

農村地域におけるバイオガスの潜在的阻害要因の特定
ーメンタルモデルの適用ー

農林水産政策研究所 林 岳^{*}
農林水産政策研究所 浅井真康

要旨

バイオガスシステム (BGS) は農村地域における気候変動緩和策として期待されている。BGS が適切に運用されれば、気候変動緩和のみならず、環境面や社会経済面に様々な恩恵をもたらす。したがって、BGS に関するステークホルダーが BGS の普及による便益や更なる普及の際に阻害要因になりうる事象をどのように認識しているのか、またこれらの認識がステークホルダー間でどのように異なるのかを検討することは、今後の BGS 普及、ひいては地球温暖化緩和策を進める上で重要と考える。本研究では、メンタルモデル分析という手法を用いて、BGS に関係するステークホルダーが認識する BGS がもたらす便益と潜在的阻害要因を特定することを目的とする。本研究では北海道士幌町を事例として取り上げ、士幌町の BGS に関係する 22 名のステークホルダーに、BGS に関する個別のメンタルモデルの作成を依頼し、得られた情報から BGS がもたらす便益と阻害要因を抽出した。

分析の結果、ステークホルダーが考える BGS の便益として、売電収入、消化液散布による化学肥料代替、地域環境の向上等が挙げられ、これらはステークホルダー間で認識が共有されていることが明らかになった。また、阻害要因としては、高い建設費用、消化液の処理・利用があり、高い建設費用はグループ間でも現状の阻害要因として共通認識されているものの、消化液の利用については、酪農家・非農家と畑作農家との間で認識に大きな差が生じていることも明らかになった。このような消化液に対する認識の違いが BGS 普及促進の障害になり得ることから、バイオガス利用の総合的な普及には、まず畑作農家が考える消化液の利用に関する懸念を BGS 全体の問題として全てのステークホルダー間で共有すること、そしてバイオガспラントを設置する酪農家に主眼を置く施策だけでなく、副産物である消化液の需要家である畑作農家に対する施策も必要であることが示唆された。

Potential constraints of the expansion of biogas system in rural area:
an application of mental model analysis

Takashi Hayashi^{*}
Masayasu Asai

Policy Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (PRIMAFF), Japan

Abstract

Biogas systems (BGS) are expected to be a measure of climate change mitigation in a rural area. Once the systems are managed properly, they offer not only effects on climate change but also various environmental and socioeconomic benefits to the community. Investigating how stakeholders of BGS recognize benefits and constraints of BGS is crucial to achieve further promotion of BGS. This study aims to identify benefits and constraints of the expansion of BGS that stakeholders recognize by using a mental model analysis. Shihoro, Hokkaido was chosen as a case study, and 22 stakeholders were asked to develop individual mental models of the BGS. We found that additional-income from electric power sales, replacement of chemical fertilizer and improvement of the regional environment are recognized as benefits, and these benefits are shared by most of stakeholders. For constraints, high construction cost and use of digestate can be a constraint of the expansion of BGS, and the former is shared by the stakeholders but the latter has the difference in recognition between arable farmers and other stakeholder groups. This perception difference may lead to potential obstacles for future expansion of BGS in the region. Therefore, all stakeholders should share the recognition of constraints. In addition, biogas energy policy should incorporate actions for better usage of digestate by improving the attractiveness of digestate for arable farmers.

