

研究課題：畑作酪農地帯における乾式メタン発酵施設の適用場面とバイオマス資源の発酵特性

（予算課題名：畑酪地帯のバイオマス資源利用における乾式メタン発酵法の適用性の検討）

担当部署：畜試 環境草地部 畜産環境科、十勝農試 生産研究部 経営科

協力分担：なし

予算区分：道費（一般）

研究期間：2007～2008年度（平成19～20年度）

---

## 1 目的

固形物濃度20～40%の原料を利用する乾式メタン発酵施設の先進導入事例における稼働実態を踏まえ、処理方式別にみた適用場面と運営上の課題を明らかにする。また、畑作酪農地帯で得られるバイオマスの資源とその乾式メタン発酵特性を明らかにするとともに、実用技術開発に向けての研究課題を提示する。

## 2 方法

- 1) 乾式メタン発酵施設の適用場面と運営上の課題〔先進事例調査〕
- 2) 畑作酪農地帯で利用可能なバイオマス資源とその乾式メタン発酵特性〔統計資料、室内実験〕

## 3 成果の概要

1)-(1) 調査事例における乾式メタン発酵施設は、バイオマス資源の有効利用を目的に複数の処理部門をもつ産業廃棄物処理施設に導入されている。千葉県A事例ではガレージ方式により食品加工残渣と草木を処理し、京都府B事例ではコンポガス方式により食品加工残渣に加えて家庭ごみを処理している（表1）。両施設ともバイオマス資源の有効利用と他部門への電力供給を可能にしている。

1)-(2) 設置コストはA事例2億1,300万円、B事例16億4,000万円であり、運営コストはそれぞれ、毎年4,045万円、3億1,735万円であった。両事例とも運営コストの約9割が施設に係る固定費であった（表1）。運営コストを賄う原料処理量は、損益分岐点分析により、それぞれ、2,452t（6.7t/日）、11,876t（39.6t/日）と算出された。

1)-(3) 現状の堆肥センターの規模を維持することを前提にした導入場面では、乾式メタン発酵施設の維持管理時間が短く、専属従事者を必要としないガレージ方式の導入が想定される。

1)-(4) 両事例とも発酵原料の種類や混合割合によって、発酵が不安定になるといった問題があった（表2）。また、ガレージ方式では、発酵を促進させるために原料に対してメタン菌液を噴霧・回収・再利用しており、このサイクルを維持するための原料の配合や投入方法が模索されていた。以上の結果を踏まえ、十勝地域に乾式メタン発酵施設を導入する場合に解決すべき技術的課題を整理した（表2）。

2)-(1) 十勝地域で発生し、乾式メタン発酵で利用可能と考えられるバイオマス資源は、約98%が家畜ふん尿である（表3）。農産残渣としてはながいも（5,842t）、だいこん（2,528t）、にんじん（2,483t）の利用が可能である。

2)-(2) 1Lフラスコを用いたバッチ式中温メタン発酵実験において肉牛ふん尿オガクズ混合物に種汚泥（乳牛ふん尿メタン発酵消化液）を約1割添加して37℃で42～71日間培養した結果、平均78ml/g-有機物（23ml/g-現物）のメタンガス（バイオガス組成：メタン濃度平均59%、硫化水素最高濃度1000～3600ppm）が発生した。また、原料中の固形物・NH<sub>4</sub>-N濃度が各々高まるにつれてガス発生量は減少し、特に、原料中の固形物37%以上（図1）、発酵残渣中のNH<sub>4</sub>-N 0.4%以上でガス発生抑制傾向が強く見られた。

2)-(3) 肉牛ふん尿オガクズ混合物への副資材添加（現物重量比）による投入有機物あたりのメタンガス増量効果は、野菜類10%添加区で5～18%（たまねぎ5%、キャベツ5%、だいこん7%、にんじん16%、ながいも18%）、生ごみ5～10%添加で13～19%であった（図2）。生ごみでは10%の添加で発酵遅延がみられ15%の添加でほとんどガスが発生しなかった。各資材のガス増量効果は添加有機物量を反映するとともに、副資材中の水分による固形物濃度低下の影響も含まれるものと推察された。

以上、十勝地域における乾式メタン発酵施設の適用場面、バイオマス資源量等を明らかにし、今後解決すべき技術的課題を明らかにした。

表1 調査事例の概要

	A事例	B事例
所在地	千葉県白井市	京都府南丹市
方式(発酵形式・温度)	ガレージ方式 (バッチ式・中温発酵)	コンボガス方式 (連続式・高温・横型)
施設敷地面積	512m <sup>2</sup>	5,500m <sup>2</sup>
設立年	平成16年2月	平成16年4月
乾式メタン部門への従事者数	2名	7名 <sup>注2)</sup>
年間のバイオマス利用量	657t(1.8t×365日)	15,000t(50t×300日)
バイオマスの種類	食品加工残渣(野菜等)、 草木(剪定枝)	食品加工残渣(野菜、乳製品 等)、草木(剪定枝)、家庭ご み(厨芥類、紙類、布類等)
1日当たりの発電量	157.4kWh	14.880kWh
発酵残渣(堆肥)の利用	全量無償で近隣農家・ 一般家庭に譲渡	土壌改良剤としての 利用が焼却処理
設置コスト	2億1,300万円	16億4,000万円
運営コスト(円、平成19年)	価額(円) 構成比(%)	価額(円) 構成比(%)
総計	40,449,356 100.0	317,348,457 100.0
固定費(施設)	35,784,000 88.5	275,520,000 86.8
固定費(機械)	434,011 1.1	2,170,057 0.7
労務費	1,848,000 4.6	31,488,000 9.9
燃料費	459,264 1.1	2,870,400 0.9
水道光熱費	1,000,000 2.5	0 0.0
電気料金	134,081 0.3	0 0.0
消耗品費	40,000 0.1	300,000 0.1
点検整備費	750,000 1.9	5,000,000 1.6

