

ISSN 1342-4068

高知県立紙産業技術センター報告

第9号

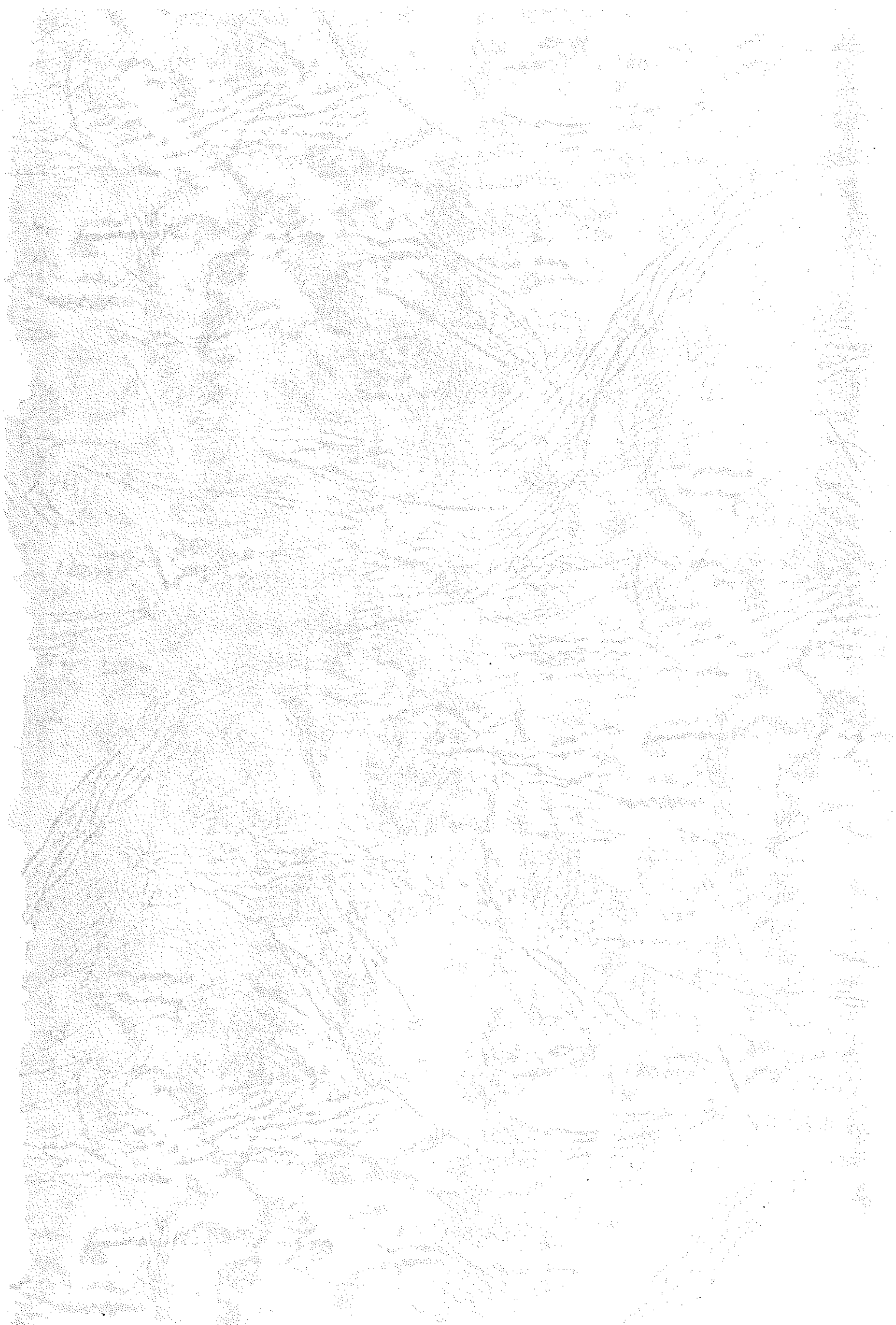
THE REPORT ON WORKS
OF
KOCHI PREFECTURAL
PAPER TECHNOLOGY CENTER

VOL. 9

2004

高知県立紙産業技術センター

KOCHI PREFECTURAL PAPER TECHNOLOGY CENTER
287-4 Hakawa, Ino-cho, Agawa-gun, Kochi, 781-2128 JAPAN



目 次

はじめに	1
I 紙産業技術センターの概要	
1 沿革	2
2 組織及び業務	3
3 職員の構成	4
4 施設の概要	4
5 決算	5
6 試験手数料及び機械器具使用料	6
7 所有主要設備	9
II 業務概要	
1 技術相談及び技術指導	17
2 依頼試験及び設備使用	17
3 研修生の受け入れ	18
4 工業所有権	18
5 講師派遣	19
6 開放試験設備利用研修事業	19
7 客員研究員招へい事業	19
8 21こうちかみわざ新商品開発事業	20
III 研究調査報告	
спанレース不織布の基礎研究	21
模様修飾した水流交絡法による次世代不織布の開発	28
製紙廃棄物のリサイクル化	38
紙の劣化に関する研究（第3報）	48
欧州における古文書の大量保存修復処理法	57

はじめに

高知県の紙産業の平成15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66,056トンで、対前年比102.8%、生産額394.5億円で、対前年比97.6%とほぼ横ばいがあります。単価の安いテッシュペーパーが増産され、その他家庭用雑種紙が半減したことにより、やや増産されたに関わらず生産額が減少しています。

特に、家庭紙関係は中国が急速に製紙プラントの設備を建設し、紙製品をわが国に輸出する体制とし、低価格商品が輸入される状況であります。関西などの紙問屋は、この不況を乗り切るためには紙以外の製品も扱うなど、厳しい状況にあります。

不織布は生産量が対前年比99.9%でありまして、横ばい状態があります。不織布も中国が1999年以降急速に設備投資を行い、増産されて、2002年にはわが国の1.6倍の生産量となっています。不織布産業自体は伸びる要素を持っているので、高付加価値製品の開発が望まれます。

その他高知県の特徴である特殊産業用途や感性機能を追求した紙等が作られています。

さて、最近の地方公共団体は大変厳しい予算状況ではありますが、当センターといたしましては「本県製紙産業」あるいは「我が国紙産業、不織布、シート材料」の支援機関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、紙単科の研究機関は愛媛県紙産業研究センターと当センターの2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。

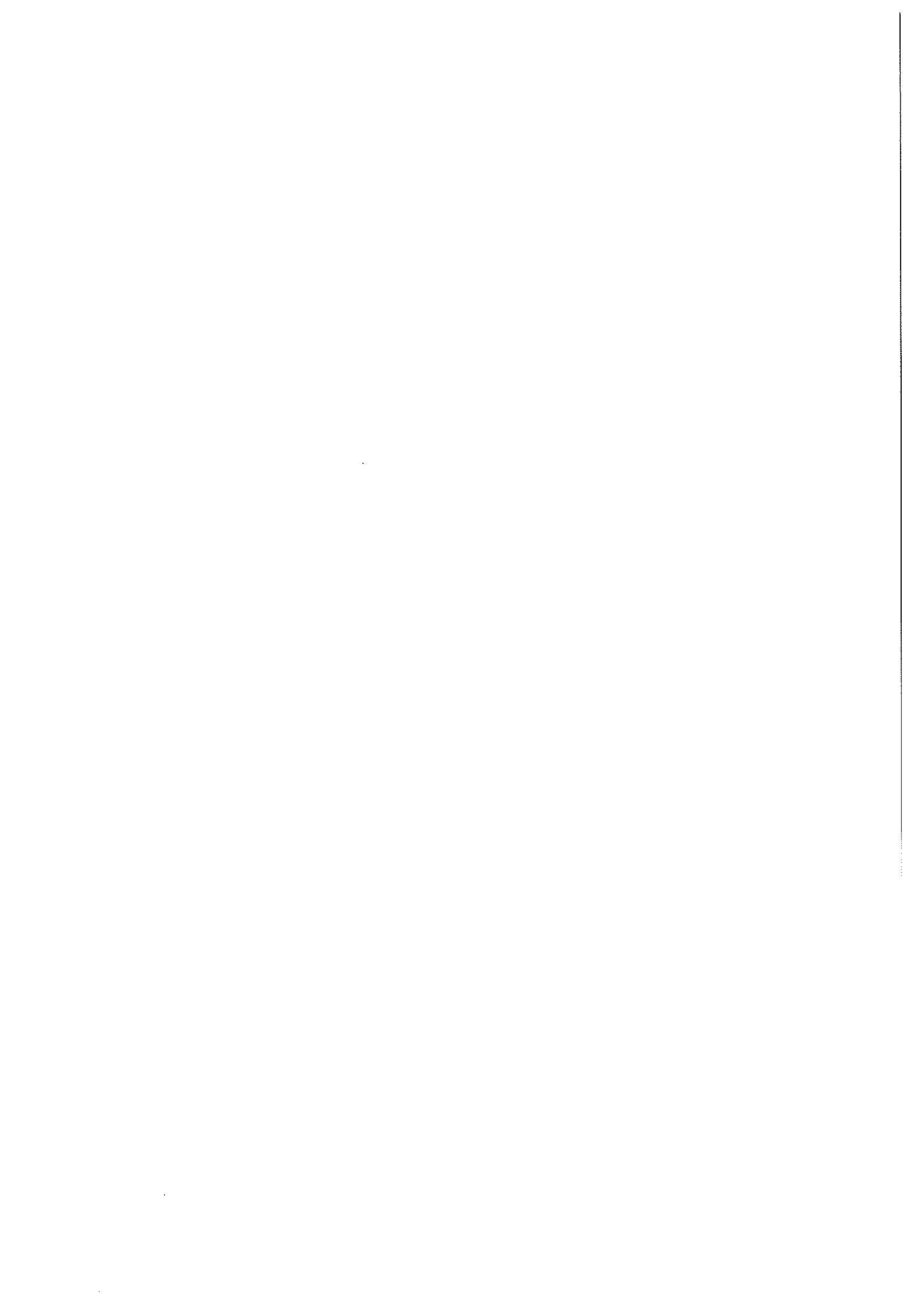
さて、平成15年度は「模様修飾した水流交絡法による次世代機能シートの開発」「紙の劣化に関する研究」「спанレース不織布の基礎研究」「製紙技術を利用した竹複合素材の高機能化研究」「製紙廃棄物のリサイクル化研究」「欧州における古文書の大量保存修復処理法」などの研究を行いました。

この報告書は平成15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。ご高覧頂き、センター業務をご理解頂くととも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16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

総 務 班 次 長 兼 総 務 班 長 小島 一教 主 幹 中嶋久仁子	(1) 予算、決算に関すること (2) 歳入、歳出等財務に関すること (3) 給与、旅費その他庶務会計に関すること (4) 職員の福利厚生に関すること (5) 文書、財務等他部に属さないこと
--	---

不織布・加工部 専門研究員兼 不織布・加工 部長 松本 博 主任研究員 田村 愛理 主任研究員 森澤 純 研 究 員 近森 麻矢 研 究 員 鈴木 慎司	(1) 技術振興の企画及び調整に関する こと (2) 紙加工の研究開発に関すること (3) 新素材・新薬品の基礎応用研究に 関すること (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 (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 (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 (7) 紙加工技術についての人材養成に 関すること (8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること (9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること
---	---

製紙技術部 技術次長兼 製紙技術部長 池 典泰 総 括 主任研究員 関 正純 主任研究員 近森 啓一 主任研究員 遠藤 恭範 研 究 員 有吉 正明 主 任 技 師 江湖 栄貫	(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 (2) 薬品・原材料の基礎・応用研究に 関すること (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 (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 (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 (6) 非木材繊維の和紙への利用研究に 関すること (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 (8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること (9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること
--	---

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	36,578	
紙産業技術試験研究費	22,976	
紙産業技術振興促進費	1,574	
科学技術振興費	813	
計	61,941	

(歳入)

科目	金額(千円)	備考
使用料及び手数料	12,281	試験手数料、機械器具使用料等
諸収入	176	ライセンス研修負担金等
計	12,457	

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16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16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)		2,610
		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16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	
		粉碎機	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		1,220
		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	
		フレンジル通気度試験機	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	
		ショ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		5,210
			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		バケツチェスト、振動スクリーン、スパー-クロン セントリクリナー、インクライン'ローラ'プレス	H. 6
多目的テスト抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		バ'カ' - : 2m ³ セントリクリナー DDR : 75kw×6P サイクリング'タンク'、配合ボ'チャ'、マン'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	バ'ット'プレート : 厚さ3.2mm、幅43mm ローラ : 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 スクリン'プレート' : 7/1000in	H. 5
小野打カッター	小野打製作所	DL-150		S. 57
全自動平プレス	(株)羽島	HP-54A	最大加圧力 : 500g/cm ² 最高温度 : 220℃ 加圧時間 : 0~30sec プレ'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'ハ' -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			簧桁、漉槽、圧搾機	

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(ヒター)回転型 原料処理量：約400g	S. 54
蒸 解 用 オートクレーブ	坂本鉄工所		加熱方式：電気、蒸気 有効容積：120ℓ 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 円網シリンドラー	(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 円網シリンドラー	(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-フィーダ：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 サマルドライヤー、サマルキレンダ-	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) グレイコーター、S字トップコーター、スプレコーター 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：インライン枚葉プレス方式 液添加方式：ガム式 トップ圧：5~25kg/cm 連続可変直続式 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)：リングブロー吸引式 成型型：リングブロー吸引 (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 碎 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	(株)吉永鉄工	EM-600	加工巾：600mm 最高使用温度：150℃	H. 元
熱風循環式高温炉	旭科学(株)	HF-60	使用温度：0～600℃	
万 能 ス リ ッ タ ー	(株)勝賀瀬鉄工所		許容坪量：12～250g/m ² 最大幅：1000mm 巻き取り最大径：700mm	H. 6
スーパーキャレンダー	(株)吉永鉄工		最大線圧：16kgf/cm 最大速度：28m/min 最大温度：200℃	H. 7
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
ス リ ッ タ ー	(株)西村製作所	TB-2A型	材料巾：550mm～250mm 材料最大径φ600mm	H. 13
撚 糸 装 置	金生鉄工所		10錘	H. 13
織 り 機	(株)中村機械製作 所	NS-M型	織り巾900mm	H. 13

(3) 試験設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
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 向 顕 微 鏡	(株)ニコン	オプティコト2 ボル	倍率：×4、×10、×40、×100 写真撮影装置付属	H. 6

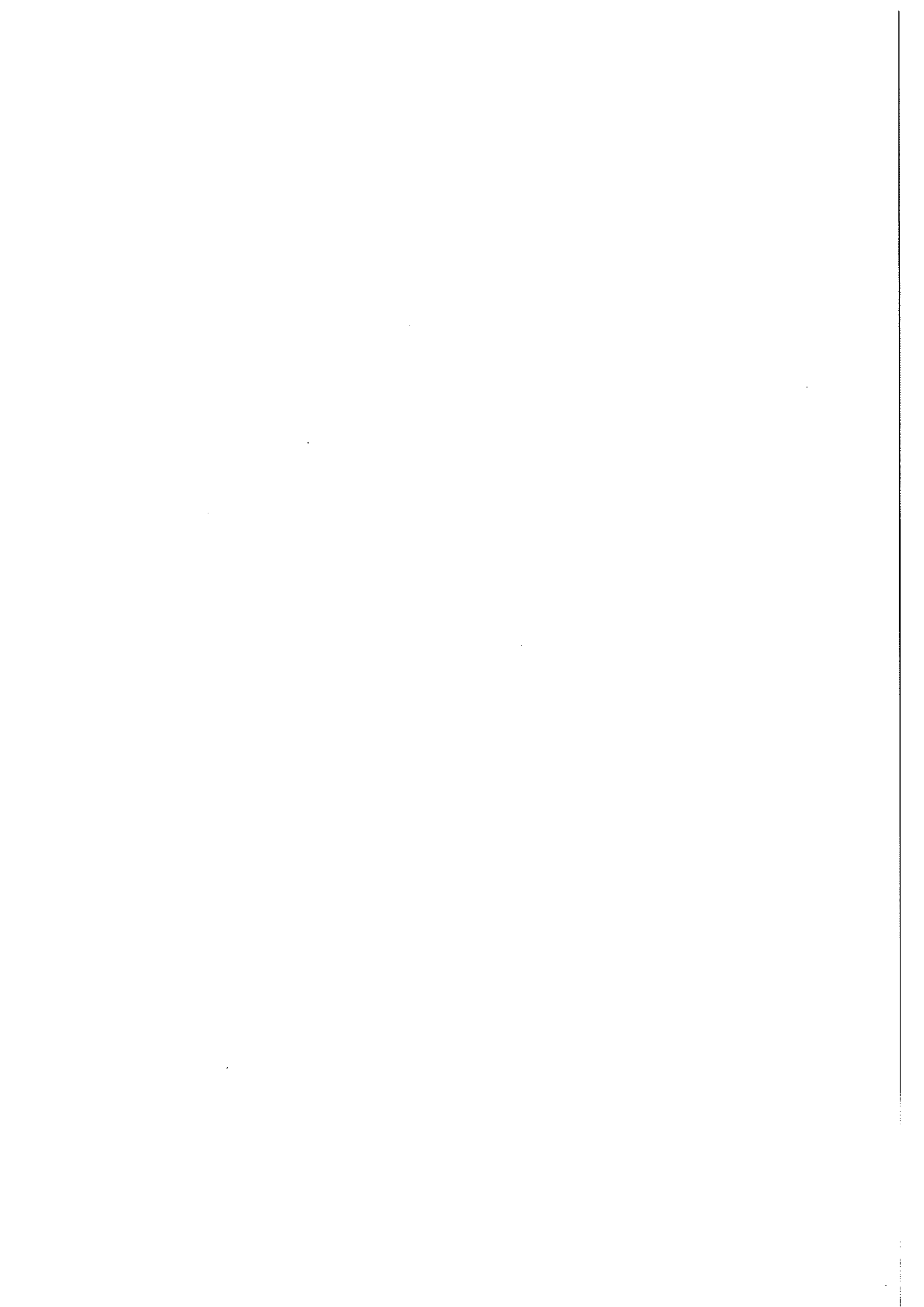
設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
生 物 顕 微 鏡	(株)ニコン	オプチフォト2	倍率：×4、×10、×40、×100 マルチフォーニング装置付属 顕微鏡カメラテレビ装置付属 カラーイメージユニット付属	H. 6
イオンクロマト	横河アナリティカルシステムズ(株)	IC-7000E	測定イオン：F、Cl、NO ₃ 、NO ₂ 、Br、SO ₄	H. 6
混合ガス透過率測定装置	ジーエムアイエス	GPM-250	測定対象ガス：O ₂ 、N ₂ 、CO ₂ 、H ₂ 等 測定範囲：0.1～10000ml/m ² ・day・atm 測定温度範囲：-10～50℃ 測定圧力：大気圧 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	メツオオートメーション(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 トランスポート干渉計 検出器：DTGS 赤外顕微鏡 検出器：MCT 倍率：×400	H. 5
表面体積抵抗率測定機	(株)アトバンテスト	R12704/R8340A	電極寸法 主電極：φ50mm ガード電極：φ80mm φ70mm 対抗電極：110×110mm 試料最大寸法：150×140×厚さ5mm 最小寸法：φ85mm以上	H. 5
サイズテスター	熊谷理機工業(株)	2070	KBB法に対応	S. 59
バック平滑度試験機	(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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
ハンデュー 圧縮試験器	カトーテック(株)	KES-G5	検出器 : リンク [®] 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 ロメータ	POROUS MATERIALS INC.		サンプル径 : 4.25cm 最大細孔径範囲 : 600~0.5μm(水) 130~0.035μm(FC-40)	H. 6
フラジール 通気度試験機	(株)大栄科学精器 製作所	AP-360	測定範囲 : 0.3~390cc/cm ² /sec	H. 6
クラーク 柔軟度試験機	(株)東洋精機製作 所	108	回転速度 : 90°/15sec JIS P8143、L1709、L1003に対応	S. 59
複合印刷適性試験機	熊谷理機工業(株)	2277	印刷の種類 : ダイレクト [®] ラビ [®] ア印刷 オフセット [®] ラビ [®] ア印刷 フレキソ(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)オリエック	テンシロン UTA-1T	最大荷重 : 1ton エアチャック有	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(エルボ方式)、蛍光度測定、不透明度	H. 6
軽荷重引裂度試験機	熊谷理機工業(株)	エレメント [®] 型	目盛範囲 : 0~33g	H. 6
低圧破裂度試験機	(株)安田精機製作 所	ミューレン型 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 [®] 型	デジタル表示、エアチャック使用	H. 6
MIT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
ガーデ ンソ メータ	(株)東洋精機	158	空気透過量 : 最大350ml 透過面穴径 : 286±0.1mm	H. 6

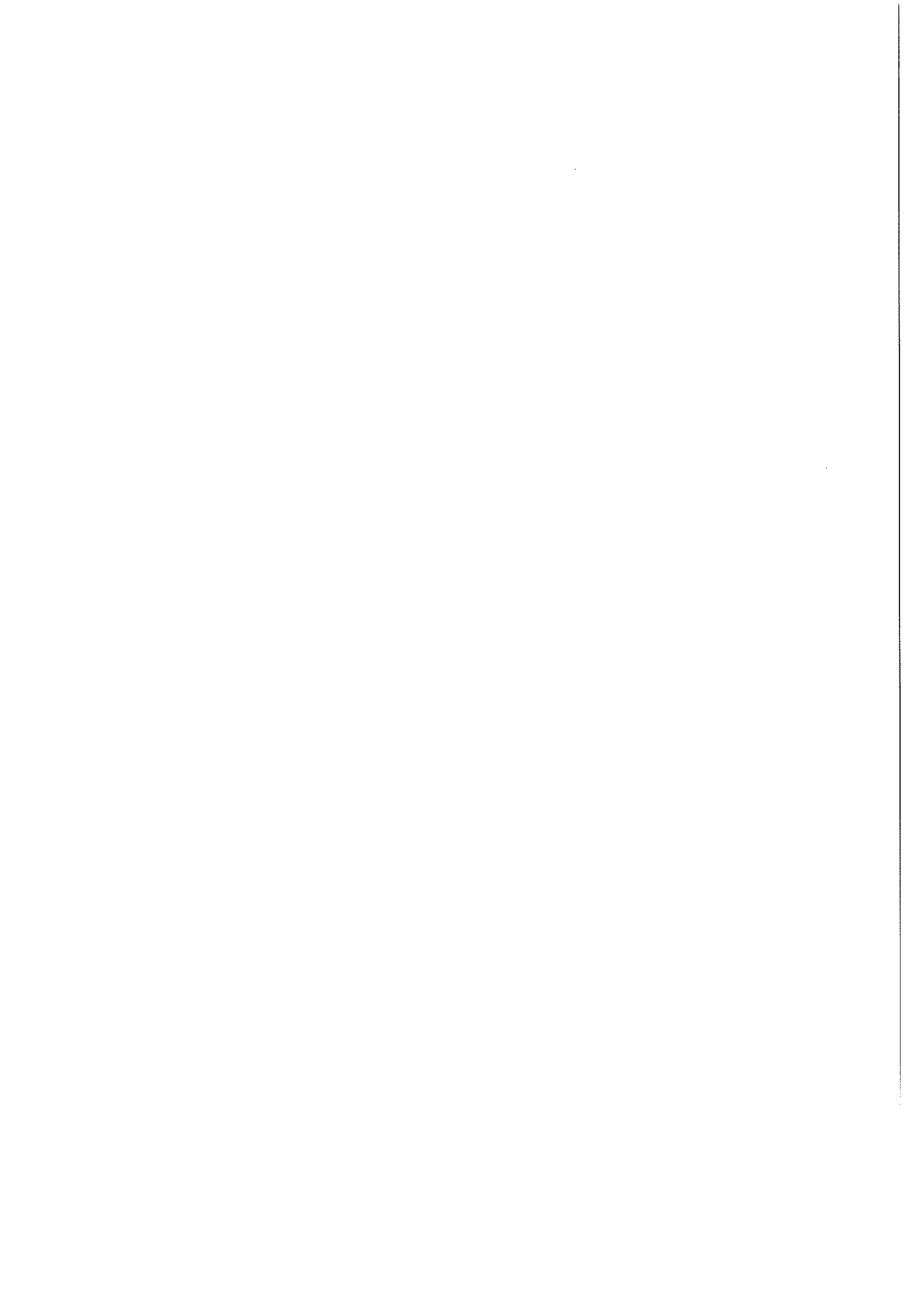
設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
元 素 分 析 用 低 真 空 S E M	日本電子(株)	JSM-5310L /JED2100	走査電子顕微鏡 検出器 : 大型高感度半導体 二次電子分解能 : 4.5nm(WD8mm) 二次電子倍率 : ×15~×200,000 反射電子分解能 : 5.5nm(WD8mm) 反射電子倍率 : ×15~×100,000 ズーム型コンデンソレンズ [※] 装備 加速電圧 : 0.5~3kv (0.1kv幅) 真空度 : 6Pa~270Pa X線分析装置 リソグラフィ型 QBaseによる定性分析データベース	H. 6
オートクレーブ	サンヨー(株)	MLS-3020	滅菌温度 : 105℃~121℃	H. 5
イ メ ー ジ ア ナ ラ イ ザ ー	東洋紡績	V10	画像マトリ : 512×400画素×8ビット ×12画面 画像処理機能 : 個数、面積、円相当径 最大弦長、フェノ径 周囲長等	H. 6
ハ ン ド ル オ ー メ ー タ ー	熊谷理機工業(株)	2050	測定範囲 : 25g、50g すき間間隔 : 5~20mm	S. 53
段ボール圧縮試験機	日本理学工業(株)	SAC	最大容量 : 5ト 圧縮板間隔 : 0~1000mm 圧縮板大きさ : 1000mm四方	S. 45
万 能 引 張 試 験 機	東洋ホーパウイン	UTM-4L	最大荷重 : 300kg ストローク : 最大1300mm 引張速度 : 5~1000mm/min	S. 45
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)	紫外線ロング ライフタイプ 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
マ イ ク ロ ハ イ ス コ ー プ	(株)ハイロックス	DH-2200	倍率 : 20~100可変 ビデオプリンター	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)	FO-710	使用温度範囲 : 100~1150℃	H. 16
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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
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 ー メ ー タ ー	東洋テスター工業(株)	B型	大空気量 : 300cc 低測定面積：645.16mm ²	S. 51
パ ン ク チ ュ ア テ ス タ ー	(株)東洋精機	T. M. I		S. 42
耐 折 度 試 験 機	(株)東洋精機	MIT型	折り曲げ荷重 : 0.5~1.5kg つかみ回転速度：175±10rpm	S. 55
I C P 発 光 分 析 装 置	(株)パーキンエルマー	OPTIMA3000		H. 7
全 有 機 体 炭 素 計	(株)島津製作所	TOC-5000A	4ppb~4000ppm	H. 7
製 炭 炉	(株)紀州ひのき屋	CF-300S	容積：3.5m ³	H. 8
粉 砕 機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉碎室内径：250mmφ 回転数 : 4000~10000rpm	H. 8
テ ー 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 試験ホログ-回転速度：約70rpm JIS L-1906, L-1096対応	H. 8
カ ス ト ム 式 織 物 摩 耗 試 験 機	(株)大栄科学精器 製作所	CAT-125	往復摩擦台距離：25cm 往復摩擦台速度：125±5回/分 ゴム膜、空気圧：0.5kg/cm ² JIS L-1906, L-1096対応	H. 8
緩 衝 材 用 落 下 衝 撃 試 験 装 置	吉田精機(株)	ACST-200	落下重錘質量：0.9~50kg JIS Z-0235-76対応	H. 9
不 織 布 風 合 い 計 測 シ ス テ ム	カトーテック(株)	KES-FB1 KES-FB2 KES-FB3 KES-FB4	引張り・せん断試験機 純曲げ試験機 圧縮試験機 表面試験機	H. 10
水 蒸 気 透 過 度 テ ス タ ー	八洲貿易(株) Dr. Lyssy社製	L80-4000型 Ver. J	JIS Z-0208及びK-7129対応	H. 10
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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
マーチンデール 摩 耗 試 験 器	(株)大栄科学精器 製作所	403	JIS L-1096摩耗試験機対応	H. 10
ラウンダーメーター	(株)大栄科学精器 製作所	L-8	不織布、繊維製品の水及び洗濯に対す 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 : マニカールリングφ900L/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
熱 分 析 装 置	(株)島津製作所	DSC-60	温度範囲 常温~600℃	H. 15



