第 58 回紙パルプ研究発表会の概要

紙パルプ技術協会 木材科学委員会

A Report of 1991 (58th) Pulp and Paper Research Conference

Wood Science Committee, JAPAN TAPPI

平成 3 年 (1991 年) 6 月 6, 7 日の両日, 星陵会館ホールにおいて, 約 330 名参加のもとに第 58 回紙パルプ研究発表会が開催され, 産官学の各界より 32 件の研究成果が発表された。本報はその要旨を座長の諸先生にまとめて頂いたものである。

紙の物理的・化学的性質

座長 (東農工大農) 岡山隆之

1-A 手抄き紙の水浸透性の測定

(株)日本紙パルプ研究所 梶原 章, 大沢純二

紙の厚さ方向に対して短時間における液体の浸透過程を把握するために, 液体の浸透による紙の反射率の時間的な変化を測定する装置を開発した。測定はガラス上の紙試料に液滴を滴下した後, 液体の浸透による紙の裏面の反射率変化を, 光ファイバーを取り付けた光強度測定器を用いて連続的に行われた。光強度測定器の出力はデジタルストレージスコープでサンプリ

ングし, AD 変換後パソコンで処理される。データのサンプリングは $16\mu\text{s}$ ~ 20ms で行われる。また, 液体の浸透深さは, 液体浸透前の高反射率の層と浸透後の低反射率の層の 2 層構造を仮定し, Kubelka-Munk の理論を用いて算出される。この装置により, 非接触で 1 秒以下の短時間における紙層内部への水の浸透過程を測定することが可能となった。

この装置を用いて樹種や調成条件の異なる漂白クラフトパルプの手すき紙の水浸透性を測定し, 紙の空隙構造との関係を検討した。水浸透速度はマングローブ $\geq$ ブナ $>$ ポプラ $\geq$ エゾマツの順となった。この結果は水銀圧入法による細孔量およびその分布と関係し

ていることが認められた。また、ブナ材の手すき紙を用いて叩解、ウェットプレス圧、カレンダー処理の影響を検討した結果から、手すき紙の水浸透性は基本的には紙の密度に支配されるが、同じ密度の場合にも細孔分布によって差が生ずることが示された。

近年、紙の製造、加工あるいは使用工程は高速化が進み、短時間における紙への吸収、浸透挙動が重要となっており、このような新しい測定方法の開発は極めて意義深い。

2-A 紙の液体吸収挙動と膨潤による紙層構造変化—坪量および叩解の影響—

(特種製紙㈱) 松田裕司

(東大農) 空閑重則, 尾鍋史彦, 白田誠人

紙への液体浸透性についてその基本的な因子を明らかにするため、叩解度の異なる針葉樹および広葉樹パルプから手すき紙を調製し、液体吸収性測定器を用いた吸水量および吸油量の時間的変化の測定、ならびに保水度の測定を行った。演者らは紙への液体の浸透機構を、①繊維間の空隙への毛細管浸透と、②繊維内および繊維間結合部への拡散浸透からなると考えた。そこで、測定した吸水量は①および②の現象による液体の浸透量と膨潤により増加した繊維間空隙体積を加えた量であり、吸油量は①の現象による浸透量とし、さらに②の現象による浸透量は保水度測定において遠心分離後の紙の含水量とした。したがって、膨潤による繊維間空隙体積の増加量は、吸水量から吸油量および遠心分離後の紙の含水量を差し引いたものとした。これら特性値におよぼす紙の坪量ならびに叩解度の影響について検討した。

坪量の増加に伴って吸水量が増加するが、紙と水の接触時間が増加すると繊維への拡散浸透が生じて膨潤による空隙体積が増加するため、坪量増加に伴う吸水量の増加が大きくなった。また、叩解が進むと吸水量、吸油量とも減少した。一方、繊維間空隙体積増加量は叩解によって吸油量と同様に減少した。すなわち、繊維自身の吸水量は叩解とともに大きくなるが、繊維が膨潤することによる繊維間空隙の増加量は、乾燥時の繊維間空隙(吸油量)と同程度であり、この関係は叩解によってほとんど影響を受けない。

この検討結果は、紙への液体の吸収特性を考える上で重要な指針となろう。

3-A 紙の細孔構造と短時間での液体吸収

(大蔵省印刷局研究所) 宗像弓子, 山崎秀彦

紙への液体吸収性の代表的な測定法の一つであるブリストー法を用いて、上質紙、中質紙、コート紙などに対する非水系液体であるエチルアルコール/ポリエ

チレングリコール混合液の吸収挙動を評価し、併せて水銀圧入法によって測定した細孔量ならびに細孔径との関係を検討した。また、紙の細孔構造を通常のシリンダモデルとして捉えるのではなく、実際には液体が通過するために多くの屈曲が存在すると考え、上記の測定から曲路係数の算出を試みた。

中質紙では液体の粘度や表面張力にかかわらず、液体の転移量と $(\gamma_L \cdot t / \eta)^{1/2}$ との間で同一の直線関係が認められた。一方、上質紙では PEG 配合率が 80% 以上になると直線の勾配が低下した。したがって、液体によって短時間の吸収に関与する紙の有効径が異なることを示した。また、紙の裏面に液体が到達するまでの長時間吸収を測定し、転移量から粗さ指数を差し引いた量は、EtOH 100% の場合、浸透初期では $t^{1/2}$ に対して直線関係があったが、 $10 \text{ ms}^{1/2}$ 以上になるとその勾配が穏やかになった。コート紙の吸収曲線は、コート層を有するため 2 段階からなる吸収を認めた。上質紙は中質紙に比べて細孔半径および曲路係数が小さく、EtOH 100% の吸収係数が大きいことから、単位面積当たりの細孔管本数が多いと考えられた。

ブリストー法による紙への液体の吸収性の測定について、従来の理論に新しいモデルを加えた興味ある報告である。

座長 (東農工大農) 佐渡 篤

4-A レーザホログラフィーと画像処理法による紙の物性解析 (その 1)

