

## 酸化鉄ヨゴレによる汚染性と洗浄性について

Studies of Detergency on Various Fabrics  
Soiled by Ferric Oxide

中 村 道 子  
Michiko Nakamura

若 松 安 子  
Yasuko Wakamatu

Studies of Detergency on Various Fabrics  
Soiled by Ferric Oxide

Experiments were carried out with various fabrics to study both detergency and redeposition of dirt using Ferric Oxide mixed in water as model soils.

The examined fabrics were cotton, polyester and poly-propylene.

The results were as follows,

(1) The examined fabrics dipped in water ( $H_2O$ ) with Ferric Oxide were easily soiled in order of polypropylene, polyester and cotton. This results showed the reversal of the order of the consequence examined in  $CCl_4$  with  $Fe_2O_3$ .

(2) The detergency for cotton and polypropylene were a good efficiency, while polyester was inefficient.

### 1 緒 言

ワイシャツ、ブラウスなどにW&W性が要求され、合成繊維製品や木綿、レーヨンに樹脂加工を施した製品が大部分をしめるようになった現在、木綿製品ではさほど顕著でなかった洗濯浴からの再汚染が被服の耐用期間を短縮させ、これら製品の品質低下の重要な問題となっている。洗濯浴中にいったん分散したヨゴレ粒子が再び布に付着し布が汚染される現象、いわゆる再汚染現象を支配する原因は、ヨゴレの繊維に対する凝集付着作用<sup>1)</sup>でこれは異相間の界面への吸着、界面電位など界面化学の問題と考えられる。しかし実際の洗濯における再汚染現象は極めて複雑で、繊維の性質や布地の構造、水の硬度、界面活性剤の種類、濃度、ヨゴレの種類など種々の要因に支配されるため、これまで多くの研究<sup>2) 3)</sup>がなされているが、根本的な解決が得られていない。

われわれは一連の再汚染実験の一つとしてヨゴレとして $Fe_2O_3$ を用い、洗浄試験の規模でヨゴレ成分を水中に懸濁させ、その液中に木綿、ポリエステル、ポリプロピレン繊維を

入れ、汚染浴の濃度と汚染の状態を観察した。次に $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を水に懸濁させた液中に白布を入れ、汚染布を作成し、これら汚染布の洗浄性について実験を行ない、 $\text{CCl}_4$ を分散媒として作成した汚染布との洗浄性について検討したので報告する。

## Ⅰ 実験および結果

### 1. 再汚染試験

#### ① 試料布

第1表 試料布の諸元

繊維種別	織物名	デニール	糸密度 (本/cm)	厚さ (mm)	表面反射率 (%)
木綿	鐘紡天児級	60×60番手	40×39	0.18	92.9
ポリエステル	タフタ	100d/1	48×33	0.13	87.2
ポリプロピレン	タフタ	75d/1	56×36	0.17	81.4

汚染布に用いた布は第1表に示す通りである。いずれも非イオン活性剤（スコアロール900）の0.1%水溶液で精練して試料とした。

#### ② 汚染成分

モデルヨゴレ粒子として $\text{Fe}_2\text{O}_3$ <sup>4)</sup>を用いた。(推定平均粒子径 $0.3\mu$ , 試料純度 99.5%)

#### ③ 汚染方法

脱イオン水に $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を下記の濃度に懸濁させ、洗浄試験の規模で試料布を汚染した。  
汚染浴中の $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 量 (1ℓに対するグラム数)

$A_1$ ..... 0	$A_7$ .....0.3
$A_2$ .....0.01	$A_8$ .....0.4
$A_3$ .....0.02	$A_9$ .....0.5
$A_4$ .....0.05	$A_{10}$ .....0.6
$A_5$ .....0.1	$A_{11}$ .....0.8
$A_6$ .....0.2	$A_{12}$ .....1.0

汚染は東洋精機製の Scrub-O-Meterを使用した。回転数は43r.p.m, 1条件につきゴムボールを10コずつ用い、浴量は 100ccずつとした。汚染温度は  $40 \pm 1^\circ\text{C}$ , 汚染時間は30分とした。