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	595	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	590	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	602	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	32	蒸気管理、節電
公害防止技術	37	排水処理
計	1,980	

(2) 技術指導

担当部	内容
不織布・加工部	コーヒー袋用紙セラミック加工技術 油分解シート製造技術 自動車ハンドル滑り止めエンボス加工技術
製紙技術部	中世和紙の再現試作開発 修善寺紙復元抄造方法 衣服ぼろのシート化抄造方法 手すきはがき用原料処理技術および抄紙方法 パーマ原紙抄造技術 アクリル繊維の叩解技術および抄造技術 アマゾン自生植物のパルプ化技術

2 依頼試験及び設備使用

(1) 依頼試験

年度	7	8	9	10	11	12	13	14	15
件数	1,680	2,582	2,258	2,687	2,885	2,281	2,988	3,605	3,061
手数料(千円)	3,385	6,312	6,841	6,402	6,712	10,113	10,245	12,302	11,129

(2) 設備使用

年度	7	8	9	10	11	12	13	14	15
件数	460	634	672	893	1,040	860	1,021	893	1,250
使用料(千円)	281	488	488	636	848	675	941	756	915

3 研修生の受け入れ

人数	期間	内容	備考
1	4/8～4/18	手すき和紙の流し漉きに関する実習	和紙工房パピエ
1	4/14～4/23	雁皮の流し漉きに関する研修	カルガリー大学
2	6/9～6/13	手すき和紙の基本的技術の習得	(株)岡墨光堂
1	7/14～7/18	手すき和紙全行程の技術取得	和紙工房パピエ
9	7/28～7/30	不織布の製造法と物性の関連	京都女子大学
3	8/18～8/29	インターンシップ	高知工科大学
3	8/18～8/29	インターンシップ	高知工業高等専門学校
3	8/18～8/29	インターンシップ	高知女子大学
1	9/1～9/5	和紙原料処理から抄造および繊維組成検査方法の研修	(株)坂田墨珠堂
4	9/16～9/19	原料から抄紙乾燥に至る楮紙製造工程の実習	昭和女子大学
1	9/29～10/10	鎌倉中期絵巻復刻のための古典技術の再現実習	東京芸術大学
1	10/6～10/10	補修紙作成のための手すき和紙製作	(有)桂文化財修理工房
2	10/27～10/31	写経用紙の再現と補修紙の作成実習	東北芸術大学

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	公開中	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	公開中	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
特許	出願中	出願日 H15.10.3	模様付き不織布の製造方法および模様付き不織布

5 講師派遣及び口頭発表

会 名	場 所	テ ー マ	発 表 者	年 月 日
文化財保存修復学会	京都造形芸術大学	セルロース誘導体を用いた紙資料の強化法について	関 正純	H15. 6. 7
平成15年度 物質工学連合部会 第12回木質科学分科会 紙パルプ研究会	水戸市	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	H15.10. 2
機能紙研究会	県民文化ホール	スギオイルを利用したガーデニング防虫シート	森澤 純	H15.11.20
国立民族学博物館 共同研究会	国立民族学博物館	Strengthening of bound Papers using cellulose derivatives in solution or in dispersion	関 正純	H15.11.25
平成15年度 平四国紙パルプ 第2回講演会	高知	欧州における古文書の大量保存修復処理法	関 正純	H16. 3.11

6 開放試験設備利用研修事業

日 程	設 備 名	研修修了者数
H15. 5.20	顕微FT-IR	6名
H15.11. 7	摩擦感テスター・ハンディー圧縮試験機	1名
H16. 1.23	元素分析用低真空走査型電子顕微鏡	4名
H16. 2. 5	熱分析装置 (DSC-60) パームポロメーター	2名
H16. 2.12	熱分析装置 (DSC-60)	2名
H16. 2.25	分光蛍光光度計 (F-4500)	1名





















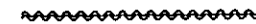
7 客員研究員招へい事業

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 資質向上の指導	H15. 7.28 H15. 7.29	最新の不織布情勢について 次世代機能シートについて	
	H15.10. 9	複合不織布について	
	H15.11.20	複合不織布について	
	H16. 1.22	複合不織布について	
	H16. 2.25	シルク不織布の性能について	
	H16. 3.11 H16. 3.12	模様不織布複合化技術について	

8 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: 43名)

開催日	テーマ	等	参加数
H15. 5.28	<p>消臭繊維を用いた不織布製造</p> <p>①消臭繊維シート 消臭繊維クレンスカイ (1.7dt×40mm 100%)</p> <p>②消臭繊維シート 消臭繊維クレンスカイ (1.7dt×40mm 70%) 熱溶融繊維NBF-SH317(2.0d ×51mm 30%)</p> <p>③複合消臭繊維シート 消臭繊維シート②(25g/m²) 消臭繊維シート①(23g/m²) PPスパンボンド (22g/m²)</p> <p>④複合消臭繊維シート 消臭繊維シート②(25g/m²) 消臭繊維シート①(23g/m²)</p> <p>目付: ③70g/m²、④48g/m²</p> <p>W J 圧: シート作成2+3.5+3.5MPa(3本処理) 複合 5+10+10MPa(3本処理)</p> <p>W Jノズル: シート作成φ0.1mm-1.0mm^tツチ×3本 複合 φ0.1mm-1.0mm^tツチ×3本</p>	<p>↓↓↓↓↓WJ</p> <p>—————</p> <p>—————</p> <p>—————</p> <p>↓↓↓↓↓WJ</p> <p>—————</p>	3
H15. 7. 9	<p>分割繊維を用いた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>①複合不織布シート PETウェブ(2.0d ×51mm 100%) (28g/m²) 分割繊維スパンボント^ススパンレースマ(58.2g/m²)</p> <p>②複合不織布シート PETシート(2.0d ×51mm 100%) (25g/m²) PETウェブ(2.0d ×51mm 100%) (25g/m²) 分割繊維スパンボント^ススパンレースマ(39.1g/m²)</p> <p>目付: 90g/m²</p> <p>W J 圧: シート作製3+3+0MPa(2本処理) 複合1 5+0+11MPa(2本処理) 複合2 5+0+13MPa(2本処理) 複合3 5+0+15MPa(2本処理)</p> <p>W Jノズル: シート作製φ0.1mm-1.0mm^tツチ×2本 複合 { φ0.1mm-1.0mm^tツチ×1本 { φ0.16mm-1.0mm^tツチ×1本</p>	<p>↓↓↓↓↓WJ</p> <p>~~~~~</p> <p>↓↓↓↓↓WJ</p> <p>~~~~~</p>	3
H15. 9.24	<p>メルトブロー不織布とスパンレース不織布との複合不織布作製</p> <p>①複合不織布シート PETウェブ(2.0d ×51mm 100%) (15g/m²) PPメルトブロー不織布(20g/m²又は25g/m²) PETウェブ(2.0d ×51mm 100%) (15g/m²)</p> <p>②複合不織布シート PETウェブ(2.0d ×51mm 100%) (30g/m²) PPメルトブロー不織布(20g/m²又は25g/m²)</p> <p>目付: 50~60g/m²</p> <p>W J 圧: 複合① 1+10+0MPa(2本処理) 複合② 1+5+10MPa(3本処理)</p> <p>W Jノズル: 複合① φ0.08mm-0.6mm^tツチ×2本 複合② φ0.08mm-0.6mm^tツチ×3本</p>	<p>↓↓↓↓↓WJ</p> <p>~~~~~</p> <p>~~~~~</p> <p>↓↓↓↓↓WJ</p> <p>~~~~~</p>	1

開催日	テーマ	等	参加数
H15.12.4	模様修飾不織布製造1 (トイレトーパー等を利用) ↓↓↓↓↓WJ ①レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  12g/m ² 漉き合わせトーパー-原紙  19g/m ² レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  12g/m ² ↓↓↓↓↓WJ ②レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  12g/m ² プリントトーパー-原紙  32g/m ² レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  12g/m ² 目付: 43g/m ² 又は 56g/m ² WJ 圧: 1+2+2MPa (3本処理) WJノズル: φ0.1mm-1.0mm ² ずつ×3本		7
H16.1.21	模様修飾不織布製造2 (落水紙等を利用) ↓↓↓↓↓WJ ①-1 レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 落水紙 (小梅)  16g/m ² レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 目付: 45g/m ² WJ 圧: 2+5+10MPa (3本処理) WJノズル: φ0.08mm-0.5mm ² ずつ×1本 φ0.08mm-1.0mm ² ずつ×2本 ↓↓↓↓↓WJ ①-2-1レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 落水紙 (小梅)  16g/m ² レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 目付: 45g/m ² WJ 圧: 2+5+10MPa (3本処理) WJノズル: φ0.08mm-1.0mm ² ずつ×2本 φ0.08mm-0.5mm ² ずつ×1本 ↓↓↓↓↓WJ ①-2-2レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 落水紙 (小梅)  16g/m ² レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 目付: 45g/m ² WJ 圧: 1+2+7MPa (3本処理) WJノズル: φ0.08mm-1.0mm ² ずつ×2本 φ0.08mm-0.5mm ² ずつ×1本 ↓↓↓↓↓WJ ②-1-1レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 落水紙 (楮入り渦巻)  18g/m ² レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 目付: 48g/m ² WJ 圧: 2+5+10MPa (3本処理) WJノズル: φ0.08mm-1.0mm ² ずつ×2本 φ0.08mm-0.5mm ² ずつ×1本 ↓↓↓↓↓WJ ②-1-2レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 落水紙 (楮入り渦巻)  18g/m ² レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm)  15g/m ² 目付: 48g/m ² WJ 圧: 1+2+7MPa (3本処理) WJノズル: φ0.08mm-1.0mm ² ずつ×2本 φ0.08mm-0.5mm ² ずつ×1本		12

開催日	テーマ	等	参加数
	<p>②-2 レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm) ↓↓↓↓↓ WJ 落水紙 (楮入り渦巻) ————— 目付: 48g/m² W J 圧: 2+5+10MPa (3本処理) W J ノズル: φ0.08mm-1.0mm^φ ヅチ×2本 φ0.08mm-0.5mm^φ ヅチ×1本</p> <p>③-1 レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm) ↓↓↓↓↓ WJ 落水紙 (PP入り渦巻) ————— レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm) ~~~~~ 目付: 56g/m² W J 圧: 2+5+10MPa (3本処理) W J ノズル: φ0.08mm-1.0mm^φ ヅチ×2本 φ0.08mm-0.5mm^φ ヅチ×1本</p> <p>③-2 レヨン繊維ウエブ (2.0d×51mm) ↓↓↓↓↓ WJ 落水紙 (PP入り渦巻) ————— 目付: 56g/m² W J 圧: 2+5+10MPa (3本処理) W J ノズル: φ0.08mm-1.0mm^φ ヅチ×2本 φ0.08mm-0.5mm^φ ヅチ×1本</p>	<p>30g/m² 18g/m²</p> <p>15g/m² 26g/m² 15g/m²</p> <p>30g/m² 26g/m²</p>	
H16. 2.19	技術講習会 テーマ: 「現今の和紙流通について」 講師: 小津産業株式会社 小西 良明 テーマ: 「ふるさとの夢・紙」 講師: 元関西土佐和紙懇話会副会長 林 哲雄		32
計			58

(2)コーター&ラミネーター研究部会(会員数:42名)

開催日	テーマ	等	参加数
H15. 7.23	天然系薬品を用いた紙加工 第一回 紙とフィルムのラミネート 原紙 機会漉き和紙 PETフィルム 薬品 にかわ系接着剤 ①PETフィルム+機械漉き和紙のドライラミ		7
H15. 9.30	天然系薬品を用いた紙加工 第二回 ニカワ接着剤および油分解菌を用いた食用油分離槽用油分解シート の作製 原紙 センター作製原紙 水解紙 薬品 にかわ系接着剤 アルギン酸バインダー 乾燥油分解菌 ①にかわ系接着剤およびアルギン酸バインダー混合液を用いた油分解菌のS字トップコート ②アルギン酸バインダー混合液を用いた油分解菌のグラビアコート		6
H15.11. 5	天然系薬品を用いた紙加工 第三回 天然材料を利用した不織布のディッピング加工およびグラビア加工 原紙 メッシュ状不織布 薬品 ゼラチン アルギン酸バインダー ゼリー用寒天 カゼイン 食用青色(1号、4号、デキストリン) 各種薬品のディッピングコート		12
H16. 2.19	技術講習会 テーマ:「現今の和紙流通について」 講師:小津産業株式会社 小西 良明 テーマ:「ふるさとの夢・紙」 講師:元関西土佐和紙懇話会副会長 林 哲雄		32
H15. 2.26	天然系薬品を用いた紙加工 第四回 アルギン酸バインダーによる遠赤外線セラミックのグラビア加工		6
計			63

(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
H15.6.19	紙糸用雁皮紙の抄造		3
H15.7.24	個別開催(A社 家庭紙)		2
H15.9.17,18	個別開催(B社 湿式不織布)		4
H15.11.19	改質パルプの抄紙(原紙、マーセル化、マーセル化+温水処理)		3
H15.2.13	個別開催(C社 家庭紙)		3
H16.2.19	技術講演会 ①テーマ:現今の和紙流通について 講師:小津産業株式会社 小西良明 ②テーマ:ふるさとの夢・紙 講師:元関西土佐和紙懇話会副会長 林 哲雄		32
計			47

(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
H15.5.1	三極(円網)、楮(短網)抄き合わせ紙の抄造 染色抄き合わせ紙(模様入り)の抄造 年間計画意見交換		4
H15.6.26	填料サンド紙(木材パルプ二層抄き合わせ内部に填料を添加)		32
H15.8.26	金銀砂子紺紙(円網と短網のコンビネーション)		27
H15.11.6	料紙(微細繊維散布による模様付け)		4
H16.2.4	タイ楮クレープ紙 ガンピクレープ紙		3
H16.2.19	紙産業技術講習会 (1)「現今の和紙流通について」 小津産業株式会社 小津博物館マネージャー 小西 良明 氏 (2)「ふるさとの夢・紙」 元関西土佐和紙懇話会副会長 林 哲雄 氏		32
計			102

III 調查研究報告

スパンレース不織布の基礎研究
(第9報) 和紙/スパンレース不織布複合体の基本力学特性

森澤 純 松本 博 田村 愛理 近森 麻矢 鈴木 慎司 林 幸男
*矢井田 修 *竹中 裕恵 *皆見 亜衣子 *松宮 賜美

Jun MORISAWA Hiromu MATSUMOTO Eri TAMURA Maya CHIKAMORI Shinji SUZUKI Yukio HAYASHI
*Osamu YAIDA *Hiroe TAKENAKA *Aiko MINAMI *Tamami MATSUMIYA

本研究では、和紙(コウゾ)の持つ強度的特性と優美さおよび分割繊維スパンレース不織布の良好な風合い性を組み合わせることにより、アパレル用の素材として利用するため、基本力学特性について検討した。

試料として、ポリエステル、和紙(楮)を原料とする、2種類の積層構造の複合不織布を試作した。また、複合時のWJ三次圧を変化させ、WJ処理を片面打、両面打で行うことにより複合化し、三次圧と片面、両面打の影響を調べ比較検討した。

試作した12種類の複合不織布について、KES試験機を用いた基本力学特性、引張試験およびラローズ法による吸水性を測定したところ、和紙/スパンレース不織布の複合の仕方によって性質がかなり異なることが明らかとなった。

これらの実験により、基本力学特性や通気性、吸水性の観点から製造条件を選択することによりこの複合体はアパレル用素材としての可能性があると考えられる。

1. はじめに

今から2千年も前に中国で紙が発明された。和紙は610年推古天皇の時代に、高麗の工芸僧蔡倫の製紙技法が高句麗の僧曇徴によって伝えられたと「日本書紀」に記されている。

和紙は本来手すきであり、和紙の原料としてはガンピ、ミツマタ、コウゾなどが用いられ、強度的に優れ、しかも優美な独特の風合いがあり、洋紙とは異なる性質を有している。

江戸時代には和紙の着物である紙衣(かみこ)が広く用いられていた。また、東大寺のお水取りに練行僧が着ているのも紙衣である。

本研究では、和紙(楮)の持つ強度的特性と優美さおよび分割繊維スパンレース不織布の良好な風合い性を組み合わせることにより、アパレル用の素材として利用するため、基本力学特性について検討した。

2. 材料および方法

2. 1 不織布および製造方法

2. 1. 1 分割繊維スパンレース不織布

分割繊維スパンレース不織布の原綿には、分割繊維P91(3.3dT×51mm、ユニチカ製)を用いた。分割繊維P91は、ポリエステルとポリプロピレンを交互に配列された20分割構造を持つ複合繊維である。

分割繊維P91が分割しない程度の水圧で作製した分割繊維スパンレース不織布(目付

15g/m²)を作製し、和紙/スパンレース不織布複合体の積層に供した。

また、和紙/スパンレース不織布の複合の際には、カード機から分割繊維P91のウェブ(目付36g/m²)を作製し、和紙/スパンレース不織布の複合に供した。

2. 1. 2 楮和紙

和紙(楮、54g/m²、(有)高岡丑製紙研究所製)は、市販されているものを用いた。

2. 1. 3 製造機

分割繊維スパンレース不織布の作製および和紙/スパンレース不織布の複合には、高知県立紙産業技術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)製)を用いた。

2. 1. 4 和紙/スパンレース不織布複合体の積層

和紙/スパンレース複合不織布は、和紙、分割繊維スパンレース不織布、分割繊維ウェブの積層の仕方によりおよび水流交絡法の処理条件を変化させることにより、4種のグループで計12種類作製した。

○グループA

上から分割繊維スパンレース不織布、和紙、分割繊維スパンレース不織布の順で重ね合わ

せ、WJ処理圧を変化させて複合した。WJ処理は表面のみ行った。

○グループB

グループAと同様にそれぞれのシートを重ね合わせ、WJ処理圧を変化させて複合した。表裏の両面のWJ処理による複合を行った。

○グループC

上から和紙、分割繊維ウェブを重ね合わせ、WJ処理圧を変化させて複合した。WJ処理は表面のみ行った。

○グループD

グループCと同様にそれぞれのシートを重ね合わせ、WJ処理圧を変化させて複合した。表裏の両面のWJ処理による複合を行った。

○ブランク

また、対照として、分割繊維P91のみの

спанレース不織布を作製した。目付は36g/m²であり、WJ処理条件は、ブランク1はグループC、ブランク2はグループDと同様にした。

それぞれの和紙/спанレース複合不織布のIDおよびWJ処理条件の詳細を表1に示す。

それぞれの和紙/спанレース複合不織布の共通の製造条件は以下のとおりである。

○WJノズル

1st 100μmφ×1.0mmP

2nd 100μmφ×1.0mmP

3rd 160μmφ×1.0mmP

○WJワイヤーネットメッシュ 50mesh

○乾燥温度 120℃

○製造速度 7m/min

表1 試作不織布のIDおよびWJ処理条件

グループ	サンプルID	WJ処理面	WJ処理圧 (MPa)			目付 (g/m ²)
			1st	2nd	3rd	
A	A-1	表面	1	5	11	84
	A-2	表面	1	5	13	
	A-3	表面	1	5	15	
B	B-1	表面	1	5	11	84
		裏面	5	-	11	
	B-2	表面	1	5	13	
		裏面	5	-	13	
	B-3	表面	1	5	15	
		裏面	5	-	15	
C	C-1	表面	5	-	11	90
	C-2	表面	5	-	13	
	C-3	表面	5	-	15	
D	D-1	表面	5	-	11	90
		裏面	5	-	13	
	D-2	表面	5	-	15	
		裏面	5	-	11	
	D-3	表面	5	-	13	
		裏面	5	-	15	
ブランク1	SB1-1	表面	5	-	11	36
	SB1-2	表面	5	-	13	
	SB1-3	表面	5	-	15	
ブランク2	SB2-1	表面	5	-	11	
		裏面	5	-	13	
	SB2-2	表面	5	-	15	
		裏面	5	-	11	
	SB2-3	表面	5	-	13	
		裏面	5	-	15	

2. 2 使用機器および実験

2. 2. 1 KES-FB システムによる測定

試作した和紙/スパンレース複合不織布を裁断し、KES-FB システム（カトーテック社製）を用いて、引張、曲げ、剪断、圧縮、表面の各基本力学特性を測定した。各基本力学特性の詳細を表2に示す。

○引張試験および剪断試験

引張試験は KES-FB1 を用いて行った。

『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^{-5} /sec. で一定にし、最大荷重 $F_m = 500 \text{gf/cm}$ まで引張した後、変形回復過程を測定した。

引張の線形性 (LT)、単位面積あたりの引張エネルギー (WT) および引張レジリエンス (RT) の各基本力学特性を比較した。

剪断試験は、引張試験と同様のストリップ二軸引張変形様式で、たて方向に力 W を与え、よこ方向に剪断変形を与えた。剪断ずり速度は 0.417mm/sec とした。

剪断剛性 (G)、剪断角 0.5 度におけるヒステリシス (2HG) および剪断角 5 度におけるヒステリシス (2HG5) の各基本力学特性を比較した。

○曲げ試験

曲げ試験は KES-FB2 を用いて行った。

曲率 $K = -2.5 \sim +2.5 \text{cm}^{-1}$ の範囲で等速度曲率の純曲げを行った。変形速度は $0.50 \text{cm}^{-1} / \text{sec}$ とした。

単位長さあたりの曲げ剛性 (B) および曲げヒステリシス (2HB) の各基本力学特性を比較した。

○圧縮試験

圧縮試験は KES-FB3 を用いて行った。

面積 2cm^2 の円形平面を持つ剛板間で圧縮し、試料に 50gf/cm^2 の荷重を掛け、圧縮特性の線形性 (LC)、圧縮エネルギー (WC) および圧縮レジリエンス (RC) の各基本力学特性を測定した。

○表面試験

表面試験は KES-FB4 を用いて行った。試料を平滑な金属平面上に置き、 0.1cm/sec の一定の速さで水平に 2cm 移動させた。試料には、 20gf/cm (単位幅当たりの力) の一軸張力を与えた。

平均摩擦係数 (MIU)、係数 μ の平均偏差 (MMD) および表面の粗さの平均偏差 (SMD) の各基本力学特性を比較した。

ここでは、 μ は摩擦力/試料を圧する力である。

表2 KES-FB システムによる測定項目および各基本力学特性

特性	項目	特性値の内容	単位	備考
引張	LT	引張線形性	—	値が1に近いほど弾性的である。
	WT	引張仕事量	$\text{g} \cdot \text{cm}/\text{m}^2$	値が大きいほどよく伸びる。
	RT	引張レジリエンス	%	値が大きいほど回復性がよい。
剪断	G	剪断剛性	$\text{g}/\text{cm} \cdot \text{degree}$	値が大きいほど剪断剛い。
	2HG	剪断角 0.5 度におけるヒステリシス	g/cm	値が大きいほどわずかな剪断変形における回復性が悪い。
	2HG5	剪断角 5 度におけるヒステリシス	g/cm	値が大きいほど大きな剪断変形における回復性が悪い。
曲げ	B	曲げ剛性	$\text{g} \cdot \text{m}^2/\text{cm}$	値が大きいほど曲げ剛い。
	2HB	曲げヒステリシス	$\text{g} \cdot \text{cm}/\text{cm}$	値が大きいほど回復性が悪く、布の弾力感がない。
圧縮	LC	圧縮線形性	—	値が1に近いほど圧縮弾性的である。
	WC	圧縮仕事量	$\text{g} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$	値が大きいほどつぶれやすい。
	RC	圧縮レジリエンス	%	値が大きいほど回復性がよい。
表面	MIU	摩擦係数	—	値が大きいほど布の表面がザラザラしている。
	MMD	摩擦係数の平均偏差	—	値が大きいほど MIU の値が一定でない。
	SMD	表面の凹凸のばらつき	μ	値が大きいほど布の厚みが一定でなく場所によるばらつきがおおきい。

2. 2. 2 引張強さ試験

引張試験は東洋精機(株)製引張試験機(ストログラフVI-C)を使用した。

各和紙/スパンレース複合不織布から、幅2.5cm×長さ20cmの試料を、長さCD(たて)方向、幅MD(よこ)方向にそれぞれ5枚ずつランダムに採取し、試験長10cmで測定した。引張速度は50mm/minとした。伸度、応力、強度初期ヤング率を求めた。

各試料を5回ずつ測定し、その最大値および最小値を省いた3回の平均値を求めた。

2. 2. 3 吸水性試験

吸水性試験はラローズ法測定装置で行った。ラローズ法は20℃の蒸留水を用い、直径6cmのガラスフィルターの表面に一定荷重を加えながら、直径6cmの円形試料を接触させ、単位時間当たりの試料に吸水された水量を測定した。

試料に荷重を加え、ガラスフィルター面上に静かにのせた時が実験開始時刻となる。

試料に吸水された水量を測定した時間は、吸水状態に合わせて、1秒、3秒、5秒、7秒、9秒～飽和状態までとした。

荷重はラローズ法で定められている17gf/cm²とした。

今回の実験では、各々の試料を3回ずつ測定し、その平均値を求めた。

2. 2. 4 通気性試験試験

通気性試験はKES-F8-API(通気抵抗度試験機、カトーテック社製)を用いて行った。

測定は各試料3回ずつ行い、その平均値を求め、通気抵抗Rより通気度Cを求めた。

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. 結果および考察

3. 1 KES-FBシステムによる測定結果

KES-FBシステムによる測定結果を表3、4、5、6、7、8に示す。

3. 1. 1 引張試験

引張特性とは、布を引っ張った時の力と歪(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つの特性値が引張特性に関する力学パラメー

ター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となる。しかし実際の布は繊維集合体であるため、引張特性は非直線的な挙動を示す。

ここでLT値とは力の歪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(レジリエンス)が高くなる。

KES-FBシステムによる測定結果によると、ブランク不織布と比べて和紙/スパンレース複合不織布の引張強さは、ほとんど変化がない。しかし、和紙を複合した場合、不織布では伸び量が少なくなり、また回復性が良くなる結果となった。これは、歪が小さくなった分、回復しやすくなったからだと考えられる。

片面打、両面打によるLT値の違いも、構造によるLT値の違いも見られない。全体的に数値は大きく、引張強いと考えられる。特にたて方向への引張に強いことがわかる。

引張仕事量WT値は、片面打よりも両面打の方が大きくなっていることがわかる。また、構造の違いによる引張仕事量WT値への影響は見られないが、若干B値の方が大きくなっている。たて方向、よこ方向を比較してみると、すべての試料でよこ方向の値が大きくなっており、伸びやすいことがわかる。

