

マイクロブパワーの出力は、どれくらいでるのだろうか？

2022年 9月26日

静岡大学教育学部附属静岡中学校

3年 笠井風伽

〈動機〉

去年、私は初めて MudWatt という、微生物燃料電池の存在を知りました。地震や台風など、災害の絶えない日本では同じように災害による被害も絶えません。私の家も、先日の台風で午前中停電になりました。そこではすごく不便さを感じました。たった半日だったのに、電気のある生活が当たり前となっていた私には、電気が使えないことは不安でした。

外では交通信号機が止まってしまう、事故が多く起きてしまったとあとからニュースで耳にしました。私は思いました。災害用の食料や懐中電灯などを用意しておくように、電気も用意できたらいいのではないかと。電気の配線が切れてしまってもその場で発電ができるようになれば、信号が止まって事故が起こるなんてこともなくなるかもしれません。そこで、災害用予備電源の候補として微生物燃料電池を調べることにしました。

去年、MudWatt を使い発電を行いました。ですが、MudWatt では測定できる電力が μw と小さいので私の考える微生物燃料電池を災害用予備電源としての実用化には難点がありました。なので、今年は発電量のより多いマイクロブパワーでどのくらい発電がおこなわれたのかを観察してみることにしました。

〈実験1〉 どの土が一番発電に向いているのだろうか？

(1) 目的と方法

目的

マイクロブパワーで発電力を測る前に、一番発電する土で電気を測れるよう、発電に向いている土を探すためにこの実験を行います。

方法

違う特徴を持つ5つの土を採取しました。そして、その5つの土を同じ場所において MudWatt で電力を比較します。その中で一番高い電力を記録した土に多くの発電微生物がいると考え、その土を今度はマイクロブパワーで電力を調べてみる。といったように実験を進めていきます。

実験に使う土は、【田んぼの土・広葉樹の木の下の土・畑の土・針葉樹の木の下の土・プランターの土】です。

田んぼの土と広葉樹の木の下の土、畑の土は山梨の身延というところで採取してきました。針葉樹の木の下の土は駿府城公園の石垣の上で、プランターの土は家のベランダにあるもと

もとブドウを植えてあった土です。

※畑の土、プランターの土ともに化学的な市販の肥料は使用していません。

1. 観察 ～5つの土を観察する～

田んぼ： 採取していた時にミミズやカエルが多く出てきてきた。表層の部分を採取した。

- ・土が湿っていて、重く粒が大きくぼろぼろしている。
- ・粘土質。
- ・においもなく、虫もないが水草が混じっている。 〈写真1〉

広葉樹： 広葉樹の山で採取をした。周りにもたくさんの広葉樹が植わっており、木の根がそこかしこに張っていた。木の根と木の根の間の土を10 cm～15 cmくらいの深さで採取した。

- ・軽くてさらさらしている石はないが、腐葉土のように見える。
- ・ダンゴムシや幼虫など虫が多くいる。
- ・葉が多く、発酵臭や植物のにおいがする。 〈写真2〉

