

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 学生会員 田中 真一
 大阪工業大学工学部 正会員 古崎 康哲
 大阪工業大学工学部 正会員 笠原 伸介
 大阪工業大学工学部 正会員 石川 宗孝

1. はじめに

近年、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、及びエネルギー回収が可能な処理方法として注目されている。しかしメタン発酵法は、有機物分解における懸濁物の可溶化過程が律速段階であるとされており、発酵槽が大型化するという課題を抱えている。従って、前処理によってこの過程に要する時間を短縮することができれば、発酵槽の小型化が可能になると考えられる。そこで我々は、前処理手法として懸濁物の可溶化に優れた水熱反応に注目し半連続実験を行った¹⁾。ところが、半連続実験の結果からは水熱反応を前処理に用いた系で悪影響が見られた。本研究ではこの原因を検討するため、水熱反応処理を行った厨芥を基質として回分実験を行った。

2. 実験方法

図-1 に実験装置の概略図を示す。本研究では、ゴム栓で密栓した有効容積 500 mL の三角フラスコを使用し、汚泥を満たして回分実験を行った。攪拌はマグネチックスターラーで行い、フラスコ内温度は保温槽を用いて 36～38℃となるように調節した。生成されたバイオガスはガスバックに捕集し、一定時間ごとにシリンジでガス発生量の測定を行った。供試汚泥には、模擬厨芥を基質として長期間半連続培養したものを約 48 時間同装置内で空運転をしてから実験を行った。汚泥濃度は 25 g-VS/L に調整した。投入基質には標準生ごみ組成²⁾をもとに調整した模擬厨芥を粉砕し、100g-TS/L に希釈したものをを用いた。

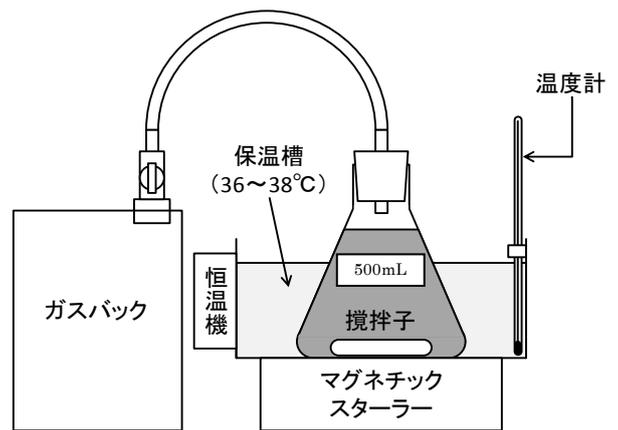


図-1 実験装置の概略図

水熱反応処理は半連続実験¹⁾と同様に、有効容積 500 mL の水熱反応装置を用い、攪拌速度 500 rpm、温度 160℃、反応時間 1 時間の条件で行った。水熱反応による基質性状の変化を表-2 に示す。水熱処理後の SS 可溶化率は 48%であった。また、POC 可溶化率は 26%であった。なお、本実験での水熱反応条件では、ガス化などによる TOC の減少は見られなかった。

表-2 投入基質の性状

	単位	水熱処理前	水熱処理後
SS	g/L	75	39
VFA	g/L	2.4	3.8
POC	g/L	27	20
DOC	g/L	17	24
SS可溶化率	%		48
POC可溶化率	%		26

表-3 に実験条件を示す。条件 A では水熱処理前の基質を投入した。条件 B では、水熱処理後の基質を投入し水熱反応による基質の性状変化による生物分解性への影響を検討した。条件 C では、水熱処理厨芥を基質とした半連続実験¹⁾の槽内上澄み液を投入し、溶存蓄積成分による生物分解性への影響を検討した。基質投入量は 2.5g-TS(25mL)、3.5 g-TS(35mL)とし、半連続実験と同様の HRT20 日、及び HRT15 日相当の負荷量となるように設定した。

表-3 実験条件

条件	基質		上澄み液
	種類	TS投入量	
A	水熱処理前	2.5g, 3.5g	交換なし
B	水熱処理後		
C	水熱処理前	2.5g	交換あり*

※供試汚泥の上澄み液 300mL を、半連続実験で運転が困難となった水熱処理厨芥馴致汚泥の上澄み液 300mL と交換

3. 実験結果

3.1 累積バイオガス生成量

図-4 上段に TS 投入量 2.5 g(HRT20 日相当),下段に TS 投入量 3.5 g(HRT15 日相当)での累積バイオガス生成量を示す。120 時間後の累積バイオガス生成量は,投入量 2.5 g では条件 A が 2.7 L, 水熱処理厨芥を投入した条件 B が 2.4 L,上澄み液を入れ替えた条件 C が 2.0 L であった。投入量 3.5 g では,条件 A が 3.1 L,条件 B が 2.4 L であった。どちらの投入量においても,条件 A に比べ水熱処理後の基質を投入した条件 B は累積バイオガス生成量が低い値となった。また,投入量 2.5 g の場合に,上澄み液を入れ替えた条件 C は未処理前の基質を投入したにも関わらず条件 A より累積バイオガス生成量が低い値となった。以上の結果から,水熱反応により厨芥の生物分解性が低下すること,もしくは生物活性を低下させる物質が生成されることが考えられた。

