

## 酸化鉄人工汚染布の洗浄性の検討

### A Study on Detergency in the Case of the Fabrics Soiled by Ferric Oxide.

中村道子・富満貴子  
Michiko NAKAMURA · Takako TOMIMITSU

[Received September 29, 1979]

We tested the detergency of the cleaning agents (i. e., soap solution, sodium dodecyl sulfonate, and linear alkylbenzen sulfonate which were mixed with  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) in the cases of cotton, polyester fabric and polypropylene fabric which had been soiled by ferric oxide.

The following are the results of the test which we got by comparing the rate of detergency efficiency calculated from the rate of surface reflectivity, with the rate of desorption calculated from the amount of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  on the soiled fabrics.

- (1) The most marked detergency was recognized in the case of the polyester fabric when it was cleaned by any detergent agent mixed with  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ .
- (2) Of the three surface active agents, SDS, and LAS showed the most marked effect on the soiled fabrics when they were mixed with  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  respectively.
- (3) We examined the detergency of three detergents (soap solution, LAS, SDS) taking into account their desorption also. And as the result of the examination it was found out that these different detergents had the different effects upon the soiled fabrics but the same *trend* of the efficiency of cleaning was recognized on the graph among them.

#### I 緒 言

前報<sup>1)</sup>に引き続き人工汚染布作成の基礎データ集積を目的とし、今回は、着色物質であり定量も容易な  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ヨゴレを用い、ビルダーの配合効果が洗浄力に及ぼす影響を、親水性繊維として木綿を、疎水性繊維としてポリエステルとポリプロピレン繊維を用いて、洗浄効率と脱着率の両面から比較実験を行ったのでここに報告する。

#### II 実 験

##### 1. 試料布

汚染布作成に用いた試料は第1表に示すとおりである。いずれも、非イオン活性剤の0.1%水

溶液にて、40℃、30 min洗淨、水洗、風乾したものを5×10cm<sup>2</sup>の大きさに切断して用いた。

表 1 試料布の諸元

繊維種別	織物名	番手又は 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	86.7
ポリエステル	タフタ	100 d / 1	48×33	0.13	82.2
ポリプロピレン	タフタ	75 d / 1	56×36	0.17	77.6

## 2. 汚染方法

5×10cm<sup>2</sup>の大きさに切断した試料布を木綿は 105℃で 3 hr、ポリエステルは80℃で 2.5hr、ポリプロピレンは70℃で 2.5hr乾燥後、あらかじめ乾燥空気を CCl<sub>4</sub> で置換した真空デシケーター<sup>2)</sup>に 5日間放置した後、汚染した。汚染方法は、洗淨力試験法委員会の指示する方法に準じ、カーボンブラックのかわりに酸化第Ⅱ鉄を用い、油性添加物としてラウリルアルコールを用いた。酸化第Ⅱ鉄は、酸化第Ⅰ鉄を 900℃で焙焼し、充分水洗乾燥、ボールミル粉碎ののち、150メッシュのフルイを通して試料とした。(推定平均粒子径 0.3 μ, 試料純度99.8%)これを 105℃で 3 hr乾燥、CCl<sub>4</sub> に分散させ、汚染時間その他の操作を一定にして汚染した。<sup>3)</sup>

## 3. 洗淨方法

洗淨は、界面活性剤として脂肪酸石けん、高級アルコール硫酸エステルソーダ(SDS)、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ(LAS)の3種類を用い、蒸留水との4要因について比較した。ビルダー配合は、表2に示す割合で配合して洗剤を調製し、洗剤濃度0.05%、0.2%の2条件における比較実験を行った。

表 2 洗剤の組成

原料(%) 洗剤の種類	界面活性剤	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
B <sub>0</sub>	100	0	0
B <sub>1</sub>	25	0	75
B <sub>2</sub>	25	25	50

洗淨試験は、東洋精機製のスクラブオメーターを使用した。回転数は43 r. p. m. 1条件につきスチールボールを20個ずつ用い、浴量は 100ccずつとした。洗淨方法は、100ccの洗浴中に汚染布を1枚ずつ入れ、30 min間洗淨した。洗淨温度は40±1℃とし、同一条件について繰返しは3回とした。

#### 4. 洗浄効率, 脱着率

洗浄効率は次式により求めた。

$$\text{洗浄効率(\%)} = \frac{(\text{洗浄布の反射率}) - (\text{汚染布の反射率})}{(\text{原白布の反射率}) - (\text{汚染布の反射率})} \times 100$$

表面反射率の測定は、日立分光光度計SPR-3型に反射付属装置をつけ、530  $\mu\text{m}$  の波長で測定を行った。

又脱着率は次式により求めた。

$$\text{脱着率(\%)} = \frac{\text{汚染布のFe}_2\text{O}_3\text{量} - \text{洗浄布のFe}_2\text{O}_3\text{量}}{\text{汚染布のFe}_2\text{O}_3\text{量}} \times 100$$

鉄の定量は、オルトフェナントロリン比色法により行った。先ず、 $5 \times 5 \text{ cm}^2$ の布に付着している  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を稀塩酸液に溶解させ、これを精度よく測定できる範囲に希釈し、測定を行った。測定は、スペクトロニクス20 (島津製) を用い、510  $\mu\text{m}$  の波長における吸光度を測定し、標準液の検量線から酸化鉄量を求めた。汚染布の酸化鉄量は、木綿、ポリエステル、ポリプロピレンそれぞれの汚染布について、汚染布の表面反射率と酸化鉄量の関係をグラフに求めておき、汚染布の反射率から汚染布の酸化鉄量の推定を行った。

### III 実験結果

実験結果を表3, 表4, 表5, 表6に示す。この結果から洗浄効率, 脱着率それぞれについて、各繊維毎に求めた分散分析表を表7～表12にかかげる。

分散分析は界面活性剤3要因, 濃度2要因, ビルダールの配合3要因, くり返し3回の三元配置法による実験計画を組み行った。分散分析の結果, 何れの場合も, 界面活性剤間(D), 濃度間(C), ビルダール間(B)に1%水準で高度の有意差が認められた。

