

氏名(本籍地)	伊藤 美香 (東京都)		
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	乙第 75号		
学位授与年月日	2022年3月16日		
学位授与の要件	昭和女子大学学位規則第5条第2項該当		
論文題目	機器分析を用いた植物繊維遺物の鑑別		
論文審査委員	(主査)	昭和女子大学	教授 小原 奈津子
	(副査)	昭和女子大学	教授 中山 榮子
		昭和女子大学	教授 木下 亮
		東京藝術大学	名誉教授 稲葉 政満
		東京文化財研究所	客員研究員

## 論文要旨

1章では、本研究に至る背景と目的について以下のように述べた。

衣服や生活用品に利用される繊維製品は、人々の身近に存在するものであり、遺跡や古墳から出土した繊維遺物には、その時代の植生や手工芸技術、生活文化などが反映される。従って繊維遺物の鑑別研究は、出土物の歴史的背景の理解にさらに広がりをもたらすと期待できる。一方で、繊維は劣化分解し易いため出土遺物として残ることが少ない。繊維遺物が出土した場合も経年劣化や炭化などにより形態が変化したり収縮が激しい場合もあり、鑑別が難しいことが多い。従来、繊維の鑑別には比較対象となる標品繊維との形態比較が最も簡便で一般的に行われているが、劣化等で形態が変化した繊維遺物の鑑別が行えるのは、専門知識と豊富な経験を有する一部の研究者に限られる。この現状に鑑み、本研究では、繊維断面積や繊維幅などの数値化された客観的データに基づいた繊維遺物の鑑別手法の開発と鑑別確度の向上を目的とした。

また研究対象として用いた植物繊維の収集および採取について述べた。

2章では、繊維遺物の鑑別のための基礎データとして、大麻、苧麻、葛、科、藤、梶、楮、芭蕉、和綿の9種の植物繊維の形態、繊維断面積および繊維幅を測定した。次に、実際に出土した繊維遺物は炭化あるいは劣化した状態であることが多いことから、加熱により炭化させた試料繊維および酵素処理により人工的に劣化させた試料繊維を調製し、炭化もしくは劣化によって各繊維の形態、繊維断面積および繊維幅がどのように変化するかについて明らかにした。本研究の一連の繊維の太さの測定では、天然繊維は同一種内でも個体差があることを考慮し、各繊維につき50本の繊維断面積および繊維幅の分布、平均お

よび標準偏差を求めて考察した。さらに、産地の異なる 8 種類の大麻繊維（宮城県産，福島県産，栃木県産（栽培種，野生種），長野県産（鬼無里，美麻），大分県産）についても未処理，人工炭化および人工劣化した状態の繊維断面積値および繊維幅を測定し，一元配置分散分析で産地間の太さ(平均値)の有意差を検定し，多重比較により各産地間の有意差を調べた。その結果，未処理状態で他の産地と有意差のあったものも急激な炭化により，他の産地との有意差がなくなるなど，状態によって有意差検定の結果が異なることが明らかとなった。これらのことから，繊維遺物の鑑別や産地の推測においては，繊維の特徴が炭化や劣化分解によって変化することも勘案する必要性を指摘した。

3 章では，植物には，生育する過程で細胞内に蓄積された生体鉱物が存在し，これには主に非結晶のケイ酸体(シリカ)と，結晶質のシュウ酸カルシウム(クリスタル)がある。生体鉱物は繊維の炭化や劣化によって変化しにくいことに着目し，9 種の試料繊維を灰化し，それらの灰化物に含まれるクリスタルの形態および分布状態をエネルギー分散型 X 線装置を装備した走査型電子顕微鏡により観察した。その結果，大麻と苧麻のクリスタルの形状は集晶であり，葛，科，梶，芭蕉では，四角柱と六角柱の結晶体が観察されたが，それぞれの繊維においてその大きさや同一倍率視野での観察頻度は異なった。藤には 10 面体のような形状が見られ，その観察頻度も非常に高かった。楮には集晶と四角柱の単晶が混在していた。一方，和棉については，クリスタルの確認は困難であった。このようにクリスタルの形態や分布状態が繊維種によって異なる特徴を示したことから，クリスタル観察が繊維鑑別の確度向上に有効であると考えた。

