

製紙に関する古代技術の研究（Ⅱ）

—打紙に関する研究—

増田勝彦・大川昭典*

1. 打紙とは

筆者らは先に「製紙に関する古代技術の研究¹⁾」と題して、奈良時代麻紙の再現研究を行った。その結果、麻繊維のフィブリル化²⁾は同程度であっても、漉き上げて乾燥したそのままの紙は、伝来する奈良写経料紙とは、肌合・墨の吸収などで著しく異なることが判明した。漉きあげただけの紙は、いわゆる生紙である。写経料紙として使用するためには、生紙に何らかの加工を施して熟紙にしなければならない³⁾。奈良時代において熟紙に加工する技術の最も一般的な技術が、紙を打つこと即ち「紙打」であったことは、正倉院文書の写経に関する記述の中におびただしい「紙打」関連記事があることから推定される。（附録：打紙関連年表参照）

これらの記事から「紙打」について、およそ以下の事が知れる。（1）紙を打つという作業を「紙打」「碓打」と云う。（2）打った紙は、「打紙」「擣紙」と呼んでいる。この場合、紫紙であれば「打紫紙」、波和良紙であれば「打波和良紙」と云う。「白打紙」と云っているのは、何の色にも染めていない白無地の紙を打ったものであろう。（3）紙打を行うための石を「紙碓」または「紙打石」と呼び、「巻頼」と数えている。（4）紙打を行う建物が有り、「紙打殿」と呼ばれている。別に「熟紙所」という語句も見えるが、これは紙に目止めになるような何物か、現在のドウサのようなものを、塗布するための建物であるかも知れない。（5）紙打には、大勢の仕丁が雇われている。これから推測すると、紙打という作業自体はそれほど技術を要するものではなく、ただ多大の労働を必要としたものであったろう。この推測は、筆者が初めて、紙打を行った時に実感したし、正倉院文書中にも、依生打返進 好打平欲 給 などと、十分に打たない紙が突き返されるという記事が見られ、紙打作業が大変であったので、途中でやめて、装潢生に渡してしまった様子が、よく想像できるのである。

この「紙打」「打紙」の伝統は、中世・近世まで伝えられるが、現在では、金箔製造の際使われている「箔打紙」の中に残されているのみである。しかし、中国から朝鮮半島を経て日本に、製紙術と共に伝わったと思われる「紙打」技術は、本家の中国では、春膏紙・槌白紙⁴⁾という紙が文献中

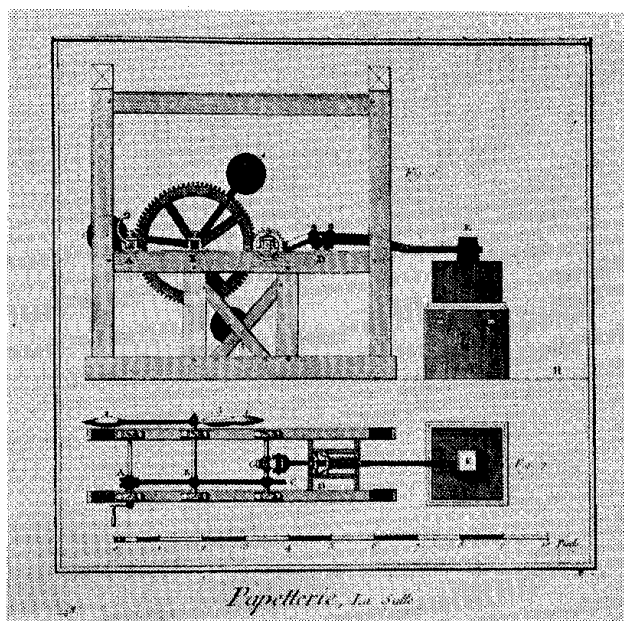


図-1 プレスハンマー、18世紀の百科辞典より（関 義城氏提供）

* 高知県紙業試験場 本誌20号所載「製紙に関する古代技術の研究」を第Ⅰ報、本論文を第Ⅱ報とする。

に見られる如く、少なくとも近世までは行なわれていたのではなからうか。勿論ヨーロッパでも、火打石のような固い石や木あるいは金属のロールで、紙の表面を擦って滑らかにする方法と共に、石の上で紙を打つことは行なわれていた(図-1・2)。

紙の表面を滑らかにするという点では、紙を打つことも瑩(ぬ)くことも同様であるが、瑩く場合には必然的に乾いた状態の紙を扱うことになる。近代の製紙機械でも、スーパーカレンダーと称する部分で、紙の表面にロールを押当てて研擦し、紙の艶出

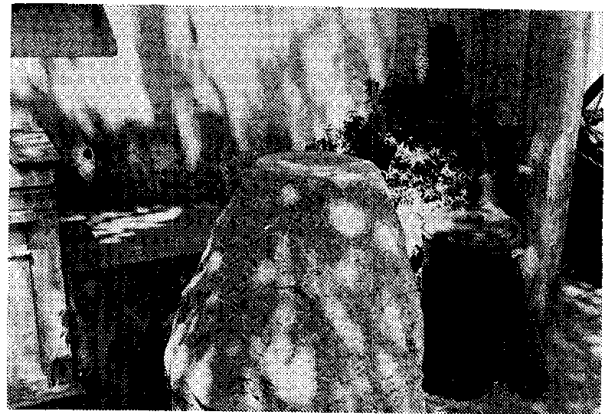


図-2 紙打用台石, イタリア, アマルフィにて撮影

しを行なっているのは、乾燥用ロールの間を通過した後のことである。当然ながら機械の出現以前は、手作業によっていたのであり、中東・インド・ネパール・タイなどで経典類の表面を観察すると不整な擦り跡が見られることが多い⁵⁾。

瑩く技術は、中国や日本の軸物の仕上げの過程で、現在でも採用されている。中国では、拳大の石でかなり強く裏面を瑩き、艶を出すのに対し、日本では、ガラスや棕の実の数珠で裏面を瑩くが、殆んど艶は出さない⁶⁾。

いずれにしろ、瑩くには、乾いた紙を対象にするのに対して、打つには殆んどの場合水や灰汁で紙を湿らせ、石の上で槌打し、紙質を締め、表面を平滑にし、運筆を滑らかにすると同時に、墨液の吸収をある程度調節するのである。

2. 打紙製作

2-1 箔師の場合

前にも述べた通り、現在、紙打の伝統は、金箔をつくるために使用する箔打紙の中に生きている。そこで金箔を作る箔師がどのようにして箔打紙を加工しているかを見ることにする。日本で金箔を生産しているのは、石川県金沢市と滋賀県下田の2ヶ所だけである。原紙は兵庫県宝塚市名塩で漉かれる泥入り雁皮紙(42.5×57.5センチ)である。まずこれを6ツに切断し、鶴亀松竹梅など縁起の良い字句を紙の表に印で押す。後々、紙の表裏を見分けるためである。加工した後では、表裏とも平滑になり人間の目では区別がつかぬが、金箔は必ず裏面に付くので、紙の表裏を揃えて金箔製造を進めることは、非常に大切である。この紙を灰汁に30分程漬け、充分灰汁が滲み込んだところで、余分な水分を搾り出し、ある程度まで乾燥させ。その紙を重ねて上下に当て物をし、金槌で、石の上で打つ。まんべんなく打って、紙同士がくっついて一体になったのを、一枚一枚剥がして少し乾燥を進める。再び揃えて打つ。これを10数回繰返したら、第2回目の灰汁漬けを行う。そしてまた、10数回の槌打と剥がしの繰返しの後、初めて金箔を伸ばす工程で実際に使用できるようになる⁷⁾。

