

中尊寺地の粉の材料技法的特性の解明と 保存修復のための基礎的研究

佐藤 弘花 (東北芸術工科大学大学院)

1. はじめに

中尊寺は岩手県平泉町にある天台宗寺院である。その境内に位置する中尊寺金色堂では、昭和37(1962)年から昭和43(1968)年にかけて解体復元修理工事が行われ、中尊寺裏山から産する岩を原料とした「中尊寺地の粉」が、漆芸の下地材として使用された。中尊寺地の粉は、一般の地の粉に比べて「厚く塗っても速く固化する」という特徴が報告されている¹。しかし、どの特性が厚塗りを可能にし、固化速度に影響を与えているのかは明らかになっていない。

本研究では、中尊寺地の粉を中心に、漆下地の固化に影響を与える特性を観察、分析し、比較実験を通じて検討する。対象とするのは、現在一般に使用されている地の粉や砥の粉、中尊寺地の粉に加え、漆器産地で使用される漆下地や出土漆器に確認される火山灰由来の漆下地である。地の粉の観察や分析に加え、厚塗り時の固化速度や固化後の状態を比較することで、漆下地の固化に影響を与える特性の解明を目指す。

本研究が、出土漆製品の分析や修復における漆下地選択の一助といった、基礎的研究として今後の保存修復に資することを期待する。

2. 先行研究

(1) 中尊寺地の粉について

中尊寺地の粉は中尊寺金色堂付近の黄土色の岩石を粉末にしたものであり、漆と混ぜて厚く塗っても中心まで早く固化すること、その際に漆が少なくとも固まり、固化後の変化が少ないことが判明している²。また岩石の地質は流紋岩質軽石凝灰岩であり、蛍光X線分析の結果、山科地の粉や輪島地の粉に比べて鉄(Fe)やカルシウム(Ca)が多く含まれることがわかっている³。修理が行われた昭和43(1968)年の文献にはマンガン(Mn)が多く含まれることが厚塗りを可能にすると考察されていた⁴が、その後の研究で中尊寺地の粉のマンガン(Mn)の含有量は少なく、それが固化に影響する成分ではないことが明らかになっている。

¹ 小西暲也「金色堂昭和の大修理から30年」『関山4号』1997年

² 国宝中尊寺金色堂保存修理工事修理委員会編『国宝中尊寺金色堂保存修理工事報告書』彰国社、1968年

³ 佐藤弘花「中尊寺地の粉の研究～素材比較実験を通して～」東北芸術工科大学文化財保存修復学科卒業論文、2022年

⁴ 仏教芸術学会編『仏教芸術72 中尊寺特集』毎日新聞社、1969年

(2) 火山灰を用いた漆下地について

先行研究より、中尊寺地の粉が凝灰岩質であることから、火山由来成分が厚塗り固化に寄与する可能性が指摘されている⁵。近年では火山灰を用いた出土漆器も確認されている⁶が、現代の漆工技法では火山灰や凝灰岩を使用する例はない。昭和8年(1933)年、澤口悟一は火山灰を用いた下地を「堅地の粉」と命名し、山科地の粉・輪島地の粉より使用感が良いと述べた⁷。

これらを参考に、本研究では火山灰を中尊寺地の粉の比較対象とする。

3. 研究方法

本研究では、下地サンプル選択・作成、下地サンプルの観察、下地サンプルの化学的分析、下地サンプルの物理的性質の測定、固化速度実験、手板の評価を行った。

4. 下地サンプルの選択・作成

中尊寺地の粉との比較を目的に、文献調査をもとにサンプル選定を実施した。比較対象として、現在市販されている下地材料、火山灰を選択した。実験には以下の下地サンプルを用いた。

- | | |
|-------------|--------------|
| ①山科地の粉 A | ⑨鳴滝砥の粉 |
| ②山科地の粉 B | ⑩木曾錆土 |
| ③山科砥の粉(黄) | ⑪中尊寺地の粉 |
| ④山科砥の粉(赤) | ⑫中尊寺地の粉(細) |
| ⑤山科砥の粉(白) | ⑬火山灰(桜島) |
| ⑥輪島地の粉(一辺地) | ⑭火山灰(阿蘇) |
| ⑦輪島地の粉(二辺地) | ⑮火山灰(支笏カルデラ) |
| ⑧輪島地の粉(三辺地) | |

