

# 発電のための堆積土を用いた微生物燃料電池

山口大学大学院 学生会員 ○金羽木悠一郎  
山口大学大学院 Md. Azizul Moqsud  
山口大学大学院 正会員 兵動正幸 中田幸男

## 1. はじめに

現在、世界の人口の約 25%の人々が電気のない生活をしているということが国連により発表されている。それに加え、石炭や石油などの化石燃料は有限であり、これらを使った発電は地球温暖化などの環境問題を引き起こすという問題がある。したがって、私達人類には持続可能でかつ環境に優しいエネルギーが求められている。

ここで、本研究では堆積土を用いた微生物燃料電池に着目し研究を進めている。微生物燃料電池とは、負極に設置した固体電極が有機物を微生物が分解する際に発生する電子を受け取り、その電子が正極に移動することで電気を発生させているという仕組みである。堆積土を用いた微生物燃料電池では基本的な仕組みは同じであるが、負極での反応が海や川などの地域の堆積層で起きるという特徴がある。また、有機物と一緒に土壌中に存在する硫黄化合物も分解することで電気を発生させるということが既に知られている。この硫黄化合物が分解されるという反応が起こるにつれて、土壌中の酸揮発性硫化物の値が下がるという現象が起こる。この値は底質中の硫化物量を示す尺度で、大きいほど貧酸素状態が進んでおり、水域の汚濁状況を知る上で重要な環境項目の一つである。また水産用水基準の底質基準によると、この値が 0.2mg/g 乾泥以上の泥を汚染の始まりかかった泥とされている。

本研究では、発電を行うにあたってどのような条件または試料が適しているのかを調べることを目的として実験を行った。

## 2 試料と実験方法

実験装置の作成方法について示す。まず、1000ml のビーカーの底から 2~3cm のところまで土を入れる。その上に固体電極を置き、土を 3cm 入れ、同様の固体電極を設置し、水で浸す。そして、土の中にある固体電極と土の上にある固体電極から延びた導線に 100ohm の抵抗を接続する。この装置の概形を図.1 として示す。

発電を行う上でどのような条件が好ましいのかを調べるため、次のような 2 つの実験を行った。微生物の働きが活発になる温度というのは、約 18℃~37℃ということが既に知られているが、それを確かめるために 1 つの実験装置を 5℃に設定された冷蔵庫の中に置き、もう 1 つの実験装置を 25℃に設定した部屋に置き電圧を測定した。2 つ目の実験は、負極に設ける固体電極の数による発電への影響を調べるため、土の中に設置する固体電極を 1 つのものと 2 つのものとで電圧を測定した。

次に試料の違いによる発電への影響を調べるため、山口県にある海と川から 4 種類の試料を採取した。川からの堆積土を 1 種類採取し、海からの堆積土を 3 種類採取した。海からの堆積土を 3 種類採取した理由として、堆積土の形状の違いや色の違いによる電圧発生への影響を調べるためである。また、堆積土を用いた微生物燃料電池では水を用いることから採取場所に流れている水も同時に採取した。それぞれの試料の写真を表.1 として以下に示す。表.1 において海からの堆積土の区別をつけるため、左から、黄色の堆積土、黒色の堆積土、海からの堆積土と表記した。

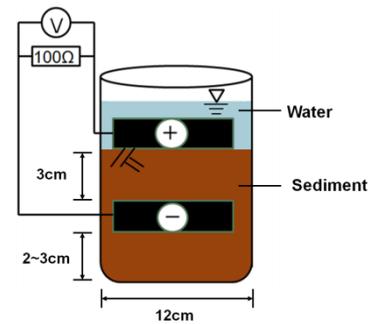


図.1 実験装置の概形

表.1 試料の写真

試料	黄色の堆積土	黒色の堆積土	海からの堆積土	川からの堆積土
写真				

### 3 実験結果

温度の違いによる電圧への影響を調べるための実験について得られた結果を図.2 として示す. 図.2 より 25°Cのサンプルのほうが 5°Cのサンプルよりも高い電圧を得られていることがわかる. このことより 25°Cのほうが微生物の働きが活発であったのではないかと推測出来る.

次に負極の数の違いによる電圧への影響を調べるための実験について得られた結果を図.3 として示す. 図.3 より負極を 2 つ設けたサンプルのほうが 1 つのサンプルよりも全体的に約 2 倍高い電圧を得られていることがわかる.

最後に試料の違いによる電圧への影響を調べるための実験について結果を示す. 初めに今回の実験で用いた試料の化学的性質について表.2 として以下に示す. 表.2 において酸化還元電位とは, 電子の受け取りやすさまたは放出しやすさを表す値であり, また強熱減量とは, 有機物の含有量を表す値である. 表.2 より強熱減量の値において, 川からの堆積土が他の試料と比べて比較的低い値を示していることがわかる. また, 酸揮発性硫化物の値において, 海からの堆積土が一番高い値を示しており, 川からの堆積土は他の試料と比べて極めて低い値を示していることがわかる.

