

バイオガス需要拡大のための容器輸送と 農業利用の検討

奥野 芳男¹・古市 徹²・石井 一英³・藤山 淳史⁴

¹正会員 日立造船株式会社 環境事業本部 開発センター (〒619-0223 木津川市相楽台9丁目1番)
E-mail:okuno_yo@hitachizosen.co.jp

²正会員 北海道大学客員教授 大学院工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)
E-mail:t-furu@eng.hokudai.ac.jp

³正会員 北海道大学准教授 大学院工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)
E-mail:k-ishii@eng.hokudai.ac.jp

⁴正会員 北海道大学特任助教 大学院工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)
E-mail:fujiyama@eng.hokudai.ac.jp

バイオガスプラント（以下、BGP）で製造されるバイオガスは、発生ガス量に見合うエネルギー需要がなく余剰ガスとして燃焼している事例がある。バイオガスの利活用を促進させるためには、BGP施設外で多角的に利用する方法を確立することが重要である。本研究ではその方法として、①バイオガスの容器輸送と、②バイオガスの農業利用について検討を行った。容器輸送では、酪農地域に立地するBGP（乳牛飼育数2,000頭）においてバイオガスを20km離れた需要先へ運搬する場合を想定し、低圧容器輸送と高圧容器輸送の場合の経済比較を行った。次に、BGPに隣接した農業施設のエネルギーとしてバイオガスを利用する場合を想定し、きのこ栽培施設（年間174tの生産規模5,600m²）において採算性を検討した。

Key Words : Biogas, Biomass, Container Transportation, Agricultural Using, Mushroom Farm

1. はじめに

バイオマスからバイオエネルギーへの生物化学変換技術の1つとしてバイオガスがある。バイオガスプラント（以下、BGP）で製造されたバイオガスは、BGP施設内でコジェネレーション等により熱・電気に変換され利用されるが、発生するバイオガス量に見合ったエネルギー需要がない場合、余剰ガスとして燃焼されている事例が多く見られる。

国内の約 600 ヶ所の BGP での利用実態調査を基に、①プラント施設内でのエネルギー利用、②プラント隣接施設でのエネルギー利用、③プラントからの遠隔地でのエネルギー利用について、その概要をまとめたものを表-1 に示した。表に示すように施設内利用においては多くの事例があるが、BGP 施設外での利用事例については数えられる程度しかことがうかがえる。

バイオガスの利活用を促進するためには、BGP 施設内外において多角的な利用方法を確立することが重要である。

一方、バイオガスのエネルギー変換形態の一つである発電に関しては、平成 24 年度の再生可能エネルギー固

定価格買取制度（以下、FIT 制度）施行後は、安定した売電収入が見込め事業採算性の確保が容易になってきたといえる。しかし、FIT 制度において、太陽光発電が急速な伸びを示しており、地域においては送電網の確保が困難であることから電力受入が制限されるなどの問題も浮上している。こうした FIT 制度の適用が困難な地域において、未利用のバイオガスを最大限有効に活用するためには、施設内外で新たなエネルギー需要を喚起することが求められている。

本研究では、バイオガスの需要を拡大する方法として、①バイオガスの容器輸送と②バイオガスの農業利用について検討した。容器輸送では、酪農地域に立地した BGP から離れた場所でのバイオガス利用を想定し、バイオガスの低圧容器輸送と高圧容器輸送の 2 ケースについてシステムフローの構築と経済的な比較を行った。

次に、BGP に隣接した場所での農業利用施設（今回は、きのこ栽培施設）の事業運営を想定し、運転エネルギーとしてバイオガスを利用した場合の事業成立の規模と仕組みについて検討を行い、バイオガス需要拡大のための手法と課題を抽出した。

