

東京藝術大学大学院 美術研究科 文化財保存学専攻

第 10 回 保存科学研究室 研究発表会内容梗概

2010 年(平成 22 年) 11 月 18 日(木)

於：東京藝術大学 美術学部 第一講義室

プログラム

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	「機械漉き和紙への技術革新」	教授	稲葉政満
13 : 25~13 : 40	「経年劣化紙試料の懸垂法湿熱劣化試験-80°C, 65%rh」	修士 2 年	李 壘
13 : 40~13 : 55	「プルシアンブルー顔料を塗布したろ紙の劣化」	博士 3 年	貴田啓子
13 : 55~14 : 10	「遺跡出土木棺の用材分析に基づく近世の木材利用史」	助手	鈴木伸哉
14 : 10~14 : 20	休 憩		
14 : 20~15 : 10	招待講演「染織文化財の科学分析から得られる情報」	共立女子大学 教授 齊藤昌子	
15 : 10~15 : 20	休 憩		
15 : 20~15 : 35	「平等院の修復に用いる顔料の耐光性」	教授	桐野文良
15 : 35~15 : 50	「江戸時代貨幣『豆板銀』の表面層の構造」	修士 2 年	田口智子
15 : 50~16 : 05	「江戸元禄時代に国友鉄砲鍛冶により製造された火縄銃の金属組織」	博士 3 年	田中真奈子
16 : 05~16 : 20	「江戸時代に製作された籠手の小篠に用いられた鋼の金属組織」	博士 1 年	釘屋奈都子
16 : 20~16 : 35	「たたら製鉄操業における脈動送風の効果」	教授	永田和宏
16 : 35~16 : 40	閉会の挨拶	教授	永田和宏

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

機械漉き和紙への技術革新

東京藝術大学大学院 稲葉政満

楮紙の抄紙工程で難しいのは、長い繊維を水中に均一分散させることである。手漉きの場合、粘剤を使用して流し漉きすることで、その困難を克服している。一方機械漉きは、風船爆弾用紙の製造で試みられ、戦後に懸垂式短網抄紙機が実用化された。そしてついには「かげろうの羽」と称される楮の薄紙である「典具帖紙」の抄紙にも成功する。その技術革新について発表する。

経年劣化紙資料の懸垂法による湿熱劣化(80°C、65%rh)

東京藝術大学大学院 ○李 堽(院生)、稲葉政満

紙資料をより良い状態で保存するための対策を確立するには、その劣化挙動を解明することが必要であるが、自然劣化資料を評価するには長期間を要し、困難である。一方、加速劣化試験が自然劣化をシミュレートできているかは常に問題となる。本研究は、紙の経年劣化と加速劣化の関係を明らかにする手始めとして、経年劣化した紙資料(1878年～1923年)を懸垂法で湿熱劣化(80°C、65%rh)させ、紙の物理的・化学的変化について検討した。

実験に用いた経年劣化紙資料を湿熱劣化させると、劣化前の状態で最も量の多かったシュウ酸は増加したが、2番目に多いグリコール酸は減少した。また、有機酸が多く蓄積された紙ほど、湿熱劣化により、紙の引裂強さと破裂強さが低下し、変色が進んだ。これはセルロース主鎖の切断数と相関を示した。セルロース主鎖の切断数とpHとの間には明確な相関は認められず、切断数と粘度法によるセルロースの酸化度との間には良い相関があったことから、酸加水分解反応と同時に酸化反応も生じていると結論づけた。

プルシアンブルー顔料を塗布したろ紙の劣化

○貴田啓子(院生)¹, Antje Potthast², 稲葉政満¹

¹ 東京藝術大学大学院

² Department of Chemistry, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria

【緒言】 プルシアンブルー顔料は浮世絵版画に用いられている。この顔料に含まれる鉄(Fe)が、紙の主成分であるセルロースの劣化を促進する可能性がある。セルロースの劣化の主な原因は、酸加水分解による低分子化および酸化反応の進行である。低分子化はセルロースの分子量測定により、酸化反応はその酸化物の定量により把握できる。GPC-Labeling法は、高分子の分子量を測定するGPC法と酸化物官能基に選択的な蛍光ラベリング法を組み合わせた新規な手法である。本研究では、セルロースの劣化の詳細をGPC-Labeling法を用いて検討する。

