

## 紫キャベツからのアントシアニン色素の定着の検討 ～合成サポナイトとの複合化～

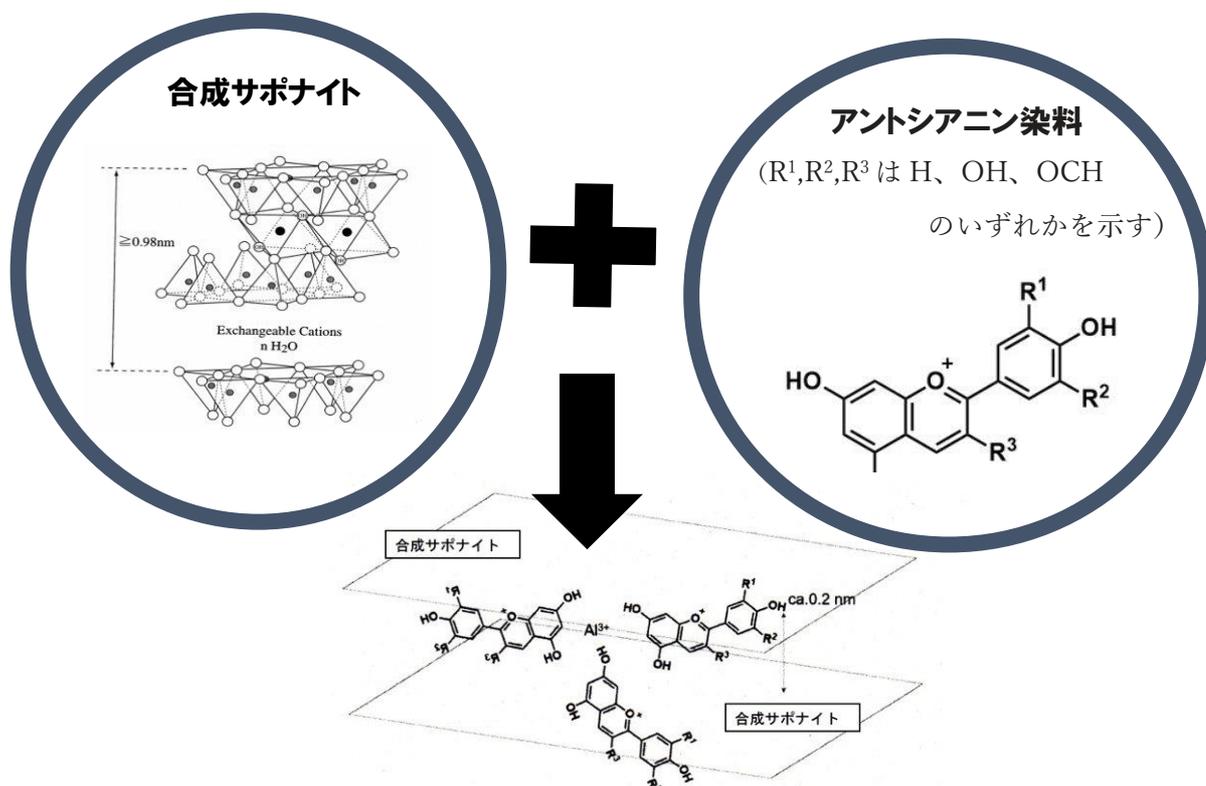
国立愛媛大学附属高等学校

井上櫻子・児玉ひなの

指導教員：菅琢哉

### 研究概要

アントシアニンはブドウや紫キャベツなど、植物界において広く存在する色素である。紫キャベツなどは、新鮮さが重要なため、古くなったものは大量に廃棄されている。その再利用方法について研究を行った。アントシアニン色素はただ抽出するだけでは、すぐに色落ちしてしまう。色素を安定化させるために、エタノールで抽出したアントシアニン色素液に様々な金属イオンを加えて、錯体を合成し、色の変化の経過を観察した。また、アントシアニン色素液、アルミニウムイオンを配位させた錯体を合成サポナイトという粘土鉱物に吸着させ、色素の固体吸着時の色の変化、色素の定着具合を観察した。またアントシアニン、そのアルミニウムイオン錯体、これらを合成サポナイトに吸着させたものをUV測定やそれを物質特有の回折パターンから物質を構成している成分の面間隔を知るXRD測定を行い、構造の分析を行った。アントシアニン抽出液の活用方法としてハンカチなどに媒染剤を用いての染色を試みた結果、きれいなハンカチを作成することができた。これにより、多量に廃棄される紫キャベツの再利用方法の一つとして、食品ロス問題解決の糸口となることもわかった。



