

ISSN 1342-4068

高知県立紙産業技術センター報告

第1号

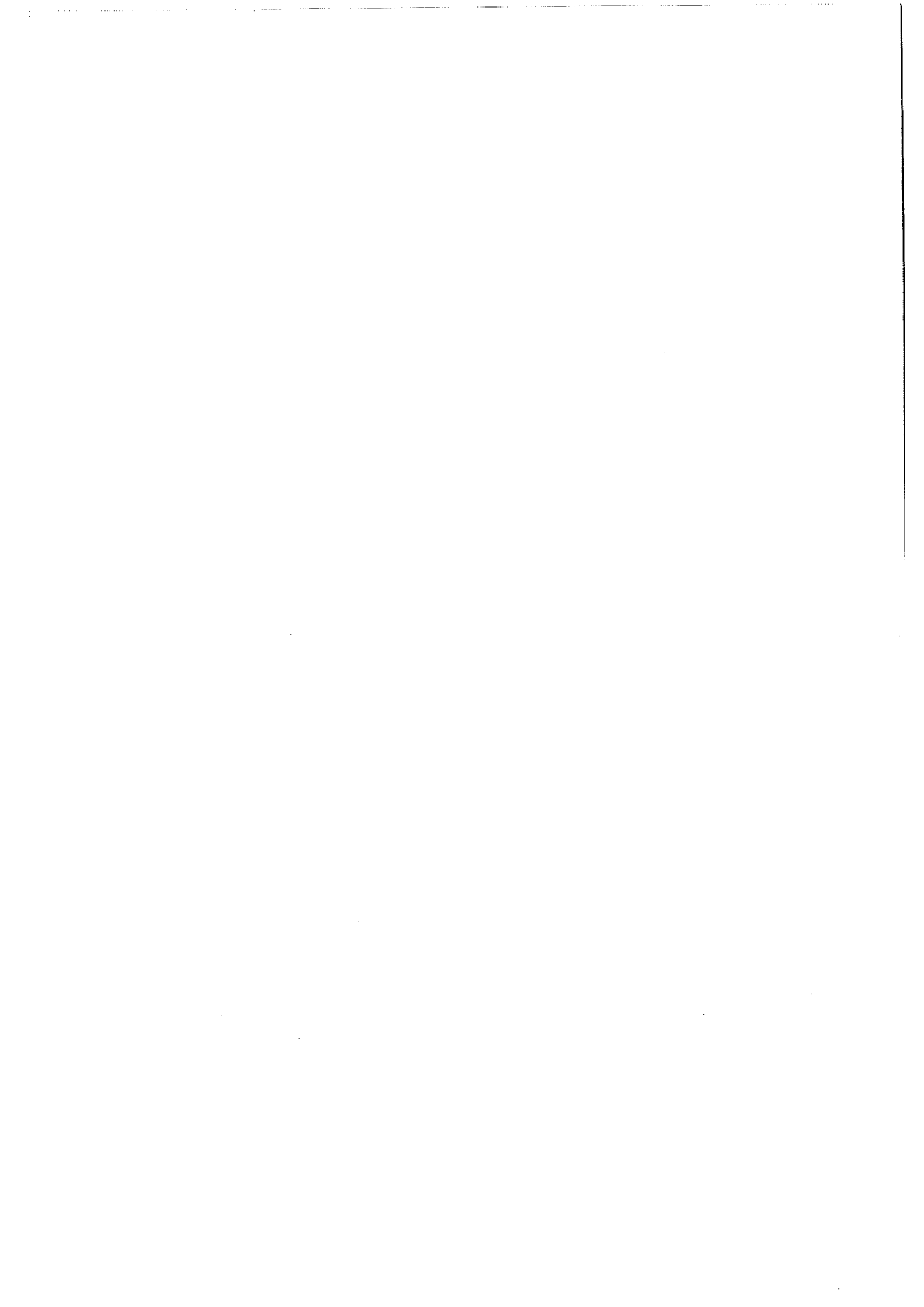
THE REPORT ON WORKS
OF
KOCHI PREFECTURAL
PAPER TECHNOLOGY CENTER

VOL. 1

1996

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, 781-21 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 予算	-----	5
6 依頼試験手数料及び設備使用料	-----	6
II 業務概要		
1 技術相談及び技術指導	-----	8
2 依頼試験及び設備使用	-----	8
3 職員研修及び派遣	-----	9
4 研修生の受け入れ	-----	9
5 工業所有権	-----	9
6 講師派遣	-----	10
7 技術アドバイザー指導事業	-----	10
8 開放試験設備利用研修事業	-----	10
9 客員研究員招へい事業	-----	11
10 異業種交流促進事業（コウチ・アサヒ異業種交流会）	-----	12
11 21 こうちかみわざ新商品開発事業	-----	13
III 調査研究報告		
アルギン酸カルシウム不織布に関する研究	-----	15
リサイクル性繊維からなる機能紙の研究	-----	30
第1節 緒言	-----	30
第2節 非木材繊維紙の開発研究	-----	33
第3節 食品関連シート及び包装成型品の開発研究	-----	52
第4節 生分解性不織布の開発研究	-----	74

はじめに

当センターは、創立以来65年間の長期に亘り、自然環境に恵まれた豊かな水と地場資源や新材料を生かした製紙関連産業の振興について、その時々課題に取り組みながら、技術の普及に努めてまいりました。

近年、経済や社会を取り巻く環境が大きく変わるなかで、伝統ある紙産業を継続的に発展させていくためには、創造的な技術開発研究を強力に推進していくことがますます重要となってまいりました。

このような状況のもと、当センターは、紙パルプ技術分野対象の公設試験研究機関として、製紙業の集積する伊野町へ移転し、研究施設の整備拡充を図ることができました。

この充実した研究環境を十分に活用しながら、「地域に開かれ、高度に機能する技術センター」を目指して、さまざまな事業運営のなかで多くの研究課題に取り組んでいます。

この報告書は、平成7年4月の移転再スタートを機に、新しい施設と業務の概要、さらに、調査研究報告をとりまとめて、高知県立紙産業技術センター報告、第1号として発行いたしました。

ご高覧いただき、センター施設と業務の現状をご理解いただきますとともに、さらに、合本した研究報告書が関係各位の参考になれば幸甚に存じます。

平成8年11月

高知県立紙産業技術センター
所長 中西 正昭

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。
- 昭和59年 技術指導施設費補助金を得て、試験機を充実する。
- 平成元年 技術開発研究費補助金を得て、試験機を充実する。
- 平成2年 技術パイオニア養成事業により、乾式不織布製造試験機等を設置する。
- 平成5年 戦略的地域技術形成事業により、樹脂加工機等を設置する。
- 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。

2 組織及び業務

	総務班	予算その他庶務会計全般に関すること	
	班長	山中	和代
	主幹	藤本	淑子
所長 中西 正昭	技術第一部	(1)技術振興の企画及び調整に関すること (2)紙加工の研究開発に関すること (3)新素材・新薬品の基礎応用研究に関すること (4)生産設備の省力・合理化研究、省エネルギー・公害防止に関すること (5)機能性繊維を利用した乾式不織布製造技術の研究に関すること (6)テストコーター&ラミネーターによる紙加工技術の開発研究に関すること (7)戦略的地域技術形成事業に関すること (8)施設・設備の開放促進事業に関すること (9)依頼試験、技術相談指導等に関すること	
	専門研究員兼 技術第一部長	宮崎	謙一
	専門研究員	林	幸男
	総括主任	池	典泰
	主任研究員	浜田	和秀
	技師	滝口	宏人
	技術第二部	(1)機械紙及び手すき紙の研究開発に関すること (2)薬品・原材料の基礎・応用研究に関すること (3)生産設備の省力・合理化研究、省エネルギー・公害防止に関すること (4)多目的テスト抄紙機による特殊素材を利用した機能紙の開発研究に関すること (5)大型懸垂短網抄紙機による長繊維抄紙技術の開発研究に関すること (6)戦略的地域技術形成事業に関すること (7)非木材繊維の和紙への利用研究に関すること (8)施設・設備の開放促進事業に関すること (9)依頼試験、技術相談指導等に関すること	
	専門研究員兼 技術第二部長	宮地	亀好
	専門研究員	山崎	裕三
総括主任	大川	昭典	
主任研究員	近森	啓一	
技師	遠藤	恭範	
主任技師	江渕	栄貫	

3 職員の構成

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

4 施設の概要

敷地面積		14,037.29m ²
建物延面積		5,788.51m ²
本館棟 (鉄筋コンクリート造 一部3階建)	建築面積 延面積	1,205.68m ² 2,615.42m ²
第一研究棟 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨2階建)	建築面積 延面積	920.79m ² 1,465.60m ²
第二研究棟 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨2階建)	建築面積 延面積	1,035.98m ² 1,550.40m ²
その他車庫 (鉄骨造)		31.33m ²
駐輪場 (鉄骨造)		17.62m ²
受水槽施設 (鉄筋コンクリート造)		40.00m ²
排水処理施設 (鉄筋コンクリート造)		59.78m ²
焼却炉 (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨)		8.36m ²

5 予 算

(歳 出)

費 目	金 額(千円)	備 考
管 理 運 営 費	55,207	
試 験 研 究 費	16,679	
戦略的地域技術形成事業費	49,066	国庫補助事業
開放化促進事業費	10,747	
技術アドバイザー指導事業費	710	国庫補助事業
産・学・公先端技術応用推進事業費	1,682	
情報化推進事業費	15,853	国庫補助事業
計	149,944	

(歳 入)

科 目	金 額(千円)	備 考
物 品 売 払 収 入	170	不用物品売払料
使 用 料 及 び 手 数 料	3,951	機械器具利用料 依頼検査手数料 等
生 産 物 売 払 収 入	80	試作品売払料
紙 産 業 技 術 セ ン タ ー 収 入	560	開放試験設備利用研修負担金
計	4,761	

6 依頼試験手数料及び設備使用料

(1) 手数料一覧表

平成8年3月31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	1,480	
	特殊なもの	指定成分1成分	2,860	
定量分析	一般的なもの	指定成分1成分	2,730	
	特殊なもの	指定成分1成分	5,590	
	特殊機器による簡易なもの	1件(指定成分1成分)	11,330	
	特殊機器による複雑なもの	1件(指定成分1成分)	24,920	
物理化学試験	紙及び板紙の物理試験	1件	1,480	
	段ボールの物理試験	1件	1,630	
	さらし率試験	1試料	3,230	
	繊維相対粘度試験	1試料	4,620	
	樹脂抽出試験	1試料	4,600	
	灰分試験	1試料	2,710	
	紙料水分試験	1試料	1,560	
	ろ水度試験	1試料	1,160	
	サイズ度試験	1試料	1,480	
	きょう雑物試験	1試料	1,680	
	pH試験	1試料	1,680	
	光学顕微鏡による繊維組成試験	1試料	1,830	
	薬品溶解定量による繊維組成試験	1試料	3,540	
	指示薬を使用する紙質試験	1試料	560	
	退色度試験	1件(1時間まで)	1,220	
	退色度試験追加分	1時間を超える場合は1時間	350	
	印刷適性試験	1件	3,120	
	顕微鏡写真(手札型)	1件(3枚)	2,730	
	顕微鏡写真(手札型)追加分	焼き増し1枚	220	
	走査電子顕微鏡写真(手札型)	1件(3枚)	3,720	
	走査電子顕微鏡写真(手札型)追加分	焼き増し1枚	330	
	ふるい分け試験	1件	4,600	
	繊維長分布測定試験	1試料	2,050	
	細孔分布測定試験	1試料	2,130	
	不織布地合測定試験	1件	1,930	
	ガス透過率測定試験	1件	3,680	
	恒温恒湿槽試料処理試験	1件(1時間まで)	1,350	
	恒温恒湿槽試料処理試験	1時間を超える場合は1時間	560	
	原料処理試験	紙料調整試験	1件(1kg)	1,560
		大型開放釜による煮熟試験	1件	11,140
中型開放釜による煮熟試験		1件	9,100	
小型開放釜による煮熟試験		1件	4,230	
オートクレーブによる蒸解試験(使用薬品を除く)		1件	6,330	
地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)		1件	18,680	
湿式紡糸装置による紡糸試験		1件	10,640	
抄紙試験	多目的テスト抄紙機による抄紙試験	1時間	25,010	
	多目的不織布製造装置による抄紙試験	1時間	17,730	
	小型抄紙機による抄紙試験	1時間	8,500	
	大型懸垂短網抄紙機による抄紙試験	1時間	14,300	
	モールド試験機による抄紙試験	1時間	4,440	
	手すき抄紙試験	1時間(10枚)	2,860	
	シートマシンによる抄紙試験	1時間(10枚)	1,980	
加工試験	テストコーター&ラミネーター機による加工試験	1時間	12,270	
	樹脂加工試験機による加工試験	1時間	5,360	
	圧縮成型プレス試験	1時間	4,860	
	サイズプレス試験	1時間	3,490	
	エンボス試験	1時間	3,790	
	熱カレンダー加工試験	1時間	2,480	
	紙の手加工試験	1時間	2,230	
	スーパーカレンダーによる処理試験	1時間	2,400	
設計図料	A2判	1件(1枚)	17,050	
成績書の謄本又は証明書		1通	530	

(2) 使用料一覧表

平成8年3月31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	560	
	8キログラムホーレンダー型ピーター	1台1時間	610	
	18キログラムホイト型ピーター	1台1時間	610	
	38キログラムホイト型ピーター	1台1時間	1,350	
	1キログラムナギナタ型ピーター	1台1時間	560	
	10キログラムナギナタ型ピーター	1台1時間	560	
	スクリーン	1台1時間	610	
	セントリクリーナー	1台1時間	610	
	蒸解用オートクレーブ	1台1時間	970	
	地球釜	1台1時間	2,880	
	その他の原料処理機器	1台1時間	560	
	試験機器	熱風循環式高温炉	1台1時間	1,170
万能試験機		1台1時間	1,070	
フェードメーター		1台1時間	1,170	
フラジール通気度試験機		1台1時間	490	
偏光顕微鏡		1台1時間	600	
パーம்பロシメーター		1台1時間	700	
紙伸縮計		1台1時間	550	
横型引張試験機		1台1時間	640	
白色度計		1台1時間	720	
繊維長分布測定装置		1台1時間	1,100	
印刷適性試験機		1台1時間	1,450	
マイクロハイスコープ		1台1時間	1,760	
ハンディー圧縮機		1台1時間	670	
クリーンベンチ		1台1時間	620	
ガス透過率測定装置		1台1時間	860	
イメージアナライザー		1台1時間	680	
走査電子顕微鏡		1台1時間	2,860	
その他の試験機器		1台1時間	560	
抄紙加工機		サイズプレス	1台1時間	930
		自動テストプレス	1台1時間	1,530
	樹脂成型プレス機	1台1時間	780	
	エンボスマシン	1台1時間	1,350	
	熱カレンダー	1台1時間	1,000	
	樹脂加工機	1台1時間	1,990	
	モールド試験機	1台1時間	850	
	艶付け機(垂鉛板の部分を除く)	1台1時間	850	
	小型抄紙機	1台1時間	6,390	
	手すき抄紙室に備え付ける器具	1台1時間	510	
	スーパーカレンダー	1台1時間	1,300	
	その他の抄紙加工機	1台1時間	540	
	分析機器	顕微FT-IR	1台1時間	4,650
高速液体クロマトグラフ		1台1時間	850	
ガスクロマトグラフ		1台1時間	760	
自記分光光度計		1台1時間	620	
イオンクロマトグラフ		1台1時間	810	
元素分析用低真空電子顕微鏡		1台1時間	6,500	
ICP発光分析装置		1台1時間	3,500	
全有機炭素分析計		1台1時間	900	
その他の分析機器		1台1時間	560	
加算額	電気、水道、付属設備等を著しく使用する場合		実 費	
	試験機器を恒温恒湿室で使用する場合	1時間	940	
施設	研修室(半面積)	半日	5,790	
	会議室	半日	3,810	

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	471	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	706	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	567	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	178	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	83	蒸気管理、節電
公害防止技術	87	排水処理
計	2,092	

(2) 技術指導

担 当 部	内 容
技術第一部	耐光性のある木材チップマット不織布の開発 撥水性のある紙製ポットの開発 ピローシートの開発
技術第二部	ケナフを使用した名刺、ハガキ、コピー用紙の開発 色つきラミー及び非木材パルプを使用したファンシー、ワープロ用紙の開発 画仙紙の開発 文化財補修用紙の開発

2 依頼試験及び設備使用

(1) 依頼試験

年 度	元	2	3	4	5	6	7
件 数	1,659	1,258	1,073	1,029	1,658	1,197	1,680
手数料(千円)	2,477	1,966	2,312	2,135	2,576	2,165	3,385

(2) 設備使用

年 度	元	2	3	4	5	6	7
件 数	353	121	406	213	279	225	458
使用料(千円)	150	50	193	102	149	105	281

3 職員研修及び派遣

研修(派遣)先	期 間	氏 名	内 容
中小企業大学校 東京校	H7.11.15~12.14	近森 啓一	平成7年度中小企業技術指導員 研修課程(1カ月コース) 「情報ネットワーク技術」
	H7.9.18~9.22	宮地 亀好	平成7年度中小企業施策担当者 研修課程(1週間コース) 「中小企業創造活動促進法と技 術政策」

4 研修生の受け入れ

氏 名	期 間	内 容	備 考
宋 貞 珠	H7.6.1~6.30	所蔵品修復のための 紙質検査	大韓民国 湖巖美術館 保存修復研究員
ジョージヤン・パトリック タフナー・ヒアナン	H7.7.10~9.29	マニラ麻など非木材 繊維等を原料とした 紙試作・評価技術習得	フィリピン
佐 山 典 子 西 村 智 佐 萩 野 知 佐 田 村 亮 二 樺 木 雅 子 浜 田 由 美 明 神 峰 雄 小 濱 ひさ子	H7.7.17~7.21	原料処理及び手すき 技術全般学習	高知市 高知市 土佐市 窪川町 伊野町 伊野町 東京都 茅ヶ崎市
渡 辺 みどり 俵 山 朋 子	H7.8.14~8.17	葛、藤などを原料とし た紙試作	昭和女子大学 昭和女子大学
山 領 ま り	H7.11.6~11.10	手すき技術学習	武蔵野市
吉 川 和 孝	H7.11.7~11.15	楮、梶、桑の形態観 察、染色試験、成分分 析による識別	京都造形芸術大学

5 工業所有権

区 分	状 況	出 願 日 等	工 業 所 有 権 の 名 称
特 許	公開中	公開日 H5.6.29	印刷用和紙の製造方法
特 許	出願中	出願日 H7.12.12	換気扇フィルタ用シート
特 許	出願中	出願日 H8.4.17	アルギン酸系繊維不織布の製造方法
特 許	登 録	登録日 H8.9.18	紙風船
実用新案	登 録	登録日 H8.11.7	青果物等の鮮度保持紙

6 講師派遣

会 名	場所	テ ー マ	発 表 者	年月日
国宝装こう師 連 盟 講 習 会	京都	和紙の繊維分析について	大川 昭典	7.9.18 ～19
物質工学連合部会 紙パルプ分科会	山梨	浮世絵用紙について	大川 昭典	7.9.28
戦 略 技 術 交 流 会 研 修 会	高知	生分解性繊維による機能性不織布について 耐光性不織布の開発について 紙加工による機能紙の開発について 非木材繊維によるパルプモールドの開発について 生分解性フィルム等の生分解性評価について	浜田 和秀 池 典泰 池 典泰 滝口 宏人 遠藤 恭範	8.2.29

7 技術アドバイザー指導事業

企 業 名	金星製紙(株)	(株)モリサ	ミズホ製紙(株)	大三(株)	ハヤシ商事(株)
日 数	2	2	1	1	1
企 業 名	コーヨー製紙(株)	ニッポン高度紙工業(株)		(有)高岡丑製紙研究所	
日 数	1	1		2	
企 業 名	森製紙(有)	(株)四国謄写堂	東陽特紙(株)	計(11企業)	
日 数	3	2	2	18	

8 開放試験設備利用研修事業

日 程	設 備 名 (テ ー マ)	研修修了者数
H7.7.13	繊維長測定装置	14名
H7.7.28	イメージアナライザー	10名
H7.8.24～8.25	顕微FT-IR	9名
H7.9.7	ハンディー圧縮試験機 通気度試験機 摩擦感テスター フラジール通気度試験機	8名
H7.10.18～10.19	SEM及びSEMによる元素分析	5名
H7.12.22	複合印刷適正試験機	8名
計		54名

9 客員研究員招へい事業

客員研究員名	矢井田 修	役 職 名	京都女子大学家政学部教授
項 目	日 程	内 容	容
企業の技術指導	H7.9.14	池田紙業(株) 工場現場指導	
	H8.1.19	金星製紙(株) 工場現場指導	
研究手法の指導	H7.9.14	多目的不織布製造装置によるウォータージェット処理でのクレープ紙との複合	
	H8.1.18	多目的不織布製造装置による分割繊維のウォータージェット処理	
職員資質向上の指導	H7.11.13 ~11.17	不織布機能評価に関する技術指導	
	H8.3.7 ~3.9	機能性不織布の用途に関する技術指導	
技術講演会の講師	H7.9.13	「不織布の現状と将来展望について」	参加数:34名
	H8.1.18	「大阪繊維産地の不織布分野への進出に関する調査研究報告」	参加数:10名
各種関係文献類の提供		一般長繊維不織布試験方法：日本工業規格 L1906 一般短繊維不織布試験方法：日本工業規格現在作成中 大阪繊維産地の不織布分野への進出に関する調査研究報告書	

客員研究員名	尾鍋 史彦	役 職 名	東京大学農学部教授
項 目	日 程	内 容	容
企業の技術指導	H7.11.29	(株)モリサ 染色紙の色調評価指導	
	H7.12.14	ニッポン高度紙工業(株) マルチメディアと製紙業について指導	
研究手法の指導	H7.12.13	小型抄紙機によるマシンの特性評価	
	H8.1.23	小型抄紙機による超極細繊維を利用した抄紙試験	
職員資質向上の指導	H7.12.26 ~12.27	感性機能評価に関する技術指導	
	H8.3.11 ~3.13	21こうちかみわざ新商品開発研究会多目的抄紙機研究部会での試作品の評価	
技術講演会の講師	H7.11.28	「内添薬品の作用機構と最近の開発動向」	参加数:42名
	H8.1.18	「マルチメディア時代と製紙技術の将来」	参加数:30名
各種関係文献類の提供		文献総覧：東京大学農学部林産学科パルプ学・製紙学研究室 紙パルプ研究の将来像を求めて：繊維学会紙パルプ研究委員会編 マルチメディア時代の情報表現と紙とメディアの将来：繊維と工業(尾鍋)	

10 異業種交流促進事業（コウチ・アサヒ異業種交流会）

日 程	事 業 名	内 容
H7.6.28	幹事会	通常総会議案検討
H7.7.7	総会	平成6年度事業報告、決算報告、監査報告 平成7年度事業計画案、予算案審議
H7.8.29	見学会	(株)ヘイワ原紙、土佐和紙工芸村見学
H7.9.28	見学会	ニッポン高度紙工業(株)安芸工場見学
H7.10.25 ～ 26	四国ブロック技術・ 市場交流プラザ	基調講演、分科会 工場見学
H7.11.28	講演会	「内添薬品の作用機構と最近の開発動向」 東京大学農学部教授 尾鍋 史彦 氏
H7.12.8	講演会	「不織布用繊維シートの作り方」 京都工芸繊維大学 三浦 義人 氏 「アルギン酸繊維紙について」 四国工業技術研究所 上島 洋 氏 「アグロインダストリー植物資源開発と 地場産業」 高知大学農学部教授 鮫島 一彦 氏
H7.12.11	講演会	土佐技術交流プラザ、高知県技術・市場交流 プラザと合同 「経営実践学－ひらめきと変革の成功法令」 日本通酸(株) 古澤 一郎 氏
H8.1.29	講演会	「企業の技術力評価と事業化における留意点」 NTTリース(株) 児玉 充晴 氏 「セルロース不織布ベンリーゼについて」 旭化成工業(株) 溝口 隆久 氏
H8.2.22 ～ 23	技術・市場交流プラザ 全国大会 全国融合化フェア	融合化成果表彰式典及び融合化成果発表 基調講演、分科会、ビジネスカウンセリング 全国の異業種交流グループが生み出した成果の 展示
H8.3.14	交流会	岐阜県加工紙工業会との交流会

11 21 こうちかみわざ新商品開発事業

(1) 多目的不織布製造装置研究部会(会員数:24名)

開催日	テーマ	参加人数
H7. 7. 12	サーマルボンド(スルードライヤー、エンボス) NBF 2d×51mm、レーヨン1.25d×44mm	11
H7. 8. 3	スパンレース(ウォータージェット) NBF 2d×51mm、レーヨン1.25d×44mm	12
H7. 9. 13	技術講演会「不織布の現状と将来展望について」 京都女子大学 矢井田 修 教授	8
H7. 9. 14	ウォータージェットによるウェブとクレープ紙との複合 不織布、NBF 3d×51mm、レーヨン1.25d×44mm 不織布、キッチンペーパー	3
H7. 10. 4	ウォータージェットによるウェブと紙との複合 紙、NBF 3d×51mm、PET 3d×51mm	8
H7. 11. 7	嵩高不織布 サイドバイサイドPET 2d×51mm	9
H7. 12. 6	ニードルパンチによる嵩高不織布 サイドバイサイドPET 2d×51mm	10
H8. 1. 18	分割繊維による不織布 PP/PET 3d×51mm、3d×45mm 京都女子大学矢井田修教授との意見交換	10
H8. 2. 27	技術講演会「ジオテキスタイル不織布について」 東洋紡績(株) 長野 豊 スパンボンド事業部長	7
計		78

(2) コーター&ラミネーター研究部会(会員数:48名)

開催日	テーマ	参加人数
H7. 7. 11	PETへのグラビアコートと雲竜紙とのドライラミ	29
H7. 8. 10	S字トップコーターによる加工用和紙へのヒートシール性付与 ディップコーターによる加工用和紙の撥水加工	17
H7. 9. 6	ディップコーターによる加工用和紙の撥水加工(前回の問題点 改善による再試験) 提案書集計についての検討	21
H7. 10. 19	技術講演会「紙加工の素材・薬品と加工品の品質評価について」 凸版印刷(株)パッケージ事業本部 富田 岳人	14
H7. 10. 20	薄葉紙とOPPフィルムとの水性接着剤を用いたドライラミ	7
H7. 12. 13	加工用和紙と生分解性フィルムとの熱ラミ及び水性ドライラミ	14
H8. 1. 30	マイクロカプセルの加工用和紙へのグラビアコート マイクロカプセル含有水性接着剤による加工用和紙とOPPフ ィルムとのドライラミ	9
H8. 2. 28	マイクロカプセル含有水性接着剤による不織布とPETフィル ムとのドライラミ	16
計		127

(3) 多目的抄紙機研究部会(会員数:35名)

開催日	テ	ー	マ	参加人数
H7. 7. 14	小型抄紙機による抄き合わせ厚紙抄紙			26
	NBKP、バガス、ケナフ、染色ラミー			
	竹パルプ			
H7. 8. 30	クレープ紙の抄紙			20
	NBKP			
H7. 9. 26	小型抄紙機による傾斜・円網による抄き合わせ			18
	NBKP			
H7. 10. 24	小型抄紙機による傾斜角度を変えた抄紙			15
	NBKP			
H7. 11. 2	技術講演会「内添薬品の作用機構と最近の開発動向」			40
	東京大学 尾鍋 史彦 教授			
H7. 12. 21	クレープ紙の抄紙			13
	NBKP			
H8. 1. 26	超極細繊維を用いたクレープ紙の抄紙			18
	NBKP、ボンネルMVP0.1d×3mm			
H8. 2. 28	超極細繊維を用いたクレープ紙の抄紙			10
	NBKP、ケナフ			
	NBKP、ケナフ、ボンネルMVP0.1d×3mm			
計				160

(4) 大型懸垂短網抄紙機研究部会(会員数:32名)

開催日	テ	ー	マ	参加人数
H7. 7. 20	技術講演会「住宅関連用紙及びその規制等について」			21
	(株)東京松屋 伴 充弘 社長			
H7. 8. 23	こうぞ紙の抄紙			20
	未晒しこうぞ(日本産)			
H7. 9. 21	こうぞ紙の抄紙			18
	未晒しこうぞ(韓国産)			
H7. 10. 20	こうぞ・パルプの抄き合わせ			8
	こうぞ(表)、NBKP(裏)			
H7. 11. 14	中空レーヨンの抄紙			13
	中空レーヨン(ダイワボウ)1.5d×7mm			
	中空レーヨン、染色パルプ 抄き合わせ			
	中空レーヨン、NBKP			
H7. 12. 18	熱融着複合繊維を用いた抄紙			9
	EA3d×10mm、NBKP			
H8. 1. 25	タイこうぞと難燃性ビニロン紙の抄紙			15
	タイこうぞ			
	難燃性ビニロン繊維(FGP、SMP)			
H8. 2. 16	フィリピン雁皮と合成パルプの抄造			20
	フィリピン雁皮(漂白)			
	合成パルプ(SWP)、NBKP			
計				124

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes the need for transparency and accountability in financial reporting.

2. The second part of the document outlines the various methods and techniques used to collect and analyze data. It includes a detailed description of the experimental procedures and the statistical tools employed.

3. The third part of the document presents the results of the study, showing the trends and patterns observed in the data. It includes several tables and graphs to illustrate the findings.

4. The fourth part of the document discusses the implications of the results and provides recommendations for future research. It highlights the areas that need further exploration and the potential applications of the findings.

5. The final part of the document is a conclusion that summarizes the key points of the study and reiterates the importance of the research.

Ⅲ 調査研究報告

アルギン酸カルシウム不織布に関する研究 (先導的一般地域技術共同研究)

林 幸男 宮崎 謙一 池 典泰 浜田 和秀 滝口 宏人

Study on Nonwoven Fabrics Made of Calcium Alginate Fibers

*Yukio HAYASHI Kenichi MIYAZAKI Noriyasu IKE
Kazuhide HAMADA Hiroto TAKIGUCHI*

アルギン酸カルシウム長繊維を利用して、水または低濃度食塩水及び水酸化ナトリウム水溶液を噴霧または含水させ、圧着、乾燥することにより、嵩高の柔らかい不織布から高密度、高強度の不織布シートを作製する方法について検討するとともに、試作を行った。

1 まえがき

平成5年度から先導的一般地域技術(ミニ地域)共同研究として始まったアルギン酸カルシウム不織布の開発について、四国工業技術研究所、金星製紙株式会社、大三株式会社、株式会社ゼンミと試作研究し、物性測定等を行った結果を報告する。

2 実験方法

2. 1 アルギン酸カルシウム不織布シートの作製

2. 1. 1 原材料

アルギン酸カルシウム長繊維
1.5 d × 51mm (東邦レーヨン株式会社製)
3 d × 51mm (")

2. 1. 2 不織布製造装置

(1) 不織布用カード機 (大和機工株式会社製)

シート幅 300mm

シート作製方法

木製ドラムにウェブを巻き付け、積層して目的の目付を作成する。

シート長 900mm

(2) 多目的不織布製造装置 (川之江造機株式会社)

シート幅 500mm

カード機、ウェブラップ、ニードルパンチ、ウォータージェット、スルードライヤー、熱エンボスの機構を持つ。

2. 1. 3 シートの作製

アルギン酸カルシウム5%、10%、20%入りレーヨン繊維80%、70%、60%に対して、NBF(熱溶融繊維)20%、30%、40%を配合し、不織布用カード機(大和機工株式会社製)でウェブを作り、熱処理してシートを作製した結果に基づき、100%アルギン酸カルシウム長繊維について、不織布を作製した。

アルギン酸カルシウム長繊維をカード機にかけて、解繊した。

不織布用カード機(大和機工株式会社製)の場合は、3枚分を1度解繊し、3等分して、坪量約60g/m²に相当する18gを目安に2度解繊して、シート化を図った。アルギン酸カルシウム長繊維をカード機にかける場合は、繊維が折れて飛散するため、10~20%程度多く投入する必要がある。

アルギン酸カルシウム長繊維は古くなり、乾燥すると折れやすくなる。

できたウェブを水噴霧処理の場合は、噴霧器で2~3倍量吹き付けて、スルードライヤーにて、乾燥、接着し、アルギン酸カルシウム不織布シートを作製した。

水ウォーターカーテン処理(写真1)は、ウォータージェット装置のウォーターカーテンを通して含水させ、余分な水を脱水し、スルードライヤーにて、乾燥、接着して、アル

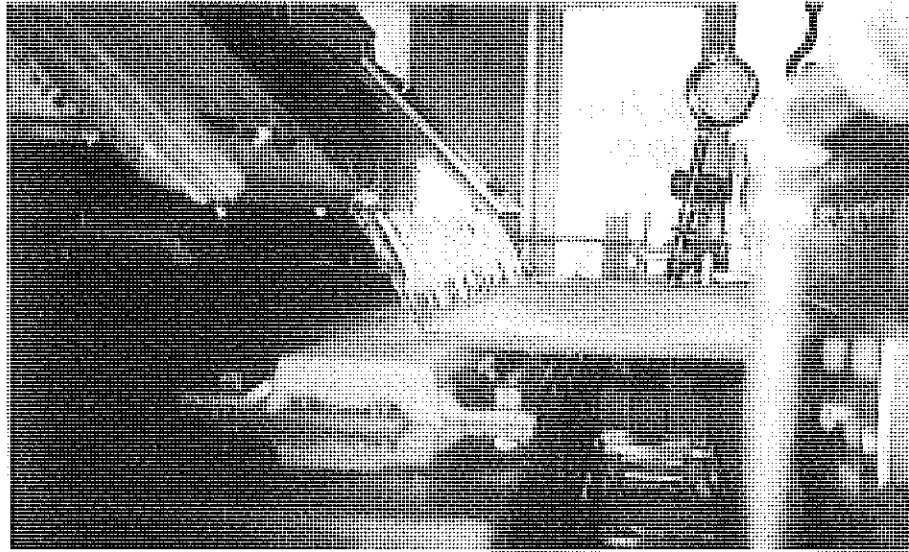


写真1 ウォーターカーテン処理

ギン酸カルシウム不織布シートを作製した。

WJ（ウォータージェット）処理の場合は、ウォータージェット装置にて、ウォーターカーテン処理した後、ウォータージェット処理を行った。WJ処理は、ノズル1本で圧力は40kgf/cm²、70kgf/cm²、100kgf/cm²の3段階で行った。

アルカリ処理の場合は、ウォーターカーテンにて、電解イオン水のアルカリ水をウェブに落水し、含水して、同様に乾燥、接着した。

食塩水噴霧処理の場合は、ウェブに噴霧器で噴霧し、同様に乾燥、接着した。食塩水の濃度は1%、2%、3%、4%、5%、10%の6段階とした。

また、0.25%、0.5%濃度の弱食塩水をウォーターカーテン処理することにより、接着面を多くしたシートの作製も行った。

2. 1. 4 不織布シート

不織布シートはカード機により、ウェブが作製されるが、噴霧状態などにより、接着している繊維もあり、部分的に地合が悪いところがあった。このため、目付の薄いシートは問題があったが、坪量60g/m²程度になればあまり問題はなかった。

ウォーターカーテンで処理する場合は吸水は問題ないが、噴霧処理では厚さが影響した。

60g/m²程度以上になれば表面と裏面に噴霧する必要があった。

噴霧処理後、水が繊維表面に馴染んだ後、圧着乾燥して、シートを作成することが望ましかった。

アルギン酸カルシウム繊維は高温で少し黄色に変色するので、あまり高温で乾燥してシート化しないほうが望ましかった。

噴霧処理とウォーターカーテン処理及びWJ処理の場合は、それぞれシートの形状が少し異なった。

2. 2 不織布シートの測定

坪量、厚さ（圧力550g/cm²、100g/cm²）、引張強さ、伸び、破裂強さ、柔らかさ（ハンドロメーター）、摩擦感テスト、ハンディ圧縮試験機による圧縮剛さ、圧縮仕事量、圧縮回復仕事量、圧縮回復性、圧縮率、不織布の厚み、通気度の測定を行った。

2. 2. 1 不織布測定装置

METTLER社製 PC400

熊谷理機株式会社製

KRK THICKNESS MICROMETER TM500

ORIENTEC社製 TENSIRON UTA-1T

YASUDA社製

MULLEN TYPE BURSTING STRENGTH TESTER

熊谷理機株式会社製 KRK HANDLE-O-METER

カトーテック株式会社製

摩擦感テスター KES-SE

ハンディ圧縮試験機 KES-G5

通気度試験機 KES-F8-AP

3 結果及び考察

1.5 d × 51mm、3 d × 51mmのアルギン酸カルシウム繊維は、一般的なレーヨン繊維、合成繊維の数 d × 38mm~51mmの不織布用繊維に比べると繊維自体の柔軟さ、堅さ、折れ易さ、強度が低いなど、不織布シートとしては強度が1/3以下となった。

食塩水の噴霧処理とウォーターカーテン処理によるシートの厚さについては、ウォーターカーテン処理は大量の水が吸水されて、サクシオン脱水される時に圧搾され薄くなった。また、水単独と低濃度食塩水のウォーターカーテン処理でも少し違いがあり、水単独は2~3割嵩高くなった。

図1での厚さの比較については、ハンディ圧縮試験機で布の絶対厚みを見ると食塩水噴霧とWJ 40kgf/cm²はほとんど似た値となり、ウォーターカーテン処理がやはり高い値となった。

引張強さは食塩水の濃度が低い場合変化はないが10%では急激に上昇しており、ほとんどWJ処理と同様となった(図2)。

破裂についても同じ様な結果となった(図3)。

不織布の柔らかさはハンドルOメーター2mm巾で測定した結果、ウォーターカーテン処理、食塩水1%ともに柔らかく、食塩水10%噴霧品は非常に高い値となって特徴的であった。これは多量の食塩水により不織布表面の繊維が溶けて皮膜化し、堅くなっている(図4)からで、このことは通気度の結果からも確認できた(図5)。

また、柔らかさについてはハンディ圧縮試験機の試験結果、圧縮仕事量が高いと柔らかいから判定しても、ウォーターカーテン処理は高い値を示した。また、食塩水10%は極端に低い値となった(図6)。

圧縮剛さは、ウォーターカーテン処理品は低い値となっているが、その他はやや堅めになった(図7)。

圧縮率も食塩水10%品が極端に悪くなった(図8)。

図9からは、食塩水の噴霧処理の場合、食塩水の濃度が増加するに従い、厚さが低下していることがわかった。ハンディ圧縮試験機による布の厚みで比較すると2%、3%ではあまり変化はないが4%、5%になると急激に薄くなった。また噴霧量によっても、厚さに影響が出た。噴霧量が多くなればアルギン

酸カルシウム繊維の表面が少し溶けて繊維間の密度が高くなるのが原因と考えられた。このことはシートの引張強度が高くなることから理解できた(図10)。

破裂強さは不織布のため明確でないが、徐々に繊維が拡がって破れるためと考えられた。強度は裂断長で見ると、食塩水濃度が濃くなると上昇した(図11)。

圧縮剛さは噴霧量に比例して、低下した。通気度も同様であった。

柔らかさについては、圧縮仕事量で比べてみると良く現れており、4%から急激に値が低下し、堅くなった(図12)。

アルギン酸カルシウム繊維を1.5 dから3 dに替え、また、噴霧量を目付の2倍程度で作製したことにより、噴霧量が少ないと強度が少なく、ウェブの上下両面から噴霧したことで、乾燥接着の際表面部分だけが皮膜化する現象もみられた(図13)。

ニードルパンチ処理は3回行ったが、横に拡がり、あまり強度がでなかった。

食塩水の低濃度ウォーターカーテン処理は0.25%で10%噴霧処理に近い強度となった。また、厚さや柔らかさが少なく、シートの状態はWJ処理に近い形となった。しかし、強度はWJ処理ほど強くなかった。

傾向は1.5 dのサンプルと同様となった(図14~図21)。

不織布の表面について、マイクロハイスコープで写真撮影した結果、水噴霧では交点が水により熱融着を起こしていた(写真2)。ウォーターカーテン処理も噴霧処理と余り変化がなかった。

食塩水の噴霧では1%から5%までは表面の状態に変化はなかったが(写真3)、10%になると表面が溶けているのが観察できた(写真4)。また、10%の噴霧でも噴霧量の問題があり、噴霧量が多い場合は表面がより溶解し、噴霧量が少ないと溶けている部分が少なかった(写真5)。

WJ処理では、完全にウォータージェットの水流による絡み、また、下の金網の網の目による穴あきが起きた(写真6)。

ニードルパンチ処理も同様に大きな針の穴ができた(写真7)。

不織布の貫通孔について、パームポロシメーターで測定した結果(図22)、水噴霧、低濃度食塩水噴霧はウェブの状態がそのままで作製され、60μと80μに穴が多かった。ウォーターカーテン処理は大量の水に浸して、吸

引することにより、穴が少し小さくなって、密度も上がっていた。25 μ 、38 μ 、68 μ 、80 μ にピークがみられた。強アルカリ水のウォーターカーテン処理でも38 μ に大きなピークがあり、55 μ 、75 μ にピークがあった。食塩水10%噴霧では30 μ に大きなピークが出ており、フィルム化しているためにここだけであった。

食塩水0.25%ウォーターカーテン処理では、30 μ に大きなピーク、40 μ から60 μ にか

けて少しずつピークがあった。

WJ（ウォータージェット）処理の場合は22 μ 、25 μ に大きなピーク、35 μ から70 μ にかけて少し穴が開いていた。

これは作製したウェブの状態にも関係があるが、アルギン酸カルシウム繊維の新しい繊維であるか、古い繊維であるかにも関係し、解繊性やカード機の性能にも関係があると考えられた。

