ISSN　1342-7709

研　　究　　報　　告

第45号
平成25年度

Reports of Technical Support Center for Textiles Industries

No.45
2013

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．セルロース系繊維廃棄物からの省エネ型バイオエタノール製造技術開発
「平成22-24年度　新エネルギーベンチャー技術革新事業（NEDO事業)」
中野恵之，古谷　稔，藤田浩行，東山幸央，有年雅敏 …… 1

２．炭素繊維複合糸から作製する立体形状成形プリフォームの開発
「科学技術振興機構　研究成果最適展開支援事業
(A-STEP)FSステージ　シーズ顕在化タイプ」
藤田浩行，東山幸央 …… 5

３．天然物由来粘性物質による染色排水の浄化に関する研究
「技術改善研究」
佐伯　靖，瀬川芳孝，藤田浩行 …… 9

４．金型レスによるエンボス加工技術への織物の活用研究
「技術改善研究」
古谷　稔、藤田浩行、佐伯　靖、東山幸央、近藤みはる、中川和治 ……１３

５．軽量で接触冷感および紫外線遮蔽率に優れた薄手織物の設計支援に関する研究
「重点領域研究」
藤田浩行，古谷　稔，佐伯　靖，東山幸央，近藤みはる ……１９

６．織機におけるたて糸制御機構に関する調査研究Ⅰ
「経常研究」
古谷　稔、藤田浩行、東山幸央 ……２３

７．ナノファイバー繊維の物理的特性評価に関する研究
「経常研究」
東山幸央，中野恵之，藤田浩行 ……２５

「平成22-24年度　新エネルギーベンチャー技術革新事業（NEDO事業）」

セルロース系繊維廃棄物からの省エネ型バイオエタノール製造技術開発

中野恵之，古谷　稔，藤田浩行，東山幸央，有年雅敏

要旨　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・端布が大量に発生していると推定されており、リサイクルの要望が高い。この課題を解決する方法として、繊維廃棄物を糖に分解して、その糖から酵母を用いてエタノールを製造する技術の開発が有望である。高濃度のエタノール液を得るためには蒸留等の濃縮工程が必要となるが、蒸留法では大きな熱エネルギーを要し、またエタノールと水は共沸するため分離能力も低い。そこで、低温でアルコール分離可能な温度差制御気化浸透法に着目し技術開発を行った。

１　目　　的

現在、高濃度のエタノール液を得るためには蒸留等の濃縮工程が必要となるが、蒸留法では大きな熱エネルギーを要し、またエタノール(沸点78.4℃)と水は共沸するため分離能力も低い。そのため、２段蒸留式や膜式分離の工程が必要となるなど、コスト高になるため、実用化には至っていない。そこで、低温でアルコール分離可能な温度差制御気化浸透法に着目した。この分離には、疎水性高分子の多孔質膜を用い、蒸留法と異なり、０～40℃程度の温度で分離できる。しかし、この方法はエタノール選択透過性を高くすると透過速度が遅くなるため、より有効な分離膜の開発が求められている。そこでエレクトロスピニング法を活用して分離膜を試作し分離性能向上を試みた。本方法は、高濃度のエタノールを製造する新しい技術であり、これまでにない利用方法が期待される。

２　調査結果

２．１　播州織産地の現状

西脇市を中心とした播州織産地は、企業の大半が半径15kmの範囲に集積しており、国内綿織物の約23％（2009年度）を生産している。その生産工程で発生する大量の繊維廃棄物を再資源化して有効利用したいという要望が高い。余剰色糸は雑多で、織物として再利用できない糸屑は、50ﾄﾝ/月程度発生している（図１参照)。これは、ごみの削減を打ち出している地元行政では深刻な問題となっている。

２．２　綿の糖化技術について

綿のセルロース含有量は、水分を除くと94wt％あり、木材で含まれるリグニン等の不純物が非常に少ない。このため綿は、バイオエタノールの原料としてきわめて有効である。また、綿セルロースはグルコースがβ-1,4結合のみで連続しているため、セルラーゼ酵素の選択が容易である[1)]。さらに、処理前にアルカリ処理することによって、糖化速度が大幅に向上し、かつアルカリ液で煮沸することによって消毒効果が得られ、雑菌による糖の消費を予防することが可能である。

２．３　現在の技術課題

糖化工程のコストが高い（酵素処理時間（３日））ため、処理時間の短時間化と効率化が必要である。また、製造したエタノールの濃縮にも蒸留法が用いられ、エネルギーを多く使用する。そこでまず、低温でアルコール分離可能な温度差制御気化浸透法に着目した。また、酵母が高価であることもコスト高の要因であるため、市販のドライ酵母を使用した固定化酵母技術を活用し低コスト化を図る必要性がわかった[2,3)]。

３　実験方法

３．１　エタノール濃縮技術について

温度差制御気化浸透法（図２参照）は、蒸留

法と異なり、疎水性高分子の多孔質膜を用い、０～40℃程度の温度でアルコールを濃縮する。

この濃縮技術は、蒸気状態でエタノールと水蒸気の混合状態から両者を分離する技術であり、高濃度のエタノールを製造できる新しい技術であるため、これまでにない利用方法も期待される。しかし、エタノール選択透過性を高くすると透過速度が遅くなるなど分離膜の性能によって濃縮効率が大きく影響される。そのため本研究において分離試作膜の開発を検討した。

３．２　温度差制御気化浸透法の分離膜試作

温度差制御気化浸透法の分離膜は、膜孔は貫通している必要がある。また、孔が細かく通気性が高いことが理想的である。エレクトロスピニング法で試作した分離膜は、膜内の空隙率が高い。この繊維集合体のフェルトをプレスすることで、細孔サイズを制御した膜が試作できた。また、分離膜内の細孔は理論的に撥水性が高いことが望まれる。これはシリカ系撥水剤の付与で解決した。

エレクトロスピニング法（図３参照）を用いて、ポリエチレンテレフタレート（PET）シートを作成した[4)]。印加電圧は20ｋV、溶剤はヘキサフルオロイソプロパノール（HFIP:和光純薬工業㈱）を用いて、溶液濃度0.2g/mlで製膜し、PETは㈱再生ペレット（AER）を用いた。 試作膜を60℃にて、プレス圧力10、15、20MPaでプレス処理した。プレス圧力15MPaで処理した試料が、繊維が破壊されることもなく、空隙も少なくすることができた。また、分離膜の撥水性を高めるためにシリカ系撥水剤を用いて撥水性を付与した分離膜も試作した（図４参照）。

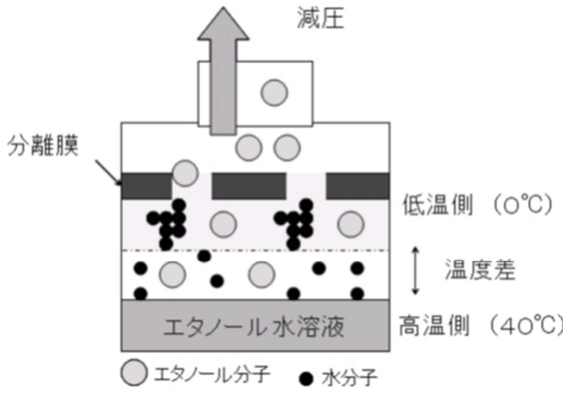
３．３ 分離膜ユニットの開発

温度差制御気化浸透法によるエタノール濃縮において平膜では膜面積を大きくする場合に装置が大型化するため、小型で膜面積を大きくする分離膜ユニットの開発を行なった。分離膜ユニットの構造は、筒状のステンレスメッシュ（図５参照）を縦に配置して、その周囲に分離膜を配置するものである。実験用分離膜ユニットは長さ5㎜の筒状ステンレスメッシュに巻きつける状態で分離膜一本を配置することができる。

ベンチプラント用分離膜ユニット（図６参照）では、９本の筒状ステンレスメッシュに分離膜をセットすることが可能であり、筒の長さを長くすることも可能であるが、今回は実験用分離膜ユニットと共通で65㎜に設計した。この分離膜ユニットによって、平膜よりも大きな膜面積を装置内に設置できるようになった。

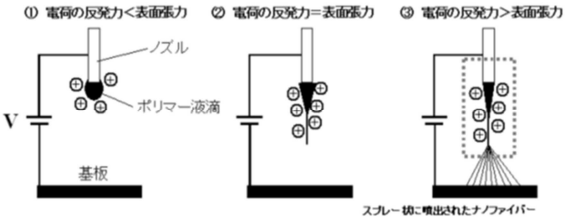


図１ 播州織産地で発生する繊維廃棄物



① エタノール溶液を40℃に加熱し、かつ減圧することにより、エタノールを気化させる。この時、水分子も気化される。
② 0℃の低温側を通過する時に水分子は会合するため分離膜を通過できない。
③ エタノール分子のみが分離膜を通過する。

図２　温度差制御気化浸透法の原理



① ノズル先端のポリマー液滴表面に電荷が集まり互いに反発する。このときノズルから出た液滴は次第に円錐状になる。
② 電荷の反発力が表面張力を超えた時、液は円錐の先端から真直ぐに噴射される。
③噴射された溶液流が細くなるとさらに電荷の反発力が増し、溶液流はさらに引き伸ばされる。この時、溶液流の表面積が急速に大きくなるので溶媒が揮発し、基板上にナノファイバーが形成される。

図３　エレクトロスピニング法の原理

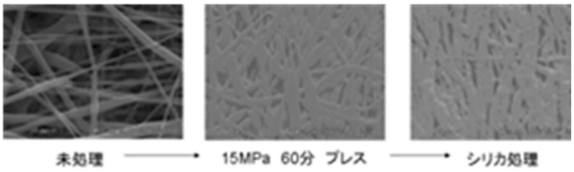


図４　試作膜の走査型電子顕微鏡写真

（――――　20μm）



図５　分離膜ユニットへの試作膜装着方法

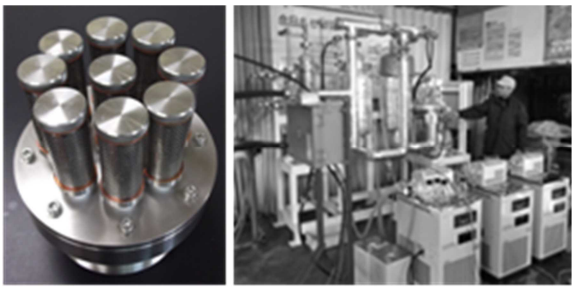


図６　開発した分離膜ユニット部（左）とベンチプラント（右）

４　結果と考察

４．１　エタノール濃縮試験

今回試作した分離膜を用いて温度差制御気化浸透法によるエタノール/水混合からの分離濃縮試験を行い、市販分離膜（ポリエチレン膜：孔径0.08μm）と比較して大きな優位性のある分離濃縮結果を得ることができた。

表１に供給側を40℃、透過側を0℃に設定し、10wt%エタノール水溶液を用いて、濃縮された濃度と単位膜面積あたりの透過速度の測定結果を示す。平膜では、市販膜と比較してかなりの好成績を得ることができたが、開発した試作膜を分離膜ユニットに平膜を装着すると、濃縮濃度は市販膜と同程度で平膜のそれより低かった。

