

1 朝顔の花の観察

静岡市立東豊田中学校

1年 齋藤 梨菜

1 研究の動機と目的

朝顔の青色の花が、咲いてからしばらくまでに色を変えることに興味を持ち調べた。まず、県立図書館で朝顔の花について調べてみた。すると、朝顔の花弁は、3層(図1)で構成されていることがわかった。そこで、花弁を薄く切り取り、顕微鏡を用いて300倍で観察してみた。何度も、試みたが3層に分かれている様子を見ることはできなかった。朝顔の花弁の表面から3つの層の重なりを上からのぞいているようだった。300倍の花弁の写真を撮った。この時、花弁の断面は確認できなかったが、表面の色の粒は観察できた。青い花は、青い色水が入った粒が並んでいた(図2)。

青色の朝顔の色は、アントシアンという色素の色だそうだ。アントシアンは、水素イオン濃度(pH)の変化で色を変える(図3)。紫いもの色素と同じだ。また、朝顔の白い花は、白い色素を持っているわけではない。花弁の中の色素をもたない空気の入った透明な層が光をはねかえし、目に白く見えている。その層もフラボン系の薄い黄色の色素を含んでいる。そのため、真っ白な花はないそうだ。この色素は、紫外線を防ぐ働きがある。

赤紫の朝顔の花は、だんだん薄い赤紫になってしおれる。青い花は、咲いているうちに青から紫へと花の色を変える。どうして、そのような変化がおこるのか調べてみようと思う。

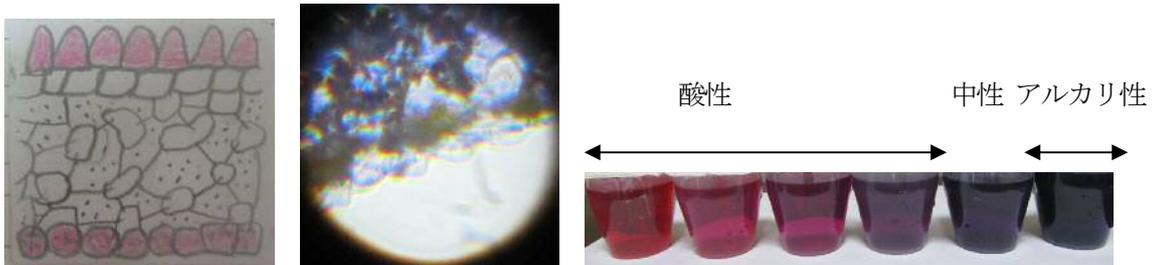


図1 花弁の構造

図2 青い花弁

図3 アントシアンの色の变化

2 研究の方法と結果

(1) 花の色変わりの再現

開花した青色の朝顔の花弁をしぼると、青い色は紫色になってしまう。そのため、液胞pHの測定は、細胞内微小電極法を用いるそうだ。青色の朝顔の花弁の色変りは、着色素細胞のpH変化で説明されている。この方法は、私では確認できない。そこで、目に見える色に着目してみた。青と紫は、どのような色だろうか。人間が、見ている色は光の三原色、赤、青、緑の組み合わせで作られている。アントシアンもpHの変化により色変わりすると思うが、ほかに大きな要因はないだろうか。そこで、色変わりの仮説をたててみた。

〈予想〉 花弁の乾燥により透明な層が黄色化して青が紫色に変わる。

朝顔を、観察していると、とても暑さに弱いことがわかる。方丈記の一節にも、「朝顔は朝日にかれてしまう。」とある。私の家の東南向きのベランダでは、午前8時半ごろしぼみ始める。

朝顔の花弁は、色素の入った層の間に、透明な層をはさんだ構造になっている。透明な層は、空気を含んだスポンジ状のものだ。私は、その透明な層が水分を失い、縮んで黄色がかり、花の色が変わるのではないかと思う。透明に見える層も、フラボン系の黄色の色素を含んでいる。黄色い風船が、ふくらむと色が薄くなる（図4）ように、フラボン系の薄い黄色を含んだ粒が、空気層をつくり白く見えている。水分を失い粒が小さくなれば薄い黄色い層ができるはずだ（図5）。黄色が加わることで色が変わるのではないだろうか。

