有機廃棄物と土の混ぜ方における発電への影響

山口大学大学院　学生会員　○國分悟史
山口大学大学院　正会員　Moqsud　Azizul
山口大学大学院　正会員　兵動正幸
山口大学大学院　正会員　中田幸男

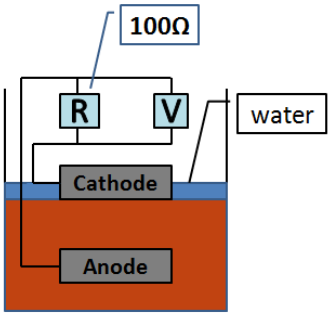
1 はじめに

本研究では化石燃料に依存しない環境に優しい新しい発電方法として微生物燃料電池による発電に注目した．微生物燃料電池は汚染水の浄化や有機廃棄物の処理方法としても用いられている．現在、有機廃棄物は様々な国から排出されており，その排出量は年々増加傾向にあることから本研究では有機廃棄物活用手段としての微生物燃料電池の利用について着目した．有機廃棄物において最も多くを占めているのが家畜の排せつ物である．この家畜の糞尿を処理するのには多くのエネルギーを必要とする．そこでこの家畜の排せつ物の発電への利用を考えた．

今回の実験では有機廃棄物を用いた微生物燃料電池の効率のよい発電方法について調べることを目的とした．今回異なる種類の有機廃棄物を用いて発電を行い測定結果より発電量を増加するための要素について調べた．

2 試料と実験方法

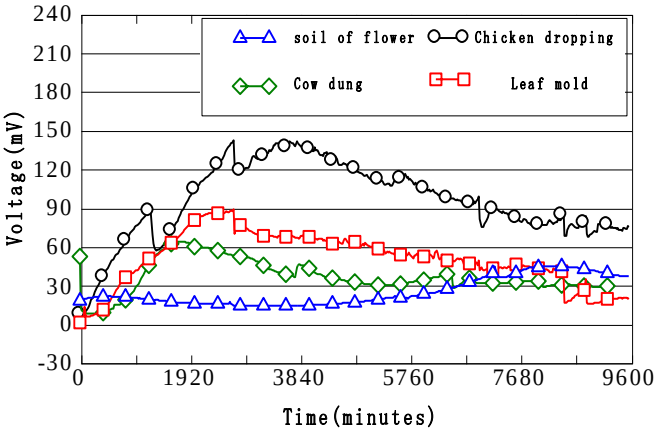
本研究では有機廃棄物として牛フン，鶏フン，そして有機物と比較するため腐葉土を用いた．微生物燃料電池とは微生物が有機物を分解する際に生じる電子を，負極の固体電極が受け取ることで電気が流れるという仕組みである．図－1 は今回の微生物燃料電池の概略図である．微生物燃料電池の仕組みにより，発電量は有機物の量と微生物の働きが重要であると考えた．今回の実験では 3 つのケースに分けて実験を行った．ケース 1 では、それぞれの試料を 1 種類のみ用いた微生物燃料電池で発電を行った．この理由としては、単一試料での微生物燃料電池がどのくらいの発電が可能なのか調べるためである．ケース 2 では土とそれぞれの有機物を混合させた試料を用いた微生物燃料電池による発電である．この発電では土の中の微生物の働きを利用し、より大きな発電量を増加させることを目的としている．ケース 3 では負極付近に有機物を集中させ，その影響について調べることを目的とした実験を行った．



図－1 装置の概略図

3 実験結果

図－2 では単一試料を用いた微生物燃料電池の電圧の測定結果である．図－2 より最も高い電圧の値を得られたのは鶏フンを用いたサンプルの 141.2mV だった．また，最も低かったのは土だけのサンプルの 46mV であった．ここで表－1 にそれぞれの試料の強熱減量の値を示す．強熱減量を調べた理由として微生物燃料電池の仕組みより有機物の含有量が発電を行う上で重要な要素の一つと考えたためである．図－2 および表－1 より強熱減量の高い牛フン，鶏フン，腐葉土を用いたサンプルでは土だけのサンプルよりも初期の段階で高い電圧を示していることがわかる．しかし、有機物含有量の最も高かった牛フンを用いたサンプルにより得られた電圧は最大とはならなかった．このことより発電を行う上で有機物の含有量が重要な要素の一つであることがわかったが，この値だけでは得られる電圧の高低は決まらないと考えられる．



図－2　単一試料の結果

表－1　強熱減量試験の結果

試料	土	牛フン	鶏フン	腐葉土
LOI	20.33%	87.24%	82.55%	80.33%

ケース 2 の結果を図－3 に示す．この実験では土中の微生物の働きを利用し，有機物のみのサンプルよりも高い値を得ることができると考えていたが，実際には有機物のみのサンプルよりも低い電圧となったことが図－3 よりわかる．これは土と混合することで有機物の含有量が少なくなったためであると考えられる．ケース 3 では図－4 のように有機物を負極の固体電極付近に集中させた．ケース 3 では負極付近にそれぞれの試料を 20g，40g 集中させたものの 2 パターンに分けて実験を行った．この時の実験測定結果を図－5 として示す。図－5 より牛フンと鶏フンでは 40g 入れたほうが早い段階で高い電圧を得られることがわかった。腐葉土においては、初期の段階ではあまり変化が見られなかったが時間が経つにつれ 40g 入れたほうが高い電圧を示した．

