

3-6 畜産廃棄物：パーラー排水の資源回収型処理技術開発

岡山大学大学院環境生命科学研究科・環境科学専攻

永禮 英明

岡山大学環境理工学部

森田 哲平

鳥取大学大学院工学研究科・社会基盤工学専攻

赤尾 聡史

Institute of Environ. Tech., VAST, Vietnam

Pham Thi Minh Duc

1. 研究概要

畜産農家から排出される液状廃棄物のうち廃棄乳に注目し、資源回収型処理技術の検討を行った。牛乳に含まれるタンパク質（カゼイン）と脂質とを pH 調整によって自己凝集させたのち分離し、上澄み水に *Bacillus Coagulans* JCM2258 を植種し高温 L-乳酸発酵を行った。乳酸発酵過程にて溶存有機物（DOC）の 74%は保存されていた一方、ラクトースからの乳酸収率は 20%程度にとどまり、他の物質の生成が疑われた。

2. 研究報告

2. 1 背景と目的

畜産農家では乳牛から搾乳した後、搾乳機の洗浄が行われ排水が発生する。また、出産直後や治療中の牛から採取された牛乳は出荷ができず廃棄される（廃棄乳と呼ばれる）。これらの排水（パーラー排水）は含水率が高いため、通常、糞尿とは別に扱われている。処理施設の未整備から、これら排水が河川等へ未処理のまま排出されている場合があり、特に小規模農家でその傾向が強い。

搾乳器洗浄排水は牛乳成分の一部が希釈されたものであるが、廃棄乳とは濃度が大きく異なるため、これら 2 つの排水を混合処理することは得策ではない。筆者らは既に搾乳機洗浄排水を凝集・浮上分離により処理する方法を検討済みであることから、本研究では廃棄乳の処理について検討を行った。

2. 2 研究方法

（1）凝集

市販の牛乳を蒸留水で 10 倍に希釈したものを、HCl で pH4.5 に調整し攪拌した。凝集後の上澄み液は 1 μ m ガラス繊維ろ紙（Whatman GF/B）でろ過し、ろ液を乳酸発酵に供した。

（2）高温 L-乳酸発酵

滅菌した 100mL 耐熱瓶に、凝集上澄み水のろ液 100mL を入れ、ここに(独)理化学研究所バイオリソースセンターから購入した *B. coagulans* JCM2258 を植種し、pH5.5、温度 55°C で発酵を行った。発酵開始時に、窒素源として酵母エキス（Yeast Extract; YE）を添加したものと、しないものの二通りで実験を行った。

2. 3 結果および考察

乳酸発酵過程でのラクトースおよび乳酸の濃度変化を図-1 に示す。図中には凝集前の濃度も合わせて示している。図より、凝集過程でラクトースの濃度は変化せず、乳酸発酵過程において 120 時間の間に徐々に低下していること、同時に乳酸濃度が上昇し、ラクトースから乳酸への転換が生じていることが分かる。しかし、120 時間経過後の乳酸濃度は YE ありの場合で 6.4 g/L、YE なしの場合で 6.8 g/L で、乳酸収率は 16%、19%であった。

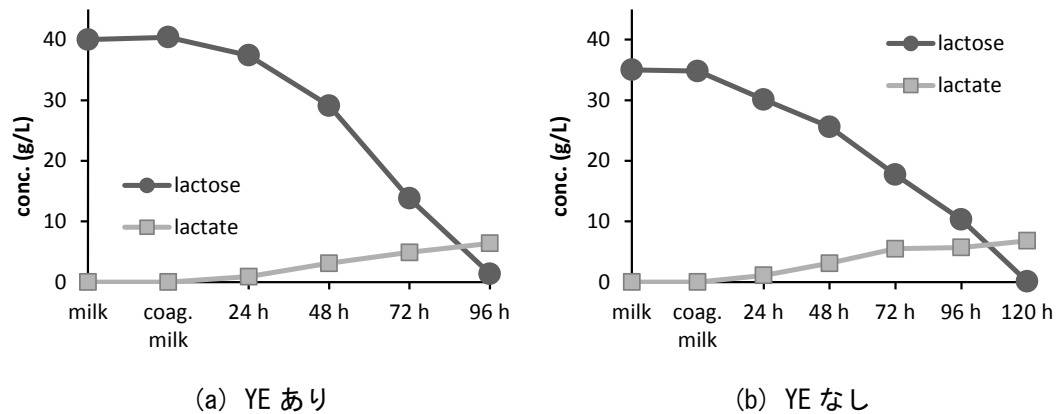


図-1 乳酸発酵過程でのラクトース，乳酸濃度の変化

低乳酸収率の原因をはじめめるにあたり、発酵前後での DOC 変化を把握した。DOC は溶解性有機物濃度を表し、発酵過程で DOC が大きく減少している場合は無機化が生じていることになる。

結果を図-2 に示す。窒素源として添加した YE にも多量の DOC が含まれているため、ここでは YE の影響がない図-2(b)に関して考察する。DOC は確かに減少しているが、その減少量は初期 DOC 濃度の 25%であった。図-1(b)に示した 120 h 経過時の乳酸濃度は 6.8 g/L であり、これは DOC 濃度としては 2.7 gC/L となる。つまり、発酵液には乳酸の 6 倍に相当する約 16 gC/L の乳酸以外の成分が含まれていたことになる。