#### ④ 汚染性の測定

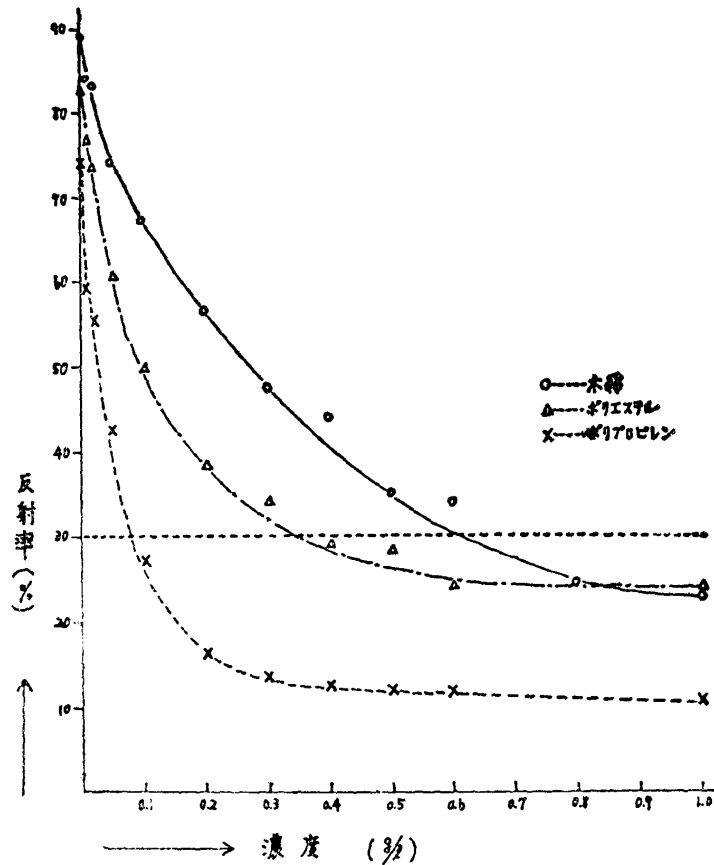
汚染性の評価は反射率をもとにした。試験布の反射率の測定は、島津分光々度計QV—50型に反射付属装置をつけて $530m\mu$ の波長で測定を行なった。

#### ⑤ 結果及び考察

結果をグラフにあらわすと第1図のようになる。繊維別の $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 量と付着量の関係をみると、ポリプロピレンでは $0.2g/\ell$ , ポリエステルでは $0.4g/\ell$ , 木綿では $0.8g/\ell$ のあ

中村：若松：酸化鉄ヨゴレによる汚染性と洗浄性について

第 1 図 ヨゴレの付着量と反射率



たりから $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の量を増しても反射率の低下はみられない。今回は表面反射率だけから汚染の度合を評価したため、多層吸着による付着量を求めることができなかった。水を分散媒とした時の汚染は、ポリプロピレン、ポリエステル、木綿の順に汚染が著しい。これは木綿に比べポリプロピレン、ポリエステルが疎水性であること、又、ポリエステルに比べてポリプロピレンがより疎水性であるためと考えられる。

第 2 表 分散媒別白布の反射率 (%)

	$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}$ ※1)	$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CCl}_4$ ※2)
木 綿	44.0	21.7
ポ リ エ ス テ ル	29.3	23.4
ポ リ プ ロ ピ レ ン	12.9	33.9

※1)  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}$  脱イオン水 1 l に $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.4 g

汚染条件 東洋精機製 Scrub-O-Meter

回転数 43r.p.m

汚染温度  $40 \pm 1^\circ\text{C}$ , 汚染時間 30分

※2)  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CCl}_4$   $\text{CCl}_4$  400 g にラウリルアルコール 0.6 g,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.4 g

