

# 油化法人工汚染布の表面摩擦について

The Effect of Surface Friction on the Artificially Soiled Fabrics.

鈴木 国 夫  
池 口 増 枝

## 1. はじめに

衣服の汚れの最も激しい部分は襟、袖口、裾など外界と身体の間である。これは外界からの汚れが身体からの分泌物である汗、皮脂など液状の粘着体に一度吸着され、のちに衣服に擦り付けられることによる。従って汚れの付着状態も衣服の他の部分におけるような付着状態とは異なり、実際の洗たくにおいても落ちにくい部分となっている。洗浄関係の実験においては人工汚染布が試料とされることが多いが、人工汚染布の作成方法は衣服の汚れ付着の過程とは異なり、繊維の損傷と汚れの関係等は考慮されていない。本実験では人工汚染布の表面を摩擦することによって、異質の汚れ状態を作り、その付着状態を走査型電子顕微鏡によって観察すると共に、洗浄性を普通の汚染布と比較した。PET 繊維の油脂汚れ機構研究の予備実験である。

## 2. 試験布の作成

原布は綿ブロード (26×52)、およびポリエステルタフタ (39×42) の無糊、乾燥状態から油化学協会法によって汚染布とした。

極度硬化牛脂 1、      カーボンブラック 0.8  
流動パラフィン 3

カーボンブラックは玉川圧縮カーボンC級を用いた。たゞしポリエステルの汚染には極度硬化牛脂を2とした。

汚染布の摩擦には学振型染色摩擦堅ろう度試験機を利用した。摩擦用端子には布片の代りに牛なめし皮、厚さ0.23mmを用いた。摩擦端子の負荷重量 500g、摩擦回数は5, 20, 50, 100, 200, 500とした。試験布の大きさは 25×5cm。

### 3. 実 験 方 法

予備実験の結果、洗浄試験機には2槽式家庭用洗たく機を用いた。試験布が細長いため、ターゴトメーターでは回転羽根に巻き付き、ラウンダーメーターでは容器壁面に密着することが多いので本実験には適当でなかった。従って浴温は約20～25°Cで温度のコントロールが出来なかった。浴比を1：30にするため、浴槽には試験布と一諸に綿白布（カナキン）500gを入れ浴量を15ℓとした。

洗浄時間は10min。洗剤はLAS（直鎖型アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム花王石鹼K.K提供）を用い、ビルダーとして、トリポリリン酸ナトリウム、カルボキシメチルセルローズ等を用いた。

汚れ程度の判定は平沼式反射計による反射率の測定によった。試料原布、綿ブロードの反射率85.0、ポリエステル反射率83.0を基準とし、洗浄後の洗浄効率を次式によって算出した。

$$D(\%) = \frac{R_w - R_s}{R_o - R_s} \times 100$$

R<sub>o</sub>； 原白布の表面反射率、R<sub>s</sub>； 汚染布の表面反射率、

R<sub>w</sub>； 洗浄布の表面反射率、

表面の観察は走査型電子顕微鏡（日立MINI SEM-MSM-11型）写真および光学顕微鏡を使用し、倍率は100, 200, 400倍を用いた。測定値は統計的手法によって処理した。

### 4. 結 果 と 考 察

#### 1) 人工汚染布の摩擦による表面状態の変化について

##### a. 綿原白布の摩擦

図1は綿ブロード白布の摩擦なし、図2は50回摩擦である。摩擦によって浮糸の表面が平滑になってくる。この傾向はわずかずつであるが、回数が多くなるに従って明瞭になってゆくが3,000回にはまだファイブリル化はほとんど認められない。



図1 綿 原 布 ×200



図2 綿 50 回 摩 擦 ×200

反射率は表1の通りである。回数の少ない（200回ぐらい）うちは反射率は変わらないが、それ以後はわずかずつながら、低下の傾向がみられる。肉眼による差は認められないので、顕微鏡によって、その原因を調べたが不明であった。

