

ISSN 1342-4068

高知県立紙産業技術センター報告

第3号

THE REPORT ON WORKS
OF
KOCHI PREFECTURAL
PAPER TECHNOLOGY CENTER

VOL. 3

1998

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 予算	5
6 試験手数料及び機械器具使用料	6
7 所有主要設備	8
8 高知県紙生産状況	14
II 業務概要	
1 技術相談及び技術指導	15
2 依頼試験及び設備使用	15
3 職員研修及び派遣	16
4 研修生の受け入れ	16
5 工業所有権	17
6 講師派遣	17
7 技術アドバイザー指導事業	18
8 開放試験設備利用研修事業	18
9 O R T研修事業	18
10 先端技術研修事業	19
11 客員研究員招へい事業	20
12 異業種交流促進事業(コウチ・アサヒ異業種交流会)	21
13 21 こうちかみわざ新商品開発事業	22
III 調査研究報告	
ウォータージェット法による湿式不織布の開発(特定中小企業集積活性化支援事業)	27
спанレース不織布の基礎研究(第3報)	31
不織布を利用した加工シートの研究(靴中敷の開発研究)	54
湿式パルプモールドによる紙製緩衝材の開発(第2報)	63
インテリア用紙製品の開発研究(襖紙の研究)	67
ベトナムにおける歴史文書の修復保存総合調査(国際交流基金助成)	75

はじめに

県内の公設試験研究機関（工業系2機関・農林系6機関・水産系3機関）が、多様化する県民ニーズと技術の高度化・融合化に対応するため、平成10年4月から統括組織である高知県産業技術委員会に属することとなりました。

統括組織の基本理念としましては、

- 本県の科学技術振興施策を総合的・一元的に推進
- 産学官の連携による高知県の独自性・特徴を生かした研究開発
- 公設試験研究機関の裁量範囲の拡大

などを目指しています。

当センターといたしましても、この大きな潮流を的確に捉え、紙産業界をはじめ高知県の産業振興に少しでもお役に立てるよう職員一同技術錬磨に努めたいと考えております。

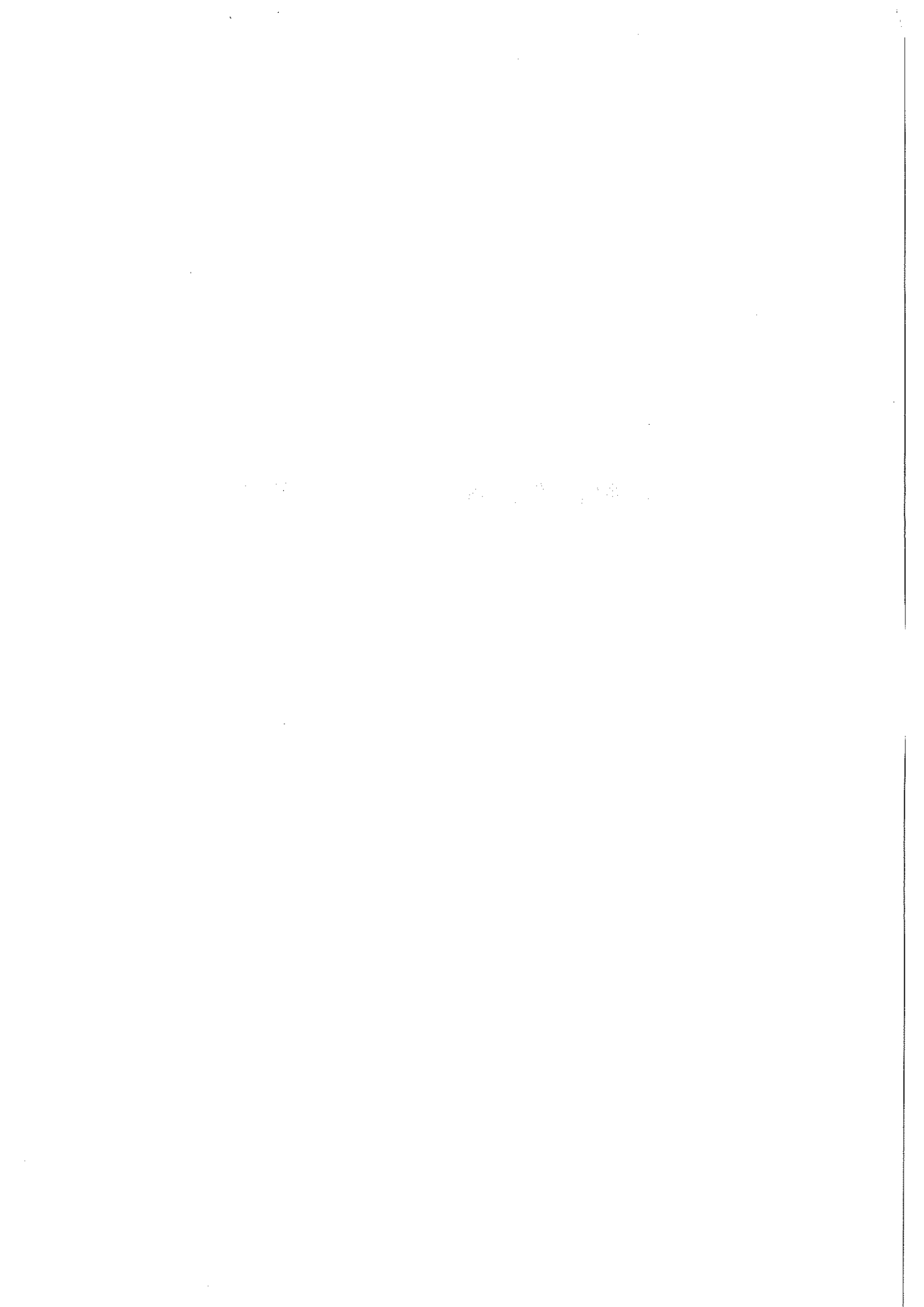
この報告書は、平成9年度に当センターにおいて取り組んでまいりました各種業務につきまして、その実績を取りまとめ、高知県立紙産業技術センター報告第3号として発行いたします。

ご高覧いただき、センター業務の現状をご理解いただきますとともに、研究報告が関係者の参考になれば幸いです。

平成10年11月

高知県立紙産業技術センター
所長 官崎 謙一

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、手すき紙科を新設する。
第二工場加工試験室を整備拡充する。
- 平成5年 戦略的地域技術形成事業により、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により、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により、試験機を充実する。
- 平成8年 中小企業集積活性化支援事業により、試験機を充実する。
- 平成9年 中小企業集積活性化支援事業により、試験機を充実する。

2 組織及び業務

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>所 長 中西 正昭</p> </div>	<p><u>総 務 班</u></p>	<p>予算その他庶務会計全般に関すること</p>
	<p>班 長 山中 和代</p>	
	<p>主 事 吉本さおり</p>	
	<p><u>技術第一部</u></p>	<p>(1) 技術振興の企画及び調整に関する こと</p> <p>(2) 紙加工の研究開発に関すること</p> <p>(3) 新素材・新薬品の基礎応用研究に 関すること</p> <p>(4) 生産設備の省力・合理化研究、省エ ネルギー・公害防止に関すること</p> <p>(5) 機能性繊維を利用した乾式不織布 製造技術の研究に関すること</p> <p>(6) テストコーター&ラミネーターに よる紙加工技術の開発研究に関す ること</p> <p>(7) 紙加工技術についての人材養成に 関すること</p> <p>(8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること</p> <p>(9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること</p>
	<p>専門研究員兼 技術第一部長 林 幸男</p> <p>総 括 主 任 池 典泰</p> <p>主任研究員 澤村 淳二</p> <p>技 師 遠藤 恭範</p> <p>技 師 森澤 純</p>	
	<p><u>技術第二部</u></p>	<p>(1) 機械紙及び手すき紙の研究開発に 関すること</p> <p>(2) 薬品・原材料の基礎・応用研究に 関すること</p> <p>(3) 生産設備の省力・合理化研究、省エ ネルギー・公害防止に関すること</p> <p>(4) 多目的テスト抄紙機による特殊素 材を利用した機能紙の開発研究に 関すること</p> <p>(5) 大型懸垂短網抄紙機による長繊維 抄紙技術の開発研究に関すること</p> <p>(6) 非木材繊維の和紙への利用研究に 関すること</p> <p>(7) 機械紙及び手すき紙技術について の人材養成に関すること</p> <p>(8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること</p> <p>(9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること</p>
	<p>専門研究員兼 技術第二部長 宮地 亀好</p> <p>専門研究員 山崎 裕三</p> <p>総 括 主 任 大川 昭典</p> <p>主任研究員 関 正純</p> <p>技 師 滝口 宏人</p> <p>主任技師 江淵 栄貫</p>	

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
総 務 班	2			2
技 術 第 一 部		5		5
技 術 第 二 部		5	1	6
計	2	11	1	14

4 施設の概要

敷地面積		13,069.79m ²
建物延面積		5,788.51m ²
本 館 棟 (鉄筋コンクリート造 一部3階建)	建築面積	1,205.68m ²
	延面積	2,615.42m 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	920.79m ²
	延面積	1,465.60m 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	1,035.98m ²
	延面積	1,550.40m ²
そ の 他	車 庫 (鉄骨造)	31.33m ²
	駐 輪 場 (鉄骨造)	17.62m ²
	受 水 槽 施 設 (鉄筋コンクリート造)	40.00m ²
	排水処理施設 (鉄筋コンクリート造)	59.78m ²
	焼 却 炉 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨)	8.36m ²

5 予 算

(歳 出)

費 目	金 額(千円)	備 考
管 理 運 営 費	25,856	
試 験 研 究 費	17,140	
特 別 研 究 費	19,013	国庫補助(1/2)事業
開 放 化 促 進 事 業 費	8,234	
技 術 指 導 事 業 費	1,177	一部国庫補助(1/3)事業
技 術 者 養 成 事 業 費	1,433	一部国庫補助(1/2)事業
産 業 創 造 活 性 化 事 業 費	5,530	
不 織 布 販 路 拡 大 事 業 費	24	
計	77,507	

(歳 入)

科 目	金 額(千円)	備 考
使 用 料 及 び 手 数 料	7,573	試験手数料、機械器具使用料等
財 産 収 入	13	試作品売払料
諸 収 入	693	開放試験設備使用研修負担金
計	8,279	

6 試験手数料及び機械器具使用料

(1) 試験手数料

平成10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		1,500	
	特殊なもの	指定成分1成分		2,910	
定量分析	一般的なもの	指定成分1成分		2,780	
	特殊なもの	指定成分1成分		5,690	
	特殊機器による簡易なもの	1件(指定成分1成分)		11,550	
	特殊機器による複雑なもの	1件(指定成分1成分)		25,400	
物理化学試験	紙及び板紙の物理試験	1件		1,500	
	段ボールの物理試験	1件		1,660	
	さらし率試験	1試料		3,290	
	繊維相対粘度試験	1試料		4,700	
	樹脂抽出試験	1試料		4,680	
	灰分試験	1試料		2,760	
	紙料水分試験	1試料		1,590	
	ろ水度試験	1試料		1,180	
	サイズ度試験	1試料		1,500	
	きょう雑物試験	1試料		1,710	
	pH試験	1試料		1,710	
	光学顕微鏡による繊維組成試験	1試料		1,860	
	薬品溶解定量による繊維組成試験	1試料		3,600	
	指示薬を使用する紙質試験	1試料		570	
	退色度試験	1件(1時間まで)		1,240	
	退色度試験追加分	1時間を超える場合は1時間		350	
	印刷適性試験	1件		3,180	
	顕微鏡写真(手札型)	1件(3枚)		2,780	
	顕微鏡写真(手札型)追加分	焼き増し1枚		220	
	走査電子顕微鏡写真(手札型)	1件(3枚)		3,790	
	走査電子顕微鏡写真(手札型)追加分	焼き増し1枚		330	
	ふるい分け試験	1件		4,680	
	繊維長分布測定試験	1試料		2,080	
	細孔分布測定試験	1試料		2,170	
	不織布地合測定試験	1件		1,960	
	ガス透過率測定試験	1件		3,750	
	恒温恒湿槽試料処理試験	1件(1時間まで)		1,370	
	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		570	
	原料処理試験	紙料調整試験	1件(1kg)		1,590
		大型開放釜による煮熟試験	1件		11,350
中型開放釜による煮熟試験		1件		9,270	
小型開放釜による煮熟試験		1件		4,310	
オートクレーブによる蒸解試験(使用薬品を除く)		1件		6,450	
地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)		1件		19,040	
湿式紡糸装置による紡糸試験		1件		10,840	
粉碎処理試験		1件		3,370	
抄紙試験	多目的テスト抄紙機による抄紙試験	1時間		25,490	
	多目的不織布製造装置による抄紙試験	1時間		18,070	
	小型抄紙機による抄紙試験	1時間		8,660	
	大型懸垂短網抄紙機による抄紙試験	1時間		14,570	
	モールド試験機による抄紙試験	1時間		4,520	
	手すき抄紙試験	1時間(10枚)		2,910	
	シートマシンによる抄紙試験	1時間(10枚)		2,010	
加工試験	テストコーター&ラミネーター機による加工試験	1時間		12,500	
	樹脂加工試験機による加工試験	1時間		5,460	
	圧縮成型プレス試験	1時間		4,950	
	サイズプレス試験	1時間		3,550	
	エンボス試験	1時間		3,860	
	熱カレンダー加工試験	1時間		2,520	
	紙の手加工試験	1時間		2,270	
	スーパーカレンダーによる処理試験	1時間		2,440	
設計図料	A2判	1件(1枚)		17,380	
成績書の謄本又は証明書		1通		540	

(2)機械器具使用料

平成10年4月1日現在

区	分 種	別 単	位	金額(円)
原料処理機器	1キログラムホーレンダー型ピーター	1台	1時間	570
	8キログラムホーレンダー型ピーター	1台	1時間	620
	18キログラムホイト型ピーター	1台	1時間	620
	38キログラムホイト型ピーター	1台	1時間	1,370
	1キログラムナギナタ型ピーター	1台	1時間	570
	10キログラムナギナタ型ピーター	1台	1時間	570
	スクリーン	1台	1時間	620
	セントリクリーナー	1台	1時間	620
	蒸解用オートクレーブ	1台	1時間	980
	地球釜	1台	1時間	2,930
	粉碎機	1台	1時間	1,280
	その他の原料処理機器	1台	1時間	570
	試験機器	熱風循環式高温炉	1台	1時間
万能試験機		1台	1時間	1,090
フェードメーター		1台	1時間	1,190
フラジール通気度試験機		1台	1時間	490
偏光顕微鏡		1台	1時間	610
パームポロシメーター		1台	1時間	710
紙伸縮計		1台	1時間	560
横型引張試験機		1台	1時間	650
白色度計		1台	1時間	730
繊維長分布測定装置		1台	1時間	1,120
印刷適性試験機		1台	1時間	1,470
マイクロハイスコープ		1台	1時間	1,790
ハンディー圧縮機		1台	1時間	680
クリーンベンチ		1台	1時間	630
ガス透過率測定装置		1台	1時間	870
イメージアナライザー		1台	1時間	690
走査電子顕微鏡		1台	1時間	2,910
織物磨耗試験機		1台	1時間	820
その他の試験機器		1台	1時間	570
抄紙加工機		サイズプレス	1台	1時間
	自動テストプレス	1台	1時間	1,550
	樹脂成型プレス機	1台	1時間	790
	エンボスマシン	1台	1時間	1,370
	熱カレンダー	1台	1時間	1,010
	樹脂加工機	1台	1時間	2,020
	モールド試験機	1台	1時間	860
	艶付け機(亜鉛板の部分を除く)	1台	1時間	860
	小型抄紙機	1台	1時間	6,510
	手すき抄紙室に備え付ける器具	1台	1時間	510
	スーパーカレンダー	1台	1時間	1,320
	その他の抄紙加工機	1台	1時間	550
分析機器	顕微FT-IR	1台	1時間	4,740
	高速液体クロマトグラフ	1台	1時間	860
	ガスクロマトグラフ	1台	1時間	770
	自記分光光度計	1台	1時間	630
	イオンクロマトグラフ	1台	1時間	820
	元素分析用低真空電子顕微鏡	1台	1時間	6,620
	ICP発光分析装置	1台	1時間	3,560
	全有機炭素分析計	1台	1時間	910
	その他の分析機器	1台	1時間	570
加算額	電気、水道、付属設備等を著しく使用する場合			実 費
	試験機器を恒温恒湿室で使用する場合	1時間		940
施設	研修室(半面積)	半日		5,790
	会議室	半日		3,810

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
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1000mm 抄紙速度 : 5~20m/min 抄紙坪量 : 8~200g/m ²	H. 6
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 : 550mm 抄紙速度 : 10~200m/min 抄紙坪量 : 12~250g/m ²	H. 6
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 : 300mm 斜度 : 0~20度 ウォータージェット装置 : 圧力160kgf/cm ²	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、スーパークロン セントリクリーナー、インクライトロールプレス	H. 6
多目的テスト抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		バール : 2m ³ セントリクリーナー 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
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 : 300mm	S. 52
回転蒸解缶(地球釜)	羽田鉄工所		内容積 : 1.2m ³ 最高圧力 : 14kg/cm ² 原料処理量 : 約300kg	S. 46
ナイアガラピーター	熊谷理機工業(株)	TAPPI 標準型	ヘッドプレート : 厚さ3.2mm、幅43mm ロール : 直径194mm 面長 : 152mm 回転数 : 500rpm 標準処理量 : 約360g	S. 54
ふるい分け試験機	熊谷理機工業(株)	JISP8207 に対応	ふるい分け槽 ふるいメッシュ : 12、24、80、150	S. 47
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°C 加圧時間 : 0~30sec プレス寸法 : 500×400mm	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)	ショッパ型	JISP8121に対応	S. 62
ろ水度試験機	東洋テスター(株)	カナディアン型	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			簀笥、漉槽、圧搾機	
大型打解機	(株)大昌鉄工所			H. 6

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
原料煮熟釜			大釜：約30kg 中釜：約10kg 小釜：約3kg	
回転蒸解缶	東洋テスター(株)		電気式(ヒーター)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：120ℓ ² 最高圧力：15kg/cm ²	H. 6
ナギナタピーター	梅原製作所		容量：1kg、2kg	S. 42
ホルンダーピーター	梅原製作所		容量：1kg、8kg	S. 42
丸型シートマシン	熊谷理機工業(株)		作成シートの大きさ：160mm 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：20cm/sec	H. 7

(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 オープナー：働巾250mm ホッパーフィーダー：働巾500mm カード機：働巾500mm ウェブラップ装置 ウォータージェット装置：圧力160kgf/cm ² サーマルドライヤー、サーマルキャレンダー	H. 6
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) ガラスコーター、S字トップコーター デイツプ式コーター、ウェットラミネーター	H. 6
樹脂成形プレス	神藤金属工業(株)	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
サイズプレス	熊谷理機工業(株)	25LSP-25S150	プレス方式：インクイン枚葉プレス方式 液添加方式：ガム式 ニップ圧：5~25kg/cm 連続可変直統式 プレス速度：25~100m/min 連続可変 仕様：標準幅25cm、最大幅30cm 最大長60cm	H. 元
断裁機	余田機械工業(株)	富士デジタルスタンダード型	裁断幅：1015mm	H. 6
モールド試験機	垣内(株)		紙漉型(金網)：リンクパワー吸引式 成型型：リンクパワー吸引 (上下1組) 電気ヒーター、水蒸気吸引 圧搾、乾燥成型型	H. 6
自動テストプレス	神藤金属工業(株)	AF-50 C	最大圧力：210kg/cm ² プレス面積：50×50cm 最高温度：400℃	H. 元

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
粉砕器	(株)吉田製作所	1029-JC	790rpm	H. 4
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
紡糸装置	東邦化工建設(株)		ノズル : $\phi 0.1\text{mm}$ 2000hole 紡速 : 5~30m/min	H. 6
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	H. 2
テスト用エンボスマシン	(株)吉永鉄工	EM-600	加工巾 : 600mm 最高使用温度 : 150℃	H. 元
熱風循環式高温炉	旭科学(株)	HF-60	使用温度 : 0~600℃	
万能スリッター	(株)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	(株)吉永鉄工		最大線圧 : 16kgf/cm 最大速度 : 28m/min 最大温度 : 200℃	H. 7

(3) 試験設備

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
走査電子顕微鏡	日本電子(株)	JSM-T200	倍率 : $\times 35 \sim \times 100,000$	S. 59
金属顕微鏡	(株)ニコン	XF-MタイプA	倍率 : $\times 20 \sim \times 1,000$ 透過光及び落射光切替可能 写真撮影装置付属	S. 58
万能投影機	(株)ニコン	V-12	倍率 : $\times 20$ 、 $\times 100$ 、 $\times 200$ 透過光及び反射光切替可能	H. 元
偏光顕微鏡	(株)ニコン	オプチフォト2 ポル	倍率 : $\times 4$ 、 $\times 10$ 、 $\times 40$ 、 $\times 100$ 写真撮影装置付属	H. 6
生物顕微鏡	(株)ニコン	オプチフォト2	倍率 : $\times 4$ 、 $\times 10$ 、 $\times 40$ 、 $\times 100$ マルチチャンネル装置付属 顕微鏡カラーテレビ装置付属 カラーモニターユニット付属	H. 6
光ディスクファイリングシステム	(株)日立製作所	HITFILE 6500/50HR	大容量5インチ書換型ワークステーション50HR マルチソフト制御、検索機能など 増設光ディスク駆動装置、増設メモリ(8MB)	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
混合ガス透過率測定装置	ジールサイエンス	GPM-250	測定対象ガス : O ₂ 、N ₂ 、CO ₂ 、H ₂ 等 測定範囲 : 0.1~10000ml/m ² ·day·atm 測定温度範囲 : -10~50℃ 測定圧力 : 大気圧 測定時間 : 10分~数日	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、ダブルモノカ 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 無調整ヨウ素タンクステン	H. 3

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
繊維長測定装置	ハルメットオートメーション(株)	FS-200	分解能 : 50 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 -DIAMOND20	波数領域 : 4000~400cm ⁻¹ 最高分解能 : 2cm ⁻¹ 光学系 : シンプレックス トランスミット干渉計 検出器 : DTGS 赤外顕微鏡 検出器 : MCT 倍率 : ×400	H. 5
表面体積抵抗率 測定機	(株)アトバンテスト	R12704 /R8340A	電極寸法 主電極 : φ50mm ガード電極 : φ80mm φ70mm 対抗電極 : 110×110mm 試料最大寸法 : 150×140×厚さ5mm 最小寸法 : φ85mm以上	H. 5
サイズテスター	熊谷理機工業(株)	2070	KBB法に対応	S. 59
ベック平滑度試験機	(株)東洋精機	165	真空度表示範囲 : 0~760mmHg 真空度の設定 : デジタルスイッチによる 1mmHg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 レンジ : 2000Pa M、Hレンジ : 200Pa	H. 元
摩擦感テスター	カトーテック(株)	KES-SE	摩擦検出器 : リング状力計 差動トランス方式 感度 : フルスケール200g 試料移動速度 : 1mm/sec	H. 元
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. 59
動的浸透性試験機	(株)東洋精機製作所	No. 115	試験片寸法 : 幅25mm 長さ1000mm 円板の速度 : 15m/min以下 スリット寸法 : 1mm及び0.5mm×15mm	H. 元
ハンディ 圧縮試験機	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、1kgfまで 圧縮速度 : 0.01、0.1、1cm/sec、 0.02、0.00667mm/sec 試料寸法 : 2×2cm以上	H. 5
パームポロシ メーター	POROUS MATERIALS INC.		ポンプ径 : 4.25cm 最大細孔径範囲 : 600~0.5μm(水) 130~0.035μm(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	309	チャック間隔 : 0~100mm可変 変位測定 : 差動トランス 測定範囲 : -10~10mm	H. 6

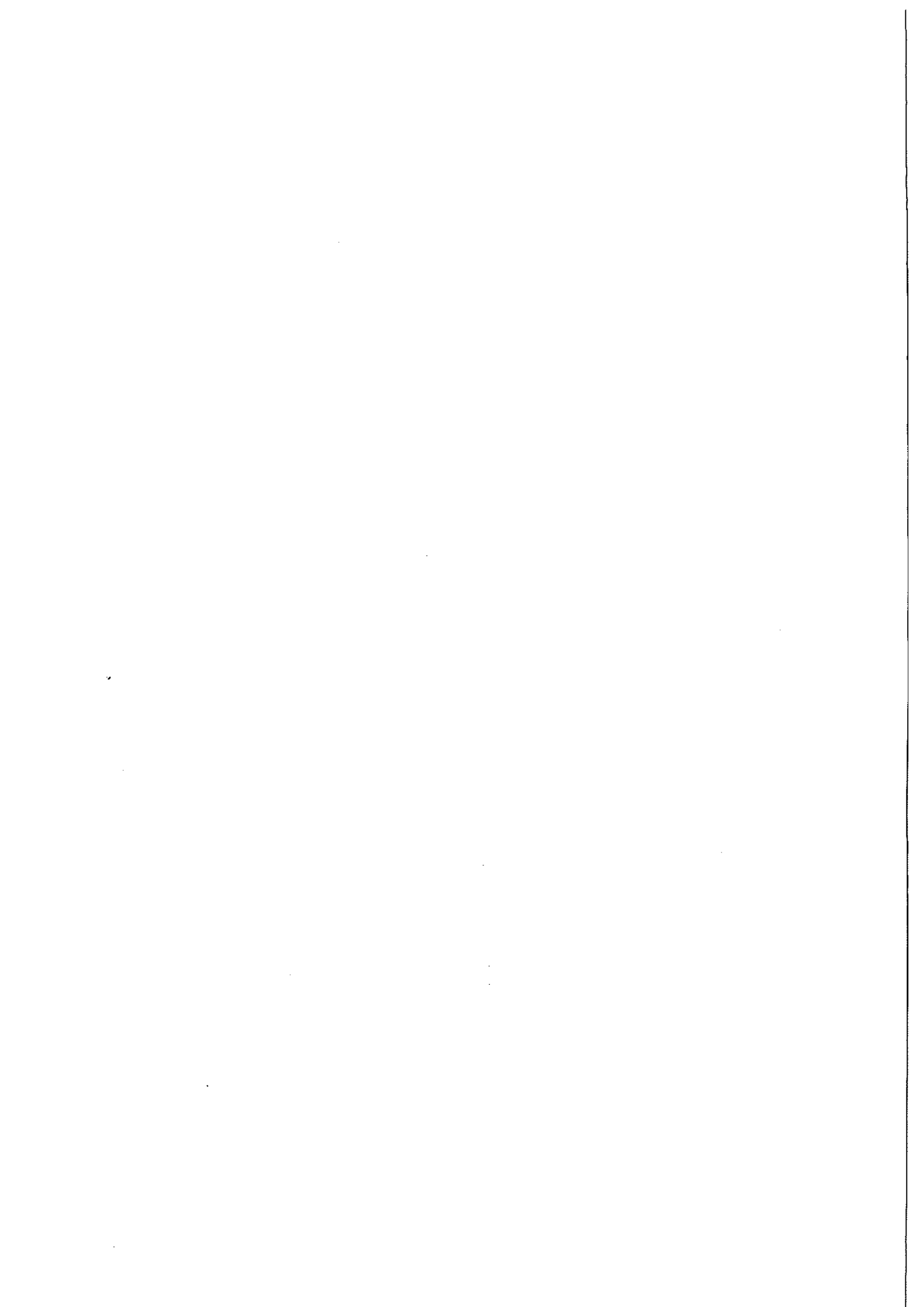
設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
万 能 試 験 機	(株)リエンテック	テンシロン UTA-1T	最大荷重：1ton エアチャック式	H. 5
横型引張強度試験機	佐川製作所	DT-03	ロードセル：25kg、2.5kg 試料チャック：15mm、25mm、50mm用 湿紙試験装置	H. 6
白 色 度 計	日本電色工業(株)	PF-10	積分球による拡散光照明の垂直受光方式(エルホ方式)、蛍光度測定、不透明度	H. 6
軽荷重引裂度試験機	熊谷理機工業(株)	エルメント型	目盛範囲：0～33g	H. 6
低圧破裂度試験機	(株)安田精機製作所	ミューレン型 No.305-YPL	適用範囲：破裂強さ1373KPa以下 厚さ：0.64mm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：0～1.999mm 測定精度：0.001mm 測定圧力：0.55±0.05kg/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	エルメント型	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：0.5～1.5kg つかみ回転速度：175±10rpm	H. 6
ガ ー レ デ ン ソ ー メ ー タ ー	(株)東洋精機	158	空気透過量：最大350ml 透過面穴径：286±0.1mm	H. 6
元 素 分 析 用 低 真 空 S E M	日本電子(株)	JSM-5310LV /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 スチーム型コンデンサレンズ装備 加速電圧：0.5～3kv (0.1kv幅) 真空度：6Pa～270Pa X線分析装置 リトラクタブル型 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)	MLS-3020	滅菌温度：105℃～121℃	H. 5
イ メ ー ジ ア ナ ラ イ ザ ー	東洋紡績	V10	画像メモリ：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 最大弦長、フェ径 周囲長等	H. 6
ハ ン ド ル オ ー メ ー タ ー	熊谷理機工業(株)	2050	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 圧縮板間隔：0～1000mm 圧縮板大きさ：1000mm四方	S. 45
万 能 引 張 試 験 機	東洋オートウイン	UTM-4L	最大荷重：300kg ストローク：最大1300mm 引張速度：5～1000mm/min	S. 45
S M カ ラ ー コ ン プ ュ ー タ ー	スガ試験機(株)	SM-2-CH	光学系：45度照明反射法 光源：ハロゲンランプ 自動標準、ゼロ合わせ	S. 55
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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
フェードメーター	スガ試験機(株)	紫外線ロング ライフ FAL-5	試料回転式、送風式、タイムスイッチ 温度調節装置	S. 59
インキュベーター	サンヨー	MIR-152	温度範囲：-10～50℃	H. 元
実体顕微鏡	(株)ニコン			H. 元
赤外分光光度計	日製産業(株)	270-30		S. 58
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 ビデオフィンター	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
電 気 炉	ヤマト科学(株)	FP-41	使用温度範囲：100～1150℃	S. 63
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
引 裂 度 試 験 機	(株)東洋精機	エレクトロム7型		S. 42
低圧破裂度試験機	(株)東洋精機	ミュールン型	最高圧力：10kg/cm ²	S. 55
高圧破裂度試験機	日本理学工業(株)	ミュールン型	最高圧力：45kg/cm ² 自動クランプ	S. 56
ガ ー レ デ ン ソ ー メ ー タ ー	東洋テスター工業(株)	B型	大空気量：300cc 低測定面積：645.16mm ²	S. 51
パンクチェア テ ス タ ー	(株)東洋精機	T. M. I		S. 42
耐 折 度 試 験 機	(株)東洋精機	MIT型	折り曲げ荷重：0.5～1.5kg つかみ回転速度：175±10rpm	S. 55
I C P 発 光 分 析 装 置	(株)パキソエルマー ジャパン	OPTIMA3000		H. 7
全有機体炭素計	(株)島津製作所	TOC-5000A	4ppb～4000ppm	H. 7
製 炭 炉	(株)紀州ひのき屋	CF-300S	容積：3.5m ³	H. 8
粉 砕 機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉碎室内径：250mmφ 回転数：4000～10000rpm	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：13φcm 試験速度：約70rpm JIS L-1906, L-1096対応	H. 8
カ ス ト 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：25cm 往復摩擦台速度：125±5回/分 ゴム膜、空気圧：0.5kg/cm ² JIS L-1906, L-1096対応	H. 8
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：0.9～50kg JIS Z-0235-76対応	H. 9

8 高知県紙生産状況(平成9年1月~12月)

製 品 名	生産量 (t)	構成比 (%)	前年比 (%)	生産額 (千円)	構成比 (%)	前年比 (%)	
複写原紙及びその他	3,241	4.4	89.8	760,319	1.8	91.2	
包装用紙	299	0.4	249.2	211,537	0.5	136.8	
衛生用紙	ティッシュペーパー	11,454	15.6	87.6	4,235,404	9.8	93.3
	京花紙	2,121	2.9	93.2	718,443	1.7	90.3
	ちり紙	296	0.4	100.0	44,208	0.1	100.0
	トイレットペーパー	4,648	6.4	85.2	1,373,989	3.2	87.3
	生理用紙	7,656	10.5	110.0	2,040,001	4.7	87.4
	その他	12,477	17.0	130.0	5,678,400	13.1	135.6
	小計	38,652	52.8	102.6	14,090,445	32.6	104.6
工業用雑種紙	加工原紙及び電気絶縁紙	10,358	14.1	114.5	11,210,085	25.9	113.8
	その他	131	0.2	5.4	199,800	0.5	12.0
	小計	10,489	14.3	91.4	11,409,885	26.4	99.0
家雑庭種用紙	障子紙	813	1.1	109.1	750,118	1.7	108.4
	その他	2,501	3.4	15.5	2,094,164	4.9	16.3
	小計	3,314	4.5	19.7	2,844,282	6.6	21.0
不織布	17,134	23.5	689.8	13,642,925	31.6	639.3	
手すき紙	46	0.1	88.5	236,094	0.5	99.1	
合計	73,175	100.0	101.3	43,195,523	100.0	103.0	

※高知県商工政策課調べ



Ⅱ 業 務 概 要

1 2 3 4 5

1 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	522	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	783	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	630	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	197	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	92	蒸気管理、節電
公害防止技術	96	排水処理
計	2,320	

(2) 技術指導

担当部	内容
技術第一部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 導電繊維不織布シートの作製 ・ 紙おむつの商品化 ・ 靴中敷の商品化 ・ 集魚材用紙の開発 ・ ひのき粉末塗工シートの開発 ・ 複合不織布の開発 ・ 泡加工方法による染色
技術第二部	<ul style="list-style-type: none"> ・ ケナフ使用による酒ラベル、説明書用紙、高級箱貼り用紙の開発 ・ ケナフ使用による一筆箋、便箋、封筒、名刺等の商品化 ・ 杉皮入り壁紙の商品化 ・ 葦利用による高級書道用紙の商品化 ・ 染色レーヨンによるファンシーペーパーの商品化 ・ 漉きばめ法による修復用原料パルプの製造方法 ・ 大覚寺襖修復用雁皮紙の抄造技術 ・ 正倉院御物包装用雁皮紙の抄造技術

2 依頼試験及び設備使用

(1) 依頼試験

年度	元	2	3	4	5	6	7	8	9
件数	1,659	1,258	1,073	1,029	1,658	1,197	1,680	2,582	2,258
手数料(千円)	2,477	1,966	2,312	2,135	2,576	2,165	3,385	6,312	6,841

(2)設備使用

年 度	元	2	3	4	5	6	7	8	9
件 数	353	121	406	213	279	225	460	634	672
使用料(千円)	150	50	193	102	149	105	281	488	459

3 職員研修及び派遣

研修(派遣)先	期 間	氏 名	内 容
中小企業大学校 東 京 校	H9.4.20 ～4.26	林 幸男	平成9年度中小企業施策担当者研修課程 「品質保証と環境保全への対応」 (1週間コース)
通商産業研究部 研修部	H9.6.8 ～6.13	山崎 裕三	平成9年度工業所有権研修
ニッポン高度紙 工業株式会社	H10.1.6 ～3.12	滝口 宏人	民間企業派遣研修 「電解コンデンサ乾電池用紙の品質改善」

4 研修生の受け入れ

氏 名	期 間	内 容	備 考
林 孝幸	H9.4.9～4.11	紙の物性評価	デクスターパシフィック
星合 典子 芳井 総 近岡 千夏 植松実千代 園木 香	H9.7.22～7.25	不織布製造技術の研修	京都女子大学
新原まり子	H9.7.28～8.8	和紙製造技術の習得	昭和女子大学
桜田 晶子	H9.8.4～8.8	和紙製造技術の習得	昭和女子大学
井上 稔之 井上 紀子	H9.9.29～11.28	手すき和紙製造技術の習得	高 知 県
沢井 昇 濱田佳世子	H9.10.29～11.14	版画用紙開発研究	高 知 県

5 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	公開中	公開日 H 5 . 6 . 29	印刷用和紙の製造方法
特 許	公開中	公開日 H 9 . 6 . 17	換気扇フィルタ用シート
特 許	出願中	出願日 H 8 . 4 . 17	アルギン酸系繊維不織布の製造方法
特 許	出願中	出願日 H 9 . 12 . 26	靴中敷
実用新案	登 録	登録日 H 8 . 11 . 7	青果物等の鮮度保持紙

6 講師派遣

会 名	場所	テ ー マ	発 表 者	年 月 日
第41回日本応用動物昆虫学会	東京	スギ材にに含まれる忌避物質	森澤 純	H9. 4. 2 ～ 4. 3
第28回繊維学会夏季セミナー	静岡	非木材繊維を利用した機能紙開発	宮地 亀好	H9. 8. 27 ～ 8. 29
第9回日本繊維機械学会不織布研究会研究交流会	高知	多目的不織布製造装置と試作例	林 幸男	H9. 9. 5
農業用リサイクル紙の園芸作物への利用技術研修	高知	農業用紙の園芸への利用について 環境保全作物“ケナフ”の利用について	宮地 亀好	H9. 9. 25
日本農芸化学会西日本・関西支部合同大会及びシンポジウム	佐賀	スギに含まれるオカダンゴムシに対する忌避物質の構造とその活性	森澤 純	H9. 10. 11 ～ 10. 12
第26回工業技術連絡会議物質工学連合部会紙・パルプ分科会研究発表会	島根	湿式ラミネート加工紙の開発研究	池 典泰	H8. 10. 15 ～ 10. 17
ケナフサミット	広島	非木材繊維を利用した機能紙開発 …主としてケナフ…	宮地 亀好	H9. 10. 18
高知県ケナフ研究会	高知	ケナフを利用した紙製品の開発 状況と今後の見通し	宮地 亀好	H9. 11. 18

7 技術アドバイザー指導事業

企 業 名	日 数
ハヤシ商事株式会社	8

8 開放試験設備利用研修事業

日 程	設 備 名 (テ ー マ)	研修修了者数
H9.12.5	ハンディー圧縮試験機、通気度試験機、摩擦感テスター	3名
H10.3.6	テンシロンUTA-IT	3名
計		6名

9 ORT研修事業

研修生氏名	松岡 健	大石 敦子
所属企業名	株式会社近澤製紙所	金星製紙株式会社
研修テーマ	大人用紙おむつ(はかせるタイプ)の分析	フィルター新製品の開発と品質評価手法の確立(コーヒーフィルターについて)
研修技術	紙加工・不織布に関する新製品開発、品質評価技術	製紙に関する新製品開発、品質評価技術
研修期間	平成9年6月2日～平成10年2月28日(120日間)	

10 先端技術研修事業

研修生数：16名 研修時間：延べ36時間(6日)