汚染条件 筒井理化学 透視式混合器

回転数 110r.p.m

汚染温度 常温, 汚染時間 5分

第2表は、水を分散媒とした場合と、 $\text{CCl}_4$ を分散媒とした場合との $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の各繊維への付着の状態を表面反射率であらわした。

水を分散媒とし、そこに $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を分散させた場合は、ポリプロピレンが最も汚染されやすく、 $\text{CCl}_4$ を分散媒として汚染した場合は、親水性繊維である木綿の表面反射率が最も低く、水中と $\text{CCl}_4$ 中では付着力の順位が逆転している。このことから、水汚染の場合には合成繊維製品が汚染されやすく、したがって合成繊維製品の予洗ははぶくべきだと言う又、ドライクリーニングの場合にはセルロース繊維が汚染されやすく、その点注意しなければならない問題と思われる。

## 2. 洗浄試験

### ① 汚染布作成

第1図のヨゴレの付着量と反射率の関係から、反射率 $30 \pm 2\%$ の限界に近い $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の量をみると、木綿では1ℓに0.6gの割合、ポリエステルで1ℓに0.4g、ポリプロピレンで1ℓに0.1gの割合となる。以上の割合の分散液を作り、東洋精機製の Scrub-O-Meterを用い、100ccの汚染液中に $5 \times 10\text{cm}^2$ の同一繊維の白布を2枚ずつ入れ、汚染布を作成した。したがってこの汚染布は油性添加物のない状態で水の中に懸濁しているヨゴレが布に再付着した形の汚染布という設定で作成し、洗浄試験を行なった。

### ② 洗浄方法

界面活性剤は、 $\text{D}_1$ ……牛脂脂肪酸石けん、 $\text{D}_2$ …ドデシル硫酸ナトリウム (SDS)、 $\text{D}_3$ ……ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル (EPO) EO平均付加モル数8.6 mol

界面活性剤の濃度は、 $\text{C}_0$ ……0%、 $\text{C}_1$ ……0.01%、 $\text{C}_2$ ……0.05%、 $\text{C}_3$ ……0.2%の4条件とした。(無水分換算により活性分のみの%)

洗浄試験は Scrub-O-Meter を用いた。1条件につきスチールボールを20コずつ用い、浴量は100ccずつとした。汚染布を1枚ずつ入れ、30分の洗浄試験を行なった。くり返しは3回とした。洗浄効率は次式により求めた。

$$\text{洗浄効率} = \frac{R_w - R_s}{R_o - R_s} \times 100$$

$R_o$ ……原布の反射率

$R_s$ ……汚染布の反射率

$R_w$ ……洗浄布の反射率

### ③ 結果及び考察

第 3 表 洗 浄 効 率

繊維	濃度	洗 剤	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
			脂肪酸石けん	S D S	非イオン
木 綿	F <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> 0.01%	54.9	39.0	33.0
			54.9	33.7	33.1
			47.3	31.5	32.9
	F <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> 0.05%	71.6	31.7	38.7
			72.2	33.1	36.5
			71.7	29.6	41.1
	F <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> 0.2%	64.6	35.6	42.5
			65.4	39.1	48.8
			65.1	37.7	50.4
ポリエステル	F <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> 0.01%	8.9	5.7	9.8
			6.2	4.9	7.8
			7.6	6.7	3.9
	F <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> 0.05%	13.1	5.0	11.9
			14.9	5.6	11.7
			15.9	6.5	13.3
	F <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> 0.2%	11.5	6.5	6.6
			14.1	6.1	6.6
			13.0	7.9	5.0
ポリプロピレン	F <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> 0.01%	2.4	-0.3	21.1
			2.2	-1.9	22.5
			1.0	0.7	26.8
	F <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> 0.05%	33.4	3.1	44.5
			33.8	2.6	44.9
			37.8	1.4	44.8
	F <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> 0.2%	43.9	12.5	34.8
			41.9	13.0	53.6
			53.7	16.5	61.8