表-1 国内 BGP のバイオガス利用方法 ¹⁾

利用の種類		具体的な利用方法	主な施設
施設内利用		発酵槽加温等への熱利用	事例多数
		発電により自家施設電力利用	事例多数
		管理施設内での熱利用	事例多数
施設外利用	隣接施設 (ガス管等)	都市ガス原料供給	金沢市臨海水質管理センター 長岡市中央浄化センター
		都市ガス導管注入	神戸市東灘下水処理場 バイオエナジー(株)
		ガス供給	富山グリーンフードリサイクル(株) ジャパンリサイクル(株)
		構内工場等への熱供給	食品工場等多数の施設
		電力供給(売電含)	多数の施設
	遠隔地 (容器輸送)	天然ガス自動車利用	カンボリサイクルプラザ(株) 神戸市東灘下水処理場 稚内市バイオエネルギーセンター 鹿追町
		熱利用施設へ供給	士幌町(温浴施設) 細澤牧場(株)アレフ食品工場 鹿追町(農業ハウス等) (株)エネコープ

2. バイオガス利用法と精製技術

(1) バイオガスの利用法

バイオガスの利用法には、熱利用、発電利用、自動車燃料、都市ガス利用等があり、供給・輸送法としては、専用導管、都市ガス導管への注入やガスポンプ等による容器輸送等がある。

a) 熱利用

バイオガスの熱エネルギーとしての利用は、熱自体の遠隔移送が困難であるため、ガスボイラーによる直接燃焼から得られる蒸気あるいは温水による BGP 施設内利用が一般的であるが、余剰の熱エネルギーを温水配管により近隣地に供給している事例もある。

b) 発電利用

バイオガスによる発電は、ガスエンジンやマイクロガスタービンの利用が一般的であるが、いずれの発電システムの場合も、発電に伴って発生する熱を有効に利用するコージェネレーションが望まれている。このほか、バイオガスを精製し、改質した水素と空気中の酸素の化学反応によって電気を発生させる燃料電池もある。

c) ガス利用

ガス自体の利用法には、都市ガスの原料としての利用や天然ガス自動車用燃料としての利用、都市ガス導管注入による都市ガスとしての利用がある。

天然ガス自動車用燃料としての利用には、ガス中の不純物除去やメタンガス濃度の向上および熱量調整、付臭が必要である。

都市ガスとしての利用には、メタンガス濃度を向上さ

せるとともに、バイオガス中の微量成分除去や熱量調整、付臭など、都市ガス同等の品質に精製する必要がある。

(2) バイオガス精製技術

図-1 に示すように、バイオガスは利用用途の高度化に伴って所要の品質基準まで精製する必要がある。硫化水素除去(脱硫)、シロキサン除去、二酸化炭素除去(メタン濃度濃縮)、微量成分除去、熱量調整、除湿、付臭等の精製技術を用いて段階的に処理する。

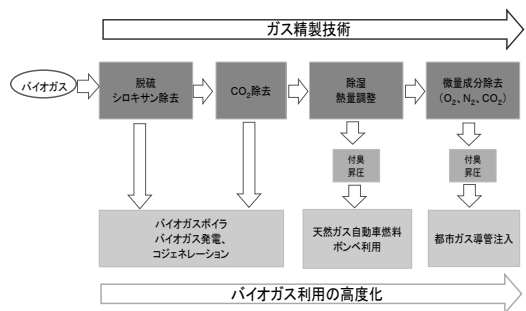


図-1 バイオガスの利用の高度化とガス精製

a) 脱硫

バイオガスにはボイラーやエンジン等の劣化原因となる硫化水素が含まれており、10ppm 程度まで脱硫する必要がある。脱硫方式としては、乾式脱硫、湿式脱硫、生物脱硫、高圧水吸収法がある。

b) シロキサン除去

下水汚泥由来のバイオガスには、洗剤等に含まれる有機ケイ素化合物(シロキサン)が含まれており、燃焼に

よりシリカ化することでガスエンジン等に付着しトラブルの原因となる。シロキサン除去は、活性炭吸着法が一般的である。

c) 二酸化炭素除去（メタン濃度の高濃度化）

バイオガスにはメタンが約 60%、二酸化炭素が約 40% 程度含まれており、自動車燃料や都市ガス利用などへ用途を広げるためには、二酸化炭素を除去してメタン濃度を 97% 程度まで高める必要がある。

