

第 3 章 修復作業

第1節 総合的な修復方針と方法

1. 接着剤について〔図1～5〕

絵具層の接着剤として想定される材料は、膠と合成樹脂である。修復に使用する材料は、劣化の状態で予想できる天然素材を選択することが望ましい。

通常油絵具の接着剤として、膠が使用される。近年では、絵具の損傷状態によって、合成樹脂であるアクリル樹脂（パラロイド B72）が使用されることもある。膠は天然素材であり、古来より接着材料として使用されていることから、合成樹脂よりも、接着剤としての劣化の進行状態が予測できる。ゆえに膠での接着を試し、効果を得られれば、膠を使用することとした。膠についても、数種類用意し、また濃度も変えてテストを実施した。

検証の結果、膠 10%で接着が充分可能であることを確認した。また膠の種類については、牛皮膠とウサギ膠を選択した。牛皮膠は、漂白剤を使用しておらず、ゼリー強度や粘着力などの接着剤としての表示が明確な和膠を選択した。ウサギ膠は、ヨーロッパで古くから油絵など絵画の下地製作などで使用されていることから、油絵具との相性も良いと考えた。

以下に使用した膠の種類と特性を述べる。

- 牛皮和膠の特性（天野山文化遺産研究所）

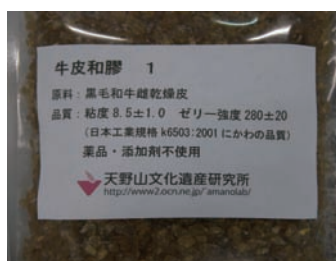


図1 牛皮和膠

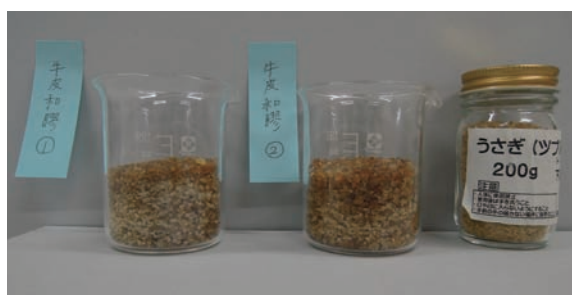


図2 牛皮和膠とウサギ膠

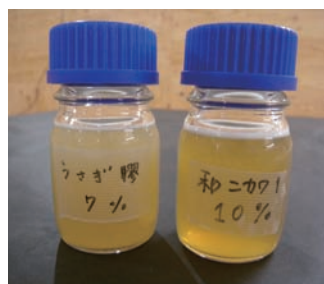


図3 ウサギ膠：7%で捨て膠和膠：10%で接着



図4 膠膨潤後 60度で湯煎



図5 作業中、膠水がゲル化しないように保温器に入れた

- ①黒毛和牛雌乾燥皮使用
- ②薬品・添加物不使用による乾燥皮作製
- ③薬品不使用による抽出
- ④膠の品質（JIS による試験法）検査済み
- ⑤濁りがなく透明な膠液
- ウサギ膠の特性（フランス製 マツダ絵具株式会社）
 - ①接着力、耐水性に優れている。
 - ②柔軟性がある。
 - ③不純物を含むため、水分を含むとやや濁る。

天野山文化遺産研究所製の4種類の和膠の中から、柔軟性と適度な接着力が求められる絵具層の接着剤として、粘度 8.5～1.0、ゼリー強度 280 の牛皮膠 1、捨て膠としてフランス製ウサギ膠を使用した〔図1～3〕。

膠使用に関して重要なことは、気温である。膠を膨潤後、60 度を超えないように湯煎をしなければならない。60 度以上になると接着力が低下するため、60 度を超えないように低温で湯煎をする。使用時に室温が低いとゲル化し作業性が悪くなることから、室温が 20 度以下にならないことが望ましい。作業場の温度管理が不可能な場合、5 月から 6 月頃の春や秋口 9 月・10 月頃の安定した季節が、膠での接着には最適である。しかし、今回はエアコンの使用が認められない環境であり、接着作業が

