

各種柔軟剤処理による布の剛軟性、摩擦特性、表面粗さ、吸水性、吸湿性および風合いの変化の比較

A Comparison of Changes in Properties of Fabrics Treated with Various Softeners — Stiffness, Friction, Roughness, Wicking, Moisture Regain and Hand.

矢中 睦美

Mutsumi Yanaka

要旨

現在、市場では様々な柔軟剤が販売されている。柔軟剤を使用することで布地は柔らかな風合いを得ることができるが、吸水性が変化するとされている。本研究では、柔軟剤が及ぼす水分特性、表面特性および風合いへの影響を検討した。エステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩が使用されている柔軟剤では、処理を繰り返すことによる柔軟効果は不明確であり、吸水性の低下効果が見られた。これらの効果は、シリコーンが配合されている場合には大きかった。エステル型ジアルキルアンモニウム塩が使用されている柔軟剤では、処理による吸水性の低下は見られず、柔軟効果が得られた。スメクタイトを用いた柔軟剤入り洗剤では、吸水性は低下しないが、試験した4柔軟剤のうち最も柔軟効果は低かった。柔軟剤成分によりそれぞれの特徴があるため、洗濯物の種類や好みによって柔軟剤を選択する必要があることがわかった。

●キーワード：柔軟処理 (softener treatment) / 水分特性 (wicking and moisture regain) / 風合い評価 (hand)

1. 緒言

衣類は、着用や洗濯を繰り返すうちに柔軟性が低下し肌触りが悪くなる。そのため、柔軟剤が柔らかさと肌触りの良さを回復させる目的で使用されている。

日本では、1962年にはじめて柔軟剤が発売された。販売当初からの柔軟剤の主成分は牛脂由来のジアルキルジメチルアンモニウムクロライドであり、これを水中に4~6%分散させた分散液が柔軟剤として市販されてきた。その後、1986年に、この成分を15~25%に濃縮した高濃度タイプが発売され、1988年にはアルキル基部分に不飽和結合を持たせた高吸水タイプの柔軟剤が発売された。さらに1992年には、アルキル基部分にエステル結合を導入した良生分解性タイプの柔軟剤が発売され、環境に優しいと宣伝された。2003年には、防臭効果に優れたタイプの柔軟剤も発売された。近年では、外国製の柔軟剤が輸入販売で気軽に入手できるようになり、衣類の仕上がりに強い香りを好むユーザーが増えつつある。これに影響されるように、国内各社から、フレグランス入りやデオドラントタイプの柔軟剤が発売されている。通常は洗濯のすすぎ後に適量投入して使用する液体タイプが多いが、乾燥機やドラム式洗濯機には、シートタイ

プの柔軟剤が用いられることもある。これは不織布に柔軟剤を含ませたもので、乾燥時の熱に対して安定で、かつ機械の金属部分の腐食を防ぐ働きがある¹⁾という。現在市販されている家庭用柔軟剤は十数種類にも及び、快適性や利便性が付加された製品も売り出され、広く普及している。さらに柔軟剤入り洗剤も粉末と液体の両タイプが市販されている。^{2) 3) 4)}

柔軟剤に含まれる柔軟成分は、主にカチオン界面活性剤⁵⁾である。布地は洗濯の際に水にぬれると表面はマイナスに帯電する。そこに柔軟剤を入れると、カチオン性親水基を布地の表面に、親油基(疎水基)を外側に向けて吸着する。そのため、繊維表面は薄い油膜が形成された状態となり、繊維同士の滑りが良くなることで柔らかな風合いが得られるとされている。しかし、油性表面となった繊維は疎水性となり、布の吸水性が低下する要因⁶⁾となる。

柔軟剤としては、カチオン界面活性剤の他に、中性のシリコーン、あるいはスメクタイトやベントナイトなどの粘土鉱物も使用される。⁷⁾

われわれが特に肌触りの良さを求める繊維製品は、肌に直接触れる下着やタオルなどである。これらは同時に

吸水性の良さも要求される。ところが前記のように、家庭用柔軟剤の多くは、カチオン界面活性剤が主成分であり、柔軟効果の付与と共に、吸水性の低下の原因ともなりうる。

多様化した各種柔軟剤の、布に対する風合いなどへの効果を研究した例は散見されるが⁸⁾、吸水性への影響を同時に客観的に評価した報告^{9) 10)}は少ない。本研究において、柔軟剤入り洗剤を利用した場合および洗濯後に柔軟剤を利用した場合について、ブロード、ニット、タオルの物理的特性、水分特性、表面性状と、手触りによる風合いに与える影響について評価を行い、処理を重ねた場合の柔軟剤の適性を検討することにした。

2. 試料および柔軟処理

試料布は表1に示す市販のブロード、ニット（ゴム編み）、タオルの3種類で、いずれも綿100%のものをを用いた。

市販の布地には糊や柔軟剤などの加工が施されているため、それらが実験に影響を及ぼさないよう、前処理（予洗い）を家庭用全自動洗濯機（東芝 AW-B42G）を用いて行った。ブロードとニットは、浴比1:30、温度50℃で30分間攪拌しながら水道水による煮洗いをを行い、ソフト脱水3分間後、室内のネット上で、平干しの自然乾燥を行った。タオルは、浴比1:20、温度50℃で9分間水道水のみによる本洗い後、すすぎの工程を省き、ソフト脱水3分間後、平干しの自然乾燥を行った。これらの前処理を行ったものを原布とする。

洗濯用洗剤および柔軟剤を表2に示す。洗濯用洗剤Aの表示は、〔弱アルカリ性合成洗剤：25 g（24 mL）/30 L、成分：界面活性剤（29%：ポリオキシエチレンアルキルエーテル、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩、脂肪酸エタノールアミン）、柔軟成分、水軟化剤、安定化剤、アルカリ剤、分散剤、泡調整剤、酵素〕であった。これは液体で、柔軟剤スメクタイトが混入された、いわゆる柔軟剤入り洗剤である。以下では、柔軟剤Bと呼称する。