農村地域におけるバイオガスの潜在的阻害要因の特定
ーメンタルモデルの適用ー

農林水産政策研究所 林 岳※
農林水産政策研究所 浅井真康

1. はじめに

バイオガスは既存の化石エネルギー等と比べても温室効果ガスが削減されることがこれまでの研究で明らかになっており (Libetrau et al., 2013, 清水・柚山, 2010), 農村地域における気候変動緩和策として期待されている。我が国でも各地の農村地域に家畜ふん尿を原料としたバイオガスの利用システム (BGS) を構築することが期待されている。また, 家畜ふん尿を原料とするバイオガスの生産と利用は, 堆肥利用に比べて多様な主体が関わる複雑なシステムの下で行われるが, BGS が適切に運用されれば, 酪農家にとっては, 堆肥化が困難な水分含有量の多いふん尿の適正処理と売電収入の確保というメリットが生じ, また畑作農家は作物養分を含む消化液を農地散布することで化学肥料購入費を削減できるというメリットが生じる (中村, 2012)。さらには, 地域全体で見ると, 気候変動緩和のみならず, 地域におけるエネルギー安全保障の向上や安価でのエネルギー利用, 悪臭の改善といった環境面での効果, 増加するふん尿の処理問題の解消, 地域経済を活性化するという社会経済面への効果等様々な恩恵をもたらす (吉田他, 2014)。したがって, BGS に関するステークホルダーが, BGS がもたらす便益や更なる普及の際に阻害要因になりうる事象をどのように認識しているのか, またこれらの認識がステークホルダー間でどのように異なるのかを検討することは, 今後の BGS の普及, ひいては地球温暖化緩和策を進める上で重要と考える。そこで本研究では, メンタルモデル分析という手法を用いて, BGS に関係するステークホルダーが認識する BGS がもたらす便益と潜在的阻害要因を特定することを目的とする。

ここで, 本研究における用語の定義について触れておく。まず, BGS とは, バイオガスプラントからの電力の利用とともに, バイオガスプラントを介してつながる酪農家から畑作農家への家畜ふん尿, 消化液の流れ持つシステムを指す (図1)。酪農家の営農活動によって発生した家畜ふん尿をバイオガスプラントに投入することで, 電力と熱が発生すると同時に副産物としての消化液が発生する。これを畑作農家の圃場で液肥として散布することで農産物の他, 牧草等の家畜飼料が生産される。

2. 分析手法

2.1 対象事例の概要

士幌町は北海道十勝平野の北部に位置し, 酪農と畑作を中心とした農業が営まれている。近年酪農経営の規模拡大に伴い, 牛舎内で乳牛を自由に歩かせるフリーストール飼養が主流となった。フリーストール飼養では, 畜舎清掃等の雑排水がふん尿に混入するため, 従来のつなぎ飼い方式のスタンション飼養に比べふん尿の水分が多くなり, 堆肥化が困難になる。そのため, 士幌町では水分量の多いふん尿に対応するため JA 士幌町がバイオガスプラントの建設を行い, それを組合員の酪農家にリースする形での BGS の構築が進められている。現在, 単一の酪農家が自らのふん尿のみを原料にして運営する個別型バイオガスプラントが,

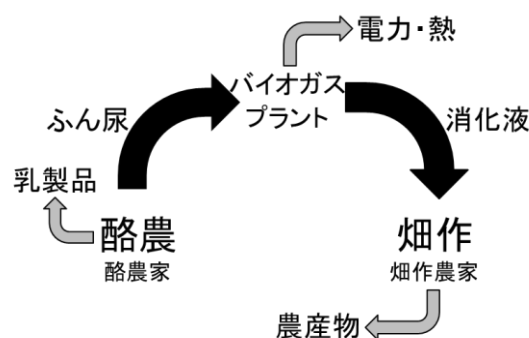


図1 BGS全体のシステムフロー

11 戸の酪農家の農場内で稼働している。このように、土幌町は全国的に見ても大規模な酪農経営が行われ、比較的早くからバイオガスプラントの導入が進められている先進的な事例であること、また畑作農業も盛んでありバイオガスプラントから発生する消化液の利用先が確保できることから、本研究では土幌町での取組を事例として分析を行った。

2.2 メンタルモデル分析

本研究では、データの取得およびその分析にメンタルモデル分析という手法を適用する。メンタルモデル分析とは、ある生産システムや事象について、その関係主体への聞き取りを通じてキーワード（要素）を抽出し、さらに要素間の関係性およびその強弱を図示することで定性的・定量的な説明を行う手法である（Özesmi & Özesmi, 2004）。メンタルモデル分析はもともと政治学の分野で発展した手法であるが、近年では農業や再生可能エネルギー等の多様な主体が関わる問題に関しても、主体間の認識の相違点を検証する上で用いられている。例えば、Christen et al. (2015)はスコットランドの農業環境政策に対する農業者と非農業者の認識の違いを明らかにし、Kermagoret et al. (2016)はフランス北西部の沿岸コミュニティにおける洋上風力発電の設置プロジェクトに対する住民らの意識の差異を主体分類別に明らかにしている。

