

教材としての植物色素

— 小学校における酸・塩基指示薬として —

上林房 一 正*・桐 山 哲 也

(1981年10月15日 受理)

Coloring Matters of Plants for Teaching Aids

— as Acid Base Indicators in Primary School —

Ittshyo JORINBO, Tetsuya KIRIYAMA

1 緒 言

リトマスは小・中学校における酸・塩基指示薬として極めて有用な物質である。このリトマスは、地中海沿岸に自生する *Rocella* 属あるいは、*Lecanora* 属の地衣植物を化学的に処理したものである。その他の植物にも酸・塩基指示薬として利用できるものがあり、シソ、アカカブの色素などが溶液中の pH の変化により変色することはよく知られている¹⁾。しかし、色素の抽出方法、濃度、pH と変色に関する詳しいデータ、保存法などについては参考になる記録はなく、教育の場でそのまま利用できるものはほとんどみあたらない²⁾。

著者らは鹿児島県内で夏期比較的容易に入手できる植物 20 種についてその色素の抽出方法、濃度、pH と変色の関係などを明らかにし、教材化のための実験を行なった。また数種の色素については、試験紙まで作製したので以下報告する。

2 実 験

2.1 試料とその色素の抽出方法

使用した植物は赤キャベツ、アサガオ、アスター、カノコユリ、カンナ、ケイトウ、サツキ、サルズベリ、サルビア、サンゴジュ、タマスダレ、ノウゼンカズラ、ノボタン、ヒメコスモス、ヒメヒマワリ、マリーゴールド、ムラサキオモト、モミジアオイ、ヤマゴボウである。赤キャベツとムラサキオモトはその葉を、サンゴジュとヤマゴボウはその実を、その他の植物はその花びらをビーカーに入れ、約 300 ml のメチルアルコールを加える。採取した試料量とその色を表 1 に示した。これを沸とうしている水浴中で約 15 分間湯浴し、色素をアルコール中に抽出する。冷却後、No. 5A の濾紙で濾過し、濾液を冷蔵庫内（約 4°C）に保存した。得られた色素は 100~150 ml であった。

* 大島郡瀬戸内町節子小学校

表 1 試料の量とその色

植 物 名	色	試 料 量 (g)	植 物 名	色	試 料 量 (g)
赤 キャベツ	赤 紫	50	サンゴジュ	赤 紫	45
アサガオ	桃	22	ノウゼンカズラ	橙	17
アサガオ	紫	18	ノボタン	紫	5
アスター	紫	70	ヒメコスモス	赤 橙	25
カノコユリ	白と桃	45	ヒメヒマワリ	黄	10
カシナ	赤	45	マリーゴールド	橙	50
ケイトウ	赤	100	ムラサキオモト	紫	50
サツキ	赤		モミジアオイ	赤	20
サルスベリ	うす紫	10	ヤマゴボウ	濃 紫	60
サルビア	赤	50			

2.2 緩衝溶液および各 pH 溶液の調製

緩衝溶液；pH 1 から 10 までの緩衝溶液は Clark-Lubs の緩衝溶液を使用した。また pH 11 および 12 の緩衝溶液は Kolthoff の緩衝液を使用した。調製法は表 2 に示す。調製後、pH メーターで pH をチェックした。

表 2 緩衝溶液の調製法

pH	A 液	B 液	混 合 割 合
			A 液 : B 液 : H ₂ O
1.0	0.2M 塩化カリウム	0.2M 塩酸	50.0 : 97.0 : 53.0
2.0	0.2M 塩化カリウム	0.2M 塩酸	50.0 : 10.6 : 139.4
3.0	0.2M フタル酸水素カリウム	0.2M 塩酸	50.0 : 20.3 : 129.7
4.0	0.2M フタル酸水素カリウム	0.2M 水酸化ナトリウム	50.0 : 0.4 : 149.6
5.0	0.2M フタル酸水素カリウム	0.2M 水酸化ナトリウム	50.0 : 23.9 : 126.2
6.0	0.2M フタル酸水素カリウム	0.2M 水酸化ナトリウム	50.0 : 45.4 : 104.5
7.0	0.2M リン酸二水素カリウム	0.2M 水酸化ナトリウム	50.0 : 29.6 : 120.4
8.0	0.2M リン酸二水素カリウム	0.2M 水酸化ナトリウム	50.0 : 46.8 : 103.2
9.0	0.2M ホウ酸 - 0.2M 塩化カリウム	0.2M 水酸化ナトリウム	50.0 : 21.3 : 128.7
10.0	0.2M ホウ酸 - 0.2M 塩化カリウム	0.2M 水酸化ナトリウム	50.0 : 43.9 : 106.1
11.0	0.1M リン酸水素二ナトリウム	0.1M 水酸化ナトリウム	50.0 : 8.3 : 41.7
12.0	0.1M リン酸水素二ナトリウム	0.1M 水酸化ナトリウム	50.0 : 43.2 : 6.8

塩酸—水酸化ナトリウム溶液；0.1N 塩酸溶液と、0.1N 水酸化ナトリウム溶液を混合し、pH メーターでチェックしながら pH 1, 2, 3, 4 および 9, 10, 11, 12 の溶液を調製した。pH 4~9 の間の溶液は 0.1N 塩酸溶液と 0.1N 水酸化ナトリウム溶液を混合し、任意の pH における溶液を使用した。

