

Changes in Basic Mechanical Properties of Natural-fiber Fabrics by Hand Washing

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/20221

手洗い技法による天然繊維洗浄布の 基本力学特性変化

多田千代・松平光男・関川幸子*・詠 節子*・山岸裕子*

Changes in Basic Mechanical Properties of Natural-fiber Fabrics by Hand Washing

Chiyo TADA・Mitsuo MATSUDAIRA・
Sachiko SEKIKAWA*・Setsuko NAGAME*・Hiroko YAMAGISHI*

はじめに

古来からのすぐれた手洗い技法として、「ブラシ摩擦洗い」と「叩き洗い」がある。国内においても国外においても、よい洗剤やよい洗濯機が得られなかった古い時代に、多くの女性が体験に基づいて人力による数々の洗濯技法を生み出したが、これらもその一例である。いずれも、人力によって汚れを除去し得る機械的效果に着目したその成果と推定される。

「ブラシ摩擦洗い」は、厚板に植え込まれたブラシヘアの全面を用いて、ズボン・スカート・レインコート・絹和服地・寝具側布などのように、布地にしわをつけないで広い面積を手早く洗いあげたい場合に活用されている方法である。「叩き洗い」は、洗濯機が普及する以前に、韓国・中国・日本・アフリカ・ポリネシアなどで広く用いられ、韓国における調査によれば、現在でも、その効用が下着類やシーツ、雑巾などに利用され続けているという。

筆者もこれら機械作用の有用さに着目し、「ブラシ摩擦洗い」と、「叩き棒を用いた叩き洗い」を実験室的に再現し、洗浄力に関する科学的検

討をすすめ、結果の一部はすでに報告^{1)~4)}した。洗浴の中で、布地から汚れが除去されるための機械的效果について、その全貌を統一的に説明しようとする、さらに精密なモデル実験の集積が必要であり、今なお、多くの研究者の努力が払われている⁵⁾。しかし、今までの成果に基づいて汚れ除去機構を推定すれば、洗浴中で布地の汚れ部位が多数回の変形・摩擦を繰り返し、洗液の流動刺戟を強く受けるという条件が重要である。洗濯機洗浄では、汚れの付着している部位も付着していない部位も、全洗濯時間中、共通に揉まれ続ける。したがって、変形・摩擦の繰り返しによる繊維の損傷を、布地の全面に受け続ける。それに対し、「ブラシ摩擦洗い」や「叩き洗い」などは、汚れ付着の著しい部分だけに局部的に行うことができるため、繊維・布地の無用の損傷を防ぐことが可能であるという利点がある。

すでに西村・矢部ら⁶⁾⁷⁾は、各種手洗い技法の優劣を、洗浄力と、織物損傷の両面から検討している。そして「一般にブラシ摩擦洗いで損傷が著しいと推定されていた羊毛織物において、竹繊維製やナイロン製、豚毛製の何れのブラシを用いても洗浄性が高く、180分摩擦洗いを続

けても、布地の収縮もなく、布地表面の風合いもおおむね良好であった」との、貴重な報告をすでに出している。

手洗い技法の活用によって、局部の汚れ除去が容易であり、かつ、布地の損傷も少なければ、地球上の資源節減・環境の汚染防止を生活上で優先させなければならない現時点で、洗濯機洗浄と併せ、手洗いも有効に活用すべきものである。

筆者らが本研究に着手したのも上記の観点からである。西村の報告^{6),7)}では、当時用いられたブラシの性状や布摩擦操作などの記述が必ずしも充分でなく、また布の性状に関する定量的把握も、必ずしも充分なものでなく、追試による確認がやや困難であった。そこで、先に、筆者らが行ったブラシ摩擦洗浄布^{1),2)}、および、その原白布と未洗浄汚染布を試料布とし、各基本力学特性を、KES-F 計測システム⁸⁾を用いて測定し、相互の特性変化を比較した⁹⁾。その結果、原白布と原汚染布の各特性値には明確な差があり、洗浄布の特性値はほぼその中間にあった。これはブラシ摩擦洗浄によって、繊維表面・繊維間隙の油脂・カーボンブラックが除去されたことを示すもので、ブラシ摩擦による布地の損傷はいずれの場合も基本的には認められなかった。そこで今回は、洗浄力は問題とせず、筆者らがすでに性状等を検討した馬毛ブラシ^{1),2)}で多数回摩擦した綿・毛・絹の白布、およびすでに洗浄実験に用いた韓国式叩き棒³⁾を用いて多数回叩き洗いをした3種の白布の基本力学特性

を KES-F 計測システムを用いて計測し、原布とブラシ摩擦洗い布・叩き洗い布の相互比較を試みたものである。

1 実 験

1 供試白布

表1に示したように、天然繊維の木綿布・羊毛布・紡績絹布と、3種類の平織白布を用いた。その裁断の大きさは図-1に示した。裁ち目は糸のほつれを調べるために、かがり縫いなどの処理をしなかった。白布の両端の耳部分は、予め100mm幅で裁断し、試料布に入らないよう除外した。「たて長布」と「よこ長布」を用意した理由は次のようである。図-1は、「ブラシ摩擦洗い」および「叩き洗い」に適した長さであるが、KES-F 計測システムで引っ張り特性を測定する場合に、「たて長布」ではよこ糸方向の伸長特性のみが計測される。したがって、たて糸方向の伸長特性も計測するために「よこ長布」も必要となったためである。

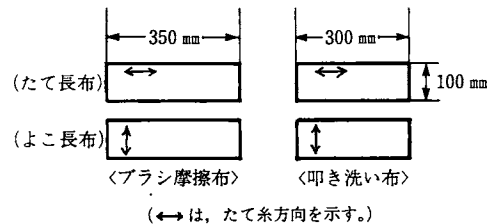
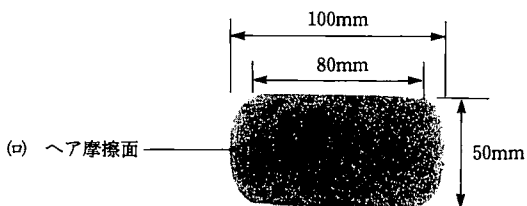
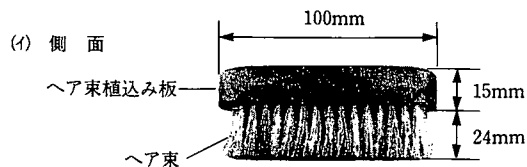


図-1 供試白布の大きさ

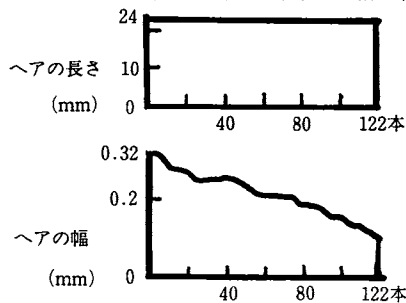
表1 試料白布の諸元

(記号)	試料布	織物組織	繊維組成	糸密度(本/cm)		重量 (mg/cm ²)	厚さ(mm) (加圧, 0.5 gf/cm ²)
				たて糸	よこ糸		
C*	木綿(シーチング)	平織	綿 100%	24.4	21.8	15.1	0.62
W	羊毛(モスリン)	平織	羊毛 100%	27.4	24.4	11.1	0.35
S	絹(富士絹)	紡績絹糸の平織	絹 100%	43.0	34.5	6.9	0.27

(* 木綿は、日本油化学協会法人工汚染布調製用標準白布である。)



(イ) 1ヘア束を構成する単ヘア数、ヘア長、ヘア幅分布

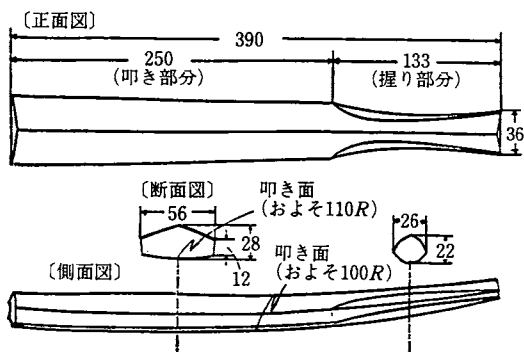


ヘア束を構成する単ヘア数

図-2 供試馬毛ブラシの形状

2 供試ブラシ・供試叩き棒

図-2に供試馬毛ブラシの形状^{1),2)}を、図-3に供試叩き棒の形状³⁾を示した。この馬毛ブラシの重量は20℃、65%で76g、1ヘア束の曲げ剛さは4束調べた平均値で76.7gf・cm²、女性の手で持ち易く、洗浄力も高いことが実験的に確認^{1),2)}されたブラシである。