表2 洗濯用洗剤と柔軟剤

洗濯用洗剤：略称	製造元	使用量	柔軟剤の主成分
A	P	25 g(24 ml)/30 L	-
B	P	25 g(24 ml)/30 L	スメクタイト 洗濯用洗剤（液体）

柔軟剤：略称	製造元	使用量	柔軟剤の主成分
H	K	7 ml/30 L	エステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩
HF	K	10 ml/30 L	エステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩 シリコン
L	P	7 ml/30 L	エステル型ジアルキルアンモニウム塩

化剤、安定化剤、アルカリ剤、分散剤、蛍光増白剤、酵素）であった。洗濯用洗剤Bの表示は、〔弱アルカリ性合成洗剤：25 g（24 mL）/30 L、成分：界面活性剤（29%：ポリオキシエチレンアルキルエーテル、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩、脂肪酸エタノールアミン）、柔軟成分、水軟化剤、安定化剤、アルカリ剤、分散剤、泡調整剤、酵素〕であった。これは液体で、柔軟剤スメクタイトが混入された、いわゆる柔軟剤入り洗剤である。以下では、柔軟剤Bと呼称する。

試料布の柔軟処理は一般的な家庭での洗濯と同様に家庭用全自動洗濯機（東芝 AW-B42G）を用いて、洗剤Aにより標準コースによる洗濯後、柔軟処理を施した。洗濯条件は、浴比1:30、水量47 L（高水位）、水温は常温、9分間本洗い、すすぎ2回、脱水4分間とした。柔軟処理はすすぎ2回終了後、7分間処理を行った。乾燥は、室内のネット上で平干し自然乾燥とした。これを10回繰り返した。洗濯用洗剤・柔軟剤共に各商品の標準使用濃度で処理を行った。柔軟剤Bによる試料布の洗濯は、上記洗濯条件と同じ条件とした。

表1 試料布の諸元

布名	ブロード	ニット		タオル	
材質	綿100%				
糸の太さ	たて	40s 150 dtex	40s 150 dtex	たて	22/2S 260 dtex × 2
	よこ			よこ	21S 270 dtex
糸密度 (本/cm)	57 × 28	ウェール 42/3 cm	コース 48/3 cm	24 × 18	
厚さ (mm)	0.26	0.65		3.64	
平面重 (g/m ²)	129	198		401	
見かけの比重	0.50	0.30		0.11	
充填率 (%)	31.6	19.0		7.0	

3. 実験方法

3-1 寸法変化

原布と柔軟処理後の試料布の、たて、よこ各所定位置3箇所寸法の測定を行い、常法^{11) 12)}により、寸法変化を算出した。

3-2 厚さの変化

原布と柔軟処理後の試料布の厚さを、各々10ヶ所測定し、平均値を求め、次式により変化率を算出した。

$$\Delta d = \{(d_1 - d_0) / d_0\} \times 100$$

$$\begin{cases} \Delta d : \text{厚さの変化率 (\%)} \\ d_1 : \text{洗濯後の厚さ (cm)} \\ d_0 : \text{洗濯前の厚さ (cm)} \end{cases}$$

3-3 吸水性

吸水速度をバイレック法¹³⁾(吸い上げ法)、および滴下法¹³⁾により評価する。

1) バイレック法

20 cm × 2.5 cm の試験片を布のたて、よこ方向別々に用意し、試験片の下端から1 cm まで水中に浸し、10 分間放置後、水の吸い上げ高さを測定する。測定を3 回繰返し、平均値を求める。測定は室温で行う。

2) 滴下法

布試料を空間に水平に張り、布表面から1 cm 上より水0.1 cc を滴下し、布地に水が吸収されて、水滴の反射光を示さなくなるまでの時間を測定する。測定は5 回繰返し、平均値を求める。測定は室温で行う。

3-4 吸湿性

一定湿度下で、試料が空気中の湿度に応じて、水分の吸湿量を調べる。本実験では、調湿は、温度20℃におけるデシケーター内に、塩素酸ナトリウム(NaClO₃)の飽和溶液(溶解度:48.9%/100%)を調製し、湿度74.0%となる¹⁴⁾ようにした。

試料は、幅4 cm で、重量2.00 g となるように長さを調節した試験片を、互いに触れないように巻いて、秤量瓶の中に立てて入れる。これを、恒温乾燥機内(温度98℃)で乾燥させ、重量減少が布地重量の0.1% (0.002 g) 以内を連続したら絶乾とみなす。この重量をW₁(絶乾試料+秤量瓶)とする。

次に、調湿したデシケーター内に絶乾試料を48時間以上放置し、デシケーター内の湿度で平衡吸湿量に達するのを待つ。次いでその重量W₂(平衡吸湿試料+秤量瓶)を測定する。次式により、試料の水分率¹⁵⁾を算出する。3回の測定値の平均値を求める。

$$\text{水分率} = (W_2 - W_1) / (W_1 - W_0) \times 100 (\%)$$

$$\begin{cases} W_0: \text{秤量瓶の重量 (g)} \\ W_1: \text{絶乾試料+秤量瓶の重量 (g)} \\ W_2: \text{平衡吸湿試料+秤量瓶の重量 (g)} \end{cases}$$

3-5 剛軟性

布地の柔らかさには、布地の屈曲しやすさと感触的な柔らかさがある。ここでは前者を評価する。

評価には、スライド法(カンチレバー別法)¹⁶⁾を用いる。10.0 cm × 2.0 cm の試験片をたて方向およびよこ方向、またはウェール方向およびコース方向にそれぞれ2枚ずつ用意する。

