

ISSN 1342-4068

高知県立紙産業技術センター報告

第7号

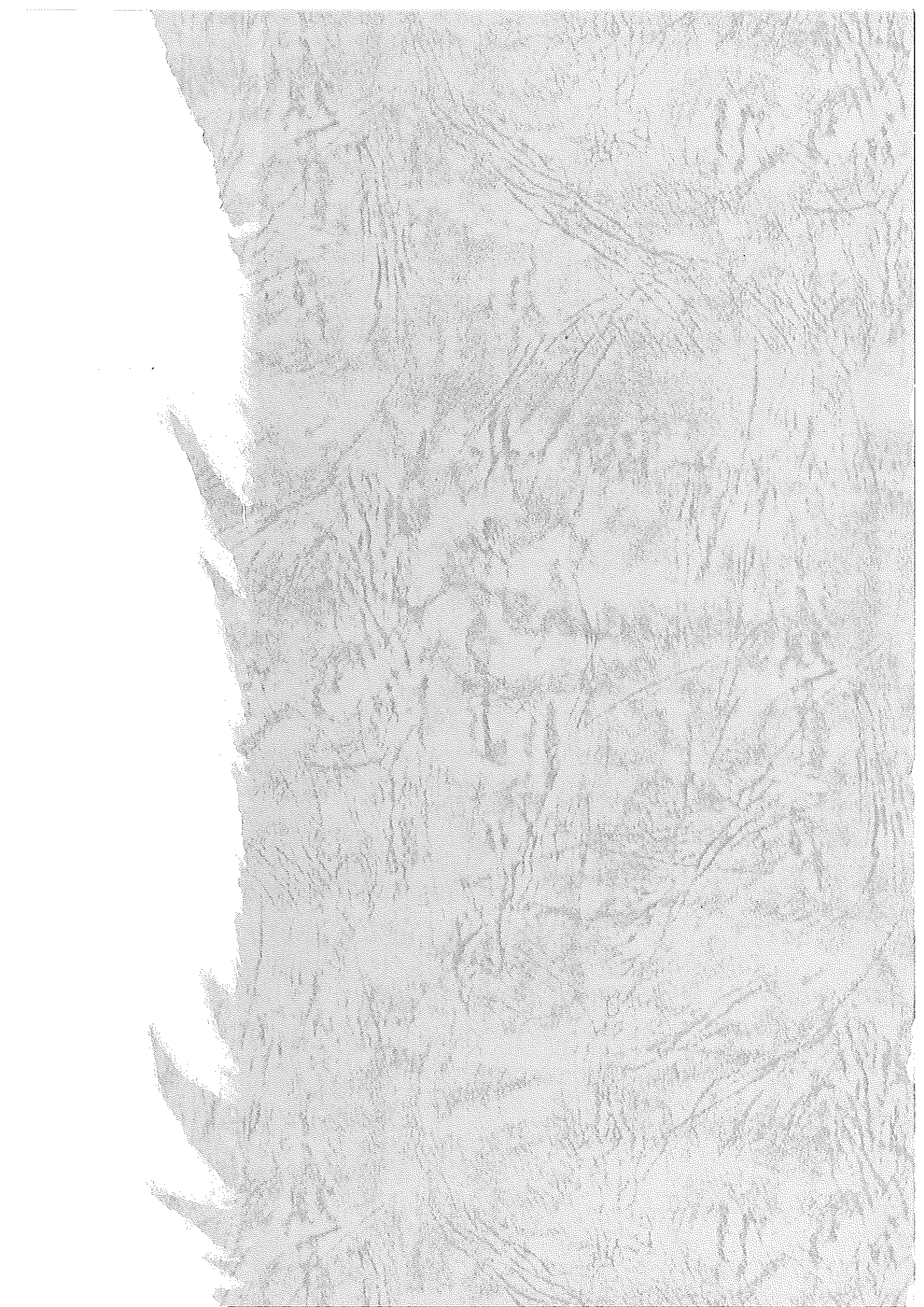
THE REPORT ON WORKS
OF
KOCHI PREFECTURAL
PAPER TECHNOLOGY CENTER

VOL. 7

2002

高知県立紙産業技術センター

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



目 次

はじめに

I 紙産業技術センターの概要

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

II 業務概要

1 技術相談及び技術指導	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	17
8 客員研究員招へい事業	18
9 コウチ・アサヒ異業種交流会	18
10 21 こうちかみわざ新商品開発事業	19

III 調査研究報告

спанレース不織布の基礎研究	23
光触媒酸化チタンの安定な付加方法の検討及びその機能性シートの開発	30
紙の不織布のリサイクル製品及び紙布の開発	34
紙の劣化に関する研究(第2報)	38
Examination of Fibers from Cultural Properties	47

はじめに

高知県の紙産業の平成12年生産量(高知県製紙工業会調べ)は、機械紙及び不織布が合計70,882トンで、対前年比98.7%、生産額において452億円余りで、対前年比99.1%と若干減少しております。品種別にみると衛生紙は、生産量・生産金額とも横這い状況ですが一部の企業を除いて先行きが非常に厳しい状況下にあります。不織布は、生産量で4.6%の増加傾向が見られていることから、年々需要の拡大が図られていることが推測されます。その他の紙(印刷情報紙・工業用雑種紙・家庭用雑種紙)は、生産金額で若干の伸びを示し、商品の多様化・高品質化が順調に図られていると考えています。手すき和紙は、従業員の高齢化や後継者不足、需要の減少など非常に厳しい状況下にあります。伊野町の紙の博物館や土佐和紙工芸村などで若手後継者の育成が図られております。

当センターといたしましては、地域産業の支援機関として企業の新技術や新商品開発に少しでもお役に立てるよう努力して参りたいと考えております。21世紀に向けた取り組みといたしまして「紙産業技術の“エキスパート”への挑戦」を目標として、「商品群多様化の先導」「国際的な情報の発信」「独創的な評価技術の確立」「環境関連技術の創成」を図ることにより、特色あるセンターへの飛躍を図って参りたいと考えております。

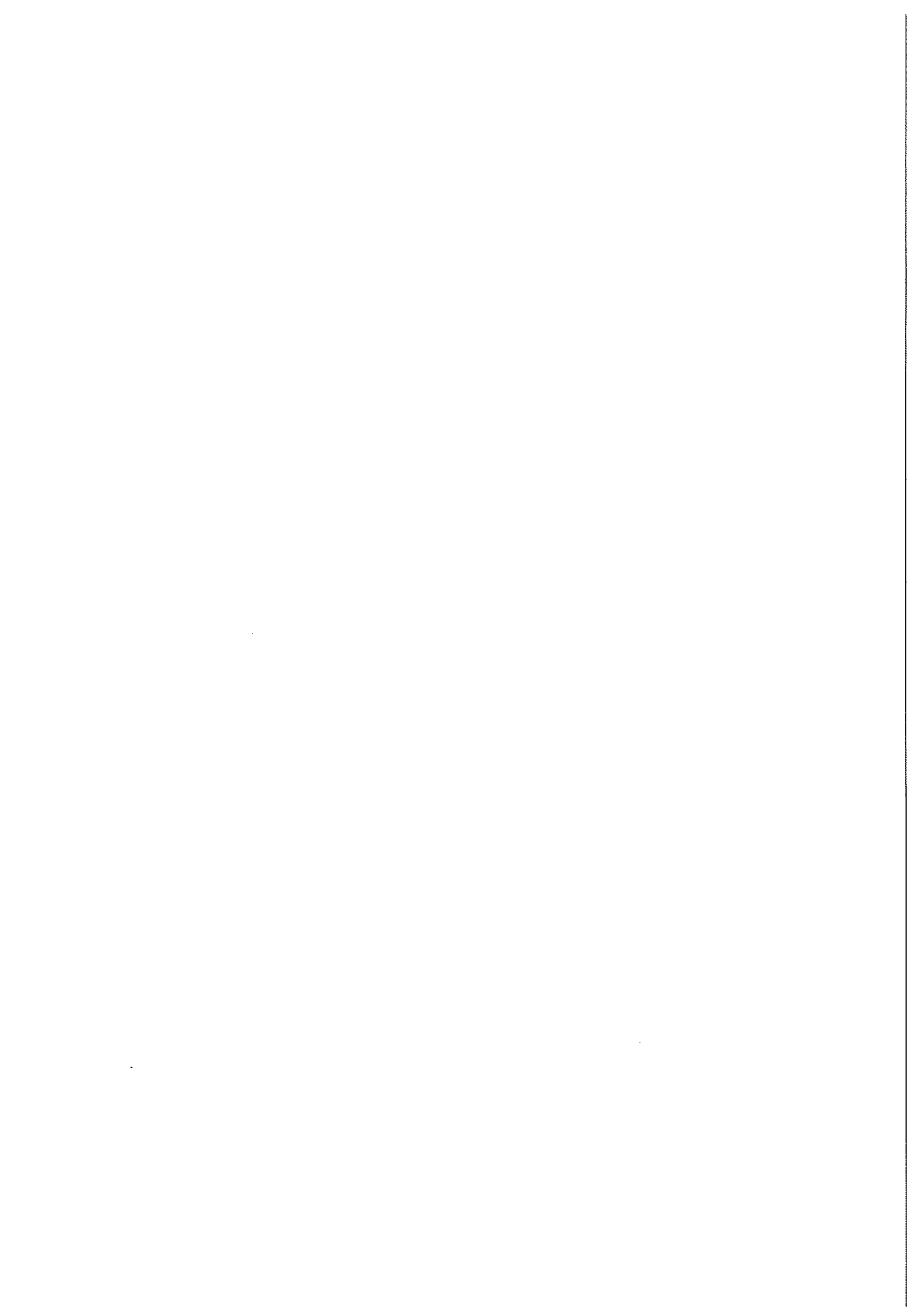
この報告書は、平成12年度の業務全般及び研究成果について編集したものです。ご高覧いただき、センター業務の現状をご理解いただきますとともに、研究報告が企業の皆様をはじめ、関係の方々にお役に立てれば幸いです。

平成13年10月

高知県立紙産業技術センター

所長 宮崎 謙一

I 紙産業技術センターの概要



1 沿革

- 昭和7年 明治41年に設立された土佐紙業組合製紙試験場が県に移管され、高知県商工課工業試験所となる。
- 昭和10年 高知県商工奨励館設立により、同館工業試験場となる。
- 昭和16年 製紙部門を独立し、高知県紙業試験場となる。
- 昭和17年 本館及び手すき実験室を改築する。
- 昭和34年 機械すき抄紙設備を改築する。
- 昭和38年 場の整備強化に着手する。
- 昭和40年 第一工場（機械すき、手すき試験室）が竣工する。
- 昭和42年 本館が竣工し、加工科を新設する。
- 昭和43年 第二工場（加工試験室、パルプ室、車庫）が竣工する。
- 昭和45年 第二工場に恒温恒湿機械装置を設置する。
- 昭和47年 工場排水処理施設の設置とともに、第一工場廃液処理室が竣工する。
- 昭和56年 第一工場手すき仕上げ室を試験室に整備拡充する。
- 昭和57年 機構改革に伴い、手すき紙科を新設する。
第二工場加工試験室を整備拡充する。
- 平成5年 戦略的地域技術形成事業により、試験機を充実する。
- 平成6年 建築工事（本館棟、第一研究棟、第二研究棟他）が竣工し、多目的抄紙機、大型懸垂短網抄紙機、多目的不織布製造装置及びテストコーター&ラミネーターのプラント設備をはじめ、試験研究設備を整備拡充する。
戦略的地域技術形成事業により、傾斜型短網抄紙機等を設置する。
- 平成7年 吾川郡伊野町波川に高知県立紙産業技術センターと名称変更して、移転する。
機構改革により、組織を総務班、技術第一部、技術第二部とする。
戦略的地域技術形成事業により、試験機を充実する。
- 平成8.9年 中小企業集積活性化支援事業により、試験機を充実する。
- 平成10.11年 特定集積活性化支援事業及びベンチャー企業育成型地域コンソーシアム研究開発事業により、試験機を充実する。
- 平成12年 特定集積活性化支援事業及び中小企業技術開発産学官連携促進事業により、試験機を充実する。
- 平成13年 特定集積活性化支援事業及び中小企業技術開発産学官連携促進事業により、試験機を充実する。

2 組織及び業務

所 長 宮崎 謙一	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p><u>総 務 班</u></p> <p>班 長 宮尾 昭子</p> <p>主 幹 中嶋久仁子</p> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p>(1) 予算、決算に関すること</p> <p>(2) 歳入、歳出等財務に関すること</p> <p>(3) 給与、旅費その他庶務会計に関すること</p> <p>(4) 職員の福利厚生に関すること</p> <p>(5) 文書、財務等他部に属さないこと</p> </td> </tr> </table>	<p><u>総 務 班</u></p> <p>班 長 宮尾 昭子</p> <p>主 幹 中嶋久仁子</p>	<p>(1) 予算、決算に関すること</p> <p>(2) 歳入、歳出等財務に関すること</p> <p>(3) 給与、旅費その他庶務会計に関すること</p> <p>(4) 職員の福利厚生に関すること</p> <p>(5) 文書、財務等他部に属さないこと</p>
	<p><u>総 務 班</u></p> <p>班 長 宮尾 昭子</p> <p>主 幹 中嶋久仁子</p>	<p>(1) 予算、決算に関すること</p> <p>(2) 歳入、歳出等財務に関すること</p> <p>(3) 給与、旅費その他庶務会計に関すること</p> <p>(4) 職員の福利厚生に関すること</p> <p>(5) 文書、財務等他部に属さないこと</p>	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p><u>技術第一部</u></p> <p>専門研究員兼 技術第一部長 林 幸男</p> <p>総 括 主任研究員 澤村 淳二</p> <p>主任研究員 田村 愛理</p> <p>技 師 森澤 純</p> <p>技 師 佐々木麻矢</p> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p>(1) 技術振興の企画及び調整に関する こと</p> <p>(2) 紙加工の研究開発に関すること</p> <p>(3) 新素材・新薬品の基礎応用研究に 関すること</p> <p>(4) 生産設備の省力・合理化研究、省エ ネルギー・公害防止に関すること</p> <p>(5) 機能性繊維を利用した乾式不織布 製造技術の研究に関すること</p> <p>(6) テストコーター&ラミネーターに よる紙加工技術の開発研究に関する こと</p> <p>(7) 紙加工技術についての人材養成に 関すること</p> <p>(8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること</p> <p>(9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること</p> </td> </tr> </table>	<p><u>技術第一部</u></p> <p>専門研究員兼 技術第一部長 林 幸男</p> <p>総 括 主任研究員 澤村 淳二</p> <p>主任研究員 田村 愛理</p> <p>技 師 森澤 純</p> <p>技 師 佐々木麻矢</p>	<p>(1) 技術振興の企画及び調整に関する こと</p> <p>(2) 紙加工の研究開発に関すること</p> <p>(3) 新素材・新薬品の基礎応用研究に 関すること</p> <p>(4) 生産設備の省力・合理化研究、省エ ネルギー・公害防止に関すること</p> <p>(5) 機能性繊維を利用した乾式不織布 製造技術の研究に関すること</p> <p>(6) テストコーター&ラミネーターに よる紙加工技術の開発研究に関する こと</p> <p>(7) 紙加工技術についての人材養成に 関すること</p> <p>(8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること</p> <p>(9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること</p>
<p><u>技術第一部</u></p> <p>専門研究員兼 技術第一部長 林 幸男</p> <p>総 括 主任研究員 澤村 淳二</p> <p>主任研究員 田村 愛理</p> <p>技 師 森澤 純</p> <p>技 師 佐々木麻矢</p>	<p>(1) 技術振興の企画及び調整に関する こと</p> <p>(2) 紙加工の研究開発に関すること</p> <p>(3) 新素材・新薬品の基礎応用研究に 関すること</p> <p>(4) 生産設備の省力・合理化研究、省エ ネルギー・公害防止に関すること</p> <p>(5) 機能性繊維を利用した乾式不織布 製造技術の研究に関すること</p> <p>(6) テストコーター&ラミネーターに よる紙加工技術の開発研究に関する こと</p> <p>(7) 紙加工技術についての人材養成に 関すること</p> <p>(8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること</p> <p>(9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること</p>		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p><u>技術第二部</u></p> <p>専門研究員兼 技術第二部長 大川 昭典</p> <p>専門研究員 松本 博</p> <p>総 括 主任研究員 関 正純</p> <p>主任研究員 近森 啓一</p> <p>主任研究員 遠藤 恭範</p> <p>主任技師 江淵 栄貫</p> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p>(1) 機械抄紙・湿式不織布及び手すき 紙の研究開発に関すること</p> <p>(2) 薬品・原材料の基礎・応用研究に 関すること</p> <p>(3) 生産設備の省力・合理化研究、省エ ネルギー・公害防止に関すること</p> <p>(4) 多目的テスト抄紙機による特殊素 材を利用した機能紙の開発研究に 関すること</p> <p>(5) 大型懸垂短網抄紙機による長繊維 抄紙技術の開発研究に関すること</p> <p>(6) 非木材繊維の和紙への利用研究に 関すること</p> <p>(7) 機械紙及び手すき紙技術について の人材養成に関すること</p> <p>(8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること</p> <p>(9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること</p> </td> </tr> </table>	<p><u>技術第二部</u></p> <p>専門研究員兼 技術第二部長 大川 昭典</p> <p>専門研究員 松本 博</p> <p>総 括 主任研究員 関 正純</p> <p>主任研究員 近森 啓一</p> <p>主任研究員 遠藤 恭範</p> <p>主任技師 江淵 栄貫</p>	<p>(1) 機械抄紙・湿式不織布及び手すき 紙の研究開発に関すること</p> <p>(2) 薬品・原材料の基礎・応用研究に 関すること</p> <p>(3) 生産設備の省力・合理化研究、省エ ネルギー・公害防止に関すること</p> <p>(4) 多目的テスト抄紙機による特殊素 材を利用した機能紙の開発研究に 関すること</p> <p>(5) 大型懸垂短網抄紙機による長繊維 抄紙技術の開発研究に関すること</p> <p>(6) 非木材繊維の和紙への利用研究に 関すること</p> <p>(7) 機械紙及び手すき紙技術について の人材養成に関すること</p> <p>(8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること</p> <p>(9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること</p>	
<p><u>技術第二部</u></p> <p>専門研究員兼 技術第二部長 大川 昭典</p> <p>専門研究員 松本 博</p> <p>総 括 主任研究員 関 正純</p> <p>主任研究員 近森 啓一</p> <p>主任研究員 遠藤 恭範</p> <p>主任技師 江淵 栄貫</p>	<p>(1) 機械抄紙・湿式不織布及び手すき 紙の研究開発に関すること</p> <p>(2) 薬品・原材料の基礎・応用研究に 関すること</p> <p>(3) 生産設備の省力・合理化研究、省エ ネルギー・公害防止に関すること</p> <p>(4) 多目的テスト抄紙機による特殊素 材を利用した機能紙の開発研究に 関すること</p> <p>(5) 大型懸垂短網抄紙機による長繊維 抄紙技術の開発研究に関すること</p> <p>(6) 非木材繊維の和紙への利用研究に 関すること</p> <p>(7) 機械紙及び手すき紙技術について の人材養成に関すること</p> <p>(8) 施設・設備の開放促進事業に関す ること</p> <p>(9) 依頼試験、技術相談指導等に関す ること</p>		

3 職員の構成

班 部 別	事 務 職 員	技 術 職 員	技 能 職 員	計
所 長		1		1
総 務 班	2			2
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		13,069.79㎡
建物延面積		5,788.51㎡
本 館 棟 (鉄筋コンクリート造 一部3階建)	建築面積	1,205.68㎡
	延面積	2,615.42㎡
第一研究棟 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨2階建)	建築面積	920.79㎡
	延面積	1,465.60㎡
第二研究棟 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨2階建)	建築面積	1,035.98㎡
	延面積	1,550.40㎡
そ の 他	車 庫 (鉄骨造)	31.33㎡
	駐 輪 場 (鉄骨造)	17.62㎡
	受 水 槽 施 設 (鉄筋コンクリート造)	40.00㎡
	排水処理施設 (鉄筋コンクリート造)	59.78㎡
	焼 却 炉 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨)	8.36㎡

5 決算

(歳出)

費目	金額(千円)	備考
紙産業技術センター管理運営費	34,883	
紙産業技術試験研究費	11,241	
紙産業技術特別研究費	16,514	国庫補助(1/2)事業
紙産業技術振興促進費	754	
科学技術振興費	4,907	
計	68,299	

(歳入)

科目	金額(千円)	備考
使用料及び手数料	11,471	試験手数料、機械器具使用料等
諸収入	35	ライセンス研修負担金等
計	11,506	

6 試験手数料及び機械器具使用料

(1) 試験手数料(県内)

平成13年4月1日現在

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

(2) 試験手数料(県外)

