

ISSN 1342-4068

高知県立紙産業技術センター報告

第4号

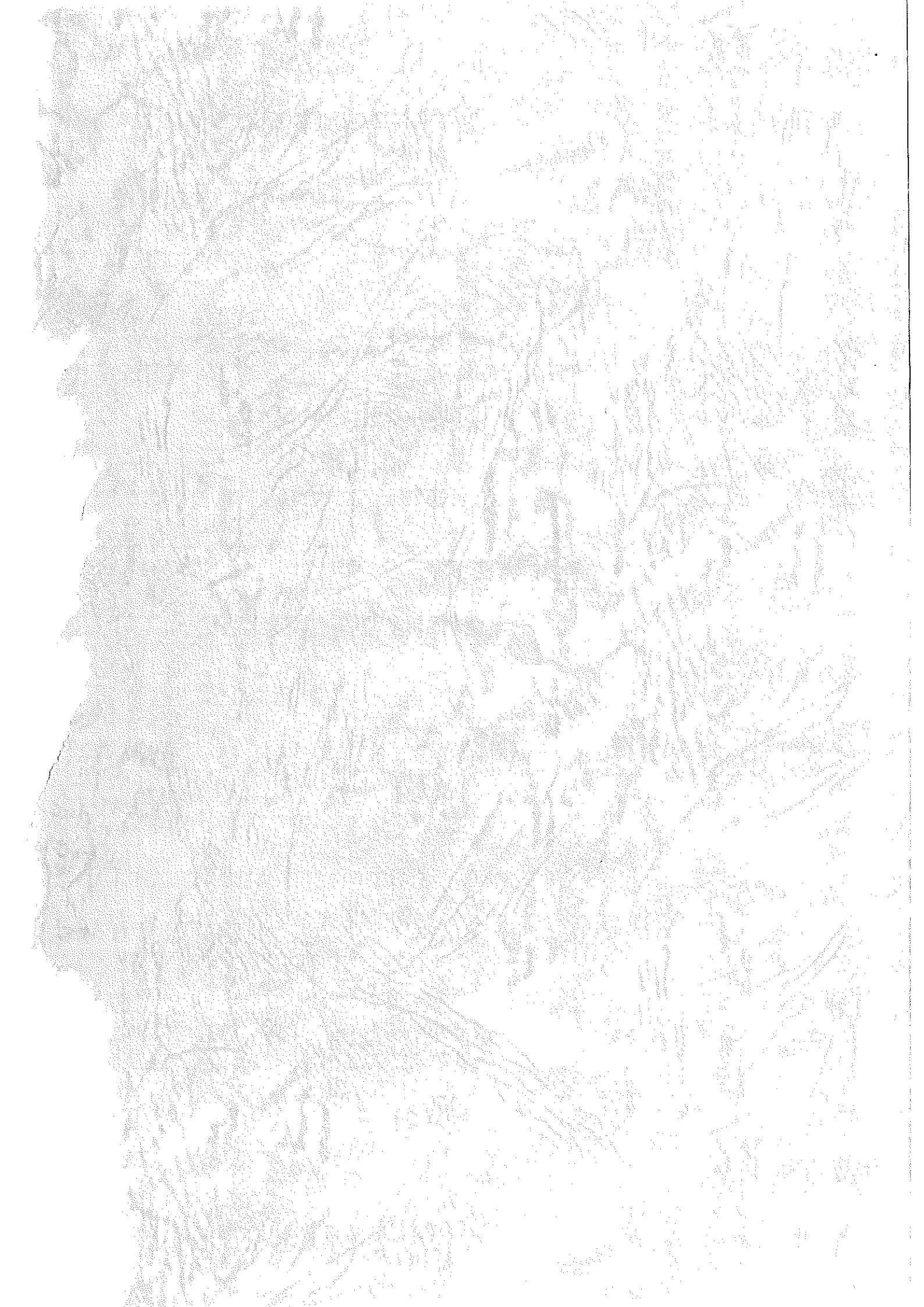
THE REPORT ON WORKS
OF
KOCHI PREFECTURAL
PAPER TECHNOLOGY CENTER

VOL. 4

1999

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



はじめに

紙産業技術センターは、設立から5年を迎えることになりました。初期の揺籃期を過ぎ、成長期に入った当センターは、重要な地場産業である製紙業の技術振興を支援するため、「地域に開かれ、高度に機能し、より親しみのある」試験研究機関として、より成長して参りたいと考えております。

さて、平成10年度の高知県の紙産業生産量（高知県製紙工業会調べ）は、機械紙及び不織布企業で合計69,260トンで、対前年比94.4%と低下しています。また、生産額においても437億円余りで対前年比97.7%となっております。当センターといたしましても「高機能紙への挑戦と紙文化への貢献」を指針として、ニーズの多様化、産業構造、社会構造の変化に柔軟に対応し、企業と一体となり特色ある産地を維持発展させてまいりたいと考えております。

この報告書は、平成10年度の業務全般及び研究成果について編集したものです。

ご高覧いただき、センター業務の現状をご理解いただきますとともに、研究報告が県内企業の皆様を始め、関係の方々のお役に立てれば幸いです。

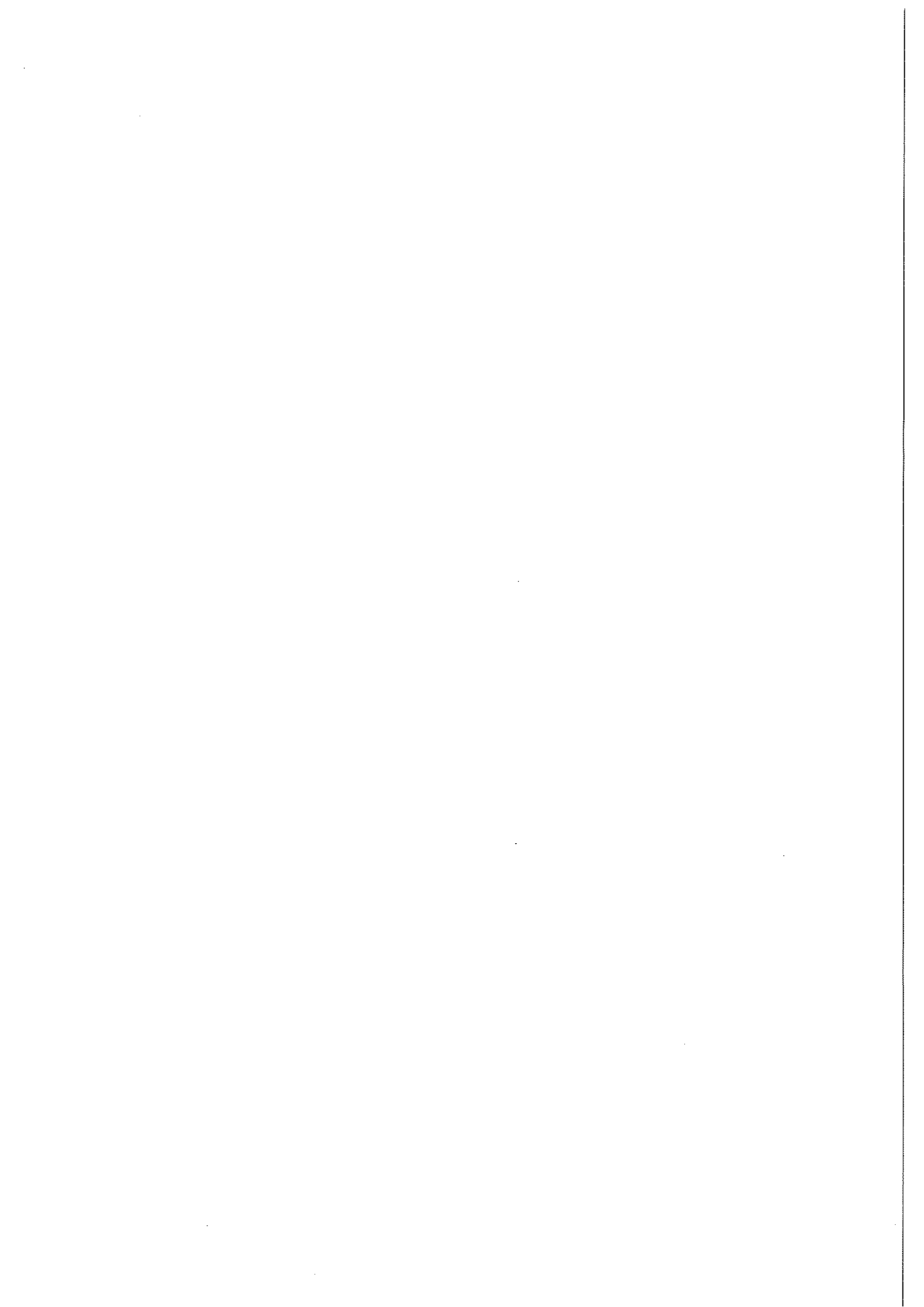
平成11年10月

高知県立紙産業技術センター
所長 官崎 謙一

目 次

はじめに	1
I 紙産業技術センターの概要	
1 沿 革	2
2 組織及び業務	3
3 職員の構成	4
4 施設の概要	4
5 予 算	5
6 試験手数料及び機械器具使用料	6
7 所有主要設備	8
II 業務概要	
1 技術相談及び技術指導	15
2 依頼試験及び設備使用	15
3 職員研修及び派遣	16
4 研修生の受け入れ	16
5 工業所有権	17
6 講師派遣	17
7 開放試験設備利用研修事業	18
8 O R T研修事業	18
9 客員研究員招へい事業	18
10 異業種交流促進事業（コウチ・アサヒ異業種交流会）	19
11 21こうちかみわざ新商品開発事業	20
III 調査研究報告	
感性機能を追求した紙・不織布製品の開発研究(特定中小企業集積活性化支援事業) ..	24
спанレース不織布の基礎研究（第4報）	36
複合不織布に関する基礎研究	43
紙マルチの開発研究	50
版画用紙の試作研究	54
経塚から出土した紙本経の繊維調査について	60
デンプン高含有再生セルロース繊維の応用	65
補強用合成繊維のフィブリル化	76

I 紙産業技術センターの概要



1 沿革

- 昭和7年 明治41年に設立された土佐紙業組合製紙試験場が県に移管され、高知県商工課工業試験所となる。
- 昭和10年 高知県商工奨励館設立により、同館工業試験場となる。
- 昭和16年 製紙部門を独立し、高知県紙業試験場となる。
- 昭和17年 本館及び手すき実験室を改築する。
- 昭和34年 機械すき抄紙設備を改築する。
- 昭和38年 場の整備強化に着手する。
- 昭和40年 第一工場（機械すき、手すき試験室）が竣工する。
- 昭和42年 本館が竣工し、加工科を新設する。
- 昭和43年 第二工場（加工試験室、パルプ室、車庫）が竣工する。
- 昭和45年 第二工場に恒温恒湿機械装置を設置する。
- 昭和47年 工場排水処理施設の設置とともに、第一工場廃液処理室が竣工する。
- 昭和56年 第一工場手すき仕上げ室を試験室に整備拡充する。
- 昭和57年 機構改革に伴い、手すき紙科を新設する。
第二工場加工試験室を整備拡充する。
- 平成5年 戦略的地域技術形成事業により、試験機を充実する。
- 平成6年 建築工事（本館棟、第一研究棟、第二研究棟他）が竣工し、多目的抄紙機、大型懸垂短網抄紙機、多目的不織布製造装置及びテストコーター&ラミネーターのプラント設備をはじめ、試験研究設備を整備拡充する。
戦略的地域技術形成事業により、傾斜型短網抄紙機等を設置する。
- 平成7年 吾川郡伊野町波川に高知県立紙産業技術センターと名称変更して、移転する。
機構改革により、組織を総務班、技術第一部、技術第二部とする。
戦略的地域技術形成事業により、試験機を充実する。
- 平成8年 中小企業集積活性化支援事業により、試験機を充実する。
- 平成9年 中小企業集積活性化支援事業により、試験機を充実する。
- 平成10年 中小企業集積活性化支援事業及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。

2 組織及び業務

所 長 宮崎 謙一	総 務 班	予算その他庶務会計全般に関すること
	班 長 宮尾 昭子	
	主 事 吉本さおり	
	技術第一部	(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
	専門研究員兼 技術第一部長 林 幸男	
	総 括 主 任 池 典泰	
	主任研究員 澤村 淳二	
	技 師 森澤 純	
	技 師 近森 麻矢	
	技術第二部	(1) 機械紙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
	専門研究員兼 技術第二部長 宮地 亀好	
	専門研究員 松本 博	
	総 括 主 任 大川 昭典	
	主任研究員 関 正純	
	技 師 滝口 宏人	
	主任技師 江渕 栄貫	

3 職員の構成

班 部 別	事 務 職 員	技 術 職 員	技 能 職 員	計
所 長		1		1
総 務 班	2			2
技 術 第 一 部		5		5
技 術 第 二 部		5	1	6
計	2	11	1	14

4 施設の概要

敷地面積		13,069.79m ²
建物延面積		5,788.51m ²
本 館 棟 (鉄筋コンクリート造 一部3階建)	建築面積	1,205.68m ²
	延面積	2,615.42m ²
第一研究棟 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨2階建)	建築面積	920.79m ²
	延面積	1,465.60m ²
第二研究棟 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨2階建)	建築面積	1,035.98m ²
	延面積	1,550.40m ²
そ の 他	車 庫 (鉄骨造)	31.33m ²
	駐 輪 場 (鉄骨造)	17.62m ²
	受 水 槽 施 設 (鉄筋コンクリート造)	40.00m ²
	排 水 処 理 施 設 (鉄筋コンクリート造)	59.78m ²
	焼 却 炉 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨)	8.36m ²

5 予 算

(歳 出)

費 目	金 額(千円)	備 考
管 理 運 営 費	21,784	
試 験 研 究 費	17,681	
特 別 研 究 費	40,005	国庫補助(1/2)事業 NEDO(全額委託)事業
開 放 化 促 進 事 業 費	8,662	
技 術 指 導 事 業 費	513	一部国庫補助(1/3)事業
技 術 者 養 成 事 業 費	987	一部国庫補助(1/2)事業
産 業 創 造 活 性 化 事 業 費	2,546	
計	92,178	

(歳 入)

科 目	金 額(千円)	備 考
使 用 料 及 び 手 数 料	7,323	試験手数料、機械器具使用料等
諸 収 入	133	ORT研修負担金
計	7,456	

6 試験手数料及び機械器具使用料

(1) 試験手数料

平成11年4月1日現在

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

(2)機械器具使用料

平成11年4月1日現在

区	分	種	別	単	位	金額(円)
原料処理機器		1キログラムホーレンダー型ピーター	1台	1時間		570
		8キログラムホーレンダー型ピーター	1台	1時間		620
		18キログラムホイト型ピーター	1台	1時間		620
		38キログラムホイト型ピーター	1台	1時間		1,370
		1キログラムナギナタ型ピーター	1台	1時間		570
		10キログラムナギナタ型ピーター	1台	1時間		570
		スクリーン	1台	1時間		620
		セントリクリーナー	1台	1時間		620
		蒸解用オートクレーブ	1台	1時間		980
		地球釜	1台	1時間		2,930
		粉砕機	1台	1時間		1,280
		その他の原料処理機器	1台	1時間		570
	試験機器		熱風循環式高温炉	1台	1時間	
		万能試験機	1台	1時間		1,090
		フェードメーター	1台	1時間		1,190
		フラジール通気度試験機	1台	1時間		490
		偏光顕微鏡	1台	1時間		610
		バームボロシメーター	1台	1時間		710
		紙伸縮計	1台	1時間		560
		横型引張試験機	1台	1時間		650
		白色度計	1台	1時間		730
		繊維長分布測定装置	1台	1時間		1,120
		印刷適性試験機	1台	1時間		1,470
		マイクロハイスコープ	1台	1時間		1,790
		ハンディー圧縮機	1台	1時間		680
		クリーンベンチ	1台	1時間		630
		ガス透過率測定装置	1台	1時間		870
		イメージアナライザー	1台	1時間		690
		走査電子顕微鏡	1台	1時間		2,910
		織物磨耗試験機	1台	1時間		820
		落下衝撃試験装置	1台	1時間		950
		ショッパー型耐水度試験機	1台	1時間		750
	その他の試験機器	1台	1時間		570	
抄紙加工機		サイズプレス	1台	1時間		940
		自動テストプレス	1台	1時間		1,550
		樹脂成型プレス機	1台	1時間		790
		エンボスマシン	1台	1時間		1,370
		熱カレンダー	1台	1時間		1,010
		樹脂加工機	1台	1時間		2,020
		モールド試験機	1台	1時間		860
		艶付け機(亜鉛板の部分を除く)	1台	1時間		860
		小型抄紙機	1台	1時間		6,510
		手すき抄紙室に備え付ける器具	1台	1時間		510
		スーパーキャレンダー	1台	1時間		1,320
		その他の抄紙加工機	1台	1時間		550
	分析機器		顕微FT-IR	1台	1時間	
		高速液体クロマトグラフ	1台	1時間		860
		ガスクロマトグラフ	1台	1時間		770
		自記分光光度計	1台	1時間		630
		イオンクロマトグラフ	1台	1時間		820
		元素分析用低真空電子顕微鏡	1台	1時間		6,620
		ICP発光分析装置	1台	1時間		3,560
		全有機炭素分析計	1台	1時間		910
		その他の分析機器	1台	1時間		570
加算額		電気、水道、付属設備等を著しく使用する場合				実費
		試験機器を恒温恒湿室で使用する場合	1時間			940
施設		研修室(半面積)	半日			5,790
		会議室	半日			3,810

7 所有主要設備

(1) 抄紙・原料処理設備

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
大型懸垂短網抄紙機	(株)梅原製作所		短網・短網組合せ式 抄紙幅 : 最大1000mm 抄紙速度 : 5~20m/min 抄紙坪量 : 8~200g/m ²	H. 6
多目的テスト抄紙機	川之江造機(株)		傾斜短網・順流式円網組合せ式 傾斜型短網傾斜角 : 0~20度 抄紙幅 : 550mm 抄紙速度 : 10~200m/min 抄紙坪量 : 12~250g/m ²	H. 6
小型傾斜短網抄紙機	(株)大昌鉄工所		順流円網・傾斜短網組合せ式 抄速 : 3~13m/min 抄紙幅 : 300mm 斜度 : 0~20度 ウォータージェット装置 : 圧力160kgf/cm ²	H. 6
大型懸垂短網抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		バケットチェスト、振動スクリーン、スーパー セントリクリーナー、インクライトロールプレス	H. 6
多目的テスト抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		パルパー : 2m ³ セントリクリーナー DDR : 75kw×6P サイクリングタンク、配合ホッパー、マシンチェスト	H. 6
スーパー ハイブレーター	(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	ベッドプレート : 厚さ3.2mm、幅43mm ロール : 直径194mm 面長 : 152mm 回転数 : 500rpm 標準処理量 : 約360g	S. 54
ふるい分け試験機	熊谷理機工業(株)	JISP8207 に対応	ふるい分け槽 ふるいメッシュ : 12、24、80、150	S. 47
フラットスクリーン	(株)梅原製作所		振動式スクリーンプレート : 7/1000in	H. 5
小野打カッター	小野打製作所	DL-150		S. 57
全自動平プレス	(株)羽島	HP-54A	最大加圧力 : 500g/cm ² 最高温度 : 220℃ 加圧時間 : 0~30sec プレス寸法 : 500×400mm	H. 6
パルプ標準離解機	(株)東洋精機		TAPPI標準、JIS対応	S. 55
遠心脱水機	国産遠心機(株)	H-130-B		S. 58
叩解度試験機	東洋テスター(株)	ショッパ型	JISP8121に対応	S. 62
ろ水度試験機	東洋テスター(株)	カナテイソン型	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			箕桁、漉槽、压榨機	
大型打解機	(株)大昌鉄工所			H. 6

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
原料煮熟釜			大釜：約30kg 中釜：約10kg 小釜：約3kg	
回転蒸解缶	東洋テスター(株)		電気式(ヒーター)回転型 原料処理量：約400g	S. 54
蒸解用オートクレーブ	坂本鉄工所		加熱方式：電気、蒸気 有効容積：120ℓ 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
ホルンダーピーター	(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

(2)加工設備

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
多目的不織布製造装置	川之江造機(株)		抄速：1~10m/min オープナー：働巾250mm ホッパーフィーダー：働巾500mm カード機：働巾500mm ウェブラップ装置 ウォータージェット装置：圧力160kgf/cm ² サーマルライター、サーマルキャレンダー	H. 6
テストコーター & ラミネーター	岡崎機械工業(株)	TC/DL-700S	加工速度：3~60m/min 加工巾：500mm (最大650mm) グレピアコーター、S字トップコーター デトップ式コーター、ウェットラミネーター、ドライラミネーター	H. 6
樹脂成形プレス	(株)神藤金属工業	AWFA-37	最高使用圧力：210kg/cm ² 成形型寸法：355×305mm 常用使用温度：200℃	H. 5
サイズプレス	熊谷理機工業(株)	25LSP-25S150	プレス方式：インクリン枚葉プレス方式 液添加方式：ダム式 ニップ圧：5~25kg/cm 連続可変直続式 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
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)：リソグラフ吸引式 成型型：リソグラフ吸引 (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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
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 : $\phi 0.1\text{mm}$ 2000hole 紡速 : 5~30m/min	H. 6
熱 カ レ ン ダ ー	熊谷理機工業(株)		加工巾 : 400mm 最高使用温度 : 180°C 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°C	H. 元
熱風循環式高温炉	旭科学(株)	HF-60	使用温度 : 0~600°C	
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
スーパージャレンダー	(株)吉永鉄工		最大線圧 : 16kgf/cm 最大速度 : 28m/min 最大温度 : 200°C	H. 7

(3) 試験設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
走査電子顕微鏡	日本電子(株)	JSM-T200	倍率 : $\times 35 \sim \times 100,000$	S. 59
金 属 顕 微 鏡	(株)ニコン	XF-Mタイプ A	倍率 : $\times 20 \sim \times 1,000$ 透過光及び落射光切替可能 写真撮影装置付属	S. 58
万 能 投 影 機	(株)ニコン	V-12	倍率 : $\times 20, \times 100, \times 200$ 透過光及び反射光切替可能	H. 元
偏 光 顕 微 鏡	(株)ニコン	オフチフト2 ホル	倍率 : $\times 4, \times 10, \times 40, \times 100$ 写真撮影装置付属	H. 6
生 物 顕 微 鏡	(株)ニコン	オフチフト2	倍率 : $\times 4, \times 10, \times 40, \times 100$ マルチチャンネル装置付属 顕微鏡カメラテレビ装置付属 カメラマイコンユニット付属	H. 6
光ディスクファイ リングシステム	(株)日立製作所	HITFILE 6500/50HR	大容量5インチ書換型ワークステーション50HR マルチジョブ制御、検索機能など 増設光ディスク駆動装置、増設メモリ(8MB)	H. 6
イオンクロマト	横河アナリティカルシステム(株)	IC-7000E	測定イオン : F、Cl、NO ₃ 、NO ₂ 、Br、SO ₄	H. 6
混 合 ガ ス 透 過 率 測 定 装 置	ジールサイエンス	GPM-250	測定対象ガス : O ₂ 、N ₂ 、CO ₂ 、H ₂ 等 測定範囲 : 0.1~10000ml/m ² ·day· atm 測定温度範囲 : -10~50°C 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 無調整元素タンクステン	H. 3

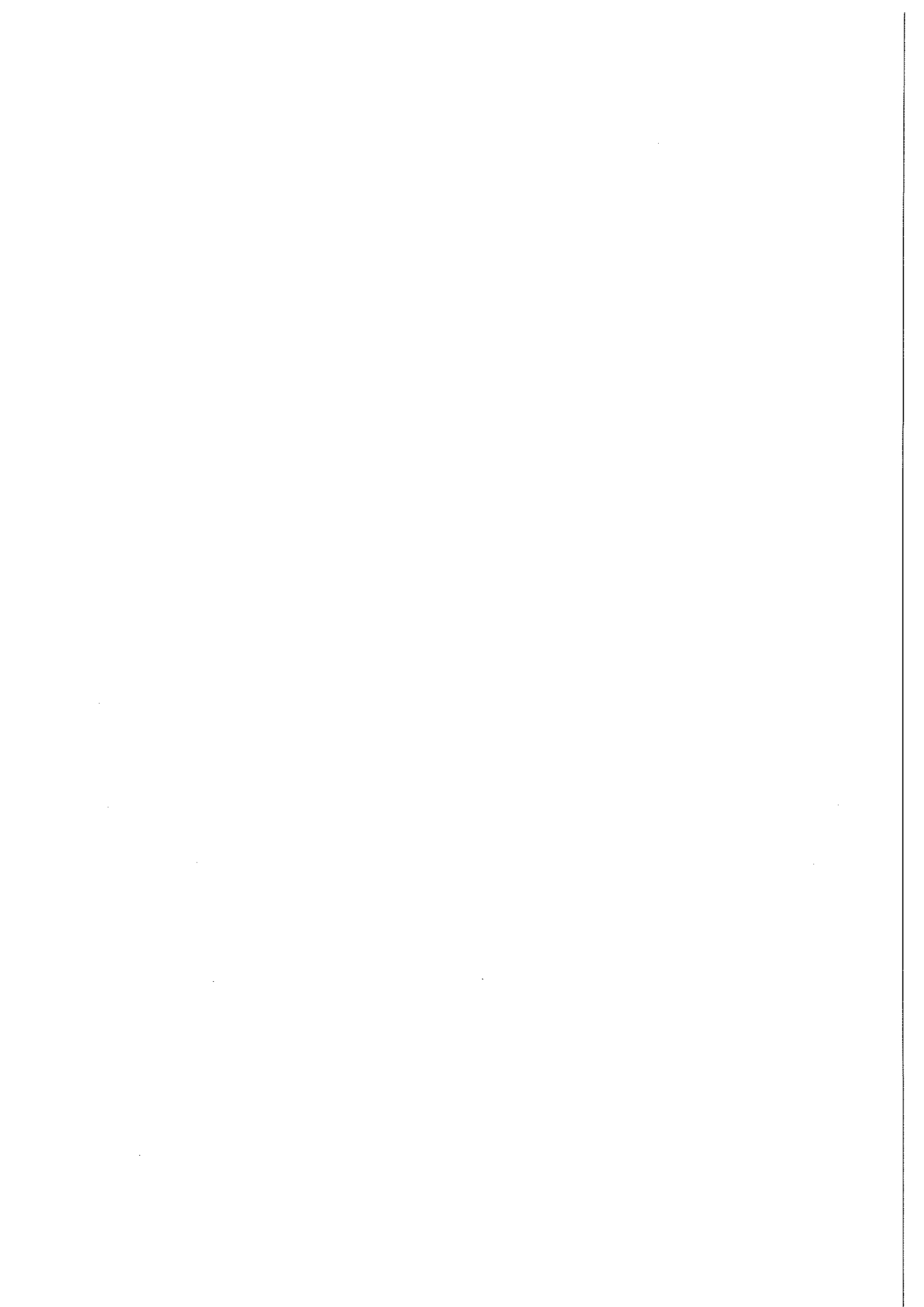
設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
繊維長測定装置	バルメットオートメーション(株)	FS-200	分解能 : 50 測定速度 : 最大100本/秒、100ml/分	H. 6
顕微 F T I R	日本電子(株)	JIR -DIAMOND20	波数領域 : 4000~400cm ⁻¹ 最高分解能 : 2cm ⁻¹ 光学系 : シングルビーム トランスミット干渉計 検出器 : DTGS 赤外顕微鏡 検出器 : MCT 倍率 : ×400	H. 5
表面体積抵抗率測定機	(株)アトハントテスト	R12704 /R8340A	電極寸法 主電極 : φ50mm ガード電極 : φ80mm φ70mm 対抗電極 : 110×110mm 試料最大寸法 : 150×140×厚さ5mm 最小寸法 : φ85mm以上	H. 5
サイズテスター	熊谷理機工業(株)	2070	KBB法に対応	S. 59
ベック平滑度試験機	(株)東洋精機	165	真空度表示範囲 : 0~760mmHg 真空度の設定 : デジタルスイッチによる 1mmHgステップ	S. 63
通気性試験機	カトーテック(株)	KES-F8-AP1	圧力センサー半導体差圧ゲージ型 感度 : フルスケール10V L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
I G T印刷適性試験機	熊谷理機工業(株)		印刷方法 : 振り子法、スプリング法	S. 59
動的浸透性試験機	(株)東洋精機製作所	No. 115	試験片寸法 : 幅25mm 長さ1000mm 円板の速度 : 15m/min以下 スリット寸法 : 1mm及び0.5mm×15mm	H. 元
ハンディー圧縮試験機	カトーテック(株)	KES-G5	検出器 : リング状力計 差動トランス方式 感度 : フルスケール10V、1kgfまで 圧縮速度 : 0.01、0.1、1cm/sec、 0.02、0.00667mm/sec 試料寸法 : 2×2cm以上	H. 5
パームポロシメーター	POROUS MATERIALS INC.		管の内径 : 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 : ディレクトリ印刷 オフセット印刷 フレキ(フォーム)印刷 ホットメット加工 印刷方式 : 枚葉方式 印刷速度 : 約10~100m/分	H. 6
紙伸縮計	(株)安田精機	309	チャック間隔 : 0~100mm可変 変位測定 : 差動トランス 測定範囲 : -10~10mm	H. 6

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
万 能 試 験 機	(株)オリエック	テンシロン UTA-1T	最大荷重：1ton エアチャック式	H. 5
横型引張強度試験機	佐川製作所	DT-03	ロードセル：25kg、2.5kg 試料チャック：15mm、25mm、50mm用 湿紙試験装置	H. 6
白 色 度 計	日本電色工業(株)	PF-10	積分球による拡散光照明の垂直受光方式(エルク方式)、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)	エレクトロ型	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	エレクトロ型	デジタル表示、エアチャック使用	H. 6
M I T耐折度試験機	熊谷理機工業(株)	2015-MR	折り曲げ荷重：0.5～1.5kg つかみ回転速度：175±10rpm	H. 6
ガ ー レ デ ン ソ ー メ ー タ ー	(株)東洋精機	158	空気透過量：最大350ml 透過面穴径：286±0.1mm	H. 6
元 素 分 析 用 低 真 空 S E M	日本電子(株)	JSM-5310LV /JED2100	走査電子顕微鏡 検出器：大型高感度半導体 二次電子分解能：4.5nm(WD8mm) 二次電子倍率：×15～×200,000 反射電子分解能：5.5nm(WD8mm) 反射電子倍率：×15～×100,000 スーム型コンデンサレンズ [®] 装備 加速電圧：0.5～3kv (0.1kv幅) 真空度：6Pa～270Pa X線分析装置 リトラクタブル型 QBaseによる定性分析データベース	H. 6
オ ー ト ク レ ー プ	サンヨー(株)	MLS-3020	滅菌温度：105℃～121℃	H. 5
イ メ ー ジ ア ナ ラ イ ザ ー	東洋紡績	V10	画像メモリ：512×400画素×8ビット ×12画面 画像処理機能：個数、面積、円相当径 最大弦長、フェル径 周囲長等	H. 6
ハ ン ド ル オ ー メ ー タ ー	熊谷理機工業(株)	2050	測定範囲：25g、50g すき間間隔：5～20mm	S. 53
段ボール圧縮試験機	日本理学工業(株)	SAC	最大容量：5ト 圧縮板間隔：0～1000mm 圧縮板大きさ：1000mm四方	S. 45
万 能 引 張 試 験 機	東洋オートウイン	UTM-4L	最大荷重：300kg ストローク：最大1300mm 引張速度：5～1000mm/min	S. 45
S M カ ラ ー コ ン プ ュ ー タ ー	スガ試験機(株)	SM-2-CH	光学系：45度照明反射法 光源：ハロゲンランプ 自動標準、ゼロ合わせ	S. 55
恒 温 恒 湿 装 置	タバイ	PR-3GM	温度範囲：-20～100℃ 湿度範囲：30～98%RH 内容量：60×85×80cm	S. 59

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
フェードメーター	スガ試験機(株)	紫外線フッ ライタイプ FAL-5	試料回転式、送風式、タイムリッチ 温度調節装置	S. 59
インキュベーター	サンヨー	MIR-152	温度範囲：-10～50℃	H. 元
実 体 顕 微 鏡	(株)ニコン			H. 元
赤 外 分 光 光 度 計	日製産業(株)	270-30		S. 58
マ イ ク ロ ハ イ ス コ ー プ	(株)ハイロックス	DH-2200	倍率：20～100可変 ビデオプリンター	H. 5
色 彩 色 差 計	(株)ミノルタ	CR-200		H. 3
変 角 光 沢 計	日本電色(株)	VGS-1001DP		H. 元
ク リ ー ン ベ ン チ	サンヨー(株)	MCV-13BSF		H. 6
電 気 炉	ヤマト科学(株)	FP-41	使用温度範囲：100～1150℃	S. 63
高 速 液 体 ク ロ マ ト グ ラ フ	日製産業(株)	L-6000	検出器：UV-VIS検出器 195～700nm 示差屈折率検出器、電導度検出器	S. 63
ガスクロマトグラフ 分 析 装 置	(株)島津製作所	GC-7A	検出器 FID、TCD	S. 59
引 裂 度 試 験 機	(株)東洋精機	エレメント型		S. 42
低 圧 破 裂 度 試 験 機	(株)東洋精機	ミュールン型	最高圧力：10kg/cm ²	S. 55
高 圧 破 裂 度 試 験 機	日本理学工業(株)	ミュールン型	最高圧力：45kg/cm ² 自動クランプ	S. 56
ガ ー レ デ ン ソ メ ー タ ー	東洋テスター工業(株)	B型	大空気量：300cc 低測定面積：645.16mm ²	S. 51
パ ン ク チ ェ ア テ ス タ ー	(株)東洋精機	T. M. I		S. 42
耐 折 度 試 験 機	(株)東洋精機	MIT型	折り曲げ荷重：0.5～1.5kg つかみ回転速度：175±10rpm	S. 55
I C P 発 光 分 析 装 置	(株)パーキンエルマー ジャパン	OPTIMA3000		H. 7
全 有 機 体 炭 素 計	(株)島津製作所	TOC-5000A	4ppb～4000ppm	H. 7
製 炭 炉	(株)紀州ひのき屋	CF-300S	容積：3.5m ³	H. 8
粉 砕 機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉碎室内径：250mmφ 回転数：4000～10000rpm	H. 8
テ ー バ ー 型 織 物 摩 耗 試 験 機	(株)大栄科学精器 製作所	DTB-50	試験片寸法：13φcm 試験回転速度：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 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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
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

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	6 1 1	紙料の叩解、配合
抄 紙 加 工 技 術	6 8 0	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	6 2 0	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	1 5 5	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	2 1	蒸気管理、節電
公害防止技術	3 2	排水処理
計	2, 1 1 9	

(2) 技術指導

担 当 部	内 容
技術第一部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 集魚用紙抄紙及び加工指導 ・ 鈹物系填料塗工の技術指導 ・ コーター&ラミネーターグラビア塗工染色指導 ・ 竹皮の熱プレス加工及び貝殻虫の樹脂の熱プレス加工指導 ・ トルマリン不織布の開発 ・ エンボスマシン加工技術指導 ・ 仁淀川浚渫汚泥モールド成型技術指導
技術第二部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 杉樹皮入り壁紙の商品化 ・ 琵琶湖の葦利用による高級書道用紙の商品化 ・ 名古屋城修復襖用雁皮紙の抄造技術 ・ い草利用による壁紙の製造方法 ・ 理髪用関連用紙の抄造技術 ・ 機械抄和紙の染色技術

2 依頼試験及び設備使用

(1) 依頼試験

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10
件 数	1, 258	1, 073	1, 029	1, 658	1, 197	1, 680	2, 582	2, 258	2, 687
手数料(千円)	1, 966	2, 312	2, 135	2, 576	2, 165	3, 385	6, 312	6, 841	6, 402

(2)設備使用

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10
件 数	121	406	213	279	225	460	634	672	893
使用料(千円)	50	193	102	149	105	281	488	459	636

3 職員研修及び派遣

研修(派遣)先	期 間	氏 名	内 容
中小企業大学校 東 京 校	H10. 4. 19 ～ 4. 25	関 正純	平成10年度中小企業施策担当者研修課程 「知的創造時代における技術の役割」 (1週間コース)
中小企業大学校 広 島 校	H10. 9. 30 ～10. 2	近森 麻矢	特定中小企業集積活性化計画 支援機関職員研修
大 三 株 式 会 社	H10. 12. 1 ～11. 2. 25	澤村 淳二	民間企業派遣研修 「実技研修及び現地研修」

4 研修生の受け入れ

氏 名	期 間	内 容	備 考
津澤 花織 田近 綾子 中島 葉子 小篠 有美 松本 恵美 橋本 尚子 服部 陸代 廣田 貴己	H10. 7. 21～ 7. 25	不織布製造技術の研修	京都女子大学
宮田 有香	H11. 2. 2～ 2. 9	和紙製造技術の習得	京都造形芸術 大学
平良 秀春	H11. 3. 1～ 3. 5	非木材系植物のパルプ化	沖 縄 県