3 月から 4 月と気温がまだ低い季節であるため、作業性を確保するため、膠水がゲル化しないよう作業場に専用保温器を設置した〔図4・5〕。

膠での接着作業では、いきなり膠を入れ接着するのではなく、絵具の浮き上がり部分や亀裂から、膠水をしみ込ませ、乾燥後再度膠水を入れ接着する。1 回目の膠により浮き上がり部分の内側に膜が形成されることで、2 回目の膠分が接着剤として機能しやすくなる。この 1 回目の膠を捨て

て膠という。さらに膠水に2割程度エタノールを混入することで、浸透性を上げ、目視で確認できない亀裂や浮き上がりの奥にまで膠水を行き渡らせ、確実に絵具層を接着した。

2. 洗浄について〔図6～9〕

状態調査、絵具層の耐溶剤性テスト（52頁参照）さらに洗浄テストを行い、適切と判断した洗浄剤と方法を設定した〔図6・7〕。しかし昭和の修復が想定外に広範囲に及ぶため、安全な洗浄作業を行うために、専門部会に洗浄方針を図った。

平成24年5月2日と5月11日に専門部会立ち会いのもと、洗浄テストを行った。その結果、以下のような洗浄方針となった〔図8・9〕。



図6 洗浄テストの結果

- ①1:1 ②1:3 ③1:5 ④ミネラルスピリット ⑤精製水
⑥エタノール（ミネラルスピリット：エタノール）
＊割合は容量比

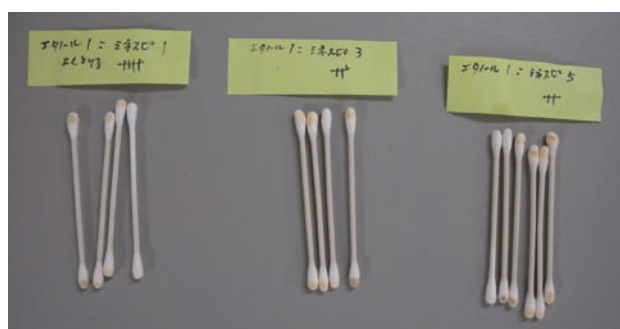


図7 旧ワニス洗浄テスト

2-1. 洗浄方針

平成24年5月2日 汚れについて

- ・精製水を脱脂綿や綿棒に含ませて洗浄する。

平成24年5月11日 昭和の修復について

- ・背景のクリーム色四辺の黄緑色は、油絵具で全面的に補彩されている。これは昭和の修復による旧補彩である



図8 平成24年5月2日専門部会立ち会い



図9 5月11日専門部会立ち会い

が、溶剤に対して反応が鈍いため、完全には洗浄できない。ミネラルスピリットとエタノールの混合溶剤で洗浄するが、必要以上に洗浄しない。

- ・意匠部分は、精製水で安全に洗浄可能な旧補彩、旧充填剤は洗浄する。

- ・ミネラルスピリットとエタノールの混合溶剤で洗浄可能な旧補彩・旧充填剤は洗浄し、オリジナル絵具が溶剤に対して反応する場合は、旧補彩、旧充填剤を残置する。

- ・旧ワニス、ミネラルスピリットとエタノールの混合溶剤で洗浄する。綿棒は、洗浄面積が限定され、均一な洗浄が難しいため、脱脂綿を使用するように心掛ける。

2-2. 洗浄剤

旧ワニスや旧補彩を洗浄するため想定される洗浄剤として、ミネラルスピリット、キシレン、エタノール、アンモニア水などがあげられる。今回は、閉鎖された室内、使用されている状況、カーテンや裂地など調度品の存在などが、修復で使用する材料や方法を選択するにあたって支障となっていた。

