



浮世絵の紙

時を隔てた二作品の用紙を分析して

大川 昭典

1 はじめに

仕事から、現在造られている紙や古い時代の絵画や古文書などの繊維調査を行う機会が多い。通常、絵画や古文書などの修復の際には、欠損部に同じような紙を用いないと、修復後に違和感があるため、修復前に繊維調査を行う。

今回は、^{ひろしげ}廣重より百数十年^{さかのぼ}遡った初期の浮世絵で、あるいは^{もろのぶ}師宣作かもしれないという版画（試料1）の繊維調査を依頼された（写真1参照）。

浮世絵の用紙は数年前、ある絵画修復工房から廣重の東海道五拾三次の紙片（試料2）をいただき調べる機会に恵まれた（写真2参照）。それ以後、^{うたまる}歌麿や廣重など数点の繊維調査を依頼されたことがある。これらの作品用紙に共通していることは、^{てんりょう}こうぞの繊維に^{しりょう}填料（製紙のときに^{こめのり}紙料液に配合する粉末）として^{こめのり}米糊*1を配合していることであった。試料2の紙片を電子顕微鏡で観察すると、繊維間に粒状の米糊があるのが確認できた（写真3参照）。それと比較して、現在の紙である^{てんく}典具^{ちようし}帖紙の電子顕微鏡写真（写真4）では、写真3で観られたような米糊は観られなかった。また、同じ江戸時代の作品なので紙色の違いはあっても、紙造りに関しては同じ方法で造られたものと想像していたが、実際に繊維を採取して観察した結果、少し違いがあることが分かった。

2 繊維の観察

観察用のプレパラートは、どんなに小さい紙片でも二つに分け2枚作ることにしている。1枚は水のみで繊維をプレパラート上に広げ、低温のホットプレートで乾燥

*1 米を一晩または数時間水に浸し、軟らかくなった米を石臼などで挽き、目の細かい網や布などで濾したもの。餅米も填料として使用したという文献もある。乾燥した米を石臼で細かく潰したものを紙に配合しても、乾燥した紙は表面がざらざらになり、使用することはできない。



写真1 初期浮世絵「武士と鬼」(試料1)修復前



写真2 廣重作浮世絵(試料2)(大川所蔵)

し、繊維の幅や繊維長の観察に使用し、もう1枚はC染色液¹⁾で染色するためのものである。

C染色液で染色し、繊維を観察すると、こうぞや綿繊維は赤茶色を呈し、^{みつまた}三椏はオリーブ色、竹や稲などの稲科繊維は濃い青色を呈するので、こうぞに稲科の繊維を配合していたとしても繊維の組成をまず間違えることはない。こうぞ繊維に配合された米糊は、C染色液で染色すると濃い青色を呈して、点々や固まりで観察すること

