

家庭用電気洗濯機による衣類の洗浄について (第1報)

—— 布のサイズおよび形状による洗浄効果 ——

天 木 桂 子*・池 田 揚 子*

(1989年4月14日受理)

緒 言

現在、家庭用電気洗濯機の普及率は一般家庭でほぼ100%であり、うち最も多く使用されているのは、二槽式の渦巻型である¹⁾。このように普及した電気洗濯機を上手に利用し、最も合理的、経済的、効果的な洗浄性を得るための条件を明らかにすることは、重要な課題である。しかしこれまでの研究は、洗剤、汚れ、洗濯機に関するものが多く²⁾、布側に視点を置いて実用的見地から洗浄実験を行ったものは比較的少なかった。

家庭用電気洗濯機の標準洗濯容量は、洗濯槽の大きさと浴比との関係から、一定の重量で表示されている。しかし、同一重量の洗濯物でも、一枚分のサイズや形状によって洗浄効果が異なると予想され、一回分の洗濯物を重量だけで判断するのは無理があると考えられる。

本研究では、このことに着目し、同一浴量で布のサイズや形状、洗濯温度、浴比を変化させた時の洗浄効果の違いを、家庭用電気洗濯機を用いて明らかにした。また、洗濯は汚れがよく落ちるとともに、均一に汚れが除かれることが大切であるという考え³⁾から、被洗布の部位による洗浄効率の差、いわゆる洗いムラも合わせて検討した。

実 験 方 法

1. 試験布

(1) 被洗布 (汚染布を縫いつけた布)

ポリエステル/綿混紡ブロードを用いた。諸元を表1に示す。これを1枚あたり50gおよび100gに裁断し、さらに50g布は平面型・筒型・長筒型・袋型・長袋型の5種、100g布は平面型・筒型・袋型の3種に縫製した(図1参照)。

(2) 汚染布

日本油化学協会法による標準人工汚染布を作成し、たて5cm×よこ10cmに裁断して用いた。

(3) 補助布

綿ブロードを用いた。諸元を表1に示す。これを、1枚が50gとなるようにたて47cm×よこ91cmに裁断し、裁ち目を三つ折り縫いした。

表1 試験布の諸元

		被洗布	補助布
組成		ポリエステル/綿混紡加工 (ポリエステル65%/綿35%)	綿ブロード (綿100%)
組織		平織	平織
糸密度 (本/インチ)	縦	55.7	136.0
	横	63.3	71.7
厚さ(mm)		0.22	0.23
平面重(g/cm ²)		119.0	128.5
吸水性 (mm)	縦	13.0	32.0
	横	9.0	29.0

