ISSN　1342-7709

研　　究　　報　　告

第47号
平成27年度

Reports of Technical Support Center for Textiles Industries

No.47
2015

兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター
〒677-0054　　兵庫県西脇市野村町1790-496
TEL(0795)22-2041　　FAX(0795)22-3671

Hyogo Prefectural Institute of Technology,
Technical Support Center for Textiles Industries
1790-496,Nomura,Nishiwaki,Hyogo,Japan 〒677-0054

目　　次

１．　バイオベースポリマー繊維の染色工程最適化技術開発
「技術改善研究」
中野恵之，東山幸央，佐伯　靖，礒野禎三，藤田浩行，古谷　稔 …… １

２．　型押し加工製品の品質評価に関する研究
「重点領域研究開発事業」
古谷　稔，藤田浩行，佐伯　靖，東山幸央 …… ４

３．　スワイベル装置の活用に関する研究
「経常研究」
古谷　稔 …… ８

４．　織物の遮熱性評価技術の開発
「経常研究」
藤田浩行 …… １０

５．　顔料染色による無糊製織の検討
「経常研究」
佐伯　靖 …… １３

６．　綿繊維からのエタノール製造における糖化と発酵の同時処理技術研究
「経常研究」
中野恵之 …… １６

７．　製品異物・不具合解析データベースの精度向上に関する研究
「経常研究」
東山幸央 …… １８

８．　天然植物繊維の産業利用に関する研究
―綿紡績糸のクリープ特性評価方法の開発―
「経常研究」
礒野禎三 …… ２０

「技術改善研究」

バイオベースポリマー繊維の染色工程最適化技術開発

中野恵之，東山幸央，佐伯　靖，礒野禎三，藤田浩行，古谷　稔

要旨　バイオベースポリマーはバイオマス資源を主原料とする高分子で、自然界の循環サイクルに従って持続的に供給可能であるという優れた特徴を有する環境調和型の高分子材料である。例えば、とうもろこしや芋類等に含まれる澱粉から作られるポリ乳酸や、近年では微生物がポリマーを造る微生物産生ポリエステルや微生物産生ナイロンが開発されている。本研究では、これらバイオベースポリマー繊維の染色技術開発を検討した。ポリ乳酸繊維は新規に耐熱性を向上させた繊維試料での染色技術を検討した。また、微生物産生繊維材料の染色技術については未だ検討されておらず、先立って技術開発を行うことにより、これら新素材の産地への導入を検討した。

１　目　　的

播州織は、耐しわ性向上のために綿とポリエステルを混紡した先染織物も生産している。そこで、このポリエステル繊維の代替として、バイオベースポリマー（生物由来等）を使用するためにその染色技術を検討した。

従来のポリ乳酸繊維は、融点が170℃で汎用に利用されているポリエステル繊維の260℃と比べて耐熱性が低く染色工程における熱による強度低下が課題となる。そこで耐熱性を改良したポリ乳酸繊維および近年に開発された微生物生産によるバイオベースポリマーの染色技術開発を行った。

なお、この研究課題は、平成22年6月に締結した兵庫県立工業技術センターと京都工芸繊維大学繊維科学センターの研究連携協定に基づき実施した。

２　実験方法

２．１　実験に用いたバイオベースポリマー

２．１．１　ステレオコンプレックス型ポリ乳酸
(PLA新型:木村良晴研究室製)

従来のポリ乳酸繊維は、ポリL乳酸を原料としている。乳酸には、光学異性体であるL-乳酸とD-乳酸があり、それらが交互に並んだ結晶構造がステレオコンプレックス結晶である。この構造によって、ポリ乳酸の耐熱性が向上する。

２．１．２　3-ヒドロキシ酪酸と3- ヒドロキシヘキサン酸の共重合ポリエステル
(PHBH:㈱カネカ製)

土壌微生物によって産生される。脂肪酸や植物油を炭素源としてR-3-ヒドロキシ酪酸（3HB）とR-3-ヒドロキシヘキサン酸(3HH)の共重合ポリエステル(PHBH)を産生する。

２．２　紡糸試験

紡糸試験は京都工芸繊維大学山根秀樹教授の研究室にて行った。PLA新型はマルチフィラメントノズルを用いPHBHはモノフィラメントノズルを用いて紡糸した。

２．３　染色試験

分散染料（Sumikaron Red E-FBI（住友化学㈱））を0.5g/L、分散剤（ディスパーVG（明成化学工業㈱））1.0g/Lの溶液100mlを調整し染色液とした。染色は図１に示すように丸底フラスコをマントルヒーターで加熱しながら行った。染色温度は30分で目的温度まで昇温し１時間温度保持し、到達温度はPLA新型繊維は80℃～110℃でPHBH繊維は70℃～110℃で10℃刻みで試作糸の染色を行った。図２にPLA新型における染色処理温度の推移を示す。

２．４　引張試験

引張試験は㈱エー・アンド・ディ製RTF-1325を用いて、伸張速10㎜/min.、測定長10㎜にて５本測定し最小最大荷重を除いた平均値を測定結果とした。

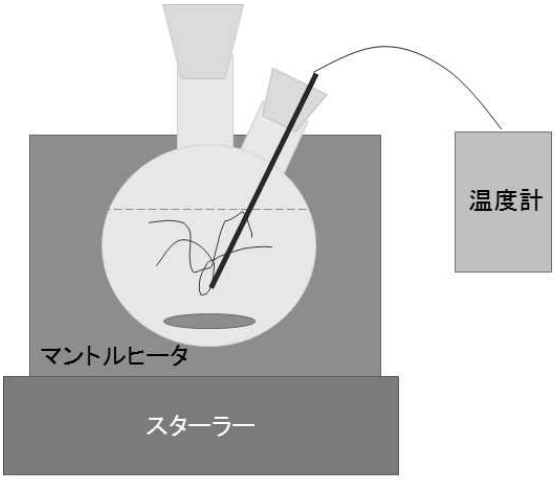


図１　染色試験方法

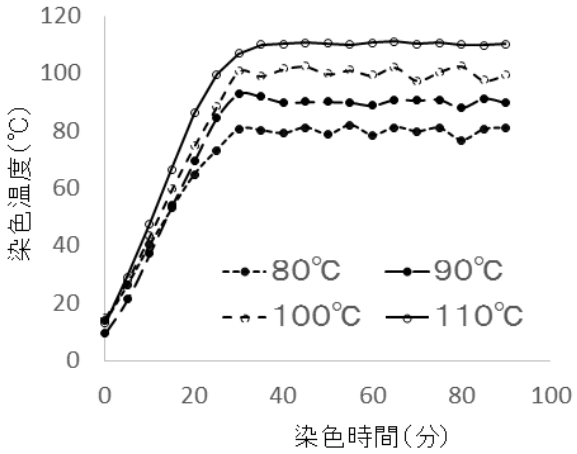


図２　PLA新型における染色処理温度推移

２．５　摩擦堅牢度試験

摩擦堅牢度試験は、JIS L0849 9.2 a) b)法にて行った。

３　結果と考察

３．１　引張試験結果

表１に染色後のPLA新型繊維の引張試験結果を示す。PLAの融点は192℃付近であるが110℃の染色によって大きな強度低下が確認できた。表２に染色後のPHBH繊維の引張試験結果を示す。PLAの融点は140℃付近でポリ乳酸新型より低温だが、110℃における染色でも強度低下はなく物性値は変化が少なかった。

３．２　染色試験結果

図３にPLA新型繊維とPHBH繊維の染色後の光学顕微鏡写真を示す。どちらも染色温度が高くなるとともに濃色になるが90℃以上においては大きな違いは認められなかった。繊維劣化を考えると90℃染色が適していると思われる。

３．３　摩擦堅牢度試験結果

図４にPLA新型繊維とPHBH繊維の染色後の摩擦堅牢度試験結果を示す。PLA新型繊維は、染料の影響による着色は認められないが、繊維が部分的に壊されて白布に絡んでいる部分がわずかに見られた。PHBH繊維は白布に移染よる着色も認められず良好な結果であった。

表１　染色後のPLA新型繊維の引張試験結果

試　料	最大点荷重 (cN)	最大点伸度 (%)
未染色糸	42.4	14.2
80℃染色糸	21.1	13.1
90℃染色糸	24.4	7.2
100℃染色糸	28.2	8.0
110℃染色糸	5.7	2.7