2-2 18世紀の文献にみる方法

唐紙をうつ法——紙百張を一重にすべし。張ごとにぬれたる紙を一枚上にかさね、十一枚づつ段々にかさねあげ。百十張を一重にし。直なる板の上に置。又上にも直なる板を置。石をおもりにおけば、一時の間をへて、上下ひとしく、しめりあふ時、石盤にてかたはしより念を入、二三百ほどうつ、扱、右の内半分を日にほし、残りたるしめし紙と一枚づつへだてて、段々にかさねあげてうつ。かくの如くする事、三四度、一張もねばり付合たる紙なきにいたるを

度とす。再び五七張づつ取て打し、石盤にて打ととのへ。その光滑にして油紙のごとくに成たるをよしとす⁸⁾。

2-3 実験用打紙作成

種々の紙が、槌打によってどのような変化を示すかを知るため、21種類の手漉紙を18.5×24.5センチに切って、打紙にしてみた。方法は上記の2法を参考にした。

各20枚位づつを重ねて100枚位の一重ねをつくり、湿りをいれる。紙の種類によって

紙打直前の含水率は異なるが27～31%であった。上下に厚さ2ミリ程の牛皮を当て、猫皮の帯で両面の牛皮を糊付固定する。短辺で2本、長辺で3本の帯を使用。黒御影石の上で、大きめの玄能でまんべんなく打つ。15分間位平均に槌打していると、紙同士が貼り付いてくるので、帯皮をはづして、中の紙を一枚づつ剥がす。再び揃えて帯で固定し、15分間位槌打する。それを6回繰り返した所で、紙が乾いて来たので、終了とした(図-3)。

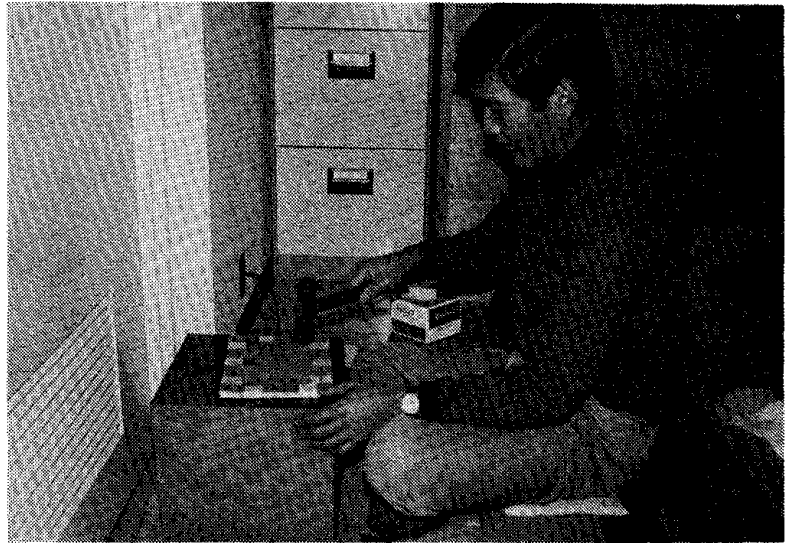


図-3 実験用打紙製作

3. 打紙の物性

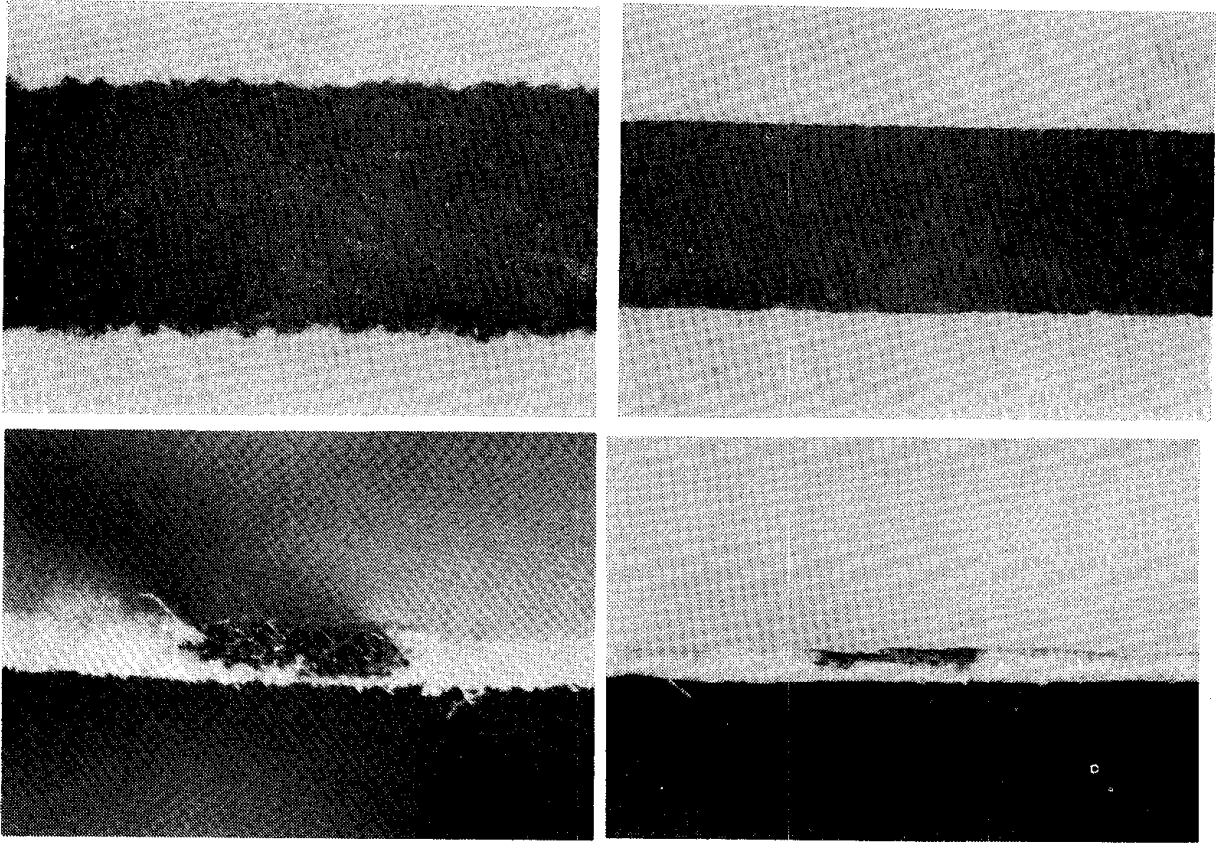
3-1 試験方法

JISに準じた。引張強さ⁹⁾(標準時、湿潤時)の測定はテンシロン UTM-4L型を使用した。湿潤時強度の測定は、20±1°Cの水に試験片を浸し、余分な水を吸取紙で吸収した直後に行なった。引張強さを測定するための試験片の大きさは、JISでは、幅1.5cm長さ20cmとされ測定時の両端のつかみ具間隔は18cmとされているが、今回は試験片の数量が不十分であったために、つかみ具間隔を6cmとし6回の平均値を採用した。クレム吸水度¹⁰⁾は20±1°Cの水を使用し5分後の距りを吸水度とした。4回の平均値を採用した。白色度¹¹⁾と不透明度¹²⁾は、スガSMカラーコンピュータにより測定した。透気度¹³⁾については、JIS(S-3102)で採用されている障子紙用の試験法に従った。試験片の中には、通常の方法では空気透過の時間が速すぎて測定出来ないものがあったためである。また、これらの紙に墨と筆で実際に直線を引いて、墨の滲み具合、カスレ具合等を観察した(図-4～19)。なお、各紙名に付した番号は、附録-2・附録-3のサンプル番号に対応している。

