

マドラー形簡易密度計をつくる 化学を授業から家庭へ

東京都立砂川高等学校教諭 守本昭彦

1. はじめに

化学は日常生活と関わりが深く、生活の中のあらゆるところに化学の内容が関係している。化学の授業を通して、化学と生活の結びつきが生徒自身の体験として実感できるように、身近な素材を利用した実験教材の実践¹⁻¹⁹を心がけている。

プラスチックは現代の生活の中で最も広範囲に利用されている人工素材である。プラスチックは多種多様であり、さまざまなプラスチックが身の回りに利用され、用途に応じて使い分けられているが、日常生活の中ではその性質の違いは理解されにくい。身近な素材でありながら、「プラスチックはどれも同じ物質である」「プラスチックはすべて水に浮かぶ」など、大人から子供まで広く誤解されている事例も多い。そこで、これまで行っていたプラスチックの性質に関する教材⁸⁾にもものづくりの要素を加え、フィルムケース等の身近なプラスチック素材を用いてプラスチックの密度の違いを利用したマドラー形簡易密度計をつくり、授業から家庭へ化学を広げることを目指した教材を開発し、実践した¹⁷⁾。

2. 教材の展開

・プラスチックの性質の予想

次の各プラスチックのサンプルを集める。

ポリエチレンテレフタレートPET(ペットボトル等)、高密度ポリエチレンHDPE(フィルムケース等)、低密度ポリエチレンLDPE(フィルムケースのふた等)、ポリプロピレンPP(マーガリンの容器、プリン等の容器等)、ポリスチレンPS(パンの袋の留め具、発泡していないプラコップ等)。

これらのプラスチックについて、まず次の表のように「水に浮くか、沈むか」予測させ、実際に行ったところ、すべて正しく予想できた生徒は一人もいなかった。自分の予測と違い、意外な結果に興味深く観察を行っていた。次に、沈んだ2種類のプラスチックが飽和食塩水に浮くか予測させた。軽くて水にも浮くと思っていたペットボトルが、飽和食塩水にも沈むことにとても驚いていた。

プラスチックを調べよう		
水に浮くか、沈むか？予測し、表にまとめよう。		
	予測	実験結果
ペットボトル		
ペットボトルのふた		
フィルムケース		
フィルムケースのふた		
マーガリン・プリン等の容器		
パンの留め具		
飽和食塩水に浮くか、沈むか？予測してみよう。		
	予測	実験結果
ペットボトル		
パンの留め具		

・マドラー形簡易密度計をつくる

このプラスチックのうちペットボトルのふた(PE)やPPでできている)をのぞいた5種類のサンプルを用いて、マドラー形簡易密度計(図1)をつくった。

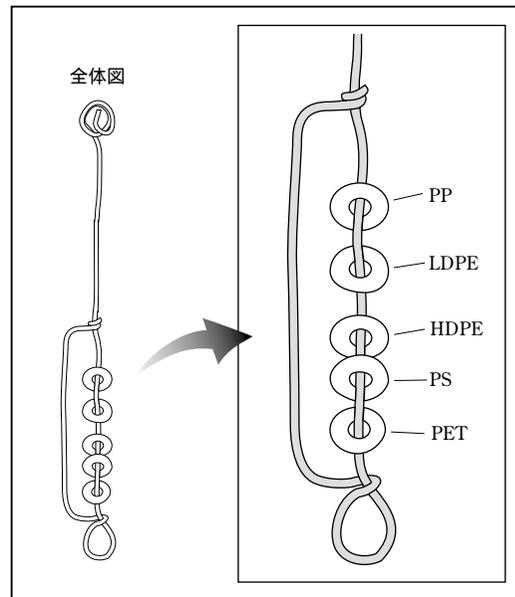


図1

鉄くぎ(太さ2mm)をラジオペンチではさみ、くぎの先をバーナーで加熱して、くぎが熱いうちに各プラスチックのサンプルにつきさして、直径2mmほどの大きさの穴をあけた。穴あけパンチの裏の部分を取りはずし、各プラスチックの穴のあいたところが中心になるように穴あけパンチの刃をあわせ、プラスチックを直径6mmの輪の形状に丸くくりぬいた。輪の形のプラスチックの浮き(フロート)を上から、PP, LDPE, HDPE, PS, PETの順になるように1つずつステンレス線(太さ1mm、長さ250mm)を通し、ラジオペンチを使ってマドラーの形状にした。

