

朝顔の花の観察 Part 5 花の色変わりと曜の役割 3

静岡県立静岡高等学校

2年 齋藤 梨菜

1 動機と目的

私は、中学1年からアサガオの花の色変わりについて調べている。花の色は、つぼみから開花そしてしぼみに至るまで刻々と変わっていく。花色とつぼみの重さ、花弁の長さの関係を調べた。すると花弁内の水の量が花色に影響しているように思われた。開花は、水が花弁に取り込まれることでおこり、しぼみは花弁から水が失われるためにおこるのではないかと考えた。水の取り込みは、花弁内にあるデンプン^④、酵素により糖に加水分解されて細胞内に糖の水溶液をつくり、細胞間の浸透圧の差を利用して行われると思われる。一昨年、花弁の曜の部分にデンプンが有ることが分った。昨年は、曜に有るデンプンが時間とともに減り、代わりに糖が増えていくことが分った。今年は、花弁に有るデンプンと糖の増減を詳しく調べ、アサガオの開花の機構を探ろうと思う。

2 実験と結果

(1) アサガオの花と水の関係

ア 水の取り込み方調べ

〈実験〉 アサガオのつぼみを切り取り、色水につけて咲かせる。花弁の色の变化を観察する。

〈実験方法〉

- 1 アサガオのつぼみの茎を半分に割き、異なる色の水につけ花を咲かせる。
- 2 同じアサガオのつぼみを時間ごとに異なる色の色水につけ、水をいつまで吸うか調べる。
また、曜に切り込みを入れて開花の様子を観察する。



ストローを半分に
折り、輪ゴムで止め
る。各々に色水（赤
と青）を満たす。

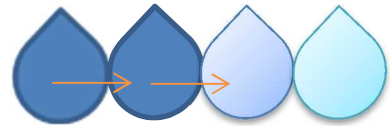
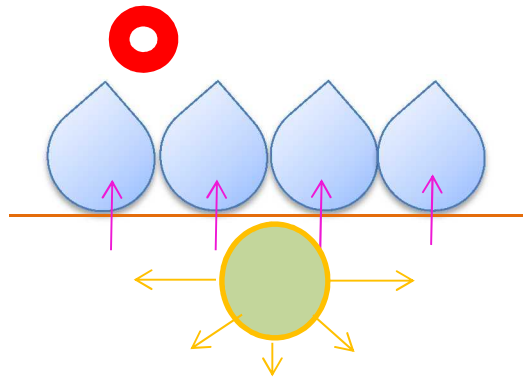


〈実験器具〉 試験管、試験管立て、インク、食紅、かみそり、ストロー、輪ゴム

〈結果〉

- 1 アサガオの花は、水を曜から取り込み花弁の空気の層に花弁のふちまで通っている管に流す。その管から水を空気の層に満たして各々の色の粒(液胞)に水が入る。
- 2 色の粒は、花弁のふちに向かって曜から並んでいるがこの並びは水の取り入れとは関係がない。各々の色の粒は、空気の層に満たされた水を各々吸い上げて大きくなる。
- 3 アサガオの花弁は曜に切り込みを入れても空気の層から水をもらい開花する。
- 4 アサガオは開花後も水を吸い上げている。