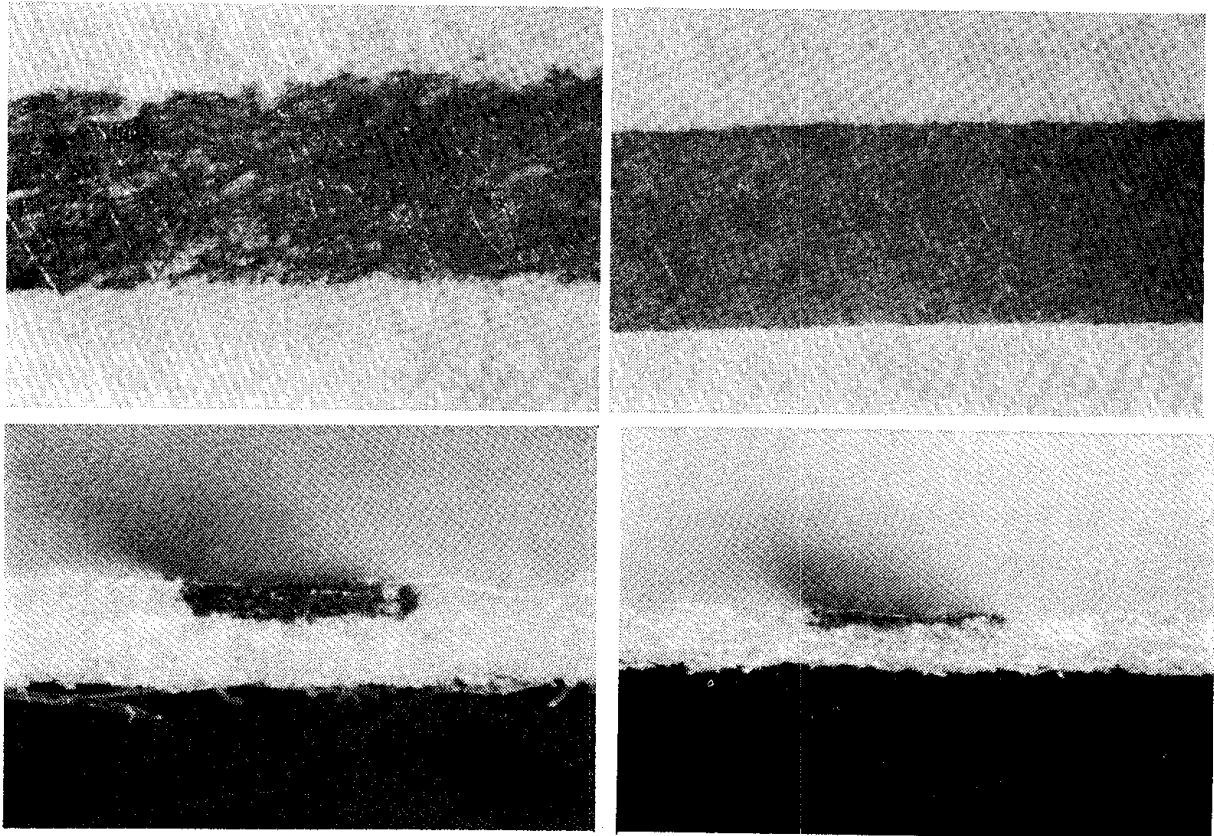
3-2 測定結果(付表参照)

米坪量(g/m²)が紙打前後で異なる紙があるが、これは紙打による効果ではなく、手漉紙の厚さのバラツキによるものである。

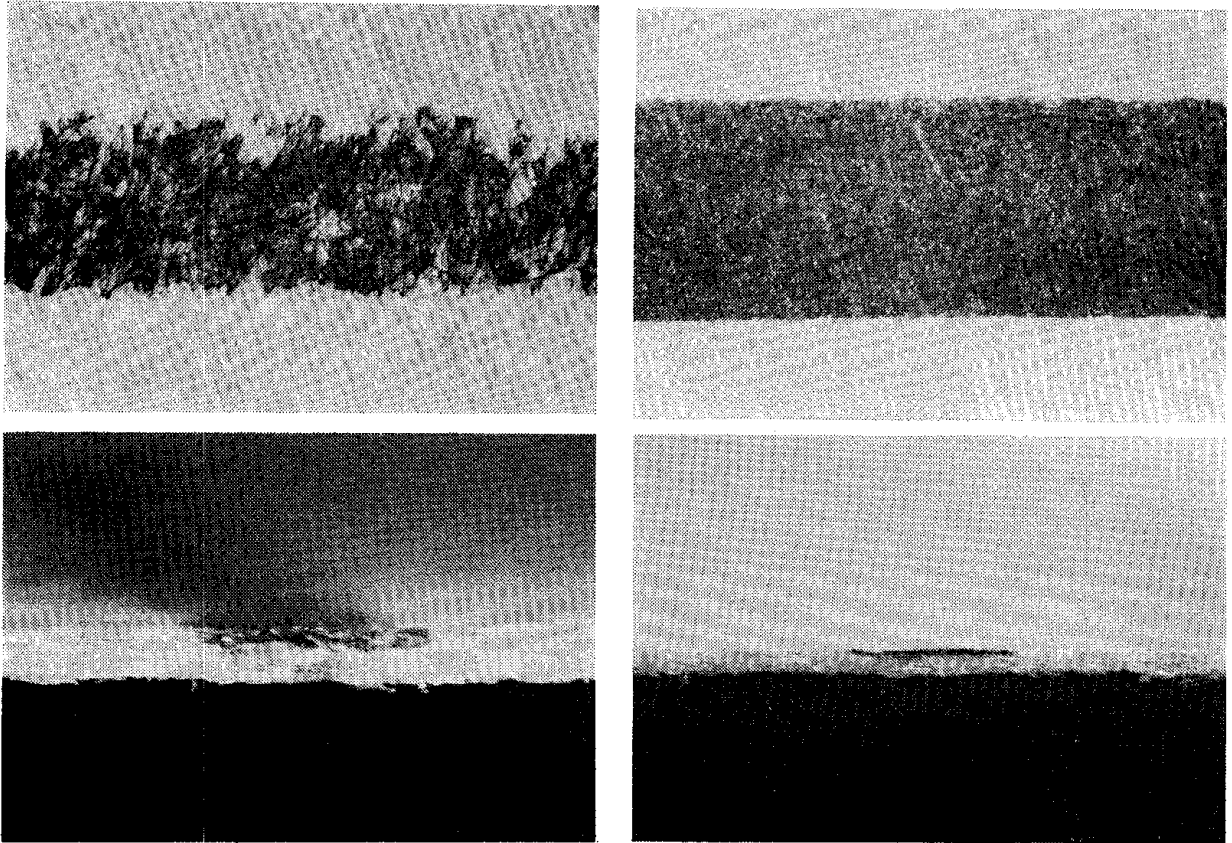
紙打による密度の上昇は大きく、中共製の竹、ワラを主体とした紙は2.5～3.0倍、楮三桮の紙は2.0～2.5倍、雁皮紙は1.3～1.6倍、麻紙で2.7～2.9倍となった。標準時の裂断長¹⁴⁾については、楮、三桮、雁皮紙では低下する傾向にあり、麻紙及び中国製画箋紙では高くなっている。湿潤時の裂断長は近江鳥の子で低下したが、他では高くなっている。紙が緊ることによって、吸水度・透気度は低下する。紙表面の平滑性は非常に向上している。白色度と不透明度は共に低下している。



