

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：12101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2019

課題番号：18H05684・19K20885

研究課題名（和文）ベトナムにおけるバイオガス利用のCRE化に向けた実証研究

研究課題名（英文）To develop small-scale biogas digesters to CRE.

研究代表者

竹内 亮（Takeuchi, Ryo）

茨城大学・地球変動適応科学研究機関・助教

研究者番号：90823063

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、ベトナムで普及している家庭用バイオガス装置の発展方法としてコミュニティでシェアするCREバイオガス装置の有用性を検討することであった。現行のバイオガス装置の課題として、飼養家畜頭数の変化に対する不安定性、過剰なメタンガスの放出、処理しきれないし尿による環境汚染がある。実際にCREバイオガス装置を敷設し記録した結果として、大気中へのメタン放出量、し尿の流出をバイオガス消費量比で従来の家庭用バイオガス装置に比べ80%以上削減可能なることがわかった。また、経済的採算性についても、初期費用が高いもののライフサイクルで見れば、従来型の家庭用バイオガス装置に比べて採算性が高いことがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、途上国ですでに普及している再生可能エネルギーについて、その問題点を改善することにより今後も一層の普及が展望できることを示した点である。途上国においても、再エネの普及は大きな社会的課題となっているが、所得等の理由により新規技術の導入の障壁は高い。そのため本研究の家庭用バイオガスのように既存の技術を活用することが重要である。社会的意義は、再エネを増加させることで地球環境への改善に貢献しつつ、農村部の生活環境を改善することにある。本研究ではバイオガス装置の改善を通じ、既存の再エネ装置を改善することで、地域環境の改善、可処分所得の上昇を行うことが可能なることを示した。

研究成果の概要（英文）：Small-scale biogas digesters are popular renewable energy tools in rural Vietnam. However, it is at a turning point to declining due to the worse condition of small pig raising. To develop conventional biogas digesters, we demonstrated Community-based Biogas Digester (CBD) in the Mekong River Delta, Vietnam. It is designed to provide biogas for not only an owner but neighbor households. After the installation, we collected data about the fiscal and environmental benefits of the CBD. We found installing it was more economical for owner and user households than conventional ones if it has enough number of households to provide biogas. The CBD improved the water quality of the canals around it and reduced the excess methane emitted into the air without treating it. We concluded that CBD should be a plausible renewable energy tool if we solve some challenges such as high initial cost with it.

研究分野：環境経済学

キーワード：ベトナム バイオガス コミュニティ再生可能エネルギー

1. 研究開始当初の背景

日本では、かつて小水力やバイオマスといった再生可能エネルギーが広く利用されていたが、高度経済成長期を経て衰退した。現在になり、自治体といったコミュニティによりバイオマスを含めた再エネ導入が積極的に進められている。こうしたコミュニティにより創設、運転、管理される再生可能エネルギーはコミュニティ再生可能エネルギー (CRE) と呼ばれ、多くの便益を持っている (Hicks et al. 2014)。

ベトナム農村部において現在、家畜の糞尿を利用したバイオガスダイジェスター (BD) が広く利用されている。これは 1990 年代から、小規模養豚を促し、唯一の薪に替わるエネルギーを提供することにより、家庭の福祉向上の目的で SNV といった海外環境機関や NGO により普及が進められたためである。BD は導入家計の満足度も高く家計の福祉を大きく向上させてきた。しかし、高度経済成長により、LPG、電気調理器といった代替燃料の登場、市場経済化、国際貿易に伴う小規模養豚の衰退と、中規模化といった農村部の生活の変化は著しい。このような状況の変化により、BD という環境親和的な技術を衰退させるのではなく、小規模な CRE として発展させることが、温暖化対策と循環的資源利用の点で、世界及び同国の持続可能な発展に重要である。

現在の家庭用 BD が直面する課題は次の 2 点である (図 1)。一つは、養豚経営をやめた場合、バイオガスの利用もやめざるを得なくなることである。2 点目に養豚経営の規模を拡大した場合に、小規模な BD では処理しきれない量のし尿が発生し、地域環境の汚染や余剰メタンが大気中に放出される点である。