平成13年4月1日現在

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

(3)機械器具使用料

平成13年4月1日現在

区	分	種	別	単	位	金額(円)	
原料処理機器		1キログラムホーレンダー型ピーター		1台	1時間	590	
		8キログラムホーレンダー型ピーター		1台	1時間	650	
		18キログラムホイト型ピーター		1台	1時間	680	
		38キログラムホイト型ピーター		1台	1時間	1,410	
		1キログラムナギナタ型ピーター		1台	1時間	590	
		10キログラムナギナタ型ピーター		1台	1時間	620	
		スクリーン		1台	1時間	680	
		セントリクリーナー		1台	1時間	650	
		蒸解用オートクレーブ		1台	1時間	1,020	
		地球釜		1台	1時間	3,070	
		粉碎機		1台	1時間	1,340	
		その他の原料処理機器		1台	1時間	590	
	試験機器		熱風循環式高温炉		1台	1時間	1,220
			万能試験機		1台	1時間	1,140
		フェードメーター		1台	1時間	1,240	
		フラジール通気度試験機		1台	1時間	500	
		偏光顕微鏡		1台	1時間	640	
		パームポロシメーター		1台	1時間	740	
		紙伸縮計		1台	1時間	610	
		横型引張試験機		1台	1時間	680	
		白色度計		1台	1時間	800	
		繊維長分布測定装置		1台	1時間	1,230	
		印刷適性試験機		1台	1時間	1,540	
		マイクロハイスコープ		1台	1時間	1,870	
		ハンディー圧縮機		1台	1時間	710	
		クリーンベンチ		1台	1時間	660	
		ガス透過率測定装置		1台	1時間	910	
		イメージアナライザー		1台	1時間	720	
		走査電子顕微鏡		1台	1時間	3,050	
		織物磨耗試験機		1台	1時間	900	
		落下衝撃試験装置		1台	1時間	970	
		ショッパー型耐水度試験機		1台	1時間	780	
		風合い測定試験器		1台	1時間	1,100	
		ラウンダーメータ		1台	1時間	680	
		保湿度試験機		1台	1時間	810	
		燃焼速度試験機		1台	1時間	700	
		その他の試験機器		1台	1時間	620	
抄紙加工機			サイズプレス		1台	1時間	980
			自動テストプレス		1台	1時間	1,620
		樹脂成型プレス機		1台	1時間	820	
		エンボスマシン		1台	1時間	1,430	
		熱カレンダー		1台	1時間	1,060	
		樹脂加工機		1台	1時間	2,120	
		モールド試験機		1台	1時間	900	
		艶付け機(亜鉛板の部分を除く)		1台	1時間	900	
		小型抄紙機		1台	1時間	6,700	
		手すき抄紙室に備え付ける器具		1台	1時間	530	
		スーパーカレンダー		1台	1時間	1,380	
		その他の抄紙加工機		1台	1時間	570	
	分析機器		顕微FT-IR		1台	1時間	5,210
		高速液体クロマトグラフ		1台	1時間	900	
		ガスクロマトグラフ		1台	1時間	800	
		自記分光光度計		1台	1時間	660	
		イオンクロマトグラフ		1台	1時間	860	
		元素分析用低真空電子顕微鏡		1台	1時間	6,950	
		ICP発光分析装置		1台	1時間	3,730	
		全有機炭素分析計		1台	1時間	950	
		その他の分析機器		1台	1時間	590	
加算額		電気、水道、付属設備等を著しく使用する場合				実 費	
施設		研修室(半面積)		半日		6,460	
		会議室		半日		4,270	

7 所有主要設備

(1) 抄紙・原料処理設備

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
大型懸垂短網抄紙機	(株)梅原製作所		短網・短網組合せ式 抄紙幅 : 最大1000mm 抄紙速度 : 5~20m/min 抄紙坪量 : 8~200g/m ²	H. 6
多目的テスト抄紙機	川之江造機(株)		傾斜短網・順流式円網組合せ式 傾斜型短網傾斜角 : 0~20度 抄紙幅 : 550mm 抄紙速度 : 10~200m/min 抄紙坪量 : 12~250g/m ²	H. 6
小型傾斜短網抄紙機	(株)大昌鉄工所		順流円網・傾斜短網組合せ式 抄速 : 3~13m/min 抄紙幅 : 300mm 斜度 : 0~20度 ウォータージェット装置 : 圧力160kgf/cm ²	H. 6
大型懸垂短網抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		バケットチェスト、振動スクリーン、スーパーロン セントリクリナー、インクライトローリングプレス	H. 6
多目的テスト抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		バルバー : 2m ³ セントリクリナー DDR : 75kw×6P サイクリングタンク、配合ボーター、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
ナイアガラビーター	熊谷理機工業(株)	TAPPI 標準型	ヘッドプレート : 厚さ3.2mm、幅43mm ローラー : 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)	カタディン型	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、圧搾機	

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
大型打解機	(株)大昌鉄工所			H. 6
原料煮熟釜			大釜：約30kg 中釜：約10kg 小釜：約3kg	
回転蒸解缶	東洋テスター(株)		電気式(ヒーター)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
多目的抄紙機 円網シリンダー	(株)梅原製作所		上網(14メッシュ)、下網(80メッシュ) 外寸：φ1220mm 幅：650mm	H. 11
小型抄紙機 円網シリンダー	(株)梅原製作所		上網(14メッシュ)、下網(80メッシュ) 外寸：φ655mm 幅：400mm	H. 11
ホルンダーピーター	(株)梅原製作所		容量：1kg、10kg	H. 11
多目的抄紙機 ウォータージェット	(株)大昌鉄工所		最大水圧：10MPa 最大水量：66L/min 水門数：2門	H. 12

(2)加工設備

設備名	製作所	型式	仕様	導入年度
多目的不織布 製造装置	川之江造機(株)		抄速：1~10m/min	H. 6
			オープン：2台：働巾250mm ホップ・フィーダー：2台：働巾500mm カート機：2台：働巾500mm ウェブラップ装置 ウォータージェット装置：圧力160kgf/cm ² サーマルドライヤー、サーマルキレンダー	H. 11
テストコーター & ラミネーター	岡崎機械工業(株)	TC/DL-700S	加工速度：3~60m/min	H. 6
			加工巾：500mm(最大650mm)	H. 11
			グラビアコーター、S字トップコーター、スプレーコーター テーブル式コーター、ウェットラミネーター、ドライラミネーター 計測制御システム	H. 12
樹脂成形プレス	(株)神藤金属工業	AWFA-37	最高使用圧力：210kg/cm ² 成形型寸法：355×305mm 常用使用温度：200℃	H. 5
サイズプレス	熊谷理機工業(株)	25LSP -25S150	プレス方式：インライン枚葉プレス方式 液添加方式：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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
断 裁 機	余田機械工業(株)	富士デジタル スタンダード型	裁断幅：1015mm	H. 6
モールド試験機	(株)垣内		紙漉型(金網)：リックブロー吸引式 成型型：リックブロー吸引 (上下1組) 電気ヒーター、水蒸気吸引 圧搾、乾燥成型型	H. 6
自動テストプレス	(株)神藤金属工業	AF-50 C	最大圧力：210kg/cm ² プレス面積：50×50cm 最高温度：400℃	H. 元
粉 碎 器	(株)吉田製作所	1029-JC	790rpm	H. 4
樹 脂 加 工 機	(株)勝賀瀬鉄工所		加工巾：600mm 加工速度：0～10.0m/s	H. 5
紡 糸 装 置	東邦化工建設(株)		ノズル：φ0.1mm 2000hole 紡速：5～30m/min	H. 6
熱 カ レ ン ダ ー	熊谷理機工業(株)		加工巾：400mm 最高使用温度：180℃ 加工速度：6.0m/s	H. 2
テ ス ト 用 エンボスマシン	(株)吉永鉄工	EM-600	加工巾：600mm 最高使用温度：150℃	H. 元
熱風循環式高温炉	旭科学(株)	HF-60	使用温度：0～600℃	
万 能 ス リ ッ タ ー	(株)勝賀瀬鉄工所		許容坪量：12～250g/m ² 最大幅：1000mm 巻き取り最大径：700mm	H. 6
スーパージャレンダー	(株)吉永鉄工		最大線圧：16kgf/cm 最大速度：28m/min 最大温度：200℃	H. 7
コーター&ラミネーター 排 気 処 理 装 置	(株)日本医化器械 製作所		テストコーター&ラミネーター運転時の有機溶媒等の 排気処理	H. 12

(3) 試験設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
走査電子顕微鏡	日本電子(株)	JSM-T200	倍率：×35～×100,000	S. 59
金 属 顕 微 鏡	(株)ニコン	XF-Mタイプ A	倍率：×20～×1,000 透過光及び落射光切替可能 写真撮影装置付属	S. 58
万 能 投 影 機	(株)ニコン	V-12	倍率：×20、×100、×200 透過光及び反射光切替可能	H. 元
偏 光 顕 微 鏡	(株)ニコン	オブチフォト2 ホル	倍率：×4、×10、×40、×100 写真撮影装置付属	H. 6
生 物 顕 微 鏡	(株)ニコン	オブチフォト2	倍率：×4、×10、×40、×100 マルチフォーカス装置付属 顕微鏡カメラテレビ装置付属 カラーモニターエレクト付属	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インチ書換型ラクスディスク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	横河アクリテックシス テム(株)	IC-7000E	測定イオン：F、Cl、NO ₃ 、NO ₂ 、Br、SO ₄	H. 6

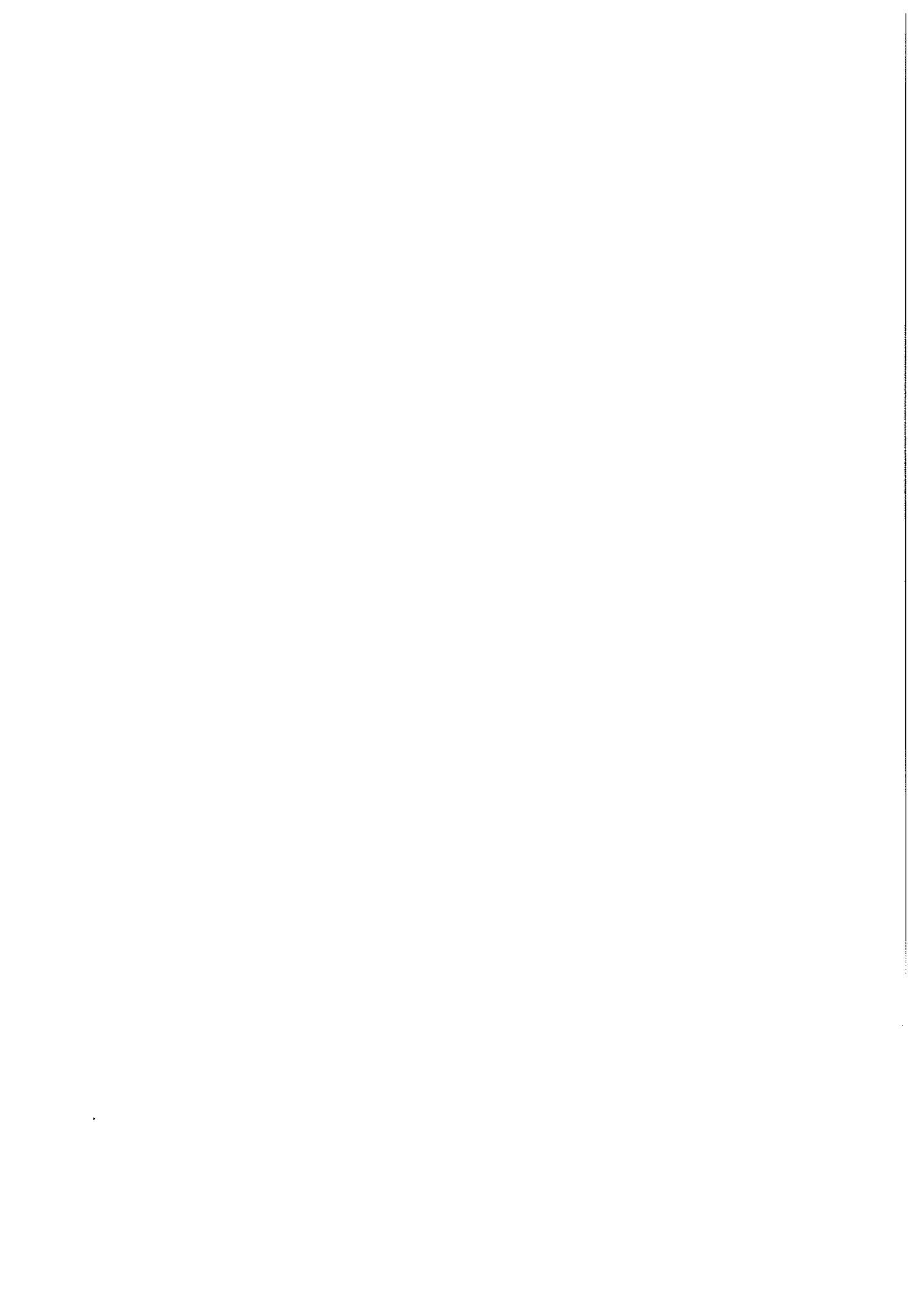
設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
混合ガス透過率 測定装置	ジ・エルサイエンス	GPM-250	測定対象ガス : O ₂ 、N ₂ 、CO ₂ 、H ₂ 等 測定範囲 : 0.1~10000ml/m ² ·day· atm 測定温度範囲 : -10~50°C 測定圧力 : 大気圧 測定時間 : 10分~数日	H. 6
自記分光光度計	(株)日立製作所	U-3210	分光器 : グレーティング・グレーティング 収差補正、ダブルモノクロ 瀬谷-波マウント 測定波長範囲 : 190nm~900nm 光源 : 無調整重水素ランプ 無調整ヨ素ランプ	H. 3
繊維長測定装置	パルマットオートメーション (株)	FS-200	分解能 : 50μm 測定速度 : 最大100本/秒、100ml/分	H. 6
顕微 FTIR	日本電子(株)	JIR -DIAMOND20	波数領域 : 4000~400cm ⁻¹ 最高分解能 : 2cm ⁻¹ 光学系 : シングレビーム トランスミット干渉計 検出器 : DTGS 赤外顕微鏡 検出器 : MCT 倍率 : ×400	H. 5
表面体積抵抗率 測定機	(株)アドバンテスト	R12704 /R8340A	電極寸法 主電極 : φ50mm 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
IGT印刷適性試験機	熊谷理機工業(株)		印刷方法 : 振り子法、スプリング法	S. 59
動的浸透性試験機	(株)東洋精機製作 所	No. 115	試験片寸法 : 幅25mm 長さ1000mm 円板の速度 : 15m/min以下 スリット寸法 : 1mm及び0.5mm×15mm	H. 元
ハンディ 圧縮試験機	カトーテック(株)	KES-G5	検出器 : リング状力計 差動トランス方式 感度 : フルスケール10V、1kgfまで 圧縮速度 : 0.01、0.1、1cm/sec、 0.02、0.00667mm/sec 試料寸法 : 2×2cm以上	H. 5
パームポロシ メーター	POROUS MATERIALS INC.		ランプ径 : 4.25cm 最大細孔径範囲 : 600~0.5μm(水) 130~0.035μm(FC-40)	H. 6

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
フ ラ ジ ー ル 通 気 度 試 験 機	(株)大栄科学精器 製作所	AP-360	測定範囲：0.3～390cc/cm ² /sec	H. 6
ク ラ ー ク 柔 軟 度 試 験 機	(株)東洋精機製作 所	108	回転速度：90°/15sec JIS P8143、L1709、L1003に対応	S. 59
複合印刷適性試験機	熊谷理機工業(株)	2277	印刷の種類：ダイレクトプレート印刷 オフセットプレート印刷 フレキソ(フォーム)印刷 ホットメルト加工 印刷方式：枚葉方式 印刷速度：約10～100m/分	H. 6
紙 伸 縮 計	(株)安田精機	309	チャック間隔：0～100mm可変 変位測定：差動トランス 測定範囲：-10～10mm	H. 6
万 能 試 験 機	(株)オリエック	テンシロン UTA-1T	最大荷重：1ton エアチャック式	H. 5
横型引張強度試験機	佐川製作所	DT-03	ロードセル：25kg、2.5kg 試料チャック：15mm、25mm、50mm用 湿紙試験装置	H. 6
白 色 度 計	日本電色工業(株)	PF-10	積分球による拡散光照明の垂直受光方式(エルホ方式)、蛍光度測定、不透明度	H. 6
軽荷重引裂度試験機	熊谷理機工業(株)	エレメントル7型	目盛範囲：0～33g	H. 6
低圧破裂度試験機	(株)安田精機製作 所	ミューレン型 No.305-YPL	適用範囲：破裂強さ1373KPa以下 厚さ：0.64mm以下 デジタル圧力計	H. 6
自動昇降式紙厚計	熊谷理機工業(株)	TM500	測定範囲：0～1.999mm 測定精度：0.001mm 測定圧力：0.55±0.05kg/cm ² デジタル表示、記録計付属	H. 6
引 裂 度 試 験 機	(株)東洋精機	エレメントル7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 ズ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 リソグラフ型 QBaseによる定性分析データベース	H. 6
オ ー ト ク レ ー プ	サンヨー(株)	MLS-3020	滅菌温度：105℃～121℃	H. 5

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
イメージアナライザー	東洋紡績	V10	画像マトリクス : 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、フェレ径 周囲長等	H. 6
ハンドルーオーメーター	熊谷理機工業(株)	2050	測定範囲 : 25g、50g すき間間隔 : 5~20mm	S. 53
段ボール圧縮試験機	日本理学工業(株)	SAC	最大容量 : 5トン 圧縮板間隔 : 0~1000mm 圧縮板大きさ : 1000mm四方	S. 45
万能引張試験機	東洋ホールディング	UTM-4L	最大荷重 : 300kg ストローク : 最大1300mm 引張速度 : 5~1000mm/min	S. 45
恒温恒湿装置	タバイ	PR-3GM	温度範囲 : -20~100℃ 湿度範囲 : 30~98%RH 内容量 : 60×85×80cm	S. 59
フェードメーター	スガ試験機(株)	紫外線フック ライフタイム FAL-5	試料回転式、送風式、タイムスイッチ 温度調節装置	S. 59
インキュベーター	サンヨー	MIR-152	温度範囲 : -10~50℃	H. 元
実体顕微鏡	(株)ニコン			H. 元
赤外分光光度計	日製産業(株)	270-30		S. 58
マイクログラフ ハイコープ	(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)高津製作所	GC-7A	検出器 FID、TCD	S. 59
引裂度試験機	(株)東洋精機	エルメントルフ型		S. 42
低圧破裂度試験機	(株)東洋精機	ミューレン型	最高圧力 : 10kg/cm ²	S. 55
高圧破裂度試験機	日本理学工業(株)	ミューレン型	最高圧力 : 45kg/cm ² 自動クランプ	S. 56
ガーレデンソ メーター	東洋テスター工業(株)	B型	大空気量 : 300cc 低測定面積 : 645.16mm ²	S. 51
パンクチェア テスター	(株)東洋精機	T. M. I		S. 42

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
耐 折 度 試 験 機	(株)東洋精機	MIT型	折り曲げ荷重 : 0.5~1.5kg つかみ回転速度 : 175±10rpm	S. 55
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 碎 機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉碎室内径 : 250mm φ 回転数 : 4000~10000rpm	H. 8
テ ー 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 : 13 φ cm 試験片回転速度 : 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
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
マ ー チ ン デ ー ル 摩 耗 試 験 機	(株)大栄科学精器 製作所	403	JIS L-1096摩耗試験機対応	H. 10
ラ ウ ン ダ ー メ ー タ ー	(株)大栄科学精器 製作所	L-8	不織布、繊維製品の水及び洗濯に対する 堅牢度の測定	H. 11
保 温 性 試 験 機	(株)大栄科学精器 製作所	ASTM型 (恒温法)	衣料素材、ふとん、敷物、カーテン、建築 資材類の保温性能を評価する	H. 12
分 光 蛍 光 光 度 計	(株)日立製作所	F-4500	光源 : 150Xeランプ 分光器 : マニカカルリング 900L/m 測定波長範囲 : EX, EM200~730nm 及び0次光 分解 : 1.0nm	H. 12
環 境 総 合 実 験 シ ス テ ム	カトーテック(株)		衣服素材の清涼感による快適性を、熱 を水分の移動に関する特性により、数 値化するシステム	H. 12

Ⅱ 業 務 概 要



1 技術相談及び技術指導

(1) 技術相談

項目	件数	内容
原質調整	588	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	614	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	633	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	105	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	14	蒸気管理、節電
公害防止技術	19	排水処理
計	1,973	

(2) 技術指導

担当部	内容
技術第一部	化粧パフの製造方法及び製造装置の導入 男性用脂取り紙の加工方法及び加工装置の導入 空気清浄機下敷きマットの開発
技術第二部	パーマネント用強サイズ紙の原料処理及び抄造方法 脱臭紙の抄造方法 内添法による顔料染色方法 用水中の無機質及びバクテリアの除去方法 水解性おむつ表面材の開発 抄紙機ワイヤーパート上に発生するフロックの除去方法 湿式不織布を利用した入浴剤の開発 雲龍紙の原料処理方法

2 依頼試験及び設備使用

(1) 依頼試験

年度	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
件数	1,029	1,658	1,197	1,680	2,582	2,258	2,687	2,885	2,281	2,988
手数料(千円)	2,135	2,576	2,165	3,385	6,312	6,841	6,402	6,712	10,113	10,245

(2) 設備使用

年度	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
件数	213	279	225	460	634	672	893	1,040	860	1,021
使用料(千円)	102	149	105	281	488	488	636	848	675	941

3 職員研修及び派遣

研修（派遣）先	期 間	氏 名	内 容
大阪府立産業技術総合研究所	H13.6.11 ～7.6	近森 啓一	紙及び不織布損紙のリサイクル化及び紙布化に伴う撚糸の方法及び設備の習熟に関する研修

4 研修生の受け入れ

氏 名	期 間	内 容	備 考
今村 有宏	4/13～4/13	製紙及び物理試験研修	三和製紙(株)
脇 元彦	〃	〃	〃
沖 浩二	〃	〃	〃
関口 大輔	〃	〃	〃
吉岡 大輔	〃	〃	〃
中村 征和	〃	〃	〃
福島 久幸	4/27～5/2	天平金泥書用の漉造	静岡県歯科医
磯崎 裕子	5/28～10/31	原料処理、手漉き実習、和紙の製作	
水上嘉代子	7/2～7/6	染め型地紙用和紙の製作と分析試験	(財)遠山記念館
熊田亜矢子	7/23～7/24	絹複合不織布の試作と性能の測定	京都女子大学
小松 慶子	〃	〃	〃
高蔵 加奈	〃	〃	〃
松本佳代子	〃	〃	〃
山本 雅代	〃	〃	〃
増田 勝彦	8/20～8/24	真空凍結乾燥をした楮紙の強度試験	昭和女子大学
砂川 真弓	〃		〃
森 香代子	8/20～8/24	マユミ紙の原料加工及び抄紙	(株)岡墨光堂
沢井 昇	11/1～11/9	ガンピと綿の合わせ漉きの研究	たががかりー大学名誉教授
平田 真澄	2/4～2/8	苦参紙の試作	京都造形芸術大学
砂川 真弓	2/4～3/1	漉き返しを中心とした中世料紙の製紙	昭和女子大学