供試叩き棒の略図(韓国市販品、韓国名：パールバンクマング、松材製、重量：235g) 図中の数字の単位はすべてmmで、Rは曲率半径を示す)

図-3 供試叩き棒の形状

3 ブラシ摩擦洗い手順と叩き洗い手順

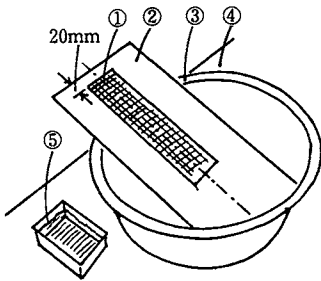
これらはすでに既報^{2),3)}で検討済みの手順であるので今回もそれにしたがった。

白布を折れ曲げずに入れられる珪瑯製バット(350mm×200mm 深さ50mm)に洗剤液を1ℓ入れ、ここに白布を1分間平らに入れて予備浸漬する。これを図-4に示したように、②の洗濯板上に拵げ、しわの出ないようにぴったりと貼りつけた。次に、(ii)に示したように、布地の上端手前の50mm幅を左手で押え、右手は、5本指を充分伸ばしてブラシを深く握り、そのヘア部分のみを小容器⑤の洗剤液に10秒間浸漬して洗剤液をヘア間に含ませる。次にこのブラシを、(i)-1のように、布地の上端の左手のそばに置

いた。そして直ちに、右手で持ったブラシのヘア面全面で、布表面を均一に摩擦しながら、またヘアが著しく挫屈しないように留意しながら、

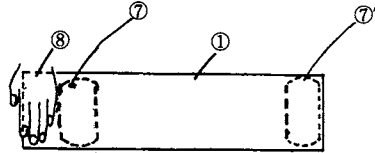
ブラシを先方下方へと、手早く押し出した。これにより、(イ)2に示したように体位はやや前屈し、右腕は伸び、ブラシヘアの位置は⑦か

(イ) 洗たく板上の洗浄布



(ロ) 汚染布上のブラシ位置

(イ)1のブラシ位置 (イ)2のブラシ位置



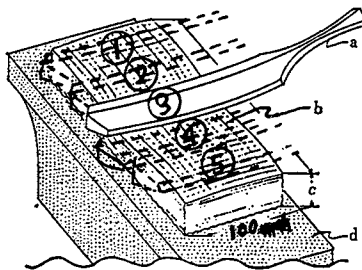
- ① 洗浄布 (100×350mm)
- ② 洗たく板
- ③ たらい
- ④ 台
- ⑤ 洗剤液300ml 入り小容器
- ⑥ 被験者
- ⑦⑦ ブラシとその位置
- ⑧ 汚染布上端を押える左手

(ロ) 含液操作

(イ) 摩擦操作



図4 ブラシ摩擦洗い作業手順とブラシの変位



- a : 叩き棒 b : 最表層の補助白布
(この下に供試白布挿入)
- c : 補助白布
- d : 叩き台 (コンクリートブロック)
- ①~⑤ : 叩き棒の移動位置

図5 実験的叩き洗いの状態図

表-2 基本力学特性の計測項目と計測条件・測定装置⁹⁾

特 性	特性値記号	特性値の内容	単 位	計 測 条 件	測 定 装 置
引 張 り	LT WT RT	引張り特性の直線性 引張り仕事量 引張りレジリエンス	— gf·cm/cm ² %	一軸拘束による二軸伸長変形 最大荷重 $F_m = 500 \text{ g/cm}$ 引張りひずみ速度 $4.00 \times 10^{-3} \text{ sec}$ 有効試料 $20 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$	KES-F-1
曲 げ	B 2HB	曲げ剛性 曲げヒステリシス	gf·cm ² /cm gf·cm/cm	純曲げ変形 最大曲率 $K = \pm 2.5 \text{ cm}^{-1}$ 変形速度 曲率 $0.5/\text{sec}$ 有効試料 $2.5 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$	KES-F-2
表 面	MIU MMD SMD	摩擦係数 摩擦係数の変動 表面の凹凸の変動	— — μm	荷重 $P = 50 \text{ g (MIU)}$ 試料張力 20 g/cm 圧する力 10 g (SMD) 試料移動速度 0.1 cm/sec 摩擦子は指紋をシュミレート	KES-F-4
せん断	G 2HG 2HG5	せん断剛性 せん断角 0.5° におけるヒステリシス せん断角 5° におけるヒステリシス	gf/cm ² ·degree gf/cm gf/cm	強制荷重 $W = 10 \text{ g/cm}$, 最大せん断角 $\phi_m = 8^\circ \text{ degree}$ せん断ひずみ速度 $0.00834/\text{sec}$ 有効試料 $20 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$	KES-F-1
圧 縮	LC WC RC	圧縮特性の直線性 圧縮仕事量 圧縮レジリエンス	— gf·cm/cm ² %	最大荷量 $F_{\mu\text{m}} = 50 \text{ g/cm}^2$ 加圧面積 2 cm^2 円形平面 圧縮速度 $20 \mu\text{m}/\text{sec}$	KES-F-3
厚みと重量	T W	厚み 単位面積当りの重量	mm mg/cm ²	圧力 0.5 g/cm^2 のもとの厚さ	KES-F-3 および天秤

ら⑦へと変位する。ブラシの戻り時には、布は摩擦しない。(イ)ー1から(イ)ー2への摩擦操作は連続に、精一杯の早さで3回繰り返してから(ロ)の含液操作を行い、手を休め、かつ、ブラシヘアに洗液を含ませた。これを繰り返し、総摩擦回数60回、90回、120回のを各3枚作成、また珪瑯バットに浸漬1回のみで摩擦しない布地も「浸漬布」として比較用に準備した。

叩き洗いの状態は図-5に示した。たて5500mm、よこ900mmの補助白布(供試綿布と同質白布)をたて方向を4つ折り、よこ方向を3つ折りとして、およそ300mm×120mmの積層布とし、その最表層布の下側に300mm×100mmの供試白布を平らに挟む。この積層布を直径300mmのポリタライ中の5ℓ洗液に1分間浸漬する。次に図-5のようにコンクリートブロック上に、積層をくずさないように乗せて直ちに叩き棒で叩く。図に示したように①から⑤までを順に叩き、

次はこれを戻って①～⑤と叩くと、合計10回叩くことになる。ここで積層布をポリタライの洗液の中に入れ、容器ごと軽く20回振動させる。次に再びはじめの10回叩きを繰り返す。このようにして、80回、160回、240回の叩き洗い布を各3枚作成した。

被験者は健康な女子学生1名で、各3枚の作成は実験の繰り返しで作成した。洗剤は木綿布用としては市販の液体アルカリ性合成洗剤(花王KK製品、ザブ)を0.4%濃度に、絹・毛用には市販の粉末中性洗剤(P&G社製品、モノゲンユニ)を0.45%濃度になるよう、2.7°DHの水道水に溶かし、常温(20～23℃)で用いた。

すすぎは、供試布をとりはずし、350mm×200mm、深さ50mmの珪瑯バットに満水させた水道水中で、布地に変形・摩擦を与えないように50回軽く振動させて後自然乾燥した。