中尊寺地の粉は現地で採取した中尊寺裏山の岩石を粉砕し、作成した [図 1]。

粒度は金色堂当初塗膜や山科地の粉の粒度ピークを参考に、50~100 μ m に調整し、粒度測定器で確認した。

火山灰試料も 140 メッシュでふるいにかけて粒度を均一化し、中尊寺地の粉も同様にふるい分けた中尊寺地の粉(細)を手板試験に使用した。

⁵ 武田昭子・赤沼英男・土谷信高「中尊寺金色堂と柳之御所遺跡出土盤からみた奥州藤原氏文化の漆工技術」『いわての漆』岩手県立博物館、2010年

⁶ 武田昭子「中世および近世出土漆器に見出された火山灰を含む下地調整技法に関する研究」『昭和女子大学文化史研究 13号』昭和女子大学文化史学会、2010年、80-93頁

⁷ 澤口悟一『日本漆工の研究』丸善、1933年

5. 下地サンプルの観察・分析・測定

(1) SEM 観察

環境制御型走査電子顕微鏡 (FEI Quanta 400) を用い、各下地サンプルの粒子形態を観察した。試料はカーボンテープに付着し、カーボン蒸着後、観察に供した。

結果、市販下地材は粒子形態から粘土系 (山科地の粉、山科砥の粉、鳴滝砥の粉、木曾錆土) と珪藻系に大別された。粘土系グループは層状の長円形粒子が多く、頁岩や粘板岩に由来することが推察された。

中尊寺地の粉と火山灰サンプルからは火山ガラスが確認され、中尊寺地の粉には角張った粒子や穴の空いた粒子も見られた。

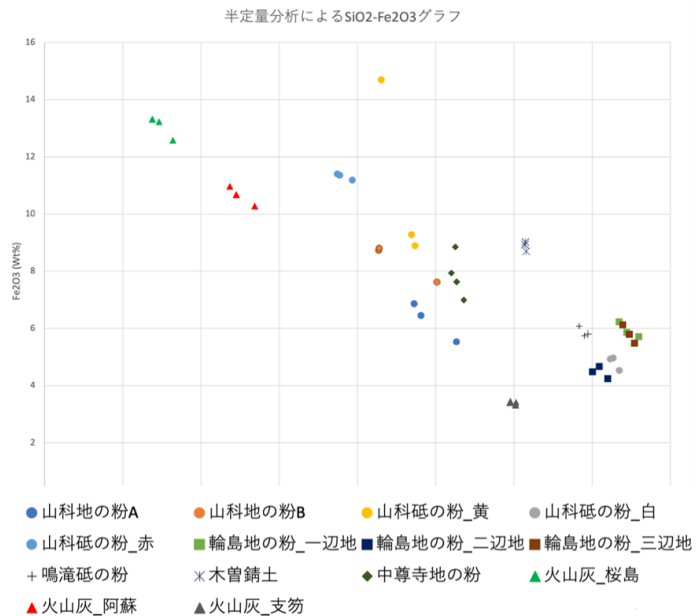
(2) 蛍光 X 線分析

各下地サンプルの化学組成を把握するため、蛍光 X 線分析装置 (Magix-EX、マルバーン・パナリティカル社製) を用い、FP 法による半定量測定を行った。

得られた結果から岩石分類学に使用される $\text{SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2\text{-(Na}_2\text{O+K}_2\text{O)}$ のグラフを作成した [図 2]。 $\text{SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ グラフでは桜島・阿蘇試料は二酸化ケイ素 (以下、 SiO_2) が低く、酸化鉄(III) (Fe_2O_3) が高い特性を示し、他のサンプルとは異なる傾向を示した。また、山科砥の粉白以外の山科系サンプルと中尊寺地の粉は近いデータを持ち、輪島地の粉群 (輪島地の粉各種、山科砥の粉白、鳴滝砥の粉) はまとまりを示した。



[図 1] 中尊寺地の粉



[図 2] 半定量分析による $\text{SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ グラフ

(3) 粒度分布測定

粒度分布測定器（マイクロトラック MT3300EXII、日機装社製）を用い、市販下地材及び試料の粒度分布を測定した結果、市販下地材は粒度分布の特徴により 4 群に分類された。