引張レジリエンスRT値は、引張仕事量WT値と同様に、片面打よりも両面打の方が値が大きく、回復性が良いことがわかる。ただし、たて方向は顕著にあらわれているが、よこ方向にはあまり差が見られない。構造の違いで比較してみると、引張仕事量WT値とは逆にグループCおよびDよりグループAおよびBの方がたて方向、よこ方向共に値が大きくなっている。

これらの結果より、片面打よりも両面打の方が歪が大きい、その分回復性に優れていることがわかる。また、グループAおよびBはグループCおよびDより歪が小さい上、弾性回復に優れており、形くずれなどがしにくい。グループCおよびDは歪が大きく、弾性回復も悪いため、より多く永久変形(永久歪)が残った。これはグループAおよびBの方がグループCおよびDよりも表面に出ている分

割繊維P91の量が多く、分割繊維P91の弾性回復に極めて優れているという性質がより影響しているからだと考えられる。

3. 1. 2 剪断試験

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）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（剪断角0.5度）を求めることができる。Gの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いことを意味している。

KES-FBシステムによる測定結果によると、片面打、両面打共に、和紙/спанレース複合不織布のG値はブランク不織布に比べて大きくなっており、剪断変形が強くなった。しかし、2HG値はブランク不織布より大きくなり、初期剪断変形の回復性が悪くなる傾向を示した。

両面打より片面打の方が、また、グループAおよびBよりグループCおよびDの方が剪断強いことがわかる。

両面打は、片面打に比べて繊維同士の絡まりが強く交差点が堅固になっており、さらに繊維中の密度が高いため剪断しにくいのだと考えられる。また、用いる繊維の形状や性質、繊維量も影響を及ぼしているものと推察される。即ち、硬い性質である楮が表に出ているグループCおよびDの方が剪断に強くなったものと考えられる。

また、両面打より片面打の方が、2HG値が大きいことがわかる。グループAおよびBよりグループCおよびDの方が2HG値が大きく、初期剪断変形における回復性が悪いことがわかる。

3. 1. 3 曲げ試験

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率が悪く、布の弾力感が無いことを意味する。

KES-FBシステムによる測定結果によると、和紙/спанレース複合不織布の曲げ剛性、曲げヒステリシスの値は、ブランク不織布に比べて若干大きいものの、特にグループAおよびBではほとんど変わらない。これは、ブランク不織布に比べて、和紙/спанレース複合不織布のヤング率が大きくなったことが

影響していると考えられる。分割繊維P91のみで構成されているブランク不織布の方が分割繊維P91の回復性の良い性質がより反映されているからだと思われる。

たて方向、よこ方向共に、片面打の方が両面打に比べて曲げ剛いことがわかる。また、グループAおよびBよりグループCおよびDの方が曲げ剛いことがわかる。

さらに、両面打より片面打の方が、グループAおよびBよりグループCおよびDの方が曲げヒステリシスが大きく、曲げ回復性が悪いことがわかる。

これらはヤング率の違いによる影響だと考えられる。ヤング率の小さいものは柔らかく曲げやすい。また、圧縮弾性度の小さいものほど曲げやすいためこのような結果になったと考えられる。

たて方向、よこ方向で比較すると、たて方向の方がよこ方向よりも曲げ剛く、曲げ回復性は悪い。これは、繊維の向きが大きく影響していると考えられる。繊維はたて方向に1次結合しているため、よこ方向の方が比較的動きやすくなっているためこのような結果になったものと考えられる。

3. 1. 4 圧縮試験

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、風合いの観客評価に役立てられる。ここではLC値は圧力と厚みの関係で、この値が小さい程初期に圧縮柔らかい。WC値は最大圧力までの仕事量であり、一般にこの値が大きい程布はつぶれやすい場合が多い。RC値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、この値が大きい程布は圧縮変形からの回復性が高い。

KES-FBシステムによる測定結果によると、ブランク不織布の方が和紙/спанレース複合不織布より弾力的であることがわかる。また、和紙/спанレース複合不織布の方が若干圧縮されにくくなった。圧縮レジリエンスの値は、ブランク不織布、和紙/спанレース複合不織布共に低く、どちらの不織布も圧縮回復性は良いとはいえない。

3. 1. 4 表面試験

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値が大きい程布の表面はざらざらして手指に引っ掛り、小さい程スムーズである。MMD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。

KES-FBシステムによる測定結果によると、blank不織布の方が和紙/спанレース複合不織布に比べてMIU値が大きいと、和紙を複合した方が滑らかになったことがわかる。MMD値は、たて方向、よこ方向共に和紙/спанレース複合不織布もblank不織布もほぼ同じ値となった。

たて方向は値が小さく、均等に滑らかなことがわかる。逆に、よこ方向は値が大きく、滑らかさの度合いが低い。これは繊維の向きがよこ方向に垂直に並んでいることが影響していると考えられる。

それぞれのSMD値により、表面の凹凸感は、和紙/спанレース複合不織布もblank不織布も、ほぼ同じであることがわかる。どちらの不織布もよこ方向に大きな凹凸が見られる。特に片面打は、和紙/спанレース複合不織布の方に凹凸が見られ、逆に両面打はblank不織布の方に凹凸が見られることがわかる。

片面打の方が両面打に比べてLC値が大きく、弾性的なことがわかる。グループAおよびB、グループCおよびDのLC値にあまり違いが見られない。このことから、今回の実験では、構造の違いは圧縮弾性には影響を与えていないと考えられる。

両面打より片面打の方が、グループCおよびDよりグループAおよびBの方が圧縮仕事量が大きく、圧縮されやすいことがわかる。また、グループAおよびBでは片面打のグループAの方が、逆にグループCおよびDでは両面打のグループDの方が圧縮回復性が良いことがわかる。

MIU値については、試料による差があまり

みられなかった。MMD値では、たて方向とよこ方向の差が顕著に表れた。これは、繊維がたて方向に配列しているため、よこ方向の摩擦係数の平均偏差値が高くなったからだと考えられる。

また、表面の凹凸感も、試料による差ではなく、たて方向よこ方向による差が顕著に表れなかった。これも、繊維の配列による影響であると考えられる。

3. 2 引張強さ試験結果

引張強さ試験結果を表9に示す。

спанレース不織布は、作る際の機械の流れによってウェブ内の繊維配列状態が整列している。試作した不織布は、たて方向に平行な整列状態をしているので、たて方向とよこ方向の切断荷重・切断伸びに差が出たと考えられる。衣料用として使われている繊維は一般に線状高分子からできていて、繊維上での高分子は繊維方向へよく配向しているという特徴を持つ。

試験方向で比べると、一次結合で連結している長さ方向のたての方が、引張に対しては非常に強く、繊維軸に垂直なよこ方向は弱くなる。そのため、たて方向はよこ方向に比べて切断伸びの値が小さく、逆に切断荷重は大きくなる。試作した不織布でも同様の結果が得られたため、引張においては衣料用として利用可能であるということがわかる。

WJ処理圧の違いによる引張強さの変化を比較すると、全体を通して規則性が認められなかった。WJ処理による圧力の違いにおける絡みの差は、切断荷重・切断伸びに対してはあまり関係ないと考えられる。

片面打と両面打の違いによる比較でも、全体を通して規則性が認められなかった。これより、片面打と両面打の違いにおける絡みの差は、切断荷重・切断伸びに対してはあまり関係ないと考えられる。

構造の違いによる比較では、全ての試料布においてグループAおよびBよりもグループCおよびDの方が、切断荷重が大きく切断伸びも大きい。これは構造上、グループAおよびBは、分割繊維P91と和紙の接続面が両面にあり、接続面が片面あるグループCおよびD比べて、分割繊維P91と和紙の繊維とのが多いためであると考えられる。

ヤング率はすべての試作不織布において、たて方向が大きいことがわかる。たて方向の方がWJ圧の違いによるヤング率の差が大き

く、よこ方向より影響を受けやすいことが伺える。即ち、よこ方向は、WJ 圧・構造・片面打/両面打の違いに影響されにくいものと考えられる。

今回の実験から、WJ・片面打と両面打による圧力の違いにおける絡みの差のように少しの違いでは、引張に対してはあまり変化をもたらさないが、構造の違いでは、1層が加わることで結果に影響を及ぼすことが明らかになった。

3. 3 吸水性試験結果

吸水性試験結果をグラフ 1 および 2 に示す。

片面打と両面打の違いによる比較では、両面よりも片面打の不織布の方が吸水速度は速く、飽和水量も多くなることが分かった。これは、片面打の方が試料布内の空間が多いため、両面打ちよりも水が入り込むスペースが大きいためだと考えられる。

また、WJ 処理圧力が高くなるほど吸水速度は早く、飽和水量も多くなることが分かった。これは、圧力をかける程分子鎖間の構造が変わるため、結合が変わり配向するからであると考えられる。配向したものでは無配向のものよりも水分子の拡散速度が早くなるため、吸水速度は早くなったのだと考えられる。

試作不織布の構造の違いにおいては、グループ C および D の方がグループ A および B よりも吸水速度は早く、飽和水量も多くなることが分かった。

今回の実験において顕著な差が現れたものは試料布の構造の違いによる試料の差である。これは分割繊維 P 9 1 と和紙の吸水性の違いが及ぼした影響であり、グループ C と比較して分割繊維 P 9 1 で剪まれているグループ A および B の方が和紙の部分に水が伝わりにくく、吸水速度・吸水量ともに劣ったと考えられる。

3. 4 通気性試験結果

通気性試験結果を表 10 に示す。

両面打よりも片面打の方が通気度は大きくなる傾向を示した。これは、積層が増える程通気抵抗が大きくなるためと考えられる。

また、WJ 処理圧が大きくなる程、通気度は小さくなる傾向を示した。これは絡み方の差であり、WJ 処理圧が大きくなるにつれて、不織布繊維と和紙繊維がよく絡み、表面上が密な構造となり、空気が通りにくくなるため

であると考えられる。

片面打と両面打の違いによる比較では、片面打ちの方が両面打ちの不織布よりも通気度 C は大きくなる傾向を示した。これは WJ 圧の違いと同様に、両面打は片面打よりも両方から力がかかるため、繊維はよく絡み合い、不織布表面がより密な構造となるからである。そのため、片面打の方が試料布内の空間が多いため、両面打ちよりも通気度 C の値が大きくなる。

構造の違いによる比較では、グループ A および B よりもグループ C および D の方が通気度 C は大きくなることが分かった。これは、グループ A および B は 3 層構造であるのに対してグループ C および D は 2 層構造であるから、層が少ないほど通気はよくなるためである。

今回の実験から、通気量は布の構造によって大きな影響を受け、繊維密度の小さい、すなわち隙間の大きい場合は通気性が高いことが伺える。

4. おわりに

和紙/スパンレース不織布について、製造条件や積層状態を変化させて試料を試作し、その基本力学特性や吸水性を調べた結果、積層の仕方によって性質がかなり異なることが分かった。

また、これらの実験により、基本力学特性や通気性、吸水性の観点から製造条件を選択することによりこの複合体はアパレル用素材としての可能性があると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 平成 13 年度生活造形学科卒業研究 絹複合不織布の基本的力学特性と物理的性能 98-7049 高蔵加奈、98-7085 松本佳代子、98-7107 山本雅代
- 2) 基礎からの被服材料学 文教出版城島栄一郎、矢井田修、中島照夫 共著
- 3) 和紙の研究－歴史・製法・用具・文化財修復－財団法人ポーラ美術振興財団助成事業研究報告書

表3 グループAの KES-FB システムによる測定結果

試験項目	物理特性値	A-1		A-2		A-3	
		たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
引張	LT	0.593	0.748	0.909	0.661	0.741	0.955
	WT	0.04	0.20	0.05	0.21	0.05	0.21
	RT	25.0	50.0	40.0	42.9	40.0	52.4
せん断	G	17.6	20.3	17.8	20.0	16.5	19.3
	2HG	19.2	20.9	19.2	22.7	18.9	24.0
曲げ	B	0.706	0.145	0.768	0.145	0.799	0.203
	2HB	0.756	0.127	1.000	0.125	0.933	0.185
圧縮	LC	0.373		0.364		0.381	
	WC	0.292		0.236		0.237	
	RC	48.6		51.7		48.1	
表面	MIU	0.226	0.246	0.244	0.222	0.219	0.216
	MMD	0.0128	0.0211	0.0153	0.0146	0.0096	0.0141
	SMD	2.55	6.24	1.92	3.41	3.32	4.44

表4 グループBの KES-FB システムによる測定結果

試験項目	物理特性値	B-1		B-2		B-3	
		たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
引張	LT	1.000	0.889	0.889	0.885	0.783	0.514
	WT	0.06	0.38	0.06	0.27	0.09	0.32
	RT	50.0	52.6	33.3	51.9	44.4	53.1
せん断	G	14.7	17.2	16.2	19.0	15.6	18.7
	2HG	13.0	18.5	14.5	17.9	14.9	19.8
曲げ	B	0.608	0.085	0.750	0.137	0.656	0.153
	2HB	0.536	0.063	0.818	0.098	0.702	0.113
圧縮	LC	0.344		0.340		0.332	
	WC	0.227		0.216		0.215	
	RC	44.1		45.4		46.5	
表面	MIU	0.228	0.221	0.232	0.216	0.206	0.236
	MMD	0.0137	0.0238	0.0123	0.0274	0.0108	0.0204
	SMD	2.94	2.89	2.85	4.50	2.28	3.41

表5 グループCの KES-FB システムによる測定結果

試験項目	物理特性値	C-1		C-2		C-3	
		たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
引張	LT	0.800	0.806	1.176	1.000	1.000	0.859
	WT	0.04	0.25	0.05	0.25	0.06	0.32
	RT	25.0	44.0	20.0	56.0	33.3	50.0
せん断	G	17.6	22.3	17.6	21.0	17.7	21.3
	2HG	23.2	25.8	20.1	22.8	18.8	23.2
曲げ	B	0.961	0.369	0.710	0.148	0.954	0.214
	2HB	1.396	0.310	1.139	0.124	0.987	0.190
圧縮	LC	0.349		0.367		0.480	
	WC	0.247		0.255		0.210	
	RC	44.9		43.5		48.6	
表面	MIU	0.225	0.246	0.240	0.223	0.236	0.238
	MMD	0.0098	0.0194	0.0121	0.0216	0.0094	0.0174
	SMD	2.65	5.94	2.77	8.65	2.77	6.39

表6 グループDの KES-FB システムによる測定結果

試験項目	物理特性値	D-1		D-2		D-3	
		たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
引張	LT	0.966	0.760	0.889	0.909	1.000	0.818
	WT	0.07	0.38	0.06	0.30	0.06	0.27
	RT	42.9	44.7	50.0	50.0	33.3	48.2
せん断	G	15.8	19.8	16.4	19.7	16.8	20.9
	2HG	15.4	20.7	19.4	22.5	18.7	23.2
曲げ	B	0.943	0.160	0.728	0.142	0.939	0.243
	2HB	1.116	0.132	1.077	0.115	1.470	0.213
圧縮	LC	0.371		0.301		0.363	
	WC	0.208		0.180		0.186	
	RC	48.6		50.6		50.5	
表面	MIU	0.236	0.215	0.251	0.225	0.211	0.227
	MMD	0.0108	0.0159	0.0120	0.0208	0.0093	0.0179
	SMD	2.13	3.54	2.24	3.73	2.50	4.85

表7 ブランク1の KES-FB システムによる測定結果

試験項目	物理特性値	SB1-1		SB1-2		SB1-3	
		たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
引張	LT	1.043	0.982	0.881	0.952	1.016	0.927
	WT	0.12	0.54	0.13	0.54	0.16	0.57
	RT	33.3	38.9	30.8	38.9	31.3	40.4
せん断	G	5.06	6.48	5.19	6.78	5.42	6.30
	2HG	11.4	18.3	12.5	18.1	13.7	17.2
曲げ	B	0.608	0.114	0.567	0.089	0.677	0.085
	2HB	0.615	0.127	0.605	0.097	0.736	0.092
圧縮	LC	0.800		0.835		0.746	
	WC	0.284		0.336		0.278	
	RC	51.1		48.2		48.9	
表面	MIU	0.312	0.323	0.358	0.364	0.376	0.358
	MMD	0.0111	0.0233	0.0128	0.0214	0.0169	0.0226
	SMD	3.81	3.84	3.21	4.95	2.67	4.01

表8 ブランク2の KES-FB システムによる測定結果

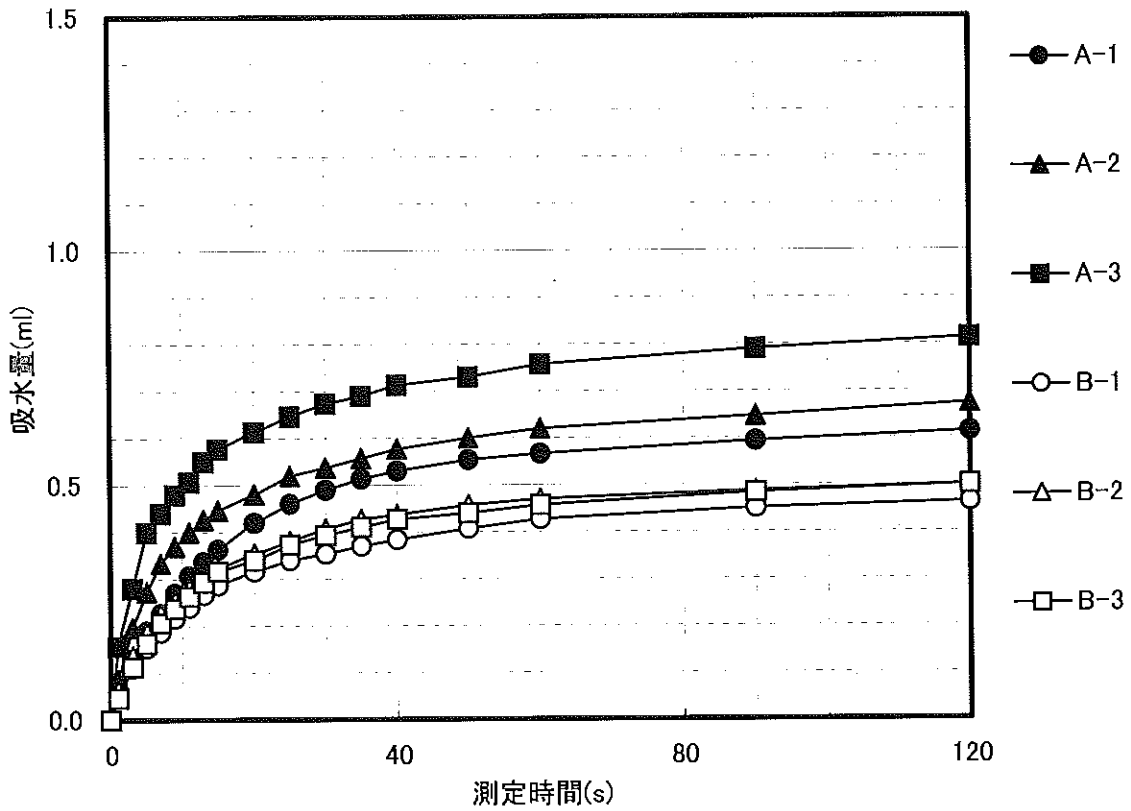
試験項目	物理特性値	SB2-1		SB2-2		SB2-3	
		タテ	ヨコ	タテ	ヨコ	タテ	ヨコ
引張	LT	0.814	0.924	0.824	0.931	0.727	0.911
	WT	0.12	0.67	0.14	0.67	0.12	0.65
	RT	33.3	40.3	21.4	35.8	16.7	30.8
せん断	G	5.09	6.90	5.21	6.39	5.10	6.18
	2HG	10.2	15.2	12.0	15.5	12.5	17.7
曲げ	B	0.611	0.089	0.614	0.139	0.512	0.120
	2HB	0.642	0.088	0.631	0.147	0.599	0.141
圧縮	LC	0.831		0.785		0.657	
	WC	0.264		0.316		0.289	
	RC	49.6		47.5		47.8	
表面	MIU	0.298	0.316	0.294	0.353	0.280	0.320
	MMD	0.0105	0.0199	0.0112	0.0236	0.0107	0.0241
	SMD	2.37	3.44	2.79	6.03	2.61	6.10

表9 引張強さ試験結果

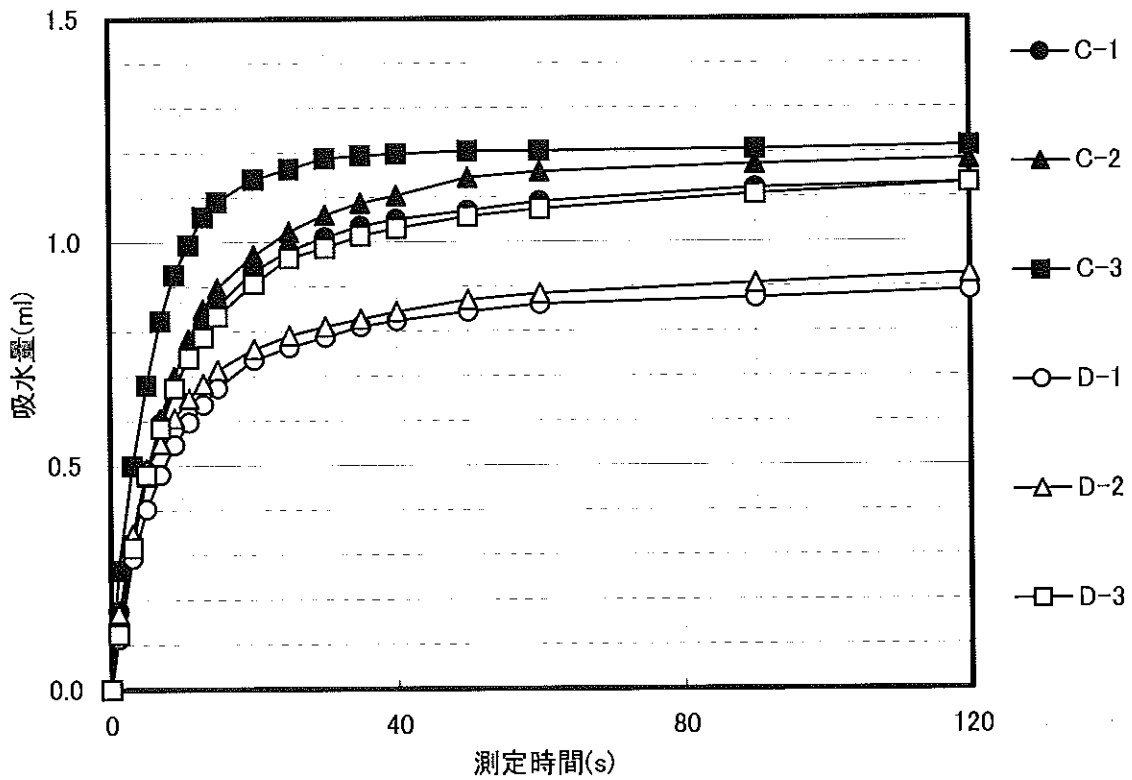
サンプル ID	切断荷重 (N)	切断伸び (mm)	ヤング率 (kg/m m)	サンプル ID	切断荷重 (N)	切断伸び (mm)	ヤング率 (kg/m m)
A-1	たて	43.2	23.2	D-1	たて	53.9	27.1
	よこ	15.6	43.8		よこ	25.8	76.9
A-2	たて	44.9	26.7	D-2	たて	56.3	28.6
	よこ	15.0	45.7		よこ	20.2	72.0
A-3	たて	41.0	19.0	D-3	たて	56.2	28.8
	よこ	16.0	50.9		よこ	18.1	73.5
B-1	たて	52.1	25.0	SB1-1	たて	126	49.2
	よこ	18.0	59.4		よこ	47.8	96.7
B-2	たて	40.2	22.0	SB1-2	たて	134	43.7
	よこ	14.6	56.2		よこ	47.2	89.2
B-3	たて	44.4	22.2	SB1-3	たて	144	46.4
	よこ	16.6	67.6		よこ	49.3	87.9
C-1	たて	52.7	36.5	SB2-1	たて	137	45.2
	よこ	30.2	73.8		よこ	48.2	100.2
C-2	たて	52.9	28.9	SB2-2	たて	140	43.6
	よこ	21.5	69.5		よこ	54.0	93.3
C-3	たて	47.0	26.0	SB2-3	たて	133	40.8
	よこ	19.7	64.4		よこ	46.4	88.9

表10 通気性試験結果

サンプル ID	通気抵抗 R 値 (pa·s/m)	通気度 C 値 (m/pa·s)	サンプル ID	通気抵抗 R 値 (pa·s/m)	通気度 C 値 (m/pa·s)
A-1	0.577	1.734	D-1	0.480	2.083
A-2	0.603	1.658	D-2	0.490	2.041
A-3	0.660	1.515	D-3	0.673	1.485
B-1	0.637	1.571	SB1-1	0.270	3.700
B-2	0.713	1.402	SB1-2	0.300	3.370
B-3	1.143	0.875	SB1-3	0.360	2.800
C-1	0.383	2.609	SB2-1	0.420	2.400
C-2	0.407	2.459	SB2-2	0.610	1.630
C-3	0.437	2.290	SB2-3	0.650	1.550



グラフ1 グループAおよびBのラローズ法による吸水性試験結果



グラフ2 グループCおよびDのラローズ法による吸水性試験結果

模様修飾した水流交絡法による次世代不織布の開発

田村 愛理 松本 博 森澤 純 近森 麻矢 鈴木 慎司 林 幸男

The Development of the Next Generational Patterned Spunlace Nonwovens.

