

石けんおよび合成洗剤の洗浄力に関する研究

小 沢 節 子*

A Study on the Detergency of a Soap and a Synthetic Detergent

Setsuko Ozawa

1 緒 言

私たちが衣服を着用するにあたって、それをいかに美しく長く着られるようにするかは洗濯の技法と使用する洗剤によるところが多い。しかし今日の繊維の種類、家庭洗濯用として市販されている合成洗剤、石けんの種類は多種多様である。よく知られているように第2次世界大戦後、天然油脂の不足を補うため石油を原料とする合成洗剤が普及してきた。そして今日、合成洗剤に含まれるポリリン酸塩は環境破壊の原因と言われるようになり、リンの環境への影響が喧しく論ぜられている。(環境アセスメント)既に一部の地域では使用禁止運動による合成洗剤のボイコットがおこり、昔からの石けんが見直されつつある。しかし資源問題をはじめ低温洗浄に慣れた主婦に昔どおりの方法を強制することは難しい。

本研究は、上に述べた現状に対し、洗濯の本来の目的である“汚れ除去”(洗浄力と呼ぶこととする)の観点から、検討を加えることを目的とした。

折よく、日本油化学協会洗浄研究部会がリンの削減に関する通商産業省の委託研究に参加しておられたので、お茶の水女子大学班に協力し

* 本学助手 被服管理学

て、一部の実験に参加することができた。

大部分の実験は、本学被服管理学研究室の協力を得て、各種の天然および人工汚染布を用いてモデル洗剤のほか各種市販洗剤から選んだ石けん系、合成洗剤系について、その洗浄力を比較し、異なる方法による評価が一致するかどうか併せ検討した。

2 実験方法

2-1 試験布および試験布作成

1) J I S法衿垢汚染布

試験布はJ I S L0803の綿布カナキン3号使用。布目の方向をそろえて11×13cmに裁断し、裁断布2枚のそれぞれの短辺を縫い代1cmをとって縫い合わせ、衿布(11×24cm)を作る。

この衿布は着衣の衿の折り目をまたいで固定し、衿垢汚染布を作成した。

衿垢布を着衣から取りはずし、衿垢布の中から縫い目を中心として左右均等に汚染されているものを選別し、汚れの程度に応じて大汚れ、中汚れ、小汚れの3段階に区分した。それぞれの段階の衿垢布を5枚ずつ計15枚用意した後、縫い代部の糸をぬいて2組に分けて試験に用いた。

試験布作成は本学調理学研究室、被服材料学研究室、被服衛生学研究室、食品・栄養学研究室、被服管理学研究室の協力によるものであ

る。

2) 手垢法汚染布

試験布はJISL0803の綿布カナキン3号使用。直径4cmのシャーレ上に11×13cmの試験布を置き、布は固定し手垢をこすりつけ汚す。大、中、小汚れを各5枚ずつ計15枚作成する。

3) ライオン油脂法人工汚染布

標準人工汚染布用綿布サラシカナキン2023番を使用。

汚垢組成の有機質成分はミリスチン酸16.7%、オレイン酸16.7%、トリステアリン16.7%、

トリオレイン16.7%、コレステリン8.8%、コレステリンステアレート2.2%、パラフィン11.1%、スクアレン11.1%、無機質成分は焼成粘土(下末吉ローム325#通過品)、カーボンブラック(油化学協会指定)、これらの有機、無機、カーボンブラックを49.75/49.75/0.5の混合比でよくまぜ合わせ、スポンジで20×30cmの試験布に50回以上こすり表面反射率35±2%にする。また、有機溶剤6wt/vol%に有機質成分をとかし5×5cmの添加布に1ml滴下する。(試験原布白布の反射率80.3%)

表1 試験布の諸元

布名	材質(%)	織糸の太さ		糸密度 (本/cm)	組織	厚さ (mm)	平面重 (g/m ²)	見かけの 比重	備考
		たて糸	よこ糸						
綿	綿100	33S	38S	30×27	1/1	0.26	95	0.37	JISL0803 添布白布
綿	綿100	21S	20S	24×24	1/1	0.25	128	0.52	標準人工汚 染布用綿布

表2 供試洗剤
(日本油化学協会合同実験)

(単位: %)

モデル洗剤			配合率						
			A	B	C	D	E	F	G
L	A	S	15	15	15	15	15	15	15
トリポリリン酸塩			17(10)	8.5(5)	0(0)	8.5(5)	4.25(2.5)	0(0)	8.5(5)
ゼオライト			0	0	0	8.5	0	17	0
T	S	I	S	0	0	0	0	0	8.5
ケイ酸塩			5	5	5	5	5	5	5
炭酸塩(無水)			3	3	3	3	3	3	3
C	M	C	1	1	1	1	1	1	1
蛍光増白剤			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
水分			8	8	8	8	8	8	8
芒硝			バランス	バランス	バランス	バランス	バランス	バランス	バランス

