

セルロース系バイオマスのエタノール化方法の改良

雑草や流木を液体燃料として手軽に利用するために

Improvement of Method for Producing Ethanol from Cellulosic Biomass

To Facilitate the Use of Weeds or Driftwood as Liquid Fuel

(電力技術研究所 CO₂削減技術G)

バイオエタノールは、食物と競合しない木や草等(セルロース系バイオマス)から製造することが求められているが、木や草をエタノールの元となる糖へ分解するには、大量の薬品や高温高圧が必要となる課題があった。今回、化学反応を促進する手法を応用することで、より簡単な方法で糖へ分解できる可能性を見出したため、その概要を紹介する。

1 背景と目的

バイオエタノールは、環境にやさしい液体燃料として注目されている。しかし、近年トウモロコシやサトウキビを原料としたエタノール製造が急増し、食料や家畜飼料の価格を押し上げる要因として批判されている。このため、食料や飼料と競合しない木や草等(セルロース系バイオマス)からエタノールを製造することが求められている。

一方、当社にもダム流木や事業所の伐採木・草等のセルロース系バイオマス資源があり、バイオエタノール化によりエネルギーとしての利用が可能である。そして、このようなバイオマスは、薄く広く点在するため、その場で簡易な小型装置によりエタノール化し、その場で利用することが有効である。

しかし、セルロース系バイオマスは、トウモロコシ等に比べて、エタノールの元となる糖への分解(糖化処理)が困難である。このため、糖化処理には大量の薬品が必要であり、また、薬品使用量を抑える場合は高温高圧の条件を組み合わせる必要があることから、装置が複雑で高価となっていた。

従来の糖化処理方法の一つである濃硫酸法は、高温高圧を必要としないものの、高濃度の硫酸を使用することから、装置には耐薬品性の高い高価な材料が必要となる。装置のコストダウンを図るためには、硫酸濃度を下

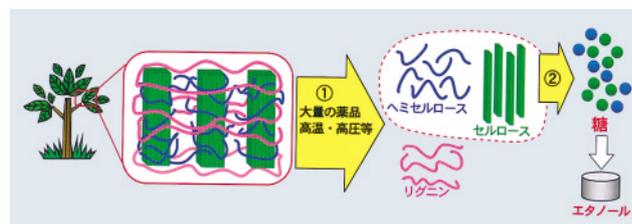
(CO₂ Reduction Technology Group, Electric Power Research and Development Center)

It is a necessity that bioethanol be produced from woods or grasses that do not compete with food crops (cellulosic biomass). A problem does exist, however, in which a large quantity of chemicals or a high-temperature, high-pressure environment is required for decomposing woods or grasses into sugar, which becomes the source of ethanol. We have discovered the possibility that cellulosic biomass can more easily be decomposed to sugar through the application of a method for promoting chemical reactions. An outline of our research will be introduced below.

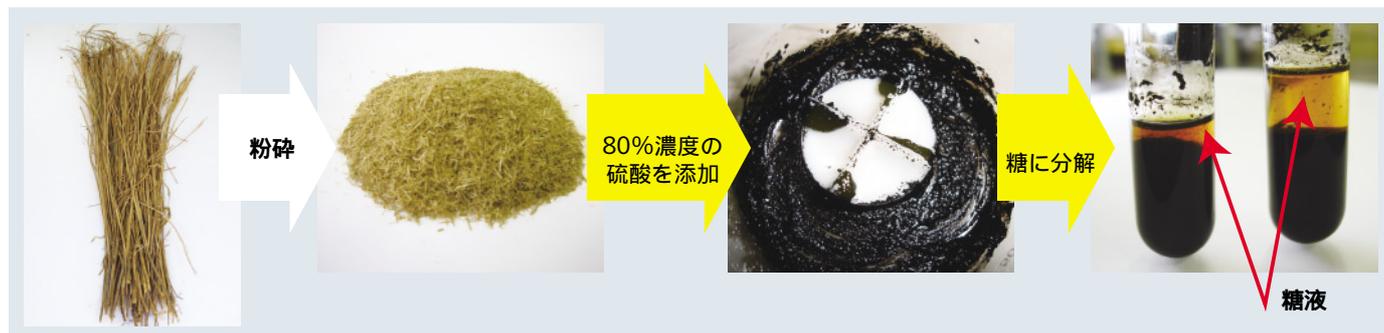
げることが考えられるが、逆に糖への分解率が低下してしまう結果を招く。そこで、本研究では、低い硫酸濃度でも糖への分解率を高く保つために、高温高圧を利用するのではなく、電磁気や電子レンジで利用されるマイクロ波といった化学反応を促進する手法を応用する試みを行った。

