31814

バイオエタノールの生成

3536 村山雅斗　3506 大山駿輔　3603 伊藤建哉

要旨

私たちは、サトウキビやトウモロコシといったデンプンを含む食物を原料としないで、バイオエタノールを生成することを目標とし、現在はエタノールの原料となる糖を得るために、木くずの中に含まれている細胞壁の組成物であるセルロースを、硫酸を用いて分解し、単糖を生成する実験（濃硫酸法）を行っている。この実験をする中で糖を生成するために、特定の経過時間で硫酸を希釈することで糖が生成されやすいという事、使用する木くずの種類は関係がないという事が分かった。

１．目的

バイオエタノールとは、主にサトウキビやトウモロコシといった食物から作られるアルコールのことで、ガソリンと混ぜ合わせることで燃料として使用される。また、バイオエタノールを燃やしても原料となった植物が光合成で吸収した以上の二酸化炭素を排出しないので、地球温暖化の抑制になる為に、世界的に注目されている。

しかし、現在一般的なバイオエタノールの生成方法である食物からのバイオエタノール生成が拡大することにより、原料となる食物を食べる家畜の飼料の供給量が減少し、その値段が高くなる。そして結果的には、私たちの食糧の価格が高まってしまうという不都合が生じる。そこで私たちは、木くず・紙といった、食物以外の原料に含まれるセルロースを分解して、バイオエタノールの原料となる単糖を生成することにより、食物以外を原料としたバイオエタノールの生成を目的に取り組んでいる。

２．方法

2-1　バイオエタノールの生成

糖液に酵母菌を加える。その後、ウォーターバスを使い、40℃で 15 分間保つことでアルコール発酵により、エタノールが生成される。

サトウキビやトウモロコシなどのバイオマスからの糖を使ったものが、バイオエタノールである。

2-2　濃硫酸法

トウモロコシなどの主成分はデンプンであり、デンプンを分解し単糖を得ることは簡単であるが、木などの主成分はセルロースであり、リグニンなどの物質が付着して木化しているので、分解することは困難である。分解には、濃硫酸法・希硫酸法・酵素法などがあるが、私たちは比較的温和な条件でかつ、短時間に糖を得ることができる濃硫酸法を採用した。濃硫酸で処理することで、リグニンが硫酸と化合して硫酸リグニンとなって溶出するので、セルロースを分解しやすくなる。さらに、酸により、セルロースを加水分解し、糖を得る。

３．使用した器具、実験の手順

3-1　実験１

3-1-1　使用した器具・装置など

- ビーカー(200ml×4)
- 木くず(松)
- 95%硫酸
- 水酸化バリウム
- 純水
- ウォーターバス
- はかり
- 吸引ろ過装置（図 1）
- フェーリング液(Ⅰ液、Ⅱ液)（図 2）

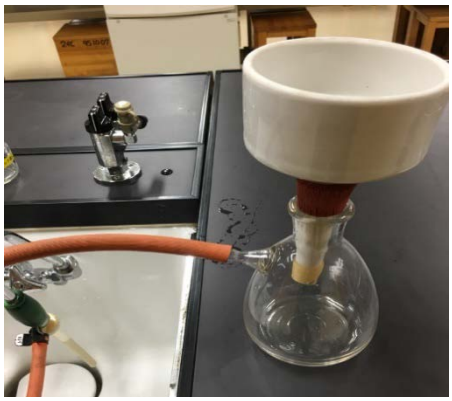

図１　吸引ろ過装置

図２　フェーリング液

3-1-2　研究・実験の手順

① 95%硫酸 30g を純水で希釈し、硫酸の濃度を72%にする

② 木くず 2.0g(松)を加え、一時間放置する

③ ウォーターバスを使って 90℃に保ち、一時間半放置する

④ ろ過装置を用いてろ過し、水酸化バリウムを用いて中和し、10ml のフェーリング液Ⅰと、10ml のフェーリング液Ⅱを混合したものを加えて、糖があるかどうか調べる

3-1-3　結果

糖が生成されていればフェーリング液が青色から赤色に変化するはずだが、変化が見られなかった。

3-1-4　考察

この結果にいくつかの原因があると考えた。

① 硫酸が濃すぎて糖が炭化されてしまった

② 木が分解されにくいものだった（種類、大きさなどの違い）

③ 実験の手順に誤りがあった

④ 糖があったとしても、極めて微量であった

以上のことを考慮し、実験の方法を模索した。そこで私たちは、濃硫酸で処理したのち、硫酸を薄めてセルロースの加水分解を促進し、さらにスターラーを用いてかくはんすることで分解を促す実験（実験２）と、オートクレーブを用いて高温・高圧で処理する実験（実験３）を行った。

