

別海バイオガスプラントにおける高温発酵の実証試験 Experiments of the thermo-philic fermentation in the Betsukai centralized biogas plant

大日方裕 石田哲也 石渡輝夫
Yutaka OBINATA, Tetsuya ISHIDA, Teruo ISHIWATA

1. はじめに

乳牛ふん尿スラリーを主原料としたメタン発酵は発酵槽内の維持温度の違いによって、「低温発酵（20 未満）」、「中温発酵（37 前後）」、「高温発酵（55 前後）」に分類できる。このうち、中温発酵が安定性に優れているため、北海道内に立地している嫌気発酵施設の大半が中温発酵を採用している。高温発酵は滞留日数を短くすることができるため¹⁾、施設規模が同一であれば低中温発酵に比べふん尿処理量が多く、エネルギー取得量も多くなるという利点がある一方、加温エネルギー量が多く、温度変化による影響が大きいいため、運転管理が難しいとされている。現在、北海道での実用規模の高温発酵の施設数は少なく、発酵の条件や効果に関しては不明な点が多い。そこで、中温発酵と高温発酵を比較する室内実験では高温発酵による発生ガス量の増加は認められなかった²⁾。別海資源循環試験施設（以下、別海プラントとする）において中温発酵から高温発酵に移行する実証試験を行ったので報告する。

表 - 1 別海プラントの稼働概要

項目	内容
営農形態と参加農家	酪農専業、10戸
規模(投入量)	乳牛1,000頭分の糞尿スラリー状・・・63% 堆肥状・・・37% 投入量：50m ³ /日
メタン発酵槽	縦置円筒型発酵槽 容量 1,500m ³
メタン発酵温度	中温発酵(約37) 高温発酵(約55)
消化液貯留槽	2,500m ³ ×3基 1,000m ³ ×2基 約半年分の消化液を貯留
堆肥化方式(投入量)	切り返し方式(3.4m ³ /日)
ガス発電機	ガスエンジン65kw×3台
ガスボイラー	ガスボイラー×1台 重油ボイラー×1台

2. 施設³⁾及び高温発酵試験の概要

表 - 1 に稼働概要を示した。別海プラントは乳牛 1,000 頭規模の糞尿処理能力を持つ、大規模共同利用型バイオガスプラントで、プラント近隣の農家 10 戸から搬入した糞尿を 1 日 1 回、約 50m³（設計値、実際は 40m³弱）をメタン発酵槽に投入している。その他に近隣の乳業工場等から発生する有機性廃棄物（廃乳、廃脱脂粉乳等）を副資材として投入している。

表 - 2 高温発酵実証試験稼働概要

月 日	項 目
2005年1月10日	制御プログラムを変更し、発酵槽の温度上昇を開始 (43 53)
2005年1月18日	発酵槽槽内設定温度が設定値に到達、メタン濃度低下、ガス発生量減少、発電機運転不調。
2005年1月22日	加温用の発酵液取出口を発酵槽上部から下部へ変更して24時間の加温循環を開始し、発酵槽内液温の均一化とスラッジの巻きあげを図った。
2005年1月27日	強制循環を停止して通常運転に復帰
2005年1月28日	発電機運転がほぼ正常に復帰。高温発酵安定状態と判断。
2005年2月12日	発酵槽内の内圧が急上昇したため、発電機2台による強制運転で解消
2005年3月6日	制御プログラムを中温の設定に変更し、高温発酵実験を終了

高温発酵試験の概要を表 - 2 に示す。試験期間は 2005 年 1 月 10 日～3 月 6 日の計 55 日間である。この間、1 月 10 日～17 日の 8 日間は発酵温度を 53 に上昇させる期間（温度上昇期）、18 日～28 日の 11 日間は温度は 53 に到達したが、ガス発生量やメタン濃度が低迷していた期間（移行期）で、安定した高温発酵期間は 1 月 29 日からの計 37 日

独立行政法人 北海道開発土木研究所 Civil Engineering Research Institute of Hokkaido

キーワード：バイオガスプラント、乳牛糞尿、メタン発酵、エネルギー収支、高温発酵

間である。なお、今回の高温発酵試験は、原料投入量を変更せず、発酵温度のみ上昇させた。

3. 結果と考察

それぞれの期間毎の各項目の値を表-3に、試験経過を図-1に示した。温度上昇期には中温発酵期以上のメタンガス産出量があり、発電機も順調に稼働していた。しかし、発酵槽の温度を上昇させるのに十分な熱量をバイオガスから得ることができず、重油ボイラーで補足加温した。移行期ではバイオガス発生量、メタンガス濃度とも中温発酵時に比べ低下し、発電機が全く稼働しない状態になった。

