

干満流と水平流を組み合わせた人工湿地の水質浄化性能に微生物燃料電池が及ぼす影響

日本大学 学生会員 ○野崎 陽大

日本大学 正会員 中野 和典

1. 背景及び目的

微生物燃料電池(MFC)は、燃料となる有機物の溶液中のアノード(負極)とカソード(正極)を導線で接続し、アノード上で成長した微生物が有機物を分解したときに発生する電子を回収するという仕組みである。そして、人工湿地(CW)は高い水質浄化能力を有した半自然的な污水处理システムであり、廃水中の有機物はろ床に浸透する過程でろ材によるろ過作用や吸着作用によりろ床内に濃縮され、微生物の集合体であるバイオフィームによって時間をかけて分解される。MFC システムを CW に適用した人工湿地-微生物燃料電池(CW-MFC)では、ろ床を電極かつ電流生産微生物の住処として活用できるメリットがある。本研究では 2 種類のろ材(活性炭及びゼオライト)を用いて、水平流と干満流を組み合わせた CW に MFC を導入した場合としない場合の水質浄化性能を比較し、MFC の導入効果について検証した。

2. 実験装置及び実験方法

本研究で用いたラボスケールの CW と CW-MFC の概要図を図-1 に示す。円筒カラムにろ材を 30cm 充填し、好気的環境が必要なカソードの位置はろ床表面から 10cm、嫌気的環境が必要なアノードの位置はろ床底部から 5cm とした。電極には腐食の恐れのない炭素棒を使用し、データロガー及び 10k Ω の抵抗を導線で並列につないだ実験装置を CW-MFC とし、導線でつながらない実験装置を CW とした。排水口の位置をろ床表面から 15cm として、ろ床の上半分が干満流、下半分が水平流となるようにした。排水口及び合成廃水の流入口にタイマー制御された電磁弁を取り付け、合成廃水の流入と処理水の流出を制御することで干満流を実現した。合成廃水の COD_{Cr}、全窒素(T-N)及び全リン(T-P)濃度は、それぞれ 1623mg/L、81mg/L、10mg/L とした。1 回の合成廃水の流入量は 400ml とし、1 日の流入回数を 1 回として 49 日間の浄化実験を行った(Phase1)。続いて 1 日の流入回数を 2 回とした Phase2 及び 3 回とした Phase3 をそれぞれ 12 及び 14 日間行った。定期的に実験装置から排出される処理水の COD_{Cr}、T-N 及び T-P 濃度を比較することで、水平流と干満流を組み合わせた CW への MFC の導入効果を検証した。

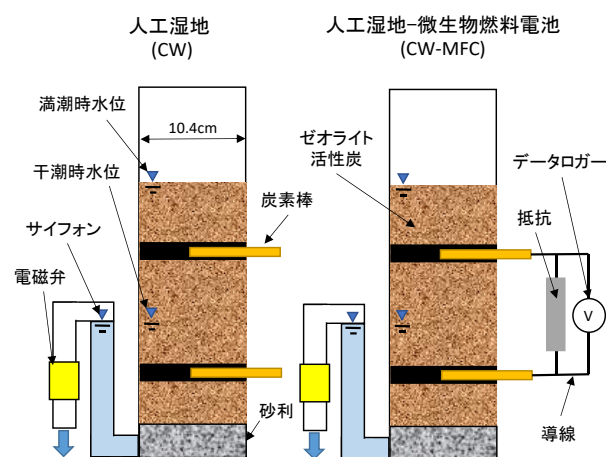


図-1 実験装置概要図

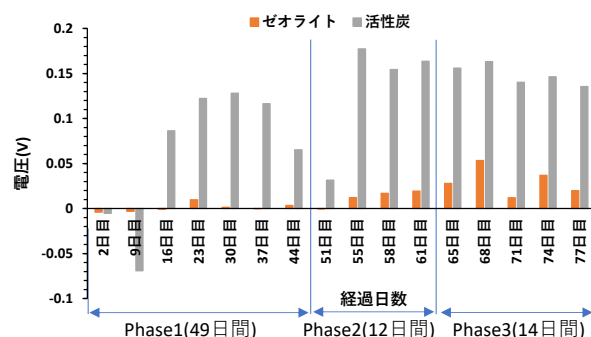


図-2 CW-MFCの発電量

キーワード: 人工湿地-微生物燃料電池、水平流、干満流、活性炭、ゼオライト

〒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 土木工学科 環境生態工学研究室

3. 実験結果及び考察

3.1 CW-MFC の発電量

CW-MFC の発電量を図-2 に示す。ろ材としてゼオライトを用いた CW-MFC では、23 日目から発電が生じ、電圧は Phase1 から Phase3 にかけて増加し、合成廃水の負荷量の増加に伴い増加する結果となった。最大電圧は 0.053V であった。一方、ろ材として活性炭を用いた CW-MFC では、16 日目から発電が生じ、合成廃水の負荷量の増加に伴い増加したが、Phase2 から Phase3 にかけては安定し、最大電圧はゼオライトの 3.3 倍の 0.177V となった。