*Eri TAMURA Hiromu MATSUMOTO Jun MORISAWA
Maya CHIKAMORI Shinji SUZUKI Yukio HAYASHI*

1 まえがき

不織布は再生繊維や合成繊維を原料にして作られ、現在、産業用として輸送用梱包材や、家庭用として水きり袋、おてふき、衣服、紙おむつ、カーテンレース、テーブルクロスなどに使用されている。不織布の市場ではハードなものから、布の風合いを持つソフトなものへ、ディスポ製品からセミディスポ製品へ移行する傾向があり、高付加価値化、高品質化が求められている。

そこで、これらの市場ニーズに応えるため、従来の製造工程内で簡便に模様修飾を不織布に施すことが出来る新しい水流交絡不織布製造方法を研究し、付加価値を高めた高級不織布原紙の開発を行う。

既に、水流交絡法で搬送ベルトを変えることにより、単純な幾何学模様不織布シートやメッシュ状不織布シートを作製する方法は出来ている。しかし、この方法では花柄や文字、複雑な幾何学模様を任意の場所に入れるのは不可能である。本研究により高付加価値を有する模様付き不織布シートの作製を試みる。予め繊維の配置などにより模様が形成されている模様シートを利用し、水流交絡法により不織布を作製し、不織布への模様修飾を行う。また、別に搬送ベルトを細工することによる模様修飾が可能かどうか検討を行う。これらの方法で、得られた模様修飾不織布につき、各種物理特性値を測定し、模様修飾不織布作製のための知見を収集する。さらに、模様と保湿性、保温性、通気性等の機能性との関係を解析する。

この研究により、①高付加価値機能性不織布シートの市場への参入、②現有設備に導入できることから事業化が容易、③衣料用不織布の分野に需要が拡大等の効果が期待される。

2 研究方法

2. 1 不織布への模様修飾方法

2. 1. 1 模様シートを利用する方法

不織布への模様修飾方法として、予め繊維の色、配置、種類などの特性の違いにより模様が形成されている模様シートを利用し、その模様シートと不織布及び繊維ウェブからなる基材繊維層とを水流交絡法により複合し、一体化された模様修飾不織布を作製する方法について次のような項目の検討を行った。模様シートについては模様構成繊維種や、模様の作製方法、坪量等を、複合模様修飾不織布作製方法としては、不織布及び繊維ウェブの繊維種、坪量、複合圧力、ウォータージェット処理ノズル、積層方法、搬送ベルトのメッシュサイズ等の条件を変更し、模様シートそれぞれにおいて模様が鮮明に修飾できる条件について検討を行った。その試作試験内容を表1にまとめた。また、模様シートを利用した模様修飾不織布の製造方法について概略図を図1に示した。

2. 1. 2 搬送ベルトへの細工による方法

超音波溶着機を使用して模様修飾したウォータージェット搬送ベルト単板を用いて、実際にウォータージェット処理し、不織布への模様修飾が可能かどうか検討を行った。

表1 模様シート利用による模様修飾不織布試作試験内容一覧

試験 No.	試作日	検討項目	模様シート (g/m ²)	基材繊維層 使用繊維 (dtex×mm)	複合不織布 坪量 g/m ²	ノズル 孔径 mm	ノズル 間隔 mm	圧力 MPa (1段+2段+3段)	
1	7/22	坪量, 圧力, 模様シート種	A(19)	レーヨン (2.2×51)	28.5~78.3	0.1	1	1+2+2, 2.5+5+5	
			B(19)		30.4~89.1				
2	9/10	模様シート種	C(13) C*(13)	レーヨン (2.2×51)	38.0~40.1	0.1	1	1+2+2, 2+3+3	
3	9/10	圧力, 繊維種	A(19)	レーヨン (2.2×51)	42.9~46.5	0.1	1	1+2+2~ 3+5+	
					PET(2.2 × 51)			42.5~43.6	1+2+2~2.5+3.5+3.5
4	9/24	模様シート種	D(15)	レーヨン (2.2×51)	40.2~44.4	0.1	1	1+2+2, 2.5+5+5	
			E(14)		38.2, 39.8				
5	11/1 2	ノズル, 圧力	A(19)	レーヨン:コットン =8:2	45.1~48.5	0.08 ~ 0.16	0.6 ~ 5.64	1+2+2 等	
			B(19)	レーヨン (2.2×51)	43.2~48.1			2.5+5+5 等	
6	12/4	模様シート種	A(19)	レーヨン (2.2×51)	43	0.1	1	1+2+2	
			D*(32)		56				
7	12/1 8	模様シート種, 圧力	F(16)	レーヨン (2.2×51)	43.6, 63.6	0.1	1	2.5+5+5, 2+5+10	
			G(18)		45.1, 63.7				
			H(26)		53.6, 71.6				
8	12/1 8	問題点対処	A(19)	レーヨン (2.2×51)	39, 52	0.1	1	1+2+2	
			D*(32)					43.6~71.6	2.5+5+5, 2+5+10
			F(16)						
			G(18) H(26)						
9	1/21	ノズル, 圧力, 模様シート種, 積層方法	F(16)	レーヨン (2.2×51)	45.1~55.5	0.08	0.5, 1.0	1+2+7, 2+5+10	
			G(18)						
			H(26)						
10	1/26	繊維種, 模様シート種, 坪量, 積層方法	A(19)	PP (6.6×64)	42.1~49.9	0.1	1	2+2+2, 2.5+5+5	
			H(26)		48.8~58.9			2+7+7~ 2+7+12	
11	2/24	不織布シート利用	H(19) I(25)	レーヨン不織布シート 50g/m ²	125	0.1	1	5+7+12	

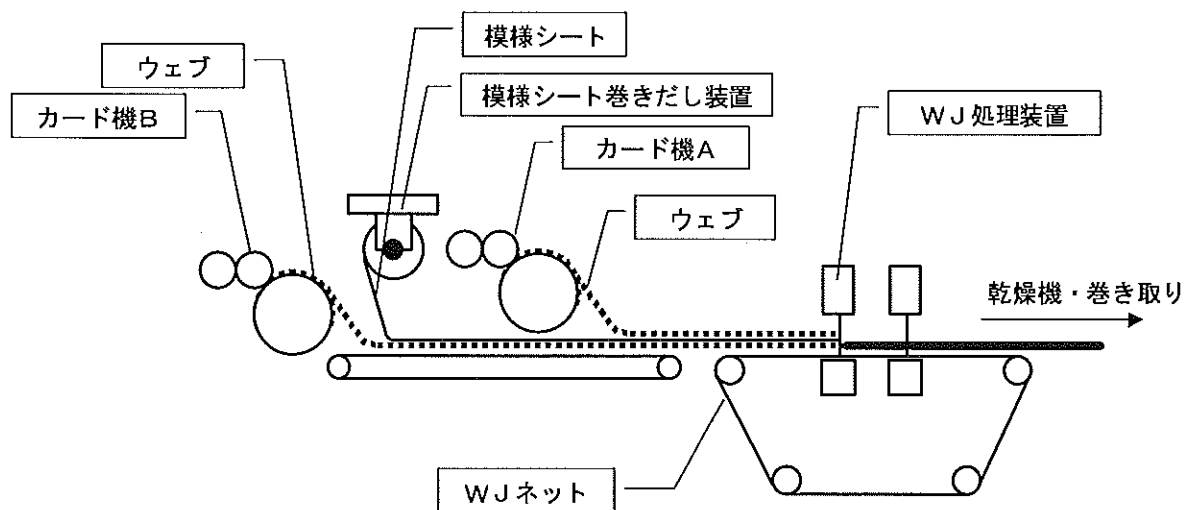


図1 模様シートを利用した模様修飾不織布の製造方法概略図
(ウェブ+模様シート+ウェブ)

2. 2 試作模様不織布の評価

2. 1. 1の模様シートを利用する方法において試作を行った模様修飾不織布について、下記の方法で、不織布の特性評価を行った。

2. 2. 1 物理的特性試験

1) 引張強伸度

JIS L-1913の試験方法に準拠し、株式会社オリエンテック製万能引張試験装置 UTA-1Tを用いて試験を行った。試験片は、不織布のタテ・ヨコそれぞれ幅5cm、長さ約25cmに裁断したものを5枚ずつ準備した。試験条件は、掴み間隔20cm、引張速度100mm/minとし、その時の最大強度及び伸度を測定した。タテ・ヨコそれぞれの方向で5枚の平均値を不織布の引張強伸度とした。

2) 厚さ比率

株式会社大栄科学精器製作所製の厚さ測定器 DR-10Aを用いて、分銅Aを使用し、試験片と接触する接触端子が点状になるように改造したものにより試験を行った。試験片は、幅10cm、長さ10cm以上の大きさとし、それを5枚ずつ準備した。1枚の試験片ごとに荷重を付加し、10秒放置した後の厚さを測定した。試験片ごとに模様がある部分(模様部)の厚さと模様がない部分(下地部)の厚さとをそれぞれ2回ずつ測定した。各不織布につ

き計10回の平均値を、不織布の模様部厚さ及び下地部厚さとした。模様部厚さを下地部厚さで除算して、厚さ比率を算出した。

3) 手触りによる柔らかさ

A4版赤色紙上に、20cm×25cmの試験片の1辺を貼り付けてパネルテスト用試料を製作した。10名のパネラーが、パネルテスト用試料を指で触り、その感触を判定した。10名の判定を総合して、以下の5段階で評価した。

- 5: 極めて柔軟である
- 4: 柔軟である
- 3: やや柔軟である
- 2: 硬い
- 1: 極めて硬い

4) 水流交絡法による複合度合い

上記3)手触りによる柔らかさと同じ試料を用いて試験を行い、10名のパネラーが、パネルテスト用試料を指で触り、その複合度合いを判定した。10名の判定を総合して、以下の5段階で評価した。

- 5: 極めて良い
- 4: 良い
- 3: やや悪い
- 2: 悪い
- 1: 極めて悪い

2. 2. 2 模様の鮮明度評価

1) 官能試験

A4版黒色紙上に、20cm×25cmの試験片の1辺を貼り付けてパネルテスト用試料を製作した。10名のパネラーが、パネルテスト用試料を上部から目視観察して、模様の鮮明度を判定した。10名の判定を総合して、以下の5段階で評価した。

- 5：極めて鮮明である
- 4：鮮明である
- 3：やや鮮明である
- 2：不鮮明である
- 1：極めて不鮮明である

2) 光線透過率差

株式会社日立製作所製自記分光光度計U3210を用いて試験を行った。光源にヨウ素タングステンランプを用い、波長500nm、BANDPASS5.00nmに設定して測定を行った。サンプル側及びリファレンス側の両方に1mm角のスリットを入れた遮へい板を入れ、光線透過率が100%になるように調整した。次に、サンプル側の遮へい板の受光部側に試験片を貼り付け、模様部分あるいは下地部分をスリット位置に合わせて、それぞれについて波長500nmの可視光線に対する透過率を測定した。下地部分の透過率（透過率が高い）から模様部分の透過率（透過率が低い）を差し引いて、透過率差を算出した。

2. 2. 3 機能性解析

カトーテック株式会社製環境総合実験システムを用いて、試作不織布の透湿性についての予備的試験を行った。

3 結果及び考察

3. 1 試作模様不織布の評価結果

3. 1. 1 物理的特性及び官能試験結果

2. 2の物理的特性試験及び官能試験による模様修飾不織布の評価結果を以下に示した。

1) 模様シートの種類

模様シートを利用する場合において、模様シートの種類により、模様の鮮明度及び手触り、強度などが大きく変わる。また、その時の製造条件が及ぼす影響も大きい。そのため、使用する用途に合わせて、模様シートを選定し、製造条件を最適化することが重要であることが分かった。使用する模様シートにおいては、模様部とその他の部分における厚みの差が大きいほど交絡処理して得られた不織布の模様が鮮明であった。その例を写真1に示したが、明らかに模様の鮮明度に大きな差があることが認められた。

<左側のサンプル>

- サンプル名 : No. 2-1-1(試験 No. 2)
- 模様シート : 漉き合わせの包装紙 C
- 不織布用繊維 : レーヨン繊維 (2.2dt×51mm)
- ノズル : 孔径 0.1mm、細孔間隔 1.0mm
のものを3本使用
- 水圧 : 1段目 1.0MPa
2段目 2.0MPa
3段目 2.0MPa

<右側のサンプル>

- サンプル名 : No.2-2-1(試験 No. 2)
- 模様シート : 漉き合わせの包装紙 C*
- 製造条件 : 左側のサンプルと同条件

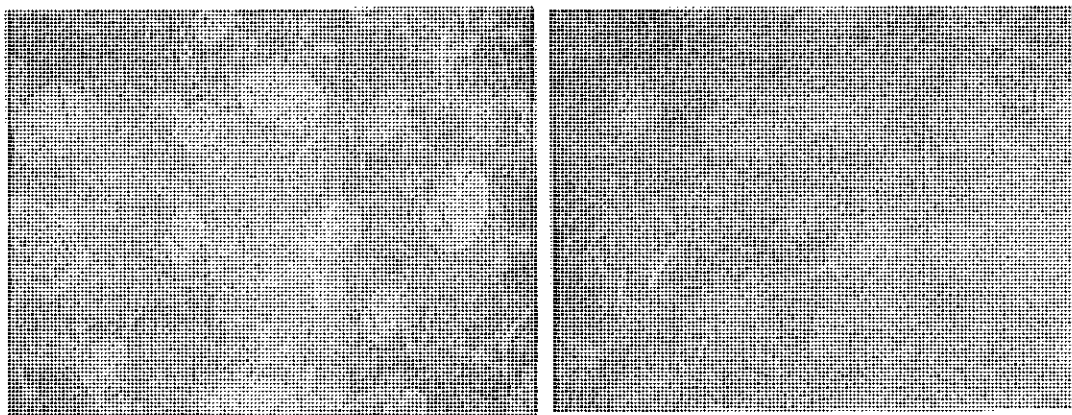


写真1 模様シート原紙の厚み差が模様の鮮明度に及ぼす影響
左側：模様と下地部厚さの比率大 右側：比率小

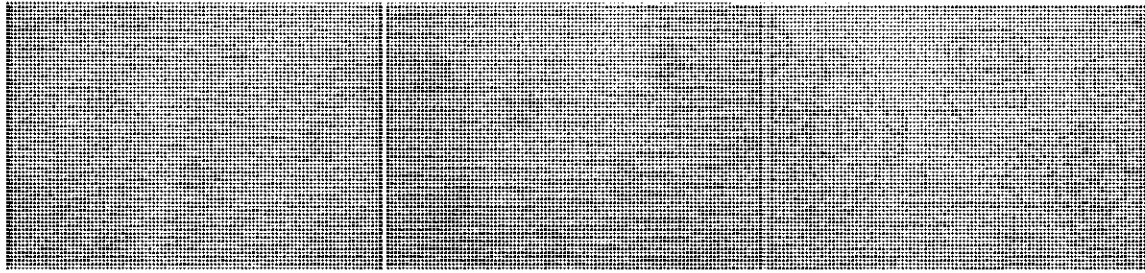


写真2 模様印刷原紙を使用した模様修飾不織布例

また、印刷により模様が施された模様シートについても試作を行ったが、予想では水流により模様が流出するかと考えていたが、予想に反し、鮮明な模様を有する模様修飾不織布が試作できた(写真2参照)。

しかし、坪量の大きい不織布は、繊維ウェブと模様シートとの絡合が若干不十分かつ鮮明度が低下した(図2及び写真3参照)。明らかに模様の鮮明度に大きな差があることが認められた。

サンプル名 : 左-No. 4-1-1(試験 No. 4)
 中-No. 4-2-1(試験 No. 4)
 右-No. 4-3-1(試験 No. 4)
 模様シート : プリントトイレットペーパー原紙D
 不織布用繊維 : レーヨン繊維(2.2dt×51mm)
 ノズル : 孔径0.1mm、細孔間隔1.0mmのものを3本使用
 水圧 : 1段目 1.0MPa
 2段目 2.0MPa
 3段目 2.0MPa

<左側のサンプル>
 サンプル名 : No. 1-2-1-1(試験 No. 1)
 模様シート : 落水紙B
 不織布用繊維 : レーヨン繊維(2.2dt×51mm)
 ノズル : 孔径0.1mm、細孔間隔1.0mmのものを3本使用
 水圧 : 1段目 1.0MPa
 2段目 2.0MPa
 3段目 2.0MPa
 複合不織布坪量 : 30.0g/m²

2) 製造条件

2-1) 坪量の影響

一般的に坪量の小さい試作不織布は、繊維ウェブと模様シートが緻密に一体化した不織布となり、鮮明な模様を有するものとなった。

<右側のサンプル>

サンプル名 : No.1-2-1-5(試験 No. 1)
 複合不織布坪量 : 78.4g/m²
 製造条件 : 左側のサンプルと同条件

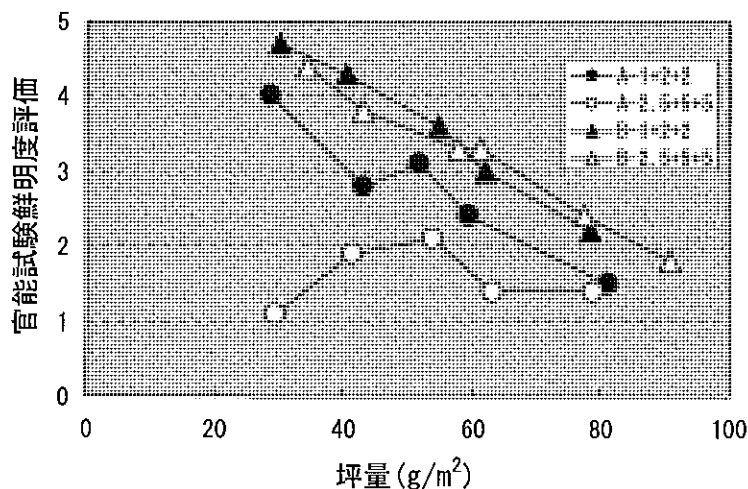


図2 坪量と模様鮮明度(試験No. 1)

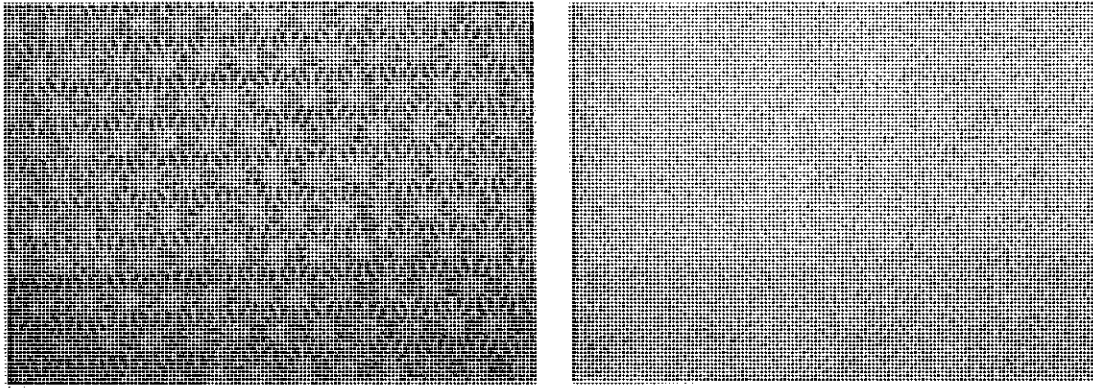


写真3 坪量による模様鮮明度への影響
 左側：複合不織布坪量 30.0g/m²
 右側：複合不織布坪量 78.4g/m²

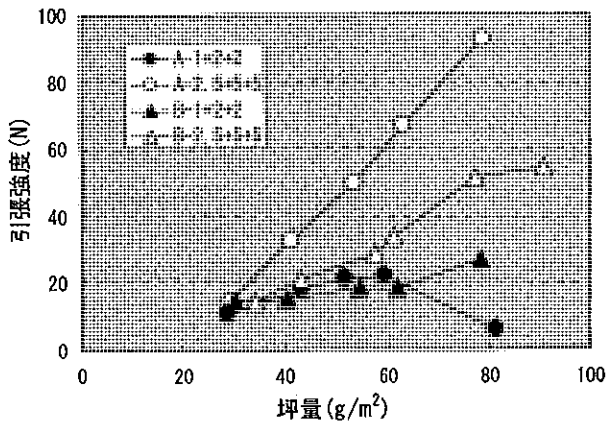


図3-1 坪量と引張強度 (試験No. 1-タテ)

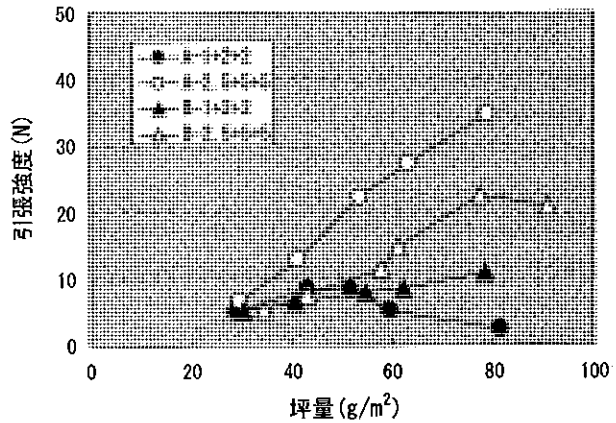


図3-2 坪量と引張強度 (試験No. 1-ヨコ)

絡合不十分については、水圧を高くすることにより改善された。しかし、漉き合わせトレットペーパー等では水圧がある一定以上高くなると模様が流出するため、水圧を高くするという手段にも限界があることが分かった (図2及び図3-1, 図3-2参照)。

2-2)水圧の影響

絡合処理に用いた高速液体柱状流の水圧により模様の鮮明度にも差が現れた。漉き合わせトレットペーパー等の場合には、水圧の低い方が模様の鮮明度が高く、水圧が高くなると模様が不鮮明になった。原因としては、模様シートを構成している模様部分の繊維が短く水圧により流されたためと考えられる。しかし、水圧の低い交絡処理により得られた不織布は強力が弱い場合があり、用途が限られる場合が予想される (図4参照)。

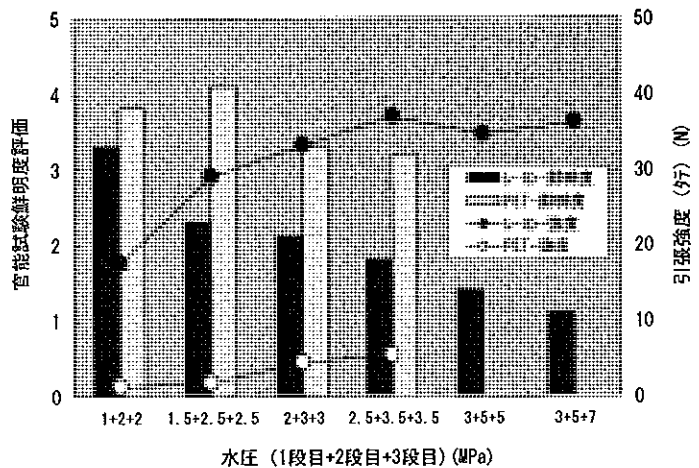


図4 水圧と模様鮮明度および強度 (試験No. 3)

合成繊維を使用している落水紙等においては、模様への水圧の影響は少なく、10MPa以上の水圧においても模様が流出することはなかった。反対に水圧が低い場合には、複合が十分に行われていない場合が見られた。

2-3)不織布使用繊維種の影響

基材繊維層に用いる繊維の種類においては、今回、レーヨン繊維、ポリエステル繊維、ポリプロピレン繊維、レーヨンとコットンを8:2に配合した繊維などを用いて、試作を行ったが、模様修飾不織布試作が不可能な繊維種はなかった。しかし、それぞれにおいて試作した複合不織布の物理特性や模様の鮮明性等は異なり、用途に合わせた繊維種の選択が重要であり、また、それに合わせた製造条件の設定も必要であることが分かった。特に合成繊維を使用した場合は、繊維自体の剛性が強いためにウォータージェット処理による交絡が難しく、最適水圧の設定や使用する模様シートが限定される場合があることが分かった。レーヨンとコットンを配合した不織布は、非常に柔らかく手触りが良いが、強度が若干弱い傾向が見られた。一般的に、繊維の大きさが小さい程柔らかく目の細かい不織布ができ、繊維が大きい程ゴワゴワしたような粗い感じの不織布が得られた。今回使用した繊維以外の繊維を使用して試作した場合には、また、感触の異なる不織布が得られるのではないかと考えられる。

2-4) 水流交絡用ノズルの影響

今回使用した、水流交絡用ノズルの孔径は、0.08mm~0.16mm までのものを使用した。いずれにおいても試作は可能であったが、孔径の小さいノズル程、できた不織布は緻密で滑らかなものとなった。孔径の大きいノズルで試作した不織布は、ウォータージェット処理跡が強く不織布に残り少し粗いような感じがした(写真4参照)。写真4のサンプルは、いずれも模様シートには、落水紙Bを用い、不織布用繊維はレーヨン繊維(2.2dt×51mm)を使用。

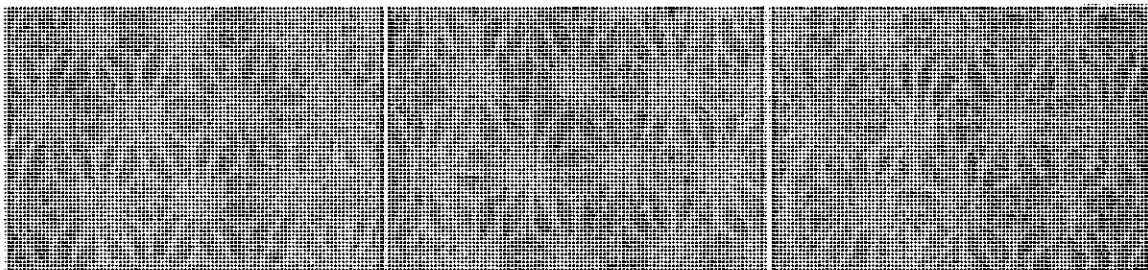


写真4 ノズルの細孔が不織布表面に及ぼす影響

左: 孔径 0.08mm×間隔 0.6mm
中: 孔径 0.10mm×間隔 1.0mm
右: 孔径 0.12mm×間隔 1.0mm

<左側のサンプル>

サンプル名 : No. 5-2-1(試験 No. 5)
ノズル : 孔径 0.08mm、細孔間隔 0.6mm
のものを3本使用
水圧 : 1段目 2.5MPa
2段目 5.0MPa
3段目 5.0MPa
複合不織布坪量 : 43.9g/m²

<中心のサンプル>

サンプル名 : No. 1-2-2-2(試験 No. 1)
ノズル : 孔径 0.1mm、細孔間隔 1.0mm
のものを3本使用
水圧 : 1段目 2.5MPa
2段目 5.0MPa
3段目 5.0MPa
複合不織布坪量 : 43.0g/m²

<右側のサンプル>

サンプル名 : No. 5-2-2(試験 No. 5)
ノズル : 孔径 0.12mm、細孔間隔 1.0mm
のものを3本使用
水圧 : 1段目 2.0MPa
2段目 5.0MPa
3段目 5.0MPa
複合不織布坪量 : 43.2g/m²

また、水流交絡用ノズルの細孔間隔においては、0.5mm~5.64mm(間欠ノズル)までのものを使用した。いずれにおいても試作は可能であった。しかし、間隔が広いノズルのみを使用した場合は、複合が行われていない部分が多くなっており、これ以上間隔が広くなればなるほど強度に問題が出てくると考えられる。

2-5)搬送ベルトのメッシュサイズの影響

今回の試験は、全てウォータージェット搬送ベルトのメッシュサイズは 50 メッシュのものを用いた。以前 10 メッシュのものを用いて試作したこともあり、10 メッシュでも模様修飾不織布の製造は可能であるが、メッシュナンバーが小さくなる（メッシュ間隔は広く）と、メッシュの細孔が不織布にも現れ、網目状の模様修飾不織布となる。模様の鮮明性を出すのであれば、メッシュナンバーはできるだけ大きく（メッシュ間隔は狭く）した方が模様の鮮明性が出ると考えられる。しかし、メッシュナンバーが大き過ぎると今度は、複合が十分に行われない場合も想定されるので、今後検討を行いたい。

2-6)模様シートと基材繊維層との積層方法による影響

模様シートと基材繊維層との積層方法の違いにおいては、十分な検討は行えなかったが、落水紙等を使用した場合は、片面に基材繊維層がある場合と両面にある場合比較しても大差はないようであった。しかし、ティッシュペーパー等を使用した場合は、模様の流出や製造が十分に行えない可能性があると考えられる。

基材繊維層ウェブの代わりに、市販不織布シートと合成繊維入り落水紙を使用して、模様修飾不織布を試作した。その結果、合計坪量が約 125g/m²となったが、模様の鮮明性は高く、強度なども十分あり、かなり布に近いような風合いを持つ模様修飾不織布が試作できた。これにより、布代替不織布としての用途開発が可能ではないかと考えられるが、布代替として利用できるかどうかの物性測定などが今後必要であり、検討を行いたい。

以上のように、模様シートを用いた模様修飾不織布の試作は、各種の模様シートにおいて可能であり、商品化可能な不織布が製造できるのではないかと考えられる。その不織布の用途に合わせた模様シートの選択、使用繊維の選択、製造条件の設定などを詳細に行う必要はあるが、商品化を目指したいと考えている。

最後に、今回試作した模様修飾不織布の中で、官能試験による模様の鮮明度、手触り及び複合度合いの総合評価が高かったサンプル 2 例について、写真 5 及び 6 に示した。

<写真 5>

サンプル名 : No. 5-1-1 (試験 No. 5)
模様シート : 漉き合わせのトイレットペーパー原紙 A
不織布用繊維 : レーヨン繊維 (2. 2dt×51mm) とコットン繊維を 8:2 で配合
ノズル : 孔径 0. 08mm、細孔間隔 0. 6mm のものを 3 本使用
水圧 : 1 段目 1. 0MPa
2 段目 2. 0MPa
3 段目 2. 0MPa