	日 時	講 座 名	講 師	時 間
座	H 9. 7. 1 午前	中小分野における製紙処理技術の諸問題	紙・パルプ製造 技術士 堀 洸	3時間
	H 9. 7. 2 午前	紙層形成理論の現状と小ロット抄紙について	紙・パルプ製造 技術士 堀 洸	3時間
	H 9. 7. 10 午前	機能性不織布について ニッポン高度紙工業(株)におけるメルト ブロー・スパンボンド不織布の開発事例	ニッポン高度紙 工業(株)安芸工場 不織布部長 六田 克俊	3時間
	H 9. 7. 11 午前	機能紙開発の心構えについて 中小企業の多種少量生産における開発 姿勢と取り組み方	廣 瀬 製 紙 (株) 副社長 小松 茂彦	3時間
	H 9. 7. 15 午前	製紙科学の基礎 紙層形成の科学と紙の物性	東 京 大 学 教授 尾鍋 史彦	3時間
	H 9. 7. 23 午前	不織布の基礎と応用	京 都 女 子 大 学 教授 矢井田 修	3時間
実	H 9. 7. 1 7. 2 7. 10 午後	試験機器による紙物性の測定(1) 坪量、引張強度、破裂強度他	センター職員	4時間
		試験機器による紙物性の測定(2) 摩擦感テスター、圧縮試験他	〃	4時間
		シートマシンによるテスト抄紙実習 叩解度・ろ水度の測定他	〃	4時間
	H 9. 7. 11 午後	多目的テスト抄紙機による抄紙実習 多目的不織布製造装置による製造実習	〃	3時間
	H 9. 7. 15 午後	インターネットの基礎と実習 インターネット操作の基礎とメールの 出し方等	(株)富士通高知 システムエンジニアリング ITエキスパート 傍士 裕之 センター職員	3時間

11 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教授
項 目	日 程	内 容	容
企業の技術指導	H10. 3. 12	（株）近澤製紙所 大人用紙おむつ製造について	
研究手法及び 職員資質向上 の 指 導	H 9. 5. 22	平成9年度共同研究内容について	
	H 9. 9. 4	平成9年度共同研究内容について	
	H 9. 10. 8	高知県立紙産業技術センター報告掲載内容について	
	H 9. 11. 12	大人用紙おむつ開発にかかわる感性工学について	
	H 9. 12. 16	大人用紙おむつ開発にかかわる感性工学及びその物性 測定方法について	
	H10. 2. 9	複合不織布の試験方法について	
	H10. 3. 18	生分解性複合不織布の研究まとめについて	
	H10. 3. 19	フィルムラミネート複合不織布の研究まとめについて	
技術講演会の	H10. 3. 11	「京都女子大学卒業研究報告(スパンレース不織布の 研究概要について)」	
各種関係文献類 の 提 供		<ul style="list-style-type: none"> ○第13回産業資材研究会研究交流会要旨集, (社)日本 繊維機械学会産業資材研究会 ○工業材料, Vol. 45, No. 8 (1997) ○富士原秀和: 空気調和とフィルター ○NONWOVENS INDUSTRIAL TEXTILES, 4 (1997) ○テキスタイルカレッジ不織布概論, (社)日本繊維機 械学会 ○TBR高分子加工フォーラム特別シンポジウム要旨集, (株)東レ経営研究所, 1 (1998) ○海外における繊維のリサイクルと環境問題, (社)日 本繊維機械学会 ○繊維および繊維製品廃棄物処理・処分・リサイクル の現状, 日本化学繊維協会・地球環境委員会, (社) 化学繊維技術改善研究委員会 	

12 異業種交流促進事業（コウチ・アサヒ異業種交流会）

日 程	事 業 名	内 容
H 9. 7. 11	特 別 講 演 会 総 会	「東南アジア見てある記」 ㈱太陽相談役 島崎 龍昭 平成8年度事業報告、決算報告、監査報告 平成9年度事業計画案、予算案審議
H 9. 9. 25	講 演 会	「豆腐一代」 －イオン水豆腐から深層水豆腐まで－ ㈱タナカシヨク代表取締役 田中 孝宗
H 9. 10. 16 10. 17	四 国 ブ ロ ッ ク 技 術 ・ 市 場 交 流 プ ラ ザ	基調講演 「新しい時代の予感」 志ネットワーク代表(元松下政経塾常務理事) 上甲 晃 第1分科会 「国際分業の進展と中小企業の海外事業展開」 －アジアにおける分業構造の変化と日本の中小企業－ 第2分科会 「大企業との連携の可能性」 －下請から提携へ－ 第3分科会 「中小企業のダイナミズムと異業種交流」 －機動力を活かした創造的事業活動－ 特別講演 「人脈を広げる55の鉄則」 元ニュービジネス協議会専務理事 下村 澄
H 9. 10. 27	四 国 地 方 発 明 表 彰 式	「紙風船」特許庁長官奨励賞
H 9. 11. 14	講 演 会	「海を超えた土佐人」 ユナイテッド航空フライトアテンダント 森木 房恵
H10. 2. 24 2. 25	技 術 ・ 市 場 交 流 プ ラ ザ 全 国 大 会 全 国 融 合 化 フ ェ ア	融合化成果表彰式典及び融合化成果発表 基調講演、分科会 全国の異業種交流グループが生み出した成果の展示

13 21 こうちかみわざ新商品開発事業

(1) 多目的不織布製造装置研究部会(会員数:33名)

開催日	テーマ	参加数
H9.6.17	NBFウェブと綿不織布のWJ処理及び熱融着による複合 NBFウェブ: NBF(SH) 3d×51mm 100% 坪量60g/m ² 綿不織布: 綿 100% 坪量60g/m ² WJ圧(kgf/cm): 50+100(2本処理) WJノズル: φ0.10mm-1.0mm ² ツチ×2本 熱融着温度: 140°C	4
H9.7.24	WJノズルの違いによる不織布の作製 レーヨン 2d×51mm 100% 坪量100g/m ² PET 2d×51mm 100% 坪量100g/m ² WJ圧(kgf/cm): 25+50、25+70、25+100、25+150(2本処理) WJノズル1本目: φ0.10mm-1.0mm ² ツチ // 2本目: φ0.08mm-0.6mm ² ツチ、φ0.12mm-1.0mm ² ツチ	6
H9.9.19	NBF-レーヨン混合ウェブと不織布のWJ処理及び熱融着による複合 NBF-レーヨン混合ウェブ: NBF(SH)3d×51mm、レーヨン3d×51mm 坪量60g/m ² 不織布: パルプ、レーヨン 坪量85g/m ² WJ圧(kgf/cm): 35+70(2本処理) WJノズル: φ0.10mm-1.0mm ² ツチ×2本	4
H9.10.21	WJノズルの違いによる不織布の作製 レーヨン 2d×51mm 50%、PET 2d×51mm 50% 坪量100g/m ² WJ圧(kgf/cm): 25+50、25+70、25+100、25+150(2本処理) WJノズル1本目: φ0.10mm-1.0mm ² ツチ // 2本目: φ0.08mm-0.6mm ² ツチ、φ0.12mm-1.0mm ² ツチ	6
H9.11.18	WJワイヤーネットメッシュの違いによる不織布の作製 レーヨン 2d×51mm 30%、PET 2d×51mm 70% 坪量100g/m ² WJ圧(kgf/cm): 25+50、25+70、25+100、25+150(2本処理) WJノズル: φ0.10mm-1.0mm ² ツチ×2本 WJワイヤーネットメッシュ: 20メッシュ	3
H9.12.19	分割繊維シート of 作製 分割繊維(ダイトウセパ DF1) 3d×45mm 100% 坪量60g/m ² WJ圧(kgf/cm): 50+50(2本処理) WJノズル: φ0.10mm-1.0mm ² ツチ×2本	5
H10.1.20	WJによるシルクウェブとシルクシートの複合 シルクウェブ: シルク 100% シルクシート: シルク 100% WJ2本処理(30+30kgf/cm) 坪量60g/m ² WJ圧(kgf/cm): 35+100(2本処理) WJノズル: φ0.10mm-1.0mm ² ツチ×2本	3
H10.2.17	サーマルボンド法による生分解性シートの作製 ラクトンパインゲ-3d×51mm 30%、レーヨン2d×44mm 70% 坪量60g/m ² WJ圧(kgf/cm): 30+50(2本処理) WJノズル: φ0.10mm-1.0mm ² ツチ×2本 熱融着温度: 140°C	5
計		36

(2) コーター&ラミネーター研究部会(会員数:48名)

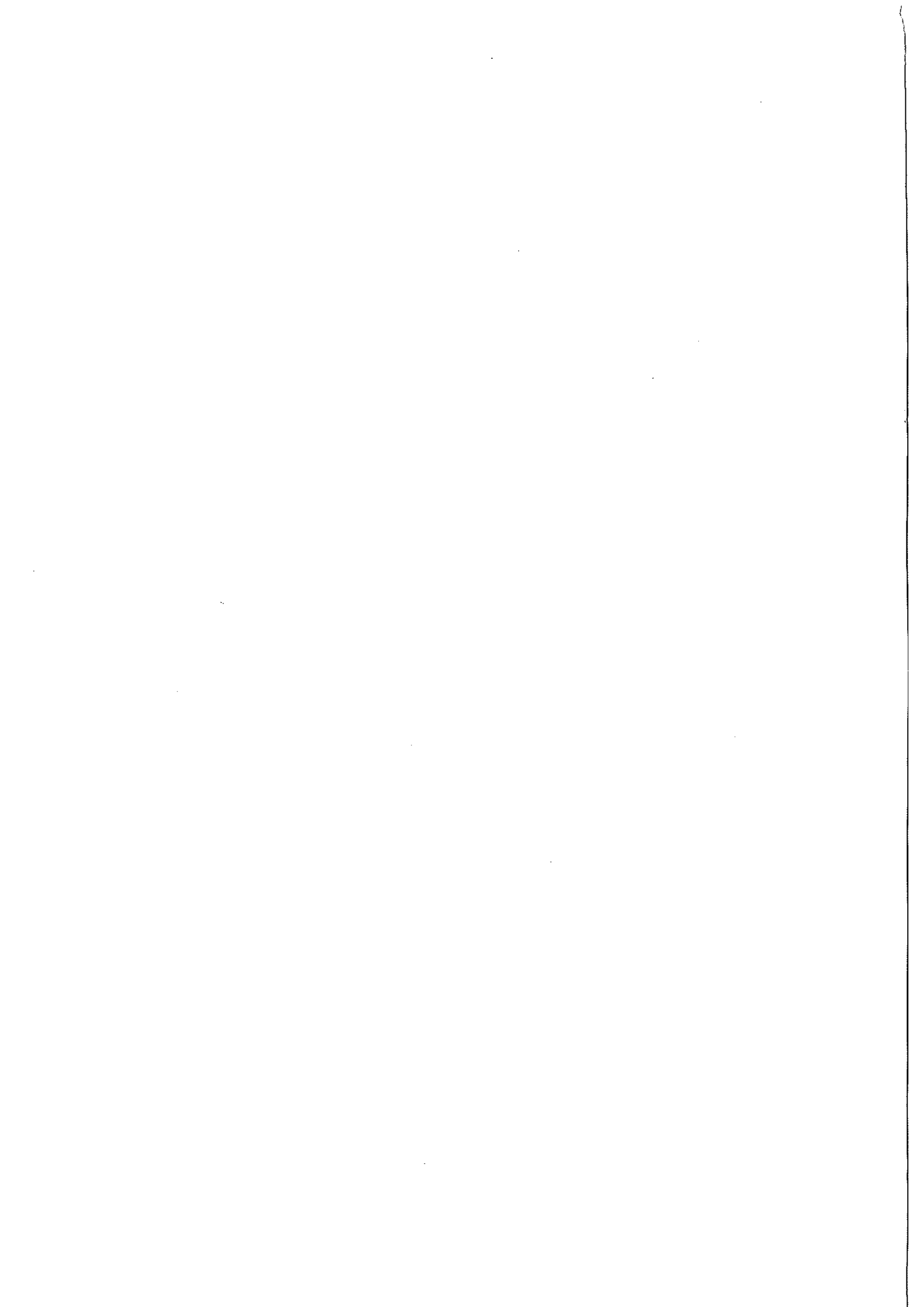
開催日	テーマ	等	参加数
H9.6.19	靴中敷きシートの試作(1) セルローズ系спанレースと熱融着性複合繊維ウェブをWJで積層した不織布に遠赤外線放射粉体をS字トップコーターで塗工		6
H9.7.16	ウェットラミシートの試作(1) 湿式不織布と落水模様紙とをウェット法で貼り合わせ		5
H9.8.5	ウェットラミシートの試作(2) 湿式不織布と落水模様紙とをウェット法で貼り合わせ 湿式不織布とビス加工紙とをウェット法で貼り合わせ		3
H9.9.18	消臭機能を付与したフィルターシートの試作 換気扇フィルターをターゲットとして不織布に消臭剤を吸収させた高吸収性樹脂をグラビアコーターで塗工		6
H9.10.24	導電性機能を付与したシートの試作 導電性機能を持つ有機高分子ポリアニリン溶液を湿式、乾式不織布にグラビアコーターで塗工		4
H9.11.21	保温性シートの試作 トウガラシオイルからなるマイクロカプセルを添加した塗液を湿式、乾式不織布にS字トップコーターで塗工		2
H9.12.11	靴中敷きシートの試作(2) 粒度の異なる遠赤外線放射粉体を複合WJ不織布にS字トップコーターで塗工		3
H10.1.23	ドライラミ3層のシートの試作 両面コロナ放電処理したPETフィルムの両面に紙及び和紙をドライラミ		3
H10.2.20	抗菌・脱臭シートの試作 備長炭の粉末、ヒノキの木粉を含む塗液を複合WJ不織布にS字トップコーターで塗工後、非塗工不織布とエンボスによる貼り合わせ		13
計			45

(3) 多目的抄紙機研究部会(会員数:61名)

開催日	テーマ	等	参加数
H 9. 6. 13	ファンシーペーパーの抄紙 ①染色アクリル 8%、NBKP 90%、PVA 2% ②染色アクリル 8%、レーヨン 38%、NBKP 50%、PVA 4% ③クマザサ 10%、NBKP 90%		10
H 9. 7. 25	アルジェラ(三角断面ポリノジックレーヨン)を用いた抄紙 ①アルジェラ 1.7 d × 3 mm 50%、NBKP 50% ②普通レーヨン 1.5 d × 7 mm 50%、NBKP 50% ③アルジェラ 1.7 d × 3 mm 97%、PVA 3%		12
H 9. 9. 30	叩解性アクリル繊維の紙への応用(1) ①叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF352ml 50% アクリル繊維(K862) 0.9 d × 4 mm 50% ②叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF352ml 20% アクリル繊維(K862) 0.9 d × 4 mm 80% ③叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF260ml 50% 超極細アクリル繊維 0.1 d × 3 mm 50%		9
H 9. 10. 29	叩解性アクリル繊維の紙への応用(2) ①叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF540ml 20% 高強力アクリル繊維(SKS T901) 1 d × 4 mm 80% ②叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF540ml 50% 高強力アクリル繊維(SKS T901) 1 d × 4 mm 50% ③叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF540ml 80% 高強力アクリル繊維(SKS T901) 1 d × 4 mm 20%		11
H 9. 11. 25 26	叩解性アクリル繊維の紙への応用(3) 叩解性アクリル繊維のDDRによる叩解試験 ①叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF410ml 50% 高強力アクリル繊維(SKS T901) 1 d × 4 mm 50% ②叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF410ml 30% 高強力アクリル繊維(SKS T901) 1 d × 4 mm 70% ③叩解性アクリルパルプ(R56D) CSF410ml 30% 抄紙用抗菌アクリル繊維(NX-85) 0.9 d × 3 mm 70%		11
H 9. 12. 22	叩解性アクリル繊維の紙への応用(4) ①叩解性アクリル繊維(R56F) CSF410ml 45% 極細アクリル繊維(MVP) 0.1 d × 3 mm 50% 抗菌アクリル繊維(NX-85) 0.9 d × 3 mm 5% ②叩解性アクリル繊維(R56F) CSF410ml 45% 極細アクリル繊維(K) 0.27 d × 3 mm 50% 抗菌アクリル繊維(NX-85) 0.9 d × 3 mm 5% ③叩解性アクリル繊維(R56F) CSF410ml 45% 極細アクリル繊維(HST) 0.6 d × 3 mm 50% 抗菌アクリル繊維(NX-85) 0.9 d × 3 mm 5%		6
H10. 1. 28	易フィブリルポリノジックレーヨンの抄紙試験(1) ①易フィブリルTF 1 d × 2 mm 100% ②易フィブリルTF 1 d × 2 mm 50%、NBKP 50% ③易フィブリルTF 1 d × 2 mm 50%、Req-TF 50%		12
H10. 2. 18	商品化をめざした抄紙試験 ①NBKP 50%、MVP 0.1 d × 3 mm 25%、ツィットN720 2 d × 5 mm 25% ②NBKP 25%、MVP 0.1 d × 3 mm 40%、ツィットN720 2 d × 5 mm 35% ③スパンボンド不織布と超極細アクリル繊維のWJ法による複合不織布		8
計			79

(4) 大型懸垂短網抄紙機研究部会(会員数:59名)

開催日	テーマ	等	参加数
H9.6.26	ウェットクレープ紙(パルプ)の抄造 ウェットクレープ紙(タイ楮)紙衣用の抄造		15
H9.7.18	ウェットクレープ紙(パルプ)の抄造		11
H9.8.19	抄き合わせウェットクレープ紙(落水紙)の抄造		10
H9.9.19	版画用紙(タイ楮)の抄造 版画用紙(国産楮)の抄造		10
H9.10.23	版画用紙(抄き合わせ:表面三楮、裏面リントールパルプ)の抄造		16
H9.11.20	版画用紙(フィリピン雁皮、リントール、エスパルト混抄)の抄造		9
H9.12.18	技術講習会 「和紙の劣化と保存性について」 東京芸術大学 稲葉 政満 助教授 「版画の刷り方と試作紙の評価について」 愛知県立芸術大学 磯見 輝夫 助教授		26
H10.1.22	竹炭入り(10%)紙の抄造 竹炭入り(20%)紙の抄造		11
H10.2.12	ラミネート紙(ポリエステル10mm混抄)の抄造 ラミネート紙(ポリエステル5mm・10mm混抄)の抄造		10



Ⅲ 調查研究報告

978-7-309-05111-1

ウォータージェット法による湿式不織布の開発

宮地 亀好 山崎 裕三 大川 昭典
江淵 栄貫 関 正純 滝口 宏人

Study on Water Laid Nonwoven by Water Jet Small Tet Paper Machine for Papers

*Kiyoshi Miyaji Yuzo Yamasaki Akinori Ookawa
Eikan Ebuchi Masazumi Seki Hiroto Takiguchi*

1 まえがき

ウォータージェット(WJ)法は、スパンレース法あるいはウォーターニードリング法とも呼ばれ、高圧水流で繊維を交絡させウェブ強度を得る技術で、最近世界的に注目されている技術である。県内でも数社が、WJ法を導入しているが、何れも乾式法で、湿式WJ法はまだ導入されていない。

湿式WJ法は、原料繊維の繊度(デニール)が小さく、繊維長が短くても適用できること、パルプなど天然繊維の混合が可能なこと、水中で分散を行うため、薄手で均一にしかも比較的高速で抄造が可能であることなど、乾式法には無い多くの有利な特徴を有している。

今回はWJ装置付小型多目的テスト抄紙機を用いて、WJ圧力や原料を変えて抄紙し、その紙について物性を測定したので報告する。

2 小型多目的テスト抄紙機

2.1 小型多目的テスト抄紙機の設置状況

本装置は平成7年4月、当センターの新築移転に伴い、使用する原料が1kg程度から抄紙試験でき、様々な開発目的で持ち込まれる依頼試験に対応できるような装置として設置された円網、傾斜短網のコンビネーションマシンである。

本小型多目的テスト抄紙機は、設置されて3年経過し、依頼試験や21かみわざ新商品開発研究会の多目的抄紙機研究部会の例会で様々な抄紙試験を行ってきている。

2.2 設備の概要

主な仕様としては、紙幅300mm、抄速6~20m/min、円網、傾斜短網のコンビネーションマシンである。(写真1)

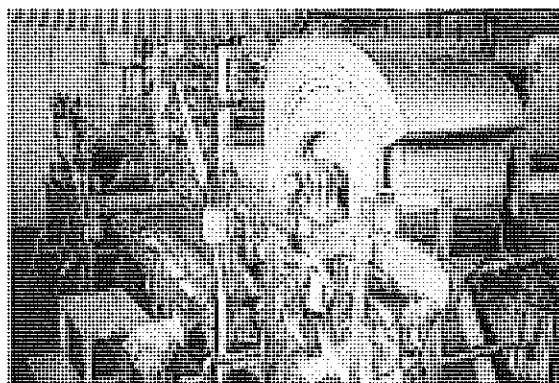


写真1 小型多目的テスト抄紙機

2.2.1 紙料調整部

本装置は小型であるため、原質調整は、バッチ式である。一般的な原料処理方法は、原料を小型のピーターで解繊、あるいはピーティングし、容積400ℓのチェスト(写真2)又は、容積800ℓのバケットチェスト(写真3)に投入する。容積400ℓチェストは付属したスクリュウ式攪拌機で攪拌、この段階で必要に応じて粘剤や薬品を添加する。

原料によっては容積800ℓのバケットチェストを用いる。

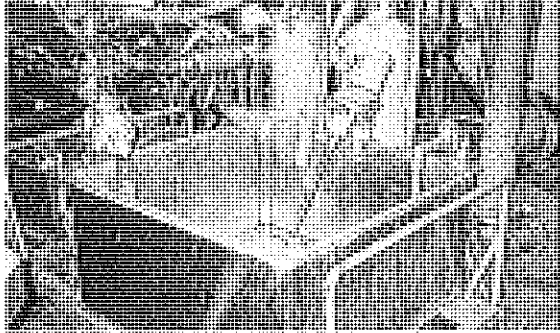


写真2 容積400Lのチェスト

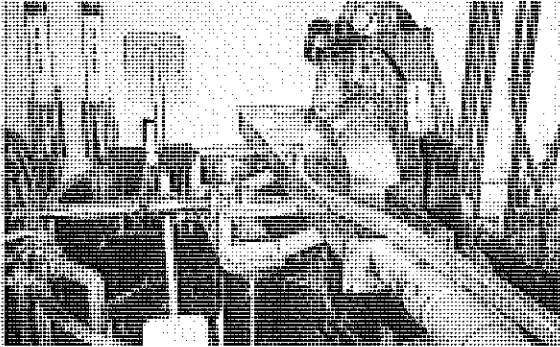


写真3 容積800Lのバケットチェスト

2.2.2 傾斜短網パート(写真4)

傾斜短網の設定可能な傾斜角度は、0~20度であり、抄紙する繊維の種類、地合に応じて変更可能である。サクシオンボックスは4段あり紙料濃度に応じて調整可能である。ワイヤーは、スパンレース用のFOL-90(メッシュ97/76 通気度115cc/cm²/sec 素材PET)を使用している。

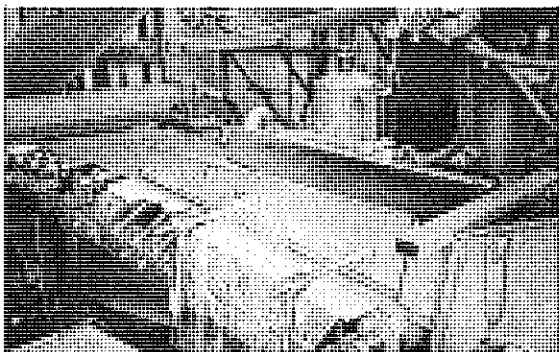


写真4 傾斜短網パート

2.2.3 WJパート(写真5)

高圧水流を発生させる高圧ポンプは0.0100 kgf/cm²まで設定可能である。

ノズル支持体は、ワイヤー面まで13mmで固定されている。ノズルは有効長さ30cmで、ノズル径0.01mmφのものを使用した。

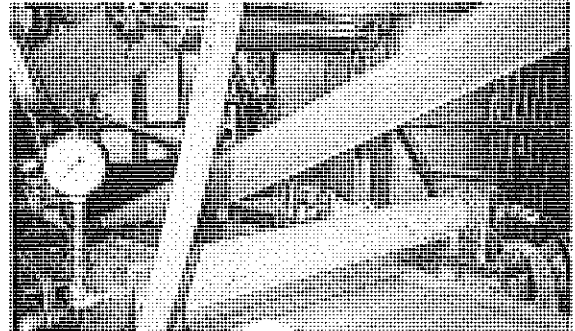


写真5 WJパート

2.2.4 円網パート(写真6)

円網は直径450mmでワイヤーは80メッシュである。水面調整用の堰き板が3段あり紙層形成状態を観察しながら調整する。白水はポンプで分配箱に戻し循環する。

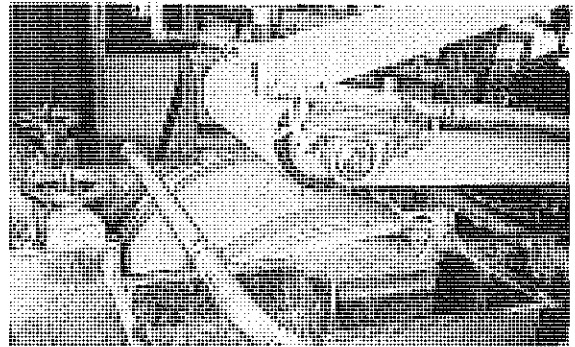


写真6 円網パート

2.2.5 ドライヤーパート(写真7)

ドライヤーは、ステンレス製で直径800mmである。熱源は蒸気で、最大圧力5 kgf/cm²、温度は最高155℃である。上部に排気フードが付き外部に排気している。クリーニングドクターはベークライト製でクレーピングドクターは付いていない。

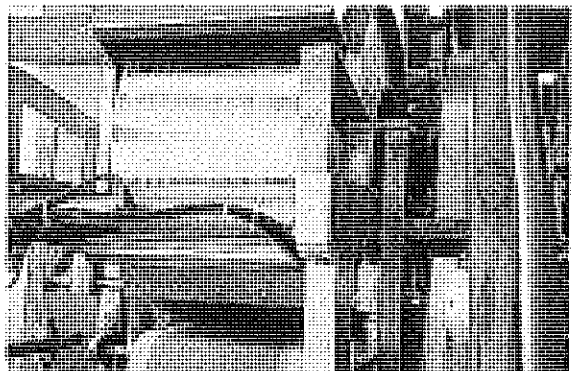


写真7 ドライヤーパート

3 抄紙試験

3.1 超極細アクリル繊維の抄造試験

使用した超極細アクリル繊維(MVP)の繊度はいずれも0.1dで、繊維長が6mm、8mmのものを用いた。

紙料調整は、繊維長6mm、8mmのもの共にアスペクト比が大きいため、分散が困難であった。フォイト型ビーターで若干刃を当てると結束繊維ができ、循環ポンプで循環分散しても結束繊維が認められた。そこで、一度ナギナタビーターで解繊したものを湿潤状態のままバケットチェストに移した。しかし、一度分散しても、すぐに再凝集するなどアスペクト比からくる分散性に問題がみられた。そこで、粘剤の種類と濃度、分散剤の選択、攪拌方法、白水の返送量などを検討し抄紙した。

①原料

超極細繊維(MVP) 0.1d×6mm
0.1d×8mm

②抄紙条件

傾斜角15度、抄紙速度10m/min、ドライヤー温度110℃、プレスロール圧2kg/cm²、タッチロール圧2kg/cm²

3.2 超極細アクリル繊維と普通レーヨン繊維との混抄試験

超極細繊維は0.1d×6mm、0.1d×8mmの2種を用い、混抄に使用した普通レーヨンは1.

5d×7mmを用いた。配合比は50:50で行った。

いずれの繊維も、一度ナギナタビーターで解繊後、湿潤状態でバケットチェストに移した。その他の紙料調整は、前の操作と同様に行った。

①原料

超極細繊維(MVP) 0.1d×6mm
0.1d×8mm
レーヨン 1.5d×7mm

②抄紙条件

傾斜角度10度以外は3.1と同様の条件で行った。

3.3 天然繊維及び

天然繊維と合成繊維の抄造試験

天然繊維100%、及び天然繊維と合成繊維を配合して、WJ圧力を変え抄紙した紙の物性を測定した。

①原料

マニラ麻パルプ
木材パルプ(NBK P)
超極細繊維(MVP)
レーヨン

②抄紙条件

3.1の抄紙条件と同じ条件で行った。

4 結果と考察

4.1 超極細アクリル繊維の抄造試験

表1 超極細アクリル繊維紙の物性試験結果

超極細繊維	0.1d×6mm 100%		0.1d×8mm 100%			
	WJ圧力(kgf/cm ²)	50	90	70	80	90
坪量(g/m ²)		29.2	25.2	23.5	29.0	26.4
厚さ(mm)		0.135	0.137	0.142	0.122	0.120
密度(g/cm ³)		0.216	0.184	0.236	0.235	0.220
乾引張強さ(kg)	縦	2.2	2.1	1.3	1.1	0.5
	横	0.9	0.9	0.8	0.3	0.3
乾裂断長(km)	縦	4.2	5.5	2.6	2.5	1.3
	横	1.7	2.3	1.6	0.9	0.7
湿引張強さ(kgf)	縦	2.3	2.4	1.1	1.1	0.7
	横	1.1	1.0	0.6	0.3	0.2
湿裂断長(km)	縦	4.4	6.4	2.3	2.4	1.7
	横	2.4	2.6	1.3	0.7	0.6
乾伸度(%)	縦	28	24	29	20	24
	横	24	28	36	43	30
破裂強さ(kgf/cm ²)		1.3	0.9	1.8	1.6	1.6
比破裂強さ		4.5	3.4	5.4	5.6	6.0

超極細アクリル繊維100%では、湿潤時のウェット強度はほとんどなく、ウェット毛布へのピックアップ性もあまり良くなかった。又、繊維間の水素結合が期待できないため、紙力の弱いシートとなった。破裂強さにおいて、繊維長6mmのものでは

WJ圧の増加により、減少したが、繊維長8mmでは、逆にWJ圧の増加により若干増加する結果となった。

4.2 超極細アクリル繊維と普通レーヨン繊維との混抄試験

表2 超極細アクリル繊維とレーヨン繊維との混抄紙の物性試験結果

	レーヨン (1.5d×7mm) 50% 超極細繊維(0.1d×6mm) 50%				レーヨン (1.5d×7mm) 50% 超極細繊維(0.1d×8mm) 50%					
	0	20	40	60	60	70	80	90	100	
WJ圧力(kgf/cm ²)	0	20	40	60	60	70	80	90	100	
坪量(g/m ²)	21.8	23.3	22.9	27.7	39.1	24.4	30.1	28.5	29.0	
厚さ(mm)	0.086	0.095	0.103	0.139	0.158	0.116	0.131	0.123	0.128	
密度(g/cm ³)	0.253	0.245	0.222	0.199	0.247	0.210	0.230	0.232	0.227	
乾引張強さ(kgf)	縦	0.14	0.15	0.22	0.64	1.4	1.3	2.7	2.8	2.9
	横	0.15	0.07	0.11	0.17	0.4	0.4	0.9	1.0	1.2
乾裂断長(km)	縦	0.43	0.42	0.64	1.54	2.4	3.5	6.0	6.6	6.6
	横	0.46	0.20	0.32	0.41	0.7	1.0	1.9	2.4	2.6
湿引張強さ(kgf)	縦	0.08	0.12	0.21	0.38	1.4	1.6	2.4	3.0	3.1
	横	0.13	0.09	0.14	0.22	0.5	0.3	0.8	1.0	1.3
湿裂断長(km)	縦	0.24	0.34	0.61	0.91	2.3	4.3	5.4	6.9	7.2
	横	0.40	0.26	0.41	0.53	0.8	0.7	1.8	2.4	3.0
乾伸度(%)	縦	1.0	1.9	10.0	21.4	17	27	31	32	32
	横	1.3	2.3	6.7	12.6	18	31	33	34	38
破裂強さ(kgf/cm ²)	0.3	0.14	0.75	0.97	1.5	1.0	1.4	1.3	1.3	
比破裂強さ	1.4	0.6	3.3	3.5	3.8	4.1	4.6	4.7	4.6	

繊維長6mmとレーヨンとの混抄においてはWJ圧が増えるにつれて、裂断長はヨコはあまり変化はないが、タテは強くなっている。又、破裂強さもWJ圧が増えるに従い強くなっている。繊維長8mmとレーヨンとの混抄においてはWJ圧が増えるに従いタテ・ヨコともに裂断長が増加している。繊維長6mmとレ

ーヨン、繊維長8mmとレーヨンを比較すると、同じWJ圧の場合繊維長8mmとレーヨンの方が裂断長、比破裂強さ共に数値は高くなっている。

4.3 天然繊維及び天然繊維と合成繊維との混抄試験

表3 天然繊維紙、天然繊維と合成繊維との混抄紙の物性試験結果

配合繊維	配合比(%)	WJ圧(kgf/cm ²)	裂断長(km)		伸度(%)		配合繊維	配合比(%)	WJ圧(kgf/cm ²)	裂断長(km)		伸度(%)			
			縦	横	縦	横				縦	横	縦	横		
マニラ	100	0	3.3	3.0	3	2	NBKP	50	0	1.7	0.9	1	2		
		10	3.4	1.8	4	3	MVP3	50	20	1.2	0.5	2	5		
		15	3.0	1.0	3	5			40	1.2	0.4	2	33		
NBKP	100	0	2.9	2.2	2	2	NBKP	50	0	1.7	0.9	1	2		
		7.5	2.8	1.1	2	1	MVP3	25	20	1.2	0.7	2	3		
		10	2.4	1.3	2	2	レーヨン	25	40	1.1	0.6	2	6		
NBKP	75	0	1.8	0.7	2	7			60	1.3	0.7	1	19		
		レーヨン	25	30	1.6	0.7	2	5	NBKP	25	0	0.4	0.3	1	1
NBKP	50	40	1.8	0.7	2	9	MVP3	50	20	0.3	0.1	1	2		
		0	0.8	0.5	3	5	レーヨン	25	40	0.3	0.1	1	5		
		レーヨン	50	50	1.0	1.2	4	22	MVP3	50	0	0.2	0.1	2	4
		60	1.1	0.7	4	14	レーヨン	50	20	0.1	0.1	3	7		
NBKP	25	80	1.2	0.7	3	16			40	0.2	0.1	11	12		
		0	0.5	0.3	1	3			60	0.3	0.2	7	18		
		レーヨン	75	20	0.6	0.4	2	3		70	0.3	0.2	20	19	
		40	0.7	0.6	17	18									
		60	1.0	0.5	18	21									
		80	1.1	0.5	18	25									

天然繊維(マニラ麻パルプ、NBKP)100%の場合とNBKPと極細繊維との混抄の場合はWJ圧を上げることにより強度は低下する。逆にNBKPとレーヨンとの混抄の場合はレーヨンの配合率を高めることにより、WJ圧を上げることで強度は増す傾向にある。伸びに関しては全てにおいてWJ圧を上げることで伸度は増すが特にヨコの数値が大幅に上がった。

5 おわりに

繊維長の短いものだけでは十分強度がでないため、実用的には3段打ち4段打ちが必要と思われる。

WJシステムは、既存の抄紙機に比較的簡単に組み込むことが可能であり、特殊な形態繊維を扱う上で優れた方式である。湿式成形とWJシステムを組み合わせ多彩な商品開発が可能となる。

WJ法による湿式不織布の開発研究

ウォータージェット(WJ法)による湿式不織布は、現在国内では実用化されておらず、また乾式不織布では困難な木材パルプと化学合成繊維との複合化が行える。よって機能紙開発を行っている県内製紙企業への新たな製法による新製品の開発を誘導する目的で、試作分析評価を行う。

спанレース不織布の基礎研究

(第3報) スパンレース不織布の製造条件が不織布の構造や物理的性質に及ぼす影響

林 幸男 池 典泰 澤村 淳二 遠藤 恭範 森澤 純
*矢井田 修 *星合 典子

Study on Spunlace Nonwovens (Part 3)

The Effects of Manufacturing Parameters on Structures and Physical Properties of Nonwovens

Yukio HAYASHI Noriyasu IKE Kiyotsugu SAWAMURA Yasunori ENDO Jun MORISAWA
* Osamu YAIDA * Noriko HOSHIAI

Spunlace nonwovens is made from entangling the fibers in web by the action of high pressure water jet. The characteristics of spunlace nonwovens has soft texture, good absorbent property and high drapeability, because this technology does not need the thermal and chemical processes.

Most important property related with structures of nonwovens is pore size and distribution, and they influence the absorbent property. Pore structure such as pore size and distribution is closely related to manufacturing parameters. For example, the entanglement between fibers is influenced considerably of secondary water jet pressure, and then physical and absorbent properties are influenced as a result of it.

In this study, we made various type of nonwovens by changing manufacturing parameters such as fiber denier, fiber length, fiber type, secondary water jet pressure, blending ratio, diameter of nozzles and mesh size of conveyer belt, and then evaluated the effects of these parameters on the structure and physical properties of spunlace nonwovens.

спанレース不織布は、原料繊維を乾式または湿式によって集積したウェブを高圧水流(ウォータージェット)で叩き、ウェブ中の繊維同士を絡ませる方法で作製する。熱的、化学的接着を要しない製造プロセスであり、衛生的で毒性などの問題がなく、製造された不織布は柔らかくて吸水性も高く、ドレープ性も大きく、織物様の風合いとなる。

多孔質な不織布の構造特性では、細孔構造の評価が最も重要で、細孔構造は力学的特性、吸水特性とも関連があると考えられる。不織布の細孔構造はその製造条件に依存しており、例えば、ウォータージェット圧力によって、構造に違いが現れ、高圧になれば、当然ウォータージェットの影響を強く受けた細孔構造となるし、交絡程度も大きくなり、結果的に不織布の力学的特性、吸水特性にも影響を及ぼすこととなる。また、用いる繊維によってもウォータージェットの影響は異なる。

そこで、製造条件(織度、繊維長、繊維の種類、ウォータージェット2次圧、混綿率、ウォータージェットノズル径、ウォータージェット搬送ベルトのメッシュサイズ)を変化させて各種の不織布を作製し、製造条件と不織布の細孔構造の関係を明らかにするとともに、物理的性質へ及ぼす影響についての知見を得た。

* 京都女子大学 (Kyoto Women's University)

1 まえがき

不織布の構造的特徴は、その空隙構造にあるといわれている。織物や編物は糸を用いて作られているため、その空隙の大きさは糸と糸との大きな隙間と糸を構成する繊維間の小さな隙間に2極化される場合が多い。それに対し、不織布の場合は糸を用いず単繊維の集合体から構成されているので、その空隙構造は繊維と繊維との間の比較的小さな空隙が集合したものとなる。しかし、不織布の製造方法は多種多様で、最近注目を浴びているспанレース不織布では、高圧ウォータージェットによってウェブ中の繊維同士を絡み合わせる方式であるため、ウォータージェットの通過した穴が残る特殊な構造となる。

本研究では、織度(デニール：繊維の太

さ)、繊維長、繊維の種類、ウォータージェット2次圧、混綿率、ウォータージェットノズル径、ウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズを変化させて、спанレース不織布を試作し、不織布の構造的特徴を把握する指針となる細孔径分布を測定することにより、種々の要因が不織布の細孔径分布に及ぼす影響について調べた。また、この細孔径分布と密接に関係する力学的特性、吸水特性についても検討した。

2 実験方法

2.1 試料

本研究では表1に示す製造条件を変化させて不織布を作製し、試料として用いた。

表1 製造条件の一覧

織度(デニール：繊維の太さ)	0.8、1.0、1.25、1.5、2、3、5 d
繊維長	38、40、44、51mm
繊維の種類	レーヨン、アクリル、ポリエステル
混綿率	レーヨン：ポリエステル=100：0、70：30、50：50、30：70、0：100
ウォータージェット2次圧	50、70、100、150kgf/cm ²
ウォータージェットノズル径	0.10、0.12mm
ウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズ	20、50メッシュ

2.2 実験内容

不織布の構造的特徴を把握する指針となる細孔径分布を測定し、種々の要因が不織布の細孔径分布に及ぼす影響について調べた。

また、製造条件の違いが不織布の力学的特性、基本力学量、吸水特性に及ぼす影響について調べるとともに、спанレース不織布の構造と力学的特性及び吸水特性との関係について考察した。

2.2.1 細孔径分布測定試験(Capillary Flow Porometry)

細孔径分布の測定には、多孔質材料自動細孔測定システム(Porous Materials Inc. 製 Perm-Porometry)を用いた。

この試験では、平均細孔径(Average Diameter)、最大細孔径(Bubble Point Diameter)、累積流量曲線(Cum. FF)、細孔径分布(Pore Dist.)

