

# 古典絵画における墨の研究

付論：伊藤若冲紙本墨画作品の復元模写による検証

宇高健太郎（東京藝術大学大学院）

## 古典絵画における墨の研究

墨とその原料である煤および膠は伝統的に、日本、中国、朝鮮等の書画文化財において極めて一般的な材料である。また特に膠は製墨原料であるほか、文化財修復や日本画制作用途にも広く使用されている汎用性の高い材料である。本研究では墨とその材料である膠や煤に関して、その製造条件と製品の性状の関連を体系化し、該材料の性状の決定機構等についてモデルの構築を図った。まず膠と煤のそれぞれについて伝統的製法の近似再現による試作と分析を行い、製造条件と製品の性状の関連を明らかにした。さらにこれらの試料を用いて墨の試作と試用を行い、同様に製造条件と製品の性状の関連について検証した。

膠はゼラチン（アミノ酸の直鎖状ポリマー）を主成分とする接着剤・分散剤であり、墨において分散剤（界面活性剤）として煤表面に吸着し、会合体を形成することによって分散を安定化している。水中分散系における最も一般的な界面活性剤の会合体として、ミセルが挙げられる。界面活性剤がミセルを形成するには一定以上の濃度が必要であり、この濃度を臨界ミセル濃度（critical micelle concentration、以下 cmc）と呼ぶ。系の界面活性剤濃度が cmc を下回ると会合が解かれ、分散能が十分に発揮されない<sup>1)</sup>。

各条件で膠の試作と分析を行い、原料下処理方法や抽出条件によって、物理化学的特性や分子量、荷電傾向等に違いが生じることを体系的に明らかにした。剃毛皮由来膠では抽出時の加熱処理強度と、粘度及びゼリー強度、分子量の間に負相関があった<sup>2-4)</sup>。一方、脱毛皮由来膠ではゼリー強度については加熱処理強度との間に負相関があるが、粘度については抽出番手の増大とともに一部増大し<sup>2,3)</sup>、また高分子量成分の含有比が増大した<sup>4)</sup>。なお添加剤を含まない膠単体では、物性や分子量等が数倍異なる試料間においても、水溶液濃度変化に伴う表面張力変化の屈曲点はほぼ一定であり<sup>5)</sup>、分散剤として活用可能な希釈限界濃度は概ね同程度であった。

煤は炭素を主成分とする顔料であり、その原料によって一般に油煙煤と松煙煤とに大別される。近世の状況について述べると、油煙煤は伝統的に日中とも皿焚きによる製法が一般的であったが、松煙煤については日本では障子焚きによる小火力の製法、中国では煙道状設備を用いた大火力の製法が採られるなどしてきた<sup>6-9)</sup>。煤の構造は一般に、球状の一次粒子と、それが葡萄の房状に凝集したストラクチャーと呼ばれる高次構造から成っている<sup>9)</sup>。ストラクチャーには共有結合などによつて永続的に融着したアグリゲート（一次凝集体）と、それらが分子間力によって凝集したアグロメレート（二次凝集体）がある。皿焚き油煙煤は、原料油種や灯心径の違いによって一次粒子径や含

有成分等に違いが生じた<sup>10)</sup>。また松煙煤と比してストラクチャー規模が総じて小さく、粒度分布がシャープであった。一方、障子焚き松煙煤は、原料松材や炉の寸法が異なっても一次粒子径はほぼ一定であり、ストラクチャー規模、単位質量当たりの容積、含有成分等については様々な違いが生じた<sup>10)</sup>。また油煙煤と比して総じてストラクチャー規模が大きく、粒度分布がブロードであった。なお中国式伝統製法に比較的近い大火力で製造された一部の既製松煙煤には、障子焚き松煙煤と比して平均一次粒子径が格段に大きいものがあった。各試料の一次粒子の様子と粒度分布（ストラクチャー規模）を図1及び図2に示す。

