

撥水処理布地に対する洗たくの影響*

横山 順子

Effect of Washing upon Water-Repellent Coating Fabric

Junko Yokoyama

The effect on water-repellency with washing were studied for fabrics of 18 kinds. Two types of fluoro-polymer solution on the market were used for the water-repellent coating of every sample.

The reciprocal relations between the water-repellent agents (A- and B-) and the sample fabrics were classified into following groups.

- 1) Both A- and B- agent are available: Nylon 6, Polyester, Polypropylene, Wool-Polyester blended yarn, and Modacrylic fabrics.
- 2) Either of A- and B- agent is available.
 - a) A- agent is available (hydrophilic): Cotton, Linen, Rayon, and Cotton-Linen blended yarn fabrics.
 - b) B- agent is available (hydrophobic): Polyvinylchloride, Acrylic, and Acetate fabrics.
- 3) Both A- and B- agent are slightly useful (need a coating after 3 or 4 times of washings): Cotton-Polyester blended yarn, Silk, and Wool fabrics.
- 4) Both A- and B- agent are useless (need a coating after each washing): Vinylon, Cuprammonium rayon, and Polyosic fiber fabrics.

1. 緒言

布地の防水加工は、今まで主として通気性を必要としない傘、テント、カバンなどの非衣料分野に利用されていた。しかし、最近、通気性を維持しながら水をはじく性質をもつ撥水加工が婦人服、背広、ネクタイ、ワイシャツ、コート、和服などの衣料分野に幅広く利用されるようになってきた。

これらに利用される加工剤にはシリコン系樹脂、パラフィン系ワックス、アルキルクロム化合物、フッ素系樹脂などがある。最近、特に多く使用されているフッ素系樹脂の撥水加工剤（以下撥水剤という）はシリコン系樹脂に比べ、低い加工濃度で撥水効果を発揮し、染色堅牢性がよく、また、繊維同士がすべってしまう日ずれ性などの点で優れている¹⁾。さらに、この撥水剤は安価で市販されており、しかも家庭で手軽に撥水加工ができ、私たちの身近な衣料にも数多く利用されるようになった。そこで、本研究は衣料用布地の数種類に、フッ素系樹脂を主成分とする繊維用撥水剤でコーティングを施し、その撥水効果と洗たくの繰り返して、撥水度がどのように変化するかを比較検討した。

*：第39回日本家政学会中国・四国支部研究発表会（平成4年10月4日、於山口大学教育学部）にて発表。

2. 材料および実験方法

2・1. 試験布

試験布は実験用白生地として市販（関西衣生活研究会）されている18種類を使用した。試験布の品種、組成、組織、糸使いおよび密度は表1に示し、試験布No.16、17および18は混紡繊維であり、糸使い表示のうちd（デニール）表示はフィラメント糸で、その他は紡績糸である。

表1. 試験用の白生地とその諸元

試験布 番号	品 種	組 成	組 織	糸 使 い	密度(本/cm ²)	
					タテ	ヨコ
1	天 綿	100%	平織	タテヨコ 40/1	47	28
2	然 麻	100%	平織	タテヨコ 80/1	28	28
3	織 毛	100%	平織	タテヨコ 1/49	24	27
4	維 絹	100%	平織	タテ絹紡糸 140/2 ヨコ絹紡糸 66/1	45	40
5	再 レーヨン	100%	平織	タテ75 d , ヨコ120 d	27	38
6	生 ポリノジック	100%	平織	タテヨコ 40/1	24	34
7	織 キュブラ	100%	平織	タテヨコ 40/1	30	34
8	半 アセテート	100%	平織	タテ75 d , ヨコ100 d	32	42
9	合 ナイロン6	100%	平織	タテヨコ 70 d	44	28
10	成 ポリエステル	100%	平織	タテ50 d , ヨコ75 d	36	31
11	・ アクリル	100%	平織	タテヨコ 1/64	30	32
12	合 アクリル系	100%	平織	タテヨコ 2/30	35	17
13	成 ポリプロピレン	100%	平織	タテヨコ 24/1	22	22
14	織 ビニロン	100%	平織	タテヨコ 30/1	25	29
15	維 ポリ塩化ビニル	100%	平織	タテヨコ 75 d	32	35
16	混 綿/ポリエステル混紡	綿35% ポリエステル65%	平織	タテヨコ 40/1	29	56
17	紡 綿/麻混紡	綿50% 麻50%	平織	タテ綿80/1, ヨコ麻180/1	33	39
18	維 毛/ポリエステル混紡	毛40% ポリエステル60%	平織	タテヨコ 2/30	15	15