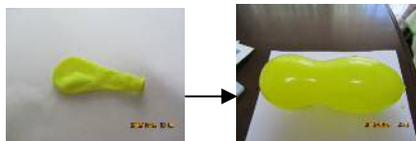


図4 風船はふくらむと色が薄くなる

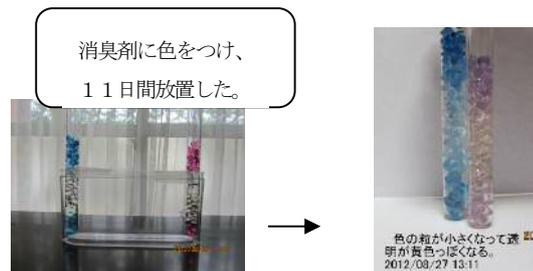


図5 透明な層がかわいて黄色がかる

〈実験〉 セロファン（赤・青・黄）を組み合わせ、LEDで光をあて色を作る（図6）。組み合わせの中から青色の朝顔の色を探す。
 〈結果〉 元の青色、紫に変わった色、しぼんだ花の紫色が現れた（図7）。



(図6) 装置



図7 セロファンで朝顔の色をつくる。赤（ピンク）

青2枚・赤1枚の青色に、黄色のセロファンが一枚加わることによって紫色ができた。着色素細胞のpHの変化以外にも色変わりの説明ができた。

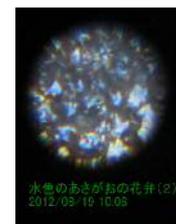


図8 青い花卉

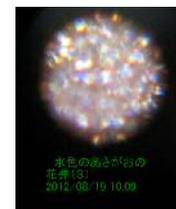


図9 青から紫へ

(2) 青い花卉の観察（顕微鏡 300倍）

ア 花卉を糸のように細く切り取り、顕微鏡で観察する（図8）。切る向きによって見え方が違う。すじのようなものが、たくさん見えるものと見えないものがある。

イ アルコールでプレパラートをとめた時、観察していると色の粒が青から紫に変わる。脱色されたのかもしれない。そこで、水にしてみた。青い色素は、水に溶けだす。しばらくすると、色の粒が青から紫に変わった。油をつかうわけにもいけないので困ってしまった。薄紫の写真(図9)が、青い色素がぬけ出た後の色だとすると、青い花の色変りは、青い色素がぬけるからなのだろうか。pHの変化でおこるだけではないのではないか。

ウ 青い花を昼ごろに観察すると、青が濃くなっていた。また、白いすじのようなところ(曜)が濃いピンク色に変わってきていた。

(3) 花の色はいつ決まるのか

ア 花の色は、種の時、すでに決まっている。双葉の茎の根本の色で花の色がわかる。

イ 小さなつぼみを半分に切り、いつごろ花の色が現れるか調べる。1.2cmぐらいのころ色が現れた。

(4) 花がしおれるとどうなるか

花がしおれると、赤紫色の花、青い花ともに白い部分(曜)までピンク色になっていた。

(5) 花の構造を調べる

ア 白い花のつぼみを紫いもの水溶液、ただの水、青い色水にさし、一晚おく。咲いた花に、色はつかなかった。水の吸い上げ方は確認できなかった。

イ 白い花のつぼみを紫いもの水溶液、ただの水、赤い色水にさし、一晚おく。赤い色水で咲いた花に色がついた。赤い線は、中心からふちにむかってのびている。水の通り道が確認できた。顕微鏡で、見る時は、花卉をすじにそって切り取らないと、すじが何本も入って見えにくくなるわけがわかった(図10)。