3.2 ゼオライトを用いた CW への MFC 導入効果

ろ材としてゼオライトを用いた CW-MFC と CW の水質浄化性能の比較を図-3 に示す。発電が生じる前の Phase1(0~23)では、全ての水質項目で除去率の差が 1%程度であり、MFC の導入効果は見られなかった。これに対し、発電が生じた Phase1(23~44)では、CODcr と T-P の除去率に差が見られ、MFC の導入効果が示唆された。しかし、合成廃水の負荷量を増加させた Phase2 において MFC の導入効果が見られたのは T-P のみとなり、Phase3 において MFC の導入効果が見られた水質項目はなかった。

3.3 活性炭を用いた CW への MFC 導入効果

ろ材として活性炭を用いた CW-MFC と CW の水質浄化性能の比較を図-3 に示す。発電が生じる前の Phase1(0~16)では、全ての水質項目で除去率の差が 1%以下であり、MFC の導入効果は見られなかった。これに対し、発電が生じた Phase1(16~44)では、T-N と T-P の除去率に明らかな差が見られ、MFC の導入効果が現れた。しかし、合成廃水の負荷量を増加させた Phase2 では、T-N と T-P に見られた MFC の導入効果は無くなり、同様に Phase3 においても T-N と T-P に MFC の導入効果は見られなかった。一方、CW-MFC では、全ての Phase で 96%以上の高い CODcr 除去率が得られており、MFC の導入効果が CODcr の除去性能に現れたことが示唆された。

4. まとめ

本研究では 2 種類のろ材(活性炭及びゼオライト)を用いて、水平流と干満流を組み合わせた CW に MFC を導入した場合としない場合の水質浄化性能を比較し、MFC の導入効果について検証した。その結果、ゼオライトでは発電量が少なく、MFC の導入効果も持続しないことが明らかとなった。一方、活性炭は発電量が多く、負荷量が小さい条件では T-N と T-P 除去性能を改善するに MFC の導入効果が見られたが、負荷量を増加させると MFC の導入効果が続かないことが明らかとなった。一方、CODcr に対しては高い除去性能を維持する MFC の導入効果が期待できることが示された。

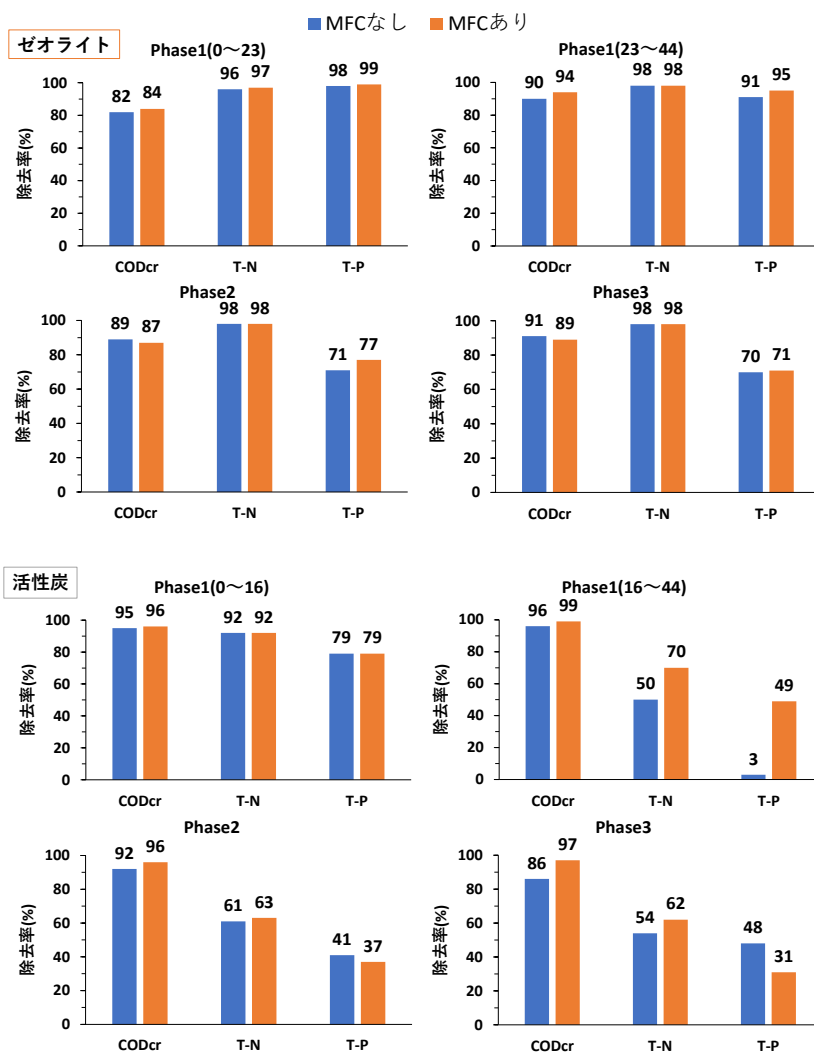


図-3 CW-MFCとCWの水質浄化性能の比較