

大阪科学・大学記者クラブ 御中
(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)

2024年8月8日
大阪公立大学

バイオフィルムで排水処理！ 土台となる発泡プラスチックの性能を検証

<ポイント>

- ◇プラスチックを発泡させることで表面積が増え、バイオフィルム形成量が増加。
- ◇活性汚泥から形成したバイオフィルムでも、窒素化合物を問題なく除去できることを確認。
- ◇廃棄バイオマスを追加した発泡プラスチックでは、さらに性能が高まることを確認。

<概要>

下水や排水に含まれる窒素化合物は、水環境の悪化や健康被害をもたらす原因となります。窒素化合物の除去方法の一つに、担体の表面に付着した硝化・脱窒*細菌が形成する、ぬめり気のある粘着物（バイオフィルム）を用いる方法があります。

大阪公立大学大学院工学研究科の東 雅之教授、尾島 由紘准教授、蒲生 智郷氏（当時 博士前期課程2年）と、関西化工株式会社の共同研究グループは、発泡させたポリプロピレン製の担体（図1）を用いて、バイオフィルムの形成や窒素除去に与える影響を調べました。担体を発泡させることで表面の質感が変化し、細菌が付着しやすくなり、表面積も約3倍に増加します。モデル細菌を用いてバイオフィルムの形成量を比べたところ、発泡担体では形成量が約44倍に増加しました。さらに、活性汚泥を用いて形成したバイオフィルムでも、硝化・脱窒機能が働くことを確認し、合成排水中に含まれる窒素化合物の除去にも成功しました。さらに、発泡プラスチック担体に廃棄バイオマスを追加することによって性能が高まることを明らかにしました。



図1 ポリプロピレン製の発泡担体

本研究成果は、2024年7月10日に国際学術誌「Environmental Technology & Innovation」のオンライン速報版に掲載されました。

本研究では、発泡ポリプロピレン担体へのバイオフィルム形成を確認し、微生物を保持した担体を硝化・脱窒プロセスに応用しました。発泡ポリプロピレン担体の処理性能を明らかにできて嬉しく思います。初めての論文投稿で不安もありましたが、論文執筆や実験について先生方と議論を重ねて根気強く取り組み、最終的に論文が受理された時は大きな達成感が得られました。今まで指導してくださった先生方、実験材料を提供してくださった会社の皆さま、ありがとうございました。



蒲生 智郷氏
(筆頭著者、2024年3月卒業)

<研究の背景>

古くから、水の浄化には微生物が活用されてきました。この方法は一般的に活性汚泥法と呼ばれ、排水に含まれる有機物を微生物が取り込み、余剰となった微生物が沈澱として除かれることで、水を浄化します。最近では、浮遊した微生物に代わり、プラスチック担体に付着したバイオフィルムを活用する、流動床式生物膜担体処理法 (MBBR) が増えています (図 2)。本手法では、使用するプラスチック担体の性能が重要なため、担体の形状や材質などが研究されてきました。例えば、ポリウレタンを材質とし、表面積を増やすために発泡した担体などが開発されていますが、耐久性が低いなどの課題があります。一方で、ポリプロピレン (PP) は強度が強く安価な材質で、発泡 PP を用いた MBBR 担体も市販されていましたが、その性能はこれまできちんと評価されていませんでした。



図 2 流動床式生物膜担体処理法 (MBBR) の模式図

<研究の内容>

本研究ではまず、モデル細菌として脱窒細菌 *Paracoccus pantotrophus* を用いて、発泡 PP 担体の性能評価を行いました。その結果、*P. pantotrophus* によるバイオフィルム形成量は、PP 担体と比べて大幅に増加すること (図 3)、また形成したバイオフィルムは脱窒機能を有することを確認しました。

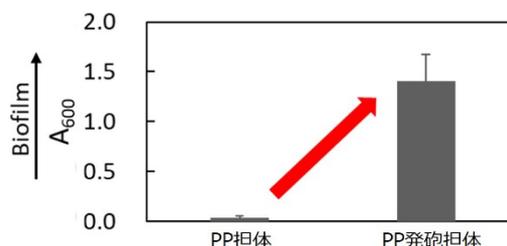


図 3 発泡によるバイオフィルム量の増加

次に、排水処理施設の活性汚泥を用いて、発泡 PP 担体の性能評価を行いました。その結果、モデル細菌を使用した場合よりも、バイオフィルムの形成量が増加することを確認しました。また、バイオフィルムを形成する微生物相を解析した結果、硝化や脱窒反応に関与することが知られている微生物種が含まれていることが分かりました。そこで、硝化槽および脱窒槽の活性汚泥由来のバイオフィルムを用いて、実際の排水を模した合成排水からの窒素化合物の除去を試みたところ、それらを完全に除けることが確認できました (図 4)。

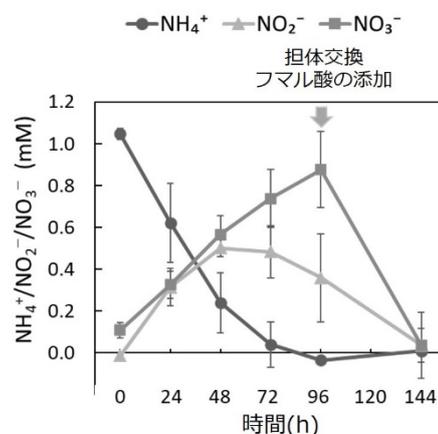


図 4 合成排水からの窒素化合物の除去

最後に、発泡 PP 担体に廃棄バイオマスを追加した担体の性能を評価しました。その結果、廃棄バイオマスの追加により、バイオフィルム量が増加し性能が高くなることを確認しました。廃棄バイオマスがバイオフィルムを形成する微生物との親和性が良く、栄養源にもなることがその要因であると考えられます。

<期待される効果・今後の展開>

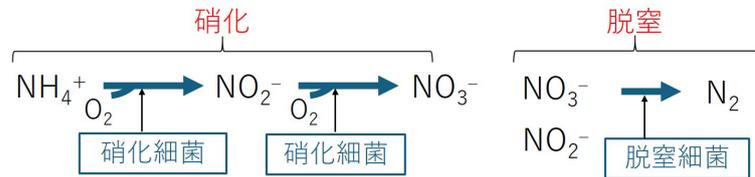
今回の研究により、発泡 PP 担体の優れた性能を実証することができました。例えば、陸上養殖場など、窒素化合物の除去が必要な排水は多種多様なため、今後はさまざまな排水へ優れた適性を示すことの証明が必要です。また、廃棄バイオマスの追加が、担体の性能改善に繋がることが分かりましたが、添加物の種類などを検討することで、さらなる性能強化にも繋がると期待されます。

<資金情報等>

本研究で使用したプラスチック担体や活性汚泥などは、関西化工（株）より提供を受けました。

<用語解説>

※ 硝化・脱窒…硝化過程では、排水中のアンモニアなどの窒素化合物が亜硝酸を経由し、硝酸まで酸化される。また、脱窒過程では硝酸、亜硝酸が窒素ガスに還元される。



<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Environmental Technology & Innovation

【論文名】 Nitrogen conversion performance of a polypropylene carrier designed to promote biofilm formation through foaming

【著者】 Tomoki Gamo, Yoshihiro Ojima, Sayaka Matsubara, Yoshihiro Fukumoto, Masayuki Azuma

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1016/j.eti.2024.103747>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院工学研究科
教授 東 雅之（あずま まさゆき）
TEL : 06-6605-3092
E-mail : azuma@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：竹内
TEL : 06-6605-3411
E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp