

令和元年6月21日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07964

研究課題名(和文) 乾式メタン発酵原料への発酵微生物群の移植手法の開発

研究課題名(英文) Development of a method for provision of methane fermentation bacteria to raw material in dry process

研究代表者

山岡 賢 (Yamaoka, Masaru)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農村工学研究部門水工学領域・ユニット長

研究者番号：70373222

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本課題では、農村地域のバイオマスのうち有効利用が進んでいない作物残渣、刈り草、剪定枝等の利用拡大に向けて、それらの乾式メタン発酵への適用を容易にするため、メタン発酵を担う微生物群を新たに投入される原料に容易に移植する基礎的な技術の開発に取り組んだ。具体的には、ラボスケールの乾式メタンプロセスを実験室内に構築し、同プロセスから供給される種汚泥からメタン発酵を担う微生物群を液体抽出して原料に添加することを試みた。最終的に発酵槽から連続的に微生物群を抽出し原料に与え続けられる新型発酵槽を考案して実験し、発酵槽内を無撹拌でメタン発酵の継続を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

メタン発酵の原料に、容易に発酵微生物群の移植し、メタン発酵を発現・継続させることは、原料周辺の局所的な空間で見ると、極めて高負荷な状態でのメタン発酵の実現となる。このため、本技術はメタン発酵プロセスの大幅な効率化をもたらすことが期待できる。

作物残渣を原料とする場合、収穫後の短期間に原料となる作物残渣が発生する。高負荷な状態で短期間にメタン発酵を進行させる技術は、作物残渣のような原料供給量の大きな変動に対応して効率的にメタン発酵を行うために必要な技術である。本研究は、その端緒として意義深い。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to expand the utilization of the agricultural residues or non-edible portions of agricultural products. The dry methane fermentation process is one effective option to utilize them. However, the dry methane fermentation process needs the improvement in provision of methane fermentation bacteria to raw material to accept them easily. The extracted solution from fermented residue of a laboratory-scale methane fermentation process was added to the feedstock of dried rice straw and measured methane gas production. Finally, a new type fermenter that can extract the solution from fermented residue and add it to the feedstock of dried rice straw continually was developed. The new type fermenter produced methane gas steadily without stirring in the fermenter.

研究分野：農業工学

キーワード：乾式メタン 作物残渣 バイオマス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

農村地域のバイオマスのうち有効利用が進んでいない作物残渣、刈り草、剪定枝等の利用拡大に向けて、バイオマス利用の基礎技術を開発する。作物残渣、刈り草、剪定枝等は、牛ふんや汚泥などに比べて含水率が低いため、それらに通常適用される湿式メタン発酵プロセスには不向きとされる。一方で低い含水率の原料に適用される乾式メタン発酵プロセスにおいては、原料の破碎・混合の工程で目詰まりや噛み込みなどのトラブルによってプロセスの稼働が安定しない。

2. 研究の目的

本課題では、乾式メタン発酵プロセスからの原料の破碎や混合の工程の除外に向けて、原料の破碎や混合の工程が果たしているメタン発酵槽内で繁殖しているメタン発酵を担う微生物群を新たに投入される原料に移植する機能を代替する基礎的な技術を明らかにする。

3. 研究の方法

ラボスケールの乾式メタンプロセスを実験室内に構築し、同プロセスを年間通じて安定して運転し、同プロセスから供給される種汚泥及びメタン発酵を担う微生物群を用いて、原料への移植を試みる。なお、原料は乾燥稲わらを用いた。

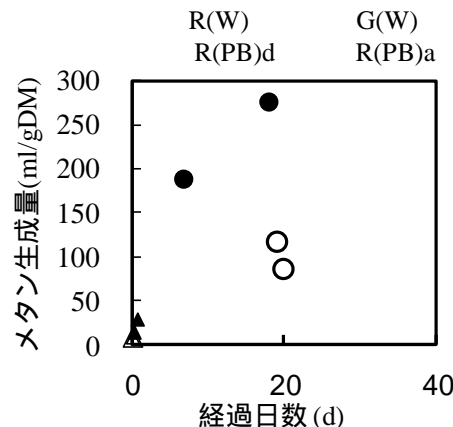
また、新型の発酵槽を考案し、室内実験用の発酵槽を試作して、原料・発酵物の攪拌・混合なしによるメタン発酵を行った。

4. 研究成果

(1)初年度の実験結果から、種汚泥から純水等の液体を加え攪拌後、固形分をフルイで取りのぞき、原料に添加してメタン発酵を試みたところ、短期的にガス発生が確認できたが、原料の pH が低下してガス発生が停止した。メタン発酵反応が発酵初期の酸発酵段階で停止したと考えられた。このため、pH の低下を抑制することで、メタン発酵反応の発現及び継続につながらないかと考え、リン酸緩衝液や水酸化ナトリウム液等を原料に添加し種汚泥からの微生物群の抽出に用いた。また、原料も乾燥稲わらより分解しやすいグルコースを用いることも試みた。それらによって、メタン発酵の発現、ガス生成につながったものの、メタン発酵の継続は最長で 20 日間程度に留まった(図 1 参照)。

