

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 Starting up of laboratory-scale dry methane fermenters for rice straws

○山岡 賢* 中村真人* 折立文子*

YAMAOKA Masaru* NAKAMURA Masato* and ORITATE Fumiko*

1. 乾式メタン発酵 メタン発酵は、汚泥や家畜ふん尿などの含水率の高いバイオマスから燃料として利用可能なバイオガス(メタンガス約60%含有)を生成できるとともに、発酵残渣である消化液は液肥として利用できるので、農村地域における循環型社会形成の中核となる技術である。メタン発酵プロセスは、発酵槽の温度が37℃程度の場合を「中温(メタン発酵)」, 55℃程度の場合を「高温(メタン発酵)」と言われる。また、発酵槽内の原料の含水率を95%程度で運転する場合を「湿式(メタン発酵)」, 60~80%程度で運転する場合を「乾式(メタン発酵)」とされる。著者らが参画した研究プロジェクトで試作された山田バイオマスプラントは中温湿式メタン発酵であり、国内で消化液の液肥利用の事例として報告されている施設は湿式メタン発酵である。一方、乾式メタン発酵の事例は、国内ではまだ多くない。

含水率50~60%程度の、ある程度乾燥した状態の作物残渣のメタン発酵を考えると、湿式メタン発酵の場合、作物残渣の重量の約9倍の水分を添加する必要がある、添加した水分量だけ発酵残渣も増加する。乾式メタン発酵の場合、作物残渣の重量の7割弱程度の水分添加で済み、発酵残渣も湿式メタン発酵の場合の2割弱となる。発酵槽の容量も、乾式メタン発酵は湿式メタン発酵の2割弱で済むことになる。このように、乾式メタン発酵は、作物残渣などの含水率が90%程度以下のバイオマスを小規模にメタン発酵できると期待される。このため、著者らは、農村向け小規模なメタン発酵技術を開発すべく、実験室で乾式メタン発酵を実施したので、その内容を報告する。

2. 発酵の立ち上げ方法 【種汚泥】メタン発酵に限らず水処理の生物反応槽や堆肥発酵槽などの立ち上げの場合、通常類似施設からの種汚泥を用いるが、適当な乾式メタン発酵の種汚泥がなかったため、栃木県畜産酪農研究センターの乳牛ふん尿を原料に運転されている中温湿式メタン発酵施設の消化液を種汚泥とした。同消化液の性状を表1に示す。【原料】作物残渣を想定し、安定した性状で供給できるので、乾燥状態の稲わらを用いた。【発酵槽】発酵槽はBioprocess Control Sweden AB社製の自動メタン・ポテンシャル・テスト

表1 種汚泥に用いた消化液及び稲わらの性状
Characteristics of digested slurry and rice straws

分析項目	消化液(湿式) ¹⁾	稲わら
含水率	-	8.8 ²⁾
浮遊物質(SS)	25,700	未測定
強熱減量(VSS)	19,600(76.2 ²⁾)	83.1 ²⁾
全炭素(T-C)	未測定	35.8 ²⁾
全窒素(T-N)	2,650	5,890 ³⁾
アンモニア態窒素	1,640	未測定
全リン(T-P)	560	898 ³⁾
全カリウム(T-K)	2,120	10,180 ³⁾
ナトリウム	446	382 ³⁾
塩化物イオン	689	未測定

1)の値の単位は mg/l。 2)の値の単位は%

3)の値の単位は mg/kg-wet

*農研機構 農村工学研究部門, Institute for Rural Engineering, NARO, 乾式メタン, 稲わら, 室内実験

システム (AMPTS) 付属の容量500mlの細口のガラスボトル(2本)を用いた。広口ガラスボトルで自作して使用したが気密性を維持するのが困難で、細口ボトルに戻した。【加温・ガス発生量測定】AMPTSは加温装置としてウォーターバスを付属していたが、水の補給が頻繁となり恒温庫に変更し55℃で加温した。発生したバイオガスは、3Mの水酸化ナトリウム溶液を入れたボトルを通過させ二酸化炭素と硫化水素を除去し、AMPTSのガス量測定装置でメタンガス発生量をモニタリングした。

【初期仕込み】発酵槽としたボトルNo.1及びNo.2には、それぞれ稲わら16.0g, 24.7g, 消化液359.9g, 336.8gを仕込んだ。【原料投入】初期仕込み後10日間程度、ガス発生量やボトル内部の観察後、週1回稲わら10g程度を投入した。また、残渣の含水率80%を目標に稲わらの投入時に純水を20~40ml加えた。稲わら・水投入後、手動ポンプによる減圧と窒素ガスによるパージをボトルに施した。