畑： ここではトマトやイチゴ、ナスなどの野菜が植わっていた。毎年違う作物を植えているらしい。植物を植える畝の土を採取した。

- ・石が多く、土の塊や炭なども見えるが、虫はいない。
- ・さらさらしているけど湿っていて、土のにおいがする。 〈写真3〉

針葉樹： 砂利が敷き詰められたような場所で、深さ15 cmくらいの土を採取した。

- ・黒っぽく、小石が多い。
- ・においはあまりないが、重い。 〈写真4〉

プランター： ブドウやネギなどが植わっていた土で、じゃがいもの皮などの生ごみも混ぜていたらしい。深さ10 cmくらいの土を採取した。

- ・茶色く、さらさらしている。
- ・植物の根や、いろいろな大きさの石が混じっている。 〈写真5〉

〈写真1〉 田んぼ



〈写真2〉 広葉樹の木



〈写真3〉



〈写真4〉 針葉樹



〈写真5〉 プランター



2. Mudwatt での実験

水の量と土の量の比率を1:1にし、実験に誤差が出ないようにすべて統一しました。石などの発電の邪魔になりそうなものも除去しました。

水を入れてからの土の観察をして分かった特徴です。

田んぼ： 水をよく吸収するのか、ほかの土と比べて泥感が少なかった。

広葉樹： 木の屑と水を混ぜたような感じで、良く混ざらない。

畑： 水を入れても砂っぽく、水と分離してしまう。

針葉樹： 5つの土の中で一番泥のようになった。

プランター： ところどころに植物の破片が見えた。

〈広葉樹の土〉



〈田んぼの土〉



〈畑の土〉



水を入れたときの違いが顕著だった3つの土を比較してみました。

3. Mudwatt 建設時の微生物の量が多いランキング 〈予想をする〉

第一位 田んぼ

水分がたくさんある泥状の土なので、微生物がいっぱいいるのではないかと考えたからです。

第二位 畑

作物を育てていた土なので、微生物の活動が活発なのではないかと考えたことと、バッタ、かえる、ヤスデなど昆虫小動物がたくさんいたことがあったからです。

第三位 プランター

前年度 MudWatt 建設時に使用した土で、その時の出力が $130\mu w$ あったから今年も数値が高いのではと予想したからです。

第四位 針葉樹

水分の少ないさらさらとした土で微生物が少ないと感じたからです。

第五位 広葉樹

おがくずに水を混ぜた様な状態で土に見えなく、微生物の活動が活発ではなさそうだからです。

〈実験開始時の mudwatt〉



4. 実験結果

微生物の量が一番多かったのは最高出力が **205 μ w の広葉樹の土** でした。
2位 プランターの土 最高出力 105 μ w 3位 針葉樹の土 最高出力 102 μ w
4位 田んぼの土 最高出力 17 μ w 5位 畑の土 最高出力 9 μ w
というような結果になりました。

Mudwatt で実験を始めてから、一番初めに発電量を測定できたのが針葉樹の mudwatt でした。その次にプランターと続き、最後に畑の発電量でした。

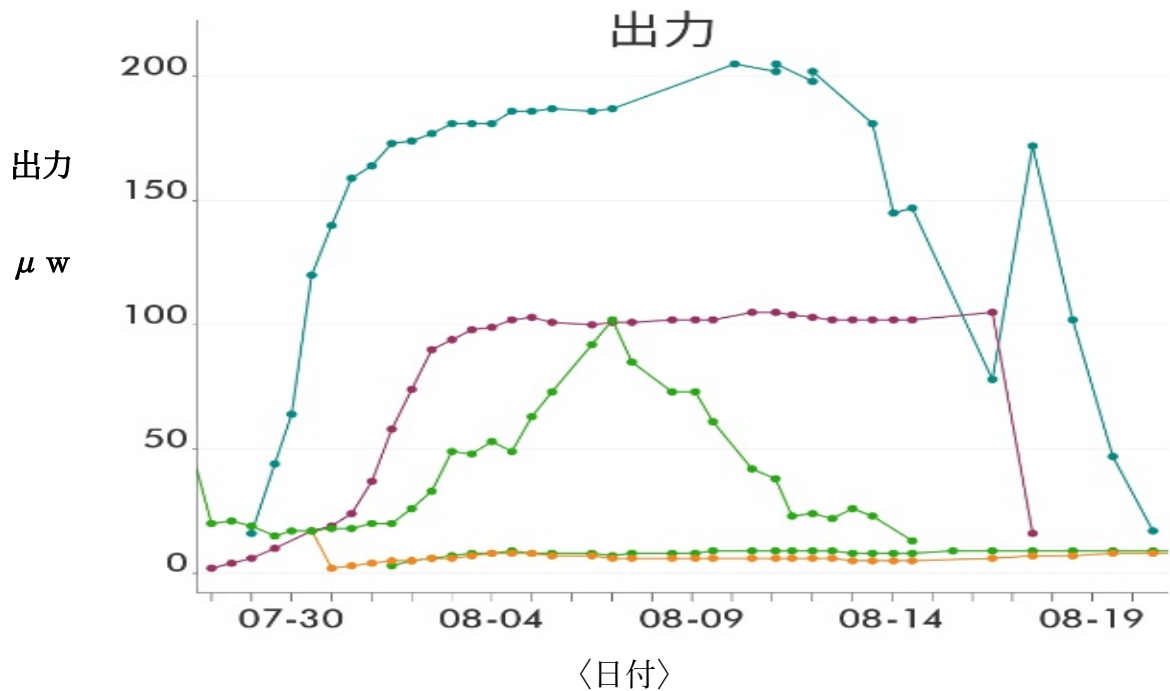
広葉樹の森から採取した土は、mudwatt の実験を始める前に立てた予想を裏切るような結果になり、興味が益々湧いてきて面白さに満ちていました。

