

洗浄による絹繊維の劣化（第2報）

— 湿潤時の耐摩耗性 —

錦織 禎徳*・藤井 明**・磯部美津子**

Sadanori NISHIKORI*, Akira FUJII** and Mitsuko ISOBE**

On the permanence of silk fibers for washing. (part 2)

— Rubbing endurance in wet state —

Abstract: Silk plain Habutae immersed in distilled water, NaOH solution (pH=13.0), Marseilles soap solution, SDS solution, ABS solution and alkaline ABS solution for 48 hours were rubbed by the use of apparatus for testing of color fastness to rubbing. Their physical properties were investigated.

In the wet state the decreases of tensile strength and elongation of rubbed plain Habutae which were immersed in alkaline water and surfactant solutions were less than that immersed in distilled water. The tensile strength and elongation of dried samples after rubbing in wet state decreased than those of samples rubbed in dry state, regardless of the kinds of solution.

The distribution curves of reflection strength of rubbed plain Habutae which were immersed in various kinds of solution were investigated. The curves of rubbed samples immersed in alkaline water and surfactant solutions appeared the reflection peaks at 0°, 45°, 90°, 135°, and 180° same as the curve of unrubbed Habutae, but in the curve of rubbed sample immersed in distilled water, these peaks were disappeared.

It was found that rubbing endurance in the surfactants solution was less than that in the distilled water.

I. 緒言

前報¹⁾において、絹繊維が湿式洗浄中に受ける折り曲げの影響を調べるために、湿潤状態で絹繊維に折り曲げ応力を付加したのち、強伸度特性の変化を調べた。その結果、湿潤時の耐折性は然りの状態と密接な関係を持つことを明らかにした。

絹繊維は、洗浄中に折り曲げの他にさまざまな機械力を受けるが、摩擦作用が絹繊維の強伸度および光沢度を与える影響も大であると考えられる。絹糸および絹織物

の耐摩耗性については、デュブランの抱合検査機、アムスラー、ユニバーサル型摩耗試験機を用いて検討した結果²⁾³⁾はあるが、湿潤試料についての報告は見当たらない。また、絹織物ではとくに光沢が重要な要素であり、古くは真島、石井⁴⁾の研究があり、最近では繰返し伸長した絹紡織物の光沢について土屋ら⁵⁾が報告している。しかし、湿潤した絹織物の摩擦による光沢度の変化を調べた例はないようである。

そこで、今回は湿式洗浄中に絹繊維が受ける摩擦作用の影響について調べるために、蒸溜水、界面活性剤水溶液等に浸漬して湿潤した絹羽二重を学振型染色摩擦堅牢

* 島根大学教育学部家政研究室

** 島根女子短期大学

度試験機に取付け、同じ溶液で湿潤処理をした絹羽二重により摩擦をした。そして、この絹羽二重の強伸度特性および光沢度を調べたので報告する。

II. 実験

II-1 試料および試料の湿潤

試料原布は前報¹⁾と同じ市販の14匁家蚕練絹羽二重を非イオン界面活性剤 0.5 g/l で精製したものであった。その諸元は表1に示した。この試料を浴比1:1500の無限浴の蒸溜水あるいは種々の界面活性剤水溶液に常温で48時間浸漬して湿潤させた。

表1 繊維試料の諸元

	家蚕絹羽二重	
	たて	よこ
糸の太さ (d)	49	71
糸撚り数 (m^{-1})	8.3	20.0
撚り係数 (m^{-1})	58.1	168.5
糸密度(本/cm)	55	41
単位幅総糸織度	2695	2911
織縮み率 (%)	0.96	0.72

II-2 摩擦方法

学振型染色摩擦堅牢度試験機(大栄科学精器製作所製)に前項の湿潤処理をした試料を引張り荷重 1.5 Kg で設置し、通常の摩擦試験では白綿布を装着する摩擦子の先端部分にも、同一条件で湿潤処理をした試料布を取付け、一定回数の摩擦をした。なお、摩擦中の乾燥を防ぐために試料に対して湿潤液を滴下し、常に湿潤状態を保った。