(2)ラボスケールの乾式メタンプロセスは、当初発酵温度 55 の高温条件のみで開始したが、恒温庫を追加購入して 37 の中温条件でも同様に運転を立ち上げた。理由は、反応速度が高温条件に比べて緩慢な中温条件であれば、(1)の実験において見られた急激な酸発酵の進行による反応停止が避けられると考えたためである。しかし、中温条件による乾式メタンプロセスの安定に 1 年以上を要した。中温発酵は一般に高温条件に比べて、運転の安定性が高いとされるが、本実験のような乾燥稲わらを原料としたメタン発酵では必ずしも有利と言えない結果となった。

(3)ラボスケールの乾式メタンプロセスの発酵槽内の状況を観察すると、当初原料の稲わらと当初多様な粒径の固形物を含む汚泥が混合した状態



R(W) : 稲わら、中和なし
 G(W) : グルコース、中和なし
 R(PB)d : 稲わら、リン酸緩衝液に浸漬
 R(PB)a : 稲わら、リン酸緩衝液を添加

図 1 抽出液によるメタン発酵実験の結果

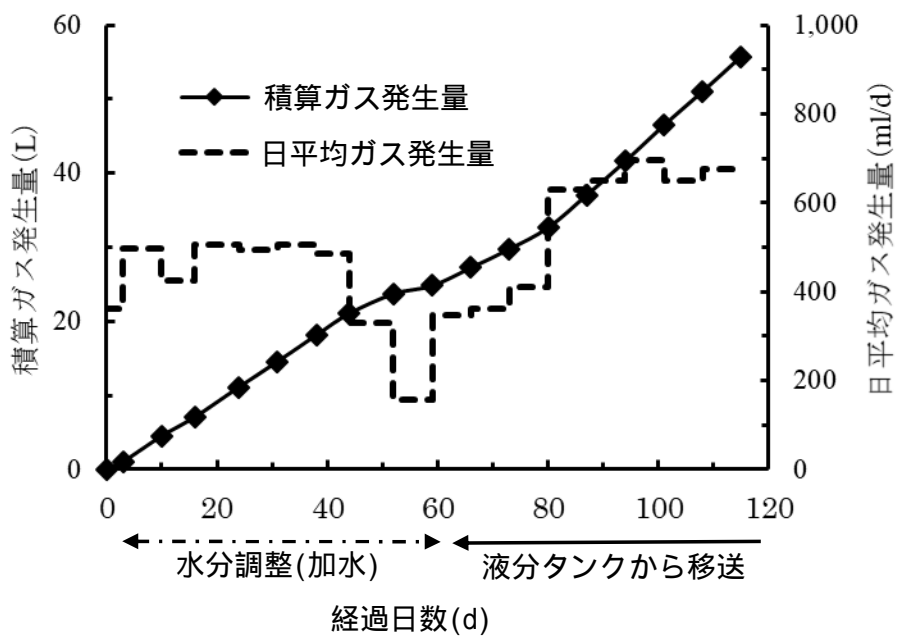


図 2 新型発酵槽の試作器の運転状況

であったが、ほとんど乾燥稲わらのみを原料とした運転を継続することで、発酵槽内は粗大な稲わらと微細な固形物を含む液体とで構成される状態となった。

発酵槽内がこの状態であれば、発酵槽内の液分を原料に供給することは容易と考えられるので、合わせて原料や発酵槽内の発酵残渣の移送を容易にできる発酵槽を考案した。同試作器でメタン発酵を行った。同試験器では、槽内の攪拌は行わず、発酵槽内で生成された液分を循環させる。

運転状況は図 2 に示すとおり、運転開始約 60 日間は、液体タンクに溜まる液分が少なく、稲わら（乾燥状態）投入時に水分を多めに加えた。約 60 日以降は液体タンクに十分液分が貯まったので、液分の原料投入口への移送を開始した。80 日以降、稲わら投入量を増加させ、発生ガス量も増加した。

(4)本課題で、ラボスケールでのメタン発酵実験を繰り返す中で、小規模なメタン発酵に適した簡易な気体の体積の測定方法が見当たらなかった。本分野での研究開発の推進に役立てるため、簡易なガス体積の測定器(2 種類)を考案し試作するとともに、同試作器の測定精度を検証し、論文に取りまとめた。(1 件掲載済み、続報査読中)。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

山岡 賢他, 2018, 小規模メタン発酵実験用のバイオガス体積のための簡易測定器の試作と測定精度の検証, 農業農村工学会論文集, 査読有, No. 307 (86-2), pp. 11_55-11_62

〔学会発表〕(計 2 件)

山岡 賢他、稲わらを原料とした乾式メタン発酵室内実験の発酵立ち上げ, H29 農業農村工学会大会、2017

Masaru YAMAOKA, et al., Study on Starting Up Dry Methane Fermentation for Agricultural Residues, 2017 International environmental engineering conference, 2017

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 該当なし

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名:

研究者番号(8桁):

(2)研究協力者

研究協力者氏名：該当なし

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。