

# 洗濯に関する研究(第6報)

## — 電気洗濯機の洗浄性能について —

中 村 道 子

### I 緒 言

現在家庭で用いられている洗濯機は、攪拌式、渦巻式、噴流式、回転式が主要なものであり、中でも前2者が圧倒的多数をしめている。今回はこの2種の洗濯機について、浴量と洗浄力の関係を中心に、標準木綿人工汚染布を用いて実験を行なったのでその結果について報告する。

### II 実験方法

#### 1. 電気洗濯機

本実験に使用した洗濯機は、 $M_1$ : 日立TA2型(大型攪拌)、 $M_2$ : 日立PT10型(渦巻式)の2種である。

#### 2. 汚 染 布

汚染布は洗浄力試験法委員会<sup>1)</sup>で決定した作成法による標準木綿人工汚染布で、連続式人工汚染装置機で汚染したものを<sup>2)</sup>用いた。汚染布に使用した布地、汚染浴の組成、反射率の測定などは第4報<sup>2)</sup>で報告した通りである。

#### 3. 洗 浄 方 法

##### a 洗剤及び水量

使用洗剤はゲンブマルセル石鹼で、水量に対して0.3% (含水)の割合で使用した。洗濯水は水道水を使用し浴量は大型攪拌式、渦巻式、ともに基準浴量を24ℓとした。そして $V_1$ : 基準浴量の24ℓ、 $V_2$ : 基準浴量の $\frac{3}{4}$ の18ℓ、 $V_3$ : 基準浴量の $\frac{2}{3}$ の16ℓ、 $V_4$ : 基準浴量の $\frac{1}{2}$ の12ℓ以上の4条件としてその洗浄力を比較した。

##### b 布の分量

試験に用いた洗浄布は巾約90cm、長さ約90cmの晒金巾2003番同等品(番手30×36、1cm間打込30内外、重量約100g)を用いた。浴比は $B_1 = 1:10$ 、 $B_2 = 1:20$ 、 $B_3 = 1:30$ の3条件で実験を行った。浴量、浴比と1回の試験に用いた洗濯物の総量との関係は第1表に示す通りである。

第1表 洗濯機1回の試験に用いた洗濯物の総量

浴 量 比	$V_1$ 基準浴量 24ℓ	$V_2$ 基準浴量 $\frac{3}{4}$ 18ℓ	$V_3$ 基準浴量 $\frac{2}{3}$ 16ℓ	$V_4$ 基準浴量 $\frac{1}{2}$ 12ℓ
$B_1$ 1:10	2.4kg	1.8kg	1.6kg	1.2kg
$B_2$ 1:20	1.2kg	0.9kg	0.8kg	0.6kg
$B_3$ 1:30	0.8kg	0.6kg	0.5kg	0.4kg

##### c 洗浄の仕方

汚染布は1条件5枚ずつ用いる事とし、洗浄布のほぼ中央に洗浄布1枚につき、汚染布1枚の割合に、汚染布の巾の狭い1端を縫いつけた。ただし汚染布の枚数が洗濯物の枚数より多い場合は、洗浄布の表裏の中央部に前記と同様縫いつける事とした。

洗濯機に必要量の湯を入れ、浴温を $40 \pm 2^\circ\text{C}$ に調節しこれに洗剤を加え約1分間駆動し、静置後一応泡が落ちついてから洗浄布を入れ5分、15分の洗浄を行った。洗浄後、洗濯機から洗浄布を取り出し、汚染布のみとりはずし、100ccずつの蒸溜水で2回ずつすすぎを行い、しばらくそのまま自然乾燥させ、1晩デシケーターの中に保存した後、日立光电反射率計で表面反射率を測定し、<sup>3)</sup>常法により洗浄効率を算出した。