注(1) トリポリリン酸塩の()内はP₂O₅換算値である。

(2) 蛍光増白剤は、JISK3371指標洗剤用。

(3) ゼオライトは、水沢化学シルトンB

(4) TSISは、イミドビス硫酸塩・工技院化学技術研究所より提供を受けた。

表3 供試市販洗剤及び石けん

洗剤名	界面活性剤	P ₂ O ₅ (%)	その他の ビ ル タ ー	標準 使用量	用途	社名
固型石けん	脂肪酸系	0	なし	水30ℓ 40g	麻・綿 化学セーイ	資生堂
粉石けん	脂肪酸系	0	なし	水30ℓ 40g	麻・綿 化学セーイ	ミヨシ
無リンジャ スト(粉末)	高級アルコール系(陰イ 24%オン)・直鎖アルキルベン ゼン系	0	ケイ酸塩・炭酸 塩・硫酸塩・螢 光剤・酵素	水30ℓ 40g	麻 綿 化学セーイ	花王石けん
うねり (粉末)	高級アルコール系(陰イ 15%オン・非イオン)・脂肪 酸系(非イオン)	0	アミノ酸塩(ゼ オライト)・ケイ 酸塩・硫酸塩	水30ℓ 40g	麻 綿 化学セーイ	神奈川生活 協同組合
うねり (液体)	高級アルコール系(陰イ 27%オン)	0	トリエタノール・ブ ロピレングリコール	水30ℓ 25ml	麻・綿 化学セーイ	神奈川生活 協同組合
ダッシュ (液体)	高級アルコール系(陰イ 44%オン・非イオン)・直鎖ア ルキルベンゼン系	0	螢光剤	水30ℓ 20ml	麻 綿 化学セーイ	ライオン 油脂
トッ プ	24%アルファオレフィン系・ 直鎖アルキルベンゼン系	8	ケイ酸塩・硫酸 塩・螢光剤・酵素	水30ℓ 40g	麻・綿 化学セーイ	ライオン 油脂

4) 日本油化学協会法人工汚染布

標準人工汚染布用綿布サラシカナキン2023番を使用。

試験布10×17cmをバット汚染法により、牛脂極度硬化油1g、流動パラフィン3g、四塩化炭素900g、カーボンブラック0.35gを混ぜ合わせバット中で浸漬汚染し、表面反射率30±2%にする。(試験原布白布の反射率80.3%)

2-2 試験方法と洗剤の組み合わせ

モデル洗剤はA・B・C・D・E・F・G洗剤の7種類で配合率は表2に示す。A洗剤は洗浄力判定用指標洗剤として使用。市販洗剤、石けんの供試洗剤は表3に示す。

4種の天然・人工汚染布を用いて洗浄実験を行なった洗剤、石けんの組み合わせはA洗剤とB洗剤(以下A:Bとする)、A:C, A:D, A:資生堂固型石けん, A:ミヨシ粉石けん, A:無リンジャスト, A:うねり(粉末), A:うねり(液体), A:ダッシュ(液体), A:ト

ップの10種類の組み合わせで衾垢汚染布のみA:E, A:F, A:Gの3種類の組み合わせを加えて実験した。

2-3 洗浄条件

洗浄試験機:Terg-O-Tometer

回転数:120r・p・m

洗浄濃度:0.133%

市販洗剤は標準使用量参照。

洗浄温度:30°C

洗浄時間:10分

浴比:1:50

ライオン油脂法人工汚染布(5×5cm)10枚, 添加布(5×5cm)3枚, 補助布

日本油化学協会法人工汚染布(5×10cm)5枚, 補助布

使用水:5°DH(1ℓ中にCaCl₂133mg)

すすぎ:3分2回

乾燥:アイロン乾燥

3 評価方法

衿垢汚染布, 手垢汚染布は J I S K3371法に準じ官能検査を行ない, Scheffè の一対比較法により分散分析表を作成し, 主効果の推定値を示した。

また, 2種の人工汚染布は表面反射率より洗浄効率を算出し一元配置の分散分析表より95%の信頼限界を図に示した。

4 実験結果および考察

4-1 J I S法衿垢汚染布による洗浄力評価結果 (日本油化学協会合同実験)