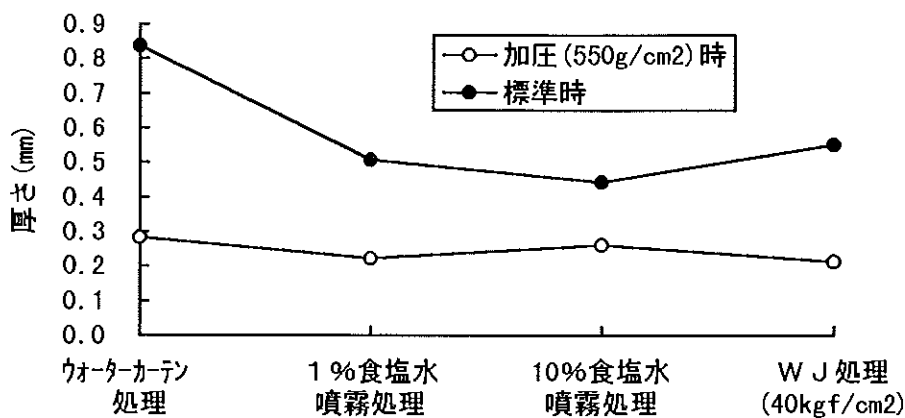


図1 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による厚さの違い

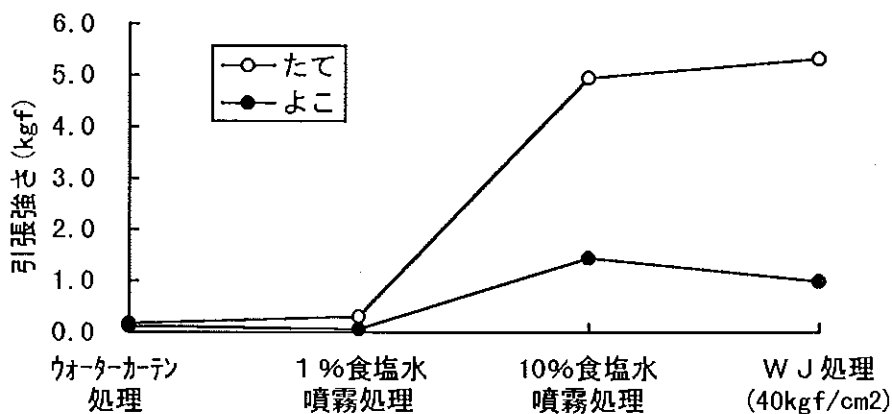


図2 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による引張強さの違い

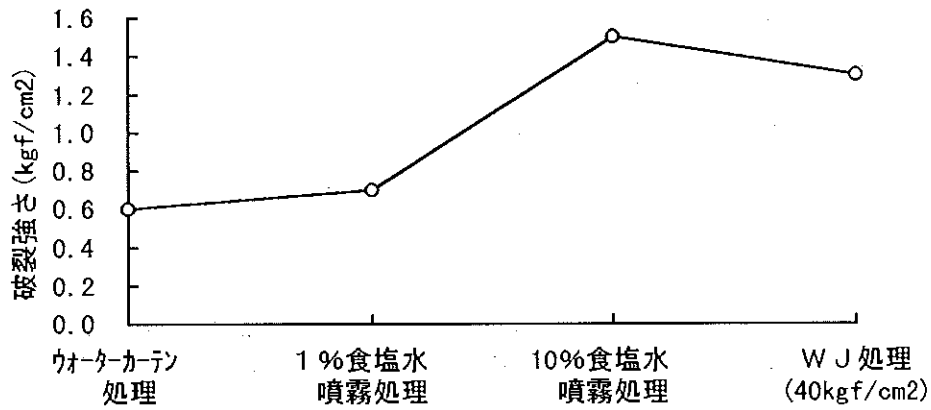


図3 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による破裂強さの違い

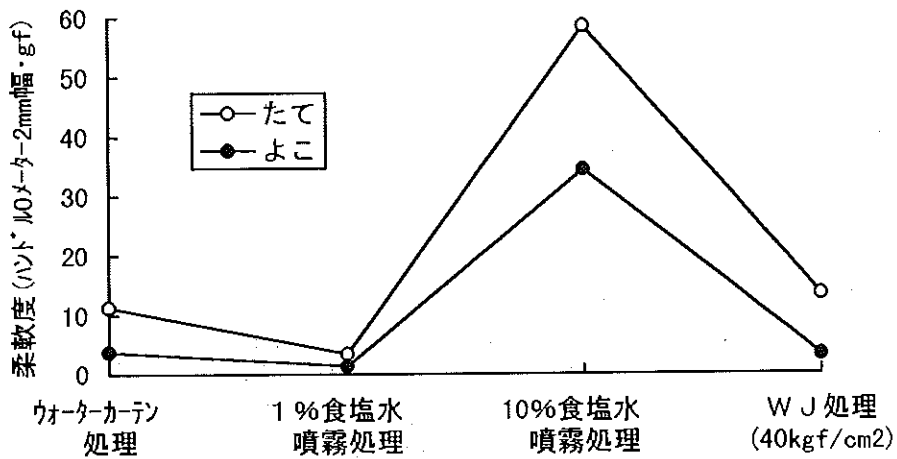


図4 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による柔軟度の違い

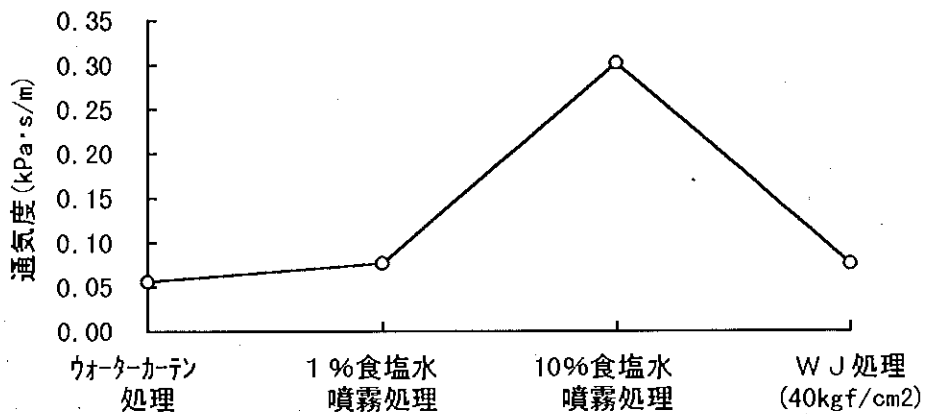


図5 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による通気度の違い

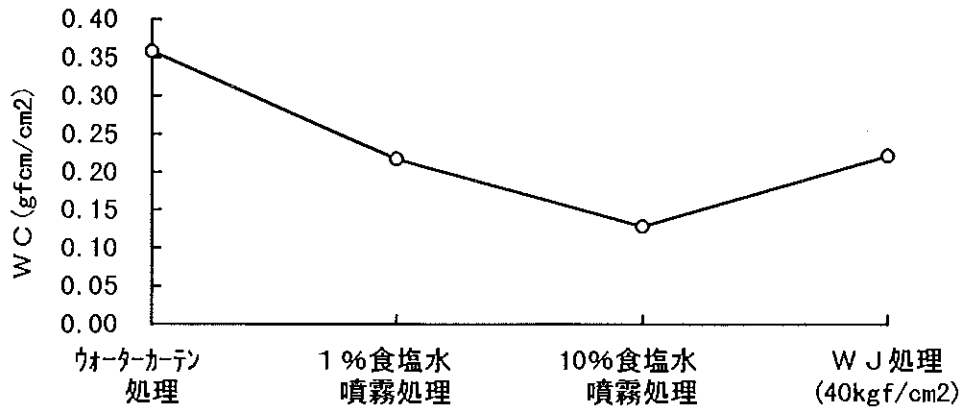


図6 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による圧縮仕事量の違い

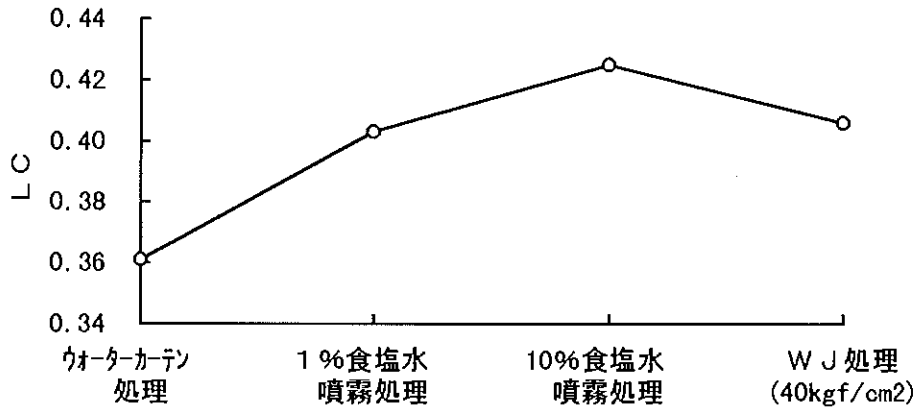


図7 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による圧縮剛さの違い

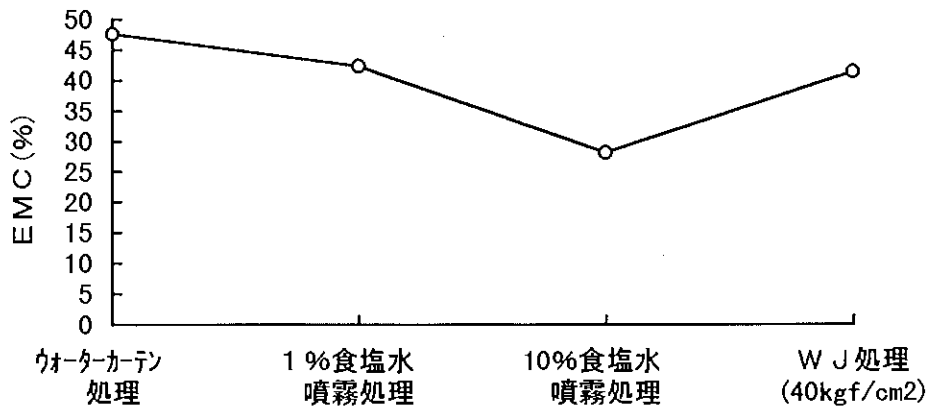


図8 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による圧縮率の違い

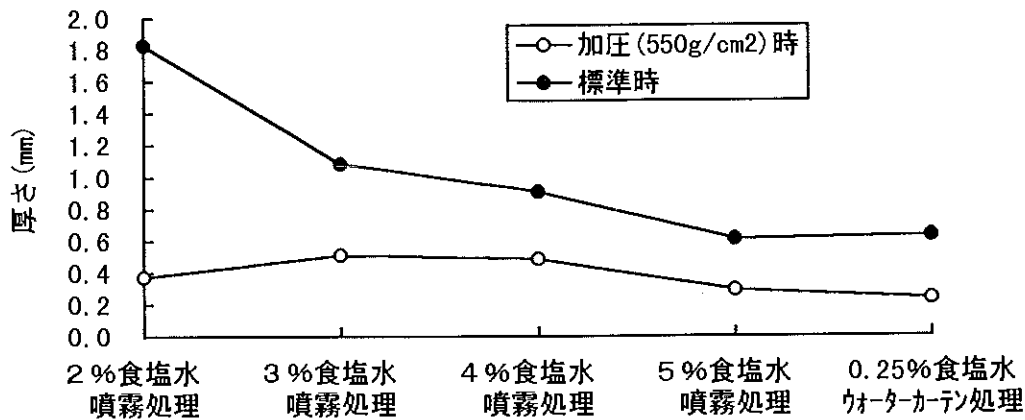


図9 アルギン酸カルシウム不織布の処理食塩水濃度による厚さの違い

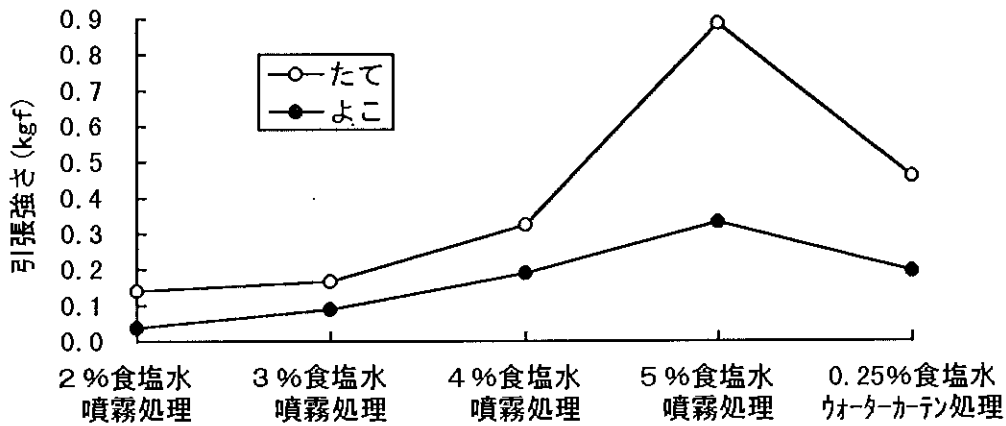


図10 アルギン酸カルシウム不織布の処理食塩水濃度による引張強さの違い

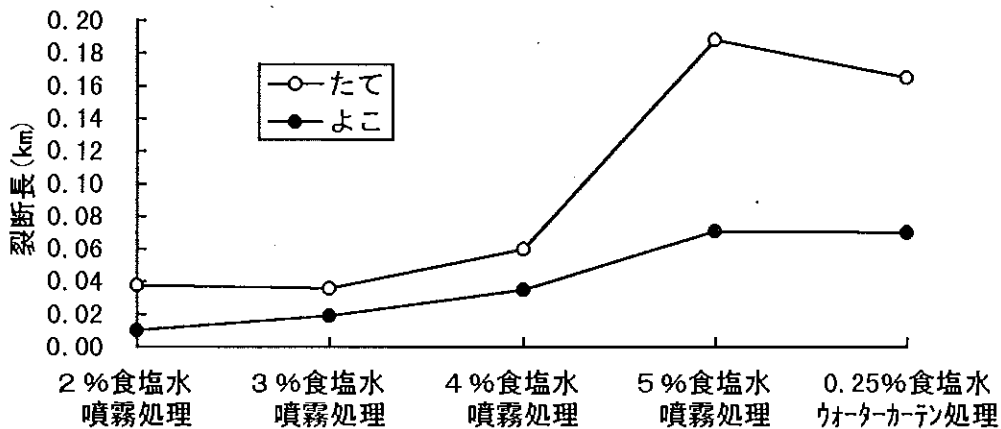


図11 アルギン酸カルシウム不織布の処理食塩水濃度による裂断長の違い

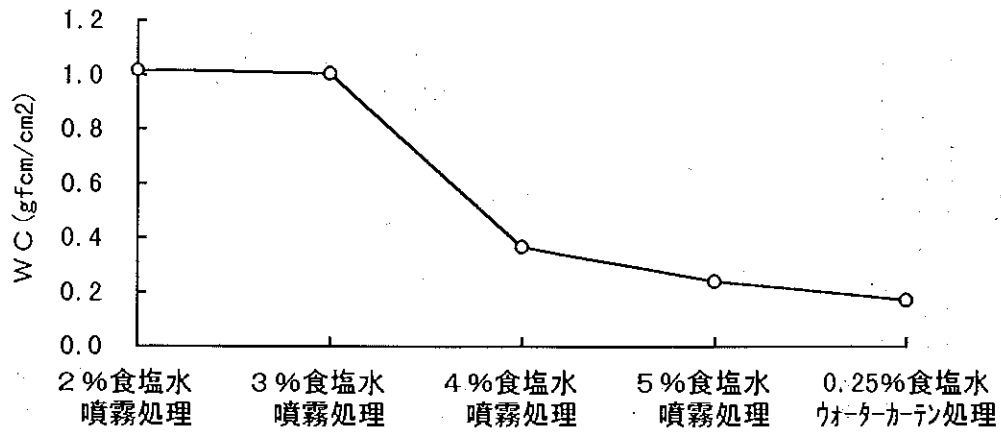


図12 アルギン酸カルシウム不織布の処理食塩水濃度による圧縮仕事量の違い

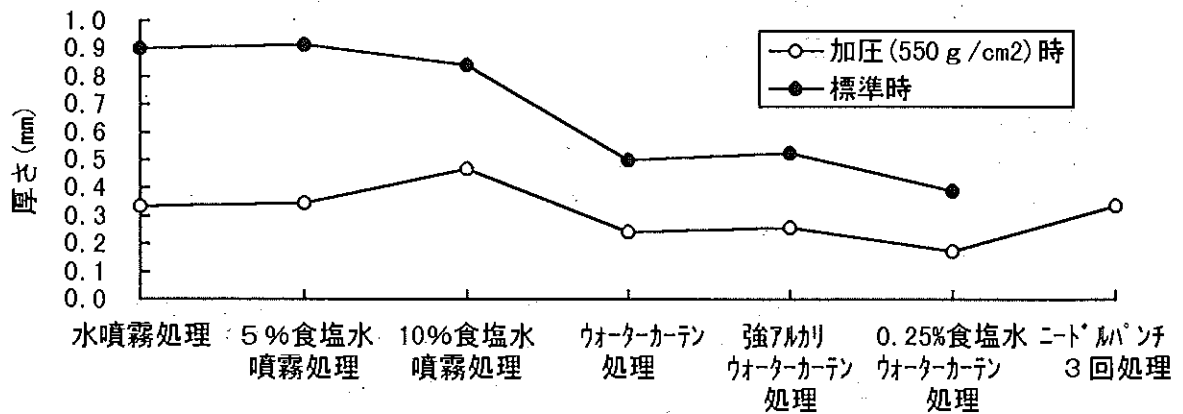


図13 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による厚さの違い

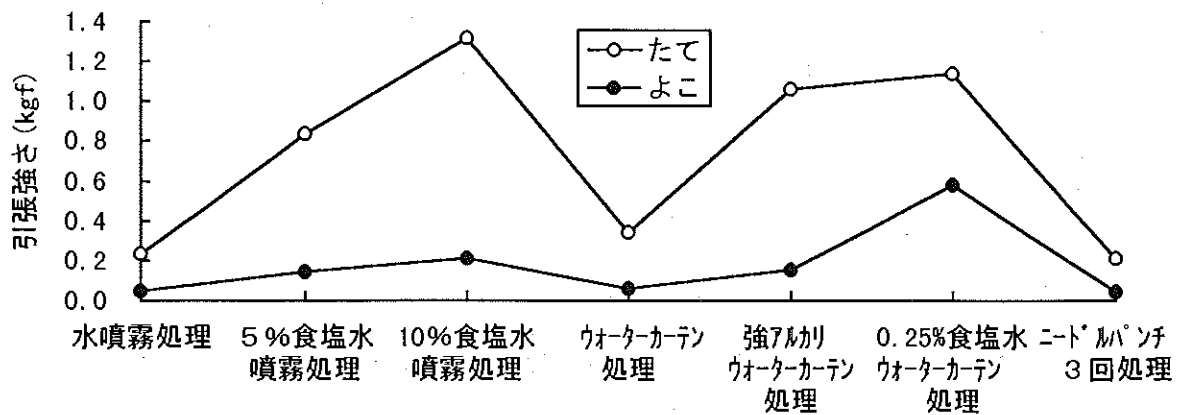


図14 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による引張強さの違い

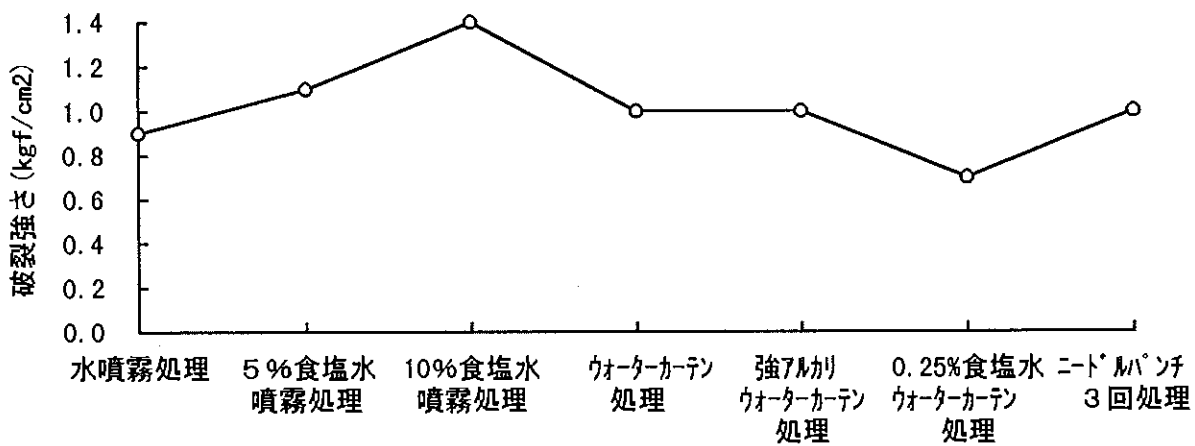


図15 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による破裂強さの違い

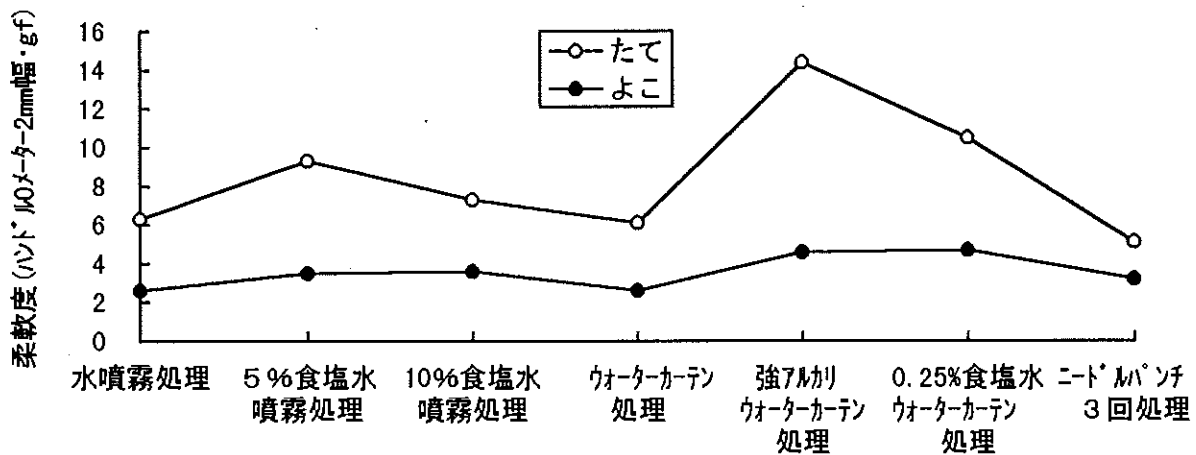


図16 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による柔軟度の違い

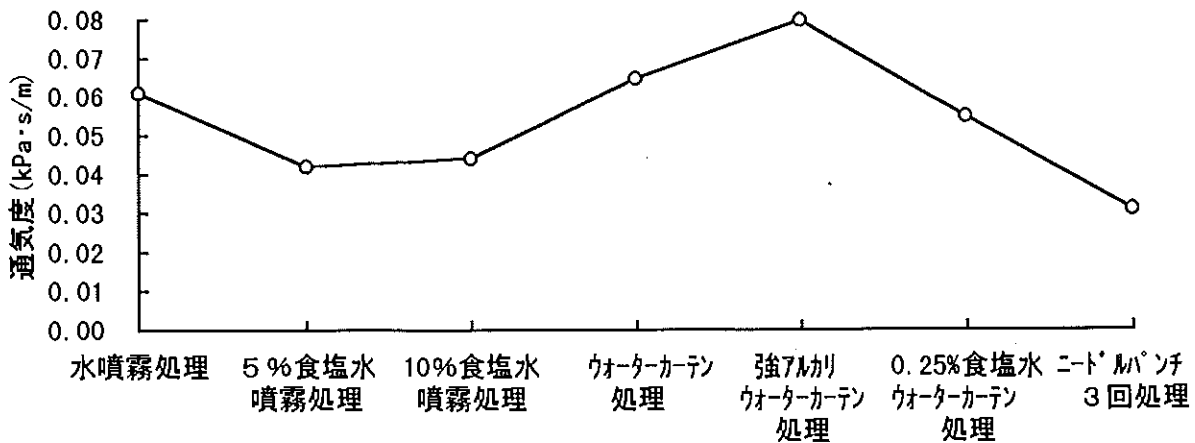


図17 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による通気度の違い

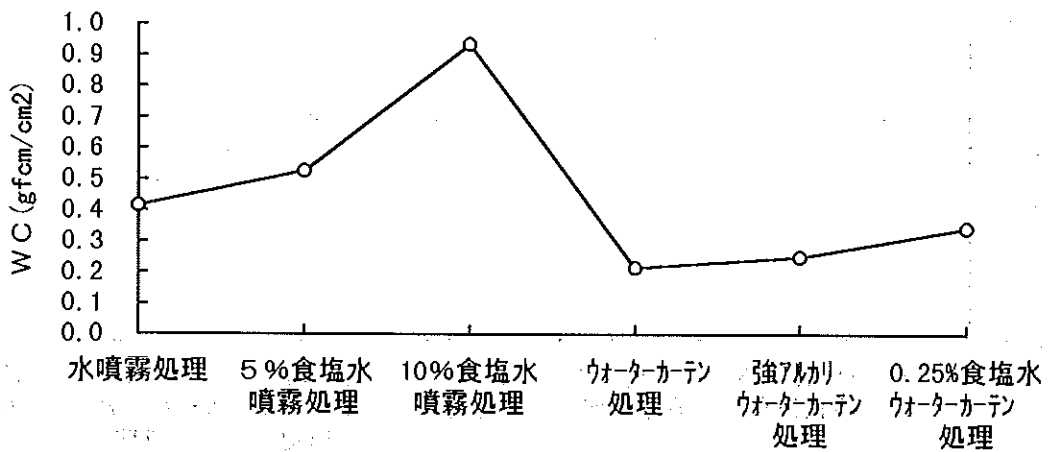


図18 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による圧縮仕事量の違い

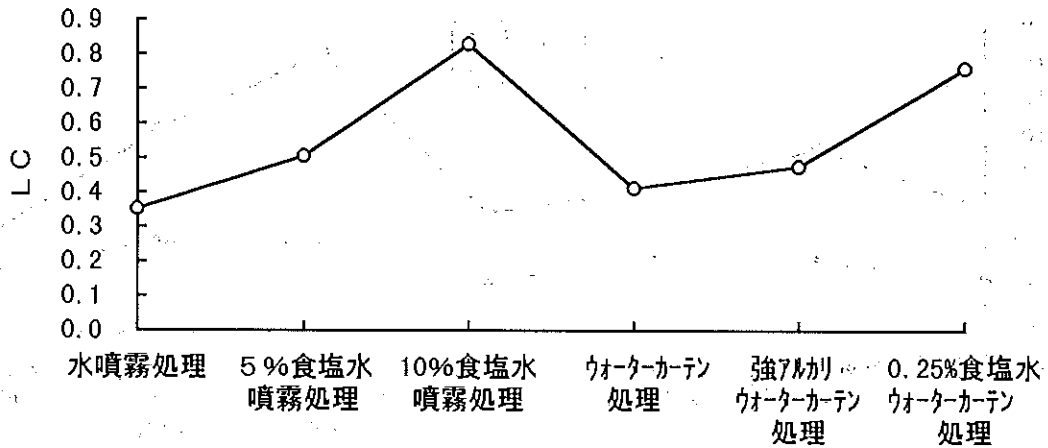


図19 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による圧縮剛さの違い

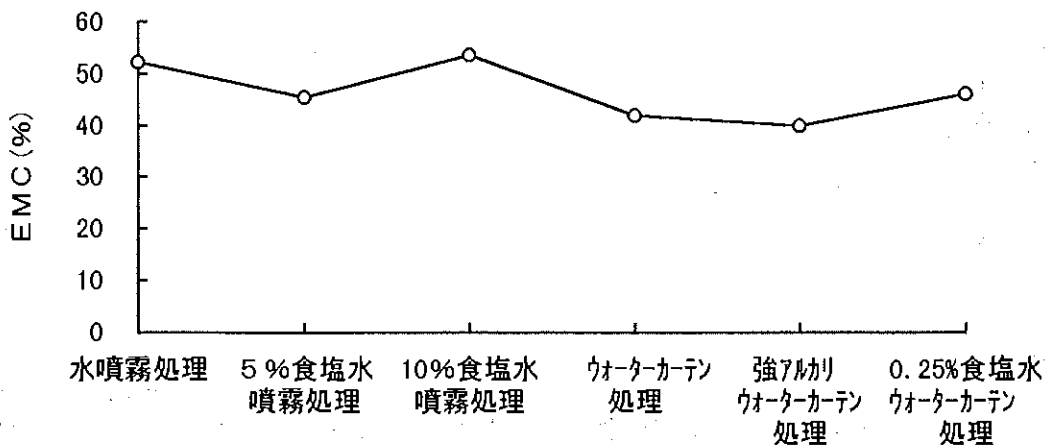


図20 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による圧縮率の違い

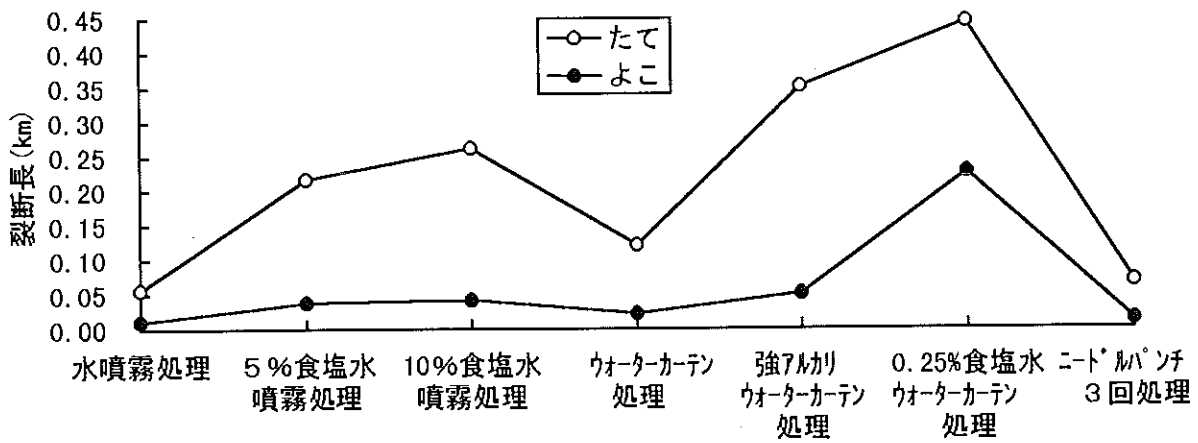


図21 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による裂断長の違い

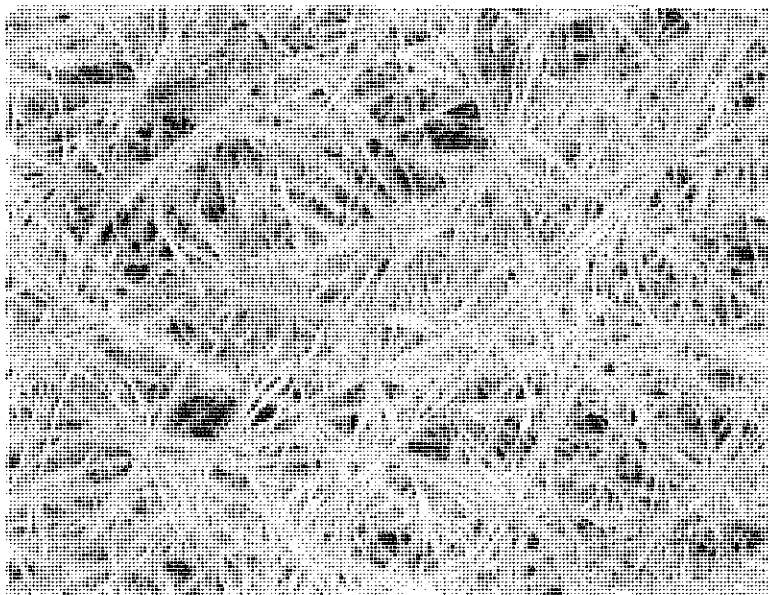


写真2 水噴霧処理 (37倍)

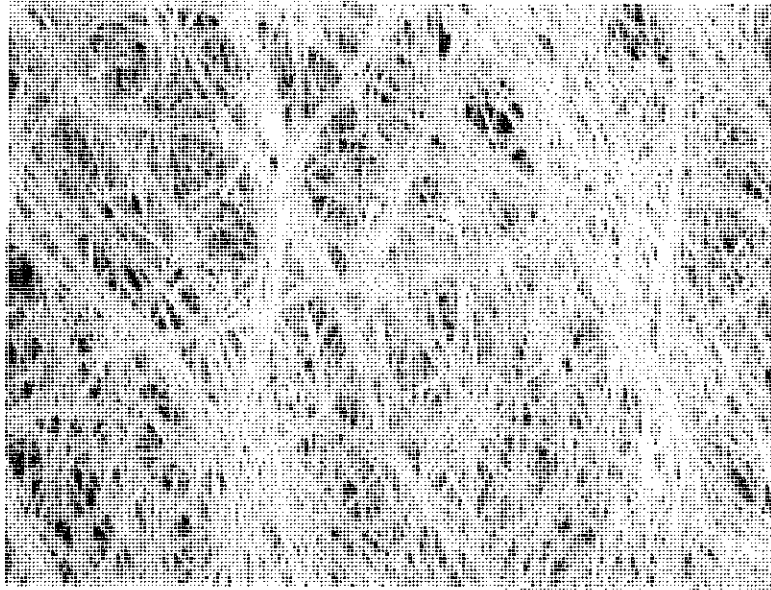


写真3 5%食塩水噴霧処理(37倍)

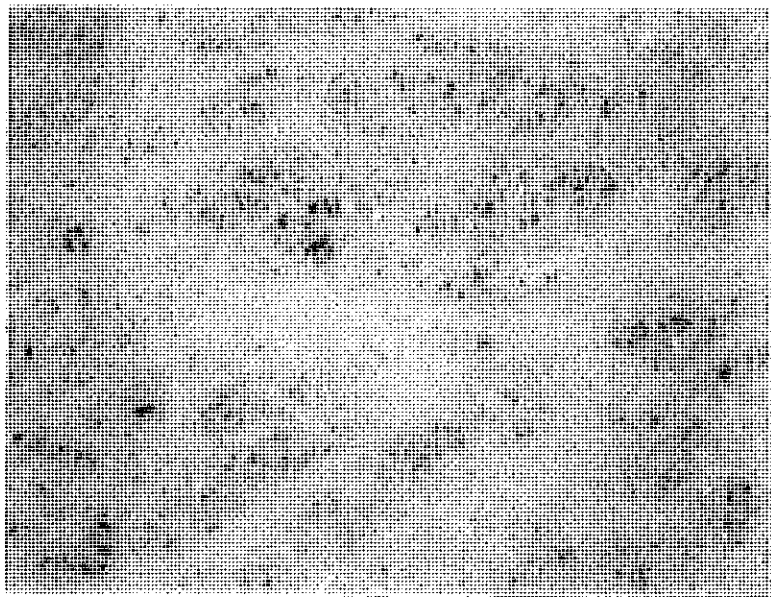


写真4 10%食塩水噴霧処理(37倍)

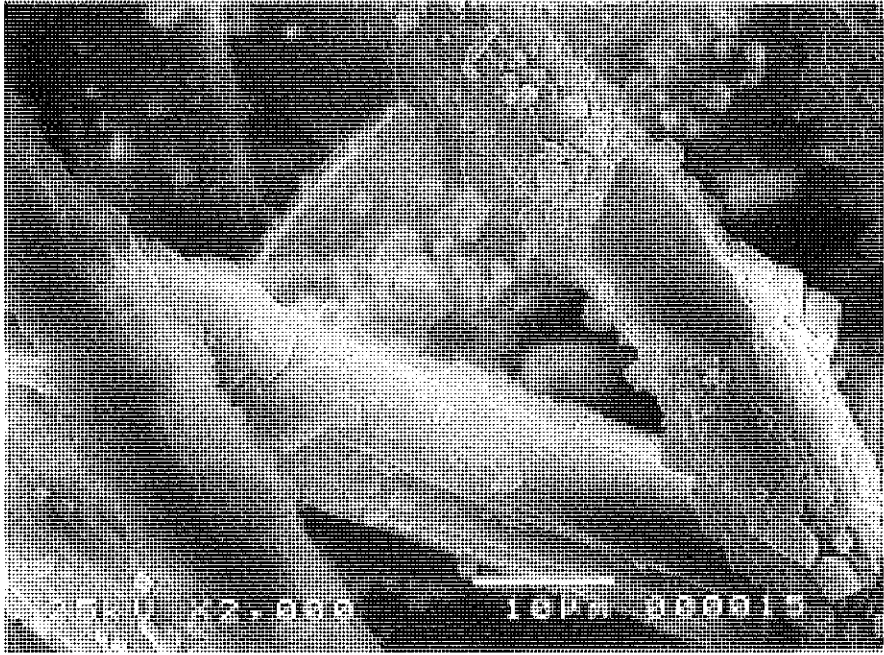


写真5 10%食塩水噴霧処理

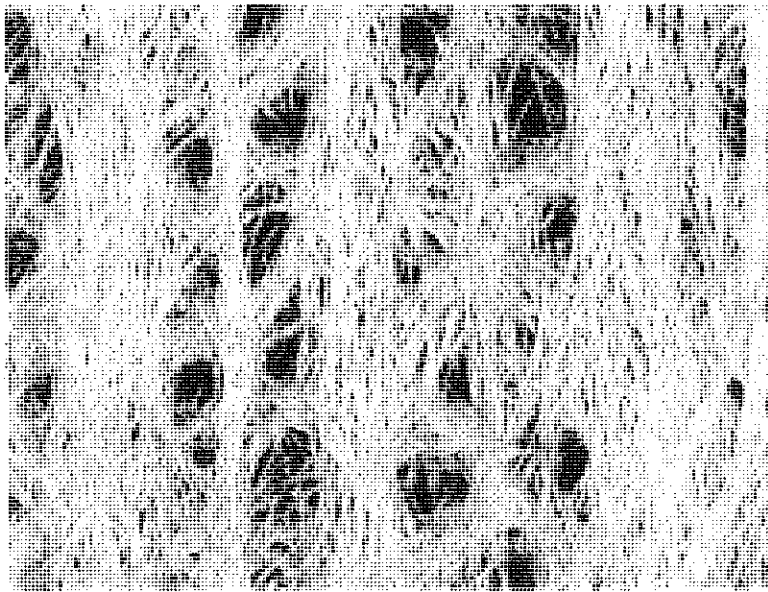


写真6 W J (40kgf/cm²) 処理 (37倍)

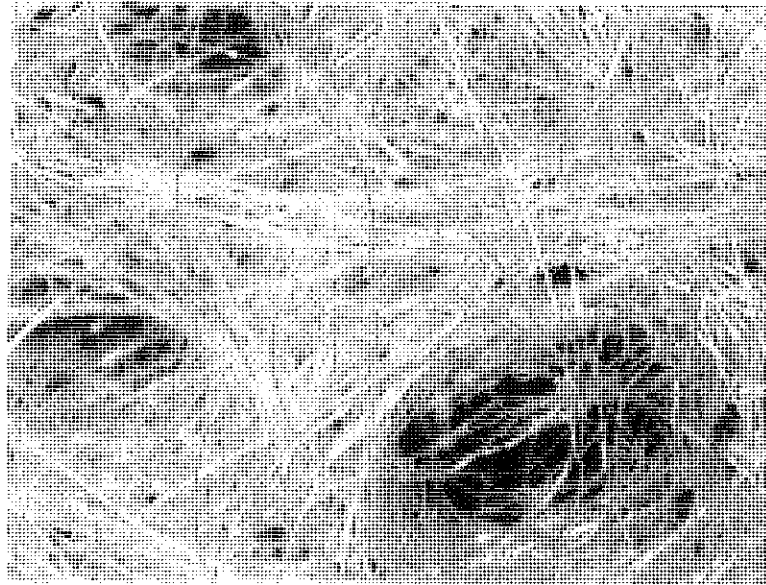


写真7 ニードルパンチ処理 (37倍)

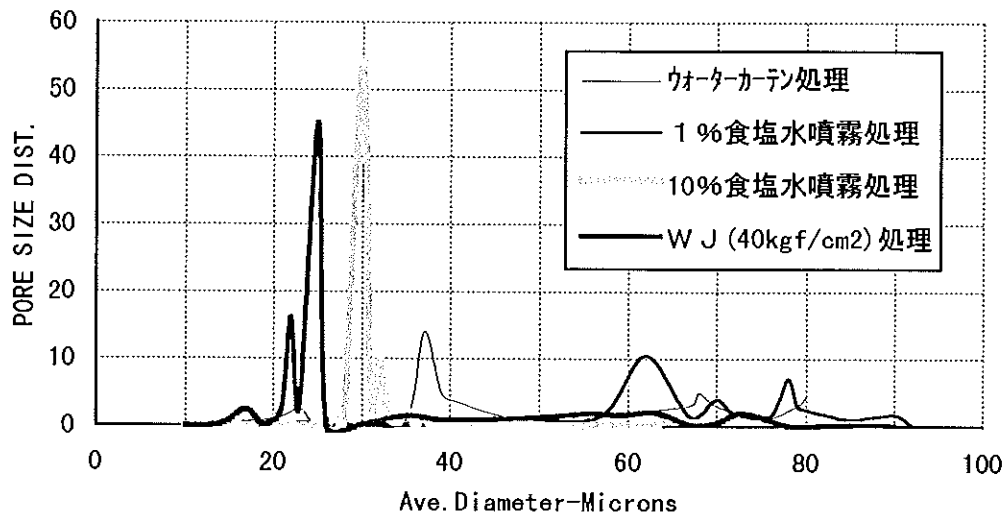


図22 アルギン酸カルシウム不織布の処理法による細孔分布の違い

4 まとめ

今回試作した不織布シートについては、傷創被覆用途や医療用途には十分使用可能な不織布ができる。

食塩水の噴霧や含浸処理で食塩が少し付着していることにより、溶解が良いと思われる。

アルギン酸カルシウム繊維が作製されて経日した古い繊維はカード機で折れ、フライン

グを起こし、減収する。新しいもので柔軟性がある繊維はカード機やニードルパンチでも折れにくい。

現在使用されているニードルパンチ、ウォータージェットなどの機械を使用せず不織布の作成方法が可能であり、柔らかい不織布も堅い不織布も製造できる。

食塩水濃度を変化させることにより、柔らかい不織布から堅い不織布へと対応できる。

参考文献

上嶋 洋：海洋産多糖アルギン酸を用いた機能性繊維材料の製造(講演資料)，2，18，1994.

謝 辞

先導的一般地域技術(ミニ地域)共同研究を終えるに当たり、終始懇切な指導、助言を賜りました工業技術院四国工業技術研究所上嶋洋氏に対し、深甚な謝意を表します。また、アルギン酸カルシウム繊維を提供いただいた東邦レーヨン株式会社徳島工場竹内一郎氏並びに粟飯原陟一氏に感謝いたします。

さらに、金星製紙株式会社、大三株式会社、株式会社ゼンミに対し、ご協力を感謝いたします。

リサイクル性繊維からなる機能紙の研究

林 幸男 宮地 亀好 宮崎 謙一 大川 昭典 松本 博 山崎 裕三
江淵 栄貫 池 典泰 浜田 和秀 近森 啓一 上野 愛理 遠藤 恭範 滝口 宏人

Study on Functional Paper Made of Recyclable Fibers

Yukio HAYASHI Kiyoshi MIYAJI Kenichi MIYAZAKI Akinori OKAWA
Hiromu MATSUMOTO Yuzo YAMASAKI Eikan EBUCHI Noriyasu IKE
Kazuhide HAMADA Keiichi CHIKAMORI Eri UENO Ysunori ENDO Hiroto TAKIGUCHI

第1節 緒言

1. 1 高知県における関連業界の現状と課題

平成6年における製紙・紙加工業等は、機械すき紙57、紙加工18、手すき和紙34計109（中小企業占有率99%）の工場があり、従業員数3,053人、生産額52,610百万円であり、段ボール、紙器などを加えた産業中分類別製品出荷額は57,354百万円で、高知県の8.2%を占め、県内の代表的な地場産業である。

そのうち家庭紙は24工場で全国をリードしていた京花紙がティシュペーパーに変わり、また、大手企業の製品価格やパルプ価格の動向に左右され、徐々に生産額が減少している。特殊・機能紙は30工場で家庭紙に比べ単価が高く付加価値の高い製品として、年々生産額は増加している。しかし、競争は激しく、今後とも消費者ニーズなどの情報収集を行い、高度な技術を駆使する研究開発型の企業へと発展させる必要がある。

また、産地形成としては、土佐市40工場、伊野町40工場、その他29工場で2大産地を形成している。

最近の製紙・紙加工業界の状況は大変厳しく、中小製紙業では、慢性的な人材不足、過当競争等の厳しい経営環境におかれている。

そこで、当業界では新製品の開発や品種の多様化などの研究を行い、厳しい現状打破を図るため、特殊機能紙の開発が急務である。

関連産業の課題

近年における紙製造業を取り巻く環境の変化は激しく、価値観の多様化、生活様式の変化による消費者ニーズの高度化・多様化により家庭紙需要の成熟化が進む一方、技術革新の進展や国際化などから産業・医療関係の特殊紙・機能紙の需要が増加する方向にあり、紙の需要構造が大きく変わりつつある。さらに全国的な過剰生産能力や供給体制の短納期化と受注量の小口化による多品種小ロット生産への対応、メカトロ化など技術革新の進展などに加え、技術者不足、地球環境問題や水資源をはじめとする資源保護の風潮などにさらされている。

このような環境変化の中で、本県の紙製造業は依然としてティシュペーパー、生理用紙、トイレットペーパーなどの衛生用紙（家庭用薄葉紙）のウエイトが高いうえ、経営基盤の脆弱な中小企業・零細企業が大半で、商品企画やマーケティング力が弱く、消費者ニーズを把握し、それを生産に反映させるといった活動が不十分であり、それが低迷の大きな原因となっている。新製品の開発についても研究開発部門を備えている企業は少なく、技術革新に対応できる人材の育成が十分でないなど環境の変化に適切に対応できていないのが現状である。

一方、高知新港の整備や四国横断自動車道の南国以西への延伸など本県を取り巻く広域交通体系整備は大幅に促進されつつあり、当地域の紙製造業に係わる製品や原料の輸送など物流面

は大きく変化することが予想され、地域間競争の激化が懸念されるところである。

これらの環境の変化に適切に対応するためには消費者のニーズを把握し、それに基づいた新たな事業分野への進出や高付加価値化を積極的に展開していくとともに、それら製品を販売していくためのマーケティング力の強化が重要である。

特に、生産面では、家庭用薄葉紙から今後大きな成長が期待される紙製品の製造分野に進出するとともに、高度成長期のような大量生産指向でなく、新素材や未利用繊維を生かすなど、きめ細かい消費者ニーズにマッチした高付加価値商品の開発や製品の多様化、デザイン機能の強化を図ることが必要である。また、弱い加工部門の強化と家庭紙の高級化、多様化指向を受けた柔らかさのある保湿ティッシュペーパーなどの製品化を図ってきたが、この分野へも大手企業の参入が進んでいる。

また、機能紙・産業用紙分野においても、製品の多様化、高級化、高品質化が強く要求され、いずれも商品企画力が求められている。

そして、企業間の競争を勝ち抜くためには、優れた技術者の育成と一層の技術力の向上をはかることが重要になっている。

リサイクル性繊維からなる機能紙の製造技術を形成する必要性

現在地球環境問題は社会問題として取り上げられているが、本県製紙企業は輸入パルプや合成繊維を利用した家庭紙並びに特殊紙・機能紙を生産しており、この分野は大手企業や他県メーカーとの競争が激しく苦しい経営を強いられている。このため大手企業と競争の少ない多品種小ロットの生産ができる付加価値の高い機能紙の分野に転換していく必要がある。

そして、古紙の再利用、合成繊維紙（プラスチック）の再利用、木材繊維に変わる非木材繊維を利用した紙及び乾式不織布による新技術や新製品の開発により、本県製紙企業が目指している家庭紙から機能紙への新規需要の開拓が必要である。

古紙の再利用についても古紙を再度紙に処理するだけでなく、新しい梱包材への利用など新しい製品の開発にも展開を図るべきである。

不織布の分野においても、合成繊維だけでなく他の生分解性繊維などを利用して、廃棄処理の可能な生分解性のある不織布の研究は老人医療の現場や焼却場においても必要である。

紙加工分野からも再生可能な繊維の利用や生分解性のある原材料を使用した機能紙の開発を行い廃棄物問題の解決を図る必要がある。

1. 2 高知県分担課題とその内容

四国地域機能紙開発技術形成プロジェクトにより実施された高知県分担課題は「リサイクル性繊維からなる機能紙の研究」であり、リサイクル性繊維の調査をはじめ、生分解性テスト、非木材繊維紙の開発、マイクロカプセルを含む抗菌性試験、モールド成型テスト、生分解性不織布の開発などを行った。

高知県分担課題 3 ヶ年の研究内容

1 年目研究開発テーマ（平成 5 年度）

「再生繊維及び生分解性繊維等を利用した機能性シートの基礎試験及び調査研究」

高知県自主企画海外研修制度を利用して、非木材繊維の利用状況及び研究動向調査をアメリカ合衆国のアメリカ紙パルプ技術協会(TAPPI)、Institute of Paper Science and Technology、Dexter Corporationなどで非木材繊維及び紙並びに生分解性繊維などの機能紙の開発状況、市場調査を行った。そして、非木材繊維の基礎試験を行った。また生分解性繊維の一つであるレーヨン繊維、でんぷん含有レーヨン繊維等の不織布の作成と生分解性テストを行った。

2年目研究開発テーマ（平成6年度）

「再生繊維及び生分解性繊維等を利用した食品関連シート（成型品を含む）の開発研究」

非木材繊維紙の製品化研究、生分解性評価試験、鮮度保持含有マイクロカプセルの鮮度保持試験、生分解性フィルムと複合紙のガス透過率測定などを行った。

3年目研究開発テーマ（平成7年度）

「再生繊維及び生分解性繊維等を利用した不織布シートの開発研究」

生分解性繊維による不織布シートの試験研究、マイクロカプセルなどの生分解性フィルム、紙への加工試験、生分解性フィルムなどの生分解性評価試験、非木材繊維の紙の製品化などを行った。

第2節 非木材繊維紙の開発研究

2. 1 緒言

近年、紙分野は特に「環境にやさしい」、「エコロジー」など地球環境問題がクローズアップされ、新しい製品にもパルプ資源問題、合成繊維の焼却問題、ゴミ焼却によるCO₂の増加など新しい課題が浮上してきている。

元来、和紙、洋紙とも非木材繊維を100%利用して製造してきた。しかし、今日においては木材パルプが主力の原料となっており、TAPPIのレポートによると世界の非木材パルプの全パルプに対する生産割合は1975年7.0%、1985年8.1%、1990年9.1%となっている。しかし近年

非木材パルプ生産量の増加率は1986年から1991年までの実績で木材パルプ1.4%に対して非木材パルプの増加率は、3.4%で2倍以上の伸びを示している。

量的には非木材パルプは1990年に世界で16,911千トン生産され、生産国は中国9,739千トン、インド2,040千トン、ソ連625千トン、メキシコ433千トン、アメリカ373千トン、ペルー320千トン、ブラジル289千トン、パキスタン264千トン、インドネシア262千トン、イタリア185千トン、コロンビア170千トンであり、日本ではわずか8千トンにしかすぎない。(日本の非木材パルプの使用量は約30千トンと言われている)

表2-1 主要国の非木材パルプの生産量と世界総生産量における割合

国名	1987		1990	
	生産量(千 ^t)	比率(%)	生産量(千 ^t)	比率(%)
中国	8122	53.2	9739	57.6
インド	2040	13.4	2040	12.1
ソ連	625	4.1	625	3.7
メキシコ	433	2.8	433	2.6
アメリカ	356	2.3	373	2.2
ペルー	320	2.1	320	1.9
ブラジル	289	1.9	289	1.7
パキスタン	264	1.7	264	1.6
インドネシア	262	1.7	262	1.5
イタリア	185	1.2	285	1.1
コロンビア	170	1.1	170	1.0
台湾	150	1.0	150	0.9
アルゼンチン	140	0.9	140	0.8
スペイン	130	0.85	130	0.8
ベネズエラ	125	0.8	125	0.7
キューバ	108	0.7	108	0.6
アルジェリア	105	0.7	105	0.6
タイ	104	0.7	137	0.8
トルコ	103	0.7	103	0.6
ルーマニア	102	0.7	102	0.6
主要20ヶ国の 総生産量	14133	92.6	15800	93.4
世界総生産量	15250	100.0	16911	100.0

SOURCE: Based on FAO Capacity Survey 1985-90 and Information Obtained From Individual Countries By: JOSEPH E. ATCHISON CONSULTANTS, INC.