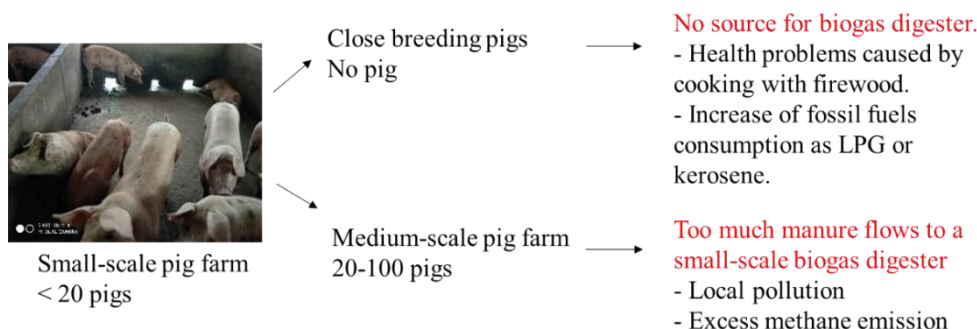


図.1 小規模養豚の変化が家庭用 BD に与える影響

2. 研究の目的

本研究の目的は上記の問いに答えるために、「ベトナム農村における CRE バイオガスの経済面と環境面での有用性を検証する」ことである。本研究における CRE バイオガスの全体像は、図 2 のとおりである。従来型の家庭用 BD (6-9 m³) より容量の大きい約 30 m³ (約 15.0 m³ 2 基) の BD を敷設し、発生したバイオガスをコミュニティでシェアすることが目的である。また本 BD ではバイオガスのソースとして、し尿以外にもホテイアオイ、農業残さの利用が可能である。

小規模 BD の問題点を改善し、容量を大きくすることは、パリ協定の達成を念頭にしたベトナム政府の BD 導入目標の達成のみならず、なにより家計支出の節約と、家畜糞尿の適切処理による周辺環境の改善によって、住民の福祉の向上に資するものである。また現在、ベトナム同様に小規模 BD を利用する国に対する参考事例ともなる。

具体的な目的は、「CRE バイオガスが従来型と比較して導入家庭の家計と環境にもたらす便益」をガスメーターと秤、記録表により客観的に明らかにすることである。経済面には LPG と薪の節約費用、環境面には放出メタンの削減、外来植物の駆除、豚舎からの排水の減少、CO₂ の削減などが含まれる。これは次のステップである「CRE バイオガスの普及」の客観的基礎付けとなる。これまでの調査により、ベトナムにおける BD の普及には近隣同士の口コミが大きな役割を果たしてきた。CRE バイオガスの家計にとっての便益が明らかになれば、普及は進むことが期待できる。また不利益や障害が確認された場合は、今後の改善点の提案につながる。



参考写真. (左) 協力者との現地聞き取り調査の様子 (右) 装置敷設完了の様子

表 1. 研究協力者一覧 (所属はいずれも 2019 年 3 月時点)

Prof. Nguyen H, Chiem	カントー大学資源環境学部 教授および学部長	カントー大学側協力者における代表 人民委員会との連携
Dr. Tran Sy Nam	カントー大学資源環境学部 講師	設置作業の指揮および安全運用の確 認 モニタリング遂行の確認
Mr. Huynh Van Thao	カントー大学資源環境学部 研究員	設置作業の指揮および安全運用の確 認 モニタリング遂行の確認
羽尾一樹	京都大学思修館博士後期 課程	現地におけるモニタリングの補助

4. 研究成果

(1) バイオガスの生産について

実際に装置より発生したバイオガスの量は図 3 のとおりである。バイオガスが安定して生産されるようになった 2018 年 7 月より 2019 年 5 月までのバイオガス生産量を表している。一週間あたり 40-50kg の豚し尿と 50kg の農業残さの投入を行ったところ、平均して 2.7 m³のバイオガスが生産された。これは当初の推定値をやや上回るものであり、接続した 5 家計の LPG, まき利用を完全に代替する生産量である。生産量は、豚の頭数の変化や気温によって変動するが、各家庭に導入したストレージにガスを蓄積することにより生産量の変動による使用への影響はなかった。

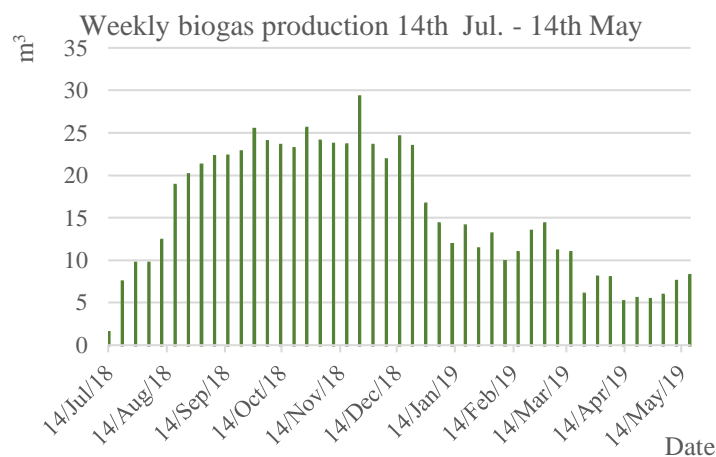


図 3. 週ごとのバイオガス生産量の記録

(2) 環境面への影響評価

① 水質面への影響

環境面への影響評価として家畜小屋周辺の水路における水質の変化と余剰メタン削減量の推定を行った。水質の変化は表 2 の通りであった。家畜小屋からの排水が直接流れ込む地点 2 か所の水質は、バイオガス装置の導入後に大きく改善したことがわかる。これはし尿が装置により処理された結果である。ベトナム環境省の定める河川の水質基準よりは高いもの

