

B-45

二相循環式メタン発酵による炭水化物系食品廃棄物の無希釈処理

アタカ工業(株) ○水野 修

同上 船石圭介

同上 山下耕司

東北大学大学院工学研究科 李 玉友

1. はじめに

日本における食品廃棄物の年間発生量は約 2,000 万 t であり、そ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。再利用の内訳は、肥料化(3%)、飼料化(5%) およびその他(1%) となっている。最近では食品リサイクル法やバイオマス・ニッポン総合戦略などにより、バイオマスの有効利用を進める必要が生じている。

メタン発酵法は、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、食品廃棄物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きた¹⁾。本研究では、二相循環式メタン発酵プロセスを連続運転することにより、炭水化物系模擬食品廃棄物からのバイオガス発生量および有機物質の分解特性などに及ぼす有機物負荷の影響を検討した。

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図を示す。前処理後の炭水化物系食品廃棄物は、受入混合槽において、返送される発酵液と 1:1 の割合で混合され、より流動性の高いスラリーとなる。続く高温可溶化槽(55℃)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(36℃)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後の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

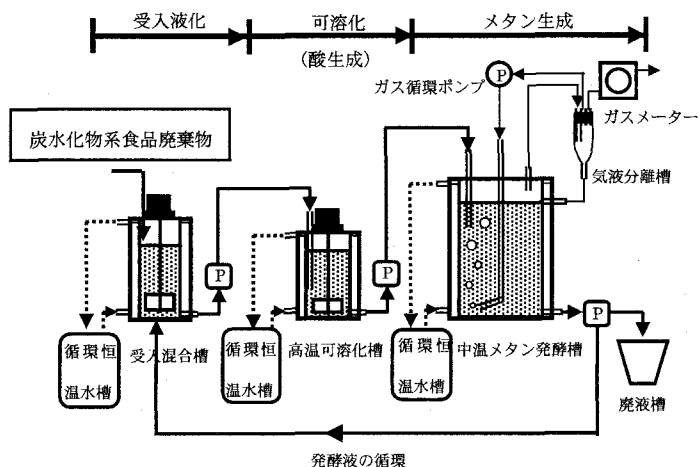


図 1 実験装置の概略図

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、メタン発酵槽のCOD_{Cr}容積負荷を19.2、25.9、38.4 kg/m³/dの三段階に変化させた。処理フロー全体の水理学的滞留時間(HRT)は30、20、15日、高温可溶化槽のHRTは6、4、3日、メタン発酵槽のHRTは24、16、12日である。

2.2 実験材料および方法

本実験に用いた炭水化物系食品廃棄物の平均組成を表2に示す。炭水化物系食品廃棄物は、穀物残渣(75%)、野菜屑(12.5%)および動物性残渣(12.5%)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。

疑似組成式は元素分析の結果より、C₃₀H_{49.7}O_{21.7}Nで表される。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。

表1 実験条件

COD _{Cr} 容積負荷* (kg/m ³ /d)	全体 HRT(d)	高温可溶化槽 HRT(d)	メタン発酵槽 HRT(d)
19.2	30	6	24
25.9	20	4	16
38.4	15	3	12

*メタン発酵槽の負荷

表2 炭水化物系食品廃棄物の性状

pH	3.9
TS (g/L)	336
VS (g/L)	328
COD _{Cr} (g/L)	378
T-N (g/L)	5.4
C/N比	26

3. 結果および考察

3.1 高温可溶化槽およびメタン発酵槽のpHおよびバイオガス発生量

図2に高温可溶化槽およびメタン発酵槽におけるpHを示した。高温可溶化槽のpHは4.3~4.8であり、高温条件で酸発酵が進行していた。メタン発酵槽のpHは7.1~7.2で安定していた。バイオガス発生量は170~173m³/t、メタンガスの割合は48~51%であった。COD_{Cr}容積負荷が38.4kg/m³/dの高負荷であっても安定した処理が可能であった。

