

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

紙のはなし



【執筆者:小宮 英俊(紙の博物館学芸部長)】

■(第1回) 紙の発明 (前編)

人類の文化に貢献している紙。紙は今から約2000年前に中国で発明されました。紙はもともとどのように作られたか、その起源をご紹介します。

■(第2回) 紙の発明(後編)

紀元105年に紙を発明したと言われる蔡倫。しかしそれ以前に紙があったことが判明しました。1992年、シルクロードの砂漠の遺跡から、紙が発見されたのです。

■(第3回) 紙の見分け方

一見どれも同じように見える紙。原料の木材パルプも広葉樹と針葉樹の2種類があり、また再生紙もあります。紙の鑑定法を教えます。

■(第4回) 紙の素顔

ティッシュペーパーなど軟らかい感触をもった紙にとって、表面の皺の働きは重要です。また紙の表裏差をなくすため、技術開発が行われています。

■(第5回) 紙とお正月

お正月といえば凧。凧揚げが庶民の遊びとして広がったのは江戸時代から。世界にも稀な数々の和凧を豊富な写真でご紹介します。

■(第6回) 昔の紙、今の紙

あまり目立たない新聞用紙。しかしそれはその時代の先端技術を取り入れたハイテク製品であるのです。

■(第7回) サイズのお話

サイズといっても大きさの話ではありません。紙にインクがにじまないように加工することをサイズと言います。

■(第8回) 填料のお話

大部分の紙は不透明で、かつ平滑度、白色度、重量を上げるため、鉱物質の粉末が配合されています。これが填料です。

■(第9回) 紙パルプ工業の偉人

16歳で抄紙の職工になった青年は、製紙技術を欧米から導入し、日本の紙パルプ工業発展の原動力となりました。大川平三郎物語です。

■(第10回) 溶ける紙溶けない紙

水に溶ける紙、と言っても紙の繊維が溶けるわけではありません。繊維と繊維を結びつけていた水素結合が解消するからです。

■(第11回) コンピュータ時代の紙

コンピュータ時代になっても紙の消費は増えています。ここではコピー用紙の歴史をご紹介します。懐かしい人もいるのでは....。

■(第12回) 再生紙のお話

江戸時代の名産品であった再生紙である浅草紙。「冷やかす」という語源が、この浅草紙の紙漉職人と吉原に深く関わっています。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

紙のはなし



■第1回:「紙の発明」(前編)

1. すばらしい発明品「紙」

紙はパルプから作られる。パルプは植物体を機械的または化学的な処理をして取り出したセルロース繊維の集まりである。このパルプを水の中に散らばしたものが紙料(原質、完成原料とも言われる)で、これから紙が作られる。

紙料を手でかきまぜてみると、軟らかく、薄い粥に似た感触がある。金網や簀の子などで汲み上げると、薄く、平らな湿紙が簀の子の上に来る。触ればたちまち形がくずれてしまう、ほんとにひ弱なものである。その上に布をかぶせ、静かに水を絞ると、やや薄くなるが、まだまだ弱く、ひっぱればすぐに切れてしまう。手っ取り早く乾かすためにアイロンを当てると、湿紙は水分が少なくなり、乾いて来るとともに、たちまちのうちにしっかりした、丈夫な紙に変身する。粥のような紙料から機械的強さをもった紙が立ち所に出来上がる、まさに手品である。

紙を抄いていて、この現象にはいつも感動を覚えるものである。だれがこの製紙法の原理を発明したのであろう。紙の発明はすばらしい。

[紙の博物館では日曜日に紙すき教室を開いていて、牛乳パックや新聞紙などを原料にしたハガキ作りをしている。これを体験した人に感想を書いてもらうと、初めて紙を漉いた人は私と同様に、驚きと感動を持つ人が多い。紙つくりは楽しい、この想いを少しでも多くの人に伝えたいと願っている]

紙は短い繊維が絡み合い、薄く、平らな層をなしたものである。繊維を何本か撚って糸にして、縦糸、横糸で織り上げれば織物が出来る。世界の多くの民族は織物を作り、衣料や敷物の生活用品として、使用して来たが紙は発明されなかった。

紙は文字の国、中国で発明された。中国の四大発明は紙・印刷・指南針(磁石)・火薬であるが、中でもとりわけ素晴らしく、人類の文化に貢献しているものが紙である。

2. 紙はどのようにして発明されたのだろう

紀元100年ころ、後漢の人、許慎は中国最古の辞書「説文解字」を著した。この中に紙の字について、

紙絮一沾也(紙は絮の一沾なり)と書かれている。絮はぼろ綿のことで、沾は簀の子のことである。すなわち「紙はぼろ綿を水中で叩き、簀の子で汲み上げたもの」であるといっている。[ここでは汲み上げという言葉を使っているが、製紙では漉く、抄くと呼ぶ]

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

中国に木綿がもたらされたのは後世であるので当時、防寒に使用した真綿(屑繭から作った)のぼろ綿が原料である。

中国の紙の歴史書「造紙史話」はこの事を挿絵を用いて解説している。

ぼろ綿を箕の子の上に拵げ、水の中で叩き、汚れを落とし、水中から引き上げ、叩き洗い終わった真綿を取り上げると、箕の子の上に薄い層をなして紙が残る。この現象から紙づくりが考え出されたと言われる。

真綿、すなわち絹の繊維からではこれを水の中で叩き、汲み上げ、箕の子の上に層をなし、残ったものを乾かしても紙にならない。きわめて弱いシートが出来るので、ひっぱればすぐに切れてしまう。

植物の繊維を原料とした紙では水中から紙料を汲み上げ、乾かすと繊維と繊維の間を結び付ける水素結合が生じて、紙が出来るが、絹の繊維では水素結合が生じないので、弱くて、実用性のある紙にはならない。

紙の原料である植物繊維はセルロースが多層構造をなしている。これを水に浸けると繊維は膨潤し、軟らかくなる。これを叩くことにより多層構造が崩れて、外側の層はほぐれて、房の様になり、内層は崩れてくる。これを箕の子で汲み上げ、脱水させ、乾燥させると、繊維と繊維の間に水素結合を生じ紙が出来上がる。

後で述べるように「説文解字」が書かれた紀元100年頃にはすでに紙が作られ、使われていたので許慎は植物繊維を原料とした紙を知っていたと考えている。

3. 紙の発明者「蔡倫」

歴史書、年表に紀元105年に蔡倫が紙を発明したと書いてある。紙の発明者は蔡倫と認められて来た。まず蔡倫について述べよう。

蔡倫は前漢明帝の時(永平 BC58～75)、桂陽(現在の湖南省来陽県)で生まれた(生年は不明)。永平の末、都にのぼり、宦官となる。和帝の時には出世して、中常侍(宦官において高い官職)になり、さらに尚方令となり、剣や諸機械の製造を監督する。

元興元年(AD105)、和帝に紙の製造を報告した。即ち紙の発明者は蔡倫と言われる所以である。

後漢書には次の様に記されている。



古真綿(絮)を水の中で叩き、取り上げ、箕の子の上に紙の層が出来ているのを取り上げている(造紙史話編写組編造紙史話より)



漢の時代の製紙工程(潘吉星著「中国製紙技術史」より)

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

「倫乃造意用樹膚麻頭及敝布魚網以為紙。元興元年奏上之。帝善其能」
「自是莫不從用焉。故天下成稱祭候」

蔡倫は意(こころ)を造(つくし)て樹の皮、麻の切れ端、麻のぼろ、魚網を用いて、紙を作り、元興元年(105年)、和帝にこのことを奏上した。帝は彼の働きを褒められた。これからのち、紙が用いられたので、人々はみな蔡候紙として誉め上げた。

蔡倫は尚方令として、職人を指導、監督して実用性のある紙の製法を確立したと考えている。

蔡倫は樹の皮、麻の切れ端やぼろ、魚網など植物繊維を原料に紙を作っている。蔡倫の時代の製紙の状況の推定図が潘吉星著「中国製紙技術史」に出ている。

【参考文献】

1. 「造紙史話」編写組編：造紙史話 p.25 上海科学技術出版社(1983)
2. 「中国製紙技術史」：潘吉星著 P.48 平凡社(1980)

■第2回：「紙の発明」(後編)

1. 蔡倫の製紙技術

蔡倫は樹の皮、麻の切れ端やぼろ、魚網など植物繊維を原料に紙を作っている。蔡倫の時代の製紙の状況の推定図が潘吉星著中国製紙技術史に出ている。

- 1.原料の麻のぼろなどを切り刻み、水で洗う。
- 2.草や木を燃やして、灰を採り、桶の中の水に入れ、箠(ざる)で濾過して灰汁(あく)を作る。
- 3.水洗いしたぼろ切れを灰汁で煮る。
- 4.石臼で搗く。
- 5.繊維を水洗いする。
- 6.繊維を紙槽に入れ、かき混ぜて紙料液(原質)を作る。
- 7.木の枠に網をはった紙すき器(紙模)を両手で持って紙料液の中に入れ、紙料をすきあげる。
- 8.紙すき器ごと立て掛けて乾燥させる。
- 9.乾いたら、紙すき器から紙を剥がして出来上がり。



蔡倫祠(1991年9月湖南省来陽にて)

この工程は現在の製紙の基本工程(植物体から繊維を取り出す[パルプ化]→繊維を水中で叩く[叩解]→すきあげる[抄紙]→脱水乾燥)と同じである。

漢の時代の紙すき器は木の枠に網をはったものと推定されている。現在でもタイ国の北部などでは同じ様な紙すき器を使って紙を漉いている。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合会の機関誌に掲載されたものです。

2. 蔡倫の生まれ故郷

蔡倫は製紙法を改良し確率した偉大な人物である。それ故、正史に名を留めているのである。

1991年、京都の森田和紙、専務取締役森田敬康氏の提唱で中国造紙見学団が作られ、これに参加し、蔡倫の生まれ故郷、来陽に行くことが出来た。

長沙から南、直線距離約200kmに来陽がある。蔡倫の屋敷跡と言われる所に蔡倫祠があり、小さな資料館となっている。少し離れた所に蔡倫の墓がある。

円形の墓場の上に草が生い茂っていた。人類文化に大きく貢献した偉人の墓が荒れているのは残念であった。蔡倫が年少の時、生まれ故郷、来陽をあとにはるばる都長安にのぼり、自ら宦官となって宮廷に仕えている。約二千年前に、蔡倫はどのような想いを抱いて都に行ったのであろう。来陽から長沙までも遙かにあるのにさらに長安まで、中国は広く、大きい国である。



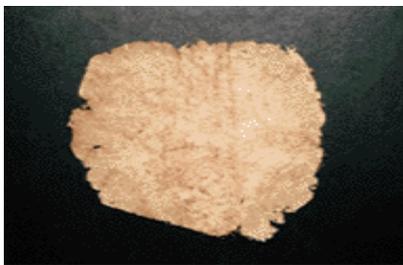
蔡倫の墓(1991年9月湖南省来陽にて)

3. 蔡倫以前にも紙があった

蔡倫が紙を発明した105年より以前に紙がすでに作られていた証拠が中国で次々と発見された。「造紙史話」にも蔡倫以前の紙があげられている。

平成5年(1993)紙の博物館で、放馬灘紙、懸泉紙を発掘した甘肅省文物考古研究所副教授何双全氏の講演会が持たれた。

懸泉紙(現在、最古の有文字紙)が出土した懸泉置遺跡は、前漢から晋魏の時代まで使われたシルクロードに沿った郵亭(郵便局)のゴミ捨場で、地層ごとに木簡も同時に出土して年代の推定ができた。前漢の時代、シルクロードの漢の前哨基地に届ける物の中に記録材料として、木簡として紙が使われていたことは明らかである。



