

糖化・エタノール発酵を前処理に用いる模擬厨芥のメタン発酵

大阪工業大学大学院 学生会員 ○高橋 開人 田中 量也  
 大阪工業大学 正会員 古崎 康哲 石川 宗孝

1はじめに

メタン発酵は、廃棄物の減容化とエネルギー生産の両面が期待できる技術である。食品廃棄物を用いるメタン発酵は規模の大きな工場などで導入が進んでいたが、近年のバイオマス資源への注目から今後はショッピングセンターや小さい規模の工場でも導入が進むと予想される。そのため発酵槽を小型化するための研究開発は今後ますます重要になると考えられる。そこで本研究では食品廃棄物のメタン発酵において、分解速度を向上させることを目的として、前処理に糖化・エタノール化を行うことの有効性を検討した。本研究はエタノールを回収せず、そのままメタン発酵させることが特徴である。食品廃棄物中には炭水化物が比較的多く含まれることから、エタノール化を行うことでそれらが低分子化され、分解速度の向上が期待できる。また、エタノール化の過程で二酸化炭素を発生させることで、メタン発酵での二酸化炭素の発生量を減らし、バイオガス中のメタン濃度を向上させることが期待できる。

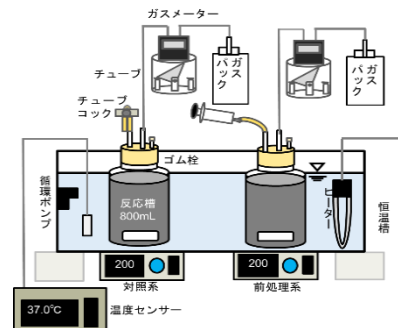


図1 実験装置概略図

表1 模擬厨芥の組成

分類	材料	重量(g)
穀類	白米	300
野菜類	ニンジン	90
	キャベツ	90
肉・魚類	鳥もも肉	60
	にぼし	48

2実験方法

図1に本研究で使用した装置の概略図を示す。容量800mLとし、表1に示す模擬厨芥を使用し回分実験を行った。対照系にはTSを10%に調整した模擬厨芥(TOC 約50g-C/L)を用いた。前処理系にはTSを10%に調整した模擬厨芥500mLを糖化(糖化酵素3.75mL、50°C、2時間)させたのち、エタノール化(酵母10g、26°C、17時間)させたもの(エタノール濃度 約25g/L)を用いた。糖化酵素はNovozymes社製グルコアミラーゼ Spirzyme Fuelを、酵母はAlcotec社製48TURBO SUPERYEASTを使用した。生成ガスはガスメーター(日本フローコントロール(株)MGC-I)で計測した。反応槽の気相からバイオガスを採取し、ガス組成分析(ガスクロマトグラフ法 FID)を行った。消化液はVFA(イオンクロマトグラフ法)、pH(ガラス電極法)、エタノール(ガスクロマトグラフ法 FID)を分析した。

実験条件は反応液800mL、温度は37~38°C、マグネチックスターラの攪拌数は200~220rpm、基質の投入負荷量は2g-TS/800mL、8g-TS/800mLとした。消化液は模擬厨芥で馴致したものをを用いた。

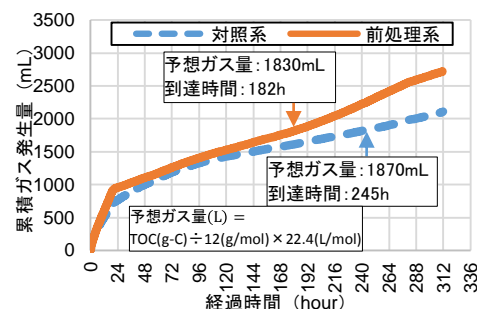


図2 累積バイオガス生成量 (2 g-TS/800mL)

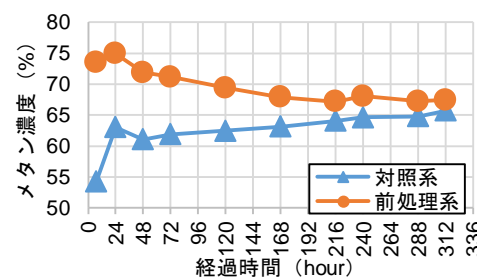


図3 バイオガス中メタン濃度の推移 (2 g-TS/800mL)

3結果と考察

図2に厨芥投入量2g-TS/800mLでの累積バイオガス生成量を示す。前処理系において基質投入から24時間後まで対照系よりも速いガス生成が見られ、それ以降はガス生成速度が落ちる傾向が見られた。投入基質のTOCから算出した予想ガス量に到達する時間は対照系で245時間、前処理系で182時間となり、前処理を行うことでバイオガ

メタン発酵、エタノール発酵、前処理技術  
 tkaito88@yahoo.co.jp

スの生成が速くなることがわかった。また、両系において予想ガス量に到達してからもガスが生成されており、これは菌体の自己消化によりガスが生成されていることが考えられる。

図3に投入量 2 g-TS/800mL でのメタン濃度の推移を示す。対照系ではメタン濃度が 54~66%で推移した。前処理系では基質投入直後から 70%以上で推移し、24 時間後には 75%と最大の値をとった。それ以降は下降傾向を示した。バイオガス全体のメタン濃度では、対照系が 62%、前処理系が 71%となり、前処理系で 9%の向上が見られた。このことから、前処理を行うことでメタン濃度が向上し、特に基質投入直後において顕著であることがわかった。

