

# 花の色の科学

## —花の色素の指示薬としての可能性を探る—

木村 功  
神崎 夏子

### はじめに

この実践は高校1年の2時間続きの化学の授業実践である。日常接する機会が多く、人から好まれる親しみのある花という素材を取り上げ、その色に視点を当ててつくられた授業計画でもある。特に花の色素がpH指示薬としての可能性があるかを調べる授業を工夫した。

単に科学の基礎知識を得るというだけでなく身の回りにある自然への関心を高め、自然が作り出した数々のしくみが、私たちの生活や心に豊かさをもたらしていることに気付いてほしいものである。

本実践の特徴、重点の1つは植物の花とその色について生物学的な意味と、花の色素のもつ化学的性質、指示薬としての利用という、生物、化学2つの面を生物担当と化学担当の2人の講師で説明から実験、観察、検討、まとめの流れを構成し、総合学習的なかたちをもたせたことである。

2つ目は高校化学学習の教材開発の研究としてのとりくみである。

本実践では指示薬としての可能性を探るとしてトルコキキョウを取り上げた。

植物色素が酸・アルカリにより色が変化することを利用して指示薬とする例は幾つかあるがリトマス（紫）は酸～アルカリで赤～青の2色ムラサキキャベツ（紫）は赤、赤紫、紫、黄色と酸、アルカリの程度により変色する。

今回取り上げたトルコキキョウではpH1～

4・7・10～13のそれぞれで識別可能な色調変化がみられ、より細かな指示薬としての可能性を探ることができた。

そのため必要なpH濃度を段階的につくり出すという複雑な操作を行うが、それによりpH濃度1差（濃度比1/10）について実践を通じ理解を深めることができる。

### 授業展開

補助教材として実験のワークシートと授業の流れのポイントを表した補助テキストを準備し演示、生徒実験を中心として授業を行った。

#### 〔1〕導入

人の生活と色についてなぜか色について意識させる。色の名をあげてみる。

日本における色の名は植物に由来するものが多い。茜色、紫色、茶色、浅葱色、若草色、若竹色、刈安（かりやす）色等は根や葉またはそれらを使って染色した結果出る色に植物名をつかったものであるが、紅色、桜色、薔薇色、堇色、藤色、山吹色、アヤメ色、クチナシ色などは花の色であり、その植物の名をそのまま色の名にしたものである。英語でもピンクはナデシコ、バイオレットはスマイレの名前をとったものである。

①「自然界の花の色には何色が多いでしょうか」の問いの答えは黄、(青)、白の順で実際の白、黄、赤、青とは異なった。これは花屋などで見かける印象によるものと思われる。

問「ところで花の色としてほとんどないものがあるが、何色でしょうか。」の質問に「黒」少しして「緑」がでてくる。なぜか考えよう。

② 生徒にアブラナの花の断面図を見せながら、「花の色の目的はなんでしょうか、花にとってどんな意味があるのだろうか」の問いに「昆虫を呼び受粉させる」という答えがどのクラスからも出された。花の色は昆虫に蜜のありかを知らせ、受粉してもらおうというはたらきがあることを生徒とともに推測できた。

③ 「花の色が緑だったらどうなるでしょうか」の問いから、葉との区別がつかない・・・植物の花が色を作り出したことの重要性がさらに深く理解されるであろう。

ふつう受粉は同種異個体（他家受粉）の間で行われるので、虫や風に花粉を運んでもらう方法を得て子孫を残してきたことに触れる。

(図1参照)

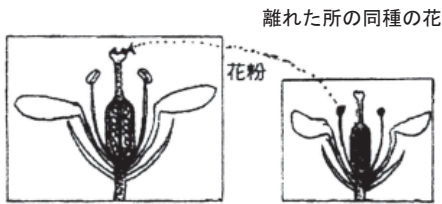


図1 他家受粉の説明  
(2枚のアブラナの図を利用)

補足としてこの後使うバラやトルコキキョウの花の構造、雄しべ、雌しべのつき方の違いにふれ、花の抽出液をつくる操作をおこなうときに観察するよう促し次に進んだ。

多くの生徒がバラの雄しべと雌しべのつきかたに関心を示した。

(図2参照)

