

電気洗濯機の洗浄方式の検討

—ドラム型洗濯機の再検討—

On the Washing Method of Washing Machine

—The Reexamination of the Drum Type Washing Machine—

中 村 道 子・富 満 貴 子

Michiko NAKAMURA・Takako TOMIMITSU

In order to examine the relation of detergency with formulation of detergent solutions, detergent temperature and washing time, we used three kinds of washing machines such as the agitation type and the drum type machines which are widely used at homes in Europe and America, and the pulsator type used widely in Japan. The results were as follows.

1. Of the three types of washing machines, the pulsator type had the most excellent washing effect, followed by the agitation type and the drum type machines.
With the pulsator type, however, no constant washing efficiency could be obtained, i.e., scattering of effect was the greatest of the three washing machines.
2. As to the detergent solutions, it was found that washing efficiency by the drum type machine went down eminently when D₁ detergent solution, chiefly made up of LAS, was put to use.
D₂ and D₃ detergent solutions showed that they were broadly adapted for any type of the three washing machines.
3. Concerning washing temperature, each washing machine was greatly influenced by temperature and showed far higher degrees of detergency as the temperature went up to 10°C, 30°C and 50°C.
4. In relation to washing time, a significant difference could be respectively recognized at the level of 1% between washing for 20 minutes and washing for 10 minutes in using the agitation type, and between washing for 30 minutes and washing for 20 minutes in using the drum type.

In addition, when these two agitation and drum types of washing machines were used for a longer time, it was revealed that each machine showed higher washing effi-

ciency. But in case of washing time for 10 minutes and for 7 minutes when the pulsator type was used, a meaningful difference was not obtained with regard to washing efficiency.

1. 緒 言

現在わが国の洗濯機の普及率は98%を越え、ほとんどの家庭に洗濯機が備えられている。そしてその形式は、欧州のドラム型、米国の攪拌型に対し、世界に類をみないパルセーター型によって占められているのである。パルセーター型洗濯機は、攪拌型・ドラム型洗濯機に比べ短時間で汚れ落ちがよいなどの長所はあるが、大浴量の洗液を必要とし、繊維の損傷も著しい。

一方大都会でのコインランドリーの普及、マンションその他の施設での洗濯機の共同使用など、総合的視野から判断して、果してパルセーター型洗濯機が最適と言い得るかどうか疑問である。

われわれは省資源、省エネルギー、環境浄化などの諸観点を総合的に配慮し、また今後のわれわれの生活形態をも考慮して、商業ランドリーが現に採用しているドラム型、高温、小浴比洗浄の家庭用ないし、コインランドリーへの普及が是か非かをいくつかの基礎実験をとおして判断することを目的とし、本実験を始めた。

今回はまず、欧米の家庭で汎用されている攪拌型、ドラム型洗濯機各一基ずつを入手して、渦巻型洗濯機との三機種で、機械力の特徴と洗浄効果に影響を及ぼす諸条件との関係を検討したのでここに報告する。

2. 実験方法

1) 機械力 (M)

本実験に使用した洗濯機は、M₁: ワールプール LAC-4900 (仕様 洗濯容量 3.9kg 洗濯方式は攪拌型) M₂: ホワイトウェスティングハウス LT-170 (仕様 洗濯容量 5.5kg 洗濯方式はドラム型) M₃: M社 全自動洗濯機 AW-405A (仕様 洗濯容量3.2kg 洗濯方式は自動反転渦巻型) の3種である。

2) 汚染布

汚染布の作成はJIS C 9606-1979に準じて行った。カーボンブラックは三菱カーボンブラック #3 (平均粒子径250m μ) を使用し、連続式汚染法により作成した。表面反射率の測定は、平沼反射率計SPR-3型にグリーンフィルター (波長530nm) を用いて、酸化マグネシウムの白色板の反射率を100%として測定を行い、反射率30 \pm 2%のものを実験に使用した。5 \times 10 cmの大きさの汚染布を1回の洗浄に10枚ずつ使用することとした。

3) 補助布と汚染布の取り付け方法

実験に用いる補助布は、表1に規定する木綿布をのり抜きして用いた。補助布の形状と汚染布の取り付け位置は、JIS C 9606-1979 附属書の図1-2によった。

4) 浴 比

洗濯物、水量、浴比の関係を表-2に示す。予備実験の結果仕様に示されている洗濯容量は、

表1 補助布の性質

項 目	仕 様
縦 の 密 度	28±2 本/cm
横 の 密 度	28±2 本/cm
縦糸の太さ	30±2 ^s
横糸の太さ	36±2 ^s
質 量	100±10 g/m ²
材 質	木 綿

洗濯容量中の最大限が表示されていて、これでは十分な洗浄力が期待できなかったため、今回の洗濯物の量は仕様に示されている洗濯容量の約80%を基準とし、洗濯物としては補助布を用いることとした。

5) 負荷量と試験布の入れ方

JIS C 9606—1973では、洗濯性能試験に用いる補助布は91×91cmの布であったが、JIS 改定によりJIS C 9606—1976では、実状に近いシーツ、シャツ、タオル、ハンカチの形、大きさの補助布になったため、本実験での各負

表2 機種と浴比の関係

	load (kg)	水量 (ℓ)	浴 比
M ₁ 攪拌型	2.5	50	1 : 20
M ₂ ドラム型	4.4	27	1 : 6.1
M ₃ 渦巻型	2.5	45	1 : 18