第 4 表 洗 浄 効 率 平 均

繊維	濃度	洗 剤	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
			脂肪酸石けん	S D S	非イオン
木 綿	F <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> 0.01%	52.4	34.7	33.0
		C <sub>2</sub> 0.05%	71.8	31.5	38.8
		C <sub>3</sub> 0.2%	65.0	37.5	47.2
ポリエステル	F <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> 0.01%	7.6	5.8	7.2
		C <sub>2</sub> 0.05%	14.6	5.7	12.3
		C <sub>3</sub> 0.2%	12.9	6.8	6.1
ポリプロピレン	F <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> 0.01%	1.9	-0.5	23.5
		C <sub>2</sub> 0.05%	35.7	2.4	44.7
		C <sub>3</sub> 0.2%	48.2	14.0	50.1

結果を第3表, 第4表に示す。

木綿, ポリエステル, ポリプロピレンの3種の洗浄性にかなり異なった傾向を示したので, 各繊維ごとに分散分析を行なった。

第5表 分散分析表 (木綿)

要 因	変 動		$\phi$	不偏分散	分 散 比	判 定
濃 度 間	$S_c$	473.15	2	236.58	33.61	※ ※
洗 剤 間	$S_D$	4163.16	2	2081.58	295.68	※ ※
交 互 作 用	$S_{c \times D}$	474.16	4	118.54	16.84	※ ※
級 間	$S_{C,D}$	5110.47	8			
誤 差	$S_E$	126.67	18	7.04		
全 変 動	$S_o$	5237.14	26			

$$F_{18}^{2} \begin{matrix} (0.01) & 6.01 \\ (0.05) & 3.55 \end{matrix}$$

$$D_1 = 63.1 \pm 1.8$$

$$D_2 = 34.6 \pm 1.8$$

$$D_3 = 39.7 \pm 1.8$$

$$D_1 \gg D_3 \gg D_2$$

$$F_{18}^{4} \begin{matrix} (0.01) & 4.58 \\ (0.05) & 2.93 \end{matrix}$$

$$C_1 = 40.0 \pm 1.8$$

$$C_2 = 47.4 \pm 1.8$$

$$C_3 = 49.9 \pm 1.8$$

$$C_3 > C_2 \gg C_1$$

第6表 分散分析表 (ポリエステル)

要 因	変 動		∅	不偏分散	分 散 比	判 定
濃 度 間	Sc	79.88	2	39.94	19.48	※ ※
洗 剤 間	SD	145.48	2	72.74	35.48	※ ※
交 互 作 用	Sc × D	43.00	4	10.75	5.24	※ ※
級 間	ScD	268.66	8			
誤 差	SE	36.87	18	2.05		
全 変 動	So	305.53	26			

$$F_{18}^{2} \begin{matrix} (0.01) & 6.01 \\ (0.05) & 3.55 \end{matrix}$$

$$D_1 = 11.7 \pm 1.0$$

$$D_2 = 6.1 \pm 1.0$$

$$D_3 = 9.8 \pm 1.0$$

$$D_1 \gg D_3 \gg D_2$$

$$F_{18}^{4} \begin{matrix} (0.01) & 4.58 \\ (0.05) & 2.93 \end{matrix}$$

$$C_1 = 6.8 \pm 1.0$$

$$C_2 = 10.9 \pm 1.0$$

$$C_3 = 9.9 \pm 1.0$$

$$C_2 = C_3 \gg C_1$$

第 7 表 分散分析表 (ポリプロピレン)

要 因	変 動	$\phi$	不偏分散	分散比	判 定
濃 度 間	$S_c$	3954.44	2	1977.22	59.84 ※ ※
洗 剤 間	$S_D$	5474.35	2	2337.18	70.74 ※ ※
交 互 作 用	$S_{c \times D}$	1030.01	4	257.50	7.79 ※ ※
級 間	$S_{cD}$	10458.80	8		
誤 差	$S_E$	594.71	18	33.04	
全 変 動	$S_o$	11053.51	26		

