

## 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

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 後藤 吉史

## 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<sup>1)</sup>。本研究では、熱水処理温度のメタン発酵能への影響を評価するために、バッチ式のメタン発酵実験を行い、好ましい処理温度を明らかにした。また可溶化を促進することを目的としてアルカリを添加した熱水処理を検討した。

## 2. 実験方法

## 1) 養豚ふん尿

メタン発酵実験、アルカリ添加実験に用いた養豚ふん尿は平成19年5月及び平成19年9月に宮崎大学にある養豚ふん尿小型メタン発酵プラントの原水槽から採取した。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。表1に篩い後の養豚ふん尿の性状を示す。

表1 原料の性状

	メタン発酵	アルカリ添加
pH	6.87	6.92
SS (mg/L)	48,800	24,500
VSS (mg/L)	36,900	19,500
TS (mg/L)	53,400	29,700
VTS (mg/L)	38,200	21,700
固形物T-N (%-SS)	6.9	3.9
固形物TOC (%-SS)	41	43
固形物IC (%-SS)	0	0
TOC (mg/L)	8,200	6,600
IC (mg/L)	0	290
水溶性T-N (mg/L)	3,100	2,240
NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	2,970	2,030
COD (mg/L)	31,500	19,300

## 2) メタン発酵実験

メタン発酵実験に用いた熱水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。設定温度に到達した後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。全量回収するために、オートクレーブ内や攪拌機を蒸留水で洗浄し、反応液と一緒にした。これを回収液と呼ぶ。回収液についてSS・VSS、TS・VTS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、COD<sub>cr</sub>、水溶性T-N、アンモニア性窒素を測定した。SSについてはTC、IC、T-Nを測定した。

メタン発酵実験は、未処理及び熱水処理液を用いて行なった。基質200mlと下水処理場で採取した消化汚泥20mlを三角フラスコに入れ、窒素パージ後密閉し、36℃のインキュベーターに静置し、1日2回程度混合した。1条件につき3連で実験した。消化汚泥を基質とした実験も行った。1週間に2回のペースでガス組成及びガス発生量の分析を行なった。累積ガス量が一定となった時点で実験を終了した。処理液の分析を熱水処理液と同様に行なった。

## 3) アルカリ添加実験

アルカリ添加実験は、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>粉末、あるいは8MのNaOH溶液を所定量だけ反応容器の中に加えて、前述した方法で熱処理した。熱処理温度は150℃とした。アルカリ添加量はNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>1.5g、NaOH 2.12mLである。Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

キーワード 養豚ふん尿、熱処理、メタン発酵、アルカリ添加

連絡先 〒889-2192 宮崎市学園木花台西1丁目1番地 宮崎大学土木環境工学科 土手 裕 TEL0985-58-7340

1g および 8 M NaOH 2mL は約 20meq のアルカリ量である。

### 3. 結果と考察

#### 1) メタン発酵実験

図1に VTS あたりの発生メタンガスの累積値を示す。熱処理することによりメタン発生時期が未処理よりも遅くなることがわかった。また、処理温度が高いほど遅くなった。250°Cの場合にはメタン発生はみられなかった。処理温度が高くなるにつれてメタン発酵開始時期が遅れる理由として、処理温度の増加とともにメーラード反応が進行し、メタン発酵を阻害する物質が増え、そのため馴致に時間がかかったと考えられた。150°Cでの総メタン発生量は未処理に対して1.1倍であり、熱処理することによるメタン回収率の向上が見られた。ガスが出始めてから、ほぼ一定になるまでの期間(未処理で19-47日目、150°Cで25-54日目、200°Cで40-68日目)におけるVTS当たりのメタン発生速度(mol/kg-VTS/d)は未処理で0.49、150°Cで0.51、200°Cで0.38であり、反応速度も未処理よりも150°Cの方が大きく、200°Cでは未処理よりも小さくなった。以上から、メタン発酵処理の観点からは150°Cで熱処理することが好ましいことが分かった。

#### 2) アルカリ添加実験

VSSの可溶化率を図2に示す。Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は添加による可溶化率の向上は見られるが、添加量を増やしても可溶化率はあまり向上しなかった。NaOHは12mL加えると可溶化率が大きく向上した。図3に原料中のTOCに対する熱水処理液のTOCの比(TOC増加率)を示す。NaOH 2mL/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>1gではTOC増加率の向上はわずかであるが、NaOH 12mL/Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>5g添加によりTOC増加率は大きく向上した。また、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の方がNaOHよりもTOC増加率の向上に効果が大きかった。また、アルカリを添加した場合のpHは未添加で7、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>31gの場合9、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>5gおよびNaOH 2mLの場合10、NaOH 12mLの場合13であった。熱処理液をメタン発酵することを考えるとpHが高すぎるNaOH 12mL添加は好ましくない。TOC増加率の結果を考慮するとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>5gが適当と考えられた。

### 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水処理効果をバッチによるメタン発酵実験により検討した。また、固形物の可溶化促進に効果があると考えられたアルカリ分を添加した熱水処理実験を行った。その結果以下の知見が得られた。1)熱水処理温度が高くなるほど、メタン発酵を解する時期が遅れた。2)熱水処理温度150°C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した。3)アルカリ添加については、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>5g/100mL添加の時にTOC増加率が最も高くなった。

#### 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

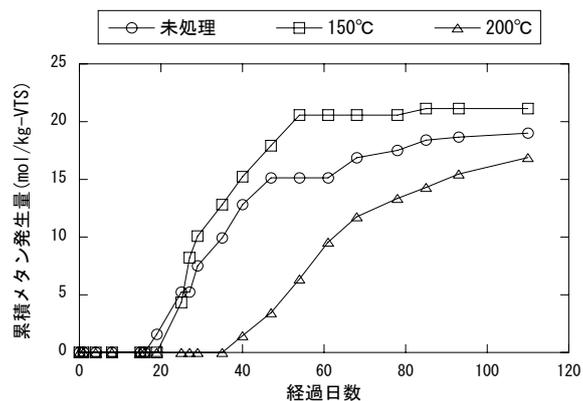


図1 累積メタン発生量の経時変化

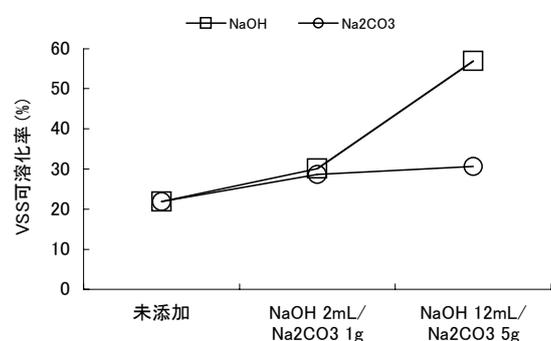


図2 アルカリ添加のVSS可溶化率への影響

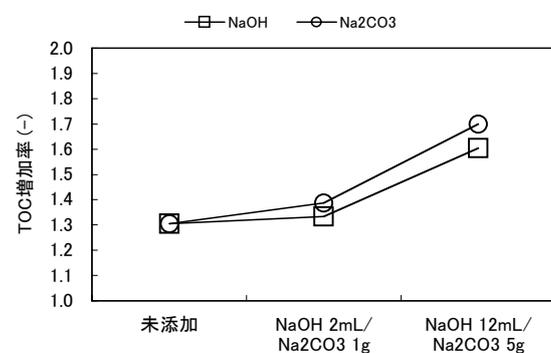


図3 アルカリ添加のTOC増加率への影響