

ポスター

より多くのバイオエタノールを求めて

富山県立富山中部高等学校 スーパーサイエンス部

2年 森田涼加 吉田悠馬 1年 金井希

### 1. 動機及び目的

近年、化石燃料の枯渇が懸念されており、その代替となりうるエネルギーとしてバイオマスエネルギーが注目されている。しかし、その原料や生産コストは高い<sup>(1)</sup>。そこで、低コストでの生産を可能にするため、廃棄されることが多い米ぬかを原料として利用できると考えた<sup>(2)</sup>。先行研究では、米ぬかに付着している酵母の最適温度が 30℃付近であることが分かった<sup>(3)</sup>が、pH についての結果が不確定であった<sup>(4)</sup>。そのため、今年度は正しいエタノールの検出方法を模索するとともに、米ぬかに付着した酵母や微生物の働きによって、エタノールを生成するのに最もよい条件の pH と、廃棄される果皮との組み合わせを考えた。

### 2. 米ぬかを使う利点

イネ科植物は、給水すると糊粉層に作用する植物ホルモンのジベレリンを合成してアミラーゼを生成し、デンプンを糖に分解する。また、先行研究では、酵母を加えなくても、米ぬかを水に浸しておくだけでエタノールが検出された<sup>(2)</sup>。そこで、私たちは、バイオマス燃料の生産に米ぬかを用いれば、新しく酵母を加える必要がなく、低コストで行えると考えた。

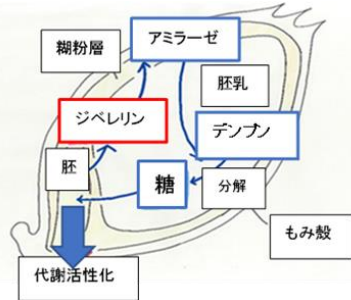


図1 イネ科植物が発芽するまでの変化

### 3. 実験・結果・考察

#### 【実験1】pHによる影響について

〈背景〉今年度になってから、昨年度の研究途中でエタノール検知管が故障した可能性が判明した。しかし、どの時点で故障したか不明なため、pHに関するデータを取り直すことにした。

〈仮説〉pHによってエタノール生成量に変化する。

〈方法〉0.5%デンプン液体培地 10mL に乳酸を加えて pH3~4 にしたものと、なにも加えなかったもの (pH 約 7) と、炭酸ナトリウムを加えて pH8~9 にしたものをつくり、それぞれ酸性、中性、塩基性の培地とした。そして、それぞれに米ぬか

1.0g を加えて攪拌し、30℃で 5 日間静置した。

〈結果〉

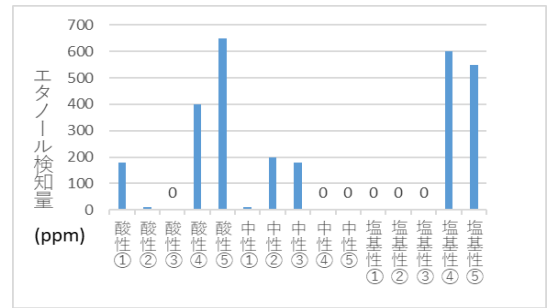


図2 各培地とエタノールの検知量の関係の例(番号はサンプルの番号)

図2の結果だけではなく、何度実験をしても、同じ条件のものでもサンプルによってエタノールの検知量にばらつきがみられた。また、サンプルによって、培養期間中に、表面に薄い膜を張ったものと張らなかったものがあった。そして、表面に膜を張った場合はほとんど検知せず、張らなかった場合は検知する傾向がみられた。

〈考察〉膜が張ると、エタノールが生成しにくかったり、生成しても気体として検知しにくかったりすると考え、膜を生じさせない方法を検討した。

#### 【実験2】pHによる影響と膜を生じない方法①

〈仮説〉米ぬかの比較的大きな粒子をろ過して取り除けば膜は張らなくなり、生成したエタノール量を正しく検知できる。

〈方法〉【実験1】と同様にして培地を作った。そして、培地 10mL につき米ぬかを 1.0g 加えて攪拌した後、コーヒーフィルターまたはガーゼでろ過したものをそれぞれビーカーに同量ずつ入れ、30℃で 5 日間静置した。

