

令和 3 年 6 月 25 日現在

機関番号：84602

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H02023

研究課題名(和文) 黒塚古墳から藤ノ木古墳へ至る古墳時代における染織文化財の総合的研究

研究課題名(英文) A comprehensive study of ancient textiles excavated from ruins of the Kofun Period in the Yamato area

研究代表者

奥山 誠義 (OKUYAMA, Masayoshi)

奈良県立橿原考古学研究所・企画学芸部資料課・指導研究員

研究者番号：90421916

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では古墳時代における繊維製品の材料学的・構造的な研究方法の基礎的研究を行い、ヤマトにおける古墳時代繊維製品の具体的な変遷の把握を試みた。考古学および文化財科学における新たな価値を生み出す研究を大きな目標として研究を進めた。本研究では、ラミノグラフィおよびX線CTと呼ばれる非破壊調査法により非破壊的に織物の構造調査が可能であること、光音響赤外分光分析が非破壊的に素材を知る手段として有効であることが確認できた。考古学的には新沢千塚古墳群から出土した染織文化財を例として、統計分析をおこない織密度や織物の種類や古墳の墳形、規模との相関について研究した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

古墳時代の政治・経済の中心地-ヤマト-に的を絞ることにより、日本の中心的地域における繊維製品の材料学的・構造的な研究を行い、繊維製品およびその製作技術等の日本全体への伝播を考える基礎的研究をおこなった。本研究により、古墳時代における繊維製品の材料学的・構造的な研究方法の基礎的研究をおこない、ヤマトにおける古墳時代繊維製品の具体的な変遷が把握できる新たな研究手法の検討を試みた。本研究はヤマトを一つのモデルとして、染織文化財を総合的に検討し、「古墳時代染織史研究の新視点」として考古学および文化財科学における新たな価値を生み出す研究として意義がある。

研究成果の概要(英文)：We examined textile manufacturing techniques using scientific methods. We focused on ancient textiles excavated from the tumulus located in Nara. The research methods were mainly observation and non-destructive analysis. Synchrotron Laminography and X-ray CT were used for the structural survey to clearly confirm the structure and materials of the ancient textiles. We were able to use photoacoustic infrared spectroscopy for material analysis to analyze small pieces non-destructively. The results of archaeological and scientific analysis were comprehensively analyzed to explore trends in the use of textiles during the Kofun period. Through this research, we were able to carry out research that would lead to future research methods and proposals for "a new perspective on the history of ancient textile in the Kofun period."

研究分野：文化財保存科学

キーワード：古墳時代 染織文化財 製作技法 材料科学的研究 ヤマト王権 保存科学 織物

1. 研究開始当初の背景

①研究の学術的背景

奈良県には古墳時代の全期(約400年間)にわたる古墳が存在し、これまでに多くの古墳の調査が実施され、織物や獣毛から成る繊維製品が、副葬品と共に多数出土している。当時の繊維製品を直接的に示す貴重な資料である。これら古墳時代の繊維製品には、前期古墳の黒塚古墳から後期古墳の藤ノ木古墳を包括する400年余の時間差がある。この400年間における繊維製品は、繊維の種類や品種(特徴)に差異が生じている可能性がある。さらに材料供給地の変化を含めて、繊維とその製品には、多様な変化が生じている可能性が考えられる。考古学あるいは染織史において、古墳時代の繊維製品製作地やその材料供給地について、中国や韓国など関連性を指摘する研究がなされているものの、具体的に製作地・供給地を示す例はほとんど無く、研究の余地がある。これまで古墳時代の繊維製品は、それぞれの古墳において個別に織り方や構造、染色材料の研究が行われてきた。その結果、繊維製品の研究は、特定の著名な古墳の個別的な研究が主となり、総合的あるいは系統的研究がなされておらず、研究方法そのものが確立していない。また、考古学的な視点による遺跡と繊維製品の関連性は、材料研究や構造研究同様に、遺跡(古墳)ごとの研究で完結し、網羅的に研究されていない。

