

# 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

## 動機と目的

化石燃料  
の枯渇

解決策

バイオマスエネルギー

原料の値段、生産コストが高い<sup>(1)</sup>

米ぬか

・廃棄されることが多く、低価格

## 米ぬかについて

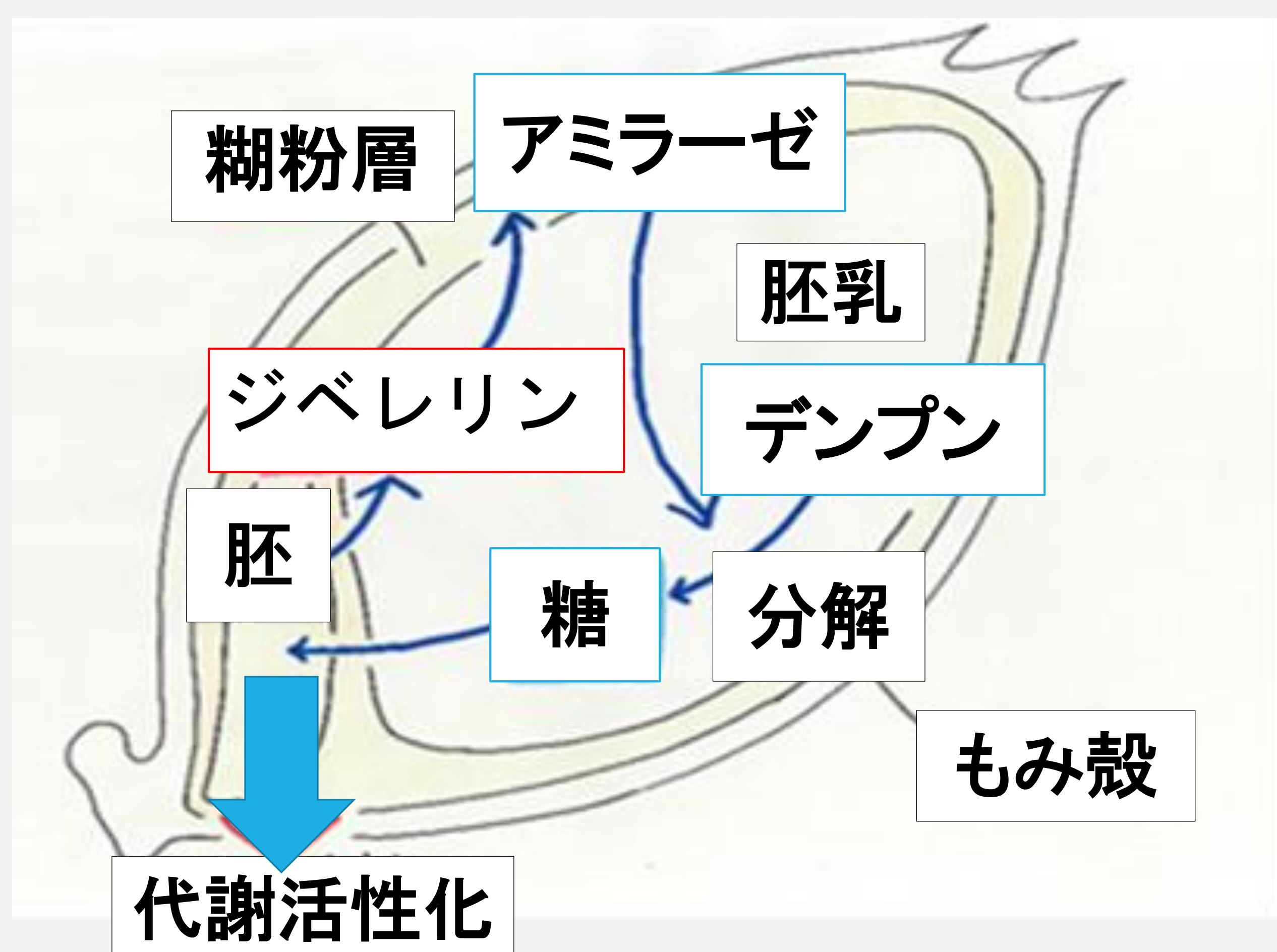


図1 イネ科植物が発芽するまでの変化

## 先行研究の結果と今回の研究

先行研究の結果から分かったこと

- ・新たに酵母を用いなくても米ぬかを水に浸すだけで、エタノールが生成される<sup>(2)</sup>
- ・米ぬかに付着している酵母の最適温度が30°C付近である<sup>(3)</sup>
- ・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が、どの時点で検知管が故障したか不明  
⇒改めてpHに関するデータを取り直すことにした。
- ・廃棄される果皮と組み合わせて、エタノールを生成するために最も条件の良いpHと果皮の組み合わせを調べた。

