

酪農共同利用型バイオガスシステム導入の経営経済的評価による分析

— 北海道鹿追町の事例を対象に —

中 村 稔*・肉絲坦木買買提*・大 場 裕 子*・市 川 治**

Economic Analysis of Evaluation of the concentrative model of Biogas Use System Introduction on a Dairy

— A Case of Study of Shikaoui town in Hokkaido —

Minoru NAKAMURA*, Maimaiti ROUSITAMU*, Yuko OBA* and Osamu ITIKAWA**

(Accepted 14 January 2010)

目 次

- I 本研究の目的と方法
 - 1. 本研究の目的と分析視角
 - 2. 分析視角と方法
 - 3. 既存研究整理と課題
- II 地域農業の概況とプラント運営の展開過程
 - 1. 地域農業の概況とふん尿の賦存量
 - 2. プラント建設準備過程と利用組合の設立
 - 3. プラント運転開始後の諸問題
 - 4. ふん尿投入量不足の要因分析
- III プラントの収支分析からみる経済的評価
 - 1. 収入と経費の特徴
 - (1) 収入の現状分析
 - 1) 利用料収入
 - 2) 副産物である消化液の利用
 - (2) 支出の現状分析
 - 1) 減価償却費
 - 2) 廃棄物処理費
 - 3) 修繕費
 - (3) 年度別の比較
 - 2. 消化液の肥料価値試算に基づく収支分析
 - 3. 消化液の散布動向と組合員からの評価
 - (1) 消化液利用状況
 - (2) 消化液の肥料としての評価
- IV システム利用の拡大の可能性と今後の課題

I 本研究の目的と方法

1. 本研究の目的と分析視角

先進国の酪農・畜産は、大型機械・施設の導入により、大規模・高投入集約型経営の方向で展開してきた。それは生産性の増大をもたらしたが、それにより生産に伴う病気の発生増加や投与する飼料の質や内容等による畜産物の安全にかかわる問題を引き起こし、生産者にも高品質の生産物を得るため高度の生産技術や経営管理が要求されている。このような状況下で先進国・欧米でも、低コスト化、省力化とともに環境保全に配慮した低投入持続型酪農・畜産が提唱され、EU 諸国では実践されつつある。つまり、いま酪農・畜産において最も重要な課題は、環境に「負」の重荷を与えず、環境と調和のとれた、地域の自然循環機能の維持増進をはかりながら、その解決のひとつの方向としては大規模・集約的な生産方式の形成を追求することである。そのためには、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の形成が必要である。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。

このような認識から、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いるバイオガスシステムの存続する可能性、特に経営経済的な評価をすることを目的にしている。こ

* 酪農学園大学大学院酪農学研究科

Department of Dairy Science Research, Rakuno Gakuen University Graduate school, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

** 酪農学園大学酪農学部農業経済学科農業会計学研究室

Agricultural accounting laboratory, Department of Agricultural Economics, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

ここでは、組織的・広域的な集中（共同）型バイオガス利用システムとして注目される鹿追町の事例的検討から、そのふん尿等の投入量と、発酵・バイオガス発生後の消化液利用という視点から共同利用型バイオガスシステムの導入・存続の経済的評価分析を行うものである。

2. 分析視角と方法

今日では草地基盤をもつ日本北海道酪農および畜産でもふん尿「過剰」による環境問題が発生している。このふん尿過剰問題を解決するものとして、これを適切に処理・活用しているものが資源循環型酪農・畜産ということであり、この形成を推進していくことが大切である。この形成のためにも、ふん尿の適正な処理・活用が必要であり、その重要な方法のひとつとしてバイオガス利用システムが経営内に導入されつつある。今日、酪農・畜産が地域で存続するためには、このシステムの普及・定着が望まれており、そのためにこのシステムの正確な評価、特にその経営経済的、および技術的評価が必要である。本研究では、鹿追町の実態調査を基にこれを解明するものである。

バイオガスシステムの運営を行っていくためには、これまで発電と売電を高めることが重要といわれてきたが、それよりも、バイオガスシステムの稼働率が高まっていない状況に原因があるのではないか。また運営において重要なことは、投入量の充実化と消化液の活用にあるのではないかという認識から、本研究では、バイオガスシステムの運営において投入量の充実化、つまり投入量を安定させ、予定投入量に近づけること、そして消化液の活用の重要性を考察するものである。

なお、分析対象は鹿追町共同利用型バイオガスシステムであり、Ⅱでは①鹿追町の農業状況とプラント運営の形成・展開過程の分析、また②現在までに起きた稼働上のトラブルとふん尿投入量が予定の64%ほどまでしかない問題点の要因分析を行う。

また、Ⅲではプラント運営にあたっての損益対照表を用いた収支状況からみる経済的評価の検討を行う。①収入の現状分析を行い利用量収入と副産物である消化液の利用について検討し、②支出の現状分析より、減価償却費、廃棄物処理費、修繕費について考察し、③年度別の比較を行う。続いて消化液の肥料価値試算に基づく収支分析、消化液の散布動向と組合員からの評価を検討する。Ⅳでは、以上の検討を踏まえ、システム利用拡大の可能性を今後の課題について検証し、プラント経営の継続要件を提示

する。

3. 既存研究整理と課題

家畜ふん尿による環境問題の顕在化に伴い、農業経済学および農業経営学の分野でこれらを対象とした研究が進められてきた。そのなかでも本論文で取り上げるバイオガスシステムと消化液に関する主な研究を中心に整理を行う。また利用組合の組合員である個別の酪農経営にかかるふん尿処理に関する先行研究についても概観し、その課題を明確化する。