二酸化炭素除去技術には、PSA（Pressure Swing Absorption）法、高圧水吸収法、膜分離法、気液接触法、化学吸収法がある。

d) 除湿

凝縮水による導管閉塞や腐食の原因となるガス中水分を除く除湿には、冷凍機による方法、シリカゲルなど固体吸着剤を用いる方法がある。

e) 微量成分除去

バイオガスを都市ガスに利用する場合、精製ガス中の微量成分（残留二酸化炭素、酸素、窒素等）を除去する必要がある。

f) 熱量調整、付臭

バイオガスの用途によっては、精製バイオガスに液化石油ガス（LPG）等の燃料を添加して、熱量を調整する必要がある。また、安全対策として精製ガスに付臭を行う。

(3) バイオエネルギー利用における課題と対策

バイオエネルギーの中からバイオガスの利用を推進するための課題と解決の方向性について、技術、経済、制度、環境の項目別に表-2 に整理した。

バイオガス利用の課題としては、利用にあたってガスの精製コストやエネルギーの需給バランス、バイオガスを高圧貯蔵、輸送する場合の法的規制が挙げられる。

表-2 バイオガス利用の課題と本書の検討項目⁹⁾

項目	課題（問題点）	解決の方向性
技術	・ガス精製コストが高い ・容器輸送では輸送や貯蔵コストが高い	・補助制度等による牽引 ・未精製ガスの直接利用 ・低コスト精製技術の開発 ・輸送技術の開発
経済	・熱エネルギー利用者が近隣にない ・夏季利用が少ない ・需要が安定しない	・容器輸送、隣接施設利用 ・夏季利用法（冷房等） ・大口利用者、一般家庭利用 ・環境製品のアピール
制度	・高圧ガス保安法やガス事業法の規制 ・建築基準法による製造工場立地およびガス貯蔵量の規制	・規制緩和
環境	・余剰ガスの焼却処理 ・容器輸送における化石燃料の消費	・コージェネレーションによるオンサイト利用 ・トータルエネルギー収支

3. バイオガスの容器輸送

(1) ガス供給と容器輸送

BGP における地域資源の有効活用や環境保全の観点からは、バイオガスのエネルギーとしての価値を最大限活用するための方策を見出し、地域の活性化に結び付けていくことが極めて重要である。そのためには、大規模なガス事業とは異なる小規模なガス利用で新たな収益を生み出すための事業化システムが必要となる。比較的小範囲におけるガス輸送を前提に、各種法規制を受けずにガス輸送を可能とする専用ガス導管の布設や、低圧でガスの大量輸送が可能な低圧ガス輸送の導入が効果的である。図-2 に、バイオガスの精製、輸送、場外利用の概略図を示す。

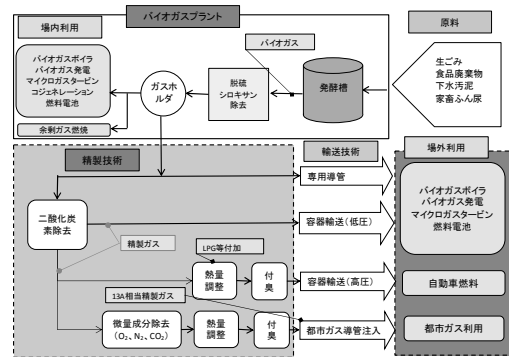


図-2 バイオガスプラントの精製、輸送、利用の概略図

a) バイオガス事業と法規制

精製バイオガスを商用目的で利用する場合、都市ガス導管への注入もしくはポンプによる圧縮充填輸送が一般的であり、ガス製造・供給事業に係るガス事業法および高圧ガス保安法の規制を受ける。

都市ガス事業を行う場合にはガス事業法が適用され、常温で 1.0MPa 以上の圧縮ガスを製造・貯蔵・販売・移動等を行う場合には高圧ガス保安法の適用を受ける。また、製造能力が 100m³/日を超える場合は、高圧ガス保安法に規定される「第一種製造者」に該当し、保安管理組織と保安統括者、技術管理者など有資格者の設置が義務付けられている⁴⁾。

b) 専用導管によるガス供給

BGP が民間工場、都市ガス製造工場などに隣接する場合は、プラントと工場を直接専用導管で接続してバイオガスを供給することが可能である。この場合、バイオガスの品質は利用者側の仕様に合わせることができるため、天然ガス自動車燃料や都市ガス導管注入のように高度な精製が必要なく、経済的に優位になる可能性が高い。

