

# バイオエタノール

井上香織 吉川千晶

## 【概要】

最近、再生可能な自然エネルギーであること、および、その燃焼によって大気中の二酸化炭素量を増やさない点から、バイオエタノールはエネルギー源としての将来性が期待されている。

世界各国では、環境のためにその国ならではの方法でエタノールがつくりだされている。そこで、私たちがバイオエタノールを自分たちの身近な物から作れないか考えた。

作成する原料にいらなくなったプリントや古紙を使い、そして他の物とも比較するために、イチョウとマツも使って、グルコース生成までの対照実験を行い、古紙のほうが多くグルコースを生成できることがわかった。古紙からはエタノールが生成できたことが確認でき、またその濃度は約1%であった。さらに古紙対水1:1(質量比)が多くエタノールを生成し、温度は50℃までの実験を行い、50℃が最も多く作成できることが確認できた。

It extends to be the natural energy that I can play, and, as for the bioethanol, a future as the energy source is expected recently from the point that does not increase quantity of atmospheric carbon dioxide by the combustion.

In the various countries in the world, ethanol is created by a method only in the country for environment. Therefore we thought bioethanol to be whether you cannot make from imminent quality of oneself.

I used a ginkgo and the pine to compare a print and the wastepaper which raw materials to make did not need with an errand and the other things and performed control experiment to glucogenesis and understood that a lot of wastepaper cut it in glucogenesis. I could confirm that I was able to generate ethanol from wastepaper, and, furthermore, the quantity of the wastepaper had many about 50%, and the temperature performed an experiment to 50 degrees Celsius and there were the most 50 degrees Celsius and was able to confirm what I could make.

## 【研究の目的】

環境に優しいと注目されているバイオエタノール。将来の環境のことを考えるとバイオエタノールはとてもエコに貢献したものとなるだろう。そこで私たちは、自分たちの身の回りのものでバイオエタノールが作れないか考えてみた。

そして、職員室にあるシュレッターにかけた古紙を使ってエタノール生成を試みた。まず、エタノール生成の手前のグルコースを生成してみると成功し、その後グルコース生成の条件の温度、古紙の量を変えて、より多くのエタノールを生成することにした。

## 【仮説】

グルコースからエタノールをつくるには、酵素、酵母が必要であるということから一度に酵素と酵母を混合させたほうが、より濃い濃度のアルコールを得られると考えた。

その理由として酵素からつくられたグルコースがすべて反応するとかんがえたからである。

また、落ち葉などにはセルロースなどが多く含まれており、より多くのエタノールが生成できると仮定し実験を行った。

## 【実験器具・装置・材料】

手持ち屈折計 (AS ONE)、アルコールチェッカー (AMU Z)、恒温水槽、吸光度計 (UV mini)、スターラー、ミキサー、注射器、100%果汁ジュース、ドライイースト、アルギン酸ナトリウム、塩化カルシウム、水酸化ナトリウム、ヨウ素液、酢酸水溶液、酢酸ナトリウム水溶液、セルラーゼ、フェーリング A 液・B 液、フェノールフタレイン、濃硫酸、シュレッターにかけた紙、イチョウ、マツ

## 【実験方法】

### 実験 A・果汁ジュースを使った実験

I. 酵母ビーズを100%フレッシュジュース (りんごジュース・グレープフルーツジュース・パイナップルジュース) に入れて、スターラーで数日間攪拌する。

今回はドライイーストとアルギン酸ナトリウムを純水に溶かし、それを3%塩化カルシウムに

注射器で一滴一滴落としてビーズ状にした酵母ビーズを使った。

II. Iの試料を使ってヨードホルム反応を行う。

### <ヨードホルム反応>

試験管に試料の上澄み液と水酸化ナトリウムを入れ、それを温めて適温に達したらヨウ素液 (約10滴) 試料が薄黄色になるまで加える。薄黄色沈殿ができ、特異臭がしたらエタノール生成



図1 酵母ビーズ



図2 ヨードホルム反応

### 実験 B・古紙分散液を使った実験

I. シュレッターにかけた古紙を水に溶かしたものに酵素ビーズと緩衝液を加えて恒温水槽に数日間入れる。

今回は、セルラーゼとアルギン酸ナトリウムを純水に溶かし、それを3%塩化カルシウムに注射器で一滴一滴落としてビーズ状にした酵素ビーズを使った。

II. 数日間水槽に置いた後、フェーリング反応でグルコースが出来ているか確認する。

III. 出来たグルコースの量を調べるためにフェノール硫酸法を行う。あらかじめに検量線を作成しておく。

### <フェノール硫酸法>

試料と5%フェノール水溶液を混ぜ、濃硫酸を液面に当たるように勢いよく加えるその後10分経って一度混合させる試料と5%フェノール水溶液を混ぜ、そしてさらに10分待つ検量線を使ってアルコースの量を測定する。

