

外気温の違いがメタン発酵施設のエネルギー収支と光熱費に与える影響 Influence of temperature on energy balance and on electric and heating expenses for a biogas plant

○中山博敬*・中村和正*・大深正徳*

Hiroyuki Nakayama, Kazumasa Nakamura and Masanori Ofuka

1. はじめに 家畜ふん尿の処理方法の1つとしてメタン発酵（嫌気性発酵）を利用したバイオガスシステムがある。著者らはこれまで、特別研究「積雪寒冷地における環境・資源循環プロジェクト」の一課題として、湧別資源循環試験施設（以下では、湧別プラントと略記する）でのエネルギー収支を調査し^{1,2)}、その結果をもとにしてバイオガスプラントのエネルギー収支シミュレーションプログラムを開発した³⁾。北海道のような積雪寒冷地では、低温で搬入されるふん尿を発酵温度まで加温するために大きな熱量が必要であり、またプラント各部からの放熱が大きくなるためこれを補う大きな熱量も必要である。このことは、積雪寒冷地におけるバイオガスプラントの計画・設計において、エネルギー収支や経営収支を事前検討する場合に、温度条件の想定が重要であることを意味している。しかしながら、比較的温暖な年と冷涼な年でエネルギー収支や光熱費にどの程度の差が生じるのかを定量的に検討した事例は少ない。そこで、本報告では過去の長期の気温データをシミュレーションプログラムに入力して、毎年の気温の変動によるエネルギー収支の変化や光熱費の変動幅を明らかにするとともに、計画・設計段階での気温条件の選択方法について検討する。

2. 方法 200頭の乳牛のふん尿をスラリーで受け入れる共同利用型バイオガスプラントを想定した。シミュレーションの発電条件は、発電機の大きさを定格出力 9.9kWとし、商用電力と発電電力を系統連系し、売電ができる条件とした。これは、既往の解析³⁾においてバイオガスによるエネルギー自給率が高くなった条件である。プラントへ搬入されるふん尿の条件は固液分離の不要な液状のスラリーのみとし、放牧によるふん尿搬入量の季節変化を考慮した。消化液の殺菌は、55℃で7.5時間以上の条件を選択した。気温データは湧別町のアメダス値を用いた。シミュレーションの計算は1986年度から2004年度までの各年度単位とし、各年度とも4月1日0時0分から3月31日24時00分までを計算対象とした。ただし、アメダス湧別の気温データが1日以上欠測している1993、1997及び2001年度は計算対象から除外した。また、欠測が短時間（1～4時間）の場合は、欠測時間帯の前後1時間の気温の平均値を欠測時間帯の気温として用いた。なお、閏年については2月29日を削除し、他の年度と同じく365日として計算した。

3. 結果及び考察 年度ごとの春夏期（4～9月）及び秋冬期（10～3月）の平均気温を図1に示した。秋冬期の平均気温は、1990年度が0.7℃で最も高く、逆に2000年度が-3.2℃で最も低かった。年度をとおしての平均気温は、最高が1990年度の7.4℃、最低が1986年度の5.1℃であった。年度ごとの光熱費を図2に示した。光熱費（購入電力基本料金+購入電力量料金+A重油購入料金-売電電力量収入）の最大値は351千円、最小値は259千円、平均値は300千円であり、最大値と最小値の差は92千円であった。また、平均値に対して、最

* (独) 土木研究所寒地土木研究所 Civil Engineering Research Institute for Cold Region, PWRI
(独) 北海道開発土木研究所 Civil Engineering Research Institute of Hokkaido
メタン発酵, エネルギー収支, 光熱費