c) バイオガスの容器輸送

専用導管等を整備することが困難な遠隔地でバイオガ

スを利用する場合には容器輸送が必要になるが、ガスの充填圧力によって低圧ガス容器輸送と高圧ガス容器輸送に分類される。

高圧ガスによる容器輸送は、常温で 1.0MPa 以上の圧縮ガスとなる高圧ガスをガスボンベ、ガスローダーなどに圧縮充填し、トレーラーなどの牽引車により輸送するものであるが、高圧ガス保安法などの法規制をクリアしなければならないため、小規模事業者にとっては大きな経済的負担となる。これに対し、低圧ガスによる容器輸送は、吸着剤が充填された貯蔵容器に精製後のバイオガスを 1.0MPa 未満の低圧で貯蔵・輸送するものであり、高圧ガス保安法が適用されないことで大幅なコスト削減効果が見込まれる⁹⁾。

(2) モデル地域でのバイオガス容器輸送の検討例

a) モデル地域の概要

酪農地域において、複数農家の畜産ふん尿を処理対象とした共同型 BGP をモデルケースとして、バイオガスの容器輸送を検討した。モデルケースのバイオガスプラント条件を表-3、図-3 に示す。ここでは、BGP で必要な電力および加温用の熱源は電力会社および木チップ工場から調達するとし、精製したバイオガス全量を輸送し、FIT 事業や農業に利用するものとした。

表-3 モデルケースのバイオガスプラント条件

処理対象： 畜産農家： バイオガス発生量 容器輸送想定距離	畜産ふん尿：33,300m ³ /年=91.2m ³ /日 10 戸程度、乳牛飼育数：約 2,000 頭 約 1,000,000m ³ /年=2,740m ³ /日 20km
--	--

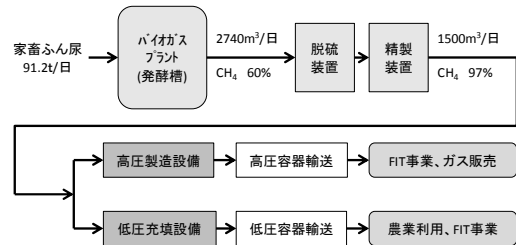


図-3 モデル地域、モデルケースの条件

表-4 輸送容器の概略（モデルケース）

仕様	高圧容器	低圧容器
容器の形状	円筒型長尺容器 30 本を集積	円筒型 10m ³ 吸着容器
貯蔵方法	貯蔵容器に高圧ガスを充填	容器内の吸着剤にガスを充填
内容積	450L/本	10m ³ /基
ガス容積	90m ³ /本	500m ³ /基
充填圧力	19.6MPa	0.7~1.0MPa
容器材質	鋼製	鋼製

b) 高圧容器と低圧容器の概要

本検討では輸送容器として高圧容器と低圧容器の 2 種を想定し、その経済比較を行った。輸送容器の概略を表-4 に示す。

c) 高圧容器輸送のケース

【適用される法規制】

本検討ケースの場合、精製ガス製造量 1,500m³/日で、30MPa に昇圧して高圧容器に充填する（19.6MPa）ため、高圧ガス保安法の第一種製造者、第一種貯蔵所として規制を受けることになる。

高圧ガス製造・貯蔵等における留意事項の一例を以下に示す。

- ・日勤（昼間 8 時間運転）で保安係員 1 名＋代理 1 名が必要となる。保安係員は高圧ガス製造保安責任者免状の資格が必要となる。

- ・3 年に 1 回、1 週間程度のコンプレッサーの解放検査が必要。連続運転が必要な場合は予備機が必須である。

- ・年 1 回圧力計、安全弁の検査。5 年に 1 回ガスローダーの再検査（ガス事業者が実施。2 週間程度）が必要となる。

【高圧ガス製造設備のフロー】

本検討で想定した高圧ガス製造設備の概略を表-5 に示す。内容積 450L の容器に 19.6Mpa で高圧充填することで、容器容積の 200 倍のガスを高圧容器（バイオガスローダー）に貯蔵できる。輸送はバイオガスローダーを必要本数積載した牽引車で行う。

