

低環境負荷な新しい燃料への挑戦 自動車用バイオマス燃料の普及に向けて

バイオマス研究センター 研究センター長
坂西 欣也

バイオマス燃料の現状と将来

バイオマス由来のエタノール、BDF (Bio-Diesel Fuel)、ガス化合成液体燃料 (BTL: Biomass To Liquids) 等のバイオ燃料は、バイオマスが再生可能エネルギーのうち唯一炭化水素系で、かつカーボンニュートラルであることから、ブラジルや欧米等ですでに導入されており、日本でもE3 (エタノール3%添加) やB5 (BDF5%添加) を第一ステップとして、燃料品質の規格化やエンジン性能の試験等が進められています。現状では、バイオ燃料の製造コストは石油系に比べれば割高と言わざるを得ませんが、バイオ燃料がもたらす効果には、炭酸ガス削減ばかりでなく、硫黄、窒素等のヘテロ化合物や芳香族が含まれていないことによる自動車排ガス浄化への期待も持たれています。

エタノールやETBE (エタノールとイソブテンとの反応によって合成される) 等のバイオマス由来の新燃料は、含酸素燃料であるため単位重量当りの発熱量が小さいものの、ガソリン品質の重要指標

であるオクタン価が極めて高いという特徴を持っています。

ETBEは、エタノールが抱えていた水分混入の問題が少なく、ガソリンとのブレンドが容易であることから、すでに、フランスやスペイン等では、ETBEを6~7%程度ブレンドしたガソリンが市販されています。EU諸国では、環境負荷の小さいバイオマス由来エタノールに税制優遇措置 (1リットル当りフランスで0.38ユーロ、スペインで0.39ユーロ) を実施して、バイオ燃料の導入促進を図っていることが注目されます。

これまで行われてきた、糖・澱粉等を原料とするエタノール製造では、将来的に食料と競合するため、新しい製造法の開発が求められています。現在は、生産系のリグノセルロース系バイオマスからセルロースの糖化によって、エタノールを製造する研究開発が進められています。セルロースからのバイオエタノール製造方法は、木質系の原料を使うか草本系の原料を使うかによって難易度が異なるのですが、いずれの場合にも、セルロー

ス成分をリグニンやヘミセルロース成分から分離し、さらにセルロースを発酵前に糖化处理する必要があります。セルロースの糖化法としては、主として、濃硫酸法、希硫酸法やセルラーゼ等の酵素を用いる酵素糖化法が挙げられます。

さらに低環境負荷な新エタノール製造プロセスへ

産総研では、水だけを用いる非硫酸法によるグリーンプロセスの開発を目指して、加圧熱水処理とメカノケミカル粉碎の組み合わせによって成分分離と糖化促進を同時に達成する水熱糖化法およびトータル利用システムの研究開発を進めています (図1)。この方法では、水熱抽出温度を段階的に昇温することによって木質系バイオマス等からヘミセルロース、セルロース、およびリグニンを逐次的に抽出分離し、前二者を各々個別にペントース、ヘキソース糖化、発酵することが可能となります。実験室レベルではリグノセルロースからのエタノールの理論収率に近い収量を達成できることを明らかにしました。この非硫酸糖化・エタノール発酵法では、硫酸法に比べて硫酸の濃縮・リサイクルの必要がなく、成分分離したりグニンの高付加価値利用も可能になります。

バイオマスからのクリーンディーゼル燃料の製造

最近、大都市部を中心にディーゼル車によるPM (Particulate Matter)、NOx、SOxの排出による大気汚染が深刻化していることから、ディーゼルサルファーフリー及びアロマフリーの超クリーンディーゼル燃料製造の要請が高まっています。その中で、炭酸ガス削減と排ガス浄化の同時達成に向けたバイオマス由来のクリーンディーゼル燃料の製造技術の開発が進められています。