製墨について、煤に対する膠含有比の大きい墨は比較的分散安定性に優れ、また均質な墨滲みや輪郭の明瞭な筋目を生むことに適する傾向にあった。一方、膠配合比の小さい墨では煤の質感がより鋭敏に反映されるが、特に低濃度墨液においては系中膠濃度がcmcを下回りやすいため分散が不安定化する傾向にあった。さらに、墨液を宣紙系生紙に塗布後乾燥した試料についてニンヒドリン反応による膠偏在箇所判定を行ったところ、基線や墨滲み部分のみならず水滲み辺縁部にまで膠は十分に存在しており、墨液塗布紙中で、膠は煤の挙動とはほぼ無関係に水の浸透に伴って移動していることが分かった。該実験の様子を図3に示す。これらのことから、低濃度墨液における分散安定性は従来唱えられていたように膠の粘度やゼリー強度によって決定されているのではなく、その他の因子、特に煤に対する膠の配合量の多寡を筆頭に、煤と膠の荷電傾向の組み合わせ、共重合化の進行程度、荷電傾向の異なる膠同士の混用（アニオン性界面活性剤とカチオン性界面活性剤の混用）によるcmcの低下<sup>11)</sup>などの影響を強く受けているものと考えられる。

## 伊藤若冲紙本墨画作品の復元模写による検証（付論）

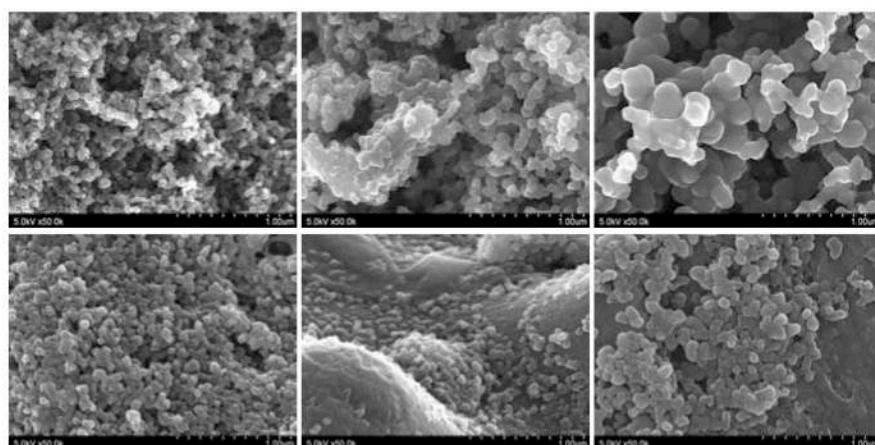
当該付論では伊藤若冲（1716 – 1800）の比較的早期の作品である『岩に牡丹図<sup>12)</sup>』と、晩年の作品である『鯉鮎図<sup>12)</sup>』を試料とし、使用された材料について検証を行った。各作品及びその基底材繊維、墨部分煤粒子を図4及び図5に示す。また本研究により製作した試料を、図6に示す。分析の結果『岩に牡丹図』基底材は純青檀繊維、『鯉鮎図』基底材は純竹繊維であり、いずれも唐紙であると考えられる。墨部分煤粒子は、両作品とも一次粒子径0.08 μm程度であった。各試料との比較結果及びその画面効果から、松煙煤であると考えられる。ただし日向松煙煤（花火用の製品）などのように大火力で製造された松煙煤は一次粒子径自体がより大きく、また時代は前後するものの『天工開物<sup>6)</sup>』（宋応星、1637）などの記録からは、中国においては伝統的に大火力によって製造されていたことが窺われる。また小口は徳川美術館所蔵古墨の調査<sup>13)</sup>において、各種中国製松煙墨は共通して一次粒子径が平均十分の数μm程度であったことを報告している。これらのことから、前掲2作品に使用された煤は松煙煤のなかでも特に障子焚き製法によるもの、すなわち日本製の松煙煤であることが類推される。さらに低倍率での撮影結果から煤の凝集規模が大きく、特に『鯉鮎図』では紙繊維にまとわりつくように付着していたことから凝集構造は比較的柔らかかったことが窺われる。さらに、凝集規模が大きいにも関わらず筋目描き部分の表現効果の特徴からは、該作品制作時における墨液の分散状態は非常に安定していたことが示唆された。これらのことから該作品に使用された墨は、煤に対する膠の配合比が比較的大きいなどの理由によって非常に分散安定性に

