

染色によるマイクロプラスチックの識別に関する研究

～PVC, PE, PET の識別～

大阪府立高津高等学校

西村 心

指導教員：唐谷ゆふ 藤村直哉

研究概要

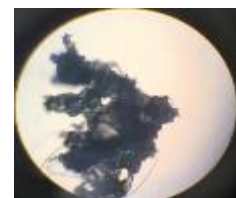
昨今、マイクロプラスチックによる海洋汚染が深刻な社会問題となっている。この問題の解決にはプラスチックの種類を識別し、適切に対処することが求められているが、現在、安価にかつ短時間でプラスチックを識別する方法は少ない。高津高校科学部は「複数の種類の染料によって異なる繊維を染め分け、識別できる」という研究を参考に、マイクロプラスチックについても同様に、染色によって染め分け、識別が可能なのではないかというアプローチでPP（ポリプロピレン）、PS（ポリスチレン）、PE（ポリエチレン）、PVC（ポリ塩化ビニル）、PET（ポリエチレンテレフタレート）、ABS樹脂の染色実験を行った。その結果、塩基性条件下のオレンジⅡでPVCの染色による識別が可能となった。次に、塩基性条件下でのメチレンブルーでPEとPETを染色することができた。しかし、これら2つは同一条件下での同一染料で染色されるため、PEとPETを識別するためには、別条件での染色が必要となる。そのため、今回はPEとPETを識別のため、ローダミンBを用いて各プラスチックの染色実験を行った。その結果、酸性条件下でPEが染まり、PETが染まらなかった。これらのことから先行研究と併せる主要な海洋マイクロプラスチックのうち3種類が識別できるようになった。

染料	条件	PP	PS	PVC	PE	ABS	PET
オレンジⅡ	酸性	×	×	×	×	×	×
	中性	×	×	×	×	×	×
	塩基性	×	×	○*①	×	×	×
コンゴレッド	酸性	×	×	×	×	×	×
	中性	×	△	△	×	×	×
	塩基性	×	×	△	×	×	△
メチレンブルー	酸性	×	×	△	×	×	×
	中性	×	×	×	×	×	×
	塩基性	△	×	×	○*②	×	○
ローダミンB	酸性	×	×	△	○*③	×	×
	中性	×	×	×	○	×	△
	塩基性	×	×	×	△	×	×

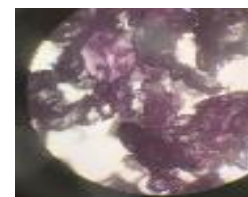
○：染まった、△：やや染まった、×：染まらなかった



PVC（塩基性*①）



PE（塩基性*②）



PE(酸性*③)

1. 研究背景・目的

昨今、マクロプラスチックによる海洋汚染が深刻な社会問題となっている。この問題の解決にはプラスチックの種類を識別し、適切に対処することが求められているが、現在、安価にかつ短時間でプラスチックを識別する方法は少ない。高津高校科学部は「複数の種類の染料によって異なる繊維を染め分け、識別できる」という研究を参考に、マイクロプラスチックについても同様に、染色によって染め分け、識別が可能なのではないかというアプローチで PP(ポリプロピレン)、PS(ポリスチレン)、PE(ポリエチレン)、PVC (ポリ塩化ビニル)、PET (ポリエチレンテレフタレート)、ABS 樹脂の染色実験を行った。その結果、塩基性条件下のオレンジⅡで PVC の染色による識別が可能となった。次に、塩基性条件下でのメチレンブルーで PE と PET を染色することができた (表1 参照)。しかし、これら2つは同一条件下での同一染料で染色されるため、PE と PET を識別するためには、別条件下での染色が必要となる。そのため、今回は PE と PET の識別のため、新たな染料で、各プラスチックの染色実験を行い、プラスチックの識別を試みた。

表1 ; オレンジⅡ、コンゴレッド、メチレンブルーによる染色結果

染料	条件	PP	PS	PVC	PE	ABS	PET
オレンジⅡ	酸性	×	×	×	×	×	×
	中性	×	×	×	×	×	×
	塩基性	×	×	○	×	×	×
コンゴレッド	酸性	×	×	×	×	×	×
	中性	×	△	△	×	×	×
	塩基性	×	×	△	×	×	△
メチレンブルー	酸性	×	×	△	×	×	×
	中性	×	×	×	×	×	×
	塩基性	△	×	×	○	×	○

