

農業集落排水汚泥のメタン発酵原料としての特徴 Characteristics of rural sewage sludge as a feedstock for methane fermentation

○中村真人*・柴田浩彦**・山岡 賢*・折立文子***

NAKAMURA Masato, SHIBATA Hirohiko, YAMAOKA Masaru and ORITATE Fumiko

1. 背景・目的

農業集落排水処理施設（以下、「集排施設」）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、そして、残渣である消化液の肥料利用による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。集排施設における汚泥の管理方法は施設により様々で、汚泥の性状も多様であるため、汚泥の性状の違いがメタン発酵におけるガス発生量や肥料成分濃度に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、6箇所の集排施設から採取した汚泥について、成分分析やバイオガス発生量の測定を行い、農業集落排水汚泥（以下、「集排汚泥」）のメタン発酵原料としての特徴を把握することを目的とする。

2. 方法

6箇所の集排施設の汚泥貯留槽から濃縮汚泥を採取し、TS、VS、肥料成分濃度等について分析を行った。また、容積50mLのプラスチック製シリンジを発酵槽として用いる簡易な回分式メタン発酵実験¹⁾を行った。この実験ではシリンジ内でのバイオガス発生によりプランジャーが押し上げられ、バイオガス発生量はシリンジの目盛を用いて測定できる。本研究では、種汚泥（メタン発酵消化液）10mLに対して、各集排汚泥を種汚泥のVS量の約1/2量添加し、シリンジ内の空気を押し出した後、35℃（中温条件）の恒温庫に保管した。実験中は100rpmで振とうし、1日1回バイオガス発生量を測定した。種汚泥は乳牛ふん尿を主原料とするメタン発酵施設から採取した消化液を用いた。種汚泥由来のガス発生量を測定するため、種汚泥のみを投入した試験区も設定し、ガス発生量の補正に用いた。

3. 結果および考察

集排汚泥の成分および各集排汚泥からのバイオガス発生量をTable 1およびTable 2に示す。集排汚泥のTSやVS/TS比（有機物割合の目安）の値に幅があり、施設により、汚泥の濃縮度や有機物の分解程度が異なることが確認できた。また、肥料成分である窒素濃度は、全体的に液肥として利用される消化液の濃度（2,000~3,000mg/L）よりも低めであったが、一部の濃縮汚泥は2,300mg/Lと比較的高めであった。リンやカリウムについては全体的に低濃度であった。

回分式メタン発酵実験については、すべての試験区で試験開始直後からバイオガスの発生が始まり、10日程度でガス発生は落ち着いた。積算のバイオガス発生量は、全体的に下水汚泥（OD法から余剰汚泥）よりも少なかったが、その量に幅があった。集排汚泥の成分とガス発生量の関係を見ると、集排汚泥のVS/TS比が大きいほど、バイオガス発生量が多い傾向が見られた（Fig. 1）。また、pHとバイオガス発生量には負の相関関係がみられた（Fig. 2）。

以上のことから、集排汚泥の肥料成分濃度が低く、集排汚泥由来のバイオガス発生量は少ないため、集排汚泥のメタン発酵システムを成立させるためには、地域で発生する生ゴミ、食品廃棄物等

*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, ***農研機構 本部 Headquarter, NARO

キーワード：農業集落排水処理施設、エネルギー、メタン、肥料、資源循環

との混合発酵などの対策が必要であることが明らかとなった。一方、バイオガス発生量と関連性の高い成分 (VS/TS, pH) が明らかになったことから、集排施設における水処理過程や集排汚泥の貯留方法の変更により、ガス変換効率を向上できる可能性が示された。

