

洗剤の内側洗浄力評価

菅 沼 恵 子

(湘北短期大学)

原稿受付平成 13 年 8 月 29 日；原稿受理平成 14 年 2 月 25 日

Evaluation of Inside Detergency of Detergents

Keiko SUGANUMA

Shohoku College, Atsugi 243-8501

As today's washing machines have large capacities, rather thick items are now washed more than before. With this, the washing effects of the under side of thick items or fabrics lying one on top of another have become more important. However, the washing of inside surfaces has been little investigated to date. In this paper, methods of evaluating inside detergency of detergents or washing machines were investigated and a convenient one was proposed. Using that method, washing experiments were carried out, resulting in a number of interesting findings. Soap had the least inside detergency at low washing temperature and the largest at high washing temperature. Synthetic detergent A containing enzyme had the largest inside detergency at about 50°C and, on average, it was significantly larger than any other detergents at each temperature. Light duty detergents B and C depended little on washing temperature. The effect of water pressure on inside detergency was greater for synthetic detergents A, B, and C than it was on ordinary detergency and the inside detergency depended little on detergents or washing temperature, while that of soap depended on washing temperature considerably. A statistical analysis was done on detergency. The washing machine and washing temperature contributed 30% to 50% on ordinary detergency with all detergents. However, the inside detergency of soap and that of synthetic detergents A, B and C were very different. The effectiveness of soap was 77% dependent on the washing temperature, while that of synthetic detergents A, B and C depended on the washing machine at the rate of 55%, 83% and 67% respectively.

(Received August 29, 2001; Accepted in revised form February 25, 2002)

Keywords: inside detergency 内側洗浄力, evaluation of detergency 洗浄力評価, soap 石けん, synthetic detergent 合成洗剤, agitator type washing machine 攪拌型洗濯機, vortex type washing machine 渦巻型洗濯機.

1. 緒 言

近年洗濯機は大容量化され、一般家庭において4～5 kgの衣類を一度に洗濯することや、毛布、タオルケット、肌掛け布団など大物洗いをするのが比較的簡単にできるようになった。高橋らは洗濯容量の大型化に注目し数種の洗濯機による毛布の洗浄について、標準サイズのアクリルタフト毛布を被洗物としてメーカーの取り扱い説明書の指示する方法で洗浄を行った。その結果、毛布をたたんで（たたみ方の表示あり）洗濯する方法では毛布の外側に取り付けた汚染布の洗浄効率は良好で、内側に入る部分に取り付けた汚染布の洗浄効率は低かった¹⁾。また、木綿わた敷き布団の丸

洗いに関する報告では1回の丸洗いでは長年使用した布団の汚れの大部分を除去することは困難であるという²⁾。このような大物被洗物の場合には表面の汚れ除去だけではなく内側の汚れ除去も重要になる。

これまで洗浄力を評価する方法については、評価の目的に応じて多くの人々³⁾によって研究され論議され、いくつかの代表的な評価法も確立されている。しかし、衣料、洗濯事情が時代とともに常に変化している状況下では、現行の洗浄力評価法についても改良の余地があり、事実新たな提言もなされている⁴⁾⁵⁾。これまで確立され、また新たに提言された洗浄力評価法では布と布とが重なりあった場合、内側に閉じ込められた布

表 1. 汚染布の汚垢組成

汚れ成分	組成 (%)
オレイン酸	28.3
トリオレイン	15.6
コレステロールオレート	12.2
流動パラフィン	2.5
スクアレン	2.5
コレステロール	1.6
ゼラチン	7.0
泥	29.8
カーボンブラック	0.2~0.3

の汚れ除去を評価することはできない。そこで、この内側に閉じ込められた布の汚れ除去を「内側洗浄力」と定義し、比較的簡便に内側洗浄力を評価できる方法として汚染布を布に包んで綿金巾に縫い付けて洗浄実験を行う方法を検討した。またこの方法を用いて、数種の市販洗剤の内側洗浄力を渦巻型洗濯機と攪拌型洗濯機で評価した。