懸泉紙(85mm×70mm 1992年、中国新疆省敦煌の北東、懸泉置遺跡より出土)



懸泉置遺跡(発掘後の状態)

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連
合会の機関誌に掲載されたものです。

長安の都から遥かにはなれた土地で当時の人々はどのような思いで木簡や紙(書簡)を読んだのであろう。シルクロードの乾燥した砂漠に守られて紙が2,000年の後、姿を現したのに感銘を覚えた。

【参考文献】

1. 蔡倫の史跡 百万塔 50号 1～11(1983)
2. 紙祖「蔡倫伝」 百万塔 16号 1～10(1963)
3. 後漢書蔡倫伝の研究 百万塔 28号 1～20(1968)
4. 潘吉星著「中国製紙技術史」p.48 平凡社(1980)
5. 製紙発祥の地、中国を訪ねて 百万塔 81号 48～59(1992)
6. 何双全:天水放馬灘と敦煌懸泉置で発掘された漢・晋時代の紙 百万塔 1～9(平成5年)
7. 森田康敬:季刊「日本アカデミーニュース」1992年 12～13p

■第3回:「紙の見分け方」

1. 紙鑑定のすすめ

夕方になると、東京の町角に小さなテーブルを前にして、易者が座り、鑑定依頼人を待っているのを見かけます。黙って座ればピタリと当たる?結構、お客があるらしい。若い女性に人気があるとか。易者は鑑定依頼者の人相や手相などを手掛かりに鑑定依頼事項に回答を与えています。悩みの多い現代社会で生きていくのに、自信や拠り所を与え、それなりに意義のある仕事といえましょう。

さて、一枚の紙を出されて、これがどのような紙か鑑定を頼まれたならば、あなたはどうしますか?時には紙を見分けることが必要なこともあります。あなたも「紙の大道易者」になってピタリ?と当ててみませんか。

はじめに、誰にも出来る、道具も何もいらない、紙の鑑定法をお教えしましょう。

2. すぐにできる紙の見分け方

日本の紙は99%が木材パルプから作られています。通常、手にする紙の原料は木材です。原料のパルプが広葉樹パルプか針葉樹パルプかを見分けられれば紙の種類を推定出来ます。

紙切れを手にとって、明るい方にかざして見ましょう。

- * こまかい斑(むら)はあるが大体、一様に見える紙は広葉樹を原料とした紙です。
- * むらむらが見られたならば針葉樹が原料に使われている紙です。

コピー用紙、書籍用紙、便箋などは一様に見えます。これらの紙は広葉樹晒クラフトパルプを主体として作られています。

手提げ袋、角封筒、包装用紙などはむらむらが見えます。針葉樹クラフトパルプが原料に使われています。(針葉樹クラフトパルプと広葉樹クラフトパルプの割合は紙の種類によっていろいろです)

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連
合会の機関誌に掲載されたものです。

3. 裂け目を見てみよう

調べたい紙を少し破いてもかまわないならば、両手で紙を持って、少し破いて、破断面を作ってみましょう。

- * 破断面の毛羽だちが少ないならば広葉樹パルプが原料
- * 破断面の毛羽だちが見られるならば針葉樹パルプが原料

コピー用紙、書籍用紙、便箋などは破断面の毛羽だちが少ない、広葉樹パルプが原料です。手提げ袋、角封筒、包装用紙、ティッシュペーパー、ペーパータオル、新聞紙などは破断面の毛羽だちが見られ、針葉樹パルプが原料に使われています。

4. 再生紙か否か、コート紙か否か

古紙パルプを主原料にして作った紙が再生紙の場合、再生紙には必ず、印刷インキの粒や繊維の内腔に印刷インキが詰まった髭(ひげ)パルプが見られます。紙の表面を良く観察して(ルーペがあればなお良い)、印刷インキの粒、ひげパルプ(繊維の内腔に印刷インキが詰まったもの)が見つけれたら、再生紙です。

また、毎日配達されている新聞に織り込まれているチラシ(散らし)はきれいなカラー印刷が多く、コート紙が使われています。コート紙であるか否かの鑑別は、

- * 外観では、紙を目の高さに持ち上げて明るい方にかざして、表面の艶をしてみると、コート紙はつやがあり、非塗工紙はつやが無い。
- * 紙の表面を軽く指で撫でてみると、コート紙はつるつるして滑らかで、非塗工紙はやや摩擦抵抗を感じる。
- * ルーペ、顕微鏡で表面を調べると、非塗工紙は繊維が認められるが、コート紙は繊維が認められない。

5. 試薬の呈色による方法

機械パルプが使われているか否かは昔から行われている「フロログルシン試薬」を紙に滴下するとたちまち判ります。

フロログルシン試薬はフロログルシン 1g をエタノール 50ml に溶かし、濃塩酸 25ml を混合したもので、新聞紙や中質紙にフロログルシン試薬を滴下するとたちまち紫赤色を呈します。化学パルプ 100%の上質紙は呈色しません。

6. 専門家による紙の判別

それでは、紙屋(製紙会社)が行っている紙の見分け方についてお話ししましょう。

紙はパルプの組成、加工の程度によって分類されているので、紙を正しく見分けるにはパルプを染色して顕微鏡で調べる繊維分析を行わなければなりません。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

繊維分析を行うと、パルプの種類、配合割合、木材の種類が判ります。繊維分析は特別な機器や設備などがなくても出来る試験法です。ただし、顕微鏡、プレパラートを作るガラス器具と染色液、解剖針、ホットプレートなどは必要ですが。

次に、事例をあげて、繊維分析による紙の鑑別方法を紹介します。

7. 遺言書の真偽を鑑定

前の会社にいたとき、弁護士から、遺産相続のもめごとで、遺言書が偽物であると訴えられたが、にせ物か本物か鑑定出来ないかと、たのまれたことがあります。

訴えによると、問題の遺言書は書かれている日付(戦争中)より後のもので、にせ物であるというが、その通りか、製造年代を調べてほしいとのことでありました。

その遺言書は事務用罫紙に似たものに、鉛筆で書かれていました。

使用している原料繊維が何であるかを調べるために、試料(遺言書)のごく一部分を切り、離解して、プレパラートを作り、染色して、顕微鏡試験をしたところ、原料のパルプは漂白した広葉樹クラフトパルプが主体で、針葉樹クラフトパルプが含まれていました。

この紙に紫外線ランプを当てると強い蛍光を発生し、蛍光増白剤を使用していることを示しました。漂白した広葉樹クラフトパルプが日本で作られたのは戦後であり、蛍光増白剤の使用も戦後になって、初めて使われたものです。

これらのことから、遺言書は戦後に製造された紙で作られたもので、戦争中に作られた物ではないと判断されます。この遺言書はにせ物であろうと鑑定しました。

鑑定を依頼した弁護士がその後、この被告に不利な結果をどのように使用したかは、聞いていません。この事例では紙の繊維分析で製造年代が戦後であると推定することが出来ましたが、通常はなかなか紙の製造年代の推定は難しいものです。

上記の例のようにパルプの種類によって、戦前か戦後かわかることもあります。和紙でも明治中期以降になると化学パルプが混ぜられて使われていることが多いので、和紙を繊維分析して化学パルプが検出されるときは明治中期以降のものだと判定出来ます。

8. 染色液による繊維分析

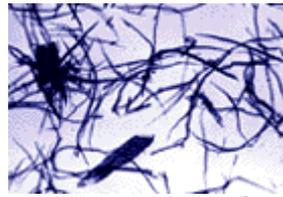
繊維分析に使われている染色液はいろいろありますが、最も多く使われるのは、グラフC染色液(通称C染色液)です。

試料を離解し、作成したプレパラートをこのC染色液で染めると繊維によってそれぞれ特有の呈色をするので容易に識別できます。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。



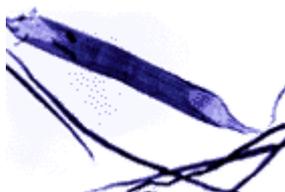
針葉樹晒クラフトパルプ
(NBKP)×50



広葉樹晒クラフトパルプ
(LBKP)×50

また、樹種によって繊維の形態がことなるので、針葉樹パルプか広葉樹パルプか、いかなる樹種かも識別できます。国産の原料か、輸入原料か、南方材か否かも慣れれば容易にわかります。

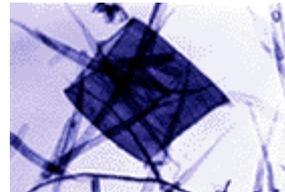
いくつかの木材繊維の顕微鏡写真を紹介します。繊維分析を行っているとき、木材繊維の構造に魅せられることがあります。とくに広葉樹の導管は樹種により異なり、樹種判定のよりどころとなりますが、その形が美しいので、造化の妙に感嘆します。



マカンバの導管×100



ミズナラの導管×100



ラワンの導管×100

9. 確実な紙の鑑別法

紙の鑑別に、紙の坪量、厚さ、密度を測定出来ると、より確実に判定できます。

また、X線回析、蛍光X線、赤外分析、電子顕微鏡、X線マイクロアナライザーなどの分析機器を使用出来れば、使われている填料製紙用薬品(サイズ剤、表面サイズ剤、紙力増強剤、耐湿樹脂、蛍光増白剤など)が判るので、さらに確実な紙の鑑別をすることが出来ます。

【参考文献】

1. 小宮英俊: おもしろい紙のはなし(日刊工業-1990)
2. IS P-8120: 紙の繊維組成試験方法(1976)
3. 紙パルプ技術協会: 紙パルプの種類とその試験方法(昭和41年)
4. TAPPIスタンダード: T401 紙および板紙の繊維分析(1986)
5. Cote W.A.: PAPER MAKING FIBERS(1980)
6. W.Harders-Steinhascr: Faseratlas(1974)
7. Browning.B.L: ANALYSIS OF PAPER 2nd ed.(1977)

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連
合会の機関誌に掲載されたものです。

■第4回:「紙の素顔」

1. 母親のぬくもり

近頃は鼻汁を垂らしている子供をほとんど見かけません。昔は鼻をすすっている子供をよく見かけたものです。母親が懐から鼻紙を取り出し、良く揉んで柔らかくし、子供の鼻汁をかんでやっている光景は時々見られました。

揉んで柔らかくした鼻紙には母親の愛情が温もりとともに柔らかい感触として子供に伝わっていたに違いありません。

ティシュペーパーの柔らかい感触はこの揉んで柔らかくした鼻紙と似ています。ティシュペーパーを使うたびに母親のことを思い出すのはセンチメンタルすぎるのかもしれませんが。

2. ティシュペーパーの素顔

ティシュペーパーが柔らかい感触をもっているわけは紙の表面構造にあります。ティシュペーパーを一枚取り出して見てみましょう。こまかい皺が一様に付けられていることが肉眼でもわかります。走査型電子顕微鏡で見ると(第1図)、きれいに波形(ウェーブ)が付けられているのがよくわかります。

ティシュペーパーはあまり叩解していない嵩高な薄い紙に、この波形の皺を付けて、クッション性と柔らかい感触を与えているのです。

敗戦後、アメリカから紹介された生活用品の中でも特に使用量が多いのはティシュペーパーです。日本人はアメリカ人より多くティシュペーパーを消費しています。

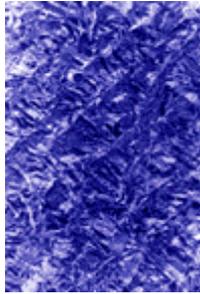
ちり紙の高級品はかつては京花紙でしたが、近頃はほとんど見られなくなりました。モダンな箱から必要量が容易に取り出せて、しかも柔らかい感触はたちまち普及させずにはおきませんでした。