しかし、平膜および分離膜ユニットともに透過速度は市販膜と比べ速い結果が得られた。撥水処理の効果は、濃縮濃度、糖化速度ともに向上することが確認できた[5)]。

表１　エタノール濃縮試験結果

（10wt%、40-0℃）

	撥水処理	濃縮濃度（wt%）	透過速度（kg/m²hr）
平膜（試作膜）	有り	69.0	3.03
	無し	67.5	2.66
分離膜ユニット（試作膜）	有り	48.5	2.33
市販膜（平膜）	無し	49.0	0.34

４．２　ベンチプラントによるエタノール製造

開発したベンチプラントにて繊維廃棄物からのエタノール製造の検討を行なった（図６参照）。この実証実験において繊維廃棄物から糖を製造して発酵によりエタノールを生成させた。そのエタノール濃度が4.7wt%のとき、ベンチプラントを用いて濃縮した透過液濃度が55.6wt%と比較的高い濃縮性能を確認した。

５　結　　論

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・端布が大量に発生し産地企業の収益を圧迫している。そこで播州織産地においては、セルロース系繊維からバイオエタノールを製造し、重油ボイラー等の代替燃料として利用することが望まれている。高効率、低コストのバイオエタノール製造を行うための技術開発としては、糖化工程や発酵工程の効率化と濃縮工程の低エネルギー化という課題を、温度差制御気化浸透濃縮法によるアルコール濃縮装置と連続発酵装置を連続化すること、またアルカリ水を用いた酵素処理による糖化工程技術で解決し、地産地消型資源エネルギーのリサイクル化を実現する可能性を見出した。

参 考 文 献

１）　セルロース資源、越島哲夫　㈱学会出版センター

２）　田邊和男他、日本繊維機械学会第63回年次大会講演要旨集p24（2010）

３）　迫　勝善他、日本繊維機械学会第63回年次大会講演要旨集p26（2010）

４）　中野恵之他、日本繊維機械学会第63回年次大会講演要旨集p66（2010）

５） 中野恵之他、「発酵濃縮装置および発酵濃縮方法」特願2012-157906

謝　　辞

本研究は関西大学、㈱エコログ・リサイクリング・ジャパンと共同研究にて実施しました。

関係各位に深く感謝します。

「JST研究成果最適展開支援事業（A-STEP)FSステージシーズ顕在化タイプ」

炭素繊維複合糸から作製する立体形状成形プリフォームの開発

藤田浩行，東山幸央

要旨　ミシンの機構を活用した炭素繊維と熱可塑性樹脂繊維からの複合糸を用いて織物形態のプリフォームを開発した。熱可塑性樹脂繊維を耐熱性のあるスーパエンプラからの複合糸や炭素繊維含有率制御した複合糸を高速で生産することができた。また、作製時の生産速度は、炭素繊維の張力へ変化を与えない。また、炭素繊維の張力の大きさの繊維含有率への影響は小さいことがわかった。

さらに、複合糸の情報から織物プリフォームの目付を高い精度で予測することができた。

1　緒　　言

熱可塑性炭素繊維強化複合材料は、一般的に炭素繊維の高い強度と弾性率を活かすため、一方向に並べた炭素繊維や炭素繊維から得た織物などにシート状の熱可塑性樹脂を溶融含浸させ一時的に固めた板状の材料（プリプレグ）を製造し、成形時再度加熱することで、成形材料を得る。しかし、プリプレグは織物の様な柔軟性はなく可撓性に劣るため、平面状の成形は容易だが、三次元形状の成形には不向きである。また、熱可塑性樹脂は、粘度が高く含浸性に劣るため、高温高圧の含浸工程や扁平化した炭素繊維を用いるなどして改善がなされている。

一方、三次元形状の成形品を製造する方法に、短くカットした炭素繊維を溶融した熱可塑性樹脂内に分散させ、それを三次元形状の金型へ押し出して成形する射出成形法がある。しかし、金型形状に応じた成形品が得られる特徴はあるが、炭素繊維が不連続かつ短いため、織物などを強化材とした材料と比較して強度と弾性率は大きく劣る。

本研究は、炭素繊維と熱可塑性樹脂繊維からなる複合糸および成形プリフォームを高速かつ高品質で作製可能な製造技術で開発した。また、射出成形品では達成できない機械的性質を持ち、かつプリプレグでは成形できない深絞成形が可能なプリフォーム開発を目指した。

本報告では、材料設計した複合糸の規格と炭素繊維含有率および生産性等の関係を明らかにした。また、複合糸から試作した織物の目付（単位面積当たりの重量）について、複合糸の規格や織密度が与える影響についても検討したので報告する。

2　実　　験

2．1　炭素繊維複合糸の試作と材料設計

ミシンから作製する複合糸は、図１で構成される糸の素材や太さ、巻き縫いピッチを変えることにより、繊維含有率などを糸の段階で調整できる。また、繊維化できる熱可塑性樹脂であればスーパーエンジニアリングプラスチックと呼ばれる耐熱性の高い熱可塑性樹脂と炭素繊維からなる材料開発も可能である。そこで、熱可塑性樹脂糸として表１に示す５種類の素材、太さ（デニール）の糸を用いて、炭素繊維複合糸の作製を試みた。なお、縫合糸と引き揃え糸は同じ糸を使用し、巻縫いピッチは5mmとした。

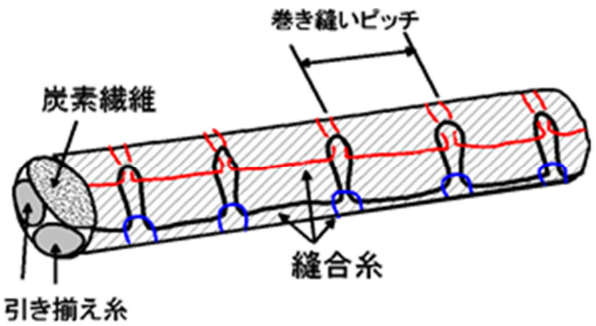
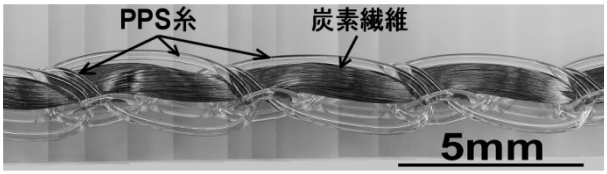


図１　ミシンで作製した複合糸の構造

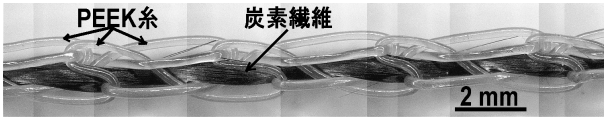
表１　試作した炭素繊維複合糸

		①	②	③	④	⑤	⑥
炭素繊維CF		3K	50K	3K	3K	6K	3K
樹脂糸	素材	PP	PP	PA6	PET	PPS	PEEK
	太さ	300	300	315	300	591	950
	引揃数	0	30	0,1,3	6	0	0

※　PP:ポリプロピレン、PA6：ナイロン６
PET：ポリエステル
PPS：ポリフェニレンサルファイド
PEEK：ポリエーテルエーテルケトン



(a) CF6K/PPS複合糸

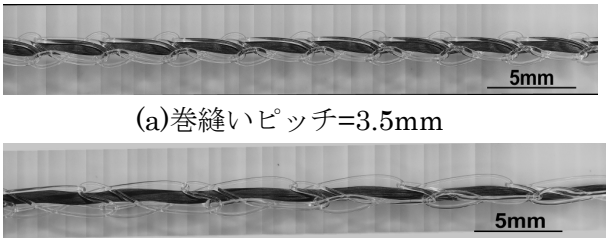


(b) CF3K/PEEK複合糸

図２　試作した炭素繊維複合糸

その結果、表１すべての規格の複合糸を作製することができた。試作した複合糸の内、⑤番と⑥番の外観を図２に示す。炭素繊維は、縫合糸の巻縫いの影響を受けて波打っている。この波打ちの程度は、縫合糸の張力と炭素繊維の張力バランスで変化させることができる。また、巻縫いピッチおよび引き揃え糸の本数を変えて作製することで、複合糸の繊維含有率を変更できる。

図３に③番の複合糸（引揃数0本）について、巻縫いピッチを変化させて作製した一例を、図４に巻縫いピッチと炭素繊維の重量含有率（wt%）および体積含有率（Vol%）の関係を示す。巻縫いピッチの間隔が大きくなるにしたがい、炭素繊維含有率は増加しているのがわかる。また、同じ③番の複合糸について、引き揃え本数を0,1,3本と変化させて作製した複合糸の引き揃え本数と炭素繊維の重量含有率（wt%）の関係を図５に示す。引き揃え本数を増やすことで炭素繊維含有率を大きく変化させることができる。



(a)巻縫いピッチ=3.5mm

(b) 巻縫いピッチ=5.0mm

図３　巻縫いピッチを変化させたCF3K/PA6複合糸

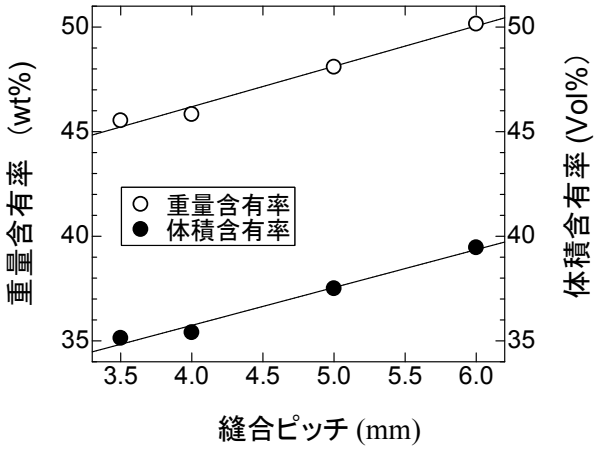


図４　巻縫いピッチと複合糸の炭素繊維含有率の関係

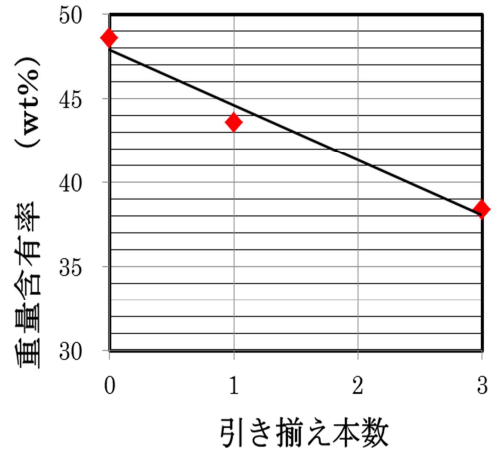


図５　引き揃え本数と複合糸の炭素繊維含有率の関係

以上のとおり、複合糸を規格設計することで任意の炭素繊維含有率を持った材料設計が可能となる。

つぎにメローミシンの回転数と巻縫いピッチが、複合糸の生産性に与える影響について検討した。図６に複合糸の生産速度とミシンの回転数および巻縫いピッチの関係を示す。ミシンの

回転数および巻縫いピッチを大きくすることで生産速度を向上できる。巻縫いピッチにもよるが、ミシンの回転数をさらに向上できることからも実用上50m/min以上の速度で複合糸の生産は可能であることが確認できた。

一方、炭素繊維の張力が糸の形態に影響を与えると考えられるため、生産速度（ミシンの回転数）の張力への影響および張力の大きさの炭素繊維含有率へ影響度合いを把握することは材料設計を行う上で非常に重要である。

