

〔報文〕 敦煌莫高窟第285窟北壁に描かれた如来および菩薩の衣の彩色材料と技法 - 赤色表現を例として -

佐藤 香子*・高林 弘実・初井 基充*²・岡田 健・范 宇権*³・張 文元*³

1. はじめに

敦煌莫高窟は、中国と西域を結ぶシルクロードの要衝に位置する仏教石窟寺院であり、現存する洞窟に残された膨大な壁画や彩色塑像、経典・文書類などによって、他に比類なき歴史的・文化的価値を持つ人類の遺産として、ユネスコの世界文化遺産にも登録されている。しかしその莫高窟においても、創建以来1600年の歳月を経た現在、壁画や塑像には様々な変化、劣化現象が進行し、現在は制作当初の状態を見ることはできない。

東京文化財研究所は、平成18年に始まる敦煌研究院との第5期日中共同研究プロジェクトにおいて、莫高窟壁画の制作材料・技法に関する調査研究を実施している。本稿は、この共同研究において明らかになった第285窟北壁上部に描かれた如来と菩薩像の彩色に用いられた赤色彩色材料・技法の使用状況について、その詳細を報告するものである。

2. 研究対象

第285窟は、ほぼ正方形の平面プランで、正壁（西壁）に塑造で本尊釈迦如来像を表し、左右壁（南北壁）にともに僧侶の修行のための禅龕4つを開いた禅定窟である。左右壁は対称的な構造であるが、南壁には「五百強盜帰仏因縁図」など物語性の強い壁画が描かれるのに対して、北壁では緑色の界線から上方を7つの区画に分け、それぞれに如来の説法図を表し、壁画の主題においては対称性がない。共同研究の進展に伴い、各壁の壁画製作材料と技法の状況は次第に明らかになりつつある。ここで報告するのは、その北壁上部の7区画の如来と脇侍菩薩像の着衣に見られる赤色彩色材料・技法の使用状況である。北壁の全体図について示す（写真1：口絵参照）。

この部分は、赤褐色の線で区画が7つに分けられており、東から順に第1～7区と番号されている。第1, 2, 4～6区の各区画には、中央に如来像1体、その両脇に脇侍菩薩像各1体が描かれる^{註)}。第3区では、如来と脇侍菩薩のほかに、右脇侍菩薩の向かって左側にさらにもう一体、供養菩薩が描かれている。第7区では仏並坐図が描かれ、中央に2体の如来とその両脇に脇侍菩薩が描かれている。このように、北壁上部では各区画に如来および菩薩という共通するモチーフが描かれており、計23体の如来および菩薩が描かれている。また、各区画の下部には供養願文のスペースが設けられ、その両側には供養者が描かれている。このうち第6区の供養願文には、西魏の大統4年（538）という莫高窟に現存する最古の年記がある。さらに第1区、4区の供養願文にはそれぞれ大統5年（539）という年記がある。



写真1 北壁全体図

* 東京学芸大学大学院

*² (株)東京美術倶楽部

*³ 敦煌研究院

3. 調査方法

調査は、肉眼観察および写真撮影による光学的調査を実施し、使用された彩色材料の材質的な特徴を検討した。さらに詳細な検討を要すると判断した部分については、顕微鏡による表面観察と蛍光 X 線分析、分光光度計による可視分光反射率の測定を実施した。

光学調査は、Nikon 社製のデジタルカメラ D200、レンズは Nikon 社製の AF-S DX Zoom-Nikkor ED 17-55mm F2.8 G (IF) を使用した。本報で示す正常光写真撮影は、光源にエレクトロニックフラッシュを用いた。また、紫外線蛍光写真の撮影ではバラストブラックランプを光源とし、Kodak 社の Wratten Gelatin Filter No.2E を用いてレンズ内に進入する紫外線を遮断した。