ふん尿の不適切な処理の一つに、余剰ふん尿の野積みがある。市川^[1]は、個別酪農経営を対象に飼養頭数の増加によるふん尿量の多量化と還元する耕地の不足、投入する労働力の不足が余剰ふん尿の野積みを生み出していると指摘した。また家畜ふん尿が循環資源的性格から産業廃棄物的性格への変化を指摘した先行論文岡田・折登^[2]では、環境対策の費用負担が酪農経営の存続の脅威となることを、収益部門への労働および資金の優先性の面から指摘した。藤田^[3]は、酪農経営の環境対策における投資限界をふん尿処理施設投資算定モデルによって試算を行い、次の方向として外部委託があることを結論付けた。これらはふん尿施設の整備は多額な投資、労働力、還元する耕地が必要であることを指摘するものであり、その負担にかかる方法を個別経営での対応以外の処理にも求めていく必要があることを示唆している。

バイオガスシステムに関する研究についてみると、市川^[4]らは、日本国内におけるバイオガスシステムのなかで実践事例を「地域的・大規模共同利用型」、「地域的・中小規模共同利用型」、「個別型」と3つの類型に分類し、その導入実態にアプローチしている。そうした類型に基づき、共同利用型バイオガスプラントについて、淡路・中川^[5]らは京都府の八木町を水田酪農地帯として位置付け、バイオガス技術による畜産と水稲作の構畜産連携の可能性について検討し、水田における消化液利用における課題を明らかにした。小規模共同利用型バイオガスシステムについて検討している論文では、市川^[6]があり、北海道を事例とし、農家に掛かる負担が大きい事、また消化液の堆肥効果を明確にすると同時に販売していく必要性を論じている。

消化液に関する研究については、梅津^[7]があり、消化液の利用により作物によって肥料効果の有無があること、また消化液の利用により個別経営における肥料費が増加することは少ないということを示した。また甘利ら^[8]は消化液中のメタンの化学

成分が病害抑制に直接関与している可能性について指摘しており、消化液の評価向上要因になりうるとしている。中村ら^[9]は消化液の液肥利用はコジェネ型発電機などを導入し、消化液の散布範囲を適切に設定することでCO₂排出量を削減できると示しており、消化液の活用による環境負荷が減少する可能性を指摘した。

また事例である鹿追町の共同利用型バイオガスシステムの運営収支にかかわる研究としては、中村・市川^[10]らの報告があり、運営にあたって年間1,593万1,058円の損失を出していることとその要因分析を考察しているものがある。本研究はその追跡調査に基づく研究と位置づけることとする。

これらの研究成果を総じてみると、バイオガスシステムは、システム構築にあたっての地域農業の特性や参加する酪農（畜産）経営の経営規模が大きく起因していることが挙げられる。つまり投入するふん尿の賦存量の想定は極めて重要であり、利用する個別経営も利用実態への与件を分析することが不可欠である。本論文においても、利用する個別経営における利用実態への与件の分析を検討する必要があると考え、利用組合員への意向調査を採用することとする。

また上述の研究成果では、副産物として生み出される消化液については、有効に活用することでバイオガスシステムのプラントにおける汚水の放流適正基準にかかる薬剤費を節減することができること、また肥料効果や病害虫抑制などの評価が高まることで、販売できる可能性が指摘されてきている。

しかしながら、実際に消化液の販売には、液体という特性があるため輸送や保管にかかるコストが総じて高いこと、農産物と同じように劣化が進みやすいことから、在庫で保管することも適さないことを考慮に入れて検討することが必要である。また散布にかかる運搬車を整備し、畑に散布する作業がプラントに新たに課せられることを加味した収支分析の検討は、上述の研究成果では明らかにされていない。

そこで本論文では、上記に指摘した点を明らかにするという方法で課題に接近していくこととする。加えて消化液を利用している組合員への意向調査を分析し、その利用実態の把握と今後の可能性を検討する。

II 地域農業の概況とプラント運営の展開過程

1. 地域農業の概況とふん尿の賦存量

バイオガスプラントの計画が持ち上がった当時、鹿追町の基幹産業である農業は、土地基盤整備をはじめ機械の大型化など農業の近代化施策を取り入れており、十勝支庁管内でも有数の農業地帯となっていた。そのなかで、農畜産物の輸入自由化、家畜ふん尿の処理問題など経営の合理化や環境対策の整備が急務となっていた。

一方、観光においては然別湖を中心とした従来型の観光振興に加え、近年のアウトドアスポーツやファームイン、グリーンツーリズムなど農村資源を重視した体験型観光の普及により新たな振興策が求められていた。

鹿追町の主な作物には小麦、大豆、馬鈴薯、甜菜、そば、キャベツなどがある。大豆やいんげん、小豆といった豆類の面積は1970年から減少したが、小麦や馬鈴薯、特に飼料作物に関しては作付面積の拡大がみられる(表1)。一戸当たりの作付面積をみると、2007年には42haまで増加しているのに対し、農家戸数は273戸まで減少している。

また酪農業は1950年ごろまでは、それほど頭数・乳量生産の拡大は進まなかった。その要因は、需要がそれほどなかっただけでなく、集乳・販売ルートも整備されなかったことにある。戦後、1952年、1953年の冷害と町の高度酪農地域指定を契機に、乳牛頭数が毎年100頭以上増加し1960年には1,480頭に、そして1962年には2,150頭に到達した。また1960年代に入ってから、国の政策推進や農協の支援を受け大型機械や施設が酪農家個々に徐々に導入され、1965年には3,900頭に達した。そのことも酪農