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 H9.6.17	換気扇フィルタ用シート
特許	公開中	公開日 H12.10.17	不織布シート
特許	登録	登録日 H12.12.8	印刷用和紙の製造方法
特許	公開中	公開日 H13.9.26	無機粉体担持不織布シート

6 講師派遣

会名	場所	テーマ	発表者	年月日
平成13年度 物質工学連合部会 第10回木質科学分科会 紙パルプ研究会	鳥取	ヴェトナム歴史文書の紙 質調査報告	遠藤 恭範	H13.10.11
四国紙パルプ 第2回講演会	川之江	спанレース不織布の基 礎	佐々木麻矢	H13.12.6
平成13年度 中小企業技術開発 産学官連携促進事業 成果普及発表会	海老名	高活性光触媒材料の不織 布への担持及び担持シ ートの特性評価	田村 愛理 森澤 純	H14.2.8
技術情報協会セミナー	東京	不織布の機能と用途の最 近の動向	林 幸男	H14.2.28
平成13年度 中小企業技術開発 産学官連携促進事業 成果普及発表会	当センター	高活性光触媒材料の不織 布への担持及び担持シ ートの特性評価	澤村 淳二	H14.3.7

7 開放試験設備利用研修事業

日程	設備名	研修修了者数
H13.10.3	ICP発光分析装置 (Optima 3000)	1名

8 客員研究員招へい事業

客員研究員名	矢井田 修	役職名	京都女子大学家政学部生活造形学科教授
項目	日程	内容	
研究手法及び 職員の資質 の向上 の指針	H13. 7. 23 H13. 7. 24 H13. 9. 5	シルクを用いた健康シートの製造方法及び評価方法について	
	H13. 10. 9	繊維機械の国際情勢について	
	H13. 10. 10	平成12年度共同研究報告のまとめについて	
	H14. 3. 5	平成13年度共同研究のまとめについて	
	H14. 3. 25 H14. 3. 26	平成13年度共同研究成果と平成14年度共同研究計画について	

9 コウチ・アサヒ異業種交流会

開催年月日	事業名等	内容等
H13. 9. 13	平成13年度 第14回通常総会 懇親会	平成12年度事業報告、決算報告、監査報告 平成13年度事業計画案、予算案審議
H13. 9. 26 ～28	国際フロンティア産業 メッセ2001	国際総合産業見本市
H13. 10. 11	カヌー分科会	紙製カヌー製作についての意見交換
H13. 10. 30	平成13年度四国ブ ロック技術・市場 交流プラザ	基調講演「21世紀に勝ち残る環境マーケティングとエコノミーの調和～」 麗澤大学 国際経営学科 教授 大橋照枝
H14. 2. 5 4. 8に変更	工場見学会	フソー化成日高工場の見学
H14. 2. 21	平成13年度技術 ・市場交流プラザ 全国大会	基調講演「今、求められる事業創造の精神 ～変革の時代を生き抜く～」 シダックス株式会社 代表取締役社長 志太勤 分科会(各パネルディスカッション) 第一「ニーズに合ったものづくり」 第二「売るための付加価値づくり」 第三「インターネットで販路開拓」 第四「変革は人材から」 特別講演「時代を革新した人、今革新に挑む人」 作家 童門 冬二

10 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: 40名)

開催日	テーマ	参加数
H13. 4. 26	難燃・防炎性不織布シートの作製⑥-1~2 「難燃PET・シルク複合シートの作製（難燃性保持限界配合比の検討）」	6
H13. 5. 28	技術講習会 テーマ：「最近の展示会に見る不織布の状況」 講師：京都女子大学教授 矢井田 修	10
H13. 6. 28	難燃・防炎性不織布シートの作製⑦ 「難燃PET・シルク(NBF混合)・ネットの複合シートの作製」	7
H13. 9. 27	輸入レーヨンを用いた不織布製造 講習会 「輸入レーヨンとその現状について」	7
H13. 11. 29	WJ処理によるプラスチックネットと不織布の複合シートの作製 「高引張強度を持つシートの作成」	4
計		34

(2) コーター&ラミネーター研究部会(会員数: 23企業41名)

開催日	テーマ	参加数
H13. 4. 12	不織布の難燃加工 市販のサーマルボンド不織布 (PET系) に難燃剤 (リン系化合物、リン酸エステル、ポリエステル系ウレタン樹脂) を各種調整配合し、グラビアコーターで塗工	5
H13. 5. 18	不織布の抗菌剤加工 講習会: 講師 十河氏 和光純薬工業(株)「抗菌剤及び抗菌製品の現状について」 当センターで試作したレーヨン繊維(1.5d×40mm)100%のспанレース不織布に塩化セチルピリジニウムをグラビアコーターで塗工	8
H13. 5. 28	技術講習会 テーマ: IDEA2001に見る製品開発・製造技術の新たな動き 講師: 京都女子大学教授 矢井田 修	10
H13. 7. 26	有機合成バインダーによる酸化チタンの塗工 工科大学の福富教授の指導により合成した有機合成バインダーを用いて、メッシュ状不織布に市販の酸化チタンをグラビアコーターで塗工 (塗工量を数段階に変更)	5
H13. 10. 30	不織布の難燃剤及び顔料塗工 当センターで試作したレーヨン繊維(1.5d×40mm)50%と難燃PET(1.3d×40mm)50%のспанレース不織布にアニオン系難燃剤と原料を調合した液をグラビアコーターで塗工	6
H14. 1. 24	ゾル・ゲル法を用いた酸化チタンの塗工 市販のレーヨン不織布 (坪量約40g/m ²) に多摩化学製高活性酸化チタンをゾル・ゲル法により、グラビアコーターでプライマーコート及びトップコート塗工	6
計		40

(3)多目的抄紙機研究部会(会員数:43名)

開催日	テーマ	等	参加数
H13.4.19	спанレース加工を施したワイパー紙		4
H13.5.28	技術講習会 テーマ:「最近の展示会に見る不織布の状況」 講師:京都女子大学教授 矢井田 修		10
H13.9.20	長繊維を原料としたспанレース加工について		8
H13.10.24	水流交絡不織布(剥離ロールの運転)		1
H13.11.21	水流交絡不織布(極細繊維の使用)		4
H14.2.7	技術講演会 ①テーマ:装幀と料紙 講師:宮内庁書陵部図書課 修補係長 吉野 敏武 ②テーマ:表具と修復用紙について 講師:東北芸術工科大学、半田九清堂 半田 正博		30
H13.2.20	水流交絡不織布(分割繊維の使用)		4
計			61

(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	参加数
H13. 5. 17	土佐茶入り紙の抄造 土入り紙の抄造 年間計画意見交換	5
H13. 6. 27	絹紙の抄造 凝集紙の抄造	10
H13. 8. 30	金箔入り紙の抄造 凝集紙(染色)の抄造	8
H13. 10. 23	壁紙裏紙の抄造 金銀箔入り紙の抄造	6
H14. 2. 7	技術講演会 ①テーマ: 装幀と料紙 講師: 宮内庁書陵部図書課 修補係長 吉野 敏武 ②テーマ: 表具と修復用紙について 講師: 東北芸術工科大学、半田九清堂 半田 正博	30
計		59

Ⅲ 調查研究報告

спанレース不織布の基礎研究

(第7報) 絹複合不織布の基本力学特性と物理的性能

佐々木 麻矢 林 幸男 澤村 淳二 田村 愛理 森澤 純
* 矢井田 修 * 高蔵 加奈 * 松本 佳代子 * 山本 雅代

Study on Spunlace Nonwovens

Physical Properties of composite silk nonwovens (Part 7)

Maya Sasaki Yukio Hayashi Kiyotsugu SAWAMURA Eri TAMURA Jun MORISAWA
* Osamu YAIDA * Kana TAKAKURA * Kayoko MATSUMOTO * Masayo YAMAMOTO

高齢化社会を迎えて、使い勝手が良く、使用者の感性を重視した衛生・医療用製品の開発が強く求められている。本研究では、絹くずや廃棄絹製品を利用した衛生、医療用の絹複合不織布を開発することを目指し、風合いに優れた絹を表面材に用いた複合不織布シートの構造的特徴や感性与密接に関係する力学的特質や通気性、吸水性を評価し比較検討を行った。

その結果、複合不織布の表面層に絹を用いることで、優れた保温性、吸水性が得られることがわかった。またK E S基本力学量の変化に関して、表面が滑らかなシートが得られた。

1. まえがき

спанレース不織布中で繊維はルーズに絡み合った状態であり、強度は他の不織布と比較して小さいものの、その風合いが柔らかいという特徴を持っている。

また、絹は優雅な光沢を有し、風合い、吸湿性、しなやかさに優れた繊維であり、以前は日本の主要製品であったが、最近では養蚕家の激減もあり、日本の生産は少なく、輸入に頼っているのが現状である。絹製品の主要用途は、和装用品、その他の衣類、装飾品などであるが、絹は高価な繊維である為、製糸工程における絹くずや廃棄絹製品のリサイクルユースが要求されている。

本研究では、これらの絹くずや廃棄絹製品を利用して、他の用途に展開できる不織布を製造できるかについて検討した。即ち、絹不織布の医療用シートへの利用を目的として、絹不織布と他の繊維を用いて試作した不織布の細孔径構造と基本的力学特性を測定し、それらを比較検討した。

2. 実験試料及び実験方法

2. 1 試料の作成

2. 1. 1 原材料

シルク繊維	約 2d×51mm
レーヨン繊維	2d×51mm
アクリル繊維	2d×38mm
ポリエステル繊維	2d×51mm
NBF繊維	2d×51mm

2. 1. 2 シルク複合不織布の作製

不織布の塗工層がメッシュ状であると、接着剤が浸透し硬化しても板状にならず、柔軟性の保持が期待できる。そこで、あらかじめメッシュ状不織布に機能性材料を塗工しておき、その後WJ処理により表面不織布を両面に積層する方法で多積層複合不織布を試作した。

複合不織布の試作条件を図1、および表1に示す。

今回の実験では7種類の不織布及びウェブを基材として用いた。作製したシルク複合不織布はポリエステル繊維を表面材に用いた試料(表1の表面層B)と比較した。

①メッシュ状不織布の作成

レーヨン繊維を多目的不織布製造装置の2基のカード機A,Bに投入し、目付45g/m²のウェブを作製した。これをWJ処理により交絡させ、120℃

で乾燥した。

メッシュの穴径は、機能性材料を塗工しても接着剤で塞がれない程度に大きく、また、柔軟な曲げ特性、剪断特性を保つため均一であることが望ましい。

②機能性材料の塗工

機能性材料としては、砥粒 (SiO_2 -26%、 Al_2O_3 -41%、 Fe_2O_3 -7%、 TiO_2 -22%の化学組成からなる) 及び、バインダーとして溶剤型ウレタン樹脂系接着剤 (タケラック A971) を用い、硬化剤はそれに対応したタケネート A-3 (イソシアネート成分) を使用した。

機能性材料、バインダー及び硬化剤を含む塗工液を調製し、テストコーター&ラミネーターを用いて、グラビアコーター法で①で作製したメッシュ状不織布に機能性材料を塗工し、110°Cで乾燥硬化させた。塗工量は60~160g/m²であった。

③表面不織布 (表側) の作製

表面層を構成する繊維は、通気性や吸水性を考慮し、肌触りの良い天然繊維であるシルクを主体として作った。

シルク繊維を多目的不織布製造装置の2基のカード機 A,B に投入し、目付 30g/m²のウェブを作製した。これをWJ処理により交絡させ、乾燥した。

④表面不織布 (裏側) の積層

③と同様に目付 30g/m²のシルク繊維ウェブを作製した。これを②で塗工したメッシュ状不織布上に積層し、WJで交絡させた後、120°Cで乾燥させた。

⑤表面不織布、吸水層及びメッシュ状不織布の積層

③で作製した表面不織布と④で作製した不織布の塗工メッシュ面の上にレーヨン繊維 50%、アクリル繊維 50%、目付 45g/m²のウェブを挿入し、WJ処理により積層させた後 145°Cで乾燥した。

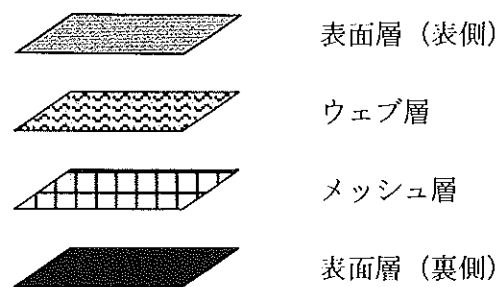


図1 複合不織布の構成

表1 複合不織布用素材

各層の名称		繊維組成 (配合率)	目付 (g/m ²)	備考
表面層	A	シルク 約 2d×51mm(100%)	30	
	B	PET 2d×51mm(70%) NBF 2d×51mm(30%)		
ウェブ層	A	レーヨン 2d×51mm(50%) アクリル 2d×38mm(50%)	45	
	B	レーヨン 2d×51mm(100%)		
メッシュ層 (10メッシュ)	A	レーヨン 2d×51mm(100%)	45	未塗工
	B	レーヨン 2d×51mm(100%)		塗工
	C	レーヨン 2d×51mm(100%)		塗工+硬化剤

2. 2 測定機器および測定条件

2. 2. 1 風合い物理特性測定試験

KES-FBシステム (カトーテック(株)製) により、不織布の基本力学量の測定を系統的に行っ

た。

①曲げ試験 (KES-FB2)

曲率 $K = -2.5 \sim +2.5 \text{ cm}^{-1}$ の範囲で、等速度曲率の純曲げを行う。変形速度は $0.5 \text{ cm}^{-1}/\text{sec}$ である。

特性値は次のように定義される。

- B : 単位長さ当たりの曲げ剛性
2HB : 曲げヒステリシス

②剪断試験 (KES-FB1)

ストリップ二軸引張変形方式で不織布に引張方向の力 W を与え、この状態から横方向に剪断変形を与える。剪断ずり速度は $0.5^\circ/\text{sec}$ で、 W は $10\text{gf}/\text{cm}$ である。

特性値は次のように定義される。

- G : 剪断剛性 ($\text{gf}/\text{cm} \cdot \text{degree}$)
(単位幅当たりの剪断力/剪断角 degree)
2HG : 剪断角 0.5° におけるヒステリシス
2HG5 : 剪断角 5° におけるヒステリシス

③圧縮試験 (KES-FB3)

面積 2 cm^2 の円形平面を持つ剛板間で圧縮する。特性値は次のように定義される。

- LC : 圧縮特性の線形性
WC : 圧縮仕事量
RC : 圧縮レジリエンス

④表面試験 (KES-FB4)

平滑な金属平面上に試料を置き、 $0.1 \text{ cm}/\text{sec}$ の一定速度で水平に 2 cm 移動させる。試料には、 $20\text{gf}/\text{cm}$ (単位幅当たりの力) の一軸張力が与えられる。

特性値は次のように定義される。

- MIU : 平均摩擦係数
MMD : 摩擦係数 μ の平均偏差
SMD : 表面粗さ

ここで μ は摩擦係数/試料を圧する力である。

2. 2. 2 引張試験

試験は恒温室 ($20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $65 \pm 2\% \text{RH}$) 中で行い、引張試験機 (ストログラフ V1-C) を使用した。

各試料布から幅 2.5 cm × 長さ 20 cm の布を長さ (タテ) 方向、幅 (ヨコ) 方向にそれぞれ 3 枚ずつランダムに採取し、試験長 10 cm の位置をチェ

ックして引張試験機にかけた。引張速度は $100 \text{ mm}/\text{min}$ とし、荷重—伸長曲線を自動記録させ、伸度、応力を求めた。

結果は各 3 回ずつの測定値の平均値で示した。

2. 2. 3 吸水性試験

吸水性試験はラローズ法で行った。

今回の実験では、各々の試料を 3 回ずつ測定し、平均値をとった。荷重は、ラローズ法で定められている $17 \text{ g}/\text{cm}^2$ を用いた。

2. 2. 4 細孔径分布の測定

細孔径分布の測定には、多孔質材料自動細孔測定システムを用いた。

この試験では、平均細孔径 (Average Diameter)、最大細孔径 (Bubble Point Diameter)、累積流量曲線 (Cum. FF)、細孔径分布 (Pore Dist.) を求め、各不織布の細孔径分布を比較した。

測定機器 : 多孔質材料自動細孔測定システム
(Porous Materials Inc. 製造)

測定液 : フロリナート (不活性液体) FC-40
 $16 \text{ dynes}/\text{cm}$ (住友スリーエム株式会社)

測定方法 : 細孔径分布測定 Wet up-Dry up 方式

測定サンプル径 : 21 mm

2. 2. 5 通気性試験

通気性の測定は通気性試験機 (KES-F8-AP1) を用いて行った。

特性値は、次のように定義される。

$$C = 1 / R$$

ここで、

C : 通気度 ($\text{m}/\text{pa} \cdot \text{s}$)

R : 通気抵抗 ($\text{pa} \cdot \text{s}/\text{m}$) とする。

3. 結果

3. 1 表面層の違いによる影響

表面層にシルク繊維を用いた場合とポリエステル繊維を用いた場合について、複合不織布の特性にどのような違いが現れるかを検討した。

3. 1. 1 KES 特性値に及ぼす影響

① 曲げ特性に及ぼす影響

曲げ剛性B値、曲げヒステリシス2HB値は共に増加した。表面材にシルク繊維を用いることにより、曲げ硬く、また回復性が低下する結果となった。

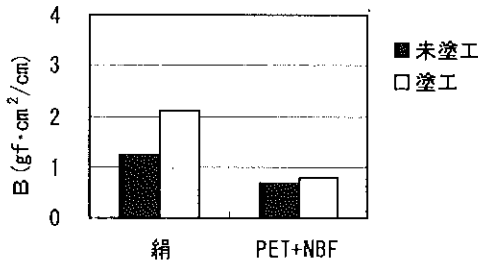


図2 曲げ剛性に及ぼす影響

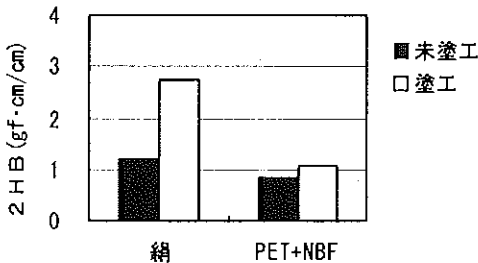


図3 曲げヒステリシスに及ぼす影響

② 剪断断特性に及ぼす影響

剪断剛性G値、および剪断ヒステリシス2HG値、2HG5値は表面材にシルクを用いることで減少した。昔から絹織物は剪断変形しやすく、回復性・弾力感に富んでいると言われていたが、この絹のもつ性質が不織布においても表れている。

特に2HG5値においては硬化剤の有無による影響が大きい。これは硬化剤を入れたことにより、ウェブ中の繊維同士が接着し固められてしまい、大きな剪断変形では剪断座屈を起こしてしまうと予想される。

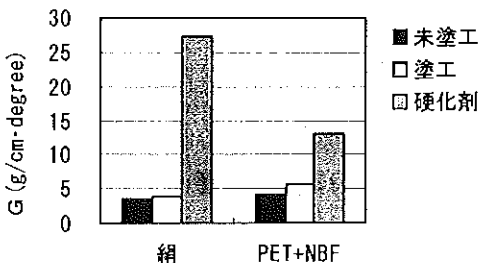


図4 剪断剛性に及ぼす影響

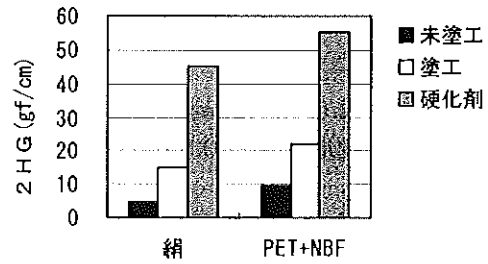


図5 剪断ヒステリシスに及ぼす影響 (2HG値)

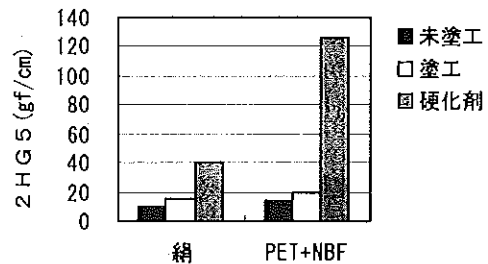


図6 剪断ヒステリシスに及ぼす影響 (2HG5値)