【実験方法】 紙にセルロース純度の高い紙を使用し、プルシアンブルーを塗布した、Feイオン含浸試料を作製し、湿熱加速劣化(80°C、65%rh)した。酸化物であるカルボニル基およびカルボキシル基は、各々蛍光ラベリング剤CCOA(Carbazol-carbonyl oxyamine)およびFDAM(Fluorenyl-diazo-methane)によりラベルし、蛍光検出器で定量した。

【結果】 プルシアンブルーを塗布したろ紙は、未塗布ろ紙よりも湿熱加速劣化による分子量低下が早い。これは、湿熱劣化により紙中のFeイオンが増加することがわかっており、分子量低下はそのFeイオンにより促進されている。Feイオン含浸試料は、セルロース中の酸化物官能基であるカルボニル基およびカルボキシル基量の経時変化から、酸化反応が大きく促進され、プルシアンブルーでもわずかにその影響がみられた。GPC-Labeling法は、プルシアンブルーやFeイオンが紙の劣化に及ぼす影響を分析する手段として有用であった。

遺跡出土木棺の用材分析に基づく近世の木材利用史

東京藝術大学大学院 鈴木伸哉

17世紀はじめの江戸幕府による江戸城およびその城下町の建設には大量の木材が必要となり、幕府はこれを木曾川・天竜川流域をはじめとした全国の天然林から調達したことが知られている(所, 1980)。こうした都市建設と、それに引き続く都市人口の増加や度重なる火災などにより、近世の森林資源は全国的な枯渇の状況に陥ったと推定されている。また、幕藩体制を支えた身分制度や階層差が木材利用にどのような影響を与えたかが問題とされるが、そうした観点にたった出土木製品の材質に関する調査・研究はわずかであった。こうしたなか、本研究は、東京都内の4つの墓地遺跡から出土した、江戸時代初期から幕末にかけて形成された円形木棺(上面観が円形で、結桶形の構造をなす座棺)と方形木棺(上面観が正方形または長方形で、箱形の構造をなす座棺または寝棺)を主体とする一般都市住民層の木製埋葬施設の構築材およそ2,700点の樹種同定と形態の観察に基づき、近世の江戸における木材利用の変遷と森林資源や身分・階層差との関わりについて検討した。

木棺用材に反映した江戸における木材消費の様相には、江戸時代初期から幕末にかけて変化が認められた。17世紀前半～18世紀はじめ頃までは、円形木棺の用材は木曾川・天竜川流域をはじめとする天然林からもたらされたサワラやアスナロ、ヒノキなどの移入材を主体とし、都市における木材需要の増大による木材供給源の枯渇を反映して材が軽薄化し、より奥山に生育する樹種が用いられるようになるなど、近世林業史研究で推定されたような木材の大量消費の様相を裏付けたが、時期が下るにつれて、江戸周辺における植林による木材生産の活発化と、「江戸地廻り経済圏」をはじめとする流通網の発達によって、江戸近郊を主産地とするスギやアカマツなどの人工林・二次林産の樹種が主体的に用いられるようになったと推定した。円形木棺と17世紀前半の方形木棺、18世紀以降を中心とする方形木棺は、それぞれ系譜の異なるものであるが、これら江戸の一般的な都市住民層に用いられた木棺の用材は、将軍家・大名家の墓の用材とは、江戸時代を通じて異なっていたことから、当時の身分差・階層差が木棺の用材に反映したと考えた。

【招待講演】

染織文化財の科学分析から得られる情報

共立女子大学 教授 齊藤昌子

平等院鳳凰堂の修復に用いる彩色材料の耐光性

東京藝術大学大学院 ○桐野文良、稲葉政満、平等院 神居文彰

【緒言】 平等院では鳳凰堂の創建当時の彩色を復元する修理を予定している。彩色材料はベンガラが用いられていたが、創建当時と現代とではその色彩が異なる。そのため、修復にあたり色彩の調整を行わなければならないが、この彩色材料の耐光性が懸念される。そこで、受託研究として彩色材料の耐光性評価を受けた。その結果について報告する。