を求めることができる。

2.2.2 力学的特性測定試験

(1) 島津オートグラフAGS-D型引張試験機による測定

この試験は、カット・ストリップ法による定速伸長型引張試験で、布の強伸度測定に通常よく用いられる試験法である。試験片が切断した時の切断伸び(STROKE：mm)、引張強さ(LORD：kgf)が得られる。試験機内蔵のコンピュータで荷重-伸長曲線を自動記録させ、それにより強伸度特性、初期ヤング率を求めた。

(2) KES-FBシステムによる測定

KES-FBシステムにより、不織布の基本力学量の測定を行った。

①引張試験

ストリップ二軸引張変形で、引張速度は、0.1mm/secで一定である。最大荷重は、 $f_m = 50\text{gf/cm}$ まで引張り、変形回復過程に移る。

特性値は次のように定義される。

$$L T = W T / W O T$$

$$W T = \int_0^{\epsilon_m} F d \epsilon$$

$$R T = (W T' / W T) \times 100$$

ここで、

$$W O T = f_m \cdot \epsilon_m / 2$$

F : 単位当たりの引張力 (gf/cm)

ϵ : 引張歪み (伸び/初期長)

f_m : F の最大値

ϵ_m : ϵ の最大値

$$W T = \int_0^{\epsilon_m} F d \epsilon$$

F' : 回復過程の引張力 (gf/cm)

②剪断試験

引張試験と同じ変形様式で力 W を与え、同様によこ方向に剪断変形を与える。剪断ずり速度は $0.5^\circ/\text{sec}$ で、 W は 10gf/cm とする。

特性値は、次のように定義される。

G : 剪断剛性 (gf/cm \cdot degree)

$$= (\text{単位幅当たりの剪断力}) / (\text{剪断角 degree})$$

2HG : 剪断角 0.5° におけるヒステリシス (gf/cm)

2HG₅ : 剪断角 5° におけるヒステリシス (gf/cm)

③曲げ試験

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、 $0.5\text{cm}^{-1}/\text{sec}$ である。

特性値は次のように定義される。

B : $M-K$ 曲線の傾斜 (曲率 1cm^{-1} 間における傾斜)

2HB : 曲率 1cm^{-1} のときのヒステリシスの幅
ここで、 M は試料の単位長さ当たりの曲げモーメントである。

④圧縮試験

面積 2cm^2 の円形平面を持つ鋼板間で圧縮する。圧縮速度は $1\text{mm}/50\text{sec}$ で、圧縮最大荷

重は 10gf/cm^2 である。回復過程も同一速度で測定される。

特性値は、次のように定義される。

$L C$: 圧縮剛さ

$$= W C / W O C$$

$$\ast W O C = P_m (T_o - T_m) / 2$$

$W C$: 圧縮仕事量 (gfcm/cm 2)

$$= \int_{T_m}^{T_o} P d T$$

$W C'$: 圧縮回復仕事量 (gfcm/cm 2)

$$= \int_{T_m}^{T_o} P' d T$$

$R C$: 圧縮回復性 (%)

$$= W C' / W C \times 100$$

ここで、

P : 加圧過程の圧力 (gf/cm 2)

P' : 除圧過程の圧力 (gf/cm 2)

P_m : 最大圧力 (ここでは 10gf/cm^2)

T : 試料の厚み (mm)

T_o : 圧力 0.5gf/cm^2 における試料の厚み (mm)

T_m : 最大圧力における試料の厚み (mm)

⑤表面試験

試料を平滑な金属平面上におき、 $0.1\text{cm}/\text{sec}$ の一定速度で水平に 2cm 移動させる。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

$$= (1/X) \int_0^X \mu d x$$

$M M D$: 摩擦係数の平均偏差

$$= (1/X) \int_0^X |\mu - \bar{\mu}| d x$$

$S M D$: 表面粗さ (micron)

$$= (1/X) \int_0^X |t - \bar{t}| d x$$

ここで、

x : 試料表面上の位置

X : 移動距離 (ここでは 2cm)

μ : 摩擦力/試料を圧する力

$\bar{\mu}$: μ の平均値

t : 位置 x における試料の厚み

\bar{t} : T の平均値

2.2.3 吸水特性測定試験

布状物体の吸水特性の評価対象として、吸水速度と吸水率があるが、本研究では、この両者が測定できるラローズ法で行った。

3 結果及び考察

3.1 細孔径分布に及ぼす影響

3.1.1 細孔径分布に影響を及ぼす要因

ウォータージェット(高圧水流)で繊維を絡ませて作製するспанレース不織布では、まず、ウォータージェット処理前後の不織布の細孔径分布がどのように変化するかを知る必要がある。

ウォータージェットを当てる前の細孔径分布を図1に、ウォータージェットを当てた後の細孔径分布を図2に示す。ウォータージェットを当てる前は、なだらかな、広い範囲の細孔径分布をもっているのに対して、ウォータージェットを当てた後では、50 μm を中心とした頻度の高い細孔径分布となっている。特にレーヨンは水に濡れると一層強度が低くなるためウォータージェットの影響を受けやすいと考えられる。

このように、繊維の種類や形状その他の製造条件を変化させることによって用途に適合した細孔径分布をもつ不織布を製造することが可能であると考えられる。

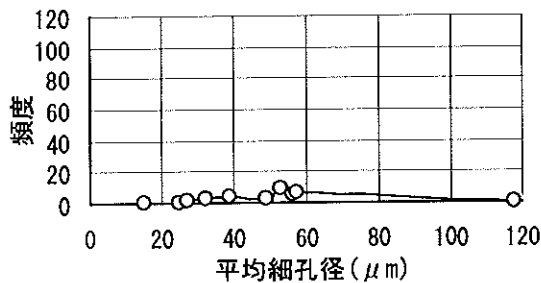


図1 ウォータージェット処理前の細孔径分布
(レーヨン 2 d × 44mm 100%)

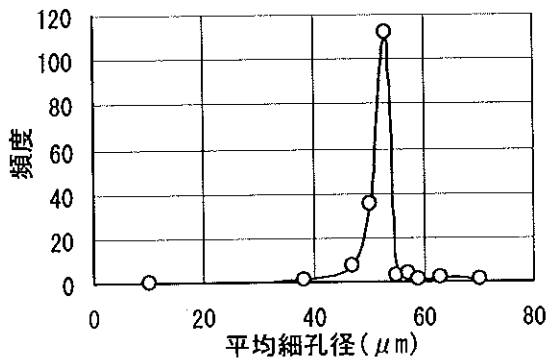


図2 ウォータージェット処理前の細孔径分布
(レーヨン 2 d × 44mm 100%)
(ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

3.1.2 織度の影響

レーヨン100%、繊維長を51mmと固定し、織度を1.5 d、5 dと変化させて製造したспанレース不織布の細孔径分布を図3、4に示す。

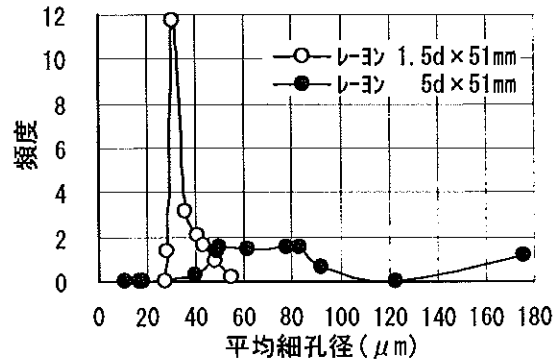


図3 織度が細孔径分布に及ぼす影響
(ウォータージェット2次圧 100kgf/cm²)

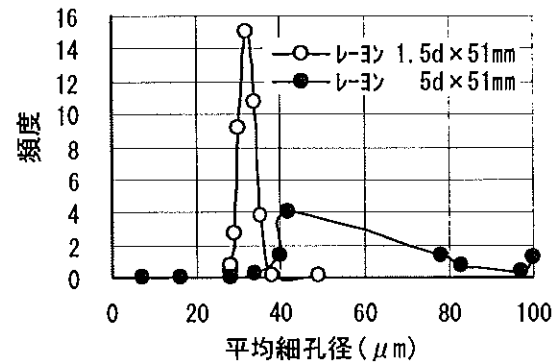


図4 織度が細孔径分布に及ぼす影響
(ウォータージェット2次圧 150kgf/cm²)

1.5 dの試料では、30~40 μm に鋭いピークがあり、そのピークの高さもウォータージェット2次圧が大きくなるほど高くなっており、多数のある一定の大きさの細孔をもつ不織布となっている。5 dの試料では、比較的なだらかな細孔径分布となったが、ウォータージェット2次圧が150kgf/cm²になると50 μm を中心とした小さいピークが見られる。

以上のことから、織度が小さいと曲げ剛性や圧縮レジリエンスが小さいので、嵩高性が小さく、ウォータージェットの影響をストレートに受けて繊維が広がりやすく、同じ大きさの細孔径が多数生じると考えられる。織度が大きい繊維では、曲げ剛性が大きく、初期構造が堅固で、小さいウォータージェット2次圧では、ウォータージェットの影響は受けにくい、150kgf/cm²となると、その影響を

受け始め、ウォータージェットによる細孔径のピークが見られると予測される。

3.1.3 繊維長の影響

レーヨン100%、織度を2dと固定し、繊維長を44mm、51mmと変化させて製造したспанレース不織布の細孔径分布を図5、6に示す。

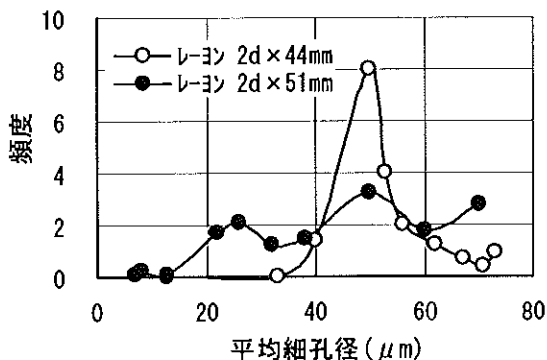


図5 繊維長が細孔径分布に及ぼす影響 (ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

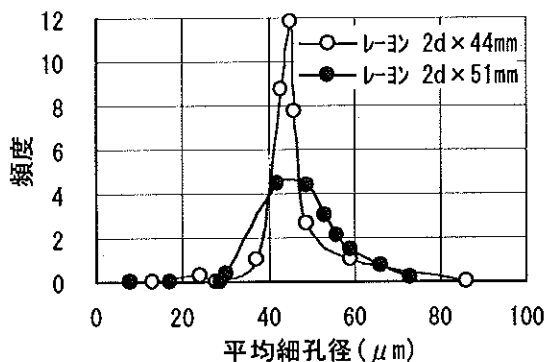


図6 繊維長が細孔径分布に及ぼす影響 (ウォータージェット2次圧 70kgf/cm²)

44mmの試料では、40~60μmに大きなピークがあり、そのピークは、ウォータージェット2次圧が大きくなるほど高くて幅が狭くなり、位置は左に移ってくる。つまり、多数の同じ大きさの細孔径をもった不織布となり、2次圧が大きくなれば、細孔径が小さくなる傾向が見られる。51mmの試料では、ウォータージェット2次圧50kgf/cm²では、ピークのないなだらかな細孔径分布をしているが、70kgf/cm²となると45μm付近に低いピークが見られる。

以上のことから、繊維長の短い繊維で構成されたウェブでは、ウォータージェットによって一定の大きさの多数の細孔径が形成され

やすく、長い繊維で構成されたウェブでは、ウォータージェット2次圧によって繊維の絡み合いが多く、径の異なる多数の細孔が形成されることになる。

3.1.4 繊維の種類の影響

織度、繊維長が同じ(2d×51mm)3種類の繊維、レーヨン、アクリル、ポリエステル、各100%で製造したспанレース不織布の細孔径分布を図7、図8、図9に示す。

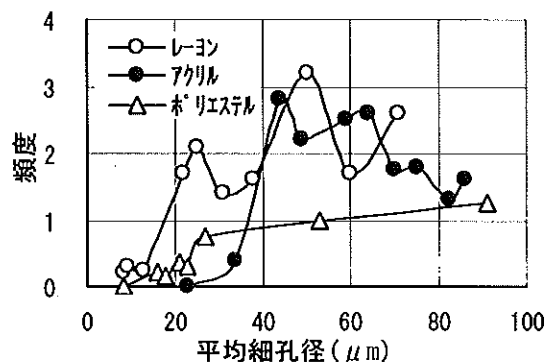


図7 繊維の種類が細孔径分布に及ぼす影響 (ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

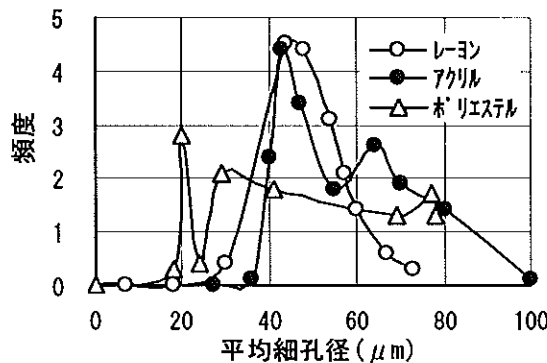


図8 繊維の種類が細孔径分布に及ぼす影響 (ウォータージェット2次圧 70kgf/cm²)

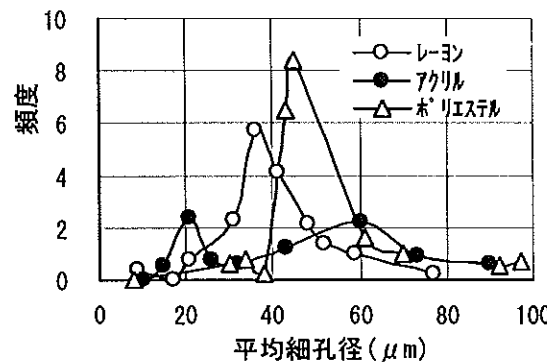


図9 繊維の種類が細孔径分布に及ぼす影響 (ウォータージェット2次圧 150kgf/cm²)

レーヨンは、40~50 μm 付近にピークをもち、ウォータージェット2次圧が大きくなるほどそのピークは高くなっており、ピークの細孔径は小さくなっている。すなわち、レーヨンは、伸度は大きい、強度は2~3 g/dと小さく、強度の弱い繊維であるので、ウォータージェット2次圧の影響も受けやすく、特定の寸法に細孔径が集中することとなる。ウォータージェット2次圧が大きくなるにつれて、細孔径が小さくなっているのも、ウォータージェットが不織布中をあまり抵抗を受けずに通過するからと考えられる。

アクリルは、単一のピークではなく、複数のピークを示し、ウォータージェット2次圧が大きくなるほどなだらかな分布になっている。これは、アクリルが弾性に優れた、柔軟で嵩高な繊維のため、ウェブの製造段階で一様な細孔径分布となるためと考えられ、ウォータージェットも通過しにくくなっていることと、ウォータージェット通過後に弾性回復により元の位置に戻りやすいためと考えられる。

ポリエステルは、ウォータージェット2次圧の小さいときは、ピークが見られないが、大きくなるにつれて、より鋭いピークが見られ、ピークの位置も右に移動し、大きな細孔径に集中している。ポリエステルはコシのある剛直な繊維で、初期ヤング率も90~160 g/dと大きい、小さいウォータージェット2次圧ではあまり影響を受けず、また、弾性回復が優れているために元の構造に戻りやすいためと考えられる。

3.1.5 ウォータージェット2次圧の影響

レーヨン、アクリル、ポリエステル、各100%で、ウォータージェット2次圧を変化させた場合の細孔径分布を図10、11、12に示す。

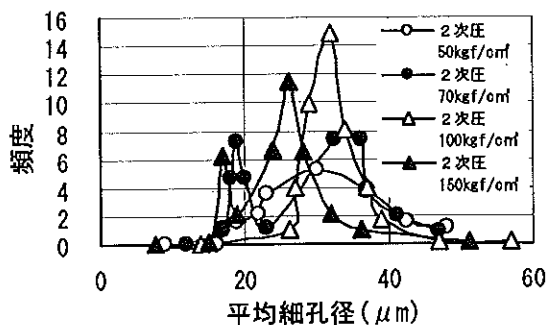


図10 ウォータージェット2次圧が細孔径分布に及ぼす影響(レーヨン100%)

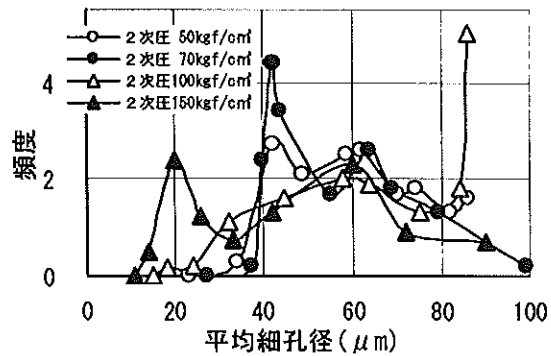


図11 ウォータージェット2次圧が細孔径分布に及ぼす影響(アクリル100%)

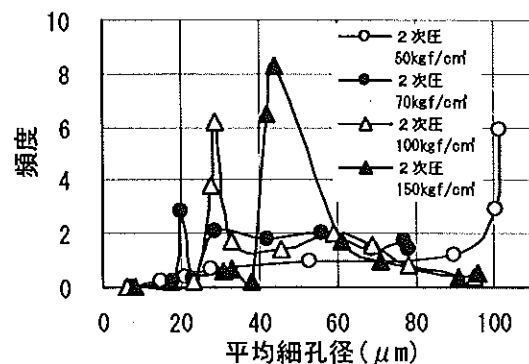


図12 ウォータージェット2次圧が細孔径分布に及ぼす影響(ポリエステル100%)

レーヨンでは、ウォータージェット2次圧が大きくなるほどピークが高くなっており、レーヨン自身の曲げ剛性が小さいという性質によってウォータージェットの影響をそのまま受けていることが良く分かる。ウォータージェット2次圧が大きいほど一定の細孔径の不織布が製造できる。

アクリルでは、ウォータージェット2次圧が大きくなるほどピークが小さくなっている。アクリルは嵩高で圧縮回復性に優れているので、ウォータージェット通過後に弾性回復力によって変形する。よって、一定の細孔径の不織布を製造するには、ウォータージェット2次圧は70kgf/cm²以下が望ましいと言える。

ポリエステルでは、ウォータージェット2次圧の小さいときは単一ピークもなくならなすが、大きくなるとピークが見られた。ポリエステルは剛直な繊維なので、一定の細孔径の不織布を製造するには、ウォータージェット2次圧は100kgf/cm²以上が望ましいと言える。

3.1.6 混綿率の影響

先に各繊維の種類の違いによる特徴的な細孔径分布について述べたが、その中でもレーヨンとポリエステル混綿はよく用いられているので、その混綿率による細孔径分布の変化を検討した。繊維度、繊維長が同じ(2d×51mm)レーヨンとポリエステルの混綿率を変化させて製造したспанレース不織布の細孔径分布を図13に示す。

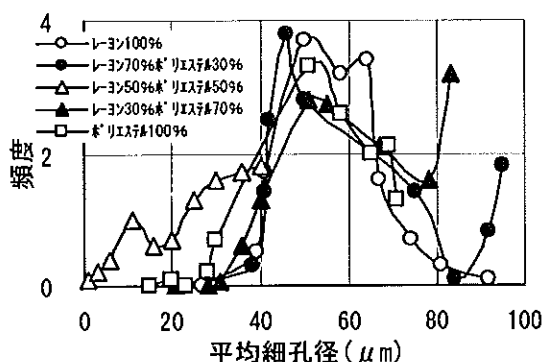


図13 混綿率が細孔径分布に及ぼす影響
(ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

レーヨン70%、ポリエステル30%の混綿率では、40μm以下の小さな細孔径に集中しており、レーヨン50%、ポリエステル50%では、40~50μmを中心とした単一ピークが見られ、レーヨン30%、ポリエステル70%では、50~60μmを中心とした単一ピークが見られる。このように、混綿率を変えることにより、多様な細孔径分布パターンの不織布を製造することができる。

3.1.7 ウォータージェットノズル径の影響

ウォータージェット噴出ノズル径を0.10mm、0.12mmと変化させて製造した(ノズルピッチは0.1mmと統一)спанレース不織布の細孔径分布を図14、15に示す。

当然のことであるが、ノズル径の大きい方が中間細孔径が大きくなる。

混綿率にもよるが、ノズル径が大きいと、小さいノズル径と比べ、エネルギー量が大きく、繊維に対するダメージも大きく、大きな細孔を持つ不織布となる。

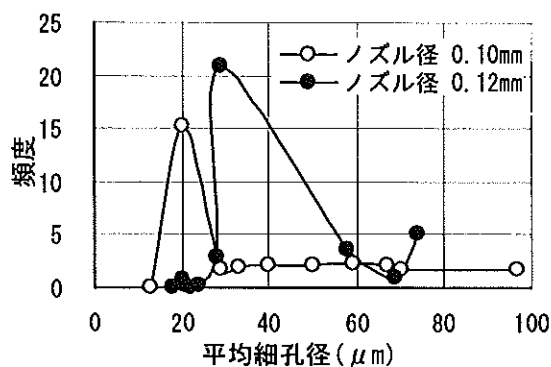


図14 ノズル径が細孔径分布に及ぼす影響
(レーヨン2d×51mm70%、ポリエステル2d×51mm30%)

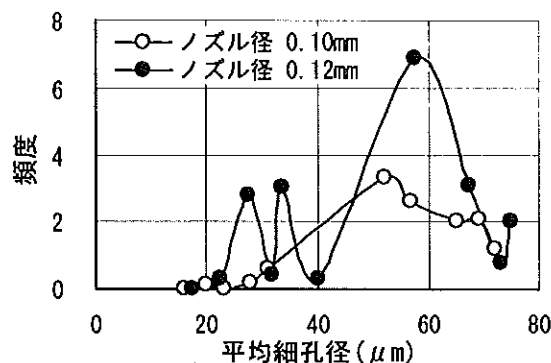


図15 ノズル径が細孔径分布に及ぼす影響
(レーヨン2d×51mm30%、ポリエステル2d×51mm70%)

3.1.8 ウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズの影響

ウォータージェット2次圧を受けるウェブを搬送するベルトのメッシュサイズを20メッシュ、50メッシュと変化させて製造したспанレース不織布の細孔径分布を図16、17、18に示す。

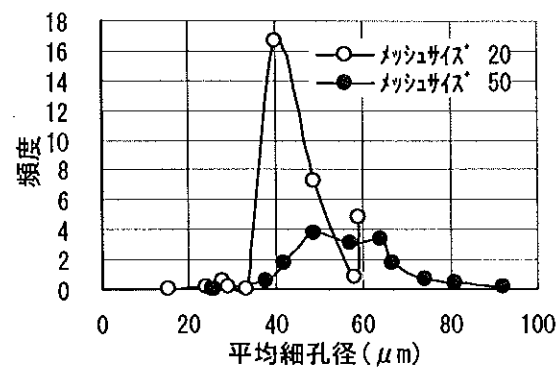


図16 搬送ベルトメッシュサイズが細孔径分布に及ぼす影響
(レーヨン2d×51mm 100%)

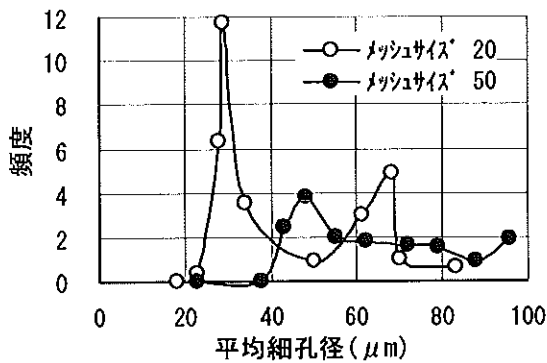


図17 搬送ベルトメッシュサイズが細孔径分布に及ぼす影響
(レーヨン2d×51mm50%、ポリエステル2d×51mm50%)

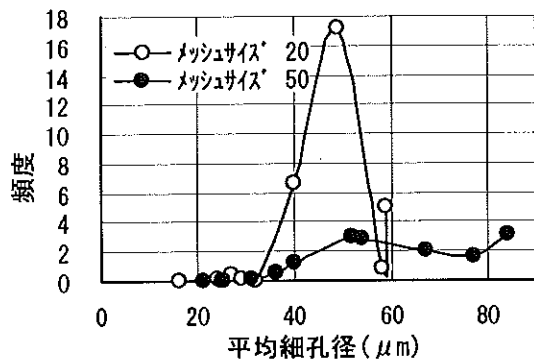


図18 搬送ベルトメッシュサイズが細孔径分布に及ぼす影響
(ポリエステル2d×51mm 100%)

混綿率に関係なく、全体を通して20メッシュの方が、30~40 μ m付近に高く鋭いピークが見られる。これに対して50メッシュの場合は、広がりのある細孔径分布で、ポリエステルが多くなるにつれてよりなだらかになっている。

メッシュサイズが20ということは、粗い網目ということなので、ウォータージェットも非常に通り抜けやすい状態と考えられ(網の結束部に相当する所のウェブに穴があく)、ピークの高い、特定の小さな細孔径の構造となる。網目の細かい50メッシュでは、ウェブを小さな間隔で支持しているためウェブがウォータージェットによって曲がりにくくなり、多様な細孔径をもつ構造となる。繊維の性質の影響を混綿率でみると、レーヨンの多い方がウォータージェットの影響を大きく受けていることが分かる。

以上のことから、一定の細孔径を持つ不織布を製造するには、メッシュサイズを小さくする方が良いと言える。ただし、種類の異なる

る繊維を混綿する場合には、メッシュサイズの大きい方が、細孔径をコントロールしやすいと考えられる。

3.2 力学的特性(強伸度特性、初期ヤング率)に及ぼす影響

3.2.1 織度の影響

(1) 強伸度特性

不織布の切断強度に及ぼす織度の影響は、たて・よこ方向ともにあまり大きくなく、織物や編物における傾向とは異なっており、不織布では、繊維の結合状態の影響の方が大きいことを示している。

切断伸びに関しては、たて・よこ方向ともに、ウォータージェット2次圧や織度の影響を受ける。ウォータージェット2次圧の小さいときは、あまり影響は見られないが、ウォータージェット2次圧が大きくなると、細い繊維で構成された不織布の方が切断伸びが大きくなる傾向がある。

(2) 初期ヤング率

たて方向では、ウォータージェット2次圧が100、150kgf/cm²の場合、織度が大きいほど初期ヤング率は低下している。

以上のことから、レーヨンの場合は繊維が細いほど、繊維同士の絡み合いが多くなるため、伸度が大きくなるし、反対に、繊維が太いほど、曲げ剛性が大きく、絡みにくく、繊維間の交絡程度が弱いため、初期ヤング率も小さくなることが分かる。

3.2.2 繊維長の影響

(1) 強伸度特性

繊維長の影響は、不織布のたて方向に顕著にあらわれる。繊維長が大きいと、切断荷重は大きく、切断伸びは小さい。

(2) 初期ヤング率

繊維長が大きいほど、初期ヤング率は高くなっている。

以上のことから、レーヨンの場合は、ウェブ中で繊維はたて方向に配向しており、繊維

長が大きいほど、ウォータージェットが当たったときに緊密に絡みやすくなると予測できる。また、よこ方向では、ウォータージェットが当たったときに、繊維は、長さ方向に拵がって曲がるため、よこ方向の絡み合いはあまり強くない、たて方向に比べて強度が低下する。

3.2.3 繊維の種類の影響

(1) 強伸度特性

単繊維での強さを比較した場合、レーヨン、アクリル、ポリエステル順で大きくなるが、不織布の切断強度においても繊維の強度特性がそのまま反映されている。切断伸びにおいては、レーヨン、ポリエステル、アクリルの順となる。

たて・よこ方向の差が大きいのは、よこ方向の絡みが非常に少ないためである。

(2) 初期ヤング率

レーヨン、ポリエステル、アクリルの順で大きくなっており、各繊維の初期ヤング率がそのまま反映されている。

したがって、不織布の力学的特性においては、不織布を構成する繊維種類の影響が織物や編物よりも顕著に反映され、適切な使用原料を選ぶことが不織布の力学的特性にとっての最も重要な因子となる。

3.2.4 ウォータージェット2次圧の影響

[混綿率]

A : レーヨン2d×51mm 100%

B : レーヨン2d×51mm 50%、ポリエステル2d×51mm 50%

C : レーヨン2d×51mm 70%、ポリエステル2d×51mm 30%

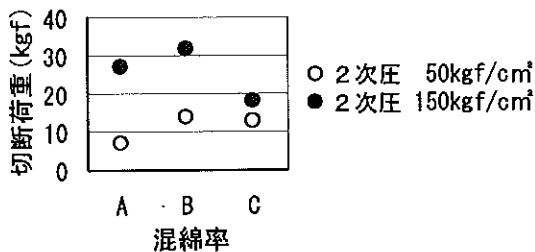


図19 ウォータージェット2次圧がたて方向の切断加重に及ぼす影響

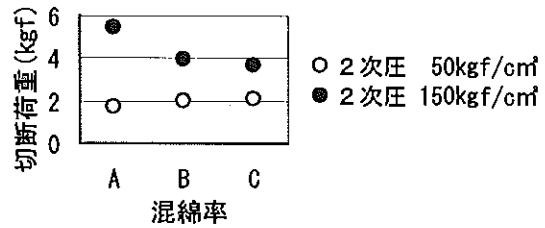


図20 ウォータージェット2次圧がよこ方向の切断加重に及ぼす影響

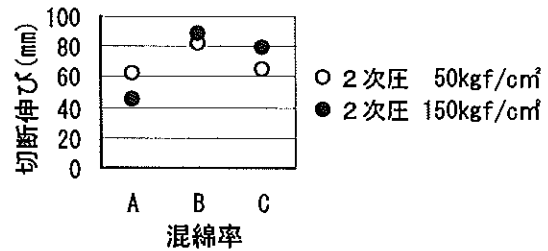


図21 ウォータージェット2次圧がたて方向の切断伸びに及ぼす影響

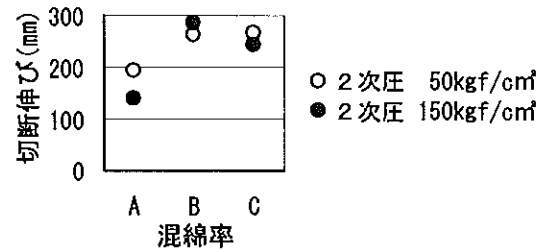


図22 ウォータージェット2次圧がよこ方向の切断伸びに及ぼす影響

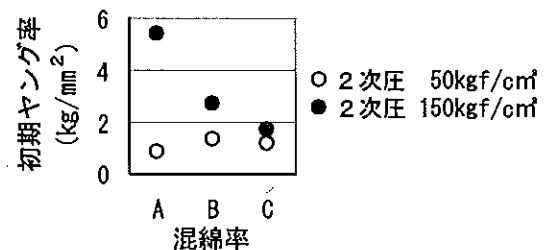


図23 ウォータージェット2次圧がたて方向の初期ヤング率に及ぼす影響

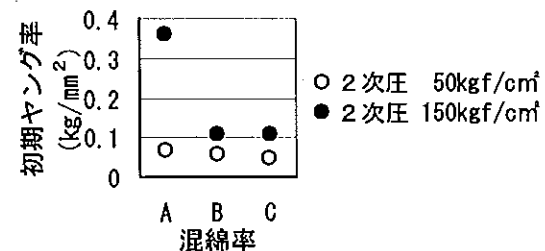


図24 ウォータージェット2次圧がよこ方向の初期ヤング率に及ぼす影響

(1) 強伸度特性

図19、20、21、22から分かるように、たて・よこ方向とも、ウォータージェット2次圧が大きくなると切断荷重も大きくなる。これは、ウォータージェット2次圧が大きいと繊維間の絡み合いの程度も強くなるからである。しかし、伸びに関しては、混綿率により差はあるものの、あまり影響は見られない。

(2) 初期ヤング率

図23、24によると、たて・よこ方向とも、レーヨン100%では、ウォータージェット2次圧の大きい方が高い初期ヤング率となる。しかし、混綿した場合には、ウォータージェット2次圧の影響は小さくなる。

3.2.5 混綿率の影響

[混綿率]

- A : レーヨン2d×51mm 100%
- B : レーヨン2d×51mm 70%、ポリエステル2×d51mm 30%
- C : レーヨン2d×51mm 50%、ポリエステル2×d51mm 50%
- D : レーヨン2d×51mm 30%、ポリエステル2×d51mm 70%
- E : ポリエステル2×d51mm 100%

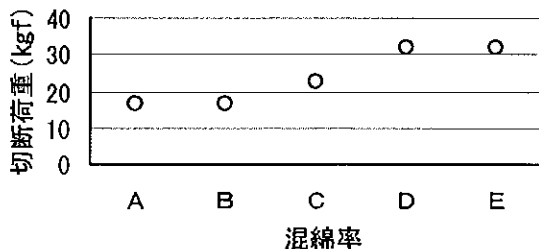


図25 混綿率がたて方向の切断加重に及ぼす影響

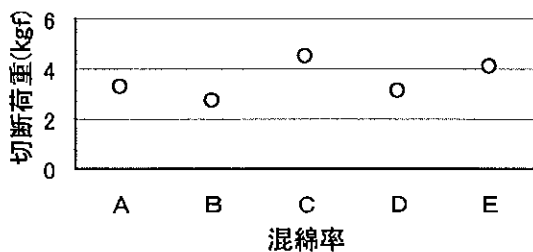


図26 混綿率がよこ方向の切断加重に及ぼす影響

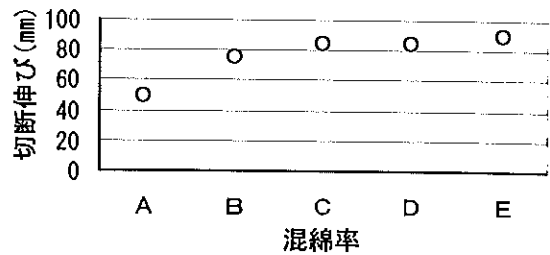


図27 混綿率がたて方向の切断伸びに及ぼす影響

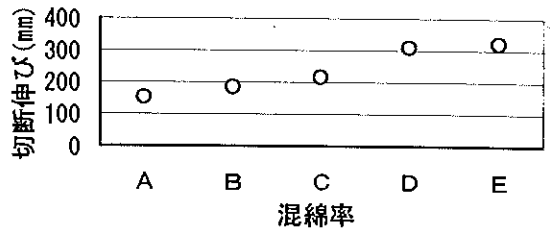


図28 混綿率がよこ方向の切断伸びに及ぼす影響

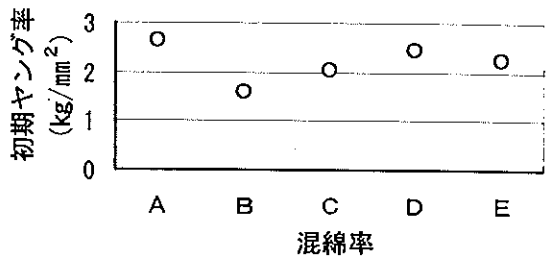


図29 混綿率がたて方向の初期ヤング率に及ぼす影響

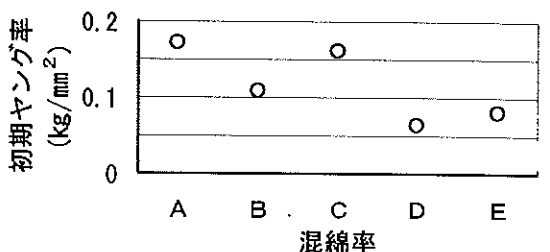


図30 混綿率がよこ方向の初期ヤング率に及ぼす影響

(1) 強伸度特性

図25、26、27、28によると、ポリエステルの割合が高くなるほど、たて・よこ方向とも切断強度は大きくなる傾向があるが、よこ方向では、ポリエステル100%の場合が、非常に大きい値となる。これは、ポリエステル繊維の力学的特性が大きな影響を与えることを示している。

(2)初期ヤング率

図29、30に見られるように、たて方向のヤング率においては、混綿率の影響はあまり顕著でない。しかし、よこ方向ヤング率はポリエステル100%の時に特に大きくなる。これは、ウェブ形成時点での繊維同士の絡み合いがよこ方向では少なく、また、ウォータージェットによってもよこ方向の絡み合いの影響があまり増加しないため、繊維の特性が直接的に影響しているためと考えられる。

3.2.6 ウォータージェットノズル径の影響

[混綿率]