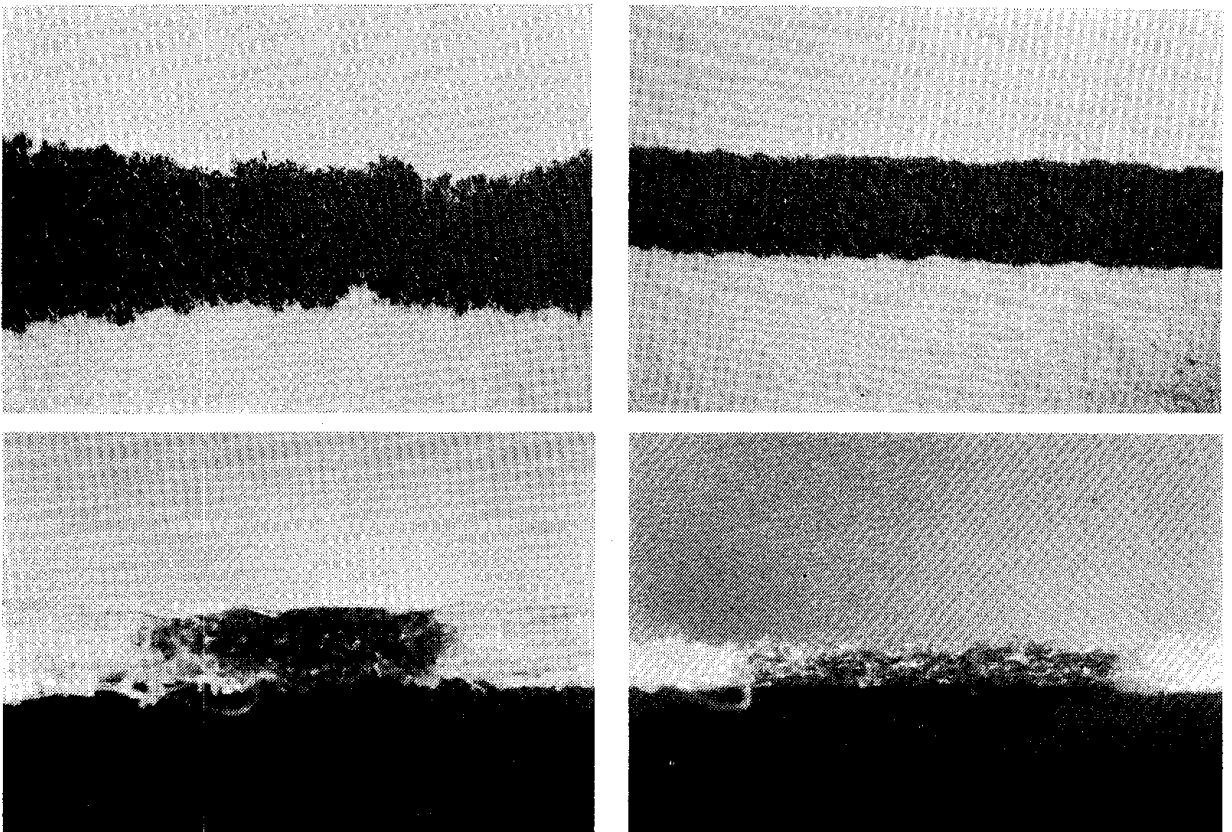
図一4 中国製宣紙(2) Chinese Hsuanchih 紙打前(左)・後(右) undone(left), hammered(right)
上・表面写真 下・断面写真 upper・surface, lower・cross section.



図一5 奉書(7) Hosho 紙打前(左)・後(右) undone (left), hammered (right)
上・表面写真 下・断面写真 upper・surface, lower・cross section



図一7 三椶紙(15) Mitsumata-shi 紙打前(左)・後(右) undone (left), hammered(right)
 上・表面写真 下・断面写真 upper・surface, lower・cross section



図一7 試抄紙(12) Experimentally made 紙打前(左)・後(右) undone(left), hammered(right)
 上・表面写真 下・断面写真 upper・surface, lower・cross section

3-3 考 察

『紙の繊維は水によって膨潤し、繊維内部の組織が緩められる。柔軟になった繊維は、外部からの機械的作用によって切断され難く、また表面積が増加しているため、接着面積が大きくなり、そのままプレスして乾燥して得た紙は、密度や光沢等が良好となる¹⁵⁾』。

以上の文章は、製紙用パルプを処理する際の水の働きが重要なことを述べている。紙打の際に、紙を湿らせることは、このような意味で重要である。紙打の結果、密度が2~3倍に増加すれば、当然繊維間の空間も少なくなっているはずで、それが吸水度の減少とも結びついているのであろう。打紙に墨と筆で直線を引いてみたところ、筆の滑りが著しく向上し、書き易くなったのも、紙の表面が平滑になり、吸水度が減少して、墨液の吸込みがかなり押えられた結果である。また、紙断面における、墨液の滲透状態をみると、紙打の後では、墨液の滲透深さは小さくなっている。しかし、興味深いことに紙の厚さと墨液滲透深さとの比は、紙打前後で、ほぼ同様である(図-4~7)。

しかし、あまり明確な解釈ができない測定結果も出ている。標準裂断長の低下と湿潤裂断長の向上である。紙の機械力に抗する力、即ち紙力を構成するのは、①繊維の絡合いによる摩擦強度 ②繊維間の接合による接着強度 ③単繊維自身の強度 の三つの要素と云われている。湿潤時裂断長の向上について考えるには、まず、紙を濡らせた時の強度低下が、どの要素が原因で起るか、を考えなければならない。単繊維自身の強度は、濡れてもさほど低下するとは思えない。水が繊維の間に浸入すると、まず絡合によって摩擦を起している部分で潤滑油として働き、摩擦を失わせる。また、緊密に接近している繊維間(4~5 Å以下)にも入り込み、極性引力で互いに引き合っていた繊維を引きはなす。それ故、紙を濡らして引張った時には、単繊維は殆んどそのまま、破れた箇所でも長く繊維が出た状態が観察される。紙打の際には、水が与えられて繊維が膨潤し柔軟になった状態で激しい衝撃を受け、繊維同士がさらに接近し、水素結合が多くなると想像される。そして、試験方法の項で説明した通りテスト時の濡らし時間が短いために、水素結合は水によって繊維が膨潤してもあまり影響を受けないので、見かけ上の湿潤裂断長が向上すると考えられる。最後に標準裂断長の低下を考える。上述の通り、繊維間の結合力は総体的に向上しながらも、紙が乾いて来ても、繰返し加えられる衝撃によって、一度出来た結合が再び破壊されるのではないかと考える。中国製宣紙や麻紙(麻・楮、麻・雁皮)で標準裂断長が向上する原因については、異種繊維が混合していると、繊維同士の結合力を非常に優利に向上させ、単繊維強度の低下を上回るのではあるまいかと考える。

紙打は湿紙に対して行うので、乾いた紙に対して同様な処理をして、その結果を比較し、上に述べた考察を補足しようとした。(附録3, 表-8~10を参照)ここでの処理は、プレートカレンダーと呼ばれ、被処理紙を平滑な表面を持つ亜鉛板の間に挟み、鉄ロールの間を通し、圧するものである。スーパーカレンダー¹⁶⁾と異り、紙面を研擦せず、上下からの圧力で処理する。この処理によって、密度や表面平滑性は、紙打による場合同様の向上が見られるが、吸水度は、処理前と殆んど同じで、向上は見られない。また、標準裂断長の低下は、紙打による低下と同じか、それを下回っている。この結果によれば、プレートカレンダーによって、乾燥した紙に圧力を加える時、繊維が剛直なため、繊維間結合の促進には寄与せず却って結合を破壊し、又単繊維に加わった力は分散せずに、直接繊維自身の強度を減ずるために費やされるであろう。この現象は、当然ながら、紙打においても、紙が乾きかけてからの槌打によって起っているものと想像される。

