

## 家畜排泄物用バイオガスプラント（戸別型）の エネルギー的・経済的成立条件

干 場 信 司

酪農学園大学酪農学部酪農学科 家畜管理学

### 1. はじめに

酪農学園大学（研究科）では、現在、メタン発酵を利用した家畜排せつ物の管理のための施設（バイオガスプラント）が稼動中である（図1）。この方法の基本的な考え方は、環境への負荷を抑えながら、物質循環をはかることにある。本稿では、家畜排泄物用バイオガスプラント（戸別型）のエネルギー的・経済的成立条件について述べる。

### 2. バイオガスプラントのエネルギー的評価

バイオガスプラントを建設するためには、非常に多くの化石エネルギーが投入されている。また、運転やメンテナンスにも多くの化石エネルギーが投入される。これらのエネルギーがバイオガスプラントから発生するエネルギーによって回収されるのに何年かかるかを検討した。

本学園バイオガスプラントを対象として、表1、表2の設定条件のもとで計算したところ、初期投資エネルギーが大きい（表3）ことから、電気および熱といった利用可能エネルギーによって総投

入化石エネルギーの全てを回収するには、59年の運転年数がかかることとなり、総合的エネルギー収支からは現実性に乏しいと判断された。しかし、バイオガスプラントから排出される消化液を肥料として有効利用することにより、肥料を生産するための化石エネルギーが節約されて、15年の運転年数で総投入化石エネルギーが回収できる結果となり、総合的にエネルギー産出の可能性が確認された。

一方、戸別農家用バイオガスプラント（図2）の場合は、初期投資エネルギーが本学園バイオガ

表1 バイオガスプラントの通常運転の想定

項目	設定	備考
原料処理量	乳牛ふん尿 10m <sup>3</sup> /日	乾物率10%
発酵温度	35~37℃	中温発酵 要加熱
滞留日数	25日間	
バイオガス発生量	20m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	ふん尿 1 m <sup>3</sup> 当り
メタンガス濃度	60%	
メタンガス発熱量	36MJ/m <sup>3</sup>	

表2 ガスエンジンの効率の設定値

項目	設定値
発電効率(A)	25%
利用可能熱生産効率(B)	夏 30% 冬 15%
利用可能エネルギー生産効率(A+B)	夏 55% 冬 40%

表3 本学園バイオガスプラントの初期投資エネルギー

項目	建設エネルギー[GJ]	割合[%]
管理棟建設	5,410	69
プラント建設	2,070	27
スラリータンク建設	308	4
合計	7,788	100

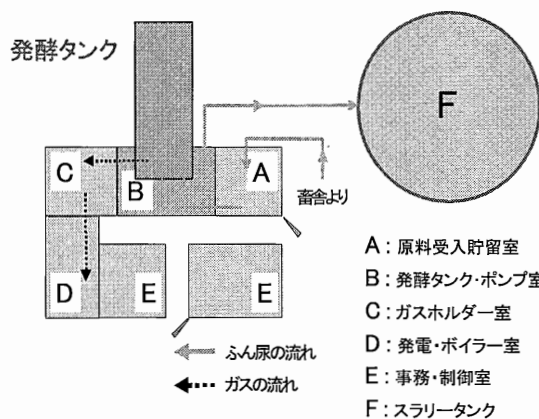


図1 本学園バイオガスプラントの配置図

家畜排泄物用バイオガスプラント（戸別型）のエネルギー的・経済的成立条件

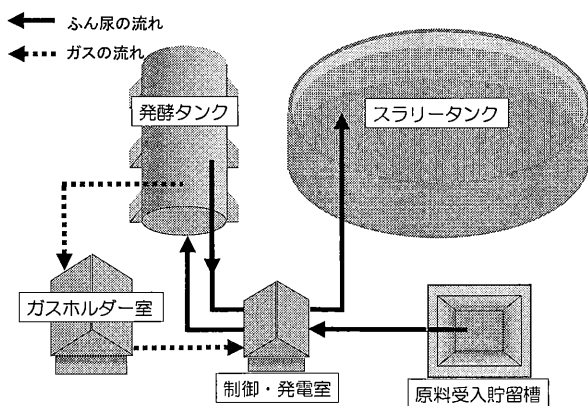


図2 戸別農家用バイオガスプラントの概観

表4 戸別農家用バイオガスプラントの初期投資エネルギー

項目	建設エネルギー[GJ]	割合[%]
管理棟建設	308	12
プラント建設	1,918	76
スラリータンク建設	308	12
合計	2,534	100

プラントに比べておよそ3分の1に減少できた(表4)こと、また、機器類を必要以上に装備しなかったことから運転エネルギー、メンテナンスエネルギーが抑えられて、7年間の運転で総投入化石エネルギーの回収が可能と試算された。また、消化液を肥料として有効利用することで、3年間の運転で総産出エネルギーは総投入化石エネルギーを回収して、総合的なエネルギー収支はプラスに転じるという結果が得られた(表5)。