—破壊過程での歪分布の測定と解析—

(日本たばこ産業㈱) 花田淳成

(東大農) 尾鍋史彦, 白田誠人

紙の引張変形時の各部分における変形をレーザを用いたスペックル干渉法によって初めて示したのは M. B. Lyne の研究であり、それ以来、紙の引張変形時の歪分布を非接触で求められるので注目されて来た。この研究では紙の引張変形時のレーザホログラムを得て歪分布を 3 次元に拡張することを目指してレーザホログラフィー装置の試作研究を行っている。

レーザホログラフィー装置は、出力 15 mW の He-Ne レーザを用い、ビームスプリッタにより参照光と照明光に分け、各々をスペイシャルフィルターにより拡散させ、写真乾板の各々に照射してホログラムを記録する。スパン長を 10 cm に設定し引張試験機に幅 1.5 cm の紙試験片を装着して、予め $50 \mu\text{m}$ の変位を与えて緩和させた後に最初の露光を行い、更に $400 \mu\text{m}$ の変位を与えてから 2 回目の露光を行った。

試料には N・BKP 手抄き紙を用い、地合は地合画像を CCD カメラで撮像して画像処理を行いパワースペ

クトルを求めた。得られたホログラムと地合の画像を比較した。微小部の坪量の小さい部分から破断が起ることが示唆された。また、ホログラフィー装置による計測には微小であっても振動は好ましくないことを見出した。本法は非接触かつ非破壊的に歪分布を求めることが可能であると言う優れた特色を持つので、更なる展開が期待される。

5-A 熱画像法による紙の変形／破壊過程の観察

(京大農) 山内竜男, 奥村正悟, 村上浩二

紙の変形や破壊に伴い、吸発熱、AE などの音の発生、不透明度の増加などの多くの現象が知られているが、いずれも紙の変形機構の解明に多くの示唆を与える。発表者らは紙の変形時の AE について検討を加えて来たが、ここでは紙の変形を更に多面的に捉えるために、サーモグラフィー（熱画像法）により変形時の紙試験片の表面温度分布の変化を求め、紙の変形時の吸発熱現象を熱画像によって動的に検討した。紙の変形時のサーモグラフィーを検討した例は本発表が初めてであると思われる。

試料として N・BKP 手抄き紙の他、各種市販機械抄き紙を使用し、インストロン型引張試験機によってつかみ間隔 50 mm、引張速度 20 mm/min. により標準雰囲気中で引張り荷重-歪曲線を記録すると同時に紙試験片の熱画像を観察記録し、熱画像を得るために日本電気三菱製のサーモトレーサ 6 T 62 型を使用している。

今回判明したことの一つは、同じ試験片表面でも温度分布は均一ではなく温度幅 0.2~0.3℃ あるいはそ

れ以上の温度分布が観測されたことである。引張変形時の紙試験片表面の平均温度と荷重-伸び曲線の関係を図に示す。a 点は伸びが 0.1% の点であり、b 点は伸びが 2.9% の塑性変形の間中点を示し、c 点は伸びが 4.5% の破断直前で、d 点は 4.8% の破断直後の点である。試料表面の平均温度は、弾性領域から塑性領域に移行する伸び約 0.6% までは減少し、その後は増大を続ける。これはマイクロカロリーメータを用いた Ebering が紙は弾性領域中では吸熱し、塑性領域では発熱することを示した結果と符号すると発表者らは考えている。また破断時の温度上昇が著しいことも見出すことが出来た。

本手法は紙試験片の温度分布を比較的容易に可視化出来る点で優れており、紙の変化挙動を解析する上で今後の展開が更に期待される。

座長 (京大農) 村上浩二

6-B ニューラル・ネットワークによる繊維組成の判別

(十條製紙(株)中央研) 内藤 勉, 霜田理佳,
宮城みどり, 茂木 茂

紙や古紙パルプにおける繊維組成の分析にはエキスパートによるパターン分析、個々の繊維の識別など経験を要する複雑な方法が用いられてきた。演者らは自己学習能力があり、近い将来その汎用化がほぼ約束されているニューラル・ネットワークに着目し、繊維組成分析における測定精度とデータの客観性の向上を目的に、その適用を試みている。

従来の分析法は染色による繊維の呈色状態と形態・寸法に基づいているが、本報告では最初の試みとして計測の容易な繊維長分布のみを供試データとしている。供試パルプは LKP, NKP, TMP, GP である。

まず、繊維長分布を 4 つの領域に区分し、各区分の平均割合を入力信号または教師信号とする。使用したニューラル・ネットワークは入力層、中間層、出力層から成り、入力層の 4 ニューロンは各繊維長区分に対応するもので、供試パルプのデータを順次入力する。なお、中間層および出力層のニューロン数は試料に応じてそれぞれ 2~8 および 4~10 に変えている。単一パルプ系について学習をくり返した結果、約 500 回の学習で正答率 97% を得た。次いで、2 種パルプおよび 3 種パルプの混合系について検討し、画像処理データと繊維長分布データに基づくエキスパートシステムに近い結果が得られることを示した。以上の結果から、演者らは繊維長分布データに加えて分光学的情報の入力が必要であると結論している。この方法の完成が期待される。

図 紙の引張変形時の試片表面の温度上昇曲線 (・)

7-A 紙の気相ジエチル亜鉛 (DEZ) 処理について

(東農工大農) 山崎洋一, 大江礼三郎

(山陽国策パルプ(株)商品開発研) 浜田忠平

近年、図書の劣化が大きい社会問題になっており、その対策が種々検討されている。その一つ、気相ジエチル亜鉛 (DEZ) 処理は一度に大量処理が可能であるなどの理由で有望視されているものである。本研究は DEZ 処理による劣化抑制効果および反応プロセス、特に積層した図書試料中におけるガスの浸透状態について検討を加えたものである。