A : レヨン2d×51mm 100%

B : レヨン2d×51mm 50%、ポリエステル2d×51mm 50%

C : レヨン2d×51mm 70%、ポリエステル2d×51mm 30%

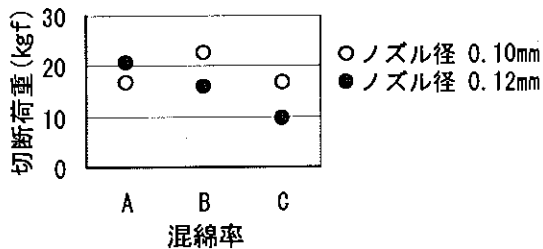


図31 ウォータージェットノズル径がたて方向の切断加重に及ぼす影響

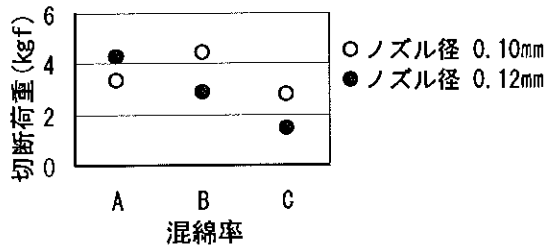


図32 ウォータージェットノズル径がよこ方向の切断加重に及ぼす影響

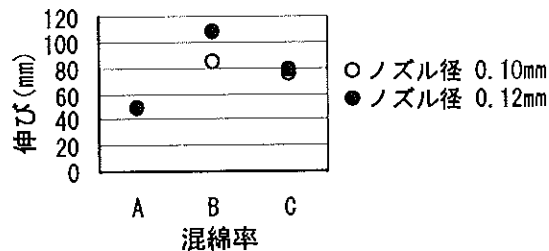


図33 ウォータージェットノズル径がたて方向の切断伸びに及ぼす影響

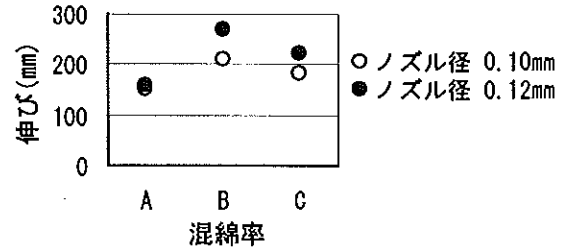


図34 ウォータージェットノズル径がよこ方向の切断伸びに及ぼす影響

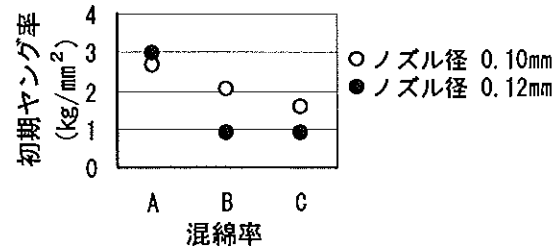


図35 ウォータージェットノズル径がたて方向の初期ヤング率に及ぼす影響

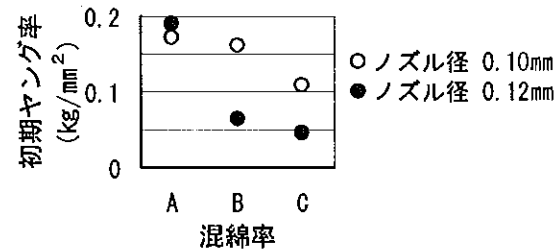


図36 ウォータージェットノズル径がよこ方向の初期ヤング率に及ぼす影響

(1)強伸度特性

図31、32、33、34に見られるように、レーヨン100%では、ノズル径の大きな方が切断強度も大きいですが、ポリエステルを混綿すると、逆の傾向となる。これは、繊維同士の絡み合いの程度に起因しており、ウォータージェットの影響を受けやすいレーヨンでは、ノズル径が大きくなると緊密に絡まりやすいためと考えられる。また、ポリエステルは、初期ヤング率が大きく、ウォータージェットの影響が、相対的に小さいためと予測される。伸びに関しては、ノズル径の影響は少ない。

(2)初期ヤング率

図35、36に見られるように、レーヨン100%では、ノズル径の大きい方が、初期ヤング率も大きいですが、ポリエステルの混綿すると、

逆の傾向となる。この理由も強伸度特性に関する考察と同じ原因であると考えられる。

3.2.7 ウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズの影響

[混綿率]

A : レヨン2d×51mm 100%

B : レヨン2d×51mm 50%、ポリエステル2d×51mm 50%

C : レヨン2d×51mm 70%、ポリエステル2d×51mm 30%

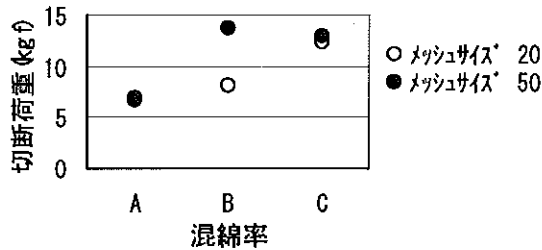


図37 搬送ベルトメッシュサイズがたて方向の切断加重に及ぼす影響

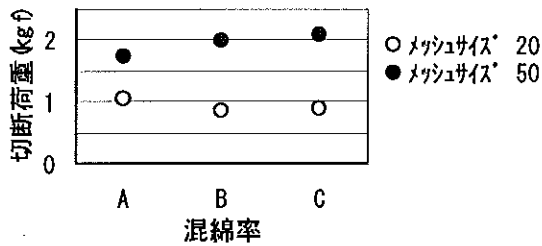


図38 搬送ベルトメッシュサイズがよこ方向の切断加重に及ぼす影響

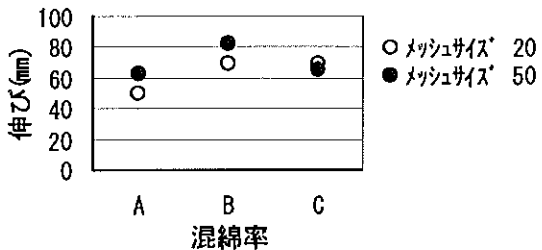


図39 搬送ベルトメッシュサイズがたて方向の切断伸びに及ぼす影響

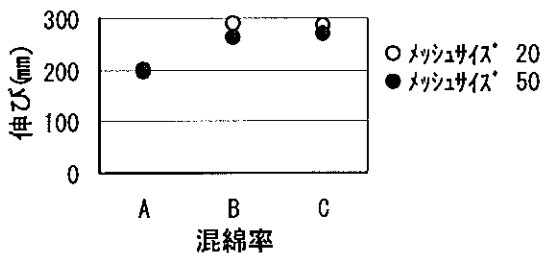


図40 搬送ベルトメッシュサイズがよこ方向の切断伸びに及ぼす影響

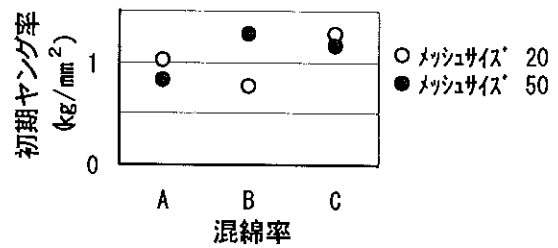


図41 搬送ベルトメッシュサイズがたて方向の初期ヤング率に及ぼす影響

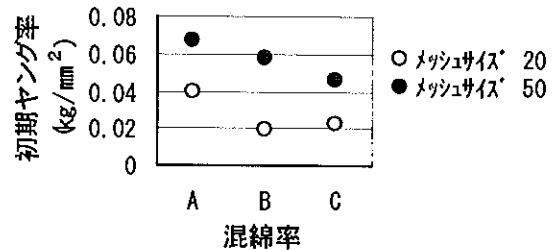


図42 搬送ベルトメッシュサイズがよこ方向の初期ヤング率に及ぼす影響

(1) 強伸度特性

図37、38、39、40に見られるように、混綿率によって異なるが、搬送ベルトのメッシュサイズが大きい、すなわち目の細かい方が、切断荷重が大きくなるが、切断伸びは、あまり変化を受けない。

(2) 初期ヤング率

図41、42に見られるように、特によこ方向では、メッシュサイズが大きい方が、初期ヤング率は大きくなる。以上のことから、搬送ベルトのメッシュサイズを細かくすれば、それだけ、ウォータージェットの利用率が高くなり、ウェブ中で繊維同士が緊密に絡み合うと考えられる。

3.3 力学的特性(引張・剪断・曲げ・圧縮・表面特性)に及ぼす影響

3.3.1 織度の影響

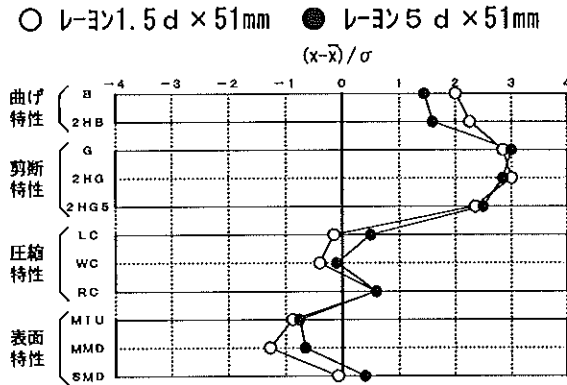


図43 織度が力学的特性に及ぼす影響
(ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

織度は、主として不織布の基本表面・圧縮特性に影響を及ぼす。表面特性に関しては、織度が大きいと、不織布の表面の凸凹が大きくなり、平均摩擦係数が増大する。また、圧縮特性に関しては、細い繊維の方が曲がりやすいため、圧縮されやすくなっている。しかし、引張試験の結果と同様に織度の影響は比較的小さい。

3.3.2 繊維長の影響

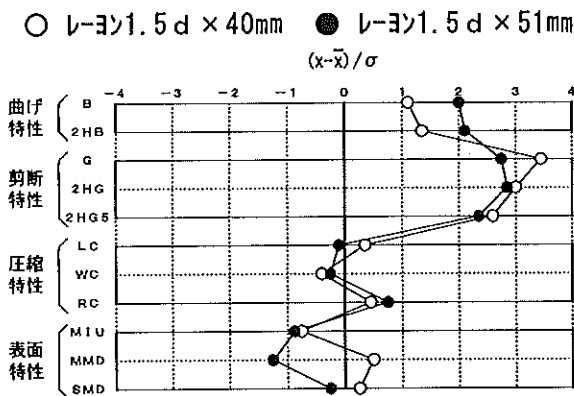


図44 繊維長が力学的特性に及ぼす影響
(ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

繊維長は、主として不織布の曲げ・表面特性に影響を及ぼす。長い繊維の方がウオータ

ージェットにより絡みやすい傾向があり、曲げ剛性が大きくなる。また、繊維が短い場合は、布の表面に繊維の末端が突き出し、表面の凸凹が大きくなると考えられる。

3.3.3 繊維の種類の影響

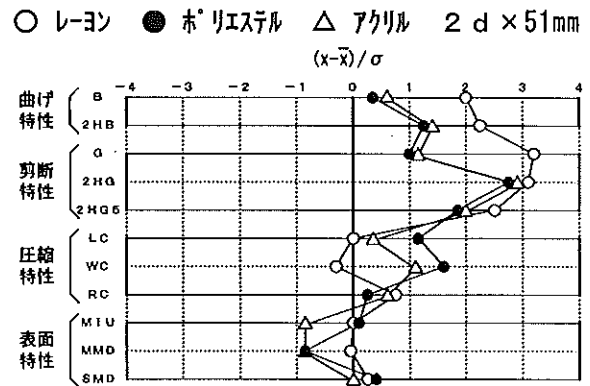


図45 繊維の種類が力学的特性に及ぼす影響
(ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

レーヨンは、ヤング率が大きく、曲げ剛性や剪断剛性が大きい。その力学的特徴が不織布に反映されている。また、圧縮特性に関しては、ポリエステル値が大きく、これも繊維の性質が直接的に反映されている。すなわち、不織布では、繊維そのものの性質が、不織布の性質に直接的に影響する。

3.3.4 ウォータージェット2次圧の影響

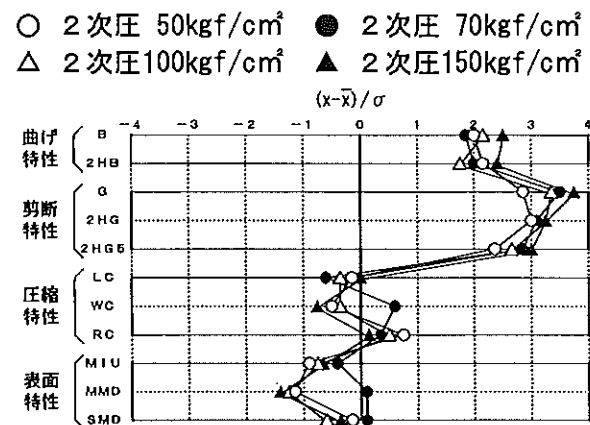


図46 ウォータージェット2次圧が力学的特性に及ぼす影響
(レーヨン1.5d × 51mm 100%)

● 2次圧 50kgf/cm² ○ 2次圧150kgf/cm²

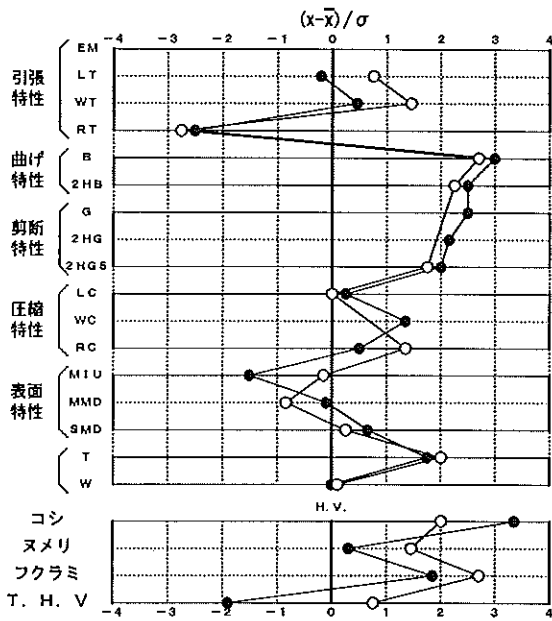


図47 ウォータージェット2次圧が力学的特性に及ぼす影響

ウォータージェット2次圧は、不織布の基本力学量に及ぼす影響は比較的小さいが、2次圧が大きくなれば、引張りにくく、曲げ剛く、剪断剛く、回復性は悪くなる傾向にある。これは、2次圧が大きいほど、繊維同士の結合が強いためと考えられる。

3.3.5 混綿率の影響

○レーヨン70%、●ポリエステル30% ●レーヨン30%、●ポリエステル70%

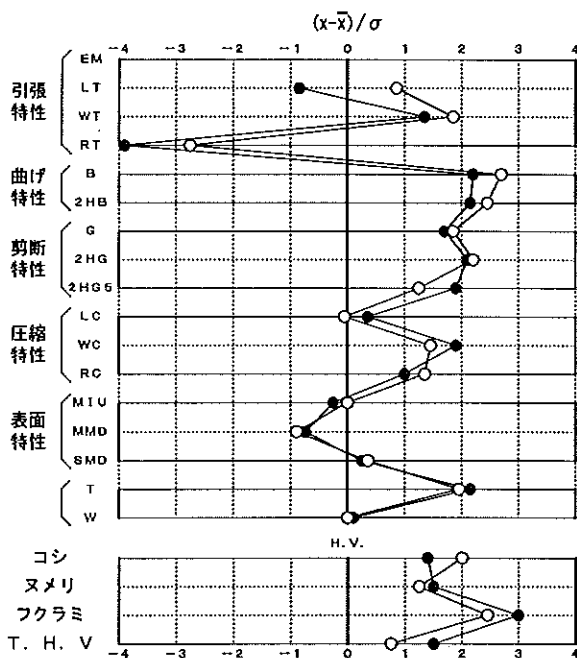


図48 混綿率が力学的特性に及ぼす影響

混綿率の不織布の基本力学量に及ぼす影響は小さいが、レーヨン70%、ポリエステル30%では、引張強く、曲げ剛く、コシのある不織布になっている。また、レーヨン30%、ポリエステル70%では、圧縮剛く、フクラミのある布となっている。

3.3.6 ウォータージェットノズル径の影響

● ノズル径 0.10mm ○ ノズル径 0.12mm

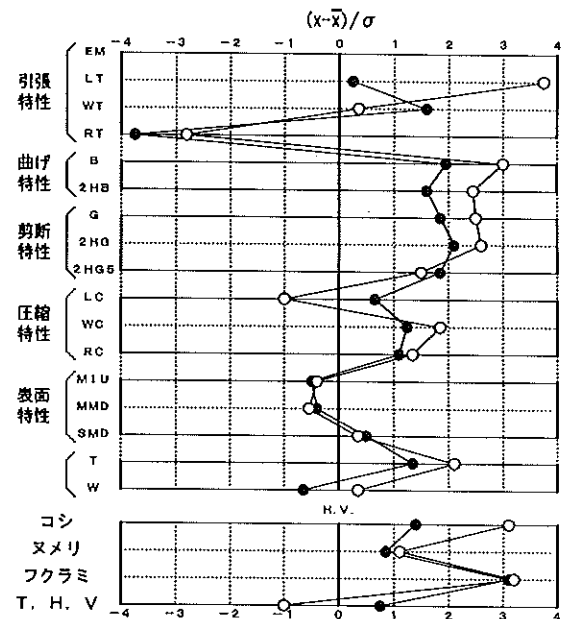


図49 ウォータージェットノズル径が力学的特性に及ぼす影響(レーヨン100%)

● ノズル径 0.10mm ○ ノズル径 0.12mm

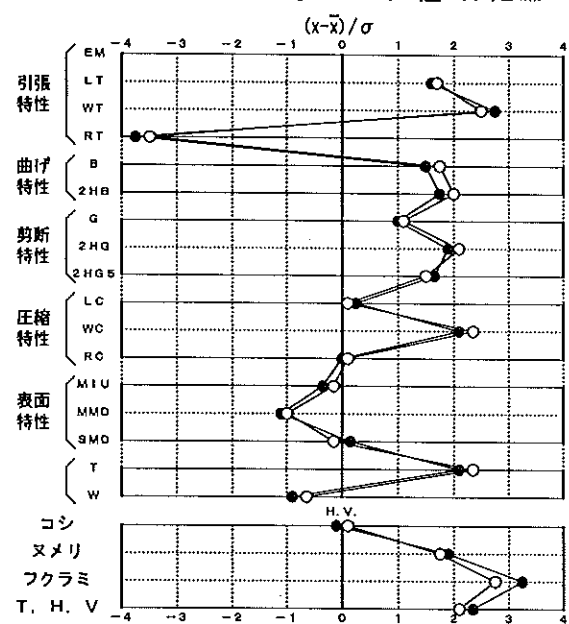


図50 ウォータージェットノズル径が力学的特性に及ぼす影響(ポリエステル100%)

レーヨン100%では、ノズル径が大きくなると、引張・曲げ・剪断剛く、コシのある不織布となる傾向がある。これは、ノズル径が大きいと、繊維の受けるダメージも大きくなるためと考えられる。ポリエステル100%では、ノズル径の影響はほとんど見られず、レーヨンの方がウォータージェットの影響を受けやすいことが分かる。

3.3.7 ウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズの影響

○ メッシュサイズ 20 ● メッシュサイズ 50

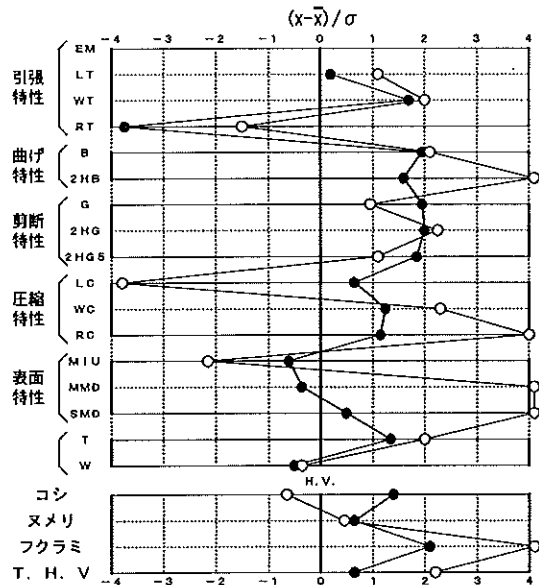


図51 搬送ベルトメッシュサイズが力学的特性に及ぼす影響(レーヨン100%)

○ メッシュサイズ 20 ● メッシュサイズ 50

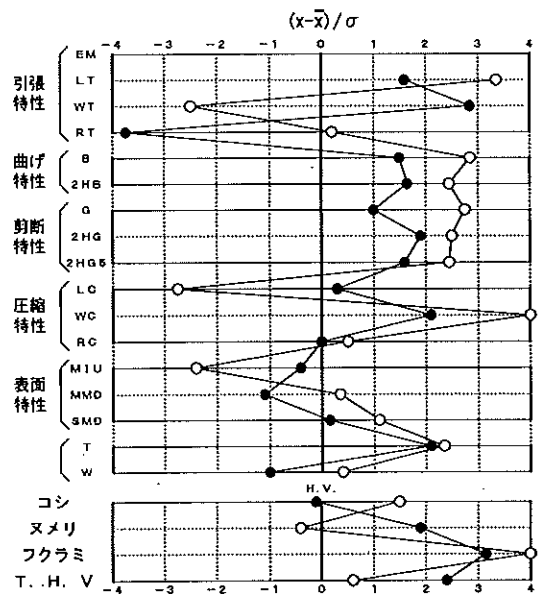


図52 搬送ベルトメッシュサイズが力学的特性に及ぼす影響(ポリエステル100%)

ウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズは、不織布の基本力学量に大きく影響する。レーヨン100%では、メッシュサイズ20のほうが、引張剛く、回復性は悪く、表面の凸凹が大きくなる。網目が粗くなれば、ウォータージェットによって不織布中の繊維の変形が大きくなるためと考えられる。ポリエステル100%の場合も同様であるが、表面特性にはあまり影響を及ぼさない。

また、ポリエステルの方が、レーヨンよりもメッシュサイズの影響は小さい。

3.4 吸水特性に及ぼす影響

3.4.1 吸水特性に影響を及ぼす要因

不織布の吸水性は、主として繊維集合体中の空隙に毛細管現象により水を吸水することと繊維内部への吸着とからなる。これは、繊維の親水性、疎水性、あるいは不織布の構造によって影響を受け、製造条件によって変化するものと考えられる。おむつ、医療用品、生活用品、ワイパーなどに広く用いられるспанレース不織布にとっては、吸水性は最も重要な特性である。ここでは比較的新しい測定法であるラローズ法を用いて検討した。吸水性の評価項目として初期吸水速度、飽和吸水量を求めた。

3.4.2 織度の影響

レーヨン100%、繊維長を51mmと固定し、織度を1.5d、5dと変化させて製造したспанレース不織布の吸水曲線を図53に示す。

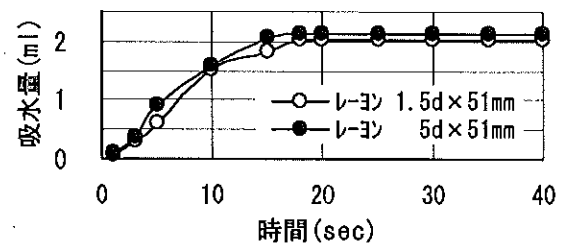


図53 織度が吸水曲線に及ぼす影響 (ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

1.5dと5dとでは、織度の大きな5dの方が高い吸水量を示している。本来ならば、繊維の細かいほうが多数の毛細管が生じるので吸水性は良いと考えられるが、重りによる圧縮で繊維間の空隙が押し潰され、毛細管が閉ざされた状態となったためと考えられる。

3.4.3 繊維長の影響

レーヨン100%、繊度を1.5dと固定し、繊維長を40mm、51mmと変化させて製造したспанレース不織布の吸水曲線を図54に示す。

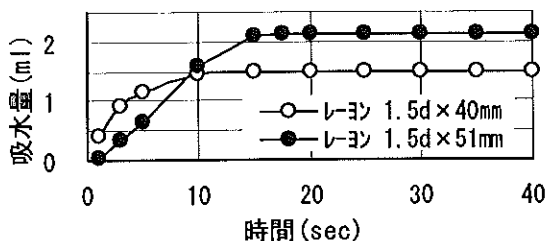


図54 繊維長が吸水曲線に及ぼす影響
(ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

繊維長は、不織布の吸水特性に大きな影響を及ぼし、40mmと51mmを比較すると、初期吸水速度は繊維の短い40mmの方が高くなる。最終的な吸水量は、繊維の長い51mmの方が高い。これは、繊維の長いものは、繊維間の絡みが強く、また、毛細管も長いため、吸水も途切れにくくなるためと考えられる。

3.4.4 繊維の種類の影響

ポリエステル、アクリルについては吸水性が極めて低いため、比較ができなかった。

3.4.5 ウォータージェット2次圧の影響

ウォータージェットの2次圧を50、150kgf/cm²と変化させて製造したспанレース不織布の吸水曲線を図55、56、57、58に示す。

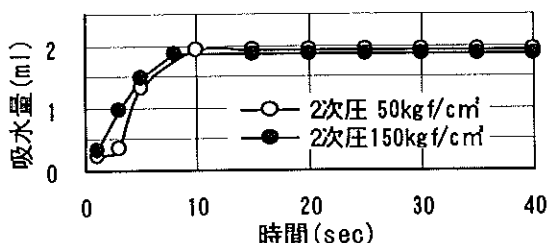


図55 ウォータージェット2次圧が吸水曲線に及ぼす影響
(レーヨン0.8d x 38mm 100%)

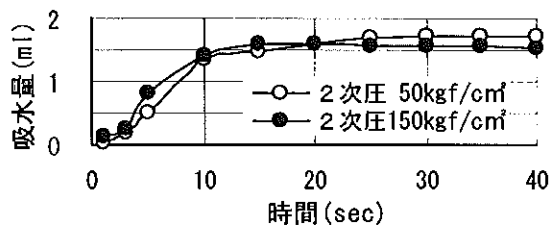


図56 ウォータージェット2次圧が吸水曲線に及ぼす影響
(レーヨン2d x 51mm 100%)

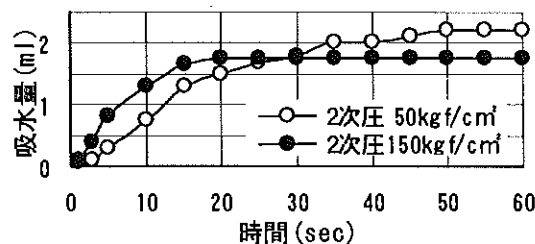


図57 ウォータージェット2次圧が吸水曲線に及ぼす影響
(レーヨン2d x 51mm 70%、ポリエステル2d x 51mm 30%)

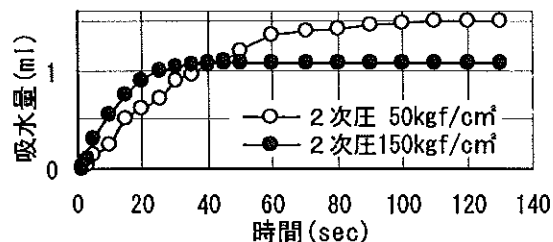


図58 ウォータージェット2次圧が吸水曲線に及ぼす影響
(レーヨン2d x 51mm 50%、ポリエステル2d x 51mm 50%)

各グラフとも同様の傾向を示している。初期の吸水速度に関しては、ウォータージェット2次圧の大きい方が高い吸水速度を示すが、ある時点で交差し、最終的にはウォータージェット2次圧の小さな方が高い飽和吸水量となる。これは2次圧による不織布中の繊維状態の違いによると考えられる。ウォータージェット2次圧が大きくなるほど、特定の細孔径に集中して穴があく状態となり、ウォータージェット2次圧が小さいと多様な細孔径が広く分布している状態となる。重りを受けた状態では、後者における大きな細孔径が押し潰されず、吸水されるので、最終的な飽和吸水量が多くなっていると考えられる。図

57、58のように混綿率の違いによって吸水量が逆転するまでの時間が長くなっているのは、ポリエステルがクッションとなって結果的に押し潰されるまでの時間が長いと考えられる。

中間細孔径を加えたグラフを図59、60、61に示す。

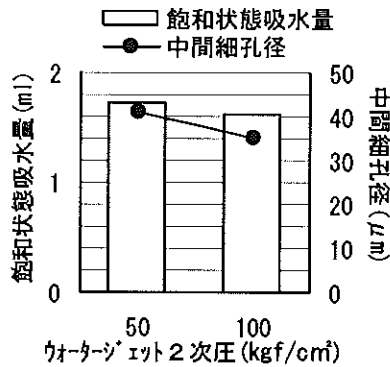


図59 2次圧と中間細孔径と吸水量の関係 (レーヨン2 d × 51mm 100%)

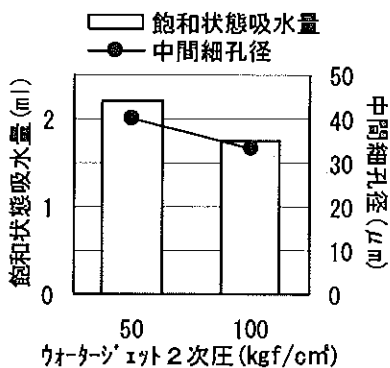


図60 2次圧と中間細孔径と吸水量の関係 (レーヨン2d×51mm70%、ポリエステル2d×51mm30%)

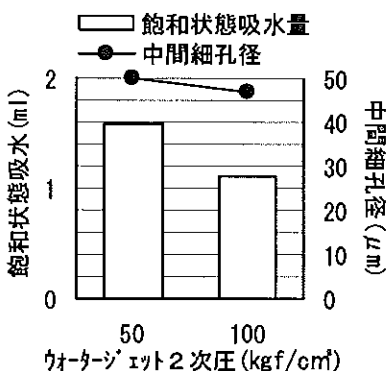


図61 2次圧と中間細孔径と吸水量の関係 (レーヨン2d×51mm50%、ポリエステル2d×51mm50%)

いずれも中間細孔径が小さくなるウォータージェット2次圧150kgf/cm²の方が、吸水性は低くなっている。

3.4.6 混綿率の影響

繊維度、繊維長が同じ(2 d × 51mm)レーヨンとポリエステルの混綿率を変化させて製造したスパンレース不織布の吸水曲線を図62に示す。

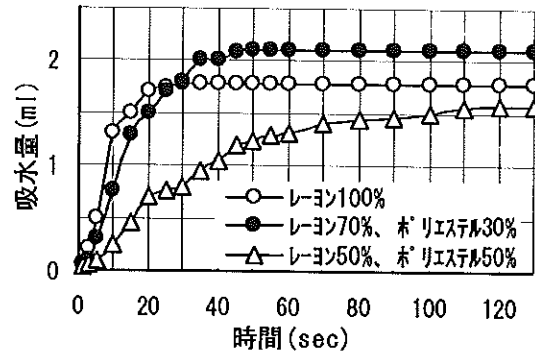


図62 混綿率が吸水曲線に及ぼす影響 (ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

初期吸水速度に関しては、レーヨンの割合が多い順に速い。これは、繊維の性質を直接的に反映している結果である。しかし、30秒以降になると、レーヨン100%の試料よりレーヨン70%、ポリエステル30%の試料の方が吸水性が高くなっており、最終的な飽和吸水量においても同様にレーヨン70%、ポリエステル30%の試料が最も高い結果となっている。繊維の性質を考えれば、親水性繊維であるレーヨン100%の試料ほど吸水性が高いはずであるが、レーヨンは同時に強度が小さく、圧縮されやすいという性質もあり、ラローズ法では一定の重りによる圧力を加えているため、その重さで圧縮されてしまい、毛細管現象が遮断された結果と考えられる。一方、レーヨン70%、ポリエステル30%の試料では、ポリエステルのコシある剛直な性質により、重りを載せても繊維が座屈することが少なく、かえってクッションの役目をし、レーヨンの吸水性を助長したと考えられ、レーヨン100%の試料よりもかえって吸水性の高い結果となった。

親水性繊維の方が吸水性が高いのは確かであるが、布で液体を吸収させる状態を考えれば、ある程度の力が加わるのは当然で、疎水性繊維のポリエステルとの混綿にした方がお互いの長所を生かし、実用的な吸水特性を得ることができる。

中間細孔径を加えたグラフを図63に示す。

[混綿率]

- A : レーヨン2d×51mm 100%
- B : レーヨン2d×51mm 70%、ポリエステル2d×51mm 30%
- C : レーヨン2d×51mm 50%、ポリエステル2d×51mm 50%

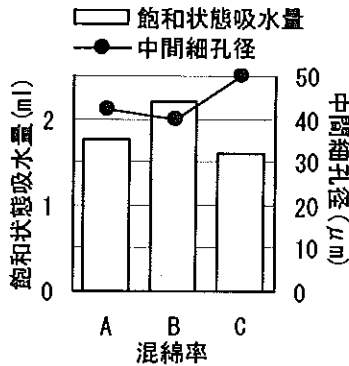


図63 混綿率と中間細孔径と吸水量の関係 (ウォータージェット2次圧 50kgf/cm²)

中間細孔径の大きな混綿率レーヨン50%、ポリエステル50%が吸水量が少ない。ポリエステルの割合が多いということが中間細孔径に関わっているためと考えられる。

3.4.7 ウォータージェットノズル径の影響

各混綿率についてノズル径を0.10mm、0.12mmと変化させて製造したスパンレース不織布の吸水曲線を図64、65、66に示す。

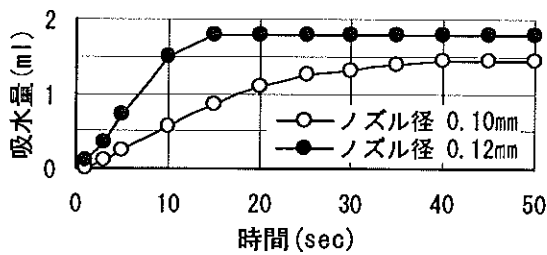


図64 ウォータージェットノズル径が吸水曲線に及ぼす影響 (レーヨン2d×51mm 100%)

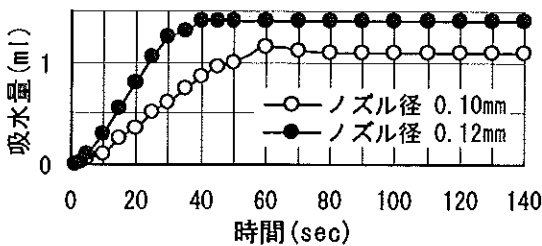


図65 ウォータージェットノズル径が吸水曲線に及ぼす影響 (レーヨン2d×51mm70%、ポリエステル2d×51mm30%)

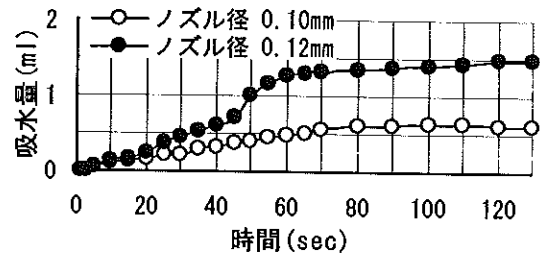


図66 ウォータージェットノズル径が吸水曲線に及ぼす影響 (レーヨン2d×51mm50%、ポリエステル2d×51mm50%)

全体を通して、ノズル径0.12mmの場合の方が高い吸水量や吸水速度を示している。

中間細孔径を加えたグラフを図67、68、69に示す。

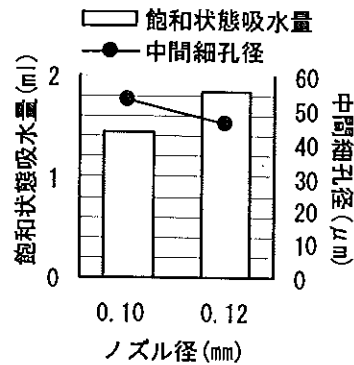


図67 ノズル径と中間細孔径と吸水量の関係 (レーヨン2d×51mm 100%)

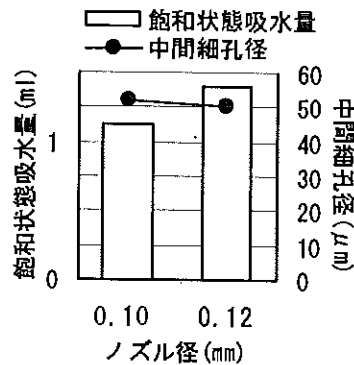


図68 ノズル径と中間細孔径と吸水量の関係 (レーヨン2d×51mm70%、ポリエステル2d×51mm30%)

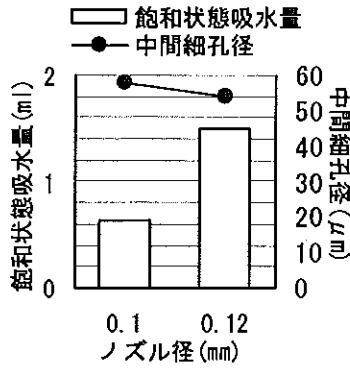


図69 ノズル径と中間細孔径と吸水量の関係
(レーヨン2d×51mm50%、ホ®リエステル2d×51mm50%)

中間細孔径の大きなノズル径0.12mmの方が吸水性が高い。ノズル径が大きいということは、前述の結果から圧縮弾性の大きな不織布を製造することになる。また、多様な大きさの細孔が開き、空隙率もやや小さくなり、これらの要因が吸水性を良くしたと考えられる。

3.4.8 ウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズの影響

各混綿率についてウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズを20、50と変化させて製造したспанレース不織布の吸水曲線を図70、71、72に示す。

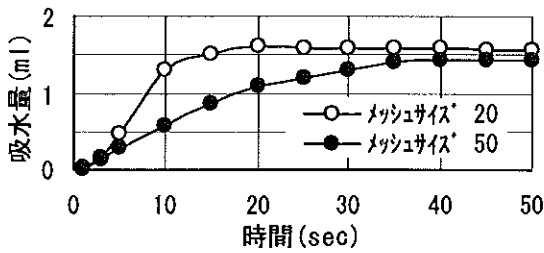


図70 搬送ベルトメッシュサイズが吸水曲線に及ぼす影響
(レーヨン2d×51mm 100%)

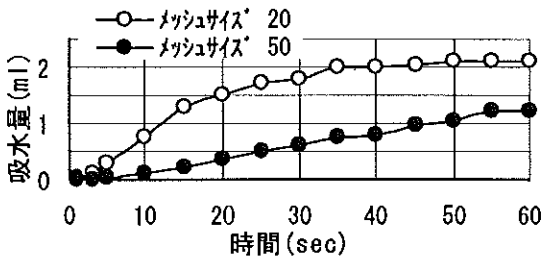


図71 搬送ベルトメッシュサイズが吸水曲線に及ぼす影響
(レーヨン2d×51mm70%、ホ®リエステル2d×51mm30%)

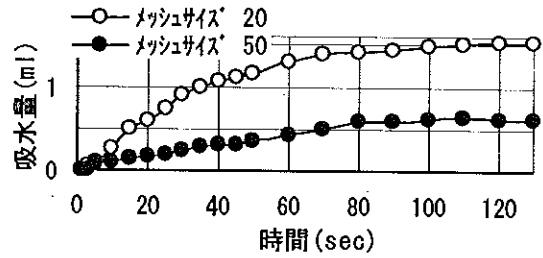


図72 搬送ベルトメッシュサイズが吸水曲線に及ぼす影響
(レーヨン2d×51mm50%、ホ®リエステル2d×51mm50%)

全体を通して、メッシュサイズ20の方が高い吸水性を示している。

中間細孔径を加えたグラフを図73、74、75に示す。

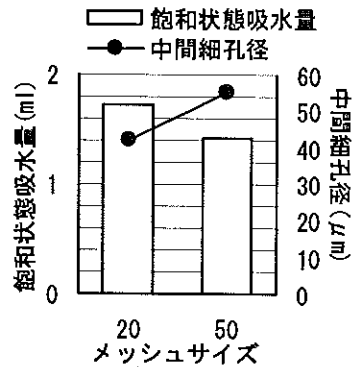


図73 メッシュサイズと中間細孔径と吸水量の関係
(レーヨン2d×51mm 100%)