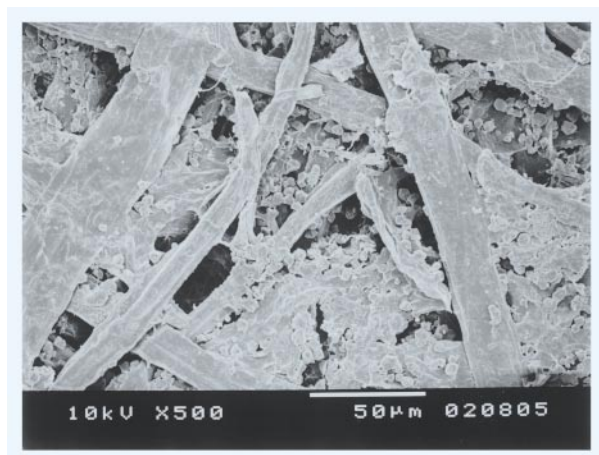


写真3 廣重作浮世絵紙片（試料2）の電子顕微鏡写真（×500）

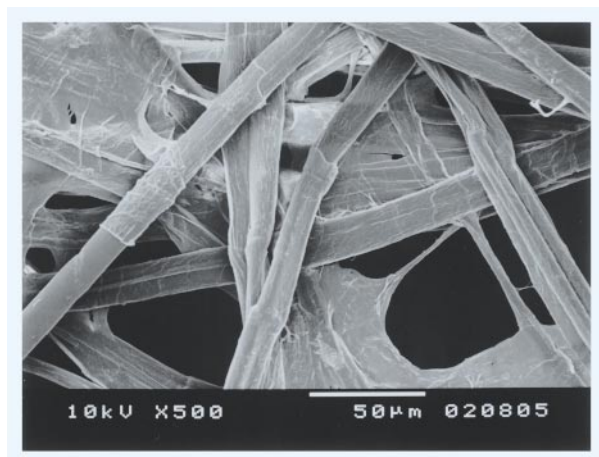


写真4 現代の典具帖紙の電子顕微鏡写真（×500）

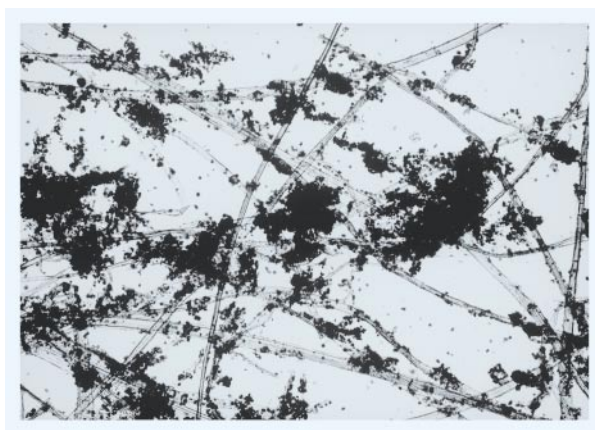


写真5 廣重作浮世絵紙片（試料2）をC染色液で染色した顕微鏡写真。米糊が青色を呈している。（×100）



写真6 廣重作浮世絵紙片（試料2）を加熱後、C染色液で染色した顕微鏡写真。米糊の澱粉部分が桃色を呈している。（×100）

ができる。これは、C染色液中に含まれているヨウ素がヨウ素-デンプン反応を示した結果である。そこで、廣重の浮世絵紙片（試料2）をC染色液で染色すると、写真5に示すように無数の青い点状の物が観察され、米糊と推測された。このことから、試料2の浮世絵用紙中に填料として、米糊が入られていたことが確認できた。

試料2において、ホットプレートで乾燥後のプレパラートを観察すると、米糊は熱により α 澱粉化し、澱粉粒が膨潤し溶けて広がっている様子が分かり、これをC染色液で染色すると、澱粉部分は薄桃色に観察できた（写真6参照）。同様の方法で、初期浮世絵用紙（試料1）から採取した繊維をC染色液で染色すると、薄い赤紫色を帯びた点々が観察された。これは当紙産業技術センターで餅米を水に浸し、潰してこうぞに配合した試作紙（試作紙a）と同様の呈色をするので、初期浮世絵用紙には餅米を使用していたと考えられる。

3 坪量、厚さ、密度について

表1のとおり初期浮世絵版画用紙（試料1）は、他の浮世絵用紙と比較して、坪量、密度ともに低い数値を示していた。この原因は、初期浮世絵版画用紙は、襖か壁など何かに張ってあったものを剥がしたものとされ、裏面が部分的に薄くなっていた。しかし、厚さの測定は、薄くなっている部分の測定は行わず、元の厚さであろうと思われる個所で印刷されていない部分の厚さを測定し、密度の算出を行った。それ故、剥がれて薄くなっている紙にもかかわらず元の厚さと思われる部分で厚さを測れば、密度の数値が低いのは当然の結果といえる。また、この密度の数値は、こうぞを水酸化ナトリウム溶液で煮て塩素漂白して造る現在の紙（ $0.25 \sim 0.30 \text{ g cm}^{-3}$ ）の範囲に入り、木灰などを煮熟剤（原料の加熱溶解時にセルロース分を抽出するために加える薬剤）とした江戸時代の紙にしては低すぎるように思われる。