2. 実験方法

(1) 汚 染 布

洗濯科学協会販売の湿式人工汚染布を用いた。この汚染布は表 1 の汚垢組成を強力な乳化分散装置によって水中に均一に分散させた後、この浴中に綿布を浸漬して汚染し、乾燥、ラビングプロセスを経て調製されたものである。汚染布の大きさは縦横それぞれ 5×5 cm で、この表裏 4 箇所の反射率を測定して洗浄実験に供した。用いた汚染布の反射率の範囲は 42.0±4.0 % であった。

(2) 汚染布を布で包む

表 2 に示す綿布 No. 1~No. 4 を用いて汚染布を包んだ。汚染布の包み方は図 1 に示した。すなわち、5×5 cm の汚染布を ② のように a の位置にミシンで縫い付け（針目 2.5 mm で汚染布の端から 1 mm の所を縫う）、③ のように包む布の下方 b を上に折る。次に ③ c の部分を隙間なく左右（④）それから上部（⑤）を内側に折って布端から 5 mm の所をミシンで縫って汚染布を包む。

(3) 洗 剤

次の 4 種の市販洗剤を用いた。

- ・市販弱アルカリ性合成洗剤（合成洗剤 A）：界面活性剤 41%（直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム他）、アルミノけい酸塩、炭酸塩、蛍光剤配合、

表 2. 汚染布を包んだ布

包んだ布	厚さ (mm)	糸密度 (縦×横/インチ)
木綿 No. 1	0.182	128×65
木綿 No. 2	0.272	64×57
木綿 No. 3	0.615	44×43
木綿 No. 4	0.755	24×19

酵素配合

- ・市販高級アルコール系洗剤（合成洗剤 B）：界面活性剤 27%（アルキル硫酸エステルナトリウム他）、硫酸塩

- ・市販非イオン系洗剤（合成洗剤 C）：界面活性剤 22%（アルキルグルコシド・ポリオキシエチレンアルキルエーテル）

- ・市販脂肪酸石けん：純石けん分 60%（脂肪酸ナトリウム）、炭酸塩

(4) 洗浄実験

洗濯機：洗濯方式が自動反転攪拌式の全自動洗濯機と洗濯方式が自動反転渦巻式の二層式洗濯機を用いた。

試験布：1 m 四方の台布（綿金巾）に汚染布を包んだ試料の一边を縫い付けたもの 10 枚用意し、さらに台布を足してほぼ 1 kg とした。

浴比：1：25

洗濯時間：攪拌型洗濯機では標準プログラム（洗い 12 分、すすぎ 3 分 2 回、すすぎの前後間に脱水 5 分）を、また渦巻型洗濯機では洗い 10 分、すすぎ 3 分 2 回、すすぎの前後間に脱水 1 分を行った。

洗剤濃度：標準使用量を用いた。すなわち、25 リットルの水に石けん 42 g、合成洗剤 A 21 g、合成洗剤 B 37.5 g、合成洗剤 C 34 ml を用いた。

温度：12, 30, 50, 70℃

洗浄力評価法：反射率法を用いた。すなわち、1 枚の汚染布の 4 箇所の平均反射率を R_s 、洗浄布のそれを R_w 、原白布のそれを R_0 とした時、下記の式を用いて洗浄効率 $W\%$ を算出し、10 枚の平均洗浄効率を求めた。

$$W = 100(R_w - R_s) / (R_0 - R_s)$$

(5) 浸透力実験

キャンバスディスク法を用いて液温 30℃ と 70℃ で 4 種の市販洗剤の浸透力を測定した。すなわち、標準使用濃度に調整した洗剤溶液をシリンダー部 50 ml の線まで入れ、ゲーチロート付属のステンレスリング上にキャンバス地を載せて強制的にシリンダー液の中に入