検討の結果、溶剤の中でも残留しにくく、空気清浄が容易なミネラルスピリットとエタノールの混合溶剤が妥当と考えた。洗浄テストにより混合比をミネラルスピリ

ット：エタノール＝4：1とした。エタノールの割合が多いほど、洗浄時間が短縮されるが、オーバークリーニングの危険性が高くなる。そのため、全体の様子を確認しながら洗浄ができる4：1の割合が妥当だと考えた。

汚れは精製水で十分洗浄可能である。精製水の水分の蒸発を促すため、エタノールを5%程度入れることにした。

3. 充填剤について〔図10～13〕

旧充填剤が損傷の要因になっている可能性があるため、今回は充填剤の選択に苦慮した。天井絵画であることから、常に画面は下を向いている状態にあり、充填剤が画面に固着する状況としてはやや不安定である。また木摺の影響をキャンバスが受け、充填剤の固着がさらに不安定になる可能性が高い。

これらネガティブな点をカバーする材料として溶剤型アクリル樹脂と炭酸カルシウムを選択した〔図10〕。



図10 MSA GEL（右）と炭酸カルシウム（左）

溶剤型アクリル樹脂は柔軟性に期待が持てるメディウムである。炭酸カルシウムを選択した理由は、昭和の修復で石膏が使われており、残置した旧充填剤と区別をするためと、石膏は粒子が細かく、溶剤型アクリル樹脂と混合した場合、緩い状態になるため充填剤として使用しにくいことからである。

アクリル樹脂の量を多くすれば固着力は高まるが、透明度が増し、補彩がしづらくなる。また炭酸カルシウムの量が多くなれば、充填剤として白色が増すため補彩はしやすくなるが、柔軟性は弱まる。これらの点を踏まえ、充填剤テストの結果、溶剤型アクリル樹脂：炭酸カルシウム＝1：2（重量比）の割合が適当と考えた。希釈剤はミネラルスピリットである。作業の効率を考え、事前にチューブに詰めた充填剤を製作した〔図11～13〕。

昭和の修復時の旧充填剤も残置していることから、将



図11・12 充填剤の製作



図13 充填剤 20cc チューブ

来の損傷の危険性を少なくするため、なるべく薄く充填するよう心掛けた。

平成24年5月18日専門部会立ち会いのもと、天井絵画の一部で充填テストを実施し、了承された。

4. ワニスについて

通常油絵のワニスの材料としては、天然樹脂であるダンマル樹脂、マスチック樹脂があげられる。また合成樹脂であるアクリル樹脂も選択肢の一つである。天然樹脂は紫外線により黄化することが難点である。しかし、油絵の歴史の中で、古くから使用されているため、劣化に関して想定範囲内である。アクリル樹脂は現在の時点では黄化の心配はないが、歴史が浅いことから将来の劣化に対しては不確定である。

天井絵画であるため、位置的に直接紫外線の影響を受けにくいと判断し、天然樹脂であるダンマル樹脂がワニスとして適当であると考えた。また光沢の問題は、サン

プルテストを行い、油絵具の質感と室内装飾として違和感のないような光沢を得られると判断し、ワックス入りダンマルワニスを使用した。作業性の観点から、充填後ワニスを刷毛塗りし、補彩後は噴霧することにした。希釈剤はテレピン油やミネラルスピリットであり、将来、安全に除去できる。

4-1. ワニステスト〔図14～17〕

平成24年6月19日専門部会立ち会いのもと、天井絵画の一部で行った数種類の「ワニス塗布サンプルテスト」〔図14〕からワニスの光沢について確認した結果、油絵具の質感を保ち、室内の雰囲気には違和感を与えない光沢として、ルフラン社製クリアマットピクチャーバーニッシュを決定した〔図15〕。このワニスは市販品であるが、ダンマル樹脂とワックスが主成分で、テレピン油が溶剤となっている。ミネラルスピリットで希釈可能であるため、環境や健康にも影響は少ない。