③ 圧縮特性に及ぼす影響

圧縮仕事量WC値はシルク繊維を用いることで減少したが、圧縮線形性LC値、および圧縮回復率RC値は増大した。

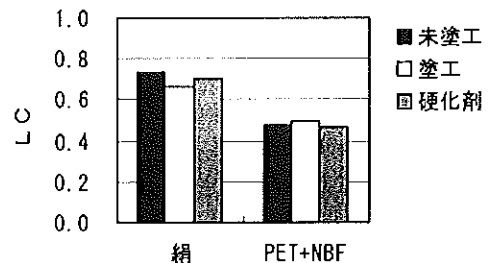


図7 圧縮線形性に及ぼす影響

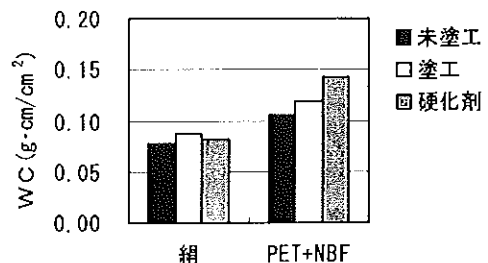


図8 圧縮仕事量に及ぼす影響

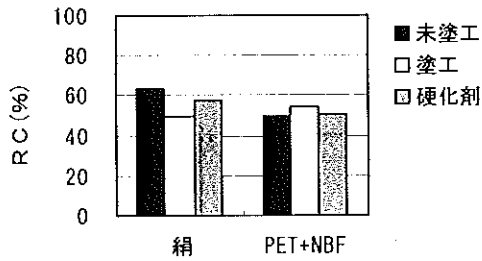


図9 圧縮回復率に及ぼす影響

④表面特性に及ぼす影響

摩擦係数の平均偏差MMD値については表面材の違いによる差異はほとんど見られなかったが、摩擦係数MIU値、表面粗さを表すSMD値はシルク繊維を用いることで共に減少した。

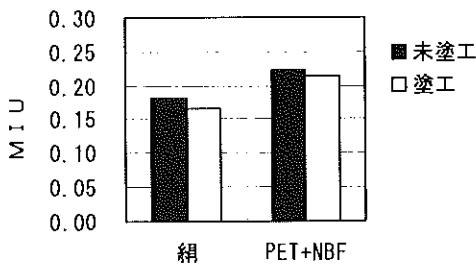


図10 摩擦係数に及ぼす影響

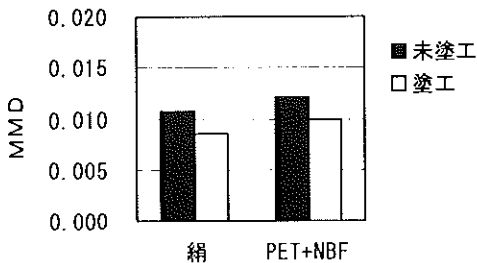


図11 摩擦係数の平均偏差に及ぼす影響

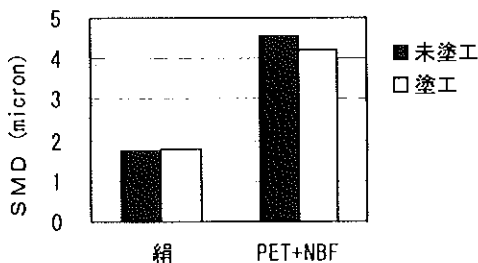


図12 表面粗さに及ぼす影響

3. 1. 1 引張特性に及ぼす影響

切断荷重については表面材の違いによる差がほとんど認められなかった。これは砥粒塗工を施した場合、さらに硬化剤を加えた場合でも同様の

傾向を示す。

伸び率については表面材にシルク繊維を用いることでタテ、ヨコ共に減少した。ただし、硬化剤を加えた場合だけは表面材の違いにかかわらずほとんど伸びることが無かった。これは、硬化剤の粒子がWEBの中に入り込んでしまう為に引き起こされた現象と考えられる。

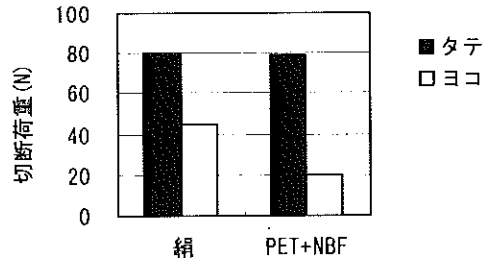


図13 切断荷重に及ぼす影響(未塗工)

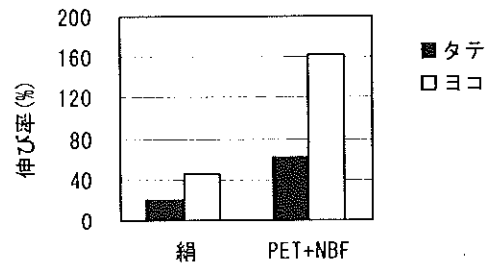


図14 切断伸びに及ぼす影響(未塗工)

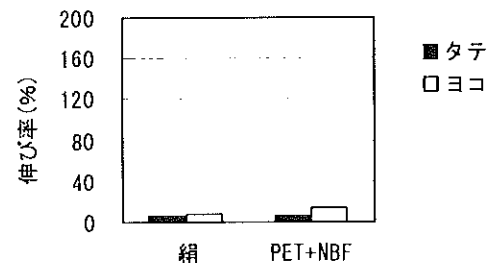


図15 切断伸びに及ぼす影響(硬化剤あり)

3. 1. 2 吸水性に及ぼす影響

吸収しきれなかった水分が不織布の表面に残っていると、肌が触れた時に不快感が生じる。シルク繊維はポリエステル繊維と比較して吸水速度や飽和吸水量に優れているので、表面材をシルク繊維に変えることにより短時間で多くの水分を吸収できる。

吸水速度については、人の汗は急激に量が増加するわけではなくじわじわと増加する為、急速に吸水する必要性はないもののある程度の速度は必要と考えられる。

未塗工の試料について比較した場合、シルク表

面材はポリエステル表面材に比べ 70 倍の吸水性を示した。

砥粒を塗工した場合、硬化剤を施した場合でも未塗工のものと同様の傾向を示すが、吸水速度や飽和吸水量は減少する。これは、加工材料のウレタン系樹脂やイソシアネート成分に撥水性があることに加え、塗工により空隙が減った為と考えられる。

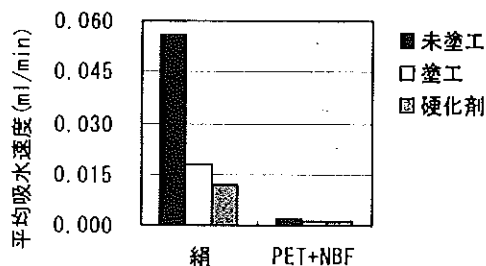


図 16 平均吸水速度に及ぼす影響

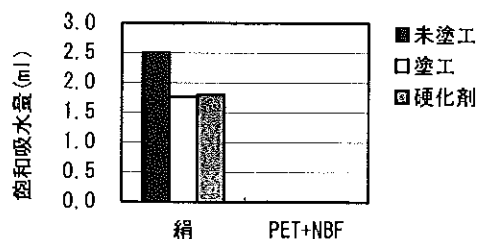


図 17 飽和吸水量に及ぼす影響

3. 1. 3 細孔径分布に及ぼす影響

シルク表面材の場合は密度が高くきめ細かい細孔が多数あり、それが表面特性や吸水性、保温性などに影響を及ぼしていると考えられる。

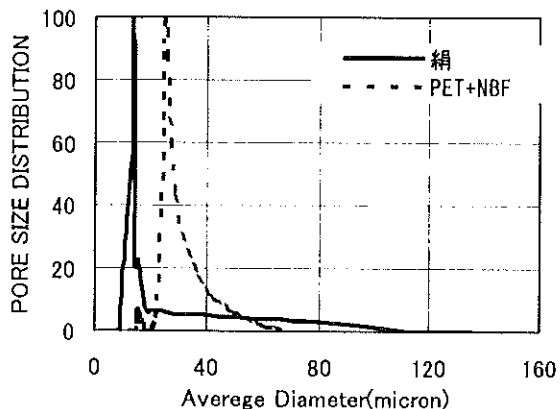


図 18 細孔径分布に及ぼす影響(未塗工)

3. 1. 5 通気性に及ぼす影響

表面層をシルクに変えることで、通気抵抗は増し、保温性がより高くなった。

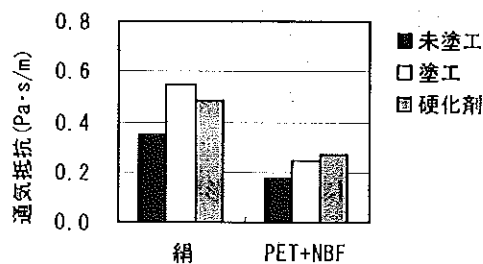


図 19 通気性に及ぼす影響

3. 2 目付の違いによる影響

目付けの違いが複合不織布の特性に及ぼす影響については、引張特性、吸水性、通気性等の力学特性、また細孔径分布や KES のどの項目においても大きな差は認められなかった。

4. 結論および考察

本報告では、絹繊維を不織布の表面部材とする多機能複合不織布を開発すると共に、手触りが良く、吸水性、通気性に優れた柔らかい不織布シートを製造する為の最適条件を調べることを目的とし、多面構造の不織布を試作した上で、その構造と力学的性質の関係を調べた。

医療、衛生用途を目的とする複合不織布構造の最適条件の確立に有効と思われる結果は以下の通りである。

表面層をシルク繊維に変える事により、手触りが良くなり、表面が滑らくなった。

表面層にシルク繊維を採用することでポリエステル繊維の場合よりも吸水量が増加した。また細孔径分布についてもほとんど影響がない事が明らかになった。

砥粒を塗工することによって、表面層にシルク繊維を用いたものは遠赤外線効果と共に、通気抵抗が高く、優れた保温性が得られた。

<参考文献>

- 1) 林 幸男 池 典泰 澤村 淳二 森澤 純
近森 麻矢:「紙産業技術センター報告」, VOL.
6, p25~37 (2001)
- 2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 管理
法人:「多積層機能材料の開発(健康シート
の開発)」成果報告書(2000)
- 3) 城島栄一郎 矢井田修 中島照夫 共著:「基
礎からの被服材料学」文教出版

光触媒酸化チタンの安定な付加方法の検討 及びその機能性シートの開発

林 幸男 澤村 淳二 田村 愛理 森澤 純 佐々木 麻矢

Yukio HAYASHI Kiyotsugu SAWAMURA Eri TAMURA
Jun MORISAWA Maya SASAKI

1 まえがき

光触媒酸化チタンの紙、不織布への利用研究は、多くの企業や大学等で研究されはじめているが、安定な付加、付加後の機能低下及び処理能力設計が充分でないなど、実際の商品はまだほとんど出回っていないのが現状である。

しかし、有機物素材である紙、不織布などは日常生活のあらゆる分野で利用されており、その用途の多様さにより、開発後の市場性は大きいと考えられる。

また、神奈川県産業技術総合研究所では、市販材料に比べ数倍の分解能力を有する二酸化チタン系光触媒材料を開発し、これを利用した空気清浄機用光触媒フィルターの性能評価を行っている。

そこで、本研究は国庫補助事業を導入し、当センターと神奈川県産業技術総合研究所の共同研究により、神奈川県産業技術総合研究所で開発された高活性光触媒材料酸化チタンを主に空気浄化用フィルターへ応用するため、酸化チタンの光触媒機能をできる限り損なわずに不織布へ担持させる研究とその担持シートの特性評価を行ったので報告する。

2 実験方法

2.1 高活性光触媒材料の不織布への担持

神奈川県産業技術総合研究所で開発され、多摩化学工業株式会社で製品化された酸化チタンを市販のメッシュ状不織布(目付約40g/m²、25メッシュ)に塗工した。

塗工方法としては、シリカゾル・ゲル法及

び有機合成バインダー法を用い、プラントによる塗工は、センター設置のコーター&ラミネーターによりグラビアコーター法で行った。

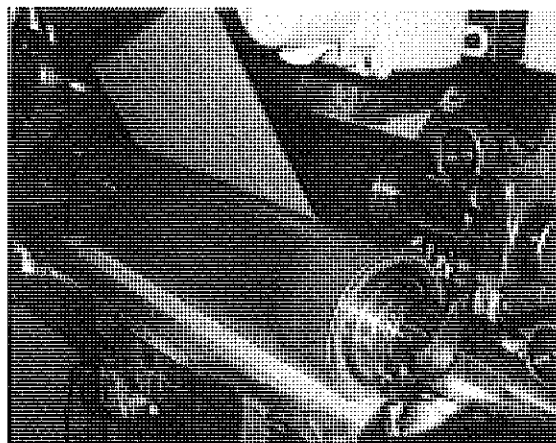


写真1 グラビアコーター法による塗工

2.2 担持シートの特性評価

担持シートの特性評価としては、空気清浄機製造企業によるフィルター特性評価としてのアセトアルデヒド分解性能測定と当センターでの簡易試験装置によるアセトアルデヒド分解性能測定を行った。

2.2.1 空気清浄機製造企業によるアセトアルデヒド分解性能測定

アセトアルデヒド分解性能測定を行った試験シートの仕様を表1に示す。

No.1、No.2及びNo.3は当センターで試作したシートで、比較試料として市販のN社及びI社製の光触媒フィルターについても同様の試験を行った。

表1 試験シートの仕様

試料名	No.1	No.2	No.3	N社	I社
シートの形態	メッシュ状 不織布 フィルター	メッシュ状 不織布 フィルター	メッシュ状 不織布 フィルター	ガラス繊維 フィルター (フッ素樹脂)	ペーパー フィルター (ハニカム)
有効フィルター 面積(m ²)	0.085	0.085	0.085	0.127	0.042
担持剤	シリカ ゾル・ゲル	シリカ ゾル・ゲル	有機合成 バインダー	熱分解なし 焼結	澱粉糊
酸化チタン 担持量(g/m ²)	12.7	5.8	13.8	10	-

2.2.2 簡易試験装置によるアセトアルデヒド分解性能測定

当センターでの簡易試験装置によるアセトアルデヒド分解性能測定は、容量約30リットルのデシケータ中に試料を置き、アセトアルデヒドの気体を注入し、循環ファンで気相を均一化させながらブラックライトで試料に紫外線を照射して、経過時間ごとに検知管法でアセトアルデヒド濃度を測定した。

3 結果及び考察

3.1 担持剤の比較

酸化チタンの担持量を比較すると、ゾル・ゲル法では2~6 g/m²担持されたのに対し、有機合成バインダー法では13~108 g/m²担持され、有機合成バインダーを担持剤として使用の方が大量の酸化チタンを担持できることが明らかとなった。

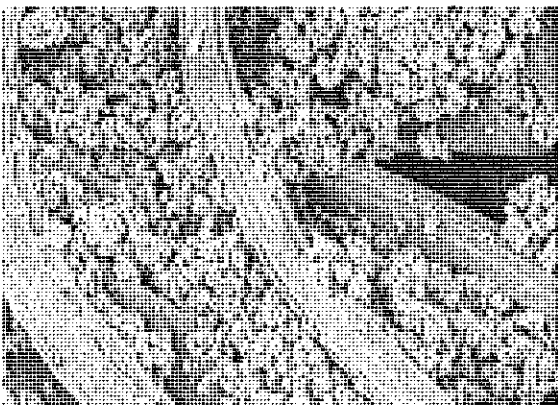


写真2 有機合成バインダー法による担持シートの電子顕微鏡写真

3.2 空気清浄機製造企業によるアセトアルデヒド分解性能測定結果

空気清浄機製造企業によるアセトアルデヒド分解性能測定結果を図1に示す。

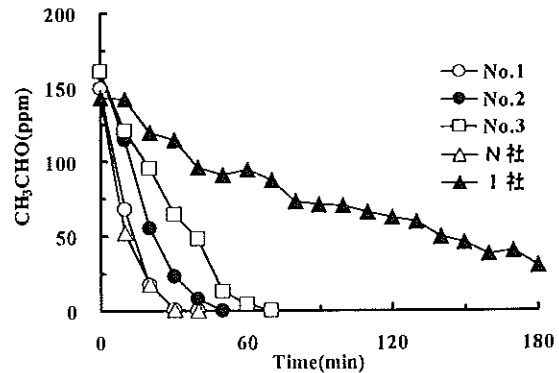


図1 アセトアルデヒド分解試験結果

No.1シート及びNo.2シートはゾル・ゲル法で試作したが、No.1シートは、市販のN社製酸化チタン担持フィルターとほぼ同等の分解性能を示した。

また、有機合成バインダー法で試作したNo.3シートは、ゾル・ゲル法のシートと比べると若干性能は劣るが、市販のI社製フィルターよりかなり良い性能を示した。

3.3 簡易試験装置によるアセトアルデヒド分解性能測定結果

3.3.1 高活性光触媒材料のアセトアルデヒド分解試験結果

高活性光触媒材料のアセトアルデヒド分解試験結果を図2に示す。

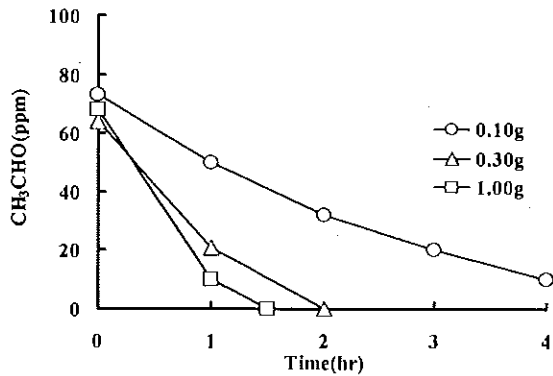


図2 アセトアルデヒド分解試験結果

高活性光触媒材料の量を0.10、0.30、1.0 gと変化させて試験を行い、量による分解性能の差を比較した結果、高活性光触媒材料の量が多いほどアセトアルデヒド濃度が0に達するまでの分解時間が短く、分解効果は量に依存していることが分かった。

しかしながら、0.30 gと1.0 gでは分解時間に大きな差がないことから、実用化のためには最適担持量を求める必要がある。

3.3.2 酸化チタンと有機合成バインダーの配合比による分解性能への影響

酸化チタンと有機合成バインダーの配合比による分解性能への影響を図3に示す。

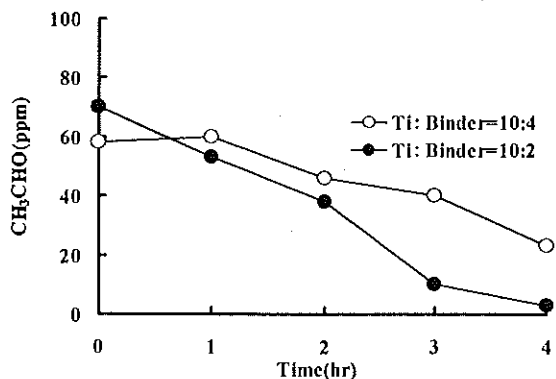


図3 アセトアルデヒド分解試験結果

配合比が10:4よりも10:2の方、つまり有機合成バインダーの配合割合が少ないシートの方が分解性能が良い結果が得られた。

このことは、有機合成バインダーの量が多すぎるとかえって酸化チタンの表面を覆ってしまい、酸化チタンの有効面積が少なくなってしまうためと考えられる。

3.3.3 酸化チタンの担持量による分解性能への影響

酸化チタンの担持量による分解性能への影響を図4に示す。

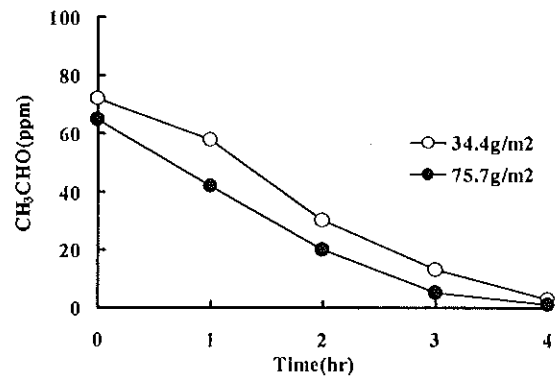


図4 アセトアルデヒド分解試験結果

担持量が1 m²当たり34.4 gのシートと75.7 gのシートを比較すると、担持量の多いシートの方が若干分解性能が良いが顕著な差は認められなかった。

このことから、分解性能は酸化チタンの担持量よりもバインダーの配合比への依存が大きいと考えられる。

3.3.4 再生処理による分解性能への影響

再生処理による分解性能への影響を図5に示す。

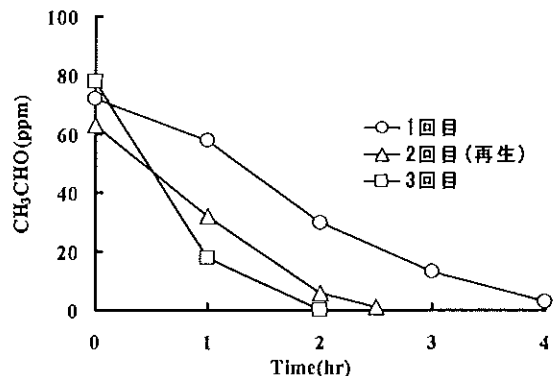


図5 アセトアルデヒド分解試験結果

一度アセトアルデヒド分解試験に供したシートを105℃で12時間加熱してシート表面に吸着された有機物を除去(再生処理)し、再度分解試験に供した結果、分解性能の向上が見られた。

しかしながら、2回目の分解試験に供したシートを今度は再生処理せずに3回目の分解試験に供した結果、2回目と3回目は分解性能に差がほとんどないことから、2回目に見られた分解性能の向上は再生処理による効果ではなく、1回目の試験時の紫外線照射により有機合成バインダーが光触媒機能による破壊を受け、酸化チタンの有効面積が増加したためと考えられる。

3.3.5 紫外線照射処理による分解性能への影響

紫外線照射処理による分解性能への影響を図6に示す。

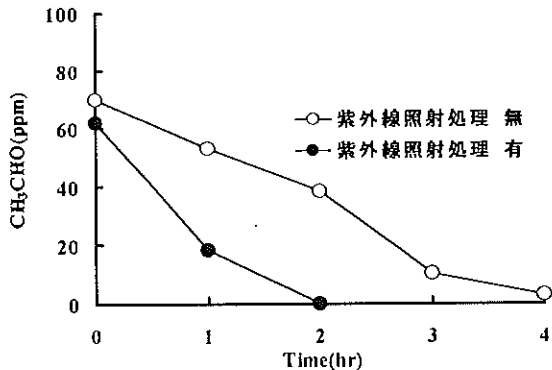


図6 アセトアルデヒド分解試験結果

ブラックライトで20時間紫外線を照射したシートと紫外線を照射していないシートの分解性能を比較した結果、紫外線照射処理を行ったシートは大幅な分解性能の向上が認められた。

