

酸性雨による花卉の脱色原因

班員 板尾 歩武、岩崎 瑞生、梅本 彩由
担当教諭 高島 侑馬

キーワード：酸性雨、脱色、アントシアン色素、細胞壊死

We researched the factors that contribute to acid rain induced petal decolorization. We based our experiment on the hypotheses of previous studies. We destroyed the petal cells by the freezing method. Also, we created pseudo-acid rain and dripped it onto the petals. The results showed that petal cells are destroyed by acid rain, which causes the pigment to decolorize.

1 はじめに

酸性雨とは工場の稼働や自動車の利用によって、原因物質である二酸化硫黄や窒素酸化物が発生し、空気中の水分と結びつき酸性の強い成分が雲に溶け込むことで通常より強い酸性を示す雨のことを指し、大気中の二酸化炭素が十分溶け込んだ場合のpH5、6が一つの指標となっている。酸性雨は森林や農産物の枯死、湖沼の酸性化、建造物や彫刻物の腐食、健康被害など環境に様々な影響を引き起こしている。植物に対する直接的な影響の例には花卉の脱色が挙げられる。この原因として、2つの仮説が主張されている。一つ目は花卉の組織細胞が破壊され、細胞内にあったアントシアン色素が溶出し、脱色が起こるといふ説である。二つ目は酸性雨に含まれる SO_3^{2-} による漂白作用によって脱色されるという説であるが、どちらも実証されていない。先行研究では一つ目の仮説である組織細胞の破壊にされ、色素が溶出することによる脱色が有力であるとされていた。そこで本研究では、花卉が脱色するメカニズムを組織細胞の破壊による色素の溶出という観点から解明することを目的に実験を行った。

2 材料と方法

<使用した花>

フヨウ (*Hibiscus mutabilis*)

採集場所 七尾高校

<実験1で使用した材料>

- ・フヨウ (*Hibiscus mutabilis*)
- ・硫酸
- ・塩酸
- ・酢酸
- ・蒸留水
- ・乳棒
- ・乳鉢
- ・試験管
- ・pHメータ
- ・カメラ

<実験2で使用した材料>

- ・フヨウ (*Hibiscus mutabilis*)
- ・電子顕微鏡
- ・冷凍庫
- ・食品用ラッピングフィルム
- ・pHメータ

<実験3で使用した材料>

- ・フヨウ (*Hibiscus mutabilis*)
- ・硫酸
- ・塩酸
- ・酢酸
- ・電子顕微鏡
- ・食品用ラッピングフィルム
- ・pHメータ

<実験1>

花卉の脱色において、アントシアン色素その

ものの色が変化しているかを調べた。花卉4枚に水10mLを加え、乳棒で花卉をすりつぶし、色素抽出液を作成した。その色素抽出液2.0mLに蒸留水または酸性溶液を0.5mL加えた後に写真を撮り、インターネット上のサイトで色解析し、t検定を実施した。酸性溶液は、先行研究で用いられたものの中で、本校で用意できた硫酸、塩酸、酢酸を用いた。実際の酸性雨のpHは約4.0～5.6で、酸性雨は断続的に降るが、本研究では数滴滴下しただけであるため、今回の研究では、自然界の酸性雨よりも酸を強くし、酸性溶液による脱色の効果を高めるために酸性溶液をpH3とpH4にそれぞれ調整した。

<実験2>

先行研究の仮説で挙げられていた細胞の破壊と脱色の関係性を調べた。花卉の細胞の様子を電子顕微鏡で観察し、写真を撮った。その後、外部からのほこりの侵入を防ぐために食品用ラッピングフィルムで覆った状態にして、約マイナス18℃の冷凍庫に入れ、一日凍結した。一日経過後、22.8度の常温で解凍し、花卉の様子を電子顕微鏡で観察、写真の撮影を実施した。細胞を凍結させて細胞の構造を破壊する方法は細胞を破壊する方法の中でも比較的实施しやすい方法であったため採用した。

<実験3>

酸性溶液によって細胞が破壊されるのかを調べた。花卉を縦1cm、横2cm区画に切り、電子顕微鏡で細胞を観察と写真撮影を実施した。その後、実験1と同様にpHを調整した酸性溶液と蒸留水を0.5mL滴下し、実験2と同様に食品用ラッピングフィルムで覆った状態にして一日放置した。その後、電子顕微鏡を用いて花卉の細胞を観察し、写真撮影を実施した。

3 結果

<実験1>

蒸留水を加えた抽出液の色と酸性溶液を加えた抽出液の色の中に有意差は見られなかつ

た。(図1)

<実験2>

目視で観察したところ、解凍前に花卉の色が薄かった部分は解凍後には白く変化した。濃かった部分は桃色からやや紫色に変化した。(図2)