一方、繊維製品の材料学的研究および構造的な研究は、科学技術の発展と共に、この数年でも進歩が見られる。塊状の繊維製品の細部観察手法としてX線CTを活用した観察手法[1]など非破壊的調査法の選択肢が増えた。また、筆者らは、これまで困難とされてきた植物繊維の大麻繊維と苧麻繊維の分光学的識別が、分析手法の改良により可能となる可能性を示唆する研究[2]をおこなった。さらに、筆者らは光音響赤外分光法(Photoacoustic Spectroscopy: PAS)を用いて、繊維製品が非破壊的な手法で分析できることを明らかにした[3]。この光音響赤外分光法(PAS)は、測定用アタッチメントを赤外分光分析計に装着し、分析試料をその試料容器へ収容するだけで、非破壊で有機質材料の分析ができるため、文化財に有効な方法である。

このように繊維製品について新たな研究の展開が期待できる環境が整ってきた。

2. 研究の目的

本研究は、古墳時代における繊維製品の材料学的・構造的な研究を行うための基礎的研究と考古学的検討による「古墳時代の染織史の解明」のための総合的研究と位置づけ研究をおこなった。古墳時代のあらゆる繊維製品を網羅することは、出土量と時間の問題からきわめて困難であることから、本研究では、古墳副葬品を中心に資料選定し、研究基盤を構築するための基礎的な研究として次の点に着目して研究を進めた。

1. 奈良県内に所在する古墳から出土した繊維製品の製作規格等の変化を明らかにする。
2. 奈良県内に所在する古墳から出土した繊維製品の素材の変化を科学的に明らかにする。
3. 古墳の性格と出土品の内容を考古学的な分析により、系統的に分類・整理する。

本研究は、これらの基礎的な研究から材料学的・構造的な研究方法を確立し、将来的に全国的な取り組みへと発展させ、古墳時代における繊維製品素材と製作規格等構造の変化を科学的に明らかにすることを目標に設定した。本研究により、繊維製品生産の変遷を明らかにする総合的な研究へ発展させるとともに、複合的な研究手法による新たな繊維製品に対する研究方法を確立するための基礎段階に位置づけ、研究を進めた。

3. 研究の方法

本研究は古墳時代という 400 年間につくられた繊維製品を対象とした。さらに奈良県出土品を中心に研究を進めた。古墳時代のヤマトは、当時の政治・経済の中心地の一つである。ヒトやモノはヤマトへ集まり、またヤマトから拡散したと考えられる。研究には主に 3 点のテーマを設定した。

1 点目は、古墳出土繊維製品類の材料および構造の研究であり、観察ならびに非破壊的な分析手法を用いて、繊維材料研究を行う。また、表面観察のみならず、非破壊的手法を用いて内部や積層状態の観察を行い、繊維製品の製法や利用形態を研究する。これまでの繊維製品研究で利用されてきた実体顕微鏡観察法や走査型電子顕微鏡観察法のほか、さらに X 線 CT あるいはラミノグラフィの非破壊的構造調査を活用し、高精細三次元形状計測による表面形状記録及び観察を試みた。2 点目は、古墳出土繊維製品類の変遷を探る研究である。材料と構造の変化を時系列で整理し、古墳時代における繊維製品の材料選択と製作技術の一端を明らかにする。光音響赤外分光法 (PAS) を積極的に用いて、試料損傷が阻害要因となりこれまで調査できなかった繊維製品について非破壊的に繊維素材の同定を進めた。3 点目は、先述の 2 つのテーマを総合して、古墳の性格やその内容と共に繊維製品の構造や材料に注目し、考古学および材料学など諸科学分野との協同による総合的検討を行った。

4. 研究成果

考古学的には、繊維製品の出土を伴う古墳の所在確認を行い、基礎資料作成を進め古墳時代全体を俯瞰した視点で築造時期や地域・繊維製品の内容の変遷を検討した。また、奈良県立橿原考古学研究所所蔵資料における繊維製品を伴う出土資料の確認作業をおこなった。材料科学的には、光音響赤外分光分析装置などを導入し赤外分光分析を充実させるとともに、SEM 観察調査を進め素材の実態解明に取り組んだ。また、SPring-8 等外部機関を利用し、放射光顕微 FT-IR 測定や放射光ラミノグラフィおよび X 線 CT による非破壊構造診断に取り組んだ。平成 31 年には中国西安市を訪れ、中国における古代染織品の見学、研究機関を訪問するとともに西北大学文化遺産学院・中国社会科学院の教授・研究員らと情報交換し、関連研究交流会を実施した。また、韓国金海国立博物館における資料観察も行い、関連資料の調査を充実させた。

