

技術教育に活かす郷土の伝統産業

—蒲生和紙の製法と品質について—

松田 健一・内 輝久*

(1996年10月15日 受理)

—Production and quality of Kamou Washi—

Kenichi MATSUDA・Teruhisa UCHI*

I はじめに

科学技術と産業経済の急速な進展は、資源の枯渇やエネルギーの不足、自然環境の破壊などを引き起こしている。また、それだけでなく伝統産業の衰退をも招いた。

現在の教育の現状として、わが国の伝統産業や文化について学ぶ機会は少なく、その存在価値を理解することは難しくなっていくと思われる。そこで、これからの社会を担う子供たちが、豊かな心を持ち社会の変化に主体的に対応できる能力を持つように育成していくためにも、今後、技術教育の中で、もっと郷土の伝統文化に関わっていくことが必要なのではないだろうか。

鹿児島県郷土の伝統産業の中で木材加工領域に関わるものとして、独自の原料を使用する蒲生和紙がある。手漉き和紙は機械製紙の出現以来、次第に圧迫を受けてきているが、郷土の人々が長い年月をかけて築き上げてきた文化的遺産である。

そこで本研究では、この和紙の価値を再認識するために製法技術およびその品質について明らかにした。

II 薩摩和紙の歴史

日本で紙が作られたのは7世紀の始めと思われる。日本の歴史に製紙のことが初めて記述されたのは、西暦610年(推古18年)、高句麗の僧曇徴による製紙法の伝達の時である。

仏教が伝えられ盛んになると共に、経文の書写が盛んに行われた。このために紙が必要になり、また戸籍の作成のためにも紙が必要であったため図書寮が設けられ、奈良地方で紙漉きが行われ、

*鹿児島大学教育学研究科教科教育専攻

次第に各地方に製紙法が伝達されていった。しかし、紙が庶民に使われるようになったのは江戸時代のことである。幕藩体制のもとで多くの藩は紙を専売制としている。また、製紙業は各藩の経済を支える役割を果たしているため、和紙の製造方法は秘密にされ、他の藩に漏らすことは禁じられた。

鹿児島県における和紙の出現は『延喜式』において初めて大隅国・薩摩国とも紙の上納が規定されていることから、平安時代にその出現が考えられる。しかし、薩摩・大隅が本格的な紙産地になったのは近世に入ってからである。

『鹿児島県史』によると楮*¹は薩摩藩の勸奨により領内各地に植栽されており、薩摩領は「楮多き国」と称せられたとある。藩の家老島津久通は楮の増殖・改良に留意し、他藩から良質の楮苗を取り寄せ田畑の畦や土手、敷地等に植えて育成に務めた。また、紙漉き師を招き「紙漉方」を始めている。藩においては、紙屋または紙座を各所に設けた。例として、蒲生の紙座は、同地麓の西方に清流があり製紙に適しているため、同地の貧困衆中の副業として製紙の方を伝習させた。原料の楮は支給し、薪も藩有林から伐採させて製紙を行わせた。その製品は上納紙として他への売却は一切厳禁され、すべて藩に納入されていた。また、技術の漏れを防ぐため、持高十石以下の郷土に従事させていた。その後の藩主も楮の植栽と製紙に力を注いだため、薩摩藩の製紙業はおおいに振興した。

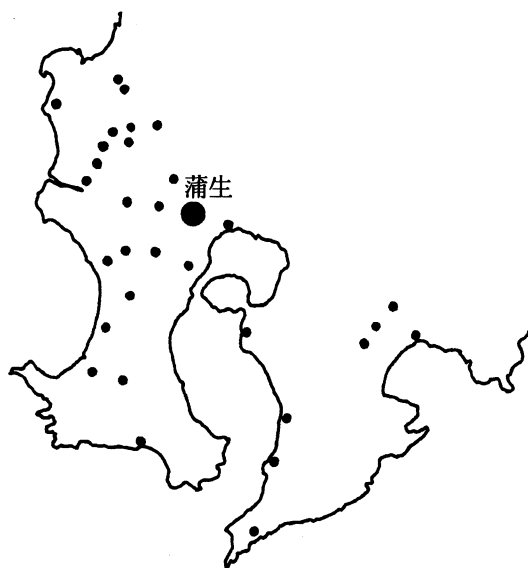


図1 鹿児島県の主な紙郷分布

次に、鹿児島県の重要な紙郷を挙げてみる。

北薩の出水市には、大川内・高城・田原、そして阿久根市波留、川内市高城・田海があった。薩摩郡の樋脇は藩が適地に選んだ場所であり、その東南に入来、北西に東郷がある。宮之城・鶴田・祁答院も紙郷であった。日置郡では、東市来・松元・郡山にもあったが、吹上町の伊作は藩の重要な紙漉き場で伊作紙の名で知られていた。加世田市では中原・川辺、指宿郡では瀬娃が紙郷であった。鹿児島市では吉野に紙郷があり、盛んな場所であった。

松田・内：技術教育に活かす郷土の伝統産業—蒲生和紙の製法と品質について—

大隅では始良郡蒲生・加治木に紙郷があった。その他に曾於郡では志布志・有明・松山・大崎があり、垂水市垂水、肝属郡では大根占・根占・佐多・高崎にも小規模な漉場があった。鹿児島県における主な紙郷分布を図1に示す。