4. おわりに

製紙の技術と一緒に輸入されたであろう紙打の技術は、近世までその伝統が引継がれながら、現代はその効果を美術に生かす人は殆んどいなくなってしまう。書家に、打紙での表現上の違いなどについて実験してもらい、その感触や感想を求めるべきであったが、それをしないまま、一応この論文をまとめてみた。さらに灰汁打による打紙について実験をした上で、新しい知見を得られたならば、次の機会に、打紙の美術的表現と併せて、発表するつもりである。当論文でも、大川研究員が、物性測定を全て受持った。測定結果の考察については、不明確な記述が多々あったと思われるので、諸兄による御批判を待ちたい。願わくば、当研究が伝統技術の素晴らしさの一部でも開明する端緒となり、伝統技術に対する関心、研究が盛んになることを期待します。

文献および注

- 1) 大川昭典, 増田勝彦: 製紙に関する古代技術の研究, 保存科学, 第20号, 昭和56年
- 2) 繊維を機械的外力などで処理した時, もとの繊維から, より細い糸状体が分岐発生することが有る。この糸状体を「フィブリル」と呼び, 繊維がこのようになることを, 「フィブリル化した」と云う。フィブリル化はさらに, 内部フィブリル化と外部フィブリル化とに分類される。(門屋卓他『紙の科学』p. 127)
- 3) 渡辺明義: 古代絵画の技術—古文献にみる—, 美術手帖, 464号, 137頁~144頁
- 4) 陳標: 負暄野録, 端平2年(AD 1235), 屠隆: 考槃余事, 紙籜, 明時代, 両書とも中田勇次郎著 文房清玩第2巻によった。
- 5) Dard Hunter: Papermaking, (1943年) 図—173~176
- 6) 上海書畫出版社裱画組編写: 怎样裱画, (1978年) 楊正旗編写: 書画装裱, (1980年), 故宮博物院 修復廠裱画組編著: 書画的装裱為修復, (1980年)
- 7) 菅沼晃次郎: 近江の雁皮紙と金箔, 滋賀県無形文化財調査報告, 昭和44年 60頁~66頁, 下出積 與: 加賀金沢の金箔, 昭和47年 59頁~74頁
- 8) 貝原篤信著: 万宝鄙事記, (1705年) 卷四, 紙細工
- 9) 引張り強さ 一定寸法の紙をその一端に荷重を加えて引張るとき, 紙が抵抗する強さの極限。測定には, 200 mm×15 mm の試験片を用い, 試験の始めのつかみ間隔は 180±10 mm。
本試験では, つかみ間隔を 6 cm にしたので, 標準的な値より強度が高くなっていると思われる。
- 10) クレム吸水度 紙が水を吸収する程度。クレム法では試験片の一端を水中に懸垂したとき, 一定時間内に紙試験片が吸い上げた水の高さを mm で表わす。
- 11) 白色度 試験片をスペクトルの青~すみれ色の部分の光で照射したとき, 試料の標準化マグネシウム板に対する比反射率で示す。
- 12) 不透明度 光線が紙を透過しない程度。完全不透明紙を100, 完全透明紙を0として, %で表わす。
- 13) 透気度 紙が空気を通わせる度合。一定の条件下で一定量の空気が試験片を通過するのに要する時間を測定し, 秒で表わす。障子紙の場合は被試験紙2枚を重ねて, 通気孔面積 78.5 mm² 空気透過量 200 ml で試験を行う。通常は, 通気孔面積 645.16 mm² で空気透過量は 100 ml である。
- 14) 紙の引張り強さの表示法。紙の一端を固定懸垂して, その自重で切れるときの紙の長さを km で表わす。

$$\text{裂断長} = \frac{\text{引張り強さ(kg)} \times 1,000}{\text{坪量(g/m}^2\text{)} \times \text{試験片の幅(15 mm)}} \quad (\text{磯田清蔵著『製紙辞典』})$$

ちなみに, 一般的な機械漉洋紙の裂断長を, 比較のために掲げる。

新聞紙 2.45 km, 上質紙 6.34 km, アート紙 3.70 km

(昭和38年, (財)奥野パルプ研究所によるデータより)

- 15) 上野桂助: 紙の強度, 昭和30年 考察の項については, この書籍と, 門屋卓他: 紙の科学, 昭和52年, 市川家康: わかりやすい紙・インキ・印刷の科学, 昭和43年, 紙パルプ技術協会編: 和紙の製造・板紙の抄造, 昭和43年を参考にした。
- 16) 抄紙の一部を形成し, 乾燥部のつぎに位置する光沢機である。紙に強い張力を与えつつ, 高速回転する硬質ロールと低速の弾性ロール(コットンロール, ペーパーロール)の間を通過させ, 圧力と強度の摩擦によって高度の光沢を与える。

附録：1 APPENDIX：1

打紙関係記事年表

Chronology on Hammering on Paper

738	天 平 10	写経司告朔解案 等美加是切端経卅卷 打紫紙百八十張（正倉院文書統々修卅五帙裏書）
739	天 平 11	装潢用紙帳 装潢所解申造物事 右応一日分一人継紫紙二百張 一日一磑打 四卷枚八十（統々修廿八帙二）
744	天 平 16	造物所解 打黄紙二百張十卷 納明櫃一合（統修三十）
746	天 平 18	従疏公文櫃出充紙注文 以十八年六月十日従疏公文櫃出充白打紙二百張 為常疏写料者（統々修二十三帙五裏書）
747	天 平 19	装潢六人部身麻呂手実 六人部身磨謹解 申打紙事 合柒仟肆伯柒拾五張 疏紙三千二百枚之中一千張継二千二百張打 間物四千九百卅一張並一逼打者（統々修三十五帙六裏書）
750	天 平 勝 宝 2	造東大寺司解 造東大寺司解 申応奉写大般若経用度事 布浄衣袴拾陸具袍袴者 十具打紙駈使丁十人料（統修別集十五）
751	天 平 勝 宝 3	装潢春日虫麻呂手実 春日虫万呂解 造宮一切経黄紙事 合一千六十張継四百九十張打五百七十張 又更佐保判師法花経紙六百八十張六百張打界二度成八十張六人部荒炭相一部文造（統々修二十七帙三）
751	"	写経布施校生勅出装潢作物法例 装潢作物法 一日継紙六百張 界三百張 打二百張 染一千張 端切四百張 竹削表紙著六十六卷 軸緒着八十卷 以黄蘗一斤 染紙卅五張（統々修第四十六帙第六卷）
754	天 平 勝 宝 6	華嚴経紙并軸宮進帳 紫微中台牒 造東大寺司 紙七百廿一張 打波和良紙六百卅六張 打青褐紙卅一張（統々修六帙十四）
755	天 平 勝 宝 7	香薬寺三綱牒 香薬寺三綱 牒写経司政所 請紙磑事 右為寺家用作令暫間乞打欲仍付僧光枢御紙磑牒（統々修六帙五）
757	天 平 勝 宝 9	写書所解 仕丁参拾人 十五人厮 十人浄 五人打公文紙（史館本七）
761	天 平 宝 字 5	奉写一切経所解牒案等帳 熟紙所九人（統々修三帙四）
762	天 平 宝 字 6	写経料雑物収納并下用帳 右、為葺紙打殿於 件板切要須（統々修四帙二十一裏）
762	"	造石山寺所公文案 造石山所解 申請雑物等 紙打石沓類小勅方大般若紙打料（統々修十八帙三）
	不 明	高笠麻呂状 経紙十卷 依生打返進 好打平欲給 但一卷 以今日具始 仍録状申上（統々修四十五帙二裏）
927	延 長 5	凡装潢 長功日黏紙七百張擣紙二人日百廿張（延喜式 卷十三 図書式）