非木材パルプ生産量の増加は中国で1987年より1990年までの3年間に1,617千トン増加した実績が示すように、紙の需要増に木材パルプの生産が追いつかずしかたなく非木材パルプに依存している背景が見られる。また、ブルガリア、エジプト、コロンビア、イラン、タイなど統計に出ている13ヶ国では木材パルプの輸入がない

と考えると100%非木材パルプで紙が造られていることになる。

一方日本は前述のように1990年の実績で木材パルプ12,459千トンに比べて8千トンであるので0.06%であり、これはアメリカの46分の1しか生産されていないこととなる。

表 2-2 世界各国のパルプ生産量と非木材パルプ生産量

国名	1987			1990		
	パルプ 生産量 (千ト)	非木材パ ルプ生産 量(千ト)	非木材パ ルプ生産 比率(%)	パルプ 生産量 (千ト)	非木材パ ルプ生産 量(千ト)	非木材パ ルプ生産 比率(%)
南アフリカ	1549	99	6.4	1549	99	6.4
アルジェリア	105	105	100.0	105	105	100.0
エジプト	85	85	100.0	85	85	100.0
ケニア	80	10	12.5	92	12	13.0
チュニジア	21	21	100.0	21	21	100.0
アメリカ	53677	373	0.7	54127	373	0.7
アルゼンチン	658	140	21.3	794	140	17.6
ボリビア	1	1	100.0	1	1	100.0
ブラジル	4375	289	6.6	6204	298	4.6
コロンビア	333	170	51.1	333	170	51.1
キューバ	180	180	100.0	108	108	100.0
エクアドル	21	15	71.4	21	15	71.4
メキシコ	1189	433	36.4	1287	433	33.6
ペルー	335	320	95.5	335	320	95.5
ベネズエラ	160	125	78.1	160	125	78.1
中国	10679	8122	76.1	12805	9739	76.1
カンボジア	6	6	100.0	6	6	100.0
北朝鮮	160	50	47.2	160	50	47.2
モンゴル	2	2	100.0	2	2	100.0
ベトナム	107	63	58.9	107	63	58.9
日本	12408	8		12459	8	
バングラデシュ	119	58	48.7	119	58	48.7
ビルマ	18	18	100.0	18	18	100.0
インド	2790	2040	73.1	2790	2090	73.1
インドネシア	399	262	65.7	617	262	42.5
イラン	285	60	21.0	285	60	21.0
イラク	101	101	100.0	3101	101	100.0
ネパール	3	3	100.0	3	3	100.0
パキスタン	294	264	89.8	294	264	89.8
フィリピン	162	33	20.4	162	33	20.4
スリランカ	17	17	100.0	18	18	100.0
シリア	32	32	100.0	32	32	100.0
台湾	400	150	37.5	450	150	33.3
タイ	104	104	100.0	137	137	100.0
トルコ	522	103	19.7	522	103	19.7
アルバニア	15	5	33.3	15	5	33.3
ブルガリア	303	28	9.2	303	28	9.2
チェコスロバキア	1228	25	2.0	1245	25	2.0
東ドイツ	1097	77	7.0	1097	77	7.0
ハンガリー	99	22	22.2	107	30	28.0
ポーランド	1019	2	0.2	1040	2	0.2
ルーマニア	932	102	10.9	932	102	10.9
デンマーク	146	76	52.0	146	76	52.0
フランス	2310	20	0.9	2500	20	0.8
イタリア	1085	185	17.0	1085	185	17.0
オランダ	238	2	0.8	268	2	0.7
イギリス	480	17	3.5	480	17	3.5
ギリシャ	150	60	40.0	150	60	40.0
ポルトガル	1404	45	3.2	1499	45	3.0
スペイン	1660	130	7.8	1825	130	7.1
ユーゴスラビア	734	28	3.8	734	28	3.8
オーストラリア	12228	11	0.9	1230	11	0.9
ソ連	12675	625	4.9	12675	625	4.9
非木材パルプの 世界総生産量		15250			16911	

SOURCE: Based on FAO Capacity Survey 1985-90 and Data Obtained from Individual countries By: JOSEPH E. ATCHISON CONSULTANTS, INC.

高知県では、正確な数字はないものの他県と比較して非木材繊維を大量に使用して機能紙を生産している。原料の種類としては、短網抄紙機ではこうぞ、マニラ麻、みつまた、ワラなど、長網や円網の抄紙機ではマニラ麻、エスパルト、コットンリスター、みつまた、ガンピ、ジュートなどを利用した製品が抄紙されており、今後短期間で再生産できる非木材繊維は、地球環境問題の点や非木材パルプの特性を生かした製品作りにおいて不可欠である。

しかし、非木材繊維を原料とするパルプ化の問題はそのパルプ化の技術だけでなく経済性にもある。現在パルプとして購入可能な非木材パルプはマニラ麻、こうぞ（未離解）、ワラ、リスター、エスパルト、竹、ジュート、ケナフ、ラミー、バガスなどで価格的には木材パルプの2倍から30倍近くまでである。また繊維原料の収穫、輸送、貯蔵条件によっても品質が異なるが、これらを総合的に判断しつつ各々の繊維特性を十分に生かした利用が望まれる。

高知県においても、もっとその使用量を増大するとともに未利用繊維の特徴を生かした紙の開発を進めていく必要がある。本報告では、非木材繊維利用の状況各繊維の特性などとともに実際非木材繊維を処理し、抄紙後の物性を試験

したり、製品化を試みたので、その概要を報告する。

2. 2 農作物を原料とする非木材パルプ

2. 2. 1 ワラ

ワラは米、小麦、大麦、オーツ麦など穀物類の収穫後の農業廃棄物利用として製紙工場で主にパルプ化されている原料で、量的には1990年実績で中国7,241千トン（86.7%）、インド400千トン（4.8%）、スペイン115千トン（1.4%）、イタリア92千トン（11%）、トルコ77千トン（0.9%）、デンマーク76千トン（0.9%）、エジプト67千トン（0.8%）、ルーマニア58千トン（0.7%）、インドネシア43千トン（0.5%）、シリア32千トン（0.4%）でこの10ヶ国で全世界の98.1%、8,201千トンを生産している。

ワラパルプの全非木材に占める割合は49.3%であり、特に中国では74.3%と高率で重要な製紙原料である。また中国以外でも非木材パルプの75%以上ワラパルプを生産している国は、スペイン、トルコ、デンマーク、エジプト、シリアなどがある。なお、日本ではワラパルプとして1kg当たり100円～450円で販売されている。

表2-3 主要国のワラパルプ生産量と世界総生産量における割合

国名	1985		1987		1990		非木材パルプ 生産量 (千ト)	ワラパル プの比率 (%)
	生産量 (千ト)	比率 (%)	生産量 (千ト)	比率 (%)	生産量 (千ト)	比率 (%)		
中国	5037	82.9	6039	83.5	7241	86.7	9739	74
インド	350	5.8	400	5.6	400	4.8	2090	19
スペイン	115	1.9	115	1.6	115	1.4	130	85
イタリア	92	1.5	92	1.3	92	1.1	185	54
トルコ	77	1.3	77	1.1	77	0.9	103	75
デンマーク	70	1.2	76	1.1	76	0.9	76	100
エジプト	67	1.1	67	0.9	67	0.8	85	79
ルーマニア	58	1.0	58	0.8	58	0.7	102	57
インドネシア	43	0.7	43	0.6	43	0.5	262	16
シリア	32	0.5	32	0.4	32	0.4	32	100
主要10ヶ国の 総生産量	5941	97.7	6999	97.9	8201	98.1	12804	64
世界総生産量	6083	100.0	7146	100.0	8348	100.0	16911	49

(1) 蒸解

原料を約3cmに断裁機で断裁し、苛性ソーダ10%、液比1:6、最高圧力6kg/cm²で2時間保持の条件でオートクレーブで蒸解を行った。

(2) 漂白

漂白は次亜塩素酸ソーダ(有効塩素10%)、初期温度38℃で2時間放置した。

(3) 抄紙

角型シートマシン(25cm×25cm)を用いて抄

紙し、プレス後送風乾燥を行った。

(4) 紙の物性試験

常法により種々の物性を測定した。その結果は表2-4のとおりである。なお参考までにワラパルプ及びNBKPの数値を示した。

ワラパルプは繊維が細く短いにもかかわらず、少し叩解された木材パルプより密度は低く裂断長も3.7kmと比較的高い結果であった。

利用拡大のためには他のパルプとの混合が不可欠で、現在、高級印刷用和紙の印刷適性向上のためなどに使用されている。

表2-4 物性試験結果

試験	稲わら		稲ワラ パルプ	ワラ パルプ	NBKP	NBKP
	未晒	晒				
CSF(ml)	441	448	663	184	716	661
歩留(%)	46.9					
坪量(g/m ²)	44.2	37.7	52.8	61.4	61.1	63.2
厚さ(mm)	0.104	0.097	0.129	0.093	0.156	0.122
密度(g/cm ³)	0.42	0.39	0.41	0.66	0.39	0.52
裂断長(km)	3.63	3.74	2.44	6.38	1.96	4.85
比引裂強さ(gf)	64.3	69.7	64.4	44.1	209	187
比破裂強さ(kgf/cm ²)	1.37	0.99	0.45	2.95	1.36	5.47
吸水度(mm/min)	12	19	(104)* ²	(32)* ²	35	18
白色度(%)	38.3	68.2	79.0	83.8	86.8	84.9
耐折度(回)* ¹	850	590	4	920	11	1200

*1 MIT型(荷重0.5kg)

*2 10分間の吸水度

2.2.2 バガス

バガスは砂糖工場のサトウキビの絞りかすをパルプ化して利用されている原料で、1990年実績において2,682千トンでワラの8,343千トンに次いで多く利用されている。表2-5のようにメキシコ、中国、ペルー、インドネシアなどで多く生産されていて、非木材パルプの中で90%以上占める国はメキシコ、ペルー、コロンビア、台湾、アルゼンチン、ベネズエラ、キューバ、南アフリカ、イランなどである。量的には表2-5に見られるように中国508千トン、メキ

シコ428千トン、ペルー320千トンなどである。日本には台湾より輸入されていて、価格は1Kg当たり120円~160円である。

表 2-5 主要国のバガスパルプ生産量と世界総生産量における割合

国名	1985		1987		1990		非木材パルプ 生産量 (千ト)	バガス パルプの 比率 (%)
	生産量 (千ト)	比率 (%)	生産量 (千ト)	比率 (%)	生産量 (千ト)	比率 (%)		
メキシコ	408	17.4	428	16.5	428	16.0	433	99
中国	351	14.8	420	16.2	508	18.8	9739	5
ペルー	308	13.1	320	12.3	320	11.9	320	100
インドネシア	183	7.8	183	7.0	183	6.8	262	70
コロンビア	152	6.5	166	6.4	166	6.2	170	98
台湾	135	5.7	140	5.4	140	5.2	150	93
アルゼンチン	135	5.7	135	5.2	135	5.0	140	96
ベネズエラ	125	5.3	125	4.8	125	4.7	125	100
キューバ	108	4.6	108	4.2	108	4.0	108	100
ブラジル	99	4.2	99	3.8	99	3.7	289	34
南アフリカ	90	3.8	99	3.8	99	3.7	99	100
イラン	60	2.6	60	2.3	60	2.2	60	100
パキスタン	33	1.4	99	2.8	99	3.7	264	38
インド	30	1.3	90	3.5	90	3.4	2090	4
イラク	27	1.1	27	1.0	27	1.0	101	27
タイ	24	1.0	24	0.9	24	0.9	137	18
フィリピン	22	0.9	22	0.8	22	0.8	264	8
主要17ヶ国の 総生産量	2290	97.5	2545	98.0	2629	98.0	14751	18
世界総生産量	2348	100	2598	100	2682	100	16911	16

(1) 蒸解

苛性ソーダ10%、液比1:6、最高圧力6 kg/cm²で2時間保持の条件でオートクレーブにて蒸解を行った。

ミクロンで軸比約60である。裂断長は晒して4.3kmはあるものの引裂強度は52kgf/cm²で木材パルプに比べて弱い結果となっている。現在高知県では使用していないが、山梨県の西島では酸素アルカリ法による書道用紙の試みなどがなされている。

(2) 漂白

漂白は次亜塩素酸ソーダ（有効塩素10%）で、初期温度38℃で2時間放置して漂白を行った。

(3) 抄紙

角型シートマシン（25cm×25cm）を用いて抄紙し、プレス後送風乾燥を行った。

(4) 紙の物性試験

常法により種々の物性評価を行った。その結果は表2-6のとおりである。

バガスの繊維長は1.0~1.5mm、幅は平均で20

表 2-6 物性試験結果

試験	バガス	
	未晒	晒
C S F (ml)	443	442
歩留 (%)	55.9	—
坪量 (g/m ²)	75.5	41.9
厚さ (mm)	0.127	0.094
密度 (g/cm ³)	0.60	0.45
裂断長 (km)	3.16	4.27
比引裂強さ (gf)	41.0	52.0
比破裂強さ (kgf/cm ²)	0.95	1.08
吸水度 (mm/min)	12	14
白色度 (%)	17.4	49.3
耐折度 (回)*	160	380

* M I T型（荷重0.5kg）平均

2. 2. 3 トウモロコシの茎

トウモロコシはパルプ原料の得られにくい国で必要とされる原料である。しかし、現在でもまだ研究の段階でありトウモロコシをパルプ原料として作っている製紙工場はないと言われている。

2. 2. 4 オクラの茎

高知県内ではオクラは相当量生産されているものの、製紙原料としては収穫時期が限定されかつ原料としては量的にも問題があるが、手すき和紙原料としての可能性の評価を行った。

(1) 蒸解

原料を2cmに切断し、苛性ソーダ30%、液比1:6、最高圧力7.5kg/cm²で2時間保持の条件でオートクレーブにて蒸解を行った。

(2) 漂白

次亜塩素酸ソーダ(有効塩素5%)、初期温度36°Cで1時間放置。水洗後、苛性ソーダ2%、初期温度75°Cで15分放置。後水洗し、再び次亜塩素酸ソーダ(有効塩素5%)、初期温度36°Cで1時間放置漂白する3段漂白を行った。

(3) 除塵及び抄紙

フラットスクリーン(7/1000in)で除塵後、手すき抄紙を行った。

(4) 紙の物性試験

常法により種々の物性試験を行った。その結果は表2-7のとおりである。

裂断長でたて6.8km、よこ4.9km、引裂強さもたて121gf、よこ192gfと高い値を示した。

表2-7 物性試験結果

試験	オクラ
CSF(ml)	368
歩留(%)	36.5
坪量(g/m ²)	31.6
厚さ(mm)	0.068
密度(g/cm ³)	0.46
裂断長(km):縦	6.82
:横	4.90
比引裂強さ(gf):縦	121
:横	192
比破裂強さ(kgf/cm ²)	2.52
吸水度(mm/min):縦	12
:横	10
白色度(%)	47.5

2. 3 ヤシの葉幹などを原料としたパルプ

ココナッツの幹、シュロの葉、ナツメヤシの葉茎なども製紙原料として研究されているもののまだ実用段階には至っていない。

2. 4 植物の実を利用するときに発生する副産物を原料とするパルプ

2. 4. 1 バナナの茎、バショウ

バナナは何百もの種類があり、日本では原料として利用する場合は原料確保や経済性の点で問題があるが、ラテンアメリカ、アジア、アフリカの熱帯の国々では製紙原料として利用可能である。

(1) 蒸解

苛性ソーダ10%、液比1:6、最高圧力6kg/cm²で2時間保持の条件でオートクレーブにて蒸解を行った。

(2) 漂白

次亜塩素酸ソーダ(有効塩素10%)で初期温度38°Cで2時間放置して漂白を行った。

(3)抄紙

角型シートマシン (25cm×25cm) を用いて抄紙し、プレス後送風乾燥を行った。

(4)紙の物性試験

常法により種々の物性評価を行った。その結

果は表2-8のとおりである。

バナナの茎より製造した紙の物性は、密度が多少高くなるものの裂断長7.8km、比破裂強さ3.2kgf/cm²耐折強度が5,700回と強い紙ができることが判明した。またバショウは叩解度が低く、紙は吸水性が良い結果が出た。

表2-8 物性試験結果

試験	バナナ		バショウ	
	未晒	晒	未晒	晒
C S F (ml)	233	466	605	602
歩留 (%)	67.4	—	64.5	—
坪量 (g/m ²)	24.3	29.9	32.4	45.0
厚さ (mm)	0.046	0.054	0.080	0.105
密度 (g/cm ³)	0.53	0.56	0.40	0.43
裂断長 (km)	8.30	7.83	2.98	2.33
比引裂強さ (gf)	0.92	0.96	0.60	0.73
比破裂強さ (kgf/cm ²)	3.77	3.20	1.84	1.63
吸水度 (mm/min)	1以下 (3) ^{*2}	7	29	30
白色度 (%)	16.4	51.2	30.7	64.7
耐折度 (回) ^{*1}	13000	5700	1400	250

*1 MIT型 (荷重0.5kg) 平均

*2 10分間の吸水度

2.4.2 パイナップルの葉

パイナップルは長年食用植物としてアジア、アフリカ、東インドの熱帯で栽培されている。パイナップルの葉は農産廃棄物でサイザルと比べて経済性に優れている。各地の研究室でパイナップルの葉の製紙原料として利用実験が行われている。当场でも今後パルプ化について研究する予定である。

2.5 織物や紡ぎ糸の原料を利用するパルプ

2.5.1 マニラ麻

マニラ麻としても知られているアバカはロープや織物などにして伝統的に使用されたが、現在では生産量の約85%が製紙用であり、特にフ

イリピンで製紙産業のパルプ原料として発展してきた。紙への使用量としてはマニラパルプに換算して1990年世界で約16千トンでそのうち日本では約6千トン、アメリカで4千トン、ドイツで2千トン位が消費されているものと推定される。価格は1kg当たり400~600円位である。このパルプは主にティーバッグ紙、電解コンデンサ紙、フィルター紙などの多孔性のある紙製品に使用される。その高い引裂強さと引張強さのため、他の品質のパルプとブレンドし特殊な薄葉紙のような強い紙や紙幣用紙に利用できる。デキスター社のロングファイバー紙開発史に見られるように、コストは多少高いものの繊維長は6mmと長く繊維幅も24ミクロンと細いため製紙原料としては重要な原料のひとつである。特に高知県では長繊維を生かした機能紙が多く、今後より使用方法等を工夫し、その特徴を生か

した紙の増加が望まれる。現在、一部自家蒸解して使用しているものの、大半はパルプで購入

し使用している。

表 2-9 物性試験結果

試験	マニラパルプ	マニラパルプ	N B K P	N B K P
C S F (ml)	666	588	716	661
坪量 (g/m ²)	66.8	65.2	61.1	63.2
厚さ (mm)	0.155	0.142	0.156	0.122
密度 (g/cm ³)	0.43	0.46	0.39	0.52
裂断長 (km)	3.57	5.91	1.96	4.85
比引裂強さ (gf)	319	446	209	187
比破裂強さ (kgf/cm ²)	3.53	5.84	1.36	5.47
吸水度 (mm/min)	38	28	35	18
白色度 (%)	75.8	73.5	86.8	84.9
耐折度 (回)*	610	2500	11	1200

* M I T 型 (荷重0.5kg) 平均

2. 5. 2 ぼろ綿

ぼろ綿や縫製くずは長年製紙産業で利用されてきた。繊維は特殊な処理が必要なものの、契約用紙や台帳用紙、証明書用紙、画用紙、版画用紙、便せんなどに使用されている。また、電気絶縁紙やコンデンサー紙の製造に良いとも言われている。高知県ではぼろ綿を利用した濾紙やコットンペーパーなどが見られるものの、後述のリンターパルプやコットンパルプが容易に入手できることから、その使用量は少ない。

試験としてはジーンズ縫製くずを1cm角に裁断して、ビーターにて叩解後、常法によりシートマシンで抄紙したときの物性は表2-10のとおりであった。

表 2-10 物性試験結果

試験	ジーンズ再生紙	
	149	84
C S F (ml)	229	252
坪量 (g/m ²)	0.375	0.404
厚さ (mm)	0.61	0.62
密度 (g/cm ³)	5.1	4.8
裂断長 (km)	3.8	3.8
比破裂強さ (kgf/cm ²)		

2. 5. 3 コットンリンター

コットンリンターは綿を収穫した後の種子に残った綿である。種子から油を抽出するとき種

子に綿が残っていると、その綿が油を吸収して油の量が減少するため、抽出前に取り除かれる。綿を生産している主要な国はアメリカ、ロシア、中国、インド、エジプト、スーダン、パキスタン、トルコ、ブラジル、アルゼンチンである、種子から取り除かれるリンター繊維の長さは採取する刃のセッティングによって決まる。かなり長繊維のリンターは最初の採取で得られる（ファーストリンター）。短繊維のリンターは2回目の採取で得られる（セカンドリンター）。これらを脱脂して造られたリンターパルプは他の木材や非木材パルプとブレンドし、高品質の契約書用紙、台帳用紙、証明書用紙、画用紙、フィルター紙や特殊な薄葉紙のような強い紙などに使われる。また、コットンは木材パルプのように繊維を取り出す時の蒸解、漂白に多量の薬品を使用しないことから、平均重合度は6,000~10,000と言われ、木材パルプの1,500~2,000に比して4~5倍高く、文化財保存用中性紙などにも利用されている。

中国での1988の非木材品種別生産内訳からみると、麦ワラ5,471千トン、葦713千トン、バガス224千トン、竹152千トン、その他720千トンとなっており、リンターパルプはその他の中に相当量入っているとわれ、家庭紙から一般洋紙まで使用されている。

価格は1kg当たり130~600円位でパルプを入手可能である。

2. 5. 4 コットン茎

インドやスーダン、エジプトのように適した製紙原料の足りない国では製紙のためにコットンの茎の利用の実験をしている。スーダンではコットンの茎を使った板紙用の原料生産を開始している。この工場で使用しているケミカルパルプはソーダ法で作っている。

2. 5. 5 ジュート

ジュートはインドの西ベンガル地方やバングラデシュで主に生産されている。靱皮繊維は麻布やズックのバッグやカーペットなどの織物に使用されている。紙生産にはズックのバッグや麻布の中古を使用する。ジュートはタバコの巻紙やコンデンサ紙やカーボン紙のような強い紙製品に適していると言われている。

また、トルコのパルプ工場ではタバコの巻紙の多孔性を出すために麻パルプにジュートをブレンドしている。解繊した後のジュート繊維は多孔性が高くなるが、麻は解繊後多孔性が低くなる。

現在、日本にもジュートパルプとして輸入され、1kg当たり120円～300円位とマニラ麻より安いので、マニラ麻の代替品など今後使用増加が望まれる。

(1) ジュートのパルプ化等の物性

(a) ジュート麻の煮熟

南京袋は切断機で約3cmに裁断して煮熟を行った。煮熟は回転式オートクレーブで水酸化ナトリウム20%、液比1対6、煮熟圧8kg/cm²で2時間行った。煮熟後水洗、次亜塩素酸ナトリウム(有効塩素10%)、温度38℃で2時間漂白を行い、その後水洗した。

(b) ジュート麻の物性

J I S P 8209パルプ試験用手すき紙調製方法によりシートマシンで抄紙した。物性試験は常法により行った。また、市販されているジュートパルプを比較のためシートマシンで抄紙し、物性を同様に測定した。

2種類の南京袋とジュートパルプから作った紙の物性を表2-11に示した。南京袋、ジュートパルプから作った紙とも密度0.37~0.39g/cm³、裂断長約2kmとほぼ同じであった。また、比引裂、比破裂、耐折ともパルプのほうが大きい値を示したが、パルプのろ水度が625mlと米袋の722、743mlより小さく、パルプのほうが叩解されているため、南京袋からの紙も叩解度を上げれば同様の結果を示すのではないかと思われる。

今回はジュート製の米袋から紙を作ったが、外国からの米の輸入に伴って入ってくる麻袋であるので、米の輸入が減少すれば麻袋の入手が困難になることが考えられるが、麻袋は米以外にもコーヒー豆などの輸入にも使われており、麻袋が確保されれば、非木材繊維の原料としての可能性が広がってくると思われる。

表2-11 物性試験結果

試験	タイ産	中国産	ジュートパルプ
C S F (ml)	7 2 2	7 4 3	6 2 5
歩留 (%) : 煮熟	6 2 . 6	6 2 . 8	—
: 漂白	6 2 . 0	6 2 . 0	—
坪量 (g/m ²)	5 9 . 8	6 3 . 1	4 0 . 1
厚さ (mm)	0 . 1 5 9	0 . 1 6 9	0 . 1 0 3
密度 (g/cm ³)	0 . 3 8	0 . 3 7	0 . 3 9
裂断長 (km)	2 . 1 6	1 . 9 5	2 . 1 9
比引裂強さ (gf)	8 8 . 6	1 0 1	1 8 7
比破裂強さ (kgf/cm ²)	0 . 4 7	0 . 4 8	0 . 8 5
白色度 (%)	7 5 . 2	7 1 . 4	6 8 . 3
耐折度 (回)*	5	5	2 0

* M I T型 (荷重0.5kg) 平均

2. 5. 6 ジュート茎

ジュートの茎は織物工場で使われる靱皮繊維を除いた木質部である。インドのカルカッタにある Jute technological Reserch Laboratories では、製紙工業でこの原料が応用できるか研究している。

2. 5. 7 麻 (大麻)

大麻の靱皮繊維は縄、綱や紡ぎ糸などの生産に使用する織物繊維に伝統的に利用されている。繊維はタバコの巻紙やカーボン紙などに使用する特殊な紙製品に適している。トルコやユーゴスラビアなどのパルプ工場では大麻の靱皮繊維を原料パルプとしてタバコの巻紙を生産している。

日本ではコストが高い (原料 1 kg 当たり 5,000円~13,000円)。繊維長が 1.4mm、繊維幅 2.5ミクロンのため通常蒸解前に適当な寸法に切断して使用される。また、蒸解せずに切断した大麻を叩解して抄紙した紙も造られている。用途としては日本画、版画用紙などに使用されている。現場でも手すき工場や、短綱工場にその処理方法等を指導し、現在数社商品化している。

2. 5. 8 クロタリア麻

アジア原産であると考えられる植物で、インドでは繊維植物としてだけでなく肥料として大規模に栽培されている。この繊維は主に縄、綱やキャンバス、漁網として利用されている。穀物の平均収量は 1ヘクタール当たり 7.5~10トンであり、靱皮繊維の収量はおよそ 1ヘクタール当たり 0.6トンである。インドのカルカッタにある原料工場ではクロタリア麻をパルプとしてタバコの巻紙を生産している。

2. 5. 9 アマの繊維

アマは 1年草で主にリンネルの生産やアマニ油の生産のため栽培される。靱皮繊維は長繊維

でリンネル生産に利用される。これは水の中で靱皮繊維を湿らして長いより糸にすることで得られる。靱皮繊維として利用できるのは 20%で、半分がリンネル製品に適しており、残りの半分が紙製品に適している。リンネル繊維は長さ直径の比が 1300対 1 と高く、高い品質の紙を造ることができる。この紙は主に聖書やエアメールや契約書、証明用紙、ライスペーパーなどに使用されている。

2. 5. 10 ケナフ (紅麻)

ケナフはアオイ科の植物で、繊維は麻袋、漁網、ロープを作るのに利用されている。種子は油を取ったり食用に利用され、その搾り粕は家畜の餌や肥料とする。植物学的特徴として、1年生あるいは多年生の亜灌木で茎が直立し、そこに鋭い小さな刺がある。

米国農務省では、品種選択や収量に及ぼす影響、パルプ化法の評価、経済的評価などを行い、現在すでに木材パルプの代用としてテキサス州 ラモンドビルやカナダにおいてケナフ 90%配合の新聞用紙を抄造している。

日本ではパルプとしてタイや中国から輸入されていて、1kg 当たり 120円~200円位で販売されており、封筒やレターセット、卓上カレンダー、スピーカーコーンなどに使用されている。

高知県では、全幹及び靱皮部の 2種類について蒸解、漂白試験を行うとともにケナフパルプ (全幹) についても試験を行った。

(1) 全幹部

(a) 蒸解

原料を 2cm に切断しチップ化した後、苛性ソーダ 30%、液比 1:6、最高圧力 8 kg/cm² で 2時間保持しオートクレーブにて蒸解を行った。

(b) 漂白

次亜塩素酸ソーダ (有効塩素 5%) で初期温度 37℃ で 2時間放置、苛性ソーダ 2% で初期温度 70℃ で 15分放置、次亜塩素酸ソーダ (有効塩素 5%) で初期温度 38℃ で 2時間放置する 3段

漂白を行った。

(c)除塵、抄紙

フラットスクリーン (7/1000in) で除塵をした後、角型シートマシン (25cm×25cm) で抄紙、プレス後送風乾燥した。

(2) 靱皮部

(a) 煮熟

原料を2cmに切断しチップ化した後、苛性ソーダ30%、液比1:15で3時間保持で開放釜を用いて煮熟を行った。

(b) 漂白

次亜塩素酸ソーダ (有効塩素5%)、初期温度36℃で1時間放置、苛性ソーダ2%、初期温度80℃で10分放置、次亜塩素酸ソーダ (有効塩

素5%)、初期温度35℃で1時間放置する3段階漂白を行った。

(c)抄紙

角型シートマシン (25cm×25cm) で抄紙し、プレス後送風乾燥を行った。

(3) 紙の物性試験

常法により種々の物性試験を行った。その結果は表2-12のとおりであった。

全幹部は裂断長5.8km、比破裂強さ1.5kgf/cm²と木材パルプを少し叩解した程度の強度があり、現在中国でケナフパルプ化工場の増設が行われており、コストが安くなれば木材パルプの代替品として充分使用可能である。

表2-12 物性試験結果

試験	ケナフ		ケナフパルプ
	全幹部	靱皮部	
C S F (ml)	5 8 9	7 1 0	5 6 2
歩留 (%)	3 4 . 9	5 4 . 5	—
坪量 (g/m ²)	5 7 . 1	6 2 . 0	4 2 . 8
厚さ (mm)	0 . 1 1 6	0 . 1 7 6	0 . 0 8 7
密度 (g/cm ³)	0 . 4 9	0 . 3 5	0 . 4 9
裂断長 (km)	5 . 7 6	3 . 1 7	1 . 7 4
比引裂強さ (gf)	—	—	9 2 . 5
比破裂強さ (kgf/cm ²)	1 . 5 2	0 . 9 2	0 . 2 4
吸水度 (mm/10min)	5 8	9 0	5 7
白色度 (%)	6 4 . 4	6 1 . 4	8 3 . 5
耐折度 (回)*	—	—	1 4

* M I T型 (荷重0.5kg) 平均

(4) 製品化試験

(a) ケナフティッシュの試作

高知県内のティッシュペーパーを製造している工場においてタイ産ケナフパルプを使用してポケットティッシュを試作した。

試作したポケットティッシュは模様の部分にケナフを使用し、ケナフの使用量は30%である。

この模様入りティッシュペーパーは、非木材

普及協会マーク、「ケナフ・KENAF」の文字、ケナフの草をイメージしたイラストを抄込んでいる。製品はポケットティッシュとして、包装のフィルムにはケナフの写真をあしらひ、ケナフティッシュと協会マークを印刷している。価格は多少高くなるが、ギフト用を中心に順調に販売をしている。(写真2-1)

製品の物性は表2-13のとおりでJ I S規格以上の品質を保持していた。

表 2-13 ケナフティッシュペーパー試験結果

試験	ケナフティッシュ	JIS規格(S3104)	試験方法
坪量(g/m ²)	13.1	12.5以上	JIS P8124
乾引張強さ(gf)：縦	454	—	JIS P8113
：横	94	80以上	
湿引張強さ(gf)：縦	105	60以上	
：横	40	—	
吸水度(秒)	1秒以下	8秒以下	
白色度(%)	81.3	78以上	JIS P8123

(b)ファンシー封筒、名刺、コピー用紙等の試作

(イ)ケナフの靱皮部を3cmに切断後、平釜にて蒸解(NaOH 10%)後、ナギナタビーターで解繊した原料に地球釜で蒸解(NaOH20%、圧力6kg/cm、2時間)後、未除塵ケナフパルプ、市販の木材パルプ、ケナフパルプを混入し

て、ファンシー封筒、名刺、ワープロ用紙の試作を行った。

(ロ)地球釜で蒸解(NaOH 25%、圧力6kg/cm²、3時間)した未晒ケナフパルプに晒市販ケナフパルプを混入して、ハガキ用紙の試作を行った。(写真2-2)

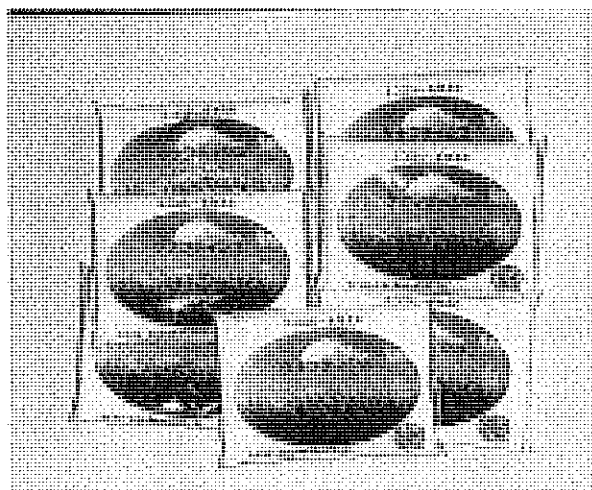


写真2-1 ケナフポケットティッシュ

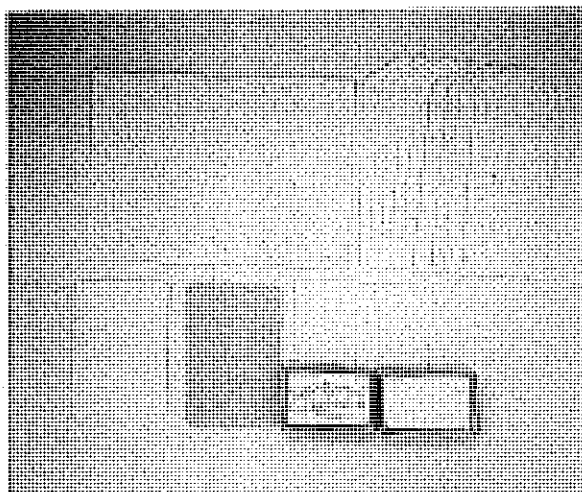


写真2-2 ケナフファンシー封筒等

2. 5. 11 サイザル麻

サイザルの有名な生産地はブラジル、タンザニア、ケニア、アンゴラ、モザンビークである。サイザルを基盤とする原料パルプ工場の一歩手はブラジルのカマカリであるサイザルパルプはタバコの巻紙やカーボン紙、ティーバッグ、フィルター紙のような強度の必要な紙製品に適している。入手したサイザルパルプの物性は表2-14のとおりであった。繊維長は平均で3mm、繊維幅20ミクロンで軸比150であり、特徴として引裂強度が大で多孔質、崇高で吸水性が高く耐折強度が強いと言われているが、入手し

たサイザルパルプはさほど引裂、引張強度とも大きくなかった。価格は1kg当たり300円~450円である。

表 2-14 物性試験結果

試験	サイザルパルプ	
	未晒	晒
CSF(ml)	783	752
坪量(g/m ²)	70.7	68.4
厚さ(mm)	0.146	0.145
密度(g/cm ³)	0.48	0.47
裂断長(km)	2.45	1.41
比引裂強さ(gf)	226	174
比破裂強さ(kgf/cm ²)	1.50	0.64

2. 5. 12 その他の麻類

ボウ麻（イチビ）は中国で生産され黄麻（ジュート）と混紡され麻原料、各種ロープに使用されているが、あまり製紙用としては使用されていない。羅布麻はモンゴルのウイグル自治区のロブノール付近に分布することからこの名称が付けられたと言われている。苧麻（ラミー、カラムシ）は植物繊維中最も強靱で抗張力に富み水分の吸収、発散性に優れており、主に高級衣料や布に使用されている。製紙用には織物用に精練された繊維を適当な長さに切断したステープルやフィブリル化したステープルが使用される。（写真2-3）

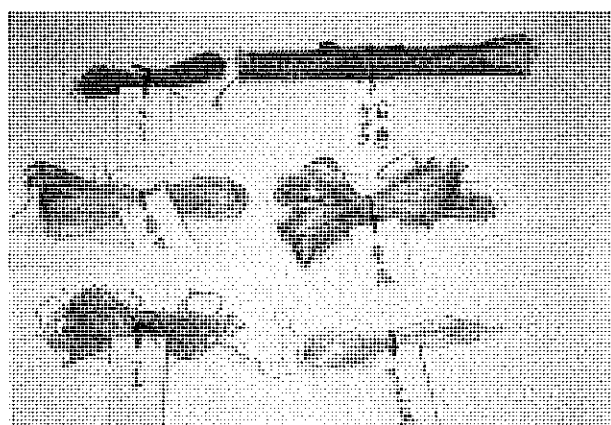


写真2-3 各種麻

(1) 蒸解

苛性ソーダ10%、液比1:6、最高出力6 kg/cm²で2時間保持の条件でオートクレーブにて蒸解を行った

(2) 漂白

次亜塩素酸ソーダ（有効塩素10%）で初期温度38℃で2時間放置して漂白を行った。

(3) 抄紙

角型シートマシン（25cm×25cm）を用いて抄紙し、プレス後送風乾燥を行った。

(4) 紙の物性試験

常法により種々の物性評価を行った。その結果は表2-15のとおりである。

ボウ麻の繊維長は2.8~4.0mm、繊維幅は15~25ミクロンと言われている。この原料から作られた紙は密度が0.27~0.28g/cm³と低く、特に漂白した原料は吸水性が良いという結果となった。苧麻は繊維長20~200mm、平均130mm位で繊維幅は24~47ミクロンと言われている。ホロセルロースが多いためか強度はあまりないが、吸水性は良い結果となった。苧麻はコストが高い（1kg当たり800~1500円）ものこのうぞの代替品や吸水、吸油などの特性を生かした製品開発は可能である。

表2-15 物性試験結果

試験	イチビ		羅布麻		ラミー	
	未晒	晒	未晒	晒	No. 1	No. 2
CSF (ml)	689	722	434	481	682	310
歩留 (%)	65.6	—	79.6	—	69.5	—
坪量 (g/m ²)	25.8	51.4	68.9	60.0	50.1	50.1
厚さ (mm)	0.091	0.187	0.155	0.147	0.120	0.102
密度 (g/cm ³)	0.28	0.27	0.44	0.41	0.42	0.49
裂断長 (km)	1.85	2.19	2.27	2.31	2.11	2.49
比引裂強さ (gf)	366	419	200	162	151	163
比破裂強さ (kgf/cm ²)	1.34	1.52	1.16	0.96	0.73	1.17
吸水度 (mm/min)	31	50	26	30	30	15
白色度 (%)	30.8	59.5	54.4	76.0	63.0	65.2
耐折度 (回)*	68	420	93	55	60	200

* MIT型（荷重0.5kg）平均

(5) 製品開発

着色ラミーとバガスパルプ、ケナフパルプ等によるファンシー封筒、ワープロ用紙、ケナフによる名刺、封筒、コピー用紙等の試作を行った。(写真2-4)

着色ラミーは、青色、赤色、黄色の繊維を地紙に対し5~10%混入し、シートマシン、小型抄紙機で試作し、既に企業で実用化している。

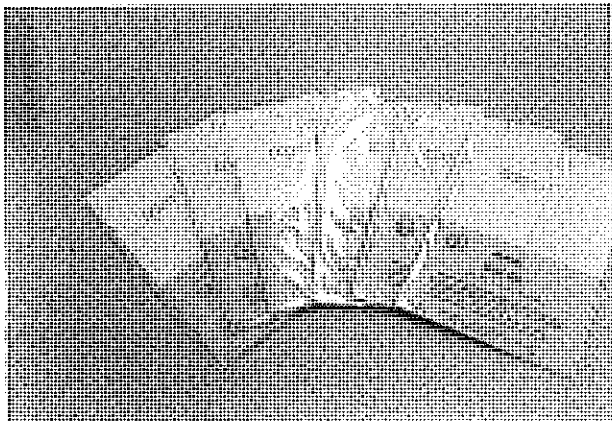


写真2-4 染色ラミー入り草木自然紙

2. 6 湿地で生育しない草類を原料とするパルプ

2. 6. 1 エスパルト

エスパルトはかつてイギリスで筆記具や印刷用の紙として好まれていて、海路アルジェリアなどの北アフリカ諸国に輸出された。エスパルトパルプはその高い嵩特性で高品質の複写用紙として生産されている。また高級印刷用紙としても良いと考えられている。高知県内でも一部使用されており、その繊維長は0.5~1.6mm平均1.1mm、繊維幅7~14ミクロン平均9ミクロンである。エスパルトパルプによる物性試験結果は下記のとおりであった。価格は1kg当たり150円~400円位である。

表2-16 物性試験結果

試験	エスパルトパルプ
CSF(ml)	759
坪量(g/m ²)	68.0
厚さ(mm)	0.103
密度(g/cm ³)	0.41
裂断長(km)	0.70
比引裂強さ(gf)	56
比破裂強さ(kgf/cm ²)	0.2

2. 6. 2 サバイ

サバイはかつてインドの製紙業界では一般的な原料であって、品質的にはエスパルトにかなり似たものと言われていた。現在この原料は利用法が限定されているので徐々に衰退している。

2. 6. 3 竹

竹はイネ科の種類で熱帯気候のもとで生育し、中国、日本、ベトナム、フィリピン、インド、ビルマ、バングラデシュ、スリランカ、アルゼンチン、ブラジル、エクアドルとかなり大きな生産量を誇る。インドの製紙業界では竹をパルプとして多く利用している。インドで使われている竹の種類は多い。竹は製紙産業で用いる原料パルプとして熱帯堅材や農産廃棄物と競争しているが、いくつかの種類についてパルプとしての利用法が考えられている。竹はワラ、バガスに次いで世界で多く使われている非木材製紙原料で1990年世界で1,818千トン消費され、生産している国はインド1,300千トン(71.5%)、中国252千トン(13.9%)、パキスタン95千トン(5.2%)、ブラジル55千トン(3.0%)、ベンガル53千トン(2.9%)等である。価格は1kg当たり120円~200円位である。

表 2-17 主要国の竹パルプ生産量と世界総生産量における割合

国名	1985		1987		1990		非木材パルプ 生産量 (千ト)	竹パルプ の比率 (%)
	生産量 (千ト)	比率 (%)	生産量 (千ト)	比率 (%)	生産量 (千ト)	比率 (%)		
インド	1200	76.3	1300	73.2	1300	86.7	2090	62
中国	175	11.1	210	11.8	252	4.8	9739	3
ブラジル	55	3.5	55	3.1	55	1.4	289	21
パキスタン	35	2.2	95	5.3	95	1.1	264	36
ベトナム	47	2.3	53	3.0	53	0.9	63	84
パングラデッシュ	30	1.9	33	1.9	33	0.9	58	57
ビルマ	18	1.1	18	1.0	18	0.8	18	100
インドネシア	11	0.7	11	0.6	11	0.5	262	4
カンボジア	1	0.06	1	0.06	1	0.4	6	17
主要9ヶ国の 総生産量	1572	100	1776	100	1818	100	12789	76
世界総生産量	1572	100	1776	100	1818	100	16911	11

(1) 蒸解

苛性ソーダ10%、液比1:6、最高圧力6 kg/cm²で2時間保持の条件でオートクレーブにて蒸解を行った。

(2) 漂白

次亜塩素酸ソーダ(有効塩素10%)で初期温度38℃で2時間放置して漂白を行った。

(3) 抄紙

角型シートマシン(25cm×25cm)を用いて抄紙し、プレス後送風乾燥を行った。

(4) 紙の物性試験

常法により種々の物性評価を行った。その結果は表2-18のとおりである。

表 2-18 物性試験結果

試験	竹パルプ	竹皮	
		未晒	晒
C S F (ml)	742	535	590
歩留(%)		52.1	
坪量(g/m ²)	38.0	69.9	33.6
厚さ(mm)	0.108	0.128	0.078
密度(g/cm ³)	0.35	0.54	0.43
裂断長(km)	0.66	5.76	5.14
比引裂強さ(gf)	136	74.7	74.4
比破裂強さ(kgf/cm ²)	0.21	3.21	1.20
吸水度(mm/min)	(132)* ²	3(13)* ²	16
白色度(%)	82.0	16.0	55.6
耐折度(回)* ¹	* ³	1600	540

*1 MIT型(荷重0.5kg)平均

*2 10分間の吸水度

*3 測定不能

(5) タケパルプ等による製品試作

竹皮残留ファンシーペーパー

竹皮を3cmに切断し、平釜にて、NaOH10%で蒸解した後、ナギナタビーターで解繊し、染色した、竹パルプに混入して竹100%のファンシー、ハガキ、便せん用紙の試作を行った。(写真2-5)

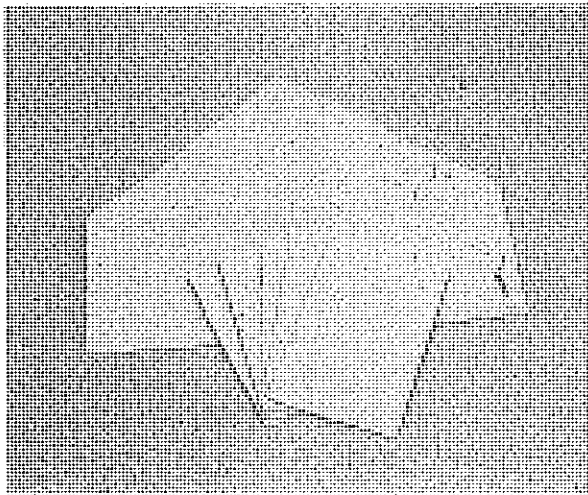


写真2-5 竹皮製品

2. 7 沼地や湿地で生育するイネ科の植物を原料とするパルプ

2. 7. 1 アシのパルプ化及びアシパルプ配合による新製品開発

(1) アシの蒸解

アシは切断機で約3cmに裁断して煮熟を行った。煮熟は回転式オートクレーブで表2-19に示す煮熟条件で行った。1の条件は水酸化ナトリウム10%、2の条件は20%、3の条件は水酸化ナトリウム20%、亜硫酸ナトリウム5%をアシに対し加え、液比1対6、煮熟圧8kg/cm²で2時間行った。煮熟後水洗を行った。漂白は次亜塩素酸ナトリウム(有効塩素10%)、温度38℃で行い、その後水洗した。

表2-19 アシの煮熟条件

	No. 1	No. 2	No. 3
NaOH (%)	10	20	20
Na ₂ SO ₄ (%)	—	—	5
液比	1 : 6	1 : 6	1 : 6
煮熟圧(kg/cm ²)	8	8	8
煮熟時間(h)	2	2	2

