

〔報告〕 タジキスタン国立古代博物館が所蔵する フルブック都城址出土壁画断片の保存修復

杉原 朱美・藤澤 明・島津 美子*・増田 久美*²・山内 和也

1. はじめに

本稿は、タジキスタン国立古代博物館に所蔵されているフルブック都城址から出土した壁画断片について、これまでに実施した一連の保存修復処置の報告である。

フルブック都城址は、タジキスタン共和国の南東部に位置する9～13世紀初めの初期イスラーム時代の遺跡であり（図1）、壁画は11～12世紀頃に描かれたものと推定されている¹⁾。この時期に描かれた壁画の類例はきわめて少なく、中央アジア全体をみても、ウズベキスタンのサマルカンド¹⁾、あるいはアフガニスタンのラシュカリ・バザール^{1,2)}等で出土しているだけである。それゆえ、本資料は、タジキスタン共和国における貴重な文化遺産のひとつであり、当該地域における初期イスラーム時代の学術資料としてもきわめて重要である。

今回、保存修復対象とした壁画断片群は、収納箱から取り出すことも困難なほど構造が著しく脆弱化しており、また、そのままでは大小無数に生じている亀裂により壁画断片がさらに小片化する恐れがあった。加えて、彩色表面は付着物が多く、亀裂と付着物により図像がほとんど見えない状態であった（図2）。東京文化財研究所では、本資料の保存と活用のため、展示可能な状態にすることを目指して、2009年度より保存修復の方法を検討し、タジキスタン国立古代博物館において壁画断片を安定化させるための処置を行ってきた。



図1 フルブック遺跡の位置

*国立歴史民俗博物館

*²絵画修復家



図2 保存修復処置前の壁画断片の状態
壁画は割れて小片化し、彩色層表面にはレス土が堆積している状態

2. フルブック都城址出土の壁画断片

2-1. 由来

第二次世界大戦後、ソヴィエト連邦は中央アジアの各地に発掘調査団を派遣し、重要な遺跡において組織的な発掘調査を開始した。その一環として、タジキスタンの南東部、クリャブ (Kulyob) 市、クルボンシャヒ (Qubonshahid) 村に位置するフルブック遺跡は、1957年から1986年まではE. グリャモワ (Gulyamova)¹⁾、1992年からはJu.A. ヤクボフ (Jakubov) によって発掘が行われた。1978年に城砦内で男性を表す壁画断片 (35×50 cm) が発見され、1984年に、今回保存修復の対象とした楽人を描いた壁画断片が発見された。後者の壁画は、画面上部に植物文様とアラビア文字 (クーフィー体) が意匠化された文様、下部は弦楽器を演奏する2人の楽士が描かれており、出土時に線画³⁾と復元想定図⁴⁾ (図3) が発表されている。断片の状態から、取り上げ後に部分的に保存修復処置が行われていることが明らかであるが、取り上げや処置の方法についての詳細は分かっていない。

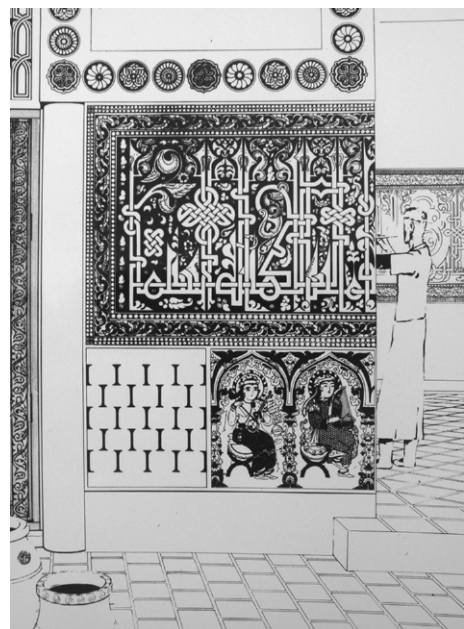


図3 復元想定図 (フルブック博物館所蔵)

2-2. 構造と状態

保存修復対象としたのは、1984年に発見された壁画断片群である。これらの断片は、本来、幅約1m、高さ約2mの壁面に描かれていた壁画の一部である。断片によっては、単一平面ではなく稜線を介して2面にわたって彩色が施されている。壁画の復元想定図によれば、この壁画断片は壁の角の部分であったものと考えられる。側面側と推定される部分の壁画は、どれも2cm弱しか残ってないが、図像が連続していることが確認できる。また、壁画断片は全体として、5割を超える壁画面に相当することが分かっており、小断片を除けば、ほとんどの断片はその位置関係を明らかにすることが可能である。

壁画は日干しレンガで造られた構造物の壁面に描かれた。日干しレンガ上に施工された土壁は、黄土 (Loess, 以下, レス土) と呼ばれる粒子の細かい土 (シルト) を原料とする。そしてこの上に石膏の下塗り層、下地層があり、彩色が施されている (図4)。壁画断片の厚さは断片によりさまざまであるが、発掘時にレス土の土壁部分はほとんど削り取られているため、数mmから15

