

生ごみの組成変動が高温 L-乳酸発酵に与える影響

鳥取大学大学院工学研究科 学生会員 ○前田光太郎, 榮祐介
鳥取大学大学院工学研究科 正会員 赤尾聡史, 増田貴則, 細井由彦

1. はじめに

生ごみはバイオマスとしての資源化が試みられている。しかし、その資源化率は依然として低い状況にあり、生ごみから需要のある製品も作り出されていない。そこで、エタノールや L-乳酸など需要のある製品を生ごみから安価に製造する技術開発がなされており、著者らは *Bacillus coagulans* を用いた滅菌操作を要しない維持管理が容易な高温 L-乳酸発酵を提案している。

生ごみのエタノールや L-乳酸発酵では、生ごみ中の糖質を直接の原料とする。糖質以外の成分は、発酵において必要ではあるものの、過剰に存在する場合の影響は不明である。一方で、給食センターなどの事業系生ごみは、高タンパク質・高脂肪であることも考えられることから、本研究では高タンパク質・高脂肪の生ごみが高温 L-乳酸発酵へ与える影響を見ることとした。

2. 実験方法

2.1 生ごみ

本研究で用いた生ごみ組成を表 1 に示す。同生ごみは鳥取市内の生ごみステーションから回収されたものである。回収した生ごみは、フードプロセッサーでスラリー状になるまで破碎し、冷凍保存した。実験には、蒸留水で 2 倍希釈した生ごみ培地を用いた。

表 1. 生ごみ組成

	8月4日	10月31日
水分	87.0%	84.1%
乾燥分	13.0%	15.9%
粗タンパク質	16.9%	15.1%
粗脂肪	9.3%	5.3%
糖質	52.2%	58.9%
粗繊維	8.6%	10.6%
粗灰分	13.0%	10.1%

公定法による

2.2 培養方法

高温 L-乳酸発酵は、有効容積 1L の温度制御 (55°C) と pH 制御 (5.5) が行える発酵槽¹⁾を用いて行った。中和剤としてアンモニア水 (1+2) を用いた。植種には、LB 培地に 55°C で 48 時間前培養した菌液を用い、生ごみ培地に対して 1% 量 (10 mL) の添加を行った。

2.3 実験条件

本研究では、始めに *B. coagulans* 標準株を用いて生ごみの効率的な L-乳酸発酵株の選定を行い、同株を用いて高タンパク質や高脂肪の影響を見る粗タンパク質および粗脂肪添加実験を行った。標準株の比較では、JCM 2258 を比較基準として、JCM 2258 と JCM 2257 および JCM 2258 と JCM 9076 の 2 系列ずつの比較回分培養をそれぞれ 1 回行った。

粗タンパク質および粗脂肪添加実験は、表 2 の実験条件による 3 系列比較の回分培養をそれぞれ行った。粗タンパク質および粗脂肪の TS 分中の割合 (添加量) は、生ごみ組成の文献値¹⁾を参考に決定した。これらの実験範囲は、給食センターから排出される生ごみの粗タンパク質・粗脂肪割合の最大値²⁾を含んだ範囲でもある。なお、粗タンパク質源として Yeast Extract (Difco) を、粗脂肪源として食用油 (花王 エコナ) を用いた。

表 2. 実験条件

粗タンパク質添加	Case 1-1	Case 1-2	Case 1-3
TS 分中の窒素割合 (%)	3.2 ^{*1}	4.8 ^{*2}	6.4 ^{*2}
Yeast Extract (g)	0	24.5	65.3
粗脂肪添加	Case 2-1	Case 2-2	Case 2-3
TS 分中の粗脂肪割合 (%)	10 ^{*1}	20 ^{*2}	30 ^{*2}
食用油 (g)	0	12.5	28.2

^{*1}文献値¹⁾ ^{*2}計算値

2.4 分析項目

D-, L-乳酸 (HPLC, カラム; SUMICHIRAL OA-5000), 全糖 (フェノール硫酸法), 粗タンパク質 (CN コーダー), 粗脂肪 (ソックスレー抽出法) を測定した。

3. 結果および考察

3.1 生ごみの L-乳酸発酵における標準株間の比較

平成 20 年 8 月 4 日に回収した生ごみを用いて *B. coagulans* 標準株による 2 系列比較実験を行った。L-乳酸濃度の経日変化を図 1 に示す。JCM 2258 と JCM 2257 の比較では、最終的な L-乳酸濃度は変わらないものの、JCM 2258 のほうが L-乳酸発酵の立ち上がりがかつた。JCM 2258 と JCM 9076 の比較では、JCM 2258 のほうがわずかに L-乳酸濃度が高くなった (22.2 g/L と 20.9 g/L)。単糖類の資化範囲は JCM 2258 が最も広い³⁾

が、生ごみのL-乳酸発酵ではわずかにJCM 2258 が効率的ではあるものの試みた3株中で大きな差は生じなかった。なお、以下の実験では効率的とされたJCM 2258 を用いた。

