

〔報告〕 バーミヤーン仏教壁画の保存修復（3） —I窟およびN(a)窟における保存修復—

初井 基充*・谷口 陽子・大竹 秀実**

1. はじめに

文化財研究所とアフガニスタン情報文化省は、「ユネスコ文化遺産保存日本信託基金」による文化遺産保護事業の一環として、バーミヤーン遺跡の石窟内に残る壁画の保存修復事業を行っている。2002年から2005年まで3年間にわたり、壁画の状態調査、壁画が崩落する恐れのある箇所などへの応急処置が実施されたが、それに引き続き、2006年からはパイロット・プロジェクトとして、I窟およびN(a)窟において壁画の保存修復処置を実施している¹⁾⁵⁾。

2007年はアフガニスタン国内の治安情勢が悪化したことから、ミッションは一度のみしか派遣されなかった。第8次ミッションは6月25日から7月8日にかけて実施され、これまでのパイロット・プロジェクトの作業をさらに進めた。I窟右繞道（うにょうどう）では、土とスサからなる下塗り層から剥落するおそれのあった壁画の補強処置を行った。また、坐仏龕前面の崖に走る大きな亀裂には、雨水や雪解け水が浸入するおそれがあったため、排水溝を設置した。一方、N(a)窟において、後世に塗られた壁土や黒色付着物の洗浄のための前段階として、I窟と同様の補強処置を施した。また、一部については上塗りされた壁土の機械的な除去を継続した。I窟とN(a)窟におけるパイロット・プロジェクトのこれまでの成果については、前稿⁵⁾を参照されたい。

第8次ミッションの保存修復処置は、日本とイタリアの専門家およびアフガニスタンのカーブル国立博物館の修復専門家による合同チームにより実施され、この共同作業を通じて、アフガニスタン人専門家への技術移転もあわせて行った。

2. I窟における壁画保存修復処置

2-1. I窟の修復方針と材料

I窟は、第7次ミッションにおいて、坐仏龕と右繞道東・西通路入口付近の壁画についてグラウティングおよびエッジングを完了し、天井など土壁の崩落の危険のある箇所を岩盤に接着するとともに、彩色には剥落止めを施している⁵⁾。今年度の第8次ミッションでは、残る右繞道北通路の壁画についてグラウティングおよびエッジングを実施した（写真1）。

壁画の崩落を予防するため、壁画の土製下塗り層と岩体が乖離してできた空隙へのグラウティング（モルタル注入接着）と、脆弱な壁画のエッジング（亀裂や周辺の剥落によってできた壁画周縁の断面をモルタルで覆う処置）を実施した。

グラウティングとエッジングのために使用したモルタルは、前回の作業で得られた知見を応用しながら、右繞道の壁画の状態や露出した岩体の色と、強度や流動性といった作業性の良さなどに

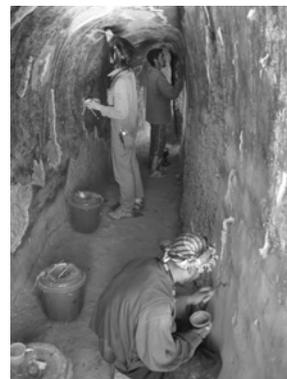


写真1 I窟右繞道でのエッジング作業

応じて5種類を作成した(表1)。これらのモルタルは、崩落の危険がある壁画を固定するために十分な接着強度があるが、将来的に必要であればメスなどを用いて容易に除去することができる。モルタルの色は壁画や背面の岩と違和感のない色調であるが、しかし明らかにオリジナルの材料とは異なることが判別できるようにした。モルタル表面は、混和した砂粒子によって自然に近い粗い仕上がりとなるようにし、周辺との調和がとれるようにした。また、壁画本体にかかる負担を減らすため、モルタルは、極力軽量で乾燥時に収縮が少ないものを目指して調合した。モルタルの膠着力は、主にアクリルエマルジョンから得られるものであり、そこへ収縮が生じない程度に、極めて僅かな分量のメチルセルロースを添加することで、モルタルのもちや流動性など、作業性を向上することができた。