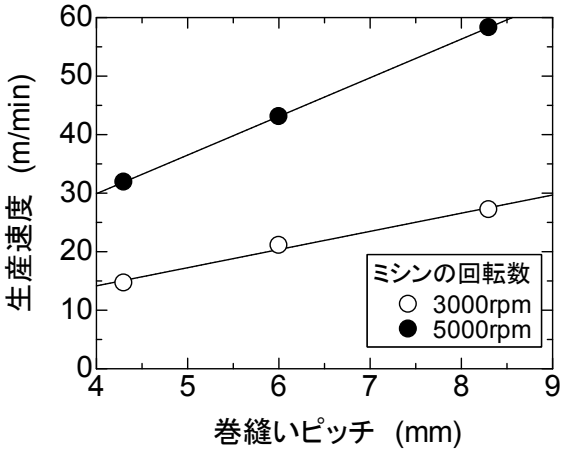
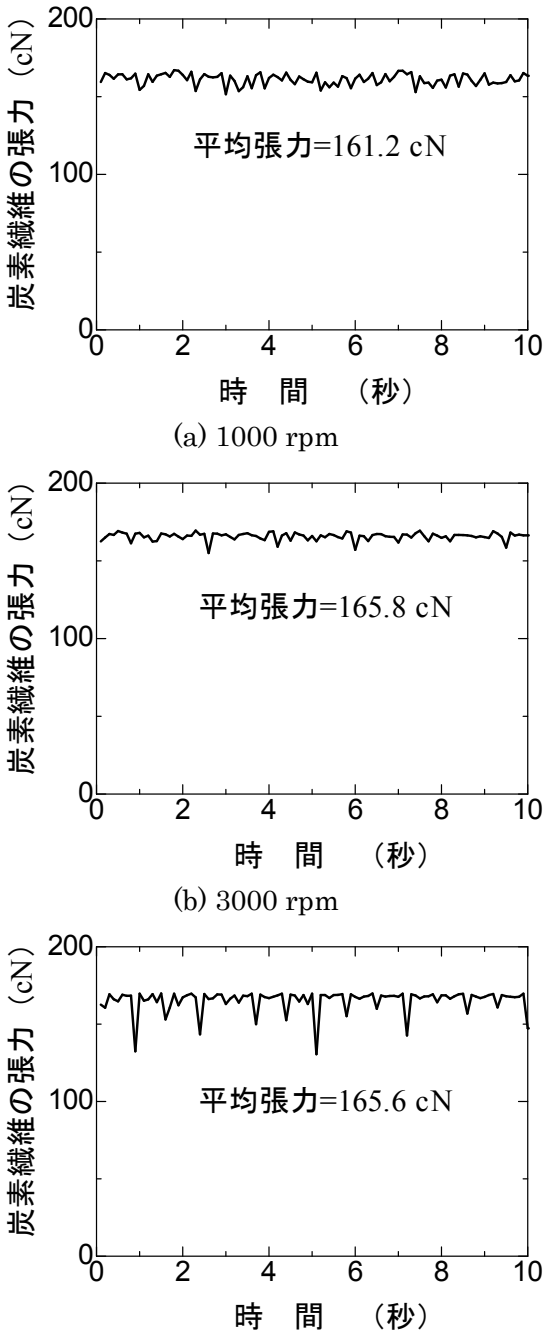


図６ 複合糸の作製条件と生産速度の関係

そこで、ミシンの回転数を1000, 3000, 6000rpmと変化させて作製した複合糸（表１の③番（引揃数0本））の炭素繊維の張力計測を実施した。その結果を図７に示す。その結果、回転数が増加しても張力の変化は小さいことがわかった。

つぎに炭素繊維の張力を変化させて作製した複合糸の炭素繊維含有率の変化についても検討した。表１③番の複合糸の作製において炭素繊維の張力を153.0cNおよび407.9cNに変化させて作製したときの炭素繊維含有率の結果を表２に示す。なお、図４は、張力が153.0cNの時の作製結果である。その結果、巻き縫いピッチに関わらず張力の高い試料の方が、炭素繊維の含有率が小さくなっている。これは高い張力の方が炭素繊維は真っ直ぐ配置されるためである。しかし、その割合は、重量割合で1wt%以内とその影響は小さいことがわかった。



(a) 1000 rpm

(b) 3000 rpm

(c) 6000 rpm

図７ ミシンの回転数と炭素繊維の張力

２．２　織物プリフォームの試作と材料設計

PA6の引揃数を０、１、３本と変更した表１③番の複合糸を用いて、表３に示す９種類の織物を試作した。たて糸は、引揃数が３本の複合糸１種類のみ用い、密度11本/インチ一定とした。よこ糸は、密度を３条件とし、各密度において、引き揃え本数の異なる３種類の複合糸を打ち込み、織物を作製した。作製した９種類の織物の

表２　炭素繊維の張力の繊維含有率への影響

		巻き縫いピッチ（mm）			
張力 (cN)	繊維含有率と太さ	3.5	4.0	5.0	6.0
153.0	重量(wt%)	45.53	45.83	48.09	50.15
	体積（Vol%）	35.13	35.40	37.50	39.46
	太さ（D）	4080.8	3991.0	3836.5	3778.7
407.9	重量（wt%）	44.74	45.69	47.95	49.13
	体積（Vol%）	34.40	35.27	37.37	38.48
	太さ（D）	4117.1	3959.6	3824.1	3776.8

表３　CF3K/PA6複合糸から試作した織物

	織密度（本/ｲﾝﾁ）	引揃数		
たて糸	11	3		
よこ糸	8	0	1	3
	11	0	1	3
	13	0	1	3

表４　試作織物の目付

	目付(g/m²)		
よこ糸密度（本/ｲﾝﾁ）	引揃数 0本	引揃数 1本	引揃数 3本
8	433.7	441.9	473.3
11	513.2	521.1	571.6
13	561.4	584.0	634.3

表５ CF3K/PA6複合織物の目付(g/m²)の予測

引揃数	実測値	計算①	計算②
0	433.7	384.3	430.4
1	441.9	396.9	444.5
3	473.3	418.9	469.2

目付を表４に示す。よこ糸密度および引き揃え本数の増加にしたがい大きくなっている。

織物プリフォームの目付は、それから成形する試料の重量や成形条件に影響するため、複合糸の情報から企画する織物の目付が予測できれば好ましい。そこで、複合糸の太さ情報と織密度からCF3K/PA6複合織物の目付の予測を試みた。算出方法は、織物のたて糸およびよこ糸が、つぎの状態にあるとして求めた。

【計算①】: 曲がらず真っ直ぐな構造

【計算②】: 織組織によりうねった織縮みのある構造

なお、計算②では織縮率を12%として計算した。よこ糸密度8本/インチの織物の予測結果を表５に示す。その結果、計算②では高い精度で予測することができた。

３　結　　論

ミシンの機構を活用した炭素繊維と熱可塑性樹脂繊維からの複合糸を用いて織物形態のプリフォームを開発した。熱可塑性樹脂繊維を耐熱性のあるスーパエンプラからの複合糸や炭素繊維含有率制御した複合糸を高速で生産することができた。また、作製時の生産速度は、炭素繊維の張力へ変化を与えない。また、炭素繊維の張力の大きさの繊維含有率への影響は小さいことがわかった。

さらに、複合糸の情報から織物プリフォームの目付を高い精度で予測することができた。

今後、これらの成果を基に実用化に向けた研究開発を加速させる予定である。

謝　　辞

本研究は、同志社大学理工学部、藤邦織物(株)、宮田布帛(有)、バンドー化学（株）との共同で実施しました。関係者の方々に深く感謝いたします。

「技術改善研究」

天然物由来粘性物質による染色排水の浄化に関する研究

佐伯　靖，瀬川芳孝，藤田浩行

要旨　播州織染色排水の環境に配慮した排水処理技術が、繊維業界から必要とされている。近年、排水処理剤として利用が検討されている天然粘性物質等の処理効果を明らかにするため、各種天然物由来粘性物質および活性炭等を用いて、染色排水中の染料や油剤の吸着効果、汚泥凝集効果を検討した。その結果、染色排水の無色化は、染色排水の波長540nmにおける吸光度から活性炭の量および質の把握が必要であり、粘性物質の使用量は活性炭量の1/50から1/20で使用可能であった。粘性物質はフロッグの沈降速度を促進し、若干のCODの低減が可能であることが分かった。

1　目　　的

近年、食品産業の排水処理技術に使用される天然物由来粘性物質等を染色排水の浄化に利用する試みが、排水処理企業で検討された。本研究では、これらの浄化機構を解明し、染料混合排水について処理技術の確立を行うため、各種天然物由来粘性物質および活性炭等を用いて、染色排水中の染料や油剤の吸着効果、汚泥凝集効果を検討した。

2　実験方法

添加する活性炭量による濃色染色排水の脱色と化学的酸素要求量(COD)の低減効果について検討を行った。活性炭(S－W50：二村化学㈱製)にポリ塩化アルミニウム(PAC)＋ポリアクリルアミド(PAA)を併用して濃色染色排水の脱色実験を行い、排水処理水の着色度を目視および分光光度計(U－2000 Spectorophotometer:HITACHI製)で測定した波長540nmの吸光度を指標とした。また各排水処理水のCODの測定を行った。

次に、粘性物質によるフロッグ(凝集物)の沈降とCOD低減を添加粘性物質量、処理温度(10℃、25℃、40℃、60℃)について検討を行った。通常染色排水500ml(波長540nm吸光度0.548)を活性炭0.5g、シリカアルミナ系排水処理剤フロナイト723(東新化成㈱製)0.5g(白土)と各種天然物由来粘性物質[粉末納豆(とちぎや納豆店製)、おくらパウダー(マスタニフード㈱製)、FD山芋粉(㈱ナチュラルキッチン10製)、蓮根粉(旭シンユウ製)、モロヘイヤ粉末(㈱いづも屋製)]50mg、25mg、10mgで処理後、PAC2mlによる凝集沈殿を行い、500mlメスシリンダー中で、3分後のフロッグの沈降を目視により観察した。比較のため、染色排水を活性炭0.5gのみ、活性炭0.5g＋PACの併用、活性炭0.5g＋PAC＋白土の併用、活性炭1.0g＋PACの併用について処理し、沈降を比較した。また排水処理水のCODの測定を行った。

3　結果と考察

通常の染色排水の波長540nmにおける吸光度は約0.3～0.5である。表１および図１に示すように吸光度1.4のような濃色染色排水の場合には、無色まで脱色するには、活性炭量を増加する必要があった。図２に示すように染色排水のCODが約250mg/Lの場合、活性炭0.5gとPAC2mlで処理水のCODは約40mg/Lに低下したが、脱色のために活性炭を増加しても、CODは添加量ほどの低減は無く、約20mg/Lに収束した。これは染色排水に含まれる油分等の大きな分子が、先に活性炭やPACに吸着し、次に分子の小さい染料が活性炭に吸着されるためと考えられる。染色排水の波長540nmにおける吸光度から脱色に必要な活性炭量を把握し、使用する活性炭とPACの量から染色排水のCODの低減量が予想できると思われる。