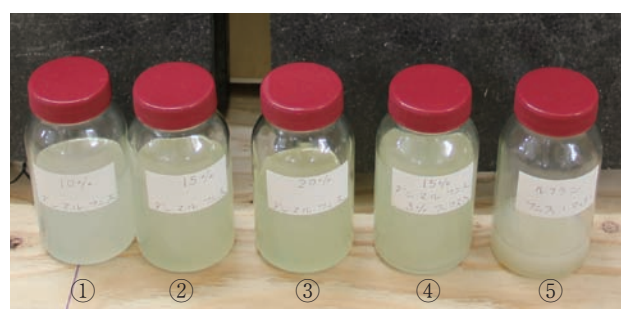
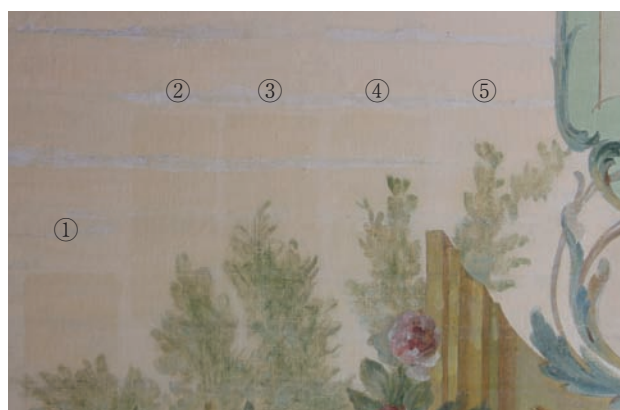


図14 ワニス塗布サンプルテスト

- ①ルフラン社製クリアマットピクチャーバーニッシュ
- ②ダンマル15%クリスタルワックス3%
- ③ダンマル20%
- ④ダンマル15%
- ⑤ダンマル10%

図15 ルフラン社製
クリアマットピクチャー
バーニッシュ 75ml



平成24年6月23日に刷毛塗りを行い、同年6月29日専門部会立ち会いのもと、6月23日の刷毛塗りの状態を確認した。同日、噴霧テストを行い、最終的な絵具の色調と光沢を確認し、噴霧も刷毛塗りと同じワニスを使用することになった〔図16・17〕。



図16 平成24年6月19日専門部会立ち会い



図17 6月23日噴霧テスト

5. 補彩絵具〔図18〕

補彩絵具としては、充填剤が水性であれば、水彩絵具も材料として考えられるが、今回は充填剤に合成樹脂を使用したため、アクリル樹脂がメディウムであるゴールデン社製MSA絵具を使用した。充填部分、旧補彩部分、オーバークリーニングにより薄くなった部分に補彩を施した。希釈剤はミネラルスピリットであり、将来、安全に除去できる。



図18 ゴールデン社製溶剤型アクリル絵具MSA

耐溶剤性テスト



耐溶剤性テストサンプル場所

- ①②コキユ緑取り：茶色・青色
- ③薔薇：赤色・黄色
- ④薔薇の葉：緑色
- ⑤木の葉：薄緑色
- ⑥⑦⑧リース薔薇：赤色・黄色・緑色
- ⑨タンバリン：赤色
- ⑩帽子の色：黄色
- ⑪葡萄葉：緑色
- ⑫アラベスク：緑色
- ⑬背景：クリーム色
- ⑭背景：濃クリーム色
- ⑮バグパイプ：赤色
- ⑯リボン：赤色
- ⑰鳥：青色
- ⑱木の葉：薄緑色
- ⑲四辺枠内側：黄緑色

