

植物から取り出せる指示薬

小学校 6年 水溶液の性質

1 ねらい

植物から取り出した色素の中には、リトマス紙と同様に、水溶液が酸性かアルカリ性かを見分けることができるものがあることを知る。

また、植物から取り出した色素で、身近な溶液の液性（pH）を調べる。

2 準備するもの

試験管、ビーカー（200mL, 100mL）、ガスバーナー（またはアルコールランプ）、三脚、金網、マッチ、ガラス棒、こま込ピペット、葉さじ、水酸化ナトリウム、濃塩酸、pH標準溶液（5, 7, 9など）、ナス、ムラサキキャベツ、ブドウの皮、マローブルーなど身近な溶液（食酢、スポーツ飲料、石けん水、ラーメンの煮汁など）



3 実験方法（色素の取り出し方）

- (1) 200mLビーカーに水100mLを取り、加熱して沸騰させる。
- (2) 色がついている植物の部分1g程度を、沸騰水100mLに入れ、ガラス棒でかき混ぜる。
(ナスは皮を包丁でむく、紫キャベツは小さく割く、ブドウは皮を、マローブルーはそのまま使用する)
- (3) 1分程度加熱して水が紫色になったら加熱を止め、溶液だけを100mLビーカーに分け取る。

4 実験方法（身近な溶液の液性を調べる）

- (1) 試験管に、pH標準溶液をそれぞれ2mLずつこま込ピペットで取る
- (2) 各試験管に色素溶液を2mLずつこま込ピペットで取る。色の違いを観察する。
- (3) (2)の標準溶液の色を基準として、身近な溶液を色素溶液に加えて、その色からpHを推定する。

5 結果

- (1) 沸騰水中に、植物の色がついている部分を入れると、1分程度で水の色が青紫色に変わってくる。
- (2) 酸性が強いと赤色、酸性が弱くなるにつれて紫、中性付近では青、塩基性になるにしたがって緑、強アルカリ性では橙色に変化する。

- (3) 標準溶液の色を基準にして、身近な水溶液に色素溶液を入れ、pH（酸性度）を測定する。

[動画（色素溶液とpH）](#)

6 留意点

- (1) 色素溶液は放置しておくとは変色するので、使用直前に作る。
- (2) 加熱時間が長いと、繊維質が混ざるので、ろ紙でこした方がよい。
- (3) 加熱後の色素溶液でやけどしないように、ビーカはぬれぞうきんなどで持つ。一端、水道水をかけて冷やした後、実験に使うとよい。
- (4) 標準溶液が入手できない場合には、酸性側は濃塩酸を薄めて各pHの溶液を調製する。アルカリ性側は水酸化ナトリウムを使って各溶液を調製する。ただし、中性付近の水溶液の調製は困難なので、酸性側はpH1~4, 塩基性側はpH10~13程度が限度である。
- (5) 水酸化ナトリウムは劇物で、目に入ると危険である。扱う場合には、保護メガネを着用することが望ましい。

7 解説

(1) 植物の色素

ムラサキキャベツ、ナス、ブドウなどに含まれる色素は、アントシアニンと呼ばれる色素である。pH（酸性度）により、構造が変化し、色が変化する。このような物質を酸塩基指示薬と言う。リトマス試験紙やBTB溶液、フェノールフタレインなどはよく使われるものである。それぞれ変色が起こるpH範囲が違っており、これを変色域という。リトマスやBTBは変色域が一つだが、アントシアニンはpHの変化にしたがって次々と色が変わっていく。

ムラサキキャベツが余ったら、冷凍保存しておく次回に使用することができる。冷凍によって細胞がこわれ、色素が取り出しやすい。ただし、冷凍の野菜を解凍したときの特有のにおいがある。

(2) 酸性・中性・アルカリ性とpH

水溶液の酸性度を示すためにpHを用いる。中性の水はわずかに H^+ と OH^- に電離しており、その濃度は共に $1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ である。酸性溶液中では H^+ の濃度が OH^- の濃度より大きくなり、アルカリ性溶液中では H^+ の濃度が OH^- の濃度より大きくなる。

どんな水溶液でも、 H^+ 濃度と OH^- 濃度との積の値は一定で、 $[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ である。これを水のイオン積という。（ $[A]$ は濃度記号といい、Aのモル濃度 (mol/L) を表す）したがって、水溶液の液性は水素イオン濃度だけで判断することができる。水素イオン濃度の影響は大きいので、広範囲を数値で表すために、水素イオン指数pHが使われる。

$$pH = -\log [H^+]$$

酸性	$[H^+] > 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$	$> [OH^-]$	$pH < 7$
中性	$[H^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$	$= [OH^-]$	$pH = 7$
アルカリ性	$[H^+] < 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$	$< [OH^-]$	$pH > 7$

実験に使用する水は、空気中の二酸化炭素を含んでいるため、実際にはpHは5.6程度である。したがって、pHが7に近い溶液を、塩酸や水酸化ナトリウム水溶液を薄めて作ることは難しい。

8 pH勾配 (発展)

手順

- (1) 試験管に炭酸ナトリウムを0.5～1cm程度の深さまで取る。
- (2) 駒込ピペットを試験管の奥まで入れ、ピペットの先を試験管壁に沿わせながら色素溶液を静かに注ぎ入れる。
- (3) 液の高さが10cm以上になるまで入れたら、濃塩酸を2,3滴静かに加える。
- (4) ガラス棒を試験管の奥まで差し込み、静かにかくはんしながらすこしずつ上に移動させる。
- (5) 標準溶液で調べた色がだいたい見えるようになったら、ガラス棒を静かに引き抜く。

[動画 \(pH勾配\)](#)

解説

標準溶液を使った実験では、各試験管ごとにpHを変えて色の変化を見たが、この実験では、1本の試験管の中でpHが変化している。炭酸ナトリウム水溶液は強アルカリ性を示し、塩酸は強酸性を示す。色素溶液を加えたときに、炭酸ナトリウムが溶けずに残っていなければならない。

試験管の下の方は炭酸ナトリウム濃度が大きく、密度が大きい。そのため、試験管に濃塩酸を入れると、やはり密度が大きいいため一端は下の方まで赤色になるが、かくはんすることにより下にたまっている炭酸ナトリウムで中和される。

うまくかくはんすれば、試験管の下の方は強アルカリ性の橙色、上の方は強酸性の赤色、中間はpHが次第に塩基性から酸性に変化して順次色が変わっている。ガラス棒でかくはんするときには、炭酸ナトリウムと接触している部分と、塩酸で赤色になっている部分を特にかくはんして、中間の濃度になるようにするときれいに行ける。