

色の正体を知る

福田 ゆい

洛南高等学校 3 年

1. 動機・目的

野菜という身近な物質の色を観察・分析し、色の持つ意味や光について考える。(色素の分析という研究自体は、理学研究であり、何かへの応用を想定しているわけではなく好奇心に基づく探求であるが、様々な自然の色素の分析は、食品や化粧品、色が消えるスティックのりといった、日常生活と密着した物質の研究・改良に役立つ。)

2. 研究の特徴や方法及び工夫

今回の実験は大きく以下の4つの過程からなる。

I. 色素の抽出

II. 薄層クロマトグラフィー (Thin Layer Chromatography) による色素の分析

III. カラムクロマトグラフィーによる色素の分析

IV. 分光光度計を用いた色素の分析

使用した植物・・・ピーマン、カボチャ、オクラ

I. 色素の抽出

①採集した野菜の葉の固い部分を切り落とし、5 cm ほどに切り、一晩凍らせた。

←凍らすことで色素が含まれる細胞が破壊されやすくなり、高濃度の色素が抽出できる。

②翌日、凍らせた葉を手でもみ、30 ml エタノールを加え、55℃で10分攪拌した。(この温度が重要であった。)

③エタノールを加えた葉をろ過し、ろ液(色素の溶けたエタノール溶液)に硫酸ナトリウムを加えた。

④硫酸ナトリウムを加えた溶液をろ過した。

⑤ろ液を、エバポレーターにかけ、抽出溶媒を蒸発させた。

II. TLCを用いた色素の分析

①キャピラリー管を用いてTLCシート(シリカゲルが塗布されている)にスポットをつけた。

②ヘキサン／アセトン＝3/1の混合溶液を展開液として展開槽に入れ、その中にプレートを静かに入れた。

③溶媒が浸透したら、取り出し、展開液の到達地点に線を引いた(※)。

※プレート端を展開液に浸すと、毛細管現象によって溶

媒がシリカゲル層を移動するとともにプレート上の化合物(色素)も移動する。化合物はシリカゲルに吸着と脱離を繰り返しながら移動するため、化合物の性質によって移動速度は異なる。一定条件下において化合物の移動距離は固有の値となるため、既知の化合物の移動距離と比べることで、化合物を同定することができる。移動距離の測定にあたって、 $R_f = (\text{試料の移動距離} / \text{展開液の移動距離})$ を考えるので、展開液の到達地点を記録する必要がある。

III. カラムクロマトグラフィーによる色素の分析

①カラム(シリカゲルが入っている)、サンプルチューブ、溶媒(ヘキサン／アセトン＝3/1)、フラスコを用意した。

②カラム上部から溶媒を加え洗浄した後、シリカゲル層のラインまで溶媒を満たし、試料を加えた。

③試料の液面がシリカゲルのラインまで来たら、カラム下部のピンチコックで調整し、上から溶媒を加え、溶媒が枯れないように少しずつ加えることをシリカゲル上部の溶媒の色がなくなるまで繰り返した。

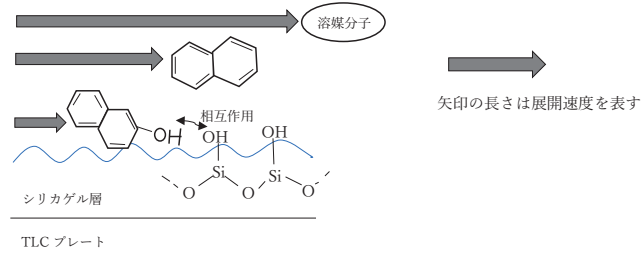
④色がなくなると、溶媒をカラムのシリカゲルの上の部分を満たすように加え続けた。

⑤色素の分離が進んだら(最初の色素がカラム下部に来たら)、サンプルチューブに2 ml ずつ回収した。

(参考) II・IIIについて

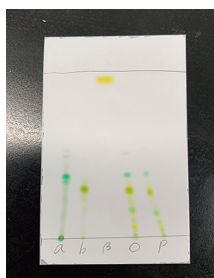
TLCプレートやカラムにはシリカゲル層があるが、シリカゲル表面には多くのSi-OH基が存在し、展開(移動)速度は、化合物の官能基とシリカゲルとの相互作用(-OH基同士の水素結合など)と、展開液の溶媒分子と化合物の相互作用(それぞれの極性など)も影響する。

