

2021年度（第30回）高等学校助成結果報告

1 助成品目

高圧蒸気滅菌器 HG-50 II（平山製作所）

2 使用状況

本校の所在地である魚津市では、6次産業化等の推進に力を入れている。そこで、本校情報環境科や環境科学部では、農林水産業者と連携して地域資源を利活用した新しい工業材料の提案を目指して研究を進めている。

環境科学部化学班は、廃棄物として処理される貝殻を利活用して環境保全に役立つ材料を提案し、SDGs12「つくる責任 つかう責任」の達成に向けた活動を行っている。

助成していただいた高圧蒸気滅菌器を図1に示す。環境科学部や授業（課題研究）で活用させていただいた。高圧蒸気滅菌器が導入されたことで、バイオに関する研究や試料調製の前処理で使用できるようになった。以下、環境科学部化学班で行った研究内容の一部を報告する。



図1 高圧蒸気滅菌器

3 研究背景

魚津市では6次産業化等推進事業としてバイ貝を全国的にPRしている。近年は地域おこしとしてバイ貝を食材として利用し、「バイ飯」として全国的にも知られるようになった。一般的に、ホタテ貝は工業材料として利用されているが、バイ貝の貝殻は利活用されていない。

そこで、本研究は、貝殻の成分には炭酸カルシウムが多く含まれていることから、これを活用して酸化チタン複合微粒子を調製し、漁業用の器具に海洋生物が付着しにくくすることを目的とした。

4 研究計画

- (1) バイ貝の貝殻に含まれる成分の確認（定性実験）
- (2) 貝殻と酸化チタンの複合方法の検討
- (3) 複合微粒子の物性評価（TG-DTA 測定、バンドギャップ測定）
- (4) 可視光照射による光触媒能の評価
- (5) 貝殻と酸化チタン複合微粒子の応用
- (6) 漁業関係者へのインタビュー

5 実験操作

(1) 貝殻／酸化チタン複合微粒子の調製

酸化チタンの前駆体を Tetrabutyl Orthotitanate (TBOT) (東京化成) を使用し、sol-gel 法で調製した。4vol% TBOT/Cyclohexane に、 CaCO_3 水溶液、バイ貝の成分を含んだ溶液または、バイ貝分散液を加えた (sol-gel 法)。24 時間攪拌し、TBOT を加水分解して貝殻/ TiO_2 複合微粒子を調製した。Ca と Ti の物質質量比は、1:300 になるように調製した。得られた複合微粒子 1:300 は、洗浄・乾燥させた後、 200°C で 3 時間焼成した。

(2) 光分解実験

TiO_2 や各種複合微粒子の光触媒能を調べるために、各種複合微粒子によるメチルオレンジ (MO) の光分解反応について検討した。調製した複合微粒子は乾燥後、 200°C 、3 時間焼成した試料を用いた。0.03 mmol/L MO 水溶液 10 mL に対して TiO_2 量が 150 mg となるように微粒子を分散させ、光照射装置 (メタルハライドランプ、180 mW) を用いて $30 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 、1 時間光照射を行った。照射時間とそれぞれの 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。このとき、VY-47 ガラスフィルターを用いて 450 nm 以下の光を遮断して可視光線のみを照射した。

6 結果・考察

(1) バイ貝の貝殻に含まれる成分の確認 (定性実験)

貝殻の主成分であるカルシウム成分の抽出を行うため、図 2 のように高圧蒸気滅菌器を用いて前処理した。塩酸で溶解した貝殻に含まれる成分を確認するため、炎色反応による定性試験を行った。図 3 に示すように、オレンジ色に発光したことから、バイ貝を塩酸で溶解したのものには、Ca が含まれることを確認した。



図 2 高圧蒸気滅菌器使用中の様子

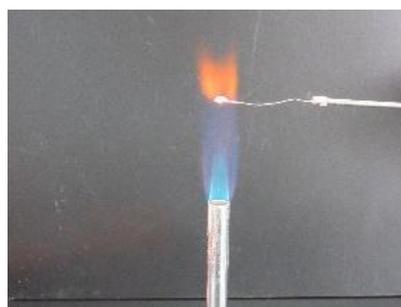


図 3 炎色反応の様子

(2) 貝殻と酸化チタンの複合方法の検討

sol-gel 法により調製した各種複合微粒子 (200°C 焼成) の外観写真を図 4 に示す。参考として市販品の TiO_2 (WAKO) アナターズ型の様子も示す。これより、3 時間の 200°C 焼成後は、 TiO_2 は白色の微粒子となった。一方、その他の複合微粒子は、褐色の微粒子となることが分かった。(c)は、炭酸カルシウム溶液、(d)は、貝殻を塩酸で溶解したもの (貝殻 (溶液))、(e)は、貝殻の粉末を水に分散させたもの (貝殻 (粉末) / TiO_2) を TBOT と加水分解させて、 TiO_2 と複合した。