表1 鹿追町の農家戸数と1戸当たり作付面積および作物別作付面積の推移

(ha)

項目 年	農家戸数	1戸当たり 作付面積	小麦	大豆	いんげん豆	小豆	馬鈴薯	てんさい	飼料作物
1975年	479	12	606	338	834	338	944	1,132	5,274
1985年	440	2	1,115	102	717	671	933	1,490	5,654
1995年	361	24	1,410	39	585	350	1,060	1,360	7,150
2005年	281	29	1,600	35	295	420	951	1,360	6,830
2007年	273	42	1,640	49	254	382	1,050	1,320	6,820

資料) 参考文献[11], [12]より作成

家の多頭化飼育を促進させた要因であった。

しかし、鹿追町のこのような飼養頭数の大規模化が家畜ふん尿処理の負担を増加させ、町周辺の環境にも影響を及ぼすことになった。

鹿追町の農業は畑作及び酪農を中心に寒冷地型農業として発展を続けてきたが、近年では農家戸数は減少を続けており、2007年度には全農家数が296戸という状況にある。畜産農家戸数もまた減少が継続しており、酪農家戸数は1989年には210戸だったが2007年には116戸まで減少した。これに対し、乳牛の飼養頭数は、1989年は12,811頭であったが1995年までに大きく増加し、17,345頭となり、2007年には18,230頭にまで増加した（表2）。

家畜のふん尿量について、鹿追町では乳牛の成牛で約18.6t、肉牛は8.14t、豚は2.41t、馬を10.2tと見積もっている。つまり、鹿追町の畜産で中心になっている乳牛が、最も年間のふん尿量が多い家畜となっている。またこれらの家畜による排せつ物量は、鹿追町における年間バイオマス賦存量489,828.9tの75.2%を占め、この中で乳牛による排せつ物が全家畜排せつ物の71%を占めている。

2. プラント建設準備過程と利用組合の設立

バイオガスプラントの建設が検討され始めた1995年頃は、畜産農家に占める乳牛飼養農家の割合が80%を超えるようになった。そのなかでは、フリーストールの形態の牛舎が30%近くになり、家畜ふん尿のスラリー化による取扱いの難しさが表面化し始めた。日本各地で見られたようなふん尿過剰問題が浮き上がってきたのである。

その当時、家畜ふん尿処理施設の整備では、特に市街地周辺区域では臭気対策が重視されたことから本事業対象となり、集中処理形態での推進が行われた。一方その他の地域では、畜産農家が点在していることから、個別処理形態をとることが効率的であると考えられたため、本事業の対象から外されている。

鹿追町では、町の関係職員や受益農家、その他関係機関職員を委員とするプロジェクトメンバーが編成された。その当時、プロジェクト名は「鹿追型バイオガス施設事業化による公共施設におけるバイオガス有効活用調査事業」であった。町では、受益農家との意見交換会、情報交換などを2000年頃から検討を行い、合意形成を図ってきた。当時では、ふん尿の受入料金や処理場と農場間の原料・消化液運搬の負担をどうするかなど、様々な意見が出されていた。

同プロジェクトでは、上述のような現状と課題を踏まえ、1999年11月から施行の「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」にそった家畜ふん尿処理の方向性を打ち出し、環境を重視した計画策定による施設整備の推進を目的に、「鹿追町家畜ふん尿処理全体構想」が展開されることとなった。構想の中にある、バイオガスプラント建設計画では、施設の維持管理の体制について、共同管理組合方式が検討された。これは即ち、構成員はバイオガスプラント参加農家（受益農家）が中心となり、施設全体を共同で管理する方法である。そして、施設の利用者が直接管理することになり、投入前の原料の管理から、ほ場への還元まで自らの責任により行われることになる。このことより、プラントの運営上でのメリットは大きいと見られた。しかし、バイオガスプラント組合員である農家主体の共同運営管理とした場合、日常の営農作業にさらにプラント内での作業などが加わり、労力負担が増大することになる。

一方、バイオガスプラントでは、地域住民から排出される生ごみや下水汚泥も処理し、地域環境の改善など、鹿追町で果たす役割は大きい。そのため、バイオガスプラントの維持管理は、地域全体で取り組む必要があるとし、町の組合の構成に加わることが検討された。JA鹿追町と農業改良普及センターの情報提供などの支援により、利用組合によって管理する方向で検討が進められた。最終的に管理体制

表2 鹿追町の家畜頭数推移

区分	畜産農家戸数	畜産戸数（戸）					飼養頭数（頭）				
		乳牛	肉用牛	豚	鶏	馬	乳牛	肉用牛	豚	鶏	馬
1989年	423	210	8	11	9	5	12,811	6,204	3,592	20,125	36
1995年	361	171	6	5	2	4	17,345	8,182	3,150	—	21
1999年	323	141	1	2	3	4	14,184	7,750	1,847	9,212	10
2005年	277	123	8	3	2	2	15,472	—	4,881	—	—
2007年	273	116	4	3	1	5	18,230	10,065	9,555	6,510	19