洗剤の内側洗浄力評価

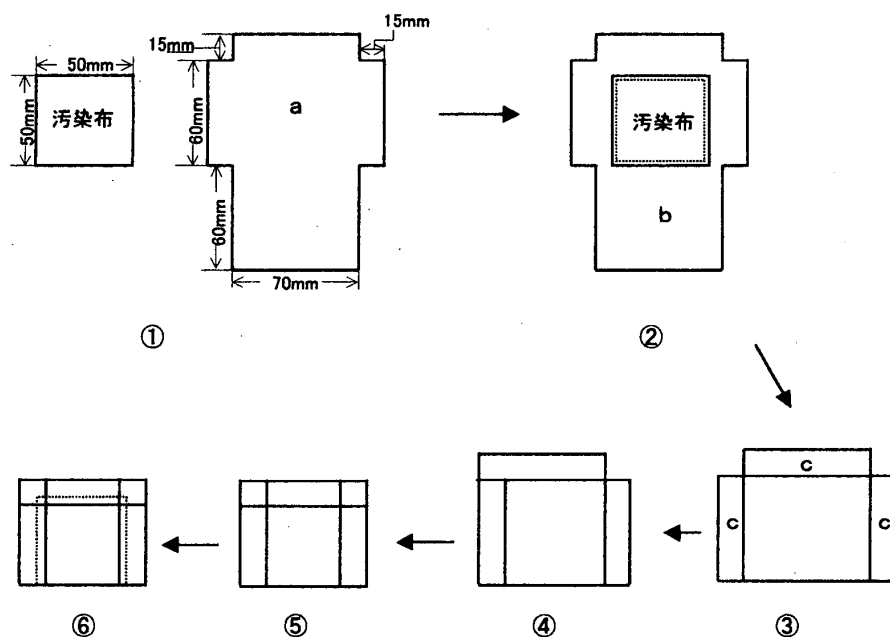


図1. 汚染布の包み方

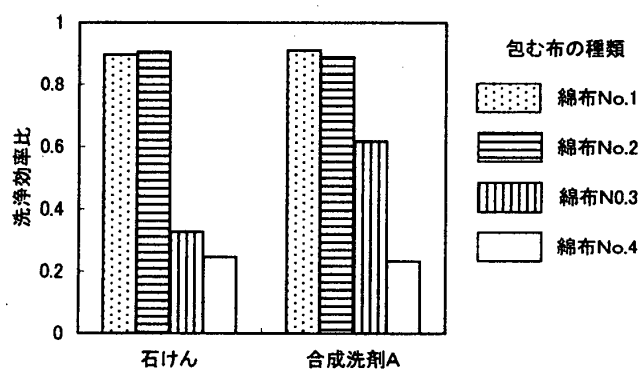


図2. 汚染布を包む布の種類と渦巻型洗濯機の洗浄効率比

合成洗剤 A：酵素配合市販弱アルカリ性洗剤。洗浄効率比 = (内側洗浄力)/(通常の洗浄力) = (汚染布を布で包んだ洗浄効率)/(汚染布を布で包まない洗浄効率)。洗い 10 分，すすぎ 3 分 2 回，洗浄温度 30℃，洗剤濃度：標準使用量（水 25 リットルに石けん 42 g，合成洗剤 A 21 g）。

