

群馬大学大学院理工学府

環境創生部門 渡邊・窪田研究室 (環境工学分野)

URL: <http://environ.ees.st.gunma-u.ac.jp/>

■研究テーマ

- 微生物機能を活用したエネルギー・資源回収型廃水処理技術
- 汚染底質を対象とした底質改善技術
- 水環境保全技術ならびに高度水質浄化技術

■キーワード

微生物燃料電池、微生物機能、水質変換、底質改善、水環境保全、物理化学作用、資源・エネルギー回収

■産業界の相談に対応できる技術分野

排水処理、上下水道、水環境保全技術、水質浄化、廃棄物処理・処分、有用資源分離・回収

■主な設備

IC、GC-MS、HPLC、LC-MS、GC、TOC計、Real-time PCR装置、落射蛍光顕微鏡、レーザー回折式粒度分布計、電気化学測定装置、恒温恒湿器、各種微生物培養・水質測定機器類 他

連絡先
環境創生部門 渡邊智秀 TEL 0277-30-1631 FAX 0277-30-1601 e-mail watanabe@gunma-u.ac.jp
環境創生部門 窪田恵一 TEL 0277-30-1633 FAX 0277-30-1601 e-mail kubotak@gunma-u.ac.jp



渡邊智秀 教授



窪田恵一 助教

研究概要

環境新技術で豊かな水環境の形成や自然共生・低炭素・資源循環社会の構築へ貢献

私たちの日常の活動や生活は、生態系を含む自然環境からの恩恵にすべて支えられています。しかしながら現代社会における大量の各種資源採取や不要物の排出に対して自然環境容量は限界に達しており、既に様々な規模で深刻な環境問題が顕在化しています。そのため、人と自然環境の調和を図り、将来にわたり持続可能な社会を構築するために環境への負荷をできるだけ小さくすることが可能な要素技術やそれらを適用したシステムの開発が急務になっています。

当研究室では、人の活動に不可欠な水や豊かな水環境の形成と維持のための水質変換技術や水質浄化技術を中心に、温室効果ガスの排出ができるだけ少ない社会や資源循環社会の構築に資する未利用エネルギー・資源の回収と利用に関わる環境新技術の研究開発に取り組んでいます。また、すでに汚染されてしまった新しい水環境の直接浄化や修復技術の開発にも取り組んでいます。対象の基本的性状や特徴を踏まえて、新規な微生物や

微生物群集としての機能に加え、化学的作用や物理的作用を駆使して革新的な効果や機能を有する技術の研究を行っています。



イオンクロマトグラフィとHPLC

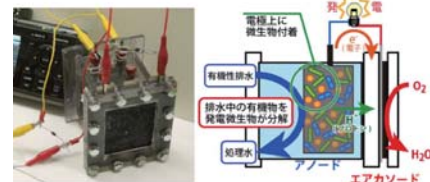
特徴と強み

新奇的な微生物機能による水処理とエネルギー回収の両立ならびに水環境浄化への展開

水環境を保全するために、廃水の処理は不可欠となっています。しかし、例えば、私たちの日常生活で生じる下水の処理には、1m³あたり約0.6kWhものエネルギーが費やされています。ところが、それにほぼ匹敵するエネルギーが有機性汚濁物質として下水に潜在しています。すなわち、活性汚泥法に

代表される現在世界的に主流の方法は、エネルギーを使用して汚れとして潜在しているエネルギーも失ってしまっているのです。

当研究室ではこのことに着目し、有機性廃水の処理とエネルギー回収を両立する創エネルギー型処理技術の開発研究に取り組んでいます。カグとなるのは、細胞外の導電性物質へ電子を放出可能な発電微生物と呼ばれる微生物で、生物学的にも非常に強い関心が持たれています。図のように発電微生物が集積したアノードと酸素が電子受容体となる反応が生じるカソードを組み合わせて、導線で繋ぐと廃水中の有機物の分解(水の浄化)と同時に電流が流れます。微生物の代謝であたかも有機物が燃料となり電気が発生するので微生物燃料電池と呼ばれています。



微生物燃料電池の概要 (一槽式MFCの例)

この仕組みでは、これまで、廃水中の有機物だけが除去可能と考えられてきました。これに対し、当研究室では、有機性廃水に常に含有されてその除去が不可欠となっている窒素成分に着目し、カソードに硝化細菌を集積して機能の複合化を図ることで、有機物および窒素除去が単一の槽内で完結可能で、電気的な出力性能も向上することを実証しました。また、出力の更なる向上や高効率化を目指して、低廉で高性能なカソード触媒の開発やそれを用いたエアカソードの開発の取り組みも進めています。このほかにも、酸素を利用するカソードに代えて、脱窒細菌を集積したバイオカソードを用いるとカソードで硝酸イオンの除去(脱窒)が可能であることを明らかにし、硝酸イオンで汚染された地下水の浄化技術への適用を試みるなど、本技術の適用範囲拡大に関する試みも進めています。

一方、水環境の直接浄化・修復を目指して、ヘドロが厚く堆積して深刻な状態となった港湾や湖沼の底質を対象とし、底質へアノード、海水中にカソ

ードをそれぞれ設置することで微生物燃料電池の仕組みを応用した新しい浄化技術の開発を進めています。ラボ試験に加えてフィールド試験(写真)も実施し、底質環境の大幅な改善されることを実証しました。深い水底まで外部から酸素を供給することなくヘドロと化した底質の浄化が可能で、新しい底質改善技術としての展開が期待されます。また、本技術の適用によって、底質に蓄積されているリンや窒素のような栄養塩類が水中に再溶出することを抑制することもわかり、栄養塩類の封じ込めによる赤潮・青潮の発生防止の効果も期待されます。

ここで紹介した以外にも、さまざまな微生物機能や物理化学作用による水質浄化や水環境保全技術の開発にも広く取り組んでいます。



実底質汚染環境への適用試験 (左: 装置外観、右: 実際に埋め込んだところ)

今後の展開

さらなる可能性の拡大と実用へ向けて

発電微生物の機能の水処理への活用では、「直接発電」に加え、有機物除去のために曝気が必要で汚泥の発生量が少なく、現在主流の活性汚泥法に代わる可能性を有する大きな魅力といえます。さらに、既存の創エネ型処理であるメタン発酵法では対応が困難であった下水のような低濃度有機性廃水への適用性も大きな特徴です。とはいえ、未解明の現象や不明な点が多く、また、実用へ向けての越えるべきハードルもあります。これまで培ってきた生物学的廃水処理や生物電気化学システムに関する研究経験を活かし、現象を深く掘り下げつつ、新しい工夫や発想を加えて、適用性の拡大や実用を目指した取り組みを展開していく予定です。