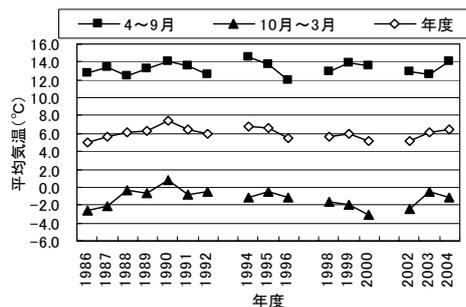


図1 湧別の平均気温(アメダス値)
Fig.1 Average air temperature at Yubetsu

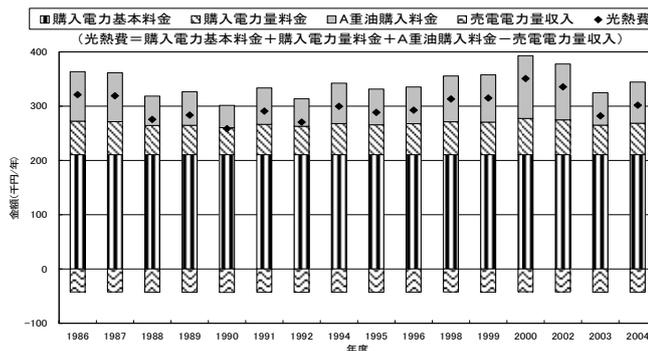


図2 年度ごとの光熱費
Fig.2 Electric and heating expenses

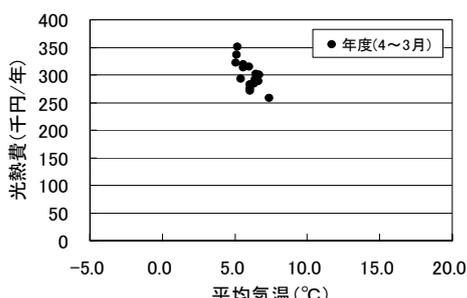


図3 年度ごとの平均気温と光熱費の関係
Fig.3 Relationship between average air temperature for the year and electric and heating expenses

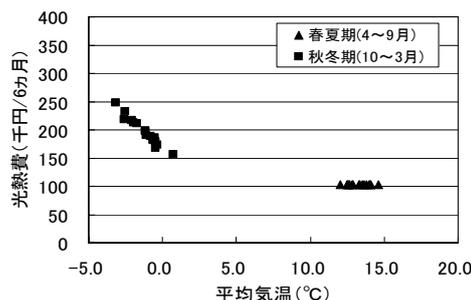


図4 秋冬期の平均気温と光熱費の関係
Fig.4 Relationship between average air temperature for autumn through winter and electric and heating expenses

大値は 117%、最小値は 86%に相当する。支出のうちで年度間の変動が大きいのは、A 重油購入料金であった。図 3 に年度ごとの平均気温と光熱費の関係を示した。平均気温が低い年に光熱費が高額である傾向はあるものの、平均気温が最低の年に光熱費が最大となるわけではない。そこで、春夏期と秋冬期を区分して、平均気温と光熱費の関係を図 4 に示した。春夏期は平均気温にかかわらず光熱費が一定であるのに対し、秋冬期は平均気温が低いほど光熱費が大きくなる。このように、エネルギー収支及び光熱費のいずれにおいても、秋冬期の気温の影響が大きいことが明らかとなった。したがって、小規模共同利用型バイオガスの計画・設計段階では、秋冬期の平均気温が低い年の気温条件を採用することが望ましいことがわかった。

4. おわりに 本研究を進めるにあたり、プロジェクトに参加して下さった農家各位、データ回収に協力いただいた湧別プラント管理人の佐藤幸一氏、Excel VBA でのコーディングを担当していただいた(株)ドーコンの中山清一氏、米谷悟氏、加藤敦彦氏、樺沢雅之氏に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 中山博敬、大深正徳、中村和正：積雪寒冷地における乳牛糞尿メタン発酵施設のエネルギー収支，農業土木学会資源循環研究部会平成 15 年度研究発表会発表要旨集，pp. 35-44，2003.
- 2) 中山博敬、中村和正、大深正徳：湧別資源循環試験施設におけるエネルギー収支のシミュレーション，独立行政法人北海道開発土木研究所月報 No. 620，pp. 30-38，2005.
- 3) 中山博敬、中村和正、大深正徳：エネルギー収支からみたメタン発酵施設の効率的運転方法の検討，農業土木学会資源循環研究部会論文集、第 1 号，pp. 25-35，2005.