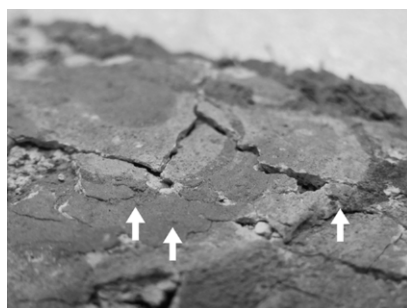
mm程度と非常に薄い。また、下塗りの石膏も経年劣化により多孔質化しており、きわめて脆く、全体に細かく亀裂が入り、割れて小片になっている状態である。比較的大きな断片群は、おそらく取り上げ時に処置されたと考えられるガーゼによる裏打ちがなされている。この裏打ちにより、多くの小片は散乱を免れていたが、ガーゼから外れて移動している小片もある。また、図像の連続性から判断して、小片が異なる位置に固定されている断片もみられる。このほか、処置の有無が不明確な数～十数cm角程度の大きさの小断片や、長辺が20cm程度で過去に強化および接合処置が施されたものが確認される。

強化処置が行われた断片を除いて、彩色層では、膠着材の接着力が既に失われており、絵具が粉状化して剥落しやすい状態にある。さらに、壁画断片の表面に埋蔵時に付着したレス土が残存しており、さらに全体に細かな起伏が生じている (図5)。強化処置が行われた断片群は、過剰な強化材の含浸のために光沢があるもの、強化材が暗黄色化して図像が見えにくくなっているものがある。

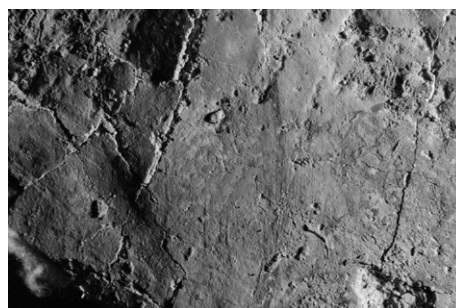
保存修復処置の対象とした断片は、小片化し元の位置が不明な壁画断片を除いた、比較的大きな断片群17点とした。ガーゼの裏打ちが施され、長辺が20cmを超える壁画断片10点、20cm未

日 干 し レ ン ガ	土 壁 層	白 色 下 塗 り 層	下 地 層	彩 色 層
----------------------------	-------------	----------------------------	-------------	-------------

図4 フルブック都城址にみられる壁画の構造



(a) 彩色表面の亀裂と付着したレス土



(b) 起伏のある壁画断片の表面 (斜光撮影)

図5 処置前の彩色表面の状態

満の壁画断片 7 点である。

3．保存修復処置

3－1．保存修復の方針

保存修復処置では、脆弱化した壁画断片の構造や彩色を安定化させ、安全に展示公開できる状態にすることを目指す。特に、これらの壁画断片は取り上げ時に土壁部分が取り除かれたため非常に薄いこと、また下塗りの石膏層が多孔質化していることが構造上の問題点であり、断片の移動や展示ができる状態にすることを目標とした。また、処置による壁画断片の構造変化が元となり急激な劣化や損傷が生じないように処置方法を検討する。展示に際しては、見学者が図像を理解できるように、断片の接合、小片の再固定により壁画の図像をできるかぎり元の状態に近づけ、彩色層表面の汚れを除去することとする。さらに、図像全体が鑑賞しやすい状態にするため、表面の欠損箇所は充填し、周辺の彩色と調和するような補彩を行う。一連の処置では、資料が有する製作に関する情報、使用や埋蔵環境などに由来するさまざまな情報もできるだけ残すような処置を検討し、必要時に再処置が行えるよう考慮する。

3－2．クリーニング・彩色層の強化処置

3－2－1．一時的な強化処置方法の検討

彩色層は著しく脆弱化していたため、クリーニングにより彩色層表面に損傷を与えないように、あらかじめ彩色層の強化を行うこととした。この際、彩色層はクリーニング作業で損傷することのない程度に強化され、汚れやレス土などの表面の付着物は除去できるような一時的な強化処置が求められた。

強化材として、フノリ（久平、和がみ舎製）と牛膠（Kremer Pigmente 製）を検討した。また、彩色層に直接触れずに強化する方法として、ポリエステル不織布（Hollytex 3257, Lascaux 製）の上から強化材を塗布する方法、超音波アトマイザー（超音波アロマディフューザー、Heavenly Scent 製）あるいは倉又式噴霧器で強化材を噴霧する方法を検討した（表 1）。

検討した材料の中では、フノリのみが、低濃度の水溶液において倉又式噴霧器による噴霧が可能であり、彩色層を一時的に強化できる程度の接着性を有していた。強化材として用いたフノリは、あらかじめ乾燥フノリから粘着成分を抽出し乾燥させており、これを 0.2 wt% の水溶液に調製した。また、表面張力の低下による濡れ性の向上のために⁵⁾イソプロピルアルコールを 2 wt% 添加し、倉又式噴霧器を用いて強化を行うこととした。

表 1 彩色層の一時的な強化処置における、強化材の検討と塗布方法の検討

強化材	ポリエステル不織布	超音波アトマイザー	倉又式噴霧器
フノリ 1 wt% 水溶液	粉状化の著しい部分 は、不織布に顔料が付 着する	水蒸気を作らない	水滴を作り霧状に噴 霧するのが困難
フノリ 0.2 wt% 水溶液			均一な噴霧可能
牛膠 1 wt% 水溶液			水滴を作り霧状に噴 霧するのが困難
牛膠 0.2 wt% 水溶液			

