

マイクロプラスチックの回収方法の提案

静岡県立浜松北高等学校
地学部 2年 大島慈温 他7人

1 研究動機

現在マイクロプラスチック問題は深刻化を極めている。だが、現在でもこのマイクロプラスチックを回収する方法は確立されていない。

目視でマイクロプラスチックを見つけ、取り出そうとしたところ、非常に難しかった。そこで私たちはマイクロプラスチックを回収する方法を、現実的でなるべく簡易な方法で確立し、地球環境の保全に寄与することを目的として研究を行った。

2 今年度の研究

ー実験を行うにあたってー

今年度はマイクロプラスチック回収方法の確立のために、まずマイクロプラスチックを他の物質と分離する方法について研究、考察する事にした。海洋のマイクロプラスチックに着目し、海岸に打ち上げられたプラスチックを研究の対象とした。そのため、砂浜の砂とプラスチックの分離方法について具体的に研究、考察している。

(1) 実験1：静電気による砂とプラスチックの分離

ア 目的

静電気の力によって砂とプラスチックを分離する事ができれば、非常に簡易的な方法となる。そこで、その方法が可能かどうかを調べることを目的として実験を行った。

イ 方法

ガラス棒と塩ビパイプを用意し、それぞれを綿布で擦り静電気を帯びさせる。それを砂浜で採集してきた砂との距離10cmまで近づけ、砂とプラスチックがそれぞれどのような動きを示すのかを調べる。

ウ 結果

ガラス棒…砂、プラスチックともに全く動きを示さなかった。

塩ビパイプ…パイプを綿布でひと擦りしただけで砂が激しく巻き上がった。また、砂やプラスチック、ガラスなどもくっつけてしまった。

エ 考察

ガラス棒は帯びる電気が小さすぎる一方、塩ビパイプは大きすぎたと考えられる。帯びる電気の量の調節を上手くすることができればプラスチック、あるいは、砂だけをガラス棒ないし塩ビパイプにつけることが可能かもしれない。しかし、その静電気量の調節は非常に困難である。そのため、別の分離方法を考えることにした。

(2) 実験2：比重による砂とプラスチックの分離

ア 目的

第1章の実験より、静電気を使って砂とプラスチックを分離する方法以外の分離方法を探すことにした。そこでプラスチックと砂の比重の差によってプラスチックの分離を簡易的に行えるのではないかと考え、今回の実験を行った。

イ 方法

250mlの純水をいれたビーカーに砂浜で採集した砂とテフロン攪拌子を入れ、マグネチックスターラー（アズワン株式会社 型番 HS-50D）にかける。なお、採取した砂に、プラスチックと同じ比重の物質を集めるための目安として、砂浜で採取した緑色のプラスチックを混入させた。その後、浮上したものを駒込ピペットで採集し、顕微鏡で観察する。

ウ 結果

マグネチックスターラーによって巻き上がったものをピペットで採集して顕微鏡で観察したところ、元の砂よりも白色や透明色のものの割合が大きかった。また、緑色のプラスチックも同時に浮き上がってきた。

エ 考察

元の砂では黒色のものも白色のものも存在したのに対し、浮いたものは白色のものが多かったことから、黒色のものの中には水よりも比重の小さいプラスチックは入っていないと考えることができる。また、白色や透明のものの中にはプラスチックが含有されていると考えることができるが、その中にプラスチック以外のものが混入している可能性は否定できない。そのため、効率の良い分離方法かどうかという点に関して疑問が残る。

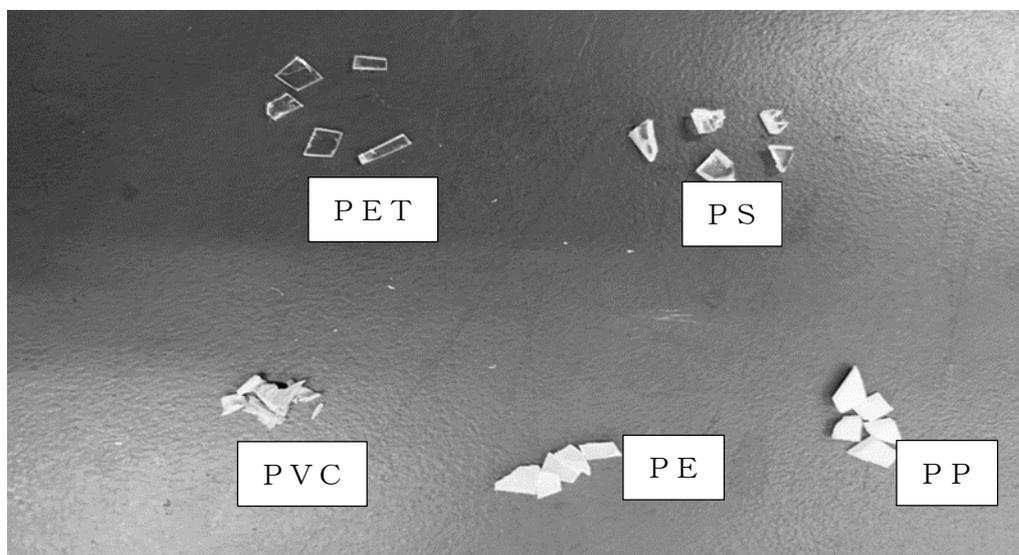
(3) 実験3：砂糖水と水による砂とプラスチックの分離

ア 目的

砂糖水の濃度を変えることで、砂糖水に浮くプラスチックの種類が変わると予想された。そこで、砂糖水の濃度を変えて、水を利用した分離と浮くプラスチックの種類の違いを調べた。