<写真 6>

サンプル : No. 10-2-1-2 (試験 No. 10)
模様シート : 落水紙 (PP 入り渦巻) H
不織布用繊維 : ポリプロピレン繊維 (6. 6dt×64mm)
ノズル : 孔径 0. 1mm、細孔間隔 1. 0mm のものを 3 本使用
水圧 : 1 段目 2. 0MPa
2 段目 10. 0MPa
3 段目 10. 0MPa

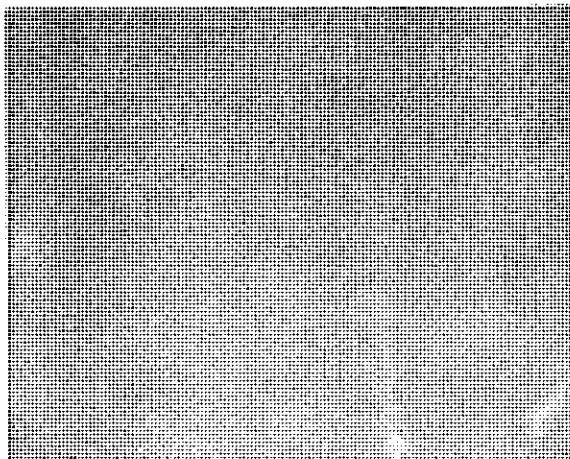


写真 5 サンプル No. 5-1-1

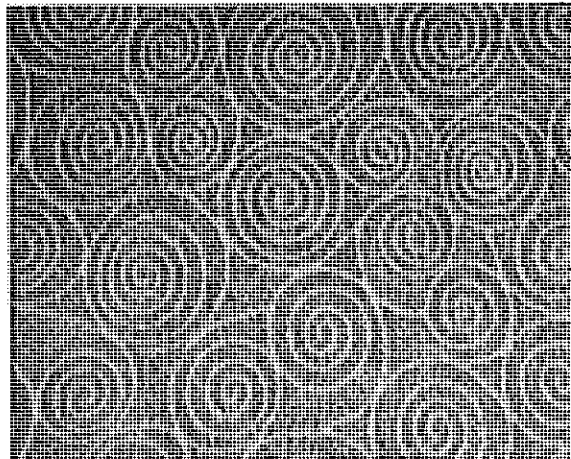


写真 6 サンプル No. 10-2-1-2

3. 1. 2 模様鮮明度評価

2. 2. 2 2) 光線透過率差を用いて、試験 No.1 の各試料について模様の鮮明度を評価した結果を表 2 及び図 5 に示した。表 2 及び図 5 の結果から、官能試験による模様鮮明度評価結果と光線透過率差とは、模様シート A では、相関係数 $r^2=0.8336$ 、模様シート B では $r^2=0.8732$ と高い相関関係があることが分かった。また、光線透過率差が 5% 以上のものが模様の鮮明性が高いことが分かった。今後、模様の鮮明性を評価する際の 1 つの指標として光線透過率差の測定が有効であると考えられる。しかし、この方法には、模様の鮮明性が悪い試料などにおいては測定が難しく、検出不可能となる場合や、光線の当たる位置の設定が微妙であるなどの問題点もある。今後さらに多くのデータを収集し、問題点などについても改善を行い、模様の鮮明性を機械的に測定できるような手法の確立を目指していきたい。

3. 1. 3 機能性解析

今回試作した模様修飾不織布の一部を用いて、予備試験として透湿性機能があるかどうか検討を行ったが、十分なデータが得られなかった。今後も引き続き、透湿性等の機能性についての検討を行う予定である。

3. 2 不織布への模様修飾方法

上記のように、模様シートを用いることにより不織布へ模様修飾を行うことはできたが、別の手法、例えば搬送ベルトへの細工により、不織布へ模様修飾を行う方法は、十分に検討を行うことができなかったが、今後も検討を行う予定である。

4. まとめ

模様シートを用いた不織布への模様修飾を行う過程において、試作した不織布に縦皺が生じる場合があった。その対処方法としては、導入する模様シートに若干荷重をかけると改善された。また、横皺が発生する場合には、ウォーターカーテンの水量が影響している場合が多く、水量を減らすとシワがなくなる

表 2 光線透過率差による模様の鮮明度評価結果

サンプル No.	下地部 a 透過率 (%)	模様部 b 透過率 (%)	透過率差 a-b (%)	官能試験鮮明度 平均値
1-1-1-1	17.7	5.8	11.9	4.0
1-1-1-2	12.1	3.1	9.0	2.8
1-1-1-3	8.8	1.7	7.1	3.1
1-1-1-4	3.3	0.9	2.4	2.4
1-1-1-5	1.3	0.8	0.6	1.5
1-1-2-1	29.0	—	—	1.1
1-1-2-2	13.6	—	—	1.9
1-1-2-3	5.9	2.0	4.0	2.1
1-1-2-4	5.8	3.2	2.6	1.4
1-1-2-5	3.4	0.9	2.5	1.4
1-2-1-1	30.9	3.8	27.1	4.7
1-2-1-2	25.2	3.5	21.8	4.3
1-2-2-1	27.7	5.9	21.8	4.4
1-2-2-2	19.1	3.2	16.0	3.8
1-2-2-3	8.6	1.1	7.5	3.6
1-2-2-3	10.5	1.2	9.4	3.3
1-2-2-4	5.9	0.7	5.2	3.0
1-2-2-4	13.2	2.0	11.2	3.3
1-2-2-5	2.4	0.5	1.9	2.2
1-2-2-5	4.8	0.5	4.4	2.4
1-2-2-6	3.2	0.5	2.7	1.8

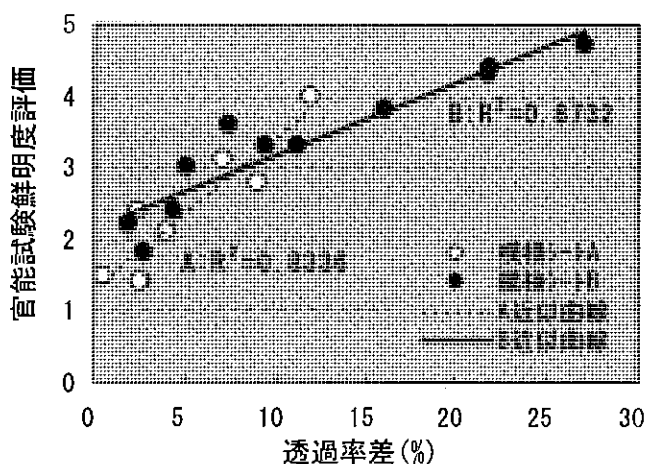


図 5 透過率差と官能試験との相関

傾向や、また、ウォーターカーテンの落ちる位置をサクションより手前にするとシワがなくなる傾向があった。その他にも装置のラインスピードの調整や模様シートへの荷重のかけ方等、最適条件を見いだすことが必要であるが、ある程度経験を得れば十分に対応可能ではないかと考えられる。

以上の内容について、特許を出願することができたが、現在のところ実際の事業化までには到っていない。今後も引き続き研究を行い、事業化を目指す予定である。

本研究は独立行政法人 科学技術振興機構による地域研究開発促進拠点支援（RSP）事業により実施しました。

製紙廃棄物のリサイクル化

松本 博 池 典泰 田村 愛理 森澤 純 近森 麻矢 鈴木 慎司

The Recycling of paper wastes

*Hiromu MATSUMOTO Noriyasu Ike Eri TAMURA
Jun MORISAWA Maya CHIKAMORI Shinji SUZUKI*

I. 目的

近年の環境意識の高まりから企業に対する廃棄物のリサイクル化が注目されているが県内製紙業界から出る損紙、スラッジはリサイクル化が進んでおらず、その多くが委託処分されている。従って、その処理費は少なからず経営を圧迫している。そのような中で廃棄物として排出される損紙、スラッジのリサイクル化を研究し、製紙業界の活性化に繋げると共に企業としての信頼度を増すことを支援する。現在県内の特殊

紙を抄造している企業から出る損紙はポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン等の化学合成繊維が混入しているため、紙への再利用は困難である、それで粉碎処理し、成型品への原料や断裁処理しての吸収材への利用を研究する。又県内企業は主原料として、純パルプを使用しており、排出されるスラッジは金属等の不純物を殆ど含んでいない、それで、その特性を生かして炭化物の土地改良材への利用や調湿材及び害虫忌避剤保持材への利用研究を行う。

II. 内容

1. 製紙廃棄物の分析

1-1 製紙スラッジの繊維成分試験

	水分 %	灰分 %	繊維組成 %
①	82.6	5.63	木材パルプ 100 % 切断繊維 (粉細) 多い
②	76.3	5.35	木材パルプ、マニラ麻の天然繊維 80 % 化学繊維 (ポリエステル、レーヨン、ビニロン) 20% 繊維の固まり有り
③	77.6	0.76	木材繊維、80~90% 化学繊維 (ビニロン、レーヨン、PP) 10~20 % マニラ麻微量 固まり有り (樹脂)
④	79.3	3.17	木材繊維殆ど 100 % (繊維切断されていない) レーヨン、ポリエステル、フィブリボンド微量
⑤	75.7	3.05	木材繊維殆ど 100 % (繊維切断されていない) レーヨン、ポリエステル、フィブリボンド微量
⑥	84.2	2.11	木材繊維 (未晒し、晒し) 80 % 綿屑、エスパルト、マニラ麻 ビニロン、レーヨン、樹脂
⑦	80.8	0.93	木材繊維 100 % 樹脂
⑧	86.5	7.68	木材繊維 化学繊維 (レーヨン) 等痕跡
K社	—	79.90	スラッジ炭化物
プレパレート作製 ミキサーで離解した試料を篩い (OPENING106 μ、SIEVE106, DLAMETER75) で抄き上げ、乾燥した (スラッジ採取日:平成13年4月)			

1-2 製紙スラッジの重金属分析

① As、Cd、Cr、Cu、Pb、Znの分析方法

製紙スラッジサンプル→約500℃で灰化→灰約1gを200mlビーカーに正確に分取→少量の水で湿し、concHNO₃ 5mlを入れ約50mlまで水を添加→時計皿で蓋をし、約30分ホットプレート上で煮沸（突沸に注意）→放冷後、濾紙5Aで濾過→内標準Scを1ppmになるように添加→100mlメスアップ→ICP測定→ICPの検出限界以下については原子吸光分光装置でフレイムレス測定

② Hgの分析方法

加熱気化-金アマルガム法（フレイムレス原子吸光法）で分析

製紙スラッジサンプル→約105℃で乾燥→約0.5gを正確に分取し、測定

表1 製紙スラッジの分析結果

	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cr (mg/kg)
①	7.8	<0.1	<0.5	0.7
②	15.6	<0.1	2.4	0.6
③	9.0	<0.1	1.2	0.8
④	8.0	<0.1	1.4	1.5
⑤	7.0	<0.1	1.3	1.2
⑥	13.2	<0.1	0.7	3.3
⑦	14.4	<0.1	2.5	1.2
⑧	23.1	0.2	3.1	8.7
炭化品（市販品）	2120	<1.0	9.3	23.2
製紙スラッジ（県外）	—	0.33～0.50	6.51～190	—
鶏糞	307	<1.0	—	—

	Cu (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)
①	3.1	<0.1	<0.01
②	2.6	<0.1	<0.01
③	9.2	<0.1	<0.01
④	13.5	<0.1	<0.01
⑤	3.3	<0.1	<0.01
⑥	5.3	<0.1	<0.01
⑦	39.5	<0.1	<0.01
⑧	85.2	<0.1	0.01
炭化品（市販品）	91.9	<1.0	<0.01
製紙スラッジ（県外）	3.78～30.7	5.94～21.4	—
鶏糞	22	0.2	0.02

考察

- ・ 県内の製紙スラッジは県外の物や、鶏糞と比較して重金属は少なかった。
- ・ 県内の製紙スラッジの中では⑧が数値が高かった
- ・ 製紙スラッジを土に還元しても重金属では問題は無いと思われる

2. 製紙スラッジのリサイクル

2-1 製紙スラッジの造粒試験

① 使用器機

混練り機

造粒装置：ツインダイス式ペレタイザー（K社製）

造粒孔径（φ6mm、ダイス径φ200mm）

① 試料：T社スラッジ

結果

スラッジ 100%	ペレット化は若干長いのと短いのができ、不揃い
スラッジ 90% 珪藻土 10%	ペレット化は若干長いのと短いのができ、不揃い
スラッジ 90% 木炭 (T社製) 10%	すこし形が崩れる
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ 若干形が崩れるがペレット化できた、又他の物と混合ペレット化も可能であった ・ 乾燥すると縮小する傾向がある

2-2 炭化試験

①試料：スラッジ (K社で造粒したスラッジ：N社スラッジ)

②炭化条件

- ・ 森林技術センター (実用規模の炭化炉)
 - 昇温 5°C/min
 - 200°Cで水分除去
 - 水分除去後600°Cに昇温し、600°Cで3時間保持して炭化終了
- ・ 当センター (テーブルテスト用炭化装置)
 - 200°Cに上昇時間10分
 - 200°C保持時間 20分
 - 500 (600, 800) °Cに上昇時間10分
 - 500 (600, 800) °C保持時間 20分

表2 炭化収率

		炭化温度 (°C)	炭化収率 (%)
実験室的炭化 (紙産業技術センター)	①	500	24.3
	②	600	22.1
	③	800	21.8
実用規模炭化 (森林技術センター)		600	25.0

③ 炭化試験考察

- ・ 煙が300~400°Cから多量に出る、煙突から出る煙は燃焼装置 (バーナー) で燃やして煙が出ないようにできる、燃えだしたらバーナーを止めて自燃で燃えるようになる。なお煙突から出る煙だけでなく、炭化炉の隙間からも多量に煙が出ていた、又終了後、温度が下がるのにかなりの時間がかかる (その間チツソは流し続ける必要がある)
- ・ テーブル的試験と実用規模の試験を行ったが両方同じような収率で炭化できた
- ・ 煙が300~400°Cから多量に出るが、実用規模の炭化では煙が出ないように燃焼装置 (バーナー) を設置してある

2-3 炭化物の性能試験

①ヨウ素吸着性能試験 (JIS K 1474-1991 5.1.1.1に準拠)

粉碎乾燥試料所定量(0.1~12g)に0.05mol/lヨウ素溶液50mlを加え、室温で15分間振とう後遠心分離し、その上澄み液10mlを取り、0.1mol/lチオ硫酸ナトリウムで滴定し、ヨウ素残留濃度及びヨウ素吸着量を求める。その得られたヨウ素残留濃度とヨウ素吸着量とから吸着等温線を作成し、それからヨウ素残留濃度2.5g/lの点のヨウ素吸着量を求め、ヨウ素吸着性能とした。

②メチレンブルー吸着性能試験 (JIS K 1474-1991 5.1.1.2に準拠)

粉碎乾燥試料所定量(0.05~0.35g)に0.12%、0.012%、0.0024%メチレンブルー溶液(各試料により変更)のうちいずれか一定濃度溶液適量(15~30ml)を加え、室温で30分間振と

う後、目皿付漏斗で吸引ろ過し、そのろ液の一部を光路長 10mm の吸収セルに取り、分光光度計を用いてリン酸緩衝液を対照として波長 665nm の吸光度を測定する。

得られた吸光度からメチレンブルー残留濃度を求め、メチレンブルー吸着量を算出し、吸着等温線を作成後、その吸着等温線からメチレンブルー吸着性能として、メチレンブルー残留濃度が 0.24mg/l のときの試料のメチレンブルー吸着量を求めた。

③エチレン吸着性能試験

イ. 測定装置 ガスクロ

ロ. ガスクロ条件

ガスクロ : GC-7AG (島津製作所)
 Initial (70℃) Final (150℃)
 Inject (70℃)
 キャリアガス (N₂) H₂

ハ. 測定方法

- ①測定瓶中を密閉後、エチレン 0.25、0.5、1.0 ml を注入し、ガスシリンジで 1 ml 採取しガスクロで測定した (ブランク)
 ②測定瓶中に木炭 0.5 g を入れ密閉後、エチレン 1 ml を注入し、吸着量が限度に達した時点の数値を測定した
 ③①、②からガスシリンジで 1 ml 採取しガスクロで測定した

表 3 炭化物吸着性能試験結果

		ヨウ素吸着性能 mg / g	メチレンブルー吸着性能 ml / g	エチレン吸着性能 ml / g
スラッジ炭	500℃ (紙技セ)	60	—	0.95
	600℃ (森林技セ)	90	1	1.13
	800℃ (紙技セ)	200	2	1.58
スラッジ炭 (市販品)		40	4	0.11
木炭 (T社製)		610	20	1.25
活性炭 (N社製)		—	210	0.63

考察

- ・ヨウ素吸着性能は木炭と比べて悪かったが、市販品 (県外) より良かった
- ・メチレンブルー吸着性能は他より劣った
- ・エチレン吸着性能は 800℃炭化物は木炭、活性炭等より優れていた
- ・炭化温度を上げることで吸着性能は上がった

PH

	PH (H ₂ O)	PH (KCl) 7.0
活性炭	10.2	9.7
400℃木質系炭化材0.25m以下	6.7	6.2
1000℃木質系炭化材0.25m以下	11.1	11.5
600℃製紙スラッジ100メッシュ通過	5.9	6.8
800℃製紙スラッジ100メッシュ通過	7.9	9.2
ネオコール	6.5	5.7

2-4 炭化物の利用

①培養培地への利用試験

試験 : 農業技術センター 北村氏

イ. 供試サンプル : 紙産業技術センター試作製紙スラッジ炭化物

(参考品 : 森林技術センターで作成した 1,000℃焼成木炭)

ロ. 供試作物 : ホウレンソウ (品種 'ミリオン')

ハ. 試験規模 : コンテナ (35cm × 55cm × 20cm)、2 連制

ニ. 試験内容 :

製紙スラッジ施用量 0、500、1,000kg/10a の処理区を設け、0kg/10a 区を対照とした。

また、参考品は 1,000kg/10a とした。

ホ. 耕種概要：

基肥：化成 48 号 36.1g/コンテナ (N,P₂O₅,K₂O=30,30,30kg/10a) 平成 13 年 10 月 17 日 施用

播種日：10 月 19 日、収穫日：11 月 28 日

灌水日：2～3 日に 1 回、1 回当たり 2 ℓ/コンテナ灌水 (栽培期間中 28 ℓ/コンテナ灌水)

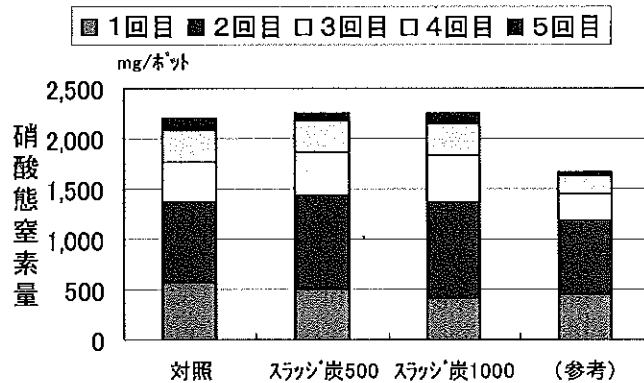
ヘ. 試験結果結果

- ・ホウレンソウの草丈は、スラッジ炭を施用しても対照と同等で参考より劣った。
- ・収量は、新鮮重、乾物重ともにスラッジ炭 500 では対照と同等で、スラッジ炭 1000 ではやや劣った。
- ・硝酸態窒素の溶脱量は、スラッジ炭を施用しても無施用の対照と差がなく、参考よりも多かった。

以上、製紙スラッジを炭化したスラッジ炭の施用は、硝酸態窒素の保持能力が低く、ホウレンソウの生育促進につながらなかった。また、10a 当たり 1,000kg の施用では収量がやや低下したことから、農地への施用は問題があると思われる。

第1表 ホウレンソウの生育、収量					
	草丈(cm)	新鮮重(g)	同左比	乾物重(g)	同左比
対照	21.0	170	100	17.1	100
スラッジ炭500	21.5	166	98	17.2	101
スラッジ炭1000	21.2	156	92	16.2	95
(参考)	23.0	201	118	19.6	115

注) 草丈は20株の平均値、新鮮重、乾物重は20株当たりの重量。



第1図 硝酸態窒素の溶脱量の推移

②スラッジ炭化物のラン栽培への利用

試験：香美農業改良普及センター 植田氏
農業技術センター 岡田氏

イ. 日時 平成14年9月

ロ. 場所 農業技術センター

ハ. 試料

- 南国パのスラッジを600℃で炭化 (森林技術センターで炭化)
炭化物をボールミルで粉砕し、100メッシュ篩い (打震機) で通過分を試験に供した
- 南国パのスラッジを800℃で炭化 (紙技センターで炭化)
炭化物をボールミルで粉砕し、100メッシュ篩い (打震機) で通過分を試験に供した

二. 試験結果

「胡蝶蘭培養に於ける培地への木質系炭化剤の添加効果」(農業改良普及所)

- ・胡蝶蘭は培養中(発芽からPLB段階)でフェノール系の物質を出し、このため自らの生育が阻害される。
- ・従来はクリプトモスを使った液体培養が用いられてきた
- ・固体培地への炭化剤添加により効果的な培養系を確率する
- ・発芽は差は少ない
- ・スラッジ炭化物は活性炭や木炭と比較してコショウランの発芽、生育が優れていた。
- ・生育は製紙スラッジ、木質系炭化剤の双方で炭化温度の低いほうが効果が良かった

control < 活性炭 < 木質系(低温側) < ネオコール = 製紙スラッジ(低温側)
の順で生育に差が見られた。



対象区(活性炭添加)
における生育状況



炭化スラッジ(炭化温度 600°C)
添加区における生育状況

③害虫忌避剤保持材料への利用

イ. 害虫忌避材製造方法

植物エキス(ハーブエキス、ミントエキス、レモンエキス等)の抽出物(温水抽出、圧搾抽出)と製紙スラッジ炭を煮込んで染みこませる。

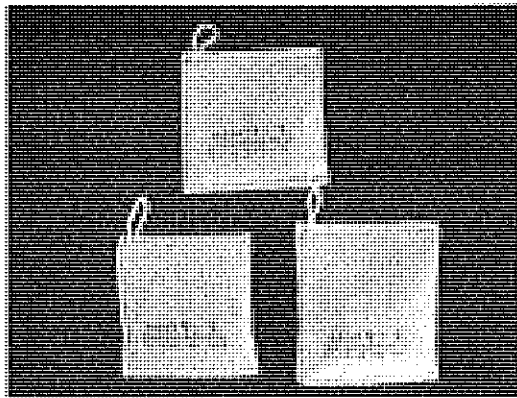
上記の植物エキス染み込ませ炭(20g)を10cm×10cmの袋に入れた。

ロ. 試験方法

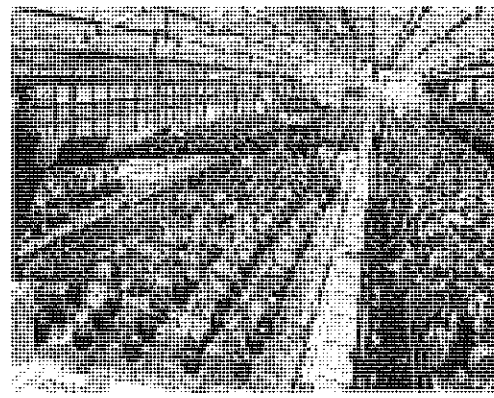
シシトウ栽培ビニールハウス内に約2㎡毎に1袋吊し、スリップス等の害虫に対して忌避効果があるかどうかの試験を行った

ハ. 試験結果

- ・ししとう・メロン・苺などに害を与える害虫(スリップス等)の忌避効果のある植物(ハーブ)エキスを染み込ませる材料としてスラッジ炭を用いて害虫忌避効果の試験を行ったが評価は良く、追試験中である。
- ・作業室内に入った時微かな芳香があり、気持ち良く感じる
- ・害虫の数が減少しているように思える



害虫忌避材



害虫忌避効果試験

④スラッジ炭化物の紙への抄込み試験

- イ. 原料 NBKP : c s f 6 5 0 m l
 カシミロン
 ミクロファイブリン
 炭化物 (森林技セで炭化したもの)

ロ. 抄紙 角形シートマシン

	ブランク	N o 1	N o 2
炭化物	2 0 %	2 0 %	2 0 %
NBKP	8 0 %	7 0 %	7 0 %
製紙用カシミロン		1 0 %	
ミクロファイブリン			1 0 %

ハ. 炭化物の抄紙歩留り試験 (濃硫酸による定量試験)

	炭化物含有率	炭化物歩留り率
ブランク	1 4 . 2 %	7 1 . 0 %
	1 2 . 3 %	6 1 . 5 %
N o 1	1 6 . 6 %	8 3 . 0 %
	1 5 . 2 %	7 6 . 0 %
N o 2	1 4 . 9 %	7 4 . 5 %
	1 1 . 6 %	5 8 . 0 %

定着剤を添加することでスラッジ炭化物を歩留まり良く抄紙することができた。

3. 損紙のリサイクル

3-1 損紙の粉碎試験

①粉碎機: 森林技術センター設置粉碎機

試料: 損紙 N o 1	(パルプ 5 0 % 化学繊維 5 0 %)	未粉碎のものが多し
		化学繊維は長いまま残る
N o 2	(パルプ 9 0 % 化学繊維 1 0 %)	パルプは粉碎されるが
		化学繊維は長いまま残る

②粉碎試験 (セイシン企業)

イ. 粉碎方法

原料 (化学繊維 1 0 0 %) \Rightarrow 粗砕機 (オリエントミル) \Rightarrow
 粉碎機 (ボールミル) \Rightarrow 微粉碎機 (ジェットミル)

ロ. 粉碎結果

		粗砕	粉碎	微粉碎
		オリエントミル	ボールミル	ジェットミル
製品回収	量 (k g)	2.9	2.7	1.1
	率 (%)	96.7	93.1	91.7
製品粒径	最大 (μ m)	—	500	77
	平均 (μ m)	—	72	17

ボールミルで粉碎 (ジェットミルで微粉碎) することにより発砲成形の原料として使用可能な粉体とすることができた

3-2 粉碎物の利用

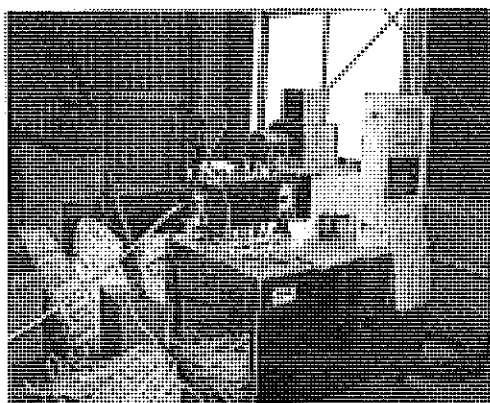
①発砲成形

イ. 依頼先 (株) ティエスピー

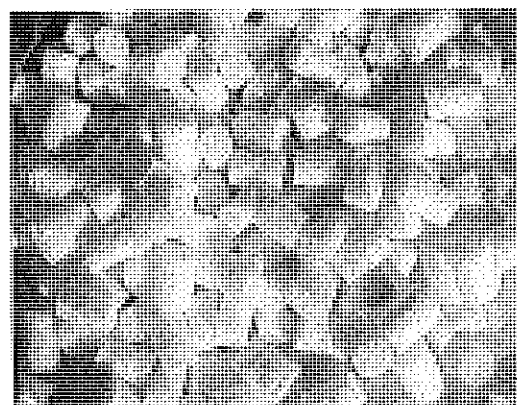
ロ. 試験内容

No 1-1	パルプ90%、化学繊維10% (粉碎機粉碎)
No 1-2	パルプ90%、化学繊維10% (粉碎機粉碎)
No 2	化学繊維100% (ボールミル粉碎)
No 3	化学繊維100% (ボールミル、ジェットミル)