荷量に対する補助布の枚数、汚染布の取り付け枚数は表3のように行った。また、洗濯機への試験布の入れ方は図1、図2のように行った。

表3 補助布の枚数及び汚染布の取り付け枚数

洗たく容量	補助布の枚数				汚染布の取り付け枚数			
	シーツ	シャツ	タオル	ハンカチ	シーツ	シャツ	タオル	ハンカチ
2.5kg	1	2	28	14	3	2	3	2
4.4kg	2	4	47	24	4	3	2	1

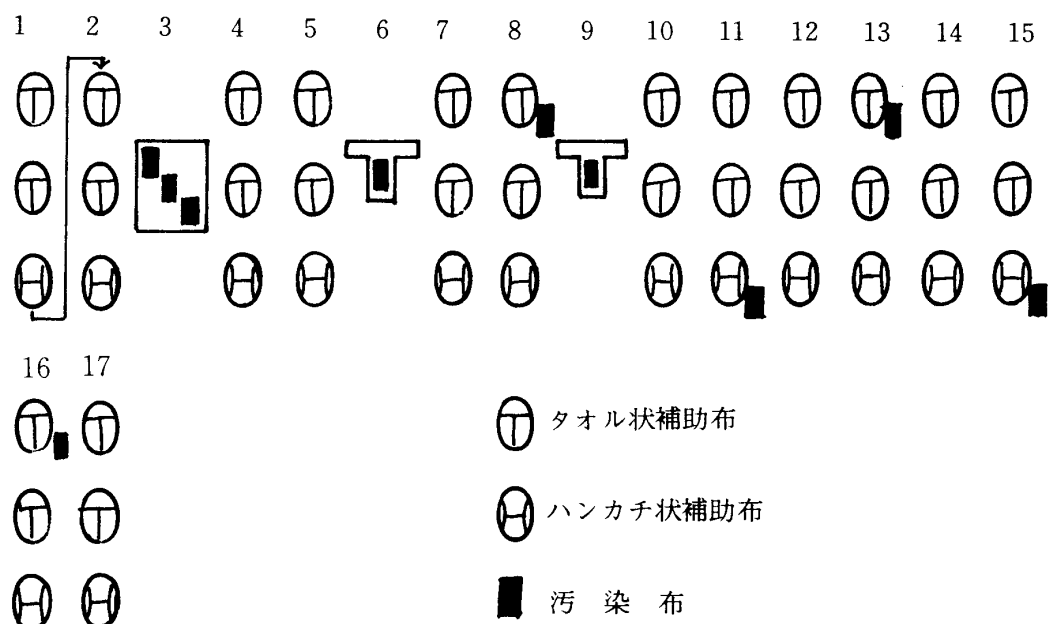


図1 試験布の入れ方 (2.5kgの場合)

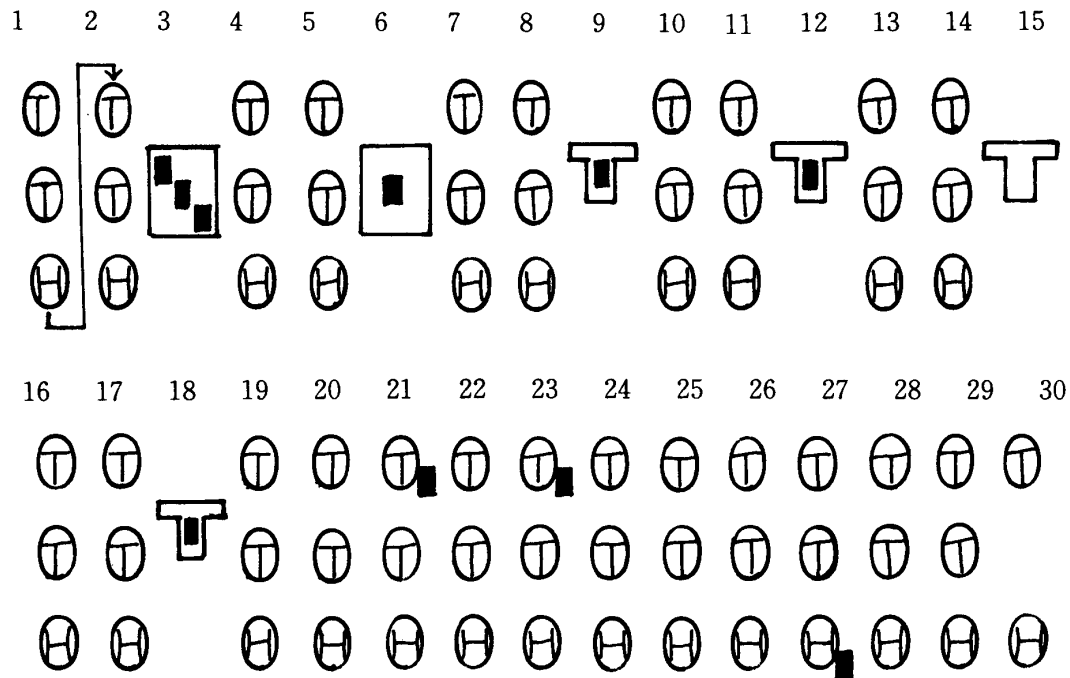


図2 試験布の入れ方 (4.4kgの場合)

6) 洗剤の組成と洗たく1回あたりのサンプリングについて

洗剤D₁, D₂, D₃の組成を表4に示す。洗剤濃度は0.2%とし、洗たく1回あたりのサンプリング量(W_i)は次式により求めた。

$$W_i = \frac{0.2}{100} \times V \times \frac{R_i}{100} \times \frac{100}{P_i}$$

V: 洗液量 (ml)