町を歩くと、広告のチラシにティシュペーパーが手渡されます。ティシュペーパーがそれだけ身近にあり、値段が安いからでしょう。

さて、ティシュペーパーのこまかいウェーブ(皺)はティッシュマシンで作ります。薄く抄きあげた湿紙は大きなヤンキードライヤーに張り付けられ、一回転する間に乾燥し、クレーピング・ドクターのブレードで掻き取られます(第2図)。このとき細かい皺が付けられます。掻き取るブレードの角度で皺の深さやピッチを調節しています。

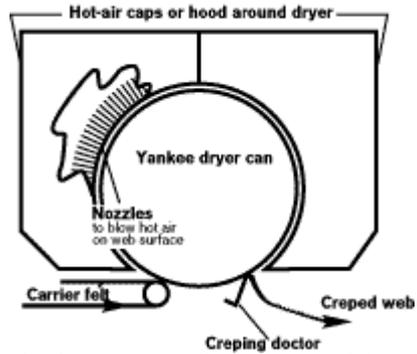
「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

第1図 フェインシャルティッシュペーパーの表面



走査型電子顕微鏡写真 ×60
(新王子製紙中央研究所提供)

第2図 ティッシュマシンのヤンキードライヤー



クレーピング・ドクターで掻き落とすときクレープがつけられる
【J.E.Kline: Paper and Paperboard より】

3. 芭蕉が着ていた紙衣(かみこ)

さて、紙を揉んで柔らかくして使うことは昔から行われています。江戸時代、紙衣(かみこ)は軽くて、保温性が良いので、旅行の必需品でした。

芭蕉も「奥の細道」に旅立ちの饂に贈られた紙衣を持参しています。和紙に渋やこんにやく糊を塗って、防水性と強度を持たせているので、よく揉んでいないとゴワゴワしてとても着られたものではありません。

紙衣は白石紙や泉貨紙など厚手の和紙に渋やこんにやく糊を塗り、乾かしてから、細い棒に巻き付け、上から押さえ付けて皺をつけました。

三月の初め、奈良の東大寺のお水取りが行われます。二月堂の欄干から振り回される松明をみると春が来たなと思います。

このお水取り、修二会を務めるお坊さん(練行衆)は紙衣を着ています。これは代々、身を清めた練行衆が別火坊で、来年の練行衆のために和紙にこんにやく糊を塗り、乾かして、良く揉んで作っています(第3図)。これも皺の効用です。

4. 紙のどちらが表?

紙には表と裏があります。紙の表は裏より平滑度が高いのが普通です。最近の上質紙の平滑度は表裏の差異が少なくなりました。これはマシンカレンダーで処理しているからです。

普通の光学顕微鏡で見ると紙の表面は光線が乱反射してよくわかりません。走査型電子顕微鏡で見てください。

第3図 東大寺、二月堂のお水取りに使う紙衣を作っているところ

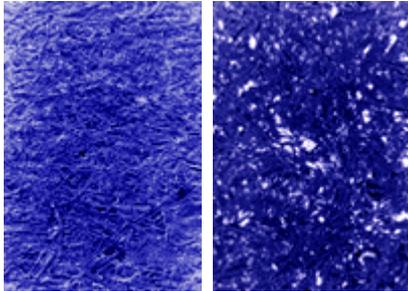


(紙の博物館提供)

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

第4図 上質紙のフェルトサイド

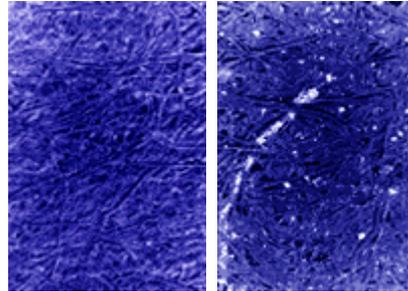
F面×100 F面の反射電子像×100



山陽国策パルプ(現日本製紙)商品研究所提供

第5図 上質紙のワイヤーサイド

W面×100 W面の反射電子像×100



山陽国策パルプ(現日本製紙)商品研究所提供

第4図は上質紙の表側にあたるF面(フェルトサイド)です。紙の表面が比較的平らで、細かい凹みや穴が少ないことが見えるでしょう。

同じ上質紙の反射電子像が右の写真です。白い点が填料のタルク粒子です。繊維と繊維の間をタルクが埋めており、全面に散らばっているのが見られます。反射電子像では凹凸や穴がよくわかります。

第5図は上質紙の裏側にあたるW面(ワイヤーサイド)です。パルプが水に分散している原質が、抄紙機の金網で濾し分けられて生ずる湿紙の金網に接する面がW面(ワイヤーサイド)です。反対側がF面(フェルトサイド)になります。

W面では繊維が剥き出しになっているのがわかります。抄紙機の金網の下から真空で吸引されているので、細かい繊維が抜けてしまい、W面は凹凸が目立ちます。

反射電子像で白くみえるタルクの粒子も真空で吸引されて少なくなっています。凹凸や穴はF面より多く、よりはっきりと見られます。W面は平滑度がF面より低いことはこの写真からも認められます。

手触りや肉眼では区別がつかない上質紙も、走査型電子顕微鏡で見るとこんなに違うのです。F面(表面)よりW面(裏面)は平滑度が低いことがわかつてと思います。

5. 製紙技術者の夢

以前新聞の朝刊のトップ面で、アメリカの中間選挙で共和党が40年ぶりに圧勝したことがきれいなカラー写真を付けて報じられていました。前夜の出来事の写真が翌朝には日本の新聞に載っているのです。昔の新聞では考えられません。新聞は印刷も用紙も驚くばかり進歩しました。

現在の新聞用紙の表面を走査型顕微鏡で見ても、どちらが表でどちらが裏か見分けが付きません。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

現在、大部分の新聞用紙はツインワイヤーマシンと呼ばれる抄紙機で作られています。これは、二枚の金網の間に原質(調整したパルプ液)をヘッドボックスから吹き出し抄き上げます。脱水は両面からなされるので、表面・裏面が出来ません。ツインワイヤーマシンで作った紙の表面をそれぞれA面、B面として表します。表面でも裏面でもない第3の面と言えるでしょう。

紙は表裏で平滑度などの性質が違います。この表裏差を無くすことが製紙技術者の夢でした。ツインワイヤーマシンで作った紙は表裏差はありません。製紙工業における最近のすばらしい発明の成果と言えるでしょう。

■第5回:「紙とお正月」

1. 日本の凧

正月の空といえば凧が揚がっている情景を思い浮かべられるでしょう。都合の空き地が少なくなり、正月の空に凧が舞う光景があまり見られなくなりました。

今の子供達は凧揚げの楽しさが判らないのかもしれませんが。たまに凧をもっている子供を見かけても、カイトと云う名の洋凧ばかりで、伝統的な武者絵を描いた角凧を見かけることが少なくなりました。

凧を揚げて、思いのままに操作するなど機能的に見たら洋凧に歩があります。日本はとんび凧、角凧、武者絵凧、字凧、奴凧など昔から、形態も図柄も実に豊富な凧の国でありました。日本の凧、和凧には和紙が使われています。カイトに押されて、和凧が衰退し、趣味や工芸の世界に残るのを見ると、和紙と洋紙の状況が重ね合わさって見えます。伝統工芸の宿命、歴史の必然といえましょう。江戸時代の先人は遊びの世界の凧に情熱を込め、世界にも稀な和凧を作り上げ、残してくれました。和凧は今の日本人にいろいろなことを投げかけています。



角基本形の凧:字凧(東京)

2. 凧の起源

紀元前400～391年の頃、中国の半伝統的工匠魯班(Lu Pan)が凧を作ったと伝えられています。紀元前200年のころ前漢の韓信は城にトンネルを掘るための測量に凧を使ったと言われています。凧は古代中国で発明され、世界各地に伝わりました。

今から二千年よりも前に、中国で発明された凧は韓国、日本、東南アジア、ミャンマー、インドとアジアの諸国には早くから伝わりました。これは凧の材料として優れている竹と紙があるからでした。またオセアニア



角基本形の凧:絵凧(東京)

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

諸国にも伝わっています。

ヨーロッパ諸国には15世紀になってから凧が広がりました。アメリカにはヨーロッパから伝わっています。16世紀にはオランダ・ポルトガルなどの人々によって日本の長崎にインド風の凧が伝わり、長崎の名物のハタ(凧)になっています。

戦後、アメリカで発達したカイトは日本に紹介されると若者にいち早く普及しています。世界各国の凧を眺めると、お国柄によってそれぞれの特徴があり興味が尽きません

3. 和凧の分類

日本には平安時代以前に中国から伝わり、紙鳶(しえん)とか紙老鴉(しろうし)と呼ばれ伝わったままの名称で、凧あげは技芸の一つでありました。凧あげが庶民の遊びとなって広く行われるようになったのは徳川時代になってからです。

1600年代になると凧あげは正月の子供の遊びとして流行しました。また各地で今も行われている大凧あげや凧合戦も行われるようになりました。日本の凧は形、絵柄の豊富なこと世界一でしょう。



角変形の凧:袖凧(千葉県九十九里長南)



「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

3. 和風の分類

日本には平安時代以前に中国から伝わり、紙鳶(しえん)と
か紙老鴟(しろうし)と呼ばれ伝わったままの名称で、凧あげは技芸の一つでありました。凧
あげが庶民の遊びとなって広く行われるようになったのは徳川時代になってからです。

多角形の凧:六角凧(新潟県三条)

1600年代になると凧あげは正月の子供の遊びとして流行しました。また各地で今も行わ
れている大凧あげや凧合戦も行われるようになりました。日本の凧は形、絵柄の豊富なこ
と世界一でしょう。

斎藤氏は次のように分類しています。1.角基本形、2.角変形、3.多角形、4.円形、5.風袋形、
6.袖切形、7.亀虫形、8.ハタ(菱形)、9.細工形。

次にそれぞれの凧について見てみましょう。

①角基本形の凧、角凧は江戸の凧の代表とも言えましょう。江戸で発達し、各地に広
まりました。字凧、ダルマ凧、武者絵凧、錦絵凧と絢爛豪華です。角凧は日本独特の凧で
す。江戸の職人は凧の性能の改良より、角凧の面をキャンバスとして、凧絵を発展させま
した。

②角変形の凧には静岡の駿河凧、八丈島の為朝長凧、千葉県九十九里長南の袖凧な
どが知られています。

③多角形の凧として、新潟三条の六角凧は合理的な構造、揚がり易いこと、凧絵も優れて
いることなど日本の代表的凧と言えましょう。他に五稜郭凧、蝦夷凧なども多角形凧です。

④円形の凧には、下関のフグ凧、秦野のだるま凧、高松の提灯凧、鳴門のわんわん凧が
あります。

⑤風袋形の凧、江戸の代表泊な凧と云えば、奴凧があります。東京王子の稲荷神社は昔
から有名ですが、初午祭りに防火のお守りとして「火防奴凧(ひぶせやっこだこ)」を授けて
います。王子稲荷は関東の稲荷の総社で、年末に関東八州の狐がすべて集まります。そ
の時、稲荷の社の下の榎の下で狐は装束を着替えて、儀式に集まったので、ここを装束稲
荷といいます。この稲荷社でも「火防凧」を授けています。

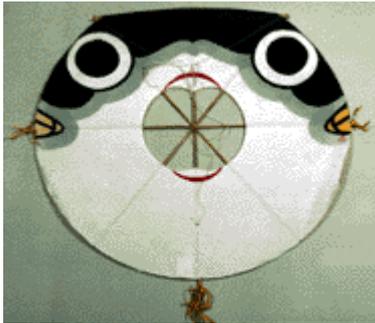
⑥袖切形の凧は、風袋形の凧(奴凧)の袖を切った形のもので、名古屋の尾張奴凧、高松
の讃岐奴凧、徳島の阿波奴凧と海岸地方の凧の強いところで作られました。

