

## 北海道地域における稲わらからのバイオエタノール製造実証試験

大成建設株式会社 正会員 ○副島 敬道  
 大成建設株式会社 山本 哲史  
 大成建設株式会社 屋脊下 亮  
 大成建設株式会社 斎藤 祐二  
 大成建設株式会社 五十嵐 正

### 1. はじめに

米の副産物である稲わらは、エタノール原料として最も期待できるバイオマスの一つであるが、工業原料とする場合にはその収集運搬のシステムから考慮しなければならない。加えて稲わらの収穫時期は秋のため、年間を通じて工場稼働する場合には、最大で1年間の保管が必要になる。そこで本研究では、原料の稲わらの収集運搬からエタノール製造まで一貫して行うシステムの構築を目的に、北海道地区にて稲わらからのエタノール製造を平成20年度から農水省ソフトセルロース利活用技術確立事業にて実施している。本報では、収集運搬及びエタノール製造における実証試験の一部を報告する。

### 2. 稲わらの収集運搬・保管実験の概要

稲わらの収集運搬・保管実験は北海道空知郡南幌町で行った。収集運搬は、稲わらを乾燥させるための反転、集草、ロール化、圃場外一時仮置き、積み込み、輸送を一通りの作業体系とし、南幌町の圃場で収集面積(60.7ha)を設定して実施した。作業時間の計測とともに、機械経費、人件費、燃料費を考慮して収集運搬に要するコストを算出した。保管実験は稲わらが年間を通してエタノール原料として劣化しない低コスト保管方法の確立を目的に、表1に示す条件にて1年間保管を行った。稲わらロールは定期的にコアサンプラーでロール表面から中心部までサンプルを採取して成分分析と糖化発酵試験を行い、エタノール原料としての有効性を評価した。

表1 稲わらロール保管実験条件

|       | 条件1 | 条件2 | 条件3 | 条件4 |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 乾燥工程  | 有り  |     | 無し  |     |
| ラッピング | 有り  | 無し  | 有り  | 無し  |

### 3. バイオエタノール製造実証実験の概要

バイオエタノール製造実証プラントは、北海道恵庭市のサッポロビール(株)北海道工場敷地内に2008年12月から2009年8月にかけて建設した。本実証プラントでは、稲わらの細胞壁構成成分であるセルロース(グルカン)をエタノールの原料としている。製造では、裁断した稲わらをアルカリ処理した後、セルラーゼによる酵素分解と酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)によるエタノール発酵を行うプロセスを用いている。図1に実証プラント製造フロー概略を示す。原料であるロール状の稲わらを長さ1cm以下に裁断後、1m<sup>3</sup>の発酵タンクにて苛性ソーダを用いたアルカリ処理を行う。次に中和した後、セルラーゼと酵母により同時糖化発酵を行い、エタノールを生産する。この実証プラントを使用して、2009年10月より北海道南幌町で収穫された稲わらを原料としたエタノールの製造実験を行い、システムの実証及び製造効率の検証を行った。

キーワード バイオエタノール、稲わら、バイオマス、アルカリ処理

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株) 環境研究室 TEL045-814-7259

4. 収集運搬、保管実験の結果

収集運搬の作業工程では稲わら乾燥のための反転が省略可能な工程である. 収集運搬試験結果からコストを算出したところ, この反転作業は収集運搬コストの約 20%を占めており (図 2), 反転作業を省略することでコスト削減に大きく寄与できる. しかし図 3 に示すとおり, 腐敗を起こすことなく高収率でエタノールを製造するには, わらの含水率が概ね 15%程度まで乾燥させることが必要であるという結果を得ている.

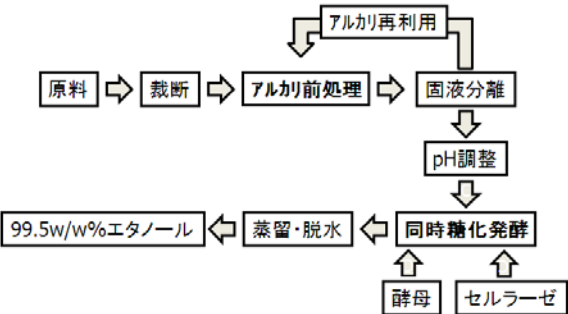


図1 実証プラントバイオエタノール製造  
プロセスフロー概略

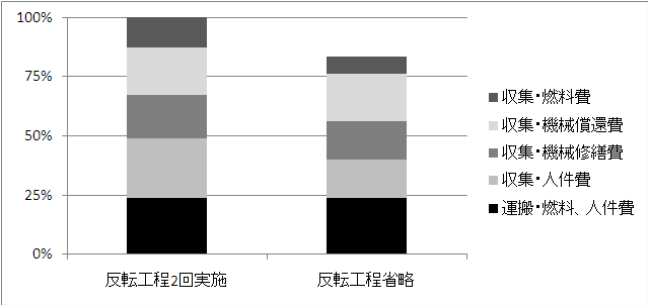


図2 稲わらの収集運搬コスト内訳比率

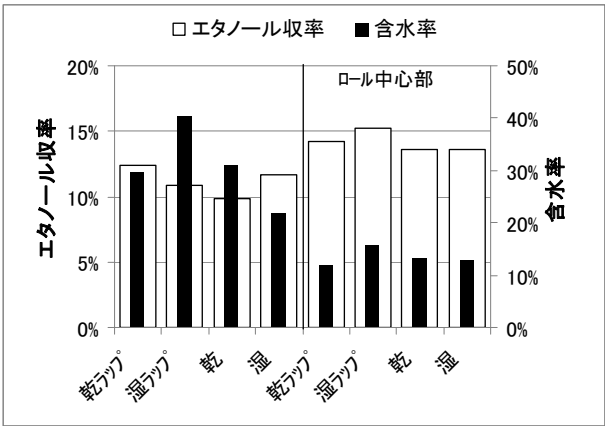


図3 保管 12 ヶ月経過後の稲わらあたり  
エタノール収率と含水率の関係

表2 実証プラントにおけるエタノール製  
造量、理論収率値と実績値の比較

|       | 稲わら乾燥重量当たりエタノール製造量 |
|-------|--------------------|
| 理論収率値 | 194L/t-dry         |
| 実績値   | 208L/ t-dry        |

理論収率は以下の式より算定  
わら中セルロース含有率:35%  
セルロースからのグルコース糖化率:80%  
グルコースのエタノール化学量論式からの転換率:51%  
エタノールの比重:0.79  
**エタノール理論収率(L/重量)**  
**=わら乾燥重量×35%×(180/164)×80%×51%÷0.79**

5. バイオエタノール製造実証実験の結果

実証プラントを運転してエタノールの製造を行った結果と理論収率の比較を表 2 に示す. 稲わらからのエタノール理論収率は, わら中のセルロース含有率を 35%, セルロースからのグルコース糖化率を 80%, グルコースのエタノール転換率 51%とすると, 乾燥わらあたり 194L/t-dry のエタノール製造量となる. 実際に実証プラントで稲わらからエタノールを製造した結果では, 208L/ t-dry と理論収率以上の収率が得られた. これは, セルロース以外にヘミセルロース由来のガラクトース, マンノースなどの C6 糖の利用が生じたためと考えられる. 今後は使用薬品の低減等による製造コストの低減化検討と, 新規プロセスに適合した大規模製造プラントのフィージビリティスタディを行う予定である.

なお, 本研究は農林水産省「ソフトセルロース利活用技術確立事業」の補助金を受けて行ったものであることを付記する.

参考文献

・ 日本エネルギー学会大会講演要旨集 (18), 218-219, 2009.