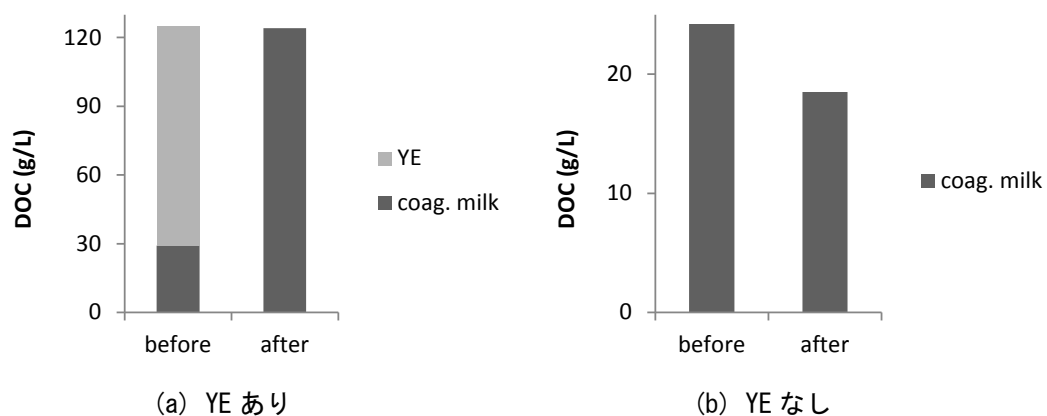


図-2 発酵前後での DOC の変化

ラクトースは、グルコースとガラクトースから構成される二糖である。発酵途中でこれ

らの単糖が蓄積していた可能性を考え、発酵過程での濃度を測定した。結果を図-3 に示す。図から明らかなように、これら単糖の蓄積はなかった。

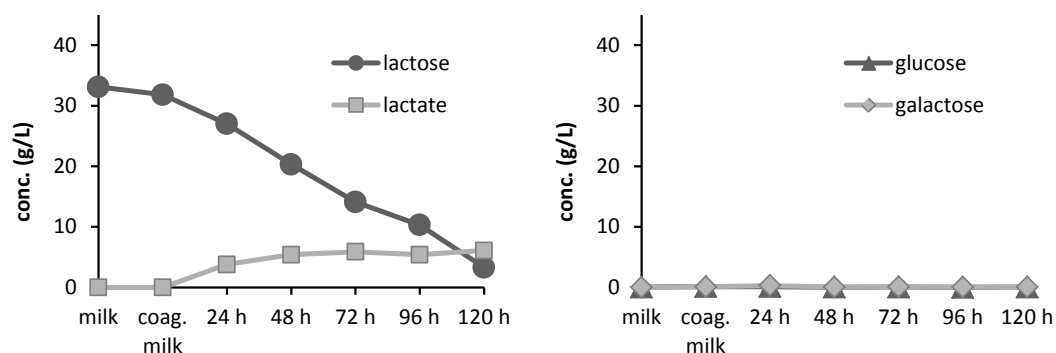


図-3 発酵過程での糖類濃度変化

以上のことから、ラクトースは無機化されているわけではなく、乳酸、グルコース、ガラクトース以外の未知有機物に変化していることが分かった。この未知有機物の把握を目的に、キャピラリー電気泳動による有機物一斉分析を試みた。分析法は Soga and Ross (1999) によった。この方法では、有機酸、アミノ酸、アミノ糖、糖類など多種の有機物を一斉に分析可能である。

YE なしの発酵液について分析した結果を図-4 に示す。この分析方法では、ラクトース、グルコース、ガラクトースを含む糖類は 20 min 以降に検出されるが、この付近に大きなピークは確認できない。このことから、ラクトースは十分に分解されていたこと、グルコース、ガラクトースの蓄積はなかったことが改めて確認された。

一方、16 min 頃に大きなピークが現れている。Soga and Ross (1999) らとの対応から、16 min 頃のピークは乳酸に由来するものと思われる。この他に、10 min, 17 min 頃にも大きなピークが確認できる。これらはそれぞれ有機酸、アミノ酸に由来するものと考えられ、これらが上述の未知有機物である可能性がある。今後、これらの物質の同定と生成過程とを把握する必要がある。

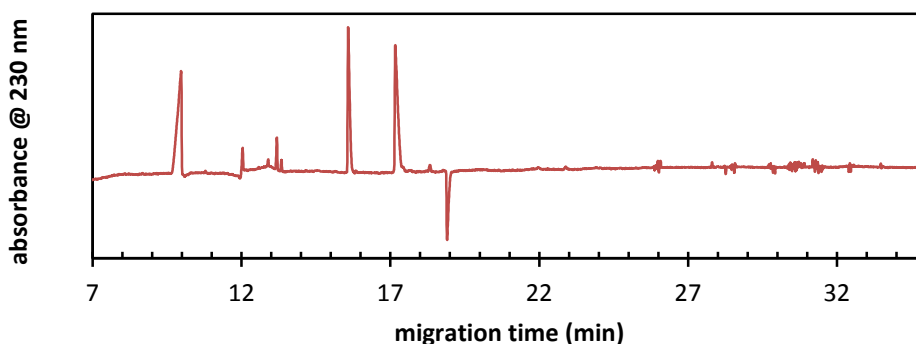


図-4 キャピラリー電気泳動による発酵液（YE なし）の分析結果

2. 4 まとめ

牛乳の凝集上澄み水を対象に、*B. coagulans* JCM2258 高温 L-乳酸発酵を行った。乳酸収率は 16-19%にとどまった一方で、未知有機物が生成していた。キャピラリー電気泳動による有機物一斉分析により、この未知有機物が乳酸以外の有機酸、あるいはアミノ酸である可能性が示唆された。

3. 今後の計画

未知有機物の同定と定量とを行い、その生成過程を把握することで、乳酸収率の向上をはかる。これを通じ、廃棄乳の資源循環型処理技術を確立する。

参考文献

Soga, T. and Ross, G.A.: Simultaneous determination of inorganic anions, organic acids, amino acids and carbohydrates by capillary electrophoresis, *Journal of Chromatography A*, 837, 231–239 (1999).