R_i: 成分iの配合量 (%)

P_i: 成分iの純度 (%)

7) 洗浄温度 (T), 洗浄時間 (S)

洗浄温度はT₁: 10±2℃, T₂: 30±2℃, T₃: 50±2℃の3条件とした。

洗浄時間 (S) は, 表5のようにそれぞれの機種について2条件ずつとした。

8) 洗浄方法

洗浄液は水道水 (硬度1.6°dH) を用い, 洗浄開始時の温度を10±2℃, 30±2℃, 50±2℃に調節し, 洗剤投入後1分間駆動し, 実験計画に従って洗浄試験を行った。

洗浄効率の測定が主目的なので, 洗浄後汚染布だけを切り離し, 蒸留水 100ccずつで2回すすぎを行った。

表 4 洗剤の組成

成分 (i)	成分の純度 (Pi)	洗剤名	D ₁	D ₂	D ₃
LAS	1) 48.8% (水分補正)		15 %	6 %	6 %
石けん	2) 77.7% (水分補正)		—	5	6
非イオン (E-320P)	3) 100 %		—	4	6
Na ₅ P ₃ O ₁₀	4) 100 %		17	17	40
Na ₂ SiO ₃ · 9H ₂ O	5) 43.2% (水分補正)		5	5	8
Na ₂ CO ₃	6) 100 %		3	3	—
Na ₂ SO ₄	7) 100 %		バランス (51)	バランス (51)	バランス (7.8)
CMC	8) 55 %		1	1	1
NaBO ₃ · 4H ₂ O	9) 53.2% (水分補正)		—	—	15
Mg ₂ Si ₃ O ₈ · 5H ₂ O	10) 74.4% (水分補正)		—	—	2
C ₁₀ H ₁₂ N ₂ O ₈ Na ₄ · 4H ₂ O ¹¹⁾	84.1% (水分補正)		—	—	0.2
水 分			8	8	8

1) 平均アルキル鎖長 11.6

2) パルミチン酸ソーダ29.1%, ステアリン酸ソーダ48.6%, アルカリ分 1.0%, 水21.3%

3) 直鎖アルコール EO 附加物 C₁₆/C₁₈=1/9

4) 5) 6) 7) 10) 11) 和光純薬工業(株)製

9) 純正化学(株)製

表 5 洗浄時間

機 種	洗浄時間 S(分)	
	S ₁	S ₂
M ₁ 攪拌型	10	20
M ₂ ドラム型	20	30
M ₃ 渦巻型	7	10

9) 洗浄効率の算出

光電反射率計 (平沼産業K.K.; SPR-3型) にグリーン
のフィルターを用い、洗浄前後の反射率の測定を行い、
次式によって洗浄効率を算出した。

$$\text{洗浄効率}(\%) = \{(R_w - R_s) / (R_o - R_s)\} \times 100$$

ただし R_w; 汚染布の洗浄後の反射率R_s; 汚染布の反射率R_o; 原布の反射率 (84.8%)

3. 実験結果および考察

以上の方法に従い、洗浄試験を行った結果を表6、表7、表8に示す。表9に洗浄効率の平均を示した。表9に基づいて分散分析した結果を表10に示す。また各機種ごとに分散分析を行った結果は、表11、表12、表13に示すとおりである。

表14に機内のばらつきを示した。これは1回の洗浄試験で得られた10枚の洗浄汚染布の洗浄

表6 洗浄効率原表 攪拌型 (M₁)

洗剤 温度(℃) 洗浄時間(分)	D ₁			D ₂			D ₃		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
	10	30	50	10	30	50	10	30	50
S ₁ 10	46.5	42.0	62.7	38.4	44.9	62.7	43.8	48.4	45.0
	42.6	61.6	59.5	41.7	59.1	55.4	44.4	59.3	58.3
	45.9	46.1	57.1	31.6	46.9	56.6	49.4	51.7	56.2
	57.4	57.8	54.7	43.9	55.0	63.4	39.2	49.2	50.2
	37.8	48.3	62.9	30.3	54.3	59.1	47.1	55.1	55.1
	27.8	51.5	58.2	43.8	45.3	54.9	37.1	51.6	51.2
	46.3	44.8	64.3	30.7	48.7	50.6	31.5	46.9	55.5
	49.2	53.4	63.6	40.4	60.2	61.7	36.4	44.9	58.9
	42.6	28.4	45.4	20.4	43.2	56.4	29.2	43.8	51.3
	45.7	34.4	43.8	41.3	47.5	59.3	45.6	46.5	58.4
S ₂ 20	53.6	64.5	63.3	55.9	63.0	72.0	60.1	65.4	70.0
	63.0	58.7	59.1	37.9	62.2	69.6	64.1	69.3	72.7
	56.3	69.0	71.5	40.7	55.6	72.8	67.1	60.2	60.7
	44.4	66.5	78.5	54.2	56.5	78.3	55.7	69.5	79.0
	48.9	67.5	70.6	46.2	64.8	71.1	53.2	66.2	63.4
	54.3	61.4	63.4	48.7	63.7	70.6	51.7	65.2	68.9
	61.2	58.6	74.6	53.4	58.8	72.5	49.3	66.4	82.7
	58.6	66.8	67.9	45.8	57.0	66.2	49.8	61.3	75.1
	56.9	63.0	69.7	45.7	57.9	62.7	41.2	55.0	66.9
	55.6	52.2	62.8	51.0	58.6	63.8	49.6	58.3	68.5

