

事例報告：彩色漆喰上の汚れ除去に関する試み

早川 典子・山本 記子

1. はじめに

日本には、高松塚古墳やキトラ古墳のような古墳壁画、法界寺の寺院壁画、そして近世の鏝絵など、彩色された漆喰が複数残されている。このような彩色漆喰が強く汚損された際、ほこりを払う或いは表面をぬぐい取るなどの従来手法では除去できない場合もある。しかし彩色漆喰は、構造物の一部であるという性格上、取り外して、より細かなクリーニングを行うことが困難である場合が多い。また、美術品としての一面もあるため、その美術性を損なうような除去方法を施せない。したがって、彩色漆喰上の汚損に対して行える洗浄法は、通常の美術品にくらべて限定された手法となる。本報告では、このような限定された条件下の彩色漆喰が汚損された場合のクリーニングについていくつかの試みを行い、その結果について考察した。

2. 彩色漆喰サンプルの作成

従来手法で除去しにくい汚れの事例として、国宝高松塚古墳壁画で確認されたカビを念頭に、各種のサンプルを用意した。

2 - 1. 各サンプルについて

実験に用いたサンプルは以下の3種類である。

a) 彩色漆喰を模して作成した漆喰サンプル

彩色された漆喰のサンプルを作成した。このサンプルをもとに、主にクリーニングが彩色に与える影響を確認した。このサンプルの作成方法を2 - 2.に述べる。

b) 黒色のカビが生えた漆喰壁

80年前の漆喰壁に黒色のカビが発生したもの。黒色の汚れがカビであることは顕微鏡観察にて確認した。このサンプルにクリーニングを施し、実際にどの程度の効果が得られるかについて推察した。

c) 高松塚古墳内より綿棒上に採取された黒色の黴

実際に古墳内に生じたカビにクリーニングを施し、効果の程度を観察した。

2 - 2. 彩色漆喰サンプルの作成

凝灰岩を厚さ1cmの30cm角に切り出し、その上に漆喰を施した。この漆喰上に、6種類の顔料を塗ってサンプルとした。使用した顔料と膠着剤は以下の通りである。

膠着剤

メチルセルロース水溶液 0.6wt% (Aldrich社製, Mn: 63000)

膠水溶液 10wt% (粒膠: サンオリエント社製 「大王」)

膠は、一般的に彩色の際に膠着剤として用いられるものである。

しかし、今回念頭に置いているような経年した文化財の場合、劣化により彩色当初の膠着剤が失われている可能性がある。そのため、MCの希薄溶液を用いたサンプルを作成することでほとんど膠着剤がない状態の再現を試みた。

顔料

膠を膠着剤とする顔料群

代赭	代赭：膠溶液：水	=	2.5 g : 2.86 g : 2.96 g
黄土	黄土：膠溶液：水	=	2.5 g : 2.6 g : 2.3 g
緑青	緑青：膠溶液：水	=	2.6 g : 2.36 g : 1.9 g
辰砂	辰砂：膠溶液：水	=	2.0 g : 3.0 g : 0 g
群青	群青：膠溶液：水	=	2.0 g : 1.75 g : 2.0 g
松煙	松煙：膠溶液：水：エタノール	=	1.5 g : 3.0 g : 5.5 g : 1.0 g

メチルセルロース（MC）を膠着剤とする顔料群

代赭	代赭：MC溶液	=	2.5 g : 6.5 g
黄土	黄土：MC溶液	=	2.5 g : 5.0 g
緑青	緑青：MC溶液	=	2.5 g : 3.5 g
辰砂	辰砂：MC溶液	=	5.0 g : 5.0 g
群青	群青：MC溶液	=	3.0 g : 4.6 g
松煙	松煙：MC溶液：エタノール	=	0.6 g : 13.5 g : 1.6 g

3. レーザークリーニングについての検討

レーザーによる文化財のクリーニングについては、海外では石造文化財、経年劣化した塗料など、様々な材質について試みられており、特に、石造文化財については多くの先行研究があり、事例も豊富である^{1,2)}。今回、無機質の文化財の一つとして、漆喰に対するレーザーによるクリーニング試験を行い、その効果や影響について確認した。

各サンプルa)～c)に対して、下記の条件でNdYAGレーザーで照射を行い、クリーニング試験を行った。

レーザーの光強度 0.1

レーザーの発振周波数 SINGLE

波長範囲：1.06 μm

照射距離：約3mm

3-1. 彩色漆喰サンプルに対するレーザー照射

3-1-1. 膠を膠着剤として用いた彩色群

代赭	照射と同時にわずかに炎が生じ、黒色化
黄土	照射しても炎は生じず、わずかに褐色化するのみ
緑青	照射と共に粒子が飛散し、やや灰色を帯びた白色化
群青	照射と共に粒子が飛散し、白色化
辰砂	照射と同時に大きく炎が生じ、照射ポイントのみならず、その周辺まで黒色化
松煙	照射と同時に炎を生じ、やや白色化