蛍光 X 線分析装置は、放射線源、小型 X 線検出器、小型マルチチャンネルアナライザ、プリアンプ、パーソナルコンピュータを組み合わせたものである。線源には、AET Technology 製の 241Am 密封環状線源 (AMRB8774)、小型 X 線検出器には AMPTEX 製 XR-100R-0.5-S7、小型マルチチャンネルアナライザには AMPTEX 製 MCA8000A、プリアンプには AMPTEX 製 PX2CR を使用した。壁面と測定ヘッド部の距離を 2～5 mm 程度とし、測定時間を 1000 秒に設定した。

顕微鏡は Keyence 社製 VHX-500 を使用した。可視分光反射率の測定は、硫酸バリウムを 100% 標準とし、Photo Research 社製の分光光度計 PR-650 を用いて実施した。

4. 結果および考察

4-1. 北壁の構造と光学調査による北壁上段に描かれた如来・菩薩の衣の特徴

北壁の壁画は如来や菩薩などのモチーフの周囲に白色の背景をもつ。可視光下における肉眼観察では、白色背景の欠損部分では白色部分の下から土壁層が露出している。また、彩色が剥落した部分には、背景と同じ白色の層が観察される。したがって、北壁は最初に白色下地が画面全体に塗布され、その上に彩絵が施されたものと考えられる。

北壁上段の 23 体の如来および脇侍菩薩の衣は、白色下地の上に赤褐色の線で下描きした後、衣を色料で彩色し、その衣の上には袈裟・肩を覆う衣・裙・天衣などが描き込まれている。それぞれの衣、その縁、天衣を可視光下で観察し、所見をまとめた (表 1)。

表 1 第 285 窟北壁上部の可視光下における観察所見

区画	右菩薩			如来			左菩薩		
	衣	縁	天衣	衣	縁	衣	縁	天衣	
1	衣 黒色	赤色	灰色	袈裟 赤色	青色	衣 赤褐色	緑色	青色	
2	衣 黒色	灰色	灰色	袈裟 黒色	青色	衣 赤褐色	青色	青色	
				肩を覆う衣 赤褐色	緑色				
3	裙 黒色	青色	灰色	袈裟 赤褐色	青色	裙 赤褐色	青色	青色	
供養菩薩	裙 赤褐色	灰色	青色						
4	裙 黒色	灰色	青色	袈裟 赤褐色	青色	裙 赤褐色	青色	灰色	
5	衣 黒色	灰色	青色	袈裟 黒色	青色	衣 赤褐色	青色	灰色	
6	裙 黒色	灰色	青色	袈裟 赤褐色	青色	裙 赤褐色	青色	灰色	
7	衣 暗褐色	青色	灰色	袈裟 赤色	青色	衣 暗褐色	青色	灰色	
7 左如来				袈裟 赤色	青色				
				肩を覆う衣 暗褐色	灰色				

衣の表現は如来と菩薩とでは異なっている。すべての如来は袈裟を身に着けているが、着方が2通りあり、右肩を肌脱ぎにして袈裟を着ける「偏袒右肩」と、袈裟の両襟を真っ直ぐ垂らす「通肩（双領下垂式）」がある。そのため偏袒右肩の第2区と第7区の向かって左の如来では、袈裟のかかっている右肩に下の別の衣が見えており、そのほかの第1,3,4,5,6区と第7区の向かって右の如来は、いずれも通肩（双領下垂式）で、それぞれが一枚の衣に身を包んであらわされている。そして、その袈裟の端には青色や緑色で縁が彩られている。

脇侍菩薩は、第3,4,6区左右脇侍菩薩のように上半身が裸で下半身に裙を身につけるものと第1,2,5,7区のように袖つきの着物状の衣を着て、全身を覆う2種類がある。脇侍菩薩の衣のすべてに共通する特徴として、裙および袖つきの着物状の衣の上に青色や灰色を呈し、天衣を肩から掛けていた。また、如来の衣の表現と同様に衣の端を彩色されており、青色や灰色を呈している。

如来の袈裟および肩を覆う衣、菩薩の裙および袖つきの着物状の衣は、身にまとう衣の中でも彩色面積が大きな部分で赤褐色、黒色、赤色が見られる。この黒色を呈する部分は、一様に黒色ではなく部分的に赤褐色を呈する。このような黒色は、敦煌研究院のこれまでの研究結果から、鉛丹など鉛を含む顔料が黒変した結果と考えられている。このことから、これらの赤色、赤褐色、特徴的な黒色はすべて赤色系の色料で彩色がなされていた可能性があると考えた。そこで、これらの如来の袈裟および肩を覆う衣、菩薩の裙および袖つきの着物状の衣に用いられた彩色表現を検討することで、赤色の使用状況についての知見が得られると予想した。