II-3 強伸度特性の測定

種々の湿潤処理および摩擦処理をした試料布の引張り強伸度および初期引張り抵抗度をテンシロンにより測定した。なお、試料はたて、よこ方向それぞれストリップ法により 1.5×23 cm に調整したものであり、初期引張り抵抗度は1%伸長時の応力で表示した。

II-4 光沢度の測定

村上色彩研究所製の自動変角光沢度計 (GONIO HOTO-METER GP-IR) を用いて、試料を180度回転させて比反射強度の変化を測定した。入射角は -45° 、受光角は 45° であった。

III. 結果

III-1 摩擦回数と強伸度特性

乾燥状態の試料原布を100回、200回および500回摩擦

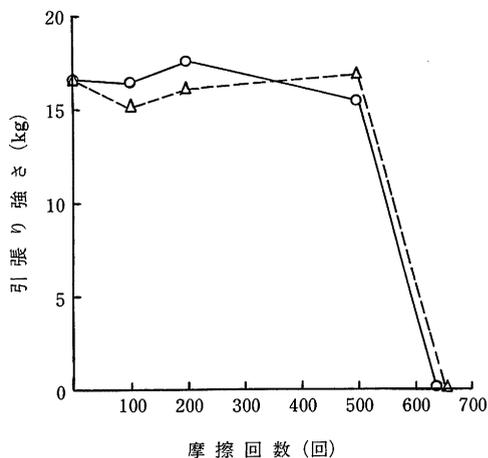


図1 摩擦回数と引張り強さの関係

—○— たて - - -△- - - よこ

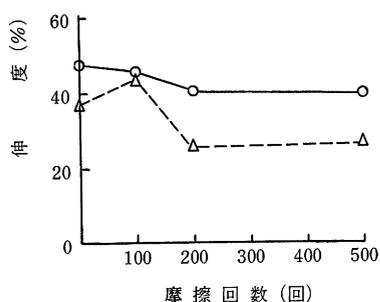


図2 摩擦回数と伸度の関係

—○— たて - - -△- - - よこ

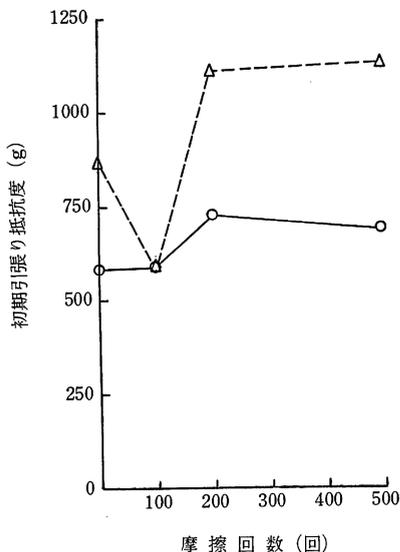


図3 摩擦回数と初期引張り抵抗力の関係

—○— たて - - -△- - - よこ

表2 湿潤状態で摩擦直後の絹羽二重（たて）の強伸度特性

測定の種類 摩擦力	引張り強さ (kg)		伸 び (%)		初期引張り 抵 抗 度 (g)	
	無	付 加	無	付 加	無	付 加
湿潤液の種類						
蒸 溜 水 (pH=6.8)	10.2	7.7	33.6	31.4	398	355
アルカリ水 (pH=13.0)	6.3	6.3	29.6	32.2	256	280
SDS 溶 液 (pH=8.0)	12.0	9.4	51.6	36.6	380	360
ABS 溶 液 (中性)(pH=7.7)	11.4	9.5	48.4	35.0	390	320
ABS 溶 液 (アルカリ性)(pH=10.3)	10.2	8.5	49.0	36.4	370	300
マルセル石鹼液 (pH=10.3)	11.2	9.5	53.5	40.0	360	400

し、強伸度特性を測定した結果を図1、図2および図3に示す。図1から明らかのように、引張り強さはたて、よこ方向とも摩擦回数500回まではほとんど低下しない。しかし、摩擦回数をさらに増加させ600回を越えると、摩擦中に試料の破断を生じた。図2に示されているように、伸度は摩擦回数200回で、たて、よこ方向とも原布よりも減少しているが、200~500回の範囲では、伸度の摩擦回数依存性は見られない。図3から、摩擦試料の初期引張り抵抗度はよこ方向の100回摩擦試料を除いて、原布より増加しており、伸度の低下と対応して、摩擦により布が伸びにくく、硬くなっていることがわかる。