表１　濃色染色排水の脱色とCOD

排水 500ml	活性炭 (g)	PAC (ml)	吸光度 540n	COD (mg/L)
蒸留水	－	－	0.000	
染色排水	－	－	1.462	249.2
PAC	0	2.0	－	107.5
活性炭 0.5	0.5	2.0	0.132	40.2
活性炭 1.0	1.0	2.0	0.061	28.1
活性炭 1.5	1.5	2.0	0.022	24.1
活性炭 2.0	2.0	2.0	0.015	21.7

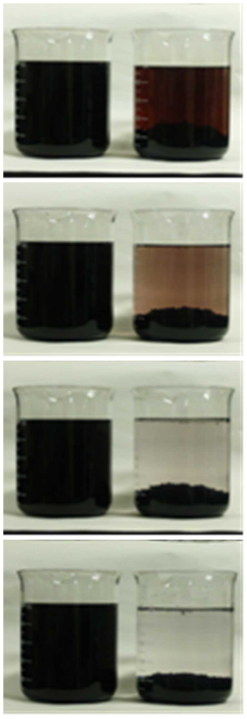


図1　活性炭による濃色染色排水の脱色

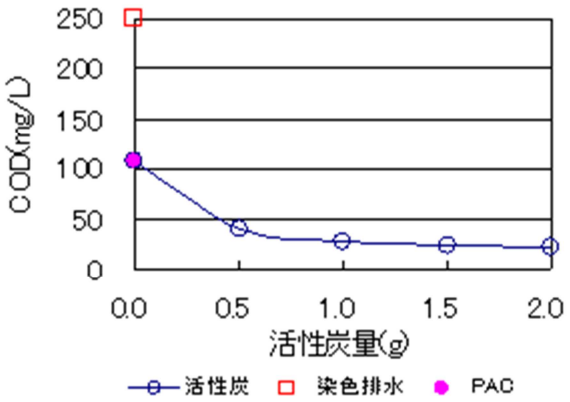


図2　活性炭による濃色染色排水のCOD

通常染色排水の各種粘性物質によるフロッグの沈降とCODは、図３のように活性炭0.5gのみではフロッグはほとんど沈降せず、活性炭0.5g＋PACの併用で若干沈降し、活性炭0.5g＋PAC＋白土の併用や活性炭1.0g＋PACの併用により沈降が早まった。これは白土や活性炭の増量によりフロッグの比重が増したためである。各種粘性物質を活性炭量の10/1の50mg添加して処理した場合は、いずれの粘性物質も沈降速度が速くなった。また表２のように山芋、蓮根、モロヘイヤを添加することによりCODの低減が促進された。

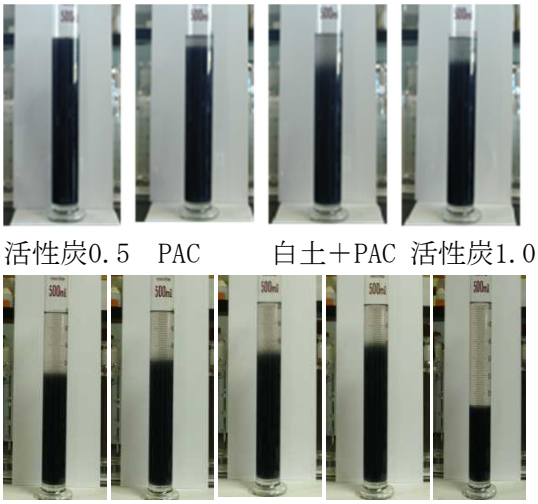


図３　凝集剤および各種粘性物質50mgによるフロッグの沈降(撹拌３分後)

表２　染色排水の各種粘性物質50mgによるCOD

排水500ml	活性炭(g)	フロナイト723(g)	PAC(ml)	COD(mg/L)
染色排水	―	―	―	217.1
活性炭0.5	0.5	0	0	84.4
PAC	0.5	0	2.0	39.0
白土＋PAC	0.5	0.5	2.0	39.4
活性炭1.0	1.0	0	2.0	32.0
納豆	0.5	0.5	2.0	40.6
オクラ	0.5	0.5	2.0	39.4
山芋	0.5	0.5	2.0	34.6
蓮根	0.5	0.5	2.0	33.0
モロヘイヤ	0.5	0.5	2.0	36.2

各種粘性物質を25mg、10mgに減らして添加した場合は、図４のように、いずれの粘性物質もさらに沈降速度が速くなったが、10mgの場合では粘性物質による沈降速度の差はほとんど無くなった。また表３に示すように粘性物質を25mgに減らすことによりさらにCODの低減が促進され、10mgでほぼ平衡に達したものと思われる。沈降速度の促進やCODの削減効果は粘性物質によるフロッグの凝集効果によるものと考えられる。

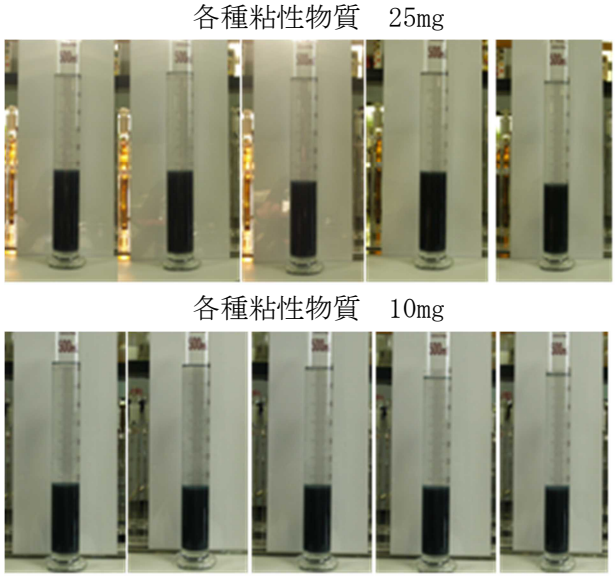


図４　各種粘性物質25mgおよび10mgによるフロッグの沈降（撹拌3分間後）

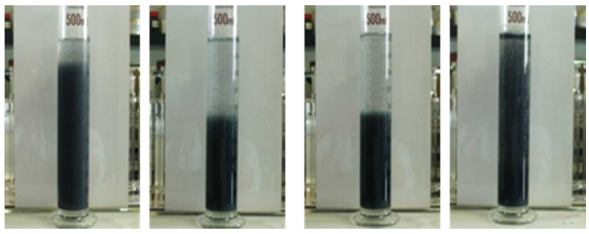
表３　染色排水の各種粘性物質25mg、10mgによるCOD

排水500ml	活性炭(g)	フロナイト723(g)	PAC(ml)	COD(mg/L)
粘性物質25mg				
納豆	0.5	0.5	2.0	25.7
オクラ	0.5	0.5	2.0	28.9
山芋	0.5	0.5	2.0	25.1
蓮根	0.5	0.5	2.0	24.9
モロヘイヤ	0.5	0.5	2.0	25.1
粘性物質10mg				
納豆	0.5	0.5	2.0	24.9
オクラ	0.5	0.5	2.0	23.7
山芋	0.5	0.5	2.0	23.5
蓮根	0.5	0.5	2.0	22.1
モロヘイヤ	0.5	0.5	2.0	23.5

播州織染色排水の蓮根粉末による処理温度の影響は、表４、図５のように25℃が最も沈降が早く、CODが低減した。一方低温では凝集速度が遅くなり沈降が悪くなったと考えられる。高温においては熱対流によるフロッグの浮動や粘性物質の熱変性の影響により遅くなったと考えられる。

表４　染色排水の処理温度と蓮根粉末25mgによるCOD

排水500ml	処理温度(℃)	COD(mg/L)
染色排水	25	241.2
活性炭+白土+PAC	25	27.1
活性炭+白土+蓮根+PAC	10	25.1
活性炭+白土+蓮根+PAC	25	20.1
活性炭+白土+蓮根+PAC	40	21.6
活性炭+白土+蓮根+PAC	60	26.1



10℃　25℃　40℃　60℃

図５　各処理温度と蓮根粉末25mgによるフロッグの沈降(撹拌後３分間)

粘性物質の播州織り染色排水におけるスケールアップ試験(ビーカー試験の40倍量)においても表５のようにビーカー試験と同様のCODの低減効果が得られた。染色排水における粘性物質の量は活性炭量の1/50から1/20で使用可能であり、フロッグの沈降速度を促進し、若干のCODの低減が可能であることが分かった。

表５　染色排水20Lの粘性物質によるスケールアップ試験結果

	COD (mg/L)
染色排水 20L(25℃)	215.1
活性炭+白土+蓮根+PAC	28.5
処理剤	
活性炭 ケイ酸塩白土 蓮根粉 PAC PAA	20g 20g 1g 80ml 80mg

４　結　　論

染色排水の無色化は波長540nmにおける吸光度から活性炭の量および質の把握が必要であり、粘性物質の使用量は活性炭量の1/50から1/20で使用可能であった。粘性物質はフロッグの沈降速度を促進し、若干のCODの低減が可能であることが分かった。

〔重点領域研究〕

金型レスによるエンボス加工技術への織物の活用研究

古谷　稔、藤田浩行、佐伯　靖、東山幸央、近藤みはる、中川和治※1

要旨　金型が不要な型押加工が開発されているが、勘と経験によることが多く、技術を効果的に活かす技術開発が急務である。そこで、織物を型として用いる時の性能や最適化と、素材（皮革、織物等）と押し型との組み合わせによるオリジナル性の高い金型レスエンボス加工製品の開発を行った。

1　目　　的

播州織産地では、用途開発が多方面に模索されているが、ストールなどの小物雑貨や産業資材用途への用途開発が中心である。そこで、これまでと異なる分野での播州織の用途について検討を行った。

ケミカルシューズ分野では、金型を不要とする型押加工技術が開発されているが、勘と経験によることが多く、技術を有効に活かす技術の確立が望まれている。この金型レス型押加工技術の確立と、播州織を金型レスエンボス加工の型に用いる条件を確立することで、播州織の新しい用途の開発を目指した。

2　実験方法

播州織をエンボス加工の型として使用する時に、必要な諸実験と天然皮革および各種素材の金型レスエンボス加工の可能性を探る実験を行った。

2．1　織物を型として使用するための実験

2．1．1　エンボス加工機の温度

エンボス加工機の表面温度とエンボス加工時の被転写物（人工皮革、皮革）の表面温度を計測した。表面温度については表面温度計、被転写物の計測には熱電対を用いた。

2．1．2　エンボス加工機の圧力

実機を用いて、エンボス加工機の加圧時の圧力を測定した。圧力測定には、加圧時に発色する感圧紙を用いた。



図1　実験に用いた小型のプレス機

2．1．3　加圧による織物形状変化

織物を金型レスエンボス加工用の型として使用するために、織物の圧力に対する形状変化を測定した。図１に示す小型プレス機を用いて、型に用いる生地の変形を写真に記録する形で実験を行った。

（※1　皮革工業技術支援センター）

２．２　各種素材の金型レスエンボス加工

天然皮革、人工皮革、コーティング生地および各種繊維素材に対して、生地や各種素材による金型レスエンボス加工による試作および実験を行い、従来技術との比較検討およびその表面形状について評価した。

３　結果と考察

３．１　織物を型として使用するための実験

３．１．１　エンボス加工機の温度

エンボス加工機の表面温度と被転写物（人工皮革、皮革）の制御盤の設定温度、平盤面の測定温度(図２)、実施加熱温度（被転写物の表面温度：図３）を計測した結果を表１に示す。