3. 結果 ボトルNo.1のメタンガス発生量のモニタリング結果を図1に示す。立上げ開始後268日間の積算ガス発生量は約186L、日平均発生量は200日経過以降600ml/d程度となった。この間の稲わら及び水の投入量等を図2に示す。稲わら及び水の投入量の合計は、それぞれ484g, 967ml, 残渣持出し量の合計は360gであった。残渣強熱減量は60%程度となった。

本研究はJSPS 科研費 JP16K07964 の助成を受けたものである。

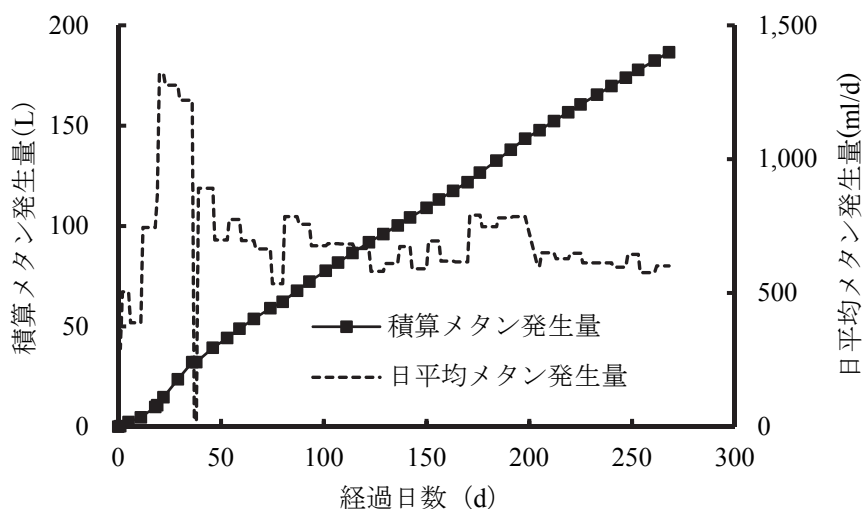


図1 メタンガス発生量(ボトル No.1)
Methane gas production in Fermenter No.1

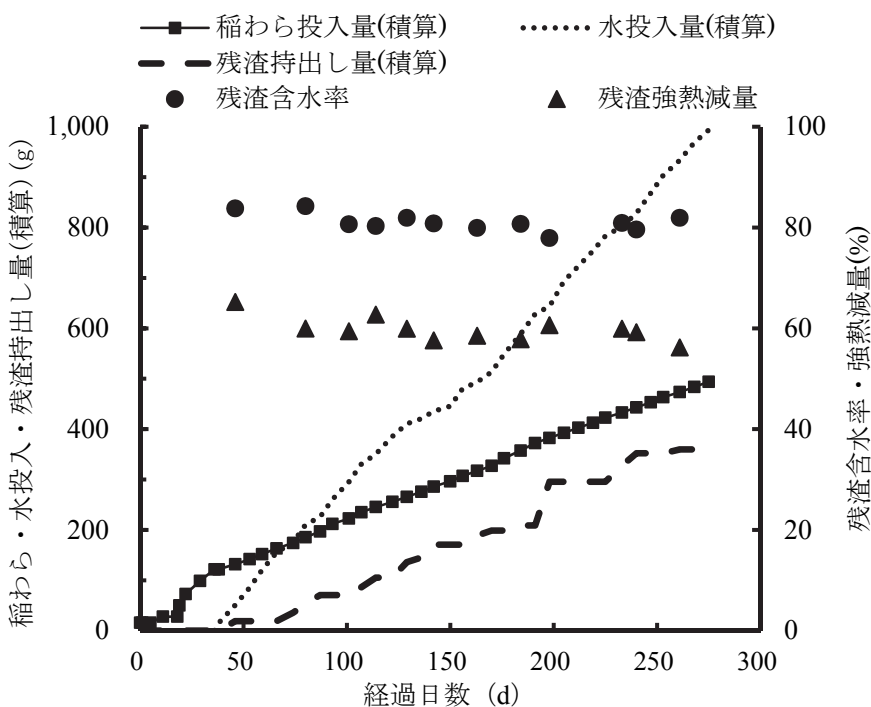


図2 稲わら・水投入量(ボトル No.1)
Feed of rice straws and water to Fermenter No.1