

ISSN 1342-4068

高知県立紙産業技術センター報告

第25号

THE REPORT ON WORKS
OF
KOCHI PREFECTURAL PAPER
INDUSTRY TECHNOLOGY CENTER

VOL. 25

2020

高知県立紙産業技術センター

KOCHI PREFECTURAL PAPER INDUSTRY TECHNOLOGY CENTER

287-4 Hakawa, Ino-cho, Agawa-gun, Kochi, 781-2128 JAPAN

目 次

はじめに	1
I 紙産業技術センターの概要	
1 沿革	2
2 組織及び業務	3
3 職員の構成	4
4 施設の概要	4
5 決算	4
6 試験手数料及び機械器具使用料	5
7 所有主要設備	7
II 業務概要	
1 試験研究・技術支援事業	16
2 技術相談及び技術指導	16
3 依頼試験及び設備使用	17
4 研修生の受入れ	17
5 紙産業技術初任者研修会	18
6 開放試験設備利用研修	18
7 講演会	19
8 研究会事業	19
9 分科会事業	19
10 一般開放行事	20
11 工業所有権	20
12 講師派遣・口頭発表	21
III 研究調査報告	
国産広葉樹材のパルプ化とその物性	22
大正13年から昭和25年までの紙の生産統計における高知県の動向	25
原料及び製造工程の違いが楮紙の特性に及ぼす影響について(第1報)	34
微細化したコウゾ繊維の文化財修復用糊剤としての活用の可能性について	40
IV 研究事例紹介	
水流交絡法で加工した土佐和紙の物性変化	47
V 「ものづくり技塾」品質向上能力養成コース追加報告	
個包装ティッシュの嵩について	48
VI 新規導入備品の紹介	
SDRラボリファイナー	50

はじめに

高知県では、令和2年度から「第4期」高知県産業振興計画への取組を始めましたが、新型コロナウイルスの感染拡大という大きな逆風の中でスタートすることとなりました。そのため、新型コロナウイルス感染症による県経済へのダメージを最小限に食い止めることができるよう、産業振興計画の総合的な施策群に加えて、「事業の継続と雇用の維持」、「経済活動の回復」、「社会の構造変化への対応」という3つの局面に応じた取組や今後の状況変化に応じて必要な対策を講じていくこととしております。

本県の紙産業も新型コロナウイルス感染症拡大の第1波では、マスクや除菌シートなど衛生材料やトイレットペーパーなど家庭紙への特需、原料を海外に依存する製品のサプライチェーンの毀損や特需後の受注急減による生産調整など、これまで想定していなかった様々な問題が発生しました。今後も、しばらくは先が読みにくい経済状況が続くものと思われま

す。しかし、紙産業は本県の製造品出荷額等の約1割を占める重要な産業であり、第4期産業振興計画でも、「絶え間ないものづくりへの挑戦」という柱の中で、引き続き紙産業のさらなる振興を掲げております。また、紙産業に限ったことではありませんが、SDGsを意識した製品・技術開発もテーマとなっております。第4期においても、紙産業技術センターでは、企業の皆様方と協力してひとつでも多くの製品を地産外商につなげる取組を行って参ります。

さて、令和元年度は第3期産業振興計画の最終年度であり、「高知県紙産業フォローアップ委員会」でも5年間の取りまとめについて委員の皆様方にお諮りし、引き続き紙産業の振興を図っていくとして、委員会の役割を終えることをご承認いただきました。元年度においても、当センターでは①試験研究、②依頼試験・設備利用・技術相談、③技術人材育成を3つの柱として業務を行って参りました。

①試験研究では、新素材であるセルロースナノファイバー(CNF)、不織布、衛生材料、土佐和紙に関わるものなど8テーマを実施しました。

②については、年間2,548件(16,150千円)の依頼分析試験、1,339件(1,104千円)の設備利用、2,932件の技術相談に対応し、抄紙機などのプラントを使った試験や品質管理に関わる機器分析等で企業の製品開発と販売促進等を支援しました。

③については、初任者研修、設備利用研修から、客員研究員招へい事業、紙産業振興アドバイザーによる専門知識を持った技術人材育成など、企業からの要望に応じた人材の育成に努めました。

この報告書は、当センターの令和元年度の業務全般と研究成果についてまとめたものです。ご高覧いただき、皆様の業務にお役に立てれば幸甚に存じます。今後も「地域産業の支援機関」として、関係機関の皆様方のニーズを大切にしながら、成果の普及と技術支援に力を入れていく所存ですので、ご理解とご支援をお願いいたします。

令和3年3月

高知県立紙産業技術センター
所長 刈谷 学

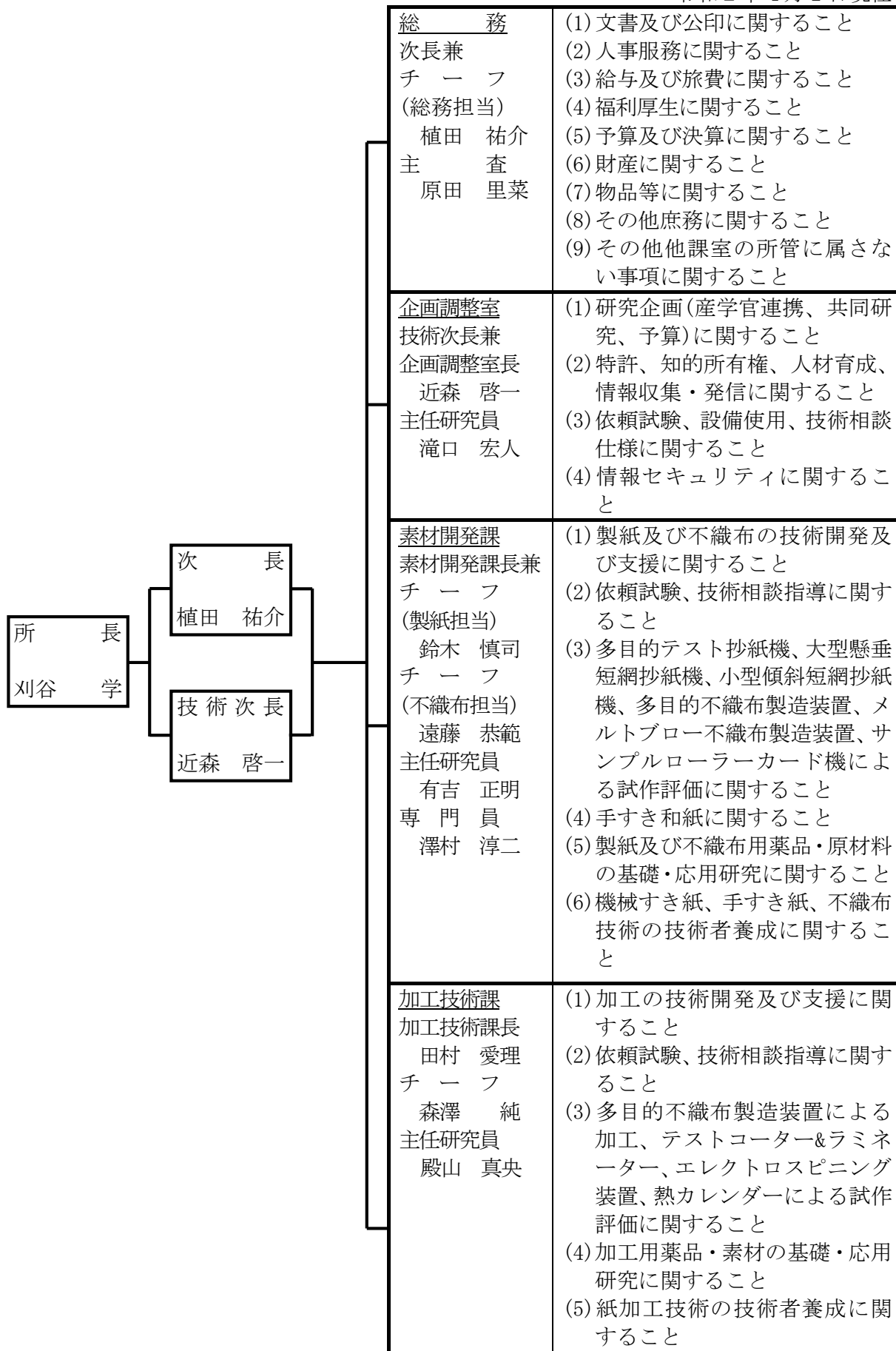
I 紙産業技術センターの概要

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、手すき紙科の新設とともに、第二工場加工試験室を整備拡充する。
- 昭和59年 指導施設費補助事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成元年 技術開発補助事業（融合化研究）の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成2年 技術パイオニア養成事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成5年 戦略的地域技術形成事業の実施とともに、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、多目的テスト抄紙機、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。
- 平成7年 戦略的地域技術形成事業の実施とともに、小型傾斜型短網抄紙機等を設置する。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の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成8～9年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成10～11年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助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の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成12～13年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業及び中小企業技術開発産学官連携促進事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成14年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成15年 組織改革により、組織を総務班、不織布・加工部、製紙技術部とする。
- 平成17～18年 地域新生コンソーシアム研究開発事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成19年 組織改革により、組織を総務、不織布・加工課、製紙技術課とする。
- 平成20～21年 地域イノベーション創出総合支援事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成22年 地域イノベーション創出総合支援事業、研究成果展開事業及び地域研究成果事業化支援事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成23年 地域研究成果事業化支援事業の実施及び地域活性化交付金（住民生活に光を注ぐ交付金）により、試験機を充実する。
- 平成25年 地域新産業創出基盤強化事業により、試験機を充実する。
- 平成27年 組織改革により、組織を総務、企画調整室、素材開発課、加工技術課とする。戦略分野オープンイノベーション環境整備事業により、試験機を充実する。
- 平成29年 地域における中小企業の生産性向上のための共同基盤事業により、試験機を充実する。

2 組織及び業務

令和2年4月1日現在



3 職員の構成

	事務職員	技術職員	計
所長		1	1
次長	1		1
技術次長		1	1
総務	2 (1兼)		2 (1兼)
企画調整室		2 (1兼)	2 (1兼)
素材開発課		4	4
加工技術課		3	3
計	2	10	12

4 施設の概要

敷地面積		13,069.79 m ²	
建物面積		5,788.51 m ²	
	本館棟(鉄筋コンクリート造 一部3階建)	建築面積 1,205.68 m ²	
		延面積 2,615.42 m ²	
	第一研究棟(鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造2階建)	建築面積 920.79 m ²	
		延面積 1,465.60 m ²	
	第二研究棟(鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造2階建)	建築面積 1,035.98 m ²	
		延面積 1,550.40 m ²	
	その他	車庫(鉄骨造)	31.33 m ²
		駐輪場(鉄骨造)	17.62 m ²
		受水槽施設(鉄筋コンクリート造)	40.00 m ²
		排水処理施設(鉄筋コンクリート造)	59.78 m ²
焼却炉(鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造)(現在は使用停止)		8.36 m ²	

5 決算(令和元年度)

(歳出)

科	目	金額(千円)	備考
紙産業技術センター	管理運営費	30,701	
紙産業技術	試験研究費	36,177	
紙産業技術	振興促進費	19,052	
紙産業	育成事業費	1,982	
	計	87,912	

(歳入)

科	目	金額(千円)	備考
使用料		1,258	試験設備使用料等
手数料		16,150	依頼試験手数料
諸収入		77	依頼出張等
	計	17,485	

6 試験手数料及び機械器具使用料

令和2年4月1日現在

(1) 試験手数料(高知県内) 高知県外については倍額。ただし※の試験については減額承認申請書を提出することにより高知県内と同額。

区分	種別	金額	件数	区分	種別	金額	件数		
定性分析	一般	蛍光・蛍光染料	1成分	¥ 1,650	物理化学試験	紙及び板紙の物理試験	坪量	1件	¥ 1,730
		色素	1成分	¥ 1,650			厚さ	1件	¥ 1,730
		酸アルカリ	1成分	¥ 1,650			破裂強さ試験	1件	¥ 1,730
		その他()	1成分	¥ 1,650			引裂強さ試験	1件	¥ 1,730
		F.T-I.R分析	1成分	¥ 3,200			耐折強さ試験	1件	¥ 1,730
	特殊	その他()	1成分	¥ 3,200			吸水度試験	1件	¥ 1,730
		特殊機器(赤外イメージングシステムによる簡易なもの)	1件	¥ 3,200			ベック平滑度試験	1件	¥ 1,730
		特殊機器(赤外イメージングシステムによる複雑なもの)	1件	¥ 7,990			透気度試験	1件	¥ 1,730
		SS	1成分	¥ 3,200			はっ水度試験	1件	¥ 1,730
		蒸発残留物・水溶性物質	1成分	¥ 3,200			ほぐれやすさ試験	1件	¥ 1,730
定量分析	一般	過マンガン酸カリウム消費量	1成分	¥ 3,200	柔らかさ(ハンドルーローメーター)	1件	¥ 1,730		
		重金屬	1成分	¥ 3,200	不織布風合い試験	1件	¥ 1,730		
		銅パー価	1成分	¥ 3,200	耐摩耗強さ試験	1件	¥ 1,730		
		音叉型振動式粘度計試験	1成分	¥ 3,200	透湿度試験	1件	¥ 1,730		
		その他()	1成分	¥ 3,200	摩擦感テスターによる試験	1件	¥ 1,730		
	特殊	ホルムアルデヒド	1成分	¥ 6,550	※ ドレープテスターによる試験	1件	¥ 1,730		
		BOD	1成分	¥ 6,550	※ その他()	1件	¥ 1,730		
		その他()	1成分	¥ 6,550	顕微鏡写真(手札型)	光学顕微鏡による拡大写真撮影	1件(3枚)	¥ 3,490	
		特殊機器	画像処理(WinRooF)	1件	¥ 13,310	褪色度試験	1件(1時間まで)につき	1時間まで	¥ 1,180
		特殊機器(複雑なもの)	その他()	1件	¥ 13,310	1時間を超える場合	1時間当たり	¥ 200	
※	特殊機器(分析走査型電子顕微鏡によるもの)	1件	¥ 10,600	加湿によるもの1件(1時間まで)につき	1時間まで	¥ 1,030			
	特殊機器(高速溶媒抽出装置によるもの)	1件	¥ 5,970	加湿によるもの1時間を超える場合	1時間当たり	¥ 250			
	特殊機器(極微弱発光検出分光システムによるもの)	1件	¥ 6,850	恒温恒湿槽試料処理試験	1件(1時間まで)につき	1時間まで	¥ 1,570		
	特殊機器(フィルター性能試験機による簡易なもの)	1件	¥ 4,540	1時間を超える場合	1時間当たり	¥ 640			
	特殊機器(フィルター性能試験機による複雑なもの)	1件	¥ 17,900	指示薬を使用する紙質試験	溶液調整	1試料	¥ 640		
	特殊機器(ゼータ電位測定装置によるもの)	1件	¥ 6,660	その他()	1試料	¥ 640			
	特殊機器(比表面積測定装置による簡易なもの)	1件	¥ 14,960	繊維組成試験	光学顕微鏡によるもの	1試料	¥ 2,040		
	特殊機器(比表面積測定装置による複雑なもの)	1件	¥ 21,780	薬品溶解定量によるもの	1試料	¥ 4,150			
	特殊機器(レオメーターによるもの)	1件	¥ 6,680	万能試験機による引張又は圧縮若しくは剥離試験(乾燥時又は湿潤時)	1件	¥ 1,930			
	原料処理試験	紙料調整試験(バルブ叩解等)	1件(1kg)	¥ 1,820	白色度計による白色度又は明度若しくは不透明度試験	1試料	¥ 2,680		
大型開放釜による煮熟試験		1件	¥ 13,070	往復摩耗試験	1件	¥ 3,790			
中型開放釜による煮熟試験		1件	¥ 10,680	分析走査型電子顕微鏡写真	1件	¥ 5,290			
小型開放釜による煮熟試験		1件	¥ 4,740	燃焼速度試験	1件	¥ 2,450			
オートクレーブによる煮熟試験(使用薬品を除く)		1件	¥ 7,090	サイズ度試験	1試料	¥ 1,650			
地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)		1件	¥ 21,940	電気伝導率測定試験	1試料	¥ 1,880			
粉碎処理試験		1件	¥ 3,880	真空乾燥試験	1試料	¥ 3,000			
超微粒摩砕機による摩砕処理試験		1件	¥ 2,380	紙料水分試験	1試料	¥ 1,740			
セルロースナノファイバー製造装置による処理試験		1件	¥ 16,800	ろ水度試験	1試料	¥ 1,350			
SDFRラボリファイナーによる叩解試験		1件	¥ 10,640	灰分試験	1試料	¥ 3,470			
製造試験	多目的テスト抄紙機による製造試験	1時間	¥ 29,370	pH試験	1試料	¥ 1,880			
	多目的不織布製造装置による製造試験	1時間	¥ 20,820	繊維長分布測定試験	1試料	¥ 2,950			
	小型抄紙機による製造試験	1時間	¥ 9,970	細孔分布測定試験	1試料	¥ 2,720			
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験	1時間	¥ 16,780	水溶性評価試験	1試料	¥ 5,140			
	手すき抄紙による製造試験	1時間(10枚)	¥ 3,660	※ 三次元計測機能付走査型顕微鏡写真	1件	¥ 4,760			
	シートマシン装置による製造試験	1時間(10枚)	¥ 2,530	※ 加熱乾燥式水分率測定装置による試験	1件	¥ 1,740			
	サンプルローラーカードによる製造試験	1時間	¥ 6,690	※ 臨界点乾燥試験	1件	¥ 12,320			
	エレクトロスピンニング装置による製造試験	1時間	¥ 9,270	ゼロ・スパン張力測定試験	1件	¥ 3,100			
	マルチロー不織布製造装置による製造試験	1時間	¥ 29,010	ディスク遠心式粒度分布測定試験	1件	¥ 5,900			
	テストコーター&ラミネーターによる加工試験	1時間	¥ 14,410	高分解能熱画像カメラによる熱画像測定試験	1件	¥ 1,480			
加工試験	樹脂加工試験機による加工試験	1時間	¥ 6,290	滑接接触角試験	1件	¥ 6,330			
	圧縮成型プレス試験	1時間	¥ 5,440	成継書の謄本又は証明書	1通	¥ 590			
	エンボス試験	1時間	¥ 4,440	その他					
	熱力レンダー加工試験	1時間	¥ 2,900						
	紙の手加工試験	1時間	¥ 2,610						
	スリッターによる加工試験	1時間	¥ 7,560						
	※ テーブルコーターによる加工試験	1時間	¥ 7,950						
	精密熱力レンダー装置による加工試験	1時間	¥ 24,310						
	レーザー加工機による加工試験	1時間	¥ 7,510						

(2) 機械器具使用料(高知県内)