3.3.6 紫外線照射処理シートの繰り返し分解試験結果

紫外線照射処理シートの繰り返し分解試験結果を図7に示す。

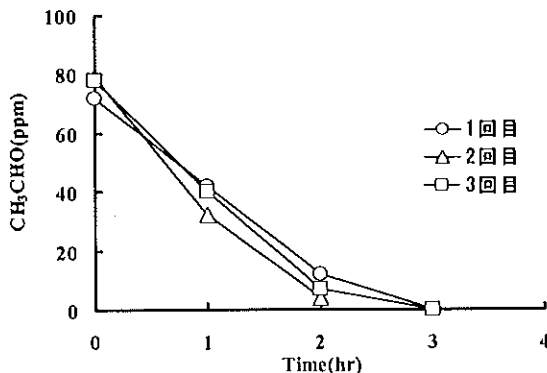


図7 アセトアルデヒド分解試験結果

紫外線照射処理を行ったシートを用いて3回の繰り返し分解試験を行った結果、分解性能は維持された。

このことから、有機合成バインダー法による試作シートは、紫外線照射処理を行うことにより、アセトアルデヒド分解性能を向上させることが明らかとなった。

3.3.7 試作シートと市販フィルターの分解性能の比較

試作シートと市販フィルターの分解性能の比較を図8に示す。

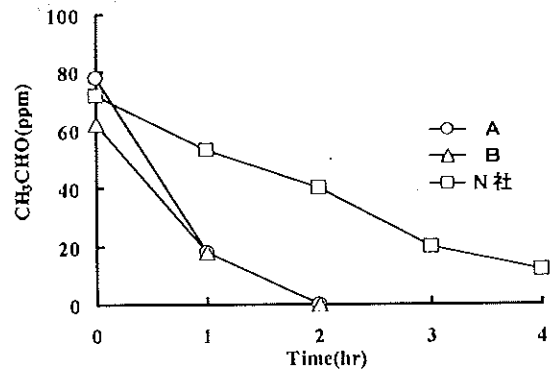


図8 アセトアルデヒド分解試験結果

試作シート中で最も優れたアセトアルデヒド分解性能を示した試作シートに紫外線照射処理を施したA及びBシートと空気清浄機製造企業によるアセトアルデヒド分解性能測定試験で最も優れたアセトアルデヒド分解性能を示したN社製酸化チタン担持フィルターの分解性能を比較した結果、試作シートの方が約2倍の優れた分解性能を示した。

3.4 アセトアルデヒド分解性能による単価の比較

市販フィルター中最も分解性能が良かったN社製酸化チタン担持フィルターの市販価格約5,000円/m²に比べ、ほぼ同程度の分解性能を示す試作シートでは、シリカゾル・ゲル法(酸化チタン担持量: 5 g/m²)が約590円/m²、有機合成バインダー法(酸化チタン担持量: 3.5 g/m²)が約640円/m²となり、試作シートの方がかなり安価であることが分かった。

4 まとめ

シリカゾル・ゲル法を用いて市販フィルターと同等レベルのアセトアルデヒド分解性能をもつシートを試作することができた。

有機合成バインダーを用いて市販フィルターよりもアセトアルデヒド分解性能の良いシートを試作することができた。

有機合成バインダーを用いて試作したシートは、シートの前処理(紫外線照射処理)を行うことにより、アセトアルデヒド分解性能の向上が見られた。

紙・不織布のリサイクル製品及び紙布の開発

高知県立紙産業技術センター 近森啓一 大川昭典 松本 博
江渕栄貴 関 正純 遠藤恭範

The development of making recycle nonwovens and paper textiles

Keiichi Chikanori, Akinori Ookawa, Hiromu Matsumoto,
Eikan Ebuchi, Masazumi Seki and Yasunori Endo
Kochi Prefectural Paper Technology Center

In the process of paper manufacture, we produce a lot of trimmings, which is called industrial wastes. They were originally the part of the paper. When we cut off on both sides of paper, it turns from the part of the paper to the brokes. If those broke are made from paper, it is easy to recycle by dispersing into the water again and reusing as the material of the new paper. But if they are made from the nonwovens, it is difficult to recycle. Because nonwovens are made of thermoplastic fibers, which are insoluble in the water. So they are disposed as industrial wastes. It causes the cost problem of disposition for a place of paper production. It is the reason we examine the way of recycling of nonwoven fabrics. One way of recycling is that we twist the both sides of nonwovens and remake them into strings or threads.

On the other hand, the paper textile which are made of twisted paper yarn are produced for arts and handicrafts. Recently it starts making use of machine made paper yarn for some kinds of paper material production, such as a mat, a bag, etc. We also examined the productivity of paper textile.

1. はじめに

紙製造の工程においては、紙の両端部分の切り落としなど損紙と言われる製品にならない廃棄物が生じる。一般の紙場合は、この損紙を再び水中に分散し製紙原料として再利用できるが、不織布の場合、熱溶融性の繊維等で接着しているため再利用が困難である。このため、産業廃棄物として処理しているが処理費用の負担が大きくなっており、産地にとって問題となっている。そこで、不織布の両端部分に撚りをかけて、ひもや糸として再利用できないか検討を行った。

また、紙を撚糸した糸から作る紙布については、美術手工芸品として製造されているが、最近では機械を利用して作った紙糸についてもゴザ、鞆等の素材として利用されはじめており、当センターとしても製品化の検討を行った。

2. 撚糸における基本知識

2.1 糸の性質を決める因子

糸を指定するとき使われる表現として、糸の原料、番手(糸の太さ)、撚り方向及び撚り数(又は撚係数)が一般に使われており、いずれも糸の基本性能を示している。

各々の因子を紙糸の場合に当てはめてみると、原料としては、紙の原料、紙幅、厚さ及び密度が当て

はまる(簡易にするため、厚さと密度を坪量(g/m^2)で置き換えても良い)。次に番手であるが、糸長1kmあたりの質量g数で表されるtexがよく用いられている。撚り方向は、S撚りZ撚りの2種類がある。撚り数は一般にm当たりの撚った数のことであるが撚係数を用いた方が撚りの効果を比較しやすい。

撚係数を式1で表す。

$$\text{式1 } a = T \times N^{1/2} \times 10^{-2}$$

a=撚係数

T=撚り数(t/m)

N=番手(tex)

撚係数の場合、数値が同じで有れば撚り角度が同じであるので、番手が異なる糸同士でも撚係数が同じで有れば撚りの効果が同じである。

2.2 製造設備

紙糸の製造設備として、紙を細幅に裁断しロール状に巻き取る装置として導入したスリッターを写真1に示す。

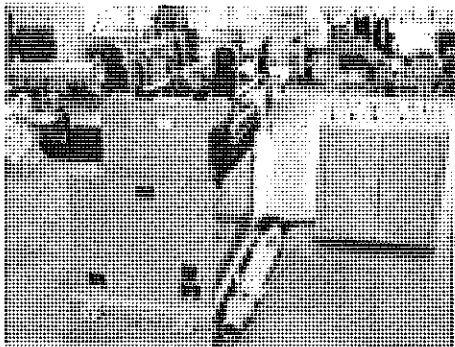


写真 1 スリッター

①スリッター仕様

メーカー：株式会社西村製作所

裁断幅：5mm幅で切断条数70

3mm幅で切断条数100

最大巻き取り速度：120m/min

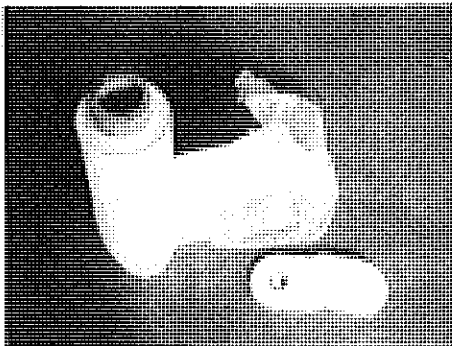


写真 2 原反ロール及び細幅に巻き取ったロール

次に、この紙に撚りをかけて撚糸する装置を写真3に示す。

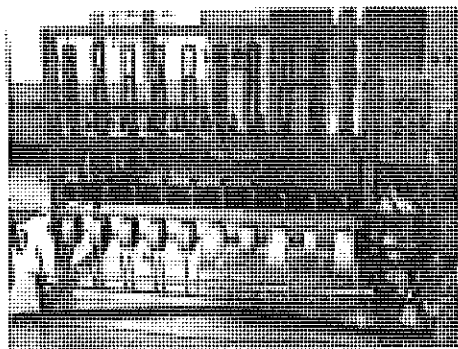


写真 3 撚糸装置

②撚糸装置仕様

メーカー：金生鉄工所

錘数：10

水引の生産に使用されている装置を紙糸製造に流用した。

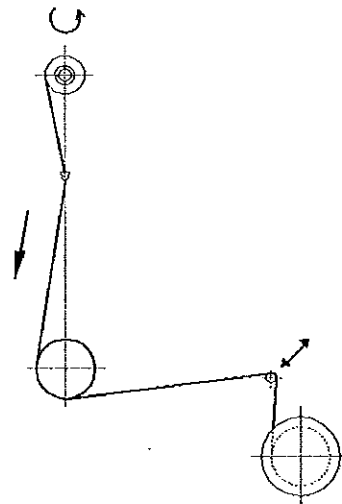


図 1 撚糸装置概念

最上部の紙ロールを回転させることで撚りをかけて、途中の小さいロールで糸を左右に動かし、最下部の巻き取りロールの幅方向に糸を往復させながら巻き取る。

2. 3 試作品の撚りのかかり方

実際に写真1及び3の装置で撚糸した紙糸の断面を写真に撮った。断裁幅は5mmである。



写真 4 雁皮紙糸断面図

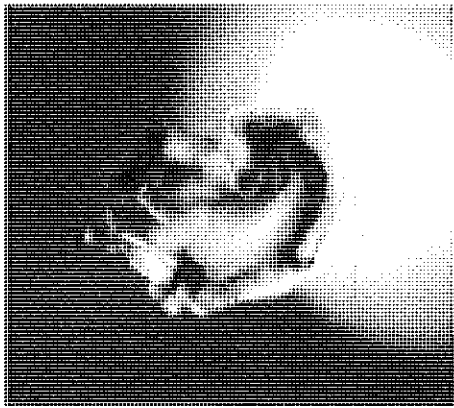


写真 5 三椏紙糸断面図

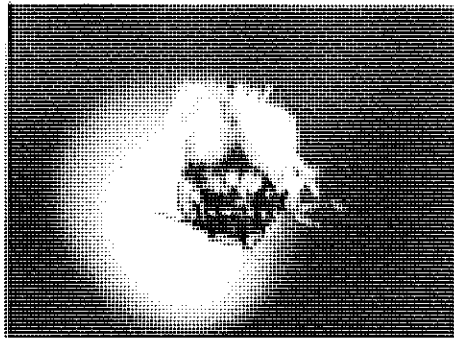


写真 6 楮紙糸断面図

写真4及び5から雁皮や三椏では、紙が折れ重なった後に撚りがかかっているのが伺える。写真6の楮紙では、紙でなく乾式不織布のウェブ状になった楮繊維に撚りがかかっているように見える。実際に、楮紙から作った紙糸は、その雰囲気は通常の糸によく似ている。

3. 湿式不織布損紙部分の撚糸

当センターの撚り機では、細幅のロール紙しか撚糸できないため、大阪府立産業技術総合研究所のリング合撚機（写真7）を用いて撚糸した。



写真 7 リング合撚機

まず、撚糸に当たり、袋詰めになった損紙を取り出すのだが、絡まってうまく取り出せない。この不都合を改善するには、損紙発生時に絡まらないような梱包が必要である。また、損紙の紙幅は5mm以下から25mm程度と変化しており、一定の糸の送りと

撚り数で撚糸する機械による撚糸では、式1から撚糸係数が大幅に変化するため、撚りの効果が一定でない。すなわち、原紙以上に部分強度差が出てくる糸となる。

手作業にて、絡みを取り、紙幅が似た部分に分け、撚糸して作ったサンプルを写真8に示す。撚糸条件は、送り速度7.7m/min、撚り数90回/mである。

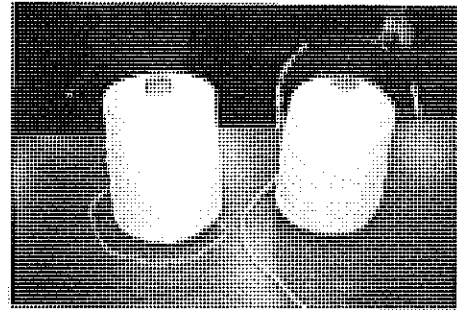


写真 8 不織布損紙から作った糸

4. 紙布製品の基本的性能

4. 1 紙の厚さによる撚糸効果の違い

撚糸条件として、紙幅5mm、送り速度7.7m/min、撚り数239回/mで撚糸したものについて、引張強さ試験を行った結果を表1に示す。なお、結束繊維のふり分けの難しい楮においては、撚糸時に結束繊維部が機械に詰まるなどのトラブルの発生があった。

表 1 紙糸の引張強さ

	雁皮 A	雁皮 B	三椏 A	三椏 B	楮A	楮B
引張強さ N	11.2	12.4	12.1	6.4	13.4	8.9
伸び率%	5.3	7.1	10.7	6.8	11.6	10.2

紙自体の引張試験の結果は表2のとおりであった。

表 2 紙の引張強さ

	雁皮 A	雁皮 B	三椏 A	三椏 B	楮A	楮B
引張強さ N	18.7	15.6	16.0	4.2	6.8	6.3
伸び率%	2.6	2.5	2.9	2.1	2.2	2.0

続いて、表1の結果を表2の結果で除算した比率を表3に示した。

表 3 表 2 の結果に対する表 1 の倍率

	雁皮	雁皮	三椏	三椏	楮 A	楮 B
	A	B	A	B		
引張強さの比率	60.1	79.7	76.0	149.9	196.2	140.4
伸び率の比率	206.6	282.5	374.0	316.4	531.0	523.1

三椏 A と B の比較から紙自体の引張強度が高い、すなわち厚い紙は、燃系しても引張強度が低下し燃系による摩擦強度の発生が見られない、薄い紙は燃系の効果が現れ引張強度が高くなるようである。雁皮は A B とともに前者の方に分類されるものと思われる。楮については、繊維自体が長く、紙そのものが低密度のため燃系の効果が現れやすいようだ。

以上のことから、燃系による引張強度の増加をはかるには薄い紙が有効であることが解った。

4. 2 紙布製品の試作

雁皮、三椏、楮、マニラ麻から試作したものを写真 9 に示す。

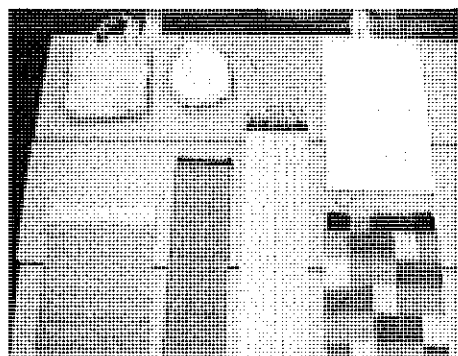


写真 9 紙布試作品

雁皮、三椏、マニラ麻から作ったものは紙の風合いを残している。

試作を通じて、マニラ麻など燃りをかけても柔軟性の少ない紙系は燃り方向による影響を受けにくいことが解った。

5. ま と め

不織布損紙は幅変化が激しいため、燃係数が変化し、一定の品質を持った系にならず、利用は困難である。しかし、燃り戻しが実用上問題ない程度に収り燃系できることが解った。そこで、きちんと裁断した不織布について、吸着剤などを漉き込み機能性を持たせることで、不織布による紙布の製品開発が可能と考える。

紙布については、一般に知られている、密度が低く軽いこと、堅さがあること、燃系の条件によっては洗濯可能である、といった特徴を活かし、さらに、

今回の実験の条件から紙の風合いを残した製品の製造が可能である。

謝 辞

当研究は、国の中小企業経営革新支援対策費等補助金により実施することができました。

研究を進めるにあたり、大阪府立産業技術総合研究所の大家治男氏、石倉信作氏、山本貴則氏には、設備の使用、種々の資料、さらには鞆 2 点の試作品提供やご助言をいただくことができました。愛媛県繊維蚕業試験場の結田清文氏には設備の使用、種々の資料やご助言をいただくことができました。ここにお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 日本繊維機械学会：繊維工学(Ⅲ)糸の製造・性能及び物性、P302～322(1987)

紙の劣化に関する研究（第2報）

関 正純、大川 昭典、松本 博、江淵 栄貫、近森 啓一、遠藤 恭範

Study on Paper Degradation (Part 2)

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

1 まえがき

前回までに、紙の劣化指標としては乾時引張強度や乾時裂断長はあまり適切ではないとする報告をした。また、湿時引張強さについても、紙の成熟度等も考慮するべきである。引張強さについては伸度等別の試験結果も含めた上で検討をし総合的な検討すべきであると報告した。

一方、引張強さは、試料が大量に必要な欠点があり、また、横の測定が必ずしも出来ない場合があるが、紙の劣化指標として比較的信頼できるのではないかとした。

この劣化試験法が時間がかかりすぎる欠点があることも報告した。

今回は、物性試験の中で、紙の耐折強さや紙のPHについて劣化指標として適切であるか報告する。また、試料について添料の歩留まりについても報告したい。

2 試料抄紙及び物性試験方法

2.1 抄紙試料について

前回同様、劣化処理を行う当所抄紙試料については、針葉樹のパルプ（NBKP）を使用し、添料は炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、酸化チタン、タルクとし添加量は対パルプ比とした。サイズ剤はアルキルケテンダイマー系サイズ剤、ロジン系中性サイズ剤に硫酸バンドを定着剤としたものを使用した。

2.2 抄紙方法について

試料の抄紙についても前回同様、当所の小型ラボ抄紙機を用い、円網を使用した。小型ラボ抄紙機専用の小型チェストにパルプを投

入し、添料、製紙薬剤の順で投入、攪拌機とポンプで混合した。抄紙速度を約12m/分に設定し、ドライヤー温度は105℃で行った。

2.3 恒温恒湿処理

恒温恒湿処理用試料については、当所試作の10種に加え、中性紙として一般市販されているもの2種と、比較対照となるであろう低級の模造紙を加え、計13種とした。恒温恒湿処理についてはタバイ製恒温恒湿器PR-3GMを使用し、30℃80%RHと80℃30%RHを10時間ごとに変化させた。この機種は温度優先であり、温度設定が±2℃以内で湿度調整が始まる設定になっている。処理時間は500時間、1000時間、1500時間、2000時間、3000時間、4000時間とし、取り出した試料は一度、20℃50%RH以下の雰囲気中に2時間以上放置し、その後、恒温恒湿室に一昼夜以上放置した後、試験に供した。

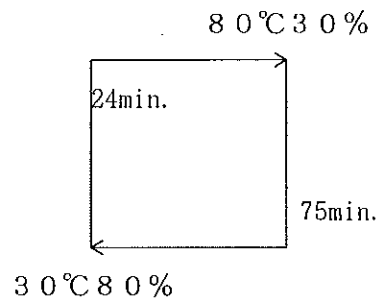


図1 処理条件

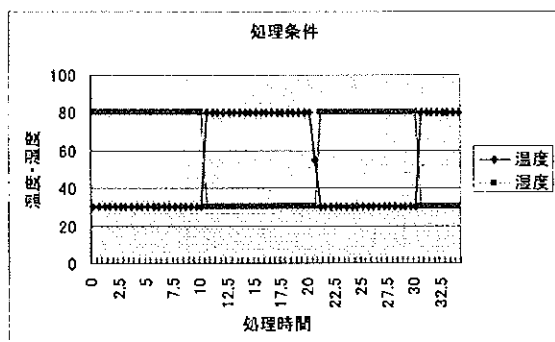


図2 温度湿度処理

2.4 物理試験方法について

坪量、密度、耐折度、紙のpHについてはJISに従った。灰分試験については、JISに準拠したが、灰化温度を炭酸ガス減少に考慮し、450℃とした。

3 試料、物理試験結果及び考察

3.1 試料について

紙の劣化処理に供した、全試料について、表1に示した。

表1 試料番号	
NO. 1	ブランク
NO. 2	炭酸カルシウム 0.1%
NO. 3	炭酸カルシウム 1%
NO. 4	炭酸マグネシウム 0.1%
NO. 5	炭酸マグネシウム 1%
NO. 6	酸化チタン 0.1%
NO. 7	酸化チタン 1%
NO. 8	タルク 0.1%
NO. 9	タルク 1%
NO. 10	ロジン系サイズ+硫酸バン土
NO. 11	一般市販品中性紙
NO. 12	一般市販品中性紙
NO. 13	低級模造紙

3.2 劣化処理について

劣化処理についても、前回同様、温度湿度を高低させて紙がどのようにストレスを受けるかを調べるために、30℃80%RH、80℃30%RHの繰り返し処理を実施した。

3.3 物理特性について

恒温恒湿処理前の全試料の物理特性について表2に示した。当所作成試料の坪量については、小型ラボ抄紙機により33g/m²を設定した。ブランク抄紙時に速度やタッチ圧、プレス圧、ドライヤー温度等の調整を行い、その後の抄紙についても、極力変化をさせない抄紙を行った。その結果、坪量ではチェストによる濃度調整が若干人為差があり、前後10%程度の差が出てしまった。密度については、タッチ圧、プレス圧を固定した結果、比較的まとまった数値となった。