1009	寛弘	6	其後置紙打攤(御堂関白記)
1010	寛弘	7	柿紙を以て可習, 柿紙と云は檀紙四枚合て, 柿を曳, 能々打(麒麟抄卷四) 檀紙打紙には筆を浮て緩々と取て静に可書, 打紙には墨を厚く摺る, 檀紙には薄く摺る。(麒麟抄 卷七)
1013	長和	2	雖有紙, 不打攤(御堂関白記)
1016	長和	5	次摂政及已次隨身攤紙近進御所, 從殿上人下薦至摂政献紙, 次第打聚攤, 二度打, 対自不給, 摂政初度取御料紙一帖加攤紙, 然而不令打給攤了入御(小右記)
1157	保元	2	其上安御硯筆台三代集造紙下階納様色紙, 檀紙, 打紙等(兵範記)
1183	寿永	2	今年四月八日壬寅初打紙, 爰女大施主阿古丸又発心, 相語色紙工精進如前, 儲料紙, 同時打紙, 同廿八日壬戌功畢(運慶願経 卷八奥書)
1200	正治	2	百首御清書 色紙雖打わざとうちたると見えぬ程に打也(明月記)
1235	文暦	2	文暦二年乙未五月十三日乙巳 老病中 雖眼如盲 不慮之外 見紀氏自筆本 蓮華王院宝蔵本。料紙白紙, 不打, 無罫。高一尺一寸三分許, 広一尺七寸二分許紙也。廿六枚, 無軸。表紙続白紙一枚, 端聊折返不立竹, 無紐。有外題, 土佐日記貫之筆。(土佐日記 定家筆写本の奥書)
1300	正安	2	一, 牒書者料紙相原枚別五文内料紙直三文打摺質二文(定置印板摺写経論疏等直品条々事)
1356	延平	11	料紙事, 細御手習檀紙相違なきか, 真のものは打紙よく候也 御筆事, 几筆を用る事紙料により候也, 打紙には卯毛, 只の紙には鹿毛にて候(入木抄)
1356	延文	元	料紙鳥子不打以同紙裹之(後深心院関白記(愚管記))
1427	永享	7	禁裏被仰下, 金葉集書初, 御料紙鳥子糯打也(看聞日記)
1442	嘉吉	2	ふくさ紙には鹿の毛, 打紙には兎の毛, 強紙には狸の毛, 此等似合てよき也(康富記)
1471	宝徳	2	料紙能々可打之事肝要也(大乘院寺社雜事記)
1490	延徳	2	昨日拜領之料紙則令打之為造紙(実隆公記)
1532	天文	元	二月十一日 四条四将来儀 料紙打候了 二月十八日 四条羽林昨日料紙三帖打て可与え由候間, 今朝打遣了, 又予に一帖与え, 祝着々々(言継卿記)
1533	天文	2	二月廿六日 中御門, 平野預同道来臨双紙紙此方にうたれ候了 廿七日 今日中御門紙うたれ候了 十月八日 北隣より被申候料紙打而遣候, 予持罷向候了(言継卿記)
1552	天文	21	正月廿三日 一昨日從禁裏美乃紙三帖被出之, 昨日申付大沢水打候了, 今日仮結相調之進候了(言継卿記)
1594	文禄	3	大坂師法印誂トテ, 下絵書短冊千枚打セテト被申間, 経士伊与ニ申付之, 千枚ヲ打チン三斗ニテ定, 且百廿三枚渡之(多聞院日記)
1684	貞享	元	又, 搗紙於石盤之上, 而施雲母汁於其上, 則其紙透徹 宣臨写書畫 或謂雲母紙 又称玉盤紙 臨写之際 若有損矢 則忽拭之 又如旧(雍州府志 卷七土産門下)
1705	宝永	2	油紙法 紙十枚かさね うへに紙一枚に油を付け 是上に又十枚かさね 上の紙に油をつけ 段々 かくのごとくにして 上紙壹枚に右のごとく油をぬり 礎にてうつ也(万宝鄙事記 卷四紙細工) 打紙 礎熟紙 石盤にて打たる紙なり 水打 獮打 素打 油打等の名有り(類聚名物考 卷二百五十一調度部第八文房)
1777	安永	6	経師類 凡経師類甚だ多し 此に其大概を出す。蠟打紙 是は鳥子の蠟地也。此紙は系図などを書に用ゆ。年を歴ても不蠹。打紙 生搗, 灰汁

1796	寛政 8	擣、阿波擣、土佐擣、其外略之。油紙 名塩紙に蠟を引き擣たる也。墨跡石摺等をすきうつしにするに用ゆ。(紙譜)
1828	文政 11	檀紙 又古昔の檀紙は、打たる故、熟紙なり。簾目消て、板ずきの如し。今はすだれめありて熟紙とは云がたし。(好古日録)
1844	天保 15	日本紙の品質 唐土の紙は其質やはらかなり、故に彼方の人古へは専ら熟紙を用ゆ。此方の紙は其質硬くして膠礬を用ひざるも彼方の所謂硬黄粉地紙など、かの礬槌を用いて製せしものに異ならず。(良山堂茶話)
1859	安政 6	風呂屋紙 金銀の箔打たる紙を風呂屋紙といふは、これにて面を拭えば、よくあふらけをされば、浴したるにひとしとの意にて名付しにや。又、蠟紙といひしは、紙の色の蠟に似たればなるべし。続連珠誹諧集に「打なれし笥むかふ盤のうへ「ふれつる肌を思ふ蠟紙、と季吟法印のつけあり。(梅園日記)
1877	明治 10	西の内といふ紙あり、これを水打にするか、又は雲母引たるを用れば是又清雅甚し。蠟打・灰打などいへる紙は、筆はしりよくもの書くにいと
1885	明治 18	おもしろし。質かたく肌細密にて筆のはこひやすく、しかもうとからずなこやかなる紙そいとよろしかるべき、色はだへなど心を用ふべきなり。(天朝墨談 卷四)
		諸製紙類 美濃半紙打紙 アク打 スウチ アフラ打(諸国紙名録)
		金葉紙 一名灰汁打美濃と曰ふ。原紙は専ら美濃紙を用ひ、灰汁に浸染し 陽乾して後敲打せしものなり。美濃紙に比すれば色微黒を帯び、紙面平滑にして光沢を生ず。多く写本の用に供す。蠹害の患なしと云ふ。(貿易備考)
1960	昭和 35	防虫紙ムシヨケカミ 我国では平安時代から防虫紙が発明され「きわた」を漉込んだ紙もある。又美濃紙を木灰液に浸し乾燥し、幾枚か重ねた紙の表面を幾回も叩いたもの、これを灰打(あくうち)といい、防虫に良好。 打紙ウチカミ 楮製の紙を何枚か重ねて、木堆(サイズチ)で表面を打ち表面を平滑にした紙、書き良く、保存に適す。主に美濃紙を用いる。 灰(汁)打(紙) アクウチ 上記の如く打紙の前に木灰液に浸し乾かした紙を重ねて打紙の方法で仕上る。防虫用として昔は保存書類はこの紙を用いた。(和紙雑考)

本年表は、関義城編：和漢紙文献類聚 古代・中世編 および江戸時代編をもとに作成した。8世紀～10世紀と18世紀以降の項については、それぞれの活字本についてあたってあるが、他の世紀の項は、2・3項を除いて、氏の記載をそのまま転載した。

