

## 木本バイオマスからのエタノール生産実証プロセスの選定

(J X T Gエネルギー・王子ホールディングス\*\*) かねざわ 〇兼澤 むたぐち みゆき・こずえ 牟田口 梢栄・  
こにし 小西 仁・じん 福田 明・ふくだ 高見 洋史・あきら 上村 毅・たかみ 古 城 敦・ひろふみ 塚本 晃・うえむら 〇兼澤 たけし 〇兼澤 ふるじょう 〇兼澤 あつし 〇兼澤 つかもと 〇兼澤 あきら 〇兼澤

### 1. 緒言

輸送用燃料からの二酸化炭素排出量削減のため、セルロース系バイオマスからのエタノール生産が検討されている。我々は商業規模でのエタノール生産を念頭に、パイロットプラントスケールでの木本バイオマスからのエタノール生産プロセスを構築している。パイロットプラントでの実証試験に先立ち、ラボスケールで逐次糖化発酵 (SHF)、半並行複発酵 (HHF)、並行複発酵 (SSF) の3プロセスを比較し、木本バイオマスからのエタノール生産に適したプロセスを選定した。また、選定した最適プロセスでの連続試験によるエタノール生産を検討したので、その結果を報告する。

### 2. 実験

#### 2. 1 異なるプロセスでのエタノール生産性評価

パルプ 20g (乾燥重量)、酵素液 3.0g、酵母液 2mL (終濃度  $1 \times 10^7$  個/mL)、尿素 0.22%を含む反応液 200mL を 500mL 容三角フラスコに添加し、表 1 の条件で各プロセスのエタノール生産性をバッチ試験により評価した。発酵代謝物は Shodex SUGAR SP0810 カラムを用い HPLC により定量した。

表 1 バッチ試験条件

条件	SHF		HHF		SSF
	糖化	発酵	糖化	発酵	糖化発酵
温度(°C)	50	30	50	30	30
回転数(rpm)	200	140	200	140	140
反応時間(h)	24	24	6	42	48

#### 2. 2 最適プロセスでの連続エタノール生産性評価

2. 1 の評価では SSF が最も優れていたが、酵素を回収・再利用できればエタノール生産コストの低減につながる。そこで、SSF にて連続運転による酵素の回収・再利用が可能か確認した。パルプ 90g (乾燥重量)、酵素液 13.8g、酵母液 6mL (終濃度  $1 \times 10^7$  個/mL)、尿素 0.22%を含む反応液 600mL を 1L 培養槽に添加し、糖化発酵温度 33°C、pH5.0、攪拌数 380rpm、通気量 10mL/min、滞留時間 72 時間で試験を開始した。運転時間 72 時間目からは 24 時間毎に発酵液を 1/3 量抜き出し、エバポレータでエタノールを除去した。エバポレータ後のエタノール

除去発酵液、パルプ 30g (乾燥重量)、酵素液 1.9g を培養槽へ入れ、培養初期重量に超純水で重量を調整した。発酵代謝物は 2. 1 記載の方法で測定し、菌体数は顕微鏡を用いて計測した。

### 3. 結果および考察

各プロセスにおけるエタノール生産性をバッチ試験により評価した結果、エタノール濃度は SSF と HHF が高く、SHF が低かった (表 2)。SSF、HHF では糖化によるグルコースの供給と発酵が同時に進み、補酵素の供給バランスが改善しエタノール濃度が高くなったと考えられる。反応開始時 (運転時間 0 時間) から最大エタノール濃度を示すまでの時間は、SSF が最も短かった。そこで、エタノール濃度が高く、生産時間の短い SSF を最適プロセスと判断した。

次に、SSF でのエタノール生産性を連続試験により評価したところ、エタノール濃度を 360 時間維持し連続運転が可能であったが、それ以降はエタノール濃度が低下した。エタノール濃度の低下は、残渣蓄積による流動性の悪化に起因すると想定された。連続運転による酵素の回収・再利用が可能なることをラボにて確認したので、攪拌性を改善し、流動性を確保したパイロットプラントで更なる連続運転の長期化を検証予定である。

表 2 プロセス毎のエタノール生産性

	SHF	HHF	SSF
最大エタノール濃度(g/L)	41	45	45
最大エタノール生産時間(h)	48	47	41
エタノール生産速度(g/L・h)	0.85	0.96	1.10

### 4. 謝辞

本研究は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業「セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業」の一部として実施した。