

高知県立紙産業技術センター報告

第12号

**THE REPORT ON WORKS
OF
KOCHI PREFECTURAL
PAPER TECHNOLOGY CENTER**

VOL. 12

2007

高知県立紙産業技術センター

KOCHI PREFECTURAL PAPER TECHNOLOGY CENTER

287-4 Hakawa, Ino-cho, Agawa-gun, Kochi, 781-2128 JAPAN

目 次

はじめに	1
I 紙産業技術センターの概要	
1 沿革	2
2 組織及び業務	3
3 職員の構成	4
4 施設の概要	4
5 決算	4
6 試験手数料及び機械器具使用料	5
7 所有主要設備	8
II 業務概要	
1 試験研究	15
2 技術相談及び技術指導	15
3 依頼試験及び設備使用	16
4 工業所有権	16
5 開放試験設備利用研修事業	16
6 研修生の受け入れ	17
7 講師派遣及び口頭発表	17
8 客員研究員招へい事業	18
9 新商品開発研究事業	18
III 研究調査報告	
介護用ケアシートの不織布原紙製造技術の開発	19
介護用ケアシートの感性機能評価（第2報）	44
製紙用原料の改質による機能性繊維の開発（第2報）	58
自然発酵法による竹紙の試作	76

はじめに

当センターでは平成18年度の経営方針として「ものづくり技術」を基盤に「高機能な紙・不織布の開発」、「環境関連技術の開発」、「紙文化への貢献」などをキーワードとして取り組んできました。

具体的には、まず第1に17年度に引き続き、経済産業省の委託事業である地域新生コンソーシアム研究開発事業「保湿不織布による介護用ケアシートの開発」を県内企業2社、高知大学、京都女子大学及び県と産学官が共同し、柔らかさと強度を併せ持った敏感肌の人でも安心して使用できる保湿不織布シートの研究開発を実施しました。生産加工の技術的課題はほぼ完了し、19年度には企業の方でターゲットを絞った商品化に向け取り組んでいます。また、「天然物由来の加工薬品を用いた紙・不織布加工技術の研究」、「特殊繊維を利用したインダストリーテキスタイル不織布の開発」、「製紙用繊維の改質による新清浄用紙の開発研究」、「中世檀紙の復元に関する研究」など企業や団体と共同で研究開発を行い、特許出願や商品化等の成果が出つつあります。

次に、企業の良質な雇用の確保のための技術支援として、試験機器の精度確認による信頼性の向上を目指し、依頼分析試験の充実に努めました。18年度手数料収入は2,710件（前年比108%）、13,033千円（前年比123%）で、県外企業からの依頼の増加もあって金額で昨年の実績を大幅に超えています。また、プラントによる研究成果や新素材の紹介、企業の現状把握とニーズ情報の収集や現場指導のための企業巡回、後継者や技術者育成のための各種研修や紙質研究会などを前年に引き続いて実施しました。さらに、業界団体が中心となって行っている「四国紙産業製造中核人材育成事業」のシステム作りや実証講義にも協力し、19年度からは業界団体の自立化した人材育成事業としてスタートしています。

3番目に、国宝修理装飾師連盟などと連携して、古文書等の文化財修復に関する支援を行い、17年度に引き続き、古文書用紙の復元に関する研究と文化財修理技術者6名についての人材育成委託事業を実施しました。

その他に、センターの将来的な人材育成の観点に立ち、大学院派遣や各種セミナーへの参加など自己研鑽を含め積極的に奨励してきました。また、公設試の役割をより一層果たせるよう、地域の大学をはじめ県外の紙・不織布関連の大学や高知COE、(社)高知県製紙工業会など各種の支援団体と連携を取り合いながら業務を進めてきました。

この報告書は、当センターの平成18年度の業務全般と研究成果についてまとめたものです。ご高覧いただき、皆様の業務にお役に立てれば幸甚に存じます。今後も企業の皆様方のニーズを大切にしながら、成果の普及と技術支援に力を入れていく所存ですので、ご理解とご協力をお願いします。

平成19年9月

高知県立紙産業技術センター
所長 池 典 泰

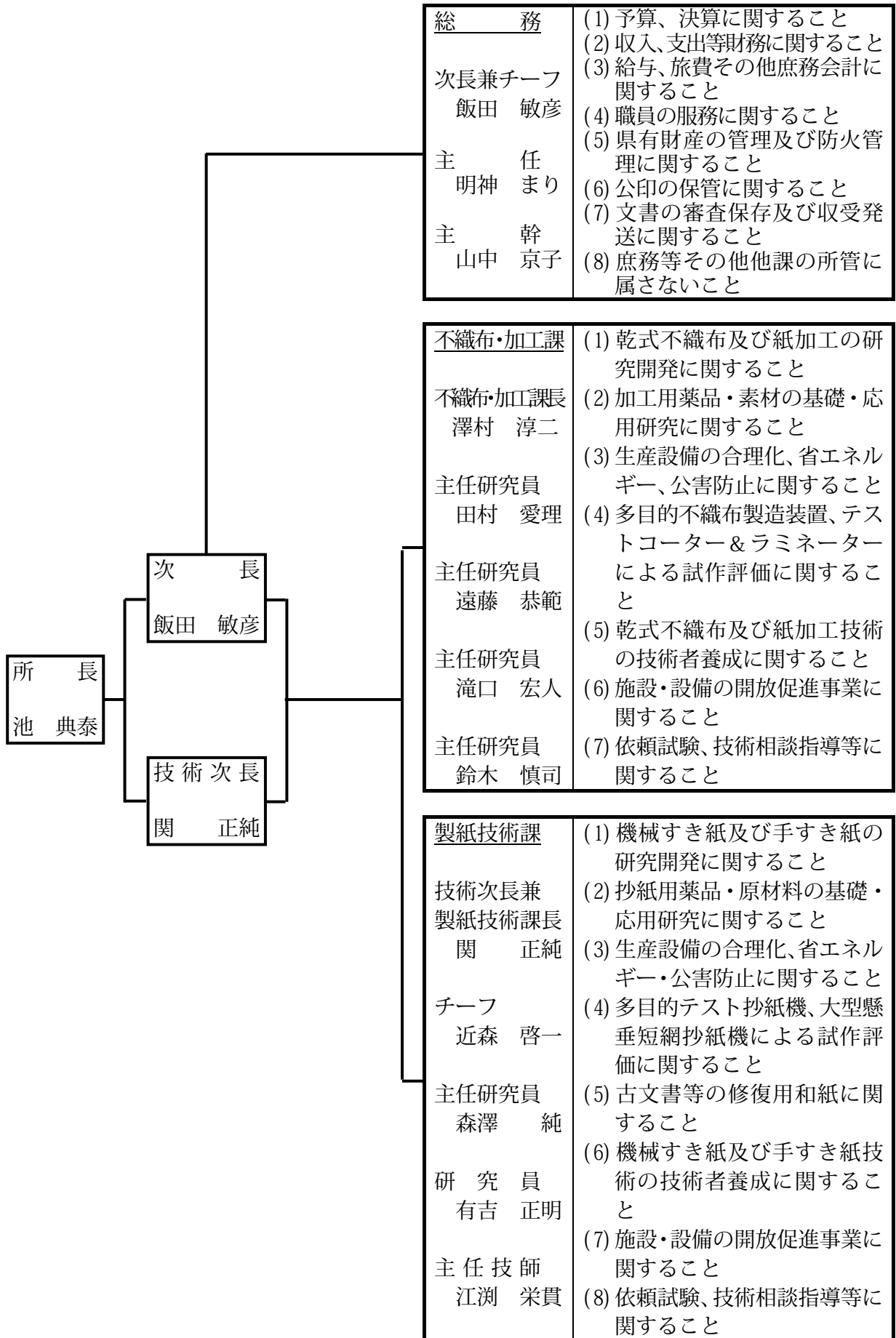
I 紙産業技術センターの概要

1 沿革

- 昭和7年 明治41年に設立された土佐紙業組合製紙試験場が県に移管され、高知県商工課工業試験所となる。
- 昭和10年 高知県商工奨励館設立により、同館工業試験場となる。
- 昭和16年 製紙部門を独立し、高知県紙業試験場となる。
- 昭和17年 本館及び手すき実験室を改築する。
- 昭和34年 機械すき抄紙設備を改築する。
- 昭和38年 場の整備強化に着手する。
- 昭和40年 第一工場（機械すき、手すき試験室）が竣工する。
- 昭和42年 本館が竣工し、加工科を新設する。
- 昭和43年 第二工場（加工試験室、パルプ室、車庫）が竣工する。
- 昭和45年 第二工場に恒温恒湿機械装置を設置する。
- 昭和47年 工場排水処理施設の設置とともに、第一工場廃液処理室が竣工する。
- 昭和56年 第一工場手すき仕上げ室を試験室に整備拡充する。
- 昭和57年 機構改革に伴い、手すき紙科を新設、第二工場加工試験室を整備拡充する。
- 昭和59年 指導施設費補助事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成元年 技術開発補助事業（融合化研究）の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成2年 技術パイオニア養成事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成5年 戦略的地域技術形成事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成6年 建築工事（本館棟、第一研究棟、第二研究棟他）が竣工し、多目的抄紙機、大型懸垂短網抄紙機、多目的不織布製造装置及びテストコーター&ラミネーターのプラント設備をはじめ、試験研究設備を整備拡充する。
戦略的地域技術形成事業の実施とともに、小型傾斜型短網抄紙機等を設置する。
- 平成7年 吾川郡伊野町波川に高知県立紙産業技術センターと名称変更して、移転する。機構改革により、組織を総務班、技術第一部、技術第二部とする。
戦略的地域技術形成事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成8
～9年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成10
～11年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業及びベンチャー企業育成型地域コンソーシアム研究開発事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成12
～13年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業及び中小企業技術開発産学官連携促進事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成14年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業を実施するとともに、試験機を充実する。
- 平成15年 機構改革により、組織を総務班、不織布・加工部、製紙技術部とする。
- 平成17
～18年 地域新生コンソーシアム研究開発事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成19年 機構改革により、組織を総務、不織布・加工課、製紙技術課とする。

2 組織及び業務

平成19年4月1日現在



3 職員の構成

班 部 別	事 務 職 員	技 術 職 員	技 能 職 員	計
所 長		1		1
次 長	1			1
技 術 次 長		1		1
総 務	3 (1兼)			3 (1兼)
不織布・加工課		5		5
製紙技術課		4 (1兼)	1	5 (1兼)
計	3	10	1	14

4 施設の概要

敷地面積		13,069.79 m ²
建物延面積		5,788.51 m ²
本館棟 (鉄筋コンクリート造 一部3階建)	建築面積	1,205.68 m ²
	延面積	2,615.42 m ²
第一研究棟 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨2階建)	建築面積	920.79 m ²
	延面積	1,465.60 m ²
第二研究棟 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨2階建)	建築面積	1,035.98 m ²
	延面積	1,550.40 m ²
その他	車庫 (鉄骨造)	31.33 m ²
	駐輪場 (鉄骨造)	17.62 m ²
	受水槽施設 (鉄筋コンクリート造)	40.00 m ²
	排水処理施設 (鉄筋コンクリート造)	59.78 m ²
	焼却炉 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨) (現在は使用禁止)	8.36 m ²

5 決算

(歳出)

費 目	金 額(千円)	備 考
紙産業技術センター管理運営費	29,870	
紙産業技術センター試験研究費	9,570	
紙産業技術振興促進費	2,573	
科学技術共同研究費	3,263	
研究開発力向上促進費	322	
試験研究機関施設整備費	2,110	
計	47,708	

(歳入)

科 目	金 額(千円)	備 考
使 用 料	1,359	試験設備使用料等
手 数 料	13,033	依頼試験手数料
諸 収 入	3,803	委託研究、ラベックス研修負担金等
計	18,195	

6 試験手数料及び機械器具使用料

(1) 試験手数料(県内)

平成19年4月1日現在

区分	種別	単位	金額(円)
定性分析	一般的なもの	指定成分1成分につき	1,570
	特殊なもの	指定成分1成分につき	3,050
定量分析	一般的なもの	指定成分1成分につき	3,050
	特殊なもの	指定成分1成分につき	6,250
	特殊機器によるもの 簡易なもの	1件(指定成分1成分)につき	12,700
	特殊機器によるもの 複雑なもの	1件(指定成分1成分)につき	27,940
物理化学試験	紙及び板紙の物理試験	1件につき	1,650
	段ボールの物理試験	1件につき	1,990
	ざらし率試験	1試料につき	3,610
	繊維相対粘度試験	1試料につき	5,170
	樹脂抽出試験	1試料につき	5,140
	灰分試験	1試料につき	3,310
	紙料水分試験	1試料につき	1,660
	ろ水度試験	1試料につき	1,290
	サイズ度試験	1試料につき	1,570
	きよう雑物試験	1試料につき	1,790
	pH試験	1試料につき	1,790
	繊維組成試験 光学顕微鏡によるもの	1試料につき	1,950
	繊維組成試験 薬品溶解定量によるもの	1試料につき	3,960
	指示薬を使用する紙質試験	1試料につき	620
	褪色度試験	1件(30時間まで)につき	7,830
	印刷適性試験	1件につき	3,330
	顕微鏡写真撮影 手札型	1件(3枚まで)につき	3,330
	顕微鏡写真撮影 手札型 追加分	焼き増し1枚につき	240
	走査電子顕微鏡写真撮影 手札型	1件(3枚まで)につき	4,540
	走査電子顕微鏡写真撮影 手札型 追加分	焼き増し1枚につき	360
	繊維長分布測定試験	1試料につき	2,180
	細孔分布測定試験	1試料につき	2,600
	不織布地合測定試験	1件につき	2,150
	ガス透過率測定試験	1件につき	4,120
	恒温恒湿槽試料処理試験	1件(1時間まで)につき	1,500
	恒温恒湿槽試料処理試験 追加分	1時間を超える場合は1時間につき	620
	落下衝撃試験	1件につき	4,690
	ラウンダーメータによる処理試験	1件につき	1,990
	燃焼速度処理試験	1件につき	2,340
	衣服内環境試験	1件につき	3,840
原料処理試験	紙料調整試験	1件(1kgまで)につき	1,740
	大型開放釜による煮熟試験	1件につき	12,480
	中型開放釜による煮熟試験	1件につき	10,190
	小型開放釜による煮熟試験	1件につき	4,520
	オートクレーブによる蒸解試験(使用薬品を除く)	1件につき	6,770
	地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)	1件につき	20,940
	湿式紡糸装置による紡糸試験	1件につき	11,920
	粉碎処理試験	1件につき	3,700
抄紙試験	多目的テスト抄紙機による抄紙試験	1時間につき	28,030
	多目的不織布製造装置による抄紙試験	1時間につき	19,870
	小型抄紙機による抄紙試験	1時間につき	9,520
	大型懸垂短網抄紙機による抄紙試験	1時間につき	16,020
	モールド試験機による抄紙試験	1時間につき	4,970
	手すき抄紙試験	1時間(10枚)につき	3,490
	シートマシンによる抄紙試験	1時間(10枚)につき	2,410
加工試験	テストコーター&ラミネーターによる加工試験	1時間につき	13,750
	樹脂加工試験機による加工試験	1時間につき	6,000
	圧縮成型プレス試験	1時間につき	5,190
	サイズプレス試験	1時間につき	3,720
	エンボス試験	1時間につき	4,240
	熱カレンダー加工試験	1時間につき	2,770
	紙の手加工試験	1時間につき	2,490
	スーパーカレンダーによる加工試験	1時間につき	2,680
設計図料	A2判	1件(1枚)につき	18,240
成績書の謄本又は証明書		1通につき	560

(2) 試験手数料(県外)

平成19年4月1日現在

区分	種別	単位	金額(円)
定性分析	一般的なもの	指定成分1成分につき	3,140
	特殊なもの	指定成分1成分につき	6,100
定量分析	一般的なもの	指定成分1成分につき	6,100
	特殊なもの	指定成分1成分につき	12,500
	特殊機器によるもの 簡易なもの	1件(指定成分1成分)につき	25,400
	特殊機器によるもの 複雑なもの	1件(指定成分1成分)につき	55,880
物理化学試験	紙及び板紙の物理試験	1件につき	3,300
	段ボールの物理試験	1件につき	3,980
	さらし率試験	1試料につき	7,220
	繊維相対粘度試験	1試料につき	10,340
	樹脂抽出試験	1試料につき	10,280
	灰分試験	1試料につき	6,620
	紙料水分試験	1試料につき	3,320
	ろ水度試験	1試料につき	2,580
	サイズ度試験	1試料につき	3,140
	きょう雑物試験	1試料につき	3,580
	pH試験	1試料につき	3,580
	繊維組成試験 光学顕微鏡によるもの	1試料につき	3,900
	繊維組成試験 薬品溶解定量によるもの	1試料につき	7,920
	指示薬を使用する紙質試験	1試料につき	1,240
	褪色度試験	1件(30時間まで)につき	15,660
	印刷適性試験	1件につき	6,660
	顕微鏡写真撮影 手札型	1件(3枚まで)につき	6,660
	顕微鏡写真撮影 手札型 追加分	焼き増し1枚につき	480
	走査電子顕微鏡写真撮影 手札型	1件(3枚まで)につき	9,080
	走査電子顕微鏡写真撮影 手札型 追加分	焼き増し1枚につき	720
	繊維長分布測定試験	1試料につき	4,360
	細孔分布測定試験	1試料につき	5,200
	不織布地合測定試験	1件につき	4,300
	ガス透過率測定試験	1件につき	8,240
	恒温恒湿槽試料処理試験	1件(1時間まで)につき	3,000
	恒温恒湿槽試料処理試験 追加分	1時間を超える場合は1時間につき	1,240
	落下衝撃試験	1件につき	9,380
	ラウンダーメータによる処理試験	1件につき	3,980
	燃焼速度処理試験	1件につき	4,680
	衣服内環境試験	1件につき	7,680
	原料処理試験	紙料調整試験	1件(1kgまで)につき
大型開放釜による煮熟試験		1件につき	24,960
中型開放釜による煮熟試験		1件につき	20,380
小型開放釜による煮熟試験		1件につき	9,080
オートクレーブによる蒸解試験(使用薬品を除く)		1件につき	13,540
地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)		1件につき	41,880
湿式紡糸装置による紡糸試験		1件につき	23,840
粉碎処理試験		1件につき	7,400
抄紙試験	多目的テスト抄紙機による抄紙試験	1時間につき	56,060
	多目的不織布製造装置による抄紙試験	1時間につき	39,740
	小型抄紙機による抄紙試験	1時間につき	19,040
	大型懸垂短網抄紙機による抄紙試験	1時間につき	32,040
	モールド試験機による抄紙試験	1時間につき	9,940
	手すき抄紙試験	1時間(10枚)につき	6,980
	シートマシンによる抄紙試験	1時間(10枚)につき	4,820
加工試験	テストコーター&ラミネーターによる加工試験	1時間につき	27,500
	樹脂加工試験機による加工試験	1時間につき	12,000
	圧縮成型プレス試験	1時間につき	10,380
	サイズプレス試験	1時間につき	7,440
	エンボス試験	1時間につき	8,480
	熱カレンダー加工試験	1時間につき	5,540
	紙の手加工試験	1時間につき	4,980
	スーパーカレンダーによる加工試験	1時間につき	5,360
設計図料	A2判	1件(1枚)につき	36,480
成績書の謄本又は証明書		1通につき	1,120

(3) 機械器具使用料(県内)

平成19年4月1日現在

区分	種 別	単 位	金額(円)
原料処理機器	1kgホーレンダー型ピーター	1台1時間につき	590
	8kgホーレンダー型ピーター	1台1時間につき	650
	13kgホイト型ピーター	1台1時間につき	680
	38kgホイト型ピーター	1台1時間につき	1,410
	1kgナギナタ型ピーター	1台1時間につき	590
	10kgナギナタ型ピーター	1台1時間につき	620
	スクリーン	1台1時間につき	680
	セントリクリーナー	1台1時間につき	650
	蒸解用オートクレーブ	1台1時間につき	1,020
	地球釜	1台1時間につき	3,070
	粉碎機	1台1時間につき	1,340
	その他の原料処理機器	1台1時間につき	590
	試験機器	熱風循環式高温炉	1台1時間につき
万能試験機(テンシロン)		1台1時間につき	1,140
フェードメーター		1台30時間につき	5,660
ブラジール通気度試験機		1台1時間につき	500
偏光顕微鏡		1台1時間につき	640
バームボロシメーター		1台1時間につき	740
紙伸縮計		1台1時間につき	610
横型引張試験機		1台1時間につき	680
白色度計		1台1時間につき	800
繊維長分布測定試験		1台1時間につき	1,230
印刷適性試験機		1台1時間につき	1,540
マイクロハイスコープ		1台1時間につき	1,870
ハンディー圧縮試験機		1台1時間につき	710
クリーンベンチ		1台1時間につき	660
ガス透過率測定装置		1台1時間につき	910
イメージアナライザー		1台1時間につき	720
走査電子顕微鏡		1台1時間につき	3,050
織物摩耗試験機		1台1時間につき	900
落下衝撃試験装置		1台1時間につき	970
シヨッパー型耐水度試験機		1台1時間につき	780
KES風合い・曲げ試験機		1台1時間につき	1,100
KES風合い・せん断試験機		1台1時間につき	1,100
KES風合い・引張試験機		1台1時間につき	1,100
KES風合い・圧縮試験機		1台1時間につき	1,100
KES風合い・表面試験機		1台1時間につき	1,100
ラウンダーメーター		1台1時間につき	680
分光蛍光光度計		1台1時間につき	1,210
保湿性試験機		1台1時間につき	810
燃焼速度試験器		1台1時間につき	700
環境総合実験システム	1台1時間につき	1,230	
その他の試験機器	1台1時間につき	620	
抄紙加工機	サイズプレス	1台1時間につき	980
	自動テストプレス	1台1時間につき	1,620
	樹脂成型プレス機	1台1時間につき	820
	エンボスマシン	1台1時間につき	1,430
	熱カレンダー	1台1時間につき	1,060
	樹脂加工機	1台1時間につき	2,120
	モールド試験機	1台1時間につき	900
	艶付け機(亜鉛板を除く)	1台1時間につき	900
	小型抄紙機	1台1時間につき	6,700
	手すき抄紙室に備え付ける器具	1台1時間につき	530
	スーパーキャレンダー	1台1時間につき	1,380
	その他の抄紙加工機	1台1時間につき	570
	分析機器	顕微FT-IR	1台1時間につき
高速液体クロマトグラフ		1台1時間につき	900
ガスクロマトグラフ		1台1時間につき	800
自記分光光度計		1台1時間につき	660
イオンクロマトグラフ		1台1時間につき	860
元素分析用低真空電子顕微鏡		1台1時間につき	6,950
ICP発光分析装置		1台1時間につき	3,730
全有機炭素分析計		1台1時間につき	950
熱分析装置(DSC)		1台1時間につき	990
その他の分析機器		1台1時間につき	590
加算額	電気、水道、付属設備を著しく使用する場合		実 費
施設	研修室[1]	半日につき	6,460
	会議室	半日につき	4,270
	研修室[1]	1日につき	12,930
	会議室	1日につき	8,550
	研修室[1]及び[2]	半日につき	12,930
	研修室[1]及び[2]	1日につき	25,860

7 所有主要設備

(1) 抄紙・原料処理設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
多目的テスト抄紙機	川之江造機(株)		傾斜短網・順流式円網組合せ式 傾斜型短網傾斜角：0～20度 抄紙幅：550 mm 抄紙速度：10～200m/min 抄紙坪量：12～250g/m ²	H. 6 H. 12
	(株)大昌鉄工所		ウォータージェット処理装置 最大水圧：10Mpa、最大水量：66L/min 水門数：2門	
大型懸垂短網抄紙機	(株)梅原製作所		短網・短網組合せ式 抄紙幅：最大 1000 mm 抄紙速度：5～20m/min 抄紙坪量：8～200g/m ² ウェットレープ装置、抄紙部セット化 ダンティーロール、キタ配合装置	H. 6 H. 8 H. 14 H. 15 H. 16
小型傾斜短網抄紙機	(株)大昌鉄工所		順流円網・傾斜短網組合せ式 抄速：3～13m/min 抄紙幅：300 mm 斜度：0～20度 ウォータージェット装置：最高圧力 9.8MPa	H. 6
多目的テスト抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		バルク：2m ³ セントリクリナー DDR：75kw×6P サイクリングタンク、配合ホッパー、マシンチェスト	H. 6
大型懸垂短網抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		バケットチェスト、振動スクリーン、スローダウン セントリクリナー、インクラインドロールプレス	H. 6
スーパーハイプレーター	(株)長谷川鉄工所	300-TB	ディスク径：300 mm	S. 51
回転蒸解缶（地球釜）	羽田鉄工所		内容積：1.2m ³ 最高圧力：14 kg/cm ² 原料処理量：約 300 kg	S. 46
ナイアガラビーター	熊谷理機工業(株)	TAPPI 標準型	ベッドプレート：厚さ 3.2 mm、幅 43 mm ロール：直径 194 mm 面長：152 mm 回転数：500rpm 標準処理量：約 360g	S. 54
フラットスクリーン	(株)梅原製作所		振動式スクリーンプレート：7/1000in	H. 5
小野打カッター	小野打製作所	DL-150		S. 57
全自動平プレス	(株)羽島	HP-54A	最大加圧力：500g/cm ² 最高温度：220℃ 加圧時間：0～30sec プレス寸法：500×400 mm	H. 6
パルプ標準離解機	(株)東洋精機		TAPPI 標準、JIS 対応	S. 55
遠心脱水機	国産遠心機(株)	H-130-B		S. 58
叩解度試験機	東洋テスター(株)	シヨウハ型	JISP8121 に対応	S. 62

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
ろ 水 度 試 験 機	東洋テスター(株)	カデ [®] イ7N型	JISP8121 に対応	S. 62
パルプ保水度測定用 遠 心 分 離 器	熊谷理機工業(株)	RF- 051N	最高回転数：4700rpm 最大遠心力：3020×g	H. 6
手 す き 道 具 一 式			箕桁、漉槽、压榨機	
大 型 打 解 機	(株)大昌鉄工所			H. 6
原 料 煮 熟 釜			大釜：約 30 kg 中釜：約 10 kg 小釜：約 3 kg	
回 転 蒸 解 缶	東洋テスター(株)		電気式(ヒータ)回転型 原料処理量：約 400g	S. 54
蒸解用オートクレーブ	坂本鉄工所		加熱方式：電気、蒸気 有効容積：120 ℓ 最高圧力：15 kg/cm ²	H. 6
ナギナタビーター	(株)梅原製作所		容量：1 kg、2 kg	S. 42
ホレンダービーター	(株)梅原製作所		容量：1 kg、4kg、8 kg、10 k g	S. 42 H. 6 H. 11
円型シートマシン	(株)東洋精機製作所		作成シートの大きさ：160 mm 金網：150 メッシュ	S. 49
角型シートマシン	熊谷理機工業(株)		作成シートの大きさ：25cm 角	S. 55
自動クーチング装置 付き角型シートマシン	熊谷理機工業(株)		作成シートの大きさ：25cm 角 クーチング回数：5 回 クーチング速度：20 cm/sec	H. 7
多 目 的 抄 紙 機 円 網 シ リ ン ダ ー	(株)梅原製作所		上網(14 メッシュ)、下網(80 メッシュ) 外寸：φ 1220mm 幅：650mm	H. 11
小 型 抄 紙 機 円 網 シ リ ン ダ ー	(株)梅原製作所		上網(14 メッシュ)、下網(80 メッシュ) 外寸：φ 655mm 幅：400mm	H. 11
高 性 能 ミ キ サ ー	(株)エーテックジ ヤパン	Distromix B DB60-H	ローターステーター式攪拌装置 バッチ処理量：1.0～20 ℓ 最大回転数：3,000rpm	H. 17
石 臼 式 磨 碎 機	増幸産業(株)	セソ [®] ・ミ MKCA6-2	グラインダー：MKE6-46(標準溝) 砥石直径：φ 150mm(6 インチ)	H. 19

(2) 加工設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
多目的不織布製造装置	川之江造機(株)		抄速：1～10m/min ネプナー2台：働巾250mm ホパ°-フィーダー2台：働巾500mm カート機2台：働巾500mm ウォータージェット装置：圧力15Mpa サマルト°ライヤー、サマルキalendar° 速度制御システム	H. 6 H. 7 H. 11 H. 17
樹脂加工機	(株)勝賀瀬鉄工所		加工巾：600mm 加工速度：0～10.0m/s	H. 5
テストコーター & ラミネーター	岡崎機械工業(株)	TC/DL-700S	加工速度：3～60m/min 加工巾：500mm（最大650mm） グレイ°コーター、S字トップコーター、 スプレ°コーター、テ°アップ°式コーター、 ウェットラミネーター、ドライラミネーター、 計測制御システム	H. 6 H. 8 H. 11 H. 12
樹脂成形プレス	(株)神藤金属工業	AWFA-37	最高使用圧力：210kg/cm ² 成形型寸法：355×305mm 常用使用温度：200℃	H. 5
断 裁 機	余田機械工業(株)	富士デジ°外 スリッター°型	裁断幅：1015mm	H. 6
自動テストプレス	(株)神藤金属工業	AF-50 C	最大圧力：210kg/cm ² プレス面積：50×50cm 最高温度：400℃	H. 元
粉 碎 器	(株)吉田製作所	1029-JC	790rpm	H. 4
粉 碎 機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉碎室内径：φ250mm 回転数：4000～10000rpm	H. 8
熱カレンダー	熊谷理機工業(株)		加工巾：400mm 最高使用温度：180℃ 加工速度：6.0m/s	S. 57
テスト用 エンボスマシン	(有)吉永鉄工	EM-600	加工巾：600mm 最高使用温度：150℃	H. 3
熱風循環式高温炉	旭科学(株)	HF-60	使用温度：0～600℃	H. 3
万能スリッター	(有)勝賀瀬鉄工所		許容坪量：12～250g/m ² 最大幅：1000mm 巻き取り最大径：700mm	H. 6
スーパーカレンダー	(有)吉永鉄工		最大線圧：16kgf/cm 最大速度：28m/min 最大温度：200℃	H. 7
スリッター	(株)西村製作所	TB-2A型	材料巾：550mm～250mm 材料最大径 φ600mm	H. 13
撚 糸 装 置	金生鉄工所		10 錘	H. 13
織 り 機	(有)中村機械製作所	NS-M型	織り巾900mm	H. 13

(3) 試験設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
生 物 顕 微 鏡	(株)ニコン	80i F-21-1	倍率：×4、×10、×20 ダブルポート装置付属	H. 17
万 能 投 影 機	(株)ニコン	V-12	倍率：×20、×100、×200 透過光及び反射光切替可能	H. 元
偏 光 顕 微 鏡	(株)ニコン	オプティコ 2 ポル	倍率：×4、×10、×40、×100 写真撮影装置付属	H. 6
生 物 顕 微 鏡	(株)ニコン	オプティコ 2	倍率：×4、×10、×40、×100 マルチチンク装置付属 顕微鏡カメラレビ装置付属 カメラマイコンユニット付属	H. 6
イオンクロマト	横河アナリティカルシステムズ(株)	IC-7000E	測定イオン：F、Cl、NO ₃ 、NO ₂ 、Br、SO ₄	H. 6
自記分光光度計	(株)日立製作所	U-3210	分光器：グレーティング・グレーティング 収差補正、ダブルモノクロ 瀬谷-波マウント 測定波長範囲：190nm～900nm 光源：無調整重水素ランプ 無調整ヨ素タケステン	H. 3
繊維長測定装置	メツオオートメーション(株)	FS-200	分解能：50 μm 測定速度：最大 100 本/秒、100ml/分	H. 6
顕 微 F T I R	日本電子(株)	JIR-DIAMOND ND20	波数領域：4000～400cm ⁻¹ 最高分解能：2cm ⁻¹ 光学系：シングルビーム トランスポート干渉計 検出器：DTGS 赤外顕微鏡 検出器：MCT 倍率：×400	H. 5
フーリエ変換 赤外分光光度計	(株)島津製作所	FTIR-8300	波数領域：7800～350cm ⁻¹ 光学系：シングルビーム方式 検出器：高感度焦電検出器(DLATGS) 干渉計：30°入射マイコン干渉計 S/N：2,600:1以上	H. 17
表面体積抵抗率測定機	(株)アトハント	R12704 /R8340A	電極寸法 主電極：φ50 mm ガード電極：φ80 mm φ70 mm 対抗電極：110×110 mm 試料最大寸法：150×140×厚さ5 mm 最小寸法：φ85 mm以上	H. 5
ベック平滑度試験機	(株)東洋精機製作所	165	真空度表示範囲：0～760 mm Hg 真空度の設定：デジタルスイッチによる 1 mm Hg ステップ	S. 63
通気性試験機	カトーテック(株)	KES-F8-AP1	圧力センサー半導体差圧ゲージ型 感度：フルスケール 10V Lレンジ：2000Pa M、Hレンジ：200Pa	H. 元

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
I G T印刷適性試験機	熊谷理機工業(株)		印刷方法：振り子法、スプリング法	S. 58
動的浸透性試験機	(株)東洋精機製作所	No. 115	試験片寸法：幅 25 mm、長さ 1000 mm 円板の速度：15m/min 以下 スリット寸法：1 mm及び 0.5 mm×15 mm	H. 元
高圧破裂度試験機	日本理学工業(株)	ミュ-レン型	最高圧力：45 kg/cm ² 、自動クランプ	S. 56
ハンディー圧縮試験器	カトーテック(株)	KES-G5	検出器：リング状力計 差動トランス方式 感度：フルスケール 10V、1 kgf まで 圧縮速度：0.01、0.1、1cm/sec、 0.02、0.00667 mm/sec 試料寸法：2×2cm 以上	H. 5
パームポロメーター	POROUS MATERIALS INC.		カップ径：4.25cm 最大細孔径範囲：600～0.5 μm(水) 130～0.035 μm(FC-40)	H. 6
フラジール 通気度試験機	(株)大栄科学精器 製作所	AP-360	測定範囲：0.3～390cc/cm ² /sec	H. 6
クラーク柔軟度試験機	(株)東洋精機製作所	108	回転速度：90°/15sec JIS P8143、L1709、L1003 に対応	S. 59
複合印刷適性試験機	熊谷理機工業(株)	2277	印刷の種類：ダイレクトグラビア印刷 オフセットグラビア印刷 フレキ(フォーム)印刷 ホットメルト加工 印刷方式：枚葉方式 印刷速度：約 10～100m/分	H. 6
紙伸縮計	(株)安田精機製作所	309	チャック間隔：0～100 mm可変 変位測定：差動トランス 測定範囲：-10～10 mm	H. 6
万能試験機	(株)オリエンテック	テンシロン UTA-1T	最大荷重：1ton エアチャック有	H. 5
白色度計	日本電色工業(株)	PF-10	積分球による拡散光照明の垂直受光 方式(イルミネ方式)、蛍光度測定、 不透明度	H. 6
軽荷重引裂度試験機	熊谷理機工業(株)	エレメント型	目盛範囲：0～33g	H. 6
低圧破裂度試験機	(株)安田精機製作所	ミュ-レン型 No.305-YPL	適用範囲：破裂強さ 1373KPa 以下 厚さ：0.64 mm以下 デジタル圧力計	H. 6
自動昇降式紙厚計	熊谷理機工業(株)	TM500	測定範囲：0～1.999 mm 測定精度：0.001 mm 測定圧力：0.55±0.05 kg/cm ² デジタル表示、記録計付属	H. 6
引裂度試験機	(株)東洋精機製作所	エレメント型	デジタル表示、エアチャック使用	H. 6
M I T耐折度試験機	熊谷理機工業(株)	2015-MR	折り曲げ荷重：0.5～1.5 kg つかみ回転速度：175±10rpm	H. 6
ガーレデンソメーター	(株)東洋精機製作所	158	空気透過量：最大 350ml 透過面孔径：286±0.1 mm	H. 6

