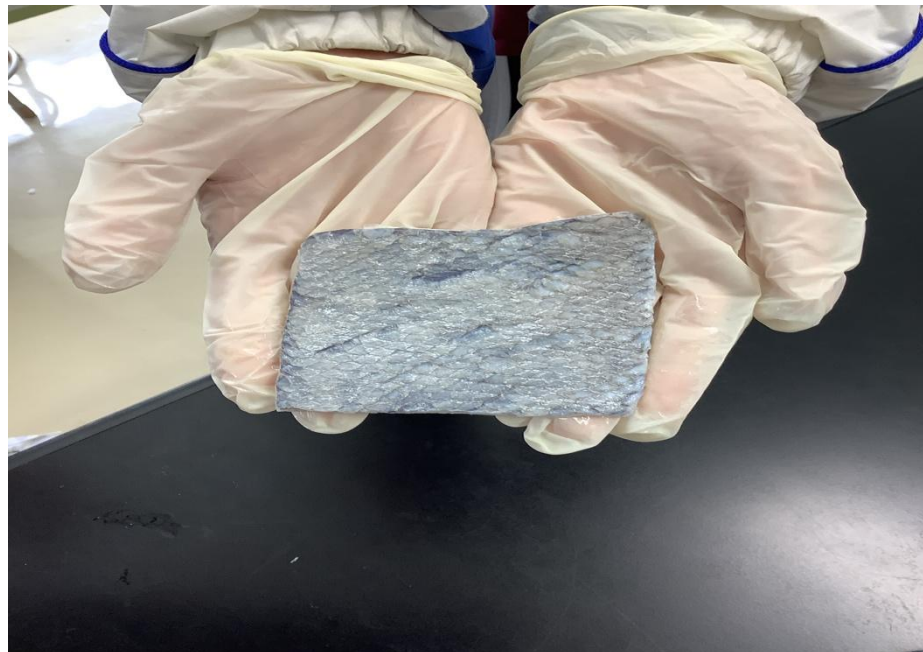
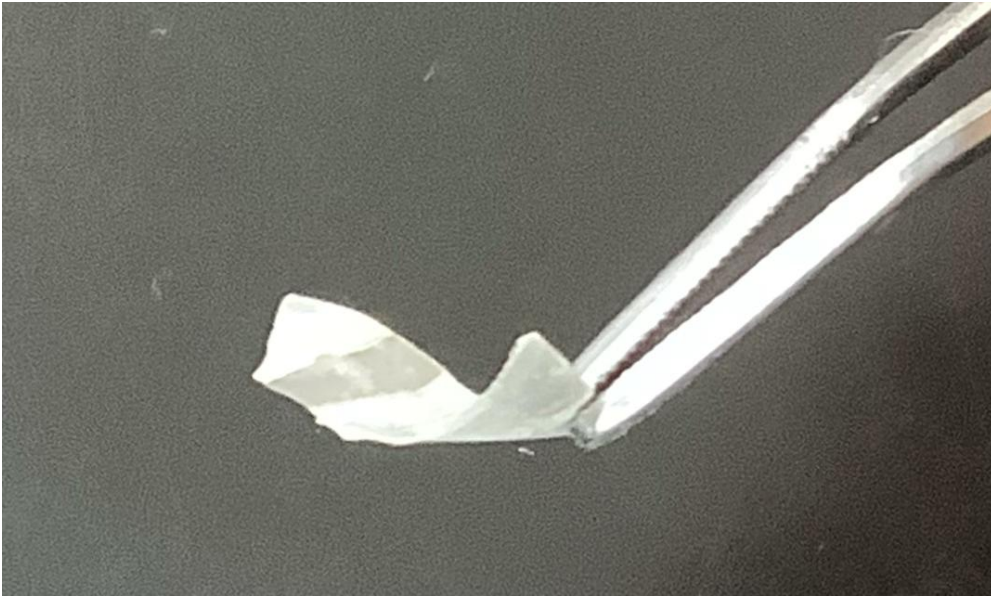


魚の廃棄物を材料とした生分解性プラスチックの生成方法について

青森県立五所川原高等学校 理数科 2 学年 生物班



研究班員 桜庭真人 須藤那桜 高橋冴綺

對馬結葉 中村聖奈 原瑚都子 山田果英

指導教員 箱田憲哉

1. 目的

近年海洋に流出したプラスチックごみによる生態系への影響が世界で深刻化しており、日本でも対策が求められている。私たちもこの問題解決に貢献できる方法を探るために海洋生分解性プラスチックに注目し、環境に配慮した新しい素材の可能性を広げたいと考えた。