糸使い表示のうち、d（デニール）表示は長繊維で、その他は紡績糸である。

2・2. 撥水剤

繊維用の防水加工剤として数多く市販されているスプレー式のフッ素系樹脂を主成分とする撥水剤を2種類選び、これらを以下A剤（商品名：繊維用防水スプレー）、B剤（商品名：繊維用撥水スプレー、スコッチガード）とした。

2・3．実験方法

2・3・1．撥水加工法：試験布（約20cm×20cm）はそれぞれの布地ごとに6枚用意した。この試験布はA、B各撥水剤に対して3枚宛使用し、以下の同一方法で試験に供した。まず、撥水度試験装置の保持枠を取りはずし、試験布1枚をその保持枠に皺の生じないように取り付けネジで堅く止める。次に、この保持枠を垂直に置き、15cm離れた位置から撥水剤を均等に浸透するまでスプレーする。その後、室温で一昼夜自然乾燥、アイロン仕上げをして、撥水度の測定を行う。

2・3・2．撥水度の測定：撥水度の測定は、JIS規格（JIS L.1092）のスプレー式撥水度試験装置（図1）を使用した。

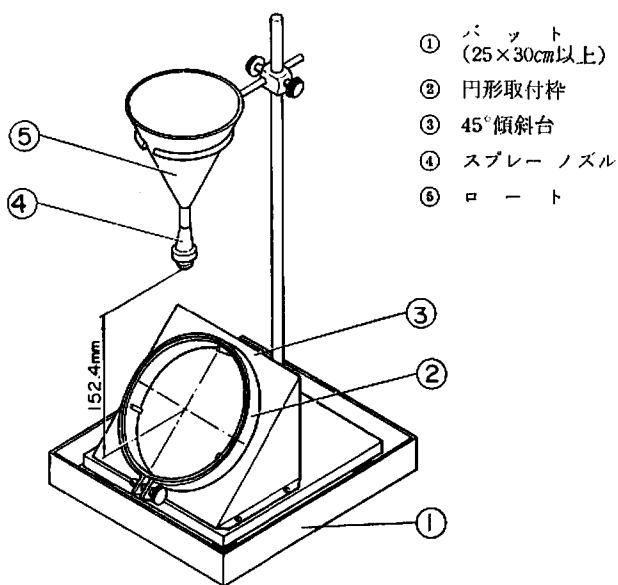


図1．撥水度試験装置
(JIS L.1092)

試験布を保持枠に皺が生じないように取り付け、スプレーの中心が枠の中心と一致するようにセットして、水（27±2℃）250 mlを漏斗に注入し試験布上に散布する。次に、保持枠を台上から外し、その一端を持って表側を downward にして、他の端を軽くたたき余分な水滴を落とす。その後直ちに、そのぬれ状態を図2の湿潤状態比較見本²⁾と表2の撥水度判定値²⁾を参照して、100、90、80、70、50、0に最も近い点数で採点し、中間採点は採用しない²⁾。これらの操作を試験布3枚について行い、その平均値の1桁を四捨五入した整数値で撥水度とした。なお、同一条件における撥水度測定3回の結果は、ほとんど同一値が得られ、その平均値の信頼性はあるものと考えられる。また、家庭用品品質表示法の表示項目で「撥水」と表示できるのは、

撥水度が70以上と定められているので⁴⁾、本実験もこれに基づいて撥水効果の有無を判定した。

2・3・3. 洗たく方法：コーティングした試験布の洗たくは次のように行った。毛、絹、アセテートおよび毛／ポリエステル混紡の試験布には中性洗剤、その他の試験布には弱アルカリ性洗剤を使用した。洗たく機は、日立 PS 5330型の二槽式を使用した。洗剤濃度は中性洗剤0.25%、弱アルカリ性洗剤0.13%で、浴比は1：30とした。洗い時間は常温水（27±2℃）3分間、脱水2分間、流水すすぎ5分間、再び脱水2分間で行った。脱水後は自然乾燥、アイロン仕上げをして、撥水度試験を行った。なお、この洗たくは家庭で一般に行われている方法である。

