

植物色素アントシアニンの蛍光の研究

千葉市立稲毛高等学校附属中学校

第2学年 大田黒 滯

1 研究の概要

次の①～⑦について調べた。

実験①紫キャベツに含まれるアントシアニンを水とエタノールで抽出した液を作り、 $\text{pH}=0$ から $\text{pH}=14$ の 15 段階の水溶液に滴下し、色の変化を観察した。また、紫外線(ブラックライト)に当て、蛍光を調べた。実験から、紫キャベツ液は、5 色の変化領域があることが確認できた。また、紫キャベツ+エタノール液の $\text{pH}=7$ 前後のものが、明るい水色の蛍光を示すことがわかった。

実験②植物に含まれる代表的な色素(クロロフィル・アントシアニン・カロチン・タンニン・リコピン)について、すべてエタノールで色素を抽出し、紫外線を当てて蛍光色を調べた。実験から、クロロフィルは、赤色。アントシアニンは、水色。カロチンは、黄緑色。タンニンは、赤色。リコピンは、黄緑色の蛍光を示すことがわかった。

実験③アントシアニンの種類は、18 種類程度あるが、大きく分けると、5 種類に分類される。アントシアニンを含む様々な食品(野菜や果物や穀物)から、エタノールで色素を抽出し、水色の蛍光を示すグループを特定しようと試みた。また、アントシアニンの蛍光の仕組みを明らかにしようと文献を調べて推測した。実験から、シアニジン系のアントシアニンが水色の蛍光を示すことがわかった。また、蛍光を示す性質をもたらすのは、エタノールによって、シアニジンの構造式上の第 5 位炭素にエチル基($\text{CH}_2\text{-CH}_3$)が付くことが条件ではないかと考える。

実験④紫キャベツのアントシアニンを用い、電解質として硫酸ナトリウムを加えて 3 V の電圧をかけて、紫色から青緑色に変化するデバイスを製作した。このデバイスは、電極を入れ替えると、色がほぼ元に戻る。

実験⑤紫外線ランプ(ブラックライト)に、(紫キャベツ+エタノール)液に浸した透明な親水性のフィルムで、蛍光管の表面を覆った青色蛍光ランプを製作した。これにより、紫外線はすべてカットされ、明るい青色蛍光に変えることが出来る。

実験⑥友人の稲川翔子さんの論文「オオカナダも電池への挑戦」の光合成ー呼吸オオカナダモ電池を使い、この電池の「光に当たると、光合成の強さが電池の電圧に反映される」という性質を利用して、青色蛍光ランプが、オオカナダモの光合成に有効かどうかを調べた。実験から、白色蛍光灯と青色蛍光ランプの併用が、自然光とほぼ同じの光合成に対する有効性があることを確認した。

実験⑦白色蛍光灯と青色蛍光ランプの併用が、万能ネギなどの一般の植物の生長に有効であることを、
 万能ネギなどの苗に照射し、24 時間ごとの生長を 1 週間写真に記録することで確認した。ただし、
 ハツカダイコンなどでは、生長を抑制した。