合成サポナイトに吸着されたアントシアニンアルミニウム錯体分子の吸着状態の予想図

## 1. 背景と目的

日本では、年間 2,531 万トンの食品廃棄物が出されているが、そのうちの 600 万トンはまだ食べられるのに廃棄される食品である。その中でも紫キャベツは飲食店などにおいて、サラダやコールスローに用いられる。新鮮さが重要となるために鮮度が落ちると廃棄される量も多くなる。そこで私たちは食品ロス問題解決に向けて、紫キャベツを再利用する方法の検討を行い、紫キャベツから抽出できる色素の利用に注目して研究を行った。

## 2. 方法

- ・紫キャベツ (60g) を細かく刻み、お茶パックに入れる。それをエタノール (200mL) が入ったビーカーに入れ沸騰後 5 分間加熱する。
- ・加熱後の抽出液から 20mL ずつ 2 つのビーカーに分けて、硝酸アルミニウム水溶液 4mL、2mol/L 酢酸水溶液 4mL を加え、色の変化を観察した。
- ・上記で作成したもので UV 測定を行った。
- ・アントシアニン溶液で作成した 3 種類の溶液をそれぞれ 10mL ずつを合成サポナイト (1g) と混ぜ色素を吸着させた。
- ・上記で作成したもので XRD 測定を行う (XRD 測定とは、物質特有の回析パターンから物質を構成している成分の面間隔を知る方法)。
- ・クエン酸と重曹の飽和溶液を用意し、作成した色素液とクエン酸 (または重曹) を布に色が定着するまで交互につけ、バットに置き放置する。
- ・より色が鮮やかだった硫酸アルミニウム水溶液を使ってハンカチを同じ要領で行う。

## 3. 結果

### (1) 色素抽出

表 1. アントシアニン色素の抽出後の日数経過にともなう色の変化

	直後	3 日後
加熱後		

抽出後、加熱のものと未加熱のものと比較すると、

- ・加熱後のものは色が鮮やかになる
- ・加熱後のものは時間が経っても紫色の色が落ちず安定する

### (2) イオンによる変化と UV 測定

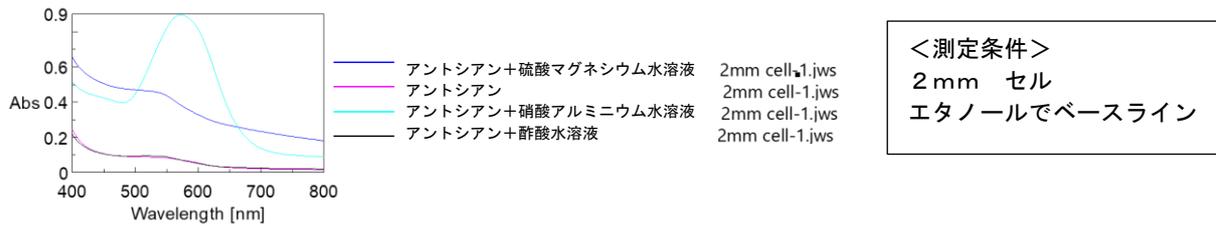
表 2. アントシアニン溶液に添加物を加えた時の色素変化

	変化前	変化後
アントシアニン + 硝酸アルミニウム		
アントシアニン + 酢酸水溶液		

- ・アルミニウムイオンを加えると、濃青色になった
- ・酢酸を加えると鮮やかで透明度のありそうな濃いピンク色になった

・UV 測定の結果からアントシアニンができていることが分かった。(図1)

