京都工芸繊維大学

氏　　名	さとう　もえ **佐藤　萌**
学位(専攻分野)	博　士　（学術）
学位記番号	博甲第　642　号
学位授与の日付	平成 24 年 3 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科　先端ﾌｧｲﾌﾞﾛ科学専攻
学位論文題目	Scientific studies on the conservation of black-dyed raw silk yarns used for Japanese ceremonial dolls' hair in the Edo period （江戸時代の雛人形の頭髪に使用された黒染め生糸の保存科学的研究）
審査委員	（主査）教授　濵田泰以 教授　鋤柄佐千子 教授　浦川　宏 准教授　奥林里子 特任教授　＊佐藤昌憲

論文内容の要旨

江戸時代の小袖を代表する絹布帛の黒染め染織品には、植物より抽出されるタンニン酸と鉄媒染が用いられていた。そのため、染色後に織物内部に残存する酸や鉄による触媒作用の影響を受け、繊維が経年とともに劣化し粉状化することが明らかにされてきた。一方、江戸時代の雛人形の頭髪にはスガ糸と呼ばれる黒染め生糸が使用されており、小袖同様に劣化状態が著しい。江戸時代のスガ糸もまた、同時代の黒染め絹布帛に用いられた染色技法で染められたと推測されるが、これまでに素材・技法・劣化機構に関する科学的な研究は行われていない。さらに絹繊維の黒染め染織品の保存修復処置法は確立されておらず、剥落した雛人形の頭髪はそのまま処分されてしまうのが現状である。一方欧米では、紙上の没食子酸インク（主成分はタンニン酸と硫酸第一鉄）や黒染め亜麻繊維の脱酸性化および抗酸化処置の研究が進められ応用段階に入っている。また出土木材の強化処置に広く使用されているポリエチレングリコール（PEG）には酸素遮断の効果があり、これらはいずれもセルロース繊維を対象としているが、黒染め絹繊維の処置法を検討する上で重要な情報となる。本論文では、江戸時代の雛人形の頭髪に使用されたスガ糸の繊維素材と鉄媒染剤使用の有無を解明し、モデル試料を用いた保存修復処置法の検討を行い、処置が繊維の劣化抑制におよぼす影響について明らかにすることを目的としている。さらに粉状化したスガ糸の物性を把握するため、圧縮試験での非破壊劣化診断法の開発を目指している。

第 2 章では、これまでに明らかにされた黒染め絹布帛の劣化機構について述べ、同時代に染色されたスガ糸にも同様の劣化が生じていることを推測している。研究開発の進んでいる欧米の没食子酸インクの脱酸性化・抗酸化処置と、国内外で木材の強化処置に用いられている PEG での強化処置について調査し、スガ糸に応用する修復手法を明確にしている。第 3 章では、江戸時代の人形 77 体の頭髪を用いて、繊維素材を光学顕微鏡による断面観察と SEM による表面観察により同定し、劣化因子である鉄イオンの有無をエネルギー分散型 X 線分析により確認し、生糸は 53 体、精練糸は 10 体、靭皮繊維は 11 体、人毛は 3 体で、殆どの繊維から鉄元素の存在が確認できたことから、江戸時代のスガ糸には生糸と鉄媒染剤が使用されていることを明らかにしている。第 4 章では、没食子酸インクの保存修復法を参考に、炭酸水素マグネシウム（MB）による脱酸性化処置と、フィチン酸ナトリウム（Phy）による抗酸化処置およびシステイン（Cys）を用いた新たな抗酸化処置がスガ糸の劣化抑制に及ぼす効果について検討している。単独処置および脱酸と抗酸化の組合せ処置を実施し、加速劣化前後で繊維の引張試験を行い、強伸度低下抑制効果に着目して処置を評価し、劣化の進行した脆弱な試料には、MB 単独の処置に強伸度低下抑制効果があることを示している。Phy や Cys の抗酸化処置は単独で用いるよりも、MB の脱酸処置と組み合わせることで、より高い強伸度低下抑制効果が得られることを明らかにしている。第 5 章では、MB による水溶性脱酸性化処置と、超臨界二酸化炭素（$scCO_2$）を使用したアミン系塩基による非水溶性脱酸性化処置が、スガ糸の pH 低下抑制に及ぼす効果について検討し、トリエタノールア

