中学校 77

優賞

赤シソの謎を解明しよう！～アントシアニンの性質を探る～

芦北町立田浦中学校　1年　岡村 馨泉　藤崎 瑛大　藤崎 湊大　森 美月

1 研究の動機と目的

通学路の近くにある畑見ていると赤シソが生えていた。他の植物は緑色をしているのになぜ赤シソは赤色をしているのか不思議に思い、先生にたずねてみると赤シソには紫キャベツと同じように、アントシアニンという物質が含まれていることを知った。そこで、調べてみたところ、アントシアニンには水溶液の液性によって色が変わること、紫外線をカットするはたらきがあることがわかった。そこで、アントシアニンをとり出す方法にはどのようなものがあるのか。赤シソの根、茎、葉のどこにアントシアニンが多く含まれているのか。赤シソの葉は赤色をしているが他の植物と同じように光合成を行っているのか。本当に赤シソに含まれるアントシアニンは水溶液の液性によって色が変化したり、紫外線をカットしたりするのか。水溶液の液性によってアントシアニンの色が変化することと、紫外線防止の効果には関係があるのかということについて調べてみることにした。

2 研究の実際

【研究1】アントシアニンをとり出すにはどのような方法があるのだろうか。

【方法】家で飲んでいるシソジュースの作り方、教科書に載っている光合成の実験方法を参考にして水とエタノールを使ってアントシアニンをとり出してみた。

(1)水を使ってとり出す方法。
①ビーカーに水を200mL、赤シソの葉を入れた。
②ガスバーナーで10分間加熱して水の色の変化を観察した。
(2)エタノールを使って取り出す方法。
①ビーカーにエタノールを200mL、赤シソの葉を入れた。
②ビーカーに水を100mL、入れガスバーナーで沸騰させた。
③①のビーカーを②のビーカーに入れ、10分間湯せんした。

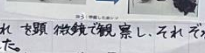
【結果】水を使ってとり出したものは赤紫色、エタノールを使ってとり出したものは黒緑色になった。また、水でとり出した葉の色は白っぽい色、エタノールは緑色をしていた(図2)。エタノールでとり出した葉は触るとポテトチップスのようにパリッと割れた。

【考察】水もエタノールの場合も加熱によってとり出しているので、アントシアニンは熱に強いことがわかった。エタノールを使ったものが黒緑色をしているのはアントシアニンといっしょに赤シソの葉緑素もとれているのだと考えられる。このことは、エタノールでとり出したあとの葉の色が白っぽい色になったことからわかる。また、水の場合は色が赤紫色をしており、葉の色が緑色をしていることからアントシアニンだけをとり出すことができたことがわかる。このことから、アントシアニンは熱に強いこと、アントシアニンは水にもエタノールにも溶けること、純粋に近いアントシアニンをとり出すにはエタノールよりも水の方がよいことが確認できた。

【研究2】根茎葉のどの部分にアントシアニンが多く含まれているのだろうか。

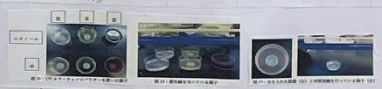
【予想】葉が一番日光に当たっている面積が多いので紫外線から守る必要があるため、葉に多く含まれていると思う。

【方法】(1)赤シソ3本準備し根茎葉に分け(図4)、[研究1]と同じ方法でそれぞれのアントシアニンをとり出した。

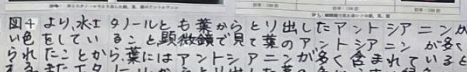


(2)赤シソの根、茎、葉、それぞれを顕微鏡で観察し、それぞれのアントシアニンが含まれている部分を観察した。

【結果】(1)水でとり出したものは葉が最も赤紫色をしており茎もうすい赤紫色をしていた。エタノールからとり出したものは茎がうすい緑色をしていた。根からとり出したものは、両方ともほとんど色の変化はなかった。(図4)



(2)顕微鏡で見てみると、葉には全体的にアントシアニンが広がっており、緑色の部分も見られた。特に葉脈の部分に多くアントシアニンが含まれていた。茎を見ると師管が赤くなっていた。根にはアントシアニンは見られなかった。(図5)