2 研究方法と内容と結果

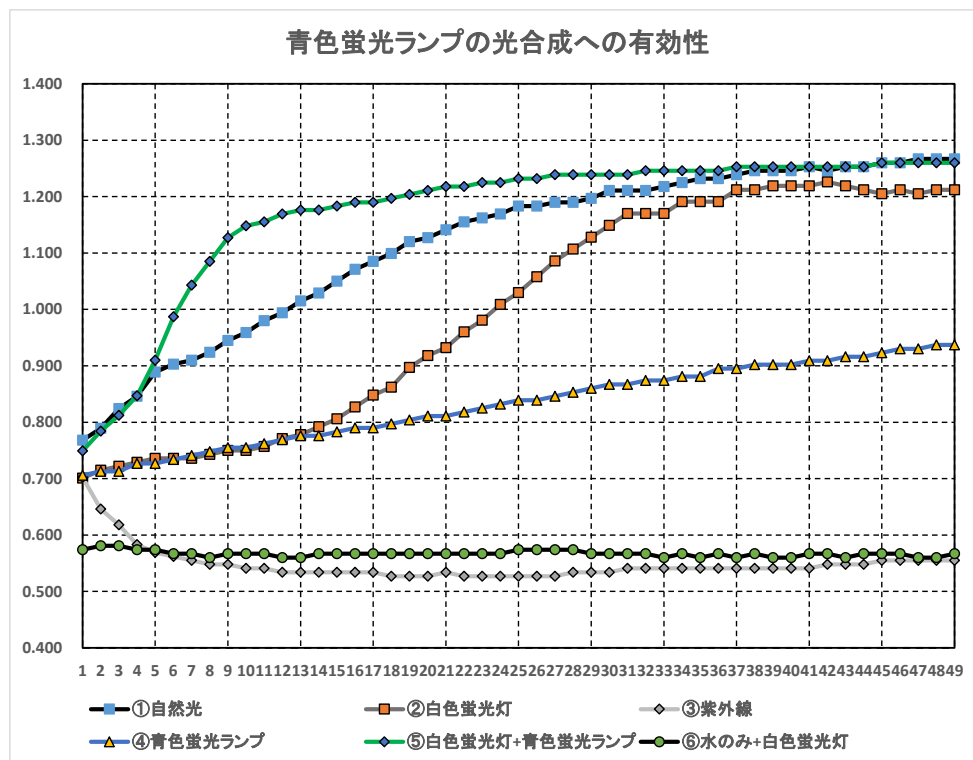
特に重要な実験 6 と実験 7 について述べる。

(実験 6) 今回は、KENIS 社のデータロガー(サイエンスキューブ)と電圧センサーを用意し、実験に臨む。オオカナダモ電池に、純水を入れて水温を計る。次の 6 種類の光源を用意し、5 分おきに 4 時間電圧を測定する。①自然光②白色蛍光灯③紫外線ランプ(ブラックライト)④青色蛍光ランプ⑤白色蛍光灯+青色蛍光ランプ、最後に⑥対照実験として、電池にオオカナダモを入れず水だけにして、白色蛍光灯に当てるものを用意する。また、実験の前に、それぞれ照度計で照度と、紫外線計で紫外線量を計っておく。



実験 6：オオカナダモ電池の電極に電圧センサーをつなげて計測している様子。

(⑤白色蛍光灯+青色蛍光ランプを同時に当てている。)



結果

実験⑤白色蛍光灯と青色蛍光ランプの併用が、最も電圧の上がり方が大きく、自然光とほぼ同じ光合成の強さを示している。これによって、白色蛍光灯と青色蛍光ランプの併用が光合成に対する有効性があることを確認した。また、紫外線では、光合成が抑制されることがわかった。(実験7) 万能ネギ、ハツカダイコン、コマツナ、ルッコラについて①白色蛍光灯の光を当てる。②白色蛍光灯+青色蛍光ランプの光を当てる。24時間ごと、1週間苗の伸長生長を写真に記録して、生長の差を観察する。



万能ネギでは、左は、54mm、右は、76mm、右の方が、茎の太さが少し太い。白色蛍光灯と青色蛍光ランプの併用で、 $76/54=1.4$ 倍の伸長生長が確認できた。



ハツカダイコンでは、左は、90mm、右は、70mm。左の方が、茎の太さ、葉の広さが大きい。青色蛍光ランプの併用が、ハツカダイコンの生長を抑制している結果となった。



コマツナでは、左は、55mm、右は、40mm、左の方が、茎の太さ、葉の広さが大きい。青色蛍光ランプの併用が、コマツナの生長を抑制している結果となった。



ルッコラでは、左は、54mm、右は、36mm、左の方が、茎の太さ、葉の広さが大きい。青色蛍光ランプの併用が、ルッコラの生長を抑制している結果となった。

3 今後の課題

おそらく、植物色素が紫外線に対して蛍光を示すものが多いのは、植物が紫外線に対する防御をするため、長い時間をかけて作り上げてきたのであろうと考える。本研究は、アントシアニンを主題にしたので、その他の植物色素の蛍光を調べ、なぜ植物色素には、蛍光の性質があるのか。また、蛍光色の違いはどこから来るのか本質的な事を明らかにしたい。また、その蛍光の仕組みを何かに利用できないか、様々なアイデアを考えて挑戦したい。

4 指導と助言

植物色素が紫外線に対して蛍光を示すものが多いのは、植物が紫外線に対する防御をするため、長い時間をかけて作り上げてきたのであろうと考える。本研究は、アントシアニンを主題にしたので、その他の植物色素の蛍光を調べ、蛍光色の違いはどこから来るのか本質的な事を明らかにできれば、大きな成果と成りうる。また、植物色素由来の青色蛍光ランプと赤色蛍光ランプを製作いろいろな植物の生長にどのような効果があるのか、さらに丹念な実験をして、明らかにすれば、園芸農業やキノコ栽培等に、大きな成果が出せるのではないかと期待できる。

(指導教諭 田辺 久生)