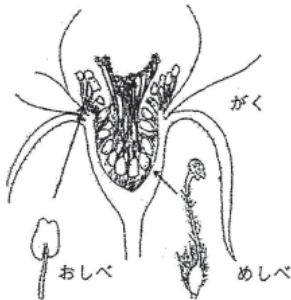


図2 バラの花の断面

〔2〕展開

(1) 顕微鏡による花の観察 (演示実験)

花の色素が花卉の何処にあるかを顕微鏡に接続したモニターで観察する。

実験で使用する花びら (バラ赤, トルコキキョウ紫, オンシジウム黄色) のプレパラートを顕微鏡にセット、4台のモニターに接続、映像で観察する。

液胞全体に広がっている赤や紫の色素は水に溶けて液胞にあることから水や水と混じり合うエタノールで抽出できることを推定させる。

(図3, 写真1参照)

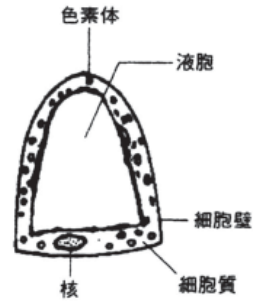


図3 花の細胞と色素

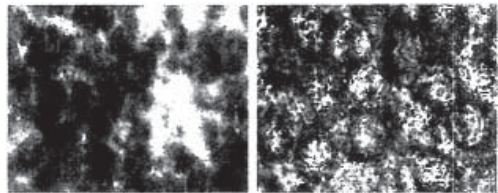


写真1 花びらの細胞の顕微鏡写真  
左: バラ, 右: オンシジウム

一方オンシジウムの濃い黄色の色素は葉緑体と同様な色素体にあることを観察させる。

この色素はニンジンの赤い色素と同じカロテノイド類に属し水溶性でないことを葉緑体にある葉緑素やニンジンのカルテノイドの場合から連想させる。

(2) 赤い花・紫の花の色素の抽出 (生徒実験)

紫のトルコキキョウと赤いバラの花の構造の違いを観察しながら1つ分の花の花びらをちぎってサンプル管に入れる。エタノールを加えガラス棒で押しながら色素を抽出する。

(3) 抽出溶液のpHによる色の変化 (生徒実験)

① pH値の異なる酸, アルカリ溶液をつくる生徒を酸の溶液をつくる班とアルカリ溶液をつ

くる班に分ける。それぞれの班が塩酸、または水酸化ナトリウムの0.1mol/L溶液を10mLを試験管に計りとる。

ここから1mLを2本目の試験管にとり純水9mLを加えよく振って0.01mol/Lの溶液を調整する。この溶液を3本目の試験管に1mL採り純水9mLを加えて振り0.001mol/Lの溶液を調整する。

もう一度繰り返し4本目の試験管に0.0001mol/Lの溶液を調整する。(図4参照)

② これら4本の試験管の溶液をそれぞれ1/2に分ける。酸を調整した班とアルカリを調整し

た班が1/2に分けた4本を互いに交換する。

(各班酸、アルカリ4本ずつ8本の溶液が準備できる。)

③ 新たに8本の試験管を試験管立てに準備する。

これに先につくった8本の試験管の溶液を等量ずつ分けていく。

この操作により各班2組の、pH1~4の水溶液2.3~2.5mLが入った試験管が4本、pH10~13の同量の水溶液が入った試験管が4本できる。(図5)

図4 水溶液の準備①

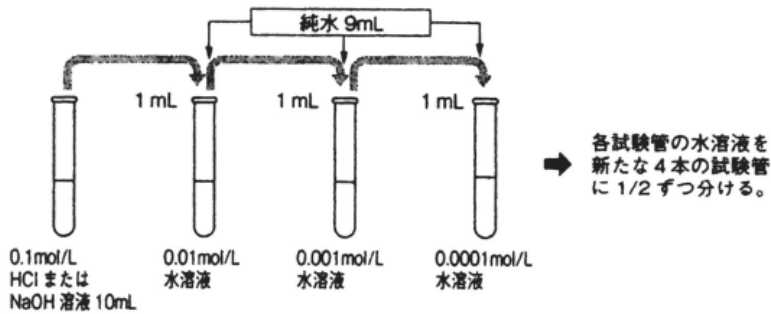
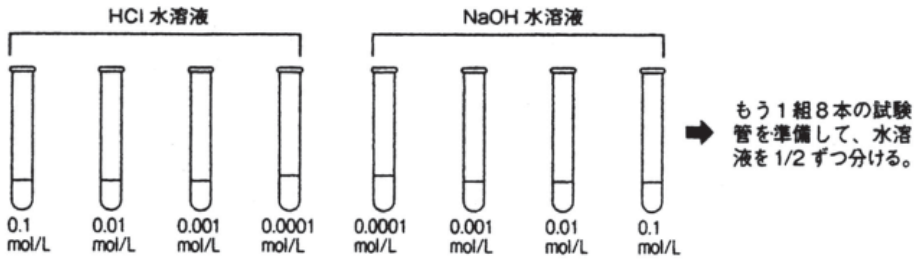


