

## バーミヤーン仏教壁画の保存修復(1) — グラウティングによる応急処置 —

大竹 秀実・谷口 陽子・青木 繁夫

### 1. はじめに

アフガニスタン、バーミヤーン谷の東西大仏周辺の崖に数世紀をかけて穿たれた石窟群は、その内部に東方、西方および周辺地域の文化的影響を反映した美しい仏教壁画を有している。しかし2001年3月のターリバーン政権による大仏破壊を受け、同年7月、バーミヤーン遺跡は「世界遺産リスト」および「危機にさらされている世界遺産」に登録された。現在、文化財研究所とアフガニスタン情報文化観光省は、「ユネスコ文化遺産保存日本信託基金」によるバーミヤーン遺跡保存事業の枠組みの中において、仏教壁画の保存修復を行っている。

2005年6～7月および11月に実施した第4、5次ミッションでは、壁画修復計画案<sup>1)</sup>の第2フェーズにあたる石窟の状態記録調査と応急処置を行った。まず、状態記録を行う対象として美術史的に重要な壁画をもつ3窟(I, N(a), K<sub>3</sub>)を取り上げ、石窟構造の測量および写真撮影を行った。ここから得られた図面を利用して石窟内で壁画の詳細な保存状態記録をとり、将来的に実施予定の修復事業に必要な壁画の劣化状況解析のための基礎資料を作成した。また同時に、過去2年間に各石窟から回収された壁画片について、材質および構造を詳細に観察しながらインヴェントリー作成を終了した。

バーミヤーン石窟群の壁画は、仏教時代以降に仏陀の目や顔部分がことごとくつぶされ、長年に亘る内戦やターリバーン政権時代には大規模な破壊を受け、また部分的に切り取られて国外へ持ち出され売却されるなど甚大な被害を受けている。絵画的に魅力的な部分は、実にその多くが失われている。さらに人為的な要因のみならず、風雨や雪解け水などの過酷な自然環境に晒された結果、壁画あるいは崖そのものの崩落や彩色の剥落・変色などの損傷が生じている。また、石窟が後世の人々の住居として使用されたことから、煮炊きなどにより多くの壁画が黒いスス状の物質で覆われ図像の判読が難しくなっていることも、バーミヤーン壁画の保存の典型的な問題の一つである。

石窟内に残る壁画をこれ以上失わないよう保存するためには、強度の足りない箇所を補強を行うこと、そして人の出入りを制限することが必要である。回収された小さな壁画片を接合して壁に戻し画面を再構成することは、絵画の大部分が失われてしまっているために、不可能と思われる場合がほとんどである。しかしながら、画面を覆う黒色物質を適切に除去することにより、現在は見ることのできない図像が判別できるようになる例はあるものと期待される。また本格的な修復に先立ち、壁画を構成する材料や損傷状態・原因の研究を進めると同時に、壁画片が今にも崩落する恐れのある部分には緊急に応急処置を施す必要があった。

### 2. 土製の下塗りの上に描かれたセッコ壁画の保存修復

ヨーロッパのブオン・フレスコ画**buon fresco**<sup>2)</sup>が、消石灰が空気中の二酸化炭素により炭酸塩化する現象を利用して顔料を画面に固着するのに対し、バーミヤーンの土壁の上に描かれた壁画は、顔料が有機質の膠着材に混ぜられて画面に定着している。このように膠着材を使用し

て描く壁画の技法はセッコ (*a secco*) (「乾いた」という意味。漆喰が濡れている間に描く「フレスコ *fresco*」と対照的な語) と呼ばれ、ユーラシア大陸にわたって広く見られる壁画技法である。セッコ技法によって描かれた壁画は、フレスコ画と比較して水分に極めて敏感であり、彩色層が剥離しやすく、概して修復処置が難しいと言える。

また、中央アジアの石窟壁画の支持体は崖を穿った岩盤である。その上に藁スサや動物の毛、砂を混ぜた土を何層にも塗りつけて絵画のための準備の層(下塗り層)としているが<sup>3)</sup>、これが岩盤との界面から剥がれることが多い。さらに、この下塗り自体が脆弱であるなど土壁特有の問題があり、元来難しいセッコ壁画の修復処置をさらに難しいものになっている。

