

積雪寒冷地におけるバイオガスプラントの余剰熱利用の経済性・環境性評価

ー北海道鹿追町環境保全センターをケーススタディとしてー

日本大学 正会員 田島 洋輔

1. 研究目的; 東日本大震災による福島第一原子力発電所の原発事故を契機として、再生可能エネルギーを活用した自立・分散型エネルギーシステムの導入による「災害に強く環境負荷の小さい持続可能なまちづくり」が注目されている¹⁾。特に、酪農が基幹産業となる北海道では、生産現場で発生する家畜ふん尿を有効活用するために、これまで 70 基以上のバイオガスプラント (以下; BP) が建設^{2) 3)} され、畜産系バイオマスエネルギーの利用促進が図られてきた。この BP は熱電併給が可能な設備として期待が高まっているが、北海道の農業地域のように人口密度が低く、熱の需要先となる住宅等が集積していない地域では、その活用方策の提案に加えて、経済性・環境性の分析・評価が求められている⁴⁾。そこで本研究では、地域経済活性化や新たな雇用創出を目指して BP の余剰熱利用に取り組む北海道鹿追町 (図 1) を対象に余剰熱利用の実態や経済性・環境性を分析・評価し、酪農地域における持続可能なまちづくりに向けた課題や展望について論考する。

2. 調査方法; BP の余剰熱利用の先進事例である鹿追町環境保全センターにおけるマンゴー栽培事業とチョウザメ養殖事業に着目し、表 1 に示す調査を実施した。

3. 結果及び考察; ヒアリング調査結果を基に、余剰熱利用事業の概要を表 2 に、余剰熱のエネルギー収支を図 2 に示した。また、余剰熱利用システムの経済性評

価の試算条件を表 3 に、余剰熱利用と LP ガスボイラーの支出累計の比較結果を図 3 に示した。

(1) 余剰熱利用の実態; 鹿追町では BP の余剰熱を、余剰熱供給施設内の蓄熱槽で温水 (70℃) として貯蔵する仕組みである。図 1 より、蓄熱槽に貯蔵された温水 (1,582.7GJ/年) をマンゴー栽培施設へ 629.7GJ/年、チョウザメ養殖施設へ 266.7GJ/年、その他施設・熱損失等へ 686.3GJ/年供給している (平成 27 年度実績値)。

1) マンゴー栽培事業; 平成 25 年度より北海道一村一エネ事業を活用して BP 余剰熱および雪氷熱を用いたマンゴー栽培事業を開始した。北海道で常夏のマンゴーを栽培する意外性や BP の余剰熱を有効活用して冬期に出荷することで付加価値を付け、地域産業の振興を図ることが狙いである。通常、夏期に出荷するマンゴーを冬期に出荷することでマンゴーの販売価格は最大 50 千円※¹⁾ となると想定され、冬期の利用客数の増加や、地域産業としての雇用の創出に寄与すると考えられる。また、当該事業の課題は、収穫時 (冬期) の温度管理や樹木の生育調整に手間がかかることや、出荷までに 6～8 年程度と安定収益を得るまでの準備期間が長いことの 2 点が確認された。

2) チョウザメ養殖事業; 平成 26 年度より需要が多く費用対効果の大きなキャビアが採取可能なチョウザメの養殖事業に取り組んでいる。チョウザメは、大規模施設を要せずに内陸で飼育が可能であり、トラフグ等

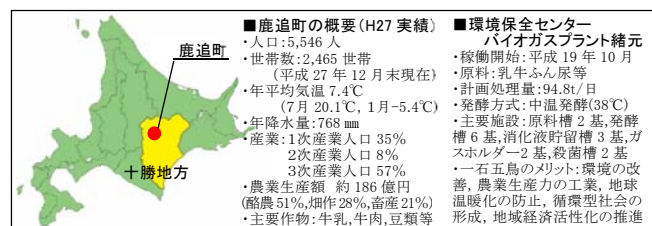


図1 調査対象地の概要

表1 調査概要

①ヒアリング調査	
調査期間	平成 29 年 2 月 25 日 (土) 10:30~12:00
メール・電話による補足調査	平成 29 年 3 月 14 日 (火)
調査対象	北海道鹿追町 農業振興環境保全センター係 井上竜一氏
調査内容	- BP の余剰熱の利用施設の施設概要 - 余剰熱利用施設の余剰熱のエネルギー収支 (H27 年度実績値) - 余剰熱利用施設の施設整備費用及び運用費用等
②各種性能の分析調査	
分析期間	平成 29 年 2 月 20 日 (月) ~ 3 月 31 日 (金)
分析対象	- 経済性分析: 導入可能性を左右する支出累計の比較 - 環境性分析: 二酸化炭素 (CO2) 排出量の削減効果の検証
調査内容	経済性 (燃料価格やボイラー製造メーカーへの聞き取り等) および環境性 (CO2 削減排出係数等) の試算に用いる基礎データ収集および各種効果の分析