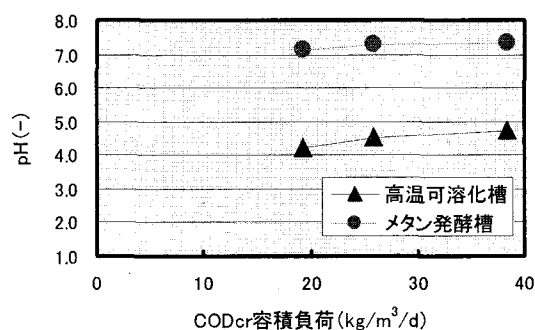


図2 高温可溶化槽およびメタン発酵槽におけるpH

3.2 高温可溶化槽およびメタン発酵槽における揮発性脂肪酸濃度

図3に高温可溶化槽およびメタン発酵槽における揮発性脂肪酸濃度を示した。高温可溶化槽では、6,400~13,900mg/Lの酢酸および1,500~5,900 mg/Lの酪酸が検出された。プロピオン酸はほとんど検出されず、酸発酵の主な代謝産物は酢酸および酪酸であった。メタン発酵槽では、酢酸が350 mg/L未満、酪酸が50 mg/L未満まで低下しており、メタン発酵が順調であったことを示している。

3.3 TS, VS および COD_{Cr} 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, VS および COD_{Cr} 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 85% を超えており, 高い分解率を達成できた。

3.4 メタン発酵槽における NH₄-N 濃度

メタン発酵槽における NH₄-N 濃度は 600 ~ 870mg/L であった。有機酸の蓄積は見られず, NH₄-N によるメタン生成阻害は起こらなかった。

4. まとめ

炭水化物系食品廃棄物を用いて, 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) 炭水化物系食品廃棄物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。
- 2) メタン発酵槽では COD_{Cr} 容積負荷が 38.4 kg/m³/d の条件でもバイオガス生成が可能であった。メタン発酵槽では揮発性脂肪酸の蓄積は起こらず, 安定した処理ができた。
- 3) TS, VS および T-COD_{Cr} 除去率は高く, それぞれ 86%, 88~89%, 81~85% であった。

謝辞： 本研究の一部分は, 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) 水野ら (2003) 二相循環式プロセスによるジャガイモ加工廃棄物の高速メタン発酵, 第 6 回水環境学会シンポジウム講演集, 119-120.

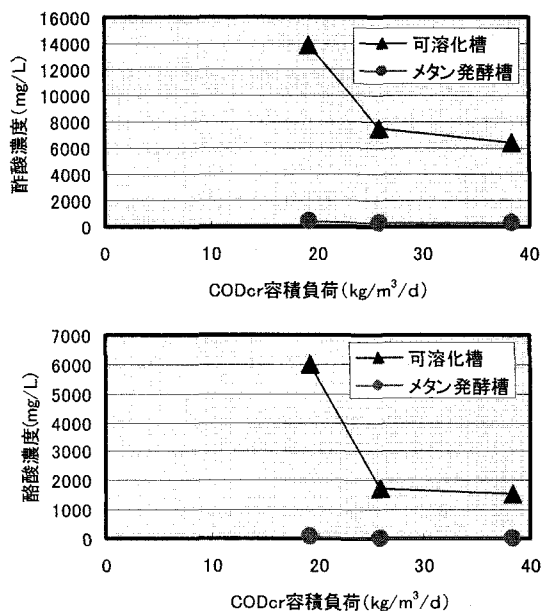


図 3 高温可溶化槽およびメタン発酵槽における揮発性脂肪酸濃度

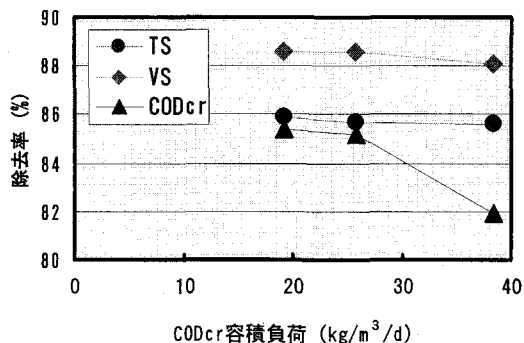


図 4 TS, VS および COD_{Cr} 除去率