第Ⅶ部門　　生物学的エタノール生成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

食品廃棄物のメタン発酵は、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。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することが期待できる。

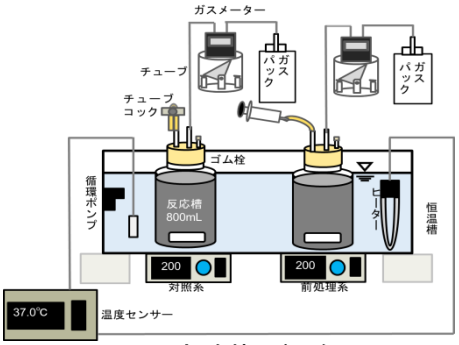

図１ 実験装置概略図

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。消化液は 800mL とし、表１に示す模擬厨芥を使用した。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℃、2 時間)したのち、エタノール化(酵母 10g、26℃、17 時間)したものを用いた(エタノール濃度 約 25g/L)。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。発生したガスはガスメーター(日本フローコントロール㈱MGC-1)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)について分析した。

実験条件は反応液 800mL、温度は 37～38℃、マグネチックスターラの攪拌数は 200～220rpm とした。基質の投入負荷量は 2 g-TS/800mL、8 g-TS/800mL とした。

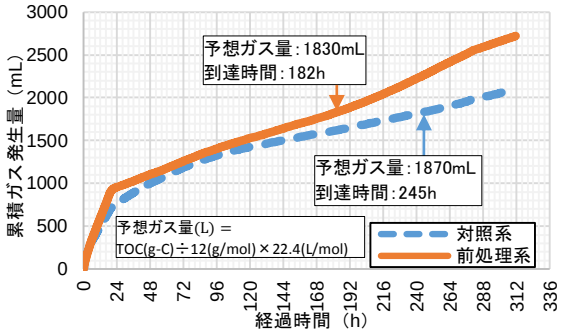

図２ 累積バイオガス生成量(2 g-TS/800mL)

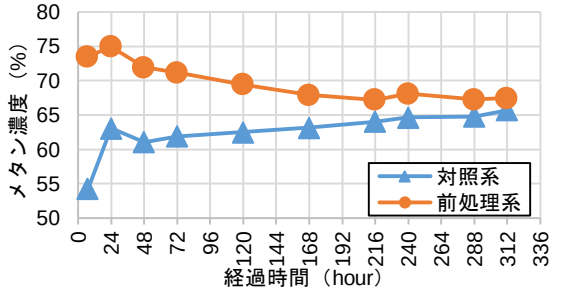

図３ バイオガス中メタン濃度の推移
(2 g-TS/800mL)

３結果と考察

図２に厨芥投入量 2 g-TS/800mL の条件における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くガスが発生しており、それ以降はガス発生速度が落ちる傾向が見られた。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

Kaito TAKAHASHI,Kazuya TANAKA,Yasunori KOSAKI,Munetaka ISHIKAWA
tkaito88@yahoo.co.jp

182 時間となり、前処理を行うことでバイオガスの発生が速くなることがわかった。

図 3 に投入量 2 g-TS/800mL でのバイオガス中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。

図 4 に投入量 8 g-TS/800mL での累積ガス生成量を示す。対照系ではガス発生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。前処理系では 251 時間で予想ガス量に到達した。このことから対照系では発酵が進まない高負荷条件でも分解が進むことがわかった。また、エタノールの分解を行っている 98 時間後まで前処理系のガス発生が速く、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、その結果ガス発生が速くなることが示唆された。

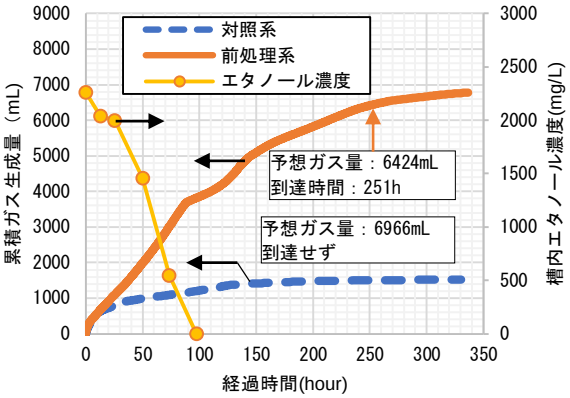

図 4 累積バイオガス生成量および エタノール濃度(8 g-TS/800mL)

