

## 正倉院宝物の科学的調査から

東北芸術工科大学客員教授 成瀬 正和

### 1. はじめに

正倉院（第1図）・正倉院宝物については、日本人であればどなたもご存知のことと思います。小学校から高等学校の歴史関係の授業では必ず取り上げられるはずです。天平美人が描かれていることで有名な鳥毛立女屏風（とりげりつじょのびょうぶ）や異国情緒満載の螺鈿紫檀五絃琵琶（らでんしたんのごげんのびわ）（第2図）など、思い浮かぶ宝物は幾つかあるはずです。

正倉院には約9000点の宝物が伝わります。そのほとんどは8世紀のもので、わずかにそれより時代の古いもの、あるいは新しいものが混ざっています。また多くは日本製ですが、唐製や朝鮮半島製のものも少なからず含まれます。

わが国の美術品の中で、総合的に見て、最も科学的調査が進んでいるのは正倉院宝物であると言えば、多くの方々は驚くことでしょう。ここではその科学的調査によって明らかになった正倉院宝物に用いられた材料にまつわる話題を、2、3提供することにします。



第1図 正倉院正倉

宝物が1250年間収蔵されていた倉。  
宝物のほとんどは現在他の収蔵庫に移されている。



第2図 螺鈿紫檀五絃琵琶  
【正倉院宝物】

唐製。現存する唯一の五絃琵琶である。正倉院で最も有名な宝物のひとつ。

## 2. 正倉院と科学的調査

1947年まで、わが国の重要な文化財はすべて宮内省の管理のもとにありました。戦後、新しい日本の出発のため、省庁の再編が行われ、それまで宮内省に属した東京、京都、奈良の博物館は全て、文部省（いまの文部科学省）に移りましたが、皇室と深い関係がある正倉院宝物のみは、規模を縮小した宮内庁に留め置かれました。

1950年日本学術会議は宮内庁に対し、正倉院宝物については、科学的調査を行いその保存の方法を考えることなど、幾つかの勧告を出しました。当時正倉院には自然科学出身の職員は不在でしたが、初代正倉院事務所長・和田軍一は、これら課題に対し速やかに、かつ的確に対応しました。科学的調査に関しても、勧告に先立つ少し前から、テーマを設けて、外部の専門家を調査員として集め、秋の開封期間中に、2～3年をかけ、実施するような体制をつくり、動き出していました。なお、正倉院宝物の多くは1960年までは校倉造りの正倉にあり、1963年にコンクリート造り空調設備付きの西宝庫に移され、今日に至ります。収蔵場所が変わっても、宝物のある宝庫に入るには天皇陛下の勅許が必要で、そこには秋の限られた期間しか入れないのです。また宝庫に入る最も主要な目的は、宝物の状態を確認する作業なので、調査はその合間に行われ、少しずつ進められています。それでも調査を始めて70年ほどが経ち、そこで20余のテーマのもと調査が行われ、宝物の材質・技法に関して、数多くの知見が集積されています。

外部調査員による調査がこのような形で展開する一方、1973年には正倉院事務所にはじめて、自然科学系の職員が配属され、1983年からは宝物の材質について基礎的な情報を得るための分析機器が導入されることになりました。X線回折装置、蛍光X線分析装置、走査電子顕微鏡（エネルギー分散型X線分析装置付き）、赤外分光分析装置、可視分光分析装置、蛍光分光分析装置、高速液体クロマトグラフ装置などが現在宝物の材質調査に活躍しています。測定対象が宝物であり、試料採取を行うことはできないことが多いので、導入された装置は一般の科学系の研究室に備えられる装置と基本的には共通するものの、改造などによって特異な外観を持つものや、特殊なアタッチメントを付属させたものなども少なくありません。

この様に外部と内部の調査が進んだこともあり、現在のところ宝物に用いられている材料は金属、石、無機顔料などの無機材料が47種、有機色料、接着剤、紙などの有機材料が27種、植物の一部をそのまま使用する植物材が58種、同じく動物材が34種の、あわせて166種ほどあることが確かめられています。多くの材料はその後、明治初期頃までモノを作る材料として使われ続けましたが、さらにその後は近代科学が作り出した人造品に主役の座を奪われたものも少なくありません。

