

# バイオリアクターによる エタノールの生成

理数科2年 生物1班 橋本隆太郎 木村 拓人 清水 裕亮  
早川 和貴 友石 早菜

## 1 主題設定の理由

現在、石油資源の枯渇や、二酸化炭素の増加による地球温暖化などが深刻化しており、エネルギー効率の向上や、代替エネルギーへの転換が進められている。たとえば、太陽光などの自然エネルギーや燃料電池、バイオエタノールなどである。

その中で、今回我々は、日本でも本格的な利用が開始され、特に注目されているバイオエタノールについて生成法などを研究した。また、単なる科学実験にとどまらず、その利点や問題点を様々な視点から考察した。

## 2 バイオエタノールとは

### (1) バイオエタノールとは

まず、バイオエタノールについて文献などを調べた。

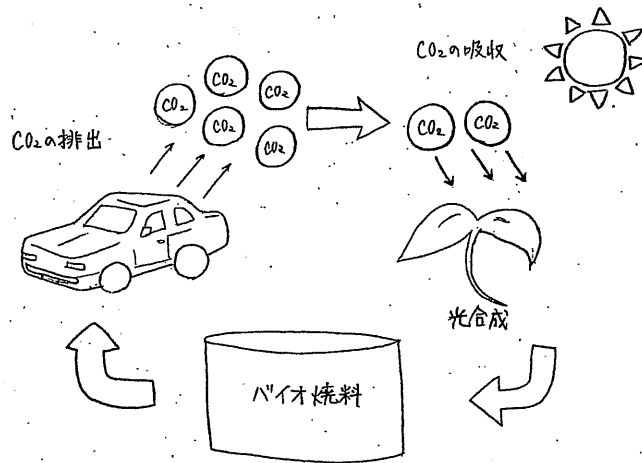
Wikipediaによると、「バイオマスエタノールとは、サトウキビやトウモロコシなどのバイオマスを発酵させ、蒸留して生産されるエタノールを指す。……バイオマスエタノールという語は、エネルギー源としての再生可能性やカーボンニュートラル性を念頭において使われる。」という記述がされている。分かりやすくいうと、バイオエタノールとは、植物原料を発酵し、蒸留して作られる植物性のエタノールのことである。以降本研究ではそのように定義する。

バイオエタノールは、CO<sub>2</sub>削減による地球温暖化の防止や、枯渇する心配がないために化石燃料に代わるエネルギーとして注目されている。現在、日本では法律で3%までガソリンと混合できるようになっており、自動車やボイラー等の燃料として利用する仕組みができたが、現実では試行段階にある。

また、廃木材や生ゴミ等を原料としたバイオエタノール生産の研究が盛んに進められている。北九州市では、6月から家庭や学校、スーパーなどから出る生ごみを、市内三箇所の商店街で回収し、バイオエタノールの生産をするという、全国初の試みが行われている。

### (2) バイオエタノールのCO<sub>2</sub>削減メカニズム

地球温暖化の原因とされる大気中の「温室効果ガス」のうち、最も量が多いものが燃料の燃焼や生物の呼吸によって大気中に排出されるCO<sub>2</sub>である。植物を原料とするバイオ燃料を燃焼させた場合には、次の世代の植物が光合成によって排出されたCO<sub>2</sub>を吸収して育つ。そのため、大気中のCO<sub>2</sub>の増減に影響を与えない。(これをカーボンニュートラルという)



### 3 実験1 身の回りのものからのエタノールの生成

#### (1)実験の目的

実際に身の回りのものからバイオエタノールを生成し、その問題点や新たな課題を見つける。

#### (2)実験方法

校内にある雑草や古紙を分解し、生成された糖を発酵させる。

#### (3)実験結果

雑草や古紙をうまく糖に分解することができず、発酵させエタノールを生成するまでに至らなかった。

#### (4)実験結果に関する考察

この実験で原料が糖に分解できなかった理由として、主成分がセルロースであることが考えられる。セルロースは多糖類であり、単糖類であるグルコースになりにくい。そのため、発酵に使用される原料は、糖分、もしくは糖分に転化されうるデンプン分があるものが好ましい。