交互作用は, ポリエステル繊維では, 洗浄効率, 脱着率ともに主効果に比べて小さかったが, 木綿, ポリプロピレン繊維では洗浄効率, 脱着率ともに交互作用は1%水準で有意であった。特にC×Dの交互作用が大きくあらわれたが, これは石けん, LASでは濃度の影響が小さくあらわれたのに対して, SDSでは, 濃度の影響が洗浄力に大きな影響を及ぼしたためと思われる。次に, これらの要因(D)(C)(B)についての効果をまとめたものが, 図1, 図2, 図3である。3種の界面活性剤間(要因D)では, 木綿, ポリエステル, ポリプロピレン繊維のいずれの場合も, 石けんの洗浄力が高く, 特にポリエステル, ポリプロピレン繊維では, 石けんの洗浄効果が大きかった。ビルダールの有無(要因B)については, ポリエステル繊維では  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  配合洗剤(B<sub>2</sub>)の洗浄力が非常に高くあらわれたが, 木綿, ポリプロピレン繊維では, むしろビルダールを配合しないBo洗剤の洗浄力が高くあらわれた。濃度の主効果(要因C)については, いずれの繊維も0.2%の方が洗浄力が高くあらわれたが, 特にポリプロピレン繊維で, 濃度の影響が大きかった。

表3 洗浄効率原表

洗剤の種類	繊維の種類 洗剤濃度	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>	
		木	綿	ポリエステル		ポリプロピレン	
		C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%	C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%	C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%
D <sub>0</sub> 蒸留水	B <sub>0</sub>	37.5		8.7		- 8.0	
		48.1		8.0		-21.7	
		44.4		8.5		-16.1	
	B <sub>1</sub>	33.5	27.1	8.5	11.2	-11.0	- 9.4
		39.0	25.5	8.3	2.8	-21.9	- 4.1
		30.1	29.7	8.3	1.5	-18.5	-14.7
B <sub>2</sub>	51.6	33.6	23.9	35.0	- 8.2	5.9	
	54.3	35.7	19.5	8.4	- 8.9	- 4.4	
	48.5	37.5	16.8	29.9	-16.2	- 7.0	
D <sub>1</sub> 石けん	B <sub>0</sub>	100.4	89.8	33.7	35.6	81.6	66.8
		98.4	89.6	38.5	36.8	75.7	78.9
		100.4	92.6	28.0	33.2	67.2	71.5
	B <sub>1</sub>	56.0	81.7	25.1	34.1	13.6	61.6
		45.2	76.7	32.3	40.4	14.1	69.9
		65.0	74.6	40.6	31.7	11.4	65.8
	B <sub>2</sub>	76.8	81.4	42.8	36.8	47.6	74.0
		79.5	78.7	45.5	41.2	48.4	69.4
		71.1	82.0	42.3	38.3	49.4	67.1
D <sub>2</sub> SDS	B <sub>0</sub>	46.7	66.4	5.8	12.4	- 5.6	38.2
		48.1	58.0	11.5	15.0	- 2.3	47.7
		50.8	61.4	3.9	29.4	- 1.8	41.5
	B <sub>1</sub>	39.5	71.7	7.9	13.2	- 5.3	41.4
		45.3	67.5	6.1	13.1	- 7.4	41.5
		42.6	59.2	10.9	14.0	- 3.5	37.0
	B <sub>2</sub>	41.4	73.2	23.0	31.1	- 9.6	46.6
		43.7	75.6	19.5	32.4	- 6.9	36.8
		47.7	72.9	19.3	35.5	- 8.7	41.2
D <sub>3</sub> LAS	B <sub>0</sub>	88.1	70.2	12.4	13.0	26.2	33.8
		84.7	67.6	19.2	15.7	28.8	37.2
		78.0	72.0	9.4	19.9	30.3	34.6
	B <sub>1</sub>	59.6	65.6	19.5	15.6	19.6	46.6
		62.4	66.1	8.8	9.8	25.2	53.0
		65.3	69.1	17.3	16.8	32.9	48.5
	B <sub>2</sub>	72.7	75.0	23.0	26.1	25.4	38.6
		69.5	71.0	18.4	30.8	26.5	46.4
		68.7	80.7	29.3	27.7	33.7	42.1

中村・富満：人工汚染布の洗浄性の検討

表 4 脱着率原表

洗剤の種類 繊維の種類		F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>	
		木	綿	ポリエステル		ポリプロピレン	
		C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%	C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%	C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%
D <sub>0</sub> 蒸留水	B <sub>0</sub>	80.6 79.3 80.1		57.8 63.9 46.6		48.9 38.9 9.3	
	B <sub>1</sub>	80.5 80.3 79.9	71.9 73.2 75.0	59.5 49.7 46.3	68.0 55.2 36.5	47.7 19.5 12.9	45.2 36.5 0.8
	B <sub>2</sub>	86.3 84.5 88.7	80.1 79.2 82.5	75.3 79.5 53.7	84.1 76.2 63.8	53.7 37.1 16.5	57.6 45.9 30.7
D <sub>1</sub> 石けん	B <sub>0</sub>	98.9 99.8 99.6	96.2 95.4 96.7	85.9 84.9 82.3	89.8 83.9 85.6	97.3 97.3 95.5	93.6 97.0 95.5
	B <sub>1</sub>	91.4 85.8 91.7	97.6 95.8 94.5	86.2 84.5 84.6	83.9 84.3 86.9	80.6 76.7 73.1	93.9 96.4 93.4
	B <sub>2</sub>	98.5 97.4 97.1	97.3 94.9 95.5	92.5 86.5 84.9	88.8 88.5 84.1	93.9 89.7 90.3	96.4 95.5 93.4
D <sub>2</sub> S D S	B <sub>0</sub>	90.5 90.5 90.2	95.2 94.6 95.1	65.5 61.6 45.0	61.4 65.4 72.6	51.3 51.9 35.9	77.3 76.1 80.9
	B <sub>1</sub>	87.3 87.3 87.2	96.4 94.6 94.4	62.6 53.4 49.6	67.2 67.4 58.3	31.9 27.7 15.0	75.8 73.4 66.7
	B <sub>2</sub>	85.4 89.7 88.0	96.0 96.1 96.9	74.1 73.4 58.1	81.2 82.3 82.3	32.8 30.4 26.8	80.3 70.4 75.8
D <sub>3</sub> L A S	B <sub>0</sub>	97.0 98.0 95.8	96.2 95.5 96.7	70.8 57.9 46.6	66.7 61.4 62.6	89.7 90.3 81.9	78.2 78.8 65.8
	B <sub>1</sub>	95.6 93.8 94.4	96.3 94.6 96.8	76.3 63.8 59.1	67.2 55.2 70.8	87.0 88.5 87.6	84.9 81.9 81.5
	B <sub>2</sub>	93.8 95.5 94.9	97.4 96.8 95.8	78.0 67.0 72.4	79.9 81.0 75.3	87.3 87.9 87.6	84.3 86.7 84.9

