

ヘドロの新たな処理としての微生物電池の活用

九州大学大学院 学○鐘ヶ江隆行

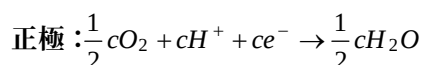
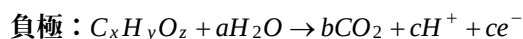
九州大学大学院 正 安福規之 正 大嶺 聖 正 小林泰三

1. 研究背景

ヘドロは水質の劣化も引き起こすので、環境改善に向けての大きな課題の一つとなっている。有機物や有害な金属などを含んだヘドロは、各地の海や湖沼、河川の底に堆積している。この対策として堆積したヘドロを浚渫し、埋め立てなどに使うというような対応がとられているが、現在ではこのヘドロに対しての研究も進み、有効利用しようという試みもある。そこで本研究では、微生物の代謝に伴って電気を発生させる微生物電池を利用し、水と有機物を豊富に含むヘドロの改善効果と微生物電池の特性を明らかにする。本報告では、ぼかし肥料における微生物電池と模擬ヘドロを用いた微生物電池の性能の比較を行う。また改善したヘドロは、土壌改良材として活用が期待できる。ことから、発電効果を持つヘドロの新たな処理、活用法の提案を行う。

2. 微生物電池の仕組み

微生物電池は、微生物が有機物を酸化分解する際に発生する電子を固体電極が受け取り電子は外部抵抗を通過する際に仕事をし、正極に移動する。それぞれの電極における電気化学反応は下記の式のようになる。電極での電位差に伴い電圧が生じるのである¹⁾。



(a, b, c は任意定数)

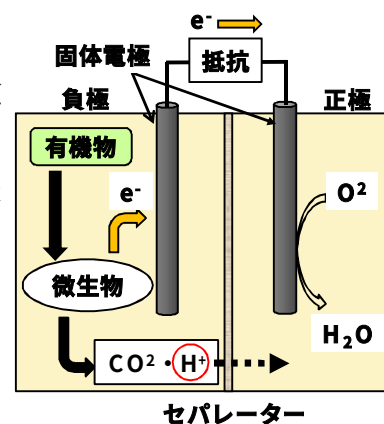


図1 微生物電池の原理

3. 模擬ヘドロを混合したぼかし肥料による微生物電池

ぼかしと呼ばれる肥料を作製する過程で起こる有機物分解による微生物電池を用いた。ぼかしとは、米ぬかや鶏糞、油かすなどを混合し発酵させた、家庭でも簡単に作ることでできる肥料である。また、微生物電池にヘドロを用いることでヘドロの浄化促進作用があると期待されており、今回の実験では、ヘドロの割合の違いが微生物電池の性能に影響を及ぼすかについて検討を行った。ここで、今回用いたヘドロは模擬ヘドロとして、有明粘土 3000g に対して有機物(ドッグフードのペースト)100g を混ぜ合わせたものを袋に詰め、1週間程度30度の恒温槽で嫌気発酵を進めさせたものを用いた。性能を比較する際、発電の継続時間と負極の電極表面積当たりの最大発電力を用いた。

3.1. 実験方法

図2に実験装置を示す。これまでは試料(負極側)と活性炭の間にセパレーターを使用してきた²⁾。しかしセパレーター無しで測定を行った微生物電池の方が高い電圧を示していたので、今回はセパレーター無しで実験を行った。アクリル板で作製した容器(10×10×5cm)に

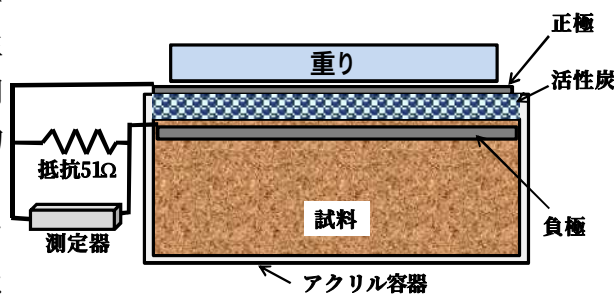


図2 実験装置

表1 実験条件

	ヘドロ	ぼかし	水
条件①	270g	130g	50g
条件②	200g	200g	100g
条件③	130g	270g	180g
ぼかしの試料配合			
米ぬか	鶏糞	油かす	EM菌
240g	120g	240g	40g

キーワード 微生物電池 ヘドロ

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 九州大学 地盤工学研究室

TEL 092-802-3378

表1の混合試料を電極の炭素繊維(負極)とともに密に詰めた。そして混合試料の上に、活性炭、正極の順で載せ、電極をつなぎ合わせた。また、容器の内部試料を嫌気状態に保ち、水分の蒸発を防ぐため、容器全体をラップでほぼ覆った。正極側では、酸素が必要となるので完全に密閉にはしていない。このときに発生する電圧を10分間隔にテスターで測定した。負荷としては、51Ωの抵抗を用いた。

