

紅葉の秘密～サクラの葉の変色の条件について～

2年D組 佐々木 虹歩 伊東 ひな
伊藤 由衣 小野 瀬那
久能 来海 齋藤 碧華

要約

サクラの葉を使って紅葉の条件について調べた。スクロース液を葉に塗る方法では変色が見られなかったが、葉をスクロース液に浸すと、変色が見られた。スクロース濃度が1%、3%、5%、10%、30%で比較した場合、1～3%の時と30%の時、変色が著しかった。そこで、「1～3%では紅葉し、30%では枯死した」という仮説を立て、紅葉で特徴的なアントシアニンについて、薄層クロマトグラフィーおよび分光光度計での分析を試みた。

1. 研究の動機と目的

秋になると紅葉するのを見て、「なぜ紅葉するのか」疑問に思った。また、どんな条件で葉が色づくのかについて興味をもったため、調べることにした。自然ではなく人口的に紅葉を作ること、紅葉の条件を調べることを目的とした。

2. 研究の仮説・検証・結果

仮説Ⅰ 「サクラの葉にスクロースを塗ると、紅葉が起こるのではないか」

(材料)・スクロース液 (5%、10%、15%、20%、25%、30%)

・サクラの葉

(方法)・スクロース液を、4枚のサクラの葉の表面 (表面、裏面) に刷毛で塗布

・室内および屋外にサクラの鉢を置く

・観察 (2日後、5日後、7日後、14日後)

(結果)葉の表、裏に塗る→いずれも変化なし

室内、屋外に置く→いずれも変化なし

葉の表面にスクロースを塗る方法で紅葉させることはできなかった。

(考察)なぜ紅葉しないのか。

①スクロースは表皮から吸収されないのではないか。

②スクロース濃度が高すぎるのではないか。

③日数が不足しているのではないか。

①については葉の表面からではなく維管束から吸収させる実験を計画した。

②については、低濃度 (0.01%、0.1%、1%、3%) で同様の実験をやってみたが、変化は見られなかった。

③についても、その後1か月ほど継続して観察したが、特に変化は見られなかった。

仮説Ⅱ 「スクロース液は、表皮よりも維管束からの方が吸収されやすいのではないか」

(材料)・スクロース液 (1%、3%、5%、10%、30%)

(方法)・各濃度のスクロース液をシャーレに入れ、それぞれサクラの葉を2枚ずつ浸す

・シャーレは、屋内、屋外に置く

・観察 (4日後、5日後、7日後)

・変色した葉を、顕微鏡で観察

(結果)変色した部分がしめる面積

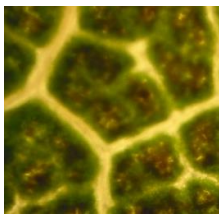
屋外

	1 %	3 %	5 %	10 %	30 %
4 日後	7 割、8 割	5 割、8 割	少しだけ	1 割、3 割	6 割、9 割
7 日後	9 割、9 割	6 割、9 割	0.5 割、1 割	2 割、4 割	8 割、9 割

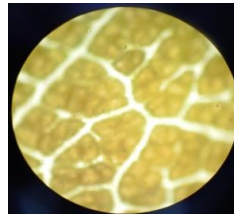
屋内

	1 %	3 %	5 %	10 %	30 %
4 日後	10 割、10 割	10 割、10 割	9 割、10 割	10 割、10 割	10 割、10 割

変色した葉の顕微鏡観察



紅葉している葉の緑の部分



紅葉している部分

- ・紅葉している葉の緑の部分は部分的に赤くなっていた
- ・紅葉している部分は全体的に赤くなっていた

(考察) スクロース液に浸すことにより、紅葉を起こさせることができた。細胞は葉の表面からスクロースを吸収することはできないが、維管束から吸収できることがわかった。また、屋外においたものが4日後にはすべて紅葉したことから、紅葉の進行に光の量が影響を与えることがわかる。屋外では紅葉がはやすぎて、管理が難しいので、今後は、実験室の窓辺にシャーレを置くことにする。低濃度（1～3%）と高濃度（30%）でよく変色したのに対し、5～10%ではあまり変色しなかったことから、異なるメカニズムにより「変色」が起こっている可能性がある。高濃度で見られた変色は紅葉ではなく浸透圧が高いため「枯れた」ということも考えられる。

再現実験 スクロース液に浸す

実験Ⅱの紅葉を確認するため、もう一度同じ条件で再現実験を行った。その結果、実験Ⅱと同様に紅葉の程度にばらつきがどうしても出てしまうことが分かった。そこで、今後はできるだけ条件をそろえて実験を行うことにした。

