

にかわ

# 膠の基礎知識

膠とはなにか / 膠の原料と製造方法 / 膠の現在とこれから

膠文化研究会



右 図1. 各種の膠

■洋膠系製品：a 播州粒膠(寺脇産業(株)他)、b 軟靱鹿膠(妻屋膠研究所(株))、c パール膠大王(サンオリエント化学(株)、現在生産終了)、d 板膠天狗(同左)  
■和膠系製品：e 三千本膠(清恵商店、現在生産終了)、f 京上膠(同左)、g 三千本膠飛鳥(旭陽化学工業(株)) ■古典的膠系製品：h 牛剃毛生皮軟水三番抽出膠(勸世界紙文化遺産支援財団紙守)、i 牛皮和膠羹(樹天野山文化遺産研究所他)、j 鹿皮膠一番抽出(同左) ■宇高試作品(古典的の膠)：k 鹿剃毛生皮硬水一番抽出膠、l 鯉鱗軟水一番抽出膠、m 鹿角軟水二番抽出膠

## 膠とはなにか

膠は動物の皮や骨角などから造られる伝統的材料であり、古来より書画や工芸の制作及び修復に広く活用されてきました。主成分はゼラチン(アミノ酸が連なった分子)であり、その他に油脂や塩類などの不純物を若干量含んでいます。日本画制作において膠は、まず顔料を水にとくにあたって分散剤(界面活性剤)として作用します。次いで乾燥や低温化が進むに従い、分子間の結合が進んでゼリー状に凝固(ゲル化)し、顔料を保持します。そして最終的な乾燥後の絵具層にお

いては顔料を基底材に固定する接着剤として作用します。絵具の塗布作業性や完成後絵具層の安定性(剥落の起きにくさや耐水性など)は、膠の流動特性や剛性、柔軟性など諸物性の影響を強く受けます。我が国においては江戸時代、皮革加工や製膠に関する産業は特定集落の専業とされてきました。このため文献的記録も少なく、膠は極めて重要な材料であるにもかかわらず、その製造に関する知見が長い間正しく公知化されてこなかった事情がありました。

## 膠の原料と製造方法

### (1) 原料

膠の原料は獣皮、獣骨角、魚鱗など様々<sup>1-10)</sup>ですが、ここでは最も一般的な獣皮由来膠に関して記します。良質な膠を造るためにはまず、抽出前に原料皮を除毛する必要があります。毛や表皮には垢や糞泥などが多く付いており、毛付きのまま膠抽出を行うと多量の汚れが製品に残留する<sup>1-4, 11)</sup>ためです。除毛には、川晒し(川漬け)や石灰処理などによって脱毛する(毛を抜くあるいは溶かす)方法と、物理的に剃毛する(毛を刈り取る)方法があります<sup>1-4, 6, 7, 12-14)</sup>。製造コスト抑制や資源活用の観点から、製革過程で出た除毛皮片あるいは鞣し革屑などが膠原料として利用されることが現在一般的です<sup>10, 15)</sup>。

各種製革技術のうち、現在と近代以前のそれぞれ代表的なものの工程概要を表1に示しました。近代以前の古典的製革技術のうち、タンニン鞣しは現在でも比較的広く行われています。ただしその脱毛・脱灰工程は、クロム鞣しのものと同様の近代的方法となることが多いようです。また現在では牛皮は通常、生牛のと畜・剥皮直後に原皮流通業者によって塩漬保存され、製革業者への納入後に水洗(適宜抗菌剤や脱脂剤を併用)によって塩抜きが行われています。その後フレッシュ(皮下脂肪や肉片等の切除)と除毛、また製品種によっては鞣しまでを経て適宜乾燥され、そのうち皮革製品としない一部が膠原料として製膠業者に納入されます。このように、膠と皮革、食肉、畜産や狩猟等の産業は密接に関わっています。

現在の膠原料として一般的なものは、洋膠では表1③、和膠では①や②です<sup>10, 15)</sup>。それに対して、近代以前の古典的膠の原料としては④、⑤、⑥などが一般的であったと考えられます<sup>1-7, 12-14)</sup>(欧州では⑦など<sup>12, 17)</sup>。

### (2) 製造方法

我が国において現在、膠は一般に洋膠と和膠に大別されています。大正初期頃に減圧濃縮など近代的手法による洋膠の技術が導入され、昭和初期頃から特にクロム鞣し革屑(表1③)が原料として使用されるようになりました<sup>10, 15)</sup>。これに対して、未鞣しの脱毛皮を原料とした主に加熱濃縮による製品が、この頃から「和膠」と呼ばれる