【考察】図4より、水とエタノールとも葉からとり出したアントシアニンが濃い色をしていることと顕微鏡で見て葉のアントシアニンが多く見られたことから、葉にはアントシアニンが多く含まれていると考えられる。また、エタノールからとり出した茎の色はうすい緑色をしていることから茎にはアントシアニンよりも葉緑素が多く含まれていると思われる。根は水もエタノールもほとんど色が変化しなかったことから、アントシアニンはほとんど含まれていないと考えられる。また、茎の断面を観察してみると維管束の部分が赤くなっている。写真からはアントシアニンが師管、道管のどちらに存在するか分からないが、アントシアニンは水に溶けやすく、植物の中では糖と結びついて存在すること、土の中の水分を吸収する根には見られないということから、師管の中に存在すると考えられる。このことからアントシアニンは水に溶けて師管を使って葉や茎の細胞にはこばれていることがわかった。

【研究3】赤シソは赤色をしているが、他の植物と同じように光合成を行っているのだろうか。

【予想】【研究1】より、エタノールからとり出したアントシアニンに葉緑素がふくまれていたと考えられたことから、黒緑色であった葉、うすい緑色の茎は光合成を行っており、葉の方が茎よりも光合成のはたらきが大きいと思われる。根は地面の中にあるので光合成は行っていないと考えられる。

【方法】【研究2】でエタノールを使用してアントシアニンをとり出した後のそれぞれの根・茎・葉にうがい薬(図6)を加え、色の変化を観察した。

【結果】

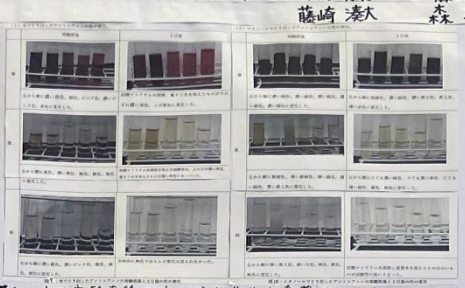
【考察】葉が青紫色に変化したことから、葉は光合成を行っていると考えられる。また、茎も薄い緑色に変化しているので少しだけ光合成をしていると考えられる。根は、色があまり変化していないことから光合成を行っていないといえる。

【研究4】身近な水溶液を使うとアントシアニンはどのように変化するのだろうか。

【予想】茎、葉、ベツの場合と同じように水溶液の液性によって色が変化する。

【方法】(1)水とエタノールでとり出した根、茎、葉、のアントシアニンをそれぞれ5つの試験管に入れた。
(2)(1)の試験管に酸性、中性、アルカリ性の水溶液をそれぞれ加え、色の変化を観察した(図8)。

【結果】【予想】した通り、紫キャベツと同じように試験管内の色が変化した。
※試験管に加えた水溶液は、左から順に炭酸ナトリウム、重そう、食塩、酢、塩酸



【考察】実験直後の水からとり出した葉のアントシアニンは、紫キャベツのときと同じようにきれいな色の変化を示していた。それに対して、エタノールの時は、葉緑素の色とアントシアニンの色の変化が混ざってしまい、全体的に濃い緑色になってしまったと考えられる。茎や根の色の変化を見てみると、炭酸ナトリウムや重そうといった、アルカリ性の水溶液を加えたときはいずれも黄色に近い色の変化をしていることから、アントシアニンはアルカリ性の水溶液によく反応するのではないかと推測できる。また、水からとり出した茎と根のアントシアニンの色の変化は無色が多いことから、ここでもアントシアニンが葉に多くふくまれていることが確認できた。2日間程度放置すると、水からとりだしたアントシアニンは、主に葉、茎の炭酸ナトリウム水溶液と、重そう水を加えた試験管で色の変化が見られた。アルカリ性の色の変化である黄色が茶色や薄い黄色を示したことから、時間がたつと、アントシアニンがアルカリ性の水溶液に分解されていったのではないかと考えられる。エタノールからとり出したアントシアニンでは、主に葉の試験管に酸性の水溶液である酢と塩酸を加えたもので色の変化が見られた。塩酸を加えた試験管が薄い赤色に変化したことから、エタノールによってアントシアニンと一緒にとり出された葉緑素が塩酸によって分解され酸性に反応した赤色のアントシアニンが残ったためであると考えられる。また、試験管の底にたまったしろいものは、調べてみると、エタノールに炭酸ナトリウムと重そうは溶けないということがわかった。