3-2-2. クリーニングと彩色層の強化処置

はじめに彩色層全体を一時的に強化するため、フノリ水溶液を噴霧し、表面が乾燥した段階で再度噴霧する工程を3回繰り返した。

処置後に彩色層の状態を観察したところ、表面に厚くレス土が付着している部分では、フノリ水溶液が浸透せず、強化が不十分であった。そこで、厚く付着したレス土を彩色層に影響がない範囲で柔らかい筆を用いて除去した。その後、フノリ水溶液をさらに噴霧して強化を行った。ただし、青色の彩色部分は特に脆弱であったため、この部分のレス土の除去は行わなかった。

続いて、クリーニングは、柔らかい筆、またはエタノールを含ませた綿棒を用いて、慎重に表面の付着物を除去した。黄色化した過去の修復材料は、アセトンを含ませた綿棒にて除去が可能であった。本資料は複数の壁画断片から構成されているため、各壁画断片のクリーニングの程度に差異がでないよう注意した。

クリーニング作業中、脆弱な彩色部分の強化処置を並行して行った。青色の彩色は特に脆弱化が著しいことから、繰り返し筆を用いてフノリ水溶液を塗布し強化を行った。このように彩色が粉状化している部分では、強化を繰り返すことで十分な強化効果が得られた。

クリーニング後、彩色層を強化するためにフノリ水溶液による強化材を塗布した。強化の工程に合わせ(表2)、フノリ水溶液(イソプロピルアルコール2 wt%添加)にチョウザメ膠水溶液(イソプロピルアルコール2 wt%添加)を添加し、十分な強化を目指した。

表2 彩色層における強化材の用途と配合比

用途	強化材 (混合比)		強化方法
	フノリ 1 wt%水溶液	チョウザメ膠 3 wt%水溶液	
全体的な強化	1 容量	(なし)	柔らかい丸筆による塗布
層間剥離が生じていた部分の接着	1 容量	1 容量	先の細い丸筆で差し入れて接着
壁画断片全体の強化・補強処置(本文3-5参照)後の強化処理	2 容量	1 容量	柔らかい平筆による塗布

フノリ、チョウザメ膠水溶液にはそれぞれイソプロピルアルコール2 wt%を添加

3-3. 小片の接合と充填

3-3-1. 接合・充填材の検討

小片の接合面は、土壁層や下塗りの部分的な欠損により隙間が生じており、接着面が小さくなっていた。小片どうしの接合処置では、この隙間を埋める充填を兼ね備えた処置が必要であった。また下塗り層の石膏となじみがよく、多孔質化した下塗り層の強化ができることも考慮して、半水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)を用いた接合・充填材を検討した。

接合・充填材の軽量化のため、半水石膏にそれぞれ25vol%, 30vol%, 40vol%, 45vol%のガラスマイクロバルーン(ガラスバブルズ, 3M 製)を加え水和反応により固化させた。ガラスマイクロバルーンを45vol%加えたものは脆すぎたが、40vol%を添加したものでは、強度的に脆弱化した石膏層に負荷をかけることなく接合ができ、また最大限に軽量化ができると判断した。また、ガラスマイクロバルーンを均一に分散させるために、ヒドロキシプロピルセルロース(セ

ルニーM, 日本曹達製) 3 wt%エタノール溶液を適量混合することにした。この接合・充填材は必要に応じてメス等で削り取ることが可能である。

3-3-2. 接合・充填の工程

小片の厚さは各々異なるため、軽量紙粘土(天使のねんど, 中部電磁器工業製)を使用して、彩色層表面の位置が合うように高さを調整し、小片の接合位置を一時的に固定した。

接合時に、接合・充填材の彩色層への付着が懸念されたため、シクロドデカン(東京化成工業)飽和ヘキサン溶液を接合部周辺の彩色層に塗布した。彩色層表面に析出したシクロドデカンは、塗布直後は物理的に表面を保護するが、その後、常温常圧下で昇華するため、除去の必要がない。

表面保護ののち、まず、エタノールを加えて適当な粘度に調製した接合・充填材を注射器で接合面に注入する。エタノールの揮発後に、余分な接合・充填材を筆などで払って除去したのち、注射器で少量のイオン交換水を注入する(図6)。半水石膏は、水を加えると短時間で固化するため、最初から接合・充填材に水を加えると作業時間が限られてしまう。ここでは、半水石膏がエタノールとは反応せず、水と反応して固化する性質を利用することで、充分な作業時間を確保することが可能となった。この一連の充填作業はシクロドデカンの昇華前に完了させる必要があったため、小範囲ごとに処置を行った。処置を行う際は、先に塗布したシクロドデカンの成膜が昇華し減り始めたら、再度塗布し表面の保護に努めた。

接着に供せる面積が小さい場合、アクリル樹脂(パラロイド B72, Rohm and Haas 製, 以下、パラロイド B72)の30wt%アセトン溶液を接合部分に注射器で滴下し、点接合した。



(a) 注射器による接合・充填材の注入(濡れ色部分はシクロドデカンにより彩色層表面が保護されている部分)



(b) 半水石膏を硬化させるため、イオン交換水を注射器により注入する(余分な接合・充填材はあらかじめ除去済み)