表２　染色後のPHBH繊維の引張試験結果

試　料	最大点荷重 (cN)	最大点伸度 (%)
未染色糸	395.4	42.1
70℃染色糸	418.4	83.1
80℃染色糸	391.7	72.0
90℃染色糸	390.7	75.2
100℃染色糸	406.6	84.3
110℃染色糸	411.3	91.0

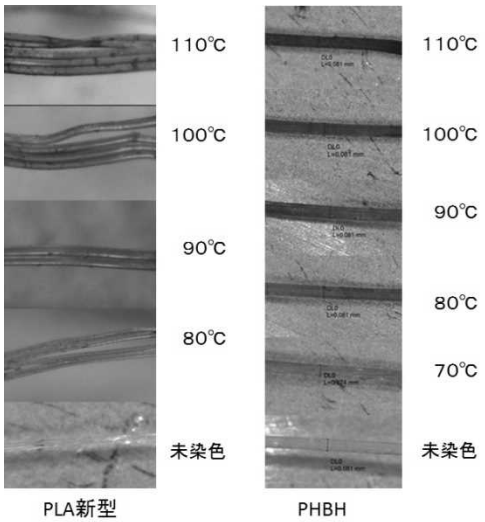


図３　染色試験結果（⟷ 200μm）

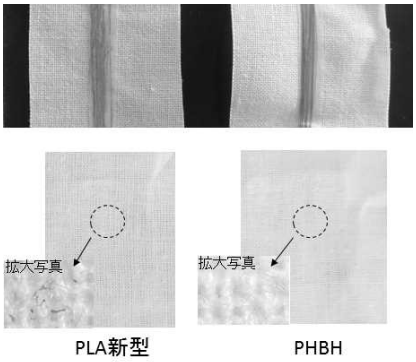


図４　摩擦堅牢度試験結果

ま　と　め

代表的な新規のバイオベースポリマー２種類について紡糸し分散染料による染色を行った繊維の引張試験および摩擦堅牢度試験による評価から以下のことがわかった。

(1) ２種類のバイオポリマー繊維は、染色温度が90℃以上で良く染まった。
(2) PLA新型は110℃以上の染色温度で繊維強度が大きく低下した。
(3) PHBHでは繊維強度、摩擦堅牢度ともに良好な結果が得られた。

これらの結果から、この２種類のバイオベースポリマー繊維については常圧で染色可能な90℃で染色を行うと物性劣化も小さいことがわかった。今後、実用化のためにはさらに整理加工などにおける薬品や熱処理の影響について検討していく必要がある。

謝　　辞

なお、本研究の推進について紡糸および染色技術に関しご協力およびご指導いただきました京都工芸繊維大学繊維科学センター山根秀樹教授および研究室の皆様に感謝いたします。

「重点領域研究開発事業」

型押し加工製品の品質評価に関する研究

古谷　稔，藤田浩行，佐伯　靖，東山幸央

要旨　新商品開発を日々求められるのがファッション産業の宿命である。近年取り組んでいる金型レスエンボス加工の新技術開発と、品位の向上を目的に試作開発研究を行った。

1　目　　的

兵庫県下の産地では、新技術開発や異業種交流による新商品開発が求められているが、当センターでは、型押し加工技術の表現の高度化を目指した研究に取り組んでおり、技術の確立や試作品の開発で高い評価を得ている[1)]。

しかし、金型レス押し型加工では、型作成の自由度が高いことに起因し、決定的な製品に到っていない。特に、デザイン性や表現力の向上に課題があるとの指摘がある。

そこで、金型レス押し型加工による製品の実用化を目指した改善の試みとして、デザイナーとの取り組む機会を得て、斬新なアイデアによるアパレル製品試作と、素材を塩化ビニルに特化した表現力の向上に取り組んだ。

2　実験方法

2．1　アパレル製品に対する型押し試作実験

熱可塑性素材の襟なしカーディガンやＴシャツを被転写素材に用い、襟型やポケットなどの型を作成し（図１）、金型レスエンボス加工によるアパレル製品の試作を行った。

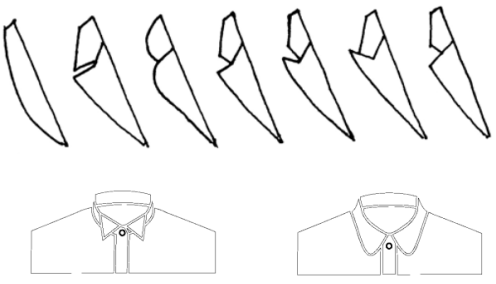


図１　襟型の作製して型に使用する概念

次に、ワンピースをそのまま型に用いる試作を行った。その概念を図２、製品の例を図３に示す。



図２　型に用いたワンピースの例



図３　型押しした製品の例

２．２ 塩化ビニルを材料にした型押し試作実験

被転写素材に塩化ビニル（厚み：0.8㎜）を用い、①薄膜金属シート（図５）、②低密度ポリエチレンシートを型と被転写素材の間に挟んだ実験（図７）と、③表面に離型剤を塗布した型に使った実験（図９）、および、未処理の型を用いた比較実験（図５、７、９）を行った。図４、６、８は、それぞれの型押しに用いた型である。

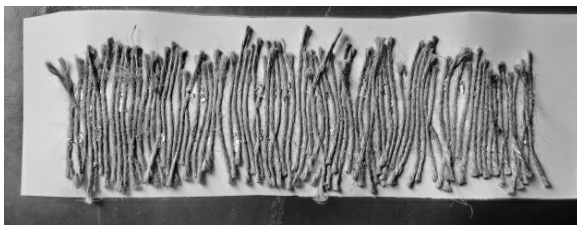
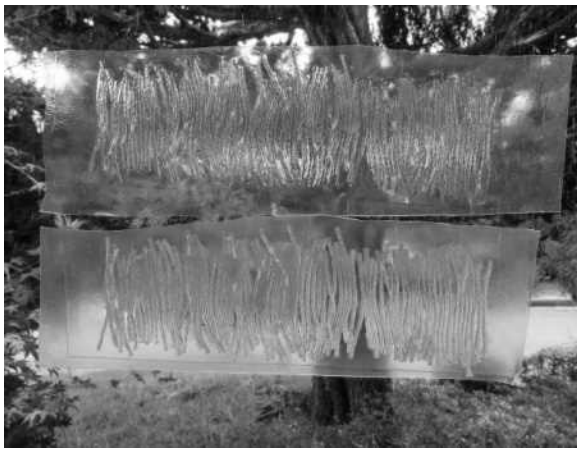