2. 汚染布の縫いつけ位置

汚染布は、幅のせまい一端の上から0.5cmの所を本線糸で被洗布の所定位置に縫いつけた。それぞれの被洗布の縫いつけ位置を図1に示す。

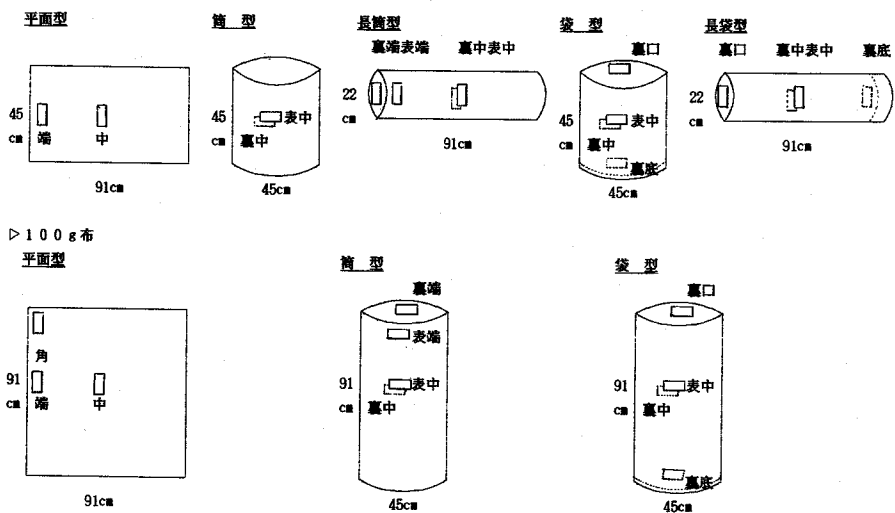


図1 被洗布の形状および汚染布の縫いつけ位置

3. 洗浄方法

家庭用電気洗濯機を用いて洗浄を行った。1回の洗浄には同じ型の被洗布を5枚用い、残りは補助布で所定量に調整した。実験は1条件につき3回とした。

洗浄条件を以下に示す。

洗濯機……家庭用二槽式電気洗濯機 (東芝銀河 VH-1515 型)
 洗剤……洗濯用合成洗剤 (弱アルカリ性, 粉末)
 洗剤濃度……標準使用量 0.13% (水30ℓに40g)
 水量……30ℓ
 洗浄温度…… $10 \pm 2^\circ\text{C}$, $40 \pm 2^\circ\text{C}$
 浴比……1:20 (布1.5kg), 1:30 (布1.0kg)
 洗浄手順……洗い10分 → 脱水1分 → ためすぎ3分 → 脱水1分
 → ためすぎ3分 → 脱水1分

洗浄後、被洗布から汚染布 (洗浄布) をとりはずして風乾し、あて布をしてアイロンをかけた。

4. 洗浄効率の算出

平沼表面反射率計 (SPR-3 型) にグリーンフィルター (波長530 nm) を用いて表面反射率を測定し、下式により洗浄効率 (D%) を算出した。

$$D(\%) = (R_w - R_s) / (R_0 - R_s) \times 100$$

R_0 : 原布の表面反射率

R_s : 汚染布の表面反射率

R_w : 洗浄布の表面反射率

結果および考察

1. サイズによる影響

平面型50g布および100g布の各条件下での洗浄効率を図2に示す。

これを見ると、端・中ともすべての条件下で50g布より100g布の洗浄効率が高い。一般に、布のサイズが小さいほど洗濯槽内での動きが自由になり、布同志の摩擦力が大きく得られるため洗浄効率が高くなると考えられており、実際にそうした実験報告もある⁴⁾。しかし、今回の結果はこれとは逆であった。

洗浄力に影響を及ぼす要因の一つに摩擦力がある。今回用いたパルセーター式の電気洗濯機では、布がパルセーターに接触することによって得られる摩擦力が重要な役割を果たす。100g布は50g布よりも塊状になりやすく、その状態で比較的均一に洗濯槽中を回転する。そのため、小さい50g布よりも大きな100g布の方がパルセーターに接触する際の力も大きく、布とパルセーターとの摩擦力が大きく得られ、洗浄効率が高くなったと考えられる。

また、補助布による影響も考えられる。すなわち、今回の実験で用いた補助布は、すべて50g布と同一サイズの平面型であった。つまり、50g布の洗浄実験は被洗布、補助布とも同じ形であったが、100g布の洗浄実験には被洗布5枚に50g布の補助布を足して調整したため、2

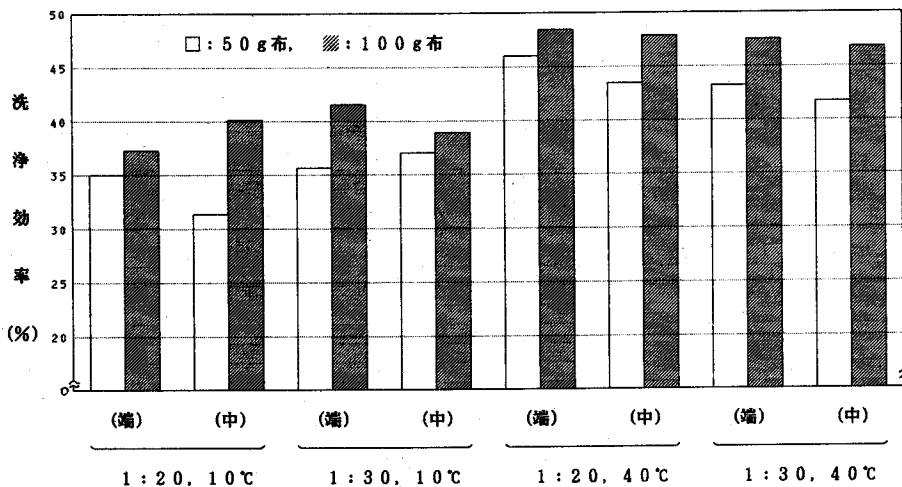


図2 被洗布のサイズによる影響 (平面型)