以上の条件でくり返し4回の4元配置法による実験計画をくみ、実験結果を推計学的に処理する事により洗浄力の順位を判定した。

### III 実験結果及び考察

以上の方法に従い洗浄試験を行った結果を示すと第2表及び第3表のようになる。

第2表 洗 浄 効 率

機 種	浴 量 時 間 浴 比	V <sub>1</sub> 基 準 浴 量 24ℓ		V <sub>2</sub> 基 準 浴 量 ¾ 18ℓ		V <sub>3</sub> 基 準 浴 量 ¾ 16ℓ		V <sub>4</sub> 基 準 浴 量 ½ 12ℓ	
		T <sub>1</sub> 5 分	T <sub>2</sub> 15分	T <sub>1</sub> 5 分	T <sub>2</sub> 15分	T <sub>1</sub> 5 分	T <sub>2</sub> 15分	T <sub>1</sub> 5 分	T <sub>2</sub> 15分
M <sub>1</sub> 大型攪拌	B <sub>1</sub> 1:10	27.7	35.9	29.5	34.5	32.6	37.9	26.0	32.7
		34.5	40.2	31.7	35.0	25.7	35.1	22.2	35.6
		29.0	36.5	31.5	40.4	28.5	38.9	25.9	35.1
	B <sub>2</sub> 1:20	33.3	37.8	32.0	39.1	31.9	36.3	28.4	33.5
		36.0	40.0	29.1	41.1	31.9	35.1	30.8	38.3
		33.5	40.1	30.4	41.2	35.4	37.3	30.2	39.4
	B <sub>3</sub> 1:30	34.3	49.3	35.6	39.3	35.7	40.4	33.6	45.3
		35.3	41.3	34.0	41.6	34.7	43.6	31.5	39.6
		33.2	42.4	34.7	44.0	33.5	42.3	35.6	41.1
M <sub>2</sub> 渦 卷	B <sub>1</sub> 1:10	39.3	53.8	51.4	53.2	51.2	60.0	45.7	57.8
		34.9	40.6	47.2	53.7	41.6	56.1	55.5	58.8
		34.7	49.1	46.4	48.6	40.5	58.5	41.6	57.6
	B <sub>2</sub> 1:20	42.7	61.2	48.6	63.4	52.6	60.1	50.2	61.3
		44.8	62.2	49.1	62.0	47.4	57.6	48.2	54.8
		45.0	59.0	46.3	60.1	48.3	57.9	48.7	58.3
	B <sub>3</sub> 1:30	48.3	61.0	43.1	61.8	50.7	56.2	50.4	56.0
		46.3	58.5	43.8	58.5	44.2	60.7	44.9	57.0
		46.4	58.6	48.2	56.2	45.9	60.5	49.5	56.1

第3表 洗 浄 効 率 平 均

機 種	浴 量 時 間 浴 比	V <sub>1</sub>		V <sub>2</sub>		V <sub>3</sub>		V <sub>4</sub>	
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
M <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	30.4	37.5	30.9	36.6	28.9	37.3	24.7	34.5
	B <sub>2</sub>	34.3	39.3	30.5	40.5	33.1	36.2	29.8	37.1
	B <sub>3</sub>	34.3	44.3	34.8	41.6	34.6	42.1	33.6	42.0
M <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	36.3	47.9	48.3	51.8	44.4	58.2	47.3	58.1
	B <sub>2</sub>	44.2	60.8	48.0	61.8	49.4	58.5	49.0	58.1
	B <sub>3</sub>	47.0	59.4	45.0	58.8	46.9	59.1	48.3	56.4

第2表の分散分析が第4表である。

以上の結果、機種間、時間間、浴比間に1%水準で有意差が認められたが、浴量間には有意差が認められなかった。しかし浴量は機種との交互作用で1%水準で有意差を示し、又浴比との交互作用では5%水準で有意差を

示した。これ等は機種、時間、浴比などの影響に比べれば分散の程度はわずかであるが、機種が異なれば浴量の影響も異なった結果が出るのではないかと考えられる。

そこで更に第2表に基づいて、各機種ごとにくり返しのある三元配置法による分散分析を試みた。

第4表 分散分析表 (洗淨効率  $M_1 + M_2$ )

要 因	S . S	$\phi$	M . S	F <sub>o</sub>	判 定
機 種	S <sub>M</sub>	1	9568.10	1415.04	※ ※
浴 量	S <sub>V</sub>	3	9.04	1.34	
時 間	S <sub>T</sub>	1	3034.17	448.72	※ ※
浴 比	S <sub>B</sub>	2	314.68	46.53	※ ※
二 因 子 交 互 作 用	S <sub>M×V</sub>	3	70.14	10.37	※ ※
	S <sub>M×T</sub>	1	109.20	16.15	※ ※
	S <sub>M×B</sub>	2	59.98	8.87	※ ※
	S <sub>V×T</sub>	3	6.97	1.03	
	S <sub>V×B</sub>	6	19.25	2.85	※
	S <sub>T×B</sub>	2	7.23	1.07	
高 交 互 作 用		6	65.94	9.75	※ ※
級 間 變 動 誤 差	S <sub>Bet</sub>	30			
	S <sub>E</sub>	113	6.76		
全 變 動	S <sub>O</sub>	143			