附録：2 APPENDIX：2 表一2 紙打による物性変化 Mechanical Changes by Hammering

紙名 〔産地〕 〈材料〉 Sample 〔place of production〕 〈material〉	(4) 楮紙 〔京都府〕 〈楮〉 Cho-shi 〔Kyōto-fu〕 〈Kōzo〉		(5) 楮紙 〔高知県〕 〈楮〉 Cho-shi 〔Kōchi〕 〈Kōzo〉		(6) 宇和仙貨 〔愛媛県〕 〈楮〉 Uwasenka 〔Ehime〕 〈Kōzo〉	
	前 undone	後 done	前 undone	後 done	前 undone	後 done
紙打 Hammering						
米坪量 Areal weight	32.2	31.8	50.7	50.5	53.3	59.5
厚さ Thickness	0.083	0.034	0.164	0.065	0.163	0.082
密度 Apparent dens.	0.39	0.94	0.31	0.78	0.33	0.73
裂断長(乾) Breaking length(dry)	11.2	11.2	10.3	8.30	8.11	6.42
	3.98	4.05	4.87	4.30	4.07	4.12
裂断長(湿) Breaking length(wet)	0.52	0.64	0.44	0.62	0.59	0.72
	0.20	0.25	0.25	0.40	0.44	0.35
クレム法 Water absorption degree	38	34	75	26	43	37
	33	31	76	16	39	27
透気度 Air permeability	1.1	11.0	0.5	34	3.3	310
ベック平滑度 Smoothness	2.1	16	不能	8.3	1.2	7.0
	2.0	13	不能	8.7	1.1	7.9
白色度 Whiteness	39.7	35.5	44.0	41.5	57.3	54.2
不透明度 Opacity	69.0	53.5	75.9	73.6	80.9	77.9

※(5) 楮紙は、石灰煮熟を行っている。

表-3 紙打による物性変化 Mechanical Changes by Hammering

紙名 〔産地〕 〔材料〕 Sample 〔place of production〕 〔material〕	(7) 奉書 〔京都府〕 〔楮〕 Hosho 〔Kyōto-fu〕 〔Kōzo〕		(8) 楮紙 〔産地不明〕 〔楮〕 Cho-shi 〔unknown〕 〔Kōzo〕		(9) 混抄紙 〔高知県〕 〔楮・雁皮〕 Konshō-shi 〔Kōchi〕 〔Kōzo, Gampi〕	
	前 undone	後 done	前 undone	後 done	前 undone	後 done
紙打 Hammering						
米坪量 Areal weight	94.6	98.2	38.1	37.2	45.6	46.0
厚さ Thickness	0.239	0.118	0.109	0.057	0.113	0.056
密度 Apparent dens.	0.40	0.83	0.35	0.65	0.40	0.82
裂断長(乾) Breaking length(dry)	12.4	10.8	10.5	9.28	11.1	9.04
裂断長(湿) Breaking length(wet)	8.67	8.42	7.14	5.02	6.27	5.77
クレム法 Water absorp 吸水量 degree	0.65	0.76	0.60	0.67	0.70	0.98
透気度 Air permeability	0.34	0.42	0.48	0.48	0.40	0.64
ベツ滑度 Smoothness	42	20	34	29	42	16
平滑度 smooth side	37	22	26	25	35	15
白色度 Whiteness	6.8	350	3.6	42	5.9	370
不透明度 Opacity	1.1	7.1	2.6	9.2	2.8	18
	1.1	6.8	2.0	10	3.0	15
	48.7	45.8	35.8	35.1	49.6	42.5
	94.8	90.0	79.0	78.9	75.6	70.8

表-4 紙打による物性変化 Mechanical Changes by Hammering

紙名 〔産地〕 〔材料〕 Sample 〔place of production〕 〔material〕	(10) 近江鳥の子 〔滋賀県〕 〔雁皮〕 Omitorinoko 〔Shiga〕 〔Gampi〕		(11) 雁皮紙 〔高知県〕 〔雁皮〕 Gampi-shi 〔Kochi〕 〔Gampi〕		(12) 試抄紙 〔麻着物〕 Experimentally made 〔Ramie〕	
	前 undone	後 done	前 undone	後 done	前 undone	後 done
紙打 Hammering						
米坪量 Areal weight	31.5 gr/m ²	31.7	39.3	41.4	53.3	46.7
厚さ Thickness	0.056 mm	0.042	0.068	0.044	0.154	0.049
密度 Apparent dens.	0.56 gr/cm ³	0.75	0.58	0.94	0.35	0.95
裂断長(乾) Breaking length(dry)	14.6 km	15.6	14.3	13.7	1.36	1.03
	8.40	6.39	8.87	8.79	1.14	0.80
裂断長(湿) Breaking length(wet)	1.51 km	1.39	0.93	1.10	0.09	0.19
	0.65	0.43	0.63	0.85	0.09	0.10
クレーン法 Water absorp	14 mm/5 min	12	28	22	81	58
吸水度 tion degree	10	9	24	20	76	63
透気度 Air permeability	18 sec/200 cc	190	9.8	430	不能	6.7
べっ滑度 Smoothness	41 sec	58	18	59	1.0	9.9
	22	58	24	60	0.9	13
白度 Whiteness	39.6 %	35.6	36.9	34.3	74.6	72.5
不透明度 Opacity	65.2 %	59.5	84.1	77.8	75.0	71.4

※(11) 雁皮紙は、石灰煮熱を行っている。
 ※(12) 試抄紙は、布を2〜3ミリに切断した後、湿らせてから実験室用臼杵で叩解し、抄製した。

表-5 紙打による物性変化 Mechanical Changes by Hammering

紙名 〔産地〕 〔材料〕 Sample 〔place of production〕 〔material〕	(13) 混抄紙 〔高知県〕 〔麻・雁皮〕 Konshō-shi 〔Kōchi〕 〔Ramie, Gampi〕		(14) 混抄紙 〔高知県〕 〔麻・楮〕 Konshō-shi 〔Kōchi〕 〔Ramie, Kōzo〕		(15) 三桵紙 〔京都府〕 〔三桵〕 Mitsumata-shi 〔Kyōto〕 〔Mitsumata〕	
	前 undone	後 done	前 undone	後 done	前 undone	後 done
紙打 Hammering						
米坪量 Areal weight	72.0	63.2	56.2	54.6	47.8	50.7
厚さ Thickness	0.263	0.085	0.229	0.078	0.126	0.062
密度 Apparent dens.	0.27	0.74	0.24	0.70	0.38	0.82
裂断長(乾) Breaking length(dry)	4.22	5.43	2.97	4.79	12.7	11.0
	2.69	3.61	1.21	2.55	8.65	8.47
裂断長(湿) Breaking length(wet)	0.23	0.55	0.20	0.39	0.40	0.47
	0.21	0.34	0.10	0.21	0.31	0.38
クレス法 Water absorption degree	88	22	102	37	6	6
	86	20	95	27	3	4
透気度 Air permeability	0.5	45	不能	11	2.8	140
ベツ滑度 Smoothness	不能	4.6	不能	4.8	2.8	21
	不能	3.9	不能	4.8	3.0	21
白色度 Whiteness	62.4	56.6	57.0	51.5	41.9	38.9
不透明度 Opacity	81.8	65.2	63.7	60.0	81.8	76.5