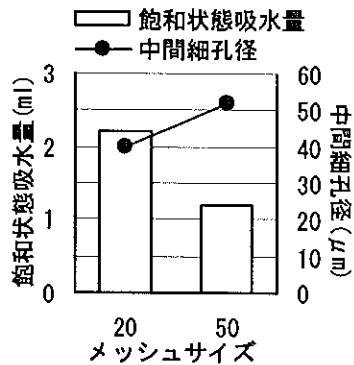


図74 メッシュサイズと中間細孔径と吸水量の関係
(レーヨン2d×51mm70%、ホ®リエステル2d×51mm30%)

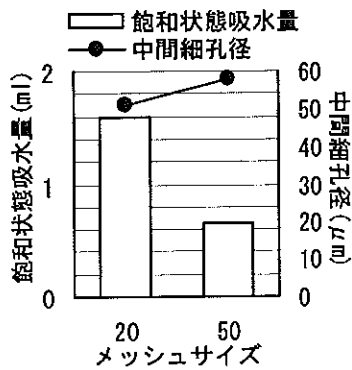


図75 メッシュサイズと中間細孔径と吸水量の関係
(レーヨン2d×51mm50%、ポリエステル2d×51mm50%)

中間細孔径の小さなメッシュサイズ20の方が吸水性の良くなる原因として、メッシュが粗いほどウォータージェットがよく通り抜け、多様な細孔径が形成され、空隙率もやや小さいことが挙げられる。

3.5 スパンレース不織布の構造と力学的特性及び吸水特性との関係

これまでの実験結果から、ウォータージェットの作用が不織布の構造や力学的特性及び吸水特性に大きく影響することが実験的に証明された。ここでは、ウォータージェットの作用を中心として他の製造条件を変化させた場合について考察する。

3.5.1 織度の影響

細い繊維は、曲がりやすく圧縮されやすいので繊維同士が絡まりやすい。従って、ウォータージェットの影響を直接的に受ける。

その結果、細孔径分布では、同じ大きさの小さい細孔が多数生じる。

その結果、力学的特性においては、細孔径の大きさにバラツキが少ないため、曲げ剛性、圧縮剛性が小さくなる。

吸水特性においては、毛細管現象が生じやすいため、良好となる。しかし、重りを載せた場合は、重りにより圧縮され、毛細管現象が制限されるため、吸水量は少なくなる。

繊維の太いものは、不織布として嵩高く、組織の乱れも少なく、曲げ剛性も大きいので、

繊維同士が絡まりにくく、ウォータージェットの影響は受けにくい。ウォータージェット2次圧が大きくなると、少し影響を受ける。

その結果、細孔径分布では、ピーク(特定の細孔径に集中)は見られず、なだらかな広い分布となる。しかし、ウォータージェット2次圧が大きくなると、低いピークが見られるようになる。

その結果、力学的特性においては、曲げ剛性、圧縮剛性は大きく、初期ヤング率は低くなる。

吸水特性においては、繊維が太いため、小さな空隙が少なくなり、吸水が悪くなるが、重りを載せた場合は、クッション性があるので吸水性はあまり低下しない。

3.5.2 繊維長の影響

繊維が短いと、絡みにくいが、ウォータージェットによって位置が移動しやすく、繊維間の空間が大きくなり、ウォータージェットの影響は受けやすい。

その結果、細孔径分布では、特定の大きさの細孔径分布が多数生じる。

その結果、力学的特性においては、初期ヤング率が大きく、切断伸びも大きくなる。

吸水特性においては、たて・よこ方向とも吸水性は良くなるが、これは密な毛細管現象が生じるからである。

繊維が長いと、繊維同士は絡まりやすいが、繊維の集合体が生じ、ウォータージェットが通りやすく、その影響は受けにくい。しかし、ウォータージェット2次圧が大きくなると、少し影響を受ける。

その結果、細孔径分布では、あまりピークは見られないが、ウォータージェット2次圧が大きくなると、小さいピークが見られるようになる。

その結果、力学的特性においては、曲げ剛

性は大きくなり、また、繊維が塊状になるので、表面の滑らかさの度合いは低い。

吸水特性では、塊状の繊維集合体により、毛細管状の直線的な繊維空隙ができにくく、吸水性はあまり良くない。

3.5.3 繊維の種類の影響

表2 繊維の種類と物性

繊維の種類	レーヨン	アクリル	ポリエステル
引張強さ(g/d)	2.8	3.7	4.9
伸び率—乾燥(%)	19	40	30
伸び率—湿潤(%)	25	42	30
初期ヤング率(g/d)	55	43	120
ねじり剛性(gf·cm/tex)	—	0.097	0.041

レーヨンは、湿潤するとより強度が小さくなり、また、伸度も大きく、ウォータージェットの影響を受けやすい。

その結果、細孔径分布では、特定径の細孔が集中して空いてる状態となり、ウォータージェット2次圧が大きくなるほど、そのピークは高くなり、細孔径は小さくなっている。

その結果、力学的特性では、曲げ剛性、回復性が良く、剪断剛性も大きくなり、また、圧縮されやすくなる。

吸水特性では、親水性繊維であるので、本質的に吸水特性が優れているが、重りを載せた場合では、圧縮され、吸水性が低下する。

アクリルは、弾性にすぐれ、嵩高な繊維なので、ウォータージェット通過後に元の状態に戻りやすく、ウォータージェットの影響はあまり受けない。

その結果、細孔径分布では、複数の小さいピークが見られるようになり、ウォータージェット2次圧が大きくなるほど、なだらかな、広い分布となっている。

その結果、力学的特性では、圧縮剛くなる。

ポリエステルは、初期ヤング率が大きく、曲げ剛性も大きいため、ウォータージェットの影響をあまり受けない。

その結果、細孔径分布では、ウォータージェット2次圧の小さいときには大きなピークは見られないが、ウォータージェットが大きくなるとピークができ、細孔径も大きくなっている。

その結果、力学的特性では、曲げ剛く、剪断剛くなる。

3.5.4 ウォータージェット2次圧の影響

ウォータージェット2次圧が小さいと、ウェブに当たったときの衝撃は小さく、ものによっては、よく通り抜ける。

その結果、細孔径分布では、レーヨンのような曲げ剛性の小さい繊維の場合、ウォータージェット2次圧が小さくても、特定の径の細孔を持つ。しかし、ポリエステルのような強度の大きい繊維の場合は、ウォータージェット2次圧力が小さいとなだらかな分布となる。

その結果、力学的特性では、引張強度、初期ヤング率は小さく、曲げ剛性、剪断剛性、回復性は大きくなる。

ウォータージェット2次圧が大きいと、衝突エネルギーが大きく、つまり仕事量が大いなので、不織布に与えるダメージは大きい。

その結果、細孔径分布では、特定の径の細孔をもち、ポリエステルのような強度の大きい繊維の場合でも、ピークが見られる。

その結果、力学的特性では、引張強度、初期ヤング率は大きく、曲げ剛性、剪断剛性、回復性は小さくなる。

3.5.5 ウォータージェットノズル径の影響

ウォータージェットノズル径が小さいと、布に当たる面積が小さく、衝突エネルギーは小さいので、布に与えるダメージは小さい。そのため、ウォータージェットの影響も小さい。

その結果、細孔径分布では、特定の細孔に集中した穴が空く。

↓
その結果、力学的特性では、引張強度、曲げ剛性、剪断剛性は小さくなる。
吸水特性では、吸水性はやや低めである。

ウォータージェットノズル径が大きいと、布に当たる面積が大きく、衝突エネルギーは大きいので、布に与えるダメージは大きい。そのため、ウォータージェットの影響は大きい。

↓
その結果、細孔径分布は、細孔径は大きく高い分布になる。

↓
その結果、力学的特性では、引張強度、曲げ剛性、剪断剛性は大きくなる。

↓
多様な細孔をもち、空隙率もやや小さいので、吸水性は高い。

3.5.6 ウォータージェット搬送ベルトメッシュサイズの影響

メッシュサイズが大きい、すなわち目が粗いと、繊維の支持点間の距離が長くなり、ウォータージェットは、搬送ベルトを抜けやすくなるとともに、ウォータージェットの衝突力に対してウェブを支え切れず、ウェブがずれることもあり、曲がりやすい。

↓
その結果、細孔径分布は、高い頻度で特定の細孔が空く。

↓
その結果、力学的特性では、初期ヤング率は小さく、表面の凹凸は大きい。

↓
吸水性は高い。

メッシュサイズが小さいと、メッシュはウェブをしっかり支持しているため、曲がりにく

く、ウォータージェットの影響は受けにくい。

↓
その結果、細孔径分布は、広くなだらかなる。

↓
その結果、力学的特性では、初期ヤング率は大きい。

↓
吸水性は低い。

4 まとめ

(1) スパンレース不織布の細孔径分布では、繊維の種類よりも製造条件の影響を受ける。特定の細孔径をもつ不織布を製造するには、ウォータージェットの搬送ベルトメッシュサイズ、ノズル径(レーヨンの場合)、2次圧を大きくすれば良い。また、繊維の形状に関しては、織度を小さくし、繊維長を長くすると良い。

(2) スパンレース不織布の力学的特性は、製造条件よりも繊維の種類の影響を大きく受ける。また、強伸度特性・初期ヤング率に優れた不織布を製造するには、織度を小さくし、繊維長を長くすると良い。製造条件では、混綿率が大きな影響を及ぼす。

(3) スパンレース不織布の吸水特性は、その細孔構造と直接的に関係し、圧力下での吸水では、混綿率によって大きな影響を受ける。レーヨン100%の不織布より、ポリエステルとの混綿にする方が飽和吸水量が大きくなるが、これは、繊維間の毛細管が確保できるためである。

以上のことから、用途に応じて要求される力学的特性や吸水特性を達成するためには、ここで検討した各種の条件を最適に設定することが必要である。

参考文献

- 1) 繊維便覧－原料編－, 繊維学会, 丸善出版(1968)
- 2) 繊維製品消費科学ハンドブック, 日本繊維製品消費科学会, 光生館(1988)
- 3) 数値流体力学, 保原充, 東京大学出版社(1992)
- 4) 物理学字典, 物理学字典編集委員会, 培風館(1984)
- 5) 弾性・破壊・流動論, J. C. シュガー, 共立出版(1980)
- 6) 実験化学講座13, 表面・界面, 日本化学会(1993)
- 7) 高分子と水分, 高分子学会編, 幸書房(1973)
- 8) 多孔材料－性質と利用－, 近藤連一, 技報堂出版(1982)
- 9) 材料と水分ハンドブック, 高分子学会, 共立出版(1968)
- 10) 繊維計測便覧, 繊維特性評価研究委員会, 日本繊維機械学会(1975)
- 11) 基礎からの被服材料学, 城島栄一郎, 文教出版(1988)
- 12) 衣生活の科学被服材料学15章, 日下部信幸, 衣生活研究会(1993)
- 13) 知りたかった繊維の話, ㈱東レ経営研究所(1994)
- 14) スパンレース不織布の製造条件がその力学的特性に及ぼす影響, 秋田悦子 木原彩, 京都女子大学卒業研究(1996)
- 15) スパンレース不織布の細孔径分布に及ぼす製造条件の影響, 大西優子 須崎朋子 芳井総, 京都女子大学卒業研究(1996)
- 16) スパンレース不織布の細孔径分布や力学的性質に及ぼす製造条件の影響, 植松実千代 園木香 近岡千夏, 京都女子大学卒業研究(1997)

謝 辞

本研究を行うに当たり、ご協力いただきましたカトーテック株式会社京都営業所並びに滋賀県東北部工業技術センターの皆様に対し、深く感謝いたします。

不織布を利用した加工シートの研究 (靴中敷の開発研究)

林 幸男 池 典泰 澤村 淳二 遠藤 恭範 森澤 純
*¹山岡 陸宏 *²西岡 克展

Study on Conversions of Nonwoven Fabrics

Yukio HAYASHI Noriyasu IKE Kiyotsugu SAWAMURA Yasunori ENDO Jun MORISAWA
*¹ Mutsuhiro YAMAOKA *² Katsunobu NISHIOKA

1 まえがき

当県の紙、不織布製造業で生産される製品は、家庭用薄葉紙等の衛生用紙から、レーヨン繊維やポリエステル繊維などの化学合成繊維を用いた湿式不織布や乾式不織布のティールバッグ用紙、家庭用・産業用フィルター用紙、ウェスペーパー、和紙風合いを生かした装飾用・包装用のファンシーペーパー及び、機能を追求した電解コンデンサ用紙や乾電池用紙など多品種にわたっている。

しかし、消費地での情報が入りにくかった等のため、一部を除いて最終商品として出荷されているわけではなく、原紙のままですでている場合が多い。近年の高速道路網や情報ツールの発達により、地方間格差は減少してきており、より付加価値の高い加工度を上げた商品の開発を目指す企業も育ちつつある。

また、当センターはそれらの企業の支援機関として、企業の技術者とともに新商品開発を目指す「21こうちかみわざ新商品開発事業」を行っており、新技術・新商品開発並びに、技術ノウハウの蓄積による技術指導を主要な業務のひとつとしている。

そのような事業を契機として昨年度は、紙や不織布の主として湿式ラミネート法による加工紙を試作し、医療、インテリア、壁材などをターゲットとした物性評価を行った。¹⁾今回はこれらの知見をもとに、県内企業2社と共同研究を行い、不織布や紙との複合シ-

トにアルミナ系人造エメリー研磨粉体(砥粒粉体)を主成分とする機能性粉体を塗工し、その遠赤外線放射機能に基づく保温性、脱臭性、抗菌性を保持しつつ、薄くて軽い靴用中敷を開発した(特許出願中)のでその概要を報告する。

2 実験方法

東京都や大阪府の量販店や靴の専門店で市販品約40点を購入したものをその材質、効能の特徴等について分析し、開発する不織布製靴中敷の目標を以下の項目とした。

- ①保温、抗菌、脱臭機能の付与
- ②吸水・吸汗性の保持
- ③通気性の保持
- ④足の裏に当たる表面の耐磨耗性の付与
- ⑤靴の内底にフィットする粉体層の摩擦性の付与
- ⑥薄くて軽くクッション性もある使い捨て商品

2.1 湿式不織布を基材とした試作

まず、昨年度実施した「湿式ラミネート法による加工紙の開発」で試作した湿式不織布を基材として評価することとし、坪量、厚さ、破裂強度、通気度、吸水量、摩擦感、耐磨耗性及び、圧縮特性について評価試験を行った。

*¹株式会社ヘイワ原紙 *²宇治電化学工業株式会社

2.2 乾式複合不織布を基材とした試作

高い吸水性を保持しながら、耐磨耗性を付与するために、レーヨンなどのセルロース系繊維のспанレース層とNBF繊維などの熱溶解性繊維のウェブ層をспанレース法で複合し基材とした。すなはち、当センターに設置されている多目的不織布製造装置(川之江造機株式会社製)を用いて、セルロース系繊維ウェブ(例えばレーヨン、2d×51mm)を比較的低水圧(50~70kgf/cm²)で水流交絡させた坪量約70g/m²のシートを作成した。次にこのシートをアンリールから繰り出しながら、その上にNBF-SH、3d×51mmのウェブを乗せ、より高水圧(100kgf/cm²)で水流交絡後乾燥熱処理した。また、足あるいはソックスが当たる表面の特性を変化させるため、NBF繊維にレーヨン繊維を10~30%混合し、同様の条件で試作を行う一方、それぞれの試作シートを当センターに設置されたエンボス試験機(吉永鉄工株式会社製)で100℃、5kgf/cm²の条件で処理し、表面特性をはじめとする物性のエンボスによる変化を評価した。

最終的にはこれらの当センターでの試作を基に、企業での可能な条件で生産実機の試作も行った。

2.3 砥粒粉体の塗工

上記で得られた湿式不織布の湿式ラミネートシート及び、乾式複合不織布シートを基材として、当センターに設置されたコーター&ラミネーター(岡崎機械工業株式会社製)のS字トップコーター部を用い、図1に示す遠赤外線放射曲線を持った砥粒粉体を塗工した。このときの塗工条件は例えば以下のとおりである。

S字トップクリアランス	400μm
運転速度	3m/min
乾燥温度	110℃
張力	インフィード 6kgf/cm ²
	繰り出し 4kgf/cm ²
	乾燥炉内 6kgf/cm ²
	巻き取り 6kgf/cm ²
塗工液	塗粒粉体 60%
	バインダー 38.5%
	増粘剤 1.5%

塗工量 約120g/m²

また、塗工した砥粒粉体面と靴の内底との摩擦性の大小により使用中のずれを押さえるため、平均粒子径の異なる砥粒粉体も塗工し、塗工面の表面摩擦等の試験も行った。

2.4 物性値の測定及び分析

基材シート及び塗工シートは、JIS P 8112 紙及び板紙のミュレン低压試験機による破裂強さ試験方法
JIS P 8118 紙及び板紙の厚さ及び密度試験方法
JIS P 8124 紙のメートル坪量試験方法
JIS P 8147 紙及び板紙の摩擦係数試験方法
JIS L 1906 一般長繊維不織布試験方法に規定された方法に従って試験した。カスタム式磨耗試験の条件は、平面法で押圧加重4.45N、空気圧 2.76×10^4 Pa、800ccの研磨紙を用いて行った。また、テーパ型磨耗試験の条件は、加重2.45N、磨耗輪CS-10、磨耗回数は100回で行った。

JISに規定がないが織物等の風合い試験で一般に行われている摩擦感試験は、カトーテック株式会社製摩擦感テスターを用い、圧縮試験は同社製ハンディー圧縮試験機を、通気度は同社製通気性試験機を用いて測定した。

また、脱臭試験は、所定濃度の4大悪臭成分と靴のいやな臭いの成分として知られているイソ吉草酸について、100cm²の試験片と3ℓのテドラーバッグ容器を用いた検知管法で測定した。

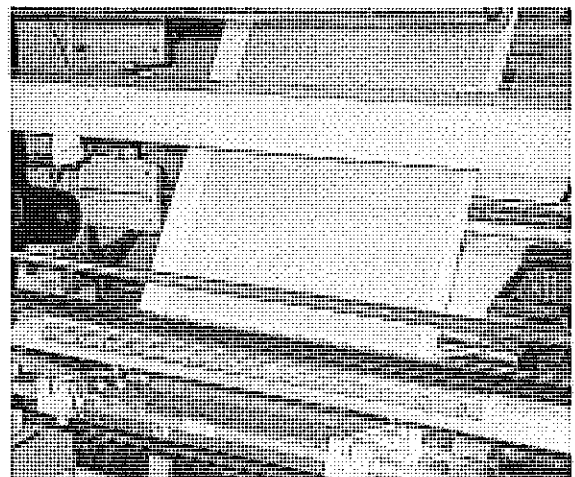


写真1 S字トップコーターでの塗工

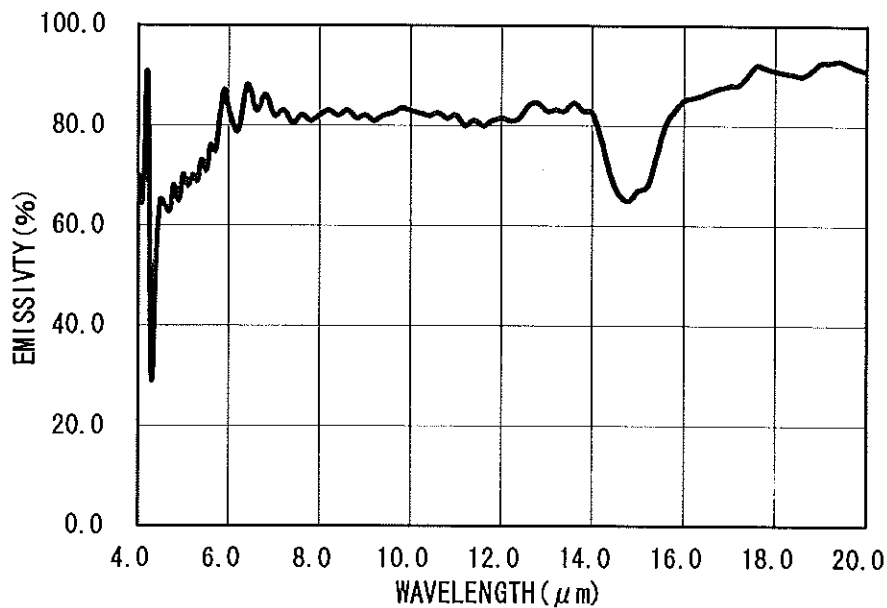


図1 砥粒粉体の遠赤外線放射曲線

3 結果及び考察

3.1 湿式不織布を基材とした試作

図2～3に湿式不織布1～4及びスパンレースの単層不織布と湿式ラミネートした複合不織布の主な物性を示した。湿式1は密度、通気度、吸水量などの値が示すように湿式不織布としては比較的高い柔軟な不織布である。湿式3は熱溶融繊維100%の湿式不織布であり、比破裂強度が大きく吸水量は小さい。また通気抵抗は比較的小さい値であった。湿式2は細デニールのPET繊維を配合してあり、密度、通気抵抗は大きい一方、吸

水量は小さい。湿式4は湿式1を熱処理したタイプで、密度、通気抵抗、比破裂強度ともに大きく吸水量は小さい。湿式2～4は靴中敷として使用時の吸汗性に関係する吸水量が小さいが、使用時の繊維の脱落ほつれに関係するテーバ型耐摩耗強度は比較的高かった。

湿式ラミネートした複合不織布は、10～12 g/m²のバインダー成分で接着しており、繊維層へのバインダーの浸透により物性に变化を生じさせる。密度、非破裂強度、通気抵抗、カスタム耐摩耗強度の増加、吸水量は低下し、テーバ耐摩耗強度はほとんど変わらなかった。

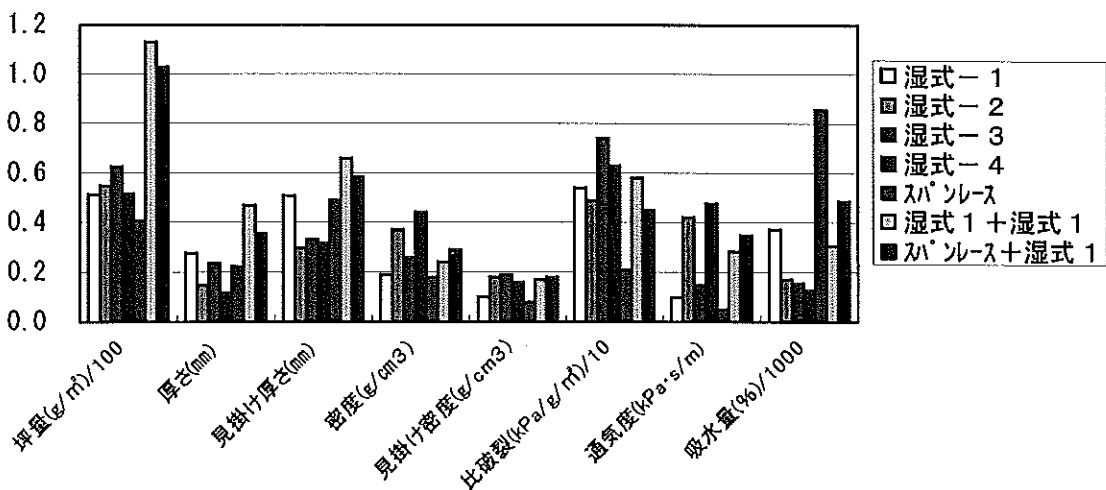


図2 物性1

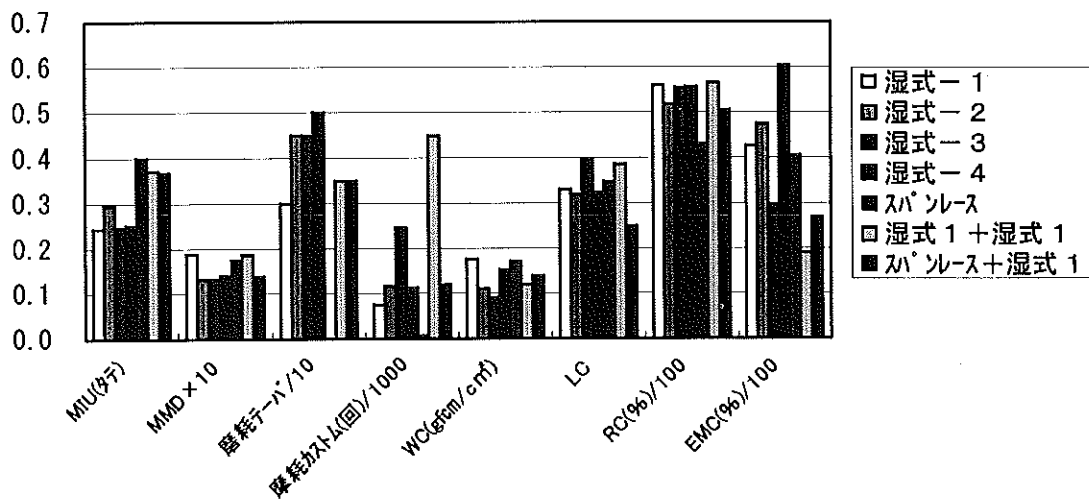


図3 物性2

塗工後のモニターテストからは、湿式1表面では、使用時のほつれが気になりクレームの対象との結果を得た。また、湿式2～4表面は湿式1と比較してその点改善されるが満足いく結果ではなかったし、吸水量の点で蒸れに対するクレームが予想された。

以上のことから、湿式不織布主体の基材では初期の目標である②吸水・吸汗性の保持、④足の裏に当たる表面の耐磨耗性の付与の点で満足できる商品の開発を断念した。

3.2 乾式複合不織布を基材とした試作

足の当たる表面は素足、綿製ソックス、ナイロン製ソックス等によりその最適な表面特性が異なることが予想されるので、図4～5では表面材の繊維を熱溶融繊維に対して0～30%のレーヨン配合した複合不織布の物性を示した。この図での実機原紙はレーヨン配

合は0%である。

レーヨン繊維の配合量の増加に従い、密度、通気抵抗は増加した。足の当たる表面の静摩擦係数の値は、レーヨン繊維の増加とともに大きくなり、使用時の滑り感が減少し、ナイロンソックス装着時の履き心地はよくなることが示唆された。測定時の加重が小さい摩擦感試験によるMIU値(動摩擦係数の平均値)は必ずしもそのような傾向は示さなかった。耐磨耗性は、テーバ型では目視の値ですべて5を示し、使用時の繊維の脱落ほつれに対しては十分な強度であり、後のモニターテストでも2週間から1ヶ月の耐久性が期待できた。擦り切れるまでの強度と測定するカスタム式の値は坪量の差が大きく影響して傾向はつかみにくかった。圧縮試験RCの値は、レーヨン繊維の増加と共に低くなり圧縮回復性は低下した。

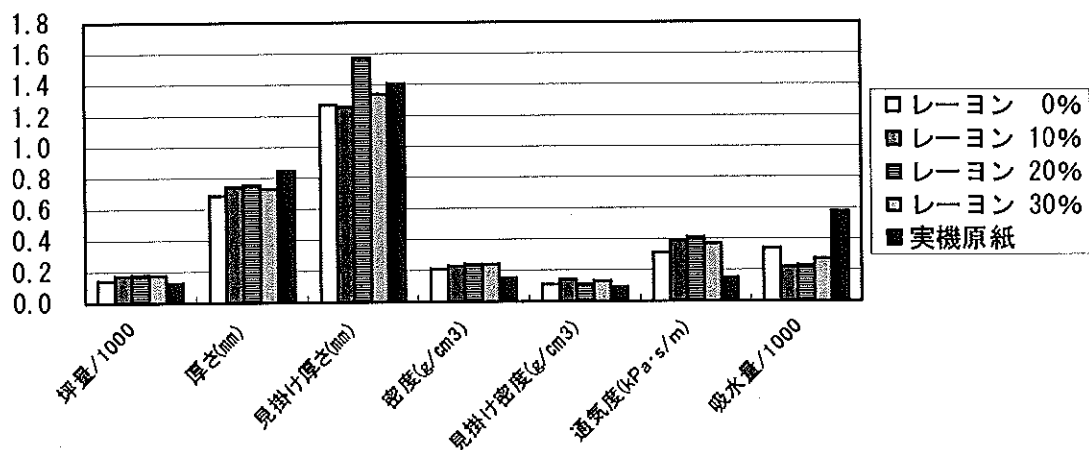


図4 複合不織布の物性1

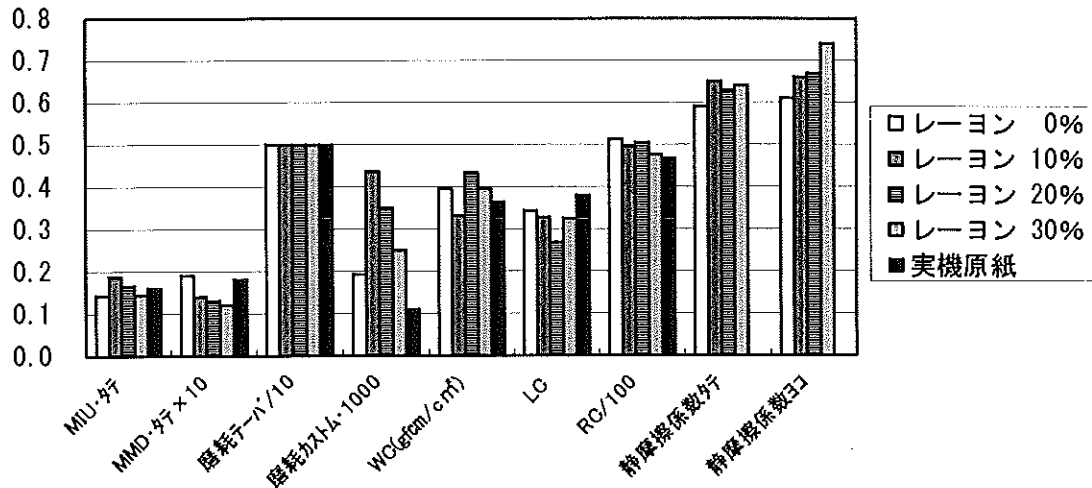


図5 複合不織布の物性2

企業の生産実機での試作品は、エアスルードライヤーが当センターのワイヤーによるサンドタイプと異なること及び、セルロース系繊維層と熱溶融繊維層との重量構成割合が異なることから、低密度かさ高、通気抵抗小の柔らかい仕上がりとなった。テーバ型耐摩耗強度は十分な強度を示した。

図6～10にそれぞれのエンボス前後の物性変化を示した。いずれの配合でもエンボスによる熱と部分的圧力で、厚さ特に見掛け厚さ

が減少し、見掛け密度が増加し、通気抵抗も増加する一方、吸水量は減少した。MIU値は変化がないが、MMD値はできた凹凸のため極わずかに増加した。磨耗性は、テーバ型では変化がなく、カスタム値で繊維の熱硬化のためか若干増加した。圧縮試験はWC値が低下し圧縮されやすくなり柔らかくなった。静摩擦係数はやや低下する傾向を示した。以上はエンボスによる一般的傾向と思われる。

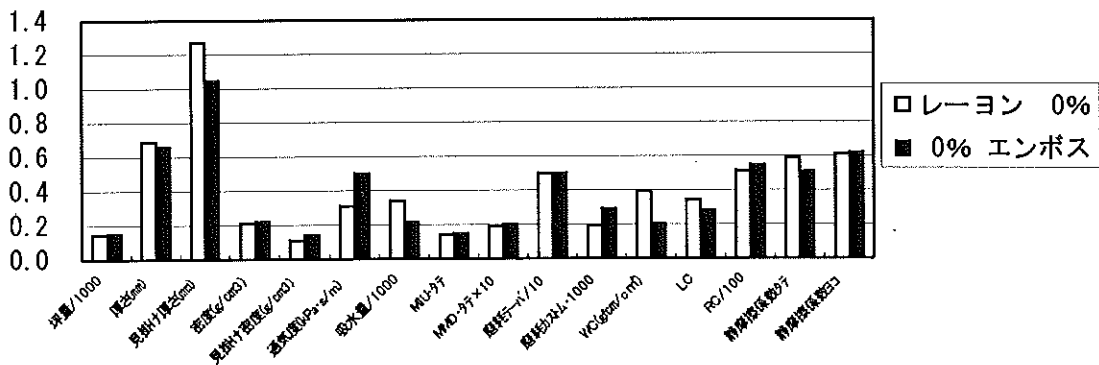


図6 エンボスの影響1

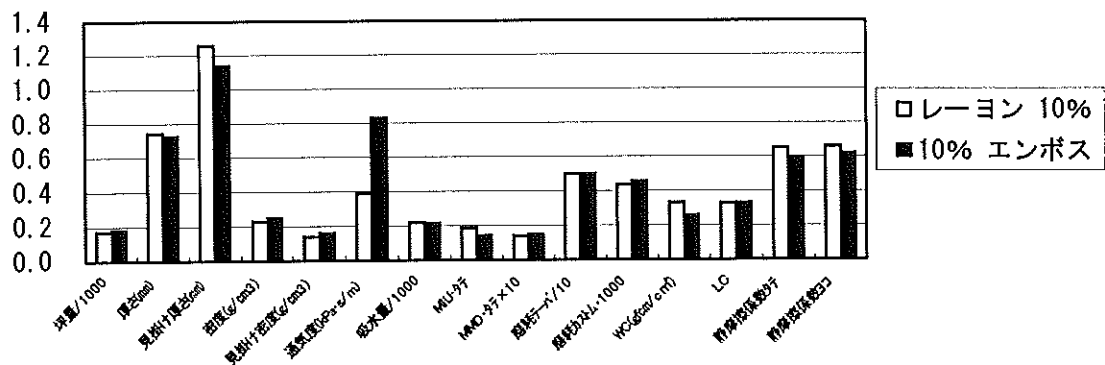


図7 エンボスの影響2

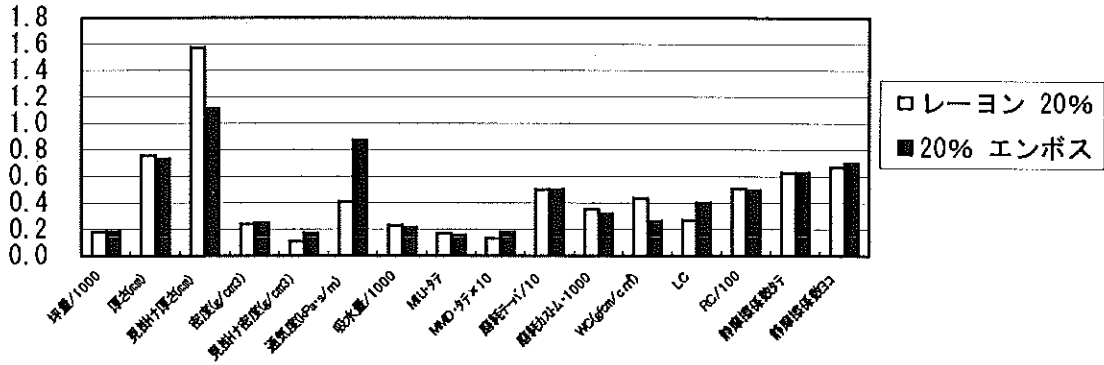


図8 エンボスの影響3

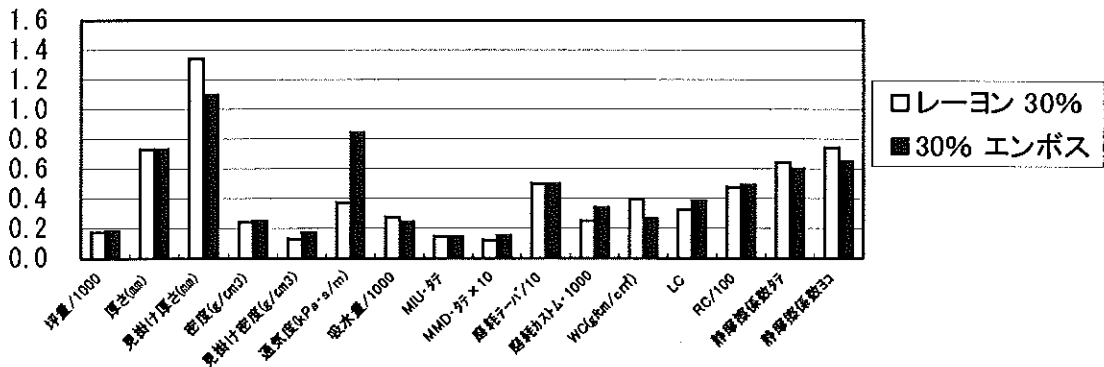


図9 エンボスの影響4

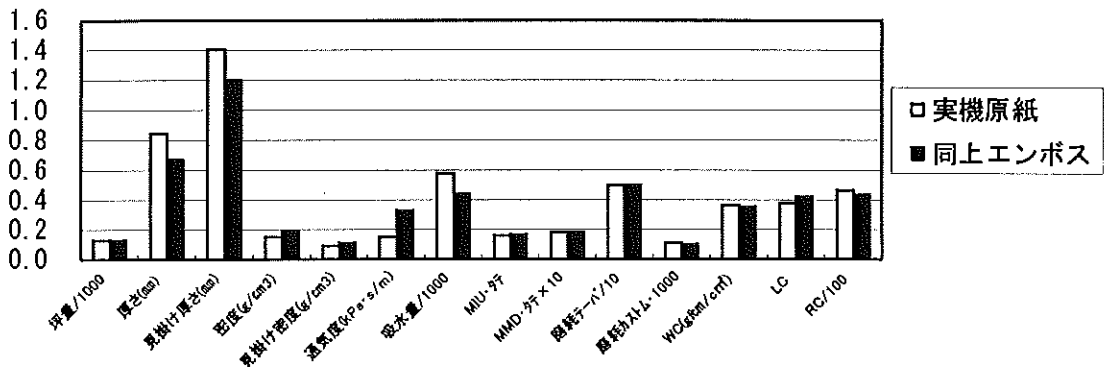


図10 エンボスの影響5

図11～12はセンター試作シートの塗工前後及びその後のエンボス処理後の物性を示し、図13～14は企業での実機試作シートのそれについて示した。いずれも熱溶解繊維層はレーヨン繊維を加えていない。

塗工及びそれに続くエンボスによって、密度、通気抵抗の増加、吸水量の低下を生じた。特にセンター試作シートの場合に著しいが、企業での生産実機のシートでは幸いにも許容の範囲と考えられる。また、塗工量に左右されるが、硬さを増したこしのあるシートとなることから、使用時に靴の中で折れ重なったりしにくいことが期待できる。テーバ耐摩耗強度は塗工によっても低下しなかったし、圧