※※ Significant at 1% Level

※ Significant at 5% Level

$$\left( \begin{array}{l} F_{100}^1 (0.05) = 3.94 \\ F_{100}^1 (0.01) = 6.90 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{100}^2 (0.05) = 3.09 \\ F_{100}^2 (0.01) = 4.82 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{100}^3 (0.05) = 2.70 \\ F_{100}^3 (0.01) = 3.98 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{100}^6 (0.05) = 2.19 \\ F_{100}^6 (0.01) = 2.99 \end{array} \right)$$

第5表 分散分析表 (洗淨効率  $M_1$ )

要 因	S . S	$\phi$	M . S	F <sub>o</sub>	判 定
浴 量	S <sub>V</sub>	3	30.34	6.04	※ ※
時 間	S <sub>T</sub>	1	996.07	198.17	※ ※
浴 比	S <sub>B</sub>	2	203.56	40.50	※ ※
交 互 作 用	S <sub>V×T</sub>	3	3.49	0.70	
"	S <sub>V×B</sub>	6	4.61	0.92	
"	S <sub>T×B</sub>	2	5.57	1.18	
"	S <sub>V×T×B</sub>	6	8.38	1.67	
級 間 變 動 誤 差	S <sub>VTB</sub>	23			
	S <sub>E</sub>	48	5.03		
全 變 動	S <sub>O</sub>	71			

$$\left( \begin{array}{l} F_{48}^1 (0.05) = 4.04 \\ F_{48}^1 (0.01) = 7.19 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{48}^2 (0.05) = 3.19 \\ F_{48}^2 (0.01) = 5.08 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{48}^3 (0.05) = 2.80 \\ F_{48}^3 (0.01) = 4.22 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{48}^6 (0.05) = 2.30 \\ F_{48}^6 (0.01) = 3.20 \end{array} \right)$$

第6表 攪拌式洗濯機における浴量・時間・浴比の主効果

浴量の主効果並びにその5%信頼限界		
V <sub>1</sub>	36.7 ± 1.1	平均値の差の信頼限界 2.00 (1%水準) 1.49 (5%水準)
V <sub>2</sub>	35.8 ± 1.1	
V <sub>3</sub>	35.4 ± 1.1	
V <sub>4</sub>	33.6 ± 1.1	
時間の主効果並びにその5%信頼限界		
T <sub>1</sub>	31.6 ± 0.7	平均値の差の信頼限界 1.41 (1%水準) 1.03 (5%水準)
T <sub>2</sub>	39.1 ± 0.7	
浴比の主効果並びにその5%信頼限界		
B <sub>1</sub>	32.6 ± 1.1	平均値の差の信頼限界 1.73 (1%水準) 1.29 (5%水準)
B <sub>2</sub>	35.1 ± 1.1	
B <sub>3</sub>	38.4 ± 1.1	

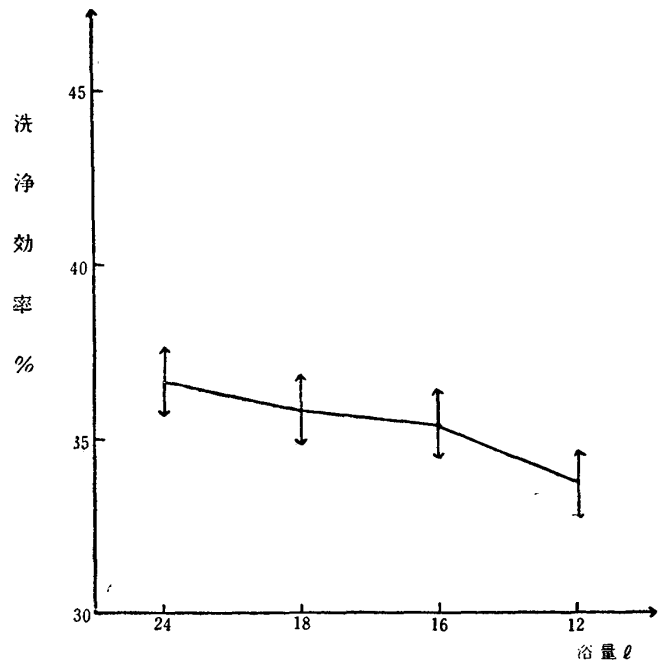
第5表は大型攪拌式洗濯機 ( $M_1$ ) について分散分析を行った結果である。浴量間にも、時間間にも、浴比間にも1%水準で有意差が認められた。しかし浴量による影響は時間、浴比の影響に比べれば小さくあらわれた。