【実験方法】 修復に用いる顔料を SEM、EDX 分析、そして、X 線回折により調べた。修復時と同じ工程を用いて試料を作製した。ヒノキ材の上に攀水処理後、胡粉を塗布後、膠水中に分散させた彩色材料を 2 回塗る耐光性試験は紫外線フェードメータによる加速試験と鐘楼へ塗布する暴露試験とを比較した。色差の経時変化により耐光性を評価した。

【結果】 彩色に用いる現代のベンガラと色彩調整用朱の基本的な特性を調べた。色彩調整用の朱は BaSO₄ に染料などで染めた材料である。このうちの 1 つには TiO₂ が含まれる。ヒノキ上に塗布した試料に紫外線フェードメータにより光を照射すると、赤系の色が白色の方向へ色差が変化する。暴露試験として平等院の鐘楼に塗布し彩色顔料の色差の変化を調べたところ、加速試験を支持する結果を得た。これは、色彩調整用朱の中に含まれる TiO₂ が光触媒として作用し染料や膠を分解したと考えられる。TiO₂ を含まない色彩調整用の朱を用いると、紫外線フェードメータによる加速試験では変化が極めて小さい。現在、東門にこの彩色材料を塗布して耐光性を調べている。

江戸時代貨幣『豆板銀』の表面層の構造

東京藝術大学大学院 ○田口智子(院生)、桐野文良

【緒言】 豆板銀は江戸時代に流通した銀貨の一種であり、Ag-Cu 合金である。Ag-Cu 合金貨幣の銀の含有率と表面層の関連についての研究はほとんど見られない。本研究の目的は、豆板銀の表面層の解析を行い製作技法や保存状態を明らかにすることである。

【方法】 試料は江戸時代に製造された、保存状態の異なる十二種類の豆板銀である。これら試料の分光光度計で分光反射率の測定、XRD および電子線回折で結晶構造をそれぞれ調べた。また、表面を SEM で観察し、組成を EDX および RF 分析した。表面の解析は STEM および TEM により調べた。

【結果】 (1) 安政豆板銀に代表される Ag 濃度の低い豆板銀においても、試料表面は銀色を呈している。分光反射率を測定すると、Cu のスペクトルに見られる特徴は見られない。(2) 腐食生成物として酸化銀、酸化銅、塩化銀、硫化銅が検出されたが、銀濃度による生成物の明確な差は見られず、保存状態に起因するものと考えられる。(3) 安政、文政豆板銀では、試料表面近傍で Ag 濃度の高い層が観察される。(4) 豆板銀の表面を一部研磨すると、銀色から銅色に変化する。(5) TEM 観察から安政豆板銀の地金上には、二層からなる表面層が存在している。地金に近い層は約 0.6 μm の Ag 富化層で、その上部に約 0.8 μm の Cu₂O を主成分とする層が形成されている。(6) 以上の検討より、豆板銀表面には色揚げ処理が施されている可能性を示唆する結果を得た。

江戸・元禄時代に国友鉄砲鍛冶により製造された火縄銃の金属組織

東京藝術大学大学院 ○田中真奈子(院生)、北田正弘

【緒言】 日本の古式銃の金属学的基礎データを蓄積することを目的に、これまでに江戸時代の銃 2 挺の金属組織、非金属介在物および表面生成物の特徴について報告した。本報では江戸・元禄時代に国友鉄砲鍛冶により製造された火縄銃を研究試料として、金属組織と非金属介在物の観察を通じて銃身の材質および製造方法について考察した結果を述べる。

【実験方法】 国友鉄砲鍛冶により製造された火縄銃(全長 86.5cm、口径 13mm、北田所蔵)の銃身中央部および銃口部から、銃身に垂直な断面と平行な断面試料を切り取り、金属組織、介在物等について調べた。炭素量の測定、光学顕微鏡、SEM および TEM による観察、EDS による非金属介在物の組成分析、ビッカース硬度の測定を行った。