〈考察〉 色の粒は空気の層に満たされた水を直接取り込むため花弁の一部に切り込みを入れて穴をあけても花は咲く。水は、曜から花弁のふちに向かい上って行く。



曜から順番に水が入るわけではない。

イ しぼみの観察

<実験> ヘブンリーブルーの花弁が乾燥するとどのように変化するか調べる。

<目的> 時間経過に伴う花弁の変化を光学顕微鏡で観察し原因を探る。

<実験方法>

- 1 アサガオの花弁を切り取り光学顕微鏡で観察する。
- 2 再度、時間がたってから観察する。

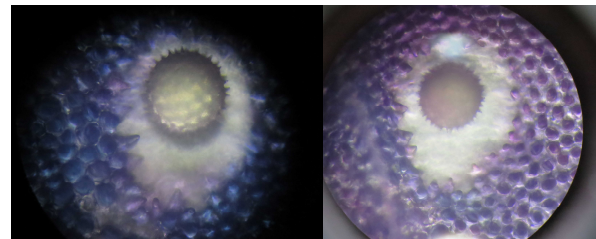
<実験器具> プレパレート、カバーガラス、カミソリ、光学顕微鏡

<実験結果>

ヘブンリーブルーは乾燥すると色の粒（液胞）の色が青から紫に変化する。また、色の粒が縮む。

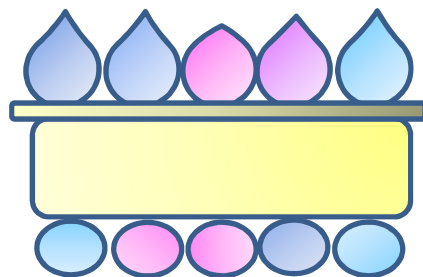
<考察>

水色の色の粒は背が高く、丸々として
いる。藤色の色の粒は、背が低い。
水色より小さくなっている。

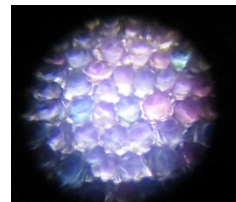


乾燥前

乾燥後



- ← 一つ一つの液胞が縮む
- ← 空気の層（スポンジ状）
水がなくなり縮む
- ← 一つ一つの液胞が縮む



花弁の表面は単色ではない。

(2) 曜の構造と機能

ア デンプンと糖の増減

<実験> アサガオの花弁にデンプンと糖が有るか調べる。

<目的> つぼみの成長に伴い、デンプンと糖の量はどのように変化するか調べる。

<実験方法>

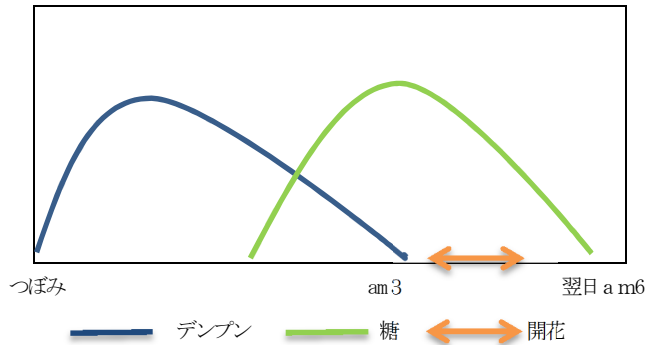
- 1 花を開き雄蕊と雌蕊をとり除き花弁のみにする。花弁を二つに割く。各々2と3で調べる。
 - 2 花弁をヨウ素液に浸し、ヨウ素デンプン反応で紫に染まるか確認する。
 - 3 花弁をエタノールに浸し、抽出液に糖が有るか尿糖試験紙で調べる。
- つぼみが5 cmほどになってきたら上・中・下と三つに切り分け調べる。

<実験器具> 透明なプラスチックコップ、エタノール、うがい薬、尿糖試験紙

<実験結果>

- 1 デンプンは、曜に有る。また、子房にも有る。

デンプンと糖の関係



曜に蓄えられるデンプン

- 2 糖は、咲く前日と当日の花弁に有る。
- 3 アサガオの花（つぼみ）からデンプンは開花当日の午前3時頃無くなる。
- 4 アサガオの花から糖は開花した日の翌日の朝には無くなっている。
- 5 つぼみを切り取って水で咲かせた花には糖が残ったままになる。

	小さなつぼみ	開花前日				開花当日		開花翌日
		朝	昼	夕方	夜	未明	朝	朝
糖	無	有	有	有	有	有	有	無
デンプン	曜に有	曜に有	曜に有	曜に有	曜に有	無くなる	無	無

- 6 2から3 cm程度の小さなつぼみに糖は無い。咲く前日の朝、つぼみは5から5.5 cm程になっている。このころから糖が存在する。糖の量は、夜になるにつれ花卉の中心から離れ、花卉のふちに多くなる。
- 7 前日に開花して苗でしぼんだ花には、糖が無い。
- 8 花卉の上(ふちの部分)に糖がたくさんあるころつぼみは7 cm程になり開花の準備が整う。
- 9 0.1%の糖の水溶液に浸したつぼみは、花卉にデンプンが残る。開花しづらい。
- 10 折れてしまったつぼみは、開花ができなかった。花卉には糖が残っていた。

イ エチレンは曜から来るのか

花がしおれるとき、最初に曜がアントシアニンの酸性よりの色に変わる。そして花卉全体の色が変わる。葉では、エチレンが離層を作り枯れ始める。アサガオの花もエチレンが作用し色変わりをすることは以前調べた。では、花卉に水を運ぶ曜からエチレンは届くのだろうか。調べてみた。

