

東京藝術大学大学院 美術研究科 文化財保存学専攻

第 15 回 保存科学研究室 研究発表会内容梗概

2015 年(平成 27 年)10 月 22 日(木)

於：東京藝術大学 美術学部 第一講義室

プログラム

【研究発表】

- | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|--------|-------|
| 13 : 00~13 : 10 | 開会の挨拶および研究室紹介 | 教授 | 稲葉政満 |
| 13 : 10~13 : 25 | 「日本画の材料分析」 | 修士 2 年 | 薦田 梓 |
| 13 : 25~13 : 40 | 「ゼラニウムレーキ絵具の光劣化過程」 | 博士 2 年 | 佐々木彩乃 |
| 13 : 40~13 : 55 | 「肥前陶磁の材料分析」 | 修士 2 年 | 岡地智子 |
| 13 : 55~14 : 10 | 「イスラーム陶器片の材質技法に関する研究」 | 博士 2 年 | 村上夏希 |
| 14 : 10~14 : 25 | 休 憩 | | |
| 14 : 25~15 : 35 | 招待講演「絵画修復の現状 -東洋絵画 指定文化財の修理-」 | 半田九清堂 | 半田昌規 |
| 15 : 35~15 : 45 | 休 憩 | | |
| 15 : 45~16 : 00 | 「竹紙の耐久性ーリグニン量及び灰分量からの検討ー」 | 博士 1 年 | 鍾 佳榮 |
| 16 : 00~16 : 15 | 「リグニンを多く含むパルプ紙のアルカリ処理による劣化挙動」 | 博士 1 年 | 加瀬谷優子 |
| 16 : 15~16 : 30 | 「大豆糊の湿熱劣化挙動-大豆脂質の影響-」 | 修士 2 年 | 大橋有佳 |
| 16 : 30~16 : 45 | 「X 線を用いた内部応力測定による金属文化財の制作技法の推定」 | 教授 | 桐野文良 |
| 16 : 45~16 : 55 | 休 憩 | | |
| 16 : 55~17 : 10 | 「合板材料に使用される木材樹種の糖組成と酢酸ガス放散速度との関係」 | 博士 2 年 | 古田嶋智子 |
| 17 : 10~17 : 25 | 「予防的保存概念にもとづく木材腐朽菌の生理活性モニタリング」 | 博士 1 年 | 杉山智昭 |
| 17 : 25~17 : 30 | 閉会の挨拶 | 教授 | 桐野文良 |

【交流会】

- 17 : 30~18 : 30 交流会 大浦食堂 (中央棟正面、大学美術館 1F、参加費無料)

東京藝術大学大学院美術研究科
文化財保存学専攻 保存科学研究室

講演の概要

日本画の材料分析

東京藝術大学大学院 ○薦田 梓

【緒言】日本画は絹・和紙・木等を支持体とし、無機顔料・有機顔料・染料等を膠水に溶いたもので描かれており、経年により変褪色することがある。絵画の材料を分析し劣化について考察することは、保存方法や修復方法を決定する際に極めて重要である。また、材料から制作技法や制作年代を推定するなど、美術史的な研究においても意義がある。本研究では、変褪色の著しい絵画の彩色材料と支持体を科学的に分析し同定を行い、制作当時の色彩について考察する。

【方法】掛軸の仏画に対し、光学顕微鏡による観察、側光線写真・赤外線写真・紫外線蛍光写真の撮影、蛍光 X 線分析、エネルギー分散型 X 線分析 (EDX)、X 線回折、FT-IR 分析を行った。また、和紙の繊維を同定する為、C 染色液による呈色反応試験を行った。

【結果】彩色材料については、蛍光 X 線分析、EDX、X 線回折の結果により、衣が辰砂、肌が真鍮、朱線が弁柄であり、蛍光 X 線分析、EDX、FT-IR 分析の結果により蓮台がプルシアンブルーであると同定した。支持体の和紙については楮と雁皮が確認された。肌の部分がかすんだ緑色をしているのは真鍮が腐食した為と考えられ、制作当時の本資料は黄金色の肌をした焔びやかな菩薩図であったと推察される。また、人工顔料のプルシアンブルーが使用されていることから、少なくとも 18 世紀後半以降に制作されたものであることが分かった。

ゼラニウムレーキ絵具の光劣化過程

東京藝術大学大学院 ○佐々木彩乃、桐野文良

【緒言】染料を不溶化して作られるレーキ絵具には耐光性が弱いものがある。その一つとして、ゼラニウムレーキ絵具がある。その劣化挙動を明らかにすることは、ゴッホ絵画の当初の外観を明らかにするとともに絵画の保存性の構築や新しいレーキ絵具の開発に指針を与えるものと考えられる。本研究の目的は、ゼラニウムレーキの基礎的情報の収集及び劣化挙動を解明することである。