種類の布が混ざっていた。そのため、小さな補助布が大きな被洗布の間をすり抜けるかたちでよく移動し、布と布との摩擦力を受けたと考えられる。

以上より、100g布は布とパルセーターの摩擦力に加え、布同志の摩擦力もある程度得られ、全体として50g布より洗浄効率が高くなったと推察された。

このことから判断すると、同じ重量の洗濯物ならば、小さい物を多く洗うより大きい物を少量洗う方が高い洗浄効果が得られると言える。しかし、日常生活で実際の洗濯を考えると、同じ平面型でも小さい物ではハンカチ (約30cm×30cm) から大きい物ではシーツ (約140cm×200cm) までさまざまなサイズがあり、今回の実験に用いた50g布および100g布のみからでは一概に結論づけることは難しいと判断された。

2. 形状による影響

被洗布の形状および部位別の洗浄効率を、図3 (50g布, 10°C), 図4 (50g布, 40°C), 図5 (100g布, 10°C), 図6 (100g布, 40°C) に示す。

(1) 洗浄効率

全体に見て、50g布, 100g布とも平面型, 筒・長筒型に比べて袋・長袋型の洗浄効率が高い。特に50g布10°C (図3) の1:20, 50g布40°C (図4) の1:30, 100g布10°C (図5) の1:20に著しい。

袋・長袋型は筒・長筒型とは異なり、内部に水が入っても通り抜けられず太くなるため、布のもつれが少なく洗濯槽内を自由に移動でき、布と布の摩擦力が得られやすいと考えられる。さらに、内部に入った水の重みで布とパルセーターの摩擦力を大きく受け、全体として洗浄効率が高くなったと判断された。

平面型と筒・長筒型の洗浄効率を比較すると、筒・長筒型の裏側の部位が低いいため全体として大きな差は見られないが、表側の部位のみを比較すると、わずかに筒・長筒型が高い。布の

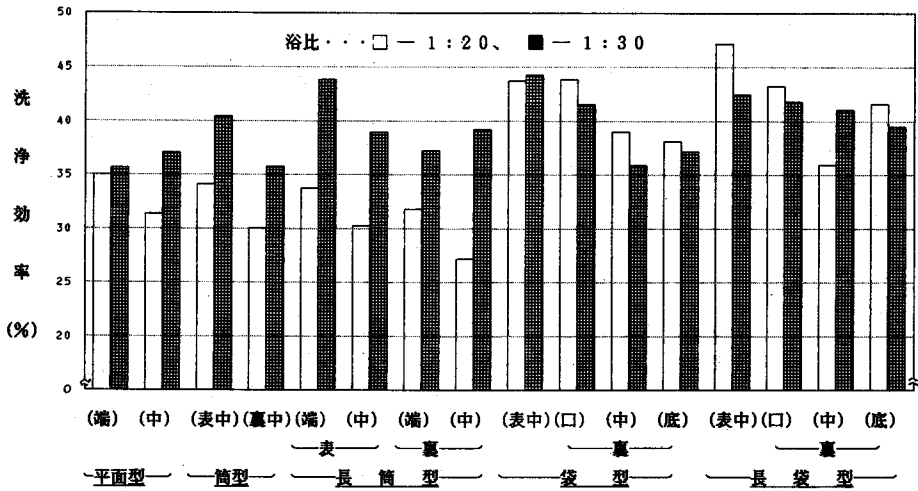


図3 被洗布の形状による影響 (50g布, 10°C)

