

農業集落排水汚泥のメタン発酵における微量元素の必要性 Trace metals requirements for methane fermentation of rural sewage sludge

○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. はじめに

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（Fig. 1）。集排施設では汚泥脱水機を所有していないことが多いことから、含水率が 98~99% の濃縮汚泥が一般的であり、それを踏まえたシステム構築が必要である。本研究では、濃縮汚泥と施設周囲の家庭生ごみの混合メタン発酵システムについて検討を行ったので報告する。

2. 方法

容量 10L の発酵槽を用いて、連続メタン発酵実験を行った。原料は、集排施設から採取した返送汚泥を一般的な濃縮汚泥の濃度に調整した汚泥と模擬生ごみである。それぞれの成分を Table 1 に示す。実験は、発酵槽の水理学的滞留時間（HRT）140 日から開始し、最終的に 30 日まで短縮した。実験期間中、バイオガス発生量、発酵槽内の pH 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ 、VFA、Co、Ni の濃度を測定した。

3. 結果および考察

実験期間中、バイオガス発生量、発酵槽内の pH 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ 、VFA、Co、Ni 濃度を Fig. 2 に示す。HRT が 140 日から 70 日までの期間は、pH は 7.0 前後で安定し、VFA はほぼ検出されていないことから、正常にメタン発酵が立ち上がったと判断された。

しかし、HRT を 30 日に変更した 79 日目以降は、pH の低下と VFA の上昇がみられ、発酵不良に陥っていることが確認された。その時の $\text{NH}_4\text{-N}$ は 1000mg/L 前後と発酵阻害が起こる濃度よりも低い濃度を維持しており、高 $\text{NH}_4\text{-N}$ が発酵不良の原因とは考えられない。一方、Qiang et al.(2013) は、本研究と同様の発酵不良が起こり、その原因として発酵槽内の Co、Ni（メタン発酵における必須微量元素）の濃度が低いことをあげている。本研究の Co、Ni 濃度は Qiang et al.(2013) と同程度であることから、本研究の発酵不良の原因は、Co または Ni の不足であることが示唆された。農業集落排水施設では脱水機を所有していない施設が多いことから、排出される汚泥の含水率が高く、それに伴い Co や Ni が低濃度となることがある。そのような汚泥と生ごみのように Co、Ni 濃度が低い原料との混合メタン発酵を行う場合には、Co や Ni を添加する必要があることが示された。

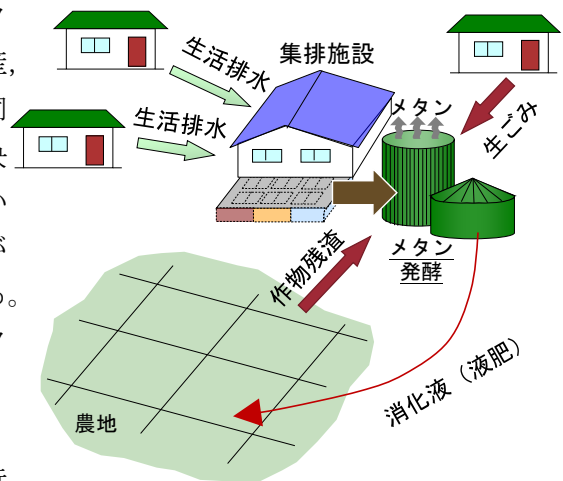


Fig. 1 メタン発酵技術を活用した汚泥利用システム
Sludge utilization system using anaerobic digestion

Table 1 集排汚泥と模擬生ごみの成分
Composition of sludge and kitchen garbage

	集排汚泥	模擬生ごみ
TS (%)	1.62	11.8
VS (%)	1.31	11.3
COD _{Cr} (mg/L)	17,400	123,000
Fe (mg/L)	139	4.14
Co (mg/L)	0.02	<0.01
Ni (mg/L)	0.21	0.02