攪拌式洗濯機における浴量、時間、浴比それぞれの主効果を5%の信頼限界を用いて推定すると第6表のようになる。

次に浴量の主効果について差を検定したところ攪拌式

では標準浴量の $\frac{1}{2}$ 即ち12ℓで洗浄したものと18ℓ, 24ℓで洗浄したものとの間にそれぞれ1%水準で有意差が認められ、16ℓで洗浄したものとの間に5%水準で有意差が認められた。即ち攪拌式では浴比が一定の場合浴量が基準浴量の $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ と少なくなるにつれて洗浄力が低下する。この関係を図示すると第1図のようになる。

第1図 攪拌式洗濯機に於ける浴量の主効果



第7表 分散分析表 (洗浄効率  $M_2$ )

要因	S. S	自由度	M. S	$F_0$	判定
浴量	$S_V$ 161.68	3	53.89	5.56	※ ※
時間	$S_T$ 2257.92	1	2257.92	232.80	※ ※
浴比	$S_B$ 284.69	2	142.35	14.68	※ ※
交互作用	$S_{V \times T}$ 45.76	3	15.25	1.57	
"	$S_{V \times B}$ 278.62	6	46.44	4.79	※ ※
"	$S_{T \times B}$ 18.13	2	9.07	0.93	
"	$S_{V \times T \times B}$ 131.91	6	21.99	2.27	
級間差	$S_{VTB}$ 3178.71	23			
誤差	$S_E$ 465.56	48	9.70		
全変動	$S_O$ 3644.27	71			

$$\left( \begin{array}{l} F_{48}^1 (0.05) = 4.04 \\ F_{48}^1 (0.01) = 7.19 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{48}^2 (0.05) = 3.19 \\ F_{48}^2 (0.01) = 5.08 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{48}^3 (0.05) = 2.80 \\ F_{48}^3 (0.01) = 4.22 \end{array} \right)$$

$$\left( \begin{array}{l} F_{48}^6 (0.05) = 2.30 \\ F_{48}^6 (0.01) = 3.20 \end{array} \right)$$

第8表 渦巻式洗濯機における浴量・時間・浴比の主効果

浴量の主効果並びにその5%信頼限界

$V_1$	$49.2 \pm 1.4$	平均値の差の信頼限界 2.77 (1%水準) 2.07 (5%水準)
$V_2$	$52.3 \pm 1.4$	
$V_3$	$52.8 \pm 1.4$	
$V_4$	$52.9 \pm 1.4$	

時間の主効果並びにその5%信頼限界

$T_1$	$46.2 \pm 1.0$	平均値の差の信頼限界 1.96 (1%水準) 1.47 (5%水準)
$T_2$	$57.5 \pm 1.0$	

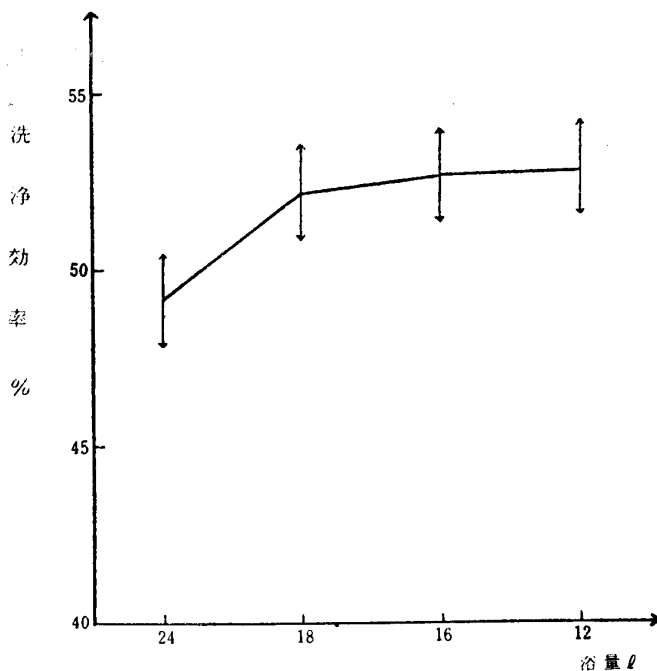
浴比の主効果並びにその5%信頼限界

$B_1$	$49.1 \pm 1.2$	平均値の差の信頼限界 2.40 (1%水準) 1.79 (5%水準)
$B_2$	$53.7 \pm 1.2$	
$B_3$	$52.6 \pm 1.2$	
$B_4$	$46.2 \pm 1.2$	