### 3. グラウティング

壁画の修復におけるグラウティングとは、壁体に生じた間隙をペースト状の物質で埋め、壁を安定させる処置である。土から成る壁画の下塗り層を岩盤に再度定着させることは容易ではない。水分を多く含むグラウト材を使用すると、土は形態を失い泥状となる危険をはらんでいる。乾燥地帯でしばしば見られる問題の一つとして可溶性塩類が挙げられるが、その場合にはとりわけ水分による塩類の移動や再析出などにも留意する必要がある<sup>4)5)</sup>。一方、将来的にグラウト材の除去や追加といった再処置が可能な材料を選択することも重要である。また、グラウト材の接着強度が高すぎると壁画自体に破断を起こす危険もあるため、壁画とグラウト材の強度のバランスは適切でなければならない。接着強度が低下している界面に新たな修復材料を与えることで過度に重量が増加し、接着面が剥がれることがないように、使用する材料が軽量であることも望ましい。

### 4. バーミヤーンの壁画の保存と応急処置

状態記録を作成した3つの石窟(I, N(a), K<sub>3</sub>)はそれぞれ異なる保存状態にあり、受けるべき保存修復処置も大きく異なる。しかるべき処置を実施するためには、微小環境や周辺環境の解析、修復材料の検討、壁画を構成する材質の調査などを行うことが不可欠であり、そのための調査を現在進めている<sup>6)7)</sup>。しかしながら、現時点において短期間のうちに崩落の可能性のある箇所には、応急的、補修的な処置を行う必要があった。

これら3つの石窟の岩盤と壁の下塗り層の間の接着状態は概して良い。特にI窟は壁の表面が非常に平滑に仕上げられているなど、壁画を描くための準備が精巧になされており、壁作りの技術力の高さが観察された。したがって壁画の製作技術に起因する損傷というよりはむしろ、後世の破壊や自然崩落による欠損に伴い、それに隣接していた部分の接着状態が悪くなっている箇所が散見され、これを岩盤に接着する必要があった。なお、これら3つの石窟の補強を必要とする箇所に可溶性塩類の問題は見られなかった。

### 5. グラウティング用材料のテスト

バーミヤーンの石窟内におけるグラウティングの作業に先立ち、適切なグラウト材を作成するため材料のテストを行った。

グラウト材の主要な材料には石灰モルタルを選択した。石灰は、とりわけ建物に使われる伝統的材料としてその性質がよく知られており、紀元前1世紀ローマのウィトルウィウスはその著書『建築十書』<sup>8)</sup>において、石灰に混ぜる砂は、石灰1に対して山砂の場合は3、川砂あるいは海砂の場合は2の割合が良く、川砂あるいは海砂に砕いて篩にかけた瓦屑を3分の1加えるならばさらに良いと記している。砂や瓦屑などは、消石灰が炭酸塩化する際に亀裂などを生じ

にくくする骨材の働きをし、余分な水分の調整をするとともにモルタルの強度も増す。このウィトルウィウスの比率は、現在でもすぐれていることが認められ使用されている。さらに石灰は、バーミヤーン仏教壁画を構成するオリジナルの土壁材料との識別、そして将来的な除去が可能であるという利点があり、敢えて土や粘土ではない材料を選択した。

材料としては、石灰クリーム（Lafarge Coating Italia, S.p.A.製, CEPRO, crema di calce）、レンガ片（株）アースプライムによってφ2mm程度に破碎したブリックチップ）、フライアッシュマイクロバルーン（株）東海工業製メタスフィア-#50）を準備し、テストを行った。

石灰クリームに、吸水性にすぐれるレンガ片を湿して適切な量を混和材として混ぜ入れることで、石灰モルタルは乾燥収縮の問題を克服することができる。これを壁画に負担のかからないよう軽量化するために、レンガ片の分量を減らし、フライアッシュマイクロバルーンを添加したことは有効であった。フライアッシュとは、火力発電所などの微粉炭燃焼ボイラーから出る排ガス中に含まれている灰の微粉粒子であり、アルミナ珪酸塩を主成分とする。石灰クリームに両者を添加すると、レンガ片の粒の間を細かなフライアッシュマイクロバルーンが埋め、均一かつ強度のあるモルタルのペーストが得られた。

さらにグラウト材を軽量化するため、セルロースパルプ（Deffner & Johann, GmbH製, Arboce BC1000）を使用した。あらかじめ湿したセルロースパルプを石灰クリームの中に均一に混ぜ込み、レンガ片、フライアッシュマイクロバルーンを加えたサンプルは、軽いが固く、収縮や亀裂は見られず、接着した面との接合が良好であった。

分散性や膠着力を増加させるため、メチルセルロース、泡立てたアルブミン、寒天を混ぜたサンプルもそれぞれ作成したが、亀裂と収縮の問題が生じたため使用を控えることにした。

