微生物燃料電池の開発

4年A組　井関 天羅
指導教員　松原 俊二

１．要約

私は土壌に棲む微生物を利用した発電について研究している。今回は、オートクレーブ処理を用いて、発電が微生物によるものか調べるための実験を行った。また、ペットボトルとカーボンクロスを用いて自作で微生物燃料電池を作成し、発電量を測定した。その結果、発電は土壌中の微生物によるものだと確認できた。加えて、自作の実験装置を用いることで、実験前後の変化がより詳しく観察できた。

キーワード　微生物、燃料電池、電流発生菌、発電、鉄還元細菌、土壌

２．研究の背景と目的

土壌中に生息する微生物は、土壌中の有機物を分解することによりエネルギーを得ている。これらの微生物の中には、嫌気状態である時、有機物を分解しエネルギーを得る際に電子を放出させるものもいる。そのため陰極を土壌中に、陽極をその上の水中に沈めることで、両極間を電気が流れ発電させることができる。

本研究では、どのような条件で電流が多く流れるのかを明らかにするために、環境条件を変えて実験を行った。前年度までの実験で、土壌の種類や室温によって結果が変化することが確認できたため、今年度は、発電が土壌中の微生物の働きであるのかを調べた。

また、本研究で発生する電気は、デジタルテスター(PM3)を用いて電圧を測定し、市販の微生物発電装置 Madwatt を用いた実験に関しては、専用のスマートフォンアプリを用いて発電量を測定した。

３．研究内容

3.1.1　仮説

土壌中に微生物が存在しなければ発電しない。

3.1.2　方法

実験装置として、市販の微生物発電装置 Madwatt を用いた（写真 1)。まず、容器に底から 1 cm の高さまで土を入れ、その上に負極のグラファイトフェルト（厚さ 0.5cm）を置き、さらに土を 3.5cm 入れて正極のグラファイトフェルト（厚さ 1.0cm）を置いた(図１)。

その後、35℃に設定したインキュベーターに保管し、毎日 16 時頃に測定した。測定は、付属の昇圧 IC とコンデンサーによって点滅した LED を専用のスマートフォンアプリを用いた。土壌には、市販の家庭菜園用の土をオートクレーブにより処理したものと、処理していないものをそれぞれ用いた。

写真 1．Madwatt 装置の外観

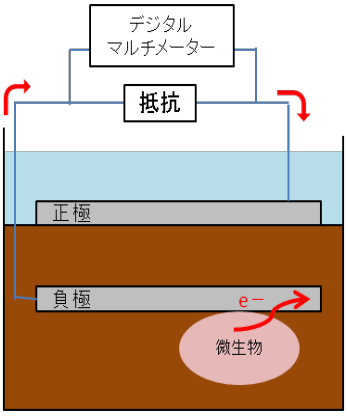
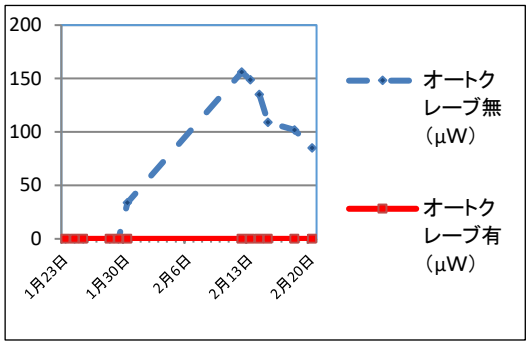


図 1．微生物燃料電池の構造

3.1.3　結果と考察

実験結果は次の表 1 のようになった。

表 1．オートクレーブ処理の有無による発電量の比較



オートクレーブ処理をした土壌では発電せず、未処理のものは発電した。このことから土壌中の微生物の活動で発電していることが確認できた。また発電に至るまでは 1 週間程度かかった。

3.2　自作の微生物燃料電池の作成

3.2.1　方法

まず、500ml のペットボトル容器に 4cm の高さまで土壌を詰め、アノード電極を置き、その上に 3cm 土を入れ泥の表面に切れ込みの入ったサランラップを被せ、カソード電極を水道水とともに入れた。その後、35℃に設定したインキュベーターに保管し、毎日 16 時頃に電圧を測定した。電極は、カーボンクロス（3cm×3cm）でプラスチック製のネットをはさみ、ニッケル線を巻きつけたものを使用した。また、実験前後の土壌中の栄養分をデジタル EC/℃テスター Soil Test で測定し、無機物の含有量を比較した。

3.2.2　結果と考察

発電の結果は、次の表 2 のようになった。また、栄養分は 10 回測定したものを下の表 3 にまとめた。

表 2．発電量の変化（単位：V）

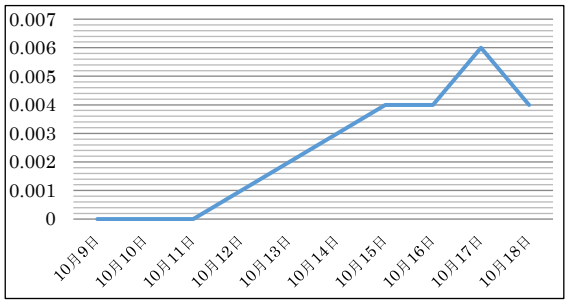


表 3．平均の栄養分と標準偏差

	平均	標準偏差
実験前	0.636	0.093
実験後	0.728	0.042

実験前に比べて実験後は無機物（栄養分）の含有量が多かった。これは、微生物の代謝活動により有機物が分解され無機物に変化したと考えられる。ただ、標準偏差の結果からみて取れるように、必ず実験前の値が実験後を下回るわけではなかった。また、実験を通じて強い硫黄臭を感じた。

4．結論

結果から、発電が土壌中の微生物の活動によるものであることが確認できた。また、自作の実験装置を用いても発電量が得られることが確認でき、実験前後の変化が観察できた。無機物の含有量の変化や、硫黄臭

が発生したことから、何らかの嫌気性微生物の代謝活動によって、有機物の分解が促進されたことが考えられえる。

５．今後の課題と展望

今回の結果より発電が微生物の活動であることが確認できた。これは、嫌気条件下における微生物の有機物の分解と考えられるが、電流発生菌の代謝活動によるものと断言するのは難しい。長期的な実験において無機物の含有量が大幅に増加し、有機物の含有量が減少していることを確認したい。

さらに、分解に伴う有機酸の発生、嫌気性微生物の確認も行いたい。また、現段階ではLEDを点滅させるためには昇圧ICやコンデンサー等が必要な程発電量が少ないため、将来の実用化に向け、電流発生菌の増殖や、有機物の投与など発電効率の向上により、長期発電可能にするための研究を進めていきたい。

６．参考文献

1)水田土壌の微生物を用いた発電の研究，山形県立鶴岡南高等学校科学生物班 www.kk-tohoku.or.jp
2)田んぼ発電，微生物のエネルギーを利用せよ　https://www.nippon.com
3)橋本光エネルギー変換システムプロジェクト科学技術振興機構
https://www.jst.go.jp
4)国立大学56工学系学部ホームページ，広島大学工学部　微生物が燃料を作る微生物燃料電池！
https://www.mirai-kougakubu.jp/laboratory/pages/18012.php

７．謝辞

最後に、本研究を進めるにあたり、顧問の松原先生をはじめ、研究に関してご指導やアドバイスを頂いた本校の先生方に深く感謝の意を表します。