3 - 1 - 2 . MCを膠着剤として用いた彩色群

- 代赭 照射しても炎は生じず，黒色化するが膠を膠着剤とした場合より変化は少ない
 黄土 照射しても炎は生じず，その後の色味の変化もほとんどなし
 緑青 照射と共に粒子が少し飛散し，暗褐色に変化
 群青 照射と共に粒子が飛散し，暗褐色に変化
 辰砂 照射と同時に大きく炎が生じ，照射ポイントのみならず周辺まで黒色化するが膠を膠着剤とした場合より変化は少ない
 松煙 照射と同時に炎を生じ，少し白色化

3 - 1 - 3 . 彩色漆喰サンプルに対するレーザー照射についての考察

いずれの顔料もレーザーの照射により変化を生じ，中でも辰砂は変色が彩色部の周辺にまで及ぶ。緑青，群青は粒子が飛散しつつ変色も生じる。黄土と代赭については変化は大きくないが，やや色味に変化を生じる。

また，どの顔料においても，膠を膠着剤とした場合，顔料の変色や照射による発火は，MCを膠着剤とした場合よりはるかに大きい。これは膠そのものにレーザー光線を吸収する分子結合が存在しているからではないかと推察される。前述したように，多くの彩色文化財は膠を膠着剤として彩色されており，したがって，彩色部分にレーザーによるクリーニングは作業上のリスクが大きく適用できないと考えられる。

本実験から，レーザークリーニングにより，顔料自体が変化することが明らかになり，さらにそこに膠が存在する場合は，より大きな変色が確認されたため，このような文化財にレーザークリーニングを施すことは不適切であると考えられる。

3 - 2 . 漆喰上に発生した黒色のカビに対するレーザークリーニング

80年前に建造された土蔵に使用されていた漆喰壁上に生じた黒色のカビに対してレーザークリーニングを試みた。試験条件は3 - 1.と同様である。

結果を写真1，2に示す。

今回使用したサンプルの黒色のカビに対し，レーザーによるクリーニングは効果があることが確認された。

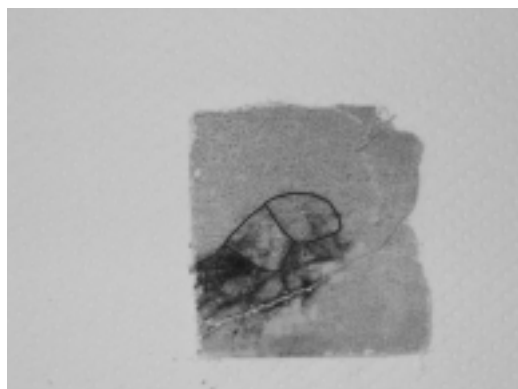


写真1 クリーニングに使用した漆喰片(右:レーザークリーニング,左:過酸化水素水)

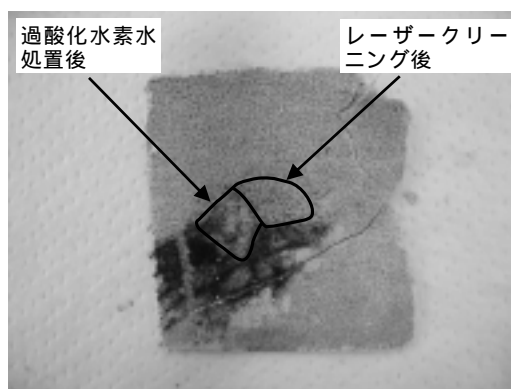


写真2 クリーニング処置後(レーザークリーニング部分はカビが除去されているが,過酸化水素水処置部分は変化が認められない)

3 - 3 . 高松塚古墳内より綿棒上に採取された黒色のカビのレーザークリーニング

2003年4月に特別史跡高松塚古墳内より採取された黒色のカビに対してレーザークリーニングを試みた。試験条件は3 - 1.と同様である。黒色のカビを綿棒上に付着させたまま試験を行った。

その結果、黒色が濃い部分ほど、一回の照射によって分解除去する効果が高い一方、薄い色、真黒ではないものに対しては効果が低く、複数回の照射が必要であり、照射回数が増えるほど、周辺部の損傷が大きくなることが明らかになった。したがって、非常に濃くしかも均一に黒色のカビが生えた場合を除き、レーザークリーニングは照射周辺部への損傷を常に伴うのではないかと考えられる。

4 . 過酸化水素水によるクリーニングについての検討

酸化還元によるクリーニングは一般的によく知られている³⁾。しかし、過酸化水素による酸化でどの程度クリーニング効果が得られるかについては、対象とする汚損によって異なるためそれぞれの汚れについて個々に検討する必要がある。今回、2 - 2.で作成した彩色サンプルを用い、過酸化水素が顔料にどのような影響を与えるか推定した上で、実際の黒色カビサンプルでその効果を確認した。

4 - 1 . 彩色漆喰サンプルに対する過酸化水素の影響

使用した過酸化水素水の濃度は10%である。実際に文化財修復現場で使用される過酸化水素水の濃度は1%程度であるが、顔料への影響を確認するためにあえてそれよりも高濃度のものを使用した。