まず、国内刊行図書 19 冊を供試し、DEZ 処理と急速劣化処理を施し、正確に荷重を変え得るように改良した MIT 型耐折試験機を用いて、その劣化の程度を調べた。その結果、劣化の進行した試料の場合、通常の試験条件 (荷重 300 gf) では DEZ 処理の劣化抑制効果が見られないが、図書を取り扱う実用強度に近い条件 (荷重 20 gf) では顕著な劣化抑制効果が認められることを見いだした。次いで、市販の本文用紙および LBKP シートに DEZ 処理を施し、原子吸光分析法により亜鉛が 1% 以上導入されていることを確認したのち、エネルギー分散型 X 線マイクロアナライザーを用いてシート中における亜鉛の分布状態を調べた。その結果、亜鉛はシート全面にわたって広く分布していること、さらに、化学パルプ繊維では亜鉛が繊維壁内部にも存在しているが、機械パルプ繊維では繊維や内腔の表面のみに存在することを明らかにした。なお、繊維壁中の亜鉛はリサイクル処理により増大、叩解の進行に伴って減少する傾向のあることを認めた。

木材化学・バイオマス・バイオテクノロジー

座長 (農水省森林総研) 島田謹爾

8-A 針葉樹数種に含まれるピッチ成分の定性と定量

(北大農) 小島康夫, 藤田博之, 寺沢 実

新聞用紙製造工程のピッチトラブルを解明する目的で、サクシオンフェルトに付着するピッチ成分を採取し分析した。ピッチの 9 割はヘキサン可溶成分で、これを酸性部および中性部に分別し、ガスマス分析を行い、酸性部より脂肪酸 (4 種)、樹脂酸 (5 種) が、中性部よりジュバピオンの存在を確認し、同定した。これらの成分の原料起源を分析し、前者はラジアタマツ、後者はトドマツ由来であることを明らかにした。また、樹脂酸は熱や酸に影響を受け易いため、製造工程で異性化が起り、ピッチ中に占める割合が大きく変動することを明らかにした。ピッチ析出量は一般に温度、pH、ピッチ濃度等の影響を受けるので定性、定量にあたっては分析条件の設定が大切である。トリグリセラ

イド、抽出されないで残る成分の存在が質問されたが問題は無いようである。

9-A E1 段リグニンの起源と性状

(東大農) 松本雄二, 新谷博幸, 石津 敦

パルプ漂白排液に含まれる有機塩素化合物の環境への影響を明らかにするねらいで、塩素化パルプ中に生じた塩素化リグニンの特性を究明した。特にアルカリ処理過程での有機塩素化合物の挙動を解明するため、含水ジオキサン、含水ジメチルスルホキシドで塩素化リグニンを高収率でパルプより抽出し、これらを用いてリグニン量と K 価との関係、糖分析、元素分析、分子量、結合塩素の性状等を調べた。アルカリ抽出処理によって加水分解を受けない安定有機塩素の存在量に注目し、対パルプ塩素添加量、樹種 (針葉樹、広葉樹)、パルプの種類 (未晒 KP, その酸素晒パルプ) について比較検討した。その結果、塩素添加量 (Chlorine ratio) の影響は大きく、低い添加量で塩素化したパルプが相対的に安定有機塩素の割合が高いことを見出した。さらに、酸素晒したパルプを低塩素で処理すると不安定塩素を多く含むことが報告され、酸素処理パルプの残りリグニンの特異な構造を示唆する点で興味もたれ、これに関連して質疑がなされた。

座長 (東京農工大) 諸星紀幸

10-C リグニン分解菌 (IZU-154 株) によるクラフトパルプの漂白

(九大農) 近藤隆一郎, 藤田弘毅, 村田修一, 坂井克巳

(神戸製鋼所生物研究所) 榎野由恵, 西田友昭, 高原義昌

近年、パルプ漂白工程の無公害化、省エネルギー化をめざして、微生物を用いた生物的漂白法の検討がなされてきている。本報告はリグニンに対して高分解性、高選択性であると言われる IZU-154 株を用いて、パルプ漂白工程への微生物処理の導入について検討したものである。

供試パルプはブナ、アカマツ、スプリース及び工場製 N 材 KP がそれぞれ用いられ、これに IZU-154 株菌体懸濁液が加えられ、30℃ で所定期間培養された。菌処理パルプはさらに塩素段、アルカリ段、二酸化塩素段 (CED 3 段漂白) で処理され比較検討された。

その結果、ブナ及び針葉樹未晒クラフトパルプ (UKP) はともに通常の 5 段漂白 (CEDED) と比べて、72% の塩素系薬品量の節約と、PC 価の減少が観察された。さらに、菌処理漂白系のパルプ強度はいずれの強度においてもほとんど強度低下は見られず、漂白排液特性についても通常の化学漂白処理に比べて

COD 49%, 色度 78% の減少をもたらす、排液処理工程の負荷を大きく軽減できることを明らかにした。

また、未晒クラフトパルプを酸素漂白後に菌処理を行うことにより、カップー価の減少に伴う顕著な白色度の上昇 (17~22%) と、収率減少のないことが確かめられた。それ故、後続する処理段でさらにアルカリ処理して過酸化水素漂白を行い、非塩素系漂白プロセスの確立をはかった。その結果、白色度 84~87 の全晒パルプを得ることが出来、非塩素系漂白 (生物的处理を含む) 方法の一つのプロセスを提案している。

11-C リグニン分解菌 (IZU-154 株) のメカニカルパルプ製造への応用

(神戸製鋼所生物研究所) 西田友昭, 榎野由恵, 高原義昌

(九大農) 藤田弘毅, 近藤隆一郎, 坂井克巳

本研究はバイオパルピングの一つの応用例として、IZU-154 株によるバイオメカニカルパルピングの可能性について検討している。

まず、IZU-154 株のリグニン分解力について検討し、この菌の特徴として、基質リグニンの高分子及び低分子部分ともに、他の菌 (*C. versicolor*, *P. chrysosporium*) に比べてより大きな分解力を示し、リグニン高分子部分の可溶化能力も大きいことを示した。

