

## 農業集落排水汚泥の嫌気性自己分解によるメタン発酵の立ち上げ Start-up of anaerobic digestion by self-degradation of rural sewage sludge

○中村真人\*・柴田浩彦\*\*・山岡 賢\*・折立文字\*

NAKAMURA Masato, SHIBATA Hirohiko, YAMAOKA Masaru and ORITATE Fumiko

### 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、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)。メタン発酵槽を立ち上げる方法として、稼働中の発酵槽の消化液を輸送して外来植種する方法と原料の汚泥を嫌気培養することで自己分解を進行させ、メタン発酵に参与する微生物群を増殖させる方法 (自己分解法) がある。後者は消化液の輸送が必要なく、コスト面で有利であることから、小規模施設に適した方法であり、下水汚泥では実績がある (小林, 2008)。しかしながら、農業集落排水汚泥 (集排汚泥) は、一般的に「水処理過程での汚泥滞留時間 (SRT) が長めで下水汚泥よりも分解が進行している」、「集排施設には汚泥脱水機がないことが多く、汚泥の固形物濃度 (TS) が低い」など、自己分解法にとって不利な性状である。そこで本研究では、集排汚泥について、自己分解によるメタン発酵槽の立ち上げの可否を検討したので報告する。

### 2. 方法

容量 0.3L の三角フラスコを発酵槽に用いて、メタン発酵立ち上げ実験を行った。メタン発酵の立ち上げ用に用いた集排汚泥は、集排施設から採取した返送汚泥を一度 TS3.2%まで濃縮したものの (Table 1) に水道水を加水することにより TS を 3、2、1%に調整した 3 種類の汚泥である。三角フラスコに各汚泥を 200g 入れ、気相部を窒素ガスで置換してゴム栓をし、37°C、100rpm で振とう培養した。原料には集排汚泥と模擬生ゴミの混合物 (必須微量元素 Co、Ni 入り) (Table 1) を用いた。0 日目から 57 日目までは原料を投入せず、集排汚泥のみの回分運転を行い、57 日目からは原料投入を開始した。水理的滞留時間 (HRT) 800 日から始めて、25 日間まで段階的に短縮した。実験期間中、発酵液の pH、バイオガス発生量、NH<sub>4</sub>-N、M アルカリ度を測定した。バイオガス量は、フラスコに接続したアルミニウム製ガスバッグで捕集し、ガラス製シリンジで測定した。

### 3. 結果および考察

試験期間中の pH、バイオガス発生量、NH<sub>4</sub>-N、M アルカリ度の推移を Fig. 2 に示す。pH は、すべての試験区において試験開始から 3 日程度で一時的に 0.1-0.2 下降し、その後、回分運転期間中は上昇した。一時的に pH が下降した要因は、立ち上げ用の集排汚泥が分解し、有機酸が生

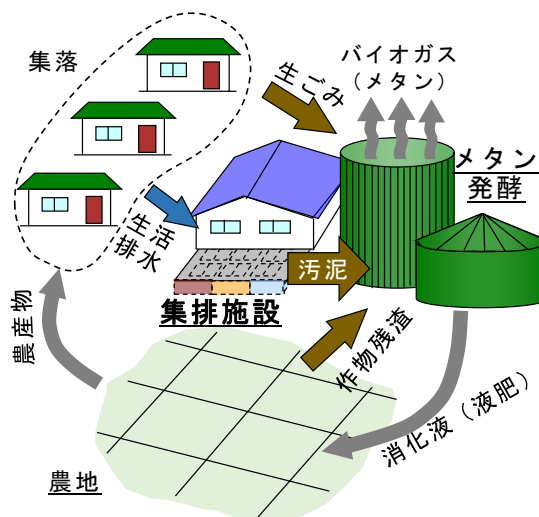


Fig. 1 メタン発酵技術を活用した汚泥利用システム

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 (立ち上げ用)	汚泥と模擬生 ごみ混合物
TS (%)	3.2	7.6
VS (%)	2.5	7.0
COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	32,000	90,000
T-N (mg/L)	2,100	2,800

\*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

キーワード: 農業集落排水施設, エネルギー, メタン, 肥料, 資源循環

成したためと考えられる。原料投入後は、pHは一時的に低下したものの、時間が経過するとともに上昇に転じ、最終的に、HRT25日という比較的高負荷な条件でも7.2-7.4程度で安定していた。TSの違いで比較すると、全期間を通じて、TSが低い汚泥ほど、pHが相対的に低く推移した。また、TSが低い汚泥ほど原料投入後のpH低下が大きかった。一方、バイオガスに関しては、回分運転時、試験開始直後に立ち上げ用の集排汚泥の自己分解によるとみられるガスの発生が確認された以外は、発生量はごく少量であった。原料投入後は、HRTの短縮（原料投入量の増加）に従って、発生量が増加し、TSによる差はほとんど見られなかった。また、バイオガスからは40-55%程度でメタンが検出され、メタンが生成されていることが確かめられた。NH<sub>4</sub>-NとMアルカリ度については、回分運転期間に上昇し、両者ともTSが高い汚泥ほど値が大きかった。