2 セルロース系バイオマスの糖化処理

セルロース系バイオマスの主成分は、水分を除けば、植物の細胞壁を構成するセルロース、ヘミセルロース、リグニンの3つであり、これらは、強固に絡みあっている。3成分の内、エタノールの元となる糖でできているのはセルロースとヘミセルロースの2つである。従って、エタノールを製造するには、まず3成分の強固な絡みを解き(第1図の①)、さらに、セルロースとヘミセルロースを単糖まで分解(第1図の②)しなければならない。これらの処理に大量の薬品や高温高圧が必要となる。



第1図 セルロース系バイオマスからのエタノール製造



第2図 濃硫酸法による糖化処理フロー



第3図 濃硫酸法の改良

3 濃硫酸法による糖化处理

従来法である濃硫酸法により「稲わら」を糖化处理した例を第2図に示す。

この方法により、試料中の糖の元となる成分の内、糖として取り出すことができる重量の割合(糖収率)は、約70%である。

4 本研究の方法と糖化处理結果

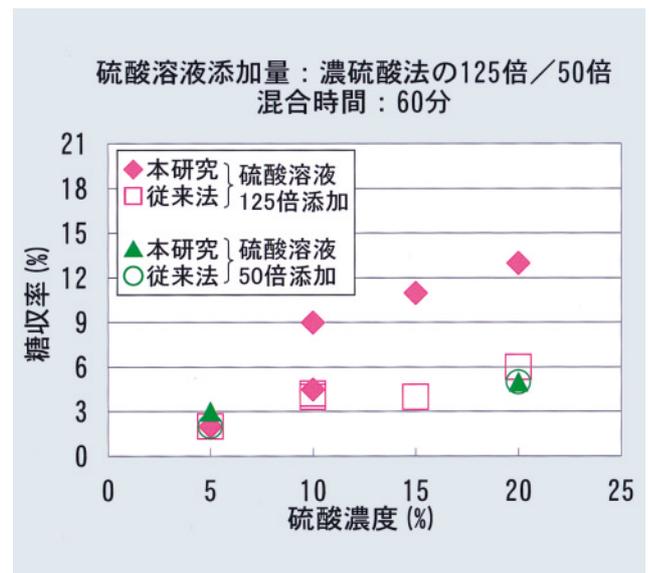
(1) 本研究の方法

本研究では、濃硫酸法において、添加する硫酸溶液の濃度を従来の80%から徐々に低下させると共に、化学反応を促進させる手法を応用して糖化处理を行った(第3図)。この時、試料1g当たり添加する硫酸溶液の重量は、濃硫酸法(硫酸濃度80%)の50倍または125倍に増加させた。

(2) 糖化处理試験結果

試験結果を第4図に示す。比較のために、化学反応を促進する手法を利用しないこと以外は同じ条件で実施した従来法では、硫酸濃度の低下に伴って糖収率も低下し、硫酸濃度20%以下では糖収率は6%以下に低下した。これに対し、本研究の方法では、硫酸溶液添加量が濃硫酸法の125倍の場合、一部で従来法よりも糖収率が数%程度高くなるデータが得られた。このように、化学反応を促進する手法を応用すれば、従来法よりも糖収率を高くすることが可能であり、さらに糖収率の上昇幅を拡大できれば、低い硫酸濃度でも濃硫酸法の糖収率(70%程度)を得られる可能性があることを見出した。

ただし、第4図において、硫酸溶液の添加量が濃硫酸法の50倍の場合は、従来法と同等の糖収率しか得られなかった。従って、従来法よりも糖収率を高くするには、濃硫酸法の125倍以上の硫酸溶液を添加する必要がある。



第4図 硫酸濃度と糖収率の関係

5 今後の展開

今回、従来法である濃硫酸法において、化学反応を促進する手法を応用することで、硫酸濃度を下げても糖収率を高くできる可能性を見出した。

しかし、糖収率は、従来法の70%に対して10%前後と非常に小さいため、これを大幅に向上させる必要がある。また、硫酸濃度は比較的低いものの、硫酸溶液添加量が濃硫酸法の125倍以上であるため、これを低減する必要もある。今後は、これらの課題を解決するために、化学反応を促進する手法の効果をより高く引き出せるよう、本処理方法の諸条件の最適化に取り組んでいく。



執筆者 / 渡邊正裕
Watanabe.Masahiro@chuden.co.jp