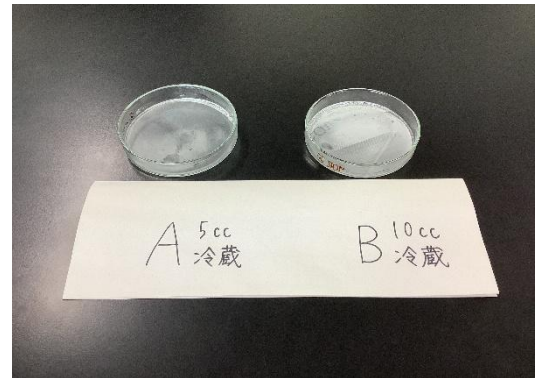
2. 実験方法・研究方法および結果・考察

2-1 プラスチックの生成方法

材料は、魚の皮 33.3 g 塩化ナトリウム 33.3g 活性炭 2.43 g シャーレ直径 5 cm

方法は、魚の皮に同等量の塩化ナトリウムを添加後、7日間塩漬け。水洗いして脱塩した後、つかる程度の水を加え、80℃で1時間加熱。ガーゼでうろこなどの不純物をろ過。抽出液(242.9 g)に対して質量の1パーセントの活性炭を添加する。スターラーで1時間混合。ろ紙で、活性炭をろ過する。これをシャーレに移し入れ、冷蔵 6℃で乾燥させる。左Aが5 cc、右Bが10 cc

図 1



2-2 結果

乾燥後の生成物は薄くて破れやすく、ほとんど取り出すことができなかった。



図 2



図 3

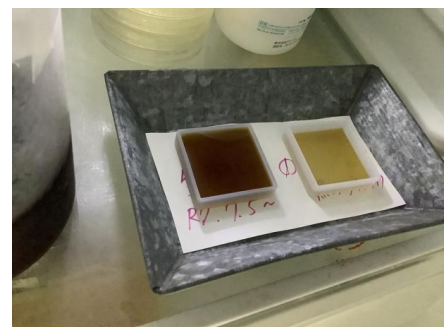
2-3 考察

生成物が薄かったのは、ゼラチン濃度が低かったことが原因であると考えられる。次の実験ではさらに加熱して、ゼラチン濃度を高くする。

2-4 実験①

目的は、抽出液を加熱することで濃縮する。15時間50分、抽出液を70℃のウォーターバスで湯煎する。ここでできた抽出液を、抽出液2とする。抽出液2を、横5.0cm縦5.0cm高さ1.0cmのシリコンの型に入れる。シリコンAには高さ1.0cmまで、シリコンBには高さ0.5cmまで入れる。

図 4

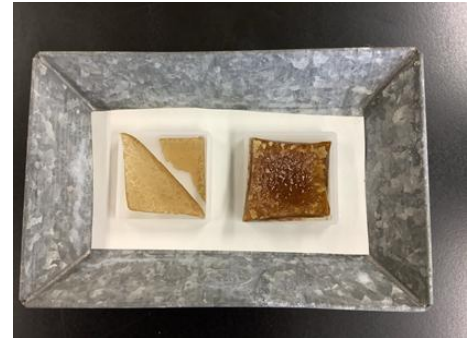


左がA、右がB

2-5 結果

冷蔵庫から出した直後はどちらも硬い。活性炭を加えたものの、魚の生臭さは取れなかった。Bは、常温に1時間ほど置いておくと、曲げても折れないほど柔らかくなる。どちらも白い結晶のようなものが見られる。

図 5



右がA、左がB

2-6 考察

生成した生分解性プラスチックから感じられた腐敗臭は、魚由来のコラーゲン原料に由来する、トリメチルアミンによるものだと考えられる。トリメチルアミンは、弱塩基性を示すため、酸性物質を添加することで、中和反応をさせ、臭気を除去できるのではないかと。

2-7 実験②

できた生成物の魚の生臭い匂いを防ぐ方法を探る。活性炭は、空気中において成分を吸着するもので、液体中に入れても効果を示さないことが分かったため、活性炭を加える作業はしないこととする。178.1gの抽出液をさらに濃縮させ、50gにした濃縮抽出液に、10分間隔でクエン酸を5gずつ攪拌しながら加える。最終的にクエン酸15gを添加する。(クエン酸は抽出液の23.0%)中和反応により水が発生し、乾燥させづらくなると考えたため、ホットスターラーを使って抽出液を、80℃で2時間加熱し、さらに濃縮する。ここでできた抽出液を、抽出液3とする。シリコンに抽出液10.0g加え、常温と冷蔵に分けて乾燥させる。