如来の袈裟および肩を覆う衣、菩薩の裙および袖つきの着物状の衣の部分の彩色に着目すると、第1～6区で赤褐色あるいは黒色が用いられ、第7区ではそれらとは異なる色が見られる。これらの違いについて検証するために、以下に、第1～6区の衣の赤褐色の部分、第1～6区の衣の黒色の部分、および第7区の衣の彩色と小節を設け、詳細な検討を行う。例として第2区と第7区の写真を示した（写真2、写真3、写真4、写真5：口絵参照）。



写真2 第2区（部分）の正常光写真



写真3 第2区（部分）の紫外線蛍光写真



写真4 第7区（部分）の正常光写真



写真5 第7区（部分）の紫外線蛍光写真

4-2. 第1～6区における赤褐色部分の材料および技法

本節では、第1～6区の右脇侍菩薩の裙および袖つきの着物状の衣と第1,3,4および6区の如来の袈裟に見られる赤褐色部分の材料および技法について述べる。ここでは、第2区を例として述べる。正常光写真(写真2)の如来の肩衣部分と左脇侍菩薩の袖つきの着物状の衣に着目すると、ともに赤褐色を呈している。紫外線写真(写真3)では、如来の右肩を覆う衣の彩色のほぼ全面で蛍光が見られたが、左脇侍菩薩の袖つきの着物状の衣には全面ではなく線状に蛍光が見られた。第2区以外では、第3区の赤褐色を呈する如来の袈裟全体にも蛍光が見られた。また、第1～6区の左脇侍菩薩の裙および袖つきの着物状の衣では、線状に蛍光が見られた。以上のことから、現状においてほぼ同様の赤褐色を呈する部分でも紫外線照射下で強い蛍光を発する部分と発しない部分がある。

紫外線照射下で全体に蛍光を示した第2区如来の右肩を覆う衣、第3区如来の袈裟の彩色材料の検討を行った。この部分の表面の質感は蛍光を発しない部分とは異なっている。より詳細な観察を行うために、彩色面として全面に蛍光を示すが、部分的に蛍光を発しない箇所に着目した。該当する第3区如来の顕微鏡像を示す(写真6:口絵参照)。写真では、画面右下に見られる蛍光を示さない粒子の存在がある赤褐色層の上に、画面左上から広がる蛍光を示す赤く不透明な厚みのある層が見られる。彩色層は2層から成っている。上層が剥落している部分は蛍光せず、下層には蛍光を示さない赤褐色層が存在し、それは上層とは異なるものであると推察された。また、上層の表面には細かい亀裂が見られ、上層の赤く不透明な層の剥落は、その亀裂から生じるようであった。また、第2区の左脇侍菩薩で見られたような線状に蛍光を示す部分は、衣の襞を表現しているものと考えられる。この部分の蛍光を発する原因となる物質を肉眼でははっきりと確認することは難しいが、顕微鏡下では蛍光を発する部分の表面に白色物質の存在が認められた。

次に、彩色層の化学組成に関する情報を得るために、表面の不透明層の部分の蛍光X線分析を行った。その結果、Feが検出された。第2区の如来の肩衣、第3区の如来の衣ともに同様の結果であった。ここでは、第2区の如来の肩衣から得られた蛍光X線スペクトルを示す(図1)。検出されたFeは、蛍光反応を示す赤色部分とその下の赤褐色部分に由来する可能性が考えられる。また、白色下地層にはFeが含有していることが蛍光X線分析により確認されており、このFeが検出された可能性も考えられた。

この上層に見られた不透明で粒子感のない層を考察する上で、南壁龕楣で観察された有機色素によると考えられる赤色に着目する^{1, 2)}。南壁には有機色素と考えられる赤色色素が白色下地の上に直接塗布されている部分がある。この色素を顕微鏡で観察すると彩色層は赤色の粒子を含まない半透明な層で、表面に細かい亀裂が生じ、紫外線照

