

竹炭を活用したコンポスト型微生物電池の開発

九州大学大学院 学○鐘ヶ江隆行

九州大学大学院 正 大嶺 聖 正 安福規之

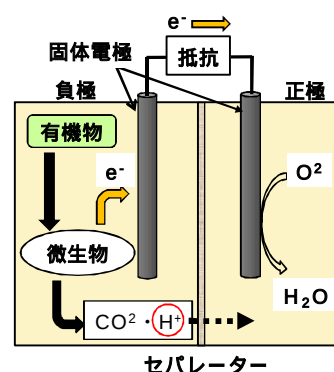
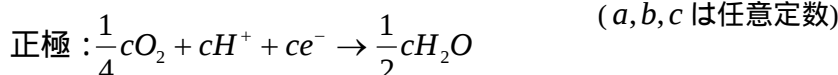
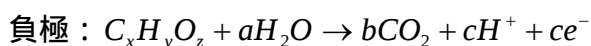
九州大学大学院 正 Hemanta Hazarika 正 小林泰三

1.研究背景

現在、循環型社会の構築のためには大量に発生する焼却灰、産業副産物および有機系廃棄物の有効利用技術が求められている。本研究では、有機系廃棄物を用いて、微生物の堆肥化により電気を発生させる微生物電池を開発する。微生物電池とは、微生物の有機物分解を利用して、有機物の持つ化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換する装置である。有機系廃棄物はアルカリ消化および酸化作用により分解されるため、使用後は土壌及び地盤材料として活用が期待される。すなわち、発電効果を持つ廃棄物の新たな処理、活用法の提案を行い、微生物電池の開発と性能の向上を目指す。また電池に用いた試料を土壌改良材料として使用するために分析を行う。

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行い、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になる。電極での電位差に伴い電圧が生じるのである。¹⁾



3.嫌気条件による微生物電池の測定

微生物による有機物の嫌気分解を用いた微生物電池は、近年研究が進んでいる。図1 微生物電池の原理
多くは汚泥などを利用した水相における装置で行われている。本研究では固相における有機物のコンポスト化を用いた微生物電池の開発を行い性能の比較を行う。本編では、これまでの微生物電池の実験²⁾で電極に用いてきた炭素繊維の代わりに竹炭を用いることで、微生物電池の性能にどの程度影響するかを検討した。そこで負極にだけ竹炭を用いることで負極の違いによる影響と、正極と負極の両極に竹炭を用いることによる影響の2点について実験を行った。また微生物電池の性能を比較する際、発電の継続時間と負極の電極表面積当たりの最大発電電力を用いた。

3.1 実験方法

図2に実験装置の仕組みを示す。アクリル板で作製した容器(10×10×5cm)に表1で記している混合試料を電極(負極)とともに密に詰めた。そして混合試料の上に、正極として、活性炭、炭素繊維の順で載せ、電極とテスター、抵抗をつなぎ合わせた。電極(両極)に竹炭を用いることによる影響またラップで装置をほぼ覆い試料を空気に触れにくくした。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、51Ωの抵抗を用い、30一定で測定を行った。

3.2 実験条件

本編では、これまでの実験で電極に用いてきた炭素繊維と竹炭との違いによる影響を検討するため、負極にだけ竹炭を用いることで負極の違いによる影響と、正極と負極の両極に竹炭を用いることによる影響の2点についてそれぞれ実験を行

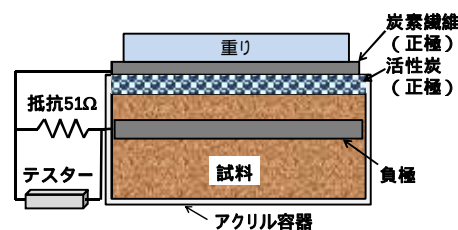


図2 実験装置

表1 混合試料の配合

米ぬか	鶏糞	油かす	EM菌	水
100g	50g	50g	12g	140g

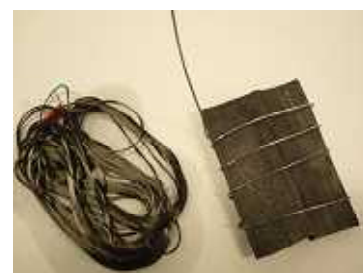


図3 左:炭素繊維,右:竹炭

った。まず負極の違いとして、条件 炭素繊維、条件 炭素繊維に鉄の針金を約10cm巻きつけたもの、条件 竹炭に鉄の針金を約 60cm 巻きつけたものを用いて実験を行った。次に正極の違いとして、負極は竹炭に鉄の針金を約 60cm 巻きつけたものを用い、正極が条件 活性炭の上に炭素繊維、条件 竹炭のみを用いて実験を行った。