A 群（山科地の粉 A・B）：ピークは 50～100 μm 、サンプル間で粒度差あり。

B 群（輪島地の粉各種）：粒度 10～50 μm に分布、粒度細分化傾向あり。

C 群（山科砥の粉黄・赤）：5～10 μm と 50 μm にピークを持つ二峰性。

D 群（山科砥の粉白、鳴滝砥の粉）：5 μm 付近に単一ピーク。

6. 固化速度測定試験

(1) 塑性状に必要な水分量の測定

地の粉に混和する水分量が固化時間に大きく影響することが予備試験で判明したため、地の粉の状態を塑性状（粉がまとまる程度の状態）に統一して下地漆を作成する方針とした。

各サンプルに適量の水を加え、余分な水分をキムワイプで除去後、作業前後の重量差から必要水分量を 5 回測定し平均を算出した。

その結果、山科地の粉 A が最も少なく、輪島地の粉が最も多く水分を必要とした。細粒度（山科砥の粉、中尊寺地の粉細）では吸水率が高まり、必要な水分量も増加する傾向が確認された。

(2) 実験概要

実験では、修理現場での実用割合（地の粉：漆=10：4）及び「漆を減らしても固化する」という証言をふまえ、以下の 3 条件で試験を行った。

(ア) 塑性状の地の粉：漆=10：4

(イ) 地の粉：漆=10：4

(ウ) 地の粉：漆=10：3

輪島地の粉二辺地・三辺地、鳴滝砥の粉は分析の結果より類似素材があるため除外した。中尊寺地の粉は、140 メッシュでふるった細粒サンプルを新たに追加し、12 サンプルを実験に使用した。

以上の条件で作成した各下地を厚さ 2 mm で実験の手板に塗布し、塗膜乾燥測定器（BEVS1813）に設置し、24 時間後に内部固化及び完全固化時間を測定した。

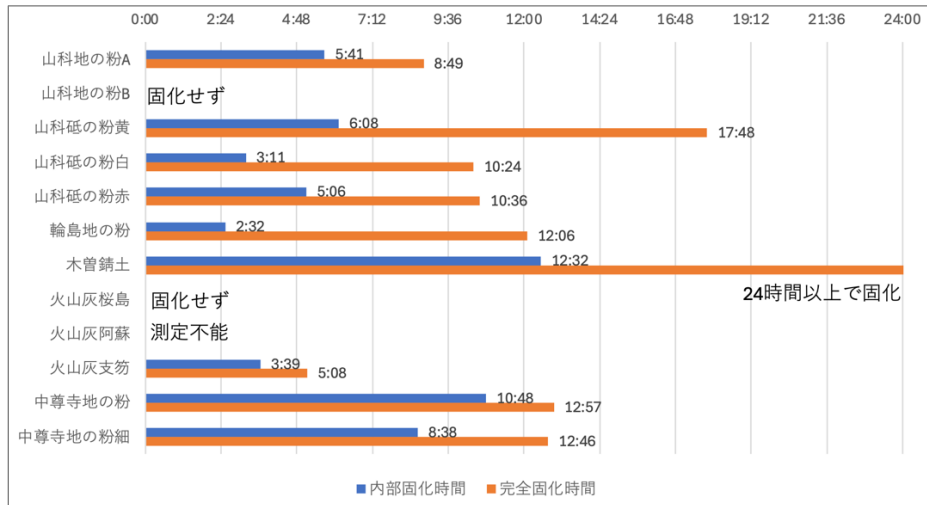
(3) 実験結果

実験の結果は [図 3]、[図 4]、[図 5] の通りである。いずれの条件下でも支笏火山灰及び輪島地の粉が速やかに固化した。特に支笏火山灰は条件(ウ)で最速の内部固化時間を記録した[図 5]。