注1)聞き取りにより作成。  
注2)7名配置されているが、通常はローテーション体制で計5名が従事。

表3 バイオマス資源量(十勝地域、平成17年)

バイオマスの種類	賦存量(t)	重量構成(%)
畜産バイオマス		
肉牛ふん尿	1,708,693	30.0
乳牛ふん尿	3,859,532	67.8
農産バイオマス		
ながいも	5,842	47.1
だいこん	2,528	20.4
にんじん	2,483	20.0
キャベツ	502	4.0
かぼちゃ	403	3.2
たまねぎ	335	2.7
はくさい	310	2.5
計	12,403	0.2
その他		
生ごみ	47,827	0.8
紙ごみ	55,583	1.0
草木	7,756	0.1
合計	5,691,794	100.0

注1)各農産バイオマスの重量構成は、農産バイオマス合計に占める割合で示した。  
注2)乳牛ふん尿はフリーストール飼養を中心として水分含量が高く、乾式メタン発酵原料として利用できない場合がある。  
注3)試算に当たっては、以下の資料を用いた。  
・「家畜ふん尿処理・利用の手引き2004」、北海道立農業・畜産試験場家畜ふん尿プロジェクト研究チーム  
・「北海道農林水産統計年報」、北海道農林統計協会協議会  
・「平成17年国勢調査(10月1日現在)」、総務省統計局  
・「メタン発酵情報資料集2006」、財団法人廃棄物研究財団、平成18年4月  
・「北海道十勝地域の規格外農産物及び農産加工残渣物利用におけるバイオエタノール変換システムに関する事業化可能性調査報告書」、財団法人十勝圏振興機構、平成17年3月

表2 現地事例における施設運営上の課題と十勝地域への導入を想定した場合の今後の研究課題

問題点および課題	今後の研究課題
原料確保 ・金属類(食器・スプーン、フォーク等)、ポリ袋等の異物の混入防止	(残渣の農地還元を前提とするため、厨芥等は現状では対象外とする。)
発酵処理 原料の利用によって、発酵が安定しない	・発酵安定技術の確立(原料の変動と寒冷時)
残渣利用 ・農家・一般家庭における利用促進 ・排水処理	・残渣の処理・利用技術の確立 (排水処理技術開発は不要)
経済性 ・乾式メタン部門の採算性の向上 ・設置・運営コストの低減	・原料の処理費用の低減 ・環境負荷調査(LCA、LCC)

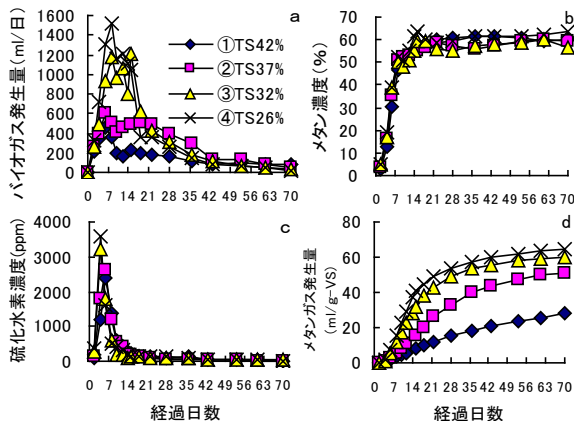


図1 投入原料中固形物(TS)濃度がバイオガス発生に及ぼす影響

a バイオガス日発生量、b メタン濃度、c 硫化水素濃度、  
d 投入有機物(VS)あたりメタンガス発生量

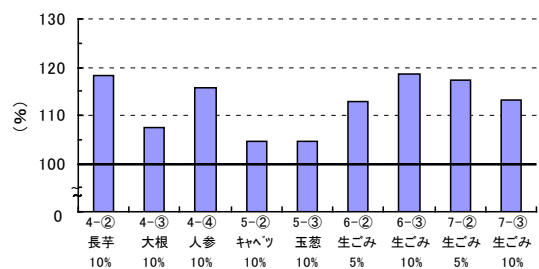


図2 肉牛ふん尿オガクズ混合物への各種副資材添加(現物重量比)によるメタンガス増量効果(無添加区の投入有機物あたりガス発生量を100とした時の副資材添加区の比率)

#### 4. 成果の活用面と留意点

乾式メタン発酵法の実用技術開発および技術導入を検討する際の参考となる。

#### 5. 残された問題とその対応

乾式メタン発酵法の実用化にあたっては、寒冷地施設の実用技術開発(発酵制御技術および発酵残渣の処理・利用技術等)、モデル地域でのシステムの実証試験が必要である。