例えば、ナフタレンと2-ナフトールを展開した場合、下図のように相互作用する。

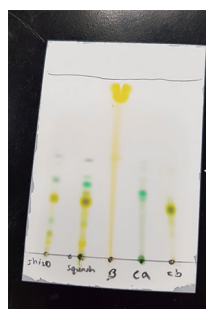
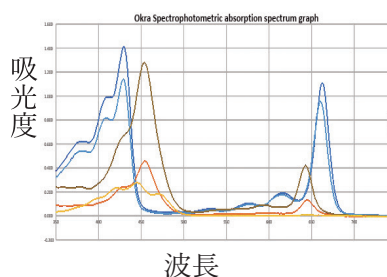


IV. 分光光度計を用いた色素の分析

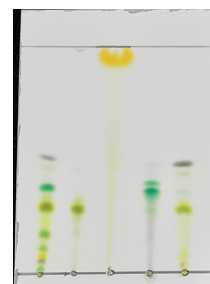
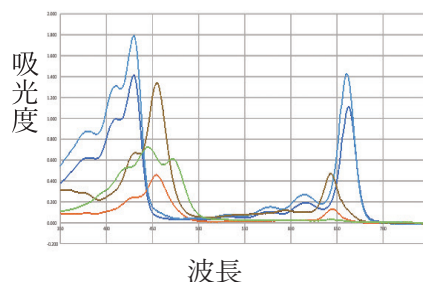
CHEMUSB4という、スペクトルデータを一度に測定可



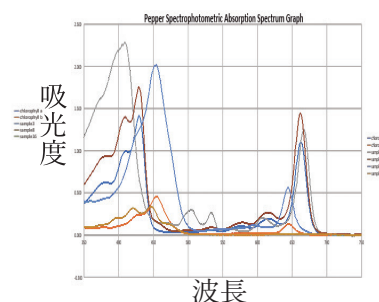
オクラ



カボチャ



ピーマン



能な吸光光度計(とても高価)を用いた。

- ①サンプルチューブの中身を順に機器にセットし、先生が立ち上げてくださったソフトウェアで測定した。
- ②得られたデータを、TAの方がエクセルを用いて吸光度と波長のグラフにしてくださった。
- ③物質に固有のスペクトルがあるので、既知の標準データと比較し、色素を特定した。

3. 結果・考察

オクラ、カボチャ、ピーマンのすべてでクロロフィルAとクロロフィルBが確認できた。

オクラとカボチャではキサントフィルも見られた。

ピーマンには、フィオフィチンも見られた。

考察

- ①TLCにおいて、色のスポットとスポットの間にぼやけて色がついた領域があるのは、抽出で加熱した際に色素が酸化されたためだと考えられる。
- ②ピーマンでのみフィオフィチンが見られたのは、ピーマンの色素の抽出の際に、55℃に加熱するところを誤って65℃で加熱していたため、クロロフィルAのMgがHに変わってフィオフィチンができた可能性があり、ピーマン特有の色素だとは断定できない。
- ③シソ(最終的な分析は行わなかった)は、見た目が紫色なので、アントシアニン系の色素が抽出できると予想していたが、アントシアニン系の色素にはOH基が多く、極性が大きいため、今回使用した、極性の小さい有機溶媒では抽出できなかった。

4. 実験を終えて

より正確に色素を特定・分析するために、追加の実験として、加熱しないで色素を抽出する方法を試し、抽出の際の温度をすべての試料で厳密に統一して行いたい。ひとことで抽出といってもまだまだ方法には探求の余地があるとわかり、興味がわいた。また、天然物の色素と指示薬との関連も調べてみたい。

私の学校では実験をほとんどしないので、私はクロマトグラフィーをやったのは今回が初めてで、クロマトグラフィーという名前を知っている程度だったため、クロマトグラフィーの原理をとても面白く感じ、また、クロマトグラフィーが大学以降の有機化学の研究現場で物質の組成や性質、構造を分析するのに非常によく使う手法だということを知って感動した。

5. 参考文献

化学グランプリ 2019 二次選考問題用紙