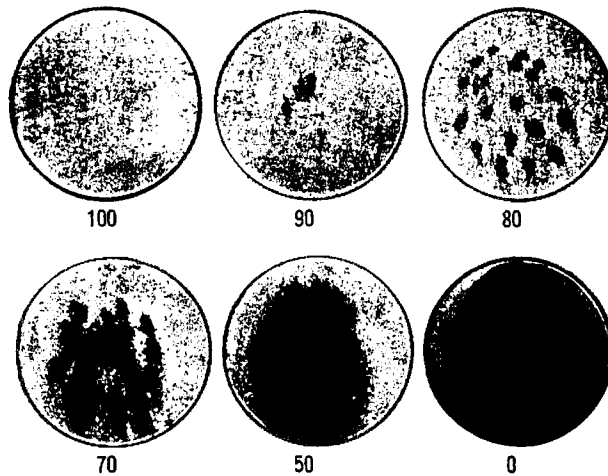


図2. 湿潤状態比較見本

表2. 撥水度判定規準

撥水度	内 容
0	表面及び裏面が全体に湿潤を示すもの。
50	表面全体に湿潤を示すもの。
70	表面の半分に湿潤を示し、小さい個々の湿潤が布を浸透する状態を示すもの。
80	表面に小さな個々の水滴状湿潤を示すもの。
90	表面に湿潤しないが、小さな水滴の付着を示すもの。
100	表面に湿潤や水滴の付着がないもの。

3. 実験結果および考察

3・1. 未処理試験布の撥水度

18種類の試験布（表1）は撥水コーティングする前に撥水度試験を行い、その結果を表3に示したが、ほとんどの試験布に撥水効果が認められない。しかし、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニルおよび毛／ポリエステル混紡の4試験布は未処理でも撥水度80の効果があった。これらの試験布は、合成繊維の中でも疎水性繊維といわれ、繊維構造分子自体に疎水基を多く保持している⁵⁾ために撥水効果が認められる。しかし、他の試験布は繊維構造分子が親水基を保持しているため、水分が繊維の内部まで透過し撥水度が低く、たとえ、その繊維間隙が密の場合でも透湿抵抗は変化しないもの⁶⁾と考えられる。そこで、今日では、気体の流通を保持しながら撥水性がある被服を構成するための布地として、繊維間や織目の空隙はそのまま残し布地および繊維表面を撥水加工する方法が開発されている⁶⁾。

3・2. 撥水コーティング試験布の撥水度

未処理試験布に市販2種類の撥水剤を別々にスプレーした後の、撥水度の結果を表3に示し

表3. 試験布の処理前と処理後の撥水度比較

試験布番 号	品 種	未処理	A剤処理	B剤処理
1	綿	0	90	100
2	麻	0	100	100
3	毛	50	100	100
4	絹	0	100	100
5	レーヨン	0	100	100
6	ポリノジック	0	100	100
7	キュブラ	0	100	100
8	アセテート	0	80	100
9	ナイロン6	0	100	100
10	ポリエステル	80	100	100
11	アクリル	0	90	100
12	アクリル系	0	100	100
13	ポリプロピレン	80	100	100
14	ビニロン	0	90	100
15	ポリ塩化ビニル	80	100	100
16	綿／ポリエステル混紡	0	100	100
17	綿／麻混紡	0	100	100
18	毛／ポリエステル混紡	80	100	100

た。A 剤処理の綿、アセテート、ナイロン 6 およびアクリルの撥水度は 80～90 で若干低い、それ以外の試験布は撥水度が 100 であった。一方、B 剤処理はすべての試験布の撥水度が 100 の効果を示した。

3・3・洗たくの撥水度に対する影響

撥水コーティング試験布に洗たくを 5 回繰り返す間の撥水効果の変化を図 3～12 に示した。

3・3・1. 天然繊維（綿、麻、毛、絹）：天然繊維である綿、麻、毛および絹を A 剤で処理した結果を図 3、B 剤で処理した結果を図 4 に示した。綿は A 剤処理した直後の撥水度が 90 で、この値は 1 回洗たく後も変わらない。しかし、その後撥水度は減少するが 5 回洗たくで撥水度 70 を保持し撥水効果が認められる。一方、B 剤処理では、2 回洗たくで撥水度は 70 になり撥水効果を示すが、その後の洗たくで撥水度は 0 になった。麻の A 剤処理は 1 回洗たくで撥水度 100 を維持し、その後撥水度は減少するが 5 回洗たく後においても 70 を保持し撥水効果を示した。一方、B 剤処理は A 剤処理と対照的に 1 回洗たくで撥水度 100 から 80 に低下し、2 回洗たく以降は撥水効果を失い、3 回洗たくで撥水度が 0 になった。毛の A 剤処理は 1 回洗たくで撥水度 100 を維持し、その後減少し 3 回洗たくまで撥水効果が認められる。B 剤処理は A 剤処理同様、1 回洗たくで撥水度 100 を維持し 2 回洗たくまで撥水効果を保持するが、3 回洗たく以降撥水効果が失われた。絹は A 剤、B 剤処理共に 1 回洗たくから撥水度は減少し、A 剤は 2 回洗たくまで、B 剤は 3 回洗たくまで撥水効果が認められる。B 剤処理の麻と絹の比較では、麻の撥水度は洗たく回数の増加と共にほぼ直線的に最大の減少挙動を示し、絹の撥水度は洗たく 3 回まで撥水効果があり、天然繊維のうち最小の減少挙動を示した。

