

バイオエタノールの生成

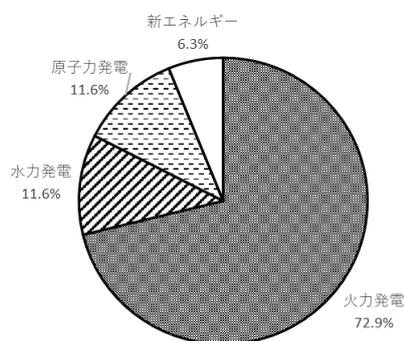
2年3組 岩本 達也 2年3組 後島 隼輔 2年3組 江里口 爽太
 2年3組 清家 佳樹 2年3組 三瀬 陽大
 指導者 林 広樹

1 課題設定の理由

現在、日本では電力の約70%が火力発電によって賄われている。2011年以降の原子力発電の大幅減少により2000年には全体の55.5%であった火力発電の割合が2021年には全体の72.9%と大幅に増加している。その火力発電に使われている燃料が、石油、石炭、LGN（液化天然ガス）である。しかし、それらの燃料はそれぞれ、石油は約54年、石炭は約139年、LGNは約49年で枯渇すると考えられている。（2020年末統計）

そこで期待されているのが新エネルギーによる発電であるが、それらの割合も現時点では全体の1割にも満たない数値となっている。私たちはその中でも特にバイオマス発電に着目した。バイオマスとは動植物などから生まれた生物資源の総称のことを指し、その種類は幅広く、木質系や農業・畜産・水産系、建築廃材系、生活系などさまざまである。こうした生物資源を直接燃やしたり、ガス状の成分に変換（ガス化）して燃やしたりしてタービンを回し、発電機を稼働させて電気を作るのが、バイオマス発電の仕組みだ。

そこで私たちはバイオエタノールの生成を目的とし、全世界で年間約1億4000万トン、日本では年間約160万トンも発生しその一部を焼却処理されているもみ殻を利用できないかと考え、課題を設定した。



電源種	メリット	デメリット	経済性	調達の柔軟性	環境性
石油	・貯蔵がしやすい	・価格が高く、変動も大きい ・中東依存が高い	△	◎	○
石炭	・資源量が豊富 ・調達先が石油に比べ分散している ・低価格で安定している	・CO ₂ の排出量が多い	◎	○	△
天然ガス	・調達先が石油に比べ分散している ・CO ₂ の排出量が少ない ・供給が安定している	・インフラ整備が必要 ・価格が高め ・貯蔵、輸送が難しい	○	△	◎

図1 日本の発電量の割合 (2022年度)

図2 燃料ごとの主なメリットとデメリット

2 仮説

私たちは、三間町の特産物である三間米のもみ殻を用いて、バイオエタノールが作れるのではあるのではないかと考えた。もみ殻中の成分比率（図3）は、80%弱がセルロースなどの有機物であり、残りの20%強は無機物で構成されている。そのため、セルロースやセルロースの細胞間を埋めているペクチン質をセルラーゼやペクチナーゼを利用し糖化させ、その糖を用いて発酵を行えばエタノールの生成ができるのではないかと考える。

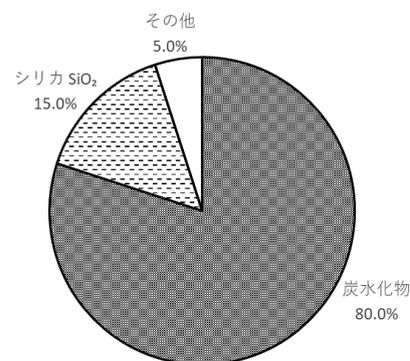


図3 もみ殻の成分割合

また、そのエタノールの生成に成功したとき、少量のバイオエタノールではあるが、地球にやさ

しいエネルギー資源になるのではないかと考えた。ここで専用の機械を用いて、そのバイオエタノールによって機械が動くことを目標とする。

3 研究の方法

(1) バイオエタノールの生成・蒸留

玄米、もみ殻を用いて生成を行う。

① 玄米 100g を炊き、それを潰した後、酵母菌 3.0g、水 200mL を加える。(図4、5)



図4 玄米を炊いている様子

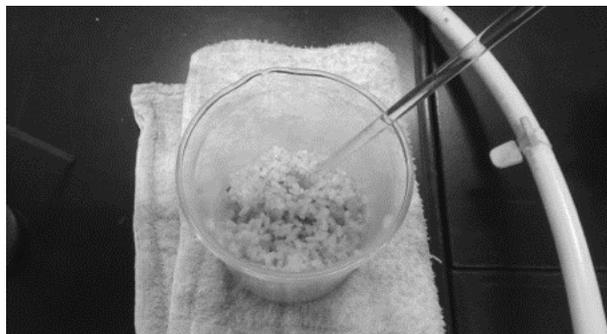


図5 潰した玄米に酵母と水を添加した様子

② もみ殻 10g を茹で、酵母菌 3.0g、セルラーゼ 0.10g、水 200mL を加える。(図6、7)