図5 水溶液の準備②



さらに中央に純水2/5mL (pH7)が入った試験管をたてる。結果9本×2組になる。

④ これらの1組にはバラの抽出溶液を、もう

1組にはトルコキキョウの抽出溶液をサンプル管から0.3mLずつ加えていくと表1のように色に変化する。(表1参照)

pHの値	1	2	3	4	抽出溶液	10	11	12	13
抽出溶液の色 (赤いバラ)	橙赤	濃赤	←—————→		薄赤	赤黄	青緑	赤橙黄	
抽出溶液の色 (紫のトルコキキョウ)	赤	濃いピンク	薄いピンク	薄い赤紫	青紫	青	緑	黄色	橙黄

表1 抽出溶液のpHによる色の変化

(4) 指示薬でpHを計る

生徒にどちらの花の色素の抽出溶液がpH指示薬に適しているかを考え選ばせる。

酸と石灰水を10倍に薄めた溶液にどちらか選んだ方の抽出溶液を0.3mLずつ加えて色の変化を見る。pHにより変化した同じ色素の溶液の色と比較しpHを推定する。

バラの抽出溶液を選んだ班は各クラス1～2班であり、ほとんどの班がトルコキキョウを選んでいた。また10倍に薄めた酢のpHは3、石灰水は11と答えている班が多く、ごく妥当な結果が得られた。

(5) 黄色い花の抽出溶液のpHによる色の変化 (演示実験)

① 演示でオンシジウムにエタノールを加え、上と同様に抽出した色素の溶液をpH1～4, 8～10の酸・塩基の溶液に加えた。酸性、中性付近ではほぼ無色であるがpHの値が高くなるに従って黄色が強くなることを確認する。

「この水溶液の黄色い色素は指示薬として適切でしょうか」と問うと色の変化が分かりにくいので不適切という答えが得られた。

② オンシジウムを乳鉢に入れヘキサンを加え乳棒ですり潰した。その後ろ過し、黄色いヘキサンに溶けたカロテノイドの抽出溶液を得た。

①に比べ黄色のより濃い溶液が得られた。これに水を加え、溶液が2層に分離する(写真2の右の試験管でカロテノイドは上層のヘキサンに溶けている)ことを確認する。(写真2参照)

「ヘキサンに溶けている色素は石灰水や酢などの水溶液のpH指示薬として適切でしょうか」と問うと、「水に溶けないから不適切」という答えが得られた。

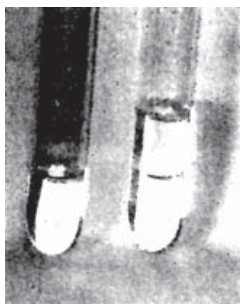


写真2 分離実験

[3] まとめ

花の色素について以下の解説をし実験結果についての再考と、花へ飛来する昆虫の映像を解説し自然への関心を促しまとめた。

(1) 花の色素の種類について

赤・紫・青色の花には多くの場合アントシアニン類と呼ばれる水溶性の色素が含まれている(液胞に存在)。

黄色の花の色素には水溶性のフラボン類(液胞に存在)、脂溶性のカロテノイド(色素体に存在)があり、ここでは用いなかった水溶性のかるこんやオーロンと呼ばれる色素が含まれていることもある。

(2) 青い花の発色のしくみ

青い花は複雑なしくみで発色している。アントシアニンが金属元素と金属錯体をつくるもの(補助色素、フラボンやフラボノール、有機酸)と共存・会合・結合するものなどがあることを、花の色素の研究史にふれたり、赤いバラの抽出溶液に塩化マグネシウムイオンの水溶液を加えると赤紫に変わるのを演示実験で見せながら説明した。