れた。キャンバス地が液面に触れた時から下のステンレスリングに接するまでの時間を測定した。70℃では洗剤液を入れたシリンダー部をウォーターバスに入れて測定した。

3. 結果および考察

(1) 包む布と洗浄力

温度 30℃で表 2 に示す綿布で汚染布を包んで洗浄力実験を行った。市販弱アルカリ性合成洗剤（合成洗剤 A）と市販石けんを用いて渦巻型洗濯機で行った結

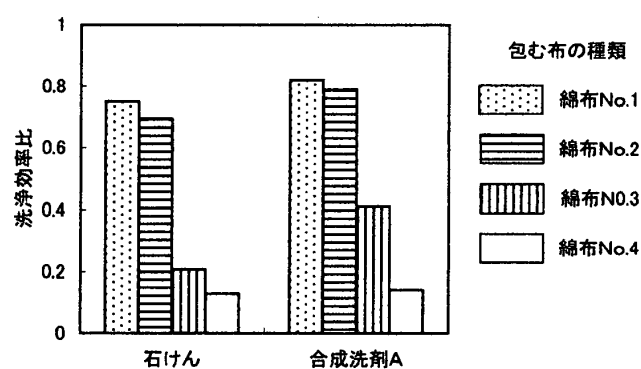


図3. 汚染布を包む布の種類と攪拌型洗濯機の洗浄効率比

合成洗剤 A：酵素配合市販弱アルカリ性洗剤。洗浄効率比 = (内側洗浄力)/(通常の洗浄力) = (汚染布を布で包んだ洗浄効率)/(汚染布を布で包まない洗浄効率)。洗い 12 分，すすぎ 3 分 2 回，洗浄温度 30℃，洗剤濃度：標準使用量（水 25 リットルに石けん 42 g，合成洗剤 A 21 g）。

果を図 2 に，また攪拌型洗濯機の結果を図 3 に示した。いずれも布で包まない場合の洗浄効率を 100%とした洗浄効率比で比較している。包む布が薄い，目が粗い場合は洗浄効率の低下は小さく，包む布が逆の場合は洗浄効率の低下が大きくなる。この洗浄効率の低下が小さすぎても大きすぎても，現在一般に使用されている洗剤や洗濯機間の洗浄効率に顕著な差が見られず，それらの内側洗浄力を比較することはできない。例えば綿布 No. 1 は両洗濯機とも洗剤 A と石けんとで洗浄効率の低下に差があまり見られない。綿布 No. 2 では