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
イメージアナライザー	本体：東洋紡(株) 解析：三谷商事(株)	V-10 WinROOF	画像処理： 512×400画素×8ビット×12画面 画像処理機能：個数、面積、 円相当径、フェル径、 最大弦長、周囲長等	H. 6
元素分析用 低真空SEM	日本電子(株)	JSM-5310L /JED2100	走査電子顕微鏡 検出器：大型高感度半導体 二次電子分解能：4.5nm(WD8mm) 二次電子倍率：×15～×200,000 反射電子分解能：5.5nm(WD8mm) 反射電子倍率：×15～×100,000 STEM型コンプレックス装備 加速電圧：0.5～3kv(0.1kv幅) 真空度：6Pa～270Pa X線分析装置(リフラクタ型) QBaseによる定性分析データベース	H. 6
オートクレーブ	サンヨー(株)		滅菌温度：105℃～121℃	H. 5
ハンドルオーメーター	熊谷理機工業(株)		測定範囲：25g、50g すき間間隔：5～20mm	S. 53
段ボール圧縮試験機	日本理学工業(株)	SAC	最大容量：5トン 圧縮板間隔：0～1000mm 圧縮板大きさ：1000mm四方	S. 44
恒温恒湿装置	タバイ	PR-3GM	温度範囲：-20～100℃ 湿度範囲：30～98%RH 内容量：60×85×80cm	S. 59
フェードメーター	コン・フォ・メ・ グラ社(ジャスコ インタナショナル 株)	ソーラー ボックス 1500e	光源：空冷式キセノンランプ1500W 試験室面積：280×200mm 照射照度範囲：250～1000W/m ² (300～800nm計測)	H. 18
インキュベーター	サンヨー(株)	MIR-152	温度範囲：-10～50℃	H. 元
実体顕微鏡	(株)ニコン			H. 元
マイクロハイスコープ	(株)ハイロックス	DH-2200	倍率：20～100可変、ビデオ出力	H. 5
色彩色差計	(株)ミノルタ	CR-200		H. 3
変角光沢計	日本電色(株)	VGS-1001DP		H. 元
クリーンベンチ	サンヨー(株)	MCV-13BSF		H. 6
高速液体 クロマトグラフ	日製産業(株)	L-6000	検出器：UV-VIS検出器、195～700nm 示差屈折率検出器、電導度検出器	S. 63
ガスクロマトグラフ 分析装置	(株)島津製作所	GC-7A	検出器：FID, TCD	S. 59
ガスクロマトグラフ 分析装置	(株)島津製作所	CG-14A	検出器：FID, TCD	H. 17
ICP発光分析装置	(株)パナキエルマ	OPTIMA3000		H. 7
全有機体炭素計	(株)島津製作所	TOC-5000A	4ppb～4000ppm	H. 7
冷却遠心器	(株)日立製作所	CF-7DS		H. 7
熱分析装置	(株)島津製作所	DSC-60	温度範囲：常温～600℃	H. 15

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
不織布風合い計測システム	カトーテック(株)	KES- FB1 KES- FB2 KES- FB3 KES- FB4	引張り・せん断試験機 純曲げ試験機 圧縮試験機 表面試験機	H. 10
カスタム式織物摩耗試験機	(株)大栄科学精器製作所	CAT- 125	往復摩擦台距離：25 cm 往復摩擦台速度：125±5 回/分 ゴム膜、空気圧：0.5 kg/cm ² JIS L- 1906, L- 1096 対応	H. 8
テーバー型織物摩耗試験機	(株)大栄科学精器製作所	DTB- 50	試験片寸法：φ13 cm 試験回転速度：約70rpm JIS L- 1906, L- 1096 対応	H. 8
シヨツパー型耐水度試験機	(株)大栄科学精器製作所	WR- 1600DM	JIS L- 1092 耐水度試験対応	H. 10
緩衝材用落下衝撃試験装置	吉田精機(株)	ACST- 200	落下重錘質量：0.9～50 kg JIS Z- 0235- 76 対応	H. 9
保温性試験機	(株)大栄科学精器製作所	ASTM 型 (恒温法)	衣料素材、ふとん、敷物、カーテン、建築資材類の保温性能を評価する	H. 10
水蒸気透過度テスター	八洲貿易(株) Dr. Lyssy 社製	L80- 4000 型 Ver. J	JIS Z- 0208 及び K- 7129 対応	H. 10
燃焼速度試験器	(株)大栄科学精器製作所	HFT- 30	JIS L- 1091 C 法対応	H. 10
スプレーテスター はっ水度試験器	(株)大栄科学精器製作所	SR- 1	JIS L- 1092 はっ水度試験対応	H. 10
マーチンデール 摩耗試験器	(株)大栄科学精器製作所	403	JIS L- 1096 摩耗試験機対応	H. 10
ラウンダーメーター	(株)大栄科学精器製作所	L- 8	不織布、繊維製品の水及び洗濯にする堅牢度の測定	H. 11
分光蛍光光度計	(株)日立製作所	F- 4500	光源：150Xe ランプ 分解：1.0nm 分光器：メカニカルリング 900L/m 測定波長範囲：EX, EM200～730nm	H. 10
環境総合実験システム	カトーテック(株)		衣服素材の清涼感による快適性を、熱を水分の移動に関する特性により、数値化するシステム	H. 12
炭化装置	光洋サーモシステム(株)	KTF045N	加熱方式：電気抵抗加熱 温度制御システム 設定精度：±(0.3%FS+1deg t) 最高使用温度：1100℃ 温度設定分解能：1℃ 調節動作：オートチューニング付きPID制御	H. 13
電気炉	ヤマト科学(株)	FO- 710	使用温度範囲：100～1150℃	H. 16
顕微鏡デジタルカメラ	(株)ニコン	DS- 5M- L1	スタンドアロンタイプコントロールユニット	H. 17
少量棚式チャンバー 凍結乾燥システム	東京理化工機(株)	FDU- 1100 DRC- 1N	トラップ温度：- 45℃ 試料棚サイズ：W200mm×D230mm2 段	H. 17
引きはがし抵抗測定装置	ミネベア(株)	LTS- 500N- S100	ロードセル：定格容量 500N 90° 剥離試験治具	H. 19

Ⅱ 業 務 概 要

1 試験研究

研 究 テ ー マ	予 算 項 目	担 当 部
保湿不織布による介護用ケアシートの開発	地域コンソ	不織布・加工部
製紙用繊維の改質による新清浄用紙の開発研究	一般研究	製紙技術部
天然物由来の加工薬品を用いた紙・不織布加工技術の研究	一般研究	不織布・加工部
特殊繊維を利用したインダストリーテキスタイル不織布の開発	一般研究	不織布・加工部

2 技術相談及び技術指導

(1) 技術相談

項 目	件 数	内 容
原質調整	776	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	778	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	789	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	162	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	41	蒸気管理、節電
公害防止技術	54	排水処理
計	2,600	

(2) 技術指導・技術支援

担 当 部	内 容
不織布・加工部	生産工程における異物混入防止に関する指導 パーマメント紙の加工方法について 香りシートの開発について マイクロハイスコープの紹介 ZnOの紙への利用について
製紙技術部	家庭紙製造中の紙粉対策について 紙布原紙の燃糸条件についての技術指導 東大寺文書ほか中世期の和紙に書かれた文化財修復復元について コニカルリファイナーによる原料処理について 化学合成繊維のパルプ化可能性について 紙バンドの耐候性向上に関する技術指導

3 依頼試験及び設備使用

(1) 依頼試験

年 度	11	12	13	14	15	16	17	18
件 数	2,885	2,281	2,988	3,605	3,061	3,257	2,508	2,710
手数料(千円)	6,712	10,113	10,245	12,302	11,129	11,154	10,574	13,033

(2) 設備使用

年 度	11	12	13	14	15	16	17	18
件 数	1,040	860	1,021	893	1,250	775	893	1,232
使用料(千円)	848	675	941	756	915	513	594	1,159

4 工業所有権

区 分	状 況	出 願 日 等	工業所有権の名称
特 許	登 録	登録日 H 8. 9. 18	紙風船
特 許	登 録	登録日 H12. 12. 8	印刷用和紙の製造方法
特 許	公開中	公開日 H16. 3. 4	多量の血液等を吸収できる吸収性物品とその使用方法
特 許	公開中	公開日 H16. 7. 8	家畜解体用の吸液マットおよび吸液沈材の保持シート
特 許	公開中	公開日 H17. 4. 28	模様付き不織布の製造方法および模様付き不織布
特 許	公開中	公開日 H18. 6. 22	微生物担持シートおよび排水浄化方法
特 許	公開中	公開日 H18. 8. 10	抗菌性の紙、不織布または繊維製品
特 許	公開中	公開日 H19. 1. 25	エンボス加工クレープ紙とその製造方法
特 許	出願中	出願日 H18. 3. 9	石英ガラス不織布の製造方法
特 許	出願中	出願日 H18. 3. 30	保湿不織布とその製造方法
特 許	出願中	出願日 H18. 7. 14	石英ガラス繊維含有ウェブおよび不織布
特 許	出願中	出願日 H19. 2. 27	保湿不織布
特 許	出願中	出願日 H19. 2. 27	保湿不織布包装体
特 許	出願中	出願日 H19. 2. 27	保湿不織布およびその製造方法

5 開放試験設備利用研修事業

日 程	設 備 名	研修修了者数
H18. 6. 21	フーリエ変換赤外分光光度計 (顕微 F T - I R)	2名
H18. 7. 26	万能試験機 (テンシロン U T A - 1 T)	1名
H18. 9. 20	フラジール通気度試験機、K E S 通気性試験機	2名
H18. 10. 18	白色度計	2名
H18. 11. 29	パームポロシメーター	2名
H19. 1. 24	低真空走査型電子顕微鏡	2名
H19. 2. 28	K E S 風合い計測システム	2名

6 研修生の受け入れ

人数	期 間	内 容	備 考
5	5/16～5/18	土佐和紙製作の研修	高知女子大学
5	7/31～8/ 2	不織布の構造解析と各種性能に関する研究	京都女子大学
2	8/21～9/ 1	インターンシップ	高知工科大学
1	8/21～8/25	インターンシップ	高知工業高等専門学校
3	9/11～9/15	土佐和紙の研修	昭和女子大学
3	9/25～9/29	和紙製造技術に関する人材養成研修	国宝修理装演師連盟
3	10/23～10/27	和紙製造技術に関する人材養成研修	国宝修理装演師連盟
1	3/26～3/30	和紙文化研究のための技術研修	武庫川女子大学

7 講師派遣及び口頭発表

会 名	場 所	テ ー マ	発 表 者	年 月 日
日本繊維機械学会 第59回年次大会	大阪市	ペーパースラッジの有効利用 に関する研究	近森啓一	H18. 6. 2
文化財保存修復学会 第28回研究発表会	東京都	経年凶書の劣化度測定	関 正純	H18. 6. 4
土佐技術交流プラザ (研究開発支援助成 金中間報告会)	高知市	天然繊維とポリ乳酸を使用し た高強度複合材料の開発	近森啓一	H18. 6.21
日本繊維機械学会 不織布研究会 (第16回)研究交流会	いの町	高知県立紙産業技術センター における機能不織布の開発例	鈴木慎司	H18. 9.16
高知女子大学 土佐学講座	高知市	土佐和紙のはなし	関 正純	H18. 7. 6
須崎高校「産業社会 と人間」職業理解	須崎市	紙の歴史と高知県の紙産業	池 典泰	H18.10.31
産業技術連携推進会 議紙パルプ分科会 準備 会	四国中 央市	木材パルプの柔らかさを含め た評価試験の報告	有吉正明	H18.11.22
エコザイン学会連合(エ コザイン20067ジ7・ハ シフィックシンポジウム)	東京都	ペーパースラッジのボート原 料としてのリサイクル性	近森啓一	H18.12.11
四国紙パルプ研究協 議会平成18年度第 2回講演会	当セン ター	紙の劣化に関する研究	関 正純	H19. 3. 9

8 客員研究員招へい事業

客員研究員名	矢井田 修	役職名	京都女子大学家政学部生活造形学科教授
項目	日程	内	容
研究手法及び職員 資質向上の指導	H18. 7. 3	感性機能測定値と官能試験結果の関係の明確化について	
	H18. 7. 31	感性機能測定および官能試験への供試シートの仕様及 び作製方法について	
	H18. 8. 1		
	H18. 12. 11	細孔分布測定機の分析方法及び官能試験方法について	
	H19. 3. 26	技術講演「不織布の基礎と応用」	
	H19. 3. 27	最新の不織布情勢について	

9 新商品開発研究事業

(1) 多目的不織布製造装置研究部会(会員数: 4 3 名)

開催日	テーマ	等	参加数
H19. 1. 26	ソフィスタを用いた不織布の製造 クラレ製ソフィスタ繊維 (ポリエステル/エチレンビニルアルコール 2. 2dt×38mm) 合繊維でありながら親水基を持つことで、水分や熱を素早く吸 収し、また素早く蒸散するので、肌に優しく快適な肌触りを持つ ソフィスタ繊維を用いた不織布の製造試験		5
計			5

(2) コーター&ラミネーター研究部会(会員数: 4 2 名)

開催日	テーマ	等	参加数
H19. 3. 7	グラビアコーターを用いた、紙・不織布への水性加工顔料(有機・ 無機顔料を水媒体中に微粒子分散した加工顔料)の塗工着色試験 SANDYE SUPER COLORシリーズ(山陽色素株式会社製)		5
計			5

(3) 多目的抄紙機研究部会(会員数: 4 3 名)

開催日	テーマ	等	参加数
H18. 6. 13	ビートファイナーで処理した原料の抄紙		7
H18. 8. 4	センター開放事業 クレープ紙の試作		3 8
H19. 2. 21	酸化亜鉛紙の試作		1 4
計			5 9

(4) 紙質研究会(会員数: 1 1 名)

開催日	テーマ	等	参加数
H18. 11. 27 ～ H18. 11. 29	切断した楮・雁皮を用いた古代の紙造りと紫根による染色 講師：元 高知県立紙産業技術センター技術第二部長 大川 昭典		4
H19. 3. 2	文化財保存修理における紙の役割について 講師：(株)文化財保存 代表取締役 山本 記子		1 1
計			1 5

Ⅲ 調查研究報告

介護用ケアシートの不織布原紙製造技術の開発

鈴木 慎司 澤村 淳二 田村 愛理 森澤 純 滝口 宏人 有吉 正明 山崎 裕三 池 典泰
笹岡 正明*¹ 鶴田 仁*¹ 谷口 健二*² 吉田 秀顕*²

Development of Nonwovens Manufacturing Technology of Care Sheets for Nursing

*Shinji SUZUKI Kiyotsugu SAWAMURA Eri TAMURA Jun MORISAWA
Hiroto TAKIGUCHI Masaaki ARIYOSHI Yuzo YAMASAKI Noriyasu IKE
Masaaki SASAOKA*¹ Hitoshi TSURUTA*¹ Kenji TANIGUCHI*² Hideaki YOSHIDA*²*

1. 研究目的

介護用ケアシートの開発において、十分な強度と柔らかい肌触りの両立、ディスプレイであること、という2つの要件を満足するためには、基材は不織布でなければならない。

また、十分な強度と柔らかい肌触りという一見矛盾すると思われる特性を高いレベルで両立させるためには、従来からの三昭紙業株式会社、当センターの技術シーズを活用するとともに、新たなノウハウの蓄積が必要となる。

さらに、介護用ケアシートとしての製品の特性に最も大きな影響を与えるのは不織布原紙の特性であるため、しっかりした基盤技術が必要となるが、保湿加工することにより不織布の特性は大きく変化するため、不織布原紙の特性を考えて開発するのではなく、最終的な製品の形態である保湿加工後の保湿不織布の特性を考えながら開発を進めなければならないという難しさもある。

そこで、各種の製造条件が不織布の特性に与える影響を一つ一つ確認しながら、次の方法に基づき、開発を進め、不織布原紙量産技術を確立する。

- ・不織布を表面層と中心層の3層構造とし、水流交絡法により複合する。
 - ・中心層は吸水性に優れるコットンや木材パルプを中心にした構成にする。
 - ・表面層は肌触りが滑らかで、水性、油性どちらの汚れにも馴染みのよいレーヨン繊維を中心に、水流交絡しにくいPET等の合成繊維を適量混合して、表面層繊維の交絡の程度をコントロールする。
- この方法により、シートとして十分な強度を確保できる圧力で水流交絡しても表面層のクッション性と手触りの良さを維持することができる。

さらに、水流交絡処理により、遊離している繊維

や不純物を洗い流し、使用時の繊維の脱落を防ぐとともに、シートの清浄性を確保する。

なお、本研究開発は、平成17~18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業(経済産業省、他府省連携枠)の一環として行った。

2. これまでの成果概要

柔らかさと強度を併せ持つ保湿加工用不織布原紙の原料は、主として木材パルプ、レーヨン繊維が適している。これに繊維の小さいPET繊維を配合することで、柔らかさとともに、ふんわり感や厚み感が向上した。

製法としては、木材パルプ層と乾式ウェブを水流交絡法で積層する方法が好ましく、水流交絡処理を両面から行うことで、柔らかさと表面繊維の強度も保持できることが確認できた。

水流交絡条件は、WJノズルの孔径、ピッチとも小さい方、WJ水圧は目付にもよるが、4~5MPa程度が、柔らかく、かつ強度が保持できた。

三昭紙業株式会社不織布工場の不織布製造実機を使った試作では、量産する上での大きな問題点は見つからず、保湿加工するとしっとり感があり、柔らかい保湿不織布が得られた。

3. 研究内容

3. 1 実験方法及び実験条件

3. 1. 1 触感を向上させる不織布原紙の検討

これまでの研究により、しっとり、なめらか、柔らかい保湿不織布を作製するための知見が蓄積されてきた。保湿不織布原紙としてはすべての特性において実用上問題のないレベルに到達している。さらに、三昭紙業株式会社のKP9350のような木材パルプ入りスパンレース不織布を保湿加工して作製し

*¹三昭紙業株式会社

*²河野製紙株式会社

た保湿不織布は、強度や脱落繊維、吸水性などの基礎になる特性においては必要十分な特性を備えている。ただし、今回開発している保湿不織布は顔や口周りなど非常に敏感で繊細な部分に使用する製品を目指しており、保湿不織布の最も大きな特徴であるしっとり、なめらか、柔らかいという触感の良さが商品の価値に大きく影響する。そこで、基礎になる特性は維持しながら触感のさらなる向上を目指して実験を行った。

保湿不織布原紙はパルプ紙と繊維ウェブを水流交絡法で複合一体化して製造する。そこで、保湿不織布触感向上のために、繊維ウェブの改良によるアプローチと、パルプ紙改良によるアプローチ、の2通りのアプローチから検討を行った。

①繊維ウェブ改良によるアプローチ

これまでの研究において、繊維ウェブを構成する繊維の繊度を小さくすることによる触感向上の可能性が示された。そこで、カード機によりウェブ作製が可能な繊維のなかで入手できる最も繊度が小さい繊維を用いて、試作、評価を行った。

②繊維ウェブ改良によるアプローチ

不織布原紙はウェブ／パルプ紙／ウェブの3層構成のシートを水流交絡法で複合・一体化させて不織布を作製する。この中央層に積層するパルプ紙を構成する木材パルプが保湿不織布の特性に与える影響を調べた。

いろんな種類の木材パルプを使って25cm×25cmのサイズのパルプ紙を作製し、ウェブの間に挟んで不織布を作製してテストしたところ、木材パルプの種類により、風合いが変わることが分かった。特に保湿加工すると、広葉樹漂白クラフトパルプ(LBKP)のパルプ紙を挟んだものが、触感が柔らかく、なめらかで、しっとり感が強くなる印象をもった。しかし、試料が少量で機械的な測定はできなかった。

そこで、代表的な針葉樹漂白クラフトパルプ(NBKP)とLBKPについて当センター設置の小型抄紙機でパルプ紙を作製し、連続的にウェブと複合して、不織布試料を作製した。

また、紙の特性に大きな影響を与える木材パルプのこう解処理が複合後の不織布特性に与える影響を調べた。さらに、木材パルプ中に添加する熱融着繊維が不織布特性に与える影響を調べた。短い繊維のパルプを使うと触感が向上するか繊維の脱落が問題になると予想できたため、その対策としてはじめから検討水準に加えた。

3. 1. 2 実機試作前の予備試作

触感を向上させる不織布原紙の検討を行った結果、繊維ウェブの改良によるアプローチからは、1.1dtレーヨン繊維、1.1dtPET繊維を使用すれば原料価格が大きく上昇することなく、繊度の小さい繊維の特徴である触感の滑らかさ、柔らかさを得ることができることが分かった。パルプ紙改良によるアプローチからはLBKPを用いたパルプ紙を用いるとしっとり感、滑らかさが向上することが分かったが、パルプ紙の製造が難しく、水流交絡処理による不織布への複合工程においてもパルプ繊維の脱落が多いなど製造上の問題点が多く、今回は断念した。

そこで、三昭紙業株式会社での実機試作では、繊度の小さい繊維を使った不織布を製造することとし、実機試作での繊維の配合や水流交絡処理条件を決めるための予備実験として当センター設置の多目的不織布製造装置を使用して木材パルプ入り不織布及び保湿不織布を試作し、評価した。

3. 1. 3 三昭紙業実機試作

当センター設置の多目的不織布製造装置による試作で得られた知見及び平成17年度に行った実機一次試作品での評価結果や懸念される問題点などを踏まえ、以下のとおり実機試作を行った。

繊度が細くなれば不織布表面の凹凸が小さくなり、平均摩擦係数は小さくなる。曲げ剛性に関しても細い繊度の方が曲がり易いと考えられる。(引用文献：高知県立紙産業技術センター報告1998年第3号)今回試作においては、より柔らかな触感に近づけるため、実機製造工程上可能な限り細い繊度のレーヨン繊維、PET繊維を使用した。

全体の目付は平成17年度一次試作品(T0601、T0602)では40g/m²、45g/m²であったが、50g/m²に引き上げることで不織布内の木材パルプ量(30g/m²)を確保し木材パルプの持つ保湿後の柔らかさの優位性を見込んだ。

3. 1. 4 三昭紙業実機試作品評価

今回行った三昭紙業実機試作品(T0604、T0605)、前回の三昭紙業実機試作品(T0601-2、T0602-2)、三昭紙業レギュラー品(木材パルプ入り不織布KP9350、レーヨン繊維100%不織布KR9340)の原紙及び保湿加工後の試料について、介護用不織布として求められると考えられる物理特性や感性機能と相関の強い物理特性について測定を行った。

3. 1. 5 実験条件

- ①多目的不織布製造装置(当センター) 製造条件
ライン速度：10m/min、WJ搬送ベルト：50メッシュ、乾燥温度：120℃
- ②樹脂加工機(当センター) 保湿加工条件
保湿液：保湿液060105(河野製紙株式会社製)を希釈して塗工
ライン速度：3.0m/min、乾燥温度：120℃
- ③小型抄紙機(当センター)パルプ紙抄紙条件
ライン速度：7.5m/min、乾燥温度：110℃
- ④不織布製造装置実機(三昭紙業株式会社) 製造条件
不織布製造幅：2500mm、乾燥温度：120℃
- ⑤引張強さ測定条件
チャック間距離100mm、試料幅50mm、試験速度300mm/minの条件でたて、よこそれぞれの方向について強度と伸度を測定
湿潤状態についても十分な水に浸漬した後、同様に測定
- ⑥KES法試験条件
- KES圧縮試験
標準高感度条件、最大圧力は10gf/cm²(詳細は本報告「介護用ケアシートの感性機能評価(第2報)」参照)
 - KES純曲げ試験
標準高感度条件、試料サイズは200mm×200mm(詳細は本報告「介護用ケアシートの感性機能評価(第2報)」参照)
 - KES剪断試験
標準高感度試験、試料サイズは200mm×200mm(詳細は本報告「介護用ケアシートの感性機能評価(第2報)」参照)
 - KES表面試験
KES-S E摩擦感テスターにより測定
摩擦子：カトーテック株式会社製KES-S E用シリコンセンサー使用
摩擦子接触面積：1cm²、荷重25gf/cm²、試料台移動速度1mm/sec
 - q-max測定
KES-F 7により測定
試料温度20℃、銅板初期温度30℃(詳細は本報告「介護用ケアシートの感性機能評価(第2報)」参照)

⑦ハンドルオメータによる剛軟度試験

JIS L1096(一般織物試験方法) 剛軟性E法(ハンドルオメータ法)により測定

試料サイズは100mm×100mm、スリット幅は10mm、試料中央位置で測定

⑧カンチレバーによる剛軟度試験

JIS L1096(一般織物試験方法) 剛軟性A法(45°カンチレバー法)により測定

⑨ドレープ試験

JIS L1096(一般織物試験方法) 剛軟性G法(ドレープ係数)により測定(詳細は本報告「介護用ケアシートの感性機能評価(第2報)」参照)

⑩水分率試験

JIS P8127(紙及び板紙—水分試験方法—乾燥器による方法)を参考に、以下の手順により測定した。

100mm×100mmの大きさに裁断した試料5枚を標準状態(23℃、50%)で調湿して重量を測定する(その重量をAとする)。その試料を秤量瓶(筒型で胴径60mm、高さ80mmの大きさの秤量瓶を使用)に入れふたを閉じて重量を測定する(その重量をBとする)。秤量瓶のふたを開けて105℃の送風定温恒温器に3時間入れて乾燥させ、秤量瓶のふたを閉めてデシケーター中で、23℃になるまで冷却して重量を測定する(その重量をCとする)。このとき次式により水分率を計算する。

$$\text{水分率(\%)} = (B - C) \div A \times 100$$

⑪保水性試験

100mm×100mmの大きさに裁断した試料を標準状態(23℃、50%)で調湿したあとの重量を測定する(その重量をAとする)。その試料をバットに入れた蒸留水の中に60秒間浸漬した後、傾斜角度30°の金網上に60秒間放置し、すばやくはかりにのせて重量を測定する(その重量をBとする)。このとき次式により保水率を計算する。

$$\text{保水率} = (B - A) \div A$$

⑫ラローズ法による吸水性試験

ラローズ法により試験開始より5秒時点、10秒時点、飽和時点の吸水量を測定した。試料重量で吸水量を割ることにより試料1gあたりの吸水量を計算した。(詳細は本報告「介護用ケアシートの感性機能評価(第2報)」参照)

3. 2 実験装置の概要

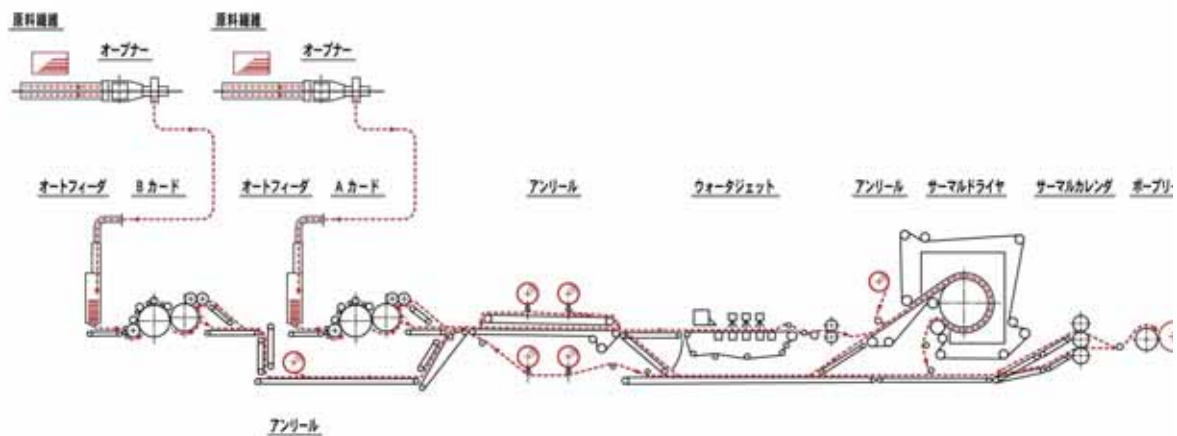


図1 不織布製造装置概略図



図2 多目的不織布製造装置



図3 樹脂加工機



図4 小型抄紙機

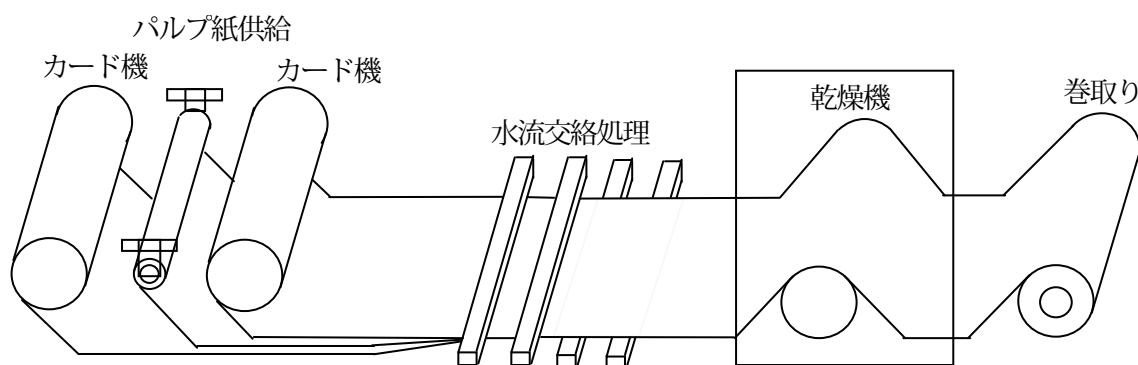


図5 不織布製造装置概略図



図6 WJ工程



図7 原紙巻き取り



図8 引張試験機



図9 摩擦感テスター



図10 ドレープテスター



図11 ハンドルオメーター



図12 カンチレバー



図13 送風定温恒温器



図14 真空乾燥機+冷却トラップ

3. 3 実験結果

3. 3. 1 触感を向上させる不織布原紙の検討

①繊維ウェブ改良によるアプローチ

不織布原紙製造条件及び保湿加工率を表1に示す。

これまでの研究においては、不織布は繊維ウェブを構成する繊維として、三昭紙業株式会社製木材パルプ入り不織布の定番品であるレーヨン繊維(1.7dt×40mm)を中心に検討してきた。今回はこの繊維に、織度が小さく柔らかい繊維であるソロ

テックス(ポリトリメチレンテレフタレート繊維 1.1dt×38mm)とレーヨン繊維(0.9dt×32mm)、添加剤を練りこみで柔軟化加工を行ったPET繊維(1.3dt×38mm)をそれぞれ配合したものをテストした。1.7dtレーヨン繊維を0.9dtレーヨン繊維に代えた実験も行った。

今回の織度の小さい繊維を使った試作において、多目的不織布製造装置において試作した範囲では製造上の問題は特になかった。

表1 不織布原紙製造条件及び保湿加工率

試料名	積層構造(ウェブ/シート/ウェブ)			WJ条件			原紙目付(g/m ²)	保湿加工後目付(g/m ²)	保湿加工率(%)
	ウェブ		ティッシュシート(21g/m ²)配合(%)	ノズル(φmm×Pmm)	圧力(MPa)	回数			
	繊維種類(dt×mm)	配合(%)							
060406-1	レーヨン(1.7×40)	25	50	0.08×1.0 0.08×0.5 0.08×0.5	3 4 4	両面	43.1	51.8	20.2
060406-2	ソロテックス(1.1×38)	25					44.7	51.8	15.9
	レーヨン(1.7×40)	25					37.4	49.6	32.6
060406-3	レーヨン(1.7×40)	25							
060406-5	レーヨン(0.9×32)	25					40.8	49.9	22.3
060406-6	ソロテックス(1.1×38)	25							

得られた木材パルプ入り不織布を樹脂加工機により保湿加工した。保湿加工率20%を目標に、保湿液を3倍に希釈した塗工液を塗布し、ヤンキードライヤーにより乾燥した。

こうして得られた不織布原紙及び保湿加工不織布の引張強さを図15、16に、原紙及び保湿加工後の伸び率を図17、18に、原紙及び保湿加工後の5%伸度引張強さを図19、20に示す。原紙及び保湿加工後のK E S圧縮試験結果を図21、22に、原紙及び保湿加工後のK E S曲げ試験結果を図23、24に示す。

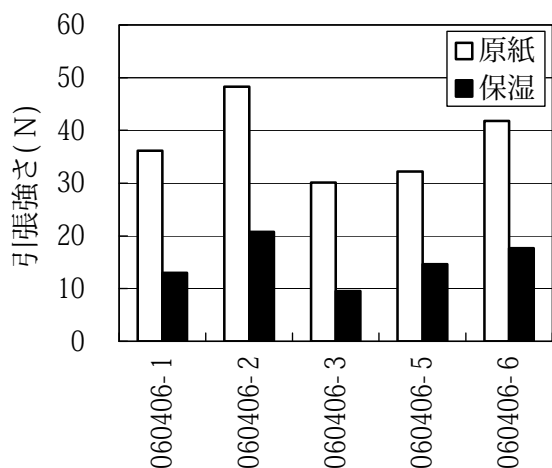


図15 原紙及び保湿加工後のたて方向の引張強さ

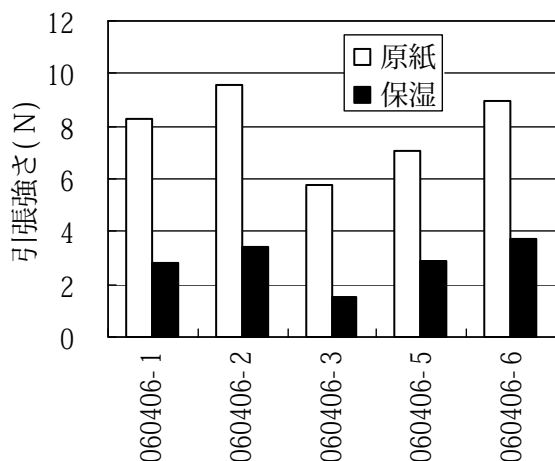


図16 原紙及び保湿加工後のよこ方向の引張強さ

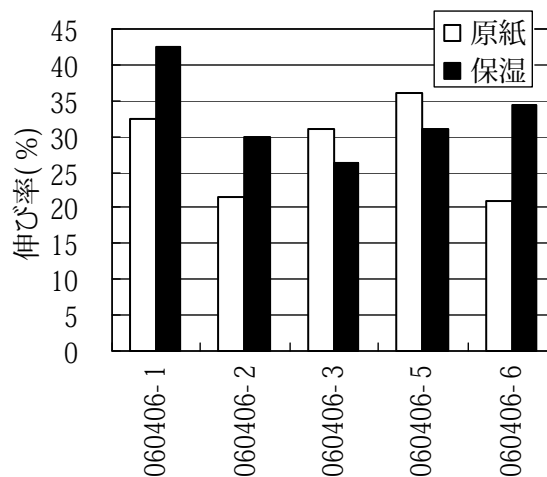


図17 原紙及び保湿加工後のたて方向の伸び率

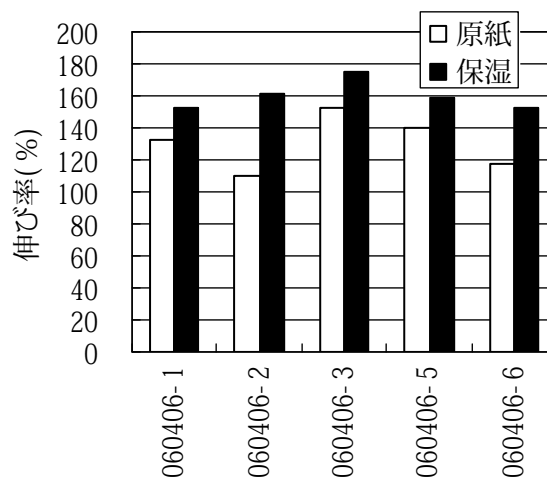


図18 原紙及び保湿加工後のよこ方向の伸び率

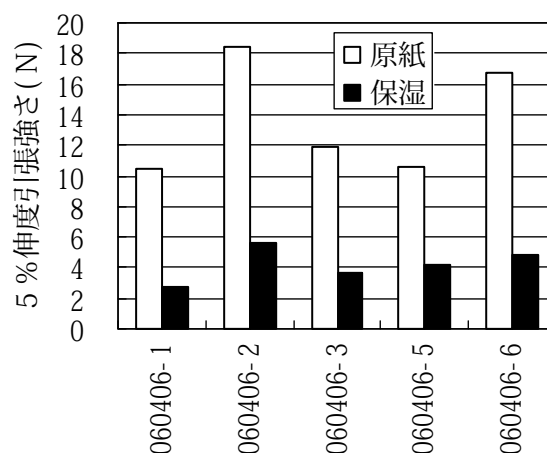


図19 原紙及び保湿加工後のたて方向の5%伸度引張強さ

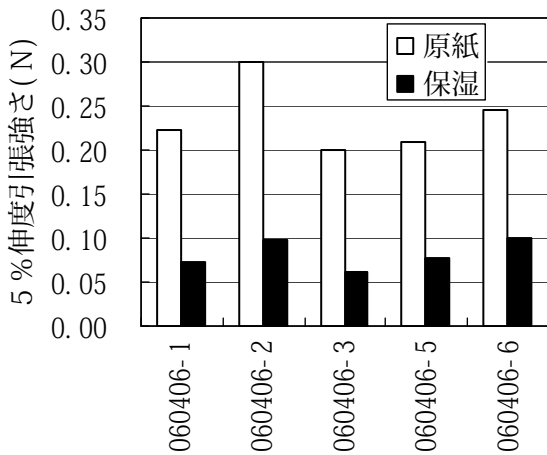


図20 原紙及び保湿加工後のよこ方向の5%伸度引張強さ

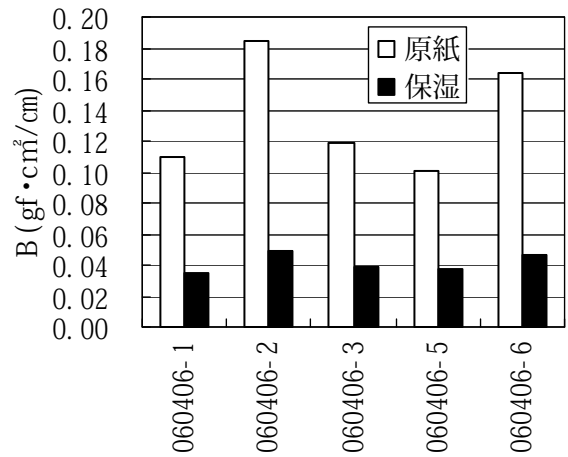


図23 原紙及び保湿加工後のK E S曲げ試験でのたて方向のB値

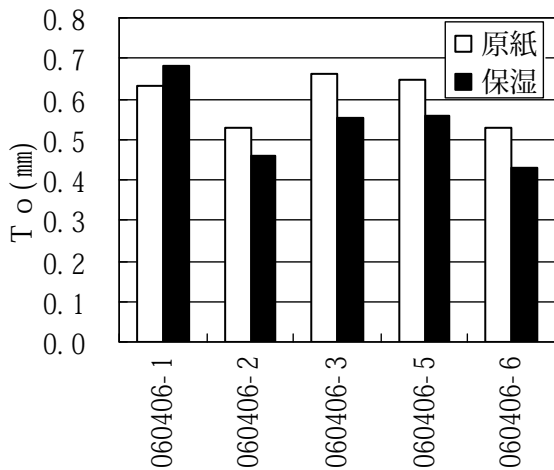


図21 原紙及び保湿加工後のK E S圧縮試験でのT o値

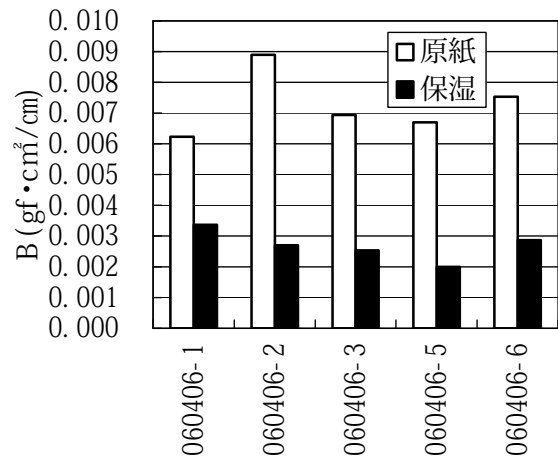


図24 原紙及び保湿加工後のK E S曲げ試験でのよこ方向のB値

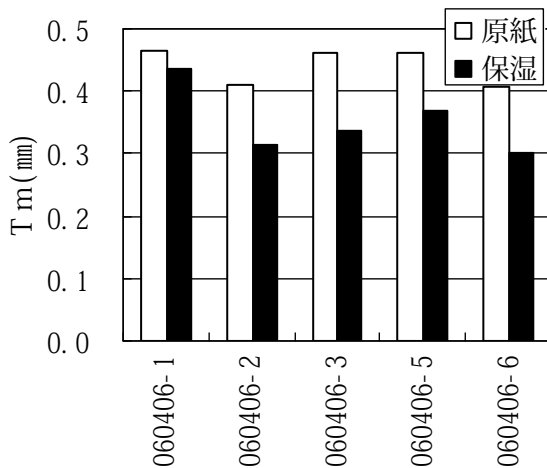


図22 原紙及び保湿加工後のK E S圧縮試験でのT m値

この5種類の試料で比較すると、レーヨン繊維100%の試料(060406-2、060406-6)に比べ、ソロテックス繊維やP E T繊維を配合した試料(060406-1、060406-3、060406-5)は、強度は少し弱い、厚みがあり、曲げ柔らかい。今回試作した繊維の小さいレーヨン繊維を配合したレーヨン繊維100%の試料(060406-2、060406-6)も昨年度に検討した1.7dtレーヨン繊維100%配合試料と比べると、強度は若干劣るが曲げ柔らかい。