表1 使用したモルタル一覧

モルタル番号	用途	構成成分(体積比)	樹脂(註)	特徴
1	エッジング [N(a)窟]	軽石粉4:鹿沼土4:焼成レンガ粉1:メチルセルロース(MW86,000)<0.1+ボーンブラック	AC2235 25%	収縮が少なく軽量。灰茶色。
2	グラウティング, エッジング [I窟]	軽石粉4:鹿沼土4:焼成レンガ粉1:メチルセルロース(MW86,000)<0.2	AC2235 25%	収縮が少なく軽量。黄灰色。
3	間隙の充填 [N(a)窟, I窟岩体亀裂部]	フェノールマイクロバルーン5:メチルセルロース(MW86,000)<0.1	AC2235 50%	極めて軽量。注射器で圧力をかけると流動性がある。黄茶色。
4	排水溝と岩塊間の 間隙の充填 [I窟]	黄色土(パーミヤーン崖堆積物)3.5:焼石膏1		茶灰色。
5	庇 [I窟]	鹿沼土2:珪藻土1:焼成レンガ粉1:フェノールマイクロバルーン2:メチルセルロース(MW86,000)<0.1	AC2235 25%	堅牢で粒子が細かく、岩体と類似した茶褐色の色調。

註:アクリルエマルジョン(プライマルAC2235®:樹脂分約50%)の水溶液

なお、右繞道北通路の壁画の周縁部は、すでに第7次ミッションにおいて、15%のアクリルエマルジョンE330Sエタノール分散液により予備強化処理を施している。今回は、周縁部の砂塵を取り除いた後に、モルタル番号2を使用してエッジング作業を行った。

盗取の際の切り取り痕などの人為的な破壊の痕跡については、上記のようなグラウティングとエッジング作業により、周辺の壁画の劣化が進行しないよう充分保護した上で、取替えて、痕跡が目に見えるような状態で保存することとした。特に右繞道内の切り取りを意図した刃物の傷などは、全く埋めてしまわずに、傷の形状をそのまま残すように処置を施した。

第8次ミッションでは、壁画のグラウティングとエッジングの作業にとどまらず、石窟外部からの水の浸入をできるだけくいとめる作業を行った。すなわち、

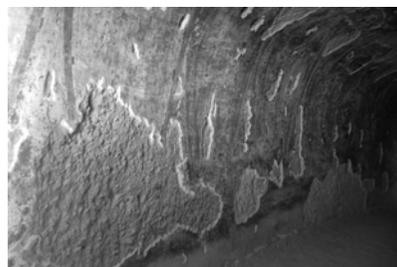


写真2 I窟右繞道 エッジング処置後

坐仏龕南面上方東側の崖から、雨水や雪解け水による泥水が流れ込む状況が観察されたため(写真3)、泥水が龕内に入り込まないように、坐仏龕南面上方東側に庇を作った。庇は、まずドリルを用いて岩に数箇所穿孔し、そこにアクリルエマルジョン(プライマルAC2235[®])でコーティングした5cm程度の木製の棒を心材として挿入し、ガーゼを巻きつけながらその上にモルタル(モルタル番号5)を用いて張り出した庇の形を成形した(写真4)。庇は崖の岩体に類似した色調とし、幅3cm、長さ1m程度、高さ5cm程度とした。庇の周辺部の岩が脆弱化している箇所については、アクリルエマルジョン(プライマルAC2235[®])25%水溶液を刷毛塗りし、軟らかく軽量のモルタル(モルタル番号3)でグラウティングを行い補強した。