### 3. 鉛白と疑似鉛白

色料は、大雑把に言えば、水に溶けぬ顔料と、水に溶かして使う染料に分けられます。顔料は多くのものが無機物質であり、いっぽう染料はほとんどのものが有機物質です。正倉院では20種を超える無機顔料が確認されました。その中には岩石鉱物を原料とする天然顔料と人造顔料の2種類があります。

鉛白、すなわち炭酸二水酸化三鉛は人造顔料の代表格で、古くから世界で用いられてきました。中国では秦代の兵馬俑などに用いられていることが知られています。このため古代顔料の調査において、白色顔料の主成分元素として鉛(Pb)が確認された場合、何の疑いもなしに、「鉛白」と結論付けられることが多かったのです。ところが正倉院宝物の鉛化合物の白色顔料について、X線回折という結晶質物質の種類を明らかにする方法で調査した(第3図)ところ、鉛白も確かに確認できたものの(第4図)、実際にはこの他、塩化鉛、塩化水酸化鉛(第5図)、塩化酸化鉛などの塩化物系鉛化合物も多く確認されたのです。米国のジョン・ウィンターによって、正倉院宝物より新しい時代の絵画について、後者の顔料が日本絵画に多く認められることが報じられていましたが、それは正倉院宝物にも当てはまることがわかったのです。三種の塩化物系鉛



第3図 正倉院のX線回折装置

ゴニオメーター系は上下に移動可能で、測定対象たる宝物の目的箇所へ焦点が合わせられる仕組みになっている。



第4図 御礼履(ごらいり)

【正倉院宝物】

革製の儀式用の履。前面の扇形に鉛白が塗られている。



第5図 粉地彩絵箱(ふんじさいえのはこ)

【正倉院宝物】

献物を備えるためのヒノキ製の箱。蓋や身の地色は塩化水酸化鉛に有機色料を混ぜている。

化合物は、鉛（Ⅱ）イオンが溶けた溶液に塩化物イオンを加えたときに、酸性、中性、アルカリ性の違いによってそれぞれが生成するので、基本的には同じ種類と言ってもよいのです。筆者はこれを疑似鉛白と呼んでいます。「胡粉（ごふん）」という名は今では貝殻を砕いて製造する炭酸カルシウム顔料のことを指しますが、当時は鉛化合物の白色顔料のことを指しました。正倉院に伝わる文書のうち、758～759年頃の東大寺大仏殿天井彩色の製作に関わる文書には、彩色材料として「唐胡粉」と「倭胡粉」の名が見え、このことから鉛白は「唐胡粉」、塩化物系鉛化合物は「倭胡粉」に相当するものと考えられます。鉛白の方が顔料としての性能は良いのですが、どうやらわが国には鉛白製造の正確な方法は伝わらなかったようです。独自の製法を編み出した可能性があるのです。中国科学史の権威である英国のジョセフ・ニーダムは中国での鉛白の製法を、金属鉛を一挙に鉛白に変える、乾式法と想定しています。しかし鉛白の製法には乾式法のほか、湿式法もあるのです。疑似鉛白の製法は湿式法と考えられるので、これが中国の製法を真似たものとして良いのなら、中国の鉛白製造も湿式法であった可能性が高いわけです。このほか『日本書紀』には、692年に観成という僧侶が「鉛粉」の製造に成功したとの記事があり、従来これは鉛白のことと考えられていましたが、そうではなく疑似鉛白のことであった可能性があるのです。

#### 4. 染織品の非破壊調査

無機顔料のうち多くを占める結晶質物質については、このようにX線回折装置さえあれば、誰でもが納得できる形の同定結果を得ることができるのです。ところが有機顔料や有機染料からなる有機色料の調査では、非破壊的な方法が前提になる場合、事情が異なるのです。正倉院で行っている有機色料の非破壊調査は、主として可視分光分析と蛍光分光分析によるものです。いずれの方法も光源からの可視光あるいは紫外光をファイバーを通して試料に照射し、前者であれば反射光を、また後者であればその蛍光を、再びファイバーを通し、受光素子に導き、それぞれのスペクトルを得るのです。古代に使用された有機色料は『延喜式』などを通して知られており、しかも多くは種々の合成染料が主役を占める今でも、草木染の原料として用いられているので、それをふまえ標準試料を作製し、その測定によって得られたスペクトルと比較して、宝物に用いられている染料の同定を行います。両法を併用して、現在までに黄蘗（きはだ）、刈安（かりやす）、茜、紅花、エンジ、蘇芳（すおう）、紫根、藍などが確認されました。もちろん確認不可能な有機色料もあります。純粋化学の場合、有機化合物の同定には、数種の方法を併用することが一般的ですが、文化財科学では、限られた手法の中で絞られた候補との比較に基づく同定がしばしば行われます。