### 実験 C・より多くのグルコースおよびエタノールを得るための条件

I. 古紙分散液の量を5g 10g 15gの3パターンで24時間後と48時間後に屈折率を測定してみる。それぞれの割合は、

#### 古紙分散液

5g 古紙：水=5g：100ml

10g 古紙：水=10g：100ml

15g 古紙：水=15g：100ml

II. 材料をイチョウとマツに変えて温度を10℃ 40℃ 50℃の3パターンで24時間後と48時間後に屈折率を測定してみる。

Ⅲ. 酵素ビーズと酵母ビーズを一度に混ぜてエタノールを生成出来るか試してみる。

V. 酵素ビーズは繰り返し使えるか試してみる。

<生成したエタノールの濃度測定法>

三角フラスコ内の溶液の表面付近の蒸気を注射器で 2 ml とりそれを空気で5倍に薄め、アルコールチェッカーの測定口に噴きつけた。

### 【実験結果】

A I. アルコールチェッカーで100%フレッシュジュースのアルコール濃度を測定し、グラフにしたところ、ほぼ比例関係になった。3種類の中ではパイナップルジュースが一番多くエタノールを生成した。

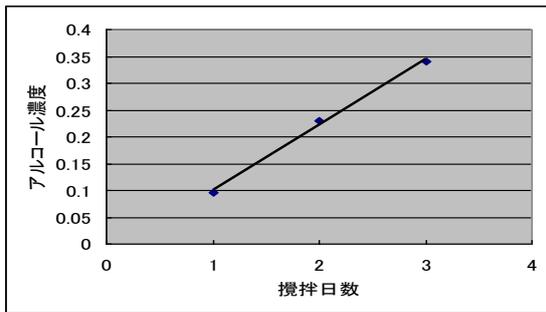


図3 攪拌日数 VS アルコール濃度(%) (アップル)

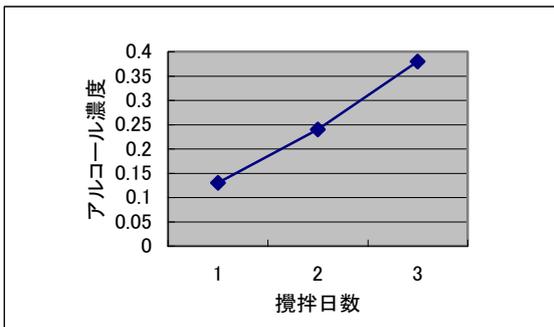


図4 攪拌日数 VS アルコール濃度(%) (グレープフルーツ)

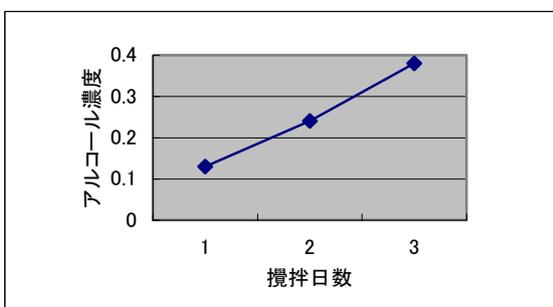


図5 攪拌日数 VS アルコール濃度(%) (パイナップル)

ジュースのアルコール濃度のグラフ

A II. 黄色い沈殿が出来て、エタノール生成が確認できた。またアルコールチェッカーの検量線からパイナップルの最高値のエタノール濃度を推測するとほぼ0.4%だった。