表１　エンボス加工機の４隅の温度計測結果

計測地点	制御盤	平盤面の実測		実施加熱温度
	設定温度	測定温度	誤差	
ポイント：A	112.0℃	112.5℃	−0.5℃	110.8℃
ポイント：B	112.0℃	112.3℃	−0.3℃	111.5℃
ポイント：C	112.0℃	113.1℃	−1.1℃	111.3℃
ポイント：D	112.0℃	111.7℃	0.3℃	110.9℃



図２　平盤面の実測（デジタル温度計）

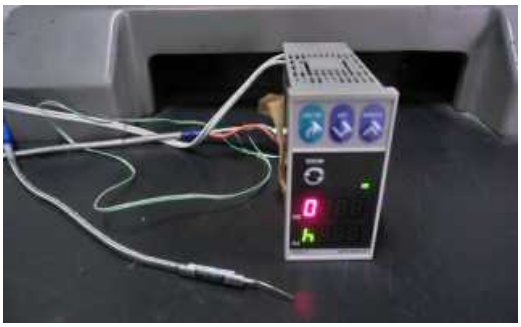
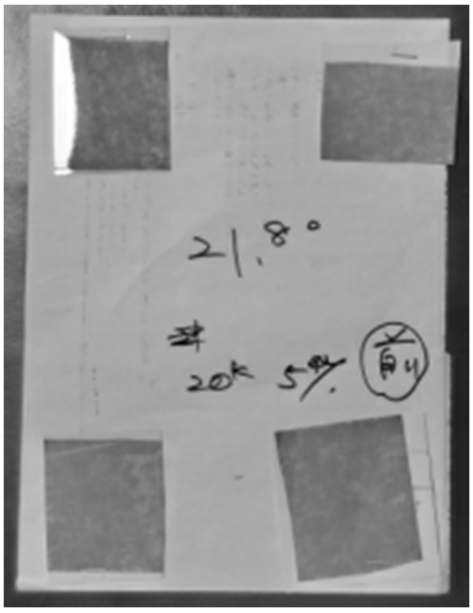
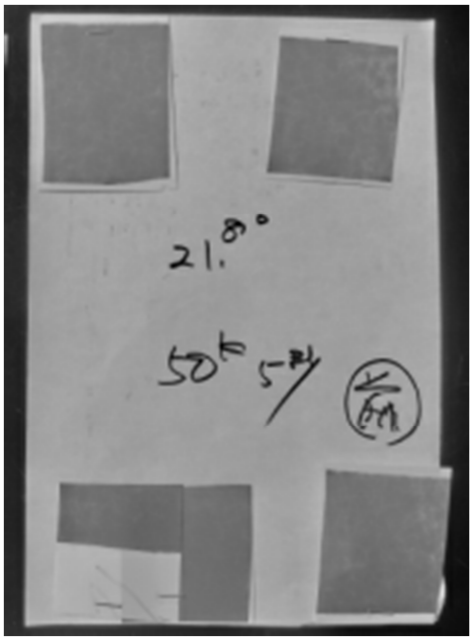


図３　実施加熱温度の測定（シース熱電対）



高圧用（HS）による測定結果



超高圧用（HHS）による測定結果

図４　盤面の四隅の圧力の計測結果

３．１．２　エンボス加工機の圧力

エンボス加工機の盤面の圧力について、感圧紙（感圧紙（高圧用(HS)・超高圧用(HHS)：富士フィルム㈱製））を用いて計測した結果を図４に示す。感圧紙では、ほぼ同じ濃度の発色を示し、盤面に均等に圧力がかかっていることを確認した。しかし、制御盤に示す値と盤面にかかる実圧力との関係を解明することはできなかった。

３．１．３　加圧による織物形状の変化

押し型に用いる織物が圧力により扁平化する様子を時系列で図５に示す。１回目のプレスにより大きく扁平したが、その後、プレスを繰り返しても扁平は小さく、一定の形状を保ちながら推移することが判り、型として継続的に用いることが可能であると考えられる。



１回目



２回目



３回目

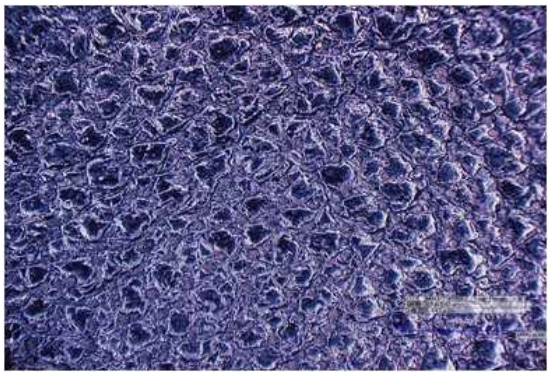


６回目

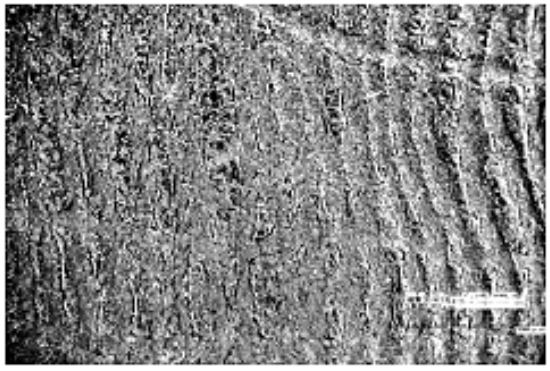
図５　生地が圧力により変形した様子
左側がプレス前、右側がプレス後

３．２　天然皮革素材の金型レスエンボス加工

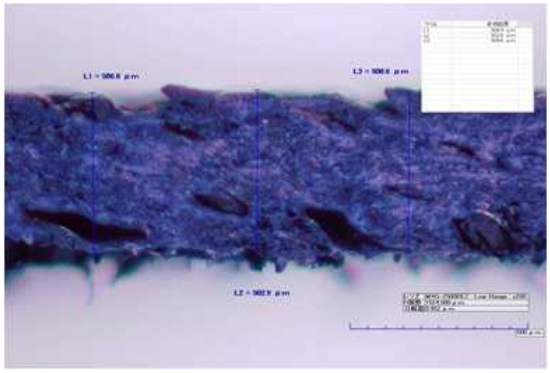
天然皮革を用いて金型レスエンボス加工を行った。図６に牛革に型押ししたものの表面と断面の状態を示す。拡大観察には、マイクロスコープ（㈱ハイロックス製）を用いた。



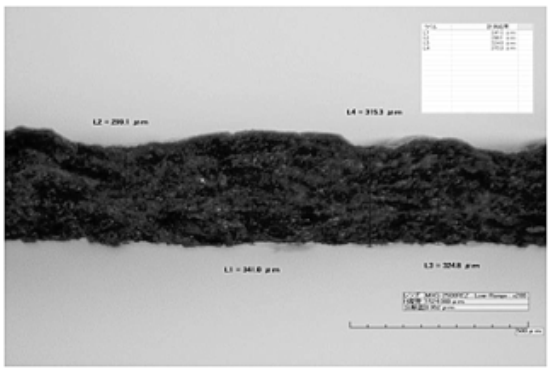
加工前の牛革の表面



加工後のエンボスの表面

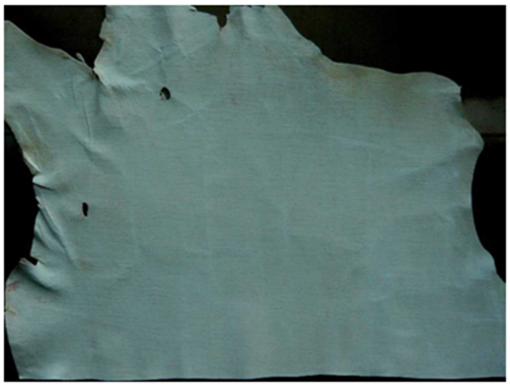


加工前の牛革の断面



加工後のエンボスした断面

図６　金型レスエンボス加工の表面と断面



金型レスエンボス加工に用いた豚革

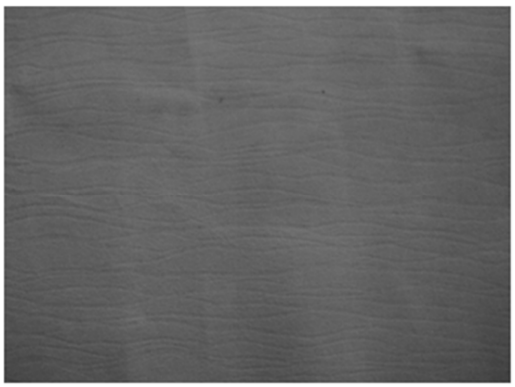


図７　豚革の金型レスエンボス加工

豚革に金型レスエンボス加工したものを図７に示す。用いた型用の織物は当所と播州織工業協同組合が開発したクラッシュ加工織物である。

次に、皮革素材への対応技術として、前処理等による型押しの状態について検討したものを図８に示す。前処理剤には、後処理で使用するクリアー処理剤を使用した。

その結果、前処理した方が型押しの柄が鮮明となった。

つぎに、後処理による型押しの効果について図９に示す。型押し前後の処理により、型押しで皮革表面に押された方が鮮明となることが確認できた。

３．３　従来技術との比較

従来の金型によるエンボス加工との比較を行った。

図10にみられるように、従来の金型エンボスによる底部にひび割れが発生することがある。これは、対象となる天然皮革の表面が極度に引っ張られるために発生すると考えられる。

一方、金型レスエンボス加工では、非常に浅



ワックス有り



ワックス無し

図８　前処理による型押し効果

いエンボス加工で素材表面のダメージが少ない。

その他、引張試験や摩擦試験を行った。エンボスした素材の元の性質を引き継いだ結果となった。

３．４　各種素材への金型レスエンボス加工

人工皮革(図11)、コーティング生地、ポリエステル生地(図12、図13)への型レスエンボス加工を行った。非常に微妙なエンボス表現が可能で、新しい織物加工表現としても有効な技術である。