資料) 表1と同じ

としては、町も組合の構成に加わり、鹿追町の市街地周辺部で営農を行っている農家を含む25戸を組合員とした。

組合員をメンバーとした「バイオガスプラント施設管理組合」を設立し、従業員3人を雇い、施設管理を委託する形態として出発した。従業員の採用は、それまで「鹿追町家畜ふん尿処理全体構想」に深くかかわった役場職員が役場を退職し、リーダー（プラント運営の中心的な役割）に就いていることを追記する。

3. プラント運転開始後の諸問題

(1) 故障などによるトラブル

プラントが稼動し始めてから、問題が一番多く発生した部分が200kWの発電機である。発電機はドイツ製で、メーカー側の技術者は海外で利用されている製品に対して対応が遅い。今まで頻繁に故障があり、その中でドイツの技術者による鹿追町出張修理が必要な故障が2回あった。故障を修繕するには長い日数を必要とし、特に時間を要したのは2008年9月の初旬で発生した故障であり、故障が発生してから修理完了まで約2ヶ月間もかかった。

メーカー側の技術員が担当している作業のもう一つは、原料槽の砂抜き作業である。メーカー側が計画し、設定した砂抜き機が正常に働かない事態が生じていた。その際に本プラントのリーダーがこの機械で砂の抜き出しが出来ない点を指摘したこと、約1,000万円の設備に作業のサービスも付帯すべきだとした主張がメーカーに了解を得、この作業をメーカー側で担当する事になった。幸い、本プラントの設計が二系統であるという特徴があるため、投入口の一つだけを使いながら、もう一つの清掃が出来、プラントの運転に支障は出ていない。2007年度は全作業を本プラント従業員が手作業で行っており、2008年度からは業者への委託に変更している。

また石などの非発酵物が投入口の攪拌機に負担を掛けており、攪拌機も今まで2回程度交換した。交換のために、使われていなかった貯留槽の攪拌機を使用し費用を抑えるなど、プラントの作業現場では工夫が行われている。このような問題以外にも、ガス量が多すぎた事によりガスホルダーが破損する問題が一度発生した。その際は、メーカー対応にて解決を行っているが、従業員が早期に事態を発見することが非常に重要になっている。

(2) 不安定な原料投入状況

鹿追町バイオガスプラントは2007年に稼動を始めて以来、プラントへの毎日の投入量が不安定な状

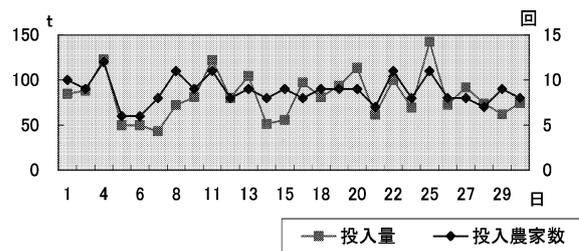


図1 2008年8月の投入量および投入回数
資料：鹿追町環境保全センター提供資料より作成

況が見られる(図1)。メタン発酵処理や、バイオガスを利用した発電では、日々の安定した原料の投入が不可欠であるため、この不安定な原料投入量はバイオガスプラントの運転に大きな影響を与えていると考えられる。

このように不安定な状況となっている原因として利用農家の契約解除を行ったところが3戸、病気により投入を控えたところが1戸出たことがある。バイオガスプラントに原料を投入する農家などは当初、合計で25戸が存在した。つまり全体の16%の数である。このために利用量は計画の100%を下回ることとなった。

次に毎日のふん尿収集先である酪農家数と利用頭数が異なることにある。2008年の8月を例にすると、一日の運搬回数が最も少ない場合では4戸、多い場合では10戸以上になっている。またある酪農家の原料投入回数をみると、2008年度前半期の利用回数は、一カ月当たり少ないときには3回、多いときには24回になっており、このような不安定な投入状況が結果として表3のようにふん尿投入量の月毎の大きい差を生み出している。

また2008年度で処理されたふん尿量は2009年の1月が一番多く、およそ1,026頭分のふん尿を投入しているが、それでも本プラント本来の処理能力の約86%に止まっている。ふん尿処理量は一日平均でおよそ54tと、処理能力の約64%に止まっていることが分かる。

4. ふん尿投入量不足の要因分析

ふん尿処理はバイオガスプラントが担う重要な役割であり、またメタンガス発生量や発電量などに深く関わっている。そのため投入する原料の質と量を、いかに確保するかが重要となる。ここでは鹿追バイオガスプラントの原料投入量が予定量よりも少なかった原因とその影響について考察する。

一つ目に、前述したように、鹿追町で共同のふん尿処理施設を建設する計画が立ち上がり、導入・建

表3 2008年度投入ふん尿量

	処理量 t	t/日	頭数換算	対計画比 (%)		処理量 t	t/日	頭数換算①	対計画比 (%)
4月分	1,308	50	671	59	10月分	1,551	57	795	67
5月分	1,078	40	553	47	11月分	1,247	50	639	58
6月分	1,018	41	522	47	12月分	1,027	38	527	44
7月分	1,410	52	723	61	1月分	2,000	74	1,026	86
8月分	1,701	65	872	76	2月分	1,326	55	680	64
9月分	1,667	64	855	75	3月分	1,735	67	890	78
					合計	17,068	55	8,752	64