【結果】 銃身中央部は炭素量が 0.007mass% の極低炭素鋼で、αFe からなる均一な組織である。銃口部は炭素量が 0.07~0.3mass% の極低炭素鋼~低炭素鋼で、同心円状に分布する非金属介在物を境界に、介在物の内側は主に αFe からなる組織、外側は α 鉄とパーライトからなる組織である。ビッカース硬度は銃身中央部で 90~111Hv、銃口部の αFe 領域で 106~114Hv、αFe とパーライトからなる領域で 102~146Hv である。銃身中央部の非金属介在物の配列から、本試料は一枚の鋼板を巻いて熱間鍛造により製造された「鯔鮓張り」の銃身である。ただし、銃口部は、「鯔鮓張り」銃身の上に炭素量の高い鋼板が巻かれ強化されている。銃身中央部の非金属介在物から Ti が検出されたことから、銃身の原料は砂鉄と考えられる。

江戸時代に製作された籠手の小篠に用いられた鋼の金属組織

東京藝術大学大学院 ○釘屋奈都子(院生)、北田正弘、桐野文良

【緒言】日本において鉄製の鎧は古くから用いられているが、これまでは様式に着目した研究が中心であり材料科学的な研究はほとんど行われていない。本研究では、江戸時代の鎧のうち籠手に用いられた鋼板の材料的な特徴や製造方法を調べることが目的である。

【方法】江戸時代に製作されたとされる2つの籠手(北田蔵)は、鋼板や鋼線が布に各部に縫い付けられて構成されているが、中でも小篠と呼ばれる鋼板11枚を試料とした。光学顕微鏡とSEMによる金属組織観察を行い、ビッカース硬度を測定した。介在物の組成はEDSにより分析をした。

【結果】小篠の断面の金属組織は、籠手による違いは見られず、多くは α 鉄と介在物からなる炭素濃度0.1mass%以下の小篠である。一方、小篠の中には炭素濃度の異なる層を形成し、小篠の表面近傍や中央部で炭素濃度が高くなっているものも観察された。よって、炭素濃度の異なる鋼が組み合わさって用いられていると考えられる。また小篠には、炭素濃度に相当する値より高い硬度、壊された介在物、及び表面近傍の微細化組織など鍛造加工を示唆するものが確認される。非金属介在物からはFe、Na、Mg、Al、Si、P、S、K、Ca、及びMnなどとともにTiが検出される。Tiは、砂鉄に由来することが考えられる。

たたら製鉄操業における脈動送風の効果

東京藝術大学大学院 永田和宏

たたら製鉄の送風装置は「鞆(ふいご)」と呼ばれ、朝鮮半島経由で6世紀後半に我国に伝わった。その当時は箱型の「差吹き鞆(さしふきふいご)」で、手動でピストンを往復させて送風した。その後、中世に「野だたら」と呼ばれる屋外で簡単な小屋掛けをして行われた時代は、「踏み鞆(ふみふいご)」が使われた。これは、大きな板の中心を支点とし、両端に複数の人が交互に踏んで送風した。江戸時代初期の1691年に「天秤鞆(てんびんふいご)」が発明され、たたら製鉄は高殿と呼ばれる建屋の中で行われた。これは、2枚の板の外側の端を支点とし内側の端は天秤棒の両端から下げられた縄で繋がっていた。1人が真中に立ち、足を片方ずつそれぞれの板の内側に乗せて交互に踏んだ。空気は分配箱の「ツブリ」から炉の片面下部に設置された約20個の羽口(ホド)にそれぞれ木呂管を通して送られた。たたら歌に合わせて2台の鞆の調子を取りながらたたらを踏んだので送風は脈動風となった。昭和52年に復元され現在も冬季に操業されて日本美術刀剣保存協会の「日刀保たたら」は4台の箱型差吹き鞆を電動モーターで同期して駆動させ脈動風を送っている。一方、昭和44年に日本鉄鋼協会でも復元されたたたら製鉄ではブロワーによる連続風が使われた。本報告では、脈動風と連続風がたたら製鉄操業に与える影響を考察する。

東京藝術大学大学院美術研究科
文化財保存学専攻

第10回保存科学研究室
研究発表会内容梗概

発行：2010年11月18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/page011.html>