さらに、ブナ粗砕パルプに IZU-154 株を接種し、フリーネス 200 ml まで解繊するのに要するリファイニングエネルギーを算出し、生物処理による省エネルギー効果について検討している。この結果、広葉樹 (ブナ)、針葉樹 (スプルース、アカマツ) とともに、菌処理を行わないコントロールに比べて 1/2~1/3 のリファイニングエネルギーの減少が認められた。また、紙力についても引張り強度が 16~36% 向上した。

結局、粗砕パルプに培養液と菌体を加え、7 日間培養処理することによって、著しいリファイニングエネルギーの低減と、紙力の向上を図ることが出来るとしている。

また、討論の中でも、この菌のパルピング効果に対する反応メカニズムやチップに対する効果などについても質疑応答があった。

座長 (三井業際植物バイオ研) 小出一雄

12-C 交雑ヤマナラシのリグニン生合成遺伝子の特徴と遺伝子組換え系の確立

(東農工大農) 諸星紀幸, 山門幹子, 山田恵子, 梶田真也, 刑部敬史, 川合伸也

(東農工大共同研究開発センター) 片山義博 (十條製紙㈱) 秦 邦男

交雑ヤマナラシのフェニールアラニン・アンモニア

リアーゼ (PAL) 遺伝子とペルオキシダーゼ (PO) 遺伝子を PCR 法で分離し、構造を解析した。桂皮アルコールデヒドロゲナーゼ (CAD) 遺伝子については、インゲンマメから既知の CAD を取り出し、それをプローブとして交雑ヤマナラシの CAD 遺伝子を単離した。

一方、カナマイシン耐性及び β -glucuronidase 遺伝子を導入した形質転換細胞を取得し、さらに幼木にまで育成することに成功した。

13-C β -エーテラーゼの酵素的特性と遺伝子構造解析

(東農工大農) 政井英司, 川合伸也, 諸星紀幸 (東農工大共同研究開発センター) 片山義博

Pseudomonas paucimobilis の β -エーテラーゼは膜蛋白であり、 α 位がカルボニル型の β -エーテル化合物を NADH の存在下、還元的に開裂する。

この酵素の遺伝子のクローニングを行い、塩基配列を決定した。また大腸菌内で発現した酵素の性質は *Pseudomonas paucimobilis* の酵素と差異は認められなかった。

特別講演

座長 (東京大学農学部) 白田誠人

21 世紀を目指すエレクトロニクス技術の展望

(富士通研究所・電子機器部門長) 稲垣雄史氏

電子機器産業の規模としてコンピュータが 26 兆円、通信が 9.9 兆円、半導体が 6 兆円などの巨大なマーケットであることが紹介された。さらに、この値は 21 世紀までに 3 倍、20 年先には 15 倍になるであろう。電子機器技術は真空管からトランジスタに、さらに VLSI, D-RAM は 64 KB から 1 メガ、4 メガと際限なく展開している。新素材の開発と合まって、より微小化、高度化するのが特徴である。講演ではさらに量子論の説明に基づいてトンネル効果が如何に電子機器において重要な作用を持つか説明があった。コンピュータに関しては処理速度の向上と共に大型機からパソコン型へ、端末を増やすネットワーク化が進行していることが指摘された。一方、コンピュータの大型化による処理速度の向上が求められており、複雑な現象の解析のためにスーパーコンの並列処理などにより速度の向上が考えられているが、現在のシステムを組み合わせる限り 21 世紀に必要なとされる情報量の処理にコンピュータの能力が追いつかないかもしれない、それらが克服されることに依って自動翻訳機も次世代に可能となるかもしれない。コンピュータはいままで 0 か 1 で判断していたものを、最近では曖昧さを取り入れつつ

特別講演の稲垣雄史先生

ある。ファジーとニューロコンピュータである。自己学習効果を取り入れての結論誘導により誤りが減少し、例えとしてコンピュータ診断による株の売買はかなり確率が高かった。こうした発展のある反面、銀行などでは顧客サービスのためにコンピュータはデータの記憶装置化しつつあるのも現状である。

最後に通信に関して、将来の通信が広帯域化、パーソナル化、インテリジェント化を目指しており、光ファイバによる光通信の普及にとともに ISDN (Integrated Service Digital Network) が実現し、通信の量的質的拡大が行われるであろう。例えば電話は一人一人が持ち何時でも何処でも使用できるような時代がくることが述べられた。

パルプ・製紙原料

座長 (十條製紙㈱) 松倉紀男

14-A OA 古紙の脱墨について

(花王㈱化学品研究所) 宮内芳孝, 城石高伸,
石橋洋一, 高橋広通, 岩崎徹治

OA 用紙の使用量が急激な伸びを示しているにもかかわらず、OA 古紙がほとんどリサイクルされていない理由として、OA 古紙の回収ルートが確立されていないことの他に、脱墨技術にもまだ未完部分があることがあげられる。筆者らは、OA 古紙を従来の方法で離解した場合に、剥離されたインキ粒子は $30\mu\text{m}$ 以上の大きなものになり、フローテーション処理において除去されにくくなることから、インキ粒子を微細化させるための技術の確立が重要と考え、脱墨システムおよび脱墨剤を検討した。

その結果、ニーダー2段処理を行うと、1段処理の場合よりも機械的剪断力アップによりインキ粒子径が

細くなり、脱墨性能のアップが確認された。また OA 印刷紙に使用されているインキのトナーバインダー樹脂により脱墨性能が異なり、ポリエステル系の方がスチレンアクリル樹脂よりも脱墨しやすいこと、離解温度が高い程、脱墨性が向上することが判明し、いずれもインキ粒子の細分化が進み、フローテーションで除去可能になったものと考えられた。これらの結果に基づき、OA 古紙の脱墨を容易にする脱墨剤を設計し、その性能を確認した結果、油脂誘導体系化合物の疎水性を増加させたものが良い脱墨性能を示した。

