

8. 朝顔の花の観察 Part4 花の色変わりと曜の役割 2

静岡県立静岡高等学校

1 年 齋藤梨菜

1 研究の概要

私は、中学 1 年からアサガオの花色変化と開花機構に興味をもち実験・観察を続けている。アサガオの花の色は、花弁の色素細胞の中にあるアントシアニンの色と考えられている。つぼみは、アントシアニンのアルカリ性よりの色に変わって開花し、花は酸性よりの色に戻ってしぼむ。去年は、花色変化が花弁への水の入出によっておこると考え、水を運ぶ曜の働きを調べた。その結果、曜の働きにより花が咲き、しぼむことが分かった。また、つぼみが花弁の中にあるデンプンを糖に分解し浸透圧の差を利用して水を取り込み開花すると予想した。そこで、つぼみをヨウ素デンプン反応で調べ、デンプンがあること、開花するとデンプンがなくなっていることが分かった。今年、つぼみの成長の過程を追い、デンプンと糖の有無を観察し開花の機構を探った。花がしぼむとき花弁の色素細胞が乾燥して縮むことも確認した。残念なことに今年は朝顔の生育が悪く原因を考察した。

2 実験と観察

去年の秋、肌寒くなるころまで西洋アサガオのヘブンリーブルーの花は咲いていた。さすがに寒くなってくると花は、大きく開くことができずに咲きかけた状態でしぼんでいく。咲いたまま、翌日も咲き続ける花もあり夏とは異なる様子が観察された。そこで咲きかけの花にデンプンが残っているかを調べてみた。すると、デンプンが残っていた。やはりデンプンの存在が開花に作用していると考え調べることにした。



前日の花が咲いている

(1) 花弁の開花とデンプンとの関係

＜実験＞ ヨウ素デンプン反応を利用し、花弁にデンプンがあるか調べる。

＜実験方法＞

1. つぼみを切り裂き、開いて雄しべ、雌しべとがくを取り除き花弁のみにする。
2. ヨウ素液につけ花弁が紫色に変わるか調べる。(うがい薬を 2 から 5 倍に水で希釈)
3. 顕微鏡で花弁の染まった部位と染まっていない部位を観察する。



＜結果＞ 花弁の一部が紫色に染まった。曜の部分だった。顕微鏡で観察すると染まらなかったところは通常の曜と同じだった。紫に染まったところは白いはずの曜が濃い紺色になっていた。

表 1 ヨウ素デンプン反応で染まる曜

	紫に染まったところ	染まらなかったところ	通常の曜 (比較用)
西洋アサガオ・ヘブンリーブルー  晩秋の昼、寒くて咲ききらない花。 曜の真ん中が紫色に染まっている。この部分にデンプンがあるようだ。	 曜の表面：デンプン有 ヨウ素デンプン反応で紫に染まっている。	 曜の表面：デンプン無 通常の曜と同じ。光の加減で少し紫がかったようにも見える。	 曜の断面と表面 比較用 白く光っている。

＜考察＞ 完全に咲いていない花の花弁にはデンプンがある。

(2) 時間経過に伴うデンプン量の変化

＜実験＞ ヨウ素デンプン反応を利用し咲く前日の夜から開花するまでのデンプンの有無を調べる。

＜実験方法＞

1. 夜、20時30分ごろ、白い花のつぼみを苗から5個つんで水につけておく。時間ごとに、一つずつつぼみをヨウ素液につけ、デンプンの有無を確認する。(室温28℃)
2. 時間の経過とともに花卉にあるデンプンがどのように変化するか観察する。