### 4 実験2 バイオリアクターによるエタノールの生成

#### (1)実験の目的

実験1ではエタノールの生成ができなかったので、グルコースを発酵させてエタノールを生成し、最もよく発酵が起こるグルコース水溶液の濃度を調査する。

#### (2)実験方法

グルコースを原料としたバイオリアクターで実験を行う。これは飲用エタノールの製法と同じである。以下に反応式を示す。



### ①バイオエタノールの合成

発酵の材料として、最も基本的な糖であるグルコースと、発酵生物として酵母菌を使用する。

### ②酵母の固定化

- i. 酵母菌をすり潰す。
- ii. アルギン酸ナトリウム溶液に酵母菌を懸濁する。
- iii. 塩化カルシウム溶液に懸濁液を滴下する。
- iv. 製造した固定化ゲルを水で軽く洗う。
- v. 固定化ゲルをペットボトルに入れる。
- vi. 濃度がそれぞれ 10%, 20%, 30%, 40%のグルコース溶液をペットボトルに入れる。
- vii. 発酵に適した温度である 40°Cで一週間ほど発酵させる。
- viii. 発酵後の溶液を蒸留する。

### ③エタノールの燃焼

得られたエタノールを燃焼させ、どのくらいの水が含まれているか、燃焼の前後で質量を比較して調べる。

### ★アルギン酸ナトリウムと塩化カルシウム★

アルギン酸ナトリウムが水に溶解すると、ぬるぬるした糊のような状態になる。アルギン酸ナトリウムを含む水滴が塩化カルシウム水溶液に触れると、水滴の表面全体にアルギン酸ナトリウムの難溶性膜ができ、固定化する。

### (3)実験結果

実験の結果は、次の通りである。

- ・最も多くのエタノールを得られたのはグルコース濃度20%の溶液を用いたときである。
- ・蒸留後でも20~30%の水が残る。

### (4)実験結果に関する考察

実験結果から、グルコース濃度が高いほど発酵が進むのではないことが分かった。また、得られたエタノールには、蒸留後にも関わらず、多くの水分が残っていた。これは、共沸による影響だと考えられる。

### (5)実験における問題点

この実験では、共沸を考えずに、普通に蒸留をしてしまったので、水が混ざった。また、この方法はバイオエタノールの製法とは違うので、比較ができなかった。

## 5 バイオエタノールの活用

### (1)バイオエタノールの普及による問題

バイオエタノールの原料は、現在、サトウキビやとうもろこしといった、食料に利用される植物が主流である。これにより、食料価格の高騰や、流通量の減少などの問題が起こる。また、飢餓で苦しむ人がいるのに、食料を燃料としてよいのかといった倫理的問題もある。しかも、地球上の

全耕地面積でバイオエタノールの原料となる植物を栽培しても、化石燃料に置き換えられない。このことから、雑草や生ごみなど、食料に依存しない原料を模索していく必要がある。

また、バイオエタノールとガソリンを混合するとき、水が混ざると相分離を起こす危険性がある

## (2)バイオエタノールの今後の活用

### ①バイオエタノールの活用法

バイオエタノールの活用法としては直接燃焼、ガス化、液化により利便性やエネルギー変換効率を高める方法がある。また、原油価格が高騰しているため、ガソリンの補完・代替するエネルギー源があればある程度価格の安定性も期待できるだろう。そうした点からも自動車等に活用できるバイオエタノールの製造は意義がある。