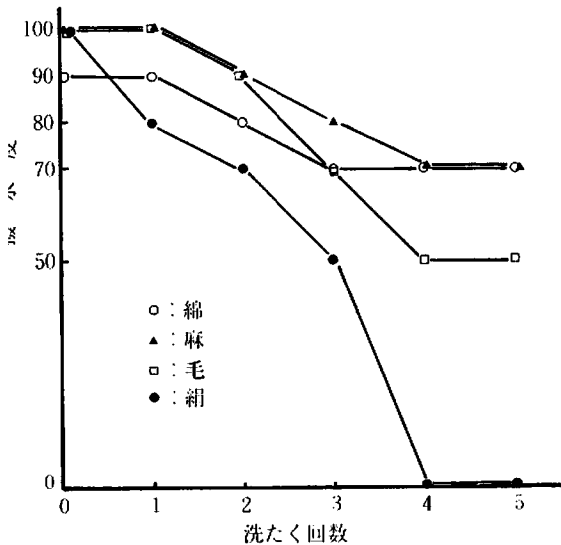


図 3. 撥水加工天然繊維布（綿、麻、毛、絹）の洗たく回数と撥水度との関係（A 剤使用）

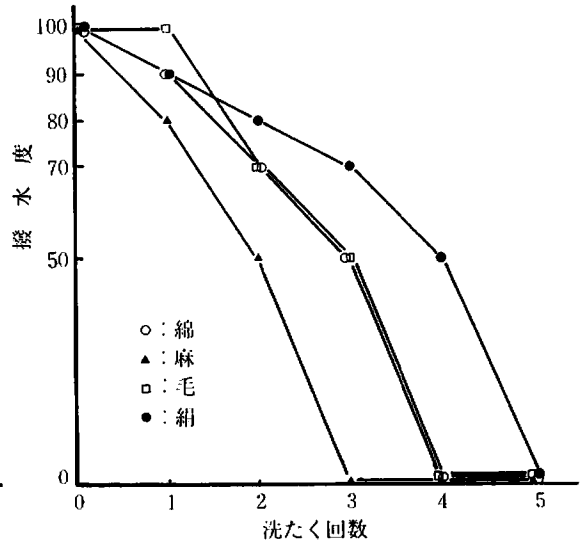


図 4. 撥水加工天然繊維布（綿、麻、毛、絹）の洗たく回数と撥水度との関係（B 剤使用）

これらの結果から、A 剤処理の綿と麻は、繊維の組織表面が撥水剤成分と結合しやすい構造を持っているために、親水性の水酸基を疎水性の基で封鎖し、撥水効果が持続したと考えられる。これに対しタンパク質系繊維の毛は繊維表面がスケールで覆われているので、一時的には撥水性を示すが、洗たく回数が増すにつれ、スケール構造の乱れで徐々に撥水効果が低下すると考えられる。次に絹は毛と同じタンパク質系繊維であるが、洗たくによる撥水度の減少は著しかった。この絹は表面がフィブリル化しやすい⁷⁾ために、洗たくを繰り返すことで繊維表面の構造に乱れが起これに伴って撥水剤膜の効果を失ったものと考えられる。

天然繊維の撥水効果は A 剤処理でセルロース系繊維に効果があり、タンパク質系繊維は 2 回または 3 回の洗たく以降は効果がなかった。B 剤処理も A 剤の場合とほぼ同じような傾向で絹を除いたすべての天然繊維に対して撥水効果がなかった。

3・3・2. 再生繊維（レーヨン、ポリノジック、キュブラ）：再生繊維であるレーヨン、ポリノジックおよびキュブラの A 剤処理の結果を図 5 に、B 剤処理の結果を図 6 に示した。レーヨンを A 剤で処理すると 5 回洗たく後も撥水効果が完全に持続するが、B 剤で処理した時は 1 回の洗たくで撥水度が 80 に、2 回以降の洗たくでは 0 になり撥水効果が失われた。ポリノジックとキュブラはレーヨンと対照的に A 剤、B 剤処理共に撥水効果の持続がなく、A 剤では 1 回で 0 に、B 剤では 2 回で 0 になった。