図４　金型レス加工用型（紐）



上：金属シート挿入　下：未処理
図５　紐を型にした実験

３　結果と考察

３．１　アパレル製品に対する型押し試作

熱可塑性素材に襟型やポケットの型を作成し、金型レス型押し加工によるアパレル製品の試作品を図10、ワンピースを形に用いた試作品を図11に示す。

展示会で評価を求めたところ、意匠性のユニークさで高い評価を得た。

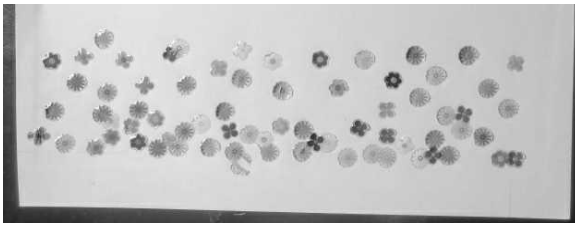


図６　金型レス加工用型（樹脂）



上：金属シート挿入　　下：未処理
図７　樹脂を型にした実験

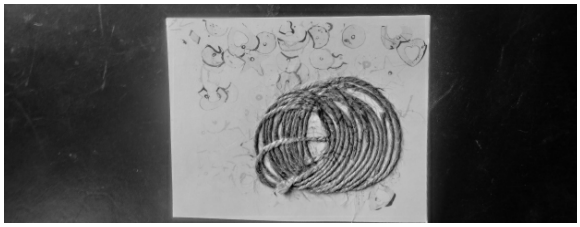


図８　金型レス加工用型（紐）



上：離型剤塗布　　下：未処理
図９　紐を型にした実験



図10　襟型を型に使用



図11　ワンピース型を型に使用

３．２　塩化ビニルを材料にした型押し試作

３種類の処理方法で比較実験を行った。

この結果をもとに、透明性を残す部分と磨りガラス風になる部分を区分けできることが分かった。実験に用いた型を図12、13に示す。

作製した型押し用の型は、樹脂を紙に貼付したもの（図12)、新聞と平滑テープ併用したものを型（図13）に使用した試作品を図14、15に示す。

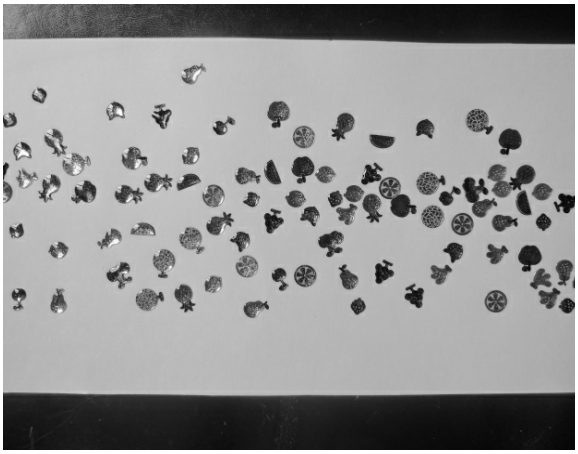


図12　樹脂を紙に貼付

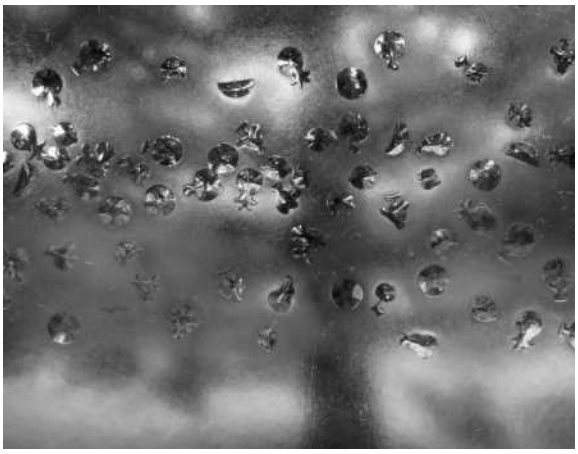


図14　樹脂を紙に貼付した型による試作



図13　新聞とテープを併用

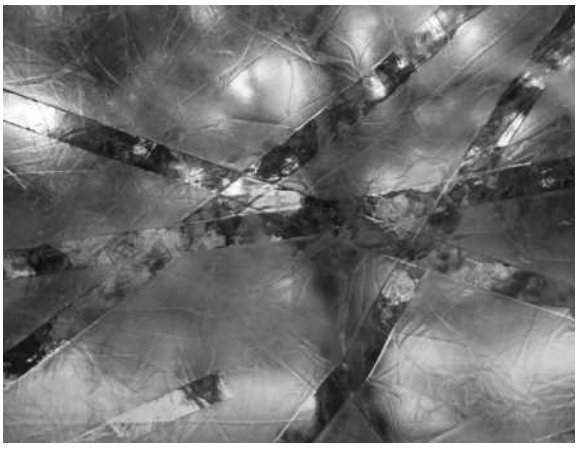


図15　新聞とテープを併用した型による試作

4　結　　論

アパレル製品に対する試作研究では、ユニークなデザインが高い評価を得たため、店舗で実験販売の検討が進んでいる。

塩化ビニルを材料にした試作研究では、材料を特化して表現を追求した結果、型の表面に粗面と滑面を作り分けることで表現力が向上することが判った。大手流通による塩ビ製雑貨の販売が開始され、さらに、別のデザイナーが高級バッグの商品企画の取り組みを始めている。

なお、本研究に多大な協力を得たデザイナーの米田年範氏(デザイナー、ATENOYブランド)と型押し実験をお引き受けいただいた呉本勇氏(㈱オーヨン)に感謝します。

参 考 文 献

1)　古谷稔，藤田浩行，佐伯靖，東山幸央，兵庫県立工業技術センター研究報告書，23，43，(2014)

「経常研究」

スワイベル装置の活用に関する研究

古谷　稔

要旨　播州織の幻の織物、スワイベル織を再現するスワイベル装置（織機に装着）を委託事業等（H20～H25）で開発したが、播州織の斬新な織物開発に貢献する技術として同装置の活用が求められている。そこで、同装置で懸念される課題について研究を行い実用化の道を探った。

1　目　　的

スワイベル装置に関して、運転時に以下の事象が懸念されている。

第一の事象は、スワイベル装置の作動時に織機の速度を落とす※1必要があるが、過度に減速するとモーターに負荷が掛かることが懸念されている。

第２の事象は、スワイベル装置には、ボビンの糸切れや糸が無くなったことを検知するために、光センサーがボビンの回転をカウントする方法で、糸の有無を監視する機能がある。しかし、時に停止せずに継続運転することがあり懸念されている。

この二つの事象について検討を行い活用の道を探った。

2　実験方法

２．１　スワイベル装置の減速時の挙動の実験結果

懸念される一番目の事象について、以下の条件を設定し転実験を行った。

表１　連続運転の実験条件

実験	スワイベル	打ち込み(本)	織機の作動(回)	スワイベルの割合(%)
1	作動	1	2	66.7
	通常運転	1	1	
2	作動	1	2	40.0
	通常運転	3	3	

糸の打ち込み本数から見た時、スワイベル作動では２回の打ち込みで１本のよこ糸を打ち込にとなる。

実験１の条件を、スワイベル作動と通常運転を交互に行うとスワイベル装置の織機の作動とした。糸の打ち込む本数を２本とし、織機の作動が３回とし、織機の運転全体に占めるスワイベル作動の割合は66.7%である。実験２の条件は、糸の打ち込む本数を３本とし、織機の作動が５回とし、スワイベル作動の割合は40%である。

この条件で連続運転実験を行った。

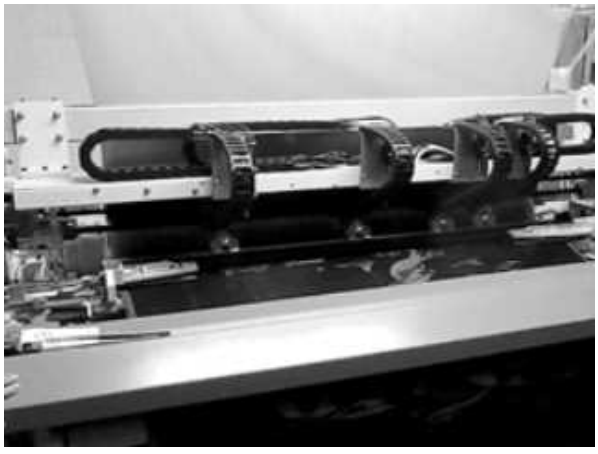


図１　実験に用いたスワイベル装置と織機

２．２　糸センサーの挙動験

第二の事象について、運転中に糸を強制的に糸を切断する実験を行い、現象を確認する方法で実験を行った。

３　結　　果

実験の結果、スワイベル装置に関して、以下の２点を解明できた。

３．１　スワイベル装置の減速時の挙動の結果

スワイベル装置の作動時に織機の速度を落とす※1必要があるが、この割合が増えると、モーターに負荷が掛かることが懸念されていたが、実験１を実施した時、約30分程度の連続運転で、織機に付属した温度管理センサーが作動し織機が緊急停止した。スワイベル織の過度にスワイベル装置を作動すると減速時にモーターへの負荷が高まり、織機のモーターが過熱し、織機の加熱センサーが作動する現象をとらえた。実験２の連続運転では、織機は停止しなかった。

この結果、スワイベル装置を作動させる回数に制限があり、織物の設計時に留意する必要があることが判った。

３．２　糸センサーの挙動の結果

糸切れセンサーの挙動については、光先妻の感度の問題があることが判明した。これを受けて、ボビンの羽の色を変えて（図３）センサー感度を調整を行い、糸切れおよび糸有無確認を確実に行えることを確認した。

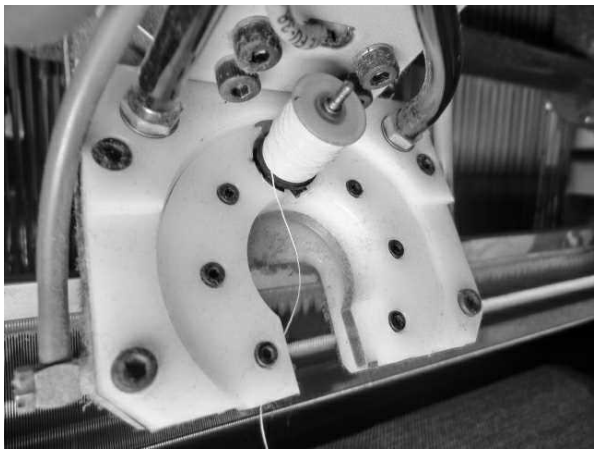


図２　スワイベル装置装着したボビン



図３　センサーの改良

４　結　　論

懸念されていたスワイベル装置作動時の連続運転の限界値については、今後の運転の留意事項としてマニュアル作成に反映させる。スワイベルボビン内の糸の有無の見地については対処方法を発見し改善することが出来た。