布(試験片)を水平に把持し、せり出させた布の長さを試長とし、布の垂れ下がりの垂直距離をδとして、次式により剛軟度G(g·cm)を算出する。

$$G = WL^4 / 8\delta$$

$$\begin{cases} G: \text{剛軟度 (g}\cdot\text{cm)} \\ W: \text{平面重 (g/cm}^2\text{)} \\ L: \text{試長 (cm)} \\ \delta: \text{垂れ下がり垂直距離 (cm)} \end{cases}$$

試験片の表裏について測定し、平均をとる。

3-6 表面特性

KES-FB4-A 計測システムを用い、摩擦係数、摩擦係数の変動および表面粗さを計測¹⁷⁾する。

摩擦の測定条件は、摩擦静加重:50.0 g_f、試料移動速度:1 mm/sec、試料張力:400 g_f/20 cm(ニットは200 g_f/20 cm)である。表面粗さの測定条件は、静加重:10.0 g_fとし、その他は摩擦測定条件に準ずる。

3-7 風合い評価

柔軟処理布の手触り感の違いを、次の2つの場合について、順位法による官能検査により評価する。

1) 各試料布ごとの評価

柔軟剤の違いによる柔軟処理布の手触り感

2) 柔軟剤ごとの評価

原布、柔軟処理回数1回および10回の処理布の手触り感

被験者は本学の女子学生15名である。評価項目は、「やわらかさ」「なめらかさ」「好み」の3項目である。評価は開眼で行い、「やわらかさ」の項目では試料布を指で挟んで触った感触を、「なめらかさ」の項目は試料布の表面を指で撫でた感触を、「好み」の項目では前2項の感触の総合を評価の高い順に申告させる。

4. 結果および考察

4-1 寸法変化

図1に、柔軟処理による寸法変化を示す。布名に付した英字は、処理した柔軟剤の種類(表2)である。

ブロードでは、柔軟剤に共通して処理を重ねるごとにたて方向に縮み、よこ方向にやや伸びるという結果が得られている。

ニットでは、ウェール方向の収縮が特に大きかった。処理を重ねると収縮が大きくなっている。コース方向は、処理1回目で収縮したものが、処理を重ねることで伸び

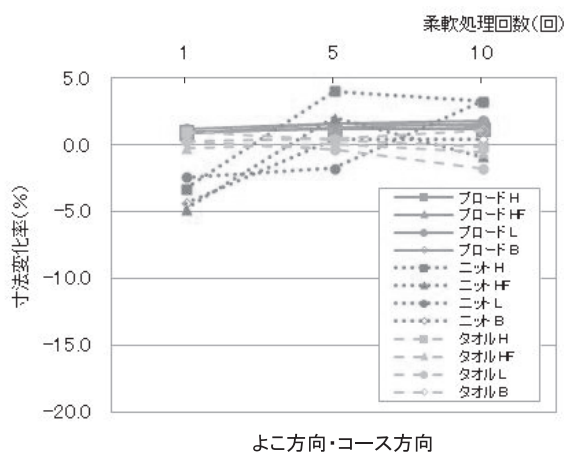
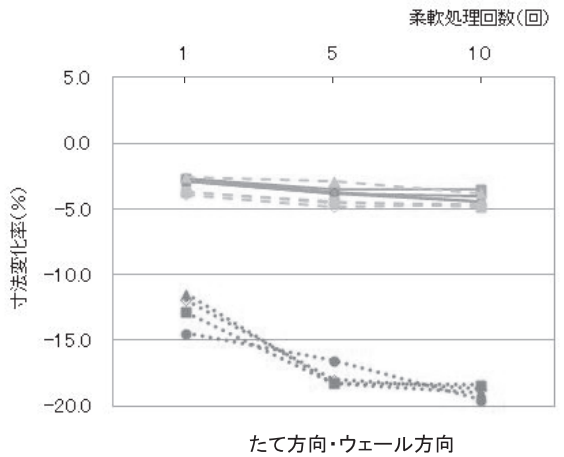


図1 柔軟処理剤を用いた場合の洗濯による寸法変化

ていることがわかる。しかし、HF処理布では、処理10回目では再び収縮している。

タオルもブロードと同様に、たて方向の収縮が大きかった。処理回数が増えるにしたがって、パイルがやや詰まったようにも感じられた。

ブロードはたて糸に残っている応力が開放される、いわゆる緩和収縮が起こったために、たて方向の縮みが大きかったと考えられ、ニットは、編環の連なりで構成されているため、形態安定性が悪く、洗濯機による処理で形態が変形しやすいものと思われる。

全体的に、柔軟剤による違いは、いずれの試料布においてもほとんどないと見ることができる。

4-2 厚さの変化

図2に、柔軟剤1回処理布と10回処理試料の厚さの変化をまとめて示した。

ブロードは、処理1回目ではいずれの柔軟剤でも4%程度の増加しかなかったが、10回目ではH処理布以外

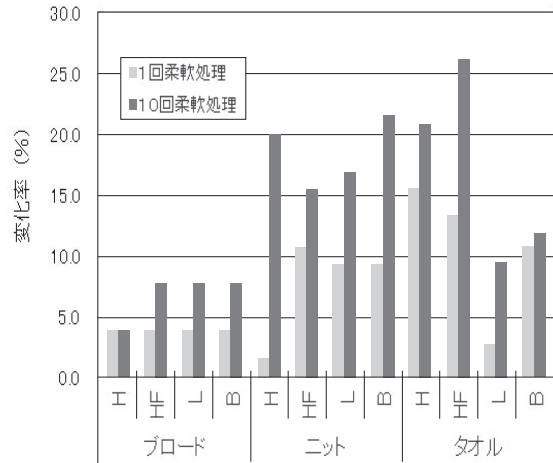


図2 柔軟処理回数の増加と厚さの変化

で厚さの変化が倍増している。

ニットでは、処理1回目のH処理布はわずかな変化であったが、その他の処理布は10%程度の増加が見られた。処理10回目では、いずれの柔軟剤についても15~20%の増加となり、特にH処理布の厚さの変化が著しい。