高知県外については倍額。ただし※の試験については減額承認申請書を提出することにより高知県内と同額。

区 分	種 別	金 額	件数	
原料処理機器	1 k g ホーレンダー型ピーター	1 時間	¥ 620	
	8 k g ホーレンダー型ピーター	1 時間	¥ 680	
	3 8 k g ホイト型ピーター	1 時間	¥ 1, 480	
	1 k g ナギナタ型ピーター	1 時間	¥ 620	
	スクリーン	1 時間	¥ 710	
	蒸解用オートクレーブ	1 時間	¥ 1, 070	
	地球釜	1 時間	¥ 3, 220	
	粉砕機	1 時間	¥ 1, 400	
	S D R ラボリファイナー	1 時間	¥ 4, 770	
	その他の原料処理機器 □打解機 □カナディアンフリーネステスター □小野打カッター □超微粒磨砕機 □C N F 製造装置 □他()	1 時間	¥ 620	
	試験機器	熱風循環式高温炉	1 時間	¥ 1, 280
耐候性試験機(フェードメーター)		30時間	¥ 5, 920	
耐候性試験機加湿システム		30時間	¥ 2, 500	
フラジール通気度試験機		1 時間	¥ 520	
バームボロシメーター		1 時間	¥ 780	
白色度計		1 時間	¥ 680	
ハンディー圧縮試験機		1 時間	¥ 740	
ショッパ型耐水度試験機		1 時間	¥ 820	
風合い測定試験機(K E S 曲げ、せん断、引張、圧縮、表面)		1 時間	¥ 1, 150	
保温性試験機		1 時間	¥ 850	
燃焼速度試験機		1 時間	¥ 730	
デジタルマイクロスコープ		1 時間	¥ 810	
テンシロン万能試験機		1 時間	¥ 1, 290	
繊維分析計		1 時間	¥ 820	
※ フィルター性能試験機		1 時間	¥ 2, 260	
※ 加熱乾燥式水分率測定装置		1 時間	¥ 820	
※ 摩擦感テスター		1 時間	¥ 640	
※ ドレープテスター		1 時間	¥ 640	
※ 臨界点乾燥機		1 時間	¥ 1, 820	
ゼロ・スパン張力測定装置		1 時間	¥ 1, 340	
ディスク遠心式粒度分布測定装置		1 時間	¥ 1, 500	
その他の試験機器 □恒温恒湿装置 □クラーク柔軟度試験機 □通気性試験機 □透気度試験機 □パルプ標準離解機 □引裂試験機 □破裂度試験機 □耐折度試験機 □ハンドルオメーター □ベック平滑度試験機 □高速溶媒抽出装置 □精密恒温器 □多目的光学顕微鏡 □高分解能熱画像カメラ □真空乾燥機 □滑落接触角計 □他()		1 時間	¥ 640	
抄紙加工機		樹脂成型プレス機	1 時間	¥ 860
	エンボスマシン	1 時間	¥ 1, 500	
	熱カレンダー	1 時間	¥ 1, 110	
	樹脂加工機	1 時間	¥ 2, 220	
	小型抄紙機	1 時間	¥ 7, 020	
	手すき抄紙室の備付け器具	1 時間	¥ 560	
	サンプルローラーカード機	1 時間	¥ 750	
	スリッター	1 時間	¥ 1, 270	
	レーザー加工機	1 時間	¥ 850	
	※ 全自動平型接着プレス機	1 時間	¥ 600	
	その他の抄紙加工機 □シートマシン装置 □足踏みシーラー □乾燥機 □全自動平プレス機 □回転乾燥機 □断裁機 □他()	1 時間	¥ 600	
	分析機器	熱分析装置(D S C)	1 時間	¥ 1, 040
		分光光度計	1 時間	¥ 1, 160
分析走査型電子顕微鏡		1 時間	¥ 2, 930	
極微弱発光検出分光システム		1 時間	¥ 1, 050	
※ 三次元計測機能付走査型顕微鏡		1 時間	¥ 1, 080	
※ ゼータ電位測定装置		1 時間	¥ 2, 210	
※ 比表面積測定装置		1 日	¥ 6, 830	
赤外イメージングシステム		1 時間	¥ 1, 350	
レオメーター		1 時間	¥ 1, 400	
その他の分析機器 □p Hメーター □インキュベーター □スターラー □電気炉 □フーリエ変換赤外分光光度計 □他()		1 時間	¥ 620	
施設	研修室[1]	半日	¥ 6, 380	
	会議室	半日	¥ 4, 230	
	研修室[1]	1 日	¥ 12, 760	
	会議室	1 日	¥ 8, 470	
	研修室[1]および[2]	半日	¥ 12, 760	
	研修室[1]および[2]	1 日	¥ 25, 520	
その他				

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
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：12～100g/m ²	H. 6
	(株)大昌鉄工所		ウォータージェット処理装置 最大水圧：10Mpa、最大水量：66L/min 水門数：2門	H. 12
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：8～160g/m ² ウェットクレープ装置 抄紙部カセット化 ダンディーロール ナギナタ配合装置	H. 6 H. 8 H. 14 H. 15 H. 16
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：1～15m/min 抄紙幅：300mm ウォータージェット装置 ：最高圧力9.8MPa	H. 6
多目的不織布製造装置	川之江造機(株)		抄速：1～20m/min オープナー2台：働巾250mm ホッパーフィーダー2台：働巾500mm カード機2台：働巾500mm ウォータージェット装置（両面） ：最高圧力15MPa サーマルドライヤー ：最高温度200℃ サーマルキャレンダー ：最高温度250℃ 速度制御システム	H. 6 H. 7 H. 11 H. 17 H. 27
マルチロー 不織布製造装置	日本ノズル(株)		原料ポリマー： PP, PET, PBT 抄速：1～100m/min 目付：5～300g/m ² ウェブ幅：600mm ノズル： φ0.25mmD×3.0mmL×1, 207holes (0.5mmP) φ0.15mmD×2.4mmL×2, 401holes (0.25mmP) 生産能力：7.8kg/hr(PP)	H. 23 H. 27

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
セルロースナノファイバー製造装置	(株)スギノマシン		方式：湿式微粒化装置 原料液：パルプの水分散液(pH4~10) 処理圧力：100~245MPa 処理速度：52L/h(ノズル径0.17mm) 原料タンク内量：2.5L 多バスシステムタンク容量：50L チャンバー： ボール衝突チャンバー (ノズル径Φ0.17mm) 斜向衝突チャンバー (ノズル径Φ0.12mm) シングルチャンバー (ノズル径Φ0.17mm、他)	H. 27
エレクトロスピンニング装置	カトーテック(株)		ノズル方式(エアー・アシスト方式) 直流高圧電源：0~50kV 基材幅：約300~600mm 基材直径：最大300mm 溶液タンク容量：0.5L、2L ノズル本数：8本 溶液吐出量：0.02~1.5ml/min 基材送り速度：0.2~6m/min ターゲット・シリンジ間距離：約1,500mm	H. 23
サンプルローラーカード	大和機工(株)	SC-300DR	ウェブシート寸法：900×300mm	H. 2
サンプルローラーカード機	(有)竹内製作所	SRC-400	ウェブシート寸法： 950×400mm、1,400×400mm	H. 27
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 DDR：75kw×6P サイクリングタンク 配合ポーチャー、マシンチェスト	H. 6
大型懸垂短網抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		ナギナタピーター：2.5m ³ バケットチェスト：1.7m ³ バケットチェスト：3.1m ³	H. 6
多目的抄紙機 円網シリンダー	(株)梅原製作所		上網(80メッシュ) 下網(14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(80メッシュ) 下網(14メッシュ) 外寸：φ655mm、幅：400mm	H. 11
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
蒸解用オートクレーブ	坂本鉄工所		加熱方式：蒸気 有効容積：120L 最高圧力：15kg/cm ²	H. 6
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
遠心脱水機	国産遠心機(株)	H-130B	処理容量：4L	H. 26
叩解度試験機	東洋テスター(株)	シヨッパ-型	JISP8121に対応	S. 62
ろ水度試験機	東洋テスター(株)	カタマイソ型	JISP8121に対応	S. 62
パルプ保水度測定用 遠心分離器	熊谷理機工業(株)	RF-051N	最高回転数：4700rpm 最大遠心力：3020×g	H. 6
手すき道具一式			簀桁、漉槽、圧搾機	
小野打カッター	小野打製作所	DL-150		S. 57
原料煮熟釜			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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
ナギナタビーター	(株)梅原製作所		容量：1 kg、2 kg	S. 42
ホレンダービーター	(株)梅原製作所		容量：1 kg、4 kg、8 kg、10kg	S. 42 H. 6 H. 11
ナイアガラビーター	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
パルプ標準離解機	(株)東洋精機		TAPPI標準、JIS対応	S. 55
円型シートマシン	(株)東洋精機製作所		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
大型円型シートマシン	熊谷理機工業(株)	No. 2550	抄紙寸法：直径230mm、面積414cm ² 金網：150メッシュ、80メッシュ	H. 27
高性能ミキサー	(株)エーテックジ ヤパン	Distromix B DB60-H	ロータースターター式攪拌装置 バッチ処理量：1.0～20L 最大回転数：3,000rpm	H. 17
超微粒磨砕機	増幸産業(株)	ゼン・ミ MKCA6-2	グラインダー：MKE6-46(標準溝) 砥石直径：φ150mm(6インチ)	H. 19
プレ脱水装置	(株)大阪ジャッキ 製作所	KPB-10 E-10S-25 TWA0.7	ジャッキプレス E型パワージャッキ 手動ポンプ	H. 21
高速スタンプミル	日陶科学(株)	ANS-143PL	うす寸法：φ143mm うす材質：ステンレス ハンマー材質：ステンレス ストローク：60mm 120rpm	H. 21

(2)加工設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
熱カレンダー装置	川之江造機(株)		有効幅：300～1000mm 運転速度：～60m/min (常用5～20m/min) 線圧：予熱部 ～50kN/m カレンダー部 ～250kN/m 繰出し：最大径 Φ1000mm (最大重量 150kg) クリアランス： コッター方式(0～5mm、2μm精度) 軸クロス：±20mm(ボトムロール)	H. 27
テストコーター & ラミネーター	岡崎機械工業(株)	TC/DL-700S	加工速度：3～60m/min 加工巾：500mm(最大650mm) グラビアコーター、S字トップコーター、ダイコーター、スプレーコーター、ディップ式コーター、ウェットラミネーター、ドライラミネーター、計測制御システム	H. 6 H. 8 H. 11 H. 12 H. 23
樹脂加工機	(株)勝賀瀬鉄工所		加工巾：600mm、最大加工速度：10m/s	H. 5

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
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
断 裁 機	余田機械工業(株)	富士デジタル スラット型	裁断幅：1015mm	H. 6
粉 碎 機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉碎室内径：φ250mm 回転数：4000～10000rpm	H. 8
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	S. 57
テ ス ト 用 エ ン ボ ス マ シ ン	(有)吉永鉄工	EM-600	加工巾：600mm、 最高使用温度：150℃	H. 3
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℃ 最大加圧時間：30sec プレス寸法：500×400mm	H. 6
熱 風 循 環 式 高 温 炉	旭科学(株)	HF-60	使用温度：0～600℃	H. 3
ス リ ッ タ ー	(株)西村製作所	TB-2A型	材料巾：550mm～250mm 材料最大径φ600mm	H. 13
ス リ ッ タ ー	萩原工業(株)	HDF-905-1 300	裁断幅：950mm×1、550mm×1及び2、 500mm×1及び2、450mm×1及び2、 250mm×1のいずれか 巻出ロール最大径：φ800mm 巻取形式：上下2段 巻取ロール最大径：φ500mm	H. 27
撚 糸 装 置	金生鉄工所		10錘	H. 13
織 り 機	(有)中村機械製作所	NS-M型	織り巾900mm	H. 13
全 自 動 平 型 接 着 プ レ ス	(株)羽島	HP-125FA	最大加圧力：380g/cm ² 最高温度：200℃ 最大加圧時間：15min バキューム機構付 プレス寸法：1200×500mm	H. 25
レ ー ザ ー 加 工 機	(株)ユニバーサル レーザーシステムズ	ILS9.75	レーザー発振機：炭酸ガスレーザー 方式：X軸Y軸テーブル型 加工範囲：609.9mm×914.4mm又は∞ レーザー出力：40W カッティングスピード：3500mm/sec 駆動解像度：最大2000dpi	H. 27
テ ー ブ ル コ ー タ ー	R Kプリントコ ートインストル メント社	K303	塗工方式：バーコート 最大塗工面積：350mm×475mm ウェット膜厚：4～120μm 塗工方式：グラビアコート 塗工面積：275×285mm グラビア彫刻版：30～175メッシュ 塗工速度：0～40m/min	H. 18 H. 25 繰入

(3) 試験設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
生 物 顕 微 鏡	(株)ニコン	80iF-21-1	倍率：×4、×10、×20 ダブルポート装置付属	H. 17
生 物 顕 微 鏡 蛍 光 装 置	(株)ニコン	U-Epi		H. 21
万 能 投 影 機	(株)ニコン	V-12B	倍率：×20、×100、×200 透過光及び反射光切替可能	H. 26

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
顕微鏡デジタルカメラ	(株)ニコン	DS-5M-L1	スタンドアロンタイプコントロールユニット	H. 17
デジタルマイクロハイコープ	(株)ハイロックス	KH-7700	レンズ倍率：等倍～7,000倍 撮像素子：211万画素	H. 21 H. 25 繰入
分析走査型電子顕微鏡	日本電子(株)	JSM-6510A /JED-2300	走査電子顕微鏡 倍率：×5～×300,000 二次電子分解能： 3.0nm以上(加速電圧30kV) 8.0nm以上(加速電圧3kV) X線分析装置 検出可能元素：Be～U	H. 21
大型滑走式ミクロトーム	大和光機工業(株)	REM-710 - NU	上下動距離：40mm 薄切目盛範囲：0～120μm	H. 21
分光蛍光光度計	(株)日立製作所	F-4500	光源：150Xeランプ 分解：1.0nm 分光器：無収差凹面回折格子900L/m 測定波長範囲：EX, EM200～730nm	H. 10
フーリエ変換赤外分光光度計(F T - I R)	(株)島津製作所	IRAffinity-1	波数領域：400～40cm ⁻¹ 光学系：シングルビーム方式 検出器：高感度検出器(DLATGS) 干渉計：30°入射マイケルソン干渉計 S/N：26,000:1以上	H. 24
紫外・可視・近赤外分光光度計	(株)島津製作所	UV-3600	測定波長範囲：185～3300nm 分解：0.1nm	H. 20
熱分析装置	(株)島津製作所	DSC-60	温度範囲：常温～600℃	H. 15
ポータブル水質分析計	ハック社	DR890	吸光度範囲：0～2ABS 濃度単位：μg/L、mg/L、g/L、ABS、%T	H. 22
繊維分析計	ローレンツェンアントベットレ(株)	ファイバータスター	測定範囲 繊維長：0.01～7.5mm 繊維幅：0.01～0.1mm	H. 23
自動滴定装置	東亜ディーケーケー(株)	AUT-701		H. 20
極微弱発光検出分光システム	東北電子産業(株)	ケルミネックスアナライザー CLA-FS3	検出方式：シングルフォトンカウンティング法 (単一光子係数法) 検出波長域：300～850nm (最高感度波長420nm)	H. 23
ベック平滑度試験機	熊谷理機工業(株)	HP型	測定空気量：10ccまたは1cc	H. 25
表面体積抵抗率測定機	(株)アドバンテスト	R12704 /R8340A	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
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
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
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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
ハンディー圧縮試験器	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
			ニードル貫通力測定仕様	H. 21
パームポロメーター	POROUS MATERIALS INC.		サンプルサイズ径：4.25cm 最大細孔径範囲：600～0.5μm(水) 130～0.035μm(FC-40)	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
紙伸縮計	(株)安田精機製作所	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
テンシロン万能試験機	(株)イー・アンド・ デイ	RTF-1310	最大荷重容量：1t ロードセル：50N、250N、1kN、1t クロスヘッド速度範囲：0.0005～ 1,000mm/min クロスヘッドストローク：1,100mm 測定項目：引張、圧縮、曲げ、剥離、 破裂、引裂	H. 21
引きはがし抵抗 測定装置	ミネベア(株)	LTS-500N- S100	ロードセル：定格容量500N 90°剥離試験治具	H. 19
引裂度試験機	(株)東洋精機製作所	エレメント型	デジタル表示、エアーチャック使用	H. 6
軽荷重引裂度試験機	熊谷理機工業(株)	エレメント型	目盛範囲：0～33g	H. 6
破裂度試験機	(株)東洋精機製作所	ミュン破裂 試験器 M2-LD一式	測定範囲：0～2000kPa 最小表示単位：0.1kPa JIS P 8112-2008、ISO2785 JIS L 1096 準拠	H. 22
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
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
ハイトゲージ	(株)ミットヨ	HDS-H60C	測定範囲：0～600mm 最小表示量：0.01mm 繰返し精度：0.01mm	H. 22
紙厚計	熊谷理機工業(株)	TM600-F	測定範囲：0～1.5mm 測定精度：0.001mm 測定圧力：100±10kPa及び50±5kPa 紙送り装置、内蔵プリンタ	H. 27
ガーレデンソメーター	(株)東洋精機製作所	158	空気透過量：最大350ml 透過面孔径：286±0.1mm	H. 6
色彩色差計	(株)ミノルタ	CR-200		H. 3
ハンドルーオーバーメーター	熊谷理機工業(株)		測定範囲：25g、50g すき間間隔：5～20mm	S. 53
高圧破裂度試験機	熊谷理機工業(株)	ミュン型	最高圧力：45kg/cm ² 、自動クランプ	S. 56
フェードメーター	コン・フォ・メ・ グラ社(ジヤスコ インタナショナル (株))	ソーラー ボックス 1500e	光源：空冷式キセノンランプ1500W 試験室面積：280×200mm 照射照度範囲：250～1000W/m ² (300～800nm計測)	H. 18

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
耐 候 性 試 験 機 加 湿 シ ス テ ム	コン・フォ・メ・ グラ社 (ジャスコ インタナショナル 株)		最高温室度：40℃ 80%	H. 20
恒 温 恒 湿 装 置	エスペック株	PL-3J	温度範囲：-40～100℃ 湿度範囲：20～98%RH 内容量：60×85×80cm	H. 26
イ ン キ ュ ベ ー タ ー	サンヨー株	MIR-152	温度範囲：-10～50℃	H. 元
オ ー ト ク レ ー ブ	サンヨー株		滅菌温度：105℃～121℃	H. 5
ク リ ー ン ベ ン チ	サンヨー株	MCV-13BSF		H. 6
冷 却 遠 心 器	株日立製作所	CF-7DS		H. 7
オ ズ ン 水 実 験 装 置	荏原実業株		水冷式オゾン発生器 酸素ガス発生装置 (P S A) UV式溶存オゾンモニタ 気液混合ポンプ 製造オゾン水濃度： 5 mg/L以上 (ワンパス流路) 10mg/L以上 (循環流路)	H. 21
純 水 / 超 純 水 製 造 装 置	日本ミリポア株	Elix Advan- tage 5 Simplicity UV	純水製造装置 超純水製造装置	H. 22
不 織 布 風 合 い 計 測 シ ス テ ム	カトーテック株	KES-FB1 KES-FB2 KES-FB3 KES-FB4	引張り・せん断試験機 純曲げ試験機 圧縮試験機 表面試験機	H. 10
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：φ13cm 試験ホルダー回転速度：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
マ ー チ ン デ ー ル 摩 耗 試 験 器	株大栄科学精器 製作所	403	JIS L-1096摩耗試験機対応	H. 10
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
往 復 摩 耗 試 験 シ ス テ ム	新東科学株	TYPE:30S	移動距離：10～50mm 移動速度：30～12,000mm/分 試料台寸法：180mm×120mm ASTM平面圧子、30mm平面圧子 ロールホルダー、ブレードホルダー	H. 22
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. 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
ラ ウ ン ダ ー メ ー タ	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
電 気 炉	ヤマト科学株	FO-710	使用温度範囲：100～1150℃	H. 16
少 量 棚 式 チ ャ ン バ ー 凍 結 乾 燥 シ ス テ ム	東京理化器械株	FDU-1100 DRC-1N	トラップ温度：-45℃ 試料棚サイズ：W200mm×D230mm 2段	H. 17