実際に、修復を行うには元の紙の坪量を知る必要があ

表1 版画用紙の物性値比較

	試料 1 ^{t1}	試料 2 ^{t2}	試料 3 ^{t3}	試作紙 a ^{t4}	算出紙 b ^{t5}
作品寸法 (cm)	5.5 × 37.2		24.0 × 36.0		
作品重さ (g)	3.17		4.56		4.28
坪量 (g m ⁻²) ^{t6}	33.4	42.2	52.8	42.5	45.1
厚さ (mm)	0.129	0.123	0.166	0.121	0.129
密度 (g cm ⁻³) ^{t7}	0.26	0.34	0.32	0.35	0.35
平均繊維長 (mm)	3.54	8.68	8.16		

^{t1}: 初期浮世絵「武士と鬼」用紙, ^{t2}: 廣重作浮世絵用紙(大川所蔵), ^{t3}: 廣重作浮世絵「大津」の用紙, ^{t4}: 当センターで餅米を入れて試作した浮世絵用紙, ^{t5}: 試作紙 a の密度と試料 1 の厚さから坪量等を算出した初期浮世絵用紙, ^{t6}: 1 m² 当たりの紙の重さ, ^{t7}: 1 cm³ 当たりの紙の重さ。数値の高いものほどよく締まった紙で、次の式より算出する。

$$\text{密度 (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{坪量 (g m}^{-2}\text{)}}{\text{厚さ (mm)} \times 1000}$$

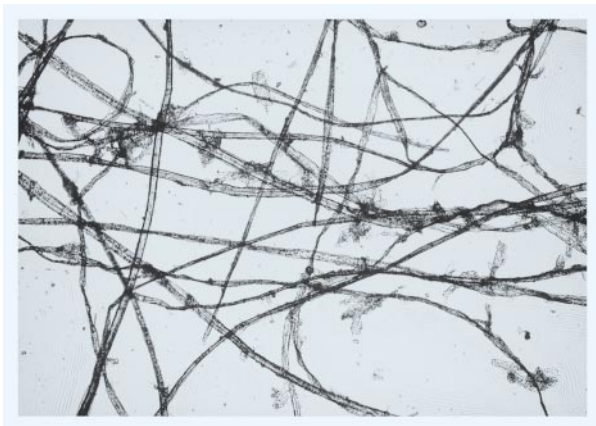


写真7 廣重作浮世絵紙片(試料2)の顕微鏡写真(×100)

り、試作紙 a の密度 0.35 g cm⁻³ と試料 1 の厚さ 0.129 mm から坪量を算出すると 45.1 g m⁻² となった。従って、元の初期浮世絵版画用紙の重さは 4.28 g と計算され、1.11 g (26%) の繊維や填料が減った状態であると考えられる(表1中の算出紙 b の欄参照)。

4 繊維, 填料について

繊維組成は、初期浮世絵版画用紙(試料1)、廣重の浮世絵用紙(試料2)とも、こうぞに填料を加えて漉いたものであった。試料2の繊維は現在の紙の繊維と同じように、一本の繊維が完全な形で確認でき、繊維長を測定すると平均 8.16 mm で、こうぞの平均繊維長を示していた(写真7参照)。一方、試料1の繊維はこうぞを包む薄膜が剥がれたり、断面があつたり、またその断面部分は箒状になつたりして、完全な繊維はほとんど観察できず、繊維長は平均で 3.54 mm という値を示していた。これらのことから初期浮世絵版画用紙は、廣重の浮世絵用紙とは違った原料処理が行われていたことが想像できる。