ここでは機械的な測定ができていないが、繊維の小さい繊維を使うことにより、今回試作したすべての試料が触感の滑らかさは大きく向上していた。

今回の実験より、可能な限り使用する繊維の繊維度を小さくすると、特になめらかさや柔らかさなどの触感が向上することが分かった。

ただし、今回使用した0.9dtレーヨン繊維や1.1dtソロテックス繊維は1.7dtレーヨン繊維に比べ、2倍以上の価格差があり、そのままでは量産化につなげることはできない。

そこで、調査した結果、1.1dtレーヨン繊維、1.1dtPET繊維を使用すれば原料価格が大きく上昇することなく、繊維の小さい繊維の特徴である触感の滑らかさ、柔らかさを得ることが分かった。実機試作に向けての予備実験及び三昭紙業株式会社における実機試作においてはこれらの繊維を使い検討を行った。

②パルプ紙改良によるアプローチ

当センター設置の小型抄紙機により表2に示すパルプ紙を作製した。

NBK Pが主原料である試料(060420-2~4)は比較的容易に抄紙できた。NBK Pを叩解した試料(060420-3)はシャリ感のあるパルプ紙となった。SWPを配合した試料(060420-4)は抄紙機のヤンキードライヤーで完全に熱融着し、やはり触感の硬い紙になった。

LBK Pが主原料である試料(060420-5~6)は湿紙の強度が弱く、乾燥した後も破れやすかった。NBK Pと同様に目付30g/m²の試料作製を目指したが、破断を繰り返してサンプリングできなかった。そこで目付を上げて試作した。LBK P+SWPの試料もサンプリングしたかったが、あまりに湿紙の強度が弱いため今回は断念した。

表2 不織布複合用パルプ紙の作製

試料名	原料	叩解度	配合量(%)	目付(g/m ²)
060420-2	NBK P	未叩解	100	31.9
060420-3	NBK P	叩解(480CSF)	100	30.0
060420-4	NBK P SWP	未叩解	80 20	30.9
060420-5	LBK P	未叩解	100	39.0
060420-6	LBK P	叩解(470CSF)	100	33.9

NBK P：ハウサンド400(スギ、マツ、トウヒが原料)

LBK P：アラクルズ(ユーカリが原料)

SWP：UL-410(融点125℃、平均繊維長0.9mm(ポリエチレン))

このパルプ紙を使用して水流交絡法により木材パルプ入りспанレース不織布を試作した。

まず、各試料の水流交絡適正と水流交絡処理による繊維の脱落量を調べるための実験を行った。不織布原紙製造条件及び繊維残留率を表3に示す。

カード機及び水流交絡条件は一定にして連続運転し、2枚のウェブの間にはさむパルプ紙のみ交換して、試料を作製した。ブランクとしてパルプ紙としてティッシュを使用し、このティッシュの繊維残留率を100%としたときの各試料の相対的な繊維残留率を測定した。

NBK P未叩解の060421-2は繊維残留率も比較的良好で、水流交絡処理による問題はなかった。ブランクに使用しているティッシュに近い条件で抄紙しており、ブランクと同様の触感であった。

NBK P叩解の060421-3は水流交絡時の水抜けが悪く、水流交絡処理しているシートの上に水が溜まるような状態であった。シートの上に溜ま

った水と一緒にパルプ繊維が流れて、繊維残留率も悪かった。得られた不織布の触感は硬く、ザラザラした非常に悪い触感であった。パルプの叩解処理はきつすぎるとパルプ入り不織布の触感を悪化させることが分かった。

NBK P+SWPの060421-4はパルプ紙は硬かったが、不織布に複合するとSWPの入っていない060421-2と区別がつかないような触感であった。繊維残留率も非常に良好であった。

LBK P未叩解の060421-5は予想どおり繊維の脱落が多い。パルプ入り不織布の触感は滑らかで、しなやかな感触で、保湿不織布の原紙としては非常に好ましい触感である。

LBK P叩解の060421-6は、水流交絡時の水抜けが悪く、シートの上に溜まった水と一緒にパルプ繊維が流れていく。水流交絡には不適なパルプ紙である。

表3 不織布原紙製造条件及び繊維残留率

試料名	積層構造(ウェア/シート/ウェア)		WJ条件			不織布目付 (g/m ²)	繊維残留率 (%)
	ウェア 繊維種類 (dt×mm) (目付)	パルプ紙 (目付)	ノズル (φmm×Pmm)	圧力 (MPa)	回数		
060421-1	レーヨン (1.7×40) (20.2 g/m ²)	ティッシュ (21.0 g/m ²)	0.08×1.0 0.08×0.5 0.08×0.5	2 4 4	両面	41.2	100
060421-2		NBKP未叩解 (31.9 g/m ²)				50.0	93
060421-3		NBKP叩解 (480CSF) (30.0 g/m ²)				38.1	60
060421-4		NBKP未叩解 (80%) SWP (20%) (30.9 g/m ²)				52.6	100
060421-5		LBKP未叩解 (39.0 g/m ²)				42.1	56
060421-6		LBKP叩解 (470CSF) (33.9 g/m ²)				37.1	50

次にパルプ繊維の脱落を抑えるよう水流交絡条件を変更し、パルプ繊維が保湿不織布の特性に

与える影響を把握するため、試作を行った。不織布原紙製造条件を表4に示す。

表4 不織布原紙製造条件

試料名	積層構造(ウェア/シート/ウェア)		WJ条件			サクシヨン圧 (kPa)
	ウェア 繊維種類 (dt×mm) (目付)	シート種類 (目付)	ノズル (φmm×Pmm)	圧力(MPa)		
				表面	裏面	
060816-1	レーヨン (1.7×40) (20 g/m ²)	ティッシュ (21.0 g/m ²)	0.08×1.0 0.08×0.6 0.08×0.6	1 2 3	1 2 4	4
060816-2		NBKP未叩解 (31.9 g/m ²)				
060816-3		NBKP叩解(480CSF) (30.0 g/m ²)				
060816-4		NBKP未叩解(80%) SWP (20%) (30.9 g/m ²)				
060816-5		LBKP未叩解 (39.0 g/m ²)				
060816-6		LBKP叩解(470CSF) (33.9 g/m ²)				

060816-1と060816-2は非常に順調に水流交絡による複合ができた。

060816-3はすべての試料のなかで最も水抜けが悪かった。1本目のWJ処理のあとでシート状に水がたまり、部分的に気泡が発生した。サクシヨン圧を上げてても効果が小さかったが、1本目のWJ圧力を上げて、パルプ紙を打ち抜けるように

すると水抜けが改善し、不織布の地合いも改善した。

060816-4も水抜けが悪かったが、1本目のWJサクシヨン圧をあげると不織布の地合いが良くなった。

060816-5は問題なく複合できた。

060816-6は水抜けが悪くシートの上に溜まっ

た水で繊維が流されて不織布に斑ができた。1本目のWJサクシオン圧を上げると不織布の地合いが良くなった。

水流交絡条件を変更して地合いの良くなった木材パルプ入り不織布をサンプリングして保湿加工を行った。保湿加工率20%を目標に保湿液を3

倍に希釈して、樹脂加工機により保湿加工した。

保湿加工前後の目付、保湿加工率を表5に示す。

こうして得られた木材パルプ入り不織布と保湿不織布を本報告「介護用ケアシートの感性機能評価(第2報)」用の試料として、感性機能評価を行った。

表5 原紙及び保湿加工後の目付、保湿加工率

試料名	原紙目付 (g/m ²)	保湿加工後目付 (g/m ²)	保湿加工率 (%)
060816-1	33.0	45.8	38.8
060816-2	44.0	56.9	29.3
060816-3	46.0	53.6	16.5
060816-4	45.7	57.2	25.2
060816-5	50.3	59.6	18.5
060816-6	47.8	58.0	21.3

3.3.2 実機試作前の予備試作
不織布原紙製造条件を表6に示す。

いずれの試料においても問題なく木材パルプ入り不織布を製造することができた。

表6 不織布原紙製造条件

試料名	積層構造(ウェブ/シート/ウェブ)				WJ条件		
	ウェブ		シート		ノズル (φmm×Pmm)	表面圧力 (MPa)	裏面圧力 (MPa)
	繊維種類 (dt×mm)	配合 (%)	種類 (目付)	配合 (%)			
0720-1-1	レーヨン (1.1×38)	50	NBKP 100% ティッシュ (21g/m ²)	50	0.08×1.0 ×3本	1/3/3	0/3/3
0720-1-2							0/4/4
0720-1-3							0/5/5
0720-1-4							0/6/6
0720-1-5							0/7/7
0720-2-1	レーヨン (1.1×38)	40	NBKP 100% パルプ紙 (30g/m ²)	60			0/4/4
0720-3-1	レーヨン (1.1×38)	20					0/4/4
	PET (1.1×38)	20					
0720-4-1	レーヨン (1.1×38) PET (1.1×38)	25	NBKP 100% ティッシュ (21g/m ²)	50			0/3/3
0720-4-2							0/4/4
0720-4-3		25			0/5/5		
0720-4-4					0/6/6		
0720-4-5					0/7/7		

こうして得られた木材パルプ入り不織布を保湿加工した。保湿加工率を約50%にするために、三昭紙業株式会社の木材パルプ入り不織布KP9350を使い、保湿加工予備実験を行った。

保湿加工は樹脂加工機において保湿液をディ

ッピング加工した。ディッピング後の絞りロールは一定圧力にして、保湿液の希釈割合で保湿加工率をコントロールした。

表7に示すように保湿液の希釈倍率を変えてディッピング塗工を行うと保湿加工率が変化した。

希釈倍率が小さくなると塗工液の粘度が大きく上昇するため、ディッピング塗工で付着する液量が増える。単純に保湿液を2倍に薄めたら保湿加工率が半分になるというものではないことが分かっ

た。今回は保湿液を2.2倍に希釈すると保湿加工率が約50%になることが分かったので、すべての試料をこの条件で保湿加工した。

表7 塗工量確認

希釈率(倍)	塗布量(g/m ²)	保湿加工率(%)
2.0	82.3	76.1
2.2	54.8	48.8
2.5	55.9	41.8

今回試作した保湿加工前の原紙及び保湿加工後の目付と密度を図25に示す。参考データとして次項で示す三昭紙業株式会社実機試作品T0604、T0605とレギュラー品KP9350のデータも示す。

実機試作品は保湿加工も実機で行ったため保湿加工条件も異なる。

保湿加工率を図26に示す。

ウェブ繊維にPET繊維を配合した試料(0720-3-1、0720-4シリーズ)はウェブ繊維がレーヨン100%の試料(0720-1-シリーズ、0720-2-1)に比べ密度が低い。木材パルプの割合が多い試料(0720-2-1、0720-3-1)は少ない試料(0720-1-シリーズ、0720-4-シリーズ)に比べ密度が高い。今回行ったディッピング方式による保湿加工においては、PET繊維を配合した不織布が保湿加工率が高い傾向にある。木材パルプ配合量が多い試料は保湿加工率が低い傾向になる。これは繊維の吸水性の違いより、不織布の密度が低い試料はディッピングにより保湿液をたくさん吸って結果的に保湿加工率が高くなるのではないかと考えている。

原紙及び保湿加工後の引張強さを図27、28に、原紙及び保湿加工後の5%伸度引張強さを図29、30に示す。

WJ圧力を増すと予想どおり引張強さ、5%伸度強度とも強くなる傾向にある。木材パルプの割合を増やすと原紙においては引張強さは向上しないが、5%伸度強度は目立って大きくなる。すなわち強くないが硬いという好ましくない特性が発現する。ところが、保湿加工を行うと5%伸度強度においても木材パルプの配合量が少ない試料と

同程度まで低下する。すなわち木材パルプ配合量が多い方が保湿加工による柔軟化効果が大きいことが分かる。さらに木材パルプ配合量が多い試料のほうが保湿加工率が同程度であってもしっとりした感触を与える。

今回の試作試料を三昭紙業株式会社実機品と比較すると、0720-2-1がT0604に、0720-3-1がT0605に対応する試料であるが、0720-3-1が目付が小さくなってしまったため強度が弱い。0720-2-1はそれなりにT0604の再現ができています。ただしカード機で試作試料は実機品とくらべ、よりたて方向が強く、よこ方向が弱い、すなわち強度のたてよこ比が大きい傾向にある。

原紙及び保湿加工後のKES曲げ試験における曲げ剛性B値の測定結果を図31、32に示す。

0720-1-シリーズ及び0720-4-シリーズは十分柔らかいこともあり曲げ剛性B値に水流交絡の圧力の影響はあまり出なかった。木材パルプ配合量の多い0720-2-1及び0720-3-1は原紙は曲げ硬いが保湿加工すると木材パルプ配合量の少ない試料と同程度まで柔らかくなる。PET繊維を配合した試料はPET繊維を配合していない試料に比べ、全体的に曲げ柔らかくなった。

原紙及び保湿加工後のKES剪断試験における剪断剛性G値の測定結果を図33、34に示す。

曲げ剛性B値にはたてよこ比がすべての試料で10倍ほどあったが、剪断剛性G値にはたてよこ比がほとんどない。試料による剪断剛性Gは傾向は曲げ剛性B値の傾向に非常に似ている。

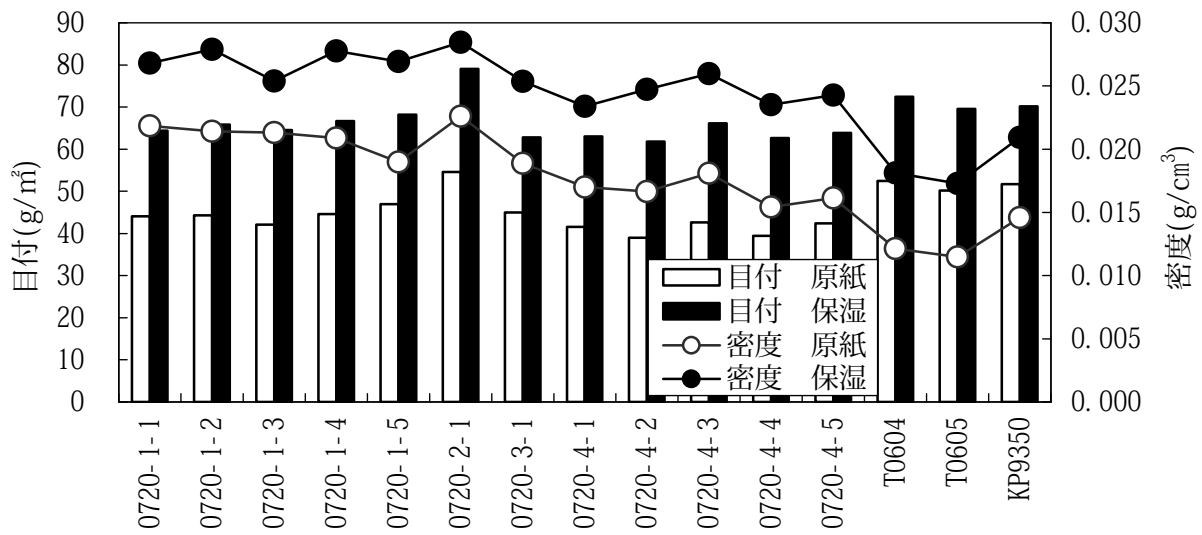


図25 原紙及び保湿加工後の目付と密度

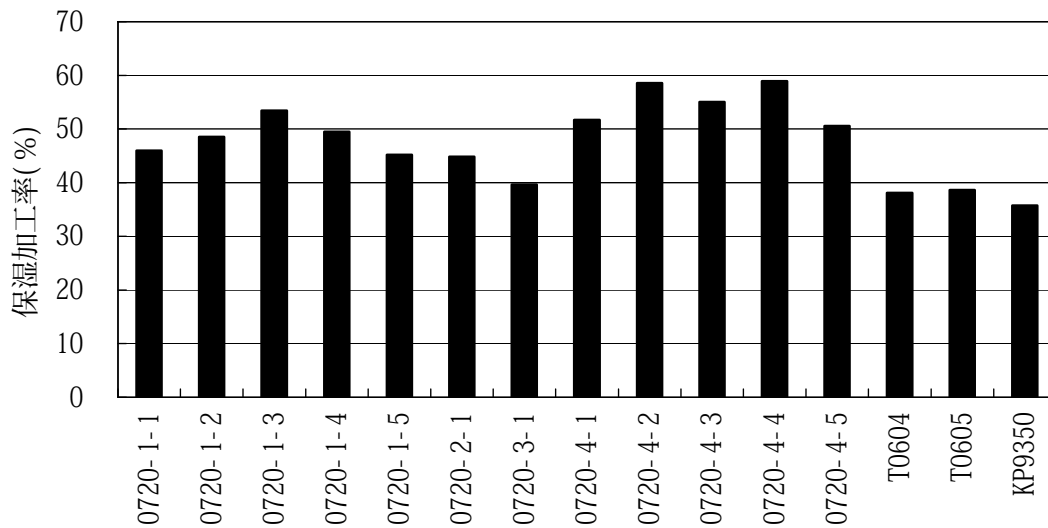


図26 保湿加工率

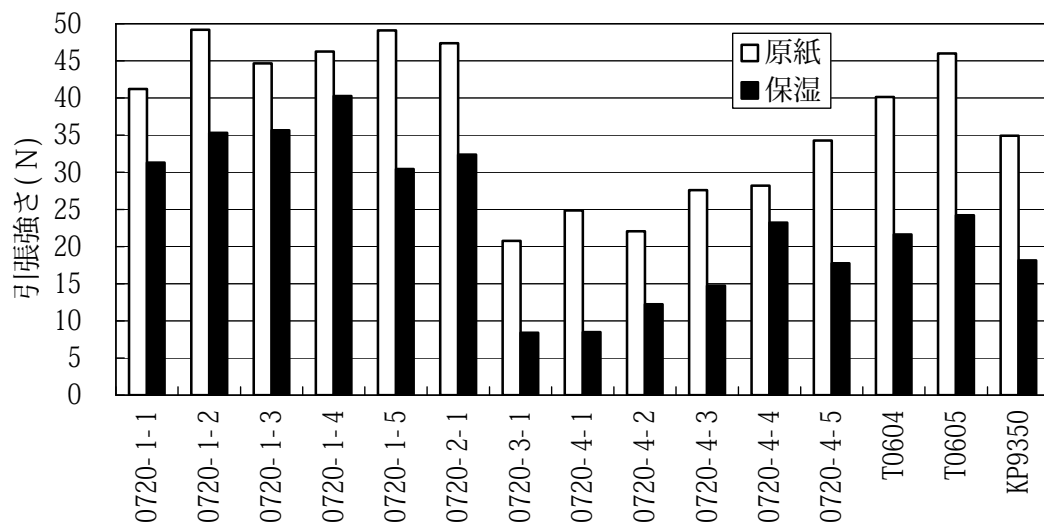


図27 原紙及び保湿加工後のたて方向の引張強さ

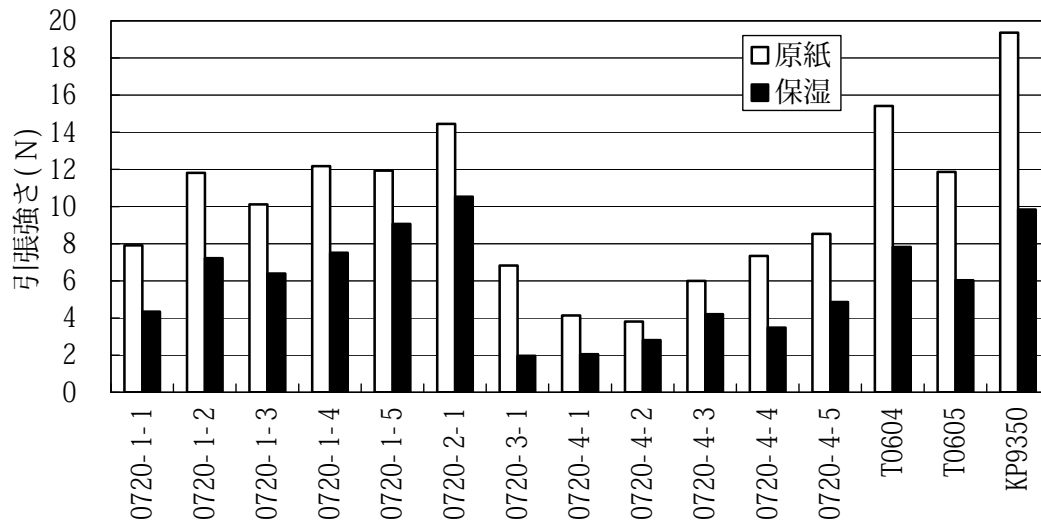


図28 原紙及び保湿加工後のよこ方向の引張強さ

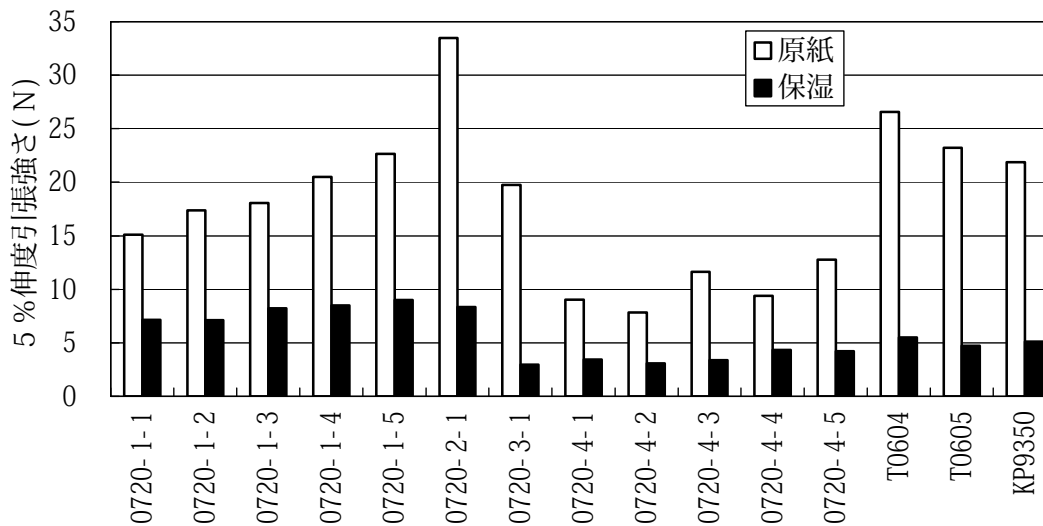


図29 原紙及び保湿加工後のたて方向の5%伸度引張強さ

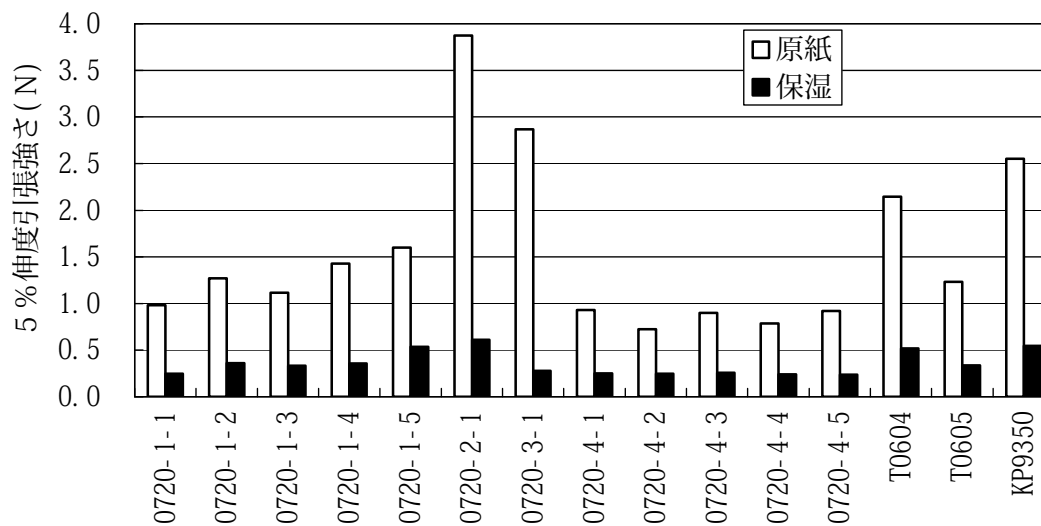


図30 原紙及び保湿加工後のよこ方向の5%伸度引張強さ

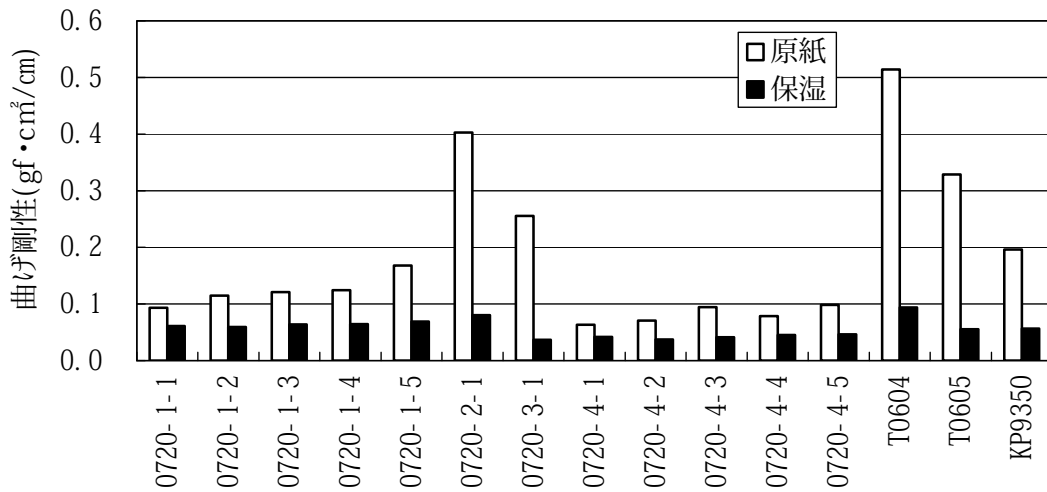


図31 原紙及び保湿加工後のK E S曲げ試験でのたて方向の曲げ剛性 (B)

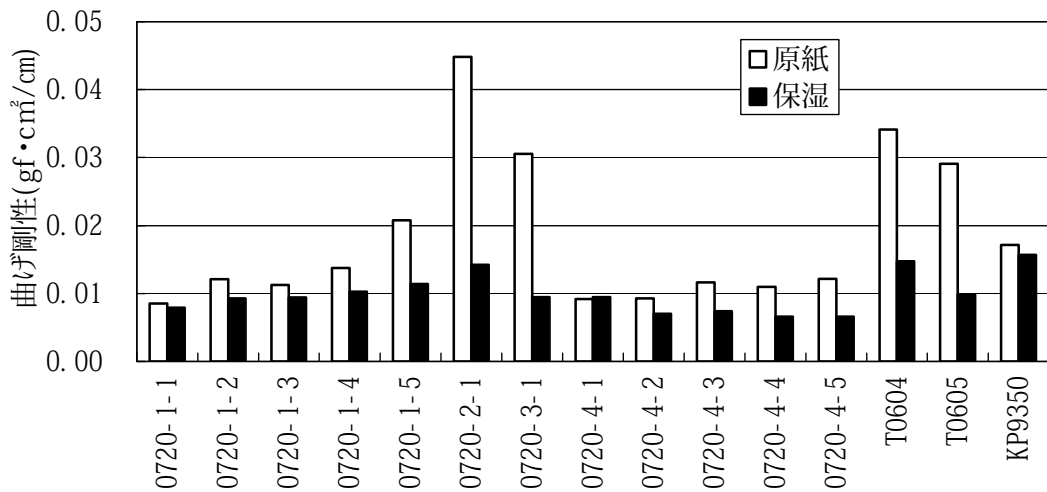


図32 原紙及び保湿加工後のK E S曲げ試験でのよこ方向の曲げ剛性 (B)

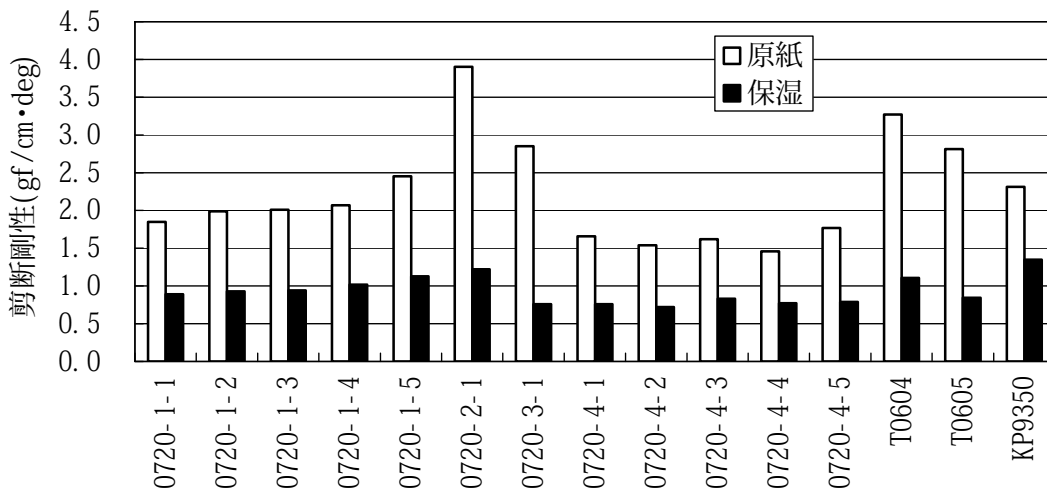


図33 原紙及び保湿加工後のK E S剪断試験でのたて方向の剪断剛性 (G)

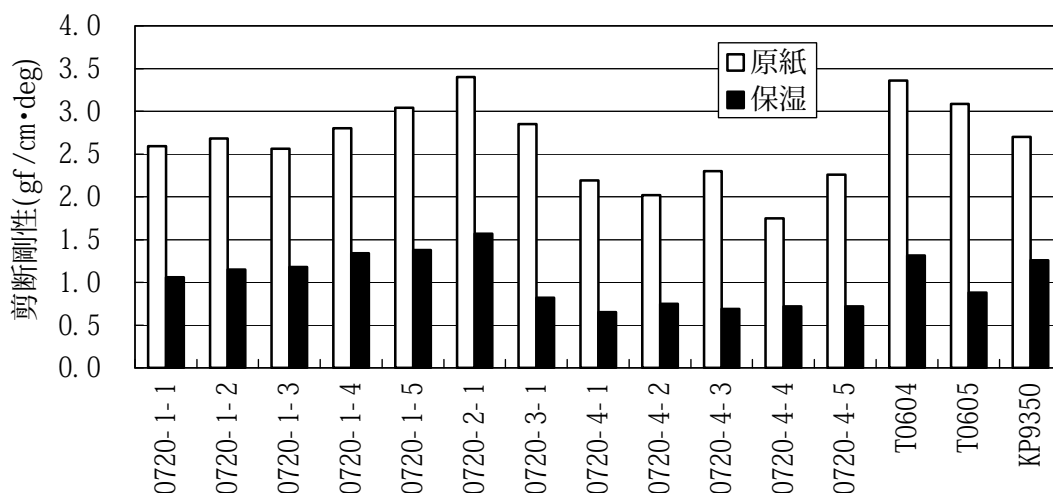


図34 原紙及び保湿加工後のK E S剪断試験でのよこ方向の剪断剛性 (G)

3. 3. 3 三昭紙業実機試作

表8に平成17年度に行った三昭紙業実機試作の繊維配合を示す。

この条件と実機試作前の予備実験の結果を踏まえ、表9に示す繊維配合で試作を行うことにした。

表8 平成17年度実機試作の繊維配合

試料名	目付(g/m ²)	パルプ配合量 (%)	レーヨン配合量 (%)	P E T 配合量 (%)
T0601-1	40	70.0	30.0	—
T0601-2	45	73.0	27.0	—
T0602-1	40	70.0	15.0	15.0
T0602-2	45	73.4	13.3	13.3

パルプ繊維：ハウサンド400

レーヨン繊維：1.7dt×40mm

P E T 繊維：1.7dt×40mm

表9 平成18年度実機試作の繊維配合

試料名	目付(g/m ²)	パルプ配合量 (%)	レーヨン配合量 (%)	P E T 配合量 (%)
T0604	50	60.0	40.0	—
T0605	50	60.0	20.0	20.0

パルプ繊維：ハウサンド400

レーヨン繊維：1.1dt×38mm

P E T 繊維：1.1dt×38mm

T0601、T0602では保湿加工後の「よこ強度不足」「リントが出易い」などの問題が懸念されたため、6機あるインジェクターのうち後半2機の水圧を

高めることで、これらの課題を解消しながらなおかつ肌触りの良い不織布を目指した。水流交絡処理条件を表10に示す。

表2. 1. 3-10 水流交絡処理条件

	インジェクターNo.	1	2	3	4	5	6
	前回試作条件	ノズル孔径(mm)	0.08	0.08	0.18	0.12	0.08
	圧力(MPa)	1.5	1.5	0.1	2.5	2.5	3.0
今回試作条件	ノズル孔径(mm)	0.08	0.08	0.12	0.12	0.08	0.08
	圧力(MPa)	1.5	1.5	0.1	1.0	4.0	4.5