(3) 色をつくり出した花(花にとっての色)

コスモス(ピンク)、アサガオ(青紫)、ニガウリ(黄)などの花に寄ってくる蝶や甲虫、クモの写真をモニターに映しながら説明する。

① 昆虫に色に識別能力があることについての研究について話す。

② 花は蜜を提供、昆虫は色または匂いで蜜を探す。花は昆虫などに蜜を与え昆虫に花粉を運んでもらう共生関係が成り立っている。(写真3参照)



写真3 花と蝶

③ 花の形状が特殊になると特定の昆虫と共生関係ができ、同種の花粉が得やすくなること。

また「蜜を吸わないクモがなぜ花にくるのでしょうか」からクモは花に来る虫を狙っていることなど内容を発展させた。

花は葉が進化してできたとされています。

緑の葉の色を変化させさまざまな色をつくることによりそれぞれの種の受粉効果を上げることができます。植物は生殖に有利な形質として色をつくり出しました。

人はこの色を生活や心を豊かにするものとして利用していることに触れ授業の結びとした。

### 〔生徒へのアンケートより〕

6学級のうち1学級(40人)につき授業の前後にとったアンケートをとり整理した。

授業前「花についての興味がありますか」

- |             |       |
|-------------|-------|
| ① とてもある     | 12.5% |
| ② ある        | 37.5% |
| ③ ふつう       | 50.0% |
| ④ どちらとも言えない | 0.0%  |
| ⑤ あまりない     | 0.0%  |

授業後「花についての興味はもてましたか」

- |             |       |
|-------------|-------|
| ① とても持てた    | 23.0% |
| ② ある        | 72.0% |
| ③ どちらともいえない | 5.0%  |
| ④ あまり持てなかった | 0.0%  |
| ⑤ 持てなかった    | 0.0%  |

いろいろなpHの溶液をつくるなど複雑な作業も含まれていたが、「授業は楽しかったですか」の質問については2.5%(1人)がふつうとしている以外、とても楽しかった(47%)、楽しかった(50%)という結果であった。

「勉強になりましたか」という問いについては全員が勉強になった(とても勉強になった48%を含む)としていた。

この結果から花については初めから興味が全くないという生徒はいないこと、授業後には興味が増すことがうかがわれ花を教材として取り

入れることは効果的であると考えられる。

なお、授業についての感想としては以下のようなものがあった。

### 感想文

- ・なぜ花には色があるかということを考えさせられる授業となりとてもためになった。
- ・作業が複雑で難しかったけどpHの変化で花の抽出溶液の色がいろいろな色になるのが見られて嬉しかった。
- ・どの花が指示薬として適しているか調べるのが楽しかった。
- ・指示薬にはどのようなが良いのかがわかった。
- ・バラのおしべとめしべを初めてみました。ふさふさでびっくりしました。
- ・花と昆虫の関係も非常に興味深いものでした。
- ・日本人が花の色の研究に携わっていてすごい。

以上のように興味の視点が幅広く記載されていた。

### 終わりに

花の色素を教材として利用することにより、指示薬について中学段階より一歩進めて、その役割や素材について考えさせられると共に、物質の抽出・溶解性を教えることができる。

花がいろいろな色素を作り出した生物学的な意味を考えることにより自然への関心を深める契機となる。

花を通して、自然と人間とのかかわりについて化学、生物学の両面から総合的に学習することができると思う。

本稿は神崎夏子(元神奈川大学非常勤講師)木村功による標題題目授業実践記録として、雑誌「理科教室」2010 May No.665日本標準刊に掲載されたものを一部加筆修正したものである。

る。

また授業実施にあたっては、東京女学館高校1年生全クラスと担当理科教員、後藤緑、後藤ふづ喜両氏のご協力をいただいた。感謝申し上げます。

---

#### 参考文献

- 1) 岩科司『花は不思議』(2008発行)
- 2) 朝日新聞社企画・編集『国立科学博物館特別展 花 展覧会図録』(2007発行)
- 3) 箱崎美義『花の科学』研成社(1946発行)
- 4) 日産化学振興財団ホームページ：  
(<http://www.nissan-zaidaor.jp/>)