古代の紙の造り方について詳しく書かれている文献に、平安時代の藤原時平撰「延喜式」がある。その造紙の項には、一年間に使用する備品や原料、造紙手のノル

マまで詳しく記されているが、トロロアオイやノリウツギのような抄紙粘剤に関する記述はなく、溜め漉き抄紙(汲みあげた紙料液の全部で紙層を形成する漉き方)のための原料造りであったことが考えられる。また、この文献中で、こうぞはこうぞ皮を切断し白で搗く原料処理が行われている。

現在手漉きで行われている流し漉き(汲みあげた紙料液を揺り流し余り水を流し捨てて紙層を形成する漉き方)では、漉き槽に入れるトロロアオイやノリウツギなどの抄紙粘剤の量で繊維の分散や箕からの水漏れ時間を調整している。一方溜め漉きでは、繊維を短く切断したり、叩解(棒などで試料を打ちたたき繊維が絡み合いやすい状態にすること)することで繊維の分散や箕からの水漏れを調整し、箕の上で紙の地合(繊維の分散状態)が整うように原料処理を行っている。このため、溜め漉きで造った紙は、繊維に切断面があつたり、叩解のため薄膜が剥がれたり、切断面が箒状になつたりした繊維が観察される。

江戸時代には、現在とほとんど同じように抄紙粘剤を使用した、流し漉きの方法が全国的に主流であったと想像されるが、初期浮世絵版画用紙に、手間の掛かる延喜式に記されているような原料処理の方法が行われていたことは意外であった。

米糊を填料として使用した紙は、浮世絵用紙ばかりでなく、古いものでは平安時代の料紙や寺院の襖用紙(雁皮紙)、和本の木版印刷用紙等々幅広く使用されている。また、「光と影」で有名なオランダのレンブラントは、銅板画作品に数十点の和紙を使用していると言われてきた。数年前、海外の美術館所蔵の作品 11 点の繊維調査の機会に恵まれた。この中に、中国産の紙やヨーロッパの紙とともに日本産の米糊を配合した雁皮紙も 5 点あり、有名な「100 ギルダー版画」*2 も含まれていた。

*2 レンブラントの版画は、通常 5 ギルダーで取り引きされていたが、特に人気がある作品の中には 100 ギルダーの価格で取り引きされていたものもある。

当時、交易のあったオランダの VOC（オランダ東インド会社）の文書用紙にも米糊入りの雁皮紙が多く使用されているようである。雁皮紙はジャパニーズペラム^{*3}と言われ、当時の幅広のペンでインクをたっぷり載せても滲まず滑りが良く鮮明に書けるので珍重されたようである。

また、海外においても米糊の使用は多く、中国では大豆と併用し滲み止めに使用したり、竹紙に配合したり、韓国の文書や最近調査したベトナムの文書等にも観察されるので珍しいことではないようである。

昔から漂白剤を使用せず、白い紙を造るのは手間がかかり、そのため貴重であった。現在、こうぞ紙の白い紙を造るには、こうぞ皮を水に漬け一次繊維を削り、日光に晒し白皮になったものを使用する。煮熟したこうぞ皮は水に漬け、日光で晒したり、紙料を網や粗い布に入れ非繊維物質を洗い流すことによりかなり白くなるが、このような繊維だけの紙は多少透明感がある。従って、もっと白い紙を造るためには、填料（米糊や白土^{*4}）を配合することによって、てっとり早く、より白い紙を造ることができる。

洋紙などに使用している白土は金属イオンを含み、トコロアオイ等の抄紙粘剤と反応し繊維が凝集するため、どのような白土でも使用することはできず、そのような反応を起こさない米糊は安心して使用できる填料である。現在の手漉き抄紙には、一般的にトコロアオイを使用するが、掛軸の裏打ち紙として使用する宇陀紙、金箔を打つ際に使用する箔打ち紙、襖に使用する間似合紙等は、多くの白土を配合して手漉きを行うため、トコロアオイよりも金属イオンに対して鈍感なノリウツギやギンバイソウから抽出した粘剤を使用している。