## 6. グラウト材の種類と使用目的

現地では、用途に応じてA、Bの2種類のグラウト材を作成した。それぞれのグラウト材に配合した材料と割合を表1に示す。A材は、壁の下塗り層が岩盤から大きく離れて広い空隙ができてくる場合に、その岩盤と下塗り層の間の空隙を狭めるため、岩盤側に塗布することを目的とした消石灰を主成分とする充填材である。これは、スサや動物の毛の入った有機質の土壁を接着するには十分な接着強度がないため、岩盤と下塗り層を接着するB材も準備した。壁画の下塗り層と岩盤の間の空隙が比較的狭ければB材をそのまま使用し、空隙が広い場合にはA材を岩盤側に塗布して空隙を狭くし、しばらく放置した後、A材と壁画の下塗り層の間をB材で接着した。なおB材を施す前に、下塗り層側にメチルセルロース5%水溶液をあらかじめしみ込ませ、B材がより良く接着するようにした。なお、A材の中には、自然な風合いや色味を出すためにバーミヤーン石窟周辺の砂も混ぜた。レンガ片は、テストに使用したφ2mmのものをさらに細か

表1 グラウト材の配合（体積比）

用途	A材		B材	
	岩盤と下塗り層の間の空隙が大きい場合、岩盤側に塗布して空隙を狭くする		空隙が狭い場合の下塗り層と岩盤、あるいは下塗り層とA材の間の接着に使用	
構成成分・割合	石灰クリーム	2	メチルセルロース*水溶液 5%	5
	バーミヤーン石窟周辺の砂	1	アクリル樹脂エマルジョン**	1
	レンガ粉	1	セルロースパルプ	7
	レンガ細片	1		
	セルロースパルプ	3		

\* Aldrich Chemical Co. : viscosity 4000cps (2 wt % solution in H<sub>2</sub>O), MW: 86,000

\*\* プライマルAC-2235, Rohm and Haas

く砕いて使用し、モルタルをよりなめらかなものにした。

A, Bともグラウト材は剥離面の全面には塗らず、近い将来に崩落の恐れのある箇所のみ、点状に使用し（写真1）、岩盤と壁画の下塗り層をつなげるようにして補強した。A, B材は固めのペーストであり、含まれる水分はできるだけ少なくしている。どちらのグラウト材も、セルロースパルプを混ぜることで重量を軽減し繊維による強度を持たせている。なお、両者とも機械的な除去および再処置が可能である。使用にあたりグラウト材は最小限の量を使用し、顔料を用いて周囲に類似した色に着色し、壁画の鑑賞の妨げとならないようにした。

岩盤から大きく離れた壁画部分を押し戻す際には、壁画と壁画表面の脆弱な顔料層を傷めないように、壁画の曲面に合わせて整形したポリエチレンフォームを和紙で覆ったものをあて、少しずつ慎重に手で圧力を加え、木製の支持台で支えた。可能な限り本来の位置に戻すように心掛けたが、元の位置に戻らない場合は無理のない位置に留めた。そして接合箇所が安定するまで、少なくとも5時間は支えをつけたまま静置した（写真2）。

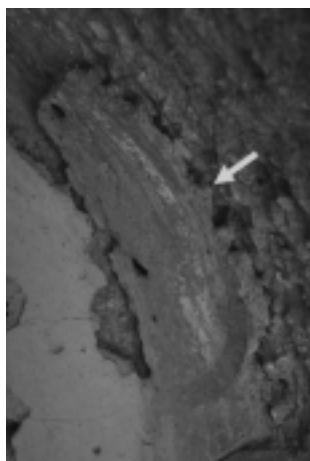


写真1 グラウティング材を点状に施し壁画を岩盤に接着した。



写真2 K窟入り口天井。グラウト材を施してしばらく押さえ接着した。

## 7. 現地における適用箇所

N窟は崖そのものの崩落が懸念されるが、石窟内部の壁画が剥れる恐れのある箇所は殆ど見られず、一カ所のみ補強を行った。

K窟は、特に入り口の天井の下塗り層が大きく崩落する恐れがあることから、支えを使用しながらグラウティングによる補強を行った。また内部にも壁画の切り取り跡や欠損部の周辺に不安定な箇所が見られたため、合わせて処置を行った。

I窟は、崖の前面が大きく崩落し石窟空間が外に露出しており、雨水や日射などの自然的要因による彩色層の損傷・損失が著しい。I窟についてさらに衝撃的な損傷は、打ち込まれた弾丸がまだ数多く壁にささっており、その周辺が崩れていることである。人為的な切り取り跡や崩落も多く見受けられ、これらについて更なる崩落の危険のある箇所に応急処置を行った。I窟には、壁の下塗り層が著しく岩盤から離れている箇所が数箇所あり、このような箇所は壁画を岩盤に押し戻すために支えを使用した。