## (3)その他のエネルギーについて

バイオエタノールのほかに自然にやさしいエネルギーを考えてみた。

自然エネルギー:無尽蔵で、CO<sub>2</sub>の排出量が少ない。しかし、風力や太陽光などは天候に左右されやすいという欠点がある。

原子力:CO<sub>2</sub>排出量が少なく、少量で膨大なエネルギーを得られる。しかし、安全性に問題がある。

燃料電池:CO<sub>2</sub>を排出せず、家庭用から発電所のかわりになるものまで、用途が多い。

## 6 まとめと、今後の課題

### (1)まとめ

- ・バイオエタノールの特徴や製法を調べることで、カーボンニュートラル、相分離、燃焼熱の低さなど利点だけでなく問題点も知ることができた。
- ・この研究によってバイオエタノールだけでなく、地球温暖化、エネルギー問題など今後も問題となる事についてより関心を持ち理解を深められた。
- ・近年非常に注目されているバイオエタノールについて研究するのは、これからの生活にも密接に関わってくることであり意味があった。

### (2)提言

バイオエタノールをいくら利用しても、製造、輸送過程において化石燃料が使用されている以上、ある程度CO<sub>2</sub>の排出量を削減できても、地球温暖化の抜本的な解決法とはならない。このため私たちは化石燃料ばかりに頼らず、太陽光、風力などCO<sub>2</sub>を出さない資源の開発、利用を進めていかなくてはならない。

しかし、どのような技術が開発されたとしても、最も大切なことは私達一人ひとりがCO<sub>2</sub>を出さないよう努力し、地球環境のことを考えていくことなのではないだろうか。

### (3)今後の課題

これからは、実際のバイオエタノールの製造に近い方法でのカーボンニュートラルの達成が課題である。さらに発酵を進めるための酵母菌などの生物に着目して、実験や考察を行いたい。

## 7 感想

上手く行かないこともいろいろありましたが、初めての経験でとても新鮮でした。この課題研究は自分達だけで作り上げたものではなく、支えてくださった先生方のおかげだと感じました。

橋本 隆太郎

今回の課題研究で、世界の環境問題への取り組みの現状がわかりました。また、実際に調べることで地球の危機を身に染みて感じました。

木村 拓人

今回の研究では、実験で思うような結果が出ず、とても苦労しました。しかし、実験の結果から私達自身が環境について考え、意見が出せたことはとても有意義だったと思います。

清水 裕亮

今回の課題研究を行って、普段の授業では習うことができないバイオエタノールについて研究をすることができ、貴重な体験となりました。みんなで研究をしていく中で、苦労したり言い争ったりしたこともありましたが、とても楽しい課題研究でした。今後、バイオエタノールは、さらに注目されるものになっていくと思います。この課題研究の経験を自分の将来の進路選択に活かしていければと思います。

早川 和貴

苦労をたくさんしたけど、よいものができたと思います。この班で課題研究ができてよかったと思います。賞はいただけませんでしたが、とても楽しかったです。研究に携わってくださった先生方、ありがとうございました。

そして最後に、橋本君、木村君、清水君、早川君、ありがとう。お疲れ様でした。

友石 早菜

## 8 参考文献

石油はいつなくなるのか 小山茂樹、時事通信社、1998. 12

次世代エネルギー構想 電力中央研究所、東洋経済、00. 2

フリー百科事典『ウィキペディア(Wikipedia)』

<http://ja.wikipedia.org/wiki/バイオマスエタノール>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/バイオリクター>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/メチルターシャリーブチルエーテル>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/カーボンニュートラル>

はてなダイアリー

<http://d.hatena.ne.jp/keyword/バイオエタノール>

青少年のための科学の祭典 第1回神戸大会(1996.1.6~7)出展資料

バイオリクターの作成

—固定化酵母によるアルコール発酵—

<http://www2s.biglobe.ne.jp/~nakacchi/jinkoikura.htm>

砂糖類情報 沖縄産糖みつによるバイオエタノールの製造とE3実証試験

[http://sugar.lin.go.jp/japan/view/jv\\_0705a.htm](http://sugar.lin.go.jp/japan/view/jv_0705a.htm)

石油埋蔵量は毎年後30年もつ

<http://homepage2.nifty.com/w-hydroplus/info4k.htm>

石油連盟

<http://www.paj.gr.jp/eco/biogasoline/>

## 11 おわりに

最後に、生物の有吉先生、坂東先生、犬童先生など、ここまで私達の研究を支えてくださった方々へ心より感謝申し上げます。