#### 4. 結論および今後の課題

メタン発酵（中温発酵）における標準的なHRTである25日条件において、順調にバイオガスが発生し、その時のpHがメタン発酵に適していると言われる6.5~8.2におさまっていることから、集排汚泥単独でも自己分解法によるメタン発酵槽の立ち上げが可能であることが示された。一方、TSが高い汚泥ほどMアルカリ度が高く（pH干渉能が高い）、pHが安定していたことから、今回のTSの範囲ではTSが高い汚泥ほど安定していることが示唆された。ただし、TS3%の汚泥は流動性が低く、取扱性が低下することに留意する必要がある。立ち上げまでの期間をどの程度短縮できるかを把握することが今後の課題である。

参考文献 小林ら（2008）：水環境学会誌 31(9)、525-532

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。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。

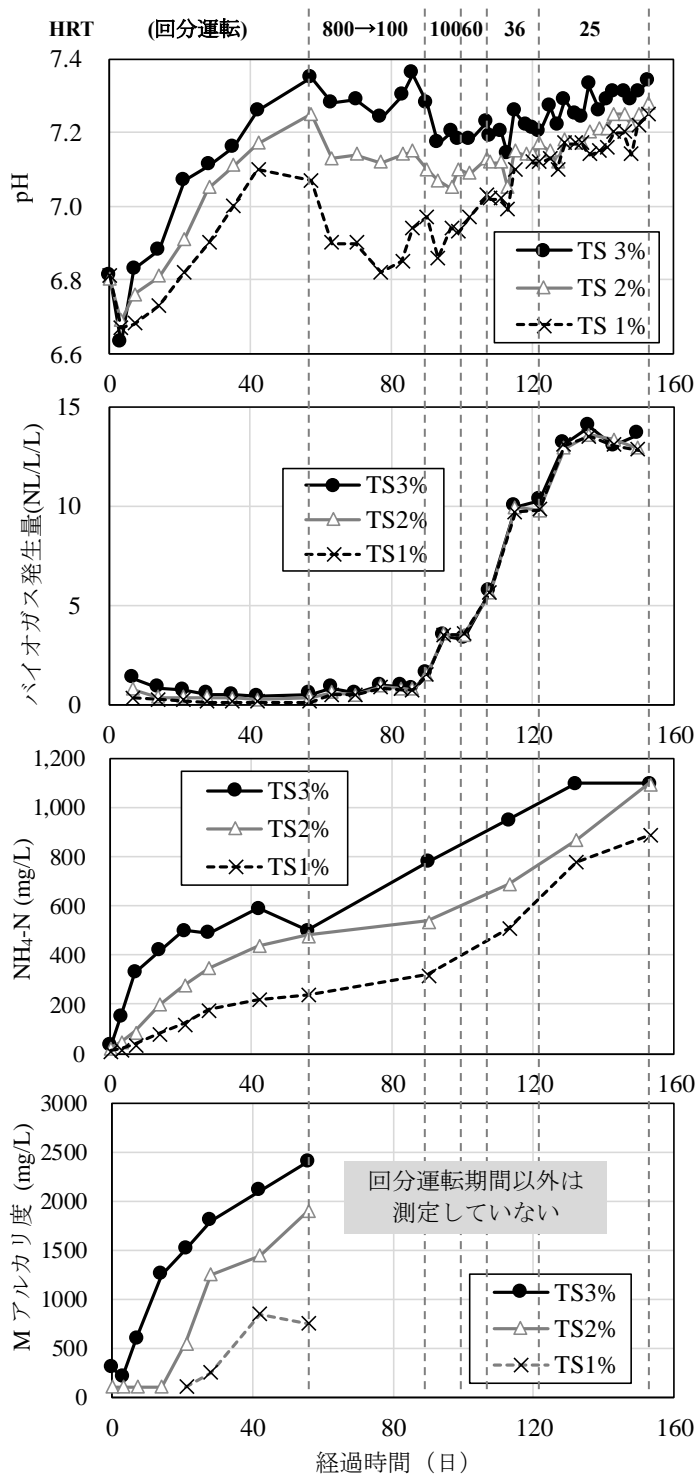


Fig. 2 試験期間中のpH、バイオガス発生量、NH<sub>4</sub>-N、Mアルカリ度の推移  
pH, biogas production, NH<sub>4</sub>-N, alkalinity during the experimental period