また、偶然、紫いもの水溶液が中性から酸性になったことに気づいた。

ウ つぼみに縦または横にマジックで印をつけ開花させる。

つぼみは、右にぎゅっと巻かれている。白い部分(曜)が見えている。



図10

(6) 朝顔の花に、酸性、アルカリ性があるのか

ア 白い花の開花と紫いもの水溶液の関係

花の構造を調べるため、紫いもの水溶液で花を咲かせた時に不思議なことがおきた。開花前、中性(水道水)のはずの紫いもの水溶液の色が青紫から赤紫(酸性)に変わっている。そこで、白い花を酸性、アルカリ性、中性の水溶液で開花させた。すると中性の水溶液の色が青紫から赤紫に変化した。朝顔の花は、酸性なのだろうか。

イ 紫いもの水溶液(中性)で咲かせた花と苗で咲いた花の比較

苗で咲いた花の方が大きめだ。

ウ 朝顔の花は酸性なのか

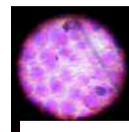
つぼみを、酸、アルカリ、中性の水で咲かせる。水には紫いもの色素(アントシアニン)を溶かしておく。花の色ごとに花の大きさと水の色の変化を観察する。(図11・12)

表 1 花の色と咲かせる水の性質との関係

	酸性	中性	アルカリ性
白	大きく咲く 色は変わらない	酸性に変える	小さく咲く 色は変わらない
赤紫	大きく咲く 色が濃くなる	酸性に変える	小さく咲く 色が薄くなる
ピンク	小さく咲く 色が薄くなる	アルカリ性に変える	大きく咲く 色が濃くなる
青	小さく咲く 色が薄くなる	アルカリ性に変える	大きく咲く 色が濃くなる



苗で開花



酸で開花

図11

花の色と咲かせる水の性質によって、花の大きさや咲かせた水溶液の性質に違いがでることがわかった。花の色によって、酸性、アルカリ性があるのかもしれない。



(7) 朝顔の花の構造の利点を探す

朝顔の花は、ロート型である。冬に咲く福寿草はパラボラアンテナの形をしていて、中心に熱を集めているようだ。夏に咲く、朝顔は全く反対の形をしている。花のロートの付け根のあたりは暑いのだろうか。白い色をしているのは、熱をためこまないためなのではないかと思い、調べてみた。花のふちと中心の温度を測る。花の中心は花卉のふちより 0.2℃ほど涼しいようだった。また、しぼみ始めた花では、逆だった。水分が失われてくるからだろうか。やはり、夏の花は熱を逃がす工夫をしているらしい。

(8) 花はどこから色を変えてゆくのか

花は、つぼみの時は白い部分が外側に出ている。そのためだろうか、白い部分（曜）の側から花の色が変わってきている。外気にふれている時間が長いいため、早く水分が失われるのだろうか。赤紫の花で、とてもはっきりその様子が分かる(図 13)。



図 13

3 研究の考察

青色の朝顔の色変りは、フラボン系の薄い黄色い色素を含む透明な層が、水分を失い黄色になり紫に色が変わるのではないかと。セロファンとLEDを使って色を作ってみた。すると青色2枚、赤（ピンク）1枚、黄色1枚のセロファンでしぼむ時の紫色ができた。

花卉を顕微鏡で拡大してみる時、カバーガラスをとめるための水に色素が流れ出ること気がついた。顕微鏡で観察していると青い色の粒が、紫色に変わる。花がしおれると白い部分もピンクがはかってくる。色素が全体に拡散するのだろうか。

朝顔の花は、つぼみの時、白い部分（曜）が表に出ている。紫外線を防ぎ、花卉のかわきや温度の上昇を抑えているのかもしれない。

花の構造を調べるため、色水を吸わせてつぼみを開花させた時、偶然に水を中性から、酸やアルカリ性に変えることに気がついた。花の色で酸性、アルカリ性が異なるようだ。花そのものに酸性やアルカリ性があるのだろうか。もっと調べてみたいと思う。

4 参考文献

- (1) 科学のアルバム 花の色のふしぎ 佐藤有恒 あかね書房
- (2) アントシアニンの科学—生理機能・製品開発への新展開
津田孝範・須田郁夫・津志田藤二郎 建帛社

5 使用した顕微鏡

- (1) アイクロップス バンダイ (×200)
- (2) VIXEN (×300)

6 使用した紫いもパウダー

私の台所 食用色素 粉末タイプ 紫