

第VII部門 バイオ炭を担体としたメタン発酵の効率化

大阪工業大学工学部
大阪工業大学工学部
コンス^ト・アント^ト・カンパ^ニリミテツト^ト コンス^ト・ハイカ^ス

学生員 ○佐々木 慎平 今仲 理史
正会員 古崎 康哲 笠原 伸介 石川 宗孝
正会員 宮西 弘樹

1. はじめに

メタン発酵法は、畜産排泄物、食品廃棄物、余剰汚泥などの有機性廃棄物の減量化、およびエネルギー回収が可能な処理方法として、近年再び認識されるに至っている。しかし、一般的にメタン生成菌の増殖速度が遅いことから、メタン生成過程が律速段階となりやすく、十分な菌体量を保持するためには発酵槽が大きくなってしまふという問題を抱えている。短い HRT でも発酵効率を維持するためには、発酵槽内に十分なメタン生成菌を確保する必要がある。その手法として、嫌気性接触法、固定床法、膜分離法などが挙げられるが、維持管理やコストの面から、簡易で安価な手法の開発が望まれる。そこで本研究では、微生物担体として植物由来の炭、すなわちバイオ炭に着眼し、炭添加系、対照系の 2 系列で半連続実験を行い、メタン発酵の効率化を目指した。

2. 実験方法

図-1 に実験装置の概略図を示す。本研究では、有効容積 10L の完全混合型反応槽を使用した。基質は豆腐工場残渣を使用し、1 日に 1 回、汚泥引き抜き口からメタン発酵槽内へ投入した。また豆腐工場残渣は、表-2 に示すように T-N 濃度が高いことから、メタン発酵のアンモニア性窒素による障害を避けるため、VS 濃度 20g/L に希釈して投入を行った。処理水は、引き抜いた汚泥に遠心分離(遠心力：1700~2500g)を行い、その上澄みとした。また、分離した汚泥は発酵槽内へ返送した。槽内はウォーターバスで 38℃ に設定し、100~150rpm で搅拌を行った。

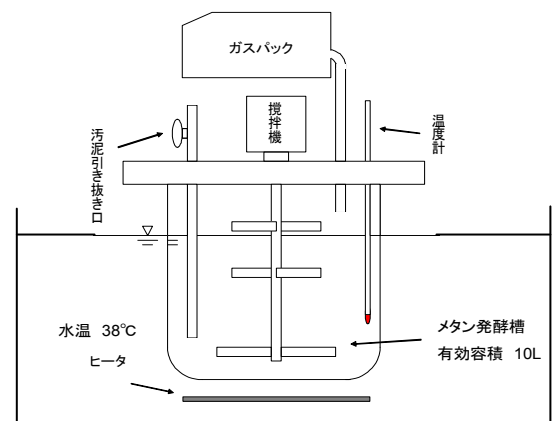


図-1 実験装置の概略図

表-3 に実験条件を示す。半連続実験は、炭添加系、対照系とも段階的に投入量を増やして HRT を短縮させ、負荷を増大させながら運転を行った。種汚泥は豆腐工場の消化汚泥を使用し、豆腐工場残渣で 3 ヶ月程度の馴致(馴致 1, 2)を行った。ヤシ殻活性炭は篩分けを行い、粒径 500 μ m ~ 2000 μ m としたものを煮沸してから使用した。投入は馴致 2 の期間で行い、発酵槽内の状態をみながら 5%(V/V)まで添加した。また、バイオガス転換速度を調べるため、半連続実験中に、各 Run においてバイオガス生成量の経時変化を計測した。

表-2 投入基質の性状(分析代表値, 希釈前)

豆腐工場残渣	TS	VS	VSS	VFA合計	
	g/L	g/L	g/L	mg/L	mg-C/L
	27.3	25.525	24.5	12161	5928
豆腐工場残渣	TOC	DOC	T-N	アンモニア性窒素	
	g/L	g/L	mg/L	mg/L	
	22.2	6.1	4146	1923	