薩摩藩における製紙の特異性は、生産のすべてが藩の強力な統制のもとにあったことと、紙漉きの仕事そのものが貧困な下級武士の救済のための仕事であったことである。

明治になり藩の保護を失い、またヨーロッパおよびアメリカから機械漉きの製紙法が導入されていくと共に和紙は衰退していった。和紙は原料が収率の低い靱皮繊維を使用し、手間のかかる方法によらないと良質の紙が得られないため工業としては成り立たなくなったことが衰退の理由といえる。

鹿児島県の統計によると、紙漉き戸数は明治34年で906戸、大正10年で464戸、昭和16年で76戸と減少の一途をたどり、現在では蒲生和紙が野村正二氏のもとで、ただ一戸操業されているだけである。しかし、後継者もなく、しだいにその光を消そうとしている。

*1 楮

鹿児島では藩制時代から、カジノキに「楮」の字をあてコウゾの名称は用いなかった。

III 蒲生和紙の製紙工程

1 蒲生和紙の原料

紙づくりに使用される原料には、植物の靱皮部から取れる繊維と、木質部から取れる繊維がある。靱皮部はすべての植物にあり、表皮と木質部の間にあって、葉でできたデンプンなどを葉から下に運ぶ役目をしている。植物によっては、この部分が厚く、繊維の長さも違ってくる。

手漉き和紙を作る場合には、主にこの靱皮繊維を使用するが、繊維が多くて長く、取り出しやすい植物が利用される。

和紙には様々な植物が使われるが、古くは麻、楮、雁皮などの繊維が使われていた。江戸時代になって三桠が使用されるようになり、現在では楮、三桠、雁皮が和紙原料の代表となっている。次に、この三種の代表的な原料について述べる。

楮はくわ科の落葉低木で、成木は3 m余りになり、栽培が容易で毎年収穫できる。繊維は太くて長く強靱であるため、和紙の原料として最も多く使用されている。

三桠はじんちょうげ科の落葉低木で、成木は2 m余りになり、苗を植えてから三年毎に収穫できる。繊維は柔軟で細くて光沢があり、印刷適正に優れているため、日本銀行券（紙幣）の原料として使用されている。しかし、手漉き和紙への使用量は極わずかである。

雁皮もじんちょうげ科の落葉低木で、成木は2 m余りになる。繊維は細くて短く、光沢がある優

れた原料であるが、生育が遅く栽培が困難であるため、主にやせた山地に生育する野性のものを採取して使用する。

薩摩藩では、研究を重ね和紙の原料としてカジノキの栽培を奨励し、これを原料として和紙づくりを行った。このカジノキ (*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.) はくわ科コウゾ属の落葉小高木で、幹は高さ5~10m、直径60cmに達する。原産地は不明であるが、中国、東南アジアなどで広く野性化している。日本でも古くから栽培され、樹皮の繊維から布や和紙が作られていた。製紙原料としてコウゾと共に各地に栽培されている。

2 製紙工程

① 原料の準備

a. カジノキの採取

人の背丈ほどに生長したカジノキを、霜が降り落葉した後から翌年の芽が出る前までの期間(1~3月)に刈り取る。カジノキは一年で人の背丈程に生長するため、毎年刈り取り古木は利用しない。また、一年分の使用量をこの時期に確保する。

b. 皮剥ぎ

採取したカジノキを50~60cm程度に切りそろえ、小束にする。大釜に一回量600kgのカジノキを入れナイロンで覆い密閉して5~6時間強火で蒸す。蒸し終わると、皮を剥ぎやすくするため、覆いをはずして冷水を充分にかける。冷水をかけることにより、韌皮部が収縮し、木質部から剥がれやすくなるためである。その後取り出し、翌日皮を剥ぐ。剥いだ皮は充分天日で乾燥した後、貯蔵する。これを黒皮という。皮を剥いだ後、包丁で表皮を除去したものを白皮という。

② 紙料づくり

a. 煮熟

カジ皮に含まれる不純物を、できるだけ水に溶ける物質に変え、水に流し去り、比較的純粋な繊維素だけを抽出するため煮熟を行う。

カジ皮を煮熟する前に、一昼夜ほど清水に漬けあくを抜く。煮熟は大釜で行い、一回分のカジ皮(黒皮)の量は約130kgである。摂氏50℃で仕込原料の約17~18%にあたる苛性ソーダを釜内で水に溶く。仕込後、沸騰が始まると一回天地返しを行う。天地返しとは釜内のカジ皮の上部と下部を反転させることである。反転しやすくするため、カジ皮を入れる前に釜内に針金を敷き、その上にカジ皮を載せる。その針金に木の棒を掛け天地返しを行う。その後、火力を弱め、釜内の液が外へ吹き出さない程度で沸騰を続ける。約7時間後に2回目の天地返しを行い、残り火で約二時間煮る。