表1 試料白布の摩擦と表面反射率

摩擦回数	0	50	100	200	500	1000	1500	3000	5000
反 射 率	85.0	84.4	84.0	83.6	82.5	82.1	81.4	80.4	79.8

b. 綿汚染布の摩擦

その1. 乾摩擦 図3は汚染布摩擦なしの表面である。汚染炭素粒は繊維表面にみえる白点であるが肉眼では一様でもかなりの偏りがみられる。図4は50回摩擦200倍であるが炭素粒子が一様に分散している。図5は100回摩擦布の400倍の写真であるが、摩擦端子の触れている面に単繊維の扁平な面がら列する感じである。表面の凹凸が消え、炭素粒子も側面から内部へ移染したものが多くみられる。この傾向は摩擦の回数が増加するにつれ著るしくなり、表面には微粒子が付着し糸内部、布内部へ比較的大きな粒子は移動する。

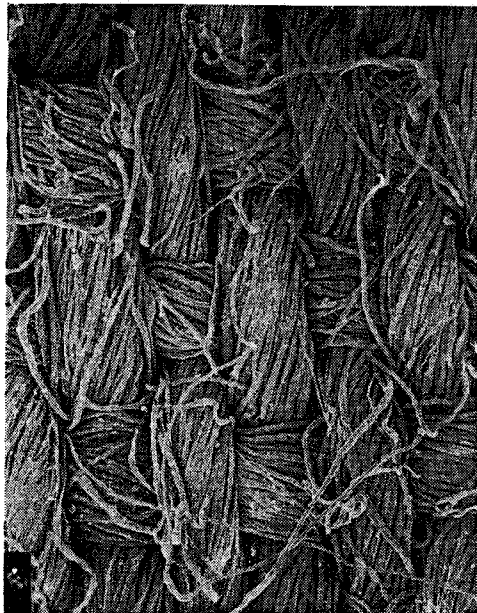


図3 綿汚染布 ×100



図4 綿汚染布乾摩擦 50回 ×200

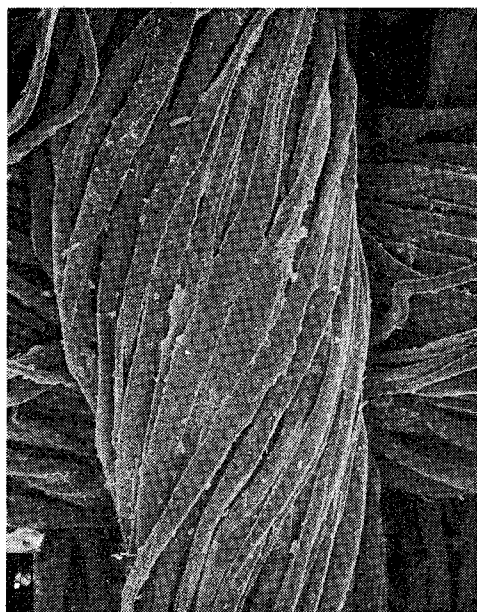


図5 綿汚染布 乾摩擦 100回 ×400



図6 綿汚染布 乾摩擦 500回 ×100



図7 綿汚染布 乾摩擦 500回 ×200

表2 綿汚染布の摩擦と表面反射率（乾燥）

摩擦回数	0	50	100	200	500	1000	1500	3000	5000
反射率	30.0	27.5	27.5	27.3	26.3	26.1	26.9	28.6	32.2

表2は表面反射率である。0~1000回ぐらいまで漸減し、以後増加に変わり5000回では汚染原布より反射率が高い。これは光学顕微鏡による観察では炭素粒子が摩擦によって微細化さし、繊維全体を覆い、微細化されなかった粒子も表面に共存するための現象と思われる。しかし、ある限界を越えると反射率に影響の大きい大きな粒子は内部に入っていき、微粒子で覆われた表面の平滑化による光沢の増加が現われて来るものである。

c. 原布の摩擦による反射率の変化と汚染布の摩擦による反射率の変化の関係

原布は先にも述べた如く摩擦によって僅かずつながら減少の傾向がみられる。これが汚染布に影響を与えているかをみるにグラフより実験式を求めると

$$R = -K \log T + 85 \quad (\text{ただし } K \text{ は定数 } \quad T \text{ は摩擦回数})$$

が得られる。汚染布における反射率の変化が同じ因子によるものであるとすれば  $R' = -K' \log T + X$  が得られ  $K = K'$  が成立つものと思われる。500回ぐらいまでは並行なグラフ

