

湧別資源循環試験施設での熱収支

Heat Budget at the Yubetsu Resource Cyclic-use Experimental Plant

中山博敬・大深正徳・中村和正

Hiroyuki Nakayama, Masanori Ofuka and Kazumasa Nakamura

1. はじめに 近年、酪農経営の規模拡大により家畜ふん尿の発生量が増大し、家畜ふん尿の適切な処理と有効利用が求められている。デンマ - クやドイツなどでは、家畜ふん尿をメタン発酵（嫌気発酵）し、生成した消化液やメタンガスを肥料およびエネルギーとして利用している。北海道開発土木研究所では気象条件の厳しい北海道におけるバイオガスプラントの適応性を検討するため、共同利用型のバイオガスプラントを別海町と湧別町に建設し、関係機関の協力を得ながら、「積雪寒冷地における環境・資源循環プロジェクト」を実施している。本報では、湧別資源循環試験施設（以下、湧別プラントと表記）において2003年夏及び冬に得られた熱収支について報告する。

2. 調査方法 図1は、湧別プラントでの熱収支に関する各種設備と温水循環経路及び温度計・流量計の設置位置の模式図である。データ収録装置に接続されている测温抵抗体温度計及び電磁流量計から取り込んだ2秒間隔の測定値を、1分平均値としてパーソナルコンピュータに収録した。また、オフライン温度計では1分ごとの循環温水温度を計測した。なお、循環温水には不凍液を混入しているが、熱量計算には水の比熱(4.186KJ・kg⁻¹・K⁻¹)を用いた。

3. 夏期と冬期の熱需要 表1は2003年7月における夏期の熱収支構成である。消化液の殺菌は70・1時間以上の後殺菌とした。一日の消費熱量は4,266MJであり、消費構成は、殺菌に要した熱量が最も多く、次いで温水トレースが大きかった。37に維持している発酵槽の加温熱量は消費全体の17%であった。

表2は2003年12月における冬期の熱収支構成である。冬期には、凍結ふん尿を融かすための融解槽への温水循環を行った。また、原料スラリー及び消化液の凍結防止に必要な

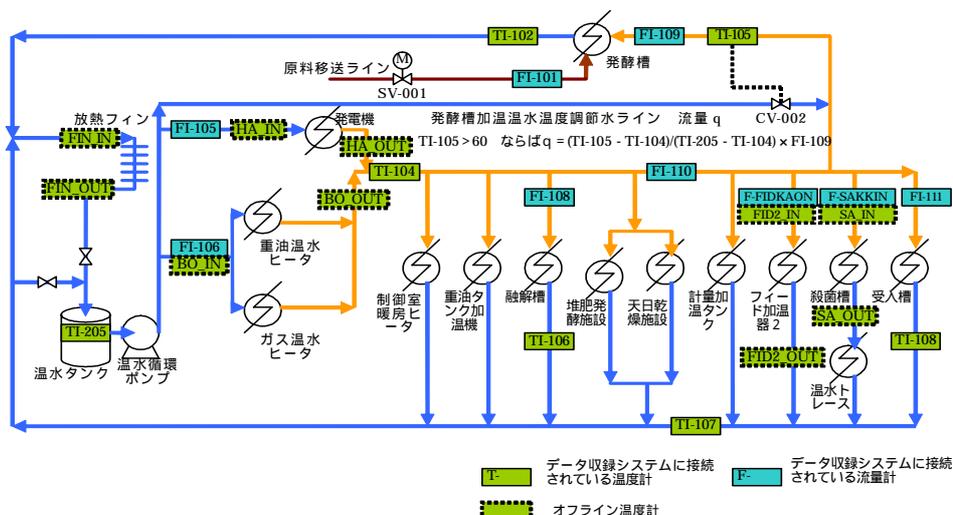


図1 温水循環経路及び温度計・流量計の設置位置

表1 殺菌温度 70、1時間以上の運転管理時の熱収支(2003年7月10,11,25日の平均値、MJ・d⁻¹)