図4に投入量 8 g-TS/800mL での累積ガス生成量を示す。対照系では 40 時間以降ガス生成が進んでおらず、菌体の活性が低下していることが考えられた。一方、前処理系では 251 時間で予想ガス量に到達しており、このことから対照系では発酵が進まないような高負荷条件でも分解が進むことがわかった。また、エタノールが分解されている 98 時間後まで前処理系のガス生成が速く、それ以降は緩やかになる傾向が見られた。このことからエタノールの分解速度が速く、その結果ガス生成が速くなることが示唆された。

図5に投入量 8 g-TS/800mL でのメタン濃度の推移を示す。対照系はメタン濃度が低く、これはメタン生成菌の活性が低下した影響だと考えられる。前処理系は基質投入直後のメタン濃度が低く、これは pH の低下により液中に溶存する無機態炭素が二酸化炭素として気相に出たことが考えられる。72 時間後以降のメタン濃度は 70%前後で推移したことから、高負荷条件においてもメタン濃度が高くなることがわかった。

図6に投入量 8 g-TS/800mL における対照系の VFA と pH の経時変化を示す。13 時間後に全 VFA が 2900mg/L(酢酸換算)となった。それ以降、VFA は増加、pH は 6 以下に低下したことから、高 VFA、低 pH による障害でメタン菌の活性が低下し、分解が進んでいないことが示唆された。

図7に投入量 8 g-TS/800mL における前処理系の VFA と pH の経時変化を示す。13 時間後以降 VFA の分解が進んでおり、pH もメタン発酵の適正 pH である 7.2~8.0 の間に戻る傾向が見られた。13 時間後の VFA 濃度は 1300mg/L と対照系の約半分であり、対照系と比べて特に乳酸の発生が少なかった。乳酸は炭水化物の中間代謝物と考えられ、エタノールはそれよりも炭素数が小さい。このことから、エタノール化により炭水化物が乳酸よりも低分子となり、その結果メタン発酵での乳酸の生成が少なかったと考えられる。前処理系で VFA が対照系より少なく、pH も適正值に戻ったことから、エタノール化した基質を用いることで高 VFA に起因する発酵障害を小さくできることがわかった。

4 まとめ

メタン発酵において、投入基質に糖化・エタノール化を行ってからメタン発酵槽へ投入することで、バイオガス生成速度とガス中メタン濃度が向上することがわかった。また、VFA 障害により対照系の活性が低下するような高負荷条件においても、前処理系では VFA の蓄積が少なく、発酵障害が小さくなることがわかった。(本研究は科研費 No.2634010 の助成を受けたものです。)

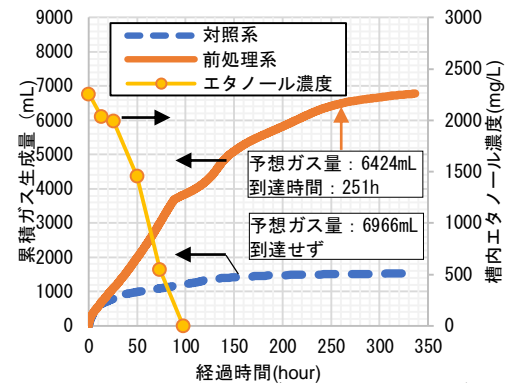


図4 累積バイオガス生成量およびエタノール濃度 (8 g-TS/800mL)

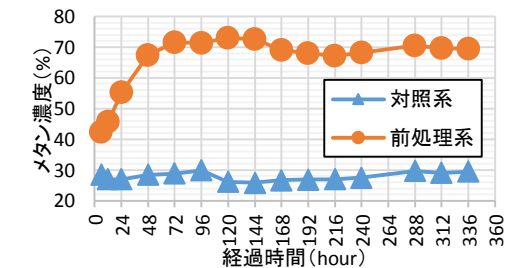


図5 メタン濃度の推移 (8 g-TS/800mL)

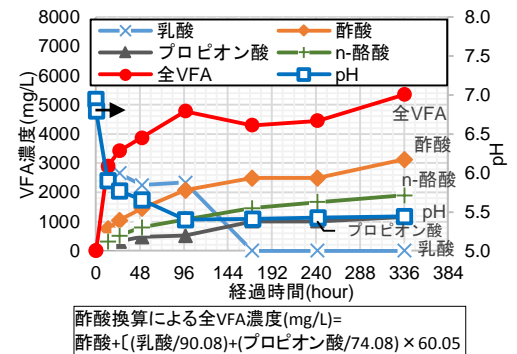


図6 対照系における VFA および pH の推移 (8 g-TS/800mL)

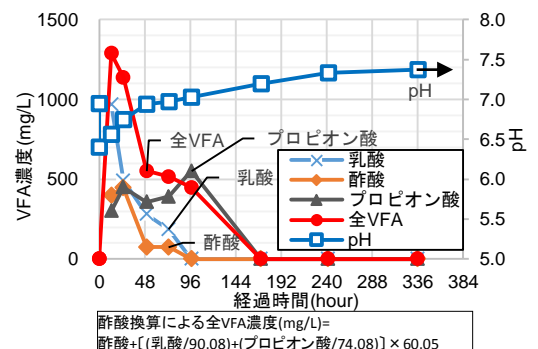


図7 前処理系における VFA および pH の推移 (8 g-TS/800mL)