図6 小片の接合

3-4. 壁画断片の裏面の強化

3-4-1. 土壁層・下塗り層の強化方法の検討

壁画断片はおもに下塗りの石膏層と下地層、そして彩色層により構成されているが、部分的に土壁層であるレス土も残っている。土壁層と下塗り層との接着性は保たれているが、土壁層と下塗り層はそれぞれ脆弱化しており、かつ、土壁層表面の粉状化により、そのままでは裏打ちの接着が困難な状態であったことから、土壁層と下塗り層の強化処置を検討した。

土壁層をなすレス土の主成分がシリカや長石であることを踏まえ、ケイ酸を成分とする強化材として、水ガラス(Syton X 30, Kremer Pigmente 製)およびエチルシリケート(SILRES

表3 土壁層と下塗り層に用いる強化材の検討、材料とその評価

強化材	評価
水ガラス	土壁層への浸透が悪い
エチルシリケート	硬化反応に2週間以上を要する
アクリルエマルジョン2.5wt%溶液 (イオン交換水：エタノール＝1：1、容積比)	浸透に時間がかかり、その間に粉状化したレス土が表面で凝集する
ゼラチン2 wt%水溶液 (イソプロピルアルコール2 wt%添加)	浸透に優れ、乾燥時間は1日程度と短い

BS OH 100, Wacker Chemie AG 製)の使用を検討した。このほか、土壁層の強化処置に用いられたことのあるアクリルエマルジョン(プライマル E330S, Rohm and Haas 製, 以下、プライマル E330S)^{7,8,9)}とゼラチン^{10,11)}(technical gelatin powder, Kremer Pigmente 製)を強化材とした強化処置を試みた(表3)。強化処置の効果は、現場で簡易に行うことができるスコッチテープテストにより評価した¹²⁾。その結果、ゼラチン水溶液の方がレス土の粉末化を効果的に強化していた。以上の結果から、壁画断片裏面の強化処置には、ゼラチン水溶液を用いることとした。

3-4-2. 裏打ち用三軸織物の準備

裏打ちには、断片裏面の起伏に沿いやすい柔軟なレーヨン製三軸織物(SK301, サカセ・アドテック製)を用いた^{7,13)}。三軸織物は、パラロイド B72 (30wt%アセトン溶液で塗布)をあらかじめ含浸させておく。壁画裏面の通気性を確保するため、三軸織物にパラロイド B72を含浸させる際にフィルム状にせず、三軸織物の網目を残すように含浸量を調整した。この方法により、パラロイド B72を断片に過剰に浸透させることなく裏打ちを行うことが可能である。

3-4-3. 裏面の強化処置の工程

壁画断片の裏面の処置に先立ち、レーヨン紙(12g/m², 五十川製)による表打ちを行った。まず、1cm幅の帯状に裁断したレーヨン紙を接合面に対して垂直方向に渡すように接着し、その後、全面を1枚のレーヨン紙で覆った。接着は、ヒドロキシプロピルセルロース3wt%エタノール溶液を用い、レーヨン紙の上から筆で塗布した。長辺が20cmを超える大きめの壁画断片のうち3点については、機械漉き楮紙(未晒, 42g/m², 阿波手漉和紙商工業協同組合製)を用い、1層目と同じ方法により2層目の表打ちを行った。

裏面に接着されていたガーゼによる裏打ちは、アセトンを用いて接着剤を緩め除去した。下塗りの石膏層、および、接合部分を裏面から補強する目的で、3-3と同様の半水石膏を用いた接合・充填材による補強処置を行った。

土壁層や下塗り層が脆弱化している部分は、筆を用いてゼラチン2wt%水溶液(イソプロピルアルコール2wt%添加)を全体的に塗布した。土壁層の厚さや脆弱化の度合いに応じて塗布量や回数を調節した。

全面を裏打ちする前に、小片間の欠損部や接合部分など、構造的に弱い部分を1cm幅に裁断した裏打ち用の三軸織物を接着して補強した(図7)。接着の際、含浸させたパラロイド B72を、メチルエチルケトンを用いて再溶解させて三軸織物を接着させた。

全面の裏打ちの際は、まず、裏打ち用の三軸織物をシリコーンラバーシートの上に置き、メチルエチルケトンを噴霧した。パラロイド B72が緩み、裏打ち用の三軸織物が柔らかくなったと

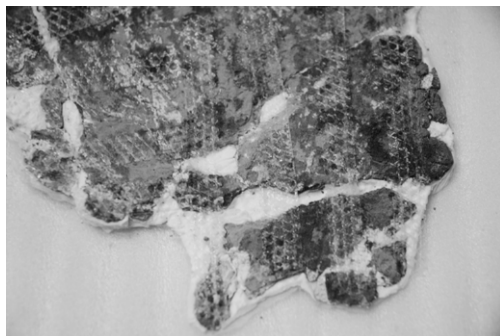


図7 小片間の欠損部の部分的な補強処置(レーヨン三軸織物には先にパラロイド B72を含浸させ、1 cm幅に切ったものを用いた)



図8 壁画断片裏面全面の裏打ち処置 (パラロイド B72を含浸させたレーヨン三軸織物を用いた)