表1. 現在と近代以前の代表的製革技術<sup>10, 12-14, 16)</sup>

現在の最も一般的な製革技術の例	
<b>クロム鞣し</b> (明治末期以降導入)	
1. 原皮に抗菌剤や脱脂剤を加え洗浄する。	
2. 石灰、硫化ソーダ、水酸化ソーダを加え脱毛する。	
3. 塩化アンモニウム、脱脂剤などを加え脱灰する。……①	
4. 硫酸、蟻酸、食塩を加え酸浸漬する。……②	
5. 塩基性硫酸クロム、ソーダ灰を加え、鞣す。……③	
近代以前の古典的製革技術の例	
<b>白鞣し</b> (平安時代以前から存在、近代以降衰退)	
1. 原皮を長期間の川晒しによって脱毛する。……④	
2. 少量の菜種油と食塩を加え長期間揉み、鞣す。……⑤	
<b>脳漿鞣し</b> (平安時代以前から存在、近代以降衰退)	
1. 原皮を毛刈り(剃毛)する。……⑥	
2. 銀落し(銀面層の切除)を行う。	
3. 長期間熟成させた脳漿に浸漬し揉み、鞣す。	
<b>タンニン鞣し</b> (欧州の古典的技術、ただし日本では明治初期以降導入)	
1. 原皮を長期間の石灰浸漬によって脱毛する。	
2. 水洗いによって脱灰する。……⑦	
3. 植物由来タンニン溶液に長期間浸漬し、鞣す。	

※これらは代表例であり、また製品によっては混合鞣しなどの折衷的方法が採られる場合がある。

ようになりました<sup>10)</sup>。これが三千本膠などのいわゆる和膠ですが、その原料皮の脱毛や抽出前処理は、石灰や硫化化合物を用いた西洋由来の近代的手法<sup>10, 12, 13)</sup>が主体となっており(表1①、②)また抽出後に適宜消泡剤や防腐剤、漂白剤などが加えられるなど、近代以前の膠とは原料も製法も大きく変化しています。「和膠」は「日本画」

表 2. 洋膠、和膠、古典的膠の分類と概要 1-7, 10, 14, 15)

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">洋膠</div>	<p>…近代以降に導入された。</p> <p>工程：クロム鞣し革など(表1③) → 石灰浸漬 → 硫酸浸漬(脱クロム) → 石灰添加 → 熱水抽出 → 強度の濾過 → 減圧濃縮 → 凝固 → 裁断 → 乾燥 (一般に消泡剤や防腐剤などを添加)</p> <p>特徴：クロム鞣し革屑などを原料とし、石灰浸漬と硫酸浸漬による脱クロム処理を経て抽出される。強度の濾過処理により淡色清澄な製品が一般的。低コストで、ロット間の品質差が少ない。主に工業用。</p> <p>(洋膠系製品例… 播州粒膠(寺脇産業㈱)他)、軟韌鹿膠(妻屋研究所㈱)、パール膠大王(サンオリエント化学㈱、現在生産終了)、板膠天狗(同左)など)</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">和膠</div>	<p>…近代以降に、洋膠と古典的膠の折衷的製品として派生した。</p> <p>工程：石灰脱毛皮など(表1①、②) → 石灰浸漬 → 硫酸添加 → 熱水抽出 → 一般に加熱濃縮 → 場合により濾過 → 凝固 → 裁断 → 乾燥 (一般に消泡剤や防腐剤などを添加)</p> <p>特徴：石灰脱毛皮などを原料とし、石灰浸漬を経て抽出される。褐色不透明～半透明で油脂分のやや多い製品が一般的。洋膠と古典的膠の折衷的な製法のため比較的lowコストで、近代の日本画制作を広く支えてきた。</p> <p>(和膠系製品例… 三千本膠(清恵商店、現在生産終了)、京上膠(同左)、牛皮和膠(旭天野山文化遺産研究所 他)、三千本膠飛鳥(旭陽化学工業㈱)など)</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">古典的膠</div>	<p>…近代以前に存在したが近代以降は衰退した。広義の和膠に含められる場合もあるが両者の実体は大きく異なる。</p> <p>工程：剃毛皮や川晒し脱毛皮など(表1④、⑤、⑥) → 熱水抽出 → 未濃縮あるいは加熱濃縮 → 場合により濾過 → 凝固 → 裁断 → 乾燥</p> <p>特徴：剃毛皮や川晒し脱毛皮などを原料として薬剤不使用で抽出され、淡色清澄で柔らかな製品がかつて存在した。原料処理の段階から手仕事が多く高コストで、近代以降はごく近年まで流通例が確認されていない。</p> <p>(古典的膠系製品例… 牛剃毛生皮膠(動世世界文化遺産支援財団紙守)、鹿剃毛生皮膠(同左)、牛皮和膠(旭天野山文化遺産研究所 他)など)</p>