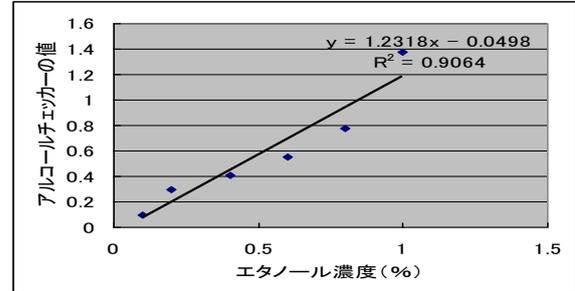


図6 エタノール濃度 VS アルコールチェッカー数値

B I. 屈折率は常に1.0であった。

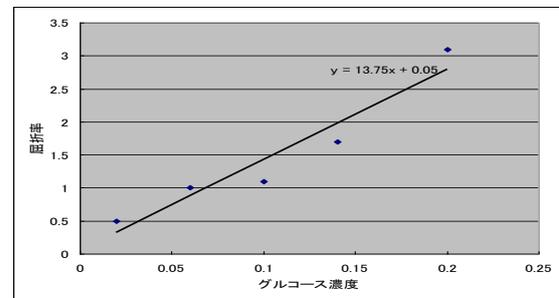


図7 グルコース濃度と屈折率による検量線  
グルコース濃度と検量線のグラフからグルコース濃度は0.01%だったとわかる

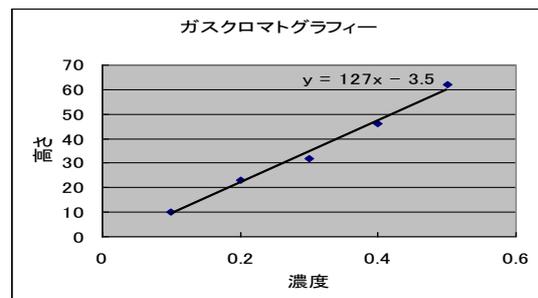


図8 エタノール濃度(%) VS ピーク高さ  
ガスクロマトグラフィーの保持時間からもエタノールの生成を確認



図9 恒温水槽にいれた試料



図10 フェーリング液の還元

BII. 赤い沈殿ができ、グルコース生成が確認できた。

BIII. 濃すぎて黒くなった。再度、フェノール水溶液と濃硫酸の量を1mlに減らして試してみた。

CI. 結果を表にまとめた。グルコース濃度が増え続けていることがわかる。

また、時間とともにグルコース濃度が増えていることがわかった

表1 古紙の量と屈折率の関係

古紙の量 \ 時間	24時間後	48時間後
5g	0%	0.6%
10g	0.1%	0.6%
15g	0.6%	0.13%

CII. 時間と屈折率に関係の結果をグラフにまとめた。イチョウの方が少しだけ屈折率が高かったが、全体的にイチョウとマツであまり差はなかったといえる。また、イチョウ、マツ両方で温度を高くした50°Cのときが一番屈折率が高かったといえる。

検量線からグルコース濃度を調べたところ、イチョウの最高値は50°Cのとき19.3%、マツの最高値は50°Cのとき13.8%であった。

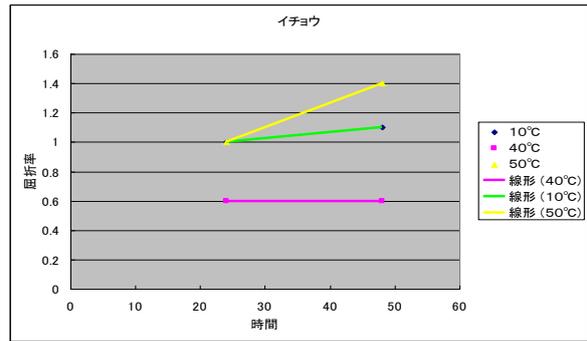


図11 保温時間と屈折率の関係(イチョウ)

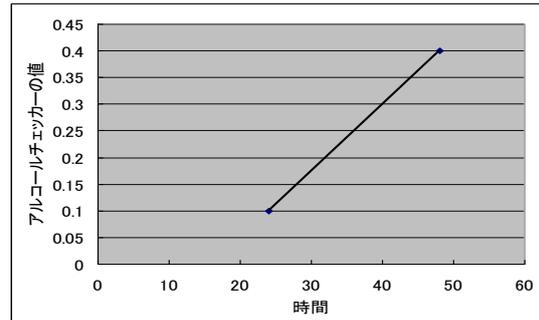


図12 時間 VS アルコールチェッカーの値(古紙)

CIII. 結果を表にまとめた。

1日目、2日目、3日目とアルコール濃度が増えていることがわかる。

以上の結果より、酵素ビーズと酵母ビーズから一度にエタノールをつくることがわかった。

表2 酵素ビーズと酵母ビーズを混合したときのアルコール濃度

	1日目	2日目	3日目
アルコール濃度(%)	1	1.4	1.6

CIV. 結果を表にまとめた。2回目が一番アルコール濃度が高く、酵素ビーズは繰り返し使えることがわかった。

この実験により酵素ビーズを繰り返し用いても効果があることがわかった。

表3 酵素ビーズを繰り返し使用したときのグルコース濃度

回数	0回目	1回目	2回目	3回目
グルコース濃度(%)	0.004	0.03	0.04	0.03

### 【考察】

- ・今回の実験ではすぐに沸騰してしまう可能性があるため50℃までの温度を調べたが、温度をより高くしたほうがエタノール生成されると思われる。
- ・アルコール濃度が約1%程度しか得られないため、さらに実用的に使えるように条件を検討する必要がある。

### 【結論】

- ・今回の実験では古紙とマツ、イチョウの三種類の材料を用いたがエタノールをより多く生成することができるのは古紙だとわかった。
- ・また、古紙と水の割合は1:1(質量比)が一番良いと思われる。
- ・今回は古紙15gが最大の量だったが水量を増やせばより大量のエタノールをつくりだすことが可能だといえる。
- ・酵母ビーズと酵素ビーズの混合物から一度にエタノールをつくることができた。
- ・酵素ビーズは繰り返し使えるがしだいに生成物の量は減少する。

### 【感想】

データを毎日とるのは結構苦労した。でも、研究前よりバイオエタノールのことを理解できた気がするし、将来役に立つ知識を吸収できたと思う。

### 【引用文献（参考文献）】

愛媛県立医療技術大学紀要 第4巻 第1号  
抜刷

青少年のための科学の祭典 第1回神戸大会  
出展資料  
バイオリアクターの作成ー固定化酵母による  
アルコール発

[http://www2s.biglobe.ne.jp/~nakacchi/jimk\\_oikura/htm](http://www2s.biglobe.ne.jp/~nakacchi/jimk_oikura/htm)