2-8 結果

クエン酸を加えた抽出液は、2週間経っても乾燥しなかった。クエン酸を加える前にあった、魚の生臭い匂いは大幅に軽減されたが、まだ若干残っており、メイラード反応(糖やタンパク質が加熱されることで起こる反応)による、焦げたような匂いがした。無臭ではなく、匂いはまだ臭かった。一か月経過しても手に取ることはできなかった。

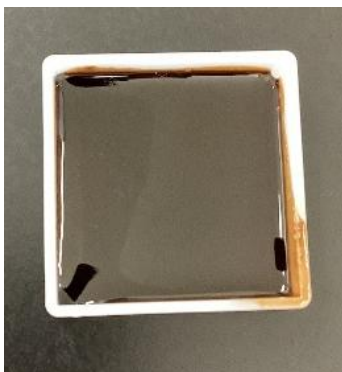


図 6 10月17日時点



図 7 11月5日時点

2-9 考察

クエン酸を入れて固まりにくくなった理由について、ゼラチンはタンパク質であり、酸がそのタンパク質成分を分解してしまい、ゼラチンの構造が壊れてしまうという、プロテオリシス（タンパク質加水分解）が起こったからではないか。

2-10 実験③

実験①で抽出液 2 から生成し、生臭い匂いのしていた生成物が、2 か月後、匂いがなくなっていたことに気づいた。調べてみたところ、魚の生臭い成分であるトリメチルアミンは、揮発性があるため、匂いは時間が経つにつれてなくなっていくことが分かった。そのため、クエン酸を添加しないで抽出液を生成する。

乾燥させた後、生成物を蒸留水の中に入れ、どのくらいの期間で分解されるかを調べる。

インキュベーターで 25℃に設定し、一週間ごとに経過観察をして、微生物による分解を調べる。対照実験として、プラスチックペットボトルの破片のみ入れたものも作る。

微生物が実験で使用する海水内に、微生物が存在しているかを調べるために、メチレンブルーを使用する。メチレンブルーが薄くなると、微生物が存在していると判断する。



図 8 左はプラスチックペットボトルの破片
中央は生成物
右は何も入れていない



図 9 実験で使用した生成物

2-11 結果

一週間経過後、ペットボトルの欠片、何も入れていないビーカーはどちらも色の変化が見られず、蒸留水に生成物を入れたビーカーではほとんど生成物が溶出していた。

2-12 考察

微生物の活動による色の変化であれば時間をかけてじっくりと色が変わるはずであるが、生成物を溶液中に入れた瞬間に色が変わったことから、微生物による分解ではなく、生成物が持つ水溶性によって溶けたと考えられた。色が緑に近づいていて、変化したのは、生成物のメイラード反応によってできた茶褐色・黄褐色物質が溶出して緑に見えていると考えられる。

2-13 実験④

生成物を、五所川原高校校庭の木の下、湿った土壌の中に入れ、どのくらいの期間で分解されるかを調べる。土壌は、インキュベーターで25℃に設定し、一定環境下で保存する。

2-14 結果

土壌に埋めた生成物は2日目には全てなくなっていた。

2-15 考察

作製したプラスチックは、強い分解性・水溶性を示しているとわかる。土壌の中で分解されたと考察できるが、メチレンブルーを用いた実験では蒸留水で行う実験のみであり、微生物による分解が期待される海水での実験は行うことができていないため、完全に微生物による分解だとは断言できない。だが、高い水溶性は生成物のほとんどがコラーゲンでできていることを示唆しており、天然分子であるため、生分解性があるということはほぼ確実である。

3. 今後の展望

揮発性の高いトリメチルアミンを、より短時間で人間の鼻で感じられなくなるまで除去するための方法を検討・実行する。

ゼラチン濃度を測ることが難しいので、見かけ上のゼラチン濃度を特定させるために、水に純粋なゼラチンを入れ、一定の濃度のゼラチン溶液を作り、冷蔵庫で冷やし固める。その純粋なゼラチン溶液を固めたものと、抽出液を冷蔵保存した時のものの硬さを比べる。

4. 謝辞

本研究にあたり、弘前大学工学部物質創生化学科の呉羽拓真助教には多くの助言を賜りました。また、山本水産様には、材料の無償提供にご協力いただきました。改めて感謝の意を表します。

5. 参考文献

- ・ <https://www.senshu-u.ac.jp> 石巻専修大学「寒天と魚皮からなる生分解フィルム調整」
- ・ <https://www.hyogo-c.ed.jp> 兵庫県教育委員会「ゼラチンを用いた生分解性プラスチックの生成方法について」