自家受粉後のつぼみ。
全て別のものを使用。
2015. 07. 24

＜結果＞

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時 間	午後9時ごろ	午後11時ごろ	午前0時過ぎ	午前1時ごろ	午前7時過ぎ
開いた花卉	 曜は黄色っぽい。厚くきらきらしている。	 花卉が伸びてきた。	 黄色っぽい曜がだんだん薄く透明っぽくなっていく。曜の先端の曲がっているところは5mm位。	 花卉が伸びてきた。	 花卉は薄くぺらぺら。大きく広がっている。
ヨウ素デンプン反応の結果	 デンプンが曜の真ん中にたくさんある。	 曜の上の方にデンプンがある。	 デンプンが減ってきた。	 曜の上のほうにデンプンがある。デンプンがあった部位がヨウ素液の色に染まっている。	 開花した花にはデンプンがない。
デンプン	曜に有	曜に有	曜に有	曜に有	無

＜考察＞

午後9時から、花卉の様子を調べた。デンプンが曜の分かれる辺りのところにたくさんあり時間の経過とともにだんだんなくなっていく様子が観察された。朝にはデンプンは完全になくなっていた。開花にデンプンが使われている。

(3) 開花した花とデンプンとの関係

＜実験＞ 開花した花にデンプンが残っているか調べる。

＜結果＞

時 間	午後5時48分	午後11時54分	9月6日 午前7時30分
ヨウ素デンプン反応の結果	 開花した花にはデンプンがない。 白い花	 しぼんだ花にはデンプンがない。 ヘブンリーブルー	 前日、しぼんだ花にはデンプンがない。ヘブンリーブルー 柱頭 子房

＜考察＞

完全に開花した花にはデンプンが残っていないようだ。雌しべの柱頭と子房にはデンプンがある。

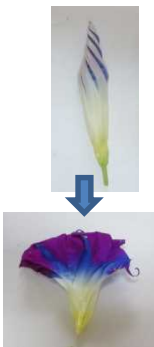
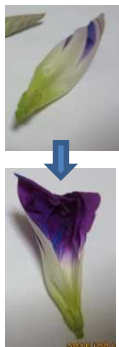
(4) ヘブンリーブルーのデンプン調べ

＜実験＞ つぼみの成長の過程を追ってデンプンがあるか調べる。また、開花できないつぼみにデンプンが残っているか調べる。

＜実験方法＞

- これから咲くつぼみにデンプンがあるかヨウ素デンプン反応で調べる。
 - 2 cmから3 cmほどの小さなつぼみ
 - 咲く前々日の午後4時ごろのつぼみ (4 cmから5 cm位)
 - 咲く前日のつぼみ 午後10時30分ころ
- 開花できなかったつぼみにデンプンがあるかヨウ素デンプン反応で調べる。
 - 朝、気温が高くて開花できないつぼみ
 - 午後遅く、開花できないままのつぼみ
 - 前日、開花できなかったつぼみ

＜結果＞

1ーア	1ーイ	1ーウ	2ーア	2ーイ	2ーウ
2 cmほどのつぼみ。 花弁は固くビニール のよう。まだ、花弁の 色が少ない 	 咲く前々日のつぼみ	 色のついた花弁の 部分の曜のデンプン が減ってきている。			 前日咲かなかったつぼみ。
3 cmのつぼみ。曜の 部分が全て染まった。 					 ヨウ素の水溶液が紫に なった。
曜にデンプン有	曜にデンプン有	曜にデンプン有	曜にデンプン有	曜にデンプン有	曜にデンプン有

＜考察＞

興味深いことがたくさん見つかった。これから大きくなるつぼみは曜になる部分が全てヨウ素液で染まる。花弁とともに曜が伸びていくとデンプンの位置はがくのつけ根から離れていく。咲く当日の未明にかけてデンプンはなくなっていく。完全に、開花するとなくなる。暑くて咲かないつぼみにもデンプンは曜の部分にあった。また、暑くて前の日に咲かなかったつぼみにもデンプンが残っていた。ヨウ素液につけたとき、ヨウ素液の色が紫色になった。この現象は、つぼみの細胞が老化でいたみ花弁の中に残っていたデンプンが細胞の中からヨウ素の水溶液の中に出てきたためおこったのだと思う。ただし、これから大きくなるつぼみよりデンプンの量は少ない。咲きかけや咲かないつぼみにはデンプンがある。日本アサガオの浜の混合でも同じことを確認した。