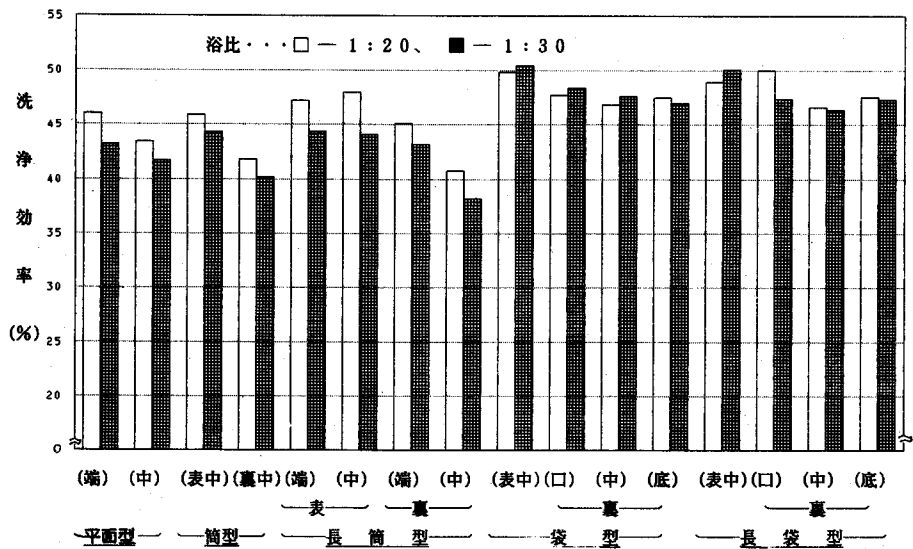


図4 被洗布の形状による影響 (50g布, 40°C)

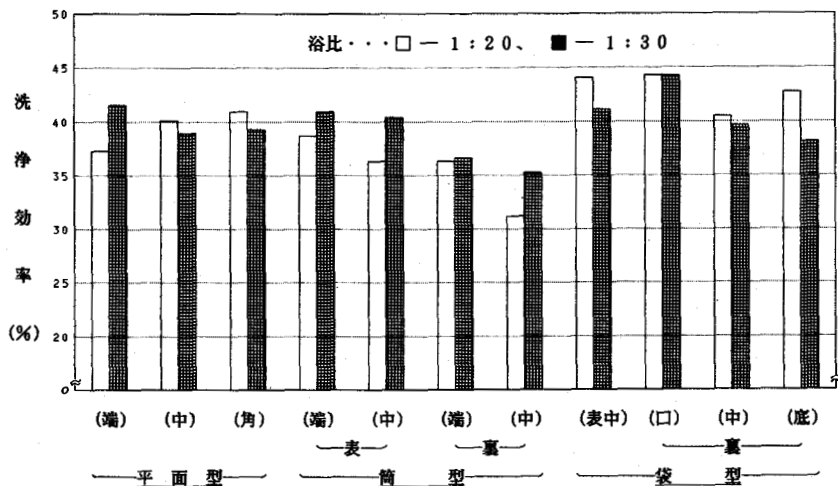


図5 被洗布の形状による影響 (100g布, 10℃)

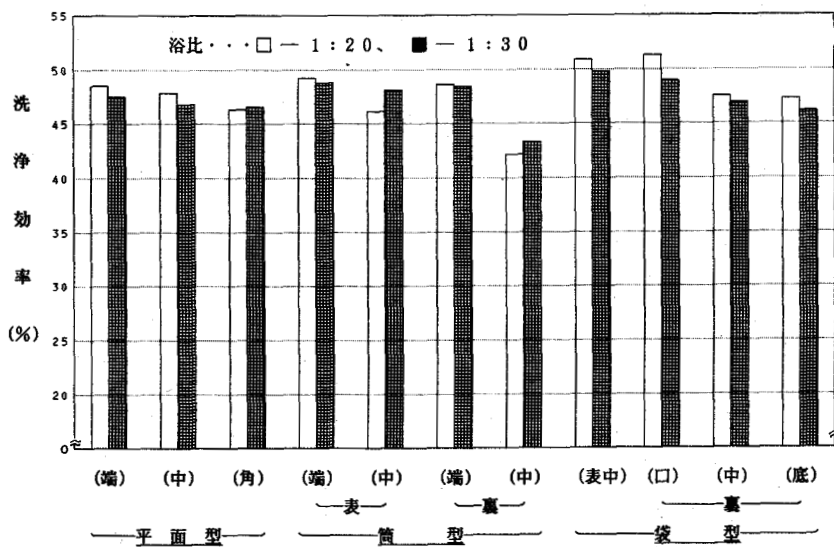


図6 被洗布の形状による影響 (100g布, 40℃)

重量は同一でも、筒・長筒型は平面型に比べて大きさが半分になり、その分まとまるため液流抵抗も少なくなり、洗濯槽内を自由に移動でき、布間接触も大きくなると考えられる。平面型は、広がった場合液流抵抗を大きく受け移動しにくくなり、摩擦力が得られにくいため洗浄効率が低かったと判断できる。

