

洗 浄 に お け る 再 汚 染 性 の 検 討

Redeposition of Soil on the Fabrics in Washing

中 村 道 子
Michiko Nakamura

荒 木 邦 子
Kuniko Araki

I 緒 言

洗濯を重ねるうちに次第に汚れが沈着する現象が合成繊維製品にみられるが、その解明の一つの方法として、一旦布から脱落した汚れが繊維に再沈着するいわゆる再汚染の角度からこの問題を検討する事にした。

すなわち、本報においては、着色物質であり定量も容易な Fe_2O_3 ヨゴレを用いて、表面反射率と鉄の付着量の両面から、洗剤濃度と再汚染の関係を中心に検討を試みたのでここに報告する。

II 実験方法

1 試 料

汚染布は、洗濯力試験法委員会¹⁾の指示する汚染浴組成に準じ、カーボンブラックの代りに Fe_2O_3 を用い、ラウリルアルコールを油性添加物として作成した木綿人工汚染布を用いた。

再汚染用白布としては、ポリエステル(タフタ、表面反射率80.0%、糸密度 50×44 本/cm)を非イオン活性剤0.1%水溶液にて 40°C 、60min 洗浄、水洗、風乾したものを 5×10 cm の大きさに切断して用いた。

2 汚染方法

(1) 材 料

a 汚染用原布 鐘紡天児級(番手 60×60 、糸密度 40×39 本/cm)を 5×10 cm に切断し、 105°C で3時間乾燥し直ちにデシケーター中で放冷した。外気の湿度が高い時は乾燥布が吸湿し、暗く汚染するので、これを防ぐため、あらかじめ乾燥空気を CCl_4 で置換した真空デシケーターを用いた。この中に乾燥布を入れて放冷しつつ、デシケーターを減圧にして、デシケーター中に少量入れた CCl_4 の蒸気を促し、布に CCl_4 を吸着させた。

b Fe_2O_3 特級硫酸第一鉄から純度の高い Fe_2O_3 を作成した。

c ラウリルアルコール

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OH}$ 融点 26°C

d 四塩化炭素 CaCl_2 を脱水剤として入れ、一晚放置しておき、水分を除去したあと 77.5°C で蒸溜して使用した。

(2) 汚染浴及び汚染操作

汚染浴の組成は次のようにした。

Fe_2O_3 0.4 g

ラウリルアルコール 0.6 g

CCl_4 400 g

乳鉢にラウリルアルコールを規定量入れ、 Fe_2O_3 を入れ湿気を含まないように手早く3分間混ぜ、徐々に CCl_4 を加えていき均一な分散浴を作成した。この汚染浴を 500 ml 共栓付三角フラスコに入れ、汚染用布をこの中に浸し入れ、10秒ひたし、次の10秒はかなり激しく振るという操作を60秒くり返し、1枚の汚染布を作成した。この汚染浴で反射率28~32%の汚染布を作成した。

3 洗 浄 剤

洗浄剤としては、Na-oleate と、ノニルフェニール・ポリエチレングリコールエーテル型の非イオン活性剤を用いた。何れも純品のみ用い、ビルダーを加えないで実験を行なった。

4 洗 浄 試 験

東洋製機製 Scrub-Ometer を使用した。回転数 43 r.p.m, 1条件にスチールボールを20個ずつ用い、浴量は 100 cc とした。

5 反射洗浄効率並びに白度保持率の算出法

洗浄布、再汚染布の表面反射率から反射洗浄効率並びに白度保持率を求めた。

$$\text{反射洗浄効率} = \frac{\text{洗浄布の反射率} - \text{汚染布の反射率}}{\text{原布の反射率} - \text{汚染布の反射率}} \times 100$$

$$\text{白度保持率} = \frac{\text{再汚染布の表面反射率}}{\text{汚染布を入れないで洗浄した白布の表面反射率 (blank)}} \times 100$$

6 Fe_2O_3 の定量方法

再汚染布の Fe_2O_3 の測定は、微量のため、この測定に

2)
適するO-フェナントロリン法により比色分析を行った。
反射率測定ずみの再汚染布を1:5塩酸液で30min煮沸し、冷却後精度よく測定できる範囲に稀釈し、その5ccに還元剤として、ハイドロキノン溶液1ccを加えて、Fe(Ⅲ)を全部Fe(Ⅱ)に還元しながら、O-フェナントロリン溶液1ccを加えた。この液にクエン酸ソーダを滴加し、PH3.5前後にし、紅色を発現させ、蒸留水で全量を25ccとした。