○ : 染まった、△ : やや染まった、× : 染まらなかった

2. 研究方法

今回の実験では上記6種類のプラスチックを使用した。又、染料は新たに、ローダミン B を使用した。6種類のプラスチックはおろし金を用いて細かくした後、すり鉢で粉末状にした。染料 (ローダミン B) 0.10g に、10ml の精製水、5% の酢酸、5% 炭酸ナトリウム水溶液をそれぞれ加え、溶解させ、酸性、中性、塩基性それぞれの条件のローダミン B 染色液を作成した。粉末状のプラスチック6種をシャーレに乗せ、各条件の染料溶液を滴下し、5分間放置し染色を試みた。その後、水道水で洗浄し、顕微鏡で染色の様子を観察した。

3. 結果

結果は下記（表2）の通りとなった。

表2；ローダミンBによる染色結果

染料	条件	PP	PS	PVC	PE	ABS	PET
ローダミンB	酸性	×	×	△	○	×	×
	中性	×	×	×	○	×	△
	塩基性	×	×	×	△	×	×

○：染まった、△：やや染まった、×：染まらなかった

PEは酸性条件下でのローダミンBに染まった(図1)。PETは酸性条件下でのローダミンBには染まらなかった。

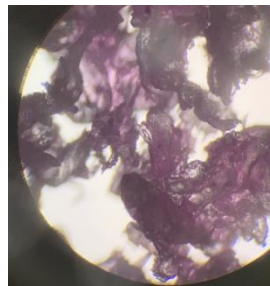


図1 酸性条件下のPE

4. 考察

ローダミンBの酸性条件下では、ローダミンBの分子中のカルボキシ基は電離していないため(図3)色素全体の電荷は小さく、主にベンゼン環とのファンデルワールス力によってPE(図4)と結合したと考えられる。

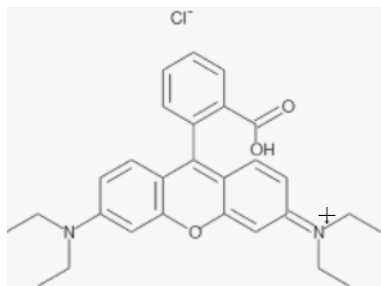


図3 ローダミンB

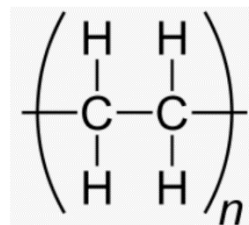


図4 PE

5. 結論・課題

塩基性条件下でのメチレンブルーで染色されたのは PE、PET の 2 種類であったが、酸性条件下でのローダミン B で染色されたのは 2 種類のうち PE のみだったことにより、PE と PET を見分けることができる (表 3 参照)。これによって先行研究と併せて主要な海洋マイクロプラスチックのうち重要な 3 種類が識別できるようになった。

PP、PS などのほかの主要な海洋マイクロプラスチックの識別についても追加で検討していきたい。

表 3 ; 表 1 と表 2 を合わせたもの

染料	条件	PP	PS	PVC	PE	ABS	PET
オレンジ II	酸性	×	×	×	×	×	×
	中性	×	×	×	×	×	×
	塩基性	×	×	○	×	×	×
コンゴレッド	酸性	×	×	×	×	×	×
	中性	×	△	△	×	×	×
	塩基性	×	×	△	×	×	△
メチレンブルー	酸性	×	×	△	×	×	×
	中性	×	×	×	×	×	×
	塩基性	△	×	×	○	×	○
ローダミン B	酸性	×	×	△	○	×	×
	中性	×	×	×	○	×	△
	塩基性	×	×	×	△	×	×

6. 参考文献

- (1) 西崎由美子 増田朋絵 大野友豊(2012)「染色法による繊維の鑑別～サルトン系色素による絹と羊毛の染め分け～」、『第 9 回高校化学グランドコンテスト要旨集』、p42~45 (大阪府立千里高等学校)
- (2) 「染料の違いによる繊維の識別法」
<<https://www.snet.ed.jp/center/shiryu/uploads/dyestuffs.pdf>>
- (3) 西向虹大 中谷良太 川下凜太郎 霜山佳一 近藤秀人(2016)「染色によるプラスチックの識別に関する研究」、『第 16 回高校化学グランドコンテスト要旨集』PP097 (大阪府立高津高等学校)