5 工業所有権

区分	状況	出願日等	工業所有権の名称
特許	登録	登録日 H8.9.18	紙風船
特許	公開中	公開日 H5.6.29	印刷用和紙の製造方法
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 H11.7.13	靴中敷
特許	出願中	出願日 H10.4.2	釣用餌の收容用材、收容容器、收容体および保護部材、ならびに、釣用の集魚装置
特許	出願中	出願日 H11.4.13	不織布シート
実用新案	登録	登録日 H8.11.7	青果物等の鮮度保持紙

6 講師派遣

会名	場所	テーマ	発表者	年月日
国際交流基金 トロント文化センター 講演会	カナダ	和紙技術技法について	大川 昭典	H10.4.20 ～ 4.23
アジアにおける歴史的 文書史料の修復保存 総合調査報告会	東京	MOとZOの技術的調査 研究報告	大川 昭典 遠藤 恭範 (産業技術 委員会)	H10.5.20
第10回日本繊維機械 学会不織布研究会 研究交流会	神奈川	不織布を利用した加工シ ートの研究 (靴中敷の開発研 究)	林 幸男	H10.9.5
第一回 ケナフセミナー	高知	環境保全作物“ケナフ”の 利用について	宮地 亀好	H10.9.29
第27回工業技術連絡 会議物質工学連合部 会紙・パルプ分科会 研究発表会	静岡	不織布の構造とその物理的 性能について ケナフの栽培と商品化	森澤 純 宮地 亀好	H10.10.22
地場産業フェア 研究発表会	高知	非木材繊維を利用した機能紙 開発…主としてケナフ…	宮地 亀好	H10.11.13
四国紙パルプ 研究会協議会講演会	高知	不織布を利用した加工 シートの研究 (靴中敷の開発研究)	池 典泰	H10.12.9

7 開放試験設備利用研修事業

日 程	設 備 名 (テ ー マ)	研修修了者数
H11. 2. 25	元素分析用低真空走査型電子顕微鏡	2名

8 O R T 研修事業

研修生氏名	大石 敦子
所属企業名	金星製紙株式会社
研修テーマ	生分解性不織布の開発
研修技術	紙加工・不織布に関する新製品開発、品質評価技術
研修期間	平成10年6月2日～平成11年2月28日(120日間)

9 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	
企業の技術指導	H11. 3. 12	三昭紙業株式会社 健康シート用不織布の製造方法について	
研究手法及び 職員資質向上 の 指 導	H10. 6. 11	平成10年度共同研究の進め方及び複合不織布の評価について	
	H10. 11. 19 H10. 11. 20	不織布の試験方法及びその評価方法についての技術指導	
	H11. 1. 28 H11. 1. 29	感性機能不織布の評価方法及びその実技指導	
技術講演会の 講 師	H10. 7. 21	「最新の不織布情報について」	
	H11. 3. 11	「спанレース不織布についての共同研究の概要」 「産業用資材として求められる布特性」	
各種関係文献類 の 提 供		<ul style="list-style-type: none"> ○ノズルの形態がспанレース不織布の構造と性質に及ぼす影響, 京都女子大学卒業論文 ○日本不織布協会規約 ○一般長繊維不織布試験方法, JIS L 1906 ○医療用不織布試験方法, JIS L 1912 ○一般短繊維不織布試験方法, JIS L 1913 ○不織布生産統計, 不織布情報 ○最近の不織布製品の開発例, 不織布情報 ○産業用資材として求められる布特性, 矢井田修 ○医療用およびヘルスケア用不織布と複合不織布の製造とその特徴, 矢井田修 	

10 異業種交流促進事業（コウチ・アサヒ異業種交流会）

日 程	事 業 名	内 容
平成10年 6月30日	幹事会	通常総会議案検討
7月10日	平成10年度 第11回通常総会 講演会	平成9年度事業報告、決算報告、監査報告 平成10年度事業計画案、予算案審議 知的財産の有効利用 「パテントの世界は今、 どのように変わりつつあるか」 ～高知異業種交流の集いによせて～ 高知県顧問弁理士 松本 武彦
12月16日	講演会	「海洋深層水の利用と研究について」 高知県海洋深層水研究所長 谷口 道子 「第2回スターリングテクノラリーのダイジェスト版」
平成11年 2月19日		高知県異業種グループ交流会
2月25日 26日		技術・市場交流プラザ全国大会、全国融合化フェア 中小企業産学技術交流会
3月12日	講演会	「テレビとラジオと農業と」 ふぁーまー土居

11 21 こうちかみわざ新商品開発事業

(1)多目的不織布製造装置研究部会(会員数:33名)

開催日	テーマ	等	参加数
H10. 6. 19	アンリールによる積層ウェブの作製 レーヨン2d×51mm 100% ウェブ坪量 15g/m ² アンリール巻き付け回数：3回 坪量 45g/m ² 5回 坪量 75g/m ² 7回 坪量105g/m ² WJ圧 : 25+100kgf/cm ² (2本処理) WJノズル：φ0.10mm-1.0mm ² ×2本		6
H10. 7. 21	技術講習会 テーマ：最新の不織布情報について 講師：京都女子大学教授 矢井田 修		24
H10. 9. 10	鮮度保持用クッションシートの作製(1) NBF(SH) 3d×51mm 30%、レーヨン3d×51mm 30%、 綿 30%、ベルオアシス9d×51mm 10% 坪量100g/m ² 熱融着温度：135℃		6
H10. 10. 13	鮮度保持用クッションシートの作製(2) NBF(SH) 2d×51mm 40%、レーヨン2d×51mm 30%、 綿 20%、ベルオアシス9d×51mm 10% 坪量130g/m ² 熱融着温度：140℃		7
H10. 11. 10	講演会 ①テーマ：人体サイズとフィット性について 講師：生命工学工業技術研究所人間環境システム部 形態機能研究室主任研究官 持丸 正明 ②テーマ：商品開発における感性工学的アプローチについて 講師：生命工学工業技術研究所人間環境システム部 形態機能研究室長 河内 眞紀子		38
H10. 12. 11	水溶性不織布シートの作製 ①クラック-II 70%、NBF(SH) 2d×51mm 30% ウェブ坪量15g/m ² ②クラック-II 100% ウェブ坪量15g/m ² アンリール巻き付け回数：4回 坪量60g/m ² エンボスロール温度：140℃		8
H11. 1. 22	三層複合不織布シートの作製 ①NBFシート：NBF(SH) 2d×51mm 100% 坪量20g/m ² ②ウェブ：捲縮PET1.5d×51mm 40%、レーヨン2d×51mm 60% 坪量100g/m ² ③ウェブ：捲縮PET1.5d×51mm 20%、レーヨン2d×51mm 80% 坪量100g/m ² ②③のウェブをそれぞれ①のシートでサンド WJ圧 : 100kgf/cm ² (1本処理) WJノズル：φ0.10mm-1.0mm ² ×2本 熱融着温度：138℃		8
H11. 2. 22	技術講習会 テーマ：KESのデータと不織布の風合いについて 講師：東洋紡績株式会社総合研究所研究室長 原田 隆司		20
計			117

(2) コーター&ラミネーター研究部会(会員数:48名)

開催日	テーマ	等	参加数
H10. 6. 17	有機・無機バインダーによる接着性(1) 有機系 (モビニール8020、7200)、無機系 (ボンドエックスF1006) バインダーによる活性酸化チタンの塗工		9
H10. 7. 17	有機・無機バインダーによる接着性(2) 6.17の仕様に酸化チタンとバインダーの比率を変えて塗工		7
H10. 9. 18	鮮度保持シートの試作(1) バインダーに鮮度保持成分のマイクロカプセル化物を混合したフィルムと不織布とのドライラミ		10
H10. 10. 27	ウェットラミによる柔軟性 спанレース不織布とサーマルボンド不織布をアクリル系、エチレン酢ビ系、ウレタン系のバインダーでウェットラミし、WJでラミしたサンプルとも合わせ物性評価		9
H10. 11. 10	講演会 ①テーマ：人体サイズとフィット性について 講師：生命工学工業技術研究所人間環境システム部 形態機能研究室主任研究官 持丸 正明 ②テーマ：商品開発における感性工学的アプローチについて 講師：生命工学工業技術研究所人間環境システム部 形態機能研究室長 河内 眞紀子		38
H10. 12. 16	活性酸化チタンの塗工 アルミナ蒸着フィルムへの砥粒と活性酸化チタンの混合液の塗工		5
H11. 1. 27	鮮度保持シートの試作(2) 通気性フィルムと不織布とのマイクロカプセル化物含有ドライラミ		8
H11. 2. 12	防草シートの試作 木材パルプ主体の紙に天然系接着剤で木炭粉末を塗工		3
計			89

(3)多目的抄紙機研究部会(会員数:61名)

開催日	テーマ	等	参加数
H10. 6. 23	ティッシュペーパー（たけ繊維入り）の抄造 ティッシュペーパー（たけ繊維入り）の抄造（薬品添加） 多目的抄紙機		11
H10. 7. 24	防草紙の試作抄造 多目的抄紙機		10
H10. 9. 25	予定 極細繊維を用いたワイパーの試作抄造 多目的抄紙機		
H10. 10. 20	特殊ポリエステル繊維を用いた機能紙の試作抄造 多目的抄紙機		10
H10. 11. 10	講演会 ①テーマ：人体サイズとフィット性について 講師：生命工学工業技術研究所人間環境システム部 形態機能研究室主任研究官 持丸 正明 ②テーマ：商品開発における感性工学的アプローチについて 講師：生命工学工業技術研究所人間環境システム部 形態機能研究室長 河内 真紀子		38
H10. 12. 22	天然色素染色紙の試作抄造 小型ラボ抄紙機		5
H11. 1. 21	ゼオライト練り混み繊維紙の試作抄造 小型ラボ抄紙機		7
H11. 2. 25	レーヨン（エアブレンド）紙の抄造 小型ラボ抄紙機		6
計			87

(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
H10. 6. 25	ケナフ繊維による名刺用紙抄造(抄き合せ) (ケナフパルプ、NBKP、ケナフ韌皮部のチラ)		11
H10. 7. 30	リントールパルプ(市販品)とコットンとの比較抄造 ①リントールパルプ(市販品)の抄造 ②綿(コットン)の抄造 ③綿屑の抄造		8
H10. 9. 29	①農業用シート(紙マルチ)の抄造 ②綿(未晒)の抄造 ③綿(未脱脂)		7
H10. 10. 22	壁紙(又は包装紙)の抄造 ①竹の子皮入り(2%)紙の抄造 ②竹の子皮入り(5%)紙の抄造		7
H10. 11. 10	講演会 ①テーマ:人体サイズとフィット性について 講師:生命工学工業技術研究所人間環境システム部 形態機能研究室主任研究官 持丸 正明 ②テーマ:商品開発における感性工学的アプローチについて 講師:生命工学工業技術研究所人間環境システム部 形態機能研究室長 河内 眞紀子		38
H11. 12. 17	壁紙(又は包装紙)の抄造 ①バガス入り(6%)紙の抄造 ②染色バガス入り(6%)紙の抄造 ③染色バガス入り(3%)紙の抄造		4
H11. 1. 27	①イ草入り(NBKP97%、イ草3%)紙の抄造 ②イ草入り(NBKP30%、イ草70%)紙の抄造 ③イ草入り(楮30%、イ草70%)紙の抄造		9
H11. 2. 18	農業用シートの抄造 ①黒色紙マルチ(綿屑)の抄造 ②黒色紙マルチ(スラッジ)の抄造 ③紙マルチ原紙(スラッジ)の抄造		5
計			89



Ⅲ 調查研究報告



感性機能を追究した紙・不織布製品の開発研究

林 幸男 池 典泰 澤村 淳二 森澤 純 近森 麻矢

Study on the paper and nonwovens with kansei performance

Yukio HAYASHI Noriyasu IKE Kiotsugu SAWAMURA Jun MORISAWA Maya CHIKAMORI

1 はじめに

спанレース不織布は、他の製法の不織布と比較して高圧水流の作用に基づく繊維間のからみ合いのため、繊維の自由度は高く、かさ高で柔軟な織布に似た風合いを持つことで知られている。ここ数年当センターでは単独もしくは京都女子大学と共同で、各種の化学繊維を用いた乾式спанレース不織布の物性を評価してきた。すなわち、不織布を構成する繊維の配合、WJ2次圧及び、ノズル径等が得られた不織布の物性にどのように影響するかを明らかにしてきた。¹⁾

また近年、高齢化社会を迎え、衛生・医療用紙製品から一般製品に至るまで、使い勝手の良い、使用者の感性（好み）を重要視した製品づくりが強く求められるようになってきた。そこで、人間の肌と直接接触する紙・不織布の通気性、吸水性、摩擦感、柔らかさなどや感性に基づく風合い評価を行い、寝具シートとして用いても床ずれを起こしにくいような特に柔らかい不織布シートの製造条件の確立を目指した。このシートは使用時の吸水性と汗等の液体のべとつきを防ぎさらさら感を保持するため、親水性繊維主体の層と疎水性繊維主体層との多層構造とした。また、より柔らかさを付与するため、WJノズルの間隔を工夫することによる効果も併せて確認できた。

これらの研究は、地域企業の高付加価値製品分野への円滑な進出を支援するため、特定産業集積活性化法に基づく関連機関支援強化事業（中小企業庁からの補助事業）として行ったものである。

2 試験方法

2-1 試作条件

不織布シートの試作は、当センター設置の多目的不織布製造装置（川之江造機(株)製）を用いた。基本的な構成は、親水性繊維主体の層と疎水性繊維主体層との多層構造を考え、肌に接触することを想定した表面不織布は疎水性繊維であるPET・2d*51mmを主成分とし、肌への滑らかさ、柔らかさ

かつ、肌や他の素材との接触時の摩耗強度の向上のため、柔らかさを失わない程度の熱溶融性複合繊維であるNBF-SH・2d*51mmを配合した。また、2dPETの代わりに0.8dPET、天然シルク繊維を用いて表面の滑らかさや柔らかさ向上のため試作を行った。肌に直接接触しない内部不織布は、レーヨン・2d*51mmを主成分としてクッション性、保温性、吸水性及び、通気性の向上を目的として羊毛、アクリル、太デニールのPET、綿及び捲縮PETを配合することとした。以上のことを考慮して、試作した不織布の繊維組成及び試作条件は表1のとおりであった。

また、当センターに設置の製造装置は、繊維のデニールにもよるが、良好な地合いを得るためには坪量20g/m²程度が望ましい。そこでまず、低いWJ圧力（20～30kgf/cm²）で処理し、表1に示す各種繊維組成の坪量20g/m²の不織布を調整した。次に表面不織布は、その約20g/m²の不織布を2枚重ね（この場合も30～50kgf/cm²の比較的低いWJ圧力で処理）、約40g/m²の不織布とし、このときの試作速度は、7m/分、乾燥温度は120℃であった。

次にその表面不織布を最下層とし、内部不織布20g/m²を3～4枚重ね、仕上げのWJ積層処理を行った。このときのWJノズルは0.08mmφ、0.6mmピッチ、圧力は150kgf/cm²、試作速度は7m/分、乾燥熱処理温度は140℃であった。物性比較のため比較のため同ノズルを用いた圧力80kgf/cm²の条件1種類、0.1mmφ、1mmピッチで圧力100kgf/cm²の条件1種類も併せて行った。

以上の一定間隔の細孔を持ったノズルによる処理（以下フラット処理と呼ぶ）のほかに、一定間隔で細孔を持たないノズルについても上記と同様の条件で不織布を試作した。（以下間欠処理と呼ぶ）

2-2 試験項目及び方法

JISに規定がある試験方法はそれぞれ以下のJIS-P、及びJIS-Lの方法に従った。

坪量 JIS P 8124 紙及び板紙—坪量測定方法による
 P密度 JIS P 8118 紙及び板紙の厚さと密度の試験方法による
 裂断長 JIS P 8113 紙及び板紙—引張特性の試験方法による
 ハンドメータ JIS S 3104 ティシュペーパーに規定する試験片幅及びスリットを変更して測定
 H密度 JIS L 1906 一般長繊維不織布試験方法に規定する厚さ測定時の20gf/cm²の加重を用いた
 吸水量 JIS L 1912 医療用不織布試験方法による

摩耗試験 JIS L 1906 一般長繊維不織布試験方法による
 保温性 JIS L 1096 一般織物試験方法による
 通気性 KES-F8を用いて測定
 引張、せん断特性 KES-FB1を用いて測定
 ヨコ方向の測定は最大荷重を調整した
 曲げ特性 KES-FB2を用いて測定
 圧縮特性 KES-FB3を用いて測定
 表面特性 KES-FB4を用いて測定
 それぞれのKES特性値の持つ力学的性質は表2²⁾に記載した。またKES風合い計測システムによる特性値と併せ、それらの物性と実際の手触り感で評価する方法も試みた。

表1 不織布の繊維組成

単位：%

No. ※4	表面不織布				内部不織布						備考
	NBF-SH 2d*5l	PET 2d*5l	PET 0.8d*44	シカ	レーヨン 2d*5l	アクリル 2d*5l	羊毛	捲縮PET 2d*5l	PET 6d*5l	綿	
3-1~4	100				80			20			※1
4-1~4	10	90			80		20				
5-1~4	10	90			80	20					
6-1~4	10	90			80				20		
7-1~4	10	90			80			20			
8-1~4	10	90			100						
9-1~4	10	90			60				40		
10-1~4	10	90			40				60		
11-1~4	10	90			60		40				
12-1~4	10	90			40		60				
13-1~4	10		90		80				20		
14-1~4	10			90	80				20		※2
15-1~4	10		90		80				20		※3
16-1~4	10	90			80					20	
17-1~4	10	90			80					40	
18-1~4	10	90			80	40					
19-1~4	10	90			80	60					

※1 内部不織布を表面不織布で包んだサンドイッチ構造で積層。0.1mmφ、1mmピッチのノズルを用い圧力100kgf/cm²の条件でWJ処理した。

※2 シルク繊維を多く含むと20g/m²の所定の坪量で試作できないため、表面不織布は10g/m²の不織布を4枚重ねて試作した。

※3 繊維組成はNo.131-1~4と同一で、WJ処理圧力が80kgf/cm²。

※4 一から後の1~4の数値は以下のとおりの4種類を示す。

- 1：内部不織布が4枚でWJフラット処理。坪量約120g/m²。
- 2：内部不織布が4枚でWJ間欠処理。坪量約120g/m²。
- 3：内部不織布が3枚でWJフラット処理。坪量約100g/m²。
- 4：内部不織布が3枚でWJ間欠処理。坪量約100g/m²。

3 結果及び考察

坪量約120g/m²のWJフラット処理について詳しく考察する。主な物性値、KES特性値は表3、表4のとおりであった。坪量のばらつきを考慮に入れる必要があるが、後述するような差異を認めた。

3-1 内部不織布の繊維組成による物性差異結果考察の順序としては、まずレーヨン主体の

内部不織布に配合した20%の他の繊維の効果について考察し、柔らかい不織布が期待できる羊毛、アクリル、太デニールPET及び綿繊維について、より高配合の不織布を試作して検討したが、ここでは、繊維ごとにまとめて考察する。

まず内部不織布に羊毛繊維を配合したNo.4-1、11-1、12-1及びレーヨン100%のNo.8-1を比較検討

表2 KES特性値と力学的性質

特性	特性値記号	特性値の内容	備考
引張	LT	引張特性の直線性	値が1に近いほど引張り剛い。
	EM	伸び率	値が大きいほど伸びやすい。
曲げ	B	曲げ剛性	値が大きいほど曲げ剛い。
	2HB	曲げヒステリシス幅	値が大きいほど曲げ回復性が悪い。
せん断	G	せん断剛性	値が大きいほどせん断
	2HG	せん断0.5°におけるヒステリシス幅	値が大きいほど初期せん断変形の回復性が悪い
圧縮	LC	圧縮特性の直線性	値が1に近いほど圧縮剛い。
	EMC	圧縮率	値が大きいほど圧縮されやすい。
表面	MIU	平均摩擦係数	値が大きいほど滑りにくい。
	MMD	摩擦係数の平均偏差	値が大きいほどなめらかさの度合いが低い。
通気	R	通気抵抗	値が大きいほど通気性が悪い。

表3 試作品の物性1

No.	坪量	H厚さ	H密度	見掛け厚さ	見掛け密度	裂断長 タテ	裂断長 ヨコ
	g/m ²	mm	g/cm ³	mm	g/cm ³	km	km
3-1	120.3	0.85	0.142	1.21	0.099	2.46	0.39
4-1	115.8	0.89	0.131	1.32	0.088	2.08	0.39
5-1	101.0	0.84	0.121	1.06	0.095	2.50	0.44
6-1	104.9	0.81	0.130	1.11	0.094	2.42	0.64
7-1	121.9	0.85	0.143	1.14	0.107	2.47	0.46
8-1	128.4	0.92	0.139	1.26	0.102	2.74	0.54
9-1	114.0	0.93	0.122	1.23	0.093	2.54	0.43
10-1	113.5	1.18	0.096	1.76	0.064	1.93	0.23
11-1	120.5	0.94	0.128	1.40	0.086	1.86	0.35
12-1	117.8	1.02	0.115	1.53	0.077	1.81	0.24
13-1	125.2	0.95	0.132	1.25	0.100	3.28	0.49
14-1	115.2	0.82	0.141	1.16	0.099	3.08	0.46
15-1	121.6	0.93	0.130	1.37	0.089	2.20	0.34
16-1	116.0	0.85	0.136	1.26	0.092	3.12	0.56
17-1	94.4	0.73	0.129	1.09	0.087	2.82	0.69
18-1	126.8	1.06	0.120	1.56	0.081	2.69	0.40
19-1	109.1	1.00	0.109	1.31	0.083	2.96	0.63

表4 試作品の物性2

No.	通気性	吸水量	ハンドメモータ タテヨコ平均 坪量	せん断特性 Gタテヨコ平均	曲げ特性 Bタテヨコ平均	圧縮特性 EMC
	kP/s·m	%	gf	gf/cm/deg	gf·cm ² /cm	%
3-1	0.198	457	1.50	3.57	0.428	32.62
4-1	0.138	663	1.11	2.15	0.240	39.55
5-1	0.116	665	1.36	2.28	0.282	32.08
6-1	0.116	512	1.08	2.60	0.264	34.03
7-1	0.195	603	1.49	3.19	0.306	32.16
8-1	0.168	611	1.16	2.96	0.349	39.41
9-1	0.097	567	1.54	1.66	0.341	33.58
10-1	0.065	648	1.28	1.84	0.299	41.89
11-1	0.122	593	1.28	1.74	0.264	36.62
12-1	0.097	499	0.99	1.51	0.209	39.07
13-1	0.154	560	1.62	2.59	0.387	33.97
14-1	0.192	780	1.94	4.04	0.455	31.00
15-1	0.150	640	1.43	2.91	0.347	38.21
16-1	0.142	649	1.49	3.13	0.354	32.44
17-1	0.131	539	1.80	2.69	0.223	34.34
18-1	0.139	669	1.33	2.39	0.390	33.08
19-1	0.108	664	0.86	1.36	0.243	31.78

した。(図1~7)羊毛繊維の増加は、H密度、見掛け密度を低下させ、通気抵抗、裂断長も低下した。一方、保温性は向上し、ハンドル0メータの値はほとんど変化無く、吸水量はやや低下した。KES特性では、圧縮LC値、引張EM値が向上し、曲げB値、せん断G値が低下し、表面MIU値、圧縮EMC値は変化無かった。すなはち密度は小さくクッション性が大きく、引っ張っても伸びやすく柔らかい傾向を示し、保温性も向上するが、少し引張強度の点では弱くなった。

No.5-1、18-1、19-1及びレーヨン100%のNo.8-1は、内部不織布にアクリル繊維を配合した場合であり、(図8~14)アクリル繊維の増加も、H密度、見掛け密度、通気抵抗とも低下したが、裂断長はやや向上した。保温性も羊毛繊維同様向上する傾向を示し、吸水量はほとんど変化無いもののハンドル0メータの値は60%配合で低下した。KES特性も、羊毛繊維とほぼ同様の傾向を示し、わずかに圧縮特性EMC値が低下したこと及び、引張特性EM値の向上割合が緩やかである違いがあった。すなはち、密度は低下し、吸水量は変化せず、引っ張っても伸びやすく柔らかい一方、引っ張り強度はむしろ向上し、保温性も羊毛繊維同様良くなった。

次に、太デニールの6dPET繊維を配合したNo.6-1、9-1、10-1及びレーヨン100%のNo.8-1との比較では、(図15~21)6dPET繊維の増加によって、H密度、見掛け密度とも低下し、通気抵抗の低下も著しかった。裂断長は羊毛繊維同様低下し、ハンドル0メータの値は若干向上する傾向を示し、保温性も40%配合以上では向上した。KES特性値は、羊毛、アクリル繊維とほぼ同様に圧縮LC値、引張EM値が向上し、曲げB値せん断G値が低下し、表面MIU値、圧縮EMC値の変化は少なかった。

綿繊維の配合は、最大40%までしか行っていないが、No.16-1、17-1及び8-1(図22~28)に示した。綿繊維の増加はH密度、見掛け密度をほとんど低下させず、通気抵抗の低下も小さかった。裂断長、保温性及び吸水性もさほど変化がない一方でハンドル0メータの値は上昇曲げB値及び圧縮EMC値は少し低下し、圧縮LC値は少し向上した。内部不織布の主成分のレーヨンと化学組成が類似していることから、小さな物性差異にとどまった。

捲縮PETの配合では、No.7-1、8-1が該当し、(図29~35)20%の配合のみでデータが少ないが、通気抵抗、ハンドル0メータの値の増加、曲げB値の低下、せん断G値に変化がないなど柔らかさの向上には寄与しないようであった。

以上のような差異は、配合された繊維の化学組

成、繊維形態及び表面形状などに基づいており、不織布全体量の10%の配合量でも繊維の種類によっては優位な差異を与え、繊維の選択及び配合量の多少は大きく物性に影響することが確認できた。

3-2 表面不織布の繊維組成による物性差異

表面不織布のみが異なるNo.6-1、13-1、14-1(図36~42)を比較検討すると、密度は表1の※2で説明したとおり多くの積層をしたNo.14-1がやや小さい程度でほとんど差異はなかった。裂断長では、繊維径が小さいNo.13-1、14-1が、タテ方向で強い結果となり、WJによる絡んだ繊維の数が影響したものと推定された。通気抵抗は細デニール繊維において大きくなったものの、シルク繊維の性質と思われる吸水量の増加が認められた。細デニール繊維では、せん断G値でいずれも大きい値となり、特にシルクはこの中でも最も固く感じられた。曲げB値も同様に大きくなり、圧縮WC値、EMC値も同様であった。しかしこの結果は、細デニールPETやシルクが実際の手触りではすべり感があり、表面特性とともにより柔らかさを示すであろうと期待した結果と食い違っており、特に柔らかい領域では測定時の荷重などを減少させる等、測定方法の検討の必要性を示唆している。今回の結果では、特殊な細デニールの繊維の配合は目的とする効果が得られなかった。

3-3 WJ圧力による物性差異

No.13-1とNo.15-1は同一ノズルで圧力を150kgf/cm²と80kgf/cm²に変化させた結果である。(図36~42)密度や通気性はほとんど差はないが、強度を示す裂断長は圧力の低下とともに小さい値となり、吸水量は増加した。せん断G値や曲げB値も少し低下する一方、圧縮WC値やEMCの値は大きくなり、柔らかく仕上がる傾向となった。使用用途での強度さえ問題なければ、圧力を上げることはむしろエネルギーコストとともに負の要因と考えられる。

3-4 KES風合い計測と実際に手で触った柔らかさ

1970年頃から検討されてきた服地の織布における風合い計測は川端ら²⁾によって体系化されてきた。その後不織布や紙への利用はティシュペーパーや紙おむつにおいて進められているようであるが^{3) 4)}、種々な用途への応用はまだこれからと思われる。

そこで、当センター研究者5名が被験者となり、試作した不織布No.3-1~15-1についてそれぞれが手に取り、①固い②やや固い③やや柔らかい④柔

らかいの4段階に分け、測定した基本力学量及び物性値とのグラフ化を試みた。図43はせん断G値と曲げB値のグラフであり、図44はG値と圧縮率EMCとのグラフである。図43では、G値とB値とのプロットが正の一次直線上に近似できる一方、図44では、G値とEMCが負の一次直線で近似できた。他の基本力学量や物性値との関係も図45~53で示したとおり、せん断G値とハンドロメータの値、せん断G値と見掛け密度、見掛け密度と保温性などに比較的高い相関があることが明らかにできたとともに、また手で触れた実際の柔らかさとかなりの程度一致していることがわかった。

3-5 坪量による差異

坪量約120と100g/cm²の比較では、おおむね予想された物性差異があったが、保温性においてのみ図54で示した。保温性を主目的とするならウェットラミネーション等でより厚い多層不織布を検討するべきであろう。

3-6 WJ間欠処理について

より低密度で保温性、柔らかさ等の向上を求めて横方向に様でない間欠処理についても試作し、その可能性について大いに期待できる結果も得られているが、強度の点、評価試験方法などについてより一層の検討を必要とすることから、次年度に詳細な検討を加え報告することとしたい。

4 まとめ

床ずれを起こしにくい、できるだけ柔らかい多層спанレース不織布の開発を目指して試作検討し、以下のような知見が得られた。

- ①不織布内部層へのアクリル、羊毛、太径PET繊維の配合によって柔らかく保温性にも優れた不織布が得られた。特にアクリル繊維の配合は引張強度を低下させなかった。
- ②表面不織布への細デニールPET、シルクの配

合は予想に反して柔らかい不織布が得られなかった。

- ③今回の条件ではWJ処理圧力150kgf/cm²より低圧力の方が柔らかい不織布が得られた。
- ④全面にWJ処理するより、ノズルの位置を工夫した間欠処理の方がより柔らかい不織布が得られる可能性がわかった。
- ④熱溶融性繊維の適度な配合が間欠処理による強度低下を押さえる可能性が示唆された。
- ⑤不織布の風合い計測の手法のひとつが確立できた。

以上の知見を基に、得られた不織布への機能材料の塗工など、より機能向上させた商品群の開発を図り、産地の振興に努めたい。

参考文献

- 1) スパンレース不織布の基礎研究I；林幸男ら；高知県紙産業技術センター報告2，44（1997）
スパンレース不織布の基礎研究II；林幸男ら；高知県紙産業技術センター報告2，54（1997）
スパンレース不織布の基礎研究III；林幸男ら；高知県紙産業技術センター報告3，31（1997）
- 2) 川端季雄；風合い評価の標準化と解析第2版，日本繊維機械学会、（1980）
- 3) SUEO KAWAKITA, MASAKO NIWA and FUMEI WANG "Objective Hand Measurement of nonwovens Fabrics Part I: Development of the Equations" Textile Res. J, 64(10), 597(1994)
- 4) HIROKO YOKURA and MASAKO NIWA "Objective Hand Evaluation of Non-wovens Used for Nappies" International Journal of Clothing Science and technology, 9(3), 207(1997)

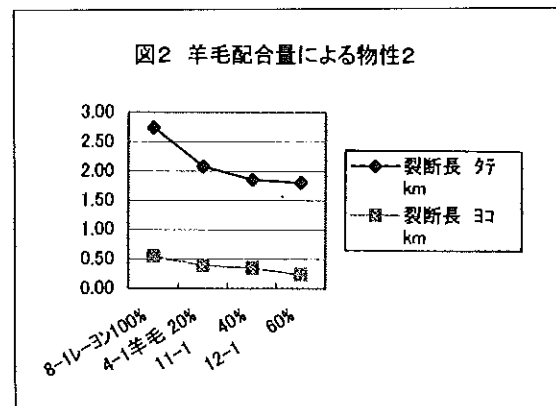
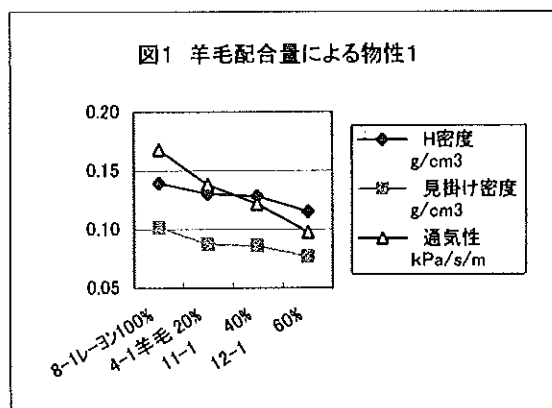


