

デジタルカメラによる高松塚古墳壁画表面状態の調査

東京文化財研究所 吉田直人

1. はじめに

高松塚古墳壁画は 1972 年の発見当初と比べ、図像、特に西壁・白虎像の描線や彩色が著しく不鮮明になっていることが問題とされている。本調査は、デジタルカメラを使って壁画表面を近接撮影し、画像から不鮮明化の要因を把握することを目的としたものであり、白虎を含めた全ての図像とその周囲を調査対象とした。

2. 撮影方法

カメラ(リコーGX-100)、および撮影用白色 LED 光源(Hama LED デジタルマグナムライト、色温度 5,500K)を機材設置用フレームに取り付け、X 方向に 4 cm ずつ、また Y 方向に 2.5 cm ずつ移動させながら、図像表面の分割撮影を行った(写真 1)。主な撮影条件は下記のとおりである。

レンズ焦点距離設定：f=15.3 mm（最望遠）
撮影距離：約 8.5 cm
撮影視野：約 4.5 cm × 3.0 cm
画素数：3648×2432（約 900 万画素）
絞り：f8.9 シャッタースピード：自動設定
照射光：斜光（視野右側から照射）



写真 1 撮影の様子（実際は室内消灯下で実施）

3. 画像から判明した事項

描線や彩色の不鮮明化にはカビなど微生物やその代謝物による汚れによるものの他に、下に挙げる二つの要因が存在することが判明した。

- ・ 色材の漆喰面からの消失。
- ・ 色材上に発生した乳白色物質によるもの。

4. 各図像の表面状態

【西壁・白虎】

72 年の発見時に比べて、特に黒色描線の不鮮明化が激しいとされる白虎像であるが、撮影した画像から、ほぼ全域において漆喰面からの描線材料消失が起こっていることがわかった(写真 2)。赤色に彩色されている唇や脚の爪などでも顔料の消失が多く見られた。またこのような箇所では、何らかの道具を使って表面を擦ったような痕跡も所々見られた。

また、赤色彩色部分において、乳白色物質に覆われている箇所が多く認められた。物質に覆われていることにより、結果的に彩色が見えづらくなっていると思われる。発見直後の写真では、このような物質は見られないことから、その後何らかの原因により発生したと思われる。同様の物質は、左脚輪郭線上にも見られるが、これは 72 年の写真にも写っており、恐らくは発見以前に既に発生していたものと思われる。



写真2 色材の消失が認められた例 左：左目 右：舌部



写真3 乳白色物質により色材が覆われている例 左：左前脚輪郭線 右：右前脚の爪

【東壁・青龍】

白虎に比べると顕著ではないものの、脚部輪郭線などでは色材の消失が散見された（写真4）。胴体部は、緑色や赤色に彩色されているが、乳白色物質が色材上を薄く覆っている様子が確認された（写真5）。



写真4 描線の色材が一部消失（右前脚）



写真5 胴体部は乳白色物質が薄く覆っている場所が多い

【北壁・玄武】

北壁は他の壁面と比較しても漆喰の保存状態が良好であるが、蛇の胴体を彩色している緑色顔料の消失がかなりみられた（写真6）。また、図像周囲の広範囲にわたって、ペースト状の乳白色物質が多数発生しており、その一部は彩色部を覆っている（写真7）。描線は比較的しっかりと残っており、鱗の輪郭線などは画像からはっきりと確認できる。



写真6 緑色顔料の消失が著しい箇所



写真7 漆喰上にペースト状の乳白色物質が多数発生

【人物像】

東西の壁にはそれぞれ、女子象と男子像が描かれており、衣や帯、裳などに鮮やかな彩色が施されている。しかしながら、画像からは画像部のかなり広範囲にわたって乳白色物質に薄く覆われていることがわかった。青色や緑色の彩色には比較的大きな粒子の顔料が使われており、画像からも明瞭に確認できるが、物質に覆われている場所では見えなくなっている（写真8）。



写真8 東壁・女子 緑衣女性像の裳 青色顔料の粒子が明瞭に見て取れる。

しかし、その一部では乳白色物質が覆っており、粒子は隠れて見えない。

乳白色物質により、鮮やかであるはずの色彩が不明瞭になるという現象が起こっている一方、発生している場所としていない場所を比較すると、（特に粒子の大きい青色や緑色顔料）の漆喰面からの消失は明らかに後者においてより起こっている傾向があることも判明した。物質に覆われている部位では、その下層に彩色層が認められる場合が多く（写真9）、逆に覆われていない部位では大きく剥落している場所が多数認められた（写真10）。



写真9 西壁・男子 緑衣男子像の上衣および帯の部分。全体が乳白色物質に薄く覆われているが、下層の彩色はほぼ完全に残っている。



写真10 東壁・女子 緑衣女子像の裳。青色部分では、乳白色物質の発生は少ない一方、剥落が多くみられる。

【西壁・月輪および東壁・日輪】

月輪と日輪の輪郭線、および雲を表す線には黒色と赤色のものがある（黒色は下描線？）。他の図像と同様、漆喰が残存しているところではかなりの部分が薄く乳白色物質によって覆われており、その結果として色がくすんで見える（写真 11）。



