

## 乳牛ふん尿起源のバイオガスによる温室供給可能熱量の試算

Estimation on Heat Supply to Greenhouse Farming with Biogas generated by Cow Slurry

秀島好昭\*、中川靖起\*、大深正徳\*

HIDESHIMA, Y. \*, NAKAGAWA, S. \* and OFUKA, M. \*

1. はじめに 冷涼な気候の北海道北部や東部では、大規模な酪農が営まれている。酪農業は多頭飼育へと経年変化し、この乳牛のふん尿処理のあり方が営農面と環境面から、重要な課題となっている。独立行政法人 北海道開発土木研究所(CERI)は、国内でも寒さが厳しく、冬季には最低気温が - 20 にも下がる別海町(位置:北緯 43 ° 25'、対象乳牛 1,000 頭、発酵槽容量 1,500m<sup>3</sup>)、湧別町(位置:北緯 44 ° 15'、対象乳牛 200 頭、発酵槽容量 200m<sup>3</sup>)に集中共同利用型のバイオガスプラントを建設し、地域の乳牛ふん尿の嫌気処理技術を研究している。<sup>1)</sup>

ここでは、湧別における乳牛ふん尿によるバイオガス発生量等の稼働実績を基に、厳冬な地での「新たな営農の創出」と言える温室栽培の熱源としての資源価値を分析した。

2. 施設の特徴と熱収支 小規模共同利用型の湧別プラントは、ふん尿の固液分離後の液分と尿を合わせた日量 6.3m<sup>3</sup>のスラリーを原料とし、約 30 日の滞留時間をもつ中温発酵処理(発酵温度約 37 °C)にて、バイオガスと消化液を生産している。前者は電気・熱のエネルギー源として、後者は液肥として草地等へ還元利用している。共同利用ということで殺菌槽や融解槽(施設で一時貯留の際の凍結原料を融解する)、ふんと伴に持込まれる敷料等を堆肥化する施設等、個別型嫌気処理ではみられない付帯的施設をもつ。これらの施設を除けば、冬季にプラントで消費する熱量は、発酵槽を恒温に維持する熱量、厳寒な時期では 0 °C 以下の過冷却にもなる原料スラリーを予備加温する受入槽(原料槽)の熱量である。これらの実績値を示すと Table 1 のとおりである。両者を加えた 981MJ/日をランニング熱量として消費する。Fig.1<sub>1,2</sub> は原料の投入量、発生バイオガス量およびメタンガス濃度の時系列データである。原料投入量に対する発生ガス量は、約 25m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>、メタンガス濃度は約 60 %で推移している。<sup>1)</sup>これらの数値からおよその熱源の期待値、システムとしてのロスを推量できる。

3. 所要暖房熱量の推算 暖房負荷の計算は成書<sup>2)</sup>が参考される。その基本式は(1)式のとおりである。

$$Q_g = A_g U (t_{in} - t_{out}) (1 - fr) \quad \dots (1)$$

ここに、 $Q_g$ :暖房負荷(kcalh<sup>-1</sup>)、 $A_g$ :温室の表面積(778m<sup>2</sup>)、 $U$ :暖房負荷係数(5.7kcalm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>)、 $t_{in}$ :設計室内気温(°C)、 $t_{out}$ :設計外気温(°C)、(1-fr):補正項、fr:保温被覆の熱節減率(0.4)

北海道内においても厳寒で、酪農が主業である沼川、天塩、雄武、湧別、標茶、中標津、足寄の7町を対象とし、(1)式に準拠し、1992年～2002年の10冬季(11月25日～翌3月31日)のアメダスデータ(気温、日照時間)から500m<sup>2</sup>の栽培面積をもつ温室の期間暖房負荷、最大暖房負荷を算出した。さらに、暖房負荷をふん尿起源のバイオガスで供給するものとして、Fig.2の作業方法により、所要乳牛頭数で表現した。計算結果は、Fig.3<sub>1,2</sub>のとおりであり、温室の設定温度を20 °Cとした場合、およそ200頭規模で多種作物の所要温室熱源が確保できる。(Fig.3<sub>2</sub>) この頭数は2～3戸の経営規模であり、少数戸の共同利用で営農熱源の供給が可能と試算される。

\* (独)北海道開発土木研究所 Civil Engineering Research Institute of Hokkaido

Table1 施設内の熱収支

Daily heat balance of biogas plant

(単位: MJ/day)

