

顕微赤外分析による出土 繊維や漆などの材質同定

はじめに 出土繊維品は一般に劣化分解が進行しているので現状確認や材質同定は容易ではない。漆は肉眼観察でも確認できることが多いが、材質の残存状態は様々で、数層以上塗り重ねられているため各層の状態まで詳細に知ることは極めて困難である。文化財は理想的には非破壊分析が望ましく、試料採取をする分析の場合もできるだけ採取量を少なくする必要がある。著者らは、繊維品や漆製品の材質同定に試料採取量、試料の前処理の簡便さなどから顕微赤外分析法を主に用いてきた。さらに詳細な分析には高輝度光科学研究センター(SPring-8)の放射光を光源とする顕微赤外分析装置(以後SR装置と略称)を使用して研究を続けてきた。既に参考文献(2)に成果を紹介しているが、従来から使用しているグローバ灯を光源とする顕微赤外分析装置(以後G装置と略称)による解析済データと比較検討することによりSR装置の長所と短所を明らかにする。

繊維品 繊維品をFT-IRで測定した場合、そのスペクトル形状から動物性繊維、植物性繊維に大別できる。出土する動物性繊維の多くは絹である。これらはアミド結合の強い2本の吸収が現れる。しかし劣化の進行につれて約 1650cm^{-1} と 1550cm^{-1} の吸収は次第に重畳して一つになる傾向がある。このスペクトルの変化は繊維同定を難しくする要因となる。また青銅鏡のような金属製品に繊維が付着したり、金属製品が周辺に埋没していたりすると、金属イオンによる繊維の錯体化が起こることがある。そのため、試料のスペクトルと標準繊維のスペクトルとでは大きく異なることがある。(図45)

漆 文化財の場合、漆は単独で出土することは少なく、何らかの物質に塗布もしくは浸透した状態で出土することが多い。そのため、漆碗であればその下地層と木部、繊維品であれば繊維のスペクトルが影響を大きく受けることがある。

SR装置の利点 文化財の材質同定においてSR装置の最大の利点はその輝度(単位発光面積、放出角度あたりの光強度)の高さにある。G装置のように、熱輻射光源のサイズが大きいと、光の反射する幅も広くなるため、極微細な試料に対してはアパーチャーを設定し、光の照射面

積を制限する必要がある。このため光源強度が低下し、結果的にスペクトルのS/N比も低下するため良好なスペクトルが得にくい。

これに対してSR装置はアパーチャーを設定する必要がなく、数十 μm の極微細な試料のスペクトルに対してもS/N比は高く、比較的良好なスペクトルが得られる。

この点は文化財の材質同定には非常に威力を発揮する。図46にSR装置で測定した物質がスペクトルから漆と繊維の複合物質であることがわかった例を示す。繊維の同定が必要な場合には漆の多い箇所をできるだけ避け、繊維の残存度が良い箇所を選択する必要がある。しかしアパーチャーを $50\mu\text{m}$ 以上に設定する必要があるG装置ではこのことは非常に難しく、何回も分析試料の調整を行う必要がある。一方でSR装置の場合、1回の調整で作成した分析試料の分析箇所を $10\mu\text{m}$ ずつ移動しながら測定することによって繊維の残存度が高い箇所を見つけることが可能となる。

図47にはG装置で測定では同定できなかった繊維物質をSR装置で再測定した結果を示す。G装置では 2900 、 2800cm^{-1} の吸収ピークが明確に検出できないが、SR装置では検出されている。この二つの吸収はパラフィンの炭化水素に起因する漆に特徴的なピークである。この物質は劣化が進行しており繊維同定まではできなかったが、漆が付着している可能性を指摘することができた。

SR装置の問題点 G装置やSR装置でも文化財試料を測定する場合はベースラインやスペクトルが不安定であることが多い。特にSR装置は、 2300cm^{-1} ～ 1800cm^{-1} の領域に異常が見られることもあり、スペクトルの再現性にやや難点がある。この原因が装置に起因する問題なのかどうかは現在検討中である。そのため良好なスペクトルを得るのに時間を要することが多い。(図48)

また文化財試料の試料調製が難しいこともベースラインやスペクトルの不安定性の問題に関係している。文化財試料は形状に凹凸が多いものが殆どなので、良好なスペクトルを得るためにダイヤモンドセルによりプレスして薄層にする。この時、光源光の干渉縞の生じないスペクトルが得られるよう調製しなければならない。