【研究5】赤シソの根、茎、葉のどの部分が最も紫外線を防ぐことができるのだろうか。

【予想】アントシアニンが一番多くふくまれる葉が一番紫外線を防ぐことができると思う。

【方法】(1)エタノールと水からとり出した根、茎、葉のアントシアニンをシャーレの各分目になるように入れた。
(2)100円ショップで購入した紫外線で色が変わるUVカラーチェンジパウダー(図10)を6つ用意し、それぞれのシャーレの下に置いた。(図12)
(3)ブラックライトを使って、(2)に紫外線を約2分間当てた。(図14)
(4)(3)の後のUVカラーチェンジパウダーの色の変化を観察した。

(5)UVカラーチェンジパウダーに紫外線を当てた時の色の変化が紫外線によるものであることを確認するため対照実験を行った。水をシャーレの中に6分目に入れたものを準備し、(3)と同様の操作を行った。(図14)

【結果】水もエタノールもどちらも根が一番UVカラーチェンジパウダーの色が変わり、葉が変化しなかった。対照実験を行ったものも色が変化した。(図15)

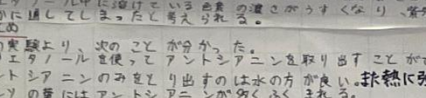
【考察】エタノールも水も葉のUVカラーチェンジパウダーの色が最も変化しなかったことから、アントシアニンを多くふくむ葉が一番紫外線を防ぐことができると考えられる。茎は薄い紫色に変化していることから、わずかにふくまれているアントシアニンが紫外線を防いだといえる。根は、違い紫色に変化していたことからアントシアニンをふくまず、紫外線を防ぐことができていない。このことからも、光合成のため茎も太陽の光を受ける葉が紫外線を最も防ぐ必要があるためアントシアニンを豊富にふくみ、葉から日光が漏れて当たる茎がわずかにふくみ、地中にあり、日光に当たらない根がふくまないことがわかる。

【研究6】水溶液を加えて色が変化したアントシアニンは紫外線を防ぐことができるのだろうか。

【予想】【研究5】と同じように水溶液を入れても紫外線を防ぐと思われる。

【方法】【研究5】と同じような装置を準備し、水とエタノールからとり出したアントシアニン(葉からとり出したもののみ)に水溶液(塩酸、酢、食塩水、重そう水、炭酸ナトリウム水溶液)を加え、ブラックライトを2分間程度当てた。(図17)

【結果】エタノールからとり出したアントシアニンに酸化水溶液を加えたものはわずかに色が赤紫色に変化したが、他のものは変化しなかった。(図18)



【考察】【予想】通り、UVカラーチェンジパウダーの色の変化がなかったことから、水溶液の液性に関係なくアントシアニンは紫外線をふせぐはたらきが高いことがわかった。エタノールからとりだしたアントシアニンに酸性の水溶液を加えたものが赤紫色に変化したことから、アントシアニンは酸性の水溶液で色が変化しやすいことがわかった。エタノールでとりだしたアントシアニンは、葉緑素が混ざっているので、色が変化しにくいと考えられる。

まとめ

以上の実験より、次のことが分かった。
(1)水やエタノールを使ってアントシアニンを取り出すことができるがアントシアニンのみをとり出すのは水の方がよい。非熱に強い。
(2)赤シソの葉にはアントシアニンが多くふくまれる。
(3)赤シソの葉は赤色をしているが、葉緑素を持ち、他の植物と同じように光合成を行っている。
(4)赤シソにふくまれるアントシアニンは水溶液を加えると液性(酸性、中性、アルカリ性)によって色が変化する。時間が経つとアルカリ性の水溶液を加えたものの色がさらに変化する。
(5)赤シソにふくまれるアントシアニンは紫外線をカットすることができる。水溶液の液性によってアントシアニンの色が変化しても紫外線を防ぐ力はほとんど変わらない。
赤シソにふくまれるアントシアニンは、酸性、中性、アルカリ性の水溶液を加えたものの色が変化する。また、時間が経つとアルカリ性の水溶液を加えたものの色がさらに変化する。
(6)赤シソにふくまれるアントシアニンは紫外線をカットすることができる。水溶液の液性によってアントシアニンの色が変化しても紫外線を防ぐはたらきは、ほとんど変わらない。
今回、赤シソにふくまれるアントシアニンという一つの色素だけを取り出すことができたが、ふくまれるアントシアニンという一つの色素でも、色が変化するはたらきを持っていることが分かった。紫外線を防ぐはたらきは、他の植物の色素についてもぜひ調べてみたい。

参考文献
(1)理科の世界2　大日本図書
(2)https://www.rokkou-co.jp 六光株式会社　六光生物科学研究所