Table 1 集排汚泥の成分
Composition of rural sewage sludge

	単位	集排汚泥 (A 地区)	集排汚泥 (B 地区)	集排汚泥 (C 地区)	集排汚泥 (D 地区)	集排汚泥 (E 地区)	集排汚泥 (F 地区)
型式	-	XIV _R	XII _H	XIV	XIV	XIV	連間
pH	-	7.1	7.2	6.8	7.4	6.7	7.6
TS	%	0.92	0.47	1.70	1.60	2.71	1.77
VS	%	0.75	0.34	1.50	1.31	2.29	1.41
VS/TS	-	0.82	0.72	0.88	0.82	0.84	0.80
COD _{cr}	mg/L	10300	4380	23700	20700	30900	19700
TN	mg/L	835	485	724	1840	2300	1630
NH ₄ -N	mg/L	29	20.6	26	47	26	54
NO ₃ -N	mg/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
T-P	mg/L	160	143	411	430	459	430
T-K	mg/L	18.3	52.4	62.8	67.2	54.7	57.5

Table 2 各集排汚泥からのバイオガス発生量
Biogas yield from each rural sewage sludge

	単位	集排汚泥 (A 地区)	集排汚泥 (B 地区)	集排汚泥 (C 地区)	集排汚泥 (D 地区)	集排汚泥 (E 地区)	集排汚泥 (F 地区)	(参考) 下水汚泥 (OD 法)
バイオガス発生量	NL/gVS	0.073	0.019	0.066	0.016	0.063	0.025	0.15

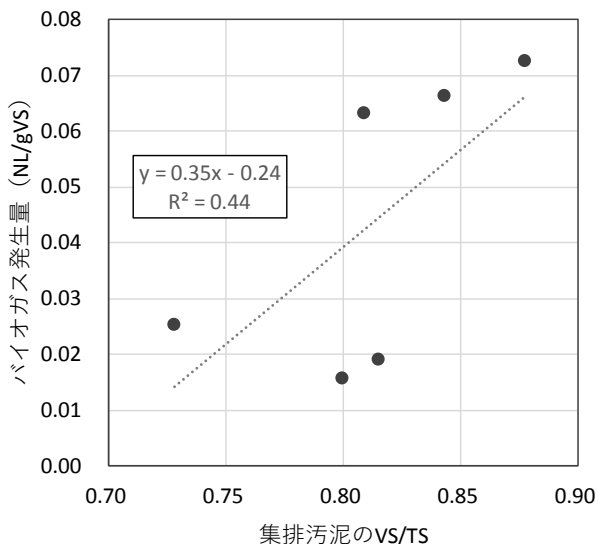


Fig. 1 集排汚泥の VS/TS とバイオガス発生量の関係
Relationship between VS/TS of sludge and biogas yield

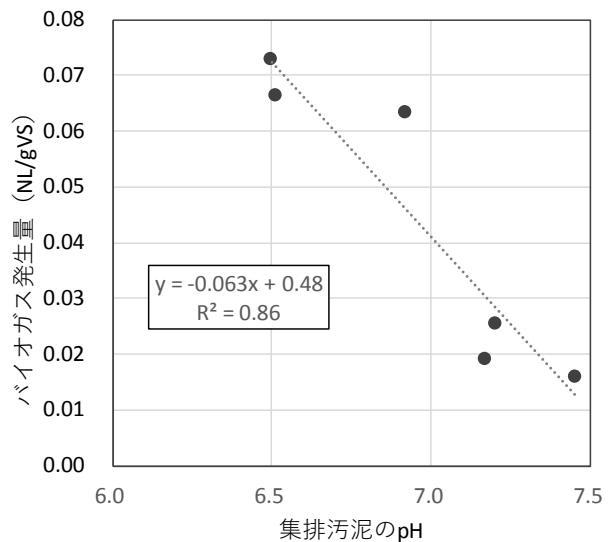


Fig. 2 集排汚泥の pH とバイオガス発生量の関係
Relationship between pH of sludge and biogas yield

参考文献 1) 戸苅ら (2014) : 土木学会論文集 G (環境), 70(7), III_425-III_432.

謝辞 汚泥および消化液の採取では、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。