資料) 鹿追町環境保全センター資料より

注) 鹿追バイオガスプラントでは日曜日にふん尿回収を行っていないため、日曜日はずした1年313日で計算を行った。

設を経て稼働に至るまで、およそ10年を超える時間を要していることである。表2で示したように、1995年と2007年における鹿追町の酪農家数を比較すると171戸から116戸へ、乳牛飼養頭数は17,345頭から18,230頭へとその数が変化している。このような変化はもちろん計画に加わっていた農家にも影響があり、当初の組合員である農家数25戸のうち3戸が解約を行っている。このため、バイオガスプラントを利用する乳牛の数や原料の投入量も減少し、100%を下回る運転状況へと繋がっていると考えられる。

二つ目に乳牛の病気の発生により原料の投入を控える農家が出ていたことである。特にこの農家は町の中でも大規模の部類に入る経営を行っているところであったため、運転状況はより低下する要因となった。

そして三つ目に、一部の利用農家が投入量を控えたことが挙げられる。2008年においてふん尿処理を利用している酪農家の乳牛総飼養頭数は1,387頭であり、最大処理量である1,320頭を超えている。しかしバイオガスプラントを利用している頭数はそのうち983頭と、最大処理量を下回る数となっていた。

酪農家の中で原料の投入量が少なくなったことについて、プラントを利用している酪農家のうち9戸にアンケート調査を行った。表4が酪農家のプラント利用状況を示したものである。その中で5戸の酪農家が、飼養している乳牛の排せつ物の100%をプラントに委託しており、残り4戸はそれぞれ70%、50%、30%、20%となっていた。

バイオガスプラントへの投入量を抑えた理由としては、1つはふん尿処理費用をやや高いと考えている点、そして2つ目に以前から使っていたふん尿処理施設を8人が所有していた点である。そのためやや高めと感じているふん尿処理費用を削減する目的で自ら所有しているふん尿処理施設を併用し、バイ

表4 ふん尿処理利用農家の分析

(単位: %, 戸)

質問項目	結果 (9件中)		
	100%	70%	50%
ふん尿処理利用頭数	5	1	1
	30%	20%	平均%
	1	1	74.4
ふん尿処理価格について	適切だと考えている		1
	やや高いと考えている		8
ふん尿処理施設を持っているか	持っている		8
	持っていない		1

アンケート調査より作成

オガスプラントへの原料投入量の減少を招いていたのである。

III プラントの収支分析からみる経済的評価

1. 収入と経費の特徴

表5は2007年度と2008年度における鹿追環境保全センター内バイオガスプラントの収支報告に減価償却費を試算し、作成した損益計算書である。ここでは表を基に2007年度と2008年度との比較・検討を行う。

(1) 収入の現状分析

売上高の中には原料であるふん尿や下水から送られる汚泥の受入料、売電による売上、消化液の運搬・散布料金を合わせた金額が表示されている。

1) 利用料収入

割合として最も高いのが原料の受入料金であり、具体的には2007年度のふん尿受入料は512万4,361円、汚泥受入料は388万8,000円であった。それが2008年度ではふん尿受入料875万3,000円、汚泥456万6,000円とどちらも増加を示している。合計額では2007年度は901万2,361円、2008年度で

表5 2007年度と2008年度における損益計算試算書

	自 2007年4月1日 至 2008年3月31日	自 2008年4月1日 至 2009年3月31日
I 売上高	(17,055,390)	(27,341,328)
II 売上原価		
売上総利益	(17,055,390)	(27,341,328)
III 販売費及び一般管理費		
1 給料	(8,859,898)	(9,513,728)
2 減価償却費	(18,781,875)	(18,781,875)
5 消耗品費	(2,806,027)	(5,686,073)
6 修繕費	(1,385,657)	(2,589,889)
8 委託料	(280,000)	(1,500,000)
9 その他	(4,099,899)	(4,943,989)
	(36,213,356)	(43,015,554)
営業利益	△ 19,157,966	△ 15,674,226
IV 営業外収益		
	(3,441,639)	(1,111,364)
V 営業外費用		
経常利益	△ 15,716,327	△ 14,562,862
VII 特別利益		
VIII 特別損失		
税引前当期純利益	△ 15,716,327	△ 14,562,862
租税公課	(359,400)	(357,000)
当期純利益	△ 16,075,727	△ 14,919,862

資料：鹿追町提供 2007年度および2008年度年間収支報告書より作成

* III-9 その他には旅費交通費、水道光熱費、支払保険料、雑費、支払手数料を含む

は1,331万9,000円とおおよそ400万円の増加となっている。

2) 副産物である消化液の利用

次いで高額なのは消化液の散布料金で、2007年度はおよそ450万3,000円、2008年度はほぼ倍額の907万7,200円である。この散布料金は散布のほかプラントから散布の内までの運搬費も含めたもので、1t当たり500円と設定している。この料金は散布農地の配置の関係から、距離による違いは設定されておらず、全て一律の値段となっている。つまり、この散布料が前年度に比べ増えたということは、消化液の農地散布料も比例して増加しているということになる。

これらに売電の売り上げをプラスした合計金額が、2007年度は1,705万5,390円、2008年度は2,734万1,328円であった。これは、2008年度のほうが2007年度に比べ原料の投入量が多く、またプラントの稼動がより安定したことによる差であるといえる。

また、それらの原料は調達する際、こちらが料金を支払うことはないで、売上原価にかかる材料費は生じない。

(2) 支出の現状分析

バイオガスプラントで生じる費用の全ては労務費である販売費および一般管理費の中の項目に分類さ

れる。

具体的には、給料はプラントで働いている従業員3人分の給与であり、超過勤務手当を含めている。消耗品費は備品に不具合が生じた場合取り替える部品費であり、修繕費は不具合の補修など、そして委託費は施設のメンテナンスや電気保安業務を外部に委託して生じる費用である。

