

REHSE「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」

2023年度 研究活動報告書

漂着する自然系ごみの木材を利活用した機能性材料の開発とその物性

富山県立魚津工業高等学校 環境科学部

1. 背景

地球温暖化防止・プラスチック問題の解決や、再生可能な生物由来の資源の活用を経済成長に結びつけるバイオエコノミーの観点から、製材やエネルギー燃料といった従来の木材利用とは異なる分野に応用可能な木質系新素材の研究が注目を集めている。そこで、CO₂排出量の観点からも自然系ごみの木材を有効に利活用した環境に優しい工業材料の提案が求められる。

2. 目的

本校は海岸に近く、漂着ごみの回収を定期的に行っている。漂着ごみの分類調査を実施したところ、自然系ごみの漂着量が多いことが分かっている。本校環境科学部は、人工系ごみであるプラスチック材料の利活用に注目してきたが、自然系ごみの木材の活用に関する研究は行っていない。

そこで、本研究は、流木を微細化する手法を検討し、吸着剤として利活用することを目的とする。

3. 活動内容

3.1 出前講義

日時：令和5年11月3日(金)10時00分～12時00分

場所：富山県立魚津工業高等学校

講義題目：「海洋マイクロプラスチック問題と水田の深いつながり」

講師：石川県立大学（環境科学科）准教授 勝見 尚也 氏



3.2 見学

①日時：令和5年10月15日（日）

場所：魚津環境フェスティバル

見学の目的：魚津市内の団体の環境保全活動について意見交換するため

②日時：令和6年2月7日（水）（予定）

場所：魚津埋没林博物館

見学の目的：海域における流木の性質について学ぶため



3.3 その他の活動

①環境イベントなどへの出展

アースデイ新川 令和5年5月23日（土）、アースデイとやま 令和5年10月1日（日）、魚津環境フェスティバル 令和5年10月15日（日）、魚津工業高校文化祭、令和5年10月28日（土）

環境分析を楽しく体験して、アート作品に加工するものづくり教室を開催した。幼児から大人まで多くの方にペーパークロマトグラフィーを体験して、しおりやうちわを作製した。

②環境分析「プラスチックに含まれる規制物質の分析」

プラスチックに含まれる規制対象物質である可塑剤のフタル酸エステルの分析をした。本校に導入されたGC/MSを活用して、サーモフィッシ



ヤーサイエンティフィック（株）にご協力いただき研究を進めた。

4. 研究の成果

4. 1 研究計画

- (1) 漂着物調査
- (2) ベントナイトによる吸着モデル実験
- (3) 木材の粉碎方法の検討
- (4) 木材による吸着実験

4. 2 実験操作

(1) 漂着物調査

調査日時：4月22日9時～12時又は4月25日14時～17時

調査場所：魚津市経田海岸周辺（片貝川河口付近）

調査方法：漂着物の分類を目視確認した。

(2) 木材の粉碎

流木のモデルとして、伐採木と廃材を使用して粉碎方法を検討した。今回は、家庭で伐採された木材（沙羅樹）と富山県立高岡工芸高等学校工芸科から排出された木工作品の廃材（ケヤキ）を強力粉碎機で10分粉碎した。粉碎後の試料は、電子顕微鏡により表面観察と粒子径を調べた。

(3) 染色排水処理実験

吸着剤として、ベントナイトまたは木材とカチオン性界面活性剤である Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB) を使用した。また、染色排水モデルとして Methyl orange (MO) を用いた。1～10 wt% のベントナイト又は木材に 1 wt% CTAB 水溶液を重量比 CTAB：ベントナイト（又は木材）＝10:0～0:10 になるように混合し 0.03 mmol/L MO 水溶液を 10 mL 加えて、5分から3時間マグネチックスターラーで攪拌した。吸着後の試料は、紫外可視分光光度計（日本分光 V-770）を用いて MO 水溶液の特性吸収波長における積分値の変化を調べた。

(4) 走査電子顕微鏡観察

粉碎した木材の粒子状態を確認するため、走査型電子顕微鏡（日本電子 JSM-IT20-SU3800）による観察を行った。粉碎した木材を直接カーボンテープに固定して、加速電圧 20 kV で観察した。また、観察試料は蒸着せずそのまま観察した。

4. 3 結果と考察

(1) 経田海岸の漂着物調査について

4月下旬に経田海岸の漂着ごみを調査した。その結果を図1～2に示す。プラスチック類、発泡スチロール類、紙類などたくさんの漂着物が存在することを確認した。この結果は、環境科学部で定期的に調査している結果と変化がなかった。今回注目した漂着物は、その他人工物に分類した自然系ごみの木材である。近年問題視されるプラスチック類の漂着ごみよりも多数の木材を確認した。調査範囲は、片貝川河口であることから多数の木材が漂着したのではないかと考えた。

(2) ベントナイトを吸着材にした吸着処理実験

(モデル実験)

