

REHSE「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」

平成30年度 研究活動報告書

食物繊維による着色料の吸収阻害に関する研究

奈良女子大学附属中等教育学校
サイエンス研究会・化学班

1. 研究の背景と目的

食品添加物は、食品の風味や見た目を良くし、保存のために食品に添加される物質である。食品添加物にとって大切なことは、ヒトの健康を損なわないことであり、その安全性について興味を持った。色付けする用途の食品添加物には着色料があり、着色された食品を摂取すると、体内に着色料が吸着されるらしい。人体に有害な物質である着色料もあり、法律や規則で使用できなかつたり、摂取量が制限されたりしている。

本研究では、食物繊維が物質を吸着する力を利用して、合成着色料の体内への吸収阻害が期待できるかを実験により確認することを目的とする。合成着色料を含む食品と食物繊維を含む食品とを食べ合わせることで、人体に対するリスクを軽減する手段の一つとなると考える。

2. 活動の内容

(1) 出前講義

①日時：平成30年10月20日(土)10:00~12:15

場所：奈良女子大学G棟

講義題目：「サイエンス・オープンラボ」

講師：奈良女子大学大学院自然科学系

教授 三方 裕司先生，准教授 竹内 孝江先生

准教授 高島 弘先生，准教授 浦 康之先生

奈良女子大学化学コース学生（2，3年生）11名

参加：サイエンス研究会化学班 5名

内容：附属中等教育学校の生徒を対象にした講座。「電池」「化学発光」について、実験をしながら歴史や仕組みについて学習した。



(2) 見学

①日時：平成30年8月8日(水)，9日(木)

「平成30年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会」

場所：神戸国際展示場（兵庫県神戸市）

見学の目的：全国のSSH指定校の生徒がどのような研究を行っているのかを聴いて、自分の研究に活かしたり，刺激を受けたりするため。

②日時：平成30年10月27日(土)10:30~12:30

「けいはんな情報通信フェア2018」

場所：けいはんなプラザ（京都府相楽郡精華町）

見学の目的：けいはんな学園都市にある研究機関，企業，大学の研究活動や先端の研究成果の発表を見学することで，自分の研究に活かしたり，刺激を受けたりするため。

③（今後の予定）

繊維の染色の学習を行うために，3月25日（月）にカシミヤの紡績・染色工場（深喜毛織，大阪府泉大津市）と泉大津市立織編館（大阪府泉大津市）を見学する予定。

(3) その他

①サイエンス研究会化学班「体験講座」

日時：平成30年5月15日（金）16：15～17：00

内容：新入生（中学1年生）に対して，化学班の活動紹介と実験（炎色反応，ブルーボトル反応，金属の性質）を行った。

3. 研究の成果

[研究の計画]

タンパク質からできた繊維（羊毛や絹）を消化器内壁とみたと，着色料がどの程度繊維に吸着されるかのモデル実験を行う。次に，体内に吸収されにくい食物繊維と羊毛や絹とを共存させて着色実験を行い，添加した食物繊維による着色料の吸収阻害の影響を調べる。着色料を吸着した食物繊維は，体内に吸収されにくいいため，ヒトへの影響は少ないと考えた。

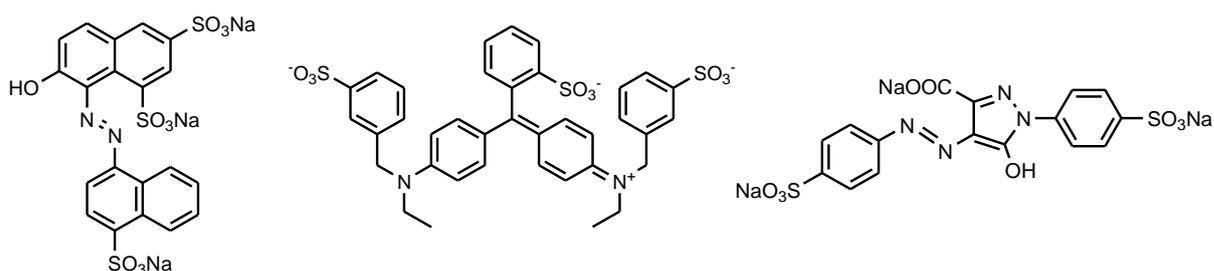


図 1. 実験で用いた合成着色料。左から赤色 102 号（ニューコクシン），青色 1 号（ブリリアントブルー FCF），黄色 4 号（タートラジン）。

[着色料の安全性について]