3.4 恒温恒湿処理後の物理特性について

次に表3から表7に30℃80%RHと80℃30%RHを10時間ごとに繰り返し変化させた恒温恒湿処理結果を示した。No13については、恒温恒湿槽の容量が限られているために、3000時間以上は必要ないであろうとの判断から、試験前に削除したが、予想外に引張強度の低下が見られなかった。

表2 物理特性測定結果 1

処理前

試料名	坪量 g/m ²	密度 g/cm ³	耐折度		紙のpH
			縦	横	
NO. 1	35.5	0.54	270	36	6.7
NO. 2	32.8	0.51	130	24	7.2
NO. 3	33.5	0.50	170	17	9.7
NO. 4	33.4	0.50	92	23	6.9
NO. 5	29.7	0.49	86	12	10.2
NO. 6	30.9	0.50	140	20	6.9
NO. 7	33.5	0.50	79	23	6.7
NO. 8	33.0	0.49	160	48	6.4
NO. 9	34.4	0.50	140	22	6.6
NO. 10	31.9	0.49	37	8	6.7
NO. 11	13.9	0.49	88	—	6.5
NO. 12	21.6	0.51	3200	—	6.6
NO. 13	52.9	0.63	25	7	6.5

表3 物理特性測定結果 2

500時間処理

試料名	坪量 g/m ²	密度 g/cm ³	耐折度		紙のpH
			縦	横	
NO. 1	35.7	0.52	160	33	6.5
NO. 2	34.4	0.48	130	26	6.9
NO. 3	34.6	0.51	84	18	8.2
NO. 4	33.6	0.49	110	20	6.8
NO. 5	30.6	0.48	78	12	8.0
NO. 6	32.1	0.49	130	18	6.5
NO. 7	34.1	0.49	84	17	6.3
NO. 8	33.7	0.47	120	18	6.3
NO. 9	34.6	0.50	83	16	6.3
NO. 10	31.5	0.47	72	12	6.4
NO. 11	13.7	0.49	—	—	6.3
NO. 12	21.5	0.49	2000	—	6.3
NO. 13	52.9	0.51	28	6	6.2

表4 物理特性測定結果 3

1000時間処理

試料名	坪量 g/m ²	密度 g/cm ³	耐折度		紙のpH
			縦	横	
NO. 1	35.4	0.50	160	33	6.1
NO. 2	33.1	0.48	80	14	6.4
NO. 3	33.5	0.48	110	17	9.3
NO. 4	33.8	0.48	97	17	6.5
NO. 5	30.0	0.48	60	11	9.5
NO. 6	31.3	0.48	76	19	6.4
NO. 7	34.4	0.49	100	14	6.2
NO. 8	33.3	0.48	100	23	6.3
NO. 9	34.4	0.49	100	14	6.3
NO. 10	31.6	0.47	54	9	6.3
NO. 11	13.7	0.49	—	—	6.0
NO. 12	21.5	0.48	2000	—	6.3
NO. 13	52.7	0.50	28	5	6.2

表5 物理特性測定結果 4

2000時間処理

試料名	坪量 g/m ²	密度 g/cm ³	耐折度		紙のpH
			縦	横	
NO. 1	36.1	0.51	220	30	5.9
NO. 2	33.6	0.49	85	15	6.5
NO. 3	34.8	0.49	99	21	9.1
NO. 4	34.7	0.49	91	18	6.1
NO. 5	30.0	0.48	40	7	9.1
NO. 6	32.3	0.50	76	17	6.0
NO. 7	34.3	0.50	81	13	6.2
NO. 8	34.8	0.50	110	14	6.1
NO. 9	31.9	0.47	97	18	6.1
NO. 10	31.8	0.48	49	6	6.1
NO. 11	13.6	0.48	49	—	5.8
NO. 12	21.2	0.48	1300	—	6.1
NO. 13	52.6	0.49	—	5	5.7

表6 物理特性測定結果 5

3000時間処理

試料名	坪量 g/m ²	密度 g/cm ³	耐折度 回		紙のpH
			縦	横	
NO. 1	35.0	0.50	140	16	5.9
NO. 2	33.5	0.48	57	16	6.2
NO. 3	33.8	0.48	53	11	9.1
NO. 4	33.4	0.48	89	12	6.0
NO. 5	30.2	0.46	64	8	6.0
NO. 6	31.3	0.48	64	12	8.8
NO. 7	34.5	0.49	70	11	6.0
NO. 8	34.3	0.48	86	21	6.1
NO. 9	33.9	0.48	96	12	6.1
NO.10	31.6	0.48	42	3	6.1
NO.11	13.6	0.47	11	—	5.9
NO.12	21.5	0.47	1500	—	6.1
NO.13	—	—	—	—	—

表7 物理特性測定結果 6

4000時間処理

試料名	坪量 g/m ²	密度 g/cm ³	耐折度 回		紙のpH
			縦	横	
NO. 1	35.9	0.50	110	20	5.7
NO. 2	34.0	0.51	60	10	6.1
NO. 3	34.8	0.48	66	14	8.9
NO. 4	34.3	0.49	60	9	6.0
NO. 5	30.3	0.48	50	—	8.3
NO. 6	31.9	0.48	51	14	5.8
NO. 7	35.3	0.48	64	8	5.9
NO. 8	33.0	0.49	57	14	5.9
NO. 9	34.9	0.49	50	13	5.9
NO.10	31.5	0.47	35	—	6.0
NO.11	13.6	0.48	21	—	5.8
NO.12	21.7	0.48	570	—	6.0
NO.13	—	—	—	—	—

図3から図7に恒温恒湿処理の時間に対する耐折度を示した。填料の添加量について多ければ多いほど耐折度が低いと考えられるために図を0.1%と1%に分割した。全体に耐折度の低下が見られる。一般に耐折度という試験方法は測定におけるバラツキがかなり大きく紙の物性をあらわすのに適していないといわれているが今回の測定結果からは、か

なりの確に強度の低下が見られる。前回報告した引張強さのバラツキに比べ、耐折度は強度の低下が明らかに見られた。No.4と5の炭酸マグネシウムが強度低下が少ないことがわかる。予想に反して炭酸カルシウムや市販品である中性紙についても、強度の低下が見られた。

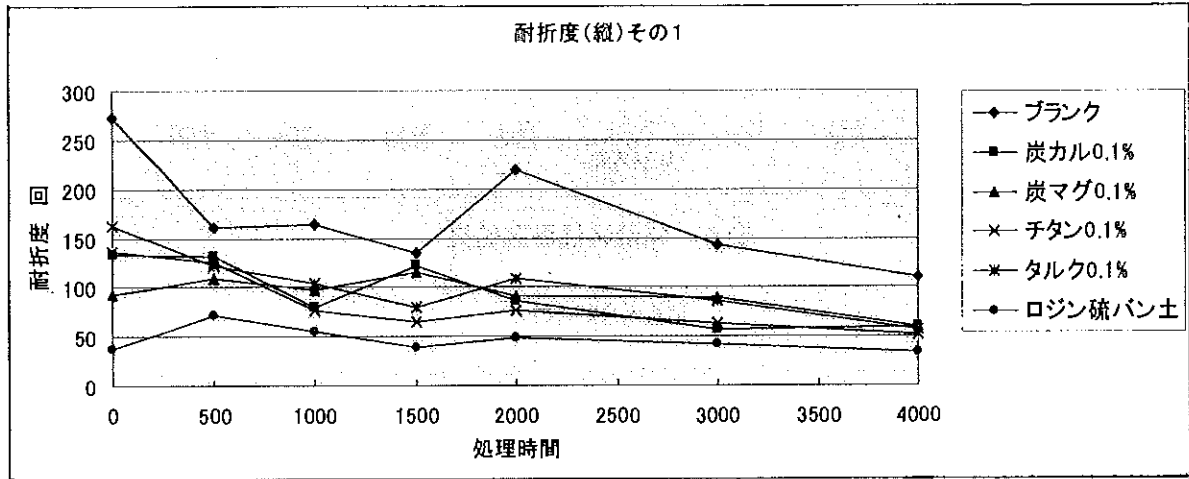


図3 物理特性測定結果

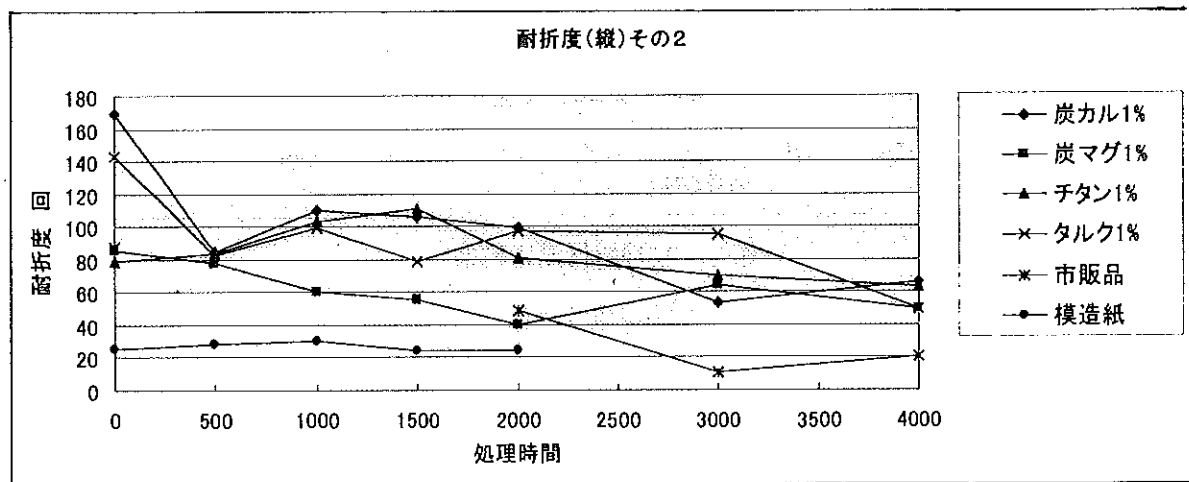


図4 物理特性測定結果

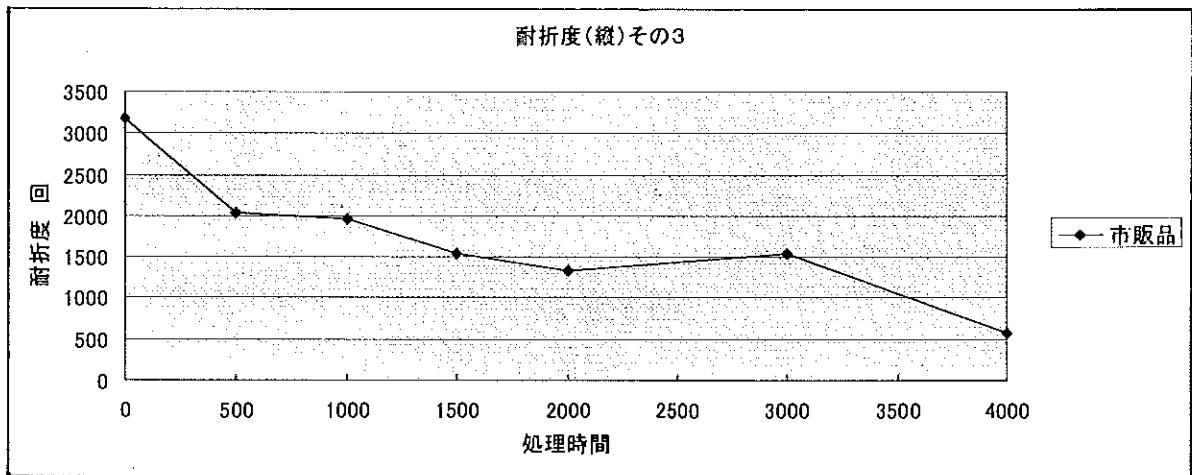


図5 物理特性測定結果

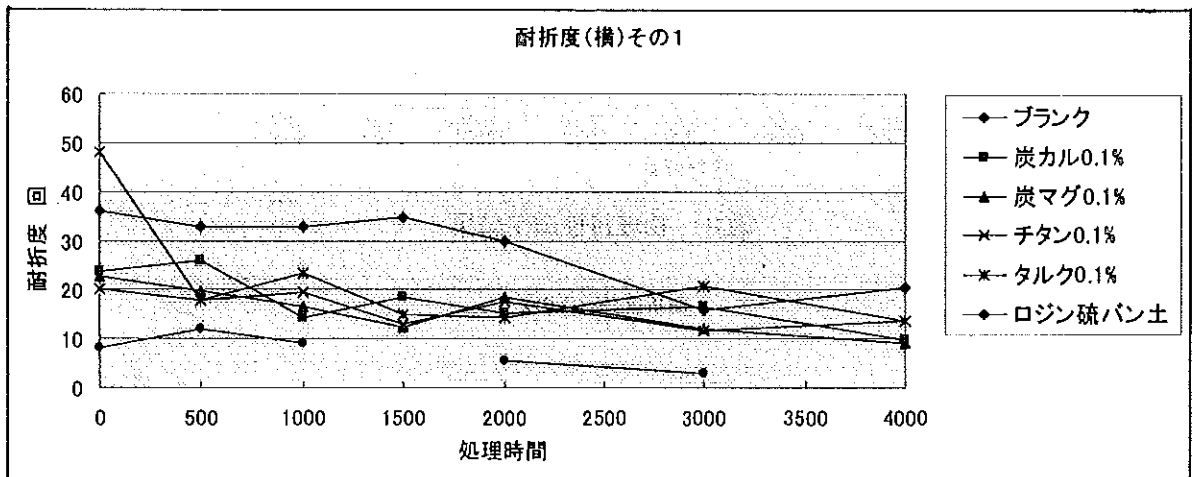


図6 物理特性測定結果

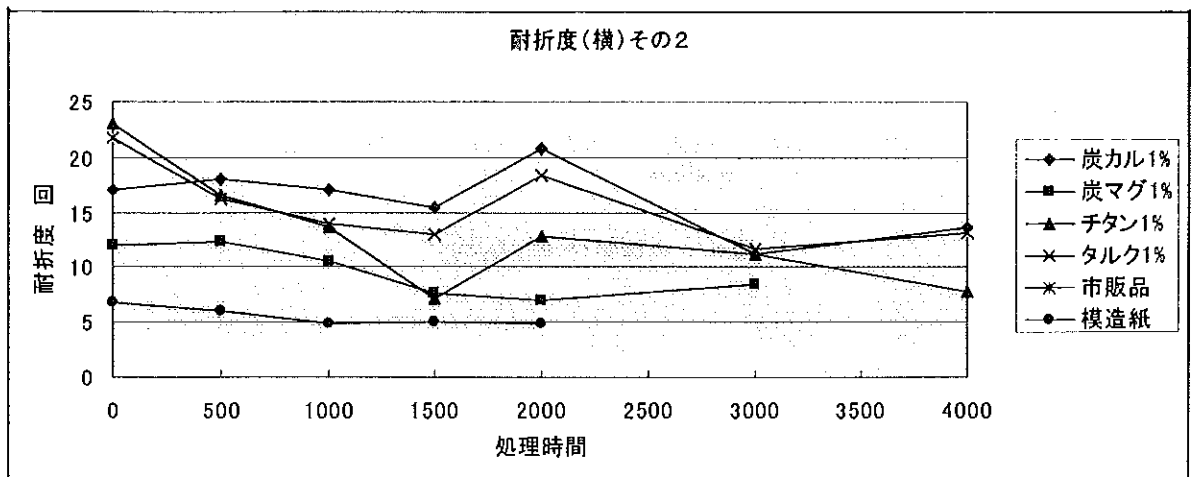


図7 物理特性測定結果

図8から図10にブランクと炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、酸化チタン、タルクそれぞれの内添量の差による紙のpHを示した。添料が配合される割合によりアルカリ含有量が異なり、図を3分した。すべてのサ

ンプルについて紙のpHが低下していることがわかる。No3炭酸カルシウム、No5炭酸マグネシウム、500時間における測定値は原因がはっきりしないが、人為的な要因があると考えられる。No2、4のように添加

含量が少なすぎる場合は、処理時間500時間でも、紙のpHが7を切っており、その後の低下も著しい。これはアルカリ量が不足しているのではないかと考えられる。一般市販品である中性紙も同様であることから、アル

カリ量が調整されていると考えられる。このように紙のpHが低下するのは、紙の劣化、つまり繊維の分解により酸性物質が発生しているのではないかと考えられる。

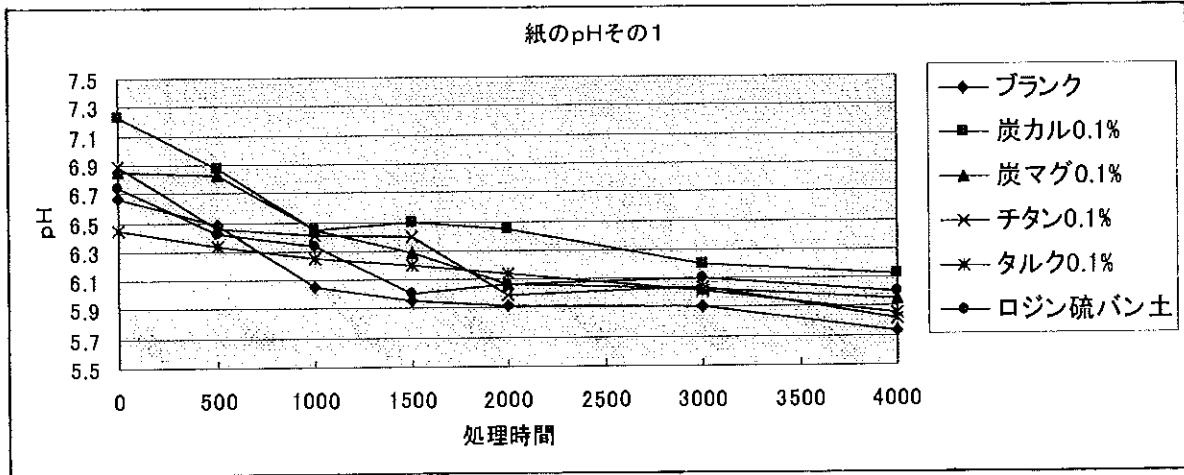


図8 紙のpH測定結果

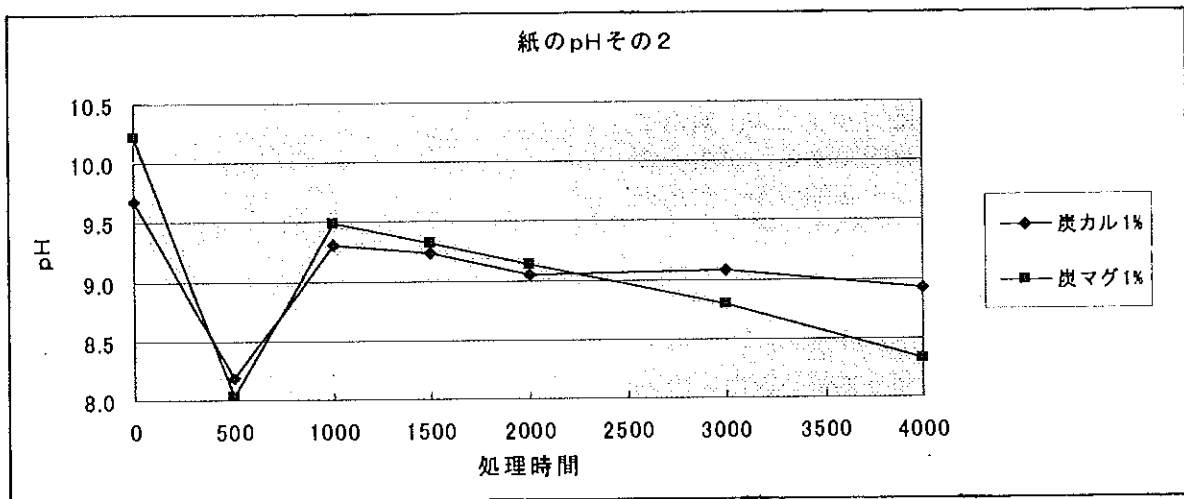


図9 紙のpH測定結果

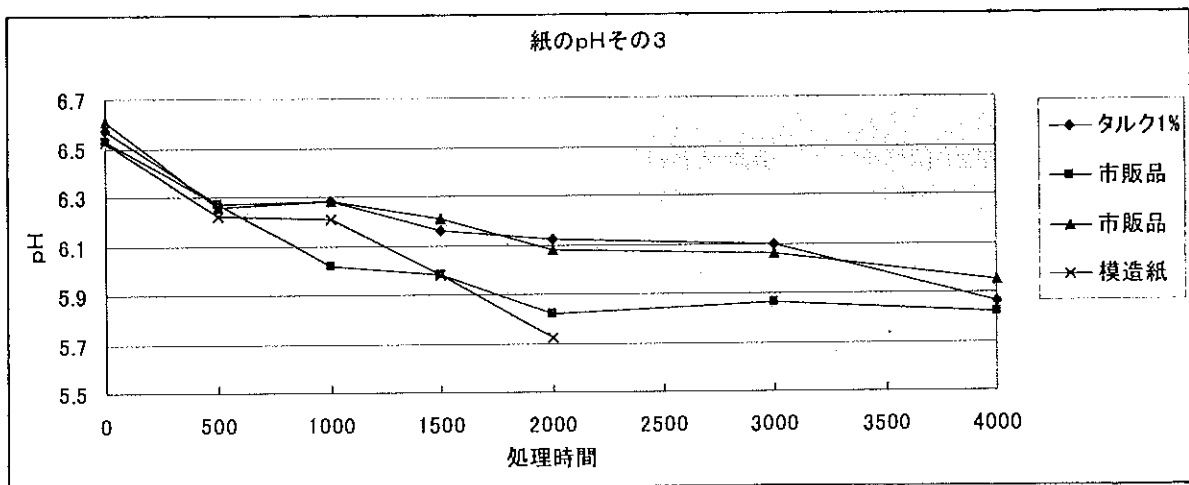


図10 紙のpH測定結果

図 1 1 に炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、酸化チタン、タルクそれぞれの内添量の

差による灰分試験の結果を示した。

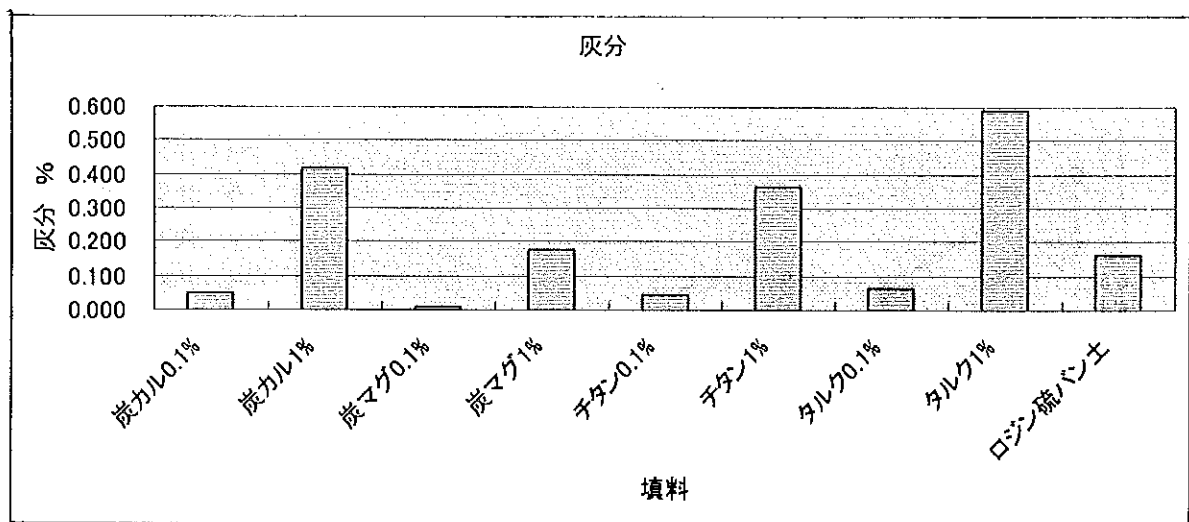


図 1 1 灰分試験測定結果

仕込み時の添加量に対して、実際は脱落しており、歩留まりは炭酸カルシウム、酸化チタン、タルクで約半分ほどである。また、炭酸マグネシウムはメッシュが細かかったためか2割程度しか止まっていなかった。