4-1. 高精細三次元形状計測を応用した古墳出土織物の構造調査と記録法の研究

出土染織文化財は、織物の構造を持つが、埋蔵環境中の影響を受け、織物本来の素材の成分が失われ、「織物の痕跡」となっているものが多い。本研究では、実資料を移動することなく PC 画面等で観察ができる環境構築を目標に検討した結果である。

三次元形状計測には、キーンエンス製ワシヨット 3D 形状測定器 VR-3200 と非接触デジタイザ Gom 社製 ATOS Compact Scan 12M を用いた。研究成果の一つとして奈良県大和郡山市小泉大塚古墳



図 1-1 奈良県大和郡山市小泉大塚古墳出土小刀

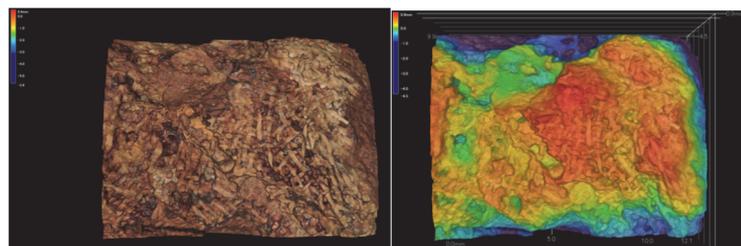


図 1-2 織物の分布と積層状態 左：拡大像、右：三次元凹凸画像（赤色＝高い、青色＝低い）

出土小刀を挙げる。

小泉大塚古墳より出土した長さ約 19cm を測る鉄製小刀には、ほぼ全体を包んでいたことが想定される織物痕跡が認められた。一部には、織密度がおおよそ 40 本×36 本（経糸×緯糸/cm）前後の一般的な平織とより目の細かい織物が積層していた。

織物の観察は、本来、実資料を直接観察することによって織りの構造や織物の重なり等の情報を得なければならない。しかし、実資料がいつでも自由に観察できるという状況はなかなか得られないため、本研究による三次元情報によって、擬似的に観察が可能になると考えられる。また、織物が何重にも重なる情報は顕微鏡画像等では十分に記録できないことがある。その点、この三次元情報は客観的に情報を提供することができるため、同一資料に対して多くの研究者と情報を共有し研究を深めることができる。本研究で用いた三次元形状計測方法は織物の観察作業を補完する役割を果たすことができると考えられる。

4-2. 放射光ラミノグラフィおよび放射光 X 線 CT を用いた染織文化財の構造と材料の研究

遺跡の発掘によって出土する織物は土に覆われたり、金属製品等によってさび付いたりして、オリジナルからはほど遠いほど変化しているものも少なくない。その場合、表面を観察しても織物の情報は容易に得られない。そのときに効果的な手法が、ラミノグラフィおよび X 線 CT と呼ばれる非破壊調査法である。ラミノグラフィおよび X 線 CT は、いずれも SPring-8（大型放射光施設、兵庫県佐用町）を利用した。

大和郡山市小泉大塚古墳出土刀子の破片を一例に測定結果を示す。マイクロ X 線 CT 断面画像には、10 μm ほどの三角形の中空の断面がランダムに多数分布していることが確認でき、さらにそれらが数十個集合した塊が散在することが確認できた。この三角形の中空の断面がランダムに存在することは、織物を構成する単糸が精練された絹糸であることを示し、この精練絹糸が数十個集合した状態で織り糸を形成していることを示している。絹織物の断面と考えられる。

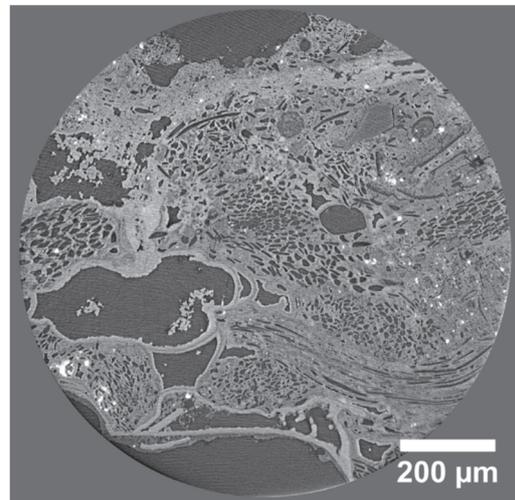


図 2-1 大和郡山市小泉大塚古墳出土刀子の破片のマイクロ X 線 CT 断面画像

本研究に示した放射光ラミノグラフィおよび X 線 CT は、透過像を観察することから、「隠された」織物の調査も可能である。調査資料は無傷で回収できることから、比較研究のため他の分析・調査を行うことも可能である。また、取得画像は三次元可視化することが可能であるため、織物の立体的な復元的研究も可能となる。その利用は緒に就いたばかりであるため、今後の利用拡大により、新しい成果が生まれるものと期待できる。