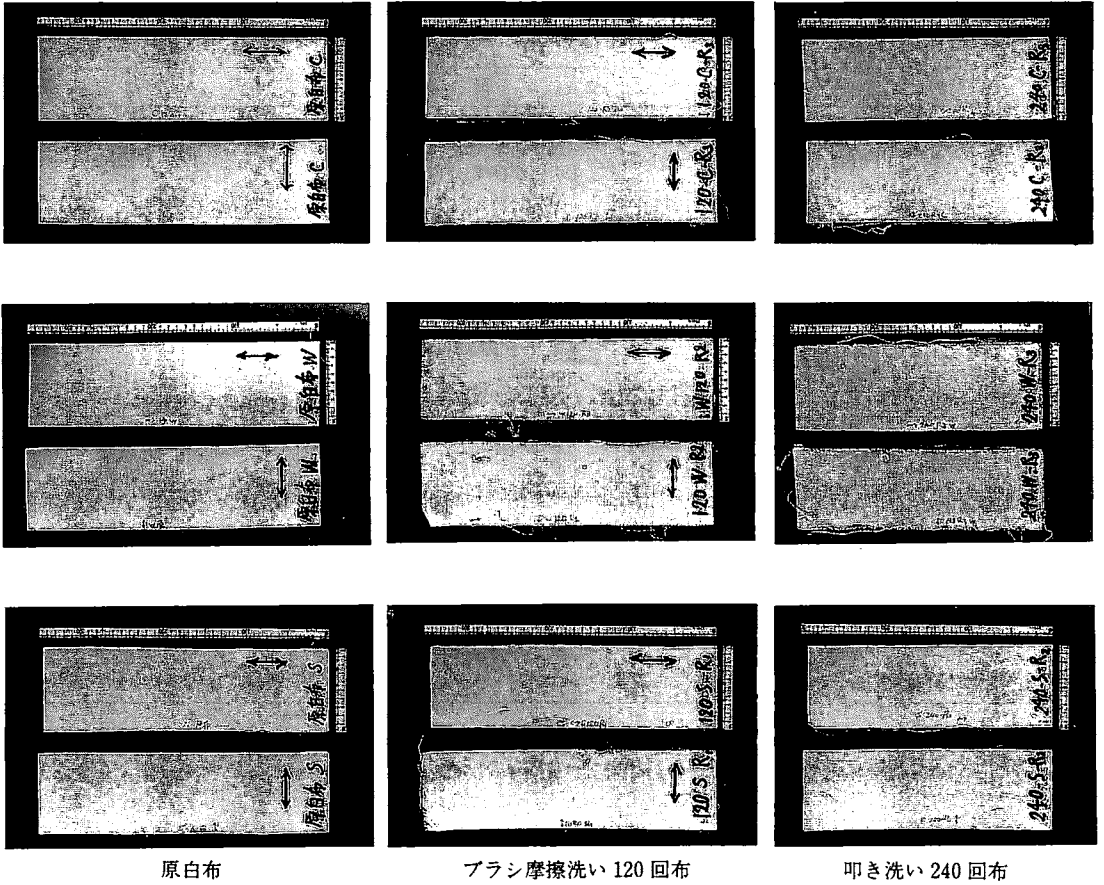


写真 I 原白布に対するブラシ摩擦洗い 120 回布、叩き洗い 240 回布のほつれと収縮
 (図中の R_1 は洗濯 1 回目, R_2 , R_3 はそれぞれ 2 回目, 3 回目の洗い布であることを示す)

以上のようにして、次の基本力学特性の測定のために準備した布地は、綿布、羊毛布、絹布共通に、また、図-1に示した「たて長布」、「よこ長布」夫々に、〔ブラシ摩擦 3 段階＋浸漬布＋原布〕が各 3 枚で、合計〔 $5 \times 3 = 15$ 枚〕、叩き洗い布も同様に〔15 枚〕である。

4 供試布の基本力学特性の測定

基本力学特性の計測項目、計測条件およびその装置⁹⁾をまとめて表-2に示した。

II 実験結果と考察

1 洗浄布の見かけの変化

写真 I に、原白布とブラシ摩擦洗い 120 回布と、叩き洗い 240 回布の表面状態を平面に並べて示した。洗ったことによる(1)寸法の縮み、(2)裁ち目の糸のほつれ、(3)布表面の凹凸度を全試料布について概観した結果、(1)、(2)、(3)共に、同種の布地については、ブラシ摩擦回数、叩き

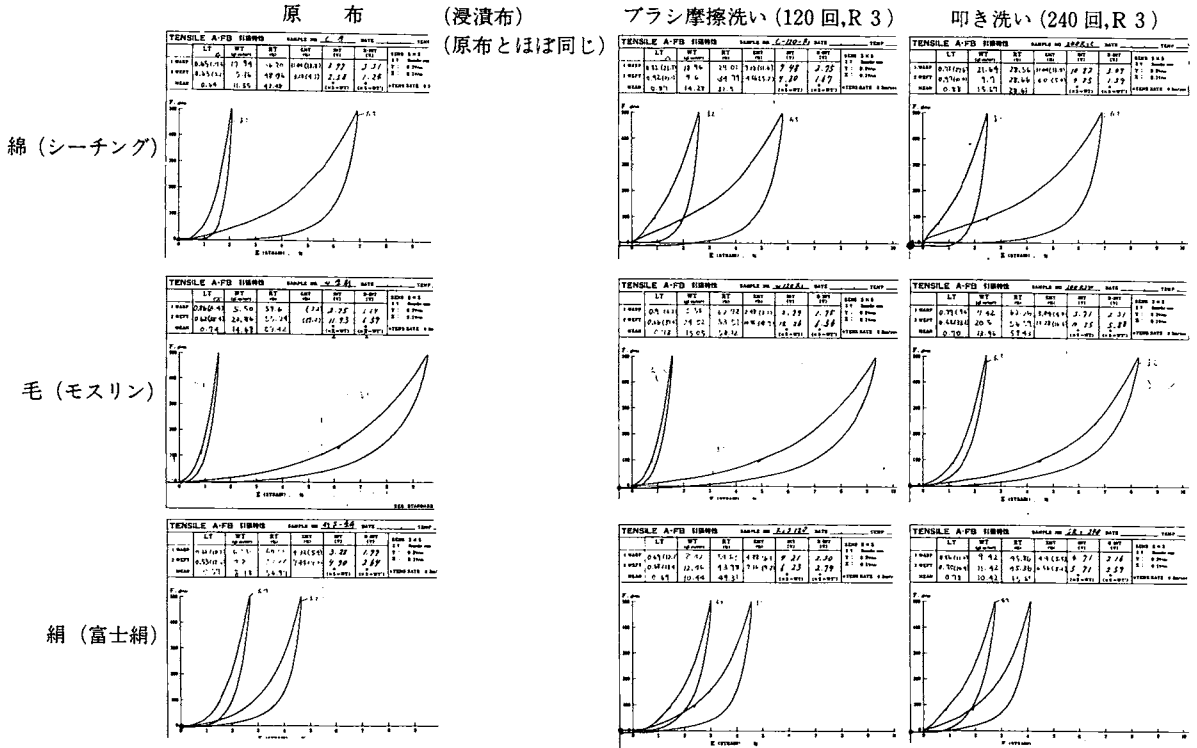


図-6 引っ張り特性

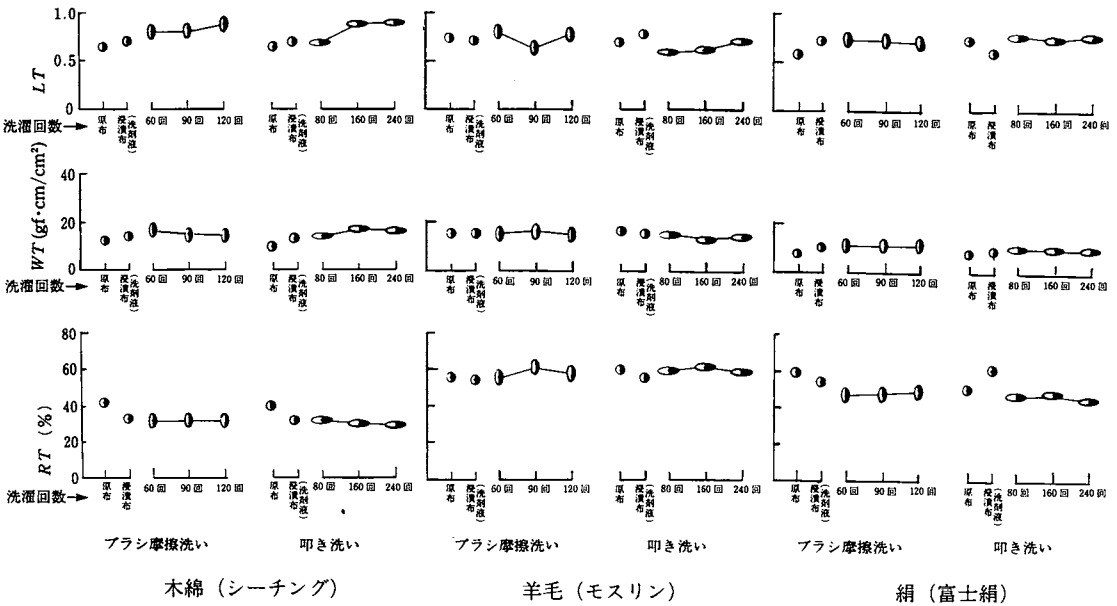


図-7 引っ張り特性値 (記号は図-9と同じ)

