

ISSN 1342-4068

高知県立紙産業技術センター報告

第8号

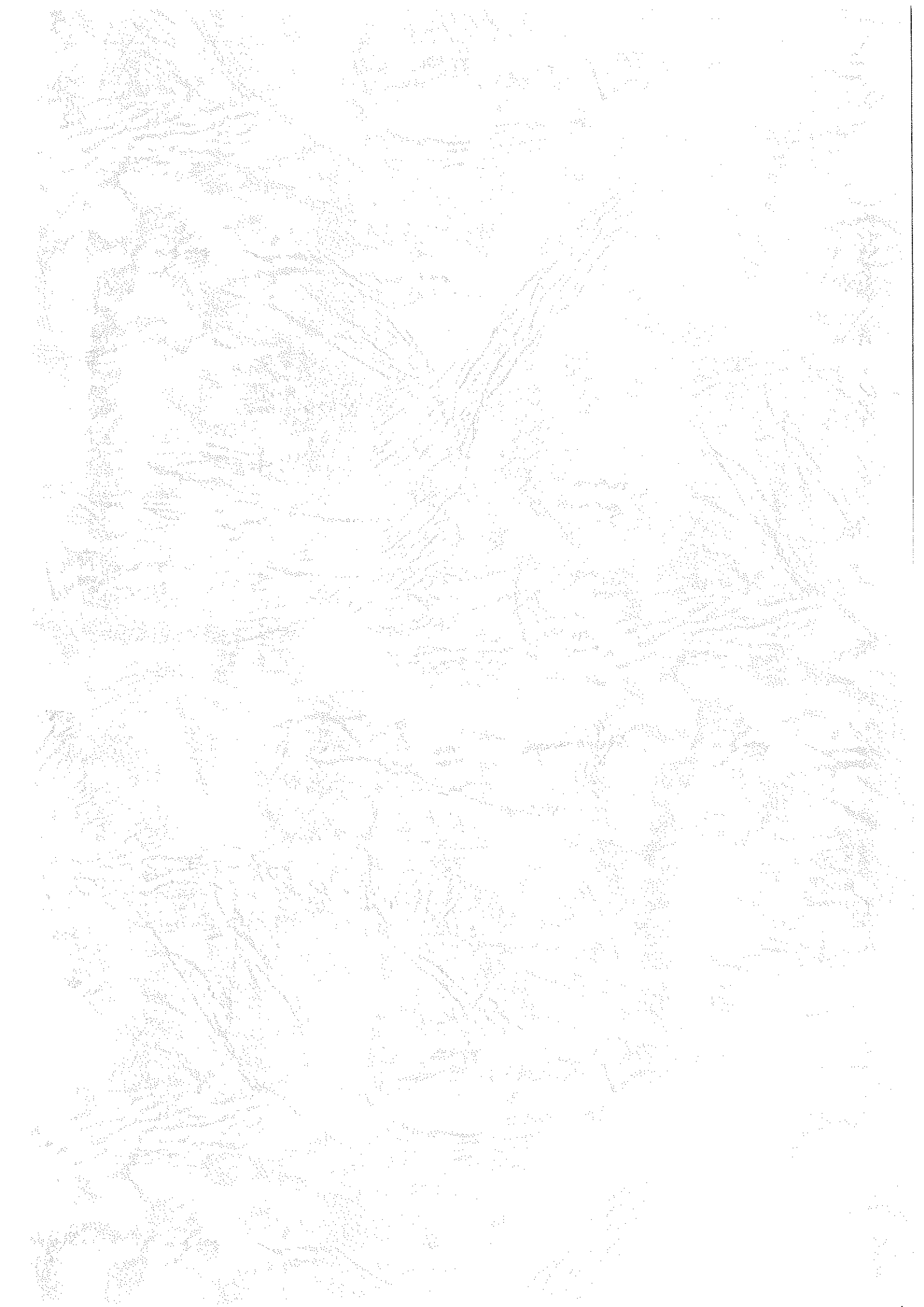
THE REPORT ON WORKS
OF
KOCHI PREFECTURAL
PAPER TECHNOLOGY CENTER

VOL. 8

2003

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

I 紙産業技術センターの概要

1 沿 革	1
2 組織及び業務	2
3 職員の構成	3
4 施設の概要	3
5 決 算	4
6 試験手数料及び機械器具使用料	5
7 所有主要設備	8

II 業務概要

1 技術相談及び技術指導	1 5
2 依頼試験及び設備使用	1 5
3 研修生の受け入れ	1 6
4 工業所有権	1 6
5 講師派遣	1 7
6 開放試験設備利用研修事業	1 7
7 客員研究員招へい事業	1 8
8 コウチ・アサヒ異業種交流会	1 8
9 21こうちかみわご新商品開発事業	1 9

III 調査研究報告

спанレース不織布の基礎研究	2 5
リサイクルシート等を利用した吸収用マットの開発	3 5
多目的不織布製造装置を利用した不織布製造技術の研究	4 2
紙の多品種小ロット生産化技術の開発	4 7
機能性木炭紙の製造技術の開発と利用	5 1
財団法人ポーラ美術振興財団助成事業 土佐典具帖紙等の特性調査研究	6 1

は　じ　め　に

高知県の紙産業の平成14年生産実績（高知県製紙工業会調査）は機械紙及び不織布が生産量合計63,935トン、対前年比100.4%、生産額404億円で、対前年比99.5%と横ばいであります。

品種別で見ますと衛生紙関係も29,758トン、対前年比100.9%とほぼ横ばい状態です。不織布は設備の設置などがあり、生産量は対前年比102.4%の18,131トンと増加しており、長期不況下ではありましたが、伸びる要素を持っています。

その他の紙は工業用雑種紙が11,918トン、対前年比110.7%と増産されています。一方、家庭用雑種紙は4,128トン、対前年比72%低迷しています。

手すき和紙は従業員の高齢化や後継者不足で年々減少していますが、土佐和紙工芸村で若手の後継者を育成しており、多くの若者が研修を受けています。今後は、これらの方々の業者としての育成支援が課題と考えています。

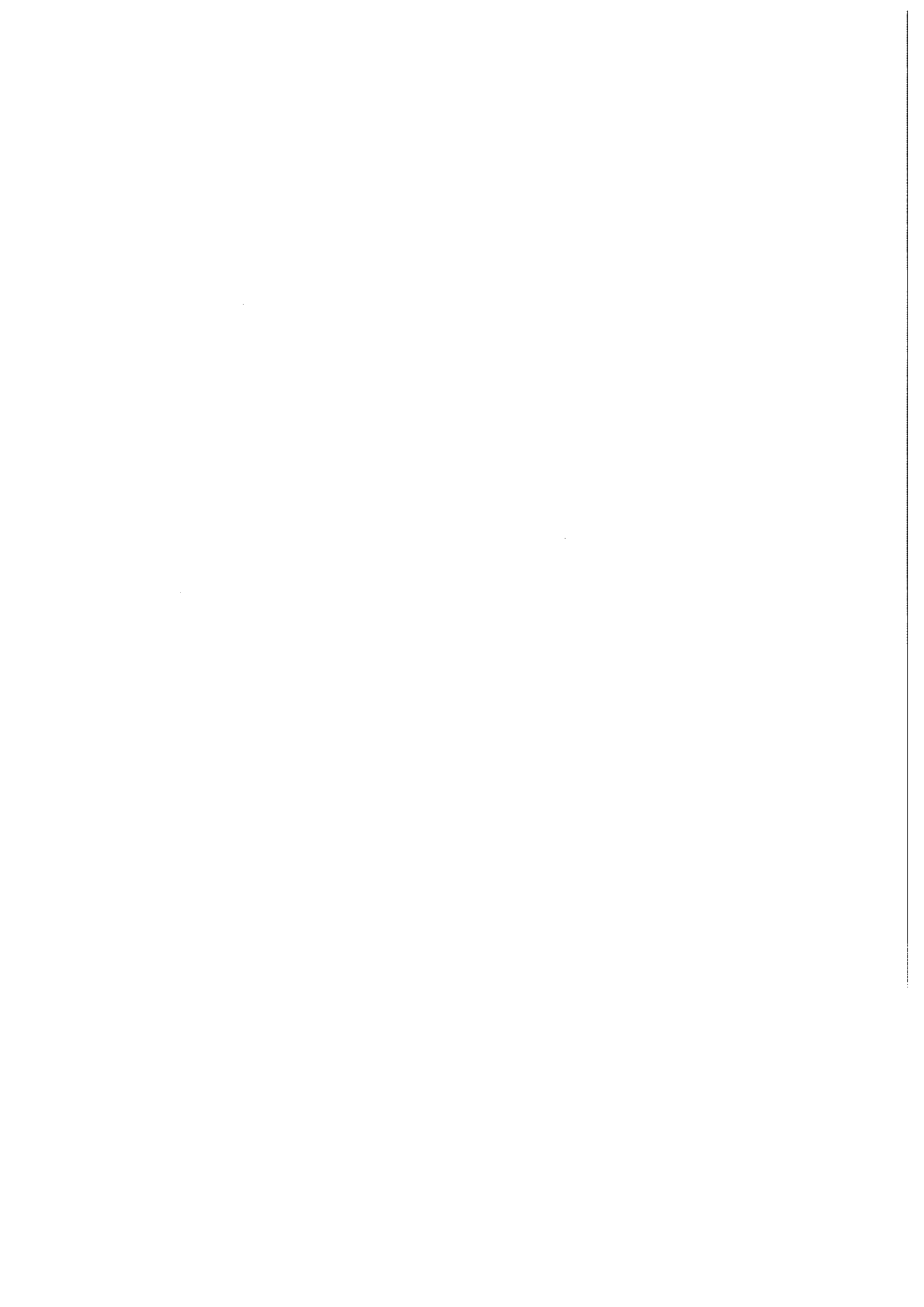
この様な、業界の実情に対し、当センターといたしましては「本県紙産業」あるいは「我が国紙、不織布、シート材料」の研究所としての使命を果たすべく、「機能紙の開発」「国際的な情報発信」「環境関連技術の開発」「紙文化の発展」などを機軸として努力してまいりたいと考えています。今や、全国で紙関係公設試は4カ所となっていますので、大きな責任を持っていると考えています。

この報告書は平成14年度の業務全般及び研究成果について編集したものであります。ご高覧いただき、センター業務をご理解いただくと共に研究成果が企業の皆様方や関係の方々にお役に立てれば幸いです。

平成15年10月

高知県立紙産業技術センター
所　長　　林　幸　男

I 紙産業技術センターの概要



1 沿 革

- 昭和7年 明治41年に設立された土佐紙業組合製紙試験場が県に移管され、高知県商工課工業試験所となる。
- 昭和10年 高知県商工奨励館設立により、同館工業試験場となる。
- 昭和16年 製紙部門を独立し、高知県紙業試験場となる。
- 昭和17年 本館及び手すき実験室を改築する。
- 昭和34年 機械すき抄紙設備を改築する。
- 昭和38年 場の整備強化に着手する。
- 昭和40年 第一工場（機械すき、手すき試験室）が竣工する。
- 昭和42年 本館が竣工し、加工科を新設する。
- 昭和43年 第二工場（加工試験室、パルプ室、車庫）が竣工する。
- 昭和45年 第二工場に恒温恒湿機械装置を設置する。
- 昭和47年 工場排水処理施設の設置とともに、第一工場廃液処理室が竣工する。
- 昭和56年 第一工場手すき仕上げ室を試験室に整備拡充する。
- 昭和57年 機構改革に伴い、手すき紙科を新設、第二工場加工試験室を整備拡充する。
- 昭和59年 指導施設費補助事業により、試験機を充実する
- 平成元年 技術開発補助事業（融合化研究）により、試験機を充実する
- 平成2年 技術パイオニア養成事業により、試験機を充実する
- 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8,9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。
- 平成10,11年 特定集積活性化支援事業及びベンチャー企業育成型地域コンソーシアム研究開発事業により、試験機を充実する。
- 平成12,13年 特定集積活性化支援事業及び中小企業技術開発産学官連携促進事業により、試験機を充実する。
- 平成14年 特定集積活性化支援事業により、試験機を充実する。
- 平成15年 機構改革により、組織を総務班、不織布・加工部、製紙技術部とする。

2 組織及び業務

所 長
林 幸男

<p>総 務 班</p> <p>班 長 益岡 淳一</p> <p>主 幹 中嶋久仁子</p>	<p>(1) 予算、決算に関すること</p> <p>(2) 歳入、歳出等財務に関すること</p> <p>(3) 給与、旅費その他庶務会計に関すること</p> <p>(4) 職員の福利厚生に関すること</p> <p>(5) 文書、財務等他部に属さないこと</p>
--	--

<p>不織布・加工部</p> <p>専門研究員兼</p> <p>不織布・加工</p> <p>部長 松本 博</p> <p>主任研究員 田村 愛理</p> <p>主任研究員 森澤 純</p> <p>研 究 員 近森 麻矢</p> <p>研 究 員 鈴木 慎司</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>製紙技術部</p> <p>製紙技術部長 池 典泰</p> <p>総 括</p> <p>主任研究員 関 正純</p> <p>主任研究員 近森 啓一</p> <p>主任研究員 遠藤 恭範</p> <p>研 究 員 有吉 正明</p> <p>主 任 技 師 江 渕 栄 貫</p>	<p>(1) 機械抄紙・湿式不織布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>
--	--

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
不織布・加工部		5		5
製 紙 技 術 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 決算

(歳出)

費目	金額(千円)	備考
紙産業技術センター管理運営費	34,293	
紙産業技術試験研究費	16,212	
紙産業技術振興促進費	899	
科学技術振興費	4,321	
計	55,725	

(歳入)

科目	金額(千円)	備考
使用料及び手数料	13,344	試験手数料、機械器具使用料等
諸収入	283	ライセンス研修負担金等
計	13,627	

6 試験手数料及び機械器具使用料

(1) 試験手数料(県内)

平成15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			1,570		
		特殊なもの	指定成分1成分			3,050		
定量分析		一般的なもの	指定成分1成分			3,050		
		特殊なもの	指定成分1成分			6,250		
		特殊機器による簡易なもの	1件(指定成分1成分)			12,700		
		特殊機器による複雑なもの	1件(指定成分1成分)			27,940		
物理化学試験		紙及び板紙の物理試験	1件			1,650		
		不織布風合い試験	1件			1,650		
		段ボールの物理試験	1件			1,990		
		さらし率試験	1試料			3,610		
		繊維相対粘度試験	1試料			5,170		
		樹脂抽出試験	1試料			5,140		
		灰分試験	1試料			3,310		
		紙料水分試験	1試料			1,660		
		ろ水度試験	1試料			1,290		
		サイズ度試験	1試料			1,570		
		きょう雑物試験	1試料			1,790		
		pH試験	1試料			1,790		
		光学顕微鏡による繊維組成試験	1試料			1,950		
		薬品溶解定量による繊維組成試験	1試料			3,960		
		指示薬を使用する紙質試験	1試料			620		
		褪色度試験	1件(1時間まで)			1,360		
		褪色度試験追加分	1時間を超える場合は1時間			380		
		印刷適性試験	1件			3,330		
		顕微鏡写真(手札型)	1件(3枚)			3,330		
		顕微鏡写真(手札型)追加分	焼き増し1枚			240		
		走査電子顕微鏡写真(手札型)	1件(3枚)			4,540		
		走査電子顕微鏡写真(手札型)追加分	焼き増し1枚			360		
		ふるい分け試験	1件			5,140		
		繊維長分布測定試験	1試料			2,180		
		細孔分布測定試験	1試料			2,600		
		不織布地合測定試験	1件			2,150		
		ガス透過率測定試験	1件			4,120		
		恒温恒湿槽試料処理試験	1件(1時間まで)			1,500		
		恒温恒湿槽試料処理試験追加分	1時間を超える場合は1時間			620		
		落下衝撃試験	1件			4,690		
		ラウンダーメータによる処理試験	1試料			1,990		
		燃焼速度試験機	1試料			2,340		
		原料処理試験		紙料調整試験	1件(1kg)			1,740
				大型開放釜による煮熟試験	1件			12,480
中型開放釜による煮熟試験	1件					10,190		
小型開放釜による煮熟試験	1件					4,520		
オートクレーブによる蒸解試験(使用薬品を除く)	1件					6,770		
地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)	1件					20,940		
湿式紡糸装置による紡糸試験	1件					11,920		
粉碎処理試験	1件					3,700		
抄紙試験		多目的テスト抄紙機による抄紙試験	1時間			28,030		
		多目的不織布製造装置による抄紙試験	1時間			19,870		
		小型抄紙機による抄紙試験	1時間			9,520		
		大型懸垂短網抄紙機による抄紙試験	1時間			16,020		
		モールド試験機による抄紙試験	1時間			4,970		
		手すき抄紙試験	1時間(10枚)			3,490		
		シートマシンによる抄紙試験	1時間(10枚)			2,410		
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			13,750		
		樹脂加工試験機による加工試験	1時間			6,000		
		圧縮成型プレス試験	1時間			5,190		
		サイズプレス試験	1時間			3,720		
		エンボス試験	1時間			4,240		
		熱カレンダー加工試験	1時間			2,770		
		紙の手加工試験	1時間			2,490		
		スーパーカレンダーによる処理試験	1時間			2,680		
設計図料		A2判	1件(1枚)			18,240		
成績書の謄本又は証明書			1通			560		

(2) 試験手数料(県外)

平成15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		2,350
	特殊なもの	指定成分1成分		4,570
定量分析	一般的なもの	指定成分1成分		4,570
	特殊なもの	指定成分1成分		9,370
	特殊機器による簡易なもの	1件(指定成分1成分)		19,050
	特殊機器による複雑なもの	1件(指定成分1成分)		41,940
物理化学試験	紙及び板紙の物理試験	1件		2,470
	不織布風合い試験	1件		2,470
	段ボールの物理試験	1件		2,980
	さらし率試験	1試料		5,410
	繊維相対粘度試験	1試料		7,750
	樹脂抽出試験	1試料		7,710
	灰分試験	1試料		4,960
	紙料水分試験	1試料		2,490
	ろ水度試験	1試料		1,930
	サイズ度試験	1試料		2,350
	きょう雑物試験	1試料		2,680
	pH試験	1試料		2,680
	光学顕微鏡による繊維組成試験	1試料		2,920
	薬品溶解定量による繊維組成試験	1試料		5,940
	指示薬を使用する紙質試験	1試料		930
	褪色度試験	1件(1時間まで)		2,040
	褪色度試験追加分	1時間を超える場合は1時間		570
	印刷適性試験	1件		4,990
	顕微鏡写真(手札型)	1件(3枚)		4,990
	顕微鏡写真(手札型)追加分	焼き増し1枚		360
	走査電子顕微鏡写真(手札型)	1件(3枚)		6,810
	走査電子顕微鏡写真(手札型)追加分	焼き増し1枚		540
	ふるい分け試験	1件		7,710
	繊維長分布測定試験	1試料		3,270
	細孔分布測定試験	1試料		3,900
	不織布地合測定試験	1件		3,220
	ガス透過率測定試験	1件		6,180
	恒温恒湿槽試料処理試験	1件(1時間まで)		2,250
	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		930
	落下衝撃試験	1試料		7,030
	ラウンダーメータによる処理試験	1試料		2,980
	燃焼速度試験機	1試料		3,510
	原料処理試験	紙料調整試験	1件(1kg)	
大型開放釜による煮熟試験		1件		18,720
中型開放釜による煮熟試験		1件		15,280
小型開放釜による煮熟試験		1件		6,780
オートクレーブによる蒸解試験(使用薬品を除く)		1件		10,150
地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)		1件		31,410
湿式紡糸装置による紡糸試験		1件		17,880
粉碎処理試験		1件		5,550
抄紙試験	多目的テスト抄紙機による抄紙試験	1時間		42,040
	多目的不織布製造装置による抄紙試験	1時間		29,800
	小型抄紙機による抄紙試験	1時間		14,280
	大型懸垂短網抄紙機による抄紙試験	1時間		24,030
	モールド試験機による抄紙試験	1時間		7,450
	手すき抄紙試験	1時間(10枚)		5,230
	シートマシンによる抄紙試験	1時間(10枚)		3,610
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		20,620
	樹脂加工試験機による加工試験	1時間		9,000
	圧縮成型プレス試験	1時間		7,780
	サイズプレス試験	1時間		5,580
	エンボス試験	1時間		6,360
	熱カレンダー加工試験	1時間		4,150
	紙の手加工試験	1時間		3,730
	スーパーカレンダーによる処理試験	1時間		4,020
設計図料	A2判	1件(1枚)		27,360
成績書の謄本又は証明書		1通		840

(3)機械器具使用料

平成15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	590
		8キログラムホーレンダー型ピーター		1台	1時間	650
		18キログラムホイト型ピーター		1台	1時間	680
		38キログラムホイト型ピーター		1台	1時間	1,410
		1キログラムナギナタ型ピーター		1台	1時間	590
		10キログラムナギナタ型ピーター		1台	1時間	620
		スクリーン		1台	1時間	680
		セントリククリーナー		1台	1時間	650
		蒸解用オートクレーブ		1台	1時間	1,020
		地球釜		1台	1時間	3,070
		粉砕機		1台	1時間	1,340
		その他の原料処理機器		1台	1時間	590
	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	1,140
		フェードメーター		1台	1時間	1,240
		フラジール通気度試験機		1台	1時間	500
		偏光顕微鏡		1台	1時間	640
		パームポロシメーター		1台	1時間	740
		紙伸縮計		1台	1時間	610
		横型引張試験機		1台	1時間	680
		白色度計		1台	1時間	800
		繊維長分布測定装置		1台	1時間	1,230
		印刷適性試験機		1台	1時間	1,540
		マイクロハイスコープ		1台	1時間	1,870
		ハンディー圧縮機		1台	1時間	710
		クリーンベンチ		1台	1時間	660
		ガス透過率測定装置		1台	1時間	910
		イメージアナライザー		1台	1時間	720
		走査電子顕微鏡		1台	1時間	3,050
		織物磨耗試験機		1台	1時間	900
		落下衝撃試験装置		1台	1時間	970
		シヨッパー型耐水度試験機		1台	1時間	780
		風合い測定試験器		1台	1時間	1,100
		ラウンダーメータ		1台	1時間	680
		保湿度試験機		1台	1時間	810
		燃焼速度試験機		1台	1時間	700
		その他の試験機器		1台	1時間	620
抄紙加工機		サイズプレス		1台	1時間	980
		自動テストプレス		1台	1時間	1,620
		樹脂成型プレス機		1台	1時間	820
		エンボスマシン		1台	1時間	1,430
		熱カレンダー		1台	1時間	1,060
		樹脂加工機		1台	1時間	2,120
		モールド試験機		1台	1時間	900
		艶付け機(亜鉛板の部分を除く)		1台	1時間	900
		小型抄紙機		1台	1時間	6,700
		手すき抄紙室に備え付ける器具		1台	1時間	530
		スーパーキャレンダー		1台	1時間	1,380
		その他の抄紙加工機		1台	1時間	570
	分析機器		顕微FT-IR		1台	1時間
		高速液体クロマトグラフ		1台	1時間	900
		ガスクロマトグラフ		1台	1時間	800
		自記分光光度計		1台	1時間	660
		イオンクロマトグラフ		1台	1時間	860
		元素分析用低真空電子顕微鏡		1台	1時間	6,950
		ICP発光分析装置		1台	1時間	3,730
		全有機炭素分析計		1台	1時間	950
		その他の分析機器		1台	1時間	590
加算額		電気、水道、付属設備等を著しく使用する場合				実費
施設		研修室(半面積)		半日		6,460
		会議室		半日		4,270

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		パケットチェスト、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		パルパー : 2m ³ セントリクリーナー DDR : 75kw×6P サイクリングタンク、配合ボーター、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	ペットプレート : 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			簀桁、漉槽、压榨機	

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
大 型 打 解 機	(株)大昌鉄工所			H. 6
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 プ	坂本鉄工所		加熱方式：電気、蒸気 有効容積：120ℓ 最高圧力：15kg/cm ²	H. 6
ナギナタピーター	(株)梅原製作所		容量：1kg、2kg	S. 42
ホレンダーピーター	(株)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
多目的抄紙機 円網シリンダー	(株)梅原製作所		上網(14メッシュ)、下網(80メッシュ) 外寸：φ1220mm 幅：650mm	H. 11
小 型 抄 紙 機 円網シリンダー	(株)梅原製作所		上網(14メッシュ)、下網(80メッシュ) 外寸：φ655mm 幅：400mm	H. 11
ホレンダーピーター	(株)梅原製作所		容量：1kg、10kg	H. 11
多目的抄紙機 ウォータージェット	(株)大昌鉄工所		最大水圧：10MPa 最大水量：66L/min 水門数：2門	H. 12

(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 オープン 2台：働巾250mm ホッパーフィーダー 2台：働巾500mm カード機 2台：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、サーマルキャリンダー	H. 6 H. 11
テ ス ト コ ー タ ー & ラ ミ ネ ー タ ー	岡崎機械工業(株)	TC/DL-700S	加工速度：3~60m/min 加工巾：500mm(最大650mm) グラビコーター、S字トップコーター、スプレーコーター ディップ式コーター、ウェットラミネーター、ドライラミネーター 計測制御システム	H. 6 H. 11 H. 12
樹 脂 成 形 プ レ ス	(株)神藤金属工業	AWFA-37	最高使用圧力：210kg/cm ² 成形型寸法：355×305mm 常用使用温度：200℃	H. 5
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：ダム式 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

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
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	(株)垣内		紙漉型(金網)：リングローラー吸引式 成型型：リングローラー吸引 (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	(株)神藤金属工業	AF-50 C	最大圧力：210kg/cm ² プレス面積：50×50cm 最高温度：400℃	H. 元
粉砕器	(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：φ0.1mm 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	(有)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	(有)勝賀瀬鉄工所		許容坪量：12～250g/m ² 最大幅：1000mm 巻き取り最大径：700mm	H. 6
スーパーカレンダー	(有)吉永鉄工		最大線圧：16kgf/cm 最大速度：28m/min 最大温度：200℃	H. 7
コーター&ラミネーター 排気処理装置	(株)日本医化器械 製作所		テストコーター&ラミネーター運転時の有機溶媒等の 排気処理	H. 12

(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：×35～×100,000	S. 59
金属顕微鏡	(株)ニコン	XF-Mタイプ A	倍率：×20～×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：×20、×100、×200 透過光及び反射光切替可能	H. 元
偏光顕微鏡	(株)ニコン	オフチフォト2 ホル	倍率：×4、×10、×40、×100 写真撮影装置付属	H. 6
生物顕微鏡	(株)ニコン	オフチフォト2	倍率：×4、×10、×40、×100 マルチフォーカシング装置付属 顕微鏡カラーテレビ装置付属 カラーシヤユニット付属	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

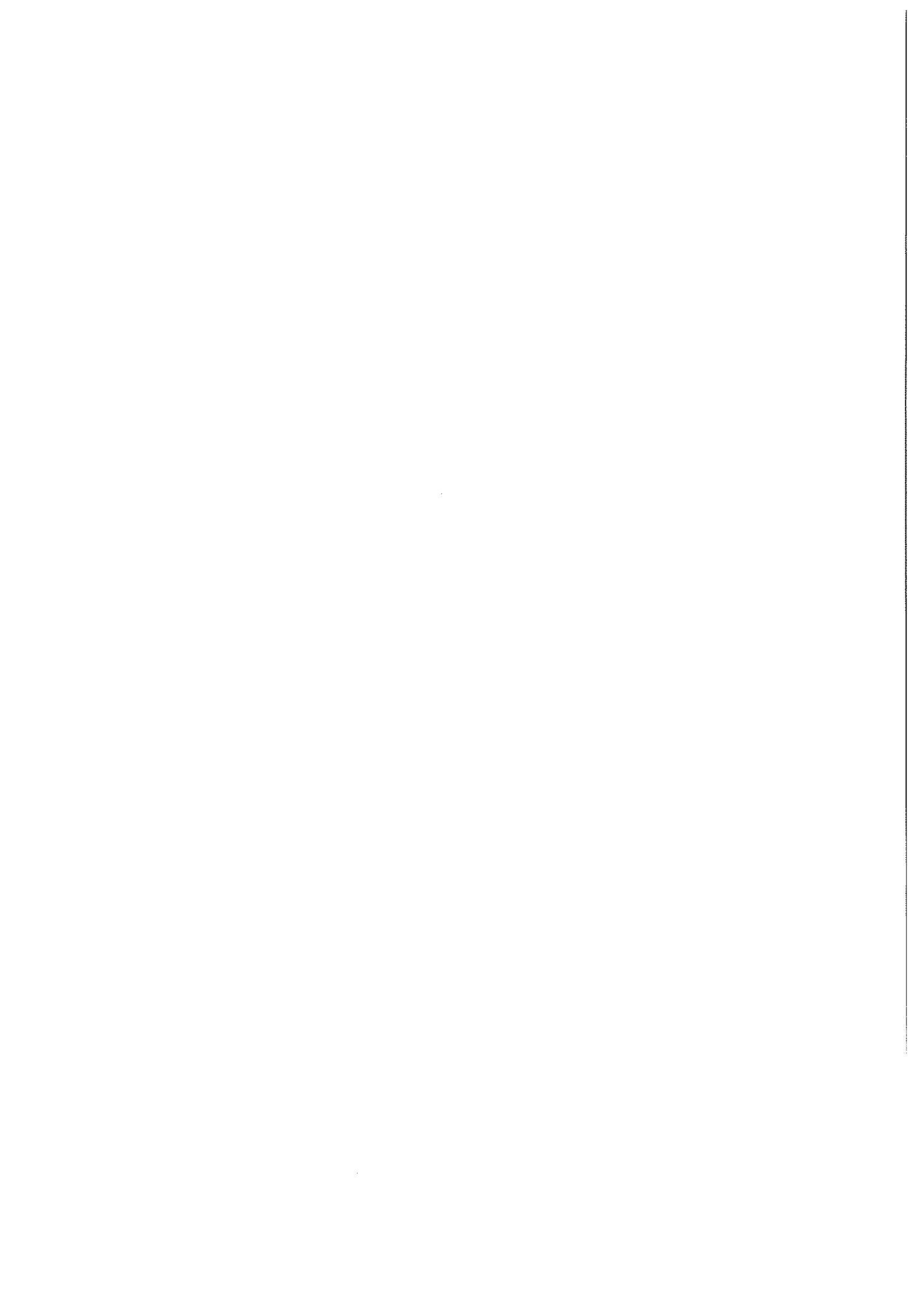
設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
混合ガス透過率測定装置	ジーエルサイエンス	GPM-250	測定対象ガス : O ₂ 、N ₂ 、CO ₂ 、H ₂ 等 測定範囲 : 0.1~10000ml/m ² ・day・atm 測定温度範囲 : -10~50℃ 測定圧力 : 大気圧 測定時間 : 10分~数日	H. 6
自記分光光度計	(株)日立製作所	U-3210	分光器 : グレーティング・グレーティング 収差補正、ダブルモノクロ 瀬谷-波マウント 測定波長範囲 : 190nm~900nm 光源 : 無調整重水素ランプ 無調整ヨ素ランプ	H. 3
繊維長測定装置	ハルメットオートメーション(株)	FS-200	分解能 : 50μm 測定速度 : 最大100本/秒、100ml/分	H. 6
顕微FTIR	日本電子(株)	JIR-DIAMOND20	波数領域 : 4000~400cm ⁻¹ 最高分解能 : 2cm ⁻¹ 光学系 : シングルビーム 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)アドバンテスト	R12704/R8340A	電極寸法 主電極 : φ50mm カート電極 : 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	摩擦力検出器 : 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
IGT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
ハンデイエー圧縮試験機	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.		ランプ材質径 : 4.25cm 最大細孔径範囲 : 600~0.5μm(水) 130~0.035μm(FC-40)	H. 6

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
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	i08	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：ダイレクトプレート印刷 オフセットプレート印刷 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
万 能 試 験 機	(株)リエック	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(エルベ方式)、蛍光度測定、不透明度	H. 6
軽荷重引裂度試験機	熊谷理機工業(株)	エレメントル型	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	エレメントル型	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 STEM型コンデンサレス装備 加速電圧：0.5～3kv (0.1kv幅) 真空度：6Pa～270Pa X線分析装置 リトラクタブル型 QBaseによる定性分析データベース	H. 6
オ ー ト ク レ ー プ	サンヨー(株)	MLS-3020	滅菌温度：105℃～121℃	H. 5

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
イ メ ー ジ ア ナ ラ イ ザ ー	東洋紡績	V10	画像対角 : 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、フェル径 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トン 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	東洋ポルトライソ	UTM-4L	最大荷重 : 300kg ストローク : 最大1300mm 引張速度 : 5~1000mm/min	S. 45
恒温恒湿装置	タバイ	PR-3GM	温度範囲 : -20~100℃ 湿度範囲 : 30~98%RH 内容量 : 60×85×80cm	S. 59
フェードメーター	スガ試験機(株)	紫外線ワグ ライタイプ 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
マイクログ ハイスコープ	(株)ハイロックス	DH-2200	倍率 : 20~100可変 ビデオプリンター	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	エルメント [®] ル [®] 型		S. 42
低圧破裂度試験機	(株)東洋精機	ミューレン型	最高圧力 : 10kg/cm ²	S. 55
高圧破裂度試験機	日本理学工業(株)	ミューレン型	最高圧力 : 45kg/cm ² 自動クランプ	S. 56
ガ ー レ デ ン ソ 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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
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
ICP発光分析装置	(株)パキソエルマ ジヤパン	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
粉碎機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉碎室内径 : 250mm φ 回転数 : 4000~10000rpm	H. 8
テーパー型 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-回転速度 : 約70rpm JIS L-1906, L-1096対応	H. 8
カスタム式 織物摩耗試験機	(株)大栄科学精器 製作所	CAT-125	往復摩擦台距離 : 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
不織布風合い システム	カトーテック(株)	KES-FB1 KES-FB2 KES-FB3 KES-FB4	引張り・せん断試験機 純曲げ試験機 圧縮試験機 表面試験機	H. 10
水蒸気 透過度テスター	八洲貿易(株) Dr. Lyssy社製	L80-4000型 Ver. J	JIS Z-0208及びJIS K-7129対応	H. 10
ショッパー型 耐水度試験機	(株)大栄科学精器 製作所	WR-1600DM	JIS L-1092耐水度試験対応	H. 10
燃焼速度試験器	(株)大栄科学精器 製作所	HFT-30	JIS L-1091C法対応	H. 10
スプレーテスター はっ水度試験器	(株)大栄科学精器 製作所	SR-1	JIS L-1092はっ水度試験対応	H. 10
マーチンゲール 摩耗試験機	(株)大栄科学精器 製作所	403	JIS L-1096摩耗試験機対応	H. 10
ラウンダーメーター	(株)大栄科学精器 製作所	L-8	不織布、繊維製品の水及び洗濯に対す る堅牢度の測定	H. 11
保温性試験機	(株)大栄科学精器 製作所	ASTM型 (恒温法)	衣料素材、ふとん、敷物、カーテン、建築 資材類の保温性能を評価する	H. 12
分光蛍光光度計	(株)日立製作所	F-4500	光源 : 150Xeランプ 分光器 : マニカル-リソク [®] 900L/m 測定波長範囲 : EX, EM200~730nm 及び0次光 分解 : 1.0nm	H. 12
環境総合 実験システム	カトーテック(株)		衣服素材の清涼感による快適性を、熱 を水分の移動に関する特性により、数 値化するシステム	H. 12

