

■ バイオマスからのエネルギーと有用物質の生産

物質生物システム工学科
小野寺研究室

1. 循環型社会システム

現在の社会システムは、産業革命以降の石炭や石油をエネルギー源並びにマテリアル源として大量生産・大量消費・大量廃棄に基づいています。しかしながら、資源の枯渇や環境への負荷から、人間活動の持続性と自然環境の保護を主眼とした低環境負荷循環型社会への転換が求められています。

菜の花プロジェクトに代表されるように、菜の花を栽培し、菜種油を絞り（絞り粕は肥料として畑地へ投入）、食用油として使用した後（ヨーロッパでは始めから燃料を目的として栽培するケースが多い）はメチルエステル化を経てバイオディーゼルとしてディーゼルエンジンの燃料として活用するものであります。燃焼の際生じる二酸化炭素は、菜の花栽培に吸収されるため、二酸化炭素の増大は起こりません。

また、バイオエタノールのようにエタノール生産を目的とした作物を栽培し（サトウキビ等）、それを原料としてエタノール発酵を行い、エタノールをガソリンに混合して石油の消費を低減しようとするものであります（ブラジルではガソホールとして以前からエタノール含有ガソリンが売られているのはご存知のことと思いますが）。この場合も二酸化炭素の増大は起こりません。

このような背景の中で本研究室において以前から行っていますバイオマスからのエネルギーと有用物質の生産について紹介します。

2. 嫌気・好気同時培養について

バイオエタノールの生産には、酵母が直接エタノール発酵可能なブドウ糖や砂糖等を原料とする場合と酵母単独では原料とすることが出来ないデンプンやセルロースが考えられます。コスト並びに生産地域を考慮するならば、日本においても栽培可能な米や木材の主成分であるデンプンやセルロースが原料となるでしょう。

しかしながら、デンプンやセルロースからエタノールを生産するには、酵母が利用可能なグルコースに糖化しなければなりません。糖化に使用されるアミラーゼ（デンプンを分解する酵素の総称）やセルラーゼ（セルロースを分解する酵素の総称）のような酵素を利用する際は、再利用が困難であり、しかもそれらを生産する微生物は、好気性菌

であり、酵母がエタノール発酵する際に邪魔な酸素を必要とします。従来の培養方法では、好気リアクターと嫌気リアクターというタイプの異なる2つの装置を必要とし、生産コストのアップにつながります。

そこで、同一リアクター内で好気性菌と嫌気性菌を同時に培養可能となる方法について検討し、嫌気リアクター内に酸素透過能を有する微生物担体の装着を試みました。その結果、デンプンを原料とした場合、酸素透過性担体の表面に麹菌を生育させ、麹菌にアミラーゼを生産させ糖化を行い、それによって生じたブドウ糖を酵母がアルコール発酵可能であることを実験的に証明しました。すなわち、1つのリアクターで好気性菌と嫌気性菌を同時に培養し、デンプンからエタノール生産を可能としました。

3. バイオマスの嫌気処理について

柏崎刈羽原子力発電所において、夏場に大挙してくる水クラゲ対策として、東京電力、柏崎市内のメーカー、本学でジェリーフィッシュクラブを結成しました。

本学の担当は、水揚げされた水クラゲをメタン発酵により、メタンガス生産を行うものでした。小型の装置並びに500L容の装置を用いて、水クラゲ単独でも55℃の高温メタン発酵により、海水と同程度の塩分濃度下でメタンガスの生産が可能であること、C/N比を低減させることを見出しました。さらに、メタン発酵後の処理液は、砂地を想定した場合に十分施肥効果（小松菜や二十日大根等）のあることも明らかにしました。

これらのことは、従来、やっかいものであった水クラゲもその処理次第では、有用物質に変換可能であることを物語っています。おそらくエチゼンクラゲの処理にも適用可能かと考えられます。

現在は、家庭や食品工場等から廃棄されているバイオマスのメタン発酵を行っています。さらに、水素発酵も行っており、種々のバイオマスから水素を生産し、その水素で燃料電池を稼働させ、電気エネルギーと熱水を取り出そうと計画中です。

子孫に負の遺産を残さない循環型社会システムの構築の分野に興味がありましたら、ご一報願います。

E-mail: onodera@acb.niit.ac.jp

Tel&Fax: 0257-22-8144