(2) 部位による差 (洗いムラ)

図7に、形状および各条件別の部位による差 (洗いムラ) を示す。

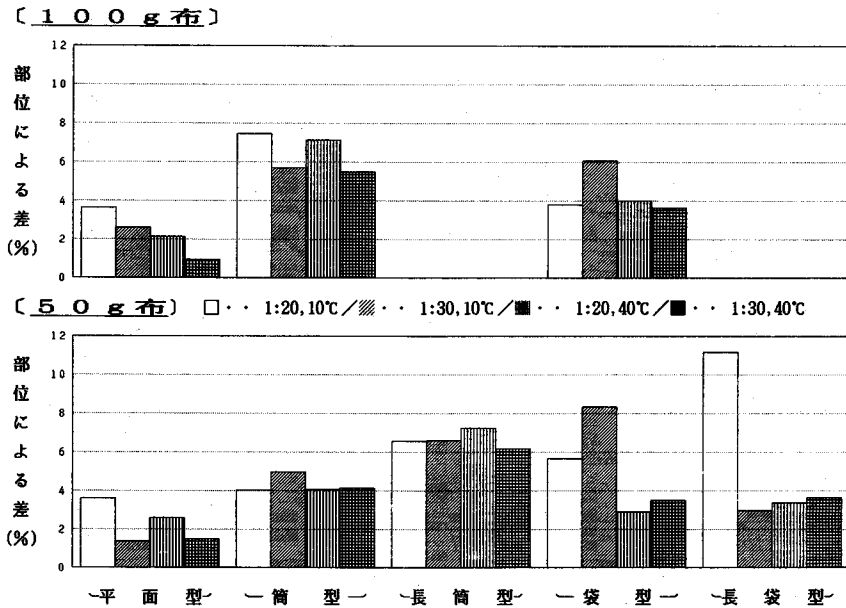


図7 部位による差（洗いムラ）

洗いムラの小さいのは平面型で、50g布、100g布いずれにも共通している。筒型、袋型はそれに比べると洗いムラが大きい。筒・長筒型と袋・長袋型を比較すると、少しバラツキがあるが、全体的に筒・長筒型が大きい。また、50g布の筒型・袋型と長筒型・長袋型では、1:30、10℃を除いていずれも丈の長い型に洗いムラが目立つ。

図3～図6を見ると、洗浄効率の低い部位は、50g布・100g布ともに裏（端・口・中・底）で、特に筒型の裏中および袋型、長袋型の裏中・裏底の3箇所に顕著であった。それに比べて表の洗浄効率は高く、全体としての部位による差は、筒型が4～7.5%、長筒型6～7.5%、袋型3～6%、長袋型3～11%と大きい。平面型は、端・中・角ともほぼ平均した洗浄効率を示しており、差も1～4%とわずかだった。

裏は、パルセーターや他の布に直接接触する機会がなく、表に比べて摩擦力が得られにくい。また内部は、液流作用も受けにくいため洗剤液がゆきわたらず、洗剤分子が汚れや繊維に吸着しにくいと考えられ、洗浄効率が低くなったと推察できる。

以上のように、表が裏より洗浄効果が高いことから、日常の洗濯では汚れの付着している方を表にして洗うことが有効だと判断できる。すなわち、身体内部からの汚れが主成分である下着類は裏返して、生活環境からの汚れが多い上着類は表にして洗うことが望ましい。

3. 浴比による影響

(1) 洗浄効率

図3～図6から1:20と1:30を比較すると、洗浄温度10℃の場合（図3、図5）は、1:30の洗浄効率が高い部位がわずかに多い。特に、50g布の平面型・筒型・長筒型、100g布の筒型はすべての部位で1:30が上回っていた。

洗浄温度40℃の場合（図4、図6）は、全体的に1:30より1:20の方が高い部位が多く、10℃

とは逆の結果を示した。

一般に、浴比が大きいほど洗浄効果が高いと言われており、この原因には、①洗濯布の増加により汚れや繊維への洗剤の吸着量も増加し、洗剤量の不足を引き起こすこと、②洗濯槽内での動きがにぶくなるため機械作用が減少すること、が挙げられる⁴⁾。