1) 減価償却費

減価償却費は鹿追町がバイオガスプラントの償却年数を10年と設定していること、国や道から補助金を得ていることから、圧縮記帳による耐用年数10年、残存価格を自己出資額の10%、定額法による計算を行った。

その結果、年間の減価償却費は1,878万1,875円と試算した。この金額は他の費用の中でも最も高額な費用となっており、2008年度ではこの減価償却費を除けば収支がプラスになるほどである。

2) 廃棄物処理費

メタン発酵処理を行った後の消化液は、畑などへの散布を行わない場合、廃棄物として扱われる。たとえば京都府の八木町にあるバイオガスプラントでは、消化液を河川へ放流する設計を取っていた。そのため、放流を行えるようにはばき処理や薬剤を投与しての浄化処理をおこなう。そういった廃棄物として扱う場合には多額の費用を要するが、鹿追バイ

オガスプラントでは、消化液を農地へ散布することを前提として建設している。それにより廃棄物処理費用を設けることなく、費用を抑えるシステムを構築できている。

3) 修繕費

2008年度は2007年度に比べ消耗品費、修繕費、委託料の金額が大きく増加しているのが見て取れる。これは先ほど述べたような施設内で起こった故障による修理費用であると考えられる。それら3項目の合計金額は9,775,962円となっており、2007年度の4,471,684円に比べ、2倍以上の費用となっており、収支がマイナスとなっている要因のひとつであると考えられる。

しかし、この修繕費用は生じた損失を可能な限り抑制した数字であり、そのために従業員の寄与が大きかったことを付け加えておく。他のバイオガスプラントでも見られることであるが、人件費の節減のために運転員に自衛隊退職者や元農家など、重機の運転や機械操作に習熟した者を雇用するようにしている。本プラントも例外ではなく、本プラントのリーダーも重機の運転や機械操作に習熟し、積極的に働き、そして鹿追町役場の支援などを通じて2008年度においても、損失を最小限に抑えることができていた。

(3) 年度別の比較

以上のような稼働量の増加による収入の拡大と数字では現れないプラント管理に関わる技術により、本プラントは運営を継続し、また運転状況の改善が見られるのである。実際に、そのような損失を出しているにもかかわらず、表5の当期純損益をみると2007年度はマイナスの1,607万5,727円、2008年度はマイナス1,491万9,862円と2008年度のほうが損失額およそ100万円は低い結果となっている。

2. 消化液の肥料価値試算に基づく収支分析

鹿追町では消化液の利用は現在、牧草、飼料用トウモロコシ、てん菜、大豆、小豆に行われている。

また消化液については今後有料での販売を行う予定があり、組合農家とも話し合いの計画が立ち上がって以降、10年以上にわたり行われている。料金は畑作農家には1t当たり200円、ふん尿を提供している酪農家には100円の値段で販売される予定となっている。つまり消化液の販売は、今後バイオガスシステムが経営経済的の成立を果たすための重要な収入源になり得ると考えられる。

バイオガスプラント側も、今後の有料化に向けて消化液の肥料としての質を向上させるため、投入する原料にはふん尿以外にも食品加工工場などから出る野菜くずを混ぜるといった努力をしている。これにより消化液内の不足していた成分を補うことが出来るといわれる。

2008年度における消化液散布料金を、耕種作物には畑作農家の200円、飼料作物にはふん尿提供酪農家の100円として、その売上金額を求めると2,669,600円になる^{註)}。

この販売金額はバイオガスプラント側と農家側との検討の結果設定された金額であり、消化液の肥料成分から見た場合の金額とは異なっている。

表6は各バイオガスプラントから出る消化液の成分について、「肥料の農家購入価格情報」2008年1月時における単肥価格をもとに肥料の成分を1kg当たりNは200円、Pは300円、Kは500円として、それぞれの含有量に乗じて推定価格を試算したものである^[13]。

これをみると鹿追バイオガスプラントから出る消化液には1t当たり3,340円の肥料価値があると試算できる。

この単価に各バイオガスプラントの年間消化液量を計算すると、鹿追町では57,007,120円の売上になると試算できる。この金額は、IIで示した収支結果を大きく覆す数値である。つまり、現在農家に無料で提供している消化液には、マイナスであった経営収支をプラスへと替えるだけの価値を持っていると考えられる。

表6 消化液価格試算 (単位:円, kg)

金額・成分表示年月	鹿追消化液 2008,8	硫安 2008,1	過リン酸石灰 2008,1	普通化成 2008,1
実態価格	200 (100)	846	1,132	1,854
N	2.2	4.2	0	2
P	1.5	0	3.4	2
K	4.9	0	0	1
推定価格	3,340	840	1,020	1,500

資料：鹿追町作成 消化液成分表および引用文献 [12] より作成

注) 鹿追町ではふん尿提供酪農家に対し、消化液販売価格を100円と設定している。

3. 消化液の散布動向と組合員からの評価

(1) 消化液利用状況

上述したように、消化液は現在農地への散布が行われており、牧草や畑作地に利用されている。2008年度で消化液が散布された飼料作物地面積は350.5ha、耕種作物地には210.2ha散布されている。散布料としては10a当たり、飼料作物に対して5t、耕種作物地には7tを目安にしている。