ミンを使用した $scCO_2$ 法によるモデル試料は処理直後一時的に最も高い脱酸処理効果を示しているが、加速劣化に伴い pH は低下し、中和効果は持続されない。一方、MB 法で処理された繊維に最も優れた中和および塩基残留の効果が認められる。第 6 章では PEG によるスガ糸の強化処置について検討し、加速劣化前の繊維には高分子量高濃度の PEG が、また加速劣化後の脆弱な繊維には低分子量低濃度の PEG が繊維の強伸度低下を抑制することを示している。第 7 章では、KES（Kawabata Evaluation System）圧縮試験による、スガ糸の非破壊劣化度診断法を検討し、モデル試料を用いて加速劣化に伴う繊維の圧縮特性と引張特性の経時変化を追った結果、試料の破断伸度が低下するにつれて圧縮回復性は低下する傾向にあり、両者の相関関係が明らかにされている。さらに江戸時代のスガ糸の圧縮試験および引張試験の結果、モデル試料で得られた脆弱な試料と類似した物性値を示している。今後、引張試験を行うことのできない微量で脆弱な文化財試料に対して、その圧縮特性を測定することにより、ある程度の劣化度合いを計測できることを示唆している。第 8 章では、本研究で得られた知見をまとめ、今後の展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文では、江戸時代の雛人形の頭髪に使用された黒染め生糸（スガ糸）の保存科学的研究として、これまで行われてこなかった雛人形の頭髪の素材調査と、保存修復処置法の検討を行っている点に特長がある。スガ糸には生糸と鉄媒染剤が使用され、海外の黒染めセルロース繊維に対する脱酸性化・抗酸化処置と、システインによる新たな抗酸化処置が絹繊維であるスガ糸に有効であることを明らかにした。またポリエチレングリコールによる物理的強化処置により、スガ糸の物性低下が抑制されることを示している。このようなスガ糸への劣化抑制効果のある保存修復処置は本論文において初めて実現された。さらに KES 圧縮試験を用いて脆弱なスガ糸の物性測定を行い、微量文化財試料の非破壊劣化診断法を確立している。これらの研究成果により、江戸時代のスガ糸の素材の解明、保存修復処置法の提案、劣化診断法の開発に成功したことは、後世に染織品文化財を保存していく上で大変意義深い。

本論文の内容は次の 4 報に報告されており、4 報すべて申請者を筆頭著者とするものである。

1. SATO Moe, OKUBAYASHI Satoko, "Consolidation Treatment of Japanese Ceremonial Doll’s Hair at Edo Period with Polyethylene Glycol", Journal of Textile Engineering, Vol.56 No.3, pp.65-70 (2010).

2. Moe Sato, Satoko Okubayashi, Masanori Sato, "Development of conservation procedures for late Edo period Japanese ceremonial dolls’ hair: Evaluation of effective treating reagents by using artificially degraded black-dyed silk fibers", Journal of Cultural Heritage, 12, pp.157-163 (2011).

3. Moe Sato, Satoko Okubayashi, Sachiko Sukigara, Masanori Sato, "Non-destructive evaluation of deterioration of historic textiles by compression measurement using the ‘Kawabata Evaluation System (KES)’", e-PRESERVATION Science, 8, pp.55-61, (2011).

4. Moe Sato, Satoko Okubayashi, Masanori Sato, "The material of Japanese ceremonial dolls’ hair in the Edo period", e-PRESERVATION Science, (Submitted).

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに学際的な意義があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。