写真3 I窟坐仏龕に流れ込む泥水



写真4 モルタル製の庇

バーミヤーン遺跡は、概して、塩類風化の被害が殆ど見られない遺跡であるが、崖の中腹部に開鑿されたI窟には、明らかな塩類の析出は観察されていない。また、岩壁からの滲水についても観察されていない。雨水や雪解け水など石窟外部からの浸水が見られるところでも、塩類による二次的な被害が見られないため、不透水性の皮膜を生じるアクリルエマルジョンをグラウト材あるいはエッジング材として使用しても問題は生じにくく、むしろ液水に触れる場合には疎水性をもつモルタルのほうが長期的な保存の点から効果が高いと判断した。

なお、処置を行った後には、どの部位に、どのような処置が施されたのかを明確にすることを目的として、記録写真を撮影するとともに、壁画の状態図の上に透明ポリエステルシートを重ね、そこへ油性マーカーで処置を実施した箇所を記録している。

2-2. 坐仏龕前面の亀裂部分の排水溝設置作業

崖から少し離れてI窟を見ると、坐仏龕の前面の岩が大きく削げ落ちるように割れた大規模な亀裂が存在することが分かる(写真5)。この亀裂は坐仏龕開口部付近の床を東西に横断し、さらに西側の崖内に穿たれたI窟へ到達するためのトンネルを貫通している。この亀裂から雪解け水が流入することによって、坐仏龕の床とトンネルもろとも、崖の一部が広い範囲で崩落することが懸念された。亀裂の水分変動や、石窟内の温湿度環境などは、2005年より継続的に観測している⁹⁾。

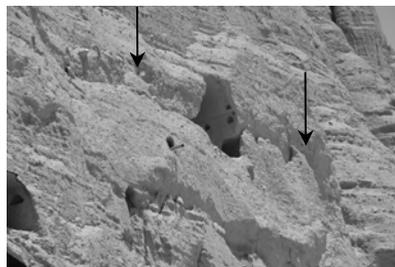


写真5 I窟坐仏龕前面の大規模な亀裂

シルト層を含む礫岩から成るバーミヤーンの崖は、降雪による凍結融解の繰り返しにより亀裂を生じる。さらに雪解け水がその亀裂から流れ込み、シルトを浸食し、岩盤を脆弱化させる。

この一連の繰り返しは、パーミヤーンの崖における大規模な崩落の原因と考えられる。1970年代に、インド考古局を中心としたインド・アフガン隊により行われた東西大仏および大仏龕の修復において排水溝が設置されたが、これは雪解け水による大仏龕の浸食を防ぐのに、現在も大きな役割を果たしている⁴⁾。

石窟の安定性、亀裂の状態、水の流入に関する調査と評価の結果⁸⁾、I窟坐仏龕前面の亀裂部分にも水の流入を防ぐための排水溝を設置することが提案され、トンネル内床上の亀裂の上に、亜鉛板と塩ビパイプによる排水溝を設置した(写真6)。亀裂から浸入した雪解け水は、このトンネル内の排水溝で受け止められ、崖外に排出される。

まず、土台として、比較的軽量の泥レンガを積み、家屋の壁材などに使用される藁スサを混入した練り土(カーゲル)を使って固め、水が流れやすいように高さの調整を行ったのち、亜鉛板を木製の杭で固定した。亀裂の南面をなす崩落の危険のある岩塊と排水溝の間は、粘土モルタル(モルタル番号4)で埋め、アクリルエマルジョンで練ったモルタルで接着をした。

坐仏龕前面の亀裂は、ビニールシートと藁スサを含んだ練り土により一時的に覆い、亀裂に水が浸入しないように傾斜をつけ、排水できるようにした。



写真6 トンネル内に設けられた排水溝

2-3. 結果

非常に乾燥した環境下で土壁を補強する作業は、材料の選択や適用の面で非常に複雑であったが、第8次ミッションにおいてI窟に残存する全ての壁画の補強作業は成功裏に終了することができた。今後は、処置後の経過を観察し、処置方法や使用した材料などを評価していく必要がある。

