

リンゴ圧搾残渣のメタン発酵収率に関する研究

長野工業高等専門学校 学生会員 ○木内 僚
長野工業高等専門学校 正会員 浅野 憲哉

1.はじめに

メタン発酵は家畜の糞尿処理や下水処理場の汚泥の減量化、汚泥処理などの広い分野で応用されていて、廃棄物からエネルギーを回収することによって応用すれば地球温暖化、化石燃料の枯渇、ゴミ問題などさまざまな問題を緩和させることができると思われる。

長野県が全国で18%¹⁾の収穫量を誇るリンゴは、長野県内で収穫されるうちの2~3万tがジュースの生産に使われている。しかしジュースの生産に使われたリンゴのうち湿重量で25%程度は圧搾残渣として残ってしまう。圧搾残渣の一部は農家で堆肥として使われるが、気密性の低い設備で生産されるため発酵の過程でメタンガスが大気中に放出されてしまっている。メタンガスの地球温暖化係数は二酸化炭素の21倍であり大気中にそのまま放出するよりも、一度回収して燃焼させエネルギーとして利用したほうが有益かつ環境負荷の低減につながるといえるだろう。

しかし、リンゴなどの分解性の高い基質のメタン発酵が抱える問題として急激な酸生成によって pH が低下することによる発酵阻害があげられる。

以上のことから本実験では長野県の特産物であるリンゴをメタン発酵させることを念頭に置き、リンゴ圧搾残渣の回分実験を行った。具体的には以下の2つについて研究を進めた。

1. リンゴ圧搾残渣を小分けに添加したときと一度に添加したときでメタン収率に違いは出るか。
2. pH が低下した後アルカリ添加によって pH を戻したとしても元の回収率を得られるか。

2.研究方法

長野市内の下水処理場で入手した消化汚泥を図1に

示す有効容積 1800ml のリアクターに入れ、メタンの生成が完全に停止するのを待ち、種汚泥とした。本実験に用いたリンゴの固形物濃度は、蒸発残留物(TS)21%うち強熱残量(VS)97%であった。

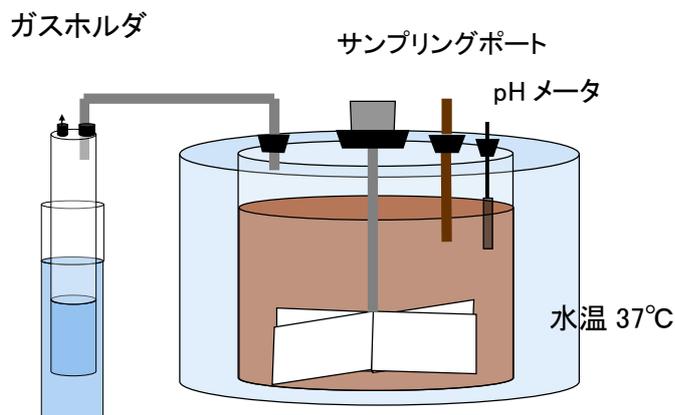


図1 メタン発酵概念図

2.1 リンゴ圧搾残渣の投与量とメタン収率

図1に示すリアクターの温度を37°Cに保ち、リアクター内を攪拌し、発生したガスはメスシリンダを組み合わせて作ったガスホルダにより、水上置換法で体積を測定した。リンゴ圧搾残渣はガスの発生が停止するのを待ちながら湿重量で50g、100g、200gに分けて加え発生したガスの組成はTCD-ガスクロマトグラフを用いて測定した。pHはリアクター上部のpHメータから読み取り、VFAはFID-ガスクロマトグラフによって測定した。

2.2 4N NaOH 添加による pH の調整

リンゴ圧搾残渣200g添加に伴ってpH4まで低下した反応槽に4N NaOHを添加し、pH6以上になるよう調整した。これに伴うガスの生成量、組成についても上記と同じ方法で測定した。

3.実験結果

3.1 リンゴ圧搾残渣の投与量とメタン収率

図2はリンゴ圧搾残渣を50g、100g、200g投与した時のメタン発生量を比較している。また、50g投与時と200g投与時の実験開始時と実験開始7日目のVFAの培地中濃度を示すと図3のようになり圧搾残渣を200g投与したときの方が7日目における揮発性脂肪酸(VFA)の蓄積が多いことが分かる。図2に示すデータと比較すると酢酸や酪酸などのVFAがメタン生成を阻害したために200gを投与した時におけるメタン発生量が少なかったと考えられる。それぞれのメタン回収率を求めると表1のようになり、50gを投与した時が261ml-CH₄/g-VSであるのに対し、100g投与時は209ml-CH₄/g-VS、200gを投与した時は25.0ml-CH₄/g-VSという結果が得られた。つまり一度に多量のリンゴ圧搾残渣を投与せず、少量ずつ有機物を加えたほうがVFAの蓄積を避けられるので効率的にメタン発酵できるといえる。