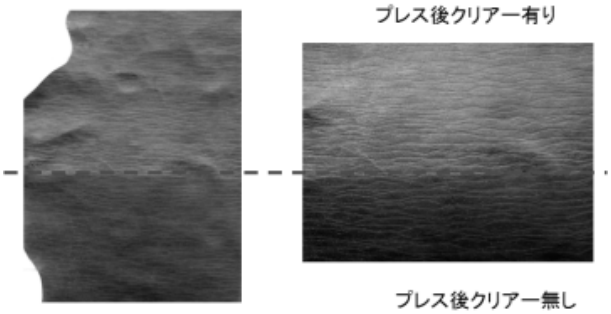


図９　後処理による型押し効果



図10　従来技術によるエンボス底部のひび割れ

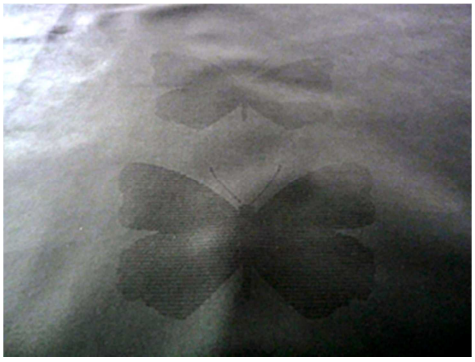


図11　金型レスエンボス人工皮革



図12　金型レスエンボス伸縮性ポリエステル
海外輸出商談会に出品

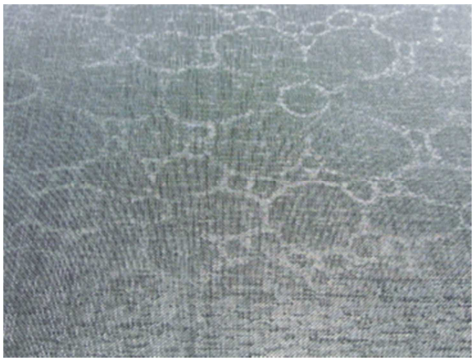
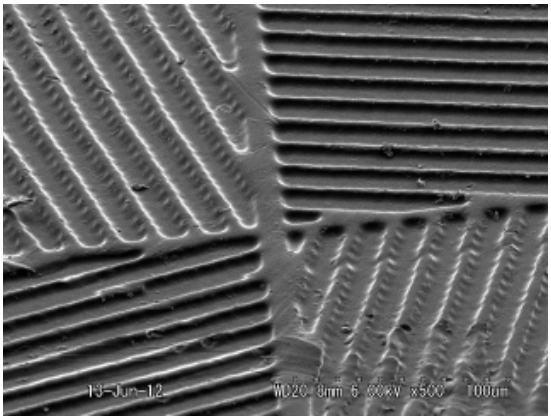
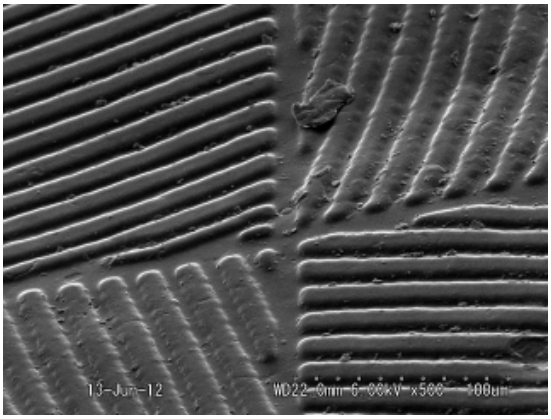


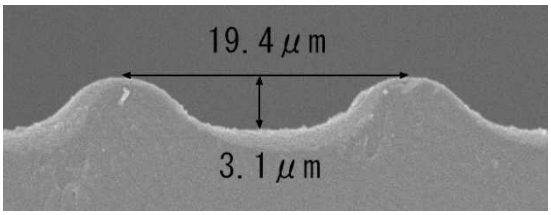
図13　金型レスエンボス極薄ポリエステル織物



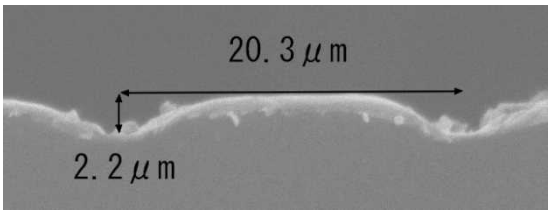
転写に用いたフィルムの表面



転写した合成皮革表面



転写に用いたフィルムの断面



転写した合成皮革の断面

図14　微細凹凸フィルム型による人工皮革への金型レスエンボス加工の試作

３．５　各種素材型の金型レスエンボス加工

微細凹凸素材(ポリプロピレン等、図14)、表面加工したフィルム((図15)、天然物(葉：図16)などを用いた試作を行った。観察の結果、非常に浅いエンボスが表現できているが、繊細な表現を転写する時は、 人工皮革やポリエステル織



図15　フィルム型による人工皮革への金型レスエンボス加工の試作



図16　葉を型に用いた人工皮革への金型レスエンボス加工の試作



図17　受賞した金型レスエンボスコーティング

物などの平滑な表面を持つ素材のほうが鮮明に転写することが判った。

4　結　　論

金型レスによるエンボス加工技術の技術開発と織物の活用について研究を行った。

制御盤が示す温度と盤面の温度、被転写物（試作品）の表面温度に大きな隔たりはなく、盤面の各地点の温度誤差も小さいことが判った。また、圧力は均等にかかることが概ね確認できたが、制御盤に示す値と実圧力との関係は把握できなかった。

型に使用する時の生地の変形は、３回程度のプレスにより初期変形が完了し、以降の変形は限定的であった。また、非常に浅い状態でエンボスされることが判った。皮革素材については、前後の処理によりエンボス効果が強調されることが判った。

各種素材への型押しの試作を行った結果、オリジナル性の高い製品の開発に繋がった。熱可塑性のある素材に対しては、デリケートは凹凸を持つ素材であれば、人間の触感では感知できない微細な凹凸でも転写が可能であり、他用途への展開も期待できる。

以上の得られた新しい知見と技術を生かし、全国繊維技術交流プラザに生地を出品し高い評価を受け優秀賞を受賞しました。

現在も引き続き開発を継続しており、新規の発見がおり、今後の技術展開に期待するとともに、試作、実験に協力いただいた㈱オーヨン、播州織工業協同組合に謝意を述べます。

「重点領域研究」

軽量で接触冷感および紫外線遮蔽率に優れた薄手織物の設計支援に関する研究

藤田浩行，古谷　稔，佐伯　靖，東山幸央，近藤みはる

要旨　本研究は、糸づかい（強撚糸、異番手）や織密度および異素材との交織など規格を変化させた綿織物を試作し、接触冷感、紫外線遮蔽率などと織物規格との関係を定量化した。その結果、軽量で高い接触冷感（Q-max =0.25W/cm²以上）と紫外線遮蔽率（80%以上）を持つ織物規格を明らかにすることができた。また、仕上加工の影響についても検討することで、クールビズ対応生地の設計支援に役立てた。

1　緒　　言

クールビズ・ウォームビズ製品に代表される快適性生地の大半はポリエステルやナイロンなどの合成繊維から構成されている。綿繊維を始めとする天然繊維は素材自身に吸水性や保温性などの機能性を有しているが、合成繊維のように断面形状制御や機能材料の練り込みはできず、機能性に限界がある。そこで、仕上加工時、機能材料を樹脂で固着させることで機能性付与しているが、耐洗濯性や風合いが堅くなるなどの課題がある。

本研究は、クールビズ対応生地として、軽量で接触冷感および紫外線遮蔽率の優れた綿織物を開発することを目的としている。使用する綿糸および織密度などの規格情報と接触冷感、紫外線遮蔽率、通気性などとの関係を明らかにし、軽くて透け感がありながら、高い接触冷感（Q-max=0.25W/cm²以上）と紫外線遮蔽率（80%以上）を持った綿織物の開発支援を図る。

2　実　　験

2．1　綿織物の試作とカバーファクター

織物を構成するたて糸およびよこ糸に関して、糸の太さ、密度の変化だけでなく、強撚糸の使用や綿糸と麻糸を併用した織物などを企画設計し、40種類の織物試作と収集を行った。また、上記の織物について、毛焼、糊抜、シルケット、サンフォライズおよびワッシャーなど綿織物の一般的な仕上加工を実施した。

織物構造を評価する指標に緻密さを示すクロスカバーファクターを用いた。これは、たて糸およびよこ糸の各カバーファクターK_1, K_2（式(1)）を計算し、たて糸とよこ糸の交差部分を除くことでクロスカバーファクターKcを算出する(式(2))。なお、Kcは数値が大きい程、織物は緻密となり、空隙は小さくなる。

$$K_1 = \frac{d_1}{\sqrt{S_1}} \qquad K_2 = \frac{d_2}{\sqrt{S_2}} \qquad \cdots\cdots\cdots (1)$$

$$K_C = K_1 + K_2 - \frac{1}{28} K_1 K_2 \qquad \cdots\cdots\cdots (2)$$

S_1，S_2 ：たて糸，よこ糸の綿番手

d_1，d_2 ：たて糸，よこ糸の織密度（本／インチ）

2．2　接触冷感の評価

接触冷感は人が生地に触れたときに感じる冷感であり、人体から生地への熱の移動速度が速いほど強く感じることは知られている。この評価に、精密迅速熱物性測定装置（KES-F7型；カトーテック(株)製）を用いて、生地の熱吸収速度の最大値Q-maxを測定した。20℃,65%RHの雰囲気で24時間調整した織物試料に40℃の熱板を接触させて計測した。

図１に計測結果の一例として計測時間と熱吸収速度との関係を示す。熱板に蓄えられた熱は、織物との接触に伴い急激に熱移動が進み、熱吸収速度は急激に上昇する。その後、熱吸収の進

行で両者の温度差が小さくなり、熱吸収速度も低下していく。なお、Q-maxは、図１におけるピーク値である。

２．３　紫外線遮蔽率の測定

紫外線遮蔽率S(%)は、波長領域280～400 nmの平均透過率T(%)を100から引いて算出した。なお。透過率の測定は、分光光度計（(株)日立製作所製）を用いた。図２に計測結果の一例を示す。

$$S\,(\%) = 100 - T\,(\%) \qquad \cdots\cdots\cdots \quad (3)$$

２．４　通気性の測定

通気性は、通気性試験機（KES-F8型；カトーテック(株)製）を用いて通気抵抗を測定し、通気度に変換した。

３　実験結果と考察

３．１　クロスカバーファクターとの関係

図３に40種類の綿織物のクロスカバーファクターKcと接触冷感Q-maxの関係を、図４に紫外線遮蔽率Sとの関係を示す。接触冷感および紫外線遮蔽率ともクロスカバーファクターの増加により大きくなっており、緻密な織物の方が、接触冷感および紫外線遮蔽効果は向上することがわかる。しかし、図５で示されるように、クロスカバーファクターの増加は、目付W（単位面積当たりの重量）を大きくし、通気性の低い生地となってしまう。したがって、目標とする接触冷感と紫外線遮蔽率を有し、かつ目付および通気度とのバランスの良いクロスカバーファクターは、17前後であると思われる。

３．２　織物規格と仕上加工の影響

クロスカバーファクター17前後の綿織物が、クールビズ対応生地として好ましいと述べたが、図３，４のとおり、17前後であっても接触冷感、紫外線遮蔽率に大きなばらつきがある。そこで、使用する糸の素材や仕上加工などによる影響を検討した。