熱源(量)	放熱量(加温熱量)		
	メタン 発酵槽	受入槽 (原料槽)	その他 施設等
ガス発電機			
ガス温水ヒーター			
重油温水ヒーター			
3,595 (100%)	495 (14%)	486 (13%)	2,614 (73%)



Fig.2 計算作業と諸数値  
Calculation procedure

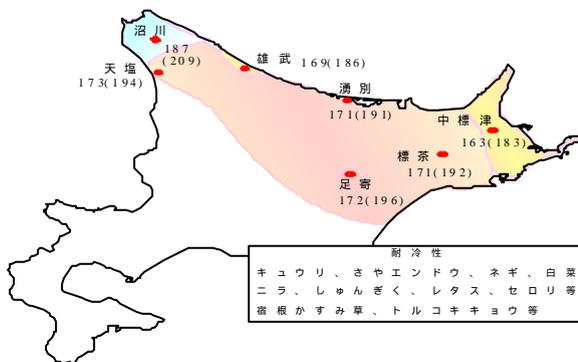


Fig.3<sub>1</sub> 暖房負荷の所要頭数(15 )  
Equivalent cow number for thermal demand

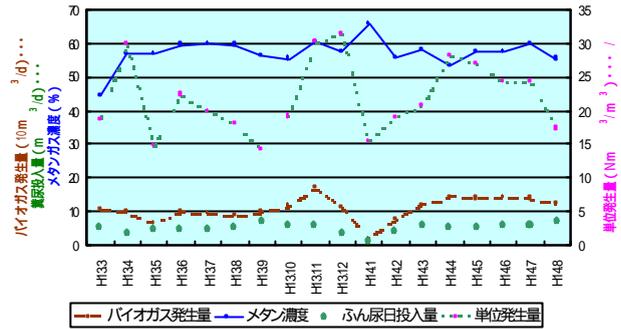


Fig.1<sub>1</sub> バイオガスの発生量等(湧別)  
Biogas products ( inYubetsu)

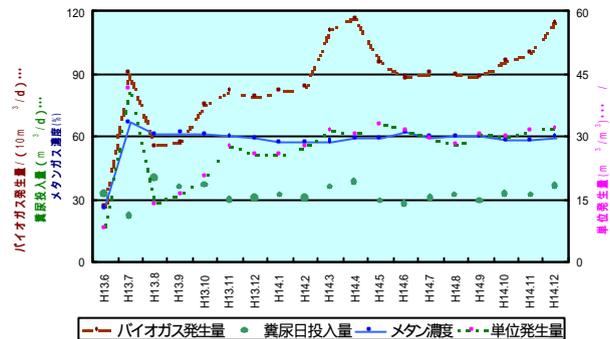


Fig.1<sub>2</sub> バイオガスの発生量等(別海)  
Biogas products ( in Betsukai)

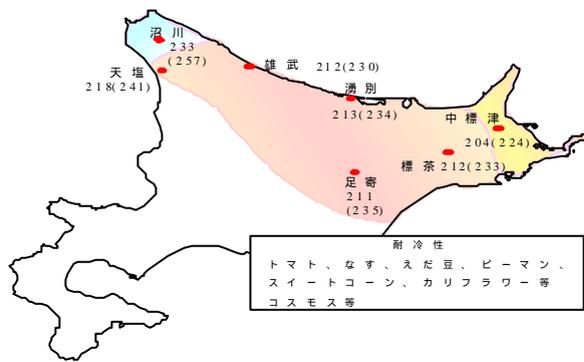


Fig.3<sub>2</sub> 暖房負荷の所要頭数(20 )  
Equivalent cow number for thermal demand

4. おわりに 施設型営農は、本報のようなランニング熱量(栽培適温)のほか、労働性、収益性、栽培技術、初期投資力、社会的支援等が整備されて成立する。<sup>3)</sup>ここでは、ランニング経費のシェアが大きい熱量について報告した。

参考文献

- 1)例えば、<http://www.ceri.go.jp> で研究内容・成果の概要がわかる。
- 2)三原義秋、温室設計の基礎と実際、養賢堂(訂正2版)、pp182 ~ 186(1984)
- 3)大深正徳ら、新しい熱源を導入した施設型営農のフィージビリティの検討、第51回農工学会北海道支部研究発表会講演集、pp38-43(2002)