縮回復率RCも50%を保っていた。

塗工する粉体の砥粒成分の平均粒子径を変化させた場合の塗工シートについてエンボス後の物性を図15に示した。9、14、20 μ mの3種類の限られた範囲の変化であるが、粒子径が大きくなるに従い塗工面の静摩擦係数及び摩擦感試験のMIU値は増大し、靴の内底とのフィット感が良くなり、ずれを生じにくい効果は増大するが、靴の内底を痛める欠点も多くなる。通気抵抗が粒子径の増大とともに増加したのは一般的な傾向と反することから、これら粉体の粒子径分布は正規分布をしていないかもしれない。限られた粒子径範囲であるが、粉碎機で粉碎するにはエネルギー

を必要とすることから、今回はこれ以上微粉砕化することはやめ、14 μ mで商品化することとした。

ア、トリメチルアミン、及びイソ吉草酸について強い脱臭機能が確認でき、しかも30分間でその90%以上の効果が認められた。

図16に示した脱臭試験結果では、アンモニ

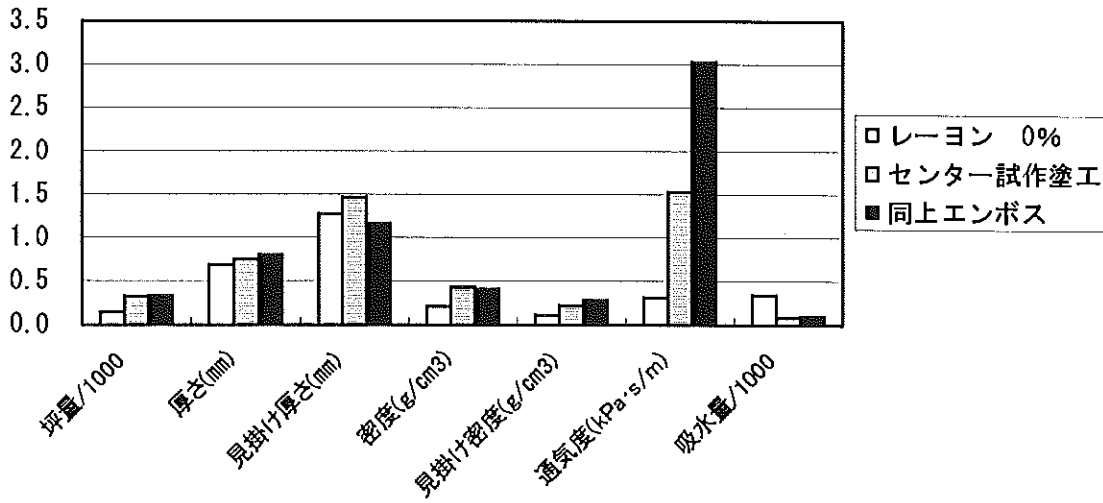


図11 センター試作シートの粉体塗工前後の物性 1

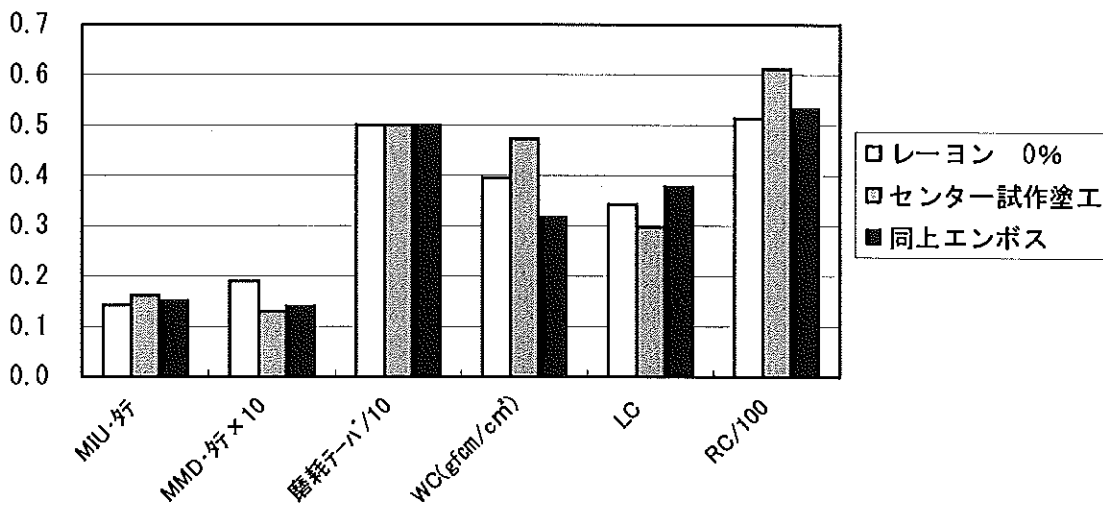


図12 センター試作シートの粉体塗工前後の物性 2

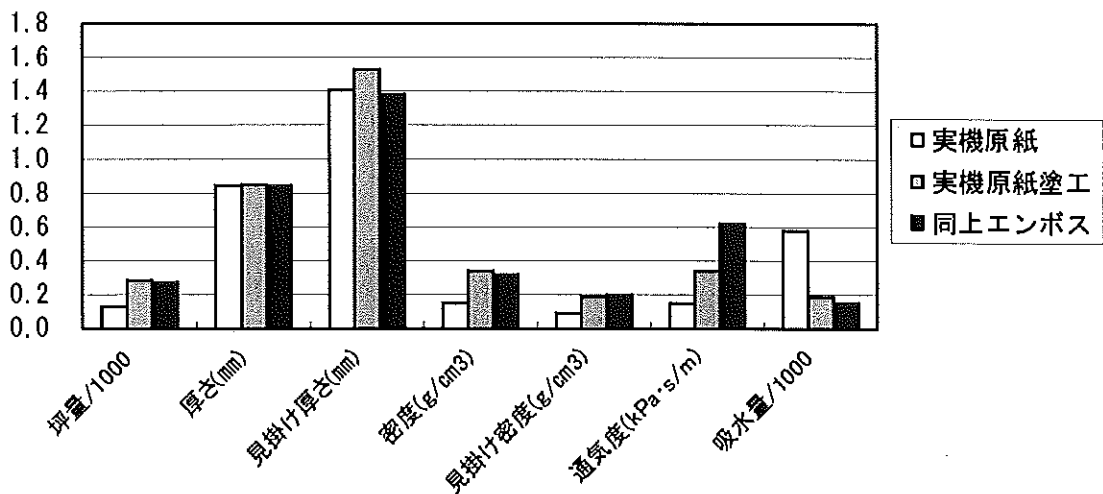


図13 実機試作シートの塗工前後の物性 1

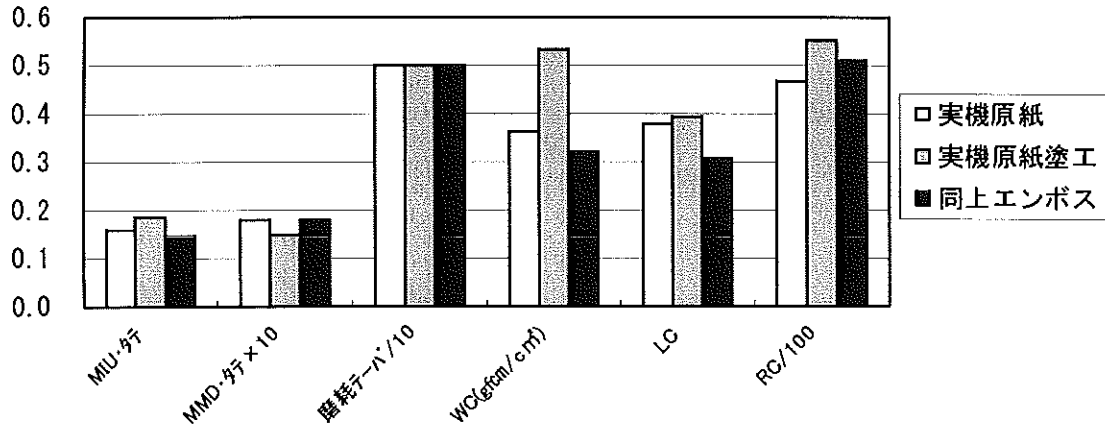


図14 実機試作シートの塗工前後の物性 2

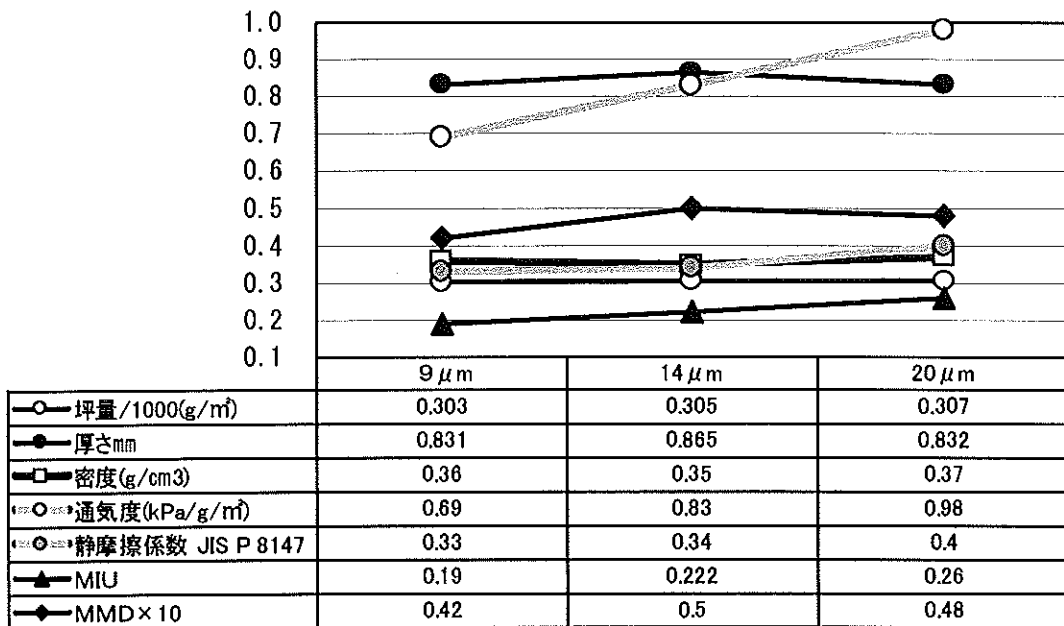


図15 粒子径の差異による表面摩擦

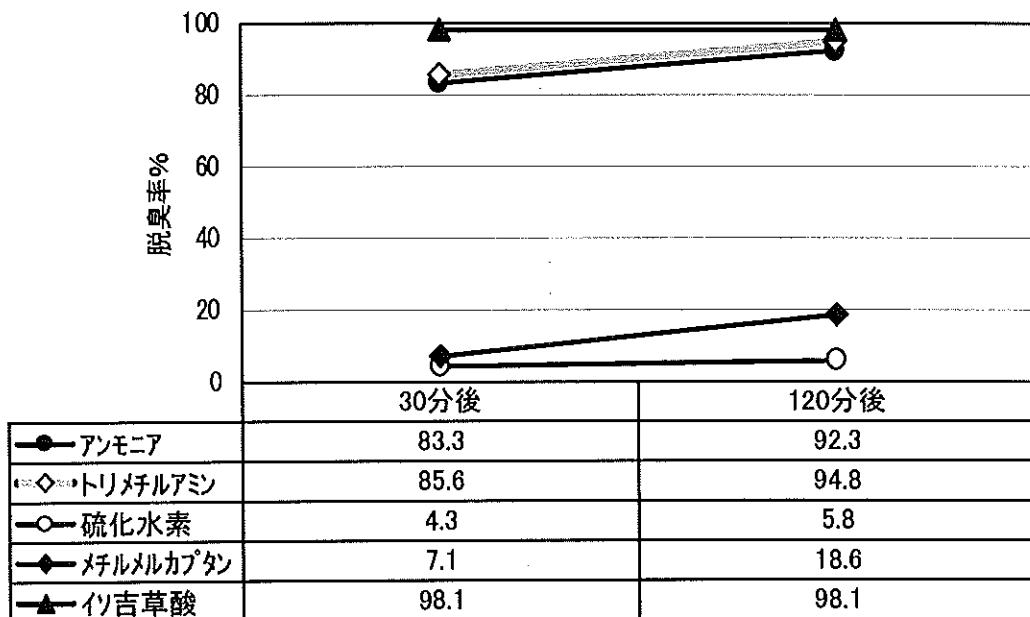


図16 脱臭試験結果

4 まとめ

当県内で生産されているアルミナ系人造エメリー(砥粒粉体)の遠赤外線放射機能に着目し、複合不織布に塗工して以下のような特徴のある靴中敷が開発できた。

- ①吸水・吸汗性を保持している。
- ②通気性を保持している。
- ③足の裏に当たる表面の耐摩耗性に優れている。

④靴の内底にフィットし、ずれを生じにくい。
⑤約0.8mmと薄くて軽く、クッション性がある。

⑥靴の中の悪臭として知られるイソ吉草酸をはじめアンモニア、トリメチルアミンの脱臭効果が大きい。

その後企業ベースで試作を重ね、表面への着色、ずれ止め機能の強化などを付加し、試験販売と平行したモニタリングを続け、商品化に努めている。

参考文献

- 1) 湿式ラミネート加工紙の開発, 高知県立紙産業技術センター報告, VOL. 2, 27(1997)

湿式パルプモールドによる紙製緩衝材の開発(第2報)

森澤 純 林 幸男 池 典泰 澤村淳二 遠藤恭範

Study on the paper based buffer material by the wet pulp mold (Part 2)

Jun MORISAWA Yukio HAYASHI Noriyasu IKE
Kiyotsugu SAWAMURA Yasunori ENDO

プラスチック製緩衝材、発泡スチロールに代わる、重量物に使用できる湿式パルプモールドによる紙製緩衝材の開発を行った。

これまでの研究の結果、湿式パルプモールド緩衝材にパルプのほかにおがくず等を混入することにより、特異な緩衝特性が現れることが明らかになった。しかし、比重が高い、2回目以降の衝撃に対する緩衝特性の低下の問題点があった。本研究ではマイクロウェーブ乾燥機を用いて内部で発泡剤を発砲させた紙製緩衝材を試作して、その緩衝特性の検討を行った。

新たに考案した作成方法では、厚さ5mmの湿潤状態のパルプ層が約8~10倍の厚さに膨張し、密度が従来の紙製緩衝材の3分の1になった。緩衝特性を落下衝撃試験で調べた結果、緩衝特性が飛躍的に向上し、特に木粉を混入した紙製緩衝材は2回目以降の衝撃に対して発泡スチロールに匹敵する緩衝特性を示した。

1 まえがき

近年、世界的な環境問題の高まりとリサイクル促進という動きの中で、プラスチック系、発泡スチロール緩衝材から、紙製緩衝材への移行が進んでいる。現在、湿式パルプモールド緩衝材は1~3kgの軽量の電化製品の緩衝材として実用化されているが、10kg以上の重量のある製品にはほとんど使われていない。当センターでは重量物用の湿式パルプモールドによる紙製緩衝材の実用研究を行ってきた。

これまでの研究の結果、湿式パルプモールド緩衝材におがくず等を混入することにより、特異な緩衝特性が現れることが明らかになった。しかし、比重、2回目以降の衝撃に対する緩衝特性の低下等の問題点があった。

これらの問題点を克服するため、本研究では内部で発泡させた紙製緩衝材を試作しその緩衝特性の検討を行った。

2 実験方法

2.1 湿式パルプモールド緩衝材の試作

2.1.1 試料

試作した試料は、以下の通りである。

発泡スチロール、試料No.1パルプ100%、試料No.2パルプ67%発泡、試料No.3パルプ53%含発泡、試料No.4パルプ40%含発泡、試料No.5パルプ27%含発泡。(以下、発泡スチロール、試料No.1、No.2、No.3、No.4、No.5と記載する。)

発泡スチロールは通常緩衝材として使用されている市販品を比較として用いた。試料No.1はこれまでの研究で考案した抄紙方法で作成した。試料No.2~No.5は、新たに考案した抄紙方法で作成した。

作成した試料の各原料の混合割合を表1に示す。

表1 原料の混合割合(乾燥重量%)

試料名	パルプ	おがくず	発泡剤
No.1	100%	—	—
No.2	67%	—	33%
No.3	53%	14%	33%
No.4	40%	27%	33%
No.5	27%	40%	33%

紙力増強剤を重量3%加えた。

定着剤をパルプに重量1.5%加えた。

パルプはNBKPを用い、ビーターにより叩解して試験に供した。

おがくずは県内製材会社より、廃棄処理されるものを提供してもらい試験に供した。

発泡剤は、MATUMOTO YUSI-SEIYAKU CO., LTD 製を用いた。

2.1.2 湿式パルプモールド緩衝材製造装置

湿式パルプモールド緩衝材の試作には、サクシオンボックスの上に45メッシュの網を敷き、その上に直径210mm、高さ60mmの塩化ビニル製の円筒を置いたものを使用した。

略図を図1に示す。

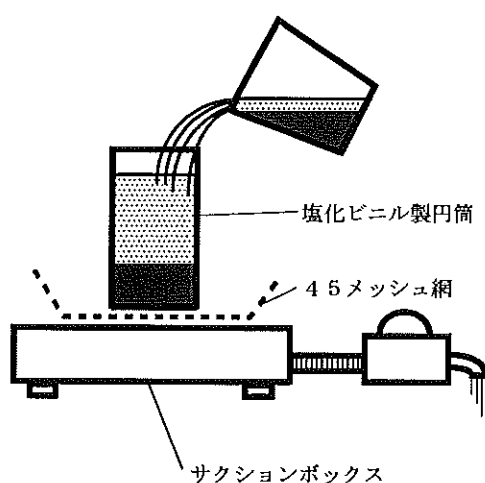


図1 湿式パルプモールド緩衝材製装置

2.1.3 湿式パルプモールド緩衝材の作製

各原料は表1に示した混合割合に基づき調整した。

試料No.1はこれまでの研究で考案した抄紙方法で作成した。

試料No.2～No.5の作成方法は以下のとおりである。

パルプ(約4kg)をカナディアン・フリーネス650～700ccになるまで叩解する。紙力剤(W5-570、純分12.5%)を水に溶かし、十分に攪拌する。木粉を加え十分に攪拌し、木粉を水に浸漬する。発泡剤を加える。叩解パルプを細かく手でちぎりながら加えた後、約20分間攪拌する。パルプと木粉及び発泡剤が様に混合したことを確認後、定着剤水溶液を加え、20分間攪拌する。

適量の紙料液を塩化ビニル製の円筒にい

れ、攪拌棒で攪拌して、バキュームで水分を出来る限り除去して抄紙する。紙を厚手の吸い取り紙に挟み角形の圧縮機にかけ、約0.5 kgf/cm²、10秒間圧縮する。

マイクロ波乾燥機で5～7分間加熱乾燥する。このとき発泡剤が発砲する。発泡させた後、熱風乾燥炉(100℃)に入れ、1～2分間、紙力剤のキュワリング乾燥をする。

作成した各湿式パルプモールド緩衝材を落下緩衝特性評価試験に供するため、縦150mm×横150mm×高さ50mmの直方体に切断して試料とした。

2.2 湿式パルプモールド緩衝材の落下緩衝特性評価試験

2.2.1 緩衝材用落下衝撃試験装置

落下緩衝特性評価試験に用いた試験機は以下の通りである。(写真1)

吉田精機株式会社製

・緩衝材用落下衝撃試験機

形式; ACST-200

・緩衝特性解析ソフトウェア

形式; CCA-100

(JIS Z-0235-76に対応)

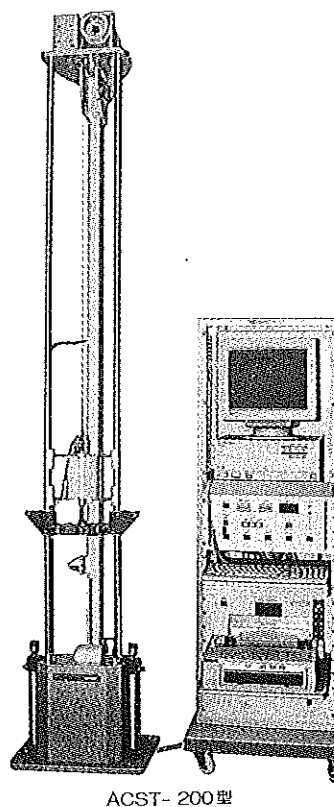


写真1 緩衝材用落下衝撃試験装置

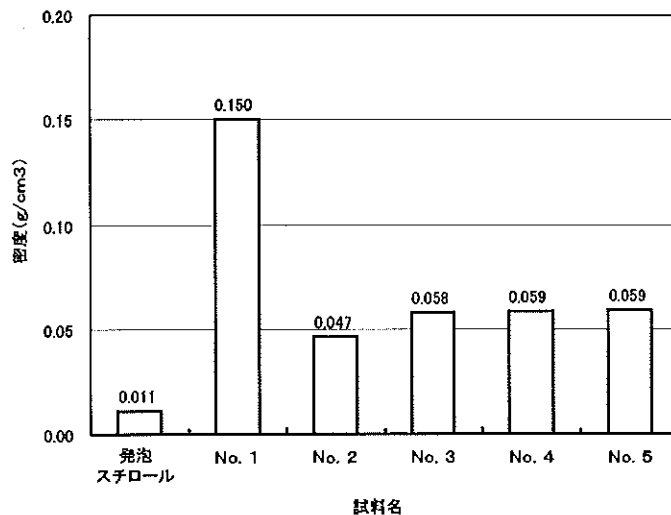


図2 資料の密度 (g/cm³)

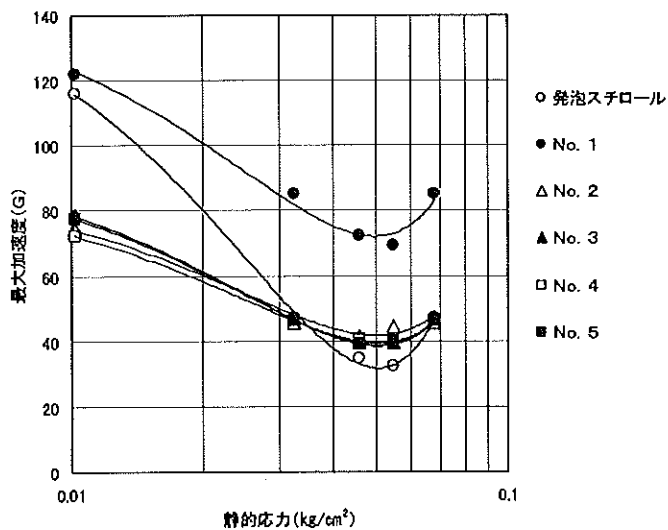


図3 発泡スチロール及び試料の最大加速度—静的応力線 (1回目)

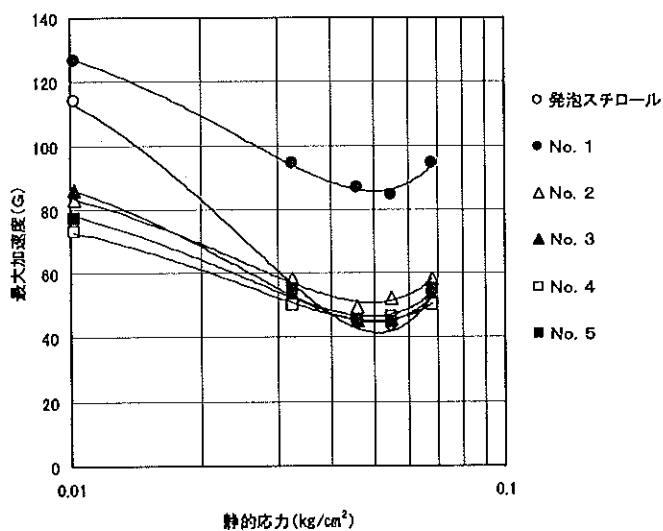


図4 発泡スチロール及び試料の最大加速度—静的応力線 (2～5回目平均)

2.2.2 試験条件及び方法

緩衝材用落下衝撃試験機の設定条件は以下の通りである。

- ・ 試料寸法；縦150mm×横150mm×高さ50mm
- ・ 落下重錘質量；2.3、7.3、10.3、12.3、15.3kg
- ・ 落下重錘落下距離；500mm
- ・ 測定回数；1分間隔で連続5回

試料を緩衝材用落下衝撃試験機に設置し、重錘を高さ500mmから試料上に落下させて1分間隔で連続5回衝撃を加え、各回の最大加速度を測定する。これを重錘の質量別に測定し、測定1回目の最大加速度及び2～5回目の最大加速度の平均値から最大加速度－静的応力線図を作成し緩衝特性の評価を行った。

3 結果及び考察

発泡剤は130～150℃に加熱すると発泡する。従来の方法では170℃の熱風で加熱乾燥させていたが、熱風乾燥では緩衝材の表面のみ乾燥し、内部まで熱が伝わらず十分に発泡しない。そこで内部から加熱するためにマイクロウェーブ乾燥機を使用した。この乾燥方法では、厚さ5mmの湿潤状態のパルプ層が約8～10倍の厚さに膨張した。

試験に供した緩衝材の比重は、発泡スチロールが0.01、試料No.1が0.15、試料No.2～No.5が約0.05となった。試料No.1が発泡スチロールの15倍であったのに対し、試料No.2～No.5は5倍程度となり、比重が3分の1に軽減された。(図2)

1回目の最大加速度及び2～5回目平均の最大加速度から得られた最大加速度－静的応力線図を図3、4に示す。

縦軸は最大加速度(G)を表し、横軸は静的応力、即ち試料上部面積1cm²当たりの重錘の質量を示している。最大加速度(G)の値が低いほど緩衝特性に優れていることになり、最大加速度(G)の最小値が示す静的応力の値により、試料がどの質量で優れた緩衝特性を示したか分かる。

湿式パルプモールド緩衝材はいずれも発泡スチロールと同様に静的応力0.045～0.055kgf/cm²(重錘質量10.3、12.3kg)で最も良い緩衝特性を示した。内部で発泡させた試料No.2～No.5の緩衝特性はこれまでの方法で作成した試料No.1よりも飛躍的に向上しており、1回目の緩衝特性は重錘重量が12.3kgの時、試料No.1が69.1Gに対し、試料No.2が44.3G、

試料No.3が39.6G、試料No.4が40.1G、試料No.5が39.8Gとなった。試料No.2～No.5の1回目の緩衝特性曲線はほぼ同じ傾向を示し、おがくずの混入割合の違いによる大きな変化は無かった。

パルプにおがくずを混入したことによる緩衝特性への影響は、2回目以降の衝撃に現れ、重錘重量が12.3kgの時、おがくずを混入していない試料No.2の52.0Gに対し、試料No.3が45.5G、試料No.4が46.3G、試料No.5が44.8Gとなり、試料No.3、No.4は発泡スチロールの43.5Gに匹敵する値を示した。

昨年度までの研究で考案した抄紙方法で作成した紙製緩衝材は試料No.1に見られるように、2回目以降の衝撃に対する緩衝特性が急激に低下していた。しかし、新たに考案した抄紙方法を用いることにより複数回の衝撃に対して緩衝特性を維持することが可能になった。

4 まとめ

紙製緩衝材内で発泡を行うことにより比重の軽減、複数回の衝撃に対する緩衝特性が向上した。またより安価に入手でき、廃材であるおがくずを混入してもパルプと発泡剤のみの紙製緩衝材と同等もしくはそれ以上の緩衝特性が得られることが明らかになった。

今後の課題は、緩衝材として使用される形状での緩衝特性等の検討である。

インテリア用紙製品の開発研究(襖紙の研究)

宮地 亀好、山崎 裕三、大川 昭典、江淵 栄貫、関 正純、遠藤 恭範

Study on Paper Products for Interior

Kiyoshi MIYAJI Yuzo YAMASAKI Akinori OOKAWA
Eikan EBUCHI Masazumi SEKI Yasunori ENDO

1 まえがき

現在、新しい住宅建築が増加しているが、一方でレトロブームにのり、昔風の障子、襖も見直されてきている。当所も、従来からの和紙製品の特徴を見直し、風合いや質感を引き出したインテリア紙製品の開発を行っている。今回は、一般的な市販の襖紙を収集、物性測定等を行ったので報告する。また、大型懸垂短網抄紙機を用い、襖用紙の試作を行ったので併せて報告する。

2 試料及び試験方法

2.1 試料について

一般的な市販の襖用紙を購入、または提供をしていただいた(No.1~No.11)。それに、当所の試作品を3種加えて全14種(No.12~No.14)とした。

2.2 試験方法について

坪量、密度、裂断長、伸び、白色度、表面強度、サイズ度、灰分、紙のPH等、原則としてJISに従った。水中伸度は30分とした。水分率は恒温恒湿槽に、一昼夜放置後測定した。褪色度はカーボンアーク式フェードテスターにより曝露させた後、測定、写真撮影した。繊維組成については顕微鏡下にて観察を行った。

3 試料、物理試験結果及び考察

3.1 試料について

全試料の特徴については、表1に示す。

表1 試料の特徴

No.1	この用紙のみ手漉きで造られたもので、機械紙と比較のため試料とした。表面は滑らかで、赤味を帯びた未晒し色に着色している。透かすと、わずかに地合斑になっている。
No.2	表面は滑らかで、地合もよく、薄い赤味を帯びた未晒し色に着色している。
No.3	表面は滑らかで、地合もよく、薄い赤味を帯びた未晒し色に着色している。
No.4	表面は滑らかで、地合もよく、薄い黄味を帯びた未晒し色に着色している。
No.5	裏貼り紙で表面は白く、裏側は未晒し色で2層の漉き合わせとなっている。表面は大変滑らかで、光沢がある。
No.6	裏貼り紙で表面は白く、裏側は未晒し色で2層の漉き合わせとなっている。表面は大変滑らかで、光沢がある。
No.7	表面は滑らかで、薄く黄味を帯びた未晒し色に着色している。透かした場合少し地合斑になっている。
No.8	黄味を帯びた未晒し色に着色した上に、靱皮繊維の繊維束を散らせたもので漉き合わせとなっている。
No.9	少し暗い未晒し色に着色した上に、靱皮繊維の繊維束を大きめに作ったものを、散らせたもので漉き合わせとなっている。
No.10	表面は滑らかで、薄い黄味を帯びた未晒し色に着色している。2層の漉き合わせになっている。
No.11	黄みを帯びた未晒し色に着色した上に、繊維を凝集させたものを散らせ透き合わせている。
No.12	試作品、楮と木材パルプの漉き合わせ。
No.13	試作品、楮の未晒しと木材パルプの漉き合わせ。
No.14	試作品、木材パルプにケナフの未晒し紙料を配合したもの。

3.2 物理特性について

全試料の物理特性について表2に示す。

表2 物理特性測定結果

試料	坪量 (g/m ²)	密度 (g/cm ³)	裂断長(km)		縦横比
			縦	横	
No.1	97.0	0.47	5.45	3.82	1.4
No.2	118.9	0.58	3.69	1.62	2.3
No.3	113.9	0.65	3.59	1.40	2.6
No.4	127.0	0.69	3.93	2.05	1.9
No.5	95.9	0.78	4.09	2.34	1.8
No.6	68.7	0.74	3.46	1.88	1.8
No.7	116.6	0.57	4.02	1.90	2.1
No.8	127.8	0.59	3.78	1.60	2.4
No.9	118.8	0.61	3.86	1.69	2.3
No.10	126.4	0.60	3.73	2.23	1.7
No.11	131.6	0.61	3.20	1.56	2.1
No.12	131.6	0.67	4.75	2.17	2.2
No.13	137.6	0.66	4.53	2.19	2.1
No.14	155.1	0.72	6.32	4.86	1.3

市販品については125 g程度の紙を用いている。手漉き紙(No.1)を除き、坪量の小さいもの(No.5, 6)についてはふすまの裏側に貼る裏貼り紙であるためである。密度は0.6~0.8であり、印刷用上質紙(0.6~0.85)と同じ程度である。これは抄紙後、印刷に供されるものが多いため、少ししまった紙が必要と考えられる。手漉き紙はプレス圧がどうしても軽く、密度が上がらないものと考えられる。また、襖仕上げの際に、坪量が小さいと、下貼り紙の影響が出ることも一因であろう。裂断長は、縦方向4 km弱、横方向2 km前後が多く、No.1の手漉き紙は後に述べる繊維組成から分かるが靱皮繊維が混入しており、少し高い値を示している。裂断長の縦横比は全体的に上質紙(1.8~2.2)に近い数字であるが、特にNo.1が手漉き紙であるために小さく、当所の試作品であるNo.14も同じ程度であった。次に襖紙の必要とされるサイズ性、紙のPH、伸縮性について、表3、図1に示す。

表3 サイズ度、紙のPH、水中伸度

試料	ステキヒトサイズ [°] (sec)	コップサイズ [°] (g/cm ²)	KBBサイズ [°] (sec)	紙のPH	水中伸度(%/30min)	
					縦	横
No.1	191	0.22	353	5.8	0.84	0.97
No.2	244	0.19	506	4.9	0.59	1.55
No.3	142	0.20	384	5.7	0.58	1.83
No.4	190	0.19	690	5.4	0.46	1.41
No.5	71	0.21	269	3.9	0.62	1.69
No.6	36	0.20	164	3.9	0.77	2.75
No.7	177	0.24	427	5.8	0.13	1.17
No.8	291	0.24	539	5.6	0.19	1.10
No.9	195	0.22	605	5.0	0.22	1.27
No.10	373	0.20	503	5.5	0.34	0.99
No.11	213	0.23	481	5.5	0.39	1.16
No.12	143	0.22	544	8.7	0.11	0.94
No.13	110	0.25	490	8.8	0.37	1.03
No.14	289	0.25	860	7.1	0.42	0.78

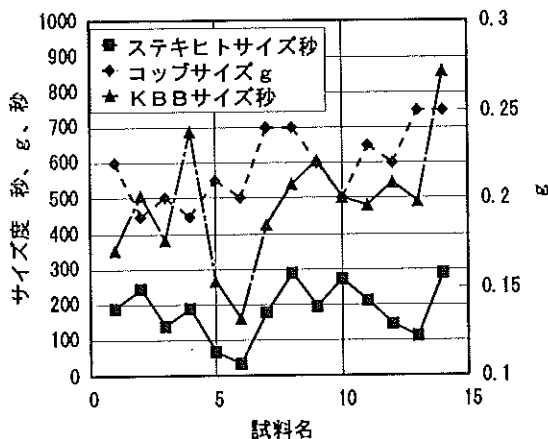


図1 サイズ度

サイズ度については3種の試験を行ったが、ステキヒトサイズ度とKBBサイズ度は関連ある数字を示した。これは試験方法が似ているからと思われる。コップサイズ度はほぼ一定(0.19~2.5)であった。No.5, 6が若干低い、これは前述の通り裏貼り紙であるためである。市販の襖紙のPHの低さからも推測されるが、ロジン系のサイズ剤を使用しているのではないかと考えられる。水に対する安定性は、襖仕上げでは必要な条件となっているが、試験結果でも、ほぼ2%以下に押さえられていることが分かった。また、水中伸度の突出しているNo.5についても裏貼り紙

であるためと思われる。

次に光学特性について表4、図2に示す。

表4 光学特性、灰分

試料	白色度 (%)	不透明度 (%)	色相	明度	彩度	灰分 (%)
No.1	46.7	92.8	3.3Y	8.24	2.18	1.8
No.2	53.4	95.0	3.5Y	8.58	14.95	0.9
No.3	57.3	90.1	5.8Y	8.88	1.68	0.3
No.4	59.6	89.2	7.9Y	8.97	1.83	0.4
No.5	63.8	99.0	8.6YR	8.42	0.40	3.2
No.6	53.9	96.3	5.1Y	8.23	1.07	3.1
No.7	61.0	90.3	7.0Y	8.86	1.48	1.7
No.8	55.9	92.1	6.1Y	8.88	2.04	1.8
No.9	38.8	98.5	4.1Y	7.91	2.77	0.5
No.10	58.3	90.9	5.5Y	8.84	1.69	1.7
No.11	65.9	90.1	8.9Y	8.99	1.22	1.7
No.12	79.8	87.8	1.4GY	9.15	0.18	2.3
No.13	67.7	88.9	4.3Y	8.87	0.70	1.3
No.14	61.9	93.6	3.5Y	8.74	1.05	0.8

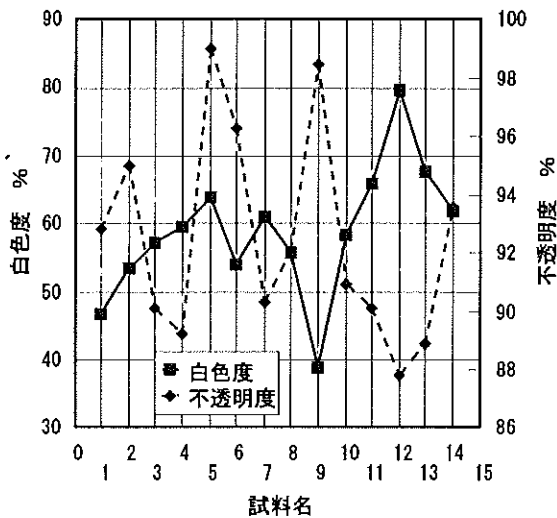


図2 白色度、不透明度

白色度は60~70程度である、試料全てが純白ではなかった。これは生活形態による好み
の問題や、汚れやすさを嫌うからではないだ
ろうか。不透明度についてはいずれも90以上
であり、高い不透明性を示しており、坪量と
も関連して、ここでも裏写りを防ぐためと考
えられる。填料について今回はそれほど高い
数値が検出されなかった。このことは填料の
過度使用が紙の強度を低下させることにも原
因している。