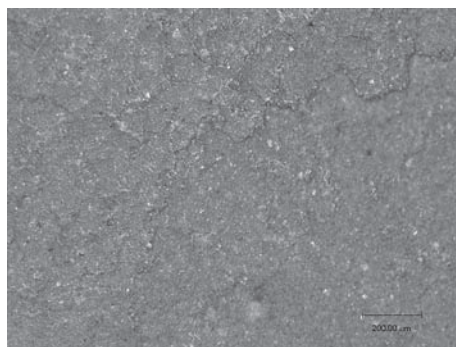


写真6 第3区如来の顕微鏡写真

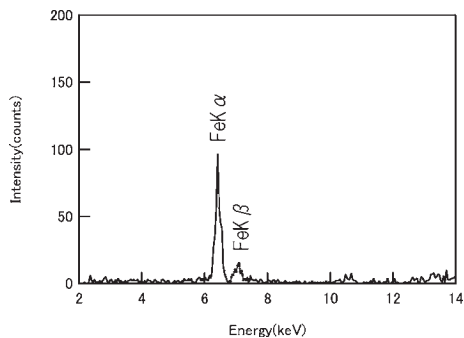


図1 第2区如来赤色部分の蛍光X線輻スペクトル

射下で強い蛍光を示した。つまり、北壁の赤色とは粒子状の存在がない、表面に細かい亀裂が生じている、紫外線照射下で蛍光を示すという共通点を持つ。さらに、蛍光 X 線分析により Fe 以外の元素が検出されず、上層は Fe 以下の軽い元素による物質と考えられる。これらのことから、北壁の赤色も有機色素が用いられた可能性がある。

一方、下層の赤褐色層には、赤褐色の粒子が観察され、顔料が使用されていると考えられる。蛍光 X 線分析では Fe が検出されているが、Fe は下地層からも検出されるため、彩色層に含有されているのか判断できない。そこで、赤褐色層の材質の詳細を検討するため、分光反射率測定を実施した。赤褐色部分で得られた分光反射率を示す (図 2)。比較試料として、市販の水銀朱、鉛丹および試薬の α -酸化鉄 (III) を測定して得られた分光反射率を示す。赤褐色層の反射率は、560nm より長波長側で波長が長くなるほど反射率の増加し、730nm 付近で極大をもつという点において、 α -酸化鉄 (III) のスペクトルと共通している。赤褐色部分の反射率特性は α -酸化鉄 (III) に近いと考えられる。したがって、蛍光 X 線分析の結果から Fe 以下の軽元素からなり、また分光反射率の測定から α -酸化鉄 (III) に近い反射率特性を持つことから、赤褐色層には α -酸化鉄 (III) を含む赤色顔料が使用されていると推定できる。

以上のことから、第 1～6 区の左脇侍菩薩の裙および袖つきの着物状の衣の部分と第 1, 3, 4 および 6 区の如来の袈裟に見られる赤褐色は、酸化鉄系の赤色顔料である。また第 2 区如来の右肩を覆う衣と第 3 区の如来の袈裟には、酸化鉄系の赤色顔料の上に染料などの有機色素が塗布されていると推定できる。