15-A コピー済み古紙の脱インキについて

(福井工大) 中野準三, 丸山寿之, 広野浩一

難脱インキ性であるオフィス古紙を用いて、パルパー-ニーダー-フローテーターの工程により、脱インキの実験を行い、薬品処理条件および超音波処理の効果を検索した。試料古紙は静電複写方式によってコピーされ、2ヶ月経過したものを使用した。ノニオン系界面活性剤を対古紙 0.2% 添加し、NaOH 量を変化させた場合は、NaOH 量に比例して脱インキ率は高くなるが、白色度は逆に低下した。① NaOH 1%, ② NaOH 1% + Na_2SO_3 3%, ③ Na_2SO_3 3% の脱インキ率を比較すると、② > ③ > ① となり、 Na_2SO_3 の効果が高いことが認められた。薬品処理温度が高い程脱インキ率は向上するが、白色度は低下した。次に超音波処理の効果を調べた。超音波処理と薬品処理の併用は脱インキに有効と認められ、発振周波数は 45 および 100 kHz の方が 28 kHz より脱インキ性が優れており、超音波処理-薬品加熱と薬品処理-超音波処理の比較では、後者の方の効果が優れていた。

座長 (本州製紙㈱) 大石哲久

16-B 古紙の裁断処理

(東農工大農) 豊田芳久, 大江礼三郎

オフィス古紙は機密保持のためにシュレッダーによって裁断され廃棄されている。市販上質紙系と再生紙系 2 種類の PPC 用紙について、シュレッダーで裁断幅を変えて細長に裁断し、手抄シートを調製し、繊維長、強度を測定した。またモデル的なパルプ繊維によるランダムシートを仮定し、それを切断する場合における短繊維化のシミュレーションと実測値とを比較した。

繊維長の変化は、上質紙系は低下傾向を示し紙の横方向に裁断幅 3 mm の場合が明瞭で、再生紙系は裁断幅 1 mm での低下が著しい (6 mm 幅から低下傾向)。

紙力 (引張り強さ、引裂き強さ、耐折強さ) の変化は、上質紙の場合、手で破断した時の低下が大きく (化学パルプを再生した時の紙力低下と同一現象)、これと

6.3 mm 幅に処理した場合と強度差が殆どない。再生紙は 1 mm 幅で明らかに強度低下している。

シュレッター断裁処理による繊維長低下は、モデル繊維のランダムシートについてシミュレートした繊維長の低下より小さい。シュレッターで引き抜きによる破断が生じていると推定し、SEM の観察で確認された。

これらの結果から、従来シュレッターの使用で紙力低下があるのではという危惧は、断裁幅 3 mm 以下にしなければ強度上問題はないようであり、また質問にもあったが、秘密保持上もこれ以上細片化する必要がないだろう。今後シュレッター処理による脱インキ性への影響についての研究を期待する。

17-A セリサイトマイカの充填が紙質に及ぼす影響 (製品科学研究所) 品川俊一、熊谷八百三 (阿波製紙㈱) 背川浩明

セリサイトマイカを重量平均粒径 14.96, 7.17, 4.64, 0.385 μm の 4 クラスに分類したものを各々 NBKP に配合し、370 ml/CSF に叩解したものの手抄シート特性を、炭酸カルシウムを充填した場合と平均粒径 100~300 μm 程度のフロゴバイトマイカ充填した場合と比較した。

引張りの強さは炭酸カルシウム充填の場合の低下度合と同傾向であり、板状、粒状という形状の差はなかったが、粒径の小さい方が低下率が大きい傾向であった。

不透明度は 0.385 μm セリサイトマイカが最も高く炭酸カルシウムは最低レベルであった。

平滑性 (パーカープリントサーフ) は明確な傾向が認められず検討の余地がある。

セリサイトマイカ内添紙の大きな特徴である難燃性 (酸素限界指数) は、0.385 μm を約 60~70% 充填したものが優れているが、同一充填量では水酸化アルミより劣る。ただし燃焼後も紙の形状が残る特徴がある。

本発表は、愛知県に産出する天然のセリサイトマイカを NBKP に配合した場合の紙質特性を紹介したものである。会場からも不透明性に関心を示す質問があったが、不透明性、難燃性の特徴を利用しリテンションやコストを含めた具体的応用については今後の課題である。

計測・制御

座長 (東大農) 尾鍋史彦

18-B CCD イメージセンサーによる紙のきょう雑物測定

(王子製紙㈱) 吉田芳夫、^{*} 泉 秀樹、細野 聡
(東英電子工業㈱) 木塚秀雄

密着型の CCD ラインセンサーを動いている紙試料の上で走査させることにより、従来より面積の大きい試料を高速で、目視のような個人差を排除し、高精度で測定可能とする方法である。原理としては紙のきょう雑物に起因する紙の反射光量むらからきょう雑物の幅を検出するものであり、反射光量むらに相当するピーク電圧によりきょう雑物の層別が可能であり、さらに回帰直線を用いた計測面積の補正も可能である。万能投影機による実面積と比較したところ、本方法による計測面積は高い相関があることが分かった。オンライン・リアルタイムでのきょう雑物測定法として注目すべき方法で、古紙パルプから作る再生紙のきょう雑物の測定などに適用可能であろう。

19-B 紙物性の解析および計測に関する研究 (第 3 報) 流速計による試料流れのモニタ (山陽国策パルプ㈱商品開発研究所)

多々良 保、阿部裕司、稲留丈治、坂本 祥

紙の繊維配向性はカールなど紙の基本的な物性値を支配する重要な要素であるが、これはワイヤ上での紙料の流動挙動が支配しているといえる。本研究では空間フィルタ方式の速度検出器を用い濃淡むらの移動速度から紙料の速度を検出するもので、抄紙機のワイヤ上でのヘッドボックス直後の紙料流れ挙動の幅方向プロファイルを得ることが出来る。データとしては抄紙機上でジェット/ワイヤ速度比を変化させた場合の幅方向流速プロファイルが示されたが、速度差ベクトルと繊維配向角のプロファイルが相関することが分かった。繊維方向性と流動挙動の関係を知るには流れが層流か乱流かが大きく影響してくるので、レイノルズ数による流れの把握などを更に行うことにより、本方法は紙製品の紙ぐせなどの改善の有力な武器となるであろう。