が得られるが以後は異なった値をとる。すなわち汚染物質の存在の影響と思われる因子が作用していると考えられる。

#### d. 人工汗液付着汚染布の摩擦

油化学協会法人工汚染布においては布に与える水分によって炭素粒子は凝集し、反射率の低下や、洗浄効率に影響を与える。本実験においても汚染試料に人工汗液による湿潤を与えるとその傾向がみられる。



図8 人工汗液湿潤汚染布 ×400

図8は汗液付着後乾燥した試料の400倍であるが微粒子が水分によって凝集したとみられる部分が随所にみられる。写真は乾燥状態にして電顕にかけているので繊維の膨潤が判らないが光学顕微鏡によっては観察できる。摩擦をはじめると乾燥の場合と異なり、繊維そのものの摩擦、フィブリル化が早く、炭素粒子も凝集し、汚泥の状態が観察される。

図9は摩擦50回100倍、図10は400倍に拡大したものである。摩擦がすでにみられる。図11(摩擦100、X200) 図12(摩擦200、X200)。

摩擦端子に用いた皮革は汚染布の場合には当然移染され、白皮から摩擦初期に64→20%の反射率の変化があるが、摩擦回数が実験最多の5000回までは以後ほとんど変化がなかった。しかし、人工汗液使用の場合は白布、汚染布共に、わずかずつ黄変の傾向がみられ、反射率に影響を与えることが測定された。

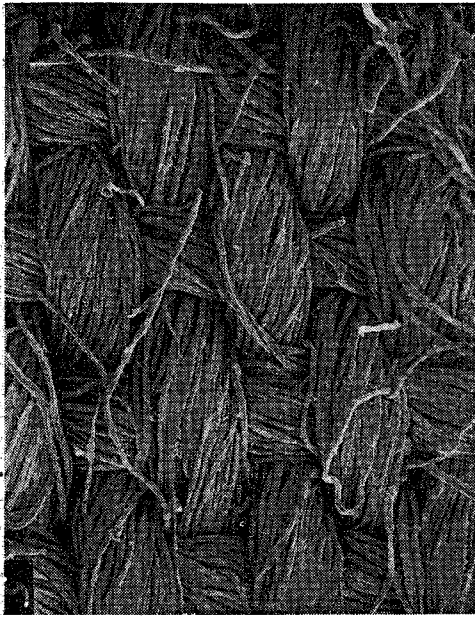


図9 人工汗液一汚染布摩擦 50回 ×100



図10 人工汗液一汚染布摩擦 50回 ×400



図11 人工汗液一汚染布摩擦 100回 ×200



図12 人工汗液一汚染布摩擦 200回 ×200

### e. ポリエステル汚染布の摩擦

ポリエステル白布は実験範囲内の摩擦回数では表面に変化はほとんど見られない。汚染布では炭素粒子の付着状態はタテ糸に凝集する傾向がみられる。水分の原因は考えられないので、静電気によるものと思われるが、検討はしていない。