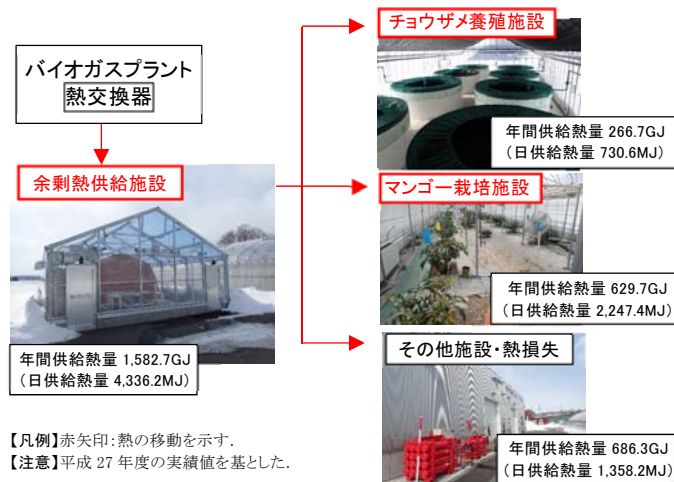


図2 BP 余剰熱利用のエネルギー収支

キーワード 再生可能エネルギー, 持続可能なまちづくり, 余剰熱利用, 積雪寒冷地, バイオガスプラント

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学大学院理工学研究科まちづくり工学科 TEL03-3259-0548

他の高級魚と比較して温厚で飼育しやすい種であることから採用された。余剰熱は、チョウザメの稚魚を飼育する際に用いており、水温を夏期の間、約 20℃に保つことで成長促進を図っている。これは、冬期には加温を行わず四季を通じて水温差をつけることでチョウザメの産卵サイクルを整えること、気温の高い夏期に余りやすい BP の余剰熱を有効活用することが可能となることで BP の安定運用に寄与する効果がある。また、当該事業の課題は、出荷までに 6～8 年程度と安定収益を得るまでの準備期間が長いこと、成長に応じて飼育場の拡張が必要なことの 2 点が確認された。

(2) 経済性評価：余剰熱利用を継続的に行った場合、15 年目の支出累計は 38,500 千円と試算された。これを同等規模の LP ガスボイラーに置き換えて事業を実施した場合、15 年目の支出累計は 98,167 千円と試算され、余剰熱を活用することで 59,667 千円の経費の削減が図られていることを確認した。この要因として、高額な余剰熱供給施設の設置費を要しながらも、燃料費が 5,460.5 千円/年削減されたことが支出累計の抑制につながった結果、事業開始 4 年目から余剰熱利用が優位に転じている。これらの結果より、BP の余剰熱を活用することで、事業主体の燃料調達費の低減に寄与することが明らかとなった。

(3) 環境性評価：当該施設の運用を化石燃料である LP ガスからバイオガスプラントの余剰熱利用に転換することによって 17.6t/年の LP ガスが削減されると推計された。この二酸化炭素の削減効果としては、LP ガスの想定消費量 17.6t/年に、LP ガスの二酸化炭素排出係数である 3.0 t-CO₂/t⁵⁾ を乗じて年間 52.9 t-CO₂ の削減に

貢献できると推計した。なお、この二酸化炭素排出削減量は、北海道の標準的な世帯の 1 年間の二酸化炭素排出量の約 15 世帯分^{※3)}に相当する。

4. まとめ：以上より、鹿追町における BP の余剰熱利用の実態と経済性・環境性評価を行った結果、熱エネルギーの地産地消により、①燃料調達費の低減、②新たな地域雇用の創出、③二酸化炭素排出量の削減に寄与する実態を明らかにした。また、両事業ともに準備時間を要する点が課題であるため、これを考慮したシミュレーションや価格設定等が必要となる。なお、こうした余剰熱事業は、下水・工場等の未利用熱利用を検討する事業者との連携により全国展開の可能性を有していることから、再生可能エネルギーによる持続可能なまちづくりの実現に大きな役割を果たすといえよう。

表3 余剰熱利用と LP ガスの試算条件

比較項目	単位	余剰熱利用	LP ガス
		BP 余剰熱 (温水)	LP ガス
燃料条件	燃料種別	—	—
	総熱必要量 ^{※2)}	MJ/年	896,000.0
	LP ガス熱量 ⁴⁾	MJ/t	—
	LP ガス消費量	t/年	50,800.0
経費検討条件	LP ガス単価 ^{※4)}	千円/t	—
	LP ガス単価 ^{※4)}	千円/t	17.6
	LP ガス単価 ^{※4)}	千円/t	309.6
	LP ガス単価 ^{※4)}	千円/t	—
経費検討条件	施設費・施工費 ^{※5)}	千円	余剰熱供給施設 50,000.0 ボイラー価格・施工費 6,000.0
	補助金 ^{※6)}	千円	25,000.0
	固定資産税 ^{※6)}	千円/年	350.0
	燃料調達費	千円/年	—
	燃料調達費	千円/年	5,460.5
	燃料調達費	千円/年	450.0
維持管理費 ^{※5)}	維持管理費 ^{※5)}	千円/年	100.0
	維持管理費 ^{※5)}	千円/年	150.0