実験No		No 1-1	No 1-2	No 2	No 3
シリンダー2	℃	70 / 81※	70 / 78	70 / 60	70 / 73
シリンダー3	℃	150 / 126	150 / 123	150 / 121	150 / 121
シリンダー4	℃	180 / 166	180 / 166	180 / 171	180 / 172
シリンダー5	℃	165 / 164	165 / 162	165 / 164	165 / 164
スクリュウ	%	70% 321rpm	70% 322rpm	70% 321rpm	65% 296rpm
電流	A	11.5	11.8	10.9	9.7
フィーダー	%	75%	95%	95%	82%
液添ポンプ	%	90%	100%	100%	80%
原料温度	℃	176	174	178	172
原料圧力	Mpa	0.7~0.8	0.8~0.9	1.0~1.1	0.6
原料組成		コンス：紙：PP = 40：20：40	同左	同左	同左
コメント					フィーダー95% のNo 2条件 では原料がた まる
備考		比重 PP 0.91 コンス 1.1 (コンスターチ)		※設定温度/指示温度 (実際の温度) ノズル径 3mm	



発砲（押出）成形



発砲体（緩衝材）

②射出成形

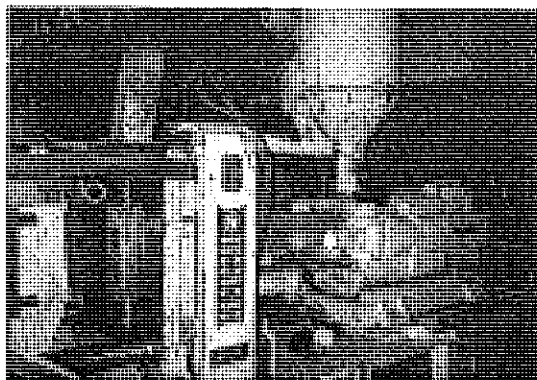
イ. 試験委託先 東亜化学工業(株)

ロ. 試験資料

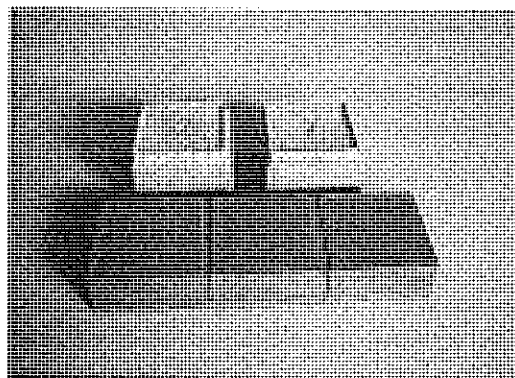
	排出状況	配合	排出量	処理費
1	ロール状	パルプ 60% 複合繊維 40%		30円/kg
2	ロール状	複合繊維 70% PET 30%	10t/月	25円/kg
3	断裁状	木材パルプ 65% 化・合成繊維 35%	5t/月	25円/kg
4	ロール状	PET 70% 熱融着繊維 30%		

ハ. 試験結果

- ・ 損紙4種類について排出状況、繊維配合の分析調査を行い、成型試験の試験試料とした
- ・ 損紙4種類を各100kg収集し、東亜化学(株)で粉碎、ペレット化試験を行い、ペレット化できた2種類について疑似レンガを射出成型機で試作成型した、又成型物については「環境・福祉展」(高松市)に出展した。



射出成形



疑似レンガ

3-3 熱圧処理

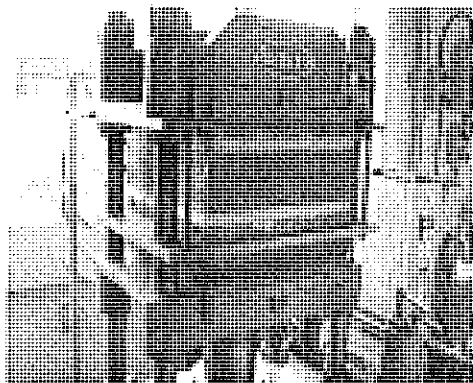
機型用ボード

①試料: PE主配合の損紙

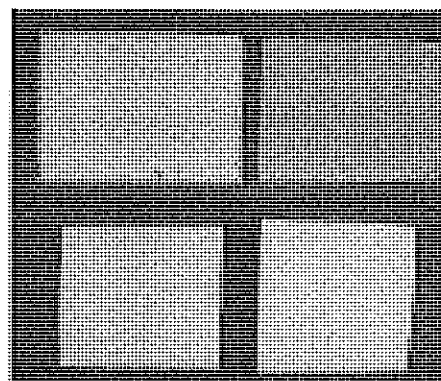
②試験機: 圧縮成型機

③試験条件: 温度(160℃)、圧力(200kg/cm²)、3時間

損紙を重ねて熱プレス法により機型成型用ブロックを試作したが、成型性の予備試験、経時及び吸湿寸法安定性を満足するものが試作でき、機械による成型性を求評中である。



圧縮成型機



試作ボード

3-4 断裁処理

吸収材（リサイクルシート等を利用した吸収用マット）」の開発

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。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、 1g 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 100g 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を開発する。この不織布マットは使用后、家畜の焼却の際一緒に焼却処分ができる。これにより血液及び体液の施設外への拡散が防止できる。また、血液及び体液の飛散・拡散が防止できるので、床上の血溜まりによる解剖作業者の転倒を防ぎ、解剖作業員への血液及び体液を介した病原体の感染率を低下させる効果も期待できる。

①研究方法

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を検討するとともに、一個あたり $1\sim 3\text{g}$ 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を検討した。なお、吸収体の原料には県内製紙・不織布メーカーが廃棄した損紙・不織布を利用した。各種の不織布マットを試作し、中央家畜保健衛生所等、県内の牛解体現場で実際に使用して各種の不織布マットの血液及び体液の吸収・保持能力を調べ、性能評価を行うことにより製品化を図った。

②研究結果

不織布マットの包装材については、人工血液の透過性が良く、ある程度の強度を維持できるものを検討した結果、県内企業製

造のメッシュ状不織布を選択した。また、内部吸収体については、県内製紙・不織布メーカーが廃棄した損紙・不織布をサンプリングし、吸収性能について人工血液を用いてテーブルテストを行い、性能が良い物についてさらに県内家畜保健衛生所等において実地テストを行った。その結果、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行った。

また、不織布マットだけでは床の汚染を完全に防ぐのは難しいので、その点を改善するためにポリエチレンシートを用いたパレットシートを開発し、同様に人工血液を用いたテーブルテスト、実地テストを経て、性能を確認後、特許を出願し、商品名「すいとる Sheet」としてパレットシートの商品化を行った。

III. 結果考察

炭化物の用途開発については、コショウランの培養で良い結果を得ることができた、損紙の利用については、成型において、原料をペレット化でき、今後は成型品の選択、グリーン製品の検討をする必要がある。又損紙を吸収材としての利用では商品化に繋がった。損紙の断熱材への利用は断熱性に特化した性能が無く再検討中である。

製紙スラッジについては、殆どが微細繊維であり、異物混入もあるため製紙原料として再利用することは困難である。そのため、別の物への利用として低級なモールド製品の原料か炭化しての利用が考えられる、又損紙（化学合成繊維）は熱溶接着しているものは離解が困難で元の原料として再利用は困難であるため、粉碎して再利用を検討する必要がある。そのため今回のスラッジの炭化利用、損紙の成型利用は妥当な研究と思われるが、今後も新しい利用法を模索しながら現在の研究を進めていく必要がある。

損紙粉碎物の成型試験においては粉碎したもから発泡体はできるが、現時点ではコスト高である。

紙の劣化に関する研究 (第3報)

有吉 正明、池 典泰、江淵 栄貫、関 正純、近森 啓一、遠藤 恭範

Study on Paper Degradation (Part 3)

Masaaki ARIYOSHI Noriyasu IKE Eikan EBUCHI
Masazumi SEKI Keiichi TIKAMORI Yasunori ENDO

1 まえがき

これまでに紙の劣化試験方法および強制劣化処理方法については各国で活発に研究され、さまざまな報告がなされてきた。近年では、ISO5630 に新たに4つの強制劣化法が制定された。また、ASTM(米国材料試験協会)は独自に強制劣化試験法を開発し、TAPPI や ISO への規格化を検討している。しかし、現時点においては国際標準となる試験方法および強制劣化処理方法が確立されるには至っていない。

当センターでは、紙の延命や保存技術への貢献を目的とし、これまで基礎データの収集を行ってきた。前回までの報告で、恒温恒湿条件で強制劣化させた試料について、1) 乾時引張強度や乾時裂断長は劣化指標としてあまり適切でなく、伸度等別の試験結果も含めた総合的な判断が必要であること、2) 引裂き強さ、耐折度、紙のpHは劣化指標として信頼でき、特に耐折度試験は測定値のばらつきが大きいものの、少ない試料で試験ができるため、劣化指標として期待できること、3) 填料として炭酸カルシウムや炭酸マグネシウムを用いた場合、脱酸性化の効果が期待できること、4) 前回実施した恒温恒湿条件で強制劣化する方法は処理に時間がかかりすぎることを報告してきた。

これらの結果を踏まえ、本報告では新たにサイズ剤が劣化速度に与える影響について検討した。また、今回は強制劣化処理方法を変更し、劣化試料の物理試験や化学試験を行うことによって、強制劣化処理方法および劣化試料の試験方法の妥当性について考察したので報告する。

2 試料抄紙、劣化処理方法および試験方法

2. 1 抄紙試料について

劣化試験を行うにあたり、填料、サイズ剤の異なる4種類の中性紙、比較対照として2種類の酸性紙、ブランクの計7種を試作した。

パルプは、前回使用した針葉樹パルプ(NBKP)と同等品をDDRにてカナダ標準ろ水度450csfに叩解し、すべての試料に使用した。サイズ剤はアルキルケテンダイマー(日本PMC社製、商品名AS-202)、中性ロジン(近代化学工業社製、商品名R-10)、ポリオレフィン誘導体エマルジョン(サイデン化学社製、サイビノールPC-10)、填料は炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムを使用した。

また、ロジン(荒川化学工業社製、商品名サイズパインE-50)および硫酸バンドは酸性紙の抄紙に用いた。表1に試作した試料を示した。填料およびサイズ剤の添加量は絶乾パルプ重量に対する百分率で示した。

表1 試料名一覧

試料名	填料	サイズ剤
ブランク	—	—
No. 1	炭酸カルシウム 1%	アルキルケテンダイマー 0.3%
No. 2	炭酸マグネシウム 1%	アルキルケテンダイマー 0.3%
No. 3	炭酸カルシウム 1%	中性ロジン 0.3%
No. 4	炭酸カルシウム 1%	ポリオレフィン誘導体 エマルジョン 0.3%
No. 5	硫酸バンド 40%	ロジン
No. 6	硫酸バンド 10%	ロジン 0.3%

2. 2 抄紙方法について

試料は前回同様、当所の小型ラボ抄紙機を使用し円網にて抄紙した。小型ラボ抄紙機専用の小型チェストにパルプを投入し、填料、製紙薬剤の順で投入、攪拌機とポンプで混合した。抄紙条件を以下に示した。

抄紙速度 : 7.5m/分
 ドライヤー温度 : 110℃
 目標坪量 : 33g/m²

2. 3 強制劣化処理について

ISO5630-4 Paper and board — Accelerated ageing に従い、120℃に設定した恒温乾燥機に試料を入れ、劣化処理を実施した。処理時間は未処理、1日、3日、7日、

14日、21日とし、取り出した試料は温度 23℃、相対湿度 50%の雰囲気中に一昼夜以上放置した後、試験に供した。

2. 4 試験方法について

劣化処理した各試料について、坪量、密度、乾時引張、湿時引張、耐折度、引裂、白色度、色差、pH、灰分試験を実施した。試験方法は JIS に記載された方法に従った。

3 試験結果および考察

物理試験（坪量、密度、引張、耐折度、引裂、白色度、色差）、pH、灰分試験の試験結果は、表 2 から表 15 に各試験ごとにまとめた。

表 2 坪量試験結果

試料名	坪量 g/m ²					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	34.6	33.9	34.1	34.2	33.7	33.7
No.1	36.8	37.1	36.4	36.6	36.8	36.7
No.2	34.7	33.1	34.4	33.8	34.1	34.0
No.3	33.0	30.5	32.6	32.2	32.6	32.2
No.4	35.4	35.3	35.5	35.5	35.2	35.4
No.5	37.1	36.5	36.9	36.2	36.3	36.7
No.6	39.1	39.0	38.9	38.8	38.7	38.3

表 2、表 3 に坪量試験の結果を示した。坪量は小型ラボ抄紙機により 33g/m² を設定した。ブランク抄紙時に速度やタッチ圧、プレス圧、ドライヤー温度等の調整を行い、その後の抄紙についても極力変化をさせないように抄紙を行った。その結果、坪量ではチェストによる濃度調整に若干人為差があり前後 10% 程度の差が出てしまった。密度についてはタッチ圧プレス圧を固定した結果、比較的まとまった数値になった。

表 3 密度試験結果

試料名	密度 g/cm ³					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	0.58	0.57	0.56	0.55	0.56	0.57
No.1	0.58	0.60	0.59	0.58	0.58	0.58
No.2	0.58	0.58	0.58	0.59	0.56	0.59
No.3	0.57	0.53	0.56	0.56	0.56	0.56
No.4	0.56	0.56	0.58	0.57	0.56	0.56
No.5	0.56	0.55	0.56	0.57	0.56	0.56
No.6	0.56	0.57	0.57	0.57	0.58	0.57

表4-1 乾時引張強さ(タテ)試験結果

試料名	乾時引張強さ タテ kN/m					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブラック	2.39	2.34	2.34	2.48	2.32	2.29
No.1	2.49	2.42	2.55	2.60	2.37	2.40
No.2	2.28	2.29	2.35	2.26	2.19	2.09
No.3	2.06	2.03	2.10	2.04	1.93	1.91
No.4	2.38	2.37	2.31	2.27	2.19	2.17
No.5	1.52	1.41	1.32	1.10	0.975	0.859
No.6	1.73	1.76	1.70	1.61	1.58	1.35

図1-1 乾時引張強さ(タテ)

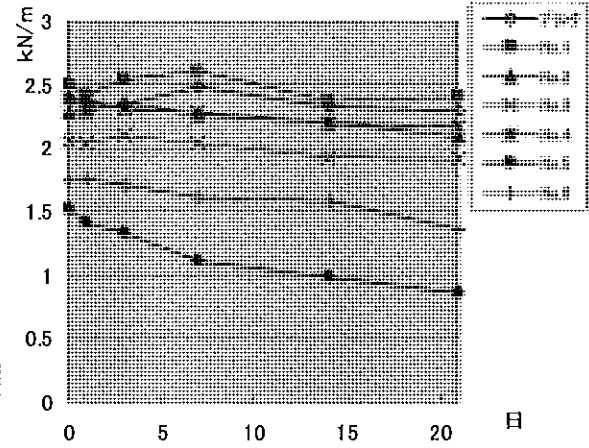


表4-2 乾時引張強さ(ヨコ)試験結果

試料名	乾時引張強さ ヨコ kN/m					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブラック	1.20	1.25	1.23	1.31	1.21	1.19
No.1	1.40	1.39	1.35	1.38	1.36	1.31
No.2	1.32	1.28	1.31	1.31	1.22	1.23
No.3	1.25	1.15	1.25	1.25	1.22	1.16
No.4	1.30	1.32	1.32	1.39	1.34	1.30
No.5	1.28	1.35	1.19	1.12	1.01	0.997
No.6	1.48	1.66	1.57	1.50	1.52	1.36

図1-2 乾時引張強さ(ヨコ)

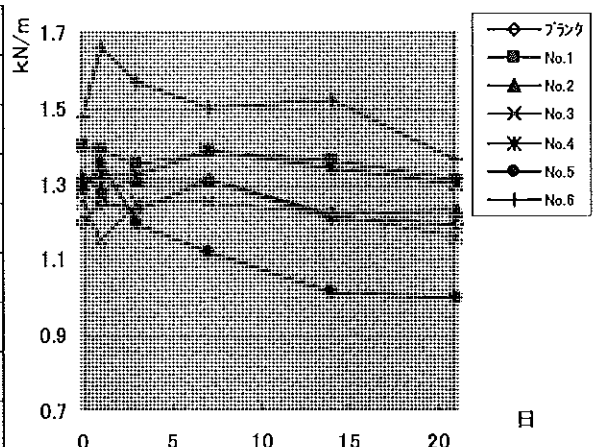


表5-1 乾時引張伸び(タテ)試験結果

試料名	乾時引張伸び タテ %					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブラック	3.8	3.8	3.7	3.9	3.5	3.4
No.1	3.8	3.6	3.7	3.7	3.2	3.0
No.2	3.4	3.7	3.6	3.2	3.0	2.6
No.3	3.3	3.5	3.3	3.1	2.6	2.7
No.4	3.6	3.7	3.4	3.1	2.9	2.9
No.5	1.8	1.7	1.2	0.7	0.6	0.7
No.6	2.5	2.5	2.3	1.8	1.7	1.3

図2-1 乾時引張伸び(タテ)

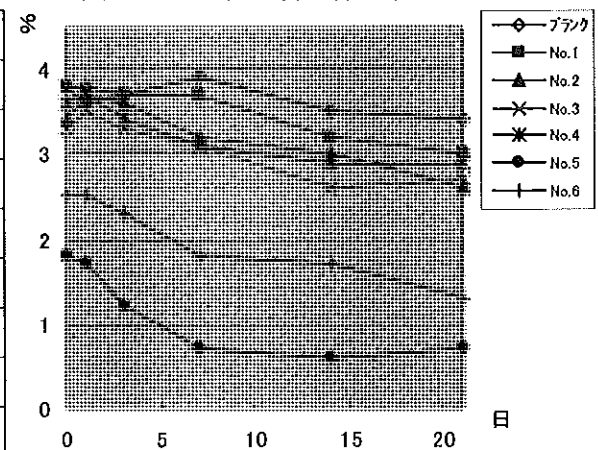


表 5-2 乾時引張伸び(ヨコ)試験結果

試料名	乾時引張伸び ヨコ %					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	3.8	3.8	3.7	3.9	3.5	3.4
No.1	3.0	2.7	2.6	2.8	2.5	2.3
No.2	2.6	2.9	2.7	2.7	2.4	2.2
No.3	2.6	2.6	2.7	2.7	2.5	2.2
No.4	2.5	2.7	2.5	2.8	2.6	2.5
No.5	1.5	1.7	1.3	1.0	0.8	0.8
No.6	1.8	2.1	2.3	1.7	2.0	1.5

図 2-2 乾時引張伸び(ヨコ)

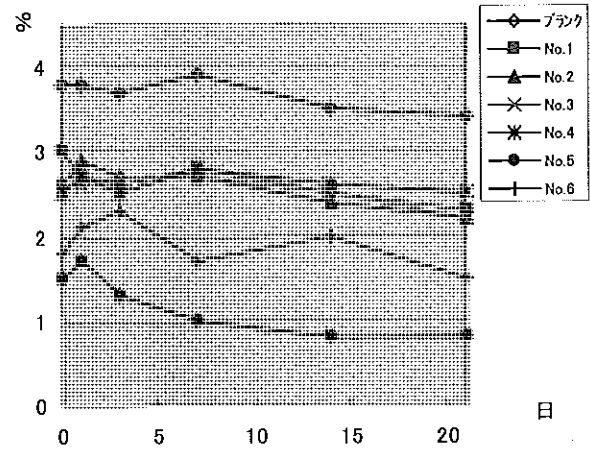


表 6-1 乾時裂断長(タテ)試験結果

試料名	裂断長 タテ km					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	7.04	7.04	7.00	7.40	7.02	6.93
No.1	6.90	6.66	7.15	7.25	6.57	6.67
No.2	6.70	7.06	6.97	6.82	6.55	6.27
No.3	6.37	6.79	6.57	6.46	6.04	6.05
No.4	6.86	6.85	6.64	6.52	6.35	6.26
No.5	4.18	3.94	3.65	3.10	2.74	2.39
No.6	4.51	4.60	4.46	4.23	4.17	3.60

図 3-1 乾時裂断長(タテ)

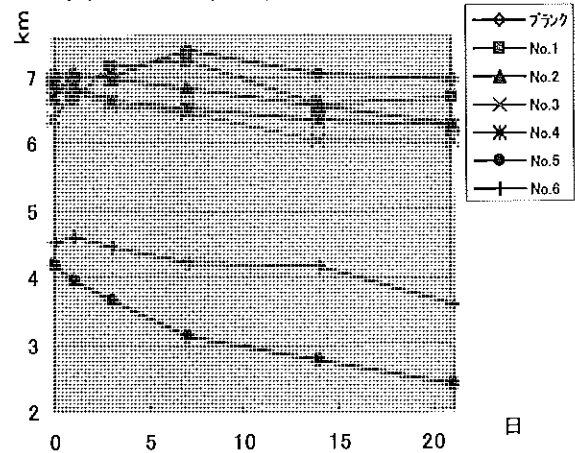


表 6-2 乾時裂断長(ヨコ)試験結果

試料名	裂断長 ヨコ km					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	3.54	3.76	3.68	3.91	3.66	3.60
No.1	3.88	3.82	3.78	3.85	3.77	3.64
No.2	3.88	3.95	3.89	3.95	3.65	3.69
No.3	3.87	3.85	3.91	3.96	3.82	3.68
No.4	3.74	3.82	3.79	4.00	3.88	3.75
No.5	3.52	3.77	3.29	3.16	2.84	2.77
No.6	3.86	4.34	4.12	3.94	4.01	3.62

図 3-2 乾時裂断長(ヨコ)

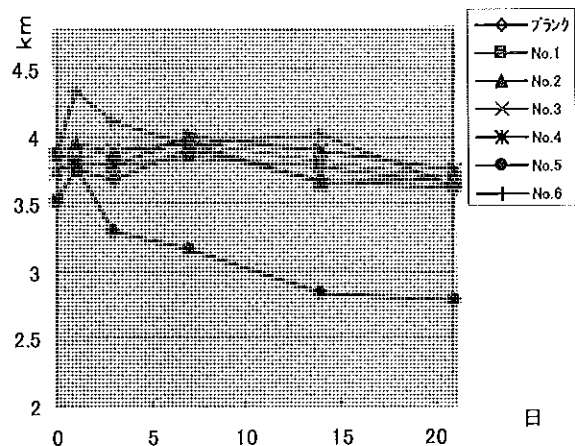


表 4~6 および図 1~3 に乾時引張試験の結果を示した。No.1~4 の中性紙の裂断長は劣化処理により僅かに低下したが、ブランクは低下が見られなかった。強度劣化速度に関しては、劣化処理方法の変更によってほとん

ど影響がなかった。中性紙は劣化速度が遅く明確な差が出ないので、単独で劣化度合いの判断するのは難しく第一報でも報告したとおり、他の試験結果と組み合わせた総合的な判断が必要と考える。

表7-1 湿時引張強さ(タテ)試験結果

試料名	湿時引張強さ タテ N/m					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	105	189	213	291	330	338
No.1	290	355	647	541	528	450
No.2	352	298	358	470	532	470
No.3	154	175	202	203	281	294
No.4	192	214	257	275	293	371
No.5	189	246	283	259	255	219
No.6	238	358	370	363	386	345

図4-1 湿時引張強さ(タテ)

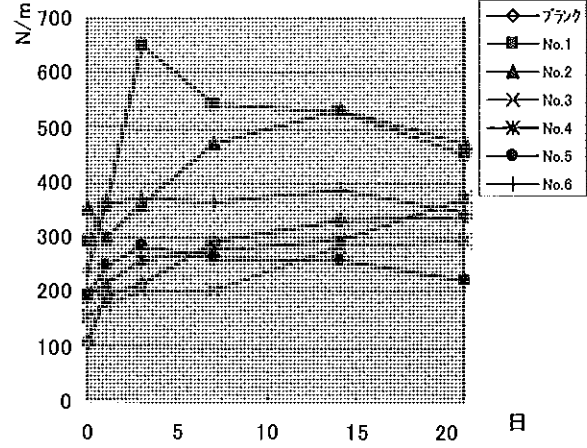


表7-2 湿時引張強さ(ヨコ)試験結果

試料名	湿時引張強さ ヨコ N/m					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	41.2	101	99.9	153	160	182
No.1	135	227	225	278	389	302
No.2	229	244	238	262	266	285
No.3	89.9	102	126	128	149	167
No.4	89.8	120	132	134	161	194
No.5	151	237	263	242	241	233
No.6	238	345	317	323	323	408

図4-2 湿時引張強さ(ヨコ)

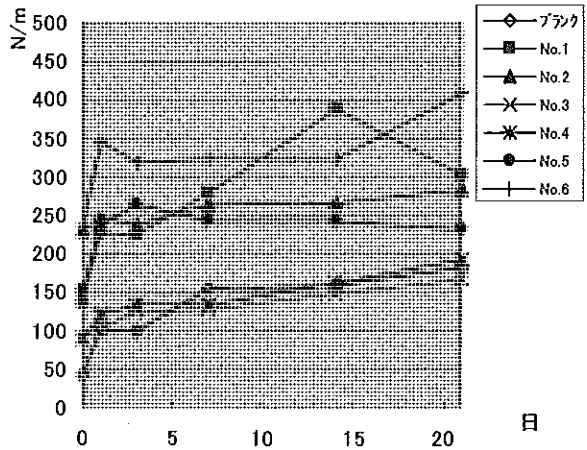


表8-1 湿時引張伸び(タテ)試験結果

試料名	湿時引張伸び タテ %					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	0.5	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6
No.1	0.3	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5
No.2	0.5	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6
No.3	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7
No.4	0.7	0.9	0.8	0.8	0.6	1.0
No.5	0.6	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6
No.6	0.7	1.1	1.0	0.7	0.8	1.0

図5-1 湿時引張伸び(タテ)

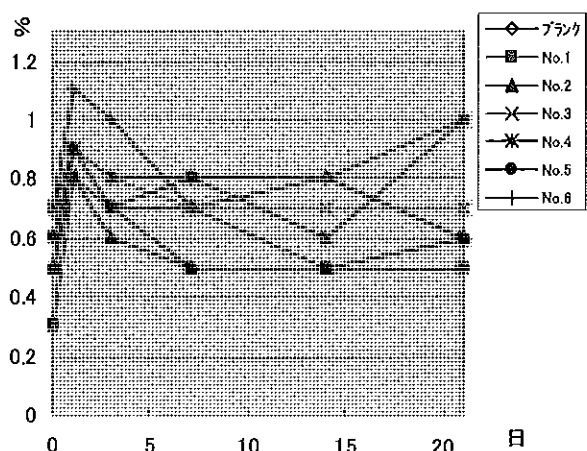


表 8-2 湿時引張伸び(ヨコ)試験結果

試料名	湿時引張伸び ヨコ %					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	0.4	0.8	0.5	0.8	0.6	0.6
No.1	0.3	0.8	0.5	0.6	0.6	0.6
No.2	0.5	0.8	0.6	0.5	0.6	0.6
No.3	0.6	0.7	0.8	0.5	0.6	0.6
No.4	0.5	0.9	0.7	0.5	0.6	0.8
No.5	0.5	0.8	0.6	0.4	0.5	0.6
No.6	0.6	0.9	0.8	0.6	0.7	0.9

