

平成21年6月20日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18380135
 研究課題名（和文）資源循環型畜産・酪農存続のためのバイオガスシステム導入の複合的評価分析
 研究課題名（英文）Complex evaluation analysis of the biogas system introduction for sustainable livestock production including dairy farming continuation .
 研究代表者
 市川 治（ICHIKAWA OSAMU）
 酪農学園大学・酪農学部・教授
 研究者番号：20212988

研究成果の概要：

本研究では、バイオガスシステム導入の実例を(1)地域的・大規模集中型、(2)地域的・小（中）規模集中型、(3)個別型に分類し、加えて海外の中国・内蒙古、EUの事例分析から、バイオガスシステムが経済的に成り立つための売電価格の検討や消化液の利用、地域の支援システムとしての政府等の支援・助成制度の必要性、さらに社会的な評価が高まることなどが必要であることを明らかにした。つまり、資源循環型畜産・酪農存続のためのバイオガスシステムの導入・存続は、共同利用型はもちろん、個別型でも容易ではなく、技術的・経済的・社会的という複合的に評価されることが重要であることを解明した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2007年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
年度			
総計	7,700,000	2,310,000	10,010,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業経済学

キーワード：①資源循環システム②共同利用型バイオガスシステム③個別型バイオガスシステム④複合的評価分析

1. 研究開始当初の背景

先進国の酪農・畜産において最も重要な課題は、資源循環型酪農・畜産の経営経済面と生産・技術面の両条件を満たす循環システムを形成することである。このような循環システムの展開に必要な不可欠のものひとつで、今日、最も注目される技術として、ふん尿活用システムとしてのバイオガス利用システ

ムがある。これを畜産・酪農経営内に導入することが重要であると考え、その評価が依然として不明確である。

2. 研究の目的

上記のような認識から、本研究では、資源循環システム形成のために、畜産・酪農経営内に導入されてきているバイオガス利用シ

システムを、大学・研究施設等の実験や技術的研究成果を踏まえて分析し、経営経済的評価とエネルギー収支等の経済的・技術的評価、及び社会的な評価などの複合的な評価分析を行うものである。

3. 研究の方法

酪農・畜産の飼養頭数規模拡大によるふん尿「過剰」・環境問題が発生し、堆肥施設と堆肥利用、その処理・活用方法として堆肥施設としてバイオガスシステムを取り入れている道内外の実例の調査分析とバイオガス施設を導入している試験的研究での調査分析・考察を通じて評価を行う。具体的には、地域農業内、広域的な堆肥施設の中でのバイオガスの活用の事例と、個別経営内に取り入れられつつある事例、及び大学に導入されている事例での試験結果も踏まえて検討する。

4. 研究成果

上記の研究目的と方法により、資源循環型畜産・酪農存続のためのバイオガスシステム導入の複合的評価分析を以下のように行った。

(1) 大規模共同利用型バイオガスシステム導入の評価分析

地域的・大規模集中型バイオガスシステム導入事例の検討では、水田酪農地帯の山鹿市と旧八木町の実例、また畑地型酪農地帯の鹿追町の事例、草地型酪農地帯の別海町の実例等から経済性の評価分析とリーダーの役割の重要性、消化液の効用など評価分析を行うことから課題の解明をした。

例えば、本格的に稼動してまだ間もない山鹿バイオマスセンターでは、各施設の稼働状況、経営・管理運営状況、その他収支状況においてまだ多くの課題を残している。これらの問題点の改善のためには、特に稼働の安定化が重要であると考え。このセンターは、2年目にはメタン発酵の量やそれに伴う発電量、発酵後の堆肥と消化液の活用を着実に

行っている。そして、アンケート調査によれば、農家や地域の住民からも評価されている。また、鹿追町でも十勝はじめての共同利用型バイオガスシステムが稼働し、ガスの安定的な発生と発電への利用等で成果を上げつつある。加えて、消化液利用についても肥料効果等が高いことが明確になりつつある。さらに、このシステムに参加している鹿追町の酪農家のアンケート調査より共同利用型バイオガスシステムが農家経営に大きな効果をもたらしつつあるという評価を明確にした。これは、この施設・システムを推進し、現在でもプラントの維持を担うリーダーの存在が大きいことを明らかにした。また、経済的な維持・展開という点では、自力では厳しく、町の支援は必要不可欠である。

このほか、熊本県（株）九州産廃バイオガスシステムの例では食品会社などからの生ごみ処理と、処理後の堆肥を利用し、ナタネ栽培を行っていることなどによって経済的な評価を高めていることを明らかにした。

(2) 地域中規模共同利用型バイオガスシステム導入の事例分析—岩手県葛巻バイオガスプラント

地域的・小（中）規模集中型バイオガスシステム導入事例の検討では、山地酪農（畜産）地帯の岩手県葛巻町高原牧場の例から地域的な支援システムの存在の重要性を明らかにした。具体的には、この葛巻バイオガスプラントは飼養している育成牛の糞尿を再利用するという目的のみにとどまらず、地域の宿泊施設の廃棄物なども投入し、宿泊施設にクリーンなイメージを持たせる効果も果たしている。また、消化液の提供や堆肥の販売、その他メンテナンスなどを地域の人々に依頼するなど地域の活性化にも影響を与えている。