以上の結果より、以後の実験では、特に断らないかぎり、摩擦回数は500回と決めて行った。

III-2 湿潤条件と耐摩耗性

蒸溜水、蒸溜水に水酸化ナトリウムを加えて pH を 13.0±0.2 に調整したアルカリ性水溶液および各々 0.3 %水溶液濃度のマルセル石鹼溶液 (pH=10.3) ドデシル硫酸ナトリウム (SDS) 溶液 (pH=8.0) アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム (ABS) 溶液 (pH=7.7) および水酸化ナトリウム溶液を加えて pH を 10.3 に調整した ABS 溶液に、常温で48時間浸漬した試料および48時間これらの溶液に浸漬後湿潤状態で500回摩擦した試料の強伸度特性を測定した結果を表2および表3に示

す。

湿潤のみで摩擦を付加していない試料と湿潤摩擦を付加した試料の強伸度特性を、まずたて方向(表2)について比較すると、引張り強さ、伸びおよび初期引張り抵抗度のいずれも摩擦により減少する傾向を示す。しかし、アルカリ水では摩擦により伸びおよび初期引張り抵抗度は逆に増加し、引張り強さは変化していない。この原因は、アルカリにより絹繊維表面の膨潤あるいは部分的溶解に基づく、摩擦係数の低下および繊維そのものの劣化によるものと考えられる。繊維の劣化はアルカリ水に浸漬しただけで、引張り強さが大きく低下することからも明らかである。界面活性剤溶液に浸漬した試料の摩擦による引張り強さの低下が、蒸溜水浸漬の場合より小さいこと、および伸びが大きいことが表2から明らかである。これは、界面活性剤分子が絹繊維分子内あるいは繊維間に侵入し、潤滑油の役割を果たしていることを予想させるものとして、興味深い事実である。界面活性剤の種類の影響は殆ど認められなかった。表3から明らかのように、よこ方向の引張り強さ、伸びおよび初期引張り抵抗度も、アルカリ水の場合を除いて、湿潤摩擦により減少する傾向にあるが、減少の程度は、たて方向ほど大きくない。つまり、緯糸が経糸よりも湿潤摩擦に対する抵抗性が大きいといえる。表1に

表3 湿潤状態で摩擦直後の絹羽二重（よこ）の強伸度特性

測定の種類 摩擦力	引張り強さ (kg)		伸 び (%)		初期引張り 抵 抗 度 (g)	
	無	付 加	無	付 加	無	付 加
湿潤液の種類						
蒸 溜 水 (pH=6.8)	14.1	13.6	37.3	34.5	700	680
アルカリ水 (pH=13.0)	8.9	11.0	30.8	34.2	452	530
SDS 溶 液 (pH=8.0)	14.1	13.3	41.4	34.3	640	690
ABS 溶 液 (中性)(pH=7.7)	13.5	13.0	40.1	37.6	610	600
ABS 溶 液 (アルカリ性)(pH=10.3)	12.6	12.1	36.0	36.5	610	600
マルセル石鹼液 (pH=10.3)	13.4	13.8	44.6	37.5	600	610

表4 摩擦後風乾した絹羽二重 (たて) の強伸度特性

測定の種類	引張り強さ (kg)	伸 び (%)	初期引張り抵抗度 (g)
湿潤液の種類			
蒸 溜 水 (pH=6.8)	12.3	26.4	710
アルカリ水 (pH=13.0)	12.1	29.6	610
SDS 溶 液 (pH=8.0)	13.3	34.8	550
ABS 溶 液 (中性) (pH=7.7)	12.1	19.5	880
ABS 溶 液 (アルカリ性) (pH=10.3)	12.4	23.8	820
マルセル石鹼液 (pH=10.3)	12.7	26.2	805
control	15.4	39.8	590
原 布	16.6	47.8	580