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
フィルター性能評価試験機	東京ダイレック(株)	DFT-4	中高性能フィルター濾材の捕集効率及び圧力損失を測定する ろ過面積：100cm ² 流速：0.5～16cm/sec 圧力損失：～2hPa 使用粉体：JIS8種・11種、タルク、PAO他 測定粒子径：0.3～10μm	H. 25
動的粘弾性測定装置	メトラー・トレド社	DMA/SDTA861°	温度範囲：-150～500℃ 荷重範囲：0.005～40N 測定周波数範囲：0.001～1000Hz	H. 18 H. 25 繰入
三次元計測機能付走査型電子顕微鏡	(株)キーエンス	VE-9800	倍率：×15～×100,000 二次電子分解能：8.0nm 試料ステージ： 5軸(X/Y/Z/回転/傾斜)	H. 18 H. 25 繰入
PPS表面粗さテスター	ローレンツェンアンドベットレー(株)	L&WPPS Tester-Co ad165	測定範囲：0.60～6.00μm 固定圧力：0.5、1.0、2.0MPa 測定気圧：19.6kPa	H. 22
水解性評価試験装置	(株)日進機械		試験槽個数：3個 試験槽寸法： 430Lmm×330Wmm×300Hmm 試験槽揺動角度：前後11° 揺動速度：26rpm	H. 27
白色度計	日本電色工業(株)	PF7000	照明受光条件：拡散照明：0° 受光 測定方法：ダブルビーム方式、全波長同時補償方式 測定波長：400nm～700nm 測定径(照明径)：測定径φ28mm(φ34mm) 測定用光源：パルスキセノンランプ 観察光源・視野：A, C, D65, F6, F8, F10 2°、10° 視野	H. 29
ドレープテスター	(株)大栄科学精器製作所	YD-100	試験台直径：12.7cm 試験片直径：25.4cm 試験片調整(クセ取り)：上下振動＋回転運動 面積測定方法：積分法による自動測定 最小読取：ドレープ係数=0.0001、 ドレープ面積=1m ² (0.01cm ²)	H. 19
ゼータ電位測定装置	大塚電子(株)	ELSZ-2000 ZS	ゼータ電位測定範囲：-200～+200mV 測定可能粒子径範囲：0.6nm～10μm 測定可能pH範囲：pH1～13 平板試料表面のゼータ電位測定可能	H. 30

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
臨 界 点 乾 燥 機 付 き 比 表 面 積 測 定 装 置	マイクロトラック・ベル(株) ライカマイクロシステムズ(株)	BELSORP-max II Leica EM CDP3000	測定可能最小比表面積：0.01 m ² /g 以上 (N ₂ ガス使用時) 細孔分布測定範囲：0.35~100nm 吸着ガス種：N ₂ 、CO ₂ 、Kr、H ₂ O、NH ₃ 、 その他腐食性ガス 前処理装置：真空加熱処理装置 (400℃以下)、臨界点乾燥処理装置	H. 30
摩 擦 感 テ ス タ ー	カトーテック(株)	KES-SE-STP	摩擦力検出器：リング状力計 差動トランス方式 摩擦力感度：フルスケール 200gf 精度：フルスケールの±0.5% 試料移動速度：1mm/sec	H. 19

Ⅱ 業 務 概 要

1 試験研究・技術支援事業

研究課題	予算項目	担当課
次世代家庭用衛生材料の開発	一般研究費	加工技術課
水流交絡法により加工した土佐和紙の新用途開発	一般研究費	素材開発課
高知セルロースナノファイバー事業化プロジェクト	一般研究費	素材開発課 加工技術課
セルロースナノファイバー(CNF)による高機能化材料の開発	特別研究費	素材開発課 加工技術課
スズメバチ忌避剤を利用したミツバチ保護装置の開発	特別研究費	加工技術課
鳥獣による食害防止技術の開発	特別研究費	加工技術課
土佐和紙の原料や製造法が紙質に及ぼす影響の解明—土佐和紙のPRと販売促進—	技術支援事業費	素材開発課
高性能フィルター素材の開発	成長分野育成研究費	加工技術課

2 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	876	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	877	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	890	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	182	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	46	蒸気管理、節電
公害防止技術	61	排水処理
計	2,932	

(2) 技術指導

担当課	主な内容
素材開発課	<ul style="list-style-type: none"> ・抄紙機及び抄紙機による試作について ・спанレース不織布及びその試作について ・生分解性プラスチック及びその分解性評価技術について ・こうぞの栽培・収穫・原料パルプ化について ・原料蒸解処理について ・紙及びその加工品の染色について ・製紙スラッジについて ・プラスチック素材種類別の耐熱性や劣化の違いについて ・高分子の電気絶縁破壊について ・残留有効塩素の測定方法及び確認方法について

担 当 課	主 な 内 容
	・製品中の異物、シミ、変色について

担 当 課	主 な 内 容
加工技術課	<ul style="list-style-type: none"> ・トイレに流せる製品群の検討について ・昆虫性異物について ・フィルター性能評価試験について ・熱カレンダーの加工試験について ・熱カレンダーの圧力分布測定に関すること ・剥離強度試験について ・電気特性評価試験に関すること ・シミ分析について ・障子紙の透過率測定について ・プラスチック代替品に関すること ・工業用水について ・海外の食品包材に関する規制について ・メルトブロー不織布製造装置について ・メルトブロー不織布について ・生理処理用品の試験方法について ・食品衛生法の改正に関すること ・生産工程中の不良原因の究明に関すること ・液体の動的粘弾測定に関すること

3 依頼試験及び設備使用

(1) 依頼試験

年 度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31/R1
件 数	3,294	2,917	2,858	2,488	2,685	2,297	2,643	2,548
手数料(千円)	12,505	12,708	13,858	15,776	17,833	15,362	15,048	16,150

(2) 設備使用

年 度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31/R1
件 数	618	570	949	1,203	1,111	1,530	1,230	1,339
使用料(千円)	371	364	1,000	1,194	937	1,105	985	1,104

4 研修生の受入れ

研修期間	内 容	備 考	人数
平成31年 4月15日、16日 及び18日	不織布製造工程について	廣瀬製紙株式会社	6

研修期間	内 容	備 考	人数
令和元年 7月22日～26日	伝統的手漉き紙の技術理解及び文化財修理への応用に関する研修（前期）	国宝修理装演師連盟	3
令和元年 10月7日～11日	文化財修理に用いられる紙の繊維検査方法に関する研修	国宝修理装演師連盟	3
令和元年 12月16日～20日	伝統的手漉き紙の技術理解及び文化財修理への応用に関する研修（後期）	国宝修理装演師連盟	3

5 紙産業技術初任者研修会

開催日	内 容	人数
平成31年 4月15日	①原料のろ水度測定及びシートマシン抄紙 ②紙の物性試験	6
平成31年 4月16日	①乾式不織布製造試作 ②不織布の物性試験	6
平成31年 4月18日	①小型抄紙機抄紙実習	6

6 開放試験設備利用研修

開催日	設 備 名	人 数
平成31年 4月12日	ゼータ電位測定装置	1
平成31年 4月15日	デジタルマイクロスコープ	1
平成31年 4月22日	回転式蒸解釜	1
令和元年 5月 9日 及び6月11日	繊維分析計、パームポロメーター、分析走査型電子顕微鏡（JSM-6510A）	3
令和元年 5月10日	超微粒摩砕機	1
令和元年 6月 3日	摩擦感テスター	4
令和元年 6月 5日	ゼータ電位測定装置	4
令和元年 6月 5日	断裁機	2
令和元年 6月25日	繊維分析計	3
令和元年 6月25日	テンシロン万能試験機（RTF-1310）	1
令和元年 6月28日	摩擦感テスター	1
令和元年 7月 4日	サンプルローラーカード機	1
令和元年 7月12日	デジタルマイクロスコープ	1
令和元年 7月18日	スリッター	1
令和元年10月28日	ゼータ電位測定装置	1
令和 2年 1月10日	CNF製造装置	1
令和 2年 1月14日	ハンディ圧縮試験機	6
令和 2年 2月 6日	ゼータ電位測定装置	1
令和 2年 2月10日	パームポロメーター	4

開催日	設 備 名	人 数
令和 2年 2月21日	断裁機	2
令和 2年 2月25日	レーザー加工機	4

7 講演会

開催日	内 容	人数
令和元年 10月2日	紙のお話	19
令和元年 10月30日	異物分析は『観察』と『分類』の科学だ（異物分析概論）	15
令和2年 2月18日	「CNFの評価に活用できる評価機器についての紹介」 「製紙におけるセルロースナノファイバー（CNF）の活用について」	27

8 研究会事業

研究会名	内 容	件数	参加 企業	人数
複合加工研究会	熱カレンダー装置、コーター&ラミネーター等を活用した新製品・新技術開発	1	1社	3
CNF研究会	CNF製造装置、マスコロイダー等を活用した新製品・新技術開発	51	59社	178
リサイクル炭素研究会	リサイクル炭素繊維の新製品・新技術開発	2	0社	4
素材製造技術研究会	抄紙機や不織布製造装置等を活用した新製品・新技術開発	27	27社	126
紙質研究会	レーザー加工機等を活用した手すき和紙の新製品・新技術開発	18	31社	71

9 分科会事業

分科会名	内 容	件数	参加 企業	人数
CNF分科会	CNF製造装置、マスコロイダー等を活用したCNFに関する活動	1	16社	27
紙質分科会	レーザー加工機等を活用した手すき和紙の高付加価値化に関する活動	1	2社	20
土佐方式分科会	流通性試験装置、水解性評価装置、大型丸形シートマシン等を用いた水に流れる製品群の試験方法の制定に関する活動	30	74社	118
素材製造技術分科会	抄紙機や不織布製造装置等を活用した製造技術に関する活動	1	15社	17

10 一般開放行事

開催日	内 容	人数
令和元年 8月 2日	高知県立紙産業技術センター見学&体験会 「自分で漉いた紙で飛行機を折って飛ばそう。」	21

11 工業所有権

(1) 登 録

年月日	番 号	名 称	発明者名	共同出願者等
平成19年 10月19日	特許 第4025861号	家畜解体用の吸液マット および吸液枕材の保持シ ート	林 幸男、澤村淳二 田村愛理、森澤 純	(株)環境機器
平成21年 1月 9日	特許 第4240277号	多量の血液等を吸収でき る吸収性物品	林 幸男、澤村淳二 田村愛理、森澤 純 近森麻矢	(株)環境機器
平成22年 1月 8日	特許 第4431992号	保湿不織布	鈴木慎司、池 典泰 松本 博、澤村淳二 田村愛理、森澤 純	河野製紙(株) 三昭紙業(株)
平成22年 1月 8日	特許 第4431995号	エンボス加工クレープ 紙とその製造方法	鈴木慎司、林 幸男 池 典泰、松本 博 田村愛理、遠藤恭範 森澤 純、近森麻矢	河野製紙(株)
平成24年 2月 3日	特許 第4915926号	保湿不織布	鈴木慎司、池 典泰 澤村淳二、田村愛理 森澤 純、滝口宏人 有吉正明	河野製紙(株) 三昭紙業(株)
平成24年 3月 2日	特許 第4936284号	保湿不織布包装体	鈴木慎司、池 典泰 澤村淳二、田村愛理 森澤 純、滝口宏人 有吉正明	河野製紙(株) 三昭紙業(株)
平成24年 5月11日	特許 第4984027号	石英ガラス不織布の製 造方法	森澤 純、池 典泰 松本 博、澤村淳二 田村愛理、鈴木慎司 近森麻矢、林 幸男	信越石英(株)
平成24年 5月11日	特許 第4984037号	石英ガラス繊維含有乾 式短繊維ウェブおよび 不織布	森澤 純、池 典泰 山崎裕三、澤村淳二 田村愛理、滝口宏人 鈴木慎司、松本 博	信越石英(株)
平成26年 2月14日	特許 第5472586号	エンボス加工クレープ 紙	鈴木慎司、林 幸男 池 典泰、松本 博 田村愛理、遠藤恭範 森澤 純、近森麻矢	河野製紙(株)
令和元年 7月19日	特許 第6555777号	FRP 製造用シート状半 製品の製造方法	森澤 純	シンワ(株) 愛媛県

12 講師派遣・口頭発表（ポスター発表を含む）

年月日	会 名	場所等	テ ー マ	発表者
令和元年 5月16日	こうぞ活用研究会	三 和 製 紙 (株)	こうぞの成育と繊維の関係	遠藤恭範
令和元年 7月12日	日本不織布協会 第10 回産官学連携の集い	大阪市	(ポスター展示)	森澤 純
令和元年 9月 3日	日本繊維機械学会 テキスタイルカレッジ 「不織布」	大阪科学技 術センター	長繊維不織布技術－メルト ブロー	鈴木慎司
令和元年 10月 2日	高知県製紙工業会 産地紹介講演会	神谷小中学 校	「紙のお話」	近森啓一
令和元年 10月30日	シーズ・研究内容紹介	高知県産学 官連携セン ター(ココプ ラ)	異物分析は観察と分類の科 学だ(異物分析概論)	森澤 純
令和元年 11月19日	ふじのくにCNF総合 展示会	富士山メッ セ	(ポスター展示)	鈴木慎司
令和元年 11月21日	機能紙研究会	高知商工会 館	(ポスター展示)	田村愛理
令和元年 12月 5日	紙パルプ分科会	愛媛県紙産 業技術セン ター	セルロースナノファイバー の特性評価	鈴木慎司
令和 2年 2月18日	かみわざひとづくり事 業	紙産業技術 センター	CNFの評価に活用できる 評価機器についての紹介	鈴木慎司

Ⅲ 研究調查報告

国産広葉樹材のパルプ化とその物性

近森啓一、窪添菜穂、三浦博史

The physical property of the paper made from domestic hard woods

Keiichi CHIKAMORI, Naho KUBOZOE, Hiroshi MIURA

Abstract

The physical properties of pulps made from various hard woods cannot be easily investigated. Therefore, we decided to conduct simple experiments and report the simple results.

Keywords: hard wood, cooking, property

1. はじめに

木材パルプは1840年代に開発された。その後、様々な木材のパルプ化を検討されて来たが、得られたパルプのデータを簡易に入手することはできなかつた。そこで、製材所から入手した様々な広葉樹のパルプ化を行った。限られた原料の使用及び時間の制限により、極めて簡易な報告になってしまったが、広葉樹の樹種による未晒しパルプの性能差が何らかの参考になることを期待する。

2. 実験

2. 1 材料

高知県内の製材会社から提供を受けた板材の品種は次のとおり。提供先の名称を使用した。

シデ、カエデ、朴、水目、ケヤキ、樫、杉、山桐、コウカギ、桜、ナラ、クルミ、柿、くす、セン、ガヤ

英名を順に示す。

Hornbeam, Maple, Japanese white-bark magnolia, Zelkova, Japanese oak, Sugi, Yamagiri, Silk free, Cherry tree, Oak, Walnut, Japanese persimmon, Camphor wood, Castor aralia, Torreya nucifera

2. 2 蒸解及び抄紙方法

2. 2. 1 蒸解

板材を丸鋸で90mm×30mmに切断後、ノミを用いて木目に沿って裂き、厚さ約5mmのチップを得た。

チップは、蒸解装置(東洋テスター株式会社製、回転式オートクレーブ、容量6.5l)を用いて蒸解

した。蒸解条件は以下のとおり。

チップ質量：約400gB. D.

蒸解薬品：NaOH25%

液比：1対3

蒸解温度：170℃

蒸解時間：150分

但し、蒸解釜の加熱は電熱式であるため、蒸解温度が170℃に達するまで約90分を要した。

蒸解釜から取り出したパルプを水洗するため、目開き106μmのステンレス製の網の上にパルプを置き、パルプの上から水を掛け流して一昼夜放置した。

次に、ビーター(熊谷理機工業株式会社製、ナイアガラビーター)を用いて離解後、フラットスクリーン(日本理学工業株式会社製、CUT8)を通して、未蒸解部分を取り除き、試験用のパルプを得た。

2. 2. 2 抄紙

試験用パルプについては、ビーター(熊谷理機工業株式会社製)を使用し、①離解処理を施したパルプ、②30分間こう解処理を施したパルプの2種類を準備した。こう解処理については、パルプの収量が少なかつたため、通常ビーターで使用する量に比べ半分の180gを使用し、錘の重さも通常の半分の2.75kgで行った。①及び②の原料を円型シートマシン(株式会社東洋精機製作所製)を使用して抄紙して、試験用の紙を得た。

2. 3 評価方法

2. 3. 1 パルプの評価

試験用パルプを脱水機（株式会社コクサン製、H-130B）を用いて、スピード5目盛（最大10目盛）にて3分間脱水を行った。脱水後のパルプの質量と純分の比率から絶対乾燥質量を求め、パルプ収率を計算して求めた。

また、JISP8121-2の方法でろ水度を求めた。

2. 3. 2 紙の物性評価

2種類の原料から得た紙について、JISP8223に基づいて、坪量、厚さ、引張強さを求めた。

3. 結果及び考察

まず、各木材をアルカリ法でパルプ化した場合のパルプ収率を図1に示す。

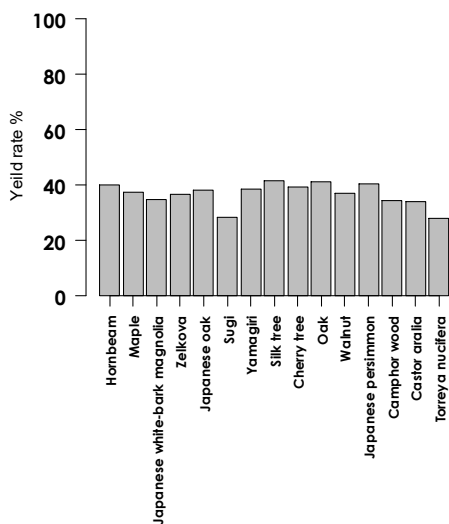


Fig. 1 Digester yield

収率が40%以上だったのは、シデ40.2%、コウカギ41.1%、ナラ41.3%の3種であり、収率が35%以下だったのは、朴34.6%、杉28.5%、くす34.3%、セン34.0%、ガヤ27.8%であった。収率が最も低いガヤ27.8%に対して、収率が最も高いナラ41.3%は1.49倍の値であった。

次に、フラットスクリーン上に残った残渣の量を図2に示す。杉、山桐、コウカギについては、データを取らなかった。

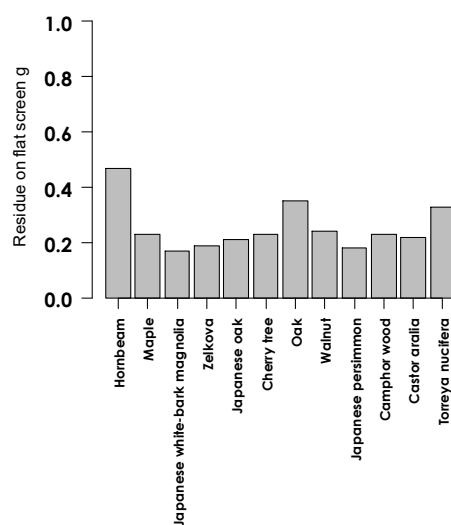


fig. 2 Residue on flat screen
(without Sugi, Yamagiri, Silk tree)

図1に示す蒸解収率と図2に示すスクリーン残渣量との相関係数は0.11であり相関係数上は、相関性はほとんど無い。これは、蒸解できない部分が多い木材であっても、必ずしもパルプの収率が悪いわけではないことを表す。

次に、図3にろ水度を示す。

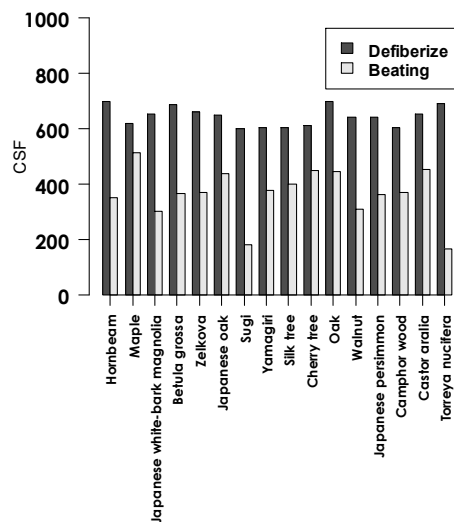


fig. 3 CSF

離解処理時のろ水度は、最大はシデ699(CSF)、最小は杉601(CSF)であり、こう解後のろ水度は最大はカエデ514(CSF)、最小はガヤ166(CSF)と木材の種類によって違いが見られ、離解処理時のろ