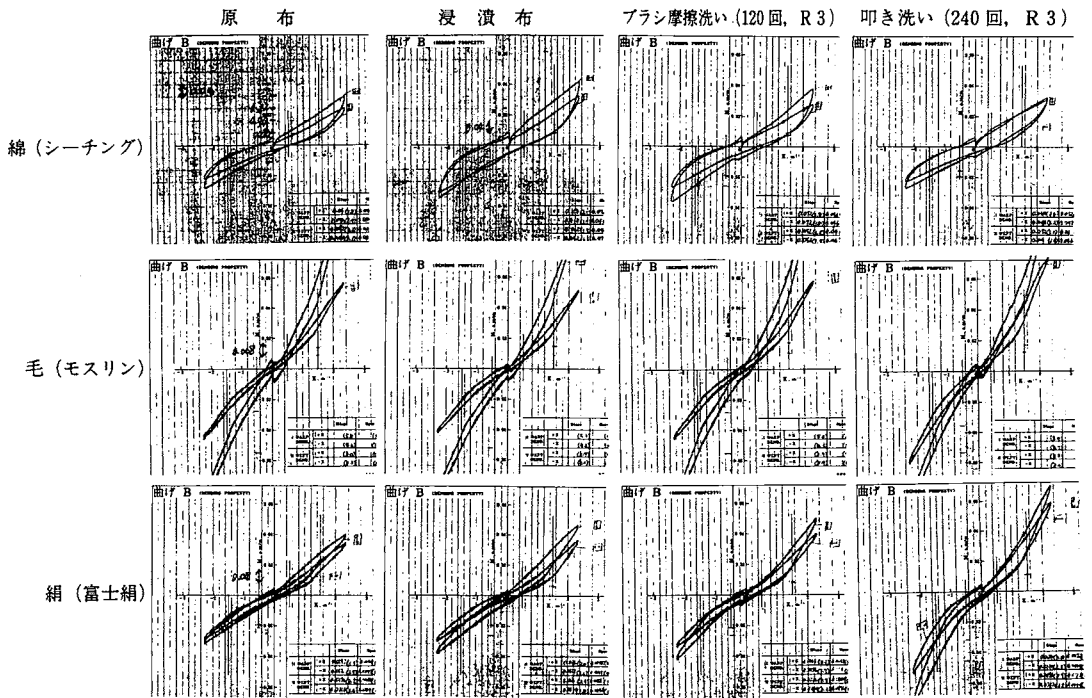


図-8 曲げ特性

回数の多いものほど縮みもほつれも凹凸度もやや大きく進行していた。そこで、写真では、以上の見かけ変化の大きいものを無処理の原白布と対応させて示したものである。

(1) 寸法の縮み

寸法の縮みが目測し易いように供試布のたて長布の上側と右側に物差しを置いた。これによって、350 mmの長さに対して7 mmの縮みが最大であった。たて糸方向で2%の収縮率であるから、実用上差支への少ない収縮である。よこ糸方向の縮みはこれより僅少であった。

(2) 裁ち目のほつれ

写真Iから、裁ち目のほつれの存在は明らかである。ブラシ摩擦洗いにおいても叩き洗いに

おいても、ほつれの大小の順位は

木綿シーチング<富士絹<羊毛モスリンであった。特に羊毛のほつれの目立ったのは、写真Iに見られるように叩き洗い240回布においてであった。それに較べてブラシ摩擦洗いでは、羊毛繊維表面にはスケールがあり、また捲縮もあるのであるが、たて方向の織糸は叩き洗いほどにはほつれず、ブラシの進行の終点側の100 mmのよこ方向の糸が、最大では10~20 mmほつれた。西村らの実験では供試布の周囲にほつれ止めの縫いがほどこされてあったので、今回のようなほつれは見出せなかったものと考えられる。