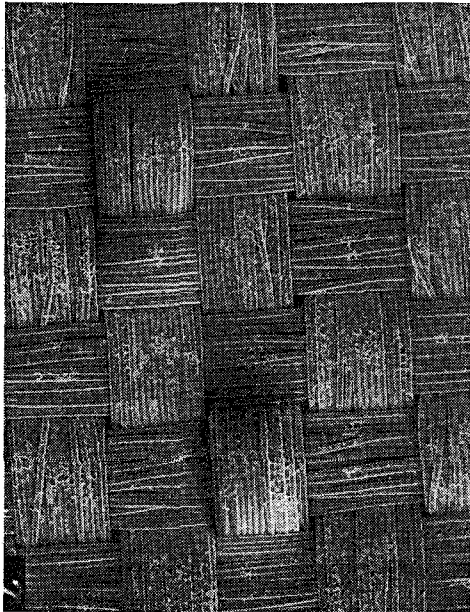


図13 ポリエステル汚染布 ×100



図14 ポリエステル汚染布 ×400

## 2) 摩擦汚染布の洗浄

### a. 綿摩擦布の洗浄

汚染布の摩擦によって、わずかながら反射率の減少の傾向がみられたが、その汚染布の洗浄の結果を以下のべる。

図15は汚染布をLAS0.05%溶液で10分洗浄を行なったものである。このときの反射率は62%である。図1との比較でも明瞭な様に炭素粒子はまだ多く残っている。図16は同じ汚染布の50回摩擦後の洗浄結果で反射率55%である。摩擦されたと思われる部分の繊維は表面が摩耗と同時に炭素粒子がからまりついた状態で、洗浄は著るしく悪い。しかし、摩擦されない部分が多いため、反射率は図15の部分と大きな差はできない。この表面の傾向は、摩擦回数が多くなるにつれて著るしくなってゆくが、反射率には50回の場合と同様、現われにくい。





図15 洗浄布 LAS0.05% ×400

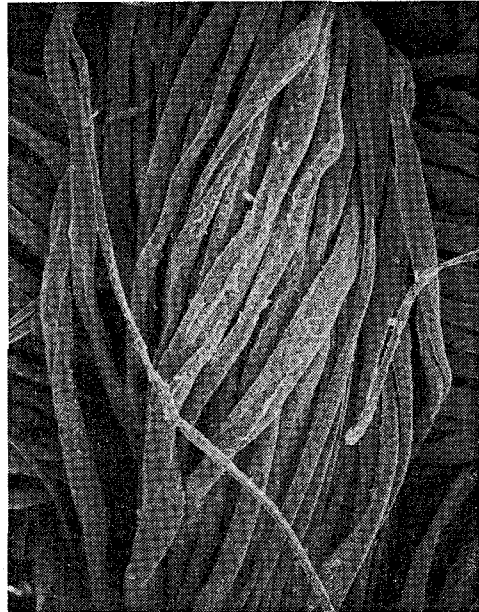


図16 摩擦-洗浄布 50回 LAS0.05% ×400



図17 人工汗液-摩擦-洗浄 100回 LAS0.025% ×200

図17は人工汗液付着摩擦洗浄後の状態（摩擦100回LAS0.025%にて洗浄×200）であるが摩擦部分のフィブリル化が激しい。

人工汗液を噴霧したため表面に凝集した炭素の粒子が摩擦によって繊維の摩耗を促進したものである。光学顕微鏡の観察によると再び微粒子となってフィブリル内外にからみつく状態であるので洗浄によって脱着しにくくなり反射率が低下する。

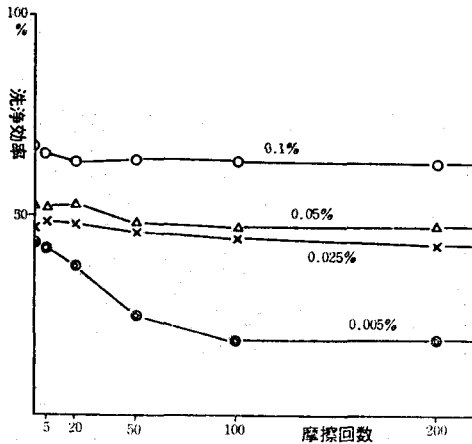


図18 乾摩擦汚染布の洗浄効率 (綿)

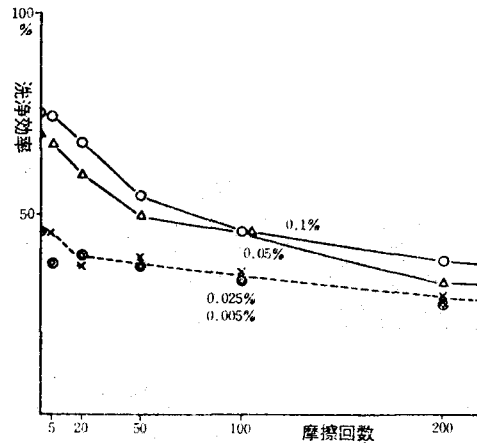


図19 人工汗液摩擦汚染布の洗浄効率 (綿)

