

熱処理された養豚ふん尿の連続メタン発酵への影響に関する研究

宮崎大学 正会員 ○土手 裕
 宮崎大学 正会員 関戸 知雄
 宮崎大学 大坪 潤司

1. はじめに

産業廃棄物は年間約4億トン排出され、そのうちの4分の1を家畜ふん尿が占めている。しかし、平成16年に家畜排泄物法が施行され、家畜ふん尿の適切な処理・管理が求められ、家畜ふん尿からエネルギー回収もできるメタン発酵が注目されている。しかし、家畜ふん尿をそのままメタン発酵すると、固形分の可溶化に時間がかかるため、20-30日の処理時間が必要なる。そのため、下水汚泥などの様々な原料を用いたメタン発酵の前処理として、熱水処理が検討されているが、養豚ふん尿についての熱水処理については報告がない。筆者らは養豚ふん尿を原料として、熱水処理による養豚ふん尿性状の影響を検討し、溶存性TOCが200-250℃の処理温度で最大になることを見いだした¹⁾。また、バッチによるメタン発酵実験により熱処理温度150℃の場合メタン回収量およびメタン生成速度が未処理の場合よりも向上することを明らかにした²⁾。本研究では、熱処理による連続メタン発酵への影響を検討し、さらにエネルギー回収についての評価を行った。

2. 実験方法

1) 養豚ふん尿

実験に用いた養豚ふん尿は平成20年10月に宮崎県内の養豚農家から入手した。養豚ふん尿には狭雑物が含まれていたため、2mmのふるいを用いて取り除いた。

2) メタン発酵実験

熱処理は次の様に行った。養豚ふん尿(200mL)をオートクレーブに入れ密閉後、気相部分を窒素ガスで交換し0.1MPaに加圧した後、攪拌しながら加温した。150℃に到達した後10分後に冷却を行った。オートクレーブ内の反応液をビーカーに回収した。回収液についてSS・VSS、TS・VSを測定した。回収液を1μmのメンブランフィルターでろ過したろ液について、水溶性TOCを測定した。未処理および熱処理した養豚ふん尿の性状を表1に示す。

メタン発酵実験は、メタン発酵装置(BMJ型,エイブル(株)製)を用いて、未処理養豚ふん尿を基質とした対照系と、熱処理した養豚ふん尿を基質とした熱処理系の2系列で実験を行った。植種液は宮崎大学養豚ふん尿メタン発酵プラントの発酵液を用いた。メタン発酵条件は、発酵槽内温度36℃、充填量700mL、攪拌速度140rpmとした。基質投入は1日1回行い、HRTを20,15d,10,5日の順番で変化させた。発生ガス量とガス組成を1日に1回測定した。

表1 投入基質性状 (pH以外 mg/L)

	豚ふん尿	熱処理液	植種液
TS	65,700	77,200	21,400
VS	49,500	58,900	11,600
SS	56,500	46,600	16,800
VSS	44,200	35,000	9,180
pH	6.46	6.43	7.71

3. 実験結果と考察

1) 連続メタン発酵実験

図1に連続メタン発酵実験におけるメタンガス発生速度の経時変化を示す。HRT10日までは、定常状態に達したが、HRTを5日するとガス発生速度が減少した。図2に各HRTでの定常状態でのVSあたりのメタン発生量を示す。なお、HRT5日のデータは運転をやめたときのものである。未処理の場合、VSあたりメタンガス発生量はHRTを

キーワード 養豚ふん尿、熱処理、メタン発酵、エネルギー収支

連絡先 〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1 宮崎大学土木環境工学科 土手 裕 TEL: 0985-58-7340

短縮すると減少する傾向にあったが、熱処理の場合は HRT10 日まではほぼ一定であった。HRT10 日では、熱処理した方が未処理よりも 1.1 倍大きかった。このことから、熱処理によるメタン発酵の阻害は認められず、熱処理することによりメタンガス発生量が増加することが確認された。