(3) 布表面の凹凸

この場合も綿布<絹布~羊毛布であった。し

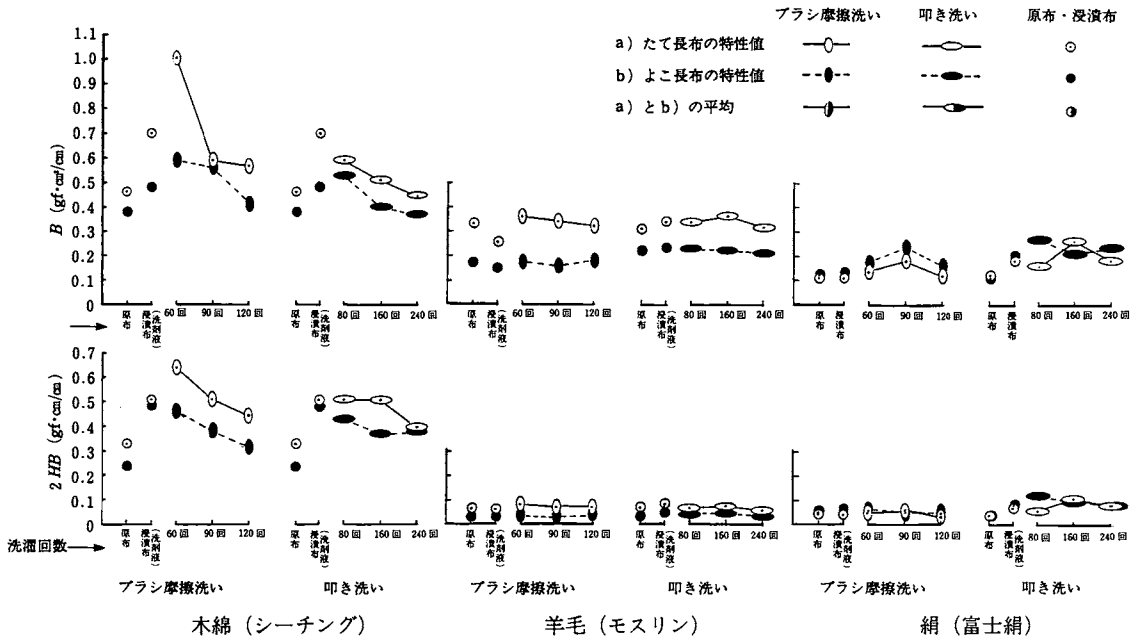


図-9 曲げ特性値——たて長布・よこ長布別

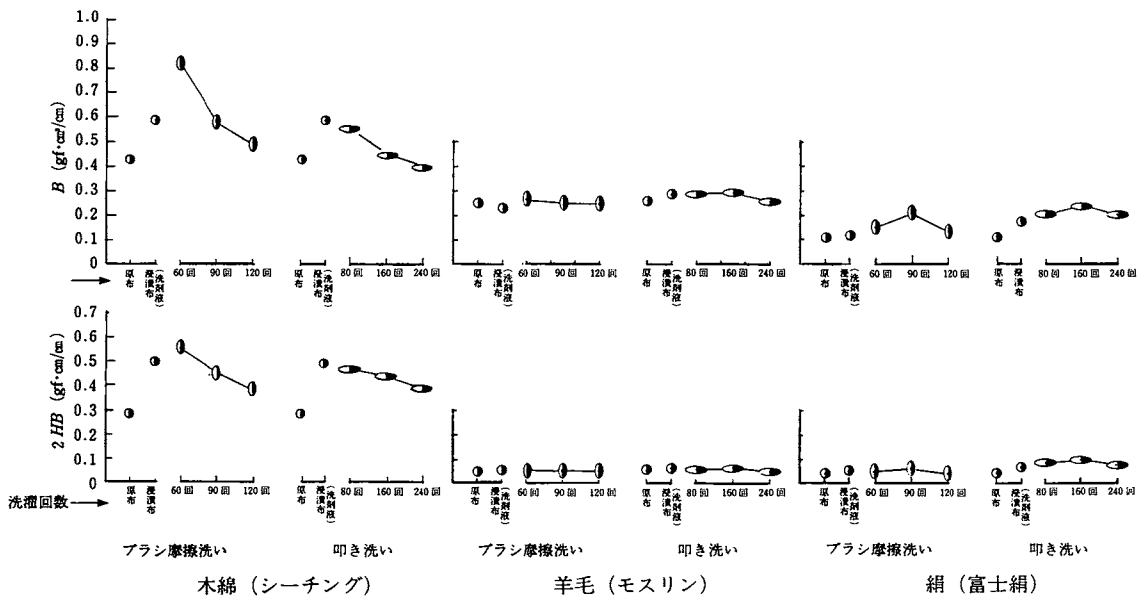
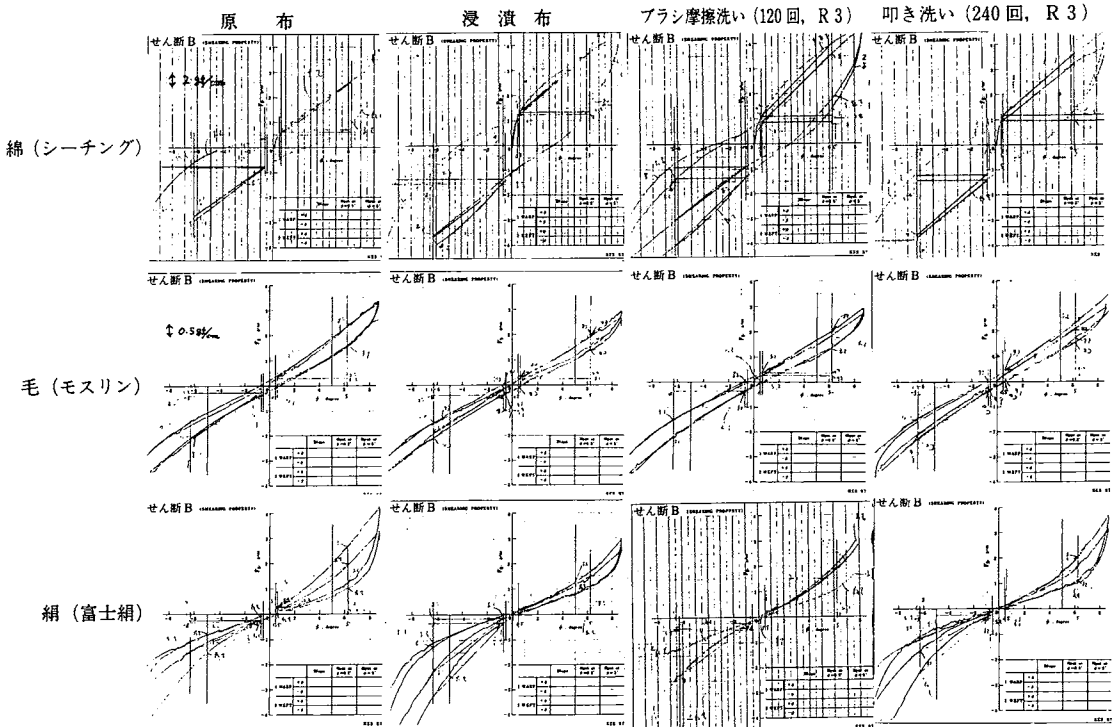


図-10 曲げ特性値——たて長布・よこ長布の平均——



図一11 せん断特性

2 供試布の基本力学特性の測定結果

かし、絹布・羊毛布の表面の凹凸は日常使用する蒸気アイロンかけで、原白布の平滑さに容易に戻った。

以上、(1)、(2)、(3)に関する機械力による見掛けの損傷は、これらの綿布・絹布・羊毛布を裁ち目のまゝ洗濯機にかければ数倍も著しく進行することを筆者らはすでに確めている。そのようなわけで、特にブラシ摩擦洗いによる布地の見掛けの損傷は、西村らが先に報告したとおりに極めて微小であることを、本実験において確認し得た。

表一2の右端に示した KES-F-1 ~ KES-F-4 の装置、および天秤を用い、標準測定条件で、基本力学特性を示す、引っ張り特性・曲げ特性・表面特性・せん断特性・圧縮特性および厚さと重量の6ブロック、計16個の特性値の測定結果を、図6から図17に示した。ただし、圧縮特性の曲線図は必要度が少ないので、圧縮特性値のみを図一16に示した。また、全特性値において、「たて長布」と「よこ長布」についての特性値が算出してあるが、有意差が認め難い場合はその平均のみを記した。図一7の引っ張り特性値、図一15の表面特性値、図一16の圧縮特性値、図

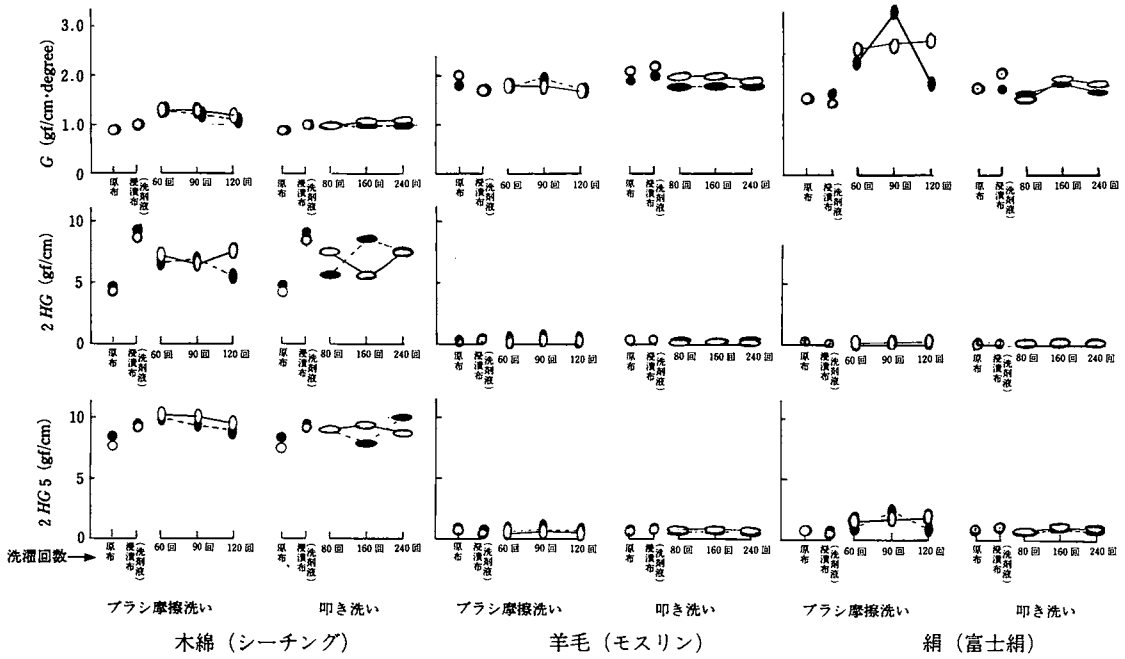


図-12 セン断特性値——たて長布・よこ長布——
(記号は、図-9と同じ)