3. N(a)窟の壁画保存修復事業

3-1. N(a)窟の修復方針と材料

N(a)窟において必要とされる主な保存修復処置は、黒色物質の洗浄である。2006年に実施された第6次、第7次ミッションですでに洗浄を開始しており、天井の中心部と、北壁の上部はすでに洗浄作業を完了した。N(a)窟における洗浄は2つの工程で構成され、まず、メスなどで付着物を物理的に除去する「機械的洗浄」を行い、その後、溶剤で付着物を溶解させて除去する「化学的洗浄」である^{5,7)}。

第8次ミッションでは、N(a)窟の壁画の機械的、化学的洗浄を安全に行うために、崩落するおそれのある壁画の周辺部や亀裂について、I窟と同様のグラウティングおよびエッジング処置を実施した(写真7)。補強処置に使用した材料や方法は、I窟の補強処理の際のものに準じるが、モルタルの色調については、N(a)窟の広範囲に壁画が崩落した箇所は、岩体の赤色シルト層が露出しており、スス状黒色物質の付着によりで全体的に暗色化していることから、I窟で使用したモルタルに黒色顔料(ボーンブラック)を添加して、やや暗色に調整した(モルタル番号1)。

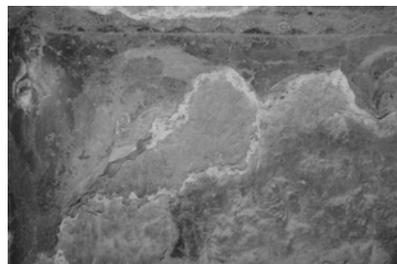


写真7 N(a)窟 エッジング処置後

3-2. 機械的洗浄

N(a)窟の壁画は、ほぼ全面にわたって後世に上塗りされた薄い壁土で覆われているが、第8次ミッションでは、これまでに終えられなかった南、東、西壁の下部について、この壁土層の機械的洗浄を継続して実施した。各壁下部に僅かに残る彩色の状態は極めて悪く、すでに粉状化し、かろうじて壁面に乗っている状態である（写真8）。この彩色層を覆っている壁土を除去する際には、壁土とともに彩色の薄片を落下させないよう、細心の注意を要した。

洗浄に使用した材料、方法については、第7次ミッションのものに準じた。修復用の特殊なスポンジを使用して、上塗りされた壁土を僅かに湿らせてから、替え刃式型メスや竹串の先などを用いて慎重に除去した。彩色層および下地層が剥落するおそれのある箇所には、5%アクリルエマルジョン（プライマルE330S®）エタノール分散液を使用し、接着した。



写真8 N(a)窟 薄い壁土の下から現れた細かいうろこ状に亀裂を生じた絵具層

3-3. 結果

N(a)窟における黒色物質の洗浄には、慎重かつ長時間の作業を要する。第8次ミッションで行ったグラウティングとエッジングにより、今後に行うスス状黒色物質の洗浄が、より安全に、かつより効率的に実施されることが期待される。そして、人為的に切り取られ下塗り層が露出した壁画の断面は、今回の処置により保護され安全に壁面に固定された。

また、機械的洗浄によって、これまで上塗りされた壁土層の下に隠されており、観察することが不可能であった壁画の一部の図像が明らかになった（写真9）。



写真9 後世の壁土の下から現れた図像

4. おわりに

バーミヤーンの壁画は、千数百年の間に過酷な自然環境の中で大きく劣化し、色材の変色や退色も年月とともに進行している。さらに残念なことに、後世の人為的破壊活動によって壁画の大部分が失われてしまい、僅かに残っている壁画も何らかの損傷を受けている。しかも壁画の劣化や損傷は現在も進行している。

バーミヤーンの壁画が現在抱えている保存修復に関わる典型的な問題として、以下のような点が挙げられる。

- ・雪解け水による凍結融解やシルト層の流出による崖の崩壊
- ・壁画に上塗りされた後世の壁土
- ・人々が石窟を住居にして生活していた際の、煮炊きの煙によるスス状黒色物質による汚れ
- ・宗教的な理由からの破壊
- ・違法な売買目的による壁画片の切り取り、盗取
- ・壁画片の切り取りや銃創の周囲に広がる、下塗り層からの乖離
- ・岩盤から下塗り層が乖離することによる壁画の剥落

