

生物学的電気化学技術を利用した汚染底質の改善メカニズムの解明とその応用技術の創成

(独)日本学術振興会科学研究費(令和2年～令和4年度)

見島伊織

共同研究機関:群馬大学(代表:窪田恵一)、(国研)国立環境研究所、金沢大学

1 研究背景と目的

本研究は、底質改善技術である堆積物微生物燃料電池(SMFC)の最大活用を目的として、その底質内部での影響範囲の把握やメカニズム解明を行うとともに、装置のスケールアップや異なる汚染状況への適用を試みる。SMFCを汚染が進む底質へと適用することによって、浄化に伴う発電のみならず、窒素やリンの底質からの再溶出、硫化水素生成抑制等の効果も得られることが知られているが、そのメカニズムや効果的な利用方法は確立されていない。本研究では、栄養塩であるリン・窒素やそれらの溶出に深く関連する鉄の底質内部での変化の解明により、本技術の効果的活用に向けたスケールアップ・技術確立に向けた展開を試みる。

本年度は、複数の湖沼より採取した底質に対してSMFCを適用し発電性能や底質改善効果の比較を行ない、底質性状の違いがSMFCの諸性能に及ぼす影響の把握を試みた。

2 方法および結果

関東圏内の3か所の湖沼より底質を採取(底質T、底質M、底質K)し、それぞれSMFCを構築した。いずれの底質も酸化還元電位は低く嫌気的な底質であり、特に底質Mは強熱減量や炭素量が他の底質に比べ高く、有機物濃度が高い底質であった。アクリル製の容器を用いて底質毎にSMFCを構築し運転を行なった。また同形状で電気回路接続を行なわない対照系もそれぞれ同時に運転した。発電性能のほか、間隙水採水孔より定期的の間隙水を採水し、溶存有機体炭素や溶存全窒素(DTN)等を測定し、底質改善効果の評価を行なった。

今回用いた底質では底質Tが最も早く電位の上昇が観察された。一方で、最も有機物濃度が高かった底質Mは電位の上昇は緩やかであり、実験開始より60日目以降に約210mVを発揮した。SMFCの電位の上昇速度は、底質の汚濁状況が高いほど速くなる傾向にあることが報告されているが、本結果ではそれだけでは説明できない異なる傾向が得られた。発電微生物の活性に寄与する鉄濃度なども影響している可能性も考えられ、より詳細の調査が必要であった。間隙水中のDTN濃度は全ての底質でSMFCの方が対照系よりも濃度が低くなっており、SMFCの適用によって底質内部で窒素除去が進んでおり、汚濁の高い底質Mでその効果が高かった。これらより、SMFCによる底質改善は、底質の有機物濃度や窒素濃度が高いほど効果が高くなることが示唆された。