(2) アシの物性

JISP 8209パルプ試験用手すき紙調製方法によりシートマシンで抄紙した。物性試験は常法により行った。

表2-20に各煮熟条件により作成したアシ製の紙の物性を示した。1の条件により作成した紙は未蒸解な繊維があり、白色度も37%と低く印刷用紙などには不十分である。

表2-20 物性試験結果

試験	No. 1	No. 2	No. 3
CSF(ml)	664	646	655
歩留(%): 煮熟	77.4	50.7	53.9
: 漂白	45.9	39.9	44.1
坪量(g/m ²)	68.2	70.5	68.0
厚さ(mm)	0.181	0.144	0.147
密度(g/cm ³)	0.38	0.49	0.46
裂断長(km)	3.49	3.64	4.58
比引裂強さ(gf)	78.9	47.9	75.9
比破裂強さ(kgf/cm ²)	1.58	1.39	2.03
吸水度(mm/min)	19	34	35
白色度(%)	37.1	74.2	74.8
耐折度(回)*	83	9	46

* MIT型(荷重0.5kg)平均

(3) 木材パルプ配合による物性試験

2の条件すなわち水酸化ナトリウム20%で蒸解したアシを印刷用紙などに使用するために木

材パルプと配合して物性を測定した。アシと木材パルプのろ水度はそれぞれ627mlと633mlのものを使用した。木材パルプを配合して測定した結果を表2-21に示した。

表2-21 アシに木材パルプを配合下物性試験結果

配合率(%) NBKP : アシ	100 : 0	75 : 25	50 : 50	25 : 75	0 : 100
坪量(g/m ²)	62.8	64.1	61.3	60.2	55.2
厚さ(mm)	0.116	0.120	0.101	0.094	0.110
密度(g/cm ³)	0.541	0.534	0.607	0.640	0.502
裂断長(km)	2.43	3.09	4.88	5.35	5.08
比引裂強さ(gf)	54.8	69.9	75.7	79.7	90.6
比破裂強さ(kgf/cm ²)	0.67	1.20	2.59	3.27	2.95
吸水度(mm/min)	29	33	22	26	35
白色度(%)	83.3	72.1	66.7	60.9	59.3
不透明度(%)	85.4	90.1	90.3	90.5	93.0
耐折度(回)*	2	3	15	34	31
透気度(Kpa·s/m)	12.07	13.03	27.51	27.52	15.87

* MIT型(荷重1.0 kg)平均

図2-1にアシの配合割合と密度の関係を示した。密度はアシの量が増えるほど密度も増加し、75%配合した時に0.64と最大値を示した。

図2-2にアシの配合割合と裂断長の関係を示した。裂断長もアシの量が増えるにしたがい増加し密度の場合と同様に75%配合で最大値を示した。

図2-3にアシの配合割合と比引裂の関係を示した。引裂度はアシの量が増えるにしたがい強くなる。

図2-4にアシの配合割合と比破裂の関係を示した。破裂度もアシの量が増えるにしたがい増加するが、75%配合した場合最大値を示した。

図2-5にアシの配合割合とMIT耐折度との関係を示した。耐折もアシの量が増えるにしたがい増加するが、他の物性値と同様に75%配合で最大値を示した。

図2-6にアシ配合割合と白色度の関係を示した。白色度はアシの増加にともない低下した。

図2-7にアシ配合割合と不透明度の関係を示したが、不透明度は一般的にいわれているように、木材パルプにアシを配合すると大きくなる。

図2-8にアシ配合割合と吸水度の関係を示した。吸水度は密度との相関がありアシ配合割合との相関はない。

アシに木材パルプを配合したときの物性値を測定したが、物性値はアシの量が増加するにしたがい増加する傾向があり、密度、裂断長、破裂度はアシが75%の時に最大値を示した。

以上の物性測定結果からアシを50%配合して、印刷用紙の試作を行い、滋賀県淡海環境保全事業団の依頼等で琵琶湖に生育しているアシをパルプ化し、滋賀県の公害白書等の印刷用紙、名刺、はがき、ワープロ用紙を開発した。また、アシパルプは中国から輸入可能で価格も安く(1kg当たり100円~200円)、高級印刷用紙や書道関係に適していることが判明した。(写真2-6)



写真2-6 アシによる環境白書

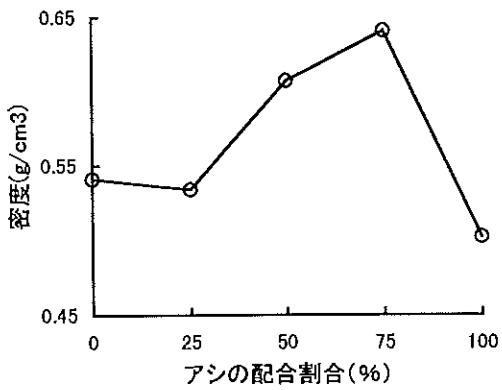


図2-1 アシの配合割合と密度

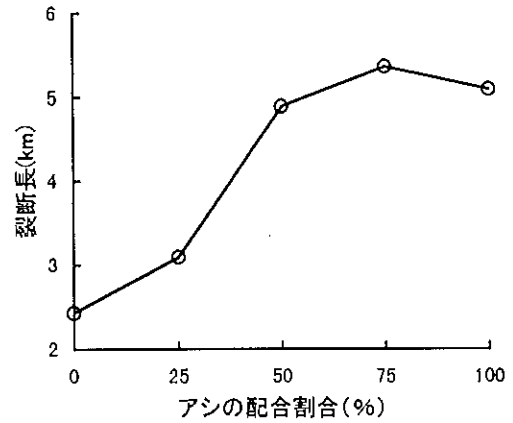


図2-2 アシの配合割合と裂断長

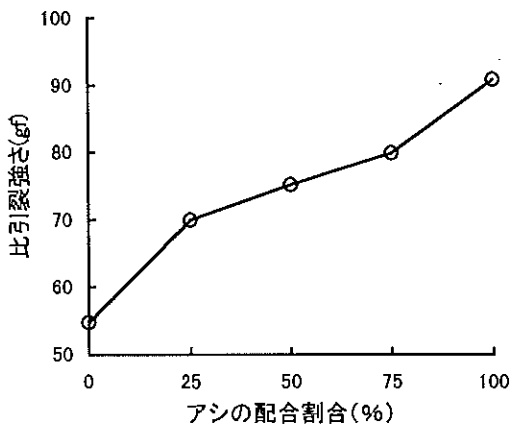


図2-3 アシの配合割合と比引裂強さ

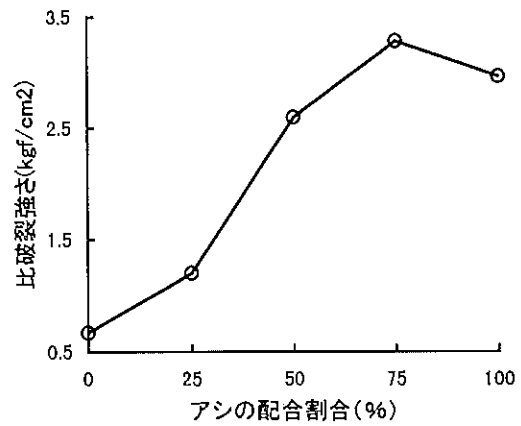


図2-4 アシの配合割合と比破裂強さ

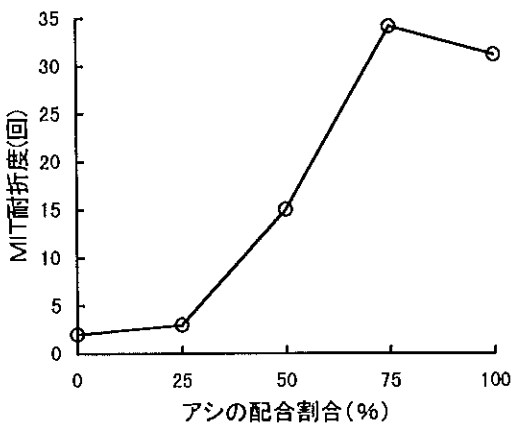


図2-5 アシの配合割合とMIT耐折度

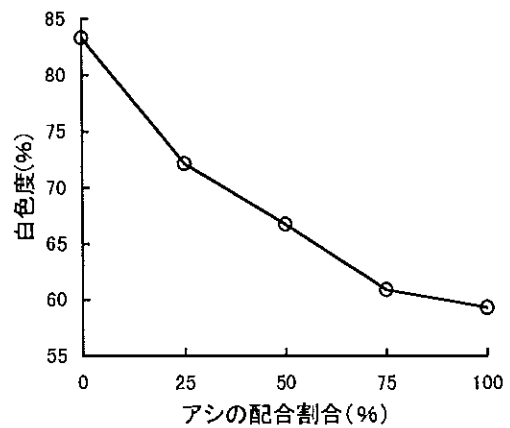


図2-6 アシの配合割合と白色度

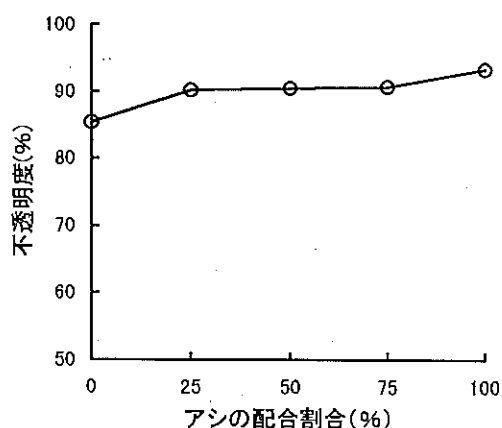


図2-7 アシの配合割合と不透明度

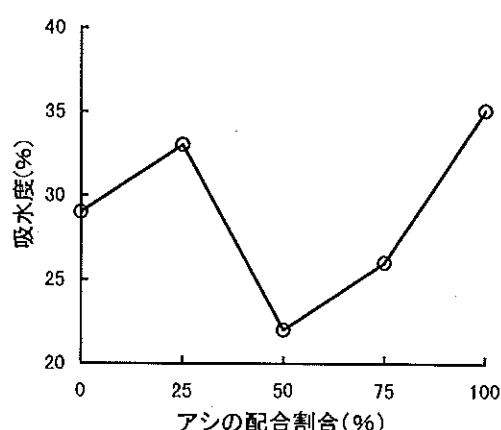


図2-8 アシの配合割合と吸水度

2. 7. 2 パピルス

パピルスは5000年もの太古より紙の原料として使われてきた。しかし、最近世界でパピルスだけを扱っているパルプ工場はない。第二次世界大戦前に稼働していたFibro-Ugandaという工場があったが、大戦中に操業を中止した。パピルスはスーダンやウガンダ、ケニヤ、ルワンダの河川や沼地で豊富にあり、それが利用された。原料の利用性の良さにもかかわらず、パピルスを原料とした製紙産業の発展は遅れがちである。

(1) 蒸解

苛性ソーダ10%、液比1:6、最高圧力6 kg/cm²で2時間保持の条件でオートクレーブにて蒸解を行った。

(2) 漂白

次亜塩素酸ソーダ(有効塩素10%)で初期温度38℃で2時間放置して漂白を行った。

(3) 抄紙

角型シートマシン(25cm×25cm)を用いて抄紙し、プレス後送風乾燥を行った。

(4) 紙の物性試験

常法により種々の物性評価を行った。その結果は表2-22のとおりである。

表2-22 物性試験結果

試験	パピルス 晒
CSF (ml)	759
坪量(g/m ²)	68.0
厚さ(mm)	0.164
密度(g/cm ³)	0.41
裂断長(km)	0.70
比引裂強さ(gf)	56
比破裂強さ(kgf/cm ²)	0.2

2. 8 まとめ

非木材繊維は地球環境保全だけでなく、各々に特徴のある性質を有している。できるだけ多くの非木材繊維や非木材パルプを入手しその物性の評価を行った。その結果種々の特性が判明した。

非木材繊維は蒸解時の排水処理、除塵等のことや、コスト的な点で問題も残るが、実用化を前提に、ケナフ、アシを中心に試作し、一部実用化をしている。これらの研究が非木材繊維の利用拡大になれば幸いである。

第3節 食品関連シート及び包装成型品の開発研究

3.1 緒言

食品の包装・保存過程で用いられるシートではその機能として安全性、保護性、便利性、商品性、生産性等が要求され、近年では、それらにプラスしてガス透過性あるいはバリアー性、鮮度保持のための抗菌性、廃棄処理のための生分解性などが要求されるようになってきた。またそれらの材質は、紙、布、不織布、フィルム、金属箔及びそれらの複合品が用いられている。

そこでそれらの機能のいくつかを付与した紙、フィルムラミ、成型品を試作し評価試験を行ったのでその結果について報告する。

3.2 鮮度保持用抗菌剤の抗菌性試験

3.2.1 目的

食品の鮮度保持には温度、湿度のコントロール、外的衝撃の防止、鮮度保持剤の使用等が考えられる。鮮度保持については最近の消費者ニーズの多様化に対応して、その分野での研究開発も進んできている。鮮度保持剤としては対象食品によって異なるが、安全性を考慮して天然系の抗菌剤の使用を検討し、ヒノキ（ヒバ）の抽出物であるヒノキチオール、ワサビの主成分のイソチオシアン酸アリル等を用い、食品の腐敗の原因の一つであるカビの発生を防止するため、まず抗菌剤の紙への利用を目的とした抗菌性の試験を行った。続いてそれらの抗菌剤を含浸加工した紙（ろ紙）を用い、実際のパンと餅についてカビの発生状況を試験したのでその結果を報告する。

3.2.2 各種材料の抗菌性試験

(1) 試験方法

天然物には抗菌、殺菌性を持つものが多くあることが知られており、抗菌性材料として身近

にあるニンニクなどの(ロ)～(ル)を用いて試験を行った。

- (イ) ブランク
- (ロ) ニンニク (すりおろし)
- (ハ) // (スライス)
- (ニ) // (熱処理)
- (ホ) 唐辛子 (本体)
- (ヘ) // (種)
- (ト) 玉ネギ (すりおろし)
- (チ) ヒノキチオール (固形)
- (リ) ヒノキオイル
- (ヌ) ショウガオイル
- (ル) イソチオシアン酸アリル

培地は市販の羊血寒天培地(シャーレ内径8.7cm、深さ1.2cm)を用いた。

パンに発生したカビを採取し、水で薄めたものを約0.02ml培地上に滴下した。それをガラス棒で培地の表面に拡げ、その上に各試料を乗せて蓋をし、温度30℃、湿度85%の恒温恒湿槽でカビの培養を行った。

(2) 試験結果及び考察

1～2日経過後のカビ発生状況の結果は、表3-1のとおりである。

用いた抗菌性材料のカビ発生についてはニンニク(すりおろし)、ヒノキチオール、イソチオシアン酸アリルに顕著なカビ発生阻害の効果が認められ、ショウガオイルも弱いけれども効果が認められた。ニンニクのスライスや熱処理したもの及び、唐辛子の本体や種は固形状をしており、周囲へのカビ発生阻害効果は無かった。これらの固形物を袋状に加工し、紙へ封入するタイプでは効果はないので、その揮発成分が強力な阻害効果を持つか、液状のものあるいは、マイクロカプセル化し液状にして紙等に加工するタイプが望ましいと思われた。

表3-1 抗菌性材料のカビ発生状況

(イ)ブランク	1日後 カビ発生 2日後 カビ成長
(ロ)ニンニク(すりおろし)	1日後 試料の周囲カビ発生なし(試料から2.5cmの範囲) 2日後 カビ発生なしの範囲狭まる(// 0.8cm //)
(ハ) // (スライス)	1日後 カビ発生、試料の周囲にカビ発生 2日後 試料の周囲のカビ成長
(ニ) // (熱処理)	1日後 スライス状に比較して発生量多い 2日後 試料の周囲のカビ成長
(ホ)唐辛子(本体)	1日後 カビ発生(ブランクと同程度) 2日後 試料の周囲にカビ発生
(ヘ) // (種)	1日後 カビ発生(ブランクと同程度) 2日後 カビ成長(ブランクと同程度)
(ト)玉ネギ(すりおろし)	1日後 カビ発生(ブランクと同程度) 2日後 試料の周囲にカビ発生
(チ)ヒノキチオール	2日後 試料の周囲カビ発生なし(試料から2.0cmの範囲)
(リ)ヒノキオイル	2日後 ブランクと同程度
(ヌ)ショウガオイル	2日後 多少効果が認められる
(ル)イソチオシアン酸アリル	2日後 カビ発生なし

3. 2. 3 マイクロカプセル化抗菌剤の抗菌試験

(1)試験方法

イソチオシアン酸アリル等の抗菌成分は揮発性が高いため、通常の方法での紙への加工では抗菌性効果は長続きしない。そのためヒノキチオール、ショウガオイル、イソチオシアン酸アリル等についてマイクロカプセル化を協力会社に依頼し入手した。入手したマイクロカプセルは表3-2の7種類である。

これらのマイクロカプセル液(イ)~(ト)及びそれらの精油成分を直径9mmの円形ろ紙に含浸させ、抗菌性加工ろ紙試料とした。

- (ロ)天然ワサビオイルマイクロカプセル5%液
- (ハ)イソチオシアン酸アリルマイクロカプセル5%液
- (ニ) //
- (ホ)ショウガオイルマイクロカプセル5%液
- (ヘ)ヒノキオイルマイクロカプセル5%液
- (ト)ヒノキチオール1%入りヒノキオイルマイクロカプセルの5%液
- (チ)ヒノキチオール
- (リ)ヒノキチオール1%入りヒノキオイル
- (ヌ) // 5% //
- (ル)イソチオシアン酸アリル
- (ヲ)ショウガオイル
- (ワ)ブランク

(イ)天然ワサビオイルマイクロカプセル5%液

表3-2 入手したマイクロカプセル

マイクロカプセルの種類	平均粒径(μm)
(イ)天然ワサビオイルのマイクロカプセル	4.0
(ロ) //	6.7
(ハ)イソチオシアン酸アリルのマイクロカプセル	3.3
(ニ) //	5.7
(ホ)ショウガオイルのマイクロカプセル	7.3
(ヘ)ヒノキオイルのマイクロカプセル	4.3
(ト)ヒノキチオール1%入りヒノキオイルのマイクロカプセル	5.5

備考：(イ)と(ロ)、(ハ)と(ニ)は製造法が異なる。また芯物質の含有量は、全種類5%である。

培地は市販のサブロー寒天培地（シャーレ内径8.7cm、深さ1.2cm）を用い、温度30℃、湿度85%の恒温恒湿槽でカビの培養を行った。すなわち、餅に発生したカビを採取し、滅菌水で希釈後シャーレ中の寒天培地上に噴霧した。その上に加工ろ紙試料をおいて蓋をし、所定日数経過後のカビの発生阻害状況を観察した。

(2) 試験結果及び考察

表3-3にカビの発生阻害状況の結果を示した。天然ワサビオイルのマイクロカプセル(イ)及び(ロ)は顕著な防カビ作用は示さなかったが、その抗菌主成分であるイソチオシアン酸アリル

は、マイクロカプセルでも精油成分でも(ハ)、(ニ)及び(ル)のように大きなカビ発生阻害作用を示した。ショウガオイル精油成分(ヲ)において、弱い防カビ作用があった。また、ヒノキオイルは精油(チ)でもマイクロカプセル化物(ヘ)でも防カビ作用は認められなかったが、ヒノキチオールを入れたヒノキオイル(ト)、(リ)及び(ヌ)はいずれも顕著な防カビ作用が認められた。

しかし各々精油成分とマイクロカプセル化物との防カビ作用の比較は、含浸された成分量に差があるのでここでは、明らかにできなかった。

次に、この実験で最も防カビ作用の大きかったワサビオイルのマイクロカプセル化物を中心に実際の食品に応用した実験を進める。

表 3-3 抗菌剤加工ろ紙のカビ発生阻害状況

	2日経過後		3日経過後	
	発生阻害範囲	観察	発生阻害範囲	観察
イ	なし	ブランクと同程度	なし	ブランクと同程度
ロ	なし	ブランクより薄い	なし	ブランクと同程度
ハ	カビ発生なし	—————	なし	ブランクと同程度
ニ	カビ発生なし	—————	直径2.5cmの範囲	発生しているところはブランクより薄い
ホ	なし	ブランクと同程度	なし	ブランクと同程度
ヘ	なし	ブランクと同程度	なし	ブランクと同程度
ト	直径2cmの範囲	発生しているところはブランクと同程度	なし	ブランクと同程度
チ	なし	ブランクと同程度	なし	ブランクと同程度
リ	直径3.5cmの範囲	発生しているところはブランクと同程度	直径2cmの範囲	発生しているところはブランクと同程度
ヌ	直径6.3cmの範囲	発生しているところはブランクより薄い	直径6cmの範囲	発生しているところはブランクより薄い
ル	カビ発生なし※	—————	カビ発生なし	—————
ヲ	直径6.5cmの範囲	発生しているところはブランクより薄い	なし	ブランクと同程度
ワ	なし	全面に発生	なし	2日目より濃い

※5日後にカビ発生

3. 2. 4 抗菌マイクロカプセルの実用化試験

(1) 食パンの防カビ試験方法

表3-2の(イ)～(ヘ)のマイクロカプセル液を蒸留水で0.5%、0.25%、0.125%及び0.025%に希釈し、それぞれについて、バインダーとしてウレタン系のスーパーフレックス300（第一工業製薬株式会社製）を6%の割合で添加し加工液とした。また、ブランクとしてバインダー

のみの加工液も調整した。

加工方法はそれぞれの加工液に20cm×13cmのろ紙(45g/m²)を含浸加工し、回転乾燥機(約80℃)で乾燥し、防カビ試験に供した。防カビ試験は、25cm×27cm、厚さ0.07mmのポリエチレン袋に含浸加工ろ紙を入れその上に防腐剤の入っていない市販の食パンを一枚を入れて密封し、温度25℃、湿度85%の恒温恒湿槽の中で、カビの発生具合を観察した。また比較のため、市販のフィルム状の抗菌シートを同様にセットした。

(2) 試験結果及び考察

表3-5に5日経過後のカビ発生状況を示したが、カビ発生面積を見てみると表側に比べ紙側が高く、バインダーや含浸加工時の汚染などが考えられるが、詳しく追究できなかった。

抗菌マイクロカプセルの種類別に数値を見て

みると、ブランクと比較して表側については、(ハ)、(ニ)が明らかにカビ発生が押さえられていた。また紙側については一部を除いて効果が認められたが、市販品との比較では、その効果は少なかった。抗菌マイクロカプセルの紙への付着量を多くすれば解決できると思われる。

表3-4 含浸加工ろ紙の固形分付着量

平均固形分付着量		平均固形分付着量	
ブランク	0.12 g		
イ-0.5 %	0.13	ニ-0.5 %	0.18 g
0.25	0.07	0.25	0.12
0.125	0.09	0.125	0.09
0.025	0.11	0.025	0.06
ロ-0.5	0.19	ホ-0.5	0.07
0.25	0.08	0.25	0.11
0.125	0.10	0.125	0.11
0.025	0.04	0.025	0.11
ハ-0.5	0.18	ヘ-0.5	0.09
0.25	0.14	0.25	0.09
0.125	0.11	0.125	0.07
0.025	0.06	0.025	0.12

(3) 餅の防カビ試験方法

食パンの防カビ試験結果から、マイクロカプセルの付着量を増やすこと及びバインダーによる汚染を避けるため、表3-2の(ニ)~(ヘ)の3種類のマイクロカプセル液を蒸留水で2%及び1%に希釈し加工液とした。

加工方法はそれぞれの加工液に3cm×3cmのろ紙を含浸加工し、回転乾燥機(約80℃)で乾燥し、防カビ試験に供した。

防カビ試験は、内径8.7cm、深さ1.2cmの蓋付き滅菌シャーレの中に、市販の切り餅(4cm×5.5cm×厚さ0.7cm)を入れ、その上に含浸加工ろ紙を入れて蓋をした。(1)と同様に温度25℃、湿度85%の恒温恒湿槽の中で、カビの発生具合を観察した。

(4) 試験結果及び考察

表3-6のように、ブランクより試験区の方がカビ阻害効果が悪い結果となったが、その原因は十分解明できなかったが、(ニ)~(ヘ)の加工サンプルはいずれも、濃度の高い方がカビ発生率が低く、食パンの試験と合わせ、これらの抗菌効果はあると思われる。

3. 2. 5 まとめ

食品の鮮度保持機能を紙に付与することを目的として、紙に天然系の抗菌剤を含浸加工し、食パンと切り餅についてカビの発生阻害状況を試験した。その結果、ワサビ、ヒノキ、及びシヨウガの精油及びそのマイクロカプセル化物の含浸紙に強度の差異はあるものの、阻害効果があることが確認できた。今後紙はじめ不織布やトレーなどのモールド製品にも展開可能である。

表3-5 食パン防カビ試験結果

試料名	5日後カビ発生面積 (cm ²)	※カビ発生率 (%)	試料名	5日後カビ発生面積 (cm ²)	※カビ発生率 (%)
ブランク 表側	0.091	100	ニ(0.5%) 表側	0.280	308
ブランク 紙側	0.700	100	ニ(0.5%) 紙側	0.630	90
イ(0.5%) 表側	0.511	562	ニ(0.25%) 表側	0.049	54
イ(0.5%) 紙側	0.861	123	ニ(0.25%) 紙側	0.371	53
イ(0.25%) 表側	0.231	254	ニ(0.125%) 表側	0.091	100
イ(0.25%) 紙側	0.420	60	ニ(0.125%) 紙側	0.490	70
イ(0.125%) 表側	0.091	100	ニ(0.025%) 表側	0.070	77
イ(0.125%) 紙側	0.441	63	ニ(0.025%) 紙側	0.861	123
イ(0.025%) 表側	0.070	77	ホ(0.5%) 表側	0.119	131
イ(0.025%) 紙側	0.231	33	ホ(0.5%) 紙側	0.371	53
ロ(0.5%) 表側	0.231	254	ホ(0.25%) 表側	0.350	385
ロ(0.5%) 紙側	0.700	100	ホ(0.25%) 紙側	0.091	13
ロ(0.25%) 表側	0.119	131	ホ(0.125%) 表側	0.091	349
ロ(0.25%) 紙側	0.350	50	ホ(0.125%) 紙側	0.490	70
ロ(0.125%) 表側	0.119	131	ホ(0.025%) 表側	0.259	285
ロ(0.125%) 紙側	0.329	47	ホ(0.025%) 紙側	0.210	30
ロ(0.025%) 表側	0.469	515	へ(0.5%) 表側	0.161	177
ロ(0.025%) 紙側	0.539	77	へ(0.5%) 紙側	0.091	13
ハ(0.5%) 表側	0.070	77	へ(0.25%) 表側	0	0
ハ(0.5%) 紙側	0.651	93	へ(0.25%) 紙側	0.469	67
ハ(0.25%) 表側	0.049	54	へ(0.125%) 表側	0.119	131
ハ(0.25%) 紙側	0.420	60	へ(0.125%) 紙側	0.329	47
ハ(0.125%) 表側	0.021	23	へ(0.025%) 表側	0.140	154
ハ(0.125%) 紙側	0.420	60	へ(0.025%) 紙側	0.700	100
ハ(0.025%) 表側	0.070	77	市販品 表側	0.140	54
ハ(0.025%) 紙側	0.329	47	市販品 紙側	0.049	7

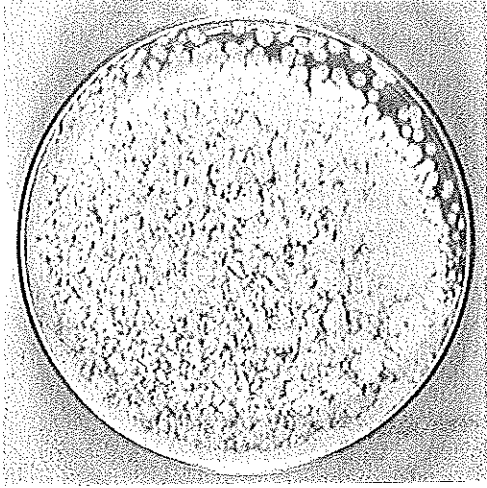
※カビ発生率はブランクのカビ発生面積に対する%

表3-6 切り餅の防カビ試験結果

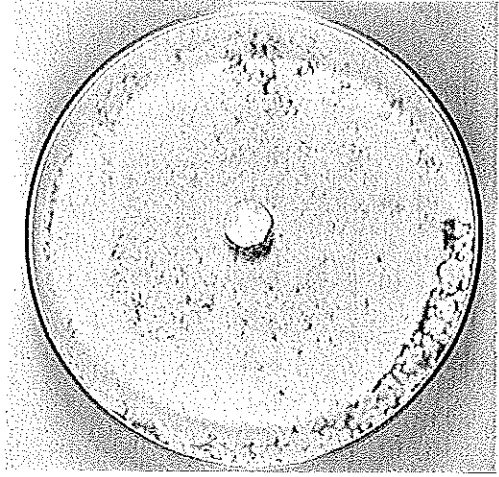
試料名	5日後のカビ発生面積(%)
(ニ)の2%液	0.6
(ニ)の1%液	5.0
(ホ)の2%液	0.3
(ホ)の1%液	0.3
(へ)の2%液	0
(へ)の1%液	10.0
ブランク	0

写真3-1 3. 2. 3 抗菌試験のカビ発生状況

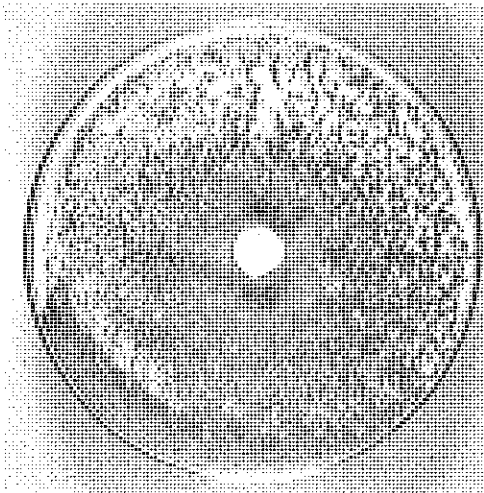
ブランク



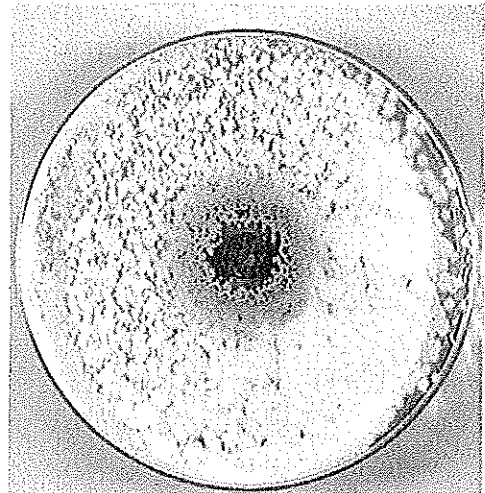
イ



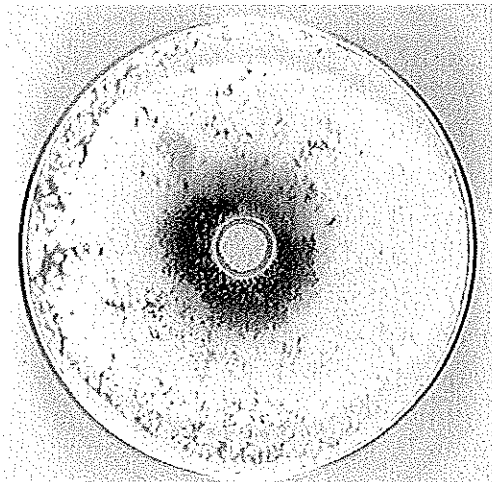
ニ



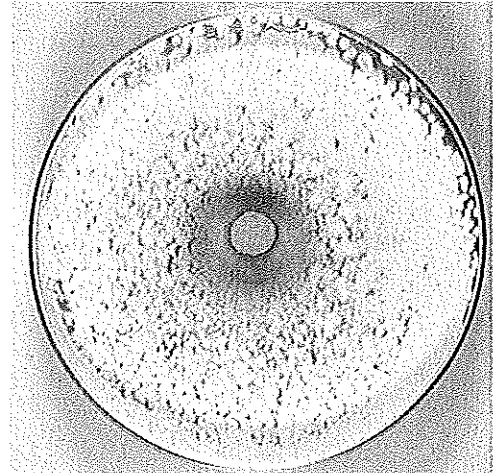
ホ

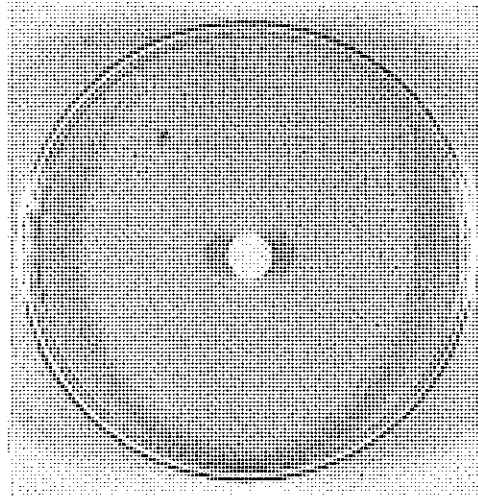
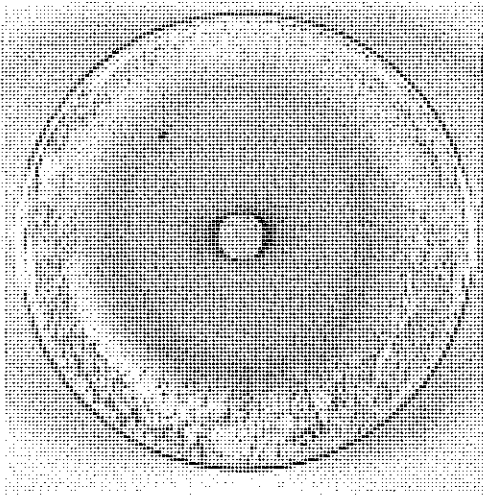


ヘ



リ





3. 3 機能性加工紙の加工適性及び機能評価

3. 3. 1 目的

豊かな生活のための輸送包装材としての、プラスチック容器、包装フィルム、緩衝材等の一部を除き自然界で分解しないことから、環境破壊の要因となってきた。そこで近年生分解性の資材の研究開発¹⁾が徐々に進みつつあるが、使い勝手(便利性、保護性)及び生産性の点で普及には至っていない。

そこで、食品関連シート(成型品を含む)の研究の一環として自動テストプレス機、エンボス加工機及び、樹脂成型プレスによる紙と生分解性フィルムの積層加工また、コーター&ラミネーターでの紙への塗工、フィルムとのラミネートによる試作を行い、その加工適性と試作品の機能について試験したので、その結果について報告する。

3. 3. 2 自動テストプレス機による積層

(1) 試験方法

当センターで試作抄紙した紙に、樹脂加工機(有限会社勝賀瀬鉄工所製)を用いてフッ素系剥離材を含浸加工した剥離紙、エンボス加工機

(有限会社吉永鉄工製)を用いて熱処理温度60℃、速度2m/minで処理したエンボス紙及び市販の障子紙、キッチンペーパーを用意し、デンプン・PVA系(マタービー)、水溶性PVA系(エコマティール)及び、脂肪族ポリエステル系フィルム(ビオノーレ)を紙でサンドイッチにし、自動テストプレス機で積層した。そのときの処理条件は以下のとおりであった。

自動テストプレス機：神藤金属工業株式会社
製AF-50型

処理温度：105～110℃

処理圧力：50kg/cm²

処理時間：2min

得られたフィルム加工紙を混合ガス透過率測定装置(ジーエル・サイエンス株式会社製GPM-250)を用いて酸素、窒素及び空気の透過率を測定した。この測定装置は、同圧法の測定装置でサンプルの一面側にテストガスを流し、もう一方の側にキャリアーガスを循環させ、サンプルを透過したテストガスをガスクロマトグラフで測定して透過率を求める装置である。

(2) 試験結果及び考察

ガス透過率測定結果を表3-7に示した。

表3-7 ガス透過率測定結果 (No.1~3は比較のためフィルムのみ)

No.	試作品の構成	透過率 ml/m ² ·day·atm		
		O ₂	N ₂	Air
1	マタービー (50μ)	1.61E+2	8.35E+1	7.81E+1
2	エコマティー (65μ)	0.00E+0	0.00E+0	7.49E+0
3	ビオノーレ (30μ)	4.53E+2	1.60E+2	2.15E+2
4	エンボス紙+マタービー+剥離紙	2.48E+2	2.24E+2	2.10E+2
5	エンボス紙+マタービー+エンボス紙	1.67E+2	1.46E+2	1.42E+2
6	エンボス紙+エコマティー+エンボス紙	1.23E+2	9.81E+1	8.86E+1
7	ビオノーレ+キッチンペーパー	7.43E+3	7.45E+3	6.97E+3
8	エンボス紙+ビオノーレ+剥離紙	5.24E+3	5.63E+3	5.18E+3
9	エンボス紙+ビオノーレ+エンボス紙	1.87E+4	—	1.89E+4
10	障子紙+ビオノーレ+障子紙	1.47E+4	—	1.49E+4

表3-8 市販マタービーフィルムの物性

		AF10H	AF05H	ZF02U	ZF03U	
フィルム厚さ	μm	30	30	30	30	
引張特性	弾性率	kgf/cm ²	2550	1020	3810	2780
	破断強度	kgf/cm ²	235	173	310	280
	破断伸度	%	410	475	671	785
引裂強さ	g	300	170	300	280	
HAZE	%	75	87	75	88	
ヒートシール	最適温度	℃	135~160	115~150	-	130~160
	強度	gf/15mm	550	600	-	800
酸素透過度						
25°C	0%RH cc·20μm/m ² ·day·atm	4	3	19	80	
25°C	85%RH cc·20μm/m ² ·day·atm	-	80	221	730	
透湿度	g·30μm/m ² ·day	850	760	189	351	
表面抵抗率	Ω·cm	8E+09	-	-	-	

出典：日本合成化学工業(株)生分解性プラスチック「マタービー」資料

表3-9 市販ビオノーレフィルムの物性

		#1000	#2000	#3000	HB-HV	
		単独重合体	単独重合体	共重合体	共重合体	
ポリマーのタイプ						
MFR 190°C	g/10min	19.0	7.9	12.0	-	
融点	℃	116	107	94	-	
密度	g/cm ³	1.26	-	1.23	-	
引張強度	MPa	23.7	22.2	16.6	20.2	
伸度	%	340	340	330	5	
弾性率	MPa	510	460	350	950	
ヒートシール性	温度	℃	140	150	150	180
	強度	gf/15mm	1920	1150	870	810
ガス透過性	O ₂ cc30μm/m ² ·day·atm	1740	1090	3830	3600	
	H ₂ O g·30μm/m ² ·day	560	600	540	150	

出典：(株)ダイヤリサーチ生分解性ポリマー情報創刊案内パンフレット

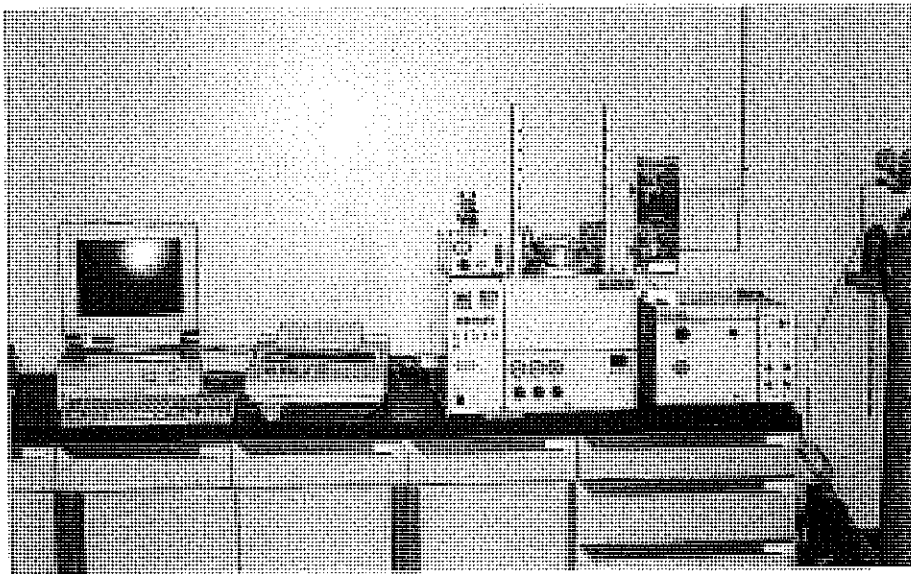


写真 3-2 混合ガス透過率測定装置

自動テストプレス処理の温度と圧力において、フィルムは軟化し、紙表面の繊維やエンボスパターンによって厚薄を生じ、ガス透過率が增大することが考えられる。

マタービーフィルムでは、未処理フィルムより積層シートの方がガス透過率が高く、No. 1 < No. 5 < No. 4 の順となった。

エコマティーフィルムでも、No. 2 < No. 6 となり、またビオノーレフィルムでも同様の傾向で、No. 3 < No. 8 < No. 7 < No. 10 < No. 9 の順でガス透過性が増大した。

3. 3. 3 樹脂成型プレス機による積層

(1) 試験方法

マタービーフィルム (20、30、50 μm)、ビオノーレフィルム (30 μm) 及び、市販キッチンペーパーを用意し、キッチンペーパーは後の成型加工時に伸びが必要なことから、3. 3. 2 (1)の方法でエンボス加工した。

樹脂成型プレスは神藤金属工業株式会社製AW FA-37型を用い、成型型は写真に示すとおりで行った。

すなわち、マタービーフィルム1枚、紙2枚を交互に8層重ねたもの、3. 3. 2のNo. 5を

8枚重ねたものをそれぞれ、1次プレス (圧力10kg/cm², 温度110°C, 保持時間100秒)、15秒で圧抜き後、2次プレスして (圧力140kg/cm², 温度106°C, 保持時間100秒) 成型加工を行った。また2次プレスの条件を表3-10ように変化させ、ビオノーレフィルムも同様に成型した。

表 3-10 2次プレスの条件

	圧力 kg/cm ²	温度 °C	保持時間 秒
マター	140	106	100
ビー	140	110	120
	140	112	150
	140	114	100
ビオノ ーレ	140	110	120

(2) 試験結果及び考察

マタービーフィルムは、デンプンを主成分とした変性ポリビニルアルコールなどとのポリマーアロイで、ヒートシール最適温度は115~150°Cとなっているが、紙との張り合わせには熱エンボスの加工温度は60~70°Cで充分張り合わせることができる。このフィルムは温度が上昇するにつれて、柔らかくなっているため、タック

によって紙にエンボス部分が入り込み張り合わせが速くなると考えられる。この時高温になるにつれて、デンプンに由来すると考えられる臭いが出、加工後も少し残る。また、フィルムが熔融し、透明感と着色による白色度の低下が起こり、フィルム状となる。このため、2次加圧条件は110℃、120秒までが望ましい。成型型の形状にもよるが、1次加圧においても、紙及びフィルムを充分伸ばしながら行うことと加圧速度を調整することが望ましい。

紙とフィルムとの積層割合については、フィルムが少ないと紙の表面に生分解性樹脂の浸透が少なく、紙ライクな雰囲気は出るが、成型品としての堅さが充分でない。また、シート間の接着が弱いため、圧縮強度も低い。成型温度も同様に110℃から4～5℃の違いにより、フィルム成分の熔融状態が異なるため、接着せずに柔らかくなったり、熔融しすぎて紙の持つ雰囲気を失う等の問題点がある。

ビオノーレフィルムは脂肪族ポリエステル¹の生分解性樹脂であり、熔融温度も114℃と成型に必要な温度としてはあまり高くはない。マタービーフィルムと比較して、エンボス加工処理の温度は100～110℃と少し高くしないと張り合わせできないが、成型時の加熱においても悪臭は発生しない。

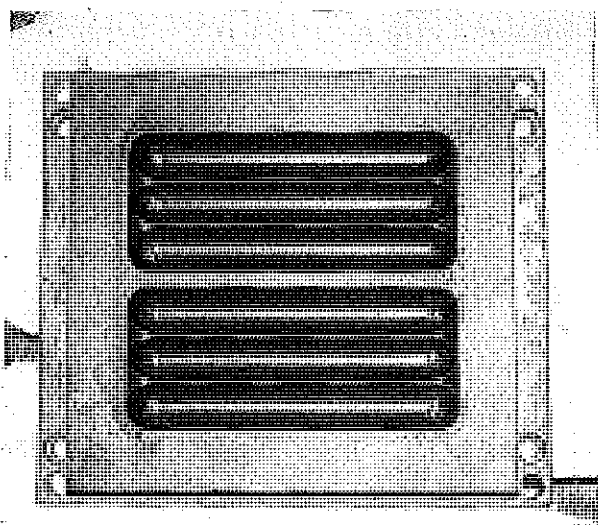


写真3-3 成型型

3.3.4 コーター&ラミネーターによる塗工及びラミネート

(1) 試験方法

(a) 塗工及びラミネート方法

予備的な塗工は、コーティングロットNo.7で行い、ラミネートは塗工後80℃の恒温乾燥機で溶媒を乾燥後熱キャレンダー100℃、6m/minで張り合わせた。

(b) コーター&ラミネーターによる塗工及びラミネート条件

当センター設置の岡崎機械工業株式会社製TC/DL-700S(写真3-4参照)を用い、

- ・加工速度：3～60m/min
- ・加工幅：500mm
- ・加工方法：ダイレクトグラビアによる水性ドライラミ(乾燥炉温度60～80℃、ラミロール温度80℃)及び熱ラミの場合はラミロール温度70～120℃
- ・フィルム：マタービー、ビオノーレ、汎用フィルム、アルミフィルム
- ・紙：レーヨン雲竜紙、薄葉紙、印刷用和紙
- ・バインダー：溶剤型ウレタン、水性ウレタンエマルジョン、水性アクリル系エマルジョン
- ・ラミロール：最高使用温度120℃の誘電ロール、圧力3kgf/cm²

(c) 食品包材としての評価試験

フィルム及びラミネート加工試料は混合ガス透過率測定装置GPM-250を用いた透過率を測定し、また厚生省告示第20号(昭和57年2月1日)合成樹脂製の器具及び容器包装試験方法を準用し、飼料1cm²当たり2mlの水で得られた抽出液及び、ポリフィルム面を内側にしてコップ型に折った試料に適量の水を入れて抽出した抽出液を分析に供した。

(d)マイクロカプセル塗工加工紙の徐放性評価
加工方法は、(a)及び(b)の方法で試作した。バインダー樹脂は、水性ウレタン系と水性アクリル系エマルジョンを20、40、及び60%用い、マイクロカプセルは、第一工業製薬株式会社製の市販品で、カプセル芯物質は、ユーカリ抽出物(A)、ハーブ抽出物(B)、ジャスミンオイル(C)で、添加量はそれぞれ2、5、10% (有姿)とした。