測定は Spectronic 20を用い、510muの波長における吸光度を測定し、標準液の検量線から全鉄量を求めた。

ハイドロキノン溶液の時間経過にともなう、変色並びに洗浄試験中に鉄分の介入などによる実験誤差を防ぐため、測定毎に blank 液（汚染布を入れずに洗浄試験を行った白布から得た試料）の値を求め、すべての試料測定値からこの値をマイナスした。

Ⅲ 実験計画

洗剤 (D) D₁…Na-Oleate, D₂…ノニルフェニール・ポリエチレングリコールエーテル型非イオン活性剤

濃度 (C) C₀…0%, C₁…0.01%, C₂…0.025%, C₃…0.05%, C₄…0.1%, C₅…0.2%

洗浄時間及び洗浄回数 100cc 洗浴中に木綿人工汚染布と再汚染用白布（ポリエステル）とを各1枚ずつ計2枚を投入する。20min洗浄後、再汚染用白布のみそのままにし、洗液及び汚染布を更新して、更に20min洗浄する。これを1回洗浄とした。³⁾

洗浄回数 (B) B₁…1回洗浄 B₂…2回洗浄
洗浄温度 40±1℃

以上の条件で、くり返す回の実験計画をくみ洗浄試験を行った。

Ⅳ 実験結果並びに考察

以上の方法に従い洗浄試験を行った結果、ポリエステルの白度保持率は第1表、第2表、第1図、第2図に示す通りである。

第1表にもとづいて各洗剤毎に分散分析を行った結果を第3表、第4表に示す。

蒸留水洗浄において最も白度保持率が低く、再汚染が著しくあらわれた。

Na-Oleate 0.01%では蒸留水洗浄とほぼ同程度の再汚染が認められ、白度保持率が低くあらわれた。

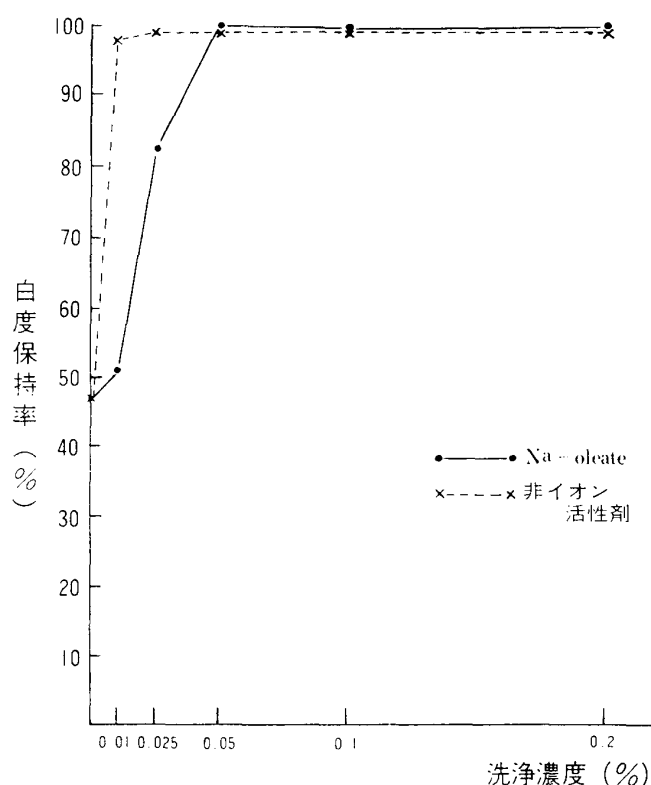
Na-Oleate 0.025%ではかなり白度保持率は向上するがまだ幾分再汚染がみられた。洗剤濃度0.05%になると、再汚染はほとんどあらわれず、白度保持率は高くあらわ

第1表 白度保持率原表

濃度	洗剤 洗浄回数	D ₁ Na-oleate		D ₂ 非イオン活性剤	
		B ₁ 1回洗浄	B ₂ 2回洗浄	B ₁	B ₂
C ₀ 0%		50.4 53.1 51.8	47.7 41.0 37.3		
C ₁ 0.01%		64.4 95.0 54.0	47.3 40.7 40.0	99.4 97.4 98.7	98.8 97.4 98.3
C ₂ 0.025%		89.0 83.3 71.9	90.9 82.7 77.8	100.1 99.2 98.9	99.8 99.5 99.3
C ₃ 0.05%		100.0 99.9 99.4	96.8 100.4 100.6	99.6 98.9 98.9	99.3 98.3 99.5
C ₄ 0.1%		99.8 99.2 99.5	100.0 100.0 99.4	100.4 99.2 99.2	99.4 98.9 99.4
C ₅ 0.2%		100.2 99.8 100.4	100.0 100.0 99.8	100.2 99.0 99.4	100.1 98.7 100.0