表-5 精製バイオガス高圧充填設備

ガスホルダー	夜間に発生するバイオガスを貯留
コンプレッサー	精製バイオガスを 30MPa まで加圧
蓄圧器	30MPa で精製ガスを貯留
減圧ユニット	精製ガスを 19.6MPa に減圧し、ローダーに充填
バイオガスローダー、牽引車	バイオガスを 19.6MPa で貯留 バイオガスローダーを移動（輸送）

【高圧容器による輸送】

1 日で製造する 1,500m³の精製ガスは、夜間分（約 1,000m³）をガスホルダーに貯留し、日中に高圧ガス製造設備で昇圧を行い、輸送容器であるバイオガスローダーへの高圧充填を行う。需要先で精製ガス 1,500m³を 24 時間で使用するものと想定した場合、バイオガスローダーの必要台数は 3 台となり、精製ガスの充填（貯留）・輸送・消費スケジュールは図-4 のようになる。

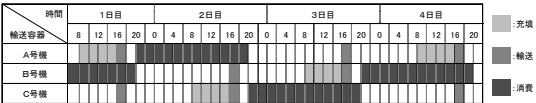


図-4 高圧容器輸送タイムスケジュール例

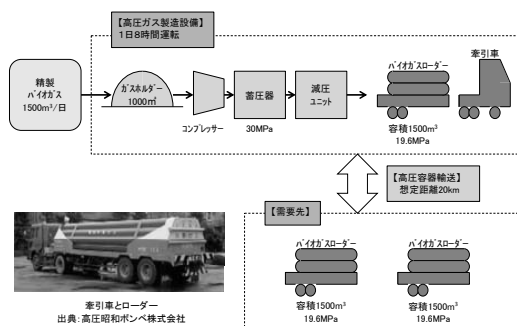


図-5 高圧ガス容器輸送システムフロー図

d) 低圧容器輸送のケース

【適用される法規制】

1.0MPa 未満の低圧容器輸送では、前述したように高圧ガス保安法は適用されないが、ガス事業法の「準用事業者」の規定が適用される。また、バイオガス製造力が300m³/日を超える場合は、ガス工作物について技術基準への適合、維持が必要となる。

【低圧ガス設備のフローについて】

低圧ガス容器輸送システムのフロー図を図-6 に示す。バイオガスの精製装置は低圧容器への充填圧力を有するため、容器充填用の専用機器は不要である。容器内に充填されている吸着剤（活性炭系）にガスを吸着させることで、1.0MPa 未満の充填圧力で容器容積の50倍（50m³/m³）程度 of ガス貯蔵を行う⁶⁾。

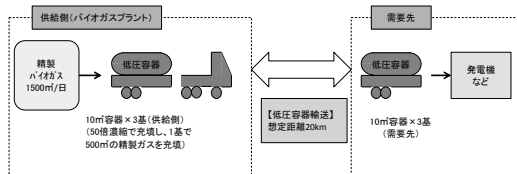


図-6 低圧ガス容器輸送システムフロー図

【低圧容器による輸送について】

1日に発生する1500m³の精製ガスは順次低圧容器に充填される。需要先で精製ガス1500m³を24時間で使用すると想定した場合、低圧容器は全体で6台必要となり、精製ガスの充填（貯留）・輸送・消費のスケジュールは図-7 のようになる。

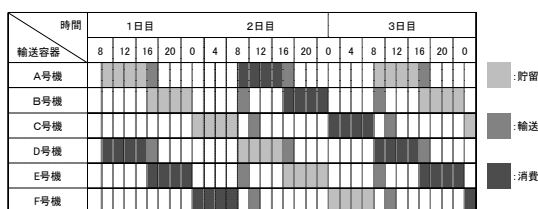


図-7 低圧容器輸送タイムスケジュール例

e) 高圧と低圧の容器輸送のコスト比較

高圧および容器輸送のバイオガス充填・輸送の設備費と施設のランニングコストの比較を表-6、表-7 に示す⁶⁾。ここで、高圧輸送の機械設備の高額要因は、主に高圧充填の特殊圧縮機によるものである。また人件費について、保安上の制約から予備要員を含め高圧ガス有資格者を2名確保するなど、比較的高額な金額が試算された。