3・3・3. 半合成繊維（アセテート）、合成繊維（ナイロン 6、ポリエステル、ビニロン）：次に半合成繊維のアセテートと合成繊維のナイロン 6、ポリエステルおよびビニロンの

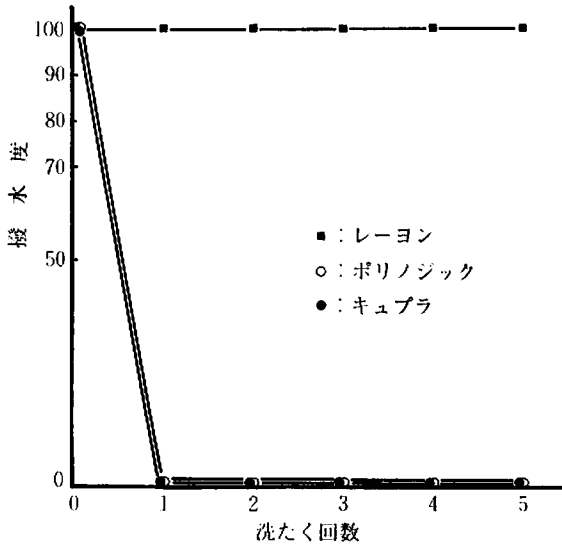


図 5. 撥水加工再生繊維布（レーヨン、ポリノジック、キュブラ）の洗たく回数と撥水度との関係（A 剤使用）

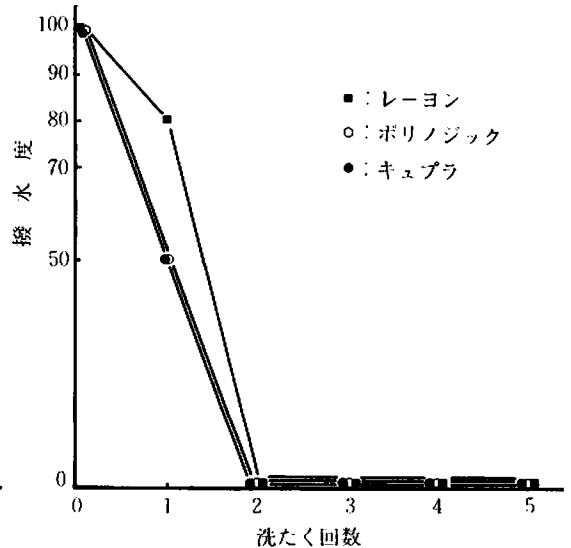


図 6. 撥水加工再生繊維布（レーヨン、ポリノジック、キュブラ）の洗たく回数と撥水度との関係（B 剤使用）

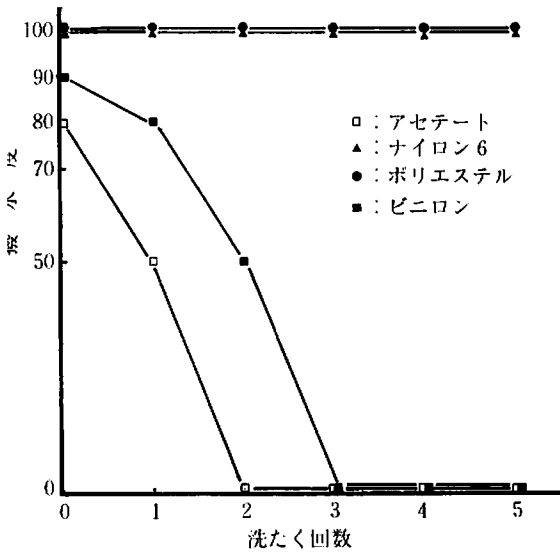


図7. 撥水加工半合成・合成繊維布（アセテート、ナイロン6、ポリエステル、ビニロン）の洗たく回数と撥水度との関係（A剤使用）

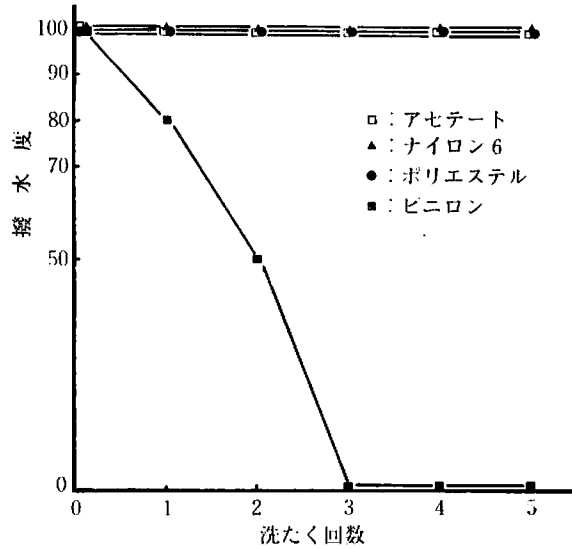


図8. 撥水加工半合成・合成繊維布（アセテート、ナイロン6、ポリエステル、ビニロン）の洗たく回数と撥水度との関係（B剤使用）

A剤処理の結果を図7に、B剤処理の結果を図8に示した。アセテートは、A剤処理直後の撥水度が80で、完全な撥水効果を示さず、2回洗たくで撥水度は0になった。一方、B剤処理は5回洗たく後も撥水効果が完全であった。