表 5 洗浄効率平均

洗剤の種類	繊維の種類 洗剤濃度	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>	
		木	綿	ポリエステル		ポリプロピレン	
		C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%	C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%	C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%
D <sub>0</sub> 蒸留水	B <sub>0</sub>	43.3		8.4		-15.3	
	B <sub>1</sub>	34.2	27.4	8.4	5.2	-17.1	-9.4
	B <sub>2</sub>	51.5	35.6	20.1	24.4	-11.1	-1.8
D <sub>1</sub> 石けん	B <sub>0</sub>	99.7	90.7	33.4	35.2	74.8	72.4
	B <sub>1</sub>	55.4	77.7	32.7	35.4	13.0	65.8
	B <sub>2</sub>	75.8	80.7	43.5	38.8	48.5	70.2
D <sub>2</sub> SDS	B <sub>0</sub>	48.5	61.9	7.1	18.9	-3.2	42.5
	B <sub>1</sub>	42.5	66.1	8.3	13.4	-5.4	40.0
	B <sub>2</sub>	44.3	73.9	20.3	33.0	-8.4	41.5
D <sub>3</sub> LAS	B <sub>0</sub>	83.6	69.9	13.7	16.2	28.4	35.2
	B <sub>1</sub>	62.4	66.9	15.2	14.1	25.9	49.4
	B <sub>2</sub>	70.3	75.6	23.6	28.2	28.5	42.4

表 6 脱着率平均

洗剤の種類	繊維の種類 洗剤濃度	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>	
		木	綿	ポリエステル		ポリプロピレン	
		C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%	C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%	C <sub>1</sub> 0.05%	C <sub>2</sub> 0.2%
D <sub>0</sub> 蒸留水	B <sub>0</sub>	80.0		56.1		32.4	
	B <sub>1</sub>	80.2	73.4	51.8	53.2	26.7	27.5
	B <sub>2</sub>	86.5	80.6	69.5	81.4	35.8	44.7
D <sub>1</sub> 石けん	B <sub>0</sub>	99.4	96.1	84.2	86.4	96.7	95.4
	B <sub>1</sub>	89.6	96.0	85.1	85.0	76.8	94.6
	B <sub>2</sub>	97.7	95.9	88.0	87.1	91.3	95.1
D <sub>2</sub> SDS	B <sub>0</sub>	90.4	95.0	57.4	66.5	46.4	87.3
	B <sub>1</sub>	87.3	95.1	55.2	64.3	24.9	87.7
	B <sub>2</sub>	87.7	96.3	68.5	81.9	30.0	87.6
D <sub>3</sub> LAS	B <sub>0</sub>	96.9	96.1	58.4	63.6	78.1	74.3
	B <sub>1</sub>	94.6	95.9	66.7	64.4	72.0	82.8
	B <sub>2</sub>	94.7	96.7	72.5	78.7	75.5	85.3

中村・富満：人工汚染布の洗浄性の検討

表 7 分散分析表(洗浄効率・木綿)

要因	変動	$\phi$	不偏分散	分散比	判定	
界面活性剤間 濃度間 ビルダー間 交互作用	S D	5228.77	2	2614.39	161.18	※ ※
	S C	1090.80	1	1090.80	67.25	※ ※
	S B	1757.87	2	878.94	54.19	※ ※
	S B×C	1016.54	2	508.27	31.34	※ ※
	S B×D	1269.53	4	317.38	19.57	※ ※
	S C×D	1305.05	2	652.38	40.23	※ ※
	S B×C×D	269.49	4	67.37	4.15	※ ※
級間 誤差	S B C D	11938.05	17			
	S e	583.80	36	16.22		
全	S o	12521.85	53			

$$F_{36}^1 (0.05) 4.11$$

$$F_{36}^1 (0.01) 7.39$$

$$F_{36}^2 (0.05) 3.26$$

$$F_{36}^2 (0.01) 5.25$$

$$F_{36}^4 (0.05) 2.63$$

$$F_{36}^4 (0.01) 3.89$$

表 8 分散分析表(洗浄効率, ポリエステル)

要因	変動	$\phi$	不偏分散	分散比	判定	
界面活性剤間 濃度間 ビルダー間 交互作用	S D	4282.09	2	2141.05	108.57	※ ※
	S C	210.44	1	210.44	10.67	※ ※
	S B	1440.29	2	720.15	36.52	※ ※
	S B×C	22.83	2	11.42	0.58	
	S B×D	126.12	4	31.53	1.60	
	S C×D	249.83	2	124.92	6.33	
	S B×C×D	104.76	4	26.19	1.33	
級間 誤差	S B C D	6436.36	17			
	S e	709.81	36	19.72		
全	S o	7146.17	53			