<実験> 曜と花卉を切り離し、どのようにしぼむか観察する。

<実験方法>

- 1 開花した花の曜と色の部分にかみそりで切れ込みを入れる。
- 2 水に浸ししぼむ様子を観察する。

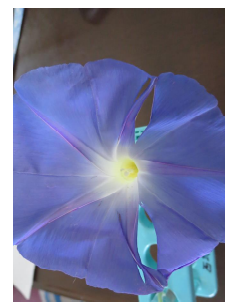
<実験器具> 試験管、試験管立て、かみそり

<実験結果>

曜はピンクになった。曜と花卉が離れていても曜は花卉を持ち上げてしぼんだ。曜からエチレンが花卉に届けられなくても花はしぼむ。

<考察>

花卉は、自分から内側に巻くのではなく曜に持ち上げられてしぼむようだ。エチレンは曜から花卉に届くのではなく水を止める花卉への離層作りに働くのではないか。曜の色変わりは、曜の上の色の粒が花卉の中で最初に水切れしアントシアニンの酸性よりの色に変わる現象だと思う。そのため、光を当てて開花を遅らせた花は、曜にいつまでも水が有り曜の色が変わらない。曜は



立ち上がるが内側にまるまるすることができない。涼しくなり雨の降る湿った日は、花が夜になってもしぼまないことがよくある。この時、曜はピンと立ち上がり尖ったままになっている。やはり、花卉の表面の渴きがしぼみの一番の要因だと思う。

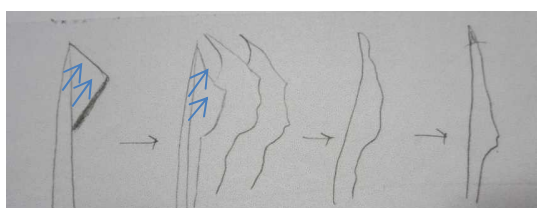
ウ 不思議なアサガオはなぜできるのか

時々、不思議なアサガオの花が咲く。アサガオは合弁花で通常は円形の花だ。5曜のもの、6曜のものといろいろな種類がある。つぼみは、左巻きで5組の花弁が上手に折りたたまれている。6曜のものは花弁がはみだしているもしくはつぼみの先端が開いていることが多い。昨年の秋から冬にかけて不思議な花がたくさん咲いた。種を採取し来年植えれば、変化アサガオが咲くかもしれないと期待した。しかし、ほとんどは種をつくらなかった。種ができてカスカスでまいても咲きそうになかった。

不思議に感じる花の特徴は曜と曜の間の部分がへこんでいてつつじの花のように見えるタイプのものが多い。アサガオは、開花時に曜から水分を送り花弁を伸ばしていく。二つに折りたたまれた花弁が三角形の旗から徐々に大きくなっていく。このとき、何らかの要因で支障があると花弁の伸びが十分に行われずつつじのような花になるのかもしれない。

とくに、寒くなってくると変わった形の花が増えてくる。花芽は、何日もかけて大きく育つのでその間に暑かったり寒かったりすると花弁の形成に影響がでるのではないかな。温度はアサガオの成長に大きな影響を与えるようだ。

酵素は温度の影響を受ける。やはり酵素の働きでデンプンを糖に変えることで花弁に水が届くのではないかなと思った。



曜から水がしっかり取り込まれないと花弁が伸びない。そのためつつじのようになるのではないかな。

エ つぼみの成長

つぼみのどの部分がどのように伸びるか調べた、咲く3日前からつぼみの先端の5mmは咲く前日の夕方ごろまで伸びない。夜から未明にかけて伸びていく。

3 結論と今後の展望

実験で、つぼみを切り取り、水に浸けて開花させた場合、しおれても糖は花弁に残っている。この時、子房は大きくなっているので一部はデンプンに変わり、子房に蓄えられるのかもしれない。しかし、開花の翌日の朝の苗のしおれた花には糖は無い。おそらくしおれた花に残っている糖は、師管から苗に戻っていくのだろう。実験は、条件が重要で自然のままと同じ結果が出るとは限らないことがよく分かった。