タオルでは、処理1回目でH処理布の増加が大きく、HF処理布、B処理布、L処理布と続く。処理10回目でHF処理布の厚さが大きく増加している。

柔軟剤の影響というよりは、洗濯を繰り返すことによる布地表面の毛羽立ちによるものと考えられ、柔軟処理を繰り返すことによりふっくらとした仕上がりになっていると考えられる。タオルは、処理を繰り返すことで表面に現れているパイルが変化したための厚さの増大と思われる。ただし、B処理布のみ、処理1回目と10回目にほとんど差が見られなかった。これは、柔軟剤Bは油性でない鉱物であるために、パイルの変化に一定の影響しか及ぼさなかったと考えられる。この現象は、他の油性柔軟剤に比してタオルのパイルの抜けを一定程度に抑える効果があると思えることもできよう。

4-3 吸水性

1) バイレック法

たて・ウェール方向に比して、よこ・コース方向の吸い上げ高さが10~25%低い共通点が見られた。そこで、両方向の吸い上げ高さの平均値を求めて図3に示した。

ブロードでは、原布と比べ、柔軟処理布の値はわずかながら大きい傾向を示している。ニットでは、原布より柔軟処理布の値は小さめである。

タオルでは、原布に比して、柔軟処理布は約2倍の吸い上げ高さとなっている。以上の結果には、柔軟処理の影響に、原布を洗濯した効果が含まれている。そこで、柔軟処理を重ねた場合の効果に注目する。

H処理布では、ブロードおよびニットでわずかながら減少傾向を示し、タオルにおいて上昇している。HF処理布では、ブロードおよびニットで明らかに減少傾向を示し、タオルでは、他の柔軟剤が上昇傾向を示す中で変化がない。

L処理布、B処理布については、ブロードではほとんど変化がなく、ニットおよびタオルで上昇傾向である。

以上を総合的に見ると、柔軟剤HFは他の柔軟剤に比して処理を繰り返すことで、吸水性の低下が見られるものであり、柔軟剤HはHFに比して効果は少ないが低下効果を示す場合があると言える。4柔軟剤のうち、柔軟剤HFにはシリコンが含まれており、これが吸水性低下に影響していると考えられる。

2) 滴下法

布表面上に滴下した一定量の水滴の吸水時間を、図4に示した。

ニットおよびタオルでは原布、処理布共に吸水が極めて速く、柔軟処理の効果を検証できない。

ブロードについて見ると、原布に比べて、いずれの柔軟処理布も約半分の時間で吸収している。また処理回数が増すと、H処理布およびHF処理布で少ないながら時間が長くなり、吸水され難くなっていることが分かる。L処理布およびB処理布では、吸水性が変わらないかわずかに上昇している。

吸水性を2つの方法で調べた結果を総合すると、エステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩を柔軟成分とし

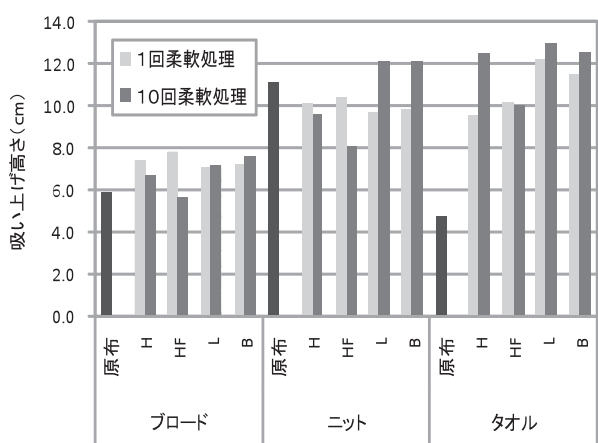


図3 柔軟処理回数とバイレック法による吸水性

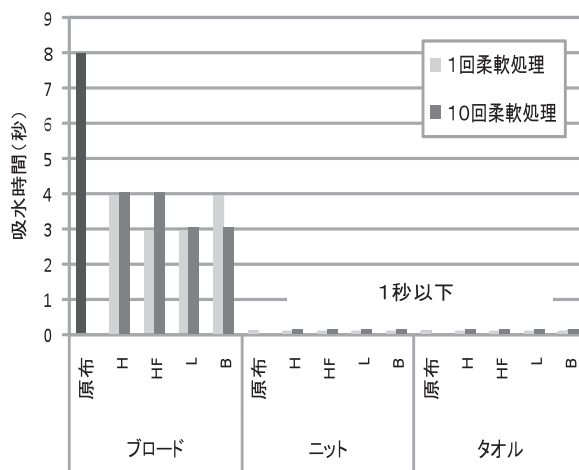


図4 柔軟処理回数と滴下法による吸水性

て含む柔軟剤Hは、繰り返し使用において吸水性を低下させる傾向があり、エステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩にシリコンが配合されている柔軟剤HFは吸水性の低下がさらに大きいと言える。

エステル型ジアルキルアンモニウム塩が成分である柔軟剤Lは、繰り返し柔軟処理を行っても吸水性を低下させる効果はないと言えよう。柔軟剤Bは、処理を繰り返すことで吸水性がむしろ大きくなる。

シリコン配合は吸水性を低下させる効果をもつと考えられる。柔軟剤Bの効果は、成分であるスメクタイトの特徴であるが、洗濯を繰り返すことによるものかどうかは即断できない。