表5 摩擦後風乾した絹羽二重 (よこ) の強伸度特性

測定の種類	引張り強さ (kg)	伸 び (%)	初期引張り抵抗度 (g)
湿潤液の種類			
蒸 溜 水 (pH=6.8)	16.0	28.0	1265
アルカリ水 (pH=13.0)	15.9	30.0	1110
SDS 溶 液 (pH=8.0)	15.7	29.2	920
ABS 溶 液 (中性) (pH=7.7)	16.9	23.7	1135
ABS 溶 液 (アルカリ性) (pH=10.3)	15.3	29.5	1050
マルセル石鹼液 (pH=10.3)	16.2	28.4	1040
control	15.2	27.5	1130
原 布	16.6	37.0	865

示したように、緯糸は経糸よりも太く、撚り係数も大きい。一般に撚り係数の増加とともに摩擦係数は増加すると考えられているから、緯糸の湿潤摩擦に対する抵抗性が大きい原因は、糸の太さに基づくものと考えられる。

次に湿潤状態で500回摩擦した後、一週間室内に放置風乾し、乾燥した状態の試料の強伸度特性を測定した結果を表4および表5に示す。これらの表の control は、乾燥状態で500回摩擦したものである。表4から明らかなように、引張り強さおよび伸びは、いずれの溶液の場合でも原布あるいは control よりも減少し、初期引張り抵抗度は増加している。つまり湿潤摩擦により、試料のたて方向は弱くて脆い状態になる。一方、表5に示されているように、よこ方向は control と明確な差がないようであるが、原布と比較すると伸びが減少し、初期引張り抵抗度は増加して、脆くなっている。このように、たて方向が摩擦によって劣化を生じ易い理由は、先に述べたように、糸の太さに起因すると考えられる。

なお、湿潤液の種類の影響は風乾後は殆ど認められない。

III-3 摩擦による光沢度の変化

織物表面の光沢度測定には、2次元ならびに3次元対

比光沢が適するとされている⁶⁾⁷⁾。ここでは2次元対比光沢を測定した。

原布および原布を乾燥状態で各々5回、10回、100回および500回摩擦した試料の反射強度分布曲線を、図4-1~図4-5に示す。図の縦軸は比反射強度、横軸は試料の回転角度である。原布の反射曲線は一定の周期でピークが見られ、試料の回転角度0°、45°、90°、135°、180°で反射光が極大を示している。摩擦回数5回、および10回の試料も原布と同様のピークが見られ、反射曲線の形としての変化はほとんどない。しかし摩擦回数が100回となると、周期的なピークを示す曲線はくずれはじめ、500回摩擦試料には45°および135°における反射光の極大はみとめられず、全体的に曲線が平坦化されてくる。つまり試料表面の光沢が原布と比較して、大きく変化していることがわかる。

次に、蒸溜水、アルカリ水、各種界面活性剤水溶液に浸漬した試験布を、湿潤状態で500回摩擦した試料の反射強度分布曲線を図4-6から図4-11に示す。アルカリ水で湿潤した試料は、0°、45°、135°および180°における反射光の極大値は小さくなっているもの、原布と同様な明確なピークを示している(図4-7)。これに対して、蒸溜水で湿潤した試料の反射曲線では、このよう