(5) 花弁にあるデンプンと糖の関係

＜実験＞ 開花した花に糖があるか調べる。また、これから咲くつぼみにデンプンと糖があるか調べる。

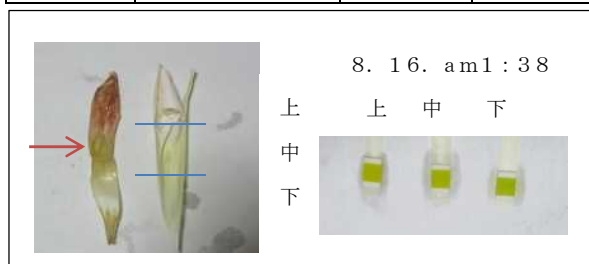
<実験方法>

- 花をエタノールにつけ脱水する。エタノール中に試験紙で糖があるか確認する。
 - 開花した花の花弁 3個
 - 開花した花の曜の部分と色の粒の部分を各々に分けた花弁
- 咲く前々日のつぼみを2つに分け、片方はデンプンがあるかヨウ素デンプン反応で確かめる。もう一方は、アルコールで脱水し糖があるか確認する。(午後4時過ぎ)
- 咲く当日のつぼみを2つに分け、片方はデンプンがあるかヨウ素デンプン反応で確かめる。もう一方は、花弁を上中下の3つに切り分けて、各々に糖があるか確かめる。2個
- 比較用に事前に使用するエタノールに試験紙を入れ、糖がないことを確認しておく。

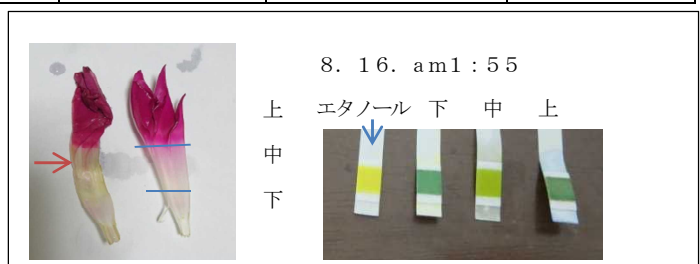
<使用試薬> テルモ新ウリエースG a 尿糖検査薬 糖なし：黄色 糖あり：緑

<結果>

	1-ア	1-イ 曜の部分	1-イ 色の粒の部分	2	3-1 白	3-2 ピンク
糖	3個とも 黄緑 ○ 	黄緑 ○ 	薄い黄緑 △ 	薄い黄緑 △ 	花弁上 黄緑 ○ 花弁中 黄緑 ○ 花弁下 黄緑 ○	濃緑 ◎ 黄緑 ○ 濃緑 ◎
デンプン				デンプン有	少しデンプン有	少しデンプン有



3-1 咲く当日のつぼみ1 白



3-2 咲く当日のつぼみ2 ピンク

<考察>

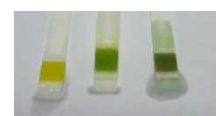
糖の検出をどうしようかいろいろ調べたが、家庭でできるものとして、尿糖の検査薬を使用してみた。グルコースオキシターゼがグルコースを検出するものだった。開花したアサガオの花弁には糖があった。特に、開花した花弁の曜にたくさんあり、色の粒の部分は少しだった。これから咲くつぼみには、曜の中央のデンプンがある位置には少なく、花弁下の曜の辺りにたくさんあった。また、花弁の色がついている辺りにもたくさんあった。これから大きくなるつぼみは、デンプンがたくさんあり、糖はほとんどなかった。