4-4 吸湿性

吸湿平衡となった場合の水分率を、原布、柔軟処理1回および10回について図5にまとめて示した。

ブロード、ニット、タオル共に原布は同じ値となっており、綿100%であることがよく表れている。

H処理布は3試料布共に処理1回で大きく水分率が低下していることがわかる。処理10回になると柔軟剤HおよびHFでは、水分率が大きくなっているが、柔軟剤LおよびBでは小さくなっている。しかし、いずれの柔軟剤でも、原布よりは劣っていることがわかる。

HF処理布では、3試料布共に処理1回目での水分率の低下はH処理布よりも緩やかであるが、処理10回での値の向上幅は小さい。HF処理布の吸水性は、処理回数が増えると低下するという結果だったが、吸湿性では大きな低下にはなっていないということがわかった。

L処理布では、ブロードの場合、吸湿性の低下は小さ

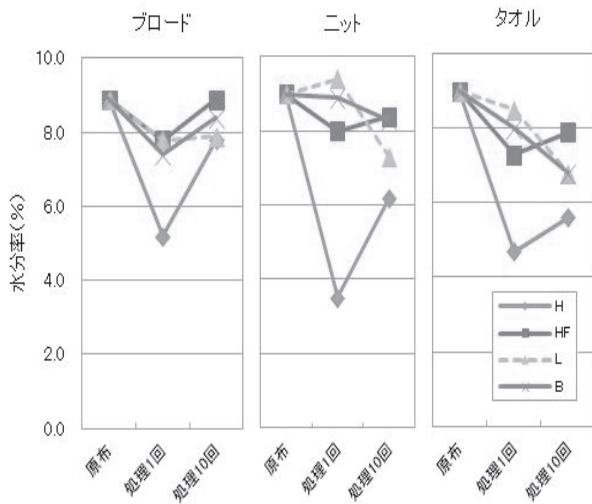


図5 柔軟処理による吸湿性の変化

く、処理回数による差もほとんどない。ニットとタオルでは、1回処理の低下は小さいが、処理10回でさらに低下している。

B処理布でも、L処理布と同様である。柔軟剤LとBでは、処理を重ねることで吸湿性が低下する傾向にあると言える。

柔軟処理を行うことで、繊維が疎水化するため吸湿性は低下するが、繊維自体への吸湿性は洗濯を繰り返すことで、一般に上昇する傾向があり、この二つの傾向が重なって、処理効果の大きい柔軟剤H、HFでは極小が現れ、効果の小さい柔軟剤L、Bではこのような変化が表れにくいと考えられる。

4-5 剛軟性

試長4cmとした場合に求めた剛軟度を表3にまとめて示した。

ブロードおよびニットでは、どの柔軟剤においても剛軟性に目立った変化が見られていない。

タオルでは、どの柔軟剤においても処理回数が増すと増大する傾向が見られ、特に柔軟剤BおよびLで、1回から10回に増えると剛軟度が顕著に増大している。これは、洗濯乾燥を繰り返すことによって、タオルが硬くなる一般的特徴によると見られるが、柔軟剤による効果との区別は難しい。

4-6 表面特性

表4に、たて・ウェール方向と、よこ・コース方向の摩擦係数の平均値をまとめて示す。ブロードにおいては、

表3 柔軟処理による剛軟度の変化

試長：4 cm 単位：g・cm

試料布	柔軟剤	原布	処理1回	処理10回
ブロード	H	0.18	0.18	0.20
	HF		0.21	0.18
	L		0.20	0.18
	B		0.20	0.19
ニット	H	0.20	0.21	0.22
	HF		0.25	0.22
	L		0.21	0.22
	B		0.23	0.24
タオル	H	0.45	0.51	0.62
	HF		0.59	0.64
	L		0.48	0.71
	B		0.46	0.85

表4 柔軟処理による摩擦係数の変化

MIU

試料布	柔軟剤	原布	処理1回	処理10回
ブロード	H	0.031	0.035	0.133
	HF		0.041	0.122
	L		0.069	0.148
	B		0.021	0.140
ニット	H	0.213	0.214	0.235
	HF		0.217	0.212
	L		0.211	0.213
	B		0.203	0.214
タオル	H	0.043	0.051	0.270
	HF		0.087	0.361
	L		0.075	0.413
	B		0.110	0.385

表5 柔軟処理による摩擦係数の変動の変化

MMD

試料布	柔軟剤	原布	処理1回	処理10回
ブロード	H	0.022	0.025	0.024
	HF		0.026	0.026
	L		0.025	0.023
	B		0.015	0.025
ニット	H	0.021	0.021	0.024
	HF		0.022	0.023
	L		0.023	0.023
	B		0.023	0.024
タオル	H	0.022	0.019	0.016
	HF		0.019	0.020
	L		0.020	0.023
	B		0.017	0.018

どの柔軟剤においても10回処理の値が大きくなっている。

ニットでは大きな差は見られなかった。タオルもブロードと同じ傾向であり、3試料の中で最も繰り返し処理による摩擦係数の増加が大きくなっている。

これらは、洗濯を繰り返したことによる試料表面の毛

表6 柔軟処理による表面粗さの変化

			SMD	
試料布	柔軟剤	原布	処理1回	処理10回
ブロード	H	4.14	4.71	4.31
	HF		4.51	4.78
	L		4.66	4.66
	B		5.13	7.82
ニット	H	3.22	4.16	3.92
	HF		3.18	3.31
	L		3.72	3.61
	B		3.44	3.99
タオル	H	7.40	7.18	6.60
	HF		7.18	6.84
	L		6.96	7.11
	B		7.36	6.95

羽立ちと、柔軟処理によりパイルが立つことが原因であると考えられる。

表5に、表4と同様に、摩擦係数の変動の布目各方向の平均値をまとめて示した。柔軟剤の処理回数の増加に伴う効果は見られない。

表面粗さの布目各方向の平均値をまとめて表6に示した。ブロードとタオルでは柔軟剤による大きな差は見られていない。ニットでは、HF処理1回および10回の値が他の柔軟剤に比してやや低く、手触りがよくなること