ビニロンはA剤、B剤処理直後の撥水度に多少の差はあるが、洗たくの影響は同じパターンを示し、2回洗たくで撥水度50に低下した。また、ナイロン6とポリエステルもA剤、B剤処理共、5回洗たくの間完全な撥水効果の持続が見られた。

3・3・4. 合成繊維（ポリプロピレン、アクリル系、アクリル、ポリ塩化ビニル）：ポリプロピレン、アクリル系、アクリルおよびポリ塩化ビニルのA剤処理とB剤処理の結果を図9と図10に示した。ポリプロピレンは前記のポリエステルやナイロン6と同様に、5回洗たく後も完全な撥水効果が認められる。アクリル系のA剤処理は2回洗たく後まで100を維持し、4回洗たく後も70で撥水効果を示すが、5回洗たく後撥水度が失われた。一方、B剤処理は3回洗たく後まで100で、5回洗たく後も90の十分な撥水効果が認められる。アクリルはA剤処理時、90の値が1回洗たく後でも保持されたが2回目以降から撥水効果が失われた。一方、B剤処理は5回洗たく後も80で、十分な撥水効果が認められる。ポリ塩化ビニルはA剤処理で2回洗たくまで完全な撥水効果を示すが、3回以降は減少し5回で撥水効果が失われた。一方、B剤処理は、これと対照的に5回洗たく後も100の撥水効果が持続した。

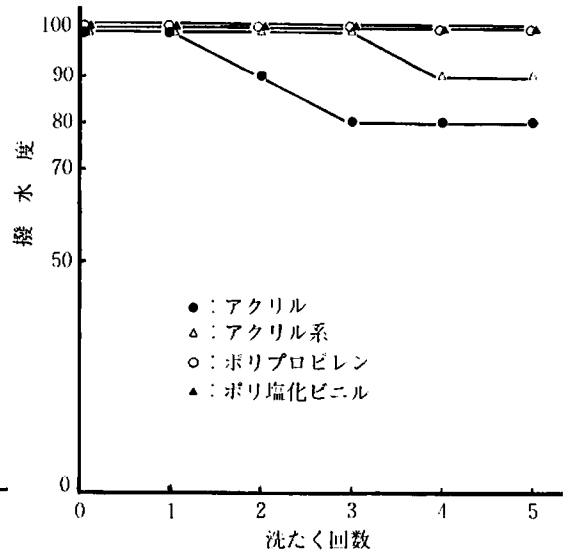
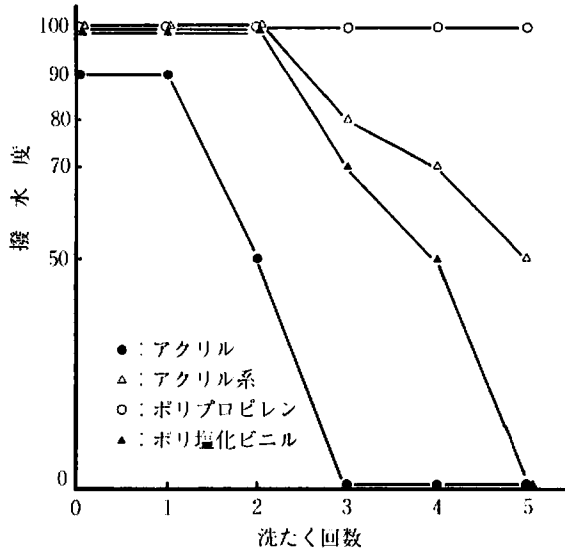


