

微生物発電のエネルギーは使えるのか～2～

焼津市立大富中学校

3年 鳥居裕央

1 動機

昨年度より、「微生物がつくり出す小さなエネルギーは使うことができるのか」をテーマに、微生物燃料電池についての研究を行ってきた。現在の地球は、深刻な環境問題に苦しんでおり、中でも地球温暖化は大きな問題である。また、地球温暖化ガスを出さない電気エネルギーをつくり出すことは、その問題を解決するために有効であろう。そこで、この微生物燃料電池に注目し、初年度は特に、本当に電気がつくり出されるか確かめる形の研究を行った。本年度は、製作した微生物燃料電池に改良を加え、実用性がありそうかどうかを確かめるため、研究を継続することとした。

2 研究の方法

(1) 材料等

- ・ヘドロ（公園の水路で採取したもの）
- ・タッパー（電池の外側として使用。中に電極を入れる。）
- ・電極（炭素板、活性炭を網目状のプラスチック容器に入れて自作したもの）
- ・テスター、LED、ブザー、デジタル時計、光電池用モーター等、発電を確かめるための装置
- ・その他配線に使用するもの

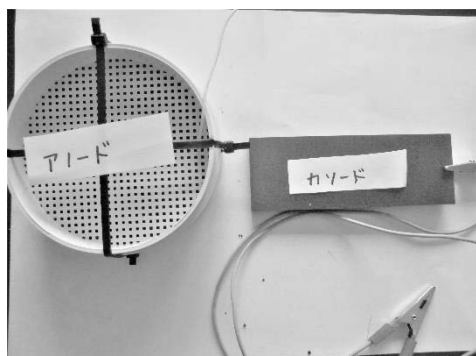
(2) 実験の方法

- ・電極の改良を行い、発電量を確かめる。計測器具として簡易的なテスターを用いるため、30分おきに電圧の上昇を記録する。
- ・電極の素材や構造を変えたり、素材を自作したりして、より実用性の高いものを見つけ出す。

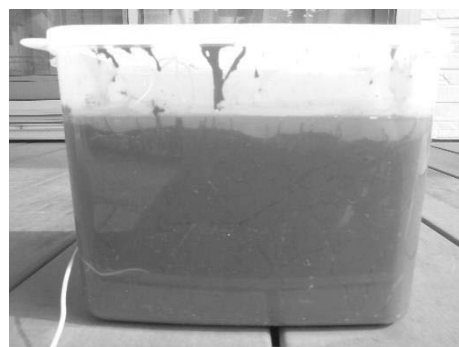
3 研究の成果

(1) 電極の改良と製作

初年度の研究では、電極（アノード）にカーボン製のフェルトを用い、実際に微生物による発電を確かめることができた。しかし、同じ構造でいくつかの電池を製作して電圧を確かめると、それぞれ異なる結果となり、安定した発電をするところまでは行きつかなかった。その原因を、フェルトへの微生物のしみこみ具合にあると考え、素材を活性炭に変更して製作し計測することとした。製作にあたっては、網状になったプラスチック製の換気口スクリーンをホームセンターで購入し、その間に活性炭を入れることとした。カソードは市販の炭素板を用いた。



(写真1) 製作した電極の様子

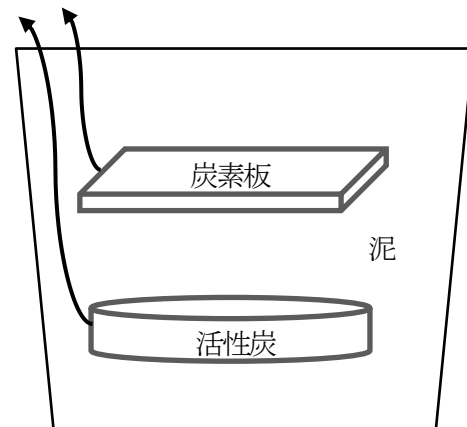
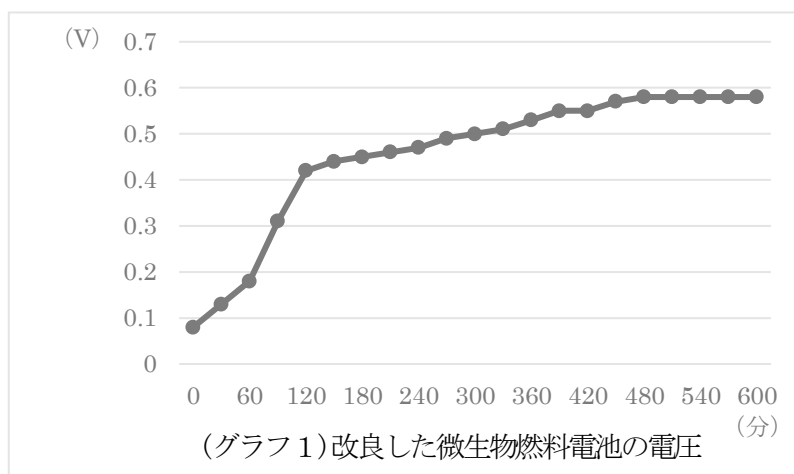


