

種汚泥を用いない中温消化槽の スタートアップに関する事例報告

(公財)愛知水と緑の公社 ○別府智志、竹川 勝、加藤順一、有働哲也、藁科翔吾
(株)神鋼環境ソリューション 田中一貴、中嶋雄大、湊 貴史

1. はじめに

矢作川浄化センターでは、平成8年に供用開始した1号焼却炉（35t/日）が老朽化したため、この焼却炉に変わる汚泥の減容化、温室効果ガス削減、低コストによる建設等を満たす設備が求められる状況にあった。そこで、下水道事業におけるコスト縮減や再生可能エネルギー創出等を実現するため、JSに委託して下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）の成果である鋼板製の消化槽設備（5800m³）を導入した。今回の消化槽の立ち上げはコスト低減を目的に、他処理場の消化槽から種汚泥を運搬せず、当センターの余剰汚泥（機械濃縮系）からメタン菌を育成する事とした。本報告は、報告者2者が連携して実施した実験室レベルでの余剰汚泥からのメタン菌育成の検証、評価の成果をもとに、実機にてスタートアップに成功した事例報告を行う。

2. 余剰汚泥、生汚泥等を用いたメタン菌育成の検討（公社実施）

1) 目的

「メタン菌の調達方法（オンサイト培養か外来植種か）」及び「短期間のスタートアップが可能な手法」に関して最適な手法を検討する。

2) 実験方法

余剰汚泥（機械濃縮汚泥 TS4%）、生汚泥（重力濃縮汚泥系 TS3%）、種汚泥（C 浄化センター消化汚泥 TS1.6%）を表-1 の条件でテドラバッグに 200mL を投入し、35℃で 32 日間までのメタンガス発生量の状況等を調査した。

表-1 テドラバッグを活用した実験条件

①	余剰汚泥のみ(1.5%に希釈)	④	余剰汚泥:生汚泥=1:1	⑦	生汚泥:種汚泥=1:0.05
②	余剰汚泥のみ	⑤	余剰汚泥:種汚泥=1:0.05	⑧	生汚泥:種汚泥=1:0.3
③	生汚泥のみ	⑥	余剰汚泥:種汚泥=1:0.3	*④~⑧の比率は体積比の値	

3) 実験結果

20 日、32 日の測定を行い、メタンガス発生量 mL と投入汚泥量（TS）g から各条件を比較したところ、図-1 の結果が得られた。

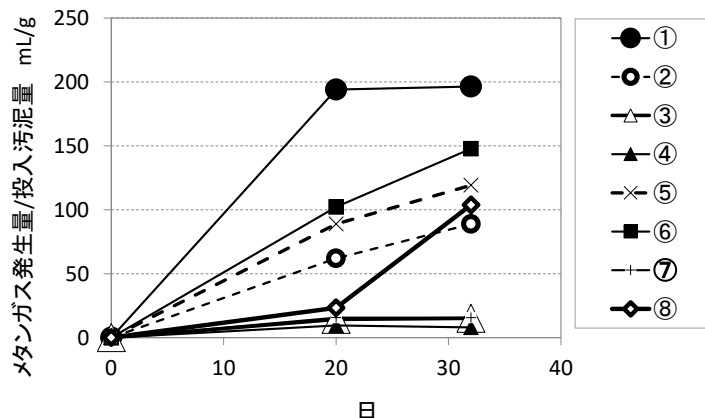


図-1 テドラバッグによる消化実験でのメタンガス発生状況

メタンガスの発生量は、「①余剰汚泥のみを 1.5%に希釈した条件」が最も多かった。その要因として、実験期間中において pH:6.2~7.6 程度、VFA (酢酸、プロピオン酸等):400mg/L 以下、アンモニア性窒素:600mg/L 以下に維持できたことがメタン生成菌の育成に好条件であったと考えられる。余剰汚泥に種汚泥を添加した条件では⑥が良好であったが、①、②に比べて期間短縮の顕著な効果は見られず、種汚泥の輸送費、スタートアップ期間等を考慮すると①の条件の方法がより良好な選択と判断できる。一方、生汚泥を用いた条件でのメタンガスの発生量は、余剰汚泥と比較して少なかった。この要因として、酢酸:4,000mg/L 以上であり、アンモニア性窒素:1,000mg/L 未満であったことから pH が 4 程度に低下したことで、メタン生成菌の馴養が阻害されたものと推察される。以上の結果から、①~⑧のうち①の条件が最適な手法であると判断した。今回、得られた知見として、余剰汚泥ではアンモニア性窒素が、生汚泥では VFA (酢酸、プロピオン酸等) が生成されやすい点が判明した。生成されたアンモニア性窒素はアルカリ度を供給し、VFA による pH 低下を相殺すると推察される。このことから、汚泥の混合比率が、消化槽内の pH 調整に重要な因子となる。