ところで、三軸織物をシリコンラバーシートごと巻き取り、壁画断片の裏面に少しずつ広げながら接着した。部分的にメチルエチルケトンで筆で塗布しパラロイド B72を溶解させ、裏面の凹凸に沿わせながら接着した(図8)。全面に三軸織物を広げた後、シリコンラバーシートの上から、スポンジや硬めの筆、スパチュラなどで押さえて三軸織物を断片に密着させた。接着が不十分な箇所は、溶剤が揮発したのち、約60℃になるよう調節した電気コテで加温し接着を強化した。断片からはみ出した周辺部分の三軸織物は、断片の形状に合わせてメスで切り取った。

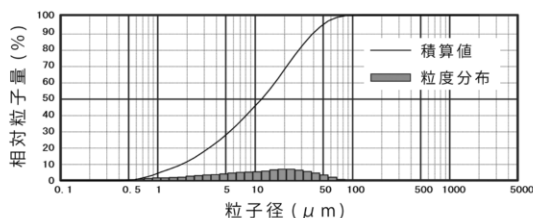
3-5. 疑似土による補強

3-5-1. 疑似土材料の検討

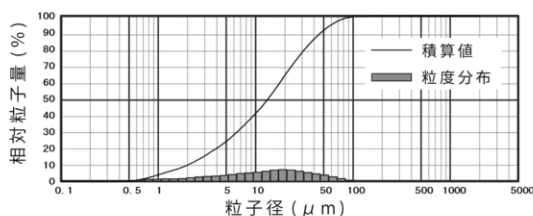
壁画断片は非常に薄い状態であるため、そのままでは壁画の構造を維持することがきわめて困難であり、さらなる小片化といった破損の恐れがあった。そこで、壁画断片の裏側に本来レス土の土壁があったことを考慮し、土壁を模したモルタル(以下、疑似土)による補強を行うこととした。また、この処置により、厚さが不均一である各断片の彩色層の表面位置を合わせ、壁画断片を安定した状態で移動、固定できる状態にすることを目指した。

疑似土に求められる要件として、壁画断片に負荷がかからない強度であり、重量が軽く、また再処置時に比較的容易に取り除けることを考慮した。

疑似土は、壁画が描かれていた土壁層に似た質感や物理的特性に近づけるために、フルブック遺跡周辺のレス土を使用した¹⁴⁾。このレス土の粒度分布を測定し、壁画断片に残っていた土壁の粒度分布(0.0003-0.2mm)と類似していることを確認した(図9)。



(a) 壁画断片の土壁層から採取したレス土の粒度分布



(b) フルブック遺跡周辺のレス土の粒度分布

図9 レス土の粒度分布測定結果

疑似土の重量を軽くするために、発泡ガラス(ポラヴェル, Kerneos 製, pH9-12, 以下, ポラヴェル)を加えることとした。ポラヴェルは建材の軽量化のために用いられるほか, 保存修復処置においては充填材の骨材として用いられた例がある¹⁵⁾。さまざまな種類の粒径から, 0.1-0.3mm (以下, ポラヴェルA), 0.25-0.5mm (以下, ポラヴェルB), 0.5-1.0mm (以下, ポラヴェルC), 1.0-2.0mm (以下, ポラヴェルD) の4種類を用意した。ポラヴェルDは粒径が大きく, 表面が粗くなってしまうため, この壁画断片の土壁層を模するためには不適切であると判断した。レス土とポラヴェルの粒子が密に接し, 粒子の分布が均一になるよう, ポラヴェルA~Cを1:1:1の容積比で混和することとした。

さらに, 乾燥時および乾燥後の亀裂の防止と強度の向上のため, スサを混合した。スサの長さは, 短すぎると効果が期待できず, 長すぎると繊維がもつれやすくなってしまうため, 5mm, 1cm, 2cmの3種を試して, 適切と判断された1cmに切ったものを用いることとした。

これらの混合物を固化させる際, レス土が有する凝集力を補助するための結合材を添加することとし, アクリルエマルジョン(プライマル AC2235, Rohm and Haas 製, 以下, プライマル AC2235), ウサギ膠(ホルベイン工業), アラビアガム(スーダン産, 新日本造形), ゼラチン(Kremer Pigmente 製)を用いて検討を行った。比較のため, 結合材を加えずイオン交換水のみを用いた試料も作製した。レス土, ポラヴェル, スサの混合物60ml に対し, 各結合材を14ml ずつ混ぜ, ディスポーザブルタイプの秤量皿(六角タイプ)内で乾燥させた。乾燥後, 表面観察とともに, 半分に切断した断面観察による評価を行った(表4)。アラビアガム以外の結合材においては, 粒子の分散が不均一な状態であった(図10)。アラビアガムを使用した場合に, もっとも粒子が均一に分散した。また, この疑似土をメスで削ってみたところ, 削りやすく除去も比較的容易であると判断された。以上の検討から, 結合材には, アラビアガムを用い, さらに, 細かな粒子の表面への浮き上がりを抑え, より均一に粒子を分散させるため, メチルセルロース(400cps, 和光純薬工業製)を添加することとした。メチルセルロースを添加する条件で, アラビアガムの濃度を再検討し, 3 wt%水溶液として用いることとした。