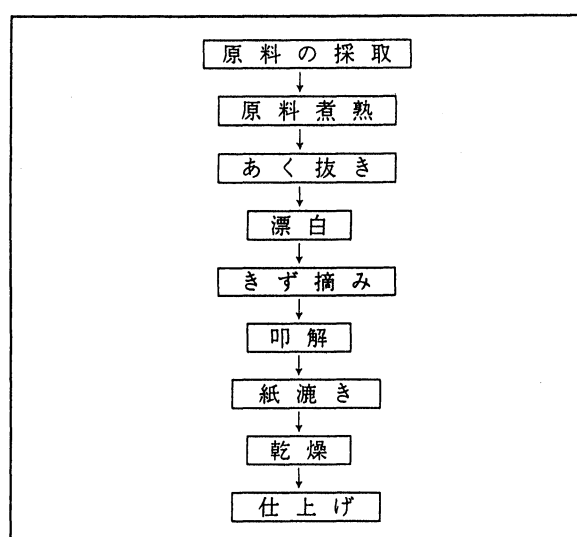


図2 製紙工程

その後、大釜に蓋をかぶせ一日放置後、取り出す。これを黒皮煮という。

b. あく抜き

大釜から取り出したカジ皮は、更に一日放置後、清水の入ったあく抜き槽に良くほぐしながら均等に浸す。換水は3回行い、一晩通すことにより、充分にあくを出すことが出来る。取り上げ時は、フォークで手荒く取り上げる。このことにより不純物が雫と共に落ちるのである。

昔は川の浅瀬に浸していた。

c. 漂白

晒粉を上澄みタンクで水に溶解し沈殿を約5時間待つ。沈殿が完全に終わると、この上澄み液を漂白槽へ移し、取り上げておいたカジ皮を少しずつほぐしながら浸す。漂白時間は、夏季は一昼夜、冬季は一日半ほどで繊維を弱めない程度で中和する。

昔は素足で踏み表皮を80%程度まで落とし、良く洗い流し、流れの緩やかな川でさらしていた。そこで二昼夜さらして置き、その間二回ほど天地返しを行い、日光漂白を行っていた。このようにすると、水中の酸素が日光の紫外線的作用によって過酸化水素およびオゾンの働きで自然に漂白される。

d. きず摘み

選別槽に金網を置き、清水を流しながらカジ皮を水に浮かして表裏と返ししながら不純物や傷を指先で丁寧に摘み取る。また、この作業により晒分もきれいに洗い流す。紙を美しく仕上げるためには大事な作業である。

e. 叩解

叩解は集合した形の繊維束を、個々の繊維に分散させる作業である。また、表皮上に無数にある葉の芽をたたき潰し形をなくす。

手打ち叩解は、たたき台（桎または石板で出来ており、厚さ15cm、幅60cm、長さ1m）と手打ち棒（桎で出来ており、長さ約1mの大手打ち棒と約50～60cmの小手打ち棒）で調子を合わせ、二人向かい合って規則的に叩く。一分間に約80回叩く。叩く時間は、荒打（大手打ち棒）約15分、水打（小手打ち棒）約15分である。手打ち叩解は大変労力のいる作業であり製紙作業の中では最大の重労働であるため、現在では、動力打振機を導入している。

次に、動力攪拌機で原料20kgを40分かけて叩解する。攪拌中にカジ皮煮熟時の苛性ソーダの廃液を混入することにより、紙の滲みを防止することが出来る。

③ 紙漉き

◆ネリ（粘剤）

ネリとは、特定の植物から抽出した粘液で、紙料に添加し混和して、優れた紙質を作るのに有効な作用のあるものである。その効果については、

- ・漉槽での繊維の沈下や凝固を防止する。
- ・繊維の配列を優美にする。

- ・紙の強度や硬度を増す。
- ・紙の光沢を良くする。
- ・湿紙の紙床からの剥離を容易にする。

などが挙げられる。

ネリとしてアオイ科の一年草、トロロアオイ (*Abelmoschus manihot* Medic) の根が用いられる。トロロアオイの根の粘質物は、化学的には、ラムノースとガラクトースとを成分とする長い鎖状の複合多糖類で、この主鎖に若干のグルコース、キシロース、アラビノースなどが結合した複雑な構造の高分子である。

このトロロアオイの根を潰して水に漬けると、粘度のある液が溶け出てくる。この液を袋に入れて濾過後、漉槽に入れ原料と一緒に攪拌する。

◆簀・簀桁

簀は孟宗竹から作られた竹ひごを使い、編み糸で編まれたものである。孟宗竹を小割りして表皮や肉質部を取り除き、一本一本のひごとし、一枚の簀に2000本程度が必要とされる。桁は、木目の通った良質のヒノキ材を長い年月乾燥させ、狂いが生じなくなったものを材料として使用する。

a. 紙料の調査

叩解した紙料を、漉槽（縦1 m, 横2 m, 深さ30 cm）に中程まで水を張り、適量の紙料を入れて往復150回攪拌する。途中で適量のネリを混入し、更に往復70, 80回攪拌する。

b. 紙漉き

[薄紙の場合]

浅く1回汲み込み紙料を簀全面に流す。2回目も同様にする。3回目は若干多めに汲み込み、簀の先端で5, 6回縦ゆりをした後、液を手前に戻す。更に、1, 2回汲み込み簀全面に流し広げ、前方で縦ゆりする。次は左右と横に波ゆりし、2, 3回往復させた後、手前に戻す。最後に1回汲み込み、左右ゆりをし、手前先方で交互に波ゆりし、簀の前端に波を寄せて捨水する。汲み込みの紙料の流れは早く、波ゆりは簀面を滑るように走らせ、荒波を強くたてる。

[厚紙の場合]