A洗剤とB洗剤を比較すると明らかにA洗剤の方が洗浄力がすぐれ, さらにC洗剤との比較においてはその差が甚だしく, トリポリリン酸塩を含まないため汚れが落ちにくいと考えられる。また, トリポリリン酸塩が1/2のB洗剤, 1/4のE洗剤を比較するとE洗剤の方が汚れが落ちにくい。トリポリリン酸塩が減少すれば, それに

伴って洗浄効果も減少の傾向にある。ゼオライトとトリポリリン酸塩が同量に配合されたD洗剤はA洗剤よりも洗浄力は劣り, トリポリリン酸塩を含まないゼオライト配合のF洗剤の場合はD洗剤やB洗剤よりも洗浄力は低下する。G洗剤においてはA洗剤と同等の洗浄力がある。

これを大阪市立大学, 東京理科大学, 東京学芸大学, 繊維高分子材料研究所, 東京家政学院大学, お茶の水女子大学・文化女子大学の6機関が同一条件のもとで実験し各データを総合解析した機関別評価結果の集計は図3のようになり, C洗剤, E洗剤はA洗剤より明らかに洗浄力が低下する。トリポリリン酸塩が減少すると洗浄力は低下の傾向を示すが, トリポリリン酸塩に変わるゼオライト配合のD洗剤, F洗剤の洗浄力はA洗剤ほどではないがかなり洗浄効果をあげている。全体を見た場合にもA洗剤は洗浄力がすぐれている。G洗剤はA洗剤と同等の洗浄力を示す。

4-2 J I S法衿垢汚染布による洗浄力評価結果

市販洗剤とA洗剤の比較では結果がかなり異

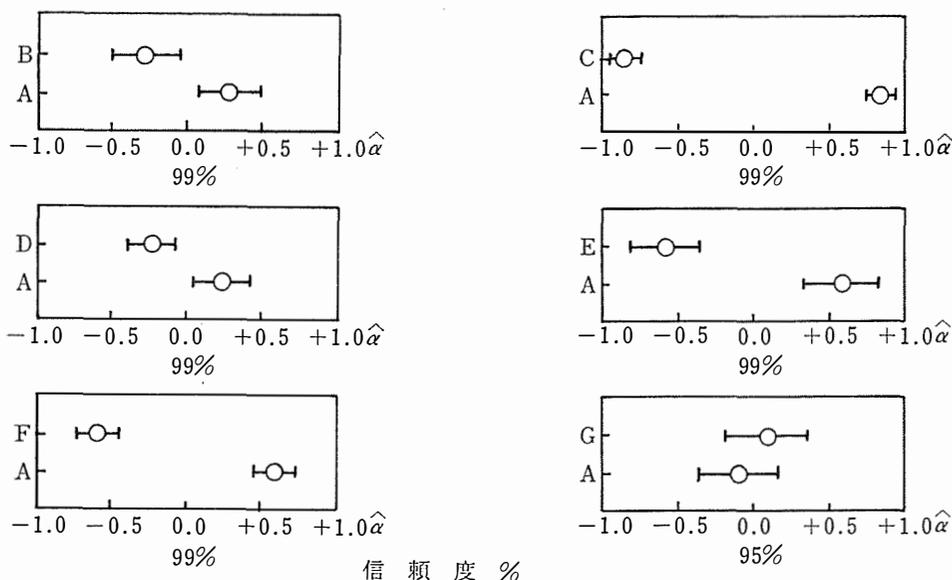


図1 JIS法衿垢汚染布による洗浄力評価結果
お茶水女子大学・文化女子大学 (日本油化学協会合同実験)