③ もみ殻 10g を茹で、酵母菌 3.0g、セルラーゼ 0.10g、ペクチナーゼ 0.10g、水 200mL を加える。(図8)

これらの溶液を以降、溶液①、溶液②、溶液③と記載する。

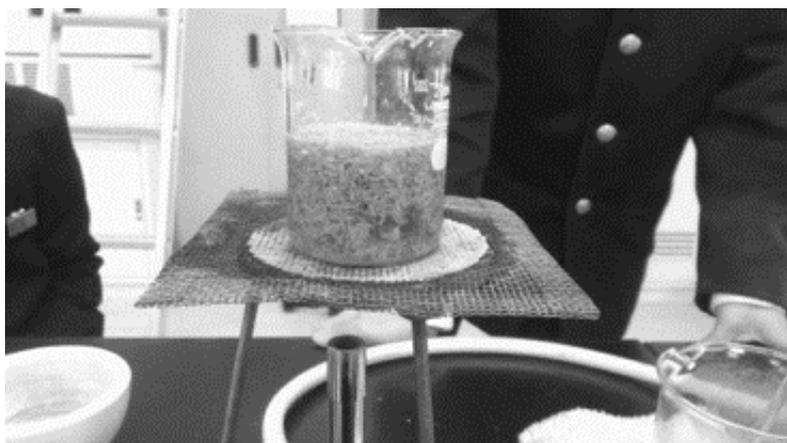


図6 もみ殻を茹でている様子

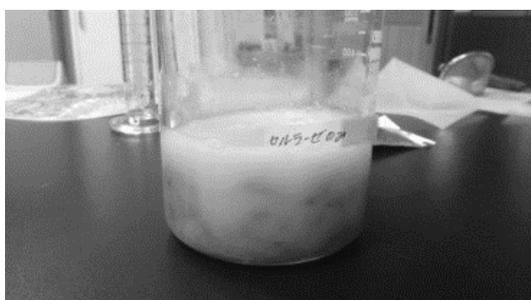


図7 セルラーゼを入れた溶液

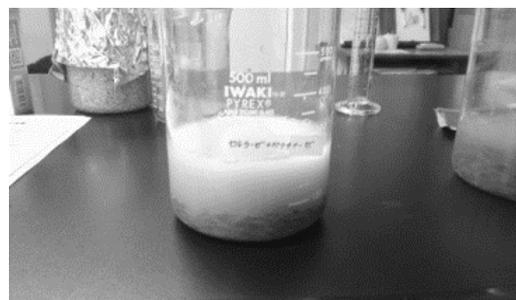


図8 セルラーゼとペクチナーゼを入れた溶液

④ ①～③の溶液を恒温機で 40°C に保ち、一週間程度アルコール発酵させる。

⑤ 生成されたバイオエタノールを、①～③の溶液から蒸留を行って取り出す。(図9)

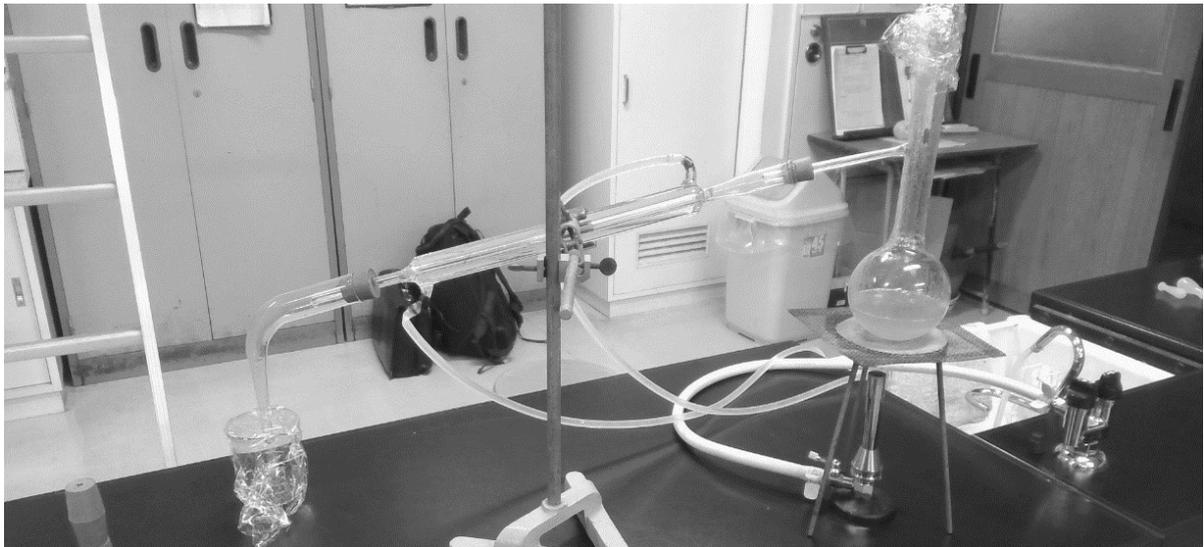


図9 蒸留の様子

(2) エタノールの確認

ア ヨードホルム反応による確認

濃度を高めた溶液とヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を1:1で混ぜ合わせる。(図10)そこにNaOHをLの褐色が消えるまで加え(図11)、60~70°Cのお湯で湯銭する。そして、特有の臭気をもつヨードホルム CHI_3 の黄色結晶が生じるかを調べる(図12)。