なお、本技術については、日本繊維機械学会の技術賞を受けるなど高い評価を得ており、口頭発表、ポスターセッション、記念講演、学会誌への掲載などを行い、高い評価を受けている。今後の課題は、連続した織物を制作し、スワイベル織物として、製品評価を受ける必要があると考えられる。

※１　スワイベル装置とは、予備減速の空打ちと本作動との織機の２回転で一回分のスワイベル織を構成する。

「経常研究」

織物の遮熱性評価技術の開発

藤田浩行

要旨　本研究は織物の遮熱性に関し、簡便な装置でかつ定量的に評価できる装置と評価手法の開発を目的に実施した。その結果、織物等シート状材料の遮熱性を簡易かつ短時間で評価できる装置を開発することができた。また、温度勾配を基に提案した評価式で遮熱率を定量化することを試み、織物の素材や規格などに遮熱率は大きな影響を受けることがわかった。今後、両者の関係を明らかにし、遮熱性に優れた織物開発に役立てる予定である。

1　緒　　言

節電志向、エコ志向が高まる中、衣服の快適性を追求し、吸水・速乾性、清涼感、保温性など機能性に優れた繊維素材が、繊維メーカー中心に活発に開発されている。また、地球温暖化に伴う気温上昇により、暑熱対策としての遮熱繊維および遮熱性生地の開発にも注目が集まっている。しかし、遮熱性評価に関する規格は、JIS A1422（窓ガラスからの日射に対する日除けの遮熱性評価）のみであり、専用設備と長い測定時間が必要である。

そこで、本研究では、織物の遮熱性に関して簡便な装置でかつ定量的に評価できる評価手法と装置開発を目的に実施した。

2　実験方法と結果

2．1　遮熱性評価装置の開発

現在、遮熱性評価に関する規格は、JIS A1422（窓ガラスからの日射に対する日除けの遮熱性評価）のみで専用設備と長い測定時間を要している。そこで、織物等シート状材料の遮熱性を簡易かつ短時間で評価できる装置開発を目指した。図１に開発した装置の構成を示す。

装置は、カトーテック(株)製の精密迅速熱物性測定装置（KES-F7）の一部を活用した。試料上部50㎜に熱源である200Wの遠赤外線ヒーターを、試料下100㎜に熱電対を内蔵した黒色シートを配置した。試料を透過した熱線は黒色シートを加熱するため、その温度を計測することで遮熱性評価を試みた。黒色シートおよび雰囲気温度は、A/Dコンバーターによりパソコンへ入力した。なお、試料をセットするアクリルBOXは、三方が開放されている。

2．2　遮熱性の評価方法の開発

2．2．1　実験試料

２種類の綿織物および比較試料としてアルミ箔と炭素繊維織物の４試料について、開発した装置で遮熱性評価を試みた。表１に試料の規格等を示す。なお、目付は、単位面積当たりの重量、厚さは圧力49Pa時の厚さ、通気抵抗は数値が大きい程、厚さ方向の通気性が低くなることを示す。

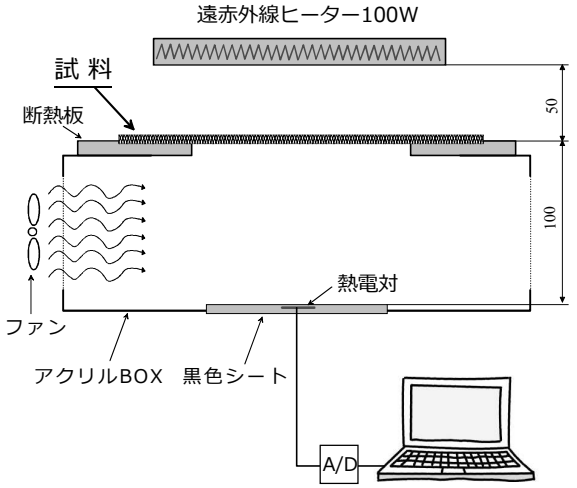


図１　遮熱性評価装置

表１　実験試料の規格

試料名		方向	番手 (dtex)	密度 (本/ｲﾝﾁ)	目付 (g/m²)	厚さ (mm)	通気抵抗 (kPa s /m)
＃１	綿織物	たて	1055	28	242.0	1.101	0.27
		よこ	1055	25			
＃２	綿織物	たて	98	80	106.7	0.595	0.01
		よこ	98	46			
＃３	アルミ箔				28.6	0.012	
＃４	炭素繊維織物	たて	2000	12.5	200.0	0.302	0.07
		よこ	2000	12.5			

２．２．２ 遮熱実験

図２に、黒色シートの温度変化を示す。実験は20℃、65%RHの雰囲気で実施した。綿織物の場合、目付が大きく、厚さのある＃１の方が、温度上昇は小さくなっている。しかし、薄くて軽いアルミ箔の温度上昇はわずかである。これは、表面で熱線のほとんどを反射しているためであると考えられる。一方、炭素繊維織物は、＃１の綿織物よりも大幅に薄くて通気抵抗も小さいが、温度上昇は小さくなった。炭素繊維は赤外線の吸収の良い素材であるため、吸収することで遮熱性を高めたと考えられる。

２．２．３ 遮熱性の定量化

図２で見られるように温度上昇は、加熱10分程で急激に温度上昇し、その後、緩やかに増加している。図３は、＃２綿織物の黒色シートの上昇温度とその温度勾配を示す。各試料の温度勾配を比較すると、加熱時間約10分までの温度勾配が、試料ごとに大きく異なっていることがわかった。そこで、温度勾配が大きい加熱後５分から10分の温度変化を基に、試料なし（ブランク）を基準として遮熱率を算出した。式(1)に提案した評価式を示す。表２に示すとおり、各試料の遮熱性の違いを明確に定量化できることがわかった。

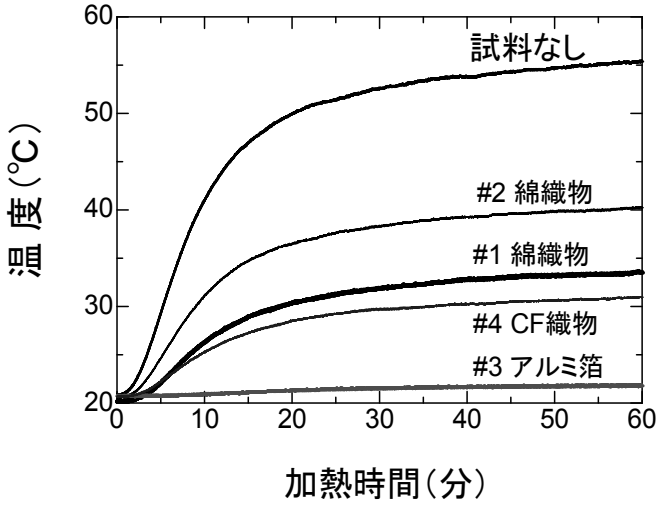


図２　黒色シートの温度変化

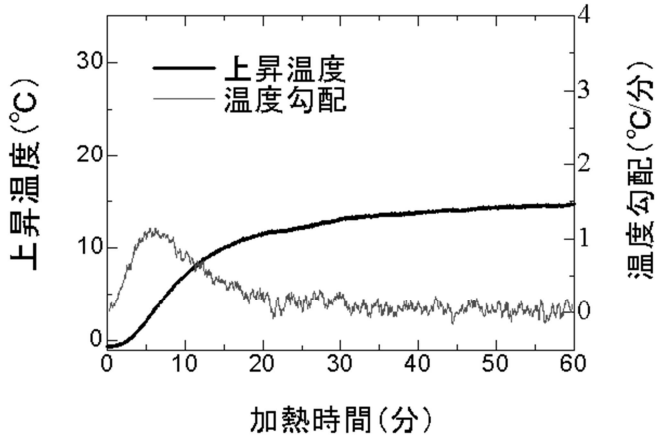


図３　黒色シートの上昇温度と温度勾配（＃２綿織物）

$$遮熱率（\%）= \frac{ブランク温度勾配(℃/分)-実験温度勾配(℃/分)}{ブランク温度勾配(℃/分)} \times 100 \cdots\cdots\cdots (1)$$