Ⅱ 業 務 概 要



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	607	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	602	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	591	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	124	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	10	蒸気管理、節電
公害防止技術	30	排水処理
計	1,964	

(2) 技術指導

担 当 部	内 容
技術第一部	シルク不織布の製造技術 大型家畜の体液・血液吸収マットの製造技術 光触媒酸化チタン入り紙製品の製造方法 不織布製品の変色原因について 浴用剤を入れる紙製袋の開発
技術第二部	西陣織の紙布原紙製造方法 大英図書館所蔵の敦煌文書修復用紙の抄造方法 い草を使用した壁紙の抄造方法 厳島神社所蔵平家納経の模写用紙の開発 間伐木炭を利用した脱臭剤の開発 手抄き用打解機製造方法

2 依頼試験及び設備使用

(1) 依頼試験

年 度	6	7	8	9	10	11	12	13	14
件 数	1,197	1,680	2,582	2,258	2,687	2,885	2,281	2,988	3,605
手数料(千円)	2,165	3,385	6,312	6,841	6,402	6,712	10,113	10,245	12,302

(2) 設備使用

年 度	6	7	8	9	10	11	12	13	14
件 数	225	460	634	672	893	1,040	860	1,021	893
使用料(千円)	105	281	488	488	636	848	675	941	756

3 研修生の受け入れ

人数	期間	内容	備考
2	5/8～5/27	手すき並びに不織布製造に関する実習	京都工芸繊維大学
1	6/17～6/28	紙布のための和紙づくり及び調査	
1	8/12～8/16	手すき和紙の基本的技術の習得	(有)イメージラボテキスト
2	7/22～7/23	東大寺文書及び古文書の修理、紙質調査等	(株)光影堂
6	7/29～7/31	不織布の製造法と物性の関連	京都女子大学
1	7/31～8/9	和紙、和紙芸術品作製	
3	8/19～8/30	インターンシップ	高知工科大学
2	8/19～8/30	インターンシップ	高知女子大学
2	8/26～8/30	補修紙の復元、基本的な紙の分析の仕方	東北芸術工科大学
1	9/2～9/6	木灰煮熟による三桮紙の色の変化	(株)宇佐美松鶴堂
1	12/9～12/13	数種木灰煮熟とその色の差等	(株)光影堂
1	12/20	植物染料と化学染料による染紙の紫外線劣化による退色及び引張強度等の比較	(株)宇佐美松鶴堂

4 工業所有権

区分	状況	出願日等	工業所有権の名称
特許	登録	登録日 H8.9.18	紙風船
特許	公開中	公開日 H9.6.17	換気扇フィルタ用シート
特許	公開中	公開日 H12.10.17	不織布シート
特許	登録	登録日 H12.12.8	印刷用和紙の製造方法
特許	公開中	公開日 H13.9.26	無機粉体担持不織布シート
特許	申請中	出願日 H14.8.2	多量の血液等を吸収できる吸収性物品とその使用方法
特許	申請中	出願日 H14.12.10	家畜解体用の吸収マットおよび吸液沈材の保持シート

5 講師派遣

会 名	場 所	テ ー マ	発 表 者	年 月 日
平成14年度 物質工学連合部会 第11回木質科学分科会 紙パルプ研究会	岐 阜	高活性光触媒材料の不織 布への担持及び担持シー トの特性評価	澤村 淳二	H14.10.3
平成14年度 四国紙パルプ 第2回講演会	高 知	ガーデニング防虫シート の開発 紙・不織布のリサイクル 化製品及び紙布の開発	森澤 純 近森 啓一	H14.12.3

6 開放試験設備利用研修事業

日 程	設 備 名	研修修了者数
H14.5.1	フラジール型通気度試験機	1名
H14.5.16	テンシロン UTA-1T	4名
H14.5.23	フラジール型通気度試験機	1名
H14.6.27	パームポロメーター	5名
H14.7.31	摩擦感テスター・通気性試験機・ハンディー圧縮試験機	5名
H14.8.22	繊維長分布測定装置	3名
H14.9.19	フラジール型通気度試験機・カスタム式織物摩耗試験機・ テーバ型織物摩耗試験機	2名
H15.1.23	ICP発光分析装置	2名
H15.2.18	低真空走査型顕微鏡	3名

7 客員研究員招へい事業

客員研究員名	矢井田 修	役職名	京都女子大学家政学部生活造形学科教授
項目	日程	内容	
研究手法及び 職員の資質 の向上指導	H14. 6. 6	平成14年度共同研究計画について	
	H14. 7. 29 H14. 7. 30	最新の不織布情勢について ジオテキスタイル不織布について	
	H14. 11. 22	水流交絡法によるメドテキスタイル不織布の表面強度 向上方法について	
	H15. 1. 24	最新の不織布統計について 海外の不織布情勢について	
	H15. 3. 6 H15. 3. 7	メドテキスタイル不織布について 不織布技術講演「最近の不織布業界の動向及び共同研 究の概要」	
	H15. 3. 19	今後の市場性を見定める不織布について	

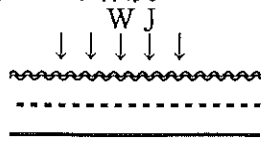
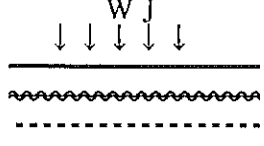
8 コウチ・アサヒ異業種交流会

開催年月日	事業名等	内容等
H14. 4. 8	工場見学会	フソー化成日高工場の見学
H14. 9. 20	平成14年度 第15回通常総会 懇親会	平成13年度事業報告、決算報告、監査報告 平成14年度事業計画案、予算案審議
H14. 9. 25 ～27	中小企業ビジネス ・メッセ2002	国際総合産業見本市
H14. 11. 14	経営革新セミナー	「ベンチャー企業のマーケティング戦略」 (株)エイピーベッカー 代表取締役 小淵昌夫
H14. 11. 27	平成14年度四国ブ ロック技術・市場 交流プラザ	基調講演「グローバル経済時代の地域中小企業経 営」 電気通信大学共同研究センター客員教授 竹内利明
H14. 12. 11	平成14年度 講演会・忘年会	スターリングテクノロジーについての報告 (土佐技術交流プラザとの合同開催)
H15. 2. 20	平成14年度技術 ・市場交流プラザ 全国大会	基調講演「チャレンジで成功を掴め！」 (株)くらコーポレーション 代表取締役社長 田中邦彦 分科会 (各パネルディスカッション) 第一「自ら市場を創る」 第二「プラスアルファで付加価値づくり」 第三「新たな取り組みへの挑戦」 第四「異業種交流から産学官連携へ」 トライアルステージ「アクション! 今だからこそ」

9 新商品開発研究事業

(1) 多目的不織布製造装置研究部会(会員数: 40名)

開催日	テーマ	等	参加数
H14. 5. 21	<p>スパンボンド不織布とスパンレース不織布との複合不織布作製</p> <p style="text-align: center;">W J ↓ ↓ ↓ ↓ ↓</p> <p>レーヨンシート(2.0d×51mm 100%) レーヨンウェブ(2.0d×51mm 100%) スパンボンド (22g/m²又は40g/m²)</p> <p>目付: 77g/m²又は81g/m² W J 圧: シート作成30+30+0kgf/cm²(2本処理) 複合 50+0+120kgf/cm²(2本処理) W J ノズル: シート作成φ0.1mm-1.0mmピッチ×2本 複合 φ0.1mm-1.0mmピッチ×2本</p>		7
H14. 7. 25	<p>各種搬送ベルト見本による模様付不織布シートの作製</p> <p style="text-align: center;">W J ↓ ↓ ↓ ↓ ↓</p> <p>パルプ紙(No. 8のみ) レーヨンウェブ(2.0d×51mm 100%) 搬送ベルト見本(①~⑩の9種類②欠番) 搬送ベルト</p> <p>目付: No. 1~5, 8→50g/m² No. 6~7→75~100g/m² W J 圧: No. 1 30+50+50kgf/cm²(3本処理) No. 2 30+70+100kgf/cm²(3本処理) No. 3 30+70+100kgf/cm²(3本処理) 90度回転置き No. 4 30+50+50kgf/cm²(3本処理) No. 5 30+70+100kgf/cm²(3本処理) No. 6 30+70+100kgf/cm²(3本処理) No. 7 30+70+100kgf/cm²(3本処理) 90度回転置き No. 8 30+50+50kgf/cm²(3本処理) W J ノズル: 表φ0.1mm-1.0mmピッチ×3本 裏φ0.1mm-1.0mmピッチ×3本 搬送ベルト: No. 1~3→50メッシュ No. 4~8→10メッシュ</p>		17
H14. 8. 26	<p>分割繊維タイプポリエステル綿による不織布シートの作製</p> <p>N91(ナイロン6とポリエステル配合分割繊維) 2.5d×51mm 100% P91(ポリプロピレンとポリエステル配合分割繊維) 1.5d×38mm 100% N91: ①(W J 圧 No. 1, 2), ②(W J 圧 No. 1, 2) P91: ③(W J 圧 No. 2, 3, 4), ④(W J 圧 No. 2, 3)</p> <p>目付: 42~46g/m² W J 圧: No. 1 30+50+80kgf/cm²(3本処理) No. 2 30+70+100kgf/cm²(3本処理) No. 3 50+100+100kgf/cm²(3本処理) No. 4 50+100+150kgf/cm²(3本処理) W J ノズル: φ0.1mm-1.0mmピッチ×3本 搬送ベルト: ①, ③→50メッシュ ②, ④→10メッシュ</p>		7

H14. 10. 17	<p>コットン繊維とPPネットとの複合シート作製</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p> コットンウェブ 20g/m² P P ネット 35g/m² コットンシート 20g/m² </p> <p> 目 付: 75g/m² W J 圧: シート25+35+35kgf/cm²(3本処理) 複合 30+50+70kgf/cm²(3本処理) W J ノズル: シートφ0.1mm-1.0mm²ツチ×3本 複合 φ0.1mm-1.0mm²ツチ×3本 </p>	1
H14. 11. 27	<p>シルク繊維とレーヨン+PETネットとの複合シート作製</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p> シルクシート 26g/m² シルクウェブ 26g/m² P E T ネット 30g/m² シルクシート 26g/m² </p> <p> 目 付: 110g/m² W J 圧: シート25+35+35kgf/cm²(3本処理) 複合 30+70+100kgf/cm²(3本処理) 裏打ち30+70+100kgf/cm²(3本処理) W J ノズル: シートφ0.1mm-1.0mm²ツチ×3本 複合 φ0.1mm-1.0mm²ツチ×3本 裏打ちφ0.1mm-1.0mm²ツチ×3本 </p>	1
H15. 2. 5	<p>アルギン酸繊維を用いた不織布の作製 「昆布から抽出したアルギン酸繊維」</p> <p> ①アルギン酸繊維(2.9dt×51mm):レーヨン繊維(2.0d×51mm)=1:1 ②アルギン酸繊維(2.9dt×51mm) 100% 小型カード機でシート作製 </p> <p> 目 付: 36, 72, 85g/m² W J 圧: シート15+20+20kgf/cm²(3本処理) 複合 15+20+20kgf/cm²(3本処理) W J ノズル: シートφ0.1mm-1.0mm²ツチ×3本 複合 φ0.1mm-1.0mm²ツチ×3本 搬送ベルト: 50メッシュ </p>	1
計		34

(2) コーター&ラミネーター研究部会(会員数: 23企業41名)

開催日	テーマ	参加数
H14. 5. 24	<p>複合不織布の作製 スパンレース不織布およびスパンボンド不織布とフィルムのラミネート</p> <p>①模様付き不織布 製法 ウェットラミ方式 原紙 サンモア50 模様紙 さざ波 薬品 リカボンドAP-368A リカボンドBA-316B リカボンドBA-3120</p> <p>②複合不織布 製法 ドライラミ方式 原紙 レーヨンメッシュ不織布(紙技作成) PPスパンボンド不織布 薬品 リカボンドAP-368A リカボンドBA-316B リカボンドBA-3120</p> <p>○H14. 5. 21かみわざ不織布研究部会で作成した複合不織布との比較を行った。</p>	5
H14. 8. 1	<p>有機バインダーを用いた不織布への酸化チタン塗工</p> <p>①酸化チタン担持不織布 製法 グラビアコーター方式 原紙 メッシュ状不織布(45g/m²) 薬品 高活性酸化チタン(堺化学工業製) 有機合成バインダー(高知工科大学・福富教授作成) 無機粘剤(高知工科大学・福富教授作成)</p> <p>塗工量 No.1 14.8 g/m² No.2 30.8 g/m² No.3 43.2 g/m²</p> <p>○バインダーは高知工科大学物質・環境システム工学科福富元先生(工学博士)が合成したものを用了。 スチレンスルホン酸系バインダー(合成バインダー) ○有機合成バインダーの基本設計 酸化チタンは表面に接触する有機物質を酸化し分解する。そのため酸化チタンを固着する接着剤及び不織布も酸化チタンによる分解を受ける。そこで酸化チタンによる分解を受けにくいバインダーを検討した。 (1)バインダーポリマーに分解を受けにくいスルホン酸基を導入し、測鎖により酸化チタン粒子を保持する。 (2)バインダーポリマーそのものも分解されにくい炭素骨格にする。スチレンスルホン酸系バインダーを採用した。 ○増粘試薬に水酸化ナトリウムを用いた無機粘剤ではナトリウムイオンが酸化チタンを不活性化するため、本実験ではアンモニア水を用いた。 ○高活性酸化チタンにはスプレードライヤー処理酸化チタンを用いた。</p>	12

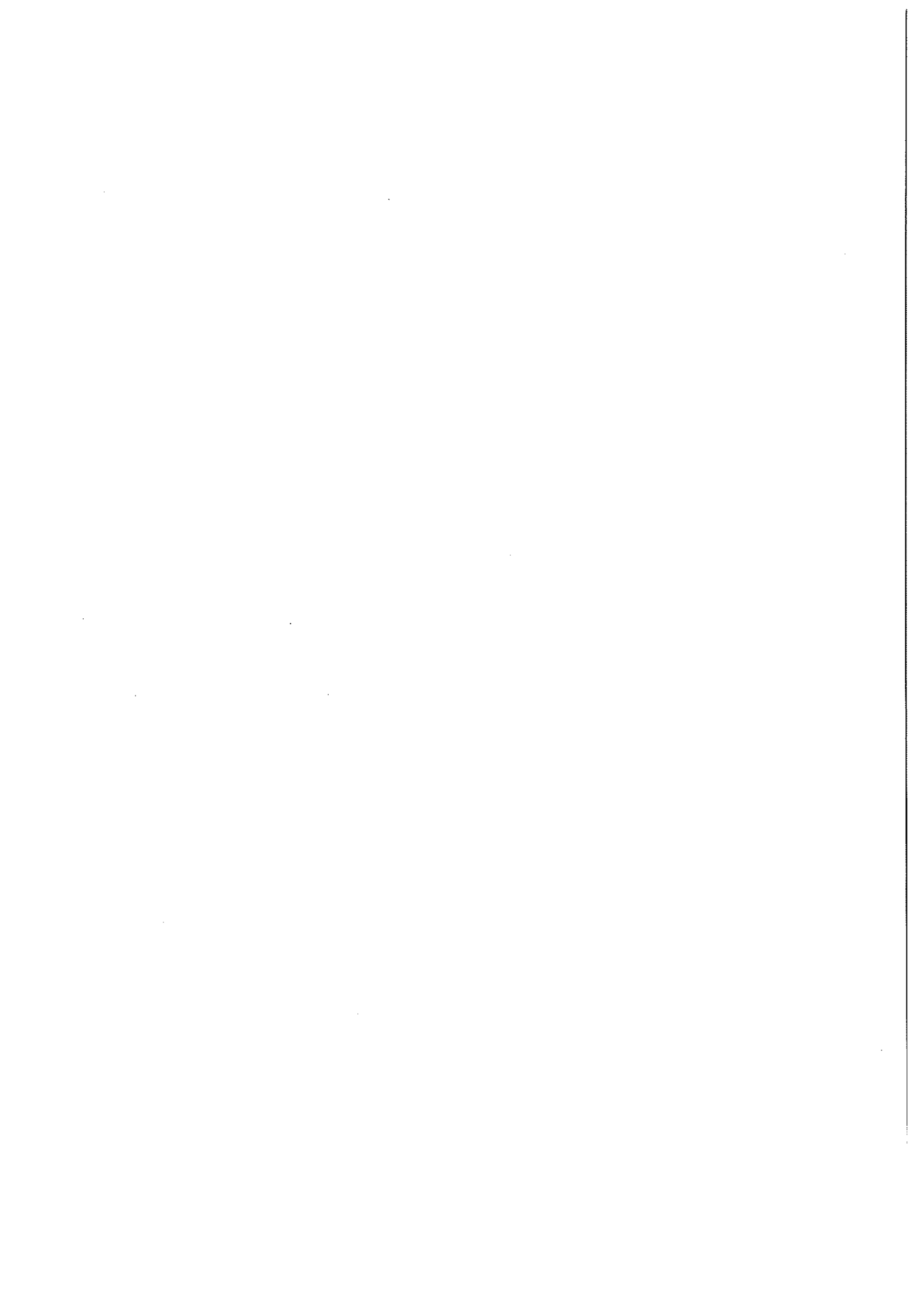
H14.10.31	<p>多摩化学工業(株)製バインダーを用いた不織布への酸化チタン塗工</p> <p>①酸化チタン担持不織布 製法 グラビアコーター方式 原紙 メッシュ状不織布 (45 g/m²) 薬品 高活性酸化チタン (堺化学工業製) MTMS-A (多摩化学工業(株)製バインダー) MTMS-B (多摩化学工業(株)製バインダー)</p> <p>○MTMS-AおよびMTMS-Bは酸化チタン塗工用に多摩化学工業(株)から提供されたバインダーである。MTMS-Aはメチルトリメトキシシラン {CH₃Si(OCH₃)₃} の3量体が主体のゾルゲル系接着剤であり、MTMS-BはMTMS-Aのさらに縮合が進んだ接着剤である。 ○高活性酸化チタンにはスプレードライヤー処理酸化チタンを用いた。</p>	5
H14.12.5	<p>複合シートの作製 アルミニウム箔とフィルムのラミネート</p> <p>①アルミニウム箔とフィルムの複合フィルム 製法 ドライラミ方式 原紙 アルミニウム箔 (東洋アルミニウム(株)製) PETフィルム (太閤ポリエステルフィルム(株)製) 薬品 リカボンDAP-368A リカボンDBA-316B</p>	3
計		25

(3) 多目的抄紙機研究部会(会員数: 43名)

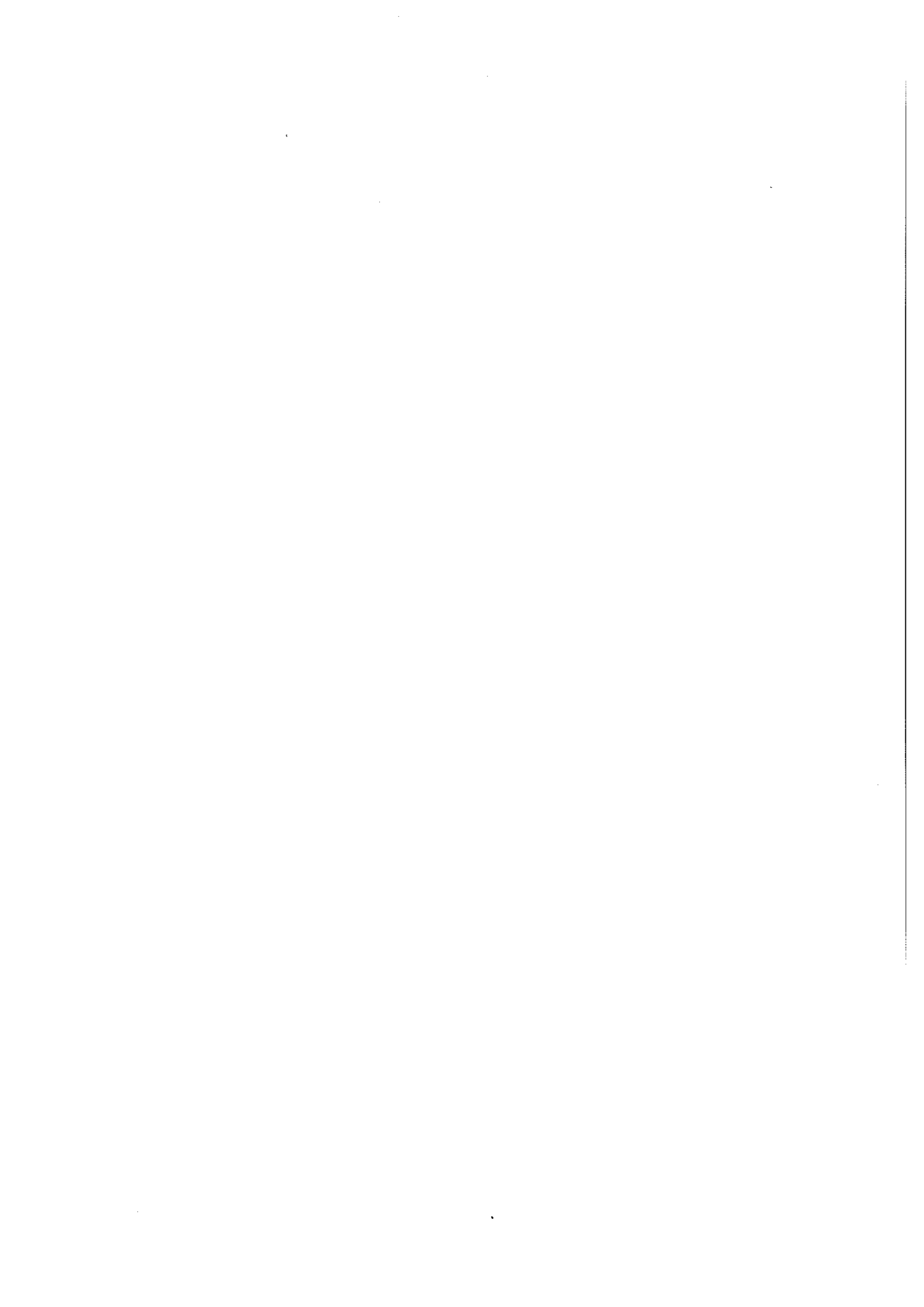
開催日	テーマ	等	参加数
H14. 7. 18	生分解性を活用した湿式不織布の抄造 - その1 (ポリ乳酸複合繊維を使用)		9
H14. 9. 19	生分解性を活用した湿式不織布の抄造 - その2 (ポリ乳酸主体繊維とバインダーを使用)		1
H14. 11. 21	ウェットロール紙の抄造 (チルドロールを使わず、ドライヤー2本による)		3
H14. 12. 19	生分解性を活用した湿式不織布の抄造 - その3 (ポリ乳酸主体繊維とバインダーを使用し安定操業を目指す)		1
H15. 3. 7	技術講演会 ①テーマ: 最近の不織布業界の動向及び共同研究の概要 講師: 京都女子大学家政学部生活造形学科 教授 矢井田 修 ②テーマ: 特許情報有効活用支援事業について *特許情報の重要性について *特許電子図書館のご紹介 講師: 高知県知的所有権センター 特許検索アドバイザー 柏井 富雄		20
H15. 3. 19	紙布用雁皮紙の抄造		4
計			38

(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
H14. 5. 30	重炭(重質炭酸カルシウム)入り壁紙の抄造 反応性染料による壁紙の抄造 年間計画意見交換		5
H14. 7. 30	木炭入り壁紙の抄造 リントールパルプを用いた中性紙の抄造		8
H14. 10. 24	抗菌・防臭レーヨン(アケシオス)の抄造 木炭を用いたクレープ紙(抄き合わせ)の抄造		8
H15. 1. 30	アルギン酸繊維紙の抄造 アルギン酸とレーヨンの混抄紙の抄造		4
計			25



Ⅲ 調查研究報告



спанレース不織布の基礎研究

(第8報) スパンボンド/спанレース複合不織布の基本力学特性

森澤 純 林 幸男 澤村 淳二 田村 愛理 近森 麻矢
*矢井田 修 *中村 亜衣 *吉田 恵子

Study on Spunlace Nonwovens
Physical Properties of Spunlace/Spunbond Composite Nonwovens (Part 8)

Jun MORISAWA Yukio HAYASHI Kiyotsugu SAWAMURA Eri TAMURA Maya CHIKAMORI

**Osamu YAIDA *Ai NAKAMURA *Keiko YOSHIDA*

近年、構造や性能の異なる多種多様な不織布が製造されている。しかし、そのほとんどは医療、衛生、土木、農業、自動車用などの産業用途で用いられており、衣料用途における不織布の使用は少ない。近年では、不織布の衣料用途への展開を狙って開発が進められている。衣料用途では、風合いや形態安定性などの要因が重要視されており、これまでの研究では、風合い特性に優れたспанレース不織布と形態安定性に優れたспанボンド不織布を複合化することにより、不織布の風合いや形態安定性を改善できることが明らかになった。

本研究では、спанボンド不織布とспанレース不織布をウォータージェット法で複合させ、複合時のWJ二次圧の変化による複合不織布の力学的性質に及ぼす影響について調べ、衣料用、特に外衣用に用いることのできる複合不織布の開発を試みた。

1. はじめに

不織布は様々な用途で用いられているが、主な用途は医療、衛生、土木、農業、自動車用などの産業用途である。しかし衣料用途における不織布の使用は少ない。不織布の用途展開として衣料分野は将来的に重要な分野であるが、不織布を衣料分野に適用する為には改善すべき点が多く残されている。本研究では衣料用途への展開を狙って、衣料用、特に外衣用に用いることのできる複合不織布の開発を試みた。

これまでの研究では、спанレース不織布単体よりもспанレース、спанボンド不織布の複合不織布の方が、バギング性や風合いについて良好な結果が得られたことから、本研究ではウォータージェット(以下 WJ)法による複合時のWJの二次圧、及び構造を変化させて複合不織布を試作し、WJの二次圧が複合不織布の力学的性質に及ぼす影響について調べた。

2. 実験方法

2-1 不織布製造装置

不織布製造装置には、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)を用いた。

2-2 スпанレース/спанボンド複合不織布の製造方法

спанレース不織布は水流だけで絡めているため繊維の損傷が少なく、衛生的な観点からも優れている。また、一般に柔らかでドレープ性に富みほつれにくい為、糸くずも出にくく毛羽立ちも少なく、織物や編物に似た風合いを持ち非常に柔らかく軽い不織布を製作できる特徴を持つ。

したがって風合いが重視される、人間の肌に接する部分や、審美性が要求される用途で用いられる場合が多い。

また、ニードルパンチ機では作成できないような薄い不織布シートも効率よく製作でき、WJ圧力を変化させることにより、幅広い用途に合う不織布シートを作成することが出来る。

今回はこのスパンレースにポリエステル繊維を用いて不織布シート(以下 PET 不織布)を作成した。

スパンボンド不織布は、溶解紡糸において吐出した連続繊維を空気により高速で引き取り、静電気を起こさせるかジェットエア(高速高圧の空気流)などの物理的な方法で繊維をランダムに分散させ、金網状などのベルトコンベア上に均一に分布させ、繊維相互を融着させ瞬間的に布地にしたものである。

今回はポリプロピレン製スパンボンド不織布(以下 PP シート)を用い、条件を変えて計 6 種類の複合不織布を試作した。

複合する際重ねる順序は、上側から(A)PET 不織布、PET ウェブ、PP シート、(B)PET ウェブ、PP シート、PET 不織布の順序でそれぞれ重

ね、表裏両面をWJ処理した。

WJ処理は一度の工程で2本のノズルを用い、一次WJ圧力は50kgf/cm²、二次WJ圧力を110、130、150kgf/cm²と変化させてそれぞれの不織布を複合させた。

2-3 不織布製造の原材料及び条件

PET 不織布(スパンレース) 2.0d×51mm
 PET ウェブ 2.0d×51mm
 PP シート(スパンボンド)
 PET 不織布のWJ圧力

一次圧 30kgf/cm²
 二次圧 30kgf/cm²

複合不織布のWJ圧力

一次圧 50kgf/cm²
 二次圧 110kgf/cm²
 130kgf/cm²
 150kgf/cm²

複合不織布の製造条件の詳細は表1に記載されているとおりでである。

表1 複合不織布の製造条件

項目	試料A			試料B		
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-1
PET 不織布	2.0d×51mm 100% 30g/m ² 30 kgf/cm ² のWJ処理で作成					
PET ウェブ	2.0d×51mm 100% 30g/m ²					
PP シート	22g/m ²					
重ね順番	Ⓐ PET 不織布 PET ウェブ PP シート			Ⓑ PET ウェブ PP シート PET 不織布		
WJ 一次圧 kgf/cm ²	50					
WJ 二次圧 kgf/cm ²	110	130	150	110	130	150
ノズル一次	1.0mmP × 0.1mmφ					
ノズル二次	1.0mmP × 0.1mmφ					
搬送ベルトメッシュ	50 mesh					
製造速度	7.0 m/min					
乾燥温度	120 °C					

2-4 KES-FB システムの測定方法

引張、曲げ、煎断、圧縮、表面特性を KES-FB システムで測定した。

測定項目及び条件は、以下の通りである。

(I) 引張試験

引張試験は KES-FB1 を用いた。

試験は『ストリップ二軸引張変形』と呼ばれる変形様式で行い、歪の速度は 4.00×10⁻³/sec で一定にし、最大荷重 Fm=500gf/cm まで引張り、変形回復過程を測定した。

物理特性値は以下のとおりである。

LT: 引張りの線形性

WT: 単位面積あたりの引張エネルギー

RT: 引張レジリエンス

(II) 曲げ試験

曲げ試験は KES-FB2 を用いた。

曲率 K=-2.5~2.5(cm⁻¹)の範囲で、等速度曲率の純曲げを行った。変形速度は 0.50(cm⁻¹)/sec とした。

B: 単位長さあたりの曲げ剛性

2HB： 曲げヒステリシス

(Ⅲ) 煎断試験

煎断試験は KES-FB1 を用いて行った。

引張試験と同様のストリップ二軸引張変形様式で、力 W を縦方向に与え、同様に横方向に煎断変形を与えた。

煎断ずり速度は、0.417mm/sec とした。

G： 煎断剛性

2HG： 煎断角 0.5 度におけるヒステリシス

2HG5： 栓段角 5 度におけるヒステリシス

(Ⅳ) 圧縮試験

圧縮試験は KES-FB3 を用いて行った。

面積 2cm の円形平面を持つ剛板間で圧縮した。

LC： 圧縮特性の線形性

WC： 圧縮エネルギー

RC： 圧縮レジリエンス

(Ⅴ) 表面試験

表面試験は KES-FB4 を用いて行った。

試料は平滑な金属平面上に置き、0.1/sec の速度で水平に 2cm 移動させた。試料には、20gf/cm の一軸張力を与え表面特性を測定した。

MIU： 平均摩擦係数

MMD： 摩擦係数 μ の平均偏差

SMD： 表面の粗さの平均偏差(厚みの平均偏差)

ここでは μ は摩擦力/試料を圧する力である。

2-5 引張試験の測定方法

試験は恒温室(20±2℃、60±2%RH)で行い、東洋精機株式会社引張試験機(ストログラフ V1-C)を使用した。

各試料布から幅 2.0cm×長さ 12cm の布を長さ CD 方向、幅 MD 方向、にそれぞれ 3 枚ずつランダムに採取し、試験長 10cm の位置をあらかじめ記入してから引張試験機にかけて引っ張った。引張速度は、50mm/min とした。試験機内蔵のコンピューターで荷重—伸長曲線を自動記録させ、伸度、応力、強度初期ヤング率を求めた。結果は各 3 回ずつの測定値の平均値で示した。

2-6 ドレープ性の測定方法

布状物質の柔軟度(ドレープ性)を数値及びグラフで表示するドレープテスター機を使用した。

布を採取する前に、布に軽くアイロンをかけて、余分なしわをとる。次に型紙を用い、試

料に直径 25.4 cm の円形のしるしを正確につけ、しるしどおりに裁断した。この際、試料裁断面に「ホツレ」や「毛羽立ち」が無いようにした。試料は各 2 枚ずつ採取して試験を行い、2 回の平均値を求め、下記の式を用いてドレープ係数を求めた。

$$\text{ドレープ係数 } F\% = (Ad - S1) / (S2 - S1) \times 100$$

Ad： 試料片の垂直投影面積
(ドレープ形状面積)

S1： 試料台の面積(直径 12.7cm)

S2： 試料の面積(直径 25.4 cm)

ドレープ係数 F の値が小さいものほどドレープしやすいといえる。

2-7 通気性の測定方法

KES-F8-AP1(通気性試験機)を用いて行った。試料は全 6 種類を用い、3 回ずつ試験を行った。特性値は次のように定義される。

$$C = 1/R$$

C： 通気度(m/pa・s)

R； 通気抵抗(pa・s/m)

3. 実験結果および考察

3-1 KES の基本力学特性について

(Ⅰ) 引張特性について

引張特性とは、布を引っ張った時の力と歪み(伸び率)との関係をいう。直線性(LT)、引張エネルギー(WT)、レジリエンス(RT)の 3 つの特性値が引張り特性に関する力学パラメータとして定義されている。もし布が理想的な弾性体であるとしたら、伸張回復挙動の伸長曲線は直線状となり、回復曲線も伸長曲線と同一の直線上を戻ることになる。しかし実際の布は繊維集合体であるため、単純な直線関係を示すことはなく、その引張特性は非直線的な挙動を示す。特に下に凸の非直線挙動を示す点、及び伸長過程と回復過程にエネルギー差、即ちヒステリシスを生じる点が特徴としてあげられる。

ここで、LT 値とは力と歪みの関係が直線からどの程度ずれているかを表し、この値が小さい程布は初期に伸び柔らかい。WT 値は最大伸長力までの仕事量であり、一般にこの値が大きい程布はよく伸びる場合が多い。RT 値は伸長時のエネルギーに対する回復されるエネルギーの割合であり、この値が大きい程布は回復性が高い。

今回、KES の基本力学量の LT 値(引張線特性)では WJ2 次圧が高くなるほど値は大きくなり、引張剛くなるという傾向となった。試料 A と試

料 B を比較すると、試料 B の方が引張剛いといえる(図 1、2)。

WT 値(単位面積あたりの引張エネルギー)では一定の傾向は得られなかった(図 3、4)。

RT 値(引張レジリエンス)では試料 B につい

て WJ 二次圧が高くなるほど値は大きくなり、回復性が良いという傾向となった。また試料 A と試料 B を比較すると、試料 B の方が全体的に回復性が良いといえる(図 5、6)。