徐放性評価は、その香気成分の官能評価やガスクロマトグラフによる方法が良く用いられるが、本研究では、天然系で多成分であり成分同定が容易でないため、ポータブルニオイセンサー(新コスモス電機株式会社製XP-329型)を用いて測定した。²⁾すなわち10cm×10cmの試料を室温の室内に放置した試料とポリエチレン製袋に封入放置した試料を1、2、5、10、30日経過後デシケーターに入れ、20℃、65%RHの恒温恒湿室に1時間置いたものについて、図3-1のように測定し、そのデジタル値の減少で徐放性を評価した。

(e)抗菌性評価

(d)で得られたマイクロカプセル塗工加工紙をポリ袋に入れ4ヶ月室温中に放置したものについて、3. 2. 3(1)マイクロカプセル化抗

菌剤の抗菌試験方法と同様に、2cm×2cmに切った塗工加工紙を培地の上に置き、(この場合羊血寒天培地を使用した)食パンに発生したカビから抽出し滅菌水で希釈した液をスプレーで噴霧し、30℃、85%RHの恒温恒湿槽中でカビの発生阻害状況を観察した。

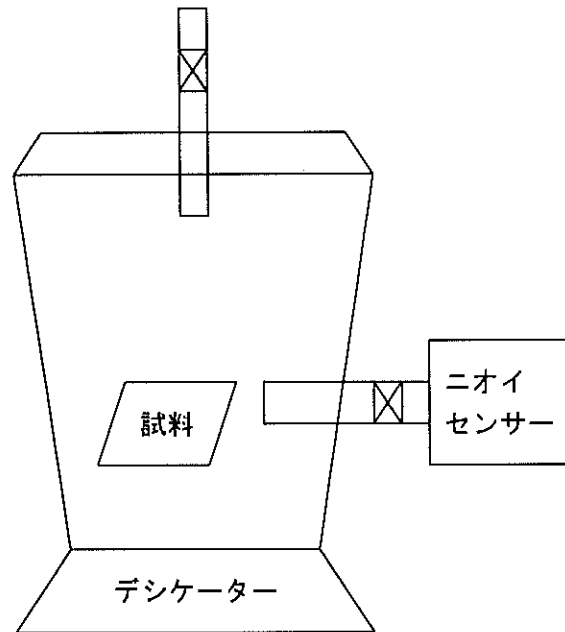


図3-1 ニオイセンサーによるデジタル値の測定

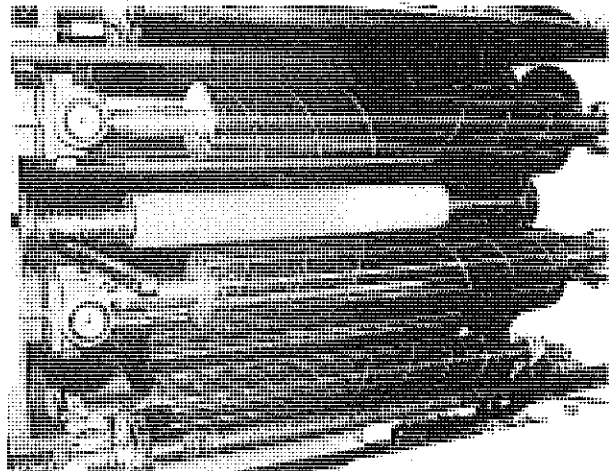
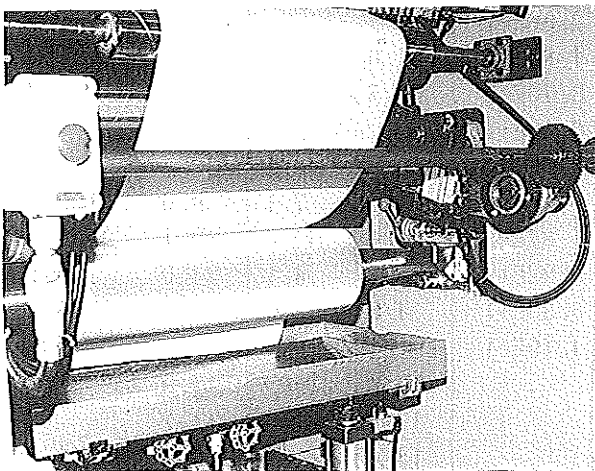


写真3-4 コーター&ラミネーターのグラビアコーター部及びラミ部

(2) 試験結果及び考察

(a) フィルムラミネート加工紙のガス透過性

表3-11に汎用フィルム、生分解性フィルム及びそれらの加工紙についてガス透過率の結果をまとめた。フィルムの値はそれぞれ、各種のハンドブック³⁾及び表3-8、表3-9に示された値の範囲にあり、それらの加工紙もNo.11を除いてラミネートしたフィルムとほぼ同様の値となった。マタービーフィルムは柔らかく、軟化温度も低いことから、今回の熱ラミ条件の温度75℃、圧力2 kgf/cm²、速度10m/minにおいて、3. 3. 2自動プレス機による積層の場合と同様に、紙表面の繊維によって、部分的にフィルムに厚薄が生じガス透過率が増大したものと思われる。しかし、ビオノーレフィルムについては、この熱ラミ条件では同様の結果は得られなかった。

(b) 溶出試験

No.6のマタービーフィルムは、生分解性を促

進する目的で加えられたデンプンのため、抽出液中にデンプンが溶出し蒸発残留物及び過マンガン酸カリウム消費量とも規格値をオーバーしており、食品を直接包装する材料としては不向きであり、それとラミネートしたNo.11も同様の結果であった。

ビオノーレフィルムの場合No.7、9、10は抽出法①の過マンガン酸カリウム消費量を除いて規格値内にある。No.15で明らかなように用いた紙の製造工程で添加された水溶性バインダーや紙力剤に起因しており、抽出法②では抽出されなかったことが考えられる。抽出法による同様な傾向は、No.12、13にも現れている。このことは紙のみでは蒸発残留物や過マンガン酸カリウム消費量が高く、直接食品を包装するのに適さない場合でも適当なフィルムラミを行うことによって可能となり、ビオノーレフィルムもこの点では適当な材料といえる。

表3-11 ガス透過率と溶出試験結果

No.	試料名	ガス透過率 ml/m ² ·day·atm			蒸発残留物 ppm		過マンガン酸カリウム消費量 ppm	
		O ₂	N ₂	Air	①※	②※	①※	②※
1	PE (30μ)	4.08E+3	1.46E+3	1.86E+3	-	-	-	-
2	PE (40μ)	2.89E+3	7.72E+2	1.10E+3	-	-	-	-
3	CPP (20μ)	1.93E+3	5.22E+2	7.42E+2	-	-	-	-
4	OPP (20μ)	1.71E+3	3.16E+2	5.48E+2	-	-	-	-
5	PET (16μ)	8.38E+1	1.22E+1	2.36E+1	-	-	-	-
6	マタービー (30μ)	5.02E+1	1.30E+1	1.85E+1	137.0	-	87.4	-
7	ビオノーレ (30μ)	9.44E+2	2.67E+2	3.70E+2	2.5	-	2.6	-
8	ノボン (20μ)	1.05E+2	8.43E+1	8.18E+1	-	-	-	-
9	ビオノーレ+雲竜紙 熱ラミ	9.31E+2	2.98E+2	3.82E+2	12.5	22.1	30.3	9.5
10	ビオノーレ+印刷用和紙 トライラミ	-	-	-	8.0	7.1	9.0	7.0
11	マタービー+雲竜紙 熱ラミ	2.28E+2	1.94E+2	1.87E+2	123.0	60.6	89.1	99.5
12	OPP+薄葉紙 トライラミ	1.67E+3	3.07E+2	5.22E+2	5.5	4.1	24.0	2.0
13	PET+雲竜紙 トライラミ	1.03E+2	1.92E+1	3.23E+1	4.5	3.0	20.3	2.0
14	PET+アルミ(7μ) トライラミ	0	6.03E-1	4.79E-1	-	-	-	-
15	雲竜紙 19g/m ²	-	-	-	36.0	-	11.9	-
16	薄葉紙 21g/m ²	-	-	-	17.0	-	11.2	-
17	印刷用和紙 60g/m ²	-	-	-	13.0	-	3.6	-

※①は試料を約1cm×1cmに切り、1cm²当たり2mlの水で得た抽出液

※②はポリフィルム面を内側にしてコップ型に折った試料に適量の水を入れて抽出した抽出液

(c) マイクロカプセル塗工紙の徐放性

マイクロカプセルの付着状況のSEMによる観察は写真3-5~3-8に示した。カプセル添加量に従って付着量の変化も確認できた。この時の付着固形分は、塗工紙と原紙との重量差から求め、1m²当たり手加工塗工試料で、3~6gであり、吸収がないフィルム側に塗工する手加工ラミネート試料で、1~2gであった。またコーター&ラミネーターによる機械塗工の試料では約1g、機械ラミネート加工では約0.5gであった。

図3-2~3-3に、マイクロカプセル液添加量による徐放性の差異を示したが、ほぼ添加量に従ってニオイセンサーのデジタル値が高く、精密な測定とはいえないまでも傾向はよくわかる。そして経過日数とともに、オープンで放置した試料は急激にそのデジタル値が減少し、30日経過すると約20%となった。一方ポリ袋に密封した試料は、緩やかに減少して、30日経過すると約50%となった。

カプセル内包成分による徐放性の差異は、図3-4を見るとそれぞれの内包成分が多く成分を含んでおり、特にカプセルCは塗工直後から数日間で急激なデジタル値の低下が見られ、揮発性の高い成分を多く含んでいることが示唆された。このようにそれぞれには揮発減量過程には差があるものも、30日経過時点での徐放性はC、B、Aの順に大きかった。

図3-5には、塗工バインダー量を変化させた場合の徐放性についてグラフ化し示した。明らかにバインダー量の増加によって、徐放性も向上した。バインダー量が多くなるに従い、塗工液の粘度が上昇し、ピックアップ量も増加した。この時の塗工後の付着固形分量は、1m²当たりバインダー量20、40、60%に対して、それぞれ4.1g、5.1g、6.7gであった。また、バインダーがカプセルを接着させる際皮膜を包み、強化する働きも考えられる。

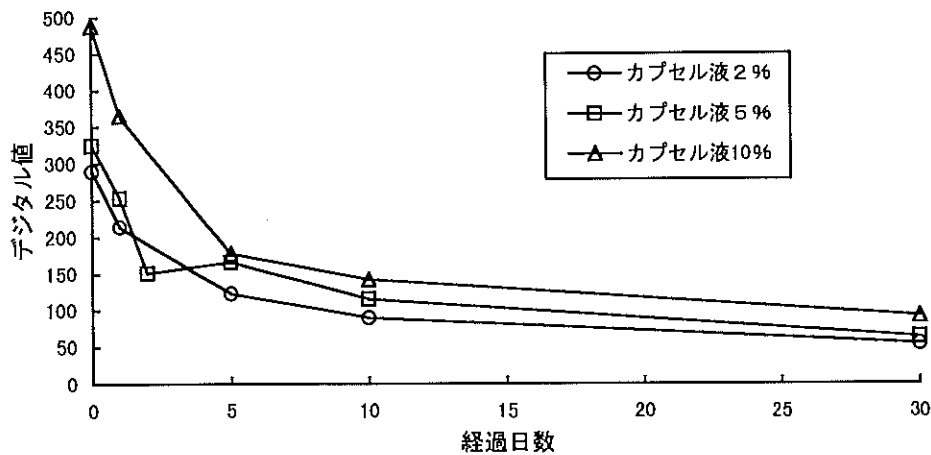


図3-2 マイクロカプセル添加量による徐放性(オープンで放置)
カプセル : B
バインダー : ウレタン系、40%

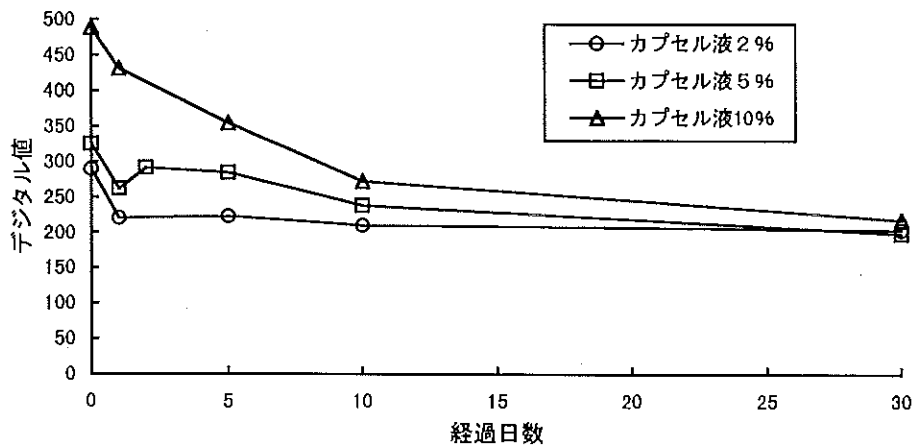


図3-3 マイクロカプセル添加量による徐放性(ポリ袋で放置)
 カプセル : B
 バインダー : ウレタン系、40%

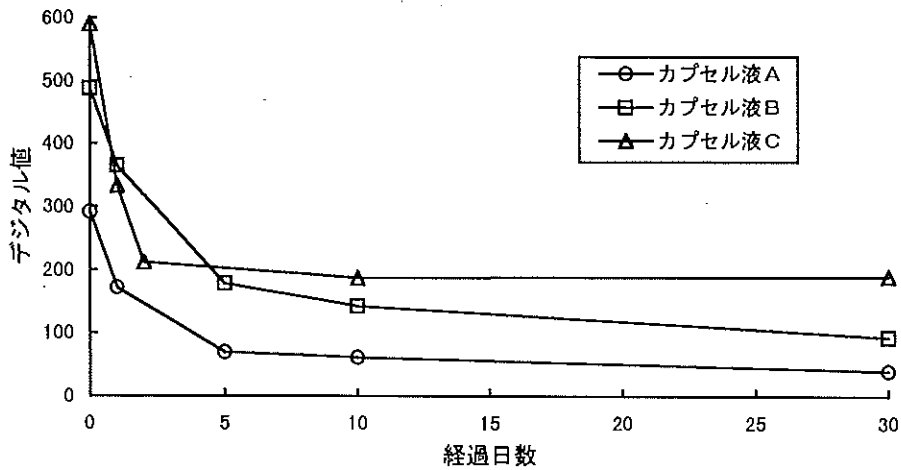


図3-4 マイクロカプセル内包成分による徐放性(オープンで放置)
 カプセル量 : 10%
 バインダー : ウレタン系、40%

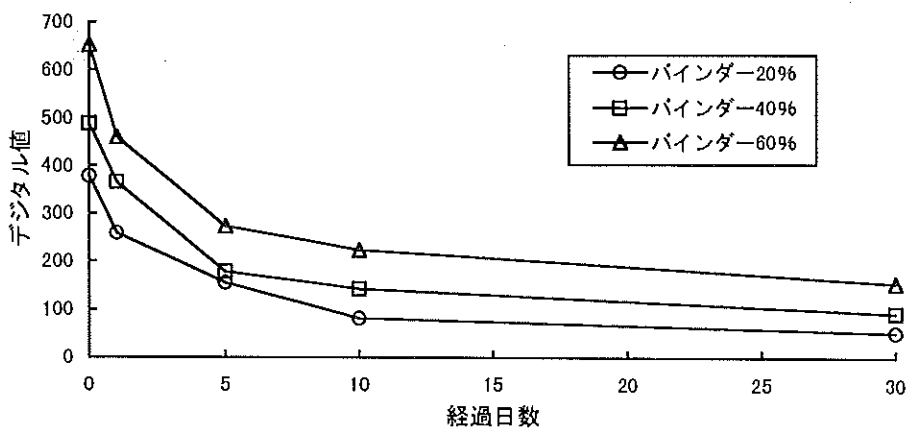


図3-5 バインダー添加量による徐放性(オープンで放置)
 カプセル : C、10%
 バインダー : ウレタン系

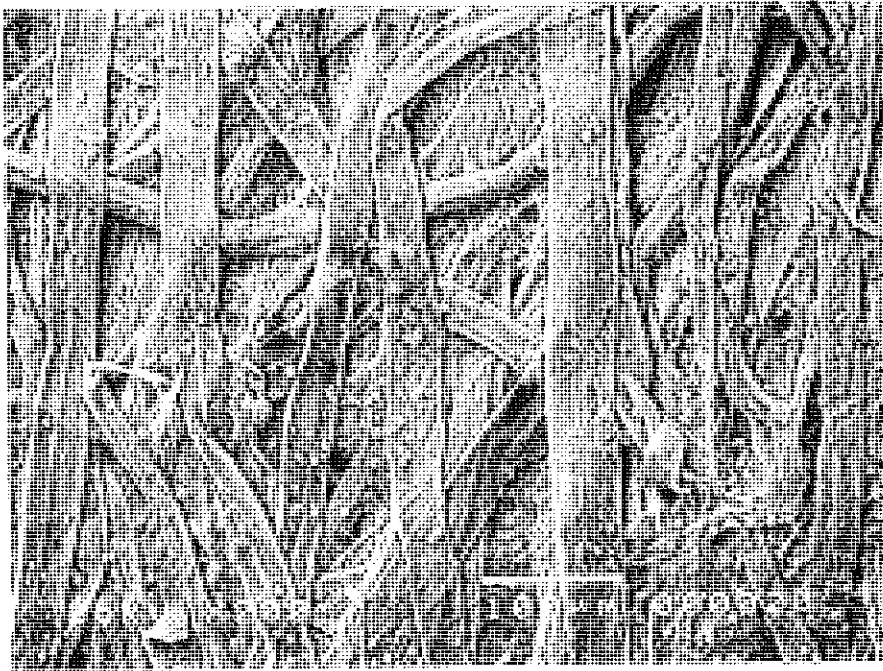


写真3-5 マイクロカプセルの付着状況のSEM写真 200倍
カプセルB, 10%、ウレタン系バインダー、40%

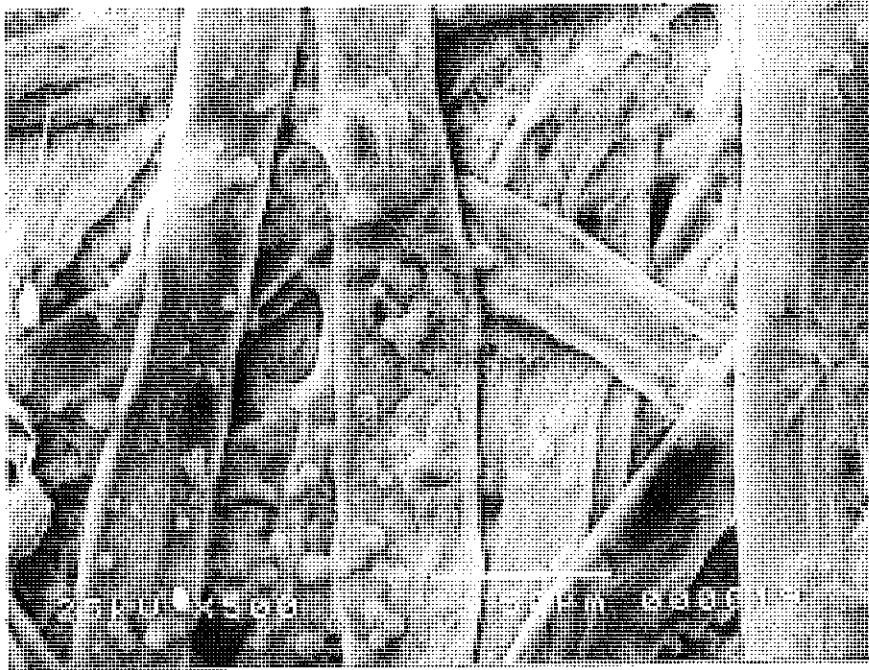


写真3-6 マイクロカプセルの付着状況のSEM写真 500倍
カプセルB, 10%、ウレタン系バインダー、40%

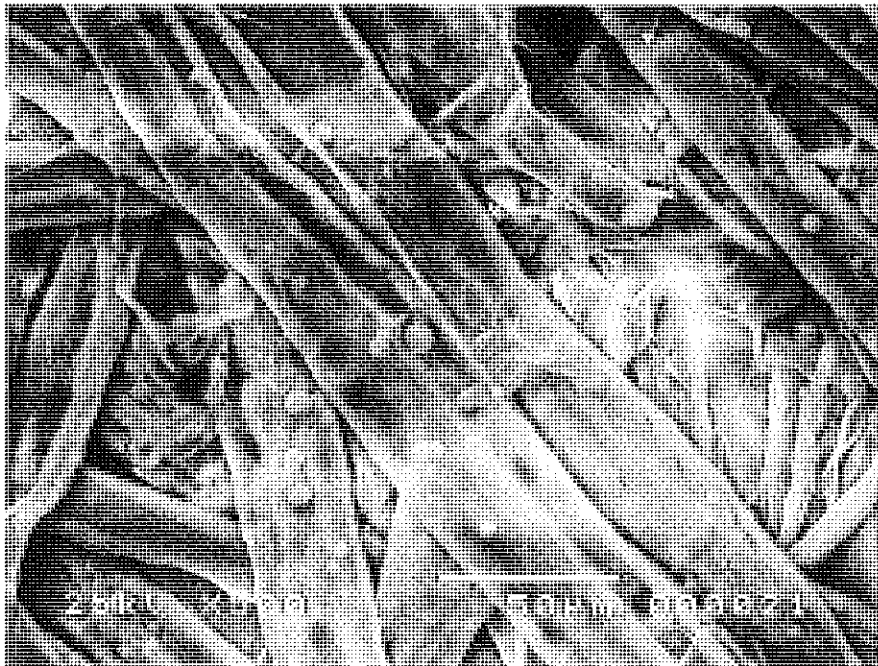


写真3-7 マイクロカプセルの付着状況のSEM写真 500倍
カプセルB, 5%、ウレタン系バインダー、40%

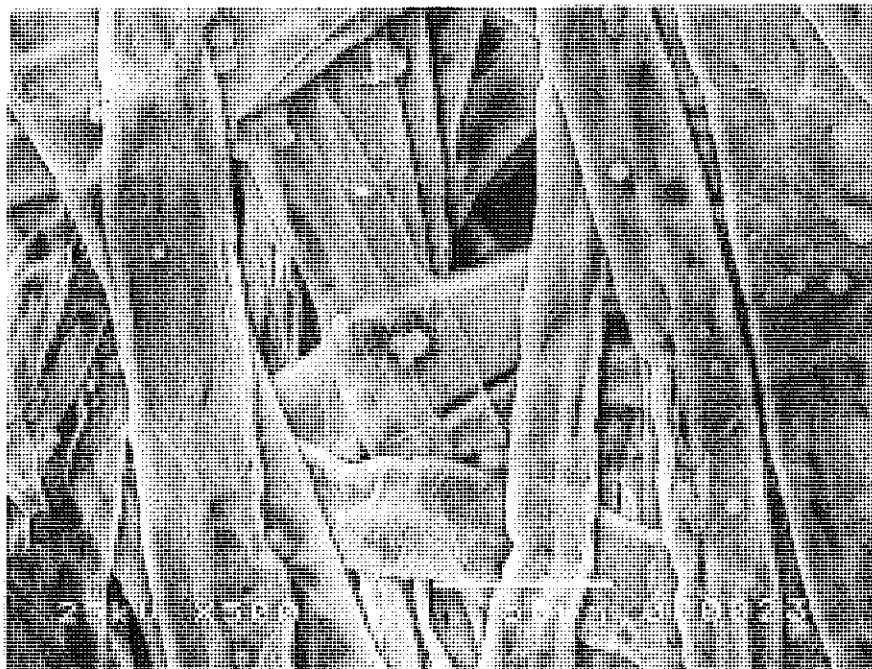


写真3-8 マイクロカプセルの付着状況のSEM写真 500倍
カプセルB, 2%、ウレタン系バインダー、40%

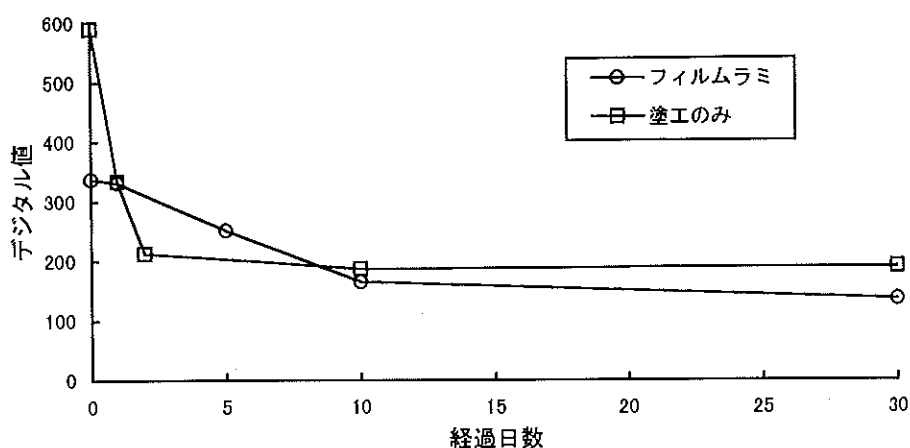


図3-6 フィルムラミの徐放性への影響(オープンで放置)

カプセル : C、10%
 バインダー : ウレタン系
 フィルム : PET、16 μ

フィルムラミをした場合の影響について、図3-6に示した。ラミネートの場合(c)で述べたように塗工液を吸収しないフィルム側に塗布することから、マイクロカプセルを含む付着固形分が塗工のみと比較して約3分の1と少なく、ニオイセンサーのデジタル値は加工直後大きな差があった。しかし、1日経過するとその差はほとんどなくなりフィルムによって徐放性が大きくなる結果となった。

以上のように、室温でオープンに放置しておくと、一部を除いて加工後30日を経過すると、ニオイセンサーのデジタル値は15~30%まで低下するし、臭覚的にも明らかに減少した。天然物の場合揮発性成分が必ずしも抗菌成分というわけではないが、生鮮食料品のように数日間のみ抗菌性が必要な場合や包装容器内での使用などの場合は応用可能と思われる。これらの試験と平行して、より長く徐放性を保つ試作研究と不揮発成分の抗菌性も追求する必要がある。

(d) 抗菌性評価

写真3-9に3日経過後のカビ発生状況を示したが、マイクロカプセルBを塗工した抗菌処理紙は紙の周り及び紙面上にはカビは発生していない。6日経過後も同様であった。しかし、A及びCは未処理のブランクと同様に紙面とその周りにカビの発生が見られ、今回の実験では

カビ発生阻害作用は観察されなかった。塗工後4ヶ月を経過した塗工紙は、ポリ袋に入れていたものの、臭いがわずかに残る程度にその揮発成分が飛散しており、不揮発成分にも抗菌性があるものと考えられる。

3. 3. 5 まとめ

種々の方法で食品関連シートを試作し、その加工適性と試作品の機能について試験し以下のことが明らかとなった。

- (1) 自動テストプレスによる生分解性フィルムと紙との積層品は、フィルムのみの場合と比較してガス透過率が增大した。
- (2) 樹脂成型プレスによる生分解性フィルムと紙との積層品は、温度設定と素材の積層割合によっていろいろな成型品が得られ、今後の価格動向によっては実用化可能である。
- (3) フィルムと紙とのラミネート試作品は、一部を除いて食品包装容器として使用できる。
- (4) ハーブなどの天然成分をマイクロカプセル化し、紙に塗工した試作品は、成分によっては数ヶ月の長期にわたり抗菌性が確認できた。

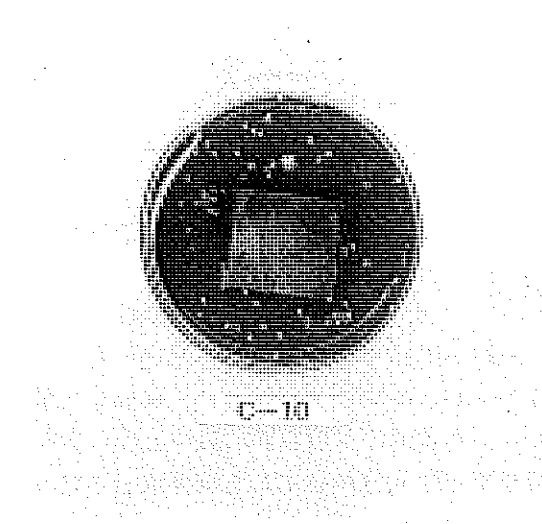
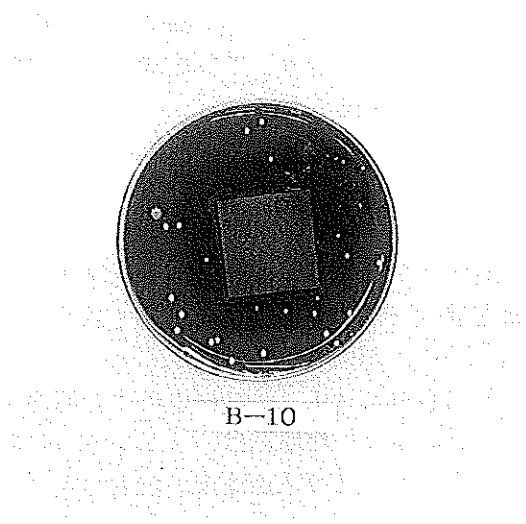
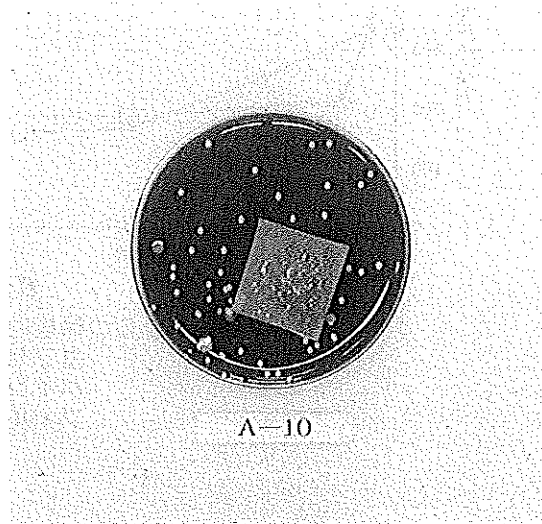
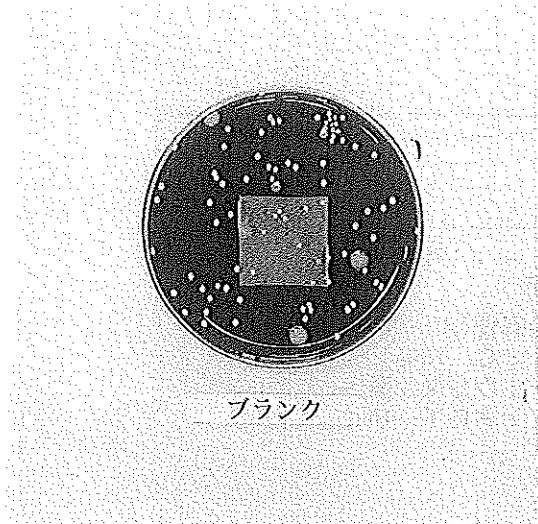


写真 3-9 塗工紙のカビ発生状況 (3日経過後)

参考文献

- 1) 例えばシーエムシー、実用・生分解性プラスチック、1992
- 2) 日本合成化学(株)、生分解性プラスチック「マタービー」資料
- 3) (株)ダイヤリサーチ、生分解性ポリマー情報創刊案内パンフレット。

3. 4 湿式パルプモールドによる紙製緩衝材の開発

3. 4. 1 目的

湿式パルプモールドによる紙製緩衝材の開発を目的として、非木材を利用した地球環境に優しい製品組成を変化させ、紙製緩衝材を製作する上での基礎的なデータ取りを行った。

3. 4. 2 試作試験及び評価試験方法

(1) 湿式パルプモールド緩衝材製造装置

湿式パルプモールド緩衝材の試作には、サク

ションボックスの上に45メッシュの網を敷き、その上に直径300mm、高さ50mmの円筒状のものを置き、さらにその上に直径300mm、高さ400mmの円筒状のものを重ね合わせたものである。

(2) 湿式パルプモールド緩衝材製造装置による紙製緩衝材の製造試験

(a) 原料配合

使用した原料は、

NBK P ビーター処理離解のみ

ユーカリパルプ ビーター処理離解のみ

ケナフパルプ ビーター処理離解のみ

作成した試料を表3-12に示す。

表3-12 落下緩衝特性評価試験試料

No.	試料
1	NBK P 10%、ケナフ 45%、ユーカリ 45% 紙力増強剤 対パルプ 1%
2	NBK P 10%、ケナフ 30%、ユーカリ 30%、シラスバルーン 30% 紙力増強剤 対パルプ 1%、定着剤 対パルプ 0.5%
3	NBK P 10%、ケナフ 30%、ユーカリ 30%、発泡バインダー 30% 紙力増強剤 対パルプ 1%、定着剤 対パルプ 0.5%

(b) 湿式パルプモールド緩衝材の製作

(1)に示した円筒状のものに原料500gを流し込み、吸引機で厚さ50mm位になったところで吸引機を停止させ、上の円筒状のものを引き抜き、下型で型押しして直径300mm、高さ50mmに

成形する(写真3-10)。それを熱風乾燥炉(105℃)で24時間乾燥し、落下試験を行う際に、衝撃面面積を一定にするために150mm×150mm×50mmに切断し、さらに24時間乾燥した(写真3-11)。

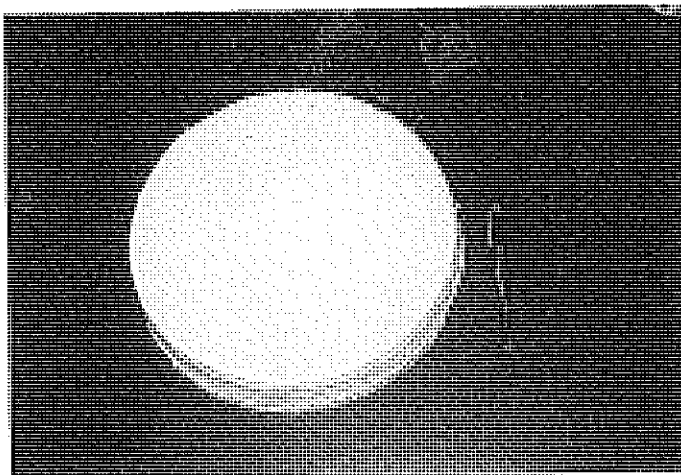


写真3-10 パルプモールド緩衝材

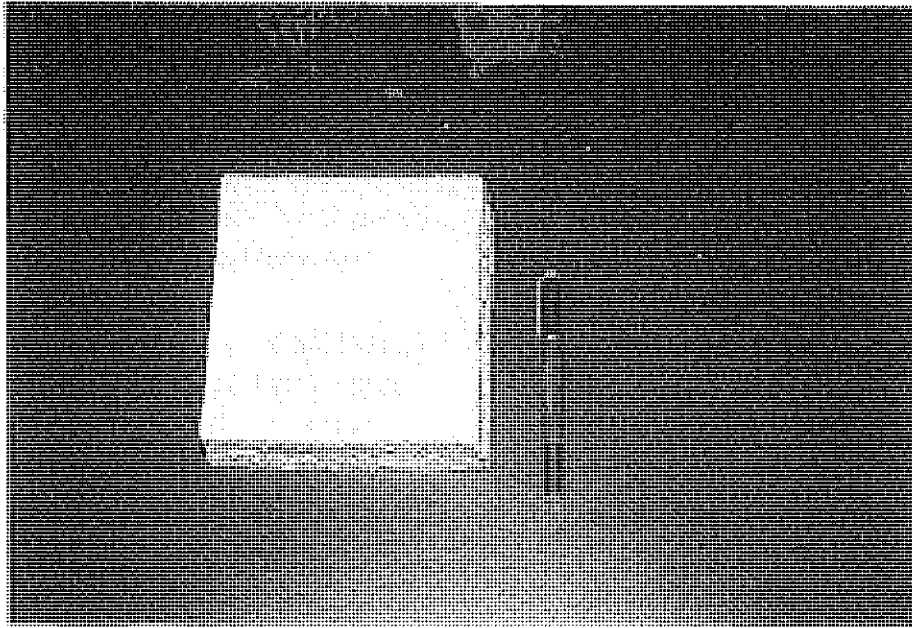


写真 3 - 11 切断後のパルプモールド緩衝材

(3) 湿式パルプモールド緩衝材の落下緩衝特性
評価試験

(a) 緩衝材用落下衝撃試験装置

落下緩衝特性の測定には、写真 3 - 12 の吉田
精機 (株) 製 CST - 3 2 0 S B 緩衝材用落下
衝撃装置を使用した。仕様は、段ボールや発泡
スチロール、パルプモールド製品など包装用緩

衝材の落下緩衝特性を測定する装置で、測定は
重錘の最大質量の 50 倍以上の基盤の上に載せた
試料にある一定の高さから重錘を自由落下させ
て、その時の最大加速度を求めるものである。
定範囲は重錘の質量が 7.7kg から 70kg、最大加
度は 200G までである。

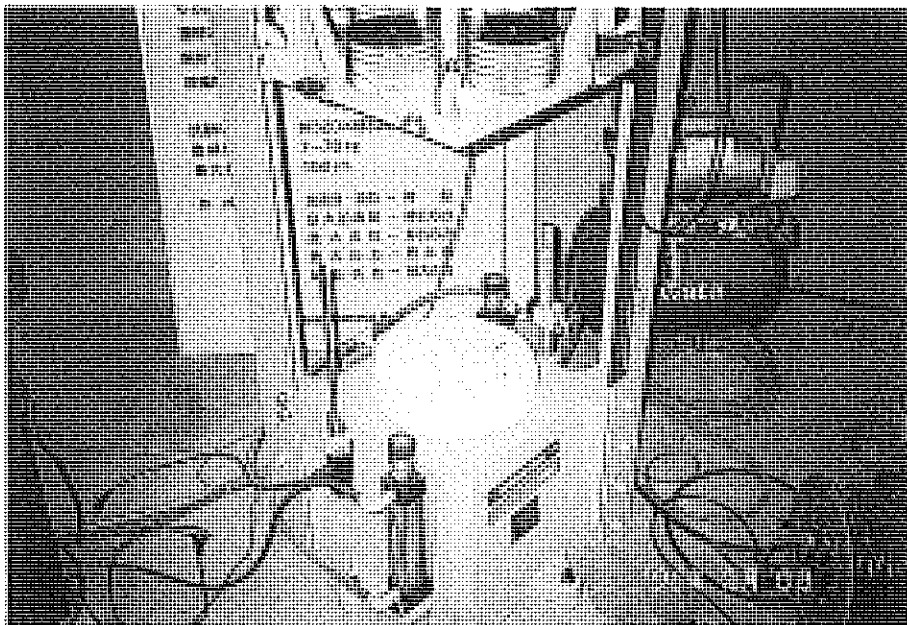


写真 3 - 12 緩衝材用落下衝撃装置

(b) 落下緩衝特性試験方法

まず写真3-12で示した緩衝材用落下衝撃装置の基盤の上に、試料となる湿式パルプモールド緩衝材を置き、重錘の落下高さを500mmにし、1分間隔で連続5回の衝撃を加え、その各回の最大加速度を計測する。これを重錘の質量別に試験し、1回目の衝撃加速度、2～5回目の平均値を取った衝撃加速度から、最大加速度－静的応力線図を作成する。重錘の質量は16.2kg～63kgとした。なお、静的応力とは、(重錘の質量) / (衝撃面面積) である。また、落下高さを500mmと設定したのは、実際に人間が製品を持って運搬するときの底の高さが500mm位だと考えたからである。

3. 4. 3 試験結果及び考察

(1) 1回目の衝撃と2～5回目の平均の衝撃との比較

(a) 試料No. 1の検討

試料No. 1はブランクとしてのものであるが、図3-7から1回目の衝撃で静的応力0.072kg/cm² (重錘の重量16.2kg) の時、最大加速度は75Gであり、落下させる重錘の重量を徐々に増加させていくと、静的応力0.23kg/cm² (重錘の重量52kg) 付近で、最大加速度は53Gとなり、最も衝撃が弱くなっている。さらに重錘の重量を増加させていき静的応力0.28kg/cm² (重錘の重量63kg) の時、最大加速度は57Gとなり、逆に衝撃が強くなっている。

また、2～5回目の平均の衝撃では、1回目の衝撃で試料が押しつぶされた分だけ、最大加速度は高い値となっており、衝撃力は強くなっている。最大加速度が最低の値を示したときの静的応力は1回目の衝撃試験結果と変化なく、同じような傾向が伺える。

(b) 試料No. 2の検討

試料No. 2はシラスバルーンを混入させたものであるが、図3-8から1回目の衝撃で静的応力0.072kg/cm² (重錘の重量16.2kg) の時、最大加速度は63Gであり、落下させる重錘の重量

を徐々に増加させていくと、静的応力0.28kg/cm² (重錘の重量63kg) の時、最大加速度は37Gとなり衝撃が弱くなっている。しかしこれはまだ重錘の質量を増加させていくとさらに最大加速度は下がる傾向にあるといえ、今回は試験機の関係上これ以上の重錘の質量は試せなかったが、かなり期待できるものである。また、2～5回目の平均の衝撃でも、試料No. 1と同じような傾向が伺われ、最大加速度は高い値を示している。

(c) 試料No. 3の検討

試料No. 3は発砲バインダーを混入させたものであるが、図3-9から1回目の衝撃で静的応力0.072kg/cm² (重錘の重量16.2kg) の時、最大加速度は88Gであり、落下させる重錘の重量を徐々に増加させていくと、静的応力0.26kg/cm² (重錘の重量58.5kg) 付近で、最大加速度は72Gとなり、最も衝撃が弱くなっている。さらに重錘の重量を増加させていき静的応力0.28kg/cm² (重錘の重量63kg) の時、最大加速度は74Gとなり、逆に衝撃が強くなっている。

また、2～5回目の平均の衝撃では、1回目の衝撃で試料が押しつぶされた分だけ、最大加速度は高い値となっており、衝撃力は強くなっている。最大加速度が最低の値を示したときの静的応力は1回目の衝撃試験結果と変化なく、同じような傾向が伺える。

以上の結果から、試料No. 1と同様な傾向が伺える。

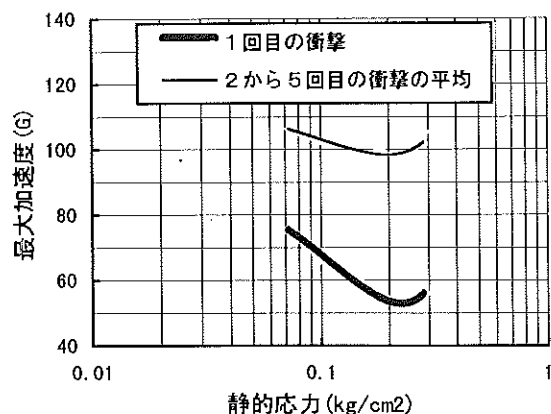


図3-7 試料No. 1の最大加速度－静的応力線図

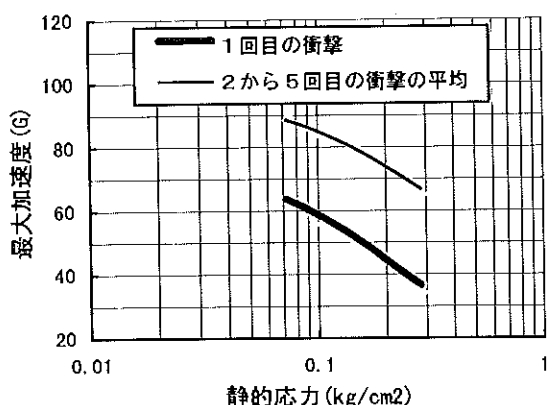


図3-8 試料No. 2の最大加速度-静的応力線図

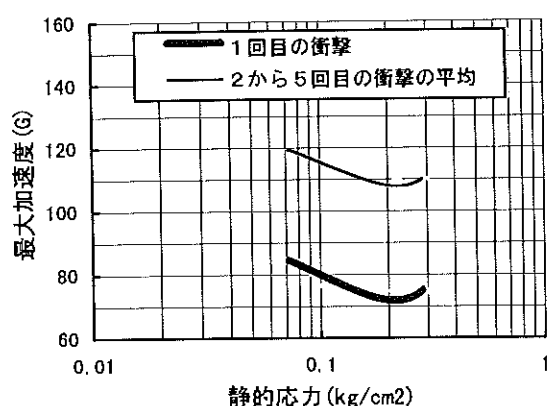


図3-9 試料No. 3の最大加速度-静的応力線図

(2) 各試料の比較について

ここでは、実際に製品を運搬する際に落下あるいは衝撃を加えたりする回数は1回と限定して、2～5回目の衝撃の平均の検討比較は省く。

図3-10から分かるように、同静的応力下での最大加速度の最も低い値を示したのはシラスバルーン混入の緩衝材（試料No. 2）であり、最も高い値を示したのは発泡剤を混入した緩衝材（試料No. 3）であった。ここで考えられることは、試料No. 1のブランクと試料No. 2では、試料No. 1はすべてパルプ繊維で形成されているのに対し、試料No. 2ではパルプ繊維の間にシラスバルーンの粒子が混入されていることにより、繊維間に空隙が生じ、重錘が落下したときの衝撃力をよく吸収したと思われる。それに対し試料No. 3では発泡剤を混入させることにより、乾燥工程での発泡効果をねらったものであるが、実際には十分な発泡効果は得られず、樹脂分が

硬化し重錘の落下による衝撃を十分に吸収しきれなかったものと考えられる。

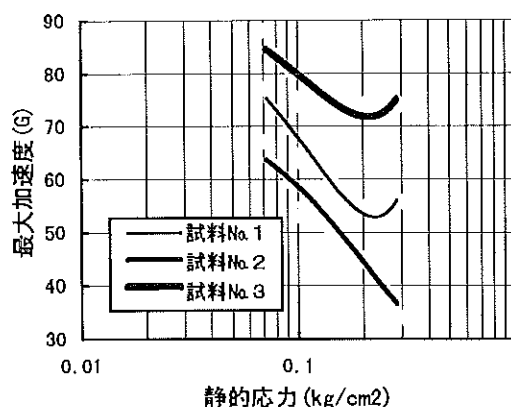


図3-10 1回目の衝撃の最大加速度-静的応力線図

3. 4. 4 まとめ

- (1) 衝撃吸収力は、シラスバルーン混入緩衝材、ブランク、発泡剤混入緩衝材の順に良好な結果が得られた。
- (2) シラスバルーン混入緩衝材は重錘の質量をさらに大きくすると衝撃力吸収力も大きくなると思われる。
- (3) ブランク及び発泡剤混入緩衝材は、静的応力0.23kg/cm²、0.26kg/cm²よりも大きくなると衝撃吸収力は小さくなる。
- (4) 湿式パルプモールド紙製緩衝材は、発泡スチロールなどより、比較的重量のあるものの包装に適している。