⑦鳥虫形の凧は、豊後高田のせみ凧、愛知安城桜井のはち凧、ちょう凧、静岡大須賀のと
んび凧があります。

⑧ハタ(菱)形の凧は、寛永18年(1641年)に長崎の出島でオランダ人が揚げたのが始まり
で、長崎では凧をハタと呼び、以来大変流行しました。今でもハタ稼げに長崎の人は限りな
い情熱を燃やします。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

⑨細工形の凧は、江戸時代、中国や南蛮から伝えられた外来の凧で九州、四国でつくられました。長崎吉岐の鬼凧、長崎平戸の金時ようちよう、長崎五島のバラモン凧があります。



円形の凧：フグ凧(山口県下関)



風袋形の凧：火防奴凧と火防凧(東京都王子)



細工形の凧：巴凧(静岡県大須賀)

4. 凧の素材

日本の凧は骨組みに真竹、篠竹が使われます。紙は和紙、障子紙、ロール紙が使われます。和紙は丈夫でよい材料ですが、安物の凧にはロール紙が使われています。洋風のカイトにはプラスチックフィルムが使われています。ヨーロッパやアメリカの凧はプラスチックや木を骨組みにし、紙や薄い布を張っています。

細工形の凧：鬼揚子(山口県見島)

日本では江戸時代から凧の紙として西の内紙、美濃紙、百田紙、清長紙(土佐)が有名でよく使われました。いずれもやや厚手の楮紙で、漉くとき、縦横十文字にすき枠をゆすって作られました。

和紙は水に弱いので、越後場沢では柿渋を塗った「まなぐ凧」が作られました。また大凧を作るときは薄い布で裏打ちしています。

凧に使われる和紙は縦横の強さに差がすくない、十文字漉きの紙が好まれました。縦揺りの多い和紙、機械抄きの和紙は好まれません。洋紙は弱く、重いので適しません。

和凧も、伝統工芸品としての凧を除いて、これからは不織布やプラスチックフィルムが使われていくと考えています。

【参考文献】

1. A.Hellemans & B.Bunch; The Timetables of Science (1991)
2. 斎藤忠夫: 世界の凧 p.132 [カラーブックス] (保育社)
3. 斎藤、比毛、茂出木: 凧のつくり方・あげ方 p.1～25 (1973) 徳間書店

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

■第6回:「昔の紙、今の紙」

昔と今で、大きく変わった紙の一つに新聞紙があります。昔は新聞紙にきれいなカラー印刷が出来るとはとても考えられませんでした。

国力を使いつくし、疲弊の極みにあった敗戦前後の新聞紙はタブロイド判で、単色刷、写真がわずかに載っていたのを思い出すと、今日の新聞紙の紙面のきれいで読み易いことは感嘆の外ありません。

では昔と今で新聞紙はなにがどのように変わったのでしょうか。素材である紙を中心にして見てみましょう。



明治 18 年 2 月 27 日 朝日新聞



平成 7 年 1 月 17 日 朝日新聞

2. きれいになった紙面

新聞の印刷は以前は高速凸版輪転印刷が主でした。紙型取り、鉛版の高速凸版輪転印刷機械の操業は時間と勝負の新聞製作の華でした。

重く、有害な鉛の版に代わって、現在では軽く、作業性の良い樹脂凸版輪転印刷やきれいな印刷のオフセット輪転印刷が主体となっています。

かつて活字が紙面の大部分を占めていた新聞も、今では大量に印刷されている大新聞の朝刊の第一面には、きれいなカラー写真がいつも載っています。

高速凸版輪転印刷に耐えるように作られた新聞用紙がオフセット印刷にも耐えるために、表面加工を施したのも使われています。

3. 軽くなった新聞紙

新聞を手にとって、まず感じることは、近ごろの新聞紙が軽くて、薄いことです。日本工業規格では、新聞巻取紙の坪量は $52 \pm 2\text{g}/\text{m}^2$ と規定されています「JIS P3001-1976」。

紙の取引では新聞巻取紙は重量紙($52\text{g}/\text{m}^2$)、普通紙($49\text{g}/\text{m}^2$)、軽量紙($46\text{g}/\text{m}^2$)、超軽量紙($43\text{g}/\text{m}^2$)に分けられています(()内は坪量)。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

ここ20年くらいの新聞用紙の坪量の移り変わりを見てみましょう。

1976年坪量52g/m²の重量紙が99.0%であったのが、新聞用紙の軽量化に伴って、1980年には坪量49g/m²の普通紙が91.2%になりました。

1985年には坪量46g/m²の軽量紙が88.0%とたちまち普通紙に置き換わりました。重量紙は1.1%で、かろうじて残る程度です。

1992年には時代の趨勢から坪量43g/m²の超軽量紙が28.2%、軽量紙は69.1%になりましたが、一年後の1993年には超軽量紙が75.0%、軽量紙が23.3%と逆転しています。普通紙、重量紙は併せても1.7%とごくわずかになっています。

1973年のオイルショックに端を発した世界的な、省資源、省エネルギーの動きに対応して、新聞用紙も軽量化が求められました。用紙の軽量化によって、薄く、軽くなるので、一本の巻取の用紙の長さは増え、印刷時の紙継ぎ作業が減り、生産効率は増し、新聞の増ページも可能となりました。

坪量43g/m²の超軽量紙は重量紙に比べて2割くらい軽くなり、送料、輸送費も軽減でき、取り扱いも楽になるなどメリットが大いにありました。

新聞紙は透き通しや、しみ通しがあってはなりません。十分な不透明度を薄い紙に持たせるためにホワイトカーボンなどの填料も使われています。また新聞は両手で持って読まれます。薄くて腰の強い紙でなければなりません。これほど早く超軽量紙の時代がくるとは思いませんでした。

4. 原料繊維の変遷(明治時代)

外観ではそれほど変わったと見えませんが、大きく変わったのが、原料のパルプです。

明治4年(1871)横浜で、日刊の「横浜毎日新聞」が発行されました。輸入の洋紙に鉛の活字で印刷しました。木綿のぼろを原料とした紙と思われれます。和紙は江戸時代、木版印刷の瓦版に使われましたが、活字印刷には不相当で使えません。日刊新聞は始めから、洋紙に印刷されました。

明治8年(1875)に王子製紙王子工場が操業を開始し、新聞用紙も作られました。原料は木綿のぼろです。

明治14年(1881)に王子製紙の大川平三郎はわらパルプの工業化に成功し、わらパルプとぼろパルプの新聞用紙を作りました。品質は輸入の新聞用紙より劣りましたが、値段が安いので、各社で使用されました。

この頃、欧米で木材パルプが工業化され、新聞用紙に使われ始めました。これを聞いて、王子製紙の大川平三郎は欧米のパルプ技術を調査し、明治22年(1889)王子製紙気田工

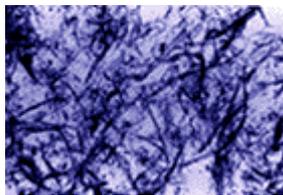
「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

場で亜硫酸パルプの製造を開始しました。翌年富士製紙で、碎木パルプの製造を開始しています。

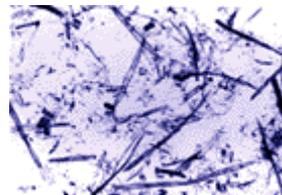
この後、各社は本格的な木材パルプ工場を建設し、新聞用紙は碎木パルプ主体でつなぎに亜硫酸パルプを配合したのとして定着しました。新聞用紙が国産の紙で自給出来るようになったのは明治時代の末です。

5. 原料繊維の変遷(戦後)

敗戦によって、木材資源、パルプ工場、製紙工場を失った日本は今まで通りのパルプで新聞用紙を作ることが難しくなりました。針葉樹材の丸太でなく、製材時の端材などからのチップを原料とするリファイナー碎木パルプが作られました。



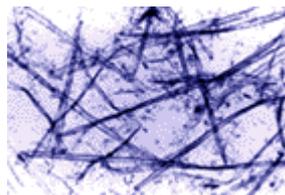
碎木パルプ(GP)×40



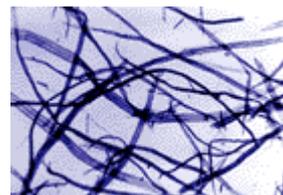
リファイナー碎木パルプ(RGP)×40

またつなぎに使われる化学パルプはほとんどが原料樹材の種類を問わないクラフトパルプに転換しました。亜硫酸パルプは製造時の排水処理が困難で公害の元になっていましたが、クラフト法に転換することによって公害産業から脱皮することが出来ました。

チップを120度くらいに加圧・加熱してから軟らかくして、リファイナーでパルプ化したのがサーモメカニカルパルプです。碎木パルプやリファイナー碎木パルプより繊維が長く、強い紙が得られます。新聞用紙を薄く、軽くすることが出来たのもサーモメカニカルパルプが使われるようになったからです。



サーモメカニカルパルプ(TMP)×40



針葉樹晒クラフトパルプ(NBKP)×50

古紙パルプも忘れてはなりません。最近の新聞用紙は古紙脱墨パルプが40%くらい使われています。新聞用紙は再生紙の代表とも言えます。

6. 表と裏の違いのない紙

前々回、紙の素顔で紹介しましたが、最近の新聞用紙は表と裏の違いがほとんどありません。二枚の金網の間に紙料(パルプのスラリー)を吹き込んで抄きあげるツインワイヤーマシンで作られているからです。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

表と裏の違いのない紙を作ることは製紙技術者の夢でした。ツインワイヤーマシンの成功は素晴らしいことと考えています。

新聞用紙は単一の品種として紙のなかで最も多く作られています。あまり目立たない新聞用紙ですが、時代の先端技術を取り入れて作られているハイテク製品のひとつと言えるものです。

■第7回:「サイズのお話」

1. サイズのもうひとつの意味

サイズという言葉に何を思い浮かべますか。手元の辞書を見てみましょう。

サイズ[Size]①大きさ。寸法。②紙にインクがにじまないように、製紙の際、紙料に加えまたは紙面に塗布する料。膠(にかわ)・ロジン・水ガラス・カゼインなど。[広辞苑]

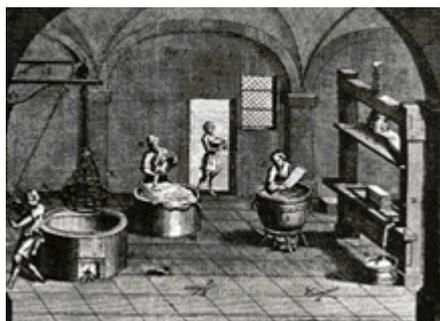
これからお話しするのは②のサイズ、にじみ止めのことです。

パルプを水に分散させて、金網や簾(すだれ)で濾し分け、乾かすと紙ができます。得られた紙はインキや墨がにじみます。ヨーロッパでは文字などをペンで書くので製紙法が伝わりと間もなく、にかわ(膠)をにじみ止め(サイズ)に使用しました。

製紙工場ではにかわを自分の所で作り、それを使用しました。にかわは牛や羊の骨、皮、ひづめ(蹄)などを煮て、抽出します。にかわの抽出は臭いので、別棟の小屋で作ったりしました。にかわは腐るとさらに臭くなります。多くの製紙工場では悪臭をさけるためにサイズ小屋を別棟にしました。

2. 昔の製紙工場は臭かった

第1図 紙のサイズ
(ドゥ・ラ・ランドの製紙術 [Karl Trobas; ABC des
Papiers より])