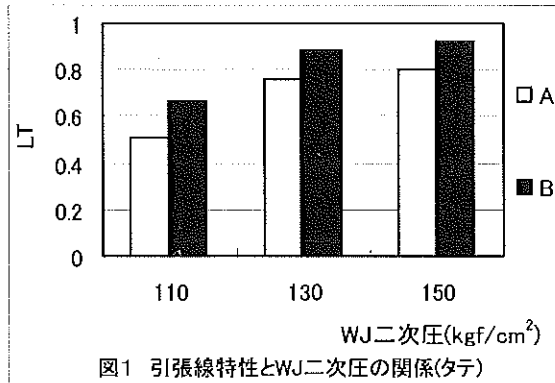


図1 引張線特性とWJ二次圧の関係(タテ)

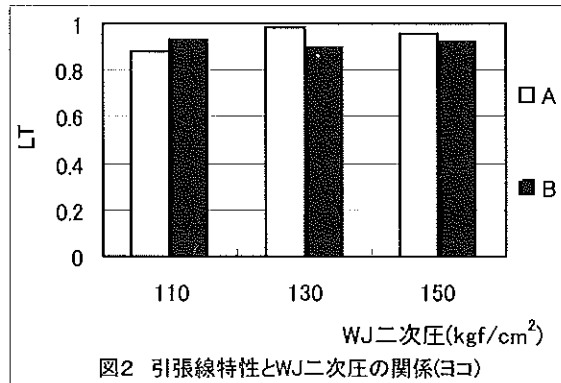


図2 引張線特性とWJ二次圧の関係(ヨコ)

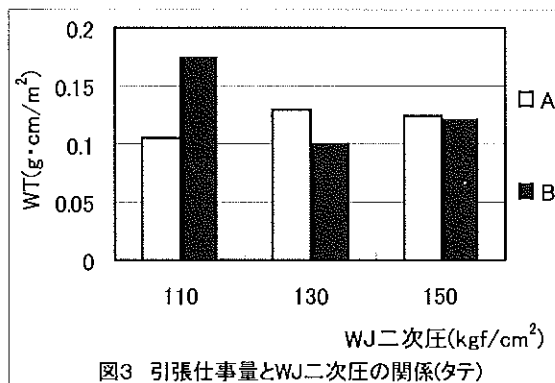


図3 引張仕事量とWJ二次圧の関係(タテ)

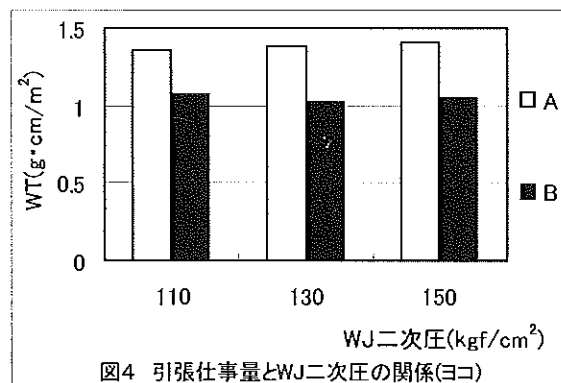


図4 引張仕事量とWJ二次圧の関係(ヨコ)

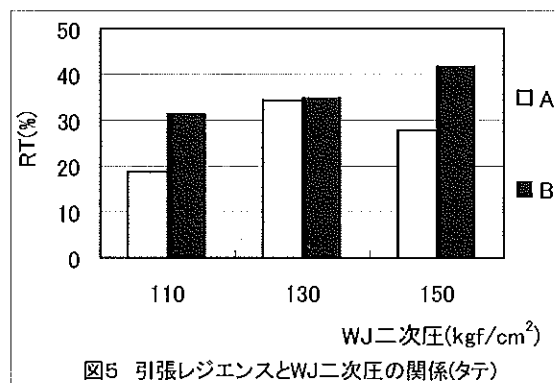


図5 引張レジエンスとWJ二次圧の関係(タテ)

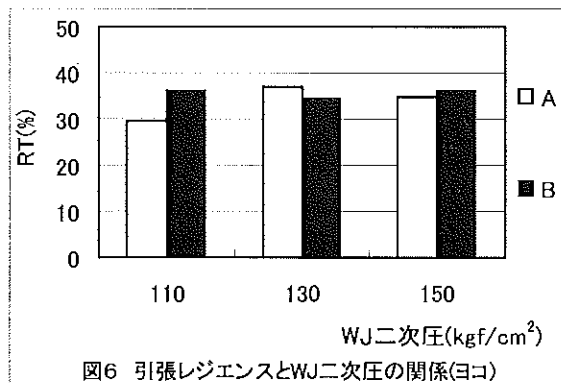


図6 引張レジエンスとWJ二次圧の関係(ヨコ)

(II) 曲げ特性について

布の曲げ特性とは曲げ変形時のモーメントと曲率との関係をいう。

B 値(曲げ剛性)が大きい程布は曲げにくく、2HB 値(曲げヒステリシス)の値が大きい程布は曲げ変形からの回復性が悪く、布の弾力感が無いことを意味する。この曲げ特性は布の風合い、ドレープ性、しわ特性に影響を及ぼし、また、用いるウェブが平行、交差、ランダムかによって方向による曲げかたさが異なり、力学的

異行性を有する。不織布の曲げかたさは用いる繊維の初期ヤング率や繊維長、それと不織布の厚さ、見掛けの密度、不織布の構造によって決まる。

KES の基本力学量の B 値(曲げ剛性)においては、試料 A と試料 B を比較すると試料 A の方が値は高く、曲げ剛いといえる(図 7、8)。また、2HG 値(曲げヒステリシス)でも試料 A の方が値は高く、回復性が悪いといえる(図 9、10)。

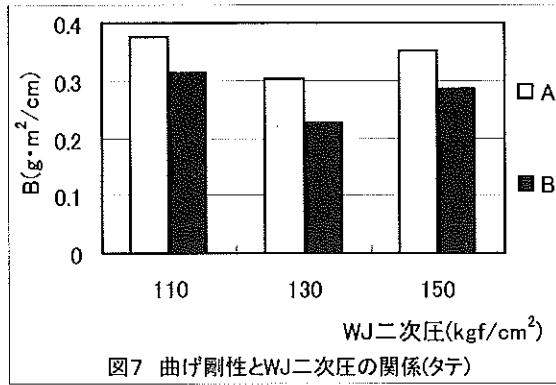


図7 曲げ剛性とWJ二次圧の関係(タテ)

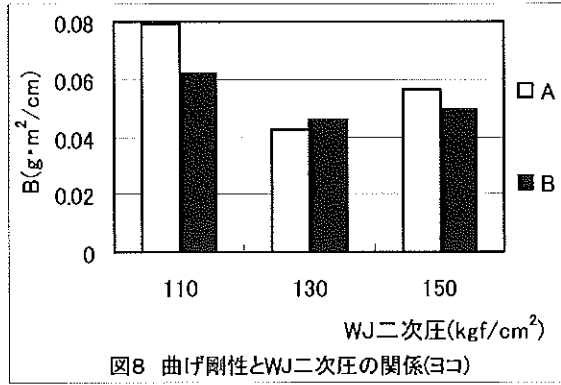


図8 曲げ剛性とWJ二次圧の関係(ヨコ)

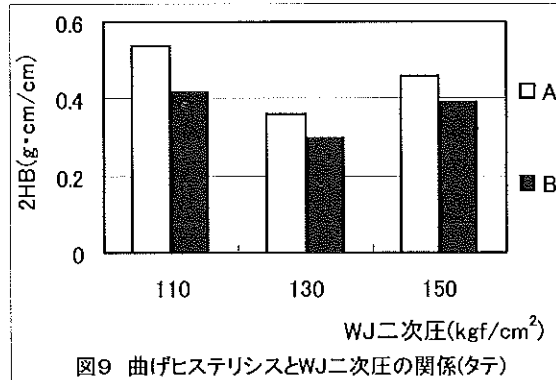


図9 曲げヒステリシスとWJ二次圧の関係(タテ)

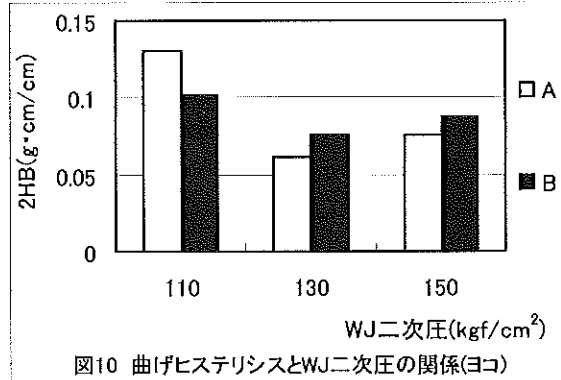


図10 曲げヒステリシスとWJ二次圧の関係(ヨコ)

(Ⅲ) 剪断特性について

剪断特性とは、布を剪断変形させた時の剪断力と剪断角(剪断歪み)との関係をいう。特性値としては、曲線の勾配より、剪断剛性G、変形過程と回復過程の差からヒステリシス 2HG、2HG5 を求めることが出来る。G値が大きい程布は剪断変形しにくく、2HG値が大きい程布はわずかな剪断変形からの回復性が悪く、2HG5値が大きい程布は大きな剪断変形からの回復性が悪いことを意味している。

一般に布中で繊維同士の結合が堅固でないものほど剪断変形しやすい。従って、ケミカルボンドやサーマルボンド不織布などの剪断剛性はспанレースやニードルパンチ不織布に比べて大きくなる傾向にある。ただし、用いる

繊維の形状や性質、繊維量も影響を及ぼす。

KESの基本力学量G値(剪断剛さ)の試料Bに関しては、WJ二次圧130 kgf/cm²の時最も剪断に対して強いといえる。試料Aに関してはA-1のWJ二次圧110kgf/cm²の時、最も剪断に対して強いといえる。これはWJ二次圧が130、150になると繊維同士の絡まりが強すぎて繊維中に密度の高い個所と低い個所が出来てしまったためと思われる(図11、12)。

2HG値(剪断角0.5度におけるヒステリシス)と2HG5値(剪断角5度におけるヒステリシス)においては、試料Bは剪断角0.5度よりも剪断角5度の値が小さくなり、回復性が良くなるという結果が得られた。試料Aは顕著な差は見られなかった(図13、14、15、16)。

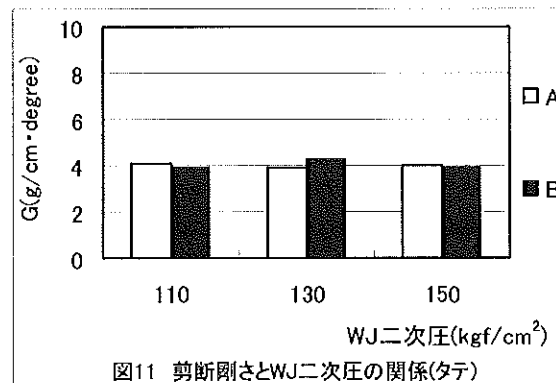


図11 剪断剛さとWJ二次圧の関係(タテ)

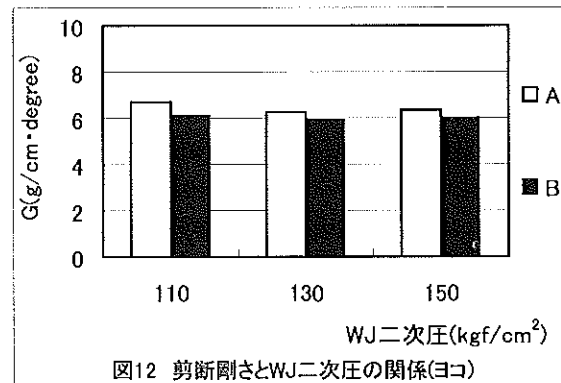
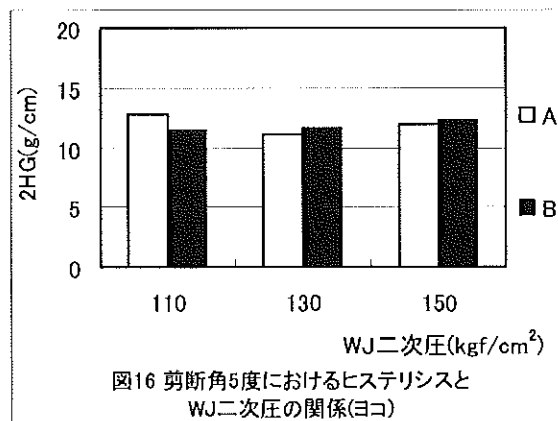
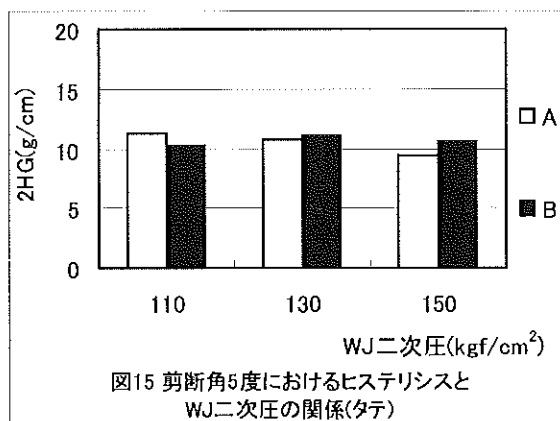
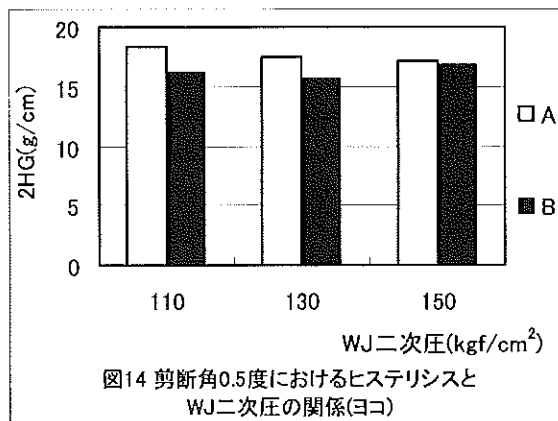
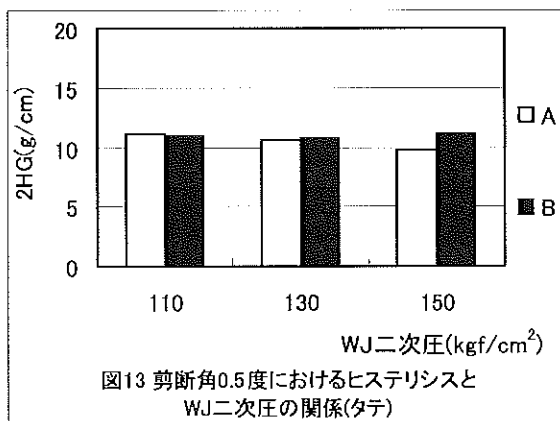


図12 剪断剛さとWJ二次圧の関係(ヨコ)



(Ⅳ) 圧縮特性について

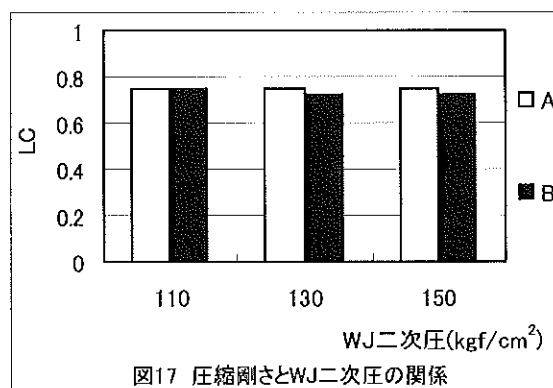
布の圧縮特性とは、布面に垂直方向に圧縮した時の布の厚みと圧力との関係をいう。衣服に認められる通常の圧力下では繊維自身が圧縮されてつぶされることは少なく、布の圧縮特性は繊維の集合構造が変化する現象を据えていることが多い。

圧縮特性に関する特性値としては、3つの力学パラメーターが定義されており、風合いの客観評価に役立てられている。ここでは、LCは圧力と厚みとの関係で、この値が小さい程初期に圧縮柔らかい。WCは最大圧力までの仕事量であり、一般にこの値が大きいほど布はつぶれやすい場合が多い。RCは圧縮時のエネルギーに対する回復されるエネルギーの割合であり、この値が大きいほど布は圧縮変形からの回復性(レジリエンス)が高い。

まず、LC値を見ると、試料AではどのWJ二次圧のものも値は変わらない。試料BではB-1のWJ二次圧110 kgf/cm²だけが数値が試料Aと同じくらいである。試料BのWJ二次圧130 kgf/cm²、150 kgf/cm²ともに他のものに比べ値が小さいことから、試料AとBのWJ二次圧110 kgf/cm²が初期に圧縮剛く、試料BのWJ二次圧

130 kgf/cm²、150 kgf/cm²は圧縮柔らかいといえる(図17)。

次にWC値を見ると試料Bの方が値が大きい。よって試料Aより圧縮されやすいといえる。試料AはWJ二次圧が大きくなればなるほど圧縮されにくく、逆に試料BはWJ二次圧が大きくなる程圧縮されやすい傾向がある(図18)



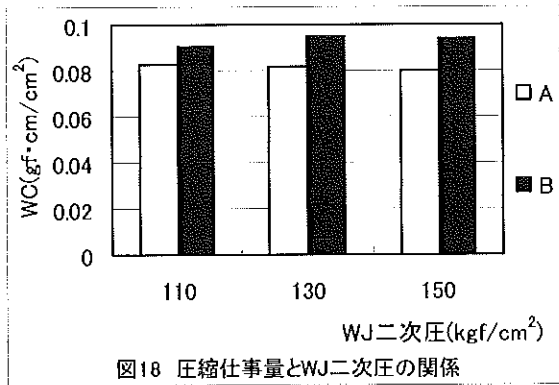


図18 圧縮仕事量とWJ二次圧の関係

(V) 表面特性について

表面特性は前記の4種類の力学特性とは異なり、力と変位の関係ではない。布の摩擦特性を代表する指標としては摩擦係数があり、単純にその大小で布が滑りやすいかどうかの目安となる。即ち、摩擦係数が大きな布は滑りにくく、小さな布は滑りやすい。KES法では一般に

MIUの値が大きいほど、布の表面はざらざらして手指に引っかかり、小さい程スムーズである。MMDの値は小さい程、MIUが一定であることを意味しており、布はより滑らかになる。布表面の凹凸感も表面特性の重要な因子であり、特性値SMDが布の平均的な厚みの変動(平均偏差)として定義され、この値が小さい程布の厚みが一定であり、場所によるバラツキが小さいことを意味している。

まず、MIU値をみると、試料AよりBの方の値が若干に大きいので布表面がざらざらしているといえる。WJ二次圧の違いで見ると試料AはWJ二次圧が大きくなるほどざらざらしているのに対し、逆に試料BはWJ二次圧が大きくなるほどざらざら感は減っている(図19、20)。

MMD値を見ると、試料Aの値が若干小さい傾向があり滑らかであるといえる(図21、22)。

SND値を見ると、どちらかという試料Bの方が表面の凹凸が大きいといえる。

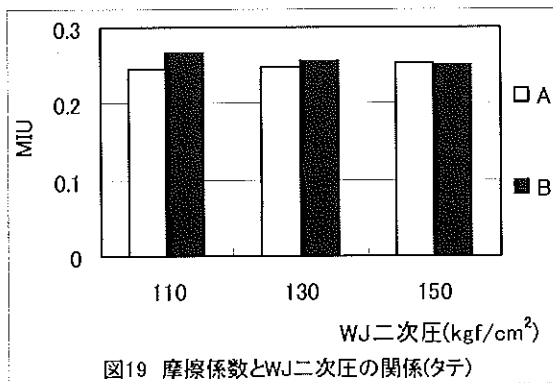


図19 摩擦係数とWJ二次圧の関係(タテ)

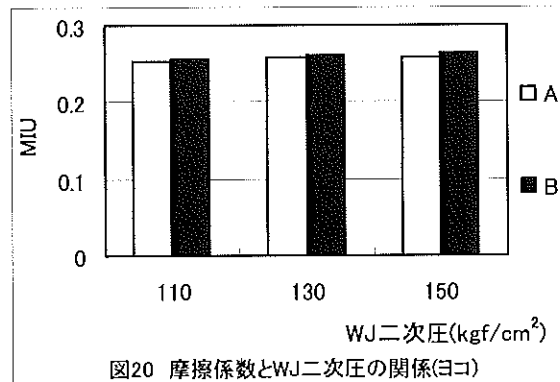


図20 摩擦係数とWJ二次圧の関係(ヨコ)

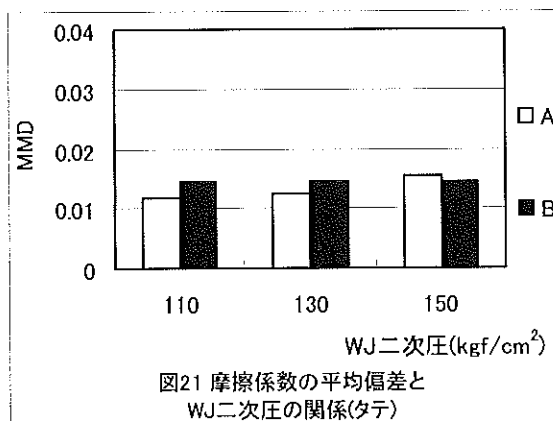


図21 摩擦係数の平均偏差とWJ二次圧の関係(タテ)

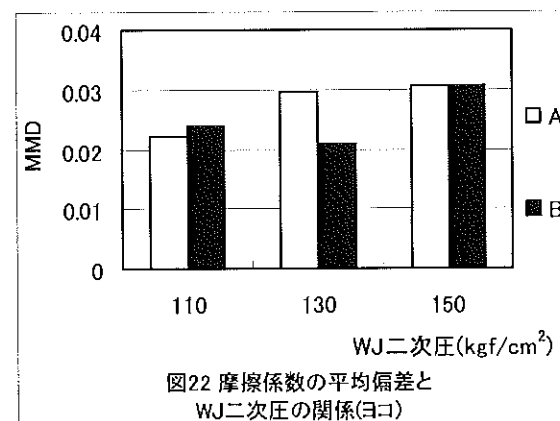


図22 摩擦係数の平均偏差とWJ二次圧の関係(ヨコ)

3-2 引張強度及び伸び率について

試料Bにおいて、破断時の荷重は、タテ方向はWJ二次圧が高くなるほど大きくなり、ヨコ方向は逆に破断するための荷重は小さくなるという結果が得られた。試料Aにおいてはあまり顕著な差は見られなかった。強度に関して

くるのは構造部材PPシートであると考えられる。また、全体のタテ方向とヨコ方向を比較すると、やはりこれもWJでの製造上、タテ方向の絡み合いが強くなるため、破断時の荷重の差はとても大きい(図23、24)。

破断時の伸びについては、試料A、試料B共

にあまり顕著な差は見られないという結果が得られた(図 25、26)。また、初期ヤング率からは、一定の傾向は見られなかった(図 27、28、29、30)。

複合不織布の力学的性質は構造部材の力学的性質によって決まると考えられ、全体の数値は複合されたものの方がはるかに高く、強伸度が増していると言える。

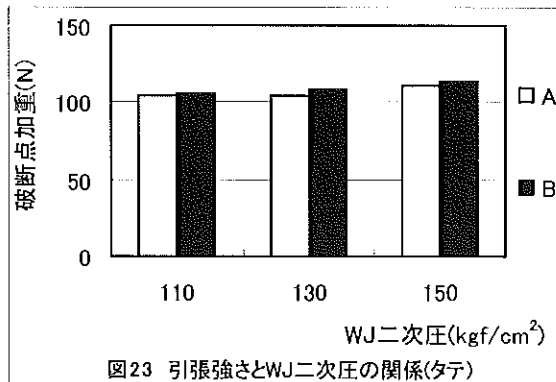


図23 引張強さとWJ二次圧の関係(タテ)

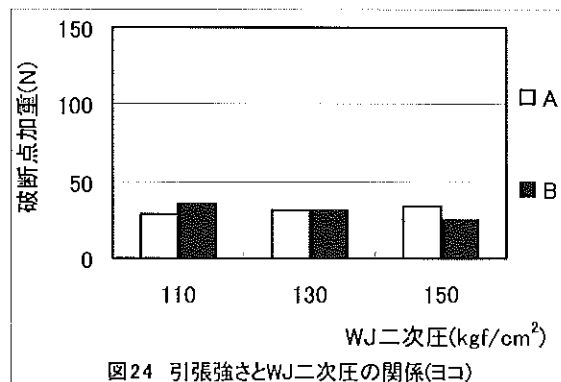


図24 引張強さとWJ二次圧の関係(ヨコ)

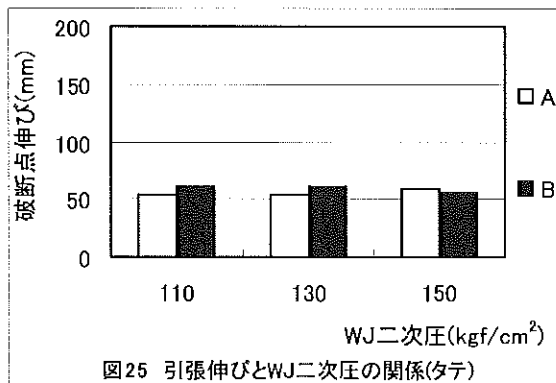


図25 引張伸びとWJ二次圧の関係(タテ)

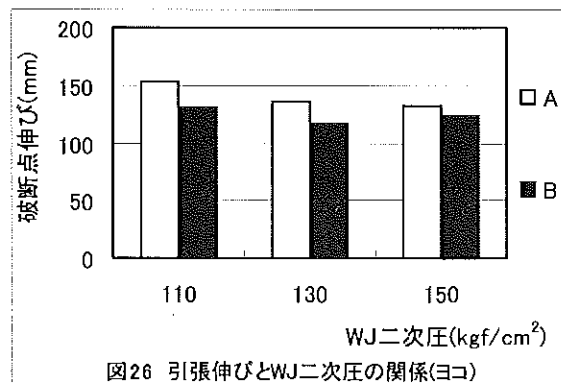


図26 引張伸びとWJ二次圧の関係(ヨコ)

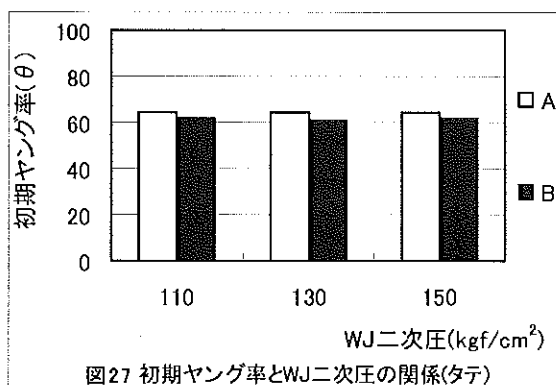


図27 初期ヤング率とWJ二次圧の関係(タテ)

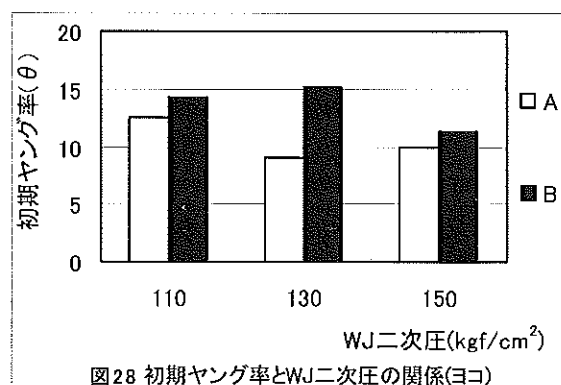


図28 初期ヤング率とWJ二次圧の関係(ヨコ)

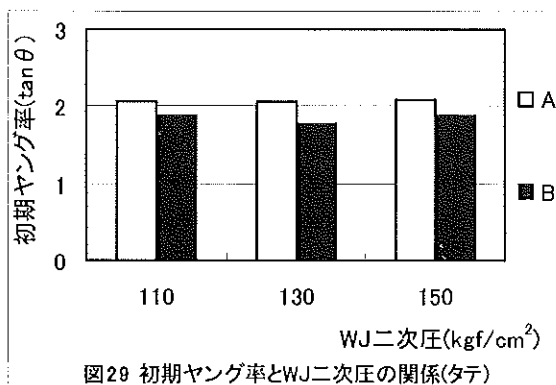


図29 初期ヤング率とWJ二次圧の関係(タテ)

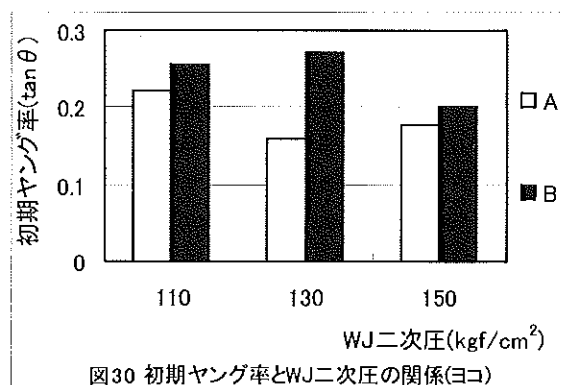
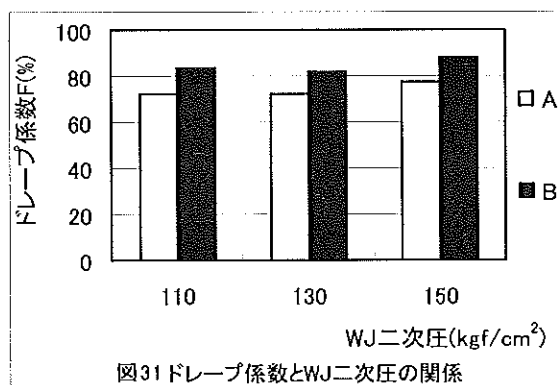


図30 初期ヤング率とWJ二次圧の関係(ヨコ)

3-3 ドレープ性について

試料Aと試料Bを比較すると、試料Aの方がドレープ係数は小さく、試料Bよりも柔らかいと言える。両試料の構成部材であるPET不織布とPETウェブはWJによって繊維同志が絡み合いやすく硬くなるであろうと予測していたが、この結果から、構造上PET不織布とPETウェブが直接接触していない試料Bの方がWJの影響を強く受け、繊維同志の絡み合いが強まったと言える。試料Aで考えると、上2層であるPET不織布とPETウェブは上方向からのWJ水流によって繊維同志は絡み合いやすいが、下のPPシートは水流を通しにくいと予測され、下方向からWJを当てても繊維同志が絡み難いのでこのような結果になったのではないかと考えられる(図31)。



3-4 通気性について

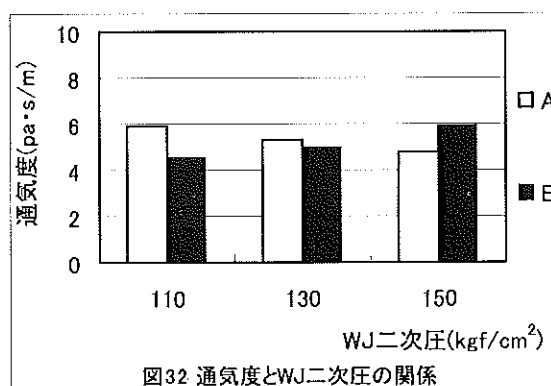
布の両側で圧力差があるとき、布を通して空気が移動する性質のことを通気性という。これは布の保温性(特に風のあるとき)と関係してくる。

通気性の程度を表すものとして通気度があり、これは布両側の一定圧力差のもとで単位時間当たりの単位面積を通過する空気量で表される。

試料Bを見てもらうとWJ二次圧が大きくなるほど通気性がよくなっている。通気性が良いということは布の孔の大きさが大きい、または孔の数が多ということである。WJ二次圧が大きくなると、繊維はより強く絡まること予想される。強く絡まるということは繊維が密になるということである。したがって、繊維の数は同じなので穴も大きくなり数も増える。すなわちWJ二次圧が大きい程通気度は大きくなるわけである。

試料Aの方の通気度があまり大きくなって

いないのは、試料Bのように力学的な要素を担っているPPシートが真中にあり表からと裏からのWJ二次圧の影響を受けているのに対し、PPシートが端にありWJ二次圧の影響をあまり受けていないためと思われる(図32)。



4. 結論

今回の研究では、不織布を衣料用、特に外衣に用いることの出来る複合不織布の開発を目指し、WJ法による複合時のWJ二次圧や構造を変化させて複合不織布を試作し、それぞれの不織布において、WJの圧力や複合不織布の構造が力学的性質に及ぼす影響について調べた。

衣料用途を目的とするスパンボンド/スパンレース複合不織布構造、WJ二次圧の最適条件確立に有効と思われる結果は以下の通りである。

- ①通気性において、試料AについてはWJ二次圧が弱い方が通気性は良いが、試料BはWJ二次圧が強くなるほど通気性が良くなった。
- ②引張特性においては、試料A、試料B共にWJ二次圧が強くなるほど引張剛い。試料Aは伸びやすいが回復性は悪く試料Bは引張剛く回復性は良い。よって、試料Bの方が引張に対しては良好な結果が得られた。
- ③曲げ特性においては試料A、B共にWJの圧力が弱すぎても強すぎても曲げ剛く回復性も悪い。試料AとBではAの方が曲げ剛く回復性も悪いことから、試料Bの方が曲げ特性において優れていると言える。
- ④圧縮特性において試料AはWJ二次圧が強すぎると回復性が著しく悪い。試料BはWJ二次圧が弱いほど圧縮剛いが回復性には影響していないと言える。
- ⑤表面特性において試料AはWJ二次圧が弱い方が滑らかである。試料AとBでは試料Aの方が滑らかであると言える。

それぞれの試験結果を表2にまとめた。

表2 試験結果

特性値 (単位)	方向	試料 A			試料 B			
		110kgf/cm ² (A-1)	130kgf/cm ² (A-2)	150 kgf/cm ² (A-3)	110kgf/cm ² (A-1)	130kgf/cm ² (A-2)	150 kgf/cm ² (B-3)	
引張	LT	タテ	0.50	0.76	0.80	0.66	0.88	0.92
		ヨコ	0.88	0.98	0.96	0.93	0.90	0.92
	WT (g・cm/m ²)	タテ	0.105	0.130	0.125	0.175	0.100	0.120
		ヨコ	1.36	1.39	1.41	1.08	1.03	1.05
	RT (%)	タテ	18.64	34.52	27.92	31.42	35.00	41.96
		ヨコ	29.5	36.8	34.8	36.3	34.1	36.2
曲げ	B (g・m ² /cm)	タテ	0.376	0.303	0.353	0.314	0.227	0.284
		ヨコ	0.079	0.043	0.057	0.062	0.046	0.049
	2HB (g・cm/cm)	タテ	0.535	0.362	0.459	0.420	0.295	0.393
		ヨコ	0.131	0.061	0.076	0.102	0.076	0.088
剪断	G (g/cm・degree)	タテ	4.12	3.96	4.01	3.96	4.26	3.94
		ヨコ	6.66	6.27	6.37	6.11	5.94	5.96
	2HG-0.5 (g/cm)	タテ	11.09	10.60	9.77	10.99	10.68	11.06
		ヨコ	18.27	17.49	17.14	16.07	15.67	16.79
	2HG-5 (g/cm)	タテ	11.20	10.68	9.45	10.22	11.04	10.63
		ヨコ	12.82	11.14	11.91	11.42	11.61	12.22
圧縮	LC		0.75	0.75	0.75	0.74	0.73	0.72
	WC (gf・cm/cm ²)		0.083	0.082	0.080	0.090	0.095	0.094
	RC (%)		46.4	46.5	45.0	46.0	46.7	46.3
表面	MIU	タテ	0.246	0.248	0.253	0.265	0.256	0.250
		ヨコ	0.254	0.258	0.257	0.257	0.261	0.265
	MMD	タテ	0.0117	0.0125	0.0155	0.0145	0.0143	0.0145
		ヨコ	0.0221	0.0297	0.0307	0.0237	0.0208	0.0307
	SMD (μm)	タテ	2.39	2.75	2.86	2.83	3.12	2.85
		ヨコ	6.10	8.03	8.71	5.75	5.14	8.93
引張強さ	引張強さ (N)	タテ	105	105	111	106	108	113
		ヨコ	28.8	31.6	33.3	35.2	31.2	24.3
	引張伸び (mm)	タテ	54.6	54.4	58.4	60.7	60.7	55.8
		ヨコ	153.7	135.0	131.6	129.9	117.3	122.7
	初期ヤング率 (θ)	タテ	64.0	64.0	64.3	61.8	60.5	61.8
		ヨコ	12.5	9.0	10.0	14.3	15.2	11.3
	初期ヤング率 (tan θ)	タテ	2.05	2.05	2.08	1.87	1.77	1.87
		ヨコ	0.22	0.16	0.18	0.26	0.27	0.20
ドレープ率(%)		71.76	72.01	77.25	83.28	81.93	87.73	
通気度(pa・s/m)		5.9	5.3	4.8	4.5	5.0	5.9	

リサイクルシート等を利用した吸収用マットの開発

田村 愛理 林 幸男 澤村 淳二 森澤 純 近森 麻矢
* 竹村 正人

Development of the mat for absorption using the recycling sheet etc.