図9. 撥水加工合成繊維布（アクリル、アクリル系、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル）の洗たく回数と撥水度との関係（A剤使用）

図10. 撥水加工合成繊維布（アクリル、アクリル系、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル）の洗たく回数と撥水度との関係（B剤使用）

3・3・5. 混紡繊維（綿／麻、綿／ポリエステル、毛／ポリエステル）：最後に、混紡繊維をA剤で処理した結果を図11に、B剤で処理した結果を図12に示した。混紡繊維のうち、綿／麻混紡のA剤処理は、2回洗たく後まで100を維持し、4回後80に低下するが撥水効果は有効であった。一方、B剤処理は1回洗たくで撥水度70に低下し、2回以降は撥水効果が失われた。綿／ポリエステル混紡のA剤処理は1回洗たくでは100で変化しないが、撥水効果が維持されるのは3回後までであった。一方、B剤処理では1回洗たくから減少し2回洗たくで撥水効果が失われた。毛／ポリエステル混紡のA剤、B剤処理共に同じパターンで、5回後まで有効撥水効果が持続した。また、綿／麻混紡の場合は4回洗たくまで有効であった。

以上のことから、前記の図3、図4に示したように、A剤処理の天然繊維は絹以外、ある程度の耐洗たく撥水性を示すが、B剤処理ではその程度が低い。また、ポリエステルは図7、図8に示したようにA剤、B剤共に優れた撥水効果が表れたが、綿との混紡では耐洗たく性は必ずしも有効に加味されない。また、綿／麻混紡はB剤処理において有効性の低下が早い。これらのことから、性質、形態の違った繊維の混紡は撥水膜の均一性が障害されて、洗たくによる膜の毀損が起りやすくなると考えられる。しかし、毛は、ポリエステルとの混紡でA剤、B剤処理共にその撥水効果が大きいことが認められる。これは、ポリエステルの混紡で、毛のスケール構造の毀損が抑制されるため、撥水膜の損失が少ないのかも知れない。