3.2 4N NaOH 添加による pH の調整

図4は200g投与時のpH調整前からpH調整後の期間における累積のメタン発生量を示す。

200gの圧搾残渣を投与した時は前項の通りVFAによる阻害を受けたためpHが低下しメタンガスはほとんど発生しなくなってしまった。しかし、その後アルカリを添加し、pHを6.0付近にまで近づけたところ発酵が再開し、調整前のメタン収率を上回る127ml-CH₄/g-VSという結果が得られ、さらにガス発生が継続している。これによりVFAによる発酵の阻害が起きた後でもpHを中性付近にまで近づければ発酵が再開されることが分かった。

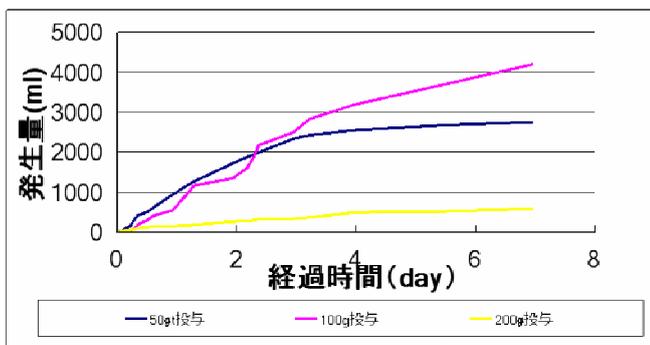


図2 投与する圧搾残渣の量の違いによるガス発生量

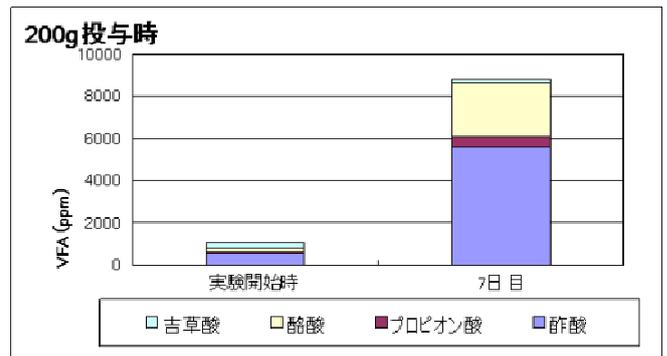
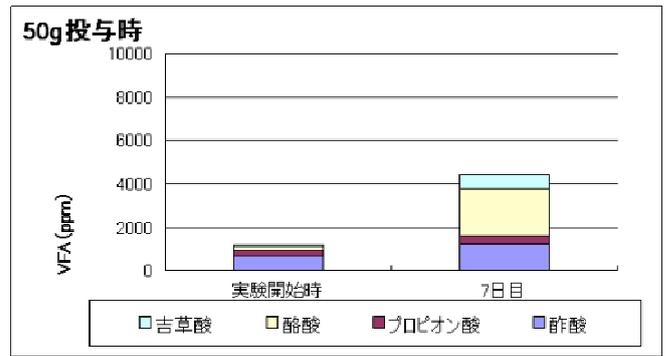


図3 投与量によるVFA濃度の比較

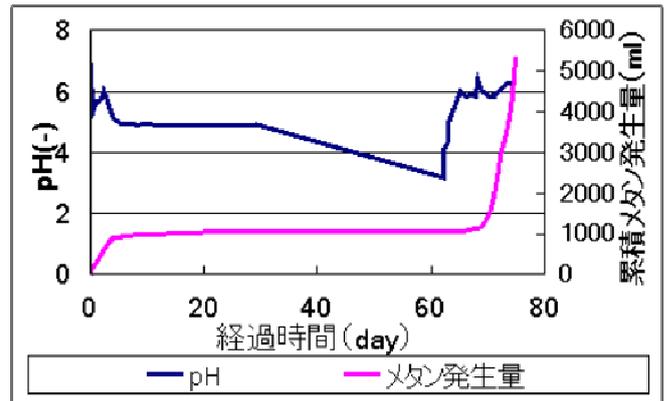


図4 pHとメタン発生量の関係

表1.各投与量でのメタン収率 (ml-CH₄/g-VS)

50g 投与時	100g 投与時	200g 投与時 (調整前)	200g 投与時 (調整後)
261	209	25	127

4.参考文献

1)農林水産省,平成22年産りんごの結果樹面積、収穫量及び出荷量(第2報),
http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html