表7 洗浄効率原表 ドラム型 (M₂)

洗剤 温度(℃) 洗浄時間(分)	D ₁			D ₂			D ₃		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
	10	30	50	10	30	50	10	30	50
S ₁ 20	11.3	13.7	24.5	39.7	55.8	65.1	39.9	54.7	62.5
	24.9	21.4	13.9	34.2	44.4	57.8	39.2	55.8	63.2
	23.3	19.4	20.4	41.4	45.7	50.5	36.9	38.3	61.0
	23.3	25.7	16.9	42.7	48.7	48.9	44.8	53.7	63.9
	16.9	24.6	21.2	37.0	61.9	52.0	49.3	52.7	49.9
	17.9	21.3	19.8	42.0	41.7	61.3	43.2	44.6	50.3
	20.1	23.3	17.4	34.7	39.6	59.9	39.2	51.1	62.6
	14.4	23.7	20.9	37.1	49.2	48.2	46.5	58.3	56.1
	16.7	22.8	16.8	49.4	44.5	60.2	37.9	52.3	55.4
	14.4	23.8	19.7	45.2	57.1	53.9	49.5	59.4	59.8
S ₂ 30	26.4	23.4	52.2	46.7	47.0	65.5	48.2	57.8	62.6
	15.0	25.3	34.0	49.9	38.9	66.7	47.0	53.9	63.8
	18.4	23.4	48.4	43.7	48.8	62.8	59.3	54.3	73.0
	22.9	24.4	46.5	46.1	59.3	65.5	42.5	58.2	73.7
	31.7	20.8	53.1	50.2	54.7	70.9	46.3	58.8	65.6
	26.4	24.2	42.4	53.5	48.1	63.6	57.8	62.2	67.0
	25.9	25.3	47.6	48.3	46.2	47.3	59.1	65.5	72.4
	18.3	18.0	49.7	35.4	53.0	60.5	39.6	56.6	60.6
	14.3	20.2	52.3	43.0	53.1	67.8	48.1	55.8	68.0
	16.3	19.3	43.0	42.8	50.3	63.9	52.4	62.2	62.7

表 8 洗浄効率原表 渦巻型 (M₃)

機 種	洗 浄 時 間 (分)	洗 剤 温 度 (℃)	D ₁			D ₂			D ₃		
			T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
			10	30	50	10	30	50	10	30	50
S ₁ 7			64.8	63.1	67.6	54.2	73.4	55.5	58.4	80.3	85.3
			55.0	45.5	86.2	60.8	71.6	86.3	84.0	48.9	61.8
			54.5	38.2	52.9	61.8	73.0	81.4	66.1	77.8	72.3
			70.9	84.8	84.5	69.8	65.6	67.4	58.9	77.7	85.7
			58.2	74.2	54.2	52.1	64.7	77.4	58.9	78.1	81.1
			45.0	65.0	54.0	49.6	64.7	79.2	50.0	70.3	50.0
			56.8	29.2	57.4	72.8	54.2	74.3	59.5	65.8	78.0
			38.7	70.1	70.2	51.8	64.2	86.1	60.8	62.2	79.5
			54.0	79.9	85.5	64.7	74.7	72.9	49.9	48.1	75.0
			28.0	62.2	76.0	58.9	62.0	71.7	65.0	73.0	59.2
S ₂ 10			72.2	60.6	68.9	42.8	61.5	81.6	44.7	53.3	60.7
			66.8	63.0	73.5	33.4	71.9	78.1	46.0	66.1	79.2
			71.5	69.3	88.2	71.2	55.7	48.6	51.0	82.3	72.7
			43.9	43.0	81.4	41.5	55.4	78.0	60.1	70.0	71.2
			66.7	75.6	68.9	55.7	66.7	79.8	71.3	68.8	84.7
			53.9	60.1	74.7	54.4	59.1	92.5	50.5	56.1	80.6
			50.8	70.8	78.9	57.7	63.4	76.0	69.2	69.9	81.1
			69.6	71.5	77.9	52.8	67.2	68.7	49.8	71.1	88.4
			51.6	63.6	67.0	49.4	52.7	83.1	67.7	73.5	80.1
			66.1	60.4	86.0	54.3	76.1	83.7	59.7	66.7	83.3

表 9 洗浄効率平均

機 種	洗 浄 時 間 (分)	洗 剤 温 度 (℃)	D ₁			D ₂			D ₃		
			T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
			10	30	50	10	30	50	10	30	50
M ₁	S ₁ 10		44.2	46.8	57.2	36.3	50.5	58.0	40.4	49.7	54.0
	S ₂ 20		55.3	62.8	68.1	48.0	59.8	70.0	54.2	63.7	70.8
M ₂	S ₁ 20		18.3	22.0	19.2	40.3	48.9	55.8	42.6	52.1	58.5
	S ₂ 30		21.6	22.4	46.9	46.0	49.9	63.5	50.0	58.5	66.9
M ₃	S ₁ 7		52.6	61.2	68.9	59.7	66.8	75.2	61.2	68.2	72.8
	S ₂ 10		61.3	63.8	76.5	51.3	63.0	77.0	57.0	67.8	78.2

表10 分散分析表 (洗浄効率)