$$F_{18}^{2(0.01)} 6.01$$

$$D_1 = 28.5 \pm 4.0$$

$$D_2 = 5.3 \pm 4.0$$

$$D_3 = 39.4 \pm 4.0$$

$$D_3 \gg D_1 \gg D_2$$

$$F_{18}^{4(0.01)} 4.58$$

$$C_1 = 8.3 \pm 4.0$$

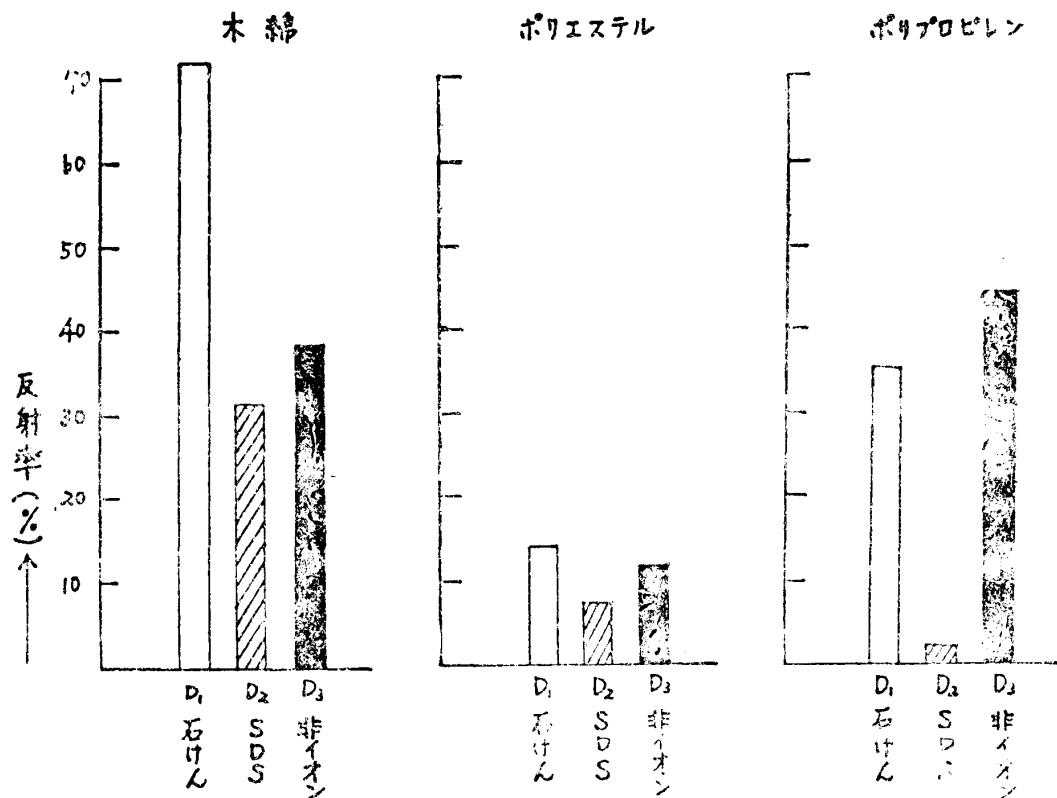
$$C_2 = 27.6 \pm 4.0$$

$$C_3 = 37.4 \pm 4.0$$

$$C_3 \gg C_2 \gg C_1$$

洗剤間、濃度間に高度な有意差が認められ、交互作用も有意であった。

第 2 図 活性分濃度0.05%における洗浄効率

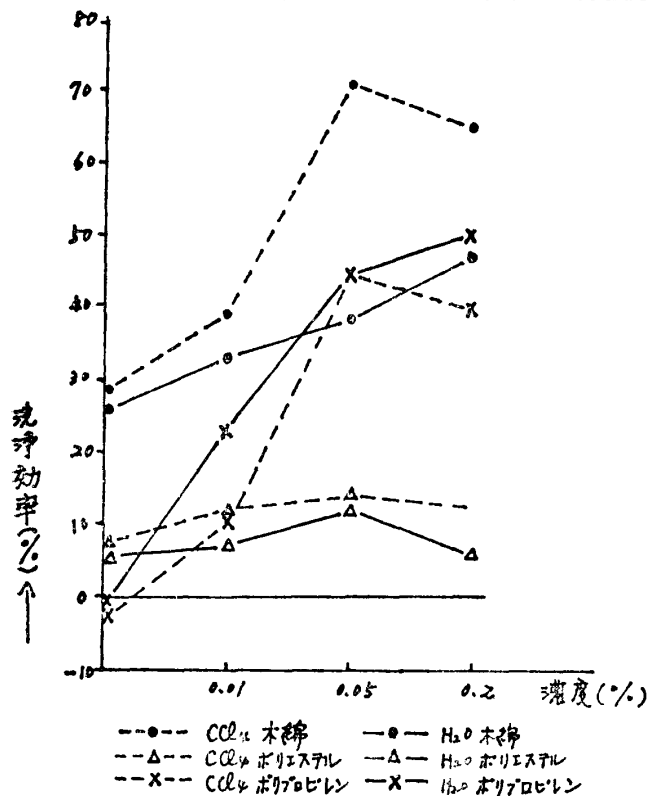


活性分濃度0.05%における洗浄効率を第2図に示す。全体的に木綿の洗浄率が高く、ポリエステルが著しく低くなっている。同じ疎水性繊維でありながら、ポリエステルとポリ

プロピレンとはかなり異なった傾向を示した。

木綿は石けんの洗浄力が特に高い。ポリエステルは各洗剤とも洗浄力は低く、三種の洗剤では石けんの洗浄力がやや高くなっている。ポリプロピレンでは、非イオンの洗浄力が高く、SDSの洗浄力が著しく低くなっている。

第3図  $H_2O$ 分散媒汚染布と $CCl_4$ 分散媒汚染布の濃度と洗浄力



第3図は水を分散媒として作成した汚染布と、 $CCl_4$ を分散媒として作成した汚染布の濃度と洗浄力の関係を示す。活性剤はポリオキシエチレンノニルフェニルエーテルを用いた。木綿,ポリエステルでは, $CCl_4$ 分散媒汚染布の方が洗浄効率が高く,ポリプロピレンでは水分散媒汚染布の方が洗浄効率が高くなっている。