

微生物燃料電池 ～納豆菌と乳酸菌による発電～

理数科2年D組 生物1班

飯尾 心花 小野 明音 小野 莉奈 高田 天

要 旨

微生物燃料電池の電圧を高めることを目的とした研究である。乳酸菌の働きを納豆菌が高める事に注目し、2種類の菌を混合することで微生物電池の電圧を高めることができた。今後は、添加物などの条件を変えた実験や実験機器の改良を行っていく。

1. 研究の目的

微生物燃料電池の仕組みを利用し、納豆菌と乳酸菌を混ぜ、その電圧を調べること。また、電圧が増加する温度を調べること。

2. 研究テーマを選んだ動機・背景

私達は微生物に興味があり、調べていくうちに微生物燃料電池という発電方法を知り、興味を持った。一般的な微生物燃料電池は泥の中のシュワネラ菌を主に使用する。(※1) 私達が注目した先行研究では乳酸菌を用いた微生物電池について研究されていたため、この方法で実験を行うことにした。微生物電池の電圧を上げる方法を考える上で乳酸菌と納豆菌の相互関係に注目した。

3. 研究の意義

再生可能エネルギーへの関心が高まっている現在、微生物燃料電池による発電効率が高まる条件を調べ、より持続可能な発電方法としての可能性を模索する。

4. 仮説

先行研究により、乳酸菌には有機物分解作用があるため発電できることが分かっている。そこで、同じような作用を持つ納豆菌でも発電が可能なのではないかと考えた。また、納豆菌には乳酸菌の増加を助ける働きがある事が分かった。以上を踏まえて仮説を立てた。

【仮説1】 「乳酸菌」と「納豆菌」それぞれを単体で用いた時の電圧よりも、2種類を混合した時の方が電圧が高くなるのではないかと考えた。

【仮説2】 乳酸菌と納豆菌の繁殖適温である40℃で実験を行うことで電圧が増加するのではないかと考えた。

5. 研究方法

【実験1】 微生物の違いによる電圧を比較する

アノード側

・納豆菌のみ 0.3g

・ヨーグルトのみ 30g

・納豆菌とヨーグルトの両方を使用 (納豆菌0.3g、ヨーグルト30g)

以上の3つの条件で比較した。

これら全てに有機物としてグルコース3gを加え、カソード側は蒸留水90gを加えた。そして、40℃に設定した保温機に入れて実験した。

【検証】 カソード側に石灰水を使用した場合の発電量

先行研究よりヨーグルトは一定以上に酸性になると乳酸菌の代謝活動が抑制されるため、それを防ぐためにカソード側には塩基性溶液が適当であるとの記述を発見したため、カソード側が蒸留水のものと同石灰水のものに分けて検証実験を行った。

【実験2】 温度の違いによる電圧の変化

アノード側 納豆菌 0.3g + ヨーグルト 30g + グルコース 3g

カソード側 石灰水 90g

上記のものを40℃、50℃、60℃で保温し、電圧を比較した。

6. 研究結果

【実験1】 微生物の違いによる電圧の比較

納豆菌と乳酸菌を混ぜると単体で発電を行った時よりも電圧が増加した。(※2)

【検証】 カソード側に石灰水を使用した場合の発電量

検証の結果、先行研究通り石灰水の方が電圧が増加していた。この結果をもとに以降の実験はカソード側を石灰水に変更して電圧を測定した。(※3)

【実験2】 温度の違いによる電圧の変化

電圧が増加する最適温度に関しては、40℃、50℃、60℃で電圧に大きな差はあまり見られず、電圧の上昇率に関して見れば60℃が最も高いが、実験を行った翌日に再度電圧を測った結果、40℃、50℃で保温したものは電圧が450mvで、60℃で保温したものは100mvまで低下していた。(※4)

7. 考察

【実験1】 微生物の違いによる電圧の比較

納豆菌と乳酸菌を混ぜたほうが電圧が増加する理由として、有機物を分解し、電子を取り出す経路が2種類になったからということ。納豆菌が乳酸菌の増加を助け、乳酸菌だけの時よりも速いペースで乳酸菌が増加したということの2つを考えた。