しかし、今回の結果は、40℃では大部分があてはまらず、10℃でも半数近くの部位では1:20の方が洗浄効率が高く、全体として一般論とは逆の結果であった。

これは、布と布の摩擦力の差が原因だと考えられる。すなわち、1:30は、洗濯布が少ないため洗濯槽内を自由に移動できるが、洗濯布が少ないため布同志が摩擦する機会が少ない。それに対して洗濯布の多い1:20は、布同志の接触が多く摩擦力を大きく受けやすい。この摩擦作用は、洗濯槽内を移動して得られる液流作用よりも有効に働き、1:20の洗浄効率の増加につながったと考えられる。

渦巻型の洗濯機の機械力は、液流作用と布同志の摩擦作用に寄与する部分が多い⁵⁾。今回の結果は、あまり浴比が大きすぎても機械力が十分に得られず、摩擦作用の不足からかえって洗浄効率の低下をもたらすことを示している。最適浴比は洗濯機の種類によってそれぞれ異なると考えられるが、洗浄性ととも経済性を考え合わせると、およそ1:20(水30ℓに1.5kg)が適当であろう。しかし、摩擦に対して弱い繊維の場合は、損傷する危険性もあり、浴比を大きくして液流作用で除去するようにしなければならないだろう。

一方、10℃と40℃で浴比の影響に違いが見られたのは、洗剤の作用が原因だと考えられる。すなわち、40℃では洗剤が溶解しやすく洗剤分子も活性化しているため、汚れや繊維への吸着速度も増加し、洗浄作用に有効に働く。それに対して10℃は、低温のため洗浄作用に寄与する洗剤分子の活性化が不十分で、吸着しにくい。このような状態の違いのなかにあつて、洗濯布が多い1:20は、1:30よりも吸着するための洗剤分子を多く必要とするため洗剤量が不足していたと考えられる。得られる機械力の浴比による違いは、10℃、40℃とも同一であるが、洗剤分子の作用を十分に受けられなかった10℃の方に、1:20での洗浄効率の低下が見られたと推察できる。

(2) 部位による差 (洗いムラ)

図7を見ると、浴比による洗いムラには全体を通して一定した傾向は認められないが、平面型や100g布の筒型では、浴比の小さい方が洗いムラが大きいと判断できる。

4. 洗浄温度による影響

(1) 洗浄効率

図2を見ると、10℃と40℃では明らかに40℃の洗浄効率が高く、その差は5~10%である。また図3と4、図5と6を比較しても、すべての条件下および部位で40℃が5~15%高い。

これは、温度上昇によって洗剤が溶けやすくなること、汚れや繊維への洗剤分子の吸着速度が増加すること、また水溶性汚れや粒子汚れの洗剤液中への拡散・移動が促進されることなどが原因である⁶⁾。

このように、高温で洗濯を行うことは、洗浄性の面からは非常に有効である。特に、油脂汚れは流動性が増しローリングアップなどにより除去しやすくなる。しかし高温すぎると、再汚染が増すことや繊維によっては傷みが生じるため、日本の水質の良さや経済性などから判断すると、30~40℃が適当であろう。

(2) 部位による差（洗いムラ）

図7を見ると、同一浴比では全体的に10℃より40℃の方が洗いムラが少なく、均一に洗浄されており、高温で洗濯を行うことは、洗いムラを少なくする面からも有効であることが明らかとなった。

ま と め

家庭用電気洗濯機を用いて、同一浴量で洗濯布のサイズや形状、洗浄温度、浴比を変化させた時の洗浄効果の違いを検討した。

すなわち、ポリエステル／綿混紡ブロードを被洗布とし、1枚あたり50gと100gの2種類に裁断し、それぞれについて50g布は平面型・筒型・長筒型・袋型・長袋型の5種類に、100g布は平面型・筒型・袋型の3種類に縫製した。これを、洗浄温度10℃および40℃、浴比1:20および1:30で洗浄し、それぞれの要因が洗浄効果に及ぼす影響を探った。また、汚染布の縫いつけ位置による洗浄効率の差（洗いムラ）も合わせて検討し、最も経済的で効果的な洗浄条件を明らかにした。