図 5-2 湿時引張伸び(ヨコ)

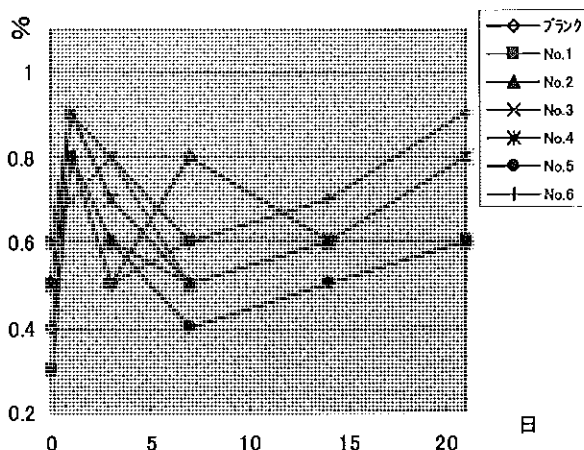


表 9-1 湿時引張裂断長さ(タテ)試験結果

試料名	湿時裂断長 タテ km					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	0.310	0.569	0.637	0.868	0.999	1.02
No.1	0.804	0.976	1.81	1.51	1.46	1.25
No.2	1.04	0.919	1.06	1.42	1.59	1.41
No.3	0.476	0.585	0.632	0.643	0.880	0.932
No.4	0.553	0.619	0.739	0.790	0.849	1.07
No.5	0.520	0.688	0.783	0.730	0.717	0.609
No.6	0.621	0.937	0.971	0.955	1.02	0.919

図 6-1 湿時引張裂断長さ(タテ)

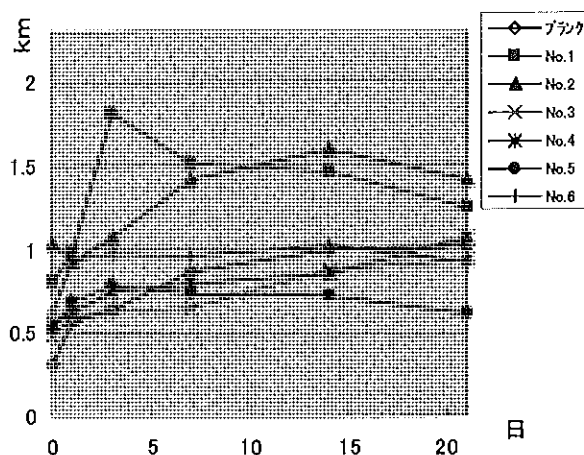


表 9-2 湿時引張裂断長さ(ヨコ)試験結果

試料名	湿時裂断長 ヨコ km					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	0.122	0.304	0.299	0.456	0.484	0.551
No.1	0.374	0.624	0.631	0.775	1.08	0.840
No.2	0.673	0.752	0.706	0.791	0.796	0.855
No.3	0.278	0.341	0.394	0.406	0.466	0.529
No.4	0.259	0.347	0.379	0.385	0.467	0.559
No.5	0.415	0.663	0.727	0.682	0.677	0.648
No.6	0.621	0.903	0.832	0.849	0.852	1.09

図 6-2 湿時引張裂断長さ(ヨコ)

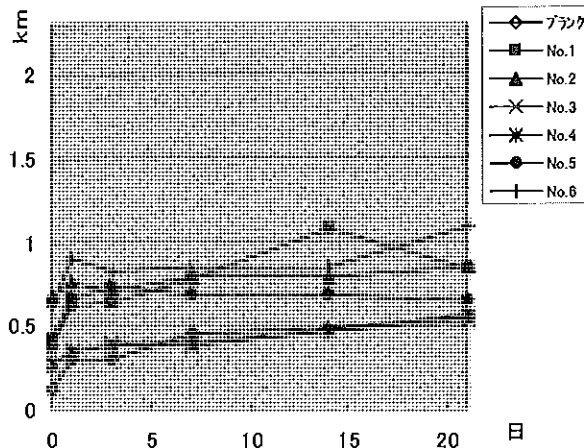


表 7~9 および図 4~6 に湿時引張試験の結果を示した。引張強さ、伸び、裂断長は経時的に上昇する傾向にある。これはサイズ剤の立ち上がり効果や紙の経時変化による吸水

性の低下等が影響していると考えられる。特に No.1、2 は上昇幅が大きく、高いサイズ効果によるものとする。

表10-1 引裂(タテ)試験結果

試料名	引裂 タテ mN					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	472	426	426	388	353	323
No.1	529	507	456	415	396	349
No.2	488	457	451	415	411	384
No.3	487	407	434	434	404	357
No.4	506	472	488	445	411	388
No.5	609	483	396	327	257	231
No.6	650	620	529	495	456	415

図7-1 引裂(タテ)

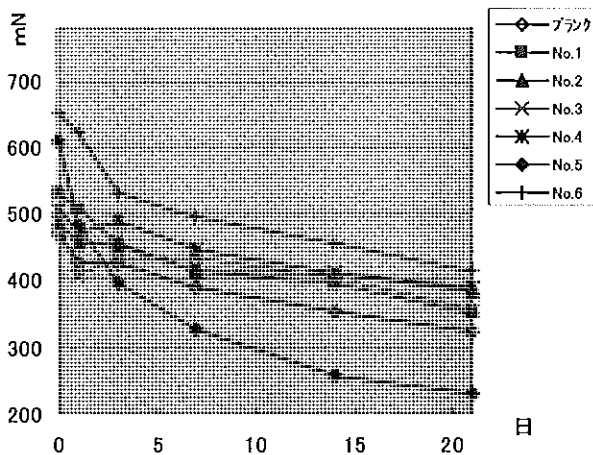


表10-2 引裂(ヨコ)試験結果

試料名	引裂 ヨコ mN					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	761	708	635	628	552	533
No.1	787	734	704	651	593	563
No.2	765	639	612	593	525	460
No.3	719	632	628	578	510	457
No.4	753	674	639	639	567	503
No.5	674	529	349	258	231	223
No.6	696	678	586	529	453	399

図7-2 引裂(ヨコ)

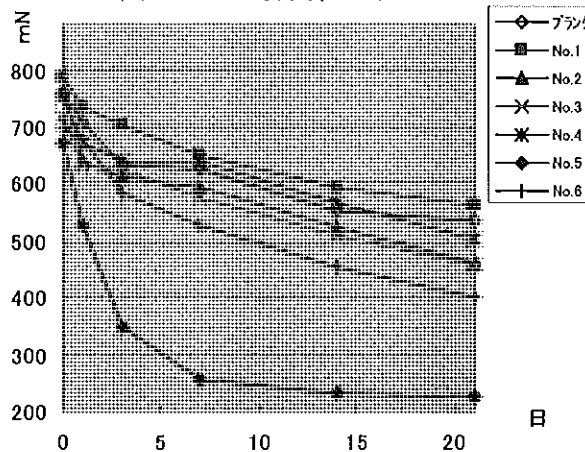


表10および図7に引裂試験の結果を示した。引裂強さは劣化処理時間が長くなるに伴い段階的に低下した。試験片を多く必要とする欠点はあるものの、測定値のばらつきが少なく劣化指標として有用であると考え。また、今回実施した120℃劣化処理は、前回実施した恒温恒湿室劣化処理に比べて引裂強さ

の低下が非常に早かった。例として同じ試料をこの二つ異なる方法でそれぞれ強制劣化処理し、引裂強さ(タテ)試験を行った試験結果を表11にまとめた。120℃加熱処理は恒温恒湿処理に比べて約1/6の短時間で強制劣化することが分かった。

表11 強制劣化方法の違いによる引裂き強さ(タテ)の比較

強制劣化方法	引裂き強さ(タテ) mN		
	0時間	500時間	4000時間
恒温恒湿処理	505	482	280
120℃乾燥処理	472	323	—

表 1 2 - 1 耐折度(タテ)試験結果

試料名	耐折度 タテ 回					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	1800	1700	1800	2100	1000	1100
No.1	1800	1600	1700	1400	1000	1100
No.2	1700	1300	1000	1000	610	420
No.3	1400	1000	1200	840	540	690
No.4	1400	1500	1400	1200	1000	530
No.5	200	130	51	15	6	2
No.6	240	260	180	120	100	97

図 8 - 1 耐折度(タテ)

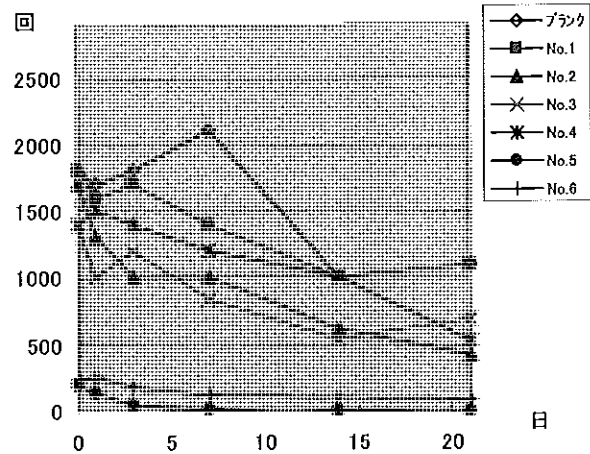


表 1 2 - 2 耐折度(ヨコ)試験結果

試料名	耐折 ヨコ 回					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	170	130	150	150	120	100
No.1	260	250	260	200	170	200
No.2	220	210	120	180	150	110
No.3	270	140	120	140	210	100
No.4	240	230	210	190	210	130
No.5	150	100	50	21	7	3
No.6	250	230	130	160	91	85

図 8 - 2 耐折度(ヨコ)

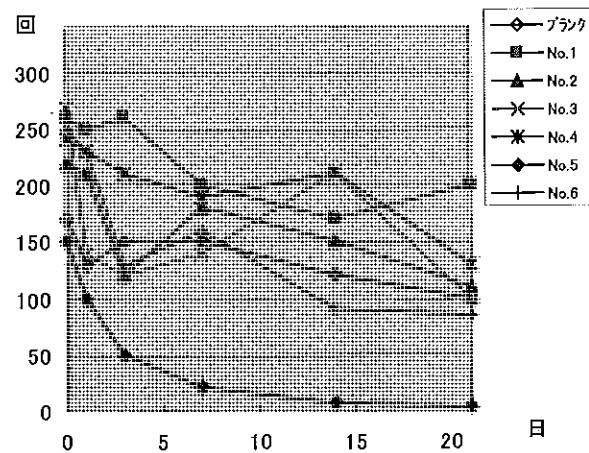


表 1 2 および図 8 に耐折試験の結果を示した。測定値にばらつきがあるが、全体として耐折回数は低下する傾向にあり、低下幅も大きかった。そのため、測定回数を増やすか、

あるいはデータの収集方法を工夫することによって測定値のばらつきを抑えることができれば、劣化指標として期待できると考える。

表 1 3 白色度試験結果

試料名	白色度 %					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	83.0	80.0	77.1	76.8	74.7	71.3
No.1	83.9	81.2	79.0	77.3	75.0	73.1
No.2	83.1	80.1	78.9	76.8	74.7	72.6
No.3	83.3	79.8	78.9	77.3	75.3	73.7
No.4	84.4	81.1	79.5	77.8	75.6	74.1
No.5	84.5	78.6	74.9	69.2	62.0	56.2
No.6	84.3	80.8	78.7	76.5	72.8	70.6

図 9 白色度

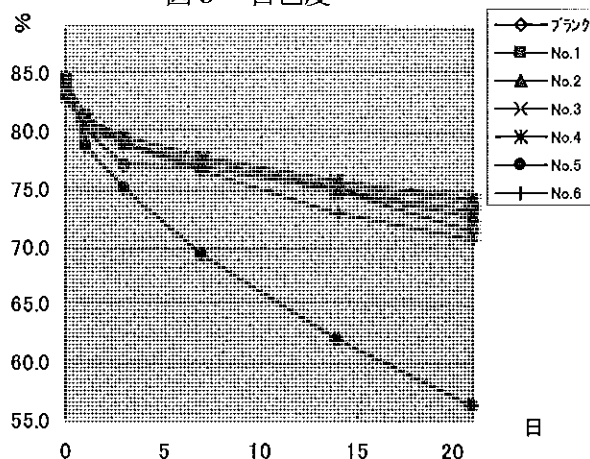


表 1 4 色差試験結果

試料名	色差					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	—	0.60	0.85	1.01	1.39	2.12
No.1	—	0.79	0.79	0.98	1.52	1.78
No.2	—	0.49	1.53	1.24	1.73	2.10
No.3	—	0.80	0.79	1.15	1.50	1.86
No.4	—	0.50	0.85	1.27	1.61	2.12
No.5	—	1.27	1.83	3.20	5.82	7.89
No.6	—	0.50	0.99	1.54	2.44	2.89

図 1 0 色差

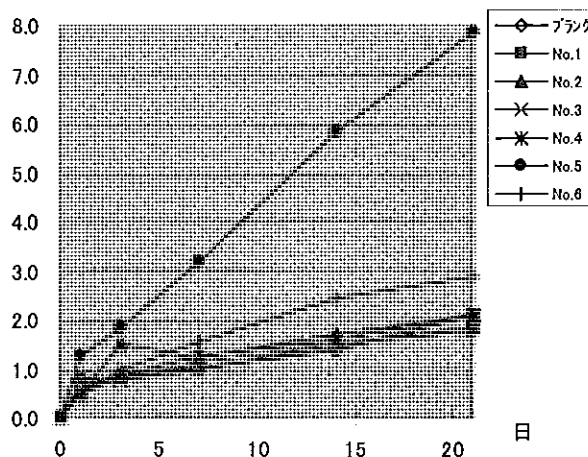


表 1 3、1 4 および図 9、1 0 に白色度および色差の試験結果を示した。酸性紙 No.5、6 の白色度、色差の変化はブランクと比較して大きく、特に No.5 の変化は大きかった。

一方、試料 No.1~4 の白色度低下はブランクに比べて小さく、これは填料である炭酸カルシウムおよび炭酸マグネシウムの酸性化抑制効果によると推測できる。白色度の低下および着色は、紙に含まれるリグニンが紫外線

や酸性物質により酸化され有色物質を生成するためであり、紫外線や酸性物質は同時にセルロースの劣化を引き起こす。そのため、白色度や色差の変化は紙の劣化度合いを間接的に示していると考えられる。いずれの試料も白色度、色差は劣化処理時間が長くなるに伴い段階的な変化が見られ、劣化の度合いを示す指標として有効であると考えられる。

表 1 5 pH 試験結果

試料名	pH					
	0日	1日	3日	7日	14日	21日
ブランク	7.0	6.9	6.4	6.3	6.1	6.0
No.1	6.3	6.3	6.2	6.4	6.2	6.1
No.2	6.8	6.7	6.7	6.5	6.4	6.3
No.3	6.5	6.5	6.5	6.6	6.5	6.5
No.4	6.4	6.3	6.3	6.2	6.3	6.4
No.5	5.0	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6
No.6	6.3	6.2	6.1	6.0	5.7	5.7

図 1 1 pH

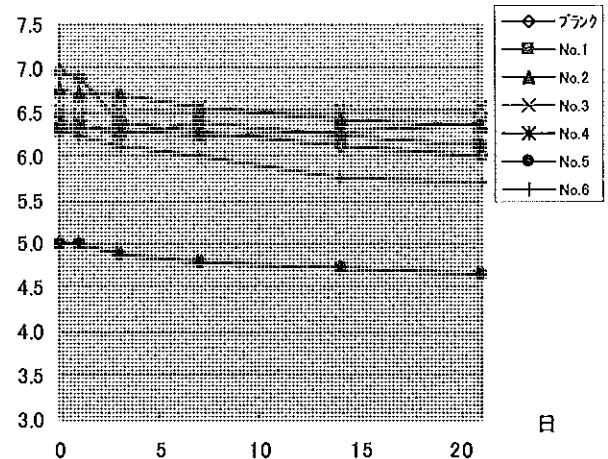
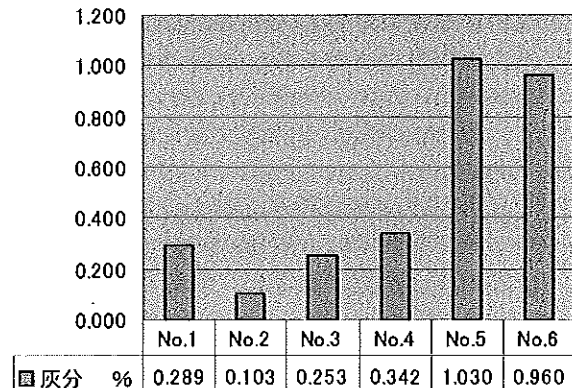


表 1 5、図 1 1 に pH 試験の試験結果を示した。劣化処理時間が長くなるに伴いブランクの pH 値は低下したが、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムを含む No.1~4 の pH 低下幅は僅かであった。紙は劣化する際自ら蟻酸や乳酸等の有機酸を発生し、これらが自身の劣化を促進させることが報告されており、アルカリ成分は劣化処理の際、恒温乾燥機内で紙が酸性化されるのを抑制したと推測できる。

図 1 2 に劣化処理を行っていないサンプルの灰分試験結果を示した。仕込み量に対して脱落が多く、歩留まりは炭酸カルシウムで 20~30%、炭酸マグネシウムは炭酸カルシウムよりも低く 10% であった。硫酸バンドは大過剰に添加したが歩留まりは 10% 以下であった。

図 1 2 灰分試験結果



4 まとめ

120℃強制劣化処理は前回実施した恒温恒湿処理に比べて、引裂強さの低下が早く、短時間で効率的に試験できることが分かった。引張強さ、耐折度に関しては、劣化処理方法の変更によってほとんど影響がなかった。紙の劣化の度合いを判断する指標としては、引裂強さ、耐折度、pH、白色度、色差が期待できる。また、120℃強制劣化処理においては、サイズ剤の種類によって劣化速度に明確な違いは見られなかった。

今回試験した試料の残りは当センターにて保管し、今後 5 年、10 年後に再び試験して、実際の強度低下と強制劣化による強度低下を比較考察する予定である。

欧州における古文書の大量保存修復処理法

関 正純

Research of Current mass deacidification methods in Europe

Masazumi SEKI

1. はじめに

紙の歴史において、現在の通説では紀元前1000年頃、蔡倫が発明したとされている。この真偽はともかく、紙は現在まで数千年の長きにわたり、文字を記録するメディアとして身近に存在してきた。日本においても、同様に歴史は古く、610年曇徴が製法を伝えた後、和紙の文化として続いている。

一方、西洋においては遅れること約一世紀、751年ダラスの戦いにおいて中国の捕虜が製紙法を伝えたとされている。以来、皮革による文書が紙に取って代わるわけであるが、大量の紙生産が行われるのは、産業革命等を経てである。この頃までの紙は、サイズ剤にかわ明礬を用いるのが主であり、ほとんどが中性紙であった。19世紀に入るとロジンサイズが開発され、同時に硫酸バン土が大量に使用されるようになった。この結果、酸性紙問題が始まったのである。

日本の古文書は袋とじが主であり、たいていの場合、片面しか使用されていない。そこで、我が国においては、修復の手順が裏から紙を補強する方法が確立されている。これに対し、西洋式の本に代表されるが、両面印刷が主であり文字を隠してしまう補強法は適切ではない。

本来、紙はセルロースから構成されており、加水分解が進行することによって有機酸に変化、自身が酸性化し、長期的には繊維がボロボロになるのであるが、和紙の歴史をたどれば千年以上保つことも、また事実と証明できているのである。

近年欧米では、19世紀後半から20世紀の紙において、スローファイアーと呼ばれる加速的な劣化が進行しており、深刻な酸性紙問題が表面化した。実際、世界各地の図書館や公文書館に保存されている文書対策に苦慮している現実がある。

今回、2000年、2002年の2回国の調査に同行したので、欧州における図書館の個々の事情や酸性化防止、強化対策等について報告する。

2. 欧州の図書館の現状

2-1. 大英図書館の現状

1996年移転し、新しくリニューアルオープンした(図1)。地上部分には閲覧室や、電子閲覧室も備った最新施設である。図書は地下5階まで達したフロアーに所狭と並んでいる(図2、3)。その数、千数百万冊の本、皮紙、木簡、石簡等に加えて数多くのガラス板写真、特にシルクロードを旅したスウェインが収集した古文書等が所蔵されている。

保存修復作業(図4)とマイクロフィルム化が同時に行われ、数百万冊分のマイクロフィルムを所有、修復保存技術の研究や現地点では修復不可能な場合はポリフィルムにはさんだ後、縁を超音波接着して保存している。

2-2. フランス国立図書館の現状

フランス国立図書館もイギリスと同様、最近パリ郊外に新館を建て、保存作業に追われている(図5)主に、マイクロフィルム化作業(図6)と収蔵であり、補紙修復作業は一部されているだけである。その他修復作業はフランス各地に分散しているとのことであった。他に脱酸性化処理技術の拠点としてサプレーにある古城を利用した研究所がある(図7)。ここでは主として状態の悪い資料が運ばれて来るのであるが、特に、ベトナム統治時代のガラス板写真が大量に持ち込まれ、フィルム化と保存処理が行われていた。ここにおいても、手に余る分はナイロンで縁をラミネートし(図8)、今後の処理方法が確立するまで保存するとのことであった。

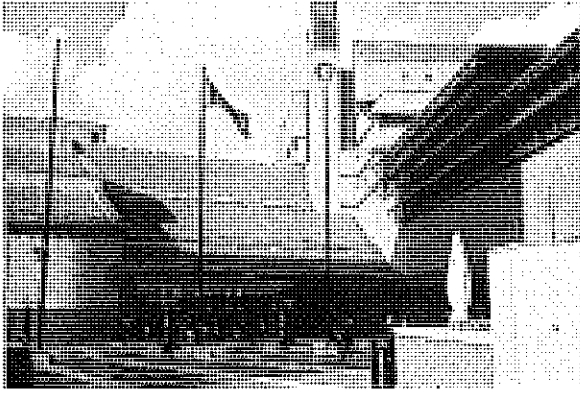


図1 大英図書館全景



図5 新フランス国立図書館

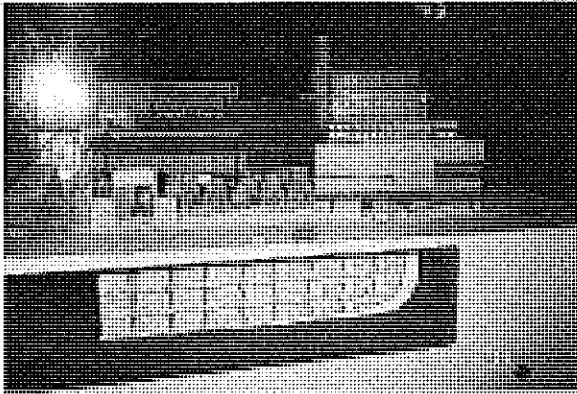


図2 全館模型

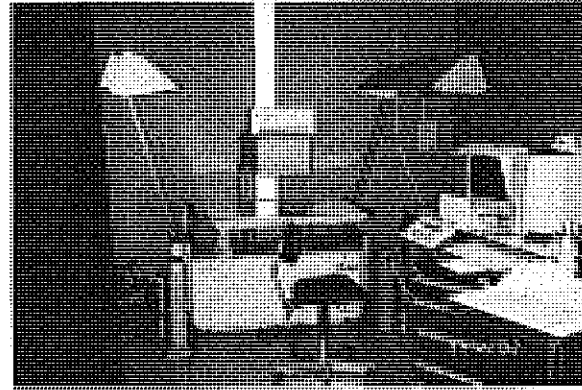


図6 マイクロフィルム撮影装置

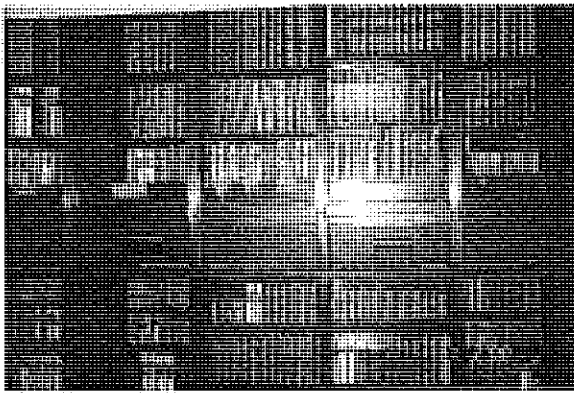


図3 閲覧図書書架

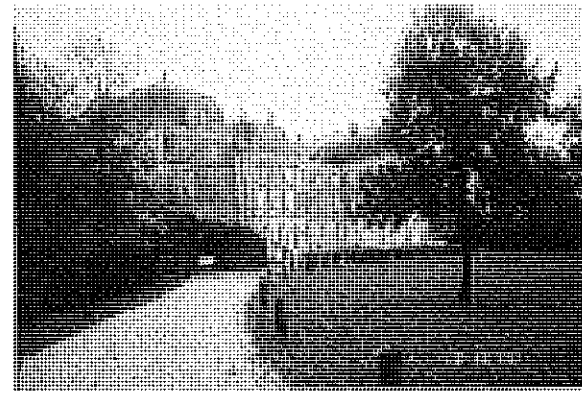


図7 サブレー研究所

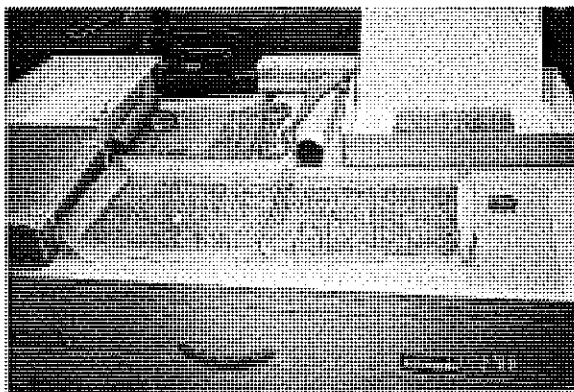


図4 収蔵品新疆文書

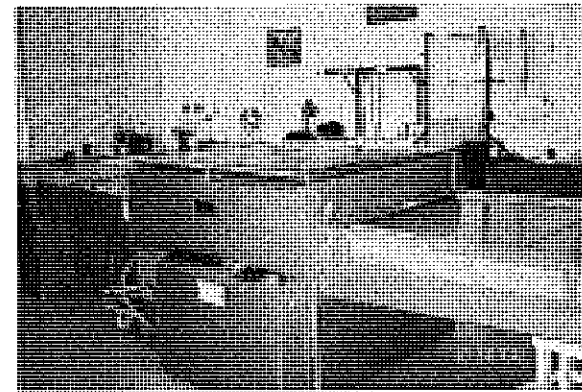


図8 ラミネート装置

2-3. ドイツ図書館の現状

ドイツのライプチヒ（図9）、ミュンヘンにある図書館を訪ねた。ドイツには各地に国立の州立図書館があり、ベルリンが有名であるが、変わった保存修復処理を行っているとのことで、この2カ所を選択した。

蔵書数も他国に引けをとらず多く、特に雑誌、新聞については地方紙を含め、手作業では保存修復作業は不可能なほどのボリュームがある。

現在、ライプチヒでは、修復保存処理で世界に先んじて様々な研究をしているが、特に第三セクターとしてZFB社（図10）が請け負っている脱酸性化処理や強化処理が有名である。