- (対策) ・紅葉の程度にばらつき→3枚以上の葉をつかう
- ・葉の大きさ（成長の度合い）の影響→葉の大きさをそろえる（大・中・小）
 - ・葉柄の有無による影響を調べる

仮説Ⅲ 「葉柄が付いてる方がスクロースを吸収しやすいのではないか」

(材料) ・スクロース液（0.1%、1%、3%、5%）

- ・サクラの葉を3枚（大・中・小）ずつ
- ・大型シャーレ（直径18cm）

(方法) ・「葉柄あり」のサクラの葉を3枚（大・中・小）ずつ浸す

「葉柄なし」のサクラの葉を3枚（大・中・小）ずつ浸す

- ・シャーレは屋内に置く
- ・観察（7日後、15日後、28日後）

(結果)（7日後）

スクロース濃度	0.1%	1%	3%	5%
葉柄あり	赤い斑点 39個	赤い斑点 15個	赤い斑点 1個	赤い斑点 1個
葉柄なし	赤い斑点 19個	変化なし	変化なし	変化なし



葉柄あり0.1% 葉柄あり1%

(考察)「葉柄なし」より「葉柄あり」の方が、スクロース液を吸収して紅葉しやすいと考えられる。しかし、前回までは変色域は広がったが、変色域の出方が斑点状に見られた。原因として、天候不順による低温や日照不足が考えられる。そこで実験Ⅱのときと実験Ⅲのときと気象条件を比較してみると、実験Ⅱのときは晴天が続いて日照時間が長かった(平均11.4時間)のに対して実験Ⅲのときは雨天が続き日照時間が短かった(平均4.8時間)ことがわかる。そこで光が不十分だと、紅葉の現れ方が赤い斑点状になるのではないかと考えた。

<実験Ⅱのとき>

	天気	平均気温[°C]	日照時間[時間]
1日目	晴れ	17.5	12.7
2日目	晴れ	20.1	10.3
3日目	晴れ	17.7	9.2
4日目	晴れ	17.9	13.5
平均		18.3	11.4

<実験Ⅲのとき>

	天気	平均気温[°C]	日照時間[時間]
1日目	雨	13.3	2.1
2日目	曇り	15.1	6.5
3日目	曇り	18.5	8.1
4日目	雨	16.3	3.9
5日目	曇り	17.1	8.2
6日目	曇り	20.1	8.8
7日目	雨	20.6	0.8
8日目	雨	19.4	0
平均		17.6	4.8

仮説Ⅳ 「光量が少ないと斑点状に変色するのではないか」

(材料)・スクロース液(3%)

- ・サクラの葉を3枚(大・中・小)ずつ
- ・大型シャーレ(直径18cm)
- ・アルミ箔

(方法)・3%スクロース液を大型シャーレに入れる

- ・アルミ箔で遮光し、光量 0%、25%、50%、100%を準備する
- ・各シャーレに、サクラの葉（葉柄付き）を 3 枚（大・中・小）ずつ浸す
- ・シャーレは屋内に置く
- ・7 日後に観察



光 0%

(結果)変化なし



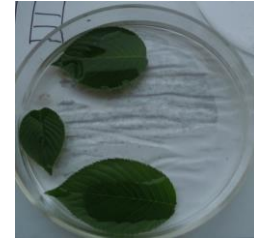
光 25%

赤い斑点



光 50%

赤い斑点



光 100%

変色 10 割

(考察)光が少ないとき(光 25%、50%)は赤い斑点状に紅葉し、光が多いとき(光 100%)は葉全体が紅葉した。紅葉の出方は光の影響をうけることがわかった。

疑問 「なぜ、1～3%の時と30%の時に紅葉し、5～10%の時に紅葉しにくいのか」

実験Ⅱにおいて、低濃度（1～3%）と高濃度（30%）でよく変色し、5～10%ではあまり変色しなかったことから30%では「紅葉」ではなく「枯れた」のではないかと考えた。「紅葉」だとすればアントシアニンが生成され、「枯れた」とすればアントシアニンは生成されていない可能性がある。