最終的に決定した疑似土の各材料の分量を表5に示す。ただし, 作業中に乾燥した場合は, 適時イオン交換水を加え, 粘度の調整を行った。

表4 疑似土に用いる結合材の検討

結合材	評価
アクリルエマルジョン 2.5wt%水溶液	レス土とボラヴェルがそれぞれに凝集し、粒子の分散が不均一
ウサギ膠 5 wt%水溶液	レス土とボラヴェルがそれぞれに凝集し、粒子の分散が不均一
アラビアガム 5 wt%水溶液	粒子が均一に分散する。メスで削ってみたところ、削りやすく除去も比較的容易である
ゼラチン 5 wt%水溶液	レス土とボラヴェルがそれぞれに凝集し、粒子の分散が不均一
イオン交換水	乾燥後に固化はするが、手で簡単に割ることができる程度の強度しかなく、擦るとレス土が崩れる。レス土粒子が凝集するだけでは、十分な強度が得られない。

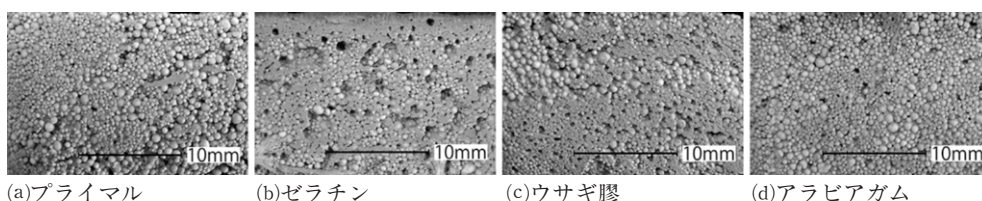


図10 異なる結合材の違いによる疑似土中の粒子の混合状態

表5 疑似土の各材料の分量

レス土	ボラヴェル			スサ	メチル セルロース	アラビア ガム	イオン交換水
	A	B	C				
555ml	400ml	400ml	400ml	2.4g	2.5g	10.5g	530ml

3-5-2. 疑似土の乾燥方法の検討

試験的に疑似土を塗った際、一度に壁画断片全体に疑似土を塗ると、乾燥により疑似土が収縮し、それにともない壁画断片がわずかに反ることが分かった。これは、疑似土の表面と壁画断片の裏面側で乾燥速度が異なり、その収縮率に差異が出るためと考えられる。

乾燥にともなう収縮の影響を軽減するため、疑似土を塗る工程を2回に分け、一度に疑似土を塗る面積を小さくする。1回目に疑似土を塗る際は、島状に盛り付ける。塗る位置については、壁画断片の亀裂をまたぐこと、壁画断片の形状から構造的に脆弱であると考えられる部分を補強すること、島状の疑似土の隙間が直線にならないことに留意した(図11)。これは、壁画断片の処置中に、壁画断片に亀裂が入りにくくするためである。2回目は、島状部分も含め全体を覆うように盛り付ける。上述したように、壁画断片の厚さは15mm以下であるので、疑似土で裏面全体を充分覆うことができる最小限の厚さとして、補強後の壁画断片の厚さは2cmとした。

また、乾燥時に通気性のない板上に壁画断片を設置すると、乾燥に時間がかかるだけでなく、疑似土表面からのみ水分が蒸発するため反りが生じやすくなる。乾燥途中で断片を反転させることも考えたが、水分を含んだ状態の壁画断片を動かすことは望ましくない。そこで、壁画断片を移動せずに、彩色層側からも水分が蒸発できるように、木枠にポリプロピレン製の網を張った作業台を作製した。壁画断片の自重により作業中に網が沈み込むことを避けるために、木枠と同じ厚みの角材を壁画断片の下に置き支えとした。

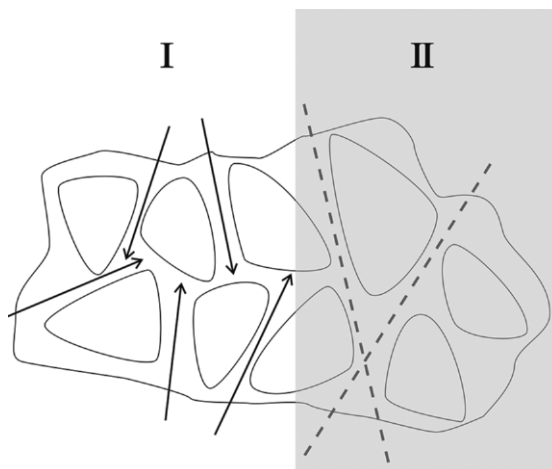


図11 擬似土を島状に塗る際の留意点
(I)隙間が直線にならない配置, (II)隙間が直線になる配置

3-5-3. 裏面の擬似土による補強の工程

各壁画断片の厚さがほぼ均一となるように擬似土を塗るため、レーザー光を照射し、彩色層表面から2cmの高さになるように切断したアクリルパイプ(φ8mm)を、断片裏面に立てて接着する。接着には、パラロイド B72-30wt%アセトン溶液を用いた。アクリルパイプの上端を目安に擬似土を塗ることで、壁画断片の厚さを2cmにそろえた。最も大きい壁画断片、約57×45cmについては、裏面に30個のアクリルパイプを取り付けた。

1回目の擬似土は、アクリルパイプ3本につき1つの割合で島状に複数箇所塗った(図12)。その最大の高さは、2回目の擬似土を塗る際に全面を覆うことができるよう、2cmより数mm低くした。島状の擬似土が十分に乾燥した後、2回目として残された部分を擬似土で埋め、全体を覆うようにさらに擬似土を塗った。擬似土は、壁画断片の縁からはみ出さないようにする。定期的に壁画断片の重量を測定し、重量変化がなくなった時点で、乾燥が終了したと判断した。