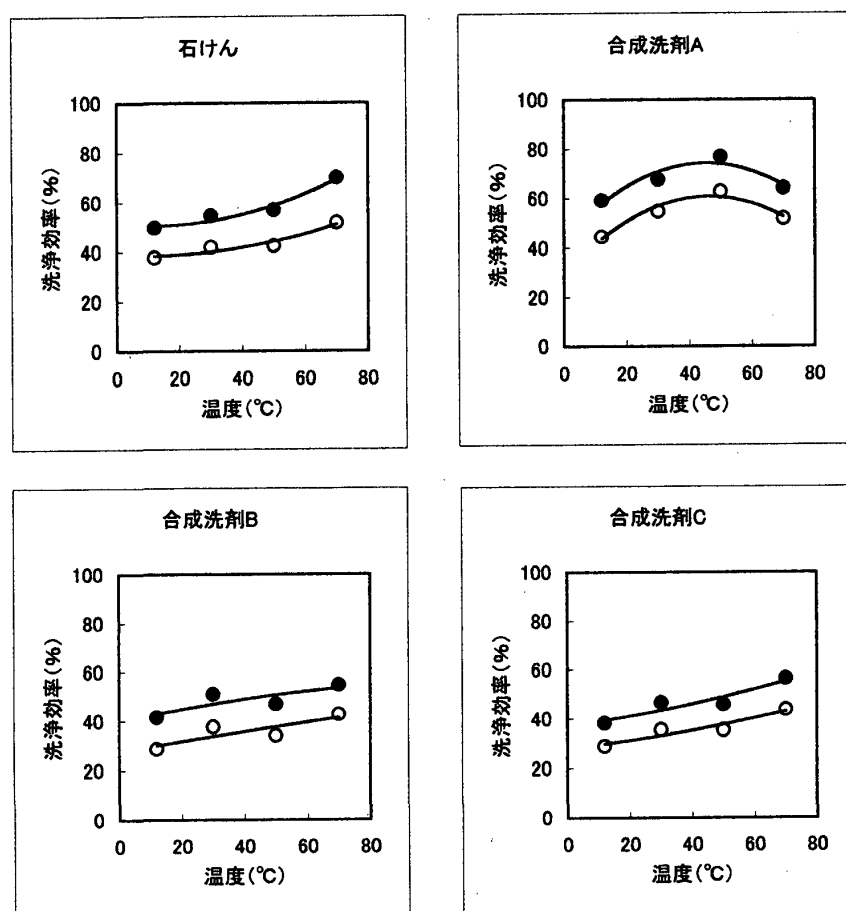


図4. 汚染布を布に包まない通常の洗浄力試験における市販洗剤の洗浄温度と洗浄力

●：渦巻型洗濯機 洗い10分，すすぎ3分2回，洗剤濃度：標準使用量（水25リットルに石けん42g，合成洗剤A 21g，合成洗剤B 37.5g，合成洗剤C 34ml），○：撈拌型洗濯機 洗い12分，すすぎ3分2回，洗剤濃度：標準使用量（水25リットルに石けん42g，合成洗剤A 21g，合成洗剤B 37.5g，合成洗剤C 34ml）。合成洗剤A：酵素配合市販弱アルカリ性洗剤，合成洗剤B：高級アルコール系市販中性洗剤，合成洗剤C：非イオン系市販液体中性洗剤。

水流の弱い撈拌型では差が見られるが，渦巻型ではほとんど変わらない。これに対して綿布 No.3 では洗剤間で約2倍，また洗濯機間では約1.5倍の明瞭な差が出ている。しかし，綿布 No.4 では洗浄効率が低下すぎて洗剤間に差はほとんど見られない。これらの結果から本実験の目的のためには綿布 No.3 を用いて汚染布を包む方法が最も適している。そこで，以下の実験では綿布 No.3 を用いた。

(2) 洗剤の種類と内側洗浄力

汚染布を布で包まずに綿金巾に縫い付けて通常の洗浄力実験を行った結果を図4に示した。ライトデューティ洗剤である合成洗剤BとCに比べてヘビーデューティ洗剤である石けんと合成洗剤Aは洗浄効率が

高い。また，石けんおよび合成洗剤BとCでは温度が高くなるにしたがって洗浄効率も高くなるが，合成洗剤Aは酵素が配合されているため50℃付近で極大となりその後は低下している。いずれの洗剤においても各温度で撈拌型洗濯機よりも渦巻型洗濯機を用いた方が約30%前後洗浄効率は高い。

汚染布を布に包んで洗浄力試験を行った結果を図5に示した。洗剤間で洗浄効率を比較すると低温（12℃，30℃）での石けんの内側洗浄力が他の洗剤に比べて著しく低い。すなわち，通常の洗浄力実験（図4）で石けんは低温においてもライトデューティ洗剤である合成洗剤BやCより洗浄力が高かった。しかし，内側洗浄力実験（図5）では洗浄温度12℃，30℃では合成