図18は汚染布の乾摩擦における洗浄効率である。LAS濃度0.005%を除いて摩擦回数による洗浄効率の変化はほとんど認められない。すなわち、摩擦によって汚れ状態(洗浄に関係する)に顕著な変化は起っていないと思われる。しかし低濃度の洗浄に影響する何らかの因子が加わってきている。図19は人工汗液を併用した場合の洗浄効率と摩擦回数である。先の図17の電顕写真に見られるような繊維表面のフィブリル化と、それに伴った汚れ粒子のからみつき現象が影響し0.1, 0.05%濃度の比較的臨界ミセル濃度に近い洗浄浴においては、洗浄効率が摩擦回数の増加につれて減少している。しかし、0.025, 0.005%と濃度の低い浴では、洗浄力、特に乳化、分散の作用がフィブリル化した部分の汚れには、ほとんど及ぼされないものと思われる。

#### b. ポリエステル摩擦布の洗浄

ポリエステル汚染布は炭素汚れ粒子の付着状態が様でないことが光学顕微鏡でも確認されたが、それを摩擦した結果は大きな粒子は糸および組織内部に移動し、微粒子のみ表面に残留付着している。図20は乾摩擦汚染布の洗浄結果である。洗浴の各濃度共、摩擦回数に洗浄効率は影響されない。人工汗液を併用した場合も同様で(図21)回数による影響は殆んどないと云ってよい。これは汚れがポリエステル内部に固溶体として入るための条件とは合致していない

ことを示している。また、ポリエステルは平滑な摩擦に対して強く、容易に表面状態を変えないので、綿におけるフィブリル化による洗浄効率の低下も起らない。

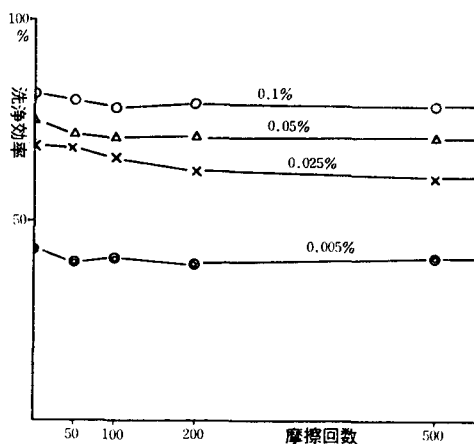


図20 乾摩擦汚染布洗浄効率(ポリエステル)

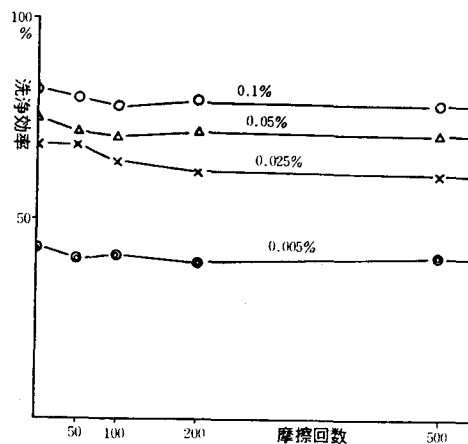


図21 人工汗液摩擦汚染布洗浄効率(PET)

## 5. おわりに

- ① 汚染布の表面摩擦によって、汚染粒子は漸次内部に移動するが、反射率には影響が少ない。
- ② 汚染布に人工汗液を付着して摩擦した状態は繊維表面の摩擦が激しくみられる。
- ③ 繊維の摩擦を伴って汚染される場合には洗浄効率を低下させるが、摩擦の生じない場合は、洗浄剤濃度の極端に低いなどの条件を除いては摩擦は洗浄に大きな影響は与えない。

本実験は親油性繊維の油脂汚れの機構を知るための手がかりにするために行ったものである。実験の結果からPET繊維の汚れモデルに油化法汚染布は適当であるとは云えず、他のモデルを考える必要を知った。

本実験の走査電顕撮映に御協力下さった武庫川女子大小林助手に謝意を表する。