最初の1, 2, 3回の汲み込みは薄紙の場合と同様にするが、動作を遅くする。更に1, 2回深く汲み込み、左右ゆりはゆったりと波を往復させながら厚さを見る。その後、1回汲み込み左右ゆりした後、簀面の波を静止させ、半呼吸あるいは一呼吸おく。最後に1回汲み込み左右往復ゆりした後、紙の厚さを判断し、良ければ天地ゆりに戻し捨水する。厚紙の場合はネリを少し減らす。

c. 紙床に移す

漉き上げた湿紙は、水分をできるだけ除いた後、桁を上げ、簀を持ち上げて、紙床板の上に一枚ずつ積み重ねて紙床をつくる。湿紙を紙床に移すとき、床離れを容易にするため、手元の端を少し折り返し紐を挟み込む。

松田・内：技術教育に活かす郷土の伝統産業—蒲生和紙の製法と品質について—

④ 乾燥

a. 脱水

紙漉き後、一夜放置し水分を自然に流出させる。次に紙床に積み重ねた湿紙は、多量の水分を含んでいるため、万力で圧搾して水分を除く。

b. 乾燥

圧搾した湿紙はなお60～80%の水分を含んでいるため、さらに太陽光または火力で乾燥を行う。

古来、紙の乾燥は板干しで、天日で乾燥していた。板は、松、銀杏板に限られていた。

昭和25年、降灰が激しくなるにつれ、室内蒸気乾燥機が設置されるようになり、雨天や昼夜を問わず作業できるようになった。室内蒸気乾燥機は、鉄板製の乾燥面に湿紙を馬の毛でできた刷毛で貼り、鉄板を蒸気で熱して乾燥させる。火力乾燥により、紙面は板干しより平滑になり、堅く締まって腰の強い、均整さの統一された紙が得られるようになった。

c. 仕上げ

乾燥を終えた紙は、破れ・損傷・汚損などの不良紙を除く選別を行う。次に、選別がすんだ良紙をそろえて積み重ね、これを規定の寸法に裁断する寸法は紙の種類により様々である。

1回の全工程期間は20～30日であり、野村氏の工場では、1年間に12～13回繰り返される。

◆歩留まり

障子4枚を貼るのに必要な障子紙の量は約220gであり、これに必要とされる、コウゾの原木は500kgである。この場合の歩留まりは4%である。以下に製紙工程の段階に分けた歩留まりの変化を詳述する。

刈り取られたコウゾは、蒸して皮を剥ぐ。この皮を乾燥したものが黒皮と呼ばれ、重量で原木の15%になり、最も歩留まりが悪い。カジノキの場合17～18%である。

黒皮には表皮・傷・休眠芽が多くあるため、それらを包丁で丁寧に削り取り乾燥する(六歩さらし)。この時点で原木の9%になる。

次に六分さらしをアルカリ性薬品で煮熟すると、ヘミセルロース・ペクチンなどの不要な部分が溶出するため、煮熟後充分に水洗いする。これに漂白剤を加え、再び水洗いしたものが紙料となり、原木の4.5%になる。

これを水中に分散させて漉くと和紙になる。こうしてできた紙は重量で原木の4.4%になる。この紙を、規格に応じて寸法に裁断したものが障子紙製品となり、最終的に原木の4%の量になる。

以上のようにコウゾの原木から障子紙になるまでの一般的な工程を追い歩留まりを表した。紙の種類が違って、原木から紙になる量は、ほぼ同じである。正確な数値は明かではないが、カジノキの場合は、コウゾに比べやや歩留まりが良い。

3 考 察

蒲生和紙の製紙工程に触れることにより、長い歴史の中で幾度となく改良され厳選された様々な道具や工夫を知ることができた。例えば、煮熟の大釜は、沸騰時に中の液が吹きこぼれないよう、上部の口は底の径より小さいものが使われていた。また、簀桁の桁は、紙料を汲み込んだとき、その重みで水平になるように、わずかに山形にしてつくられてあるなど様々な細かい工夫が見られた。

和紙に関する様々な話の中で、大変興味深かったものに簀の話がある。簀は孟宗竹を編み糸で編まれてできているため、漉いた和紙にはこの編み糸の跡が明確に残る。この編み糸の間隔が簀によりそれぞれ違うため、和紙を作った人物が分かるということだった。野村氏の祖先は薩摩藩の御用紙を漉いていたため、薩摩藩の代表的な人物、西郷隆盛が使用した和紙は野村氏の祖先が漉いたことになる。よって、現在残っている西郷隆盛の書を簀の編み糸の跡と比較することにより、本物・偽物と鑑定できるそうだ。この薩摩藩の御用紙を漉いていた簀は現在、野村氏が所持しているため、今まで幾人かの人々が鑑定しに来たという話は大変興味深かった。

現在の製紙工程は古来の製紙工程に比べ、かなりの変化がみられる。現代の技術を取り入れ、動力打振機・動力攪拌機などを導入し機械化による省力生産を行い、乾燥も天日乾燥から室内蒸気乾燥機による火力乾燥を行なっている。また、化学薬品も使用されるようになり原料煮熟時に灰汁の代わりに苛性ソーダが、漂白も清流にさらす代わりに晒粉が使用されている。このような現状も和紙の現代文明に合った生き方であると思う。野村氏の「紙の品質を損ねない程度に機械を使う。」という言葉は特に印象に残った。

筆者等は製紙工程をひと通り体験し、和紙製造は複雑で非常に労力の必要とされる仕事であること、また熟練した技術が必要であるということを実感した。実際、紙漉きを行ったが、簀桁を並行に保つことは難しく、厚さの均一な和紙を作ることは困難であった。乾燥作業時には和紙にシワができ、何度行っても製品としての和紙を作ることはできなかった。この熟練した技術を持つ人は、野村正二氏の後にはいないため、この技術を受け継ぐ者はいない。とても残念なことである。後継者を期待したい。