(6) アサガオの花弁の色変わりを考える

<実験> ヘブンリーブルーの花弁を顕微鏡とペーパークロマトグラフィーで観察する。

<結果と考察>

暑くて咲けないつぼみを切り裂いてみると曜から花弁のふちに向かって青い色が伸びていた。水が花弁の先まで届いていないようだ。通常の花弁は、咲く前々日までは紫色をしている。咲く前日の朝5cm位の時は藤色で、時間の経過とともに淡い藤色になり咲く当日の未明には水色になる。午後になっても咲けない花の花弁の顕微鏡写真から青い部位より紫の部位の色の粒の方が小さく見えた。やはり水分を失うことで花弁の色が青から紫に変わるのかもしれない。ペーパークロマトグラフィーでは、これから咲くデンプンがあり糖がほとんどないつぼみには紫色がでてこない。咲けなかったつぼみには紫色がでていた。



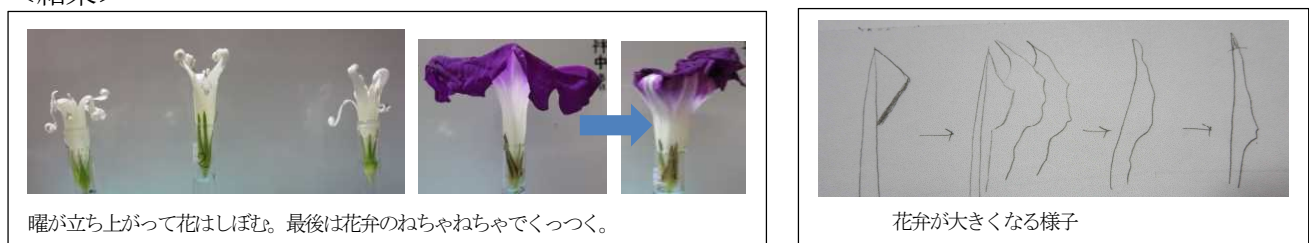
9.13 開花した花
左：エタノールのみ
中：曜のみ
右：色のついた花弁と曜



(7) アサガオの花は曜の働きにより開閉する

<実験> 曜だけを残した花はどうなるか。また、曜の先を5mm切り落とすと開花するか。

<結果>



アサガオの花のつぼみの先端は曜の先端だった。つぼみの先端を5mmほど切り落とすと花は咲かない。ここが鍵の働きをするようだ。曜はデンプンを糖に変えることで糖の水溶液をつくり細胞間の浸透圧の差を利用して花弁に水を運ぶ。花弁は水を取り込み伸びていく。しぼむとき曜は立ち上がり、色のついた部分の花弁がしなびてねちゃねちゃするのを巻き込みながら閉じていく。

<考察>

アサガオの花弁にあるデンプンは酵素の働きで糖に加水分解されるのだと思う。暑すぎたり寒すぎたりすると酵素の働きが鈍り水の取り込みがうまくいかないようだ。そのため開花できなくなるのだろう。



3. 結論と今後の展望

今年は、曜が花弁を広げるためにデンプンを糖に変えて水を取り込むことを確認した。また、しなびてねちゃねちゃした花弁が曜によってよせられてくっついてしぼむのも分かった。咲く前日の夕方につぼみにはデンプンはあるが糖はほとんどない。未明にかけてデンプンがなくなり糖が確認される。葉は蒸散により水を葉まで引きあげる。花が花弁を伸ばし開花の準備をするのは夜間なので蒸散だけでは水を取り込むのは難しい。花弁が浸透圧の差を利用して水を取り込むとしたら夜間でも可能だ。アサガオもサツキのようにデンプンを糖に変えて水を取り込んでいると思われる。多くの方々にお世話になり助けていただいたことに感謝し、これからデンプンと糖の増減と花弁の色変わりの関係をさらに詳しく調べようと思う。

4 参考文献

- (1) アントシアニンの科学.一生理機能・製品開発への新展開一編著津田孝範・須田郁夫・津志田藤二郎
- (2) アサガオの生理学 和田清俊 www.sc.niigata-u.ac.jp/biologyindex/wada