供給熱量		消費熱量(加温熱量)						
発電機	重油温水ボイラー+ ガス温水ボイラー	発酵槽	受入槽	融解槽	殺菌槽 (殺菌)	フィード加温 器2(殺菌)	放熱フィン	温水トレース +配管放熱
1,198	3,068	710	0	0	229	1,515	349	1,463
4,266(100%)		(17%)	(0%)	(0%)	1,744(41%)		(8%)	(34%)

観測期間の日平均気温：16.9

表2 殺菌温度 70、1時間以上の運転管理時の熱収支(2003年12月18,21,24,25,26,27日の平均値、MJ・d⁻¹)

供給熱量		消費熱量(加温熱量)						
発電機	重油温水ボイラー+ ガス温水ボイラー	発酵槽	受入槽	融解槽	殺菌槽 (殺菌)	フィード加温 器2(殺菌)	放熱フィン	温水トレース +配管放熱
632	5,802	975	221	894	0	1,453	252	2,640
6,434(100%)		(15%)	(3%)	(14%)	1,453(23%)		(4%)	(41%)

観測期間の日平均気温：-4.2

表3 殺菌温度 65、1.5時間以上の運転管理時の熱収支(2003年8月3,4,5,6,7,14日の平均値、MJ・d⁻¹)

供給熱量		消費熱量(加温熱量)						
発電機	重油温水ボイラー+ ガス温水ボイラー	発酵槽	受入槽	融解槽	殺菌槽 (殺菌)	フィード加温 器2(殺菌)	放熱フィン	温水トレース +配管放熱
28	3,686	613	0	0	213	1,090	661	1,137
3,714(100%)		(17%)	(0%)	(0%)	1,303(35%)		(18%)	(31%)

観測期間の日平均気温：17.8

箇所への温水循環を開始した。ただし、消化液の殺菌条件は2003年7月と同様である。

冬期の一日の消費熱量は6,434MJであり、夏期の約1.5倍となった。夏期と冬期の消費熱量の差の原因には、前述のように冬期のみ温水循環を行う箇所があることのほか、発酵槽での消費熱量の増加がある。投入原料の温度は夏期よりも冬期の方が低いため、昇温の必要熱量が増えること、発酵槽表面からの放熱が増えることなどが、発酵槽での消費熱量を増大させていると考えられる。なお、殺菌については、地下ピットである殺菌槽の地上開口部及び鉄製の蓋の断熱を冬期のみ強化したため、消費熱量の夏期と冬期の比較は行えない。

4. 熱需要の抑制の試み

運転方法の変更による熱収支の改善について、殺菌過程での必要熱量の節減を試みた。消化液の殺菌において、70・1時間の処理と同様の効果を持つとされる65・1.5時間殺菌¹⁾時の熱収支構成を表3に示した。なお、表1に示した70・1時間殺菌の調査時と比較して平均気温に大差はなく、また、殺菌前の消化液の温度については、発酵槽内で37に保持されていたものであり大差はない。

殺菌過程での消費熱量は1,303MJ・d⁻¹であり、2003年7月に行った70・1時間の殺菌条件での消費熱量1,744MJ・d⁻¹より約440MJ減少した。また、殺菌温度を抑制する際には、循環温水温度を下げることで、温水トレース+配管放熱の項も減少した。このように、高温の温水を一経路で循環させる湧別プラントでは、目標とする殺菌条件の違いにより、殺菌以外の消費熱量も変動して熱収支が大きく変化する。

4. おわりに

今後、発酵前に原料を加熱処理する前殺菌実施時の熱収支構成を明らかにする予定である。これら諸元を明らかにすれば、各種のシミュレーションにより化石エネルギー消費を最小化する運転方法や、光熱費(重油代+電気代+その他の維持管理費)を最小化する運転方法などを検討できる。

参考文献

1) Colleran, E., 2000. Hygienic and sanitation requirements in biogas plants treating animal manures or mixtures of manures and other organic wastes. In: Anaerobic Digestion: Making energy and solving modern waste problems. Ed. H. Ørtenblad. AD-NETT, Herning Municipal Authorities, Denmark.: pp.77-86. <http://www.ad-nett.org/pathogens.pdf>