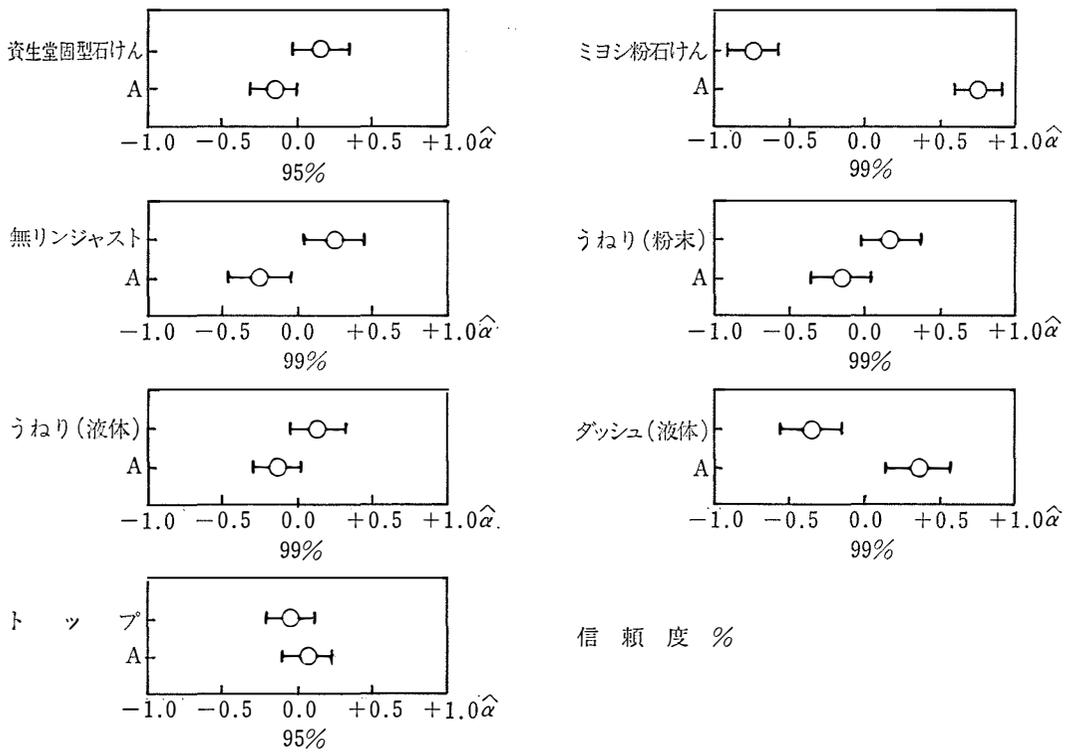


図2 JIS法衾垢汚染布による洗浄力評価結果

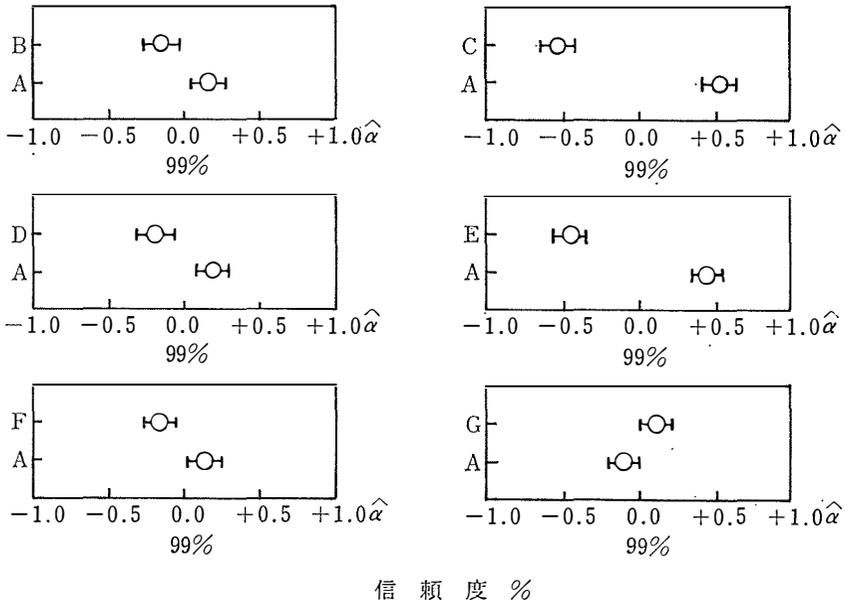


図3 JIS法衾垢汚染布による洗浄力評価結果
各機関集計（日本油化学協会合同実験）

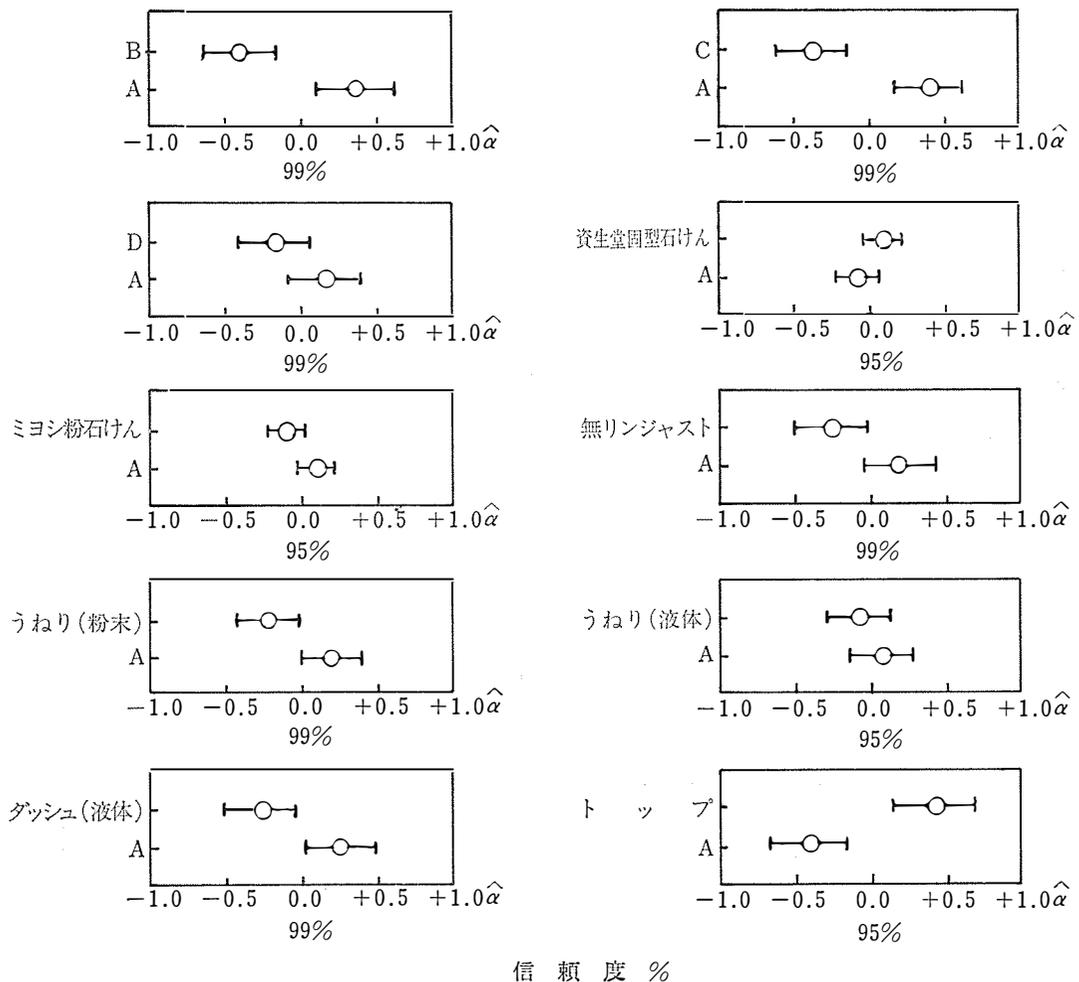


図4 手垢法汚染布による洗浄力評価結果

剤とトップはA洗剤と同等の洗浄力を持っていることがわかる。また、資生堂固型石けん、無リンジャスト、うねり(粉末)、うねり(液体)はA洗剤よりもすぐれているが一回の実験でははっきりしたことはいえない。手垢汚染布の分散分析表からのA洗剤とC洗剤は衿垢汚染布ほどの差はみられないがあきらかにA洗剤がC洗剤よりすぐれている。

分散分析表からも主効果の推定値と同じ結果を示し、A洗剤はどの洗剤よりもすぐれた結果を示す。

4-7 総合評価結果

市販洗剤、石けんの洗浄力実験の総合評価結果はトリポリリン酸塩を含んだA洗剤は洗浄力が高く、ゼオライトを配合した市販洗剤うねり(粉末)はD洗剤と同じような結果になる。しかしトリポリリン酸塩を配合していないゼオライトのみの洗剤において、A洗剤と同等の洗浄力効果は得られない。トリポリリン酸塩 (P_2O_5 として10%)を配合したA洗剤や市販洗剤トップ (P_2O_5 として8%)など、リン酸塩を配合した合成洗剤は洗浄力だけを比較するとかなりすぐ