## 5. エンジの確認

上に分光分析の手法によりエンジの同定に成功したと述べました。実際には可視スペクトルの形状から、その判断を行っています。エンジは東南アジアに生息するラックカイガラムシの分泌物からとれる色素で、主成分はラック酸です。ラックカイガラムシが木の周りに分泌した樹脂状物質はスティックラックとも呼ばれ、色素分のみならず、その樹脂分も、ワックス分も人にとって有用であり、これらの原料として現在も利用されています。正倉院にも「紫鑲（しこう）」という薬物（第6図）として756年に13.4kgが入倉し、現在9kgが伝わります。これそのものが色料として用いられた形跡はないのですが、エンジは色材として、当時多用されていたことが文献史料に示されています。また、実際エンジを器物に塗ったものと思われる例は多くあり、現在その一部についてエンジであることが可視分光分析で確認されたのです。あるいは赤色に象牙を染めた工芸品（第7図）に用いられている染料の多くがエンジであることも確認されました。エンジと同様、ラック酸の色素を分泌し、人が利用しているカイガラムシとしては南米のサボテンに寄生するコチニールが知られています。これらの色素が示す可視スペクトルの形状は、正直言ってエンジによるそれと区別はつきません。しかし旧大陸の文明が新大陸の文明と交流を持つようになるのはコロンブスが大陸を発見した15世紀末以降であり、正倉院宝物に関連する議論ではコチニールは候補から除外することができるのです。



第6図 紫鑲【正倉院宝物】

薬物として献納されたスティックラック。エンジはこのスティックラックの色素を利用したもので、多くの宝物の着色に用いられている。



第7図 紅牙撥鏤尺(こうげばちるのしゃく)  
【正倉院宝物】

象牙をエンジで染め文様を削り出した物差し。唐では正月に皇帝から臣下へ、この種の尺が下賜された。

## 6. 茜の成分分析

茜は正倉院の染織品で最も多く用いられている赤色染料です。茜で染められた染織宝物のうち、最近その一部については、脱落した試料を用い、色素成分を抽出し、高速液体クロマトグラフ装置を使用し、その化学成分を明らかにしています。プルプリン、ムンジスチン、プソイドプルプリンを主成分とする日本茜 (*Rubia akane* M.) が使われているものと、アリザリンを多く含む西洋茜 (*Rubia tinctorum* L.)



**第8図 花氈(かせん)【正倉院宝物】**  
西洋茜で染められた羊毛の絨毯。朝鮮半島で製作されたものではないかと考えられている。

を使用したもの(第8図)との両者があることがわかりました。日本茜は日本の他、朝鮮半島や、中国に分布し、また西洋茜は地中海沿岸から中央アジアに分布し、また中国や朝鮮半島にも分布しているとされていますが、7~8世紀における中国や半島の原料の調達状況がどうであったかなど、現在未解決な課題が今後明らかになることと思います。正倉院における染料の成分調査はまだ始まったばかりですが、茜を用いたもののほか、紫根を用いたもの、あるいは蘇芳を用いたものなども確認され、分光分析調査により得られた結果をより確実にするとともに、染料原料の採集地等に関する情報が得られることが期待できるのです。

以上、正倉院宝物についての材質調査の成果の一部を紹介しました。わが国のみならず、世界にとっても、この上もなく重要な文化財である正倉院宝物は、通常美術品としての側面が大きく注目されますが、この様に材料も含めて当時の技術が集約されて製作されたものであり、科学技術的な観点からもその価値は計り知れません。

## 著者紹介 成瀬 正和(なるせ まさかず)



1954年、東京生まれ。東北芸術工科大学客員教授。元宮内庁正倉院事務所保存課長。専門は文化財科学。特に無機顔料や金属など、古代に用いられた材料に興味を持っている。正倉院を離れ、最近では東アジアの歴史の中で、これら材料がどう展開するか調べている。著書は『正倉院宝物の素材』(至文堂)、『正倉院の宝飾鏡』(ぎょうせい)など。