前回試作からの主な変更点を要約すると以下のとおりである。

- ・使用繊維織度：1. 7 dt × 40mm → 1. 1 dt × 38mm
- ・目付：40 g/m²、45 g/m² → 50 g/m²
- ・水流交絡処理圧力(インジェクター最後部)：3 MPa → 4. 5MPa

1. 1dt 繊維使用については実機カード機では過去に経験が無く、条件的に困難であると見られていた。実際、2機あるうちの1機のカード機ではワーカー、ターナーの繊維移行が悪く綿切れの兆候が見られた。通常各ワイヤー刃先端部により繊維解繊、移行が行われるが、試作時には若干ワイヤーのふところへ入り込む様な状態になり部分的に地合構成が保てなかったため、生産スピードは

MAXスピードよりも30%程度減速しての試作となった。

生産性の向上に向けては各ワイヤー間、ドッファー、メインなどスピード比の調整領域が残されておりなお検討の余地がありそうである。細織度指向の適性なワイヤー刃先の摩針も合わせて検討したい。

上記条件における量産化に必要なデータが得られ、生産可能なことが確認された。

試作した原紙及び保湿加工後の強度試験を行った。試験結果を表11、図35、36に示す。

保湿加工後のよこ強度不足に関して解消され概ね良好な結果が得られた。保湿加工後の手触り感は良好である。

表11 実機試作の不織布原紙及び保湿加工後の評価結果

項 目	T0604		T0605		
	原紙	保湿	原紙	保湿	
目付(g/m ²)	51. 9	72. 7	51. 2	71. 3	
厚さ(mm)	0. 46	0. 37	0. 48	0. 43	
密度(g/cm ³)	0. 113	0. 196	0. 107	0. 166	
乾時引張強度(N)	たて	40. 5	22. 0	41. 9	24. 6
	よこ	14. 4	9. 5	11. 7	5. 0
乾時引張伸度(%)	たて	19. 0	26. 0	26. 0	35. 9
	よこ	74. 1	84. 3	84. 3	86. 4
湿時引張強度(N)	たて	18. 1	17. 5	28. 9	17. 1
	よこ	8. 5	8. 9	7. 8	4. 1
湿時引張伸度(%)	たて	32. 5	30. 0	40. 4	40. 9
	よこ	77. 1	70. 6	99. 6	89. 1

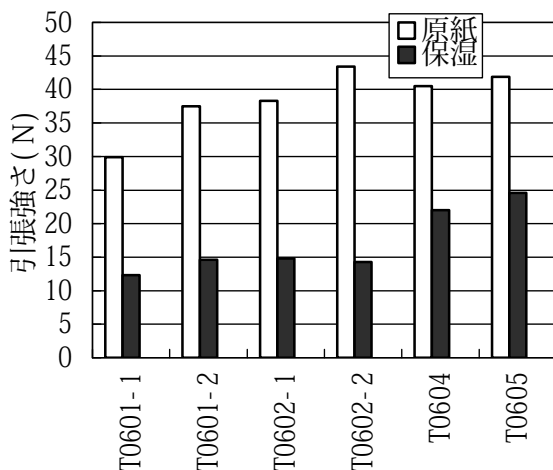


図35 原紙及び保湿加工後のたて方向の乾時引張強さ

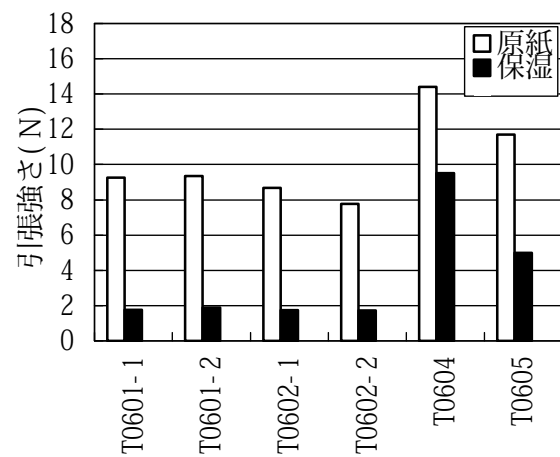


図36 原紙及び保湿加工後のよこ方向の乾時引張強さ

3. 3. 4 三昭紙業実機試作品評価

今回行った三昭紙業実機試作品(T0604、T0605)、前回の三昭紙業実機試作品(T0601-2、T0602-2)、三昭紙業レギュラー品(木材パルプ入り不織布KP9350、レーヨン繊維100%不織布KR9340)について

測定を行った。

測定を行った試料の繊維配合処方と目付、保湿加工率を表12に示す。T0604とT0605については保湿加工率を変えた試料を作製し、評価を行った。

表12 三昭紙業実機試作品の繊維配合処方及び保湿加工率

試料名	ウェブ				パルプ配合率 (%)	種別	目付 (g/m ²)	保湿加工率 (%)
	レーヨン		PET					
	織度(dt) × 繊維長(mm)	配合率 (%)	織度(dt) × 繊維長(mm)	配合率 (%)				
T0604	1.1×38	40	—	—	60	原紙	52.4	0
						保湿1	68.4	30.4
						保湿2	74.4	41.9
						保湿3	107.5	105.0
T0605	1.1×38	20	1.1×38	20	60	原紙	50.2	0
						保湿1	58.2	15.9
						保湿2	71.6	42.7
						保湿3	103.7	106.6
T0601-2	1.7×40	27	—	—	73	原紙	46.1	0
						保湿1	55.1	19.4
T0602-2	1.7×40	13.3	1.7×40	13.3	73.4	原紙	45.5	0
						保湿1	57.0	25.2
KP9350	1.7×40	50	—	—	50	原紙	51.7	0
						保湿1	70.1	35.7
KR9340	1.7×40	100	—	—	—	原紙	46.0	0
						保湿1	64.4	40.0

試料の強度、伸びやすさを評価するために引張試験を行った結果を図37～42に示す。

引張強さについては昨年度に試作したT0601-2及びT0602-2の保湿加工品において、特によこ方向の弱さが指摘された。今回試作したT0604及びT0605においては、大きく改善した。保湿加工の割合を大きく変えた試料を作製したが、引張試験の結果にはあまり大きな影響を与えなかった。

試料の厚み感、ふんわり感を評価するためにKES圧縮試験を行った結果を図43、44に示す。

測定結果に保湿加工はあまり影響しなかった。

試料の滑らかさを評価するためにKES表面試験を行った結果を図45、46に示す。

表面摩擦係数MIU値が小さいと試料は滑らかである。装置標準の金属線を巻いた摩擦子を使用すると、保湿加工した明らかに触感がなめらかな試料の方がMIU値が大きいという結果になった。そこで摩擦子の材質を金属線からシリコーン

に変更して測定を行うと実際の触感と測定で得られるMIU値が相関するようになったので、KES表面試験はシリコーン製摩擦子を使用して測定することとした。保湿加工を行うとMIU値は低下する。保湿加工率が高くなるほどMIU値の低下が顕著になった。

曲げ柔らかさを評価するためにKES純曲げ試験を行った図結果を47、48に示す。

曲げ剛性B値が小さいほど曲げ柔らかい。保湿加工をするとB値は大きく低下する。保湿加工率を増やすとわずかに低下する。木材パルプを多く配合した試料が保湿加工によるB値の低下が大きい傾向にある。T0604は原紙はB値が大きく曲げ硬いが、保湿加工後は大きく低下し曲げ柔らかくなる。木材パルプの入っていないKR9340は保湿加工する前から曲げ柔らかい。そのため保湿加工してもあまり変わらない。

剪断力に対する柔らかさを評価するためにK

E S 剪断試験を行った結果を図49、50に示す。

剪断剛性G値が小さいほど剪断力に対して柔らかい。剪断剛性G値は曲げ剛性B値と同様の傾向がある。

試料の剛軟度をハンドルオメータ法とカンチレバー法で測定した結果を図51～54に示す。

剛軟度が小さいほど曲げ柔らかい。保湿加工するとどちらの測定においても剛軟度が低下する。保湿加工率を上げていくと、ハンドルオメータ法では剛軟度が上がり、カンチレバー法では剛軟度が下がる。これは不織布に含まれる保湿液の重量が、ハンドルオメータ法では試料を变形させる際の抵抗として不利に働き、カンチレバー法では試料を垂れ下がりやすくするため有利に働く結果であると考えられる。

ドレープ性(肌沿い性)を評価するためにドレープ係数測定を行った結果を図55に示す。

ドレープ係数が小さいほど、ドレープ性が良い。保湿加工を行うとドレープ性が向上する。

試料のしっとり感を評価するためにq-max値を測定した結果を図56に示す。

q-max値が大きいほど触れたときに冷たく感じる。保湿加工をするとq-max値が大きくなる。保湿加工率が大きくなるとさらに大きくなる。このq-max値の上昇が触れたときのしっとり感に繋がっていると考えている。

このq-max値に大きく影響する水分率を評価した結果を図57に示す。

木材パルプ入り不織布原紙の水分率は加熱乾燥式水分率測定装置でも、送風定温恒温器を使用する方法でも、真空乾燥器を使用する方法でもほぼ同じ値が得られた。しかし保湿不織布の水分率は、加熱乾燥式水分率測定装置で測定すると保湿液まで蒸発して水分率は高く測定され、真空乾燥器で保湿液が飛ばないように室温で真空乾燥すると保湿液が保持する水分が完全に蒸発せず水分率は低く測定された。所定の秤量瓶を使用し、105℃ 3時間送風定温恒温器で乾燥を行うと水分率の理論値とほぼ一致する水分率が測定できたので、保湿不織布の水分率測定法として採用した。繊維の水分率はレーヨン>パルプ>>PETであるので、不織布原紙の水分率はPET繊維を配合したものは低く、レーヨン繊維100%のものは高い。保湿加工をすると保湿加工率に応じて水分率が高くなっていく。

試料の吸水能力を評価するため保水率の測定を行った結果を図58に示す。

保水率は圧力がかかっていない状態で不織布重量の何倍の水を保持できるかを評価している。すなわち(保持した水の重量+不織布原紙重量+保湿液重量)÷(不織布原紙重量+保湿液重量)という計算になる。保湿液が不織布の水を保持する空間を占有するのみでなく、保水率の計算の分母が大きくなるので、保湿加工すると保水率の数値を2重に低下させてしまう。分母を不織布原紙重量にして計算し直すと保湿加工による保水率の減少は1程度である。

試料の吸水能力について、圧力がかかった状態での吸水速度及び吸水量が評価できるラローズ法により吸水量を評価した結果を図59～61に示す。保湿加工前の原紙は非常に吸水速度が速く、吸水試験開始5秒後には飽和に近い状態まで吸水している。それに対し、保湿加工した試料は10秒後でも飽和吸水量の半分にも満たない吸水量である。特に今回の試作品のT0604、T0605の吸水速度の遅さが目立つ。しかし実際に使ってみて吸水性が悪いとは感じない。逆に濡れた肌をふくと、適度に肌に水分が残り、その水分中に保湿液が溶け込んで肌に保湿感を与える。

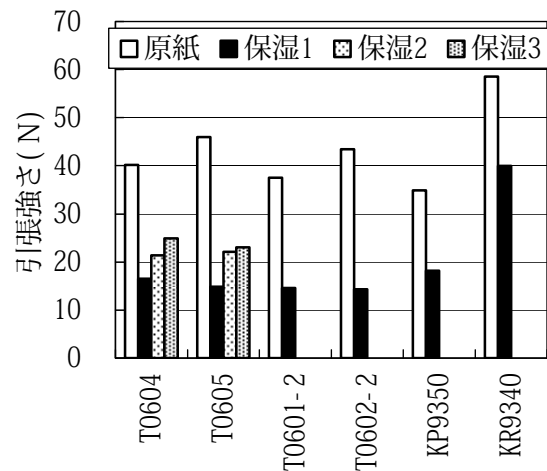


図37 原紙及び保湿加工後のたて方向の引張強さ

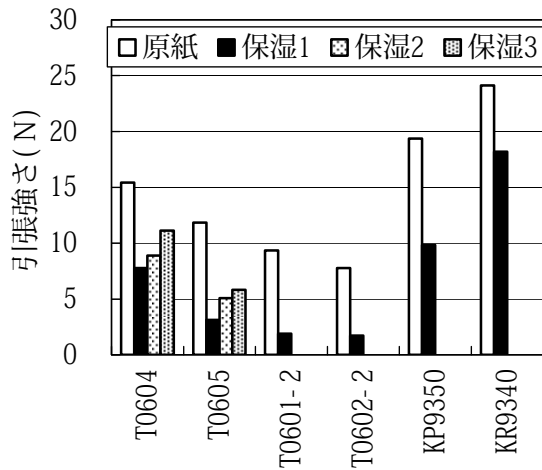


図38 原紙及び保湿加工後のよこ方向の引張強さ

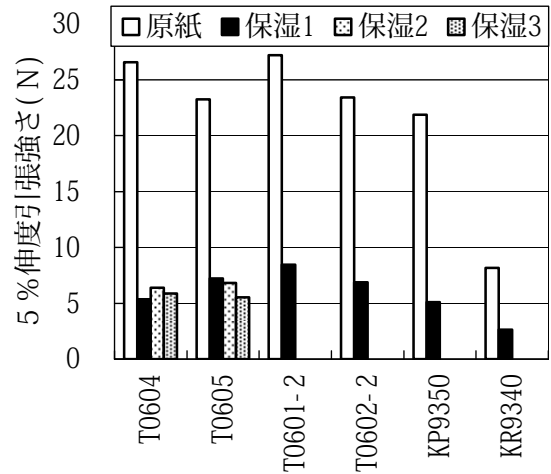


図41 原紙及び保湿加工後のたて方向の5%伸度引張強さ

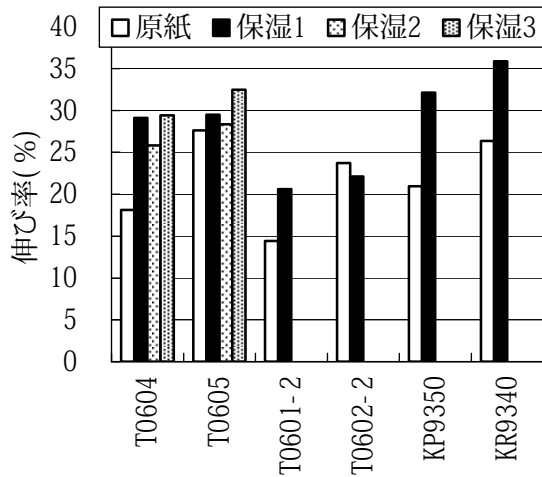


図39 原紙及び保湿加工後のたて方向の伸び率

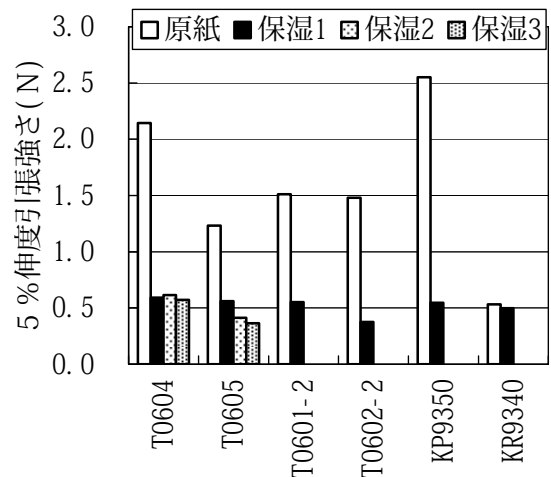


図42 原紙及び保湿加工後のよこ方向の5%伸度引張強さ

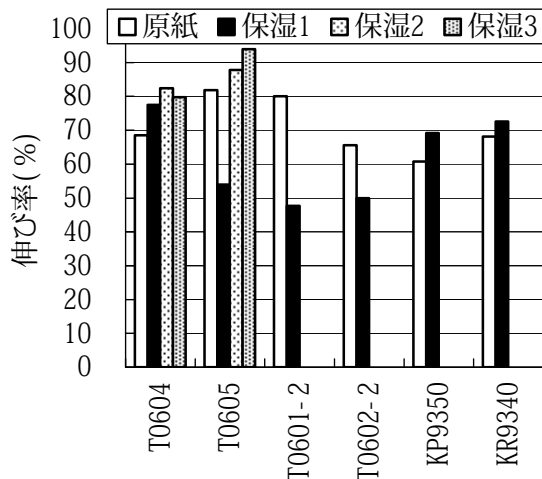


図40 原紙及び保湿加工後のよこ方向の伸び率

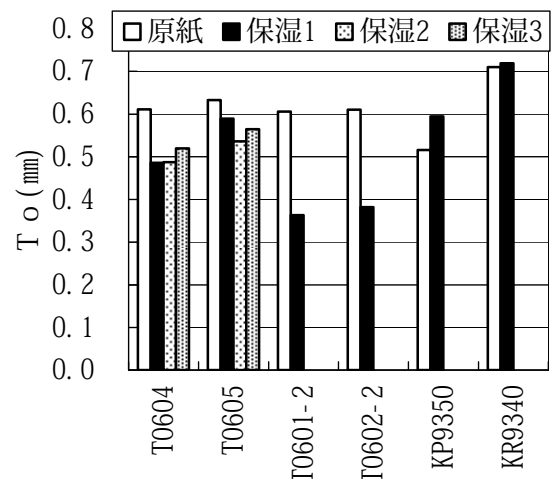


図43 原紙及び保湿加工後のKES圧縮試験でのT o値

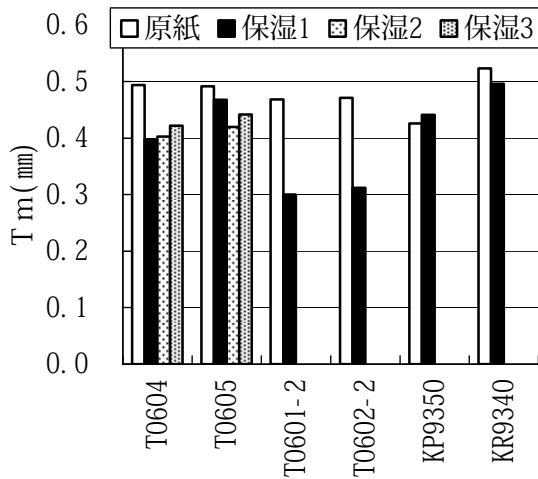


図44 原紙及び保湿加工後の K E S 圧縮試験での T m 値

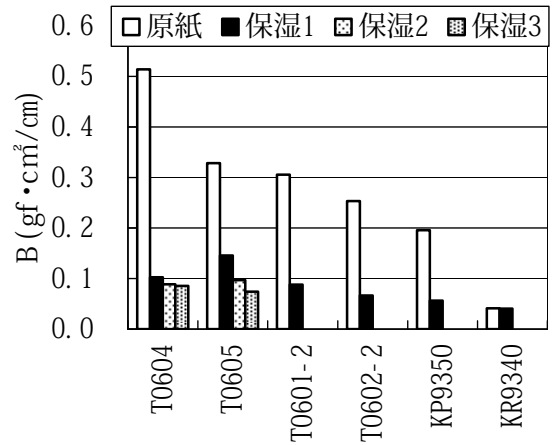


図47 原紙及び保湿加工後の K E S 曲げ試験でのたて方向の B 値

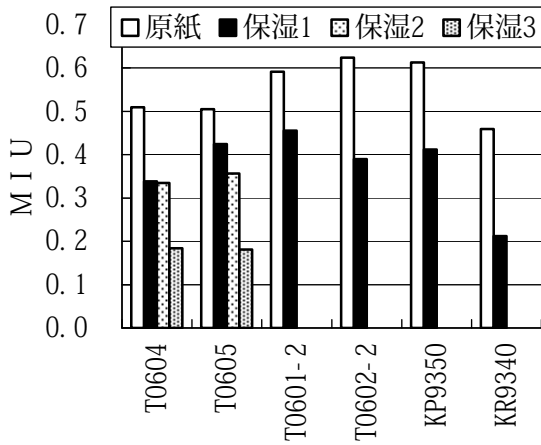


図45 原紙及び保湿加工後の K E S 表面試験でのたて方向の M I U 値

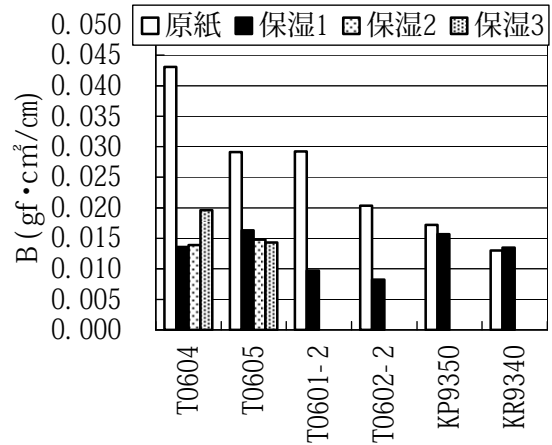


図48 原紙及び保湿加工後の K E S 曲げ試験でのよこ方向の B 値

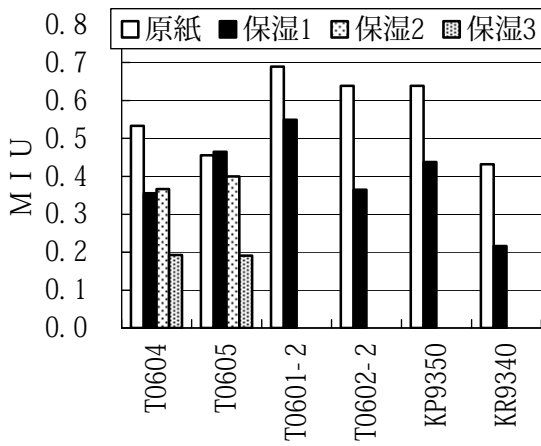


図46 原紙及び保湿加工後の K E S 表面試験でのよこ方向の M I U 値

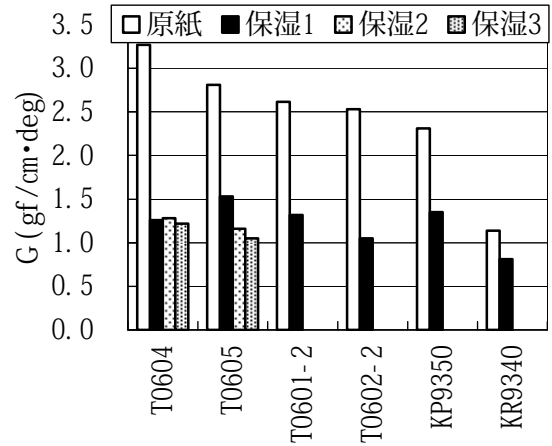


図49 原紙及び保湿加工後の K E S 剪断試験でのたて方向の G 値

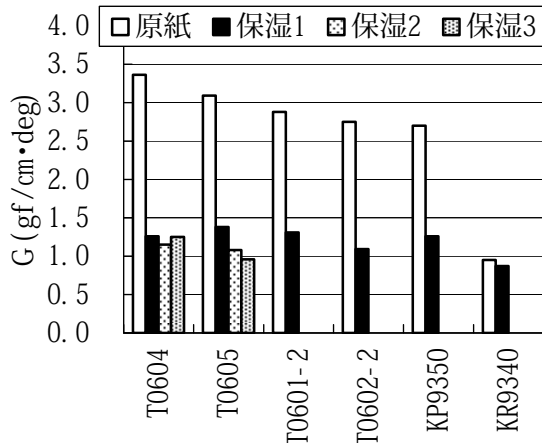


図50 原紙及び保湿加工後のK E S 剪断試験でのよこ方向のG 値

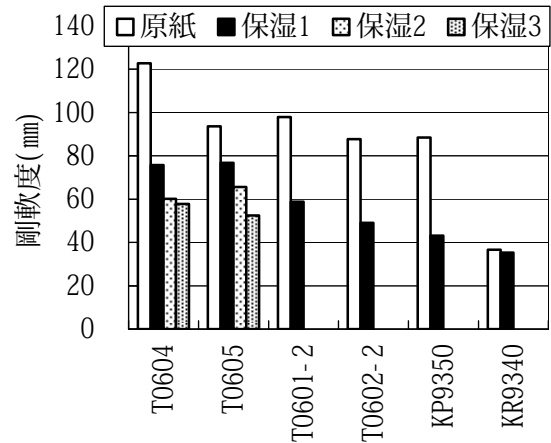


図53 原紙及び保湿加工後のカンチレバー法でのたて方向の剛軟度

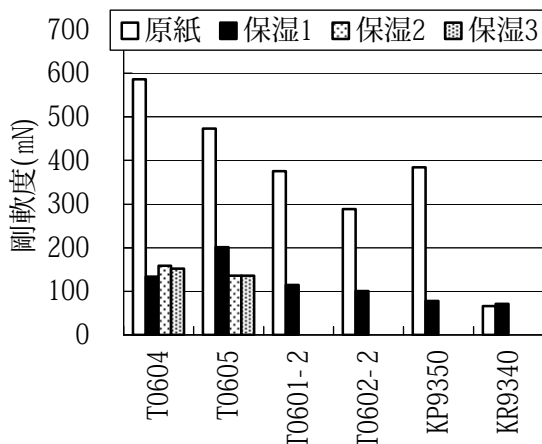


図51 原紙及び保湿加工後のハンドルオメータ法でのたて方向の剛軟度

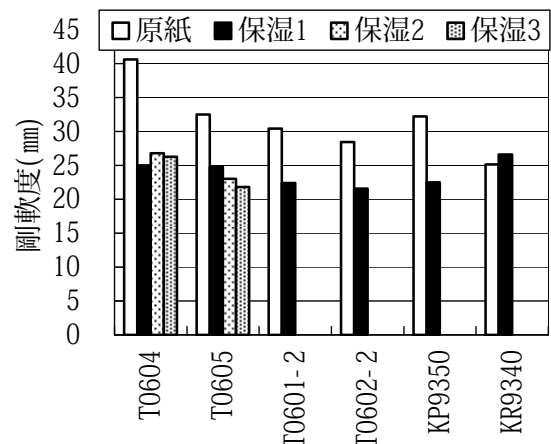


図54 原紙及び保湿加工後のカンチレバー法でのよこ方向の剛軟度

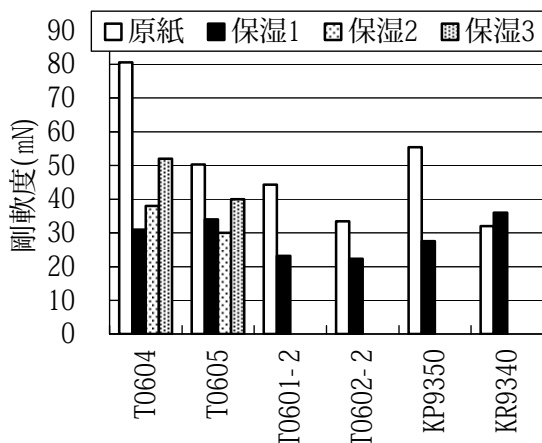


図52 原紙及び保湿加工後のハンドルオメータ法でのよこ方向の剛軟度

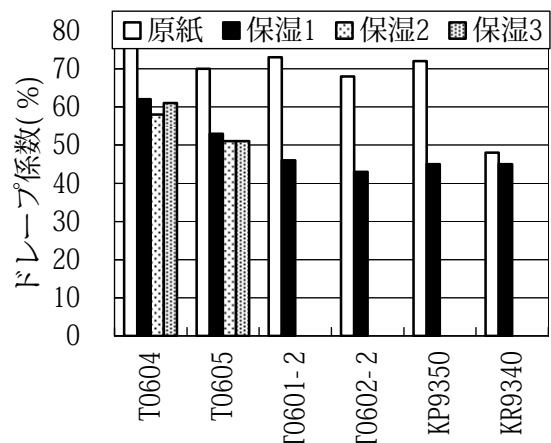


図55 原紙及び保湿加工後のドレープ性試験でのドレープ係数

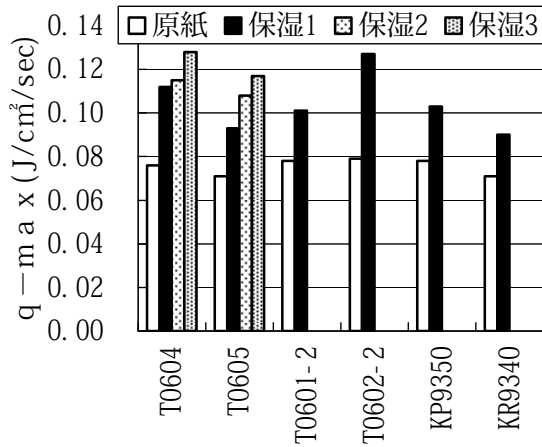


図56 原紙及び保湿加工後のK E S冷温感試験でのq-max値

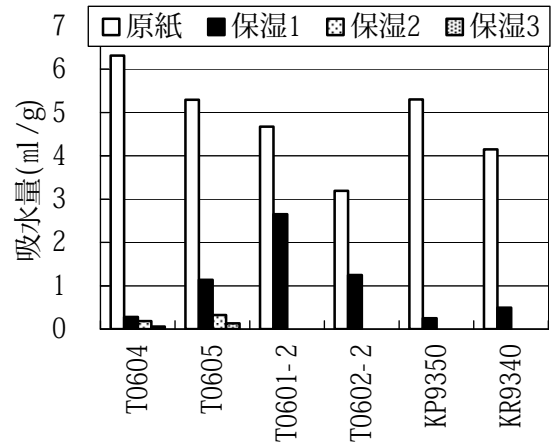


図59 原紙及び保湿加工後のラローズ法吸水試験での5秒後の吸水量

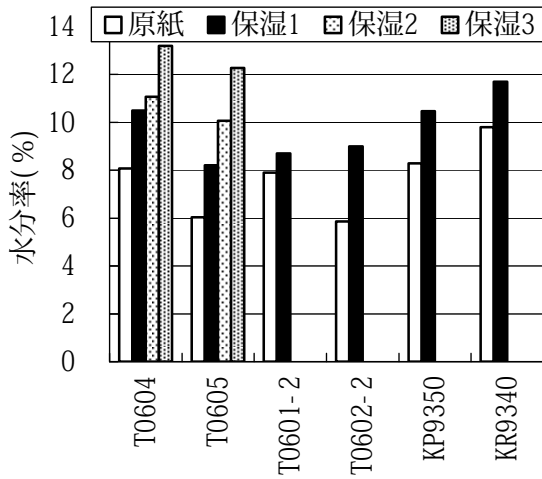


図57 原紙及び保湿加工後の水分率

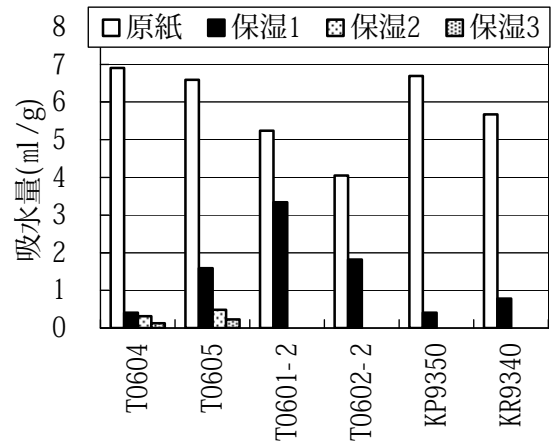


図60 原紙及び保湿加工後のラローズ法吸水試験での10秒後の吸水量

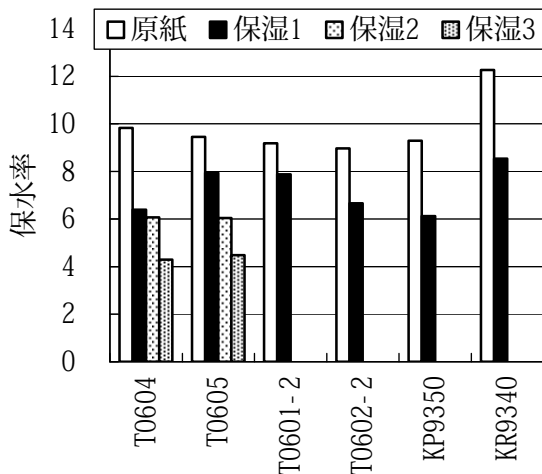


図58 原紙及び保湿加工後の保水率

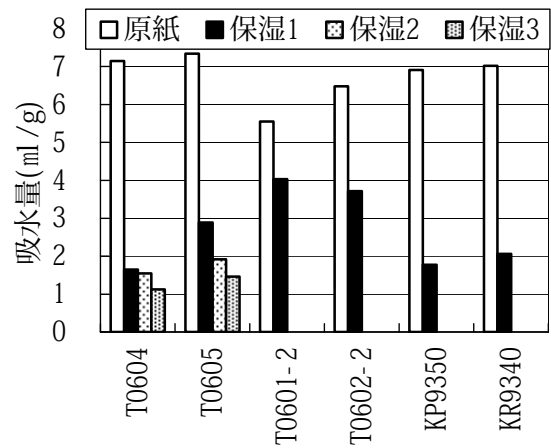


図61 原紙及び保湿加工後のラローズ法吸水試験での飽和状態の吸水量

4. 研究成果

4. 1 触感を向上させる不織布原紙の検討

①繊維ウェブ改良によるアプローチ

木材パルプ入り不織布において繊維ウェブ層を構成する繊維として、繊度の小さい繊維を使用して作製すると、なめらかさ、柔らかさという触感が大きく向上することが分かった。特に今回使用した0.9dtレーヨン繊維や1.1dtソロテックス繊維は効果が大きい。しかしこれらの繊維はこれまで使ってきた1.7dtレーヨン繊維に比べ、2倍以上の価格差があり、そのままでは量産化につなげることはできない。

調査した結果、1.1dtレーヨン繊維、1.1dtPET繊維を使用すれば原料価格が大きく上昇することなく、繊度の小さい繊維の特徴である触感のなめらかさ、柔らかさを得ることができると分かった。

②パルプ紙改良によるアプローチ

木材パルプ入り不織布においてパルプ紙を構成するパルプとして、NBKPを強く叩解したパルプを使用するとなめらかさ、柔らかさを損ねることが分かった。また、LBKPを使用するとなめらかさ、柔らかさが向上し、特にしっとり感が強くなることが分かった。しかし、パルプ紙の製造においては湿紙の状態での強度が弱く製造しにくい。また、水流交絡処理により繊維ウェブと複合する際にパルプ繊維が脱落して流失してしまう割合が大きい。これらの製造上の理由によりすぐに実用化につなげることは難しい。

現状においてはNBKPを叩解しない、あるいはNBKPを濾水度が大きく変化しない程度に叩解した木材パルプを使用してパルプ紙を製造すると良いことが分かった。

4. 2 実機試作前の予備試作

多目的不織布製造装置で試作した試料により、三昭紙業実機品の特性をある程度予想することができることが分かった。ただし、カード機の特性や搬送ベルトのメッシュサイズが異なるため、再現できない部分もある。

今回試作した試料は保湿不織布原紙として好ましい特性であった。その条件を参考に三昭紙業実機テストの条件を決定した。

4. 3 三昭紙業実機試作

前回試作からの主な変更点を要約すると以下のとおりである。

- ・使用繊維繊度：1.7dt×40mm→1.1dt×38mm
- ・目付：40g/m²、45g/m²→50g/m²
- ・ウォータージェット圧力(インジェクター最後部)：3MPa→4.5MPa

今回使用した繊度の小さい繊維はカード適性に若干の問題があり、生産スピードを30%程度減速せざるを得なかったが、上記条件における量産化に必要なデータが得られ、生産可能なことが確認された。

保湿加工後のよこ強度不足が解消され、良好な結果が得られた。

保湿加工後の手触り感は良好である。

4. 4 三昭紙業実機試作品評価

保湿不織布に求められる特性を評価する測定法と測定条件を決めることができた。それらの測定により、保湿不織布の特性を数値で表すことが可能になった。この結果をまとめて特許出願を行った。

5. 今後の課題と取組み

KP9350のような木材パルプ入り不織布レギュラー一品を保湿加工するとある程度柔らかく、丈夫な保湿不織布が得られることが分かった。また今回試作したT0604やT0605を使用した保湿不織布を製造すれば、より柔らかく、なめらかな触感の良い保湿不織布を製造することができることが分かった。ただし、T0604やT0605は生産速度に制限があり、製造コストが上昇する問題がある。価格と機能について市場ニーズにあわせて対応していく。

メッシュ状にして拭き取り性を向上した保湿不織布、水解性がありトイレに流せる保湿不織布、より強度と吸水性がありタオル代わりに使えるような保湿不織布など、いろいろなニーズが浮かび上がっている。これまでに行ってきた試作を通して、それらを実現するための技術的な方向性は見えるようになった。製造設備上の制約もあり、実施できないこともあるが、保湿不織布の原紙について補完研究を継続し、市場ニーズにこたえられる保湿不織布原紙の供給に努めていきたい。

介護用ケアシートの感性機能評価（第2報）

鈴木 慎司 澤村 淳二 田村 愛理 森澤 純 滝口 宏人 有吉 正明 山崎 裕三 池 典泰
矢井田 修* 長澤 しおり* 黒木 智子* 二宮 朋恵*

Sensitivity Functional Evaluation of Care Sheets for Nursing (Part 2)