4-3. 光音響赤外分光分析による大和郡山市小泉大塚古墳出土鉄製品に伴う織物の分析

小泉大塚古墳からは織物痕跡が認められる鉄製小刀が出土している（4-1 参照）。この織物の素材を調査するため、PAS 測定を実施した。測定結果から精練絹糸によく似た IR スペクトルを得た。1644 cm^{-1} は Amide-I に帰属され、1440 cm^{-1} 付近は $\text{CH}_3\text{-N}$ 変角に帰属される吸収帯である。一方、1030 cm^{-1} 付近、916 cm^{-1} 、798 cm^{-1} は精練絹糸には見られない吸収帯である。これらのピークは出土品が鉄製であることと長年土中埋蔵環境にあったことから、鉄の腐食生成

物や土壌成分が影響している可能性が考えられる。その点を考慮し検討すると、 1000cm^{-1} 付近は石英など土壌に由来する吸収帯、 798cm^{-1} は $\alpha\text{-FeOOH}$ に由来する吸収帯である可能性が示唆された。本測定により、土壌や鉄腐食生成物の影響を受けながらも絹織物であることが確認できた。

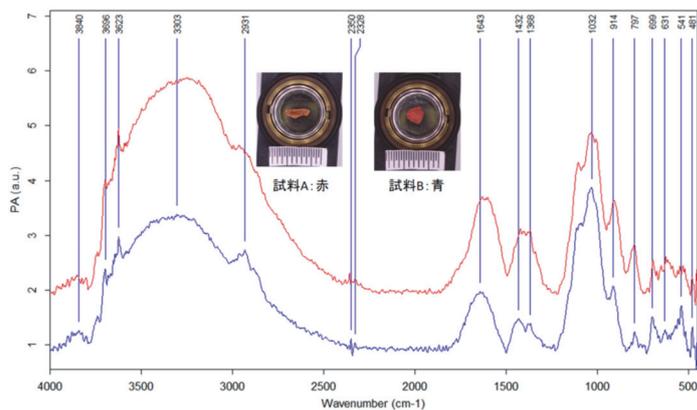


図 3-1 小泉大塚古墳出土鉄製小刀付着織物の PA スペクトル

赤外分光分析は、文化財の素材調査には大変有効な手段であるが、光音響分光分析 (PAS) 法はまだ広く利用されておらず、課題も山積しているが、非破壊的な調査法として大変有意義な手法である。

4-4. クラスタ分析を用いた多様性評価の研究—新沢千塚古墳群出土染織文化財を例に—

本研究では、織物の構造・種類と古墳の築造時期や墳形、規模等との関係性を客観的に評価することを主な目的として、織物と古墳の属性との比較を試みた。本研究では一例として、600 基の古墳があると言われる新沢千塚古墳群を対象とした。43 点の染織文化財を伴う出土品を確認し、そのうち遺存状況がよく織りの情報等が得られる 35 点について、実体顕微鏡等による観察を実施し、観察記録を作成した。観察記録を基にクラスタ分析による統計分析をおこなった。統計分析は、統計解析向けプログラミング言語 R を使用し、データ間の距離はユークリッド距離、クラスタリングの手法はウォード法を用いた。統計分析に用いた項目は、古墳築造時期 (4 世紀・5 世紀・6 世紀)、織物の種類 (平織・平絹、平絹 (箆目)、経錦、綾織)、経糸本数、緯糸本数の 4 項目であった。