図1. アントシアニン溶液と錯体のUV 測定結果



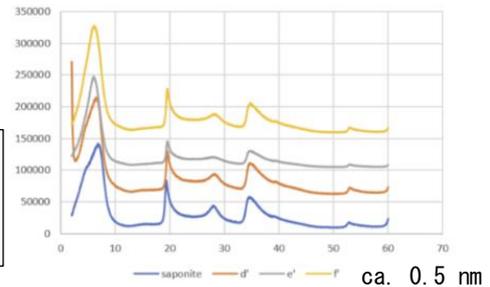
(3) 合成サポナイトと吸着と XRD 測定

表3. アントシアニン溶液と合成サポナイトの吸着の様子

	吸着前	吸着後
アントシアニン +硝酸アルミニウム +合成サポナイト		
アントシアニン +酢酸 +合成サポナイト		

- ・吸着前と吸着後の色の変化はない。
- ・吸着させた直後は色がそれぞれ異なっている。
- ・XRD 測定の結果は以下の図2の通り。

図2 XRD の測定結果



青 合成サポナイトのみ  
 d' アントシアニン+合成サポナイト (1g)  
 e' アントシアニン+Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>+合成サポナイト (1g)  
 f' アントシアニン+CH<sub>3</sub>COOH+合成サポナイト (1g)

(4) 色素染め

表4. 染色直後の布の様子

	クエン酸	重曹
アントシアニン +硝酸アルミニウム		
アントシアニン+酢酸		

表5. 染色3日後の布の様子

	クエン酸	重曹
アントシアニン +硝酸アルミニウム		
アントシアニン +酢酸		

表6. タオル染色の様子

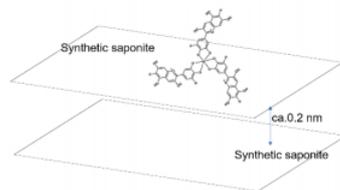
アントシアニン +硝酸アルミニウム	直後	3日後	アントシアニン +硝酸アルミニウム	直後	3日後
クエン酸			重曹		

重曹につけた布は元の溶液からも3日経った後も色が大きく変化したがクエン酸につけた布はあまり変化がない。タオル生地では重曹で作成したタオルは3日経つと色が抜けてしまった。

#### 4. 考察とまとめ、今後の課題

今回の研究結果より、アントシアニンは加熱することによって紫色の色素が安定すること、アルミニウムイオンや酢酸の影響で色素が安定することがわかった。また、アルミニウムイオンをアントシアニンに加えた錯体について、色素吸着させた合成サポナイトとその際に残ったろ液について、XRD測定、UV測定の結果、アントシアニンは図3のような構造で表面に吸着していることがわかった。合成サポナイトの層間に、アルミニウムイオンが入り込んでいると考えられる。

図3. 予想される合成サポナイトに吸着されているアントシアニン分子の吸着状態



またXRD測定の結果、合成サポナイトは0.2 nm程度しか層間が広がっていなかった。

これらの測定結果から合わせて考えると、アントシアニンのOHのところでは6配位している可能性があることが推測される。また、草木染を行う方法では本来の目的であるアントシアニン色素の活用方法を見つけることができた。ハンカチの生地やタオル生地では媒染剤としてクエン酸を使って作成した布のほうが時間が経っても色が抜けないため、実用化に向いていることがわかった。廃棄する紫キャベツからアントシアニン色素を抽出し、ハンカチやタオルを染めて再利用する方法を見つけることができたため、食品ロス問題の解決策として、期待できることがわかった。今後は、媒染剤として重曹を使って染めたタオルでも時間が経っても色が抜けないような方法を探し、さらなるアントシアニンの活用方法を探りたい。

#### 4. 補足

本研究の一部は、論文として以下に掲載予定である。

S. Inoue, H. Kodama et al., Clay Science 25, 2021, 10.11362/jcssjclayscience.MS-21-8, in press

#### 5. 謝辞

本研究をすすめるにあたり、適切な指導を賜った愛媛大学附属高校の菅琢哉先生に感謝いたします。また、愛媛大学大学院理工学研究科佐藤久子教授には大学でしかできない測定や研究に必要なデータの提供、助言などをしていただき、感謝いたします。