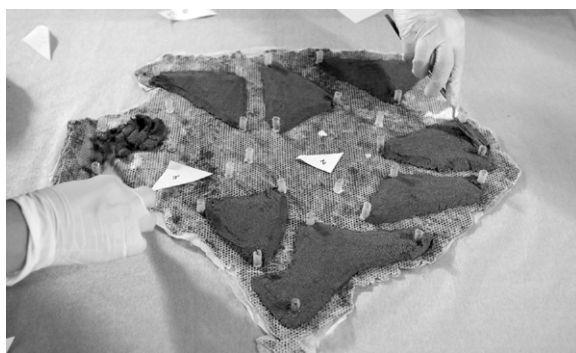


図12 1回目の擬似土を島状に塗る工程

3-6. 充填と補彩

3-6-1. 充填材と補彩の検討

表面の亀裂、彩色や下地層の欠損部分に用いる充填材は、半水石膏と軽石の粉末などを基本の材料とし、欠損部や亀裂の大きさにより2種類を使い分けることとした(表6)。欠損部や開

口部の広い亀裂には、適度な粘性のある充填材を用い、開口部が狭い亀裂は、粘性が小さい充填材を調製し、狭い亀裂に容易に充填することができるようにした。また、褐色を帯びた白色下地層に合うように色味を調製した。充填材にイエローオーカー、ローアンバー、バーントアンバーの3種の顔料（クサカベ製）を入れ、劣化した石膏の下塗り層の色味に近づけたものを使用することとした。

今回は、復元的な補彩は行わず、全体が統一感を持ち、図像が明確に鑑賞できる状態を目標とした。そのため、補彩絵具は、壁画全体と調和する基調色を検討し、チューブ入り透明水彩絵具（Winsor & Newton 製）のバーントアンバー、ローアンバー、アリザリシクリムソン、ランプブラックを混合した基調色を用いることとした。

表6 充填材の配合比

	欠損部や開口部の広い亀裂	開口部が狭い亀裂
半水石膏	5 ml	5 ml
軽石の粉末	2.5ml	2.5ml
ボラヴェルA	7.5ml	(なし)
ガラスマイクロバルーン	(なし)	7.5ml
結合材	アラビアガム 3 wt%水溶液, 1 ml	ヒドロキシプロピルセルロース 3 wt%エタノール溶液, 1 ml
色調製の顔料	顔料（イエローオーカー、バーントアンバー、ローアンバー）を溶いたイオン交換水, 0.3ml	
希釈液	イオン交換水, 約 2 ml	エタノール, 適量

3-6-2. 充填と補彩の工程

表面の亀裂の開口部が広い部分や、彩色や下地層の欠損部分が大きい部分に、粘性のある充填材を、固化する前に先の細いスパチュラで欠損箇所にすばやく充填した。狭い亀裂部分は、接合処置と同様にシクロドデカンで亀裂の周辺の彩色層を保護し、粘度が小さい充填材を亀裂部分に充填し、細い筆でイオン交換水を染み込ませ固化させた。

調製した補彩絵具は、吸い込みが早く色ムラが生じてしまうため、先に目止めとしてアラビアガム 1 wt%水溶液を塗布した。充填部分周囲の彩色に合わせ基調色の濃淡を調製した。

4. おわりに

フルブック都城址から出土した壁画断片のうち、図像が明確で、本来の位置関係に配すことができると考えられた壁画断片17点において、彩色の強化およびクリーニングを行い、脆弱化した壁画断片を安定化させた。

表面クリーニングにより、レス土などの付着物が取り除かれ図像が見やすくなり、合わせて行った彩色層の強化処置により彩色の剝離や粉末化を抑えることができた。また、接合や裏打ち、欠損部や亀裂への充填や疑似土による補強を行ったことで壁画断片がより安定した状態になった。特に疑似土を付け足したことにより、断片に厚みができ裏面が平滑になったため、収蔵保管、移動が処置前より安全にできるようになった(図13)。さらにそれぞれの壁画断片の彩色層の表面位置をほぼ同じ高さとし、充填部の色調を周囲と調和させたことで、全体の統一感が得られた。これにより、壁画断片を並べた際に、図像全体がつながって鑑賞できるようになっ



図13 保存修復処置後の壁画断片の移動の様子

た（図14）。

今後はこの別々の17点の壁画断片を取り外し可能な状態で1つの支持体に設置し、壁面展示を行うことを目指す。

なお、本報告は、2008年度よりタジキスタン共和国科学アカデミー歴史・考古・民族研究所と東京文化財研究所の合意の下に行われている「タジキスタン国立古代博物館が所蔵する壁画断片の保存修復」事業での活動の一部であります。2008-2010年度においては、文化庁の委託事業である「文化遺産国際協力拠点交流事業」の一環として、また、2010年度からは、住友財団による海外の文化財維持・修復事業助成を受けて実施しています。