5. 考察

なぜ予想とは違い、広葉樹の森で採取した土の中の微生物の量が一番多かったのでしょうか。微生物の量を測定した時のグラフから考えてみました。〈グラフ1〉

広葉樹の土 青色 プランターの土 ピンク色 針葉樹の土 黄緑色
畑の土 緑色 田んぼの土 黄色

〈グラフ：1〉 mudwatt における土の違いによる発生出力（縦軸の数値が出力： μw ）



私が考える理由は、土に含まれていた有機物の量なのではないかと推測しました。

「電気は微生物が有機物を分解する時に発生する。→ 微生物が増えればそれだけ発電量も増える。」土の中ではこのような構図が成り立つと思います。なので、有機物の量に応じて微生物の量が増加し、発電量が多かったのではないかと考えました。

広葉樹の土：もともとの土に含まれる有機物の量が多く、順調に微生物が増えていきました。そのため、時間がたつにつれ微生物が増殖し、発電量も増えていく様子が把握できたのではないかと思います。

針葉樹：最初は順調に増加していましたが、有機物の量が少なくなったのが原因で発電量が低くなったと考えました。この土は微生物の増減が激しかったです。

プランター：針葉樹のときは有機物が尽きたため発電量が減少したと考えられましたが、発電量が横ばいなのを見ると有機物の量は十分にある状態で、他の何らかの理由で微生物が増加しなくなってしまったと考えられます。私はその理由として場所がなくなったのではないかと考えました。

畑：有機物の量が少なかったことに加えて、水と分離してしまっていたことが大きな理由だと考えました。

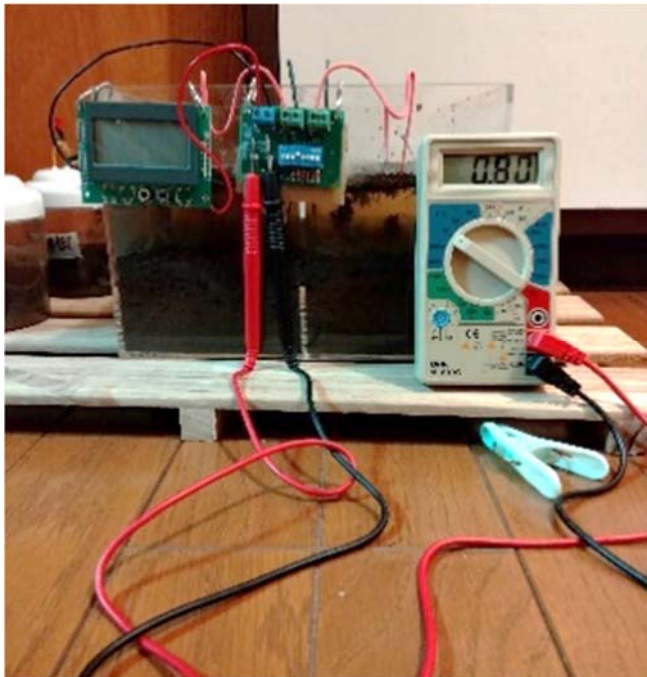
mudwatt の実験では、広葉樹の土の微生物量が多く発電量が多いことがわかりました。この結果から、次のマイクロブパワーの実験では広葉樹の土を使うことにしました。