しかし、芸術的な面で和紙造りをはじめた人も出てきているという。和紙への関心の高まりを現すものであると思われる。

IV 和紙の品質実験

実験の試験材として、原料の違う和紙、カジ紙・コウゾ紙・ガンピ紙の3種を用い、洋紙として、現在最も多く使用されている上質紙を用いた。これら4つの試験材を用いて、電子顕微鏡による調査、引張り試験、変退色の測定を行った。

1 実験方法

(1) 紙の構造の分析

a. 繊維長の測定

カジ紙・コウゾ紙・ガンビ紙・洋紙の4つの試験材を数時間水に浸し、繊維を破壊しないように、ピンセットで取り出した。その後、乾燥させ繊維長を測定した。1つの試験材に対し20本の繊維を測定し、その平均値を測定値とした。

b. 繊維の構成状態の観察

樹脂の上にカーボンテープを貼り、その上に試料を貼る。次に、試料をイオンコートに入れ、イオン電流を7 mAに設定し、4分間かけて試料の表面を金(Au)でコートする。コートされた試料を走査電子顕微鏡(トプコンABT-32)に入れ観察を行った。

(2) 引張り強さ試験

試験片は、折り目およびしわなどの異常な部分を避け、正しく紙の縦方向及び横方向に、幅 15.0 ± 0.1 mmに裁断する。その長辺は平行で、きれいな切り口を持ち、長さは250 mmとする。さらに、試験の際に両つかみ端は180 mm離して固定する。

紙は吸湿性材料であるため、湿度の変化に応じてその性質が敏感に変化する。したがって、紙の実験は標準条件(温度 293 ± 2 K (20 ± 2 °C), 湿度 65 ± 5 %)を設定し、その条件下で試料を調湿した後、裁断し実験を行った。

引張り強さ試験機(STROGRAPH M50)のつかみに試験片を緩くはさんで、試験片の長辺が荷重のかかる方向と平行になるようにそろえ、その後上部のつかみに試験片の端をしっかりと締め付けた。次にその下部を締め付けた後、荷重を加えた。

このときの引張り速度は、試験片に荷重をかけ始めてから破断するまでに要する時間が、 20 ± 5 秒になるように予備試験によって設定した。

なお試験は、紙の縦、横の各方向に対して、それぞれ10枚の試験片について行い、その平均値を測定値とした。

一般材料の引張り強さは、単位断面積当たりの破壊荷重(N/m^2)と定義される一方、紙では単位幅当たりの破壊荷重(N/m)で表示されることが多く、さらに手漉きシートなど引張り強さが坪量にほぼ比例する場合、引張り強さを絶乾坪量で除して引張り指数($N \cdot m/g$)で表示する。

引張り指数は、下式により計算される。

$$\text{引張り指数}(N \cdot m/g) = \frac{P}{B \times W} \times 1000$$

P : 破壊荷重 (N)

B : 試験片の幅 (mm)

W : 絶乾坪量 (g/m^2)

(3) 変退色の測定

カジ紙・コウゾ紙・ガンピ紙・洋紙の4つの試験片を、フェードメーターに入れ、200時間照射し、色差の変化を測定した。試験片1つに対し、同一箇所を3回測定し、その平均値をその試験片の測定値とした。

測定はSMカラーコンピュータ（スガ試験機株式会社）を用い、色の三刺激値 $X \cdot Y \cdot Z$ を測定した。この値を数量的に変換し、立体的な座標系で色を表現するCIEの $L^* \cdot a^* \cdot b^*$ 表色系を使用した。

色は表色系により、三次元の立体的な色空間で座標点として表示される。この色空間の中で2つの色の座標点間の距離を色差として示される。色素は等色差空間において、求められた色差式から計算される。色差式を下式に示す。

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

この色差の値と視感による感覚的な表現との関係を表1に示す。

さらに、色差を明度(L^*)・彩度量(C^*)・色相角(H°)の三属性に分解して、表面色の分析を行う。それぞれの値は下式により算出される。

$$L^* = 116(Y/100)^{1/3} - 1$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$H^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

また、明度(L^*)・彩度量(C^*)・色相角(H°)のそれぞれの値は、下式により算出される。 $\Delta L^* = L_2^* - L_1^*$

$$\Delta C^* = C_2^* - C_1^*$$

$$\Delta H^\circ = H_2^\circ - H_1^\circ$$

表1 色差と感覚的表現の関係

色差	感覚的表現
0 ~ 0.5未満	かすかに
0.5 ~ 1.5未満	わずかに
1.5 ~ 3.0未満	目立つ
3.0 ~ 6.0未満	感知する程度
6.0 ~ 12.0未満	大いに
12.0以上	非常に

2 結果および考察

(1) 紙の構造の分析

紙は植物繊維で形成されている。植物繊維（セルロース）はブドウ糖で構成されており、ブドウ糖が多く結合して長くなったものがセルロース分子である。このセルロース分子が、さらに集結して繊維細胞を形成する。そして、繊維間でのセルロース分子による水素結合により紙が形成される。その際、接着剤などは使用されていない。

