

# 染色

宮城県仙台第三高等学校

17 班

伝統的な染色の一つの方法として、奄美大島で行われている泥染めがある。これは、タンニンという色素成分によって赤褐色に染まる。また、三高にはクルミがたくさんあり、クルミにはタンニンが含まれていることが分かった。さらに、タンニンはポリフェノールの一部であり、ポリフェノールは pH 値を変化させることで色が変わる。これらのことから、身近にあるもので染色をし、さらに色を変化させることができるのではないかと考えた。しかし、クルミは時期により収穫できないこともあるため、最初は同じくタンニンを含み身近にある職員室のコーヒーの出がらしを使用して、実験を進めた。コーヒーの出がらしによる染色で pH 値を六段階に変化させた実験では、それぞれの pH 値によって布の色が変わった。これは、ポリフェノールの色が pH 調整剤を加えることで変化するという性質を染色にも応用できるということが分かった。次に、異なる物質で pH 値を pH 7 に揃えて行った実験では、布の色は同じであることが分かった。よって、布の色の変化は、pH 調整剤を加えたことによる変化ではなく、pH 値の変化によるものであると考えられる。実際に三高のクルミを使用し pH 値を変化させた染色の実験でも、コーヒーの出がらしと同様、pH 値の変化によって布の色が変わった。

## 1 背景

三高の周辺は昔、クルミの木があり、今でも第二グラウンドにクルミの木が残っていることや、職員室からコーヒーの出がらしが捨てられていることを知った。クルミの果皮やコーヒーにはタンニンというポリフェノールの一部の成分が含まれ、タンニンは染色に用いられていることが分かった。

紫キャベツにレモン汁のような酸性の物質をかけると紫キャベツの色が変わることが知られている。これは紫キャベツに含まれるアントシアニンという色素はポリフェノールの一部で酸性では赤色、アルカリ性では青色というように溶液中 pH の値によって色が変わる。そこで本研究では、このような色が変わるしくみと同様に、タンニンに酸性やアルカリ性の物質を加えることで色を変化させることができると考え三高の身近にある素材を使って染色を行うことを目的とした。

## 〈タンパク処理〉

布は大きく化学繊維と天然繊維の 2 種類に分けられる。化学繊維はポリエステルなど人工的に作られた繊維である。天然繊維は、綿・麻などの植物繊維、羊毛・絹などの動物繊維が当てはまる。タンパク質が動物繊維には含まれるが植物繊維には含まれない。

染色とは、基本的には水溶性の染料分子と、繊維の分子間の親和性に基づく現象である。親和性とは、分子の持つ電気的なプラスとマイナスの吸引力や、分子同士の引力に基づく力である。<sup>(1)</sup>動物繊維の絹や羊毛はタンパク質を含むため、正や負の電荷を帯びている。植物繊維にはタンパク質は含まれず、電荷は弱い。<sup>(2)</sup>そこで、たんぱく処理を施すと布が正の電荷を帯び染まりやすくなる。<sup>(3)</sup>タンパク処理は豆乳と水を 1 対 2 の割合で 3 日間つけ、乾燥させた。

<染料が染まる際の電氣的なしくみ><sup>(1)(2)</sup>

染料とは、色を持つ物質（色素）のうち、繊維に対して染着力（染まりつく力）を有する物質を指す。染まり着く力とは、基本的に「電氣的に、プラスとマイナスで引き合う力」と「分子同士の引力」の力からなる。

繊維の表面は電気を帯びていることが多いため、電気に引っ張られて染料が繊維に付着する。また、繊維の分子と色素が引き合うには、対になる色素が必要となり、繊維によって+と-の引き合いの強さは異なる。反対に、繊維の表面の電荷と染料の電荷が同じである場合、これらは反発しあい布に色が染まりにくくなる。

## 2 材料と方法

最初に予備実験（実験1）として、布を決める実験を行った。材料は、水 1ℓ、コーヒーの出がらし 40 g、綿・麻・羊毛・絹 各3枚。<sup>(2)</sup> 方法として、水 1ℓ、コーヒーの出がらし 40 gをそれぞれ4つの鍋に入れ火にかける。沸騰したら火を止め、布を3枚ずつ各鍋に入れ軽く混ぜて、30分後に取り出す。ここで、染色に必要なたんぱく質が、動物性繊維の羊毛と絹には含まれているが、植物性繊維の綿と麻には含まれていないため、タンパク処理を行った。