4 まとめ

前回、乾時引張強度や乾時裂断長は、紙の劣化指標としては、あまり期待できないのではないかと報告したが、引裂強さや今回の耐折強さは測定値のバラツキが大きい、比較的信頼できるものではないかと考えられる。

紙の pH についても、劣化指標として充分信頼できるものと考えられる。

今回測定した試験サンプルの残りは、当センターにて保管しており、今後5年10年と物性試験を行っていく予定である。これにより今回の劣化処理条件に対して、実際の経時変化による強度低下を比較することで完結する予定である。

Examination of Fibers from Cultural Properties &c. under Restoration

大川昭典(Akinori Ookawa)

(Japan, Kochi Prefectural Paper Technology Center,
2nd Technical Department Chief)

In order to study the paper making applied to the paper for manuscripts in ancient times, the fibers of hemp and Kozo were put to the test by an electric stamper. Also a "hammering" process, the common method of finishing paper, was carried out and its effect was examined. In addition, by making an examination of the fibers collected from ancient paper, the method of preparing those raw materials as well as the length of fibers was studied.

Introduction

In Japan, recent years have witnessed a steady increase in the restoration of cultural properties &c. and I am so pleased with it for the sake of our cultural inheritance which are to be conveyed to the next generation.

It has come into practice to examine the fibers of backing paper as well as main paper on the occasions of the restoration of hanging scrolls, folding screens, documents, etc. made with the traditional mounting technique of Japan.

In restoration, if damaged parts of paper are mended with the paper made of different fibers, the finished work would look incongruous. This is because it is desirable that restoration should be done by using the same paper as the main one, as the paper applied for restoration affects its completion, conservation, etc. Therefore it is considered it important to examine the fibers of paper.

It is since not so long but around 20 years ago that I have been asked to examine fibers by some restoration institutes. Such requests are showing a tendency to increase yearly and the examination of fibers has become compulsory for the national cultural properties designated by the Government.

In Kochi Prefecture, the paper manufacturing industry is flourishing with a large number of hand paper-making workshops and machine paper-mills, and the Kochi Prefectural Paper Technology Center has been supporting them in various ways.

The center has also been accepting students, restoration technicians, researchers, etc. for training for restoration who have an ambition to make Japanese paper, Washi, of a special type for restoration, not on the market but in demand for restoration workshops, or to enter the restoration industry.

In the examination of fibers ever made, some of the results contradict with the accepted theories. This report draws on the study of ancient paper and the examination of fibers made so far.

1 Methods

The method to examine the composition of the fibers of paper is provided for by the Japan Industrial Standard (JIS, P-8120). The composition is determined by identifying the form of fibers and by a state of their color showing after they are dyed with a reagent.

Kozo (*Broussonetia kazinoki* Sieb.) shows reddish brown, Mitsumata (*Edgeworthia chrysantha* Lindl.) olive, and bamboo, rice and the like blue. But even the same fibers show different states of color among them depending on the ways to treat raw materials and process paper, a state of deterioration in fibers, etc. Therefore experience and training are all the more important.

The way to examine the composition of fibers is not Japan's origination but based on the American "TAPPI (Technological Association of Pulp And Paper Industry) Standard Examination Method", which is used worldwide in relation to restoration as well as, certainly, paper manufacturing.

In addition, there remain in Japan numerous paintings and documents like copies of the Buddhist Scriptures and the like made over 1,000 years ago. Accordingly, as it is not possible to cope with the situation only with the present way of hand paper-making, the ancient methods of making and processing paper, etc. are being studied and referred to.

2 The Method of Paper Making in Ancient Times

In the literature on the Japanese paper-making, the oldest record is found in "Nihon Shoki" (The Japanese Chronology) that a priest came over to Japan from Korea and introduced paper making in 610 (in March in the 18th year of the Era of Empress Suiko). The method of the Japanese paper-making in ancient times was greatly influenced by the paper-making technique introduced from Korea.

Copying the Buddhist Scriptures by groups was first organized at the Kawaharaji Temple in the 1st Year of the Era of Emperor Tenmu (673), bringing about a great demand for paper for that purpose. The prevalence of Buddhism increased a demand for handmade paper, leading to flourishing paper-making by hand.

According to "The Paper of Japan" written by Bunshoh Jugaku, the names of paper number in 233 which were picked from "The Documents of Shohsoh-in (the imperial treasure house)" covering 53 years from the 4th Year of the Jinki Era (727) till the 11th Year of the Hohki Era (780). The names were sorted out according to their implications; 1.raw materials, 2.Producing areas, 3.color tones, 4.dyestuff, 5.forms, 6.usage, 7.quality; 8.methods of processing, and others.

This indicates that the colorful world of paper was being developed. The fact that there were such a large number of names for paper explains that paper-making technique developed and thrived rapidly, suggesting a reflection of not only the paper-making technique introduced from Korea but also the situation of the paper industry in prosperous Tang reported by Japanese envoys to and visitors from China.

There is no literature on the paper-making technique of those days. The best one considered to reflect the technique used in the Nara Period (in the 8th Century) is "Engishiki" (The Style of the Engi Era) compiled by Fujiwara-no-Tokihira in 927 (the 5th Year of the Enchoh Era) in the reign of Emperor Daigo. The clause of the Library Office, Paper Making, in the volume 13 describes the amount of raw materials such as Kozo and Gampi (*Wikstroemia sikokiana* Franch. et Sav.), that of the wood ash used for cooking, and things like screens, all of which were supplied to 4 craftsmen of paper making per year. But there is no description at all of mucous stuff for screening paper such as Tororoaoi (*Hibiscus manihot*) and the like. Therefore it is considered that paper was screened by the method of "tamezuki" (Western screening method), which applies no mucous stuff, at the Library Office placed under the direct control of the Imperial Court. There is also a description of the working norm for various processes in paper making throughout a year. The norm was regulated as long, mean or short working according to different daylight hours. Table 1 shows only the long working-days provided by the labor standard for each process, namely, during the long daylight hours from May to August. The mean working-days are in April, May, September and October, and the short ones are during the shortest daylight hours from November to February. The vertical axis is for the names of cloth (hemp), Kozo, etc. for raw materials, while the horizontal axis for the labor standard for each process; cutting fibers, cooking, removing impurities, beating in a mortar, and screening paper.

"Cloth" is supposed to be ramie cloth. One person's norm per day was cutting 713 g of cloth and accordingly it took him 2.8 days to do with 3.5 kin (ca. 2 kg). In the process of

beating in a mortar, 75 g of cut cloth was a person's portion per day and it took him 26.5 days to beat it all. Therefore, when one person was engaged in the entire process from cutting to beating with a little less than 2 kg of raw materials, it took him as many as 29.3 days to complete it.

In case of Kozo, it is calculated that a person would need 9 days to prepare 2 kg of raw materials for screening.

Ramie paper went almost out of production after the Heian Period (794-1185). The reason can be understood as follows through studying the process of paper making in "The Style of the Engi Era".

As paper came into a greater demand, Kozo and Gampi were preferred as the raw materials which were easier to treat and yielded a greater output than ramie.

Table 1

The days necessary for preparing 3.5 kin (1.988 g) of raw materials for screening (only during the long working-days)

Raw materials for paper	Cutting	Cooking	Removing impurities	Beating in a mortar	Days
Cloth (Ramie cloth)	713 (2.8)			75 (26.5)	29.3
Ramie (raw)	863 (2.3)		713 (2.8)	75 (26.5)	31.6
Kozo	1,988 (1)	1,988 (1)	638 (3.1)	488 (4.1)	9.2
Gampi	1,988 (1)	1,988 (1)	675 (2.9)	300 (6.0)	11.5
Kurara	1,988 (1)		563 (3.5)	75 (26.5)	31.0

2.1 Paper in Ancient Times

The paper made of the main raw materials for Washi (Japanese paper), such as Kozo, Gampi, Mitsumata, etc., differs in the forms of those fibers, like the length of a fiber, etc., from one another respectively, and the finished paper correlates to its raw materials. Those who are interested in Washi or engaged in work using Washi can learn to tell what raw materials are, when well experienced, through the texture and feeling of paper.

It is considered that they can make such estimation because it is based on their daily use of Washi as well as their observations of paper through visits to Washi workshops etc.

But there are some cases found in studying the paper of the Nara Period, where fibers were cut short about 2 mm long or fibers less than 1 mm long were used. Such ideas don't belong to the contemporary technology of handmade Washi. A mortar must be used for the beating of such short fibers. They would be beaten into fibrils, which it is inconvenient to use as raw materials for screening paper by the method of nagashizuki (waving screening). It is presumable that they were prepared for screening by the method of tamezuki (still screening).

There is also a totally obliterated technique called "paper hammering", in which sheets of paper are wetted, put with one on top of another, and beaten with a mallet. This technique might have been introduced together with that of paper making. It had been handed over till modern ages. Today, however, it is retained in use only in the "paper hammering of foil" which is practiced for making gold foil. Paper beating betters the smoothness of paper a great deal and gives more luster to the surface of it, while the absorption of water decreases, tightening paper and increasing its density. As a result, it is impossible to tell Gampi paper from Kozo paper or paper made of other raw materials. It is easier to write on hammered paper in India ink, which doesn't blot even in writing slowly.

The present methods to prevent blotting are:

1. To apply blotting-preventive stuff (size) to raw materials before screening.
2. To apply the solution of size (glue and alum) to dry paper by stroking it with a brush. Then paper is pressed through a roller with or without being sandwiched in zinc plates in order to smooth its surface and make copying on it

easier without blotting.

Consequently, there is a difference between ancient times and today in the methods of treating raw materials and processing paper to make it preventive of blotting, and it is considered difficult to tell what the kind of raw materials used for paper is from its appearance only.

3 The Examination of Paper

Table 4 shows the properties of some kinds of paper being produced at present, like Honminoh Paper, Sekishu-hanshi, etc., which were examined to make a comparison with those of ancient paper.

Usually, the density of the paper of Honminoh made of Kozo with the utmost care is ca. 0.35 g/cm³ and that of Sekishu with white clay mixed in shows a high value due to the white clay of big specific gravity. In Hodomura Paper, pieces with a heavier area weight has a higher density. And in other kinds of paper as well, a piece with a heavier area weight tend to have a higher density on the condition of the same raw materials. As paper with a heavy area weight comes off easily in drying, a wet sheet of such paper is pressed hard onto a drying board. This is considered to be one of the factors in the density showing high values.

Table 2

Contemporary handmade paper

	Honminoh	Sekishu Kozo Paper	Sekishu Kozo Paper (White Clay)	Hosokawa Paper	Hodomura Paper	Hodomura Paper
Area Weight g/m ²	36.0	16.6	38.5	35.8	37.3	93.4
Thickness mm	0.102	0.048	0.088	0.101	0.096	0.199
Density g/cm ³	0.35	0.35	0.44	0.35	0.39	0.47
Fiber	Kozo	Kozo	Kozo	Kozo	Kozo	Kozo

Table 3 shows the results of the density examination of the paper used for the ancient copying of the Buddhist Scriptures.

1. The Gyoyoh Scriptures	Copies in the Tempyoh Period	Inherited by the Yakushiji Temple
2. The Tempyoh Scriptures	The Great Hannya Scriptures	The 2 nd Year of the Tenpyoh Era (730)
3. The Tempyoh Scriptures		The late Nara Period
4. The Tempyoh Scriptures	The Great Hannya Scriptures, Vol.426	The late Nara Period
5. Yellow hemp paper	Empress Kohmyoh's Prayer Scriptures	The 12 th Year of the Tempyoh Era (740)
6. White hemp paper	Kongoh Jumyoh-in Temple's Dharani Scriptures	The early Kanakura Period (ca.1200)

Table 3

The properties of the paper for the ancient copying of the Buddhist Scriptures.

	1	2	3	4	5	6
Area Weight g/m ²	70.5	70.0	60.3	64.1	82.3	55.3
Thickness mm	0.079	0.076	0.087	0.088	0.100	0.062
Density g/cm ³	0.89	0.92	0.69	0.73	0.82	0.92
Smoothness sec	16.4	7.2	11.8	14.4	-	-
Fiber	Kozo	Kozo	Kozo 90 Gampi 10	Kozo	Kozo 80 Gampi 20	Kozo

In the examination of the paper for the ancient copying of the Buddhist Scriptures, the paper for the "Hannya Scriptures" (1) showed a value of 0.89 g/cm³ in spite of its Kozo fibers. The paper for the "Tenpyoh Scriptures" (2) was also of Kozo fibers but a value was as high as 0.92 g/cm³, while the other kinds of paper showed high values as well. If Honminoh Paper, the contemporary handmade paper, reaches a value of 0.98 g/cm³ in density up from the present 0.35 g/cm³, it means that the thickness of the paper becomes 1/2.5 as thin through hammering. The Kozo paper which is being made at

present has a rough surface, which makes it impossible to examine the smoothness of the paper. But the paper for the ancient copying of the Buddhist Scriptures was processed through hammering etc. to make it preventive of blotting, therefore the surface is smooth and the determination of smoothness is possible.

The area weight and density of the paper for the ancient copying of the Buddhist Scriptures.

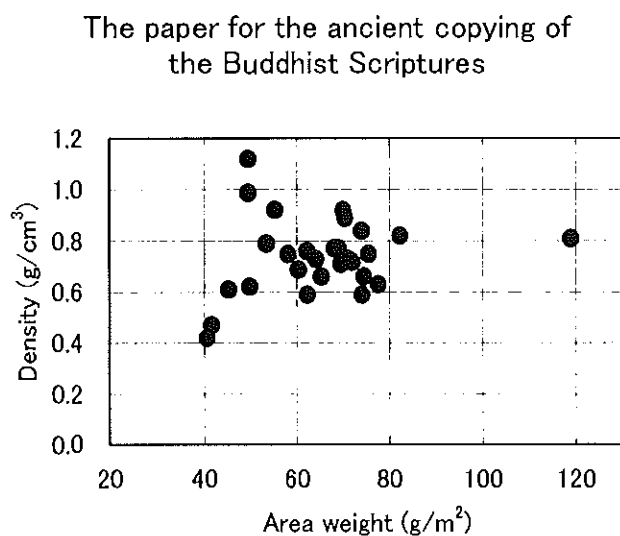


Figure 1

Figure 1 shows the area weight and density of 28 pieces of paper for the ancient copying of the Buddhist Scriptures. Many of the values seem to be 60-80 g/m² in area weight while 0.6-0.8 in density.

4 Paper Hammering

It was not nonprocessed but always processed paper that was used for copying the Buddhist Scriptures. Paper was hammered as the most common way to make it preventive of blotting. Accordingly, paper hammering was carried out practically and variations in the properties of paper, like density, smoothness, water absorption degree, etc., were examined (Table 4).

Table 4

Sample Place of production material	Hosho Kyoto Prefecture Kozo		Ohmi-torinoko Shiga Prefecture Gampi		Maopien Paper China Bamboo		
	undone	done	undone	done	undone	Done	
Hammering	undone	done	undone	done	undone	Done	
Area Weight g/m ²	94.5	98.2	31.5	31.7	30.9	33.5	
Thickness mm	0.239	0.118	0.056	0.042	0.052	0.023	
Density g/cm ³	0.40	0.83	0.56	0.75	0.59	1.46	
Water absorption degree mm/5min	gr.d	42	20	14	12	36	17
	cr.d	37	22	10	9	29	13
Smoothness sec	1.1	7.1	41	58	14	79	

The paper of Hohsho made of Kozo had a density of 0.4 g/cm³, which rose up to 0.83 g/cm³ when it was wetted and hammered. Therefore the thickness became about a half as thin, and the degree of water absorption also lowered by half from 42 mm down to 20 mm in 5 minutes. But because the length of a torn-beaten fiber decreased, the paper got a little weaker with its intensity being decreased. In the process of hammering, paper is wetted but gradually dries while hammered. If dry paper is hammered, intertwining of fibers is destroyed in any case and intensity drops. But the paper doesn't blot and easy to write on.

In Gampi paper, no big variation in density was seen even when it was hammered, and the values changed from 0.56 g/cm³ to 0.75 g/cm³ while from 14 mm to 12 mm in water absorption degree.

The paper of Maopien made of bamboo showed a great effect by paper hammering. The density increased from 0.59 g/cm³ to 1.43 g/cm³ and the paper was tightened a good deal. After hammering, the bamboo paper was finished with a very smooth surface with luster.

In order to see if it is really good to increase the density of paper, a comparison was made between two kinds of Konsho-shi (mix paper) made of a mix of ramie and Gampi or Kozo in different treatments, such as nontreatment, beating and plate calendering (paper sandwiched in zinc plates is pressed through a roller) to make paper smooth

(Table 8).

Table 5

Comparison between paper beating and plate calendering in variations in properties.
(Study of ancient technique for paper making, II. Conservation Science, No.22)

Sample Place of production Material	Konsho-shi (mix paper) Kochi Prefecture Ramie, Gampi			Konsho-shi (mix paper) Kochi Prefecture Ramie, Kozo			
	un- finished	hammered	plate- calendered	un- finished	hammered	plate- calendered	
Area Weight g/m ²	72.0	63.2	69.0	56.2	54.6	52.1	
Thickness mm	0.263	0.085	0.100	0.229	0.078	0.092	
Density g/cm ³	0.27	0.74	0.69	0.24	0.70	0.57	
Water absorption degree mm/5min	gr.d	88	20	80	102	37	104
	cr.d	86	20	80	95	27	88
Smoothness sec	1.1	7.1	41	58	14	79	

It is the degree of water absorption that should be given attention to here. The value of 88 mm in nontreatment dropped remarkably down to 22 mm after hammering. On the other hand, although the value of density rose considerably from 0.27 g/cm³ up to 0.69 g/cm³ after calendering, that of water absorption remained to be 81 mm and hardly showed any variation.

The fibers forming paper are joined together by hydrogen combination, which it promotes further to give moisture to paper and hammer it, resulting in a larger area of adhesion among fibers. Accordingly, it is considered that there is less blotting in the paper with an increased density by hammering, because it is hard for water or ink to pass through among fibers. In dry condition to the contrary, however hard paper may be hammered or calendered, no joining occurs among fibers, although they get nearer to one another. And the paper looks smooth but blots. The same experiment was made with the paper made of a mixture of ramie and Kozo, and the degree of water absorption lowered through hammering from 102mm down to 37 mm while it showed little variation through calendering.

5 Fibers in Paper for Copying the Buddhist Scriptures in Ancient Times &c.

Figures 2, 3 and 4 show for comparison the fibers of Kozo, Gampi and Mitsumata, typical of handmade paper, obtained from the paper being made in contemporary times.

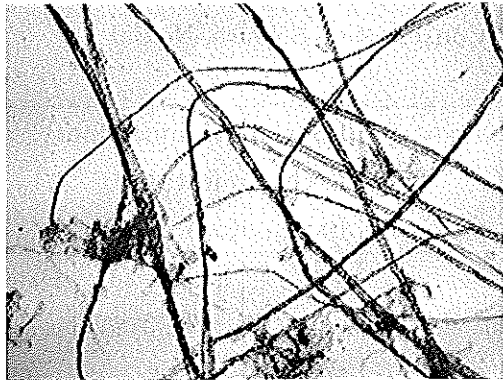


Figure 2 Kozo fibers



Figure 3 Gampi fibers



Figure 4 Mitsumata Fibers



Figure 5

Empress Kohmyoh's Prayer Scriptures

Figure 5 shows the fibers from the "Empress Kohmyo's Prayer Scriptures" in the 12th Year of the Tempyoh Era (740). They were attached to a sample book of old paper, "The Samples of Old Paper". A bit of the paper was examined and its area weight and density were determined as 82.3 g/m² and 0.82 g/cm³ respectively. The fibers of hemp and Gampi can be seen and the former fibers have the traces of cutting. In the case of ancient hemp paper, only a little amount of hemp was beaten in a mortar in a day as was described in the table of the process for making paper in "Engishiki" (The style of The Engi Era), therefore the fibers are in the shape of fibrils.