表 9 分散分析表(洗浄効率, ポリプロピレン)

要 因	変 動		φ	不偏分散	分散比	判 定
界面活性剤間	S D	14234.79	2	7117.40	453.34	※ ※
濃 度 間	S C	11053.90	1	11053.90	704.07	※ ※
ビルダー間	S B	942.25	2	471.13	30.01	※ ※
交	S B×C	1262.73	2	631.37	40.21	※ ※
互	S B×D	2755.13	4	688.78	43.87	※ ※
作	S C×D	2473.89	2	1236.95	78.79	※ ※
用	S B×C×D	1243.58	4	310.90	19.80	※ ※
級 間	S B C D	33966.27	17			
誤 差	S e	565.12	36	15.70		
全	S o	34531.39	53			

表 10 分散分析表(脱着率, 木綿)

要 因	変 動		φ	不偏分散	分散比	判 定
界面活性剤間	S D	176.86	2	88.43	58.56	※ ※
濃 度 間	S C	101.96	1	101.96	67.52	※ ※
ビルダー間	S B	62.36	2	31.18	20.65	※ ※
交	S B×C	56.98	2	28.49	18.87	※ ※
互	S B×D	32.36	4	8.09	5.36	※ ※
作	S C×D	123.67	2	61.84	40.95	※ ※
用	S B×C×D	43.91	4	10.98	7.27	※ ※
級 間	S B C D	598.10	17			
誤 差	S e	54.30	36	1.51		
全	S o	652.40	53			



中村・富満：人工汚染布の洗浄性の検討

表 11 分散分析表(脱着率, ポリエステル)

要 因	変 動		φ	不変分散	分散比	判 定
界面活性剤間 濃 度 間 ビルダー間 交 互 作 用	S D	4589.01	2	2294.51	60.46	※ ※
	S C	298.22	1	298.22	7.86	※ ※
	S B	1136.83	2	568.42	14.98	※ ※
	S B×C	38.89	2	19.45	0.51	
	S B×D	402.12	4	100.53	2.65	※
	S C×D	246.09	2	123.05	3.24	
	S B×C×D	47.31	4	11.83	0.31	
級 間 誤 差	S B C D	6758.47	17			
	S e	1366.25	36	37.95		
全	S o	8124.72	53			

表 12 分散分析表(脱着率, ポリプロピレン)

要 因	変 動		φ	不偏分散	分散比	判 定
界面活性剤間 濃 度 間 ビルダー間 交 互 作 用	S D	8689.33	2	4344.67	236.00	※ ※
	S C	6553.82	1	6553.82	356.00	※ ※
	S B	402.19	2	201.10	10.92	※ ※
	S B×C	792.77	2	396.39	21.53	※ ※
	S B×D	361.26	4	90.32	4.91	※ ※
	S C×D	6809.93	2	3404.97	184.95	※ ※
	S B×C×D	92.38	4	23.10	1.25	
級 間 誤 差	S B C D	23701.68	17			
	S e	663.20	36	18.41		
全	S o	24364.88	53			