優れた製品であり、かつ宿墨化等によって凝集体規模を大きくされたうえで使用されていたことが考えられる。また復元模写による検証を行なった結果、そうした墨液を用いることによって実際に原本に酷似した画面効果が得られた。一方、煤に対する膠配合比の小さい墨では、熟紙に用いた際には煤の質感が鋭敏に表れ良好な画面効果をもたらしたが、宣紙系生紙に使用した際には滲みが不均質となった。また筋目描き部分の明度差は大きくなるものの基線が重複して表れがちであり、原本のような明瞭な筋目を得ることが困難であった。特に低濃度の墨液では、墨液中の膠濃度がcmcを下回りやすいためそうした傾向がより顕著であった。

該作品制作時期である江戸時代中期は、日本の製墨技術が大きく進歩した時期である。当時古梅園六代目当主・松井和泉掾元泰（1689-1743）が清人より製墨技術を習い、これを元に「唐方式」と銘打った墨を製造した。元泰が記した『古梅園墨譜<sup>10)</sup>』によると、それまで一般的であった「和方式」墨は和紙に適するよう製作されていたのに対し、この「唐方式」墨は唐紙に適するよう開発したとある。なお現存する当時の墨についても、一般に唐方式墨は和方式墨に対して鮮明な筋目を生む傾向が認められ、また清代の唐墨とも比較的近い性状である。各製法の詳細については記載がなく不明であるが、一般に煤と膠の割合は、和墨では10:5～6、唐墨では10:10～12であることから、和方式と唐方式の基本的な違いは膠の用量の多寡によることが考えられる。膠の用量が少ない墨は一般に熟紙や和紙上の発色に優れ、一方、膠の用量が多い墨は一般に宣紙系の生紙における発色とやわらかな滲みを生むことに優れることから、前述の唐方式墨に関する「唐紙に適するよう開発した」という旨の記述とも一致する。

伊藤若冲の作品について動植物等の彩色画については使用材料の特定が進んでおり、非常に凝った材料の選択と技巧的な使用を行っていた画家像が明らかになっている。紙本墨画である前掲2作品の基底材はそれぞれ清国産と考えられる純青檀紙及び純竹紙であり、いずれも製紙行程において入念な下処理が行われていたことが伺われる上質な製品であった。筋目描きという極めて特異な技法を用いて描かれた該作品及び一連の類作において、同画家はこれらの材料の性質を熟知したうえで、当時新しく開発され均質な滲みと明瞭な筋目を生じることに適した和製の唐方式墨を選定し、またさらにこれを適宜宿墨化するなどし、凝集体規模を大きくして用いていたと考えられる。

図1 煤及び墨試料の一次粒子 (SEM50000倍撮影)



上段煤試料：左から、自製皿焚き油煙煤（自製胡麻油、細焚き）、自製障子焚き松煙煤（細形材、下処理加熱有り、床面採取）、日向松煙煤（中国式に比較的近い、大火力による花火用製品）。下段墨試料：左から、「鶴亀」（古梅園、江戸期）、「太素斎填詩墨」（胡開文、清代）、「（銘不詳）」（讀岐阪東孟貫、江戸期）（撮影：（財）神奈川科学技術アカデミー）

