からほとんど検出されないまでに減少したが、プロピオン酸は最高300-

400mg-Cl⁻¹程度残存した。すなわち、処理水中の残存TOCの多くはプロピオン酸で占められており、高温メタン発酵系ではプロピオン酸の分解が律速であることが確認された。また、スラッジベッドは100日目当りからほぼグラニュール状の汚泥で占められるようになった。得られたグラニュールは全て二重構造を示していた²⁾。

3.2 メタン生成活性と菌数の測定

表一に酢酸、プロピオン酸および水素からのメタン生成活性と、それぞれを基質とした菌数の測定結果を示す。酢酸からのメタン生成活性(A-MA)は試験温度を55°Cから65°Cに上昇させるに連れ増加する傾向を示した。この傾向は既報¹⁾の結果と一致しており、おそらく酢酸酸化細菌の影響と思われる。また水素からのメタン生成活性(H-MA)も同様な温度依存性を示した。しかしながら、プロピオン酸からのメタン生成活性(P-MA)は、60°Cで若干高いものの、試験温度にあまり影響を受けず、その活性値も0.1-0.12 kg COD kg VSS⁻¹ d⁻¹とA-MA、P-MAに比べて著しく低い値であった。さらにプロピオン酸分解菌(PDB)の菌数は、酢酸資化性メタン菌(A-MPB)、水素資化性メタン菌(H-MPB)に比べ、1/10から1/100程度の値であった。以上の結果から高温メタン発酵系でのプロピオン酸分解反応の律速現象は、高温プロピオン酸分解菌の絶対的な存在量が不足しているためと推測された。



図一1 処理水中の酢酸およびプロピオン酸の経時変化
(→) 処理水循環開始

表一1 メタン生成活性および細菌数

	Temp. (°C)	Substrate		
		Acetate	Propionate	Hydrogen
Methanogenic activity (kgCODkgVSS ⁻¹ d ⁻¹)	55	1.43 (0.002)	0.10 (0.003)	0.85 (0.01)
	60	1.81 (0.02)	0.12 (0.002)	0.98 (0.03)
	65	2.36 (0.10)	0.10 (0.001)	1.11 (0.06)
Cell number (cells / g VSS)	55	1.6x10 ⁹	1.6x10 ⁸	1.6x10 ¹⁰

() 標準偏差

4.参考文献

- 1) 上村、原田(1992) 環境工学研究論文集 第29巻 p201.
- 2) 上村他(1992) 第26回 日本水環境学会年会講演集 p176.