3. 段階的負荷調整手法の検討(神鋼環境ソリューション実施)

1) 目的

矢作川浄化センターで消化槽をスタートアップするにあたり、小林ら¹⁾が報告している余剰汚泥のみを用いた馴養及び段階負荷調整手法でスタートアップが可能であることを検証する。なお、試験は矢作川浄化センターの実余剰汚泥を用いて実施した。

2) 試験装置概要

試験装置概要を図-2 に示す。試験用消化槽の温度は 35°C で温度管理した。

3) 試験方法

① 立ち上げ馴養

余剰汚泥を TS1.5%に希釈し、35°Cに保温した消化槽内で攪拌のみを行い、40 日間馴養した。

② 段階負荷調整

馴養完了後、段階負荷調整時は予め投入量比率に混合した濃縮汚泥【生汚泥 (3%) : 余剰汚泥 (4%) = 165 : 125】を原料汚泥槽から定期的に試験用消化槽へ投入した。HRT=100 日、50 日、30 日と段階的に負荷を上げ、試験用消化槽内 pH、消化ガス発生量、有機酸 (VFA) の蓄積量を測定し、立ち上げ状況の確認を行った。

各段階での良否判断基準は下記とした。

【pH: 馴養/段階負荷調整 6.8~7.2 程度、VFA: 馴養 500mg/L 以下、段階負荷調整 100mg/L 以下】

4) 試験結果

馴養期間及び段階負荷調整期間の試験用消化槽 pH、VFA、消化ガス発生量の測定結果を図-3 に示す。馴養期間初期では pH=6 程度、VFA は 1,800mg/L 程度まで蓄積していた。従来、種汚泥を用いない立ち上げ方法ではアルカリ剤を必要するとされている²⁾が、本立ち上げではそれを用いることなく、

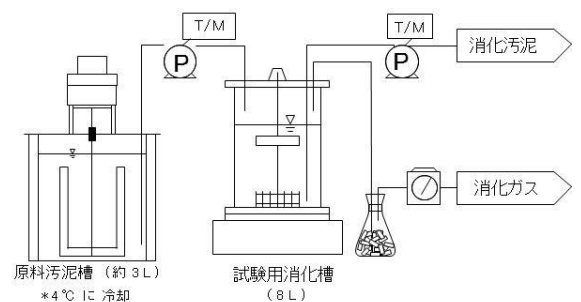


図-2 試験装置概要

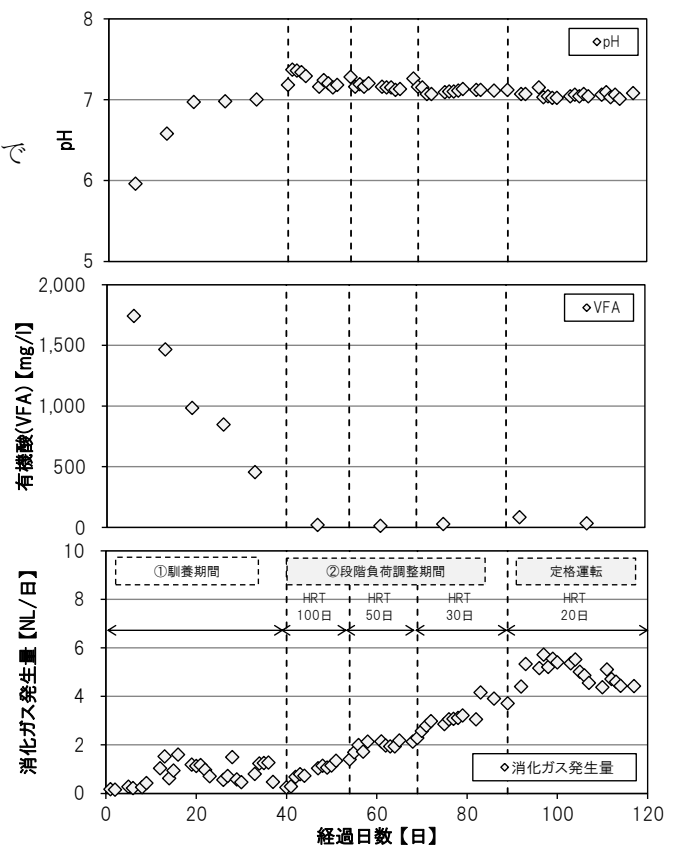


図-3 立ち上げ試験結果

10日目以降で消化ガス発生量は増加、pH及びVFAは大きく変化し、馴養30日目でpH=7程度、VFAは500mg/L程度となった。

この結果から馴養初期はVFA蓄積が進む酸生成期、10日目以降はVFAの減少が進むメタン生成期となっており、小林ら¹⁾の報告と合致した。

段階的な負荷の上昇に伴い、消化ガス発生量は徐々に増加し、pHは中性域で安定していた。また、VFAの蓄積は無く、90日程度で消化槽の立上げが完了したと判断する。定格運転(HRT=20日)後の管理値も基準内であった。以上の結果から、種汚泥を用いることなく消化槽の立上げが可能であることを実汚泥で確認した。

