

研究成果報告書

研 究 題 目		バイオテクノロジーを用いた自立型水処理装置の開発のための基礎的研究	実 施 年 度
			2018 年度
代 表 研 究 者	所 属	松江工業高等専門学校 環境・建設工学科	
	氏 名	山口 剛士	印
1. 研究の目的・背景 研究全体の最終目的としては、農村部や新興国に適用できる完全自立型水処理装置の開発を行うことである。また、世界的な環境問題としてプラスチックの廃棄が挙げられる。水処理装置に関してもプラスチック材料を用いた場合が多く、廃棄する際に問題になることが容易に考えられる。そこで、生物分解できる有機物を用いたリアクターや簡単に設置や撤去ができる水処理装置の開発が必要となるのではないかと考えている。 本研究ではその環境負荷が少ない完全自立型水処理装置の開発する上で重要となる基礎研究として、有機物である竹を用いてリアクターを作成し、微生物担体として竹炭を用いることができるのかを解明することを目的とした。竹炭内には、多孔があるため水処理に必要な微生物が住み着き、微生物担体として適用可能であると考えている。また、竹炭を用いることでプラスチックの問題を解決するだけでなく、地域の問題となっている竹害を防ぐことも可能となる。さらに、竹炭は世界各国で手に入れることが可能であるため、日本に限らず世界でリアクター設置が可能である。従って、本研究を行うことで地域の問題を解決するだけでなく、電力が乏しい世界の水環境を改善することが可能となる。本事業では、島根県の地域の課題である斐伊川や宍道湖に流入する化学肥料由来の高アンモニア、高リンによる富栄養化に着目し、有機物を用いたリアクターで水処理ができるのかを検討を行った。			

2. 研究成果及び考察（申請時の計画に対する達成度合を織込む）

バイオリアクターの設置及び稼働

バイオリアクターに用いた竹は、松江高専内から採取し、竹の節を利用した処理槽を設けた。生物担体である竹炭は、順養期間として下水処理を行っている活性汚泥に1週間度浸した後、本水処理装置の生物担体として1層から4層の各層に設置した。その後、フェーズ毎に実験条件を変更させ、本水処理装置を稼働させた。

水処理成果

まず、活性汚泥で順養させた竹炭を水処理装置に設置した後、模擬排水を流入させたところ、15日までに窒素除去率が79%まで上昇した。しかし、18日以降では31%まで窒素除去率が低下した。その原因として、運転開始15日までは竹炭による栄養塩の吸着能により窒素化合物が減少し、窒素除去率が低下した18日目以降では、微生物により窒素除去が起こっていると考えた。その後、運転開始93日目に各層における水質プロファイルを行った結果、アンモニア態窒素の除去率は約93%を達成した（Fig. 1, A）。しかし、硝酸態窒素として排水中に残存していることが明らかとなった。この結果から、本水処理装置内には、硝化反応を担う硝化細菌が存在しているが、脱窒反応を担う脱窒性細菌が存在していないことが考えられた。従って、101日目以降は、脱窒性細菌の増殖に必要な有機物としてメタノールを下層である3層から流入させた。その結果、環境省が定める環境達成基準である0.4 ppmを達成した。環境達成基準を達成した128日目に各層のプロファイルを行った（Fig. 1, B）。その結果、下層である4層において脱窒反応が顕著であった。また、上層の1層においてもすでに環境達成基準を下回っていることが明らかとなった。以上の結果から、稼働日数を長くすることで有機物であるメタノールを添加せずとも環境達成基準を下回ることが明らかとなった。しかし、脱窒性細菌の増殖に必要なメタノールを添加することで、窒素除去率を向上させることができることが明らかとなった。

生物担体である竹炭内の微生物群集構造解析

以上の水質結果が微生物による生物反応であることを確認するために、竹炭を Scanning Electron Microscope (SEM) 及び分子生物学的手法を用いて明らかにした。まず、窒素除去率が高い時期に竹炭を SEM に供したところ、竹炭の細孔に細菌が存在している様子を撮影することに成功した。さらに、分子生物学的手法により微生物叢を明らかにした結果、硝化・脱窒を担うアンモニア酸化細菌やアナモックス細菌などが存在していることが明らかとなった。さらに、メタノールを添加した後、脱窒性細菌である *Azonexus* 属や *Methylibium* 属に属する微生物の割合が増加しており、それらの微生物により脱窒反応が生じていたことが明らかとなった。

以上の結果から、竹炭を用いた水処理装置は、バイオテクノロジーを利用した水処理装置として利用できる可能性が高いことが示唆された。しかしながら、未だ本処理装置とキャパシタと組み合わせることができていないが、キャパシタについては電力の問題なので、実現可能性が非常に高いと感じている。

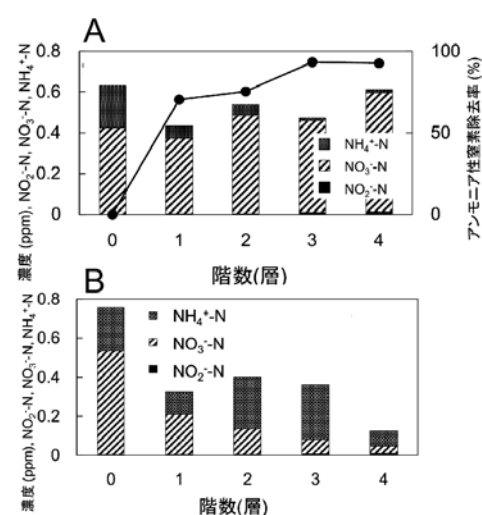


Fig.1 各層における水質プロファイル結果.

A: 93 日目, B: 128 日目

3. 経費の使用状況（申請時の計画に対する実績を記述）

・設備備品費 送液ポンプ

チュービンポンプ（アズワン TP-10SA） 57,240 円

・消耗品費 一式 196,960 円

・その他 微生物解析用外注

微生物解析 145,800 円

※詳細は、会計報告書に記入済み

4. 将来展望（今後の発展性、実用化の見込み等について記述）

本研究により、竹及び竹炭を用いた水処理装置により、湖沼における環境達成基準を満たすことができることが明らかとなった。また、竹炭は細孔による栄養塩の吸着が期待できるだけでなく、生物担体としても利用可能であることが明らかとなった。今後は、本研究の最終目的である竹と竹炭を用いた自立型の回転円盤法の適用を試みて行く予定である。本手法を開発する上で重要となるのが酸素供給を行わず、酸素がない無酸素状態と酸素が存在する好気状態を作り出すことである。本研究により、竹炭を用いることで酸素が必要な硝化反応及び酸素を必要としない脱窒反応が同時に起こっているため、回転円盤装置に竹及び竹炭を利用しても好気・無酸素の状態が作り出せると考えている。従って、本研究で得られた結果から、本研究の最終目標である回転円盤装置の開発の実用化も近いと期待できる。最後に、回転円盤装置の開発に関しても貴財団の試験研究 A に申請したいと考えている。

5. 成果の発表（学会での発表、学術誌への投稿等を記載。予定を含む）

本研究は、回転円盤装置の開発に向けた基礎的研究であるため、学術雑誌への投稿や学会による発表は難しいと考えている。しかし、本研究を元にした今後行う予定である回転円盤装置の開発に成功した際には、十分に学会発表や学術論文として発表できる内容である。