表２　各試料の遮熱率

	綿織物 ＃１	綿織物 ＃２	アルミ箔 ＃３	炭素繊維織物 ＃４
遮熱率（%）	65.00	44.17	99.17	72.25

３　結　　言

織物等シート状材料の遮熱性を簡易かつ短時間で評価できる装置を開発することができた。また、温度勾配を基に提案した評価式で、遮熱率を定量化することが可能となった。

遮熱性は、織物の素材や規格などに大きな影響を受けることから、今後、両者の関係を明らかにし、遮熱性に優れた織物開発に役立てる予定である。

〔経常研究〕

顔料染色による無糊製織の検討

佐伯　靖

要旨　顔料染色により糸の強度および摩耗強さは向上し、バインダー100g/kg(顔料溶液)使用時に、伸び４％の保持と毛羽の削減が可能であった。顔料染色糸では、摩擦により顔料の脱離が糸の切断より早く起こるため、抱合力試験を行った結果、バインダー使用量100g/kg、160℃×３分の熱処理において、顔料の脱離が抑制され、製織時の摩擦に耐えうることが明らかになった。

１　目　　的

これまで見本作成のための顔料染色技術や摩擦に強い顔料染色技術を検討したが、無糊経糸として製織時の摩擦や毛羽の発生については、十分な検討がされていない。無糊経糸として利用可能な顔料染色糸の品質を評価し、製織への利用を検討した。

２　実験方法

三原色(赤、青、黄)および黒による顔料染色試験を次の条件で行った。顔料(赤色：EMACL CT RED4318N、青色:EMACL CTBLUE4817N、黄色:EMACL CT YELLOW4631N、黒色：EMACL CT BLACK4929N 山陽色素㈱製)使用量50g/kgを水酸化ナトリウム液でアルカリ性にした後、ウレタン系バインダー(水性ウレタン樹脂　RU-3901 スタールジャパン㈱製)を使用量50g/kgまたは100g/kgを混合し、顔料液とした。顔料染色機(KS-7 UNISIZER、㈱梶製作所製)を用いて、綿糸(40番単糸)に乾燥温度80℃、巻取速度約80m/minで染色試験を行った。顔料染色糸の熱処理は、160℃×３分で行った。

次に顔料染色糸の単糸引張強さ及び伸び率は全自動単糸強力試験機(Autodyn300、MESDAN-LAB製)を用いJIS L1095 9.5により試験した。摩耗強さは糸抱合力試験機(TM式、㈱興亜商会製)を用い荷重5.88Nで切断までの摩擦回数をJIS L1095 9.10.2 B法に準じて測定した。毛羽数は毛羽試験機(毛羽カウンターDT-201、東レ㈱製)を用いJIS L1095　9.22により毛羽長3㎜を計測した。製織時の経糸摩擦性の評価として、糸抱合力試験機(TM式、㈱興亜商会製)を用い荷重2.94N、摩擦3,000回における外観評価を行った。

３　結果と考察

表１、表２により各色顔料染色糸の強度は原糸に比べて向上するが、伸び率が減少する傾向があった。また熱処理による強度や伸び率の変化はあまり見られなかった。バインダー使用量50g/kgでは伸び率が４％に達しなかったが、バインダー使用量100g/kgでは、伸び率４％を達成した。表３に綿20番単糸のバインダー使用量による顔料糸の強度を示した。バインダー使用量が増えたことにより顔料糸が切断しにくく伸び率が向上したことが認められた。図１、図２に示すように、三原色ともに原糸に比べ応力ひずみ曲線の立ち上がりが高く、堅い傾向となった。バインダー使用量100g/kgでは、50g/kgに比べ糸の堅さが原糸に近づき伸び率が向上した。また図３に示すように、綿20番単糸のバインダー使用量100g/kg、150g/kg、200g/kgにおける応力ひずみ曲線の立ち上がりは、ほぼ同じであるが、切断時の荷重と伸び率がバインダー使用量とともに向上した。

表４に顔料染色糸の毛羽数と磨耗強さを示した。綿40番単糸の３㎜毛羽は、顔料染色により減少し、切断までの摩擦回数は４倍以上に向上した。磨耗強さでは、切断までに顔料の脱離が生じたため、製織時の経糸の抱合力としては評価しにくい。そのため摩擦における顔料の脱離の程度を評価する必要がある。

表１　顔料染色糸の引張強さ及び伸び率
（バインダー使用量50g/kg）

顔料 50g/kg バインダー 50g/kg	熱処理 無し		熱処理 160℃、３分	
	強度 (cN)	伸び (%)	強度 (cN)	伸び (%)
原糸(綿 40s)	286.9	6.5	―	―
赤	318.6	3.4	310.8	3.6
青	331.3	3.7	339.3	3.8
黄	315.0	3.5	329.2	4.0
黒	316.6	3.4	329.6	3.7

表２　顔料染色糸の引張強さ及び伸び率
（バインダー使用量100g/kg）

顔料 50g/kg バインダー 100g/kg	熱処理 無し		熱処理 160℃、３分	
	強度 (cN)	伸び (%)	強度 (cN)	伸び (%)
原糸(綿 40s)	272.7	5.8	―	―
赤	310.6	4.6	315.4	4.5
青	311.6	4.8	316.0	4.8
黄	320.4	4.0	324.1	4.0

表３　バインダー使用量よる物性の変化

顔料 50g/kg	バインダー 使用量(g/kg)	強度 (cN)	伸び (%)
原糸(綿 20s)		431.3	6.3
青	100	524.5	4.5
	150	548.5	4.7
	200	565.3	5.0

表４　顔料染色糸の毛羽数、摩耗強さ

顔料 50g/kg	3㎜ 毛羽 (本/10m)	摩耗強さ (摩擦回数)
原糸(綿 40s)	43	636
赤	0	2826
青	1	2571
黄	0	5723

製織時の経糸摩擦性の評価として、糸抱合力試験機を用い荷重2.94N、摩擦3,000回における外観評価を行った結果、図４～７に示すようにバインダー使用量50g/kgでは熱処理を行っても摩擦による顔料の脱離は顕著であった。バインダー使用量 100g/kgでは熱処理により摩擦による顔料の脱離が抑制されることが明らかになった。

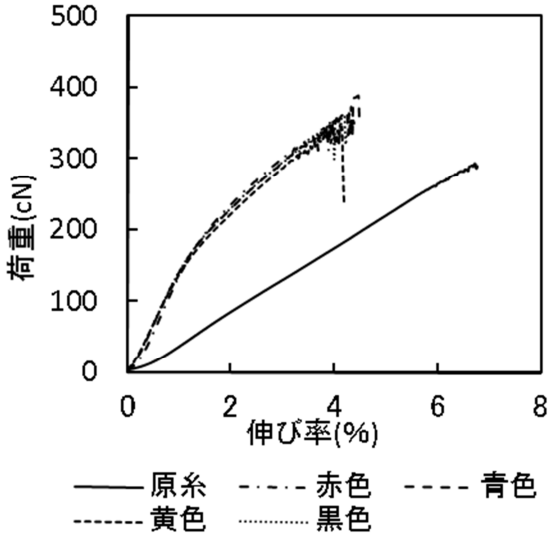


図１　引張強さと伸び率(バインダー使用量50g/kg)

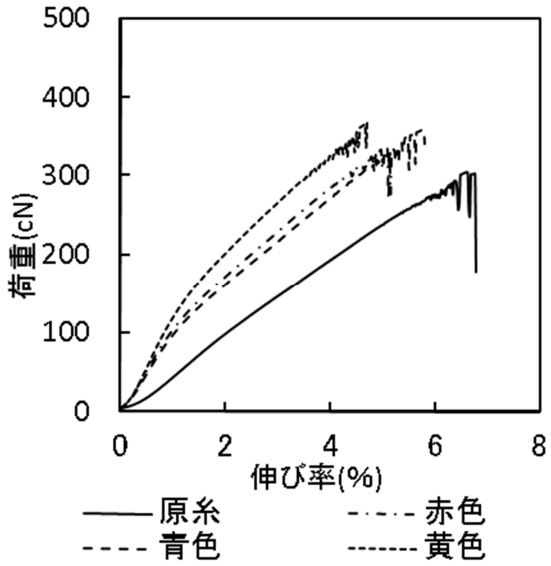


図２　引張強さと伸び率(バインダー使用量100g/kg)