3.2.実験条件

今回ヘドロとばかしの混合割合の違いによる影響を検討するため、質量比を下記のように変えて実験を行った。条件①ではヘドロ:ばかし=2:1、条件②は1:1、条件③は1:2とした。

3.3.実験結果・考察

3.3.1.発電の継続時間

図3にヘドロにEM菌のみを混合させたものと、ばかしのみ用いた微生物

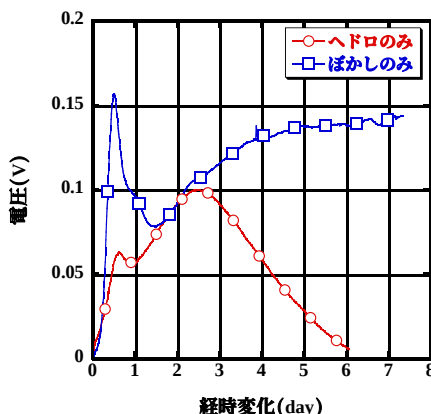


図3 電圧の経時変化

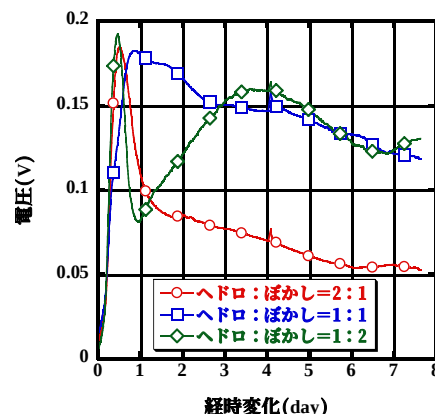


図4 電圧の経時変化

電池の電圧の経時変化を示す。ばかしのみの方が、発電の持続性があり、ヘドロのみではあまり持続性がないことがわかる。これを基に質量比を変えた条件と比較する。図4に質量比を変えた条件での電圧の経時変化を示す。測定開始直後は、全条件で装置内に含まれている酸素によって好気分解が進み、電圧はほぼ同値となっている。その後、ヘドロの割合が多いと電圧の低下が早いことが見て取れる。しかしばかしが混合してあることで、ヘドロのみより発電の持続性は伸びている。

また、ばかしの割合が増加しても、ばかしのみの場合と比べ大きな差は見られなかった。ヘドロばかし比が1:1の場合では、一度電圧が上昇してから徐々に下降していくが、1:2の場合では、一旦電圧がピークに達した後、下降し再度上昇している。これは、微生物が断続的に安定して有機物分解を進めて行くことができる条件に近いと考えられる。

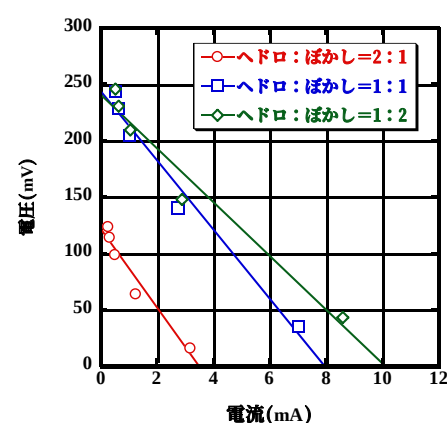


図5 電流・電圧直線

3.3.2.負極の電極表面積当たりの最大発電力

測定開始100時間後に全条件の抵抗の大きさを変え電圧を測定

した。それにより求めた電流・電圧直線を図5に示す。図5のグラフの傾きは内部抵抗、切片は起電力を示している。また電流・電圧直線より測定時の最大発電力が求められ¹⁾、負極の表面積が0.01m²であるので負極の電極表面積当たりの最大発電力が求まる。それを表2に示す。この値が微生物電池を評価する最も一般的なパラメータである。表2より条件③が最も大きな値を取っていることがわかる。しかし、図5のグラフにおいて条件②と③では大きな差は見られない。一方、条件①のようにヘドロが多いと、微生物の活発に働きにくい条件となると考えられる。

表2 負極の電極表面積当たりの最大発電力

条件(ヘドロ:ばかし)	①(2:1)	②(1:1)	③(1:2)
mW/m ²	10.59	48.46	60.69

4.まとめ

本実験では、ヘドロ浄化の促進化を行う微生物電池の性能評価のため、ヘドロとばかしの配合割合の違いによる条件での影響を検討した。一週間程度では、発電の持続性はほぼ変わらないので、今の段階ではヘドロの処理と発電の両観点から考慮すると、ヘドロを多く用いているヘドロばかし比が1:1で微生物電池に使用することが最も適当だと思われる。今後は、ヘドロを用いた微生物電池としての最適なヘドロの割合をさらに検討し、ヘドロの浄化作用を定量的に評価していく予定である。

参考文献) 1) 監修: 池田篤治 バイオ電気化学の実際—バイオセンサ・バイオ電池の実用展開—シーエムシー出版p303 - 314 「微生物燃料電池の最新の進歩」2007年 2) 鍾ヶ江隆行ほか: 「有機系廃棄物の分解に伴うコンポスト型微生物電池の開発」JGS2009年