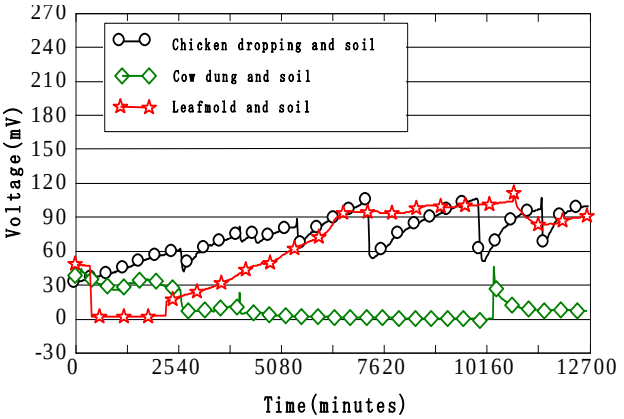
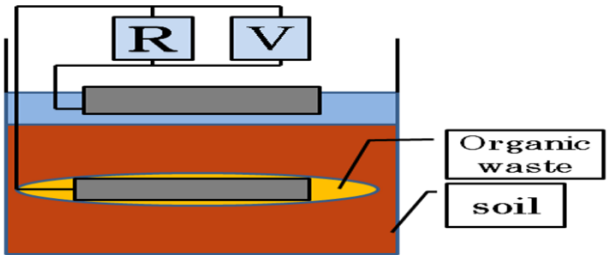


図 - 3　混合試料の結果



図－4　ケース 3 の概略図

4 まとめ

ケース 1 とケース 2 の電圧測定結果を比較すると，土に有機物を混合させたサンプルのほうが有機物のみのサンプルよりも低い値を示した。これは土と混合させたことにより試料の有機物の含有量が減少したためであると考えられる．このことより有機物の含有量が電圧の高低を決める要因の一つであることがわかった．ケース 3 の結果において負極付近に有機物を多く入れたサンプルのほうが初期の段階で高い値を示したことがわかった．ここで腐葉土の単一試料の微生物燃料電池と負極付近に腐葉土を集中させて入れたものの電圧について図－6 に示す．図－6 より負極付近に有機物を入れたサンプルでも試料だけのサンプルと同等の電圧を得られることから、負極付近に有機物を入れることでより少ない有機物量で発電することができることがわかった．最後に鶏フンと牛フンについて，ケース 2 とケース 3 で得られた電圧について図－7 に示す．図－7 より鶏フンにおいてはケース 3 のほうが初期の電圧が高い値を示した．これは負極付近に有機物を集中させた場合、図－8 に示すように負極の距離が近いために，微生物により有機物が分解された際の電子の受け渡しが円滑に行われたためだと推測される．一方牛フンでは初期の段階では電圧が上がらなかったが時間が経つにつれてケース 3 のほうが高い電圧を示すこととなった．このことから牛フンを用いたサンプルにおいては微生物の有機物分解までに時間がかかったことが推測される．

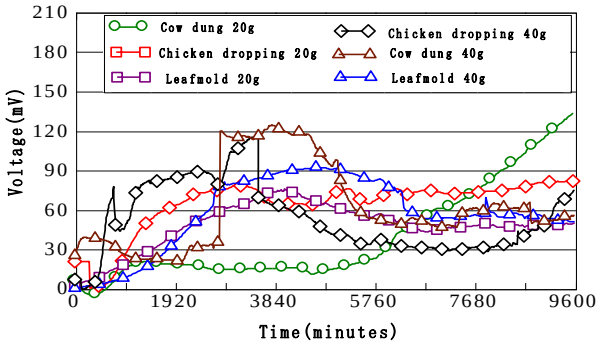
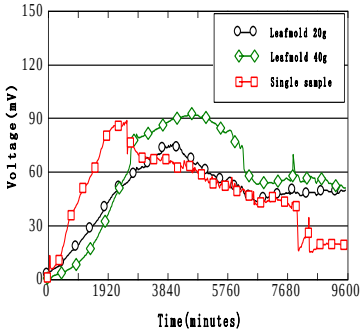
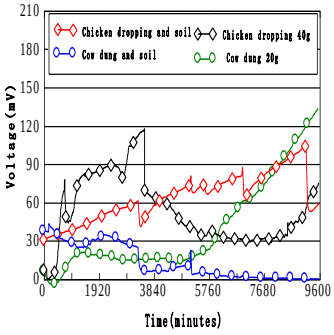
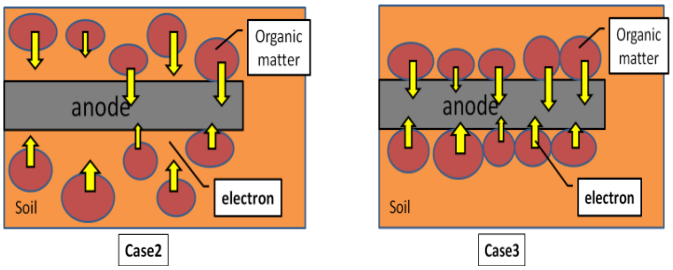


図-5　負極付近に有機物を集中させた結果





図－6　ケース 1 とケース 3 の比較　図－7 ケース 2 とケース 3 の比較



図－8　ケース 2 とケース 3 の比較

4 参考文献

鐘ヶ江隆行，大峰聖，小林泰三：有機廃棄物の分解に伴うコンポスト型微生物燃料電池の開発
社団法人　地盤工学会：土質試験　基本と手引き