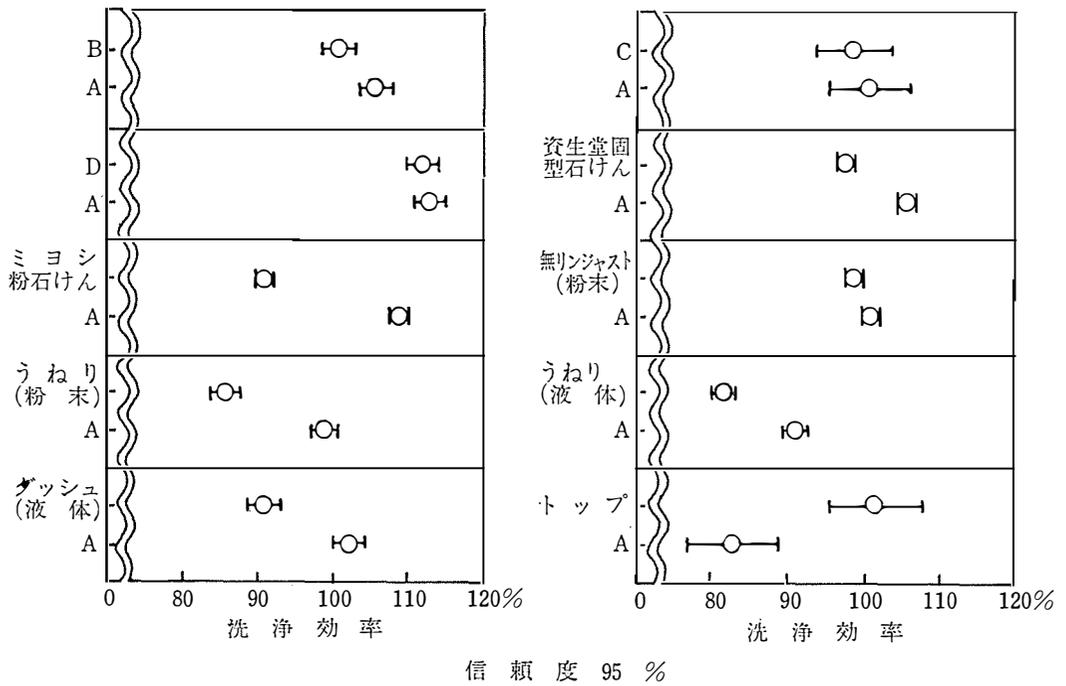


図5 ライオン油脂法人工汚染布による洗浄力評価結果

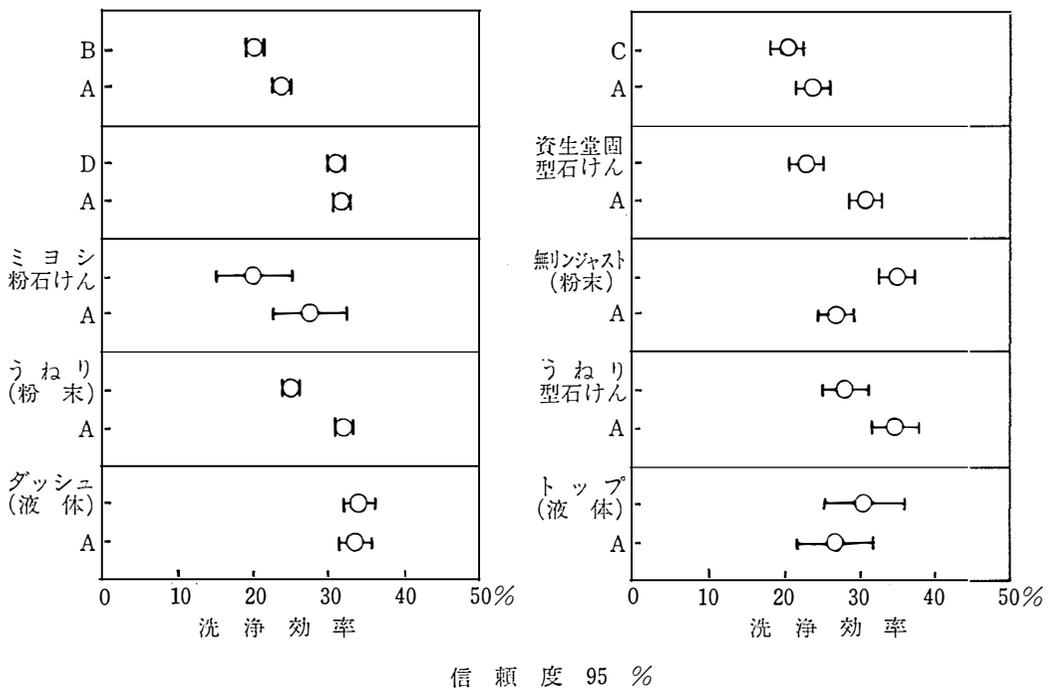


図6 日本油化学協会法人工汚染布による洗浄力評価結果

表5 モデル洗剤・市販洗剤・石けんによる分散分析表
JIS法衿垢汚染布 (■本油化学協会合同実験A~G洗剤)