おわりに 文化財の材質同定という作業は、採取可能な量が限定されているため、同定が非常に困難な場合が多い。しかしその様な場合、試料調製法や分析方法、スペ

クトルの解析法を継続して来たことで、個々の試料の同定に必要な作業が選択できる様になった。

G装置もSR装置も問題点は存在するが、今後も確実な文化財の材質同定法を検討し続ける必要がある。

SPring-8での実験に関しては、次の一般研究課題番号によりビームラインBL43IRにおいて実施した。

研究課題2006A1030「有機質遺物の構造に関する顕微赤外分光法による研究」

研究課題2006B1109「植物文化財の顕微赤外分析」

本研究に協力された奥山誠義氏（奈良県立橿原考古学研究所）、赤田昌倫及び後藤卓真氏（京都工芸繊維大学）に厚く感謝する。

（佐藤昌憲／客員研究員）

参考文献

- 1) 奈良文化財研究所編『絹文化財の世界』（監修：佐藤昌憲）2005（角川書店）、145頁、第3章、第4節、「顕微赤外分光法」（佐藤昌憲）。
- 2) 『奈良文化財研究所紀要2005』、40頁、「シンクロトロン顕微赤外分析による古代絹の材質分析」（佐藤昌憲）。

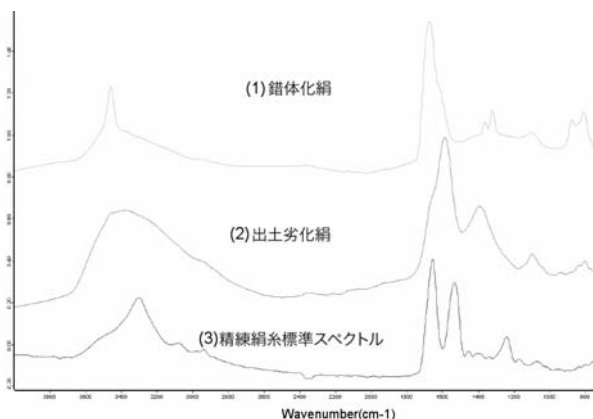


図45 下池山古墳出土繊維

出土した銅錯体化した絹（1）と出土した劣化絹（2）は現代の標準絹（3）とスペクトルが大きく異なることがわかる。

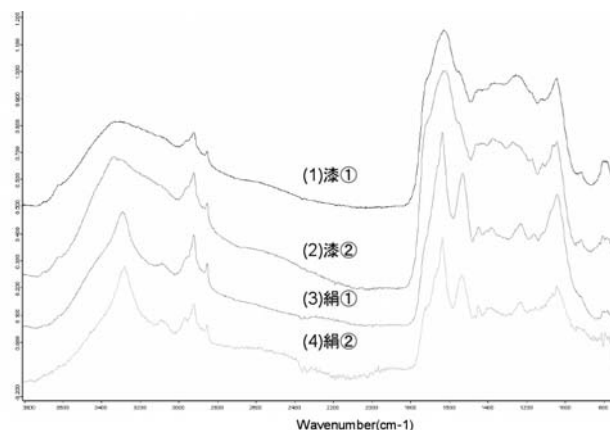


図46 下池山古墳出土の漆と繊維の複合物質

漆①、②と絹①、②の様に、それぞれ同一の物質であっても、分析する箇所によって漆に近いスペクトルと絹に近いスペクトルが測定されることがある。

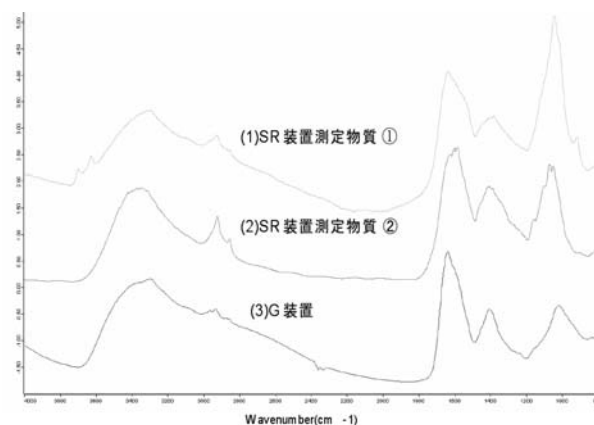


図47 G装置とSR装置の違い

G装置では不明瞭な2900、2800cm⁻¹のピークが、SR装置で測定すると明確になった。

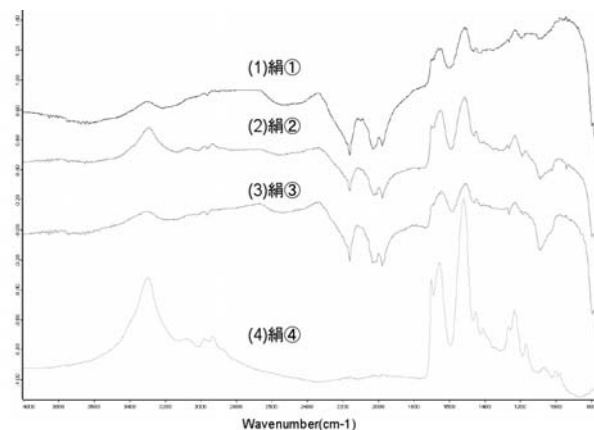


図48 SR装置による標準絹のスペクトル

標準絹の同一箇所を4回繰り返し測定したもの。ベースラインとピークに再現性のない異常がみられた。特に2400-1900cm⁻¹の領域のベースラインはダイヤモンドセルの吸収が正常に除去できていない可能性がある。