復元想定図の掲載はフルブック博物館（Abudullo Khozhaev）及びタジク文化省（Sheirali Khozhaev）のご厚意によります。



図14 保存修復処置後の壁画断片群（幅90cm、高さ182cm）：復元想定図を元に各断片を配置

参考文献

- 1) J. M. Bloom, S. S. Blair : The Grove Encyclopedia of Islamic Art and Architecture, Oxford University Press, Volume 2, 176-177, 417 (2009)
- 2) B. A. Litvinsky, Z. Guang-da, R. S. Samghabadi : History of civilizations of Central Asia, UNESCO Publish, Volume 3, 490 (1999)
- 3) M. P. Simeon : Étude du matériel de Hulbuk (Mā wārā' al-nahr-Khuttal) de la conquête islamique jusqu'au milieu du XIe siècle (90/712-441/1050) contribution à l'étude de la céramique islamique d'Asie centrale, BAR international series, Archaeopress (2009)
- 4) V. Bajutin による1980～1981年頃の復元想定図, フルブック博物館所蔵
- 5) 服部英行, 渡辺邦治 : 環境対応型湿し水の開発, 富士フィルム研究報告, **53**, 18-20 (2008)
- 6) C. Giacomo: Chemical surface treatments and capping techniques of earthen structures: a long term evaluation, 6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture: Adobe 90 preprints: Las Cruces, New Mexico, U.S.A., October 14-19, 1990, 267-273 (1990)
- 7) 木島隆康 : 平成21年度「アフガニスタン流出文化財壁画片の保存修復」事業報告, 東京芸術大学大学院美術研究科 文化財保存学専攻修復油画研究室 内部資料 (2009)
- 8) 文化遺産国際協力センター編 : アフガニスタン文化遺産調査資料集の概報第4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), 東京文化財研究所, 29-36 (2007)
- 9) 山内和也編 : タジキスタン国立古代博物館所蔵壁画断片の保存修復2010年度 (第8次～第10次ミッション), 東京文化財研究所, 22-39, 70-73 (2011)
- 10) L. Rainer: Conservation of Decorated Earthen Surfaces, Terra Literature Review -An Overview of Research in Earthen Architecture Conservation (Eds. E. Avrami, H. Guillaud, and M. Hardy), The Getty Conservation Institute, 124-141 (2008)
- 11) J. Li, H. Zhang, Z. Fan, X. He, S. He1, M. Sun, Y. Ma, S. Fang, H. Zhang, and B. Zhang: Investigation of the renewed diseases on murals at Mogao Grottoes, Heritage Science, 1-31 (2013)
<http://www.heritagesciencejournal.com/content/1/1/31> (最終アクセス日H26年1月4日)
- 12) V. Daniele, G. Taglieri, R. Quaresima: The nanolimes in Cultural Heritage conservation: Characterisation and analysis of the carbonatation process Original Research Article, Journal of Cultural Heritage, **9**(3), 294-301 (2008)
- 13) 松岡秋子, 島津美子, 邊牟木尚美, 影山悦子, 山内和也 : タジキスタン国立古代博物館が所蔵するソグディアナ出土壁画の保存修復—カライ・カフカハ遺跡出土壁画 KH7-1の事例—, 保存科学, **49**, 270 (2009)
- 14) L. Shekede, and S. Rickerby: Theory into Practice: Establishing Compatibility in Earth-Based Repair Materials, The Conservation of Decorated Surfaces on Earthen Architecture, The Getty Conservation Institute, 89-98 (2004)
- 15) P. Storemyr, E. Wendler, K. Zehnder : Weathering and Conservation of Soapstone and Greenschist Used at Nidaros Cathedral (Norway), The Restoration Workshop of Nidaros Cathedral Trondheim Norway, European Heritage Laboratory, Report no. 2/2001 (2001)

キーワード：中央アジア (Central Asia)；壁画 (wall painting)；三軸織物 (triaxial woven fabric)；
疑似土 (support render)；発泡ガラス (expanded glass)

Conservation of the Wall Painting Fragments Excavated from the Fortified City of Khulbuk in the Collection of the National Museum of Antiquities of Tajikistan

Akemi SUGIHARA, Akira FUJISAWA, Yoshiko SHIMADZU*,
Kumi MASUDA*² and Kazuya YAMAUCHI

Wall painting fragments excavated from the Khulbuk site located in southeastern Tajikistan have undergone conservation treatments. The painting is dated from the 11th to 12th century, the early Islamic period. Since only a limited number of wall paintings of this era have been found, this wall painting is very important from historical and art historical points of view.

The painting, which used to be on the wall of a mud brick structure, was on the ground when it was discovered during excavation. After it was lifted from the ground, its earthen plaster was removed. Thus the painting now has a very thin structure. The painting was also extremely fragile and heavily damaged. The paint layers no longer had adhesive strength and some paint had become powdery. The surface was cracked and there were many loose pieces in the relatively larger fragments. These conditions restricted the painting from being shown to the public and it was even difficult to move the painting safely.

In order to stabilize the painting fragments, conservation treatments described in this article were developed. First, pre-consolidation with *funori*-aqueous solution made it possible to carry out surface cleaning. Then, since small loose pieces needed to be joined and placed in right positions, they were fixed by light weight cellulose clay and joined with gypsum-based grout. After stabilization of the surface, the back of the fragments was also consolidated and a new backing of TWF (triaxial woven fabric) which can support the fragments well was given. Finally, an artificial render was applied on the back of the fragments to provide enough thickness to make the painting movable. All of these treatments were successfully done, and now the painting of Khulbuk is stable.

*National Museum of Japanese History

**Painting conservator