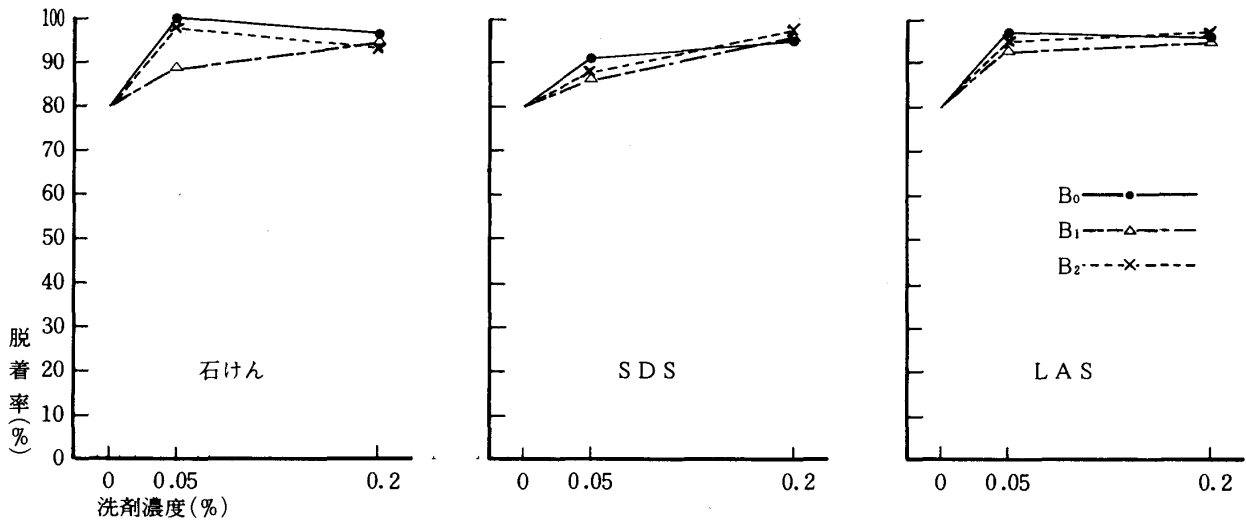


図4 木綿繊維における活性剤とビルダーの関係

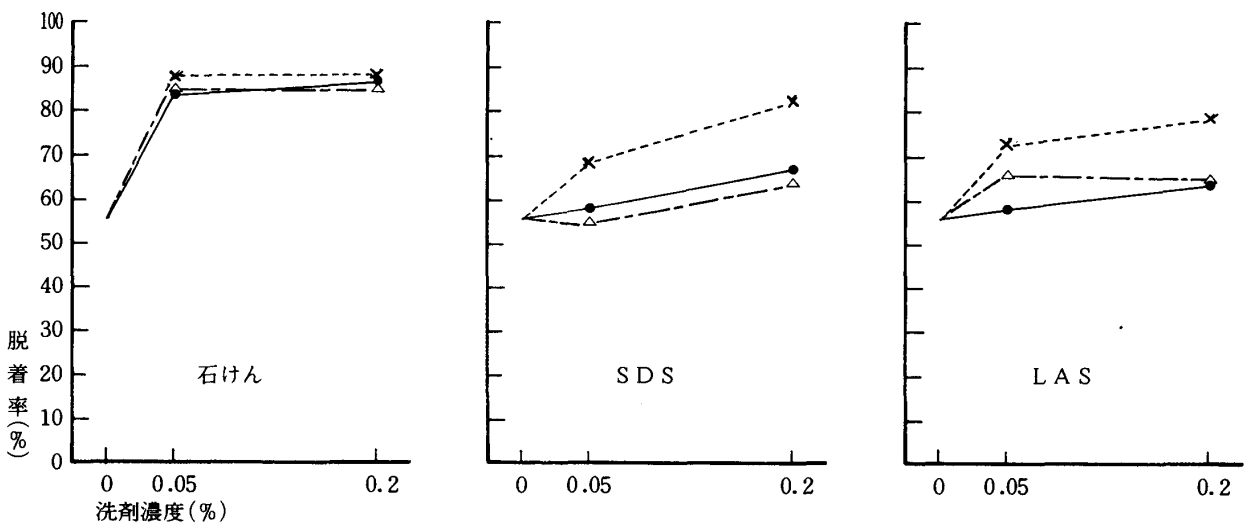


図5 ポリエステル繊維における活性剤とビルダーの関係

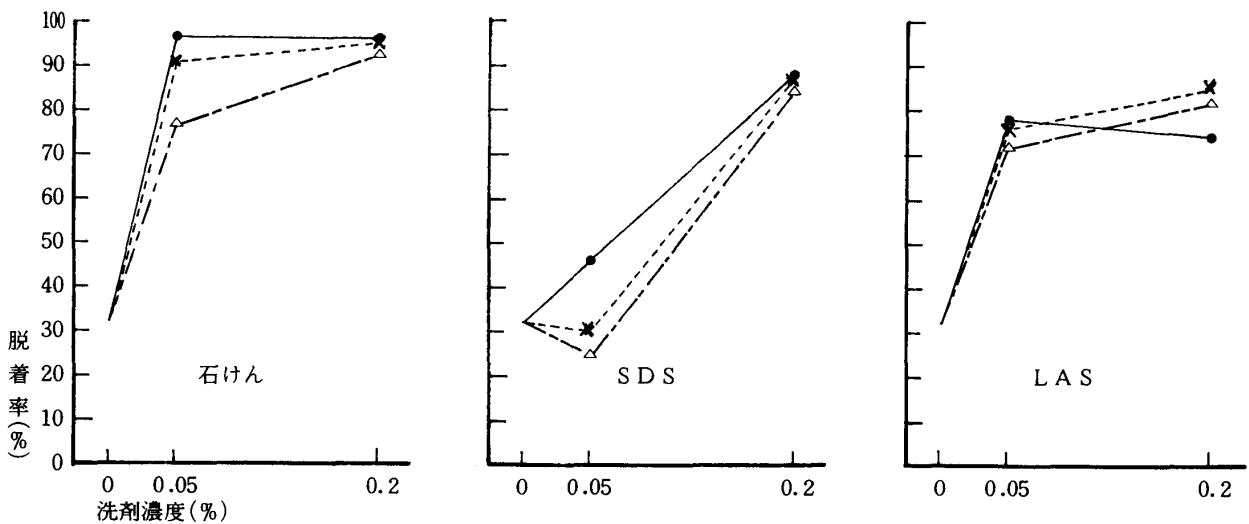


図6 ポリプロピレン繊維における活性剤とビルダーの関係

中村・富満：人工汚染布の洗浄性の検討

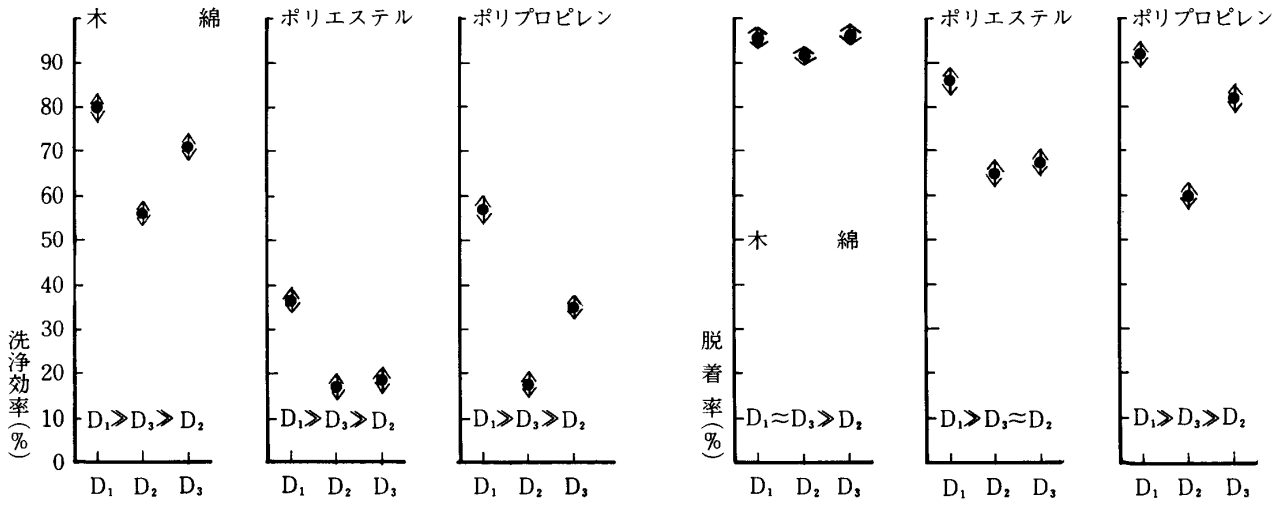


図1 Dの検定

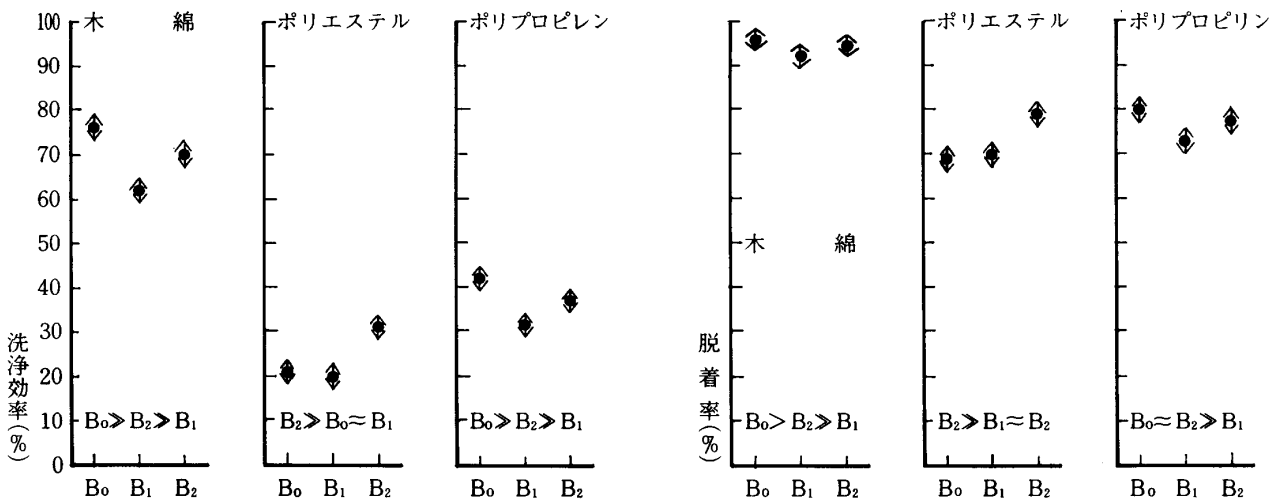


図2 Bの検定

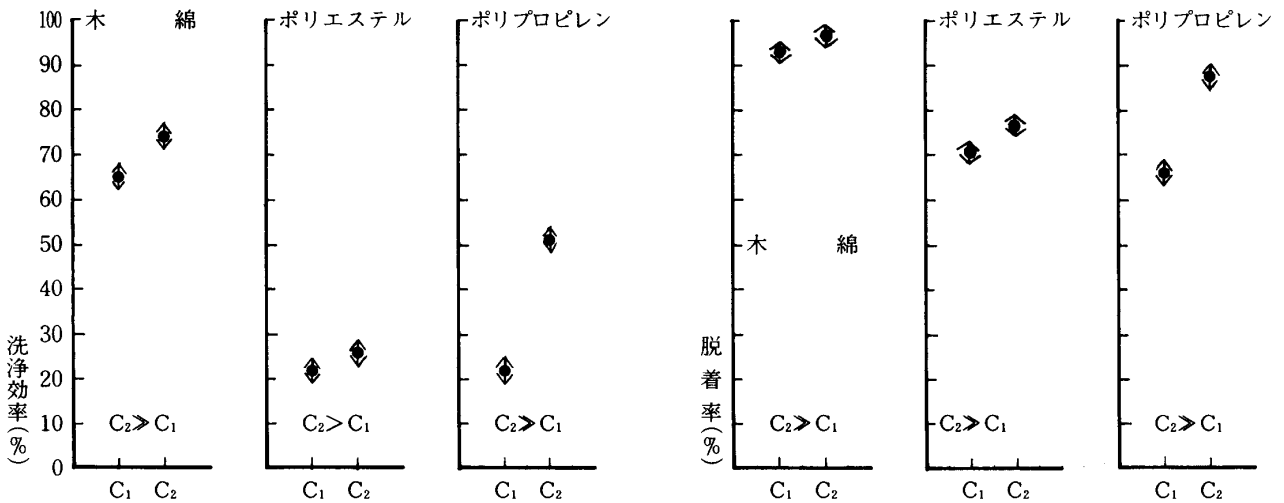
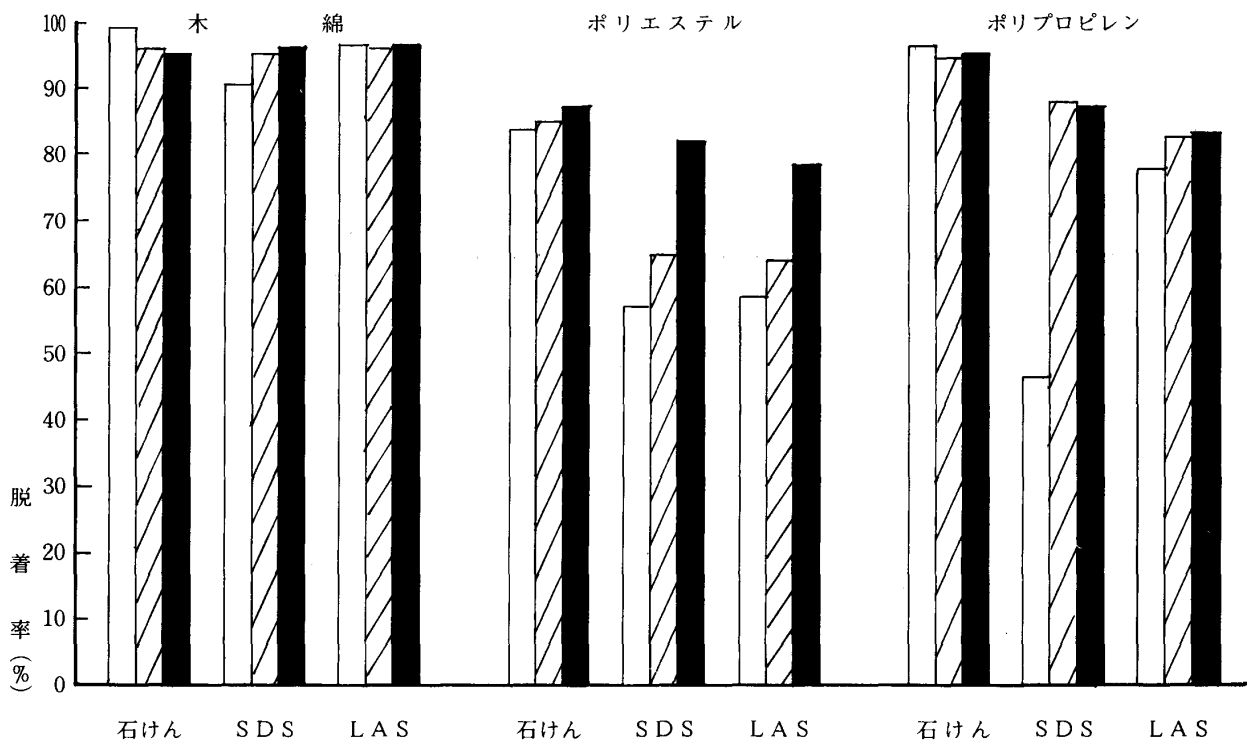