表-6 バイオガス充填・輸送設備費⁶⁾

項目	高圧輸送（千円）	低圧輸送（千円）
機械設備	359,200	2,000
輸送容器	98,800	60,000
運搬車両	12,000	10,000
合計	470,000	72,000

表-7 施設ランニングコスト⁶⁾

項目	高圧輸送（千円）	低圧輸送（千円）
人件費	30,000 ※1	10,000 ※2
点検・検査・補修費	35,600	500
電気料金	6,424 ※3	2,370 ※3
合計	72,024	12,870

※1：高圧ガス有資格者2名+1名

※2：1名（BGP 管理との兼務可能）

※3：充填に必要な動力分

f) バイオガス容器輸送の課題

高圧容器輸送方式は、法規制への対応に伴う充填設備等への初期投資、ランニングコストが高み、本検討モデル規模の BGP への適用では経済性に劣ることが明らかとなった。

一方、低圧容器輸送方式は、高圧容器輸送方式に比べ経済性に優れていることが明らかとなり、バイオガス供給地とガス需要先が近く、比較的小規模なガス需要に対応できる輸送方法と考察された。なお、輸送距離の延伸によるランニングコスト上昇などを考慮すると、容器に充填される吸着剤の性能向上や、輸送効率の改善に向けた更なる技術開発が必要である。

4. 農業分野へのバイオガス利用

(1) バイオマスの熱利用に向けて

バイオマスは化石燃料に比べ容積当りの熱量が小さく、輸送コストが高むなどの難点はあるが、温室効果ガスを排出しない、熱量単価が安い、未利用資源の活用につながる等々の利点もあり、近年は身近にある安定したエネルギー源として見直されている。特に、再生可能エネルギー由来電力の買い取りを義務付けた RPS 法⁹⁾の施行以来、全国で木質バイオマス発電事業が相次ぐなど、産業分野でのバイオマスのエネルギー利用が急速に広がって

いる。そこで、本節では特に農業分野におけるバイオマスの熱利用に焦点を絞って考察する。

北海道は農業産出額で全国の12%を占めているが、積雪寒冷気候のため年間を通した農業生産は困難とされており、一部の温暖地域で農業用ハウスを活用した施設栽培が行われているものの、その規模は全道における野菜作付面積の僅か5%程度である⁹⁾¹⁰⁾。しかも、寒冷地における施設栽培に不可欠な加温用化石燃料は長期的な上昇トレンドにあり、燃料費高騰による経営逼迫を懸念する農家の間には、低価格で安定供給可能な燃料として木質バイオマスやバイオガスへの期待が高まっている。

a) バイオガスの熱利用

我が国では家畜糞尿が8,800万t発生し、そのうち約8,000万t(90%)は堆肥・液肥化され、約700万t(8%)が浄化・炭化・焼却処理されている¹¹⁾。しかし、堆肥化の過程で温室効果ガスであるメタンが発生することや、農地への過剰な堆肥投入は硝酸態窒素過多による土壤汚染を招く恐れもあり、近年は環境保全の視点からメタン放散のないBGPの導入が進められている。

以下では、農業へのバイオガス利用の可能性について検討する。

表-9に示すように一般的なバイオガス利用法には、バイオガスを施設内で利用する施設内利用とBGPの隣接地およびBGPから離れた場所で利用する施設外利用に分けられる。

ガス需要を増やす観点からは、多様な需要にも対応可能な施設外利用が有利とされるが、高規格のガス品質を満足するために高度な精製工程が不可欠であるとともに、輸送コストの抑制も課題となる。

表-9 バイオガス利用方法の比較

利用場所	施設内利用		施設外利用	
	方法1	方法2	方法3	
輸送方法	パイプライン	専用導管	容器輸送	
事業形態	自社経営施設	他社経営施設	市街地熱利用施設	
施設例	植物工場	工場、都市ガス導管注入	学校、病院、公共施設	
特徴	精製、輸送コストが安い ガス供給が自由	供給条件が厳しい 安定供給が必須 精製コストが高い 輸送コストが安い	普及が広がり需要増 精製、輸送コストが高い 受入側の設備変更が必要 都市ガスやLPGと競合	