統計分析の結果、大きく 3 グループに分かれた。一部例外を除き、第 1 グループは経糸が 40 本以上、第 3 グループは 40 本未満、第 2 グループは不明織物または獣毛から成るグループであった。第 3 グループは緯糸が 30 本以下と本数が少ない傾向がみられた。本研究から、統計処理の結果を基に、織密度によって評価すると、6 世紀の古墳出土品は第 1 グループから第 3 グループのいずれのグループにも見られ、織物の多様性がうかがえる。また、この分類結果からは、織物の種類や古墳の墳形との相関はあまり見られず、織物の作り (織目の細かさ) は、古墳の規模によらず様々であることが確認できた。

本研究は、奈良県下の一つの群集墳における統計処理をおこなった結果である。したがって、当該古墳群における特異的な結果であるのか、古代ヤマトの地域的な結果であるのか、あるいは古墳時代全体を表す結果であるのかなど不明な点は多い。

参考文献

- 1 片山健太郎ほか「X 線 CT を活用した勝負砂古墳出土有機質製品の調査」、日本文化財科学会第 30 回大会、2013
- 2 奥山誠義ほか「偏光顕微 FT-IR 法による出土植物性繊維製品の材質調査の基礎的研究 (II) —現代産苧麻における赤外偏光特性について—」 『繊維学会誌』、70 巻 1 号、pp. 14~18、2014)
- 3 奥山誠義ほか「光音響赤外分光法 (PAS) による文化財分析の基礎的研究 —繊維文化財への適用性の検討—」 『繊維学会誌』、71 巻 1 号、pp. 6~9、2015

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 奥山誠義	4. 巻 29 (2)
2. 論文標題 光音響赤外分光法 (PAS) による文化財分析の基礎的研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本赤外線学会誌	6. 最初と最後の頁 16-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高木清生、奥山誠義	4. 巻 17
2. 論文標題 大谷今池2号墳出土の繊維痕跡	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 檀原考古学研究所論集	6. 最初と最後の頁 225-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 2件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 奥山誠義、勝川若奈、北井利幸、河崎衣美
2. 発表標題 非破壊的手法を用いた染織文化財の構造及び素材に関する研究 (2)
3. 学会等名 日本文化財科学会大36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北井利幸・奥山誠義、小倉頌子、高木清生、河崎衣美、岡林孝作、水野敏典
2. 発表標題 奈良県における古墳時代染織文化財の実態解明のための基礎的研究
3. 学会等名 日本文化財科学会大36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山誠義、北井利幸、勝川若奈
2. 発表標題 赤外分光法による文化財保存修復
3. 学会等名 日本光学会年次学術講演会Optics & Photonics Japan 2019 Osaka (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山誠義
2. 発表標題 古代織物の研究方法論～科学的な視点から古代の織物を探る～
3. 学会等名 韓国国立金海博物館《加耶織物研究》学術祭典(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山誠義、河崎衣美、絹畠歩、北井利幸、吉村和昭
2. 発表標題 非破壊的手法を用いた染織文化財の構造及び素材に関する研究
3. 学会等名 日本文化財科学会第35回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤和歳・小林啓・村上浩明・輪田慧・吉田佳広
2. 発表標題 X線CTスキャナの活用による遺跡で発見される豊富な遺物情報を得る調査() -福岡県春日市須玖岡本遺跡出土甕棺の内部情報抽出と記録-
3. 学会等名 日本文化財科学会第34回大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	加藤 和歳 (KATO Kazutoshi) (80543686)	九州歴史資料館・学芸調査室・研究員(移行) (87111)	
研究分担者	水野 敏典 (MIZUNO Toshinori) (20301004)	奈良県立橿原考古学研究所・企画学芸部企画課・副主幹 (84602)	
研究分担者	北井 利幸 (KITAI Toshiyuki) (70470284)	奈良県立橿原考古学研究所・企画学芸部学芸課・指導研究員 (84602)	
研究分担者	河崎 衣美 (KAWASAKI Emi) (60732419)	奈良県立橿原考古学研究所・企画学芸部資料課・主任研究員 (84602)	
研究分担者	岡林 孝作 (OKABAYASHI Kosaku) (80250380)	奈良県立橿原考古学研究所・その他部局等・副所長 (84602)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	沢田 むつ代 (SAWADA Mutsuyo)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	村上 智見 (MURAKAMI Tomomi)		
研究協力者	高木 清生 (TAKAGI Kiyomi)		
研究協力者	絹畠 歩 (KINUHATA Ayumu)		
研究協力者	齋藤 希 (SAITO Nozomi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関