第4節 生分解性不織布の開発研究

4.1 緒言

従来の物質的に豊かな生活は、資源とエネルギーを大量に消費すると同時に、膨大な量の廃棄物を排出し、地球環境にまで悪影響を及ぼしてきた。この廃棄物問題を解決するために、ライフスタイルの見直しやリサイクルなどの取り組みとともに、焼却、埋立等の従来からの処理技術の改良も活発に行われている一方、素材の面からも環境への負担を少なくするため、使用後の処理がしやすい資材の開発が行われている。現在、素材として生分解性のプラスチックが注目されており、また繊維にも生分解性が問われている。紙の繊維材料としては、天然セルロースである木材及び非木材繊維、並びに、天然セルロースを一度溶融させ再度紡糸したレーヨン等の再生繊維、ポリエステル等の化学繊維があるが、セルロース繊維に関しては天然物なので生分解性を持っており、廃棄物処理の問題点は少ない。このセルロースの生分解性をコントロールするため、微生物によって分解されやすいデンプンを混入したレーヨン繊維が試作されており、これらを主原料に試験を行った。

不織布は衣料、メディカル、衛生用など多くの分野で使われており、その利用形態も多岐にわたっており、メディカル分野やウエスなどの用途では使い捨てられることが多い。不織布に使われている繊維は、ポリエステルやポリプロピレンなどの化学繊維からレーヨンなどの再生繊維と広範囲にわたっている。これらの繊維のうち化学繊維は廃棄されても分解されず、自然環境中に残ってくる。

このことから、生分解性プラスチックは数年前から地球環境問題で注目されてきており、多くの生分解性プラスチックが発表されている。

再生繊維のレーヨンや生分解性のあるグリコールと脂肪族ジカルボン酸とから化学合成された脂肪族系ポリエステル繊維などで不織布を作成し、生分解性や不織布の物性などについて試験を行ったので報告する。

4.2 生分解性繊維などを利用した不織布シートの生分解挙動について

4.2.1 目的

近年、紙分野は特に地球環境問題がクローズアップされている中で、当センターではリサイクル性繊維という総括的名称を使っているが、木材パルプ古紙のようなりサイクル、化学合成繊維の再利用、非木材繊維、レーヨン繊維、生分解性プラスチックなど生分解できる繊維及びフィルム等を利用してシートを作ることを含めてのリサイクル性繊維を利用することにより、機能紙の開発を行うよう研究に着手した。本報告では、レーヨン繊維等を利用した不織布シートの生分解性挙動について試験した。

4.2.2 生分解性について

現在はまだ「生分解性」についてのはっきりとした定義付けはなされていない。多くの研究者により、その定義や生分解性試験方法についての研究がなされている。平成5年時点での当センターの見解としては、「生分解性」とは一般微生物による分解や水による加水分解により、ある物が最終的に水と炭酸ガスになることを言うのではないかと考えている。また、生分解性試験方法については、今までは写真などにより目で見えた感覚的な判断によってなされ、数値的な比較があまりできていなかった。現在は、MITI法、ASTEM法、Sture法などのJIS化が検討されて、数値的な比較ができるような検討が行われている。しかし、これらの方法は、試験機が高額だったり、試料それぞれをフラスコレベルで行うため、フラスコ間での誤差が生じる可能性があったり、小容量で行うため成型品などへの応用が難しかったり、全てのサンプルへの応用が難しいなどの問題点がある。以上の様な問題点を解決できる方法がないかと考え、当時の試験場では容量約100ℓの水

槽に井水を溜め、接種菌として試験場近くの家庭排水及び排水路中の汚泥4ℓを入れ、35℃に保温して、水中での生分解性試験を試みた。この試験方法の特徴としては、水中で行うことにより加水分解や、特定の微生物を用いるのではなく、多種類の微生物を用いて行うことにより一般環境下での微生物分解により近く、また、全試料を1つの大きな容器の中に入れて試験を行うので容器間の誤差がなく、大容量で行うことにより成型品などへの応用ができるなどの点で、ある程度マクロ的、総合的な生分解性試験ではないかと考えている。

4. 2. 3 不織布シートの作製

(1)原料

生分解性繊維としては、レーヨン繊維(1.5d×51mm)、デンプンを17%または28%練り込んだレーヨン繊維(1.5d×51mm)を使用し、比較のために非生分解性繊維であるビニロン繊維(1.4d×51mm)を使用した。接着繊維としては、NBF(H)スターというポリプロピレン・ポリオレフィン系ポリマーの熱溶融繊維

(2.0d×51mm)またはビニロンバインダー繊維(1.4d×51mm)を使用した。

ここで非生分解性の熱溶融繊維を使用した点については、当時の試験場にある不織布製造装置がウェブ作製までしかできず、その後のシート化は熱プレスや熱風循環炉等を使用して熱接着によりシート化しなければならず、その試料中に熱接着繊維が必要である。また、この試験を行った時点では、生分解性の熱接着繊維を入手することができなかったために非生分解性の接着繊維を使用した。

(2)原料配合

表4-1のように、レーヨン繊維、デンプン17%または28%入りレーヨン繊維に、熱溶融繊維を20%または40%配合したもの(No.1~6)と、デンプン28%入りレーヨン繊維60%と熱溶融繊維40%配合したもので坪量が約半分の薄いもの(No.7)と、ビニロン繊維80%と熱溶融繊維20%配合したもの(No.8)と、デンプン28%入りレーヨン繊維90%とビニロンバインダー繊維10%配合したもの(No.9)全部で9種類の原料配合を行った。

表4-1 原料配合表

No.	主繊維	デニール×長さ	配合 %	接着繊維	デニール×長さ	配合 %
		d×mm			d×mm	
1	レーヨン	1.5×51	80	NBF(H)スター	2.0×51	20
2	〃	〃	60	〃	〃	40
3	デンプン(17%)レーヨン	1.5×51	80	〃	〃	20
4	〃	〃	60	〃	〃	40
5	デンプン(28%)レーヨン	1.5×51	80	〃	〃	20
6	〃	〃	60	〃	〃	40
7	〃	〃(薄手)	60	〃	〃	40
8	ビニロン	1.4×51	80	〃	〃	20
9	デンプン(28%)レーヨン	1.5×51	90	ビニロンバインダー	1.4×51	10

(3)ウェブ作製

ウェブの作製は、当時の試験場にある不織布製造装置のサンプルローラーカードを使用して行った。なお、サンプルローラーカードは大和

機工(株)製で、カード幅30cm、直径30cm円筒巻き取りで、そのスピードは6m/分とした。まず、配合前の原料繊維をそれぞれサンプルローラーカードで開繊し、今回の目標目付60g/m²になるように、表4-1の配合割合に従って開繊し

た原料を秤量し、サンプルローラーカードで2回混合し、ウェブを作製する。ウェブの地合が悪い場合にはさらにもう一度サンプルローラーカードにかけて地合の良いできるだけ均一なウェブを作製した。但し、ここでの秤量は各原料繊維を風乾秤量として行った。

(4)原料含有水分量測定

各原料の水分込みの重量を測定後、105℃で約2～3時間乾燥後、秤量し水分量を測定した。

(5)絶乾重量配合率

測定した各原料中の水分量から原料の絶乾重量を出し、絶乾重量配合率を算出した。

(6)熱処理によるシート化

(a)熱プレス処理

熱プレスは、神藤金属工業(株)製AF-50型を使用した。熱処理は、作製したウェブ試料の上下に42g/m²のフッ素樹脂加工剥離紙を敷き、アルミ板で挟んでシート化を行った。処理条件は、143℃、圧力50kg/cm²、2分間とし、1分で圧力調整を行った。No.9のビニロンバインダーを使用した配合試料については、ウェブ試料の上下に毛布を敷き、試料に霧吹きで水を散布し、アルミ板で挟んでシート化を行った。

(b)熱風循環炉処理

熱風循環炉は旭科学(株)製熱風循環高温炉HF-60型を使用した。熱処理は、ウェブ試料の上下に新聞紙を敷き、それを2組重ねてテフロン網で挟んで、風で試料がめくれないようにクリップで留め、150℃にセットした熱風循環高温炉に入れて、150℃になってから15分間処理し、シート化を行った。No.9のビニロンバインダーを配合した試料については、水を霧吹きで散布してから熱風循環炉処理を行ったが、接着強度が弱すぎるため、以下の試験については行わなかった。

4. 2. 4 試作試験及び評価試験方法

(1)不織布シートの生分解性試験方法

今回、水中での生分解性試験を以下のとおり行った。

縦42cm×横63cm×深さ38cm、容量約100ℓの水槽に井水を満水にし、接種菌として当時の試験場近くの家庭排水及び排水路中の汚泥4ℓを入れ、水槽底部にはサーモヒーターを2個設置し、水面上には通気性の低い透明フィルムを敷き、その上に黒いポリ袋を置き、水槽の周囲は厚さ約3cmの発泡スチロールで囲み、水槽全体をエアークラップで包み温度が35℃に保温出来るようにして生分解性試験用培養槽を作製した。ここで使用した排水は通常、前試験場でBOD測定時に採取する排水であり、一般的な微生物を含むと考えられる。

また、表4-2の組成の無機塩類を微生物の微量栄養素として2週間目と4週間目に添加した。以上の装置を設置し、約4日間試料を入れずに空培養してから試料を培養槽内へ入れて試験を開始した。試料は冷蔵庫の棚のようなものに非生分解性のビニールの紐で繋いでくくりつけて、水槽底部へ沈めるようにして設置した。試料はその生分解性期間ごとに1試料につき3枚ずつシートを試験した。また、同生分解性試験期間の同熱処理試料については各試料3枚ずつの試料を1本のビニールの紐で繋ぎ、各生分解性試験期間終了時に一度に取り出せるようにした。試料の大きさは、縦12.5cm×横5cmで行った。(図4-1)

今回の試験を行う以前に水中で空気を曝気しながら好気的な条件下での試験を行ったが、その試験結果では、約2カ月で生分解性繊維が分解されていたが、今回はさらに時間を短縮化させるために酸素が多少は存在するけれどもできるだけ嫌気的な条件下で温度も35℃と一定に保ちながら試験を行った。これは、微生物由来の生分解性プラスチックであるバイオポールの生分解性試験データによると、嫌気性下水中の生分解性速度が、川口堆積物中や好気性下水中、土壌中(25℃)、海水中(15℃)の中で一番早いと

(4) 引張強度変化測定

引張強度変化は生分解性試験を行う前と後とで引張強度を測定し調べた。物性試験中の引張強さを生分解性試験前の強度として、各試料ごとにその値を100%とした。生分解性試験後の引張強度は乾燥重量を測定後の各試料片について、それぞれ(株)オリエンテック製テンシロン試験機UT A-1 Tを使い測定した。測定条件は、試験片巾50mm、つかみ間隔100mmで行った。

(5) 繊維組成変化測定

繊維組成変化は生分解性試験を行う前と後とで繊維組成を測定し調べた。繊維組成は引張強度測定後の全種類の試料各1枚ずつを60%硫酸法^{*1)}または20%塩酸法^{*2)}を用いて測定した。No.1～8の試料については、60%硫酸法を用いて、レーヨン繊維やビニロン繊維等を60%硫酸で溶解し、残った熱溶解繊維のNBF(H)スター重量を測定し、No.9の試料は、20%塩酸法を用いて、ビニロンバインダー繊維を溶解し、残ったレーヨン繊維重量を測定することによって、溶解前の試料の重量から繊維組成を調べた。詳細な試験方法は次のとおりである。試料に対して約300倍量の60%硫酸又は20%塩酸を入れたビーカーに各試料片を浸せきし、一昼夜室温で放置し、溶解せずに残った試料を予め恒量にしておいたガラスろ紙でろ過し、4ℓの水でろ過残留物を洗浄し、105℃で約2～3時間乾燥後、デシケーター中で放冷し、ろ過残留物の重

量を測定した。

*1) 60%硫酸…水約368mlに濃硫酸343mlをかき混ぜながら冷却して、徐々に注入し、60%硫酸を作製した。

*2) 20%塩酸…塩酸をほぼ同量の水で希釈し作製した。

(6) 各繊維重量変化測定

各繊維重量変化は生分解性試験を行う前と後とで各試料中の各繊維重量を(5)の方法から求めた繊維組成割合から計算した。

4. 2. 5 試験結果及び考察

(1) 原料含有水分量及び絶乾重量配合率

レーヨン繊維は約10～11%、ビニロン繊維は4%、ビニロンバインダー繊維は約5%の水分を含有していたが、NBF(H)スター繊維は水分は含んでいなかった。この各原料中の水分含有量測定結果から、絶乾重量配合率を算出すると表4-3のような結果が得られた。

(2) 不織布シートの生分解性試験結果

生分解性試験観察記録は表4のとおりであるが、水温は試験期間中35℃で一定であり、pHにもあまり大きな変動は見られなかった。培養液からはメタン臭が発生し、黒い沈殿物や浮遊物が観察された。また、ほとんどの試料で黄変が見られた。

表4-3 原料含有水分量及び絶乾重量配合率

No.	主繊維	含有水分量		接着繊維	含有水分量	
		%	配合率 %		%	配合率 %
1	レーヨン	11.0	78.1	NBF(H)スター	0.0	21.9
2	〃	〃	57.2	〃	〃	42.8
3	テンブロン(17%)レーヨン	10.1	78.2	〃	〃	21.8
4	〃	〃	57.4	〃	〃	42.6
5	テンブロン(28%)レーヨン	10.1	78.2	〃	〃	21.8
6	〃	〃	57.4	〃	〃	42.6
7	〃	〃	57.4	〃	〃	42.6
8	ビニロン	4.0	79.3	〃	〃	20.7
9	テンブロン(28%)レーヨン	10.1	89.5	ビニロンバインダー	4.8	10.5

表 4-4 生分解性試験観察記録

経過 日数	採取 時間	水温 ℃	気温 ℃	pH*	塩類 投入	観 察 メ モ
7	9:30	35.0	9.0	6.10		メタン臭あり。ごく一部水面上に細かな浮遊物で膜ができている。試験片の中に黄変が認められる。白色のままのものもある (No.8) 熱風処理のNo.9は形が崩れて、回収できなかった。
14	9:00	35.0	6.0	6.70	○	開封直後、臭いがあるが数分後にはあまり感じなくなった。黄変している試験片が多くある。液表面に黄色、褐色の浮遊物が見られた槽の底部にも黒い浮遊物、沈殿物が見られた。
21	9:40	35.0	5.0	6.18		開封直後臭いがある。黄変している試験片が多くある。液表面に黒い膜状のものが浮いている。槽の底部にも黒い沈殿物が見られた。
28	8:30	35.0	5.5	6.90	○	臭いがかかなりある。黄変している試験片が多くある。
35	9:15	34.5	8.0	6.92		臭いは前週などに比べると少ない感じがした。槽の底部に黒い沈殿物が多く見られた

※pH測定は塩類投入前に行った。

(3) 重量変化測定結果

今回の試験期間は約1カ月で前回の好気的条件下での試験よりも約2倍の速度で重量減少率が平衡に達していた。試験開始2週間目から4週間目の間に大きな重量減少があり、4週間目以降は平衡状態に達している。4週間目の時点で生分解性繊維80%配合の試料で最初の重量の約80%、60%配合の試料で約60%重量が減少しており、生分解性繊維がほとんど分解されてしまったと考えられる。また、1週間目から2週間目にかけて熱風循環炉処理試料は約8%の重量減少が見られたが、熱プレス処理試料では1週間目から2週間目にかけてはほとんど重量減少が見られなかった。このことから、熱風循環炉処理試料は分解が最初からゆっくり進み、ある時期から分解速度が速くなるが、熱プレス処理試料は最初はあまり分解されずにある時期から急激に分解が進むと考えられる。比較用の非生分解性繊維であるビニロン繊維は生分解性試験過程中全く重量減少はおこっておらず、分解されていないと考えられる。また、生分解性繊維の配合割合による重量変化の違いを見てみると、若干生分解性繊維80%配合の方が60%配合よりも重量減少率が高く分解が速くおこっていると考えられる。(図4-2、図4-3)

繊維種や熱処理方法による違いは、試料によるバラツキがありはっきりとした違いは見られなかったが、デンプンを練り混んでいないレーヨン繊維の分解が他の繊維と変わらず、むしろ3週間目には高い重量減少率を示していた。デンプン入りレーヨン繊維ではデンプンを28%含有している繊維の方が17%のものよりも生分解性試験の初期の段階(1、2週間目)では若干重量減少率が大きく分解が速く進んでいると考えられる。(図4-4、図4-5)

坪量の違いによる重量変化の違いを見てみると、両熱処理試料において坪量の少ない薄いシートの方が重量減少速度が速く、約3週間目には生分解性繊維60%配合の試料で重量減少率が60%に達していた。(図4-6)

接着繊維の違いによる重量変化の違いを見てみると、水溶性のビニロンバインダー繊維を使用した試料が熱溶融繊維を使用した試料よりも速く重量減少がおこっていた。これは、ビニロンバインダーが水溶性であるために、試料を水に漬けることによりビニロンバインダーが徐々に不織布シートから溶けだし、それにより接着機能がなくなりレーヨン繊維が水中に物理的に流出したことで、レーヨン繊維自体の生分解性機能によるためではないかと考えられる。(図4-4)

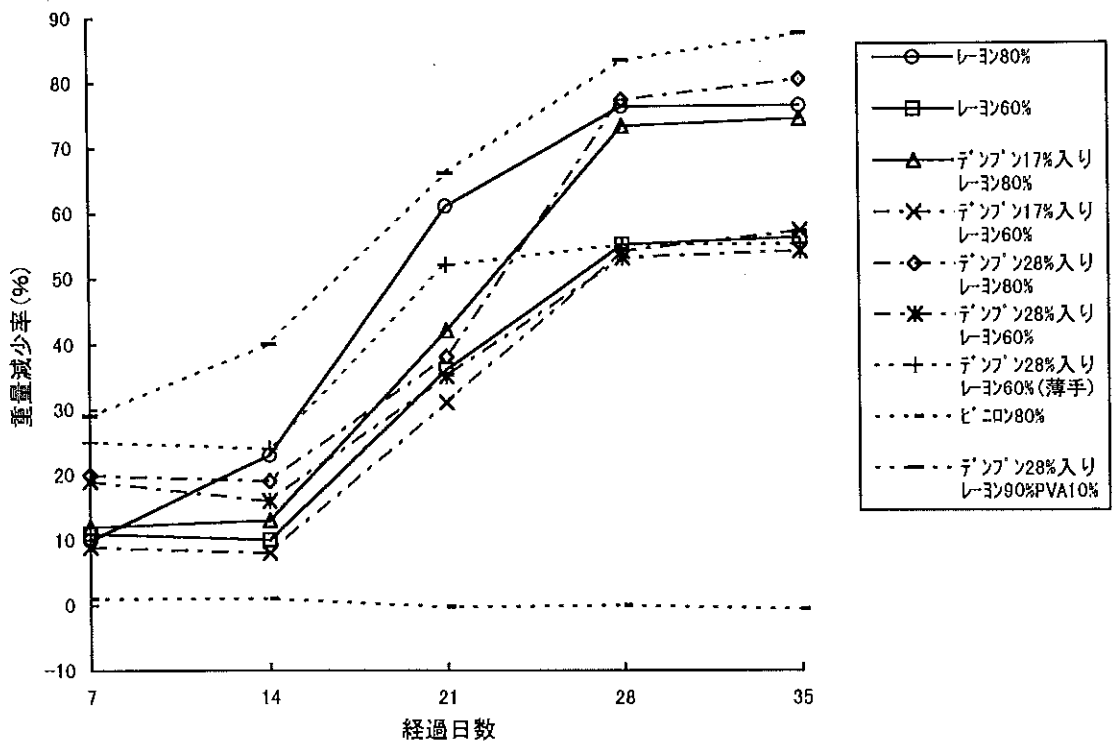


図4-2 重量変化(熱プレス処理)

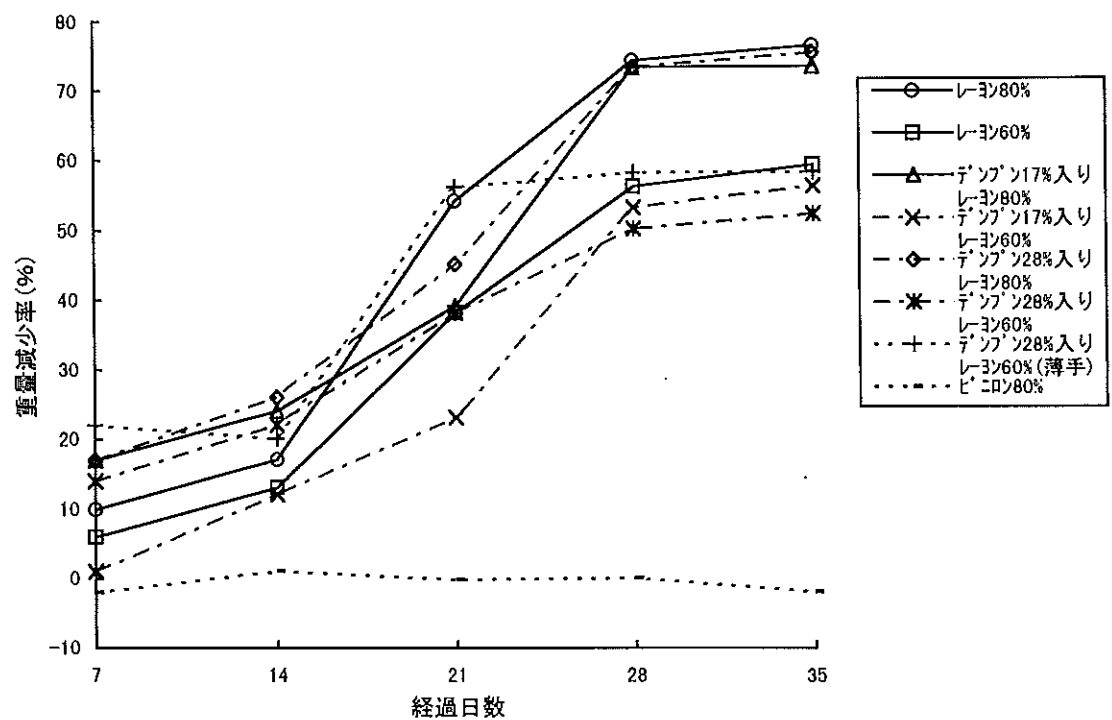


図4-3 重量変化(熱風処理)

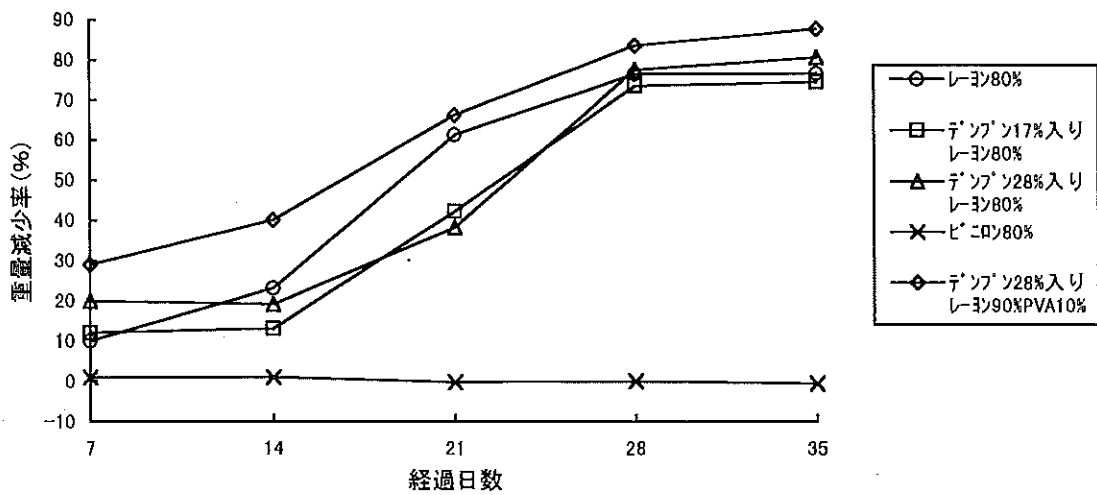


図4-4 重量変化(熱プレス処理、80%配合)

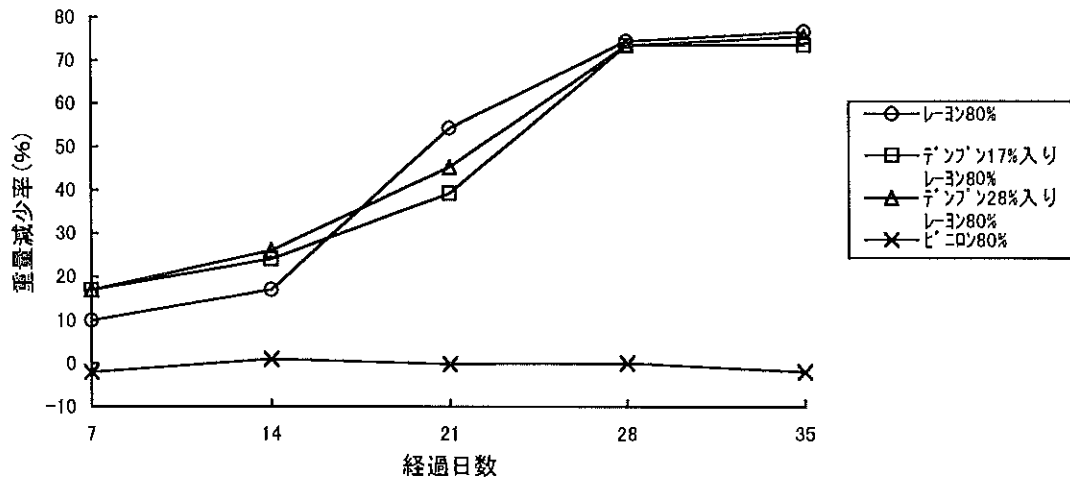


図4-5 重量変化(熱風処理、80%配合)

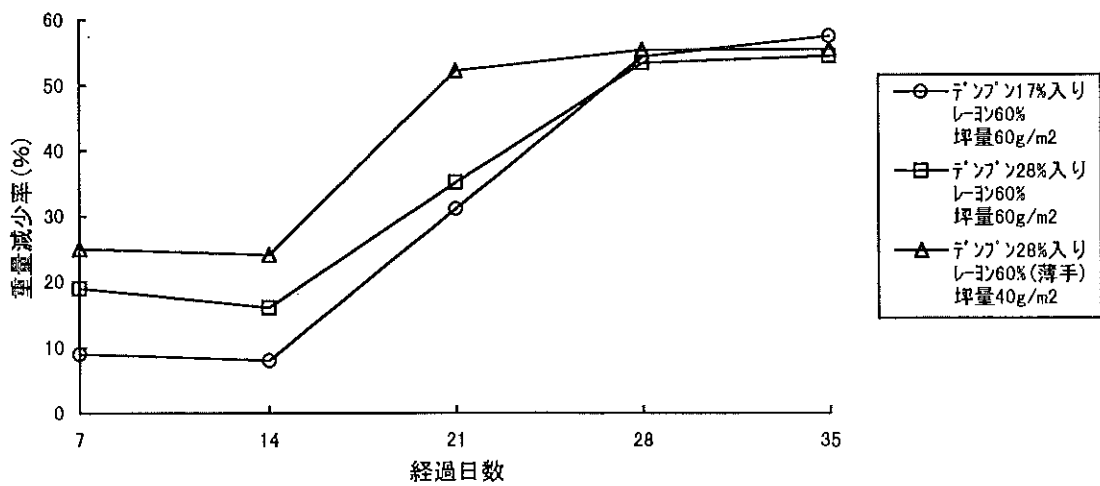


図4-6 重量変化(熱プレス、坪量の違い)

(4) 引張強度変化結果

熱プレス処理試料では、生分解性試験期間が長くなるにつれて、生分解性繊維を配合した試料は強度が約60%から20%ぐらいまで低下している。ほとんどの試料において、最初の1週間目で約60%まで強度が低下し、その後、生分解性繊維80%配合の試料は徐々に強度が低下し、約40%から20%まで低下し、生分解性繊維60%配合の試料はあまり強度の低下はおこらず、約50%から60%の強度を保持していた。非生分解性のビニロン繊維は約90%程度の強度を生分解性試験終了時まで保持していた。(図4-7)

熱風循環炉処理試料では、熱プレス処理試料とは異なり、強度の低下はほとんど見られず、中には強度が上昇している試料も見られた。最も低下している試料でも、約70%の強度を保持していた。これは、今回試験した熱風循環炉処理試料の強度には、接着繊維の接着力が及ぼす影響が大きく、生分解性試験を行っても接着繊維は分解されずに残っているため、強度低下がほとんどおこっていないのではないかと考えられる。

以上のように、熱処理方法の違いにより強度変化の状態が異なるため、不織布試料の生分解性挙動を知る手段として強度変化だけから判断することは難しいと考えられ、いろいろなファクターを調べる必要があると考えられる。

(5) 繊維組成変化結果

両熱処理方法において生分解性繊維の組成割合が2週間目から4週間目にかけて値が著しく小さくなり、生分解性繊維が多く分解されていると考えられる。特に、生分解性繊維80%配合の試料においては3週間目から4週間目にかけて約50%も生分解性繊維組成割合が低下していた。4週間目以降はあまり変化がなくどの試料も、生分解性繊維組成割合は数10%を示しているが、熱プレス処理試料で生分解性繊維80%配合の試料は、5週間目の生分解性繊維組成割合が4週間目よりも上昇していた。これは、試料中の非生分解性の接着繊維の重量が5週間目

前よりも多く減少しているために、試料中の生分解性繊維の組成割合が上がったのではないかと考えられる。(図4-8)

接着繊維の重量減少は、生分解性試験が進むにつれて、生分解性繊維が分解されてなくなり繊維間の結合ができなくなり、水中にはずれ出る接着繊維の量が増加したためではないかと考えられる。しかし、熱プレス処理試料のうち生分解性繊維60%配合の試料や熱風循環炉処理試料について、このような傾向が見られないのは、60%配合の試料についてはもともと80%配合の試料に比べると接着繊維が多く含まれているために、生分解性繊維が試料中に少なくなっても、繊維間の結合にあまり大きな影響を及ぼさないのではないかと考えられる。熱風循環炉処理試料については、熱処理により接着繊維同士の結合が弱く、生分解性試験が進んで生分解性繊維が試料中に少なくなっても、繊維間の結合にあまり影響しないためではないかと考えられる。これは、前に述べた強度変化の結果からも示唆されるのではないかとと思われる。また、繊維種の違いを見てみると、若干デンプン28%入りレーヨン繊維不織布の生分解性繊維組成割合低下が大きいようだが、必ずしもそうとは言えない試料があり、繊維種による明らかな差は見られなかった。非生分解性繊維のビニロン繊維の組成はほとんど変わらず、約80%を示し、分解されていないと考えられる。

(6) 各繊維重量変化結果

両熱処理方法において生分解性繊維重量は、2週間目から4週間目にかけて大きく減少しており、減少率約95%を示していた。4週間目以降はほぼ平衡状態に達しており、生分解性繊維がほとんど分解されていると考えられる。また、熱プレス処理試料については、1週間目から2週間目までにほとんどの試料で生分解性繊維重量減少はあまり見られなかったが、熱風循環炉処理試料では多いもので約28%、少ないものでも約4%の生分解性繊維重量減少が見られた。このことから、熱風循環炉処理試料は分解が最初からゆっくり進み、ある時期から分解速度が

速くなるが、熱プレス処理試料は最初は微生物が繊維の中に入りにくく、あまり分解されずにある時期から浸透すると急激に分解が進むことを示していると考えられる。非生分解性繊維であるビニロン繊維は重量減少がほとんどなかった。

(図4-9)

また、生分解性繊維配合割合による生分解性繊維重量変化の違いを見てみると、レーヨン繊維不織布やデンプン17%入りレーヨン繊維不織布については若干生分解性繊維80%配合の方が60%配合よりも生分解性繊維重量減少率が高く分解が速くおこっていると考えられるが、デンプン28%入りレーヨン繊維不織布では異なり、1週間目から3週間目まで生分解性繊維60%配合の方が80%配合試料よりも生分解性繊維重量減少率が高く分解が速くおこっていると考えられる。そして、デンプンを練り混んでいないレーヨン繊維は1週間目における生分解性繊維重量減少率は他の繊維に比べると低いが、1週間目から2週間目までの生分解性繊維重量減少率は他の繊維よりも大きく減少していた。デンプ

ン含量による生分解性繊維減少率を比較すると、デンプンを28%含有しているレーヨン繊維不織布の方が17%のものよりも、生分解性繊維重量減少率が大きく、分解が速く進んでいると考えられる。

坪量の違いによる生分解性繊維重量変化を見てみると、熱プレス処理試料においては坪量の少ない薄いシートの方が生分解性繊維重量減少速度が速く、約3週間目には生分解性繊維重量減少率が94%に達しており、ほぼ分解が終わっていると考えられる。熱風循環炉処理試料ではあまり顕著な差は見られなかったが、平衡状態に達するのは坪量の少ない薄いシートの方が若干速かった。

接着繊維の違いによる生分解性繊維重量変化を見てみると、1週間目においては熱溶解繊維を使用した不織布の試料が生分解性繊維重量減少率が高く、その後は水溶性のビニロンバインダー繊維を使用した試料の方が熱溶解繊維を使用した試料よりも速く生分解性繊維重量減少が進んでいた。

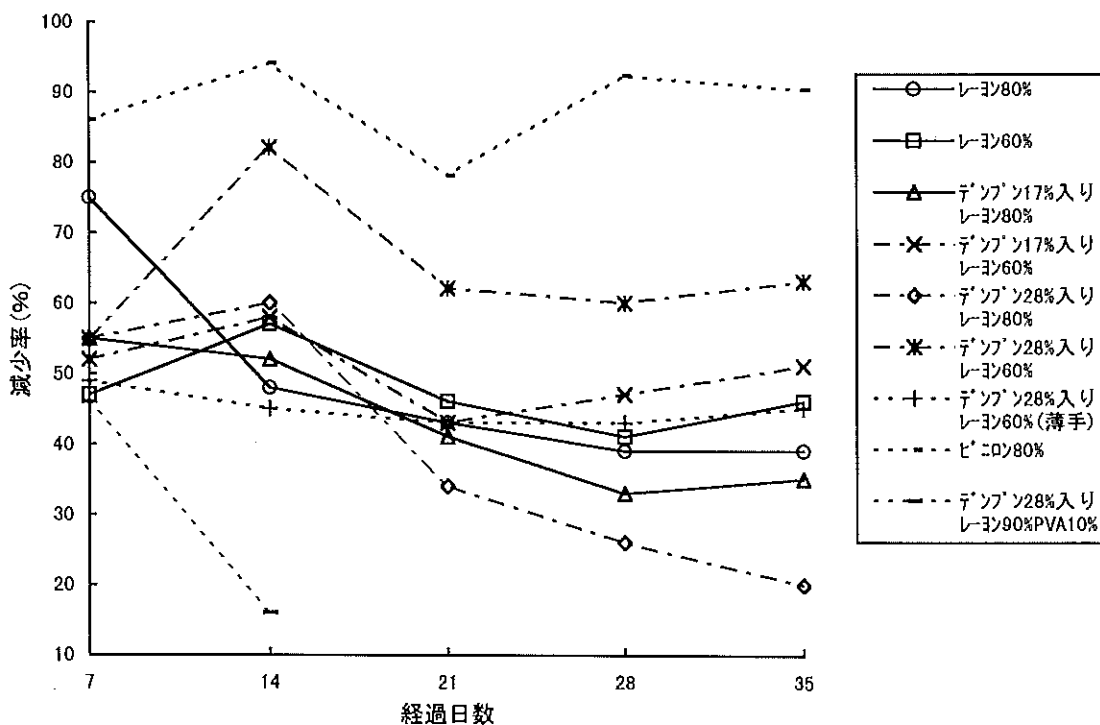


図4-7 引張強度変化(熱プレス処理)

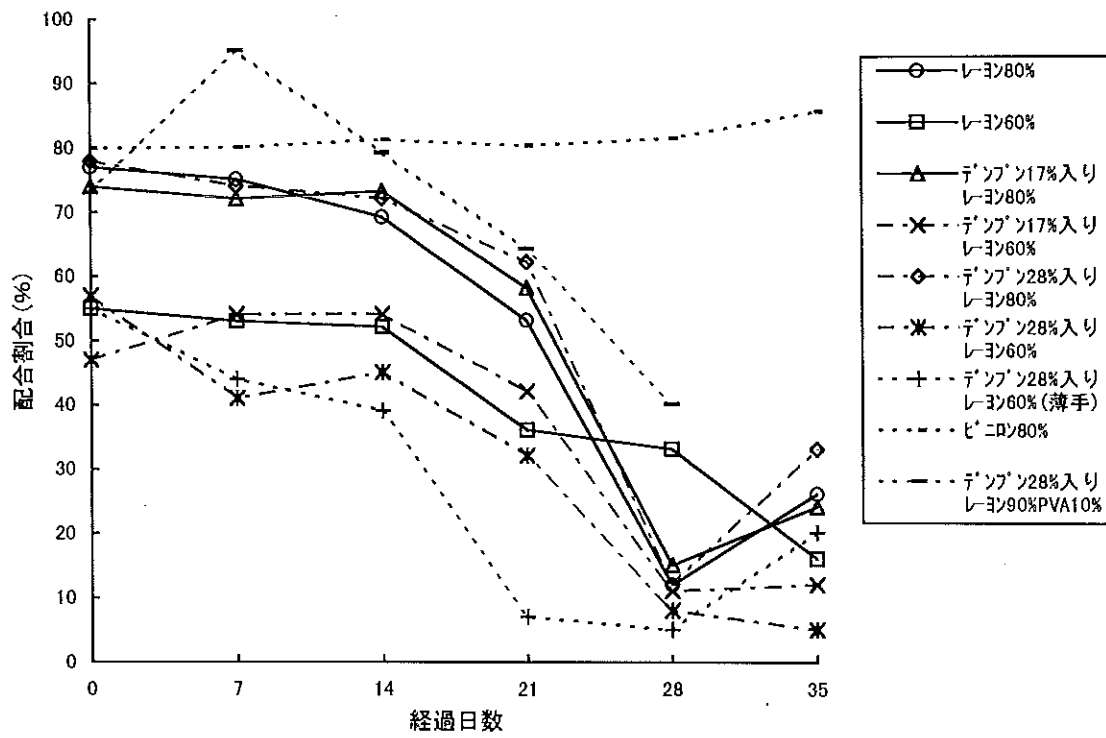


図4-8 繊維組成変化(熱プレス処理)

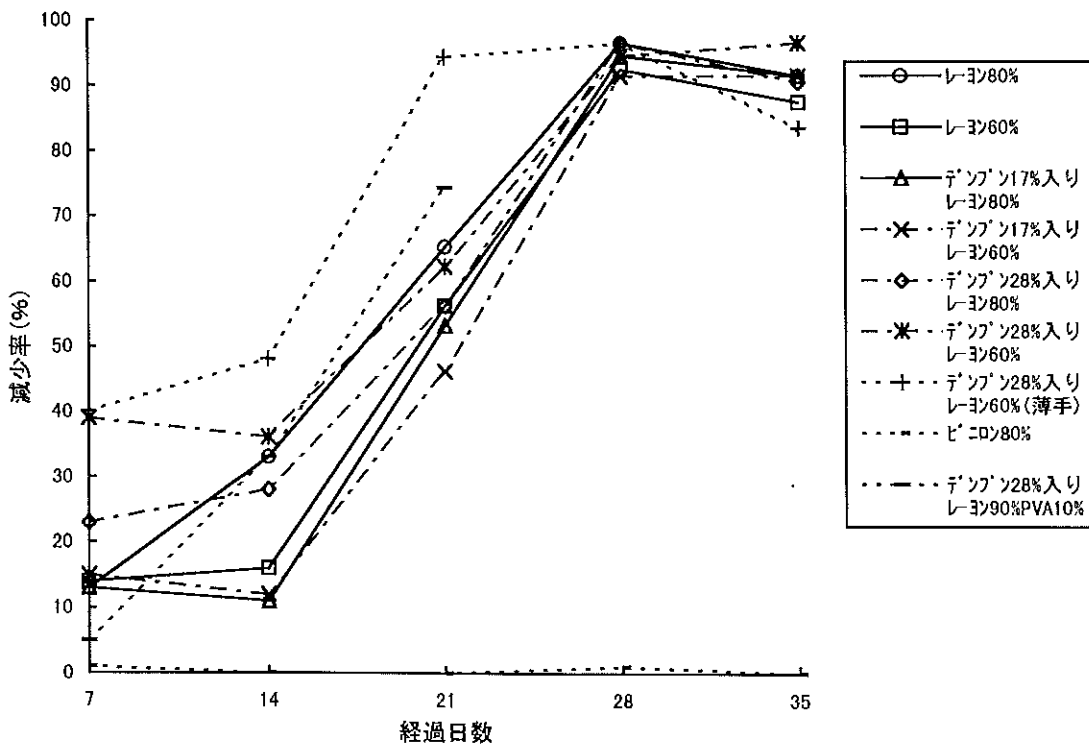


図4-9 繊維重量変化(熱プレス処理)

4. 2. 6 まとめ

以上の生分解性繊維重量変化による生分解性挙動観察結果は、不織布シートの全重量変化による生分解性挙動観察結果とほぼ一致することが分かった。この結果から、試料の重量減少は主に生分解性繊維の減少に由来すると考えられる。このため、今後生分解性試験は、全試料重量変化を測定することにより生分解性挙動を知ることがができるのではないかと考えた。さらに、強度変化や組成変化、生分解性繊維重量変化も併せて測定を行えば、重量変化測定だけでは分からないような現象、例えば物理的な作用による重量変化やその他の不明な点が明らかになるのではないかと考えた。

今回行った生分解性試験方法は水中で行うことにより加水分解反応や、特定の微生物を用いるのではなく、多種類の微生物を用いて、大容量でおこなうことにより加工品などの生分解性試験へ応用できる、ミクロではなくある程度マクロ的、総合的な生分解性試験であり、一般環境下での生分解性挙動に近いものではないかと考えられる。この生分解性試験方法は民間企業等において、予備試験や自社規格などへの応用や一般消費者等への生分解性についてのより具体的な理解を深める手がかりになるのではないかと考えている。しかし、この試験方法にこだわらず、酵素による分解試験や、今後JIS化された試験方法との相関関係があるかどうかの検討も行ない、今後の機能紙の開発に役立ていきたいと考えている。

4. 3 デンプン含有再生セルロースの生分解性評価

4. 3. 1 目的

従来の物質的に豊かな生活は、資源とエネルギーを大量に消費すると同時に、膨大な量の廃棄物を排出し、地球環境にまで悪影響を及ぼしてきた。この廃棄物問題を解決するために、ライフスタイルの見直しやリサイクルなどの取り組みとともに、焼却、埋立等の従来からの処

理技術の改良も活発に行われている一方、素材の面からも環境への負担を少なくするため、使用後の処理がしやすい資材の開発が行われている。現在、素材として生分解性のプラスチックが注目されており、また繊維にも生分解性が問われている。紙の繊維材料としては、天然セルロースである木材及び非木材繊維、天然セルロースを一度溶融させ再度紡糸したレーヨン等の再生繊維、ポリエステル等の化学繊維があるが、セルロース繊維に関しては天然物なので生分解性を持っており、廃棄物処理の問題点は少ない。しかし、セルロースは分解に時間がかかり、その間廃棄物として残っているので、セルロースの生分解状況をコントロールする必要がある。今回再生セルロースであるレーヨンに微生物によって分解されやすいデンプンを混入した繊維が試作されており、この繊維を用いて、デンプンを分解するアミラーゼ酵素及びセルロースを分解するセルラーゼ酵素を使って生分解評価を行った。

4. 3. 2 評価試験

100%ビスコースレーヨン繊維、17%デンプン含有レーヨン繊維および28%デンプン含有レーヨン繊維（全て直径約 $15\mu\text{m}$ ）は東邦レーヨン(株)より提供して頂き、また、対照物として、市販の針葉樹漂白パルプ繊維（以下NBKPとする）を用いた。

(1) 酵素による分解性評価

酵素による分解性評価試験は、試料100mg、0.2Mリン酸緩衝液4.0mlを基本に、*Bacillus subtilis*の精製 α -アミラーゼ（生化学工業(株)製）0.5%溶液（0.02Mリン酸緩衝液にて調整）1.0ml、*Trichoderma viride*の精製セルラーゼ（協和発酵製）0.5%溶液（0.02Mリン酸緩衝液にて調整）1.0ml、およびこれらの1:1混合溶液1.0ml、コントロールとして緩衝液1.0mlを加える4種の条件を設定し、全量を水で20mlとし37°Cの恒温槽において、5時間まで反応開始後1時間毎に、また一部の試料については反応開

始後10分毎に1時間まで試料溶液を採取、フィルターを通してろ過した後、水溶性全有機炭素量(TOC:島津製作所製TOC-5000)を求める方法で行った。また、界面活性剤(ブライサーフ0.1%)を50ppmほど加えた28%デンプン含有レーヨン繊維のアミラーゼ及びセルラーゼの混合溶液での酵素反応を行い、反応開始直後と5時間後のTOC値を測定した。

(2) 走査電子顕微鏡による酵素分解後の繊維の評価

次に、酵素による分解評価試験前後の試料を、走査電子顕微鏡(SEM:日本電子(株)製JSM-T200)を用いて試料の表面および形状変化の観察を行った。

(3) ヨード発色による酵素分解後の繊維の評価

スライドガラス上にとった試料に0.1Mヨウ素溶液を滴下して、ヨウ素デンプン反応による発色状態を光学顕微鏡(Leica社製ORTHOPLANPOL)により観察した。

4. 3. 3 結果及び考察

(1) 酵素による分解性評価試験

酵素分解試験の結果を図4-10~14に示す。天然セルロースであるNBKPと再生セルロースであるレーヨンでは、分解における経時変化が異なっている。この結果は、再生セルロースは原料となるKP(クラフトパルプ)と比べてセルラーゼの作用性が劣っていることを示している。また、17%デンプン含有と28%デンプン含有との大きな違いは、2つの酵素の作用性と酵素分解率である。17%デンプン含有の場合、アミラーゼのみによる5時間後のデンプンの分解率は約8%程度で、28%含有レーヨンでは約14%であった。デンプンの分解率は、 α -グルコースの繰り返し単位中に含まれる炭素原子量の比率を計算し、試料100mg中に含まれる炭素量濃度(ppm)と測定したTOC濃度との割合

で算出している。このことは、表面にあるデンプンの存在する領域が、28%含有の方が17%含有よりも大きいことを示している。しかし、分解率が低い値で止まっているのは、内部のデンプン分子が、セルロース分子にアミラーゼの侵入を阻まれ、酵素分解が起きていないと考えられる。その裏付けとして、アミラーゼ及びセルラーゼ混合溶液での酵素分解のTOC値が、アミラーゼのみの酵素分解のTOC値と比べて、17%デンプン含有レーヨン繊維、28%デンプン含有レーヨン繊維とも約3倍となっている。

界面活性剤を混入した条件での酵素分解を比較考察すると、TOC値は混入した場合向上した。界面活性剤の影響で繊維のぬれの面積が大きくなり、酵素との接触面積が広がり分解が進んだと思われる。

上記の結果を考察すると、酵素を加えてから1時間程度でTOC値がほぼ一定状態となり酵素反応が終結していることが判断できたので、28%デンプン含有レーヨン繊維についてアミラーゼ及びセルラーゼ混合溶液での酵素分解のTOC値を10分毎に測定した。結果、非常に良いタイムコースが得られた。図4-10、11、12に示す。

