

B5

衣類に含まれているポリエステルを選択的分離

丸山拓真 遠藤伸之輔 清水亮宏

要旨

現在の日本では、プラスチックのマテリアルリサイクル率(マテリアルリサイクル量÷廃プラ総排出量)が23 %となっていて、半分以上はサーマルリサイクルとなっている。当初は硫酸に対して、ポリエステルは溶けないが、綿は溶けることを利用して、ポリエステルの抽出方法を図った。しかし、綿20 %ポリエステル80 %の布が硫酸によって変色したので、その反応について研究することに方向転換をした。結果、ポリエステルの配合率によって変色の違いなど、化学反応に大きな差があることが分かった。

1 目的

世界中で問題となっている使用済みのプラスチック問題について、日本でも2020年7月1日に容器包装リサイクル法が施行され、レジ袋が有料になるなどの対策がなされている。

そこで、当初私たちはプラスチックの量を減らすだけではなく、今あるプラスチックを有効利用するという視点からこの問題を解決する糸口を見出すことを目的として実験した中で、なぜ綿20 %ポリエステル80 %の布が95 %の硫酸によって変色したのかについて反応を中心に調べることを目的とした。

2 方法

・実験1(予定)

- ① ビーカーに95 %の濃硫酸75mlを入れる。
- ② 1gの布(綿20 %ポリエステル80 %)を①のビーカーの中に入れる。
- ③ 15分後にそれぞれのビーカー内の硫酸と布の混合物をフィルターを使って分離を行う。
- ④ 分離した物体を水で流し、乾燥させる。
- ⑤ 乾燥させた物体の質量を測う。
- ⑥ 乾燥させた物体を、直接染料(綿には着色するが、ポリエステルには着色しない染料)を使って、全てポリエステルであることを確認する。

・実験1(方向転換後)

- ① ビーカーに95 %の濃硫酸75mlを入れた。
- ② 1gの布(綿20 %ポリエステル80 %)を①のビーカーの中に入れた。
- ③ 15分後にそれぞれのビーカー内の硫酸と布の混合物をフィルターを使って分離を行った。



図1 95 %濃硫酸と1gの布を入れたビーカー



図2 15分放置したビーカー

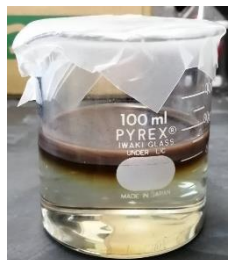


図3 96時間放置したビーカー

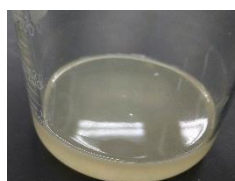


図4 分離した物体

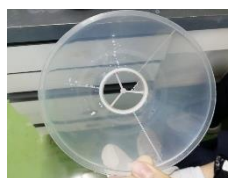


図5 濃硫酸で溶けたフィルター

・実験2

- ① ビーカーの中にペットボトルを入れた。
- ② ①のペットボトルの中に、95 %の濃硫酸を入れた。
- ③ 96時間後にペットボトルを観察した。

3 結果

【実験1について】

- ・ 布が全て溶けてしまった。
- ・ 分離に使うフィルターも溶けてしまった。
- ・ 反応したときに、最初は布の本来の色である白色が黄ばんでいき、布の厚さが薄くなっていき、オレンジ色に変色した。後に、少しず

つこげ茶色の小さな物体が出てき始めて、最後にはこげ茶色の硫酸の上澄みが出てきた。

【実験 2 について】

- ・ ペットボトルの底が溶けて、穴が空いてしまった。
- ・ ペットボトルの穴の空いている部分を中心にしてペットボトルの下部が白くなっていた。
- ・ ペットボトルを取り出してみると、ビーカーの中に少量の硫酸の混合物のようなものが残っていた。

4 考察

【実験 1 について】

- ・ こげ茶色の物体は上澄みであったことから、硫酸よりも比重が小さいのではないかと考えた。
- ・ 布が黄ばみ、オレンジ色になったことから濃硫酸自体は透明で、濃硫酸に綿 100 %を入れて 30 分たったときも、変色しなかった。まず、硫酸が綿の中のセルロースを加水分解させて、グルコースにしたのではないかと考えた。次に、硫酸がグルコース炭化にさせた、のではないかと考えた。
- ・ 布が最後にこげ茶色になった。濃硫酸は有機化合物を炭化させることからこげ茶色の物質は炭素ではないかと考えた。

【実験 2 について】

- ・ ペットボトルの下部が白くなったことから底だけでなく下部にも硫酸の影響があったのではないかと考えた。
- ・ 実験のときの色も実験後の残留物もどちらも黄色にもオレンジ色にも変色していなかったので PET のみでは、実験 1 とは異なる化学反応を起こしたのではないかと考えた。

【総合】

- ・ 実験 1 のポリエステルが PET ではなく他の種類(PEN、PTT、PBT)であり、それが黄色に変化したのではないかと考えた。
- ・ 綿 100%は濃硫酸 70%以上に溶けると黄色に変色するのではないかと考えた。
- ・ 綿とポリエステルの混合物だから黄色に変化したのではないかと考えた。

5 結論

- ・ 実験 1 と実験 2 の結果を踏まえ、綿とポリエステルの混合物だからこそ布に実験 1 の様な反応が起きたと考えられる。あり得ることとしては、濃硫酸によってポリエステルが加水分解のような反応でエチレングリコールとテレフタル酸に分離し、同様の理由でセルロースはグルコースになり、その後炭化したのではないかと考えた。
- ・ 綿 20 %ポリエステル 80 %の布が変色した理由ははっきりとは分からなかった。

6 今後の展望

- ・ 実験 1 と実験 2 より、70 %の硫酸では濃度が薄く、95 %の硫酸では濃度が濃すぎるのでちょうどいい濃度で実験をしていきたい。
- ・ ポリエステルと綿の配合率の違いにより色の変化の仕方の違いについて調べていきたい。
- ・ 綿が溶けてポリエステルが溶けない硫酸のパーセント濃度を調べたい。

7 参考文献

- ◆「プラスチック基礎知識 2020」
<https://www.pwmi.or.jp/pdf/panf1.pdf>
- ◆「地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター」
各種試薬に対する溶解性試験
<https://www.iri-tokyo.jp/site/archives/complaint-technique-s06.html>
- ◆「Science Advances」
<https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782.full>
- ◆「リケラボ理系の理想の働き方を考える研究場」
<https://www.rikelab.jp/entertainment/4824>
- ◆「エコロジーオンライン」
<https://bit.ly/3pnyMDm>
- ◆「東京都立産業技術研究センター」
https://www.iri-tokyo.jp/site/archives/complaint-technique-s06.html_03_dyestuffs.pdf
- ◆「染色の違いによる繊維の識別法」
https://center.esnet.ed.jp/uploads/07shiryo/05rik/a/03_dyestuffs.pdf
- ◆青木勝博 岡本正雄(2004)「リサイクルの観点からみた PET の加水分解」
(2021/2/07 アクセス)