洗剤の内側洗浄力評価

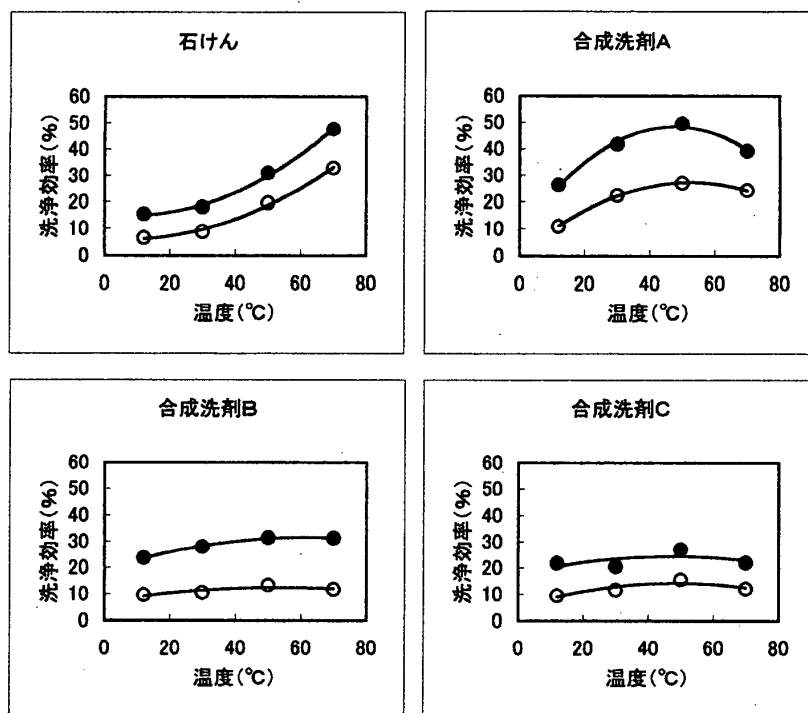


図5. 汚染布を布に包んだ場合の市販洗剤の洗浄温度と洗浄力（内側洗浄力）

●：渦巻型洗濯機 洗い10分，すすぎ3分2回，洗剤濃度：標準使用量（水25リットルに石けん42g，合成洗剤A 21g，合成洗剤B 37.5g，合成洗剤C 34ml），○：撈拌型洗濯機 洗い12分，すすぎ3分2回，洗剤濃度：標準使用量（水25リットルに石けん42g，合成洗剤A 21g，合成洗剤B 37.5g，合成洗剤C 34ml）．合成洗剤A：酵素配合市販弱アルカリ性洗剤，合成洗剤B：高級アルコール系市販中性洗剤，合成洗剤C：非イオン系市販液体中性洗剤．

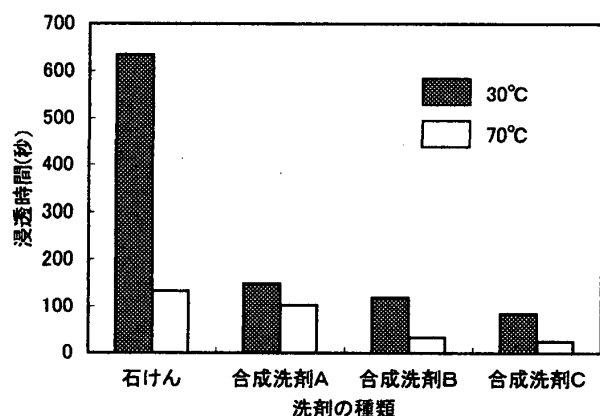


図6. 洗剤の種類と浸透力

合成洗剤A：酵素配合市販弱アルカリ性洗剤，合成洗剤B：高級アルコール系市販中性洗剤，合成洗剤C：非イオン系市販液体中性洗剤．キャンパスディスク法，30，70°C．

洗剤BやCの洗浄力の方が高い．この原因として浸透力の影響が考えられる．図6にこれらの洗剤について30°Cと70°Cで浸透力実験を行った結果を示した．

30°Cでは3種の合成洗剤に比べて石けんの浸透時間が極めて長く浸透力が著しく劣ることがわかる．これに対して70°Cでは他の洗剤の30°Cにおける浸透力程度には改善される．したがって，石けんは低温での浸透力が著しく小さいために低温における内側洗浄力が低く，他の洗剤に比べて表側洗浄に偏っているといえる．また，洗浄温度12°Cでは合成洗剤A，B，Cは同等の内側洗浄力を有するが，洗浄温度30°C，50°Cでは合成洗剤Aが他の洗剤に比べて極めて高い洗浄力を示し，70°Cでは石けんの内側洗浄力が最も高い．

洗濯機別に比較すると，図4と同様に撈拌型洗濯機より渦巻型洗濯機の方が洗浄効率は高い．しかし，通常洗濯（図4）では30%前後の差が観察される程度であるのに対して，内側洗浄力については石けんの高温の場合を除くと1.5~2倍の差に拡大している．