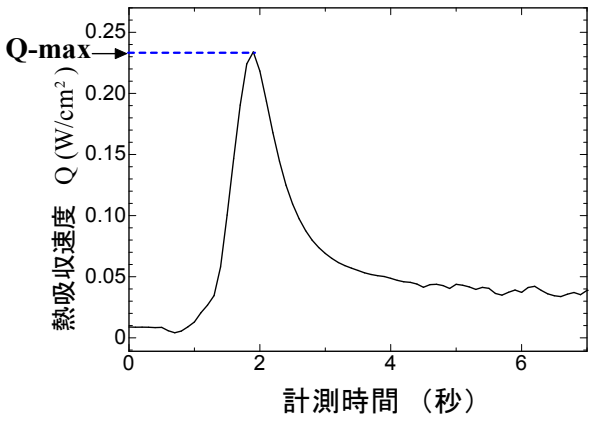


図１　熱吸収速度Qの変化

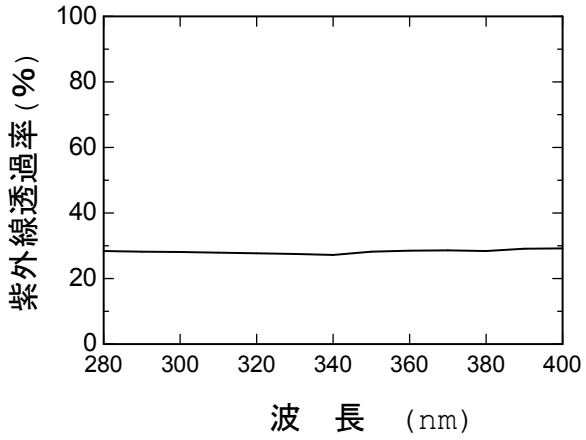


図２　波長と紫外線透過率の関係

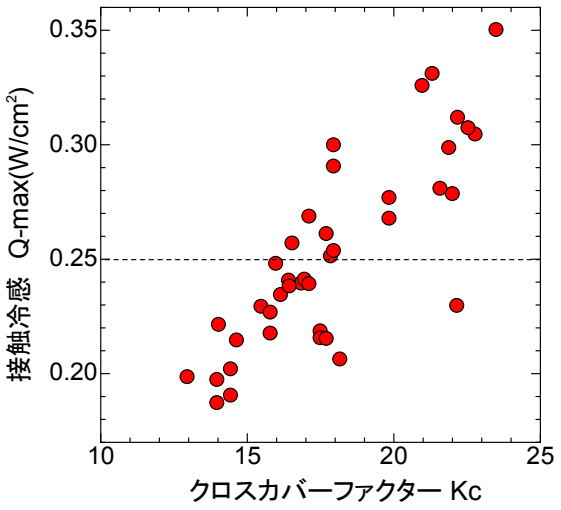


図３　クロスカバーファクターと接触冷感の関係

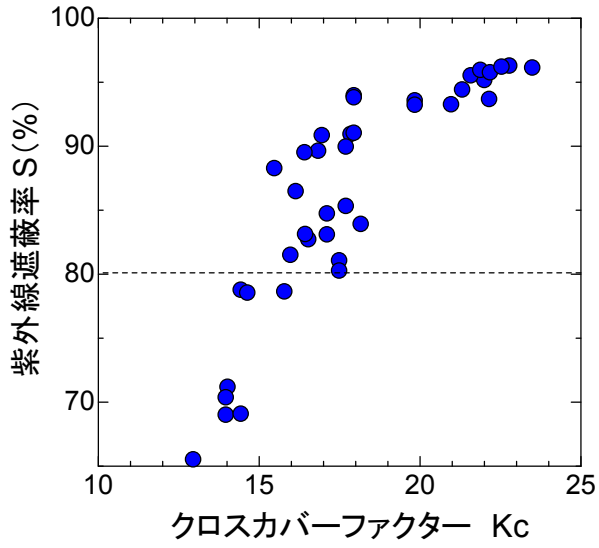


図４　クロスカバーファクターと紫外線遮蔽率の関係

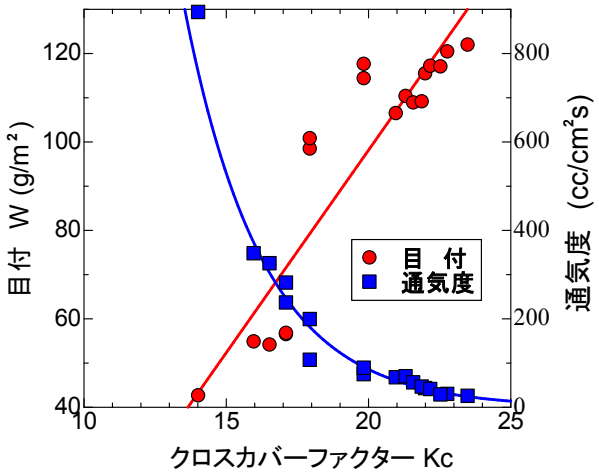


図５　クロスカバーファクターと目付および通気度の関係

たて糸は80ˢ綿糸で、よこ糸に60ˢ綿糸と麻糸を併用した織物の外観を図６に示す。よこ糸密度１インチ当たり36本の内、麻糸の本数を変化させた。なお、仕上加工は、毛焼と糊抜のみ実施した。図７によこ糸に占める麻糸の重量割合(wt%)と接触冷感の関係を示す。麻糸の増加により接触冷感が向上している。これは、麻糸の方が綿糸よりも熱伝導率が高いためである。

ほぼ同一のクロスカバーファクター２種類の綿織物を構成する綿糸について、レギュラー糸および通常より撚数の多い強撚糸を使用した織物の機能性の比較を表１に示す。なお、仕上加工は、両者とも毛焼、糊抜、シルケット、サンフォライズ加工である。その結果、接触冷感に大きな差が生じた。強撚糸は、撚数の増加により糸内部の空気層が低下する。また、糸表面の毛羽も減少することで、接触冷感が大幅に向上したと考えられる。

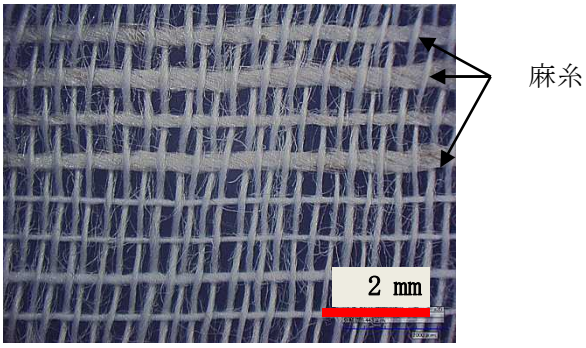


図６　麻糸を併用した綿織物

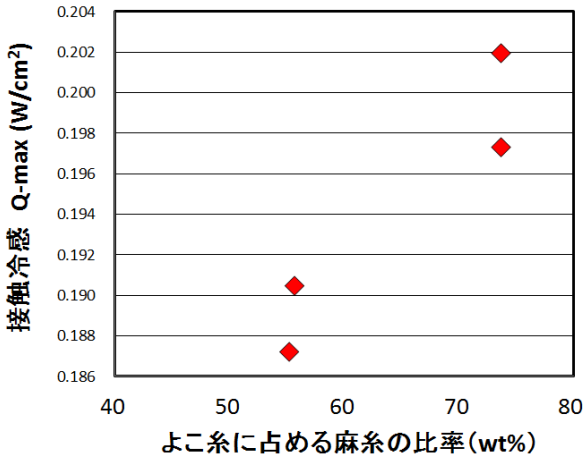


図７　麻糸の重量割合と接触冷感の関係

表１　強撚糸の使用による機能性の変化

使用綿糸	Kc	Q-max	遮蔽率	通気度
レギュラー糸	22.01	0.279	95.1	42.2
強撚糸	21.32	0.331	94.4	69.1

表２　仕上加工による機能性の変化

加工方法	Kc	Q-max	遮蔽率	通気度
糊抜→シルケット	17.95	0.300	90.0	198.4
糊抜→ワッシャー	17.95	0.254	94.0	106.4

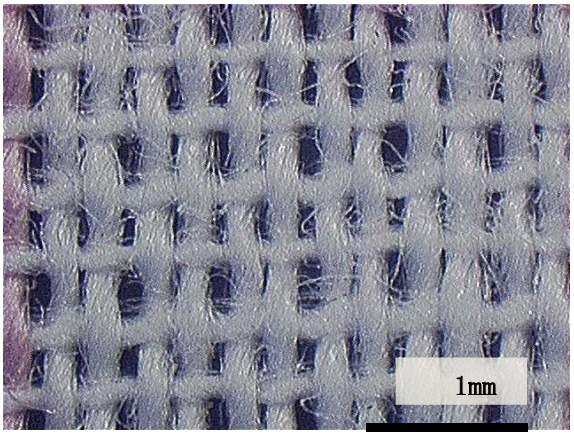
つぎに同一規格２種類の綿織物(たて・よこ糸の番手：40ˢ、密度：100×70本/ｲﾝﾁ)について、

仕上加工を変化させた２種類の織物の結果を表２に示す。また、織物表面の様子を図８に示す。ワッシャー加工をすることで、加工時のモミ効果による表面の毛羽の発生や空気層が増加することで、接触冷感の低下および紫外線遮蔽率の向上になったと考えられる。

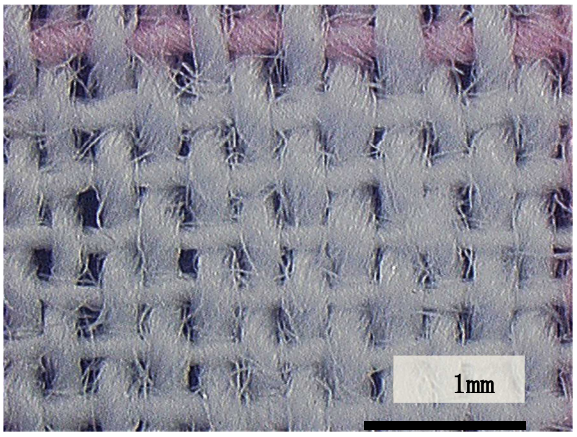
４　結　　言

本研究は、使用する綿糸およびそれから試作する織物の規格を様々な変化させ、その規格情報と接触冷感および紫外線遮蔽率との関係を定量化することができた。なお、糸については、強撚糸や異番手の使用、織物規格については、織密度の変化および麻糸の交織など複数の織物を試作した。さらに、試作した織物を通常加工（糊抜、シルケット、サンフォライズ）やワッシャー加工などすることで、それらの機能性への影響についても明らかにすることができた。

その結果、糸および織物の規格から目標とする接触冷感（Qmax=0.25W/cm^{2}以上）と紫外線遮蔽率（80%以上）を持つ綿織物の設計支援へ役立てることができた。



(a) 糊抜→シルケット加工



(b) 糊抜→ワッシャー加工

図８　仕上加工後の織物表面

〔経常研究〕

織機におけるたて糸制御機構に関する調査研究Ⅰ

古谷　稔、藤田浩行、東山幸央

要旨　織機が高速化し織物が均一化する中、個性的な織物の製造やスカーフ用途等のニーズが高まっている。また、播州織産地では高齢化が進む中で、古い時代に製造されていた伝統的技術の保全や継承が求められている。そこで、これまで主としてよこ糸による織物の開発に取組んできたが、織機のたて糸の制御に着目した、たて糸を制御機構の調査および縦糸に着目した織物試作を行った。

1　目　　的

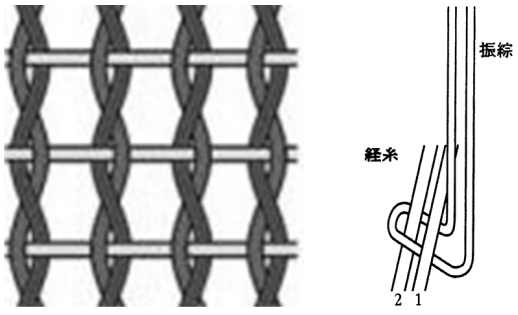
織物の均質化が進む一方で、個性的な織物の製造技術のニーズが高まっている。これまで主としてよこ糸に主眼を置いた織物開発に取り組んできたが、今回は織機のたて糸の制御に着目した調査研究を行った。たて糸の制御には、からみ織系、たて糸張力系、刺繍織系、変形筬系などがあるが本研究では、からみ織の調査を行い、これをもとに疑似的な織物の試作を試みた。