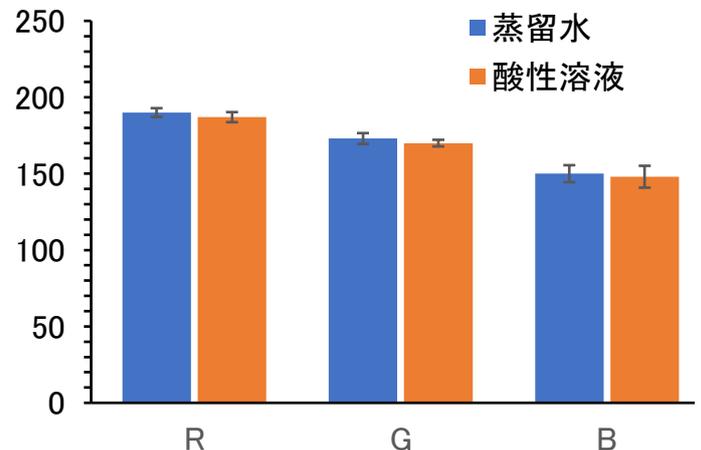


図1 蒸留水または酸性溶液を加えたあとのR、G、Bの平均値



図2 凍結前(左)と凍結後(右)のフヨウの花弁

電子顕微鏡を用いた観察では、凍結前は花卉全体に桃色の丸い形をした色素細胞が見られたが、解凍後はそれらの細胞が見られなかった。また、凍結前と比べ細胞の形が少し崩れ、細胞間の隙間が大きくなったように見えた。(図3)

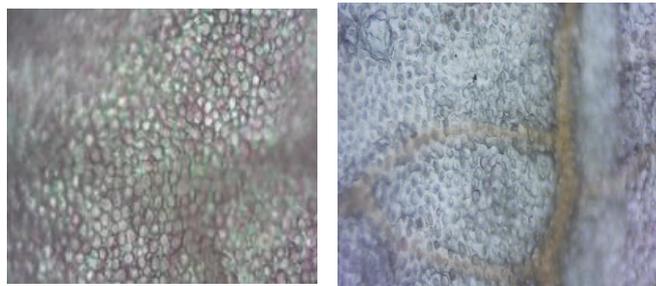


図3 凍結前(左)と凍結後の花卉の細胞(右)

色が濃かった部分に凍結前にも見られた桃色の棒状のものは解凍後に見られた。(図4)

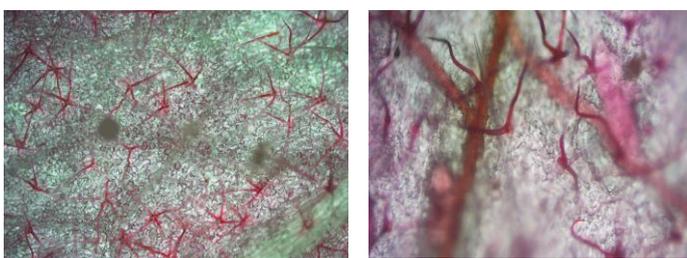


図4 凍結前(左)の解凍後(右)の花卉の細胞

<実験3>

酸性溶液を加える前の細胞に比べると、酸性溶液を加えた後の細胞は形が崩れ、細胞が破壊されていた。しかし、蒸留水を加えた細胞は酸性溶液を加えた細胞より細胞に大きな変化は見られず、形を保っていた。(図5、6、7、8)