具体的な方法として、まず調査対象者に特定の事象についてのいくつかの質問を課し、その答えとして頭に浮かんだ具体的な要素を挙げてもらう。次に要素間に相乗効果があるのか、相反効果があるのかといった因果関係を検討してもらい、相乗または相反の関係にあるものについて矢印でつなぎ、さらに因果関係の強弱を示してもらい、こうして作成された図を「メンタルモデル」という。調査対象者が思い描く事象はメンタルモデルとして図示化されるため、異なる主体間でその内容について比較することが可能となる。さらにこの手法は、調査対象者が頭の中に思い描くさまざまな事象を整理しながら聞き出すことができるという特長がある。調査対象者は必ずしも思い描く事象を口頭で述べることに長けている人とは限らず、このような手法を適用することで、BGS といった物事が複雑に絡む事象について、口述が得意ではない人からも、視覚的に論点を整理しながら話を聞くことができる。この点が本研究でメンタルモデル分析を適用した大きな理由である。

本研究では、土幌町の BGS のステークホルダー合計 22 名を対象に、2016 年から 2017 年の冬に BGS 普及に関するメンタルモデル分析を用いた調査を実施した。調査は個別面談方式で行われ、Özesmi & Özesmi (2004) に則して、まず「町内でバイオガスがより広く利用されるにはどうすれば良いか」、「利用によってどのような影響があると思うか」という 2 つの質問を課し、各人 1 つずつのメンタルモデルを作成してもらい、合計 22 のメンタルモデルを回収した。その際、バイアスを排除するため、調査対象者に対して BGS に関する情報提供は一切行わなかった。本研究では、回収された 22 のメンタルモデルを用い、その傾向が最も顕著に異なる酪農家 7 名と畑作農家 7 名、そして酪農家・畑作農家以外ステークホルダー（非農家）8 名の 3 つのグループに分類して、それぞれのグループごとの BGS に関する認識を分析した。具体的には、挙げられたキーワードについてその意味や関係性を検討し、BGS がもたらす便益、BGS 普及を阻害する要因の 2 つに分けて分類、整理し、挙げられた要素の頻度や割合を 3 グループ間で比較分析した。なお、酪農家 7 名にはバイオガスプラント所有者 3 名とともに非所有者 4 名が含まれているが、肥育農家や肉牛のみを飼育している農家は含まれていない。また、畑作農家 7 名には消化液使用者 3 名とともに非使用者 4 名が含まれているが、必ずしも飼料生産農家とは限らず、食用や加工用農産物を生産する畑作農家も含まれている。

3. 分析結果

3.1 BGS がもたらす便益

表1は、各ステークホルダーが考える、BGS がもたらす便益について、酪農家、畑作農家、非農家の3グループ別に、酪農家への便益、畑作農家の便益、地域への便益の3つに分類して整理したものである。表では回答割合が30%以上の要素を薄い灰色で、50%以上の要素を濃い灰色で網掛けしている。まず、酪農家への便益について見てみると、最も回答者数が多かったのは売電収入であった。中でも、酪農家の7割以上が、バイオガス発電で得られたエネルギーを売電することで得られる副収入を期待していることがわかった。畑作農家や非農家においても、その半数近くがこれらの便益を認識していた。また、BGS を構築することで、大規模化された酪農経営により大量に発生する家畜ふん尿の適切な処理が可能となり（全体で5名回答）、さらにふん尿処理の労働負担軽減により作業効率も向上することから、全体のうちの7名が、BGS がもたらす便益として経営規模の拡大が可能となる点を挙げていた。