国内では合成着色料の安全性は食品衛生法第 10 条により規定されている。かつては使用されていた合成着色料も，現在では使用が禁止されているものも多い。また，国内では使用可能でも，海外では使用禁止のものもある。そこで私たちは，合成着色料の摂取量が多くなるとヒトへの危険性が高まると考えた。

[実験]

文献の方法¹⁾を参考に実験を行った。薬品は市販のものをそのまま用いた。

(1) 合成着色料による多繊維交織布の染色

タンパク質からできた繊維（羊毛や絹）を含む様々な繊維の合成着色料の染色の程度を調べた。代表的な合成着色料である赤色 102 号（ニューコクシン），青色 1 号（ブリリアントブルー FCF），黄色 4 号（タートラジン）の水溶液（pH 4.7 リン酸緩衝液）に多繊維交織布（横糸にポリエステル，縦糸に綿，ナイロン，アセテート，羊毛，レーヨン，アクリル，絹，ポリエステルを織り込まれたもの）を 6 枚入れ，40℃の水浴で加熱しながら 5 分ごとに取り出し，水で軽く洗い流し自然乾燥させた（図 2）。



図 2. 実験の様子

(2) 食物繊維存在下での合成着色料による毛糸(羊毛)の染色

消化器内壁にみたてた羊毛に食物繊維を共存させて、染色実験を行った。添加した食物繊維による合成着色料の吸収阻害の効果を調べた。

塩酸で pH 1.7 程度に調整した赤色 102 号、青色 1 号、黄色 4 号の各水溶液を 5 つ準備し長さ 3 cm 毛糸を 6 本入れた。さらに、食物繊維(セルロースパウダー (染色実験用)、CM セルロース (クロマトグラフ用充填剤)、キチン、キトサン)を 0.50 g ずつ加え、残り 1 つのビーカーには何も加えなかった。40℃の水浴で加熱しながら 5 分ごとに毛糸を取り出し、水で軽く洗い流し、自然乾燥させた。すべての毛糸を取り出したあと、ろ過し、合成着色料の食物繊維に対する吸着の程度を観察した。

[結果と考察]

(1) いずれの合成着色料で染色しても、羊毛、絹、ナイロンが染色され、他の繊維はほとんど色が付いていなかった(図 3)。これらの着色料の分子構造中には、スルホ基のナトリウム塩($-\text{SO}_3\text{Na}$)が含まれており、pH 4.7 の水溶液中では、 $-\text{SO}_3^-$ となっている。一方、羊毛や絹はタンパク質からなる天然繊維で、構造中にアンモニオ基($-\text{NH}_3^+$)となっており、これらの静電的な引力により、染色されたと考えた²⁾。

(2) 合成着色料の強酸性溶液中(胃酸を想定)、毛糸と食物繊維を共存させて染色の比較実験を行った結果、着色料をよく染着する食物繊維は、キチン>セルロースパウダー>CM セルロースの順であった(図 4)。キトサンとアルギン酸ナトリウムは、水溶性の繊維のため、実験には適さなかった。

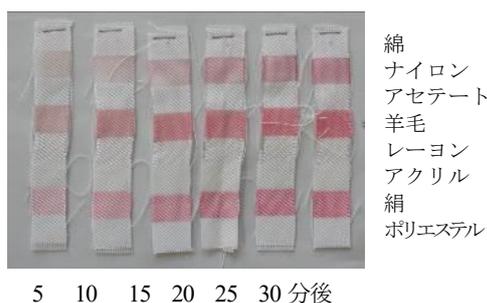


図 3. 赤色 102 号による多織交織布の染色

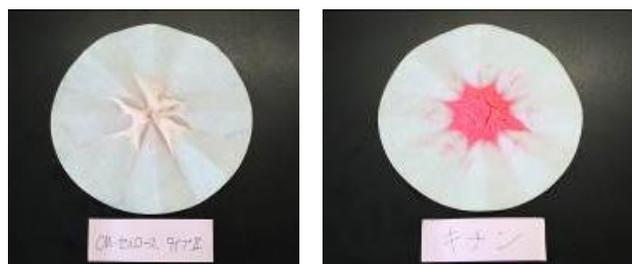


図 4. 赤色 102 号が吸着した食物繊維。(左)セルロースパウダー、(右)キチン

[食物繊維存在下で着色料が羊毛にどのくらい吸着したか(定量実験)]