(3) 個別型バイオガスシステム導入の事例

分析

高千穂牧場におけるバイオガスシステムは、経営体の経済的収支のみを評価した場合、年間約41万円のマイナスを示した。しかし、これまでは堆肥の悪臭を取り除くために使用していた消臭剤が不要となり、消臭費用と散布のための労力が削減できたことや、バイオガスシステム利用による、域内の電気の補充ができたこと、そしてトラクターエンジンを発電機として利用したことなどによる施設経費の削減をしている。また、電力会社との契約電力費について、域内における必要電力の一部を自給することにより、購入電力とともに契約電力費も削減できる可能性がある。さらに、本来バイオガスシステムが有する廃棄物処理としての価値を考えると、高千穂牧場バイオガスプラントは12,330,000円に相当すると考えられる。加えて、環境負荷の抑制としても、バイオガスシステムはふん尿内に内在しているN量の、地下水汚染を抑制する効果がある。高千穂牧場の場合、この水質保全効果額は21,366,200円に相当する。これらのことを踏まえ、全体的に捉えた場合、高千穂牧場におけるバイオガスシステムは約3千4百万円のプラスに値する効果があることを推測した。加えて、酪農へのバイオガスシステムの導入は、単にそのシステム（プラント）の経営収支だけでなく、酪農経営それ自体や、牧場等の環境・観光業にも大きな効果を与えており、牧場全体の経済的評価に加えて、地域の社会的評価も受けるものと考えられる。

（4）大学・試験機関の実験・試験研究と活用方法

①生物脱硫装置の設計のあり方などの技術的な評価検討

バイオガスシステムの技術的な検討としては、生物脱硫装置の設計要点を以下の5つ

にまとめた。第一に、接触材等を充填して、硫黄の析出可能な表面積を確保すること、第二に、接触効率（実効表面積）を高めること、第三に接触材の表面の環境を適切に維持すること（効果的な消化液の散布）、第四に装置内温度を20～30℃に維持すること、第五に消化液をpH6.5以上で維持すること。以上のことを考慮した装置を作製することで、消化液を利用した低コストでメンテナンスの少ない脱硫システムが構築可能であることを明らかにした。大学や試験機関での消化液の農地・草地の散布は、他の肥料と遜色がなく高い肥料効果があることについても明確にした。

②バイオガスの活用実態分析

バイオガスの活用例としては、兵庫県神戸バイオガスプラントの発生したバイオガスの濃度を上げ、圧縮し、公共車両の燃料に使うという利用法を調査・検討した。また、大分県日田市バイオガスプラントからは、これは家畜排泄物法対策として市が建てた家畜排泄物・生ごみリサイクル施設であり、ごみ処理コストの低減、畜産環境問題の改善、未利用バイオマス資源の有効活用など、多くの面において効果を出していることを明らかにした。

（5）海外事例分析

①個別型バイオガスバイオガスシステム

内蒙古自治区は広大で山間部が多く、都市と農村で格差がある。特に農村部では普段の生活に利用するためのガスや電気などが一般的に整備されていない状況である。このような地域にバイオガスシステム導入はガスや電気エネルギーを供給するために重要な施設である。今この施設の安定的な稼働と導入資金が課題である。後者については、政府の支援の重要性を明らかにした。すなわち、バイオガスシステムが経済的に成り立つた

めの支援・助成があること、またそのような地域的支援システムとしての政府等の支援制度や、社会的な評価が高まることが必要であることなどを解明した。

②共同利用型バイオガスシステム

共同利用型バイオガスシステムについては、これまでのデンマークの共同型バイオガスシステムの検討を踏まえて、中国内蒙古の蒙牛会社の大規模バイオガスシステムや新疆迪籃德乳牛場の大規模共同型バイオガス発電システムが国の支援で展開しつつある現状把握と考察をし、その評価検討を行った。具体的には、システムの導入が間もなく、しかも導入後のガスの発生やそれを利用した発電が安定的でなく、経済的な評価ができない状況であった。

③バイオガス利用方法

バイオガスの利用方法の検討としては、スウェーデンでのガス浄化と車両燃料としての利用実態を明らかにした。さらに、ドイツの再生エネルギー法の検討を行った。すなわち、これまで電力供給法、再生可能エネルギー法がいわゆるエコ発電の電力の買い取り価格を高く設定することを背景にバイオガスプラントは急速な増加をみた。2004年の再生可能エネルギー法改正までは、クリーンな電力を生み出すことに主眼が置かれ、高水準の買い取り価格という経済的誘導を行ってきた。それは、再生可能な資源を利用して得られるエネルギーを増大させることには成果があったとみてよい。バイオガスプラントに即していうならば、プラント数を増やし、クリーンな電力を供給する主体を増加させたことになる。その裾野が広がったところで、原料の確保とエネルギー効率が問題視されるようになったといえる。つまり、初期的段階では電力というアウトプットの絶対量のみを追求していたのであるが、普及が一定の段階