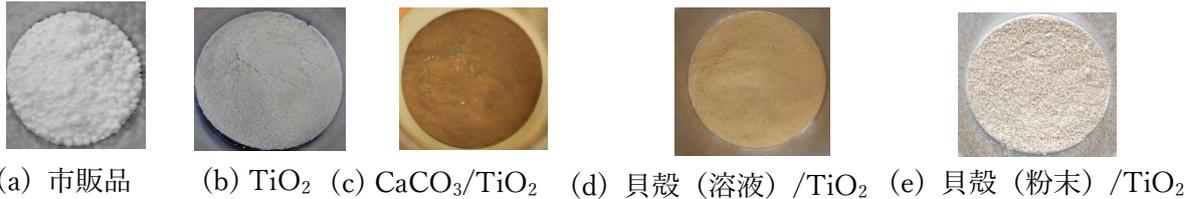


図4 TiO₂を含有した微粒子の外観写真

(3) 可視光照射による光触媒能の評価

図5と図6は、1時間の光照射後のメチルオレンジ(MO)の光分解実験の結果を示す。sol-gel法で調製した試料(b)~(e)はMOの残存率が低くなる傾向にある。特に、貝殻を分散させて直接TiO₂を被覆した貝殻(粉末)/TiO₂が最もMOの残存率が低くなることが分かった。暗所では分解しないことを確認したことから、MOを除去できる力が高いことが示された。

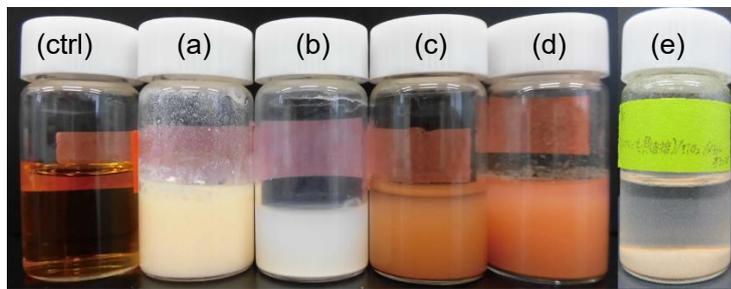


図5 光照射後の各種試料の外観写真

(ctrl)メチルオレンジ単独 (a)市販品 (b)TiO₂
(c) Ca/TiO₂複合微粒子, (d)貝殻(溶液)/TiO₂
(e)貝殻(粉末)/TiO₂

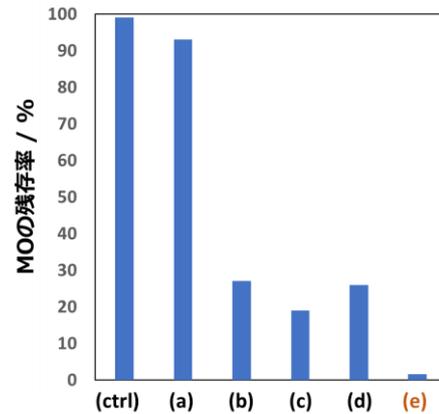


図6 光分解実験

(ctrl)MO, (a)市販品, (b)TiO₂, (c)CaCO₃/TiO₂,
(d)貝殻(溶液)/TiO₂, (e)貝殻(粉末)/TiO₂

7 この助成により得られた成果と今後の展望

本研究は、第17回高校環境化学賞において奨励賞を受賞した。また、マスメディアにも取り上げていただき評価していただいた。引き続き、部活動や課題研究で高圧蒸気滅菌器を多く活用させていただき、生徒が主体的に研究し、発表できる環境を充実させていきたい。

8 生徒の感想および変容について

本助成によって、滅菌処理以外にも、試料調製の手法が広がり、研究が進めやすくなったという生徒の意見がある。これまでは、滅菌操作などは、簡易的な方法で行ってきたが、助成していただいた装置を使用して研究機関と同様の手法で行える環境が整った。今後も、多くの場面で活用し、研究活動を充実させていきたい。

9 謝辞

地域資源を利活用した本研究は、研究発表を通じて大変興味を持っていただきました。今後も導入させていただいた装置を活用しながら研究を継続していきます。助成していただきました公益財団法人藤原ナチュラルヒストリー振興財団に御礼申し上げます。