図3 羊毛配合量による物性3

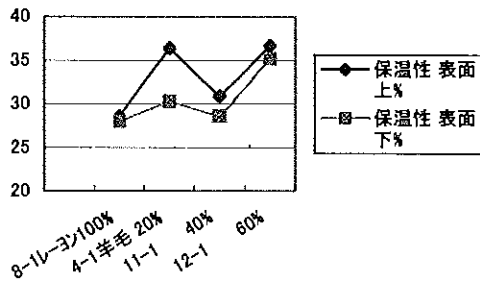


図4 羊毛配合量による物性4

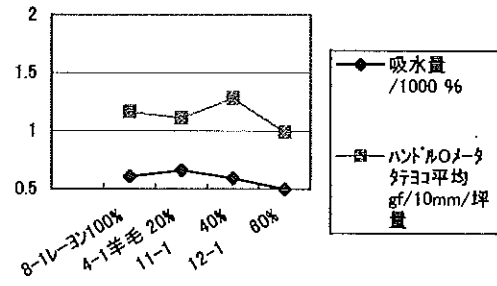


図5 羊毛配合量によるKES特性1

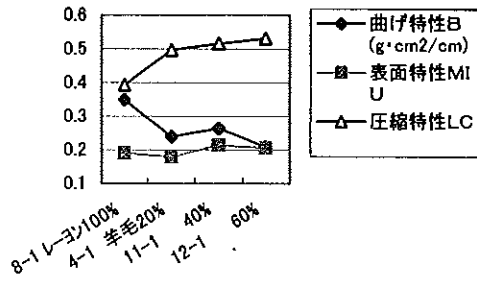


図6 羊毛配合量によるKES特性2

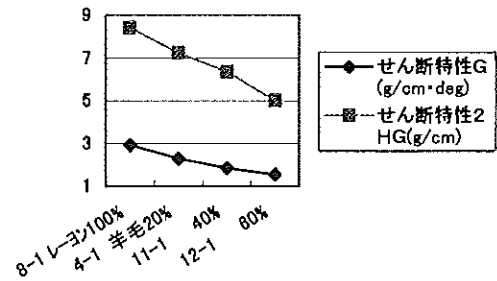


図7 羊毛配合量によるKES特性3

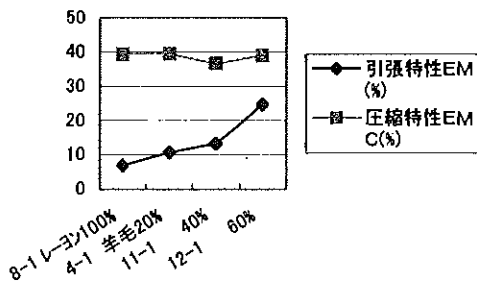


図8 アクリル配合量による物性1

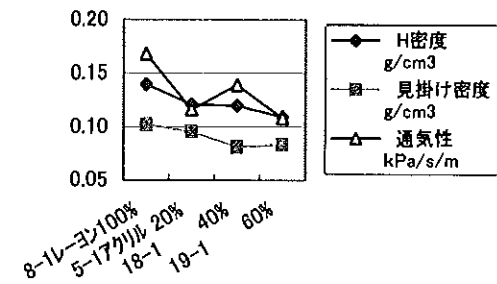


図9 アクリル配合量による物性2

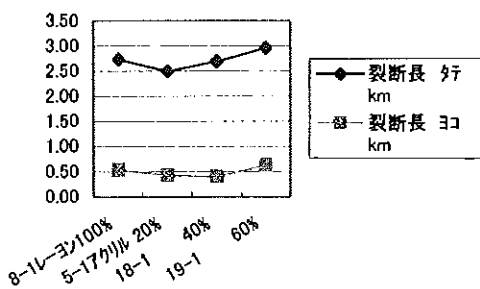


図10 アクリル配合による物性3

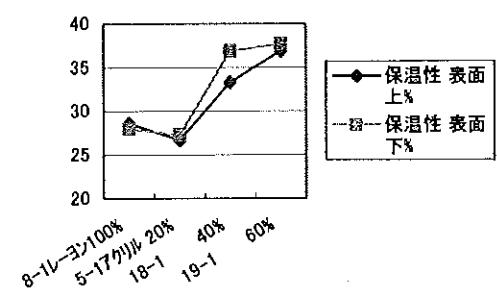


図11 アクリル配合量による物性4

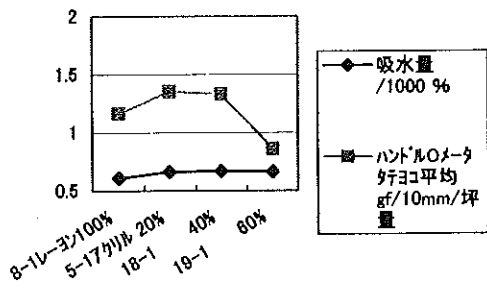


図12 アクリル配合量によるKES特性1

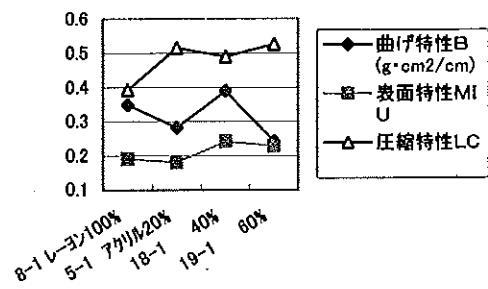


図13 アクリル配合量によるKES特性2

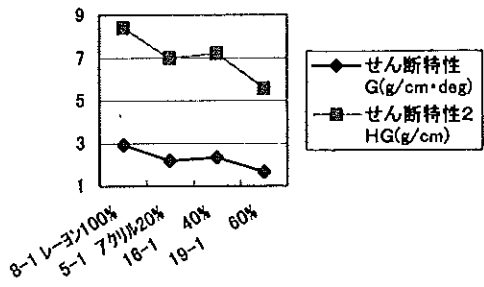


図14 アクリル配合量によるKES特性3

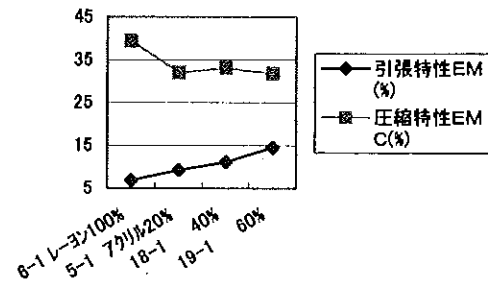


図15 PET6d配合量による物性1

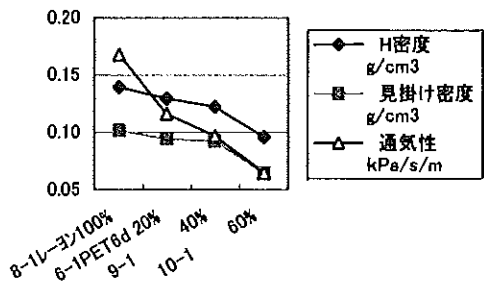


図16 PET6d配合量による物性2

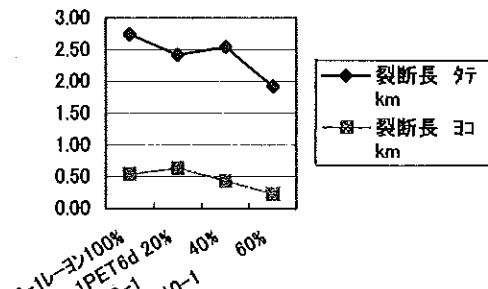


図17 PET6d配合量による物性3

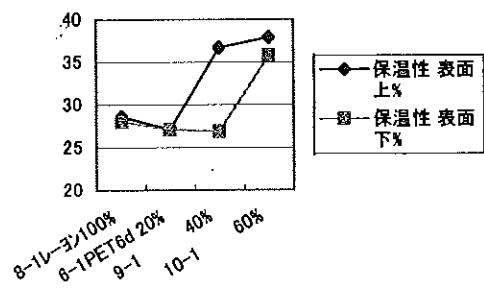


図18 PET6d配合量による物性4

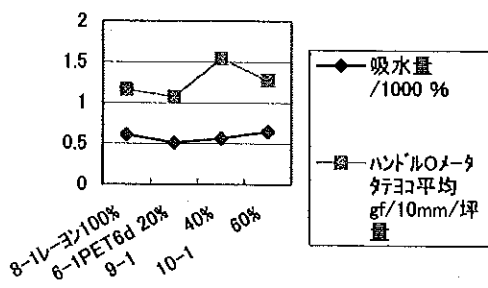


図19 PET6d配合量によるKES特性1

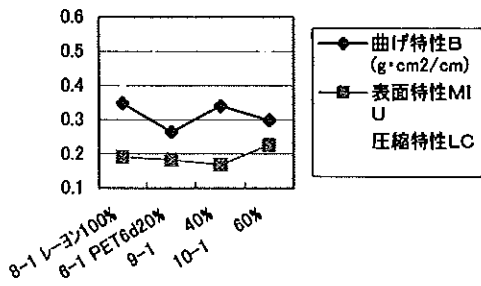


図20 PET配合量によるKES特性2

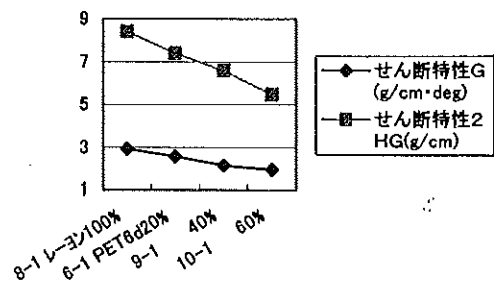


図21 PET6d配合量によるKES特性3

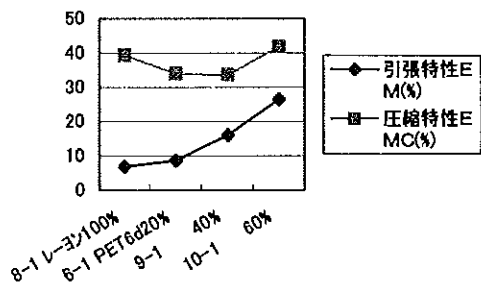


図22 綿配合量による物性1

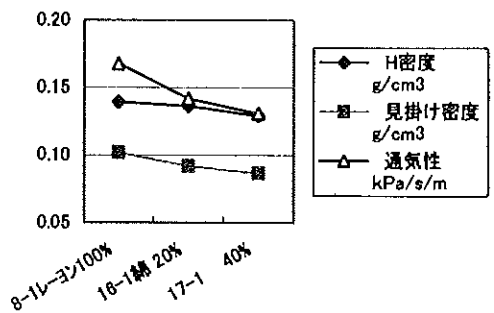


図23 綿配合量による物性2

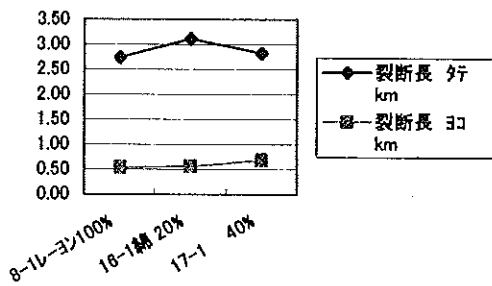


図24 綿配合量による物性3

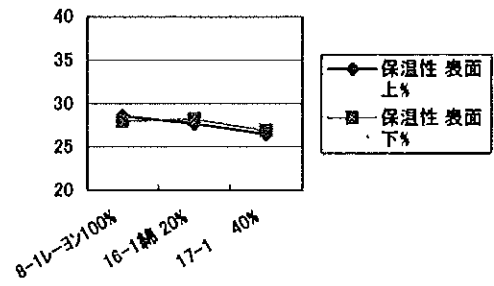


図25 綿配合量による物性4

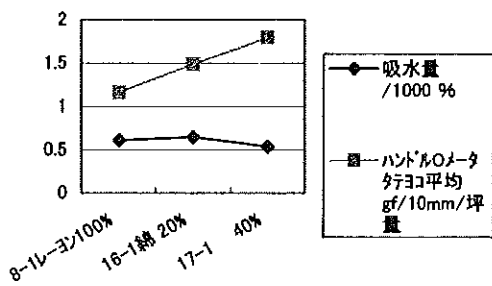


図26 綿配合量によるKES特性1

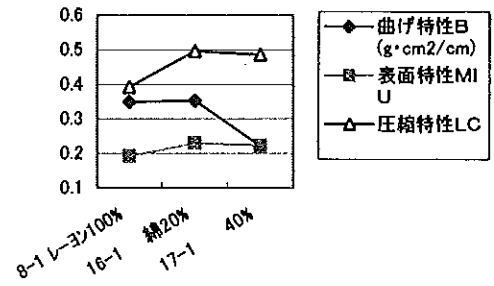


図27 綿配合量によるKES特性2

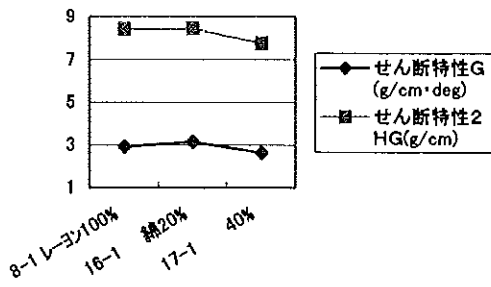


図28 綿配合量によるKES特性3

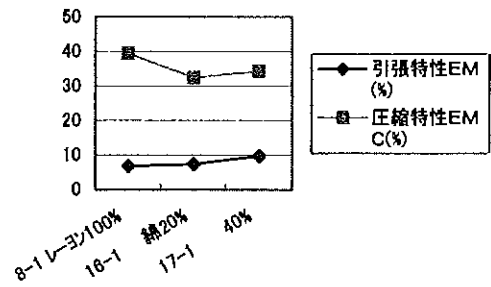


図29 捲縮PET配合量による物性1

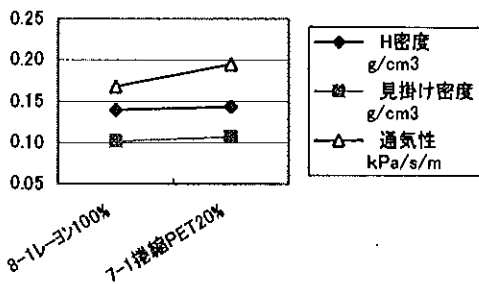


図30 捲縮PET配合量による物性2

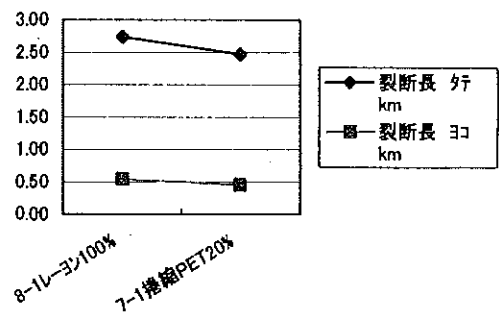


図31 捲縮PET配合量による物性3

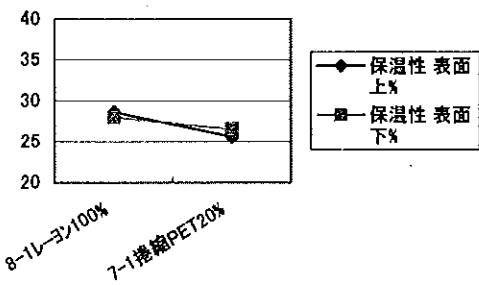


図32 捲縮PET配合量による物性4

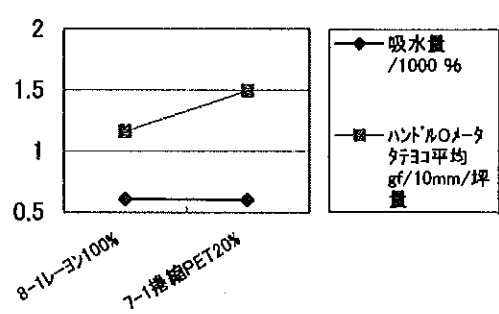


図33 捲縮PET配合量によるKES特性1

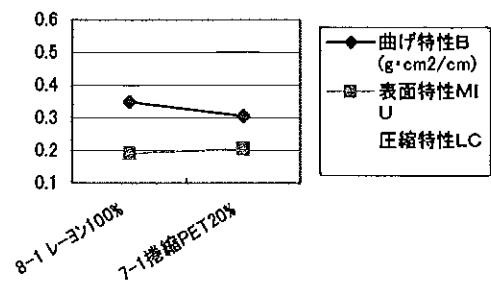


図34 捲縮PET配合量によるKES特性2

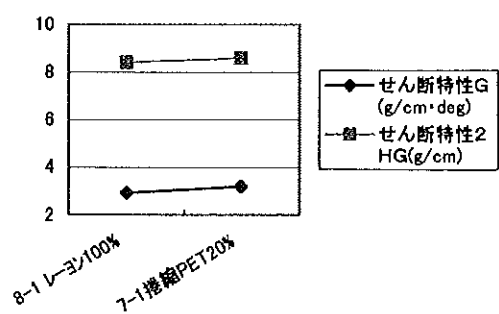


図35 捲縮PET配合量によるKES特性3

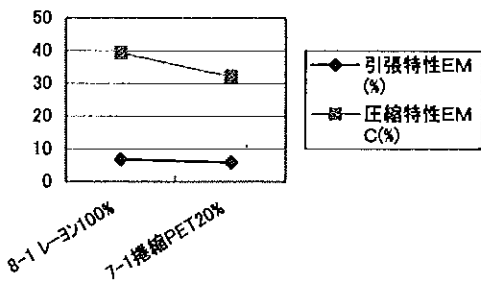


図36 表面材繊維の差異による物性1

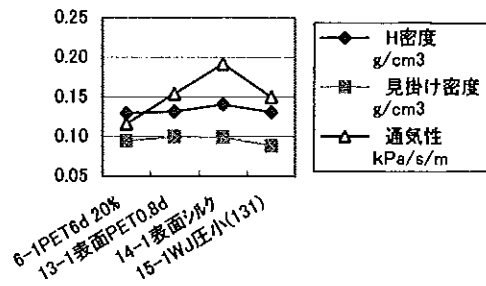


図37 表面材繊維の差異による物性2

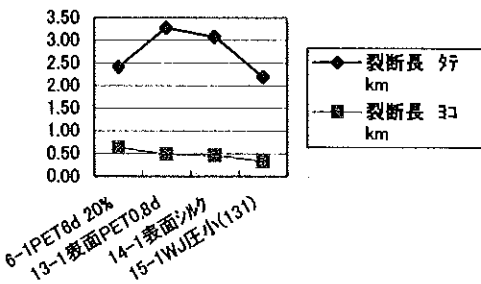


図38 表面材繊維の差異による物性3

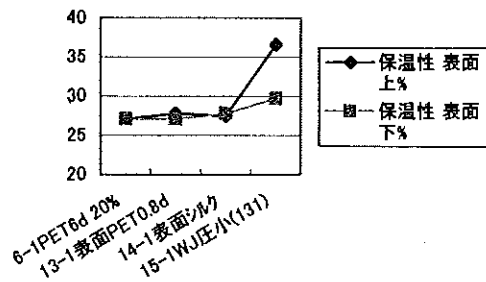


図39 表面材繊維の差異による物性4

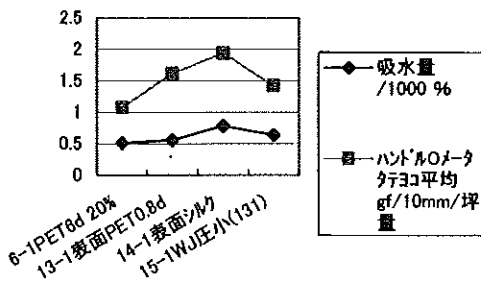


図40 表面材繊維の差異によるKES特性1

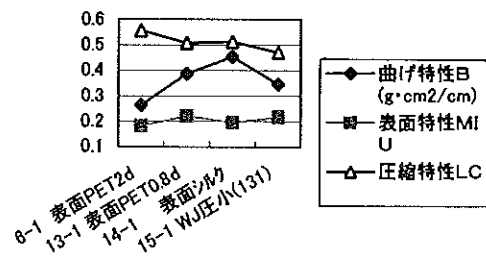


図41 表面材繊維の差異によるKES特性2

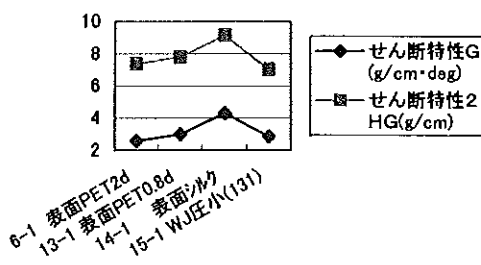
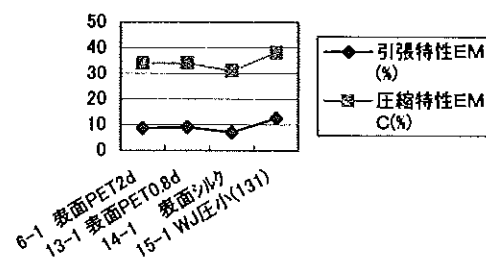
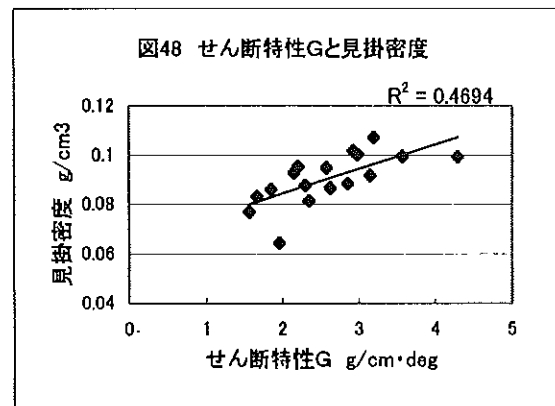
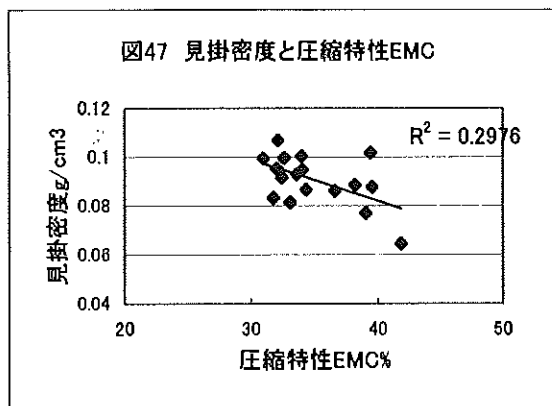
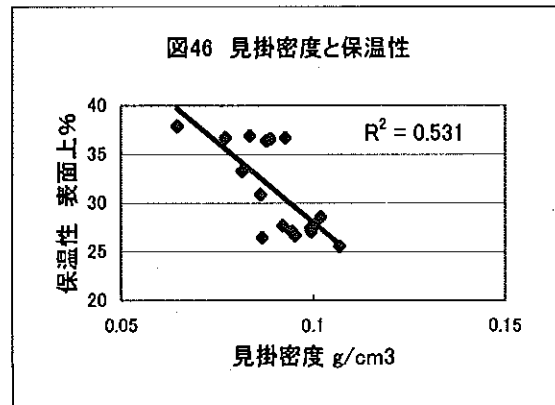
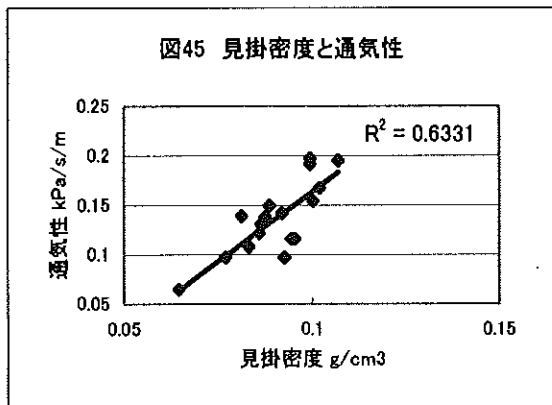
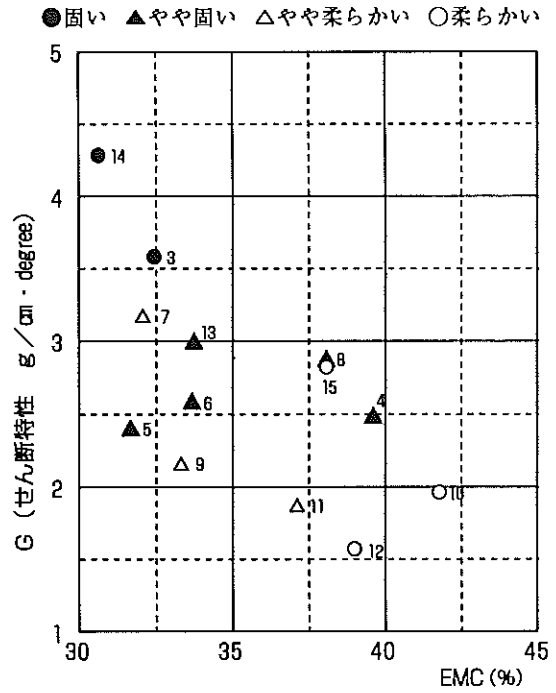
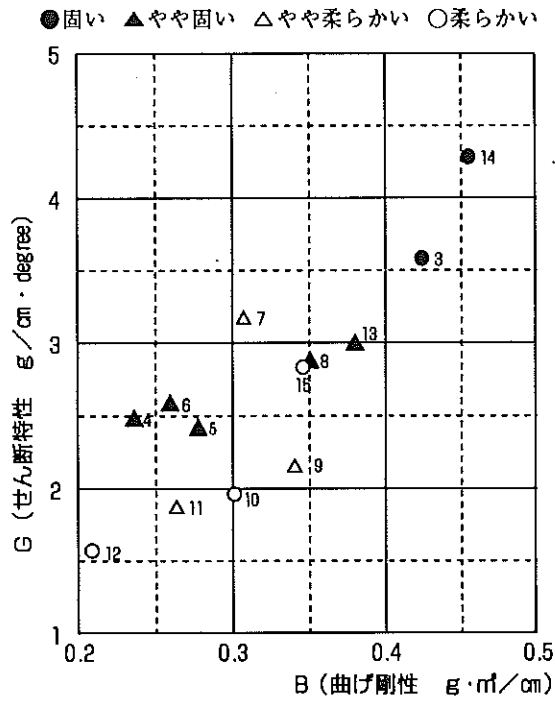
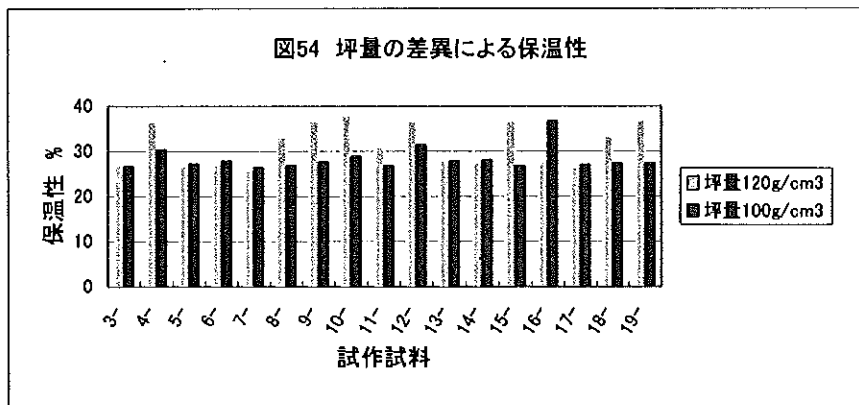
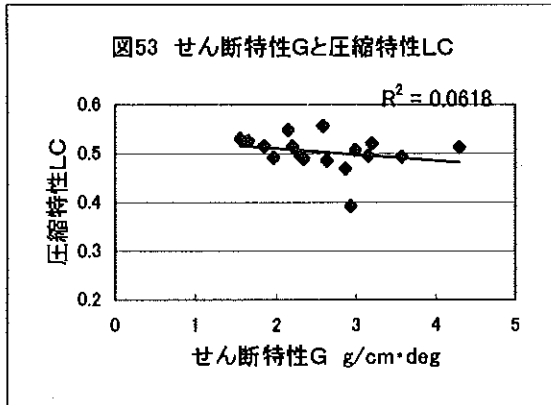
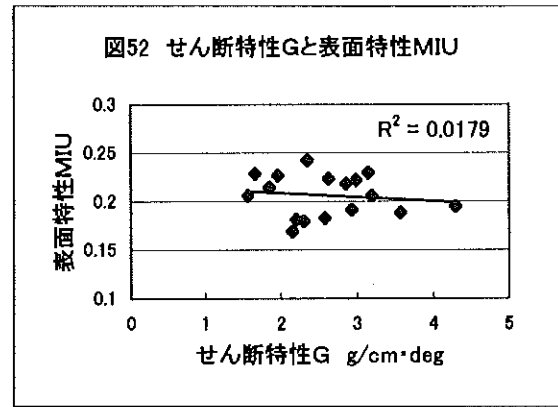
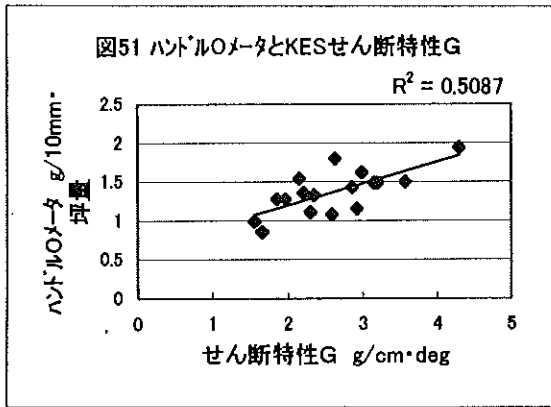
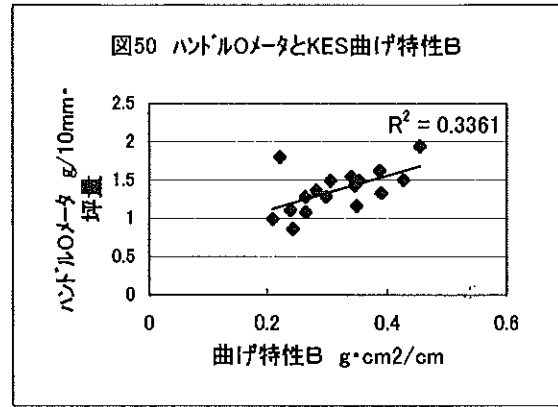
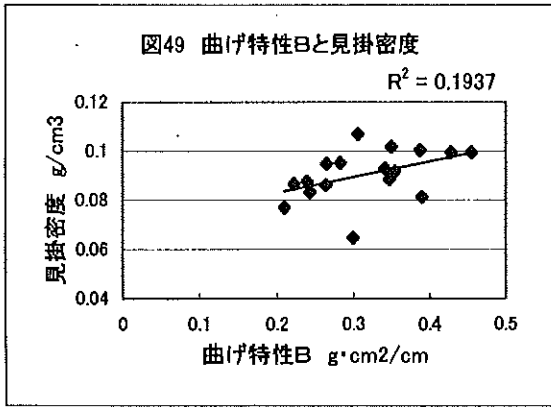


図42 表面材繊維の差異によるKES特性3







спанレース不織布の基礎研究

(第4報)ウォータージェットノズルの形態がспанレース不織布の構造と性質に及ぼす影響

林 幸男 池 典泰 澤村 淳二 森澤 純 近森 麻矢
*矢井田 修 *田近 綾子 *橋本 尚子 *服部 睦代

Study on Spunlace Nonwovens (Part 4)

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

Yukio HAYASHI Noriyasu IKE Kiyotsugu SAWAMURA
Jun MORISAWA Maya CHIKAMORI *Osamu YAIDA
*Ayako TAJIKA *Naoko HASHIMOTO *Mutsuyo HATTORI

спанレース不織布については、その製造条件によって、不織布の構造や性質が異なることから、原料繊維の種類、織度、繊維長、混綿率、ウォータージェット2次圧、搬送ベルトのメッシュサイズを変化させて種々のспанレース不織布を作製し、それぞれの製造パラメーターと不織布の細孔構造の関係を明らかにしてきた。また、力学的特性、吸水特性への影響についても検討し、спанレース不織布に関する基礎的な実験を行ってきた。

今回は、繊維の種類、混綿率、ウォータージェットのノズル径、ノズルピッチなどの要因がспанレース不織布の細孔径分布、通気性、力学的特性に及ぼす影響を調べることにより、用途に適合したспанレース不織布を製造するための最適条件を調べた。

1 まえがき

ポリエステル繊維 2 d × 51 mm

今回の研究では、繊維の種類、混綿率、ウォータージェットのノズル径、ノズルピッチを変化させて、спанレース不織布を試作し、不織布の構造的特徴を把握する指針となる細孔径分布を測定し、これら要因の違いが不織布の細孔径分布に及ぼす影響について調査し、併せて、引っ張り試験、KES試験、通気性試験などを行い、それらをもとに製造条件がспанレース不織布の構造と力学的特性に及ぼす影響を調べ、用途に適合したспанレース不織布を製造するための最適条件を調べた。

2 実験方法

2.1 原材料

レーヨン繊維 2 d × 51 mm

2.2 不織布シート作製条件

シート幅：500mm
ウォータージェット処理圧力
1本目：25kgf/cm²
2本目：100kgf/cm²
ウォータージェット網
プラスチック網(プラネット)
50メッシュ
スルードライヤー
ステンレス網

2.3 製造方法

原料繊維を多目的不織布製造装置のオープナーのフィードに小塊にして投入し、オートフィーダーからカード機で繊維を解繊して、ウェブを作成し、アンリールで5枚重ねにし

* 京都女子大学 (Kyoto Women's University)

て、目付100g/m²程度とした。

ウェブをウォーターカーテン処理してからノズルを2本使用して、ウォータージェット処理を行った後、スルードライヤーで熱風乾燥し、不織布を作成した。

シート作成速度は6.0m/minで行った。

ウォータージェット圧力は1本目：25kgf/cm²、2本目：100kgf/cm²とし、ウォータージェットノズルの孔径及びピッチを変化させた。

ウォータージェットノズルは、

孔径(mm)－ピッチ(mm)

0.08－0.6

0.10－1.0

0.12－1.0

の3種類を使用した。

2.4 試料番号

混綿率

1：レーヨン繊維(R)100%

2：R繊維70%、P繊維30%

3：R繊維50%、P繊維50%

4：R繊維30%、P繊維70%

5：ポリエステル繊維(P)100%

ウォータージェットノズル

Aa：1本目0.08-0.6、2本目0.08-0.6

Ab：1本目0.08-0.6、2本目0.10-1.0

Ac：1本目0.08-0.6、2本目0.12-1.0

Ba：1本目0.10-1.0、2本目0.08-0.6

Bb：1本目0.10-1.0、2本目0.10-1.0

Bc：1本目0.10-1.0、2本目0.12-1.0

Ca：1本目0.12-1.0、2本目0.08-0.6

Cb：1本目0.12-1.0、2本目0.10-1.0

Cc：1本目0.12-1.0、2本目0.12-1.0

3 結果及び考察

3.1 スパンレース不織布の製造条件が細孔径分布に及ぼす影響

3.1.1 混綿率が細孔径分布に及ぼす影響

実際に使用される製品には、性質の異なる繊維を混ぜることによりお互いの欠点を補い、より良い製品が製造されている。今回の実験では、レーヨン繊維(R)とポリエステル繊維(P)の混綿率を変化させて製造した不織布の平均細孔径を比較した。

R100%では32 μ m付近に、R70/P30%では35 μ m付近にそれぞれ鋭いピークがみられ

た。R50/P50%では38 μ m付近に、R30/P70%では40 μ m付近にそれぞれピークがみられた。P100%では40~50 μ m付近に幅の広いピークがみられた。

つまり、レーヨン繊維の割合が多い試料ほど平均細孔径が小さく、特定の大きさに細孔径が集中していることが分かる。これはウェブはウォータージェットを受ける前に水に濡らされるため、親水性のレーヨン繊維は湿潤して動きやすく、ウォータージェットの影響を受けやすいためと考えられる。

一方、ポリエステル繊維の割合が多い試料ほど細孔径が大きく、広く分布しているのは、ポリエステル繊維が疎水性の繊維で、水に濡れても影響を受けにくいことと、ポリエステル繊維の弾性によるウォータージェットのエネルギーの吸収などによるものと考えられる。

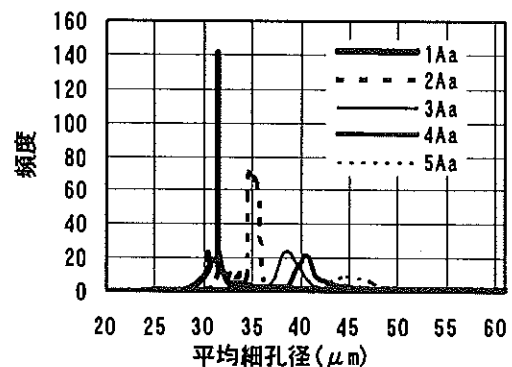


図1 細孔径分布

3.1.2 ウォータージェットノズル径が細孔径分布に及ぼす影響

ウォータージェット噴出ノズル径を0.08mm、0.10mm、0.12mmと変化させて製造したスパンレース不織布の細孔径分布を比較した。

ノズル径の大きい方が平均細孔径が大きい。これは、ノズル径が大きいとウォータージェットの衝突エネルギーが大きくなり、ノズル径の小さな場合より大きな孔径が出来るためである。

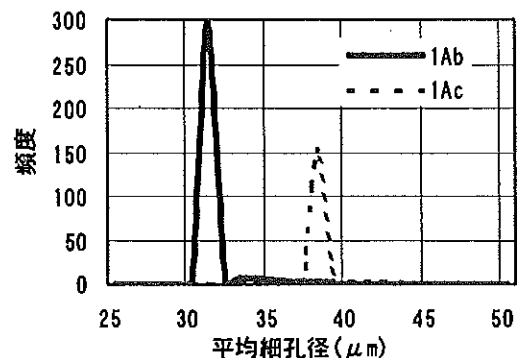


図2 細孔径分布

3.1.3 混綿率が平均細孔径と通気性に及ぼす影響

通気度を見てみるとポリエステル繊維の混綿の割合が多い不織布ほど、通気度が高いことが分かる。また、レーヨン繊維は30~35 μ m付近に平均細孔径が存在し、ポリエステル繊維では40~45 μ m付近に平均細孔径が存在している。

つまり、平均細孔径が大きくなるほど通気度が高くなり、細孔径がそのまま通気性に反映されている。したがって、通気性と細孔径分布とは密接に関係している。

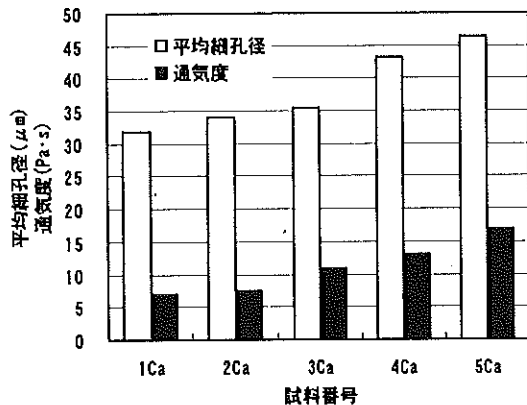


図3 平均細孔径、通気度

3.2 スパンレース不織布の製造条件が力学的特性に及ぼす影響

3.2.1 混綿率とウォータージェットノズル径が強伸度特性に及ぼす影響

切断荷重を比較した場合、たて・よこ方向とも混綿されていない不織布(R100%、P100%)の方が混綿された不織布(R70/P30、R50/P50、R30/P70)よりも強い。

混綿された不織布のなかではR70/P30が強く、またP100%の不織布は1、2本目のノズル径の組み合わせが最小の時と最大の時では強さが大きく異なる。これはノズル径が大きくなるとウェブに与える衝突エネルギーが大きくなり、繊維同士が緊密に絡み合うためと考えられる。

切断伸びの場合、たて・よこ方向ともP100%が大きく伸び、R30/P70、R50/P50、R70/P30、R100%の順で伸びが小さくなる。これは繊維の絡み合いと繊維の伸び、繊維の摩擦抵抗の度合いを反映している。ポリエステル繊維の混入により絡み合いの程度が緩くなることと、繊維同士の滑脱が増加するため

と考えられる。

また、切断荷重を比較した場合、P100%は、たて、よこ両方向において、ウォータージェットノズル径が1本目、2本目ともに大きい方が強さが増す。また、R100%及び混綿した場合同様であるが、よこ方向はノズル径が小さい方が切断荷重が大きくなっている。