## 実験と結果

【実験1】pHによる影響

仮説 pHによってエタノール生成量が変化する。

実験方法 0.5%デンプン溶液培地10mLに乳酸を加えてpH3~4にしたもの、何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にしたものを作り、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°Cで5日間静置した。

結果 エタノールの検出量にばらつきがみられた。

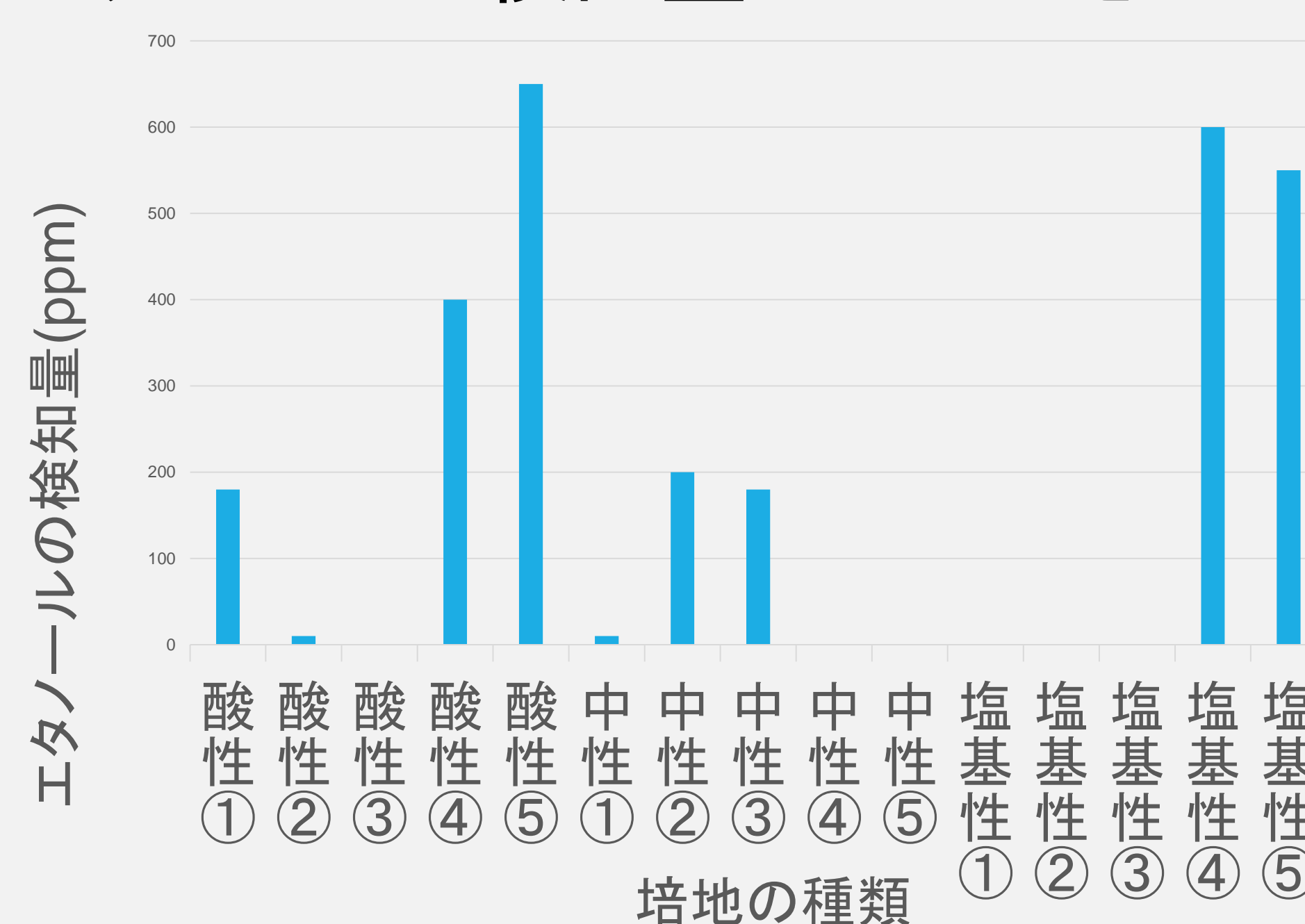


図2 各pHとエタノールの検出量との関係の例 (番号はサンプルの番号)