4. 実機での立ち上げ状況

2、3の実験結果を踏まえて、6月中旬頃から余剰汚泥濃度4.0%を再利用水を用いて約1.5%に希釈して、35℃、約40日間で種汚泥の投入なしにメタン菌の育成を実施した。8月中旬頃より余剰汚泥、生汚泥の投入を開始、徐々に投入量を増加させ、4段階の負荷調整に応じて消化ガス発生量が増加し、段階負荷調整期間(約2ヶ月間)に目標である消化ガス発生量4,000Nm³/日、メタンガス濃度60%に到達した(図-4参照)。スタートアップ期間中は、pHの増減やVFAの蓄積等による支障は確認されなかった。

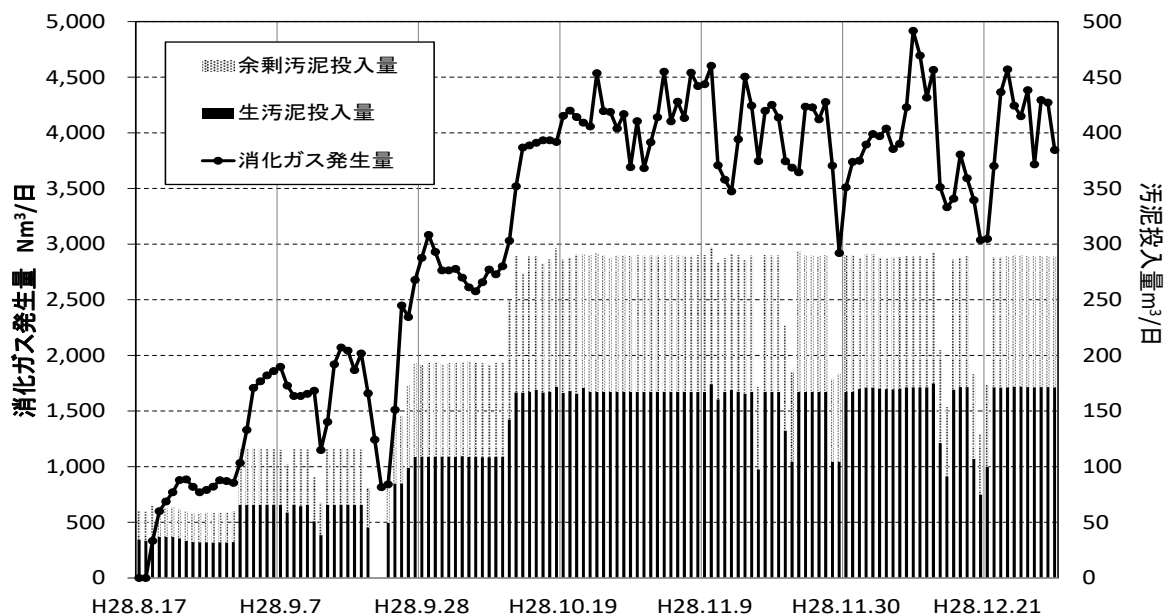


図-4 実機での立ち上げ状況 (メタン菌育成後の消化ガス発生量、汚泥投入量)

5. まとめ

今回の実証試験及び実機でのスタートアップから得られた成果は、以下のとおりであった。

- ①余剰汚泥を利用して40日間で種汚泥を馴養し、種汚泥を運搬せず、安価に消化槽の立上げに成功した。
- ②余剰汚泥ではアンモニア性窒素が、生汚泥では酢酸が発酵過程で多く生成することが判明した。

このことから、汚泥の混合比率を調整することで、消化槽内のpH調整に活用できる知見が得られた。

謝辞：本研究を進めるにあたり、御指導を頂きました日本下水道事業団 島田正夫氏に感謝致します。

参考文献：1) 余剰活性汚泥の嫌気性自己分解によるメタン発酵スタートアップ方法及びその過程における微生物群構造の変化 (2008 水環境学会誌 Vol. 31, No. 9, pp. 525-532、小林ら)

2) 財団法人 下水道新技術推進機構 汚泥消化タンク改築・修繕 技術資料 (2007年3月)

問い合わせ先：(公財)愛知水と緑の公社 下水道部 五条川左岸・新川東部・新川西部事業所 別府智志
愛知県小牧市新小木四丁目47番地 Tel：0568-75-2911 Fax：0568-75-2913