表1 BGS がもたらす便益とその回答者の割合

	便益	回答者数	酪農家 回答割合%	畑作農家 回答割合%	非農家 回答割合%
酪農家への便益	売電収入(副収入による経営の強化)	12	71.4	42.9	50.0
	廃棄物から発電(新エネルギー)	8	28.6	42.9	37.5
	温水利用(燃料代の削減による経費の削減)	7	42.9	14.3	37.5
	経営規模の拡大が可能	7	57.1	14.3	25.0
	ふん尿処理の労働負担減による作業効率の向上	7	28.6	14.3	50.0
	臭いの低減	6	28.6	28.6	25.0
	家畜ふん尿の適切な処理	5	42.9	14.3	12.5
	電気の自給(電気代の節約)	4	0.0	42.9	12.5
	牛舎環境の向上	4	28.6	0.0	25.0
	個別プラントのため他人に左右されない経営の継続	3	28.6	0.0	12.5
畑作農家への便益	(消化液散布による)堆肥・化学肥料投入量・費用、堆肥散布の負担減等	11	42.9	42.9	62.5
	堆肥散布時の臭いの低減	9	28.6	42.9	50.0
	消化液の有機肥料としての有効利用(循環型農業の達成)	6	14.3	14.3	50.0
	消化液の即効性肥料としての効果	6	14.3	28.6	37.5
	消化液散布による牧草生産性の向上(良質化、収量向上)	5	14.3	28.6	25.0
	発酵温度による雑草の種の死滅処理	4	28.6	14.3	12.5
	土壌へのダメージ低減	2	14.3	14.3	0.0
	堆肥に比べ消化液は散布がしやすい(均一、早い等)	2	0.0	14.3	12.5
地域への便益	地域環境の向上(温室効果ガス削減、地下水・河川水質・臭気の改善)	13	71.4	57.1	50.0
	エネルギーの地産地消(電気代の節約)	8	28.6	28.6	50.0
	地域住民の酪農業への理解・イメージ向上	6	42.9	0.0	37.5
	エコタウンとしてのイメージアップ	4	0.0	14.3	37.5
	地域経済への波及効果(雇用創出、新産業)	4	0.0	0.0	50.0
	農業振興(経営安定に伴う地域の農業継続、付加価値、ブランド化)	3	14.3	0.0	25.0
	化石燃料依存からの脱却	2	0.0	14.3	12.5

注(1) 回答割合とは酪農家7名、畑作農家7名、非農家8名のうち、当該要素を指摘した人数の割合である。

(2) 表では回答割合が30%以上の要素を薄い灰色で、50%以上の要素を濃い灰色で網掛けしている。

次に畑作農家への便益に関しては、全ステークホルダーの半数(11名)が、消化液が化学肥料や堆肥の代替物として利用されることで、従来の肥料購入や散布等にかかる費用が軽減されることを期待していた。また、畑作農家や非農家の半数近くは、堆肥が消化液に代替されることで、堆肥散布時の臭いが低減されることも期待していた。その他に挙げられたのは、消化液の即効性、牧草地への効果、ふん尿の嫌気発酵処理によって雑草の種子が死滅すること等であった。また地域への便益については、3グループいずれも、温室効果ガスの削減や水質・臭気の改善といった地域環境の向上に最も期待しており、回答者は便益として挙げられた全ての便益要素の中で最多の13名であった。これ以外では、非農家の半数近くが、エネルギーの地産地消や地域経済への波及効果について期待を寄せている反面、酪農家と畑作農家は、これらの便益を指摘した者は多くなく、特に経済波及効果の便益を挙げたものはいなかった。ただし、酪農家に関しては、バイオガスプラントを導入することで臭気の高減や牛舎環境が向上され、これにより地域住民の酪農業への理解・イメージが向上することを期待していた。

以上より、BGS がもたらす主要な便益には、売電収入、消化液散布による化学肥料代替、地域環境の向上が挙げられ、これらの便益は、酪農家、畑作農家、非農家の各ステークホルダーで概ね認識が共有されていることがわかった。