(写真2) 燃料電池の様子

(2) 発電量の計測

昨年度のものより大きな容器を用いてヘドロの量を多くした。また、電極を上下に層のようにして設置し、また、電極には泥をよくすり込むようにして、発電量を多くすることをねらった。結果として、電池一つのときには、通電後2時間程度で電圧が安定し始め、10時間後には0.58Vで安定するようになった。しかし、手持ちのLEDやブザーを鳴らすことはできず、さらなる電極の改良を試みることにした。

それでも、初年度に作成したものと比べてみると、その性能はかなり向上しているといえる。初年度は、最大電圧を得るまでに、3日間かかった。わずか10時間で最大電圧を得たことは大きな進歩であった。電極の面積は初年度のものとはほぼ同じになるようにしたので、アノードの素材に活性炭が適していることがはっきりした。



(図) 改良した微生物燃料電池の構造

(3) 電極の素材の製作

活性炭も十分に孔をもった素材であるが、理科の学習で学んだ植物の維管束を利用したらどうかと考え、セロリやゴボウを炭化させて活用する方法を思いついた。炭化させる前に、セロリとゴボウの維管束を顕微鏡で観察した。ゴボウは明らかな隙間があり、そこに泥が入り込めば効果的だと考えた。しかし、セロリには気泡のようなものがたくさんあり水分も多く、適さないのではないかと考えられた。

その後、野菜を適当な長さに切り空き缶に入れ、ガスコンロを使って炭化を試みたが、水分が多くとても電極に使えるようなものは作ることができなかった。そこで、素材をゴボウに絞り、薄く切って天日干しにし、乾燥させた上で炭化をさせることにした。乾燥させると、もとの大きさの半分ほどになり、炭化の時間も短くて済んだ。完成したゴボウの炭は、手触りとしてはかなりしっかりしており、見た目にも多くの隙間が見え電極としての期待度は高かった。そこで、テスターで通電するか確かめたところ、全く通電せず、電極として使用することは断念せざるを得なかった。おそらく、炭化の際の温度不足が原因だと考えられる。

なお、通電はしなかったが、吸着性能を確かめたいと考え、できあがったゴボウの炭に片栗粉を振りかけてすぐに振り落とすことで確かめてみた。すると、肉眼でも確かめられるほど隙間に粉が残った。今後は、加熱時間を長くするなどしてしっかり炭化させ、その性能を確かめたい。



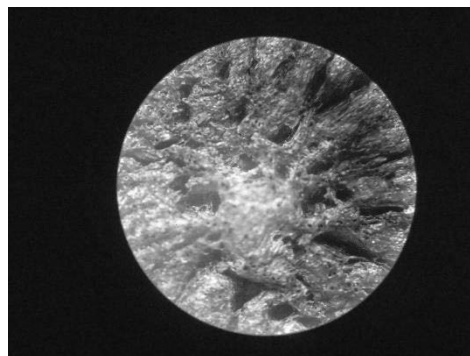
(写真3) 乾燥させたゴボウ



(写真4) 炭化の様子



(写真5) 完成したゴボウの炭



(写真6) ゴボウの炭の顕微鏡写真

(4) 実用化に向けて

電極に使用する新しい素材の開発を試みたがうまくいかなかったため、既に約 0.5V を発生させることに成功している活性炭を電極に使用するよう決めた。そして、これを3つ直列にすることで1.5V を発生させ、LED を点灯させたりブザーを鳴らしたりしてみようと考えた。また、初年度の研究で、使った微生物燃料電池の電圧には斑があることがわかっていたので、念のため4つの微生物燃料電池を作成しすることとした。さらに、本研究はそもそも災害時の電力を得ることを目的としているので、ペットボトルや水切りネットの網など身近なもので電極を製作し直し、実用性を確かめようと考えた。