実験2として、ポリフェノールはpHの値によって色が変化することから、タンニンによる染色でもpHの値を変化させることで布の色を変化させるのではないかと考え、pH値を変化させて染色をする実験を行った。材料は、実験1に加えて身近にあるpH値調整剤として、酸性を示す物質であるクエン酸、アルカリ性を示す物質である重層を使用した。これらを、それぞれ1 g、4 g、12 g用意し、6個の鍋で実験を行った。方法は、実験1と同様でコーヒーの出がらしを加える前にpH調整剤

を加えた。pH値を測定するときは、水 1ℓにpH調整剤のみを加えた状態で行った。pHの測定は、ペーパー紙を使用した。

実験3として、色の変化が加えたpH調整剤ではなく、pHの値によるものであることを示すために、異なる物質で同じpH値という条件で実験を行った。異なるpH調整剤を、アルカリ性の重曹、石灰として、pH値を7にそろえるために、重曹1 g、石灰4 gを使用した。方法は実験と同様でコーヒーの出がらしを加える前にpH調整剤を加えた。

実験4として、クルミが十分に収穫できたので実際に三高のクルミを使用し、pH変化させて染色をする実験を行った。材料は、水 1ℓ、クルミ 10 g、綿 3枚、クエン酸、重層 各1 g、4 g、12 g。ここで、クルミの質量をコーヒーの出がらしと同様40 gで行ったところ色が濃く出すぎてしまったため、クルミの質量を減らして行った。方法は実験2と同様。全ての実験において、布は乾燥後、スキャナーでスキャンし、アプリで色を読み取った。

## 3 結果

実験1より、羊毛・絹・麻・綿の順に布に色がよく染まったが、全ての種類の布に、染める前と比べて布の色の変化が見られた。（図1）このことから、4種類の布の全てが十分に色が染まると判断した。よって、以下の実験では、タンニンを利用した染色においても布の色が染まり、より安価である綿を使用することにした。

実験2より、布の色はpHの値によって異なることが分かった。（図2）これは、コーヒーに含まれるタンニンとクエン酸、及び重曹が、反応したことによって変化したと考えられる。よって、pH値によるポリフェノール

の色の変化は、染色にも影響を及ぼすことが分かった。私達は実験前、布の色の変化はpHの値の変化とともに、規則的に起こると予想したが、今回の実験で規則性は見られなかった。

実験3より、重曹を加えて染めた布と、石灰を加えて染めた布の色はほとんど同じになった。

(図3) このことから、pHの値を7に揃えて異なる物質で布の染色を行った場合、染まった布の色は変化しないと分かった。

実験4より、pHの値が変化することで酸性・ア

ルカリ性どちらの場合においても規則性はないが、布の色は変化した。(図4)

クエン酸を加えた、pHの値が小さい布ほど、何も加えなかった基準の布に比べ、色が明るい。

また、重曹を加えた、pHの値が大きい布ほど基準の布に比べて暗いということが読み取れる。何も加えなかったときにpHの値が7.0でなかったのは、タンニンが酸性でpH=2.3~4.5の物質であったからと考えられる。

実験2のコーヒーを用いて実験した時とクルミを用いた時とでは、染まった布の色に変化が見られた。



図1

クエン酸	1g	4g	12g	重曹	1g	4g	12g
							
pH値	2	3	4		7	7.5	8

図2

	重曹	石灰
pH値	7	7
1回目		
2回目		

図3

クエン酸	1g	4g	12g	重曹	1g	4g	12g
							
pH値	2	3	4		7	7.5	8

図 4

#### 4 考察

実験Ⅱ，実験Ⅲより，コーヒーによる染色もクルミによる染色と同様に色を変化させることができた。しかし，コーヒーによる染色もクルミによる染色では，色の差の大きさに違いがみられた。色の差の違いができた原因として考えられることは，1. タンニンにはいくつか種類があり，コーヒーとクルミには異なるタンニンが含まれる<sup>(4)</sup>ため繊維と色素の間の結びつきやすさが異なったこと，2. コーヒーとクルミに含まれるタンニンの量が異なり，実験に用いた際の液体に含まれるタンニンの量に違いがあったことが考えられる。

また，実験 2、4 から同じタンニン染めでも染色した布の色が異なることが分かる。これは，タンニンにもいくつかの種類があることから，クルミに含まれるタンニンとコーヒーに含まれるタンニンが異なる種類であったためだと考えられる。

#### 参考文献

- (1) 放送大学印刷用教材. 1999/03/05. 染色をする人のための化学の基礎知識  
<https://www.mukogawau.ac.jp/~ushida/chem.htm>
- (2) つちとね. 2017/09/30. 染色の原理。なぜ布に色が染まるのか。  
<http://tsuchitone.mystrikingly.com/blog/153a26ad487>
- (3) つぎいろ. 2019/03/22. 草木染めで布を染める方法  
<https://tsugiiro.com/how-to-plant-dye-cloth/>