【実験2】 温度の違いによる電圧の変化

温度による電圧の変化が少なかったのは、今回比較した温度は全て2種の菌の死滅温度ではなく、乳酸菌も納豆菌も問題なく活動できた事が原因だと考えられる。

電圧の上昇率は60℃が1番高いが、他の温度で保温したものが翌日の最高電圧が450mvであるのに対して、60℃は最高電圧が100mvまで落ちていた。理由としては、カソード側の石灰水が蒸発してしまっていたことが考えられる。

これらのことから、適正温度は40℃から50℃だと私達は考えた。

8. 今後の展望と課題

今後の展望は、グルコースの消費量と電圧の関係を調べる実験を行うこと。その他に添加する有機物の種類を変えた実験を行うことや、効率よく電気を入手することができるようにするため、電極を炭素棒からカーボンフェルトに変えるなど実験機器の改良も行う予定である。

9. 引用・参考文献

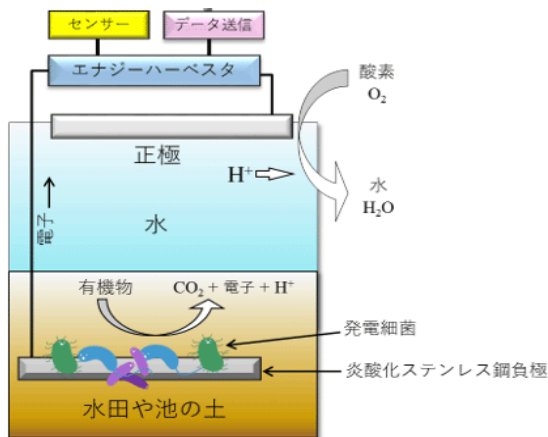
神奈川県立弥栄高等学校サイエンス部 パン酵母を用いたバイオ燃料電池の制作、米山洋平
 神奈川県立高等学校 教諭
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/66/6/66_290/_pdf

乳酸菌の温度による発酵の持続
<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H25ssh/sc2/21343.pdf>

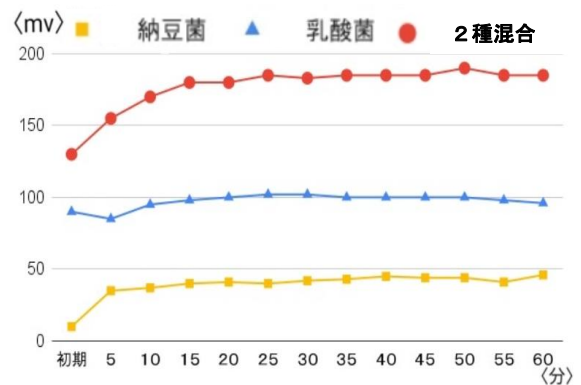
東京薬科大学 学科紹介、微生物燃料電池
<https://www.toyaku.ac.jp/lifescience/departments/applife/keyword/word-039.html>

広島大学工学部、国立大学56工学系学部ホームページ、2018年10月12日
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/181012.php>

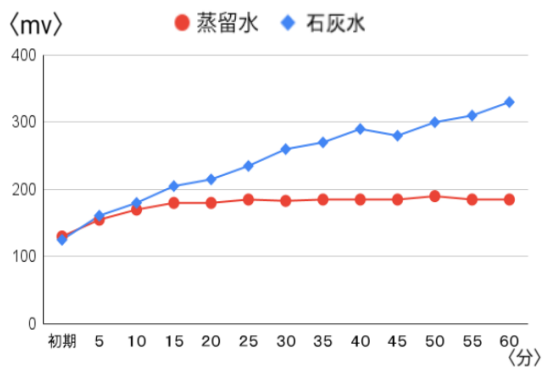
※1 一般的な微生物燃料電池



※2 【実験1】の結果



※3 【検証】の結果



※4 【実験2】の結果