要 因	変	動	ϕ	不偏分散	分 散 比	判定
機種間	S_M	4426.20	2	2213.10	122.88	※※
洗剤間	S_D	1184.23	2	592.12	32.88	※※
温度間	S_T	2458.02	2	1229.01	68.24	※※
時間間	S_S	689.08	1	689.08	38.26	※※
	$S_{M \times D}$	1980.44	4	495.11	27.49	※※
	$S_{M \times T}$	22.28	4	5.57	0.31	
交	$S_{M \times S}$	315.03	2	157.52	8.75	
	$S_{D \times T}$	80.07	4	20.02	1.11	
互	$S_{S \times T}$	96.69	2	48.35	2.68	
	$S_{S \times D}$	74.01	2	37.00	2.05	
作	$S_{M \times D \times T}$	18.37	8	2.30	0.13	
	$S_{M \times D \times S}$	34.28	4	8.57	0.48	
用	$S_{M \times T \times S}$	56.73	4	14.18	0.79	
	$S_{D \times T \times S}$	13.53	4	3.38	0.19	
誤 差	S_E	144.10	8	18.01		
全変動	S_o	11593.06	53			

$F_{1,8}^1$ 0.05 5.32 $F_{2,8}^2$ 0.05 4.46 $F_{4,8}^4$ 0.05 3.84
 0.01 11.26 0.01 8.65 0.01 7.01

表11 分散分析表 攪拌型

要 因	変	動	ϕ	不偏分散	分散比	判定
洗剤間	S_D	13.66	2	6.83	2.20	
温度間	S_T	831.17	2	415.59	134.06	※※
時間間	S_S	742.41	1	742.41	239.49	※※
	$S_{D \times T}$	53.59	4	13.40	4.32	
交	$S_{S \times T}$	0.95	2	0.48	0.15	
互	$S_{S \times D}$	11.28	2	5.64	1.82	
作用	S_E	12.39	4	3.10		
誤 差	S_o	1665.45	17			

$F_{1,17}^1$ 0.05 7.71 $F_{2,17}^2$ 0.05 6.94 $F_{4,17}^4$ 0.05 6.39
 0.01 21.20 0.01 18.00 0.01 16.00

Tの主効果並びにその5%信頼限界

T_1 46.4 \pm 2.0 平均値の差の信頼限界
 T_2 55.6 \pm 2.0 4.68 (1%水準)
 T_3 63.0 \pm 2.0 2.82 (5%水準)
 $T_3 \gg T_2 \gg T_1$

Sの主効果並びにその5%信頼限界

S_1 48.6 \pm 1.6 平均値の差の信頼限界
 S_2 61.4 \pm 1.6 3.82 (1%水準)
 $S_2 \gg S_1$ 2.31 (5%水準)

表12 分散分析表 ドラム型

要 因	変	動	φ	不偏分散	分散比	判定
洗剤間	S_D	3114.28	2	1557.14	51.96	※※
温度間	S_T	718.79	2	359.40	11.99	※※
時間間	S_S	256.90	1	256.90	8.57	※
交互作用	$S_{D \times S}$	24.87	4	6.22	0.21	
	$S_{S \times T}$	117.80	2	58.90	1.97	
	$S_{S \times D}$	24.13	2	12.07	0.40	
誤 差	S_E	119.87	4	29.97		
全変動	S_o	4376.64	17			

F_4^1 0.05 7.71 F_4^2 0.05 6.94 F_4^4 0.05 6.39
 0.01 21.20 0.01 18.00 0.01 16.00

Dの主効果並びにその5%信頼限界

D_1 25.1±6.20 平均値の差の信頼限界
 D_2 50.7±6.20 14.55 (1%水準)
 D_3 54.7±6.20 8.77 (5%水準)
 $D_3 \approx D_2 \gg D_1$

Tの主効果並びにその5%信頼限界

T_1 36.5±6.20 平均値の差の信頼限界
 T_2 42.3±6.20 14.55 (1%水準)
 T_3 51.8±6.20 8.77 (5%水準)
 $T_3 > T_2 \approx T_1$
 $T_3 \gg T_1$

Sの主効果並びにその5%信頼限界

S_1 39.7±5.06 平均値の差の信頼限界
 S_2 47.3±5.06 11.88 (1%水準)
 7.16 (5%水準)
 $S_2 > S_1$

表13 分散分析表 渦巻型

要 因	変	動	φ	不偏分散	分散比	判定
洗剤間	S_D	36.74	2	18.37	2.89	
温度間	S_T	930.36	2	465.18	73.26	※※
時間間	S_S	4.81	1	4.81	0.76	
交互作用	$S_{D \times T}$	19.97	4	4.99	0.77	
	$S_{S \times T}$	34.65	2	17.33	2.73	
	$S_{S \times D}$	72.86	2	36.43	5.74	
誤 差	S_E	25.38	4	6.35		
全変動	S_o	1124.77	17			

F_4^1 0.05 7.71 F_4^2 0.05 6.94 F_4^4 0.05 6.39
 0.01 21.20 0.01 18.00 0.01 16.00

Tの主効果並びにその5%信頼限界

T_1 57.2±2.85 平均値の差の信頼限界
 T_2 65.1±2.85 6.69 (1%水準)
 T_3 74.8±2.85 4.40 (5%水準)
 $T_3 \gg T_2 \gg T_1$