第 1 図

第1図 白度保持率における洗剤と濃度との関係



れた。

非イオン活性剤では、0.01%において殆んど再汚染は認められず、それより高濃度では高い白度保持率を示した。

第2表 平均白度保持率

C \ B	D	D ₁		D ₂	
		B ₁	B ₂	B ₁	B ₂
C ₀		51.8	42.0		
C ₁		59.1	42.7	98.5	98.2
C ₂		81.4	83.8	99.4	99.5
C ₃		99.8	100.3	99.1	99.0
C ₄		99.5	99.8	99.6	99.2
C ₅		100.1	99.9	99.5	99.6

第3表 白度保持率分散分析表 (Na-oleate)

要 因	変 動	f	不偏分散	分散比	判定
濃 度 間	S _C	18,830.44	53,766.09	234.06	***
洗浄回数間	S _B	134.95	134.95	8.39	***
交互作用	S _{B×C}	424.07	84.81	5.27	***
級 間	S _{CB}	19,389.46	11		
誤 差	S _E	386.20	24	16.09	
全 変 動	S _O	19,775.66	35		

$$\begin{pmatrix} F_{24}^{1}(0.01) = 7.89 \\ F_{24}^{1}(0.05) = 4.26 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} F_{24}^{5}(0.01) = 3.90 \\ F_{24}^{5}(0.05) = 2.62 \end{pmatrix}$$

Cの主効果並びにその5%信頼限界

	平均値の差の信頼限界
C ₀	46.9±3.4
C ₁	50.9±3.4
C ₂	82.6±3.4
C ₃	100.0±3.4
C ₄	99.7±3.4
C ₅	100.0±3.4

Bの主効果並びにその5%信頼限界

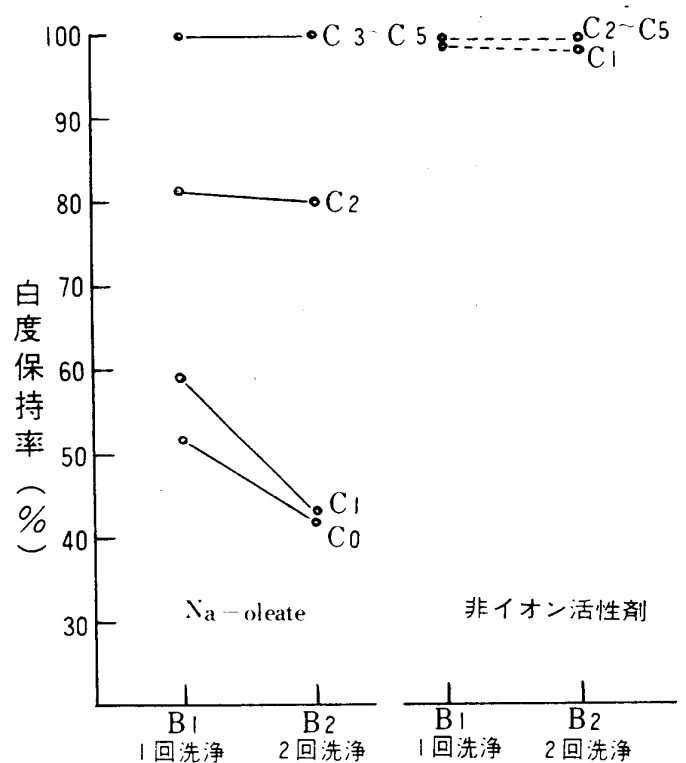
	平均値の差の信頼限界
B ₁	82.0±1.9
B ₂	78.1±1.9

洗浄回数による白度保持率の低下は、蒸溜水洗浄と、Na-oleate 0.1% 洗浄の際にあらわれ、他の条件間には有意差が認められなかった。

即ち、ポリエステル繊維を汚染布とともに蒸溜水で洗浄すると、1回洗浄で白度保持率は51.8%に、2回洗浄で42.0%に低下する。又、Na-oleate の0.01%溶液で1回洗浄すると、白度保持率は59.1%、2回洗浄で42.7%と低下する。このように蒸溜水又は低濃度での洗浄をくり返していると、汚染布から脱落した汚れがポリエステル繊維に沈着し、白度保持率が低下する。このような現象は実際の洗濯にもおこり得る事と考えられるので、合成繊維の洗濯の際の水予洗、或いは低濃度での洗浄はさけた方がよいと考えられる。