2) エネルギー収支

HRT10 日での VS あたりメタン発生量を用い、処理規模 1 m³/日を想定して、以下の条件のもとでエネルギー収支を検討した。メタン発酵槽温度は 36°C、熱処理温度は 150°C とした。熱処理を行わない場合は、外部からのエネルギーとしてメタン発酵槽の加熱エネルギーを、回収できるエネルギーとして発生したメタンガスの持つ発熱量とした。熱処理を行う場合、外部からのエネルギーとして熱処理の加熱エネルギーのみとした。メタン発酵槽の加熱は熱処理液のもつ熱量で行うとしてメタン発酵槽への外部からの加熱は行わないとした。回収できるエネルギーとして、熱処理後メタン発酵槽へ投入するための冷却時に熱回収を行うとし、その回収熱と発生したメタンガスの持つ発熱量の合計量とした。検討した結果を図 3 に示す。熱処理を行っても正味でエネルギー回収量はプラスであったが、未処理の場合の正味のエネルギー回収量 428MJ/d に対して熱処理した場合は 195MJ/d であり、熱処理することにより、正味のエネルギー回収量は減少した。熱処理に大きなエネルギーを消費していることから、養豚ふん尿の固液分離を行い、固形物のみを熱処理した場合の結果を図 4 に示す。回収した固形物の含水率が 60%以下であれば未処理の正味回収エネルギー量を上回ることが分かった。

4. おわりに

養豚ふん尿のメタン発酵の前処理としての熱処理効果を連続メタン発酵実験により検討した。その結果、熱処理によるメタン発酵の阻害は認められず、熱処理することによりメタンガス発生量が増加することが確認された。しかし、熱処理することにより、未処理の場合よりも正味のエネルギー回収量は減少した。含水率 70%以下で固形物を分離・熱処理することでエネルギー的には熱処理の方が有利になることが分かった。

参考文献

- 1) 後藤 吉史ら、亜臨界処理による養豚ふん尿の可溶化の検討、第 18 回廃棄物学会研究発表講演論文集、pp. 379-381, 2007
- 2) 土手 裕ら、熱水処理された養豚ふん尿のメタン発酵への影響に関する研究、土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集、7-044, pp. 87-88, 2008.

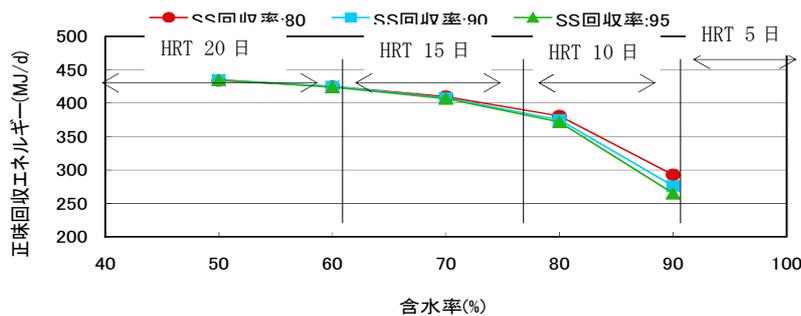


図 1 メタンガス発生速度

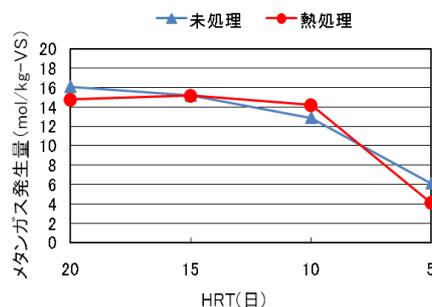


図 2 VS あたりメタン発生量

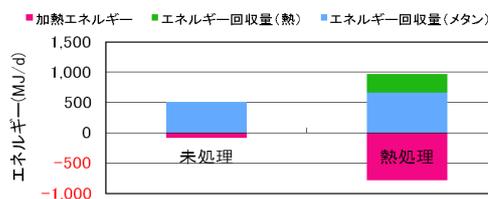


図 3 エネルギー収支検討結果

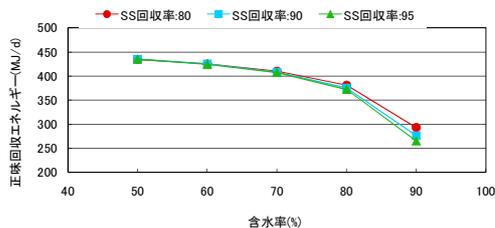


図 4 固形物のみ熱処理した場合の正味回収エネルギー