20-B 紙物性の解析および計測に関する研究 (第 2 報) 紙の加熱フクレの測定法 (山陽国策パルプ㈱商品開発研究所)

福島一守、畑野昭夫、佐藤俊一、坂本 祥、
安田 強

紙の加工時の寸法変化の局所的ムラに起因する加熱フクレを定量的に測定しようとする試みであり、紙の光沢度や色の影響を受けない光学式変位センサーを紙面上で走査させることにより紙の凸凹形状を直接計測し、数値計算により定量的に加熱フクレを評価しようとするものである。データとしてはフクレの形状の 3 次元の鳥瞰図およびフクレ指数として得られるが、一般的に水分の低い、収縮の小さい部分で加熱フクレが大きくなり、繊維の配向も大きく影響する。今後、紙

の諸物性と加熱フクレとの関係を知ることにより、加熱フクレの防止技術の開発などに発展することが期待される。

パルプ・製紙原料

座長 (東大農) 飯塚堯介

- 21-A 過酸化化物による KP 漂白 (III) KMnO_4 漂白 (PM 法) による KP の白色度、粘度の変化
(北大農) 小島康夫, 寺沢 実
(日本クロリンエンジニア) 富家和男

演者らはクラフトパルプの中性およびアルカリ性過マンガン酸カリウム処理による脱リグニンを、非塩素系漂白法として応用することを目的とした研究を続けており、本報告は其中で、漂白条件とパルプ特性との関係について検討したものである。過マンガン酸カリウムはコントロールされた条件下では選択的にリグニンと反応し、それを分解することが知られており、これを利用してカップー価の測定が行われている。その意味で過マンガン酸カリウム処理は基本的に漂白法として可能性を持つものと考えられる。筆者も新しい漂白法についてのヒントを与えるものとして、大いに関心を持っている次第である。

しかし、本来、過マンガン酸カリウムは強酸化剤であり、反応条件の適性が極めて重要であり、報告で採用されている酸性条件下、 70°C での処理において晒パルプの粘度が低下したことは、この条件が過酷にすぎたことを示している。今後、セルロースに対する保護剤の開発も検討すべき課題であろう。なお、本法を実用化するうえで最も問題になると考えられるものに、排水中のマンガン化合物またはマンガニオンの問題があらう。もちろんその多くは何等かの方法による回収・再利用のみちが開発され则认为るが、低濃度で残存するマンガニオンが新たな環境問題の原因とならないことを十分確認する必要がある。

- 22-A メカニカルパルプの光黄色化に対する薬品添加の影響

(ニューヨーク州立大) 大森茂俊
(岩手大農) 種田建造

メカニカルパルプの光黄色化の機構およびその防止方法の解明は近年、世界的に最も活発に研究されている課題の一つであるが、現在のところ明解な結論が得られていないのが実状である。それは光黄色化に関与する化学構造が極めて複雑であるのみならず、パルプ表面に存在する極く僅かの構造がそれに対応しているために、分析が非常に困難であることによる。本報告で演者らは、パルプの黄色化に関与する酸素活性種お

よび着色構造を特定する努力はひとまず置き、黄色化防止に効果があると考えられる薬品群について総括的なスクリーニングを試みている。その結果、紫外線吸収剤である 2,4-Dihydroxybenzophenone (A), 2,4,6-Triphenylphenol (B), Benzylidene acetone (C), 抗酸化剤である Triallyl-s-triazine-2,4,6-(1 H, 3 H, 5 H)-trione (D), Uracil (E) 等の薬品の単独または組合せ使用が効果であり、なかでも、(A) + (D), (B) + (D) あるいは (B) + (E) の組合せ使用の効果が有効であった。しかし、実際にこれらの薬品を演者が行っているように対パルプ 1.5% 添加することは困難であり、添加量の低減が重要であろうし、より根本的には、黄色化の起源構造自身の化学的変換により黄色化を防止する方策を検討していくことが必要であろう。

調成・ウエットエンド科学・抄造

座長 (株日本紙パ研) 可知省吾

- 23-A カチオン性ポリアクリルアミドのパルプ-ラテックス間転移時に起こる分子切断
(九大農) 田中浩雄
(STFI) A. スベリン, L. オドベリ

抄紙工程における高分子添加剤の繊維表面、ないしその近傍における挙動を解析するため、パルプに吸着されたカチオン性ポリアクリルアミド (CP) のパルプ表面からラテックス表面への転移について検討した。

CP は分子量の異なる CP-L, M および H (それぞれ $\text{Mn}=6.7 \times 10^3$, 8.9×10^4 および 7.3×10^5) を用い、ファインを除いた NBKP に 0.3% 添加した。一定時間攪拌後、ポリスチレンラテックス (PSL) を添加した。攪拌しながら一定時間経過後、反応液の一部を採取、濾過して PSL を集め転移した CP を定量した。

CP のパルプから PSL への転移率は分子量が小さいほど速やかで、最も分子量の小さい CP-L では Shear (攪拌速度) の影響は僅かであった。分子量が大きい他の 2 種の CP を添加した場合には、Shear が大きいほど転移率が高くなり、転移に誘導期が現れた。

反応終了後 PSL を集め、転移した CP を脱着させ分子量を GPC で調べた。反応中に分子の切断による低分子化が起こり、その程度は CP の分子量が高いほど大きいことがわかった。