Eri TAMURA Yukio HAYASHI Kiyotsugu SAWAMURA Jun MORISAWA
Maya CHIKAMORI *Masato TAKEMURA

1. はじめに

罹患した大型家畜の処理の際、死因の究明、病巣の摘出等のため獣医、解体業者による解剖が行われる。薬殺直後の解剖ではおびただしい血液及び体液が流出する。体重約 500kg の牛の場合、流出量は数 10 リットル、流出範囲は約 3m 四方に及ぶ。現在、市販されている吸血マット、生理処理用品、オムツパット等では少量の液体しか吸収できず、リットル単位の大量の血液を吸収保持することは難しい。また、吸収ポリマーは大量の血液の吸収に適していない。

そこで、大型家畜の解剖の際、流出する血液及び体液の飛散・拡散を防ぎ、数リットル単位の大量の血液及び体液を吸収、保持する不織布マットの開発研究を平成 14 年度科学技術立県を支える人材育成事業により行ったのでその結果を以下に報告する。

2. 実験

本研究における不織布マットの製作方法は、袋状にした包装材料の中に内部吸収材料を投入し、その口を何らかの方法で閉じて作製することとした。次に、粘度が高く、様々な成分を含有する血液を瞬時に透過することのできる包装材料を検討するとともに、一個あたり 1～3 リットルの血液及び体液を吸収、保持することができる内部吸収体について、実際の解体現場での予備試験を行い、得られた結果から包装材料や内部吸収体について数種類の材料を選択した。その後の詳細な比較研究の実験には、実際の解体現場での実験ではデータが取りにくく、人為的な誤差が大きいと判断し、人工血液を用いた材料単体又は複合体の吸収性能評価を実験室レベルで 2 段階行い、ある程度性能が良いと思われる物について、性能評価を実際の解体現場で行った。

2-1. 予備試験

予備試験では、実際の解体現場における状況や操作性、性能の調査及び解体作業への聞き取り調査を県内の家畜保健衛生所の協力を得て行った。包装材料としては、各種不織布を用い、内部吸収材料としては、パルプシートや、高分子吸収剤入りシート、高分子吸収剤粉末、粉砕パルプ、レーヨン繊維ウェブ、コットン繊維ウェブ、ポリエステル繊維ウェブ、各種不織布等を配合率や投入方法を

変えて用い、不織布マットを試作した。また、操作性などを考慮して大人用寝具マクラ程度のサイズ(約 40cm×50cm×5cm)と前記の約半分サイズ(約 40cm×25cm×5cm)の 2 種類不織布マットを試作し、ハンドリング性能についても検討した。

2-2. テーブルテスト 1

予備試験から、実際の解体現場では詳細な性能比較試験を行うのは難しいということが分かったので、表 1 で示した組成の人工血液を用いた性能比較試験を実験室レベルで行うことを検討した。約 20cm×12.5cm×1cm の大きさ(体積で市販品規模の約 1/40)の不織布マットを各種試作し、人工血液の吸収性能について次の浸せき法と滴下法の 2 種類の方法で吸収率を測定し評価を行った。試験を行った包装材料と内部吸収材料の一覧を表 2 に示す。

増粘剤	125g
食塩	100g
赤染料	適量
水	10L

*粘度を約 300mPa・s に調整

2-2-1. 浸せき法 (1/40 スケール)

大量に溜まっている血液等を吸収するための不織布マット開発の目的で、1 個の不織布マットでの最大吸収率の測定を行った。バットに入れた 1kg の人工血液中に、各試験サンプルを 2 分間浸せき後、反転しさらに 1 分間浸せきを行った後、手で持ち上げて 1 分

表2 包装材料及び内部吸収材料一覧(1/40 スケール)

	種別	製造会社	製法及び形状等	主な用途	識別記号
1	包装/内部吸収	S社	メッシュ状спанレース不織布	ワイパー	S-1
2	包装	KR社(県外)	メッシュ状ケミカルボンド不織布	ワイパー	KR-1
3	包装/内部吸収	K社	サーマルボンド不織布	食品抽出用	K-1
4	包装/内部吸収	〃	〃	水切り用	k-2
5	内部吸収材	I社	高分子吸収剤入りシート	衛生材料	I-1
6	内部吸収材	N社	熱融着繊維入りシート	食品抽出用	N-1
7	内部吸収材	M社(県外)	コットンシート	美容用	M-1

表3 内部吸収材料一覧(実寸サイズ)

	製造会社	製法及び形状等	主な用途	識別記号
1	K社(県内)	サーマルボンド不織布	食品抽出用	K-1
2	〃	エアレイド不織布		K-2
3	〃	サーマルボンド不織布	食品抽出用	K-3
4	〃	〃	食品抽出用	K-4
5	〃	〃	水切り用	K-5
6	〃	〃	水切り用	K-6
7	〃	〃	食品抽出用	K-7
8	〃	〃	衛生材料	K-8
9	〃	〃	衛生材料	K-9
10	〃	〃	衛生材料	K-10
11	〃	〃	衛生材料	K-11
12	〃	〃	ワイパー	K-12
13	〃	〃	食品用	K-13
14	〃	〃	食品用	K-14
15	〃	〃		K-15
16	〃	〃		K-16
17	NI社	加工用シート		NI-1
18	〃	〃		NI-2
19	〃	〃		NI-3
20	〃	〃		NI-4
21	〃	〃		NI-5
22	〃	〃		NI-6
23	N社	熱融着繊維入りシート	食品抽出用	N-1
24	〃	〃	食品抽出用	N-2
25	I社	高分子吸収剤入りシート	衛生材料	I-1
26	〃	熱融着繊維入りシート		I-2
27	S社	メッシュ状спанレース不織布		S-1

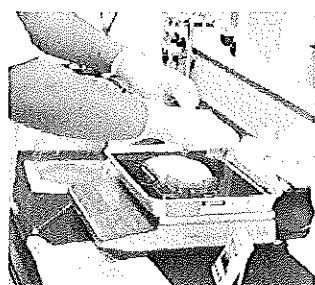


写真1 浸せき法
(1/40 スケール)

間液を切り、不織布マットの重量を測定した。得られた試験後重量から初期重量を差し引いたものを各不織布マットの最大吸収量とし、その吸収量を初期重量で除算したものを浸せき吸

収率とした。(写真1参照)

2-2-2. 滴下法 (1/40 スケール)

検体の頸部等を切開して患部の摘出などを行う際に、流出してくる血液をできるだけ速く吸収するための不織布マット開発の目的で、不織布マットの滴下血液吸収率を測定した。300ml容の分液ロートに入れた200gの人工血液を孔径約1cm²の金網上に設置した不織布マットの約5cm上部から約1分で滴下後、30秒そのまま放置し、その後不織



写真2 滴下法
(1/40スケール)

布マットの重量を測定した。得られた試験後重量から初期重量を差し引いたものを各不織布マットの滴下血液吸収量とし、その吸収量を初期重量で除算したものを滴下吸収率とした。(写真2参照)

2-3. テーブルテスト2

テーブルテスト1の結果から、選定した包装材料を用いて、内部吸収材料の性能評価を今度は実寸サイズにスケールアップして行った。約37cm×50cm×5cmの大きさの不織布マットを各種試作し、人工血液の吸収性能について上記と同様の浸せき法と滴下法の2種類の方法で吸収率を測定し評価を行った。試験を行った内部吸収材料の一覧を表3に示した。K社製不織布16種類、NI社製紙6種類、N社製紙2種類、I社製紙2種類、S社製不織布1種類について試験を行ったが、いずれも、県内製紙・不織布メーカー等から出される損紙や裁断屑等であり、その再利用を目的として行った。

2-3-1. 浸せき法

バットに入れた10kgの人工血液中に、各試験サンプルを2分間浸せき後、反転しさらに1分間浸せきを行った後、手で持ち上げて1分間液を切り、その試験後不織布マットの重量を測定した。得られた試験後重量から初期重量を差し引いたものを各不織布マットの最大吸収量とし、その吸収量を初期重量で除算したものを浸せき吸収率とした。また併せて、実験前及び実験中におけるサンプルの形状変化や吸収挙動等についても評価を行った。(写真3参照)

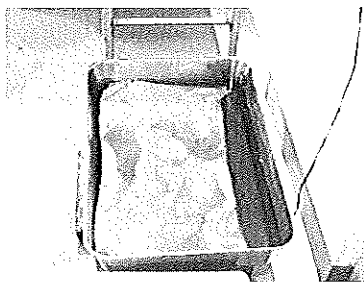


写真3 浸せき法

2-3-2. 滴下法

2L容の分液ロートに入れた3kgの人工血液を孔径約1cm²の金網上に設置した不織

布マットの約10cm上部から約2分で滴下後、30秒そのまま放置し、その後不織布マットの重量を測定した。得られた試験

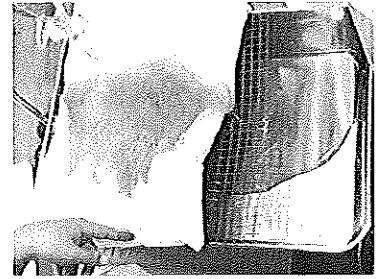


写真4 滴下法

後重量から初期重量を差し引いたものを各不織布マットの滴下血液吸収量とし、その吸収量を初期重量で除算したものを滴下吸収率とした。浸せき法と同様に、サンプルの形状変化や吸収挙動等についても評価を行った。(写真4参照)

2-4. パレットシート用シート材料の物性試験

実地テストの結果、開発した不織布マットは、高い性能評価を得ることが出来たが、不織布マットだけでは、作業現場の床面が汚染されるのを防ぐことが出来ない。この問題を解決するために不織布マット等の吸収用物品と併用して使用することにより、床面などの汚染を防止できるようなパレット型シート材料の開発を検討した。シート材料は、価格や使用後の焼却処理の問題を考慮して、現在家庭用ゴミ袋として広く使用されているポリエチレン製シートを選択し、各種シート材料の物性試験を行った。厚さ試験は、熊谷理機工業(株)製TM500を用いて、JIS P-8118に準拠して行い、引張り強伸度試験は、(株)オリエンテック製テンシロンUTA-1Tを用いて、幅5cm、長さ約15cmの試験片を掴み間隔10cm、引張り速度100mm/minで行った。ヒートシール強伸度試験は、ヒートシール部が掴み間隔のほぼ中央になるようにセットし、その他は引張り試験と同様の条件で試験を行った。

2-5. パレットシートの性能評価

物性試験の結果から、選択したシート材料を用いて、パレットシートを試作し、その性能評価および操作性などについて、人工血液を用いて検討した。



写真5 実地テスト

2-6. 実地テスト

上記の不織布マット吸収率試験結果及びパレットシートの性能評価結果より、性能が良い試料につき、実際に高知県内の家畜保健衛生所等において、性能評価試験を行った。(写真5参照)

3. 結果と考察

3-1. 予備試験結果

解体現場での作業を直に調査することができ、今回開発を目指している吸収材料について次に挙げるような点が課題であることが分かった。まず、第一に出来るだけ早く流出した血液等を吸収することが重要であり、血液は水とは異なり、血液中に様々な物質を含み、かなり粘性が高く従来市販されているようなペット用シートのようなものでは血液等の量から考えて有効ではないという点が挙げられる。第二に作業従事者の操作性が良いこと、第三に使用後の処分が容易であること等の課題が明らかになった。そこでまず、血液等の吸収性について包装材料としての各種不織布シートを検討した結果、メッシュ状の不織布の方が血液の透過性が良かった。また、操作性などからある程度の強度が維持でき、更に処理後の焼却処分において有害物質が発生しないものとして、県内不織布メーカーが生産しているスパンレース不織布、サーマルボンド不織布等3種類と県外不織布メーカーが生産しているケミカルボンド不織布1種類を選択し、次のテーブルテスト1を行った。

次に、内部吸収材料を検討した結果、試験を行うまでは生理用品の内部吸収材料として使用されている高分子吸収剤や粉砕パルプなどが吸収性能が良いのではないかと予想していたが、実際は、前述のような材料では、血液等が直接接触した部分の吸収は良いが、吸収材料全体への拡散吸収現象はあまり見られないことが分かった。そのため、吸収効率を上げるためにはこのような材料をいかに均一に分散させ、血液等との接触面積を上げるかが重要であるということが分かった。パルプシートでは、毛細管現象による吸収は難しく、高分子吸収剤粉末単体では、吸収性能の良い場合もあるが、悪い場合もありその均一な配置が難しいと考えられた。高分子吸収剤粉末を粉砕パルプやレーヨン繊維ウェブ、コットン繊維ウェブ、ポリエステル繊維ウェブ等と一緒に用いた場合は比較的吸収

性能が良かった。高分子吸収剤入りシートや各種不織布シートを長方形に裁断した物は吸収性能が良かった。以上の結果から、今回は吸収性能が良く、性能のばらつきも少なく、製造コストが比較的安価にできると考えられる各種不織布シートの裁断物を内部吸収材料として検討することとした。また、以前から当センターでは、県内製紙・不織布メーカー等が処分に苦慮していた損紙や裁断屑等の再利用の研究を行っていたので、今回の内部吸収材料にこれらの紙及び不織布が利用できるかどうかを検討した。

大きさについて、作業従事者に調査した結果、今回試作した大きいサイズ(約40cm×50cm×5cm)のもので良いのではないかと回答であった。

3-2. テーブルテスト1の結果

テーブルテスト1では、包装材料を選定し、内部吸収材料の選定及び配合、投入量等について検討を行った。まず、図1に3種類の包装材料単体(S-1)、(K-1)、(k-2)に内部吸収材料として、I社製高分子吸収剤入りシートの裁断物(I-1)を20g、I-1 10gとK社製サーマルボンド不織布(K-1)10gまたはN社製熱融着繊維入り紙シート(N-1)10gを配合したサンプルを用いて比較検討した結果を示した。S社製スパンレース不織布(S-1)を包装材料に使用したサンプルが浸せき法、滴下法いずれの場合でも吸収率が高かった。また、内部吸収材料としては、I-1を20g投入したサン

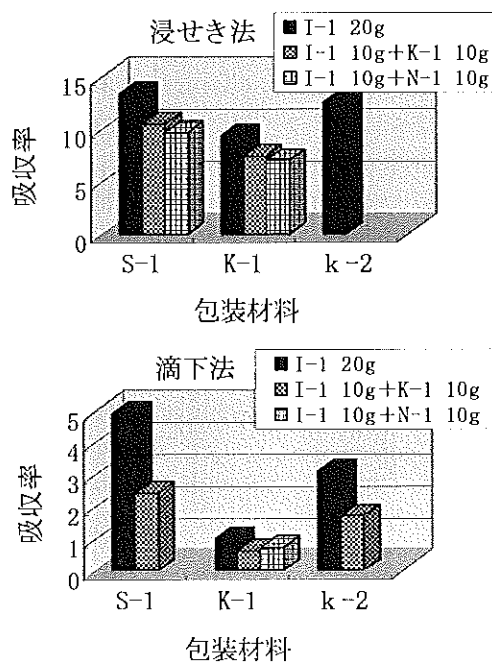


図1 吸収率比較1

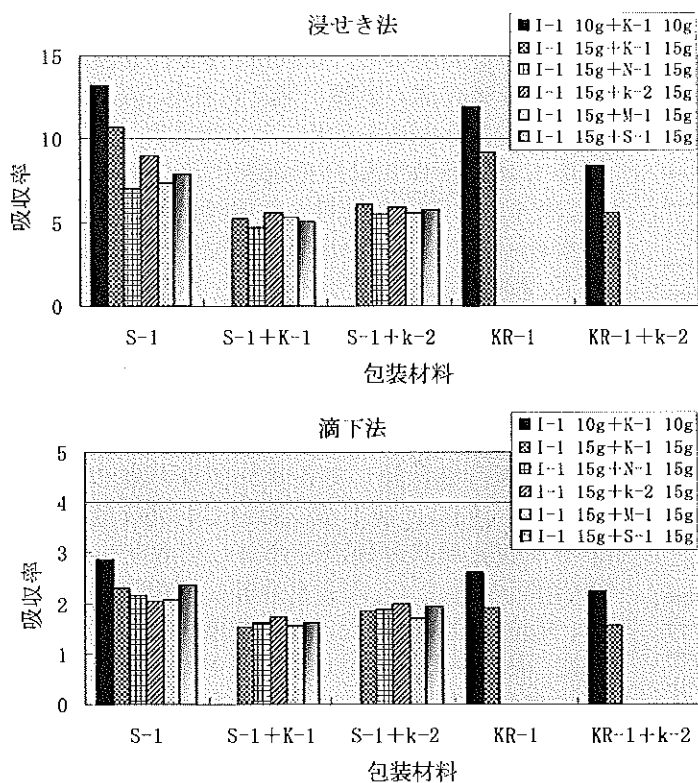


図2 吸収率比較2

プルが、浸せき法、滴下法いずれの場合でも吸収率は高かった。しかし、実験操作中にサンプルの変形が大きく、作業性があまり良くないという問題点が見られた。次に、図2に4種類の包装材料を単体または併用し、内部吸収材料として、I-1 (10g または 15g) にK-1 (10g または 15g) または N-1 15g、K 社製サーマルボンド不織布(k-2)15g、M 社製コットンシート(M-1)15g、S-1 15g をそれぞれ配合したサンプルを用いて比較検討した結果を示した。包装材料としては、図1の結果と同様に S-1 を単体で使用したサンプルが浸せき法、滴下法いずれの場合でも吸収率が高かった。また、内部吸収材料としては、I-1 10g に K-1 10g 配合したサンプルが、浸せき法、滴下法いずれの場合でも吸収率は高かった。ここで、今回試験をした 1/40 サイズでは投入量としては 20g の方が 30g より吸収率が高かった。これは、内部吸収材料の密度が影響しているのではないかと考えられ、今回開発中の不織布マットの血液吸収性能には、内部吸収材料そのものの吸収力も必要ではあるが、それに加えて吸収材料間の空隙がある程度確保されている方が吸収率が高いと推測された。図1及び2の結果から、包装材料としては高知県内の不織布メー

カーS社製メッシュ状спанレース不織布を包装材料として用い、内部吸収材料としては、I社製高分子吸収剤入りシートの裁断物とその他の不織布裁断物を配合して用いることとした。

図3では、内部吸収材料である I-1 の配合率が吸収率に与える影響について検討を行った。30%配合したものが浸せき法、滴下法いずれの場合でも吸収率は高かったが、大差は見られなかった。

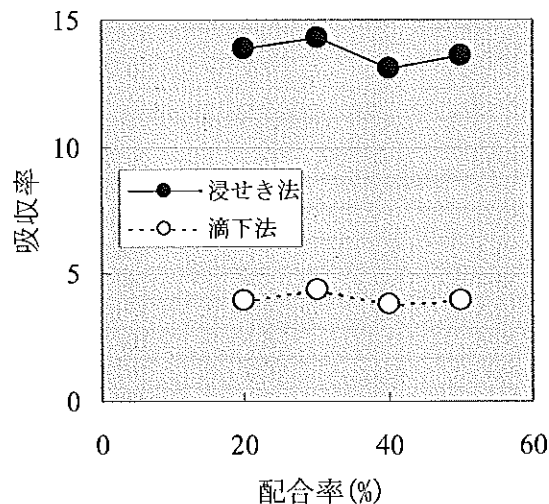


図3 I-1 配合率による吸収率への影響 (1/40 スケール)

3-3. テーブルテスト2の結果

図4では実寸サイズにおいて、内部吸収材料である I-1 の配合率が吸収率に与える影響及び試験後1日経過した場合の保持率について検討を行った。試験直後の吸収率は 20% 配合した物の方が若干吸収率は高かつ

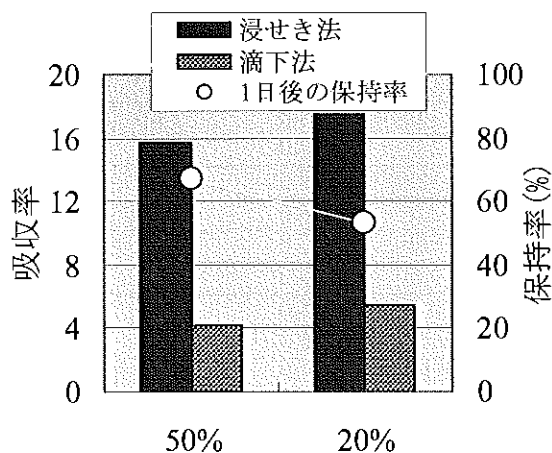


図4 I-1 配合率による吸収率及び保持率への影響(実寸サイズ)

表4 内部吸収材料の性能評価

	浸せき法		滴下法	
	吸収量 (g)	吸収率(D/B)	吸収量 (g)	吸収率(D/B)
K-1	3240	14.7	1821	8.3
K-2	2679	12.2	1989	9.1
K-3	2399	10.9	1588	7.2
K-4	1997	9.1	1482	6.7
K-5	2810	12.7	1790	8.1
K-6	3034	13.8	2192	9.9
K-7	2657	12.0	1573	7.1
K-8	3826	17.3	1757	8.0
K-9	3730	16.9	1806	8.2
K-10	3411	15.5	2241	10.2
K-11	3203	14.5	1620	7.3
K-12	2600	11.8	1210	5.5
K-13	1608	7.3	1072	4.9
K-14	1798	8.1	1365	6.2
K-15	3025	13.6	1765	8.0
K-16	3594	16.2	2079	9.3
NI-1	2216	10.0	1829	8.3
NI-2	2227	10.1	1740	7.9
NI-3	1563	7.1	1667	7.6
NI-4	1162	5.3	1447	6.5
NI-5	1172	5.3	1538	7.0
NI-6	1387	6.3	1059	4.8
N-1	1973	9.0	1072	4.9
N-2	1603	7.3	906	4.1
I-1	2821	12.7	2290	10.2
I-2	2155	9.7	1679	7.5
S-1	2513	11.5	2171	9.9

表5 総合評価

	浸せき得点	滴下得点	総得点	総合ランク
K-10	18.0	10.0	28.0	1
K-16	18.0	9.0	27.0	2
K-6	17.0	9.0	26.0	3
I-1	13.0	10.0	23.0	4
K-8	16.0	7.0	23.0	5
K-1	14.0	8.0	22.0	6
K-9	14.0	8.0	22.0	7
K-15	15.0	7.0	22.0	8
S-1	12.0	9.0	21.0	9
K-5	14.0	7.0	21.0	10
K-11	13.5	7.0	20.5	11
K-2	11.0	8.0	19.0	12
N-1	11.0	8.0	19.0	13
I-2	12.0	7.0	19.0	14
K-3	11.0	7.0	18.0	15
K-7	12.0	6.0	18.0	16
NI-1	10.0	7.0	17.0	17
NI-2	10.0	6.0	16.0	18
K-12	10.5	5.0	15.5	19
K-4	9.0	6.0	15.0	20
N-2	6.0	7.0	13.0	21
K-14	7.5	5.0	12.5	22
NI-3	6.0	6.0	12.0	23
NI-6	7.5	3.0	10.5	24
NI-4	6.3	4.0	10.3	25
K-13	5.5	4.0	9.5	26
NI-5	4.3	4.0	8.3	27

たが、1日経過した場合の保持率は50%配合した方が高かった。これは、I-1に含まれる高分子吸収剤の影響と考えられる。以上の結果から、ある程度の吸収率が得られて、保持率も高い50%配合を選択することとした。表4に内部吸収材料の性能評価を行った結果を示した。性能の良い物で浸せき法において、220gの不織布マットが約4,000gの吸収量かつ吸収率17倍の性能を示した。滴下法においては、約2,000gの吸収量かつ吸収率10倍の性能を示した。以上の試験結果から、浸せき法において吸収量による点数と形状評価点を合計して各サンプルの浸せき得点とし、同様に滴下法においても吸収量による点数と形状評価点を合計して各サンプルの滴下得点とし、両者を合計して総得点とし、順位付けを行った。その結果を表5に示した。表5の上位約10品種までをI社製高分子吸収剤入りシートと配合する内部吸収材料とした。今回選択した、内部吸収材料は損紙や裁断屑であるため、その供給量が確保できる素材について商品化を行うこととなった。

3-4. パレットシート用シート材料の物性試験結果

図5にパレットシート用シート材料の物性試験結果を示した。その結果、基本的にはシート材料の厚さが厚くなればなる程、引張り強度(ヨコ)は強くなる傾向が見られた。ヒートシール強度(タテ)については、厚さが約35μmでシール強度が大幅に上昇し、それ以後は緩やかに上昇していた。シート材

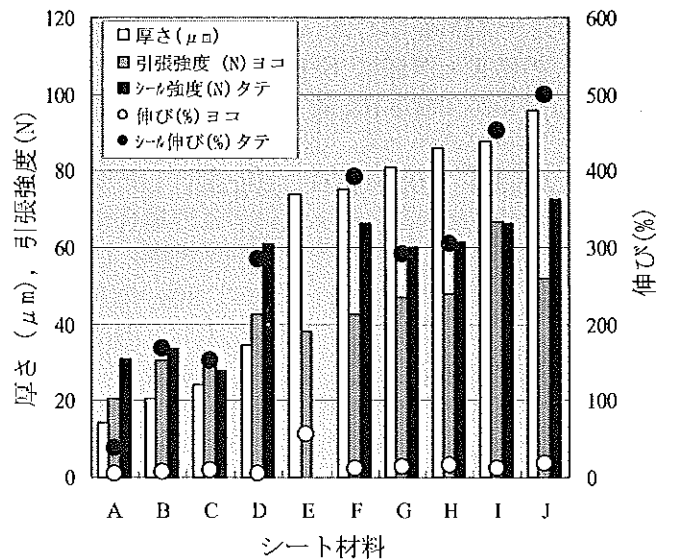


図5 シート材料の物性試験結果

料の伸び率（ヨコ）は、E の材料で伸び率が約 60%を示したが、その他の材料では 10%前後であった。シール部分の伸び率（タテ）については、高いもので約 500%を示す材料があった。以上の結果等から、シート材料としては、厚さが 90 μ m 以上、引張り強度（ヨコ）が 50N(=1kN/m) 以上、伸び率（ヨコ）が 10%以上、シール強度（タテ）が 65N (=1.3kN/m) 以上のもので、突起物等に対して伸びることにより穴が開きにくいシートを使用することとした。

3-5. パレットシートの性能評価

3-4 の試験結果から、選択したシート材料を用いて、形状及び大きさを検討した結果、一辺 110cm の正方形シートの四角をヒートシールして外周部を立たせるような構造のパレット型シートが性能及び作業性の点で優れていた。

3-6. 実地テスト結果

前述の人工血液を用いた吸収性能試験結果より不織布マット及びパレットシートを

試作し、高知県内家畜保健衛生所等において実際の解体作業現場で使用テストを行った結果、高い評価を得ることができた。

そこで不織布マット及びパレットシートに関する特許を出願し、商品名「すいとる S」として不織布マットの商品化を、パレットシートについては、パレットシートの内部に開発した不織布マット（約 45cm×45cm）を 4 個配置したものを、商品名「すいとる Sheet」として商品化を行った。

4. まとめ

今回の研究開発において、次のような成果が得られました。

- i. 吸収用物品の開発ができたこと
- ii. 県内の製紙・不織布メーカーから出る損紙や裁断屑を再利用できたこと
- iii. 県内の障害者作業所における雇用が促進されたこと

多目的不織布製造装置を活用した不織布製造技術の研究

田村 愛理 林 幸男 澤村 淳二 森澤 純 近森 麻矢

Eri TAMURA Yukio HAYASHI Kiyotsugu SAWAMURA Jun MORISAWA
Maya CHIKAMORI

1. はじめに

当センターに設置してある多目的不織布製造装置を用いて、水流交絡法による不織布の製造技術に関する研究を行った。今年度は、特に異なった方法で製造された素材の複合化の検討を行ない、織物と不織布の中間に位置するような衣料用途に向けた新素材開発のための基礎研究を行なった。

2. 実験

2-1. サンプル作製

サンプルの作製条件および詳細については
21 こうちかみわざ新商品開発事業資料を参照。

2-2. 試験方法

試験雰囲気：23±1℃、50±2%RH

目付：JIS L 1913 に準拠して実施。

厚さ：JIS P 8118 に準拠して実施。

(使用圧力 550±50g/cm²)

引張強度及び伸度：JIS L 1913 に準拠して
実施。

KES 風合い計測：KES-FBシステム
(カトーテック株式会社
社製) により実施。

3. 結果と考察

3-1. スパンボンド不織布とスパンレース不織布との複合不織布

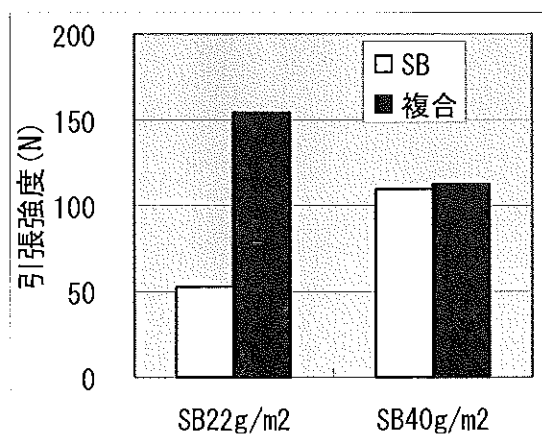


図 1-1 スパンボンド単体(SB)及び複合不織布の MD 方向の引張強度

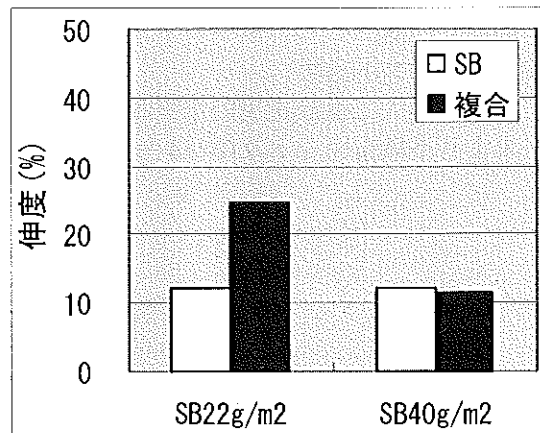


図 1-2 スパンボンド単体(SB)及び複合不織布の MD 方向の伸度

PP スパンボンド不織布 (目付 22g/m² 品と目付 40g/m² 品) にレーヨンスパンレースを複合した。測定結果を表 1 にまとめた。複合により、スパンボンド不織布単体にはない触感を持つ複合不織布が得られた。

スパンボンド不織布目付 22g/m² 品はスパンレースを複合することにより、MD 方向、CD 方向いずれの方向でも引張強度、伸度がともに大きくなった。他方、目付 40g/m² 品にスパンレースを複合した複合不織布は引張強伸度測定を行なうと、破断する前にスパンボンドとスパンレースの剥離が起きてしまい、いずれの方向においても、引張強度、伸度の向上は見られなかった。(図 1-1, 図 1-2, 図 2-1, 図 2-2 参照)

PP スパンボンド目付 22g/m² 品にスパンレースを複合した不織布は、WJ 工程で繊維と強い絡まりができたが、目付 40g/m² 品は WJ 工程で水の通り抜けが悪く、繊維の絡まりがうま

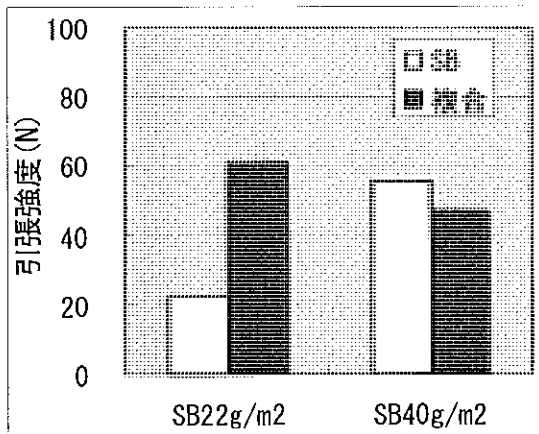


図 2-1 スパンボンド単体(SB)及び複合不織布の CD 方向の引張強度

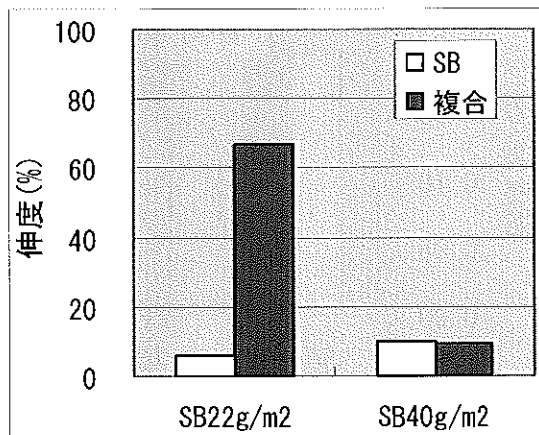


図 2-2 スパンボンド単体(SB)及び複合不織布の CD 方向の最大伸度

くできなかったと考えられる。

複合前後の不織布について、厚さ比率を比較した。厚さ比率は荷重 0.5g/cm² 時の厚みに対する所定の荷重 (50g/cm²、550g/cm²) をかけた時の厚みの割合とする。今回作製した複合不織布はスパンボンド単体と比べ荷重が小さい (50g/cm²) ときは若干つぶれやすい。(図 3-1、