木綿では $CCl_4$ 分散媒汚染布の方が濃度の影響が大きい。ポリエステルではいずれの場合も濃度の影響はあまりあらわれていない。ポリプロピレンでは活性剤濃度が高くなると洗浄力の上昇が著しい。

以上の汚染,洗浄の実験から,例えば水予洗をしてヨゴレが水中に懸濁している状態の中に,木綿,ポリエステル,ポリプロピレン繊維を入れると,ポリプロピレン繊維が一番汚染されやすい。しかし一旦汚染したヨゴレについてみると,ポリエステルに付着したヨゴレは,石けんでも非イオン活性剤でも,又,活性剤濃度を高めても,非常に除去することがむづかしいといえることができる。

### Ⅲ 総 括

1.  $Fe_2O_3$ を水中に分散し,木綿,ポリエステル,ポリプロピレン繊維の各濃度段階の付着力を観察したところ,ポリプロピレン,ポリエステル,木綿の順に汚染されやすく,これは $CCl_4$ 中に $Fe_2O_3$ を分散させて白布を汚染した場合と,付着力の順位は逆転している。
2. 水を分散媒として $Fe_2O_3$ 汚染布を作成し,この汚染布を使用して洗浄試験を行なったところ,木綿,ポリプロピレン繊維ではかなりの洗浄効果が認められたが,ポリエステル繊維については洗浄効果があまり認められなかった。

### 参 考 文 献

- 1) B. J. Butkowski : J. Amer. oil chem. Soc. 45, 266 (1968)
- 2) 佐藤, 梅本, 奥山 : 大阪市立大学 家政学部紀要, 17 (1969)
- 3) 矢部, 林, 石井, 粒良 : 繊維製品消費科学会誌, 7, 1 (1966)
- 4) 中村道子 : 家政学雑誌, 20, 12 (1969)