

タイストール飼養の乳牛ふんを対象にした小型乾式メタン発酵システムの開発と事業化

Development and industrialization of the small scale dry methane fermentation system for tie stall dairy cattle housing

○保井聖一* 廣永行亮* 河原畑正也* 塩飽宏輔* 筒木 潔** 木村義彰***
 YASUI Seiichi, HIRONAGA Kousuke, KAWARABATA Masaya, SHIOAKU Kousuke,
 TSUTSUKI Kiyoshi, KIMURA Yoshiaki

1. はじめに

北海道では約 50 基の乳牛ふん尿バイオガスプラントが建設されているが、そのほぼ全てがフリーストール飼養（牛舎内放し飼い）を対象にした湿式メタン発酵施設である。フリーストール牛舎で排出されるふん尿は両者が混合された水分 90%以上の液体スラリー状であるため、そのまま原料をプラントに投入することができる。

一方、タイストール飼養（つなぎ飼い）は北海道内で約 8 割を占めるが、排出されるふんは水分 85%未満の半固形状のものである。この飼養形態ではふんは尿と自然分離され、敷料である麦稈と混合された状態で堆肥盤上に山積みされる。これを湿式メタン発酵施設で処理しようとする、原料を破砕し、しかも多量の水で希釈しなければならず、施設規模とコストが膨大となることから、バイオガスプラント導入は見送られてきた。

本研究では、タイストール飼養牛舎から排出される麦稈混合の半固形状ふんを希釈せずに直接プラントに投入できる小型乾式メタン発酵システムを開発し、事業化を検討した。

2. 開発したシステムの概要

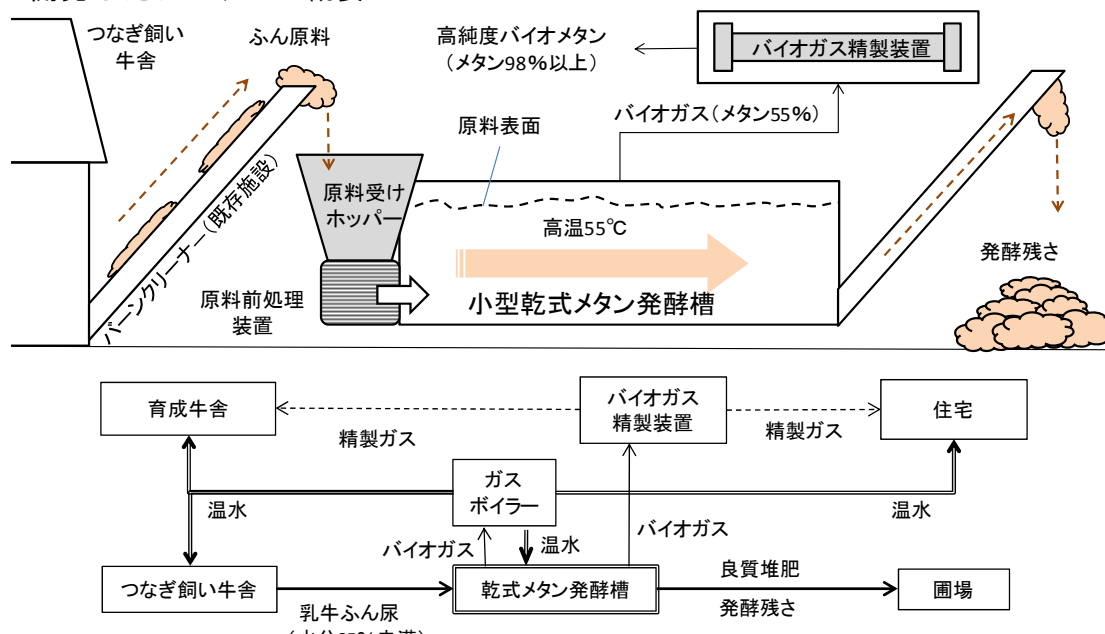


図1 小型乾式メタン発酵システムの概要

Fig.1. Outline of the small scale dry methane fermentation system

* (株)ズコーシャ 総合科学研究所, Zukosha Co., Ltd. ** 帯広畜産大学, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine. *** (地独)北海道立総合研究機構 中央農業試験場, Hokkaido Central Agricultural Experiment Station.