水度の差に比べ、こう解後のろ水度の差は大きくなった。同じ広葉樹に属しても木材の種類が異なると、ろ水度の進行に差が見られた。

最後に、離解処理後のパルプから抄紙した紙及び離解後にこう解処理を施したパルプから抄紙した紙について、図4に密度を図5に比引張強さを示す。

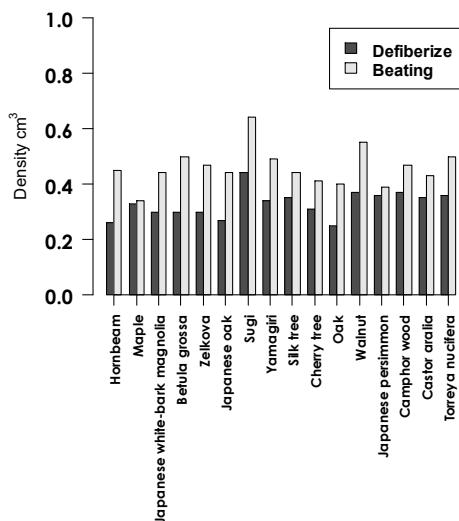


fig. 4 Density

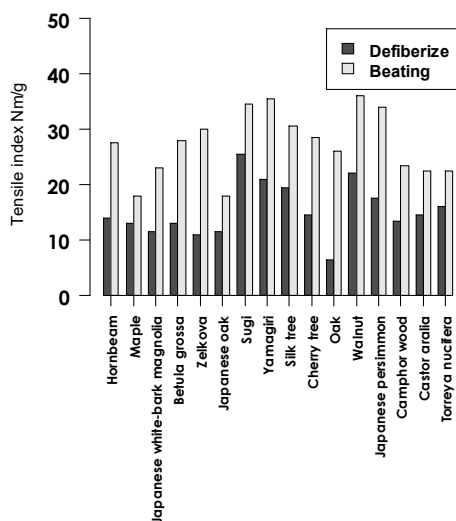


fig. 5 Tensile index

密度においては、離解のみを施した紙では、最大で杉0.44g/cm³、最小でナラ0.25g/cm³、こう解を施した紙では、最大で杉0.64g/cm³、最小でカエデ0.34g/cm³であった。離解のみを施した紙の密度に対して、こう解を施した紙の密度の比は、最大シデ1.8、最小カエデ1.0であった。図には表し

ていないが、ろ水度の数値と密度との相関係数は、離解のみの場合0.61、こう解を施した場合0.78であり、それぞれ、やや相関ありであることを確認した。

比引張強さにおいては、離解のみを施した紙では、最大で杉25.5N・m/g、最小でナラ6.50N・m/g、こう解を施した紙では、最大でクルミ36.0N・m/g、最小でカエデ18.0N・m/gであった。離解のみを施した紙の比引張強度に対して、こう解を施した紙の比引張強度の比は、最大ナラ4.0、最小杉1.6であった。密度と比引張強さとの相関係数は、離解のみの場合0.81、こう解を施した場合0.58であり、順に、かなり強い相関あり、やや相関ありであった。

本試験では、ごく少量の広葉樹材から作成した未晒パルプではあるが、木材種ごとのこう解の有無における、ろ水度、密度、比引張強さをしらべ、樹種によりそれぞれの値にばらつきがあることを確認できた。

大正 13 年から昭和 25 年までの紙の生産統計における高知県の動向

近森啓一

Kochi Prefectural trend in paper production statistics from 1924 to 1950

Keiichi CHIKAMORI

Abstract

From 1924 to 1950, it was found that the total value of paper in Kochi prefecture was high in the whole prefecture of Japan.

Keywords: Kochi prefecture, paper, Washi, Japanese paper, statistic

1. はじめに

高知県立紙産業技術センター報告 VOL. 18 2013 明治・大正時代における和紙の統計調査において 1923 (大正 12) 年まで、及び同報告 VOL. 22 2017 近年の高知県における紙及び不織布産業の統計調査において 1937 (昭和 22) 年以降、高知県の紙に関する統計を調べた。本報告では、この 2 つの間の時代についての統計を調べたので、その結果を報告する。

2. 資料

経済産業省のホームページに掲載の工業統計アーカイブスに保存されている工場統計表及び工業統計表 (以下、統計表と称す。) の内、1924 (大正 13) 年から 1950 (昭和 25) 年までを資料として用いた。統計表の和暦、表題、編集者の一覧を表 1 に示す。

3. 結果及び考察

まず、統計書における和紙の動向について述べる。和紙には機械漉及び手漉の両者を含む。対象とした統計書で和紙の分類は 1936, 1937, 1940 (昭和 21, 22, 25) 年に見られる。この期間中の都道府県ごとの和紙の価額を集計した結果を表 2 に示す。高知県の価額は、2 位が 2 回及び 3 位が 1 回であり、この期間、和紙生産が盛んな地域であったと言える。

さらに、1946, 1947 (昭和 21, 22) 年の統計では和紙は機械漉紙及び手漉紙に分類されている。こ

の内、手漉紙の価額を都道府県別に集計した結果を表 3 に示す。戦後の時期に、38 以上の都道府県で手漉が見られる。この中で、高知県は 3 位及び 1 位であったことから手漉も盛んな地域であったことがわかる。

次に、1924 (大正 13) 年から 1950 (昭和 25) 年までの統計表から得た都道府県ごとの紙の価額を表 4 に示す。ここで示す紙とは、和紙に限らない全ての紙である。この中で、価額が高い順で上位の 10 都道府県に入った回数が多い主な都道府県を示すと、北海道、東京、静岡、大阪、兵庫、熊本は 23 回、高知は 20 回、新潟は 15 回、福岡は 13 回、岐阜、愛媛、富山は 12 回であった。この期間において、高知県は和紙に限らず、紙の分野で全国の中でも価額は高かったことがわかる。

高知県は、1885 (明治 18) 年から 1923 (大正 12) 年まで、統計が取られた期間は和紙の価額は全国一であった¹⁾。今回の調査で、その後 1940

(昭和 25) 年までの間、統計の範囲が全ての紙であっても、紙の生産が盛んであり、また、1936, 1937, 1940 (昭和 21, 22, 25) 年の 3 年のみの資料からではあるが、和紙の生産が盛んであったことを確認できた。

Reference

1) 高知県立紙産業技術センター報告 VOL. 18 P73-79 (2013)

Table 1 Censuses of manufactures

和暦	表題	編集者
明治 42 年	工場統計総表	農商務大臣官房統計課編集
大正 3 年	工場統計表	農商務大臣官房文書課
大正 8 年	工場統計表	農商務大臣官房統計課
大正 9 年	工場統計表	農商務大臣官房統計課
大正 10 年	工場統計表	農商務大臣官房統計課
大正 11 年	工場統計表	農商務大臣官房統計課
大正 12 年	工場統計表	農商務大臣官房統計課
大正 13 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
大正 14 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和元年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 2 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 3 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 4 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 5 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 6 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 7 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 8 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 9 年	(表示なし)	商工大臣官房統計課
昭和 10 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 11 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 12 年	工場統計表	商工大臣官房統計課
昭和 13 年	工業統計表	商工大臣官房調査課
昭和 14 年	工業統計表	商工大臣官房調査課
昭和 15 年	工業統計表	商工省総務局調査課
昭和 16 年	工業統計表	商工省総務局調査課
昭和 17 年	工業統計表	軍需省総動員局動員部第三課
昭和 20 年	工業統計表	商工省調査統計局
昭和 21 年	工業統計表	商工省調査統計局
昭和 22 年	工業統計表	通商産業大臣官房調査統計部
昭和 23 年	工業統計表	通商産業大臣官房調査統計部
昭和 24 年	工業統計表	通商産業大臣官房調査統計部
昭和 25 年	工業統計表	通商産業大臣官房調査統計部

Table 2 Wash statics of each prefecture in 1946, 1947 and 1950

1946年		1947年		1950年	
昭和21年		昭和22年		昭和25年	
都道府県	価額	都道府県	価額	都道府県	計金額
福岡	101,165,606	静岡	638,320,135	静岡	2,430,454
高知	82,963,987	高知	446,404,800	愛媛	1,152,206
静岡	66,501,146	愛媛	198,297,495	高知	558,424
愛媛	56,811,368	東京	89,377,721	北海道	525,112
兵庫	41,735,654	群馬	68,730,596	富山	342,954
東京	28,339,194	北海道	67,650,391	山口	311,390
佐賀	23,046,627	兵庫	65,407,058	神奈川	241,005
山口	15,552,377	山口	62,670,479	岐阜	187,695
栃木	13,812,247	大阪	60,450,076	群馬	158,237
鳥取	11,203,420	佐賀	49,894,607	福岡	153,262
北海道	10,702,292	岐阜	44,952,004	兵庫	139,639
神奈川	10,225,159	福岡	41,421,733	徳島	126,911
香川	10,046,083	岡山	41,414,485	宮崎	120,686
岐阜	6,606,589	鳥取	35,666,661	福井	120,570
大阪	6,556,328	神奈川	34,839,714	鳥取	117,238
岡山	6,499,405	熊本	32,486,417	東京	105,435
福島	6,006,854	香川	28,829,162	宮城	99,881
熊本	5,466,767	栃木	27,250,383	埼玉	99,427
石川	5,129,352	富山	19,476,246	石川	99,010
島根	4,799,172	宮城	18,672,784	岡山	90,623
富山	4,769,285	埼玉	18,412,053	岩手	83,131
徳島	4,715,839	広島	18,321,707	山梨	81,855
福井	3,588,440	長野	17,040,956	広島	75,189
和歌山	2,715,462	福島	16,701,229	大阪	65,641
長野	2,291,297	島根	16,428,503	長野	58,754
山梨	2,205,280	石川	12,524,966	栃木	57,649
茨木	1,928,558	和歌山	12,477,519	新潟	49,206
新潟	1,484,554	愛知	12,244,110	茨木	41,745
群馬	1,362,597	新潟	11,764,052	佐賀	40,980
愛知	986,640	茨木	10,903,403	香川	35,065
埼玉	903,928	福井	10,790,684	大分	30,820
広島	872,036	徳島	9,872,792	熊本	30,227
三重	730,000	山梨	9,125,953	三重	28,826
京都	728,838	京都	7,585,361	千葉	28,756
青森	518,400	岩手	4,200,450	愛知	28,424
千葉	197,320	鹿児島	3,628,388	福島	20,547
大分	194,000	三重	2,559,053	京都	19,600
長崎	183,954	宮崎	2,410,128	島根	16,357
宮崎	172,695	山形	2,013,252	山形	12,064
鹿児島	139,294	秋田	1,781,617	奈良	11,475
秋田	102,000	青森	811,285	和歌山	9,857
宮城	60,000	大分	503,731	青森	9,601
		長崎	195,148	鹿児島	2,483
		滋賀	90,000	滋賀	575
				秋田	504
計	544,020,044	計	2,274,599,287	計	8,019,490

Table 3 Hand made paper statics of each prefecture in 1946 and 1947

1946年		1947年	
昭和21年		昭和22年	
都道府県	価額	都道府県	価額
兵庫	41,297,200	高知	420,056,512
佐賀	22,820,127	静岡	330,198,030
高知	17,820,299	山口	62,071,617
山口	15,545,127	兵庫	60,347,489
静岡	10,375,387	大阪	47,913,169
東京	9,132,900	東京	46,198,995
福岡	5,866,612	愛媛	44,502,152
福島	5,456,746	岐阜	21,528,800
愛媛	5,325,959	北海道	18,952,459
香川	4,693,116	福岡	16,045,234
北海道	4,568,800	福島	15,292,324
鳥取	3,954,360	鳥取	14,327,672
石川	2,274,489	埼玉	10,160,160
山梨	2,073,880	茨木	9,517,126
福井	2,011,762	山梨	9,094,453
岐阜	1,896,600	和歌山	8,966,692
富山	1,725,293	福井	8,936,050
徳島	1,353,897	香川	8,479,415
島根	1,243,828	石川	7,390,508
栃木	1,230,109	熊本	6,277,751
群馬	1,175,877	栃木	6,028,134
大阪	1,094,588	島根	5,555,668
熊本	993,954	広島	5,488,702
埼玉	884,668	群馬	5,487,434
茨木	849,200	神奈川	5,171,168
三重	730,000	佐賀	4,492,582
岡山	613,624	京都	3,769,028
京都	565,542	長野	3,233,185
長野	558,257	富山	3,039,582
千葉	185,000	岡山	2,936,606
長崎	183,954	三重	2,438,069
新潟	154,000	愛知	2,385,750
鹿児島	139,294	宮崎	2,067,365
秋田	102,000	山形	2,013,252
広島	60,420	新潟	1,516,900
宮城	60,000	徳島	987,620
神奈川	58,020	岩手	629,550
宮崎	39,845	大分	503,731
		長崎	195,148
		秋田	113,800
		滋賀	90,000
		鹿児島	31,315
計	169,114,734	計	1,224,431,197

Table 4 Paper statics of each prefecture for 1924 to 1950

1924年		1925年		1926年		1927年		1928年	
大正13年		大正14年		昭和元年		昭和2年		昭和3年	
道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額
北海道	28,014,400	東京	32,827,359	東京	36,235,348	東京	32,879,280	東京	37,108,186
東京	27,087,514	北海道	28,949,249	北海道	30,316,574	北海道	29,747,653	北海道	30,656,432
静岡	21,773,789	静岡	20,262,118	静岡	21,105,827	静岡	20,471,297	静岡	20,387,370
兵庫	10,219,946	兵庫	14,622,206	兵庫	14,834,023	大阪	14,237,859	兵庫	14,345,694
大阪	8,838,678	大阪	8,818,737	大阪	13,629,460	兵庫	14,216,348	大阪	11,083,523
高知	5,477,154	熊本	8,469,408	熊本	8,084,113	熊本	8,328,639	熊本	10,861,796
熊本	5,279,961	福岡	4,815,179	高知	6,345,201	高知	7,510,174	高知	7,274,566
福岡	4,095,143	和歌山	4,012,760	福岡	5,274,163	富山	5,139,368	福岡	5,759,791
新潟	3,805,075	高知	4,000,844	富山	4,976,655	福岡	4,515,749	富山	5,351,043
愛媛	3,582,524	富山	3,997,906	山口	3,518,067	愛媛	3,679,705	愛媛	4,414,509
岡山	2,887,934	愛媛	3,490,761	愛媛	3,348,536	山口	3,384,573	新潟	4,106,997
富山	2,819,305	山口	3,234,597	和歌山	3,165,594	和歌山	3,365,369	和歌山	3,719,249
山口	2,729,440	京都	3,190,090	島根	2,769,702	新潟	3,287,856	山口	3,196,579
和歌山	2,481,986	岐阜	2,711,868	岐阜	2,746,768	岐阜	2,570,063	岐阜	3,128,798
京都	2,312,781	岡山	2,521,702	京都	2,700,765	京都	2,522,704	岡山	2,523,486
岐阜	2,275,169	長野	2,401,281	岡山	2,660,429	岡山	2,465,689	京都	2,500,369
福井	2,156,681	広島	2,159,914	長野	2,553,352	千葉	2,358,217	千葉	2,468,113
広島	2,082,926	千葉	2,113,325	広島	2,304,921	広島	2,203,936	香川	2,128,486
千葉	1,990,717	福井	1,953,635	千葉	2,105,178	香川	1,749,443	福井	1,746,637
長野	1,536,172	茨木	1,896,434	福井	1,831,367	福井	1,577,498	佐賀	1,354,471
香川	1,283,269	新潟	1,534,659	新潟	1,534,443	長野	1,458,378	広島	1,284,273
佐賀	1,112,534	佐賀	1,314,972	香川	1,386,328	佐賀	1,099,896	島根	848,920
奈良	1,061,183	群馬	646,000	佐賀	1,038,192	島根	877,236	神奈川	767,780
群馬	821,140	石川	619,250	滋賀	720,000	滋賀	720,000	大分	734,043
栃木	780,166	島根	512,386	群馬	643,000	神奈川	682,897	栃木	721,759
島根	489,874	滋賀	480,000	栃木	538,418	大分	644,604	石川	665,038
徳島	452,500	大分	468,950	大分	471,426	栃木	625,436	滋賀	650,000
滋賀	373,342	徳島	371,786	徳島	469,998	群馬	538,860	群馬	584,600
石川	370,240	宮城	345,929	神奈川	429,400	徳島	529,005	愛知	580,549
大分	336,216	神奈川	341,291	石川	339,018	愛知	448,254	徳島	429,070
宮城	303,336	愛知	282,445	愛知	285,490	石川	394,985	鳥取	353,858
鳥取	288,046	鳥取	271,928	鳥取	262,056	山形	228,250	鹿児島	216,000
山形	230,195	山形	228,209	鹿児島	239,486	鹿児島	218,500	福島	130,690
三重	218,026	奈良	224,163	宮城	206,334	鳥取	218,499	山形	121,000
鹿児島	182,000	福島	180,450	山形	203,100	福島	133,010	三重	74,072
福島	173,867	鹿児島	176,000	福島	145,421	宮城	120,049	宮城	57,240
神奈川	164,766	三重	174,954	三重	76,820	三重	71,793	長野	52,221
愛知	134,362	青森	29,272	茨木	73,081	茨木	40,480	茨木	48,190
茨木	115,647	岩手	24,100	宮崎	23,065	青森	30,620	青森	23,734
長崎	43,106	宮崎	13,776	青森	22,700	岩手	19,386	岩手	16,850
青森	30,600	長崎	5,586	長崎	8,531	長崎	6,004		
岩手	27,890			岩手	7,250				
計	150,439,600	計	164,695,479	計	179,629,600	計	175,317,562	計	182,475,982