3.3.1 負極の違いによる影響の結果・考察

図4に電圧の経時変化を示す。グラフより、負極に炭素繊維だけを用いては約0.07V程度までしか電圧は上昇していない。炭素繊維に鉄を巻きつけることにより、電圧は約0.27V程度まで上昇しており、3倍以上の値を示している。したがって、コンポスト型微生物電池は負極で鉄と組み合わせることにより、高い電圧での発電が可能になることがわかった。また竹炭に鉄を巻きつけたものでは、約0.4Vの電圧が出ており、かなり大きな電圧の値を示していた。地域資源である竹炭を用いて微生物電池の性能をそのままに作製することが可能であれば、実際にどんな地域でも微生物電池が作製できるものになるといえる。

図5に測定開始4日後におけるそれぞれの条件の電流と電圧の関係を示している。これより負極の電極表面積当たりの最大発電力は、それぞれ9.43 mW/m²、131.0 mW/m²、394.1 mW/m²と求めることができ、条件 < < となっている。これも条件、< では、負極に鉄を用いていることが影響して、値が大きくなっていると言えるだろう。さらに本実験では、負極に竹炭を用いることで、炭素繊維よりも電圧の値は大きくなり、電極に竹炭を用いて微生物電池を作製することができる。

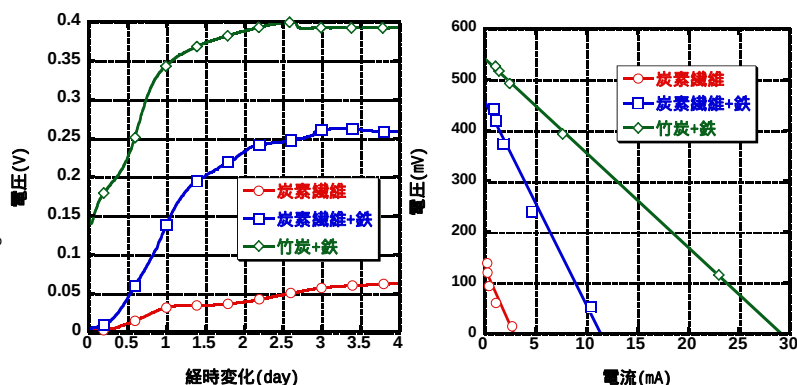


図4 電圧の経時変化

図5 電流-電圧直線(4日後)

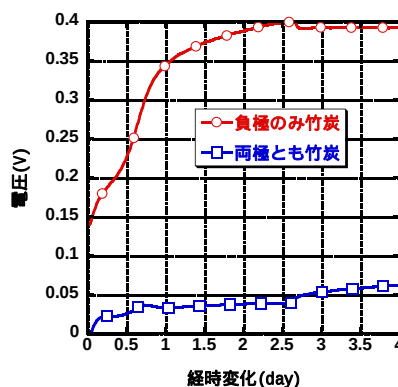


図6 電圧の経時変化

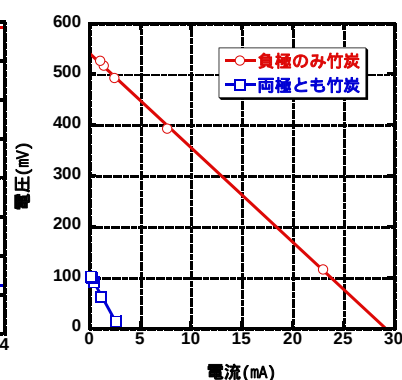


図7 電流-電圧直線(4日後)

3.3.2 正極の違いによる影響の結果・考察

図6に電圧の経時変化を示す。正極に炭素繊維を用いた方が、約7倍の電圧で発電していた。竹炭がたわんでいることにより接触面積が小さいことや、炭素繊維に比べ竹炭自体の抵抗が大きいことが原因だと考えられる。

図7に測定開始4日後におけるそれぞれの条件の電流と電圧の関係を示す。これより負極の電極表面積当たりの最大発電力は、それぞれ394.1 mW/m²、8.00 mW/m²と求めることができ、約50倍の大きさになった。負極では竹炭を用いることで性能の向上が見られたが、正極は炭素繊維を用いた方が良い結果となった。

4.まとめ

本編では、これまでの実験で電極に用いてきた炭素繊維と竹炭との違いによる影響を検討した。これまでのことより、下記の3点のことが言える。まずは、これまでの実験で負極に炭素繊維を用いてきたが、地域資源である竹炭を鉄と組み合わせ用いることで微生物電池の性能は向上し利用できた。次に、竹炭だけでなく負極に炭素繊維と鉄を組み合わせることによって微生物電池の性能を向上させることができ、鉄の効果があることがわかった。最後に、正極は竹炭より炭素繊維を用いることで、コンポスト型微生物電池の性能を引き出すことができた。今後、実際に電球を点灯させるためには、どの程度のサイズや個数が必要であるのかを検討していき、さらに微生物電池に用いた試料がコンポストとして用いることができるかを、測定していくつもりである。

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 大嶺聖 安福規之 小林泰三「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」JGS 2009年

【謝辞】本研究は平成22年度科研費(21360227)および九州大学 P&P 研究の助成を受けて実施したものである。