表14 機内のバラツキ

洗剤 洗淨温度(℃) 洗淨時間(分) 機種		D ₁			D ₂			D ₃		
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
		10	30	50	10	30	50	10	30	50
M ₁	S ₁ 10	29.6	33.2	20.5	23.5	17.0	8.5	20.2	15.5	13.9
	S ₂ 20	18.6	16.8	19.4	18.0	9.2	15.6	25.9	14.5	22.0
M ₂	S ₁ 20	13.6	12.0	10.6	15.2	22.3	16.9	12.6	21.1	14.0
	S ₂ 30	17.4	7.3	19.1	18.1	20.4	23.6	19.7	11.6	13.1
M ₃	S ₁ 7	42.9	55.6	33.3	23.2	20.5	30.8	34.1	32.2	35.7
	S ₂ 10	28.3	32.6	21.2	37.8	23.4	43.9	26.6	29.0	28.2

表15 分散分析表 (機内のばらつき)

要 因	変	動	φ	不偏分散	分散比	判定
機種間	S _M	2661.23	2	1330.62	540.90	※※
洗剤間	S _D	68.91	2	34.46	14.01	※※
温度間	S _T	40.88	2	20.44	8.31	※
時間間	S _S	41.25	1	41.25	16.77	※※
交 互 作 用	S _{M×D}	337.28	4	84.32	34.28	※※
	S _{M×T}	82.21	4	20.55	8.35	※※
	S _{M×S}	70.68	2	35.24	14.37	※※
	S _{D×T}	153.01	4	38.25	15.55	※※
	S _{S×T}	50.54	2	25.27	10.27	※※
	S _{S×D}	94.50	2	47.25	19.21	※※
	S _{M×D×T}	509.55	8	63.69	25.89	
	S _{M×D×S}	606.93	4	151.73	61.68	
	S _{M×T×S}	211.87	4	52.97	21.53	
	S _{D×T×S}	48.89	4	19.06	7.75	
	S _E	19.70	8	2.46		
全変動	S ₀	5024.78	53			

F₂¹ 0.05 5.32 F₂² 0.05 4.46 F₂⁴ 0.05 3.84
 0.01 11.26 0.01 8.65 0.01 7.01

表16 寄 与 率

	D(洗剤)	T(温度)	S(温度)
M ₁ (攪拌型)		49%	44%
M ₂ (ドラム型)	70%	15%	5%
M ₃ (渦巻型)		81.6%	

効率の最大値と最小値の差を、その洗浄における機内のばらつきとして示したものである。表14に基づいて分散分析を行った結果が表15である。次に分散分析の結果に基づいて（表10, 11, 12），各機種ごとにD（洗剤），T（温度），S（時間）が洗浄効率に影響を及ぼす寄与率を算出した。結果は表16のようである。主要解析結果は以上のとおりである。

機種について……機種別では渦巻型、攪拌型、回転型の順で、渦巻型洗濯機の洗浄効率が最も高かった。しかし、機内のばらつき（洗いむら）も渦巻型が最も大きかった。

攪拌型ではD（洗剤）間には有意差は認められなかった。T（温度）間，S（時間）間は1%水準で高度の有意差が認められた。3種の洗濯機を比較した場合，攪拌型は洗浄効率の面では無難な中間的效果を示し，機内のばらつきも小さかった。洗浄時間20分間では，渦巻型洗濯機に匹敵する洗浄効果を示した。