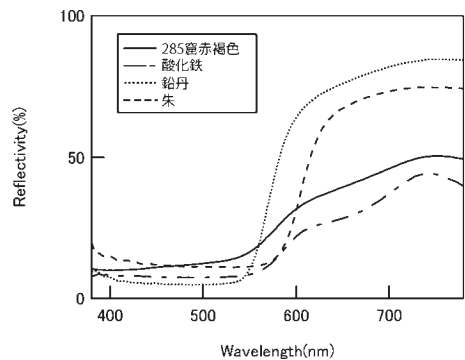


図 2 酸化鉄系の赤色顔料と紫外線照射蛍光反応部分の平均分光反射率

4-3. 第1～6区における黒色部分の彩色材料および技法

第 1～6 区の左脇侍菩薩の裙および袖つきの着物状の衣や第 2, 5 区の如来の袈裟に見られる黒色部の彩色材料・技法の検討を行う。肉眼観察から、黒色彩色部分では一様に黒色を呈するのではなく、部分的に赤褐色が認められた。紫外線照射下では、4-2 節の赤褐色を呈する左脇侍菩薩の衣で見られたような線状の蛍光があった (写真 3)。これは右脇侍菩薩の衣で用いられたのと同様に衣の襞を表現していると考えられる。現在、肉眼でははっきりと確認することは難しいが、顕微鏡下での観察から蛍光を示す部分には、白色の物質が存在することが観察された。また、紫外線下で、線状の蛍光を示す部分のうち第 3 区の右脇侍菩薩の裙の部分で、襞を描いた筆跡のようなものが見られた。第 3 区右脇侍菩薩の裙の紫外線蛍光写真を示す (写真 7: 口絵参照)。襞の部分が蛍光を示しており、一気に上から下へと線が描かれた部分だと推察された。ちなみに筆跡の最後の部分に着目すると、細い線状のものが見られる。筆のように毛状のものを束ねたような彩色道具が用いられたと推測された。彩色道具を考察する上で、興味深い。

次に、剥落の周辺にみられる黒色と赤褐色を呈する部分の関係を明らかにするために、第 2 区の右脇侍菩薩の袖つきの着物状の衣の顕微鏡観察を行った。彩色層に剥落が生じた部分を観察すると (写真 8: 口絵参照)、白色下地と考えられる白色の物質の上に赤色粒子で形成される赤褐色層、さらにその上には粒子状の物質からなる黒色層を確認することができた。また、

彩色層の欠損がないと考えられる表面状態のよい部分の顕微鏡観察を行うと、黒色層で覆われた表面から赤褐色部分は観察できなかつた。このことから、黒色部分には異なる顔料で塗布された彩色層が2層あると考えられる。また写真(写真8)の右下付近に多く見られる、黒色層の表面の一部には下の赤褐色層の赤褐色とは異なる、オレンジ色の粒子が点在している。