*Shinji SUZUKI Kiyotsugu SAWAMURA Eri TAMURA Jun MORISAWA
Hiroto TAKIGUCHI Masaaki ARIYOSHI Yuzo YAMASAKI Noriyasu IKE
Osamu YAIDA* Shiori NAGASAWA* Tomoko KUROKI* Tomoe NINOMIYA**

1. 研究目的

開発目標としている介護用ケアシートは介護者及び被介護者の皮膚に直接触れるものである。

シートは強ければいい、破れなければいいというものではなく、介護者が使いやすく、被介護者にとって心地良いものでなければならない。

そのため、一般的な力学的性能試験なども当然必要であるが、その他にも製品を使用するシーンを想像して、そのシーンで求められる特性を数値化する方法を考える必要がある。

そこで、KESの測定法を参考にして、シートが使用される状況をできるだけ再現した実験条件を設定し、感性機能測定値とモニターに試作品を触って評価してもらった官能試験との関係をより明確にしたうえで、感性機能測定値による目標の数値化、試作品の評価を行い、開発を効率的に行うこととした。

2. これまでの成果概要

保湿加工すると吸水速度及び吸水量は、原紙の約半分に低下することが分かった。また、ドレープ率の測定結果からは、肌へのフィット性が大きく向上することが分かった。

保湿液の付着量を上げていくと、さらに吸水性が低下することが考えられるので、水分を吸収する機能より、保持した保湿成分を転写する製品への展開性を考慮する必要がある。

PET繊維の配合量が少ない方が吸水性が良い結果となったが、PET繊維よりレーヨン繊維の親水性が高いので妥当な結果であった。

また、織度の小さい繊維を配合したほうが吸水性が高くなったが、織度が小さいほど繊維間の細かい隙間が多くなり、毛細管現象により水を吸いやすくなるためと考えられる。

官能試験結果では、「すべすべした」、「柔らかい」、「しっとりした」、「肌触りがよい」の4つの項目で、配合量が木材パルプ50%、レーヨン繊維25%、織度の小さいPET繊維25%のサンプルが、他を大きく引き離して1位であったが、逆に「かさ高な」、「弾力性がある」では評価は低かった。17年度の試供サンプルによる官能試験の総合評価結果としては、配合量が木材パルプ50%、レーヨン繊維35%、織度の比較的大きいPET繊維15%のサンプルが、「厚み感」、「弾力性」の好評価により最も高い評価を得た。

このことは、今後の開発を進めていく上でたいへん参考となる意見となった。

なお、本研究開発は、平成17～18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（経済産業省、他府省連携枠）の一環として行った。

3. 研究内容

3.1 実験方法及び実験条件

本報告「介護用ケアシートの不織布原紙製造技術の開発」3.3.1の②で試作した原紙及び保湿加工後の試料を用い、感性機能の評価を行った。

感性機能の評価法として、基本力学特性（引張り、剪断、曲げ、圧縮、表面特性）及び冷温感、定常熱伝導率の測定にはKES法を用いた。強伸度特性については定速伸長型引張試験機、吸水性についてはラローズ法吸水試験機、細孔径については多孔質材料細孔測定システム、ドレープ性についてはドレープテスターを用いて測定した。また、被験者による官能試験も実施し、その結果を得点化して比較検討した。

①KES法

・引張り試験

引張り試験はKES-FB1を用いて高感度測定を行った。

*京都女子大学家政学部

引張り速度は0.1mm/sec、最大荷重は $F_m=50\text{gf/cm}$ までとした。

特性値は次のように定義される。

L T : 引張り特性の直線性

W T : 単位面積当りの仕事量

R T : 引張りレジリエンス

・剪断試験

剪断試験はK E S—F B 1を用いて行った。

たて方向に静荷重ウエイトを与え、よこ方向に剪断変形を与えた。静荷重ウエイトは 200gf (10gf/cm)、剪断速度は $0.468^\circ/\text{sec}$ とした。

特性値は次のように定義される。

G : 不織布1cm幅当りの剪断剛性

2 H G : 剪断角 0.5° におけるヒステリシス

・曲げ試験

曲げ試験はK E S—F B 2を用いて行った。

曲率 $K=+0.5\sim+1.5(\text{cm}^{-1})$ の範囲で等速度曲率の純曲げを行う。変形速度は $1.0(\text{cm}^{-1})/\text{sec}$ である。

特性値は次のように定義される。

B : 単位面積当りの曲げ剛性

2 H B : 単位面積当りの曲げヒステリシス

・圧縮試験

圧縮試験はK E S—F B 3を用いて行った。

面積 2cm^2 の円形平面を持つ剛板間で圧縮する。

特性値は次のように定義される。

L C : 圧縮特性の直線性

W C : 圧縮エネルギー

R C : 圧縮レジリエンス

・表面試験

表面試験はK E S—F B 4を用いて行った。

試料には、 20gf/cm (単位幅当たりの力)の一軸張力が与えられる。

特性値は次のように定義される。

M I U : 平均摩擦係数

M M D : 摩擦係数 μ の平均偏差 ($\mu = \text{摩擦力} / \text{試料を圧する力}$)

S M D : 表面粗さの平均偏差 (厚みの平均偏差)

・q-max測定(冷湿感測定)

q-maxの測定はK E S—F 7を用いて行った。

試料をCool Base (断熱材)の上に置き、 30°C に設定したT—B o x (貯熱板)をすばやく試料の上に置き、 10°C 温度差での単位面積あたりの熱流束を測定した。測定時の圧力は $P=90\text{gf}/9\text{cm}^2=10\text{gf}/\text{cm}^2$ (T-Box重量: 90g)とした。

・定常熱伝導測定

定常熱伝導測定はK E S—F 7を用いて行った。

試料をCool Baseの上に 30°C に置き、B T—B o x (熱原板)を熱板が試料に重なるように載せて定常熱伝導率を測定した。

測定時の圧力: $P=150\text{gf}/25\text{cm}^2=6\text{gf}/\text{cm}^2$ (BT-Box

重量: 150g)

熱伝導率: $k=W \cdot D / A \cdot \Delta T$ ($W/\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}$)

D : 試料の厚み(cm)

A : B T—B o xの熱板面積(cm^2)

②強伸度測定

強伸度測定は東洋精機株式会社引張り試験機(ストログラフV1—C)を使用した。

各試料から、幅 2.5cm ×長さ 20cm の試料を、たて方向、よこ方向にそれぞれ5枚ずつランダムに採取し、試験長 10cm の位置をあらかじめ記入してから引張り試験機にかけて引張った。試料が破断した時点での荷重(引張強さ)と伸びを記録した。

③吸水性試験

吸水性試験はラローズ法吸水試験機で行った。

まず、直径 6.25cm の円形状の試料それぞれを秤量してから測定を始めた。抱水した水平のガラスフィルターの上に、荷重をかけて接触させた試料が所定時間に吸い上げる水量を測定した。

重りを、ガラスフィルター面上にのせた時が実験開始時刻となる。ピペットの目盛りを読み取る時間は、吸水状態に合わせて、1秒、3秒、5秒、7秒、9秒～飽和状態までとし、ビデオカメラで撮影し、吸水量を読み取った。

重りは、ラローズ法で定められている $17\text{g}/\text{cm}^2$ を用いた。

次式によって吸水率を求め、それぞれ5回測定の平均値として求めた。

吸水率(%) = 吸水量(ml) / 試料の重量(g) × 100

④細孔径分布の測定

細孔径分布の測定は多孔質材料自動細孔測定システム(Porous Materials Inc. 製)を用いて行った。

試料は約 3.5cm 四方の大きさで、試薬としてFC-40を用いた。

最大孔径測定の原理は次のとおりである。

よく湿潤させた試料に空気圧をかけ、空気圧を増大させていく。試料は与えられた圧力が細孔の中の毛細管作用の力を超えた時、空気を透過させ最初の細孔径が観測される。この時の圧力を用いてバブルポイント(最大孔径)が算出される。つまり、細孔径が小さくなればより高い圧力が必要になるので、バブルポイントも小さくなる。

⑤ドレープ性の測定

ドレープ性の測定には、布状物質の柔軟度(ドレープ性)を数値及びグラフで表示するドレープテスターを使用した。

使用した試料は直径25.4cmの円形で、中心部分に3mm程度の穴を開けたものを使用した。試料は各2枚ずつ採取し、2回ずつの平均値で示した。

操作手順(自動計測)に従って操作を行い、ドレープ形状を写真撮影するとともに、ディスプレイに表示されたその投影面積(cm²)を記録した。また試料を試験機からはずす前に、ドレープのひだ(数、方向、形状など)についても観察・記録した。

下記の式を用いてドレープ係数を求めた。

$$\text{ドレープ係数}F(\%) = (A_d - S_1) / (S_2 - S_1) \times 100$$

A_d : 試料片の垂直投影面積(ドレープ形状面積)

S₁ : 試料台の面積(直径12.7cm)

S₂ : 試料の面積(直径25.4cm)

ドレープ係数Fの値が小さいものほど、ドレープしやすいといえる。

⑥官能試験

官能試験の方法として、一対比較法を用いた。

一対比較法とは、試料を2個ずつ組み合わせて比較する方法である。一対比較法では、例えば一対の比較において好ましい方を選び出す場合と、好ましい方を選び出し、さらに好ましい方は好ましくない方に比べてどの程度好ましいかを判断させる場合とがある。今回は試料数が多いため、後者の方法で試験を行い、複数の試料を比較できるようにした。項目にはケアシートに求められる特性を数個対にして使用した。

試料として保湿加工後のものを使用した。試験は試料060816-1に対して試料060816-2~060816-6を比較して評価する形で行った。各項目において、試料060816-1に対して非常にそう思う場合は解答用紙の+2に、ややそう思う場合は+1、違いがないと感じた場合は0に丸をつけてもらった。各項目別に全被験者の平均値を算出した。

アンケートの最後には順位法を用い、被験者にケアシートとして好ましいものはどれか順位をつけてもらった。1位を5点、2位を4点・・・6位を0点とし、得点化して集計を行った。被験者は本学学生31名である。

3. 2 実験装置の概要



図1 剪断・引張試験器 KES-FB1



図2 曲げ試験器 KES-FB2



図3 圧縮試験器 KES-FB3



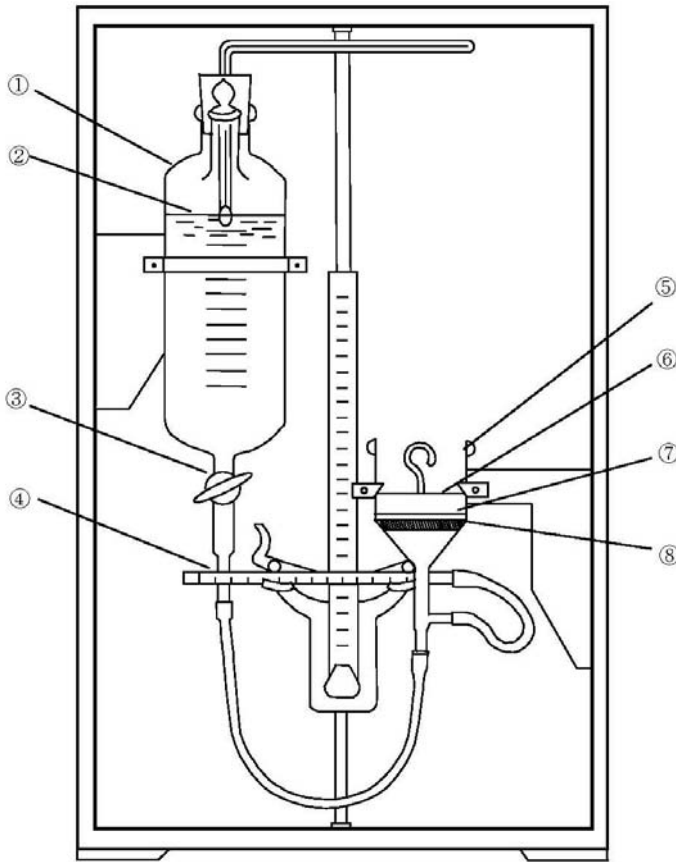
図4 表面摩擦試験器 KES-FB4



図5 冷温感(q-max)測定器 KES-F7



図6 引張試験機



- ① 吸水容器
- ② 20℃の純水
- ③ コック
- ④ 吸水計測管
- ⑤ 吸水試験部
- ⑥ 直径6 cmの真鍮製コック
- ⑦ 直径6 cmの円形試料
- ⑧ グラスフィルター



図7 ラローズ法吸水性測定装置 TL-01



図8 細孔径分布測定器



図9 ドレープテスター

3. 3 実験結果

① K E S 法

・引張り特性

a. L T 値

L T 値とは引張り特性の直線性を表し、この値が小さいほど、不織布は初期に伸びやすい。

原紙及び保湿加工後の L T 値を図10に示す。

原紙の傾向で見ると、叩解により初期に伸びやすくなった。保湿加工後は、やや初期に伸びやすくなる傾向が見られた。また、保湿加工によって試料による差が小さくなった。N B K P と L B K P の違いによる差及び S W P による影響はほとんど見られなかった。

b. W T 値

W T 値は単位面積当りの仕事量であり、一般にこの値が大きいほど、不織布はよく伸びる。

原紙及び保湿加工後の W T 値を図11に示す。

保湿加工により、よく伸びるという結果が得られた。これは、繊維同士が滑りやすくなったためである。N B K P と比較すると、L B K P の方がよく伸びた。これは L B K P のほうが保湿液をよく吸収し、影響を受けやすいためである。また、L B K P の繊維が細く、繊維同士が滑りやすいからとも考えられる。

c. R T 値

R T 値は伸長時のエネルギーに対する回復されるエネルギーの割合であり、この値が大きいほど、不織布は回復性(レジリエンス)が高くなる。

原紙及び保湿加工後の R T 値を図12に示す。

原紙については、N B K P と L B K P の違いによる差や、S W P による影響はほとんど見られなかったが、叩解により回復性が向上した。これは、叩解によって木材パルプ繊維のフィブリル化が起こり、繊維が密に絡みあったためである。保湿加工後、回復性は低くなった。これは、保湿加工によって柔らかさが向上したためだと考えられる。

・剪断特性

剪断特性とは、不織布を剪断変形させたときの剪断力と剪断角(剪断歪)との関係をいう。

剪断変形とは、元来すべりに抵抗する応力による変形であるが、不織布の場合、厚み方向を無視した二次元平面の、いわゆる内面剪断変形特性を考える。特性値として、剪断剛性 G、変形過程と回復過程の差からヒステリシス 2 H G を求めることができる。

a. G 値

G 値が大きいほど、不織布は剪断変形しにくい。

原紙及び保湿加工後の G 値を図13、14に示す。

たて方向、よこ方向での違いはないといえる。

保湿加工により剪断変形しやすくなった。また、叩解によりパルプ部繊維が密に絡み合い、剪断変形しにくくなることが分かった。

b. 2 H G 値

2 H G 値が大きいほど、不織布は剪断変形からの回復性が悪いことを示している。

原紙及び保湿加工後の 2 H G 値を図15、16に示す。

よこ方向はたて方向に比べて回復性が悪いことが分かった。たて方向にパルプ部繊維が揃っているため、よこ方においては回復しにくいためである。保湿加工により、回復性が増すことが分かった。

・曲げ特性

不織布の曲げ特性は曲げ変形時のモーメントと曲率との関係をから得られる。不織布の曲げ剛性には繊維間の摩擦係数だけでなく、不織布の構造、あるいは繊維の密度が大きく関係しているが、構成する繊維 1 本 1 本の曲げ剛性が直接的に反映される。また、仕上げ処理工程によっても曲げ特性は大きく変化する。

a. B 値

B 値(単位面積当りの曲げ剛性)が大きいほど、不織布は曲げ剛い。

原紙及び保湿加工後の B 値を図17、18に示す。

全ての試料において、たて方向は曲げ剛く、よこ方向は曲げ柔らかい。これはパルプ部繊維の配向による。また、保湿加工により非常に曲げ柔らかくなり、試料間の差が小さくなる。N B K P 叩解の試料060816-3は、保湿加工による影響を受けにくい。原紙において N B K P と L B K P の差がないことから、保湿加工後に L B K P が N B K P に比べて比較的曲げ柔らかくなるのは、繊維の形状から保湿液の影響を受けやすいといえる。

b. 2 H B 値

2 H B 値(単位面積当りの曲げヒステリシス)の値が大きいほど、不織布は曲げ変形からの回復性が悪く、不織布の弾力感がないといえる。

原紙及び保湿加工後の 2 H B 値を図19、20に示す。

B 値と同様、たて方向がよこ方向より明確に回

復性が悪く、不織布の弾力感がない。NBKP未叩解+SWPの試料060816-4を見ると、SWPの配合により回復性が向上することが分かったが、保湿加工により、試料の差が小さくなる。ただし、NBKP叩解の試料060816-3は、保湿加工による影響を受けにくいことが分かった。

・圧縮特性

不織布の圧縮特性は不織布面に垂直方向に圧縮したときの不織布の厚みと圧力の関係から導かれる。一般に糸の織りクリンプ率の大きな布やバルキーな糸からなる布は圧縮柔らかいといえる。その理由は布を圧縮したときに繊維が容易に曲がるからである。

a. LC値

LC値は圧力と厚みの関係が直線からどの程度ずれているかを表し、この値が小さいほど、初期に圧縮柔らかい。

原紙及び保湿加工後のLC値を図21に示す。

保湿加工により、若干圧縮柔らかくなったが、その他の要因の影響もほとんど見られなかった。

b. WC値

WC値は最大圧力までの仕事量であり、一般にこの値が大きいほど、不織布はつぶれやすいといえる。

原紙及び保湿加工後のWC値を図22に示す。

保湿加工により、つぶれにくくなることが分かった。NBKPとLBKPを比較すると、LBKPの方がつぶれにくく、また叩解処理によってもつぶれにくくなった。SWPによる影響はほとんど見られなかった。

c. RC値

RC値は圧縮時のエネルギーに対する回復エネルギーの割合であり、この値が大きいほど、不織布は圧縮変形からの回復性が高い。

原紙及び保湿加工後のRC値を図23に示す。

保湿加工後、やや回復性が低下した。これは、保湿加工によって圧縮柔らかくなったからだと考えられる。また叩解により、回復性は向上した。これは叩解処理によって繊維が密に絡み合い、硬くて丈夫な不織布になったためである。SWPによっても回復性が向上した。

・表面特性

表面特性は前記の4種類の力学特性と異なり、力と変位の関係ではない。不織布の摩擦特性を代表する指標としては摩擦係数があり、単純にその

大小で不織布が滑りやすいかどうかの目安となる。すなわち、摩擦係数が大きな不織布は滑りにくく、小さな不織布は滑りやすい。摩擦係数に影響を及ぼす因子として、真の接触面積、繊維と接触子との凝着力、表面粗さ(平滑性)などの他に圧縮回復仕事量WCもあげられる。

a. MIU値

MIU値が大きいほど、不織布の表面はざらざらして手指に引掛かり、小さいほど、スムーズである。

原紙及び保湿加工後のMIU値を図24、25に示す。

よこ方向の値が比較的大きいのはパルプ部繊維がたて方向に配列しているためである。同時にNBKP叩解の試料060816-3とLBKP叩解の試料060816-6のたて方向とよこ方向の値の差が他の試料に比べて小さいのは、叩解により繊維の配向が不揃いとなり、方向性があまりないからである。LBKPの方がNBKPに比べ値が大きい。また、SWPにより値が小さくなった。

b. MMD値

MMD値は小さいほど、MIU値が一定であることを意味しており、不織布はより滑らかになる。

原紙及び保湿加工後のMMD値を図26、27に示す。

たて方向においてはMMD値が非常に小さく、MIU値が一定であることが分かる。これもやはりパルプ部繊維がたて方向に配列しているためである。保湿加工により、たて方向のMMD値が小さくなり、保湿液に含まれるグリセリン等により、繊維同士が滑りやすくなったためと考えられる。叩解処理により値が小さくなったのは、繊維同士が密に絡み合っているためであるといえる。SWPにより値が小さくなったのは、SWPが熱融着し、繊維間の隙間を埋めているからである。NBKPの値は保湿加工により小さくなったが、LBKPの値は保湿加工により大きくなった。

c. SMD値

SMD値は不織布の平均的な厚みの変動(平均偏差)として定義され、この値が小さいほど、不織布の厚みが一定であり、場所によるバラツキが小さいことを意味している。これは表面特性の重要な因子である不織布表面の凹凸感を表す。

原紙及び保湿加工後のSMD値を図28、29に示す。

全体として、よこ方向の値が大きい。これは繊維の配向が関係しているためである。原紙において、NBKP未叩解の試料060816-2のよこ方向の値が非常に大きいのは、複合時に交絡が順調に進み、WJ跡が残っているためと考えられる。

・冷温感

$q - m a x$ とは人間が物に触れた瞬間に感じる暖かさ、冷たさを数値によって表したものである。今回の実験では、温度差 10°C での単位面積当たり、時間当たりの $q - m a x$ を測定した。 $q - m a x$ 値が大きいほど、冷たく、小さいほど、暖かい。

原紙及び保湿加工後の $q - m a x$ 値を図30に示す。

保湿加工によって $q - m a x$ 値は若干増加した。また、パルプの叩解により値が大きくなった。SWPにより、値が大きくなることも分かった。しかしながら、明らかに触れた瞬間に暖かく感じるマフラー(カシミア100%、 26°C)冷たく感じるアイスノン(0.2°C)を計測したところ、今回得られた結果の差はごく微小なものであった。

・定常熱伝導率

熱伝導とは、固体内で熱が高い方から低い方に流れる現象である。試料内の空気量が多いほど、熱が伝わりにくく、この値が小さいものほど、熱が移動しにくい。

原紙及び保湿加工後の定常熱伝導率を図31に示す。

今回の試料では、試料間による差は見られなかった。また、保湿加工による影響も無いといえる。

②強伸度特性

・引張強さ

原紙及び保湿加工後の引張強さを図32に示す。

保湿加工をすることで引張強さは小さくなった。これは、保湿液により繊維同士が滑りやすくなったためである。保湿加工後、強度が一番大きかったのは、NBKP未叩解の試料060816-2であった。これは未叩解のため繊維の配向が揃っているためと思われる。また、ウェブとの複合時に交絡が良好であったため、強度がより強まったからだといえる。

叩解によりパルプ繊維同士の絡み合いが強くなり、強度が大きくなると予想していたが、逆に、NBKPにおいては強度が小さくなった。同時に、SWPにより強度が小さくなった。複合時のウェブ

の交絡の良否によって強度が決まると考えられる。

・伸び

原紙及び保湿加工後の伸びを図33に示す。

保湿加工をすると伸度が大きくなることが分かった。これは、保湿加工により繊維同士が滑りやすくなったためと思われる。

LBKPはNBKPに比べて伸度が大きかった。これは、LBKPは繊維幅、長さともに小さく、保湿液の影響を受けやすかったためと思われる。叩解により、伸度が小さくなることも分かった。パルプ繊維のフィブリル化が起こり、繊維が密に絡まったからである。

③吸水性

原紙及び保湿加工後の吸水率を図34～36に示す。

原紙で一番吸水率が高いのはNBKP未叩解の試料060816-2であった。これは、一番厚みがあることから、繊維間の隙間が多くあるためと思われる。叩解などによるつぶれが無いことも関係していると思われる。

保湿加工により、吸水率が4割から7割程度に減少した。これは、繊維内や繊維間に保湿液が吸収され、シート内の含水率が増加したためである。また、初期の吸水率が非常に低かった。叩解により吸水率が高くなったのは、パルプ部繊維がフィブリル化を起こし、表面積が大きくなったためと思われる。

④細孔径分布(最大孔径)

多孔質材料自動細孔測定システムは、FC-40で湿潤させた試料に圧力(空気圧)をかけ、その試料を通過する空気流量を測定し、最大時の細孔径を測定するものである。この値が大きいほど、孔が大きいといえる。

原紙及び保湿加工後の最大孔径を図37に示す。

保湿加工による最大孔径の影響は見られなかった。試料間による差もほとんど見られなかった。

⑤ドレープ性

ドレープ性は不織布の審美的性質のひとつで、不織布を掛けたときに垂れ下がる状態から判定する。ドレープ係数は、やわらかくて重い不織布ほど、小さく(垂れ下がりがやすく)、硬くて軽い不織布ほど、大きい(垂れ下がりにくい)。不織布のドレープ性は不織布の曲げ特性や剪断特性と関係している。

原紙及び保湿加工後のドレープ係数を図38に示す。

今回の実験において表裏におけるドレープ性の差はみられなかった。保湿加工後、ドレープ性は向上した。これは、保湿加工により不織布の曲げ剛性が小さくなったためであると考えられる。また、保湿液を塗工した分試料が重くなったことも影響していると思われる。ドレープ性に一番優れているのは河野製紙製ティッシュ原紙を用いた試料060816-1である。パルプ部の厚さが薄いため、曲げ剛性が小さくなったためである。また、叩解により繊維が密に絡み合い、ドレープ係数が大きく、硬くなったことが確認できた。