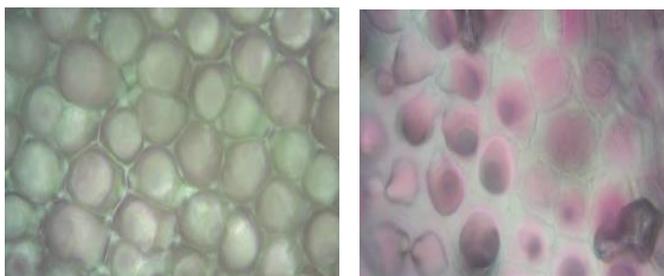


図5 硫酸をかける前(左)とかけて一日置いた後(右)の細胞

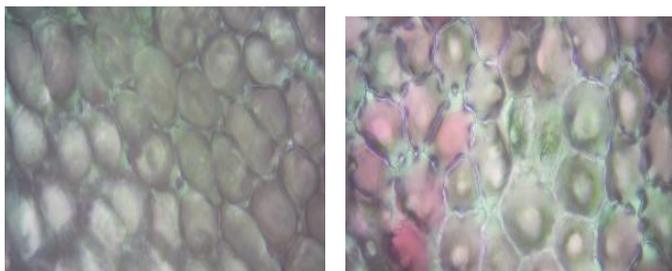


図6 塩酸をかける前(左)とかけて一日置いた後(右)の細胞

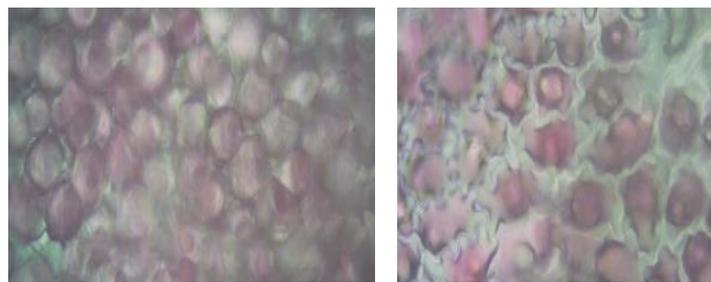


図7 酢酸をかける前(左)とかけて一日置いた後(右)の細胞

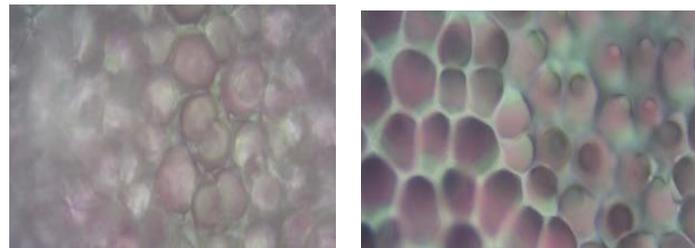


図8 蒸留水をかける前(左)とかけて一日置いた後(右)の細胞

4 考察

実験1より、花卉から溶出した後色素は酸性溶液によって変化しないといえる。実験2より、細胞が破壊されたとき、色素は脱色するといえる。実験3より、酸性雨によって花卉の細胞は破壊されるといえる。これら3つの実験結果より、花卉は含まれる色素が酸性溶液によって変性し脱色するのではなく、細胞が酸性溶液の影響で破壊され色素が溶出することで起こる。自然界での花卉の脱色は酸性雨によって細胞が破壊され色素が溶出することで起こると考えられる。

5 今後の展望

自然界の酸性雨の成分と、断続的に酸性雨が降る環境を再現したい。

酸性雨は断続的に降り続くが、今回の研究では酸性溶液を数滴滴下しただけであった。また、自然界の酸性雨は二酸化硫黄や窒素酸化物などの物質が化学反応を起こし、硫酸や硝酸となって降水に溶け込むが、本研究では硫酸や塩酸を混ぜずに使用した。本来の酸性雨の成分に近い疑似酸性雨を作成し、断続的に滴下すること

で自然界の花弁の脱色をより正確に再現することができるのではないかと考えている。

アントシアン色素の含有量が多い花を用いて実験を実施したい。

今回用いたフヨウは、アントシアン含有量が比較的少ないと言われている。そこで、アントシアン色素の含有量が多い花を用いて、同じ実験を行い今回の研究の結果と比較したいと考えている。

先行研究で挙げられていた、酸性雨に含まれている亜硫酸イオンによる漂白作用が、起こっていないと決定づけるための研究を行おうと考えている。

また、実験1で、色解析を行うときに分光スペクトルを用いたいと考えている。

今回はインターネット上のサイトを用いて撮った写真を色解析したため、写真の撮り方や光の加減によって結果が変わっている可能性がある。分光スペクトルを用いることで、蒸留水を加えた抽出液と酸性溶液を加えた抽出液の色の差があるかどうか、より正確に測定することができると考えている。

さらに、実験2で見られた桃色の棒状のものはなにかを調べたいと考えている。

どうして花弁の色の濃い部分のみに見られたのか、この細胞は実験2において色が濃かった部分の変化に関係しているのか、アントシアンが多いほかの花で同様の実験を行った場合、この細胞はみられるのか、などを調べていきたいと考えている。

そして、色素が溶出した後、色素がどこに行ったのかについて調べようと考えている。

酸性溶液に溶け込んだと考えているため、酸性溶液のなかに色素が含まれていることを調べる方法を考えている。

6 参考文献

石田仁、谷山鉄郎、
擬似酸生雨によるアサガオ花弁の脱色反応とその変動要因に関する研究

<https://dl.ndl.go.jp/pid/11090582/1/1>

野内勇、小山功、大橋毅、古明地哲人、
酸性雨水によるアサガオ花弁の脱色について
https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200902075766904884

僧都 博
生細胞の凍結による障害と保護の機構
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/18/2/18_2_78/_pdf/-char/ja

酸性雨に関する基礎的な知識
https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/acid/info_acid.html

細胞破碎って何？方法や使用器具を知りたい！
<https://sanmaru-m.co.jp/blog/2017/08/30/180>

RGB値による色の指定
<https://www.color-sample.com/others/image-analysis/>