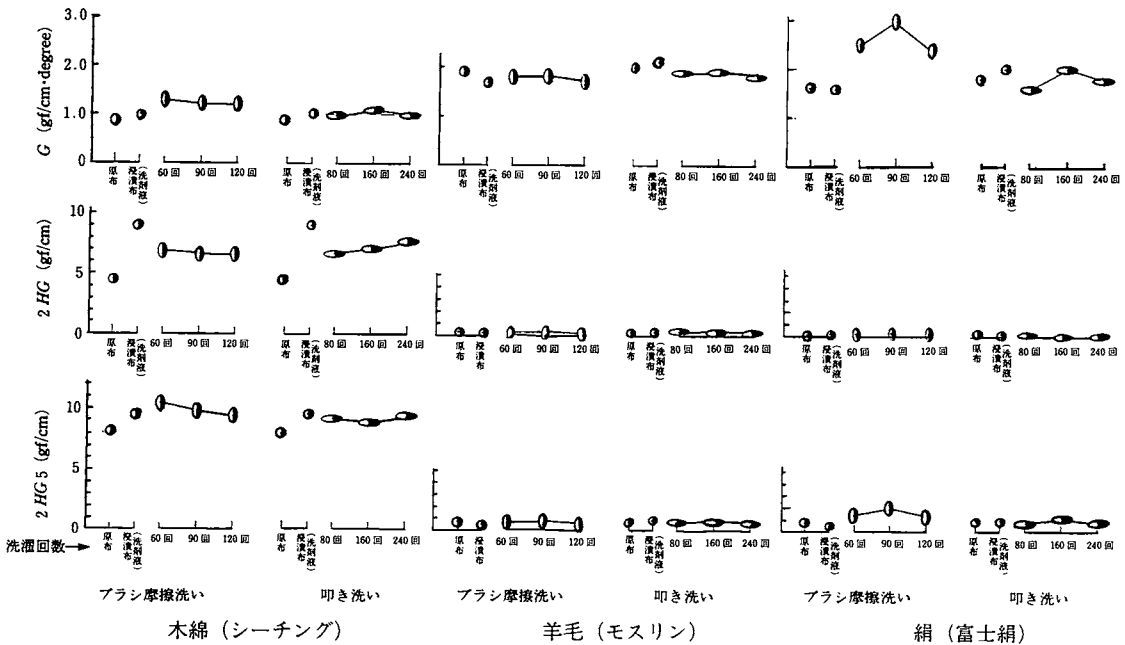


図-13 セン断特性値 (記号は、図-9と同じ)

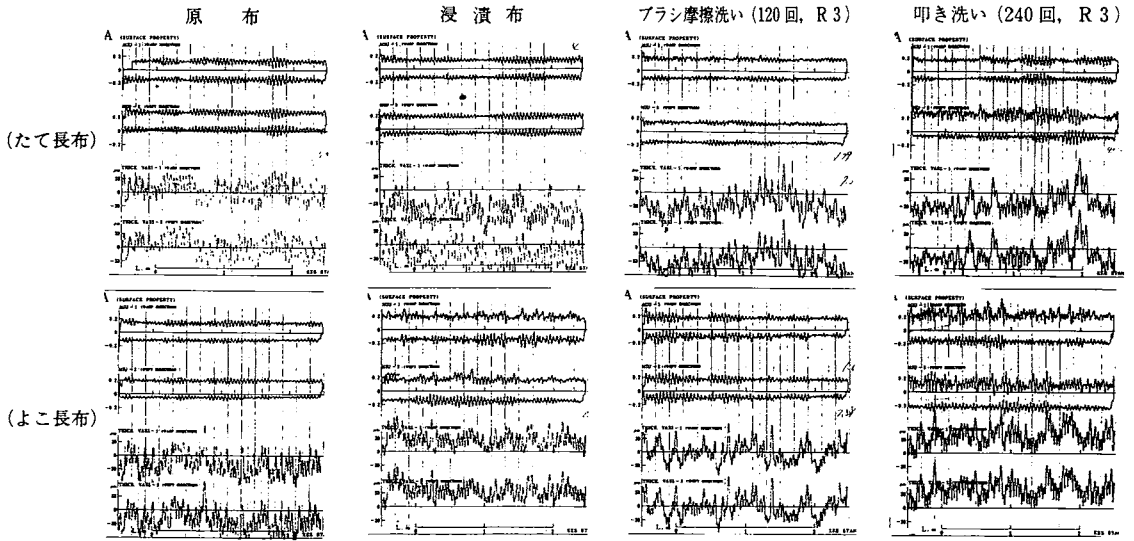


図14-1 表面特性 (木綿)

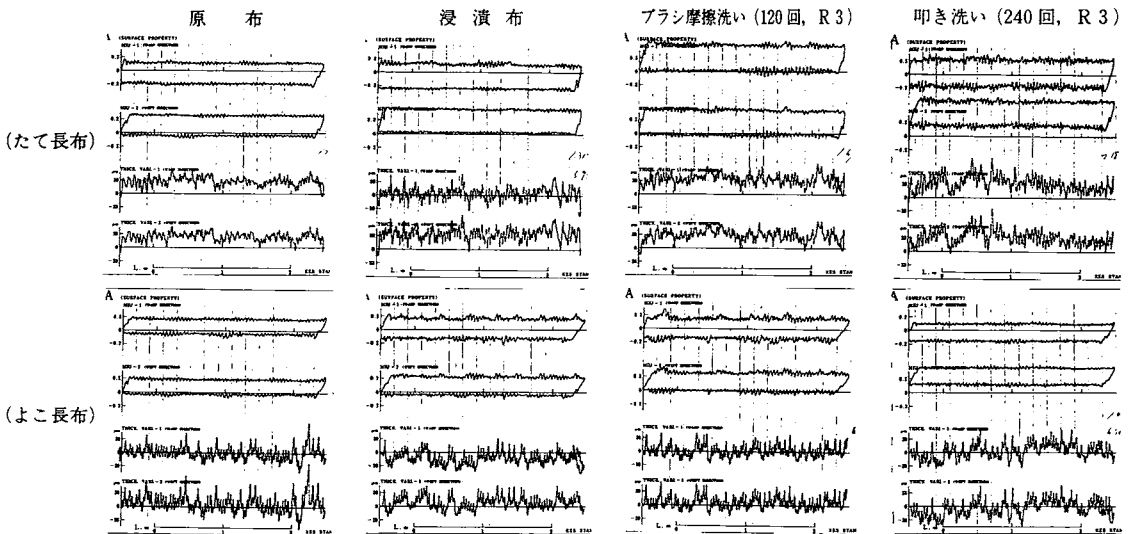


図 14-2 表面特性 (毛)

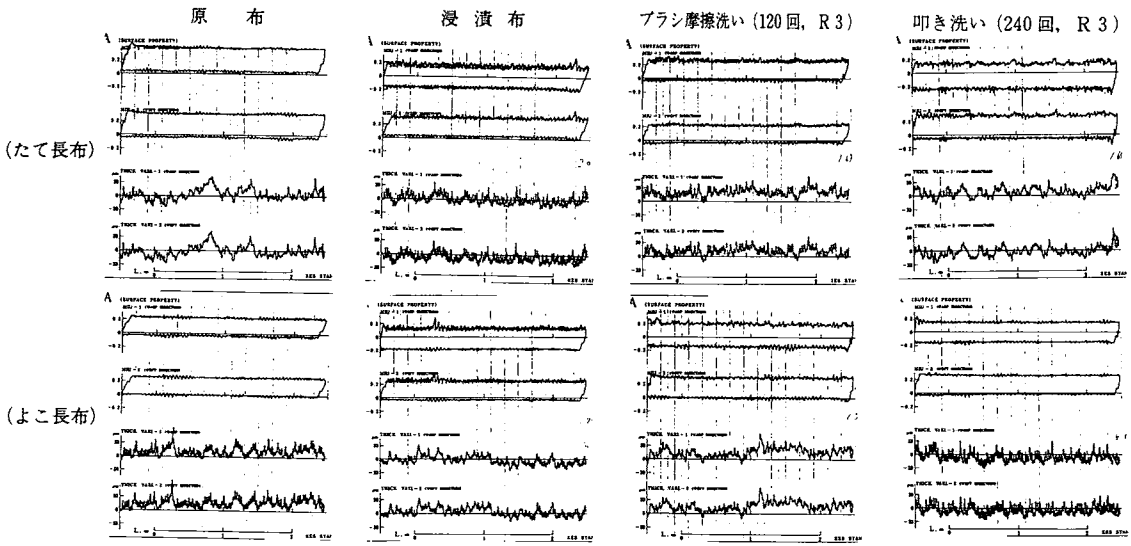


図14-3 表面特性(絹)