4 章では，2 章および 3 章で得られた結果を踏まえ，高尾山古墳の出土繊維，愛宕山遺跡の炭化繊維，北斗遺跡の炭化繊維，堂ヶ谷廃寺出土露金具内部の繊維，駿府城内遺跡の出土繊維，東宮遺跡の出土繊維および本学所蔵の小忌衣を含む 7 種(古墳時代から大正時代)の植物繊維遺物について，光学顕微鏡，電子顕微鏡，フーリエ変換赤外分光光度計，X 線回折装置，蛍光 X 線分析装置といった比較的汎用の分析機器を用いて試料繊維の鑑別を試みた。その結果，標品繊維の炭化および劣化による形態や繊維の太さにおける変化や生体鉱物に関するデータが実際に出土した炭化繊維や劣化繊維の鑑別指標として活用でき，日本古来の植物繊維を鑑別する際の確度向上に寄与することを示した。

5 章では，本論文の内容を総括した。

本研究では，主に汎用性の高い走査型電子顕微鏡を用いて，繊維遺物の確度の高い鑑別手法の開発を目指して以下の事項を提案した：第一に，多くの繊維遺物は劣化や炭化などにより形態や繊維の太さが変化するため，繊維遺物の出土状態と同様の状態に人工的に変化させた標品繊維を比較対象とする必要がある。第二に，灰化繊維中のクリスタルの形態および分布状態は鑑別の指標の一つとすることにより鑑別確度が向上する。最後に，実際に出土した植物繊維の鑑別に 2 章および 3 章で得た知見を応用し，これらの知見が鑑別の確度の向上に有効であることを示した。

## 論文審査結果の要旨

繊維製品の出土物は、往時の手工芸技術を反映し生活文化に関する情報を提供するものであるが、出土した繊維製品は金属製品などに比べて軽視される傾向にある。この理由として、繊維は劣化分解しやすいために出土しにくいことと、遺物として残存している場合でもしばしば炭化や劣化した状態で形態が変化しているため、形態からの繊維鑑別が難しいことにあると考えられる。それにも関わらず、一般に行われている繊維遺物の鑑別は単に現生の標品繊維との形態比較によることが多いのが現状である。申請者はこの点に着目し、繊維遺物の鑑別の確度の向上を目指して、汎用分析器を用いた鑑別手法の開発を試み、その有用性を検証した。

本研究では、日本で古くから利用されてきた9種の植物繊維（大麻、苧麻、葛、科、藤、梶、楮、芭蕉、和綿）を標品繊維として選び、産地や採取法を確認して用いた。本来、植物繊維は同一種間でも個体差があり、繊維の太さにもばらつきがある。このため出土した繊維の太さを標品繊維の平均値と単に比較するだけでは根拠となりにくいことがある。この点を改善するために、著者は従来の方法より標品繊維の試料数を増やして各繊維につき50本の繊維断面積および繊維幅を測定し、測定値の分布、平均値および標準偏差を求め、鑑別する繊維の太さが標品繊維の太さのばらつきの範囲内であるか否かを一つの根拠とすることを提案し、鑑別の精度に客観性を与えた。

また、繊維遺物は劣化もしくは炭化し変形した状態で出土することが多いため、標品となる9種の植物繊維を加熱による炭化もしくは酵素分解により人工的に劣化させ、これらの繊維についても、未処理繊維と同様に繊維断面積および繊維幅を測定し、炭化や劣化によってどのように繊維形態や繊維断面積および繊維幅が変化するかを明らかにした。