ここで各洗剤の通常の洗浄力と内側洗浄力とを比較するため，同一の条件下で汚染布のみと布に包まれた汚染布との洗浄効率比を算出して図7に示した．その

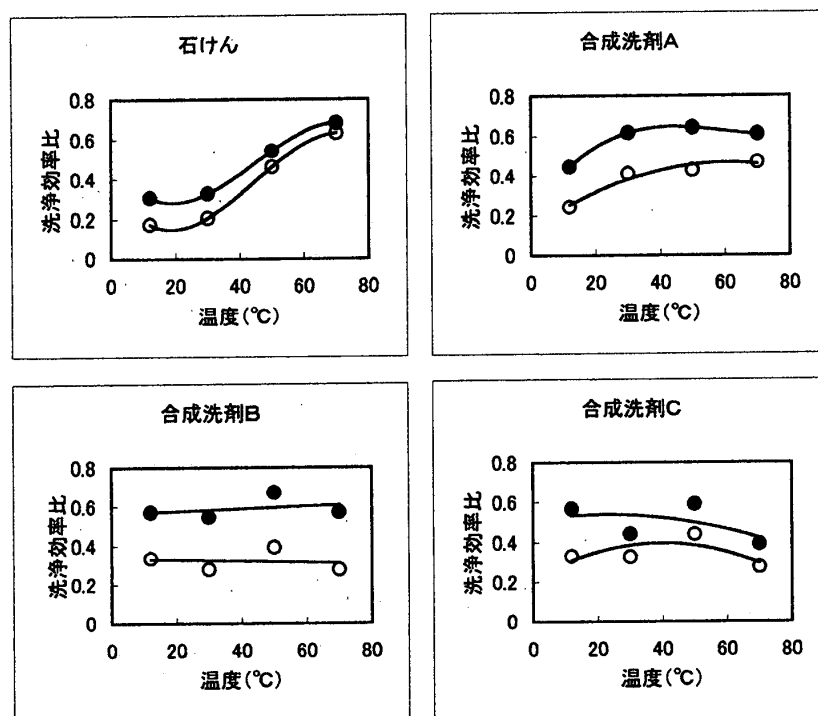


図 7. 汚染布を布に包んだ場合 (内側洗浄力) と包まない場合 (通常洗浄) との洗浄効率比

洗浄効率比 = (内側洗浄力) / (通常洗浄力) = (汚染布を布で包んだ洗浄効率) / (汚染布を布で包まない洗浄効率). ●: 渦巻型洗濯機 洗い 10 分, すすぎ 3 分 2 回, 洗剤濃度: 標準使用量 (水 25 リットルに石けん 42 g, 合成洗剤 A 21 g, 合成洗剤 B 37.5 g, 合成洗剤 C 34 ml), ○: 攪拌型洗濯機 洗い 12 分, すすぎ 3 分 2 回, 洗剤濃度: 標準使用量 (水 25 リットルに石けん 42 g, 合成洗剤 A 21 g, 合成洗剤 B 37.5 g, 合成洗剤 C 34 ml). 合成洗剤 A: 酵素配合市販弱アルカリ性洗剤, 合成洗剤 B: 高級アルコール系市販中性洗剤, 合成洗剤 C: 非イオン系市販液体中性洗剤.

結果, 温度の影響が石けんと合成洗剤とで異なっていることがわかる. 石けんでは洗浄温度が高くなるにつれて内側を洗う力が著しく大きくなるのに対して, 他の洗剤では洗浄効率比は洗浄温度にそれほど依存していない. すなわち, 石けんでは 0.2~0.7 まで変化するのに対して, 合成洗剤では種類によらず攪拌型でおよそ 0.4 前後, 渦巻型で 0.6 前後である.

洗濯機の影響についてはいずれの洗剤も攪拌型洗濯機よりも渦巻型洗濯機の方が内側を洗う力が大きくなり, 内側洗浄力に関しては水流の強さによる影響が大きくなることからわかる. しかし, この影響は合成洗剤では大きい, 石けんでは特に高温で小さい.

(3) 内側洗浄力に及ぼす温度と洗濯機の効果

内側洗浄力に及ぼす洗濯機と洗浄温度の影響をより詳細に検討するために分散分析を試みて, その結果を表 3 に示した. この表から明らかなように, 汚染布を布に包まない通常の洗浄力実験では洗濯機の効果と洗

浄温度の効果とはほぼ等しく, 洗浄効率に及ぼす寄与率にしておよそ 4 割前後で, 洗剤間の差もそれほど大きくない. しかし, 布に包んだ場合は合成洗剤 A では洗濯機の効果が 2 割ほど大きくなり, 合成洗剤 B と C では洗濯機の効果が著しく大きくなる. これに対して石けんでは温度の効果が著しく大きくなり, 特異である.