1929年		1930年		1931年		1932年		1933年	
昭和4年		昭和5年		昭和6年		昭和7年		昭和8年	
道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額
東京	36,001,870	東京	30,336,330	東京	25,261,293	東京	26,256,562	東京	29,711,983
北海道	31,664,669	北海道	28,270,330	北海道	21,989,157	北海道	21,368,204	北海道	28,363,450
静岡	19,388,911	静岡	16,655,894	静岡	16,075,762	静岡	17,107,522	静岡	22,232,660
兵庫	16,633,439	兵庫	14,702,147	大阪	11,478,822	大阪	9,493,390	大阪	14,250,275
大阪	15,265,322	大阪	11,746,376	兵庫	10,845,929	兵庫	9,103,041	兵庫	13,443,610
熊本	12,012,114	熊本	9,485,552	熊本	7,298,370	熊本	7,404,390	熊本	8,344,173
高知	7,246,189	高知	4,360,111	高知	3,877,196	新潟	4,292,579	新潟	4,813,009
福岡	5,287,377	新潟	3,867,622	新潟	3,674,011	富山	3,787,819	岐阜	4,410,770
富山	4,905,826	富山	3,657,043	富山	3,427,567	高知	3,345,734	富山	4,292,691
新潟	4,077,779	福岡	3,402,545	山口	3,331,271	山口	3,240,196	山口	3,633,028
和歌山	3,765,496	山口	3,131,410	福岡	3,128,613	岐阜	3,115,339	高知	3,575,113
愛媛	3,512,554	岐阜	3,066,426	岐阜	2,992,290	愛媛	2,875,717	愛媛	3,466,412
岐阜	3,482,180	和歌山	2,877,679	愛媛	2,634,326	福岡	2,704,378	香川	3,238,160
香川	3,449,175	香川	2,433,002	香川	2,609,946	香川	2,694,365	福岡	2,868,972
山口	3,324,225	愛媛	2,333,591	和歌山	2,461,736	和歌山	1,977,443	和歌山	2,812,736
京都	2,849,574	岡山	2,116,995	岡山	1,561,982	岡山	1,733,498	千葉	2,299,675
岡山	2,728,520	千葉	1,652,000	京都	1,552,457	千葉	1,699,233	福井	2,163,874
千葉	2,397,750	福井	1,413,022	福井	1,511,689	福井	1,550,030	岡山	2,011,976
福井	1,790,771	京都	1,090,034	千葉	1,351,224	佐賀	847,077	愛知	1,436,804
広島	1,743,451	広島	1,085,049	佐賀	960,506	愛知	755,830	広島	1,204,487
佐賀	1,499,189	佐賀	1,002,322	広島	941,224	鳥取	755,822	鳥取	1,138,014
神奈川	857,718	神奈川	690,724	鳥取	687,648	広島	746,633	佐賀	1,137,979
栃木	833,966	滋賀	609,740	神奈川	664,434	京都	713,109	群馬	961,269
群馬	765,000	愛知	608,494	滋賀	577,315	神奈川	707,761	京都	928,203
石川	730,405	栃木	570,678	島根	465,554	群馬	569,803	神奈川	787,205
大分	692,829	石川	537,118	栃木	427,761	滋賀	523,072	栃木	783,665
徳島	675,984	鳥取	491,701	徳島	420,220	栃木	488,781	徳島	762,340
愛知	670,375	大分	491,449	石川	329,865	徳島	434,458	滋賀	604,610
島根	639,222	島根	418,689	群馬	308,912	島根	418,663	石川	495,761
滋賀	555,187	群馬	414,816	愛知	304,525	石川	332,757	三重	492,250
鳥取	320,007	徳島	342,083	大分	285,569	大分	287,626	島根	477,064
鹿児島	233,167	鹿児島	238,718	鹿児島	217,667	三重	233,340	大分	450,423
山形	177,800	三重	95,240	三重	116,135	鹿児島	188,987	長野	236,434
福島	109,170	茨木	95,221	茨木	83,849	長野	105,262	鹿児島	210,156
茨木	103,576	福島	70,875	福島	59,841	福島	71,948	山形	110,109
三重	68,180	山形	66,840	宮城	35,000	茨木	71,178	福島	97,680
長野	67,524	宮城	42,300	山形	31,710	山形	63,843	茨木	82,829
宮城	51,600	長野	41,209	長野	28,785	宮城	36,000	埼玉	55,317
青森	25,635	青森	25,950	青森	24,388	岩手	18,700	宮城	26,500
岩手	13,473	岩手	16,000	岩手	19,000	宮崎	17,290	岩手	20,590
山梨	13,041	山梨	9,660	埼玉	18,750	青森	13,370	青森	19,530
宮崎	2,819	宮崎	6,159	宮崎	15,744	埼玉	11,400	宮崎	12,083
長崎	2,400			山梨	6,970	山梨	8,000	山梨	8,980
計	190,635,459	計	154,569,144	計	134,095,013	計	132,170,150	計	168,472,849

1934年		1935年		1936年		1937年		1938年	
昭和9年		昭和10年		昭和11年		昭和12年		昭和13年	
道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額
東京	36,124,992	静岡	38,671,022	東京	43,611,231	静岡	63,720,910	静岡	75,579,230
北海道	32,400,391	東京	37,507,894	静岡	42,233,171	東京	59,645,029	東京	63,321,036
静岡	29,855,854	北海道	34,522,331	北海道	36,073,403	北海道	41,046,694	北海道	46,023,315
大阪	16,882,274	大阪	18,645,151	大阪	20,123,692	大阪	26,506,517	大阪	27,466,001
兵庫	15,331,160	兵庫	16,864,146	兵庫	18,888,410	兵庫	25,426,340	兵庫	26,381,607
熊本	9,611,315	熊本	9,325,108	熊本	9,941,601	熊本	12,385,425	熊本	12,676,160
新潟	5,328,392	岐阜	6,328,236	新潟	7,269,939	新潟	10,408,703	高知	12,183,862
岐阜	5,215,005	新潟	5,602,941	高知	7,160,660	高知	9,608,069	岐阜	10,141,724
高知	4,943,106	千葉	5,427,724	愛知	6,885,108	岐阜	9,421,931	愛媛	8,771,437
富山	4,738,868	富山	5,270,898	岐阜	6,501,930	福岡	7,894,171	新潟	8,486,725
福岡	4,173,524	高知	5,261,602	富山	6,334,740	富山	6,959,793	富山	7,602,221
山口	3,825,050	福岡	4,653,998	福岡	4,782,118	和歌山	6,145,265	香川	7,195,526
香川	3,407,619	山口	4,512,081	香川	4,491,657	山口	6,103,957	福岡	7,013,232
和歌山	3,325,691	香川	3,657,860	山口	4,418,507	愛媛	5,922,439	山口	5,666,442
愛媛	2,939,658	和歌山	3,386,680	愛媛	4,338,827	福井	4,942,811	福井	5,058,428
千葉	2,672,007	愛媛	3,107,408	和歌山	3,708,485	香川	4,520,703	和歌山	4,548,095
愛知	2,625,975	愛知	2,714,199	千葉	3,023,878	愛知	4,031,210	愛知	4,347,216
岡山	2,248,715	福井	2,547,742	福井	2,962,362	岡山	3,905,594	岡山	3,793,594
福井	1,783,151	岡山	2,445,637	岡山	2,800,125	千葉	3,640,886	千葉	3,435,039
広島	1,573,200	佐賀	1,682,625	徳島	1,900,093	徳島	2,466,425	徳島	2,719,458
群馬	1,487,974	広島	1,575,121	佐賀	1,744,772	広島	2,361,834	京都	2,458,954
佐賀	1,296,676	鳥取	1,425,802	広島	1,609,396	鳥取	2,184,212	広島	2,347,771
鳥取	1,189,662	滋賀	1,275,000	京都	1,498,150	佐賀	2,023,649	佐賀	2,332,874
徳島	1,105,787	群馬	1,267,070	鳥取	1,353,198	京都	1,996,013	滋賀	2,020,000
京都	947,891	徳島	1,193,601	滋賀	1,350,000	滋賀	1,650,000	鳥取	1,814,129
栃木	944,834	栃木	1,123,156	栃木	1,272,525	神奈川	1,527,816	栃木	1,793,012
神奈川	923,808	京都	928,580	神奈川	1,094,689	栃木	1,452,093	神奈川	1,589,745
滋賀	695,649	神奈川	843,594	群馬	977,526	群馬	1,222,756	島根	1,542,500
三重	656,216	島根	687,741	島根	768,807	島根	1,040,044	三重	743,814
石川	653,289	三重	599,414	石川	728,071	三重	972,234	石川	737,193
島根	557,711	石川	417,107	三重	596,395	石川	818,559	長野	729,967
大分	465,692	大分	381,639	長野	429,311	長野	654,263	埼玉	687,547
長野	237,162	長野	289,208	大分	281,670	山梨	595,467	山梨	656,407
鹿児島	186,098	山形	161,107	山形	179,278	大分	408,837	大分	628,307
山形	180,500	福島	117,257	鹿児島	173,750	埼玉	403,735	群馬	624,429
福島	114,983	鹿児島	116,423	福島	115,197	山形	275,000	山形	251,686
茨木	82,617	茨木	78,145	茨木	83,432	鹿児島	159,736	奈良	177,027
宮城	48,000	宮城	60,500	宮城	62,346	福島	126,942	鹿児島	153,029
埼玉	48,000	山梨	44,710	奈良	54,900	宮城	90,584	福島	120,900
山梨	39,130	宮崎	29,922	宮崎	45,920	茨木	82,443	宮城	94,779
青森	25,229	青森	18,942	埼玉	44,462	宮崎	55,080	宮崎	53,634
宮崎	18,950	岩手	12,090	山梨	36,485	青森	19,050	茨木	50,612
岩手	11,000			岩手	19,400	奈良	15,000	青森	34,716
奈良	1,200			青森	14,206				
計	200,924,005	計	224,781,412	計	251,983,823	計	334,838,219	計	364,053,380

1939年		1940年		1941年		1942年		1945年	
昭和14年		昭和15年		昭和16年		昭和17年		昭和20年	
道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額	道府県	価額	都道府県	価額
静岡	103,536,790	静岡	113,242,734	静岡	109,268,341	静岡	101,414,467	熊本	251,181,031
東京	69,050,518	東京	79,062,759	東京	77,583,548	東京	65,601,019	北海道	214,324,468
北海道	49,629,597	北海道	56,923,399	北海道	59,862,718	北海道	60,987,303	静岡	48,666,065
大阪	31,262,055	大阪	35,921,013	大阪	36,046,730	大阪	33,677,462	岐阜	29,969,351
兵庫	30,995,964	兵庫	34,313,642	兵庫	34,264,329	兵庫	29,263,058	東京	17,905,775
高知	19,002,394	高知	24,408,019	高知	21,292,089	愛媛	19,539,302	高知	16,884,911
新潟	14,098,841	愛媛	16,604,740	岐阜	14,909,857	高知	18,066,389	大阪	15,743,718
愛媛	13,461,902	新潟	16,360,224	愛媛	14,167,737	新潟	14,656,958	愛媛	14,270,940
熊本	13,326,576	岐阜	15,077,492	熊本	13,369,241	熊本	14,055,102	兵庫	10,919,831
岐阜	12,968,711	熊本	13,705,788	香川	11,651,686	福岡	12,558,540	福岡	7,239,048
香川	10,763,514	香川	12,346,122	福岡	10,531,716	岐阜	12,494,478	鳥取	6,937,341
富山	8,907,763	福岡	9,832,212	富山	8,555,197	香川	12,258,409	和歌山	5,956,868
福岡	7,692,514	富山	9,703,445	岡山	7,802,945	和歌山	8,409,443	香川	5,808,862
岡山	5,911,169	和歌山	8,536,957	和歌山	7,504,614	富山	7,723,124	佐賀	4,691,112
和歌山	5,744,986	岡山	8,440,729	新潟	6,726,685	岡山	6,664,197	山口	4,475,831
山口	5,639,378	山口	6,827,822	千葉	5,976,251	山口	5,904,686	神奈川	4,373,061
福井	4,646,470	福井	5,404,303	福井	5,878,412	福井	5,057,450	埼玉	3,331,827
千葉	4,158,049	佐賀	5,379,158	山口	5,836,610	徳島	4,724,214	徳島	2,249,916
徳島	4,017,390	千葉	5,290,894	佐賀	5,162,171	佐賀	4,613,442	福井	2,116,146
鳥取	3,371,318	愛知	4,650,128	鳥取	4,913,158	千葉	3,999,062	栃木	2,100,668
愛知	3,060,900	鳥取	4,622,841	栃木	4,614,255	鳥取	3,961,498	茨木	1,922,850
広島	2,477,605	栃木	4,283,272	広島	4,415,460	神奈川	3,735,967	石川	1,757,500
神奈川	2,360,900	徳島	4,020,685	愛知	4,336,482	広島	3,393,384	福島	1,649,379
佐賀	2,359,233	広島	3,602,078	徳島	3,971,707	石川	2,712,906	滋賀	1,634,933
栃木	2,274,925	埼玉	3,446,634	埼玉	3,000,057	埼玉	2,678,044	富山	1,349,236
滋賀	2,092,000	京都	2,665,849	神奈川	2,850,753	栃木	2,487,256	京都	1,158,067
埼玉	1,851,049	神奈川	2,496,608	京都	2,762,663	京都	2,483,436	群馬	1,141,488
京都	1,704,152	山梨	2,144,116	滋賀	2,072,932	滋賀	2,312,222	岡山	1,024,038
島根	1,525,460	滋賀	1,982,585	山梨	2,065,505	島根	2,215,992	島根	920,661
石川	1,336,541	長野	1,686,266	石川	1,723,728	愛知	2,097,006	新潟	872,264
長野	1,086,009	島根	1,535,036	島根	1,510,906	山梨	1,747,050	愛知	731,411
群馬	860,111	群馬	1,237,135	長野	1,493,870	福島	900,590	長野	673,666
山梨	781,669	大分	1,199,815	群馬	1,145,313	大分	789,059	山梨	577,543
大分	748,245	宮崎	936,641	奈良	961,120	宮崎	749,447	岩手	249,214
宮崎	633,020	石川	827,012	宮崎	922,609	山形	731,324	奈良	199,700
山形	510,861	山形	752,142	大分	922,602	長野	685,755	山形	199,000
鹿児島	482,000	福島	737,278	福島	710,918	鹿児島	488,744	三重	182,800
福島	367,183	鹿児島	427,625	山形	615,665	宮城	420,152	広島	117,337
奈良	304,716	三重	319,109	鹿児島	372,734	群馬	403,295	宮城	73,487
三重	288,278	宮城	288,876	三重	295,277	三重	369,311	秋田	57,030
宮城	241,470	茨木	149,063	宮城	293,965	長崎	118,474	宮崎	42,201
茨木	129,744	岩手	130,019	岩手	139,952	茨木	90,074	千葉	13,500
岩手	120,150			茨木	110,696	青森	44,956	長崎	11,486
青森	26,637			長崎	61,449	奈良	31,200		
				青森	49,856	岩手	26,991		
計	445,808,757	計	521,522,265	計	502,724,509	計	477,342,238	計	685,705,561

1946年		1947年		1950年	
昭和21年		昭和22年		昭和25年	
都道府県	価額	都道府県	価額	都道府県	計金額
北海道	257,689,002	静岡	939,873,456	静岡	10,844,167
東京	255,887,032	北海道	892,622,247	北海道	9,374,878
静岡	206,417,682	高知	471,370,433	東京	7,595,754
福岡	132,938,702	東京	382,104,732	大阪	3,268,708
高知	87,128,361	熊本	317,179,826	兵庫	2,721,807
兵庫	59,222,633	兵庫	205,574,401	熊本	2,023,975
愛媛	56,811,368	愛媛	202,088,819	富山	1,862,869
大阪	42,035,942	大阪	164,756,514	愛媛	1,753,455
岐阜	41,768,395	岐阜	145,285,838	新潟	1,654,927
熊本	39,039,031	福岡	117,497,556	福岡	1,617,431
佐賀	27,395,919	新潟	113,480,705	岐阜	1,367,056
富山	17,664,894	佐賀	81,174,320	山口	1,121,682
山口	15,863,276	富山	80,714,500	高知	966,531
栃木	15,701,147	群馬	75,622,925	和歌山	825,378
山形	13,093,628	神奈川	72,439,514	愛知	636,746
神奈川	11,900,189	千葉	68,678,899	千葉	553,066
鳥取	11,566,453	山口	64,133,946	岡山	550,181
香川	10,810,899	長野	46,407,808	栃木	540,916
長野	9,577,797	宮崎	45,705,348	香川	491,535
福井	8,433,791	岡山	41,414,485	福井	468,481
岡山	7,946,695	鳥取	37,173,140	宮崎	448,107
石川	7,523,202	滋賀	31,109,949	神奈川	381,158
三重	7,460,161	栃木	30,342,772	佐賀	364,545
福島	6,747,854	香川	29,559,884	群馬	331,265
徳島	5,462,539	石川	23,635,735	石川	330,638
島根	5,101,166	愛知	23,290,858	宮城	317,456
和歌山	4,990,798	埼玉	22,288,339	京都	218,012
宮崎	2,881,480	島根	20,066,334	長野	206,703
愛知	2,676,373	広島	19,295,153	埼玉	152,874
千葉	2,285,489	宮城	18,672,784	鳥取	151,846
山梨	2,205,280	福島	17,271,659	徳島	150,450
茨木	2,177,975	福井	14,735,088	滋賀	129,607
新潟	1,484,554	山形	13,015,553	秋田	112,624
群馬	1,362,597	和歌山	12,661,930	岩手	108,084
埼玉	980,928	茨木	11,290,153	広島	101,684
広島	874,836	徳島	10,996,456	山梨	87,079
京都	728,838	京都	9,469,332	福島	82,333
青森	518,400	山梨	9,125,953	三重	62,396
大分	194,000	岩手	4,200,450	茨木	45,491
長崎	183,954	鹿児島	3,628,388	島根	40,847
鹿児島	139,294	三重	2,559,053	山形	38,475
秋田	102,000	秋田	1,781,617	大分	35,260
宮城	60,000	青森	811,285	鹿児島	31,085
奈良	30,000	長崎	562,107	青森	20,974
		大分	503,731	奈良	12,275
				長崎	10,598
計	1,385,064,554	計	4,896,173,975	計	54,211,409

原料及び製造工程の違いが楮紙の特性に及ぼす影響について

(第1報)

～楮パルプの洗浄による影響～

有吉 正明

*Study on effect of difference of raw materials and manufacturing process
on properties of Kozo paper (Part I)*

～ Effects of washing process of Kozo pulp ～

Masaaki ARIYOSHI

土佐楮白皮、土佐楮六部、那須楮白皮について、原料の違いや製造工程の違いのうち特に楮パルプの洗浄工程が紙物性へ及ぼす影響について調べた。その結果、洗浄工程の有無により紙物性は変化し、洗浄により密度及び引張強度は低下する傾向が見られた。楮パルプに含まれる微細組織量を測定したところ、洗浄により楮パルプに含まれる微細組織量は減少しており、さらに楮パルプの種類によっても違いがあり紙物性に影響を与えていることが分かった。また、繊維長分布測定装置により土佐楮白皮と那須楮白皮の繊維幅、繊維粗度、細胞壁厚を測定し繊維の形態的特徴の比較を行ったところ、土佐楮白皮は那須楮白皮に比べ繊維幅が広くまたルンケル比が高いことから繊維は潰れにくく、紙の密度は低くなる傾向が見られた。一方、透明性や吸水性については土佐楮白皮は那須楮白皮に比べると高く、土佐楮六部については土佐楮白皮とは異なり不透明度が高く那須楮白皮に近い傾向がみられ、楮パルプの洗浄条件や原料の違いにより製造される紙の特性が異なることが明らかとなった。

1. 目的

江戸時代から土佐和紙、土佐漆喰、生糸は「土佐三白」と称され、高知県産のこれら白色の地場産品は、品質の高さから評価され全国に出荷されてきた。しかし、生活様式の変化により和紙の需要は減少し、現在は日常的な和紙の需要は皆無となっている。そのため、和紙の需要を増やすためには、和紙がどこで使用されており、またその使用者が求めるニーズを把握し、使用者のニーズに特化した製品開発が不可欠となっている。

和紙の主原料である楮は、高知県においては江戸初期に野中兼山が有益作物である茶、桑などと共に楮の栽培を奨励したことがきっかけで、山間部において楮の栽培が盛んになったと言われる。高知は土佐楮の産地としても知られるようになり、現在も高知県以外の紙漉き産地へ出荷されている。一方、茨城県で栽培されている那須楮は主に世界無形文化遺産に指定された本美濃紙や、越前奉書の原料として使用されているが、那須楮は土佐楮とは全く特徴が異なることが紙漉職人の間では経験的に知られ

ており、美濃では那須楮がなければ美濃和紙を漉くことはできないとまで言われる。このことは、原料の違いが最終的な紙質に大きな影響を及ぼしていることの表れと考えることができる。一方、楮紙の製造工程については一部の例外を除き、基本的にはどの産地も大きな違いはないが、各工程における製造条件は様々で、それらの違いもまた、日本各地で製造されている楮紙を特徴付ける要因となっている。しかし、これまで各産地で製造された和紙の物性等の比較はされているものの、同一の条件で製造されたものではないため、その差が何に起因するものかについてまでは明らかにした例は少ない。

そこで、今回試験用サンプルの作製をより再現性が高いと考えられる方法で行い、比較分析することで楮紙の原料の違いや各製造工程における製造条件の違いが紙質に及ぼす影響について客観的な評価を行った。それらのデータを基に使用者の用途やニーズに合った和紙を開発し将来的な販路拡大に繋げることを目的とした。