さらに、産地の異なる8種の大麻繊維（宮城県産、福島県産、栃木県産（栽培種、野生種）、長野県産（鬼無里、美麻）、大分県産）および炭化処理もしくは劣化処理したこれらの繊維についても繊維断面積および繊維幅を測定し、一元配置分散分析で産地間の太さ（平均値）の有意差を検定し、多重比較により各産地間の有意差を調べた。この統計処理の結果から、未処理状態で他の産地と有意差のあったものも急激な炭化により、他の産地との有意差がなくなるなど、状態によって有意差検定の結果が異なることが明らかとなった。また、長野・群馬を境界に大麻繊維の太さが異なる傾向があることを見出した。さらに上記の一連の観察・測定結果から、繊維遺物の鑑別においては繊維の出土状態に応じて炭化や劣化による形態変化についても考慮する必要があることを指摘した。繊維鑑別に測定値の統計処理を導入して産地間を比較する試みはこれまでになく、新規性のある提案である。現時点ではデータがまだ限定的であることから出土した大麻繊維の産地を推測するまでには至らないが、今後この手法を発展させて出土繊維の産地の推定が可能になることを期待する。

植物には、生育課程で細胞内に蓄積された生体鉱物が存在し、これには主に非結晶のケ

イ酸体(シリカ)と、結晶質のシュウ酸カルシウム(クリスタル)がある。植物分類学では、分類手法の一つとして、灰化した植物中のケイ酸体の形態観察が行われている。著者はこれらの生体鉱物が繊維の炭化や劣化によって変化しにくいことに着目し、9種の試料繊維を灰化し、走査型電子顕微鏡を用いて各繊維の灰化物に含まれるクリスタルの形態および分布状態を観察した。その結果、大麻と苧麻のクリスタルの形状は集晶であった、葛、科、梶、芭蕉では、四角柱と六角柱の結晶体が観察されたが、それぞれの繊維においてその大きさや同一倍率視野での観察頻度は異なった、楮には集晶と四角柱の単晶が混在した。藤には10面体のような結晶形状が見られ、その観察頻度も非常に高かった、和棉についてはクリスタルの確認は困難であった、との知見を得た。このように、繊維種によってクリスタルの形態や分布状態が異なることを明らかにし、クリスタル観察が繊維鑑別の確度向上に有効であることを示した。

さらに、上記の知見を踏まえ、実際に出土した、高尾山古墳の出土繊維、愛宕山遺跡の炭化繊維、北斗遺跡の炭化繊維、堂ヶ谷廃寺出土露金具内部の繊維、駿府城内遺跡の出土繊維、東宮遺跡の出土繊維および本学所蔵の小忌衣を含む7種(古墳時代から大正時代)の植物繊維遺物について、電子顕微鏡、フーリエ変換赤外分光光度計、X線回折装置、蛍光X線分析装置といった比較的汎用の分析機器を用いて繊維鑑別を試み、一定の結果を得た。また、炭化や劣化によって起こる標品繊維の形態や繊維の太さの変化および灰化した標品繊維中のクリスタルに関するデータが、実際に出土した炭化繊維や劣化繊維の鑑別に指標として活用でき、対象とした植物繊維の鑑別の確度の向上に有用であることを示した。

第1回および第2回審査会を通じて、全体的な論文の構成、第2章および第3章(標品で得た知見の第4章の繊維鑑別への応用、その他文章表現や表記等についての指摘を受け、指摘に対応して加筆修正がなされ、論文の内容が理解しやすく明確なものに改善された。さらに統計処理については審査委員外ではあるが、今城周造教授の助言を得て適切に修正がなされた。

審査委員会では、研究対象とした繊維の種類がまだ限定的であること、特に産地間比較では、大麻が各産地から偶発的に抽出されたものであり各産地を代表するものでないため産地間比較の明確な結論を得るには至っていないことから、今後さらなる試料とデータの収集が必要であることが指摘された。他方、本論文の全体評価として、植物繊維遺物の鑑別において天然繊維の固体間でのばらつきに着目し、試料数を増やして測定し、測定値の分布や標準偏差を求めて考察したことや、さらに大麻繊維の太さの産地間比較において統計処理を初めて導入したことは新規な試みであり、鑑別の根拠と精度に客観性を強化した点は評価できる。また、劣化分解を受けにくい生体鉱物の存在に着目し、灰化した繊維中のクリスタルの形態と分布が繊維によって異なる特徴があることを見出し、クリスタルの観察を鑑別に応用し、その有効性を示せた点で独自性があり、興味深い結果を得ている。

本研究で得られた知見は従来の繊維鑑別をより確度の高い手法に発展させるものであり、審査委員会は一致して、博士論文として評価できるとの結論に至った。