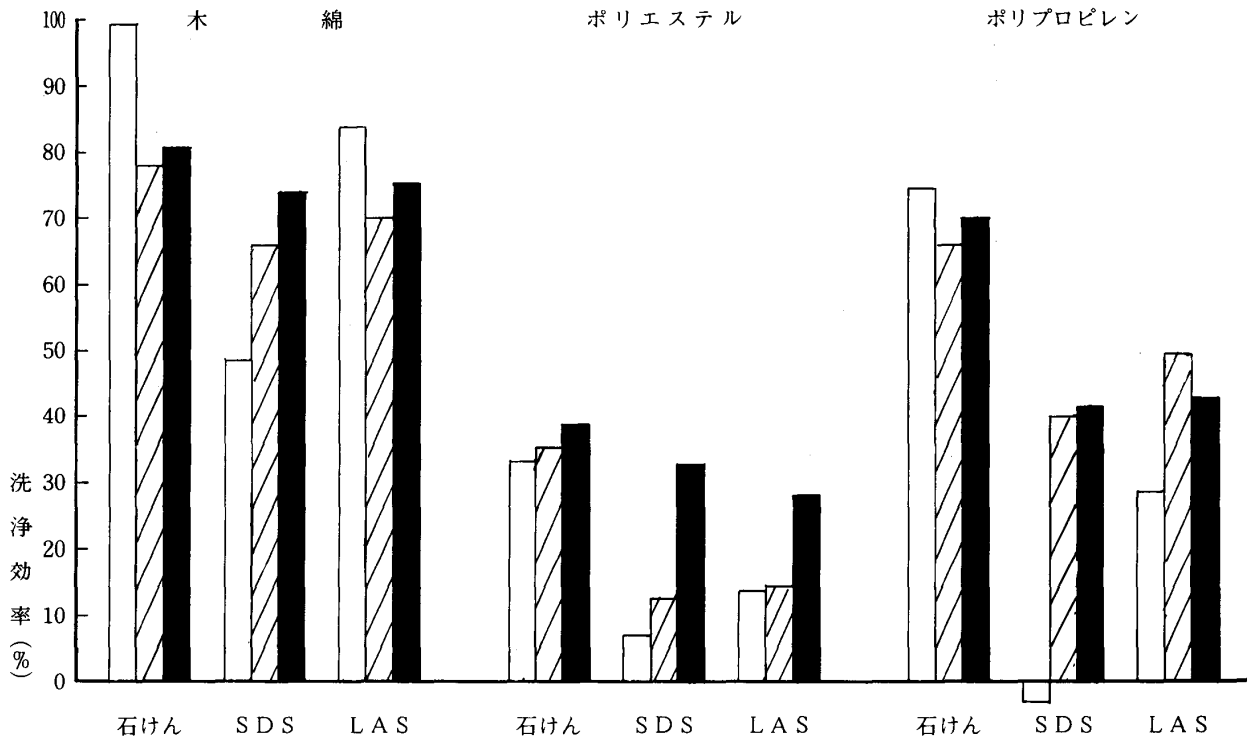


図3 Cの検定



- 界面活性剤 0.05%洗浴
- ▨ 界面活性剤 0.05% + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.15% (計 0.2%洗浴)
- 界面活性剤 0.05% + Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> 0.05% + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1% (計 0.2%洗浴)

図7 無機塩類添加の効果(界面活性剤濃度0.05%)

## 1. 繊維と洗剤の関係

### 木綿について

木綿繊維は、ポリエステル、ポリプロピレン繊維に比べ、洗浄効率、脱着率ともに高くあらわれた。図4は木綿繊維における界面活性剤、濃度、ビルダーの関係を脱着率で示したものである。洗剤濃度については、石けん、LASでは0.05%で高い値を示し、0.05%と0.2%の洗浄力の差はあまりみられなかったが、SDSでは0.05%と0.2%の洗浄力の差はかなり認められた。界面活性剤とビルダーの関係をみると、木綿繊維では、石けんに $\text{Na}_2\text{SO}_4$ を添加した場合、洗浄力の低下がみられ、 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ を添加した場合も、木綿繊維では幾分洗浄力の低下がみられた。LASについても、 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ の配合効果はみられなかった。これらの傾向は、脱着率で測定した場合より、洗浄効率であらわした場合に、顕著に認められた。