褪色性について、図3、4、写真1~14に
示す。

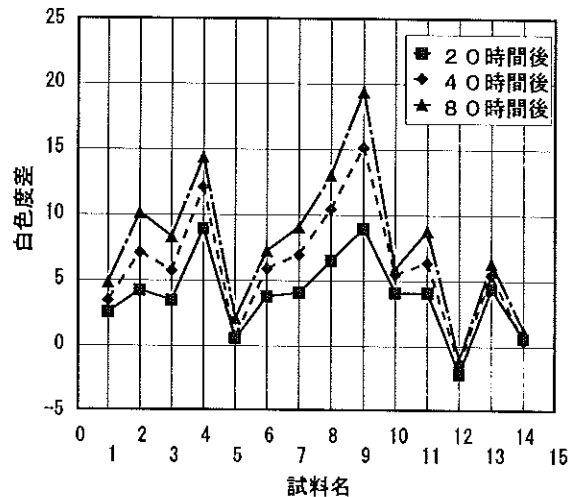


図3 褪色度、白色度

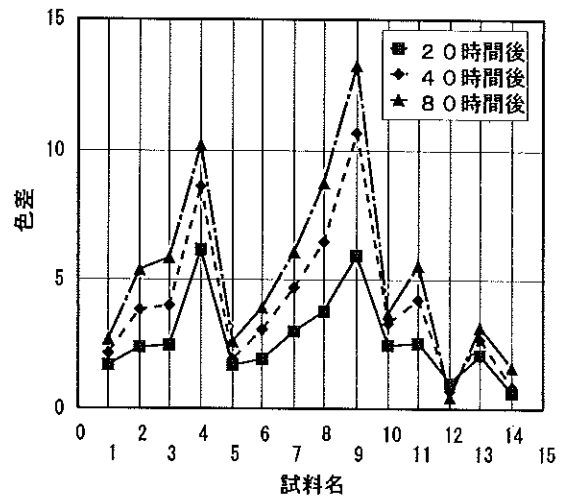


図4 褪色度、色差

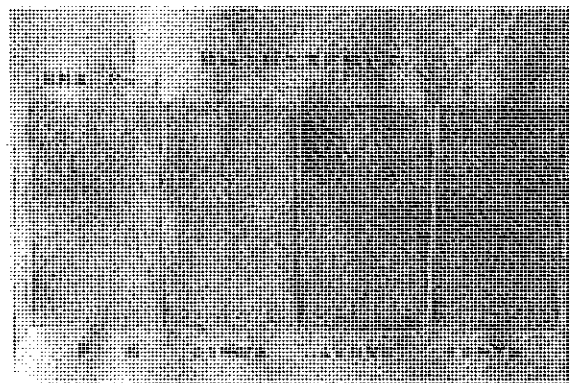


写真1 No.1の褪色過程

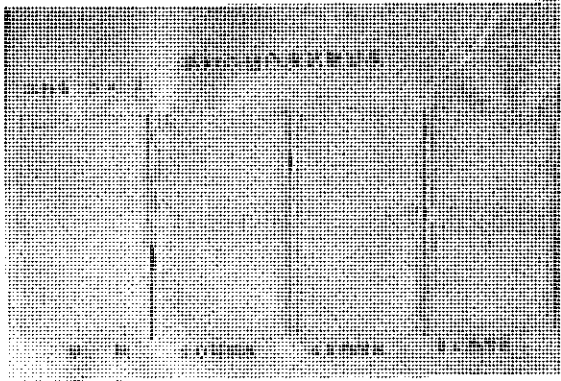


写真2 No. 2の褪色過程

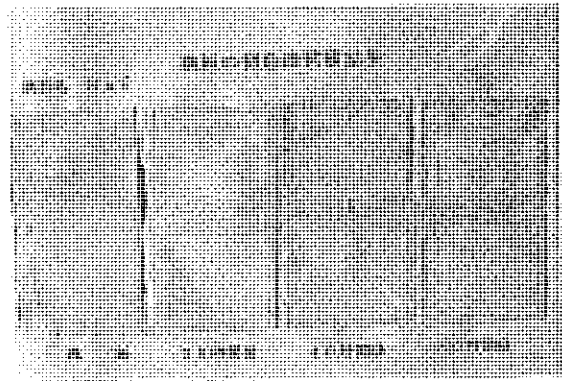


写真6 No. 6の褪色過程

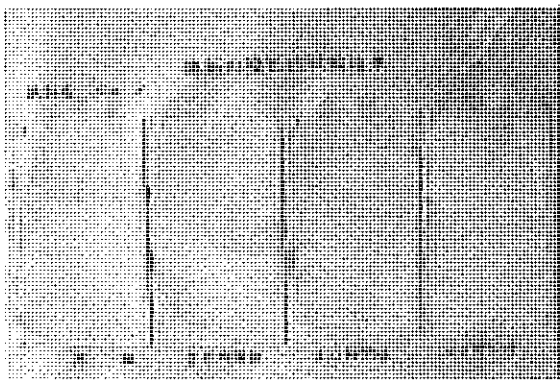


写真3 No. 3の褪色過程

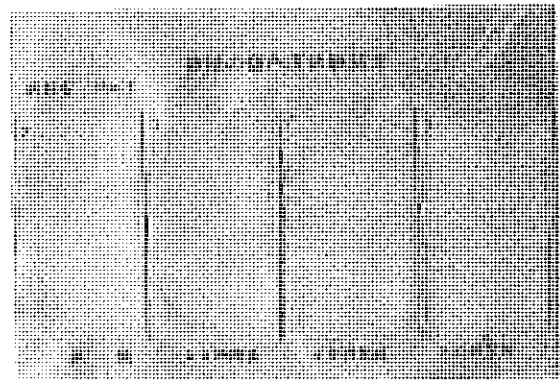


写真7 No. 7の褪色過程

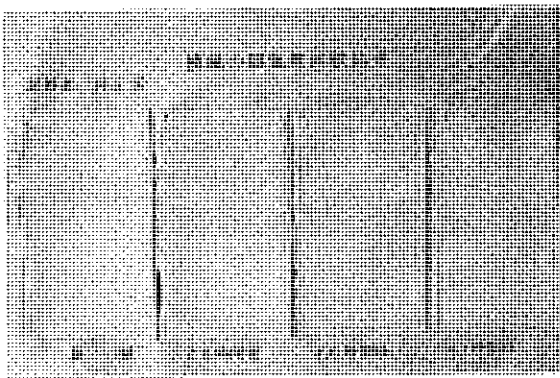


写真4 No. 4の褪色過程

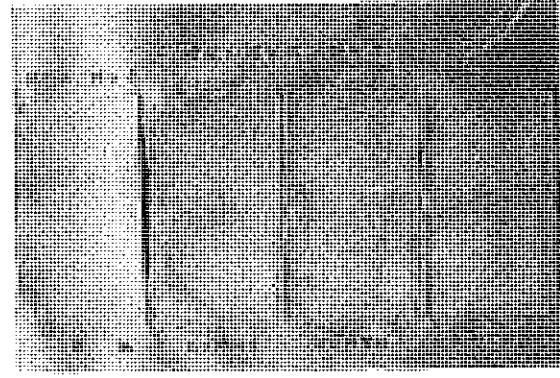


写真8 No. 8の褪色過程

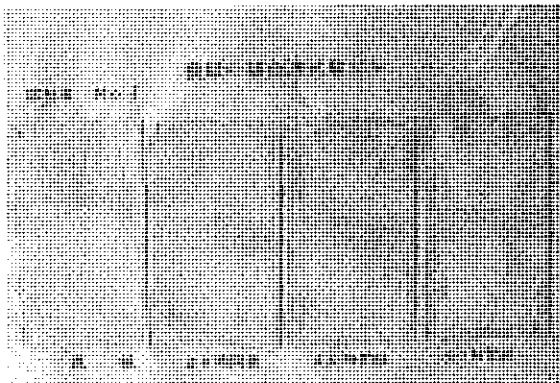


写真5 No. 5の褪色過程

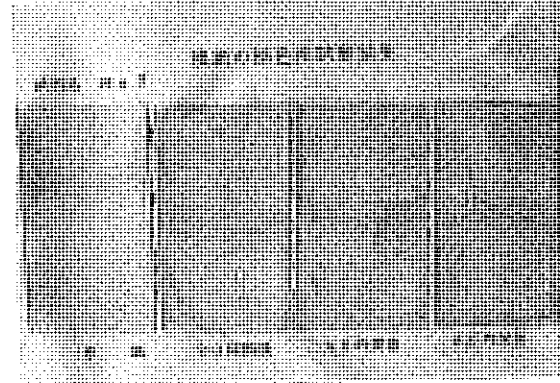


写真9 No. 9の褪色過程

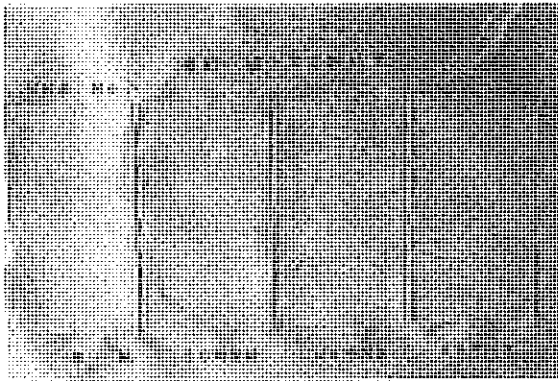


写真10 No.10の褪色過程



写真14 No.14の褪色過程

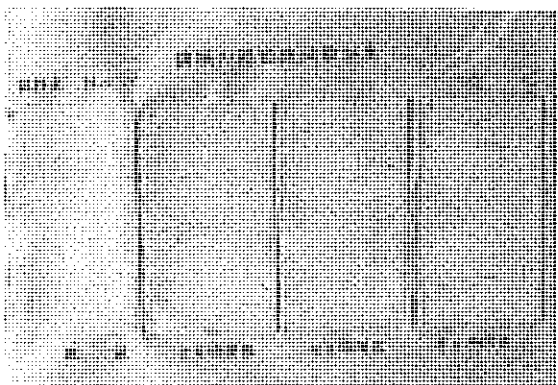


写真11 No.11の褪色過程

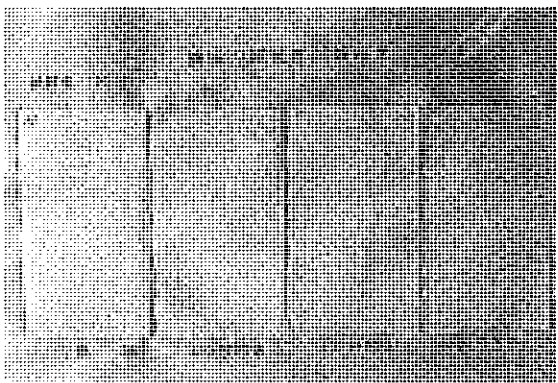


写真12 No.12の褪色過程

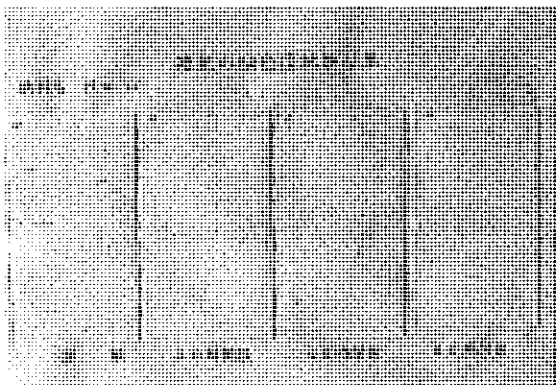


写真13 No.13の褪色過程

徐々にではあるが白色度が落ち、原紙に比べて色差が拡大していくのがわかる。
紙水分率を図5、6に示す。

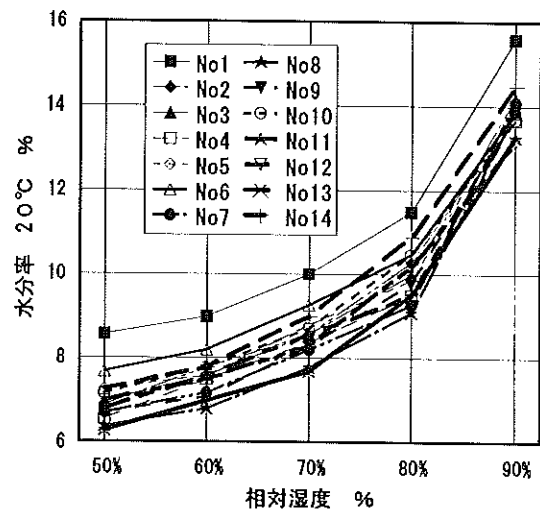


図5 紙水分率(20°C)

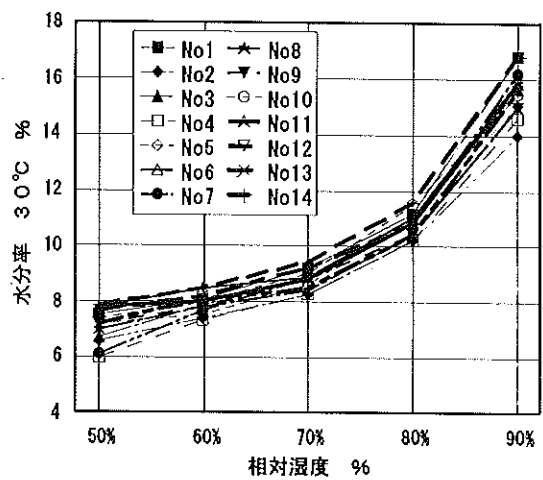


図6 紙水分率(30°C)

温度一定(20°C)で湿度を変えた場合の紙の水分を測定したものである。結果として、こ

の温度では恒温恒湿槽に入れる前の紙の水分の高いものほど、湿度が高くなっても高いままの状態を示した。(ヒステリシス)、特に手漉き紙は、湿度条件を変えても最も高い水分率を示した。この原因として紙の密度が低いため、繊維間に空間が多くあり、水分が繊維間に容易に進入しやすいためと、韌皮繊維を40%配合しているため、ヘミセルロースの吸湿性に起因するものと思われる。No.14試作紙の水分の多い原因も、ケナフの未晒し紙料を

配合しているためヘミセルロースの影響が原因と考えられる。

紙の吸湿量はヘミセルロース含量の差に起因し、精製度の高いパルプはヘミセルロース含量が少ないので、それから作った紙の吸湿量は小さい。※1(材料と水分ハンドブック726p)

次に繊維組成を表5、写真15~25に示す。大半が木材パルプを主体としていることが分かる。

表5 繊維配合

試料名	繊維組成(%)		備考
No.1	木材パルプ	60 非木材繊維	40
No.2	木材パルプ	95 非木材繊維	5 非木材は損紙を配合か
No.3	木材パルプ	100	
No.4	木材パルプ	100	
No.5	木材パルプ	100	裏貼り紙 表裏あり
No.6	木材パルプ	100	裏貼り紙 表裏あり
No.7	木材パルプ	100	
No.8	木材パルプ	100	表面雲龍は楮
No.9	木材パルプ	100	表面雲龍は楮
No.10	木材パルプ	70 非木材繊維	30 表層はマニラ麻
No.11	木材パルプ	95 非木材繊維	5
No.12	木材パルプ	80 非木材繊維	20 表・楮 裏・木材パルプ
No.13	木材パルプ	80 非木材繊維	20 表・楮 裏・木材パルプ
No.14	木材パルプ	70 非木材繊維	30

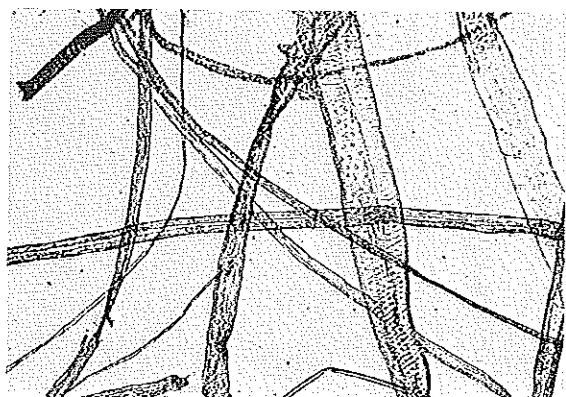


写真15 No.1の顕微鏡写真

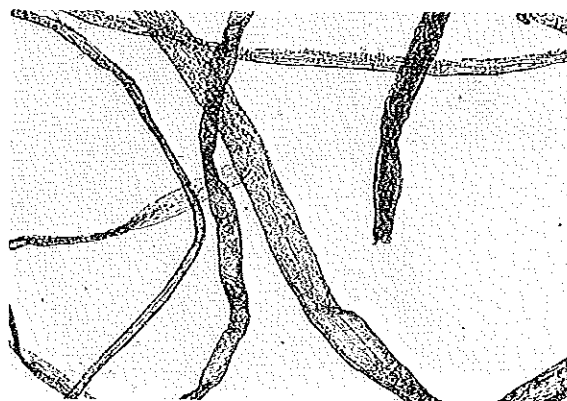


写真17 No.3の顕微鏡写真



写真16 No.2の顕微鏡写真

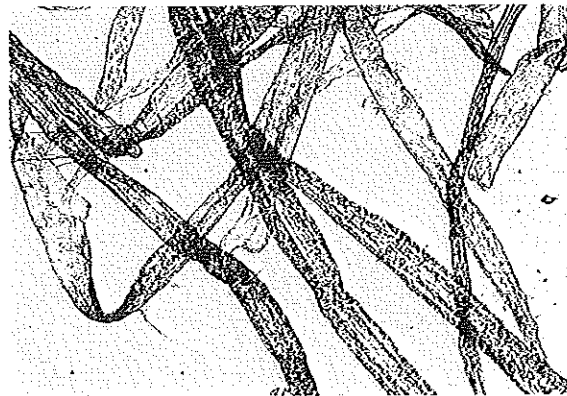


写真18 No.4の顕微鏡写真



写真19 No.5の顕微鏡写真

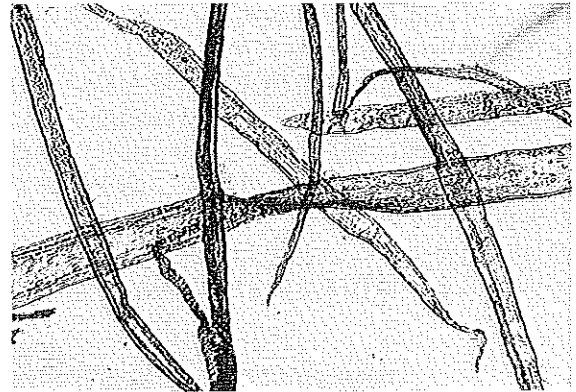


写真23 No.9の顕微鏡写真

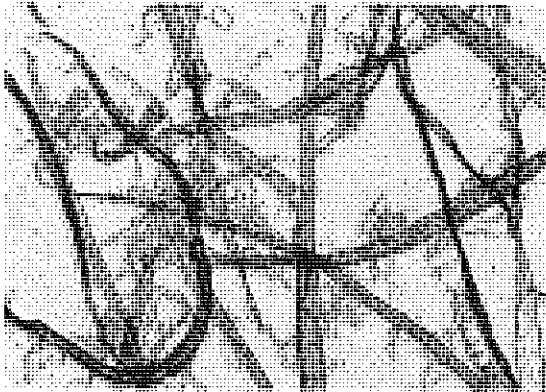


写真20 No.6の顕微鏡写真

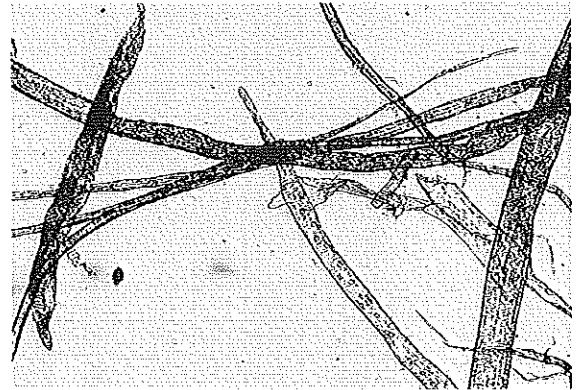


写真24 No.10の顕微鏡写真

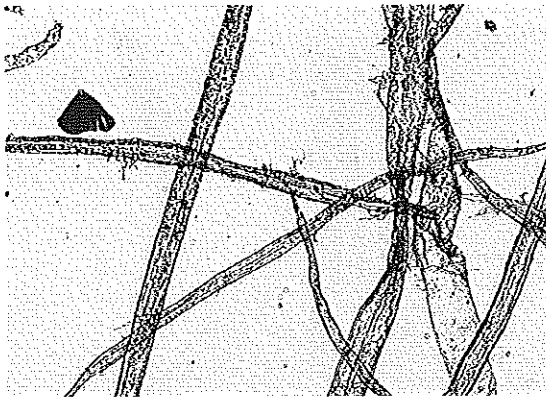


写真21 No.7の顕微鏡写真



写真25 No.11の顕微鏡写真



写真22 No.8の顕微鏡写真

4 まとめ

現在の襖用紙は、印刷用に大量に生産されなくてはならず、また紙寸法が制約されている。加えて、襖仕上げ加工における扱いやすさも要求される。今回の研究では、紙厚、強度、サイズ性、寸法安定性、耐色性等に必要性があることがわかった。

今回は、襖用紙を取り上げ市販品の物性等を研究し、襖仕上げにどのような強度等が必要かを調べ、実際に当所で試作し、また新しい利点を開発する目的を掲げ行ったが、時間等

が限られており、また抄紙機の運転熟度等により十分満足のものはいくつも出来なかった。今後とも続けて研究していく予定である。

なお、この研究中の当所試作品は、平成8

年度21こうちかみわざ新商品開発事業、大型懸垂短網抄紙機研究部会における研究抄紙により作成されました。

参考文献

- 1) 上野 桂助, 紙の強度
- 2) 紙業タイムス社編, 印刷用紙
- 3) 高分子学会編, 材料と水分ハンドブック

謝 辞

最後に本研究において、多大な御支援、御指導をいただきました株式会社東京松屋 伴 充弘氏に感謝いたします。

国際交流基金助成による 「ベトナムにおける歴史文書の修復保存総合調査」

「紙及び繊維調査の結果について」

大川 昭典 遠藤 恭範

Akinori OOKAWA Yasunori ENDO

昨年ベトナム文書館をめぐる保存修復プロジェクトが、東京修復保存センターの坂本氏を中心に結成され、メンバーとして参加する機会に恵まれた。

国際交流基金、アジアセンターの助成を受け、第1回目1997年8月22日～9月10日及び第2回目1998年2月20日～3月8日の二度に亘って調査を行った。本報告は第2回目の調査報告書に第1回目の報告書の一部を付け加えたものである。

1回目の調査では、手漉紙に使用されている原料の植物を見ることができず、手漉紙の製造工程を検討するといくつか矛盾が生じるなど、初めてということもあり、外国での調査の難しさを感じた。

1 まえがき

第1回目の調査では、手漉紙に使用されている「D o (ゾー)」と言われる原料、抄紙粘剤に使用されている「M o (モー)」の木、ドンホウ版画の紙に「D o」とともに使用されているといわれる「バンの木」の皮、泰徳11年(1788)の古文書に配合されていた楮に似た繊維とはどのような植物か判別できなかった。

また、古文書の調査では皇帝の使用した龍騰紙は必ず艶出しを行わなければならなかったとあり、「艶出しとは石のうえに置いた紙を金槌で打ち、紙の表面を滑らかにすること」で、紙の密度を算出するとある程度判断できるが、秤を持って行かなかったため、紙の密度を算出することができなかった。

このため、今回の第2回目では、原料植物、製造工程、皇帝の使用した龍騰紙についての調査を主目的とした。

中国の明代(成化23年)の王から沖縄の琉球王朝に來ている勅書は、紙の色は黄色で寸法も龍騰紙と似ており、表面には龍と雲の模様がある。ベトナムの龍騰紙と明代の勅書について関係はないか、北京の档案馆、著名な紙の研究者である潘吉星先生を訪ねた。

2 ベトナムの紙の歴史(手漉紙の歴史)

文献によると、中国古代に発明された製紙技術は、隣接しているベトナムには以外と早

く伝わっていたことが分かる。

三国時代(80年～220年)の陸機は、「毛詩草木鳥獸虫魚疏」という書物で製紙原料の楮皮を述べ、「荊、揚、交、広、の諸州ではこれを穀という。今、江南の人はその皮を紡いで布を作り、また擣って紙を作る。これを穀紙という。」としている。ここで述べている交州は、今のベトナム北部にある。交州から遠くない中国の広州でも晋代に楮皮で紙を作っていた。すでに晋代にベトナムで紙を作ることができたのが分かる。

また、越南の歴史編撰者達は、3世紀越南の紙に関する著作「紙譜」によると、「3世紀-土王治下、中国の製紙技術を接収した人民は、様々な紙の製法を知っていた。楮紙、海苔紙、特筆すべきは、沈香紙であろう。沈香紙はその名の如く沈香樹(奇楠樹、伽羅木)の皮と葉から作られ、非常に芳しく、丈夫であり、白色で大魚のような紋様があり、水中に落としても崩れなかった。」とあり、3世紀にすでに製紙業は盛んに行われ、ベトナムから中国へ輸出されていたことが分かる。

「安南志原」卷二によると、明初のベトナム陳朝芸宗の紹応元年(明の洪武3年、1370年)、使者を遣わしてベトナム産の紙扇を明の統治者朱元璋に贈り、1407年以後の十数年、北方六つの府は毎年、明朝に紙扇を一万本送っている。

「赴南輯略」卷一には、1730年、清の統治者がベトナムに書物や宝玉ほかを贈り、ベトナム

ムからの返礼として贈った品に金龍紙二百枚、ベトナム製墨一方ほかがあったと書かれている。この文献に出ている沈香紙は、蜜香紙のことと思われ、中国西晋の(265~317)稽含(263~306)の「南方草木状」に記されている。フエで聞いた話によると北緯20°以北には沈香樹はないと言っていたことから、沈香紙はベトナムで作られたと考えられる。

3 手漉原料及び粘剤

第1回目の調査で、原料の「D o」はラテン名で「Rhamnoneunon balansea Gily-Do」ということが分かったので、高知県立牧野植物園で調べていただいた。その結果、同名のものはなかったが、近いものとして、鼠皮樹(Rhamnoneunon rubriflorum C. Y. Wu)のコピーをいただき、準備した。「中国高等植物図鑑(中国科学院植物研究所主編、科学出版社'85)」

農業省林業科学院が海外援助(ドイツ・フランス)で「D o」を栽培しているという情報があり、紙の研究所のグエンヒュウドック氏の案内でハタイ省ホアビンに向かった。ここでは10ha栽培され、丁度開花時期で木の枝の先端には白い花を沢山つけていた。コピーと照合した結果、同じ物であることが分かった。ここで栽培されたものは試験的に収穫したことはあるが、まだ本格的には収穫されていない。

現在紙漉きに使用しているものは、バックン省で生産されているもので、省庁を訪れ、ター・ウィホン氏(国際部)グエン・コンガン氏(農業エキスパート)に30km離れたナーチャン村へ案内していただいた。ここにはヤオ族が高床式住居に住み、昔は巻き煙草を包む紙を漉いていた。現在は生産しておらず、「D o」の収穫を行っている。家から10分ほど歩いた谷間や山の斜面に「D o」は沢山見られ、大きいものは直径15cm程度のものもあった。手漉原料としては2~3年ものものがよく、あまり大きいものは収穫しないとのことであった。また、近年「D o」の注文が少ないと話していた。正月を祝う爆竹や花火が禁止となり、それらの紙の需要がなくなったことが大きく影響しているらしい。そのような状況であるが、バックン省にはアメリカの援助があり、36万ドルの規模で「D o」の植林計画が持ち上がっている。

抄紙用粘剤として用いる「M o」について聞いたところ、40分ほど登った山で見つけたがあなた方の足では難しいといわれ、見学を断念した。グエン・コンガン氏がナーチャン村に来る途中、道路脇で「M o」を見かけたとい

うので、帰りにその場所に車を止めた。指し示す植物は、木の肌に白い斑点の入った「かじの木(Broussonetia papyrifera Vent.)」の一種であった。よく話を聞くと、「M o」には抄紙粘剤に用いるもの(モー・ニョット)と、紙の原料にするもの(ジャイ・モー)と2種類あることが分かった。この「M o」はジャイ・バン(紙版)に使用するジャイ・モーで「バンの木」ともいうことであった。1788年の古文書の紙片に「D o」に配合されていた繊維、ドンハウ版画の用紙に使用する「バンの木」とは「かじの木」のことであった。第1回目の調査の際、「かじの木」はハノイ市内に多くあり、国家文書館No.1、No.3の敷地内にも生えていた。文書館の人達に紙に使わないか聞いてみたが、全く知らない様子だった。現在日本にはタイ国から400t/年位の「かじの木」の靱皮が輸入されている。この中には隣のラオス産のものも多く入っている。昨年の報告会でミャンマーチームが持ち帰っていた手漉紙も「かじの木」を原料としたものであったし、タイでも「かじの木」を使って手漉紙が作られているので、ベトナムでも使われているとは思っていた。ダオヴァンチ氏の別棟の原料置場には「かじの木」の靱皮束が置いてあり、台湾向けに漉いている紙の繊維を持ち帰り調べると、「かじの木」の繊維と木材繊維であった。

抄紙用粘剤用「M o」の木(モー・ニョット)を確認したという紙の研究所のグエン・ヒュウドック氏の案内でホアビン省に向かった。現地に到着して分かったことだが、この場所は軍の管理地内で鉄条網から4m位離れた場所に直径3cm程度の「M o」が数本生えていた。鉄条網の間から写真を写していると、軍人が3~4名現われ、写真撮影をすぐに止めて男性は車に乗るように命令され、マイクロバスも50mほど移動した。ドック氏が軍人に頼み、「M o」の木の枝を折ってもらい車内に持ち込むことができた。抄紙粘剤として使用する「M o」の木の生えているのを見たのはこの場所のみであった。日本の手漉用粘剤が一年草の「トロロアオイ(黄蜀葵、Hibiscus Manihot L.)」の根の部分や「ノリウツギ」の樹皮の部分を使ったり、多年草である「ギンバイ草」の根の部分を使用しているのに比べ、「M o」は樹皮を除いた木質部分を薄く削り使用しているところに特徴がある。また、「トロロアオイ」は防腐剤に浸漬して貯蔵しているが、「M o」は何年経っても削って水に漬けると粘液が出て使用できるそうで、大変便利な抄紙粘剤である。

この「Mo」は粘剤としての分析が今まで行われたことがないようで、まだ未知な部分が多い。今回この「Mo」を入手することができたので、日本の手漉用粘剤である「トロロアオイ」と比較する形で様々な分析を行ってみた。

3.1 粘度

粘剤は、漉き漚中の繊維を分散させ、地合の良い、均一性をもった紙を漉く手助けを行う役割を持っている。繊維の分散に影響する因子には繊維長の長短等の繊維形態に依存するものもあるが、粘剤の粘度によっても異なる。今回は「Mo」と「トロロアオイ」の粘度を、B型粘度計を用いて条件を設定して測定した。

「Mo」は、ベトナムでは幹を薄く長く削り取って使われているので、今回の試料採取法はこれに従った。「トロロアオイ」は、日本では現在防腐剤を入れた水槽中に保管していることが多く、これを取り出し流水で洗浄した後、杵で根の先まで潰し、粘液が出始めたものを測定に用いた。

「Mo」及び「トロロアオイ」の含有水分率を測定した後、それぞれ絶乾で約20gとなるよう大型のビーカーに取り、2ℓの蒸留水を加え、2時間放置した。ここで2時間という時間を設定したのは、ベトナムでは「Mo」を削り取った後、2時間水に浸して手漉き紙用の粘剤とするからである。2時間後に市販の水切り袋で植物と粘液を分離し、粘度を測定した。結果を表1に示す。

表1 2時間浸漬後の粘剤粘度

液温(°C)	試料粘剤	粘度(mPa/s)
20	「Mo」	12.5
	「トロロアオイ」	20.0
30	「Mo」	9.0
	「トロロアオイ」	12.5

※B型粘度計で用いたローターはNo.1で回転数12rpmでテストを行った。

「Mo」は「トロロアオイ」と比べて等量での粘度は低い値を示している。また、「Mo」の使用されるベトナムの環境を考慮して、液温を湯浴により30°Cに上昇させた場合でも、双方とも粘度の低下が見られるが、同じく「トロロアオイ」よりも「Mo」は粘度が低い値を示した。

次いで、液温20°Cのまま1昼夜放置した後の双方の粘度を測定した結果を表2に示す。

表2 一昼夜浸漬後の粘剤粘度

液温(°C)	試料粘剤	粘度(mPa/s)
20	「Mo」	15.0
	「トロロアオイ」	17.5

※B型粘度計の条件は前表と同様である。

表2から考えられることは、「Mo」の粘剤効力持続性である。「トロロアオイ」は時間が経つにつれ粘度の減少、つまり粘剤効力の低下が見られるが、「Mo」の場合粘度の上昇が見られ、全く逆の結果となっている。よって、「Mo」の粘性はある程度の時間が経てば発揮されるようである。ちなみに、3日間放置した状態で粘度を測定すると、多少液温の違いや水分の蒸発等で誤差があるものの、22.5mPa/sという「トロロアオイ」に匹敵するほどの粘性が見られた。

3.2 水溶性物質

「Mo」や「トロロアオイ」を水に浸すことで粘性が得られるということは、水中に粘性成分が溶出していることを意味する。また、「トロロアオイ」に関しては、糖質が粘性成分として働いていることが既に解明されている。従って2者の水中に溶出した成分を定量比較することとした。

試液は表2で作成した1昼夜放置した後の溶出液を用いた。2者それぞれを恒量を求めた秤量ビンに100cc正確に計り取り、ホットプレート上で水分を蒸発させる。残りわずかな液量となると、105°Cにセットしておいた乾燥庫内に入れ、完全に水分が蒸発し、恒量となるまで乾燥させ、デシケータに移し、室温となるまで放置した後、重量を測定した。この測定値より秤量ビンの恒量を差し引いた値が試液100cc中の水溶性物質質量となる。また、表2より、「Mo」及び「トロロアオイ」約20g中の水溶性物質質量が算出できる。以上の結果を表3に示す。

表3 粘剤の水溶性物質

試料粘剤	/100cc試液(mg)	/20g試料(g)
「Mo」	72	1.635
「トロアオイ」	28	0.499

表3より、「Mo」の粘性成分は「トロロアオイ」のそれと比べて100cc試液で2倍強、20gの絶乾試料で計算すると3倍程度の溶出量が見られた。

以上2つのテストを行った結果、「M○」と「トロロアオイ」とは以下の点でそれぞれ性格の異なった粘剤と考えられる。

- ①「トロロアオイ」の粘性はすぐに現れ、時間を経るにつれ効力を失うが、「M○」の粘性は時間とともに強い粘性を発揮している。
- ②「トロロアオイ」に比べ「M○」は粘性物質の水に対する溶解量が多い。

すなわち、「M○」の粘性物質は水に難溶であるが、いったん溶解し始めると単位あたりの溶解量は多くなる。しかし、その割には粘度が低いということが確認された。よって、「トロロアオイ」の粘性物質とは異なるものであると考えられる。ここで、「M○」の粘性物質を同定する必要も出てきたわけだが、この物質を同定するには高分解能を有する分析機器と熟練したノウハウが必要で、それでも簡単に結果が得られると言うわけではない。今回は、製紙用粘剤としての「M○」の比較分析がメインテーマであるので、この部分は省略することにした。

別に走査電子顕微鏡(以下SEMとする)を用いて、「M○」の木質部の表面を観察してみた(写真1)。

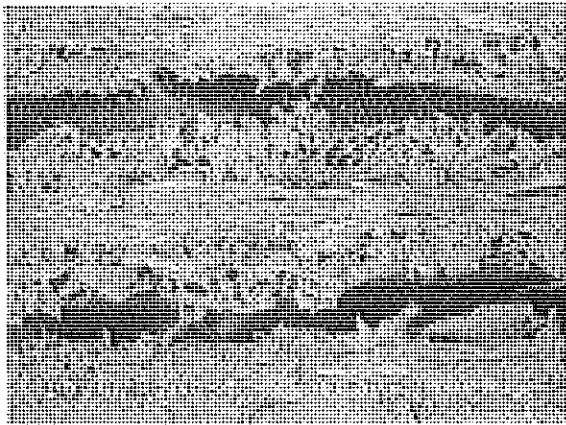


写真1 「M○」(モー・ニーニョット)木質部表面のSEM画像

粘剤を抽出する前の木質部表面には、蜂の巣のような穴と無数の粒体が見られたが、粘剤抽出1時間後の木質部表面を観察すると、蜂の巣部分は存在しているが、無数にあった粒体が減少し、蜂の巣内部に少量存在している状態であった。また、「トロロアオイ」も同様にSEM観察を行ったところ(写真2)、「M○」と非常によく似た粒体が観察された。

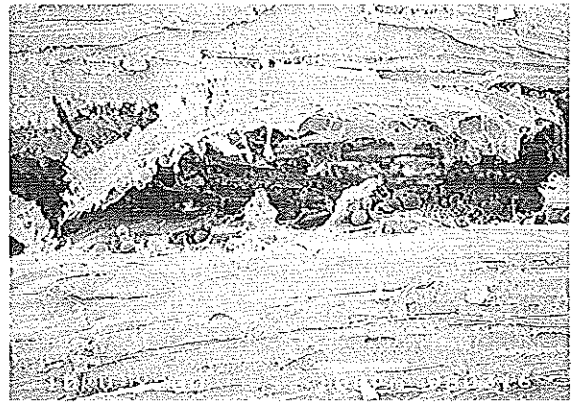


写真2 「トロロアオイ」木質部表面のSEM画像

このことより、この粒体が水中に溶解し、粘性を発するものであると考えられる。加えて、極薄に採取した「M○」木質部にヨウ素溶液を滴下して、光学顕微鏡で観察してみると、粒体部分が濃青色に変化した。これは、いわゆるヨウ素デンプン反応であり、デンプン系物質であると考えられる。「トロロアオイ」の粘性物質は、ある種の糖質であると言われており、糖質という点では一致すると思われる。ただし、抽出された粘剤にヨウ素溶液を滴下しても、変色は見られなかった。この点に関しては前述同様、今回は製紙用粘剤としての分析であるため省略させていただく。

3.3 手漉紙の製造方法

第1回目の調査でいろいろと疑問や矛盾が発生したので、再びバクニン省ホンケイ村のダオ・ヴァン・チ氏の紙漉き工房を訪れた。

昨年購入した手漉紙4種類の物理試験結果、紙力が弱すぎることで、紙に木材パルプを配合していたことや紙の研究所では「D○」を機械漉きで漉く計画もあり、手漉紙がいい加減な紙を作っていると消滅するのではないかと等数字やグラフ、繊維写真、昨年持ち帰った「D○」原料での試作紙、日本の手漉紙等々を見せながら紙の研究所のグエン・ヒュウ・ドゥック氏を交え、意見交換した。奥さんも途中から入り、熱心に話を聞いていただき、国の文書館で安心して使ってくれるような紙を作りたいので、日本の設備も含めた技術援助が欲しいと言われた。

今回は、台湾からの注文で紙漉きを行っていたので、その作業工程を見学することがで

き、他に乾燥室も見学することができた。

紙作りの工程は1回目の調査で報告したが、今回の調査で少し書き直さなければならなくなった。

〔紙作りの工程〕

- ①水浸漬。「D○」の白皮を3日間溜り水に漬け、軟らかくする。
- ②煮熟釜の傍に直径1m程度の池を造り、その中に石灰を入れて石灰乳を作る。
- ③石灰乳の中に「D○」入れ、まぶして釜(ドラム缶)に入れ、水を加える。
- ④煮熟。石炭を燃料にして48時間炊き、その後1日蒸らす。日本のように強い火ではない。
- ⑤水洗。釜から原料を取出し、付着した石灰を洗い流す。
- ⑥塵取り作業。「D○」の白皮でも取り残しの表皮や病害で黒ずんだりしている部分があるので取り除く。日本では水中で行う場合が多いが、ここでは家の土間で行う。
- ⑦発酵。塵取りの終わった原料をコンクリート製のタンクの中に数日入れ、軟らかくする。原料を握るとヌルヌルしていた。
- ⑧叩解。電気を使った臼と杵(足踏み式スタンパーを電動に変えたもの)による叩解を行う。
- ⑨手漉。漉槽の紙料に抄紙粘剤である「M○」の粘液を加え、竹の簀で手漉する。抄紙粘剤作りは「M○」の木を薄く削り、2時間水に漬けて粘液を出し、濾過せず粘剤のみ漉き槽に入れる。漉槽の中に手を漬けたが日