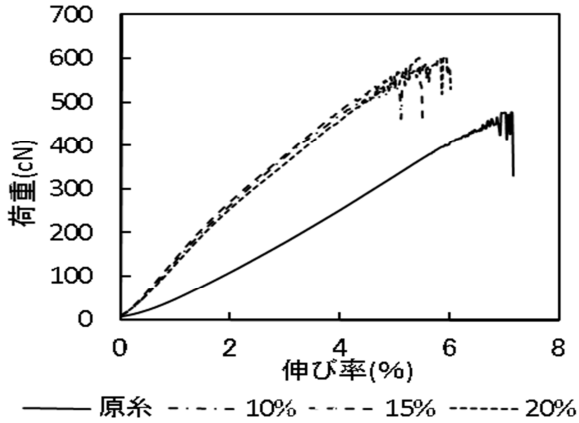
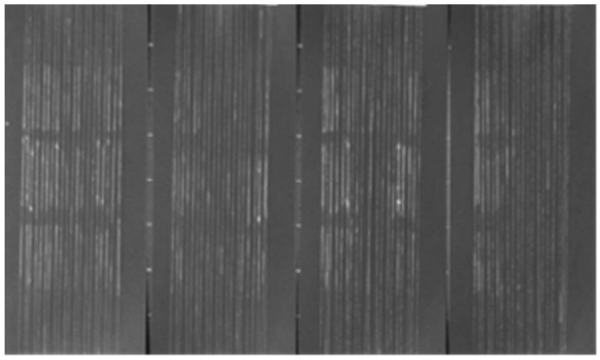
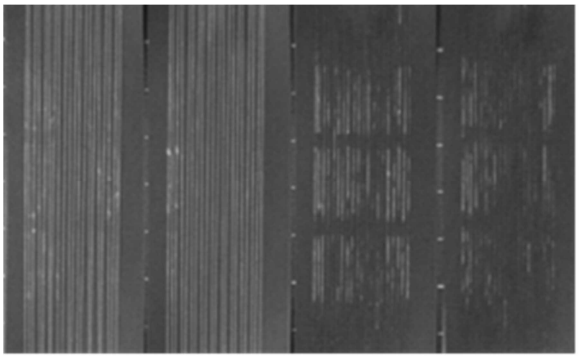


図３　バインダー使用量による引張強さと伸び率



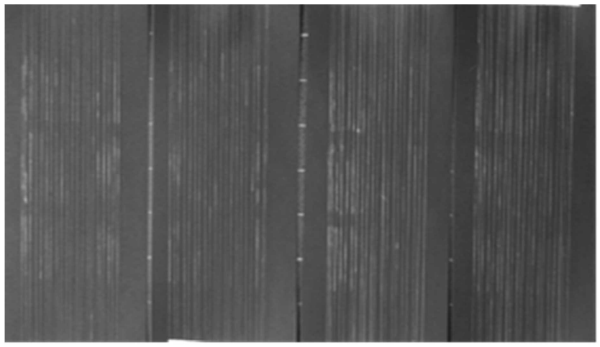
熱処理無し 160℃３分　熱処理無し 160℃３分
赤色　　青色

図４　抱合力試験結果(バインダー使用量50g/kg)



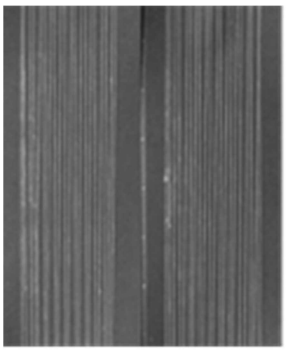
熱処理無し 160℃３分 熱処理無し 160℃３分
黄色　　黒色

図５　抱合力試験結果(バインダー使用量50g/kg)



熱処理無し 160℃３分　熱処理無し 160℃３分
赤色　　青色

図６　抱合力試験結果(バインダー使用量100g/kg)



熱処理無し 160℃３分
黄色

図７　抱合力試験結果(バインダー使用量100g/kg)

４　結　　論

顔料染色により糸の強度および摩耗強さは向上した。バインダー使用量100g/kgにおいて、伸び４％の保持と毛羽の削減が可能であった。荷重2.94N、摩擦3,000回の糸摩耗では、バインダー使用量100g/kgで、160℃×３分の熱処理により、摩耗性が向上し、製織時の摩擦に耐えうることが明らかになった。

「経常研究」

綿繊維からのエタノール製造における糖化と発酵の同時処理技術研究

中野恵之

要旨　繊維廃棄物からエタノールを製造する工程は、糖化工程と発酵工程がある。現状では糖化工程終了後に発酵工程に進むが、この糖化と発酵を同時に行うことを可能とすれば省エネルギーなバイオエタノール製造技術開発が構築できる。そこで、繊維廃棄物（耳糸屑）を原料として糖化工程と発酵工程を同時に一浴で反応させ、エタノールを製造することを目的に実験を行った。その結果、糖化発酵同時反応は可能で、糖の生成とほぼ同時に発酵反応が起こることがわかった。また反応液中の糖をすみやかにエタノールに変換することから雑菌の繁殖も少なくできると思われた。

1　目　　的

兵庫県西脇市を中心とした播州織産地は、生産工程で、余剰色糸・糸屑・端布が大量に発生（推定100ﾄﾝ/月）しており、有償で産業廃棄物として焼却処分され、処理費が産地企業の収益を圧迫している。そこで、繊維廃棄物からエタノールを製造する技術の開発が望まれている。繊維廃棄物からエタノールを製造する工程は、糖化工程と発酵工程があり、現状では糖化工程終了後に発酵工程に進むが、この糖化と発酵を同時に行うことを可能とした省エネルギーなバイオエタノール製造技術開発[1)]を目的とした。

2　実験方法

実験に使用した酵素および酵母は市販品を用いて行った。糖化用酵素はメイラーゼ（ファルマ㈱製）を6g/L、発酵用の酵母はドライイーストであるサフ-インスタント（オリエンタル酵母工業㈱製）8g/Lを用い、酢酸と酢酸ナトリウムにてpH4.4に調整した300mlの反応液を用意した。

反応は40℃の恒温槽にて温調したフラスコにて行い、綿廃棄物は播州織生産にて発生した耳糸屑（綿100%）を乾燥状態で2g投入した。

反応液中のグルコース濃度はF-キット　D-グルコース（㈱ジェイ・ケイ・インターナショナル製）を用い、エタノール濃度はF-キット　エタノール（㈱ジェイ・ケイ・インターナショナル製）を用いて分光光度計にて測定した。

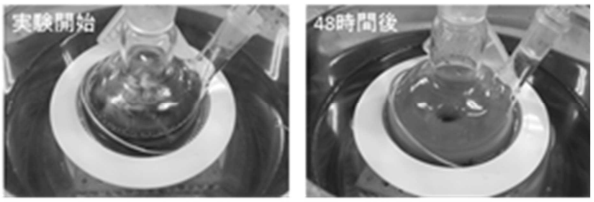


図１　反応実験中の写真

3　結果と考察

図１に反応実験中の写真を示す。実験開始時に見られた繊維は分解され48時間後には目視では繊維形状は見られないことがわかる。未反応の粉末状の物質が少量残ることが確認できた。図２に糖化発酵同時反応時の糖生成量とエタノール生成量及び糖化工程のみにおける糖生成量を示す。糖化発酵同時反応においては、糖はほ

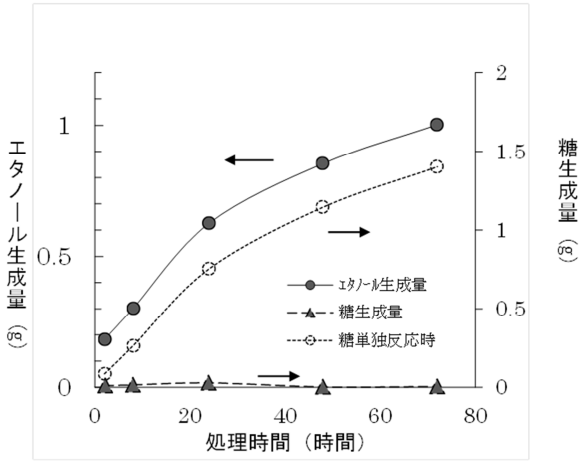


図２　糖化発酵同時反応時の糖とエタノール生成量及び糖化工程のみにおける糖生成量

とんど検出されず、時間とともにエタノールが生成していることがわかる。同条件において糖化工程のみを行った場合は時間とともに糖が生成していることから、同時反応では糖が生成するとすぐに酵母の働きによってエタノールが作られていることがわかる。この結果から、糖化発酵同時反応は可能であり糖の生成とほぼ同時にエタノールの生成が行われることが確認できた。