冬期間消化液の散布が不可能なので、9月の中旬から4月の中旬までの消化液を貯留できるように、6,321m³×2槽（直径42m×高さ4.5m）、11,477m³×1槽（直径57m×高さ4.5m）の合計24,000m³の貯留槽に貯留し、春からは散布専用車両で周辺の牧草地と畑作地に散布を行っている。消化液の散布のために、液肥散布専用車両2台をデンマークから導入し、それぞれで15tと25tの消化液の散布が可能になっている。

また表7に示すように耕種作物としては小麦、てん菜、大豆、小豆などに利用が行われており、4月から5月にかけて散布が忙しくなる。

鹿追町では本プラントが稼動し始めてから今まで、消化液の散布にかかる費用だけを農家から取っており、1t当たり500円に設定している。現在は消化液の質を向上させるために努力しており、近い将来で消化液の料金を今までの散布料金から、利用組合の酪農家の場合100円、畑作農家の場合200円の値段を付け販売を行う予定である。

(2) 消化液の肥料としての評価

鹿追バイオガスプラントから出る消化液を利用している農家に対しアンケート調査によると、肥料効果に関する質問では、畑作を行っている農家では、肥料効果について3戸の農家が「良かった」と答え、4戸の農家が「まあまあ良かった」と答えている。また牧草作を行っている農家では5戸が「良かった」と答え、5戸が「まあまあ良かった」と答えている。このことから、消化液の肥料としての効果は牧草や小麦、てん菜、大豆、小豆などで良好な肥料効果があると推測される（表8）。

また肥料代削減に関しても、全ての農家が削減に「繋がった」と答え、今後の堆肥・消化液の調達についても、全ての農家が「調達したい」と答えている。

このことから、今後の消化液利用に関し、肥料効果が出ていること、利用農家の経営改善に繋がっていること、また消化液に対し、需要があり今後も利用が継続される可能性があると考えられる。

IV システム利用の拡大の可能性と今後の課題

上述の考察から、プラント経営の継続要件について言及したい。ふん尿投入量を高めることがプラント運営では不可欠であり、その阻害要因を利用組合員からの意向調査より探ると次のとおりである。組合員の利用率の阻害要因としては、ふん尿処理料が「少し高い」という意見への対応が挙げられる。現在の料金設定は成牛1頭当たり12,000円になってお

表7 2008年度消化液散布時期

作物名	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月				
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
牧草	○						○	○	○			○	○	○							○	○	○
飼料用トウモロコシ	○	○		○																			
小麦															○	○							
てん菜	○	○																					
大豆			○	○	○																		
小豆				○	○																		

資料：聞き取り調査より作成

表8 消化液利用農家の分析

質問項目		畑(7)	牧草(10)	合計
肥料効果について	良かった	3	5	8
	まあまあ良かった	4	5	9
	普通	0	0	0
	良くない	0	0	0
肥料代の削減に繋がったか	繋がった	7	10	17
今後もセンターから肥料を調達したいか	調達したい	7	10	17

アンケート調査結果をもとに作成

り、2008年度の実績を基に1t当りに換算すると513円/tとなっており、これを別海町にある共同利用型バイオガスプラントと山鹿市にある共同利用型バイオガスプラントの500円/tに比べた場合、13円高くなっている。ただし、このことに対しては環境保全センターでも、料金設定を1頭当たりから1t当たりに変更し料金を500円にすることを検討し始めている。

鹿追町共同利用型バイオガスプラントでもほかのバイオガスプラントと同様に原料投入の際で原料と共に非発酵物も入っており、原料槽の中に石、砂以外に、貝殻、鉄棒なども入っている。利用者である町民にこのような非発酵物の量を混入させないように意識・啓発していくことも必要である。またプラント従業員の作業の中にあっては、原料槽に貯めた非発酵物の量を測り、取り出し作業を行うべき期間や回数の推計を行い、トラブルが起きる前に非発酵物の取り出し作業を行うという注意が必要であるが、投入前のこうした利用者の意識でその負担が軽減できる可能性がある。

また、受け入れを計画の賦存量に近づけた、稼働率100%を実現するためには、鹿追町バイオガスプラントで200kWの発電機で起きる故障等は回避するための方策が求められている。プラントの発電機トラブル回避の技術的支援が現場では必要とされている。

電力の販売額に関してみると、時間帯によって大きく変わる。そのため、売電単価の高い平日の日中に出来るだけ売電を行えるような状況を作ることも重要であり、従業員のフレキシブルな対応が今後も求められることになる。

さらに消化液の課題としては、その販売をする際には、運搬・散布料金の再設定などを考慮する必要がある。現在の消化液が持つ魅力には、有機肥料であることや環境負荷を抑えるといったことも挙げられ、プラントとしては薬剤費の軽減を大幅に測ることができる。また利用する畑作農家の畑、酪農家の牧草地には、現在の設定では非常に安価な調達・運搬・散布料金が挙げられることは言うまでもない。これは肥料費の高騰が叫ばれる昨今、肥料費を抑えることを可能にするものである。そのため消化液に分析結果のような価格設定を行うためには、消化液の質の確立とともに利用者及び利用量の拡大が前提として必要である。今回の意向調査では、消化液の評価は良好であり、その利用も今後高まっていくことが見て取れた。実践する農業経営においての評価は今後研究の大きな後押しとなると考える。

今後の課題としては、環境負荷抑制効果と地域への波及効果を含めた分析をさらに進めることで、バイオガスシステムの経営経済的成立の可能性の方向を提示していくことができよう。鹿追バイオガスプラントは地域の農業環境の向上に対し、出発したばかりである。今後の家畜ふん尿処理で利用する利用組合、生活ごみの処理で利用する町民、プラント従業員、関係機関の努力と協力がプラント運営のカギとなっている。