に到達し、2004年の改正によってインプットと効率を重視するようになったとみることができる。具体的には、エネルギー作物を利用しメタン発酵させ、エネルギーを回収し、発酵残さを圃場に還元するという循環の体系をつくり出そうとするものであり、バイオガスから得られるエネルギーをできるだけ有効に利用しようとする姿勢の現れとみることができる。バイオガスプラントの増加をもたらした法制度は、「量」から「質（方法と効率）」への転換を目指して改正されたと評価することができる。

(6) エネルギー自立型酪農の成立

本研究ではエネルギー自立型酪農を行なうために必要となる新エネルギー導入量から実行可能かどうかを酪農規模60頭,100頭,250頭に設定し、検討を行なった。①電力においてはバイオガスプラントにコージェネレーションを導入し、発電を行なうことにより、酪農家で消費する全電力を賄うことが可能である。しかし、バイオガスプラントだけでは糞尿の性状変化などの影響による出力の不安定さが問題となるため、太陽光発電を酪農家の規模や需要に合わせて導入することが重要である。②灯油においてはバイオガスプラントにコージェネレーションを導入し、熱回収を行うことで、酪農家で消費する灯油熱量を全て賄うことが可能である。③軽油においては菜種からBDFを製造することで酪農家において消費する軽油全てを賄うことが可能である。

現時点では導入する新エネルギーによってイニシャルコストやランニングコスト、売電単価、余剰資源の有効利用など課題が多く、普及が拡大していない。そのため、導入意欲が向上する補助や制度整備、畑作農家や一般家庭などとの連携が不可欠となる。

(7) まとめ

資源循環型畜産・酪農存続のために導入されたバイオガスシステムが維持・存続するには、技術的だけでなく、経済的にも評価されなければならない。さらに、今日では地域の環境維持やエネルギー的にもという社会的な評価が必要なことを検討した。特に、大きな課題はやはりシステム自体が経済的に成立していく可能性があるかどうかである。そのためには、バイオガスシステムが経済的に成り立つための支援・助成があること、またそのような地域的支援システムとしての政府等の支援制度や、社会的な評価が高まる必要があることなどを解明した。このように、バイオガスシステムの導入、そしてその存続には、共同利用型はもちろん、個別型でも容易ではなく、技術的・経済的・社会的という複合的に評価されることが重要であることを解明した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① 市川 治、中村 稔、The conditions for development of a sustainable livestock farming production including dairy system、酪農学園大学紀要、査読無、32 巻 2 号、79～87 頁、2008
- ② 中村 稔、市川 治、酪農バイオガスシステム導入の経営経済的評価に関する一考察、酪農学園大学紀要、査読無、32 巻 2 号、89～96 頁、2008
- ③ 市川 治、發地喜久治、中村 稔、他「中国・内モンゴにおける酪農・畜産バイオガスシステム」『酪農ジャーナル』、査読無、60 巻、54～57、2007

[学会発表] (計 2 件)

- ① 中原 准一、循環型社会形成と BRG—スウェーデン・ヨーテボリの野心的プロジェクト—、北ヨーロッパ学会、2008 年 12 月 6 日、早稲田大学
- ② 中村 稔、市川 治、バイオガスシステム導入の経済的成立要因、日本農業経営学会、平成 18 年 10 月 22 日、鹿児島大学

[図書] (計 2 件)

- ① 市川 治・發地喜久治・干場信司・森田 茂・淡路和則・梅津一孝・中村 稔『資源循環型畜産・酪農存続のためのバイオガスシステム導入の複合的評価分析』1～71 頁、2008
- ② 市川 治編著、干場信司、中原 准一、森田 茂、堂地修、發地喜久治、志賀 永一、梅津一孝、淡路和則、他共著『資源循環型酪農・畜産の展開条件』財団法人農林統計協会、1～273 頁、2007

6. 研究組織

(1) 研究代表者

市川 治 (ICHIKAWA OSAMU)
酪農学園大学・酪農学部・教授
20212988

(2) 研究分担者

中原 准一 (NAKAHARA JUNNICH)
酪農学園大学・環境システム学部・教授
60048121
干場 信司 (HOSIBA SINNJI)
酪農学園大学・酪農学部・教授
90111161
發地 喜久治 (HOCCHI KIKUJI)
酪農学園大学・酪農学部・教授
40244842

森田 茂 (MORITA SIGERU)
酪農学園大学・酪農学部・教授
70182243

小糸健太郎 (KOITO KENTAROU)
酪農学園大学・酪農学部・講師
00347759

(3) 連携研究者

志賀 永一 (SIGA EIICHI)
北海道大学大学院・農学府・准教授
50235511

梅津 一孝 (UMEZU KAZUTAKA)
帯広畜産大学・畜産学部・教授
20203581

淡路 和則 (AWAJI KAZUNORI)
名古屋大学大学院・生命農学研究科・准教授
90201604