また、NBKPにおけるcontrolでのTOC値は0のままであったが、レーヨン及びデンプン含有レーヨン繊維のcontrolではわずかであるがTOC値が確認された。この原因は、レーヨンには表面をなめらかにするために油脂分が付着しており、これが溶液中に溶け出してTOC値が上昇したと思われる。またデンプン含有レーヨン繊維では前記の原因の他に表面上に存在するデンプンが酵素反応の前に溶液中に溶け出してTOC値が上昇したと考えられる。

(2) 走査電子顕微鏡による酵素分解後の繊維の評価

酵素分解反応前後の試料の表面や形状変化を観察した。表面変化は見られなかったが、繊維に現れているすじの減少やデンプン相とセルロース相との相境界が見られなかったことから、この2つの高分子はかなりの相溶性を持っている

ると考えられる。現在、活性汚泥中での生分解と酵素による生分解の違いや分解率の評価方法としての判断法を検討中である。

(3) ヨード発色による酵素分解後の繊維の評価

酵素分解反応後の試料について、残存しているデンプンをヨウ素デンプン反応で発色させ、その発色状態を観察した。今回の実験においてアミラーゼによるデンプン分解率と発色濃度との間に相関関係がほぼ成り立っていることが確認できたが、詳細な相関関係については現在検討中である。

4. 3. 4 まとめ

走査電子顕微鏡による観察、ヨード発色による観察の2つの結果から、デンプンと再生セルロースは相容性があり、はっきりとした相構造の違いが見られなかったが、酵素分解の結果はデンプンの相と再生セルロースの相が分かれて存在するような結果であった。また、アミラー

ゼのみによる酵素分解でのデンプン分解率から考えて、表層面に存在するデンプン相は少ないと思われる。よって、生分解性を持たせるあるいはコントロールするという観点からでは、再生セルロースよりもデンプンの方が分解性がよいので、ある程度相構造がはっきりしているとなれば、デンプン含有レーヨン繊維を紡糸する段階で、紡糸速度を調整したり溶融粘度比率を変化させて、スキンにデンプン相、コアに再生セルロース相を形成できるので、崩壊性、タイムコントロール性という観点からは良い結果が得られると思われる。

今回はデンプン含有レーヨンということで、アミラーゼ及びセルラーゼの2種類の酵素による生分解性評価を行ったが、実際の製品における評価は活性汚泥等による長期の試験が望ましい。走査電子顕微鏡での観察によると、分解途中の繊維の状態が著しく違っており、実際の条件と似ている活性汚泥の方が規格としては良いと思われる。しかし、酵素では評価にならないわけではなく、簡単に行える素材の事前評価という形で酵素を用いればよいと思われる。

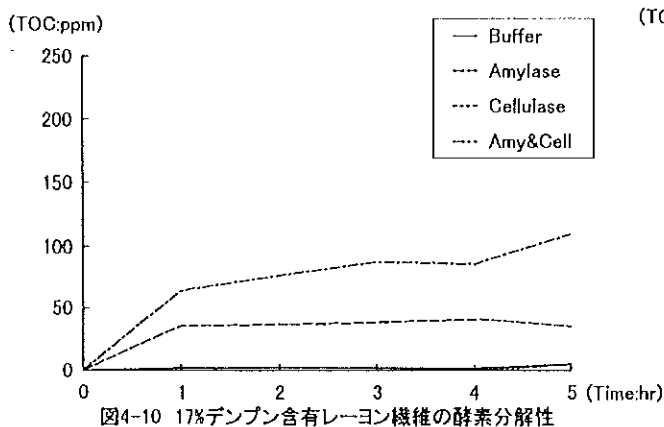


図4-10 17%デンプン含有レーヨン繊維の酵素分解性

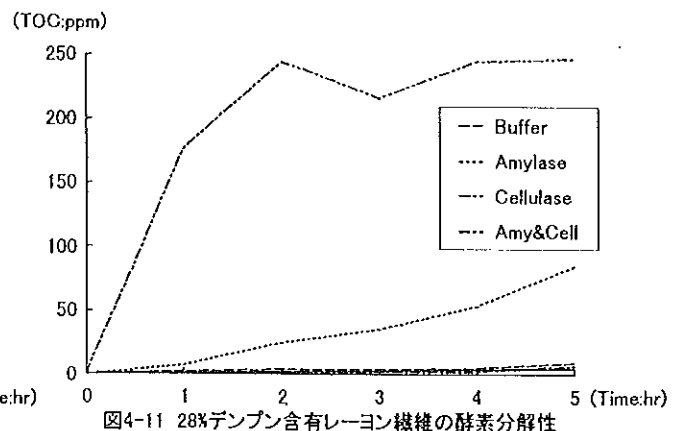


図4-11 28%デンプン含有レーヨン繊維の酵素分解性

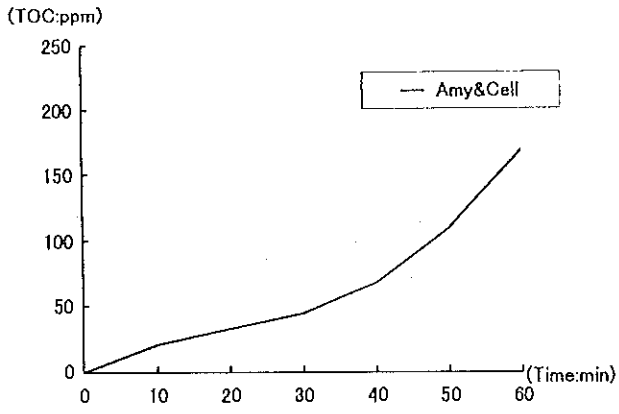


図4-12 28%デンプン含有レーヨン微細繊維の酵素分解性

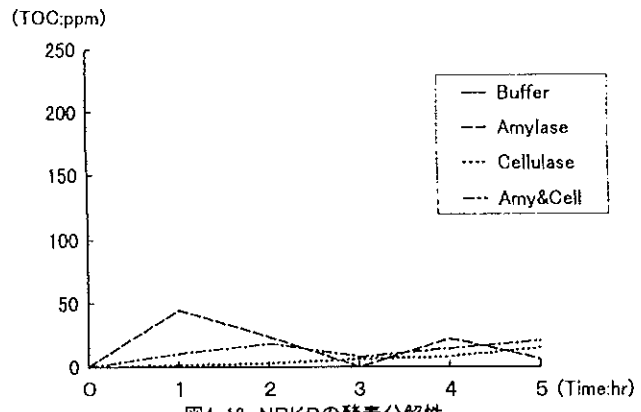


図4-13 NBKPの酵素分解性

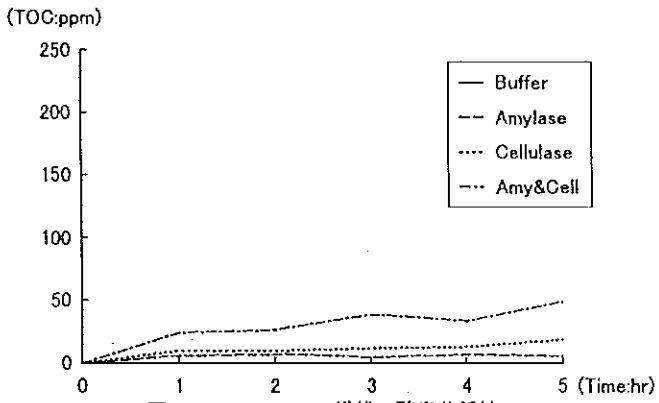


図4-14 100%レーヨン繊維の酵素分解性

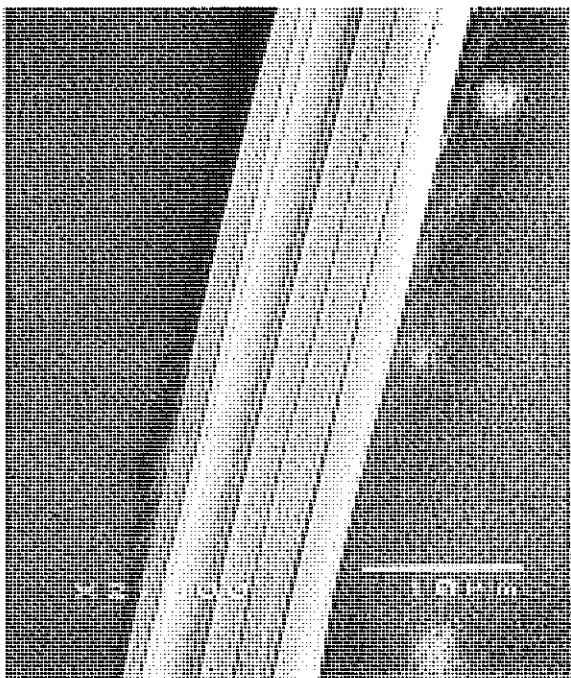


写真4-1 28%デンプン含有レーヨン繊維

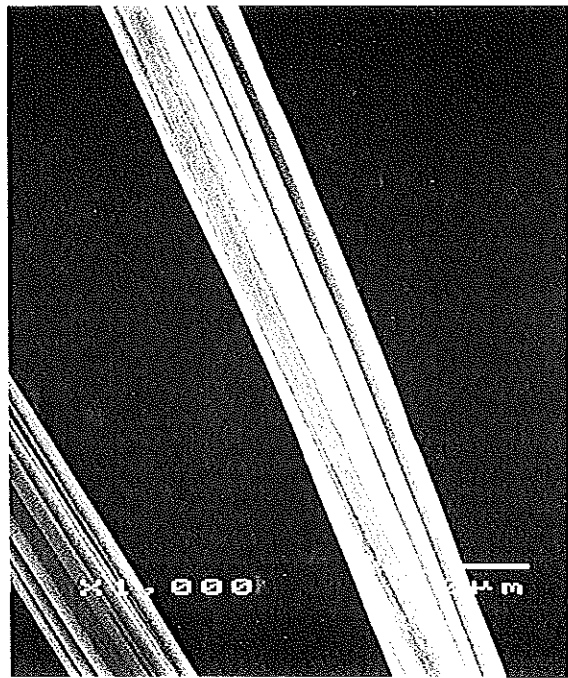


写真4-2 28%デンプン含有レーヨン繊維
アミラーゼ処理

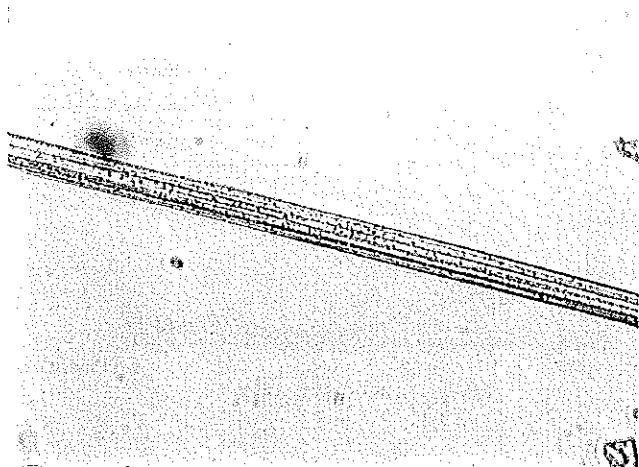


写真4-3 100%レーヨン繊維
ヨウ素デンプン反応発色状態

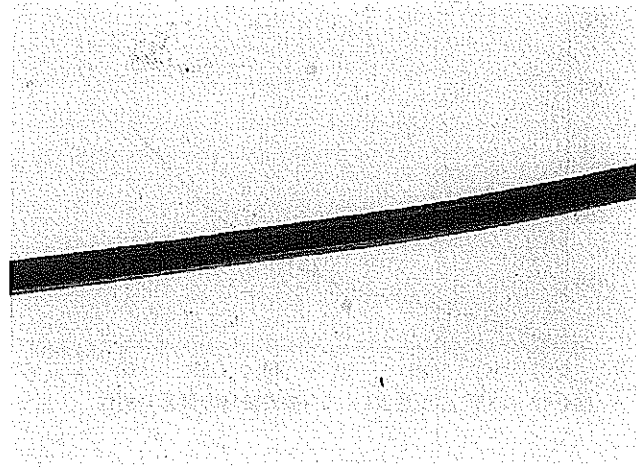


写真4-4 28%デンプン含有レーヨン繊維
アミラーゼ分解率5%
ヨウ素デンプン反応発色状態

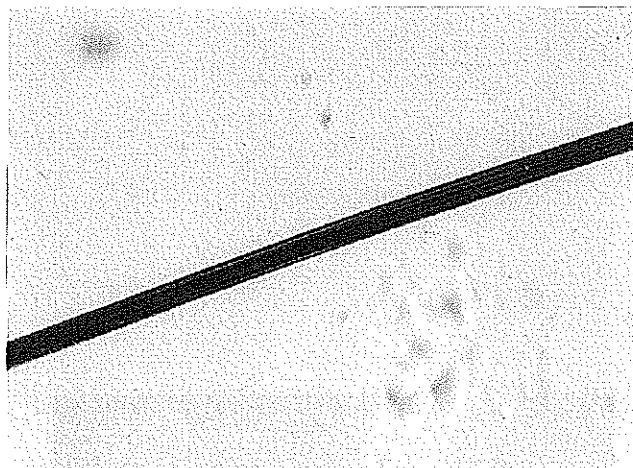


写真4-5 28%デンプン含有レーヨン繊維
アミラーゼ分解率15%
ヨウ素デンプン反応発色状態

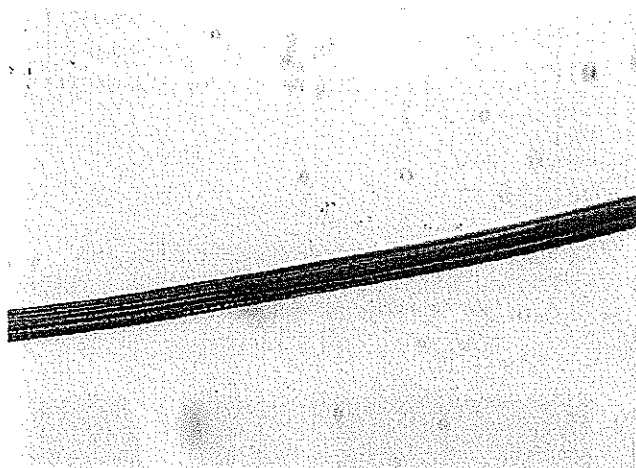


写真4-6 28%デンプン含有レーヨン繊維
アミラーゼ分解率25%
ヨウ素デンプン反応発色状態

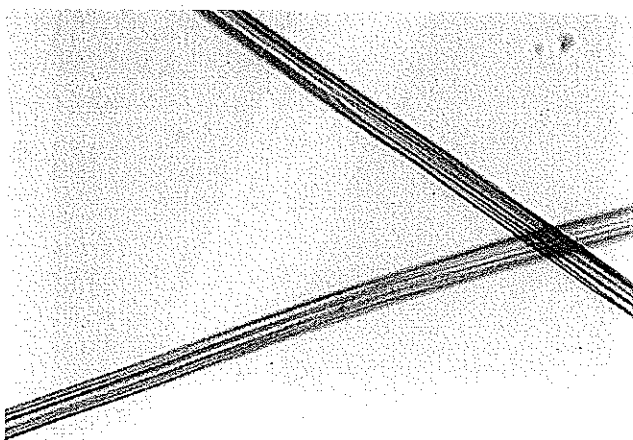


写真4-7 28%デンプン含有レーヨン繊維
アミラーゼ分解率30%
ヨウ素デンプン反応発色状態

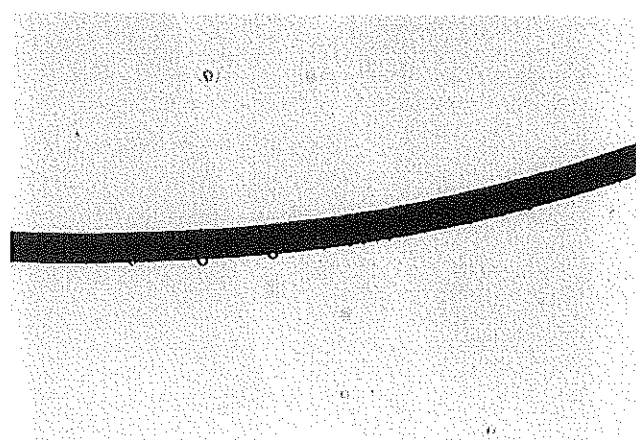


写真4-8 28%デンプン含有レーヨン繊維
ヨウ素デンプン反応発色状態

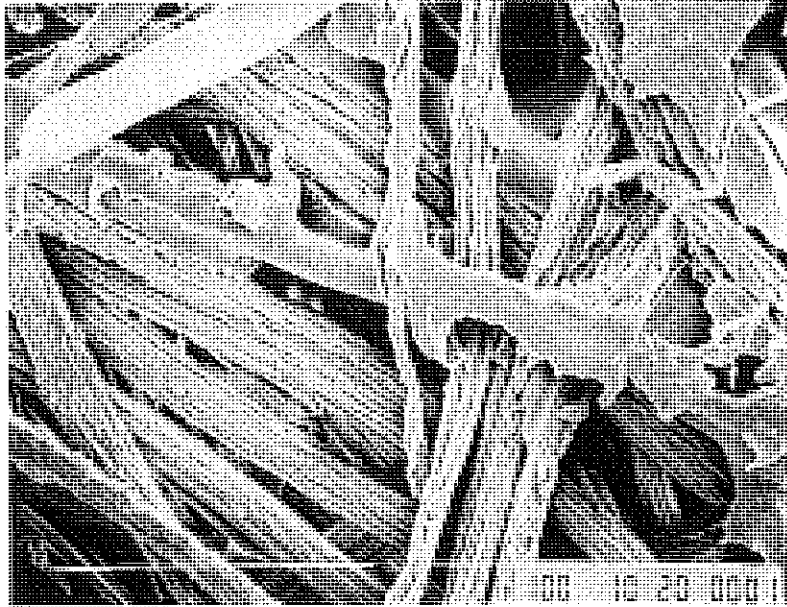


写真 4 - 9 17%デンプン含有レーヨン繊維80%
Hスター20%
弱嫌気性生分解栄養なし、分解率15%
(×500)

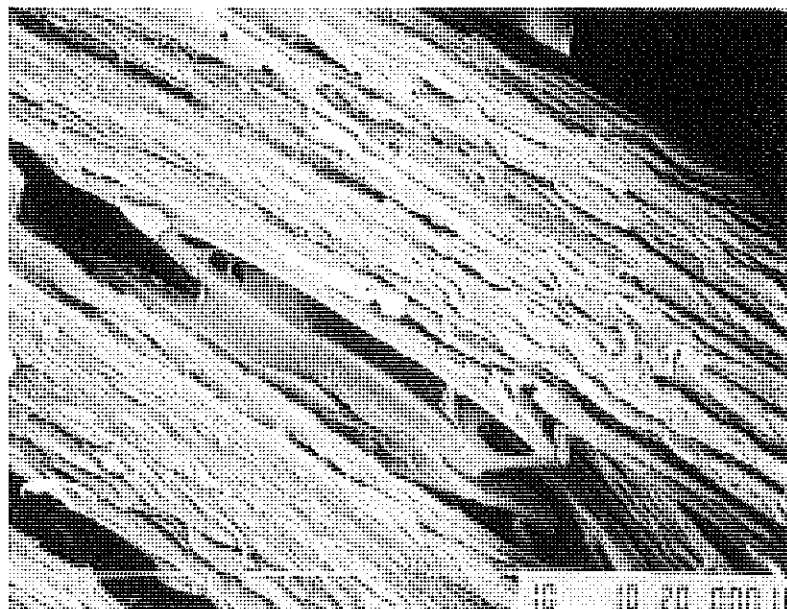


写真 4 - 10 17%デンプン含有レーヨン繊維80%
Hスター20%
弱嫌気性生分解栄養なし、分解率15%
(×2000)

4. 4 生分解性繊維による不織布の研究

4. 4. 1 目的

今回、生分解性のあるグリコールと脂肪族ジカルボン酸とから化学合成された脂肪族系ポリエステル繊維²⁾で不織布を作成した。

不織布は多くの方法で製造されるが、今回はサーマルボンド法とспанレース法により不織布を作成し、その物性を測定したので報告する。

4. 4. 2 試作試験

(1) 生分解性繊維

使用した生分解性繊維は、ジオールと脂肪族

ジカルボン酸からの脂肪族ポリエステルで、今回使用した繊維は脂肪族ジカルボン酸にコハク酸を使用したタイプを用いた。その物性値を表4-5に示す。4 d × 51mmの繊維を使用した。

表4-5 生分解性繊維の物性³⁾

比重		1.26
融点 (°C)		114
ガラス転移点 (°C)		-32
曲げ弾性率 (kg/cm ²)		7000

示差走査熱量計 (理学電機DSC8230) で生分解性繊維の熱挙動を測定した結果を図4-15に示す。測定は5°Cの昇温で150°Cまで測定した。106°C付近から吸熱がはじまり、111.5°Cにピークがある。

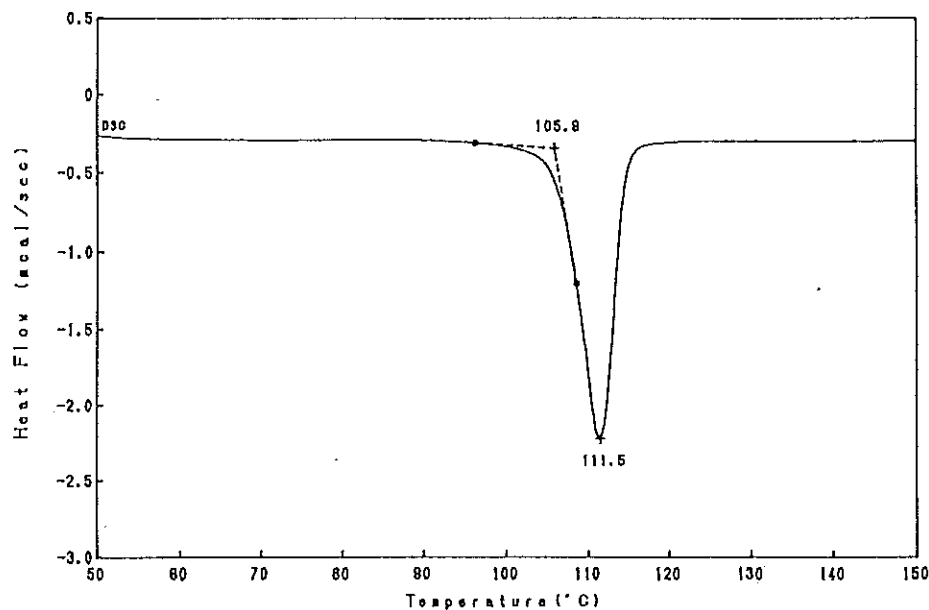


図4-15 生分解性繊維の示差熱曲線

(2) 不織布製造装置

(a) 不織布用カード機 (大和機工株式会社製)

シート幅 30cm

シート作成方法 木製ドラムにウェブを巻き付け、積層して目的の目付の不織布を作成する。

シート長 90cm

(b) 多目的不織布製造装置 (川之江造機株式会社製)

シート幅 50cm

カード機、ウェブラップ、ウォータージェット、スルードライヤーから構成されている。

(3) 不織布の作成

(a) 不織布短判の作成

生分解性繊維及びレーヨン繊維 (1.25 d × 51 mm) を不織布用カード機 (大和機工株式会社製) で開織して、ウェブを作成した。

次に、ウェブを多目的不織布製造装置のスルードライヤーに供給し、熱融着させてサーマルボンの不織布を作成した。この際、スルードライヤーの温度を107℃から112℃まで変えて、不織布に及ぼす温度の影響を状態観察した。

また、高圧水流交絡 (ウォータージェット) の場合はウォータージェット装置で、ウォーターカーテン処理した後、ウォータージェット処理を行った。ウォータージェット処理はノズル1本で50kgf/cm²、70kgf/cm²、100kgf/cm²、150kgf/cm²の4種類の圧力で処理した。生分解性繊維はウォータージェット圧が70kgf/cm²を越えると、金網からの剥離が悪く、不織布が作成出来なくなるので、一度、50kgf/cm²で処理した後、再度同一面から70kgf/cm²、100kgf/cm²、150kgf/cm²の圧力で処理した。乾燥は生分解性繊維が熱の影響を受けないように85℃で行った。なお、熱処理およびウォータージェット処理は毎分1mの速度で行った。

(b) 多目的不織布製造装置による不織布の作成

多目的不織布測定装置により不織布を作成したが、カード機が1台しかない関係でウェブを65cmに切断して、ウェブラップ装置で重ね合わせて目的とする目付のウェブを作成した。ウェブの目付は150g/cm²を目途に作成した。作成したウェブをスルードライヤーにて、熱融着させた。なお、スルードライヤー温度は短判の試験結果から110℃とした。

また、ウォータージェット処理はノズル2本で行い、1本目はウォータージェット圧50kgf/cm²で処理し、剥離ロールで金網から剥離させた後、2本目のノズルで処理を行った。2本目はウォータージェット圧50kgf/cm²、70kgf/cm²、100kgf/cm²、125kgf/cm²の4種類で処理した。短判と同じく乾燥は85℃で、処理速度は毎分1mで行った。

(3) 物性測定

目付、厚さ、引張強さ、摩擦感テスト、ハンディ圧縮試験機による圧縮剛さ、通気度、バブルポイント法による細孔分布の測定を行った。

4. 4. 3 結果

(1) 短判による試験

(a) サーマルボンド不織布

生分解性繊維単独及びレーヨン繊維とを配合して、ウェブを作成した。配合割合は33%、50%、66%と変えた。また、スルードライヤー温度は107、108、110、112℃に設定した。

作成した不織布は、温度が107℃の場合融着不十分であった。温度を上げるとともに、生分解性繊維が溶融し、融着状態が良好になってくるが、温度が112℃になると繊維が融解して、生分解性繊維のみの場合は一部フィルム化したようになり、穴の開いた部分が見られた。

不織布の見掛け密度と温度の関係を図4-16に示す。繊維の配合割合を変えても密度はあまり変わらないが、温度が112℃になると密度が低下する。この現象は生分解性繊維が溶融して不織布に穴があいており、そのために見掛け上密度が低下したものと考えられる。

引張強度は図4-17、18に示したとおり、温度とともに強度が増す傾向がある。

図4-19に温度と通気抵抗の関係を示す。処理温度の上昇とともに通気抵抗が大きくなり、温度の上昇とともに生分解性繊維が溶融し繊維間隔が小さくなっていることが伺われる。温度が112℃になると生分解性繊維が多い配合では通気抵抗が低下する。

図4-20、21に摩擦感テスターによる測定結果を示す。平均摩擦係数の測定値から分かるように温度108、110℃の時の値が小さく表面が滑らかで、温度が低いときは融着が不十分なため表面が毛羽立って摩擦係数が大きく、温度が高くなると融けて表面がざらついて摩擦係数が大きくなる。また、摩擦係数の平均偏差は生分解性繊維単独のものが大きく他のものに比べてざ

らついていることがわかる。

ハンディー圧縮試験機による圧縮剛さの測定結果を図4-22に示す。融着温度によって圧縮剛さはあまり変わらない。

先に示した生分解性繊維の熱挙動の結果と比較してみると、107℃は繊維の融け始める温度

付近であり、繊維同士の熱融着が弱いと一致している。110℃は繊維の融ける温度であり繊維の融着はよいが、速度が1mであるため、スルードライヤーでの処理時間が約4分かかり過剰に繊維が溶融してしまったと考えられる。

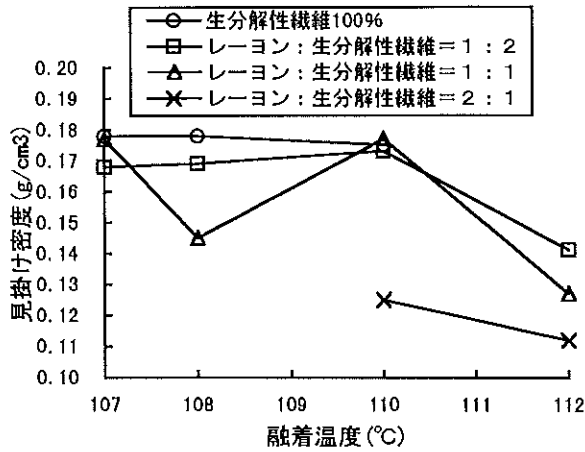


図4-16 融着温度と見掛け密度の関係

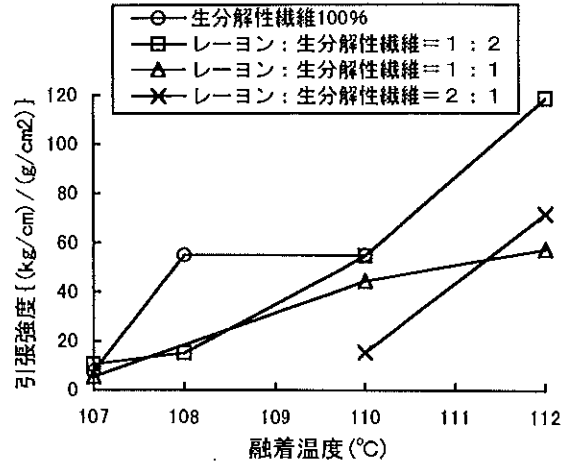


図4-17 融着温度と引張強度の関係(タテ)

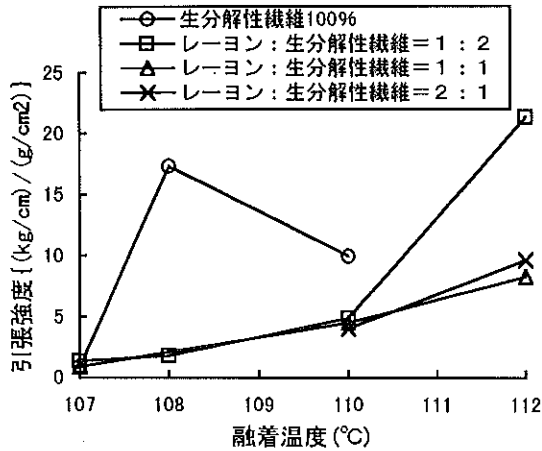


図4-18 融着温度と引張強度の関係(ヨコ)

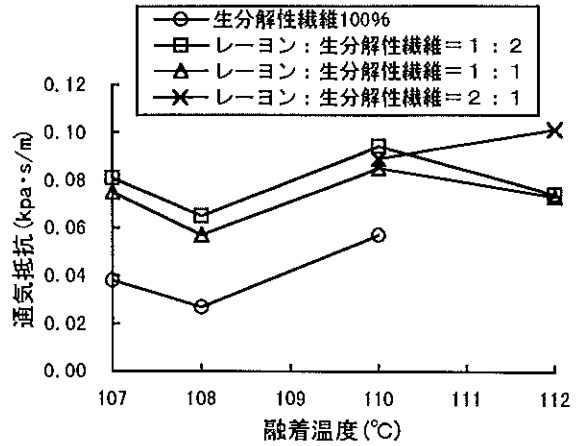


図4-19 融着温度と通気抵抗の関係

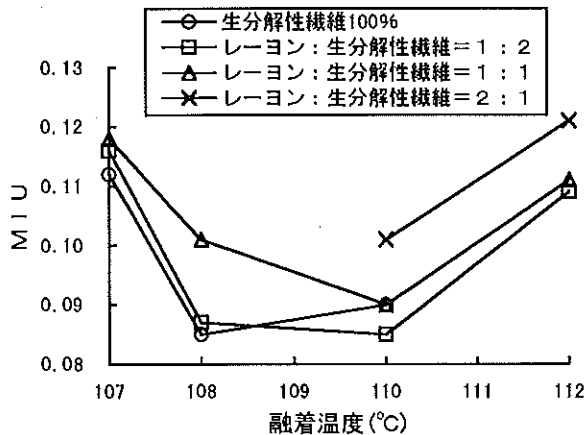


図4-20 融着温度と平均摩擦係数の関係

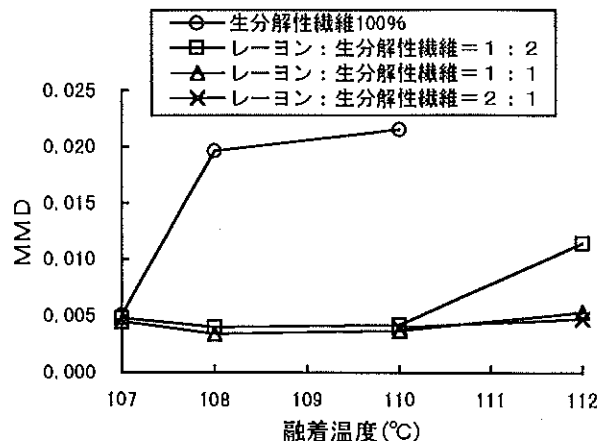


図4-21 融着温度と摩擦係数の平均偏差の関係

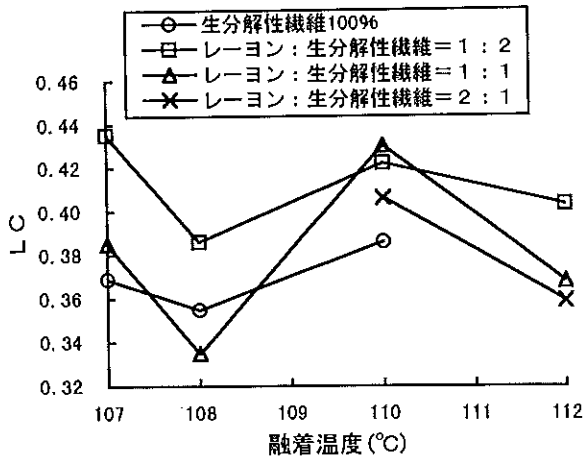


図4-22 融着温度と圧縮剛さの関係

(b) スパンレース不織布

サーマルボンドと同様に生分解性繊維単独及びレーヨン繊維とを配合してウェブを作成し、ウォータージェット処理を行った。処理圧力を50kgf/cm²、70kgf/cm²、100kgf/cm²、150kgf/cm²と変えて不織布を作成した。生分解性繊維単独では、圧力が70kgf/cm²を越えると金網との剥離が悪くなり金網から剥離しなくなるため、一度50kgf/cm²で処理した後再度同一面からウォータージェット処理を行った。レーヨン繊維を配合すると150kgf/cm²でも金網から剥離するようになる。

図4-23にウォータージェット処理圧と見掛け密度の関係を示した。生分解性繊維単独の場合が密度は小さく、レーヨン繊維を配合していくと密度は上昇する。

図4-24、25にウォータージェット処理圧と引張強度の関係を示した。強度は処理圧力の上

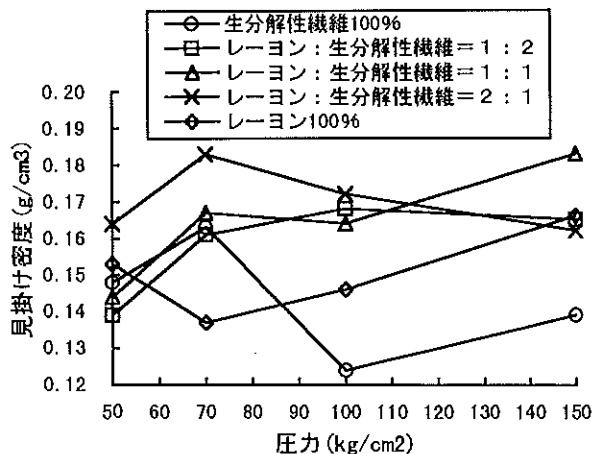


図4-23 WJ 圧力と見掛け密度の関係

昇とともに増加し、レーヨン繊維との配合割合の大きいほど、強度は強い。

図4-26に通気抵抗とウォータージェット処理条件との関係を示した。通気抵抗には処理圧力による大きな変動はなく、生分解性繊維とレーヨン繊維の配合割合が影響し、レーヨン量が増加するに伴い、通気抵抗は増加する。

図4-27、28に摩擦感テスターによる表面状態の測定結果を示した。ウォータージェット圧力により摩擦係数はあまり変わらないが、生分解性繊維が多いほど摩擦係数は大きく、表面の毛羽立ちが多いことがわかる。また、平均偏差は処理圧が150kgf/cm²になるとばらつきが大きい。

図4-29に圧縮剛さとウォータージェット処理圧との関係を示したが、処理圧が大きいほど剛くなっている。

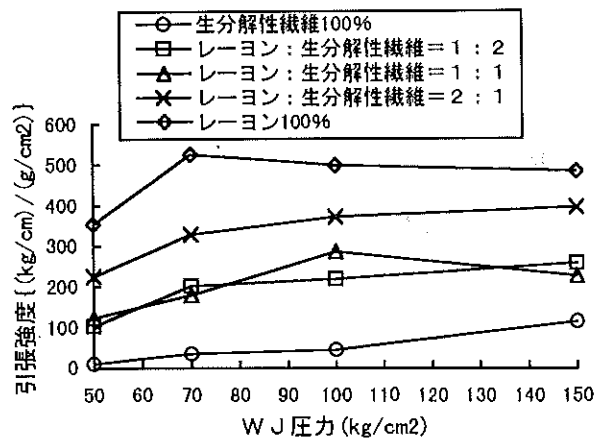


図4-24 WJ 圧力と引張強度の関係(タテ)

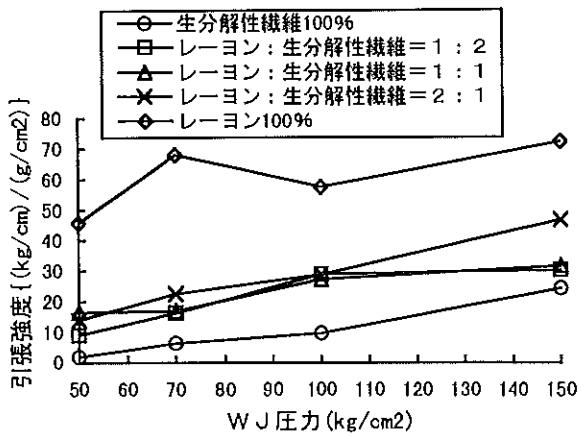


図4-25 W J 圧力と引張強度の関係(ヨコ)

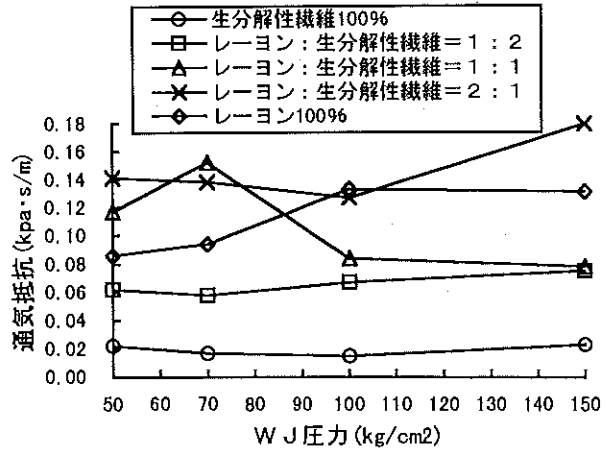


図4-26 W J 圧力と通気抵抗の関係

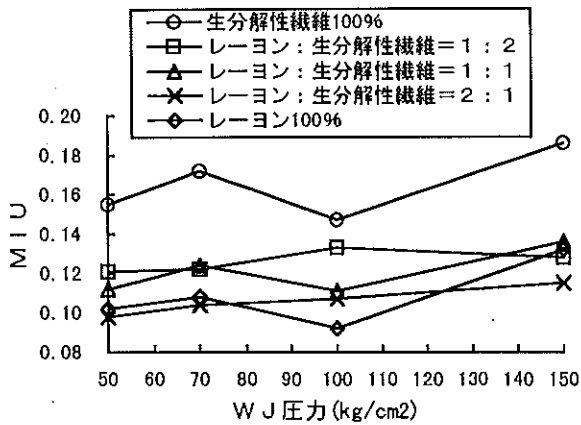


図4-27 W J 圧力と平均摩擦係数の関係

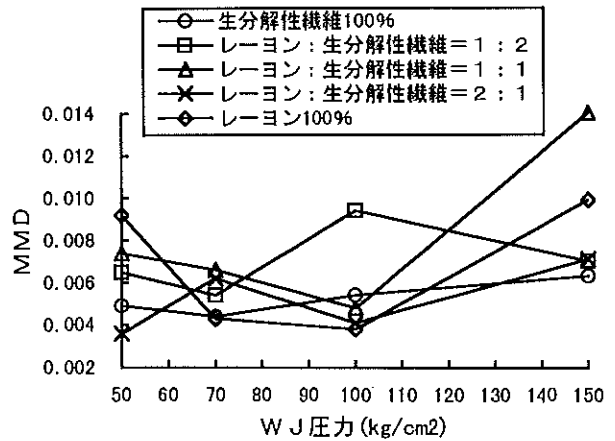


図4-28 W J 圧力と摩擦係数の平均偏差の関係

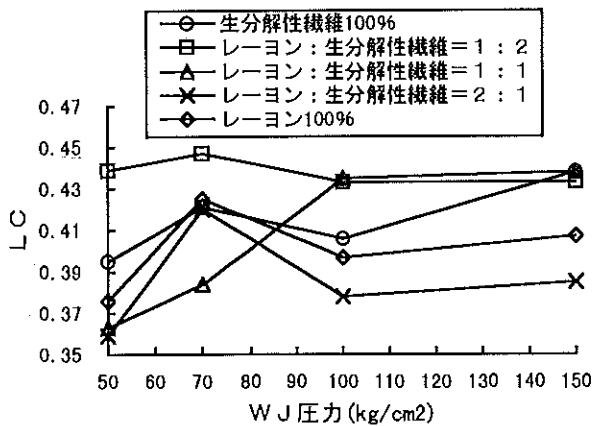


図4-29 W J 圧力と圧縮剛さの関係

(2) 多目的不織布製造装置による試験

(a) サーマルボンド不織布

短判での結果からスルードライヤー温度を110℃に設定し、不織布を作成した。繊維は生分解性繊維のみとレーヨン繊維を50%配合したものの2種類で作成した。生分解性繊維のみで作成した不織布は硬く一部穴の開いた部分もあ

ったが、レーヨンを配合することで不織布は柔らかくなった。

表4-6に多目的不織布製造装置で作成した不織布の物性値を示す。短判での試験結果と同様に、生分解性繊維のみの場合は堅く、強い不織布になる。今回使用した生分解性繊維は、ポリプロピレンなどの化学繊維に替わる生分解性バインダー繊維としての用途も考えられる。

表4-6 サーマルボンド不織布の物性値

繊維割合	生分解性繊維	100%	50%
	レーヨン繊維	-	50%
見掛け密度	(g/cm ³)	0.257	0.238
引張強度(タテ)	{(kg/cm)/(g/cm ²)}	56.2	26.6
〃	(ヨコ)	28.1	7.1
通気抵抗	(kpa·s/m)	0.0624	0.0792
平均摩擦係数		0.153	0.182
摩擦係数の平均偏差		0.0232	0.0127
圧縮剛さ		0.314	0.420

(b) スパンレース不織布

サーマルボンドと同じく生分解性繊維単独及び生分解性繊維にレーヨンを50%配合した2種類で不織布を作成した。ウォータージェット処理はノズル2本で行い、1本目のノズルの圧力は50kgf/cm²、2本目のノズルの圧力を50kgf/cm²、70kgf/cm²、100kgf/cm²、125kgf/cm²と変えて行った。物性値は短判の結果と同じような傾向を示した。

図4-30に処理圧と密度の関係を示す。密度は処理圧にかかわらずほぼ同じ値を示した。

図4-31、32に引張強度と処理圧の関係を示す。生分解性繊維単独よりレーヨン繊維を配合すると強度は大きくなる。

図4-33に通気抵抗と処理圧の関係を示す。

図4-34、35に摩擦感テスターによる測定結果を示す。

図4-36に圧縮剛さと処理条件の関係を示す。

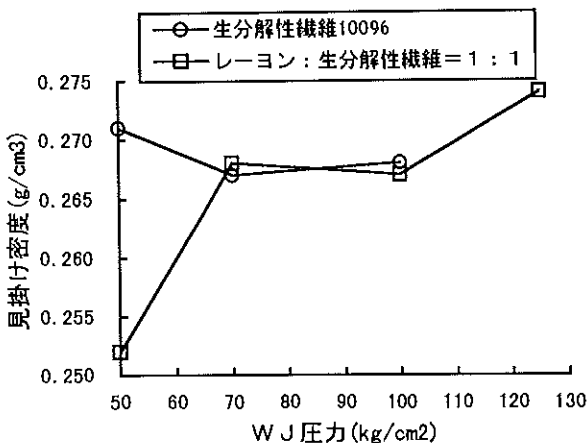


図4-30 WJ圧力と見掛け密度の関係

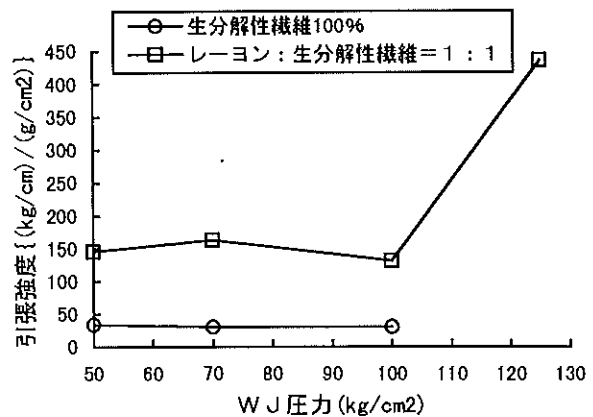


図4-31 WJ圧力と引張強度の関係(タテ)

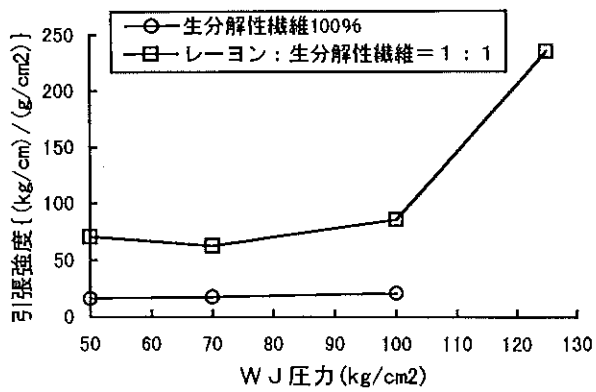


図4-32 WJ 圧力と引張強度の関係(ヨコ)