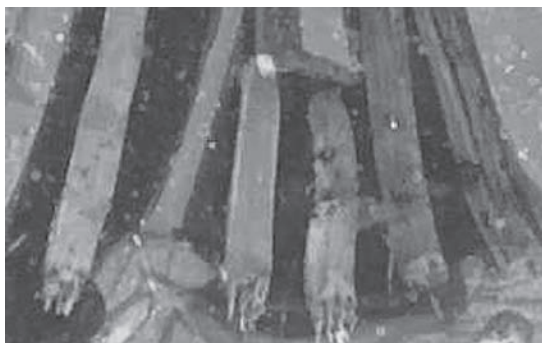


写真7 第3区左脇侍の紫外線蛍光写真

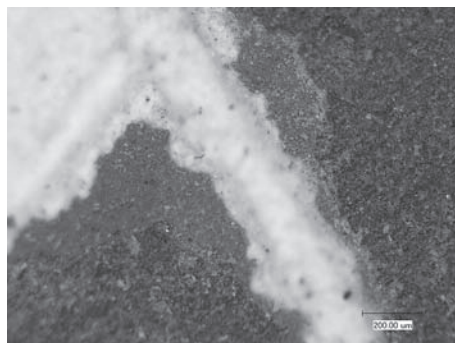


写真8 第2区如来の顕微鏡写真

これらの彩色層の化学組成に関する情報を得るために蛍光X線分析を行った。下の赤褐色層は剥落部にごく微小な面積しか表面に露出していないため、赤色部のみを単独で蛍光X線分析を行うことは困難であった。そこで衣の比較的状态のよい部分の分析を行い、2層の彩色層の情報を同時に得ることにした(図3)。その結果、PbとFeが検出された。白下地層からは、Feが検出されておりPbは白下地層ではなく、彩色層に由来するものだと考えられた。Pbを含有する顔料として、白色の鉛白(主成分 $2\text{PbCO}_3(\text{OH})_2$)とオレンジ色の鉛丹(主成分 Pb_3O_4)がある。また、Pbを含有する顔料は変色しやすく、黒変化は敦煌莫高窟でも多く見られる現象である。顕微鏡下での黒色層表面のオレンジ色粒子が観察され、蛍光X線分析でPbが検出されたことから鉛丹が用いられていると考えられる。つまり、現在の黒色は制作当初の色ではなく、本来はオレンジ色を呈していたと考えられた。鉛丹の下の赤褐色層は、その色が4-2節で検討した赤褐色の彩色を呈する色に近似していることから、酸化鉄に発色を由来する赤色顔料を用いたものと考えられる。蛍光X線分析でPbおよびFeのみが検出されていることと、この推定は矛盾しない。すなわち、現在黒色に見える衣は、酸化鉄系の赤色顔料の上に鉛丹を塗布した積層構造であると考えられる。

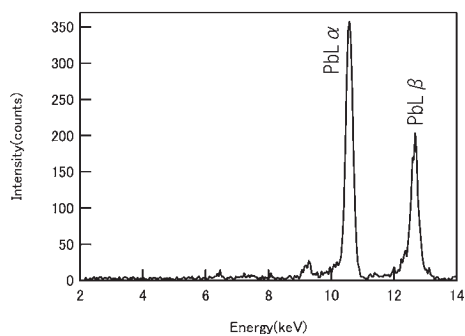


図3 第2区如来黒色衣の蛍光X線スペクトル

4-4. 第7区における衣の彩色材料および技法

本節では、第7区について述べ、右脇侍菩薩、左脇侍菩薩それぞれの袖つきの着物状の衣、如来の袈裟および右肩を覆う衣の彩色材料・技法についての検討を行う。

右脇侍菩薩の袖つきの着物状の衣は、第1～6区で見られた赤褐色を呈する袈裟などとは異なり黒褐色を呈している。彩色層の剥落が激しく、白下地や土壁が露出している。そのため、

衣の表現の詳細を考察することは難しく、観察や分析が行えたのは状態のよい一部分に限られた。顕微鏡下では、オレンジ色と黒色の粒子が混在した彩色層が観察された。また、襷を表現したとみられる部分が存在し、そこではオレンジ色と黒色の粒子が混在した彩色層の上に、鮮やかな赤色粒子の層が見られた。この2層は、積層構造になっており、襷と考えられる部分は地の部分の上に描かれたと推察された。蛍光X線分析の結果から、地色のみの部分ではPb、襷と考えられる部分からHgとPbが検出された。以上のことから、地色の部分には鉛丹が用いられ、地色の部分に観察される黒色粒子は鉛丹が変色したものと考えられる。また、襷は鉛丹の地色の上に水銀朱を用いて描かれたと推察される。

次に左脇侍菩薩の袖つきの着物状の衣について述べる。可視光下での観察から黒褐色の衣の上に、ピンク色に近い赤色で襷が描かれている。第7区の他の衣で見られる襷に比べ、はっきりとその存在を確認することができる。衣の地の部分は顕微鏡下において、オレンジ色と黒色の粒子が観察された。また襷の部分では、表面にオレンジ色と黒色の粒子が混在した彩色層の上に、鮮やかな赤色粒子の層が観察された。この2層は積層構造で、襷は地の部分の上に描かれたと推察される。蛍光X線分析では、地の部分からPb、襷の部分からPbとHgが検出され、地色の部分には鉛丹、襷には水銀朱が用いられていると推察される。つまり、右脇侍菩薩と左脇侍菩薩は共に鉛丹で彩色されていると推察される。しかし、両脇侍菩薩を比較すると発色が異なり、この原因については今後検討を要する。

2体の如来の袈裟を顕微鏡下で観察すると、彩色層の表面に鮮やかな赤色の粒子が隙間なく存在する。一方、亀裂の部分では、鮮やかな赤色の粒子層の下にオレンジ色と黒色の粒子が観察される(写真9)。このことからこの彩色は2層の積層構造を持つと考えられた。この部分の蛍光X線分析を行い、そのスペクトルを示す(図4)。HgとPbを検出したことから、赤色粒子は水銀朱、オレンジ色と黒色の粒子は鉛丹であると推察された。すなわち、剥落部で観察された上層の赤色粒子が水銀朱、オレンジ色と黒色粒子の層からなる下層が鉛丹によるものだと考えられた。