図 5 に投入量 8 g-TS/800mL におけるメタン濃度の推移を示す。対照系は菌体の活性が低下した影響でメタン濃度が低いと考えられる。前処理系で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 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。

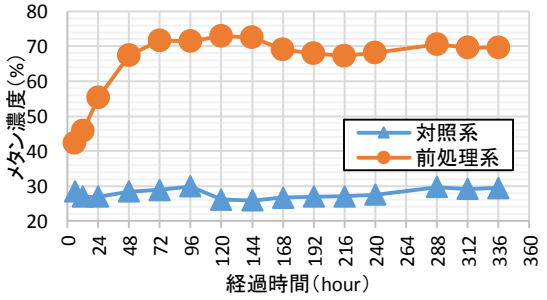

図 5 メタン濃度の推移(8 g-TS/800mL)

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 が酢酸換算で 2900mg/L 発生し、それ以降も増加し、pH は低下した。このことから、高 VFA、低 pH による阻害で活性が低下し、分解が進んでいないことがわかった。

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。全 VFA は 13 時間後に最も高くなったが、対照系の約半分であり、対照系と比べて乳酸の発生は少なかった。乳酸は炭水化物の中間代謝物であり、エタノールはそれよりも炭素数が小さい。このことから、炭水化物をエタノール化することで乳酸より低分子となり、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。13 時間後以降 VFA は比較的速やかに分解され、pH もメタン発酵に適正とされている 7.2～8.0 の間に戻っている。このことから、エタノール化した基質を用いることで高 VFA に起因する発酵阻害を小さくできることがわかった。

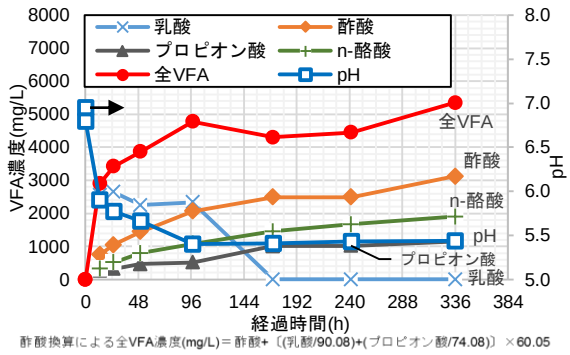

図 6 対照系における VFA および pH の推移 (8 g-TS/800mL)

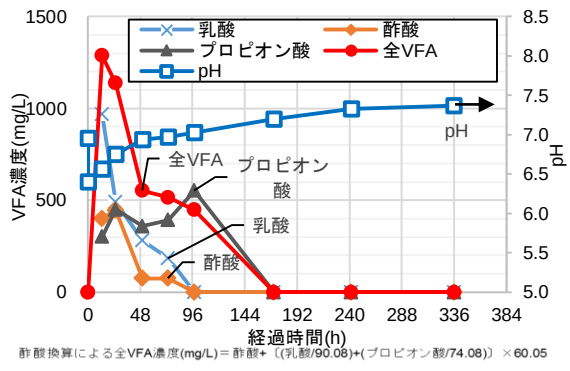

図 7 前処理系における VFA および pH の推移 (8 g-TS/800mL)

４おわりに

回分実験を行い、前処理として糖化・エタノール化を行うことで、分解速度とバイオガス中メタン濃度が向上することがわかった。また、VFA 阻害により対照系の活性が低下した高負荷条件においても、前処理系では VFA の蓄積の抑制効果が確認され、発酵阻害が小さくなり分解が進むことがわかった。

(本研究は科研費 No.2634010 の助成を受けたものです。)