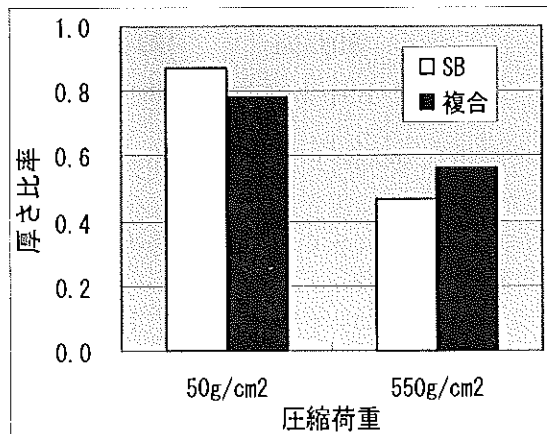


図 3-1 スパンボンド単体及び複合不織布の厚さ比率 (SB22g/m²)

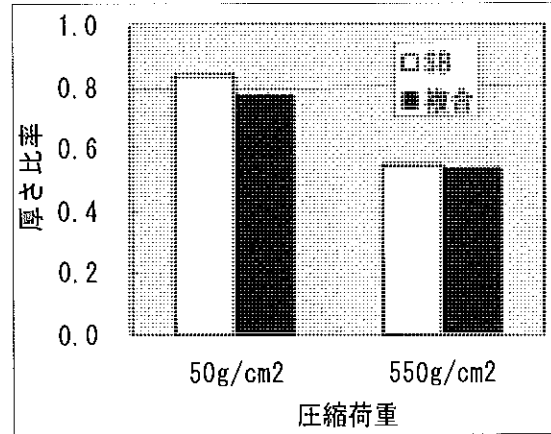


図 3-2 スパンボンド単体及び複合不織布の厚さ比率(SB40g/m²)

図 3-2 参照)

表面特性については、MD方向は複合前後で摩擦係数、摩擦係数の平均偏差、表面粗さに差が見られないが、CD方向では複合によりいずれの値も大きくなっている。複合時のW J処理において、ノズルの跡がMD方向についたためと考えられる。

3-2.各種搬送ベルト見本による模様付不織布シート

模様付搬送ベルト見本を使い、W J工程での不織布への模様付けを検討した。目付、W J圧、搬送ベルト模様を変えてサンプルの作製を行った。

目付の小さい不織布 (50g/m²) では搬送ベルトの模様によって不織布に開孔模様ができた。目付の大きい不織布 (100g/m²) では搬送ベルトの模様が不織布に転写されていた。

3-3.分割繊維タイプポリエステル綿による不織布シート

N91 (ナイロン6とポリエステル配合) と P91 (ポリプロピレンとポリエステル配合) の

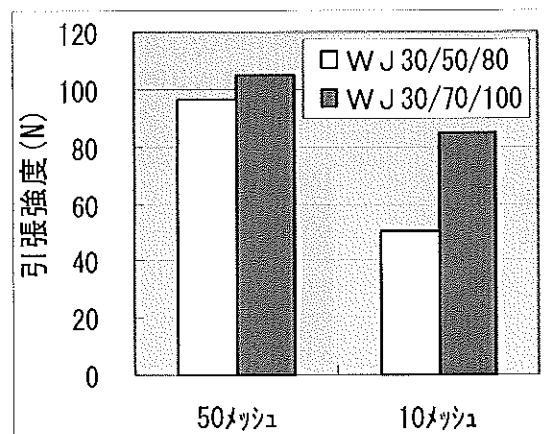


図 4-1 N91 不織布の MD 方向の引張強度

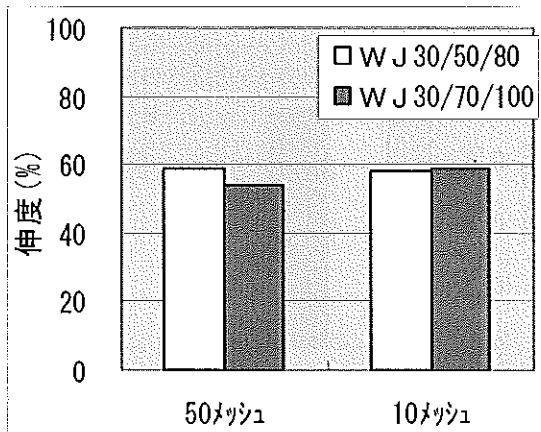


図 4-2 N91 不織布の MD 方向の伸度

分割繊維を用い、WJ の圧力および搬送ベルトのメッシュを変えてサンプルの作製を行なった。測定結果を表 2 にまとめた。

N91 を用いて作製した不織布は WJ 圧力を高くすると強度は強くなり、伸度は低くなる傾向が見られた。搬送ベルトのメッシュを 50 メッシュから 10 メッシュに変更すると、引張り強度は低下したが、伸度はあまり変わらなかった。(図 4-1, 図 4-2, 図 5-1, 図 5-2 参照)

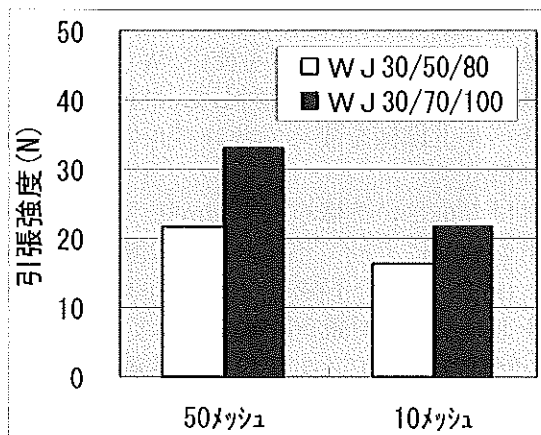


図 5-1 N91 不織布の CD 方向の引張り強度

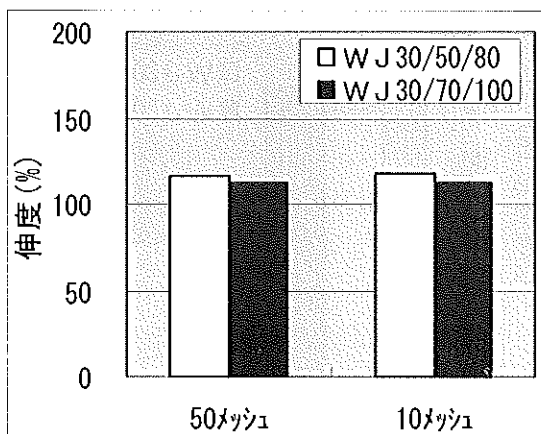


図 5-2 N91 不織布の CD 方向の最大伸度

不織布の目付を厚みで割って不織布の密度を計算した。搬送ベルトが 50 メッシュの方が 10 メッシュのものより密度が高い。WJ の圧力を高くすると、わずかに密度が高くなる傾向があった。(図 6-1, 図 6-2)

顕微鏡で観察するといずれのサンプルも WJ が当たったと思われる部分は繊維が分割していたが、内部までは分割していなかった。

3-4. コットン繊維と PP ネットとの複合シート

コットン繊維に熔融繊維を配合し、シートおよびウェブを作製、水流交絡法により PP ネット

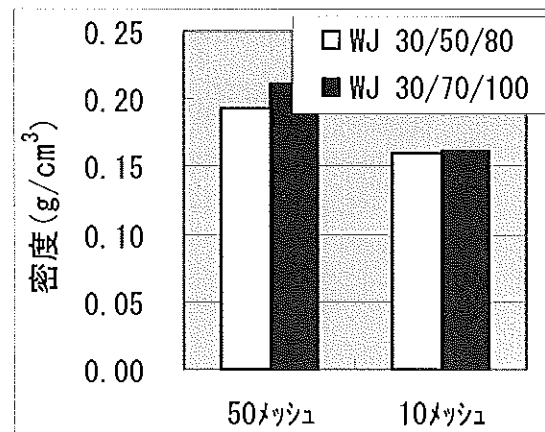


図 6-1 N91 不織布の密度

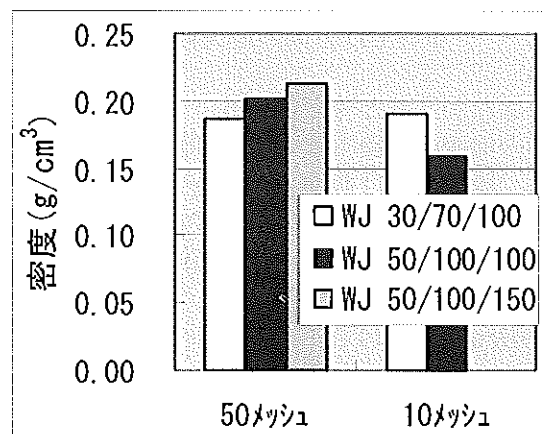


図 6-2 P91 不織布の密度

トと複合し、高強度な複合不織布を作製した。測定結果を表 1 にまとめた。

引張り強度が大きく、特に CD 方向での引張り強度が高い不織布が得られた。

3-5. シルク繊維とレーヨン+PET ネットとの複合シート

シルク繊維とレーヨン+PET ネットを水流交絡法により複合し高強度の複合不織布を作製した。測定結果を表 1 にまとめた。ネット

と複合したことでMDよりCDの引張り強度の高い不織布が得られた。

3-6. アルギン酸繊維を用いた不織布の作製

測定結果を表2にまとめた。昆布から抽出したアルギン酸繊維50%にレーヨン繊維50%を配合したものは容易にシート化できたが、引張り強度、伸度ともに低かった。

アルギン酸繊維100%では大型プラントでのシート化は難しかったが、小型カード機でウ

ェブ作製後、水流交絡法を用いることによりシート化することができた。

4. まとめ

以上のように様々な不織布を試作し、その物性を測定したが、まだ、衣料用途に適した素材の開発には至っておらず、今後も各種試作を行って基礎データを収集し検討を行う。

表1. 複合不織布の測定結果まとめ

テーマ		スパンポント不織布とスパンレス不織布との複合不織布				コットン繊維とPPネットとの複合シート		シルク繊維とレーヨン+PETネットとの複合シート
材料		レーヨシート レーヨウェブ スパンポント	SB22	SB40	コットン90% EPC10% PPネット	コットン80% レーヨン10% PET10% PPネット		
		SB22g/m ²	SB40g/m ²					
搬送ベルト	メッシュ	50	50	—	—	50	50	50
	WJ1	kgf/cm ²	50	50	—	—	30	30
	WJ2	kgf/cm ²	—	—	—	—	50	50
	WJ3	kgf/cm ²	120	120	—	—	70	70
坪量		g/m ²	85.0	86.2	21.6	40.0	74.3	92.3
厚み		μm	298	289	57	97	401	399
引張強度MD		N	154.8	112.3	53.1	110.4	184.1	225.7
伸度MD		%	24.8	11.5	12.3	12.2	23.8	21.7
引張強度CD		N	61.1	46.8	22.7	55.5	148.2	174.7
伸度CD		%	67.0	9.5	6.0	10.2	20.0	29.1
L T	WARP		0.486	0.496	0.105	0.076	0.427	0.512
W T	WARP	gf/cm ²	2.7	1.6	0.6	0.25	1.9	2.15
R T	WARP	%	31	47	308	220	45	49
L T	WEFT		0.619	0.622	—	0.234	0.633	0.63
W T	WEFT	gf/cm ²	11.1	4.4	—	1.5	4.4	4.3
R T	WEFT	%	10	50	—	7	52	51
B	WARP		—	—	0.081	0.486	—	—
2 H B	WARP		—	—	0.019	0.104	—	—
B	WEFT		0.056	0.219	0.030	0.267	—	—
2 H B	WEFT		0.045	0.105	0.008	0.070	0.105	—
G	WARP		9.51	11.64	6.39	10.7	7.64	11.13
2 H G	WARP		12.4	20.13	9.15	16.1	11.1	23.38
2 H G 5	WARP		19.28	18.2	7.83	16.53	12.15	22.98
G	WEFT		8.47	9.56	6.25	9.99	8.6	10.89
2 H G	WEFT		15.68	16.93	9.15	16.48	11.68	18.75
2 H G 5	WEFT		13.88	20.95	9.03	20.3	15.05	22.6
L C			0.482	0.491	0.482	0.425	0.442	0.427
W C		gf·cm/cm ²	0.139	0.145	0.018	0.031	0.191	0.170
R C		%	57.0	64.1	138.3	62.1	50.7	50.2
T O		mm	0.529	0.541	0.122	0.177	0.698	0.679
T M		mm	0.413	0.418	0.107	0.148	0.525	0.518
G A P		mm	0.570	0.573	0.129	0.189	0.765	0.721
M I U	WARP		0.135	0.148	0.134	0.143	0.154	0.162
M M D	WARP		0.014	0.015	0.013	0.014	0.016	0.016
S M D	WARP		1.352	1.487	1.333	1.423	1.552	1.618
M I U	WEFT		0.160	0.159	0.139	0.119	0.180	0.155
M M D	WEFT		0.016	0.016	0.014	0.012	0.018	0.016
S M D	WEFT		1.603	1.587	1.392	1.190	1.803	1.552

表 2. スパンレース不織布の測定結果まとめ

テーマ		分割繊維タイプポリエステル綿による不織布シート										アルギン酸繊維を用いた不織布	
材料		N91 (ナイロン6とポリエステル配合分割繊維)				P91 (ポリエステルとポリエステル配合分割繊維)					アルギン酸50% レーヨン50%	アルギン酸100%	
No		①-1	①-2	②-1	②-2	③-2	③-3	③-4	④-2	④-3	①	②	
搬送ベルト	メッシュ	50	50	10	10	50	50	50	10	10	50	50	
	WJ1	kgf/cm ²	30	30	30	30	50	50	30	50	15	15	
	WJ2	kgf/cm ²	50	70	50	70	70	100	100	70	100	20	
	WJ3	kgf/cm ²	80	100	80	100	100	100	150	100	150	20	
坪量		g/m ²	48.6	51.8	42.2	46.7	40.0	47.2	48.8	49.6	45.2	35.7	
厚み		μm	251	246	264	288	214	235	229	261	285	208	
引張強度MD		N	96.7	105.0	50.1	85.1	91.2	89.7	100.8	—	—	5.2	
伸度MD		%	58.8	53.6	58.0	58.7	34.8	31.2	27.1	—	—	3.7	
引張強度CD		N	21.8	33.1	16.5	21.7	28.3	25.0	29.3	—	—	1.1	
伸度CD		%	115.8	112.7	117.8	112.6	93.8	87.8	83.3	—	—	10.8	
L T	WARP		0.576	0.783	0.774	0.739	0.73	0.748	0.691	0.618	0.852	0.741	
WT	WARP	gf/cm ²	0.7	0.66	1	1.23	0.29	0.26	0.19	0.61	0.66	0.15	
RT	WARP	%	44	38	39	38	41	42	47	44	29	67	
L T	WEFT		—	0.748	—	—	0.715	0.69	0.769	0.633	—	—	
WT	WEFT	gf/cm ²	—	2.61	—	—	2.4	2.23	1.75	3.82	—	—	
RT	WEFT	%	—	31	—	—	34	36	31	30	—	—	
B	WARP		0.59	0.62	0.42	0.38	0.73	0.72	0.83	0.37	0.42	1.2	
2HB	WARP		2.2	2.03	1.28	1.15	1.63	1.7	1.88	0.73	0.83	1.55	
B	WEFT		1.95	1.8	1.25	1.25	2.05	2.1	2.25	1.03	1.05	2.43	
2HB	WEFT		1.18	1.03	0.27	0.39	0.92	1.11	1.49	0.42	0.33	1.69	
G	WARP		5.75	3.2	0.93	1.28	2.35	2.63	3.28	1.2	0.83	2.15	
2HG	WARP		5.88	3.28	1.05	1.55	2.88	3.25	4.25	1.65	1.4	3.88	
2HG5	WARP		0.037	0.050	0.050	0.038	0.058	0.067	0.067	0.031	0.028	0.133	
G	WEFT		0.055	0.068	0.068	0.051	0.056	0.070	0.0	0.033	0.033	0.081	
2HG	WEFT		0.009	0.013	0.007	0.009	0.008	0.005	0.011	0.008	0.006	0.007	
2HG5	WEFT		0.016	0.023	0.013	0.013	0.007	0.005	0.013	0.011	0.008	0.007	
LC			0.619	0.706	0.700	0.698	0.697	0.702	0.711	0.704	0.699	0.713	
WC		gf·cm/cm ²	0.137	0.090	0.123	0.133	0.072	0.066	0.063	0.085	0.092	0.049	
RC		%	51.7	48.1	49.7	48.4	51.3	52.6	52.4	51.4	52.9	59.5	
TO		mm	0.830	0.835	1.018	1.091	0.658	0.667	0.658	0.904	0.946	0.639	
TM		mm	0.596	0.580	0.667	0.710	0.452	0.479	0.479	0.661	0.681	0.501	
GAP		mm	0.912	0.947	1.195	1.262	0.744	0.739	0.723	1.003	1.079	0.686	
MIU	WARP		0.181	0.255	0.279	0.301	0.278	0.274	0.281	0.293	0.256	0.182	
MMD	WARP		0.018	0.026	0.028	0.030	0.028	0.028	0.028	0.029	0.026	0.018	
SMD	WARP		1.807	2.557	2.802	3.017	2.788	2.745	2.813	2.942	2.560	1.818	
MIU	WEFT		0.193	0.272	0.292	0.302	0.231	0.284	0.299	0.285	0.291	0.179	
MMD	WEFT		0.019	0.027	0.029	0.030	0.023	0.028	0.030	0.029	0.029	0.018	
SMD	WEFT		1.935	2.732	2.928	3.032	2.320	2.843	2.995	2.860	2.917	1.792	

紙の多品種小ロット生産化技術の開発

関 正純、大川 昭典、松本 博、江渕 栄貴、近森 啓一、遠藤 恭範

The Development of Small and Variety Product Methods for Paper Making

Masazumi SEKI Akinori OOKAWA Hiromu MATSUMOTO
Eikan EBUCHI Keiichi TIKAMORI Yasunori ENDO

1 まえがき

本県の製紙業は仁淀川の豊富な水を利用し、手すき風の伝統技術を生かした紙の生産を得意として、時代の流れに応じて種々の用途の紙を生産してきた。しかしながら、現在では大手企業による家庭紙の進出、小市場への容赦のない攻勢、価格の下落等で現状では減少していく傾向にある。そこで本県独特の抄紙技術を開発し、業界への技術支援を図り、この技術で新製品化を目指す必要があった。

また、現在の消費者動向は多種多様であり、少量多品種でなければ生き残れない。一方、業界においては、機械の老朽化が進み設備投資の時期を図っている状況もある。そこで最小の改良（投資）を行った後、消費者からのニーズに応じて迅速かつ多種多様な製品作りを目指す必要があり今回の開発に繋がった。

2 実験方法

2.1 大型懸垂短網抄紙機の改良について

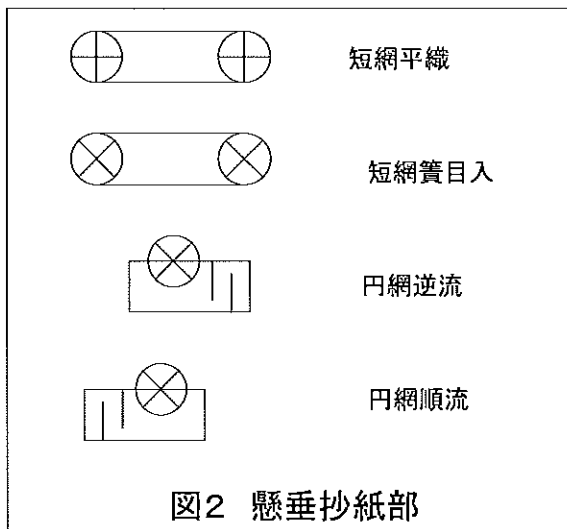
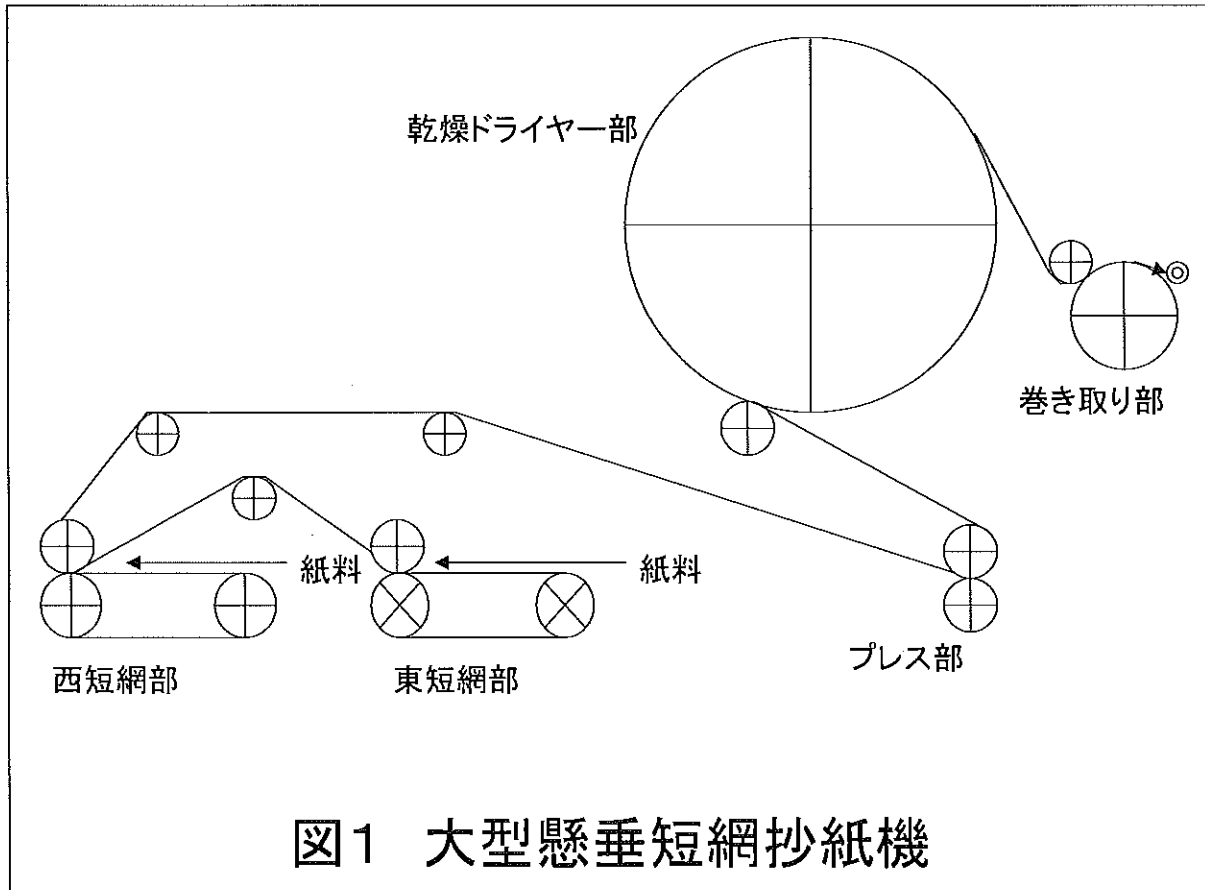
当所の大型プラントである大型懸垂短網抄紙機は、抄紙部が同一短網部の2重抄き合わせであった。(図1)そこで新たに円網を導入し、抄紙部の改良を検討した。円網については紙料の流し込みにおける方向から順流、逆流があり、どちらであっても抄紙可能な構造とした。すなわち円網に対して対称設計とすることによって、左右反転することにより、順流逆流を切り替えようとするものである。これにより、短網部2に円網1を加えた3台の抄紙部があることとなった。また、短網部は通常の平織りともう一方を簀目入りとする

ことで2台の短網とした。結果図2、写真1にあるように4種類のパーツから2種類の抄紙部を組あわせる自由度が完成した。

2.2 外注改造に伴う抄紙部のカセット化

一般的に湿式抄紙については大型プラント設備のため、紙種の変更については構造の改造にて対処するか、すべてを網羅したコンビネーション構造となっている多日抄紙機を使用し、使う抄紙部分だけを動かし抄紙する、あるいは抄きあわせにより抄紙する色々な紙製造方法がとられていた。しかしながら、新たに新製品開発を行う上で、紙種を変更したい時には、抄紙機自体を大幅改造し紙種を変更するか、専抄抄紙機を発注するか等により、多大な時間と労力、投資が必要である。とうてい中小零細企業が多い当県においては、迅速に紙種を変更することは出来なかった。そこで今ある設備を生かし、迅速かつ簡単に紙種変更できることが求められた。実際には短網部を改造し、自立できる構造としたほか、新設の円網部も同様に自立できる構造とした。更にそれぞれを引き出し、差し込みさせるためのレールを設置した。これにより抄紙部は短網、円網パーツとしてカセット化がなされた。

原料の流入やバキュームポンプ配管についても現在の配管をなるべく活用することとした。原料配管については、最終部に自在ホースをもちいた。また、2つの原料配管を連結し、それぞれにバルブを加えどちらへも原料が切り替えることができる構造とした。その他については、バルブとジョイントを加え迅速に変更ができることが可能となった。



の導入方向については前述のように対称構造とすることによって順流、逆流を選択することができる構造とした。

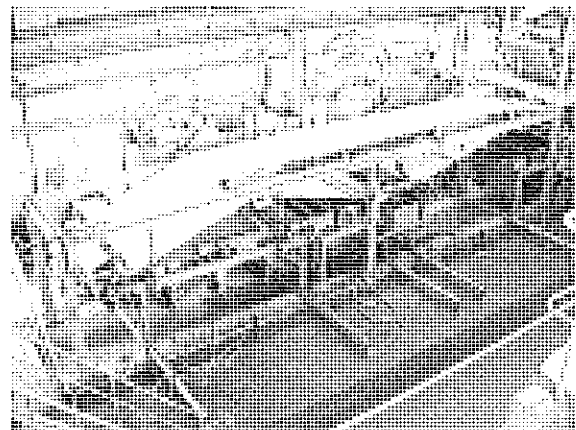


写真1 抄紙機全体図

2.3 円網部の構造検討

円網部は地合の良さが特徴であるが、繊維が縦に並び、また厚紙には適していないものである。現在、業界においては家庭紙の縦横比が問題となっており、縦裂け防止策を迫られていた。そこで当初は原料の導入部である吹き出し口形状の可変方式を検討したが構造上の問題から断念せざるを得なかった。原料

3 試験結果及び考察

3.1 短網抄紙部の改良について

短網部は同一部2台であったために、(図3)厚薄の紙が短網部1台で制作することが可能であったが紙種の変化については、抄き合わせにより色違いを出すか、異種原料の抄

き合わせでしかなかった。そこで業界のコンビネーション抄紙機を調査することとした。結果、県内製紙業界においては、表短網、裏円網のコンビネーションしかないことがわかった。

そこで短網懸架台、短網懸架装置(写真2)を購入し、引き出しレールを付けることによって、短網部自体を移動する構造に改造した。

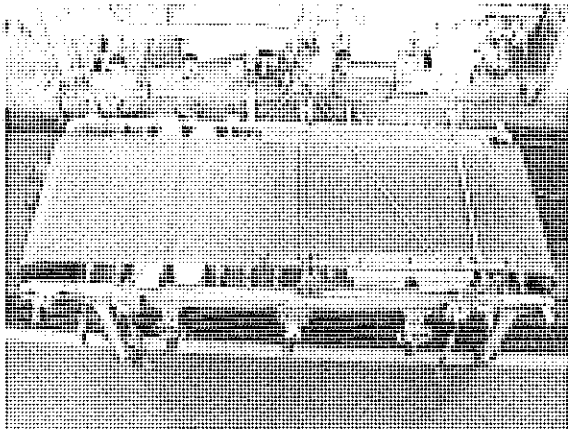


写真2 短網懸架装置全景

また、表裏どちらの短網部も自由にラインから着脱可能とした。加えて円網部を導入することにより、表裏どちらにも円網抄紙が出来るようになった。これにより、業界では見られない、表円網、裏短網抄き合わせ紙が抄紙可能となった(通常は表短網、裏円網)。

3.2 抄紙部のカセット化

抄紙部を短網、円網パーツとしてカセット化し、また、原料配管をジョイント構造にすることによって短時間で抄き合わせが変化させることが可能になった。(写真3、4)

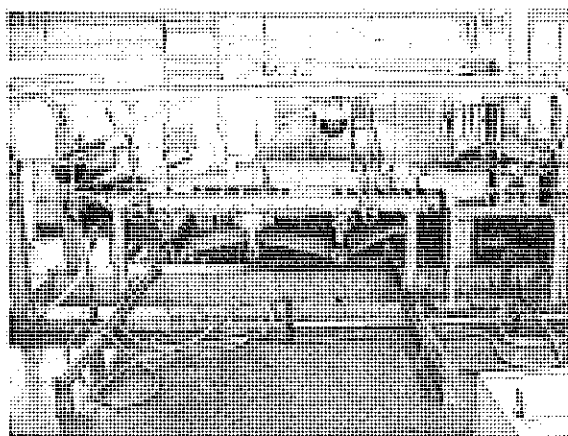


写真3 西短網位置全景

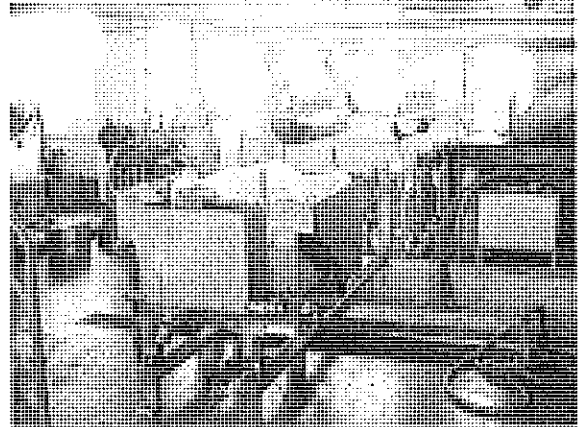


写真4 西短網位置に円網導入

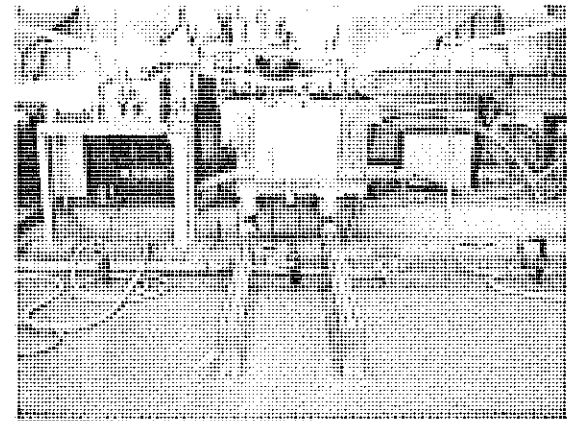


写真5 東短網位置に新設円網導入

これによって、外注する必要がなくなり、数人で数時間を要しただけで、自由なコンビネーション抄紙が可能となった。

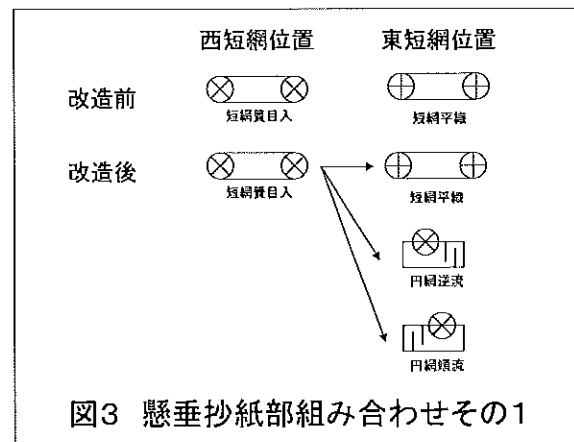
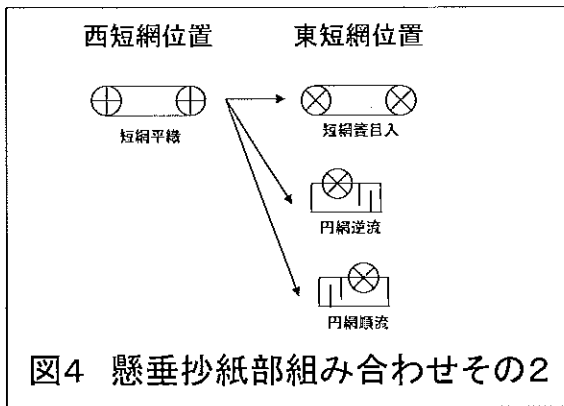


図3 懸垂抄紙部組み合わせその1

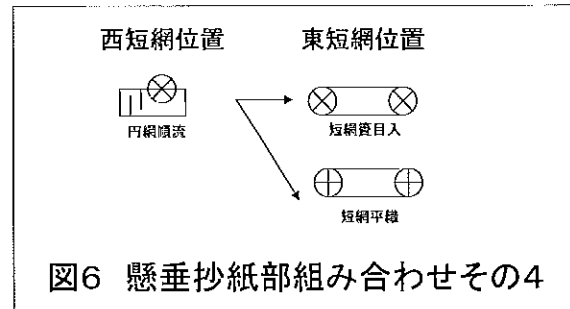
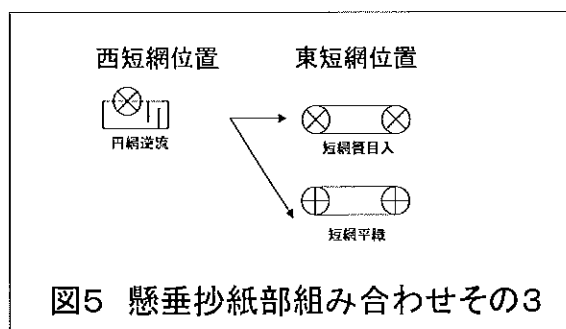


3.3 円網部の構造

今回、円網部をカセット化したために、正逆に取り付けることが可能となり、(写真5)原料導入について順流逆流を比較することが出来た。逆流の方が若干の縦横比の改善が見られた。これにより、家庭紙業界においては通常の順流から逆流、フォーマーに移行することで改善が図られる予測が見極められた。

3.4 紙種の多様化検討結果

単一の抄紙機からは、紙種としては厚薄のものしかできない。しかしながらカセット化したために、表を短網、順流逆流円網のいずれかを選択し、裏もまた同様に選択できることとなった。これによって、今まで短網紙だけであったものが、一気に10倍の紙種が抄き合わせ可能となった。(図3、4、5、6)短時間で紙種の変更が出来ることもあり、費用負担の軽減等も考慮すれば家庭紙専抄から脱却できる一方法であることが分かった。



3.5 試作品の生産結果

大型短網抄紙機は実機サイズであり、業界の抄紙条件に近く、最終製品に近いものが抄紙できる。

従って、短網で厚く台紙を作っておいて、紙の表面を薄く地合の良い円網抄紙により、抄き合わせるにより印刷性の良い紙ができることが判った。関西土佐和紙懇話会の意見についても、同様の評価をいただいた。以上の試作過程の一部は、当センターで実施している21こうちかみわざ新商品開発研究部会で普及・指導のため、実演試作も行った。