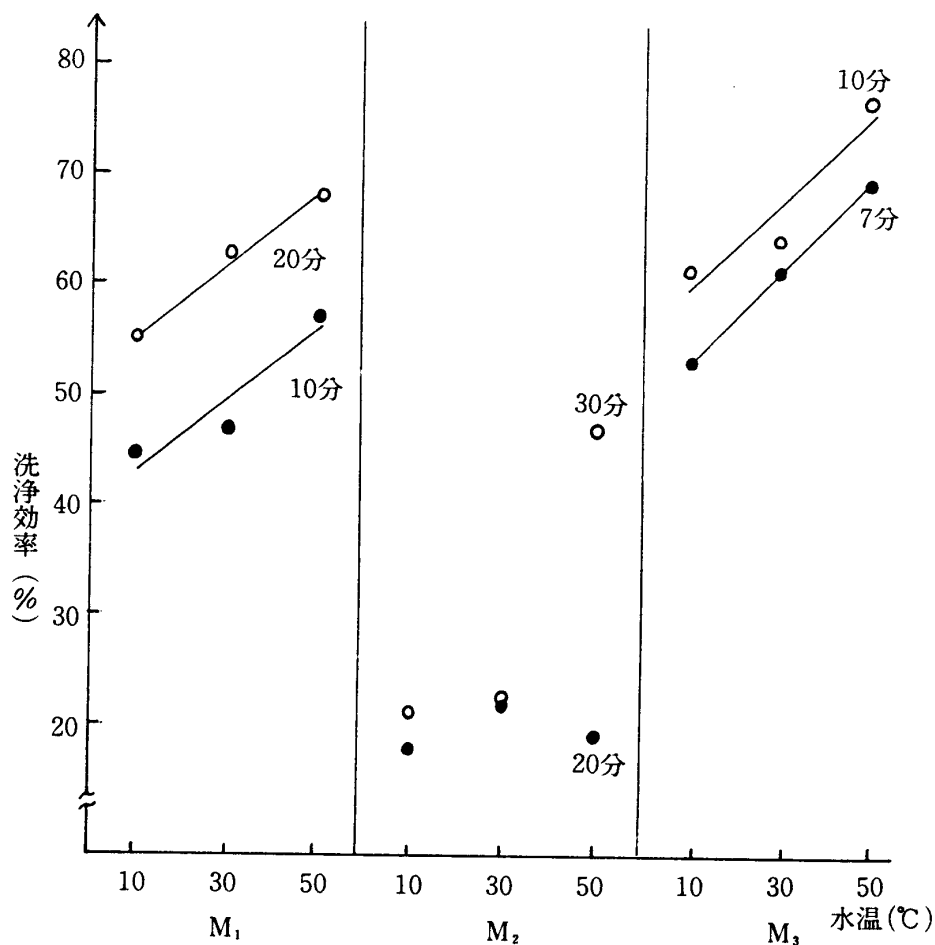
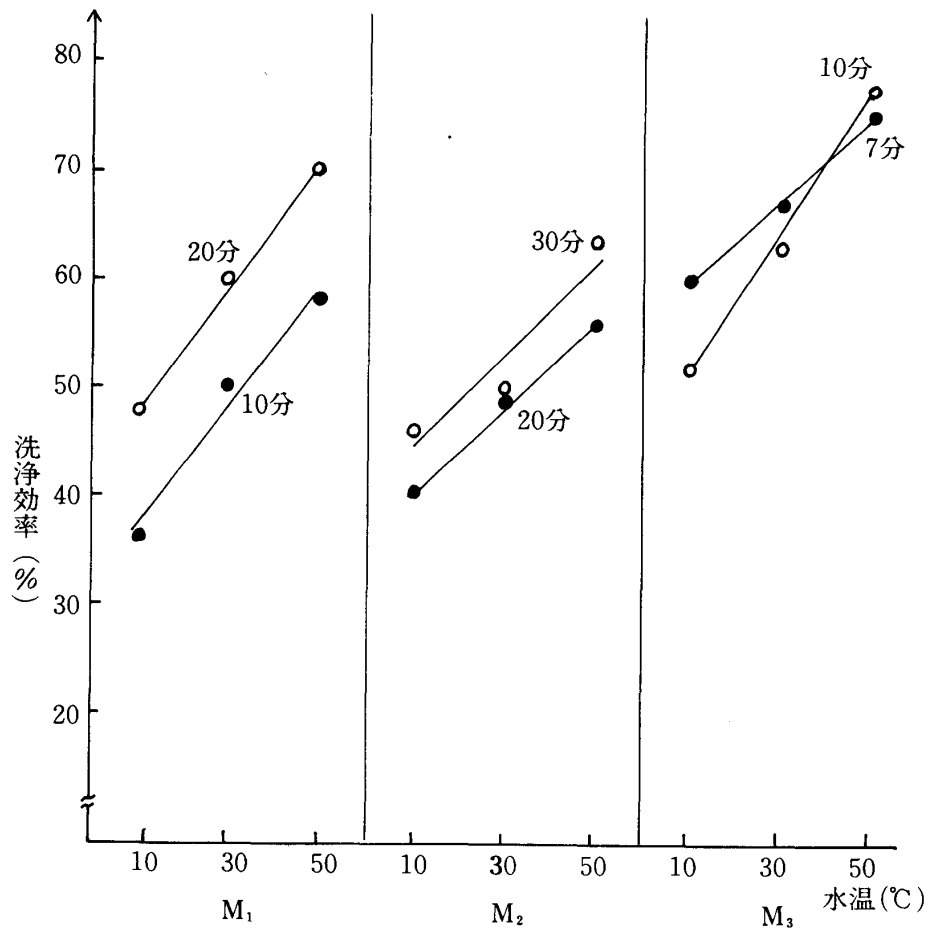


図 3 - 1 洗浄温度と洗浄効率の関係 (D, 洗剤)

図3-2 洗浄温度と洗浄効率の関係 (D₂洗剤)

ドラム型はD(洗剤)間に、1%水準で有意差が認められ、寄与率も70%を示した。これは図3-1にもみられるようにD₁洗剤の洗浄効率が著しく低いためである。D₁洗剤は直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムを主体とした洗剤で、ドラム型洗濯機に使用した場合、泡立ちが著しく、前報^{1) 2) 3)}でも報告したように高度の泡立ちが、洗浄効率の低下につながったといえる。欧州諸国の家庭で多く用いられているこのタイプの洗濯機は高温、小浴比、比較的高濃度で使用され、欧米の高硬度水の欠点をカバーしているように思う。わが国のように軟質の水では、回転型の場合D₂、D₃洗剤の機種を選ばない幅広い適性に注目する必要がある。

渦巻型はT(温度)間に1%水準で有意差が認められ、寄与率も81.6%を示した。洗浄時間7分と10分の間には有意差は認められなかったが、洗浄時間10分では7分に比べ、幾分洗浄効率も上昇し、機内のばらつきも少なくなっている。布地の損傷についても考慮しなければならないが、この洗濯機の1番の欠点である機内のばらつきが多いということを考慮すれば、7分より10分の洗浄が望ましいと考える。