\*これらは各区分一般における概要を示したものである。製品によっては折衷的製法が採られるなど一部工程が異なる場合や、一部特徴を充足しない場合がある。

などと同様にその用語自体も含めて近代以降に生まれたものであり、もともと唐膠やその派生物に由来したとされる近代以前の古典的膠とは歴史的出自及び原料、製造技術において明確に区別されるべき材料です。古典的膠の原料は剃毛皮や川晒し脱毛皮など(表1④、⑤、⑥)であり<sup>1-7, 12-14)</sup>、薬剤不使用かつ淡色清澄な製品がかつて作られていたことが各記録から窺われます<sup>6, 7, 18, 19)</sup>。また現存文化財などの状態から、それらは保存安定性にも優れていたと考えられます。膠の分類と、それぞれの一般的な製造工程概要を表2に示しました。

従来、良質な膠製品を製造するためには石灰や硫酸による処理が重要であるなどとされてきました<sup>14, 15, 20, 21)</sup>。しかし近年の研究成果から、石灰その他薬剤を使用しない古典的方法のみで淡色清澄かつ極めて多様な性状の膠を製造可能であったことが明らかになっています<sup>1-5, 22-25)</sup>。これらの研究では表1④、⑤、⑥や、鹿角、鯉鱗などを原料として、各種の古典的膠が近似再現されています(表紙図1参照)。

膠の抽出に要する加熱温度や時間は、原料の下処理方法により大

きく異なります<sup>1-5)</sup>。川晒しや石灰処理による脱毛皮からは比較的低温短時間で抽出可能ですが、剃毛皮や骨質原料からの抽出ではより大きな熱量が必要です。また膠の性状はその原料や下処理方法、抽出条件などの組み合わせによって決まり、これらを予め調整することによって任意の性状の膠を製造することも可能です。たとえば膠の粘度(ゾル化時の流動性)と分子量は相関しており、これは原料皮の除毛方法と抽出時の加熱処理強度の組み合わせによる影響を強く受けます<sup>1-3, 23, 25)</sup>。抽出水の硬度が高いと膠の粘度はやや低くなり、油脂分が少なくより透明・高光沢となる傾向にあります<sup>1-3, 22)</sup>。膠のゼリー強度(ゲル化時の強度、弾力)は抽出時の加熱処理強度と極めて強く負相関しており、また膠中のゼラチン分子の側鎖官能基や荷電傾向との関連が示唆されています<sup>1-4, 23, 25)</sup>。膠の融点や凝固点(ゲル化する温度)は、粘度及びゼリー強度双方と相関しています。さらに塗布作業性や基底材などへの馴染みと関係する表面張力は抽出時の加熱処理強度と負相関しており、また原料皮除毛方法の影響を受けます<sup>2, 3, 24)</sup>。

## 膠の現在とこれから

近年日本画用途において最も広く使用されてきた膠<sup>26)</sup>であった三千本膠(図1e)が、2009年度を最後に生産終了となりました。多くの日本画制作者が材料確保に危機感を抱き、一部では日本画の存続自体を危ぶむ向きすらあり、小売店や問屋での買い占めが相次いだことは記憶に新しいところです。それ以降現在までに様々な製品が発売され、また洋膠や合成樹脂などによる代替も模索されています。しかし我々ユーザー自身が膠の実体を正しく知り長期的視野に立って根本的な存続策を講じない限り、またいずれかの製造業者が廃業した際に同様の危機に陥ることは明らかです。

膠の製造業者は、これまでも時代と共に設立しては消えてゆきま

した。またそれは今後も続くと考えねばなりません。しかし体系的な情報さえ共有されていれば、牛や鹿などの動物が絶滅しない限りたとえ千年後であっても同じ性状の膠を再現することができるはず

です。現在では膠に留まらず紙絹や筆、一部の色料など、日本画や工芸を支える様々な伝統的材料が次々に品質低下あるいは消滅しつつあります。膠についてもその存続や品質担保を製造業者だけに依存するのではなく、ユーザーや教育者などもその責任を分担し、知見として広く保存してゆくことが必要な時期にきているのではないのでしょうか。