3.2 バイオガス生成速度を用いた基質の分画

累積バイオガス生成量の分析結果より基質の分画を行い,水熱反応による基質性状の変化を検討した。基質の分画については宮西らの研究³⁾を参考にした。本研究での基質分画については図-5 に示す。宮西らは前処理後の溶存成分と懸濁成分の一部を易分解として分画していたが,本研究では投入基質の内訳を単純に「易分解成分」「遅分解成分」の二種に分類されるものとし,溶存成分を一括で易分解成分としないものとした。

図-6 にバイオガス生成速度の経時変化から分画を行った例を示す。投入開始から急激なバイオガス生成速度の変化が見られる範囲を易分解成分由来,バイオガス生成速度が緩やかな下降傾向が見られる範囲を遅分解成分由来とした。自己分解によるバイオガス生成速度は,空運転により求めた。

図-7 に基質投入量 2.5 g における,条件 A と B の経時バイオガス生成速度の経時変化を示す。条件 A では投入直後からバイオガス生成速度が約 0.25 L/L/h となったが,水熱処理厨芥を基質とした条件 B では約 0.15 L/L/h であり条件 A に比べ低い値となったことから,易分解成分の減少が考えられた。

3.3 水熱反応による厨芥の生物分解性変化からの考察

図-8 に回分実験における 120 時間後の有機炭素収支を示す。どの条件についても約 100 % の回収率が得られた。しかし,条件 A に比べ条件 B では易分解成分が約 20 % 減少している。条件 C においても,投入基質が同様であるにも関わらず,易分解成分が減少している。このことから,水熱反応では可溶化が促進されるが,易分解成分が減少することがわかった。また,水熱反応後の溶存性成分中に発酵阻害を引き起こす物質が存在することが示唆された。

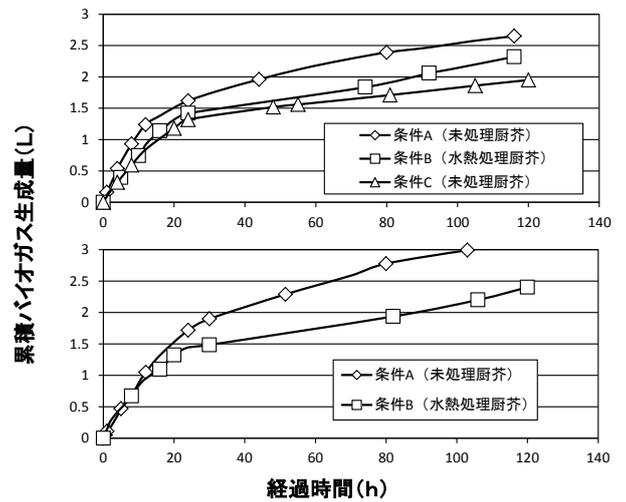


図-4 累積バイオガス生成量 (上:基質投入量 2.5 g 下:基質投入量 3.5 g)

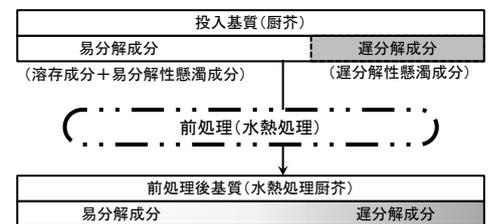


図-5 基質の分画

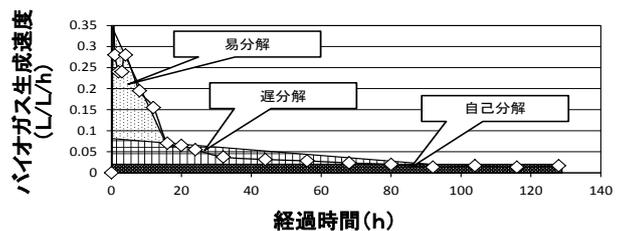


図-6 バイオガス生成速度と分解性の分画

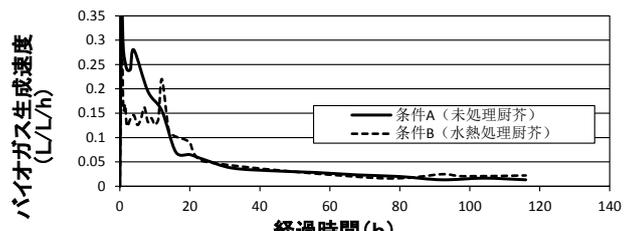


図-7 バイオガス生成速度の比較

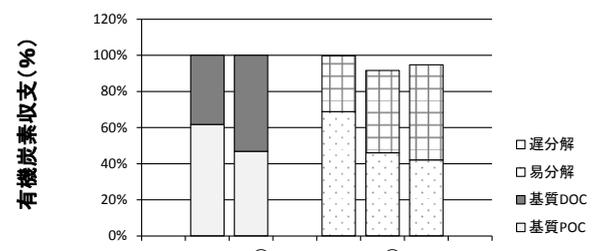


図-8 有機炭素収支

【参考文献】1) 田中真一：水熱反応前処理を用いた厨芥のメタン発酵(その1),平成 23 年度土木学会関西支部年次学術講演会 (2011)

2) 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)

3) Hiroki MIYANISHI : IWA-ASPIRE2009,PROCEEDINGS,O-Poster-175(2009)