

リンゴ残渣を用いたメタン発酵のVFA濃度および収率に及ぼす活性炭の影響

長野工業高等専門学校 学生会員 ○穂谷和宏 野村和也 正会員 浅野憲哉
直富商事株式会社 関高宏 鈴木陽

1. 研究背景および目的

農林水産省の発表によると、平成23年度の食品産業全体における食品循環資源の再生利用等の実施率は、食品製造業が95%、食品卸売業は57%、食品小売業は41%、外食産業は23%となっている。¹⁾

このような背景から、食品廃棄物の再生利用率向上のためにはメタン発酵の小規模利用が必要であると考えられる。

メタン発酵を小規模で行うことの利点として、輸送コストの削減などが挙げられる。また、農村地域などを想定した場合、発生したメタンガスをメタン反応槽の加温に使い、消化汚泥を田畑に液肥として用いることで地域の中で資源のサイクルが生まれ、食品廃棄物の再生利用率向上へとつながる。

活性炭は一般的にはアルカリ性の物質である。加えて、活性炭は多孔質な物質であり、その微細な孔に物質を吸着する効果を持つため、メタン発酵のpH調整剤としての利用を期待した。また、活性炭をpH調整剤として利用できれば、液肥利用の際に土壌への影響が少ないだけでなく、化学的なpH調整剤よりもクリーンなイメージが付きやすく、利用の促進などにつながるなどが期待できる。

本研究の目的は、活性炭によりメタン発酵の阻害要因の一つである、基質投入後の酸敗を防ぎ、汚泥の処理性能およびメタン収率の向上を図ることである。メタン発酵の小規模利用を想定し、管理が比較的容易な回分式メタン反応槽での実験の予備実験として、バイアルでの実験を行った。

2. 研究手法

2.1 基質と種汚泥および活性炭

メタン発酵の基質には長野県の果汁加工工場から入手したリンゴ残渣を用いた。リンゴ残渣のTS濃度は22.0%、VS濃度は21.4%であった。種汚泥には食品加工排水処理場から入手した嫌気性消化汚泥を用いた。活性炭については、試験研究用の粒状活性炭を用いた。

2.2 発酵の手順

メタン発酵は容量120mlのバイアル瓶の中で行い、種汚泥40mlに対して基質を添加し、全体の容量が80mlとなるように加水した。基質濃度は0.3、0.5、0.8、1.0g-VS/Lの4つの条件で行い、それぞれRun1-A、Run2-A、Run3-A、Run4-Aとした。同濃度の基質に対して、濃度が10g/Lとなるように活性炭を添加したサンプルを作製し、それぞれRun1-B、Run2-B、Run3-B、Run4-Bとした。Run0は汚泥とし、活性炭を添加していないものをRun0-A、活性炭を添加したものをRun0-Bとした。バイアル瓶は水温35°Cに設定した攪拌振とう槽に入れ、約40日間発酵を行った。

2.3 測定項目

発生したバイオガスの体積はガラス製シリンジで計量し、ガス組成および汚泥中のVFAについてはそれぞれ、TCDおよびFIDガスクロマトグラフ(Shimadzu GC-8A、Shimadzu GC-14B)を用いて測定した。また、バイアル試験終了後の汚泥のpHをpH計にて測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 メタン収率

表1にバイアル試験のまとめを、図1に活性炭の有無によるメタン収率の変化のグラフを示す。

Run0より、活性炭の有無によりメタンの発生量が3倍に増加していることから、活性炭自体もある程度はメタン発酵の基質と成り得ることがわかる。

活性炭を加えていないサンプルは、メタン収率と最終pHに注目すると、Run2-Aから収率が大きく低下している。メタン発酵を運転するうえで、適正なpHは6.6~7.6であると言われている。Run2-AのpHは4.6であり、pHの適正值の下限を下回っている。このことから、今回使用した種汚泥の処理限界は0.3g-VS/L程度であることがわかる。

活性炭を加えたサンプルでは、Run2-Bの収率は下がらず、むしろ向上している。pHは6.3と適正值に近い値であり、活性炭を10g/Lの濃度で添加した場

合,0.5 g-VS/L 程度までは処理が可能になることがわかる。

活性炭の有無による実験結果の変化を比較すると、メタン収率,pH 共に Run1-B~4-B 全ての条件で上昇している.特に Run2 における収率の向上は顕著である.Run2-A のメタン収率は 52.4mL/g-VS,Run2-B のメタン収率は 273.8mL/g-VS であり、5 倍以上の収率となった。Run3 についても、収率こそ低いものの、活性炭の有無による収率についてのみ着目すれば約 2 倍の収率となった。Run1,Run4 については大きな収率の向上はみられない.これは、基質量に対して活性炭の量が適切でなかった為であると考えられる。