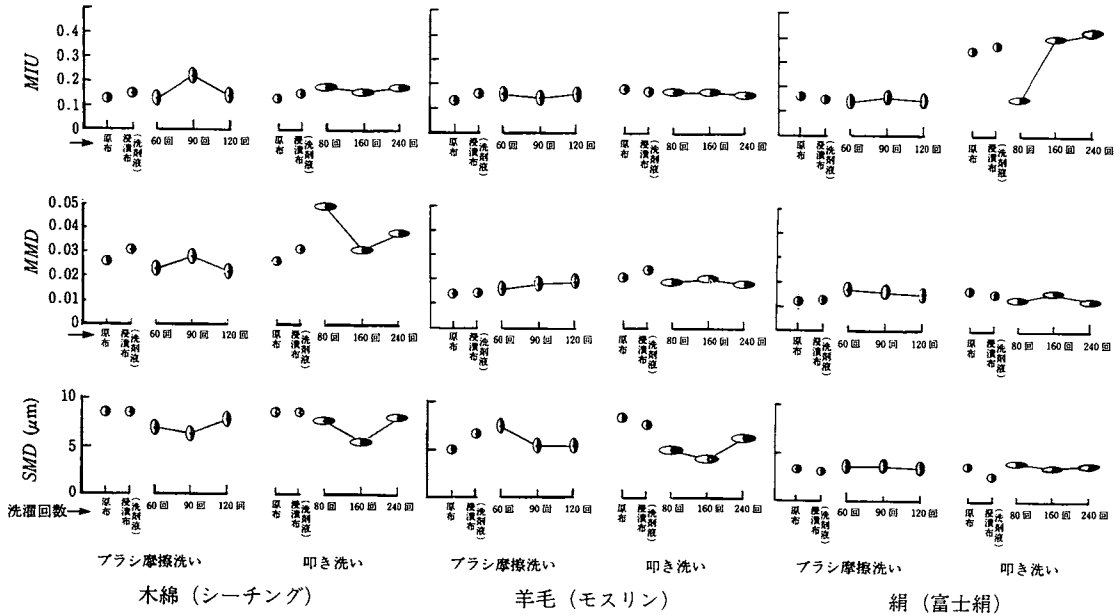


図-15 表面特性値 (記号は図-9と同じ)

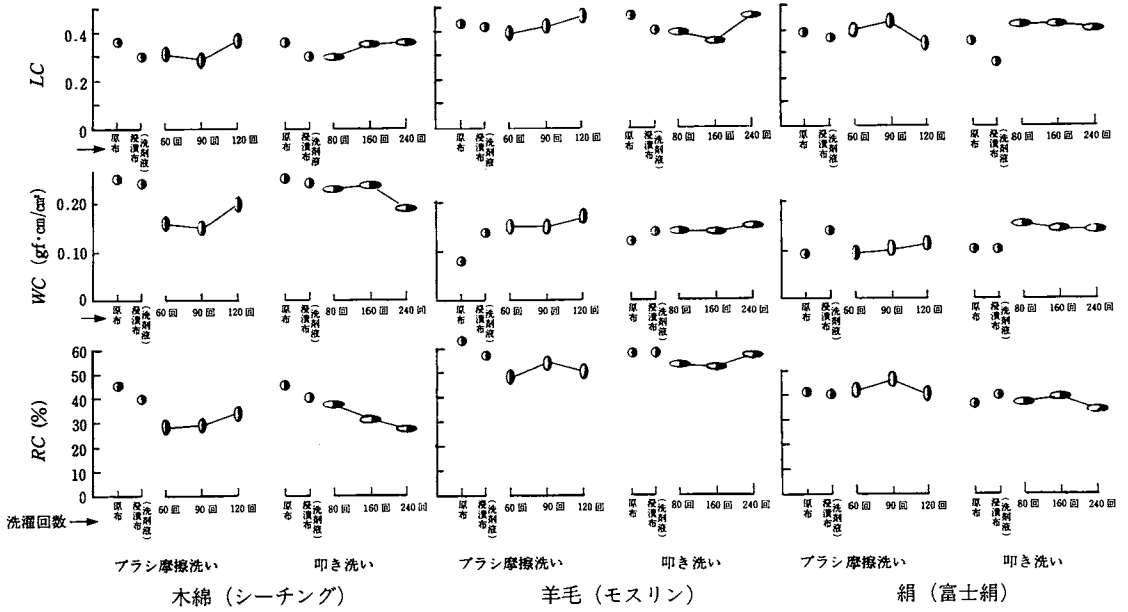


図-16 圧縮特性値 (記号は図-9 と同じ)

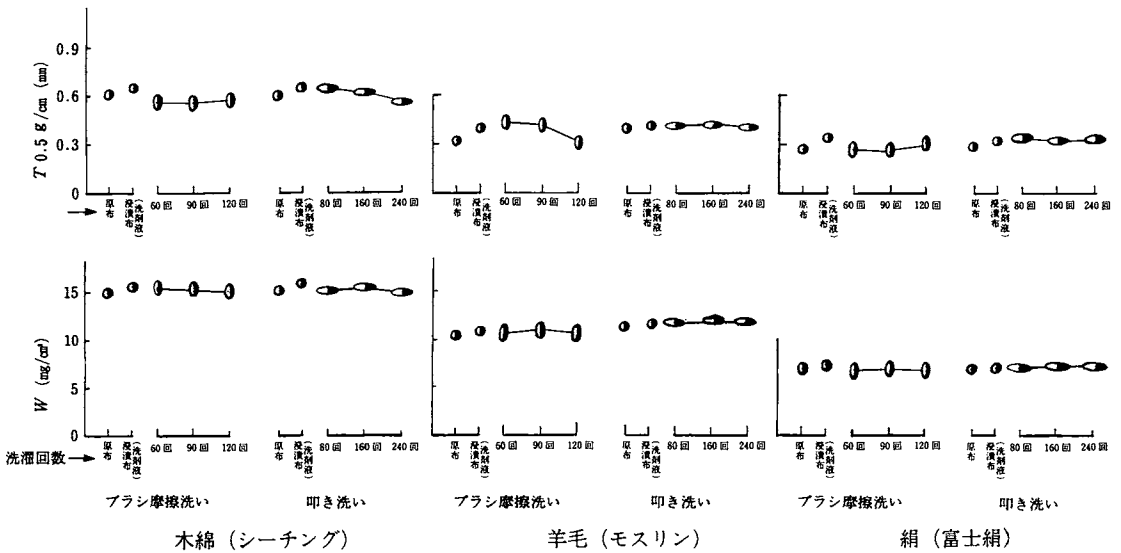


図-17 布地の厚みと重量 (記号は図-9 と同じ)

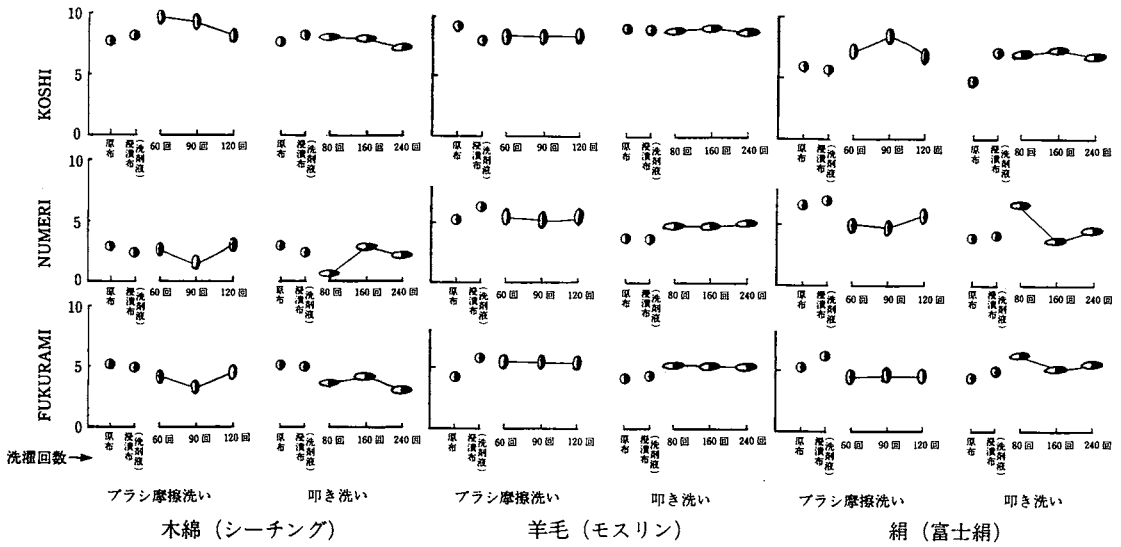


図-18 基本風合い値 (記号は図-9 と同じ)