一方、農業の高齢化や農産物自由化などの問題を抱え、農業経営の安定化が喫緊の課題となっている北海道農業は、農業の六次産業化や新たな収益事業の創出など、農業再生に向けて様々な取り組みが模索されている。その一

つに、低コストエネルギーの導入を前提とした施設栽培等による高収益農業への展開がある。

以下では、農業へのバイオガス熱利用モデルとして、低コストバイオガスの施設内利用を前提に、これまで行われていない酪農家自身によるきのこ栽培事業の可能性について検討した。

(2) きのこ栽培へのバイオガス熱利用の可能性検討

きのこは10～15℃の比較的冷涼な環境下で生育し、断熱性を高めたハウス内であれば寒冷期でも僅かな熱エネルギー供給で栽培可能であり、温・湿度や日照などの管理手間も少なく、施設農業に不慣れた酪農家にとって取り組み易い作物といえる。このことから本検討では、数軒の酪農家が共同型BGPを建設し、その近隣地に農業用ハウスを建設して、酪農の副業としてきのこ栽培を行うことを想定した。

表-10 きのこ施設栽培データ（シイタケ栽培）

項目	年間当たり	備考
面積当り生産量	31kg/m ²	菌床栽培 (1菌床当り400g生産)
面積当り生産額	27,000円/m ²	生産量×市場価格
面積当り灯油使用量	38L/m ²	年平均気温7.2℃ 室内気温15℃で管理

表-10は、道東のきのこ栽培農家へのヒアリング調査から得られたきのこ生産量とエネルギー消費に関する実績データである。

検討にあたっては、きのこ栽培農家での実績データとの比率を基に以下の条件を想定し、事業に必要な施設規模(面積)、きのこ生産量、バイオガス必要量を算定した。

a) モデル事業の想定条件

- ・事業形態：複数農家による共同事業
- ・事業規模：搾乳牛2,000頭規模
- ・バイオガス発生量：1,000千m³/年
- ・売上目標：1億5,000万円
- ・利益目標：1,500万円/年(利益率10%想定)
- ・初期投資の償還期間：10年間
- ・その他収入：消化液(液肥)、ガスの販売収入

b) 事業成立に必要な規模

① 事業に求められる施設栽培面積

売上目標：1億5,000万円÷27,000円/m²≒5,600m²
ハウス面積400m²/棟として、ハウス14棟規模が必要

② ハウス面積5,600m²から生産されるきのこ量

5,600m²×31kg/m²=173,600kg/年≒174t/年

③ ハウス面積5,600m²の加温に必要な灯油量

5,600m²×38L/年=212,800L/年

④ 必要バイオガス量

(③で得られた灯油量からの換算熱量より)

$212,800\text{L/年} \times 36.7\text{MJ/L} \div 23\text{MJ/m}^3$ (※) $\approx 340\text{千 m}^3/\text{年}$ となり、モデル事業で想定したバイオガス量 1,000 千 $\text{m}^3/\text{年}$ を下回る。(※灯油熱量 36.7MJ/L, バイオガス熱量 23MJ/ m^3 と仮定)

以上の結果、搾乳牛約 2,000 頭を擁する酪農家集団が共同型 BGP を建設した場合、年間 174t のきのこ生産に必要なバイオガス量は十分製造可能と目されることから、きのこ生産事業としての採算性は担保されると推論された。

また、酪農家集団が共同型 BGP を建設し、バイオガスを活用した新たな農業収益事業を行うことには、以下の様な付随的効果も期待できる。

- ① 従来廃棄されていた余剰ガスの有効利用が図れる。
- ② エネルギーの地産地消と地域資源の循環利用を実現できる。
- ③ 自前エネルギーの確保で、計画的生産と安定収入が可能となる。
- ④ 新たな事業活動を行うことで、地元になたな雇用を創出できる。

ただし、農業者自身が BGP を活用して新たな事業を進めるうえでは、多大な初期投資に加えて事業経営力や販売戦略など新たなノウハウが必要となることから、自治体、農協、他の地元企業等との支援体制の確立はもとより、以下の諸課題に対する検討も必要である。