写真 11 西壁・日輪 描線が乳白色物質によって覆われており、色がくすんで見える。

また、雲の付近には青または緑で彩色された山岳が描かれているが、これについても剥落および乳白色物質によって彩色が不明瞭化していることがわかる。さらに、72年撮影の写真では、山の多くに黒色の輪郭線が施されている様子が明瞭であるが、これらはほぼ完全に消失していた（写真 12）。

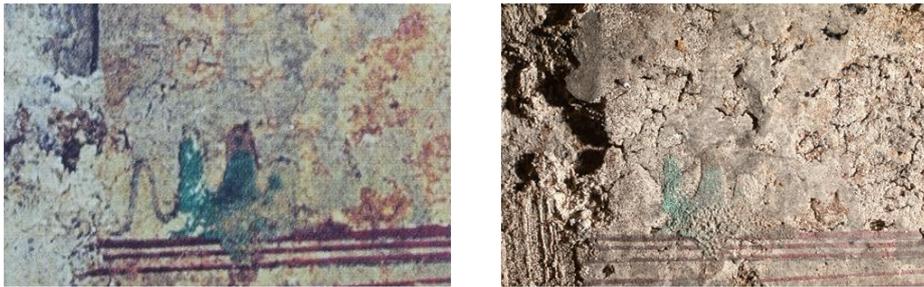


写真 12 西壁・日輪 72年撮影の写真（左）では山の輪郭線が明瞭であるが、今回の画像（右）ではほぼ完全に消失していることがわかった。また、緑色の顔料は乳白色物質で覆われている。

【天井・星宿】

天井石には星を表す円形の金箔が漆喰上に接着し、また星座を表す朱線が引かれている。天井でも、漆喰上での乳白色物質の発生が認められ、その一部は朱線を覆っている。また、金箔上に物質が発生している状態も多くみられた（写真 13）。



写真 13 星を表す円形の金箔および星の間を結ぶ朱線（天井石 2）

乳白色物質は漆喰上だけではなく、金箔の上にも発生していることがわかった。

6. 乳白色物質について

【形状】

今回、その存在が明らかになった乳白色物質の形状は様々であるが、発生部位によってある程度特徴に傾向があることがわかった。

まず、彩色の施されていない余白部分では、餅を押しつぶしたような平たい形状の物質が比較的多く見られた（写真 14）。大きさも様々であるが、円形状とした場合、大きくとも直径数ミリである。

また、余白部でも、漆喰内部が空隙化し、表面が荒れているような部位では、ごく小さな粒状を成している物質が多数発生しているところも多くみられた（写真 15）。

彩色部では上述のように、ある形状を成した物質はあまり多くなく、全体的に薄くベールを被せたように発生しているパターンが多くみられた（写真 6,8,9,10）。



写真 14 東壁・青龍像上方の余白部に発生した乳白色物質



写真 15 漆喰が空隙化している場所では、細かい粒状の乳白色物質の発生がみられた（西壁・白虎像）

【発生時期】

このような物質がいつ発生したのか、発見前なのか発見後なのかは画像からは判別困難である。西壁や東壁女子像の裳などでは、72年撮影の写真で色彩が鮮やかな箇所とそうではない箇所の違いが明確に表れており、今回撮影した画像と比較的一致している。このような箇所における乳白色物質は発見以前にすでに発生していた可能性が高いと考えられる。一方、西壁・白虎の爪や唇に発生している物質に関しては、72年の写真では認められないことから、発見以降に発生した可能性が指摘できよう。ただ、72年の写真は今回のように近接で撮影したものではないので、詳細な比較は非常に困難であり、拙速な判断は避けるべきである。

【物質の正体について】

画像のみから、この物質が何であるかを決定することは不可能である。また、発生した物質全てが同一のものであるということも言えないが、漆喰成分である炭酸カルシウムが一旦溶解したのち、再固化したカルサイトである可能性が考えられる。石室内は発見前、発見後もほぼ100%に近い相対湿度を維持していたため、表面の水分によって漆喰が溶けやすい環境にあったことは十分に考えられる。今後、何らかの分析手法を使って、その正体を明らかにすることが必要である。

7. まとめ

デジタルカメラによって近接撮影した画像から、表面状態の様子が詳細に把握できた。西壁・白虎などでは、描線や彩色部における色材の消失が著しいことがわかった。この理由までは画像から特定することは出来ないが、発見後からこれまでの保存管理、処置過程における物理的接触や薬剤の使用歴を検討しつつ、これらの影響を詳細に検討していく必要がある。また、彩色された箇所が多くで乳白色物質が覆っていることが判明した。本来鮮やかであるはずの彩色がくすんで見える現象の一つの原因であることがわかった。一方で、物質が発生していない、言い換えれば色材が最表面に表れている箇所では剥落箇所が多いこともわかった。この事実は、乳白色物質が結果的には彩色層を現在まで保護する役目をしてきたともいえる。

このような物質がいつどのように発生したかは現時点では不明である。また、物質の正体についてもカルサイトである可能性は高いものの、サンプリング調査が不可能である現時点では確定できない。非破壊・非接触的に同定を行うことが可能か否かを検討することが必要であり、また再現実験などを行って、このような現象がどのような条件下で起こりうるのかも今後調査する必要がある。