

土壌成分が微生物燃料電池 MFC の起電力に及ぼす影響について

兵庫県立加古川東高等学校 課題研究生物班

はじめに

MFCとは、微生物が有機物を酸化分解する際に発生させる電子を利用した電池である。PMFCでは植物が有機物を提供し長寿命化。(図1)

MFCは、水田等での活用に向けて研究されてきた。(電気伝導性の高さ、嫌気的環境)

近年、乾いた土壌での研究が始まっている。本研究では電力の向上を目的とし、土壌の塩類濃度を植物の生育に適した範囲で変化させて実験を行った。

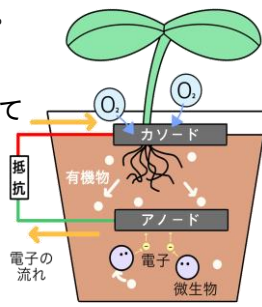


図1 PMFCの仕組み

仮説1

MFC装置に電気伝導性の高いNaClaqを添加することで、アノードへ電子が移動しやすくなり、起電力が上がるのではないかと仮定した。

実験1

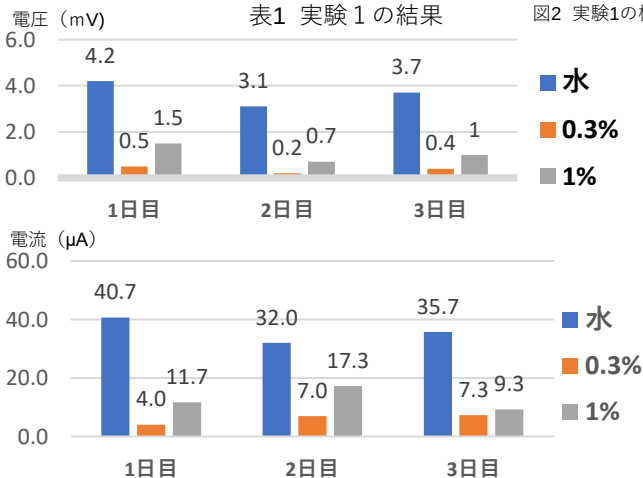
右の写真のような同様のMFC装置を3セット作成し、「水道水、0.3% NaClaq, 1% NaClaq」をそれぞれの装置に200~300mL加えた。その後、テスターで電流・電圧を測定。同様の実験で4回分のサンプルを取った。



図2 実験1の様子

結果1

表1 実験1の結果



考察1 & 仮説2

実験1...食塩水の添加で電圧が低下

電池の電圧をあらわす公式

$$V = E - rI$$

電池の端子電圧 起電力 電圧降下 (内部抵抗など)

E が低下する要因: 微生物の代謝(活性)の低下

rI が上昇する要因: 電気伝導性の低下 + α

仮説2: 食塩水を入れることで電気伝導率が低下した

実験2

①懸濁液を作成し、銅電極を入れる。
(水中に沈んでいる部分の電極の面積を求めておく。)

②右図に示す回路を組む。

③電源装置で20Vの交流電圧をかけ、電流を測定する

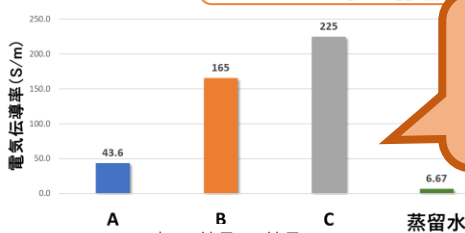
結果2

電気伝導率を求める公式

$$K = IL / VM$$

K: 電気伝導率 I: 電流 L: 電極の距離

V: 電圧 M: 電極の面積



食塩水を添加すると土壌中の電気伝導率は高くなる

表2 結果2の結果

- A: 実験1で水を添加した土の懸濁液
- B: 実験1で0.3%NaCl水を添加した土の懸濁液
- C: 実験1で1%NaCl水を添加した土の懸濁液

考察2

実験2より、食塩水を加えても電気伝導率は低下していない。



仮説2を棄却できる。

今後の展望

浸透圧が原因で微生物の活性が弱まり、起電力が低下したという仮説を確かめるため、下の装置を用いて実験を行った。

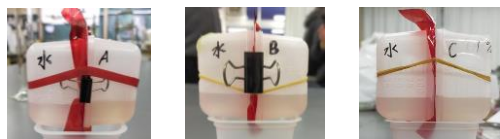


図3 浸透圧の実験の様子

⇒水面の変化は見られなかった

この結果となった理由は2つ考えられる。

- ① 土壌に加えた食塩水は土壌全体の物質濃度に影響を与えない程度であった。
- ② 濃度は違っていたが、作成した装置はその差異を明らかにすることができる精度でなかった。

⇒今後は、実験1の結果の原因を明らかにしたい

参考文献

- ・環境モニター用電源に好適な微生物燃料電池 / アジズル・モクスト / 2021.12.23
- ・Microbial Fuel Cells / Mohamad Nasir Mohamad Ibrahim, Asim Ali Yaqoob, Akil Ahmad / 2022.12.01
- ・植物発電/アイティプランツの研究室 / 2016.5.12 / <https://research.itplants.com/?p=1312>
- ・微生物燃料電池を利用した水田からの電気回収とメタン放出の抑制/ 加来信夫/2019.6.7
- ・LAQUA HORIBA / 水の中のイオンと導電率 <https://www.horiba.com/jpn/water-quality/support/electrochemistry/>