

大阪工業大学工学部 学生会員 ○田中 真一

大阪工業大学大学院工学研究科 学生会員 佐々木 慎平

大阪工業大学工学部 正会員 古崎 康哲 笠原 伸介 石川 宗孝

1. はじめに

食品廃棄物の再生利用技術の1つにメタン発酵が挙げられる。メタン発酵は回収したメタンガスを都市部でも利用可能であり、食品リサイクルの手段として注目されている。しかし、普及にあたっては課題も残されており、その1つとして処理速度が遅く装置が大型化してしまう点がある。厨芥を対象にメタン発酵を行う場合、一般に固形分を可溶化する過程が律速段階となりやすい。そこで本研究では、前処理として可溶化に優れた水熱反応に着目し、メタン発酵の効率化が可能かどうか検討した。

2. 実験方法

メタン発酵槽として有効容積 2 L の完全混合型反応槽を使用し、対照系と水熱系の2系列で半連続実験を行った。実験装置の概略図を図-1に示す。槽内は保温槽で水温を 36 ~ 38 °C（中温発酵）に設定し、回転数 120 rpm で撹拌を行った。基質の投入および処理水の引き抜きは装置上部の基質投入口から行った。処理水は槽内汚泥を 3,000 rpm で3分間、遠心分離した上澄み液とし、固形分は槽内に返送した。生成したガスはガスバックに回収した。

実験条件を表-1に示す。本研究では厨芥を対象とするため、標準生ごみ組成¹⁾をもとに模擬厨芥を作成した。これを粉砕機で水を加えながら粉砕し、TS 10 %に調整したものを基質とした。また、水熱処理にはハイパーグラスター（TEM-V1000N 型：耐圧硝子工業（株）製）を使用し、160 °C、1時間の条件で前処理を行った。水熱処理前後の基質の性状を表-2に示す。

Run 0 では両系ともに基質を未処理の厨芥とし、Run 1以降は水熱系の基質にのみ水熱処理を行った。また、Run 0, 1ではHRT 30日、Run 2-1, 2-2ではHRT 20日で運転を行った。HRTを短縮する際には、基質の投入方法を手作業による1日1回からローラーポンプを用いた1日5回に変更し、負荷を分散させた。しかし、ローラーポンプによる基質の投入が適切に行えていなかったため、Run 2-2では手作業による1日2回の投入に切り替えた。また、Run 2-2の途中からは槽内汚泥の引き抜き量を調整し、SRTを約45日に合わせた。

3. 実験結果

ガス生成量、槽内のpH、TOC、DOCおよびアンモニア態窒素の経日変化を図-2に示す。ガス生成量はRun 0, 1では両系ともに3

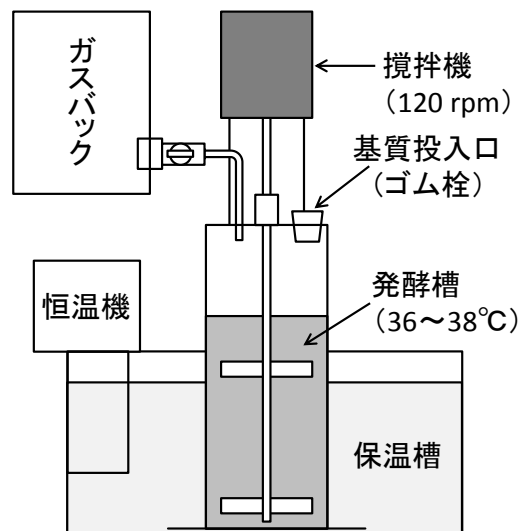


図-1 実験装置の概略図

表-1 半連続実験の運転条件

項目	単位	Run 0 対照系	Run 0 水熱系	Run 1 対照系	Run 1 水熱系	Run 2-1 対照系	Run 2-1 水熱系	Run 2-2 対照系	Run 2-2 水熱系
HRT	日	30		30		20		20	
運転日数	日	14		35		21		56	
TS 容積負荷	kg/(m ³ ・日)	3.3		3.3		5.0		5.0	
VS 容積負荷	kg/(m ³ ・日)	3.0		3.0		4.5		4.5	
TOC 容積負荷	kg-C/(m ³ ・日)	1.5		1.5		2.2		2.2	
DOC 容積負荷	kg-C/(m ³ ・日)	0.4		0.4	0.7	0.7	1.1	0.7	1.1
水熱処理	—	無し		無し	有り	無し	有り	無し	有り
基質投入方法	—	手作業		手作業		ローラーポンプ		手作業	
投入回数	回/日	1		1		5		2	

表-2 基質の性状

分析項目	単位	基質（模擬厨芥）	
		水熱処理前	水熱処理後
SS	g/L	75.3	38.7
TOC	g-C/L	43.4	43.4
DOC	g-C/L	13.4	22.4
VFA	g-C/L	2.44	3.83
pH	—	6.6	5.2

～4 NL/日程度で推移していた。Run 2-1 では HRT を 30 日から 20 日に短縮して負荷を上げたにも関わらず両系でガス生成量が低下し、振れ幅が大きくなった。これはローラーポンプによる基質の投入が安定して行えていなかったためと考えられる。Run 2-2 では対照系は 4 ～ 5 NL/日程度のガス生成が見られたが、水熱系は 2 ～ 3NL/日程度と対照系と比べて少なく、最後にはガスがほとんど生成しなくなった。ガスの組成は対照系ではメタンが約 68 %、二酸化炭素が約 32 %、水熱系ではそれぞれ約 64 %、36 % となり、大きな差は見られなかった。

pH は両系ともにすべての Run で概ね 7 ～ 8 の範囲で推移していた。しかし、水熱系では Run 2-2 の後半 (115 日以降) に pH が 7 を下まわる日が見られた。同じ時期に VFA の蓄積が見られたことから、これが pH に影響を及ぼしたと考えられる。