4 まとめ

多種の紙を抄紙するには、今までは抄紙機を改造するという問題が常に付きまとってきた。しかしながら、現在のこの様な経済事情においては、多大な設備投資は、まず困難である。特に、当県の様な中小企業にとっては生きるか死ぬかの瀬戸際の問題であった。

今回、本研究の如くカセット化することにより最小の設備投資や労力によって多彩な抄紙法が可能となることがわかった。

紙は設備投資で決まってしまうと云われているが、この研究を行うに当たって中小企業の特徴である、小回りの効く新商品開発や製紙技術の開発が必要と感じた。今後も引き続き紙の多品種、多様化を図る研究を継続していく予定である。

機能性木炭紙の製造技術の開発と利用

松本 博、大川 昭典、江渕 栄貫、関 正純、近森 啓一、遠藤 恭範

The Development and Application of Manufacturing Process for Functional charcoal Paper

*Hiromu MATSUMOTO Akinori OOKAWA Eikan EBUCHI
Masazumi SEKI K eiichi TIKAMORI Yasunori ENDO*

1 目 的

木炭の物理的・科学的特性が焼成温度条件等によって変化することは、基礎科学の分野では既知である。しかしながら、生産現場における木炭窯は、温度の均一性・再現性が困難なため品質にバラツキが大きい、そこで、均質な木炭の生産が可能な窯を制作し、これを利用した木質系炭化素材による新たな商品として、環境浄化・保全材料等の開発を行い、21世紀型産業への足がかりとする。

ここでは、手抄き及び機械抄きにより木炭の歩留まりやサイズ剤効果の試験を行い、又 実用化試験として、大型抄紙機での抄紙試験及びモールド抄紙及び各種吸着性能について検討し機能性木炭紙の開発を行う。

2 内 容

2.1 手抄き抄紙試験については森林技術センターが試作した各種木炭を粉碎調整した試料と東洋電化工業(株)が調製したものを使用した。パルプはNBKP(ハウサンド)、木炭の抄紙歩留まり向上材料としてはセルロース系材料、アクリル系材料と定着剤を使用した。抄紙は角形シートマシンで抄紙し回転乾燥機で乾燥した。

2.2 機械抄きは小型及び大型抄紙機で一層抄き及び二層抄きで抄紙し、抄紙歩留まり向上材料は手抄き抄紙試験と同じものを使用した。又木炭の抄紙歩留りは硫酸溶解法にて測定した。

2.3 モールド抄紙は木炭と木材パルプを配合した原料をトレイ型金網で吸引成型した。

2.4 木炭紙溶剤吸着性能としてホルムアルデヒド、アンモニア、酢酸等の吸着性能試験を行った。(東洋電化工業(株)実施)

2.5 エチレン吸着、サイズ試験を行った

3 試験及び結果

3.1 手すき抄紙試験

3.1.1 セルロース系、定着剤による木炭歩留り試験

原料:パルプ(NBKP:ハウサンド)は叩解度csf648mlのものを使用。

木炭:木炭の粉碎調製は①～⑤は当センターで⑥～⑨は東洋電化工業(株)で行った歩留り向上材:セルロース系マイクロフィブリルと定着剤(アニオン、カチオン)を使用

抄紙:角形シートマシンで抄紙し、回転乾燥機で乾燥した

木炭抄紙歩留率:濃硫酸溶解法による定量試験を行った。

表1. 配合及び結果

	木炭 %	パルプ %	セルロース系 マイクロフィブリル %	定着剤 %		木炭抄紙 歩留率 %	備考
				カチオン	アニオン		
①	20	80	—	—	—	66.5	
②	20	80※	—	—	—	61.5	排水中に木炭若干多い
③	20	80	—	0.3	0.3	80.0	排水中に凝集物有り
④	20	60	20	—	—	74.5	濾水が悪い
⑤	20	70	10	—	—	73.5	濾水普通
⑥	20	70	10	—	—	61.3	
⑦	20	80	—	—	—	51.0	
⑧	20	80	—	0.3	0.3	79.5	
⑨	20	70	10	0.3	0.3	75.0	

※は叩解していないものを使用

①と②を比較すると叩解度を上げた方が歩留まりが良く、③～⑤を比較すると歩留り向上材料はマイクロフィブリルより定着剤の方が歩留まりが良かった、又①と⑦を比較すると100メッシュ通過の木炭は200メッシュ通過の木炭より抄紙した紙のざらつきはあったが、歩留まりは良かった。

3.1.2 アクリル系マイクロフィブリルによる木炭歩留り試験

原料:パルプ(NBKP:ハウサンド)は叩解度csf650mlのものを使用。

木炭:木炭の粉碎調製は当センターで行った

歩留り向上材:アクリル系マイクロフィブリル

抄紙:角形シートマシンで抄紙し、回転乾燥機で乾燥した

燥機で乾燥した

木炭抄紙歩留率：濃硫酸溶解法による定量

試験を行った。

表 2. 配合及び結果

	木炭 %	パルプ %	セルロース系マイクロ ファイブール %	アクリル系マイクロファイ ブール %	木炭抄紙 歩留率%
ブランク	20	80	—	—	71.0
①	20	70	10	—	74.5
②	20	70	—	10	83.0

ブランクに比べ定着材(セルロース系マイクロファイブール、アクリル系マイクロファイブール)を使用した方が歩留まりが良く、又アクリル系マイクロファイブール(叩

3. 1. 3 サイズ剤試験

表 3 サイズ剤試験結果

	1	2	3	4	6	7	8
NBKP (cs f490)	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
アルキルケテンダイマー系	2 %	3 %	4 %	2 %	1 %		
ワックス系				2 %	3 %	4 %	10 %
スミツレジン	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	
ステキヒト・サイズ度 秒	45	80	105	85	60	65	183
坪量 g/m ²	53.3	54.7	54.9	52.3	54.7	51.3	55.3
厚さ mm	0.108	0.104	0.140	0.104	0.111	0.128	0.148
密度 g/cm ³	0.49	0.53	0.39	0.50	0.49	0.40	0.37

キュアリング：105℃で10分間

今回の試験ではアルキルケテンダイマー系の方がワックス系よりステキヒトサイズ度の数値がよかったが薬品の添加法を検討する

3. 2 機械抄き抄紙試験

表 4. 配合

		No1	No2	No3
傾斜短 網	NBKP	75%	75%	60%
	木炭	20%	20%	20%
	セルロース系ファイブール	5%	5%	10%
	熱融着繊維			10%
	定着剤(カチオン)			0.3%
	〃 (アニオン)			0.3%

円網	NBKP	100%	70%
	熱融着繊維		30%
	サイズ剤	0.3%	4%
	炭酸カルシウム	1.5%	
	ws-570		2%

抄紙機：小型抄紙機（傾斜短網・円網コンビネーションマシン）

ドライヤー温度：約100℃

NBKP（ハウサンド）： CSF 720ml

木炭：東洋電化工業（株）粉砕調製（200メッシュアンダー）

表5. No2の物理試験結果

	坪量 g/m ²	厚さ mm	密度 g/cm	乾引張 強さgf	乾裂断 長 km	引裂強 さ g	比引裂 度	木炭 歩留り%
抄合せ紙	51.2	0.096	0.53	2150	2.80	89.0	1.74	63.4
				1870	2.43	104.8	2.05	

（乾引張強さ・乾裂断長・引裂強さ・比引裂度は上段が縦方向下段横方向の数値）

3. 2. 1 小型抄紙機による抄紙試験 に湿紙が垂れないようロールの調製が必要
物理試験結果で円網と短網との抄合せ である
紙は引張り強度において縦横比が小さい

No1、2の抄紙において抄紙排水、毛布
の汚れが若干有った

No3で円網の抄紙性、木炭の定着は良
好だったがドライヤーで少し剥離気味であ
った

湿紙が傾斜短網から毛布に移行する時

3. 2. 2 大型抄紙試験

抄紙機：大型短網抄紙機

ドライヤー温度：80～100℃

NBKP：CSF594ml

木炭：200メッシュアンダー

表6. 大型短網抄紙機による抄紙の原料配合

		No1	No2	No3	
				表	裏
原料 %	NBKP	87	71	100	35
	木炭※	13	22		24
	セルロース系 熱融着繊維		7		6 35
薬品 (対原料) %	サイズ剤	0.3	0.3	0.3	
	炭カル			1.0	
	PVA	0.5	0.5		1.5

No1、2において排水の汚れあり、ドライヤーで若干の毛羽立ちがあった

けた。ドライヤーではげ上がり気味で、排水の汚れもあったが柔軟性のある紙ができた。

No3（抄合せ）はウェットクレープをかた

表7. 大型短網抄紙機で抄紙した紙の物理試験

	No1	No2	No3
坪量 g/m^2	66.8	76.3	47.8
厚さ g/cm^3	0.153	0.182	0.125
密度	0.437	0.419	0.382
乾時引張強 kg	4.97	4.97	3.16
タテ			
ヨコ	3.25	3.12	1.45
乾時裂断長 km	4.97	4.34	4.41
タテ			
ヨコ	3.24	2.73	2.02
乾時引裂強さ g	101	104	118
タテ			
ヨコ	106	105	54
乾時比引裂度	1.51	1.39	2.47
タテ			
ヨコ	1.59	1.38	1.13

No1とNo2を比較すると木炭量が多くなると強度（裂断長、比引裂度）が低くなっ

ておりNo3を見ると、又抄合せで熱融着繊維が配合されると引裂強度が向上した

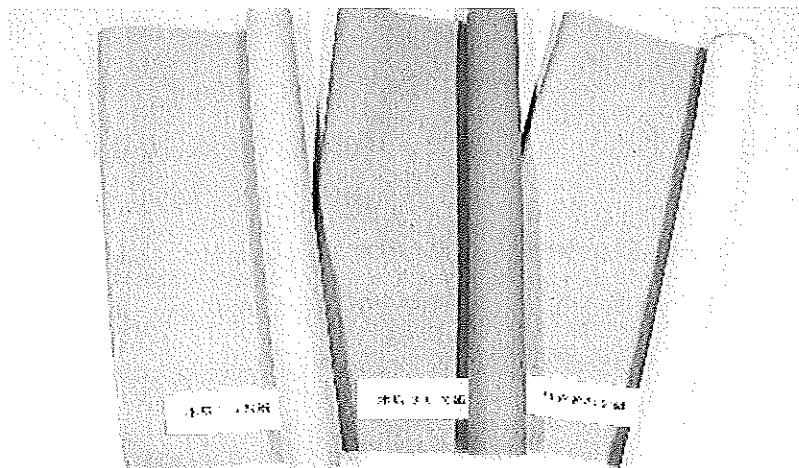


写真1. 大型抄紙機で抄紙した紙（No1, 2, 3）

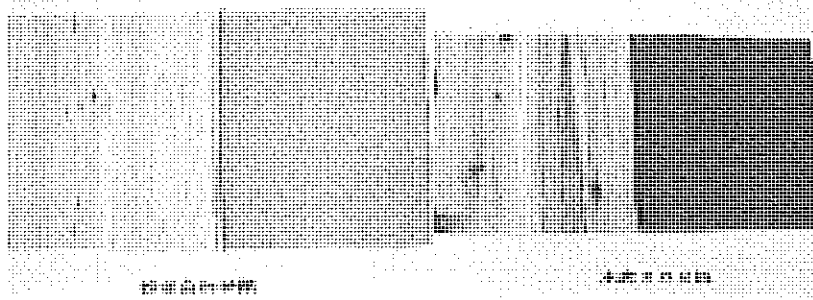


写真2. 木炭入り紙と杉皮との複合

3.3 モールド成型試験

1) 原料

木材パルプ (NBKP: 490mlcsf)

50%

木炭 (東洋電化: 200メッシュ通過)

50%

2) 抄紙

モールド試験機 (K社製) の紙漉金網部
を使用し吸引抄紙

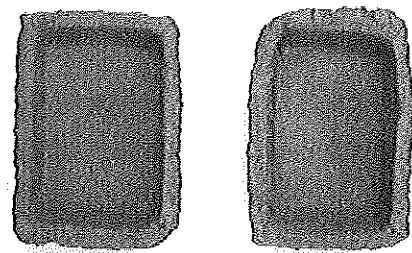


写真3. モールド成型品 (トレイ)

3.4 木炭紙溶剤吸着性能試験 (東洋電 化工業 (株) 実施)

3.4.1 試験方法

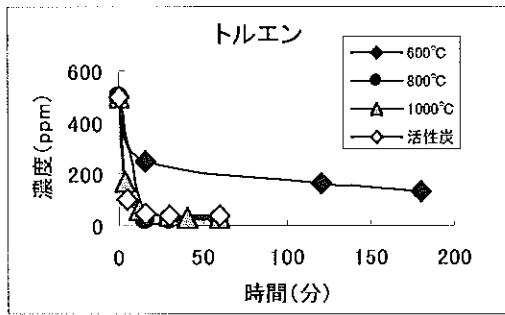
木炭紙を入れた耐圧性デシケーター中
に気化させた各種溶剤を充満させ、一定時
間ごとに検知管を用いて溶剤の濃度変化を
測定した。

①トルエン

3.4.2 試料

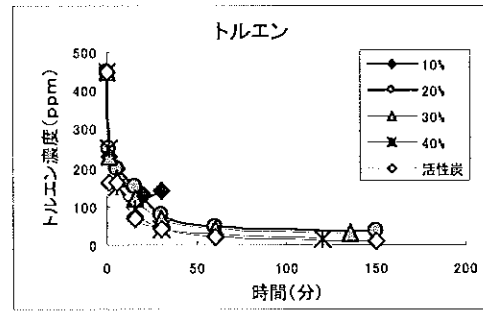
600℃、800℃、1000℃ : 600℃、800℃、
1000℃で焼成した各木炭を抄き込んだ紙
10%、20%、30%、40% : 1000℃で焼成し
た木炭をそれぞれ10%、20%、30%、40%
を抄き込んだ紙 活性炭: 活性炭を抄き込
んだ

3.4.3 試験結果



炭化温度別試験

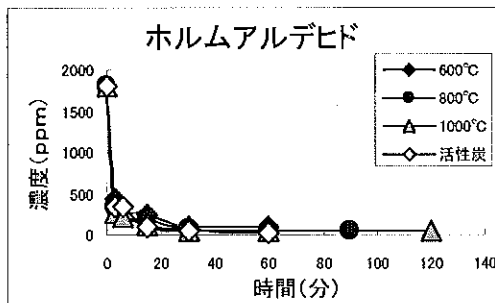
・800°Cおよび1000°C焼成木炭を入れたものが活性炭よりも高い吸着力を示した。カラム実験においてはトルエンに対する1000°C焼成木炭の高い吸着力が示されたが、紙にした場合、800°C焼成のものと同程度差がみられなかった。



添加割合別試験

・木炭の割合が増加すると吸着量は増加する傾向がみられた、又20%以上木炭が含まれると吸着量は大幅に増加した。活性炭入りの紙と比較しても40%木炭入り和紙はほぼ同等の吸着力を示した。

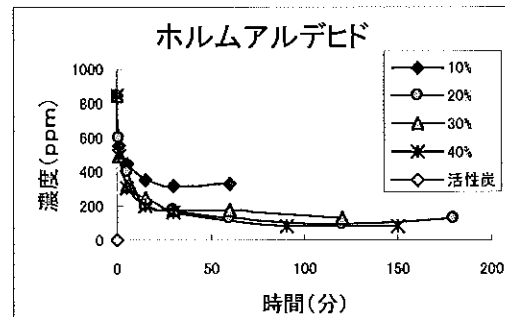
②ホルムアルデヒド



炭化温度別試験

・800°Cおよび1000°C焼成木炭を入れたものが活性炭とほぼ同等の吸着力を示した。

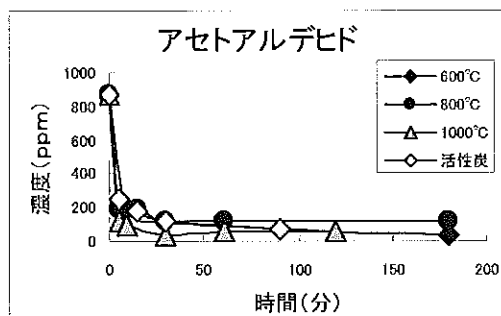
・また、20%以上木炭が含まれると吸着量



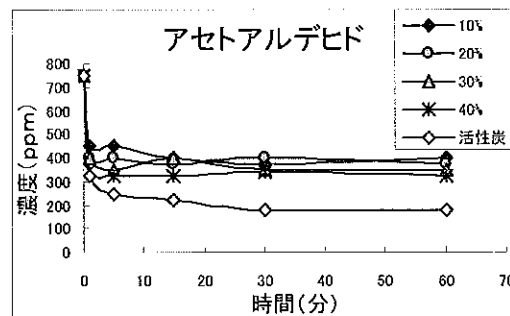
添加割合別試験

は大幅に増加した、しかし40%木炭のものでも活性炭にはおよばなかった。

③アセトアルデヒド



炭化温度別試験



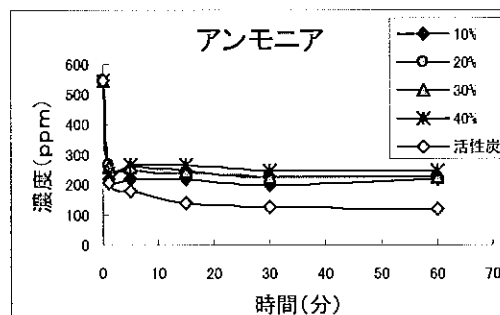
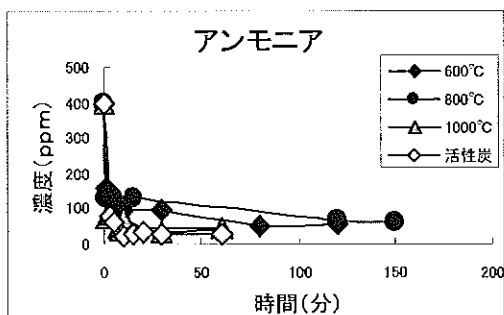
添加割合別試験

・600℃焼成木炭が800℃および1000℃焼成木炭よりも高い吸着力を示し、さらに活性炭とも同等の値を示した。しかし全体的にアセトアルデヒドに対する吸着力はよくなかった。

・木炭の割合が増加すると吸着量はわずか

④アンモニア

ながら増加する傾向がみられたが、40%木炭のものでも活性炭にはおよばなかった。アセトアルデヒドは木質系炭化物自体に対して吸着しにくいことが示唆された



・1000℃焼成木炭を入れたものが活性炭とほぼ同等の吸着力を示した。600℃焼成木炭が800℃および1000℃焼成木炭よりも高い吸着力を示し、さらに活性炭とも同等の値を示した。

・1000℃および活性炭にはおよばなかったものの600℃は800℃を比較すると高い吸着力を示した。

・木炭については含有率が高いほど吸着力が低いという結果が得られた。

3. 4. 4 まとめ

・上記以外にもキシレン、トリメチルアミン、酢酸等の試験を行った。

・炭の量を増加するとそれに伴って吸着量が増加する傾向がみられ、トルエン、キシレン、酢酸エチル、については活性炭と同等の吸着力を示した、成分によっては活性炭に及ばないものもみられたが、木炭量を増加することで改善すると思われる。木炭を和紙に漉き込んだ木炭紙は、見た目も良いため建築材の壁紙としての応用が考えられ

る。

・800℃焼成木炭および1000℃焼成木炭を漉き込んだ紙は溶剤回収に使用できることが期待される。

3.5 エチレン吸着性能試験

1) 試料 木炭(東洋電化:200メッシュ以下)

活性炭、炭化物(A、B)

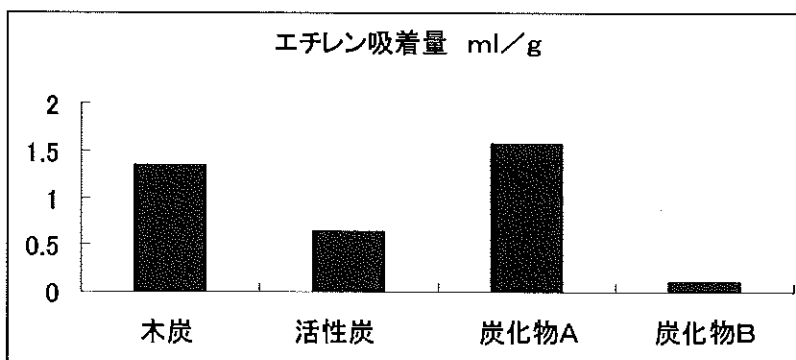
2) 分析器 ガスクロ(島津GC-7AG)

3) 試験方法

100mlの試験瓶に資料0.5gを入れ、エチレン1.0 mlを注入後、1日後の試験瓶中の残存エチレン量を測定し、吸着量を求めた。

表8. エチレン吸着試験結果

	木炭	活性炭	炭化物A	炭化物B
エチレン吸着量 ml/g	1.34	0.64	1.58	0.10



4. まとめ

4.1 試験結果考察

1) 歩留まり向上材料(セルロース系)を添加することにより、無添加と比べて歩留まりは向上するが10%添加と20%添加ではあまり差はなかった、又20%添加することにより濾水性が悪くなった。

2) 定着剤(カチオン性、アニオン性の液体)を添加することにより、又パルプを叩解することで歩留まりは向上した。

3) 木炭添加量が30%以上になると、濾

紙や網面の汚れが目立つようになった。

4) 若干の毛布の汚れがあった。

2) エチレン吸着性能は今後更に試験する必要があるが、ある程度の吸着性能は確認できたので、その方面での用途開発を検討する必要がある。

4.2 実用化及び今後の取り組み試験

今後、天然素材を活かした環境に優しい商品は市場性も期待できる。この木炭入りの紙も用途を検討し開発することで将来性はあると考えられる。これからも木炭の定着

性の向上や抄紙における毛布や排水の汚れ等問題点を解決しながら商品化に向けて用途開発をしていく必要がある。

用途例：コーヒーフィルター、建材用、シート、壁材、下駄箱、鮮度保持

土佐典具帖紙等の特性調査研究

遠藤 恭範

Study on characteristic of Washi, especially Tosa-Tengu-Joushi

Yasunori Endo

1 概 説

土佐典具帖紙(とさてんぐじょうし)は、室町時代に岐阜県の郡上地方で作られ始めたと言われる楮薄紙で、地名である郡上の上に天印をつけ「天郡上」の名称から由来したという説が有力である。昭和48年に国の記録作成等の措置を講ずべき無形文化財に選択され、平成13年土佐典具帖紙を抄紙する浜田幸雄氏が重要無形文化財保持者(人間国宝)に指定された。高知県吾川郡伊野町を中心にタイプライター用原紙(「トサ・ステンシルペーパー」)として作られ、国外に輸出するなど外貨獲得に多大な功績を残してきたが、後加工の手間を省くため巻き取り紙の要求が強かったことから機械化が進み、手漉き和紙生産戸数が激減する運命を辿ってきた。現在では人間国宝として浜田幸雄氏のみが手漉きによる土佐典具帖紙を作製している。用途としては、貴金属の包装紙やちぎり絵などの手芸用紙として多く使用されているが、近年その特徴を活かして文化財修復用紙としての利用が進んでいる。

一口に文化財修復用紙と言っても、用いられる紙は破れにくい、折り曲げに強いといった特徴だけでなく、修復作業が行いやすい柔軟性や保存を考えた長期安定性等の機能が必要不可欠となってくる。

今回は文化財修復用紙に関する様々な物性を評価することで、最高品質の土佐典具帖紙はどういうものであるかを追求し、かつ最適な文化財修復用紙の開発を目的とする調査研究を行うこととした。

2 土佐典具帖紙等の物性試験及び文化財修復用紙としての最適化条件把握

絵や文書などを保護するための文化財修復用紙として必要な機能は前述したとおり、和紙の持つ強靱さだけでなく柔軟性や安定性などが必要である。それぞれの機能を物性試験のキーワード等で定義すると、

- ①強靱さ：紙の縦方向、横方向、斜め方向での強度、湿潤時の強度
- ②吸液性：吸水度
- ③透過性：地合指数、光透過度、通気抵抗
- ④柔軟性：紙の柔らかさ
- ⑤安定性：pH値
- ⑥作業性：取り扱いの良さ

となる。今回はこのキーワードに基づいて物性試験等を行い、文化財修復用紙として最適な和紙の条件を見いだすこととした。

2.1 各和紙の物性試験結果の比較

和紙の物性試験方法は日本工業規格(JIS)に基づいて行い、物性試験は室温23℃、湿度50%の試験環境(JIS P 8111)内で行った。

土佐典具帖紙は作成者別、年代別、煮熟剤別に4種類を用意し、比較用の薄紙として典具帖紙の機械漉きである薄典具、漆漉しとして用いられる吉野紙(①は機械漉き、②は手漉き)、表具に用いられる美栖紙、薄美濃紙、そして版面などに用いられる薄様雁皮紙の計10種類を収集した。既知の情報は以下のとおりである。

機械漉きでは均一で大量に和紙が生産されるため、試験データが収集しやすいが、手漉き和紙では1枚1枚に個性があるため、試験データにバラツキが生じやすく再現性の面で

多少不安な点がある。よってなるべく同じような和紙を選別して、決めた場所から決めた大きさの試料を採取することで再現性を損なわないようにし、物性試験を進めることとした。

表 1 試料名

試料名	作製者	備考
典具帖紙①	尾崎房吉	S16年作製
典具帖紙②	浜田幸雄	S48年作製
典具帖紙③	浜田幸雄	苛性ソーダ煮、土佐楮
典具帖紙④	浜田幸雄	消石灰・ソーダ灰煮、土佐楮
薄典具	内外典具帖紙(併)	苛性ソーダ煮、H12年機械漉き
薄様雁皮紙	尾崎金俊	雁皮
吉野紙①	(南)高岡丑製紙	苛性ソーダ煮、H14年機械漉き
吉野紙②	昆布製紙	本晒楮
美栖紙薄口	上窪孝江	ソーダ灰煮、土佐楮、胡粉、天日干
薄美濃紙	長谷川和紙工房	

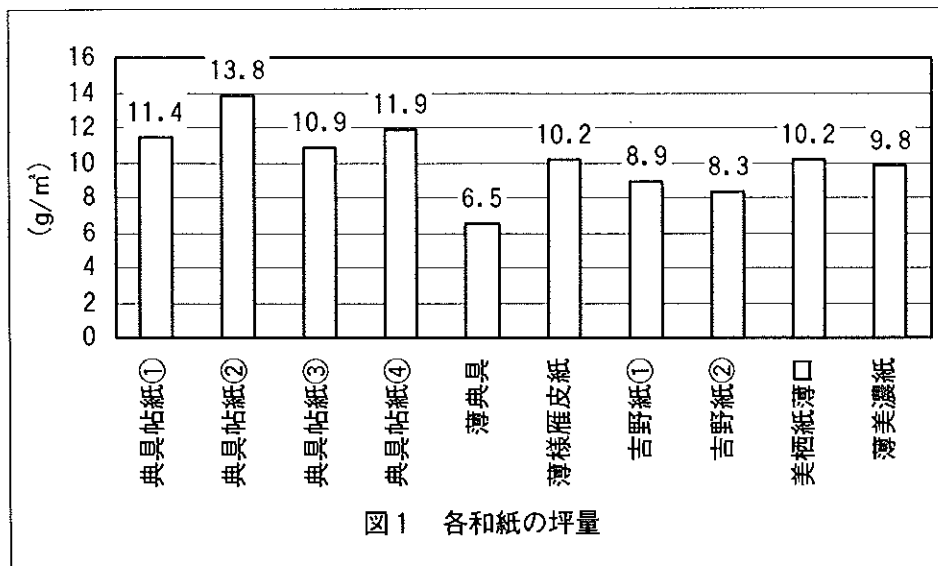
吉野紙①は楮繊維とマニラ麻繊維の混合で機械漉きであり、吉野紙②は昭和53年に文化財保存技術保持者として昆布一夫氏が選定された楮繊維を使った薄紙で、煮熟剤には苛性ソーダとソーダ灰の混合液を用い、漉いた紙をすぐに板に張り付ける「簀伏せ(すぶせ)」をして天日乾燥することで柔らかさを出すことを特徴とし、別名「やわら紙」とか「吉野やわやわ」と言われる。美栖紙も昭和52年に吉野紙と同様に文化財保存技術保持者として上窪正一氏が選定され、吉野紙と同じ楮繊維と製法であるが、紙中に胡粉というカキ殻を加工した填料を混入させている。薄美濃紙はソーダ灰で煮熟した楮繊維を使って縦ゆり、横ゆりをたんねんに繰り返す(十文字漉きと呼ばれる)古来そのままの技法を継承し、均一な紙面を形成していることが特徴である。薄様雁皮紙は昭和55年に高知県の無形文化財に指定され、楮繊維とは異なる雁皮繊維を使った薄紙で光沢があり、雰囲気は楮和紙と全く異なる。

楮はクワ科の落葉低木で栽培することもでき、毎年株から出る枝を切り取って皮を剥いだ靱皮を原料とする。古くは日本各地で生産されていたが、現在では那須楮、土佐楮、石州楮などいくつかの場所に限られ、生産量は少ない。また、中国や韓国、タイなどの諸外国から安価な楮が輸入されている。雁皮は三桮と同じジンチョウゲ科の落葉低木で楮と同じく靱皮から繊維を取り出す。雁皮は伊豆半島や紀伊半島、四国、九州などの暖地に自生しており、栽培は難しく今日では栽培されていない。ちなみにマニラ麻はバショウ科に属する多年生植物でフィリピンで多く産し、別名アバカと言われ葉から繊維を取り出す。

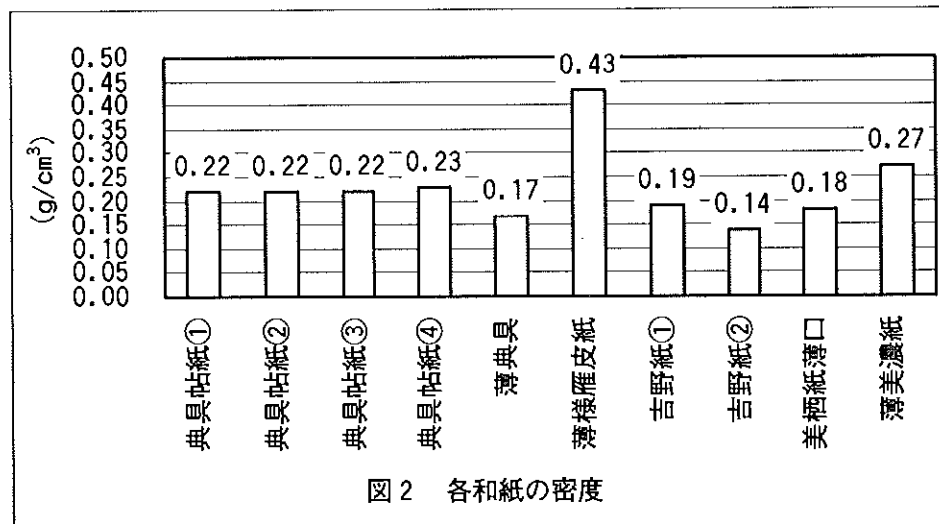
(1) 坪量と密度

坪量は紙の1平方メートル当たりの重量で、紙の強度や機能性を考えるうえで基本的な値であり、かつ重要なファクターである。試験方法はJIS P 8124及びJIS P 8118に基づいて、各和紙の坪量と密度を測定した。密度は紙のしまり具合(緊度)を表す値で計算式は次に示す。

$$\text{密度 (g/cm}^3\text{)} = \text{坪量 (g/m}^2\text{)} / \text{厚さ} \times 1000$$



典具帖紙の坪量は11g/m²前後、その他の薄和紙は10g/m²前後に集中している。JIS規格においてトイレットペーパー(P 4501)は18g/m²以上、ティッシュペーパー(S 3104)は12.5g/m²以上必要であることになっているので、比較してもかなり軽い(薄い)紙に分類される。



典具帖紙はほぼ0.22g/cm³となっている。薄様雁皮紙は特に密度が大きいですが、これは繊維の種別(楮繊維と雁皮繊維)の違いによるものである。楮繊維は太くて長く、雁皮繊維は細く短いので、繊維が絡まり積層した場合、繊維の間の空隙に差が生じ、これが密度の値の差として現れる。

吉野紙①と②を比較して坪量はほとんど差がないのに対し、厚さを測定するとそれぞれ0.048mm、0.061mmと大きく異なり、よって密度にも差が生じている。吉野紙①には楮繊維の他にマニラ麻繊維が配合されている。マニラ麻繊維は楮繊維と比べて繊維幅は細くて繊維長は短いので、一定の体積に存在する繊維の数は多くなるため密度が大きくなり、坪量と同じ程度であると紙の厚さに差が生じてくるのである。

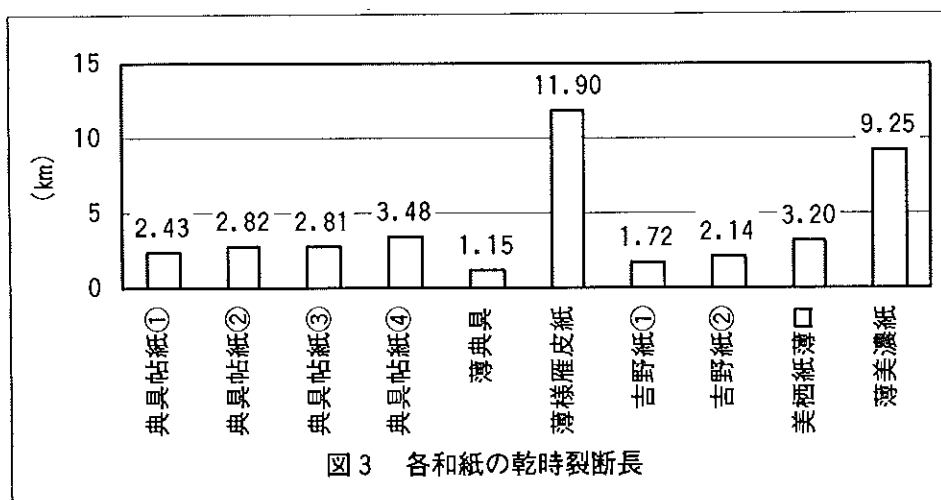
(2) 強靱さ

文化財修復用紙に必要な強靱さを確認するために、JIS P 8113に基づいた試験方法において各和紙の縦方向への引張強度を測定し、裂断長(紙の一端を固定して垂直に吊し、その自重で切れるときの紙の長さ)を計算した。計算式は次に示す。裂断長は紙の坪量の多少に関係しないので、強度の比較によく用いられる。

$$\text{裂断長(km)} = \text{引張強度(kgf)} \times 1000 / \text{坪量(g/m}^2\text{)}$$

一般的に裂断長(引張強度)は繊維自身の強度と繊維同士の接着力に由来する。繊維自身

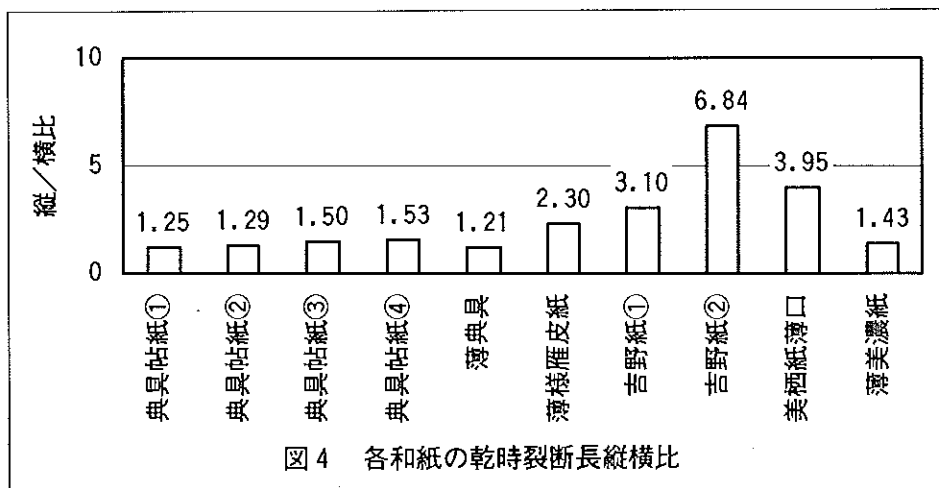
の強度が繊維同士の接着力より強ければ、紙を引っ張った際、繊維が引き抜かれたような破断面となり、逆に繊維自身の強度より繊維同士の接着力が強ければ、繊維が切れて直線的で一様な破断面となる。