考察 フラスコ内に膜が生じている培地 →エタノールがほとんど検出されなかった



図3 5日間静置した後の培地の様子

正しい結果を得るためには、膜を生じさせてはいけない

【実験2】pHによる影響と膜を生じさせない方法 I

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る。

実験方法 【実験1】同様に培地を作りコーヒーフィルターやガーゼでろ過して5日間30°Cで静置する。

結果 いずれも膜はほとんど張らなかった。エタノールの検出量が【実験1】と比較して減少。

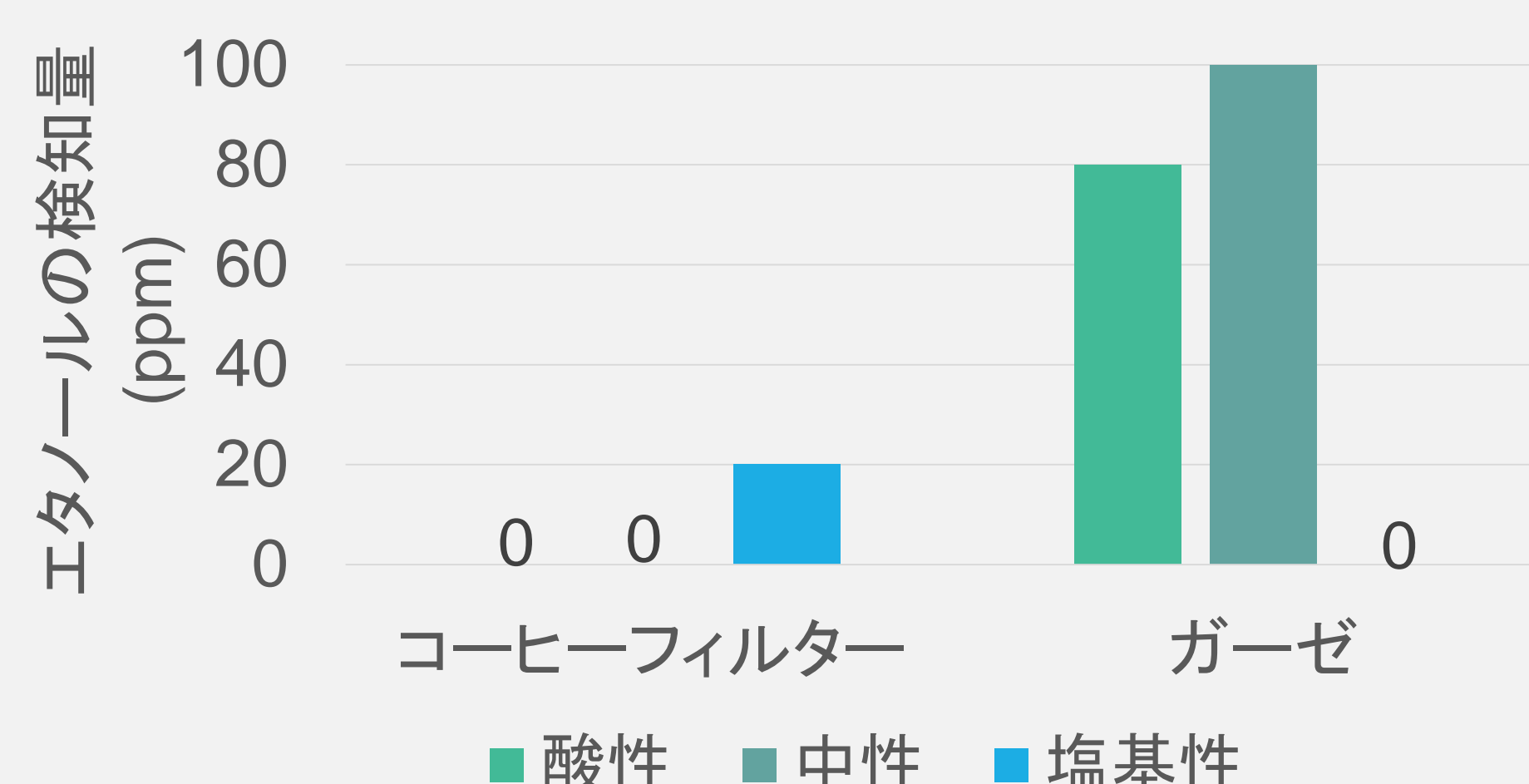


図4 ろ過した場合の結果

考察 検出量の減少は、ろ過することにより酵母も基質も減少したためであると考えられる。

## 【実験3】pHによる影響と膜を生じさせない方法 II

**仮説** 三角フラスコを振れば膜が張らなくなる。

**実験方法** 【実験1】同様に培地を作り、10回ずつフラスコを定期的に振って、5日間静置した。頻度は、1日1回と、2日に1回の2通り行った。

**結果** 三角フラスコを毎日振ったほうが膜が張りにくかった。

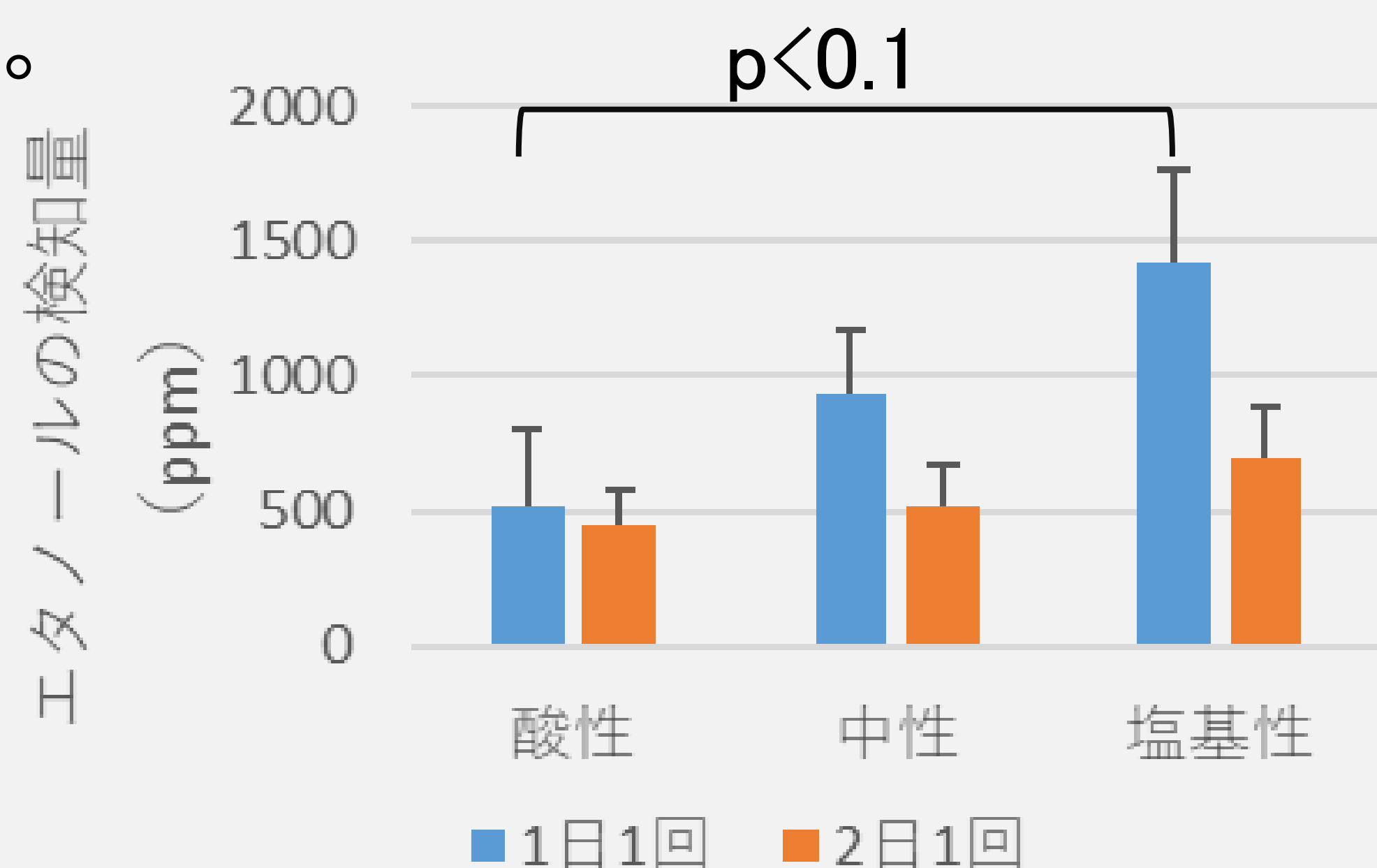


図5 pHとエタノール検知量の関係

**考察** 三角フラスコを振る回数が多いほど膜は張りにくくなるうえに、基質と酵母が混ざりやすくなったので、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。

酸性下よりも塩基性下で多くのエタノールを生成できたという結果は、塩基性下でも生育できるバクテリアが土壌中にいるため、米ぬかに付着した酵母にも塩基性に耐性があり、アルコール発酵ができたからだと考えられる<sup>(3)</sup>。

## 【実験4】果皮による影響について

**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、エタノールの生成量が多くなる。

**実験方法** 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ずつ加え、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、全てを【実験3】のように5日間静置した。