2　調査と試作

2．1　たて糸制御に係る調査

からみ織（搦織）は、たて糸を互いに絡ませたものに、よこ糸を織り込んでいく織物で、紗（しゃ）、絽(ろ)、羅(ら)などの種類がある。

図１から図３に、からみ織と振綜絖の摸式図を示す。



紗の模式図　　紗の振綜絖

図１　からみ織の摸式図（紗）

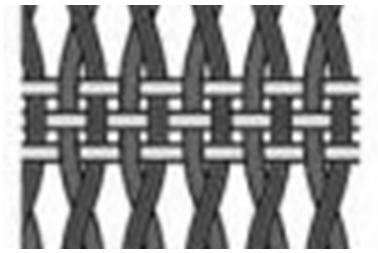
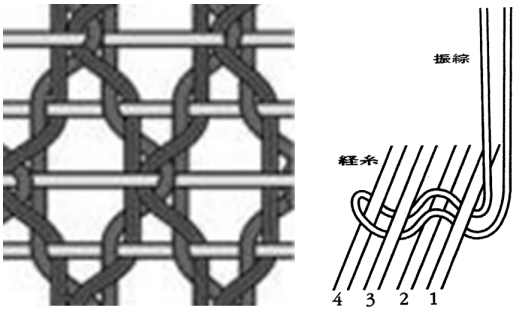
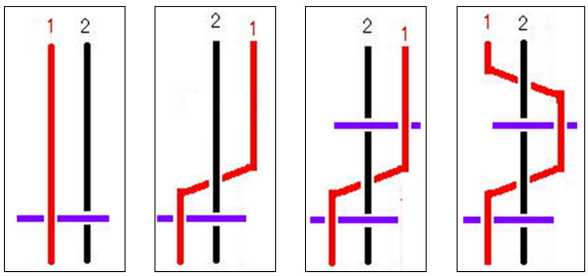


図２　からみ織の摸式図（絽）



羅の模式図　　羅の振綜絖

図３　からみ織の摸式図（羅）



1　　2　　3　　4

図４　からみ織の糸の動きの模式図

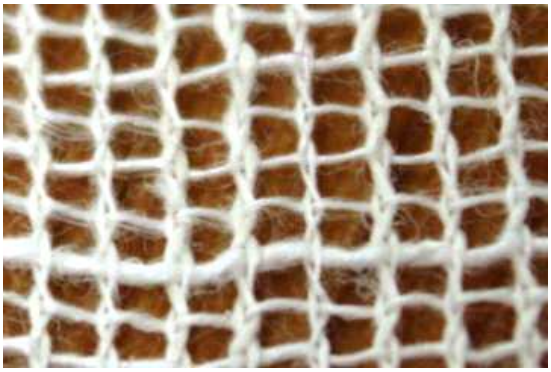


図５　糸間が大きく開いたからみ織物の例

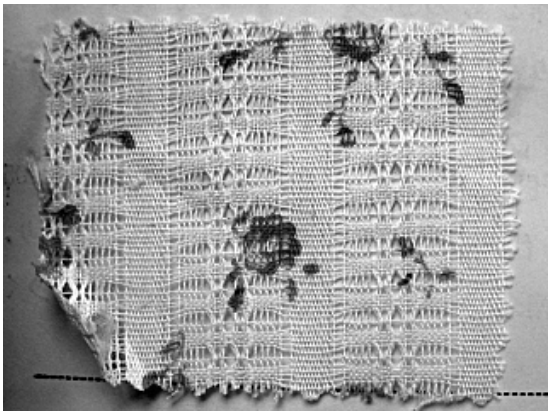


図６　古い織物資料に残る絡み織（レノクロス）

図４に、からみ織の製織時のたて糸の動きとよこ糸の関係を示す。特徴は、糸と糸の隙間が大きく透け感のある織物である。図５は、からみ織の例で、糸と糸の間隔が大きく開いた様子を示している。

からみ織は、隙間ができるため清涼感があり、夏羽織、シャツ地、ドレス地などに使用される。たて糸が交錯するため、特殊なもじり（振綜絖、綟り綜絖）を必要とし、近代的な織機で織る時は、筬入れの関係も考慮する必要がある。

２．２　織物試作

当所が保有する縫合糸の作成技術を用いて、からみ織の組織に似た糸を事前に作製し、製織することを試みた。使用した糸を図７、試作した織物を図８に示す。

３　結果と考察

からみ織について調査を行った。同時にからみ織の構造に似た糸を作成し、織物を試作した。からみ織の特徴である、透け感や清涼感を模倣



図７　試作に用いた縫合糸

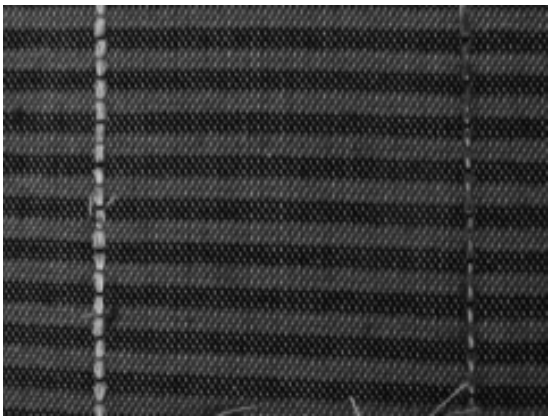


図８　縫合糸による試作織物

することは難しかったが、縫合糸の特徴である糸のよじれによる色変わりなどの意匠性を出すことができた。

４　まとめ

本研究では、からみ織について調査を行いその一部を紹介した。古い技術は、技術者の高齢化や装置の老朽化により、文献にのみ残される可能性がある。また、装置開発は費用を含め大変な労力を必要とするが、現在、当所ではスワイベル装置の開発を進めており、それらを含め、今後も継続的な調査を行い、模型化した装置を製作することを目的とした調査研究を継続する。

「経常研究」

ナノファイバー繊維の物理的特性評価に関する研究

東山幸央，中野恵之，藤田浩行

要旨　エレクトロスピニング法（以下、ESP法）により作製した不織布状のナノファイバーをスリットして細長いテープ状とした。これを緯糸に用いて、手織機にてナノファイバー織物サンプルを作成し、KES測定にて風合い値を測定し、男性用夏スーツ用布地として評価したところ、「硬すぎる」結果となった。

１　緒　　言

極細繊維のナノファイバーは、汎用繊維にはない触感（風合い）や通気性を有し、繊維製品の高付加価値化の手段として非常に有効であるが、繊維直径の極細化による高付加価値化をアピールするためには、性能特性を数値化する必要がある。エレクトロスピニング法によるナノファイバーは不織布状で得られるため、不織布サンプルでの性能評価は行われているが、織物での性能評価は未だ行われていない。本研究では、ナノファイバー織物の物理的特性評価技術の確立に関する研究を行った。

２　実験方法

２．１　ナノファイバー糸の作製

ポリエチレンテレフタレートの12.5wt%ヘキサフルオロイソプロパノール溶液を、印加電圧10kVにてエレクトロスピニングし、その後５㎜幅にスリットして細長いテープ状とした。

２．２　織物試料の作製

織物試料は、手織機を用いた。経糸は綿30番双糸を４子撚りしたものを用いた。緯糸は綿30番双糸の４子撚り、綿60番双糸の８子撚りおよびナノファイバー糸を用いた。手織機による製織を図１に示す。スリットしたナノファイバー糸は、撚りをかけずにそのまま織り込んだ。



図１　手織機による製織

２．３　KES法による力学的特性評価

KES（Kawabata-Evaluation-System）法は、京都大学の川端教授らによって確立された、布地の風合いを数値化する評価方法である。緯糸が綿30番双糸（試料A）・綿60番双糸（試料B）・ナノファイバー糸（試料C）の３種類の織物試料について、引張特性、曲げ特性、表面特性、剪断特性、圧縮特性、重量・厚み測定の６種類の測定を行った。

３　結果と考察

３．１　官能評価（手触り）

試料C（ナノファイバー糸）は、試料A（綿30番双糸）、試料B（綿60番双糸）よりも表面の摩擦（ぬめり感）が強い。試料A・B間の差は殆ど感じなかった。

３．２　KES評価

２．３の６種類の測定それぞれにより、15種類の特性値が得られる。男性用夏スーツ布地用途における数百種類の標準試料の測定から得られた係数を用いて、試料A～Cの基本風合い値を解析した結果を図２～４に示す。

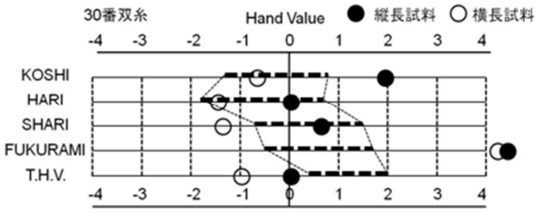


図２　試料AのKES測定結果

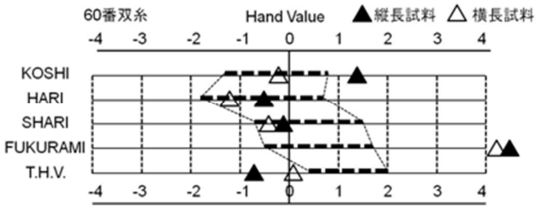


図３　試料BのKES測定結果

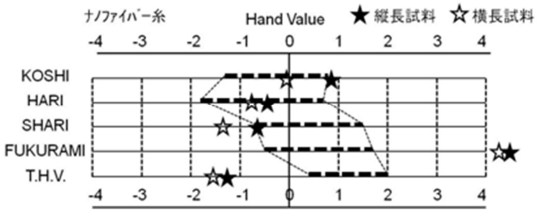


図４　試料CのKES測定結果

図２～４より、「KOSHI」、「HARI」、「SHARI」はある程度「良い布」の基本風合い値の範囲に入ってくるが、「FUKURAMI」が大きく外れる結果となっている。

「FUKURAMI」の定義は、「かさ高でよくこなれたふくよかな布の手触り感覚。(圧縮に弾力があり、暖かみを伴う厚み感で判断される)」であり、「HARI」の定義は、「張る性質。弾力性の有無には関係しない」である。今回作成した織物試料は、全て夏スーツ布地としては「硬すぎる」と思われるため、圧縮力に対する変位（凹み）が非常に小さく、弾力性が無いと判定されていると考えられる。よって、弾力性が必要とされる「FUKURAMI」では値が「良い布」の範囲から大きく外れ、弾力性が関係しない「HARI」では「良い布」の範囲内に入ってくると思われる。

４　結　　言

今回作成した織物試料間で、官能評価では30番双糸・60番双糸・ナノファイバー糸で、差が見られたが、ＫＥＳ法による評価では、糸の種類による差はあまり見られなかった。30番双糸・60番双糸・ナノファイバー糸それぞれ、糸一本での差は大きいが、手織機に掛けられる位に糸を太くすると、全体的に硬い風合いとなり、各織物試料間の差が小さくなる傾向にあると考えられる。

ナノファイバー糸独特のぬめり感のある風合いを出すには、より細い糸として用い、柔らかい布地にする必要があると考えられる。

研究報告既刊一覧

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

研究報告(第45号)

平成２６年３月１４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

25産Ⓣ1-007A4