第7表はM<sub>2</sub>、渦巻式洗濯機について分散分析を行った結果である。浴量間にも、時間間にも、浴比間にも1%水準で有意差が認められた。渦巻式の場合も、撈拌式の場合と同様、時間の影響が一番大きくあらわれ、次が浴比の影響で浴量の影響が一番小さくあらわれた。又浴量と浴比との交互作用に1%水準で有意差が認められたが、これは浴比1:10の場合に浴量の影響を大きくうけたためと思われる。

次に渦巻式洗濯機における浴量、時間、浴比それぞれ

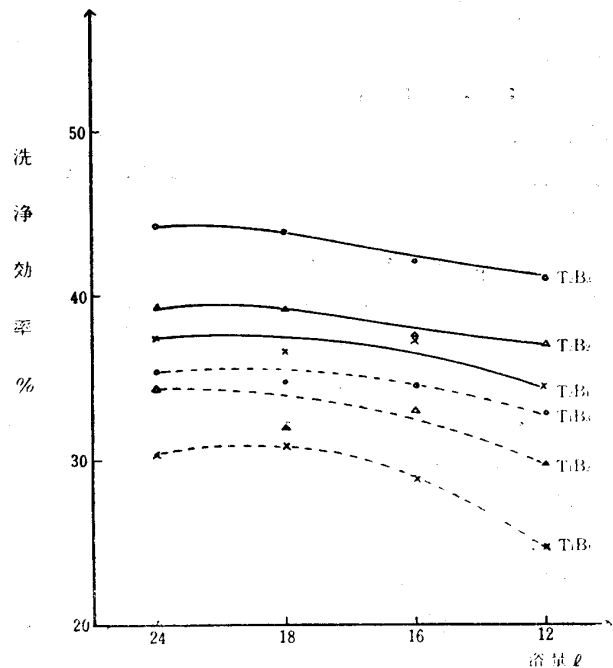
第2図 渦巻式洗濯機に於ける浴量の主効果



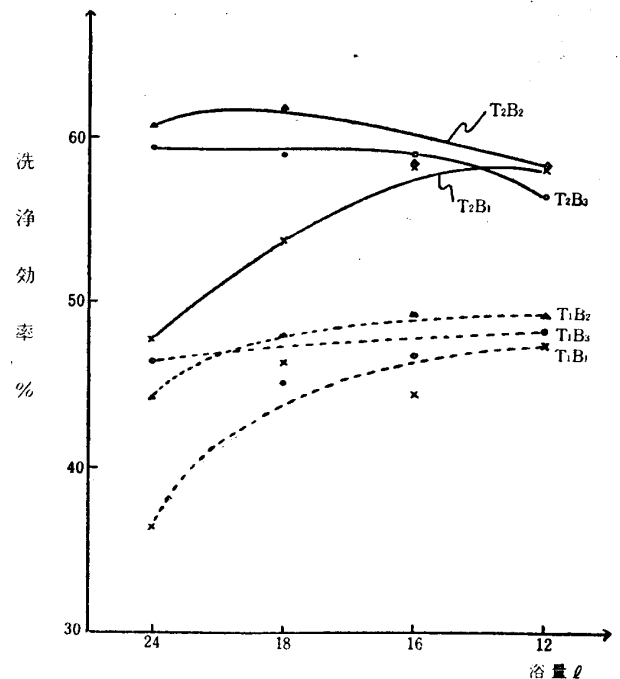
の主効果を5%の信頼限界を用いて推定すると第8表の如くである。

浴量の主効果について差を検定したところV<sub>1</sub>とV<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>、V<sub>4</sub>それぞれの間に1%水準で有意差が認められ、V<sub>1</sub>の洗浄力がめだって低くあらわれた。この関係を図示すると第2図のようになる。

第3図 浴量・浴比・時間と洗浄力の関係(撈拌式)