・密度の測定

各濃度のエタノール水溶液を調製した。電子天秤の風袋消去(TARE)を使ってビーカーにエタノール1.11gをはかりとり、ホールピペットで純水10.0mlを加えて10%エタノール水溶液をつくった。同様に、エタノール2.50g, 4.29g, 6.67g, 10.0gをビーカーにはかりとりそれぞれに純水10.0mlを加えて20%, 30%, 40%, 50%のエタノール水溶液をつくった。

このときのエタノール水溶液の密度(g/cm^3) (質量%, 25)は次の通りである。

10%: 0.98, 20%: 0.97, 30%: 0.95, 40%: 0.93, 50%: 0.91, 98%: 0.80

同様に、各濃度のヨウ化カリウム水溶液を調製した。ヨウ化カリウム1.11g, 2.50g, 4.29g, 6.67gをビーカーにはかりとりそれぞれにホールピペットで純水10.0mlを加え、10%, 20%, 30%, 40%のヨウ化カリウム水溶液をつくり0.2%L-アスコルビン酸水溶液を1滴加えた。

このときのヨウ化カリウム水溶液の密度(g/cm^3) (質量%, 20)は次の通りである。

10%: 1.08, 20%: 1.17, 30%: 1.27, 40%: 1.40
他に各濃度の塩化ナトリウム水溶液を準備した。塩化ナトリウム水溶液の密度(g/cm^3) (質量%, 20)は次の通りである。

4%: 1.03, 10%: 1.07, 20%: 1.15

エタノール, 10~50% エタノール水溶液, 水, 10~40%ヨウ化カリウム水溶液をそれぞれ試験管にとり、簡易密度計を順に入れて、プラスチックフロートの浮き沈みを観察した。

測定した水溶液よりも密度の大きいプラスチックフロートは沈み、密度の小さいフロートは浮いた。水溶液とフロートがほぼ同じ密度のときはフロートが中間にただよった。各水溶液10.0mlをホールピペットでビーカーにとり、質量を測定して各水溶液の密度を求めた。

各プラスチックの密度(g/cm^3)、
PP: 0.90 ~ 0.91, LDPE: 0.92 ~ 0.93,
HDPE: 0.94 ~ 0.97, PS: 1.04 ~ 1.06, PET: 1.38

実験結果

- ・すべてのフロートが沈んだ。(密度 0.90g/cm^3 未満)
: エタノール(0.79g/cm^3)
- ・PPのみが浮いた。(密度 $0.90 \sim 0.92\text{g/cm}^3$)
: 50%エタノール水溶液(0.91g/cm^3)
- ・PPとLDPEが浮いた。(密度 $0.92 \sim 0.94\text{g/cm}^3$)
: 40%エタノール水溶液(0.93g/cm^3)
- ・PP, LDPEが浮き, HDPEが中間にただよった。(密度 $0.94 \sim 0.97\text{g/cm}^3$)
: 30%エタノール水溶液(0.95g/cm^3) (写真1)
- ・PP, LDPE, HDPEが浮いた。(密度 $0.97 \sim 1.06\text{g/cm}^3$)
: 20%エタノール水溶液(0.97g/cm^3), 10%エタノール水溶液(0.98g/cm^3), 水
- ・PP, LDPE, HDPE, PSが浮いた。(密度 $1.06 \sim 1.38\text{g/cm}^3$): 10% KI水溶液(1.08g/cm^3), 20% KI水溶液(1.17g/cm^3), 30% KI水溶液(1.27g/cm^3)
- ・すべてのフロートが浮いた。(密度 1.38g/cm^3 以上): 40% KI水溶液(1.40g/cm^3)

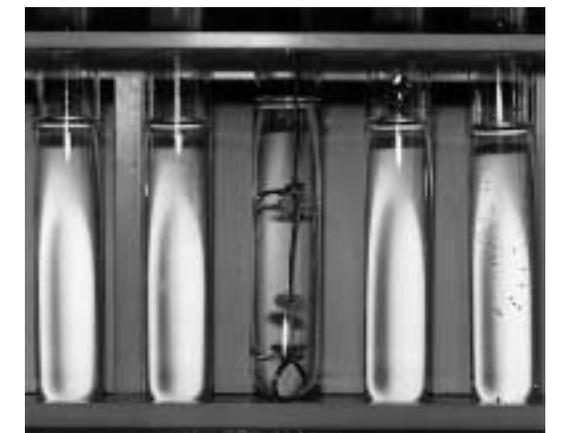


写真1

・家庭での実験

作製したマドラー形簡易密度計は持ち帰らせ、保護者の方など家庭の人に次の予測をしてもらい、その後、家族の前で自分のつくったマドラーなどで実験してみせるように指示し、家庭での実験結果を報告させた。