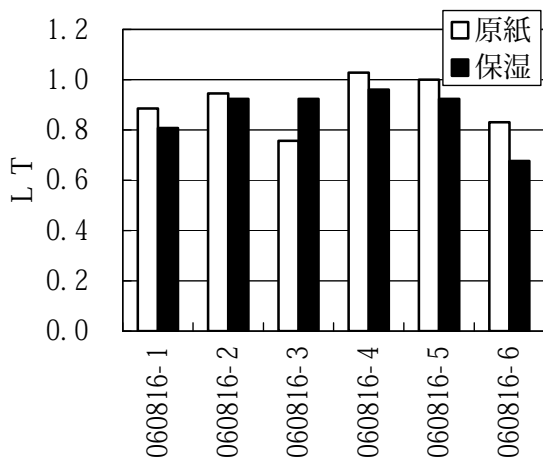


図10 原紙及び保湿加工後の K E S 引張試験でのたて方向の L T 値

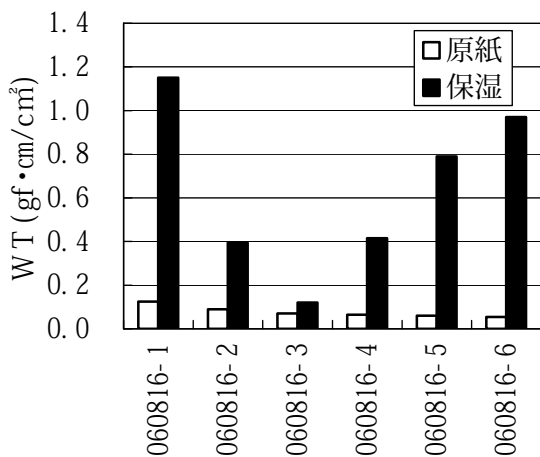


図11 原紙及び保湿加工後の K E S 引張試験でのたて方向の W T 値

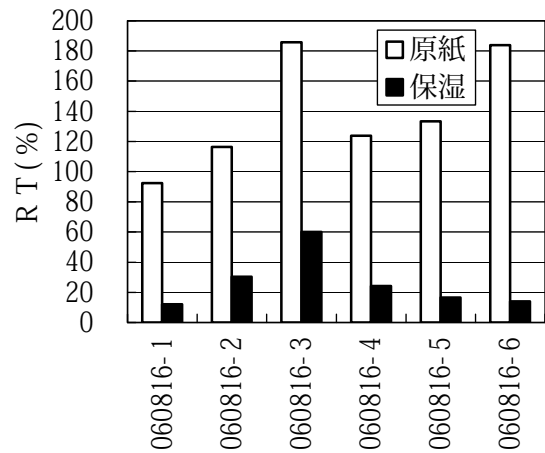


図12 原紙及び保湿加工後の K E S 引張試験でのたて方向の R T 値

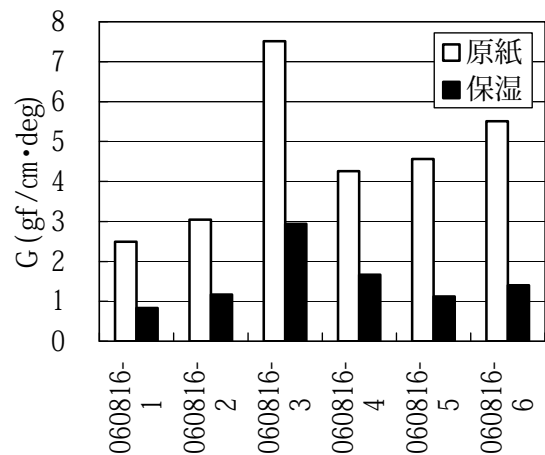


図13 原紙及び保湿加工後の K E S 剪断試験でのたて方向の G 値

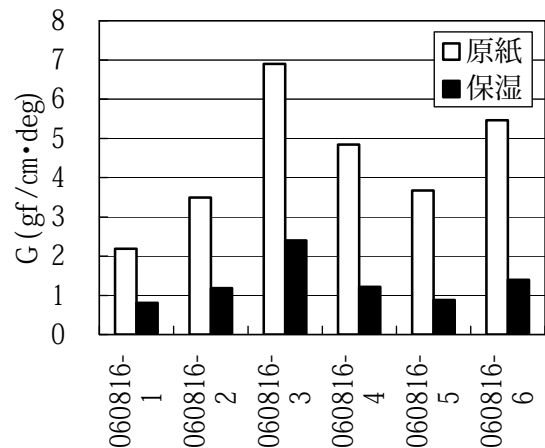


図14 原紙及び保湿加工後の K E S 剪断試験でのよこ方向の G 値

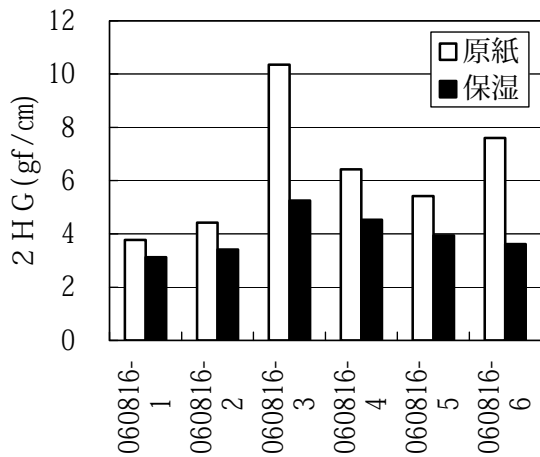


図15 原紙及び保湿加工後の K E S 剪断試験でのたて方向の 2 H G 値

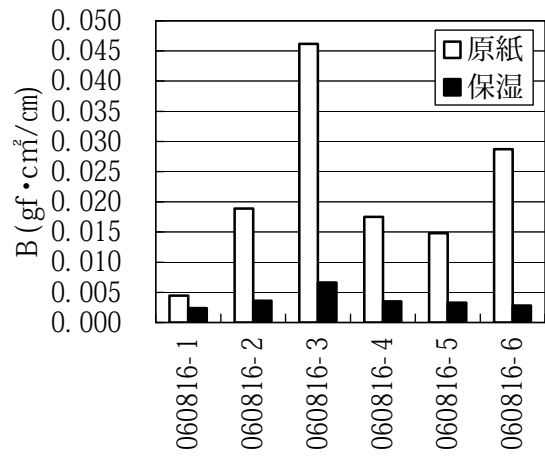


図18 原紙及び保湿加工後の K E S 曲げ試験でのよこ方向の B 値

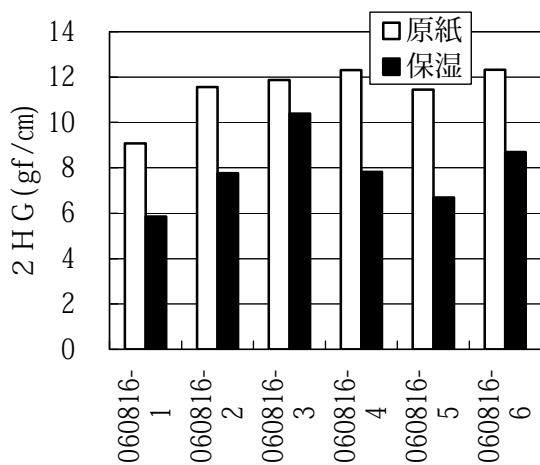


図16 原紙及び保湿加工後の K E S 剪断試験でのよこ方向の 2 H G 値

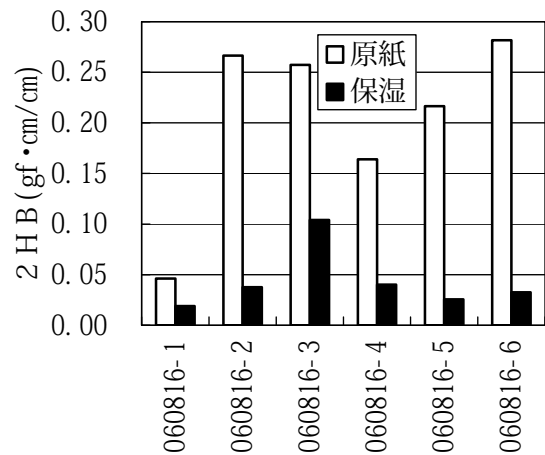


図19 原紙及び保湿加工後の K E S 曲げ試験でのたて方向の 2 H B 値

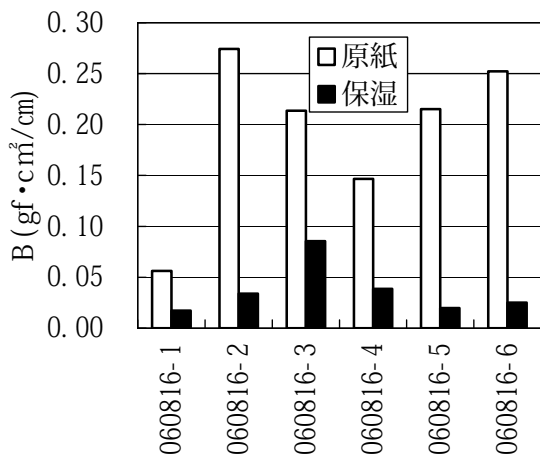


図17 原紙及び保湿加工後の K E S 曲げ試験でのたて方向の B 値

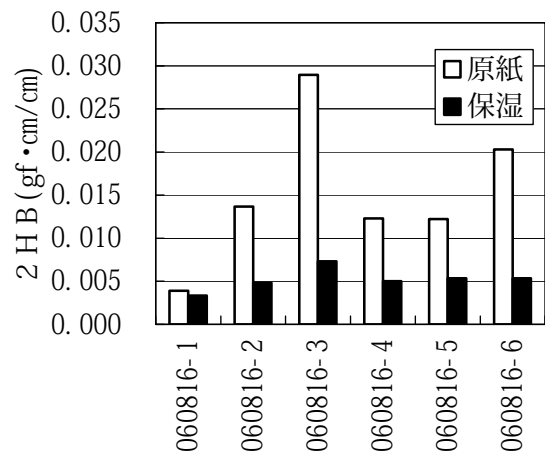


図20 原紙及び保湿加工後の K E S 曲げ試験でのよこ方向の 2 H B 値

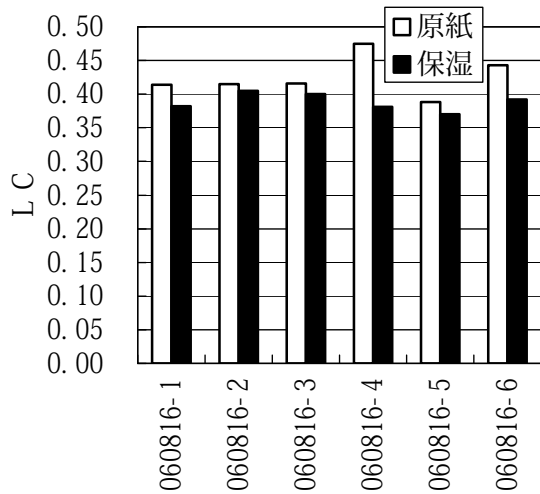


図21 原紙及び保湿加工後の K E S 圧縮試験での L C 値

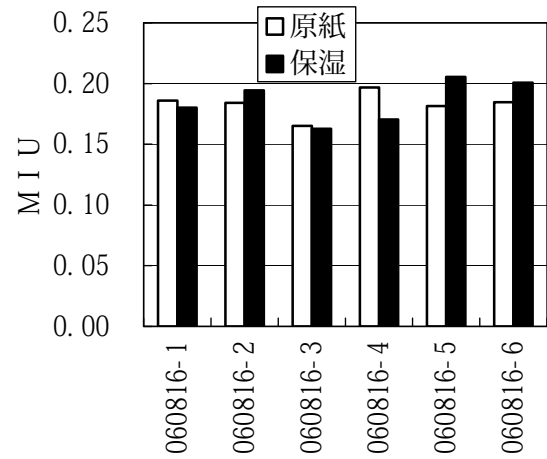


図24 原紙及び保湿加工後の K E S 表面試験でのたて方向の M I U 値

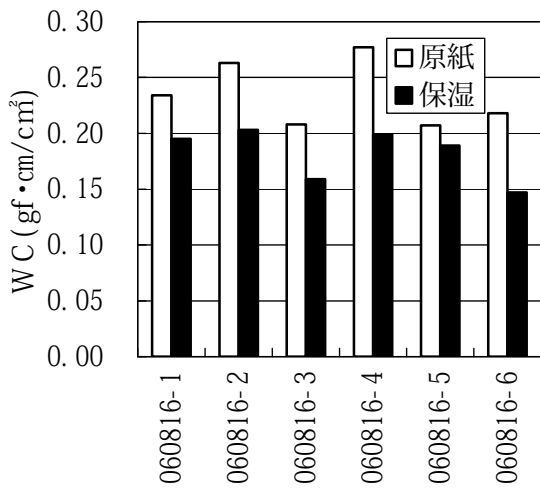


図22 原紙及び保湿加工後の K E S 圧縮試験での W C 値

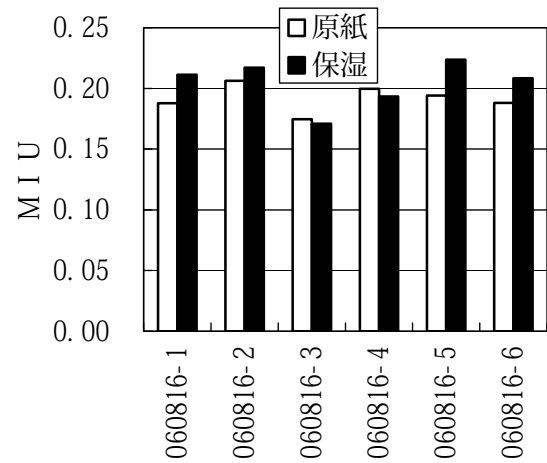


図25 原紙及び保湿加工後の K E S 表面試験でのよこ方向の M I U 値

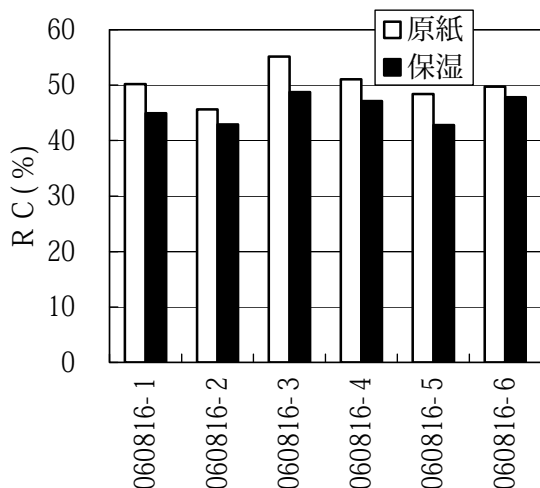


図23 原紙及び保湿加工後の K E S 圧縮試験での R C 値

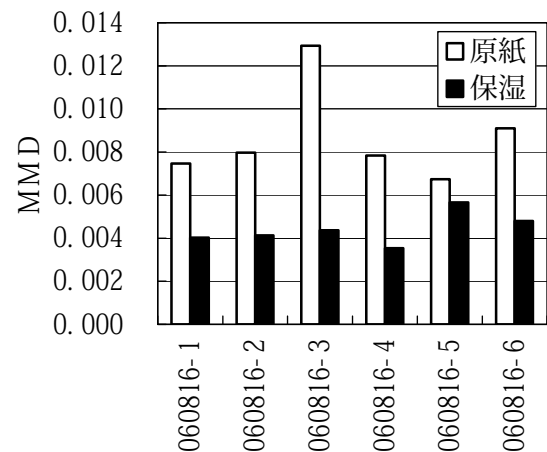


図26 原紙及び保湿加工後の K E S 表面試験でのたて方向の M M D 値

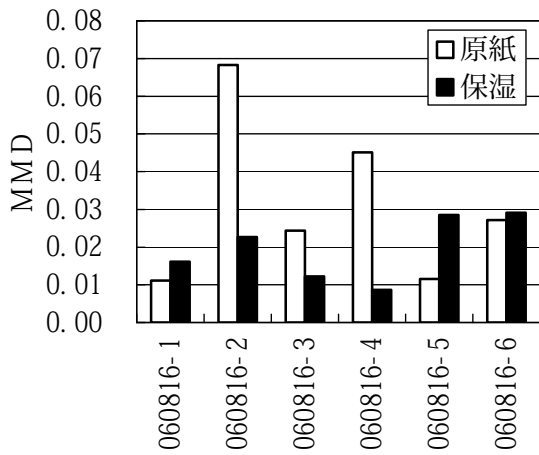


図27 原紙及び保湿加工後のK E S表面試験でのよこ方向のMMD値

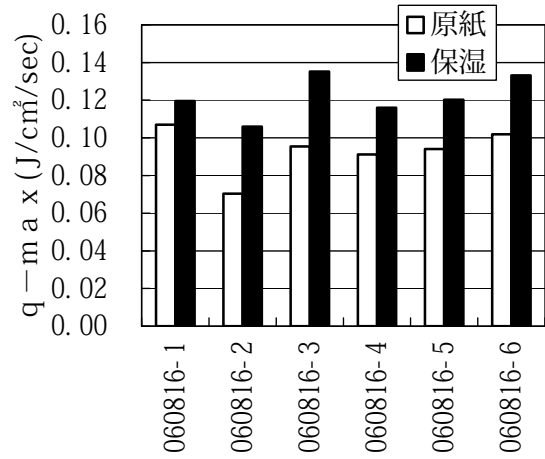


図30 原紙及び保湿加工後のK E S冷温感試験でのq-max値

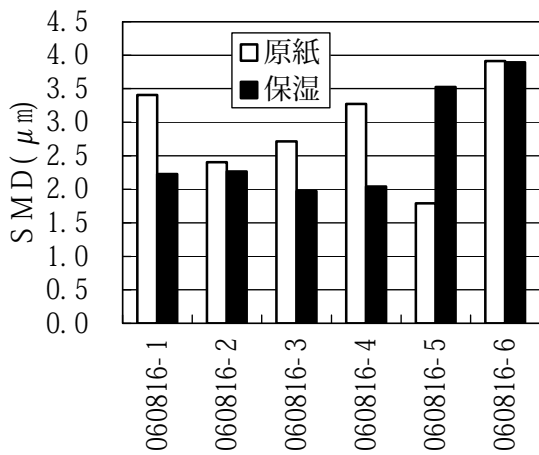


図28 原紙及び保湿加工後のK E S表面試験でのたて方向のSMD値

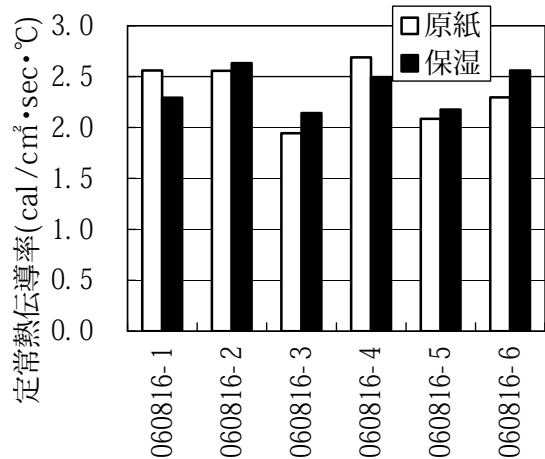


図31 原紙及び保湿加工後のK E S冷温感試験での定常熱伝導率

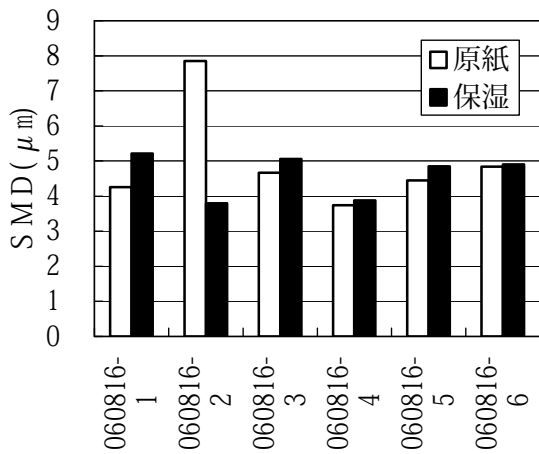


図29 原紙及び保湿加工後のK E S表面試験でのよこ方向のSMD値

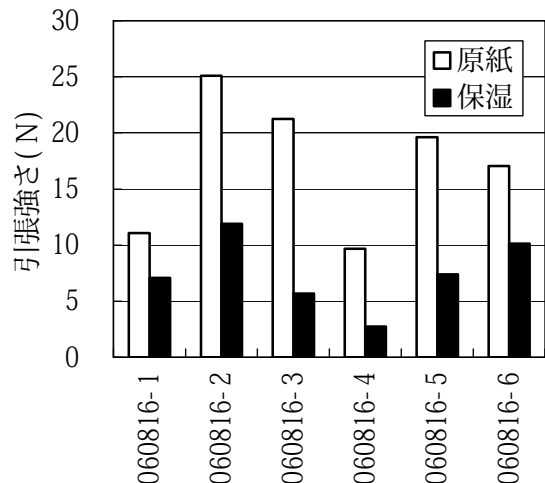


図32 原紙及び保湿加工後のたて方向の引張強さ

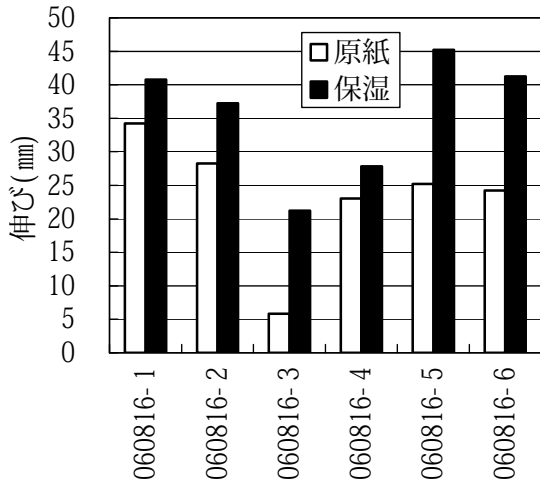


図33 原紙及び保湿加工後のたて方向の伸び

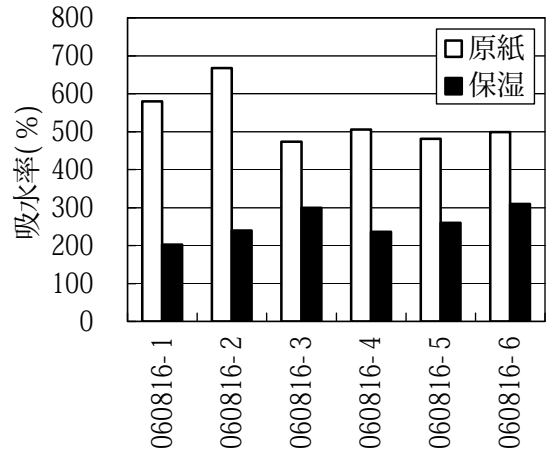


図36 原紙及び保湿加工後のラローズ法吸水試験での飽和状態の吸水率

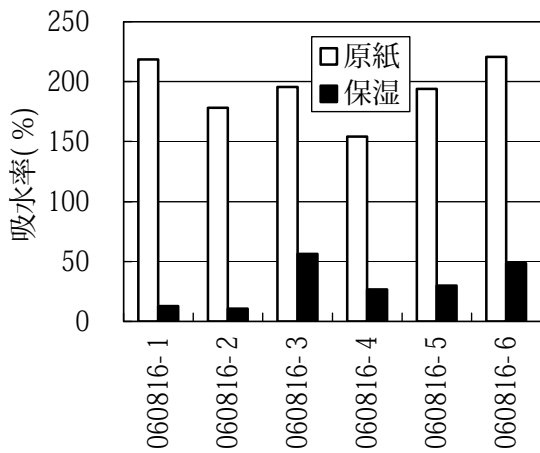


図34 原紙及び保湿加工後のラローズ法吸水試験での1秒後の吸水率

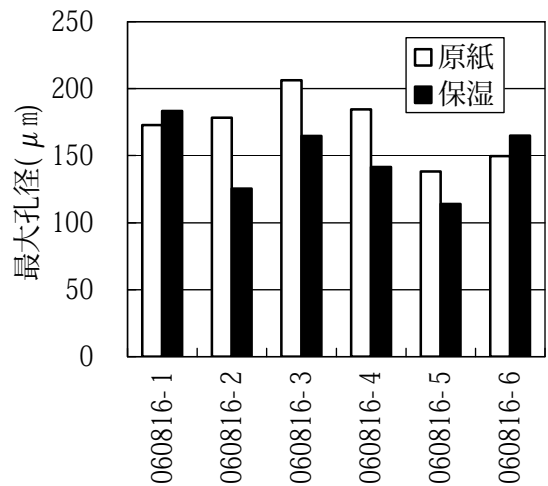


図37 原紙及び保湿加工後の細孔測定試験での最大孔径

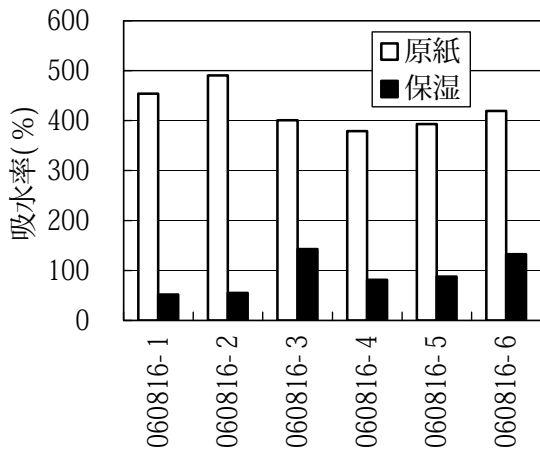


図35 原紙及び保湿加工後のラローズ法吸水試験での5秒後の吸水率

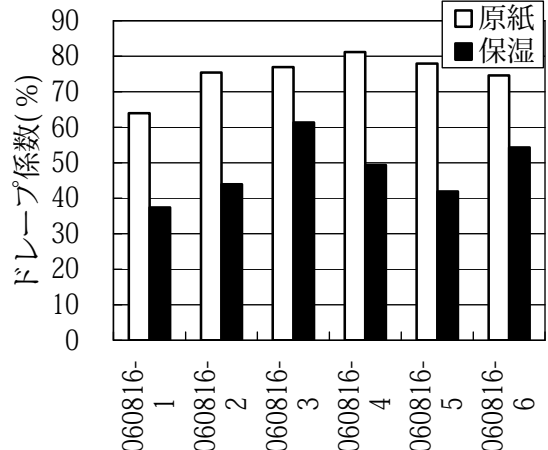


図38 原紙及び保湿加工後のドレープ性試験でのドレープ係数

⑥官能試験

一対比較法による評価結果を表1、順位法による評価結果を表2に示す。

柔らかさ、ふんわり感、肌触りの良さの3つの項目において高い評価を得るほど、ケアシートとしての好ましさが強まることが分かった。また、暖かさ、ちくちく感については試料による差がみられなかった。

叩解によって、柔らかさ、暖かさ、ふんわり感、肌触りの項目で評価が下がった。反対にちくちくしない、毛羽立つ、強い、の項目では評価が上がった。しかしながら上記のとおり、柔らかさ、ふんわり感、肌触りの良さは、ケアシートとして好ましいものとの関連性が強いいため、叩解によって、

全体として官能試験の評価が下がったといえる。

SWPにより、暖かさの項目での評価が上がった。またそれ以外の項目では影響はみられない。

N B K P叩解の試料060816-3の評価は全体を通じて悪かったが、その他の試料は被験者により評価が異なり、明確な違いを示すことができなかった。

河野製紙製ティッシュ原紙を用いた試料060816-1と、L B K P未叩解の060816-5の評価の高い理由については、自由記述により柔らかさと肌触りの良さが支持されていることが分かった。しかしながら、同時に弱さや試料が薄すぎることも指摘されている。

表1 一対比較法による評価

試料名	柔らかさ	暖かさ	ふんわりした	毛羽立たない	ちくちくしない	強い	肌触りが良い
060816-1	0	0	0	0	0	0	0
060816-2	-0.47	-0.28	-0.03	0.34	-0.13	0.78	-0.31
060816-3	-1.97	-0.47	-1.25	1.19	-0.09	1.50	-1.09
060816-4	-0.69	0.19	-0.22	0.28	-0.06	0.69	-0.16
060816-5	0.19	-0.03	0.22	0.44	0.38	0.13	0.25
060816-6	-1.06	-0.25	-0.69	1.00	0.06	1.03	-0.44

表2. 3. 3-2 順位法による評価

試料名	1位 (人)	2位 (人)	3位 (人)	4位 (人)	5位 (人)	6位 (人)	得点 (点)
060816-1	8	6	6	5	6	0	102
060816-2	4	9	6	5	7	1	91
060816-3	0	1	0	0	2	29	6
060816-4	5	5	8	10	4	0	93
060816-5	9	8	4	6	2	2	106
060816-6	6	2	6	6	11	0	82

4. 研究成果

4.1 N B K PとL B K Pとの違い

強伸度試験と官能試験より、N B K Pは強度が大きく、L B K Pはよく伸びることが分かった。また、官能試験から、L B K Pは弱い、破れやすいと同時に、柔らかい、肌触りが良いという評価も得られた。

4.2 保湿加工による影響

保湿加工を施すと、柔らかくなり、よく伸びるという結果が得られた。しかしながら、強度が低

下し、初期吸水率が悪くなることが分かった。特に、官能試験において弱いと評価された、河野製紙製ティッシュ原紙の試料060816-1とL B K P未叩解の試料060816-5は、肌触り等の感性評価は支持されているので、目付を増やしたり、保湿液量の調整等により、改良を進める。

4.3 叩解による影響

叩解により、吸水率が大きくなるが、今回の実験では繊維歩留まりが低下し、強度も小さくなった。さらに、官能試験ではぺしゅんこで硬い触り

心地の評価であった。叩解により期待していた改善効果のうち、吸水率の向上は得られたが、強度や手触りの向上はあまり達成できなかった。

4. 4 SWPによる影響

SWPの配合により、曲げ回復性、圧縮回復性、滑らかさに関して少し向上したが、強度が小さくなった。官能試験においては、SWPを配合していないものとの差はなかった。繊維歩留りが高かったため、SWP配合の初期の目的である繊維の脱落を防ぐことには成功したといえる。

5. 今後の課題と取組み

今回の実験において、試料によりウェブ部とパルプ部との交絡状況に非常に差があった。この交絡状況が各試験項目において大きい影響を与えたといえる。

今後は、強度が大きいNBKPと柔らかくて肌触りの良いLBKPを混ぜ合わせた試料を作成することによって、さらに改善を進める必要があることが示唆される。

製紙用原料の改質による機能性繊維の開発（第2報）

遠藤恭範

Development of High-performance Fiber by Modification (Part2)

Yasunori ENDO

前年度効果が確認された酸アルカリ薬品について、その改質パルプと未改質の木材パルプとの混合によってどの程度優位な物性が得られるのか費用対効果を含めて検証を行い、叩解させたパルプを水酸化ナトリウム溶液で改質させたパルプの方がより有効的であると確認できた。また市販のマーセル化パルプとの比較を行い、柔軟性と吸水性はほぼ同じ効果ながら強度や抄紙適正では改質サンプルが優れている結果を得た。微細化させたセルロース体の改質を行い、保水性と吸水性を特化させたい機能紙開発には、水酸化ナトリウム溶液で改質することで期待される効果が得られた。

1. 研究の展開

前年度に行った研究成果より、木材パルプは特定の酸アルカリ薬品によって改質・変性することが分かり、それを用いて作られたシートの強度や通気性、柔軟性、吸水性、保水性などの機能が向上することが分かった。

用いた改質可能な薬品は比較的手に入りやすく一般的なものである。しかしながらその効果が得られる条件として薬品の濃度が高くなければならないことが一連の実験において判明した。市販されているほとんどの薬品では純度や濃度と価格が比例関係であるため、商品化を進めていく上で最も障害となる製造コストに影響を及ぼすことになり、商品化を進めるに当たってこの問題をクリアすることが重要となってくる。

また水酸化ナトリウムを用いた改質の場合、製造コストと改質効果のバランスについて、市販のマーセル化木材パルプとの比較で優位性を確認する必要も生じた。

今年度の研究内容はまず効果のある酸アルカリ薬品を使用して得た改質木材パルプを、未改質の木材パルプと10重量%混合させ作製したシートの物性が、未改質の木材パルプ100%で作製したシートの物性に対してどの程度優位性が確認されるのか、また改質パルプ100%で作られたシートの物性とも比較して費用対効果で納得できる結果が得られるのか検証を行うことにした。次に水酸化ナトリウム改質パルプと市販のマーセル化木材パルプ

両者それぞれを用いたシートの物性及びコスト比較を行うことで、高機能な清浄用紙の開発を可能とする改質パルプの代替品検討を行った。

また近年、木材パルプや綿繊維（コットン）を化学的に処理し結晶化度を高めたり、また物理的に粉碎させフィブリル化を高度に進めることで微細化させ、本来の木材パルプとは異なった特性を持つ繊維や粉体を製造する方法が実用化され商品として市場を形成している。主原料が天然繊維であるため、商品化された繊維や粉体も同じくセルロースで構成されている。このような天然繊維を原料として製造された微細化セルロースを改質させて未改質の木材パルプに混合させ、作製されたシートの物性がどのように変化するのか追跡し、微細化セルロースの機能性填料への転換とそれを応用した機能紙の開発を検討した。

2. 評価方法

物性評価の試験項目については前年度と同じとし、サンプルシートはJIS P-8222に基づいて円形に成形した。

- 坪量（単位：g/m²）
規格：JIS P-8124
試験機：メトラー製PC400
- 厚さ（単位：mm）
規格：JIS P-8118
試験機：熊谷理機工業(株)製TM-500
- 密度（単位：g/cm³）

規格：JIS P-8118

- 引張強さ (単位：kN/m)

規格：JIS P-8113

試験機：オリエンテック(株)製 UTA- 1T

つかみ間隔：100mm

- 比引張強さ (単位：N・m/g)

規格：JIS P-8113

比引張強さとは引張強さの数値を坪量で除した値 (JIS P-0001より) であり、強度と相関性の高い因子である坪量の影響を除いた比較に用いる値である。

- 透気抵抗度 (単位：sec)

規格：JIS P-8117 (ガーレー式)

試験機：東洋精機製作所(株)製 デンソメーター

上下通気口：φ10mm

測定時間：300sec

- 柔らかさ (単位：mN/100mm)

規格：J. TAPPI No. 34

試験機：熊谷理機工業(株)製 ハンドル0 メータ

スリット幅：20mm

試験片幅：100mm

- 吸水度 (単位：mm)

規格：JIS P-8141 (クレム式)

試験機：東洋精機製作所(株)製

測定時間：5分間

- 保水度 (単位：%)

規格：J. TAPPI No. 26

試験機：熊谷理機工業(株)製 パルプ保水度試験機

3. 改質パルプの混合による物性の変化

3. 1 水酸化ナトリウムを用いた改質

3. 1. 1 水酸化ナトリウムで改質させた叩解木材パルプ

前年度の研究結果より叩解させた木材パルプを15%濃度以下の水酸化ナトリウム溶液で改質させると柔軟性や吸水性、保水性が向上することが確認されている。そこでこの方法で得られる改質パルプを、未改質の木材パルプと混合させサンプルシートを作製しその物性を測定、比較することにした。

使用する木材パルプは前年度と同様に針葉樹漂白クラフトパルプ (NBKP : HOWESAND) としこれを JIS P-8221-1 (ビーター法) に基づいて叩解させ2水準を作製した。JIS P-8121 に基づいて測定し

たる水度は、叩解前の未処理の木材パルプで CSF750ml であり、叩解させた2水準はそれぞれ CSF475ml (以下パルプBとする) 及び CSF230ml (以下パルプCとする) であった。この叩解した木材パルプに水を加えてスラリー濃度を 3%(W/V) に調整した後、48%水酸化ナトリウム溶液 (比重 1.50) を加えてスラリー内での水酸化ナトリウム濃度が 10% (比重 1.11) になるように攪拌、調整後 30 分静置させた。その後希硫酸溶液で pH を中性域に調整して改質パルプスラリーを作製し、これを未改質の木材パルプに混合割合が 10 重量%となるよう混合させサンプルシートを作製した。また中和処理を行わず過水洗のみ行った改質パルプを同じ割合で混合させて作製したサンプルシートも比較対象とした。図 1~3 に改質させた叩解木材パルプ (パルプB 及びパルプC) を 10 重量%混合させ作製したシートの各物性の比較を示す。

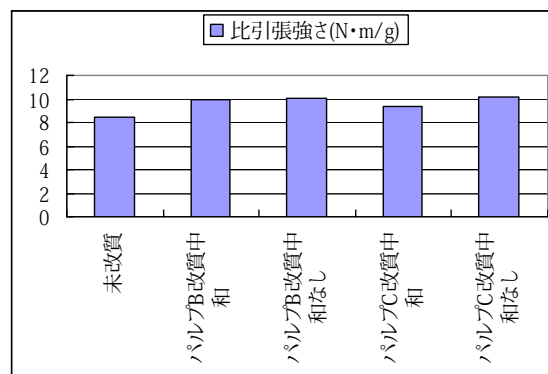


図1 改質させた叩解木材パルプを混合させたシートの強度変化

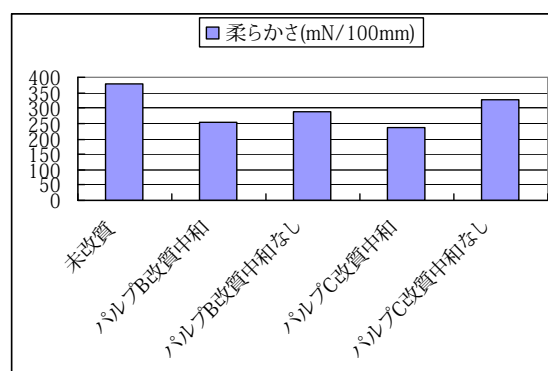


図2 改質させた叩解木材パルプを混合させたシートの柔らかさの変化

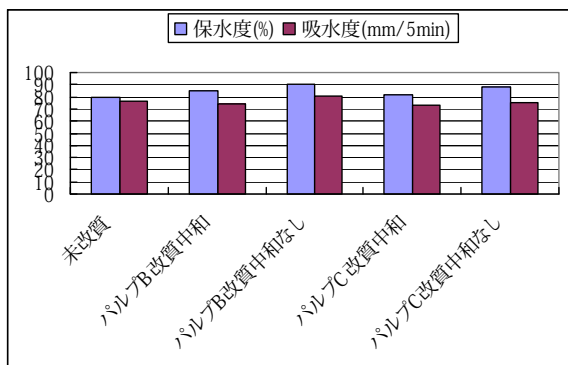


図3 改質させた叩解木材パルプを混合させたシート
の保水度と吸水度の変化

通気抵抗度については 13~16 秒の間に結果が集中し未改質の木材パルプの物性との違いが見られなかったが、他の物性には違いが確認された。改質させたパルプ B 及び C をそれぞれ混合させたシートの強度は未改質のシートと比較して増加している結果が得られた。改質パルプの叩解度別による大きな差異は見られなかったが、中和処理を行わず混合させたシートの強度は中和処理を行ったシートよりも高い強度値を示すことが分かった。前年度行った研究結果でも中和処理を行わず水洗のみで処理した改質パルプシートの強度は、中和処理を行った改質パルプシートよりも高い値を示していたので、混合抄紙を行ってもその特徴は変わらないと言える。また改質パルプ 100%シートでは強度（比引張強さ）がパルプ B で約 32 N・m/g、パルプ C で約 52 N・m/g という値が得られていたが、もう少し強度が必要な製品を開発するのであるならば混合割合を増加させれば問題ないのではないかと思われる。

柔らかさについては改質パルプを混合することで値が減少して柔軟性が増していることが分かる。柔軟性は強度の場合と異なり中和処理を行った改質パルプシートの方がより高い柔軟性が得られると判断される。改質パルプ 100%シートではパルプ B、C とともに未改質のシートよりも若干高い値（＝強い）を示していたが、混合することで柔軟性を向上させることができた。

吸水度については改質パルプを混合しても大きな変化が見られなかったものの、保水度については改質パルプ混合で向上していることが分かる。叩解度別での比較ではあまり叩解を進めていないパルプ B の方が保水度の値が高く、また中和処理を行わない方が保水度の値が高いことが図 3 より

判断できる。改質パルプ 100%シートとの比較では混合させることで保水度は低下する傾向を示していたものの、吸水度は逆に増加の傾向を示す結果となった。

3. 1. 2 高濃度水酸化ナトリウムで改質させた木材パルプ

高濃度の水酸化ナトリウム溶液を用いた改質では通気性や柔らかさ、吸水性が大きく向上する結果が前年度の研究で得られていた。この改質パルプを未改質の木材パルプに混合して得られた物性を比較した。

改質方法は湿潤させた未改質の木材パルプ（に 48%水酸化ナトリウム溶液（比重 1.50）を 10 倍量（V/W）加えた後攪拌、膨潤させ 30 分放置した。この後希硫酸溶液で pH を中性域に調整し改質パルプスラリーを得た。次にこの改質パルプを未改質の木材パルプに割合が 10 重量%となるよう混合させサンプルシートを作製した。また別に中和処理を行わず過水洗のみ行った改質パルプを同様に混合させてサンプルシートを作製し比較対象とした。図 4~6 にその比較結果を示す。図では未改質の木材パルプの他、改質パルプを 100%で作製したシート（希硫酸による中和処理を行った改質パルプ及び中和処理を行わず過水洗処理を行った改質パルプ）の物性も比較対象として示している。

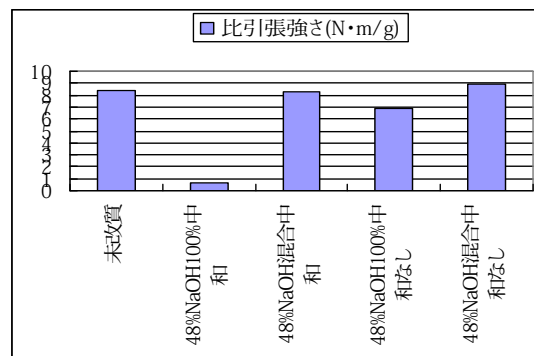


図4 高濃度で改質させた木材パルプを混合させたシートの強度変化

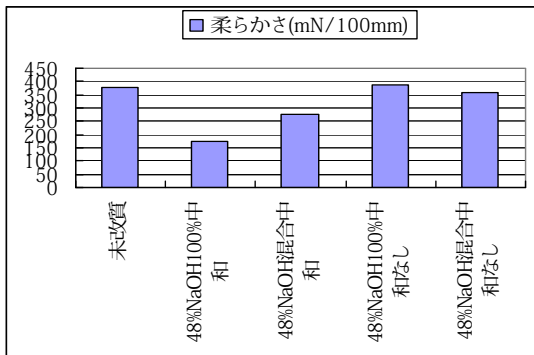


図5 高濃度で改質させた木材パルプを混合させたシートの柔らかさの変化

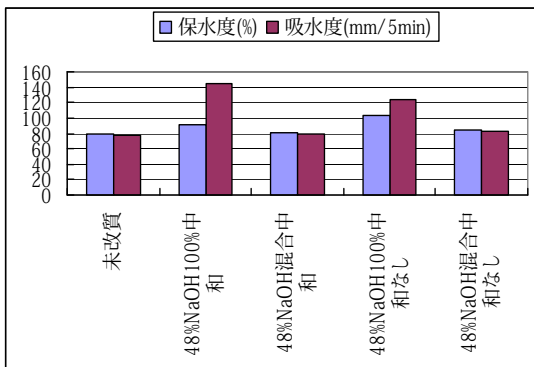


図6 高濃度で改質させた木材パルプを混合させたシートの保水度と吸水度の変化

通気抵抗度は未改質の木材パルプ 100%での値 (16 秒) に対して中和処理の有無に関係なく混合させたシートの値は 10 秒となり、通気性は若干であるが向上している。また強度については中和処理を行った改質パルプを混合しても未改質の木材パルプ 100%シートとほぼ変わらないが、中和処理を行わなかった改質パルプの場合わずかであるが向上している。実際改質パルプ 100%で作製したシートの強度は中和処理を行わなかった方が格段に大きかったことから、この強度の向上という結果はある程度予想できていた。

柔らかさについては強度とは逆の結果となり中和処理を行った改質パルプの方が数値が低くなり柔軟性が増している。これも改質パルプ 100%シートの物性と同じ傾向が見受けられる。保水度及び吸水度については中和処理の有無に関わらず、混合させても物性の向上がほとんど見られなかった。未改質の木材パルプの基本物性にその混合効果を打ち消されているように思われるが、混合割合が大きくなれば顕著な差異が生じるのではないかと思われる。

次に高濃度の水酸化ナトリウムにおいて、改質時間の長短により混合後のシート物性に变化が見られるのか確認を行った。改質手順や混合割合は同条件として木材パルプの改質時間は 30 分及び 12 時間の 2 水準で行った。

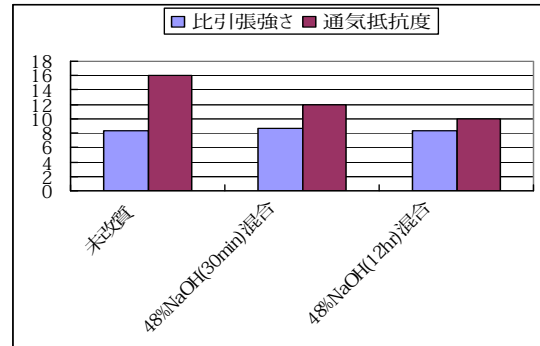


図7 高濃度改質における改質時間別シートの強度及び通気抵抗度の変化

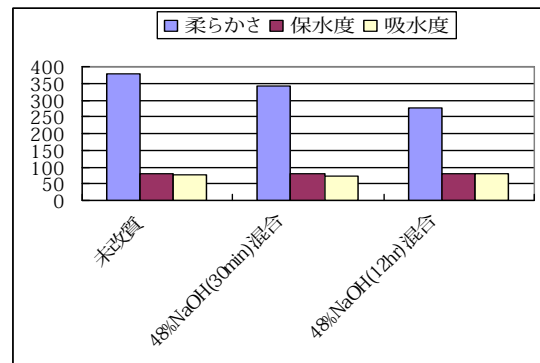


図8 高濃度改質における改質時間別シートの柔らかさ及び保水度及び吸水度の変化

図7及び図8に各物性での比較を示している。強度や保水度、吸水度の項目については改質時間による違いは見られないが、通気抵抗度及び柔らかさについては改質時間が長くなるに従い値が低下している結果、すなわち通気性と柔軟性の向上が確認された。したがって高濃度の水酸化ナトリウムによる改質では、その改質時間と通気性及び柔軟性の向上との間に相関関係があると考えられる。前年度に行った高濃度水酸化ナトリウム溶液で 12 時間改質させた木材パルプの 100%シートの物性は強度が約 0.7N・m/g、通気性は約 2 秒、柔軟性は約 170mN、保水性は 92%、吸水性は約 144mm となっているが、通気性と柔軟性については混合抄紙を行うことで、その改質パルプ 100%シートの物性に徐々に近づく傾向にあることが分かる。よって改質パルプの混合割合を増加させることで

これらの物性を向上させることが可能と考えられるが、一方で強度や保水性、吸水性については10重量%混合では未改質の木材パルプ100%シートより優位でない結果となっていて、これらの物性に関しては混合割合の増加による機能強化は考えにくい。

3. 1. 3 水酸化ナトリウムと過酸化水素水の混合による木材パルプの改質

前年度の研究成果では未改質の木材パルプシートを水酸化ナトリウム溶液で反応させた後、約30%濃度の過酸化水素水を添加することで高い物性を示す改質パルプを作製することができた。今回はこの改質パルプについて10重量%混合による抄紙物性の違いを確認した。

改質方法は十分に湿潤させた未改質の木材パルプに対して48%水酸化ナトリウム溶液(比重1.50)を10倍量(V/W)加えて攪拌膨潤させ30分放置した後、同じく10倍量の30%(V/V)過酸化水素水を加え攪拌させ10分放置後に希硫酸溶液でpHが中性域になるよう調整した。この改質パルプスラリーに対し未改質の木材パルプに割合が10重量%となるよう混合させサンプルシートを作製した。また同様の手順や配合割合の条件で、改質に用いた水酸化ナトリウム溶液の濃度を15%(比重1.16)及び5%(比重1.05)の2水準としたサンプル、また水酸化ナトリウム溶液濃度15%で、30%過酸化水素水を改質パルプに対し2倍量混合させたサンプルでのシートも作製し物性比較を行った。