CP-H の添加量を少なくした場合には、転移は速く分子量低下は激しくなった。

以上から、歩留り・濾水性向上剤の添加においても Shear の影響が大きいことが示唆された。

この発表に対して、CP がパルプ間でも同様な転移をしている可能性について質問があった。これについ

ては検討されていないが、カチオン性ポリマーの挙動を知る上で興味深いというコメントがあった。

24-A アルキルケテンダイマーによるサイズ発現挙動解析

(花王㈱化学品研究所) 近藤純二, 岩崎徹治

(花王㈱素材研究所) 小久保 勲

AKD サイズ剤のバルブとの化学結合の有無およびサイズ発現機構について演者らの考えが提示された。

AKD を添加して調製した手抄きシートからは、乾燥などの調製条件に拘らず、ほぼ全ての AKD が抽出回収された。また ESR の測定によって、シート中の AKD のスペクトルは標品と一致することが分かった。

以上のような事実から、AKD はバルブと反応していないと結論された。

サイズ発現機構についての検討では、結晶の生成との関係が議論された。3%以上の添加率では AKD の鱗片状の結晶は SEM によって観察されること、ガラス板を用いたモデル実験では AKD 懸濁液の蒸発と共にその結晶が生成することが確かめられた。

そこで演者らはこのような AKD の結晶が繊維間に生成することによって、シート内の空隙が効率よく疎水性化された結果としてサイズ効果が発現するという機構を提案した。

この発表に対する質問で、AKD がバルブと反応しない点については同じ結論を得たことがコメントされた。結晶生成に際して、繊維表面に分散した AKD 分子が移動すると考えるか、結晶が生成する空隙や結晶の大きさとサイズ効果との間に関係があるのかについても議論されたが、実験による検証はされていないとのことであった。

座長 (大蔵省印刷局研) 山崎秀彦

25-A 超音波変位センサーによるワイヤー上脱水状態の評価

(三菱製紙㈱中央研究所) 鍛冶裕夫, 桂 徹

迅速かつ正確にワイヤー上の脱水状態を測定するため、超音波変位センサーの利用を検討した。まず、実験室で対象物の種類、温度、距離などの因子がセンサー出力に及ぼす影響を評価し、距離以外の因子については出力補正が不必要であることを明らかにした。次いで、実際の繊維懸濁液(LBKP)を供試して液面が変動する条件下での変位測定を行い、十分な精度が得られることを確認した。以上の検討結果をもとに測定条件を決め、抄紙機ワイヤー上で繊維懸濁液の厚さとタービュレンスの測定を試み、従来の方法より効率の良い測定が可能なことを明らかにした。

質問: どの程度の速度まで測定可能か?

回答: 本装置は 700~800 m/分の高速では測定できないが、200 m/分程度の低速の抄紙機にふさわしい。とりわけ高坪量のものの評価に有用である。

26-A 抄紙機ツインワイヤ間脱水圧力の計測

(三菱重工業㈱広島研究所) 岩田 弘,

久野広明, 倉ヶ崎六夫

抄紙機における紙層形成過程の脱水挙動の把握や理論解析を行うためには、脱水機器全域にわたる脱水を決める圧力分布を正確に把握する必要がある。圧力分布の計測は、ロールタイプのツインワイヤフォーマについては、ロール表面に小型圧力計を埋め込むことにより容易に計測可能であるが、シュータイプの場合、高速で走行する狭い 2 枚のワイヤ間に静圧プローブを挿入して計測しなければならず、従来一部のフォーミングシューについてのみ計測が行われていた。

今回、細管静圧プローブを試作し、原料厚み 2 mm までのフォーミングシュー部全域にわたりワイヤ間圧力を計測し、適用可能であることを実証した。

質問: 抄速、坪量には圧力パルスは依存せず、ワイヤのテンションがきいていると理解してよいか?

回答: ワイヤテンション、曲率、ブレード角度、幅などが圧力パルスのピーク値に影響する。

塗工・紙加工

座長 (九大農) 田中浩雄

27-A 紙パルププロセス流体のコンピューターによる数値解析

(第 1 報) ショートドエルコーターの 2 次元シミュレーション

(十條製紙㈱中央研究所) 宮西孝則

(東大工) 大橋秀雄, 松本洋一郎

ショートドエルコート (SDTA) は塗料の浸透が少なく、断紙が少ないなどの利点があり、微塗工用として急速に普及した。しかし、ストリークが発生し易い短所がある。この塗工ムラの原因は SDTA ポンド内に発生する不安定なテラー・ゲルトラ渦にあると推定される。

これを厳密に証明するには非定常 3 次元モデルの開発が必要であるが、まず手始めに定常 2 次元モデルを構築、ポンド内のカラーの流れを計算、コンピュータグラフィックスで可視化した。ブレード近傍に発生する渦の様子が再現でき、またカラーの粘性によりポンド内の流れが異なることが立証された。

発表に対し①乱流の問題②塗工量やカラーの浸透③ブレードの変形④紙の流れの影響などについて質問があり、またコンピュータの為の単純モデルを用いて流

れを可視化しただけではないかとの意見もあった。多くの発言があり関心の高さが伺えた。

現実の複雑な系に適合できるモデルを開発するには解決すべき問題は多いが、このような積極的な試みによって技術レベルが向上し、製品品質の安定、発展が図られるとの印象を受けた。

28-A 紙中でのんぶんのZ方向分布と物質移動

(神崎製紙(株)研究所) 尾松正之, 嶋村泰男,
岸本真希男, 林 隆造, 土屋 寛

塗料中のバインダーは乾燥工程で紙の厚さ方向に不均一に移動する(マイグレーション)。コート層表面のバインダー量は紙の性能に大きな影響を及ぼすが、マイグレーションの機構は明確ではない。一般に原紙には澱粉などのサイズプレス処理が行われるが、この分布とバインダーのマイグレーションとはさらに複雑な関係になると予測される。これを実験的に確認しようとした。

まず実機により抄造された紙(55.6 g/m²)をテーブルのサイズ処理機により2,4,6,8%酸化澱粉で処理、線圧20 kg/cmでカレンダー掛けを行った。紙の澱粉含量はそれぞれ約1,2,3,4%となった。テープ剥離法による澱粉の厚さ方向分布は表面で多く、中央で少ない形となった。