	要 因	平方和(S)	自由度(φ)	不偏分散(V)	分散比(F)	検 定 結 果
A : B	主効果(A)	13.89	1	13.89	12.98**	A > B
	誤 差(E)	47.11	44	1.07		
	総 計(T)	61.00	45			
A : C	主効果(A)	128.36	1	128.36	583.45**	A > C
	誤 差(E)	9.64	44	0.22		
	総 計(T)	138.00	45			
A : D	主効果(A)	9.80	1	9.80	13.07**	A > D
	誤 差(E)	33.20	44	0.75		
	総 計(T)	43.00	45			
A : E	主効果(A)	60.09	1	60.09	50.92**	A > E
	誤 差(E)	51.91	44	1.18		
	総 計(T)	112.00	45			
A : F	主効果(A)	62.42	1	62.42	164.26**	A > F
	誤 差(E)	16.58	44	0.38		
	総 計(T)	79.00	45			
A : G	主効果(A)	2.22	1	2.22	2.74	A = G
	誤 差(E)	35.78	44	0.81		
	総 計(T)	38.00	45			
A : 資生堂固型石けん	主効果(A)	3.76	1	3.76	5.30*	A < 資生堂固型石けん
	誤 差(E)	31.24	44	0.71		
	総 計(T)	35.00	45			
A : ミヨシ粉石けん	主効果(A)	96.80	1	96.80	232.70**	A > ミヨシ粉石けん
	誤 差(E)	13.20	44	0.30		
	総 計(T)	110.00	45			
A : 無リンジャスト	主効果(A)	10.76	1	10.76	20.30**	A < 無リンジャスト
	誤 差(E)	23.24	44	0.53		
	総 計(T)	34.00	45			
A : うねり(粉末)	主効果(A)	5.00	1	5.00	9.09**	A < うねり(粉末)
	誤 差(E)	24.00	44	0.55		
	総 計(T)	29.00	45			
A : うねり(液体)	主効果(A)	3.20	1	3.20	8.42**	A < うねり(液体)
	誤 差(E)	16.80	44	0.38		
	総 計(T)	20.00	45			
A : ダッシュ(液体)	主効果(A)	22.76	1	22.76	41.38**	A > ダッシュ(液体)
	誤 差(E)	24.24	44	0.55		
	総 計(T)	47.00	45			
A : ト ッ プ	主効果(A)	0.80	1	0.8	1.67	A = ト ッ プ
	誤 差(E)	27.20	44	0.48		
	総 計(T)	22.00	45			

$F_{1,44}(0.05)=4.06, F_{1,44}(0.01)=7.24$

れている。また、洗濯後の試料布を見ると資生堂固型石けん、ミヨシ粉石けん、うねり(粉末)、うねり(液体)は蛍光増白剤が配合されていないために見た目に黄ばんで見える。白さの好みにもよるが合成洗剤で洗たくしたシャツと石け

んで洗たくしたシャツが並んだ場合、洗浄効果の評価結果では同等でも、どのように人の目に映るかも問題である。だが同じ無リン洗剤でも無リンジャスト(粉末)やダッシュ(液体)においては、増白剤が配合されているため同じよう

表6 モデル洗剤・市販洗剤・石けんによる分散分析表手垢法汚染布

		要 因	平方和(S)	自由度(φ)	不偏分散(V)	分散比(F)	検 定 結 果	
A	:	B	主効果(A)	27.22	1	27.22	40.03**	A > B
			誤 差(E)	29.78	44	0.68		
			統 計(T)	57.00	45			
A	:	C	主効果(A)	27.22	1	27.22	46.14**	A > C
			誤 差(E)	25.78	44	0.59		
			統 計(T)	53.00	45			
A	:	D	主効果(A)	5.00	1	5.00	7.35**	A > D
			誤 差(E)	30.00	44	0.68		
			統 計(T)	35.00	45			
A : 資生堂固型石けん			主効果(A)	1.42	1	1.42	3.74	A = 資生堂固型石けん
			誤 差(E)	16.58	44	0.38		
			統 計(T)	18.00	45			
A : ミヨシ粉石けん			主効果(A)	1.80	1	1.80	5.14*	A > ミヨシ粉石けん
			誤 差(E)	15.20	44	0.35		
			統 計(T)	17.00	45			
A : 無リンジャスト			主効果(A)	8.02	1	8.02	9.55**	A > 無リンジャスト
			誤 差(E)	36.98	44	0.84		
			統 計(T)	45.00	45			
A : うねり(粉末)			主効果(A)	8.89	1	8.89	18.52**	A > うねり(粉末)
			誤 差(E)	21.11	44	0.48		
			統 計(T)	30.00	45			
A : うねり(液体)			主効果(A)	1.09	1	1.09	1.15	A = うねり(液体)
			誤 差(E)	41.91	44	0.95		
			統 計(T)	43.00	45			
A : グッシュ(液体)			主効果(A)	12.80	1	12.80	20.65**	A > グッシュ(液体)
			誤 差(E)	27.20	44	0.62		
			統 計(T)	40.00	45			
A : ト ッ プ			主効果(A)	32.09	1	32.09	39.13**	A < ト ッ プ
			誤 差(E)	35.91	44	0.82		
			統 計(T)	68.00	45			