### ポリエステル繊維

木綿に比べて洗浄効率、脱着率ともに低くあらわれた。図5にみられるように、3種の界面活性剤の中では、石けんの洗浄力が非常に高くあらわれた。 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ 配合の効果は、3種の界面活性剤に認められたが、中でもSDS、LASでは、 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ を添加することにより、著しく洗浄力の上昇が認められた。たとえば今、LAS 0.05%の例をみると、 $B_0$ 洗剤は界面活性剤が100%であるから、LASが0.05%ということになり、 $B_1$ 洗剤と $B_2$ 洗剤は界面活性剤が25%で他はビルダーであるから、界面活性剤濃度でいえば0.0125%となる。このように界面活性剤の使用量は減じても、 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ の添加により洗浄効果の著しい向上が認められた。又表5、表6にみられるように、界面活性剤を入れず蒸留水に $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ を添加( $B_2$ )した場合にも、かなり洗浄力が高くあらわれた。このようなことから、ポリエステルの洗浄力は、このアルカリ力によることが大きいのではないかと考えられる。

### ポリプロピレン繊維

図6はポリプロピレン繊維における、界面活性剤、濃度、ビルダーの関係を脱着率で示したものである。石けんの洗浄力が高く、SDSの洗浄力が著しく低く、殊にSDS 0.05%溶液での洗浄力の低下が著しい。ポリプロピレン繊維は、一般に界面活性剤の濃度が洗浄力に大きく影響し、したがって洗剤濃度0.05%におけるビルダー配合洗剤 $B_1$ 、 $B_2$ 洗剤の洗浄力の低下が著しい。

### 無機塩類添加の効果

無機塩類添加の効果を図7に示した。ビルダーの配合効果は、界面活性剤の種類、繊維の種類によってかなり変化する。石けんでは、ビルダーの配合効果はほとんど認められない。SDSでは、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ などの無機塩類添加により、いずれの繊維の場合も洗浄力の向上が認められた。殊に、ポリエステル繊維に対しては $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ 配合による効果が顕著に認められた。

## 2. 洗浄効率と脱着率について

表5, 表6, 及び図1～図3並びに図7に繊維に対する洗剤の洗浄性を,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の定量による脱着率と反射洗浄効率とで示した。洗剤の優劣傾向は, 洗浄効率で表わした場合も, 脱着率で表わした場合も, ほぼ同じ傾向を示した。全体的にみて,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の定量による脱着率は, 反射洗浄効率に比べて極めて大きな値を示している。殊に疎水性繊維においてこの傾向は著しい。表5は洗浄力を洗浄効率で表わした結果であるが, ポリプロピレン繊維を蒸留水で洗浄した場合, 及びSDS 0.05%溶液で洗浄した場合に, マイナスの洗浄効率を示す。しかし, 脱着率でみた場合は, ポリプロピレン繊維を蒸留水で洗浄した場合も30%程度の脱着率を示し, SDS 0.05%溶液で洗浄した場合も40%程度の脱着率を示している。すなわち, 布から汚れはある程度脱落し, 布への付着量は減っているにもかかわらず, みかけの汚れ除去率, 反射洗浄効率はマイナスとして<sup>4) 5)</sup>あらわれている。これは既報でもふれたが, この傾向は再汚染の著しい場合に, より多くみられる。本実験では, 再汚染の問題にふれなかったが, 既報で取り上げた再汚染の実験では, ポリプロピレン繊維では, 蒸留水洗浄とSDS 0.05%溶液での再沈着率が非常に大きく<sup>4)</sup>あらわれており, この結果などから考えて, 一度洗剤溶液中に脱落した汚れが, 機械作用や, 洗剤の分散作用により細かく分散され, それが再び繊維表面に付着したため, 反射洗浄効率を低くしているのではないと思われる。すなわち, T. H. Shuttleworth らの粒子の大きさの異なるグラファイトによる<sup>6)</sup>実験にもみられるように, 付着量は少なくなっているにもかかわらず, ヨゴレ粒子が微小粒子となって表面に付くため, 表面反射率は低くなり, ヨゴレが除去されているにもかかわらず, 表面反射率から算定した洗浄効率では, 洗浄前よりかえってヨゴレがひどくなる負の洗浄効率としてあらわれたものと考えられる。しかし全体としてみた場合, 本実験でとりあげた各繊維に対する界面活性剤の洗浄性, 並びに界面活性剤に添加した無機塩類の影響, あるいは濃度の影響などについては, 表面反射率から算出した洗浄効率と, 付着量から算出した脱着率とでは, ほぼ同じ傾向をみることができた。

## IV 要 約

人工汚染布作成の基礎データ集積を目的とし, 酸化第Ⅱ鉄人工汚染布を用いて, 木綿, ポリエステル, ポリプロピレン繊維製品について, 石けん, 高級アルコール硫酸エステルソーダ, 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ソーダに配合した無機ビルダーの効果について, 表面反射率から算出した洗浄効率と酸化第Ⅱ鉄の付着量から算出した脱着率とで比較検討した。

その結果

- (1) 3種の界面活性剤では, 石けんの洗浄力が最も高くあらわれた。
- (2) 繊維については, ポリエステル繊維に $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ の配合効果が顕著に認められた。

中村・富満：人工汚染布の洗浄性の検討

- (3) 界面活性剤については，S D S，L A Sに $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ の配合効果が認められた。
- (4) 洗浄効率，脱着率の両面から洗剤の洗浄性を検討したところ，その優劣傾向はほぼ同じ傾向を示した。

参 考 文 献

- 1) 中村道子，富満貴子；鹿児島県立短期大学紀要29，33 1978
- 2) 日本油化学協会：洗浄力試験法合同実験報告書 181 (1956)
- 3) 中村道子，荒木邦子；鹿児島県立短期大学紀要18，63 (1967)
- 4) 中村道子；家政学雑誌，20，2 (1969)
- 5) 中村道子，若松安子；鹿児島県立短期大学紀要21，1 (1971)
- 6) T.H. Shuttleworth & T.G Johns; Proc. 2nd Int. Cong.  
Surface Activity, 4, 52 (1957)