の、視覚や嗅覚によっても汚染の減少は明らかであった。これは地域住民の生活環境を改善するものである。

表 2. CRE バイオガス装置導入による主な水質指標の変化

	sample1		sample2	
	before (June. 2018)	after (Sept. 2018)	before (June. 2018)	after (Sept. 2018)
pH	6.37	6.88	6.42	6.70
COD (mg/L)	1013.5	83.9	1238.6	173.8
TN (mg/L)	157.733	48.417	186.667	54.367
TSS (mg/L)	236.7	140.0	291.4	105.0

②余剰メタンの削減についての評価

導入目的の一つである、大気に放出される余剰メタン量については発生されたバイオガスの量と家庭で利用されたバイオガスの推定量から計測を行った。各家庭におけるバイオガス利用量は技術的要因により計測することが困難であったため、調理におけるバイオガスの使用時間の記録から推定している。結果としてすべての家庭への接続を終えた後の6か月間で、従来のバイオガスを導入したシナリオと比較して、少なく見積もっても13 m³の大気中へのメタン放出を削減可能なことが分かった。これは、本研究で利用したCRE バイオガス装置の導入には、従来の装置以上に温暖化防止の効果が期待できることを示している。

(3) 費用便益に関する評価

装置の費用分析を行ったところ、図4のような結果が得られた。横軸は装置を利用する世帯数、縦軸はPB（投資費用回収に要する期間）を表している。耐久性の高い高密度ポリエチレンフィルムを使用したCRE バイオガス装置の想定耐用年数は、少なく見積もって10年であり、4家庭で装置を共有した場合には使用期間内に投資を回収可能である。また、従来の家庭用バイオガス装置の耐久年数は6年であるため、5世帯以上でCRE バイオガス装置を利用した場合、その後の維持費用も考慮すれば、採算性においても従来型に比べ優れていることが確認できた。一方で、CRE バイオガス装置は初期導入費用の高さが課題であり、その削減により採算性を図ることが重要である。

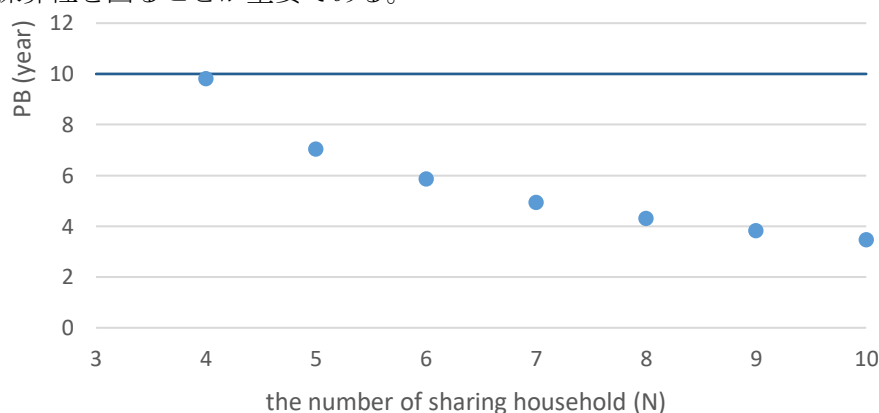


図4 CRE バイオガス装置の投資回収期間 (PB)

4.4 概括と今後の課題

本研究では、目的であったCRE バイオガス装置が十分に稼働し、採算性があることが分かったため研究協力者とともにその社会的実装に向けた道筋を検討する

今後の本研究の展開としては、これまでのデータの論文化を行うことが一番の目標である。また、本事業の目的において達成できなかった、社会面への影響評価、および現地におけるワークショップを実現したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Ryo Takuchi, Tran Sy Nam
2. 発表標題 To develop biogas digesters to community renewable energy in Vietnam: a feasibility study in Can Tho, Vietnam, Mekong Delta region
3. 学会等名 7th International Conference on Sustainable Energy and Environment
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	チャン シー ナム (Tran Sy Nam)	カントー大学・天然資源環境学部・講師	
研究協力者	フイン ヴァン タオ (Huynh Van Thao)	カントー大学・天然資源環境学部・研究員	