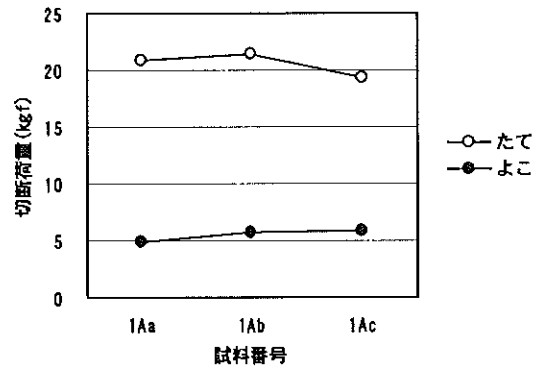


図4 切断荷重

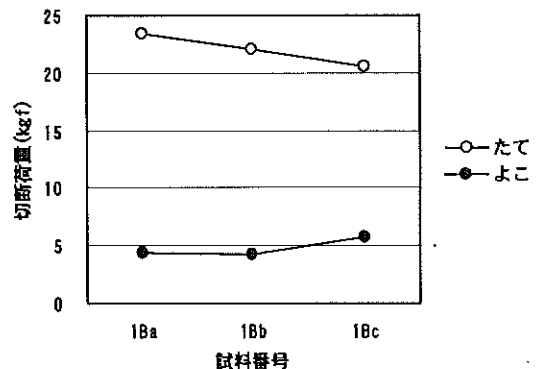


図5 切断荷重

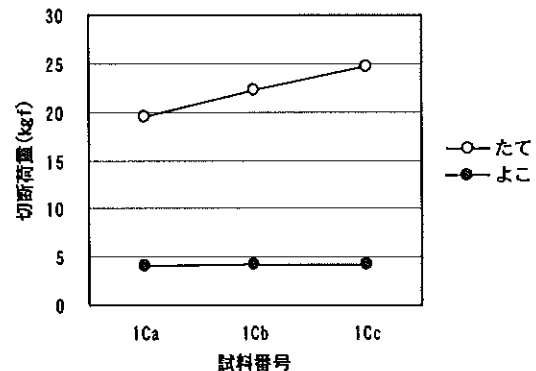


図6 切断荷重

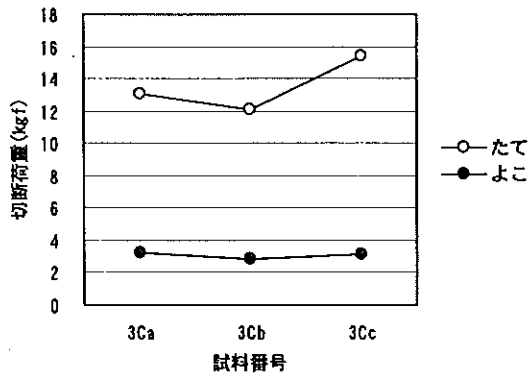


図7 切断荷重

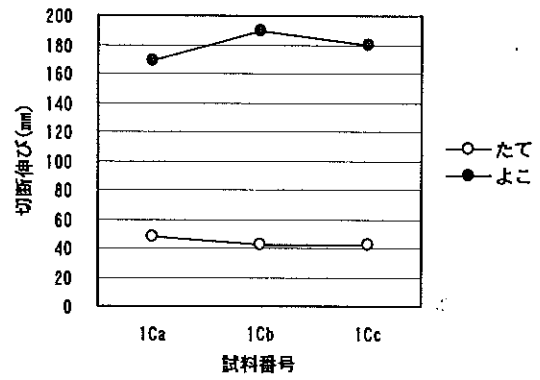


図11 切断伸び

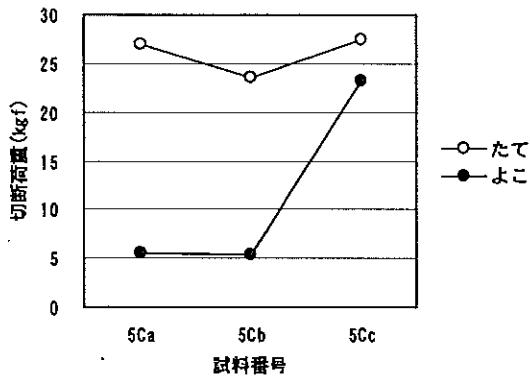


図8 切断荷重

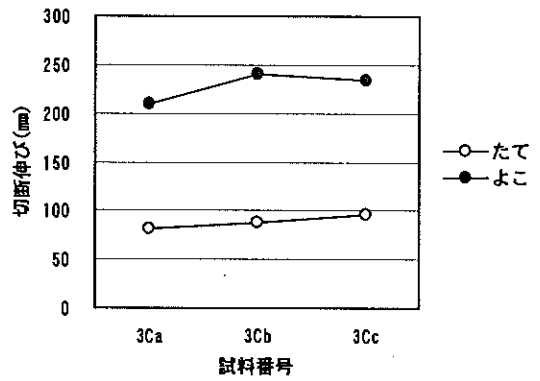


図12 切断伸び

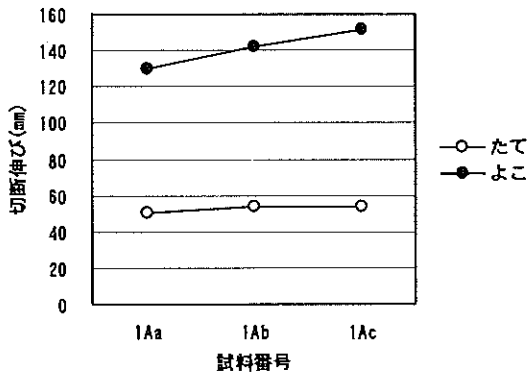


図9 切断伸び

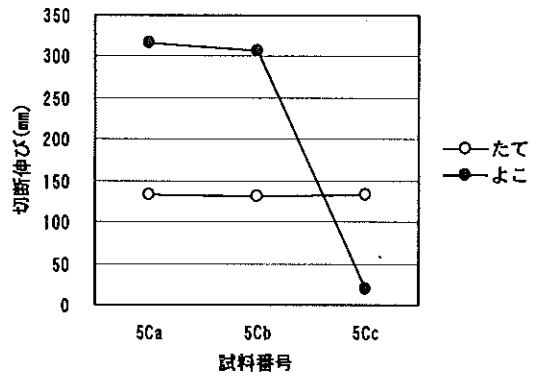


図13 切断伸び

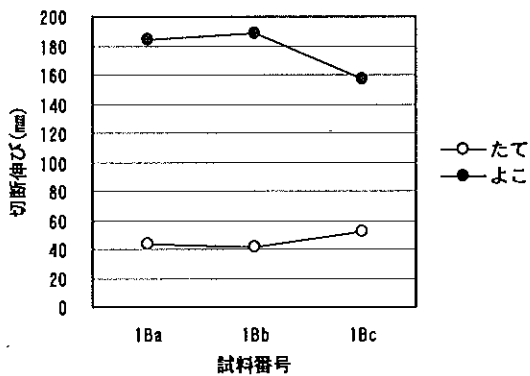


図10 切断伸び

3.2.2 混綿率とウォータージェットノズル径が初期ヤング率に及ぼす影響

R100%とP100%を比較した場合、初期ヤング率は、たて方向、よこ方向ともにレーヨン繊維不織布がポリエステル繊維不織布に比べ大きい。

これは、スパンレース法ではウォーターカーテンにより、ウェブを水で濡らして高压水流を当てたので、この時レーヨン繊維は動きやすい状態でウォータージェットを受け、緊密に絡み合い硬い不織布ができると考えられる。

また、R100%では1本目、2本目のノズルが大きいと初期ヤング率は多少大きくなるが、大きな違いはない。P100%の場合も1本目、2本目ともにノズルが大きいと初期ヤング率は大きくなるが、これも違いは少ない。

しかし、レーヨン繊維とポリエステル繊維を混綿することにより、初期ヤング率は3分の1程度に低下する。

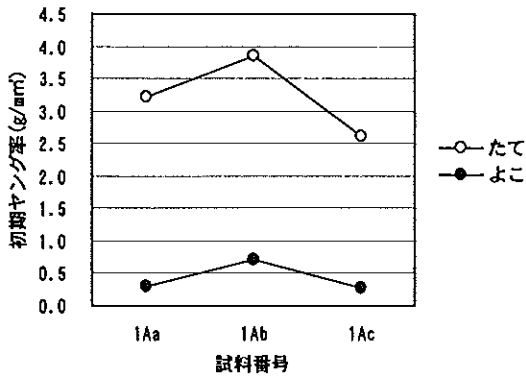


図14 初期ヤング率

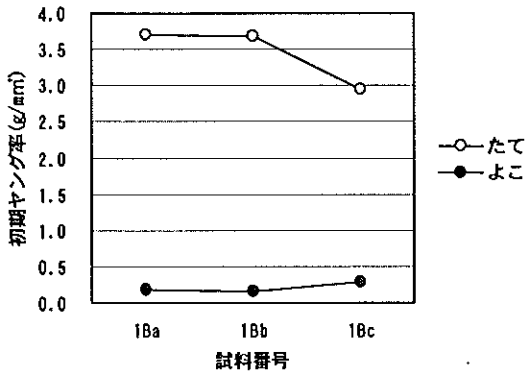


図15 初期ヤング率

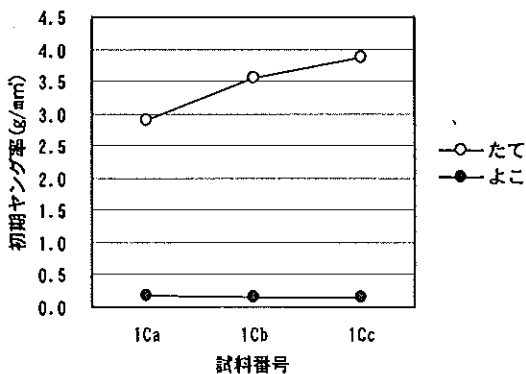


図16 初期ヤング率

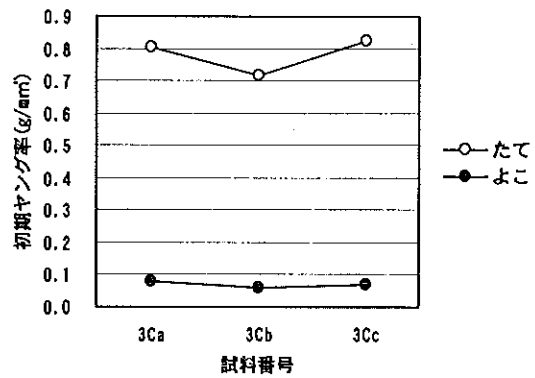


図17 初期ヤング率

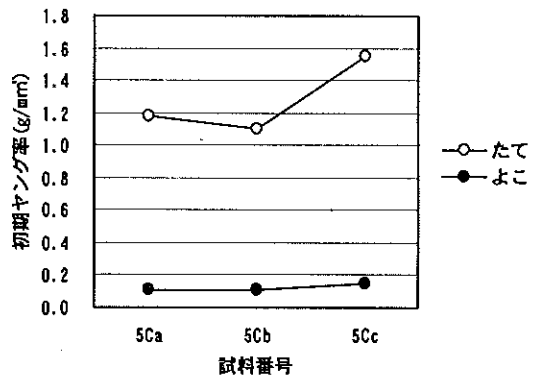


図18 初期ヤング率

3.3 スパンレース不織布の製造条件がKESの力学的特性に及ぼす影響

3.3.1 混綿率とウォータージェットノズル径が曲げ特性に及ぼす影響

レーヨン繊維の混綿率が大きい不織布ほど曲げ難く、ポリエステル繊維の混綿率が多いほど曲げ易い。

また、ノズル径が大きくなると僅かではあるが曲げ戻りが悪くなる。特にP100%ではノズルが大きくなれば曲げ戻りの回復性が悪くなる。

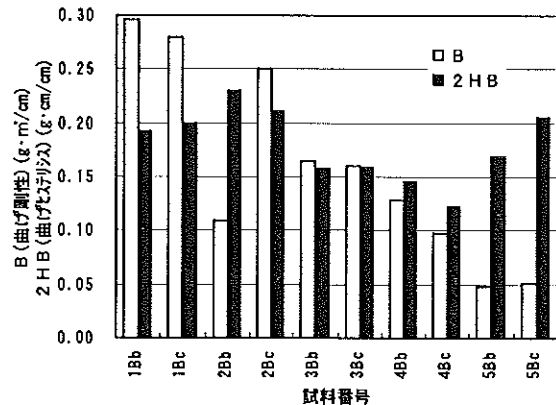


図19 曲げ特性

3.3.2 混綿率とウォータージェットノズル径が剪断特性に及ぼす影響

レーヨン繊維の混綿率が多い不織布ほど剪断され難く、回復性が悪くなる。ポリエステル繊維の混綿率が多いほど剪断され易い。

また、R100%の場合はノズル径が大きいとより剪断され難く、回復性が悪くなる傾向がある。

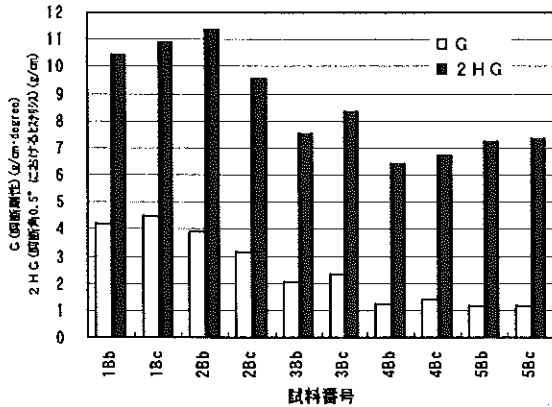


図20 剪断特性

3.3.3 混綿率とウォータージェットノズル径が圧縮特性に及ぼす影響

R100%の不織布は、他の不織布より圧縮剛く、圧縮回復性がよい。また、ポリエステル繊維の混綿率が多い不織布ほど圧縮されにくい。これは、ポリエステル繊維の堅さの影響がある。

しかし、ノズル径が0.10mmと0.12mm程度では、レーヨン繊維不織布では圧縮剛さの違いはほとんどないが、ポリエステル繊維が混綿された場合はノズルサイズが大きくなると圧縮されにくくなる。

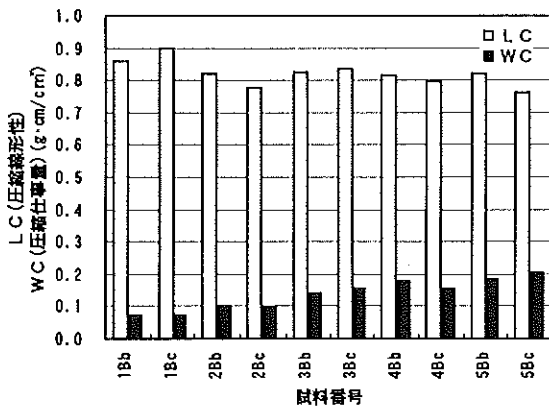


図21 圧縮特性

3.3.4 混綿率とウォータージェットノズル径が表面特性に及ぼす影響

ポリエステル繊維の混綿率が多い不織布は、風合いが柔らかで、滑り難い性質を持ち、レーヨン繊維の混綿率が多いと柔らかでなく、ノズル径が大きくなると凸凹が少なくなり、表面平滑性が良くなる。しかし、摩擦係数が大きくなり滑りにくくなる。

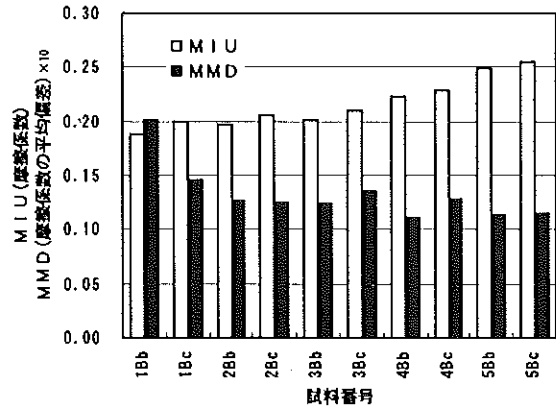


図22 表面特性

3.3.5 混綿率とウォータージェットノズル径がKOSHI、NUMERI、FUKURAMIに及ぼす影響

R100%に比べると、ポリエステル繊維を混綿することにより、KOSHIの数値が低くなり、P100%では一番数値が低くなる。ノズル径の影響は、サイズの大きい方がKOSHIが大きくなる。

NUMERIは、数値的にはレーヨン繊維がポリエステル繊維に比べてやや低い数値となり、繊維固有の性質と関係がある。レーヨン繊維ではノズル径の大きい方がNUMERI感が多くなり、ポリエステル繊維ではほとんど変わらない。

FUKURAMIは、繊維の弾性率とも関係があり、ポリエステル繊維がレーヨン繊維よりFUKURAMIが大きい。また、ノズル径が大きい方がFUKURAMIが大きい。

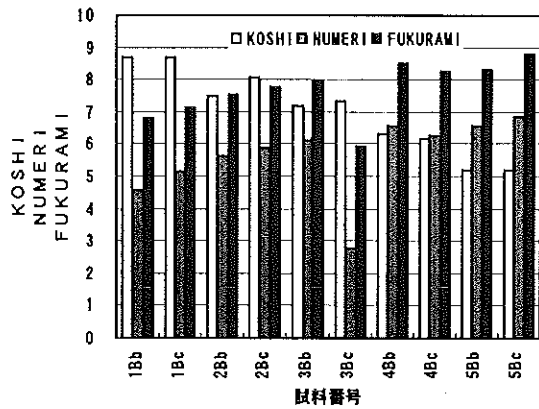


図23 KOSHI、NUMERI、FUKURAMI

4 まとめ

- (1) ウォータージェットノズル径を大きくすると、平均細孔径が大きく、通気性の良い不織布を製造することができる。
- (2) ウォータージェットノズル径を大きくすると強度が優れ、初期ヤング率の大きい不織布を製造することができる。
- (3) ポリエステル繊維の混綿率を大きくし、ノズル径を大きくすると滑りにくい不織布を製造できる。また、風合いも良くなる。

参考文献

- 1) 京都女子大学 卒業研究
 スパンレース不織布の製造条件がその力学的特性に及ぼす影響
 秋田悦子 木原彩(1996)
- 2) 京都女子大学 卒業研究
 スパンレース不織布の細孔径分布に及ぼす製造条件の影響
 大西優子 須崎朋子 芳井総(1996)
- 3) 京都女子大学 卒業研究
 スパンレース不織布の細孔径分布や力学的性質に及ぼす製造条件の影響
 植松実千代 園木香 近岡千夏(1997)

複合不織布に関する基礎研究

林 幸男 池 典泰 澤村 淳二 森澤 純 近森 麻矢

Study on Compound Nonwovens

Yukio HAYASHI Noriyasu IKE Kiyotsugu SAWAMURA
Jun MORISAWA Maya CHIKAMORI

1 まえがき

病院向け衛生材料(ガーゼ、ベッドシート、手術用衣類等)は、吸液性や院内感染防止の面で、従来の洗浄しながら複数回使用する布製から使い捨ての不織布製に移行している。

大手企業をはじめ県外の先進企業では、これらに対応した生産を開始しているが、医療現場ごとにそれぞれニーズが異なり、必ずしも満足できる製品が生産されているとは言えず、水分、体液の撥水及び保水、保液性が要求されている。

そこで、今後さらに需要量の増加が見込まれる多種多用途のニーズに応えるため、表面、裏面に異なる材料を用いた機能的な不織

布シートを開発し、特に、高齢者及び寝たきり医療用品材料の改善を図るための基礎研究を行ったので報告する。

2 実験方法

2.1 試料

本研究では、表1に示す不織布を組み合わせ、重ね、孔径0.1mm、孔間隔1.0mmのノズルを用い、1次圧50kgf/cm²、2次圧50kgf/cm²、100kgf/cm²、150kgf/cm²でウォータージェット処理することにより、表2に示す複合不織布を作製し、試料として供した。

なお、作製速度は6m/min、乾燥温度は120℃とした。

表1 複合不織布の基材に使用した不織布

不織布名	織 維 組 成	製 法	坪量(g/m ²)
a	レーヨン100%	спанレース	43.9
b	レーヨン50%、木材パルプ50%	спанレース	40.6
c	ポリエステル100%	спанレース	33.9
d	ポリエステル30%、ES70%	サーマルボンド	20.2
e	ポリエステル30%、ESU70%	サーマルボンド	45.9
f	レーヨン70%、ES30%	サーマルボンド	20.8
g	ES100%	サーマルボンド	19.7

表2 複合不織布に使用した基材不織布の組み合わせ

複合不織布名	ad	ae	af	ag	bd	be	bf	bg	cd	ce	cf
表	a	a	a	a	b	b	b	b	c	c	c
裏	d	e	f	g	d	e	f	g	d	e	f

※表は、ウォータージェット面

2.2 実験内容

作製した複合不織布の物性を測定し、ウォータージェット2次圧との関係を比較検討した。

また、基材として使用した不織布の組み合わせの違いが、作製した複合不織布の力学的特性に及ぼす影響について調べた。

2.2.1 物性値の測定

複合不織布の坪量、厚さ、密度、引張強さ、破裂強さ、摩擦強さは、JIS L 1906 一般長繊維不織布試験方法に規定された方法に準じて試験した。

また、吸水量は、JIS L 1921 医療用不織布試験方法に規定された方法で測定した。

2.2.2 力学的特性の測定

カトーテック株式会社製KES-FBシステムにより、複合不織布の基本力学量の測定を行った。

3 結果及び考察

3.1 複合不織布の物性

3.1.1 坪量

複合不織布の坪量とウォータージェット2次圧との関係を図1、2、3に示す。

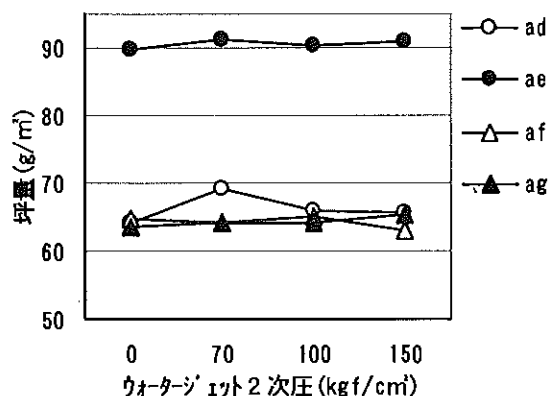


図1 坪量とウォータージェット2次圧との関係

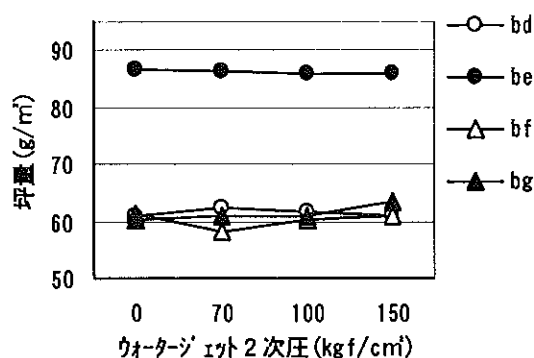


図2 坪量とウォータージェット2次圧との関係

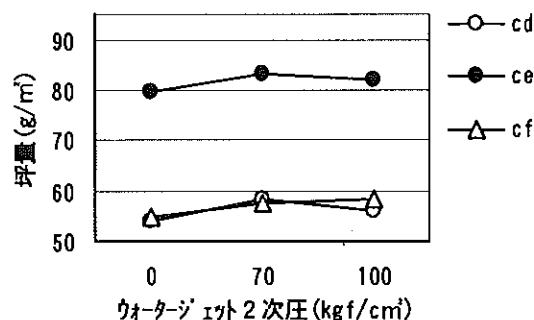


図3 坪量とウォータージェット2次圧との関係

使用した基材不織布の繊維組成にかかわらず、複合不織布の坪量は、ウォータージェット2次圧の影響をあまり受けない。

これは、基材不織布が、作製された時点でウォータージェットあるいは熱融着により寸法的に安定しており、複合時のウォータージェットにより、たて、よこ方向ともに伸びないためと考えられる。

3.1.2 厚さ

複合不織布の厚さとウォータージェット2次圧との関係を図4、5、6に示す。

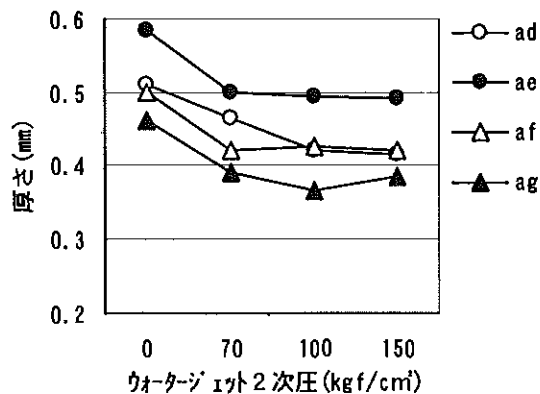


図4 厚さとウォータージェット2次圧との関係

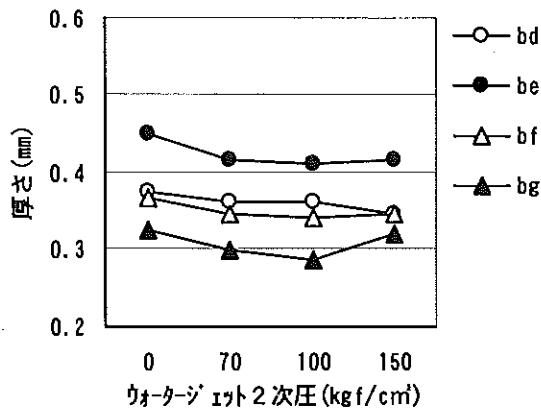


図5 厚さとウォータージェット2次圧との関係

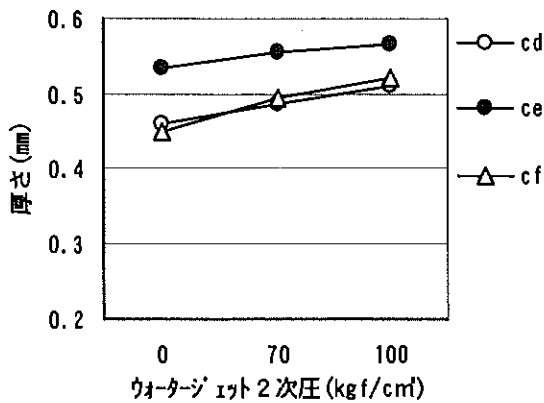


図6 厚さとウォータージェット2次圧との関係

複合不織布の表面(ウォータージェット面) 基材不織布に a 及び b を用いた場合は、ウォータージェット2次圧が高くなれば、複合不織布がやや薄くなる。

これは、a 及び b の原料であるレーヨンや木材パルプが、複合時のウォータージェット圧を受け、不織布が圧縮されるためと考えられる。

裏面に用いた d、e、f、g はいずれもサーマルボンド不織布で堅く、複合時のウォータージェットの影響はあまり受けないと思われる。

また、複合不織布の表面基材不織布に c を用いた場合は、ウォータージェット2次圧が高くなると、複合不織布はやや厚くなる。

これは、c の原料であるポリエステル繊維が、複合時のウォータージェット処理の影響で寄るためと考えられる。

3.1.3 密度

複合不織布の密度とウォータージェット2次圧との関係を図7、8、9に示す。

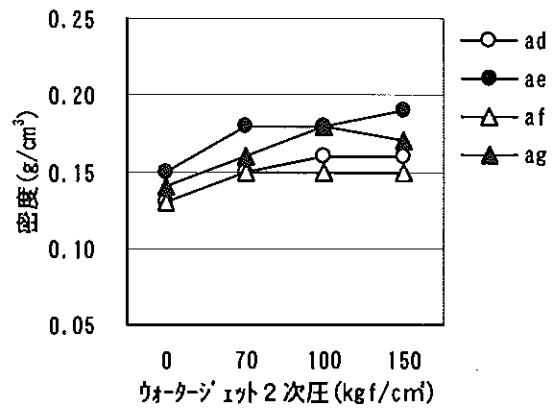


図7 密度とウォータージェット2次圧との関係

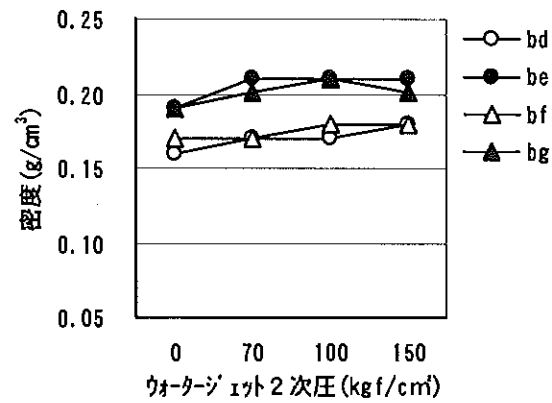


図8 密度とウォータージェット2次圧との関係

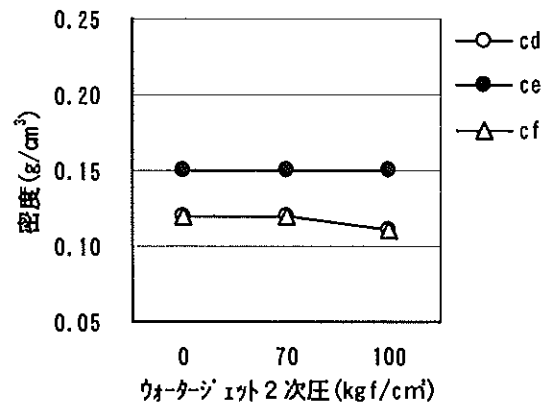


図9 密度とウォータージェット2次圧との関係

先に述べたように複合不織布の坪量は、ウォータージェット2次圧の影響をあまり受けず、厚さはやや影響を受ける。

よって、基材不織布に a、b を用いた複合不織布は、ウォータージェット2次圧が上がると薄くなるので、密度は高くなる。

一方、基材不織布に c を用いた複合不織布は、ウォータージェット2次圧が上がると厚くなるので、密度はやや低くなる。

3.1.4 引張強さ

複合不織布の引張強さとウォータージェット2次圧との関係を図10、11、12に示す。

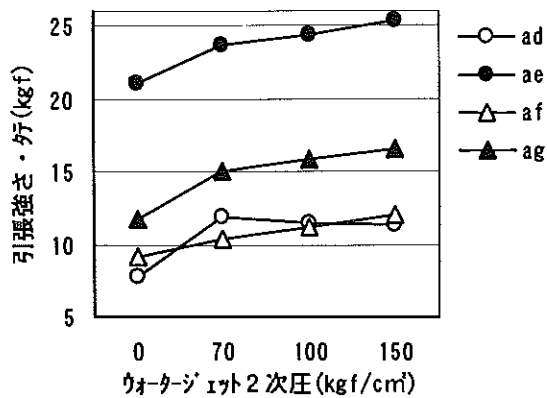


図10 引張強さとウォータージェット2次圧との関係

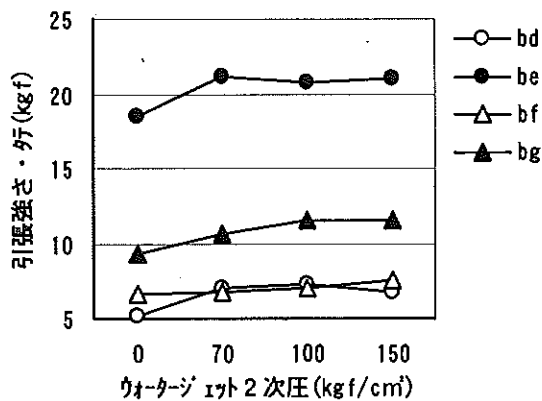


図11 引張強さとウォータージェット2次圧との関係

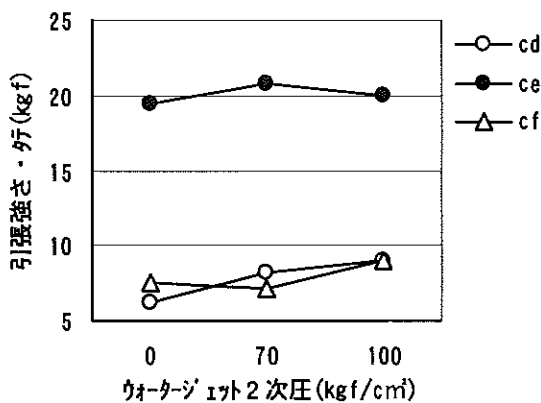


図12 引張強さとウォータージェット2次圧との関係

複合不織布の引張強さは、複合時のウォータージェット2次圧が高くなれば、全般的に強くなる。

これは、表面に用いたспанレース不織布の繊維同士が、ウォータージェットの影響でより絡み合うためと考えられる。

3.1.5 破裂強さ

複合不織布の破裂強さとウォータージェット2次圧との関係を図13、14、15に示す。

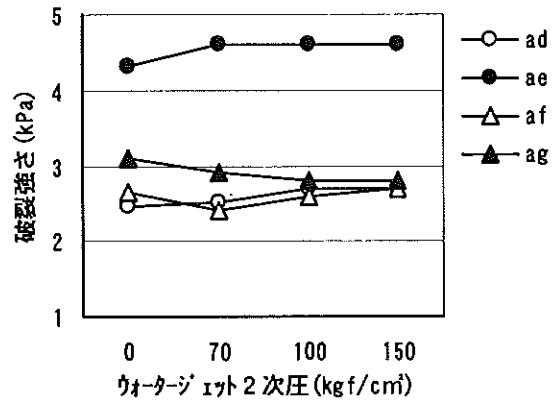


図13 破裂強さとウォータージェット2次圧との関係

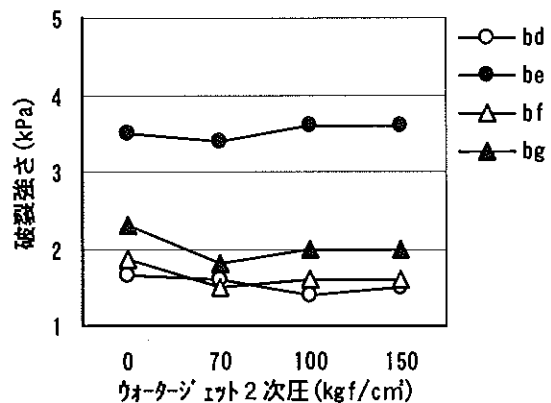


図14 破裂強さとウォータージェット2次圧との関係

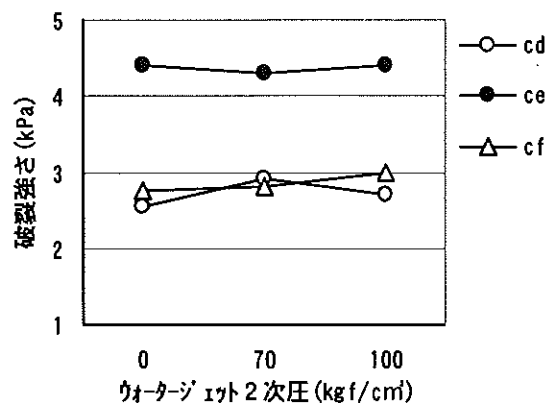


図15 破裂強さとウォータージェット2次圧との関係

全般的に複合不織布の破裂強さは、引張強さとは比べ、ウォータージェット2次圧の影響を受けにくい。

これは、複合不織布の裏面に用いたサーマルボンド不織布の強度が影響しているものと考えられる。

3.1.6 摩耗性

複合不織布の耐摩耗強度とウォータージェット2次圧との関係を図16、17、18に示す。

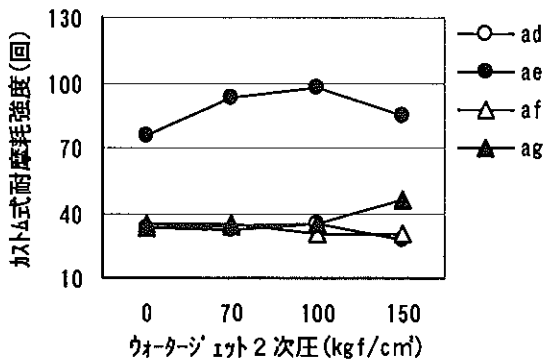


図16 耐摩耗強度とウォータージェット2次圧との関係

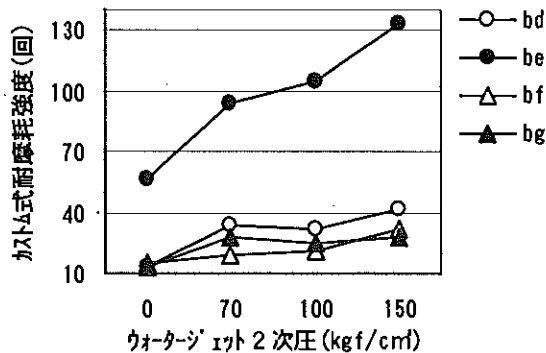


図17 耐摩耗強度とウォータージェット2次圧との関係

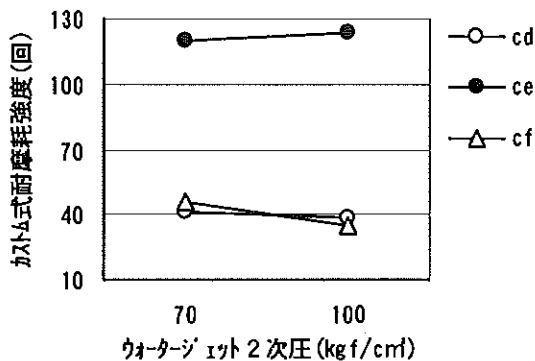


図18 耐摩耗強度とウォータージェット2次圧との関係

一般的に耐摩耗強度は、同一繊維の不織布の場合、坪量に比例するので、ウォータージェット複合時に坪量があまり変化しない複合不織布は、耐摩耗強度も変化が少ないと考えられる。