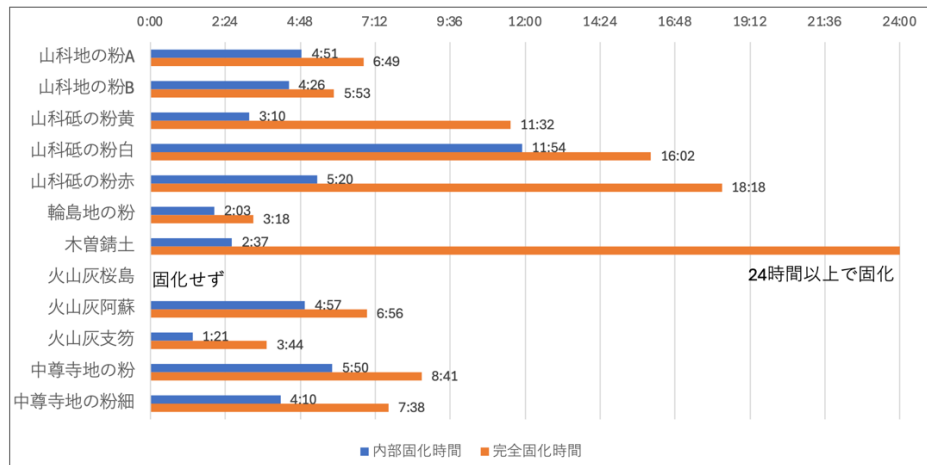
山科砥の粉白は固化が速く、黄・赤は遅延傾向を示した。山科地の粉 A・B でも固化挙動に違いが見られた。

漆の割合を減らすと全体的に固化速度は向上したが、材料間の固化順位には変動があった。

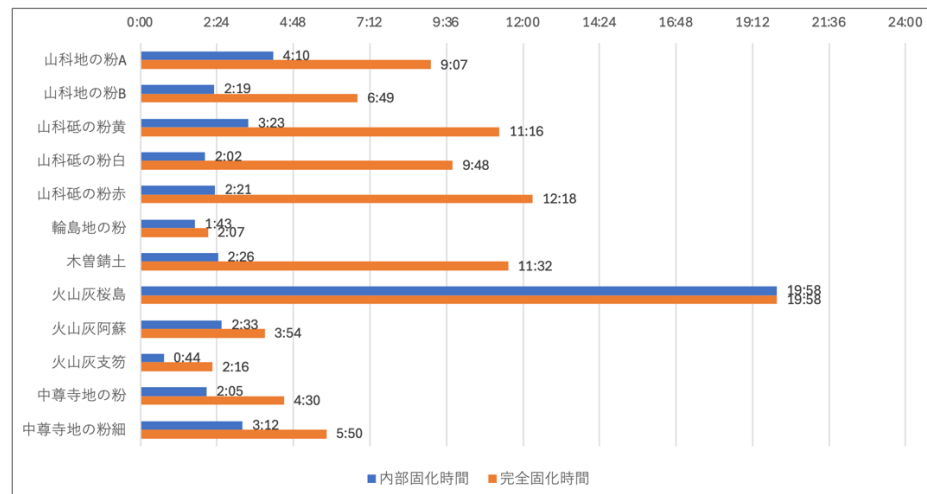
山科産下地では、漆を減らすほど完全固化の順位が低下した。中尊寺地の粉は細粒化により内部固化が短縮したが、条件(ウ)では逆に遅延する例も確認された。桜島火山灰及び木曽錆土は条件(ア)、(イ)において完全固化に24時間以上を要した。



[図3] 条件(ア)測定結果



[図4] 条件(イ)測定結果



[図5] 条件(ウ)測定結果

7. 手板評価試験

(1) 試験概要

各サンプルを漆と混和し、作業性と固化後の状態を評価するため、手板を作成した。ガラス板（0.5 mm 厚塗布）とヒノキ板（2 mm 厚塗布）の2種類を使用し、固化速度試験と同様の3条件で塗布した。

