

墨材料煤の表面構造解析及び膠調製条件最適化に関する研究

宇高 健太郎

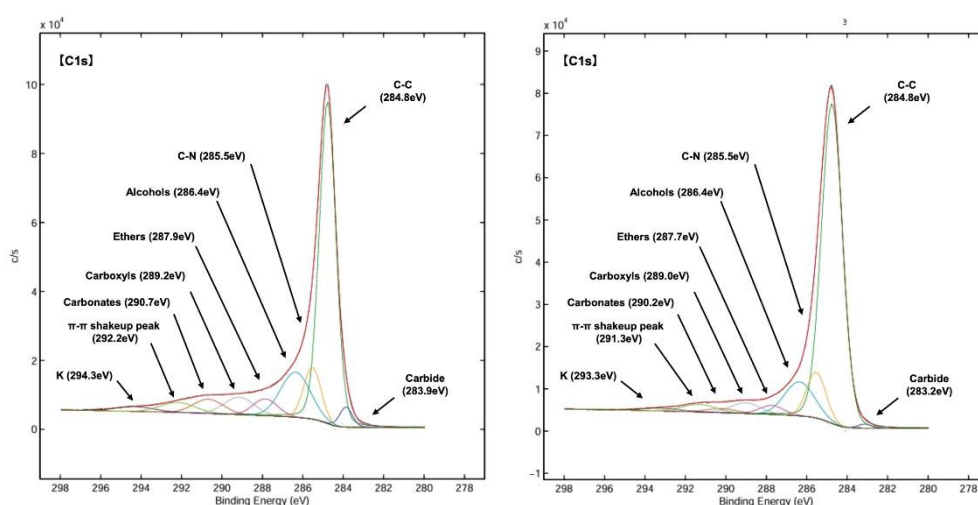
(独立行政法人国立文化財機構 東京文化財研究所)

本研究は、東洋美術を象徴する伝統材料である墨及び煤、膠を対象に、製造条件が成果物性状や表現効果に及ぼす影響を検証し、その体系化を図るものである。墨の発色や質感、滲み、基底材への定着性といった諸性質は、煤や膠それぞれの性質だけでなく、両者の相互作用にも大きく左右される。美術史、製墨技術史、製膠技術史等を総合的に踏まえ、古典的材料の再現や分析を通して、書画表現を支える材料的基盤について解明を進めた。

墨は煤と膠を主原料とし、また適宜生薬等添加剤を加えて混練、成形、乾燥、表面仕上等の工程を経て製せられる伝統的な書画材料である。このうち膠は、東洋伝統書画における色料一般の分散剤兼接着剤として非常に広く活用されてきた、ゼラチンを主成分として灰分や油脂分等を微量含む高分子複合材料である。当該材料は製法や性状により洋膠、和膠、古典的膠に分類されるが、古典的膠には、淡色かつ不光沢で経時的変質も軽微といった、文化財の保存修復に特に好適な性質を示すものがある。関連する報告者過年度研究成果は、国宝及び重要文化財を含む多数の書画や彫刻等の修復にも活用されている。古典的膠の供給安定化や製造の効率化に関しては、調製時に時折偶発的に生じる暗色化現象の解明と抑制が課題であった。当該現象には複数の因子が関与することが確認されており、そのうち一因子については、報告者らの過年度発明技術(特許7216429)により解決方法が確立されている。また前年度研究では、膠原料残渣について顕微鏡観察およびEDX (Energy dispersive X-ray spectroscopy, エネルギー分散型X線分析法) 分析を行い、未解決因子が有色金属化合物に由来するものではないことを示唆する情報を得た。本年度はこれら諸知見を踏まえ、調製実験の拡充及び記録を実施し、当該課題の解決に向けた検証をさらに進めた。また、各種墨試料についてレーザ回折・散乱法による粒度分布測定等を行い分散様態や性能の評価を実施した。煤は原料や燃焼条件によって粒子様態や物理化学的性質が大きく異なり、墨の色や質感等に重要な影響を及ぼす。煤の組成における主要素は疑似グラファイト及びアモルファスカーボンであるが、表面にはヒドロキシ基やカルボキシル基といった極性官能基も偏在する。これらは煤の荷電傾向や親水性疎水性バランス、膠等との相互作用に関わり、墨液における分散挙動を規定する要素であると考えられる。報告者はこれまでに、近代以前の文献的記録を踏まえ

た製造設備再現等を通じて、各種古典的煤試料を調製し研究基盤を整備してきた。うち一部試料について前年度に XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy, X線光電子分光法) 分析を実施しており、本年度はデータ基盤のさらなる拡張を主眼として、未分析試料を対象に表面構造の検証を行なった。TOF-SIMS (time-of-flight secondary ion mass spectrometry, 飛行時間二次イオン質量分析法) 分析に関しては本年度実施を見送ることとなったが、XPS 分析対象をさらに拡充することで表面構造の概括的把握を進めた。新規 XPS 分析結果の一部を図 1 に示す。また、国際シンポジウム「東洋傳統書畫的技法材料與裝潢/Techniques, Materials, and Conservation of Traditional East Asian Calligraphy and Paintings」(於 台湾 國立臺灣師範大學) をはじめとして国内外で実施した諸講演等において、研究成果や係る資料等を利活用し関連知見の共有を進めた。

今後、膠及び原料について質量分析や核酸分析等を導入し、上記課題現象に関して因子及び機構を詳らかにしたいと考えている。また、より広範な煤試料を対象とする XPS 分析の拡充ならびに TOF-SIMS 等の導入、墨における分散安定性等への影響に関する精査、表現効果との関係に係る検証等を進め、美術史的考証や文化財の保存修復、書画制作や工業技術等への広い応用展開に繋げたい。



[図 1] 煤表面情報に関する新規 XPS 分析結果の一部(C1s high-resolution scan (narrow scan)) (左：桐猪混合油由来試料 (細焚) ， 右：日本式障子焚松材由来試料)

参考文献等：宇高健太郎： 墨用煤の性状及び古典的膠の製造方法改良に関する研究 (*A study on the Characterization of Soot for Inkstick (Sumi) and the Improvement of Classical Animal Glue Production Methods*) . 文化財保存修復学会第 47 回大会研究発表要旨集. pp.190-191; 2025 / UDAKA Kentaro: 墨與膠的科學與實踐 (*Science and Applications of Inkstick (Sumi/Mo/Meok) and Animal Glue*). シンポジウム 東洋傳統書畫的技法材料與裝潢 (Techniques, Materials, and Conservation of

Traditional East Asian Calligraphy and Paintings) 於 國立臺灣師範大學 (台灣) ;
2025 / 宇高健太郎: 伊藤若冲作品の技法材料及び機構等に関する概説. 膠文化研究会
第 17 回公開研究会「膠・滲・暈 - 若冲から近代日本画まで -」 於 東京藝術大学 (予稿
集 pp. 7-13) ; 2025 / 宇高健太郎: 墨及び膠の実体と活用. 講演 於 嵯峨美術大学;
2025 / UDAKA Kentaro. *Inkstick (Sumi) and Classical Animal Glue*. Collagens -
Basic Science and Applications. Chap.18. Impress NextPublishing, TUAT. pp.138-
149; 2024 / UDAKA Kentaro. *Science and Applications of Animal Glue and Inkstick
(Sumi/Mo/Meok) : Production, Art Practices, and Conservation*. Lecture,
University of Delaware (US) ; 2025