硫酸—水酸化ナトリウム溶液；0.1N 硫酸溶液と 0.1N 水酸化ナトリウム溶液を混合し、塩酸—水酸化ナトリウム溶液を調製したと同じようにして調製した。

酢酸—水酸化ナトリウム溶液; 0.1 N 酢酸溶液と 0.1 N 水酸化ナトリウム溶液を混合し, pHメーターでチェックしながら pH 3 から 12 の溶液を調製した。

3 結果と考察

赤キャベツ, アサガオ, アスター, カノコユリ, カンナ, ケイトウ, サツキ, サルスベリ, サルビア, サンゴジュ, ノウゼンカズラ, ノボタン, ヒメコスモス, ヒメヒマワリ, マリーゴールド, ムラサキオモト, モミジアオイ, ヤマゴボウの抽出液を, 2.2 で調製した溶液に加え発色させた。色素抽出液と 2.2 で調製した液の割合は 2 対 5 である。発色の様子は次の三種に大別できる。

- ① pH の変化に対し, 色調が変化しないもの
- ② pH の変化に対し, 色調が変化し, 同じ pH でも酸・塩基の種類により色調を異にするもの
- ③ pH の変化に対し, 色調が変化し, 酸・塩基の種類によって色調が変らないもの

である。

①に属する植物は, ケイトウ, ノウゼンカズラ, ヒメヒマワリ, マリーゴールド, ヤマゴボウ,

②に属する植物は, 赤キャベツ, アサガオ, アスター, サツキ, サルスベリ, サルビア, ノボタン, ムラサキオモト, モミジアオイ,

③に属する植物は, カノコユリ, カンナ, サンゴジュ, タマスダレ, ヒメコスモス

である。

ところで, 小学校 6 年生の教科書³⁾⁴⁾ でリトマス紙と同じように赤キャベツが取り扱われている。我々の実験において赤キャベツの色素は, ②に属するものに分類される。pH の変化によりあざやかに変色するので楽しい教材であるが, 同じ pH でも色調を異にする。すなわち, pH 7~9 においてリン酸緩衝液ではうすい黄緑色を呈するが, 塩酸—水酸化ナトリウム溶液, および硫酸—水酸化ナトリウム溶液ではうすい緑色を呈する。また, 酢酸—水酸化ナトリウム溶液では水色を呈する。このように pH は同じでも, 酸・塩基の種類によって色調を異にする赤キャベツとリトマスとを, 同じ次元で取り扱うのは少々問題があるように思う。

酸・塩基指示薬として利用できるためには, pH の変化により色調を異にするものでなければならぬが, 酸・塩基の種類によって呈色に変化があると都合が悪い。この観点からの①, ②, ③の分類をみると, ①, ②は指示薬として利用できない。本実験内において, 酸・塩基指示薬として利用できるのは③に属する植物色素である。③に属する植物のそれぞれの pH における呈色をまとめると, 表 3 のようになる。

ところで, 小学校において酸・塩基指示薬を利用する場合, 溶液のまま利用するよりも試験紙として利用する方が都合がよい。③の色素を用いて試験紙を作ることにした。そのままでは色素が希薄なので, 濃縮する必要がある。色素の分解をおさえるため減圧して低温下 2~3 倍に濃縮した。これをペーパークロマト用濾紙にしみこませた。変色の様子を表 4 に示す。溶液のままの変色と, 試験紙の変色と若干の差を生じた。試験紙の方が少し鋭敏になっているようである。

表 3 植物色素の変色

植物名	pH											
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
カノコユリ	桃色			無色			黄色					
カンナ	朱色			やまぶき色			茶色			ふか緑色		
サンゴジュ	桃色			はだ色			黄色					
タマスダレ	桃色		はだ色		うすい黄色			濃黄色				
ヒメコスモス	橙色				赤色				暗赤色			

表 4 試験紙の変色

植物名	pH											
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
カノコユリ (うす紫色)	うすい桃色			うす紫色			うすい黄色			黄緑色		
カンナ (うすはだ色)	桃色		うすはだ色			ふか緑色		おうど色		ふか緑色		
サンゴジュ (うすはだ色)	桃色		うすはだ色			うすい黄緑色			黄緑色			
タマスダレ (うす紫色)	桃色	うすい桃色			うすい黄色			黄緑色				
ヒメコスモス (おうど色)	黄色			おうど色				赤色				

() 内は試験紙の色である。

要 約

約 20 種類の植物色素について、酸・塩基指示薬としての教材化を検討した。

カノコユリ、カンナ、タマスダレ、ヒメコスモスの花びらの色素、およびサンゴジュの実の色素の 5 種類が酸・塩基指示薬として利用できることを明らかにした。また、これらの色素については色素抽出液を濾紙にしみこませた後、風乾すれば試験紙としても利用できることを明らかにした。

文 献

- 1) 桐山哲也 化学教育, **19**, 289 (1971).
- 2) 長沢千達 理科の教育, **30**, 284 (1981).
- 3) たのしい理科 6 年上, 大日本図書株式会社, p. 70 (1980).
- 4) 新しい理科 6 上, 東京書籍株式会社, p. 56 (1980).