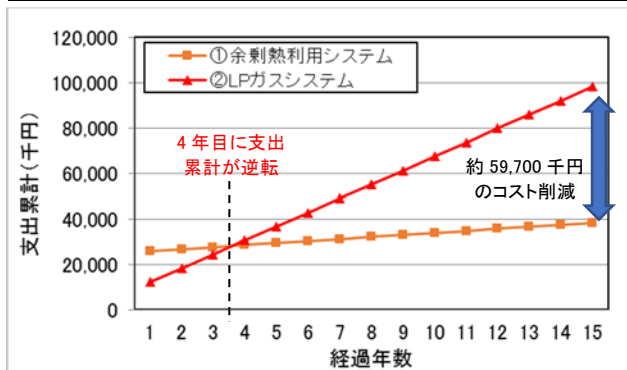


図2 余剰熱利用と LP ガスボイラーとの支出累計の比較

【参考文献】

- 1) 環境省：平成28年度版環境白書/循環型社会白書/生物多様性白書-地球温暖化対策の新たなステージ、pp.112-114,2016
- 2) 北海道：畜産系バイオガスプラント導入ガイドブック、pp.1-10,2015.2
- 3) 梅津一孝・竹内良曜・岩波道生：先進国におけるバイオガスプラントの利用実態に学ぶ～北海道における再生可能エネルギーの利用促進に関する共同調査報告書～、畜産の情報2013年6月号、pp.67-78,2013
- 4) 松嶋健太・田島洋輔・千葉雅弘：積雪寒冷地におけるゼロエミッション型エネルギー地産地消モデルの構築～十勝地方を事例として～、pp.89-92,2010.7
- 5) 環境省地球環境局地球温暖化対策課：温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン～別表1 燃料種別の発熱量～、2015.4
- 6) 日経BP極寒の地・北海道で完熟マンゴーを生産：http://special.nikkeibp.co.jp/NBO/businessfarm/keyperson/04/?P=2 (閲覧日：2017年3月31日)
- 7) 環境省：家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査の結果(速報版)の概要、pp.1-12,2016
- 8) 日本LPガス協会：LPガス価格の推移(統計資料)http://www.j-lpgas.gr.jp/stat/kakaku/ (閲覧日：2017年3月31日)
- 9) NEDO：バイオマスエネルギー導入ガイドブック (第4版)、pp.86-89,2017.2

【補注】

- ※1：北海道音更町で販売されている冬期出荷型のマンゴー「白銀の太陽」の販売価格(文獻6)を基として記載した。
- ※2：表1に示すヒアリング調査および文獻調査で得た平成27年度の年間実績値を基に筆者が設定した。
- ※3：環境省の示す1世帯あたりの年間の二酸化炭素排出量(電気、ガス、灯油の合計)3.5t-CO₂を基に算出した(文獻7)。
- ※4：LPガス単価は、日本LPガス協会の詳する平成28年度LPガス価格の推移(文獻8)に示される小売価格(平成27年平均値)を基に1t当たりの単価を算出した。
- ※5：鹿追町へのヒアリング調査およびLPガスボイラーの製造メーカーへの聞き取り調査を基に施設費および施工費を設定した。
- ※6：文獻9を参考として補助率を50%、固定資産税を実質建設費の1.4%と設定した。

表2 各余剰熱利用の事業概要

項目	マンゴー栽培事業	チョウザメ養殖事業
写真		
事業概要	平成25年度より栽培を開始。出荷時期を変えることで付加価値をつけて販売する予定である。	平成26年度より飼育を開始。高級食材であるキャビアやチョウザメの魚肉を販売する。
施設概要	・マンゴー(アーウィン種)：32本 ・施設数(ビニールハウス)：1棟 ※北海道一村一エネ事業を活用 ・施設整備費：約45,000千円	・チョウザメ：約2,000匹 ※将来的に5,000匹まで拡張予定 ・施設数(ビニールハウス)：2棟 ・施設整備費：約100,000千円
余剰熱利用方法	余剰熱を利用して高温管理時で25～35℃、低温時(雪氷冷熱利用)で15℃に調整する。熱消費量は731MJ/日(267GJ/年) ^{※2)} である。	余剰熱を利用してチョウザメが最も成長する水温である15～20℃に調整する。熱消費量は2,247MJ/日(629GJ/年) ^{※2)} である。
選定理由	北海道でマンゴーを栽培するという意外性と栽培のしやすさ。 1個単価：最大50千円 ^{※1)}	チョウザメ(キャビア)は需要が高く他種と比べて飼育しやすい。 1尾単価：雌300千円、雄50千円
課題点	収穫時の温度管理や生育調整に手間がかかる。出荷までに6～8年程度かかる。	同種は成熟・出荷までに6～8年程度と時間がかかる。