しかしながら、基材不織布にbを用いた複合不織布は比較的耐摩耗強度が向上したのは、原料に木材パルプを使用しているためと思われる。

3.1.7 吸水量

複合不織布の吸水量とウォータージェット2次圧との関係を図19、20、21に示す。

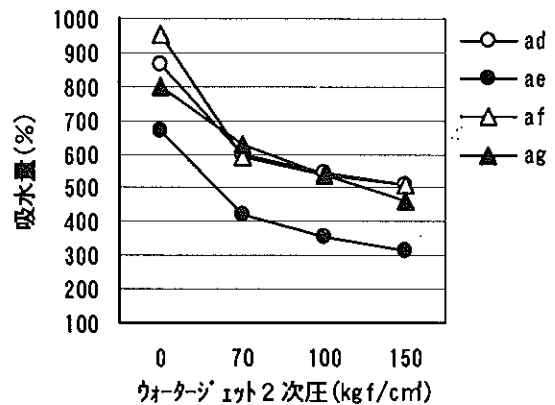


図19 吸水量とウォータージェット2次圧との関係

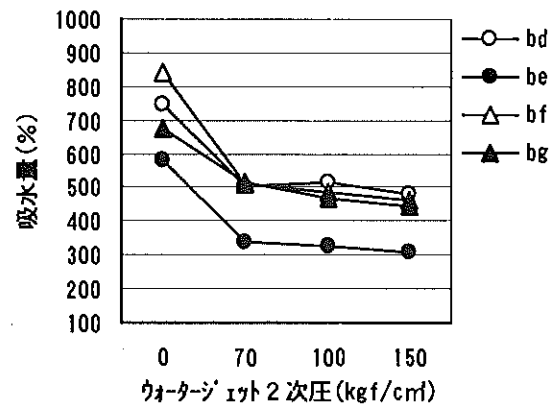


図20 吸水量とウォータージェット2次圧との関係

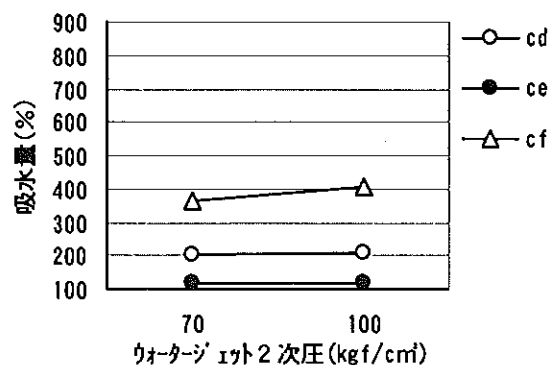


図21 吸水量とウォータージェット2次圧との関係

基材不織布にa及びbを用いた場合は、ウォータージェット2次圧が高くなれば、複合不織布の吸水量がやや低下する。

これは、a及びbの原料であるレーヨンや木材パルプが、複合時のウォータージェット圧を受け、不織布が圧縮され、密度が高くなったためと考えられる。

一方、基材不織布にcを用いた場合は、ウォータージェット2次圧が高くなると、複合不織布の吸水量がほんの少し増加する。

これは、cの原料であるポリエステルの影響で、複合時のウォータージェット処理により、密度がやや低下したためと考えられる。

3.2 複合不織布の力学的特性

複合不織布の力学的特性を図22、23、24に示す。

ここで、

- LT : 引張線形性
 - WT : 引張仕事量 (gf·cm/m²)
 - RT : 引張レジリエンス (%)
 - G : 剪断剛性 (gf/cm·degree)
 - B : 曲げ剛性 (gf·m²/cm)
 - LC : 圧縮線形性
 - WC : 圧縮仕事量 (gf·cm/cm²)
 - RC : 圧縮レジリエンス (%)
 - MIU : 平均摩擦係数
 - MMD : 摩擦係数の平均偏差
 - SMD : 表面粗さ (micron)
- である。

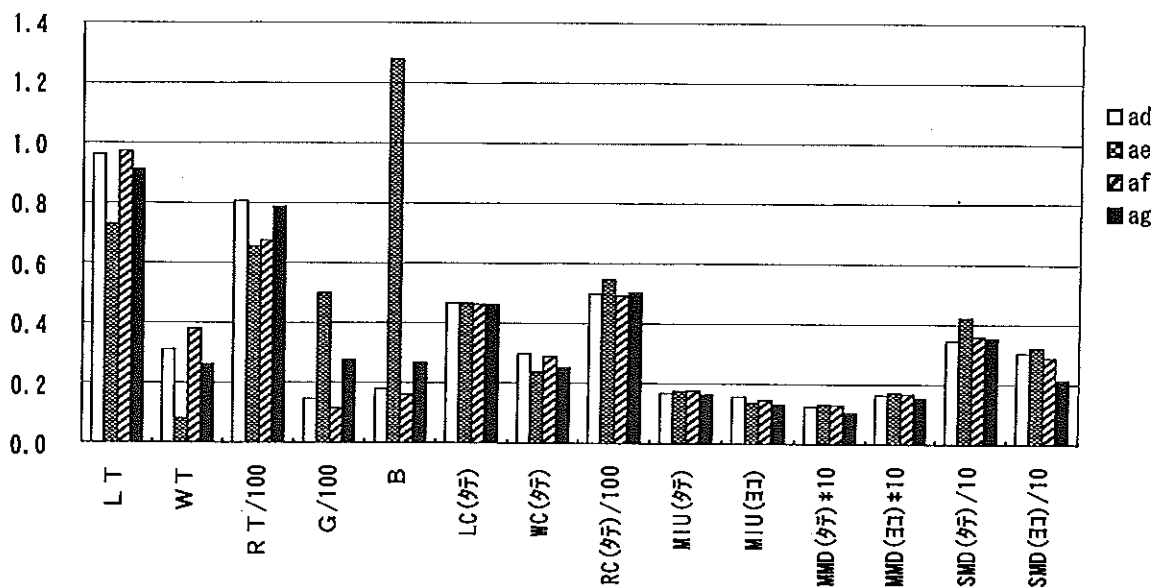


図22 複合不織布の力学的特性

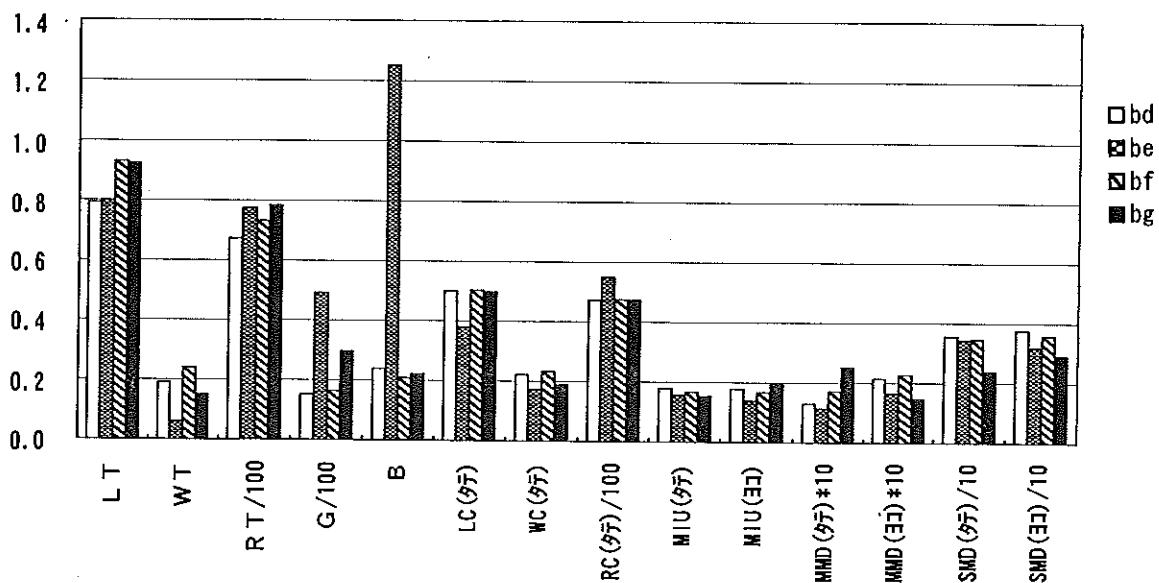


図23 複合不織布の力学的特性

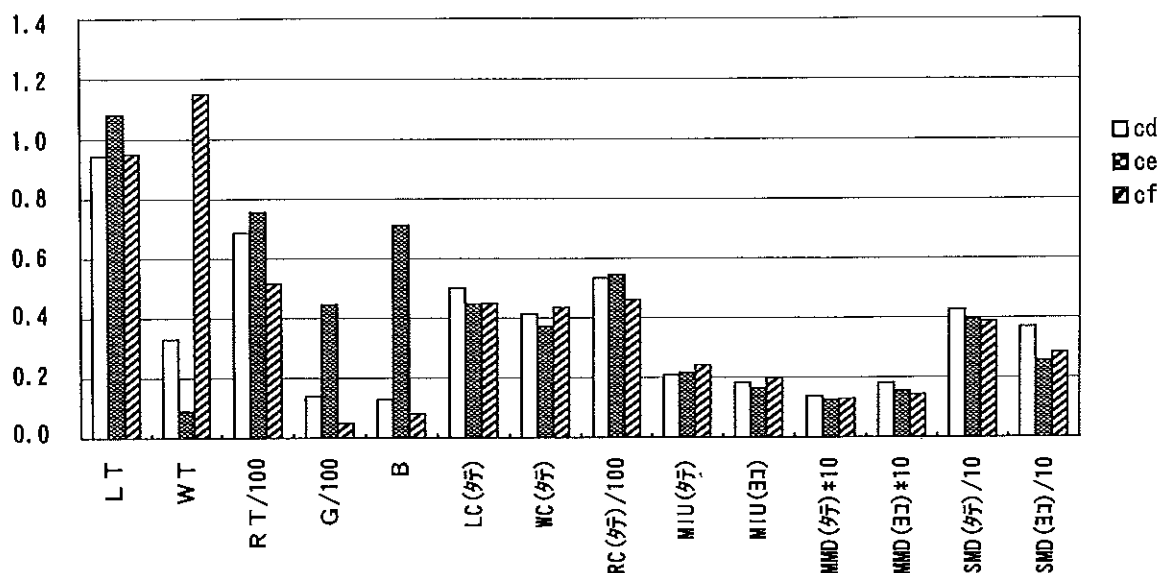


図24 複合不織布の力学的特性

基材不織布の組合せの違いが顕著に反映する力学的特性は、引張仕事量、剪断剛性、曲げ剛性で、他の力学的特性については、若干の違いは見られるものの、ほとんど基材不織布の組合せの違いによる影響は受けていない。

引張仕事量、剪断剛性、曲げ剛性では、特に基材不織布に e を用いた場合の影響が大きい。

基材不織布に e を用いた場合の引張仕事量が他と比べて極端に小さいのは、e の原料に酸化チタンを練り込んだ E S U 繊維が 70% 配合されており、引っ張ったときに伸びにくいためと考えられる。

さらに、基材不織布に e を用いた場合の剪断剛性、曲げ剛性が他と比べて極端に大きいのは、やはり E S U 繊維の影響で、剪断、曲

げに対して強度があるためと考えられる。

また、引張仕事量において、基材不織布に f を用いた場合の値が大きいのは、原料の熱融着繊維 E S が剥がれて伸びやすいためと考えられる。

4 まとめ

ポリエステル繊維を原料に用いた不織布は、複合時のウォータージェット圧力の影響をあまり受けない。

ウォータージェット処理により複合不織布を作製する場合は、短繊維を原料に用いた不織布を使用する必要がある。

また、短繊維を原料に用いた不織布を複合した場合、密度や耐摩耗強度、吸水量などの物性に影響を与える。

紙マルチの開発研究

宮地 亀好 松本 博 大川 昭典 江淵 栄貴
関 正純 滝口 宏人 *真鍋 糺

Study on Paper Multi

Kiyoshi MIYAJI Hiroshi MATSUMOTO Akinori OOKAWA Eikan EBUCHI
Masazumi SEKI Hiroto TAKIGUCHI *Tadashi MANABE

1 目 的

農地は、四季を通じて雑草が生育する条件下にある。そのため、除草剤や草刈機あるいは雑草が繁茂しない段階で、ビニールシート等の被覆材で地面を覆うなどして、草を制御することが多い。

しかし、ビニールシート等の場合、栽培終了後これを取り除き処分する必要があるが、処分法が環境的にも好ましくないのが現状である。

これらの問題を解決するため、紙製（紙マルチ）の被覆材を検討した。被覆材を紙製にすることにより、作物が生育する過程で被覆材は自然に分解し、取り除く必要もなくなるということが可能となる。又、その原料として現在消却処分されている綿屑を利用

し、産業廃棄物のリサイクル化をも視野に入れ、環境に調和した紙マルチを開発する。

2 地被植物（グランドカバープランツ）定植による紙マルチ性能試験

水田の畦畔率は立地条件によって大きく異なるが、本県全体では約5%である。農道を含めたこれらの雑草管理は、主として草刈り機あるいは除草剤を用いて、年間3～4回実施されている。しかし、草刈り作業は重労働と危険を伴い、除草剤を連続して使用する事が多くなった。

そこで、畦畔機能の維持はもとより、草刈り作業や除草剤を要しなく、且つ省力化、景観形成等にもつながらる地被植物の定着を目的に定植を行い、雑草制御の被覆材とし

表1 物性試験結果

	綿 屑 紙	加工綿屑紙	竹炭入り紙	対 照 紙
坪 量 g/m ²	36.4	40.0	50.2	71.4
厚 さ mm	0.119	0.153	0.246	0.904
密 度 g/cm ³	0.182	0.261	0.204	0.793
乾時引張強さ kg	1.54	2.10	2.16	6.20
	1.20	1.30	1.15	2.82
湿時引張強さ kg	0.30	0.62	1.02	2.22
	0.23	0.44	0.48	1.15
引 裂 強 さ g	58.3	46.8	65.3	70.0
	58.5	58.0	68.0	74.3
透 気 度 秒/100cc	4.2	4.2	3.4	197.9
白 色 度 %	24.6	23.8	30.8	3.9

*農業技術センター（環境開発システム室）

て紙マルチを使用して、その性能を調査した。

点でも対照紙の方が黒かった。

2-1 紙マルチの試作及び物性

1) 紙マルチの試作

- 綿屑紙：ピーター処理した綿屑100%の原料を大型懸垂短網抄紙機で抄紙した。綿屑を抄紙用原料とする処理では、木材パルプと比較して動力を要した。
- 加工綿屑紙：綿屑100%の綿屑紙に加工機で耐水加工（耐水薬品：WS570）を施した。
- 竹炭入り紙：NBKP80%・竹炭20%の原料を大型懸垂短網抄紙機で抄紙した。

2) 対照紙：紙マルチ市販品（商品名：草なぎ、太興製紙(株)製）

3) 紙マルチの物性試験

坪量、厚さ、密度、乾・湿引張強さ、透気度、白色度の測定を行った。

物性試験結果概要

当センター試作紙は密度が小さく、ポラスな紙で、逆に対照紙は防水パラフィン加工をしており、密度が高く、厚い締まった紙であった。強度は対照紙の方が乾・湿引張強度、引裂強度共に高かった。透気度は大きく差があり、対照紙の方が数値が高く（通気性低い）、黒さ（白色度試験）の

2-2 紙マルチの実地試験

1) 紙マルチの敷設

既存雑草を除草剤で処理した乾田畦畔に、各防草紙を敷設した。

2) 供試草種

- 草種の選定：ハウス周辺地や水田・畑地畦畔の地被および景観に役立つと思われる草種として、ペニロイ・ミント、イワダレ、ヒメツルギを選定し供試した。なおヒメツルギは耐寒性弱く、越冬しなかったため途中で中止・除外した。
- 供試草種は、農業技術センター果樹試験場からポット苗および掘取り苗で導入した。
- 供試草種は、10月上旬に、株間40cmの、互の目、二条に植え付けた。

3) 生育・草勢調査

- 供試草種の生育・草勢は、各区の平均的な10株について、1ヵ月毎に伸長量を測定し、また区画内（0.9m×0.9m）での被度（占有率）を観察によって調査した。
- 雑草の調査は、区画内での被度および草種別に、発生本数と伸長量を調査した。

4) 実地試験結果

表2 実地試験調査結果

処理	地被植物の種類	調査月日	活着率	区内被度 (.9x.9m)	茎葉の伸長量	草丈	生態的特徴	雑草被度	左の草丈	主要な草種等
			%	%	cm	cm		%	cm	
加工綿屑紙	ペニロイ ヤルミント	10月上旬	100		11.3		密生、匍匐性 草勢強い 、型太り 完成	0	0	遮光率が低い ためか、ヤエムグラを主として、マルチ下に発芽が見られた。
		11 〃	100		22.2			0	0	
		12 〃	100	18~23	26.7	3		3	3~5	
		4 〃	100	30~40	27.8	5		0		
		5 〃	100	60~70	31.9	30		3	10~25	
		6 〃	100	100	42.1	25		0		
綿屑紙	イワダレ ソウ	10月上旬	100		10.3		密生、匍匐性 低温で生育停滞 着実に生育 蓄 完成、満開	0	0	
		11 〃	100		17.7			0	0	
		12 〃	100	10	21.1	2		3	3~5	
		4 〃	100	15~20	22.4	2		0		
		5 〃	100	50~60	31.5	2		5	10~15	
		6 〃	100	100	40.9	2		0		
綿屑紙二重	ペニロイ ヤルミント	10月上旬	100		11.1		草勢弱、葉ノ変色 草勢弱い、変色 葉目立つ、少し 枯れ込、開花始	0	0	ヤエムグラを主として、マルチ下に僅かながら、発芽が見られた。
		11 〃	100		21.0			0	0	
		12 〃	100	13~15	25.6	3		1	1~3	
		4 〃	100	15~20	23.3	5		0		
		5 〃	100	40~50	28.8	25		0		
		6 〃	100	70~80	37.9	25		0		

処理	地被植物の種類	調査月日	活着率	区内被度 (.9x9m)	茎葉の 伸長量	草丈	生態的特徴	雑草 被度	左の 草丈	主要な草種等
			%	%	cm	cm		%	cm	
綿屑紙二重	イワダレソウ	10上旬	100		10.2			0		
		11 〃	100		17.0			0		
		12 〃	100	10	20.6	2	生育停滞葉色鈍	1	1~3	
		4 〃	100	10	19.1	2	草勢弱い、変色	0		
		5 〃	100	30~40	26.9	2	葉目立つ、枯れ	3	10~15	開花始
		6 〃	100	80~90	37.5	2	込む、満開	0		
竹炭入り紙	ペニロイヤルミント	10上旬	100		11.6			0		
		11 〃	100		20.3			0		
		12 〃	100	13	23.6	3	草勢良、葉ノ変色	0		
		4 〃	100	20~30	25.2	7	草勢やや弱い	0		
		5 〃	100	50~60	29.2	30	変色葉目立つ	0		
		6 〃	100	80~90	39.8	30	開花	0		
市販紙・草な	イワダレソウ	10上旬	100		9.9			0		
		11 〃	100		16.8			0		
		12 〃	100	10	18.8	2	生育停滞葉色鈍	0		
		4 〃	100	10~15	20.8	2	草勢やや弱い	0		
		5 〃	100	30~40	29.4	2	変色葉少ない	0		
		6 〃	100	80~90	37.8	2	満開	0		
無処理区	ペニロイヤルミント	10上旬	100		11.4			0		
		11 〃	100		22.7			0		
		12 〃	100	18~23	26.9	3	草勢良好	0		
		4 〃	100	40~50	28.6	7	草勢良好、変色	0		
		5 〃	100	60~70	33.2	30	葉目立つ	0		
		6 〃	100	90~95	41.4	30	完成に近い	0		
無処理区	イワダレソウ	10上旬	100		9.8			0		
		11 〃	100		18.8			0		
		12 〃	100	10~15	20.7	2	草勢弱、変葉多	0		
		4 〃	100	20~25	21.6	2	草勢やや弱い	0		
		5 〃	100	50~60	31.5	2	変色葉多、開花	0		
		6 〃	100	95~100	41.4	2	満開、ほぼ完成	0		
無処理区	ペニロイヤルミント	10上旬	100		10.6			0		ヤエムグラ、タ
		11 〃	100		19.0			0		ネットケバナ、
		12 〃	100	18~25	27.4	3	草勢強い	3	3~5	ハコベ、ハナ
		4 〃	100	40~60	28.9	8	〃	0		イバナ、ゲンノ
		5 〃	100	90~100	36.5	3	〃、完成	0		ショウコ、ホト
		6 〃	100	100	43.2	30	〃、開花始	0		ケノザ、スズメ
無処理区	イワダレソウ	10上旬	100		9.9			0		ノエンドウ等の
		11 〃	100		16.1			0		発芽が見られ
		12 〃	100	10~15	20.3	2	草勢弱るも維持	15	3~10	れスカシタゴ
		4 〃	100	20~30	21.8	2	草勢良好に回復	3	5~10	ボウ等の地下
		5 〃	100	60~70	31.5	2	開花始	3	5~15	茎からの発芽
		6 〃	100	100	42.0	2	満開、完成	0		も認めた。

表3 紙マルチ試実地験結果概要

	地 温		紙切れ、分解状況、地被植物・雑草生育状況
	晴天日	曇天日	
加工綿屑紙	無処理区より 1~3℃高く、 保温性あり	保温性あり	<ul style="list-style-type: none"> 遮光率が低いためか、4~5日後には雑草の芽が認められた 秋冬期間の雑草の生育は最も進み、マルチを持ち上げる状況となった 季節風による紙切が竹炭紙に次いで多かった 地被植物の生育は良かった

	地 温		紙切れ、分解状況、地被植物・雑草生育状況
	晴 天 日	曇 天 日	
綿屑紙二重	保温性劣る	保温性劣る	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 地面と密着し、安定した状態を維持した ◦ 土と密着した部分が多く残り、防草効果を示した ◦ 季節風による紙切れは比較的少なかった ◦ 地被植物の生育はやや劣った
竹炭入り紙	保温性多少あり	保温性多少あり	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 分解は小石との接触部のほか、表面での分解も始まっていたが株間で部分的に残存し、雑草を抑えた ◦ 季節風による紙切れの被害が最も大きかった ◦ 地被植物の生育はやや劣っていた
対 象 紙 (草なぎ)	無処理区より 1～3℃高く、 保温性あり	保温性あり	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 分解は一週間後頃から、土をかぶったり、接触した部分で始まっていたが、かなりの部分で残存し雑草を抑えた ◦ 季節風による紙切れは比較的少なかった ◦ 地被植物の生育は良かった

3 考 察

今回の試作品は対照紙と比較して、色が灰色であったため遮光率が低く、又強度の点でも弱く紙切れをおこす結果となったが、遮光性、耐久性、生分解性等で改善すべき

問題点を把握することができた。又綿屑紙の防草用マルチ資材としての可能性は認められた。

今後は、色、強度を再検討し、改良試作品（紙マルチ）での実地試験を行う予定である。

版画用紙の試作研究

宮地 亀好、松本 博、大川 昭典、江淵 栄貫、関 正純、滝口 宏人

Study on Prints Paper

Kiyoshi MIYAJI Hiroshi MATSUMOTO Akinori OOKAWA
Eikan EBUCHI Masazumi SEKI Hiroto TAKIGUCHI

1 まえがき

最近のインテリアブームによって、様々な紙が用いられている。そこで、昨年度は襖紙に注目し、報告を行った。今年度は版画用紙を取り上げることとし、愛知県立芸術大学の版画教室で教鞭をとっている先生方の協力により紙試料の提供を受けた。これらの物性を測定することとし、併せて大型懸垂短網抄紙機を用い試作を行った。他に使用者としてのアドバイス、試作評価が得られたので報告する。

2 試料及び試験方法

2.1 試料について

愛知県立芸術大学版画教室の先生方から提供を受けた版画用紙(No.1~No.10、刷るときにの版画技法により紙の使用が異なること)。それに、当所の試作品を4種加えて全14種(No.11~No.14)とした。

2.2 試験方法について

紙寸法、坪量、密度、乾湿時裂断長、白色度、平滑度、吸水度、灰分、紙のPH等、原則としてJISに従った。吸水度は5分とした。繊維組成については顕微鏡下にて観察を行った。その他、愛知県立芸術大学にて実際に紙を印刷した評価を得た。

3 試料、物理試験結果及び考察

3.1 試料について

全試料の特徴については、表1に示す。

表1 試料の特徴

No.1	楮の未晒しで、うす茶色がかっている。繊維の結束が多少みられる。表裏差がある。デッケルエッジあり。
No.2	楮の未晒しで、うす茶色をしている。表面は比較的滑らかで、地合もよい。表裏差がある。デッケルエッジあり。
No.3	表面は滑らかで、地合もよく、薄い黄色の未晒し色に着色している。繊維の結束等は見られない。手漉き紙とのこと。
No.4	比較的厚めの紙。薄い未晒し色をしている。表面は滑らかで、地合もよい。生漉きの表示あり。
No.5	表面は滑らかで、地合も良好。薄い赤茶色をしており、表裏差がある。2層の漉き合わせとなっている。
No.6	表面は大変滑らかで、光沢がある。薄い卵色をしており、薄く透明感がある。一見して雁皮紙と解る紙である。
No.7	表面は比較的滑らかで、地合もよい。人工的な黄色の着色があり、機械抄紙と思われる。
No.8	比較的厚めの紙。表面は滑らかで光沢がある。ほぼ白色に近い。漉き合わせとなっている。手漉き紙とのこと。
No.9	特厚の紙。ほぼ白色をしている。表裏差があり、表面は比較的滑らかである。漉き合わせであり、機械抄紙と思われる。
No.10	特厚の表示あり。少しだけ淡い黄色をしている。漉き合わせであり、機械紙と思われる。
No.11	当所の試作品。 楮100%でほぼ白色。少し繊維結束があり地合に難あり。
No.12	当所の試作品。 楮と木材パルプの漉き合わせ紙。 表裏で多少の色が違う。
No.13	当所の試作品。 タイ産楮と木材パルプ混抄品。比較的 白色の紙。
No.14	当所の試作品。 三極と木材パルプの漉き合わせ紙。表面は比較的滑らか。表裏の色が多少違う。

3.2 物理特性について

全試料の物理特性について表2に示す。

表2 物理特性測定結果

試料	紙の寸法 (縦×横cm)	坪量 (g/cm ²)	密度 (g/cm ³)	乾時裂断長 km		湿時裂断長 km		縦横比 乾時
				縦	横	縦	横	
No.1	102×79	20.3	0.29	9.5	3.7	2.5	0.82	2.6
No.2	185×95	25.6	0.32	9.3	5.6	1.6	0.77	1.7
No.3	97×68	98.5	0.29	3.1	1.9	0.47	0.19	1.6
No.4	100×69	148.8	0.44	7.7	3.9	1.4	0.87	2.0
No.5	100ロール	185.4	0.66	6.4	4.1	0.31	0.21	1.6
No.6	100ロール	8.2	0.41	8.4	5.3	1.0	0.58	1.6
No.7	180×90	102.6	0.39	4.7	2.9	0.74	0.42	1.6
No.8	98×68	191.6	0.38	2.7	1.8	0.34	0.25	1.5
No.9	180×90	222.1	0.43	2.7	1.8	0.82	0.37	1.5
No.10	180×90	224.4	0.49	2.9	2.0	0.67	0.43	1.5
No.11	90ロール	52.3	0.38	4.3	2.9	0.32	0.18	1.5
No.12	90ロール	79.1	0.44	2.3	1.8	0.37	0.27	1.3
No.13	90ロール	54.2	0.46	6.0	3.5	0.40	0.25	1.7
No.14	90ロール	126.8	0.53	5.3	3.1	0.70	0.54	1.7

市販品については8gから230gまで様々な紙を用いている。手漉き紙と思われる(No.1、2、3、4、8)紙についても20gから200gの坪量があり、印刷手法による要因が大きいと思われる。印刷技法には代表的なもので凸版、凹版、平版、孔版の4種類があるが、例えば凸版の代表である、浮世絵のようなものはバレンで押さえる程度であるために比較的薄ものが好まれるのに対し、凹版の代表である銅版画では機械プレスにより印刷を行うこととなる、従って薄ものについては厚紙に張り付けるなど、手間がかかるために最初から厚紙が使用されているのであろう。また全体的に密度が低く0.6以下であり、通常の印刷用紙よりは格段に低いものが好まれていることになる。これは一般の印刷に対して美術

的価値を出すために版との馴染み易さ、クッション性を求めているものと考えられる。

乾時裂断長は、薄ものについては縦方向9km前後、横方向4km前後が多く、厚ものについては縦方向3km程度、横方向2km弱である。これは、ある程度の強度がなければならないが、紙全体が印刷時に保っていればよいということであろう。

湿時裂断長は縦1km弱、横0.5程度が多いが、印刷時の手法によっては、水分を含ませた後、刷りにかける場合もあるために湿時強度を必要としている。これにより、当所の試作品も木材パルプを使用した場合はサイズを施した。

次に版画用紙として必要とされるサイズ性、平滑性、白色度、紙のPHについて、表3に示す。

表3 吸水度、平滑度、白色度、紙のPH

試料	吸水度 (mm/5分)		平滑度 (sec)		白色度 %	紙のPH
	縦	横	表面	裏面		
No.1	0	0	3	2	61.7	5.2
No.2	0	0	3	2	51.5	6.0
No.3	0	0	2以下	2以下	61.1	6.3
No.4	0	0	2以下	2以下	71.9	5.5
No.5	30	27	6	2以下	40.8	6.9
No.6	6	6	71	51	45.9	6.2
No.7	0	0	2以下	2以下	56.9	6.2
No.8	0	0	2以下	2以下	80.3	6.4
No.9	0	0	2以下	2以下	80.1	6.3
No.10	0	0	2以下	2以下	76.3	5.9
No.11	41	37	2	2	77.4	8.9
No.12	1	5	2	2以下	83.8	9.0
No.13	0	0	5	3	79.5	8.9
No.14	0	0	4	2以下	71.8	9.0

吸水度については、ほぼ全種が何らかのサイズ性を施していることがわかる。Na 5については2層の漉き合わせとなっており、表面の靱皮繊維にサイズがされておらず吸水をしたためである。このようなサイズ性は印刷時に湿らせて使用する場合を考慮しているためと考えられる。同時に、サイズの種類についてはロジン系の定性反応がNa 1、2、3、4、8、9、10現れ、Na 5にはでんぷん系の定性反応が現れた。

平滑度については、Na 5が異常に高いが、これは後に述べる繊維組成から雁皮繊維の特徴である、きめ細かい平滑性が得られたものと考えられる。その他は、思った以上に高くなく、機械的な平滑性よりも感性的な平滑性

を要求していることが分かった。

白色度は40から84までと色々であったが、おおむね白色または淡黄色が多かった。但し、表面のほこり、ちりを嫌うらしく除塵はしっかりされていた。

紙のPHについても5近くの値を示しているものは、サイズを施す場合において、硫酸ばん土による定着の可能性が考えられる。また灰分が通常の紙よりも1.5~6%と高く、添料の配合も考えられる。

これらを考慮し、当所の試作品は炭酸カルシウムの添加と中性サイズ剤を使用することとした。

次に繊維配合を表4、写真1~12に示す。

表4 繊維配合

試料名	繊維組成(%)		備考
Na.1	楮	100	
Na.2	楮	100	
Na.3	木材パルプ	60 楮 40	
Na.4	木材パルプ	45 楮 55	
Na.5 表	雁皮	85 他の非木材繊維 15	表裏あり、2層
裏	木材パルプ	80 非木材繊維 20	
Na.6	雁皮	100	
Na.7	木材パルプ	55 非木材繊維 45	
Na.8 表	木材パルプ	15 非木材繊維 85	表裏あり、3層構造
裏	木材パルプ	100	
Na.9	木材パルプ	100	表裏あり、2層構造
Na.10	木材パルプ	100	表裏あり、2層構造
Na.11	楮	100	
Na.12 表	楮	100	表裏あり、2層構造
裏	木材パルプ	100	
Na.13	木材パルプ	50 楮 50	
Na.14 表	三桠	100	表裏あり、2層構造
裏	木材パルプ	100	



