

藤森科学技術振興財団 研究実施概要報告書

(西暦) 2022年 5月 31日

公益財団法人藤森科学技術振興財団
理事長 藤森 明彦 殿

藤森科学技術振興財団の助成金による研究が終了しましたので、下記のとおり報告をいたします。

所属機関 長浜バイオ大学

職 名 教授

氏 名 小倉 淳 

【提出書類】

- (1) 研究実施概要報告書（本紙）
添付書類（A4版3枚以内）：研究状況を示す写真等の資料
- (2) 収支報告書
添付書類：助成金を充当した経費の領収書
領収書を添付しない場合：支払一覧表と支払部門担当者確認署名

⑤

(1) テーマ ※スペースが足りない場合は、枠を追加いただいて構いません。

微細藻類を用いたマイクロプラスチック除去技術の開発

(2) 本研究の期間

(西暦) 2021年4月～2022年3月

(3) 本研究の目的

近年、世界的に海洋や湖沼の水質汚染源としてプラスチック問題がクローズアップされている。特に海洋では、海洋生物の誤飲による死亡例も多数報告されている。この問題に対して、ストローやビニール袋などのプラスチック製品の使用を控える動きが世界的に行われており、一方、すでに海洋や湖沼といった環境に流出したプラスチックの回収・除去を行う運動も盛んに行われている。しかし、目視での確認・回収が難しいマイクロプラスチック(MPs)の回収・除去の手法についての開発はほとんど進んでいない。MPsは紫外線などで劣化したプラスチック片で、微小な多孔質構造を持つため、鉛や水銀などの重金属を吸着し、誤飲した魚介類などを介した生物濃縮による人体への悪影響も危惧されている。

この問題に対し、我々は環境中に広く生育する微細藻類を用いてMPsの回収・除去を行う技術を開発し特許を出願した。微細藻類は移動や抗ウイルスのために粘質物を分泌するが、当該研究ではこの微細藻類に付随して生じるぬたやドロと呼ばれる粘質物を利用してMPsの回収・除去を行うが、この付着有機物塊が発生するメカニズムの解明が進んでいない。そこで、本研究では、微細藻類を用いたMPs除去槽の安定運用を可能にする開発を目的とする。

(4) 本研究の概要

微細藻類由来多糖から成る粘質物は抗ウイルス活性や血糖値、コレステロールの低下作用などの生理機能を持ちながら、環境水中でこれらの粘質物が大量に蓄積されると魚網などを損傷して漁獲量を著しく低下させる問題が存在する。しかし、このぬたやドロと呼ばれる現象が生じるメカニズムの理解は進んでおらず、本研究によってこれらの粘質物の大量発生メカニズムが解明されることによって、海洋資源利用の際に生じる問題を解決することができると考えている。

さらに、これら粘質物の発生メカニズムの解明が進めば、大規模な藻類培養中に意図的に粘質物を発生させることや、海洋中での付着有機物塊発生の抑制による漁獲量の安定などにつながり、当該研究においては、微細藻類培養槽内で意図的にぬた現象を引き起こし、MPs 吸着作用のある粘質物を大量に産生し、MPs 汚染水を流入させることで微細藻類由来の粘質物に MPs を吸着・回収可能である。本研究では、ぬたの発生制御を行うことでより効率的な MPs 除去槽の開発につなげる。本研究では、安定したぬた現象の発生制御手法の確立及び、ぬたの回収方法の検討を行う。

現在使用しているフィルターでの回収方法では既存の濾過システム同様、定期的なメンテナンスや微細藻類の回収が必要となりランニングコストが高くなる傾向がある。また、MPs 吸着前後の微細藻類が飼育水槽に混入することを避ける必要もある。

革新性：MPs による水質汚染を生物的な作用を利用して回収することで取り除く浄水システムで、既存の浄水システムに組み込むだけで実用可能になる既存のシステムへの簡便な置き換えができるという優位性も持ち合わせている。

先見性：MPs による水質汚染問題は近年、特に問題となっているが環境水からの除去方はいまだに確立されていない。また、島嶼国である日本は水産資源の管理が必要であるため、微細藻類の増殖による赤潮やぬた現象の発生メカニズムを明らかにすることは本研究だけでなく水産資源管理の観点から見ても重要である。

独創性：既存の微細なフィルターを用いて濾し取る手法では、フィルターの目詰まりやフィルター径より微細な MPs の回収を行うことができない。微細藻類を用いた回収技術は微細藻類が MPs 片を含んだ凝集塊を作るため、MPs のサイズによる影響を受けない。

(5) 本研究の内容及び成果

1. 褐藻を用いたマイクロプラスチックの回収/除去の確認と検討

微細藻類においてはさまざまな藻類が多糖類から構成される粘着性物質を分泌している。どのような微細藻類がマイクロプラスチックを効率的に回収/除去するかを検討するために、まず国立環境研究所の微生物系統保存施設が系統維持をしている褐藻 *Acinetospora crinite* (NIES-548) の培養を行い、マイクロプラスチックの回収/除去の状況を確認した。培養は 200ml スケールで行い、擬似マイクロプラスチックとして 90 μ m の蛍光ビーズ(20 particles/ml)を用いた。



図1 *Acinetospora crinite* の培養状況と顕微鏡写真

培養しているフラスコごとトランスイルミネーターに乗せて撮影を行ったところ、褐藻の軍隊の中に凝集したと思われる 90 μ m 擬似マイクロプラスチックが確認された。