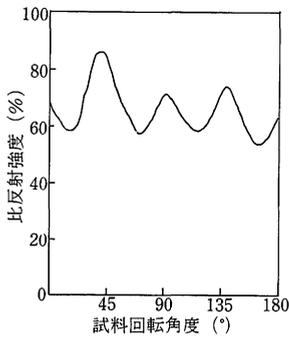


図 4-1 原布の反射強度分布曲線

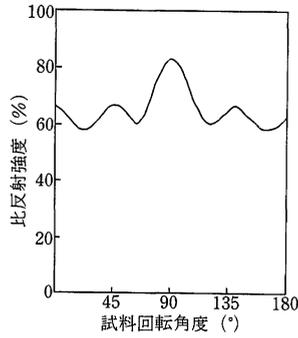


図 4-2 原布 5 回摩擦試料

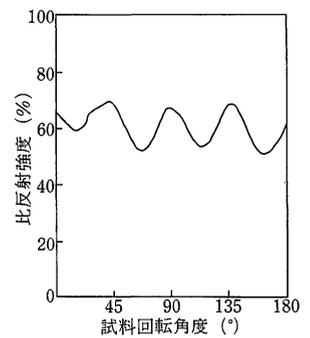


図 4-3 原布10回摩擦試料

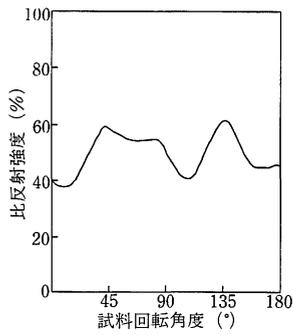


図 4-4 原布100回摩擦試料

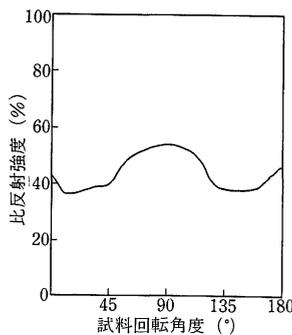


図 4-5 原布500回摩擦試料

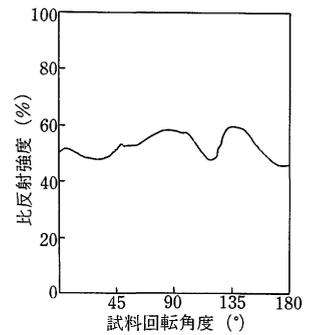


図 4-6 蒸留水湿潤500回摩擦試料

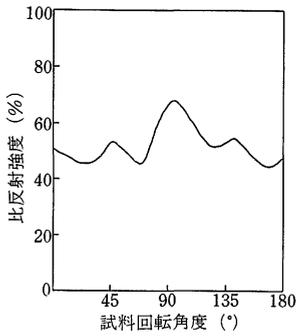


図 4-7 アルカリ水湿潤500回摩擦試料

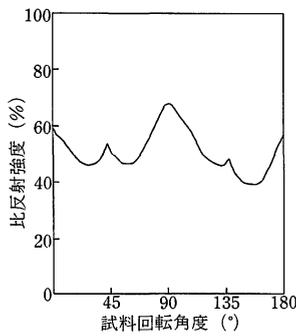


図 4-8 SDS 液湿潤500回摩擦試料

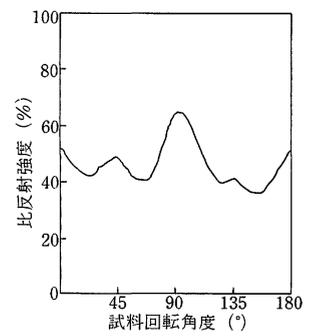


図 4-9 マルセル石鹼液湿潤500回摩擦試料

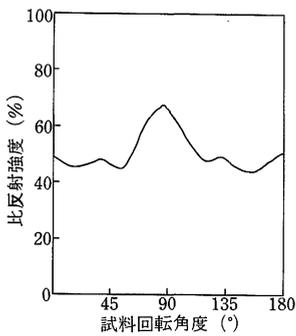


図 4-10 ABS 液 (中性) 湿潤 500回摩擦試料

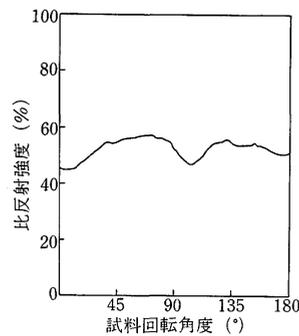


図 4-11 ABS 液 (アルカリ性) 湿潤500回摩擦試料

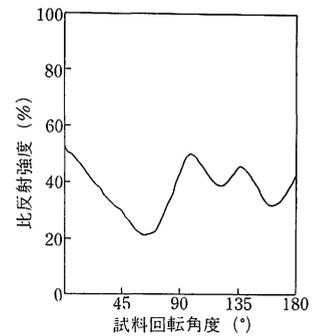


図 4-12 SDS 液湿潤500×2 回摩擦試料

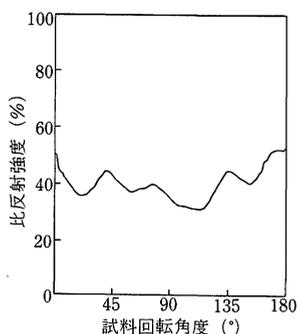


図4-13 マルセル石鹼液湿潤
500×2回摩擦試料

なピークは消滅し、表面の劣化が大きいことがわかる(図4-6)。アルカリ水で湿潤した試料の摩擦時に発生した摩擦音が、蒸溜水による湿潤試料の摩擦音に比較して大変小さく、アルカリ水湿潤試料の摩擦抵抗が小さいことが予想された。III-2項でアルカリ水湿潤試料は、摩擦による引張り強さの低下がない原因として、摩擦係数の低下をあげたが、光沢度の測定結果は、この推論を裏付けるものである。