写真1 No.1の顕微鏡写真

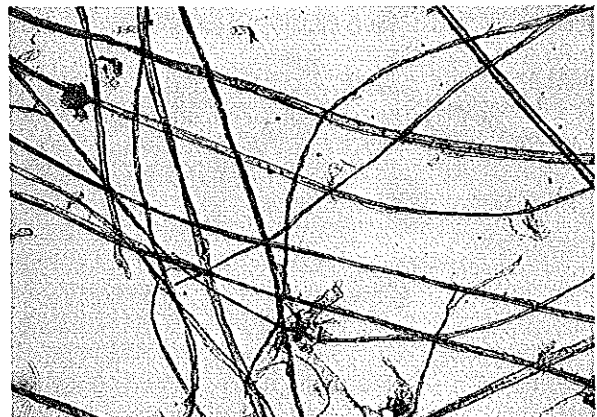


写真2 No.2の顕微鏡写真

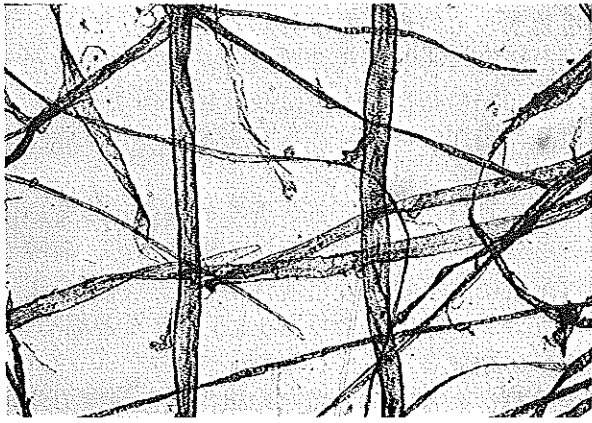


写真3 No. 3の顕微鏡写真

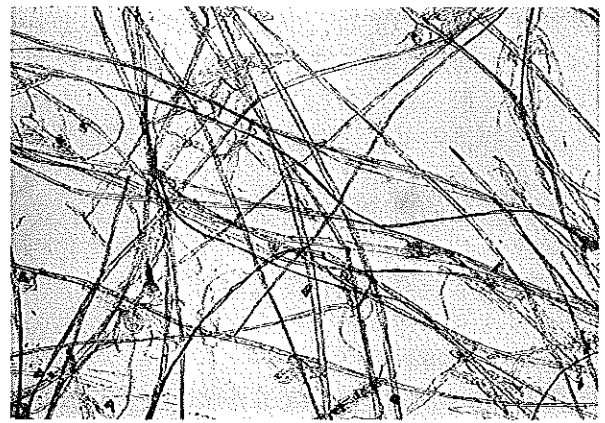


写真7 No. 6の顕微鏡写真

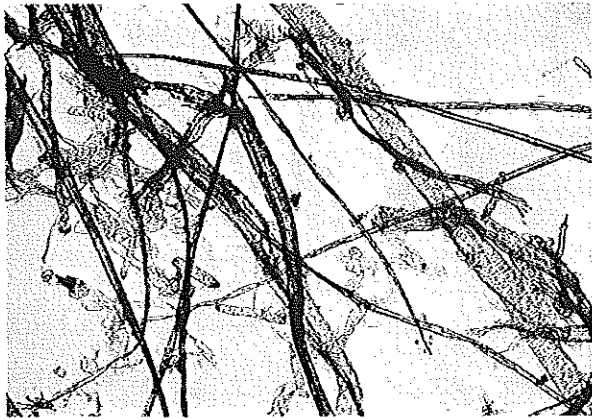


写真4 No. 4の顕微鏡写真

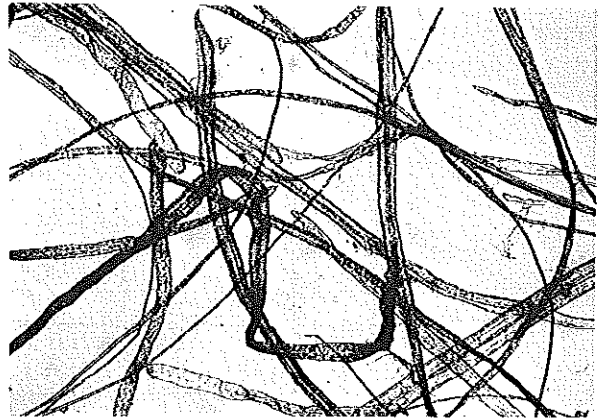


写真8 No. 7の顕微鏡写真

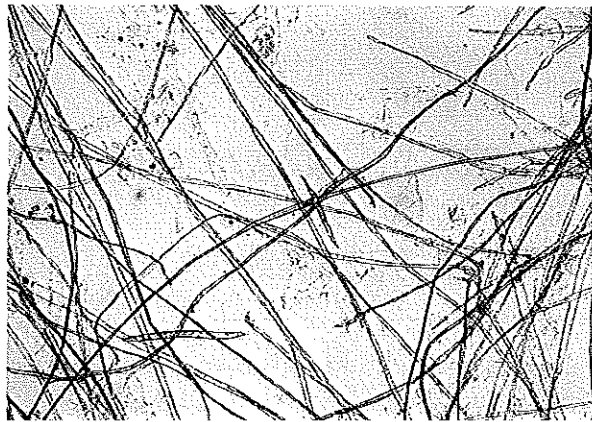


写真5 No. 5表面の顕微鏡写真

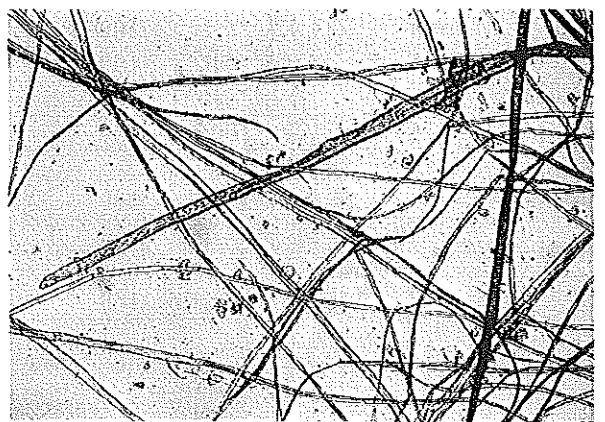


写真9 No. 8表面の顕微鏡写真



写真6 No. 5の裏面顕微鏡写真

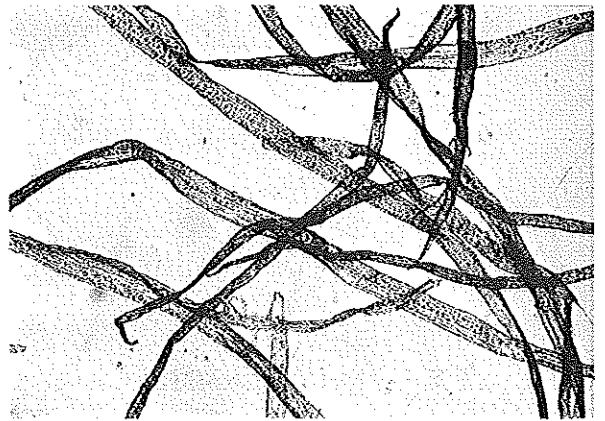


写真10 No. 8裏面の顕微鏡写真

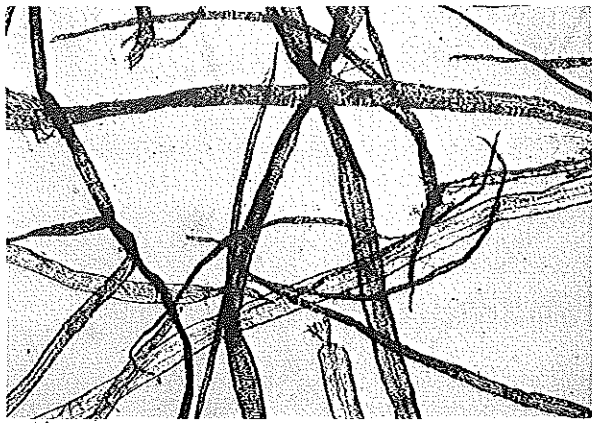


写真11 No.9の顕微鏡写真

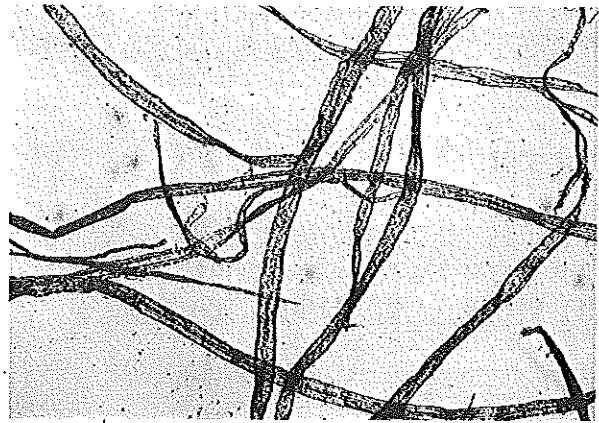


写真12 No.10の顕微鏡写真

表5 摺りの適正

試料名	評 価						備 考 一般的用途
	水性木版	油性木版	モノタイプ	銅版	リトグラフ	コラグラフ	
No.1	☆☆☆	☆	不適	☆	不適	☆☆	木版
No.2	☆☆☆	☆	不適	☆	不適	☆☆	木版
No.3	☆☆☆	☆☆☆	不適	☆	不適	☆☆	木版
No.4	☆☆☆	☆	不適	☆	不適	☆☆	木版、凹版
No.5	☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆	凹版
No.6	☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	不適	不適	モノタイプ
No.7	☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	凹版、リト
No.8	☆☆	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆	☆☆	木版、凹版
No.9	☆☆	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆	☆☆☆	凹凸版
No.10	☆	☆☆☆	不適	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	木版、凹版
No.11	—	☆	☆☆☆	☆	☆☆☆	☆☆	
No.12	—	—	☆☆	☆☆	—	☆☆☆	
No.13	☆☆☆	—	☆☆	☆☆	—	☆☆☆	
No.14	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆☆	☆☆☆	—	

備考 評価については☆☆☆非常に良好 ☆☆良好 ☆技術的に可能 不適切 であった

繊維の構成についても、楮、雁皮、三椏、木材パルプと種々であった。比較的薄ものについては靱皮繊維を中心とした構成、厚ものは木材パルプが多い。ただ、2、3層に漉き合わせをしたり、表面を靱皮繊維で処理していたりと工夫をしていることが分かる。一方、摺りの適正と比較すれば、非木材繊維を使用または混入しているものについては、水性インクの相性がよく、油性のインクを使用する場合は相性が悪いようである。これは強度を保たすには比較的長い繊維が良いのに関わらず油性インクのように粘性がある場合、長繊維の毛羽立ちが障害となるからではないかと考えられる。

4 まとめ

今回の研究において、版画用紙は単に強度があるだけでなく、汚れがないことや摺ったとき紙の発色が良いこと等、思っていた以

上に繊細な部分が存在することが分かった。

現在の版画用紙は、多彩な版画技法や個性に対応するには追いつけず、予想以上に使用者（制作者）が紙を選択して使用していることが分かった。今回の結果からも版画技法のすべてに対応できるオールマイティな紙の試作が困難なことも分かった。つまり個々の使用者（制作者）が、版画技法によって紙の配合構成を踏まえた上で使用されるべきで、制作者と紙の相性が合えば予想外の展開も期待できるのである。

本年度は版画用紙を取り上げ、市販品の物性等を研究し、作品となるには様々な物性等が必要かを調べ、実際に当所で試作し、また新しい利点を開発する目的を掲げ行った。

結果として時間等が限られていたことや抄紙機の問題、我々の運転熟度等により十分満足のいくものは出来なかったが今後も続けて研究していく予定である。

なお、この研究中の当所試作品は、平成9年度21こうちかみわざ新商品開発事業、大

型懸垂短網抄紙機研究部会における研究抄紙と連携し作成されました。

参考文献

- 1) 上野 桂助, 紙の強度
- 2) 紙業タイムス社編, 印刷用紙
- 3) 愛知県立芸術大学紀要, 版画技法における素材と用具の材料学的調査研究

謝 辞

最後に本研究において、多大な御支援、御指導をいただきました愛知県立芸術大学 版画教室の先生方に感謝いたします。

経塚から出土した紙本経の繊維調査について(その1)

大川 昭典 *遠藤 恭範

Study on Reseach of scripture's fibers dicovered in old scriptures-mound

Akinori OOKAWA *Yasunori ENDO

1 はじめに

経塚とは、平安時代の中頃から人心を支配した末法思想を背景に、仏法の衰滅を恐れて経典を書写し、弥勒仏再生の暁まで地下に埋納し保存しようとした仏教遺跡の一つである。仏教では釈尊の入滅後正法千年、像法千年を経た後は、その教法が全く地に落ちた末法の世となるが、入滅後五十六億七千万年後に再び弥勒菩薩が第二の釈尊として現れ、竜華樹下に教えを垂れ衆生を済度するといわれている。このような経塚の埋納品は書写経典を主体として、これを納める容器としての経箱、経筒のほか、副埋納品として仏像、仏具、鑑鏡、陶磁器など仏教美術の広い分野にわたるものである。今回の報告は、福島県の財団法人いわき市教育文化事業団が、常磐自動車道の延伸工事の伴う埋蔵文化財調査で確認した上ノ原経塚遺跡の紙本経について、文化財修復を行っている(株)半田九清堂より、平成八年度に紙質調査を依頼されたことに基づくものである。

2 上ノ原経塚遺跡の概要

上ノ原経塚遺跡からは、経筒のほか、鉄製の小刀や陶磁器、須恵器、貝殻が出土している。この経塚は経筒外容器を備えてなく、経筒を直接小石室に埋納したタイプである。

出土した経筒は高さ約二十七センチメートル、外径約十二センチメートルの銅鑄製で、この中に、紙本朱書法華経(妙法蓮華

経)第一巻から第八巻及び白紙三巻が埋蔵されていた。紙本経はロウソクのような形に巻かれており、水を含んで収縮した状態で発見され、紙本経巻の上下(耳)が鋸歯状に腐朽していたが、収納部位により腐朽の差が見られている。

3 紙本経の紙質調査

今回は、光学顕微鏡を用いて、三つの判断手法による繊維調査と走査型電子顕微鏡による紙表面調査及び元素分析を行った。

4 試料作成及び試験方法

①通常観察

繊維試験の試料は、紙片を水(蒸留水)で湿らせて繊維を採取後、プレパラートガラス上に広げて乾燥し、光学顕微鏡にて観察した。

②染色観察

特殊な染色液により繊維を識別できるので、同様に処理し、繊維の上に染色液を滴下して、カバーガラスをのせ、光学顕微鏡で観察した。この染色液はC染色液といい、試験法とともに日本工業規格(JIS) P8120で規格化されたものである。

③苛性ソーダ膨潤観察

苛性ソーダ(水酸化ナトリウム)17.5%溶液を繊維に滴下することで、繊維種の違いにより膨潤状態が異なる現象を利用した試験で、①と同様な処理を行った後、溶液を滴下し、光学顕微鏡にて観察した。

*高知県産業技術委員会(Kochi-prefectural Reseach and Technology Committee)

④走査電子顕微鏡による紙表面観察及びX線無機元素分析

紙片を試料台上にカーボンテープで固定し、最初にX線無機元素分析を行った後、金イオンコーティングを行って、顕微鏡観察を行った。観察条件は、加速電圧15kVで二次電子像を観察することとし、倍率は100倍及び500倍とした。

5 紙質調査結果

今回持ち込まれた紙本経は、繊維幅が広く長い繊維（以後A繊維とする）と、繊維幅が狭く短い繊維（以後B繊維とする）の2種類が配合されていることが判明した。A繊維は薄膜に包まれている状態であり、その膜壁には縦筋跡や節が存在し、繊維を横断する乳管を有している。一方B繊維の中央部分は、他の部分の2倍以上広く、先端部分は丸みを帯びている。C染色液による呈色では、A繊維は赤褐色を呈し、B繊維は薄いオリブ色を呈した。

このような試験結果及び繊維長、繊維幅の測定結果より、A繊維は「こうぞ」であり、B繊維は「みつまた」であると判断した。また、紙片が微小なものであったため確定はできないものの、紙本経の繊維配合割合は「こうぞ」35%「みつまた」65%程度であると思われる。

「みつまた」が存在すると、その繊維は連珠状膨潤を起こす膨潤観察試験では、膨潤はするものの繊維自身に亀裂が入り、連珠状膨潤は見あたらなかった。この原因は「みつまた」の繊維が劣化しており正常な現象が生じなかったからである。このことと同様な見解として、染色観察において、正常な「みつまた」であれば青緑色を呈するが、今回は薄いオリブ色であったことが挙げられる。

走査電子顕微鏡による観察及び分析では、結果として別表のようなグラフを得ることができた。大きく検出されたのは銅元素（Cu）と鉛元素（Pb）である。その他の無機元素のピークは顕著に見られなかったため、填料は配合されていないと考えられる。

6 考 察

6-1 手漉き紙の製造法について

手漉き紙の漉き方は大きく分けて、古代に

伝わった「溜め漉き法」と、それ以後にわが国で発達し、現在も行われている「流し漉き法」の2通りがあり、古代の紙作りの文献である延喜式（927年）巻13・図書寮・造紙の項には製紙に関する諸工程のノルマが記載されている。その工程は、煮（煮る）・扱（ちりとり）・截（切る）・舂（臼で搗く）・成紙（紙漉き）から成り立ち、この他に1年間支給される物資も記されているが、トロロアオイ等の抄紙粘剤に関する記述はなく、溜め漉き法であったことが考えられる。この延喜式の造紙の方法は、古代に韓国や中国から伝わってきた技術で、あくまでも官庁で製造する方法であり、すでに民間では抄紙粘剤を使用した「流し漉き法」で紙が作られていたとも考えられる。溜め漉き用原料は、トロロアオイ等の抄紙粘剤を使用しないため、手漉きの際には、短い繊維ほど水中での繊維の分散が良好なので漉きやすく、地合の良い紙を造ることが出来る。長い繊維ままだと、繊維の分散が悪く、水漏れも早いので、紙の地合いが整いにくい。よって短い繊維を選択するか、長い「こうぞ」のような繊維を使用する場合は、原料処理の時に短く切断する必要が生じる。切断した後は臼などを使って叩解を行うことにより、繊維はフィブリル化し、繊維の保水量が増して紙漉き時に簀からの水漏れが遅くなる。この現象が紙の地合いを整いやすい要因である。したがって、溜め漉きで造られた紙の繊維を顕微鏡下で観察すると、繊維の切断面や叩解によって生じる繊維のフィブリル化した状態などを観察することが出来る。

現在行われている流し漉きの方法では、トロロアオイ等の抄紙粘剤を使用して簀からの水漏れを調整できるので、「こうぞ」のような長い繊維でも地合いよく漉くことが可能である。

以上の観点から、この紙本経に使用されている「こうぞ」「みつまた」の繊維は、切断したと思われる断面が顕微鏡観察でも見られず、流し漉きで造られたものであると考えられる。

6-2 みつまた繊維について

伊豆の三須家文書によると、慶長三（1598）年三月四日付徳川家康黒印状は、修善寺の紙工文左衛門に「鳥の子草、がんび、

みつまた」の伐採権の独占を認めたものであり、「みつまた」という言葉がこの時初めて使われたことから、紙史の定説では、この時期より「みつまた」の利用の始まったとされている。また、黒印状以前の「みつまた」紙は中国からの輸入品と断言している和紙研究者も存在する。

しかし、古文書や絵画などの文化財の繊維調査を行っている、慶長三年より古い時代である室町や平安時代のものからも数多く「みつまた」が観察されている。このような「みつまた」の使用時期の定説を覆す意味からも、この紙本経に「みつまた」が配合されていた事実は大変意義深いものであると思われる。

6-3 打紙加工について

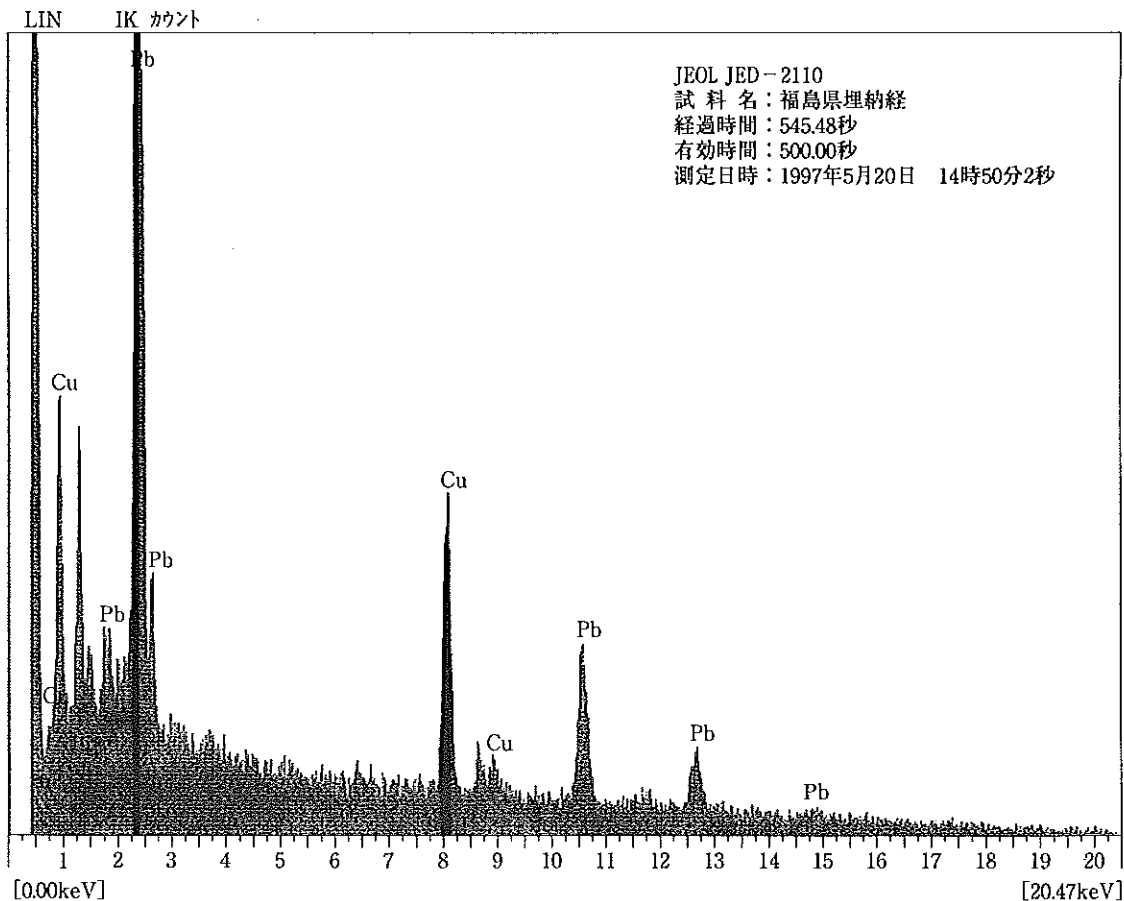
写経料紙は、一般的に紙の表面に澱粉や蠟(ろう)、膠(にかわ)等を塗布したり、磨いたり、叩いたりする何らかの加工を必ず紙に施して、熟紙(じゅくし)にしたものを用いる。乾燥しただけの紙(生紙:きがみ)を熟紙にする最も一般的な方法は、

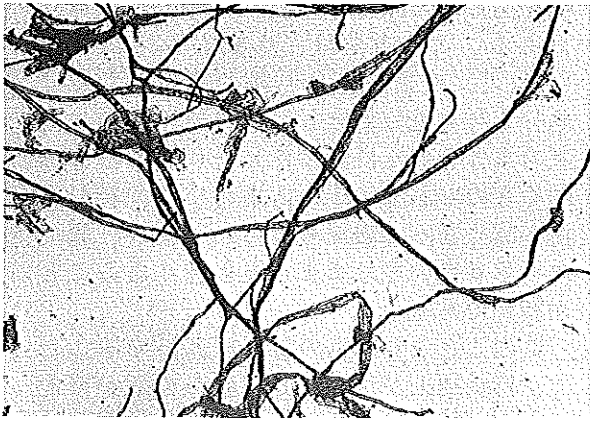
紙を湿らせて叩く「打紙」と呼ばれる方法である。この方法は、生紙もしくは黄檗(きはだ)や藍(あい)等で染色した紙に水分を与え重ね置きし、長時間にわたって紙の水分を徐々に減少させながら木槌等で叩くものであり、その結果として、紙の密度が高くなって表面も滑らかとなり、墨でゆっくり書いても滲まず書き易くなることが特長である。

このことより、紙の密度を算出することで、打紙加工が行われているか判断が可能である。紙の密度は、重量と厚さを測定できれば算出可能であるが、今回は試料片が微小なものであり、測定することはできなかった。しかし、試料片の走査電子顕微鏡写真から判断すると、繊維間に隙間が見られることより、打紙加工は施されていないと考えられる。

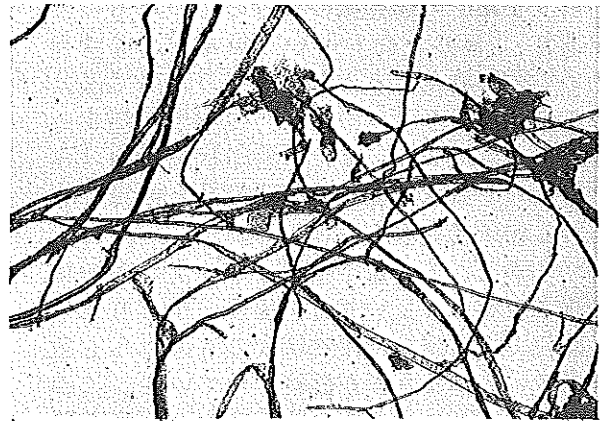
また、正確に判断することはできないものの、紙本経の写真を見た限りでは、全体的に薄墨で書かれているのにあまり滲みが見られないのは、紙になると楮より滲みの少ない三極を配合しているための影響であると考えられる。

表 走査電子顕微鏡による紙片のX線無機元素分析





(1) 透過光による繊維の状態



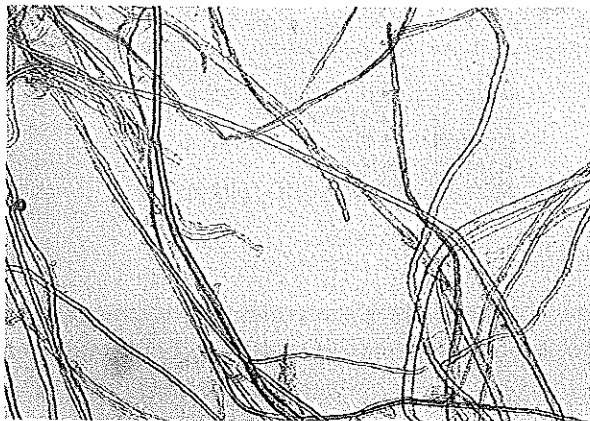
(2) 透過光による繊維の状態



(3) C染色液による染色



(4) C染色液による染色



(5) カセイソーダによる膨潤



(6) カセイソーダによる膨潤繊維に亀裂あり

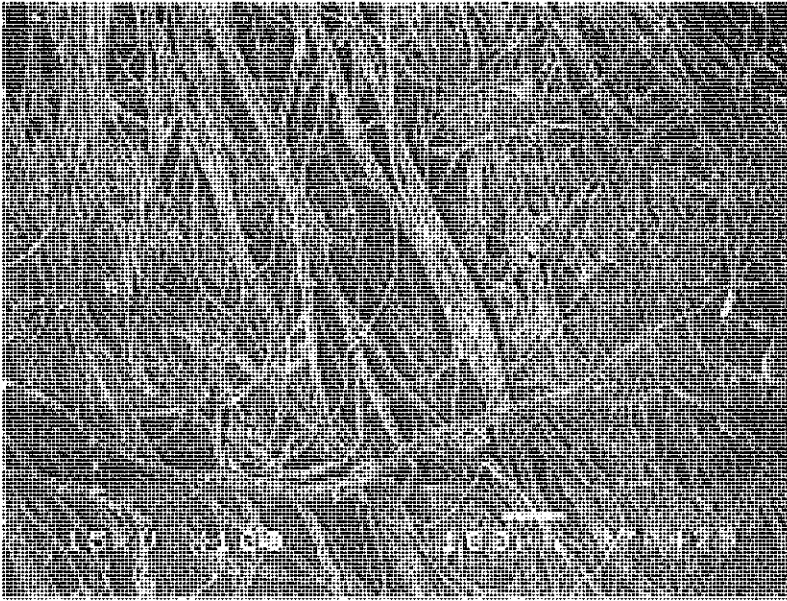
7. まとめ

この紙本経は、「こうぞ」と「みつまた」を配合し、トロロアオイ等の抄紙粘剤を使用して、流し漉きにより紙が造られている。しかし、現在のように洗練された漉き方ではないように思われる。また、写経料紙のような打紙加工を施さず、生紙(※1)をそのまま用いていると考えられる。一般的に写経料紙は比較的厚手の紙を打紙加工して使用しているのに比べ、紙本経は他の例で

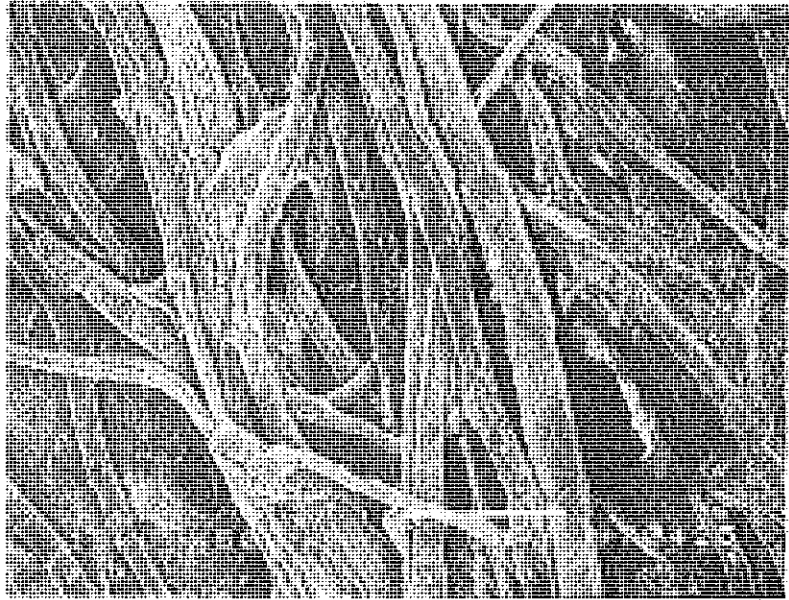
も薄手の生紙を使用していて、埋蔵経には、何か生紙を用いる昔の習慣があったのかもしれない。

X線無機元素分析において銅元素(Cu)が検出されたのは、紙本経を保管してあった銅製の経筒内部が、長い年月の間で結露し、接している紙へ緑青が付着したのではと考えられる。

また、鉛元素(Pb)が検出された要因はいくつか考えられる。ひとつは銅鑄の際、鑄造を容易にする目的のため人為的に加えら



(1) 走査型電子顕微鏡による繊維の状態



(2) 走査型電子顕微鏡による繊維の状態

れたという考えであり、中国の殷王朝（商ともいう。およそ1700～1100B.C.）の時代からすでに行われていた。また、紙本経の原紙に丹などの鉛系顔料による着色が行われていたのではないかと考えられる。鉛を主成分とした顔料は古代から使用されており、鉛白、鉛丹、黄鉛などの種類がある。「朱書法華経」という言葉があるように、筆写時の朱墨に朱色である鉛丹が用いられていたのではないかと考えることもできる。また、埋蔵する銅器の接合に「ハンダ」溶接が行われていること等が考えられる。詳細については、試料が微小であったので分析結果データのみでは判断できないが、長

い年月を経た古代紙の一端を見ることができ

（※1）本来は、楮の原料のみで漉いた紙のことですが、この場合は中国解釈で加工しない紙のことを意味している

参考文献)

- ・いわき市埋蔵文化財調査報告「上ノ原経塚」、1998、財団法人いわき市教育文化事業団
- ・館蔵の経塚遺物、1983、奈良国立博物館著
- ・元素の事典、1996、馬淵久夫著
- ・絵具材料ハンドブック、1997、ホルベイン工業(株)著

デンプン高含有再生セルロース繊維の応用

*遠藤 恭範

Study on Application of regenerated-cellulose fiber in high-volume starch

*Yasunori ENDO

1 はじめに

従来の物質的に豊かな生活は、資源とエネルギーを大量に消費すると同時に、膨大な量の廃棄物を排出し、地球環境にまで悪影響を及ぼしてきた。この廃棄物問題を解決するために、日本では1997年4月より容器包装リサイクル法（「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」）が本格施行され、ライフスタイルの見直しやリサイクルなどの取り組みとともに、焼却、埋立等の従来からの処理技術の改良も活発に行われている一方、素材の面からも環境への負担を少なくするため、使用後の処理がしやすい産業資材の開発が行われている。現在、素材として生分解性のプラスチックが注目されており、また繊維産業にも生分解性が求められている。紙の繊維材料としては、天然セルロースである木材及び非木材繊維、天然セルロースを原料としたレーヨン等の再生セルロース繊維、ポリエステル、ナイロン等の化学繊維があるが、最近では生分解性プラスチックを繊維化した商品も上市されている。セルロース繊維に関しては天然物なので生分解性を持っており、廃棄物処理の問題点は少ない。しかし、セルロースは分解に長時間を要し、その間は廃棄物として残っているのが現状である。よってセルロースの生分解状況をコントロールする必要がある。この方法として易分解性の高分子材料等で表面もしくは内部を加工することが試みられているが、再生セルロースに微生物に分解されやすいデンプンを混合し繊維化することに成功し

ている。

今回の報告は、平成8年度及び9年度に行った、デンプン高含有再生セルロース繊維の生分解性評価及び紙シートへの応用テストに基づくものである。

2 繊維の生分解性

2-1 生分解性評価

1994年に日本工業規格（JIS）によりプラスチックの活性汚泥による好氣的生分解度試験方法が制定された。この方法は活性汚泥を加えた試料を28日間生物化学的酸素要求量（BOD）、有機体炭素量（TOC）等を測定し、生分解度を算出するものである。今回の評価方法はこのJIS試験方法の中で、デンプン含有再生セルロース繊維はまず構成成分が分かっているので酵素による分解性を測定することが簡単なこと、また酵素分解性ならば短時間で実験操作が終結すること、この2点を踏まえてTOCによる生分解性評価とした。

2-2 評価方法

酵素による分解性評価試験は、試料100mg、0.2Mリン酸緩衝液4.0mlを基本に、*Bacillus subtilis*の精製 α -アミラーゼ（シグマ化学製）0.1%溶液（0.02Mリン酸緩衝液にて調整）1.0ml、*Trichoderma viride*の精製セルラーゼ（ペーリンガー・マンハイム製）1.0%溶液（0.02Mリン酸緩衝液にて調整）1.0ml、およびこれらの1:1混合溶

*高知県産業技術委員会（Kochi-prefectural Research and Technology Committee）

液1.0ml、コントロールとして緩衝液1.0mlを加える4種の条件を設定し、全量を水で20mlとし37℃の恒温槽において、4時間まで反応開始後1時間毎に、また一部反応開始後20分毎に1時間まで試料溶液を採取、フィルターを通してろ過した後、水溶性全有機炭素量（TOC：島津製作所製TOC-5000A）を求める方法で行った。

2-3 試料サンプル

デンプン含有再生セルロース繊維のデンプン含有率（w/w）は、20%、30%、50%の3種類を試料として、東邦レーヨン株式会社徳島工場（現東邦レーヨン徳島株式会社）より提供していただいた。9000メートル当たりの重量で表される、化学合成繊維の太さの基準となるデニールは1.5d、繊維のカット長は5mmにした。また比較としてデンプンを含有していない通常の再生セルロース繊維（1.5d-5mm）を用いた。

2-4 デンプン含有再生セルロース繊維の酵素分解性

再生セルロース繊維はセルラーゼでも短時間では分解しない（図1）。20%デンプンを含有させるとアミラーゼ単独及びセルラーゼとの混合ではTOC値の上昇が見られる（図2）。セルラーゼ単独での値の変化がほとんど見られないので、アミラーゼにより分解されたデンプンによりTOC値が上昇したと考えられる。また30%デンプン含有の繊維も同様なグラフが見られるが、TOCの示す値は含有率に比例して大きくなっている（図3）。さらに50%デンプンを含有させた再生セルロース繊維の場合1時間ほどで酵素反応がほとんど終結している（図4）。TOC値も最大を示し、このことからデンプン含有率が大きくなるにつれて分解性が大きくなっていくことが判断できる。

分析開始のTOC値は元々の分解酵素のTOC値が共に測定されるので、アミラーゼ単独よりもセルラーゼ単独の方が高く、またアミラーゼ及びセルラーゼの混合は前二者よりも高い。しかし、20%、30%、50%デンプン含有繊維のそれぞれのグラフの描き方を比較してみると、デンプンの酵素分解が進んでそれぞれ単独での分解TOC値を足しても混合での分解TOC値と一致しない

という現象が起こっている。これはアミラーゼとセルラーゼが共存することにより何らかの形で酵素分解の相乗効果が生まれていると考えられる。また、デンプン含有率が多くなるにつれアミラーゼ単独とアミラーゼ及びセルラーゼ混合の両分解グラフが近似してきている。このことは前述した酵素分解の相乗効果の減少が原因であるといえる。

デンプンの混合別によるアミラーゼ単独による酵素分解性及びセルラーゼとの混合による酵素分解性のグラフをそれぞれ図5、図6に示す。この2つのグラフに注目するところは、20%及び30%デンプン含有繊維と50%デンプン含有繊維の酵素分解性の差違がかなり大きい点である。これはデンプン含有繊維の表面層の構造の差違が分解性に影響しているものと思われる。30%から50%までの間に、酵素活性を受けるスキン層での再生セルロースとデンプンの存在比率が変動し、デンプンがスキン層に多く存在し始め、TOC値が上昇したと考えられる。このことは前述したアミラーゼ単独による分解グラフとセルラーゼ混合による分解グラフの近似という現象も説明できる。

3 繊維の紙シートへの応用

3-1 紙シートの製作

次にこのデンプン含有繊維を用いて紙シートの製作を行った。天然セルロース繊維のような繊維間の水素結合を持たず、リボン状の偏平した繊維形状を持っていないので、本来再生セルロース繊維100%での紙シートは製作が困難であり、水溶性ビニロンや熱融着繊維、木材パルプ、非木材パルプ等と混合され抄紙されるケースがほとんどである。今回は試験データが比較しやすい木材パルプと混合することとした。30%と50%デンプン含有繊維及びデンプンを含んでいない通常の再生セルロース繊維を用いて、混合比率を数段階変化させ紙シートを製作し、その物性試験を行い比較した。

3-2 サンプル調整

木材パルプは針葉樹漂白クラフトパルプ（NBKP）を叩解（フィブリル化）させて用いた。またデンプン含有及び通常の再生セルロース繊維は1.5デニール、カット長5mm

を使用した。それぞれ繊維サンプルのろ水度は以下に示す（表1）。天然セルロースで構成された木材パルプ、非木材パルプは叩解することにより繊維にささくれのようなもの（フィブリル）が発生し、フィブリルが水分子を抱きかかえ込む形で水分を保持しやすくなる。ろ水度（JIS P 8121）は絶乾量3gのパルプが水1リットルのうちどれくらいの水を保持するか流れ出た水の量で示すもので、数値が低いほど叩解されている（フィブリル化している）ことを意味する。新聞用紙などはこのろ水度はかなり低い。

3-3 紙シートの製作方法

紙シートの製作方法は日本工業規格の紙パルプ（JIS P）に従って行った。JIS P 8209パルプ試験用手すき紙調整方法により紙シートを製作、乾燥工程は電気ヒーターを備えたロータリードライヤーで表面温度120℃、乾燥時間2分間の条件とした。繊維の配合は4種類の繊維100%の他に、デンプン含有及び通常の再生セルロース繊維と木材パルプの混合比率（w/w）を1：9、2：8及び4：6とした。

3-4 製作した紙シートの物性試験

3-4-1 裂断長

紙シートの裂断長をJIS P 8113紙及び板紙の引張強さ試験方法に基づいて測定した。裂断長とは一定幅の試験片の一端を固定して吊り下げたとき、その自重で切断する時の試験片の長さをキロメートルで表した紙の引張強さの表示法である。

$$\text{裂断長} = \frac{\text{引張強さ (kgf)} \times 1000}{\text{坪量 (g/m}^2\text{)} \times \text{試験片の幅 (mm)}}$$

図7に配合割合による裂断長の変化を示す。一般的に木材パルプに化学合成繊維の配合割合を大きくするにつれ、天然セルロース繊維間の親和性や水素結合が弱くなり紙シートの引張強度は低下する。一般の再生セルロース繊維と30%デンプン含有繊維はこのような傾向であるが、50%デンプン含有繊維は強度の低下がゆるやかになっている。