また、向かって左側の如来の右肩を覆う衣は、暗褐色でピンク色の襷が描かれている。襷の部分顕微鏡下で観察すると、鮮やかな赤色の粒子があり、襷周辺の暗褐色では黒色の粒子の中にオレンジ色の粒子が混在している。鮮やかな赤色の粒子は、オレンジ色の粒子と黒色粒子が混在する層の上に観察された。また、蛍光X線分析の結果から地色の部分からはPbが検出されており、襷の部分ではPbとHgの両方が検出されていることから、この地の部分は鉛丹が用いられ、襷には水銀朱が用いられていると推察された。

以上のことから、第7区の衣の彩色には4体すべてで鉛丹が使用されている。そのうち2体

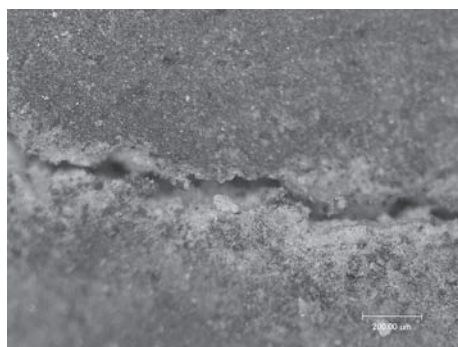


写真9 第7区左如来の顕微鏡写真

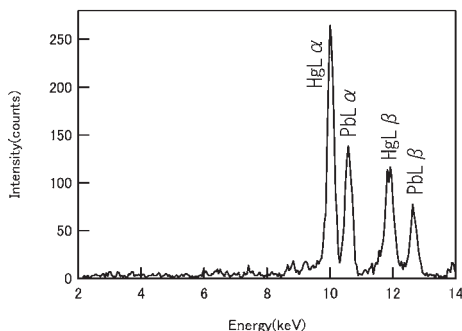


図4 第7区左如来の蛍光X線スペクトル

の如来の袈裟には、さらに水銀朱が塗り重ねられていたと推定された。

4-5. 全体の彩色特徴

これまで得られた結果から、如来の袈裟および肩を覆う衣、菩薩の裙および袖つきの着物状の衣の部分の全体の彩色の特徴についてまとめる（表2）。

表2 第285窟上部の衣の彩色技法

区画	7				6			5			4			3			2			1					
種別	脇	肩	如	如	脇	脇	如	脇	脇	如	脇	脇	如	脇	脇	如	脇	脇	肩	如	脇	脇	如	脇	
2層目			◎	◎		●			●	●		●	●			●	*		●	*	●		●		
1層目	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

如：如来
脇：脇侍菩薩
肩：肩を覆う衣
●：鉛丹
◎：水銀朱
○：酸化鉄系赤色顔料
*：有機の彩色材料

まず、第285窟北壁上部の23体の如来・脇侍菩薩は、彩色材料が異なるものの、菩薩の天衣などを除けば、ほぼ赤色を基本とした色彩によって表されていたことが明らかになった。彩色面は、現在、劣化による状態の変化から当時の色調を残していないが、自然科学的な手法を用いた調査により、当初の衣の色を推察することが可能となった。また、第1～6区と7区の彩色材料と技法が異なる。第1～6区の如来および脇侍菩薩のすべての衣の彩色で、白色下地直上の一層目の彩色層に酸化鉄系の赤色顔料が塗布されている。さらにその上に、左脇侍菩薩の衣には鉛丹、第2・3区如来には有機染料が塗り重ねられていた。第7区の衣の彩色では、一層目の彩色層には4体すべての衣で鉛丹が使用されている。そのうち2体の如来には、さらに水銀朱が塗り重ねられていることが推察された。