洗剤について……今回使用した3種の洗剤のうちD₁はJIS C 9606—1975の電気洗濯機の洗

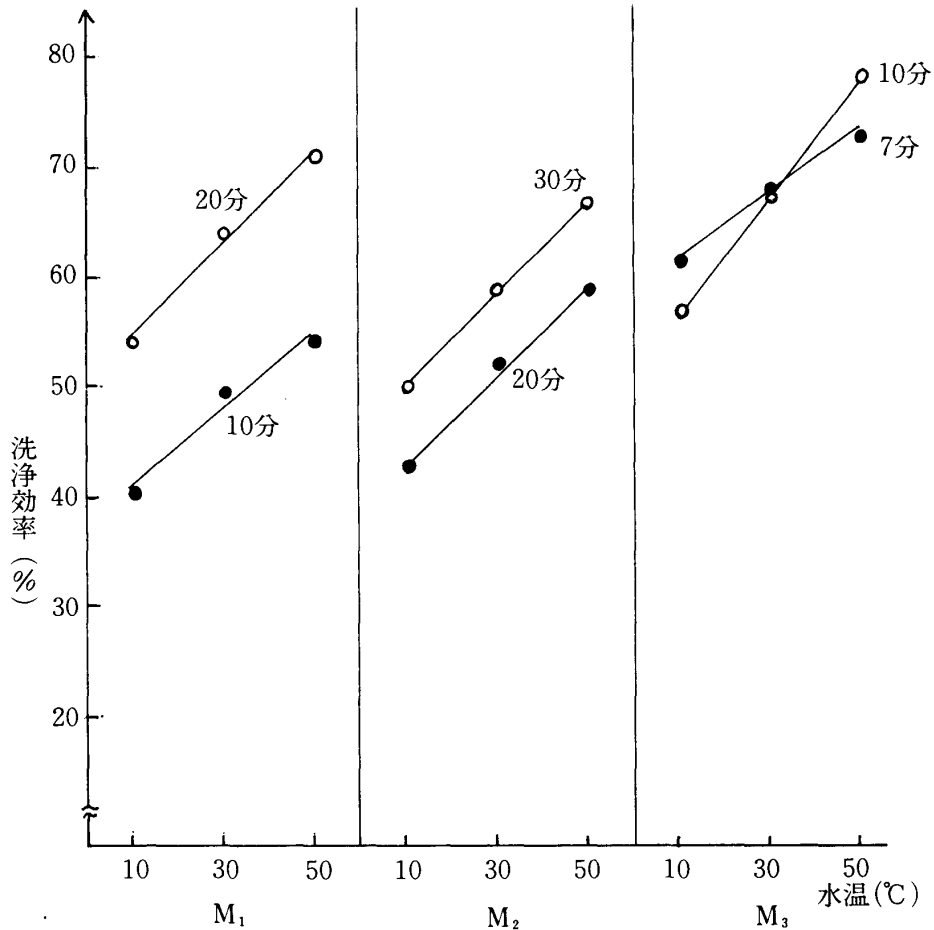


図 3—3 洗浄温度と洗浄効率の関係 (D₃洗剤)

濯性能試験の洗剤組成(JIS指標)に準じたものであり、D₃はDIN指標に準じたものである。D₂は準欧州型と考え Test 洗剤 とした。機種と洗剤、洗浄温度の関係を図 3—1, 3—2, 3—3 に示した。M₂(ドラム型)の場合、D₁洗剤の洗浄効率は著しく低かった。しかしM₂(ドラム型)の場合でもD₂, D₃洗剤ではかなりの洗浄効率を示した。これはD₁洗剤は、界面活性剤としてLASのみを使用しているが、D₂, D₃洗剤では低起泡性の非イオン活性剤、LASと共に用いると消泡作用のある石けんをLASと共に用いているため、D₁洗剤に比べ泡立ちが少なく、このように機種を選ばない幅広い適性を示したものと考えられる。またD₃洗剤は、過硼酸ソーダ(4水塩)が配合されているため特に温度効果が表われた。

洗浄温度について……3種の洗濯機とも洗浄温度は洗浄効率に大きな影響を及ぼしている。

特に渦巻型洗濯機の場合、洗浄温度が洗浄効率に及ぼす寄与率が81.6%を示した。われわれが家庭洗濯で、室温で洗濯する事が常である渦巻型洗濯機の洗浄力向上に、温度効果がかなり大きく影響していることは、注目すべきことと思う。しかし、ドラム型と比較した場合、渦巻型は同じ重量の洗濯物を処理するのに、かなりの水量を必要とするので、省資源、省エネルギー

一の立場から、洗浄効率との関係をどう調整するかは今後の課題と考えられる。

4. 結 語

欧米の家庭で汎用されている攪拌型、ドラム型洗濯機各1基ずつを入手して、渦巻型洗濯機との3機種を用い、機械力の特徴と洗浄効果に影響を及ぼす諸条件との関係を検討し、次の結果を得た。

(1) 機種別では渦巻型、攪拌型、ドラム型の順で渦巻型洗濯機の洗浄効率が最も高かった。しかし、機内のばらつきは渦巻型が最も大きかった。

(2) 洗剤について ドラム型洗濯機においてD₁洗剤の高度の泡立ちによる洗浄効率の低下が顕著であった。D₂, D₃洗剤は、機種を選ばない幅広い適性を示した。

(3) 洗浄温度について いずれの洗濯機も洗浄温度の影響は大きく、10℃, 30℃, 50℃と洗浄効率が著しく向上した。

(4) 洗浄時間について 攪拌型の20分と10分、ドラム型の30分と10分の間には1%水準で有意差が認められ、長時間の方が短時間より洗浄効率が高かった。渦巻型の10分と7分の間には有意差は認められなかった。

本研究を行うにあたり、御指導を賜った放送大学矢部章彦教授に厚く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 中村・秋山・矢部;家政学雑誌 13, 90 (1962)
- 2) 中村道子;家政学雑誌 15, 159 (1964)
- 3) 中村道子;家政学雑誌 17, 157 (1966)