【実験方法】試験片をキセノンフェードメーターに入れ、照度 30000Lx、槽内温度 30℃で曝露試験を行った。経時変化を分光反射率や FTIR などで検証した。

【結果及び考察】原料の染料とレーキ化した絵具では劣化挙動に違いが見られる。ゼラニウムレーキ絵具の $\Delta E^*_{ab}=5$ であった。また、 a^* 及び b^* の経時変化から色相の変化を観察したところ、経時毎に a^* 及び b^* の値は低下していたことから、緑色方向及び青色方向に進んでいた。この結果から、レーキ化したゼラニウムレーキ絵具の方が染料を絵具化したものよりも劣化挙動が小さいことがわかる。また、クロスセクション観察によると絵具表面には薄層が生成している。そこで、ゼラニウムレーキ絵具表面の薄層部分に注目し、深層部分との違いを明らかにするため顕微 FTIR で比較した。その結果、絵具表面の薄層は劣化層であり、ゼラニウムレーキの劣化は絵具表面で留まっていることがわかる。

肥前陶磁の材料分析

東京藝術大学大学院 ○岡地智子

【緒言】唐津焼や伊万里焼の名で知られる肥前陶磁器は、近年の考古学的研究の成果により大筋の編年が出来てきている。しかし、材料の採取地や配合については不明な点も多い。本発表では、胎土に使用された材料の傾向について検討するため、佐賀・長崎両県の窯跡から採集したといわれる陶片 14 点に対し行った胎土分析の結果を報告する。

【実験方法】エネルギー分散型 X 線分析装置を用いて、胎土部分の元素組成分析を行った。

【結果】採集地に広く分布する砂岩系陶土の分析値と比較したところ、 $SiO_2-Al_2O_3$ の組成において比較的近似していたが、長石と有色鉱物主要元素においては組成がやや異なった。また、1637 年以前に陶器だけを生産していた窯はまとまる傾向が見られた。これらの結果から、母材に砂岩系陶土を使用した可能性、1637 年以前の陶器窯は同じ配合の土を使用していた可能性が推察された。

イスラーム陶器片の材質技法に関する研究

東京藝術大学大学院 ○村上夏希

【緒言】本研究は胎土や釉薬の材質分析により、資料の類似性や独自性を科学的な見地から明らかにすることを目的とする。昨年は出光美術館が所蔵するエジプト・フスタート遺跡から出土した陶器を対象に、胎土の化学組成と釉薬材質の対応関係について検討を行った。本年は同資料群の陶器胎土について X 線回折を用い主要鉱物の同定を行った。本日はストーンペースト陶器の結果について抜粋し報告する。

【実験方法】資料胎土について X 線回折を行った。昨年実施した胎土の定量分析結果と本結果をもとに胎土中の主要鉱物の同定を行い、元素組成に基づく胎土グループとの比較検討を行った。

【結果】ストーンペースト陶器は元素組成に基づく分類で 2 グループに大別される。このグルーピングは製作年代と概ね対応しており、グループ 1 は 11~14 世紀、グループ 2 は 15~17 世紀の陶器を中心に構成される。X 線回折の結果、グループ 2 はグループ 1 と比較して他回折ピークに対しカルサイトやゲーレナイト、ウォラストナイトなどカルシウムを含有する鉱物（以下、カルシウム含有鉱物）に由来する回折ピーク強度が高い傾向にあった。前年の分析結果とあわせて考えると、グループ 2 はグループ 1 よりも粘土に対するカルシウム含有鉱物量が多いと考えられ、本結果は時代や地域による粘土や調合の違いを反映していると推測された。グループ 2 のカルシウムの由来について本分析だけでは判断できないが、混和材として加えたすれば低温焼成下での耐久性向上を意図したと思われる。また、12 世紀後半~13 世紀前半のシリアや、12 世紀後半以降イランのストーンペーストなどエジプト以外の地域でも、カルサイトを添加したとされる例が報告されている。今後は各地域の陶器について分析例を増やし、資料胎土をはじめ、器形や装飾と言った製陶技術の比較を総合的に行うとともに、年代を検討していくことで、西アジアにおける技術や陶工の移動の問題について考えていきたい。