$F_{1,44}(0.05)=4.06, F_{1,44}(0.01)=7.24$

な洗浄効果でも見た目には資生堂固型石けん、ミヨシ粉石けん、うねり(粉末)、うねり(液体)より白く、あたかも洗浄効果がすぐれているように見える。G洗剤のビルダー、イミドビス硫酸塩を配合した洗剤も思いがけずすぐれた洗浄効果を示す。トリエタノール、プロピレンジオール配合のうねり(液体)では、衿垢汚染布の洗浄力において、A洗剤よりもすぐれている。これらのビルダーについても目が向けられトリポリリン酸塩に替わるビルダーがいろいろ考えられている。これらの洗浄試験はいずれも汚染布を1回だけ洗浄した結果の評価であるため、これに対して、洗たくをくり返した後の累積洗

浄効果の評価することが必要と思われるが、所要の人員、経費、時間などの点で簡単には実験できない。

4-8 日本油化学協会合同実験によるバンドルテストの評価結果

昭和54年6月通商産業省の依頼により、日本油化学協会がバンドルテストによる同一条件における洗浄力の比較検討を行ない、トリポリリン酸塩およびゼオライト等の洗浄力に与える効果を報告した。この実験でも、本実験に使用したA洗剤、B洗剤、C洗剤、D洗剤と全く同じA洗剤、B洗剤、C洗剤、D洗剤を使用した。衣類はワイシャツ、ブラウス、ハンカチ、枕カバー、

シーツ、タオル、肌着、子供肌着、婦人用靴下、子供用靴下と日常生活に必要なものを基準とした12サイクルにより、お茶の水女子大学、文教大学、東京家政学院大学、県立新潟女子短大の4機関の結果をみると、A洗剤とB洗剤ではサイクルを重ねるたびにA洗剤との差が顕著に表われ、B洗剤はA洗剤より洗浄力が低下する。これがA洗剤とC洗剤においてはその差が最も甚だしく、A洗剤の方がすぐれている。A洗剤とD洗剤においてはその差が最も少なく、4機関が同等の洗浄効果を得た。(通商産業省・産業局化学製品課新聞発表55年7月20日による)

5 総括

昭和55年3月“有リン洗剤・国も追放”と各社の新聞に大きく掲載された。近年富栄養化が問題になり、有リン洗剤から無リン洗剤へと洗剤が替わろうとしている。本実験から得られた結果は、トリポリリン酸塩を半分に削減したB洗剤はA洗剤より洗浄力は低い。1/4に削減したE洗剤やトリポリリン酸塩を配合しないC洗剤はその差が大きく、著しく洗浄力が低下する。トリポリリン酸塩8.5%、ゼオライト8.5%配合のD洗剤はA洗剤に近い洗浄効果を示す。トリポリリン酸塩0%、ゼオライト17%のD洗剤の場合にもA洗剤には及ばないが洗浄力はある。市販洗剤においても有リン洗剤は無リン洗剤よりもすぐれた効果を示す。従ってリン酸塩は洗

浄力に大きく貢献しており、単に洗浄力だけを考えた場合にはリン酸塩は削減することはできない。しかし富栄養化問題にふれた場合にはそれだけを主張できない。J I S法洗浄力試験やバンドルテストの結果をみると、ゼオライトはリン酸塩に替わり洗浄力の低下を防ぐものと思われ、考察としてはゼオライト配合の洗剤は市場に多く進出すると思われる。昔からの固型石けんは白さを考えない洗浄力だけをみると洗浄効果は大変すぐれている。私たちが以後洗剤を購入する場合は、無リン合成洗剤か粉石けんかの判断は消費者の選択にまかせるべきだとも考えられるが、洗たくの本来の目的と環境への影響とをあわせ考慮してどのように決断するかは軽々しく結論を出すわけにはいかないであろう。

最後に、本研究を御指導いただいたお茶の水女子大学矢部章彦教授に心から感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 草場郁郎 1964 統計的方法演習 p.53
- 2) 品質管理誌編集委員会編 1963 新しい統計手法集B編 p.63
- 3) J I S K3371 1976 衣料用合成洗剤
- 4) J I S L0803 1965 染色堅ろう度試験用添布白布