数百年前より中国から輸入されている白い宣紙は、独特の墨付きがあり書道や水墨画用紙として愛好されているが、明治時代印刷局長の命令を受け弁髪まで結って調査に行った井上陳政は、報告書の中で原料である稲藁や青檀樹皮の晒しは、石灰で煮た後、石灰が付いたまま山の斜面に並べ7～8か月間放置して日光晒しを行っている」と報告している。このことから、紙を白くするために現在では考えられないような大変な時間をかけていたことが分かる。宣紙の独特な墨付きは原料にもよるが、それ以上に原料に付着した石灰が日光晒し期間中に炭酸カルシウムとなり、紙の中に残るのでいつでも安定した吸墨性を保つためである。

*3 ペラムとは仔牛の皮を加工し書写の材料としたものでパーチメント（羊の皮を加工した紙）に含めて呼ばれることもある。

*4 製紙の際に試料に入れる土のこと。クレイやタルク、カオリンなどがある。

4.1 米糊を填料として使用する効果について

(1) 不透明性が向上する

米糊を配合することにより、不透明度が高くなり、薄い紙（坪量の小さい紙）でも紙が透けず、厚い紙（坪量の大きい紙）と同じような機能を持つ紙となる。木版は普通、馬連を使用して摺るが薄い紙のほうが版と馴染み、摺りやすい。厚い紙や堅い紙を使用すると、版との馴染みが悪く、多くの労力を要する。英語の辞書なども大変薄いにもかかわらず両面印刷しても使用できるのは、繊維の特徴を生かし、填料を配合しているからである。

(2) 発色が良い

浮世絵のように色料を使うものは、白い紙のほうが色を正確に発色することができる。

(3) 平滑度が増す

繊維間の空間を填料が埋めるため平滑度が増し、印刷適正が向上する。

(4) 寸法安定性が良くなる

紙は湿度の多少により伸縮する。「一般に木材パルプの場合、相対湿度を0から100%に変えると、長さ方向では1%以下であるが、直径方向では20～30%以上に達し、30倍以上の伸び率を示すこともある。」²⁾と言われており、このため寸法の変化はいつも幅方向に多く起こるようである。

紙は繊維間結合（水素結合）でできているため、繊維同士が接触しているものほど引っ張り強さは強くなる。しかし、多湿になり繊維が膨らむと接触している繊維に影響を与えるので紙は伸びる。そこで、紙を漉く際に白土や米糊などの填料を配合することにより、繊維同士の接触を妨害し、繊維間結合がゆるめられ、繊維間に空間ができ、多湿になり繊維が膨らんでも空間で膨らみが吸収されるので、結果として紙の伸縮が少なくなり柔らかい紙になる。

床の間に掛けられている掛け軸は、天気の良い日でも悪い日でも同じような状態で掛かっているが、それは掛け軸の裏打ち紙には、白土入りの柔らかい美須紙、宇陀紙等が使用され、多湿時や乾燥時でもほとんど変化がないためと思われる。

中国唐代の文献中に、書画の装幀を述べている個所で、「熟紙を背に用いてはならない。必ずしわが出来る。」³⁾というのがある。これは、熟紙（打紙や滲み止めなどの加工処理をした紙）にするための一般的な方法は「打紙」であったため、紙の密度は大変高く、繊維間にほとんど空間がなく、湿度による紙の伸縮が激しいので装幀の裏打ち紙に用いてはならないということを言っている。

(5) 滲みが少なくなる

滲みが少なくなるため、米糊入り紙は独特の墨付きがある。

(6) 経済性が良い(歩留まりの向上)