## 8. おわりに

上記の応急処置を行った結果、崩落の危険のある箇所について成功裏に補修を終了することができた(写真3・4)。この処置を4ヶ月後に点検したところ、グラウト材A・Bのいずれを使用した箇所も壁画の下塗り層の岩盤への接着状態は良好であり、大きな問題点は観察されなかった。ただしB材は、収縮により下塗り層との接着面がわずかに開いている箇所がいくつか見受けられた。本格的な修復計画と合わせ、今までの調査と分析をもとに検討が必要である。



写真3 I窟天井。岩盤から剥離した箇所が落下する危険があった。



写真4 I窟天井。応急処置により剥離した部分を壁に接着した。

### 参考文献

- 1) Taniguchi, Y., Aoki, S.: Conservation Proposal (Chapter 6-2), 76-90, *Protecting the World Heritage Site of Bamianan: Key Issues for the Establishment of a Comprehensive Management Plan 2004*, JCICC, NRICP, Japan (2005)
- 2) Cennini, C: *Il libro dell' arte (ca.1400)*: 辻茂編訳, 石原靖夫・望月一史訳, 『絵画術の書』, 岩波書店(1991)
- 3) 谷口陽子: 壁画の製作年代と下塗り層に含まれる藁スサについて(第二章), 山内和也編 『アフガニスタン文化遺産調査資料集2 パーミヤーン仏教壁画の編年』, (独)文化財研究所国際保存修復協力センター・名古屋大学名古屋大学博物館, 29-32 (2005)
- 4) Rickerby, S., Shekede, L., Fan Z., Tang, W., Qiao, H., Yang, J., Zheng, J., Piquè F.: Development and Testing of the Principal Treatments of Cave 85: Injection Grouting and Soluble Salt Reduction, *Conservation of Ancient Sites on the Silk Road, Second International Conference on the Conservation of Grotto Sites*, Abstracts, June 28 – July 3, 2004, The Getty Conservation Institute, The Dunhang Academy, p.35 (2004)
- 5) 敦煌莫高石窟壁画修復方法の研究, 『敦煌莫高石窟壁画保存修復に関する日中共同研究報告書』, 東京文化財研究所 (2001)
- 6) 谷口陽子・大竹秀実・前田耕作: パーミヤーン仏教壁画の材質分析(1) —クロスセクションによる彩色技法の調査—, 保存科学, 45, 1-8 (2006)

- 7) 宇野朋子・谷口陽子・大竹秀実・青木繁夫：バーミヤーン遺跡における環境調査(1)，保存科学, 45, 9-16 (2006)
- 8) Vitruvius: De architectura libri decem: 森田慶一訳註, 『ウィトルーウィウス建築書』, 東海大学出版会, p.83 (1969)

キーワード: バーミヤーン (Bamiyan) ; 壁画 (mural painting) ; グ라우ティング (grouting) ; 壁の下塗り (rendering) ; 応急処置 (remedial treatment)

## Conservation and Restoration of the Buddhist Mural Paintings in Bamiyan (I) : Remedial Treatment with Grouting

Hidemi OTAKE, Yoko TANIGUCHI and Shigeo AOKI

National Research Institute for Cultural Properties of Japan and the Ministry of Information, Culture and Tourism of Afghanistan have been conducting the conservation and restoration of the Buddhist mural paintings in Bamiyan in the framework of the “Project for Safeguarding of the Bamiyan Site” funded by the UNESCO/Japanese Funds-in-Trust. As the second phase of conservation strategy for the mural paintings, detailed records were made of the state of conservation of the mural paintings in 3 caves, I, N(a), and K<sub>3</sub>. They provide essential information for studying the damages in order to plan future conservation principle. At the same time, urgent remedial treatment was executed for the areas which were detached from the rock and nearly falling off.

Mural paintings painted on earthen plaster often have the problem of detachment from their rock support. In the restoration process, excess water may not be used for earthen plaster, and the characteristics of *secco* painting technique make the treatment more difficult.

Based on the result of laboratory tests of grouting materials, two types of grouting mixtures were prepared for the remedial treatment of the 3 caves. Their compositions are: (A) lime, finely crushed brick fragments, sand and cellulose pulp; and (B) methylcellulose, acrylic emulsion and cellulose pulp. (A) was applied on the side of the rock for large gaps in order to shorten the distance between the rendering and the rock, and (B) was used directly for narrow gaps or between (A) and the rendering. Grouts were not spread on the surface but coloured with pigments similar to the surrounding wall and applied in points. Both grouts succeeded well in adhering the mural paintings on the rock. Furthermore, they have the advantages of being light weight and reversible/retreatable, owing to the cellulose pulp.

The treated areas were observed 4 months later, and their adherence showed good results. However, the slight shrinkage and detachment of grout (B) as well as the general restoration plan for future need to be considered.