第 2 図

第2図 洗浄による白度保持率の低下



第4表 白度保持率分散分析表 (非イオン活性剤)

要 因	変 動	f	不偏分散	分散比	判定
濃 度 間	S _C	13,650.74	52,730.15	685.97	***
洗浄回数間	S _B	24.34	24.34	6.12	***
交互作用	S _{C×B}	118.98	23.80	5.98	***
級 間	S _{CB}	13,794.06	11		
誤 差	S _E	95.50	24	3.98	
全 変 動	S _O	13,889.56	35		

$$\begin{pmatrix} F_{24}^{1}(0.01) = 7.89 \\ F_{24}^{1}(0.05) = 4.26 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} F_{24}^{5}(0.01) = 3.90 \\ F_{24}^{5}(0.05) = 2.62 \end{pmatrix}$$

Cの主効果並びにその5%信頼限界

	平均値の差の信頼限界
C ₀	46.9±1.7
C ₁	98.3±1.7
C ₂	99.5±1.7
C ₃	99.1±1.7
C ₄	99.2±1.7
C ₅	99.6±1.7

Bの主効果並びにその5%信頼限界

	平均値の差の信頼限界
B ₁	91.2±1.0
B ₂	89.6±1.0

次に洗剤濃度と洗浄力の関係を第5表、第6表、第3図に示す。

第5表 洗浄効率原表

	D ₁ Na-oleate				D ₂ 非イオン活性剤			
	B ₁ 1回洗浄		B ₂ 2回洗浄		B ₁ 1回洗浄		B ₂ 2回洗浄	
C ₀ 0%	30.6 47.4 48.2	35.3 28.6 38.8	32.1 31.5 46.7	39.4 31.4 34.7				
C ₁ 0.01%	64.3 63.1 64.3	58.0 60.9 65.8	56.3 65.5 58.8	56.5 46.9 59.4	61.4 57.5 66.7	53.1 54.5 44.9	51.8 68.4 67.2	56.7 58.0 74.4
C ₂ 0.025%	72.5 51.2 71.3	49.3 64.1 64.4	66.9 74.6 70.8	62.9 78.0 81.8	81.5 80.5 83.1	81.2 64.5 77.8	69.6 72.6 69.6	66.5 79.1 70.9
C ₃ 0.05%	88.5 83.2 83.5	93.1 89.9 89.5	91.7 86.9 84.0	83.3 81.2 83.2	74.4 68.0 82.0	70.5 70.4 70.8	77.7 69.2 70.6	73.2 70.9 77.2
C ₄ 0.1%	83.4 78.2 88.7	85.1 89.1 84.4	75.1 80.8 78.5	89.2 85.9 80.6	71.3 84.3 78.1	86.6 78.6 80.7	83.3 80.1 67.9	70.4 82.8 76.2
C ₅ 0.2%	87.3 76.7 80.2	80.9 84.8 87.9	74.9 79.5 68.5	86.1 66.2 86.5	81.6 65.1 75.6	76.7 86.3 73.1	71.8 75.7 77.5	83.9 81.7 77.5