〈結果〉いずれも膜は張らなかった。

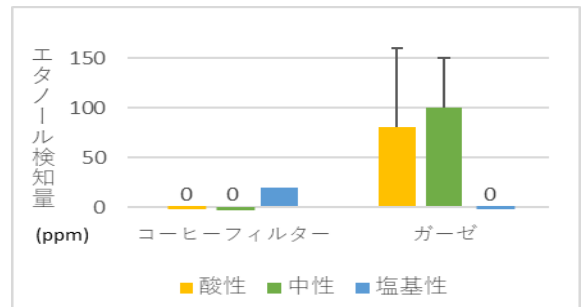


図3 それぞれでろ過した場合の結果

〈考察〉膜はほとんど張らなくなったが、エタノールの生成量が少なくなった。これはろ過することによって、酵母も基質も少なくなったからだと考えられる。

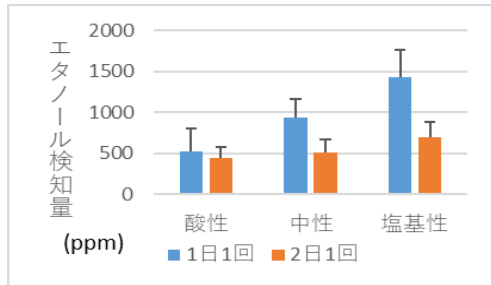
#### 【実験3】pHによる影響と膜を生じさせない方法②

〈仮説〉三角フラスコを振れば膜が張らなくなる。

〈方法〉【実験1】と同様の培地を三角フラスコに入れ同様に処理し、定期的に三角フラスコを毎回10振りした。頻度は、1日1回と2日に1回の2種行った。

〈結果〉どのサンプルも測定時は、膜は張っていなかった。そして、各 pH のサンプル内での値が今までの実験と比べると安定した。t 検定を行うと、

1日1回の酸性と塩基性の間で  $p < 0.1$



となつた。図4 pHとエタノール検知量の関係だが、それ以外は  $p > 0.1$  であった。

〈考察〉三角フラスコを振る回数が多いほど膜が張りにくいというのに基質と酵母が混ざりやすく、また、気体としてエタノールが発生しやすかったと考えられる。酸性よりも塩基性の方が多くのエタノールを生成できたという結果は、一昨年度に行った別の方法でエタノールを検知したとき<sup>(3)</sup>や昨年度の11月頃までの結果と同じである。塩基性下でも生育できるバクテリアが土壤中にいるので、米ぬかに付着した酵母もある程度塩基性に耐性があり、アルコール発酵ができたと考えた<sup>(3)</sup>。

【実験4】果皮による影響について

〈背景〉デンプンの代わりに廃棄される果皮を利用できれば、より持続可能な社会に近づくのではないかと考えた。

〈仮説〉果皮を加えることで基質と酵母がさらに増えるため、エタノールの生成が促進される。

〈方法〉蒸留水 20mL にミルで破碎した果皮（バナナ、ナシ、ブドウのいずれか）を 2.0g 加えたものと、そこに米ぬか 2.0g を加えたものをそれぞれ用意した。また、米ぬかと蒸留水だけのものも用意し、全て【実験3】のように5日間静置した。

〈結果〉図5のように、バナナのみ培地ではアルコール発酵はまったく行われなかったが、それ以外の培地では行われ、ブドウの皮と米ぬかを加えた培地での生成量が多かった。各培地に加えたのは、①バナナ、②ナシ、③ブドウ、④バナナ+米ぬか、⑤ナシ+米ぬか、⑥ブドウ+米ぬか、⑦米ぬかである。

〈考察〉バナナやナシにも酵母が付着しているが、ブドウに米ぬかを加えたものが最もエタノール生成を促進したのは、ブドウの皮に最も多くの酵

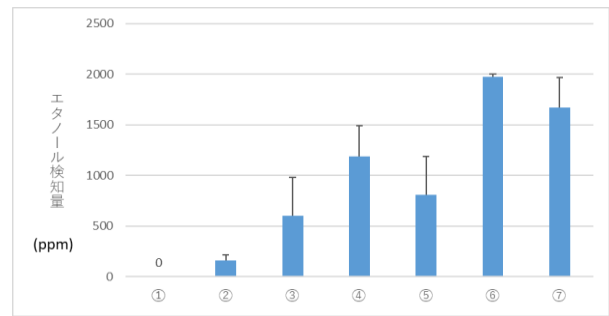


図5 各実験の結果

母が付着していたからだと考えられる。バナナは輸出する際に綿密に農薬をかけるので、皮の表面の酵母がほとんどいなかったと考えられる。ナシを加えた際に米ぬか単体よりもエタノールが生成されなかったのは、果皮を入れたことで pH が下がったからだと考えられる。

#### 4. 結論

pH は塩基性の方が、また、培地に膜が張らないようにした方が、エタノール生成量が多くなる傾向がある。果皮を加えることでエタノールの生成が促進されるかは、その際の pH など様々な要因によるが、ブドウなど、表面に酵母が多く付着している場合はエタノールの生成量が多くなる。

#### 5. 今後の課題

- ・ pH の差を減らし、細かく区切って調べる。
- ・ 【実験4】で、ブドウのみを入れたフラスコ内にはカビが生えたので、カビとエタノール生成の関係性についても調べる。

#### 6. 参考文献

- (1) 社団法人アルコール協会, 2007. 「バイオエタノール製造技術」
- (2) 笠置涼, 土屋彩, 波多野康平, 三橋ゆり, 山口寛人, ぬか喜びにはさせません! ——バイオ燃料をお手軽に——. 発展探究課題研究集録. P54-58. 富山県立富山中部高校.
- (3) 藤井和輝, 藤坂翠, 山澤沙彩, 吉川千咲子, 豊平媛向, 米ぬかはバイオエタノールの材料になれるか, 第9回北信越地区自然科学部研究発表会研究論文集 P8-9.
- (4) 豊平媛向, 尾原風香, 森田涼加, 吉田悠馬, 米ぬかはバイオエタノールの材料になり得るか Part2. 第10回北信越地区自然科学部研究発表会研究論文集 P24-25. 藤井和輝, 藤坂翠, 山澤沙彩, 吉川千咲子, 豊平媛向, 米ぬかはバイオエタノールの材料になれるか, 第9回北信越地区自然科学部研究発表会研究論文集 P8-9.