紙漉きにとって消費者の目的とする紙造りは最も大事なことであるが、原料から紙が何枚できるか、ということも重要で、高価な原料を使うほど原料処理に注意を払う。仮に、こうぞ白皮の歩留まりを60%とすると、1kgの原料で600gの紙ができることになる。一方、こうぞと米糊の割合を1対1として配合し紙を漉くと、米糊は40%ほど定着するので840gの紙ができることになる。廣重作「大津」の浮世絵用紙(試料3)(1枚当たり4.56g)では、こうぞのみで造ると、約131枚でき、米糊を配合すると184枚できるので、米糊を配合することにより53枚も多く造ることができる。現在、こうぞ白皮原料の価格は、米の10倍もするので、米を填料として使用することで40%も紙が多くできる米糊入り紙は、紙漉きにとっても大変都合の良い紙であったと推測される。

以上のように、こうぞ繊維に米粉のような填料を加える効果として、紙の不透明性を高め、白さを増すことにより絵の具の発色が良くなる。また、繊維間を埋めるため紙面が平滑になり印刷に適し、繊維同士の結合を遮るので寸法安定性が良くなり、多色刷版画に適した条件を備える等の利点がある。また、廣重の浮世絵用紙には、こうぞに対し多くの米粉が配合されていて増量剤となり経済的でもある。しかしその反面、虫害に遭いやすくなったり、繊維間の接着が良くないので紙が脆くなったりする欠点もある。

5 おわりに

初期浮世絵の版画用紙は、当時一般的でなかったと思われる古代の原料処理法を行い、填料に米より高価な餅米を使っていた。

古代の原料処理を行った繊維はしなやかになり、繊維同士がよく接触しあうので、繊維間の結合面積が大きくなり、結果として密度が高く、紙力(この場合は引っ張り強度や破裂強度のこと)の強い、硬い紙になってしまうが、版画を刷るには硬くて都合が悪いので、填料を配

合して漉いたものと考えられる。また、この初期浮世絵版画用紙は、濃い茶色味を帯びており、検鏡すると、非繊維細胞が多く残存していることが分かった。それにより、変色しやすい欠点があった。

一方、廣重の浮世絵用紙には、非繊維細胞が少ないことから、原料を洗い、非繊維細胞を少なくして紙を漉いたことが分かる。この原料を洗う技術は、現在製造されている典具帖紙、吉野紙、越前奉書紙の原料処理の工程に「こぶり」「にごりだし」「紙出し」という非繊維細胞を洗い流す作業に受け継がれている。

この初期浮世絵用紙は、『桂翁雑記』によると、享保年間(1716~1736)には甲斐の市川大門で上糊入、中糊入、下糊入を産したとあり、糊入紙や奉書紙、最も使用された伊予紙等の多色刷り浮世絵用紙が登場するまでの試作紙であったように思われる。

この報告は山領絵画修復工房の出版している修復3号に掲載された文章⁴⁾に加筆したものである。その報告書の中において、顔料の分析報告は宮田順一氏、版画の修復報告はクワットリーニ・ヴェーラ女史が行っている。

文 献

- 1) JIS P 8120, 紙, 板紙及びパルプ 繊維組成試験方法, (1998).
- 2) 門屋 卓, 角祐一郎, 吉野 勇“紙の科学”, 松下 忠編, p. 243 (1978), (中外産業調査会).
- 3) 潘 吉星: “中国製紙技術史”, 巻3, (1980), (平凡社).
- 4) 大川昭典: “山領絵画修復報告”, 山領まり編, No. 3, p. 18 (1994), (山領絵画修復工房).

大川昭典 (Akinori OOKAWA)

高知県立紙産業技術センター (〒781-2128 高知県吾川郡伊野町波川 287-4)



Q & A 欄の質問募集

Q & A 欄の質問を募集しています

<応募要領> 実際に分析を行っている現場等での分析法や分析技術に関する質問を200字以内でお寄せください。氏名、住所、電話番号を明記ください。掲載の場合には原則として質問者及び回答者の名前を記載いたしますが、希望により匿名も可とします。質問内容に応じて回答を公募することもあります。

採用の可否は編集委員会にご一任ください。
採用分には粗品を進呈いたします。
質問の送付先・問い合わせは下記へ。

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2

五反田サンハイツ 304号

(社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

{ 電話: 03-3490-3537 }