耐溶剤性テスト表 オリジナル絵画

－溶解しない ＋わずかに溶解する ＋＋溶解する
 ＋＋＋しっかり溶解する ＊（ ）判断に苦しむ

	純水	ミネラルスピリット	キシレン	アセトン	エタノール	アンモニア水 0.5%	アンモニア水 1%
①コキユ：茶色	(+)	－	(+)	++	++	(+)	+
②コキユ：青色	－	－	－	+	+	－	+
③薔薇：赤色・黄色	－	－	－	++	++	(+++)	(+++)
④薔薇の葉：緑色	－	－	－	+	+	(+)	+
⑤木の葉：薄緑色	－	－	－	+	+	(+)	+
⑥リース薔薇：赤色	－	(+)	+	++	+++	+++	+++
⑦リース薔薇：黄色	－	－	－	+	++	++	++
⑧リース薔薇：緑色	－	－	－	+	++	++	++
⑨タンバリン：赤色	－	－	+	++	(+++)	+++	+++
⑩帽子の色：黄色	－	－	－	+	+++	++	++
⑪葡萄葉：緑色	－	－	－	++	(+++)	++	++
⑫四辺枠：緑色	－	－	－	(+)	+	－	+

耐溶剤性テスト表 旧ワニス・旧充填剤・旧補彩

－溶解しない ＋わずかに溶解する ＋＋溶解する
 ＋＋＋しっかり溶解する ＊（ ）判断に苦しむ

	純水	ミネラルスピリット	キシレン	アセトン	エタノール	アンモニア水 0.5%	アンモニア水 1%
⑬背景：クリーム色	－	－	－	－	－	－	－
⑭背景：濃クリーム色	－	－	－	－	(+)	－	(+)
⑮バグパイプ：赤色	－	(+)	+	+++	+++	+++	+++
⑯リボン：赤色	－	+	++	+++	+++	+++	+++
⑰鳥：青色	－	－	－	++	++	++	+++
⑱木の葉：薄緑色	(++)	+	+	++	+++	+++	+++
⑲四辺枠内側：黄緑色	－	－	－	－	－	－	－
⑳旧ワニス	－	+	++	+++	+++		
㉑旧充填剤	++	(+)	－	－	－		

絵具層耐溶剤性について

(耐溶剤性テスト表参照)

- オリジナル絵具層：純水、ミネラルスピリットにはほぼ溶解しなかった。キシレンにやや反応した。アセトンやエタノールに反応した。特に黄色や赤色は顕著に反応した。
- 旧補彩絵具：意匠部分の旧補彩⑮⑯赤色は、ミネラルスピリットとキシレンにやや反応し、アセトン、エタノールに顕著に反応した。
- ⑱薄緑色は、純水に対して反応したが、溶剤に対しては、他の旧補彩絵具と同程度の反応を示した。
- その他はアセトン、エタノールに溶解した。
- ⑬背景クリーム色・⑭濃クリーム色・⑲四辺枠内側の黄緑色は、すべての溶剤に対して反応しなかった。
- 旧ワニス：ミネラルスピリットに鈍い反応があった。キシレンにはやや反応した。アセトン、エタノールに顕著に反応した。
- 旧充填剤：純水に顕著に反応した。細かな粒子で、水分でやや泡立つ感じがした。

第2節 浮き上がり接着

天井絵画の損傷の中で、緊急を要したのが絵具層の浮き上がりであった。まず絵具層を安定させ、次の段階で全体の汚れの洗浄や昭和の修復（旧ワニス、旧充填剤、旧補彩）の洗浄を行い、その後剥落部への充填、補彩、ワニス塗布と順次作業を行うことにした。

1. 浮き上がり接着について

昭和の修復時にレジンワックスが使用されていたため、合成樹脂の使用も想定していたが、膠での接着が効率よく効果を上げることが分かり、予定通り作業を進行した。接着方法は、濃度を調整した膠水を損傷部分に差し入れ、温度調節した電気鋺と、緩衝材としてシリコンシートやマイラーシートを使い、絵具層の状態を確認しながら接着した。