*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

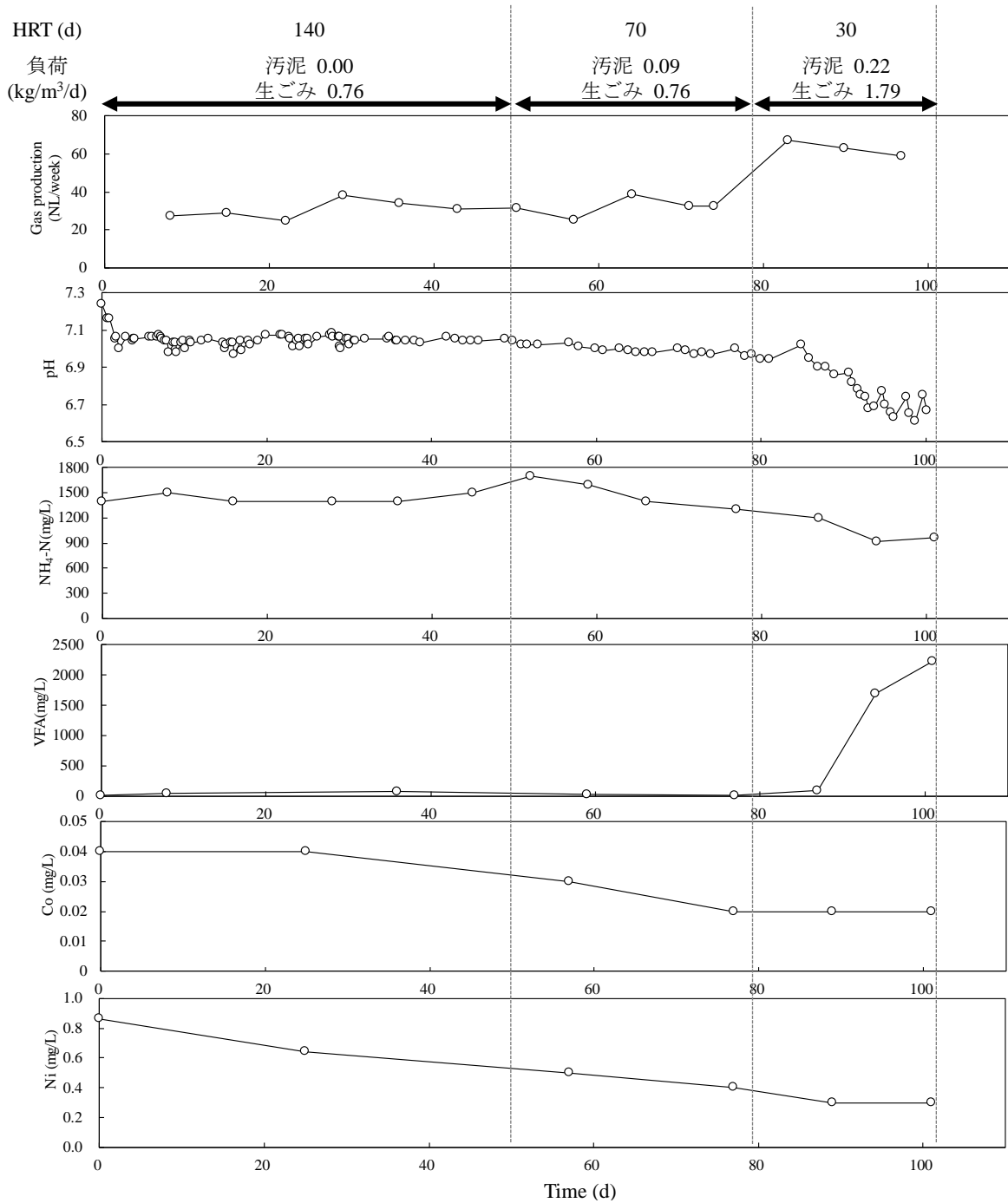


Fig. 2 実験期間中のバイオガス発生量，消化液の pH, NH₄-N, VFA, Co, Ni
Gas production, pH, NH₄-N, total VFA, Co, Ni during experimental period

参考文献 1) Qiang et al. 2013 Trace metals requirements for continuous thermophilic methane fermentation of high-solid food waste. *Chemical Engineering Journal*, **222**(15), 330-336.

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及び科研費（JP17K18349）の成果である。東北大学の李玉友教授には，実験方法及び結果の考察についてご助言をいただいた。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。