和紙と洋紙を形成する植物繊維は異なる。和紙に用いられる繊維は靱皮繊維である。靱皮繊維とは、表皮の内側にあり、細胞分裂を繰り返す形成層が、内皮を組織するために細長く膜の厚い細胞となったものである。洋紙の原料とされる繊維は、木材パルプである。木材パルプは樹木の幹の木質繊維で、細胞壁は厚くリグニンが沈着し硬い組織を形成してる。リグニンは光や酸素によって分解し、紙の着色や弱化の原因となる。靱皮繊維は木質繊維に比べ、紙質に有害なりグニンの含有

松田・内：技術教育に活かす郷土の伝統産業—蒲生和紙の製法と品質について—

量が少ない。

表2は繊維の長さと幅を表す。繊維が最も長いものはカジ紙であり、次いでコウゾ紙、ガンピ紙、洋紙の順である。和紙を形成する繊維は長い、洋紙の繊維は特に短いことが認識できる。これは、機械による叩解によって繊維が切断されているためである。この結果をもとに、繊維の長さの比率（長さ／幅）を図3に示す。和紙の原料の方が洋紙の木材パルプよりかなり大きな数値を示している。この値は、和紙の繊維が細長いことを表している。

写真1～4は倍率100倍のカジ紙・コウゾ紙・ガンピ紙・洋紙の走査電子顕微鏡による写真である。コウゾ紙とカジ紙は繊維が太く、ガンピ紙・洋紙は細いことが確認できる。これは、紙面の違いを表している。ガンピ紙・洋紙は紙面がなめらかであるのに対し、コウゾ紙・カジ紙の紙面は粗い。

次に、それぞれの試料の繊維一本一本に着目すると、洋紙の繊維は他の試料と比べ特に傷が多くみられる。このことより、機械による叩解処理のため繊維が不要に傷つけられたことが推測できる。さらに繊維の方向性から4つの試料を比較してみると、カジ紙においては、はっきりと繊維の方向性が確認できたが、他の3つの試料においては明確化されなかった。

以上のことから、和紙を形成する繊維は丁寧に処理されるため、繊維も長く傷が比較的少ないことがいえる。

(2) 引張り強さ試験

紙は種類により坪量が均一でないため、実験結果は絶乾坪量で除した引張り指数を用いた。

紙には縦方向と横方向があり、縦方向とは、漉かれた紙の繊維の流れの方向を指し、横方向とは、漉かれた紙の繊維の流れに直角の方向を指す。このため、紙は繊維の流れに沿っては裂けやすいが、その逆は繊維を一本一本切断するため裂けにくい。よって、紙は縦方向に強いことがいえる。

図4は紙の方向性の違いによる引張り指数を表す。この図からも、カジ紙・コウゾ紙・ガンピ紙・洋紙、全試料において紙の方向性により強度差が生じることが確認できる。特にガンピ紙・洋紙においては、繊維の方向性による強度の差が著しくみられた。カジ紙・コウゾ紙は繊維が長いと繊維

表2 繊維の長さの比率

寸法 \ 紙の種類	カジ紙	コウゾ紙	ガンピ紙	洋紙
長さ (mm)	10.420	8.360	4.129	1.233
幅 (mm)	0.015	0.022	0.008	0.010

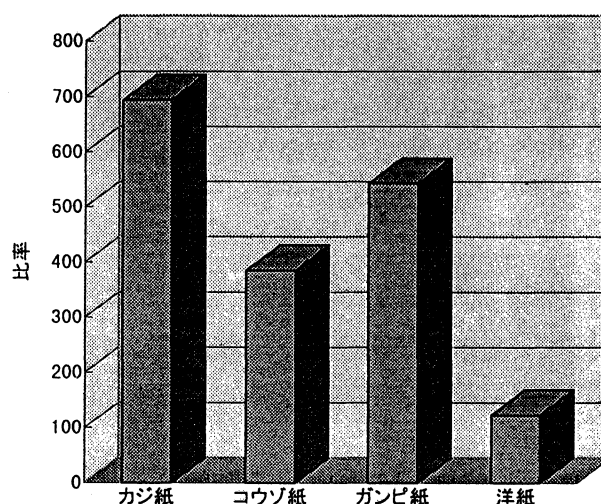


図3 繊維の長さの比率

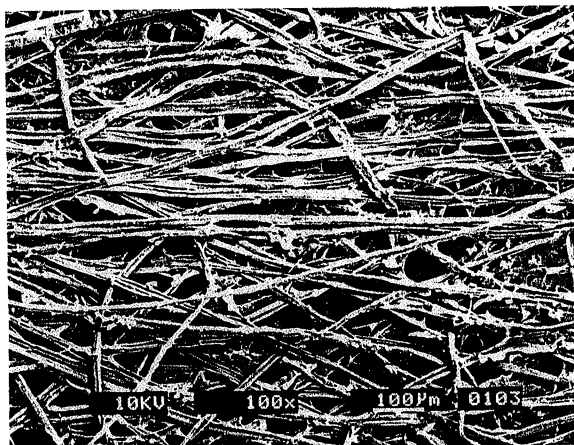


写真1 カジ紙の繊維の状態(100倍)