3.2 BGS 普及の阻害要因

メンタルモデルから抽出された阻害要因を酪農家に関するもの、畑作農家に関するもの、地域に関するものに、それぞれ整理した結果は表 2 に示した。まず酪農家に関する阻害要因において、最も大きな要因として認識されていたのは、建設費用の問題であった。この点は全ステークホルダー 22 名のうち 15 名から指摘されており、特に酪農家では全 8 名が指摘していた。次に回答頻度の高かった阻害要因は、消化液の散布先の確保である。この点について 7 割以上の酪農家が、バイオガスプラントの導入に伴い、消化液の散布先の確保が問題であると答え、特に地域内でプラント数が増えることで他のプラント所有者との散布先確保の競合問題が生じることを危惧していた。また半数近い畑作農家も同じような状況が起こりうると回答している。3 番目に回答者数の多かった阻害要因は、売電環境である。特に非農家では、その半数以上が変電容量および送電網の限界といった現在の売電環境が阻害要因と考えていることも明らかになった。

表 2 BGS 普及の阻害要因とその回答者の割合

	阻害要因	回答者数	酪農家 回答割合%	畑作農家 回答割合%	非農家 回答割合%
酪農家に関する阻害要因	バイオガスプラント建設コスト高(小規模経営層には設置困難)	15	100.0	42.9	62.5
	消化液の散布先の確保(他プラントとの散布先確保の競合を含む)	10	71.4	42.9	25.0
	売電環境(変電容量や送電網)の不整備	7	14.3	14.3	62.5
	売電制度の将来リスク	6	42.9	0.0	37.5
	現行補助政策では補助金が獲得できない、足りない、支払いが遅い	5	14.3	14.3	37.5
	先行売電業者(太陽光発電)との競合	5	14.3	0.0	50.0
	BGPの維持・管理費(故障修繕含む)	4	28.6	14.3	12.5
	電力会社との関係(売り先が限定される)	4	28.6	0.0	25.0
	原料(ふん尿+敷料)の質と管理(裁断等)+手間	4	42.9	0.0	12.5
	採算性の不透明さ	3	28.6	0.0	12.5
	酪農経営の将来リスク	2	14.3	0.0	12.5
	売電許可申請や工事にかかる時間	2	14.3	0.0	12.5
	余剰エネルギーの利用先(夜間・夏期)がない	2	0.0	0.0	25.0
	消化液貯留槽の容量に限界がある	3	42.9	0.0	0.0
畑作農家に関する阻害要因	消化液の運搬距離と道路環境(費用, 事故リスク)の問題	9	28.6	85.7	12.5
	消化液の散布のタイミング(季節, 散布適期)や条件(天候)が限定される	8	14.3	85.7	12.5
	消化液の効能が不明である	6	14.3	71.4	0.0
	消化液散布機の特異性, 散布機の踏圧による農地土壌の凝固の問題	6	0.0	71.4	12.5
	堆肥に比べた消化液の使い勝手の劣位(持続性, 貯蔵性, 堆肥併用の手間)	5	28.6	42.9	0.0
	消化液の質や量が不均一(生産体系や雨水の流入により)である	4	28.6	28.6	0.0
	消化液の便益が認知されていない(利用者が少ない, 講習会等もない)	4	0.0	42.9	12.5
	酪農家の能力や気配りの欠如, 価値観の違い(例:いつでも散布したがる)	3	0.0	42.9	0.0
	消化液の臭い	2	0.0	28.6	0.0
	コスト面の懸念(値段が高い, 散布費用)	2	0.0	28.6	0.0
	消化液利用のメリットがなく, 有機肥料ではなく廃棄物という認識	2	0.0	28.6	0.0
	プラント保有者との接点がない(仲介窓口が不明)	2	0.0	28.6	0.0
地域に関する要因	住民の認知が乏しい	2	0.0	14.3	12.5
	(関係する酪農家だけの話で)地域還元が見えない	1	0.0	14.3	0.0

注(1) 回答割合は酪農家 7 名, 畑作農家 7 名, 非農家 8 名のうち, 当該要素を指摘した人数の割合である。(2) 表では回答割合が 30%以上の要素を薄い灰色で, 50%以上の要素を濃い灰色で網掛けしている。