イ 燃焼による確認

生成したエタノールを少量、時計皿に取り、マッチを用いて火が付くかを調べる。

4 結果

(1) バイオエタノールの生成・蒸留の結果

溶液①、②、③(3研究の方法で記載)それぞれからとても強い腐敗した臭いが確認された。また、溶液③のものからはカビが発生していた。溶液①~③いずれもリービッヒ冷却器を用いて蒸留すると、それぞれから液体を分離することができた。

(2) (1)の液体がエタノールであることの確認

ア ヨードホルム反応

(1)の液体①、②、③はヨードホルム反応を示し、ヨードホルムの結晶を微量であるが確認することができた。

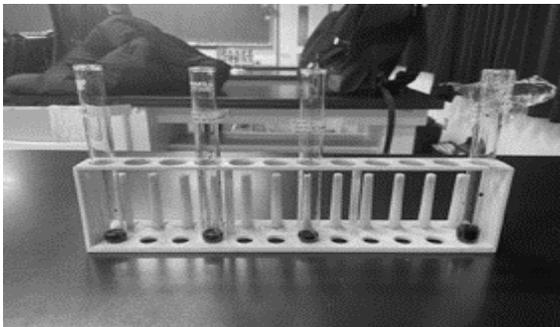


図10 ヨウ素とエタノールの混合液

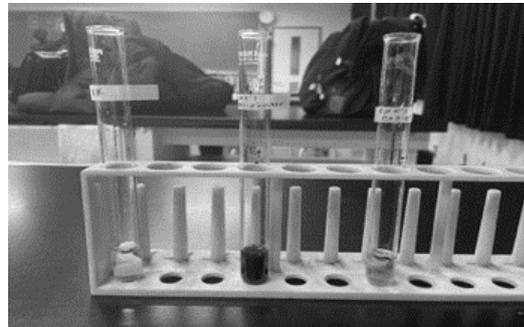


図11 NaOHを加えた様子

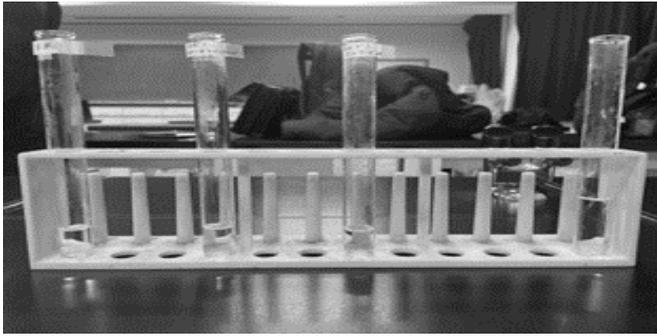


図 12 湯銭後の結晶を確認している様子

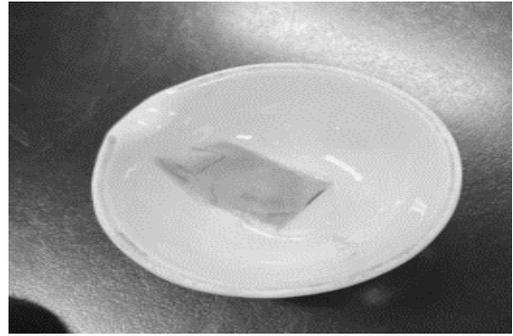


図 13 燃焼実験の様子

イ 燃焼による確認 (図 13)

(1)で得られた液体がエタノールであることを確認するために、マッチで液体が燃焼するか確認した。しかし、①～③の溶液でいずれも燃焼を確認することができなかった。理由としては、収量が少なかったためだと考える。

5 考察

溶液①について、玄米からバイオエタノールが収集することができる。溶液②、③の結果から、もみ殻からは、ペクチナーゼを用いても、用いなくてもバイオエタノールを収集することができる。ただし、収量は少量であり、燃焼を起こすほどの溶液は得られなかった。バイオエタノールを生成するための材料にかかるコストを考えても、収量を増やすことが重要である。

6 結論

玄米ともみ殻からバイオエタノールを生成することができる。しかし、十分な収量を得ることができなかった。

7 今後の課題とまとめ

今後の課題としては、生成するエタノールの収量を増やすこと。そのために、蒸留の時間を長くし、回数を増やすなどの工夫を行う。

参考文献

- ・近藤ほか(2017):「バイオエタノールを用いた燃料電池の研究」『平成 28 年度 SSH 生徒課題研究論文集』愛媛県立宇和島東高等学校, 9,10
- ・豊田ほか(2018):「竹からバイオエタノールをつくる」『平成 29 年度 SSH 生徒課題研究論文集』愛媛県立宇和島東高等学校, 129-132