

B-15

二相循環式メタン発酵による生ごみの無希釈高速処理

アタカ工業(株)

○水野 修

船石圭介

山下耕司

李 玉友

1. はじめに

日本における食品廃棄物の処理処分の現状では、約 91%が焼却後に埋立てられており、再利用されているものは 9%に過ぎない。その内訳は、肥料化 (3%)、飼料化 (5%) およびその他 (1%) となっている。食品廃棄物の年間発生量は約 2,000 万 t であり、再利用を進める必要が生じている。メタン発酵は、バイオガスの回収および廃棄物の減量化が可能であるため、食品廃棄物の処理技術として注目されている。著者らは、生ごみを効率良く処理する方法として、二相循環式による無希釈高速メタン発酵技術の開発を進めている¹⁾。本研究では、構築した二相循環式メタン発酵プロセスの連続運転により、有機物分解特性およびメタン発生量などに及ぼす HRT の影響を検討した。

2. システムフローおよび実験方法

2.1 処理フローおよび実験装置

図 1 に二相循環式メタン発酵実験装置の概略を示す。前処理後の模擬生ごみは、受入混合槽に

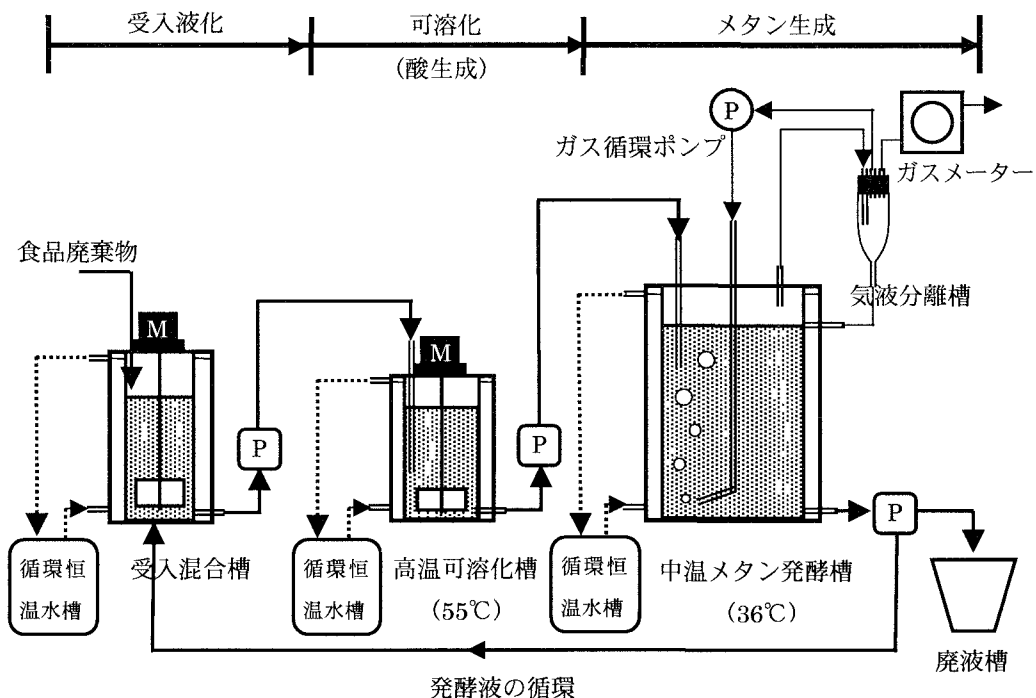


図 1 生ごみの無希釈メタン発酵装置の概略

において、返送される発酵液と 1 : 1 の割合で混合され、より流動性の高い液体となる。続く高温可溶化槽で可溶化・酸発酵され、メタン発酵しやすい物質に変換される。最終的には中温高濃度メタン発酵槽においてメタンを主成分としたバイオガスに変換される。メタン発酵を行った発酵液は混合槽に返送され、投入物の希釈に利用される。同時に、再度高温可溶化槽を通してさらに可溶化される。この処理フローの大きな特徴は、高速メタン発酵に希釈水を使用しないことである。受入混合槽および高温可溶化槽は攪拌翼により、メタン発酵槽は発生したバイオガスを循環させることにより攪拌している。

表 1 に実験条件を示した。実験では、処理フロー全体の水理学的滞留時間 (HRT) を 30, 20, 15, 12.5 日と段階的に短縮して連続運転した。高温可溶化槽の HRT は 2.5~6 日、メタン発酵槽の HRT は 10~24 日であった。

表1 実験条件

全体	高温可溶化槽	メタン発酵槽	COD負荷
HRT(d)	HRT (d)	HRT (d)	(kg/m ³ /d)
30	6	24	9.8
20	4	16	14.7
15	3	12	19.6
12.5	2.5	10	23.5

表2 模擬生ごみの平均組成

pH	5.2
TS (g/l)	233
VS (g/l)	220
T-CODcr (g/l)	294

2.2 実験材料および方法

本実験に用いた模擬生ごみの平均組成を表 2 に示す。模擬生ごみは、果物類 (30%), 野菜類 (36%), 肉・魚・卵 (14%) および残飯類 (20%) を混合して、高速ブレンダーにより粒径 3mm 以下に破碎したものである。また、揮発性脂肪酸蓄積の防止およびメタン発酵促進のために、微量栄養塩 (鉄, ニッケル, コバルトの塩化物) を添加した。