澱粉サイズ紙に軽質炭カルとPVAからなる塗料(20,25,30%)を手塗りし、原紙と同様カレンダー掛けした。原紙表面から10 g/m²分入り込んだ場所付近で均一に剥離された。即ち、PVAの影響は急激に弱まる部分と考えられた。サイズ量が少ないと、塗料濃度が低い場合、PVAの浸透は大きい、サイズ量が多くなると塗料濃度によらずPVAは原紙表面に止められるようになる。今後、実機との比較検討が望まれる。

座長 (三菱製紙(株)) 桂 徹

29-A モットリング機構の研究

塗工量分布の測定と高速塗工との関係

(日本ゼオン(株)) 小林 治, 松林秀幸,
小池敏夫, 片岡靖男

塗工紙の微塗工化や抄紙、塗工および印刷の高速化に伴ってモットリングが発生し易い環境にある。本研究では、円筒型実験室コーターで高速塗工した試料について、2波長クロマトスキャナーを用いて原紙の地合ムラ、表面ラテックス分布、塗工量分布および2色刷の紅インク濃度の分布を測定し、対応するデーターの相関性を調べることにし、高速塗工時のモットリング機構を明らかにしようと試みた。

まず、原紙の光透過率の小さい部分では塗工量が多くなること、塗工量の多い部分ほどインクがのりにく

くなることを明らかにした。次いで、塗工速度を変えて調製した試料について検討し、塗工速度が速くなると塗工量分布が大きくなり、モットリングも発生しやすくなることを示した。塗工速度が速くなるとブレード直下での塗料圧力が増大し、原紙の光透過率の高い部分への浸透が増加するため、塗工量のバラツキが大きくなると推測している。高速塗工時に塗工量のバラツキを減少させるには、流動性の良いラテックスを使用し、高せん断力下での粘度を低下させることが有効であることを示した。

紙の構造変化をもとにモットリング発生機構の解明を試みた研究であり、興味深い結果が得られている。

30-A FT-IRを利用した塗工層の顔料組成の簡易分析—ATR法—

(日本加工製紙(株)研究所) 立花龍彦,
藤井茂夫, 重富紘一郎, 永井弘一

塗工紙の塗工層の顔料組成分析には、X線マイクロアナリシス(XMA, EPMA)が広く利用されているが、赤外分光でもある程度は分析のできることが知られている。本研究では、使用が比較的容易なフーリエ赤外分光法(FT-IR)の全反射法(ATR法)を用いて顔料組成分析を試みた。

同定ピークとして、クレー:912 cm⁻¹, 重質炭カル:874 cm⁻¹, カルサイト型軽質炭カル:848 cm⁻¹を用いた。なお、酸化チタン、水酸化アルミニウム、サチンホワイトはピークが不明瞭であるため定量は不可能であった。塗工量が10 g/m²以上ならば、塗工量や平滑度は定量に影響を及ぼさないことが認められた。また、通常使用する程度であれば、ラテックスは吸収ピークに影響を与えないことを示した。顔料としてクレー、重質炭カル、アラゴナイト型軽質炭カルを用いて重量比の異なる塗工紙を調製し、作成した検量線から配合の推定値を求め、それと実配合の関係を検討したところ、両者はほぼ一致することが認められた。

FT-IRでは、サチンホワイトや酸化チタンは分析できないが、アラゴナイト型軽質炭カルのようにXMAでは分析できない顔料の分離定量が可能のため、両者を併用することで分析技術の向上が期待できる。

座長 (山陽国策パルプ(株)) 島田晃吉

31-A 新しい走査型ミクログロスメーターによる塗工紙印刷面感の定量評価

(日本加工製紙(株)研究所) 藤平茂夫,
坂野正博, 重富紘一郎, 永井弘一

塗工印刷用紙を用いた高級印刷物は、印刷の前後とも特に面感(面の仕上がり感)に対する評価を重視することが多い。面感とは視覚上の品質であり、客観的・

定量的に評価することが難しく、主観的なランク評価で済ませることが多い。

一方、面の状態の定量的評価をグロス（光沢）としてとらえた場合、反射光の強度は面の粗さとその分布状態に影響されることから、面の状態の解析法について多くの報告がなされているが、視覚上の評価との明確な相関は得られていない。

最近、微小光束（0.4 mm）走査による正反射光の微小変動を、微小光沢変動として捕える走査型マイクログロスメーター（SMG と称す）が開発されたので、これを利用して、視覚的な面感の定量的評価を試みた。

表面粗さは JIS 光沢度と、JIS 光沢度は SMG 光沢度と高い相関関係が見られる一方で、視覚ランクによる面感は表面粗さとの相関は低く、SMG 光沢度の標準偏差として測定される微小光沢変動と極めて高い相関関係が得られた。

このことから、視覚評価としての面感とは表面粗さによって影響される光沢のレベルと塗工層の微小な塗工ムラやボイドによる微小光沢の分布状態を併せて評価したものであり、SMG 光沢値の標準偏差を面感指標として使用出来る。

32-B 板紙系制振防音材料について

（本州製紙㈱富士加工事業所）佐野充洋、

末広泰介、中村邦雄、三嶋弘明

特に、住宅関連の騒音対策として振動や音を防止する為に様々な素材開発がなされている中で、古紙系板紙による制振防音材料の開発を試みた。

空気伝播音防止には材料の遮音・吸音性が、固体伝播音防止には制振性が要求され、特に後者での優れた材料ニーズが高い。板紙は素材として剛性が高く粘弾性樹脂を挟んだサンドイッチ構造をとったものは拘束型制振材料として振動エネルギーの吸収も大きく、制振材料として適性があると考えられる。

構成材料の特性としては、損失係数（ $\tan \delta$ ）及び弾性率（ G' ）が高い樹脂が優れ、密度及び剛度が低い原紙が好ましく、古紙系パルプの使用が適している。

具体的使用法として、石膏ボード、合板等の素材と張り合わせた複合材料による評価でも損失係数（ η ）の改善が見られた。

用途の検討によっては、古紙用途の付加価値化の点でも興味がある。