につながると見られる。

柔軟剤の処理効果は、摩擦係数の増加をもたらす場合があり、柔軟処理で肌触りや手触りがよくなると思う一般的感覚とは異なっている。

4-7 風合い評価

図6および図7に、柔軟処理布について、柔軟剤の違いによる手触り評価、および柔軟処理回数の違いによる評価を、それぞれ官能評価して順位付けした結果を示した。順位は被験者が示した順位の平均値である。また、一致性係数（被験者がどの程度一致して同じ順位を付けたかの指標）の検定で、5%以下の危険率で有意の場合*印を、1%以下の危険率で有意の場合**印を付して示した。

図6、図7を通覧すると、特に評価項目全てについて有意差があると認められる場合は、評価項目「やわらかさ」「なめらかさ」「好み」の全てがよく似た順位付けとなっていることがわかる。このことは、やわらかく、なめらかな感触のものが好みだと感じることを示している。従って、本実験結果においては、評価項目のうちの一つで全体の傾向を推測することが許されると考えられる。

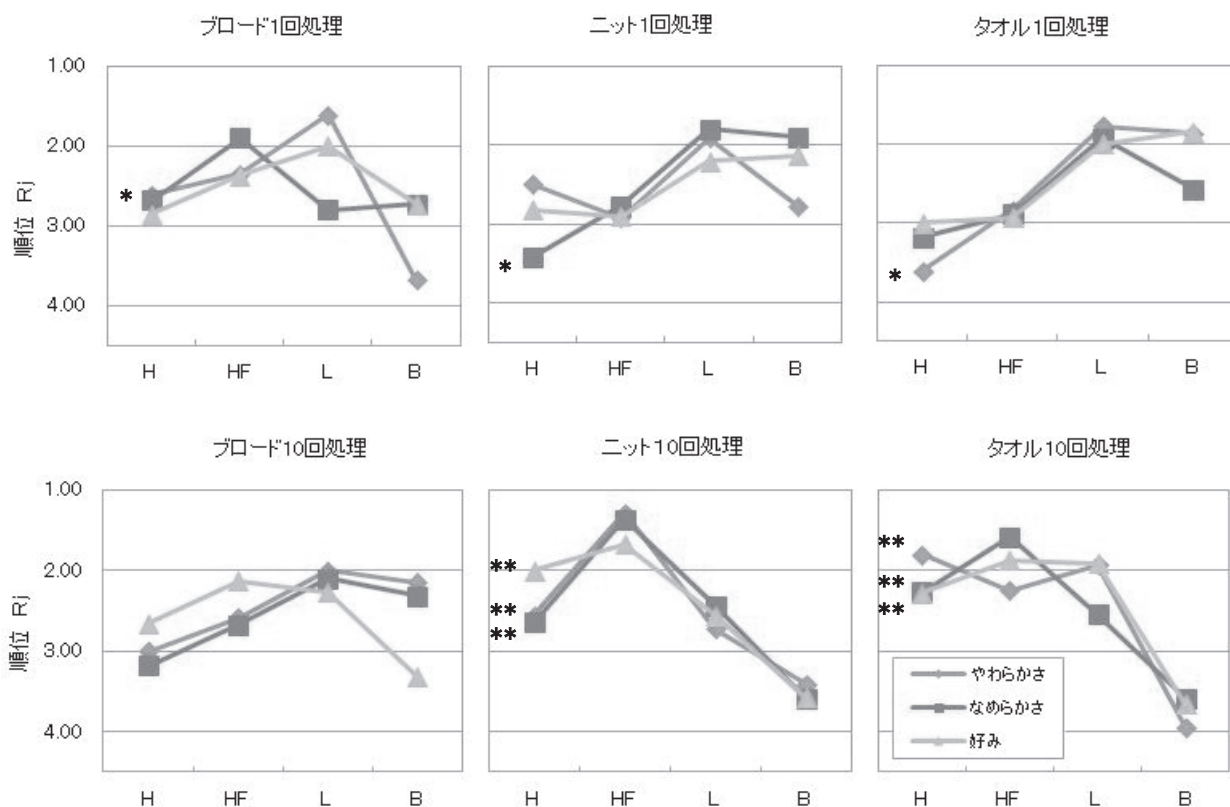


図6 柔軟剤による手触り評価順位の変化

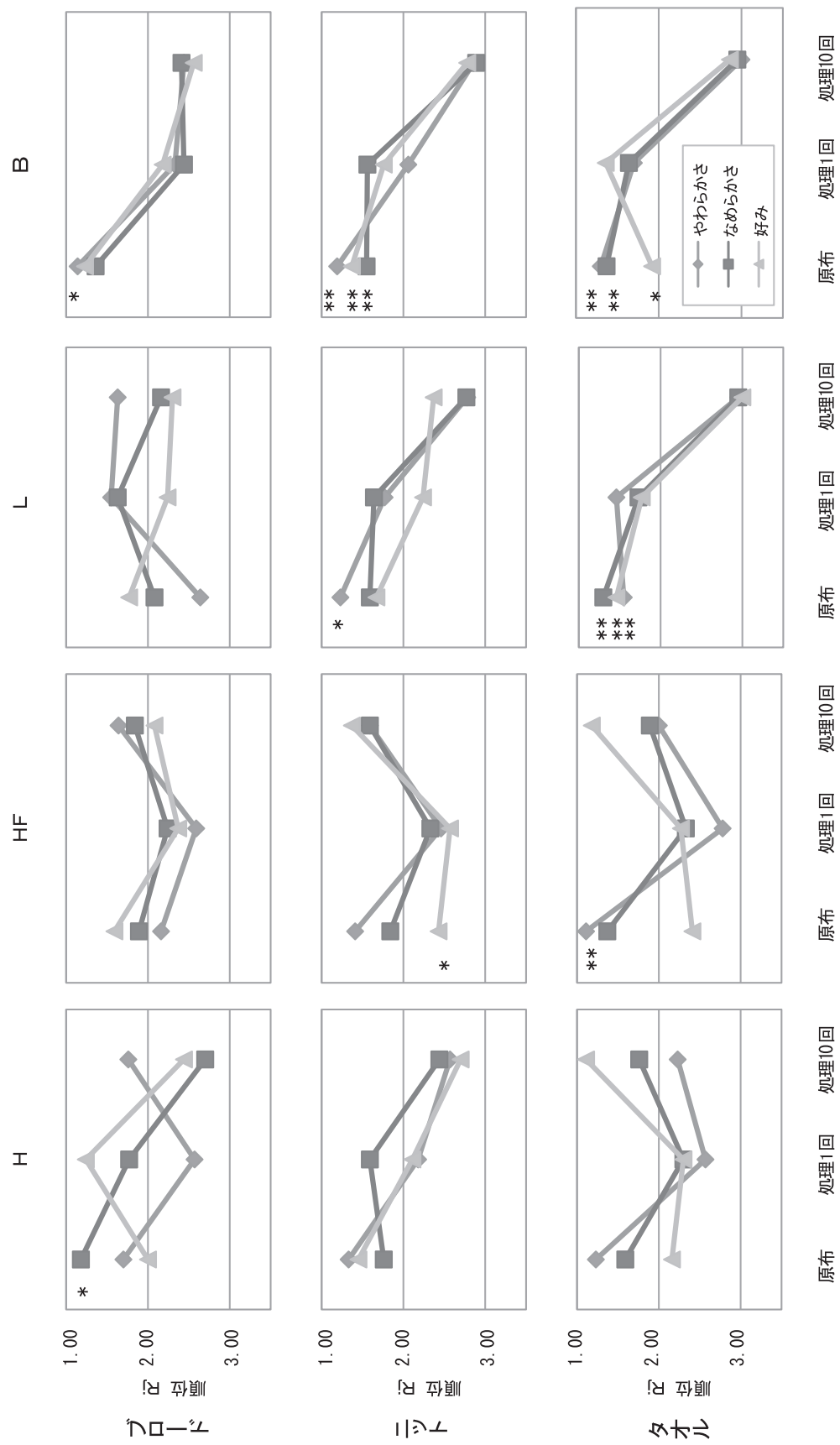


図7 柔軟処理回数による手触り評価順位の変化

1) 柔軟剤の違いによる柔軟処理布の手触り感

図6は、評価項目「やわらかさ」「なめらかさ」「好み」ごとに、柔軟剤の違いによる評価の順位を調べた結果である。図は各試料布ごと、処理回数ごとにまとめている。

ブロードの1回処理では、「やわらかさ」の順位のみ有意差があり、柔軟剤Bが最低評価であった。10回処理では有意差が見られていない。ブロードは、柔軟剤処理の違いが判定しにくい試料であると考えられる。

ニットとタオルでは、どの評価項目も似たような順位変動を見せている。1回処理で有意差が付く評価項目は少ないが、L処理布とB処理布の評価が高く、H処理布とHF処理布の評価が低くなっている。10回処理では、いずれも1%の危険率で有意差が見られ、HF処理布の評価が特に高くなっている。一方、B処理布の評価が最も低くなっている。

同じエステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩を含みながらHFが特に良い評価となったのは、HFに含まれるシリコンの効果であると思われる。柔軟剤Bは柔軟剤入り洗剤であるため、処理回数を増しても柔軟効果増があまり期待できないのではないかと考えられる。

2) 原布、柔軟剤処理回数1回および10回の処理布の手触り感

図7は、評価項目「やわらかさ」「なめらかさ」「好み」ごとに、原布および柔軟剤の処理回数の違いによる評価の順位の違いを調べた結果である。図は各試料布ごと、柔軟剤ごとにまとめている。ブロードでは、有意差のある評価項目がニットおよびタオルに比して少ない。ブロードは柔軟剤処理回数による手触りの差をつけにくい試料であることがわかる。

ニットとタオルでは、柔軟剤Hは処理回数によって手触り評価に差が付きにくい、柔軟剤HFでは、各評価項目が似た評価挙動を示し、1回処理で評価が原布よりやや低下した後、10回処理で評価が高くなる傾向を示している。柔軟剤LおよびBでは、処理を重ねると評価が悪くなっている。特にB柔軟剤処理10回で評価順位は最低である。

図7の結果を総合的に見ると、柔軟剤HFの10回処理で柔軟効果が上り、柔軟剤Hは処理回数の増加による柔軟効果の増大は不明確であり、柔軟剤LおよびBは処理回数の増加により柔軟効果は大きく減少することがわかる。タオルのL処理布とB処理布は繰り返し処理することで剛硬度が増大する結果であったが、手触りによる風合い評価でも同じ傾向であることがわかる。

表7 柔軟剤処理効果の成績

項目 \ 柔軟剤	H	HF	L	B
風合い評価		○○		××
吸水性	×	××	○	○○
吸湿性	××	×	×	
剛軟性		○	×	×
表面粗さ				×
特記		シリコン		一体型

○○…かなり良い ○…良い ×…悪い ××…かなり悪い

4-8 柔軟剤処理効果

表7に、各種性能と風合い評価に及ぼす柔軟剤処理効果の成績を示した。摩擦係数とその変動は、柔軟剤の種類が変わっても変化の様相に変わりはないので、表7には示していない。