第6表 平均洗浄効率

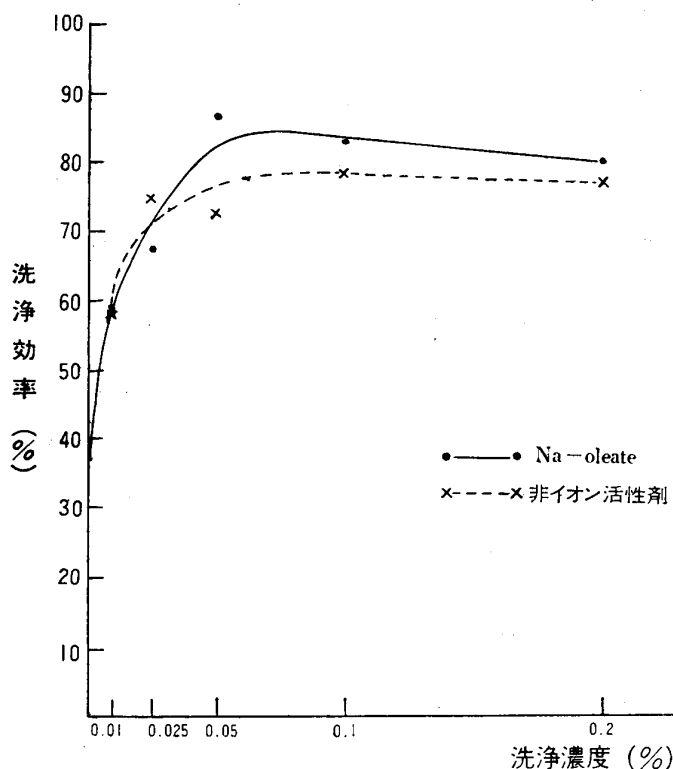
C	D B	D ₁		D ₂	
		B ₁	B ₂	B ₁	B ₂
C ₀		38.2	36.0		
C ₁		62.8	57.2	56.4	62.8
C ₂		62.3	72.5	78.1	71.4
C ₃		88.0	85.1	72.7	73.2
C ₄		84.9	81.7	80.0	76.8
C ₅		83.0	77.0	76.4	78.0

Na-oleate では濃度0.05%において洗浄効率の最大値を示し、これより高濃度では洗浄効率は上昇せず、かえって低下する傾向を示した。これは前報でも報告したように、洗浴搅拌による泡立が洗浄効果をさまたげこのような結果になったものと考えられる。非イオン活性剤では、0.025%ではNa-oleateより高い洗浄効率を示したが0.05%、0.1%とあまり洗浄力は上昇せず、Na-oleateより洗浄効率は低くあらわれた。これは洗浄温度を40±1°Cにしたため、曇点その他の影響で洗浄力が幾分低くあらわれたのではないと思われる。

次に再汚染布の鉄量を測定した結果を第7表に示す。蒸留水2回洗浄で0.58mg Na-oleate 0.01% 2回洗浄で0.47mg とかなりの付着がみとめられた。その他はNa-oleate 0.025%で0.13mgとやや多かったが、その他はごく微量であった。非イオン洗剤では濃度に関係なくごく微量の付着しか認められなかった。

第3図

第3図 洗浄効率における洗剤と濃度との関係



第7表 再汚染付着量 (mg)

濃度	洗剤	D ₁	D ₂
C ₀ 0%		0.58	
C ₁ 0.01%		0.47	0.02
C ₂ 0.025%		0.13	0.08
C ₃ 0.05%		0.08	0.05
C ₄ 0.1%		0.11	0.05
C ₅ 0.2%		0.02	0.08

洗浄効率、白度保持率並びに鉄付着量との関係を総合して検討してみると、洗浄効率のよい場合は、水洗浄のように洗浄効率の低い場合に比べて、汚れの脱落からいえばかなりの量の汚れが洗剤溶液中に脱落しているものと考えられる。にもかかわらず、汚れの再付着は非常に少くあらわれている。これは高い洗浄効率をあげ得るような適正な洗剤濃度の溶液中においては、汚れ粒子の懸濁安定性がよいため、再汚染が少なくあらわれたものと思われる。

V 総 括

Fe_2O_3 のヨゴレを用いて、白度保持試験を行い、**Na-oleate** と非イオン活性剤（ノニルフェニールポリエチレングリコール型）の各洗剤濃度における、ポリエステル繊維の再汚染性を検討した。

蒸留水洗浄の場合に白度保持率の低下が著しく、 Fe_2O_3 の付着も多量に認められた。

Na-oleate の場合は、濃度 0.01% ではかなり多量の Fe_2O_3 の再付着が認められた。

非イオン活性剤では、濃度 0.01% ですでに白度保持率は高く、 Fe_2O_3 の付着も微量であった。

洗浄力の面では、**Na-oleate** の方がすぐれ、再汚染防止では非イオン活性剤がすぐれていると考えられる。

本研究を行うにあたり、御助言を賜わったお茶の水女子大学教授矢部章彦博士に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 日本油化学協会：洗浄力試験法合同実験報告書，181（1956）
- 2) 日本工業規格協会：工業用水試験法，JIS K 0101（1966）
- 3) 市原栄子：家政学雑誌，13，4，（1962）
- 4) 中村道子：家政学雑誌，15，3，（1964）
- 5) 中村道子，江藤純子：鹿児島県立短期大学紀要，13，（1962）
- 6) 中村道子：鹿児島県立短期大学紀要，17，（1966）