3. 実験結果

3.1 バイオガス生成量, VFA 及び pH

図-4 にバイオガス生成量, VFA 及び pH の経日変化を示す。36 日目(馴致 2)からヤシ殻活性炭を添加したところ、バイオガス生成量が一時的に減少し、VFA の蓄積、pH の低下がみられた。これはヤシ殻活性炭に含まれる酸の残留(製造段階における洗浄工程)が原因であったと考えられる。この蓄積は 64 日目

表-3 実験条件

項目	単位	馴致1	馴致2	Run1	Run2	Run3	Run4
HRT	day	30	30	30	20	15	10
流入量	L/day	0.33	0.33	0.33	0.50	0.66	1.00
運転日数	day	35	42	42	14	7	14
累積運転日数	day	35	77	119	133	140	154
発酵槽温度	℃	38	38	38	38	38	38
流入VS濃度	g-C/L	18.9	19.9	19.8	19.7	20.1	20.1
流入TOC濃度	g-C/L	15.1	16.9	14.4	14.0	13.8	14.0
流入POC濃度	g-C/L	10.7	12.0	10.6	10.4	10.1	10.8
TVS容積負荷	kg/(m ³ ・day)	0.63	0.66	0.66	0.98	1.33	2.01
TOC容積負荷	kg/(m ³ ・day)	0.50	0.55	0.48	0.70	0.91	1.40
投入基質TVS/TS比	-	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
炭添加率	% (v/v)	-	2.5~5	5	5	5	5

※ 栄養塩として、流入基質に対し 100mg-Fe/L, 10mg-Ni/L, 10mg-Co/L となるように添加

Shinpei SASAKI, Satoshi IMANAKA, Yasunori KOSAKI, Shinsuke KASAHARA, Munetaka ISHIKAWA and Hiroki MIYANISHI E-mail : kosaki@env.oit.ac.jp

からほぼみられなくなり、再び炭の添加を開始した。2度目以降の炭の添加時には、十分に炭を洗浄したことにより pH・VFA の変動は見られなかった。152~154 日目において、対照系のバイオガス生成量に減少がみられているが、これはガス漏れが原因であった。バイオガス生成量は全体をみると、負荷の増大に伴い増加する傾向が見られ、HRT10 日という比較的短い条件(Run4)においても良好な運転を行うことができたが、いずれの Run においても両系に差はみられなかった。これは、遠心分離した上澄みを処理水としていたため、メタン発酵槽内に十分な菌体量を確保できていたからと考えられる。また槽内アンモニア性窒素濃度は、基質を希釈して投入していたことから、3000mg/L 以下で運転を行うことができた。

3. 2 TOC 収支

図-5 に TOC 収支を示す。バイオガス化率は各 Run において両系とも顕著な変動はみられず、全体を通して約 65%と、一般的な食品系廃棄物の場合よりも高い値となった。よって、全体を通していずれの反応槽でも十分な分解が行われていたと考えられる。また、バイオガスの組成は、両系ともに全体を通してメタンが約 75%、二酸化炭素が約 25%であった。

3. 3 バイオガス転換速度

半連続実験では、両系ともに VFA の蓄積はほぼみられず、投入された基質の大部分が翌日の基質投入までに分解されたと考えられた。そこで、両系のバイオガス転換速度の違いを検討するため、バイオガス生成量の経時変化を計測した。

図-6 に半連続実験における投入直後からの累積バイオガス発生量の経時変化を示す。両系ともに、投入負荷の増大に伴って累積バイオガス生成量の増加がみられ、同様な曲線を示した。またこの結果と槽内 VSS 濃度から、比バイオガス転換速度を算出し、表-7 に整理した。比バイオガス転換速度は、対照系が Run1~Run4 の順に 0.032, 0.050, 0.065, 0.076(1/d)、炭添加系が 0.038, 0.048, 0.060, 0.074(1/d)となり、両系ともに負荷の増大に従って増加がみられた。しかし、いずれの Run においても、両系の比バイオガス転換速度に差はみられなかった。以上のことから、比バイオガス転換速度からも炭の添加による効果を確認することはできなかった。