SDS 溶液、マルセル石鹼溶液および ABS 溶液(中性)による湿潤試料の反射曲線は、原布の反射曲線とはやや異なるが、 0° 、 45° 、 90° 、 135° および 180° に反射のピークが見られる。このピークはアルカリ水の場合ほど大きくはないが、蒸溜水の場合とは比較にならないほど明確である(図4-8、図4-9、図4-10)。したがって、これらの界面活性剤溶液中での摩擦は、蒸溜水中での摩擦よりも表面の劣化は小さいと考えられる。しかし ABS 溶液(アルカリ性)では 45° および 135° のピークが殆ど消滅して、表面の劣化がかなり大きいことを示している。

このように SDS 溶液、マルセル石鹼溶液および ABS 溶液(中性)による湿潤試料の表面の劣化は、蒸溜水および ABS 溶液(アルカリ性)のそれよりも小さいことが明らかになった。そこで SDS およびマルセル石鹼溶液による湿潤試料を500回摩擦し、一度風乾した後再び500回湿潤状態で摩擦して、光沢度を測定した結果を図4-12および図4-13に示す。これらの図から明らかのように、原布の曲線とは著しく異なる形(図4-12)、あるいはピークの消滅(図4-13)が認められる。すなわち、SDS およびマルセル石鹼溶液の場合でも、この様に500回摩擦を2回繰返すと、蒸溜水の場合と同じ程度に、表面の劣化が起こるものと考えられる。

IV. 総括

湿式洗浄による絹繊維の劣化を検討するために、蒸溜水、アルカリ水(pH=13.0)マルセル石鹼溶液、SDS 溶液、ABS 溶液およびアルカリ性 ABS 溶液に48時間浸漬して湿潤した家蚕絹羽二重を学振型染色摩擦堅牢度試験機で摩擦した。そして、テンシロンで強伸度特性を、さらに、自動変角光沢度計で光沢度の変化を測定した。

アルカリ水あるいは各種の界面活性剤溶液で湿潤させて摩擦し、その直後の湿潤したままの絹羽二重の引張り強度、伸びおよび初期引張り抵抗度の減少は、蒸溜水の場合よりも少ない。次に、湿潤摩擦ののち一週間放置して風乾した後の、これらの強伸度特性は、湿潤溶液の種類に関係なく、乾燥状態で摩擦したものよりも低下する傾向を示す。

各種溶液で湿潤させて摩擦し、乾燥後の絹羽二重の反射強度分布曲線を、光沢度計で測定した。その結果、アルカリ水あるいは各種の界面活性剤溶液で湿潤させて摩擦したものの曲線は、原布と同じように 0° 、 45° 、 90° 、 135° および 180° に反射のピークが見られるが、蒸溜水の場合はこのようなピークは消滅した。また、ABS にアルカリを添加した場合も、一部分のピークの消滅が認められた。

以上のことから、界面活性剤溶液中での絹繊維の摩擦による劣化は、蒸溜水中での摩擦よりも小さいことが明らかになった。

文 献

- 1) 錦織禎徳, 藤井 明, 礎部美津子: 本誌, 19, 51 (1985)
- 2) 平林 潔, 荒井三雄: 日蚕雑, 45(4), 375 (1976)
- 3) 藤井 明, 有木 肇, 坂部 寛: 日蚕雑, 47(4), 301, (1978)
- 4) 真島正市, 石井正志: 理研彙報, 10, 1018 (1931)
- 5) 土屋幾雄, 久間秀彦, 松本陽一: 日蚕雑, 50(4), 288 (1981)
- 6) 楯山藤子, 落合知子, 三枝孝世: 家政誌, 15(2), 81 (1964)
- 7) 日本繊維機械学会: 繊維計測便覧, p 176 (1975)