第4図 浴量・浴比・時間と洗浄力の関係(渦巻式)



次に各洗濯機各に、浴量、浴比、時間と洗浄力の関係を図示すると第3図及び第4図のようになる。浴量と洗浄力の関係をみると、撈拌式洗濯機の場合は浴量が24ℓ

18ℓ, 16ℓ, 12ℓと少なくなるにつれて徐々に洗浄力が低下している。この傾向は5分間洗浄した場合にも15分間洗浄した場合にも、また浴比1:10, 1:20, 1:30何れの場合にもほぼ同じ傾向を示した。渦巻式洗濯機においては浴量18ℓ, 16ℓ, 12ℓで洗浄した場合には浴量の影響はあまりみられないが、V<sub>1</sub>, 即ち浴量24ℓで洗浄した場合に洗浄力が低くあらわれた。殊に浴比1:10の場合にその傾向が著しく、5分間洗浄した場合にも15分間洗浄した場合にもこの傾向がみられた。

次に浴比と洗浄力の関係をみると攪拌式洗濯機の場合には浴比1:10, 1:20, 1:30と徐々に洗浄力の上昇がみられる。渦巻式洗濯機においては浴比1:10の場合に幾分洗浄力の低下がみられるが浴比1:20, 1:30との間には殆んど差がみられなかった。そして浴比1:10の場合でも浴量が18ℓ, 16ℓ, 12ℓでは洗浄力の低下はみられない。前報で渦巻式洗濯機は浴比の影響が少ないという事を報告したが本実験でもそれがよくあらわれていると思われる。即ち渦巻式洗濯機では浴比の影響は殆んどうけず、本実験の範囲では、洗濯物の量が1.8kg以下なら浴比とは関係なく相当高い洗浄効果を示した。

次に時間と洗浄力についてはM<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>いずれの場合も5分より15分の方が相当高い洗浄効果を示した。

以上浴量と洗浄力の関係を中心に浴比と洗浄力の関係時間と洗浄力の関係について検討したが、機種、時間、浴比の影響に比べて浴量が洗浄力に及ぼす影響はあまり大きくあらわれなかった。しかし僅かではあるが、攪拌式の場合には浴量が基準浴量の $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ と少なくなるにつれ洗浄力が低下し、渦巻式の場合には浴量が基準浴量より少なくなるにつれ洗浄力が高くなる事が認められた。以上の事はわれわれの洗濯機購入の一つの目安になるのではないかと考えられる。即ち攪拌式は大人数の家族又は旅館などで、たっぷり洗浴をつかい沢山の洗濯物を一度に洗うのによく、渦巻式は少ない浴量で洗濯する

場合でも少しも洗浄効率が低下しない、むしろ少ない浴量で浴比1:10位で洗った方が洗浄効果がよいという事から、小人数の家庭に向く洗濯機という事が出来るのではないかと思われる。

#### IV 総 括

家庭用電気洗濯機の洗浄性能の詳細を標準木綿人工汚染布を用いて研究した。今回は攪拌式と渦巻式、2種の洗濯機について、浴量と洗浄力の関係を中心に実験を行った。

1. 浴量と洗浄力について……攪拌式では浴比が一定の場合、浴量が少なくなるにつれてかえって洗浄力が低下し、渦巻式では浴量が少なくなるにつれて洗浄力が高くなる事が認められた。しかし、機種、時間、浴比の影響に比べれば、浴量の洗浄力に及ぼす影響は僅かであった。

2. 浴比と洗浄力について……攪拌式では浴比1:10, 1:20, 1:30と徐々に洗浄力の上昇がみられた。渦巻式では浴比は1:10では幾分洗浄力は低くあらわれたが浴比1:20と1:30との間には殆んど洗浄力の差は認められなかった。

3. 時間と洗浄力について……攪拌式、渦巻式ともに5分と15分との間に大きな差がみられ、15分の方が著しく高い洗浄効率を示した。

本研究に当り御指導を賜ったお茶の水女子大学教授矢部章彦博士に厚く感謝の意を表する。

#### 文 献

- (1) 日本油脂化学協会洗浄力試験法委員会：合同実験報告書（Ⅰ～Ⅶ）（1955～57）
- (2) 中村道子：鹿児島県立短期大学紀要, 12, (1961)
- (3) 中村道子, 田口房子：鹿児島県立短期大学紀要, 9, (1958)