漂着ごみの木材を使用する時は、土砂成分の混入が想定されるため土の成分であるベントナイトを使用して染色排水の処理実験を行った。これを染色排水処理実験のモデル実験とした。図3は、1 wt%ベントナイトと 1 wt% CTAB 水溶液を使用して処理した吸着実験の外観写真を示す。また、図4は、5 wt%ベントナイトと 1 wt%CTAB 水溶液を用いた処理実験の外観写真を示す。5 wt%ベントナイトと 1 wt%CTAB の系で

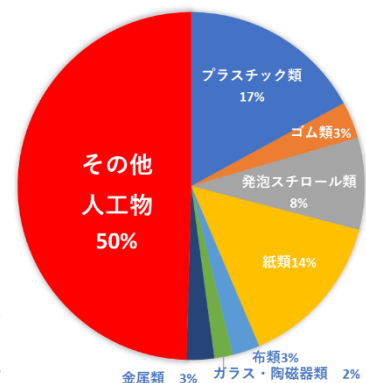


図1 漂着ゴミ調査の分類



図2 漂着した木材

は、ベントナイトと CTAB の重量比が 5:5 のとき 5 分間の吸着処理後、上澄み液が無色透明に近づいた。しかし、1 wt%ベントナイトの系は、図 3 よりどの割合でも吸着処理ができなかった。このことから、吸着材と CTAB の濃度により MO の吸着状態に違いが見られることが分かった。

また、今回の実験よりベントナイトの濃度が小さくなると、MO が吸着されなかったことから、ベントナイトに吸着する界面活性剤にさらに過剰な界面活性剤が疎水性相互作用によって固定化し、表面がカチオンになるため静電気相互作用によって再分散が起こるため、MO の吸着が十分にできなかったと考察した。

一方、吸着処理できた 5 wt%ベントナイトと 1 wt% CTAB は吸着剤のベントナイトが黄色に着色した。このことから、ベントナイトに吸着した CTAB の炭化水素部分にメチルオレンジが疎水性相互作用によって吸着し、このベントナイトがさらに凝集することで沈降して MO を除去したと考えた。

(3) 伐採木 (沙羅樹) を用いた吸着実験

ベントナイト系の知見をもとに、吸着処理できた配合比を参考にして吸着実験を行ったが、MO を除去することが出来なかった。そこで、配合比を検討し直し、10 wt%沙羅樹と 1 wt% CTAB を混合して、3 時間攪拌し上澄み液を吸光度測定した結果を図 5 に示す。木材:CTAB=7:3 は MO の吸収が 0 に近づいたことから MO が木材に吸着し、溶液が無色透明に近づくことが分かった。図 6 に粉碎した木材の SEM 観察の結果を示す。これより、均一ではないが、約 10 μ m の木材に粉碎できたことが確認できた。木材の粒子はベントナイトよりも大きいことが分かる。従って、吸着に必要な木材と CTAB の配合が異なると考えた。

次に、最適条件で吸着時間を検討した。図 7 に、木材:CTAB=7:3 の経時変化を調べた結果を示す。ベントナイトは 5 分で吸着したが、沙羅樹は約 3 時間必要であることが分かった。

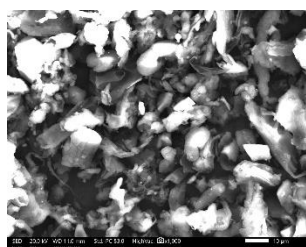


図 6 粉碎後の木材の SEM 像 (沙羅の木)

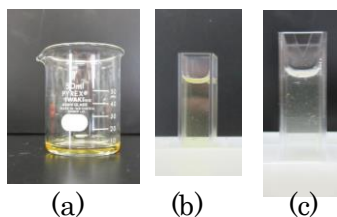
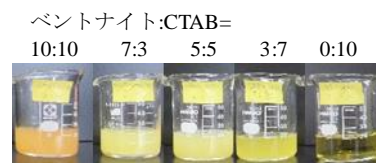


図 7 沙羅樹による吸着時間の検討 (a)MO (b) 30 min (c)3hr

(4) 廃材 (ケヤキ) を用いた吸着実験

沙羅樹系の知見をもとに、吸着処理できた配合比を参考にしてケヤキを使った吸着実験を行った。10 wt%木材と 1 wt% CTAB を混合して、所定時間攪拌した結果を図 8 に示す。沙羅樹と同様に、木材:CTAB=7:3 が最も MO を吸着できることが目視確認できた。しかし、ケヤキから抽出された成分による影響であるかは明らかではないが、分光光度計より MO の吸着が正確に確認できなかった。以上の結果、吸着剤の形状またはサイズにより配合比や吸着時間は異なるが、木材を用いて染色排水を処理することが可能であることが明らかとなった。



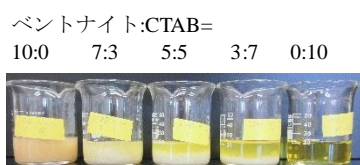
(a)