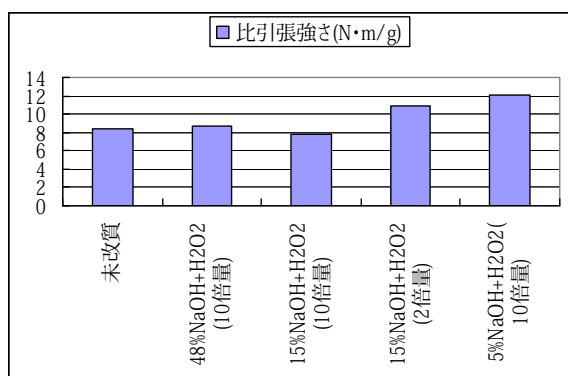


図9 水酸化ナトリウム溶液と過酸化水素水混合における強度の変化

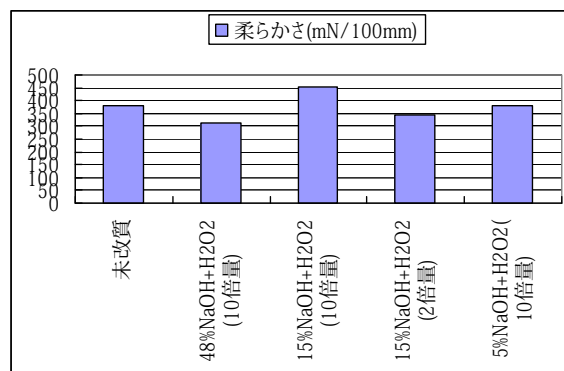


図10 水酸化ナトリウム溶液と過酸化水素水混合における柔らかさの変化

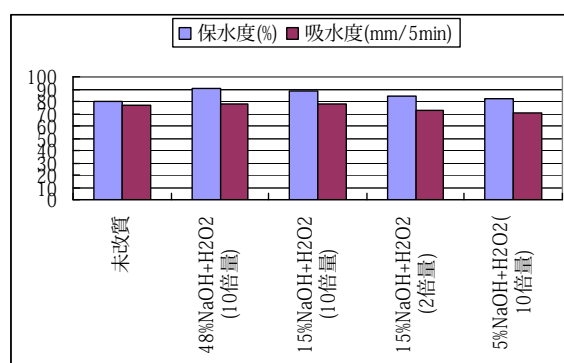


図11 水酸化ナトリウム溶液と過酸化水素水混合における保水度及び吸水量の変化

図9～11に、未改質の木材パルプ100%と各条件により改質させた木材パルプを10重量%混合させたシートの物性比較を示す。強度については水酸化ナトリウム溶液の濃度が低下するにつれて向上する傾向を示した。この傾向は改質パルプ100%シートと物性と同様であるが、過酸化水素水の添加量に無関係のようで、一部の条件では未改質のシートよりも強度は上がっているという結果となり新しい発見であった。柔軟性については水酸化ナトリウム溶液及び過酸化水素水の濃度が高いほど、物性値が小さくなり柔らかさが増している結果が得られていて、また保水度及び吸水量についても柔軟性と同じ傾向を示した。改質パルプ100%シートでは水酸化ナトリウム溶液の濃度に比例して柔軟性及び保水性及び吸水性の向上が確認されていたので、これらの物性は過酸化水素水添加とあまり関係がないように思われる。また通気性については未改質の木材パルプ100%シート及び改質パルプ100%シートを含めて大きな差異は見受けられなかった。

3. 2 硫酸とギ酸の混合及び塩化亜鉛による木材パルプの改質

硫酸とギ酸の組み合わせや塩化亜鉛を用いて改質されたパルプには、未改質の木材パルプよりも強度や保水性などで優位な物性が得られることを前年度の研究で確認していた。これらについても同様に検証を行ってみた。

硫酸とギ酸の組み合わせについては未改質の木材パルプに対し先に 2.5 倍量(V/W)の水を加え次に 70%硫酸溶液(比重 1.61)を 10 倍量(V/W)加えた。パルプの膨潤を確認した後、ギ酸溶液を木材パルプに対し 5 倍量(V/W)を加え攪拌し 5 分放置させた。その後 10 倍量(V/W)の水を加えて攪拌し希水酸化ナトリウム溶液で pH を中性域に調整しろ過水洗を行った。この改質パルプを全体の 10%割合となるように未改質の木材パルプを加えて混合しサンプルシートを作製した。

また塩化亜鉛については未改質の木材パルプに対して 65%(W/V)塩化亜鉛溶液を 10 倍量加えて攪拌し 4 時間膨潤させたまま放置した後、水を同量(パルプに対し 10 倍量)加えて攪拌ろ過して改質パルプを得た。このように作製した改質パルプを全体の 10%割合となるように未改質の木材パルプを加えて混合しサンプルシートを作製した。図 12～14 に未改質の木材パルプ 100%シートとそれぞれの改質条件における 100%シートと 10 重量%混合シートの各物性比較を示している。

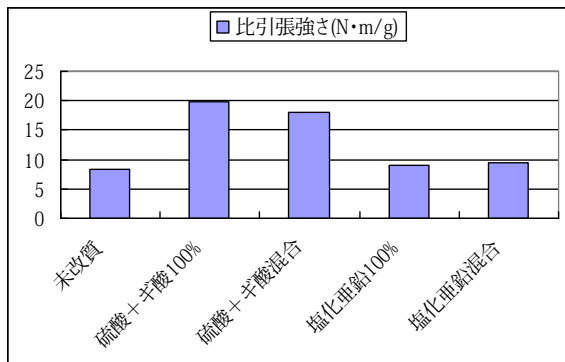


図 12 硫酸とギ酸の混合及び塩化亜鉛による改質での強度の変化

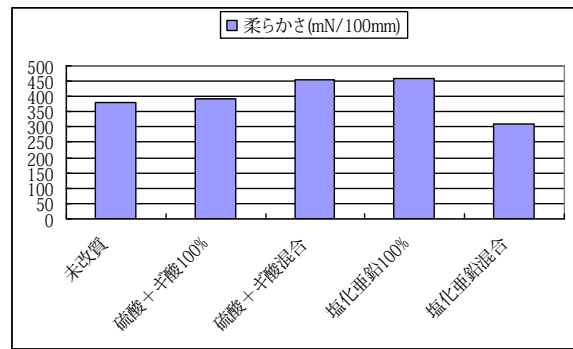


図 13 硫酸とギ酸の混合及び塩化亜鉛による改質での柔らかさの変化

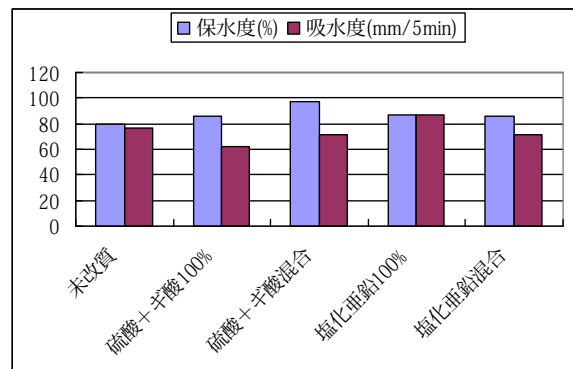


図 14 硫酸とギ酸の混合及び塩化亜鉛による改質での保水度及び吸水量の変化

いずれのサンプルシートも通気性に関してはほとんど差異が確認されなかった。硫酸とギ酸の組み合わせでは 10%混合シートの方が改質パルプ 100%シートより若干ながら強度が低下するものの、未改質の木材パルプ 100%シートと比べると強度はかなり高い値を示している。また保水度は未改質の木材パルプ 100%シートや改質パルプ 100%シートよりも大きくなったが、吸水量は改質パルプ 100%シートよりは向上したものの未改質の木材パルプ 100%シートよりは低い水準となった。

塩化亜鉛による改質では 10%混合を行うことで、改質パルプ 100%シートや未改質の木材パルプ 100%シートよりも、強度や柔軟性、保水性が向上している結果が得られた。

3. 3 コスト比較

現在機能性繊維として販売されている商品の価格はその化学組成や機能発現の対象分野、また持っている機能の効果のレベルなどによって、1kg 当たり数百円～数万円と価格に大きな差があるもののこの範囲に多く設定されている。しかし清浄

用紙など使い捨てタイプの家庭用品では、なるべく価格を抑えた商品が市場で好まれることに変わりはない。

繊維の改質では使用する原材料の量よりも多くの薬品量を必要とする条件が多いため、改質された繊維 100%使用した製品では非常に高いコストとなる。このような状況から、今回は未改質の木材パルプに改質パルプを 10%混合させた場合のおおまかな製品コストを算出してみた。

試算の基本は原料である木材パルプの価格と使用する改質薬品の価格とし、叩解に必要な電気量や人件費、抄紙エネルギー費用などは加えていない。現在は世界的に石油などの燃料や化学薬品の高騰しており、今回使用した木材パルプの今現在 1kg 当たりの価格は研究を始めた 1 年前よりも 20～50 円高騰している。また改質薬品の価格（数十キログラム単位）も上昇していて、研究当初の試算段階と比べてかなりのコスト上昇が発生してしまった。

水酸化ナトリウムで改質させた叩解木材パルプを 10%混合させたシートの場合を検討すると、紙 1kg 当たり未改質の木材パルプ 100%のシートにかかるコストの約 5.6 倍と試算された。また同様に高濃度水酸化ナトリウムで改質させた木材パルプの場合は約 8.9 倍、水酸化ナトリウムと過酸化水素水の混合による木材パルプの改質の場合は約 11.4 倍、硫酸とギ酸の組み合わせによる改質では約 21.2 倍、塩化亜鉛による改質では約 8.9 倍という結果となった。コストで評価を行った場合、水酸化ナトリウムで改質させた叩解木材パルプを未改質の木材パルプに 10%混合させた製品がもっとも実用性の高いものであると示される。

3. 4 まとめ

叩解させた木材パルプを水酸化ナトリウム溶液で改質させたパルプでは、少量混合することでも強度や柔らかさ、保水性の向上が見られることが検証され、混合割合を増減させることで商品に必要とされる物性値をコントロールできる可能性も見極められた。

高濃度水酸化ナトリウムで改質された木材パルプを混合することで保水性や吸水性の更なる向上は見られなかったが、柔軟性は向上する傾向が確認された。特に中和処理を行った場合に強度と柔軟性のバランスが取れている製品が得られると

思われる。

水酸化ナトリウム溶液と過酸化水素水の組み合わせによる改質パルプでは、特に過酸化水素水の効果が物性に反映されていないと考えられる。しかし物性として強度が要求されていない場合に水酸化ナトリウム溶液及び過酸化水素水の濃度を高く設定することで柔軟性や保水性、吸水性の高い製品を得ることができるであろう。また未改質の木材パルプとの混合割合を増やすことでも、必要とする物性をさらに向上させることが可能と思われる。

硫酸とギ酸の組み合わせ及び塩化亜鉛による改質パルプでは未改質の木材パルプ 100%シートよりも特に優位な物性は確認できなかった。これらは各々 100%シートで用いることでその特徴が発揮できるものと考えられる。

このように選抜した酸アルカリ薬品で改質させたパルプを未改質の木材パルプに 10%混合することでも通気性を除く物性が大きく変化することが分かった。コスト的には改質パルプ 100%シートよりも単純に約 10 分の 1 になると計算することができる。しかし 1kg 当たりの単価となると未改質よりも 5～10 倍程度となってしまったため、今後どのような商品分野に展開を行っていくか、機能とコストバランスと実用性の検討し研究を進めていくことが重要であると考えられる。

4. 市販の改質パルプとの物性比較

水酸化ナトリウムを用いた改質パルプは一般的にマーセル化パルプと呼ばれ、針葉樹及び広葉樹ともに数種類のグレードが市販されている。マーセル化パルプは紙の嵩高性向上等に用いられ、特に最近では電池セパレータ紙や微細化または粉砕セルロース製造のために用いられることが多く、一般の生活用紙にはあまり使用されないパルプである。

前年度の研究から水酸化ナトリウムによる改質効果が大きいという結果を得たことより、市販のマーセル化パルプを代用して清浄用紙の開発も考えられることができるが、実際その必要な物性は検証されていないのが現状である。

そこで今回の改質条件に近い市販の針葉樹マーセル化パルプでサンプルシートを作製して柔らかさや吸水性などの物性を検証し、他にも研究により判明した叩解させた木材パルプの水酸化ナトリ

ウムによる改質や高濃度改質などの物性と比較し、その製造コストも含めた市販の改質パルプの有効性を探ってみた。

4. 1 針葉樹マーセル化パルプ

今回入手、使用したパルプは Rayoner 社の

「POROSANER-J-HP」（以下、市販マーセル化パルプとする）というグレードであり、針葉樹のマーセル化パルプでは有名な銘柄である。この市販マーセル化パルプについて繊維長分布測定（メツオオートメーション社製 KAJAANI FS-200）及び JIS P-8121 に基づいたろ水度測定を行った。

表1 市販マーセル化パルプの平均繊維長とろ水度

	未改質の木材パルプ	48%水酸化ナトリウム改質 A	市販マーセル化パルプ
長さ加重平均繊維長 mm	2.15	1.78	2.33
ろ水度 ml	750	740	761

Rayoner 社発行のテクニカルデータでの平均繊維長は約 2.4mm となっており分析結果はそれとほぼ同じであった。平均繊維長は今回使用した木材パルプ（NBKP：HOWASAND）よりも長い、クラフト法によるパルプ化は同じであるため、樹種の違いもしくはマーセル化方法の違いが平均繊維長に現れている可能性が考えられる。また同じように水酸化ナトリウム溶液による改質パルプの平均繊維長は未改質の木材パルプのそれよりも約 20%程度の減少していることから考えて、市販マーセル化パルプのマ

ーセル化前の木材パルプ平均繊維長は当然のごとく長かったと考えられる。ろ水度については平均繊維長と関係が見られ、今回の比較についてもこれを否定したものではなかった。

次に市販マーセル化パルプについて、叩解した木材パルプであるパルプ B 及びパルプ C の作製と同様に JIS P 8221-1（ビーター法）に基づいて叩解させた。叩解した市販マーセル化パルプの平均繊維長とろ水度は以下のとおりであった。

表2 叩解した市販マーセル化パルプの平均繊維長とろ水度

	叩解パルプ B	30%水酸化ナトリウム改質 B	叩解市販マーセル化パルプ
長さ加重平均繊維長 mm	1.58	1.36	1.20
ろ水度 ml	473	713	589

市販マーセル化パルプは叩解することによってろ水度は約 170ml 低下し、これに対して平均繊維長は約半分と短小となっている。木材パルプ（NBKP：HOWESAND）での場合ろ水度が約 280ml 低下しているのに対して平均繊維長は約 25%短小という結果になっていることから、市販マーセル化パルプは叩解処理により繊維表面が毛羽立つフィブリル化が進行するとともに、繊維自身の断裂も進行することでろ水度低下につながっていると考えられる。またろ水度が 589ml にまで叩解するために費やした時間は、ろ水度 473ml にまで叩解した木材パルプ（NBKP：HOWESAND）の時間と比較して約 2 倍という結果であった。フィブリル化及び繊維の断裂が進んでいるにもかかわらず、ろ水度の値がそれほど小さくなっていないことを考慮する

と、市販マーセル化パルプは堅くて脆い繊維質であると判断される。

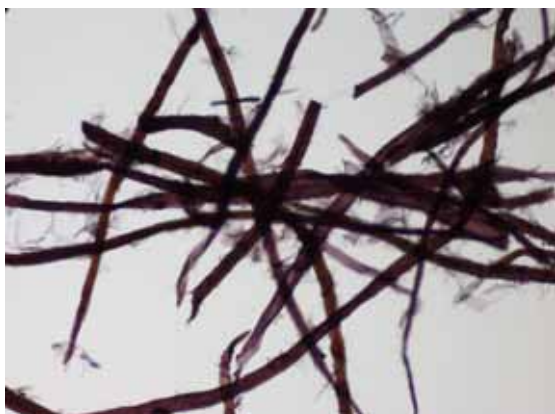


写真1 市販マーセル化パルプの未処理（上段）と叩解処理（下段）
（JIS P 8120 に基づく C 染色液により染色後）

叩解させた木材パルプ（パルプ B）を 30%濃度の水酸化ナトリウム溶液で改質させた改質パルプの平均繊維長は未改質の木材パルプよりも約 15%減少しているが、ろ水度については約 50%増加している。また市販マーセル化パルプ叩解とパルプ B と比較すると平均繊維長は約 25%減ながら逆にろ水度は約 25%の増加と計算される。樹種が異なり安易な比較となってしまうが、両者とも同じ傾向にもかかわらずマーセル化処理の順番や処理濃度などの影響によりその増減割合が全く異なることが非常に興味深い現象である。

4.2 市販マーセル化パルプと木材パルプ混合による物性の変化

JIS P-8222 に基づいて市販マーセル化パルプ 100%のサンプルシート、また未改質の木材パルプに割合が 10 重量%となるよう混合させたサンプルシートの 2 水準を作製し、48%水酸化ナトリウム改質木材パルプを使用した同様のサンプルシートとの物性比較を行った。

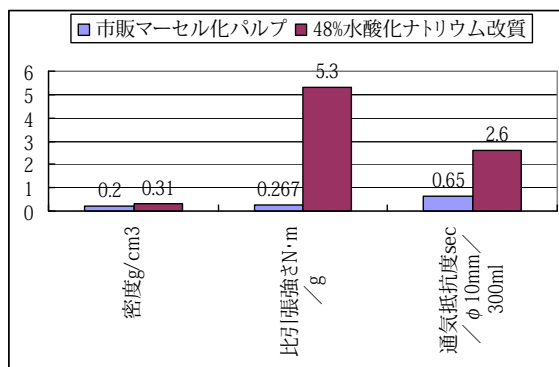


図 15 市販マーセル化パルプと改質パルプの物性比較（その 1）

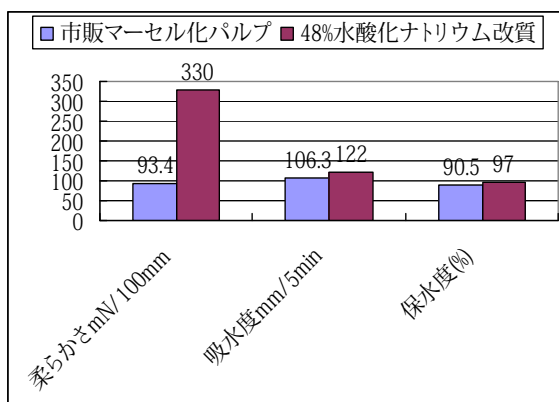


図 16 市販マーセル化パルプと改質パルプの物性比較（その 2）

まず図 15 及び 16 にそれぞれのパルプ 100%で作製したサンプルシートの比較を示す。密度は市販マーセル化パルプがかなり小さく、未改質の木材パルプで作製したサンプルシートの平均値 0.45g/cm³ と比べると半分程度とかなり空隙率が高いシートであると言える。48%水酸化ナトリウム改質の密度と比較しても値が小さいことから、市販マーセル化パルプのシートでは繊維同士の接触状態が「面接触」ではなく「点接触」に近い状態であることが想像され、このマーセル化パルプは非常に堅い繊維であると思われる。比引張強さや通気抵抗度、柔らかさの値が、密度との関係もあるものの非常に小さくなっている。製品化を目指す場合には小さな通気抵抗度や小さな柔らかさ（＝堅い）の値は高機能として長所に成りうるものの、小さな比引張強さの値は製品として必要な強度は持っていない欠点を示すことになり 100%シートでの製品化は難しいと言える。吸水度及び保水度については 48%水酸化ナトリウム改質と大きな相違が見られなかった。未改質の木材パ

ルプ 100%シートの値はそれぞれ 56mm 及び 75% であるため、両方の繊維ともその機能が優れていると言えるが、どちらかというとなり 48%水酸化ナトリウム改質の方がわずかであるが優位であると判断できる。

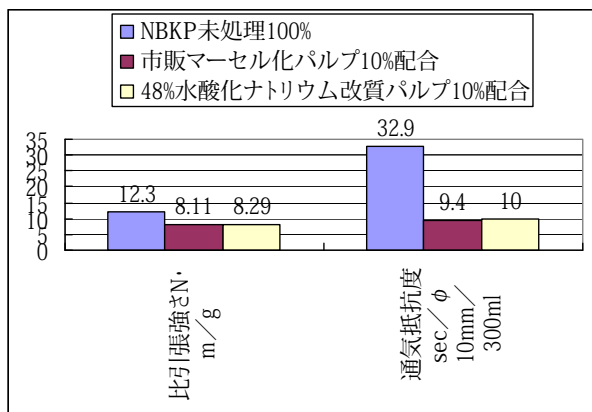


図 17 市販マーセル化パルプと改質パルプの 10%配合による物性比較 (その 1)

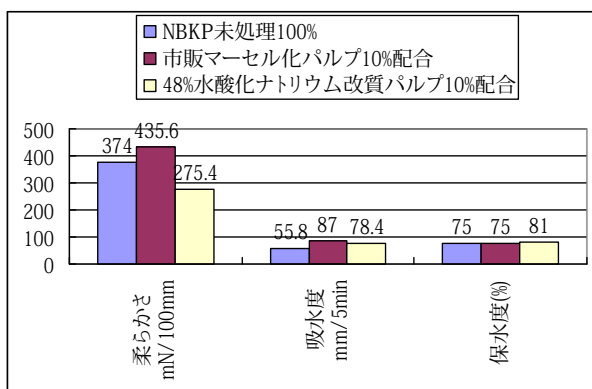


図 18 市販マーセル化パルプと改質パルプの 10%配合による物性比較 (その 2)

次に図 17 及び図 18 に未改質の木材パルプに市販マーセル化パルプ及び 48%水酸化ナトリウム改質パルプをそれぞれ 10 重量%混合させたサンプルシートの物性比較を示す。比引張強さや通気抵抗度及び保水度に関しては未改質の木材パルプ 100%シートよりも優位と思われる違いは両者ともに見られないが、柔らかさと吸水度では大きな違いが確認された。柔らかさでは市販マーセル化パルプを 10 重量%というわずかな混合条件で作製したシートでも未改質木材パルプ 100%シートよりも値が大きく (=堅く) になっていることが判断できる。一般的に紙の柔軟性はその紙の坪量の影響を受けるのだが、未改質木材パルプ及び市販マーセル

化パルプのサンプルシートの坪量平均値 (g/m²) はそれぞれ 64.6、66.5 であり約 2g/m² の差に対して、柔らかさの差は 61.6mN と数値的に大きいことから、坪量とは無関係であって繊維質の非常に堅い市販マーセル化パルプの影響によるものと考えられる。吸水度については未改質の木材パルプ、市販マーセル化パルプ、48%水酸化ナトリウム改質パルプの順に密度 (g/cm³) の値が 0.45、0.39、0.40 であることに密接に関係しているようで、密度が小さい市販マーセル化パルプ混合シートが良い吸水性を示している。

4.3 叩解した市販マーセル化パルプと木材パルプ混合による物性の変化

叩解した市販マーセル化パルプについて 100%のサンプルシートと、未改質の木材パルプに割合が 10 重量%となるよう混合させたサンプルシートを作製した。100%サンプルシートでは、最終的な水酸化ナトリウム溶液の濃度が 30% (比重) となるよう調整した叩解木材パルプ (パルプ B) の改質パルプで作製したシートの物性を、また割合が 10 重量%となるよう混合させたサンプルシートでは、叩解させた木材パルプ (パルプ B) と最終的な水酸化ナトリウム溶液の濃度が 20% (比重) となるよう調整した叩解木材パルプ (パルプ B) の改質パルプを 10 重量%混合させ作製したシートの物性をそれぞれ比較対象とした。図 19 及び図 20 には 100%サンプルシート、図 21~23 には割合が 10 重量%となるよう混合させたサンプルシートの物性比較を示している。

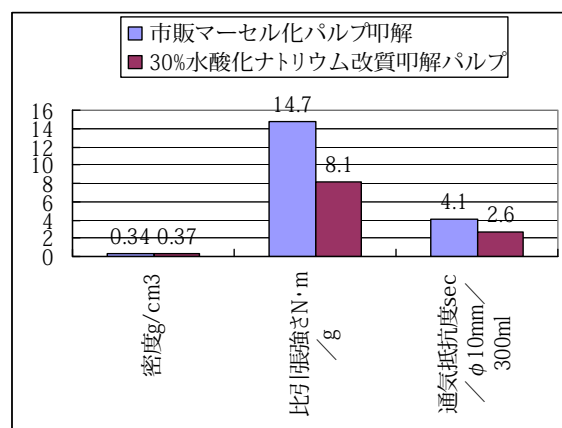


図 19 市販マーセル化パルプ叩解と改質叩解パルプによる物性比較 (その 1)

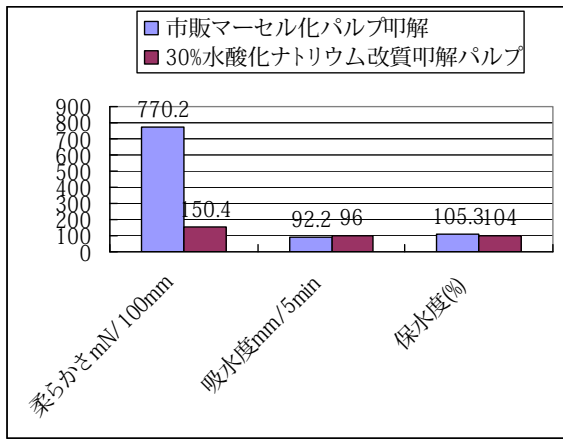


図 20 市販マーセル化パルプ叩解と改質叩解パルプによる物性比較 (その 2)

密度、通気性、吸水性、保水性の 4 項目に関しては両者の間で大きな差は見られなかったが、強度と柔軟性に関しては違いが確認された。強度や柔軟性という物性は、紙中における繊維同士の接着強度に関係があると言われており、経験則として叩解度(ろ水度:フィブリル化度)と繊維間接着強度には相関性が見られる。叩解した市販マーセル化パルプ(ろ水度 CSF589ml)と改質した叩解木材パルプ(ろ水度 CSF713ml)はこの経験則に従っていることが検証された。

両者とも同じ水酸化ナトリウム溶液で改質させたマーセル化パルプであるのに、ろ水度も含めてなぜ強度と柔らかさにおいてこのような差異が生じたかと考えると、マーセル化処理と叩解処理の工程の関係があると思われる。まず先に木材パルプをマーセル化処理して叩解処理を施した状態が市販マーセル化パルプ叩解品であり、元々存在するヘミセルロースや不純物をマーセル化処理により溶解させ、セルロース II 型へ転移させた木材パルプを叩解処理させるため結晶化度が高く質の堅いフィブリルが発生していると考えられる。逆に木材パルプを叩解処理してからマーセル化処理を施した状態が改質叩解パルプ品となるため、フィブリル化した部分には通常のセルロースの他にヘミセルロースや不純物、そして叩解処理という物理エネルギーが加えられアルカリ溶液に溶解しやすくなった低分子のセルロースなども含まれていると考えられ、後のマーセル化処理により通常のセルロース以外の物質が除去され、フィブリルの数が減少したり繊維細

化が発生してしまうと考えられる。よって工程の順番によりフィブリル部分の質と量が異なり、これがろ水度や繊維同士の接着強度すなわちシートの強度と柔軟性に影響を与えると考えることができる。

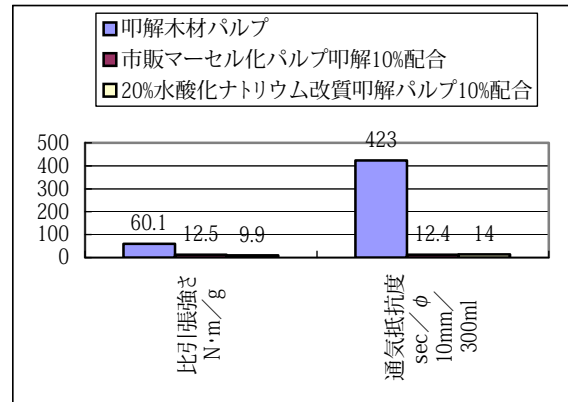


図 21 市販マーセル化パルプ叩解と改質叩解パルプの 10%配合による物性比較 (その 1)

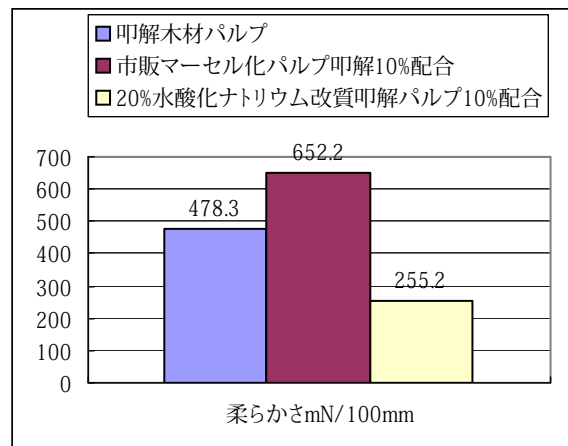


図 22 市販マーセル化パルプ叩解と改質叩解パルプの 10%配合による物性比較 (その 2)

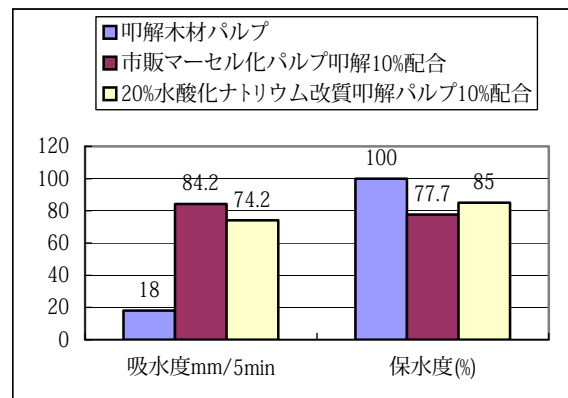


図 23 市販マーセル化パルプ叩解と改質叩解パルプの 10%配合による物性比較 (その 3)

10%混合のサンプルシート同士による物性比較では市販マーセル化パルプ混合の方が強度や吸水度が高く、また保水性が小さく柔らかさ値が大きい(=強い)という結果が得られた。これは前に述べたようにフィブリルの状態に影響を受けているものと考えられる。木材パルプ叩解サンプルシートの物性と比べて極めて特異的な比較結果となったのは柔らかさである。市販マーセル化パルプ叩解のろ水度は589ml、叩解させた木材パルプのそれは473mlであり、経験則でいえば通常木材パルプ叩解パルプの方が柔らかさ値が大きくなって堅くなってくる。しかし市販マーセル化パルプ叩解を10重量%程度未改質の木材パルプ(ろ水度:750ml)に混合するだけで、叩解させた木材パルプ(ろ水度:473ml)より柔らかさ値が30%余り上昇している、すなわち叩解させた木材パルプ100%のシートよりも未改質の木材パルプ90重量%と叩解させた市販マーセル化パルプを10重量%という組成のシートの方が堅くなっているという少し矛盾した結果が得られた。今回の試験では10重量%混合させた状態(スラリー)でろ水度を計測していないが、市販マーセル化パルプを叩解させて生じたフィブリルは未改質の木材パルプとの間で繊維同士の接着強度を十分向上させる他、その叩解させた繊維及び発生したフィブリル自身がかかなりの剛性を持っているものと推測される。また叩解していない未改質の市販マーセル化パルプを10重量%混合させたサンプルシートの柔らかさでも未改質の木材パルプ100%シートよりも高い数値を示していたことから、市販マーセル化パルプの配合は紙質を堅くする傾向が強いと考えられる。

4.5 コスト比較

市販マーセル化パルプの1kg当たりの価格は、取引先により違いはあるが今回使用した木材パルプの2~3倍とされている。高濃度(48%)水酸化ナトリウムで改質させた木材パルプの場合は約8.9倍という試算結果と比較すると、この市販マーセル化パルプは安価な機能性繊維という評価となる。しかし今回の研究では15%濃度以上の水酸化ナトリウム溶液では効果がほぼ同じという結果が得られており、15%水

酸化ナトリウム溶液を用いると高濃度改質コストの約半分程度に収まることとなり、市販マーセルパルプとほぼ同等コストとなる試算結果となると言える。

4.6 まとめ

市販マーセル化パルプはシートを形成させた場合その堅さから通気性や柔軟性という物性について高い機能を有するものの、強度という点では繊維が配列した「シート」であって水素結合や繊維間ネットワークが構築された「紙」とは言い難いものであることが分かった。今回の研究で得られた48%水酸化ナトリウム改質木材パルプと比較すると、この改質パルプが有利な点は通気性と柔軟性であって、吸水度や保水度ではわずかですが劣性と判断される。このことは市販マーセル化パルプと48%水酸化ナトリウム改質木材パルプが、同じ「マーセル化」処理を行っているにもかかわらず、アルカリ濃度などの改質条件や中和、水洗などの後処理の有無に影響を受け、繊維中のセルロース形態や構造が異なっていることを示していると思われる。

未改質の木材パルプに市販マーセル化パルプを10重量%混合させたシートの物性では、密度が低く強度や通気性の値が小さいにもかかわらず、柔軟性では値が大きく強いというある意味対極の結果が得られた。強度や吸水性、柔らかさ、保水性という機能を特化させたい清浄用紙では市販マーセル化パルプの利用は難しいと判断される。マーセル化処理により強い繊維質に改質されたことが影響していると思われるが、樹種の違いや前に述べたマーセル化処理の違いが繊維自身の性質や作製されたシートの物性に大きく影響を与えることが確認された。

針葉樹のクラフトパルプには樹種や平均繊維長の異なる多種多様のグレードが上市されている。それぞれについてマーセル化処理を行うと、それぞれ性質や機能の異なった改質パルプが開発できると思われる。

5. 微細セルロースの改質と木材パルプ混合による物性の変化

5.1 微細セルロース

セルロースを微細化（粉末化）させた商品がいくつか上市されており、製紙関係の他にも製剤や食品添加物などに使用されている。そのような商品群の中で、旭化成ケミカルズ(株)が製造・販売する商品名「セオラス（旧式名称アビセル） PH-101」は繊維性植物から得たパルプを原料として、その中に存在する α -セルロースを鉱酸で部分的に解重合させ精製し、非結晶領域の大部分を取り除いた不定形な結晶セルロースであり、主に医薬品添加剤として用いられているものである。

表3 結晶セルロース「セオラス」のデータ

グレード	平均粒子径 (μm)	嵩密度 (g/cm^3)
PH-101	50	0.29

*出典：http://www.ceol.us.com

また商品名「セリッシュ KY-100G」はダイセル化学工業(株)が製造・販売するウェット状態の微細繊維状セルロースであり、技術資料によれば繊維の太さは $0.1\sim 0.01\mu\text{m}$ となっていて、その粘性や分散性、保水性などの特徴を使って食品添加物（FD）や濾過助剤（PC）などのグレードが上市されている。

今回はこれらの微細なセルロース体を酸やアルカリ薬品を用いて改質させ、未改質の木材パルプに混合させて作製したシートの物性変化を追跡することとした。改質方法はミキサー内で最初に微細セルロースを改質させて中和処理させた後、未改質の木材パルプもしくは叩解させた木材パルプ（パルプBもしくはパルプC）を加えて攪拌・混合し、従来の方法によりシートを作製した。

5. 2 水酸化ナトリウムを用いた改質

5. 2. 1 結晶セルロース「セオラス」

結晶セルロースである「セオラス PH-101」に対して、15倍量の48%水酸化ナトリウム溶液（比重1.50）で12時間以上浸せき放置させて改質を行った。この後希硫酸溶液でpHを中性域に調整して作製した改質パルプスラリーを、未改質の木材パルプに対し重量比として10%及び30%混合してサンプルシートを作製した。

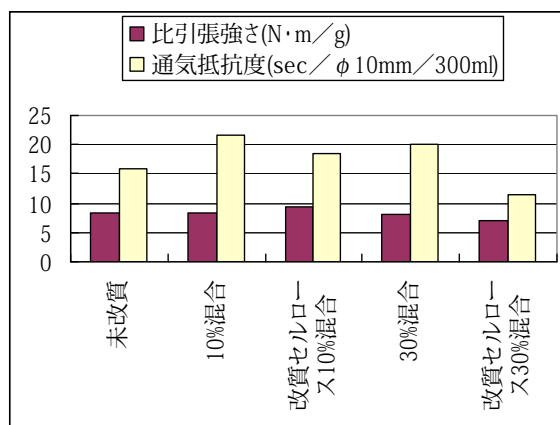


図24 結晶セルロースの改質と添加量の関係（その1）

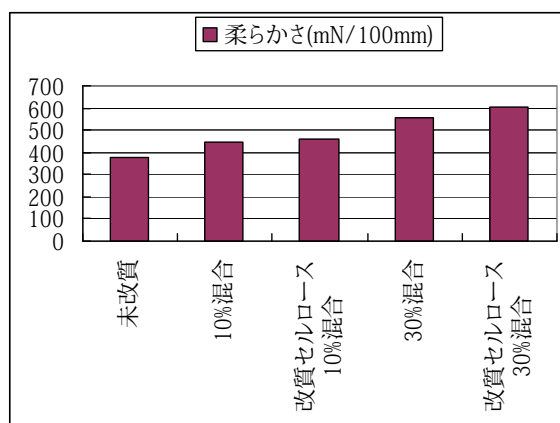


図25 結晶セルロースの改質と添加量の関係（その2）

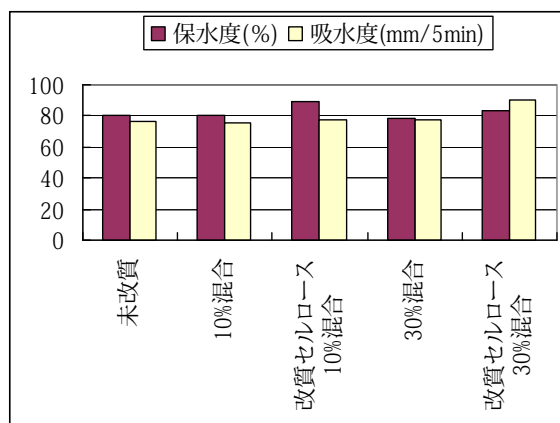


図26 結晶セルロースの改質と添加量の関係（その3）

図24～26に未改質の木材パルプ100%シート（未改質）と、未改質の木材パルプに未改質の結晶セルロースを10重量%及び30重量%混合し

たシート（10%混合及び30%混合）、そして未改質の木材パルプに水酸化ナトリウム溶液で改質させた結晶セルロースを10重量%及び30重量%混合したシート（改質セルロース10%混合及び30%混合）の物性比較を示している。