その結果、以下の結論を得た。

1. (サイズ) 平面型は、端・中の部位ともすべての条件下で50g布より100gの洗浄効率が高い。この結果から、同一重量の洗濯物ならば、小さい物を多く洗うより大きい物を少量洗う方が高い洗浄効果が得られることがわかった。しかし、2種類の布からだけで結論づけることは難しく、さまざまなサイズの布で検討する必要があると判断された。
2. (形状) 50g布、100g布とも最も洗浄効率が高いのは袋・長袋型で、次いで筒・長筒型、平面型の順であった。袋・長袋型は、内部に水が入っても通り抜けず太くなり、布のもつれが少なく洗濯槽内を自由に移動できるため、布同志の摩擦力を受けやすいこと、また、内部の水の重みで布とパルセーターの摩擦力も大きく受けることが原因で、洗浄効果が高くなったと考えられる。平面型は、広がった場合液流抵抗を大きく受けることによって摩擦力を得られにくかったと考えられる。
3. (浴比) 全体的に見て、1:30より1:20の洗浄効率が高く、「浴比が大きいほど洗浄効率も高くなる」という一般論とは逆の結果を示した。これは、洗濯布の量が多い1:20は布同志の接触の機会が多く、摩擦力を大きく得られたため洗浄力が増加し、それに対して1:30は、布同志の摩擦が少なく洗浄力が低下したと考えられる。

このことは、電気洗濯機での洗浄は、浴比が大きすぎても機械力が十分に得られず洗浄効率の低下につながることを示しており、最適浴比は洗濯機の種類によって異なっていると推察できる。これらのことから、日常生活においても利用している洗濯機に最も適した浴比を把握し、より効果的な洗濯を行うべきだと考えられた。しかし、今回の結果から判断すると、洗浄性や経済性から1:20前後が適当だと言えるだろう。

4. (洗浄温度) すべての条件下および部位で10℃に比べて40℃の洗浄効率が5～15%高く、高温で洗濯を行うことは、洗浄性の面からは非常に有効であることが分かった。
5. (洗いムラ) 形状別に見ると、最も洗いムラの小さいのは平面型で、次いで筒・長筒型、袋・長袋型の順であった。また、丈の長い型に洗いムラが目立った。筒型、長筒型、袋型、長袋型の洗いムラが大きいのは裏側の洗浄効率が低いため、表との差は3～11%もあり、

それに比べて平面型はわずか1～4%であった。このことから、汚れの付着している方を表にして洗うことが有効だと判断された。

また、浴比が小さいほど、洗浄温度が低いほど洗いムラが大きかった。

以上より、洗浄効率は洗濯布のサイズ、形状、浴比、洗浄温度により影響を受けることが明らかとなった。同時に、これらの要因は洗いムラにも影響を及ぼしていた。今回の結果から、洗浄効率の低かった平面型の布を洗う場合には温度を高くしたり、また、筒・長筒型、袋・長袋型の布を洗う場合は、裏側の洗浄効率が低いいためその部分を表にしたり、手洗いを併用するなどして均一に汚れを除去する、といった工夫が必要だと感じられた。

実際の家庭洗濯では、1回に同じ型のもを洗うことはまれで、様々に入りまじっていたり、1枚の衣料が複数の形状の部分から成り立っていることが多い。すなわち、平面型はハンカチ、タオル、シーツなど、筒型はズボン、上着の袖や胴の部分、袋型はポケットやくつ下などに相当すると考えられ、これらは同時に洗濯される。今後は、このような実態に即した洗浄実験を行うことが課題であろう。

また、補助布を被洗布と同一サイズおよび形状のものを用いて洗濯条件を統一すること、被洗布のサイズや浴比の条件を増やすこと、さらに、被洗布の材質を変え吸水量の多いタオル地などについても同様の実験を行い、今回の結果とともに電気洗濯機を用いたより効果的な洗濯を行うための条件を明らかにしたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 花王生活科学研究所 資料「最近の衣料用洗剤の技術的動向」(1987)
- 2) 例えば、藤井清子、今岡小夜子：家政学雑誌 11, 261 (1960) など
- 3) 西出伸子：家政学雑誌 31, 184 (1980)
- 4) 花崎正子、原田悠三：繊維製品消費科学会誌 26, 385 (1985)
- 5) 文部省 「小学校 家庭 指導資料、被服の指導」 p54 (1983) 開隆堂
- 6) 水野上与志子、岩崎芳技編著「被服整理学」 p69 (1986) 建帛社