畑作農家に関する阻害要因については、そのほとんどが消化液に関するものである。すなわち畑作農家に関する阻害要因の中で回答者数の多かったのは、(1)消化液の運搬距離と道路環境、(2)消化液の散布のタイミングや条件が限定されること、(3)消化液の効能が不明であること、(4)消化液散布機の特異性や踏圧による農地土壌の凝固の問題、(5)堆肥に比べた消化液の使い勝手の劣位であった。(5)の問題については、消

化液は液肥であるため、固形物である堆肥のように積んで保管できず、貯留槽が必要となること、また液肥のために土壤中にすぐに浸透してしまうため、土壌改良材としての堆肥と消化液を併用する必要があり、手間が増える等の理由によるものである。他方、少数ではあるが「消化液の臭い」や、「消化液の値段や散布費用が高い」、「利用メリットが見出せないため有機物ではなくて廃棄物として認識している」という意見もあった。

上記の実際の消化液の使いづらさの指摘に加えて、酪農家との関係面での阻害要因も複数指摘された。具体的には、(1)消化液を実際に利用している者が近隣におらず、そもそも消化液自体が認知されていない点、(2)消化液を供給する酪農家が畑作農家の作付け体系等を理解し、適量の消化液を適切に散布できるのかという点が挙げられた。(2)については、消化液の貯留容量の制約のために酪農家がいつでも、いくらかでも畑作農家の農地に消化液を散布したがるのに対し、畑作農家は適切な施肥管理を行うため、適切な時期や量を散布してもらいたいと考えており、酪農家と畑作農家の間で価値観の違いがあるとの指摘である。また、消化液の肥効や使い方に関する講習会が開催されたことがなかったり、消化液をもらうにしても供給者との接点が無かったり（マッチングを担う調整役がいらない）といった、情報や資源へのアクセスが限定されているという阻害要因も確認された。なお、上記いずれの指摘も主に畑作農家から挙げられたものであり、酪農家および非農家からは、このような指摘はほとんど見られなかった。

最後に地域に関する阻害要因については、回答自体が少数ではあったものの、BGSに関する住民の認知が乏しい点、さらにこのようなバイオガスを核とした取組はあくまで関係する酪農家だけの話であり、地域還元が見えてこないという指摘もあった。

3.3 考察

以上の結果より、今後 BGS 普及に向けた取組について考察してみる。まず BGS がもたらす主要な便益はどのステークホルダーからも概ね認識かつ共有されている。主要な便益の共通認識が土幌町内で形成されていることは、土幌町役場や JA の努力によるところが大きいと考えられる。BGS の構築には地域住民の環境貢献等への理解が不可欠であるという研究成果も見られ (Mbzigain et al., 2013)、このような共通認識が形成されているからこそ、土幌町における更なる BGS 普及の可能性は非常に高いと考えられる。そして具体的な阻害要因として挙げられたのは、バイオガスプラント建設費用の高さと消化液の処理・利用に関するものである。消化液の問題が BGS 普及の阻害要因になり得ることを酪農家も畑作農家も認識しており、危惧感はある。しかしながら、消化液に関する阻害要因についてはステークホルダー間で問題の認識が異なる。すなわち、酪農家は消化液の散布先をどう確保するかという視点での指摘である一方、畑作農家は消化液の効果や使い勝手に満足していない点を指摘している。酪農家からは畑作農家にこのような不満があることは要素として挙げられておらず、消化液については酪農家及び非農家と畑作農家は認識が共有されていないと言える。今後、現行の固定価格買取制度 (FIT) の継続に加え、売電環境の向上が行われてプラント数が増えた場合、消化液の増加が見込まれる。このようなことから、消化液の問題に対する認識の相違は今後の BGS 普及の障害にもなり得、改善に向けた取組が必要な点である。

BGS はバイオガス生産とそのエネルギー利用だけでなく、そこから発生する消化液の利用も含めた包括的なシステムであり、これらのどこかに支障があると全体が立ちゆかなくなる。そのため、畑作農家が考える消化液の利用に関する阻害要因を他のグループと共有しなければ、消化液利用の停滞を招き、余剰消化液の発生が生じる可能性がある。余剰消化液は本州等では浄化し河川放流されている事例もあるが、土幌町のような大規模酪農経営が営まれている地域では、たとえ浄化処理したとしても河川放流量自体が多くなり、結果的に河川や地下水の汚濁につながるリスクも生じる。したがって、BGS を上手く稼働させ、持続可能なものとするためには、バイオガスプラントの副産物である消化液の利用をいかに促進するかが