重ね色で彩色された理由については、何らかの色彩効果を狙って積層構造をもつ彩色を行った可能性も考えられた。パーミヤーン仏教壁画の分析により、鉛丹の上に水銀朱が重ねて塗布された例が確認され、さらにその再現実験が行われているが、水銀朱単体での彩色と比較し、彩度が上がるなどの彩色効果が得られた実験結果が示されている³⁾。本研究が対象とする敦煌莫高窟第285窟の彩色技法についても、今後再現実験を含めた検討が有効であると考えられる。

また、研究対象とした第285窟の壁画全体についても、主題の違い、現状の肉眼で見る色彩効果の違いなどによって各壁の制作順序に議論があり、また北壁の7つの説法図についても「過去七仏」か否かといった主題に関わる議論がある。ここで報告する如来や菩薩の特徴的な赤色の使用状況への認識が、これらの問題解明のための手がかりの一つとなることは間違い無い。

5. まとめ

285窟北壁上部における如来および菩薩の衣の彩色材料・技法の検討を行った結果、(a) 第1～6区において、すべての衣に酸化鉄系の赤色顔料が塗布され、右脇侍菩薩には、さらに鉛丹が塗布されている。また、第2区の肩衣、第3区如来には酸化鉄系の赤色顔料の上に、有機色が用いられている。

(b) 第 7 区においては、すべての衣に鉛丹が塗布され、2 体の如来にはさらに水銀朱が塗布されている。

(c) 第 1～7 区において赤色顔料がすべての衣に塗布され、衣によってさらに赤色顔料が塗り重ねられているという彩色方法が用いられている。

謝辞

本研究は、敦煌莫高窟保護に関する日中共同研究（第 5 期）の一環として行われた。本共同研究にご協力いただいた多くの方々に深く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 高林弘実, 小瀬戸恵美, 于宗仁, 范宇権: 敦煌莫高窟第 285 窟壁画に使用された彩色材料の非接触分析, 保存科学, 47, 89-101 (2008)
- 2) 高林弘実, 舩井基充, 大竹秀実, 王小偉, 柴勃隆, 淵田雄, 中村夏葉, 岡田健: 敦煌莫高窟第 285 窟壁画の光学調査 (I), 保存科学, 46, 161-169 (2007)
- 3) 関博充, 大竹秀実, 谷口陽子, 朽津信明, 青木繁夫, 舩井基充, 佐藤一郎: 重層構造による色彩の光学的効果 —バーミヤーン仏教壁画にみられる事例から—, 文化財保存修復学会第 28 回大会要旨集, 60-61 (2006)

注

本報で脇侍菩薩を示すときに、右脇侍菩薩、左脇侍菩薩というように左右の表現を使用する。これは、中尊である如来像から見て、右側、左側の菩薩という意味で、「右菩薩」は向かって左の菩薩（285 窟北壁では西側）、「左菩薩」は向かって右の菩薩（同、東側）である。

キーワード: 壁画 (mural painting); 莫高窟 (Mogao Cave); デジタル顕微鏡 (digital microscope); 分光光度測定 (spectrophotometric measurement); 蛍光 X 線分析 (X-ray fluorescence spectrometry); 赤色色料 (red colorants)

Colouring Technique on the Mural of the North Wall in Mogao Cave 285

Kyoko SATO^{*}, Hiromi TAKABAYASHI, Motomitsu MOMII^{*2}, Ken OKADA,
FAN Yuquan^{*3} and ZHANG Wenyuan^{*3}

Distinctive red colouring used for the vesture of Amitabha Tathagata and Bodhisattva painted on the north wall of Moago Cave 285 was investigated and is reported as follows.

The vesture of Amitabha Tathagata and Bodhisattva in all seven sections were painted with red colorants. For the vesture in section 1-6 of the east wall, oxide red, red lead and organic red colorants were used.

All the vesture was painted with ferric oxide red colorants in the first paint layer above the ground layer. For the Bodhisattva seen standing to the left of the Amitabha Tathagata, a red lead was painted over the first layer of ferric oxide red. Red lead was used for all the vesture in section 7 at the first paint layer above the ground layer. The central Amitabha Tathagata in section 7 was additionally painted over with vermilion.

* Tokyo Gakugei University

*² Tokyo Art Club

*³ Dunhuang Academy