次の各プラスチックが水に浮く(沈めても浮き上がる)か、沈む(浮き上がってこない)か予測し、水に浮くと思うものに○、沈むと思うものに×をつけてください。

回答者:父, 母, 祖父, 祖母, 兄, 姉, その他

	予測	実験結果
ペットボトル		
ペットボトルのふた		
フィルムケース		
フィルムケースのふた		
マーガリン・プリン容器		
パンの留め具		

ご協力ありがとうございました。

3. おわりに

本教材の特長は、PETなど身近に使われているプラスチックの密度が比較でき、プラスチックの性質の違いが実感できる点である。家庭での様子を生徒に報告させたところ、ほとんどの生徒が実際に家庭で利用し、家族とプラスチックの話題について取り上げることができた。実施後の生徒の感想に「飽和食塩水をつくり、試してみたところ、PETが浮かばないので家族みんなが驚いた」「父親のウイスキーの水割りで、ウイスキーだけだとPPとLDPEが浮くが少しずつ水を入れていくとHDPEが浮いてきた」など楽しい報告があった。保護者等の感想も「日頃こんなことは考えてもいないことでももしろい結果でした」「結果に驚きました。プラスチックでも性質が異なることをはじめて知りました」など好評であった。化学の授業の教材を通して、家庭でもプラスチックの利用について考えることができたことが非常に大きな成果である。

なお、この教材の他に「化学と教育」誌等に報告した教材を以下に示した。主に身近な素材を利用したものや化学と生活の関連を扱った教材である。それぞれの学校の授業の中などで適宜ご利用いただければ幸いである。

参考文献

- (1) 伊藤, 守本, 化学と教育, 37(4), 64(1989)
「空気を断つ・湿気を断つ - 密封パック器の利用」
- (2) 守本, 化学と教育, 38(2), 62(1990)
「簡単なビニロンスポンジの合成 - ポリビニルアルコール合成せんたくのりをういた実験」
- (3) 守本, 村田, 化学と教育, 41(9), 63(1993)
「毛髪の形状変化の教材化」
- (4) 守本, 化学と教育, 42(4), 25(1994)
「アルコール検知管をつくる」
- (5) 守本, 化学と教育, 42(5), 35(1994)
「酸化マンガンの合成と酸化マンガンのリチウム電池の作製」
- (6) 守本, 化学と教育, 43(2), 10(1995)
「発泡ポリスチレンの化学修飾と陽イオン交換樹脂」
- (7) 守本, 臼井, 化学と教育, 43(12), 76(1995)
「酸化鉛の合成と鉛蓄電池」
- (8) 守本, 梶山, 化学と教育, 44(2), 11(1996)
「SPIコードを手がかりにしたプラスチックの性質の比較」
- (9) 守本, 化学と教育, 44(9), 58(1996)
「生クリームを用いた実験 - 油脂, タンパク質, 糖類の分離とその反応」
- (10) 守本, 化学と教育, 45(3), 14(1997)
「硫化カドミウム光電極の合成と湿式光化学電池への応用」
- (11) 守本, 化学と教育, 45(12), 71(1997)
「タンパク質の二次構造模型」
- (12) 守本, 化学と教育, 46(4), 25(1998)
「-ナフトールフタレインの合成と酸塩基指示薬としての利用」
- (13) 守本, 化学と教育, 46(5), 30(1998)
「ビタミンCの還元性を調べる」
- (14) 守本, 化学と教育, 47(5), 32(1999)
「中華めんの塩基を調べる」
- (15) 守本, 化学と教育, 47(12), 82(1999)
「シャープペンシルの芯を金色に変える」
- (16) 守本, 長谷川, 触媒, 42(5), 29(2000)
「中等教育における教材としての触媒」
- (17) 守本, 化学と教育, 50(4), 26(2002)
「マドラー形簡易密度計をつくる」
- (18) 守本, 化学と教育, 50(5), 36(2002)
「ペットボトルと試験管でつくる浮沈子」
- (19) 守本, 化学と教育, 50(5), 37(2002)
「大理石を二酸化炭素水溶液に溶かす」