When paper is treated with C-dyeing solution and observed, distinction is possible between hemp and Gampi papers, with the former showing reddish brown and the latter light blue. The fibers have many traces of cutting, and the mean length of about 100 fibers including those of Gampi is a little less than 2 mm, suggesting that they were

beaten in a mortar. It seems they consist of a mixture of about 80 % of hemp and about 20 % of Gampi.



Figure 6

The Ancient Korean Keron Scriptures

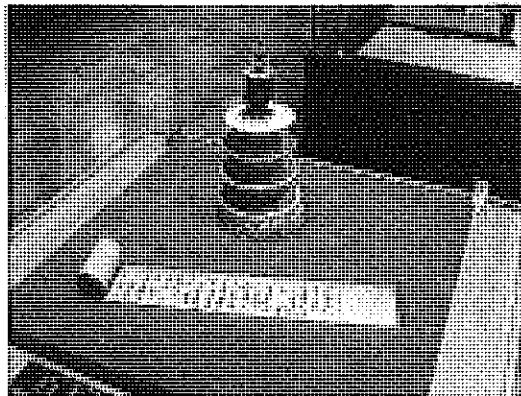


Figure 7

The One Million Miniature Pagodas and the Dharani Scriptures (Ino Paper Museum)

The Keron Scriptures consist of 43 sheets of paper, 26 cm lengthwise, 46 cm sidewise, and 20 m in total length. The year of issuance is described as the 12th Year of the Tenpoh Era (753).

The paper's texture is so white with transparency. The surface is smooth with intensive luster. The paper is magnificent with few impurities and no disentangled fibers. Although it is rather thin for copying the Buddhist Scriptures, no blotting is found there. The part without any luster seems to have been penetrated by water and the letters written there in India ink look faint. When touched, it felt crisp and seemed to be tight with a high density. In the determination of 22-26 sheets of paper from the Keron Scriptures, the area weight and density were 32.0 g/m² and 0.64 g/cm³ respectively. The latter value is much higher than that of the handmade paper which is being made commonly, suggesting that some processing was applied to the paper.

India ink didn't intrude into the part penetrated by water and came off instead. Even if paper is hammered, India ink will penetrate it. Therefore the surface of paper was treated with blotting-preventive stuff to keep it from penetration by India ink, and processing, such as paper hammering, paper polishing, etc was carried out.

The Dharani Scriptures of Hyakuman Toh (One Million Miniature Pagodas) are said to be the oldest in the world among the printed matters whose times of production have been identified. In the 8th Year of the Tenpyoh-Hohji Era (764), as revolt by

Emi-no-Oshikatsu was pacified, 100 pieces of 3-tiered wooden miniature pagodas were ordered according to the request by Emperor Shohtoku. The middle of the inside of each pagoda was hollowed, where a print of one of the 4 volumes of the Dharani Scriptures was kept and the bottom of the tower's top pillar was inserted into the top of the roll. The pagodas were distributed, 100,000 to each, to the main 10 temples in the provinces of Nara, Yamato, Settsu and Ohmi (Nara and Kyoto Prefectures). But 9 of the temples were burnt down and the rest pagodas existing today are considered to be only the inheritance of the Hohryuhji Temple.

The number of sticks in the screens for the pagoda's Dharani is about 16-32/3 cm, and the traces of rough meshes seem to have been made by a screen of pampass grass while those of tight ones by a bamboo screen. The paper of one of the volumes of the Scriptures has the traces of 16-30 sticks, suggesting that such paper as made at a number of workshops for paper making was used. The intervals of woven threads are 1.7-3.0 cm and vary even within one volume ranging from 1.7 cm-2.3 cm, contrary to constant intervals in contemporary screens. In addition, on account of a great deal of paper, it is also said that paper might have possibly been imported from Korea and China for use.

The fibers of the "One Million Miniature Pagodas' Dharani Scriptures" which consist of 4 volumes were examined with 2 samples for each.

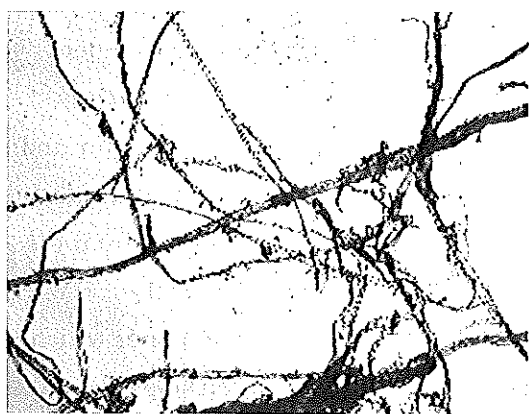


Figure 8

The Konpon Dharani



Figure 9

The Sohrin Dharani

Figure 8 shows also the fibers of another volume (Sohrin) of the "One Million Miniature Pagodas' Dharani Scriptures" and they are nothing but Kozo fibers. The 4 volumes of the Scriptures copied by printing were examined with 2 samples from each, totaling up to 8. Paper made of Kozo mixed with Ganpi was found in a sample from 2 of the volumes each, numbering in only 2, while the other samples of paper were made of

Kozo only. Even in one volume of the Dharani Scriptures, both kinds of paper made of Kozo only or mixed with Gampi were used. Because of a great deal of paper was used, it is presumed that there is also paper made out of still other plant fibers.

Figure 10 shows the fibers of a kind of paper, called Chuhshohmu or Dabi-shi (crematory paper). The latter name seems to derive from the reason that there are tiny black dots seen on the surface of the paper, which give an impression that crematory ashes appear there.

The sample of paper is made of 100 % of Mayumi.



Figure 10

The fibers of Chuhshohmu Paper

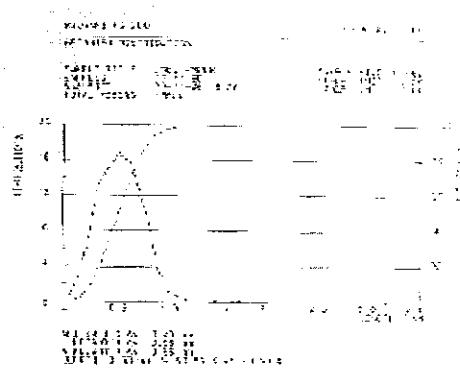


Figure 11

The distribution of the fiber length of Chuhshohmu Paper

Mayumi paper first appeared as “The Separate 13 Notebooks of Mayumi Paper” in the documents of the Shohsoh-in (imperial treasure house) in the 1st Year of the Tenpyoh-Kanhoh Era (749). Then it appeared a number of times there and ended up as “Mayumi Paper” in the 2nd Year of the Tenpyoh-Hohji Era (758). Mayumi paper was presumably made only for 9 years during the Tenpyoh Period.

Mayumi paper was made of not only 100 % of Mayumi but also a mix of Mayumi with Gampi, Kozo or others.

Figure 11 shows the length of each of the fibers determined with the fiber-length measurer, which can count 100 in a second for short fibers, 7.2 mm or less long. The graph shows the results of the determination of 15,500 fibers, the mean length of which was 0.56 mm.

Figure 12 shows a kind of Dabi Paper in the Tenpyoh Period as well, which was dyed

with yellow Kihada.

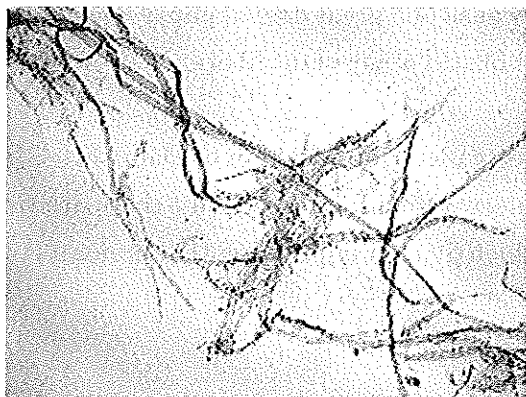


Figure 12

A kind of Dabi Paper
(Mayumi mixed with 25 % of Gampi)

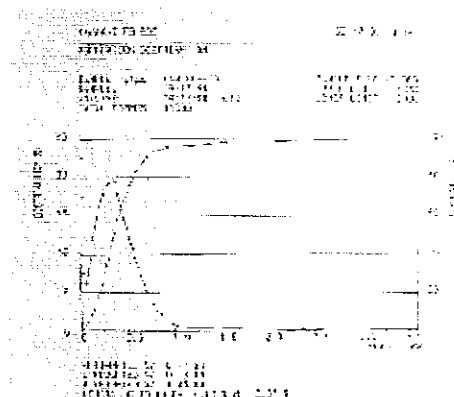


Figure 13

The distribution of the fiber length
of Mayumi and Gampi

The paper is made of Mayumi mixed with about 25 % of Gampi. The length of a fiber was determined for 11,000 samples from the paper of a mix of Mayumi and Gampi, and the mean was 0.73 mm (Figure 13). The fibers of Gampi are cut longer than those of Mayumi. It is considered due to the Gampi fibers that the end of the graph extends along the axis of length. Because the mean of only the Mayumi fibers is 0.56 mm, that of the whole was increased by the Gampi mixed in.

This paper is an example of the use of very short fibers.

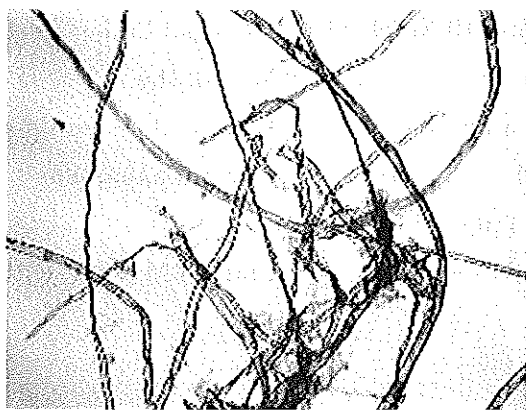


Figure 14

Dai Hannyakyoh
(The Great Prajna Scriptures)



Figure 15

Niigatsudou Yakekyoh (Burnt-Scripture
Paper of the Toudaiji Temple)

Figure 14 shows Dai Hannyakyoh (The Great Prajna Scriptures) of the 2nd Year of the

Tenpyoh Era (730) and a picture of fibers from the paper, called Tenpyohkyoh (Tenpyoh-Scripture Paper), for copying the Buddhist Scriptures.

Figure 15 shows Konshi Paper (Indigo Paper) dyed with indigo. It is a sample of paper, called Yakekyoh (Burnt-Scripture Paper) of the Nigatsudoh Temple of the Tohdaiji Temple in the Nara Period (8th Century).

In both Tenpyoh-Scripture Paper and the Nigatsudoh Temple's Burnt-Scripture Paper, there are many sections observed in the fibers, therefore these fibers are supposed to have been cut.

Figure 16 shows a sample of paper in the Heian Period (794-1185), which looks light green. The pulp of Gampi used for the ground of this paper was either unbleached or treated with yellow dye faintly. On the other hand, Kozo paper dyed with indigo was cut fine, then remade into pulp, and mixed with Gampi pulp, and finally this paper was screened. As a result, the finished paper shows light green. Such a method, cutting indigo-dyed Kozo paper into tiny pieces and mixing them with other pulp to make color paper, was often used in the Nara and Heian Periods. It is found that paper was used to dye with, because some of the Kozo fibers dyed with indigo are not colored. In addition, when the paper was treated with C-dyeing solution, many bluish dark dots were observed. Therefore rice paste is found to have been mixed in the paper.

As for those colors, the amount of indigo-dyed Kozo paper seems to have been regulated depending on desired color.

Practically, Gampi fibers were observed, when magnified, to be mixed with indigo-dyed Kozo fibers. As some of the Kozo fibers are observed to be not dyed indigo at all, it is found that dye was applied not to the pulp but to the paper. The mean length of about 11,700 fibers was 1.01 mm.



Figure 16

Paper in the Heian Period,
"The Senpukuji Temple's Yakekyoh
(Burnt-Scripture Paper)"
(The darker fibers are indigo-dyed.)



Figure 17

Treatment with C-dyeing solution
(The dots show rice paste.)

In screening, shorter fibers disperse in water more easily forming a better texture of paper, while longer ones do more difficultly forming a worse one.

As the fibers of Mayumi used in the Nara Period were 0.5-0.6 mm in length, they are easy to screen and form an even and beautiful texture. On the other hand, the fibers whose mean length is 8-9 mm are difficult to screen forming a very bad texture when used as they are, because water drains through a screen too fast. It is observed in some pieces of paper in the Heian Period that short-cut fibers were used. This could be understood to mean that it was because of making paper by the method of Tamezuki (still screening) without using mucous stuff.

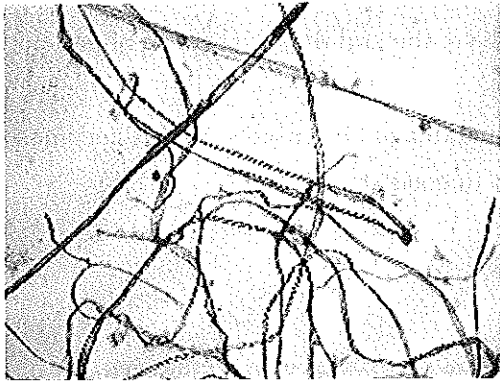


Figure 18

The fibers of the paper of a painting in the 4th Year of the Koh-an Era (1281)

The fibers of the paper are of Kozo and Mitsumata.

It is since 1598 that Mitsumata fibers have been used according to the established theory. However, they have recently been observed in the paper made in older times through the examination of its fibers as well.

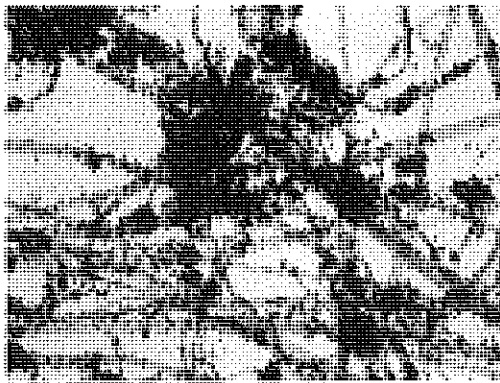


Figure 19

Ukiyoe

The paper was used for the work by Hiroshige. When treated with C-dyeing solution, blue solids and dots could be observed. It produces an advantageous effect on paper to add rice paste to Kozo fibers as filling-in stuff. As the space among the fibers is filled in, the surface of the paper becomes smooth, which is good for printing; As the fibers are

prevented from being entangled among themselves, the stability of the size of paper improves, etc.

To the disadvantage of the paper, it gets easily damaged by insects, and it becomes fragile because intertwining among fibers is not in good shape.

Conclusion

In this study, discussed were; the method of paper making in "Engishiki" (The Style of the Engi Era); the method of paper hammering for making paper preventive of blotting; ancient paper; the microscopic examination of fibers, etc. The results show that paper was made by cutting fibers short, using short fibers, mixing different kinds of raw materials together, etc. The paper used for copying the Buddhist Scriptures never failed to be processed with the technique of paper hammering in order to be made preventive of blotting.

The usage of Mayumi Paper, which is introduced in literature, had not been known, but it was found to have been used practically in such kinds of paper as Chushohmu, etc. for copying the Buddhist Scriptures.

It can not be considered in any sense that paper was made uniformly nationwide, by only "Tamezuki" (still screening), not using any mucous stuff for screening but cutting fibers short instead simply because there is no description of mucous stuff in the method of paper making in "Engishiki". In fact, some kinds of ancient paper have a good texture in spite of their long fibers, some seem to have been screened by Tamezuki with such mucous stuff as "Tororoaoi" (*Hibiscus manihot*), etc., and others by Nagashizuki (waving screening) judging from directions in which fibers run.

What was shown in this presentation is extremely limited and there are a lot of other kinds of paper. Various inventive skills were developed, like the methods of preparing raw materials, dyeing, screening, making paper preventive of blotting, etc.

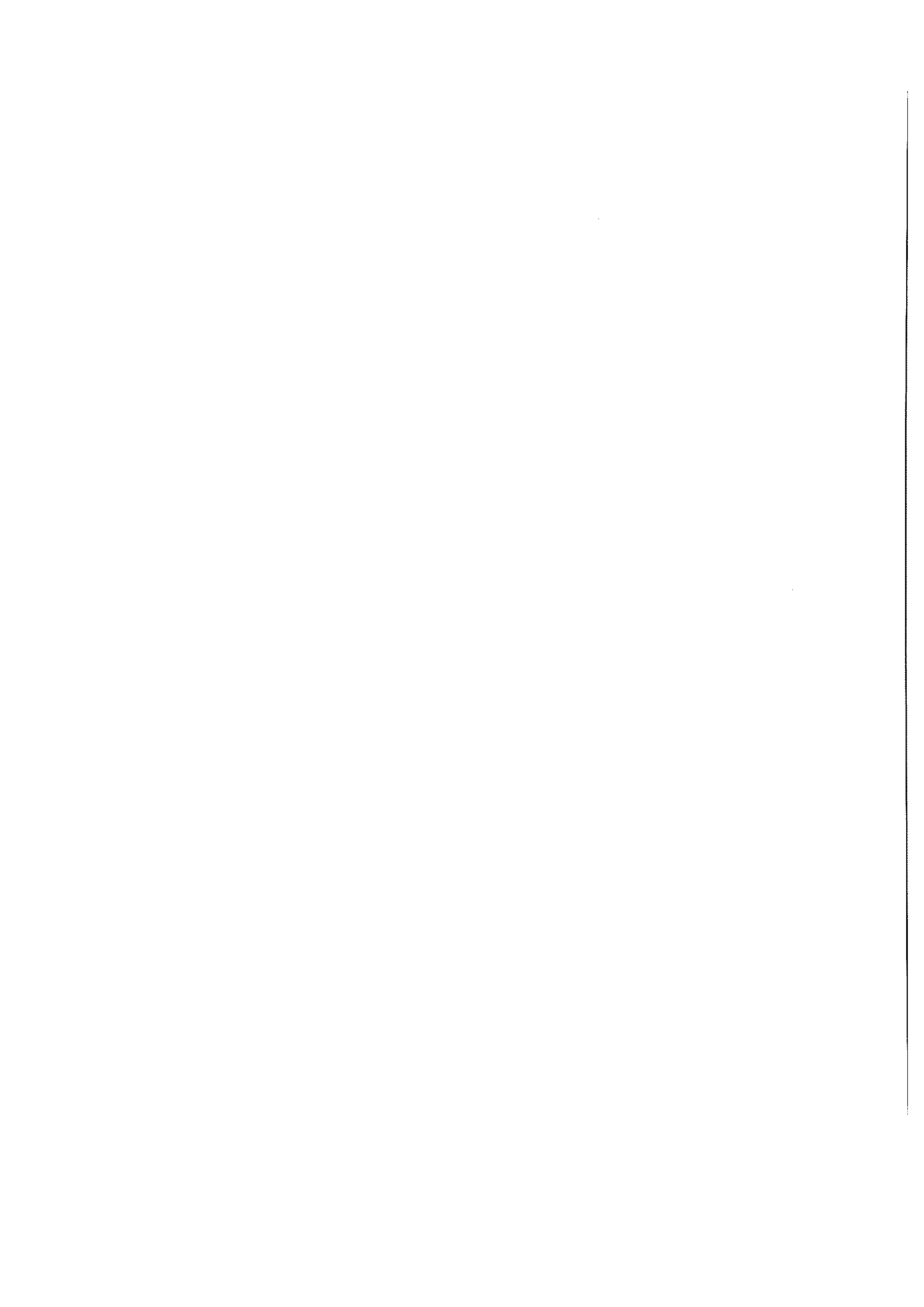
It would be desirable to get information on paper in a nondestructive way, but the present condition is inadequate yet. Correctly speaking, it is necessary to obtain a minute amount of fibers from such parts as joins of paper, etc. and make a microscopic examination of them. Then it is made possible to get a variety of pieces of information on paper making, such as the kind and length of a fiber, the condition of the treatment

of raw materials, the presence of filling-in stuff, etc., which is considered to be of great use for restoration etc.

I hope that greater interest will be shown in cultural properties and their restoration and that studies in this field and technology for restoration will be further developed.

References

- Pan, Jixing. "The History of Paper-Making Technology of China."
1980, Heibonsha
- Seki, Yoshikuni. "The Samples of Old Paper."
1977, Mokujisha
- Seki, Yoshikuni. "The Study of the History of Handmade Paper."
1976, Mokujisha
- Jugaku, Bunshoh. "The Paper of Japan."
1969, Yoshikawa Kohbunkan
- Ookawa, Akinori and Masuda, Katsuhiko. "The Study of Ancient Technique of Paper Making, I." 1981, Hozon Kagaku, No.22
- Masuda, Katsuhiko and Ookawa, Akinori. "The Study of Ancient Technique of Paper Making, II." 1983, Hozon Kagaku, No.24
- Ookawa, Akinori and Masuda, Katsuhiko. "The Study of Ancient Technique of Paper Making, III." 1985, Hozon Kagaku, No.26
- Kume, Yasuo. "Journal of Washi Culture."
1990, Mainichi Communications



平成13年度高知県立紙産業技術センター報告第7号
平成14年11月30日 印刷発行

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

印刷 中島印刷