2. 接着作業〔図1～5〕



図3 接着作業：膠水を筆で差し入れる



図4・5 接着作業：電気鋺で絵具層を接着



図1 接着作業：膠水と電気鋺で絵具層の浮き上がりを接着



図2 接着作業：膠水と電気鋺で絵具層の浮き上がりを接着

3. 接着過程 中央リース部分

接着前 木摺隙間部分に、典型的な絵具層の亀裂や浮き上がりが観察される。この部分の亀裂の形状は斜線状で、亀裂には黒い汚れが付着している〔図6〕。

接着中 膠水を浮き上がりや亀裂に注入後、電気鋺で接着した〔図7〕。

接着後 接着した周辺が汚れて見えているのは、膠水により汚れが浮いてきたため〔図8〕。

膠分洗浄後 四角く明るく見えている部分が、表に残った余分な膠分を精製水で洗浄した部分〔図9〕。



図6 接着過程：接着前



図7 接着過程：接着中 ①は接着前・②は接着後



図8 接着過程：接着後



図9 接着過程：膠分洗浄後

表面に残った余分な膠分を、精製水で洗浄しながら接着を行った〔図10〕。綿棒や脱脂綿に精製水を含ませ、余分な膠分を洗浄したが、その際旧充填剤と旧補彩が水分に反応し、汚れと共に溶解してきた。

＊「本章第3節 洗浄作業」参照。



図10 浮き上がり接着：膠分洗浄中

4. 接着についての考察

今回の修復において、特徴的な損傷である絵具層の浮き上がりの接着作業が、大きなポイントであった。しかも調査の段階では、どこまでが旧充填剤や旧補彩かが明確ではなかったことも、修復作業を複雑にしていた。

損傷が広範囲に及んでいるため、まず浮き上がり接着を行い、天井絵画の絵具層を安定させることが大切だと考えた。オリジナル絵具はもちろんのこと、旧補彩絵具や旧充填剤と疑われるものもすべて接着した。表面に残った余分な膠分を精製水で洗浄すると、再び水分によって接着が弱まってしまうことを回避するために、様子を見ながら数回繰り返し接着作業を行った。

木摺は環境の影響で、今後も伸縮を繰り返すと推測される。昭和の修復では、絵具層の剥落・亀裂部分、及びカンバスの接着としてレジンワックスを使用していた。

＊「第1章 2. 昭和の大改修時における天井画修復記録」参照。

木摺自体が変形し反っているため、木摺間には段差ができていた。さらに隙間が広がっているのか、接着の際、電気鋺で押さえても抵抗感がない箇所があった。ただカンバスと木摺自体の接着は安定しており、損傷に起因するような接着不良などは確認されなかった。しかし、天井絵画の置かれている環境は変わることがないため、浮き上がり接着作業後もこの現場での作業が終わるまで、接着状態を確認し続ける必要があった。

5. 使用道具・材料

5-1. 使用材料〔図11・12〕

- 電気鋺〔図11〕 ハンダ用電気鋺の先を絵具の接着に適応するように加工したもの。コントローラーで温度調節をする。
- 小型アイロン〔図11〕 電気鋺では面積的に対応しきれない場合、小型アイロンを使用した。
- 緩衝材（シリコン加工）〔図12〕 マイラーシート、シリコンシート、シリコンペーパーを浮き上がりの状態によって使い分けた。



図11 電気鋺と小型アイロン



図12 緩衝材（シリコン加工）

5-2. 使用材料総量

- 牛皮和膠1（天野山文化資産研究所）：約150g
- ウサギ膠（フランス産 マツダ絵具株式会社）
：約100g

- 精製水（昭和化学株式会社）
：約3l

6. 支持体破れ接着〔図13～15〕

ウサギ膠：精製水＝1：3（容量比）を注射器で破れ部分に注入し、電気鋺で接着した。方法と材料は、浮き上がり接着作業と同様である。



図13 支持体破れ部分



図14・15 ウサギ膠水を注射器で注入後、電気鋺を使い接着