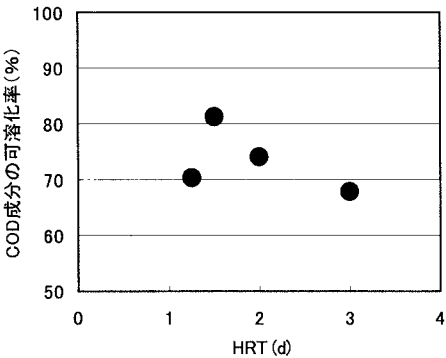


図 2 高温可溶化槽の可溶化率に及ぼす HRT (投入物) の影響

3. 結果および考察

3.1 高温可溶化槽の可溶化率に及ぼす HRT(投入物)の影響

図 2 に高温可溶化槽における COD 成分の可溶化率を示した。図中の HRT は投入物に対する値である。可溶化率は、68~81%であり、高温可溶化槽において COD 成分の可溶化が進行していることがわかった。

3.2 メタン生成量に及ぼす HRT の影響

図 3 に除去 VS 当たりのガス生成量を示した。ガス生成量は HRT12.5 日の条件でも 0.76L/g 除去 VS であり、メタン発酵が可能であった。運転期間におけるメタン発酵槽の pH は、いずれの条件でも 7.5 以上であり、メタン発酵は良好であった。また、生成ガス中のメタンの割合は各 HRT 条件で約 60%であった。

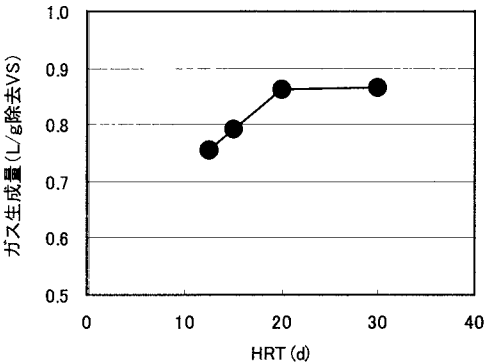


図 3 ガス生成量に及ぼす HRT の影響

3.3 TS および VS 分解率に及ぼす HRT の影響

図 4 に物質収支から算出した TS および VS の分解率を示した。いずれの条件においても、TS および VS 分解率は 80% を超えており、高い分解率を達成できた。

3.4 VFA 濃度および $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度に及ぼす HRT の影響

図 5 に VFA 濃度および $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を示した。VFA の中で、HRT によって濃度が大きく変化したのはプロピオン酸 (C_3) であった。HRT30 日に比較すると、HRT12.5 日では 4,760mg/l まで濃度が増大した。一般に、プロピオン酸は蓄積しやすいが、生ごみを用いた場合でも分解しにくい物質であることが示唆された。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は HRT30 日で最も高く、3,000mg/l を超えていた。しかし、中温メタン発酵であるため、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の阻害による VFA の蓄積も起こらなかった。

4. まとめ

模擬生ごみを用いて、二相循環式メタン発酵プロセスの連続運転を行った結果、以下のような結論が得られた。

- 1) 模擬生ごみを用いて無希釈メタン発酵プロセスを実現することができた。HRT が 20 日以上であれば安定した処理が可能であった。
- 2) メタン発酵槽では HRT が 12.5 日 (COD 負荷 23.5 kg/m³/d) の条件でもガス生成が可能であった。
- 3) 高温可溶化槽における COD 成分の可溶化率は 68~81% であった。
- 4) プロセスの TS および VS 分解率は高く、それぞれ 80~84%、83~88% であった。
- 5) メタン発酵槽では、プロピオン酸が蓄積しやすいことがわかった。また、メタン発酵槽の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は最大で約 3,000mg/kg であったが、メタン発酵は阻害されなかった。

謝辞： 本研究の一部は、農水省「平成 13 年度食品リサイクル技術開発」の委託研究として実施したものである。

参考文献

- 1) 李ら (2001) 食品廃棄物の無希釈高速メタン発酵技術の構築, 第 12 回廃棄物学会研究発表会講演文集, 302-304.

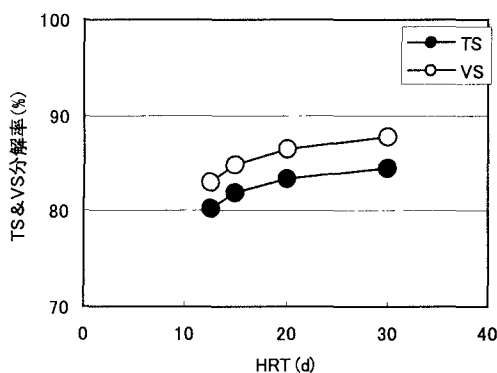


図 4 TS および VS 分解率に及ぼす HRT の影響

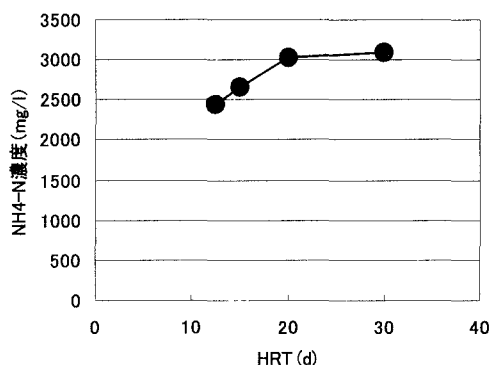
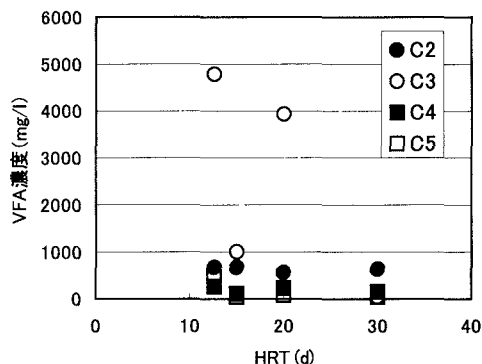


図 5 メタン発酵槽における VFA および $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度