【招待講演】

「絵画修復の現状 —東洋絵画 指定文化財の修理—」

選定保存技術保存団体 国宝修理装飾師連盟
株式会社半田九清堂 代表取締役 半田昌規

国宝や重要文化財等の指定文化財は、国が修理を行うのではなく、所有者が修理することと文化財保護法に定められている。文化財の所有者が、指定文化財の修理を希望してから修理が行われるまでの仕組みと文化財が工房に運び込まれてからの修理の流れの概要を説明し、「国宝『上杉本 洛中洛外図 屏風』狩野永徳筆 紙本金地著色」「国宝『風雨山水図』伝馬遠筆 絹本墨画」の修理事例に沿って、修理の流れを解説する。

竹紙の耐久性—リグニン量及び灰分量からの検討—

東京藝術大学大学院 ○鍾佳榮

竹紙文化財は中国の唐代以降大量に製作され、世界中に収蔵されている。しかし、その修復に必要とされる良質な竹紙は現在入手できない。良質な竹紙の復元の第一歩として、竹紙の耐久性についての研究を開始した。

孟宗竹を中国で発酵処理した粗竹繊維を入手し、3種のアルカリで煮熟したところ、石灰よりも苛性ソーダやソーダ灰を用いた場合の方が煮熟時間が短くて済み、かつ紙力も高い。また、楮紙では耐久性に問題があった苛性ソーダ煮熟でも、竹紙の耐久性には問題がなかった。この苛性ソーダ煮熟した竹紙の十分な耐久性は紙の高い pH による。

そこで、煮熟程度の評価としてリグニン量の変化と高い pH の評価として灰分量を測定し、これらの結果から先の耐久性の要因を検討した結果について報告する。

リグニンを多く含むパルプ紙のアルカリ処理による劣化挙動

東京藝術大学大学院 ○加瀬谷優子

【緒言】近代のパルプ紙の保存を考える場合、急激な脆弱化の原因はサイズ剤に含まれる酸、解決策としての脱酸性化処置という一つの文脈のみに集約されがちである。しかし、紙自体に含まれる劣化要因はそれだけではない。劣化に大きく寄与する存在として、紙の主成分のひとつであるリグニンが挙げられる。

本研究では、セルロースとともにリグニンが存在した場合の劣化に着目し、これを明らかにすることにより、機械パルプの効果的な延命方法を提案することを目的としている。

【方法】本研究では、これまで実証されてこなかった、セルロースとリグニンが共存した場合のパルプへの影響について、段階的に脱リグニンを行い、リグニン量の異なったパルプをモデル試料として作製した。この試料を用いてリグニンによる酸化劣化をβ脱離による重合度変化によって評価した。

【結果】リグニン量が減っていくと、アルカリ処理による重合度低下が大きくなる傾向がみられた。セルロースの周りをとりまくリグニンが減ることにより、アルカリがよりセルロースにアクセスしやすくなった可能性が考えられるが、リグニン量が最も多い試料では逆の結果を示しているため、今後さらに検証を進める必要がある。

大豆糊の湿熱劣化挙動 —大豆脂質の影響—

東京藝術大学大学院 ○大橋有佳

近年、赤外分光分析により、古代・中世の典籍類の紙継部分には、大豆原料とする褐色接着剤（大豆糊）の使用が確認され、経年による大豆脂質の分解が示唆されてきたが、劣化挙動の全容は明らかにされていない。

湿熱劣化による色変化の調査から、多湿により黄変が促進されることを明らかにした。ついで修復時に重要な大豆糊の溶解性の調査から、多様な15種の溶媒に対する大豆糊の膨潤性は湿熱劣化により、ハンセン溶解度パラメータ上の膨潤溶媒範囲は縮小し、ホルムアミド付近の溶解性を中心に収束した。脂質の有無で膨潤性に違いがみられ、脂質の存在によりその縮小速度が速くなる傾向が見られた。

X線をを用いた内部応力測定による金属文化財の制作技法の推定

東京藝術大学大学院 ○桐野文良、大野直志、田口智子

(株)リガク 根津暁充、横山亮一

【緒言】わが国の金属工芸は江戸時代後期に成熟期を迎える。その変遷を知る手がかりが制作技法で、その多くは現在に伝えられている。本報告では金属文化財の制作技法をX線回折を用いた内部応力測定により解明した結果について述べる。

【実験方法】試料は豊臣秀吉が恩賞として制作した貨幣型恩賞品2種、秋田銀判および元文小判である。X線回折を用いた応力測定で、 $\sin^2\psi$ 法で解析した。組成はSEM-EDS、結晶構造はX線回折、構造はX線透過像撮影、表面の加工状態は光学顕微鏡ならびにSEMで観察した。