・コウモリや鳥の排泄物

I窟およびN(a)窟はこれらの問題をすべて内包している。この2つの石窟を扱う本パイロット・プロジェクトは、他の石窟壁画の保存処置にも適用可能な方法論を確立し得るものであり、今後長期にわたり続けられるバーミヤーン遺跡保存修復事業と将来的なアフガニスタン人自身による保存修復作業にとって大変有効な基盤となるであろう。

参考文献

- 1) Taniguchi Y., Aoki, S.: Conservation Proposal (Chapter 6-2), pp76-90, Protecting the World Heritage Site of Bamiyan: Key Issues for the Establishment of a Comprehensive Management Plan 2004, JCICC, NRICP, Japan (2005)
- 2) 大竹秀実, 谷口陽子, 宇野朋子: パーミヤーン石窟の保存－状態調査と保存の問題－, 第28回大会研究発表要旨集, 文化財保存修復学会, pp262-263 (2006)
- 3) 大竹秀実, 谷口陽子, 青木繁夫: パ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－, 保存科学, No.45, pp17-24 (2006)
- 4) 宇野朋子, 大竹秀実: パーミヤーン仏教壁画の保存修復の現状, 佛教藝術, No.289, pp49-63 (2006)
- 5) 大竹秀実, 谷口陽子, 青木繁夫: パーミヤーン仏教壁画の保存修復(2)－I窟およびN(a)窟における保存修復－, 保存科学, No.46, pp189-200 (2007)
- 6) 宇野朋子, 谷口陽子, 青木繁夫: パーミヤーン遺跡における環境調査(2)－石窟内環境と保存対策－, 保存科学, No.46, pp171-180 (2007)
- 7) エミリー シェクーン, 大竹秀実, 谷口陽子: 壁画表面の黒色物質の洗浄－パーミヤーンN(a)窟の事例－, 保存科学, No.46, pp181-187 (2007)
- 8) アフガニスタン情報文化省, 独立行政法人国立文化財機構 東京文化財研究所・奈良文化財研究所: パーミヤーン遺跡保存のための崖崩壊予測に関する研究, アフガニスタン文化遺産調査資料集概報第3巻 パーミヤーン遺跡保存事業概報－2007年度(第8次ミッション)－, (2008年出版予定)

キーワード: パーミヤーン (Bamiyan) ; 壁画 (mural paintings) ; グラウティング (grouting) ; エッジング (edging) ; モルタル (mortar)

Conservation and Restoration of the Buddhist Mural Paintings in Bamiyan (III): Conservation Treatment at Caves I and N(a) in 2007

Motomitsu MOMII*, Yoko TANIGUCHI and Hidemi OTAKE**

The National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo has been conducting conservation activities to protect intact portions of the mural paintings in the Bamiyan caves in the framework of the “Preservation of the Bamiyan Site” funded by the UNESCO/Japanese Funds-in-Trust.

In the eighth mission of June-July 2007, conservation intervention at Cave N(a) continued as a pilot project of the third phase of the project: mechanical cleaning of the later additional plaster layer on top of the painting using tools such as scalpels, consolidation of paint layers, and grouting of detached areas prior to forthcoming cleaning campaigns. In this season, conservation intervention at Cave I was also carried out and completed. Cave I is widely opened to outside, and some areas of the mural painting were detached from the rendering layer. Seven types of mortar for grouting and edging were prepared for each objective in the area to be treated, changing the ratio of the ingredients: pumice powder, yellow clay, yellow loam, diatomaceous earth, burnt brick powder, microballoons and methylcellulose with addition of acrylic emulsion, Primal AC2235®. Reinforcement of the mural paintings and installation of a drainage system at Cave I have been successfully completed.