曜の中でおこる連鎖



糖の水溶液 浸透圧の差を利用し隣の細胞に水が運ばれる。

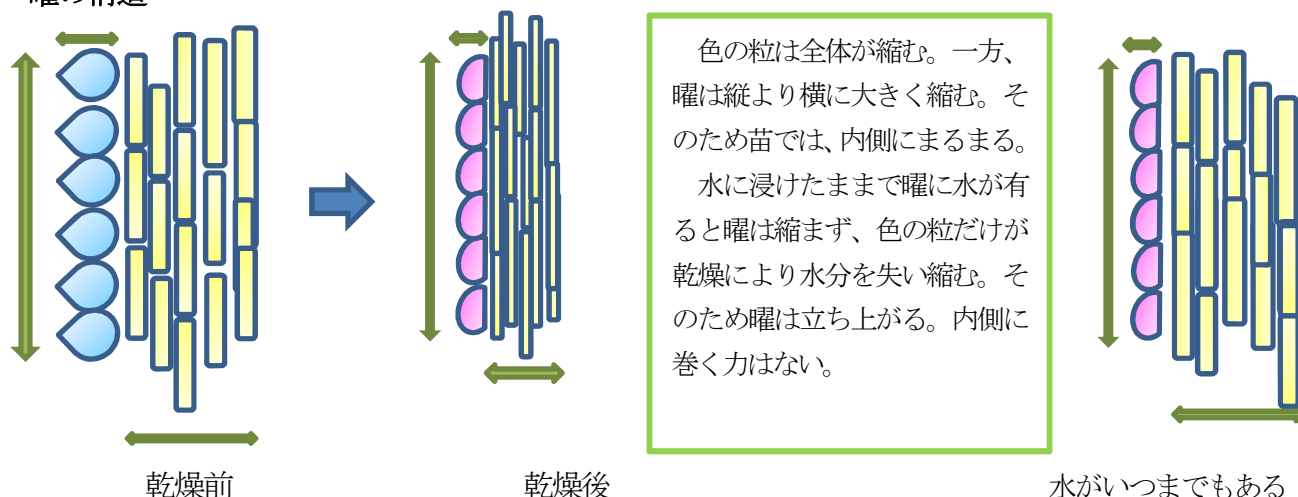
今まで、実験では明日咲くつぼみを夜に摘み取って水に浸して観察していた。花は、苗の花と同

じょうにしばんだ。しかし、花の開花を夜の間に、光を当てて遅らせた花では曜にいつまでも水があり、同じしばみ方ができないことが分かった。曜は、どこかのタイミングで花卉への水の供給を止める。今年、色水の吸い上げの実験をして調べたがまだはっきりとした時間はつかめない。おそらく、曜の色が酸性よりの色に変わるところ水の供給が止まるのではないかな。もっと調べてみたい。

がくの下のくきの部分が水に浸かっていないと花自体がしなびてしまうので観察には水は必要だと思う。ただし、開花翌日の朝まで水に浸けておくと花卉の色が自然のものと違って来る。しばみは、水が切れることでおこるのだとすれば花にとって異常な環境でしばんでいる結果だと思った。

苗の花	切り取ったつぼみを寝坊させたもの
1 曜の色が酸性よりの色に変わり斜め内側に巻いてしばむ。 2 曜が丸まり花卉も内側に巻かれていく。 3 しばんだ花卉は乾燥している。 4 花卉は、カリカリになる。	1 曜の色は変わらないで花卉全体が酸性よりの色に変わる。 2 曜はまっすぐ立ち上がる。 3 くしゃくしゃになってしばむ。 4 しばんだ花卉は湿っている。 5 花卉は腐る。
曜に水・無。花卉に糖・無。	曜に水・有。花卉に糖・有。

曜の構造



今年のアサガオは、昨年より良く育った。花もたくさん咲き、たくさん実験ができた。とても有り難かった。温度は、開花としばみの大きな要因だと思われる。夏が終わり、気温が下がってくるとアサガオの花は色を変えて翌日も咲いている。色がアントシアニンの酸性よりに変わり曜は尖り、花卉は垂れても花は咲き続ける。少し痛々しい。水の供給が止まり、乾燥していく花卉は外気温の高低により乾き方が異なる。寒くていつまでも花卉が乾かないと花はしばむことができない。一方、真夏は朝の陽ざしで干からびてしまうことも珍しくない。生物の研究は、条件が違えば同じ結果になるとは限らない。そこから、規則を見つけるのは難しいと思った。これから、曜の構造と働きについてもっと調べてみたい。家族に助けてもらったこと、先生方、多くの方にお世話になり研究を継続できたことに感謝いたします。

4 参考文献及び顕微鏡

- (1) アントシアニンの科学。ー生理機能・製品開発への新展開ー編著:津田孝範・須田郁夫・津志田藤二郎
- (2) ニューステージ新生物図表 生物基礎+生物 対応 浜島書店
- (3) 農研機構 花き研究所 HP <https://www.naro.affrc.go.jp/flower/>
- (4) NIKON MODEL YS50