

日本大学 学生会員 ○山田 健太
日本大学 中村 和徳
日本大学 正会員 中野 和典

1. はじめに

微生物燃料電池とは微生物の代謝を利用する生物発電装置である。好気性微生物は有機物を分解してエネルギーを獲得する際に電子を酸素に与える。これに対し電流生産微生物は電子を鉄等の金属に与えることで有機物の分解を行っている。微生物燃料電池では電流生産微生物が電子を直接アノードに渡すことで発電しており、同時に廃水処理を行うことができる。実際に水圏堆積物や水田土壌に微生物燃料電池技術を適用した例があることから、人工湿地にも適用することが可能であると考えられる。湿地に廃水処理技術を付加した人工湿地では、濾過層が必須であり、微生物燃料電池技術を適用した際には濾材がアノードとなることから、水質浄化および発電の両方の側面から評価する必要がある。そのような観点により、本研究では5種類の濾材を比較評価した。

2. 実験方法

人工湿地を想定して濾材を充填した実験装置の概略を図-1に示す。実験装置は、濾材の漏出を防ぐための砂利層、電極として用いた活性炭および炭素棒、絶縁により漏電を防ぐためのリサイクルガラス、供試濾材の6層で構成し、1000Ωの抵抗を接続した。供試濾材として、鉄鋼スラグ、銅スラグ、玄武岩、活性炭、リサイクルガラスの5種類を比較に用いた。また、濾材の粒径の評価を行うために粒径が異なる2種類の玄武岩（粒径 2.4 ～ 3.4 mm および9.5mm以上）を準備した。実験装置は各供試濾材毎に2つ製作し、得られた平均により性能を評価した。電流生産微生物の植種として前年度の実験装置の廃液を実験装置に投入し、1週間の静置後、目開き

0.84mm のふるいで浮遊物質を除いた畜産廃水を10倍に希釈したものを流入水として200mL投入し、比較評価を開始した。流入水の投入は1週間毎に行った。

3. 実験結果と考察

3.1 閉回路と開回路の比較

電流が流れる閉回路は、電流生産微生物が電子を電極に渡す働きを促進するため、電流生産微生物の活性

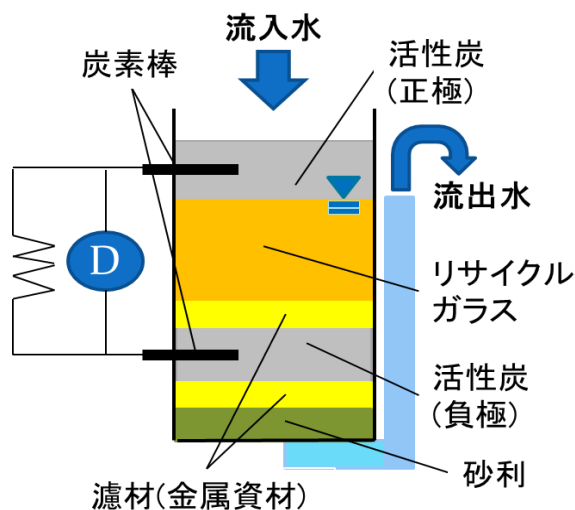


図-1 実験装置概要

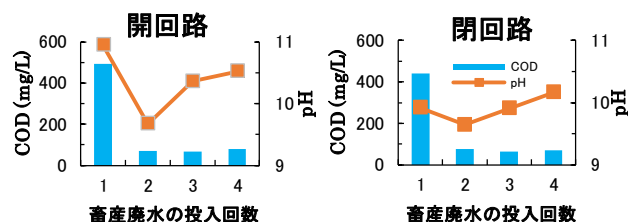


図-2 開回路と閉回路の比較

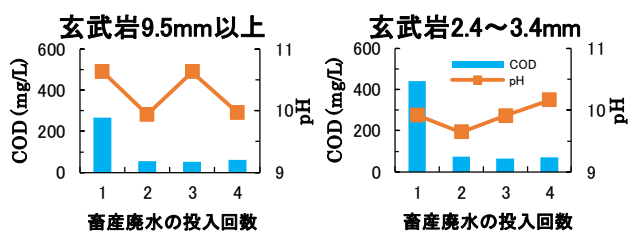


図-3 粒径が異なる濾材の比較

キーワード 微生物燃料電池、負極、人工湿地、濾材、発電、水質浄化

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学 工学部 環境生態工学研究室

化を促し、COD 除去性能が向上すると考えられる。一方、電流が流れない開回路では電流生産微生物の活動は制限される。そのような観点より、閉回路と開回路の比較を行った結果を図-2に示す。実験装置からの流出水に残存していた COD 濃度は閉回路と開回路で差は見られず、廃水の投入回数 4 回程度では電流生産微生物は十分に活性化されていなかったことが示唆された。