〈実験2〉 マイクログローブで広葉樹の森の土は、どれくらいの発電をするのだろうか？
実験2では広葉樹の土の出力を調べていきます。 8月11日に実験を開始しました。

実験結果

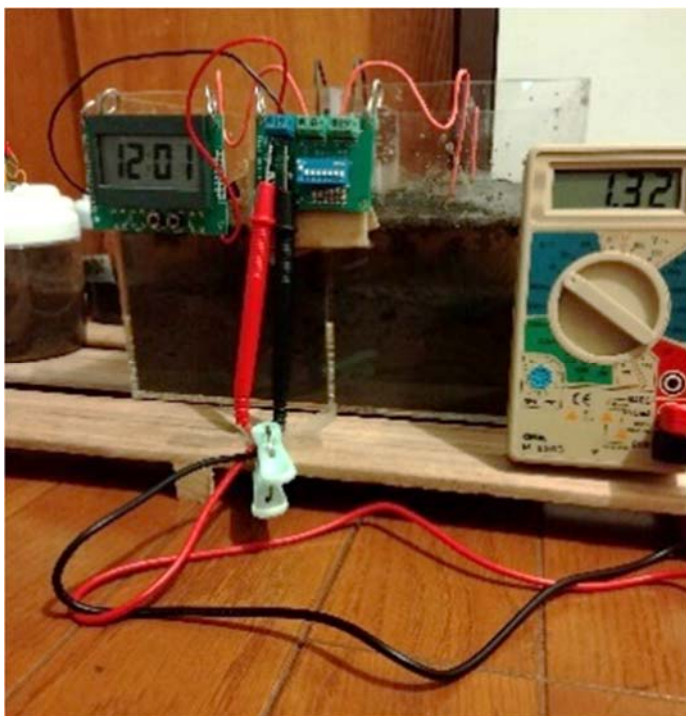
初めて計測したのは、装置を設定してから4日後の8月15日22時16分で、0.55Vでした。その後、出力は<0.80V>で9月27日23時51分に記録しました。〈写真6〉

〈写真6〉



抵抗を計測しない値では、<1.32V >の発電をすることができました。〈写真7〉

〈写真7〉



調べてわかったこと及び感想

乾電池約一個分の電気が、この燃料電池で発電することができました。身近なところにある土でこれだけ発電できるとは思ってもみませんでした。頭の中で想像しているだけではわからないことが、実験してみてもわかることがあることに気づかせてもらいました。

はじめは土の中に生きている微生物が電気を生じさせるなんて考えてもみませんでした。その装置である mudwatt やマイクロブパワーを使って実験してみて、改めてそうした事実気づかせてくれる実験装置を私たちのような素人にもつかえるように開発してくれていることにも感謝です。

もし災害が起きて、電気が止まったら、照明も使えません。マンションなどだと水も止まり、エレベーターも使えません。洗濯機も炊飯器もすべて止まってしまいます。交通信号が止まることで事故も起きやすくなります。これらは動機でも話した通り、私が体験したことでした。

これらのことから信号機の根元に大きなマイクロブパワーを入れて発電できるようにしたらどうでしょうか。その装置を予備電源として電柱に附属する蓄電池に貯めておき、非常時の時には信号機の電気としてだけでなく、その地域の住民も使えるようなものにしたらいいいと思います。今回の実験では、広葉樹の土が一番発電量が多いことがわかりました。なので、電柱の周りに広葉樹を植えたらいいいと思います。そうすれば発電量も上がるし、植物が増えるおかげで二酸化炭素が光合成によって吸収されます。日常では CO²削減になる電柱として、非常時には電源として使用できます。

信号機の近くに植えられた木は昼間、光合成をしながら二酸化炭素を吸収し、酸素を排出してくれます。この光合成によってつくられた栄養分がマイクロブパワーの発電に必要な微生物のえさとなる有機物になります。いいことの循環が起きて、発電によって人々の暮らしがより安全なものへと進化するのだと思います。

私は、誰でも気軽につかえるマイクロブパワーの開発が進んでいったらと思っています。今後、もっと効率よく発電量を上げられる最適な土を見つけ出すことを探究していきたいと考えています。