

農業集落排水汚泥、生ゴミ、おからの混合メタン発酵 Co-digestion of rural sewage sludge, garbage and bean curd residue

○折立文子*・中村真人*・柴田浩彦**・蒲地紀幸**・山岡 賢***

ORITATE Fumiko, NAKAMURA Masato, SHIBATA Hirohiko,
KAMACHI Noriyuki and YAMAOKA Masaru

1. はじめに 農業集落排水施設へのメタン発酵システムの導入は、汚泥の利活用とエネルギー生産および資源循環を同時に実現でき、施設の維持管理費削減のための有望な解決策である。また、農業集落排水汚泥（集排汚泥）と生ごみ等地域バイオマスの混合メタン発酵は、地域の廃棄物削減とメタン発酵でのガス生産量増加を同時に図れる有効な手段といえる¹⁾。メタン発酵原料としての供給面の安定性からは、事業系ごみは有利であり、そのひとつとして豆腐製造工程で排出されるおからがあげられる。おからは含水率が高く腐敗が速いため、乾燥による安定化を必要とするが、乾燥には多大なエネルギーを要するため、利用されず廃棄されるケースも多い。また、おからは生分解性が高く、有望なメタン発酵原料候補といえるが、C/N 比が低く、混合比率が高い場合、アンモニア阻害を起こす懸念がある。そこで本研究では、集排汚泥、生ごみ、おからの混合メタン発酵について、おからの混合可能割合を検討したので報告する。

2. 方法 容量 8.3L の発酵槽（**図 1**）を用いて、原料に占める集排汚泥の割合を重量比 50% に固定し、残りの 50% について、生ごみとおからを有機物量（VS）比で 5 段階（1:0、3:1、1:1、1:3、0:1）に変えた条件で連続式メタン発酵試験を行った。原料の成分を**表 1**に示す。汚泥は含水率 98% に調整したもの、生ごみは既往の文献²⁾を参考に成分を決定し、含水率 85% に調整したもの、おからは市販の乾燥おからに加水して生ごみと同じ VS に調整したものをを用いた。発酵槽の水理学的滞留時間（HRT）を 30 日とし、試験期間中、バイオガス発生量、バイオガス中メタン濃度、発酵槽内の pH、NH₄-N、揮発性脂肪酸（VFA）を測定した。また、不足しやすい微量栄養塩である Co と Ni をそれぞれ発酵槽内の濃度が 0.2、0.8mg/L になるように補給した。試験期間は各条件 8 週間とした。