薄様雁皮紙及び薄美濃紙は裂断長が他の和紙に比べて非常に大きい値(引張強度が強い)を示した。薄典具や吉野紙は値が小さく引張強度は弱い、典具帖紙と美濃紙の値は近似している。典具帖紙や吉野紙は「小振り」、「濁りだし」と呼ばれる工程で不純物(非繊維細胞類)をよく洗い流した楮繊維で作られ、美濃紙はこのような工程はないので、比較的非繊維細胞類などの不純物が紙中に残っている。非繊維細胞(特に柔細胞)類は紙中に残ると一定の面積を占めることとなり、繊維同士の接着剤としての働きをするため、多く残れば強くて堅い紙となり少なければ柔らかい紙となる。したがって薄美濃紙の裂断長は典具帖紙や吉野紙と比べて大きいのである。また、雁皮繊維は楮繊維と比べて扁平で繊維同士の接着面積が多いので、雁皮紙は楮紙より強度が大きくなったと考える。

同じく楮繊維を使い、非繊維細胞類などの不純物を紙中に少なくした典具帖紙と吉野紙において裂断長に差が生じているのは、典具帖紙は吉野紙と比べて繊維がよく絡み、繊維同士が接着している面積が多いことが理由であると考えられる。

次に、文化財修復用紙の使用される状況において、最大強度もさることながら紙の縦横方向の強度に大きく差が生じてしまうと修復作業上不具合を生じる。ここでは紙の縦方向及び横方向の引張強度からそれぞれ裂断長を計算し、縦方向/横方向の比率を算出した。



この値が1.0に近似するほど縦方向と横方向の引張強度差がないことを意味し、縦横比が正数で大きいほど縦方向の引張強度が横方向のそれよりもかなり大きく、逆に負数であると横方向の引張強度が縦方向のそれよりも大きいこととなる。一般的に紙の縦方向というのは繊維の流れ(長さ)方向であり、紙の引張強度は繊維の並び方向にも関係がある。

典具帖紙と薄美濃紙は値が1.0台で縦方向と横方向との強度差が少なく、紙を漉くときに各方向へ均等にゆすりをかけ繊維を配向させ、バランスよく手漉き抄紙されていることを示す。流し漉きは縦方向へのゆすり(縦揺り)が主流であるが、横揺りを特に強調しているのが美濃紙の伝統であり、典具帖紙は渦巻き状に繊維を回流させる抄紙技術から繊維の配向性が少ない和紙である。薄様雁皮紙や吉野紙、美栖紙は縦方向の裂断長が大きく、縦揺りが強調され繊維が縦方向へ多く配向していることを意味する。

次に、文化財修復用紙の使用状況から洗浄液などの薬液をしみこませることがある。この液剤が含浸している状態での強度が必要となってくるので、JIS P 8135に基づく部分浸せき法を用いて各和紙を湿潤させたときの縦及び横方向の引張強度を測定し、それぞれ裂断長を計算して縦方向/横方向の比率を算出した。

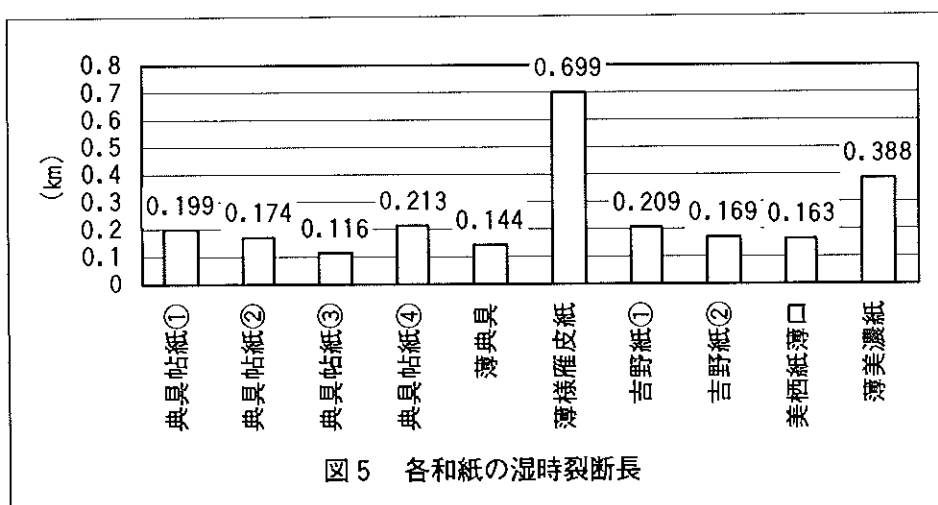


図5 各和紙の湿時裂断長

薄様雁皮紙及び薄美濃紙は水に湿った状態でも乾燥時と変わらず、他の和紙と比べて裂断長が大きい値を示している。

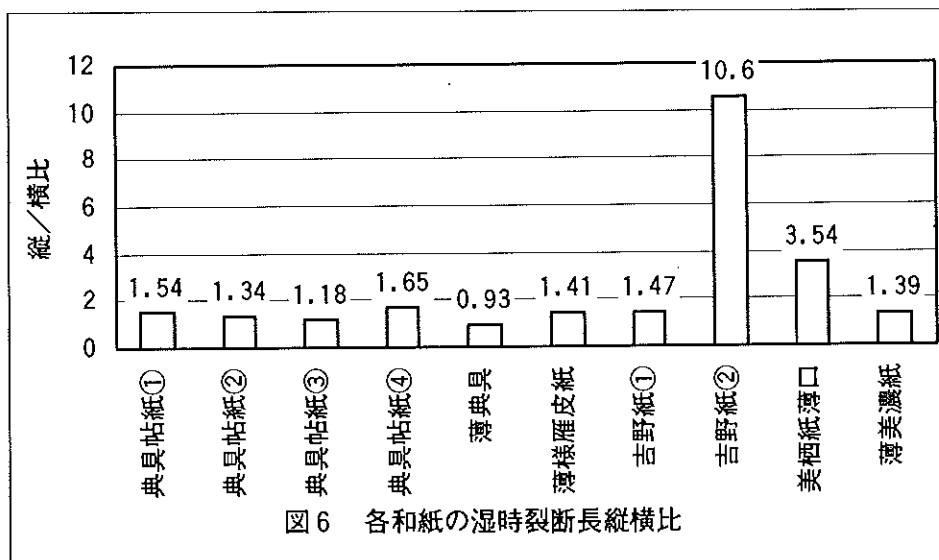


図6 各和紙の湿時裂断長縦横比

吉野紙②と美栖紙は比率が大きく示されている(縦方向の引張強さが大きく横方向の引張強さの差が大きい)。典具帖紙や薄美濃紙は乾燥時の比率とほとんど変わらず、かつ1.0に近い値を示し、縦方向と横方向の引張強度の差が小さいことを示している。

薄様雁皮紙や吉野紙①の湿時裂断長縦横比が乾燥時のそれと比べて小さくなっているのに対し、典具帖紙や薄美濃紙ではほとんど変化していないのは、水に湿った状態でも引張強度の縦横比が大きく変わらず、安定した強度を保っていることを示している。

最後に、一般的に紙の引張強度は、紙の縦方向(繊維の流れ方向)と横方向(繊維の流れ方向に対して直角方向)のみを測定することとなっているが、文化財修復用紙の強度は、紙の縦横方向だけでなく全面方向へも必要ではないかと考え、今回は作られた和紙の斜め方向(和紙の四隅より角度45度方向)の引張強度を測定し裂断長を計算した。機械漉き和紙ではマシンディレクション(MD:縦方向)とクロスディレクション(CD:横方向)があり従来の試験方法で十分測定できるが、手漉き和紙では産地により漉き方(繊維の流れ方)が特徴となることもあり、一般的な引張試験方法ではその特徴が現れないことがある。

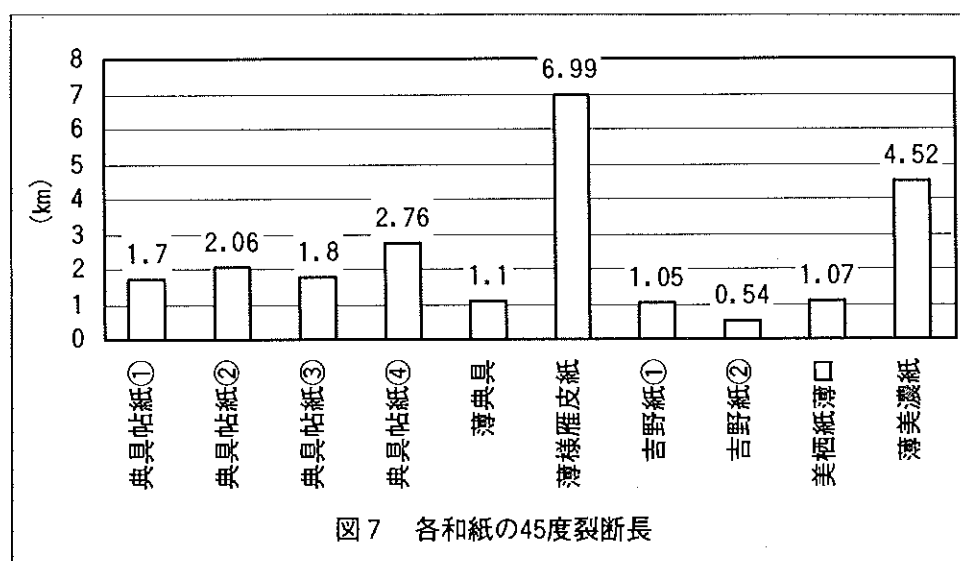
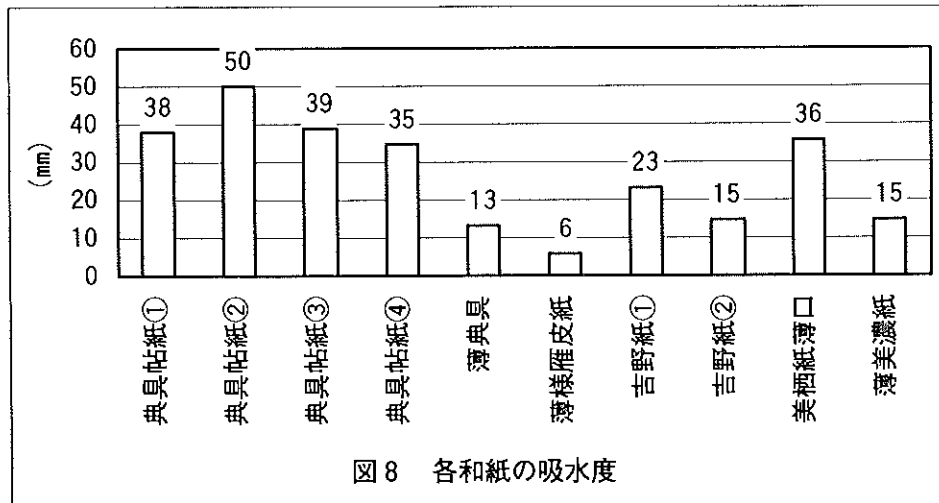


図7 各和紙の45度裂断長

薄様雁皮紙及び薄美濃紙は縦方向の裂断長と同じく大きい値を示しており、吉野紙や美濃紙は値が小さくなっている。典具帖紙は縦方向とほぼ大差ない裂断長の値を示している。薄様雁皮紙及び薄美濃紙は前述したようにそれぞれ繊維種の違い、非繊維細胞類の量の違いが数値に表れているが、非繊維細胞類がほとんどない典具帖紙と吉野紙において違いが生じたことは、漉き方(繊維の流れ方)の違いにほかない。典具帖紙は縦横のはっきりした繊維の流れ方ではなく、斜め方向にもしっかりと繊維が配向し、どの方向から引っ張っても強度がほとんど変わらない、強度安定性のある和紙であると言える。

(3) 吸液性

文化財修復の現場において、修復物の洗浄(クリーニング)や薬剤の含浸に関して、液剤の吸収性はもちろんのこと、均一な分散が必要である。この吸液性を分析するためJIS P 8141に基づいてクレム法による吸水度試験を各和紙について行い、吸水させる時間は10分間とした。

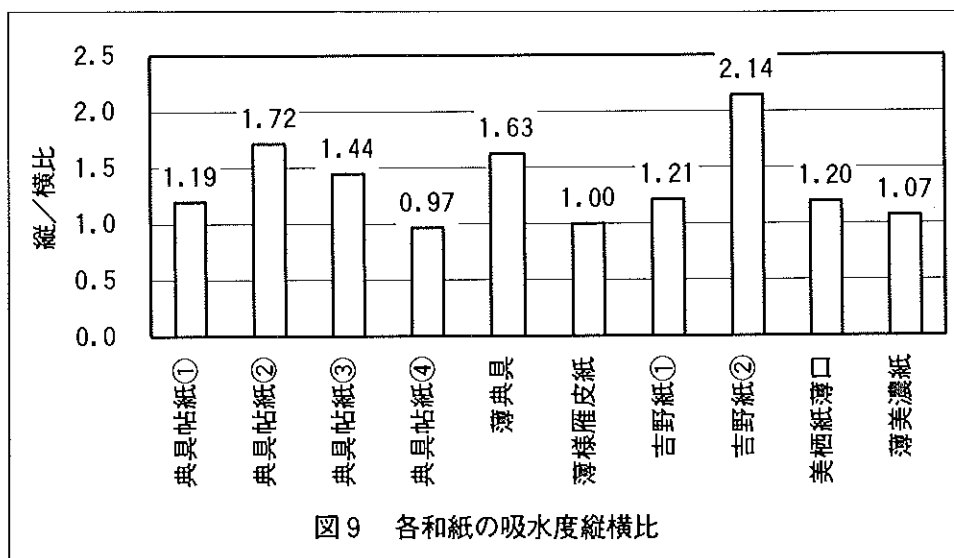


典具帖紙は他の和紙と比べて吸水度は大きく、単位時間当たりの吸水量は多いことになる。

クレム法の吸水度は紙の毛細管現象を利用した測定方法であり、繊維間の空隙の度合いにより吸水度の値が変化する。密度の高い薄様雁皮紙や非繊維細胞類の量が多い薄美濃紙は、繊維間の空隙が非常に少ないため吸水度は小さい値で示され、逆に薄典具や吉野紙などのように空隙が多すぎると毛細管現象は現れにくく、繊維自身の吸水性に依存することになるので、単位時間で測定する吸水度の値は大きくなりにくいのである。典具帖紙は適度な毛細管現象の生じる繊維の密な絡みがあるために吸水度は大きくなるのである。また、美栖紙の吸水度が大きいのは、美栖紙には填料(土)が配合されており、繊維間の空隙に適度に散在して毛細管現象を生じ、かつこの填料自体が吸湿・吸水するからであると考えられる。

前述した湿潤時の裂断長(表5)において、薄様雁皮紙と薄美濃紙が値が大きい(強度が大きい)結果となったのは、この2つの和紙は吸水しにくく、今回行った部分浸せき法では強度変化が小さかったことが言える。

次に、液剤の均一な分散を確認するため、紙の縦方向と横方向の吸水度試験結果から縦/横の比率を計算した。この値が1.0に近似するほど縦方向と横方向の吸水度の差(繊維間の空隙の度合いの差)が少ないことを示し、液剤が均一に分散すると言える。

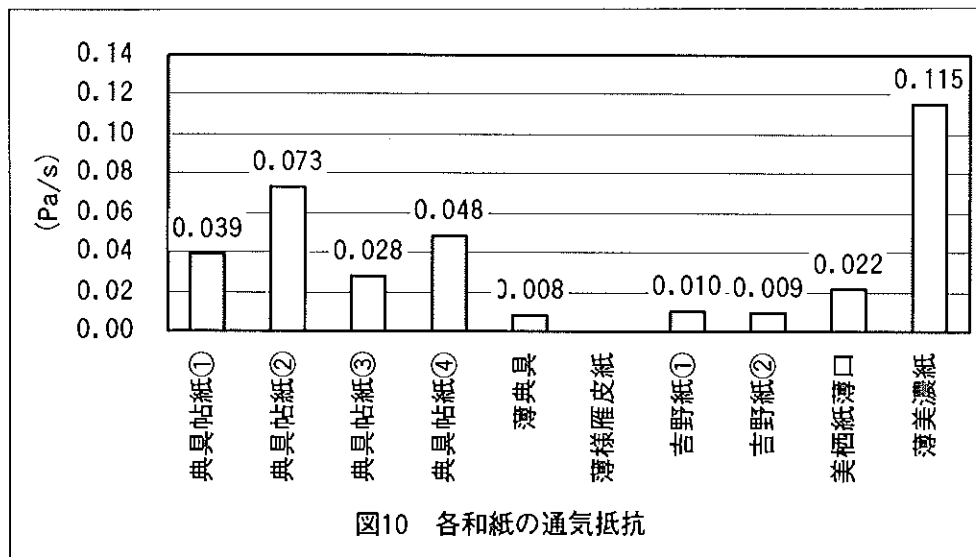


全ての和紙について値はほぼ1.0近辺になっているが、吉野紙②は比率が大きく、縦方向の吸水度が横方向よりも2倍ほど大きくなっている。これは縦方向へ繊維が集まり、横方向へは空隙の度合いが大きいからであると考えられる。一般的に吸水度は縦方向が横方向よ

り大きくなるが、薄様雁皮紙や薄美濃紙に吸水度の差がほとんど見られないのは繊維種の違いや非繊維細胞類の量により繊維間の空隙の差が生じていないからであると考え、典具帖紙④は、紙の全面にわたって均等に繊維が配向し絡んでいるためであると考え。

(4) 透過性

文化財修復用紙として必要な液剤の浸透性や薄い和紙の透過性を考察するため、K E S 風合い測定法(川端エバリュエーションシステム)に準拠した通気性試験機を用い、各和紙の通気抵抗を測定した。値が大きいほど通気抵抗が大きい(空気が通過しにくい)ことを示す。



表において薄様雁皮紙の値が記載されていないのは、通気抵抗が大きすぎて試験機では測定不可能であったためである。薄様雁皮紙は雁皮繊維の特徴から繊維間の空隙が非常に少なく、また、薄美濃紙は非繊維細胞類などの不純物が多く繊維間に存在して空隙を少なくして通気抵抗が大きくなっている。

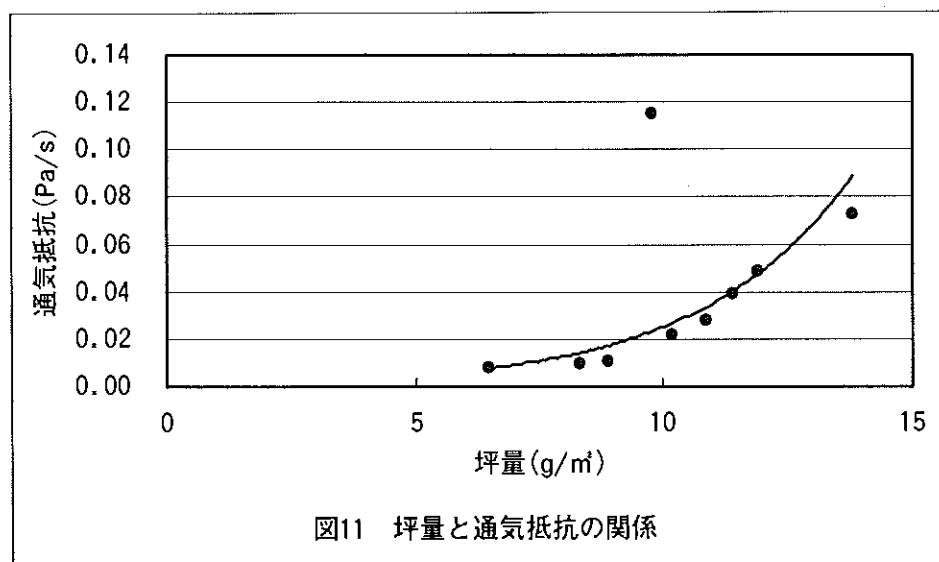
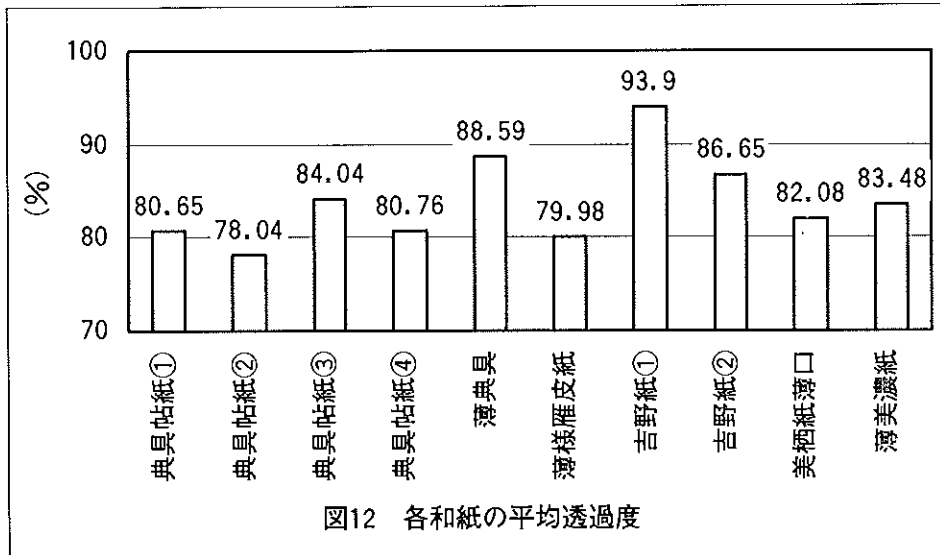


図11 坪量と通気抵抗の関係

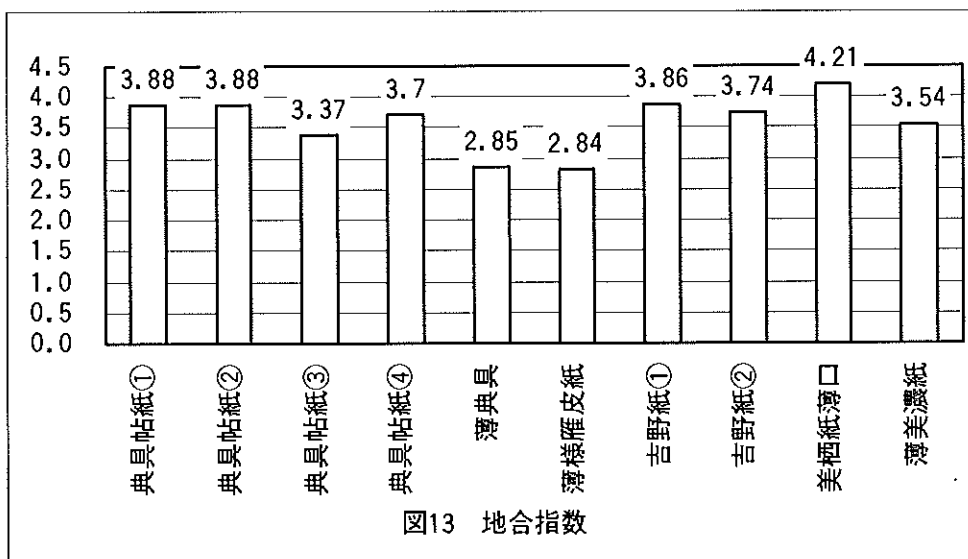
上記の図は各和紙の坪量と通気抵抗の関係を示したものであるが、坪量が大きくなるにしたがって通気抵抗も大きくなっている。よってこのグラフより比較的坪量大きい部類となる典具帖紙は、通気抵抗が大きく測定される傾向にある。測定データからは典具帖紙の通気抵抗が薄典具や吉野紙のそれよりも大きい理由は坪量の大小差であると考えられるが、引張試験や吸水度試験での結果を踏まえてみると、楮繊維が密に絡み合っ繊維間の空隙の割合が比較的小さいことも理由の一つではないかと考える。

透過性を確認する他の試験方法として、画像解析による和紙の光透過率(平均透過度)と

透過光をあてた時の濃度ムラより地合を計測した。計測機器は東洋紡(株)製のイメージナライザーV10を用いた。機械漉き和紙では地合はほぼ均一であるが、手漉き和紙では簀桁を使って1枚1枚を漉き上げるため、その漉き方の違いによって紙の地合は天地、左右、四隅で異なってくる。今回は全ての和紙において試料の中央付近から10cm×10cm角を採取するよう統一して試験を行った。



吉野紙と薄典具が光の透過率が大きい値を示している。この3つの和紙は坪量が小さいのであるが、一般的に坪量が小さいと光の透過率が大きいと言える。他の和紙も80%前後でまとまっている。



地合指数は数値が小さいほど地合がよいということであるが、濃度ムラより地合を計算するため、繊維の凝集した部分が面積的に多いと地合は悪く(地合指数は大きく)測定される。薄様雁皮紙は表面に光沢があり非常に均一性が高いため地合指数は小さく、逆に美栖紙は填料(胡粉)が混入しているため、透過光により填料が濃度ムラと認められると考えられ、このため地合指数は大きくなっていると考える。ちなみに薄典具は地合がよいとされる機械漉き和紙の中でも地合指数は小さく、今回の和紙の中でも整然と繊維が絡まり流れを形成していることを示している。

紙パルプの世界では、紙を透かして見る時の視覚的不均一性を地合と呼ぶことが多く、一般的に繊維長が長くなるほど悪くなる。地合の悪化はシート中の欠陥部分が多く見られることとなり、紙力の低下などを引き起こすことにつながってくる。

しかし、和紙の世界では、視覚的不均一性だけでなく、なめらかさやこしなどの触覚的判断を含める場合が多いと考えられるので、今回の測定方法で和紙の地合の全てを判断することにはなりえないかもしれない。

(5) 柔軟性

各和紙の柔軟性の評価を、JAPAN TAPPI紙パルプ試験方法No.34「紙—柔らかさ試験方法」に基づいて、縦方向と横方向で行い、縦／横の比率を算出した。

測定機器にはハンドルーオーメーターを用い、一定のスリット幅(6.35mm)上に載せた試料をスリットの中へ押し込むことで、そのときにかかる力を計測するものである。試料の表裏(上下)方向への柔らかさを測定するものであり、数値が小さいほど押し込みやすい、すなわち柔らかいということとなる。

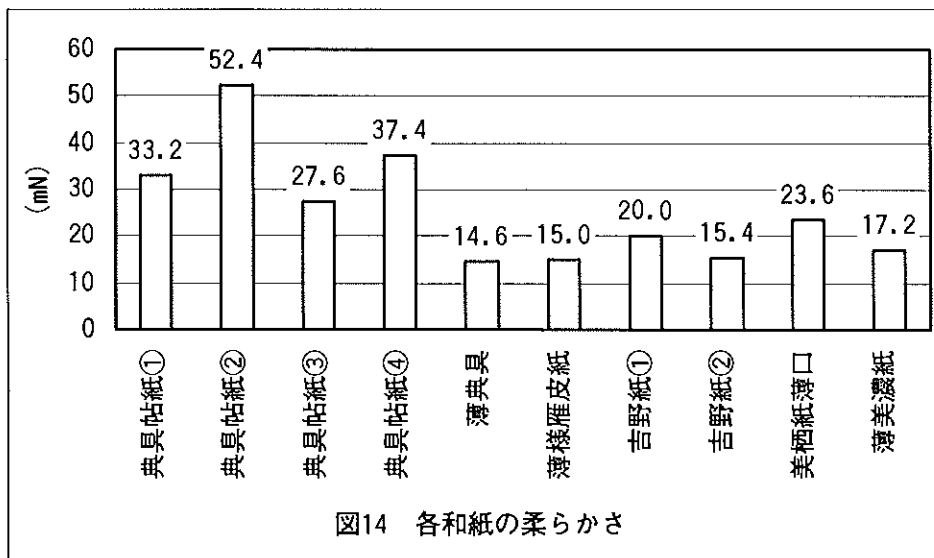


図14 各和紙の柔らかさ

上記の表は縦方向(繊維の流れ方向)の結果であるが、数値が大きいほど堅く小さいほど柔らかいことを示す。典具帖紙は全体的に堅く、吉野紙や美栖紙など他の和紙は20mN以下と柔らかく示されている。

一般的に楮繊維の原料は若いもの(比較的新しく生えている枝)ほど、漉く前段階でのパルプは堅くて漉いた紙は柔らかくなり、逆に古いもの(年数が経ち成長した枝)ほどパルプは柔らかく紙は堅くなると言われている。

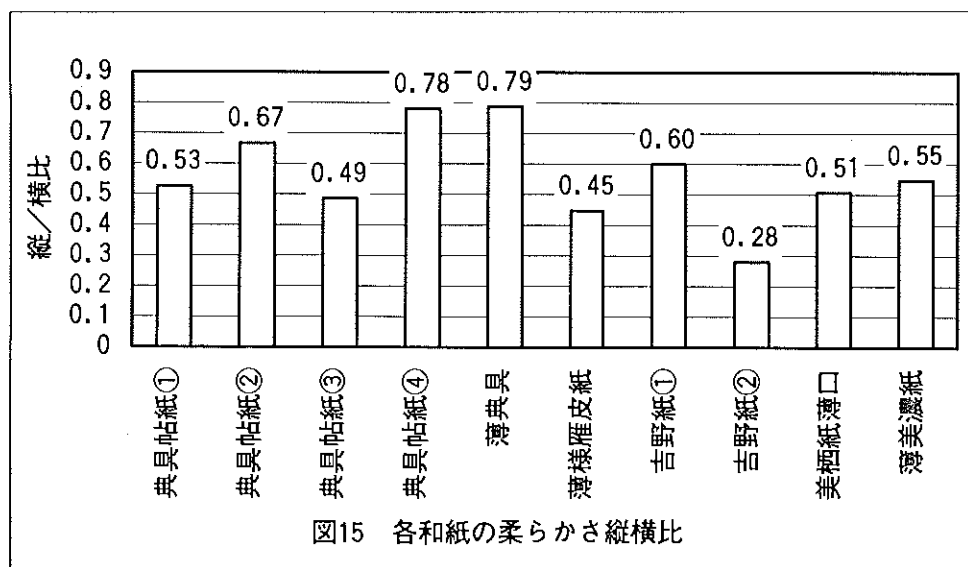
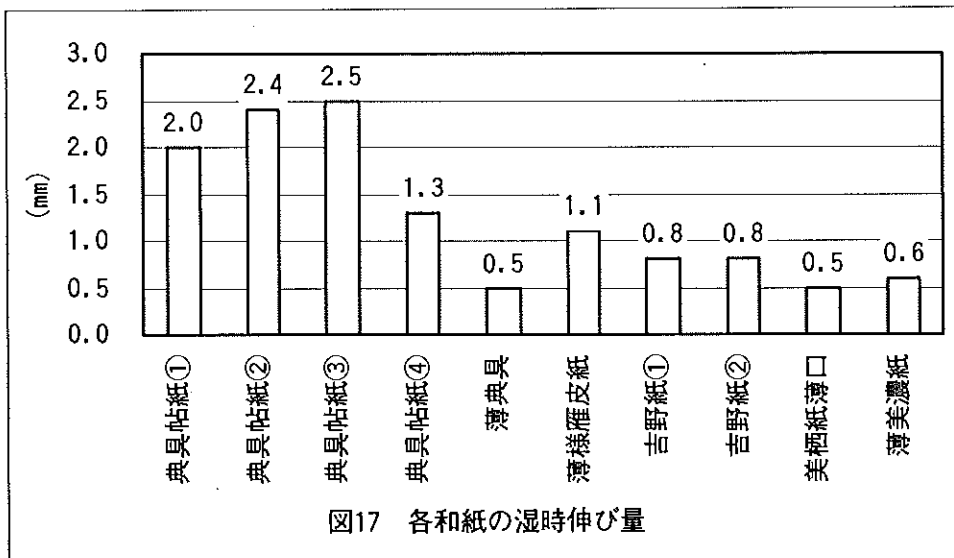
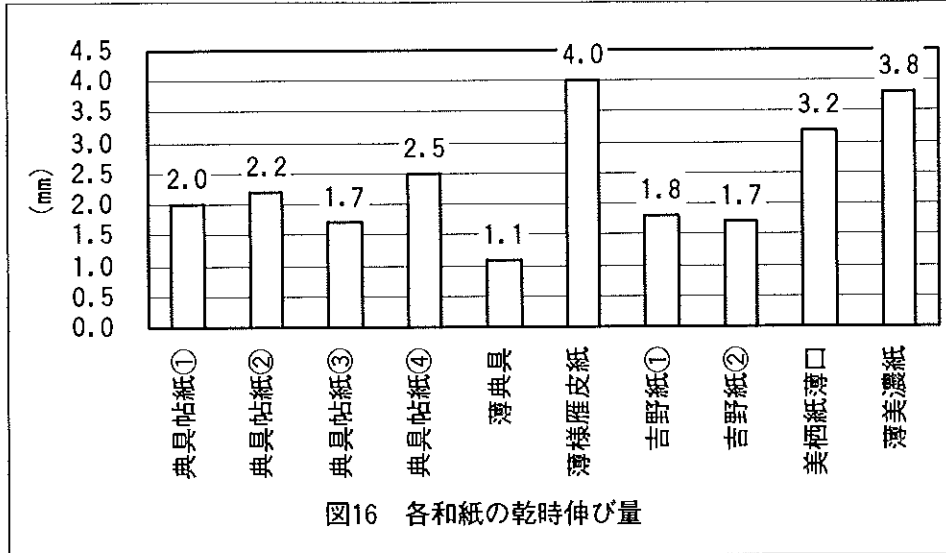


図15 各和紙の柔らかさ縦横比

一般的に柔らかさは紙の横方向が繊維の幅方向となるため、縦方向(繊維の配向方向)と比べて堅く(柔らかさは大きく)なる。そのため上記の結果は1.0よりも小さくなること