2. 試験用シートの作製方法

原料は土佐楮白皮(いの町産)、土佐楮六部(高知県産)、那須楮白皮(相馬商店から購入)を断裁機で4mmにカットして用いた。カットした楮をナイロン製ネット(150メッシュ)に入れ24~27時間水に浸漬したのち、セパブルフラスコに入れ、所定量の水、アルカリ薬品を加え(原料濃度6.7%、アルカリ薬品量15.3%(いずれも温度23℃、相対湿度50%環境下での原料の質量に対して))、加熱し沸騰が始まったのち2時間アルカリ煮熟を行った。アルカリ薬品は炭酸ナトリウムを用い、土佐楮白皮は水酸化ナトリウムによる煮熟も行った。また、セパブルフラスコには冷却管を取り付け、煮熟中の煮熟液の液量が一定になるようにした。煮熟後放冷し18時間静置したのち、ネットごと原料を取り出し流水で十分に洗浄した。洗浄した原料は標準離解機で離解後2つに分け、一方はそのままシートマシンによるシート作製に供し、もう一方はふるい分け試験機の第4槽に投入し(目開き205×235 μm の金網を装着)、10分間洗浄を行って微細組織を除去した。準備した洗浄パルプ、未洗浄パルプを用い、JISP8222に準じてシートマシン(金網は目開き110 μm 、線径60 μm を使用)により湿潤シートを作製した。その際、吸水紙はアドバンテック東洋(株)製26-WAを使用し、コーチングは3往復を12秒間で行った。湿潤シートはプレスを行わず、シナベニヤ製干板にゴム製ローラー(面長239mm、質量1150g)を用い余分な力を加えずにロール掛けして貼り付け、温度23℃、相対湿度50%の環境下で自然乾燥した。

3. 楮パルプ及び作製したシートの試験方法

3-1 作製したシートの物性試験

作製したシートについて各種物性試験(密度、引張強さ、クレム吸水度、白色度、ゼロスパン引張強さ、不透明度)を行った。

引張強さ試験はJISP8113に準じ、チャック間距離80mmにて実施した。クレム吸水度はJISP8141に準じて実施し、1分間に水が上昇した高さを測定しクレム吸水度とした。ゼロスパン引張強さはJISP8227に準じ、前項2に記載した方法により作製したシートについて実施した。白色度と不透明度はJIS P8148及びJIS P8149に準じて実施し、坪量既知のシート1枚を濾紙(アドバンテック東洋(株)製定量濾紙5C)で裏当てして測定を行い、文献¹⁾を参考に算出した固有拡散反射率を白色度、固有視

覚反射率から算出した値を不透明度とした。

3-2 楮パルプ及びシートに含まれる微細組織量の測定

各種楮パルプに含まれる微細組織量の測定は、ふるい分け試験機を用いた楮パルプの洗浄の際、金網を通過した微細組織を含む水全量をガラス濾紙(アドバンテック東洋(株)製G-25)にて濾過し、濾取した微細組織を60℃で乾燥して楮パルプに含まれる微細組織の乾燥質量を測定した。

また、各種楮シートに含まれる微細組織量の測定は、次の方法で行った。乾燥質量既知のシートを標準離解機を用いて水に十分に分散した後、ふるい分け試験機の第4槽に投入し(目開き205×235 μm の金網を装着)、5分間洗浄を行った。第4槽に残った水と楮繊維の懸濁液を目開き106 μm のふるいを用いて楮繊維を取り出した後乾燥し、洗浄前後の絶乾質量の差からシートに含まれる微細組織の乾燥質量を測定した。

3-3 楮パルプのろ水度の測定

各種洗浄パルプと未洗浄パルプのろ水度をJISP8121-2に準じ、カナダ標準ろ水度試験器にて測定した。

3-4 楮繊維の形態的特徴の分析

土佐楮白皮と那須楮白皮を炭酸ナトリウム煮熟、洗浄して作製したシートから繊維をサンプリングし、繊維長分布測定装置(ABB社製ファイバータースタープラス)にて長さ荷重平均繊維幅、繊維粗度、繊維壁厚を測定した。なお、繊維粗度は係数1.0、繊維壁厚は繊維壁の見かけ密度0.6g/cm³を用いて算出した。

3-5 楮パルプに含まれる微細組織の観察

目開き205×235 μm の金網を通過した楮パルプに含まれる微細組織について、光学顕微鏡による観察を行った。また、ガラス濾紙にて濾取した微細組織について、エタノールシリーズにて置換し臨界点乾燥装置(Leica社製EM CPD300)にて乾燥後、走査型電子顕微鏡(日本電子(株)製JED-2300)にて観察を行った。

4. 結果及び考察

4-1 洗浄工程が作製したシートに及ぼす影響について

1) 洗浄工程で除去される微細組織について

楮パルプの洗浄工程で金網を通過した微細組織の乾燥物を写真1に示す(左から土佐楮(白皮)炭酸ナトリウム煮熟、那須楮、土佐楮(六部)、土佐楮(白皮)水酸化ナトリウム煮熟)。水酸化ナトリウム煮熟した土佐楮の微細組織はクリーム色で、炭酸ナトリウムで煮熟した土佐楮(白皮)、那須楮は焦げ茶色、土佐楮(六部)は緑色がかった焦げ茶色であった。いずれも薄いものはパリパリとした触感でセルロイドのような硬さと柔軟さを併せ持っており、厚いものは手でちぎったり割ることはできず非



写真1 微細組織乾燥物



写真2 微細組織の光学顕微鏡写真(200倍)

写真3 臨界点乾燥した微細組織の電子顕微鏡写真(200倍)

写真4 作製した土佐楮紙の表面の電子顕微鏡写真(200倍)

常に硬かった。この微細組織をサフラニン0染色した光学顕微鏡写真及び臨界点乾燥装置で乾燥した電子顕微鏡写真をそれぞれ写真2、3に示す。主に幅10~30 μm 、長さ50 μm 以下の俵型や円筒状の組織の混合物で師部柔細胞を主体とする物質と考えられる。また、細胞表面には細胞壁が薄くなり、細胞壁を構成しているナノオーダー幅の繊維又は繊維束と思われる物質が網目状に存在している箇所も観察された。なお、これらの微細組織は楮紙中では写真4のように乾燥過程で凝集し繊維間に確認される。土佐楮(白皮)炭酸ナトリウム煮熟の未洗浄シート表面の電子顕微鏡写真を示す。

2) シートの物性試験結果について

シートの作製に用いた楮パルプのろ水度、及び作製したシートの物性試験の結果を表2に示す。また、図1には煮熟後未洗浄の楮パルプ及び作製したシートに含まれる微細組織割合をそれぞれの絶乾質量に対する百分率で示した。なお、図又は表で用いた各サンプルの略号は表1のとおりとする。

表1 各サンプルの略号

サンプル名	略号
土佐楮(白皮)炭酸ナトリウム煮熟	土佐-C
那須楮(白皮)炭酸ナトリウム煮熟	那須-C
土佐楮(六部)炭酸ナトリウム煮熟	土佐六-C
土佐楮(白皮)水酸化ナトリウム煮熟	土佐-H

楮パルプのろ水度はいずれも洗浄により高くなり、水抜けしやすくなっており、洗浄前の楮パルプに含まれる微細組織の割合が多いほど、洗浄前後のろ水度の差が大きい傾向が見られた。そのため、楮パルプに含まれる微細組織の割合は水抜けに影響を及ぼしていると考えられる。シートの物性試験の

表2 シート作製に用いた楮パルプのろ水度と作製したシートの各種物性値、繊維間結合強度指数及び単繊維強度指数

サンプル名	楮パルプろ水度 CSF ml	坪量 g/m ²	密度 g/cm ³	比引張強さ N・m/g	クム吸水度 mm/1min	白色度 %	繊維間結合強度指数 N・m/g	単繊維強度指数 N・m/g	
土佐-C	洗浄なし	584	25.5	0.25	49.0	36	56.70	60.3	260
	洗浄	711	25.9	0.22	25.8	59	70.05	28.6	264
那須-C	洗浄なし	451	25.2	0.30	71.2	20	50.20	98.4	258
	洗浄	667	26.2	0.24	36.5	55	62.80	42.1	276
土佐六-C	洗浄なし	532	24.0	0.27	52.5	16	40.15	65.7	262
	洗浄	706	26.4	0.24	31.4	63	58.85	35.7	265
土佐-H	洗浄なし	615	26.1	0.24	36.5	51	67.35	42.2	273
	洗浄	728	26.3	0.22	19.5	68	70.70	21.0	277

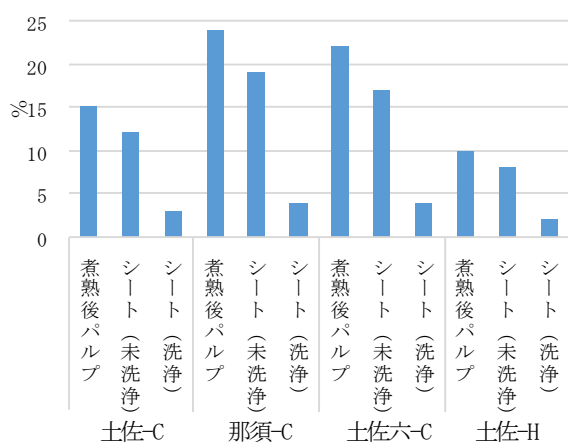


図1 楮パルプ及びシートに含まれる微細組織の乾燥質量百分率

結果、未洗浄楮パルプから作製したシートは密度が高く、洗浄により密度は低下した。密度と相関性の高い比引張強さは洗浄により低下し、クム吸水度は向上する傾向が見られた。微細組織の質量が全体に対して占める割合はパルプ及びシートいずれも那須楮が最も高く、土佐楮（六部）も同程度であった。微細組織を主に構成する師部柔細胞は繊維間の結合を補強する役割があるとされることから²⁾、微細組織の割合の増加が比引張強さの増加した1つの要因と考えられる。なお、煮熟後の楮パルプよりも未洗浄のパルプから作製したシートに含まれる微細組織の割合が低いのは、シートマシン抄紙時に網から抜けた影響と思われる。

微細組織が繊維間結合強度に寄与していることを確認するため各シートのゼロスパン引張強さ試験を行い、繊維間結合強度指数及び単繊維強度指数³⁾を算出し比較した。その結果を表2に示す。繊維間結合強度指数は、洗浄なしに比べて洗浄は約半分

なのに対し、単繊維強度指数の変化割合は小さい。そのため、引張強度の低下は主に微細組織の減少に伴う繊維間結合強度の低下によると考えられる。

3) シートの光学的特徴に関する分析結果について

各種楮パルプから坪量の異なるシートを作製し光学的特徴について分析を行った。白色度、不透明度、紙の単位坪量あたりの光の散乱能力及び吸収能力を示す指標となるシートの比散乱係数及び比吸収係数の結果を表2及び図2～4に示す。白色度は水酸化ナトリウムで煮熟した土佐楮が洗浄あり、ないいずれも高く、その他のサンプルは洗浄によって白色度が向上した。写真1のように楮紙に含まれる微細組織の色は原料種や煮熟方法により異なり、特に色の濃いものは洗浄により白色度が向上することから、微細組織が紙の白色度に影響していると考えられる。また、不透明度は洗浄により低下する傾向がみられ、土佐楮（六部）と那須楮の洗浄なしが他に比べて高かった。Stenusの図⁴⁾によると坪量一定の条件で比散乱係数、比吸収係数がともに大きいほど不透明度は高くなることから、相対的に比散乱係数の高い那須楮洗浄なしと比吸収係数の高い土佐楮（六部）洗浄なしは不透明度が高く、逆に土佐楮（六部）洗浄なし以外の土佐楮は透明性が高かったと考えられる。また、比散乱係数は那須楮が土佐楮に比べて散乱能が高いことを示しており、洗浄の有無よりも繊維径の違い等形態的特徴の違いが反映されていることが推測された。一方、比吸収係数については洗浄の有無による違いが大きく、特に土佐楮（六部）はその差が大きかったことから、甘皮部分に測定光を吸収する成分が多く含まれていると推測される。以上より、那須楮、土佐楮（六部）

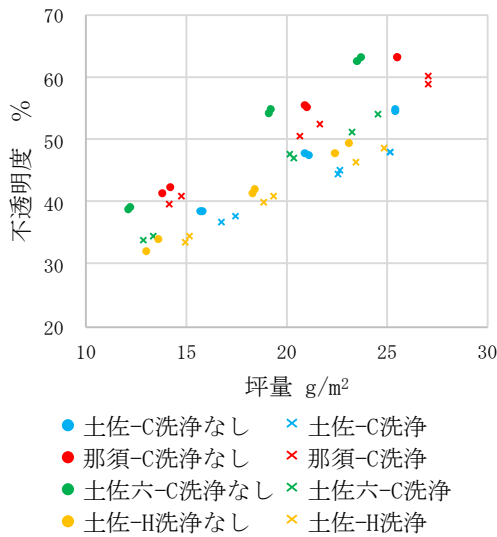


図2 各シートの不透明度

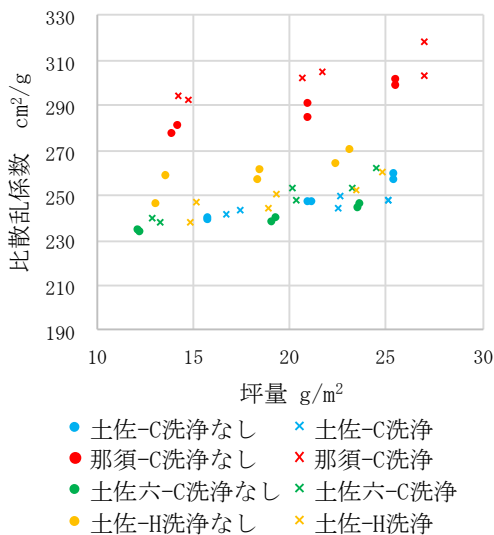


図3 各シートの比散乱係数

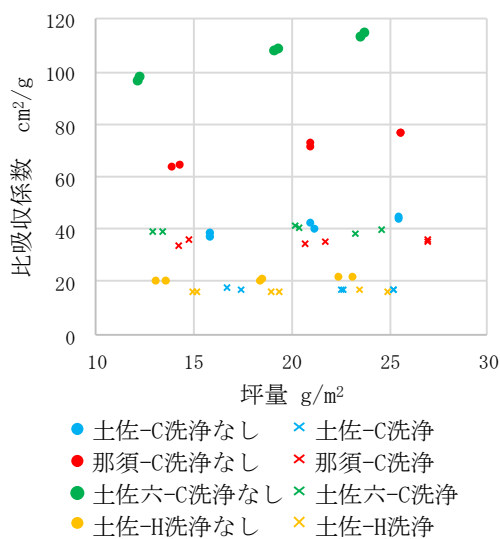


図4 各シートの比吸収係数

で洗浄度合いの低いものは不透明度が高く、また土佐楮（白皮）は透明性が高く洗浄により透明性が増す傾向が見られた。

4-2 土佐楮（白皮）と那須楮（白皮）の繊維の形態的特徴

土佐楮（白皮）と那須楮（白皮）の長さ荷重平均繊維幅の分布を図5に、繊維の形態的特徴を表3に示す。土佐楮は那須楮に比べて幅広の繊維が多く、分布も広い。繊維粗度は値が小さいほど繊維が細い、あるいは細胞壁が薄いことを示し、また、ルンケル比は、 $(\text{壁厚} \times 2) / \text{ルーメン径}$ で表され、ルーメン径に対する細胞壁の厚さの比率から繊維の潰れやすさを推定することができる⁵⁾。これらの結果を総合的に判断すると、那須楮は土佐楮に比べ繊維幅が細く柔軟で潰れやすいことを示していると考えられる。

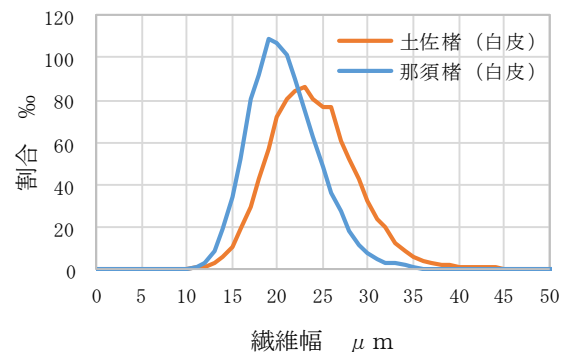


図5 土佐楮と那須楮の長さ荷重平均繊維幅の分布

表3 土佐楮と那須楮の繊維の形態的特徴

サンプル名	長さ荷重平均繊維幅 μm	繊維粗度 μg/m	細胞壁厚 μm	ルンケル比
土佐-C 洗浄	24.3	194	5.5	0.83
那須-C 洗浄	21.5	135	4.2	0.63

繊維の柔軟性はシート密度と関係が深いと考えられているため⁶⁾、シートに含まれる微細組織の乾燥質量をシートの絶乾質量から差し引いて密度を再計算した。その結果、土佐楮は白皮、六部、炭酸ナトリウム煮熟、水酸化ナトリウム煮熟、洗浄なし、洗浄いずれも $0.21 \sim 0.22 \text{g/cm}^3$ であったのに対し、那須楮（白皮）炭酸ナトリウム煮熟は $0.23 \sim 0.24 \text{g/cm}^3$ でやや高い傾向が見られた。今回は楮を同じ長さに切断し、同じ製造工程でシートを作製し

ていることから、楮繊維の幅や繊維の長さ方向の柔軟性、潰れやすさが微細組織を除いたシート密度に反映されていると推察される。

5. まとめ

原料種、洗浄の有無が紙質に及ぼす影響について分析及び考察を行った。土佐楮と那須楮は分析結果からも違いのある原料であり、また洗浄工程により紙物性も大きく変化した。そのため、原料種や製造工程を工夫することで、より和紙使用者の用途やニーズに適した和紙製品の提供に寄与できるものとする。なお、今回は微細組織の質の違いについての検証は行わなかったが、微細組織の質の違いや他の製造工程が紙質に及ぼす影響については引き続き検証を行いたいと考えている。

最後に繊維長分布測定に御協力いただきました静岡県富士工業支援センター深沢氏に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 江前：日本画像学会誌 150, 紙の特集：「たかが紙、されど紙、やはり紙」(2004)
- 2) 印刷局研究所編：非木材パルプ特集, 印刷局研究所 (昭51年8月)
- 3) D. H. page : Tappi 52 (4) , 674 (1969)
- 4) A. S. Stenius : Svensk paperstidn. , 64, 20 (1961)
- 5) R. Runkel : Tappi 35 (4) , 174 (1952)
- 6) G. Higgins : Tappi 56 (8) , 127 (1973)

微細化したコウゾ繊維の文化財修復用糊剤としての活用の可能性について

殿山 真央 江渕 栄貫

Availability of fine Kozo-fiber as paste in use to conservation of paper

Mao TONUYAMA Eikan EBUCHI

1. 目的

紙資料における重要な文化財は、裏打ちと呼ばれる薄用紙を貼り合わせる補強を繰り返しながら保存されることが多く、その修復工程に使用される糊剤は、求められる仕上がり状況によって小麦澱粉やそれを老化させた古糊、海藻から抽出した布海苔等が利用される。しかしながら、このデンプン由来の糊剤は、シミ（紙魚）による虫害の影響を受けやすいという問題も抱えており¹⁾、保存状況によっては、紙に穴が開いてしまう虫損となる。

そこでデンプン由来の糊剤の代替として、サブミクロンオーダーまで微細化したセルロース繊維スラリーが補修紙の接着剤として利用可能かどうかについて検討することとした。また、微細化処理した繊維種としては、繊維の形態を鑑みて、木材パルプと比べて機械解繊による繊維の切断影響を受けにくいと考えられるコウゾ繊維を用いることとした。

なお、機械的処理によってサブミクロンオーダーまで微細化したセルロース繊維であれば、デンプン糊よりも大きな比表面積を有することによる水素結合の増加や微細化セルロース繊維スラリーが有するレオロジー特性により紙の表層への歩留まり向上が期待できることから、紙の強固な接着に寄与する可能性がある。