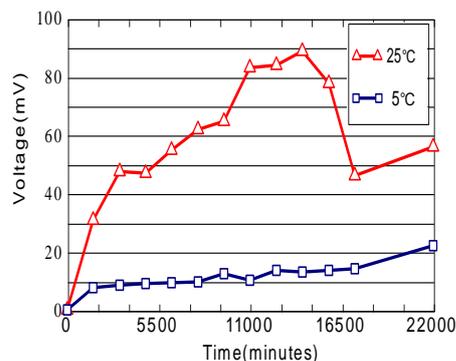


図.2 温度の違いにおける電圧の比較

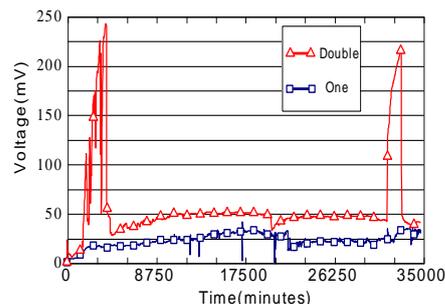


図.3 負極の数の違いにおける電圧の比較

表.2 各試料の化学的性質

試料	黄色の堆積土	黒色の堆積土	海からの堆積土	川からの堆積土
pH	8.66	8.99	8.28	9.12
電気伝導率 (mS/cm)	10.01	9.75	6.34	4.86
酸化還元電位 (mV)	+396.61	+379.68	+404.68	+360.68
強熱減量 (%)	2.69	4.34	3.17	1.23
酸揮発性硫化物 (mg/g)	0.29	0.31	1.00	0.027

次に得られた電圧測定結果について図.4 として示す. 図.4 より得られた最大電圧は, 川からの堆積土が約 80mV, 黄色の堆積土が約 230mV, 黒色の堆積土が約 145mV, 海からの堆積土が約 240mV であった. また, 測定期間中の電圧を平均した値は, 川からの堆積土が約 23mV, 黄色の堆積土が約 33mV, 黒色の堆積土が約 44mV, 海からの堆積土が約 56mV という結果が得られた. 最大電圧と平均した電圧両方において, 川からの堆積土が一番低く, 海からの堆積土が一番高い結果となった.

### 4 まとめ

今回の電圧測定結果より, 実験装置の周りの温度を微生物の働きが活発な温度の範囲内である 25°Cに保つことが高い電圧を得るための要素であることが確認出来た. また, 負極の数を増やすことで高い電圧を得ることが出来た. この2つの実験より高い電圧を得るために好ましい条件とは, 温度を微生物の働きが活発になる温度に保つこと, そして負極の数を増やすことであると考えられる. 次にどのような試料が高い電圧を得るために適しているかについては, 各試料の化学的性質及び電圧測定結果より強熱減量の値が高い試料であると考えられる. この理由として微生物燃料電池の仕組みが微生物が有機物を分解することで電気を発生させているということが挙げられる. また, 強熱減量の値では黒色の堆積土に劣るが酸揮発性硫化物の値が一番高い海からの堆積土を用いたサンプルが一番高い電圧を得ることが出来た. これは, 本研究の堆積土を用いた微生物燃料電池では有機物と一緒に硫黄化合物も分解することで電気を発生させている仕組みであることが要因になったと考えられ, 酸揮発性硫化物の値が高いことも高い電圧を得るためには必要な要素であると考えられる.

(参考文献)

1)De Schanphelaire.L , K.Rabaey , P.Boeckx , N.Boon and W.Verstraete(2008) : Outlook for benefits of sediment microbial fuel cells with bio-electrode. Microbial Biotechnology 1, 446-462

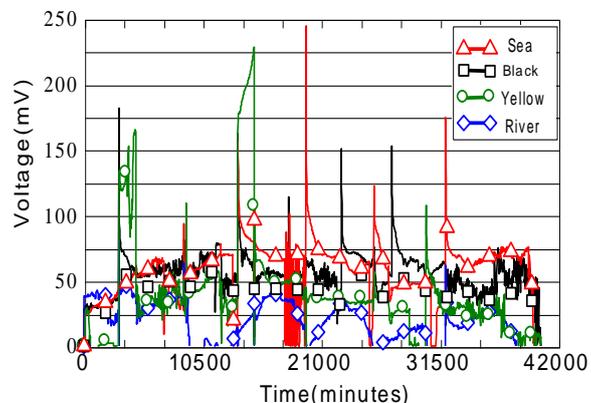


図.4 土の違いにおける電圧の比較