強度は未改質の結晶セルロースの混合率が多いと減少する傾向を示しているが、改質した結晶セルロースを混合した場合10重量%の混合率では強度は上昇するものの、30重量%の混合率では未改質の結晶セルロース30重量%混合と比べて減少している結果が得られた。また通気性は未改質の結晶セルロース混合の場合上昇しているが、改質させた場合はその混合量に反比例して減少傾向を示している。柔軟性については未改質の混合割合に比例して値が大きく（堅く）なっており、改質した結晶セルロースを混合することでさらに値が大きくなることが分かった。保水性では改質した結晶セルロースの混合で増加し、吸水性は同じく30重量%混合することで向上している結果が得られた。

これらの結果より考えられることは、改質した結晶セルロースの混合による強度の低下や柔らかさ値の上昇は結晶セルロースの改質による柔軟化に関係があるのではないかと、である。一般的には結晶セルロースの混合により繊維同士の接触（接着）面積が小さくなって繊維間結合力が低下してしまい、また空隙面積の減少も発生することで強度の低下や密度の上昇につながり、さらに通気性や吸水性、柔軟性の低下へと影響すると考えられる。しかしながら水酸化ナトリウムを代表とする強アルカリ薬品を用いて改質を行うことにより、結晶セルロースに柔軟性が付与されてそれ自体と繊維間の接着力が強くなることが考えられ、繊維間バインダーの一種としての効力を発揮して強度の向上及び柔軟性の低下につながっていると思われる。また通気性は密度の変化が小さいにもかかわらず向上していることと、保水性及び吸水性の向上も含めて考えると、水酸化ナトリウムを用いた改質による結晶セルロースの変形や変性に起因すると考えられるが、その科学的な分析は研究の趣旨から今回行えなかった。このことに興味を持った科学者に今後の解析を期待したい。

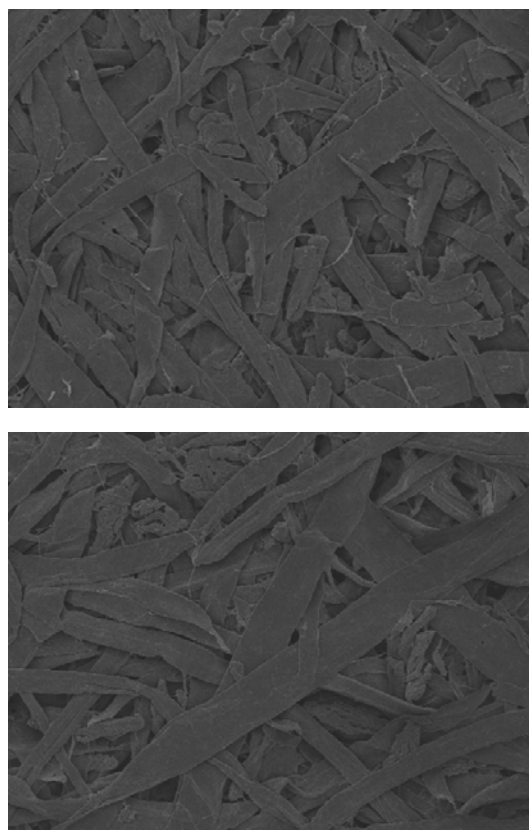


写真2 パルプAに結晶セルロース30重量%混合（左下段）と48%水酸化ナトリウム溶液で改質を行った結晶セルロース30重量%混合（上段）のSEM画像（×200）

次に混合する木材パルプの叩解度（ろ水度）を変化させて、結晶セルロースの混合量及び改質の有無による物性の関係を確認した。ただし混合割合については一律30重量%に固定した。

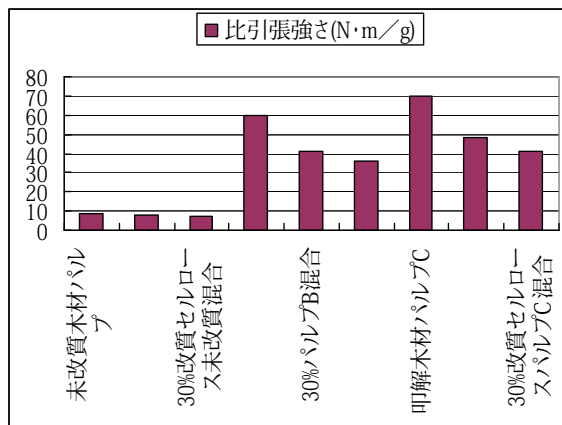


図27 パルプの叩解度と結晶セルロース添加量の関係（その1）

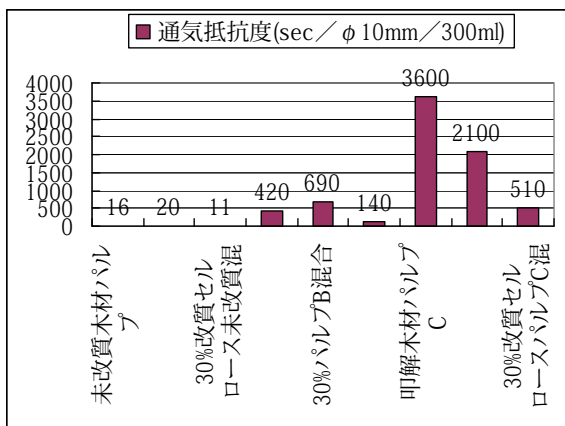


図 28 パルプの叩解度と結晶セルロース添加量の関係 (その 2)

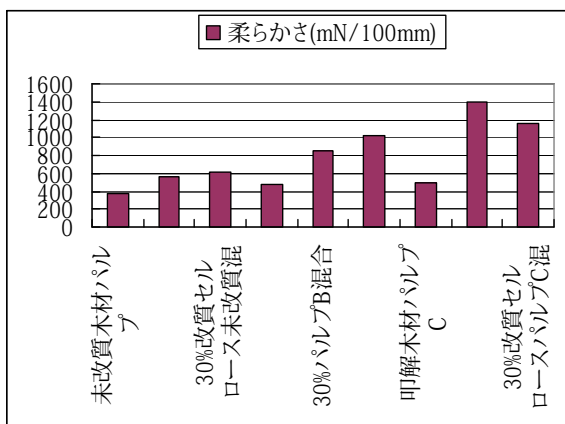


図 29 パルプの叩解度と結晶セルロース添加量の関係 (その 3)

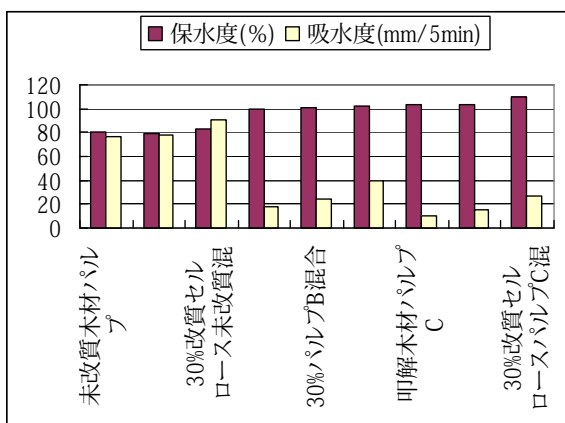


図 30 パルプの叩解度と結晶セルロース添加量の関係 (その 4)

図 27~30 に各物性の比較結果を示している。図の左端のグラフから未改質の木材パルプ 100% (未改質木材パルプ)、未改質の木材パル

プに未改質の結晶セルロースを 30 重量%混合させたシート (30%未改質木材パルプ混合)、改質させた結晶セルロースを未改質の木材パルプに 30 重量%混合させたシート (30%改質セルロース未改質混合) であり、この順にそれぞれ叩解木材パルプ B の場合とパルプ C の場合を並べて比較している。(それぞれ順に叩解木材パルプ B、30%パルプ B 混合、30%改質セルロースパルプ B 混合、叩解木材パルプ C、30%パルプ C 混合、30%改質セルロースパルプ C 混合)

結果、未改質の結晶セルロースを混合すると強度は低下し、改質した結晶セルロースではさらに強度低下が進むことが確認される。改質させた結晶セルロースの混合による強度低下の要因は、改質させた結晶セルロースの木材パルプとの結合力 (接着力) はそんなに強いものではなく、また木材パルプの叩解により発生したフィブリルの結合力を改質させた結晶セルロースが阻害している状態となっているのではないかと考えられる。通気性は未改質の木材パルプ及び叩解パルプ B について未改質の結晶セルロースを混合すると値が増加傾向を示しているが、これは繊維間の空隙を結晶セルロースが埋めている状態となっているため値が上昇すると考えられる。改質した結晶セルロースの混合では混合していないシートと比較した場合値が低下している。強度も同じ傾向であったが未改質の木材パルプに添加したときの物性と同様に減少傾向となっていることは興味深い現象である。このことは改質による結晶セルロースの変形や変性に起因すると思われるが、この叩解度別による検証で特に考えられるのは、加水時の膨潤状態と脱水時の乾燥状態との間で結晶セルロースの形状の伸縮が激しく寸法安定性に欠けてしまうことで、湿潤状態でのシート形成から脱水し乾燥状態へ移行することによりシートの空隙率が増加してしまうのでは、ということである。前にも述べたようにこの現象解明は今後の研究展開に期待したい。

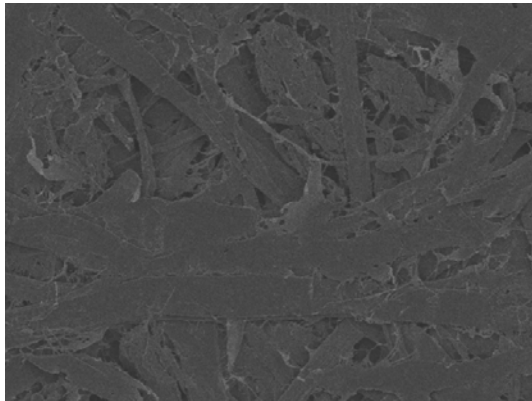
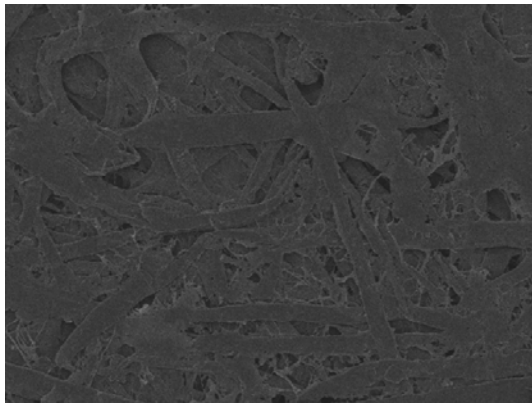


写真3 パルプBに結晶セルロース 30 重量%混合（上段）と 48%水酸化ナトリウム溶液で改質を行った結晶セルロース 30 重量%混合（下段）の SEM 画像（×200）

柔軟性については叩解度の上昇、また結晶セルロースの混合から改質させた結晶セルロースの順に比例して値が上昇して（堅くなっ

て) いることが言える。これは繊維間の空隙率を結晶セルロースが減少させ繊維の自由度が小さくなったこと、また改質による結晶セルロースのバインダー効果に起因していると思われる。保水性は改質させた結晶セルロースを混合することでわずかではあるが向上しており、吸水性は結晶セルロースの混合及び改質の有無に関係して向上していることが判断できる。この結果も前述と同様、改質による結晶セルロースの変形や変性に起因すると考えられる。

5. 2. 2 微細繊維状セルロース「セリッシュユ」

微細繊維状セルロースである「セリッシュユ KY-100G」について同様の手順、方法により改質を行った。セリッシュユは固形分 10%(W/W)で販売されているため水酸化ナトリウム溶液を高濃度状態（48%濃度溶液）のまま改質に用いることは困難である。したがって今回はその含水率から改質濃度を約 42%（比重）及び約 22%（比重）の 2 水準に設定して試験を行った。

改質方法は微細繊維状セルロースに対して約 6 倍量及び約 12 倍量の 48%水酸化ナトリウム溶液を加え攪拌させ 30 分間放置させた後、希硫酸溶液で pH を中性域に調整した。この改質スラリー 2 水準を未改質の木材パルプに対して 10 重量%混合させサンプルシートを作製した。

表 4 改質した微細繊維状セルロース添加における物性変化

	未改質	10%混合	42%NaOH10%混合	22%NaOH10%混合
密度 g/cm ³	0.40	0.45	0.26	0.44
比引張強さ N・m/g	8.41	22.3	3.51	10.8
通気抵抗度 sec/φ 10mm/300ml	16	190	9.3	23
柔らかさ mN/100mm	378.2	643.6	225.4	516.8
保水度 %	80	92	101	94
吸水度 mm/5min	77	45	81	59

表 4 に未改質の木材パルプ 100%シート（未改質）と、これに未改質の微細繊維状セルロースを 10 重量%混合させたシート（10%混合）、42%及び 22%の水酸化ナトリウム溶液で改質させた微細繊維状セルロースを 10 重量%混合させたシート（42%NaOH10%混合及び 22%NaOH10%混合）の各物性を示した。未改質の微細繊維状セ

ルロースを未改質の木材パルプに混合することにより密度や強度、通気性、柔らかさの値、保水性が上昇し吸水性が低下する結果が得られたが、改質させた微細繊維状セルロースを混合すると強度や通気性及び柔軟性の値が減少し保水性及び吸水性が向上していて、改質濃度が高くなるにつれてこれらの値はさらにそれ

ぞれ減少、向上の傾向を示すこととなった。約42%という高濃度での水酸化ナトリウム溶液による改質の場合、未改質の木材パルプ100%シートの物性よりも密度や強度、通気性、柔軟性の低下や保水性及び吸水性の向上が見られるが、これも改質した結晶セルロースと同じ現象と思われ、繊維間空隙に存在する変形・変性した微細繊維状セルロースの影響と考えられる。

5.3 リン酸及び硫酸による改質

5.3.1 結晶セルロース「セオラス」

結晶セルロース「セオラス PH-101」について70%リン酸溶液（比重1.53）及び50%硫酸溶液（比重1.40）を用いて、それぞれ結晶セルロース量に対し50倍量加え4時間浸せき放置による改質を行い、希水酸化ナトリウム溶液を使ってpHを中性域に調整して改質スラリーを作製した。これを未改質の木材パルプに対重量比10%を混合させてサンプルシートを作製しその物性を比較した。また改質工程における中和処理の有無による差異も比較することとした。

表5 リン酸改質した結晶セルロース添加による物性変化

	未改質	10%混合	リン酸 10%混合 中和なし	リン酸 10%混合 中和あり
密度 g/cm ³	0.40	0.43	0.41	0.40
比引張強さ N・m/g	8.41	8.47	0.97	8.77
通気抵抗度 sec/φ10mm/300ml	16	22	22	16
柔らかさ mN/100mm	378.2	446.2	377.2	429.0
保水度%	80	80	85	86
吸水度 mm/5min	77	75	70	80

表6 硫酸改質した結晶セルロース添加による物性変化

	未改質	10%添加	硫酸 10%混合 中和なし	硫酸 10%混合 中和あり
密度 g/cm ³	0.40	0.43	0.41	0.42
比引張強さ N・m/g	8.41	8.47	1.37	8.01
通気抵抗度 sec/10mm/300ml	16	22	15	14
柔らかさ mN/100mm	378.2	446.2	420.6	459.8
保水度%	80	80	83	86
吸水度 mm/5min	77	75	78	83

表5にはリン酸による改質、表6には硫酸による改質結果を比較している。結晶セルロースをリン酸改質及び硫酸改質させて未改質の木材パルプに混合しても、シートの物性はほとんど大きな変化を見せていない。しかし改質後に中和処理を行わなかった結晶セルロースの混合では、マイナス効果であるものの強度がそれぞれ約90%、約85%も低下したことが特徴として挙げられる。

5.4 まとめ

水酸化ナトリウム溶液を用いた改質では、その改質させた結晶セルロースの混合割合に比例して強度や通気性の低下と柔軟性の値の上

昇、また保水性や吸水性が上昇傾向であり、叩解度別での検証においても同様の傾向が確認された。保水性と吸水性という2つの物性を特化させたい製品開発では、改質させた結晶セルロース混合技術は有効であると思われるが、本研究の目的である清浄用紙の開発という点から考えると応用が困難な技術とも考えられる。叩解度と改質結晶セルロース混合割合の組み合わせを検討することで、必要な物性値や効果をコントロールすることも可能であろう。

強アルカリ薬品を使用した結晶セルロースの改質で得られた物性値は、一般的な経験則に従っていないことが多かった。形状の変化やセルロースの質的变化などいろいろな要因が考

えられるが、このメカニズム解析は更なる製品開発につながっていく可能性を秘めている。

改質させた微細繊維状セルロースを混合する技術は、高濃度の水酸化ナトリウム溶液の場合において強度を除く他の物性を向上させることが分かった。強度の向上は叩解させた木材パルプとの混合などの手法により解決されると思われるため有効的な技術であると考えられる。また結晶セルロースを混合する方法と同じく、必要とされる物性値と相関させて混合割合及び改質濃度を決定することで、選択的に機能性シートの開発が可能であると考えられるが、微細繊維状セルロースは比較的高価な商品であること、また改質薬品がある程度高濃度状態でないと改質の効果が現れないことから、改質効果とコストのバランスで勘案し製品開発を行う必要がある。

酸による改質では結晶セルロースにおいて強度が低下しその他の物性はほぼ変化しないという結果が得られ、改質による総合的な物性の向上は認められなかった。しかし反対に強度の低下という現象を中和処理により防ぐことが出来るメカニズムに注目すると非常に興味深く、今後は本研究において明らかとなってきた一連の中和処理作業における物性の変化の要因を追求することも必要であろう。また今回微細繊維状セルロースについて酸による改質は行わなかった。前年度の研究結果よりリン酸及び硫酸による改質は高濃度の場合に効果が確認されており、含水率の高い微細繊維状セルロースでは酸濃度の低下は避けられず、改質効果は薄いと判断したからである。

6. おわりに

研究開発から製品開発にはどうしてもコストパフォーマンスが重要となってきた避けて通れない問題である。ここでいうコストとは原材料、改質薬品、機械設備、光熱水などに限定しているが、これらを考慮すると水酸化ナトリウム溶液が低濃度で使用できる、叩解させた木材パルプの改質が最も有効であると思われる。ただ機能性商品としてコストを価格に転嫁できるものであれば高濃度の酸アルカリ薬品を用いる改質方法でも問題はないが、いずれにしても今回その物性変化が把握できたので、今後

は機能性商品としてのニーズマッチングや化学的安全性や耐久性の検証を進めていかなければならない。

自然発酵法による竹紙の試作

有吉正明、佐味義之*

Masaaki ARIYOSHI, Yoshiyuki SAMI

1 はじめに

竹紙は中国伝統手すき紙の代表である。中国で竹紙が作られ始めたのは唐時代と言われており、その後日本にもたらされた。そのため国内でも古くから竹紙が存在しており、竹紙を基底材とする書跡、絵画等も数多い。

現在、竹紙を基底材とした書跡、絵画等の修復には中国から輸入した竹紙を用いるのが一般的である。しかし、日本で入手可能な竹紙は原料や製造方法が不明瞭なものが多い。中国では伝統的に竹を自然発酵により腐らせる方法でパルプ化が行われてきた。その方法は文献によって異なる点はあるが基本的には竹を石灰液や水に漬け数ヶ月間放置する方法である¹⁾²⁾³⁾。用いた石灰が最終的に紙中に残り紙がアルカリ性に保たれるため保存性の優れた紙となる。その反面、紙ができるまでには数ヶ月の長い時間や多大な労力が必要であった。しかし、最近では近代製紙技術が普及

し作業の効率化が進んでいると言われており、そのような状況の中、化学漂白のような紙の保存に悪い影響を及ぼす処理が行われている事が懸念されている。そこで、今回中国の伝統的製法を踏まえた上で、修復用素材として必要な要素と効率性を考慮した竹紙作製を試みた。

2 竹紙の試作

1) 「天工開物」を参考にした竹紙の試作

伝統的製法によって実際にどのような紙ができるかを確認するため、明代の竹紙製造法が記載された「天工開物」(1637年出版、宋応星著)⁴⁾の内容にできるだけ沿って試作を行った。表1に試作と「天工開物」に記載された原料処理方法を併記した。試作では稲藁の灰の効果を調べるため、稲藁灰を用いた場合と用いない場合の2通りの方法で試作した。

表1 試作と「天工開物」記載の原料処理方法

「天工開物」を参考にした試作方法	「天工開物」記載の方法
① 5月16日に孟宗竹を伐採し、20～30cmに切断。 	① 6月5日頃伐採した竹を5～7尺の長さに切断する。
② バケツに水をため、約100日間竹を漬ける。  <p style="text-align: center;">(水漬け前) (水漬け後)</p>	② 塘に水をため、100日以上竹を漬ける。

*株式会社 坂田墨珠堂

<p>③竹を取り出し、洗浄後青皮と内側の膜を除去。</p> 	<p>③竹を取り出し、粗殻と青皮を洗い去る。</p>
<p>④竹を石灰液に漬け、よく混ぜた後、蒸解釜で約200時間蒸煮する。蒸煮後3日おく。</p>  <p>(蒸煮前) (蒸煮後)</p>	<p>④石灰液を竹に塗り、簀のある桶に入れ、8昼夜蒸煮し、蒸煮後火を止めて1日おく。</p>
<p>⑤竹を取り出し、よく洗浄する。</p> 	<p>⑤竹を取り出し、清水で洗浄する。</p>
<p>⑥2通りの方法で行った。 1) 木灰の汁を通しステンレスの鍋に入れ、その上に稲藁の灰を敷く。2週間その状態で置き、その間5回木灰の汁を沸騰させた(左)。 2) 稲藁灰を入れず、木灰のみで同じ処理を行った(右)。</p> 	<p>⑥薪灰の汁を通し釜に入れ、その上に稲藁の灰を敷く。灰汁が冷えたら涌かし、竹に注ぎかけ、10日余りで自然に腐る。</p>
<p>⑦取り出し、臼に入れつく。</p> 	<p>⑦取り出し、臼に入れつく。</p>
<p>⑧抄紙</p>  <p>(漉き舟の中の様子)</p>	<p>⑧抄紙</p>

2) アルカリ煮熟による試作

竹紙の伝統的製法を踏まえた上で修復用材料として問題ない範囲で作業を効率化することを目的に試作を行った。中国の伝統的製法は大きく分けて「生料法」と「熟料法」という方法がある⁵⁾。「生料法」は竹をパルプ化する過程で蒸煮工程を経ない方法で、衛生紙や包装紙などの自然色でやや低級の紙を作るのに用いられる。一方、「熟料法」は石灰蒸煮や、石灰蒸煮後さらにソーダ灰蒸煮を行いパルプ化する方法で、特に石灰蒸煮後さらにソーダ灰蒸煮を行う方法は漂白しやすく、高級文化用紙等の製法に用いられる。今回は、「熟料法」について記載されたいくつかの文献を調査し¹⁾²⁾³⁾、その中で共通する項目を抽出して竹紙の試作を行った。また、「熟料法」は竹を水や石灰の液に漬けて腐らせた後、数日間かけて蒸煮するが、蒸煮する工程は手間や日数がかかるため、アルカリ液で煮熟する方法に変えて試作を行った。

さらに、抽出した各工程の処理方法やアルカリ薬品の種類を変えて、計8種類のサンプルを試作した。右に原料処理方法の流れを示した。また、工程No.②、③、⑤、⑦の処理方法を表2に示した（工程No.①、④、⑥、⑧、⑨は共通の方法で行った）。

<原料処理方法の流れ>

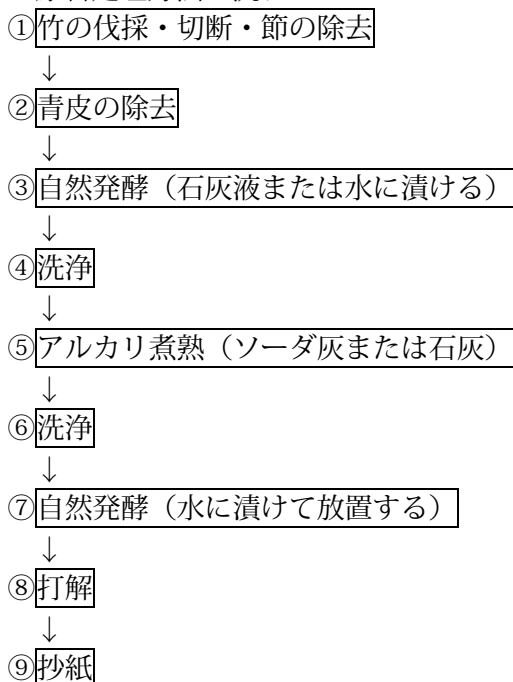


表2 各種サンプルの原料処理方法

		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	
工 程	②青皮の除去	除去	—	除去	除去	行わず	行わず	行わず	行わず	
	③自然発酵	石灰液に3ヶ月漬ける					水に6ヶ月漬ける			
	⑤アルカリ煮熟	ソーダ灰	ソーダ灰	ソーダ灰	石灰	ソーダ灰	ソーダ灰	石灰	石灰	
	⑦自然発酵	行わず	行わず	1ヵ月	1ヵ月	行わず	行わず	行わず	2週間	
備考		*1、*2	*1							

*1 No.1は、竹を石灰液に漬けて自然発酵後、外側の黄色に変色した繊維を取り除き、出来るだけ白い繊維を原料として用いた。また、取り除いた黄色に変色した繊維をNo.2の原料とした。

*2 アルカリ煮熟後、叩解およびスクリーン処理を行った。

3 試験方法

試作した竹紙と中国福建省産の白蓮、毛辺について、坪量、厚さ、密度、引張強さ、クレム吸水量、長さ平均繊維長、pH、灰分、光学顕微鏡観察、電子顕微鏡観察の各試験を行った。

4 試験結果

1) 「天工開物」を参考にした試作について
「天工開物」に記載された方法を参考にして竹紙を作製することができた。「天工開物」

には竹の種類についての記載が特になかったため、孟宗竹を使用した。竹は長さが5~10mで枝葉がまだ出ていない若竹を伐採した。さらに、伐採した竹を100日間水に漬けることによって竹が腐り、麻状の繊維を取り出すことが出来た。

試作では稲藁の灰の効果調べるため、稲藁灰を用いた場合と用いない場合の二通りの方法で試作した。その結果、木灰に稲藁灰を加えたものは、木灰のみで処理したものに比べ竹繊維の色が白く、稲藁灰を加えることで

表3 試作した各サンプルと白蓮、毛辺の試験結果

	密度*1 (g/cm ³)	裂断長(km) *2		クレム吸水度*3 (mm/5分)		長さ平均 繊維長*4 (mm)	灰分*5 (%)	炭化*6 換算値 (%)	pH*7
		タテ	ヨコ	タテ	ヨコ				
木灰のみ	0.41	7.04	5.30	67	59	1.2	0.7	0.7	7.7
木灰+稲藁灰	0.43	7.18	5.51	62	54	1.1	0.8	0.7	7.8
No. 1	-	7.52	5.69	37	33	1.1	2.4	2.3	8.7
No. 2	-	6.20	3.96	59	54	1.2	8.2	-	8.7
No. 3	0.51	7.67	6.76	50	43	1.2	0.3	0.2	6.6
No. 4	0.38	6.45	4.33	60	55	1.3	0.3	0.3	6.8
No. 5	-	7.48	5.31	70	60	1.3	1.3	1.2	7.6
No. 6	0.52	10.8	8.02	40	32	1.2	0.4	0.3	6.5
No. 7	0.41	9.52	6.44	47	42	1.2	0.3	0.3	7.0
No. 8	0.46	7.44	5.43	50	45	1.2	0.5	0.3	6.9
白蓮	0.38	6.20	3.54	15	12	1.1	2.6	2.4	8.5
毛辺	0.33	4.49	3.67	37	33	1.2	0.5	0.2	5.5

- *1 JIS P 8118 に準じて実施した。No.1、2、5 は石灰粒が紙中に多く含まれ厚さが正確に測定出来ないため測定不能とした。
- *2 引張試験は、JIS P 8113 に準じて実施し、6回測定した平均値から裂断長を計算で求めて記載した。
- *3 クレム吸水度試験は、JIS P 8141 に準じ測定時間5分で実施し、4回測定した平均値を記載した。
- *4 長さ平均繊維長は、繊維長分布測定装置(バルメット・オートメーション(株)製、カヤーニ FS-200)で測定した試験結果を記載した。
- *5 灰分試験は、JIS P 8251 に準じて実施し、1回測定した試験結果を記載した。
- *6 灰分試験で生成した灰を ICP 発光分光分析装置((株)パーキンエルマージャパン製、オプティマ 3000)で測定しカルシウム分を定量した後、このカルシウム分がすべて炭酸カルシウム由来と仮定し、試料の絶乾重量に対するパーセンテージを計算により求めて記載した。
- *7 pH試験は、JIS P 8133 に基づいて実施した。

紙の白さを増す効果があることが分かった。使用後の木灰液の pH をそれぞれ測定したところ、稲藁の灰を加えた場合は 10.1 であったのに対し、加えなかった場合は 7.5 であり、稲藁を加えた方が木灰液のアルカリ性が高く維持されていた。「天工開物」を参考にして試作した 2 種類の竹紙と白蓮を試験した結果を表 3 にまとめた。pH については、白蓮が 8.5 であったのに対して、木灰のみ、木灰と稲藁灰を使用した竹紙がそれぞれ 7.7、7.8 であり、白蓮ほど高くはないもののアルカリ性に保たれていた。

また、光学顕微鏡観察の結果、繊維については違いが見られなかったが、試作した竹紙は白蓮に比べ竹の特徴である俵状の非繊維細胞の量が非常に少なかった(写真 1、2)。電子顕微鏡による表面観察でも白蓮は非繊維物が繊維間に多く存在していた(写真 3、4)。この原因として、腐らせた竹から繊維分を取り出す際に除去した竹の内側の白膜を光学顕微鏡で観察したところ俵上の細胞の塊であったことから(写真 5)、膜を除去したことによ

り紙に含まれる俵状の非繊維細胞の量が少なくなった可能性が考えられる。また、クレム吸水度の結果もその点を反映していると考えられる。作製した竹紙を写真 6 に示した。



写真 1 試作(稲藁灰+木灰)の光学顕微鏡写真(200倍、C染色液で染色)

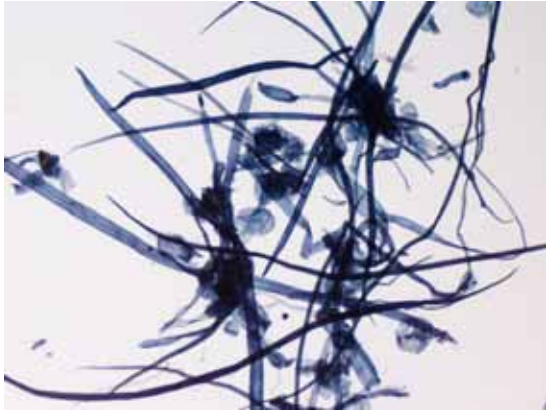


写真2 白蓮の光学顕微鏡写真（200倍、C染色液で染色）

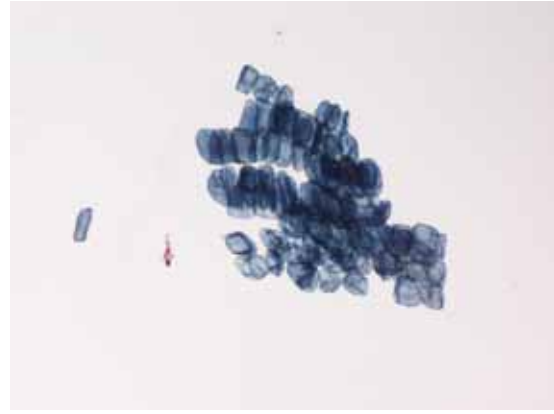


写真5 竹の内側の白膜の顕微鏡写真（200倍、C染色液で染色）

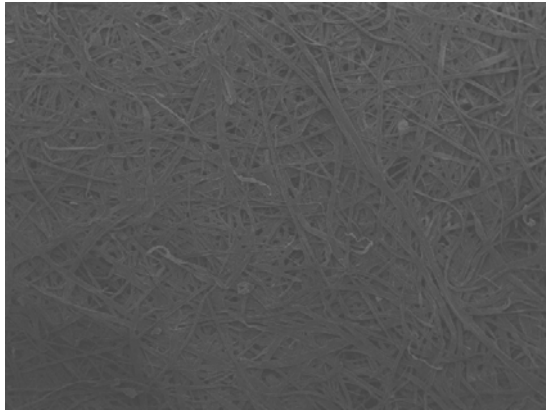


写真3 試作（稲藁灰+木灰）の電子顕微鏡写真（75倍）

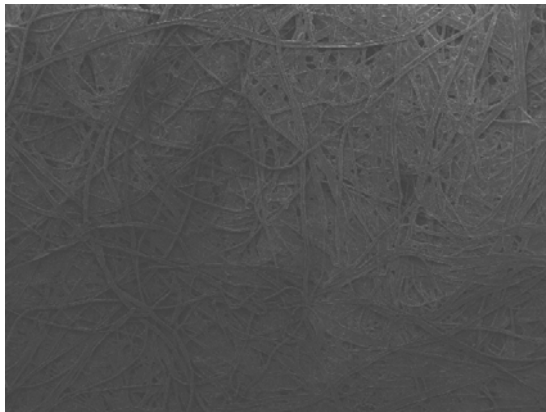


写真4 白蓮の電子顕微鏡写真（75倍）

2) アルカリ煮熟による試作について

試作した8種類のサンプルを試験した結果を表3にまとめた。また、作製した竹紙を写真7、8に示した。原料の処理条件により色や風合い、物性等が異なった。その傾向を以下にまとめた。

- ①ソーダ灰煮の場合は石灰煮に比べ紙の色が白く、また、水に漬けて自然発酵したものは石灰に漬けたものに比べ若干赤味がかっていた。
- ②水に漬けて自然発酵させた場合は紙中の石灰分が少なく中性であった。
- ③ソーダ灰煮のサンプルは石灰煮に比べ密度が高かった。
- ④煮熟後の自然発酵によって繊維が離解し易くなり、打解に要する労力が少なくなる。

また、試作紙No.1、2、5は石灰が塊のまま紙中に残った（石灰塊のため密度が測定できなかった）。これは用いた石灰が若干粗かったためと考えられる。そのため、より粒子の細かい石灰を用いた方が石灰の塊が紙中に残らず良いと思われる。また、「天工開物」を参考にした試作の場合と同様、紙中に含まれる俵状の非繊維細胞の量がいずれのサンプルも少なかった。そのため、次回試作を行う場合は腐らせた竹から膜を除去せずに繊維を取り出す必要がある。これらの結果は本紙に合った竹紙を作製する際の指標になると考える。



写真6 「天工開物」参考にして試作した竹紙
(左：木灰+藁灰、右：木灰のみ)

引用文献

- 1) 潘吉星著、佐藤武敏訳；中国製紙技術史、平凡社、p212-217、p414-415
- 2) 重松義則；支那の竹紙業について、支那製紙業
- 3) 陳剛、稲葉政満；東京芸術大学美術学部紀要、第41号(2004)、p35-37
- 4) 潘吉星著、佐藤武敏訳；中国製紙技術史、平凡社、p212-216
- 5) 王詩文著、久米康生訳；中国伝統手工紙辞典、樹火記念紙文化基金会刊、p34-35



写真7 アルカリ煮熟により試作した竹紙
(左から No.1,2,3,4)



写真8 アルカリ煮熟により試作した竹紙
(左から No.5,6,7,8)