イ 方法

- ・ポリエチレン(PE)
- ・ポリプロピレン(PP)
- ・ポリスチレン(PS)
- ・ポリエチレンテレフタレート(PET)
- ・ポリ塩化ビニル(PVC) とする。



これらを直径 2mm 程度に細かくしたもの（写真）を、水 100g を入れたビーカーに入れて攪拌し、浮いているプラスチックの種類を調べた。その後、質量濃度パーセント 10%の砂糖水 100g が入ったビーカーに入れ、水温を 20 度に保つ。そして攪拌し、浮いているプラスチックの種類を調べる。その後 10%の砂糖水に浮いたプラスチックを取り出し、20%の砂糖水 100g に入れ、同様に攪拌、浮いたプラスチックを取り出す。これを濃度 60%まで 10%刻みで（10%、20%、30%、40%、50%、60%、）濃度を上げていきこの作業を繰り返す。（20℃のときの溶解度は 197.62/水 100g であるため、60%のときに飽和水溶液となる為、60%の砂糖水までで行う）

ウ 結果

以下の表の通りとなった。（「浮」浮いた、「沈」沈んだ）

種類 濃度	PE	PP	PS	PET	PVC
0%	浮	浮	沈	沈	沈
10%	浮	浮	沈	沈	沈
20%	浮	浮	浮	沈	沈
30%	浮	浮	浮	沈	沈
40%	浮	浮	浮	沈	沈
50%	浮	浮	浮	沈	沈
60%	浮	浮	浮	沈	沈

エ 考察

ポリエチレン、ポリプロピレンなど、比較的軽いプラスチックならば、水や濃度の低い砂糖水でも十分にプラスチックを浮かせる事ができた。そして、砂糖水の濃度を高くしていくと、20%まで上げたところでポリスチレンが浮くようになった。このことより、砂糖水の濃度を高くしていくことで、より多くの種類のプラスチックを浮かばせることができると考えられる。

（4）実験 4：木炭を用いた実験

ア 目的

次に砂糖水以外を用いた回収の方法を考える事にした。木炭は、多孔質という表面に無数の穴を持つ構造をとっており、物質の吸着能力が高く、孔の中に住み着く微生物による有害物質の浄化作用も発揮することが文献より分かっている。このことから、有害物質を取り込むプラスチックを吸着できるのではと考えた。また、木炭は固体であるため、実際に木炭を現地に設置した場合に回収が容易であるとも考え、以下 2 つの実験を行った。

実験 A：木炭の表面の形状に関する実験

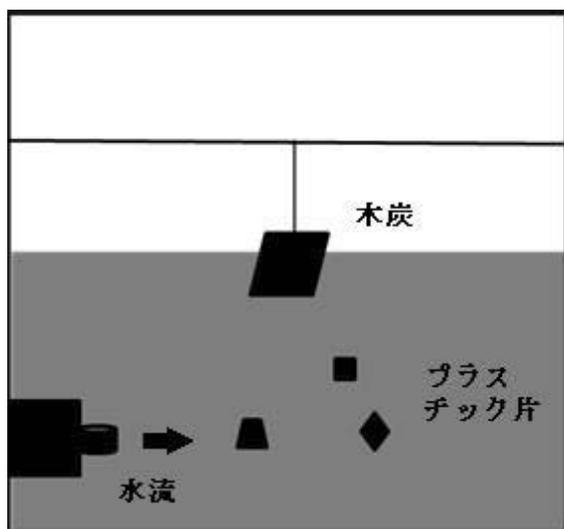
ア 目的

木炭の表面の形状の違いが、プラスチックを吸着する能力に影響をもたらすのではないかと考え実験を行った。

イ 方法

まず、水を入れた同じ大きさの水槽を 2 つ用意し、両方の水槽の隅に水中ポンプを 1 つずつ設置する。次に、一方の水槽には、格子状に溝をつけた木炭を水槽中央部に吊り下げ、もう一方の水槽には溝をつけなかった木炭を水槽中央部の水面に吊り下げる。最後に実験 3 で用いた 5 種類のプラスチックを各種類 5 個ずつ入れ、水槽内にプラスチックが行き渡るように水中ポンプを 5 分間稼働させた。その後ポンプを止め、一晩放置したのちプラスチックの様子を観察した。（図参照）なお、実験の精度を高めるために、複数回実験を行いその平均値を結果に示した。

