

# スポットライト

～第5回「高校生・高専学生ポスター発表」優秀賞～

## 絹繊維の判別の研究

宮城県仙台第三高等学校3年理科

齋藤悠敏 麦嶋大地 渡邊 律  
細谷海心 森 愛斗

私たちは、絹繊維を確実に判別する方法を研究している。繊維の材質を判別することは難しく、リサイクルショップなどでは課題の1つとなっていた。繊維を燃やすことでも判別できるが、確度が観察する人の感覚に依存し、また繊維を損傷してしまうため商業的には利用できない。そこで私たちは科学的な根拠を持ち、かつ商業的にも利用できるように方法を見つけたいと思い研究を始めた。今回は着物店での利用を視野に入れ、着物の繊維としてよく使われる絹繊維とポリエステル繊維を用いて実験を行った。

まず、絹繊維とポリエステル繊維(ともに大きさ $1\text{ cm}^3$ 、厚さ約 $1\text{ mm}$ )の吸水性の違いにより判別できないかと思い、滴下法を試行した。実験方法は、繊維の試験片に水滴を滴下し、繊維に吸収されるまでの時間を計測する。水の鏡面反射が消えたとき、それを「水が吸収された」と定義し、それぞれ3回ずつ行った(図1)。結果より、吸水時間について絹繊維は4.1秒、ポリエステル繊維は40秒と顕著な違いが見られ、判別が可能である。したがって滴下法による判別は即時的に結果がわかるため撥水加工などで表面が加工されていない場合に、試験的な検証を行える点で優れている。また吸水性の判別として、バイレック法という判別方法も検証した<sup>(1)</sup>。これは、繊維の試験片を吊るし、その下端を水面に浸し、一定時間経過後に繊維に浸透した水の高さを計測する判別方法である。今回の実験では、10分間放置した後上昇した水の高さを計測する操作をそれぞれ3回ずつ行った(図2)。結果より、絹繊維は5.2 cm、ポリエステル繊維は3.2 cmで差はあったものの、顕著には見られなかった。このこ

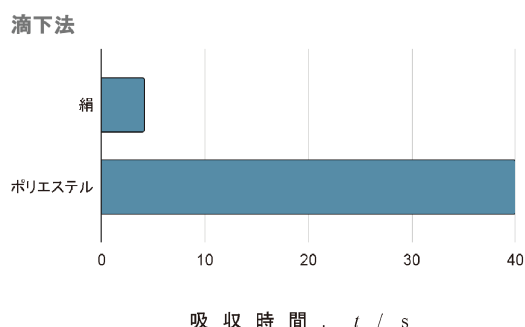


図1 滴下法の結果。(オンラインカラー)

とより、バイレック法での繊維の判別は滴下法に劣る。吸水性による判別では、滴下法を用いることで絹繊維とポリエステル繊維を判別できる。しかしこの判別方法では気温や湿度の影響を大きく受けると考えられるため(今回の気温は約 $25^\circ\text{C}$ 、湿度は約60%)、滴下法は常に信頼できる方法とは言えない。気温や湿度の環境による影響を受けない判別方法を確立することが必要である。

次に、化学的な判別方法として蛍光塗料としてフルオレセインを用いた。フルオレセインはタンパク質に反応する蛍光塗料であり、紫外線により発光するため元々色付けされた繊維(服や着物)でも判別できると考えられる。絹、ポリエステルそれぞれの繊維を飽和フルオレセイン水溶液に20分間浸した後、紫外線を照射した結果、絹のみに蛍光が見られた。フルオレセインは絹のタンパク質のアミノ基に反応して蛍光色を発する性質を持つ。また、絹繊維にはアミノ基が含まれている。よって、変色により絹繊維を特定できる。この実験では染色実験用として販売されていた繊維を用いて実験を行ったが、市販の繊維では網目が細かく染色が薄く判別が困難であった。そこで、フルオレセイン水溶液のpHを変化させ、実験を行った(図3)。

フルオレセイン水溶液のpHが約2~4と低いとき、絹繊維は顕著に反応した。またポリエステル繊維は反応しなかった。そのため染色反応には水素イオンが関係していると考えられる。フルオレセインはカルボキシ基を持っているが、水溶液中で電離してしまうため、絹糸を覆っているアミノ酸タンパク質であるセリシンとアミド結合せず絹は染色されない。ここで、カルボキシ基は水溶液中で以下(図4)の電離平

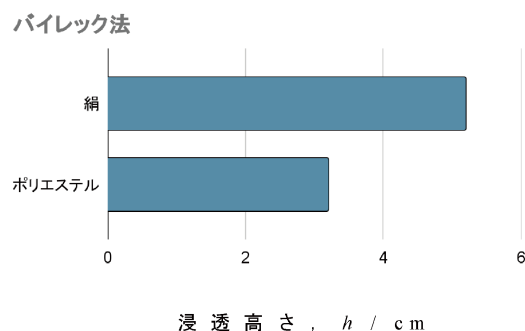


図2 バイレック法の結果。(オンラインカラー)

pH	2	4	7	10	12
絹					
ポリエステル					

図3 フルオレセイン水溶液のpH変化に伴う染色具合の変化。

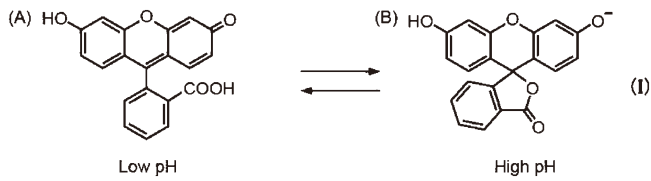


図4 フルオレセインの電離.

衡が成り立っている<sup>(2)</sup>。したがってルシャトリエの原理より、水素イオンの濃度が高い(pHが低い)ときカルボキシ基を有する形態側に平衡が偏る。そのためpHが低いほど染色されやすくなったと考えられる。

今回の研究発表はオンラインで行われたため、私たちの研究をうまく伝えることができるか不安なところもあった。し

かし、実際の発表では多くの方から質問やコメントをいただき、素晴らしい経験をさせていただいたと感じている。私たちは、この研究によって着物をはじめとする衣類のリサイクルが促進され、少しでも社会に貢献できれば良いと考えている。この研究を進めるにあたってご協力くださった先生方、そして今回の研究発表での講師の方々や金属学会の方々には大変お世話になりました。本当にありがとうございました。

## 文 献

- (1) 一般財団法人ポーケン品質評価機構編, 機能性素材の評価試験法(第5版), (2020), p.20.
- (2) 長岡 勉, 床波志保, 椎木 弘, 山本陽二郎: 生物学的物質の捕獲又は分離用複合微粒子, 特開2011-242387, (2011).  
(2021年6月29日受理)[doi:10.2320/materia.60.740]