一般的である。薄典具と典具帖紙④が1.0に近似しており、縦横で柔らかさの差が小さいことを示す。

次に、紙の引張強度の結果は前述したが、その時(破断時)の紙の伸び量はその紙の外力に対する柔軟性に関連してくる。ここでは各和紙の試験片(縦方向)の引張強度(破断点最大強度)を測定した時の破断時までの試験片の伸び量を測定した。



繊維が細く短い紙では繊維の重なりによる接着力が強いので、伸び量が小さいほど紙の寸法安定性があると言えるのであるが、強度的には堅くてもろく柔軟性がないことになる。逆に楮繊維のような太くて長い繊維を使った薄紙では繊維自身の強度と繊維同士の絡まり具合に関係してくるためか、乾燥時の伸び量はそのときの裂断長の結果にほぼ比例しており、引張強度(裂断長)が大きければ破断時の伸び量も大きくなる傾向にある。湿潤時の伸び量に注目すると、典具帖紙は他の和紙と比べて大きいことから破断するまでに紙が伸びていることを示している。下図は湿潤時の引張試験を行ったときのチャートを示したものであるが、他の和紙は破断時の最大強度を越えると急激に強度が低下するのに対し、典具帖紙では破断最大強度を越えてもじわりじわりと低下していくのが特徴で、他の和紙と比べて紙にねばりがあることを示している。また、典具帖紙は同じ楮繊維を用いて作られている他の和紙と比べて伸び量が大きいのは、繊維がほどよく絡んでいて、特に湿潤させると柔軟性を発揮する和紙であると考えられる。

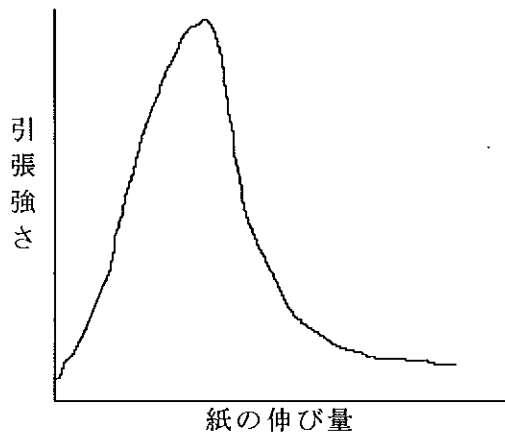


図18 他の和紙の一般的なチャート図

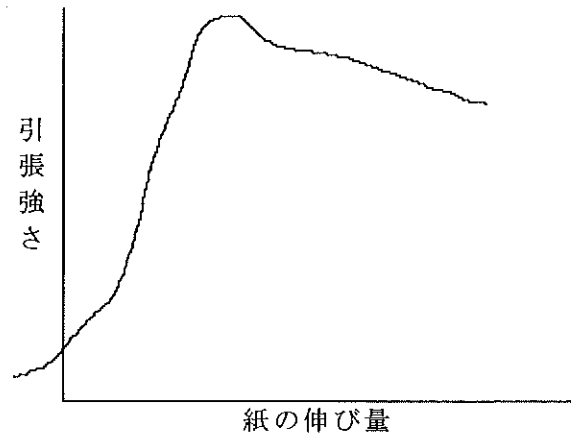


図19 典具帖紙のチャート図

(6) 安定性

ここで記述する安定性は紙の寸法安定性ではなく、保存に適する長期安定性のことである。文化財修復を行ってもすぐに劣化する紙であれば意味がない。この安定性は紙のpH値に関わってくる。

pH(ペーハー)とは、水素指数(水素イオンのイオン指数)の表示法で、水素イオンのモル濃度の逆数の常用対数で示される。範囲は0~14で、7が中性、7より大きい場合はアルカリ性、7より小さい場合は酸性となる。

紙自身のpH値は小さくなる(酸性側に移行する)と不純物やセルロース自身の加水分解が進むことなどより紙の劣化が進行するため、中性からアルカリ性側に存在することが必要である。そこで各和紙についてJIS P 8133に基づく冷水抽出法によりpH値を計測した。

表2 各和紙のpH値

試料名	典具帖紙①	典具帖紙②	典具帖紙③	典具帖紙④	薄典具
pH値	6.6	7.0	7.5	7.5	7.3
試料名	薄様雁皮紙	吉野紙①	吉野紙②	美栖紙	薄美濃紙
pH値	6.3	7.4	7.9	9.5	7.4

各和紙のpH値は美栖紙を除いて6.3~7.5の範囲内にあり、ほぼ中性域に存在する。したがって安定性の点から考えると問題ないと考えられる。美栖紙は填料(胡粉)が混入されており、胡粉は炭酸カルシウムを主成分としているため、冷水抽出法で測定したpH値はアルカリ性(9.5)を示している。

(7) 試験結果と各和紙の表面の観察からの考察

今までの検証試験の結果を確認すると、裂断長は縦方向、横方向、45度斜め方向とも薄様雁皮紙がもっとも大きく、次いで薄美濃紙、典具帖紙④の順となっている。裂断長の縦横比率は薄典具がもっとも差が小さく、典具帖紙②も大差ない比率となっている。

吸水度は典具帖紙と美栖紙が大きい値を示しており、縦横比率は薄様雁皮紙、薄美濃紙及び典具帖紙④が小さい値を示している。

通気抵抗は坪量に関して薄典具や吉野紙、美栖紙が小さい値を示しており、光透過率(平均透過度)も同様に薄典具や吉野紙が値が大きく示されている。地合指数は薄様雁皮紙がもっとも値が小さく(地合がよく)、次いで薄典具、典具帖紙③の順となっている。

柔らかさは坪量の小さい和紙ほど柔らかくなっており、縦横比率は薄典具がもっとも小さく、典具帖紙④、典具帖紙②の順となっている。乾時伸び量は乾時の裂断長とほぼ同じ順で薄様雁皮紙、薄美濃紙、美栖紙となり、湿時伸び量では典具帖紙が4種類とも他の和紙に差をつけて大きい値を示している。

以上の結果より、文化財修復用紙として必要な機能を全て備えている和紙は見あたらない。強度の大きい和紙は坪量が比較的大きくて通気抵抗や光の平均透過度は小さくなったり、逆に柔らかい和紙は坪量が比較的小さくて引張強度や吸水度が良くない。文化財修復用紙はこのような相反する条件をクリアしなければならないと考え、全ての試験結果が最良である必要はなく、上位に位置し安定した試験結果を示した和紙であれば十分であ

ろうと考える。

また、各和紙の表面を走査電子顕微鏡(SEM)を使って、倍率100倍で観察してみた。

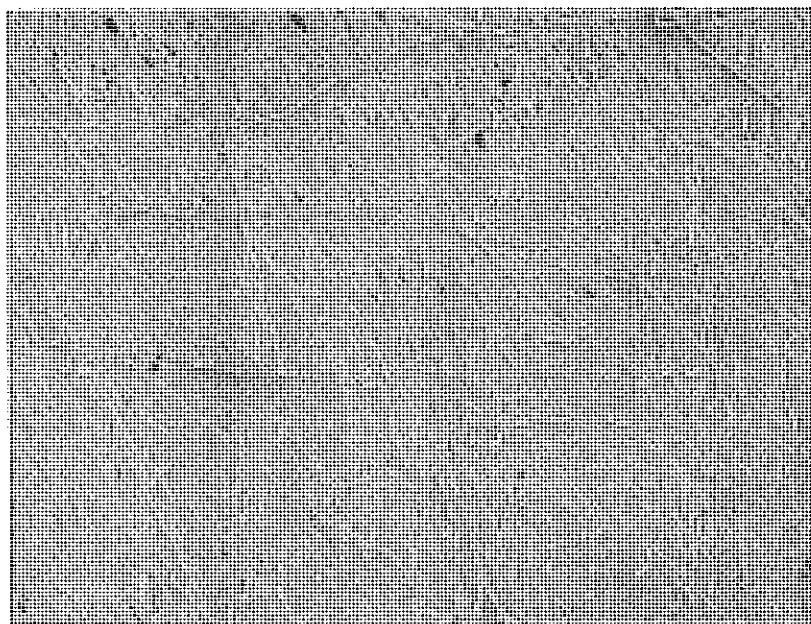


写真1 薄様雁皮紙のSEM像

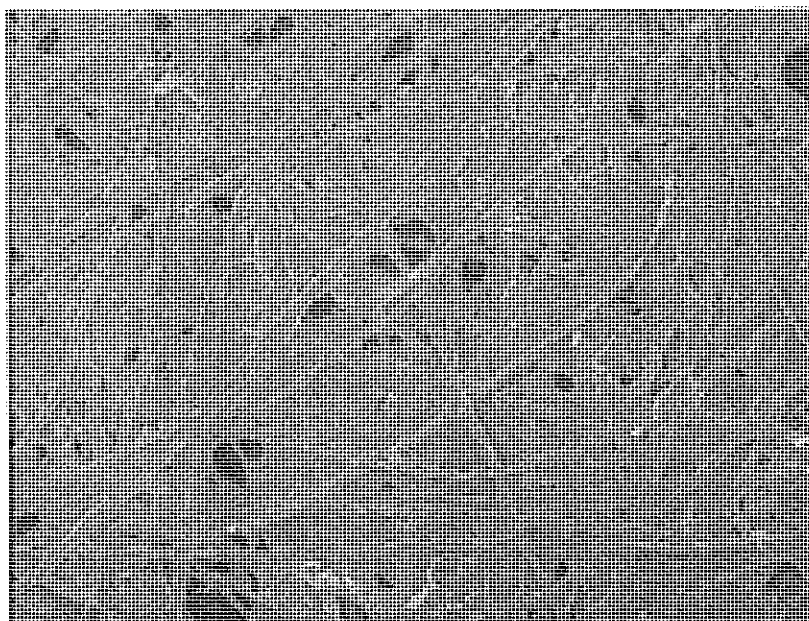


写真2 薄美濃紙のSEM像

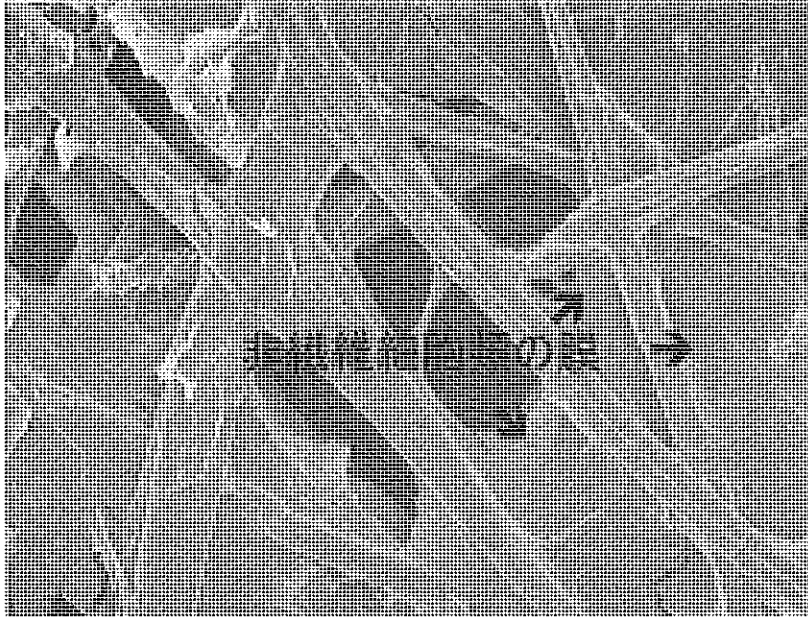


写真3 倍率500倍の薄美濃紙のSEM像

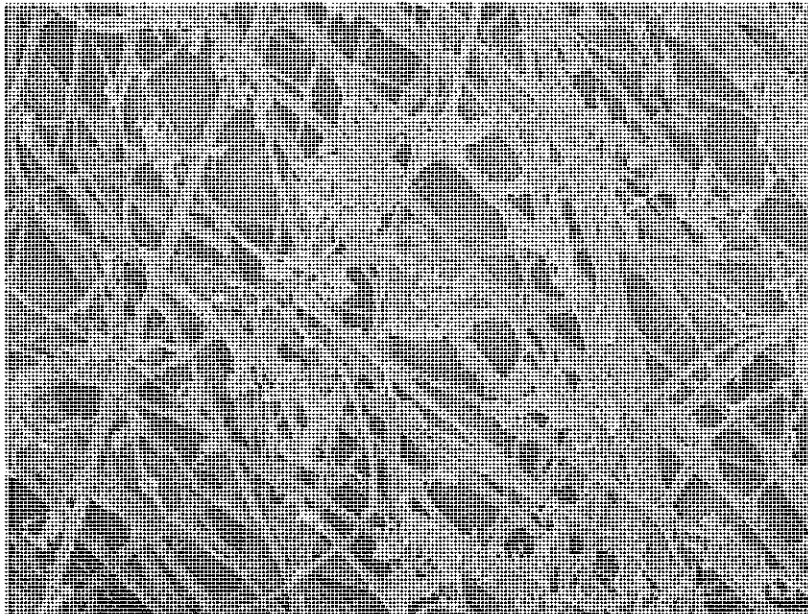


写真4 美洒紙のSEM像

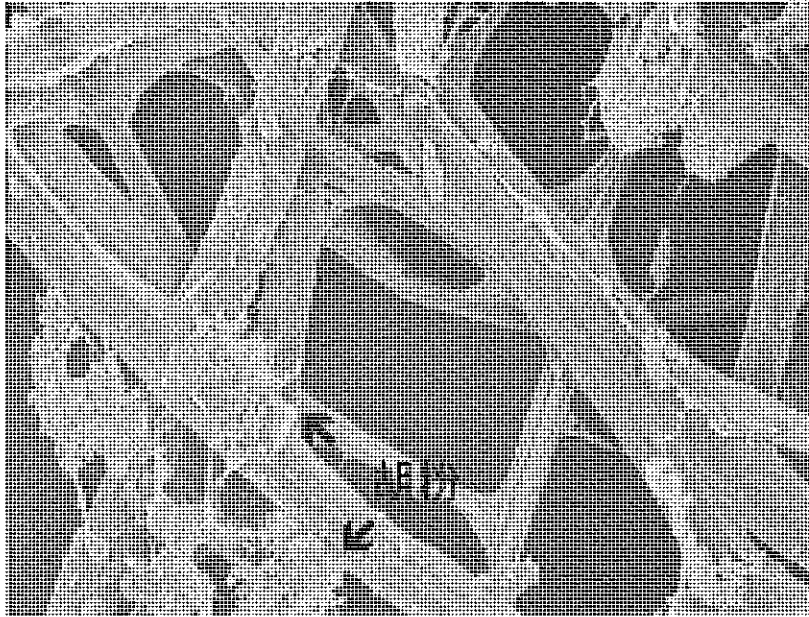


写真5 倍率500倍の美栖紙のSEM像

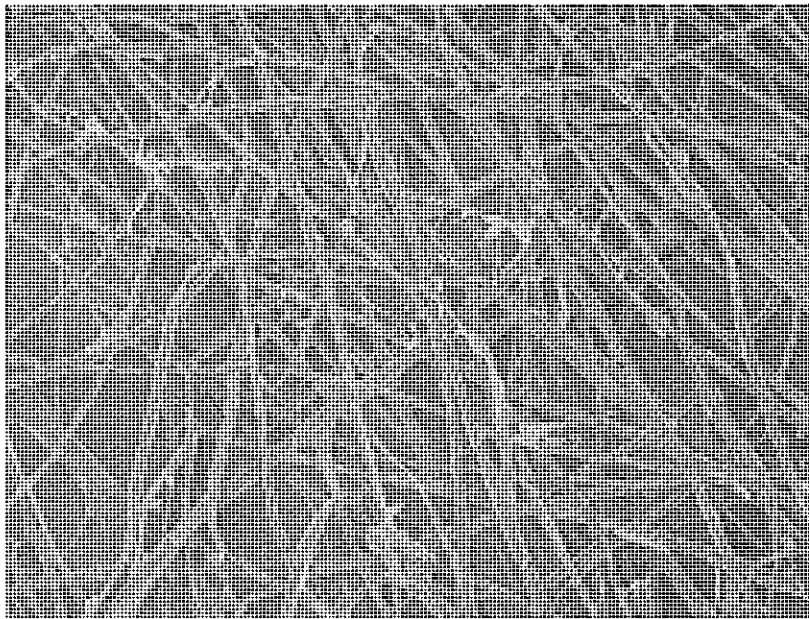


写真6 吉野紙②のSEM像

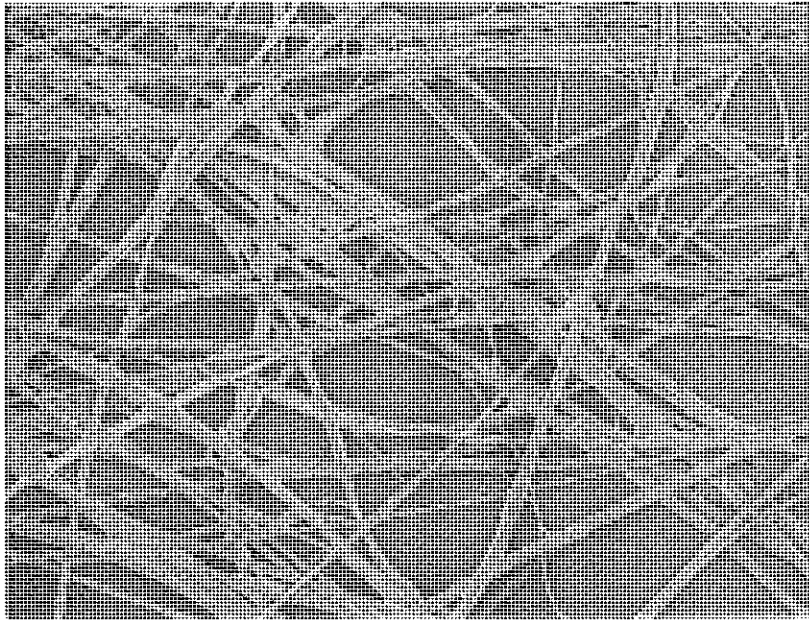


写真7 薄典具のSEM像

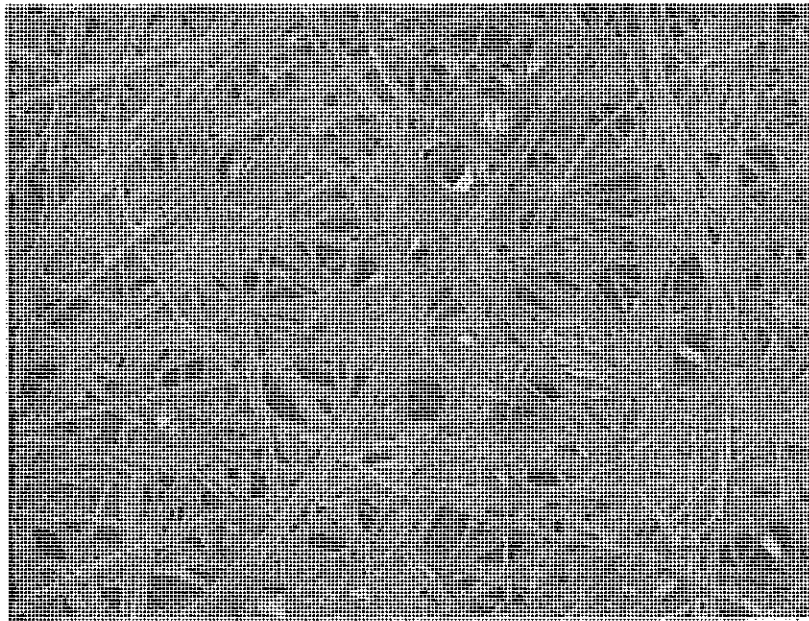


写真8 典具帖紙①のSEM像

薄様雁皮紙(図1)は短くて細い雁皮繊維が隙間なく配列し表面が均一である。このため紙には光沢があり地合も良く、繊維同士の接着面積が多いので裂断長も大きい値を示していると考えられる。逆に隙間ない繊維の配列の影響で毛細管現象が現れにくいいためか吸水度は小さく、通気抵抗は大きすぎて測定不可能であった。

薄美濃紙(図2)は楮繊維の間を非繊維細胞などの不純物(図3)が占めており、薄様雁皮紙ほどではないが隙間の面積は非常に少なく表面が均一であり、同様に裂断長大、吸水度小、通気抵抗大となる。

美栖紙(図3)は楮繊維に填料である胡粉が付着(図5)しており繊維間を少ないながら占有している。このため吸水度は大きい値を示していると考えられる。

吉野紙②(図6)は薄典具(図7)と比べると、楮繊維の他に多少不純物も確認される。繊維間の空隙は薄典具の方が大きく感じられ、吉野紙②よりもわずかであるが密度と通気抵抗が小さく、また、吸水度と光の平均透過度が大きく現れていることで確認できる。

典具帖紙①(図8)には非繊維細胞などの不純物は見られず、楮繊維は吉野紙②や薄典具と比べて密に絡んでいることが確認できる。よって裂断長や吸水度が大きく現れている。

(8) 作業性

前述した物性試験結果では文化財修復用紙としての機能が確認できたが、修復を行う人間側からの立場に立って考えると、修復作業上支障のない取り扱いの良さも必要となってくる。

こう考えた場合、薄典具や吉野紙は各試験項目について結果に極端な開きがみられバランスがとれず取り扱いに非常に困難と考える。美栖紙はもともと表具の中裏・増裏打用なのでその部分の修復作業にはかかせない紙であるが、本紙の修復作業においては混入している填料が修復物にキズをついたり、落下してホコリとなってしまふなど悪影響を与える可能性があるため適当でないと考える。薄様雁皮紙はすぐれた強靱さを持っているが吸液性が非常に悪く、また、繊維の種類が楮繊維ではなく雁皮繊維であり、紙の質感も異なるため、同じ雁皮繊維を使った文化財の修復でなければ扱いにくい和紙と言える。薄美濃紙は吸液性と透過性を除き強靱さ、柔軟性は上位に位置し、紙の表面の均一さからも文化財修復用紙としては十分な機能を持っていると考えるが、紙中に非繊維細胞類などの不純物を比較的多く持っており、この不純物の変色、変性することで紙に何らかの悪影響を与える可能性が高く、長期の保存や安定性には疑問符が付く。

典具帖紙は透過性を除き、強靱さ、吸液性、柔軟性の点で上位に位置する。非繊維細胞類などの不純物の非常に少ない楮繊維を使って繊維を密に絡めることで強靱さと吸液性、柔軟性を高め、紙中に非繊維細胞など不純物はほとんど残っておらず、安定性に関しても典具帖紙①(昭和16年作製)から④(最近作製)までのpH値に大差が見られない点から問題なく、今回いろいろな物性試験で比較した和紙の中ではもっとも文化財修復用紙として機能を備えている和紙であると考えられる。

2.2 典具帖紙の作製条件の差異による比較

(1) 煮熟条件の違い

典具帖紙③が苛性ソーダを使って煮熟し繊維を取り出して、典具帖紙④は消石灰を使って煮熟し繊維を取り出して、両者とも浜田幸雄氏が手漉きした紙である。物性試験結果を比べると、裂断長は乾燥時と湿潤時両方とも消石灰煮熟の典具帖紙が大きく引張強度が強く現れ、吸水度は苛性ソーダ煮熟の典具帖紙が良く吸水し、柔らかさも優位性を持っている。また、通気抵抗と平均透過度についても苛性ソーダ煮熟の典具帖紙が大きい値を示した。pH値は同じ7.5で中性域である。

苛性ソーダ(水酸化ナトリウム)は大変アルカリ性の強い薬品で、これを加えて煮熟した場合、リグニンやヘミセルロースなどの非繊維細胞類を含む不純物を分解する力が強いいため、純粋なセルロース繊維分を取り出すことが簡単である。しかし、強アルカリ性のためセルロースの結晶化度(又は重合度)を低下させ、繊維自身の本来の強度を弱めてしまうのである。これに対し、消石灰(水酸化カルシウム)は弱アルカリ性であり、苛性ソーダに比べ不純物を分解する力は劣るものの、繊維自身の強度低下を招くことはほとんどない。JIS P

8148に基づいて紙の白さを数値化した白色度を測定してみると、典具帖紙③は78.5%、典具帖紙④は67.2%となった。数値が大きいほど白色であるので、苛性ソーダ煮熟が消石灰煮熟よりも不純物を溶かし出す力が強いことを裏付けている。

裂断長では繊維自身の強度が要因で消石灰煮熟の典具帖紙の値が大きく示され、吸水度は繊維に付着している不純物により毛細管現象や繊維自身の吸水性が抑制されて苛性ソーダ煮熟の典具帖紙が良い値となり、柔らかさも同様に不純物による繊維の剛直性の違いが現れているのではないかと考える。通気抵抗や平均透過度は煮熟条件では説明がつきにくく、漉き方の微妙な差異が影響しているのではないかと考える。

よって、典具帖紙における優位な煮熟条件は、この結果からでは判断が困難である。ただ、長期的な安定性を考慮すると、苛性ソーダ煮熟では繊維自身の強度低下を起こすため、長期間の強度維持には不適格であり、消石灰煮熟では不純物が残るものの、「小振り」と呼ばれる徹底した不純物の洗い出しが行われるため、不純物による紙の劣化への影響は極めて少ないと考えられるので、文化財修復用紙としては消石灰煮熟の典具帖紙が優位ではないかと考える。

(2) 作製者の違い

典具帖紙①と②及び③(若しくは④)とで比較すると、坪量や密度は今も昔もほとんど変化はない。裂断長及び縦横比も消石灰煮熟の典具帖紙④が少し大きい他はほとんど差が見られない。吸水度においても典具帖紙②が特に大きいもの他は差が見られない。

通気抵抗と光の平均透過度はそれぞれの典具帖紙によって違っているが、これは坪量の違いと同じである。柔らかさに関しても坪量の違いと同様であり、地合指数に関してはそれぞれに大きな差は見られない。

このように典具帖紙における作製者の違いというものはほとんど見られない。昔からの伝統的な製法技術やノウハウが今日にも受け継がれ続いている証拠ではないであろうか。

(3) 機械漉きと手漉きの違い

典具帖紙③(若しくは④)と薄典具を比較してみると、機械漉きである薄典具は坪量が6.5g/m²と、「カゲロウの羽」と呼ばれる手漉きの典具帖紙の半分程度の値でさらに薄い紙であり、通気抵抗や光の平均透過度、地合指数、柔らかさではトップクラスなのであるが、図7及び図8で見比べると繊維同士の接着点(面積)が非常に少なく、裂断長に関しても半分以下の値で強度のない紙となった。機械漉きでは紙の縦方向と横方向がはっきり区別できると前述したが、このような薄紙になると全体的に強度や柔らかさは小さく、縦横の差も非常に小さくなってしまい、縦横比で十分な差が数値に現れなかった。

また、薄典具は吸水度も非常に少ないことも考慮すると、どちらかというところぎり絵などの工芸用紙に適していると考え、手漉きの典具帖紙がより文化財修復として実用的であると考える。

3 最適条件での土佐典具帖紙試作及び物性試験

文化財修復用紙に必要な性格に関する各和紙の物性試験結果を示して、この結果の比較により、前述した各キーワードに関する特徴を把握してきた。今回はこの特徴を考慮した土佐典具帖紙を試作することで、最高品質を確立し、文化財修復用紙に最適な和紙を開発することとした。

3.1 作製条件

作製条件と言っても手順は従来どおりの伝統的な作業となる。原料となる白皮楮を清水に浸け不純物を溶出させ、柔らかくさせる(川晒)。原料である楮は高知県吾川郡吾川村上八川寺野地区の上級楮(赤楮:アカソ)の白皮を用意した。現在の典具帖紙の煮熟は対原料重量比で消石灰30~50%にソーダ灰5%を混合した溶液で約2時間程度行っているが、今回は比較的新しい薬品であるソーダ灰を使用せず消石灰のみ35%の重量比配合で2時間半程度煮熟した。

原料である楮には黒皮、六分へぐり、白皮の3種類がある。黒皮とは外皮の荒い黒皮が残っている原料で、六分へぐりとは外皮の下の緑色のあま皮部分を適度に残したものの、白

皮は外皮やあま皮全てを取り除いて白くし、川で洗浄しながら天日で漂白させたものである。黒皮や六分へぐりは塵や非繊維細胞類などの不純物が多く、煮熟歩留まりも低い、白皮は純粋なセルロース分が多く煮熟歩留まりも高くなる。

典具帖紙に用いられる原料の楮繊維には赤楮(アカソ)が使われる。高知県では楮の栽培種を赤楮、青楮(アオソ)、手折(タオリ)、要(カナメ)、黒構(クロカジ)の5つに分類して、赤楮は繊維が長く丈夫で光沢があり、解けがよく結束にならない。歩留まりもよいとされている。

煮熟後に、清流中で4~5日程度川晒し(水洗)を行い、清水中で少しずつ原料を広げながら塵を取り除く「水選り(みずより)」を2回程度行った後、さらに濡れた状態の原料を板の上で広げて塵を取り除く「空選り(からより)」と呼ばれる入念なちり取りをする。打解機で2時間ほど打解し漉き槽に入れ、小振機で水中の原料を十分に攪拌する。

紙漉きに使う簀は竹簀に柿渋加工した絹紗を張り付けたものを用い、粘剤はトロロアオイを使って縦揺りと横揺りを交互に連続させて紙料液が簀上で渦巻き状に回転する(舞い踊る)、流し漉きの極地と言われる伝統的な技法で紙漉きを行う。漉き上げた後、圧搾して余分な水分を取り、平板の上に付けて天日乾燥をさせ、典具帖紙となる。今回は天日乾燥させた板干しの伝統的な典具帖紙と、ステンレス三角蒸気乾燥機で乾燥させた近代的な典具帖紙の2種類を作製した。

3.2 物性試験

この2種類の典具帖紙について、今までと同様に物性試験を行った。

表3 試作した典具帖紙の物性試験結果

	板干し 天日乾燥	ステンレス 蒸気乾燥
坪量(g/m ²)	11.1	11.1
密度(g/cm ³)	0.21	0.21
乾時裂断長(km)	2.57	2.50
乾時裂断長縦横比	1.35	1.34
湿時裂断長(km)	0.138	0.126
湿時裂断長縦横比	1.77	2.10
45度裂断長(km)	1.96	1.81
吸水度(縦)(mm)	35	32
吸水度縦横比	0.94	1.33
通気抵抗(kPas/m)	0.020	0.024
平均透過度(%)	79.63	82.19
地合指数	3.47	3.40
柔らかさ(mN)	35.8	38.4
柔らかさ縦横比	0.90	0.95
乾時伸び量(mm)	2.9	2.8
湿時伸び量(mm)	3.7	3.8
pH 値	6.8	6.8

板干しによる天日乾燥ではステンレス蒸気乾燥と比べて、乾燥させる温度が低く乾燥する速度が遅いため、紙中(繊維中)に残される水分の量が割合多く、柔らかい(しなやかな)紙となる。また、板干しは乾燥工程において繊維と密接な関係にある。繊維はセルロースという多糖類(グルコースのβ-1,4-グルコシド結合で5000~6000という高い重合度を持つ)の集合体で直線的な分子構造を持ち、繊維が乾燥状態では水素結合と言われる弱い静電的なつながりを生じる。繊維同士の接着力に関わってくるが、繊維が水分を含んでいる時は存在しない。紙を引っ張って破るときに乾燥状態ではある程度力が必要となるが、水で湿らせて引っ張ると意外と簡単に破ることができるのはこの水素結合の有無に関係してくる。板干しによる天日乾燥では、紙と同じく板も乾燥することとなり、水分の蒸発による紙(繊維)の収縮が同様に板でも起こっている。したがって乾燥することにより発生する

水素結合が無理なく作られることとなり、強い紙が生まれる。ステンレス蒸気乾燥では非常に均一な金属面ため乾燥した紙の表面は板干し乾燥と比べて滑らかになるが、金属は板のように収縮が起こらないので紙だけが無理に収縮をする形となり、水素結合を生じても結合箇所が少なくなったりしてしまい紙の強度を発揮しにくい状況であると考えられる。上表において天日乾燥の紙が、ステンレス蒸気乾燥よりわずかであるが裂断長が大きく(強度がある)柔らかさの値が小さい(柔らかい)結果となっていることで確認できるが、水分率の差であれば一般的に長時間同じ条件で保存しておけば両者の違いは見られなくなると思われがちである。しかし、一度乾かしすぎるとセルロースの束(フィブリル)同士が結合して水分が浸透しても元に戻らなくなってしまうので、当初のままの風合いが残ってしまうと言われている。

今回試作した典具帖紙は収集して物性試験を行ったものと比べて、坪量も密度も全くと言っていいほど差が見られない。また、裂断長は乾燥時及び湿潤時、それぞれの縦横比、45度全ての項目において多少小さい値を示しているが、ほとんど差は見られないといっても良いであろう。吸水度と柔らかさ、pH値などはほとんど変わらない。

裂断長の比較において、物性試験で使った試料である典具帖紙①～④の方が今回試作した典具帖紙よりも大きい結果が現れ、以前に作製された典具帖紙の方が強度が大きいということになった。この状況は和紙の世界では一般的に「紙を寝かす」とか「紙が落ち着く」と呼ばれる。これは作製された和紙をある条件の下で保管しておくことで、前述した水素結合が安定することと、作製時柔軟であった繊維(セルロース)が紙として絡まった状態で固定化(剛直化)してしまうことに因ると考える。ある条件とは紙の保存条件と関わってくるが、低温度で低湿度の暗所が理想的である。

比較試料と変わった点は、湿時伸び量は大きくなり湿潤時の紙のねばりがさらに出てきているが、裂断長の差と同様に作製年の差に因る可能性がある。また、典具帖紙の課題であった通気抵抗は美栖紙と同じ程度の低い値(抵抗が少なく通気性が良い)になり、平均透過度及び地合指数についてもわずかであるが向上している。これは手漉き工程における簀面での楮繊維の流れ方(繊維配向)や分散が、文化財修復用紙の機能性の面から考えて適度に良くなった(浜田氏が文化財修復用としての機能性向上のため手漉き工程を検討し作製した)ことが言えるであろう。

この物性試験結果から、今回の試作条件で作製した典具帖紙は文化財修復用として十分機能する和紙であり、特に板干しによる天日乾燥した典具帖紙は高品質であると考えられる。

なお、長期間保存することによって経年変化を来し、紙が強くなることが予想されるため、この調査研究は継続し、数年後に各種物性の試験を行う予定である。

- 参考文献)和紙の手帳(全国手すき和紙連合会発行)
和紙の手帳Ⅱ(全国手すき和紙連合会発行)
非木材パルプ特集(印刷局研究所時報別冊)
和紙—風土・歴史・技法—(柳橋 眞, 講談社)
和紙文化研究第4号、第7号(和紙文化研究会)
土佐和紙(高知県手すき和紙協同組合編)

平成14年度高知県立紙産業技術センター報告第8号
平成15年12月26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(088)892-2220 FAX(088)892-2209
<http://www.kochi-pt.pref.kochi.jp>

印刷 西富騰写堂