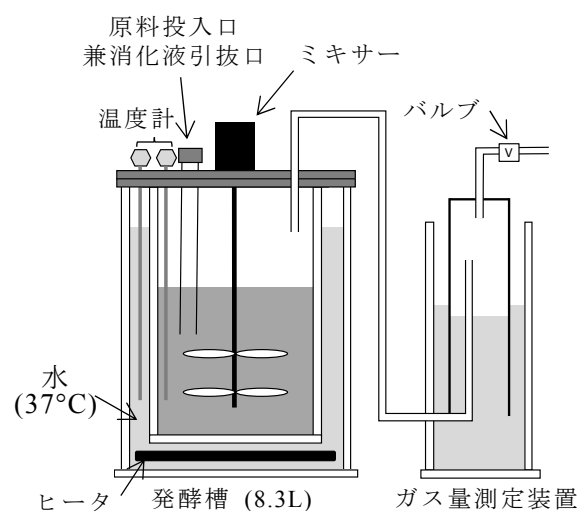


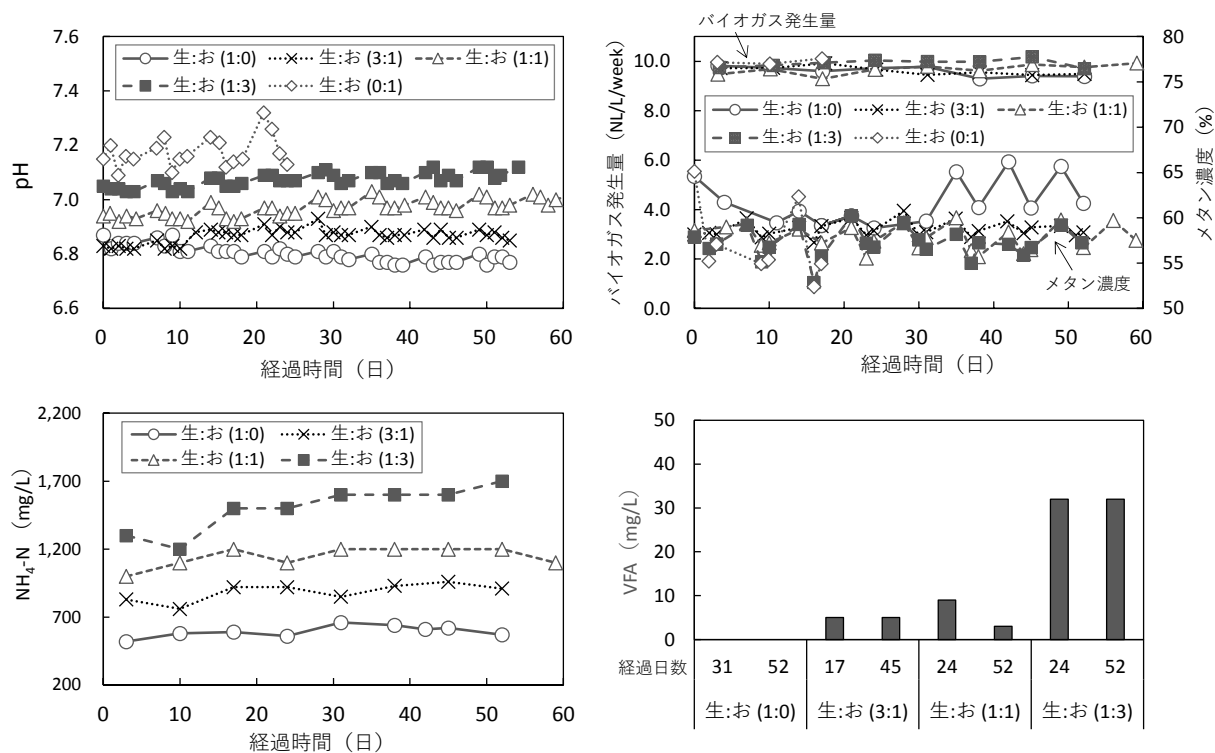
図 1 メタン発酵実験装置
Methane fermentation system

表 1 メタン発酵原料の成分
Composition of feedstocks

	集排 汚泥	模擬 生ごみ	おから
TS (%)	2.0	14.9	14.9
VS (%)	1.6	14.3	14.3
T-C (乾物%)	36.4	43.4	47.2
T-N (乾物%)	6.1	2.6	3.9
C/N 比	6.0	16.8	12.2

*農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO、**地域環境資源センター JARUS、***琉球大学 University of the Ryukyus キーワード：集排施設、エネルギー、資源循環、メタン

3. 結果および考察 試験期間中の pH、バイオガス発生量、バイオガス中メタン濃度、NH₄-N の推移および各条件での試験期間中に 2 回（試験中盤と後半）測定した VFA の分析値を図 2 に示す。なお、生ごみ：おからの混合比率 0:1 条件での試験は現在継続中であり、pH とバイオガス発生量およびメタン濃度についてはこの途中経過を、NH₄-N と VFA についてはこの条件を除く 4 つの試験条件の結果までを示す。pH はおからの混合比率が増加するにつれて上昇し、生ごみ：おからの混合比率 0:1 条件では 7.32 まで上昇した。NH₄-N も pH と同様に、おからの混合比率の増加に伴い上昇し、生ごみ：おからの混合比率 1:3 条件で 1,700mg/L 程度になった。メタン発酵でアンモニア阻害が生じる NH₄-N については諸説あるが、例えば下水汚泥を対象とした場合、遊離アンモニアの存在比率が増加する高 pH 条件（pH7.4~7.6 以上）の時に NH₄-N が 1,500~3,000 mg/L で阻害要因となることが報告されている³⁾。本研究では、生ごみ：おからの混合比率 1:3 条件まではバイオガス発生量が 10 NL/L/week 程度、バイオガス中メタン濃度は 55~60%、VFA は 40mg/L 未満と低い値で推移し、安定してメタン発酵が行われていると考えられる。一方、生ごみとおからの混合比率 0:1 条件での運転継続により、pH、NH₄-N および VFA のさらなる上昇が予測されるため、発酵の安定性について、引き続き注意して観察する必要がある。



※生:お (1:1)については定常状態確認のため試験を 1 週間延長

図 2 試験期間中の pH、バイオガス発生量、メタン濃度、NH₄-N、VFA
pH, gas production rate, methane concentration, NH₄-N, VFA during the experimental period

謝辞 本研究は、農林水産省の集落排水施設効率性向上実証事業の成果である。また、汚泥の採取では、地方公共団体関係各位の協力を得ております。ここに記して、謝意を表します。

参考・引用文献 1) Nakamura et al. (2020): Water Practice and Technology, 472-481、2) 李ら (2003) : 環境工学研究論文集 40、321-331、3) 野池編著 (2009) 技報堂出版