3-2　実験２

3-2-1　使用した器具・実験

・ビーカー（200ml×2）

・木くず（松、クヌギ）

・72%硫酸

・ウォーターバス（図 3）

・マグネチックスターラー（図 4）

・糖度計

図３　ウォーターバス

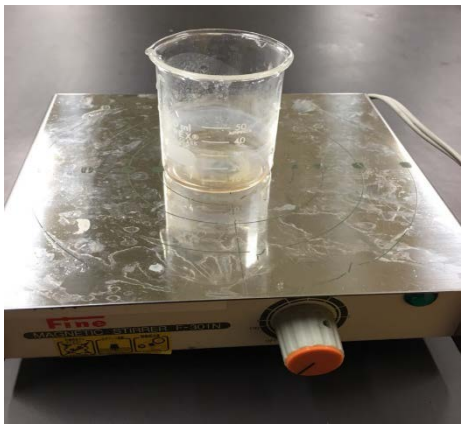

図４　マグネチックスターラー

図６　クヌギ 14.8%

3-2-2　研究・実験の手順

① 72%硫酸 30ｇを入れたビーカーを 2 つ用意する。
② 松、クヌギ２ｇをそれぞれビーカーに加え、40℃で１時間湯煎する。
③ 15 分スターラーにかける。
④ 水 120g を加え、硫酸の濃度を約 15%にする。
⑤ 25 分スターラーにかける。
⑥ 糖度計で糖があるかを調べる。

3-2-3　結果

松を用いた場合、糖度計は 12.6%を示した。（図 5）

クヌギを用いた場合は、14.8%を示した。（図 6）

図５　松 12.6%

3-2-4　考察

この結果から次のことが考えられる。

① 硫酸を薄めれば炭化しない。
② 木の種類はあまり関係がない。
③ スターラーでかくはんすることで糖の生成が促進される。

この実験で、糖の検出に糖度計を用いた。そこで私たちは、実験１の結果にも糖度計を用いるとどうなるか調べた。その結果、糖度計で変化が見られた。このことから、フェーリング液が反応するのに十分な糖が得られなかったからではないかと考えた。

3-3 実験３

3-3-1　使用した器具

実験１の器具に加えて

・木くず（合板を削った際に生じたもの）
・オートクレーブ
・水酸化カルシウム

図 7　オートクレーブ

3-3-2 研究・実験の手順

① 3.0g の 95%硫酸を純水で希釈し、8.0%にする。
② 3.0g の木くずを加え、約 4 時間放置する。
③ 残渣に 72%硫酸を加え、70～80℃で 5 分放置する。
④ 純水を加えて濃度を 8.0%に薄め、オートクレーブ（図 7）を用いて、高温・高圧の下で約 30 分放置する。
⑤ 水酸化カルシウムで中和（水酸化バリウムに比べて安価なため）する。
⑥ ろ過した後にフェーリング液で反応を見る。

3-3-3 結果

フェーリング液が黄色に変化した。（図 8）

図 8　黄色に変化した液体

3-3-4 考察

この実験から次のことが考えられる。

① 黄色反応したことから、糖の生成が行われていた。
② 高温・高圧の状態だと、糖の生成効率が上がる。

４．今後の展望

今後の実験ではあくまでも木くずから糖を生成できることを確認する実験である。そのため、多量の硫酸、水酸化バリウム、水酸化カルシウムを使用した。今後は、使用する薬品や原料の最も効率のよい割合を見つけ、より効率的に糖を生成する。また、この生成された糖を用いて、バイオエタノールの生成を実際に確認し、実際に燃料として働くかを調べたい。

５．参考文献・引用文献

・セルロースの加水分解による糖化
Saccharification of Cellulose Samples by Acid Hydrolysis
菅原 康里 Sugahara Yasusato,
高橋　璋 Takahashi Akira
東京都工学院大学 Tokyo Kogakuin University, 1988.

・トコトンやさしいバイオエタノールの本
Tokoton Yasashii, book of Bioethanol
坂西 欣也 Sakanishi Kinya,
遠藤　貴士 Endou Takashi,
三濃輪 智朗 Minowa Tomoki
日刊工業新聞社 Nikkan Kogyo Shimbun, LTD., 2008.

・糖含有物から効率よく糖を取り出す方法を探る
ExploringSugar Extraction Methods Efficiently from Sugar Content
http://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H23ssh/sc2/2113/.pdf