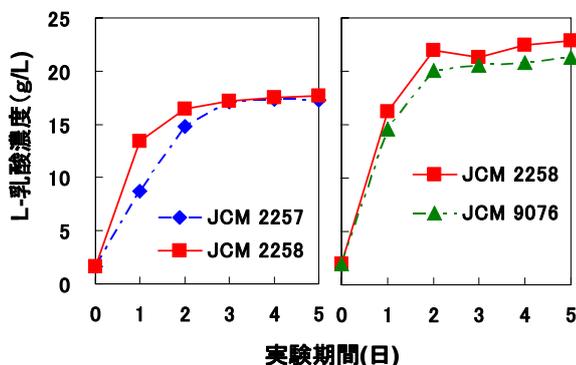


図 1. 株間の比較の L-乳酸濃度の経日変化

3.2 粗タンパク質添加実験

平成 20 年 10 月 31 日に回収した生ごみを用いて、粗タンパク質割合の高い生ごみが高温 L-乳酸発酵に与える影響を見た。L-乳酸濃度の経日変化を図 2 に示す。粗タンパク質添加実験では、Yeast Extract の添加を行わない Case 1-1 が最も L-乳酸濃度が低く、試みた範囲において粗タンパク質過多に拠る弊害は見受けられなかった。逆に、Yeast Extract 添加量に応じて L-乳酸生成量が増加したことから、C/N 改善による L-乳酸収率の向上も推察された (Case 1-1; 25.3g/L, Case 1-2; 27.6g/L, Case 1-3; 28.5g/L)。なお、10 月 31 日の生ごみの C/N は 17.6 であり、Yeast Extract を添加した系は C/N がそれぞれ 9.2 と 6.3 まで高まった。

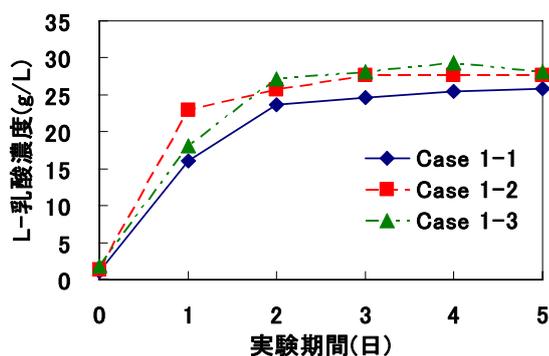


図 2. L-乳酸濃度の経日変化

3.3 粗脂肪添加実験

10 月 31 日の生ごみを用いて、粗脂肪割合の高い生ごみが高温 L-乳酸発酵に与える影響を見た。L-乳酸濃度の経日変化を図 3 に示す。粗脂肪添加実験では、食用油の添加量に関わらず同程度の L-乳酸生成量を示した。試み

た範囲において粗脂肪過多に拠る弊害は無いものと考えられる。

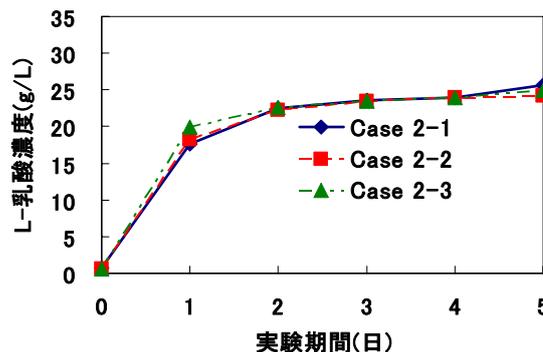


図 3. L-乳酸濃度の経日変化

4. 結論

本研究は、生ごみを効率的に L-乳酸発酵する高温 L-乳酸生成菌株の選定と高タンパク質・高脂肪な生ごみの高温 L-乳酸発酵に与える影響について確認した。以下に主な結果を示す。

- 1) *B. coagulans* JCM 2257, JCM 2258 および JCM 9076 を用いた生ごみ L-乳酸発酵における株間比較では、発酵の立ち上がりと L-乳酸収率についてわずかに JCM 2258 が効率的となった。
- 2) 生ごみに Yeast Extract を添加した粗タンパク質添加実験では、高タンパク質による発酵阻害は見受けられず、逆に Yeast Extract 添加系に C/N 改善効果と考えられる L-乳酸生成量の増加が観察された。
- 3) 生ごみに食用油を添加した粗脂肪添加実験では、高脂肪による発酵阻害は見受けられなかった。

謝辞: 本研究は、平成 20 年度鳥取県環境学術振興事業を受けて実施されたものである。また、本研究で用いた生ごみは、因幡環境整備株式会社の高塚雅史氏の多大な協力を得て入手した。

参考文献

- 1) 赤尾ら: 家庭系生ごみの組成分析と非滅菌高温 L-乳酸発酵での利用, 環境工学研究論文集, 45, 451-458, 2008
- 2) 高橋敏能: 鶴岡市における食品廃棄物を飼料利用する“エコピック”リサイクルシステムの開発, その現状および今後の課題, 日本草地学会誌, 51, 2, 234-241, 2005
- 3) 中谷ら: *Bacillus coagulans* による草本・木質系廃棄物からの L-乳酸発酵の実施, 平成 20 年度土木学会中国支部研究発表会発表概要集