

氏 名	おくやま まさよし 奥山 誠義
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 646 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 先端ファイバ科学専攻
学 位 論 文 題 目	シンクロトロン放射光顕微赤外分光分析法による出土染織文化財の材質分析と劣化状態の解析に関する研究
審 査 委 員	(主査)教授 濱田泰以 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

本研究は、人類共通の「文化遺産」である文化財の中で、特に埋蔵環境における劣化・分解が著しく、希少な出土染織文化財について、劣化分解過程およびメカニズムを捉え、その解明を行い、保存技術確立に役立てるための基礎的研究である。本研究では、①主として観察と赤外分光分析法をその研究手法として用い、微少量での材質分析の可能性について検討し、さらに②その手法によって土中における繊維の変化の様相を確認する方法について検討を加えた。一方で、③材質分析と共に、特に出土植物性繊維の種別判断が困難な場合がみられるため、前述の分析手法をさらに応用し、種類判別の可能性について検討を行った。第 1 章では本研究の目的と背景および本論文の構成について述べた。第 2 章では、発掘直後の出土染織文化財に用いられた保存処理剤が、後年の材質分析の際に影響を及ぼしたため、極少量の試料から材質分析に使用しうる試料を得るために技術的な検討を行った。保存処置薬剤の除去は、溶媒和現象等を効果的に利用し、除去溶媒への浸漬と洗い流しを繰り返し念入りに行えば、試料化が可能なであることを明らかにし、極微量しか得られない測定試料からでも研究材料を得ることができる明确了にした。第 3 章では、埋蔵環境が異なる三つの古墳 (3C~6C. AD) から出土した資料 (絹、大麻、苧麻) の分解・劣化現象について、埋蔵環境および出土状況が与える繊維劣化への影響を SPring-8 の放射光顕微赤外分析装置を用いて検証した結果を述べた。出土絹繊維は、埋蔵環境が相反する (乾燥と湿潤) 試料の間では劣化状況が異なると想定されたが、赤外スペクトルが一致する場合があり、埋蔵環境の違い=劣化状態の違い、ではないことを明らかにした。また、同一古墳の同様な埋蔵環境にあっても、箇所に応じて赤外スペクトルが異なる場合があり、劣化が資料内で均一に発生するものではないことを明らかにした。一方、植物性繊維は、絹繊維等の動物性繊維資料に比較して劣化せず、組成的に良好な遺存状態で出土することがあることを明らかにした。第 4 章では、繊維の同定や劣化状態を把握する手法である顕微鏡観察について、試料量をより一層少量化するため観察法の改良に取り組んだ。非導電性試料の走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察に対し金等の蒸着に替えて、イオン液体 (EMI-BF₄) を利用した。大麻と精練絹糸を用いた実験から、イオン液体は各繊維に対して分解や新たな結合生成など直接的な作用をすることなく、繊維表面や空隙に付着・浸透し、染織文化財の試薬として適当であることを明らかにした。第 5 章では、保存処理法の選別と繊維種類ごとの劣化現象の見極めを行う材料とすることを将来的な目標として、出土植物性繊維の新たな判別法の研究に取り組んだ。第 4 章の観察により繊維表面が傷んでいる試料でも、偏光顕微 FT-IR 測定では、1160, 1110, 1060, 670, 560cm⁻¹ に赤外二色性をもつ顕著なピークが存在することを確認した。これらはセルロースやヘミセルロースに帰属されるピークであることから、それらの分子配向の一部として赤外二色性が遺存していることを明らかにした。この傾向は現代参照品の植物性繊維の赤外二色性ともよく一致していた。第 6 章では、第 3 章および第 4 章、第 5 章の成果を応用し、偏光顕微 FT-IR 法により植物性繊維の種類 (現代参照品の大麻と苧麻) の異同について実験的に調査した。試料を 15° 間隔で 90° になるまで順次偏光角を変えて測定したところ、赤外二色性をもつピークの強度が段階的に強くあるいは弱くなることを明ら

かにした。特定のピーク強度に対する他のピーク強度との強度比を用いて、ピークの強度比変化を検討した結果、 1160cm^{-1} と 1060cm^{-1} のピーク強度比の変化は大麻と苧麻では差異があることを明らかにした。

本研究により、出土染織文化財から極少量の試料を確保し、それを用いて赤外分光分析が行える方法をほぼ確実な技術とし、極少量による劣化状態調査を可能とした。また、イオン液体を用いた SEM 觀察により、従来法に比べ圧倒的に少ない量で多く情報が得られるようになった。さらに、本研究により、日本の遺跡でも頻繁に出土している大麻と苧麻に赤外二色性に差異があり、測定方法の工夫次第で種類の異同を識別できる可能性を確認することができた。

論文審査の結果の要旨

本論文では、保存処理の如何を問わず出土染織文化財から極少量の試料を確保し、それを用いて赤外分光分析が行える方法をほぼ確実な技術とし、さらに SEM 觀察も常温溶融塩であるイオン液体を用いることにより、従来の樹脂包埋によって観察試料を得る方法よりも容易にしている。これらの成果により、資料のおかれてきた状態や劣化状態等について、より少ない試料量で多くの情報を得ることに成功した。一方、纖維の種類や劣化状態に応じた保存処理法を確立する上で重要な点は、極少量の試料から材質や品種、特に植物性纖維とその劣化状態を把握することである。植物性纖維の種類の把握は永らく課題となっていたが、本研究により、植物性纖維の「赤外二色性」という特徴から品種間の差異を判別しうる可能性を明らかにし、出土染織文化財に適した保存処理法の開発に貴重な知見と指針を得たことは大きな成果である。本研究は、文化財保存の世界で、木製品、金属製品、石造品につぐ第4の保存処理法開発の端緒となる画期的な研究である。

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. 奥山誠義・佐藤昌憲・赤田昌倫・森脇太郎、「放射光顕微赤外分光分析法による出土纖維文化財の材質同定及び劣化状態の解析」『分析化学』 Vol.59, No.6, pp513-520, 2010
2. 奥山誠義、佐藤昌憲、赤田昌倫、「イオン液体による出土纖維製品の調査法の研究-出土纖維製品の走査型電子顕微鏡観察への応用-」『纖維学会誌』 Vol.67, No.2, pp47-52, 2011
3. Masayoshi Okuyama, Masanori Sato, and Masanori Akada "The Study on Excavated Bast Fibers Using Synchrotron Polarized FT-IR Micro-Spectroscopy", *SEN'I GAKKAISHI*, (印刷中)
4. 奥山誠義・佐藤昌憲・赤田昌倫、「偏光顕微 FT-IR 法による出土植物性纖維製品の材質調査の基礎的研究—植物性纖維の判別の可能性について—」『纖維学会誌』 (印刷中)

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。