### 3. バイオガスプラントの経済的評価

本学園バイオガスプラント、戸別農家用バイオガスプラントの両方において、現状の売電単価2~4円/kWh(コジェネレーションの場合)ならば、消化液による間接的な収益性を考慮しても、総投入金額の回収は現実的でないことがわかった。これは、バイオガスプラントの初期投資金額が高いこと(表6)と、その回収に用いられる電力販売において売電単価が低いことが原因として考えられた。特に、戸別農家用バイオガスプラントの場合には、その想定において初期投資金額(表7)

表5 エネルギー評価のまとめ

項目	エネルギー償還年数	
	本学園バイオガスプラント	戸別農家用バイオガスプラント
消化液なし	59年	7年
消化液あり	15年	3年

表6 本学園バイオガスプラントにおける総投入金額

内訳	金額
初期投資金額	172,000千円
運転経費	1,200千円/年
メンテナンスコスト	2,500千円/年

表7 戸別農家用バイオガスプラントにおける総投入金額

内訳	金額
初期投資金額	84,000千円
運転経費	1,000千円/年
メンテナンスコスト	1,600千円/年

が本学園バイオガスプラントに比べておよそ半分とし、また機器類を必要以上に装備しなかったことにより、運転経費、メンテナンスコストがかなり抑えられたわけであるが、償還年数に現実性は確認できなかった。また、消化液による間接的な収益性を考慮に入れた場合においても、初期投資金額を含む総投入金額回収の可能性は確認されなかった。

そこで、戸別農家用バイオガスプラントにおいて、総投入金額に大きな影響を与えている初期投資金額に補助を導入して初期投資金額を削減した場合の売電単価を検討した。結果として、戸別農家用バイオガスプラントにおいて、初期投資金額への補助率が90%で20年償還を想定すれば、消化液を考慮しない場合の必要売電単価は約17円/kWh、消化液の間接的収益性を考慮した場合では約3円/kWhであった。この数値自体は、今後さらに精度を高める必要があるが、初期投資への補助が導入され、バイオガスプラントからの売電単価がクリーンエネルギーとして注目されている風力発電、太陽光発電における売電単価に近づく

ならば、バイオガスプラントが経済的に成立する可能性があることになる。

#### 4. 成立条件

##### －消化液利用の意義とエネルギー政策－

バイオガスプラントの建設から運転までの総合的な視点に立った場合、そのエネルギー評価、経済的評価から、排出される消化液の肥料としての有効利用が、電気および熱として産出された代替エネルギーのみではなく、バイオガスプラントのエネルギー的、経済的な成立を大きく左右していることが確認された（表3）。

したがって、バイオガスプラントをふん尿処理施設としてより良く用いるための必要条件は、消化液を肥料として有効利用することである。すなわち、消化液を肥料として有効利用できる圃場や畑があることがバイオガスプラント導入の必要条件である。この必要条件の下で、初期投資金額への補助措置や売電単価への措置が効果的に行なわれることで、電気および熱といった代替エネ

ギーの生産が有効となり、その販売によって経済的に成り立つことで、バイオガスプラントを総合的に環境への負荷の少ないふん尿処理施設として、酪農現場に位置付けられることになるを考える。

このことから考えると、還元する畑に限られているところでは、かなり難しいことになる。また、水処理をして川へ流すための前処理のためにバイオガスプラントを用いるべきではないであろう。

また、バイオガスプラントが普及している国々では、購入する電力単価よりも販売する電力単価の方が高く設定されている。これらの政策の背景には、国のエネルギー行政、すなわち、原子力発電を持っていないあるいは今後縮小するという国の方針が存在している。電気を高く買うということはこの流れを促進させるための政策であることは明らかである。これもバイオガスプラントが成立するための大きな条件と思われる。

なお、本稿は、本学大学院生（現、研究生）の菱沼竜男君の協力を得て作成したものである。