加えて、ガスボイラーも稼働不能な時期もあったため、場内で使用する熱のほとんどが重油ボイラーによって賄われ、重油の使用量が2.4倍になった。しかし、高温発酵期になるとメタン

ガス濃度は中温発酵時と同程度に、単位原料あたりのガス発生量も中温発酵時の約1.3倍以上に増加した。それに伴い、発電機も中温発酵時以上に稼働し、電力自給率も140%を超えた。発電機の稼働によって熱供給も増量した。一方、高温発酵時は発酵槽における熱消費量は中温発酵時に比べ増加するものの、殺菌工程を行わないため、殺菌槽における熱消費量はなかった。したがって、プラント全体の熱消費は減少し、重油の消費量は中温発酵時の90%程度に抑えられた。エネルギー収支全体（電力+温熱）では、スラリー投入量が少なくとも高温発酵の方が中温発酵より有利と考えられる。

参考文献

- 1) . Heinz Schulz and Barbara Eder , バイオガス実用技術 , 浮田良則監訳 , オーム社出版局 , pp26 , (2002)
- 2) . 石田哲也・大日方裕・石渡輝夫 , 乳牛ふん尿スラリーのメタン発酵での高温処理と中温処理の比較 (室内実験) , 第53回農業土木学会北海道支部研究発表会講演集 , pp134-137 , (2004)
- 3) . 石渡輝夫・石田哲也・中川靖起・栗田啓太郎 , 別海バイオガスプラントの稼働経過と課題 , 平成16年度農業土木学会大会講演会講演要旨集 , pp684-685 , (2004)

表 - 3 高温発酵実証試験 期間別対比表

項目	中温発酵期 (2004.12.9 ~ 1.9)	温度上昇期 (2005.1.10 ~ 1.17)	移行期 (2005.1.18 ~ 1.28)	高温発酵期 (2004.1.29 ~ 3.6)
バイオガス発生量 (m ³ /日)	1,190.9	1,495.6	935.9	1,506.5
メタンガス濃度 (%)	58.3	54.0	49.2	58.5
スラリー投入量 (m ³ /日)	42.8	45.8	44.8	41.1
単位原料当たりガス発生量 (m ³ /t/日)	27.8	32.7	20.9	36.7
電力自給率 (%) *1	107.5	97.9	47.2	145.7
重油消費量 (L/日)	144	334	340	130
発酵槽熱消費量 (MJ/日)	5,395	17,880	13,282	6,612
殺菌槽熱消費量 (MJ/日)	5,417	2,321	1,002	0

*1 電力自給率は売電を除く消費電力量の合計と発電量の比率

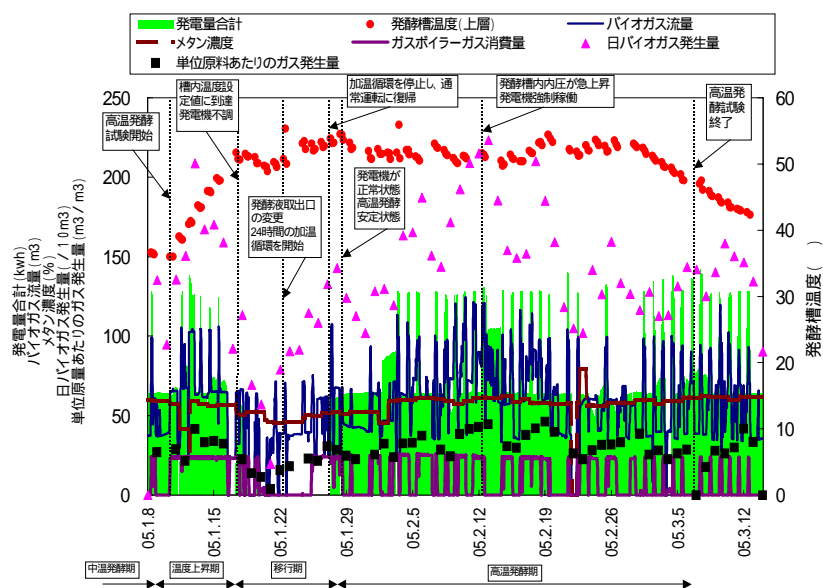


図 - 1 高温発酵試験試験経過