3-4-2 紙シートの伸び率

紙シートの伸び率をJIS P 8132紙及び板紙の伸び試験方法に基づいて測定した。配合割合による紙の伸びの変化を図8に示す。木材パルプ繊維に比べ一般の再生セルロース繊維は伸縮性が低いことが分かる。しかし、デンプンを含有させることにより、また高含有ほど伸縮性の高い繊維となることが判明した。

3-4-3 比破裂強度

紙シートの比破裂強度をJIS P 8112紙及び板紙のミューレン低圧型試験機による破裂強さ試験方法に基づいて測定した。比破裂強度とは紙シートの表裏方向での強度を測定するので坪量（g/m²）による影響を抑えるために補正を行ったものである。図9に配合割合による比破裂強度の変化を示す。この図も3-4-1と同様な傾向を示している。

3-4-4 紙シートの柔軟性

紙シートの柔らかさをJ. TAPPI No.34 衛生薄葉紙の柔らかさ試験方法に基づいて測定した。この試験法はハンドルオメーター方式を用い、試験片を一定のクリア

表1 各繊維サンプルのろ水度

繊維サンプル	ろ水度 (CSF cc)
木材パルプ (NBKP)	573
一般再生セルロース繊維	767
30%デンプン含有繊維	775
50%デンプン含有繊維	770

ランス（隙間）に押し込むときに受ける抵抗力（g）で表す。坪量（g/m²）、厚さ（mm）、密度（g/cm³）の影響を受けやすいが、それぞれほぼ同じ値の試験シートを用い、図10に配合割合による紙の柔らかさの変化を示した。配合割合が大きくなるに比例して柔らかさも大きくなっているが、50%デンプン含有繊維の場合曲線がゆるやかである。

3-4-5 透気度

紙シートの透気度をJIS P 8117紙及び板紙の透気度試験法に基づくB法で測定した。但し試験法では空気量100ccが通過する時間で表すが2秒以下の測定は不可となっており、化学合成繊維の配合割合が多くなると100ccではこの条件をクリアすることが困難であるため空気量300ccとした。密度（g/cm³）に影響を受けやすいので、ほぼ同じ値の試験シートを用い配合割合による透気度の変化を図11に示した。50%デンプン含有繊維の紙シートでは透気度が低くなりにくい（空気が抜けにくい）状態になっている。

3-4-6 繊維サンプル100%での紙シートの物性

表2に繊維サンプル100%での紙シートの物性試験結果を示す。一般の再生セルロース繊維100%の紙シートは、物性試験が行えるほどのシート強度がほとんどないのでこの表では省略した。

このことより、デンプンを含有することにより繊維が自己接着性を持ち始め、含有率30%を越える木材パルプのシート強度まではいかなくとも、紙シートとしての強度は十分持つことが判明した。また透気度から判断して木材パルプは面レ

ベルで繊維同士接触しているが、50%デンプン含有繊維は点レベルで接触、接着していると考えられる。

4 製作したシートの表面分析

次に、製作したシートを低真空型走査電子顕微鏡（SEM：日本電子（株）製JSM-5310LV）を用いて繊維の表面の観察を行った。木材パルプはリボン状の繊維形状を持っており繊維の表面に孔門道管の穴跡が観察できる（写真1）。また叩解（フィブリル化）してあるので繊維の毛羽立ちが確認できる。一般の再生セルロース繊維と木材パルプを混合して抄紙したシートを観察すると、一般の再生セルロース繊維は何本かの筋が入っている断面がほぼ円形の形状を持っている（写真2）。50%デンプン含有繊維で抄紙したシートを観察すると、50%デンプン含有繊維は一般の再生セルロース繊維と比較してはっきりとした筋は見られず繊維径の変化が多く、箇所で見られるので、単繊維強度が弱く変形しやすい繊維のように見られる（写真3）。このことは前述した酵素分解性をコントロールしている、加えて抄紙シートの強度低下の減少性、自己接着性に関係している表面層の構造の違いを示していると思われる。

写真2と50%デンプン含有繊維と木材パルプの混合抄紙したシート（写真4）を比べてみると、同じ混合比率、同倍率にもかかわらずシートの空隙率の違いが見られる。これは3-4-5で図11に記した透気度の変化に関係していることでもあるが、一般の再生セルロース繊維よりも50%デンプン含有繊維の高さ（厚さ）方向での繊維強度は低く、木材パルプのようなりボン状の偏平な繊維形状に変形しやすいことが原因であると考えられる。

表2 繊維サンプル100%での紙シートの物性

繊維サンプル	裂断長 (km)	比破裂強度 (-)	透気度 (sec/300cc)
木材パルプ (NBKP)	3.98	2.95	22.6
30%デンプン含有繊維	1.99	0.74	2以下
50%デンプン含有繊維	0.098	0.27	2以下

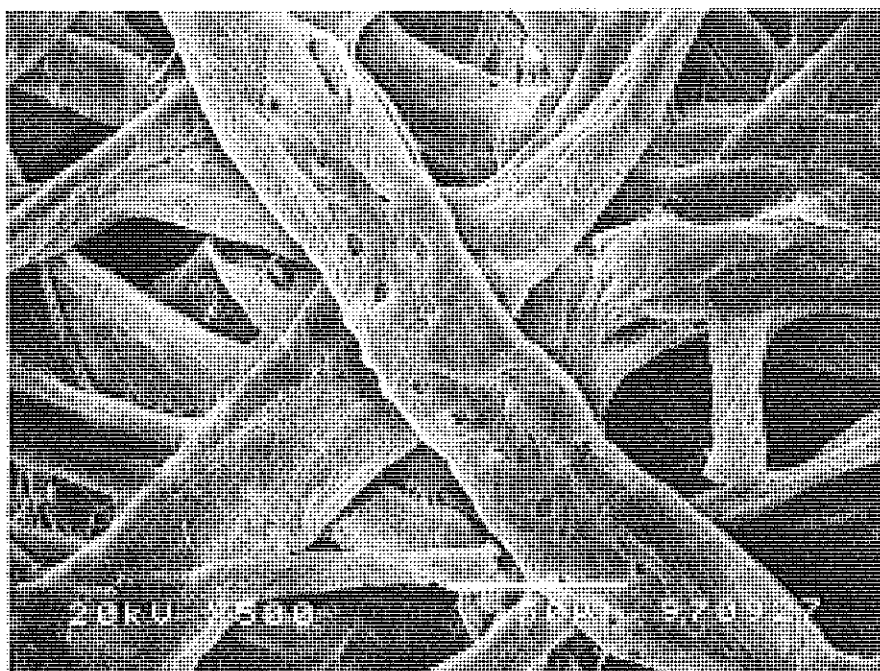


写真1 木材パルプの紙シートの表面

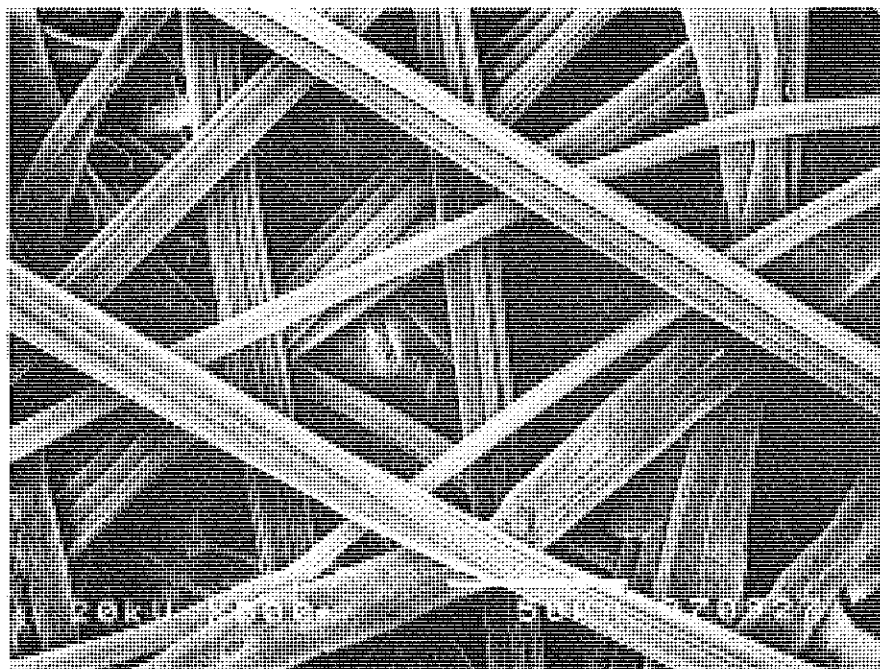


写真2 木材パルプと再生セルロース繊維を混抄した紙シートの表面

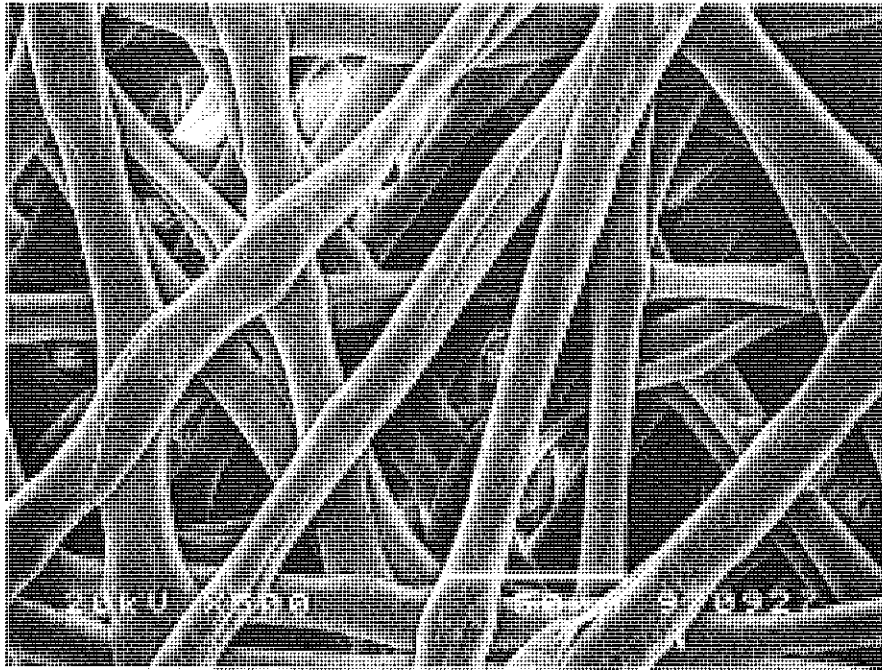


写真3 50%デンプン含有再生セルロースの紙シートの表面

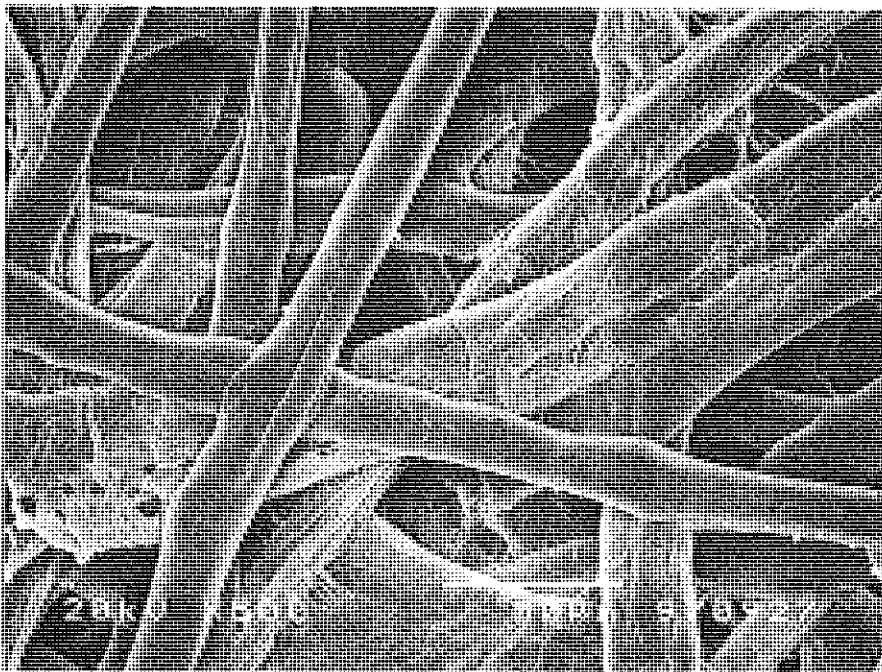
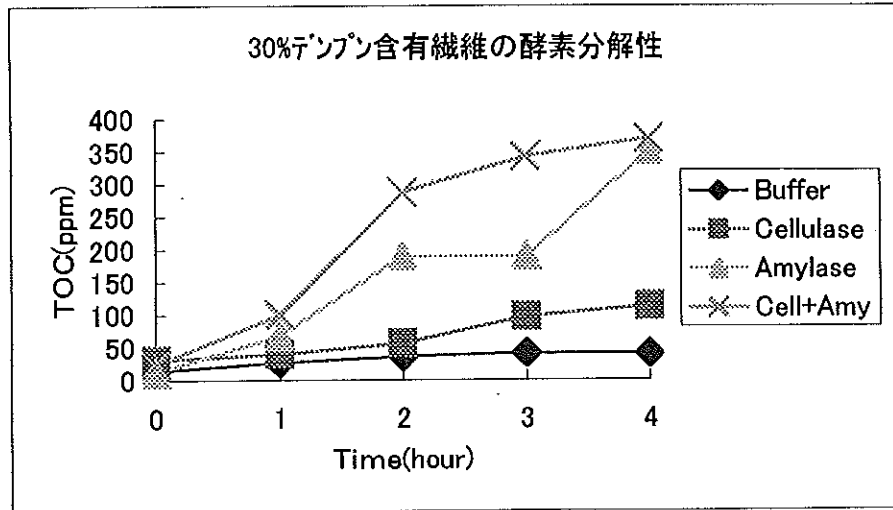
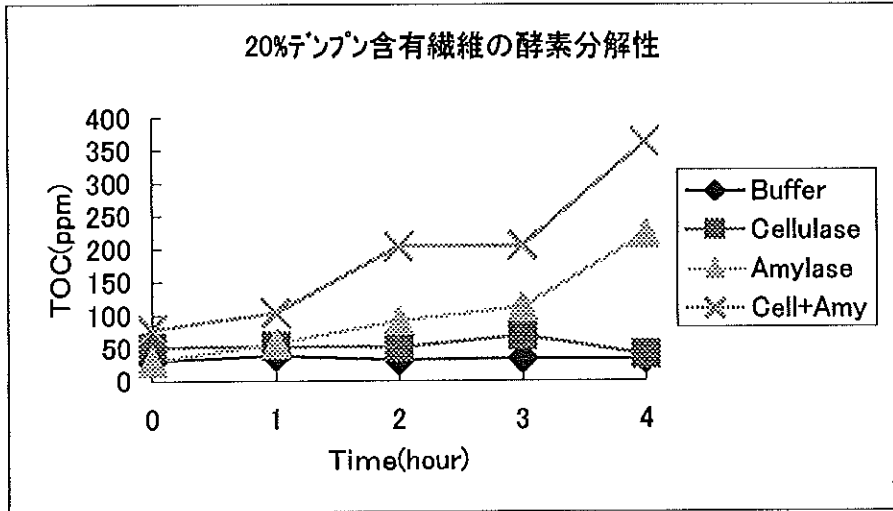
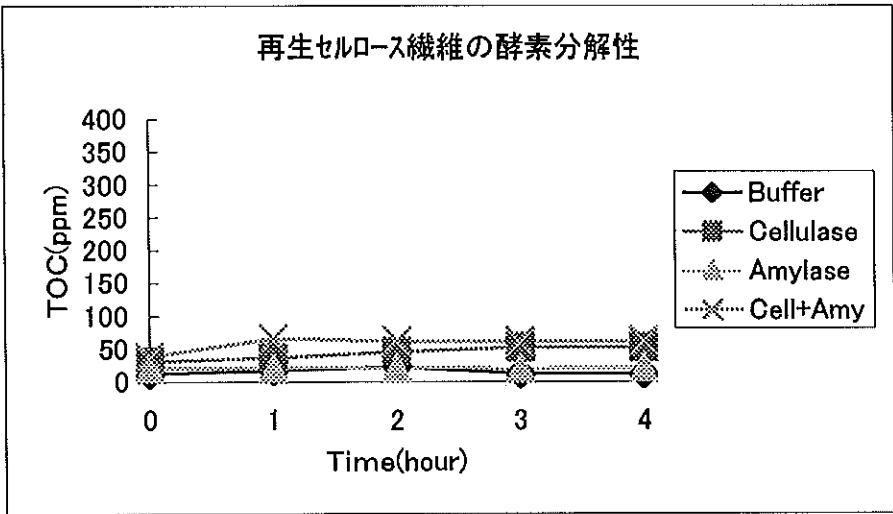
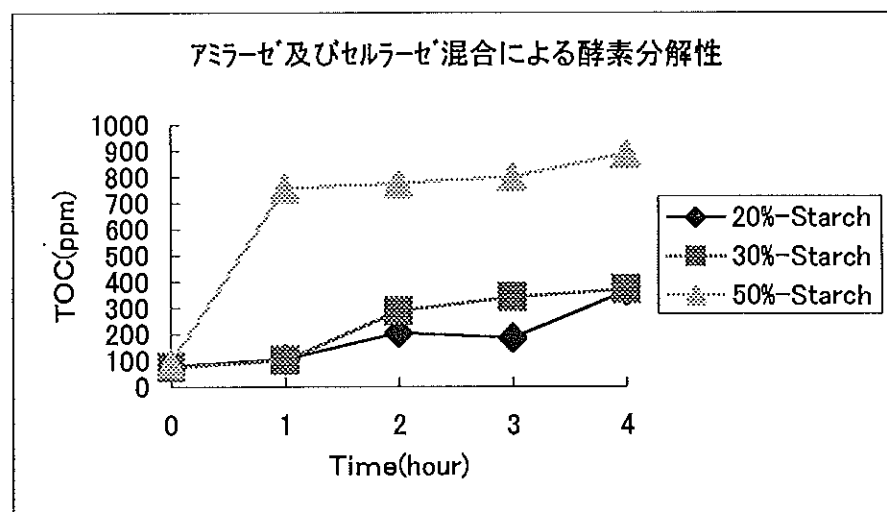
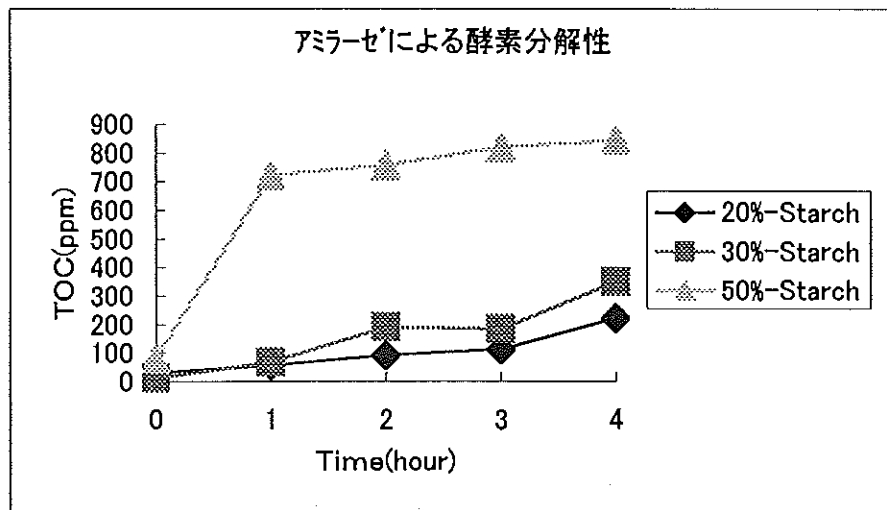
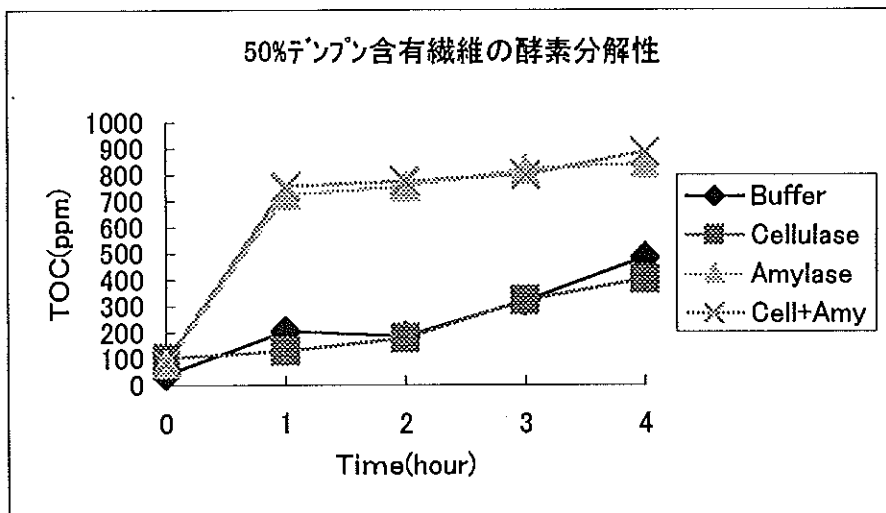
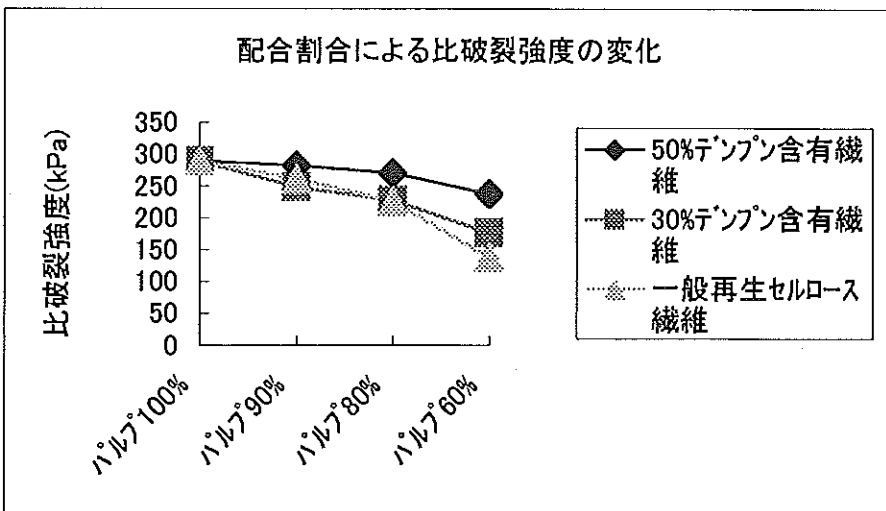
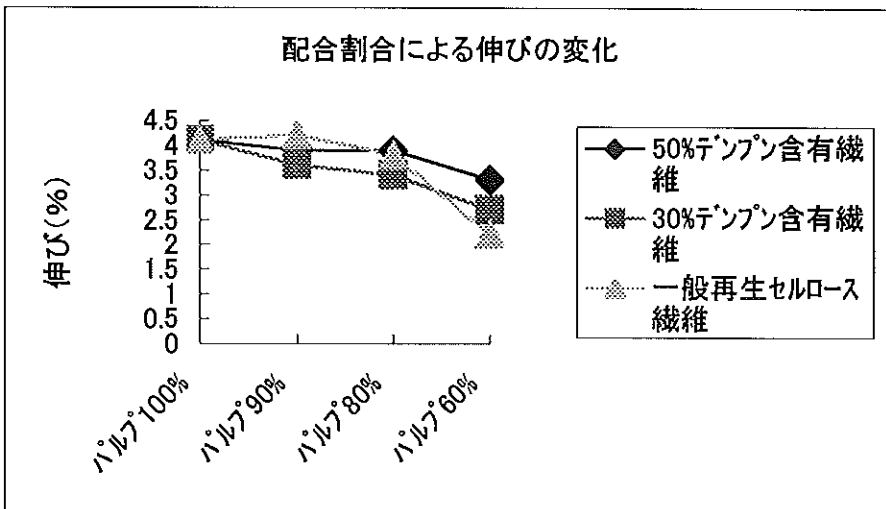
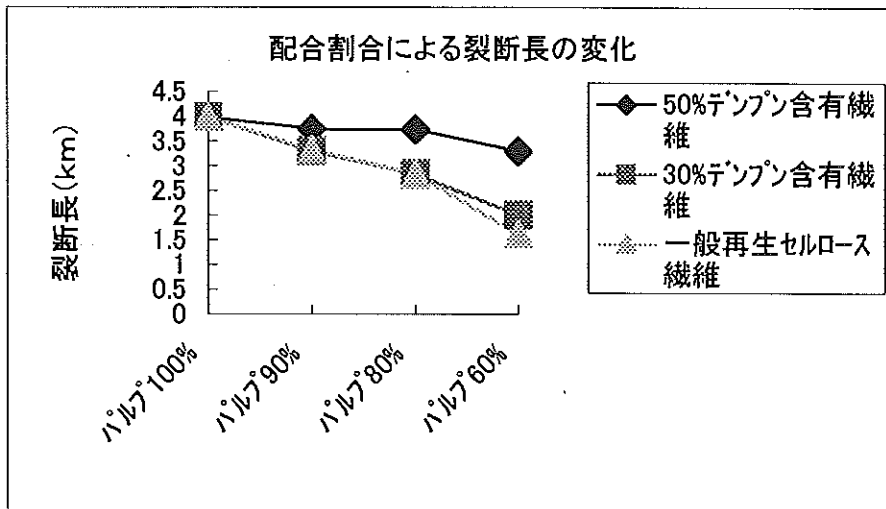
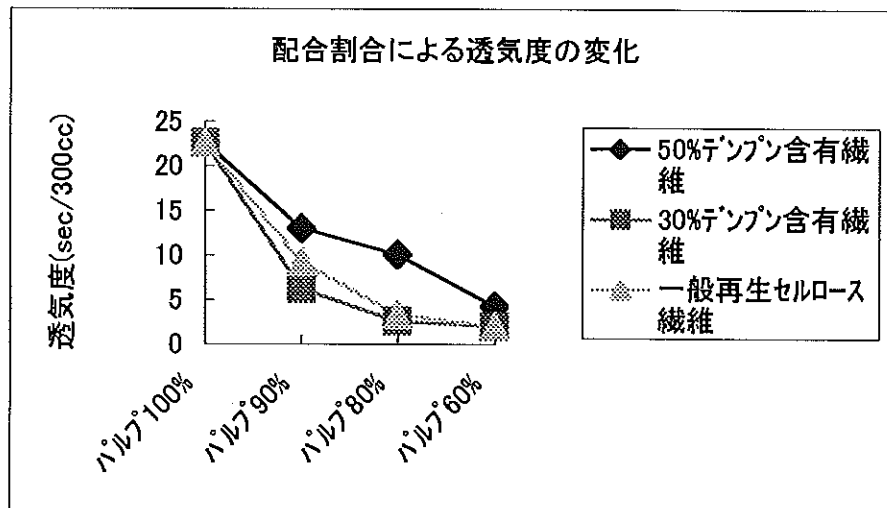
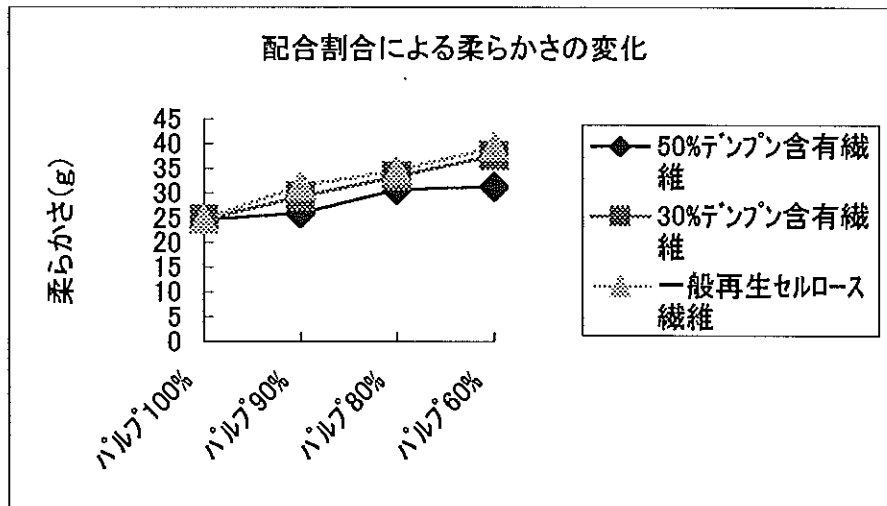


写真4 木材パルプと50%デンプン含有再生セルロースを混抄した紙シートの表面









5 考 察

一般の再生セルロース繊維は、化学合成繊維とはいえ天然に存在するセルロースで構成されているので、ポリエステルやナイロンといった他の化学合成繊維に比べて生分解性は高い。しかしデンブンプンを混合し紡糸することによって生分解性をより高くすることが可能となった。

また紙シートに抄紙した場合様々な特性を持つことも分かった。一般の再生セルロース繊維100%での紙シートでは強度がなく実際に抄紙は困難であるが、デンブンプンを含むことにより抄紙可能な強度を持つようになった。繊維自身の強度が低くて偏平な形状に変化しやすく他の繊維との接触面

積が大きくなることが考えられる。この接触面積が大きいということは木材パルプの紙シートが高い強度をもつ理由の一つである。それに加えて高含有率にするとデンブンプンの熱接着性効果も現れ、相乗効果でより高強度の紙シートが得られたと考えられる。

上記のような特性が現れたのはデンブンプン含有繊維は30%から50%の間の含有率で繊維の組成が変化していると考えられる。生分解性、物性試験、SEMによる繊維表面の観察全てにおいて一般の再生セルロース繊維並びに30%デンブンプン含有繊維と50%デンブンプン含有繊維の違いが現れている。デンブンプンとセルロースの化学組成式は同じであり分子の二次構造の違いのみである。よってデンブンプンとセルロースの相溶性が考えられ

るが、結果から見て繊維上にそれぞれ層状に存在している可能性が高い。30%～50%でデンプン層が繊維表面に多数存在し始めたと思われる。

コスト面から見てみると、現在再生セルロース繊維に使用されている木材パルプは約80円/kg、デンプン（コーンスターチ）は20～30円/kgで取引されており、高含有率にするほど安価に生産可能である。このデンプン高含有再生セルロース繊維の高生分解性、様々な特性を応用して新製品を開発し、市場を形成していくことにより、廃棄物による環境汚染問題に対応できるので

はないかと考えている。

この研究に際して、工業技術院生命工学工業技術研究所生態化学研究室長常盤 豊氏よりの確かなアドバイスと助言をいただきましたことについて、紙上にて厚く御礼を申し上げます。

関連研究)

四国地域機能紙開発技術形成プロジェクト
平成5～7年度 ～リサイクル性繊維からなる機能紙の研究～

補強用合成繊維のフィブリル化

○齊藤 忠 曾根 勲 日笠 純一 クラレ (株)
森澤純 林幸男 宮崎謙一 高知県立紙産業技術センター

Fibrillation of synthetic fibers as a reinforcement

Tadashi SAITO Isao SONE Jun-ichi HIKASA (KURARAY CO., LTD.)
Jun MORISAWA Yukio HAYASSHI Kenichi MIYAZAKI

アスベスト代替材料としての合成繊維の安全性の一つの指標としてフィブリル化のしにくさを比較した。ナイアガラビーターを用いる繊維の叩解によってもフィブリル化が認められなかったのはセメント補強用PVA繊維と強力人絹であった。フィブリル化が認められたのはパラ系アラミド繊維、溶剤系セルロース、アクリル繊維及び非セメント補強用PVAであった。

Synthetic fibers as an asbestos substitute were compared in terms of difficulty in fibrillation as an index of safety to human body. As for PVA fibers for cement reinforcement and high tenacity rayon, fibrillation was not found by beating with a Niagara beater. In case of p-aramid fibers, refined cellulose fibers, acrylic fibers and PVA fibers not for cement reinforcement, fibrillation was found.