また他のバイオガスシステムのプラントでも、その運営では機械トラブルが頻発する報告もあることから技術開発、支援が求められている。

鹿追町の取り組みは、設立準備期からかかわってきたプラント職員の人的資源により支えられていることは、前述したとおりである。糞尿処理の前提には、酪農および畜産という農業生産があり、予測不可能な変化や問題発生への対応が不可欠である。多様な対応が求められることから従来型のステレオタイプの対応は、時として合理性に欠けることが多い。そのためプラントの運営は、機械の管理だけではなく、故障を未然に防ぐため作業の迅速さ、適正な判断という人的労力という無形資源がプラント運営には重要であり、それによって運転開始後のトラブルを解決している点において、今後優良なふん尿処理施設として、鹿追町の取り組みの期待ができよう。鹿追町の取り組みが今後も継続していく過程で、利用農家が信頼して利用できる、きめ細かな対応を行う職員による人的資源が経営に活かされている、優良なふん尿処理施設として持続的な展開に必要な要件を今後も追跡していくこととし、次の課題としたい。バイオガスシステムを取り巻く与件条件は政治経済動向を強く反映し、常に変化している。与件の整理を十分に踏まえ、その発展論理を追求することが不可欠である。

[付記] 本稿は、科研費基盤研究(B)「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」(代表・市川 治)の研究成果を活用しているものである。

注)

農家へのアンケート結果を基にすると、耕種作物を作付けしている農家のほぼ全てが畑作農家であり、ふん尿提供酪農家もまた作付けしているもののほぼ全てが飼料作物であった。

[参考・引用文献]

[1] 市川治「わが国における家畜ふん尿問題」(市

- 川治・中原准一・干場信司編著『21世紀へのマ
ニユアテクノロジー』, 酪農学園エクステン
ションセンター, 2000年, 14~24頁).
- [2] 岡田直樹・折登一隆「酪農地帯における糞尿処
理・利用技術導入促進の条件」(『平成10年度
農業経営研究成績書』, 根釧農業試験場, 1999
年, 1~59頁).
- [3] 藤田直聡『酪農経営の環境対策における投資限
界と外部委託』(農林統計協会, 2009年).
- [4] 市川治「本書の課題・特色・構成など」(『酪農
ジャーナル臨時増刊号』, 2006年3月, 8~12
頁).
- [5] 淡路和則・中川悦光(2006):「水田酪農地帯の
京都府八木町・八木バイオエコロジーセンター
の事例」, 『酪農バイオガスシステムの社会的・
経済的評価』, 酪農ジャーナル臨時創刊号』, p.
54~63.
- [6] 市川治「畑作酪農地帯の北海道湧別町の事例」
(『酪農ジャーナル』, 2006年3月, 93~101頁).
- [7] 梅津一孝(2008):「十勝管内のバイオガスプラ
ントの現状と消化液の利用効果」, 『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』, 基盤研究(B)研究成
果報告書.
- [8] 甘利誠, 豊田剛己, ISLAM Tajul MD, 増田
和成, 黒田哲生, 渡辺昭(2008):「土壌および
養液栽培へのメタン消化液施用が数種土壤病
害発生に及ぼす影響」, 『土と微生物』, 62(2)pp.
106-113.
- [9] 中村真人・袖山義人, 山岡賢, 清水夏樹, 藤川
智紀(2008):「地球温暖化対策と農業農村工学
技術-3 消化液を液肥利用するメタン発酵
システムによる温室効果ガス削減効果」, 『農業
農村工学会誌』, 76(11), pp. 981-984.
- [10] 中村稔・市川治・ルスタムマイマイテイ「寒冷
畑作地における集中型バイオガスシステムの
経営経済的成立と持続的運営についての考
察」.
- [11] 鹿追町資料・北海道鹿追町経済部農業振興課畜
産環境整備「鹿追町バイオマスタウン構想」.
- [12] 北海道統計協会「北海道市町村勢要覧」, 第20
回~第29回, 1999年~2008年.
- [13] 農業生産資材情報センター:「肥料の農家購入
価格情報」, 農業生産資材情報センターHP,
([http://www.hi-kei-ken.jp/hiryou/price/h_](http://www.hi-kei-ken.jp/hiryou/price/h_price.html)
[price.html](http://www.hi-kei-ken.jp/hiryou/price/h_price.html)).

[参考文献]

- [1] 市川治「畑地帯交換耕作の現代的意義」(『酪農
学園大学ジャーナル』, 第15巻, 1990, 133~168
頁).
- [2] 市川治・中村稔・肉絲坦木買提・發地喜久治
(2008):「第二章 共同利用型バイオガスシ
ステム」, 市川 治(編)『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』, 基盤研究(B)研究成果報告書.
- [3] 小野学「地域的・大規模共同利用型バイオガ
スシステムの導入事例」(『酪農ジャーナル』, 2006
年3月, 64~72頁).
- [4] 小野学, 鶴川羊樹「北海道酪農における集中
型バイオガスシステム導入経営の事前評価」(『農
業経営研究』, 第40巻, 第1号, 2002年6月,
57~62頁).
- [5] 鹿追町(2007年度~2009年度):「収支報告」
書.
- [6] 鹿追町(2007):「鹿追町環境保全センター」報
告書.