3.2 VFA

図 2 に Run1-A,B および Run2-A,B における消化液中の VFA 濃度のグラフを示す。

Run1 の場合、酢酸と酪酸の濃度が活性炭を加えた Run1-B で増加した.VFA による pH 阻害は、1000~2000mg/L を超えるとその可能性が出てくる.そのため VFA は増加しているものの、pH 阻害があったとは考えられない.今回の実験では約 40 日で発酵を止めたため、酢酸と酪酸がメタン化しきれず残留したと考えられる。

Run2 においては、活性炭を加えた Run2-B で酢酸と酪酸が減少している。メタン収率が大幅に向上していることから、酢酸と酪酸のメタン化が進み、このような結果になったと考えられる。

4. まとめ

活性炭を添加しない場合、種汚泥の処理限界は 0.3g-VS/L であったが、活性炭を添加することで 0.5 g-VS/L まで処理が可能になった.メタン収率も、活性炭を添加することで向上することがわかった.特に、VS 負荷率が 4.28g-VS/L の場合、活性炭の有無により、メタン収率 52.4ml-CH₄/g-VS から 249.1 ml-CH₄/g-VS までと、約 5 倍に向上した。

5. 参考文献

- 1) 農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp>
- 2) 野池達也編著,「メタン発酵」,(技報堂出版)

謝辞：本研究は平成 26 年度高専-長岡技大共同研究の支援を受けて実施した.ここに感謝の意を表す。

表 1 バイアル試験のまとめ

	VS 負荷率 (g-VS/L)	活性炭投入量 (g/L)	累積メタン (mL)	yield N (mL-CH ₄ /g-VS)	最終 pH
Run0-A	0.0	0	2.8		6.8
Run0-B	0.0	10	8.4		6.6
Run1-A	0.3	0	51.9	242.5	6.3
Run1-B	0.3	10	53.3	249.1	6.2
Run2-A	0.5	0	22.4	52.4	4.6
Run2-B	0.5	10	117.2	273.8	6.3
Run3-A	0.8	0	19.6	31.3	4.5
Run3-B	0.8	10	41.0	65.5	5.0
Run4-A	1.0	0	10.9	13.1	4.3
Run4-B	1.0	10	12.6	15.1	5.1

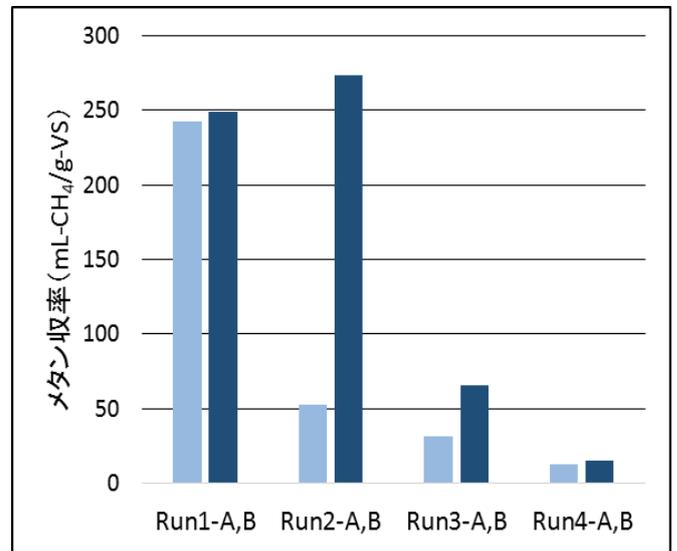


図 1 活性炭の有無によるメタン収率の変化

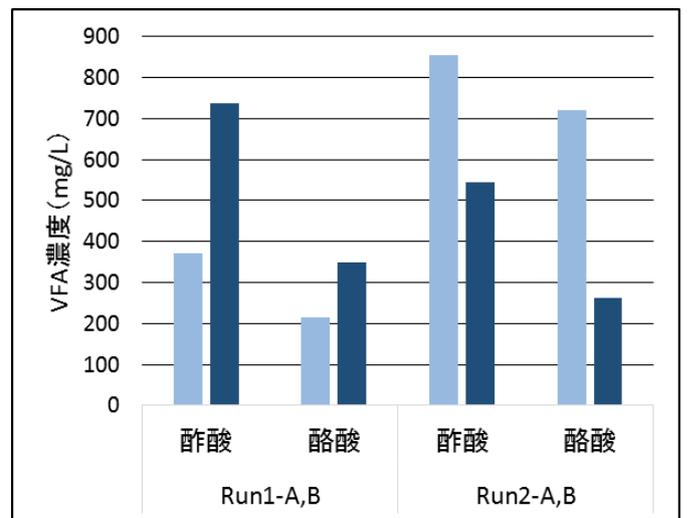


図 2 消化液中の VFA 濃度