**結果** 図6のように、バナナのための培地ではアルコール発酵は全く行われなかったが、それ以外の培地では行われた。中でも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。

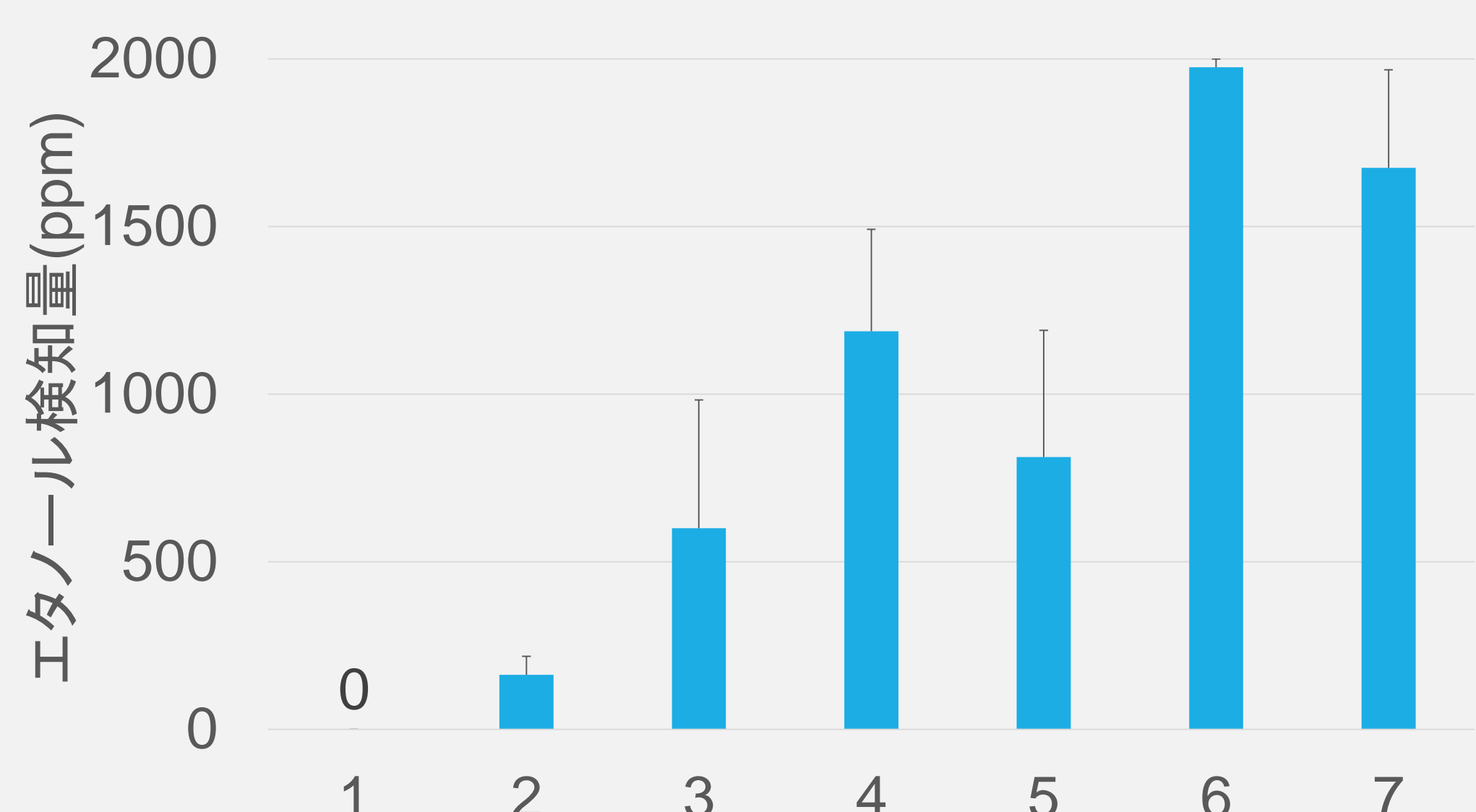


図6 各実験の結果(各培地に加えたのは、1:バナナ、2:ナシ、3:ブドウ、4:バナナ+米ぬか、5:ナシ+米ぬか、6:ブドウ+米ぬか、7:米ぬか)

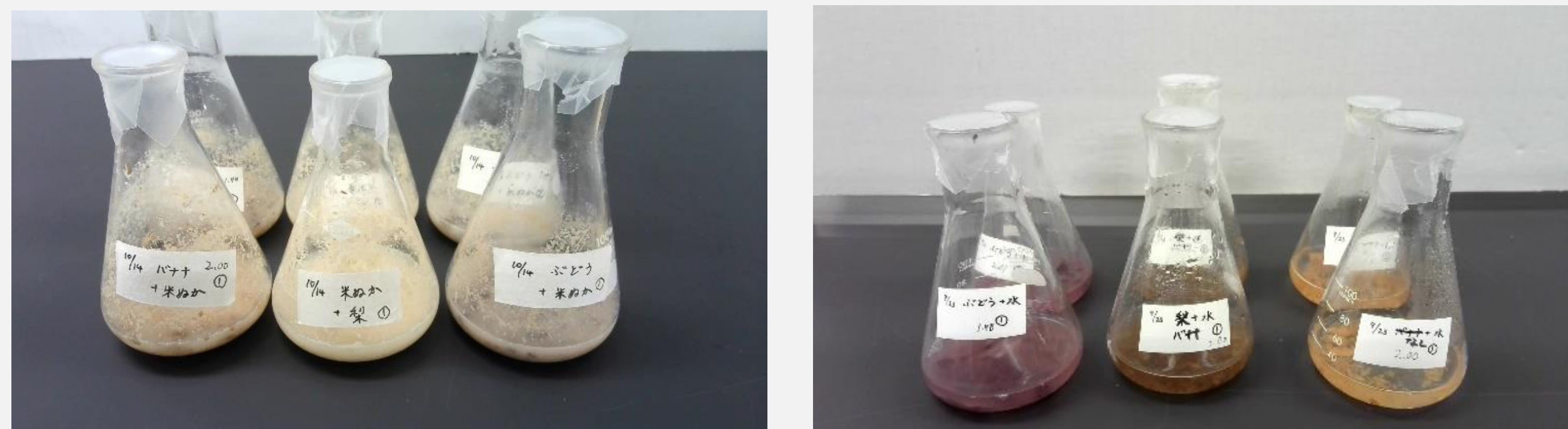


図7 5日間静置した後の培地の様子(左:米ぬか+果皮、右:果皮のみ)

**考察** ブドウに米ぬかを加えたもので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母が付着していたからであると考えられる。

バナナは輸入時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が下がったからであると考えられる。

## 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などの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。

## 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ていたので、カビとエタノール生成の関係性についても調べる。
- ・ デンプン以外の糖の培地でも調べる。



図8 カビが生えた培地

## 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り得るか. 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