2. 原料処理及び試験方法

2. 1 原料処理

本試験には、高知県で栽培された国産コウゾ（白皮）を使用した。このコウゾの微細化処理を実施するにあたり、水晒しを約4時間行い、その後天日にて干した。

天日乾燥したコウゾの白皮を小野打カッター（小野打製作所製、DL-150）を用いて、繊維長が3～4 mmになるように断裁処理した。これを、17 wt%炭酸ナトリウム（対コウゾ重量 g）水溶液に浸漬させ、2時間煮熟処理を行った後、流水に一晩浸漬し、水溶性物質の洗浄を行った。

次に、このコウゾ繊維を微細化するにあたり、ホレンダー型ビーターにて、平均繊維長が1 mm以下になるまで叩解処理した。この叩解処理したコウゾに対し、高压条件下でキャビテーション作用を付与し、繊維を微細化する湿式微粒化装置（株式会社スギノマシン製、スターバースト）を用いて微細化処理を行なった。このとき、処理回数を1、5、10回、20回、30回と増やししながら微細化度合いを制御した。

なお、スターバースト（以下SBとする）処理条件は下記のとおりで行った。

【SB 処理条件】

チャンバー：シングルチャンバー

ノズル径：φ0.17 mm

処理圧力：245 MPa

処理濃度：1.4 wt%

2. 2 微細化楮を用いた補修試験

修復家による「小面積での裏打ち」での補修紙の接着に対して微細化コウゾを糊として使用した補修試験を実施した。デンプン糊の代替剤としてSB処理を1回、5回、10回処理したものを使用してもらい、その接着強度や塗布性について官能評価をした。補修方法は下記のとおりである。

【小面積での裏打ち】

L版程度の大きさの紙(疑似本紙、土佐楮、奉書判、厚み0.12 mm、溜め漉き)に薄美濃紙(長谷川製、2.5匁)で微細化コウゾ繊維を用いて裏打ちをした。コウゾ微細繊維の塗布は刷毛が用いられた。

2. 3 コウゾ繊維の叩解状態の確認

ビーターやSB処理によって叩解及び微細化されていく過程を、光学顕微鏡(ライカマイクロシステムズ株式会社製)や繊維長分析計(ローレンツェンアンドベットレー社製、ファイバーテスター)、ディスク遠心式粒度分布測定装置;CPS(日本ルフト株式会社製、DC24000UHR)を用いて評価を行った。

2. 4 紙との接着強度比較及び粘度測定

修復家の方にて評価いただいた結果をもとに、デンプン糊での接着強度とコウゾの微細化を進めたSB処理15回品及び30回品(濃度1.4 wt%スラリー)の接着強度について比較した。

まず、十分湿潤させた坪量27 g/m²の機械抄き和紙(タイ楮紙)に、上記微細化コウゾ繊維をバーコーター(安達精機製、No. 28, RDS)を用いて塗布し、同様の紙を貼り合わせた後、回転乾燥機(JASCO株式会社製)にて105℃/5分乾燥させた。このサン

プルについて、JAPAN TAPPI No. 18-1「紙及び板紙-内部結合強さ試験方法-第1部:Z軸方向引張試験法」について、物性試験を実施し、紙と接着剤との層間強度について定量化した。

なお、刷毛での塗布性については、レオメーター(株式会社アントンパール社製、MCR302)を用いて検証を行った。

3. 試験結果及び考察

3. 1 コウゾ繊維の微細化程度の確認

ホレンダー型ビーターにて叩解処理した繊維の繊維長分析は、繊維長分析計を用いて行った。

コウゾ繊維の叩解速度は、木材パルプ(針葉樹や広葉樹)と比べて非常に遅く、写真1のように叩解時間が増加するにつれて繊維外層のフィブリル化が促進されるが、処理時間が180分を超えても長い繊維が多く存在していることが確認できた。処理時間が320分を超えてくると、フィブリル化が促進され、微細な繊維が多く形成されることが分かった。

繊維長測定の結果からは、処理開始から60分までの間で一旦繊維長が短くなるが、それ以降は、繊維の切断が非常に緩やかになることが分かった(グラフ1)。なお、フィブリル化が促進され、スターバースト処理が可能になるまで、少なくとも約19時間要した。

このように高い叩解エネルギーを要する主な要因は、コウゾ繊維のマイクロフィブリルの複雑な層構造やリグニン残量によるところが大きいと思われるが、本研究ではその関係性についてまでは検証できていない。

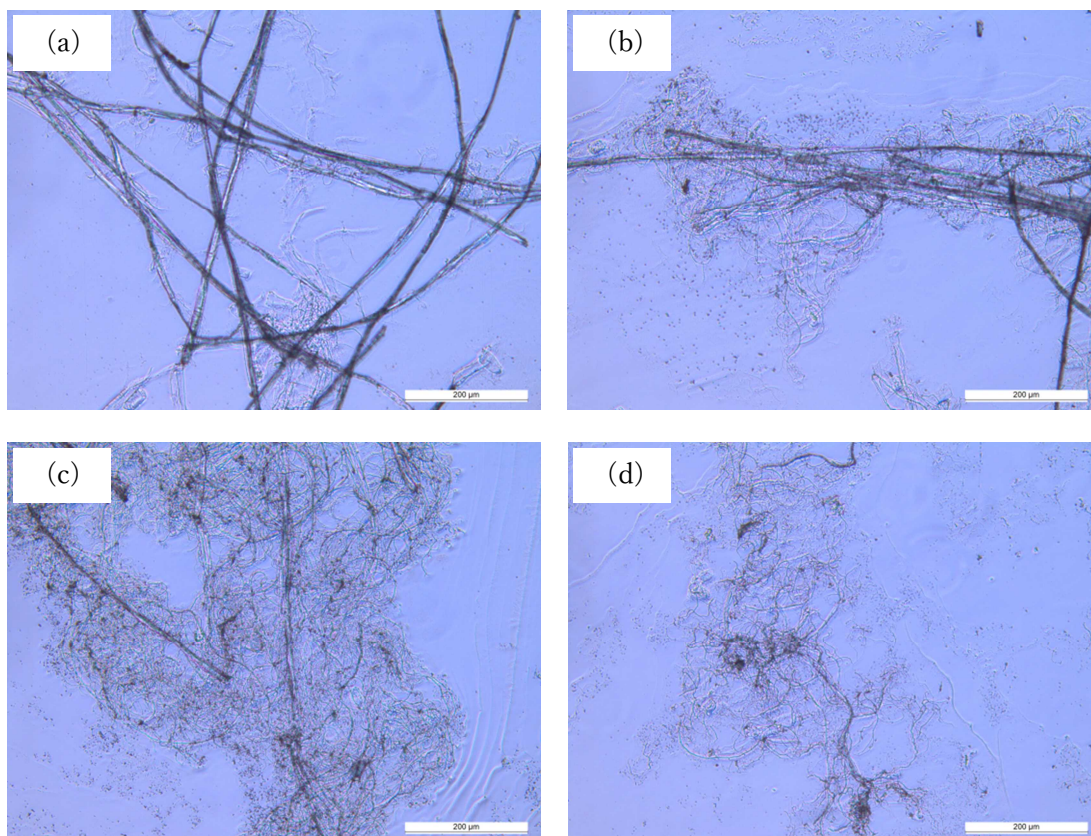
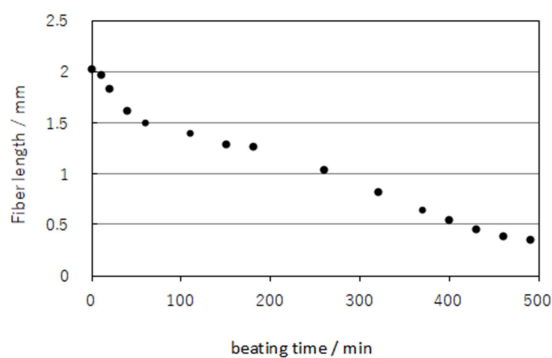


写真1 ビーターによる叩解処理の繊維形状の確認

(a) 20分、(b)180分、(c)320分、(d)490分



グラフ1 叩解処理時間と平均繊維長の推移

次に、スターバーストSBで微細化処理したコウゾ繊維の解繊度合いについて評価した。

微細化がある程度進むと、画像処理を用

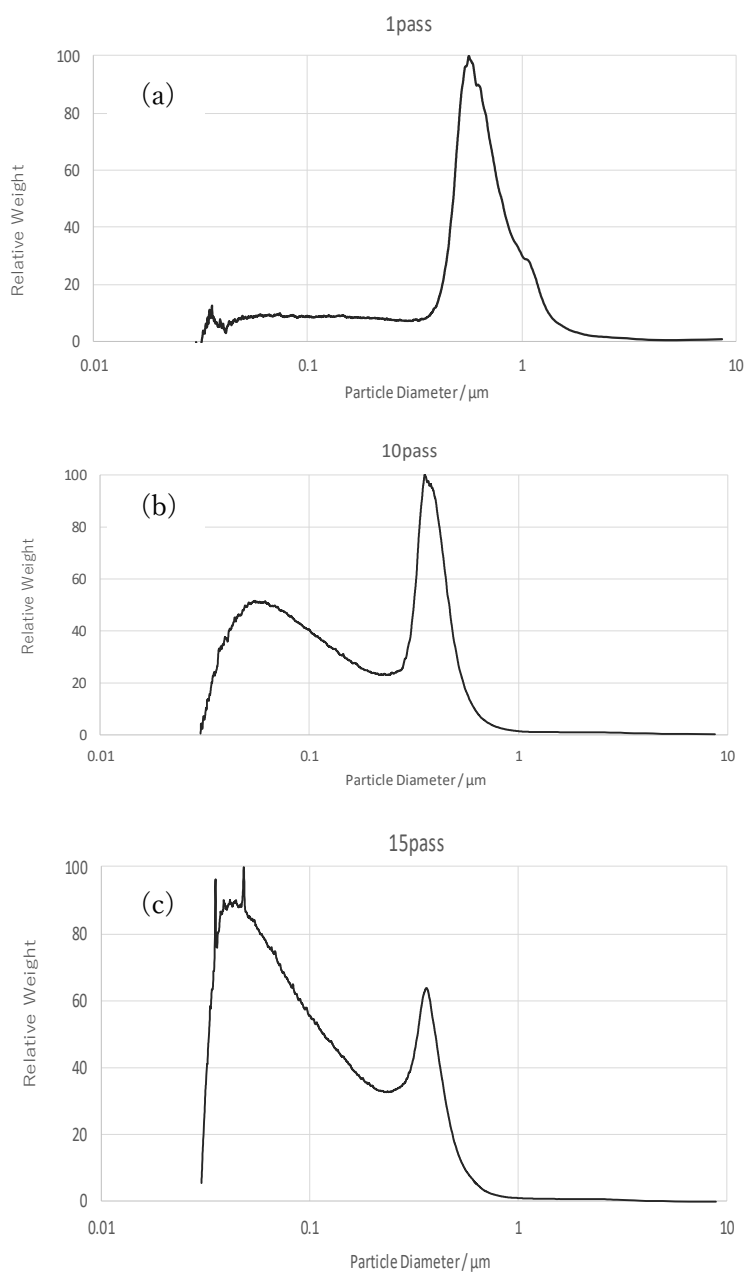
いた繊維長分析計では測定できないため、ディスク遠心式粒度分布測定装置(以下CPSとする)を用いて評価を行なった。

今回得られた微細化コウゾ繊維の解繊度合いについて見てみると(グラフ2)、処理回数が15回を超えてくると $0.4 \mu\text{m}$ 付近に見られるストークス径分布のピーク高さが、15回処理品から大きく減少していることが分かる。また、微粒化処理の回数が増えるにつれて、ストークス径で $0.2 \mu\text{m}$ 以下の繊維径分布が急激に増加することが分かった。この遠心沈降法の結果から見積もったストークス径の結果から、機械解繊処理過程で得られるセルロース繊維の沈降挙動と繊維構造(微細化の程度)との間に相関が

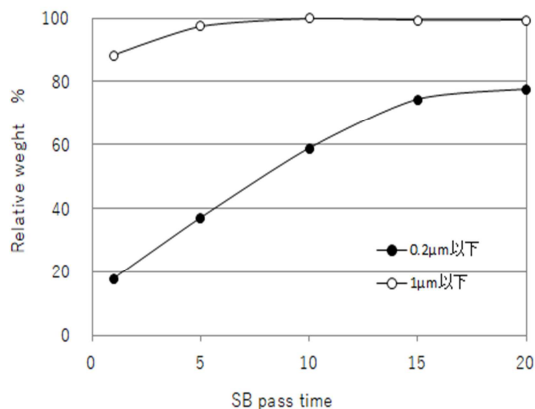
あることが分かっている²⁾。本実験で得られた結果からも、CPSによって、微細化程度が十分評価できることが分かった。

一方で、グラフ3に示したように、ストークス径で0.2 μm 以下及び1 μm 以下における重量分率の推移が、処理回数が15回を

境に上昇割合が緩やかになることから、SB処理回数が15回を超えたあたりから、CPSで評価できる領域を外れてしまい、微細化の程度を定量化できなくなることが示唆された。



グラフ2 CPSによる微細化の程度確認
(a) 1回処理品、(b) 10回処理品、(c) 15回処理品



グラフ3 SB処理回数に対するストークス径の重量分率推移

3. 2 微細化楮の裏打ち試験結果

【小面積での裏打ち】

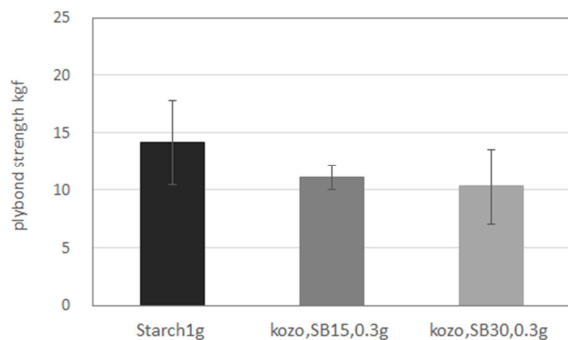
微細化コウゾを用いて、文化財資料の修復家による裏打ち試験を実施いただいた。その結果、SB処理1回、3回、5回のは、刷毛による前後運動により繊維が撚れて、均一な塗布が難しく、紙同士の接着についても、均一塗布が難しかった分、接着力が低く実用強度には達していないという評価であった。それに対し、SB処理10回品については、繊維の分散性も向上し、刷毛での塗布がしやすく、紙同士がほぼ接着しているという評価が得られた。ただし、新糊（デンプン糊）と比べると、若干強度が劣るという評価であった。

3. 3 微細化コウゾとデンプン糊との接着強度比較

修復家による微細化楮の接着強度に関する評価をもとに、刷毛塗り性が良いと考えられる十分微細化が進んだSB15回品及び30回品を用いて、接着強度の定量化を試みた（グラフ4）。その結果、修復家の評価ど

おり微細化楮の接着強度は、4%でんぷん糊を1g/m²塗布した強度に比べると若干劣っており、修復家が求める実用化強度に達していないという評価を裏付ける結果となった。ただし、本試験で塗工したデンプン糊が1g/m²も塗布されているのに対し、微細化楮の塗布量は0.3g/m²しか塗布されていないことを鑑みると、微細化コウゾの塗工量を増やすことでデンプン糊と同等の接着強度が得られる可能性は十分あると思われる。

ただし、今回の実験においては、微細化処理回数が15回品と30回品で比較しても、接着強度にはほとんど差は見られなかった。この結果から、十分微細化が進むと、基材繊維の凹凸に微細化コウゾ繊維が入り込み、結合（接着）に寄与できる繊維量に差が無くなってしまふことが推察された。十分な塗工量があれば接着強度に差が出たかもしれない。



グラフ4 デンプン糊と微細化コウゾの剥離強度

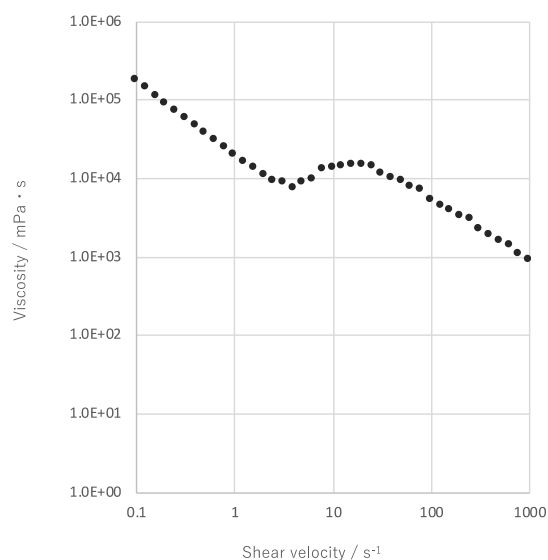
3. 4 微細化楮の粘度特性評価

修復現場で重要視される刷毛での塗布性についてレオメーターを用いて検証を行った。

一般的にセルロース繊維の水分散体は、

粘度がせん断速度に依存する、非ニュートン流体であることは知られている。微細化コウゾ繊維の水分散体もグラフ5に示したような流動特性を有する。この特性によって、刷毛で塗布する際は、せん断影響を受けて粘度が下がり、塗布性が向上し、刷毛の前後運動を止めると流動が悪くなり、基材表面に微細化楮繊維が残留しやすくなると考えられる。今回の実験において微細化コウゾの塗布量が 0.3 g/m^2 でも十分な接着強度を得られたのもこのレオロジー特性によるものと思われる。

なお、微細化処理の程度が低いSB5回品やSB10回品などは繊維が撚れてダマになりやすく均一な塗布が難しいという評価が得られたことについて、レオメーターの平行プレートを用いて検証した。ダマ発生の要因としては、比較的長い繊維が、SB処理数の低いものにおいて、多く存在することによって考えられ、その長さや存在量を定量化することは困難なため、ダマ形成時にかかる治具への応力値と治具とのクリアランス量 ($0.5 \sim 0.2 \text{ mm}$) からその相関性を検証した。その結果、SB処理回数が増加するに従い、ダマが形成されるクリアランスは小さくなる傾向にあった。十分微細化が進行したと思われるSB30回処理品でも 0.2 mm のクリアランスで小さなダマの発生が見られたことから、微細化楮は、そのまま使用すると刷毛の前後運動で繊維の撚れによる塗工不良を起こしやすいということがわかった。



グラフ5 SB30 回処理品 1.4wt%の粘度特性 (共軸二重円筒)

4. 結言

微細化楮繊維を用いた修復用糊剤の活用について検討し、微細化楮繊維は少ない塗布量でも紙の接着に十分な強度を有することが分かった。このことから、デンプン糊の代替として十分可能性があると考えられる。一方で、繊維長がある程度保持されたスラリーについては、刷毛と基材の間で繊維が撚れてダマを形成し、塗布性が著しく低下することが分かった。今後の展開として、ダマの発生しにくい分散剤の検討や接着強度を最も発揮する塗工量や繊維径や長さの分布について最適化していく必要がある。

5. その他

本研究は、科学研究費(挑戦的研究(萌芽))事業(JP18K18524)にて研究協力者として実施いたしました。

6. 謝辞

本研究を実施するにあたり、貴重な機会を与えてくださいました、東京藝術大学の稲葉先生、半田先生、貴田先生、加瀬谷氏、東京農工大学の岡山先生、小瀬先生、愛媛県産業技術研究所 西田主任研究員、藤本研究員に心より感謝申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 金山正子：記録和紙資料の伝統修復と新しい技法，オレサイエンス第 18 巻 10 号，11-18(2018)
- 2) 熊谷明夫、遠藤貴士、足立真希：沈降法によるセルロースナノファイバーの評価，紙パ技協誌第 73 号第 5 号，66-73 (2019)