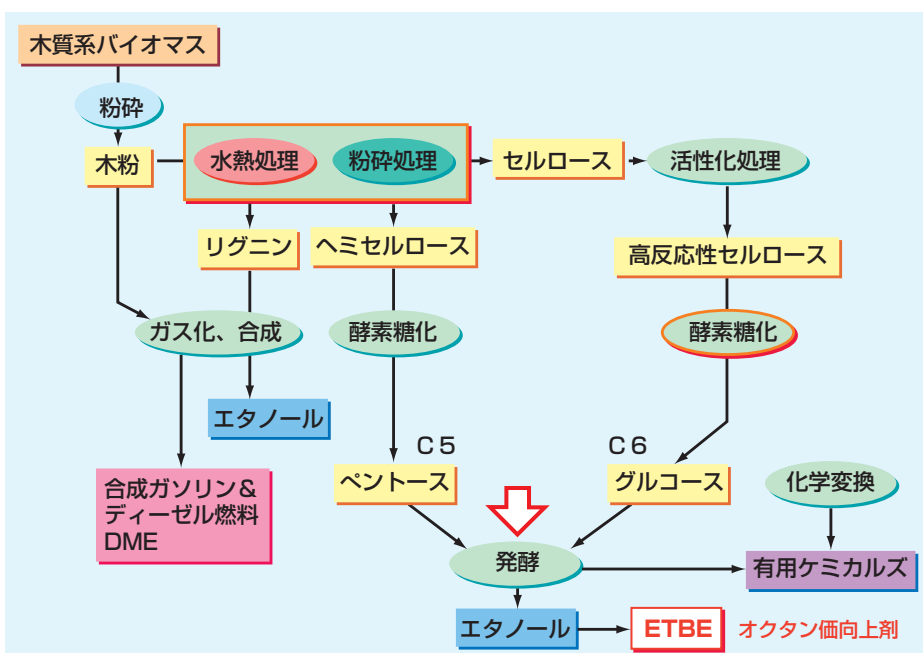


図1 産総研バイオマス研究センターの木質バイオマスからの新燃料製造トータルスキーム

ディーゼル代替燃料として期待されているバイオディーゼル燃料（BDF）は、パーム椰子から得られるパーム油や、菜種油等に含まれる油脂類の主成分であるトリグリセリドを、エステル交換反応によって脂肪酸メチルエステルにして製造されています。油脂類のアルカリ触媒によるメチルエステル化法の高効率化とともに、メチルエステル交換反応にともなって副生するグリセリンの有効利用法ならびに廃アルカリ触媒の回収法の確立などが開発のキーポイントといえます。BDFは、石油系ディーゼル軽油に比べて硫黄や芳香族含量が小さいため、排ガス中の硫黄酸化物やPMの含量が低くなり、かつバイオマス起源であるため炭酸ガス削減にも寄与できると期待されています。

ジメチルエーテル（DME）も、LPG（液化石油ガス）と類似した性状を有し、輸送・貯蔵が簡便であるため、民生用、輸送用や発電用燃料としての利用が可能なクリーンな新燃料として期待されています。DMEは、石炭や石油、天然ガス等の化石資源だけでなく、バイオマスのガス化によって生成する合成ガス（CO、水素）からも製造できるため、一次エネルギー源の多様化とともに、炭酸ガス排出量の低減にも貢献できます。また、その



図2 木質バイオマスの高効率BTL-FTディーゼル製造トータルシステム

クリーンな燃料特性（サルファーフリー、アロマフリー）により、超低公害の次世代のディーゼル燃料としても期待されています。

バイオマスのガス化によって得られる合成ガス経由の超クリーンディーゼル燃料（BTL-FT：Biomass To Liquids-Fischer Tropsch 合成燃料）の製造技術開発が進められています。BTLは、GTL（Gas To Liquids）に比べて原料が化石資源由来でないため、炭酸ガスの削減効果も見込まれ、最近欧米を中心に技術開発が進められています。バイオマス研究センターで開発中のBTLトータルシステムを図2に示します。このようなFT合成触媒反応による合成ディーゼル燃料製造技術は、石油起源のディーゼル軽油に匹敵する製造コストを達成するためには、今後さらに新技術を導入したFT合成トータルシステムの開発が不可欠と言えます。

バイオマスを原料とするディーゼル

軽油は、優れた炭酸ガス削減効果を示しているのに加えて、SPM（Suspended Particulate Matter）や酸性雨原因物資であるSO_xの低減にも優れており、また燃費も優れていることから、燃料電池自動車が普及する次世代にわたって、地球温暖化防止と環境保全の面から、最も優れた自動車燃料のひとつとして評価できます。

さらに、バイオマス資源の導入・普及には、経済的に成り立つトータルシステムの構築が重要であることから、バイオマス研究センターでは図3に示したように種々のバイオマス資源をデータベース化し、各種バイオマスシステムのプロセスシミュレーション技術による経済性・環境適合性評価を行い、実用化可能なバイオマストータルシステムを提案することを目指しています。

地球環境問題解決への貢献

地球温暖化や大気汚染、森林破壊等の地球環境問題は、石油を中心とする化石資源に依存し過ぎた現代文明に起因していることから、昨今のバイオマスを中心とする新エネルギー導入や省エネルギーの徹底への取り組みは、単に日本だけの問題ではなく、全世界に共通する地球規模の重要な課題です。日本発の技術開発による「バイオマスからの新燃料製造プロセスの実用化」や国際技術援助等を通じて、地球環境問題の解決に貢献していくことが産総研の重要な使命と考えます。

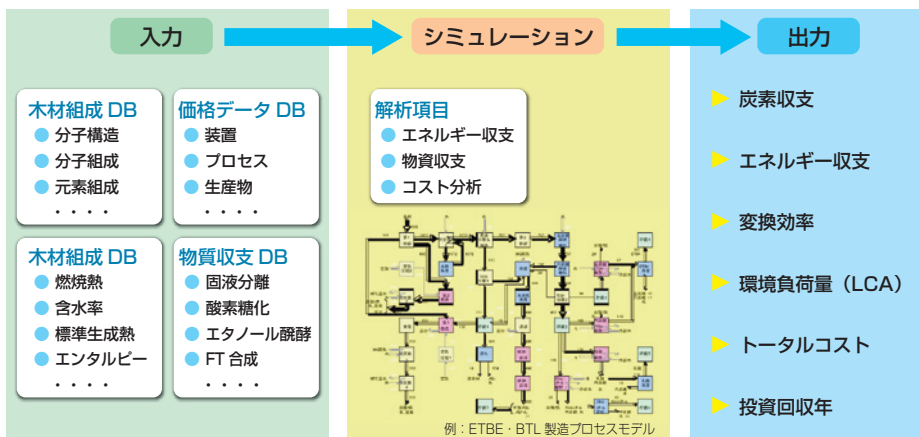


図3 バイオマスシステム評価シミュレーション技術