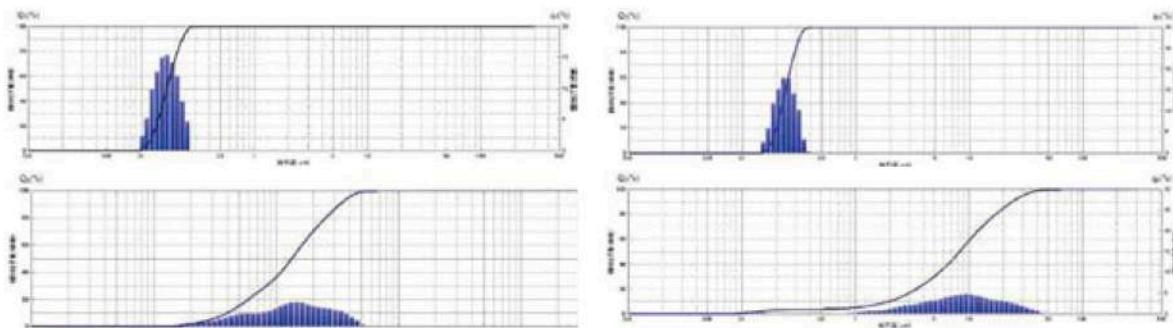


図2 煤試料の粒度分布

上段左：自製皿焚き油煙煤（桐猪混合油、細焚き）、上段右：自製皿焚き油煙煤（国産菜種油、太焚き）、下段左：自製障子焚き松煙煤（細形材、下処理加熱有り、天井採取）、下段右：自製障子焚き松煙煤（小形材、下処理加熱有り、側面採取）（分析：株島津製作所）



図3 墨液を塗布後乾燥した宣紙系生紙における膠偏在箇所（ニンヒドリン反応による判定）

試料墨：『(銘不詳)』(静好堂、江戸期)、紙：紅星牌夾宣(1997)。該試料墨は典型的な和墨であり、礬水引き和紙上では鮮明な墨色を生むが、宣紙系生紙においては特に低濃度での分散が不安定である。ニンヒドリン試薬は、膠中のアミノ基と反応し淡紫色を呈する。破線部は墨液塗布後乾燥前に水滲み最外郭を記録したものである（画像下半分のみ）。水滲み辺縁部まではほぼ同強度の反応を呈した。

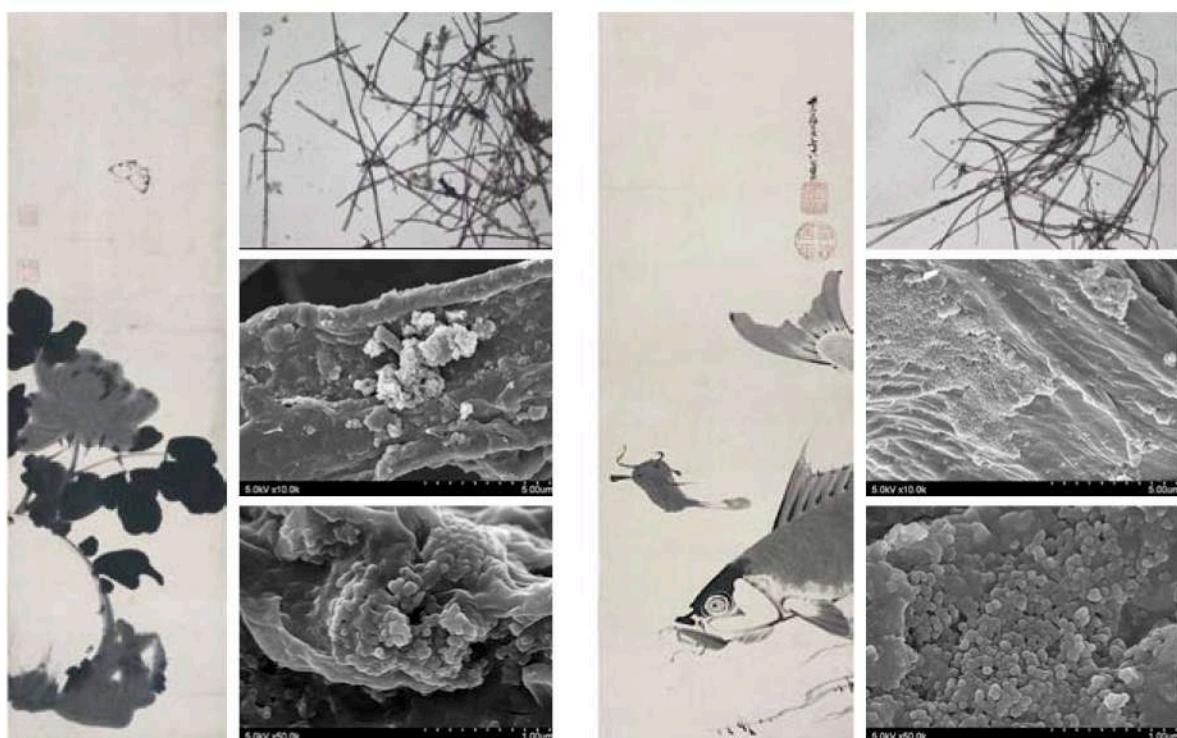


図4（左）『岩に牡丹図』伊藤若冲筆（宝暦年間中期）及びその基底材繊維、墨部分煤粒子  
左列：作品画像、右列上段：余白部分基底材繊維（純青檀）、中段：墨部分（SEM10000倍撮影）、下段：墨部分（SEM50000倍撮影）（繊維分析：高知県立紙産業技術センター、墨部分SEM撮影：財神奈川科学技術アカデミー）