- ① 施設建設費に伴う初期投資の回収可能性評価
- ② バイオガスの利用法とエネルギー需要量の把握
- ③ 残渣の液肥・堆肥の有効利用と農家間の協力体制

このような取り組みを実現することによって、酪農家が個別に廃棄処理していた家畜糞尿を地域の有用資源として活用し、併せて廃棄処理に関わる作業および費用を軽減しつつ、生乳販売以外の副収入を得ることで農業経営の安定化に貢献できる。

5. 最後に

バイオガスの需要の拡大を推進するという目的からモデル地域に立地する作乳牛約 2,000 頭規模の BGP を想定し、BGP の遠隔地で利用するための容器輸送と BGP の

隣接地での農業利用について検討を行った。

この結果、バイオガスの充填・輸送設備費が高圧容器輸送の場合 470 百万円、低圧容器輸送の場合 72 千円と試算され、中小規模 BGP では法的な制約の少ない低圧輸送方式が、高圧輸送方式より経済性に有利であることが確認された。

また、BGP に隣接したきのこ栽培施設 5,600 m^2 の施設で年間 174t のきのこを生産できる場合、BGP のモデル規模において、きのこ栽培に必要なエネルギーをバイオガスにより確保でき、事業の採算性も確保できる可能性が示唆された。

バイオガスの有効利用を展開するためには、BGP の安定運転などに加えて、事業経営にあたって自治体、農協等との連携、支援体制の構築が必要であり、法的にはバイオガス利用における規制緩和が望まれる。これらの課題に対応することにより、バイオガス利用が地域の活用を促し、環境に優しいエコで安全・安心な生活をもたらすといえるであろう。

謝辞

本論文の作成にあたって、北海道大学のエコセーフエナジー寄附講座G1-Bグループの伊藤俊裕氏、船越元氏、佐々木秀明氏、その他の方々のご協力をいただきました。深甚に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：NEDO バイオガスエネルギー導入ガイドブック。
- 2) 国土交通省：下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン（案）2011。
- 3) 第5回エコセーフエナジー研究会セミナー資料。
- 4) 高圧ガス保安協会 HP。
- 5) 株式会社エネコープ：第6回エコセーフエナジー研究会セミナー資料。
- 6) 高圧ガス工業株式会社ヒアリング。
- 7) 吸着技術工業株式会社ヒアリング。
- 8) 「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」。
- 9) 農林水産省：「野菜出荷統計」。
- 10) 北海道：「北海道農林水産統計年表」。

(2015. 7. 16 受付)

STUDY ON METHOD OF TRANSPORTATION USING SPECIAL CONTAINER AND AGRICULTURAL USE OF BIOGAS TO FOSTER ITS UTILIZATION

Yoshio OKUNO, Toru FURUICHI, Kazuei ISHII and Atsushi FUJIYAMA

This study is about of biogas utilization from biogas plant (hereafter, BGP) in which biogas is on method of transportation using special container and agricultural using of biogas. Biogas manufactured from a domestic BGP does not always have energy demands appropriate to the quantity of gas produced, and there are the cases that surplus gas is burnt. It is important that we establish methods of using biogas from many angles to promote the use of biogas. In the consideration of the container transportation method, we assumed a BGP at a dairy farm (2,000 head of milk cows) located in the Hokkaido dairy farming area. As for the transportation in the case that the biogas produced by this plant, is carried 20km to the demand point, the two methods of low pressure container transportation and high pressure transportation were considered. Factors affecting the results are given as follows. Because the low pressure container transportation of biogas is not subject to the high Pressure Gas Safety Law, the transportation cost can be reduced as a result of lower facility costs. The high pressure gas transportation can transport more volume, but high cost is incurred since facilities are subject to the High Pressure Safety Law. In addition, it was assumed that the biogas was used as energy for a mushroom farming agricultural facility on land adjacent to the BGP. The size of this facility was calculated to allow the mushroom farming business to be profitable. In this case considering a mushroom farm of 5,600m² which based on interview data can produce 174t of mushrooms per year. If a BGP for a herd of 2,000 dairy cows is built then it is possible to produce enough biogas and secure profitability for the enterprise.