過酸化水素水に浸した綿棒にて、彩色サンプル上の顔料部分を拭い、その影響を観察した。

代赭 ほとんど変化なし
黄土 ほとんど変化なし
緑青 やや黒みを帯びる
群青 やや黒みを帯びるが緑青ほどの変化ではない
辰砂 群青と同様
松煙 ほとんど変化なし

また、漆喰表面に対しての影響はほとんど確認されなかった。

4 - 2 . 漆喰上に発生した黒色のカビに対する過酸化水素水クリーニング

3 - 2.で使用した漆喰上の黒色カビに対して、10%過酸化水素水にてクリーニング試験を行った。

過酸化水素水に浸した綿棒で、カビの表面に接触したが、カビの黒色が脱色される様子は見受けられなかった(写真1,2)。しかし、接触の際にカビが綿棒に付着することで物理的に除去されたため、漆喰表面上からカビを取り除くことはできた。

以上から、10%の高濃度過酸化水素水でも脱色不可能なカビが存在していることが明らかになった。本試験のように接触による物理的なカビの除去が、常に可能とは限らないことを考えると、過酸化水素水でのクリーニングもカビの種類によっては困難であることが示された。

4 - 3 . 高松塚古墳内より綿棒上に採取された黒色のカビの過酸化水素水クリーニング

3 - 3 . で使用した黒色のカビに対して、5%過酸化水素水にてクリーニング試験を行った。

過酸化水素水に浸した綿棒でカビの表面に触れたところ、綿棒の綿についた黒色を、ほぼ完全に漂白した。ただし、漂白分解中に泡が発生した。

このような気泡の発生は、実際の処理においては漆喰の表面を傷める可能性があり、しかも漂白分解する対象が多いほど大量に発生するため、泡の発生によって劣化した漆喰表面が浮き上がり破損することがないように、作業をすすめる上では十分に留意する必要がある。

5 . ま と め

彩色漆喰文化財が汚損された場合のクリーニングについて、レーザークリーニングと過酸化水素水によるクリーニングの試験を試みた。使用したサンプルは、漆喰の上に各種顔料で彩色した試験片と、実際に漆喰に生じたカビ二種類である。

レーザークリーニングでは、顔料への影響が多であることが確認され、また膠の存在によりその影響はさらに大きくなっている可能性が示された。二種類のカビに対しては、クリーニング効果が得られることが明らかになった。しかし、その場合でもカビの着色の濃淡により効果が異なり、着色が薄い場合には複数回の照射が必要であった。このような場合、照射による周辺への影響が確認された。彩色部への影響が大きいこと、汚れの濃淡により効果が異なり、周辺部への影響も大きいことから、レーザークリーニングは、彩色文化財のような文化財表面の表現が重要なものへの使用は不適切であると考えられる。

過酸化水素水の漂白では、顔料への影響はレーザークリーニングほどではないが、緑青や群青の変色が確認された。また、カビの種類によっては漂白の効果を得られない場合もあること、漂白の効果がある場合は同時に気泡が発生するため、気泡による漆喰表面の破損を考慮する必要があることなどが明らかになった。したがって、実際に過酸化水素水によるクリーニングを行う際には、顔料への影響を軽減するために必要最低限の濃度で行うこと、発生した気泡による表面破損を注意すること、などに留意しつつ進める必要があると考えられる。

謝辞

本試験を行うにあたり、東京文化財研究所保存科学部木川りか氏にカビの判定についてご指導頂いた。また、彩色された漆喰について東京文化財研究所国際文化財保存修復センター朽津信明氏にご指導頂いた。ここに記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Rodriguez-Navarro Carlos et al : Lasercleaning of stone materials : an overview of current research, Reviews in conservation, No.4, 65-82
- 2) Sabatini Giuseppe, Giamello Marco, Pini Roberto, Siano Salvatore, and Salimbeni Renzo, Lasercleaning methodologies for stone facades and monuments : laboratory analyses on lithotypes of Siena architecture, Journal of cultural heritage, No.1, 9-19
- 3) 大木健司, 八木和久「洗浄の基礎知識」産業図書株式会社, p44 (1993)

キーワード：漆喰 (plaster) , 壁画(mural painting) , レーザークリーニング(laser cleaning) , 顔料(pigment)

Report: Examination of Cleaning for Colored Plaster

Noriko HAYAKAWA and Noriko YAMAMOTO

In Japan, there are a few cultural property which are colored on plaster: for example, mural paintings in tumuli (Takamatsuzuka Kofun, Kitora Kofun), a mural painting in a temple (Houkai-ji), and *kote-e* (plastered caving). The authors examined two methods for cleaning colored plaster; one was cleaning by laser and the other was cleaning by hydroxyl peroxide.

When cleaned by using laser, all kinds of pigments (azurite, malachite, red ochre, yellow ochre, cinnabar) changed their color. But good result was obtained by laser cleaning for two kinds of black mold. On the other hand, cleaning by hydroxyl peroxide did not make color change in pigments except for azurite and malachite which changed to pale black. In cleaning mold by this method, one kind of mold was removed well, but it was difficult to remove the other kind.