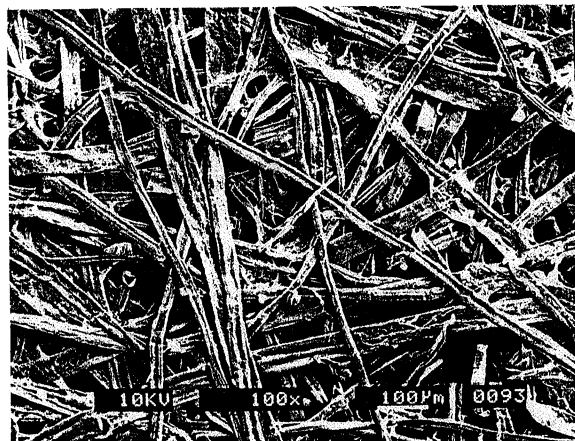


写真2 コウゾ紙の繊維の状態(100倍)

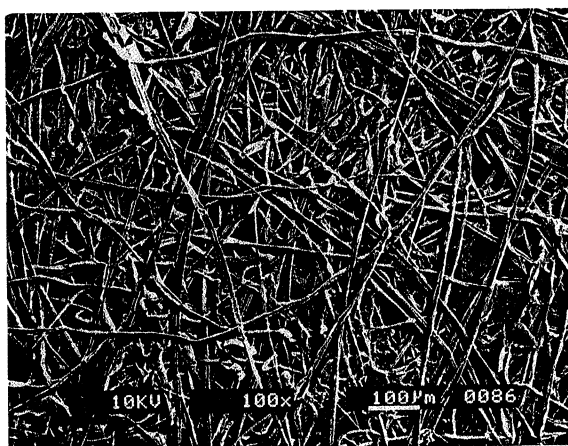


写真3 ガンピ紙の繊維の状態(100倍)

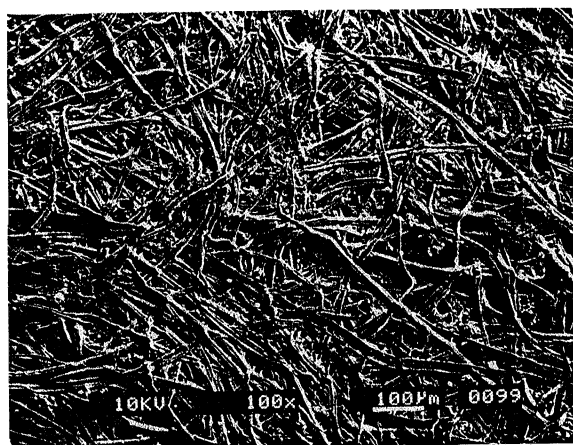


写真4 洋紙の繊維の状態(100倍)

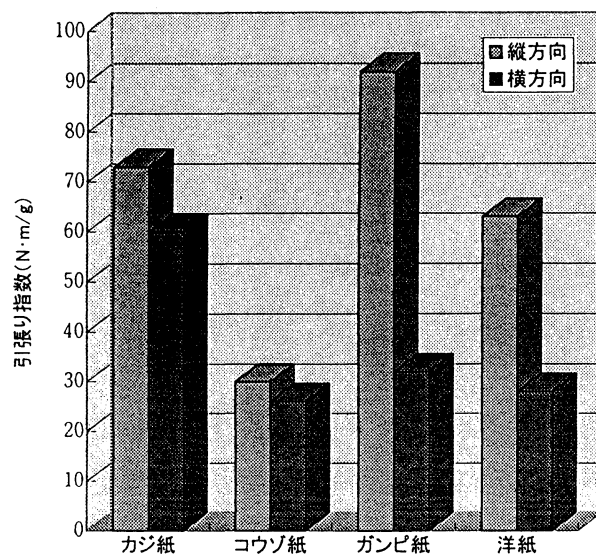


図4 紙の方向の違いによる引張り指数

維同士の結合箇所が多く、強度に差が余り生じないことが推測される。

図5はカジ紙における漂白時間の差による強度差を表している。画仙紙は全く漂白を行わず、清張紙はある程度漂白を行い、障子紙は完全に漂白を行ったものである。図の結果から、画仙紙・清張紙・障子紙の順で強度が減少しているため、漂白時間が長くなるにつれ、繊維の傷みも激しくなることが確認できる。よって、漂白時間が紙の強度に及ぼす影響は大きいといえる。

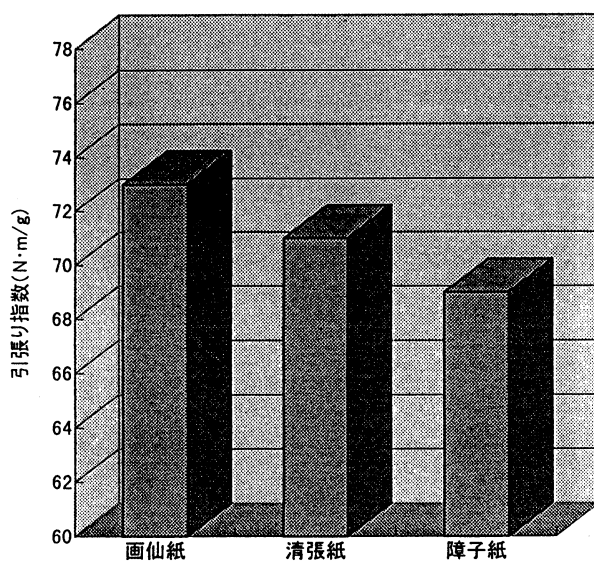


図5 カジ紙の種類の違いによる強度差

(3) 変退色

紙が変退色していく要因は、繊維の化学的性質の影響とされる。紙の変退色を促進する成分にリグニンがある。このリグニンは空気中の酸素により酸化され、太陽光の紫外線によりさらに加速される性質を持っている。