1 緒 言

石綿は産業用資材として使用されてきたが、近年は健康に有害であることからその使用は大きく規制されてきている^{1) 2) 3) 4)}。とりわけ欧州先進国では約20年前から禁止の動きが始まり、2005年にはEU(欧州連合)が全面禁止に踏み切る予定である。

石綿が健康に有害であるとされる理由についてはPott⁵⁾やStanton⁶⁾らの説が有力である。これらの説では、物体の幾何学的特徴が重要視される。すなわち微細で、かつ細長い形状の物体が人体内に侵入した時健康障害の原因になると考えられている。

これまでに産出されていた石綿のうち90%以上はクリソタイルであり、さらにこの内の大部分はスレート類を中心とするセメント系建材の補強用繊維として用いられていた^{4) 7) 8)}。石綿規制に伴い、石綿代替素材の探索が十数年前から行われ、実用化されつつあるが、この石綿代替素材についても安全性も問われている。

そこで本実験では、この分野において既に補強用繊維として大きな実績のあるポリビニ

ルアルコール(PVA)繊維を中心として、種々の合成繊維を実験対象とし、これらの合成繊維に機械的打撃を加えて、フィブリル化の起こりやすさを相対比較した。

2 試験材料

- ①KURALON RM182(A-8)×4、クラレ製
- ②KURALON RMH182(A-20)×4、クラレ製
- ③KURALON K-II EQ5×4、クラレ製
- ④KURALON 7901、クラレ製
- ⑤パラ系アラミド繊維
- ⑥強力人絹
- ⑦溶剤系セルロース繊維
- ⑧アクリル繊維
- ⑨針葉樹未晒しクラフトパルプ(NUKP)
- ⑩Asbestos

PVA繊維として①～④を使用した。

①、②及び③はセメント補強用繊維として市販されているものである。④はセメント補強用繊維ではないが、比較のために検討対象に加えた。

①と②は同じセメント補強用繊維であるが、②は①よりもさらに高強度タイプの繊維である。③は②と製造方法が異なる繊維である。④はゴムあるいは樹脂補強用に用いられる繊維である。

以上、KURALON 4種については、全て繊維長は4mm、織度(太さの目安)は1.5デニール、直径14 μ mである。

⑤パラ系アラミド繊維は繊維長4mm、織度1.5デニールである。用途は光ファイバーケーブルのテンションメンバー、複合材補強用の繊維である。市販品を用いた。

⑥強力人絹は繊維長4mm、織度1.65デニール、タイヤコード等のゴム補強用繊維である。市販品を用いた。

⑦溶剤系セルロース繊維は繊維長4mm、織度1.7dtex(1.5デニール)、主として衣料用繊維でフィブリル化しやすいという特徴がある。市販品を用いた。

⑧アクリル繊維は繊維長6mm、織度1.2デニール、セメント補強用繊維である。市販品を用いた。

⑨針葉樹未晒クラフトパルプ(NUKP)は市販品を用いた。

⑩Asbestosは叩解試験に供せず、そのまま顕微鏡観察を行った。市販品を用いた。

3 実験に用いた器具

・ナイアガラピーター
製作所; 熊谷理機工業(株)
型式; TAPPI標準型(JIS P-8210規格対応)
仕様; ベッドプレート 厚さ3.2mm、幅43mm、
ロール 直径194mm、面長152mm、
回転数500rpm

・パルプ標準離解機
製作所; (株) 東洋精機
仕様; TAPPI標準型、JIS対応

・偏光顕微鏡
製作所; (株) ニコン
型式; オプチフォト2ポル
仕様; 倍率 $\times 4$ 、 $\times 10$ 、 $\times 40$ 、 $\times 100$ 、
写真撮影装置付属

4 試験方法

・繊維叩解試験

乾燥重量50gのNUKPを採り十分水に浸せきしたのち、全量が2Lになるよう水を加え、パルプ標準離解機で離解した。離解したNUKPをナイアガラピーターに移し、全量が12Lになるよう水を加え十分に攪拌した。乾燥重量50gの試料繊維を加え、NUKPと十分に混合するまで攪拌した。

1. 1kgの荷重をナイアガラピーターのロールにかけ、試料繊維及びNUKPを同時に叩解した。叩解0分、90分間後に約3gの試料繊維及びNUKPを採取して保存した。

試料繊維をNUKPとともに叩解にかけるたのは、試料繊維単独ではスラリーの循環がうまくいかずに滞留するので、これを防ぐためにキャリアとしてNUKPを用いた。

・顕微鏡写真撮影

繊維叩解試験により採取した叩解繊維を適量採り、ミキサーで水1Lに分散させ、分散液を標準ふるい(100メッシュ)でろ過した。標準ふるい上の叩解繊維をプレバートに移し、ホットプレート上で乾燥させ、偏光顕微鏡で繊維のフィブリル化の状態を観察した。倍率100倍で写真撮影をした。

5 結果

叩解試験前及び後の繊維の顕微鏡写真を写真、1~19に示す。

フィブリル化が認められたのは、④KURALON 7901、⑤パラ系アラミド繊維、⑦溶剤系セルロース繊維及び⑧アクリル繊維であった。このうち④がどちらかといえば竹が割れるようなフィブリル化をするのに対して、⑤、⑦及び⑧は、短い枝状のフィブリルが幹から突出しているかのような形態をしているのが特徴であった。

一方、フィブリル化が認められなかったのは、①KURALON RM182(A-8) $\times 4$ 、②KURALON RMH182(A-20) $\times 4$ 、③KURALON K-II EQ5 $\times 4$ 及び⑥強力人絹であった。

セメント補強用に用いられているPVA繊維の①、②及び③は打撃によって節の発生が認められるものの、繊維軸方向には割れにくい性質を持っているようである。⑥は節の発生もフィブリル化も認められず、ほとんど原形をとどめているという特徴を持っている。

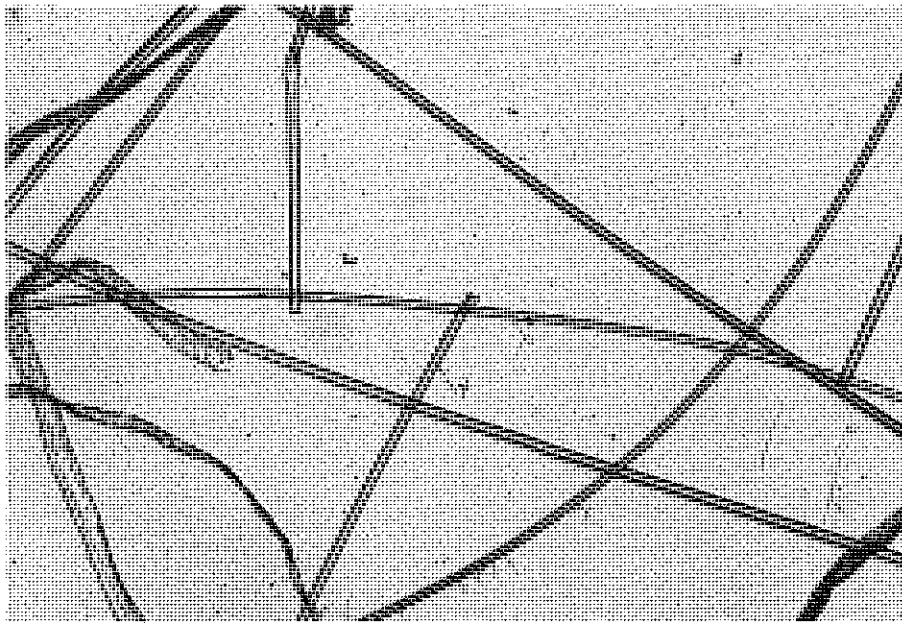


写真1 ①KURALON RM182 (A-8) ×4 (叩解前)

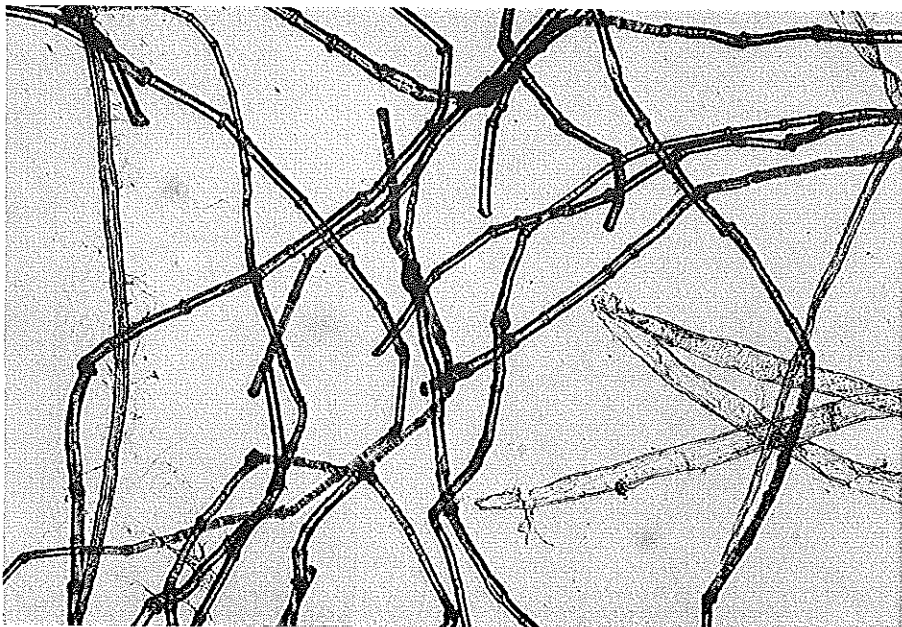


写真2 ①KURALON RM182 (A-8) ×4 (叩解90分後)

節状に変形した個所が発生し、場合によっては折れ曲がっている。フィブリル化は認められない。

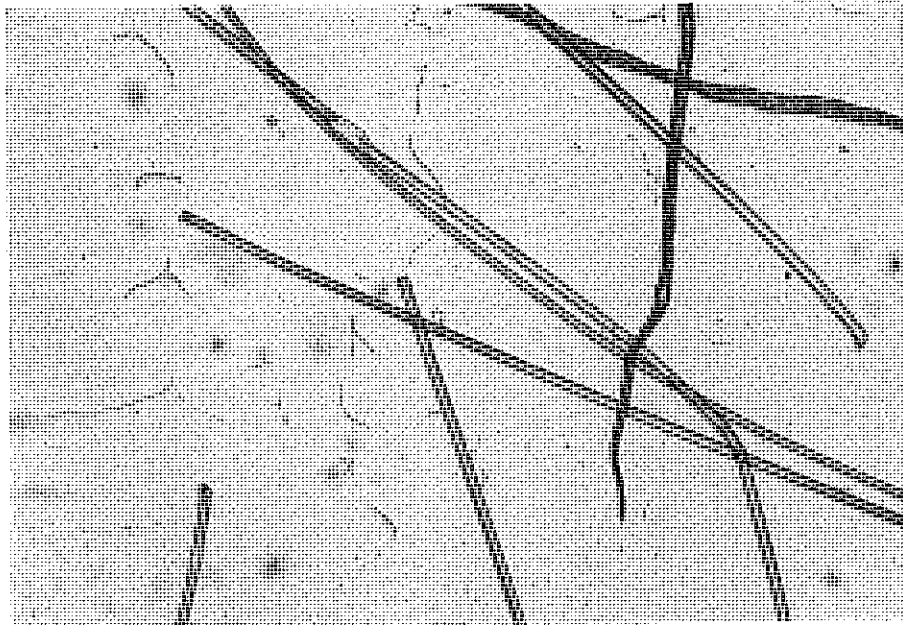


写真3 ②KURALON RMH182 (A-20) ×4 (即解前)

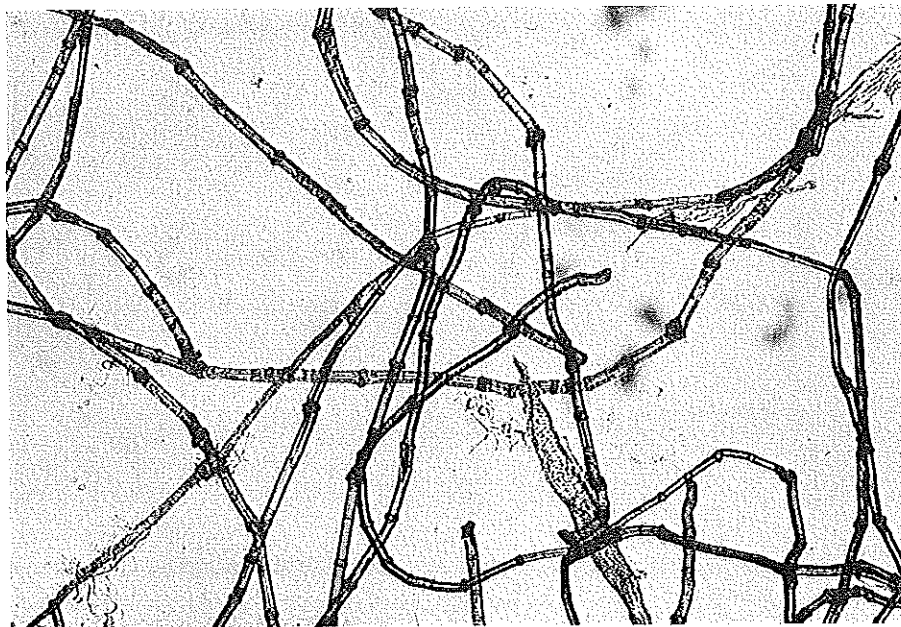


写真4 ②KURALON RMH182 (A-20) ×4 (即解90分後)

節状に変形した個所が発生し、場合によっては折れ曲がっている。フィブリル化は認められない。

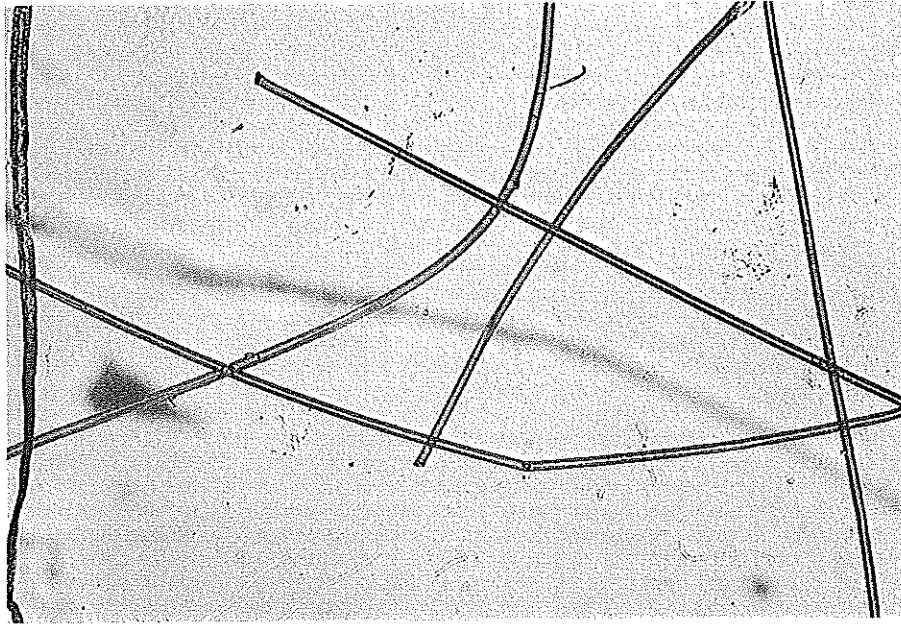


写真5 ③KURALON K-II EQ5X4 (叩解前)

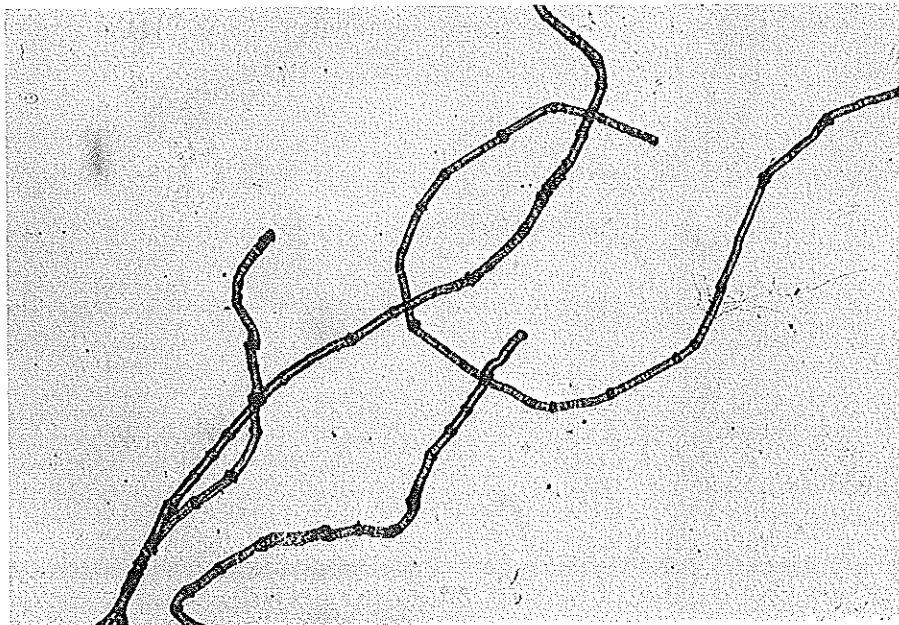


写真6 ③KURALON K-II EQ5X4 (叩解90分後)

節状に変形した個所が発生し、場合によっては折れ曲がっている。フィブリル化は認められない。

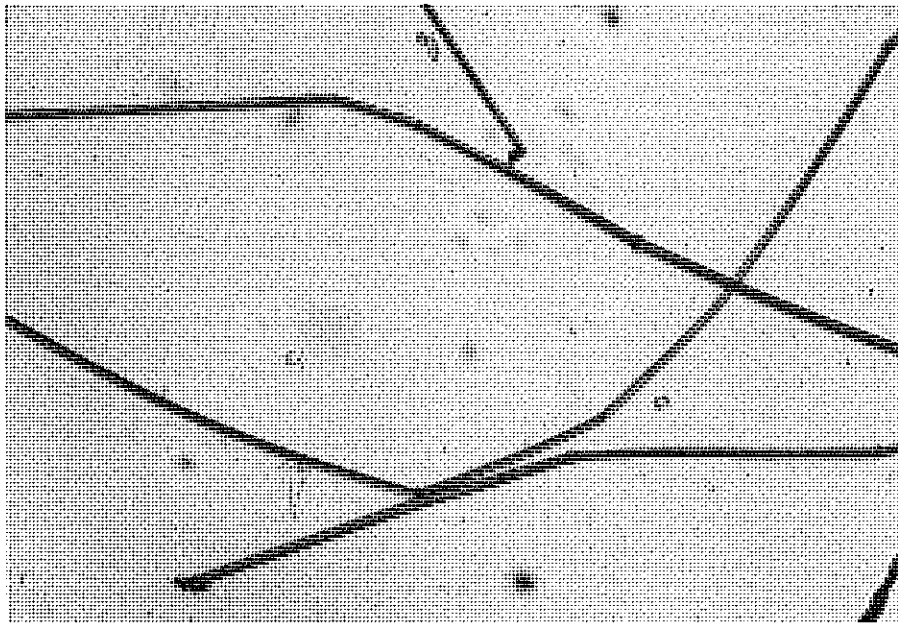


写真7 ④KURALON 7901 (叩解前)

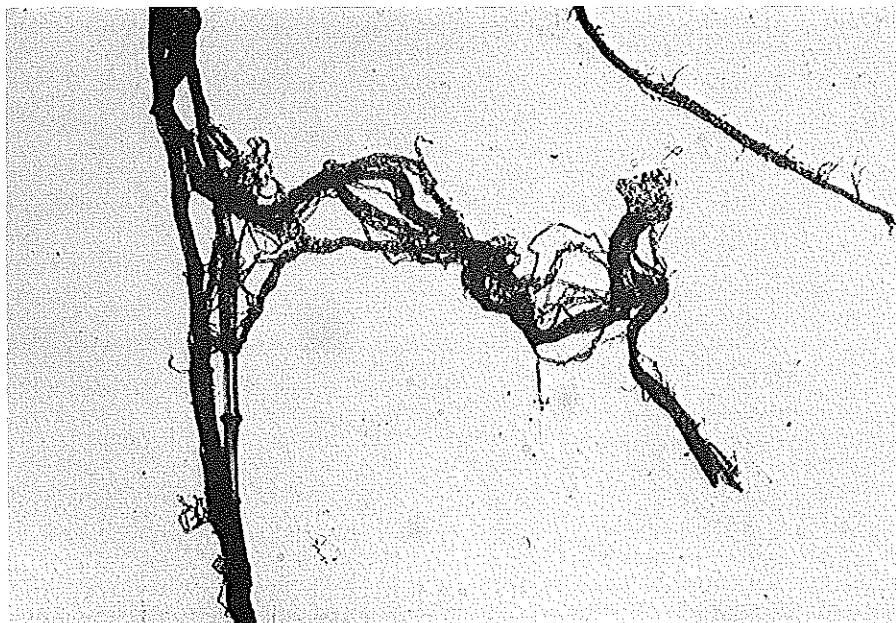


写真8 ④KURALON 7901 (叩解90分後)

フィブリル化によって、裂けたような細長い形状への変化が認められる。

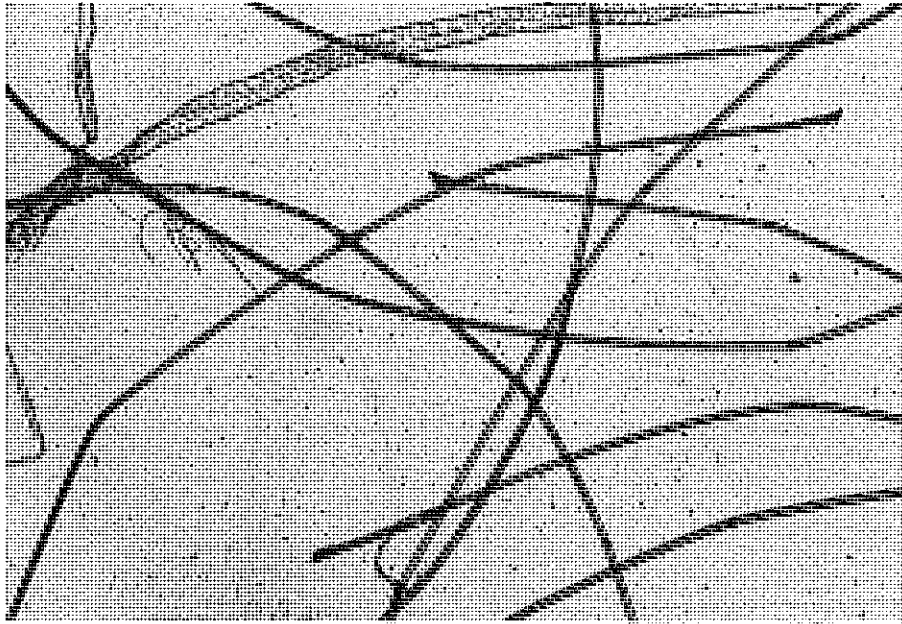


写真9 ⑤パラ系アラミド繊維（叩解前）



写真10 ⑤パラ系アラミド繊維（叩解90分後）

フィブリル化によって、短い枝毛のようなものの発生が認められる。

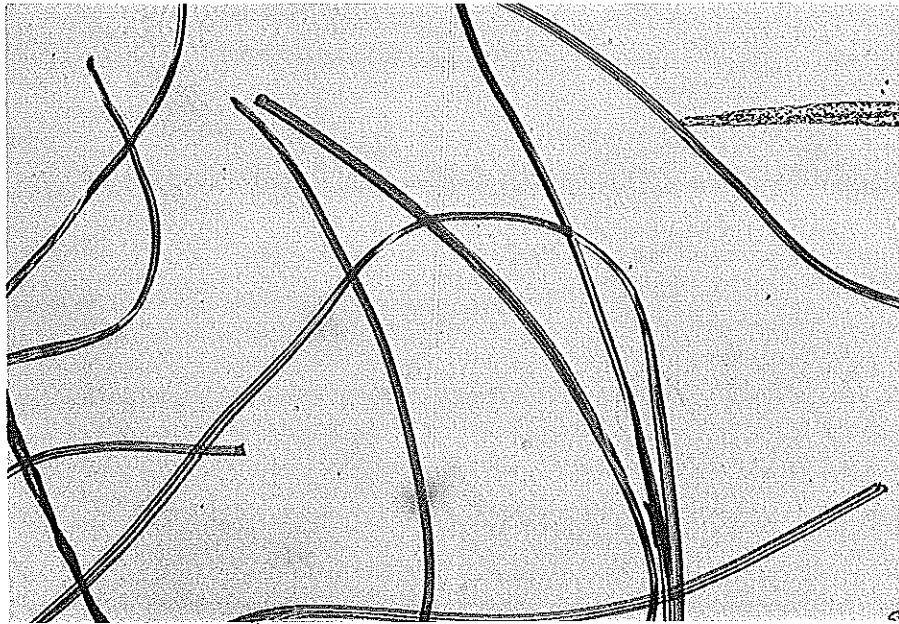


写真11 ⑥強力人絹（叩解前）

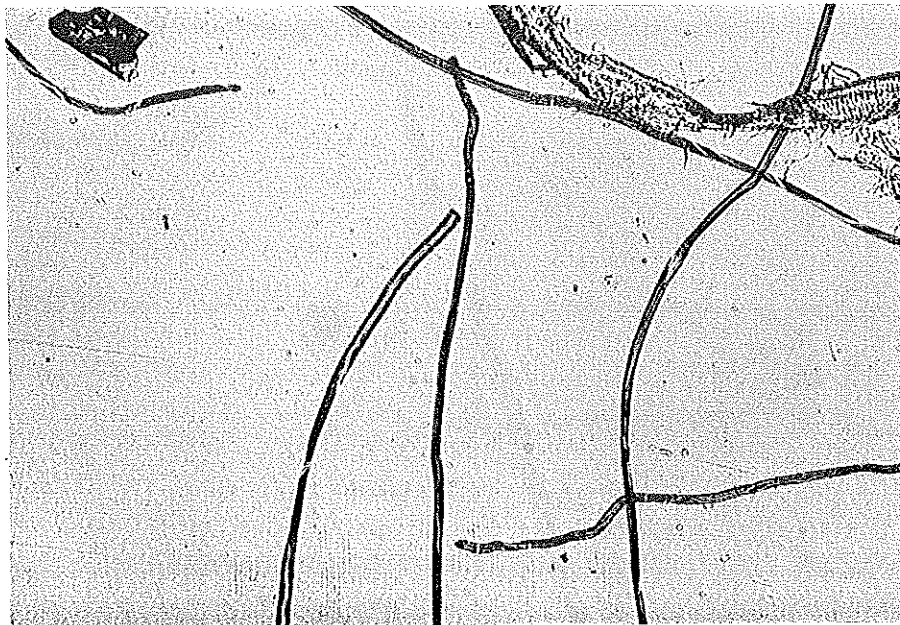


写真12 ⑥強力人絹（叩解90分後）

わずかにへこみが認められる程度であり、節状の変形もフィブリル化も認められない。



写真13 ①溶剤系セルロース繊維（叩解前）

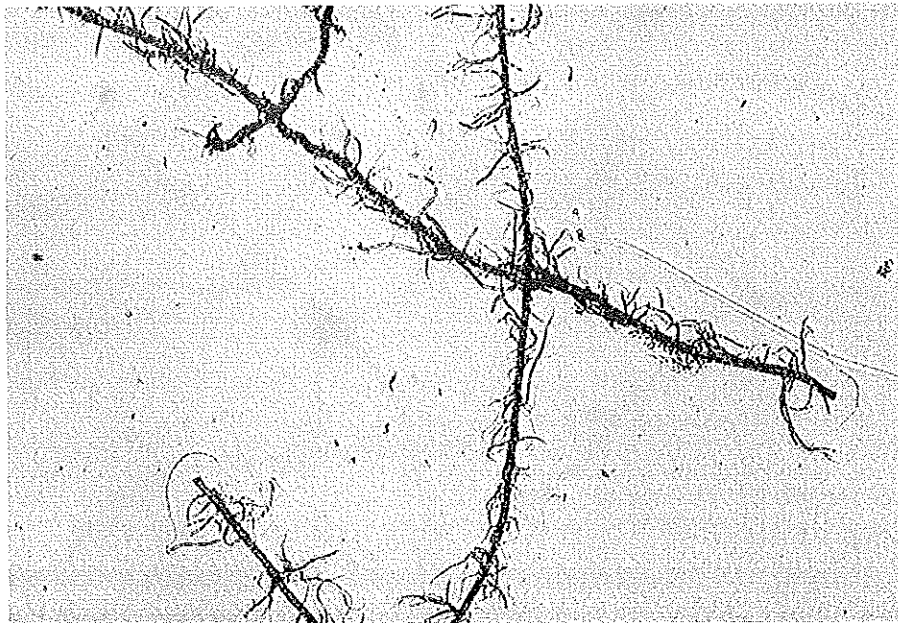


写真14 ①溶剤系セルロース繊維（叩解90分後）

フィブリル化によって、短い枝毛のようなものの発生が認められる。

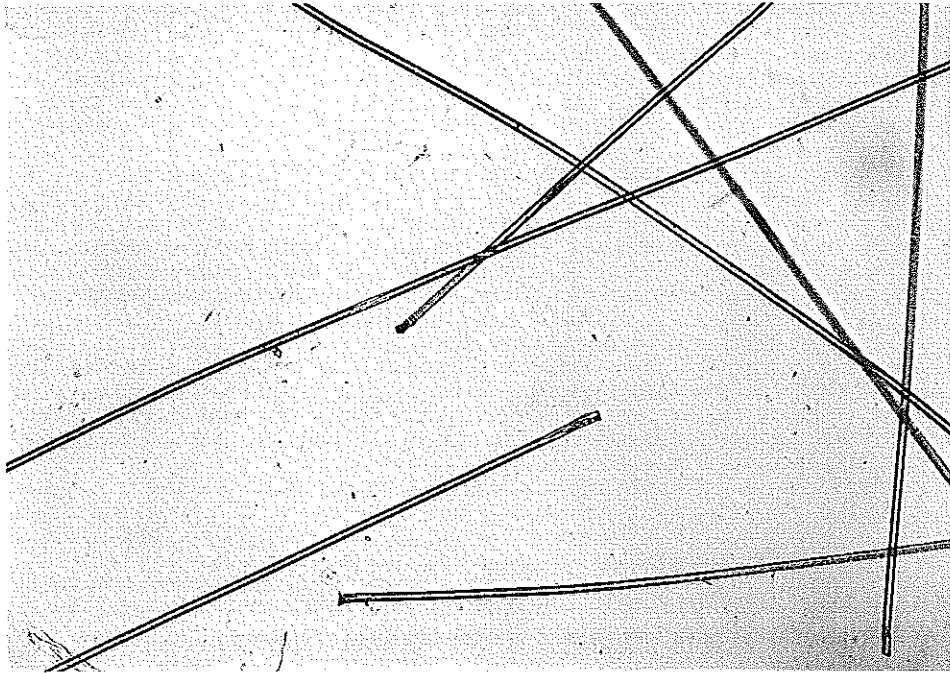


写真15 ⑧アクリル繊維（叩解前）

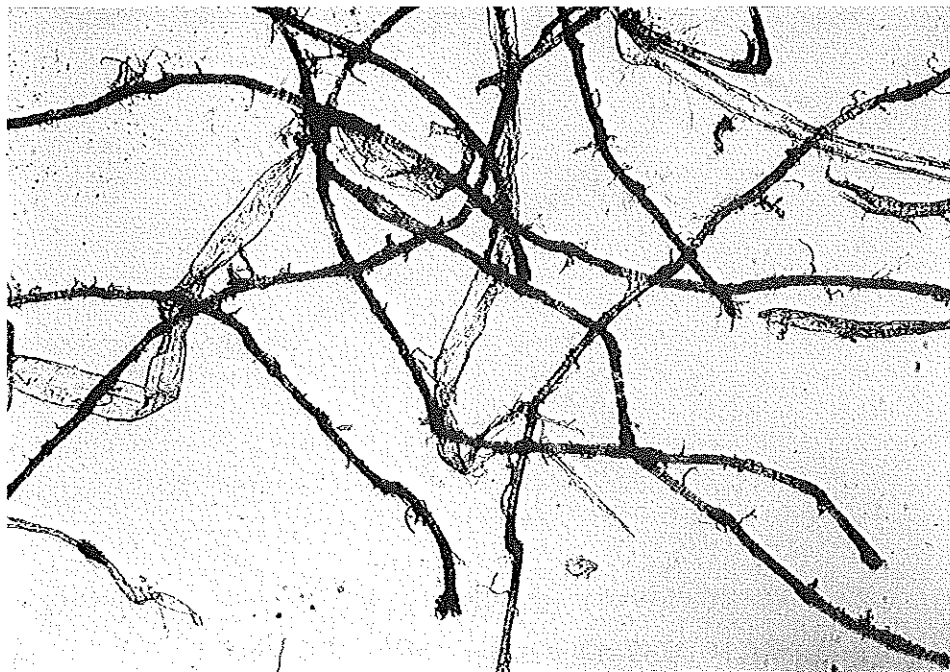


写真16 ⑧アクリル繊維（叩解90分後）

フィブリル化によって、短い枝毛のようなものの発生が認められる。その程度は写真. 10の⑤パラ系アラミド繊維や写真. 14の⑦溶剤系セルロース繊維よりも低い。

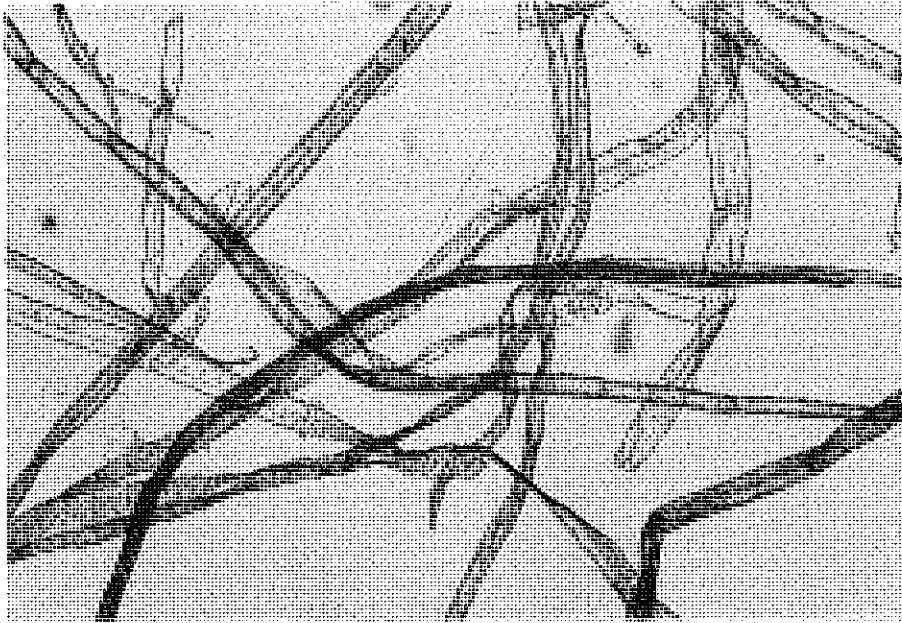


写真17 ㊸NUKP (叩解前)

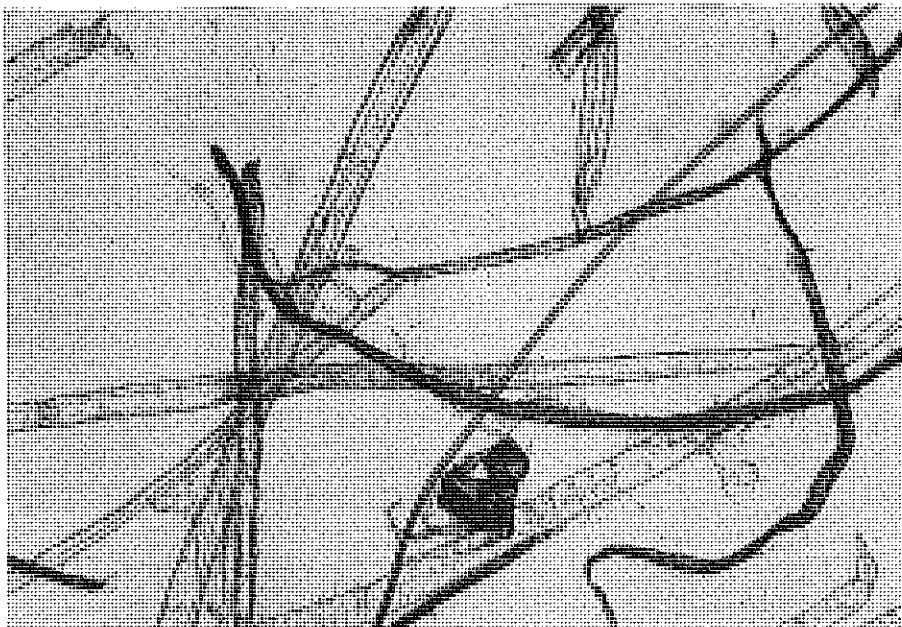


写真18 ㊸NUKP (叩解90分後)

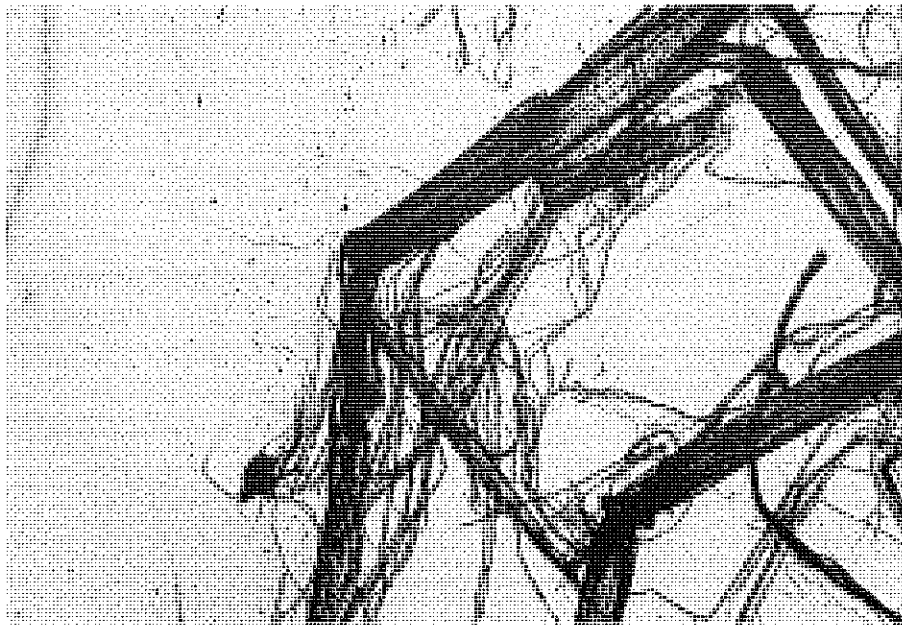


写真19 ⑩Asbestos

6 考 察

叩解によって顕著な破壊が認められた繊維と、ほとんど破壊が認められなかった繊維とに分類できる。破壊された繊維はさらに、フィブリル化したものとフィブリル化しなかった繊維とに分類できる。

A. 顕著な破壊が認められた繊維

・フィブリル化した繊維：

- ④KURALON 7901、
- ⑤パラ系アラミド繊維、
- ⑦溶剤系セルロース繊維、
- ⑧アクリル繊維
- ⑨NUKP

・フィブリル化しなかった繊維：

- ①KURALON RM182(A-8)×4、
- ②KURALON RM182(A-20)×4、
- ③KURALON K-II EQ5×4

B. ほとんど破壊が認められなかった繊維：

- ⑥強力人絹

④KURALON 7901と⑤パラ系アラミド繊維はいずれも高度に延伸・配向をかけた繊維であることからフィブリル化しやすいと考えられる。

同じPVA繊維でありながら④KURALON 7901がフィブリル化したのに対して、①KURALON RM182(A-8)×4、②KURALON RM182(A-20)×4及び③KURALON K-II EQ5×4が節状の変形発生こそ起きたがフィブリル化には至らなかったのは、①、②及び③が相対的に低い重合度のPVA樹脂を用いており、延伸・配向の程度が低いためであろうと推定される。

フィブリル化後の繊維の形態については枝毛状になるもの、すなわち⑤、⑦及び⑧と、細長い短冊状になるもの、すなわち④に分けることができる。ただ、今回の条件においてはいずれの場合も1本ずつ独立したフィブリルとはなっていなかった。

繊維の太さの点ではPottやStantonの説に述べられている太さに該当する可能性はあるが、独立したフィブリルとなって浮遊して、人体に取り込まれるか否かについては結論付けるには至っていない。

7 ま と め

今回の試験の範囲においては合成繊維の中にはフィブリル化が認められるものもあった

が、実際に石綿代替繊維として使用されているPVA繊維についてはフィブリル化は認められなかった。

8 引用文献

- 1) せきめん、No.465、466 (1984)
- 2) せきめん、No.608 (1996)
- 3) せきめん、No. 620 (1997)
- 4) アスベスト代替品のすべて、日本環境衛生センター (1989)
- 5) E. Pott, Staub-Reinhal-Luft., 38, 486 (1978)
- 6) M. F. Stanton and C. Wrench, J. Nat. Cancer Inst. 48, 797 (1972)
- 7) 石綿代替繊維とその生体影響、中央労働災害防止協会(1996)
- 8) せきめん、No.618 (1997)

平成10年度高知県立紙産業技術センター報告第4号
平成11年10月31日 印刷発行

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

印刷 西富膽写堂