IV 研究事例紹介

水流交絡法で加工した土佐和紙の物性変化

紙産業技術センター 素材開発課 遠藤恭範

不織布製造で一般的な水流交絡法（ウォータージェット（WJ）・スパンレース）による加工を和紙に対して行ったところ、興味深い物性結果が得られました。

<サンプル>

原料配合は**コウゾ100%**及び**コウゾと木材パルプ50%ずつ**の2水準で坪量は**30g/m²**

※コウゾはタイコウゾを一般的な方法で原料処理したものを使用

※木材パルプは針葉樹漂白クラフトパルプ（NBKP）を使用

<WJ処理水圧及び段数>

1段では**5MPa**、2段では**3MPa/5MPa**の2水準（片面表側より打ち込み）

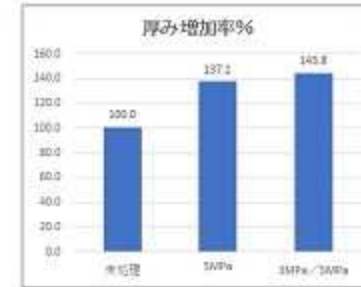
<評価項目>

- ・厚み（JIS P 8118）※増加率は未処理を100としたときのパーセント
- ・引張強度、伸び（JIS P 8113及び8135の部分浸漬法準拠）
- ・吸水量（JIS L 1912 医療用不織布試験方法 吸水性）
- ・剛軟度（JIS L 1096 雑物及び編物の生地試験方法 剛軟度 ハンドルオメータ法）
- ・表面観察 デジタルマイクロスコープ KEYENCE VHX-6000

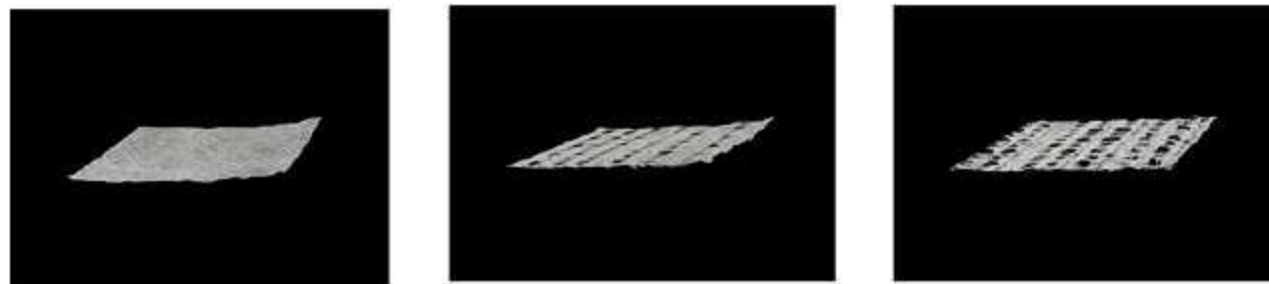
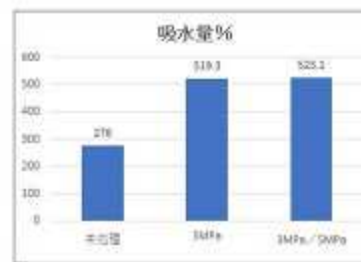
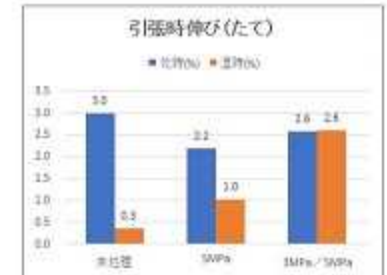
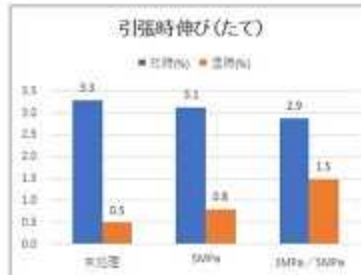
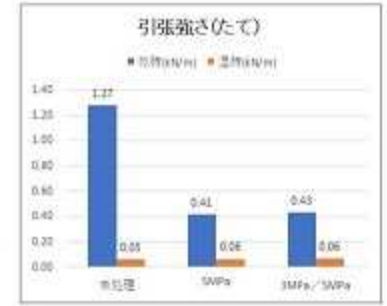
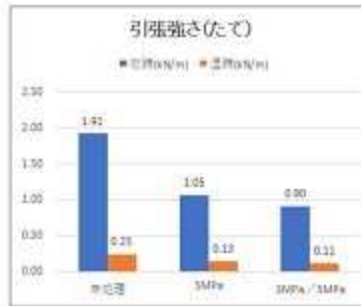
<WJ処理和紙の物性比較>

各棒グラフの左から、未処理、5MPa、3MPa/5MPa

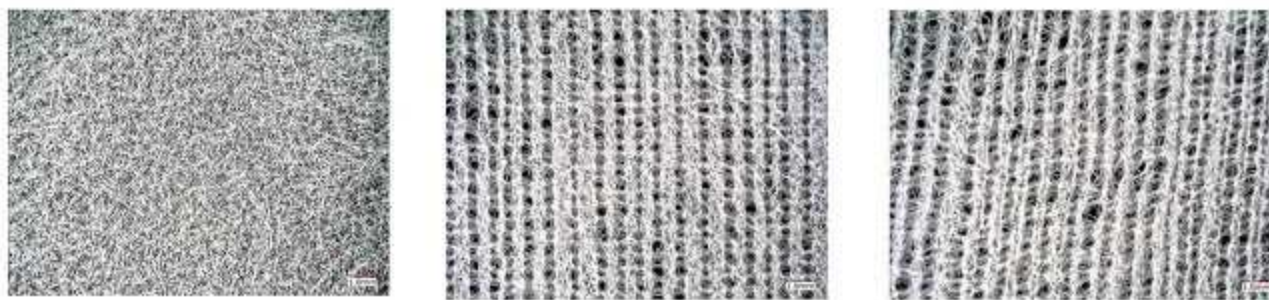
コウゾ100%紙



コウゾ50%・木材パルプ50%紙



WJ加工後のコウゾ100%紙の表面（倍率20倍・強コントラスト表示）：上段と3D表示（倍率50倍）：下段
左より、未処理、WJ加工 5MPa、WJ加工 3MPa/5MPa



WJ加工後のコウゾ50%・木材パルプ50%紙の表面（倍率20倍・強コントラスト表示）：上段と3D表示（倍率50倍）：下段
左より、未処理、WJ加工 5MPa、WJ加工 3MPa/5MPa

<物性評価>

- WJ加工により厚みは増加し、処理段数とともに増加する
- 引張強さはドライ状態で大きく減少するがウェット状態ではわずかに低下（木材パルプ混合はあまり変わらない）
- 引張時の伸びはドライ状態でほぼ変わらないが、ウェット状態ではWJ加工時の圧力・処理段数とともに大きくなる
- 剛軟度はWJ加工をすることにより小さく（＝柔らかく）なり、圧力・処理段数とともに小さくなる傾向（コウゾ100%では1/2程度、木材パルプ混合では1/2～1/3に減少）
- 吸水量はWJ加工時の圧力・処理段数とともに増加する（コウゾ100%では約2倍、木材パルプ混合では2倍～2.5倍に増加）

「表面の凹凸や格子状の模様が鮮明」
「ウェット時の伸びが大きい」
「吸水量が大きい」
「柔らかい」



**不織布に似た外観と特徴を持つ
雰囲気の変った和紙が出来上
がりました**

V 「ものづくり技塾」品質向上能力
養成コース追加報告

個包装ティッシュの嵩について

1. 現状把握

【課題】

◎規定枚数を折り畳んで入れられた個包装の最終包装製品の嵩に安定性がない。

【試験方法】

ポケットティッシュ製品から、坪量、見掛け厚さ及び見掛け密度、水中伸度を測定する。

A. 坪量

各ポケットティッシュ製品4パックから、1パック1枚ずつのシートを取り出し、1/100サイズの坪量板を用いて、サンプルを採取し、その重量を天秤で計測して、坪量を算出した。坪量は、シート8枚から1枚のシート坪量を求めた。

B. 厚さ

厚さについては、数種類の方法で測定を行った。
①ノギスを用いて、目視で無荷重状態の1パック当たりの厚さを測定し、1枚当たりの厚さを算出した。
②カーテック製KES-FB3を用いて、0.5g/cm²荷重時(TO)及び50g/cm²荷重時(TM)について、試料4枚を3回折して計12枚重ね、又は試料8枚を2回折して計16枚重ねて測定を行い、1枚当たりの厚さを算出した。

③Mitutoyo製IP65マイクロメーターを用いて、各試料8枚重ねて測定を行い、1枚当たりの厚さを算出した。

④大栄科学精器製作所製CR-10Aを用いて、20gf/cm²荷重時に各試料8枚重ねて測定を行い、1枚当たりの厚さを算出した。

⑤TECLOCK製SM-1201を用いて、各試料8枚重ねて測定を行い、1枚当たりの厚さを算出した。

⑥熊谷理機工業製TM600-Fを用いて、1kgf/cm²荷重時に各試料8枚重ねて測定を行い、1枚当たりの厚さを算出した。

C. 水中伸度

CD方向5cm幅の試料に、MD方向20cm又は15cmの切れ目を入れて準備する。23℃の水を入れたバットに前記試料を15分間浸せしめ、浸せき後の長さも定規で測定し、浸せき前の長さから水中伸度を算出した。

2-1. 試験結果

【坪量】

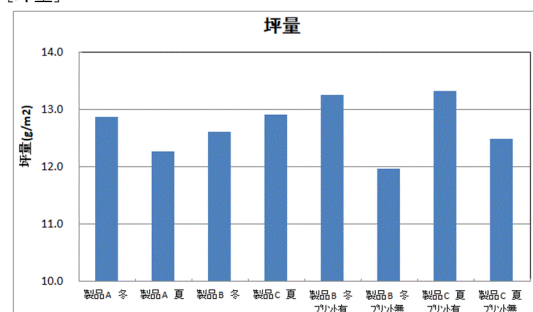
製品A (200×218mm)	試料の採取方法	坪量(g/m ²)	差(g/m ²)	印刷(g/m ²)
	冬	12.86	(冬と夏) 0.60	
	夏	12.26		

プリントティッシュ (200×178mm)	試料の採取方法	坪量(g/m ²)	差(g/m ²)	印刷(g/m ²)
製品B 冬製造	プリント有無両方	12.60	(BとC) 0.30	
製品C 夏製造	プリント有無両方	12.90		
製品B 冬製造	プリント有	13.25	(BとC) 0.06	1.29
	プリント無	11.97	(BとC) 0.52	
製品C 夏製造	プリント有	13.31		0.83
	プリント無	12.49		

* 製品Aは、嵩の大きい冬の方が坪量が多いが、プリントティッシュは、反対に夏の方が坪量が多かった。⇒異なる要因による嵩の違いではないか。

2-1-1. 試験結果

【坪量】



2-2. 試験結果

【厚さ】

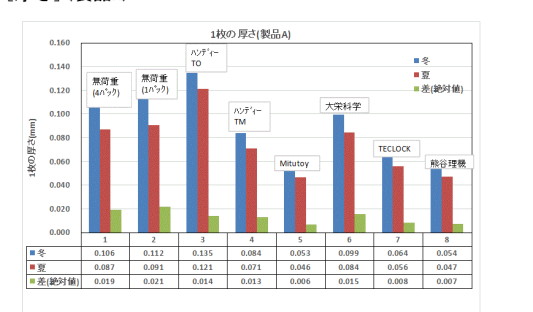
試料名	無荷重		ハンディー圧縮試験		Mitutoyo IP65	大栄科学 CR-10A	TECLOCK SM-1201	熊谷理機 TM600-F
	4ﾊﾟｯｸ又は 2ﾊﾟｯｸ重ね	1ﾊﾟｯｸ	TO (0.5g/cm ²)	TM (50g/cm ²)				
製品A (200×218mm)								
冬製造	0.106	0.112	0.135	0.084	0.053	0.099	0.064	0.054
夏製造	0.087	0.091	0.121	0.071	0.046	0.084	0.056	0.047
差(冬-夏)	0.019	0.021	0.014	0.013	0.006	0.015	0.008	0.007

試料名	無荷重		ハンディー圧縮試験		Mitutoyo IP65	大栄科学 CR-10A	TECLOCK SM-1201	熊谷理機 TM600-F
	4ﾊﾟｯｸ又は 2ﾊﾟｯｸ重ね	1ﾊﾟｯｸ	TO (0.5g/cm ²)	TM (50g/cm ²)				
プリントティッシュ (200×178mm)								
製品B 冬製造	0.126	0.133	0.203	0.095	0.050	0.117	0.065	0.053
製品C 夏製造	0.103	0.103	0.180	0.084	0.049	0.097	0.067	0.050
差(冬-夏)	0.023	0.030	0.023	0.011	0.001	0.020	0.002	0.002

* 測定機器により厚さにかなり差が生じるので、今の課題である無荷重時の厚さに近い測定機器での厚さ測定が望ましい。⇒大栄科学製の厚さ試験等が良いのでは。

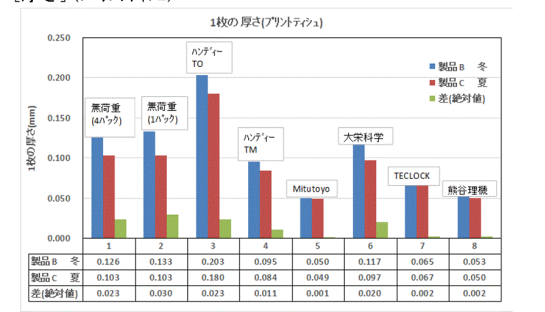
2-2-1. 試験結果

【厚さ】(製品A)



2-2-2. 試験結果

【厚さ】(プリントティッシュ)



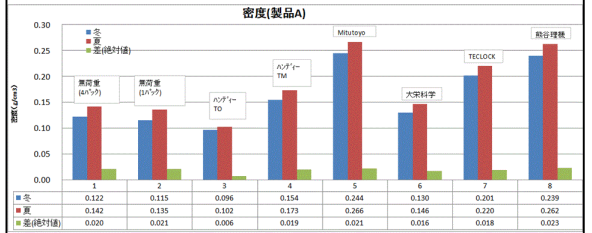
2-3. 試験結果

[密度]

試料名	無荷重		ハンディー圧縮試験		Mitutoyo IP65	大栄科学 CR-10A	TECLOCK SM-1201	熊谷理機 TM600-F
	4ハック又は 2ハック重ね	1ハック	TO (0.5gf/cm ²)	TM (50gf/cm ²)				
製品A (200×218mm)					0.244	0.130	0.201	0.239
冬製造	0.122	0.115	0.096	0.154				
夏製造	0.142	0.135	0.102	0.173	0.266	0.146	0.220	0.262
差(冬-夏)	-0.020	-0.020	-0.006	-0.019	-0.021	-0.016	-0.018	-0.023
プリントティッシュ (200×178mm)								
製品B 冬製造	0.100	0.095	0.062	0.133	0.252	0.107	0.193	0.240
製品C 夏製造	0.125	0.125	0.072	0.154	0.265	0.133	0.193	0.256
差(冬-夏)	-0.026	-0.030	-0.010	-0.021	-0.013	-0.025	0.000	-0.016

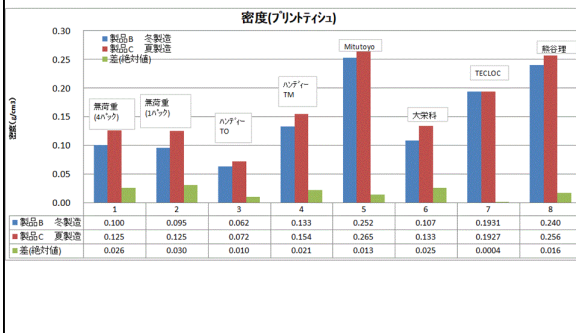
2-3-1. 試験結果

[密度] (製品A)



2-3-2. 試験結果

[密度] (プリントティッシュ)



2-4. 試験結果

[水中伸度]

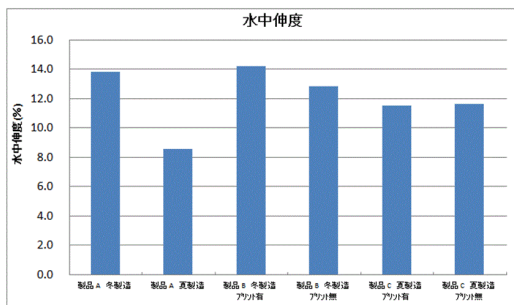
製品A (200×218mm)	浸せき前長さ (mm)	浸せき後長さ (mm)	水中伸度 (%)
冬製造	200	227.5	13.8
夏製造	200	217.1	8.5

プリントティッシュ (200×178mm)	プリント	浸せき前長さ (mm)	浸せき後長さ (mm)	水中伸度 (%)
製品B 冬製造	有	150	171.3	14.2
製品C 夏製造	無	150	169.2	12.8
製品C 夏製造	有	150	167.3	11.5
	無	150	167.4	11.6

* 水中伸度は、クレープのかけ具合の1つの指標になるが、製品Aの冬の製品の方が水中伸度が夏よりも高いため、クレープ率が高いと考えられる。プリントティッシュは、若干冬の方が水中伸度が高く、クレープ率が高いと考えられる。製品Aの方が差が大きい。

2-4-1. 試験結果

[水中伸度]



3.1 まとめ

- 製品Aは、嵩の大きい冬の方が坪量が多いが、プリントティッシュは、反対に夏の方が坪量が多かった。⇒異なる要因による嵩の違いではないか。
- 測定機器により厚さにかなり差が生じるので、今の課題である無荷重時の厚さに近い測定機器での厚さ測定が望ましい。⇒大栄科学製の厚さ試験等が良いのでは。
- 水中伸度は、クレープのかけ具合の1つの指標になるが、製品Aの冬の製品の方が水中伸度が夏よりも高いため、クレープ率が高いと考えられる。プリントティッシュは、若干冬の方が水中伸度が高く、クレープ率が高いと考えられる。製品Aの方が差が大きい。

3.2 提案

- 巻の巻き始めと終わりで厚さを測定する。1枚ではなく、10枚重ねなどでの基準値を設け、その値に近くなるように調整してはどうか。
注：軽い荷重で測定できる機器が良いと思われる。
- 1つの巻きにおいて、抄紙時、各加工時にサンプルを採取し、工程での厚さ変化を調査してはどうか。

VI 新規導入備品の紹介

SDRラボリファイナー

高知県立紙産業技術センター 平成31年度新規導入設備

平成31年度 NEDOプロジェクト「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発—木質系バイオマスからの化学品までの一貫製造プロセス（京都プロセス）の開発」により導入

本装置は製紙用パルプに対し優れた離解、叩解効率を発揮するシングルディスク方式（SDR）ラボリファイナーです。

【メーカー】相川鉄工株式会社

【型式】SDR-14型

【スペック】電動機：55KW×4P×200V

ディスクサイズ：14インチ

タンク容量：100L

クリアランス制御、負荷制御が可能

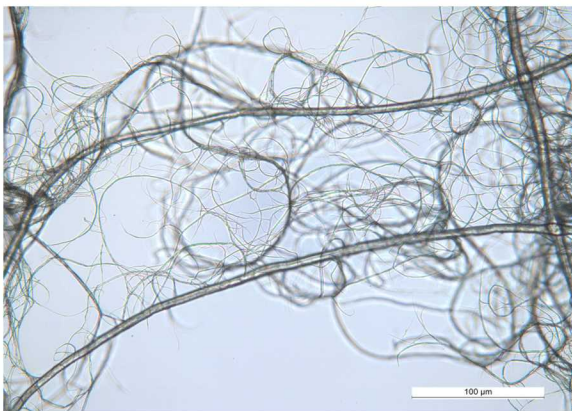


刃物Finebar

刃幅0.8mm、溝幅1.5mm

刃幅1.0mm、溝幅3.0mm

Finebarを使用することで効率よく微細化が進む



リヨセル繊維を叩解処理した顕微鏡写真。左側：短時間の叩解処理 右側：長時間の叩解処理
繊維の切断を抑えながら叩解処理が進んでいる。

令和2年度高知県立紙産業技術センター報告第25号
令和3年3月1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 Industry
Technology Center

〒781-2128 高知県吾川郡いの町波川 287-4
電話(088)892-2220 FAX(088)892-2209
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/151406/>

印 刷