4. おわりに

本研究では、ヤシ殻活性炭を担体としたメタン発酵の効率化を目指して半連続実験を行ったが、ヤシ殻活性炭添加によるバイオガス生成量の増大、および基質のバイオガス転換速度に違いはみられず、効果は確認できなかった。しかし、分解されやすい基質を対象とする場合に、遠心分離によって固液分離を行うことで、HRT10 日という比較的短い滞留時間の条件であっても良好に運転を行えることがわかった。

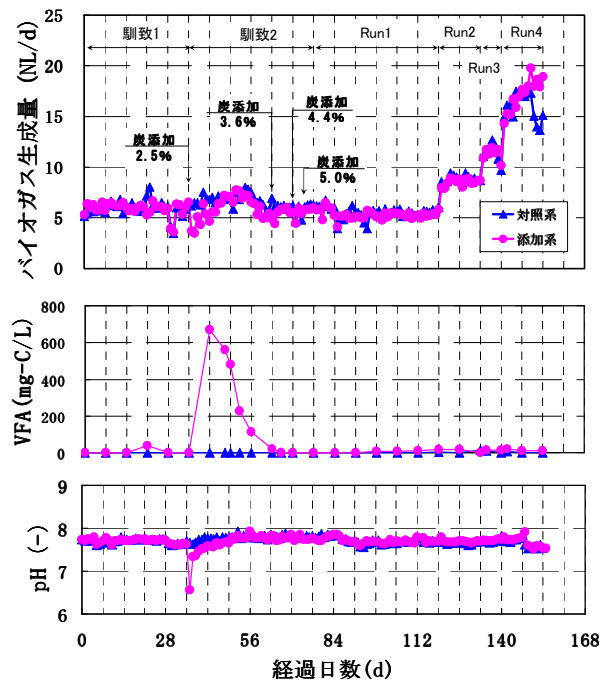


図-4 バイオガス生成量、VFA 及び pH の経日変化

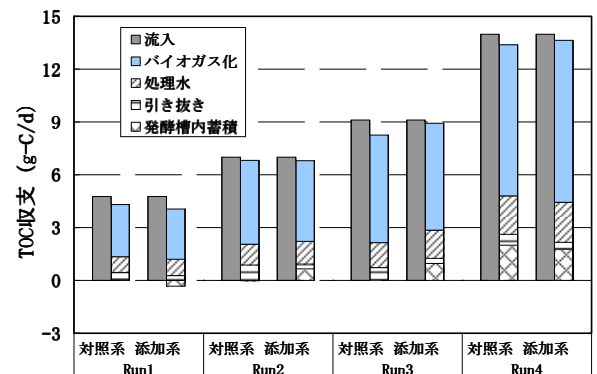


図-5 TOC 収支

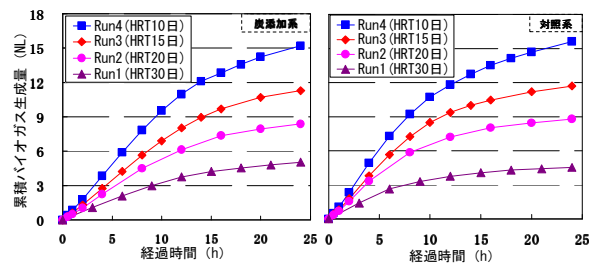


図-6 一日あたりの累積バイオガス発生量

(左:炭添加系 右:対照系)

表-7 比バイオガス転換速度

	Run1 (HRT30日)	Run2 (HRT20日)	Run3 (HRT15日)	Run4 (HRT10日)	
比バイオガス 転換速度 g-C/(g-VSS・d)	炭 添加 系	0.033	0.048	0.060	0.074
	対 照 系	0.032	0.050	0.065	0.076

【参考文献】

1) 野池達也 編著：メタン発酵、技報堂出版、2009