

II-482

排水の高温メタン発酵に関する基礎的研究

小松製作所 正○上村 繁樹 江川 圭司 尾登 正明
森本 茂夫 中村 城治

1, はじめに

現在, 付着生物膜型や自己造粒型のメタン発酵リアクターが食品工場排水処理を中心に普及しつつあるが、高温の排水に適応された事例はまれである。その理由として自己造粒や担体付着に有利だといわれる*M. thrix*が*M. sarcina*の優占により淘汰されることがあげられる。従って本報では、両者の生育に対する培養温度の影響に着目し、酢酸を単一基質として、自己造粒法の代表であるUASB反応器において形成された汚泥の特性について若干の知見を得たので報告する。

2, 実験方法および装置

高温酢酸資化性メタン菌については*M. thrix*の方が*M. sarcina*よりも最適温度が高い傾向にあり、さらに*M. sarcina*が失活する温度(65°C程度)でも*M. thrix*は充分活性を保持できることが報告されている。(表-1)従って本報では従来より高温メタン発酵に最適といわれる55°Cと、上記の理由から65°Cを培養温度として選択した。

実験には反応容量5.5LのUASB反応器を2台用いた。それぞれウォータージャケットに温水を常時循環させることにより、槽内を55°Cと65°Cに設定した。植種汚泥は中温消化汚泥を用い、基質は3000mg-COD/Lの酢酸に、酵母エキス、無機塩、栄養塩を加えpHをNaOHで調整した。基質の組成は基本的にWiegantの文献により設定した。汚泥のメタン生成活性試験は120mlのセラムバイアルを使用し、振とう実験により求めた。操作は全て除酸素窒素気下で行い、さらに温度差による汚泥の失活、測定誤差を防ぐため高温に設定した恒温水槽内で行った。

3, 実験結果および考察

連続実験の結果、55°C培養系(以下A55)ではTOC負荷12Kg-TOC/m³dayまでクリアしたが、その後汚泥のウォッシュアウトに伴いプロセスが失活した。また65°C培養系(以下A65)ではTOC負荷で2-4Kg-TOC/m³day以上の負荷は見込めなかった。当初、その原因は*M. sarcina*の優占にあると思われたが反応器内汚泥の走査電顕観察を行ったところ、*M. sarcina*様の菌体は見られず、確認できた菌体は全て*M. thrix*様のものであった。さらにA55汚泥では菌体が分散状に増殖していることが判明した。そこで、槽内汚泥の最適活性温度を調べるため、酢酸を基質として温度を55°C, 60°C, 65°C, と3水準設定してメタン生成活性試験を行った。その結果、A55, A65ともに最も高い活性を示した温度は65°Cであり、それぞれ0.68, 0.18KgCH₄-COD/gvssdayであった。(図-1)これは主に槽内の汚泥が最適温度の高い*M. thrix*様の菌で占められていたためであると思われる。

またZihnderらは、高温域では酢酸をH₂とCO₂に分解する菌と、それによって生じた水素からメタン生成を行う水素資化性メタン菌の共生系が存在することを報告している。従って、本実験系でも同様な生態系の成立が推測されたため、供給基質として(H₂+CO₂)を与え、60°Cで活性試験を行い水素由来の比メタン生成活性を測定したところA55で1.62, A65で1.55KgCH₄-COD/gvssdayであった。(図-2)それぞれの水素由来の比メタン活性(KCH₄-H₂)を60°Cでの酢酸由来の比メタン生成活性(KCH₄-HAc)と比較したところKCH₄-H₂/KCH₄-HAcがA55で3.0, A65で9.7と酢酸を単一基質で培養した汚泥ということを考慮すると高い値であるといえる。従って高温域での酢酸の嫌気性消化では複雑な微生物の生態系が関与していることが推測された。

4, おわりに

本実験で得られた知見をまとめると次のようになる。

- 1) 酢酸を基質として温度を55°Cと65°Cに設定したUASB反応器で連続運転を行ったが最高負荷は55°C培養系で約12Kg-TOC/m³day, 65°C培養系では4Kg-TOC/m³day程度であった。

- 2) 培養汚泥の走査電顕観察を行ったところ両培養系ともにM.thrix様菌体が優先しており55℃培養系では分散状に、65℃培養系では糸状に増殖していることが確認された。
- 3) 酢酸由来の比メタン生成活性は両培養系ともに65℃で最大値が得られ、それぞれ0.58,0.18KgCH₄-COD/gvssdayであった。
- 4) さらに(H₂+CO₂)を供給して活性試験を行ったところ55℃培養系で1.62KgCH₄-COD/gvssday,65℃培養系で、1.55KgCH₄-COD/gvssdayであり、酢酸由来の水素からのメタン生成が行われていることが確認された。

参考文献

- 1) Wiegant,W.M.,et.al.;Biotechnol.Bioeng.27 1986
- 2) Zihnder,S.H.,et.al.;Arc.Microbiol.138 1984

表-1 高温酢酸質化性メタン生成菌

Methanogens	Morphology	Opt.pH	Opt.T(℃)	Td(hr)	Other substrates used
Methanothrix sp.CALS-1	sheathed filaments	6.5	60	24	
Methanothrix sp.Pt	sheathed filaments	6.7	55-60	36	
M.thermoacetophila	sheathed filaments		65		
Methanosarcina thermophila TH-1	large packets	6.0	50	12	MeOH,MeNH ₂ ,H ₂ /CO ₂
Methanosarcina sp.CALS-1	large packets		55-58		
T A H ^{b)}	straight rods	7.3-7.5	60	60	EtOH,ethylene glycol betaine,etc

a) Td: doubling time when grown on acetate
b) Thermophilic,Acetate-Utilizing Methanogen

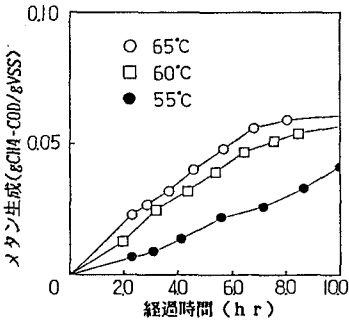


図-1 メタン生成活性-RUN-A65-

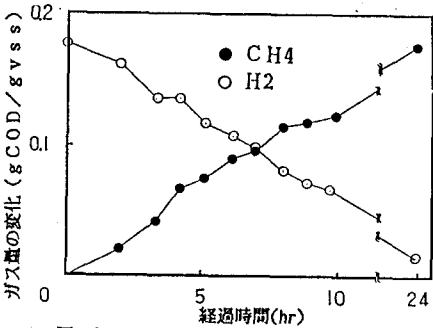


図-2. メタン生成速度と水素消費速度-A55-

表-2 比メタン生成活性

Substrates Run / Temp.(℃)	Acetate			H ₂ /CO ₂	KCH ₄ -H ₂ KCH ₄ -HAc
	55	60	65	60	
A55	0.53	0.54	0.68	1.62	3.0
A65	0.10	0.16	0.18	1.55	9.7

Dimension:gCH₄-COD/gvss day
KCH₄-H₂;specific methanogenic activity from H₂/CO₂
KCH₄-HAc;specific methanogenic activity from acetate