図5（右）『鯉鯰図』伊藤若冲筆（寛政3年）及びその基底材繊維、墨部分煤粒子

左列：作品画像、右列上段：余白部分基底材繊維（純竹）、中段：墨部分（SEM10000倍撮影）、下段：墨部分（SEM50000倍撮影）（繊維分析：高知県立紙産業技術センター、墨部分SEM撮影：財神奈川科学技術アカデミー）



図 6 本研究において製作した試料『古典的製法により体系的に製造した膠、煤、墨』及び『伊藤若冲紙本墨画作品『鯉鯰図』の復元模写』  
左列：『古典的製法により体系的に製造した膠、煤、墨』（博士審査展展示より）  
右：『伊藤若冲紙本墨画作品『鯉鯰図』の復元模写』（宇高筆、918 × 299mm）

## 謝辞

本研究は財團法人文化財団による研究助成を受けて進められました。また膠試料の分析は淺木正勝氏による支援を受けて行されました。各実験や取材等において、(株)島津製作所、斎藤英純氏(財神奈川科学技術アカデミー)、原田修氏(兵庫県立工業技術センター皮革工業技術支援センター)、野村義宏氏(東京農工大学農学部附属硬蛋白質利用研究施設教授)、寺岡葉子氏(東京農工大学農学部附属硬蛋白質利用研究施設研究員)、高山博史氏、(株)古梅園、(株)呉竹、(株)墨運堂、一心堂(株)、喜寿園、有信堂、東日本旅客鉄道(株)高崎支社をはじめとする多くの方々の協力をいただきました。各位に謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 編集委員長河合武司：界面と界面活性剤 - 基礎から応用まで - 改訂第2版, (社)日本油化学会 (2009)
- 2) 宇高健太郎：膠製造における諸条件と製品の性状の関連, 文化財保存修復学会第33回大会研究発表要旨集(2011)
- 3) 宇高健太郎：膠製造における諸条件と製品の性状の関連(2) - 製造条件と界面性状等 -, 文化財保存修復学会第34回大会研究発表要旨集(2012)
- 4) 宇高健太郎、野村義宏、寺岡葉子：膠製造における諸条件と製品の性状の関連(3) - 製造条件と物性決定因子 -, 文化財保存修復学会第34回大会研究発表要旨集(2012)
- 5) 宇高健太郎：膠製造における諸条件と製品の性状の関連(4) , 文化財保存修復学会第35回大会研究発表要旨集(2013)
- 6) 宋應星、訳叢内清：天工開物, (株)平凡社 (1969 (原典 1637))
- 7) 鈴木桂一郎：紀州生まつ松煙, 新仁商店(1993)
- 8) 松井和泉彦元泰、編集松井貞太郎：古梅園墨譚, 古梅園(1934 (原典 1713))
- 9) 編集委員長加藤時雄：カーボンブラック便覧 <第三版>, カーボンブラック協会 (1995)
- 10) 宇高健太郎：煤製造における諸条件と製品の性状の関連, 文化財保存修復学会第35回大会研究発表要旨集 (2013)
- 11) 監修國枝博信、坂本一民：界面活性剤と両親媒性高分子の機能と応用, (株)シーエムシー出版 (2005)
- 12) 千葉市美術館(伊藤紫織)、静岡県立美術館(福士雄也、石上充代)：伊藤若冲 - アナザーワールド - (展覧会図録), マンゴスティン (2010)
- 13) 編集宇野健一：古墨 德川美術館蔵, しこうしゃ図書販売 (1991)
- 14) 松井和泉彦元泰、(後編)松井和泉彦元彙、訳松尾良樹：古梅園墨譚, (株)古梅園 (1993 (原典 1713-73))