

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 製紙汚泥からのバイオエタノール製造法の開発
プロジェクトリーダー	: 中越パルプ工業株式会社
所属機関	: 中越パルプ工業株式会社
研究責任者	: 星野 一宏(富山大学)

1. 研究開発の目的

日本国内の製紙産業では、製紙汚泥(ペーパースラッジ:PS)と呼ばれる産業廃棄物が多量に発生している。このPSは焼却処分した後、残渣の無機分をコンクリート事業者に廃棄物として引取り依頼しているが、一部は埋立て処分されている。この過程では大量の重油を燃焼させるためCO₂ガスが発生している。しかし、PSに多量に含まれる「リグノセルロース」から「エタノール」を生産できれば、エネルギー製造用の原料として期待できる。そこで本開発では、100L規模のエタノール製造装置を開発し、研究責任者が開発した「耐熱性エタノール発酵系状菌」を用いて、PSを原料としてエタノールを連続的に製造するための技術開発を行った。

2. 研究開発の概要

①成果

エタノール発酵を効率的に進めるためにはPS中のCaCO₃を除去しリグノセルロース含量を高める前処理が必要である。これを効率的に行う方法として「アルカリ-酸処理法」および「CO₂吹き込み法」を開発した。さらに、培養槽からエタノールを直接蒸発分離可能な100Lエタノール発酵装置を開発し、「耐熱性エタノール発酵系状菌」を用いた40℃の高温発酵試験において、エアレーションによりエタノールを発酵槽から直接蒸発分離できることを実証した。本方法では、糖化酵素を必要とせず、発酵槽内で「糖化」と「エタノール発酵」を同時に行い、しかも生成したエタノールは直接蒸散により系外に回収できる。発酵槽内の濃度低下分に相当する原料を追添することで、連続的にエタノールを生産できる可能性を見出した。

研究開発目標	達成度
①繊維質含量を向上させるための「アルカリ-酸処理法」の最適化	①アルカリ-酸処理法の最適化を詳細に行うことによりPS中の繊維質含量70%以上を達成できた(100%達成)。さらに、PSの前処理法として、CO ₂ 吹き込み法を開発しその有用性を見いだした。
②100Lのエタノール発酵装置の設計・製造	②培養液中からエタノールの蒸発分離を可能とする100Lエタノール製造装置の設計・施工し、PSからのエタノール発酵で利用できるようにした(100%達成)。
③100L規模での検証テストにより原料バランス等基礎データの取得	③耐熱性エタノール発酵系状菌を活用し、40℃でα-セルロースから培養時間96時間で25g/Lのエタノール生産を達成できた(80%達成)。さらに、培

<p>④糖化発酵槽からエタノールを直接蒸発させ回収精製する方法の開発</p>	<p>地成分である酵母エキスの削減を検討し、従来使用量の 1/5 の培地で発酵可能であることを示した(100%達成)。</p> <p>④4 L のバイオリアクターを用いたエタノール蒸発分離により、200 g/L 以上のエタノール濃縮回収が達成できることを見いだした(100%達成)。さらに、100 L エタノール製造装置によるエタノール製造において蒸発分離により 35 g/L のエタノール水溶液を回収できることを示した(70%達成)。</p>
<p>⑤エタノール製造単価の精査、実用化可能性の検証</p>	<p>⑤耐熱性エタノール発酵系状菌を用いた高温発酵により、PS からのエタノール製造における、エタノール製造コストを試算した結果、1 リッター当たり約 15 円を達成できそうであることが確認できた(100%達成)。</p>

②今後の展開

本研究開発の成果を踏まえ、製紙製造業で問題となっている PS 等の廃棄物、化石燃料使用量、および排出炭酸ガスの削減を達成させるために、平成 28 年 4 月より実用化研究開発を開始し、平成 35 年事業化に向けて精力的に開発を推進する。生産規模として事業所内に 600 m³ 規模のエタノール製造装置を建設稼働させ、年間 2,500 kL のエタノール製造・販売を行うとともに、他社向けにエタノール製造プラントの製造販売も行う予定である。

3. 総合所見

目標の一部が達成できず、次の研究開発フェーズに進むための十分な成果は得られなかった。現状では、イノベーション創出の可能性が低い。

実用化に向けネガティブフローの解析、量産時の製造プロセス及びコストについて精度を高めた検討を期待する。