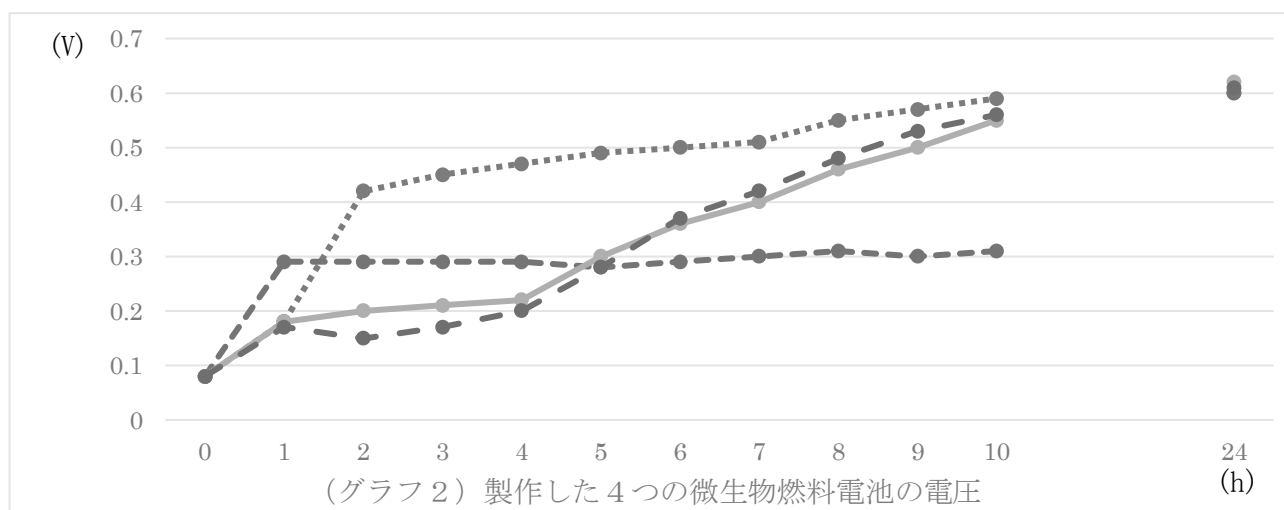


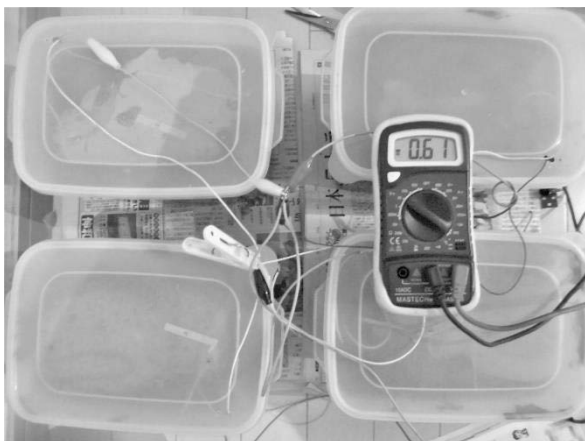
(写真7) 使用した活性炭



(写真8) 新たに製作した電極

新たに4つの微生物燃料電池が完成した。これらについて、電圧の上昇の様子を調べることにした。計測を始めると、4つとも試作したときと同じ0.08V でスタートした。電圧の測定は1時間ごとに行った。すると、予想通り上昇の仕方には斑があった。特に、1つだけ上昇のスピードが遅いものがあった。初めは電極の不良も疑ったが、そのまま一晩おいてみると、最終的には4つとも約0.6V で落ち着いた。原因は不明であるがこのまま4つの微生物燃料電池を並列と直列につなぎ、成果を確かめることにした。





(写真9) 並列つなぎの電圧



(写真10) 直列つなぎの電圧

結果として、並列つなぎでは約0.6V、直列つなぎでは約2.4V、そして、最大で2.48Vの電圧を得ることができた。当然、高い電圧で使いたいため、直列つなぎにしてLEDに明かりをつけたりブザーを鳴らしたりしたところ、十分な明かりで点灯したり大きな音でブザーが鳴ったりした。

また、もともと防災面で役立てることを考えていたので、実用性を確かめてみたいと思い、デジタル時計をつないでみたところ、問題なく動作することができた。さらに、動力を生み出すことができないかと考え、光電池用のモーターをつなげてみたが回すことはできなかった。



(写真11) LEDの点灯



(写真12) デジタル時計の動作

4 考察

微生物燃料電池は、一つでは0.6V弱の電圧しか作り出せないが、これをいくつか直列につなぐことで実用可能な電圧を発生させることができることがわかった。また、そのために電極に改良を加えることはかなり重要であることもわかった。一方で、モーターがうまく回らなかったことから、電流はかなり小さいのではないかとということもわかった。抵抗も関係があるかもしれない。

今後の課題としては、なぜ一つの燃料電池の電圧が0.6V弱でそれより上がらなくなるのか、また、多孔質の電極をいかにつくるかについて研究を続けたいと考えている。

今回の研究では、デジタル時計を動かすまでのエネルギーしか得られなかった。しかし、デジタル時計が動いたことによって、実用化にまた一歩近づいたと思う。2Vも発生させられたことは大きな喜びであった。ただし、現状として実用化は遠いであろう。なぜなら、電流が小さいなど解決しなければならない問題がたくさんあるからだ。

今後は、さらに改良を加え、防災用品の一つであるラジオを安定して鳴らすことができるようなエネルギーを作り出したいと考えている。そして、この技術の研究がもっと進み、家庭でも活用することができるようになれば、地球の環境問題も小さい一歩かもしれないが一つ前に進むことができる。私は、この研究をさらに続けることにより、地球の環境問題に向き合っていこうと考えている。