3.2 粒径が異なる濾材の比較

粒径が小さい濾材は大きい濾材と比べ微生物が付着する表面積が大きい。また、空隙率が小さくなるため、嫌気的条件になりやすく、アノードの条件として有利となる。そのような観点より、粒径の異なる玄武岩を用いた比較実験の結果を図-3に示す。粒径 9.5mm 以上の系と 2.4 ~ 3.4mm の系で、流出水の pH に違いは生じたが、流出水に残存していた COD 濃度に差は見られなかった。したがって、廃水の投入回数 4 回程度では濾材に付着する微生物に差が生じなかったことが示唆された。

3.3 導電性が異なる濾材の比較

導電性の異なる濾材で製作した実験装置により、5 種類の濾材を比較評価した。流出水に残存する COD 濃度と pH を比較した結果を図-4に示す。COD の残存は、活性炭、鉄鋼スラグ、銅スラグ、リサイクルガラス、玄武岩の順に高く、この順位は pH の高さとはほぼ一致した。一方、発電性能は図-5に示すように、実験開始後 27 日目の時点では、活性炭、鉄鋼スラグ、玄武岩、銅スラグ、リサイクルガラスの順に高くなり、残存 COD の高い濾材ほど、発電性能が高くなる傾向となった。3.1 の結果より、廃水の投入回数 4 回程度（実験開始後 27 日）では電流生産微生物が十分に活性化されていなかったことが示唆されており、発電性能と COD 減少量が一致しなかったと考えられた。一方、発電性能が高かった活性炭と鉄鋼スラグでは、導電性が高いことが共通していた。濾材の導電性は濾材の構成成分に依存している。図-6に活性炭を除いた 4 種類の濾材の構成成分を示す。シリカの含有量が少ない鉄鋼スラグ及び活性炭の導電性は高く、それぞれ導電率は $160 \sim 330 \mu\text{S}/\text{cm}$ 及び $500 \sim 1000 \text{S}/\text{cm}$ であるのに対し、シリカ含有量が多い玄武岩、銅スラグ及びリサイクルガラスの導電性は低く、それぞれ導電率は 0.05 、 $0.1 \sim 0.2$ 及び $0 \mu\text{S}/\text{cm}$ である。この結果より、微生物燃料電池を人工湿地に適用するための濾材として、シリカ含量が少なく導電性が高い濾材が有利であることが明らかとなった。

4. まとめ

5 種類の濾材を比較評価した結果より、微生物燃料電池を人工湿地に適用するための濾材としてシリカ含量が少なく、導電性が高い濾材が有利であることが明らかとなった。今後、長期的に実験を継続し、電流生産微生物が十分に活性化された状況で比較評価を行うことで、発電性能と COD 減少量が一致すると考えられる。

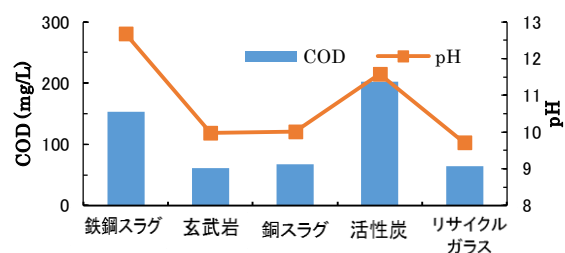


図-4 導電性が異なる濾材の比較

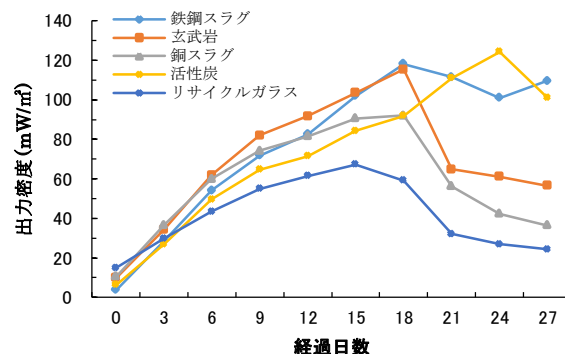


図-5 5 種類の濾材の発電性能の比較

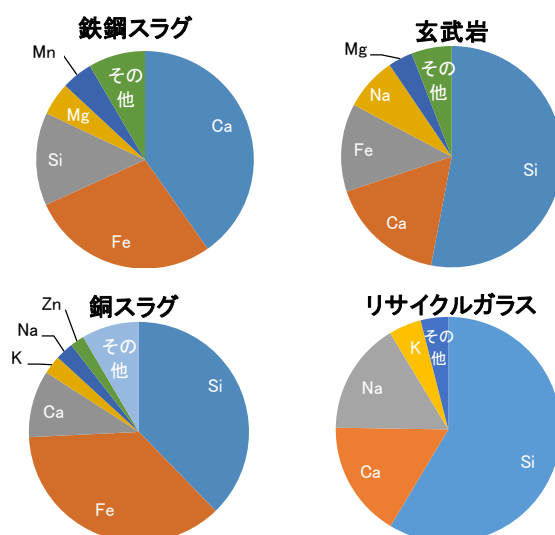


図-6 4 種類の濾材の構成成分の比較