ミュンヘンでも独特の修復処理を研究しているが、実情は外注に頼っている。



図9 ライプチヒドイツ国立図書館



図10 ZFB社

2-4. オーストリア国立図書館の現状

ウィーンにあるオーストリア国立図書館（図11）は、他と比べ規模は小さいが、脱酸性化問題にいち早く取り組んでおり、強化処理を併用しているとのことで訪問した。主として新聞紙が対象であり、1996年以來大

量の脱酸性化処理は終えてはいるが（図12）、寿命を延ばす事が目的であり、すでに劣化した資料については保留状態であった。

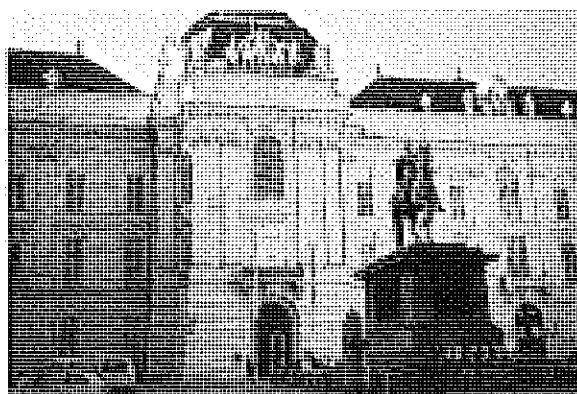


図11 オーストリア国立図書館

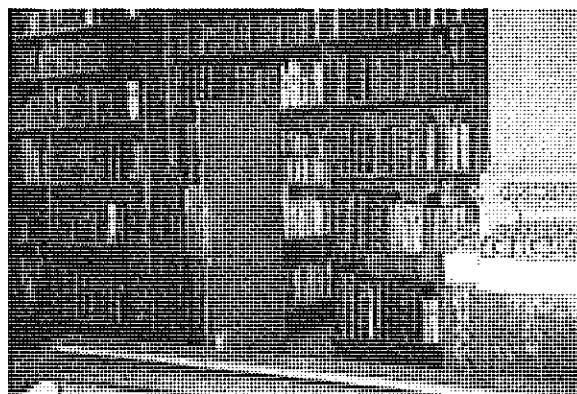


図12 修復後の図書群

3. 古文書の大量保存修復処理法とは

欧州における古文書（特に紙資料に限れば）の大量修復保存処理には、大別して2つの方法で行われている。すなわち、急速な酸性化を押さえる、脱酸性化処理と、紙資料の補強を行う強化処理である。

一般的に脱酸性化法は消極的処理と言われている。それは資料の酸性化を一時的に止めるだけで、繊維の劣化は止めることはできないからである。ただし、処理することによって劣化速度を遅くすることができる。

一方、強化処理法は簡易な方法が確立されていないのが現状である。各国で様々な方法が試されているが、個々一長一短があり決定的なものはまだである。

しかしながらボロボロになった資料が、閲覧できない状態で大量放置されている現状も多い。

4. 古文書の脱酸性化処理法について

それでは脱酸性化処理の個々の例について紹介する。

まず、液相処理の大量処理の先駆けであるウェイ・トゥ法であるが、カナダ国立公文書館で年間数万冊の処理が実施されている。

まず真空タンクに図書を入れ、徐々に真空とし、水分を除去する。

その後処理溶液として、アルキルマグネシウムカーボネートのアルコール・フロン溶液を注入する。

中和が終わると処理液を抜き取り出した後、溶剤の蒸発と図書の調湿を行い終了する方法である。

ジエチル亜鉛法はアメリカ議会図書館が開発した気相処理である。ジエチル亜鉛が水と酸素に激しく反応し、水酸化亜鉛を発生中和するものであるが、危険を伴うことにより現在は停止している。

サブレー法、バツテル法はウェイ・トゥ法の改良型であるが、アルカリ剤と非水性溶剤が個々で少し異なっている。

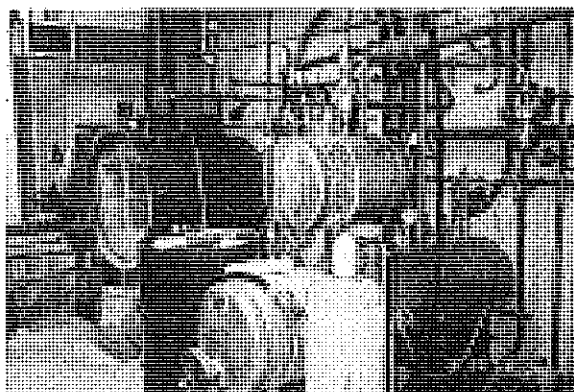


図 14 サブレー法チャンバー



図 15 サブレー 処理図書

4-1. サブレー法

サブレー法はフランスサブレー研究所で行われている脱酸性化処理法である。フロー図は下に記すが(図 13)、チャンバーが小さく(図 14)一度に処理できる処理量は約 100 冊程度であり(図 15)、年間 2、3 万冊の処理能力に止まっている。また、フロンの規制が始まった現在、フロンガスの検討中であり、休止状態である。

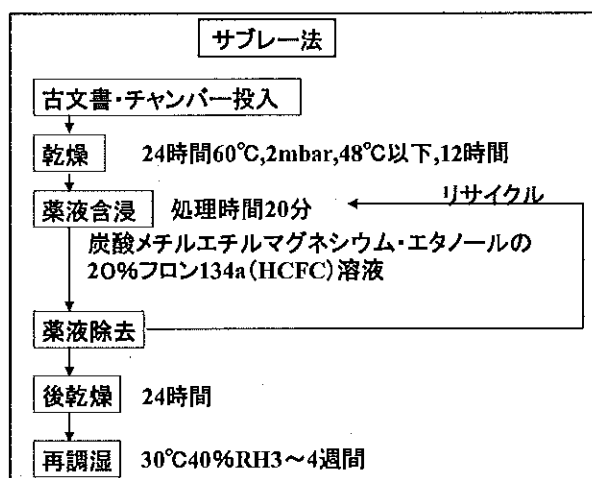


図 13 サブレー法

4-2. バツテル法

バツテル法(図 16)は現在欧州では一般的な脱酸性化法である。

ライプチヒのドイツ国立図書館ではその地下に直径 2 m 近くのチャンバーがあり(図 17)、約 2000 冊の本を一度に処理している。作業は自動化されており、一週間に 2 巡の処理が現在も行われている。

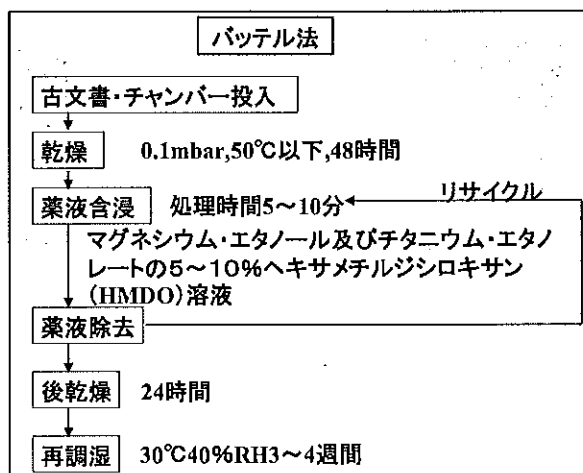


図 16 バツテル法

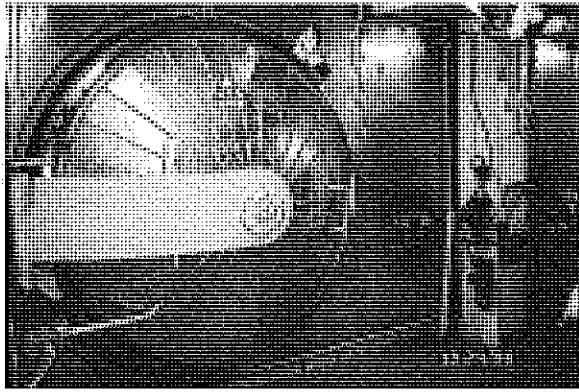


図 17 ライプチヒ ZFB 社チャンバー

また、スイスでもバツテル法を採用しており、ベルン郊外のニトロケミ社（図 18）がある。ここでは最新鋭の機器を導入し、最大級のチャンバーが 2 基並列（図 19）しており、交互稼働を行っている。処理能力は高く、スイス政府から依頼された全量で 2/3、残り 1/3 は他機関からも受け入れている。



図 18 ニトロケミ社

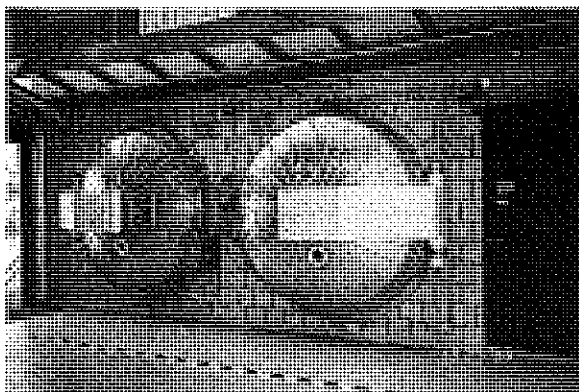


図 19 ニトロケミ社チャンバー群

特に、自動化が進み、バケットに積めた後は（図 20、21、22）人的労力は少ない。また、貯蔵タンクや調湿のための倉庫が所狭しと並んでいる様（図 23、24）は圧巻である。

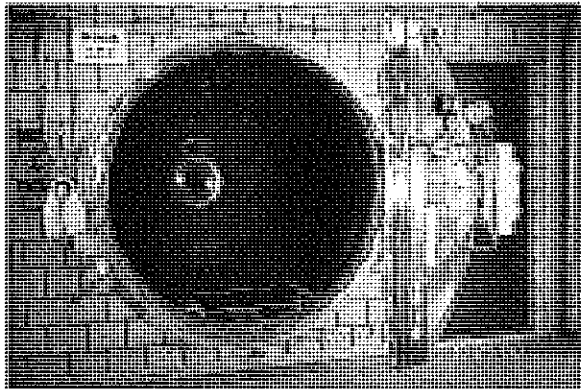


図 20 チャンバージョイント部

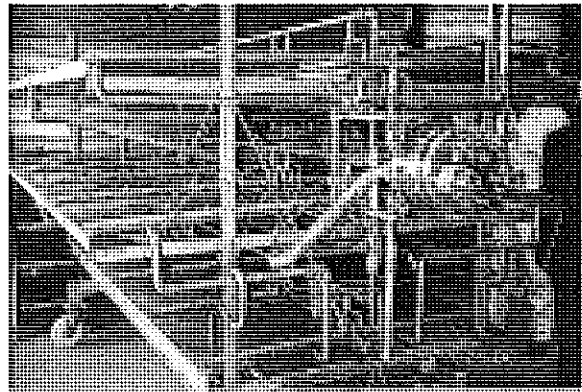


図 21 架台

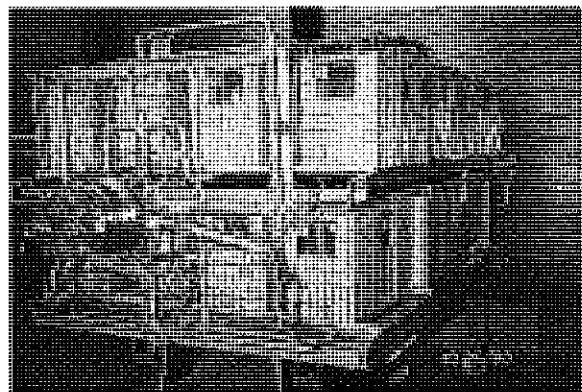


図 22 処理前の最終状態



図 23 貯蔵タンク施設

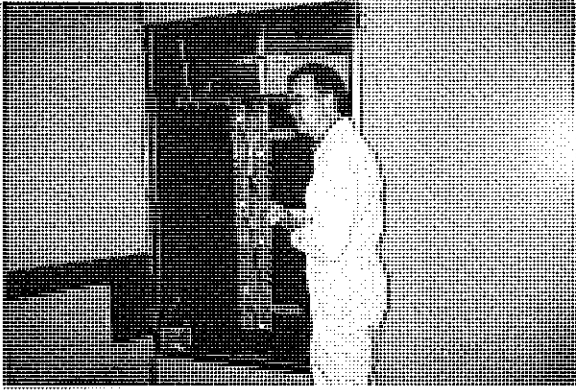


図 24 調湿倉庫内部

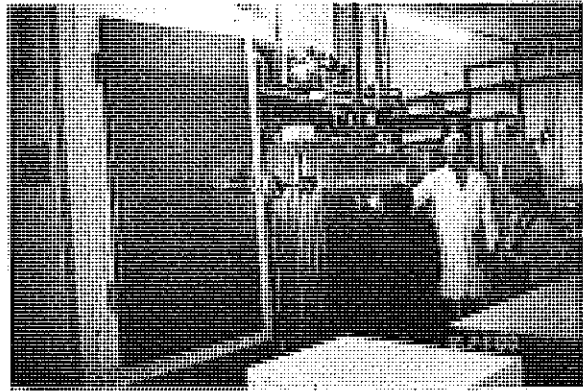


図 27 フリーズドライ装置

4-3. ヴィエナ法

ヴィエナ法はオーストリア国立図書館で行われている。脱酸性化処理と同時に強化ができるために注目されたが、溶剤に水を用いるため図書の変形を伴う欠点がある(図 25)。

操作手順方法については、他の方法とあまり変わらない。まず古文書をバケット(図 26)に入れ、水酸化カルシウム水溶液とメチルセルロース混合溶液で満たし、処理を行う。次に溶液を抜き、水切りした後、フリーズドライ装置(図 27)に入れ脱水と乾燥を行う。その後静圧をかけ整えて終了である。

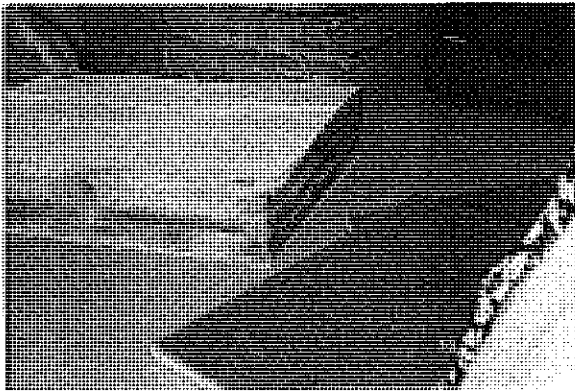


図 25 水により変形した図書

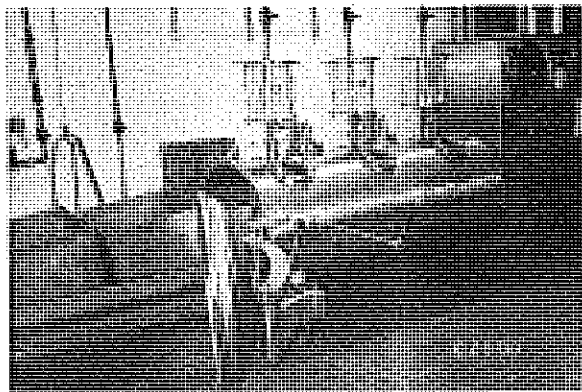


図 26 反応容器

4-4. ブックキーパー法

ブックキーパー法は主に北米で盛んに行われている処理法であるが、非水性溶剤としてヘキサメチルシロキサンというフロンを用いていることが特徴である(図 28)。多くのアメリカの図書館、公文書館で採用されている。欧州ではオランダが王立図書館で処理をしている。縦型横型の容器(図 29)があるが、いずれも数冊程度の処理能力である(図 30、31、32)。

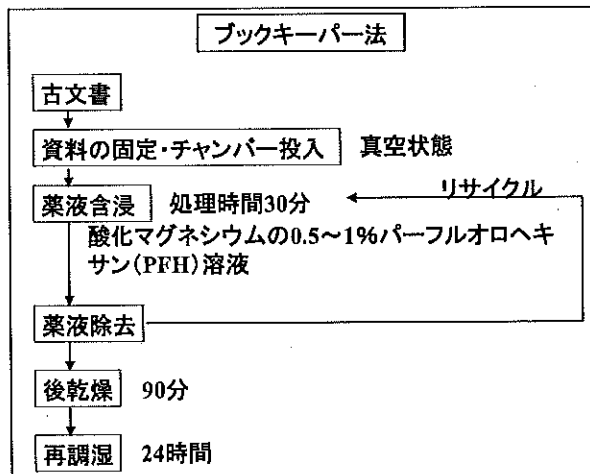


図 28 ブックキーパー法

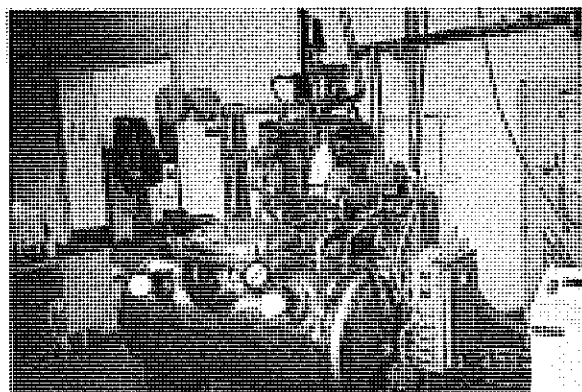


図 29 手前横型、後ろ縦型反応容器

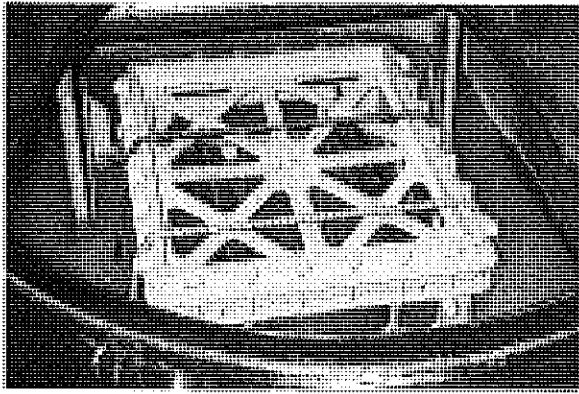


図 30 横型反応槽内

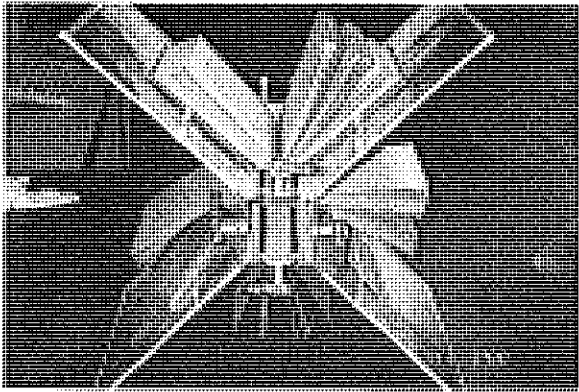


図 31 縦型図書セット状態

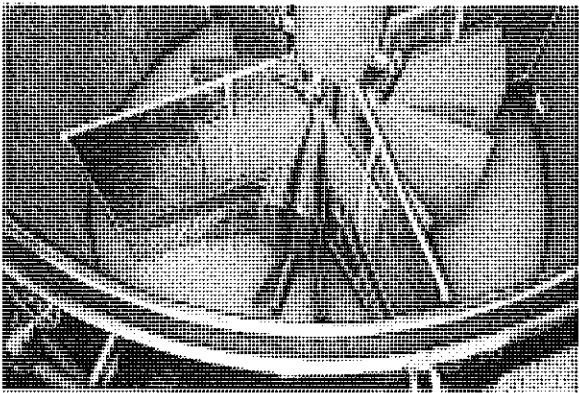


図 32 縦型反応槽内

4-5. その他の処理方法

BPA (Book Preservation Associate 社) 法は 1990 年代アメリカで発明され、続けて研究が行われていた気相法であるが、エチレンオキシドとアンモニア水を用い紙中にエタノールアミンを発生させ中和する方法である。欧州には採用されていない。

DAE 法については東京農工大学の大江先生、岡山先生による気相法である。

減圧下アンモニアガス、酸化エチレンガスを入れ、エタノールアミンによって中和

するものである。日本では一般的な方法であるが、BPA法と同様欧州では、まだ採用されていない。近年、ある国からオフナーがあったということも聞き及んでいる。

5. 古文書の強化法について

現在も各国で工夫がなされているが、決定的な方法はまだ見いだされていない。

5-1. パリレン法

パリレン (ポリパラキシレン) 法はジパラキシレンを減圧下気化させ、熱分解炉を通してモノマーとし資料を被覆する重合の一種である。重合速度のコントロールが難しく現在では行われていないと聞いている。

5-2. グラフト重合法

イギリスの大英図書館で行われていた、グラフト重合法 (図 33) もモノマー含侵法であるが、アクリル樹脂による強化処理である。

この方法も酸素があれば重合が阻害される他、作業空間の問題やコスト高など問題があり、現在は休止している。

グラフト重合法

- 1 資料をグローブボックスに入れ、減圧する。
- 2 窒素充填し、モノマーを数ページごとに塗る。
- 3 10時間保ち、全ページ染み込むのを待つ。
- 4 コバルト照射(4時間)を行い、重合を開始する。
- 5 再び減圧し、余分なモノマーを取り除く。
- 6 念入りに加熱することによってモノマー除去。
- 7 常温常湿に戻し、プレスして放置する。

図 33 グラフト重合法

5-3. ペーパーズプリット法

ドイツライプチヒで行われているペーパーズプリット法は、文字通り紙を引き裂く方法である (図 34)。

まず、フェルト状のマットにゼラチンを塗り、紙資料をサンドする。次に Z 方向に引き裂く、その間に補強紙を入れ脱酸性化剤と接着剤にて再びシート化する。その後、ゼラチンを酵素によって失効させ (図 35)、洗ってフェルトを除けば補強が完了

するわけである (図 36、37)。

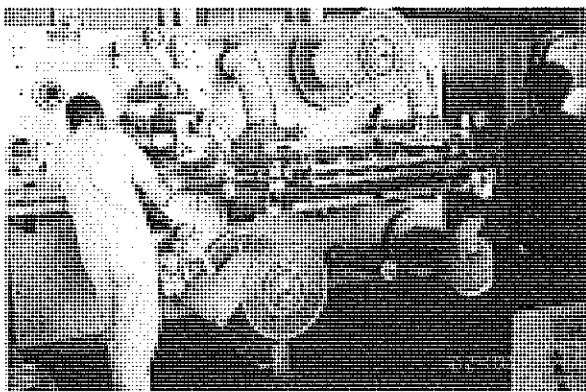


図 34 ペーパーズプリットマシン

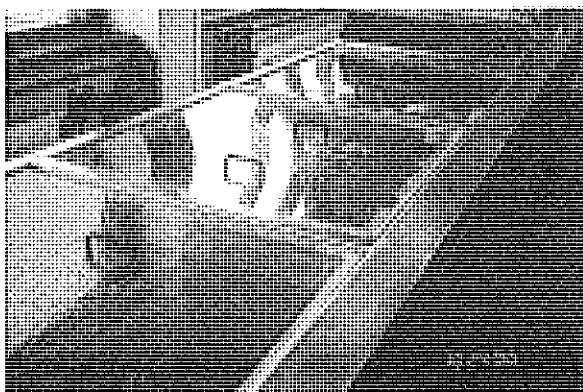


図 35 ゼラチン洗浄

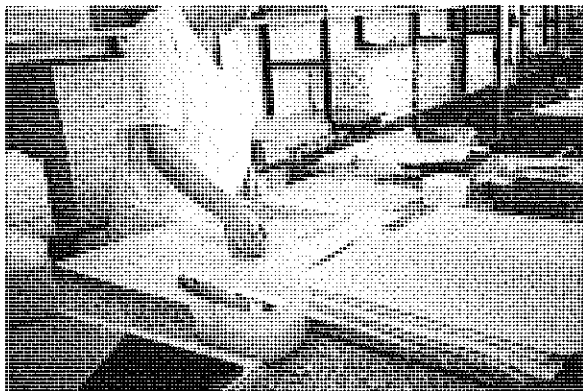


図 36 マット除去、乾燥



図 37 修復後の図書

5-4. リーフキャストイング法、フリース法

リーフキャストイング法 (図 38) やフリース法 (図 39) は一枚一枚の損傷を穴埋めしてゆく方法とその応用法である。

この処理が単独で行われるよりも、他の処理を行う前処理として色々な場合に用いられる。

また、毎葉資料としなければならないので時間と価格がかかる欠点がある。リーフキャストイング法は近年完全自動化マシンが開発された (図 40)。

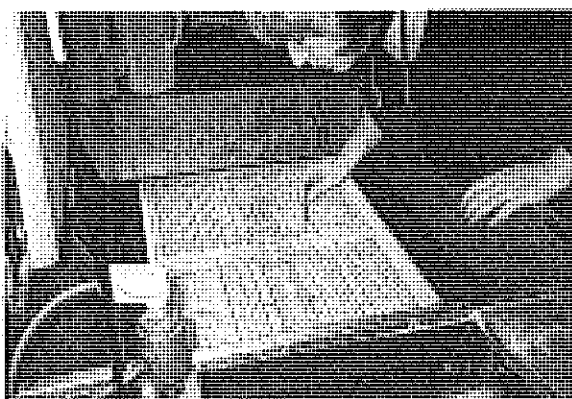


図 38 リーフキャストイング

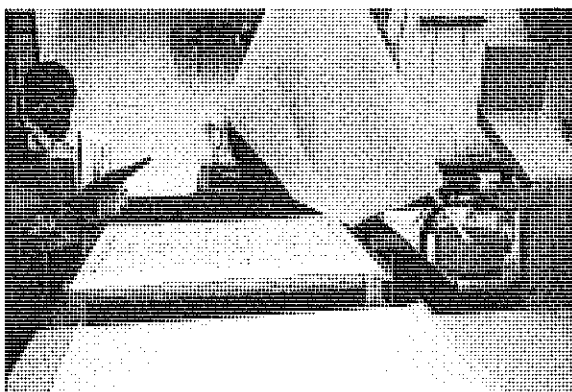


図 39 フリース法

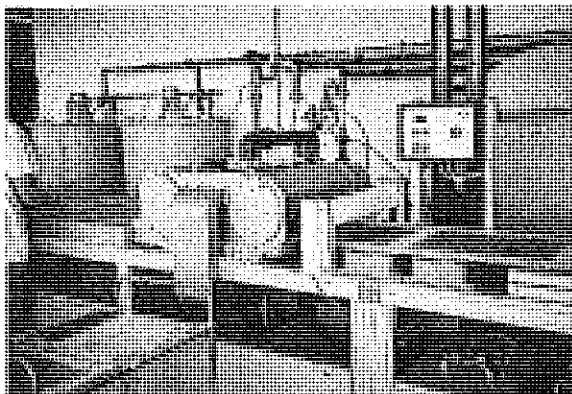


図 40 リーフキャストイングマシン

6. まとめ

この様に脱酸性化処理法は、世界各地において大規模なプラントが稼働し一定の成果が上がっている。しかし一方で、紙の強化法については、毎葉処理には適しているが、大量に処理する技術が確立されたとは言い難い。今後、全世界で研究されている成果に期待したい。

〈参考文献〉

- 森田恒之他 紙資料の保存 劣化状態調査法の定式化と大量脱酸処理法の開発
平成11—13年度科学研究費補助金(基盤研究(A)(1)) 研究成果報告書
- 岡山隆之 酸性紙の劣化抑制処理とDAE法の概要

平成15年度高知県立紙産業技術センター報告第9号
平成16年11月30日 印刷発行

編集発行 **高知県立紙産業技術センター**
Kochi Prefectural Paper Technology Center
〒781-2128 高知県吾川郡いの町波川287-4
電話(088)892-2220 FAX(088)892-2209
<http://www.pref.kochi.jp/~kami/>

印刷 西富謄写堂