仮設Ⅴ 「3%スクロースではアントシアニンが生成されているが、30%スクロースでは生成されていないのではないか」

(材料)① 3%スクロース液で変色させたサクラの葉 10 枚（明所、7 日）

② 30%スクロース液で変色させたサクラの葉 10 枚（明所、7 日）

③ 屋外のサクラの木から採取した天然の紅葉

④ 屋外のサクラの木から採取した緑葉

(試薬)・ 1% HCl メタノール（アントシアニン抽出用）アントシアニンは弱酸性で安定

・ アセトン（光合成色素抽出用）

・ 展開溶媒（石油エーテル：アセトン＝7：3）

(方法－1)酸性でアントシアニンを抽出

・ ①～③の葉を凍らせる

・ 凍った葉を乳鉢でつぶし、1% HCl メタノール溶液を適量加える

・ 暗所で一晩放置し、アントシアニンを抽出する

・ ろ過する（ろ液①、②、③－1）

(方法－2)光合成色素の抽出

・ 屋外で採取した葉③④を、乳鉢ですりつぶし、適量のアセトンを加える

・ ろ過する（ろ液③－2、④－2）

(方法－3)薄層クロマトグラフィー

・ 展開溶媒（石油エーテル：エタノール＝7：3）

・ 試料

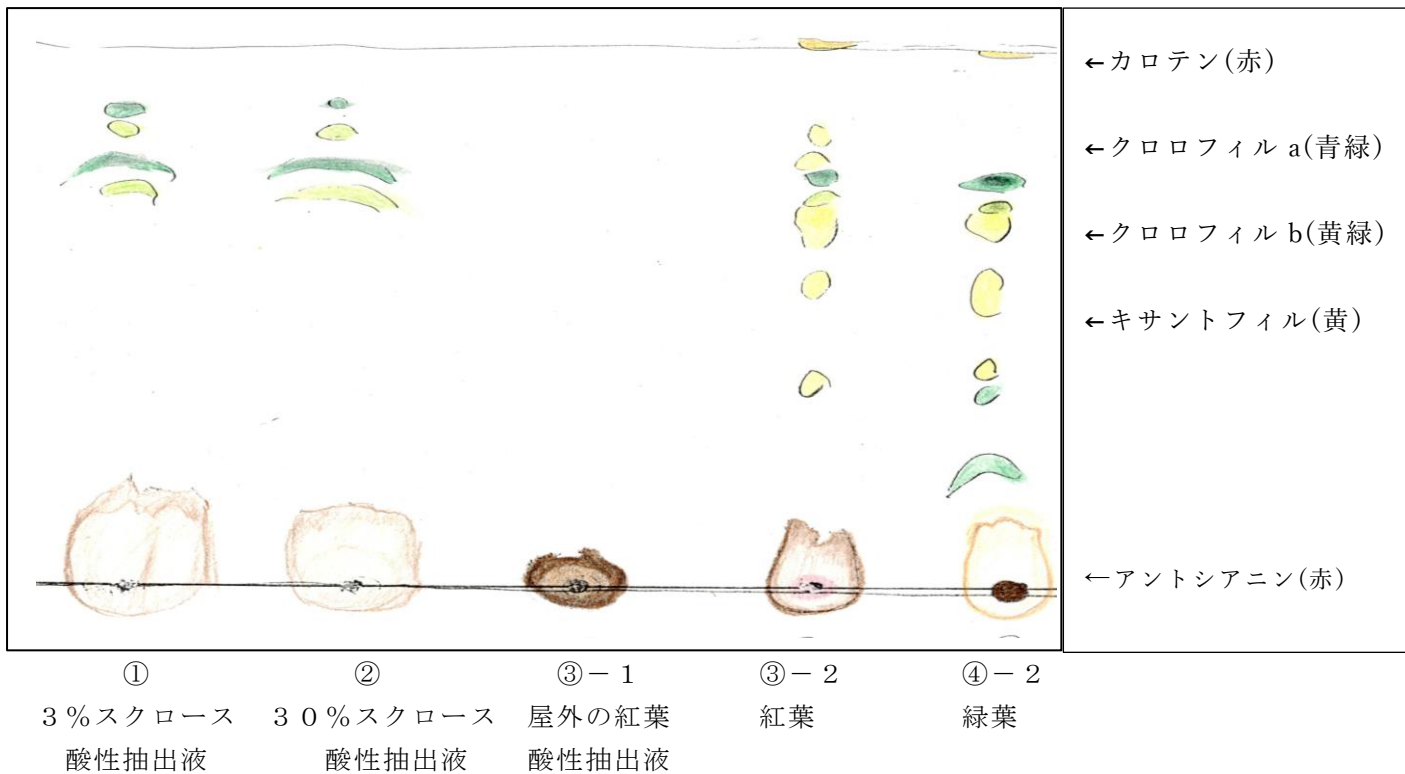
① 3%スクロース液で変色させた葉から、アントシアニンを抽出

② 30%スクロース液で変色させた葉から、アントシアニンを抽出

③－1 屋外のサクラの紅葉から、アントシアニンを抽出

③-2 屋外のサクラの紅葉から、光合成色素を抽出

④-2 屋外のサクラの緑葉から、光合成色素を抽出



(考察) $R_f=0$ の赤色スポットがアントシアニンと考えられる。①と②の人工的紅葉にも、クロロフィルは多少残っている。アントシアニンはスクロースに浸した葉(①、②)でも見られたが、緑葉(④-2)にも多少含まれている。3%のスクロース液で変色した葉(①)と、30%スクロース液で変色した葉(②)で、特に大きな違いは見られなかった。