ヨーロッパの昔の製紙工場はにかわの悪臭がただよい、臭かったようです。

第1図はドゥ・ラ・ランドの製紙術に出ている18世紀の製紙工場でのサイズ(サイジング)の様子です。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

左手にカマド(竈)があり、釜が据えられています。釜の上には鉄製の籠(かご)が下げられています。この籠に牛や羊の皮の切り屑、蹄などをいれ、釜に降ろして、水で煮沸しました。煮出されたにかわは中央の所で布で濾して汚れを除き、右手の桶に移します。この桶に入れられたにかわに水を加え、腐敗防止と粘度の調製のためにミョウバン(明礬)が加えられました。女子工員が両手に紙を拵げて持ち、にかわ液の中に浸そうとしています。

にかわ液に漬け、湿った紙は右手のスクリュープレスで締め、余分なにかわ液を除き、剥がします。2～4枚を一緒にして紐に掛けて乾かしました。

第2図はにかわ液でサイズしている様子です。紙の束を両手に持ってにかわ液に漬け、片手の紙の端からパラパラと拵げてにかわ液(サイズ液)がよくいきわたるようにします。桶を使ったので、タブサイズ(タブサイジング)とも呼ばれます。紙をにかわ液に浸すと破れ易くなるので、破損紙が多かったです。そのためにサイズ室は殺生小屋(Slaughter House)と呼ばれました。臭いのと紙が破れる所、サイズ室の評判は良くありませんでした。



第2図 タブサイズの様子
(Bo Rudin: Making Paper より)

3. ロジンサイズの発明者イリッヒ

19世紀の始め、抄紙機が実用化され、連続的に紙が抄き出されてくるようになりました。サイズ処理も連続的に施すことが必要になりました。

1807年、ドイツのイリッヒはロジンサイズを発明しました。イリッヒは1777年に生まれました。13歳の時、スイス時計職人の徒弟になり、時計の製造技術を修得しました。彼の作った懐中時計はヘッセンの大公のコレクションに収められました。優れた時計職人でした。



第3図 ロジンサイズについて

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

1800年に製紙工場を営んでいた父親の下に帰り、製紙に携わりました。ここで新しいサイズ法を発明し、1807年、小冊子「確実で、簡単、安価な紙のサイズ実施法」

のイリッヒの小冊子
([Henk Voon: The Paper Maker
Vol.30, No1, 47] (1961) より)

[Anleitung ; auf eine sichere, einfache und wohlfeile Art Papier in der Maße zu leimen]を著し、製紙家に知らせるように努めました。(第3図)

イリッヒはマツヤニ(松脂)[ロジン]をかせい(苛性)カリまたはかせい(苛性)ソーダに溶解し、樹脂液を作り、ビーターで紙料に加え、パルプと樹脂液を完全に混合した後、ミョウバン(明礬)溶液を加えて、樹脂(マツヤニ)を繊維に定着させました。この紙料で紙を抄くとサイズの効いた紙が得られます。

手間がかかり、破損紙の多く出る、悪臭のするにかわサイズに比べると、悪い臭いが無く、生産性が良く、優れているこのロジンサイズ法は、しかしながらなかなか普及しませんでした。ロジンサイズは内添サイズ、エンジンサイズとも呼ばれます。

ロジンサイズは1850年頃には一般に知られ、実用化され始めました。製紙の世界では、画期的な発明をした人々の多くは生前、称賛され、栄誉を与えられていません。イリッヒも生前は余り称賛されませんでした。

4. ロジンサイズと酸性紙

ロジンは松の幹の外皮を傷つけて得られる生松脂(なままつやに)を水蒸気蒸留してテルペン油を除いて得られたもので、コロホニウムとも呼ばれます。

各種のアビエチン酸が主成分です。アビエチン酸を苛性ソーダに溶かすと鹸化して、サイズ液となります。これを紙料に加え、パルプとよく混合します。

次いで定着剤の硫酸アルミニウム(硫酸バンド)を加えロジンを繊維に定着させます。ところで、昔から染色や医薬として使われていたミョウバンは、ほどなくより有効な硫酸アルミニウムに置き換っています。

定着剤、硫酸アルミニウムにより、紙料液は酸性を示します。酸性の紙料液で抄紙されるので、得られる紙も酸性を示します。いわゆる酸性紙です。

紙の酸性は保存性を悪くし、紙を劣化させる原因の一つであることはよく知られておりです。

5. いろいろなサイズ剤

ロジンはサイズ剤の代表として使われてきましたが、その後、ロジンに無水マレイン酸を作用させて得られるマレイン化ロジンが、ロジンよりもサイズ効果が良くなるので、強化ロジンという名称で市販され、使われるようになりました。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

また石油化学の発達により、各種の石油樹脂系サイズ剤(合成サイズ剤)が開発されました。これらはいずれも定着剤に硫酸アルミニウムを使用しています。

6. 中性サイズ剤と中性紙

1950年代にセルロースと反応する反応型サイズ剤が開発されました。現在広く使われている中性サイズ剤の代表がAKD(アルキルケテンダイマー)です。

ケテンはアセトンから作られる反応性に富む化合物で、昔から知られていました。化学の進歩発展によって、このケテンに疎水性の長鎖アルキル基を付け、二つの分子を一つにまとめたものがアルキルケテンダイマーで、セルロースと反応してサイズ効果を示します。

またASA(アルケニル無水コハク酸)という中性サイズ剤も工業的に使用されています。カチオン化デンプンが定着剤として使われています。これらは中性から弱アルカリ性で行います。得られる紙も中性から弱アルカリ性を示します。

最近、中性ロジンサイズ剤も開発されました。中性抄紙で填料に炭酸カルシウムが使われます。中性サイズ剤を使った紙が中性紙です。紙の保存性はよくなりました。

【参考文献】

1. Karl Trobas; ABC des Papiers (1982)
2. 中村長一; 紙のサイズ
3. 紙パルプ技術協会; 紙料の調成 (1992)

■第8回:「填料のお話」

1. カッターが長持ちしない紙?

先日、ある会合での雑談の中で、日本の紙は輸入紙に比べて、カッターの刃の持ちが悪いがどうしてなのかと尋ねられました。途中休憩時の短い時間の対話なので、どのような紙での話なのかわからず、十分に相手が納得の行くような回答は出来ずに終わりました。いままも気にかかっています。

この対話をしている時、以前、会社の製品でカッターの刃の持ちが悪いとのクレームがあり、原因を確かめて、対処したことを思い出しました。日本ではすでにカッターが長持ちしない紙は過去のことと考えていたのに、現在でも存在する可能性があるのに驚いています。

そこでカッターの刃の持ちを悪くする原因となる紙の填料についてのお話しをしましょう。

2. 和紙には填料を使わない

昔、和紙は定木を当て、包丁で断裁しました。紙を切って、包丁が切れなくなる話は読んだことがありません。

和紙ではわずかな種類の紙(名塩紙、宇陀紙など)以外は鉱山物質の粉末を入れて作ることをしません。燃やしてもほとんど灰が残りません。和紙は嵩高で軽く、包丁で切りやすい紙であると言えます。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

しかし、不透明度が低いので、片面しか印刷できません。和本が袋綴じであるのはこのためです。両面印刷は厚い紙でないと難しいと思います。表面強度が低くて、繊維取れが起りやすく、紙の腰が低いなど印刷適性の低い和紙は印刷用紙に不向きですから、明治の初めから印刷用紙には洋紙が使われました。

3. 填料とは

大部分の紙は不透明で、平滑度、白色度、紙の重さを上げるために、鉱物質の粉末が配合されています。これが填料です。英語で Filler、ドイツ語で Fullstoffe と言います。充填するもの、満たすもの、詰めものなどのことです。充填剤と言ったほうが判りやすいのに紙では填料と呼ぶので、人と話をするとき、填料とは充填するもの、満たすもの、詰めものとして使われている鉱物質の粉ですと説明して納得してもらうことがしばしばあります。

第1表は、紙の種類と填料の使用量です。古いデータですから、おおよその使用割合として見てください。

紙の種類	紙の中の填料の割合 (%)
新聞用紙	0～5
低級筆記用紙	5～10
普通書籍用紙	10～20

書籍に使われる上質紙では填料が10～20%の割合で使われています。

主に使われている填料は白土(クレー、白色の粘土)[比重 2.5～2.6]、タルク(滑石)[2.6～2.8]、炭酸カルシウム[2.2～2.7]、二酸化チタン[3.9]、水酸化アルミニウム[3.3]、などがあげられます。[]内の数値は比重です。昔の和綴じの本は軽いのに洋紙で作られた本が重いのは比重の大きい無機質の填料が10～20%も含まれている紙を使っているからです。主にコート紙で作られた美術書などは上質な白土(カオリン)の塊とも言えましょう。重いわけです。

4. 填料の代表白土

約30年ほど前まで、紙に使われる填料の代表は白土でした。印刷用紙、書籍用紙の製造に使われました。

白土は白色の粘土です。クレーと呼ばれます。花崗岩などの火山岩が風化作用、堆積作用を受けて生成したものです。日本の白土には石英の粒子が含まれているものが多くあります。

製紙用白土は値段の安いものが使われるので、ことに石英の含有率が高いものも使われました。石英がふくまれている白土を填料として使うと、抄紙機の金網(ワイヤー)の摩擦

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連
合会の機関誌に掲載されたものです。

が激しくなります。また、紙を裁断するとき、カッターの刃の切れ味が悪くなります。製紙会社に勤めていたとき、会社の製品にカッターの刃が長持ちしないものがあるとクレームがあったのはこのためです。

早速、X線回析装置で調べたところ、これではカッターの刃が摩耗して切れ味が悪くなるわけだと分かりました。

そこで、填料の受け入れには、金網の摩耗度試験とX線回析で石英含有率を調べて、石英含有量の低い白土を使用することにしました。これにより、その後、カッターの刃が長持ちしないクレームはなくなりました。

5. タルクとは

タルクは滑石のことで、値段が安いので、パルプの増量剤としても使われます。金網の摩耗度は白土より低く、抄紙時に発生することのあるピッチトラブルの防止に役に立ちます。

これも以前、製紙会社に勤めていたときの話ですが、ある事件があり、どこの製紙会社の上質紙であるか鑑定を依頼されたことがあります。鑑定依頼の試料の紙に使われているパルプはいずれもLBKP(広葉樹晒クラフトパルプ)が主体であり、事件にかかわる紙はどれであると特定出来ません。紙質試験も類似していました。

X線回析で試料の填料を調べたところ、いずれもタルクが使われていました。しかし、テストチャートをよく調べると、タルクの随伴物であるクロライトの含有量に違いがあります。このことから、事件の上質紙に似ている紙のグループはこれであると報告したことがあります。

タルクを走査型電子顕微鏡で見ると、薄片の粉末の集まりであることが判ります。タルクのモース硬度は1ですから、ワイヤーの摩耗性の低い填料です。

6. 炭酸カルシウムの使用

中性紙が作られると、酸性抄紙では使えなかった炭酸カルシウムが填料として使われるようになりました。

炭酸カルシウムは石灰石として国内に豊富にある資源です。白色度も高く、不透明性に優れ、吸油性が高いなど紙の印刷適性が良くなります。また値段が安いなど利点があります。

上質紙、中質紙、コート原紙などが中性紙化されるに従い、炭酸カルシウムの使用量は増えています。填料として炭酸カルシウムが使用されはじめると、抄紙機のプラスチックワイヤーの摩耗が激しくなるという問題が起こりました。石灰石を粉砕して作った炭酸カルシウムは重質炭酸カルシウムと呼ばれています。やや緻密で角張っています。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