合成着色料が毛糸と食物繊維のどちらに吸着されやすいかは分かった。そこで毛糸に吸着された着色料を塩基性条件下(抽出液を塩基性にする事で、着色料分子が無電荷になるため、繊維とのクーロン力が弱まる)で抽出し、分光光度計を用いて吸着量の定量を試みた。

30 cm の長さに切った毛糸を、**実験 (2)** と同様の操作で染色した。アンモニア水を入れた試験管を 12 本用意し、それぞれに染色した毛糸を入れ、沸騰水中に 15 分間浸した。試験管内の液量を測り、分光光度計で吸収スペクトルを測定した。

キチンを加えたとき、および、加えなかったときの毛糸から抽出した色素の吸収スペクトルを比較すると、500 nm のスペクトルの強度は 10 分 1 程度であった(図 5)。これより、毛糸への吸着が 10 分の 1 に抑えられたということが分かった。

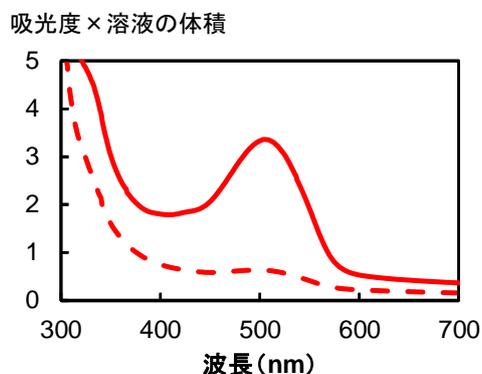


図 5. 毛糸に吸着した色素(赤色 102 号)の抽出。キチンなし(—)、キチン存在下(---)。

[研究の参考文献]

- 1) 井上正之, 現代化学 2008, 48. (2018年12月号)
- 2) 矢部章彦, 林雅子, 新版染色概説, 光生館, 1979, pp.135-142.

4. 研究成果の発表

- ①日時：平成30年9月22日(土), 23日(日)9:00~15:00
発表の場：奈良女子大学附属中等教育学校 第74回学園祭
発表題目：「サイエンス研究会活動報告」
発表形態：ポスター発表
発表者名：サイエンス研究会化学班部員
- ②日時：平成30年10月27日(土)13:00~16:30
発表の場：まほろば・けいはんなサイエンスフェスティバル
(けいはんなプラザ, 京都府相楽郡精華町)
発表題目：「食物繊維による着色料の吸収阻害」
発表形態：ポスター発表
- ③日時：平成30年11月17日(土)8:30~18:30
発表の場：JAPAN SUPER SCIENCE FAIR 2018
(立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 滋賀県草津市)
発表題目：「Adsorption Inhibition of Coloring Matters by Dietary Fiber」
発表形態：ポスター発表
- ④日時：平成30年12月25日(火)9:00~17:00
発表の場：第35回高等学校・中学校化学研究発表会
(大阪科学技術センター, 大阪市)
発表題目：「食物繊維による合成着色料の吸収阻害」
発表形態：口頭発表<奨励賞受賞>



5. 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

私たちは、食の安全性に興味があります。調べてみると、食品中に含まれる食物繊維が綿や麻の主成分であるセルロースと化学構造が似ていることを知り、合成着色料を吸着する可能性があることが分かりました。ヒトの体内に見立てた羊毛(ヒトの体内も羊毛もタンパク質からできている)にどの程度の合成着色料が吸着するのか、その曖昧な部分をどのように数値化するのかに苦労しました。身近な存在である合成着色料について、化学実験を通じて理解を深めることができたので、食の安全性への意識がさらに強くなりました。学んだことを周りの人たちに広めていきたいです。

6. 今後の課題

- (1) 着色料の染着の程度を定量化するために次の実験に取り組みたい。
 - ・毛糸をデジタルカメラで撮影し、画像処理ソフトを用いて色の濃さを調べる。
 - ・市販の色差計を用いて色の濃さを調べ、上記の方法と比較する。
- (2) 食品中に含まれる食物繊維の含有量から、着色料の影響を抑えることができる食品の摂取量を見積もる。