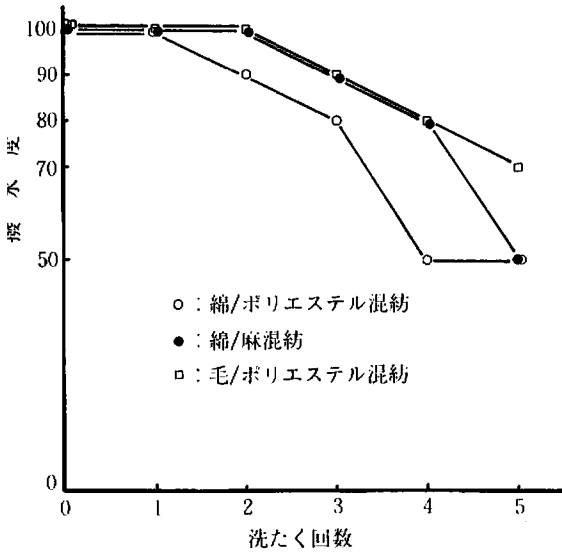


図11. 撥水加工混紡繊維布（綿/ポリエステル、綿/麻、毛/ポリエステル）の洗たく回数と撥水度との関係（A剤使用）

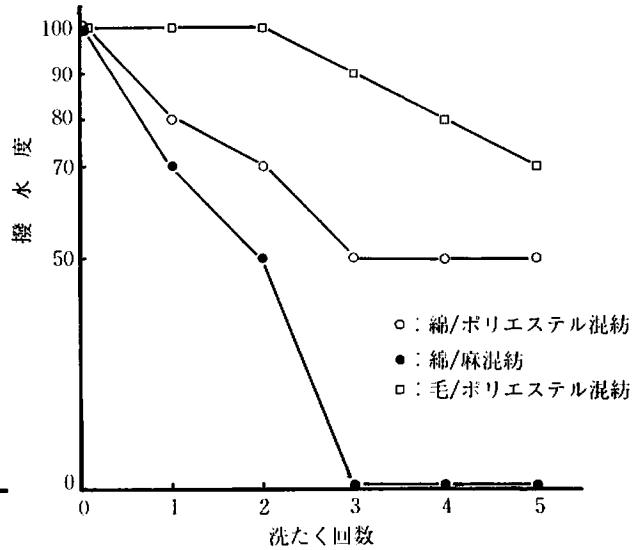


図12. 撥水加工混紡繊維布（綿/ポリエステル、綿/麻、毛/ポリエステル）の洗たく回数と撥水度との関係（B剤使用）

4. 要約

試験布の撥水度が洗たくの繰り返しにより、有効値（70）より低くなる限界を撥水剤別に整理して表4に示した。それぞれの撥水剤の効果と、布地の特性との関係を考えるために、コーティング布地の撥水度が有効撥水度（70）より低くなる洗たく回数の大小からその布地の耐洗たく値を考え、1より7の評価値を与える。すなわち、1回の洗たくで有効値に達しなくなった場合を1、5回の洗たくでも、なお、100の撥水度を示す布地を7とした。これらの値により、A、Bの撥水剤と布地との相互関係を表5に示した。その結果、試験布に対する撥水剤の適応性は4つのグループに分けて考えることができる。すなわち、次のようである。

- (1) A剤、B剤共に耐洗たく値が5以上となるグループ：ナイロン6、ポリエステル、ポリプロピレン、毛/ポリエステル混紡、アクリル系布地
- (2) A剤またはB剤のいずれか一方のみで有効となるグループ
 - a) A剤が有効な布地：綿、麻、レーヨン、綿/麻混紡（親水性）
 - b) B剤が有効な布地：ポリ塩化ビニル、アクリル、アセテート（疎水性）
- (3) A剤、B剤ともに、やや有効な布地（3～4回の洗たく後、再コーティングが必要）：綿/ポリエステル混紡、絹、毛
- (4) A剤、B剤ともに撥水性効果が少ない布地（各洗たくごとにコーティングが必要）：ビニロン、キュプラ、ポリノジック

表4. 撥水処理試験布の耐洗たく性
(撥水度70以上を有効判定の基準とする)

撥水剤	洗たく5回後			洗たく4回後	洗たく3回後	洗たく2回後	洗たく1回後
	=100	≥70	<70	<70	<70	<70	<70
A	レーヨン	麻	アクリル系	毛	絹	ビニロン	キュブラ
	ナイロン6	綿	綿/麻混紡	ポリ塩化ビニル		アクリル	ポリノジック
	ポリエステル	毛/ポリエステル混紡		綿/ポリエステル混紡			アセテート
	ポリプロピレン						
B	アセテート	アクリル		絹	毛	麻	キュブラ
	ナイロン6	アクリル系			綿	レーヨン	ポリノジック
	ポリエステル	毛/ポリエステル混紡			綿/ポリエステル混紡	ビニロン	
	ポリプロピレン					綿/麻混紡	
	ポリ塩化ビニル						
撥水効果:	有効	有効	無効	無効	無効	無効	無効
耐洗たく値:	7	6	5	4	3	2	1

表5. 撥水剤別の耐洗たく性評価
(耐洗たく性評価は表4の数値による)

試験布	A剤効果	B剤効果	計
ナイロン6	7	7	14
ポリエステル	7	7	14
ポリプロピレン	7	7	14
毛/ポリエステル混紡	6	6	12
アクリル系	5	6	11
ポリ塩化ビニル	4	7	11
綿	6	3	9
レーヨン	7	2	9
麻	6	2	8
アクリル	2	6	8
アセテート	1	7	8
綿/麻混紡	5	2	7
綿/ポリエステル混紡	4	3	7
毛	4	3	7
絹	3	4	7
ビニロン	2	2	4
キュブラ	1	1	2
ポリノジック	1	1	2

なお、同じフッ素系樹脂を主成分とするA剤とB剤の撥水性付与性が大きく違うのは、メーカーが意識的にそのような結果を期待して発売しているのかどうかは、その詳細な組成が不明なので、究明は困難である。

文献

- 1) 中島利誠 他：被服材料学、光生館、1986、p.76
- 2) J I S 規格 L. 1092 (日本規格協会、昭和61年)
- 3) 石川欣造 他 編集委員会：繊維製品試験マニュアル、日本規格協会、1981、p.166
- 4) 石川欣造 他 編集委員会：繊維製品試験マニュアル、日本規格協会、1981、p.156
- 5) 日本繊維製品消費科学会：繊維製品消費科学ハンドブック、光生館、1988、p.95
- 6) 安喰 功・川股 浩・村山和弘・吉田清一郎：被服材料学、共立出版、1989、p.100
- 7) 繊維学会編：図説繊維の形態、朝倉書店、1989、p.120