重質炭酸カルシウムを走査型電子顕微鏡で見ると、細かくなっても角張っている粉末であることがよく判ります。このためプラスチックワイヤーが摩耗します。高速の長網抄紙機では使えませんでした。

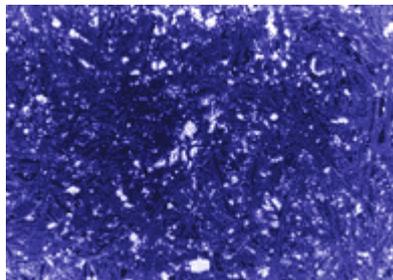
石灰石を焼き生石灰としたのち、水に入れ、石灰乳(水酸化カルシウム)にしてから、炭酸ガスを吹き込むと軽質炭酸カルシウムが得られます。軽質炭酸カルシウムを走査型電子顕微鏡で見ると、細かい柱状の結晶の集まりであることが判ります。軽質炭酸カルシウムはワイヤーの摩耗度が低く、白色度、不透明度が高いので、コストはかかりますが、中性紙の製造にはほとんど軽質炭酸カルシウムが使われます。

7. 紙の表裏と填料

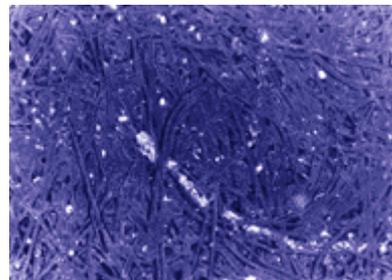
紙には表裏があり、表面の平滑度は高く、裏面は低いのが普通です。表裏差といいます。表裏差を少なくすることは製紙技術者の願いです。

最近の上質紙はカレンダー(光沢つけ)が掛けられているので、紙の表裏の判断がつけにくくなりました。紙が抄かれるとき、金網に接する面が裏です。ワイヤー面と呼んでいます。表面はフェルトで抑えられるのでフェルト面とも呼ばれます。

走査型電子顕微鏡の反射電子像を紹介しましょう。第1、2図の白点はタルクです。表面は全面にタルクが分散しているのがよくわかります。裏面ではタルクの白点が少なくなっています。裏面は抄紙機のワイヤーパートで真空に引かれているのでタルクが少なくなります。また微細繊維も抜け落ちます。そのため、紙の裏面は平滑度が低くなります。



第1図 上質紙の表面 (×100)



第2図 上質紙の裏面 (×100)

昔の紙はカレンダーが掛けられていないものが多く、裏面に金網の跡が残っていました。紙の表裏の鑑別は斜めから光を当てて観察すると金網の跡があるほうが裏ですが、最近の上質紙は判別に困ります。

紙を水に浸したのち、乾かしてから、観察するとカレンダー処理で潰され見えなかった金網の跡がはっきりと見られます。紙を折り重ね、机の上へのせ、一円アルミ貸で擦ると裏面は濃い跡が着きますが、表面は薄い跡で判別出来ます。この方法は填料が硬度の低いタルクでは判ります。近年、ツインワイヤーマシンやオントップマシンなど二枚の金網で挟ん

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

で抄くことが行われています。この方式で抄いた紙は表裏差が小さく、長年の製紙技術者の願いが適えられたものと言えます。

■第9回:「紙パルプ工業の偉人 大川平三郎」

1. はじめに

日本の紙パルプ工業の歴史に、藤原銀次郎と大川平三郎の二人の偉大な指導者が輝いています。無配当の続いた不良会社であった王子製紙を立て直し、優良会社に仕上げ、ライバル会社として覇を競っていた富士製紙、樺太工業を合併して、名実共に、日本最大で有数の製紙会社「王子製紙」に発展させたのは藤原銀次郎です。

大川平三郎は日本で最初の製紙技師であり、日本の製紙産業技術は大川平三郎によって築きあげられたと言っても過言ではありません。また実業家として多くの会社の経営に携わりました。特に、富士製紙、樺太工業の社長として、明治の末から昭和の初めにかけて、王子製紙社長の藤原銀次郎と互いに覇を競ったことはよく知られています(第1図)。

私は大川平三郎の業績に敬服し、人柄に魅力を持っています。そこで、大川平三郎について記述しました。



第1図 大川平三郎 万延元年(1860)～明治36年(1936)
「紙の博物館蔵」

2. 事例書

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

紙の博物館の第6展示室は近代製紙産業の歴史を展示しております。
そこに大川平三郎の辞令書が四枚掲げられています(第2図)。

再上段の辞令書は明治8年(1875)抄紙会社(王子製紙の前身)
に絵図引工として入社したときの辞令です。月給5円。

3. 大川平三郎の誕生

大川平三郎は万延元年(1860)、川越藩三芳野村(現・坂戸市
横沼)で剣道道場を構えていた大川修三の次男として生まれました。
貧しい暮らしの家計を助けるために、13才で東京に出て、叔
父、渋沢栄一の書生となり、大学南校に通い勉学にはげました。



第2図 大川平三郎の辞令書
「紙の博物館蔵」

疲弊の底にある大川家の家計を見て、勉学より、まず職業を持
ち、父母の苦しみを減らしたいと考え、自分から進んで、渋沢栄
一が頭取として経営している抄紙会社に入社しました。大川平
三郎16才でした。月給はすべて母親に渡し、わずかな小遣いをもらっていました。

抄紙会社では紙を抄く仕事(技術)が最も大切であると考えた大川平三郎は自分から希望
して、同年10月に抄紙方の助手(職工)になりました。第2図の写真二段目のものです。こ
の決心をきっかけとして製紙技術者、大川平三郎の生涯が開かれました。

4. 抄紙技術の取得

抄紙会社は明治8年(1875)12月16日に開業式を行いました。それに対応しての賞与が
写真三段目です。

抄紙会社が雇った外人技師は建設技師チースメンと抄紙技師ポットムリの二人でした。ポ
ットムリはパルプが専門で抄紙には明るくなかったので、中々紙を抄き出すことが出来ず困
ったようです。大川平三郎は頭がよく、大変な努力家で、朝早くから、夜遅くまでよく働き、
外人技師の技術をたちまちのうちに習得し、機械の運転については誰よりも精通しました。
明治10年(1877)、ポットムリが任期満了し、退社した時はすでに、立派な抄紙技術者であり、
工場になくってはならない人物でした。大川平三郎18才でした。

5. アメリカ留学

明治12年(1879)、大川平三郎は抄紙会社の幹部に建白書を提出しました。製紙会社の
現状を分析し、これから如何にあるべきかについて、理路整然と論じた長文の意見書です。
とても20才の青年の書いたものとは思えないくらい立派な文書です。この建白書が認めら
れ、同年アメリカ留学を命じられました。アメリカ留学中に見聞したことを手紙で、二週間ご
とに製紙会社(抄紙会社の名称が変わる)頭取の渋沢栄一や谷敬三支配人に克明に報告
しています。

6. 藁のパルプ

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

明治13年(1880)、1年半の留学を終えて帰国した大川は、アメリカで見聞したことを実施し、藁を原料にしてパルプを作りました。技術革新の初めです。明治の初めは木綿のボロが原料でしたので原価を大いに低減することが出来ました。藁を煮る釜についても、独特の工夫をしています。

同年、大川平三郎は副支配人に任命されました。大川は21才の青年です。第2図の下の写真は明治15年、大川平三郎に与えられた褒賞状です。製紙会社副支配人の肩書が書かれています。

7. ヨーロッパ技術視察

ちょうどそのころ、ヨーロッパでは碎木パルプが工業化されました。明治13年(1880)にはドイツのミッチェルリッヒは亜硫酸パルプの工業的製造に成功し、各地で木材パルプが工業化され始め、値段の高い木綿のボロは廉価な木材パルプ(化学パルプ)に代わる趨勢にありました。

このニュースが日本に伝えられると、大川平三郎はヨーロッパの化学パルプの開発状況の調査を命じられ、明治17年(1884)渡欧しました。大川25才です。第3図は大川平三郎がヨーロッパ各地の製紙工場やパルプ工場を訪問したときの日誌です。見学や調査の多忙な日々、夜、宿舎で記録した状況が偲ばれます。機械や装置の構造、働き、能力などを克明に図解しています。すばらしい観察力です。大川平三郎の理解力がたいしたものであることを示しています。



第3図 明治17年(1884)ヨーロッパの製紙技術視察旅行の時の大川平三郎の日記
「紙の博物館蔵」

8. 木材パルプの製造

帰朝ののち、直ちに、王子工場に亜硫酸パルプのプラントを作り、製造を試みました。秩父山地の木材を荒川に流して、下流の隅田川から、王子工場に送り、それで木材パルプを作る計画でしたが、木材がうまく運ばれて来ませんので中止しました。

木材の豊富な所で、水車動力の使える所を探した末、天竜川の上流、秋葉山のちかく気多村(現在の春野町)の土地を購入し、苦労して機械設備を運び、明治23年(1889)日本で最初の亜硫酸法による木材パルプの製造に成功しました。



第4図 日本初のせいろ型の木釜 明治22年(1889)遠州、気田(現静岡県春野町)に設けられた
「紙の博物館蔵」

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連
合会の機関誌に掲載されたものです。

木材チップを薬液で煮る木釜(蒸解釜)はアメリカのユニオンマシン会社製のもので径183cm、高さ7.3mのものでした(第4図)。鑄鉄製の円筒型でフランジをボルトで固定したせいろ型木釜です。大川平三郎が改良工夫したので大川式木釜と呼ばれます。

亜硫酸法の薬液(酸性亜硫酸カルシウム溶液)は壇状に配列された二基の木槽に石灰乳を満らし、硫黄を燃焼させて、亜硫酸ガスを作り、先ず下部の木槽に導き、石灰乳に吸収させ、続いて上部の木槽の石灰乳に導いて吸収させました。有毒な亜硫酸ガスを扱うことは明治の始め大変なことで、苦労が偲ばれます。

9. 努力の人

亜硫酸パルプは酸性の亜硫酸カルシウム溶液でチップを高温処理するので、装置が腐食しやすく木釜が爆発事故を起こすことがあります。気田工場でも爆発事故が発生しました。その時、たまたま東京にいた大川平三郎は直ちに工場に急行し、事態の処理と修理に当たりました。

幸い死亡事故に至りませんでした。当時、木釜の耐酸ライニングは鉛しかありません。大川平三郎は耐酸セメントでライニングを自ら行いました。耐酸セメントによるライニングは世界でもまだわずかにしか行われていないときです。これにより安定して木釜の操業が出来るようになりました。

大川平三郎は奮闘、努力の人でした。機械が止まったと言えは真夜中でも出社して提灯を点けて機械をくぐり、水道を調べるなど正に超人的な仕事ぶりでした。大川平三郎は常に技術革新のリーダーでした。日本で最初にクラフトパルプを製造したのも大川平三郎の経営指導する樺太の富士製紙落合工場でした。

明治31年、王子製紙を去ることになりましたが、大川平三郎を慕って、職員や工員が行動を共にしています。指導者としての識見・実力・人柄がいかにもすばらしいものであったかよく判ります。大川平三郎は80社以上の企業を設立し、運営しました。そのいずれにも全力で当たっております。

10. 社会への奉仕

貧しい家庭で育った大川平三郎は親孝行な人物でありました。多くの逸話が残っています。また社会への奉仕にも常に心掛けていました。

大川平三郎の郷里埼玉県入間郡三芳野村は土地が低く河川の氾濫による水害に度々見舞われました。大川平三郎は資金を提供して堤防を作りました。大川堤として、水害の防止に寄与しました。昭和17年、入間川水系は国が直接管理することになり、大川堤も改修工事が行われ今日に至っています。