鍵となる。その際、例えば、消化液の搬出前に必ず成分分析を実施して受け取り農家に情報を提示する取組や、受け取り農家が消化液貯留槽を設置する際にバイオガスプラント側から資金補助が行われる等のデンマークにおけるバイオガスプラントの取組は参考になるだろう（浅井・高井，2017）。

4. おわりに

バイオガスは日本において自給できる数少ないバイオエネルギーであり、地球温暖化緩和策としても注目されていることから、更なる BGS の普及は急務である。本研究での分析の結果、まずステークホルダーの考える BGS がもたらす便益には、売電収入、消化液散布による化学肥料代替、地域環境の向上等が挙げられ、これらはステークホルダー間で認識が共有されていることがわかった。他方、BGS 普及促進の主な阻害要因には、高い建設費用と消化液の処理・利用が挙げられ、バイオガスプラントの高い建設費用はグループ間でも現状の阻害要因として共通認識されているものの、消化液の問題については、酪農家・非農家と畑作農家との間で認識に差が生じていることが明らかになった。

このような消化液の問題に対する認識の相違は今後の BGS 普及の障害になり得る。なぜなら消化液受け取りに関する畑作農家の不満や障壁を取り除かないまま、建設費用の補助や売電環境の改善によってバイオガスプラントの設置が増えた場合、余剰消化液の発生が予想され、BGS 全体で見ると上手く稼働しなくなる可能性を有しているからである。そこで、消化液利用の促進のためには、まず畑作農家が考える消化液の利用に関する懸念を BGS 全体の問題として全てのステークホルダーが共有することが必要である。その上で、バイオガスプラント建設費用補助や売電価格の保証といった、バイオガスプラントを設置する酪農家に主眼を置く施策だけでなく、消化液の受取手である畑作農家に対して消化液利用促進に向けた支援等の施策も検討すべきと考える。

引用文献

- 浅井真康・高井久光（2017）「デンマークのバイオガス増産政策と関係主体間の連携：新しい取組を事例に」『農林水産政策研究』第 27 号，pp.25-47.
- Christen B., Kjeldsen C., Dalgaard T., Martin-Ortega J. (2015) Can fuzzy cognitive mapping help in agricultural policy design and communication? *Land Use Policy* 45, pp.64-75.
- Kermagoret, C., Levrel, H., Carlier, A., Ponsero, A. (2016) Stakeholder perceptions of offshore wind power: a fuzzy cognitive mapping approach. *Society & Natural Resources* 29 (8), pp.916-931.
- Liebetrau J., Reinelt T., Clemens J., Hafemann C., Friehe J., Weiland P. (2013) “Analysis of greenhouse gas emissions from 10 biogas plants within the agricultural sector” *Water Science & Technology* 67(6), pp.1370-1379.
- Mbzibain, A., Hocking, T.J., Tate, G., Ali, S. (2013) Renewable enterprises on UK farms: assessing levels of uptake, motivations and constraints to widespread adoption. *Biomass and Bioenergy* 49 (2), pp. 28-37.
- 中村稔（2016）「酪農バイオガスシステムにおけるメタン発酵由来消化液の活用の効果」『酪農学園大学紀要』36 (2), pp.77-122.
- 清水夏樹・柚山義人（2010）「エネルギー収支・経済性・環境負荷からみたバイオマス利活用シナリオの評価」『農村計画学会誌』論文特集号，pp.243-248.
- Özesmi, U., Özesmi S.L. (2014) Ecological models based on people’s knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach, *Ecological Modelling* 176, pp.43-64.
- 吉田文和・村上正俊・石井努・吉田晴代（2014）「バイオガスプラントの環境経済学的評価—北海道鹿追町を事例として—」『廃棄物資源循環学会誌』25, pp.57-67.