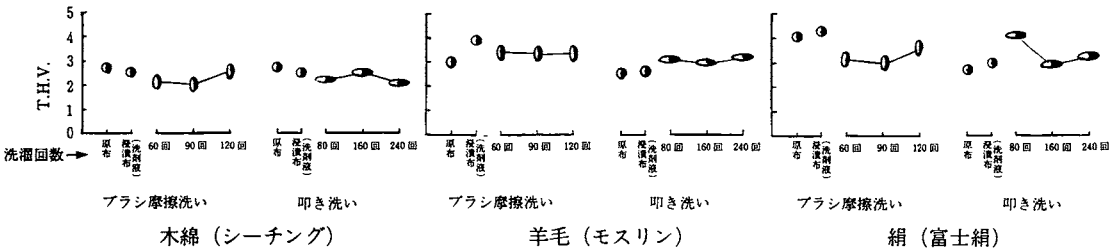


図-19 総合風合い値

—17の布地の厚みと重量、がそれである。

図—7の引っ張り特性値は、図—6の引っ張り特性曲線図から算出してある。LTは引っ張りの直線性を示す値で、1に近いほど直線的である。原布・浸漬布に対し、摩擦・叩きの処理の増加が必ずしも一定の傾向を示していない。WTは値が大きいほど伸び易いことを示すと思われるが、木綿布・羊毛布・絹布とも各値間に有意差が認められない。RTは100に近いほど弾性的であると認められるが、布地間では綿布<絹布<羊毛布となっており、実用感に一致する。しかし、原布・浸漬布と摩擦・叩きの処理布間には明確な変化が認められない。

次に、曲げ特性の図—8と、曲げ特性値を示す図—9、図—10を見る。Bの値は大きいほど曲げ難さを示すと考えられるが、綿布 \geq 羊毛布>絹布の順で、これも実用感と一致する。しかし、綿布に着目すると、原布<浸漬布 \approx ブラシ摩擦60回>同90回>同120回、となっている。叩き洗いにしても全く同傾向である。ブラシ摩擦も叩きも、ある度合いを越さなければ布地に適度な剛さを与えるが、それ以上に摩擦・叩きを増加すると布地が逆に柔らかくなり、摩擦の方向に進むと考えられる。それに対して羊毛布・絹布では、摩擦・叩きの増加による布地の特性値変化が著しくない。これは興味ある現象である。なお、図—9の綿布のブラシ摩擦60回の、a)たて長布の特性値が異状に大きい。これは測定上の誤差であるかどうか、今後の検討に待ちたい。

次は、図—11のせん断特性、図—12、図—13のせん断特性値に着目する。ここにおいても、図—12の絹布、ブラシ摩擦90回の、b)よこ長布のG値が異状値であるかどうかの検討が今後の課題となるが、せん断剛性Gが絹布のブラシ摩擦洗いにおいて著しく大きい。原布に比べてせん断が剛くなることは重要であろう。2HG、2HG5の特性値が絹布の各条件において、羊毛布・絹布に較べ著しく高いことも絹布の特徴である。

表面特性を図14—1、14—2、14—3に、表面特性値を図—15に示した。絹布の叩き洗い160回、240回および原布、浸漬布のMIUが著しく高い。摩擦力の大きいことを示している。また木綿布では、羊毛布・絹布に較べMMD、SMDの値が大きい、特に叩き洗いMMD値が大きい。摩擦係数MIUの変動の増大することを示すものである。布表面の凹凸、SMDは、綿布>羊毛布>絹布の順に小さくなっており、これも実用感に近い。

図—16の圧縮特性値についてみると、圧縮の直線性LCは綿布<羊毛布 \approx 絹布、圧縮仕事量WCは、綿布>羊毛布>絹布、RCの圧縮のレジリエンスは羊毛>綿布 \approx 絹布となっている。羊毛布と綿布が絹布に比べてやや圧縮が柔いという実用感に一致する。しかし、摩擦回数、叩き回の増加とこれら特性値の増減は必ずしも一致しなかった。有意差のないことを示すものと考えられる。このことは、次の図—17の布の厚みTと重量Wにおいても、洗浄機械力の増加は特性値に影響を及ぼしていなかった。

3 基本風合い値と総合風合い値

上記16個の特性値の測定から基本的風合い値、FUKURAMI, NUMERI, KOSHIを求め、図—18に示した(変換式-1^{*)})。KOSHI、すなわち、弾力性があり、衣服が体にまとわりつかず、適度の空間を作り、動的な美しさを与える観点から、この3種類の供試布はいずれも10に近く、極めて高い数値を示している。しかし、摩擦・叩きの処理の強弱は、どの基本風合い値においてもその差が現われていない。今回の実験条件範囲内においては、基本風合い値にまで影響を及ぼすには至らなかったと考えられる。

更に変換式-2^{*)}によって算出された総合風合い値T.H.V.を図—19に示した。今回の供試布のT.H.V.は綿布<羊毛 \approx 絹布でおおよそ3の前後にあった。やはり、摩擦・叩き処理による値の変動は読みとれなかった。通常の手洗い技

法では、布の風合い変化は少ないと考えられる。

III 結 語

天然繊維で平織の綿シーチング、羊毛モスリン、紡績絹布富士絹を供試白布とし、既報告^{1)~3)}でその性状の明らかな馬毛ブラシと叩き棒を用い、ブラシ摩擦回数 60 回・90 回・120 回、叩き回数 80 回・160 回・240 回の洗浄布を作成した。

その作成布の、(1)寸法の縮み、(2)裁ち目の糸のほつれ、(3)布表面の凹凸を概観した。その結果、(1)、(2)、(3)の見掛けの損傷の度合いは、各供試布共、摩擦回数、叩き回数の増加につれて増した。しかしそれは洗濯機洗浄による回数の損傷に較べれば僅少で、実用に差支えない程度であった。

さらに、これら洗浄白布、原白布、洗剤液浸漬布の力学的性質については、KES-F システム⁸⁾を用い、標準測定条件で、基本力学特性を示す 6 ブロック、計 16 個の特性値の測定を行い、それから基本風合い値、FUKURAMI, NUMERI, KOSHI を求め、総合風合い値 T.H.V. を算出した。その過程で、木綿布、羊毛布、絹布の特性値の大小関係は実用感に近似したものが得られた。しかし、ブラシ摩擦回数・叩き回数の増加に対応した特性値の変化は充分には得られなかった。損傷の有意差もほぼ無いもの

と推定された。すなわち、客観的方法で求めた布の風合い変化は少なく、この点からも手洗い技法による洗濯の有用性が示された。

終わりに、本実験に対し、終始、貴重な測定装置をお貸し下された、石川県工業試験場繊維部部長見谷篤男様、並びに試験室の皆様は厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 多田千代・矢崎浄子：「ブラッシュ摩擦洗浄に関する研究、第 1 報」家政誌、34, p. 705~p. 712 (1983)
- 2) 多田千代・矢崎浄子：「ブラッシュ摩擦洗浄に関する研究、第 2 報」家政誌、34, p. 788~p. 797 (1983)
- 3) 多田千代：「叩き洗いの洗浄性に関する実験的観察、第 1 報」家政誌、30, p. 683~p. 690 (1979)
- 4) 多田千代：「叩き洗いの洗浄性に関する実験的観察、第 2 報」家政誌、33, p. 474~p. 481 (1982)
- 5) 吉永フミ・多田千代・西出伸子：「新版被服整理学 その実践」(光生館)、p. 108~p. 126 (1988)
- 6) 西村久子・矢部章彦：「洗浄力試験法の応用による手洗い技法の優劣比較 (第 1 報)」家政誌、7(4), p. 138~p. 144 (1956)
- 7) 西村久子・吉川せつ：(同上) (第 3 報) 家政誌、10(4), p. 268~p. 271 (1959)
- 8) 川端季雄：「風合い評価の標準化と解析」第 2 版、HESC、日本繊維機械学会、大阪 (1980)
- 9) 多田千代・松平光男・山岸裕子・矢崎浄子：「ブラッシュ摩擦洗浄布の表面特性変化」、日本繊維製品消費科学会、昭和 63 年年次大会、発表、A-7)、(金沢)