4　活　用

糖化と発酵が同浴にて同時に処理できることから、温度差制御気化浸透法による濃縮装置と組み合わせて使用すると糖化・発酵タンクから直接エタノールを取り出す取り組みが可能となると考えられる。温度差制御気化浸透法は減圧により気化された蒸気をエタノールと水に分離する技術である。つまり蒸留のような加熱を行わない分離方法である。よって糖化・発酵同時処理が可能なタンクに繊維試料を投入し、エタノールが生成したら温度差制御気化浸透法による濃縮装置にて取り出すシステムを構築すると、酵素や酵母は濃縮工程において熱による酵素失活や酵母死滅の影響を受けないため、反応は継続されると考えられる。今後、この一括処理によるエタノール製造について検討を進めていく予定である。(図３参照)

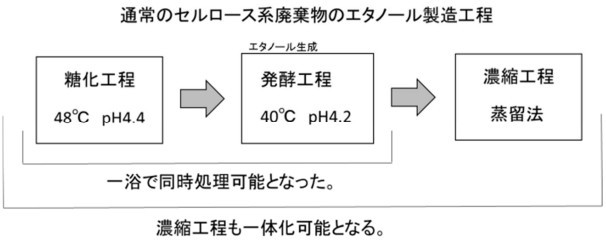


図３　新規エタノール製造方法の概略

ま　と　め

繊維廃棄物（耳糸屑）を原料とし、糖化工程と発酵工程を同時に一浴で反応させ、エタノールを製造することを目的に実験を行った結果から、

糖化発酵同時反応は可能であり糖の生成とほぼ同時にエタノールの生成が行われることが確認できた。また、反応液中の糖からすぐにエタノールに変換することから反応浴における雑菌の繁殖も少なくできると期待された。

今後、この糖化発酵同時処理と温度差制御気化浸透法によるエタノール抽出および濃縮技術を組合せたエタノール製造システムを構築してさらに省エネルギー化を目指す。

参 考 文 献

１）　中野恵之,繊維学会秋季研究発表会 Vol.70,No.2､p119（2015）

「経常研究」

製品異物・不具合解析データベースの精度向上に関する研究

東山幸央

要旨　昨年度より赤外スペクトルのユーザーライブラリとして構築している製品異物・不具合解析データベースを、Microsoft Accessデータベース化することにより、これまで検索できなかった無機物メインの異物に関しても、迅速な検索が可能となる新しいデータベースの構築を検討した。

1　緒　　言

昨年度より、測定した異物の赤外スペクトルをユーザーライブラリに登録する際に、色情報や元素分析結果をファイル名としている。するとライブラリ検索時の結果画面に、そのファイル名が羅列されることで異物混入要因の推定の迅速化を図ることができる。

しかし上記手法は、有機物メインの異物の場合にのみ有効であり、無機物メインの異物の場合は、赤外スペクトルがシャープに得られないことが多く、ライブラリ検索が有意にならないことが問題となっている。

無機物メインの異物の場合は、赤外スペクトルではなく、EDAX（エネルギー分散X線分光分析）による元素分析結果から検索を掛けるのが好ましいが、当所のEDAX分析装置にはライブラリ機能が未実装のため、本検討にて新しいデータベースの構築を検討した。

2　実験方法

2．1　分析データの蓄積

平成２６年４月～平成２７年３月の１年間で、製品異物・不具合解析として対応した92件の機器利用・依頼試験についてまとめた。異物および不具合分析に用いた分析機器を表１に示す。

分析データとして、形状および色情報、構成元素（元素分析装置（以下EDAX））、赤外スペクトル（フーリエ変換赤外分光光度計（以下FT-IR））、DSCチャート（熱分析装置）を採用した。FT-IRについては、ユーザーライブラリ機能により、測定結果を蓄積した。

表１　分析に用いた分析機器

分析機器	機種名	メーカー
マイクロスコープ	KH-7700	㈱ハイロックス
走査型電子顕微鏡	S-3000N	㈱日立ハイテクサイエンス
元素分析装置	EDAX Genesis	アメテック㈱
フーリエ変換赤外分光装置	Spectrum One	㈱パーキンエルマージャパン
熱分析装置	DSC7020	㈱日立ハイテクサイエンス

2．2　分析データの分類

分析事例として、異物・汚れ・変色・破損の4種類を定義した。異物は母材より単離できる大きさのものとし、汚れと変色は、分析サンプルのごく一部分のみに認められるものを汚れ、大部分に認められるものを変色とした。破損は、破断・折損の他、変形も含めた。

2．3　蓄積データの解析

依頼企業の業種別割合と事例毎の形態の割合を図１に示す。業種別ではほぼ半数が繊維、次いでプラ・ゴムであった。

形態別では異物と汚れでほぼ9割を占めた。

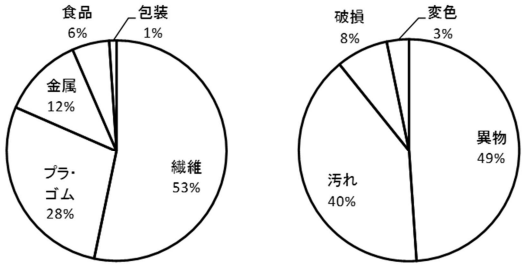


図１　依頼企業の業種別割合（左）と事例毎の形態の割合（右）

２．４　新データベースの雛形設計

昨年度までのデータベースは、FT-IRのユーザーライブラリ機能を用いて作成し、検索時の表示名を異物の色情報・元素分析結果とすることで、１回の検索での表示情報量を増やすことを狙いとしていた（図２）。

類似係数	ライブラリの種類[1)]	分析日時	色情報	元素分析情報
0.823	**H00027**	**130902**	**Brown**	**C76_O12_Fe8**
0.815	AP0060	POLY METHYL METHACRYLATE		
0.795	**H00021**	**130729**	**White**	**C70_O15_Ti10**
0.762	AP0041	POLY BUTYL METHACRYLATE		
0.731	S00224	BINDER PD-250 (S-224)		

1)H:今回新規作成　AP:当所保有　S:当所過去作成

図２　昨年度までの検索結果表示画面

異物の組成が有機物メインの場合は、昨年度までのデータベースでも有効な検索が行えるが、異物の組成が無機物メインの場合、赤外スペクトルがシャープに得られないことが多く、図２の類似係数が低くなり有効な検索が行えない。

この場合、EDAXによる元素分析結果から直接検索を行った方が有効であるが、当所のEDAX分析装置にはユーザーライブラリ機能が未実装である。

そこで、Microsoft Accessを用いた新データベースの雛形設計を行った。

３　結果と考察

作成した新データベースの入力画面を図３に示す。レコードの項目としては、企業名、分析日時、サンプル名、色、形状、写真データ、赤外スペクトルの主な５つのピーク、元素分析結果、備考とした。

昨年度までのデータベースは赤外スペクトルからしか検索できなかったが、今回作成のデータベースでは企業別、色、元素分析結果ごとにソートすることで、より多角的な視点から異物の分析結果を解析することができ、不具合発生要因の推定精度向上が期待できる。

次年度へ向けた改善点として、赤外スペクトルの入力を、ピークの波数（cm^{-1}）入力から、各原子団（CH：炭化水素、C=Oカルボニルなど）に相当するピークの有無の入力方式に、元素分析結果入力を、全元素入力からZAF定量分析結果の上位５元素程度を入力する方式に変更することで、入力作業の効率化が期待できる。

