

草木染のための大気圧プラズマを用いたポリエステル布の表面処理 Atmospheric Pressure Plasma Treatment of Polyester Fabric Surface for Natural Dyeing

1255054 滝野 結公 (プラズマ応用研究室)
(指導教員 八田 章光 教授)

1. 背景と目的

本研究は本研究室で長年研究されてきたプラズマ技術を草木染の分野に適用したものである。草木染分野に着目した背景には、環境省が主催となって実施した衣類業界の環境負荷に関する調査[1]があった。調査によれば、生産量の6割にあたる衣類が毎年廃棄され続けているという。また、衣類業界では染色段階での二酸化炭素排出量が輸送段階に次いで多いことが明らかとなった。

衣類の廃棄問題・二酸化炭素排出課題の2点を考慮し、リサイクル可能な衣類を環境負荷の少ない染色方法で製造することが重要だと考えた。そこで、ポリエステル布を草木染により染色する方法を研究することとした。まず、伝統技術として扱われてきた歴史から、科学的な研究例の少ない草木染技術について分析した。さらに草木染では染まりにくい性質のポリエステル布をプラズマ処理し、そのプラズマ処理の効果と特徴を確かめ、ポリエステル布を草木染で実際に染めた。

2. 分光光度計による草木染の分析

2.1 染料液の吸光度測定

草木染の作製手順は、経験則で確立されてきた背景がある。本研究では研究開始前に手順を明確に定めた。草木から染料液を作製し、染色工程で変化する染料液の色成分を確かめる。紫外可視分光光度計を使用し染料液の吸光度を測定した。1番液 Dye(1)、2番液 Dye(2)、Dye(1)と Dye(2)を混合した Dye(M)、染色後の Dye(M_{after})の吸光度の測定結果を図1に示した。Dye(1)は Dye(2)より吸光度が全波長域で大きいことから、色素の含有濃度がより高いことがわかる。草木染では Dye(M)を使用する手法が普及しているが、これは Dye(2)に、Dye(1)では優勢でない黄色を中心とする 500-600nm の色素が豊富に含まれるためであると推察される。

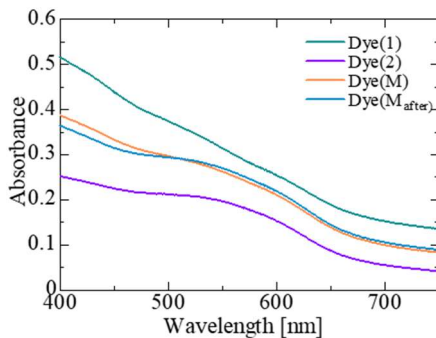


図1 染料液の吸光度スペクトル

2.2 染布の反射率測定

草木染布の色を数値的に確認するため、試料布の反射率を、積分球を配置した紫外可視分光光度計を用いて測定した。

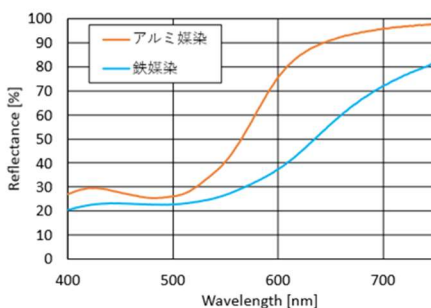


図2 乾燥西洋茜で染めた絹布の反射率スペクトル

乾燥西洋茜で染めた絹布のうち、媒染液の異なる2種類の反射率スペクトルを図2に示した。鉄媒染で染めた布はアルミ媒染の試料布より暗い色であるが、これは反射率の全波長域での低さからも判断できる。色素となる分子の種類は染色に用いる草木により限られることから、異なるピーク位置を持つ試料布は異なる色素を定着させていると考えられる。

3. ポリエステル布のプラズマ処理

3.1 誘電体バリア放電による表面処理

プラズマ処理は、5秒間の誘電体バリア放電で行なった。ポリエステル布の水接触角はこの処理により 89.04° から 0° になり親水性になった。処理前後のポリエステル布を金スパッタしSEMで観察して比較したが、図3のとおりマイクロスケールでの違いは見られなかった。プラズマ処理では物理的な破壊は生じず、化学的な改質のみ起こったと考えられる。

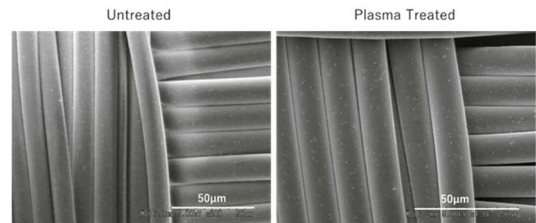


図3 ポリエステル布のSEM像

3.2 ポリエステル布のFTIR および XPS 分析

化学的な改質を調べるため、未処理のポリエステル布とプラズマ処理したポリエステル布をFTIR分析およびXPS分析した。200nm深さまでを見るFTIRの分析結果では、表面改質の効果を示す違いが見られなかったため、プラズマ処理による表面改質が200nmよりはるかに薄い表面領域で起こっていると考えた。そこで、6nm深さまでを見るXPSの分析を行なった。化学結合ごとの割合変化を求めて図4に示した。図4の上図はC1s、下図はO1sから算出した割合であり、この結果から試料の酸化とOH基の増加を確認できる。

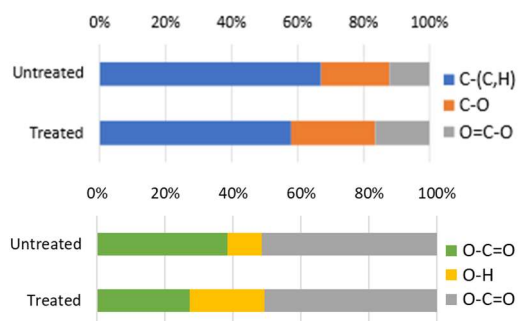


図4 プラズマ処理による布表面の組成変化

4. 結論

分析データの乏しい草木染について分析した。目視で判断される情報を測定数値で表すことは困難であるが、測定結果から経験則を科学的に捉え直した。ポリエステル布をプラズマ表面処理により親水化させることに成功し、XPS分析からプラズマ処理後にOH基が増加していることがわかった。

参考文献

[1] 日本総合研究所, “令和2年度ファッションと環境に関する調査業務”, 2020