(執筆：宇高健太郎，早川典子，北田克己 協力：森田恒之，荒井経，稲葉政満，半田昌規，斎藤典彦)

\*本紙の発行はJSPS 科研費 26284032を受けて行われた。なお本稿は執筆者による既報研究(下掲参考文献1-5, 22-25, 他)及び当会における講演資料を主な原典として、要約と再編、補筆などを行ったものである。既報研究の多くは、浅木正勝氏による支援と御方泉文化財団による助成を受けて進められた。膠試料のAMN分析及び分子量測定は、東京農工大学 野村義宏教授及び寺岡宗子研究員との共同研究によって行われた。またJSPS 科研費 25882016及び26702005による研究成果の各一部を含む。

参考文献 1) 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) 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(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) 3) 宇高健太郎：古典的膠における原料の性状の関連。伊藤若冲紙本墨画作品の復元模写による検証。東京藝術大学博士論文(2013) 4) 宇高健太郎：膠製造における諸条件と製品の性状の関連(5)。文化財保存修復学会第36回大会研究発表要旨集(2014) 5) 宇高健太郎：煤及び膠に関する研究。文化財保存修復学会第37回大会研究発表要旨集(2015) 6) 野村義宏 著、宇高健太郎 監訳、中国製膠資料。鶴岡竹精書堂(1986) (原典明代-宋代) 7) 堀内洋、涉田隆彦、中国書店(1991) (原典中華民国時-宋代) 8) 野村義宏 著、松井和泉、松井和泉、古樹園書房、古樹園(1993) (原典1716-73) 9) 森田恒之、神農本草経解説、南無草社(2011) (原典1854及び後漢代-三國期) 10) 編集代表 安孫子義弘、著 森田恒之 他；改訂版にかわとゼラチン-産業史と科学技術日本にかわゼラチン工業組合(1997) 11) 山内幸、木下雅代：文化財保存修復に用いる和膠の生産研究と今後の展望。文化財保存修復学会第32回大会研究発表要旨集(2010) 12) 出口公長：印伝の技術史的考察と製造技術に関する研究(2000) 13) 杉田正巳：白なめしの化学的・組織学的解明による製造方法の改訂に関する研究(1986) 14) 林久美：日本皮革工業史研究 正倉院産皮及後継の復元(2003) 15) 青木秀昭：絵画素材の科学 よくわかる今の絵画材料。樹生の友社(2011) 16) 安藤精一、和歌山県皮革産業史、和歌山皮革事業協同組合(1973) 17) 藤子エンニ、P・エンニ、編訳 石原康夫、訳 白一、辻友、絵画の章 機軸深書(2004) (原典1400歳) 18) 推定仕 徳金開堂、原書 林守、画室 徳金開堂(2010) (原典1712) 19) 推定仕 徳金開堂、原書 土佐光起、本朝画法大伝、徳金開堂(2002) (原典1690) 20) 山内幸、仲政明：文化財保存修復に用いる膠の生産に関する研究-牛皮膠と魚膠を対象として-。kaken研究課題番号20300292研究実績報告書2009年度研究概要(2010) 21) 山内幸、和膠の再興を目指して、シンポジウム「墨」講演、於 奈良女子大学記念館2階(2010) 22) 宇高健太郎：国宝「地獄草紙」(部分)奈良国立博物館の現状模写及び塗染。東京藝術大学大学院修士研究発表、於 東京藝術大学(2009, 2010) 23) 宇高健太郎、野村義宏、寺岡宗子：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) 24) 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) 25) 宇高健太郎：膠の実体とこれから。月刊美術2014年9月号、画サン・アート(2014) 26) 編集 東京藝術大学大学院美術研究科文化財保存学日本画研究室：よみがえる日本画-伝統と継承-1000年の知恵。画東京藝術大学大学院美術協会の会報(2001)

日本画や工芸に携わる者にとって、膠は欠かすことのできない材料です。しかしその実体は十分に知られているとは言えないのではないでしょうか。本紙では膠について最新の研究をもとに概要をまとめました。諸氏の活動ならびに伝統文化存続の一助となれば幸いです。

発行日：2015年11月24日(ダウンロード版発行日：2016年5月12日)  
 膠文化研究会事務局：〒110-8714 東京都台東区上野公園12-8 東京藝術大学日本画研究室内  
 E-mail: nikawalabs@gmail.com  
 膠文化研究会公式サイト: http://nikawalabs.com/index/  
 膠研フェイスブックページ: http://www.facebook.com/NikawaLabs



公式サイト