キーワード; 乳牛ふん、乾式メタン発酵、バイオガス、資源循環、再生可能エネルギー

小型乾式メタン発酵システムは、メタン発酵槽とバイオガス精製装置から構成される。タイストール牛舎から排出される麦稈混合ふんは、原料受けホッパーに自動投入され、原料前処理装置によって破碎された後に発酵槽内に投入される。投入された原料は 55℃ の高温でメタン発酵処理され、発酵残さは排出コンベアで自動排出される。発生したバイオガスは一部がガスボイラーで利用され、余剰となったバイオガスはバイオガス精製装置に送られ、メタン 98% 以上の精製ガスとなる。製造された温水および精製ガスは、牛舎および住宅に供給される。

3. 結果および考察

試作した小型乾式メタン発酵システムを、北海道 S 町の Y 牧場の堆肥盤上に設置し、2012 年 12 月～2013 年 3 月の間稼働させた。Y 牧場は搾乳牛 50 頭の小規模タイストール飼養酪農家であり、約 39ha の経営面積を有している。

高温・乾式メタン発酵である本システムのバイオガス発生量は 64m³/t 原料であり、中温・湿式である従来タイプに比べ 2 倍以上のバイオガスが発生することが明らかとなった。本システムの発酵残さの VFA（低級脂肪酸）は 500～800mg/kg、pH は 8.0～8.2 と従来タイプよりも高い傾向を示し、高有機物負荷、高 pH に耐えることのできる特殊な発酵形態であることが示唆された。

乾式メタン発酵システムの導入価格は 39,800 千円、公的補助が 30% 受けられると想定した。Y 牧場における導入前の灯油および LPG の使用量と、導入後の化石燃料使用量の削減効果、電気使用料増加、メンテナンス費増加、CO₂ 排出削減効果、化学肥料節減効果、敷料使用量削減効果から、導入前後のコストを算出した。その結果、本システムの導入コストメリットは 2,720 千円となり、10.2 年で投資回収が可能であると試算され、本システムの事業化可能性が示された。

今後は、より大型の実用型システムを試作し、最適メタン発酵条件の探索、断熱効率の向上、発酵残さの品質評価等を課題として、事業化に向けた実証試験を行う予定である。

※本研究は、平成 24 年度 NEDO 新エネルギーベンチャー技術革新事業（フェーズ B）によって実施したものである

表 1 バイオガスおよび発酵残さの特徴
Table 1. Characteristics of biogas and fermentation residue

項目	中温・湿式 従来タイプ	高温・乾式 本システム
発酵温度(°C)	38	55
バイオガス発生量(m ³ /t原料)	30	64
メタンガス濃度(%)	50～60	51～58
発酵残さVFA濃度(mg/kg)	0～600	500～800
発酵残さpH	7.5～7.8	8.0～8.2

表 2 小型乾式メタン発酵システムの経済的メリット
Table 2. Economic merits of the small scale dry methane fermentation svstem

項目	金額 (千円)	計算基礎
乾式メタン発酵システム	39,800	発酵槽、バイオガス精製装置
公的補助金(仮)	-11,940	補助率30%と仮定
計	27,860	①
導入前コスト		
灯油購入費-住宅	200	S町平均1,968L/年×@101.5円
LPG購入費-住宅	29	S町平均31.6m ³ /年×@925.5円
灯油購入費-酪農	1,472	Y牧場14,500L/年×101.5円
LPG購入費-酪農	36	Y牧場38.7m ³ /年×925.5円
計	1,736	②
導入後コスト		
灯油購入費-住宅	0	ガスボイラー温水で代替
LPG購入費-住宅	0	精製ガスで代替
灯油購入費-酪農	0	ガスボイラー温水で代替
LPG購入費-酪農	0	精製ガスで代替
電気・基本料金	200	11kW×@1,785円×12月×0.85
電気量料金	239	19,427kWh/年×@12.29円
メンテナンス費	194	機器類12,900千円×1.5%
化学肥料節減	-594	購入費1,980千円×節減率30%
敷料使用量削減	-1,022	購入量1,022千円×削減率100%
計	-983	③
導入コストメリット	2,720	④=②-③
投資回収年数(単位:年)	10.2	①÷④