図2 褐藻により改修されたマイクロプラスチック

さらに、擬似マイクロプラスチックが藻類群体に吸着されているかを確認するために、マイクロプラスチックの蛍光と褐藻の自家蛍光が両方観察できる波長で観察を行ったところ、確かに絡め取られる様子があった。

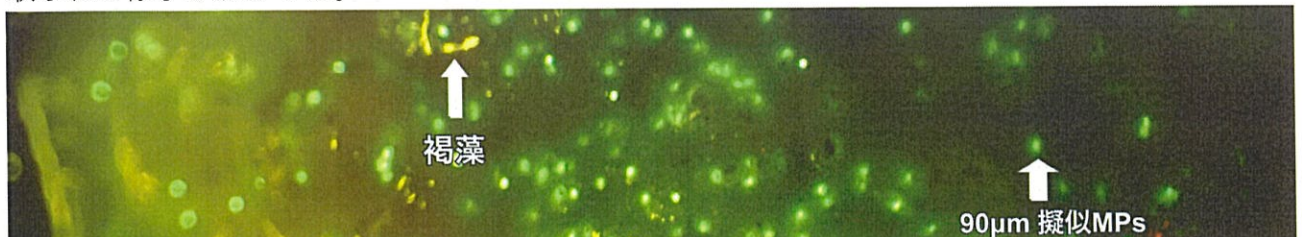


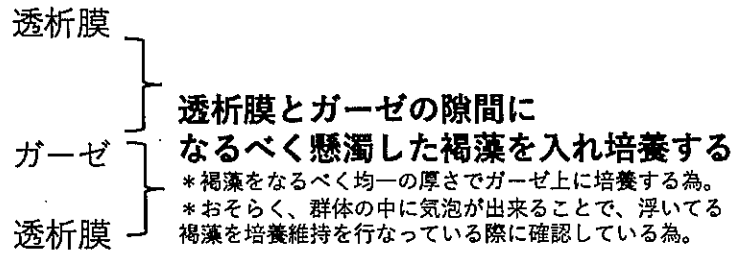
図3 蛍光マイクロプラスチックと褐藻の自家蛍光の同時観察

(6) 本研究の考察

本研究の結果から、褐藻がぬたを形成しマイクロプラスチックを回収/除去できることがわかった。一方、問題点としては、細胞が均一に懸濁できず、細胞数を揃えた実験ができないことがわかり、条件ごとのマイクロプラスチック回収率/除去率の比較ができないことが難点であるとわかった。

そこで、同じ培地、スケールで培養をおこなった際は、細胞の増殖における低蒸気の細胞数が揃うことを利用し、透析膜で挟んだガーゼなどに付着させる形で培養を行い、ガーゼの面積で細胞数を揃える必要があることが示唆された。

イメージ



今後の実証試験に向けては、スケールを上げながらマイクロプラスチックの回収能の測定・評価を行なっていく必要がある。そこで下記のような評価方法を検討しており、実施していく予定である。

現在の方法

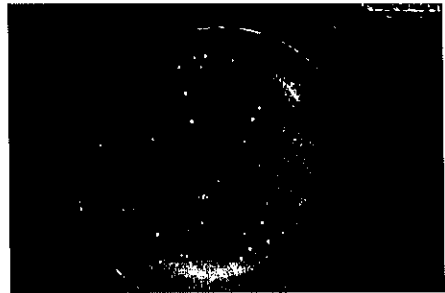
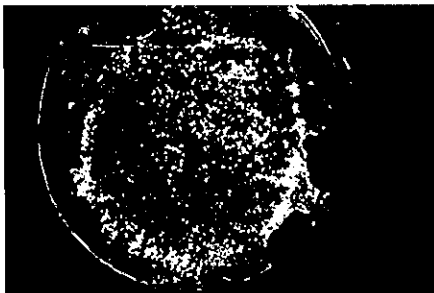
10µm or 0.45µm filter で一定量濾過を行いトラップしたMPsを脂肪滴染色試薬のNile redで染色し、蛍光顕微鏡下やトランスイルミネーターなどで目視またはImage Jにより解析を行う。

長所

- 一定以上のサイズであれば比較的正確な解析が可能
- 特殊な機械（赤外顕微鏡など）を必要としない
- 比較的簡単で安価

短所

- 夾雑物（藻類・魚のフンなど）が多いとfilterでトラップする際に詰まる
- 解析できるサイズに限界がある



約125µm のPVCの粉末を使い5Lスケールでプレ実験を行った際の結果、左の写真はコントロールとしてPVCのみで珪藻が入っていないサンプルを濾過した物、右の写真はPVCに加え珪藻を加えたサンプルを濾過した物、夾雑物（珪藻）によりfilterが詰まってしまう濾過が進まなくなった為、途中で濾過を中止した。

⑤

(7) 共同研究者（所属機関名、役職、氏名）

長浜バイオ大学、プロジェクト特任助教、田端裕正

(8) 本研究の成果の公表先

小倉淳, 田端裕正 “藻類培養技術～屋内外大量生産・各種処理評価／トラブル対応・商業化に向けた取り組み”, 2021, ISBN 978-4-86502-219-3

[注] この報告書を当財団のホームページ等に掲載します。予めご了承ください。