本のように粘度はなかった。漉き方は日本の手漉のように化粧水など行わず、2回の汲み込みで横揺りしながら漉く。漉き終えると漉槽の上に置いた木の板(敷詰:スイズメ)を重ねていく。水中の粘度が低いため、簀の上の水切れも良く、1時間に150枚、1日約千枚を漉いている。1枚漉くのに20秒位で、1枚漉くごとに竹簀を反転しながら漉いていく。漉き場は家から離れたところであって奥さんの妹が漉いていた。

- ⑩圧搾。漉いて積み上げた紙床を1時間圧搾する。
- ⑪紙床から1枚ごと剥がす。湿紙を1枚ごと剥がし、ずらして畳む。乾燥の際、手早く壁に張りつけることができると思われる。湿紙を剥がすとき破れてしまい商品にならない物も多く出ていた。
- ⑫乾燥。乾燥専用の家があり、黒く塗った漆喰壁に張りつけて乾燥する。一つの乾燥室の壁面積は約44㎡で3箇所あると話していた。一ヶ所2,000枚張り、乾燥には天候にも左右されるが、4日ほどかかる。数枚重ねて乾燥する。

3.4 手漉き紙の物理試験

購入した手漉き紙4種類の物理試験結果を表4に示す。

表4 手漉き紙の物理試験結果

紙の寸法(cm)	42.0×51.5	40.5×60.0	52.5×69.5	61.5×81.0
一枚の重さ(g)	6.0	4.3	11.5	13.1
坪量(g/cm ²)	27.5	17.5	31.8	26.5
厚さ(mm)	0.103	0.074	0.121	0.112
密度(g/cm ³)	0.27	0.24	0.26	0.24
引張強さ(kgf) 縦	1.30	0.63	1.00	0.75
横	0.64	0.28	0.58	0.32
裂断長(km) 縦	3.15	2.40	2.10	1.89
横	1.55	1.07	1.22	0.80
伸び(%) 縦	2.4	1.6	2.1	1.8
横	2.3	1.9	2.1	1.9
白色度(%)	32.8	33.7	32.7	30.5
紙のpH(冷水法)	9.0	9.4	9.4	9.5

※密度(g/cm³)について参考:日本の三椏0.40前後、楮紙0.35前後、雁皮0.60前後

2回目の紙漉き場調査で分かったことは、仕事の工程ごとに建物が異なることで、

- ①煮熟と塵取りは父親の家
- ②紙漉きと湿紙を剥がす家

③乾燥する家

④原料処理する家(叩解)

⑤ダオヴァンチ氏の来客を迎える家(製品)に分かれている。⑤のダオヴァンチ氏の家に

は、原料の「D o」、漉槽、簀桁、紙床絞りジャッキ、原料タンク、紙製品など一応揃っているので、1回目の調査はこの家と①の父親の家しか見ることができなかった。今回の調査でも叩解する方法については話していただいたが、④原料処理する家(叩解)は見ることができなかった。紙作りにおいて一番大切な工程は原料処理で処理方法により紙の性質が決定されるからである。

今回の調査で特に考え直さなければならなかったのは、塵取りをした後、コンクリートの中に入れていたのは、貯蔵のためではなく、自然発酵をさせるためであった。ドラム缶の釜の容量にしてはあまりにも小さい焚き口で、日本のように強火で沸騰して炊くのと違い、原料が完全に煮熟できないものと考えられる。このため、叩解して解繊してもかなりの繊維束が残るように思われる。そこで煮熟が完全にできなかった分を塵取り後にコンクリートタンクで発酵させることで解繊を良くしているものと思われた。

また、紙の研究所のドゥック氏が、抄紙粘剤として「トロロアオイ」は「M o」と比べてあまり良くないと言ったことが、紙作りを再調査することで分かりかけてきた。「トロロアオイ」は、日本の手漉で最も多く使われている粘剤であるが、温度や湿度の高い季節や発酵させて作った原料、腐りかけた原料などを漉いた場合、敏感に反応して漉き槽の中の粘性が急に消失してしまい、紙が漉けなくなってしまうことがある。また、漉槽に原料を残したまま一晩放置すると、明朝には粘性はほとんど無くなってしまふ。日本では、ほとんどの手漉紙は毎日漉槽の水を替えているが、一定期間替えずに漉く泉貨紙などでは、「青桐」の根を使用しているし、泥を入れて漉く「間似合い紙」などでは、泥のなかの金属塩に鈍感な「ギンバイ草」の根や、「ノリウツギ」の樹皮

を使用している。つまり、ベトナムのように原料を発酵させたり、気温の高い微生物の発生し易いところでは、「トロロアオイ」の使用は難しいため、このような悪条件でも使用可能な、「M o」の木の粘剤を伝統的使用してきたものと思われる。

4 龍騰紙「龍吟紙(ロンガムシ)」及び繊維の調査

皇帝の使用した龍騰紙の色は、ほとんどのものは黄色に塗られた後、龍と雲の模様を墨や銀色、金色で描いたり、木版で押ししたりして作られているように見えた。

龍騰紙の調査は、遺跡センターのファンタンハイ氏の案内で、フエ川の川岸にあるホンチェン寺院で行った。ここは皇室ゆかりの寺院で、1692年に建立された。二十数枚あった龍騰紙は一枚ごと巻かれていて、朱色の漆塗りに金色の模様の描かれた木製の保存箱に数巻きずつ数箱に分けて入れ、大事に保存されていた。

紙を広げる場所がなく、土間にビニールシートを広げて、重さ、紙寸法、厚さなどを測定したものを表5に示す。時間が足らず、すべての紙の測定をすることはできなかった。測定表にはフォアン家(黄家)のもの、収集したものも追加した。

繊維の採取は、ホンチェン寺院で2件、フエ宝蔵院のフィンディンケット氏が予め自宅に集めていた中より4件、フォアン家のもの1件、収集したもの2件から行った。

透過型光学顕微鏡を用いて繊維を観察したものを表6に示す。また、JIS P 8120のC染色液も使用して繊維を観察し、写真撮影を行った。さらに、龍騰紙の絵柄や紙の表面に着目し、SEM観察及びX線無機元素同定分析を行った。

表5 龍騰紙測定表

資 料 No.	12	2	9	1
時 代	明命元年	明命拾五年	明命拾五年	紹治貳年
西 暦	1821	1834	1834	1842
紙 寸 法 (cm)	50.7×132.4	50.4×132.5	49.2×131.1	51.0×135.2
面 積 (cm ²)	6713	6678	6643	6895
一枚重さ (g)	44.9	51.9	52.7	40.4
坪 量 (g/m ²)	66.9	77.4	81.7	58.6
厚 さ (mm)	0.127	0.134	0.133	0.147
密度 (g/cm ³)	0.53	0.58	0.61	0.40

資料 No.	7	8	3	13
時代	紹治貳年	紹治五年	嗣德參年	嗣德參年
西曆	1842	1845	1851	1851
紙寸法(cm)	51.0×131.9	49.8×130.6	49.6×134.4	50.1×134.0
面積(cm ²)	6727	6504	6666	6730
一枚重さ(g)	37.9	36.8	41.1	35.0
坪量(g/m ²)	56.3	56.6	61.7	52.1
厚さ(mm)	0.126	0.129	0.140	0.120
密度(g/cm ³)	0.45	0.44	0.44	0.43

資料 No.	10	4	11	5
時代	同慶元年	成泰貳年	維新參年	啓定玖年
西曆	1888	1890	1909	1925
紙寸法(cm)	50.1×130.0	51.1×130.0	51.2×126.9	52.0×133.0
面積(cm ²)	6513	6643	6370	6916
一枚重さ(g)	37.1	45.3	43.2	84.0
坪量(g/m ²)	57.0	68.2	67.8	121.0
厚さ(mm)	0.128	0.158	0.159	0.274
密度(g/cm ³)	0.44	0.43	0.43	0.44

資料 No.	6	14 黄氏	15 収集	16 収集
時代	啓定玖年	維新柒年	同慶貳年	啓定玖年
西曆	1925	1912	1889	1925
紙寸法(cm)	50.6×125.7	50.8×125.5	50.5×121.0	52.1×124.3
面積(cm ²)	6340	6375	6110	6526
一枚重さ(g)	57.6	48.1	43.2	75.3
坪量(g/m ²)	90.6	75.4	65.7	115.0
厚さ(mm)	0.202	0.168	0.128	0.270
密度(g/cm ³)	0.45	0.45	0.51	0.42

資料 No.	黄氏文書(家譜)		収集文書	
時代	景盛元年	嗣德拾陸年	啓定元年	啓定捌年
西曆		1863	1917	1924
紙寸法(cm)	29.4×31.0	29.2×32.6	38.6×56.0	39.0×56.5
面積(cm ²)	911	952	2162	2204
一枚重さ(g)	2.10	2.70	7.71	7.88
坪量(g/m ²)	22.0	28.4	35.7	35.8
厚さ(mm)	0.074	0.095	0.092	0.101
密度(g/cm ³)	0.30	0.30	0.39	0.35

表6 龍騰紙繊維組成

年号	西暦	繊維組成
ケット氏サンプル		
明命染年	1827	すべて「D o」
嗣徳参年	1849	
紹治参年	1843	
同慶貳年	1889	
ホンチェン寺院		
紹治五年	1845	「D o」
啓定玖年	1925	「D o」および木材パルプ
保大拾壹年	1935	
フォアン家		
維新染年	1912	「D o」
収集したもの		
同慶貳年	1889	「D o」
啓定玖年	1925	「D o」および木材パルプ

4.1 紙の寸法、坪量

縦約50cm(49.2~52.0)、横120~135cm(121.0~135.2)で、面積的にはわが国の2×3判(65×96cm)より大きい。坪量は啓定時代の紙を除くと50~80 g/m²の間にあり、現在漉いている紙から推測すると、2~3枚を張り合わせて作られているように想像されるが、同慶貳

年「収集品」の龍騰紙をを透かすと竹ひごを編んだ編み糸がはっきり分かり、1枚の紙でできていることが分かる。時間の都合ですべての龍騰紙を調べていないので、張り合わせで作られているものもあると思われる。資料No. 5と16の啓定時代の紙の色は、濃い柿色で坪量もそれぞれ121 g/m²、115 g/m²で際立って重い紙を使用している(図1)。

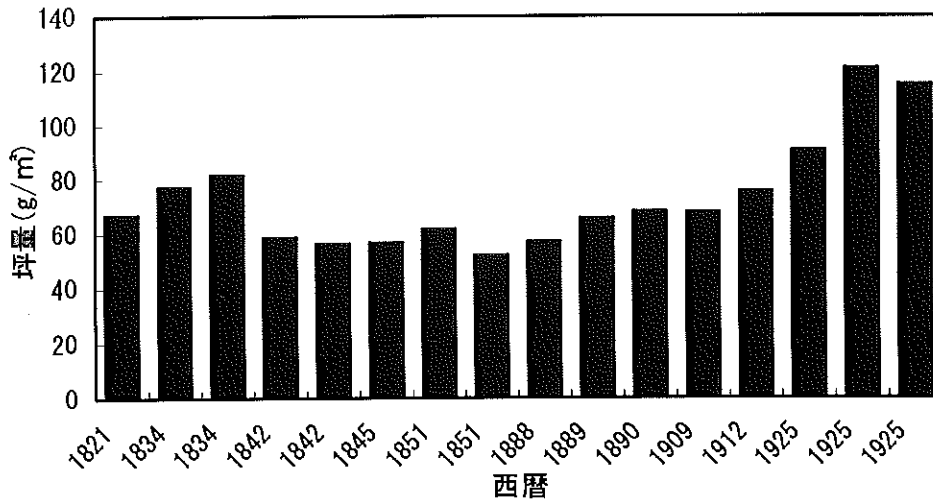


図1 龍騰紙坪量

紙の密度は、体積当たりの重さで、高い数値ほど紙が「緊まっている」ことを表す。現在ベトナムで作られている手漉紙の密度は0.24~0.27 g/cm³であるのに対し、明命時代のものは0.53~0.61 g/cm³で2倍以上の密度の高さを示し、"石の上に紙を置き槌で叩く艶出

し"を行ったことが考えられる。他の時代のものでも0.44 g/cm³程度あり、少しは叩かれたことを想像できるが、あまり強くは行っていない。厚さを測定するとき、部分的に厚薄はあるものの紙の重さの割には厚さにバラツキが少ないように感じられた(図2)。

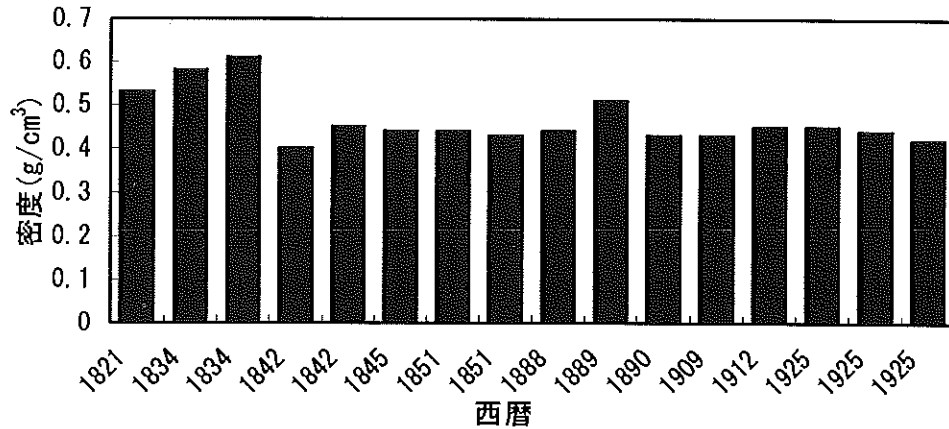


図2 龍騰紙密度

龍騰紙の表面を年代別(明命、紹治、啓定、保大時代)に追ってSEM観察をした結果、前述した紙の密度の差異と同様に、明命時代とそれ以外の年代との間に違いが見られた。明命時代の龍騰紙の表面は、かなり均一した平面的な状態であったが、紹治、啓定、保大各時代の龍騰紙の表面は、粗削りな感じで繊維間に空間が見られる状態であった。このSEM写真像は時代により紙作りに違いがあることを裏付けていると思われる(写真3、4)。

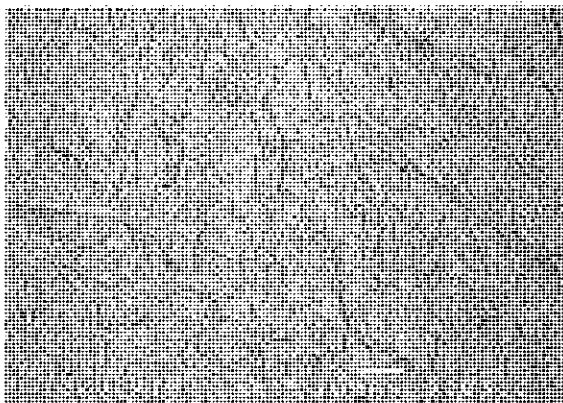


写真3 明命時代の龍騰紙表面のSEM像

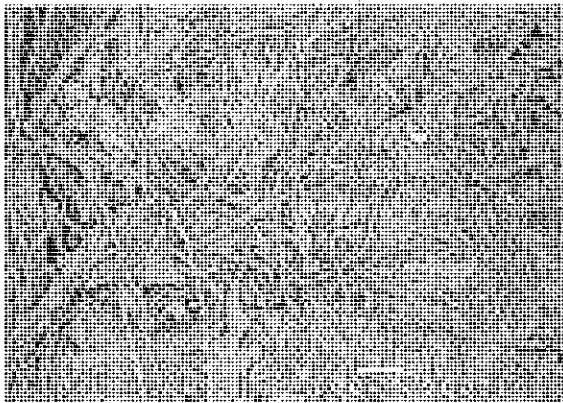


写真4 啓定時代の龍騰紙表面のSEM像

繊維調査の結果は啓定玖年(1925)及び保大拾壹年(1935)ものから木材パルプを観察したのみで、他はすべて「D○」の繊維のみで作られていた。

1回目回の調査で春和社に残る加工されていない文書が良い状態で残されているのに比べ、紙加工された龍騰紙は、繊維を観察すると折れたり、欠けたりして傷んでいるものが多く見受けられる(写真5~8)。

高温多湿の保存状態や水濡れ、紙を加工する際に使用したミョウバンなどの影響が重なり、劣化したことが考えられる。



写真5 明命染年の龍騰紙繊維の顕微鏡写真



写真6 明命染年の龍騰紙繊維の顕微鏡写真

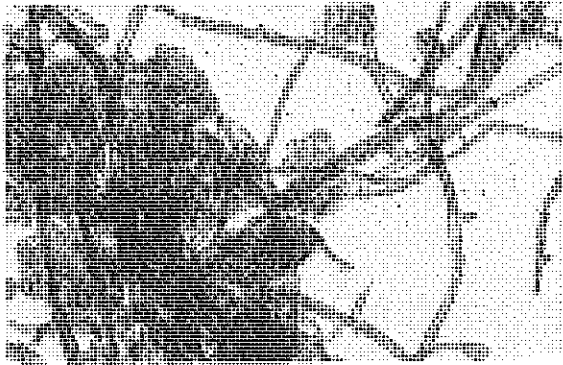


写真7 C染色液により染色した明命柒年の龍騰紙繊維の顕微鏡写真



写真8 C染色液により染色した明命柒年の龍騰紙繊維の顕微鏡写真

4.2 龍騰紙の黄色、絵柄について

紙を黄色に染色しているのはベトナムの龍騰紙だけではなく、中国や韓国、ネパール、日本にもあり、黄蘗(きはだ)、槐(えんじゅ)、

雌黄(しおう)などで染色される。どうして黄紙を用いるのを好んだかについて、

- ①黄蘗に含まれるアルカロイドは、よく虫を殺し、しみを防ぎ、紙の寿命を延ばすとともに、一種の香ばしいにおいがした。
- ②古代の五行説によると、金、木、水、火、土の五行は、五色、五方、五音、五味などに対応する。五行の土は、五方の中央、五色の黄に対応し、黄は五色の正色である。したがって、昔およそ神聖で荘重な物品は、いつも黄色で飾り、重要な書物、文書も黄色にした。
- ③「黄色は目を刺激せず、長い間読んでも目を傷めない。もし誤って書いたとき、雌黄を塗った後、もう一度書けるし、校勘に便利である。」と潘先生は著書の中で述べられている。

古い年代の龍騰紙の表面の絵柄模様は墨で描かれたものと思っていたが、絵柄部分に落射光をあて光学顕微鏡で観察すると、反射して光り、金属箔が酸化して黒く見えていることが分かった。

龍騰紙の表面に描かれている絵柄及び紙の地部分に含まれている無機元素の同定を、エネルギー波長分散型X線分析装置により行った。地の部分については5つの時代(明命、紹治、同慶、啓定、保大)、また絵柄部分については6つの時代(明命、紹治、嗣徳、同慶、啓定、保大)を分析した(図3~10)。

— 分析結果 —

元素	(cps)	重量%	原子%	化合物	重量%	Kレシオ
O	2.7	0.1	60.48			0.0518
K ₂ O	1.04	0.1	1.26	K ₂ O	0.1	0.0027
Fe ₂ O ₃	1.53	0.1	0.24	Fe ₂ O ₃	0.1	0.0032
Al ₂ O ₃	1.49	0.6	3.24	Al ₂ O ₃	1.2	0.0028
SiO ₂	1.74	0.1	0.26	SiO ₂	0.1	0.0027
P ₂ O ₅	2.01	0.2	1.81	P ₂ O ₅	0.6	0.0079
S ₂ O ₃	2.31	0.6	2.93	S ₂ O ₃	1.5	0.0079
CaO	3.21	0.3	1.63	CaO	0.4	0.0055
合計	3.69	1.7	15.62	合計	2.4	0.0181
合計	6.4		100.00		6.4	

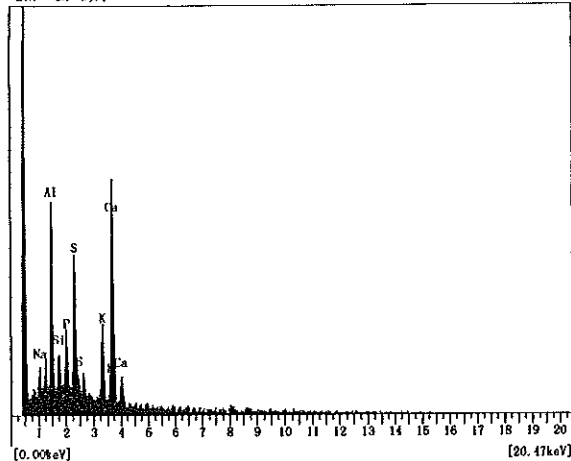


図3 龍騰紙地部分

— 分析結果 —

元素	(cps)	重量%	原子%	化合物	重量%	Kレシオ
O	1.4	0.1	42.33			0.0029
Al ₂ O ₃	1.49	0.1	1.39	Al ₂ O ₃	0.1	0.0021
S ₂ O ₃	2.31	0.2	0.0	S ₂ O ₃	0.4	0.0118
CaO	3.69	1.0	12.37	CaO	1.5	0.0118
合計	2.98	0.5	41.65	合計	13.2	
合計		12.2		合計	100.00	

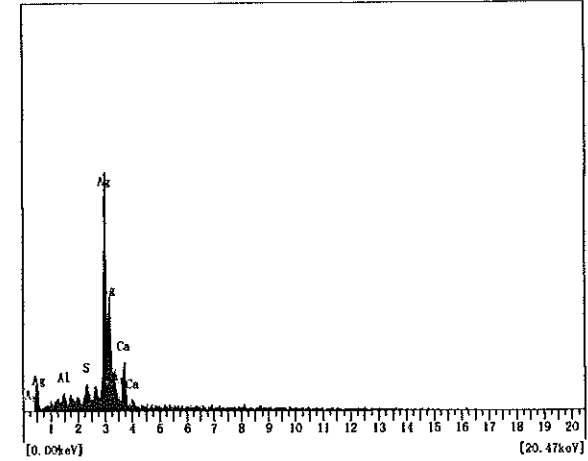


図4 明命7年龍騰紙絵柄部分

— 分析結果 —

元素	(wt%)	重量%	原子%	原子量%	化合物	重量%	Kレシオ
O		4.1		64.32			
Al	1.49	0.1	0.0	1.37	Al ₂ O ₃	0.3	0.0015
Si	1.74	0.0	0.0	0.33	SiO ₂	0.1	0.0004
S	2.31	0.0	0.0	7.14	S ₂	2.3	0.0111
Ca	3.69	2.4	0.0	11.33	CaO	3.3	0.0247
Ag	2.98	0.5	0.0	1.33	Ag ₂ O	0.6	0.0055
Sn	3.44	5.8	0.1	12.64	SnO ₂	7.3	0.0618
合計		13.8		100.00		13.8	

LIN 2K 射撃

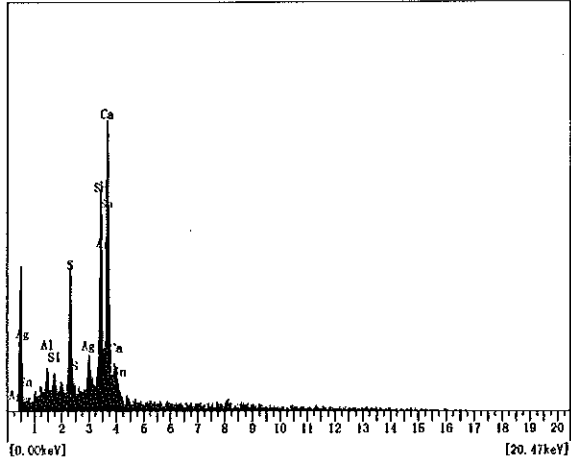


図5 紹治3年龍騰紙黒色部分

— 分析結果 —

元素	(wt%)	重量%	原子%	原子量%	化合物	重量%	Kレシオ
O		2.2		62.81			
Al	1.49	0.1	0.0	2.17	Al ₂ O ₃	0.2	0.0015
S	2.31	0.1	0.0	1.21	S ₂	0.2	0.0011
Ca	3.69	0.6	0.0	9.03	CaO	1.2	0.0088
Ag	2.98	0.3	0.0	1.47	Ag ₂ O	0.4	0.0045
Sn	3.44	5.9	0.1	22.64	SnO ₂	7.5	0.0611
合計		9.5		100.00		9.5	

LIN 2K 射撃

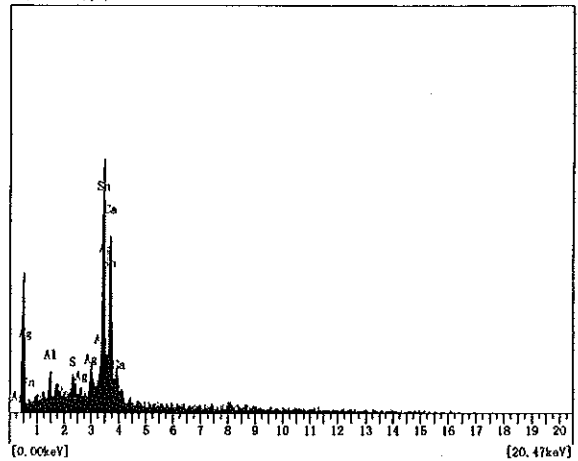


図6 嗣徳3年龍騰紙黒色部分

— 分析結果 —

元素	(wt%)	重量%	原子%	原子量%	化合物	重量%	Kレシオ
O		0.3		43.43			
Al	1.49	0.0	0.0	3.42	Al ₂ O ₃	0.1	0.0005
S	2.31	0.0	0.0	1.72	S ₂	0.1	0.0001
Ca	2.69	0.1	0.0	3.15	CaO	0.1	0.0005
Ag	2.98	2.8	0.0	42.65	Ag ₂ O	2.6	0.0119
Sn	2.44	0.0	0.0	0.76	SnO ₂	0.1	0.0005
合計		2.9		100.00		2.9	

LIN 2K 射撃

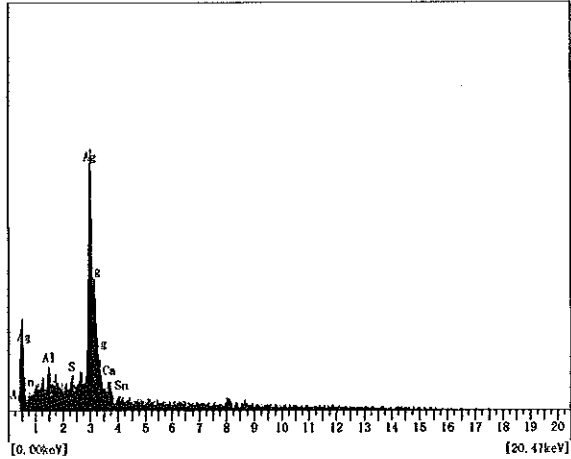


図7 同慶貳年絵柄部分

— 分析結果 —

元素	(wt%)	重量%	原子%	原子量%	化合物	重量%	Kレシオ
O		1.6		44.32			
Al	1.49	0.5	0.0	6.71	Al ₂ O ₃	1.0	0.0059
S	2.31	0.2	0.0	3.01	S ₂	0.6	0.0037
Ca	3.69	0.4	0.0	4.33	CaO	0.6	0.0044
Ag	8.09	0.3	0.0	2.15	Ag ₂ O	0.4	0.0055
Sn	2.98	0.2	0.1	35.45	SnO ₂	0.8	0.1015
合計		11.2		100.00		11.2	

LIN 4K 射撃

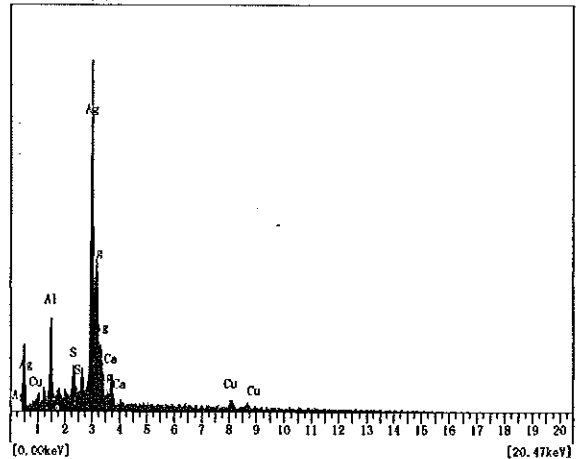


図8 啓定玖年龍騰紙銀部分

分析結果

元素	(eV)	重量%	原子%	化合物	重量%	Kレシオ
O	511	4.1	52.53			
Ca	298	14.7	0.2	CaO	18.4	0.1433
Zn	864	1.7	0.1	ZnO	2.1	0.0182
合計		20.4	100.00		20.4	

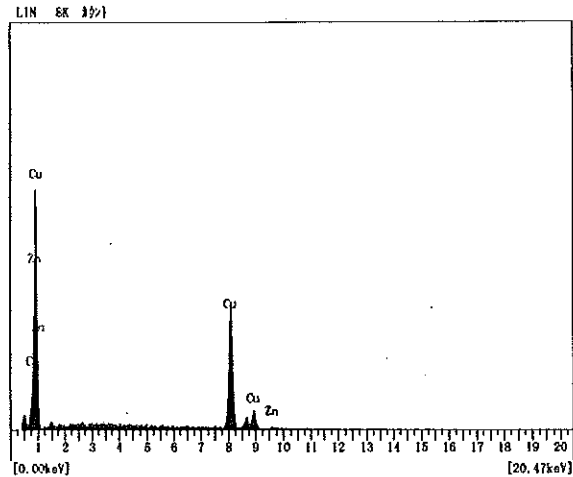


図9 啓定九年絵柄部分

地部分には、アルミニウム(Al)、カルシウム(Ca)、硫黄(S)の3元素が平均的に見られる。アルミニウムと硫黄の存在は、この龍騰紙にミョウバン(明礬、 $KAl(SO_4)_2$)が用いられていることを表している。ミョウバンは紙のにじみ止め(サイズ)に用いられる。紙を均一に染めるにはにじみ止めは必須である。これらに用いられた染料は紙の内部に浸透していないので、龍騰紙はミョウバンでにじみ止め加工をしていると考えられる。また、カルシウムが同定されていることは、この紙にカルシウム系の填料が使用されていると思われる。光学顕微鏡で龍騰紙表面に存在する鉱物を観察すると、大きいものは白色の結晶が見られ、小さく薄いものは透明感がある。

今回訪問したベトナムのドンハウ村はドンハウ版画が有名であるが、その版画の紙にはホタテ貝の一種の貝殻を粉にして、米糊と水と混ぜて表面に刷毛で塗布加工している。今回持ち帰ったこの貝殻を細かく砕いて、同じく光学顕微鏡で観察してみると同様な結晶物を見ることができた。また、この結晶は紙中に深く入り込んでいない様子はなく、ドンハウ版画と同様に表面に塗布している可能性が高くなった。龍騰紙にはこのホタテ貝の一種の

分析結果

元素	(eV)	重量%	原子%	化合物	重量%	Kレシオ
O	511	2.1	0.0			
Al	149	1.2	0.0			
Si	174	0.4	0.0			
S	231	0.2	0.0			
K	331	0.1	0.0			
Ca	298	0.2	0.0			
Zn	864	0.6	0.0			
合計		4.9	100.00		4.9	

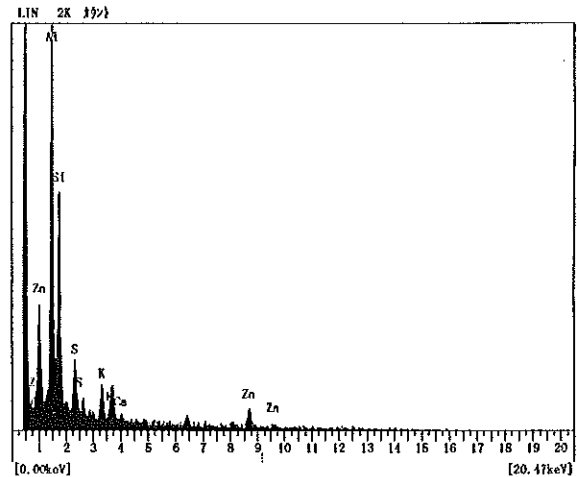


図10 保大拾壹年銀部分

殻を使用している可能性が高くなったが、これで決定というわけには行かない。ベトナムのフエ辺りの海岸は白く、石灰質の岩石が多い。また紙作りにおいて、原料を石灰乳で煮るということも行われている。石灰石を填料として使う可能性がないわけではない。この辺りは再度、ベトナムの産業の歴史等を参照しながら考察する必要がある。

龍騰紙の絵柄の色を観察すると、古い時代のものは黒色であり、比較的新しい時代のものは、光沢のある銀灰色をしている。これと絵柄部分のX線無機元素分析の結果を合わせてみた。X線分析の結果は、明命時代は銀、紹治及び嗣徳時代はスズ(多少銀を含む)、同慶時代は銀、啓定時代は銅や銀、保大時代はアルミニウムと亜鉛であった。銀(Ag)は水及び酸素に触れても安定しているが、硫黄(S)と反応しやすく黒色の硫化銀(Ag_2S)を生成する。また、スズ(Sn)はマレー半島付近から大量に産出しており、硫黄と反応して暗褐色の硫化スズ(SnS)を生成する。

前述したように、龍騰紙にはミョウバンが使用されており、このミョウバンの硫黄分が銀箔、スズ箔と反応して黒色あるいは暗褐色に変色したと考えられる。亜鉛(Zn)は14世

紀頃から利用されはじめ、硫黄と反応して白色の硫化亜鉛(ZnS)を生成する。アルミニウム(Al)は19世紀にはフランスで精錬工場が稼働しており、当時アルミニウム製品は金、銀製品よりも貴重なものであったと言われている。このアルミニウムは硫黄とは反応しにくく、非常に安定な金属である。よってミョウバンの硫黄分でも反応が見られず、光沢を保ったまま現在に残っていると思われる。

5 まとめ

北京では「中国製紙技術史」をお書きになり、世界的に著名な潘吉星先生に10年ぶりにお会いし、ベトナムの手漉紙についてお話を伺った。潘先生は著書の中で、ベトナムの紙史について述べられているが、原料や製造工程などはあまりご存じないようで、逆に調査結果を教えてほしいと頼まれた。档案馆では黄色に染色した龍騰紙と同じような紙もあったが、ガラス越しに見るだけであった。

ベトナムの紙に主に使用されている「D○」と言われる植物の靱皮は、繊維の形からわが国で使用されている三桠(みつまた)に近く「じんちょうげ科」の植物であろうと想像はしていた。栽培している現地を訪れた時、「D○」は開花時期で、白い小さな花を枝の先端に沢山付けていた。持参した中国の本からコピーした図と照らし合わせると同じものと分かりほっとした。(中国名、鼠皮樹：じんちょうげ科)

1回目の繊維調査でフエの春和社の1788年の古文書に配合されていた日本の「こうぞ」のような繊維は、東南アジア一帯に生えている「かじの木」で現在でも使用されていることも分かった。このほかに、「いね科」の植物も使用されているが、この植物名は分からなかった。現在調査中である。

手漉用粘剤として使用している「M○」は、1回目の調査では、「あか桐の一種」とまでしか分からなかったが、今回は生えている木を見ることができ、ラテン名(*Actinodaphne Cochinchinensis*)まで分かった。このラテン名をもとに、「M○」の植生に関する詳細を現在調査中である。

紙作りをしているダオヴァンチ氏とは、現在作っている紙について話をすることができ

たし、紙漉きや紙床(シト)剥ぎ、乾燥場の見学もできた。工程では、塵取りした後の貯蔵タンクと想像していたのが、繊維の解繊を良くするため発酵させている工程と分かり、叩解も臼の中に入れた原料を電気で杵を動かし叩く方法との説明であった。しかし、その機械を見学できなかったのは残念であった。

龍騰紙の調査結果では、密度はもう少し高いと思われたが、以外と低かった。日本の「こうぞ」で作った古い写経用紙などでは、密度は0.7~0.9 g/cm³程度ある。日本の場合は紙を湿して叩く方法で行っているため密度が上がりやすいが、ベトナムの場合は乾燥した紙を叩いていて、密度が上がりにくいものと思われる。

これからこのチームが行おうとしているベトナムの文書の裏打ち用紙作りは、作業中に破れたりしては困るが、紙の密度は低い方が良い。「木材パルプの場合、相対湿度を0~100%に変えると、長さ方向は1%以下の伸びであるが、直径方向では20~30%以上に達し、30倍以上の伸び率を示すこともある。²⁾」とあるが、吸湿すると密度の高い紙は接触している隣の繊維に影響を与えるため紙が伸び、密度が低いと繊維間に空隙が多く、吸湿して膨らんでも隣の繊維にあまり影響を与えず、紙の伸びが少ない。伝統的に作られる掛け軸の裏打ちに用いる和紙には、「こうぞ」に白土を入れて紙作りを行う。繊維間に白土が入り込むことで空隙ができ、繊維が吸湿や脱湿を繰り返してもあまり伸び縮みしない構造に作っている。このため、天気が良くても、雨の湿度の多い日でも、床に掛けている掛け軸は同じように掛かっている。裏打ち紙が伸縮すれば、当然本紙にも影響を与えるので伸縮の少ない紙作りを行うべきと思われる。「D○」は繊維膜が厚くて密度が高くなりにくいので、裏打ち紙用としては都合の良い繊維といえる。

ベトナムの龍騰紙の絵柄に用いられている金属箔が年代によって違っていることに関しては意外であった。何故このような数種類の金属を使うようになったのか。龍騰紙の使われたグエン朝時代のベトナムは、フランスの侵攻等があった激動の時代であり、この龍騰紙にはその当時の政治的、経済的な背景が隠されているかもしれない。

参考文献

- 1) 中国製紙技術史, 潘吉星, 平凡社
- 2) 紙の科学, (株)中外産業調査会

謝 辞

このような機会を与えてくださった国際交流基金アジアセンターに感謝いたします。

調査にあたり、早稲田大学教授の坪井善明先生、東京修復保存センター代表坂本勇氏ほかチームの皆様の協力がありました。また、ベトナム国立文書局及び文書館のスタッフ、フエ遺跡保存センタースタッフ、フエ宝蔵院スタッフ他多くの皆様の協力も得ました。

この第2回目の調査では、特に通訳をしていただいた新江利彦氏の活躍で、大変効率よく調査することができ、また、紙を漉いてるダオヴァンチ氏と話ができるなど、第1回目の調査では不明であった点も解明されました。ここに記してお礼を申し上げます。

平成9年度高知県立紙産業技術センター報告第3号
平成10年11月30日 印刷発行

編集発行 **高知県立紙産業技術センター**
Kochi Prefectural Paper Technology Center
〒781-2128 高知県吾川郡伊野町波川287-4
電話(0888)92-2220 FAX(0888)92-2209

印 刷 (株)中島出版印刷