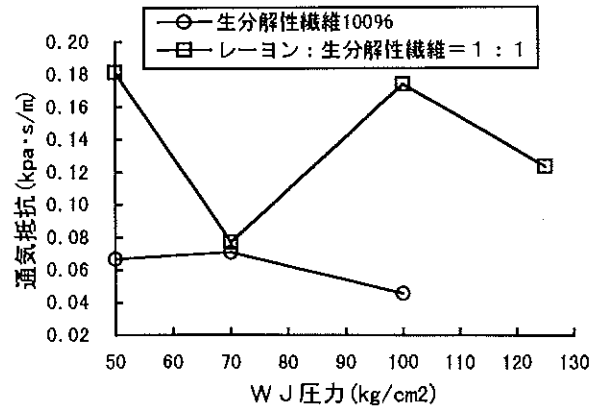


図4-33 WJ 圧力と通気抵抗の関係

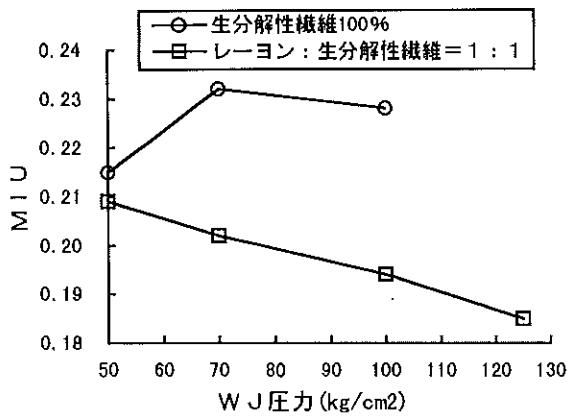


図4-34 WJ 圧力と平均摩擦係数の関係

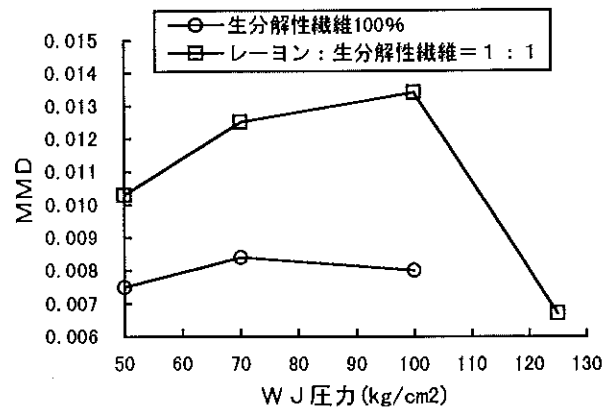


図4-35 WJ 圧力と摩擦係数の平均偏差の関係

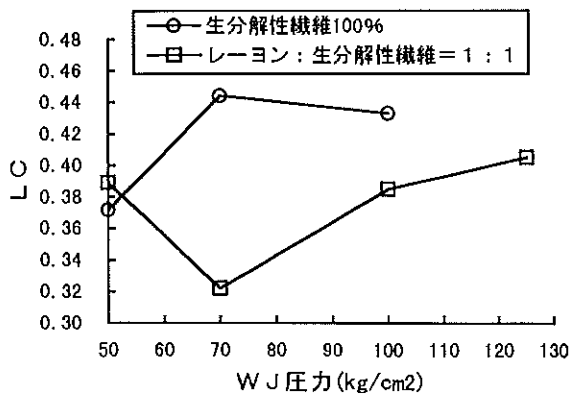


図4-36 WJ 圧力と圧縮剛さの関係

(3) SEMによる状態観察

生分解性繊維で作成した不織布を走査型電子顕微鏡で観察した。サーマルボンド不織布では温度により融着状態が変わり、107℃では繊維同士の融着が起こっていない。108℃になると繊維同士の融着が起こっているのがみられる。110℃になるとさらに繊維が融けて繊維同士が

融着している。レーヨン繊維を配合した不織布では生分解性繊維同士は融着しているがレーヨン繊維との融着は弱いのが見られ、生分解性繊維単独と比べて柔らかい不織布になっている。

спанレース不織布では、繊維同士の絡み合いはレーヨンを配合するでよりよくなり、生分解性繊維単独と比べて絡み合いがよい。

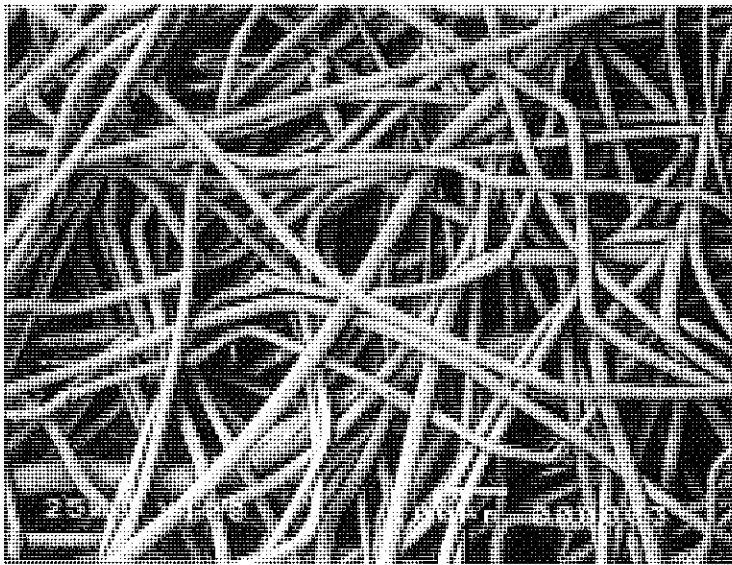


写真4-11 サーマルボンド不織布(107℃)
生分解性繊維100%



写真4-12 サーマルボンド不織布(108℃)
生分解性繊維100%

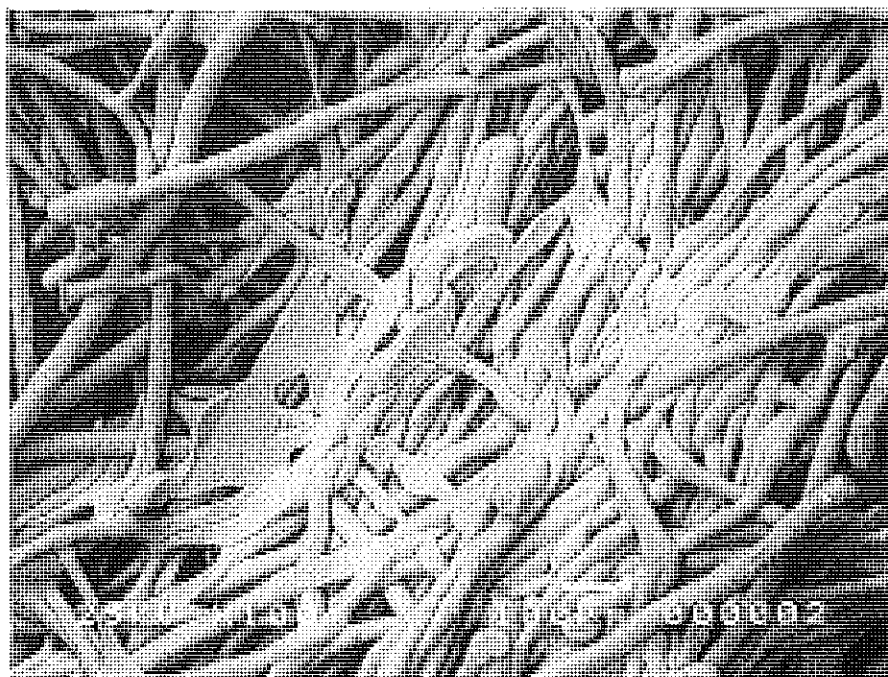


写真 4 - 13 サーマルボンド不織布 (110℃)
生分解性繊維100%

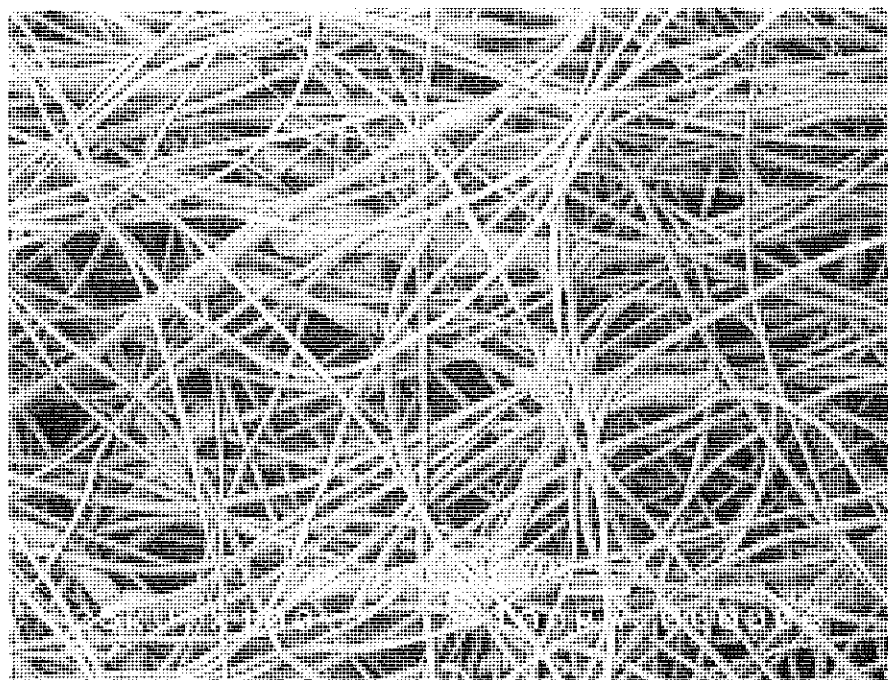


写真 4 - 14 サーマルボンド不織布 (110℃)
生分解性繊維50%
レーヨン繊維50%

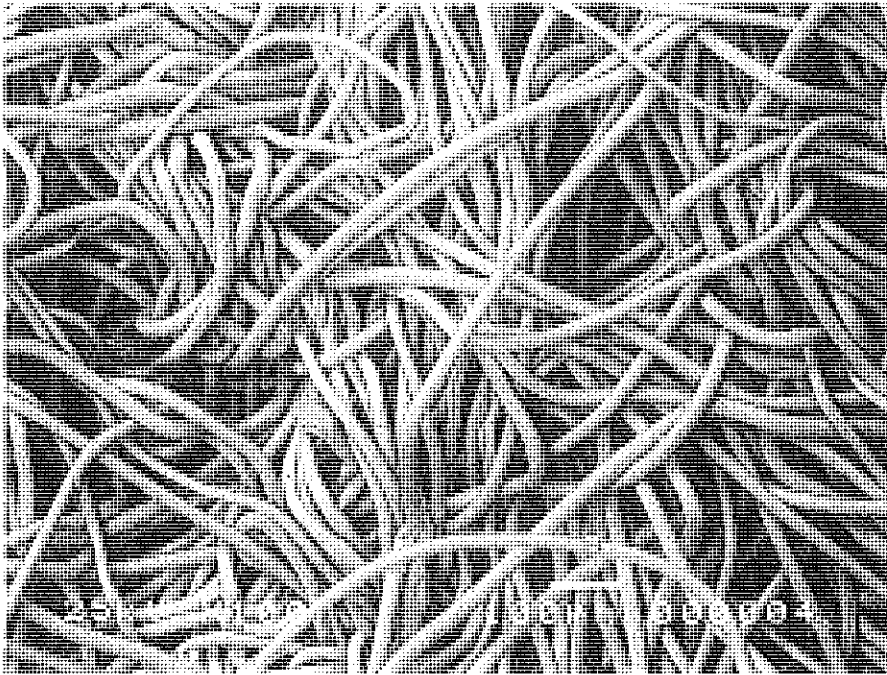


写真 4 - 15 スパンレース不織布
生分解性繊維100%

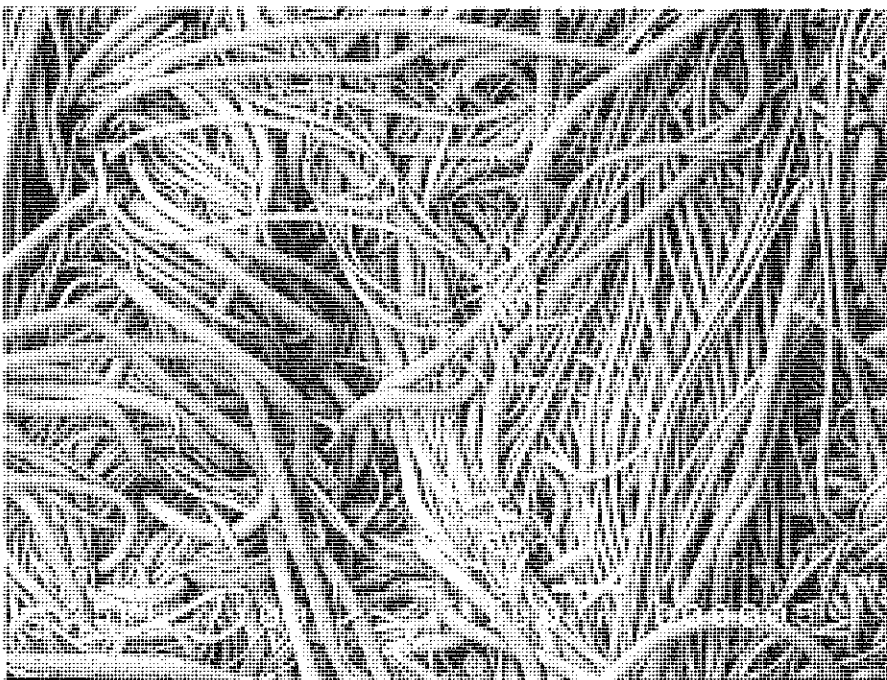


写真 4 - 16 スパンレース不織布
生分解性繊維50%
レーヨン繊維50%

(4) 細孔分布

バブルポイント法によって不織布の細孔分布の測定を行った。

図4-37から分かるように、処理温度110℃サーマルボンド法では繊維の大きい生分解性繊維が80ミクロン付近にピークがあるが、спанレース不織布と比べて値も小さく、繊維の熔解隙間間隔が埋まっている。レーヨン繊維を配合すると細いレーヨン繊維が隙間を埋めるためピークが50ミクロン付近にある。

生分解性спанレース不織布の細孔分布を図4-38に示す。処理圧を変えてもピークは90ミクロン付近にあり、ウォータージェットノズル径100ミクロンに近い値を示している。

生分解性繊維にレーヨン繊維を配合したспанレース不織布の細孔分布を図4-39に示す。処理圧が50kgf/cm²の場合、不織布の裏面まで十分に繊維が絡まず、元の細孔分布状態を一部示している。処理圧が125kgf/cm²になると裏面まで絡むようになり細孔のピークは40ミクロン付近にある。

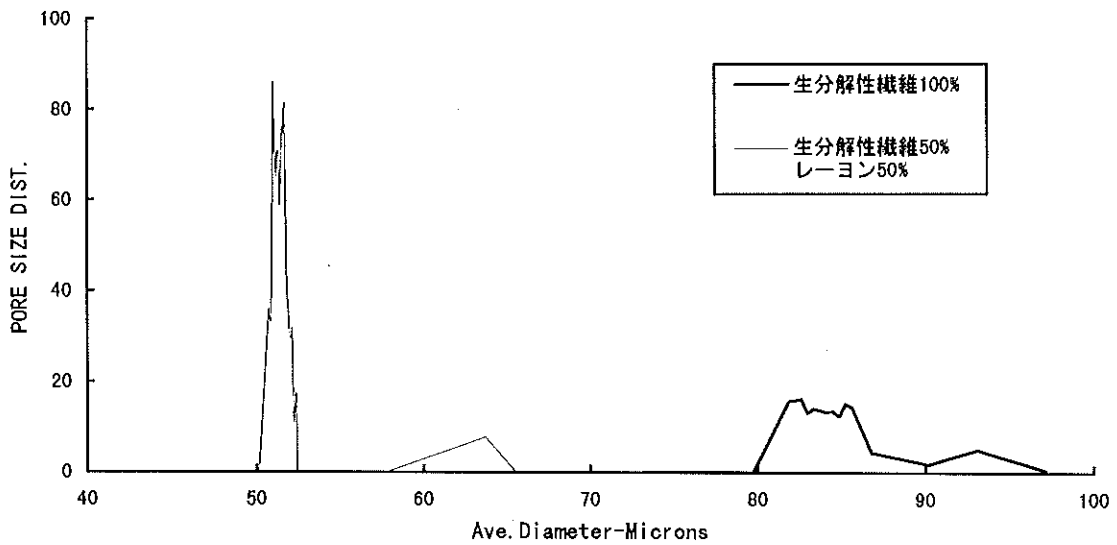


図4-37 サーマルボンド不織布の細孔分布

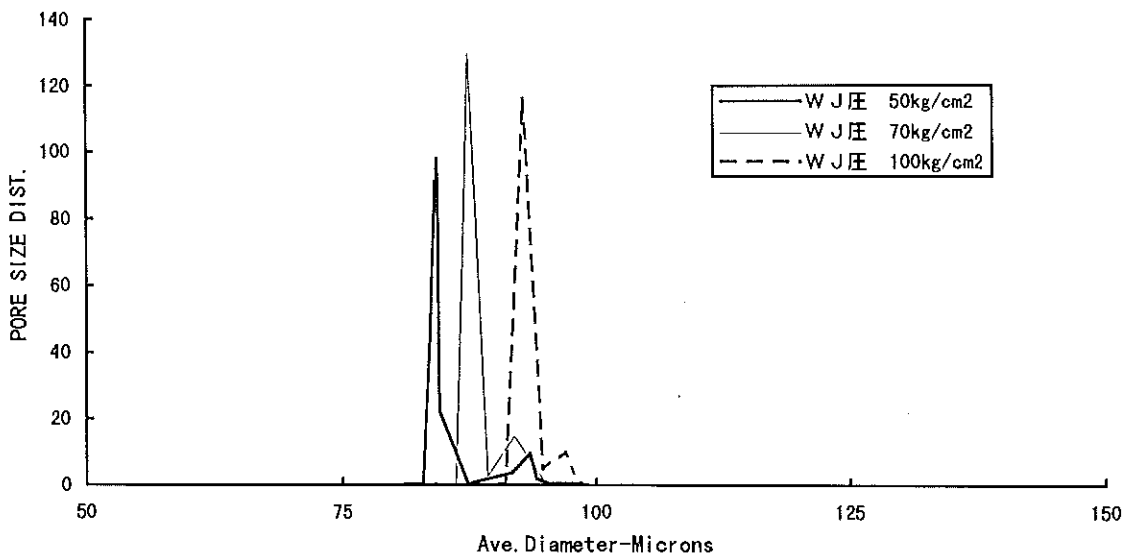


図4-38 スпанレース不織布の細孔分布(生分解性繊維100%)

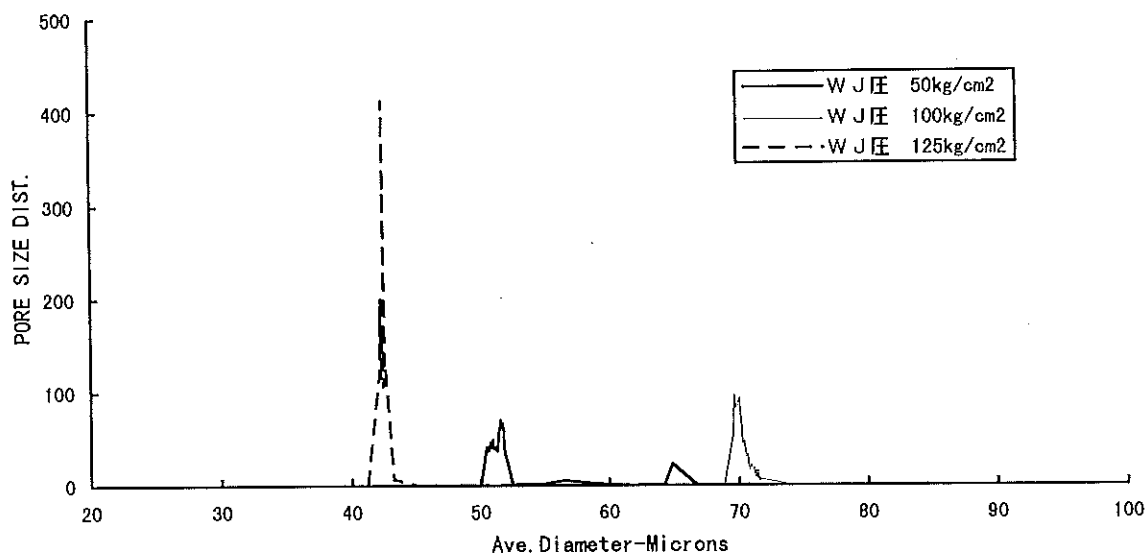


図4-39 スパンレース不織布の細孔分布(生分解性繊維50%、レーヨン繊維50%)

4. 4. 4 土中分解性の状況

不織布繊維組成の違いによる比較では、1ヶ月後のサーマルボンド処理不織布シートはビオノーレ50%、レーヨン50%の方がビオノーレ100%よりも分解が進んでおり、レーヨン繊維の分解が早い。また水洗したときの土の落ち具合がビオノーレとレーヨン混合の方が悪かった。これは、すでにレーヨンの分解が始まっており、レーヨンに付着した土の影響によるものだといえる。スパンレース処理シートの場合も同様のことがいえる。

製造方法の比較では、サーマルボンド処理の方が、スパンレース処理よりも分解が早く行われている。これは、スパンレース処理では、水絡により繊維が十分に絡み合っているのに対し、

サーマルボンドは熱接着のため、繊維間の結合部分が弱いためと思われる。

2ヶ月目、3ヶ月目においても、繊維組成、製造方法の違いによる状況の差異は認められなかった。

1ヶ月目、2ヶ月目、3ヶ月目の比較をすると、月日がたつにつれ分解が進んでおり、特にビオノーレ100%で比較してみると、月日が経つにつれてシートの間隙が拡大していることがわかる(写真4-17、18、19)。

1ヶ月目はまだシートがしっかりしていたので水洗できたが、2ヶ月目以降は水洗すると破れるため、十分に水洗できなかつた。このことから、各シートの重量を計測することはできなかつたが、目視により重量は確実に減少している。

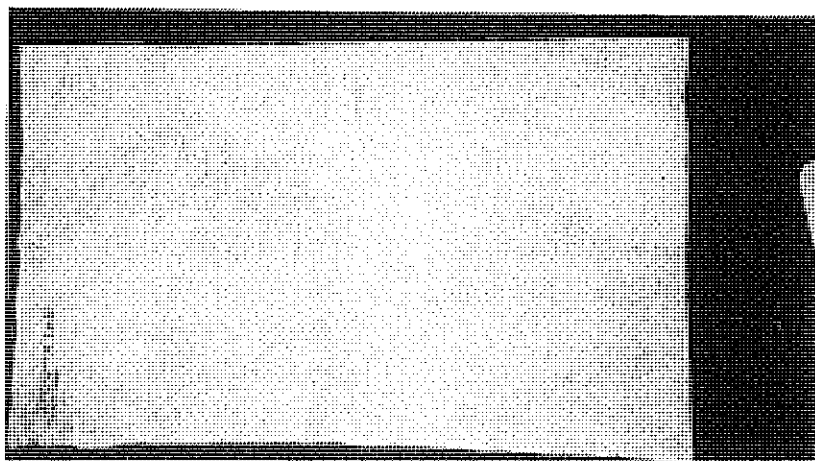


写真4-17 1ヶ月目、スパンレース処理、ビオノーレ100%

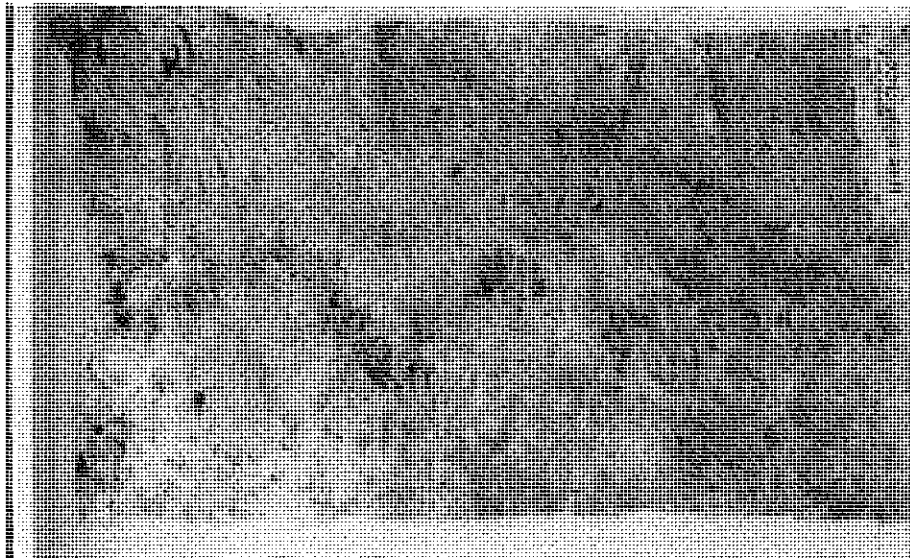


写真4-18 2ヶ月目、スパンレース処理、ビオノーレ100%

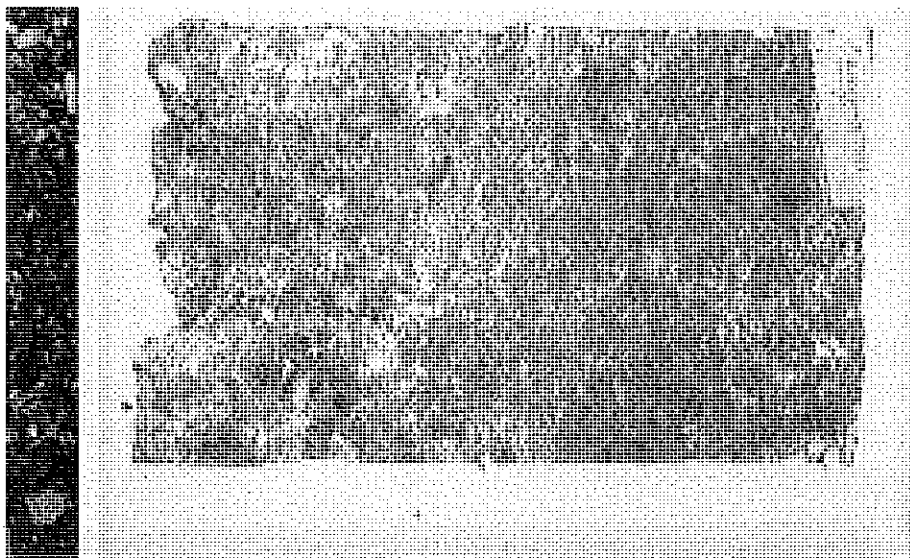


写真4-19 3ヶ月目、スパンレース処理、ビオノーレ100%

4. 4. 5 まとめ

グリコールと脂肪族ジカルボン酸から作られた生分解性脂肪族ポリエステル繊維で不織布を作成した。

得られた結果は次のとおりである。

(1) 高圧水流交絡法による不織布は、生分解性繊維のみの場合は絡みが弱く強度が小さいが、レーヨン繊維と配合することにより強度を大きくできた。

(2) 熱融着法による不織布は、適当な融着温度範囲が狭く、温度により融着不良(107℃)や溶融しすぎによるフィルム化(110℃)などの現象が見られるものの、生分解性バインダー繊維として利用が可能である。

(3) 生分解性もレーヨン繊維などと比べると分解が遅いので、保持時間の必要なシートの利用が考えられる。

4. 5 耐光性不織布の開発研究

4. 5. 1 目的

不織布の用途は、衣料用芯地、家具・インテリア、自動車用内装、衛生材料、空調用フィルター、医療・病院用、建築・土木用、家庭用雑貨、農業用など、近年その用途開発が盛んに行われている。自動車用内装、建築・土木用、農業用などは直射日光を連続的に長時間受ける場合が多く、その耐光性は要求機能の一つである。実際、本県で行われている「木の香る道工法」で施工した不織布が、約半年で強度低下を起し、風などによって内容物が散乱する状況が発生した、特に陽当たりの良いところが顕著で、この原因は日光の紫外線によるものと推定された。そこで上市されている各種不織布や試作品の耐光性を測定評価し、適切な耐光性を持つ不織布の開発の一助としたい。

4. 5. 2 試験方法

製法と繊維組成の異なる不織布（表4-8）（サーマル：10種類、WJ：6種類、スパンボンド：2種類、湿式：1種類、試作品については、4-4-2(3)の(a)及び(b)によった）をカーボンアークフェードメーター（FAL-5：スガ試験機製）で100、200、400時間処理し（耐光性の強い試料について600、800、1,000時間）、未処理の試料に対して引張試験で評価した。試験条件は15mm幅とし、スパンは30mmで行った。

また、その結果をもとに、耐光性をコントロールした6種類の不織布を試作し、同様の試験を行った。

表4-8 試験した不織布

No.	組成他	製法	坪量(g/m ²)
1	PET100%	サーマルボンド（市販品）	15.1
2	PET30% ES70%	サーマルボンド（市販品）	15.6
3	難燃PET100%	スパンボンド（市販品）	13.6
4		湿式（市販品）	72.1
5	レーヨン100%	スパンボンド（市販品）	23.9
6	PET30% ESU70%	サーマルボンド（市販品）	15.7
7	PET30% ESU70%	サーマルボンド（市販品）	46.1
8	レーヨン50% NBF50%	サーマルボンド（試作品）	16.5
9	PET50% NBF50%	サーマルボンド（試作品）	56.3
10	NBF100%	サーマルボンド（試作品）	13.2
11	撥水NBF100%	サーマルボンド（試作品）	96.1
12	ビオノーレ100%	サーマルボンド（試作品）	163.9
13	ビオノーレ100%	WJ50+100kg（試作品）	123.5
14	ビオノーレ30% レーヨン70%	WJ20+40kg（試作品）	65.3
15	ビオノーレ50% レーヨン50%	サーマルボンド（試作品）	109.7
16	ビオノーレ50% レーヨン50%	WJ50+50kg（試作品）	144.2
17	ビオノーレ50% レーヨン50%	WJ50+70kg（試作品）	146.3
18	ビオノーレ50% レーヨン50%	WJ50+100kg（試作品）	130.6
19	ビオノーレ50% レーヨン50%	WJ50+125kg（試作品）	146.6

4. 5. 3 結果と考察

処理時間と残存強度との関係を図4-40、41、42に示した。フェードメーターの紫外線によって、不織布を構成する繊維が酸化されて劣化し、繊維種類による影響の大小はあるが、その引張強度はおおむね低下した。特にサーマル法における熱溶解繊維を含む試料No. 2、8~11は、著しい強度低下を起こしており、No. 2は100時間処理後で23%、200時間処理後で6.4%、400時間処理後で4.8%の残存強度であった。

写真4-21にその400時間処理後の様子を拡大写真で示す。明らかに繊維が切断している部分があることがわかる。

写真4-22、23、24は引張破断面付近のSEM写真で、試料No.10の400時間処理及び試料No. 4の400時間処理のように熱融着した試料は引張試験によって繊維の切断が見られ、一方試料No.18の400時間処理のようにWJによる繊維の絡み合いが多い場合は、繊維の切断のようなダメージは受けないことがわかった。試料No.1もかなりの影響を受けているが、PET繊維そのものに起因するというよりも、自己接着性を付与するため低融点成分との共重合などのためと考えられる。

一方、それらのサーマル法の熱溶解繊維を含む不織布の中でも、試料No. 6、7は耐光性を向上させる目的で、紡糸前に酸化チタンが添加された熱溶解繊維が使用されており、400時間処理後で80%以上、1,000時間でも56%の残存強度を示し、その効果には著しいものがあった。

また、ビオノーレやレーヨン繊維を多く含む不織布は400時間処理後でも50~70%の残存強度を示しており比較的影響は少なかった。

坪量による影響は、全く同じ試料の比較だけではないが、試料No. 2と9、No.10と11及びNo. 6と7では、坪量の大きい方が若干耐光性が大きかった。

試料No.12以下のサーマルとWJの製法の影響については、WJの方がやや残存強度が高い傾向を示したが、そう結論するにはもっと多くのデータと詳細な検討が必要である。

WJ圧力については、あまり影響はないようだ。尚、これらの結果により、ES及びESUの配合によって耐光性をコントロールできることが示唆されたので、(表4-9)のような組成の不織布をサーマルボンド法で試作し、同様の耐光試験を行い、(図4-43)のように中程度の耐光性を持つ不織布を確認できた。

表4-9 試作不織布

試料名	配合割合 (%)			
	レーヨン 2d×51mm	PET 2d×51mm	ES 1.5d×51mm	ESU 1.5d×51mm
A	50	—	50	—
B	50	—	25	25
C	50	—	—	50
D	—	50	50	—
E	—	50	25	25
F	—	50	—	50

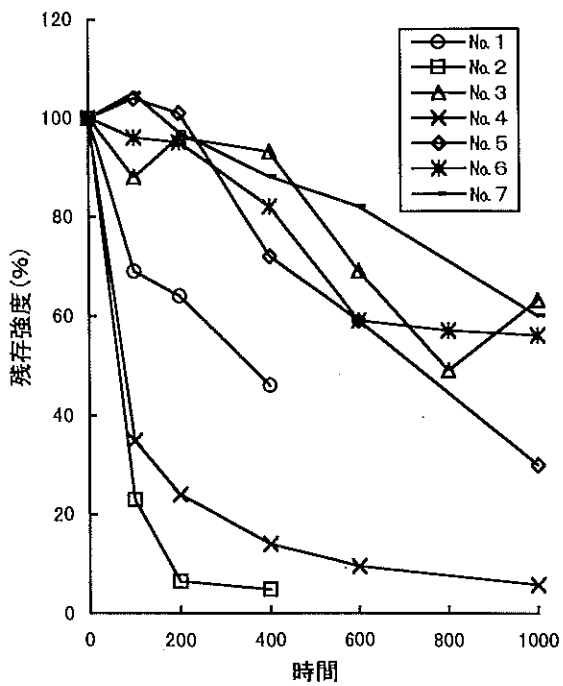


図4-40 照射時間と残存強度

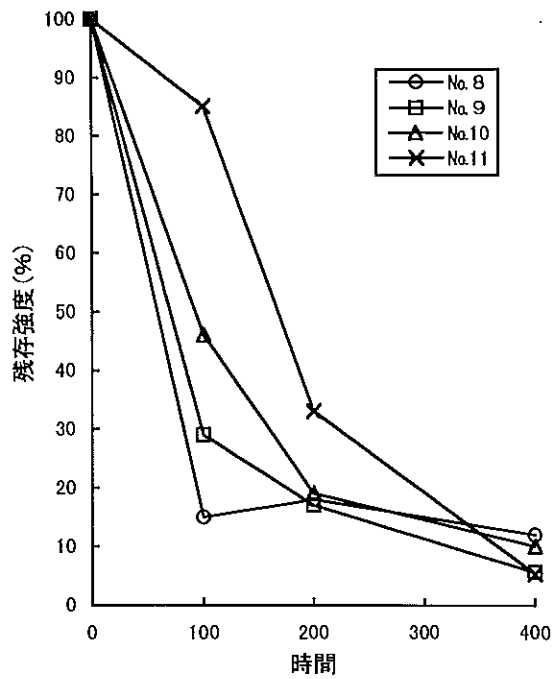


図4-41 照射時間と残存強度

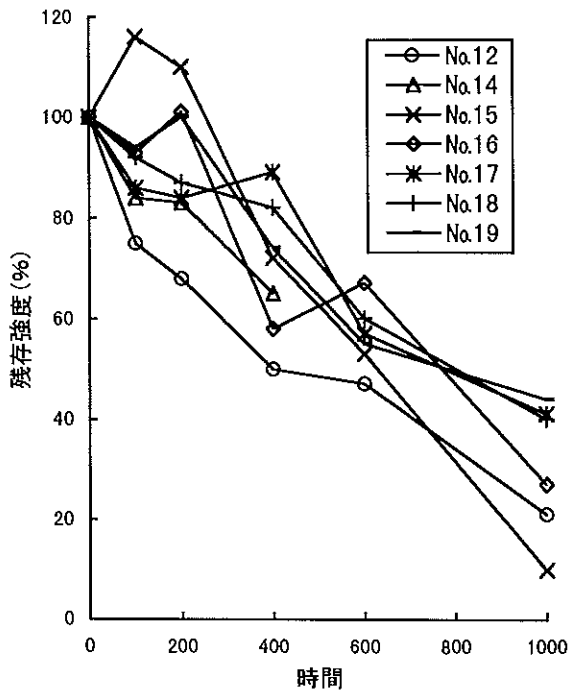


図4-42 照射時間と残存強度

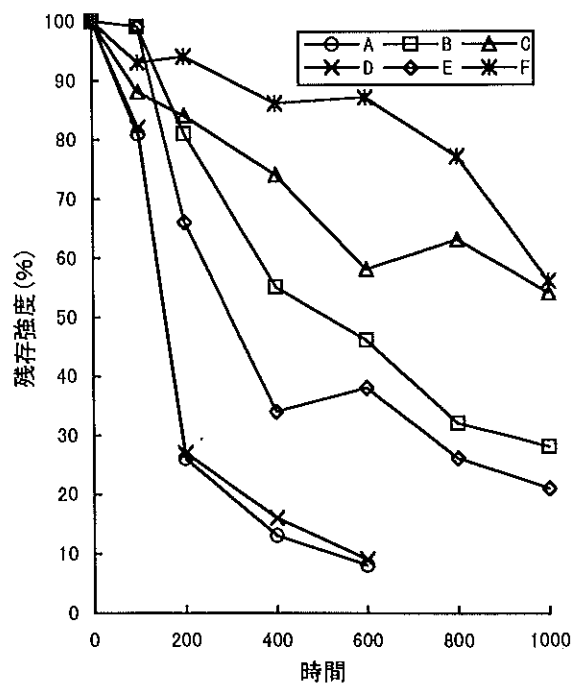


図4-43 照射時間と残存強度

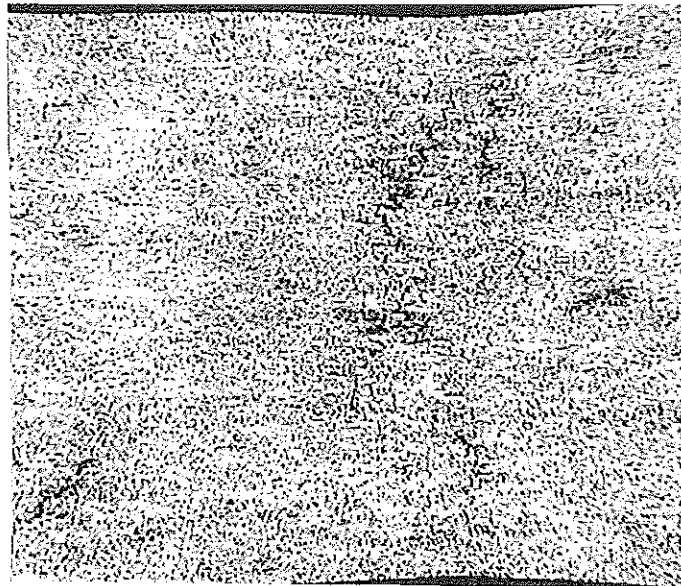


写真 4 - 20 No. 2 の400時間処理後の拡大写真

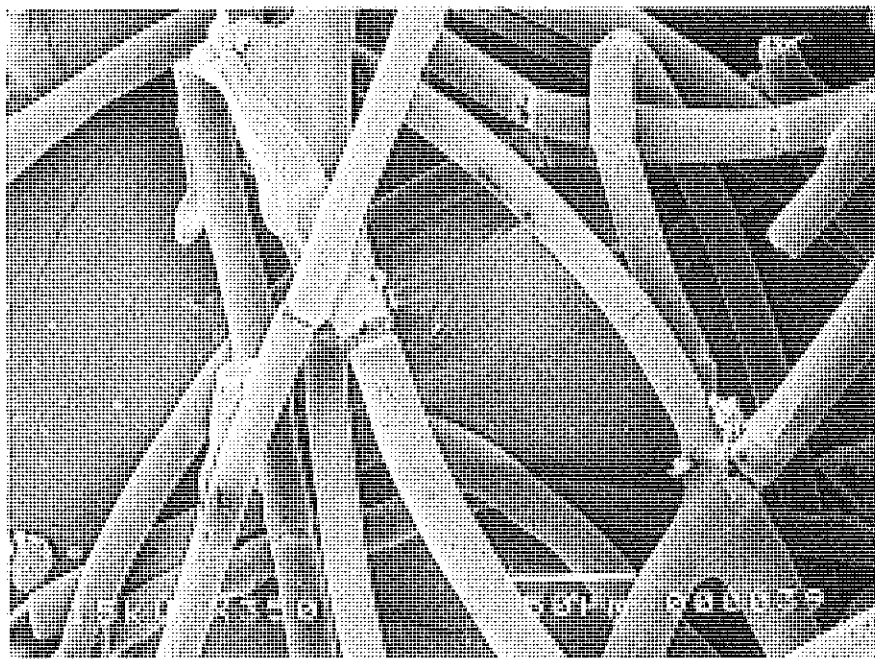


写真 4 - 21 引張試験後の破断面付近のSEM写真
No.10 400時間

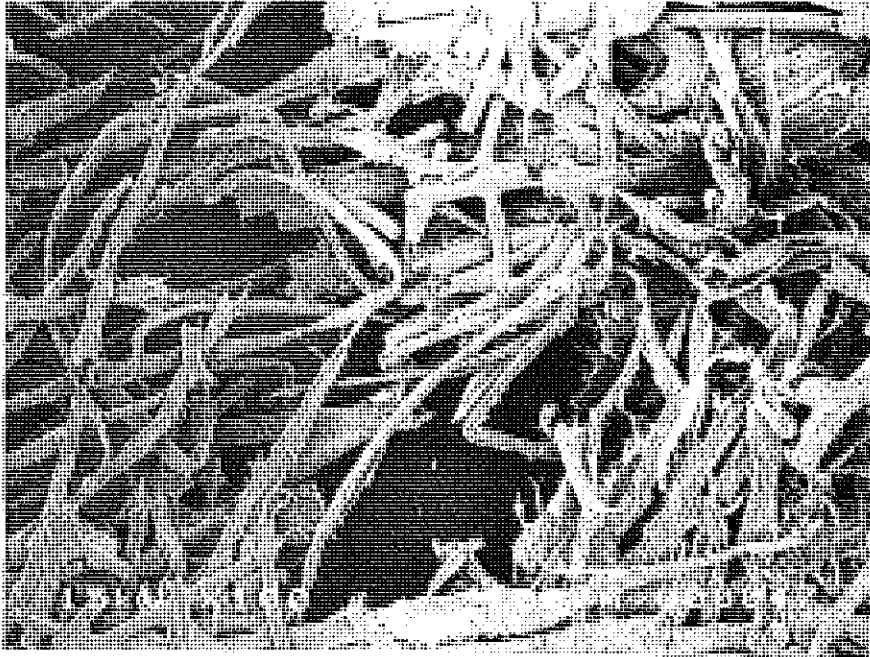


写真 4 - 22 引張試験後の破断面付近の S E M 写真
No. 4 400時間

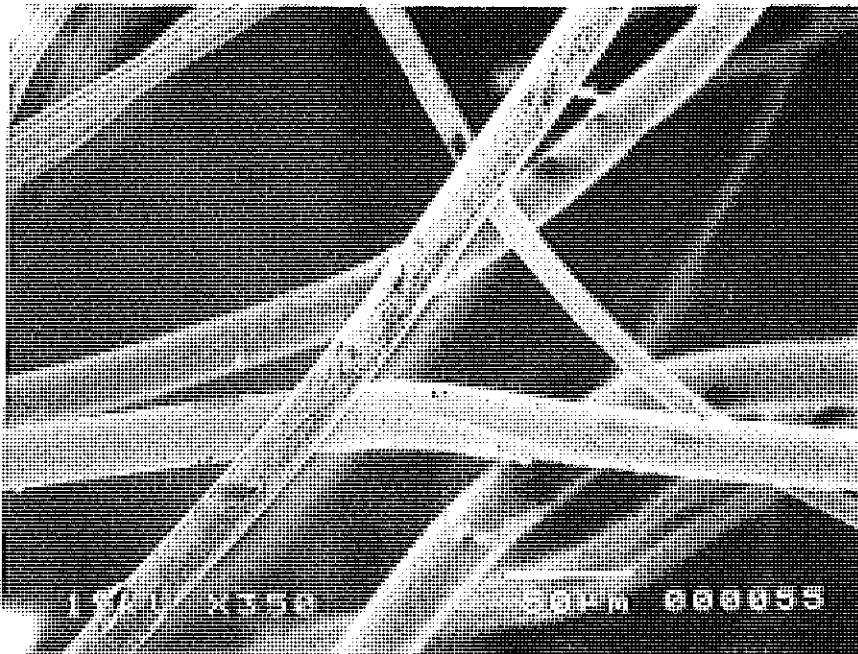


写真 4 - 23 引張試験後の破断面付近の S E M 写真
No.18 400時間

4. 5. 4 まとめ

自然界で生分解する材料としての建築・土木用、農業用など不織布の開発において、ある時間までは強度の劣化が少なく、それ以降は速やかに分解することが望ましいが、「直射日光の紫外線がある場合、また土中の微生物による効果が期待できる場合など」その使用される条件により評価が大変難しい。今回は、直射日光

の紫外線を想定したカーボンアークフェードメーターによる耐光試験の影響を追究してきたが、

(1) 残存強度が小さい不織布でも、その繊維配合や坪量を変化させることで耐光性のある程度上げることができる。

(2) 酸化チタンが添加された熱溶融繊維の適当な配合によって耐光性のある程度コントロールできる。

という結果を得た。

参考文献

- 1) 山下信, 不織布情報, No.242, 3
- 2) 昭和高分子(株), ビオノーレカタログ
- 3) 横田昌久, 不織布情報, No.266, 16

謝 辞

本研究は中小企業庁の戦略的地域技術形成事業「四国地域機能紙開発技術形成プロジェクト」の一環として実施したものであります。

この研究を終えるにあたり、終始、貴重な御意見、御指導を賜りました四国通商産業局並びに当プロジェクト推進委員長 稲垣寛先生ほか推進委員の皆様には厚く御礼申し上げます。（プロジェクト推進委員は第1章参照）

また、研究推進とその成果について、御指導、御助言を頂きました当プロジェクト高知県分科会委員の皆様には深甚なる謝意を表します。

さらに、各種繊維及び非木材パルプ、抗菌剤、マイクロカプセル、生分解性フィルムなどを提供いただきました関係各位並びに御協力頂きました工業技術院生命工学工業技術研究所、兵庫県立工業技術センターに感謝いたします。

高知県分科会委員は次のとおりです。

【学識経験者】

高知大学農学部教授	山崎 堯右（平成5年～平成7年度）
高知大学農学部教授	鮫島 一彦（平成5年～平成7年度）
四国工業技術研究所 技術交流センター長	小林 良生（平成5年～平成6年度）
四国工業技術研究所 首席研究官兼生物材料研究室長	細川 純（平成7年度）
四国産業・技術振興センター研究開発部長	小林 良生（平成7年度）

【業界代表者】

高知県製紙工業会顧問理事	寺尾 和三（平成5年～平成7年度）
高知県衛生材料協会会長	浜田 創（平成5年～平成7年度）
高知県機械工業会会長	垣内 保夫（平成5年～平成7年度）
前高知県製紙青友会会長	近沢 隆志（平成5年～平成7年度）

【行政】

高知県商工労働部長（分科会長）	川見 義則（平成5年度）
高知県商工労働部長（分科会長）	安部 望（平成6年～平成7年度）
高知県紙業試験場長	岡崎 釜夫（平成5年度）
高知県立紙産業技術センター所長	中西 正昭（平成6年～平成7年度）

平成8年9月

平成7年度高知県立紙産業技術センター報告第1号
平成8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
〒781-21 高知県吾川郡伊野町波川287-4
電話(0888)92-2220

印刷 有限会社近森謄写堂