(b)

図 3 1 wt%ベントナイトの吸着実験

(a)攪拌前、(b)攪拌後



(a)



(b)

図 4 5 wt%ベントナイトの吸着実験

(a)攪拌前、(b)攪拌後

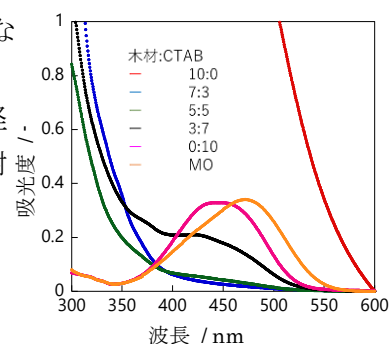


図 5 10 wt%沙羅樹の吸着実験

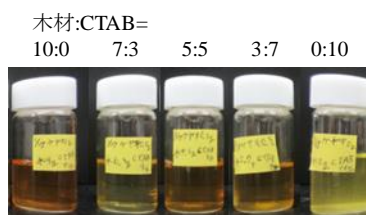


図 8 10 wt%ケヤキの吸着実験

5. 研究成果の発表

①日時：令和5年9月18日(月)10時00分～11時00分

発表の場：第68回くろべフェア

発表題目：「自然系ごみの利活用に関する研究」

発表形態：口頭発表 ポスター発表 その他

発表者名：内浦 琉惺（1年）、徳光 伶王（1年）、戸出 晴（1年）



②日時：令和5年10月1日(日)10時00分～16時00分

発表の場：アースデイとやま 2023

発表題目：「経田海岸付近の漂着物について」

発表形態：口頭発表 ポスター発表 その他

発表者名：内浦 琉惺（1年）、徳光 伶王（1年）、戸出 晴（1年）



③日時：令和5年10月15日(日) 10時00分～16時00分

発表の場：第29回魚津環境フェスティバル

発表題目：「漂着する自然系ごみの木材を利活用した吸着剤に関する研究」

発表形態：口頭発表 ポスター発表 その他

発表者名：内浦 琉惺（1年）、徳光 伶王（1年）、戸出 晴（1年）



④日時：令和5年11月3日(金) 10時00分～12時00分

発表の場：環境講演会 2023

発表題目：「環境科学部の環境保全活動について」

発表形態：口頭発表 ポスター発表 その他

発表者名：内浦 琉惺（1年）、徳光 伶王（1年）、戸出 晴（1年）



⑤日時：令和6年2月3日(土) 13時00分～16時00分（予定）

発表の場：令和5年度とやま探求フォーラム

発表題目：「地域資源から排出される廃棄物を利活用した機能性材料に関する研究」

発表形態：口頭発表 ポスター発表 その他

発表者名：内浦 琉惺（1年）、徳光 伶王（1年）、戸出 晴（1年）

6. 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

私たちは、部活動で海岸での漂着物調査を実施しています。海岸には、たくさんの漂着物があります。プラスチック類に注目が集まりやすいですが、自然系ごみもたくさん漂着しています。地域の漁業関係者によると木材の漂着物は漁網を痛めやすく問題となっているそうです。私たちは、身近な問題点に着目し、研究を進めることの大切さを知りました。本研究をとおして地域課題の解決を目指し、地域資源の利活用に注目した研究の重要性を多くの方々に伝えたいと思います。

7. 今後の課題

今回は、モデル物質の木材での吸着実験まで行いました。目標であった自然系ごみの木材を使った実験を行うことができなかったため、今後継続して研究を行い、木材の種類の確認や吸着実験を実施したいと思います。また、研究成果を地域の方にも知っていただき、環境教育材料として提案していきたいです。

8. まとめ

本研究によって以下のことが明らかとなった。

- (1) 伐採木や廃棄木材を約 $10\mu\text{m}$ 程度に粉砕することができた。
- (2) 吸着モデルとしてベントナイトを用いて、染色排水の吸着条件を見つけることができた。
- (3) ベントナイトの知見をもとに、木材の吸着実験を行うことができた。ベントナイトよりも時間が

かかることが分かった。

(4) 沙羅樹とケヤキを使って染色排水を処理できることが分かった。木材の種類によって吸着時間がことなることや溶液に木材の成分が溶出して吸光度測定に影響を与えることが分かった。

9. 謝辞

REHSE による研究助成をしていただき、木材を利活用した染色排水の処理に関する研究を実施しました。海域に流出する木材の影響や家具の製作に利用したあとの木材が廃棄物として処理されていることなど知りました。これらも大事な資源となります。今後も継続して自然系ごみの利活用について研究を進め、一般の方にも廃棄物の利活用に興味をもっていただけるように研究を進めていきたいと思えます。助成していただきました NPO 法人 研究実験施設・環境安全教育研究会に御礼申し上げます。