表3は200時間照射による表面色の変化を表す。彩度量 (C^*) は、3つの和紙においては、ほとんど変化がみられないが、洋紙においては、低下の傾向がみられた。このことより、和紙に比べ、洋紙の退色傾向が大きいことが確認できた。図6は紙の種類の違いによる色差を表す。3つの和紙に比べ洋紙の変化が著しいことが確認できる。これは、木質繊維が靱皮繊維に比べ、紙質に有害なリグニンの含有量が多いため、紫外線の影響を大きく受けたからである。色差と感覚的表現の関係からみると、洋紙が「大いに」という程度にあり、かなりの変色が確認できた。和紙において

表3 200時間照射による表面色の変化

紙の種類	照射時間	L*	a*	b*	C*	H°	ΔL^*	ΔC^*	ΔH°	ΔE^*
カジ紙	試験前	73.99	-1.39	1.48	2.03	133.23				
	100時間	76.79	-1.41	1.09	1.78	143.30	2.80	-0.25	9.07	2.83
	200時間	76.62	-1.57	1.36	2.08	139.16	2.63	0.05	5.93	2.64
コウゾ紙	試験前	76.93	-1.47	1.20	1.89	140.86				
	100時間	79.34	-1.30	0.87	1.56	146.40	2.41	-0.33	5.51	2.44
	200時間	78.33	-1.43	0.88	1.84	140.73	1.40	-0.05	-0.13	1.44
ガンビ紙	試験前	71.53	-1.34	1.44	1.97	132.81				
	100時間	72.51	-1.40	1.16	1.82	140.47	0.98	-0.15	7.66	1.02
	200時間	72.60	-1.26	1.46	1.93	130.80	1.07	-0.04	-2.01	1.07
洋紙	試験前	76.86	-1.50	1.14	1.89	142.82				
	100時間	81.33	-1.28	1.24	1.78	135.89	4.47	-0.11	-6.93	4.48
	200時間	84.23	-1.25	1.11	1.67	138.62	7.37	-0.22	-4.20	7.37

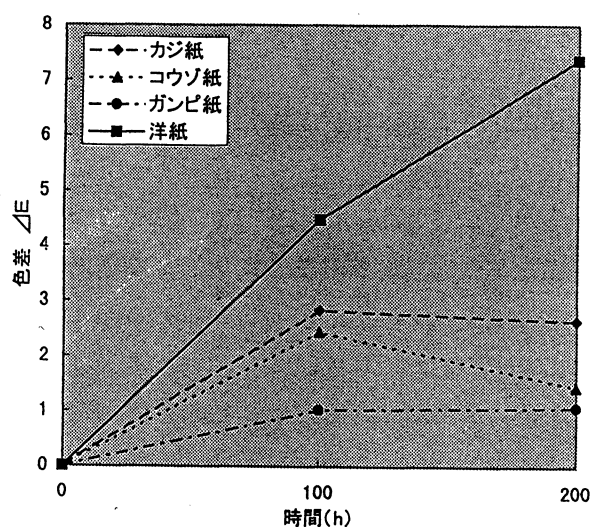


図6 200時間照射による色差の推移

は、ガンピ紙が「わずかに」という程度にとどまり、次いで、カジ紙、コウゾ紙が「目立つ」という程度であった。

V おわりに

製紙工程を実体験したことで、大変な労力と熟練した技術が必要であることがわかった。同時に、ひとの手からできた和紙に温かな心を感じることができた。実際、実験結果からも原料とされるカジノキは、品質的にも非常に優れた

材料であることが明らかになった。

郷土の伝統産業に触れることにより、素晴らしい技術を生み出した昔の人々に対し敬意の念を抱くことができ、また、時代を超えてもなお存在している伝統産業の優れた点を伝えていく必要性を感じた。

本研究において、お忙しい中、蒲生和紙の調査およびその製法にあたり終始ご指導、助言下さいました、野村正二氏に心から感謝の意を表します。

郷土の伝統産業を、技術教育に活かすためには、やはり、広い調査研究が必要であると考え。今回は、蒲生和紙の製法と品質について調査研究したが、今後は、このことをどのように技術教育に取り入れていけばよいか検討していきたい。さらに、鹿児島県においては、蒲生和紙の他に多くの伝統産業がある。これらの伝統産業についても、今後、調査研究していき、技術教育への活用を考えたい。

参考文献

- 1) 日本木材学会：木材科学実験書 II 化学編，中外産業調査会（1985年）
- 2) 野村正二：ふるさとの手すき和紙に歴史を訪ねて
- 3) 町田誠之：紙の科学，講談社（1981年）
- 4) 町田誠之：紙と日本文化，日本放送出版協会（1989年）
- 5) 林 正巳：和紙の里，東京書籍（1986年）
- 6) 渡辺勝二郎：紙の博物誌，出版ニュース社（1992年）
- 7) 原 啓志：紙のおはなし，日本規格協会（1992年）
- 8) 久米康生：和紙文化誌，毎日コミュニケーションズ（1990年）
- 9) 飯田正毅：鹿児島の工芸，春苑堂書店（1982年）
- 10) 平井敏夫：色をはかる，日本規格協会（1989年）
- 11) 岡本省吾：原色日本樹木図鑑，保育社（1959年）