大正13年(1924)、大川平三郎は50万円を提供して大川育英会を設立し、埼玉県出身の学生に学費を提供しています。大川育英会に世話になった人達から多くの有意の人材が輩出しています。大川育英会出身者の集まりを桜影会といいます。この桜影会に大川育英

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連
合会の機関誌に掲載されたものです。

会の事業が引き継がれました。桜影会の会員は大川平三郎の偉大な人柄、業績を偲び、
愛し、活躍しております。

【参考文献】

1. 竹越三叉著 大川平三郎君伝 図書出版社(1990)
2. 坂戸市立図書館 郷土の人 大川平三郎(平成6年)
3. 西濟著 製紙つれつれ草(昭和38年)
4. 成田潔英著 製紙業を築いた人々 財団法人製紙記念館(昭和27年)

■第10回:「溶ける紙溶けない紙」

1. 紙は水の中で散らばる

紙は木材などから取り出した短い繊維が重なり、絡みあって薄い層となった物です。繊維と繊維が接触したところに水素結合という結合力が働きます。紙を裂いて見ると、繊維がほぐれて破れます。紙の裂けたところは毛羽だっているのが分かります。繊維そのものが切断されているのはわずかで、ほとんどはもとの形をしています。

紙を水に浸けたらどうなるのでしょうか。紙を水に浸けると、水が繊維と繊維のすきまに入り、繊維と繊維を結びつけていた水素結合は解消してしまいます。かき回せばやがて、繊維が水の中に散らばり、ドロドロしたもの、パルプの懸濁液ができます。これが離解で、紙作りの逆を行っているのです。紙は水に弱い物です。

溶けるとは液体にある物質がまざって均一な液体になることです。紙の繊維は溶けないで、水のなかに散らばっています。紙が溶けると言うのは正確な表現ではありません。しかし便利な表現なので使われています。

新聞紙を水に浸けかき回すと容易に離解してドロドロになります。脱墨剤(洗剤の親類)を加えて、インキを落としたのが脱墨パルプ(DIP)です。

新聞用紙には脱墨パルプが30%から40%くらい配合されています。新聞用紙は再生紙の優等生と言えるでしょう。

トイレトペーパーは水の中で容易にドロドロになります。いわゆる溶けやすい紙の代表と言えます。

2. 水に溶けない紙

ティッシュペーパーは、水に溶けにくいので、水洗トイレに流さないで下さいと表示されています。湿潤強力樹脂と呼ばれる薬品が使われているからです。

牛乳パックの紙も溶けにくい紙の一つです。表裏の両面にポリエチレン・フィルムが貼ってあります。小口から液体の浸透を防ぐために、サイジング(インキや水の浸透防止処理)されています。この処理薬品の定着剤として湿潤強力樹脂が使われています。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

現在、牛乳パックから葉書を作ることがしばしば行われていますが、牛乳パックの紙の離解が困難で、デコボコな紙を作っている人が多いと聞いています。紙の博物館では、牛乳パックの紙を次亜塩素酸ナトリウムで処理して湿潤強力樹脂を分解し、よく離解したパルプを作り、日曜日の無料講習会で地合むらのないきれいな手すき葉書を作っていて、好評を得ています。

水に溶けない紙の代表に耐洗紙があります。クリーニング屋さんに出した洗濯物につけられているタグ(下げ札)は、湿潤強力樹脂などで耐洗濯性、耐ドライクリーニング性を与えられた耐洗紙です。

3. 水に溶ける紙

お盆の季節になると各地で灯籠流しが行われていますが、あの灯籠の紙に水溶紙が使われています。普通の紙で作られた灯籠は溶けないので、バラバラになった紙くずが川を汚します。水溶紙の灯籠はしばらくすると水に溶けて、ドロドロになり、やがて分解されます。水溶紙の灯籠でないとは許されないと聞いています。



水溶紙(水に浸けるとたちまち溶けていく)

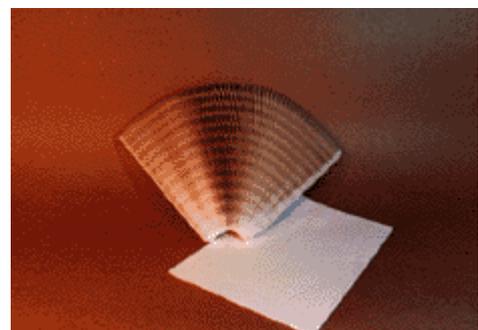
水溶紙は化学パルプを水酸化ナトリウムでアルカリセルロースに変え、モノクロル酢酸を反応させて、カルボキシメチルセルロース(CMCと略称される)をつくり、普通の化学パルプと混ぜて抄いたのち、アルカリで処理して水に溶けやすくしたものです。

カルボキシメチルセルロースのアルカリ塩は水に溶けて溶液となります。水溶紙を水に浸けると含まれているカルボキシメチルセルロースのアルカリ塩がたちまち溶けるので、またたくまに水の中に散らばります。以前、秘密のメモ用紙に水溶紙が使われました。また、アメリカでロケットの燃料タンクの漏れの検査用に使われました。

4. 燃えない紙

紙は燃えやすい。先日、東京赤坂の焼けたままのホテルの前を通りました。鉄筋コンクリートの建物の中が見るも無残に焼けているのを見ると、建材や壁紙に不燃材料がどのくらい使われていたのだろうと考えてしまいました。

現在、建材や壁紙には不燃紙や難燃紙が使われています。紙を抄く時、リン酸アンモニウム、スルファミン酸アンモニウムなどの難燃剤を加えて作った難燃紙が使われていますが、近年水酸化アルミニウムを大量に含有する不燃紙がよく使われています。パルプは紙を抄くためのつなぎの働きをしています。



不燃紙(水酸化アルミニウム不燃紙とドア用スパーサー)

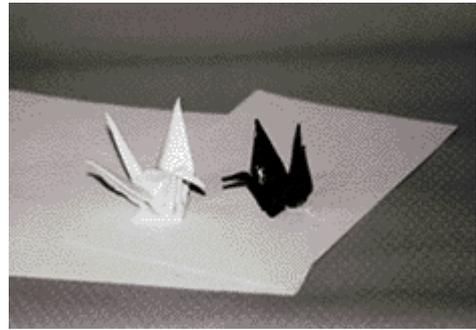
「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

外見は紙そのもので、少し重いものです。この紙は温度が200度を越えると徐々に水酸化アルミニウムが分解して水を放出するので、火が消えてしまいます。自己消火型の不燃紙です。あの焼けたホテルのドアなどに不燃紙が使われていたならば、被害も少なかったと思います。紙も難燃紙や不燃紙が火災防止に寄与しているのです。

5. 陶器になる紙

難燃紙は水酸化アルミニウムなどの難燃剤を大量に含んだ紙ですが、陶土を大量に入れた紙が陶紙です。

普通の上質紙には不透明度や平滑度をよくするために原料パルプの一割くらいの填料が配合されています。填料として以前は白土(白色の粘土)が使われました。現在はタルクや炭酸カルシウムが使われています。



陶紙と陶紙で作った折り鶴

水にパルプを加え、かき回し、陶土を大量に加えて、ポリアクリルアミドなどのカチオンポリマーを加えてよくかき回した後、アニオンポリマーを添加してかきまぜると大量の陶土を抱えたフロック(むらがり)ができ、抄紙機械で紙に抄くことができます。この方法で陶土90%、パルプ10%の填料高含有紙[陶紙]が得られます。

陶紙は少し水分を与えると普通の紙と同様に、たやすく折り曲げたり、切ったりなどできます。折り鶴など簡単に折ることができます。これを乾燥させた後、電気炉で加熱すればパルプは燃えてなくなり、焼き物(陶器)ができあがります。陶土など土をこねたものでは到底できない薄い羽の折り鶴、セラミックの段ボールなどが容易にできます。用途が開けるのはこれからでしょう。

■第11回:「コンピュータ時代の紙」

1. コンピュータ時代はペーパーレス時代か

現在、我々はいつの間にかコンピュータ時代の中で生活しています。世の中のすべてのことにコンピュータが係わっていることに改めて驚かされます。

しばらく前まで、コンピュータ時代はペーパーレスの時代で、オフィスに見られた書類の山は過去の話となり、新聞も宅配がなくなり、読みたいところだけがファックスで送られてくるので紙ゴミは減少し、銀行もキャッシュレスカードで一切がOK、ショッピングもカードでと言われたものです。

実際はどうでしょう。キャッシュレスカードは確かに広く使われていますが、オフィスの紙ごみはむしろ増えました。家庭の紙ゴミ、古新聞も減ってはいません。コンピュータ時代はペーパーレス時代ではなくペーパー多消費時代なのかと錯覚を起こすくらいです。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連
合会の機関誌に掲載されたものです。

ただ、これも過渡期の現象で、これからは次第にペーパーレスに移行していくことは確実でしょう。でも本当にペーパーレス社会になり、紙が使われなくなるのでしょうか。記録材料として、紙ほど使いやすく、手軽に使える素材はありません。紙はこれからも残り、使われていくと考えています。

2. なぜオフィスの紙ごみが増えたか

コンピュータ時代が始まるとともに、なぜ減るはずのオフィスの紙ごみが増えたのでしょうか。紙は情報の記録材料として予想以上に多く使われました。生の情報はコンピュータにインプットされると信号に変換され、演算、記憶、(伝送)されます。処理情報は各種の記憶媒体に記憶されています。

記憶された処理情報は各種のハードコピーとしてアウトプットされて初めて利用することができます。紙は処理情報のハードコピーとして、もっとも使いやすい素材です。

紙にコピーされた情報はそのまま、肉眼で読み取ることができます。書き換え、追加記入も容易で、価格が安く、保存性が良い、取り扱いが容易、廃品のリサイクルが可能などの特性を持っています。これらの特性は他の記録媒体(磁気記録、光記録、マイクロフィルムなど)に比べて断然優れています。

コンピュータ時代に入り、事務処理のOA化が進むとともに、使いやすい記録材料である紙がまず多く消費されたのは当然の成り行きと言えるでしょう。

3. コピー用紙の歴史

コンピュータやOA機器で、情報のアウトプットに使われる紙の総称が情報用紙です。コンピュータ時代に移行している現在、消費量が年々増えております。これからも増え続けていくでしょう。

情報用紙には多くの品種があります。この中のコピー用紙の歴史を見てみましょう。

戦後しばらくの間、学術発表のほとんどは模造紙に墨で書いたビラが使われていました。発表や講演の要旨はざら紙にガリ版刷りの小冊子でした。

会議の資料もガリ版で刷ったもので、公式の書類は邦文タイプ、英文タイプの謄写印刷物でした。学会の発表会、講演会のあるたびに、これらの手作りの印刷物を作っていた頃のことを思い出されます。

4. 国産複写紙第1号 ジアゾ感光紙

1955年(昭和30年)ジアゾ感光紙のリコピーが発売されました。国産複写紙の第1号です。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

紙にジアゾ化合物を塗ったもので、複写したい原稿を重ねて、上から光を当てると原稿の文字や図形で光が遮られ、その部分のジアゾ化合物は光分解しません。それを発色剤(カップラー)のアルカリ性溶液につけると反応して色素を生成し発色します。一方、光の当たった部分のジアゾ化合物は光分解しているので、発色しません。これによって簡便な複写物が得られるので、事務用書類の作成などに広く使われました。

当時、感熱複写紙も3M社の製品がありましたが、品質、価格はジアゾコピーに劣ったものでした。

1965年代(昭和40年代)まではジアゾ感光紙は複写紙の花形でした。しかし、これらの複写には透過原稿がなければなりません。ジアゾ感光紙の保存性もあまりよくありません。また複写した書類が変色するなどの欠点がありました。