【実験結果】鑄造で作製されたと伝えられる『永楽銀錢』は、樹枝状の金属組織、貨幣内部に鬆がみられ、内部応力は熔融金属の凝固収縮により発生した圧縮応力であることから鑄造で作製されことを示している。打製で作製されたと伝えられる『永楽銀錢』は、純Agが用いられ、文字が鮮明、貨幣内部に鬆がみられない。制作技法として定鋳で銀板を加工後に熱処理が施されていると推定される。復元実験がこの結果を支持する結果を得た。秋田9.2匁銀判は組成的には純Agが用いられ、残留内部応力が観測されない(ストレスフリー)ことから加工後に熱処理が行われたことを示唆している。元文小判は内部応力は観測されるが、その値は秋田銀判より小さく熱処理が十分に行われていないことが推定される。棹金からの加工の跡が残っているのかもしれない。以上の検討から、桃山時代においてすでに基材の熱処理技法が制作技法に取り込まれていたことがわかる。

合板材料に使用される木材樹種の糖組成と酢酸ガス放散速度との関係

東京藝術大学大学院 ○古田嶋智子、勝亦京子、佐野千絵、稲葉政満

【緒言】博物館・美術館で用いられる合板から発生する酢酸ガスが問題となっている。木材からの酢酸を含む揮発性有機化合物のガス放散はよく知られており、合板の主たるガス放散源も構成材料である薄板材と考えられる。薄板材に主に用いられる広葉樹材は、使用される樹種が複数にわたるため、樹種によりガス放散挙動が異なる可能性がある。また、木材からのガス放散は、木材ヘミセルロース中のアセチル基の脱離が要因の一つと考えられており、糖組成により樹種ごとのガス放散挙動が異なると予測された。

本研究は、合板からの酢酸ガス放散の低減化を目的として、酢酸ガス発生機構について調査している。本発表では、合板の構成材料である薄板材のガス放散と糖組成の関係について報告する。

【方法】試料とした薄板材は、広葉樹ラワン材の中で異なる樹種3種（メランチ、カポール、クルイン）、比較として針葉樹材のアカマツを用意した。放散ガス試験では、ガス捕集に JIS A1901 に準じた小型チャンバー法を用い、捕集ガスはイオンクロマトグラフにより成分分析をおこなった。糖組成は、アルコールベンゼン抽出した木粉をアルジトール・アセテート法により分析し、中性糖を定量した。

【結果】同じラワン材でも樹種ごとにガス放散速度に違いが生じた。また、ガス放散速度が大きい樹種ほど、キシロース量も大きいことが確認された。これらの結果から、酢酸ガスの放散と糖組成に関係性があることが示された。

予防的保存概念にもとづく木材腐朽菌の生理活性モニタリング

東京藝術大学大学院 ○杉山智昭

【緒言】木造文化財に深刻な腐朽被害を及ぼす木材腐朽菌は一般的な目視や顕微鏡観察によって、その初期侵入を把握することが非常に困難である。また、被害を受けた資料に適切な処理（処置）が施されたか否か、その効果を確認し再発を防止するためには木材腐朽菌の侵入範囲と生理活性をモニターする技術が求められる。本研究では分子生物学的手法を用いて、木材腐朽菌を侵入初期段階で検出し、その生理活性の捕捉を可能とする技術開発について検討した。

【試験方法】平板培地で培養した木材腐朽菌（*Coniophora puteana*, *Serpula lacrymans*）に対して、乾燥処理、熱処理を実施した後、それぞれ核酸を抽出し、LAMP (Loop-Mediated Isothermal Amplification) 法, RT (Reverse transcription) -LAMP 法を用いた分析を行った。

【結果および考察】各試料より抽出した核酸を鋳型として RT-LAMP 反応を行った結果、無処理試料より抽出した鋳型から標的 RNA に相補的な cDNA の増幅が確認された。それに対し、乾燥処理試料、熱処理試料より抽出した鋳型を RT-LAMP 反応に供した場合、cDNA の増幅は認められなかった。本研究結果は、木材腐朽菌の分布（発生）範囲を高精度で把握し、その生理活性を評価するためのツールとして LAMP 法, RT-LAMP 法が有効であることを示唆するものと考えられる。

東京藝術大学大学院美術研究科
文化財保存学専攻

第 15 回保存科学研究室
研究発表会内容梗概

発行：2015 年 10 月 22 日 発行人：稲葉政満
発行所：東京藝術大学大学院美術研究科文化財保存学専攻
保存科学研究室

〒110-8714 東京都台東区上野公園 12-8
TEL：050-5525-2285 FAX：03-5685-7780
HP：<http://www.geidai.ac.jp/labs/hozon/top.html>