図



ウ 結果

以下の表の通りになった。(吸着数/全体数)

炭の形状 プラスチックの種類	溝あり	溝なし
PE	1.5/5	0.5/5
PP	3/5	0.5/5
PS	0/5	0/5
PVC	0/5	0/5
PET	0/5	0/5

エ 考察

結果より水面の木炭は、実験3で水に浮いた2種類のプラスチックを吸着する事ができる事が分かった。一方で、水より比重の大きいプラスチックは吸着する事ができなかったことから、水面に浮かべた木炭は水よりも比重の小さなプラスチックを吸着する事ができると考えられる。また、木炭の表面に溝をつけたものの方が吸着した個数が多いことから、表面に格子状に溝をつける事で木炭がプラスチックを吸着する能力を上げられると考えられる。

実験B：海水（浜名湖）を用いた実験

ア 目的

実験Aでの方法によるプラスチック回収が、実際に自然環境に存在するプラスチック以外の浮遊物に影響されるのかということ調べるために汽水湖である浜名湖の水（小さい浮遊物の入ったもの）（以下浜名湖水とする）を用いて実験を行った。

イ 方法

実験Aと同じ実験方法。なお、使う木炭は実験Aより溝をつけたものとし、使う水を浜名湖水に変えた。また、比較対象として、木の角材を使用した。

ウ 結果（吸着数/全体数）

	木炭	木材
PE	0/5	2/5
PP	2/5	1/5
PS	1/5	1/5
PVC	0/5	0/5
PET	0/5	0/5
浮遊物の様子	ほとんど吸着しなかった	両端に大量に吸着した

エ 考察

結果より、湖水を用いたことで、実験1で吸着できなかったPSを吸着する事ができる事が分かった。この違いは比重の大きさが影響しているのかもしれない。

また、木炭と木材の吸着能力があまり変わらないことも分かった。一方で、木炭では浮遊物をほとんど吸着しなかったのに比べ、木材は大量にプラスチック以外の浮遊物を吸着してしまったことから、プラスチックを浮遊物から分離するという面では、木炭を用いるの方が良いと考えられる。

—要約—

・実験1より、砂を巻き上げることは出来たが、ガラスやプラスチックも巻き上がってしまった。電気の大きさを細かく調整する必要がある、この方法で砂とプラスチックを分離することは困難だと考えた。

・実験2より、浮いたものから、砂浜にある比重の小さいプラスチックは白色、または透明なものが多いと考えられる。しかし、浮いた白色・透明なものの中には石英等の鉱物が混じっている可能性があるため、分離方法としては、浮いたものの中からさらに砂とプラスチックを確実に分離する必要があると考えた。

・実験3より、浮いたプラスチックの種類から、砂糖水を用いる事で水とプラスチックの比重の違いを利用してプラスチックを分離するよりもより多くの種類のプラスチックを分離できる事が分かった。一方で、PVCやPETといった一部の比重の大きいプラスチックは、浮かばなかった。

・実験4より、水面に設置した木炭は、水よりも比重が同じか小さいプラスチックのみを引き寄せることが確認できた。また浜名湖水を用いた際には、木炭は比較対象として用いた木材ほど湖水中のプラスチック以外の浮遊物を引き寄せない事が分かった。

これらのことから、水面に木炭を設置する事で、浮遊物をあまり引き寄せずに、水と同じか小さい比重のプラスチックを引き寄せられると考えられる。

3 反省・課題

・木炭を用いることで、水面あるいは水中の浮遊物をあまり引き寄せることなくプラスチックを吸着できることが分かった。このことより、さらに効率的なマイクロプラスチックの回収方法を模索していきたい。

・今年度は比重を利用した実験において砂糖水よりも比重の大きい溶液を使用することがなかった。比重をさらに大きくできれば、溶液に浮くプラスチックの種類も増えると考えられるため、砂糖溶液よりも比重の大きな溶液を用いた実験も行っていきたい。

・一部の実験の精度に改良の余地があったことから、今年度の研究の反省を生かして実験の精度を向上し、改良した回収方法を利用して、現地で実際に作った装置を使って回収、比較し、私たちの地域におけるマイクロプラスチックの現状を探りたい。

4 参考文献

・ <https://www.google.co.jp/amp/s/data.wingarc.com/microplastic-20042/amp>

マイクロプラスチック問題って？データで見るその現状と世界の動き

・ <https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/web/18/053000010/053000001/>

第1回 忍び寄るマイクロプラスチック汚染の真実

・ みんなで考えたい プラスチックの現実と未来へのアイデア

高田秀重 監修 東京書籍 p34

・ <http://ebw.eng-book.com/pdfs/b9907ff8972f604601ce57f3989643eb.pdf>

砂糖溶液の比重表

・ <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/calcgrap/apadj009.html>

固体無水物の溶解度

・ <https://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/mokutan/seisitu.html>

木炭の性質:林野庁