ゼロックスコピーに代表される、普通紙に複写できる電子写真複写法のコストが下がると、事務用書類などの複写は電子写真複写に主役を譲り、事務室からジアゾ感光紙は消えていきました。しかし、ジアゾコピーは図面などの寸法精度の高いコピーに現在も使われています。老兵は生きていたと言ったところです。

5. 主流となった電子写真複写法

1960年代頃(昭和30年代の後半)に、原稿を反射で複写できるゼロックスコピーが、初めて職場に入ったときは感動したものです。

初めのころのものは文字や画像の再現性が悪く、コピーしたものを原稿にして複写すると、2～3回で判読不明になったものです。近ごろの電子写真の品質はよくなりました。随分進歩したものです。電子写真複写法はこれからも主要な複写法として伸びていくと考えています。

また、電子写真複写法の一つにエレクトロファックスがあります。この複写方式では光伝導性酸化亜鉛を塗布した塗工紙が使われるので、事務用の複写としては普及しませんでした。むしろ軽印刷のファックスマスターとして広く使われました。

6. ノーカーボン紙の発明

1954年、事務用の伝票などの複写に使われているノーカーボン紙が発明されました。これはマイクロカプセルを応用した画期的な発明です。アメリカのNCR社が10年の歳月を掛けて開発したものでした。

昔から使われていた感圧複写紙のカーボン紙に代わり、一見無色の紙から複数枚のコピーが採れるので、事務処理の能率向上、省力化に貢献しました。

無色のロイコ染料を油に溶かし、水の中に微粒子として分散させ、ゼラチンなどでこの微粒子を包み、微粒のマイクロカプセルを作り、紙の下面に塗って上用紙とします。これを酸性白土などを塗った下用紙を重ねて、上からボールペンなどで文字を書くと、圧力のかかっ

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

た部分のマイクロカプセルが破れて、ロイコ染料が下用紙の酸性白土と反応して発色します。複写を採るのにいちいちカーボン紙を挟む必要がなく、きれいで手際よくコピーが採れます。

日本では1963年(昭和38年)に国産のノーカーボン紙が発売されています。初めの頃、ロイコ染料を溶かす油にポリ塩素化ジフェニール(PCB)が使われました。カネミオイルのPCB事件以後、有害なPCBなどは使われていません。現在のノーカーボン紙は無公害の製品です。

日本のノーカーボン紙の品質は世界のトップレベルであり、世界市場で競争力のある数少ない紙製品のひとつです。

7. さまざまな記録紙

ノーカーボン紙で使われた無色のロイコ塗料と、常温では固体の酸性物質を紙に塗布したものが感熱記録紙です。感熱記録紙は印字装置が簡単なので、低価格のワープロ、パソコンの記録用紙として、需要が伸びた情報用紙です。

コピーのカラー化、高速記録、高画質記録などの要求に応えることのできる記録方式として、注目されているのがインクジェット記録です。比較的新しい記録方式と言えます。これに使われるインクジェット用紙として、普通紙に近い非塗工紙と塗工紙が市販されています。最近のインクジェット記録の品質はすばらしくきれいになりました。

磁気記録、光記録など素材にプラスチックなどを使用した新しい記録媒体が次から次に開発され、その性能もよくなっていますが、紙を素材とした記録紙はこれからも使われていくと考えています。

■第12回:「再生紙のお話」

1. 冷やかす

買う気がないのにいかにも買うように売物を見たり、その値段を聞くけれど買わずに立ち去る客が「冷やかし」です。また人をからかうことを冷やかすと言います。この言葉は昔、江戸(現在の東京)の再生紙の製造に由来することをご存じでしょうか。

江戸時代、東京は京都、大阪とともに三都とも呼ばれ、大都市、大消費地でありました。特に江戸は消費都市で、生活必要物資は上方などから船で運ばれました。

数少ない江戸の生産物、名産品に再生紙、浅草紙があります。江戸市中から集めた屑紙を漉返す紙漉町が浅草の観音に近い所にあり、そこで作られた再生紙が浅草紙で、江戸の名産物の一つでした。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

紙漉職人が屑紙を煮てドロドロな紙料にするとき、紙料が冷えるまで近くにあった江戸の歓楽街「吉原」に出かけ、格子の窓の女性をからかって来たことから、冷やかすという言葉が生まれました。

2. 浅草紙

昔の再生紙は屑紙をより分け、水に浸けて、かき回し、ドロドロな紙料として漉きあげたものですから、墨は除かれず残っており、ネズミ(鼠)色をしていました。

江戸時代の再生紙として、江戸の浅草紙、京都の西桐院紙、大阪の港紙が有名でした。2年前、江戸末期の港紙を調べたことがあります。汚れた色を目立たなくするために、青色に染めてありましたが、地合のよくない紙で、髪の毛やゴミが入っていました。当時、再生紙は悪紙と言われていたことが納得されます。

写真①は明治30年頃の浅草紙です。塵が多く、髪の毛、離解していない紙の破片が認められます。写真②は透過光で写したものです。塵が多く、地合の悪い厚みむらの多い紙であることがよくわかります。

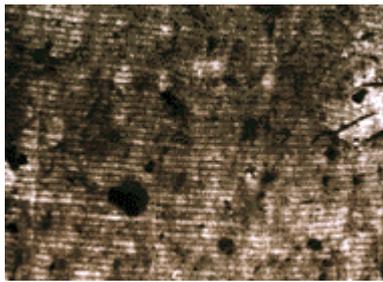


写真1 明治30年頃の浅草紙

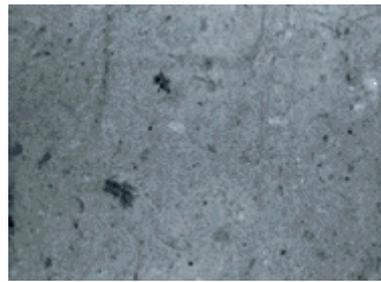


写真2 明治30年頃の浅草紙
(透過光で撮影)

科学者寺田寅彦が浅草紙について書いています。[大正十年(1921)東京日々新聞]鈍い鼠色で、赤や青、紫などの色彩の斑点、白地に黒インキで印刷された文字のある破片、毛髪、鉛筆の削り屑などが漉きこまれている様子が述べられています。浅草紙は漉返し紙の代表で最下級の粗悪な紙でした。

入手した戦後の浅草紙の品質も昔と変わっていませんでした。[写真③、④]



写真3 浅草紙「戦後のもの」表面



写真4 浅草紙「戦後のもの」裏面

3. 再生紙

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合会の機関誌に掲載されたものです。

再生紙はマスコミが作った言葉で、JISの紙パルプ用語には載っていません。

1980(昭和55)年、神奈川県庁と本州製紙の共同開発したPPC用紙「やまゆり」が再生紙の第一号です。それまで印刷情報用紙の内、上質紙系の紙の製造に古紙が使われていなかったのですが、省資源、省エネルギー、環境保全が強く求められる時代になり、開発されたのが、古紙を原料に使っている紙、すなわち再生紙です。

昔から古紙は製紙原料として使われてきました。漉返し紙の歴史は千年以上前の平安時代に遡ります。

4. 古紙の再利用状況

家庭、商店街、駅、オフィスビル、デパート、スーパー、新聞社、出版社、印刷会社、製本会社、紙器工場などから集められた古紙は、直納業者から製紙会社に納められ、再生使用されています。

古紙の利用状況を見てみましょう。次の表は日本製紙連合会が作成した1992年の「紙・板紙品種別リサイクル」をもとに作成しました。

1992年の紙・板紙生産量	28,310千トン
古紙回収量	14,466千トン
古紙品種別消費量	14,798千トン

品種別の消費量と利用率

新聞用紙	1,606千トン	49%
印刷情報用紙	1,567千トン	16%
包装用紙	30千トン	3%
衛生用紙	910千トン	62%
雑種紙	28千トン	28%
段ボール原紙	7,783千トン	92%
紙器用板紙	1,820千トン	83%
その他板紙	1,054千トン	97%

この表からわかるように、古紙は製紙原料の半分以上を占め、古紙利用率も1992年では52%に達しています。古紙利用率の低い印刷情報用紙の原料に古紙が使われ始めたのが、再生紙という言葉の使われ始めでありましたが、もともと古紙は木材チップとともに製紙の主原料です。日本は古紙利用率の高い国です。

「紙のはなし」は、
1994年～1996年にかけて(社)日本印刷産業連合
会の機関誌に掲載されたものです。

5. 昔の再生紙、今の再生紙

古紙を水の中に入れ、ドロドロにしたものを溶解古紙パルプと言います。板紙や段ボール原紙の製造に使われています。上記の古紙利用率を見ても83%から97%と原料はほとんど古紙であることがわかります。手近にある板紙を見ると印刷インキの粒子が多く見られます。

昔の再生紙、浅草紙などは溶解古紙パルプで作られました。漉返し紙です。中世以来、衰微した宮中では、古紙を漉返して使いました。薄墨色の宿紙です。
[写真⑤]

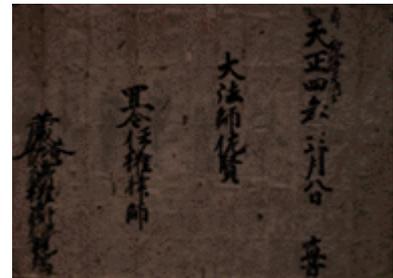


写真5 宿紙(天正4年(1576年)
朝廷より出された辞令書)
塵の多く見られる漉返し紙である
〔紙の博物館提供〕

今の再生紙は脱墨パルプが使われています。戦後、急速に発達した石鹼や洗剤が古紙のリサイクルに使われました。古紙を水の中でドロドロにし、洗剤を加え、印刷インキを洗い落とし、漂白したものが、脱墨パルプです。再生紙は脱墨パルプが使われます。最近の脱墨パルプは品質がよくなったので再生紙の品質はチップから作ったバージンパルプのみの紙の品質と変わらないくらいです。再生紙かバージンパルプの紙か見分けるのには、印刷インキの粒子やひげ(髭)パルプ[繊維の内腔に印刷インキが入り黒く見える]の有無で判定しますが、近ごろの再生紙は見分けるのに苦労します。多くの再生紙は新聞古紙が原料に使われているので、リグニンの検出と印刷インキ粒子、髭パルプの有無で見分けています。

新聞のチラシ、パンフレットやカタログ、ファッション誌、写真週刊誌などのカラフルな印刷物に使われる塗工印刷用紙に再生紙が使われています。資源保護の社会的要請に呼応していることを示すため、「この印刷物は再生紙が使われています」と誇らしげに印刷されています。はたして、再生紙を塗工原紙に使っているかどうかは、外見ではわかりません。この場合は、試験する紙の両面にセロテープなどの粘着テープを貼り、剥がすと、紙は原紙の部分で2枚に分割されますから、得られた原紙の切断面に印刷インキの粒子や髭パルプがあるかルーペなどで調べて判断します。

6. 使い捨ての用途には再生紙を

紙はリサイクルして使うことの容易な素材です。地球の緑を守るためにも資源の有効利用として、再生紙をもっと使って欲しいものです。昨年、スイスに行く機会がありました。公共施設、レストラン、ホテルなどで使われている使い捨ての紙、ペーパータオル、ペーパーナプキン、トイレトロールなどは無漂白か少し染色した再生紙でした。日本は紙を無駄に使い過ぎるとつくづく考えてしまいました。リサイクルのできない使い捨ての用途には、再生紙を使うようにしたいものです。

— 完 —

【参考文献】

1. 関 義城:江戸東京紙漉史考(富山房)(昭和18年)
2. 日本製紙連合会:紙・パルプハンドブック 1994