表一6 紙打による物性変化 Mechanical Changes by Hammering

紙名 〔産地〕 〈材料〉 Sample 〔place of production〕 〈material〉	(16) 試抄紙 B ₁ 〈楮〉 Experimentally made B ₁ 〈Kozo〉		(17) 試抄紙 B ₂ 〈楮〉 Experimentally made B ₂ 〈Kozo〉		(18) 試抄紙 B ₆ 〈楮〉 Experimentally made B ₆ 〈Kozo〉	
	前 undene	後 done	前 undone	後 done	前 undone	後 done
紙打 Hammering						
米坪量 Areal weight	27.5	31.0	26.0	27.8	25.5	25.1
厚さ Thickness	0.065	0.03	0.064	0.030	0.052	0.026
密度 Apparent dens.	0.42	0.924	0.41	0.93	0.49	0.97
裂断長(乾) Breaking length(dry)	13.5	11.7	12.3	11.5	0.69	0.74
	gr. d. cr. d.		5.28	5.37	0.31	0.35
裂断長(湿) Breaking length(wet)	0.62	0.87	0.48	0.80	0.69	0.74
	gr. d. cr. d.		0.31	0.31	0.31	0.35
クムレ法 Water absorption degree	42	36	36	19	28	17
	mm/5 min					
透気度 Air permeability	38	15	27	18	20	13
	sec/200 cc					
ベツ滑度 Smoothness	1.2	62	1.4	24	10	27
	smooth side		4.4	14	4.8	16
白色度 Whiteness	3.2	20	3.7	16	6.3	14
	rough side		40.3	38.6	39.0	38.6
不透明度 Opacity	40.6	37.0	58.1	50.3	48.5	39.7
	60.1	55.2				

附録：2 APPENDIX：2

表一七 紙打による物性変化 Mechanical Changes by Hammering

紙名 〔産地〕 〈材料〉 Sample 〔place of production〕 〈material〉	(19) 試抄紙 B ₇ 〈楮〉 Experimentally made B ₇ 〈Kozo〉		(20) 試抄紙 B ₈ 〈楮〉 Experimentally made B ₈ 〈Kozo〉		(21) 試抄紙 B ₉ 〈楮〉 Experimentally made B ₉ 〈Kozo〉	
	前 undone	後 done	前 undone	後 done	前 undone	後 done
紙打 Hammering						
米坪量 Area lweight	27.0	30.8	36.0	32.7	29.8	25.7
厚さ Thickness	0.066	0.032	0.088	0.035	0.060	0.027
密度 Apparent dens.	0.41	0.96	0.41	0.93	0.50	0.95
裂断長(乾) Breaking length(dry)	7.68	7.84	10.1	10.2	11.5	10.6
	4.81	4.98	5.28	5.67	6.22	4.98
裂断長(湿) Breaking length(wet)	0.28	0.46	0.38	0.59	0.36	0.64
	0.16	0.26	0.22	0.29	0.27	0.37
クレーム法 Water absorption degree	33	19	52	35	18	15
	32	15	39	19	20	11
透気度 Air permeability	0.9	26	1.4	22	14	230
べっ滑度 Smoothness	3.2	13	2.4	13	4.5	14
	2.9	12	2.2	14	5.2	12
白色度 Whiteness	38.8	35.7	41.5	37.0	40.4	38.2
不透明度 Opacity	62.0	55.4	60.6	53.9	62.5	46.1

※(16) 試抄紙 B₁ は、離解5分 (17) 試抄紙 B₂ は、離解25分 (18) 試抄紙 B₆ は、煮熱後切断し、手打にて20分、ナギナタビーターで5分離解を行った。(19) 試抄紙 B₇ は、鉄臼杵にて15分叩解した後、ナギナタビーターで5分離解。(20) 試抄紙 B₈ は、離解5分、(21) 試抄紙 B₉ は、離解5分、叩解5分を行った。(18~21) は、離解・叩解の前に、楮を刃物で短く切断した。

附録：3 APPENDIX：3 表—8 紙打とプレートカレンダーによる物性変化比較 Comparison of Mechanical Change in Hammering and Plate-Calendering

紙名 〔産地〕 〈材料〉 Sample 〔place of production〕 〈material〉	(2) 画箋紙(宣紙) 〔中国〕 〈不明〉 Hsüan chih 〔China〕 〈unknown〉			(8) 楮紙 〔産地不明〕 〈楮〉 Cho-shi 〔unknown〕 〈Kôzo〉		
	無処理 un-finished	紙打後 hammered	プレート カレンダー plate-calendered	無処理 un-finished	紙打後 hammered	プレート カレンダー plate-calendered
米坪量 Areal weight	44.8	44.5	44.0	38.1	37.2	37.1
厚さ Thickness	0.111	0.037	0.062	0.109	0.057	0.057
密度 Apparent dens.	0.40	1.20	0.71	0.35	0.65	0.65
裂断長(乾) Breaking length(dry)	4.18	6.20	3.59	10.5	9.28	8.39
	2.83	3.57	2.44	7.14	5.02	5.66
裂断長(湿) Breaking length(wet)	0.19	0.49	0.24	0.60	0.67	0.58
	0.14	0.27	0.13	0.48	0.48	0.34
クレーン法 Water absorption degree	55	14	50	34	29	38
	49	15	41	26	25	26
透気度 Air permeability	1.7	340	40	3.6	42	36
ベツ平滑度 Smoothness	3.0	27	18	2.6	9.2	40
	2.4	28	16	2.0	10	12

附録：3 APPENDIX：3 表-9 紙打とプレートカレンダーによる物性変化比較 Comparison of Mechanical Change in Hammering and Plate-Calendering

紙名 〔産地〕 〈材料〉 Sample 〔place of production〕 〈material〉	(9) 混抄紙 〔高知県〕 〈楮・雁皮〉 Konshō-shi 〔Kōchi〕 〈Kōzo, Gampi〉			(11) 雁皮紙 〔高知県〕 〈楮・雁皮〉 Gampi-shi 〔Kōchi〕 〈Gampi〉		
	無処理 un-finished	紙打後 hammered	プレート カレンダー plate-calendered	無処理 un-finished	紙打後 hammered	プレート カレンダー plate-calendered
米坪量 Areal weight	45.6	46.0	45.5	39.3	41.4	38.6
厚さ Thickness	0.113	0.056	0.059	0.068	0.044	0.043
密度 Apparent dens.	0.40	0.82	0.77	0.58	0.94	0.90
裂断長(乾) Breaking length(dry)	11.1	9.04	9.07	14.3	13.7	12.4
裂断長(湿) Breaking length(wet)	6.27	5.77	5.70	8.87	8.79	7.60
吸水度 Water absorption degree	0.70	0.98	0.80	0.93	1.10	1.03
透気度 Air permeability	0.40	0.64	0.46	0.63	0.85	0.54
ベック平滑度 Smoothness	42	16	42	28	22	28
	35	15	32	24	20	23
	5.9	370	66	9.8	430	56
	2.8	18	15	18	59	52
	3.0	15	14	26	60	39

Technical Study on Paper Making in the Nara period (7-8 th century) (II)

— Hammering for Finishing Paper —

Katsuhiko MASUDA and Akinori OKAWA

In order to complete the technical study on ancient paper making (see Science for Conservation Vol. 20), we have studied in this article the hammering process on paper as a finishing.

History (see appendix ; Chronology on Hammering paper) teaches us that it had been a generally known technique for finishing the paper.

We have hammered the papers by ourselves to examine the mechanical changes in the paper, after we had reviewed the gold beater's technique which still hire the hammered paper for making gold leaf in Japan, and the 18th century's document reading the hammering technique.

To make the samples for measuring the mechanical properties, we dampened the papers into 27~31% of water content, and hammered the pile of the papers which was covered with thick leathers. After the six times repetition of the hammering (aprx. 15 min. for each hammering) and separating the pile into sheet, we could obtain the paper sufficiently finished.

Apparent density, smoothness are arised and breaking length, air permeability, whiteness and water absorption degree are lowered through the process.

The different kind of materials showed defferent results.

The process was also compared with the plate calendering process in the results, that is the density and the smoothness changed likely but water absorption degree and air permeability were not much changed by the plate calendering process.

The test for the running of chinese ink on the hammered paper shows the very clear effect for hand writing.

In this article, the air permiability was measured in the condition ; passing air 200 ml, area of opening 78.5 mm, 2 layers of paper measured together, while in Japanes Standard passing air 100 ml, area of opening 645.16 mm and 1 layer of paper.