4. 要 約

洗剤や洗濯機の内側洗浄力を簡便に評価する方法として, 汚染布を布に包んで洗浄力実験を行う方法を検討した. また, その方法を用いて数種の市販洗剤の内側洗浄力を渦巻型洗濯機と攪拌型洗濯機で評価した. その結果, 石けんは通常洗浄以上に温度依存性が高く, 低温では内側洗浄力が他の洗剤に比べて著しく低下するが高温では逆に最も高い. また, 酵素配合の合成洗剤 A は 50°C 付近で内側洗浄力が最も高く, 平均して

洗剤の内側洗浄力評価

表 3. 全変動に及ぼす洗濯機と洗浄温度の効果

洗 剤	布に包まない (通常洗浄)				布に包む (内側洗浄)			
	石けん	合成洗剤 A	合成洗剤 B	合成洗剤 C	石けん	合成洗剤 A	合成洗剤 B	合成洗剤 C
洗濯機の寄与率 (%)	50.4	44.0	52.8	39.9	17.5	54.7	83.2	66.6
温度の寄与率 (%)	38.4	41.0	31.7	46.4	77.3	34.6	5.5	11.9
洗濯機の <i>F</i> 検定	**	**	**	**	**	**	**	**
温度の <i>F</i> 検定	**	**	**	**	**	**	**	**

合成洗剤 A：酵素配合市販弱アルカリ性洗剤，合成洗剤 B：高級アルコール系市販中性洗剤，合成洗剤 C：非イオン系市販液体中性洗剤．**：危険率 1% で有意である．洗濯機：渦巻型，攪拌型，洗浄温度：12，30，50，70℃．

他の洗剤よりかなり高かった．ライトデューティー洗剤である合成洗剤 B と C は洗浄温度にほとんど依存せず，内側洗浄力はほぼ一定だった．そのため低温では合成洗剤 A と同程度に高かった．

洗濯機の効果については通常洗浄と同様に内側洗浄力でも渦巻型の洗浄効率が攪拌型より高かった．しかし，その傾向は石けんと合成洗剤とでかなり異なった．合成洗剤ではほとんど洗浄温度に依存せず，通常洗浄との洗浄効率比は渦巻型でおよそ 0.6 前後，攪拌型でおよそ 0.4 前後であり，渦巻型の方が洗浄効率の低下率が低く，内側洗浄力においては水流の影響が大きくなることがわかる．これに対して石けんでは洗浄効率比が洗浄温度に大きく依存し，渦巻型で約 0.3～0.7，攪拌型で約 0.15～0.65 と幅広く変化し，かつ高温では両者の差が小さくなって水流による違いは通常洗浄と同程度になる．

洗浄効率に及ぼす洗濯機と洗浄温度との寄与率を調べた結果，通常洗浄ではすべての洗剤について両者とも 4 割程度の寄与率であるのに対して，内側洗浄では

石けんで温度の効果が極めて高くなり，合成洗剤 A では洗濯機の影響がやや高く，合成洗剤 B と C では洗濯機の影響が著しく高くなった．

本研究の一部は 1995 年（第 47 回）と 1996 年（第 48 回）の日本家政学会大会で発表した．

引用文献

- 1) 高橋睦子，土橋明美，小沢節子，大熊志津江，林 雅子：数種の新水流洗濯機による毛布の洗浄—毛布の洗浄効果と性能への影響—，家政誌，**41**，257-263 (1990)
- 2) 西出伸子，関口典子：木綿わた敷き布団の洗濯（第一報）中わたの汚染性，洗浄性，繊維消誌，**33**，609-615 (1992)
- 3) 奥山春彦，皆川 基（編著）：『洗剤・洗浄の事典』，朝倉書店，176-192 (1990)
- 4) 阿部幸子，渡辺洋江，片山倫子：各種市販汚染布による洗剤の洗浄力評価，家政誌，**46**，265-269 (1995)
- 5) 片山倫子，渡辺咲子，宮崎伊津子，小林泰子，阿部幸子：各種市販汚染布による洗剤の洗浄力評価（第 2 報），家政誌，**46**，1173-1177 (1995)