仮説VI「吸収スペクトルの比較から3%と30%の相違点を見ることが出来るのではないか」

(材料)① 3%スクロース液で変色させたサクラの葉10枚(明所、7日)

② 30%スクロース液で変色させたサクラの葉10枚(明所、7日)

③ 屋外のサクラの木から採取した天然の紅葉

(試薬) 1% HCl メタノール抽出溶媒(アントシアニン抽出用)

(機器) 分光光度計(GeneQuant 1300) 秋田県立大学機械知能システム学科齋藤敬研究室

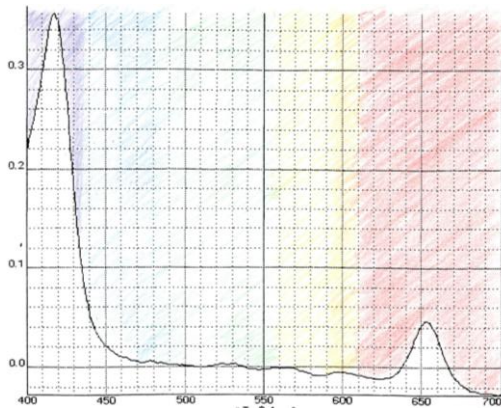


(方法-1) アントシアニンの抽出

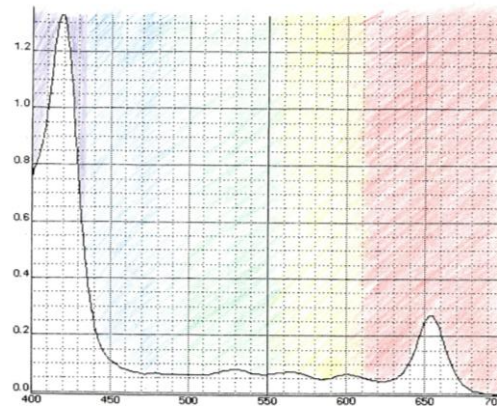
- ・①～③の葉を凍らせる
- ・凍った葉を乳鉢でつぶし、1% HClメタノール溶液を適量加える
- ・暗所で一晩放置し、アントシアニンを抽出する
- ・ろ過する(ろ液①②③)

(方法-2)分光光度計で吸収スペクトルを調べる

- ・①～③のろ液をセルに入れ、各波長での吸収度を調べる
- ・測定した波長域(400nm～700nm)



3%スクロース



30%スクロース

(結果)・3%スクロース液で変色した葉と30%スクロース液で変色した葉で特に大きな違いは見られなかった

- ・定量的な実験を行っていないため①②でのアントシアニン生成量については不明

(考察)3%スクロース液による変色と、30%スクロース液による変色が、異なるメカニズムによるかどうか、確認することはできなかった。

3. 考察

サクラの葉にスクロース液を塗布しても、紅葉は起こらないが、サクラの葉をスクロース液に浸すことにより、人工的に紅葉を起こすことはできる。紅葉に光の量が影響を与えることがわかった。光の量が少ないと、斑点状の紅葉となる。スクロース液の濃度1～3%と30%でよく変色し、5～10%ではあまり紅葉しない。低濃度での変色と高濃度での変色が異なるメカニズムによるものかどうか明らかにすることはできなかった。

4. 今後の課題

- ・本当にアントシアニンが生成されているか、分光光度計以外の分析機器を使って調べる。
- ・アントシアニンの生成量を定期的に調べる。
- ・カエデなど、他の植物ではどうか調べる。

5. 謝辞

秋田県立大学システム科学技術学部機械知能システム学科齋藤敬准教授

6. 参考・引用文献

- ・理科の実験まるわかり BOOK 滝川洋二監修(成美堂出版)
- ・日本植物生理学会 アントシアニンの定量方法
- ・キッズ goo 紅葉豆知識～なぜ紅葉するのか?
- ・大阪と科学教育 19、7-10、大阪府教育センター(2005)