槽内の有機炭素濃度は、対照系ではすべての Run で TOC は概ね 15 ～ 20 g-C/L、DOC は約 2 g-C/L で推移していた。水熱系では Run 0 は対照系と同程度の濃度であったが、Run 1 以降は増加傾向がみられ Run 2-2 では TOC は約 30 g-C/L、DOC は約 4 g-C/L となった。

アンモニア態窒素は、両系ともにすべての Run で概ね 1,000 ～ 2,000 mg-N/L の範囲で推移していた。そのため、アンモニア態窒素による阻害はなかったものと考えられる。

また、**図-3** に両系の Run 1, 2-2 における TOC 収支を示す。Run 1 では、両系ともに基質の 6 ～ 7 割程度がバイオガス化している。Run 2-2 では、対照系は Run 1 と同程度の割合でバイオガス化したが、水熱系では 3 ～ 4 割程度に低下しており、かわりに処理水と系外への引き抜きの比率が増加した。

以上のことから、対照系ではすべての Run で良好な運転を行うことができたといえる。しかし、水熱系ではガス生成量の低下および槽内の有機炭素濃度の増加が見られた。このことから水熱系は対照系に比べて基質の分解率が低く、未分解の成分が槽内に蓄積したと考えられる。原因としては水熱処理により基質が難分解性の物質、もしくはメタン発酵を担う微生物の働きに悪影響を与える物質に変質した可能性が考えられる。また、Run 2-2 の水熱系で槽内汚泥の上澄み液に茶色い着色が見られたことから、着色成分と上記の物質との関連性も考えられる。

4. おわりに

本研究では、厨芥を対象としたメタン発酵の効率化を目指し、前処理に水熱反応を用いて半連続実験を行った。しかし、前処理を行った水熱系において、基質の分解率の低下および槽内への未分解成分の蓄積が見られた。このことから、水熱処理によって基質が難分解性の物質もしくはメタン発酵を担う微生物の働きに悪影響を与える物質に変質した可能性が考えられる。今後は、回分実験による原因の追究、微生物の馴致可能性や水熱反応条件の検討および溶存態の着色成分のとの関連性の調査等を行う必要がある。

【参考文献】1) 山海敏弘：ディスポーザー排水の標準組成と負荷特性，水環境学会誌，Vol. 22，No. 1 (1999)

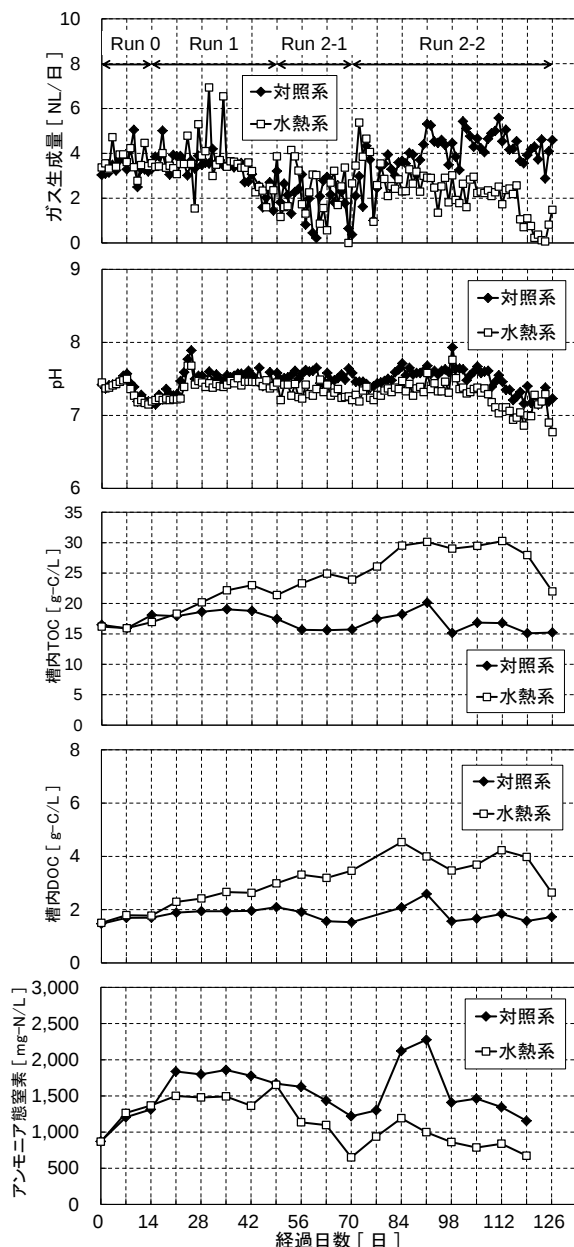


図-2 ガス生成量、槽内の pH、TOC、DOC およびアンモニア態窒素の経日変化

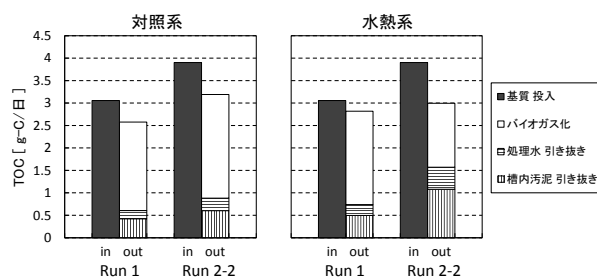


図-3 Run 1, 2-2 における TOC 収支