柔軟剤処理効果の成績から、エステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩を主成分とする柔軟剤(H、HF)と、エステル型ジアルキルアンモニウム塩を主成分とする柔軟剤(L)、および鉱物であるスメクタイトを成分とする柔軟剤一体型洗剤それぞれに特徴があることがわかる。シリコンが配合されている柔軟剤HFは、必ずしも良い成績でない柔軟剤Hに比して、より高い柔軟効果が得られる。その一方で、吸水性が低下する傾向を示している。柔軟剤Lは、他の3つの柔軟剤に比して成績は平均的である。洗剤と一体型の柔軟剤入り洗剤Bでは、吸水性は低下しないが、柔軟効果は大きくなく、処理回数が増えると共に成績が悪くなる。洗剤への柔軟剤配合という方法よりも洗濯後に柔軟剤処理の方が柔軟化には効果的であると思われる。

5. まとめ

本研究では、主成分の異なる柔軟剤を用いて、処理を重ねることによる効果を調べることを目的とし、水分特性や表面特性および風合い評価にどのような影響を及ぼすかを検討した。

1) 吸水性では、バイレック法、滴下法の2試験方法で行った吸水性試験および吸湿性試験の結果、柔軟剤Hは、繰り返し使用において吸水性を低下させ、水分率も低下する傾向であった。柔軟剤HFは吸水性の低下がさらに大きい。HF処理布の水分率の低下はH処理布よりも緩やかであった。柔軟剤Lは、繰り返し柔軟剤処理を行っても吸水性を低下させる効果はないと言える。柔軟剤Bは、処理を繰り返すことで吸水性がむしろ大きくなる。

エステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩を柔軟成分として含む柔軟剤 H は、処理を重ねることで吸水性を低下させる傾向があり、エステルアミド型ジアルキルアンモニウム塩にシリコンが配合されている柔軟剤 HF も吸水性を低下させる効果をもつと考えられる。

エステル型ジアルキルアンモニウム塩が成分である柔軟剤 L は、処理を重ねても吸水性を低下させる効果はないと言える。柔軟剤 B の効果は、成分であるスメクタイトの特徴であるが、洗濯を繰り返すことによる効果かどうかは即断できない。

吸湿性は処理を重ねることで低下する傾向である。繊維が疎水化するため吸湿性は低下するが、繊維自体への吸湿性は洗濯を繰り返すことで、一般に上昇する傾向があり、この二つの傾向が重なって、処理効果の大きい柔軟剤 H、HF では極小が現れ、効果の小さい柔軟剤 L、B ではこのような変化が表れにくいと考えられる。

柔軟剤 H、HF に比して、柔軟剤 L、B の方が、吸水性を阻害しない観点からは良い傾向であると評価できる。

2) 剛軟性では、タオルにおいて、どの柔軟剤でも処理回数が増すと増大する傾向であったが、洗濯乾燥を繰り返すことによって、タオルが硬くなる一般的特徴によるのか、柔軟剤による効果かは区別が難しい。

3) 表面特性では、摩擦係数およびその変動、ならびに表面粗さを調べた。摩擦係数とその変動は、柔軟剤の種類が変わっても変化の様相に変わりはなかったが、処理回数によって変化が見られた。

表面粗さは、ニットでは、HF 処理 1 回および 10 回の値が他の柔軟剤よりやや低く、手触りがよくなることにつながると考えられる。

4) 順位法による手触り評価では、柔軟剤 HF は、処理回数の増加により最も高い順位となり、高い柔軟効果が得られた。柔軟剤 B では、処理回数の増加で順位を大きく下げ、柔軟効果が減少することがわかった。柔軟剤 H の柔軟効果の順位は不明確であった。柔軟剤 HF の結果はシリコンの効果であると思われる。

5) 柔軟成分によりそれぞれ特徴があるため、洗濯物の種類や好みによって柔軟剤を選択することで、柔軟剤をより有意義に使用できると考える。

終わりに、本研究を進めるにあたり、助言をいただきました本学テキスタイル研究室の森川陽教授、実験を精力的に行ってくれた卒業生の大里千晶氏（平成 22 年度）に、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 潮田ひとみ 「皮膚をいたわる上手な衣服の柔軟仕上げ」 衣服と健康の科学最前線、2001.3.24 発表資料
<<http://ushiodalabs.wordpress.com/>> 2011.8.23
- 2) 花王株式会社
<<http://www.kao.com/jp>> 2011.8.18
- 3) P&G Japan
<<http://jp.pg.com/products/index.htm>> 2011.8.18
- 4) 宮坂広夫 「最近の家庭用柔軟仕上げ剤の開発について」 『オレオサイエンス』 5、10、2008 PP.463-471
- 5) 日本界面活性剤工業会
<<http://www.jp-surfactant.jp/>> 2011.8.11
- 6) LION
<<http://lifeon.lion.co.jp/>> 2011.8.17
- 7) 日本繊維製品消費科学会編 『新版 繊維製品消費科学ハンドブック』 光生館、1988 pp.499-502
- 8) 潮田ひとみ 「柔軟仕上げ剤に関する実態調査と実用テスト」 『福山市立女子短期大学紀要』 21、1995 pp.81-85
- 9) 鈴木淳、樋口オ二 「家庭用柔軟剤処理した親・疎水性布の吸水性の変化」 『繊維誌』 54、1、1998 pp.58-63
- 10) 堀内千加子、野口久美子 「家庭用柔軟剤が布のぬれ特性と風合いに与える影響」 『戸板女子短期大学研究年報』 48、2005 pp.3-8
- 11) JIS L 1909 繊維製品の寸法変化測定方法
- 12) 成瀬信子 『基礎被服材料学』 文化出版局、2006 p.114
- 13) JIS L 1907 繊維製品の吸水性試験方法
- 14) 高分子学会編 『高分子と水』 共立出版株式会社、1995 p.247、p.249
- 15) 石川欣造 『被服材料実験書』 同文書院、1995 pp.50-56
- 16) JIS L 1096 一般織物試験方法
- 17) 東京都立産業技術研究センター 『繊維技術ハンドブック』 2004 p.44