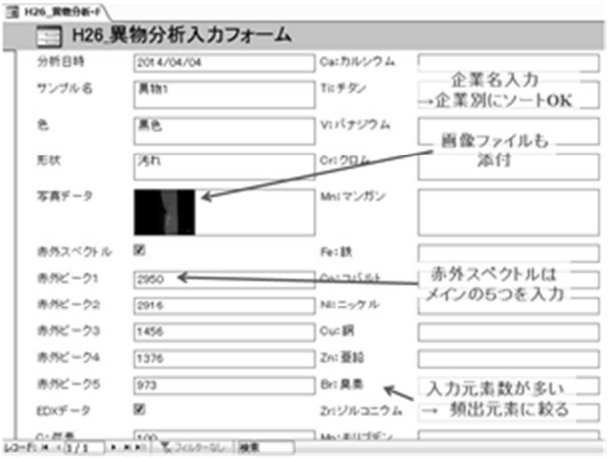


図３　異物分析用データベース入力画面

４　結　　言

Microsoft Accessを用いて新しいデータベースの雛形を作成することで、これまで赤外スペクトルからしか検索できなかった異物分析結果が、企業名、色、元素分析結果からの検索も可能となった。

〔経常研究〕

天然植物繊維の産業利用に関する研究

―綿紡績糸のクリープ特性評価方法の開発―

礒野禎三

要旨　地球環境への配慮として、再生可能な天然植物資源の利用が進められている。綿糸はタイヤやゴムホースの補強材として用いられていたが、高性能な石油系の合成繊維の開発により用いられなくなった。そこで、再生可能な天然植物資源である綿糸を再度補強材料としての利用の可能性について検討した。本研究では、強度部材としての評価に不可欠なクリープ破壊に対する評価技術の開発を行い、綿糸のクリープ強度の評価を試みた。クリープ試験は、高荷重時は万能材料試験機で、低荷重時は静荷重による試験機で行うことができた。しかしながら、非常にばらつきが大きく、綿糸の改良を行わないと産業用途には使用困難であると考えられた。

1　目　　的

現在では地球環境への配慮、特に二酸化炭素の排出量削減が大きな課題となっている。そのため様々な技術開発が行われており、兵庫県の主要な産業であるゴム産業においては、「エコタイヤ」が大きく注目されている。

自動車用ゴム製品で、繊維による補強が行われているのはタイヤやゴムホース類であり、古くは綿糸による補強が行われていたが、その後は高性能な石油系の合成繊維の開発により綿糸は用いられなくなった。この綿糸は再生可能な天然植物資源であり地球環境に対するエコロジーに貢献できることから、再度補強材料として使用の可能性について検討する。

本研究では、強度部材としての評価に不可欠なクリープ破壊に対する評価技術の開発を行い、綿糸のクリープ強度を評価を試みた。

2　実験方法

綿糸としては、(株)ドーコーボウ製のインド長綿を用いたコンパクトヤーン　アルティマ40番手単糸を用いた。Mesdan社製Autodyn 300型自動引張試験機を用いて測定した引張強さは2.69Nであった。

高荷重時のクリープ試験は、(株)エー・アンド・デイ製RTF-1325型万能材料試験機を用いて10Nロードセルで行った。

低荷重時のクリープ試験は、当センターで開発した図１に示す試験機を用いて行った。本機は、試料糸の撚りが変化しない状態で、分銅で荷重し長さの変化を差動トランスで測定できる。



図１　静荷重クリープ試験機

3　結果と考察

万能材料試験機を用いて、クリープ試験を行った結果の一例を図1に示す。初期試験速度は10mm/minで、約1minで試験荷重に達した。その後は、徐々に伸びが進行し破断した。スティックスリップ現象は見られなかった。

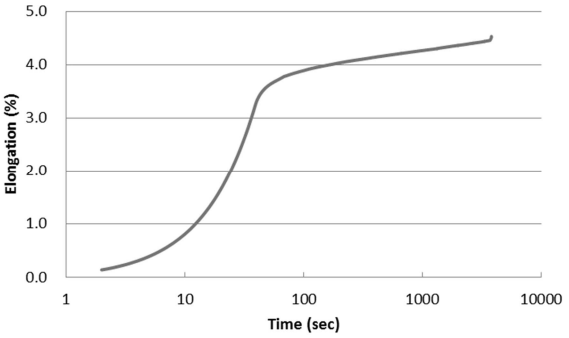


図２　クリープ試験結果

引張強さの90%荷重では、試験荷重に達する前に破断し試験を行うことができなかった。80%荷重では、試験を行うことができた。しかしながら、70%荷重では一部が、60%荷重では大部分が６時間では破断しなかった。60～80%荷重時の破断時間と破断時の伸びの関係を図３に示す。

荷重が小さくなるにつれて、破断までの時間は長くなっているが、破断時の伸びは4～5%程度であった。

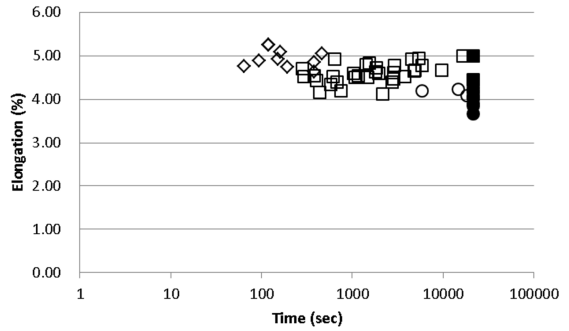


図３　60～80%荷重時の破断時間と破断時の伸びの関係

◇：80%　△：70%　▲：70%(破断せず)

○：60%　●：60%(破断せず)

装置運用の都合上6時間以上の試験は困難なため、55%荷重では図１に示す静荷重クリープ試験機を用いて静荷重による試験を行った。

破断した試料の荷重と破断時間との関係を図４に示す。荷重が小さくなるほど、破断時間が長くなっているが、ばらつきはかなり大きい。表１に55％荷重時の試験結果を示すが、CVは88.15%と非常に大きかった。

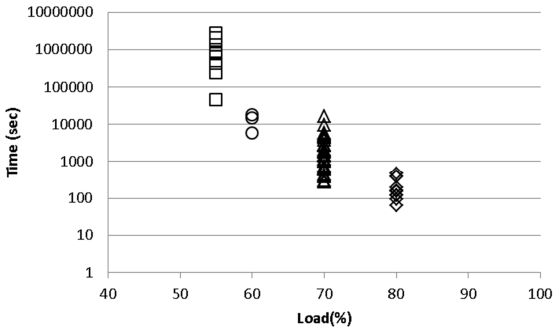


図４　荷重と破断時間の関係

◇：80%　△：70%　○：60%　□：55%

表1　静荷重(55%)によるクリープ試験結果

試験回数	8
平均値	1,062,385
標準偏差	936,483
CV%	88.15
最大値	2,751,513
最小値	44,905

(破断時間sec)

４　結　　論

再生可能な天然植物資源である綿糸の補強材料としての利用の可能性について検討するために、クリープ破壊に対する評価技術の開発を行い、綿糸のクリープ強度の評価を試みた。クリープ試験は、高荷重時は万能材料試験機で、低荷重時は静荷重による試験機で行うことができた。しかしながら、非常にばらつきが大きく、綿糸の改良を行わないと産業用途には使用困難であると考えられた。

研究報告既刊一覧

No. 1	(1965年 8月)	No.25	(1989年10月)
No. 2	(1966年 5月)	No.26	(1990年10月)
No. 3	(1997年 6月)	No.27	(1995年10月)
No. 4	(1968年 8月)	No.28	(1996年10月)
No. 5	(1969年 8月)	No.29	(1997年10月)
No. 6	(1970年 8月)	No.30	(1998年11月)
No. 7	(1971年 6月)	No.31	(2000年 1月)
No. 8	(1972年)	No.32	(2001年 1月)
No. 9	(1973年)	No.33	(2002年 2月)
No.10	(1974年)	No.34	(2003年 3月)
No.11	(1975年)	No.35	(2004年 3月)
No.12	(1976年)	No.36	(2004年11月)
No.13	(1977年)	No.37	(2005年11月)
No.14	(1978年10月)	No.38	(2006年11月)
No.15	(1979年10月)	No.39	(2007年11月)
No.16	(1980年10月)	No.40	(2008年11月)
No.17	(1981年10月)	No.41	(2009年12月)
No.18	(1982年10月)	No.42	(2011年 3月)
No.19	(1983年10月)	N0.43	(2012年 3月)
No.20	(1984年10月)	No.44	(2013年 2月)
No.21	(1985年10月)	No.45	(2014年 3月)
No.22	(1986年10月)	No.46	(2014年12月)
No.23	(1987年10月)	No.47	(2015年12月)
No.24	(1988年10月)		

研究報告(第47号)

平成２７年１２月２５日発行

編集　兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター
発行　〒677-0054　兵庫県西脇市野村町1790-496
TEL　(0795)22-2041　FAX　(0795)22-3671

27産Ⓣ1-005A4