作業性については、下地漆の粘度・ヘラ離れ・定着力を5段階で主観評価し、作業中の様子は動画で記録した。

固化後は、目視観察でひび割れ・焼け⁸・痩せ⁹・縮み¹⁰の有無を確認し、デジタルマイクロスコープにより表面の平滑度を5段階で評価した。

(2) 作業性の評価結果

作業性は、1（柔らかい）～5（硬い）の5段階で評価した。3に近いほど作業に最適な下地とした。

条件(ア)では多くのサンプルが扱いやすく、特に桜島・阿蘇火山灰は柔らかい傾向を示した。

条件(イ)では素材の特性が強く現れ、山科地の粉と木曾錆土が扱いやすく、火山灰支笏は硬すぎて作業が困難だった。

条件(ウ)では全体的に硬化し、作業性が低下した。火山灰桜島は改善したが、火山灰支笏や輪島地の粉は著しく作業困難となった。

山科地の粉・山科砥の粉黄は全条件で安定して扱いやすい結果を示した。ここから素材による最適な漆配合の重要性が示唆された。

(3) 固化後の状態評価結果

固化後の表面では、焼けは主に山科砥の粉赤で発生し、特に漆を減らした条件(ウ)で顕著だった。

山科地の粉Aや木曾錆土では焼けが発生せず、安定した特性を示した。ヒビ・固化不良は山科砥の粉黄、赤、中尊寺細粒サンプルに多く見られた。

輪島地の粉や火山灰支笏では漆を減らすと平滑度が低下し、粉の析出や漆の分離が観察された一方、木曾錆土や中尊寺細では平滑度が向上した。

山科地の粉A、木曾錆土は条件変化の影響を受けにくく安定していた。火山灰桜島や山科地の粉Bでは固化不良や表面劣化が課題とされた。

⁸ 漆塗りの表面が変色した状態のこと。

⁹ 化前に比べて体積が減少すること。

¹⁰ 固化の不具合によって表面にちりめん状のシワが発生すること。

8. 追加実験

SiO₂と硫黄（以下、S）は、先行研究や本試験で特に影響が大きいと推察されたため、仮説検証を行った。検証の結果、二酸化ケイ素が多いほど固化しやすい傾向が見られた。また市販の地の粉に硫黄を混ぜると固化が遅れ、固化後の硬さも低下する傾向が確認された。

9. 考察

本研究の結果、厚塗りにおける漆の固化特性には、吸水率及び下地素材の成分が大きな影響を与えることが明らかとなった。特に、吸水率は粒子の形状、粒度分布、SiO₂含有量によって左右されることが確認された。また、S含有量が高い素材では固化が遅れる傾向が認められた。

SiO₂による固化促進の傾向については、先行研究においても報告されているが¹¹、SiO₂含有量が高い素材は作業性が低下する傾向があり、作業性を確保するためには適切な漆の配合割合の検討が必要である。

さらに、中尊寺地の粉が厚塗りに適する特性は、凝灰岩由来の多孔質な粒子構造に加え、固化が安定している山科地の粉と類似した粒度分布及び成分組成に起因すると考えられる。

以上の結果から、厚塗りに適した下地素材として、進藤謙商店の山科地の粉、中尊寺地の粉、阿蘇の火山灰を提示することができた。

今後、さらに各漆下地の硬度や接着力の詳細な測定や火山灰を用いた場合の漆の適切な割合の検討を行うことで、修復作業や現代漆工における下地素材の具体的な活用例を提示できると期待する。

¹¹ 石村敬久・本多貴之・陸裕・宮腰哲雄「漆の改質と乾燥促進法」『色材協会誌 82 巻 4 号』色材協会、2009 年

参考文献

- 国宝中尊寺金色堂保存修理工事修理委員会編『国宝中尊寺金色堂保存修理工事報告書』彰国社、1968 年
中里壽克「中尊寺金色堂漆芸部材の修復 上」保存科学 11 号、1973 年、30 頁
仏教芸術学会編『仏教芸術 72 中尊寺特集』毎日新聞社、1969 年
小西暲也「金色堂昭和の大修理から 30 年」『関山 4 号』1997.12
小西暲也「中尊寺堂内具の復元模造について」『日本の美術 451 号』至文堂、2003 年
武田昭子、赤沼英男、土谷信高「中尊寺金色堂と柳之御所遺跡出土盤からみた奥州藤原氏文化の漆工技術」『いわての漆』岩手県立博物館、2010 年
武田昭子「中世および近世出土漆器に見出された火山灰を含む下地調整技法に関する研究」『昭和女子大学文化史研究 13 号』昭和女子大学文化史学会、2010 年、80-93 頁
澤口悟一『日本漆工の研究』丸善、1933 年
石村敬久・本多貴之・陸裕・宮腰哲雄「漆の改質と乾燥促進法」『色材協会誌 82 巻 4 号』色材協会、2009 年