

洗濯に関する研究(第3報)

— 電気洗濯機の洗浄性能について —

中 村 道 子

Studies on Washing (Report IV)

— On efficiency of the electric washing machine —

Michiko NAKAMURA

The details of the washing efficiency of electric washing machines for home use were studied with the standard artificially tainted cloth. The present experiment performed by the author of this paper was done chiefly with the intention to investigate thoroughly the special character of the pulsator type washing machine, a modification of a jet type machine, and the following result was obtained.

As to the relation of machine types with washing efficiency, it was revealed that the pulsator type machine had excellent washing efficiency.

As to the relation of Yokuhi (the weight ratio of the substance to be washed to the water capacity in the machine tub) with the washing efficiency, the pulsator type machine revealed harder to be influenced by the Yokuhi compared with the agitation type machine.

As to the relation of time lengths with the washing efficiency, it was found that washing for 15 minutes was desirable when the pulsator type machine was used, while 30 minutes when the agitation type machine was used.

As to the relation of Yokuhi with unbalanced washing efficiency within the machine tub, both the pulsator type and agitation type machines revealed more or less large unbalanced washing efficiency at the Yokuhi of 1:10, while at the ratio greater than 1:10, nearly uniform washing efficiency was achieved.

緒 言

電気洗濯機の洗浄性能は、その公式な表示が望まれているにもかかわらず洗浄力試験法の標準化にはまだ問題が残されている現状である。今日普及している洗濯機は渦巻式、噴流式、攪拌式、回転式がその主なもので、各洗濯機ともそれぞれに特性があり一概にそれを評価する事は出来ない。

一時非常に普及していた噴流式に変わり現在ではその変形である渦巻式が各家庭で多く用いられているので、今回は渦巻式洗濯機の洗浄性能の特性を標準木綿人工汚染布を用いて研究したのでその結果について報告する。

実 験 方 法

1 電 気 洗 濯 機

本実験に使用した洗濯機は、M₁:日立TA-2

型（大型攪拌），M₂：サンヨーSW-560型（渦巻式），M₃：日立SH-PT10型（渦巻式）の3種である。

2 汚染布

汚染布は洗浄力試験法委員会が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を用いた。

a 布地 薄手鐘紡天児（番手，60×60，糸密度，1cm間42×40）の末ざらし品をのり抜・精練・漂白・アイロン仕上げし，105℃で3時間乾燥したものをを用いた。

b 汚染浴 10cm巾の布40mにつき次の様な汚染浴組成で汚染を行った。

ランプブラック	0.4~0.8g
牛脂極度硬化油	4.5g
流動パラフィン	13.5g
四塩化炭素	3600g

汚染布の大きさは5×10cmとし調製後0~5℃のデンケーター中に約2週間保存し洗浄性能の安定したものを実験に供した。

c 反射率の測定 測定器は日立光電反射率計を用いた。フィルターは緑色フィルターを用い，酸化マグネシウム白板の表面反射率を100としてそれに対する反射率を測定し，表面反射率30±2%を示す汚染布を使用した。

3 洗浄方法

a 洗剤及び水量 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，水量は大型攪拌は30ℓ渦巻式は24ℓで洗浄試験を行った。

b 布の分量 浴比はB₁=1:10，B₂=1:15，B₃=1:20，B₄=1:30の4条件で実験を行った。洗浄布は巾約1ヤール，長さ約1ヤールの晒金巾2003番（番手，30×36，1cm間打込，30×30，重量約100g）を用いた。洗濯機1回の試験に用いる洗濯物の量は大型攪拌で3kg（浴比1:10），2kg（浴比1:15），1.5kg（浴比1:20），1kg（浴比1:30），渦巻式の場合は2.4kg（浴比1:10），1.6kg（浴比1:15），1.2kg（浴比1:20），0.8kg（浴比1:30）である。汚染布は1条件10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。

c 洗浄の仕方 必要量の湯を入れ，浴温を40±2℃になる様に調節しこれに洗剤を加えて約1分間洗濯機を回転した後，洗浄布を入れ5分，15分，30分の洗浄を行った。洗浄布を洗濯機から取り出し，汚染布のみ取りはずし，100ccずつの蒸溜水で2回ずつすすぎを行ない，しばらくそのまま自然乾燥させ，1晩デンケーターの中に保存した後，反射率の測定を行った。

4 洗浄効果の測定方法

光電反射率計で洗浄後の汚染布の反射率を測定し，次式により洗浄効率Dを算出した。

$$D = \frac{R_w - R_s}{R_o - R_s}$$

R_wは洗浄後の汚染布の反射率，R_sは汚染布の反射率，R_oは原布の反射率である。反射率は表裏各々2ヶ所ずつ測定しその平均値をとった。

5 データの信頼性

客観的にデータの信頼性を高めるため，実験計画法を採用し，次の要因によりくり返し3回の3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ことにより洗浄力の順位を判定した。

要 因

機 種

- M₁ ……日立TA2型（大型攪拌式）
- M₂ ……サンヨーSW-560型（渦巻式）
- M₃ ……日立SH-PT10型（渦巻式）

浴 比

- B₁ …… 1 : 10
- B₂ …… 1 : 15
- B₃ …… 1 : 20
- B₄ …… 1 : 30

時 間

- T₁ …… 5分
- T₂ …… 15分
- T₃ …… 30分

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1表及び第2表の如くである。

第 1 表 洗 淨 効 率

機 種 時間 浴 比	M ₁ 日 立 大 型 攪 拌			M ₂ サ ン ヨ 渦 巻			M ₃ 日 立 渦 巻		
	T ₁ 5 分	T ₂ 15 分	T ₃ 30 分	T ₁ 5 分	T ₂ 15 分	T ₃ 30 分	T ₁ 5 分	T ₂ 15 分	T ₃ 30 分
B ₁ 1:10	17.8	27.0	29.9	44.8	65.3	61.1	35.1	39.7	58.9
	20.2	28.0	36.8	36.1	58.0	62.7	32.0	50.5	62.9
	31.6	24.9	41.9	16.1	50.7	62.9	30.9	54.0	60.9
B ₂ 1:15	29.9	37.1	44.9	39.6	62.1	64.9	33.9	55.6	61.1
	28.9	38.9	48.5	53.1	66.7	70.3	44.0	58.0	63.5
	26.6	40.3	44.5	42.5	66.1	70.2	42.8	51.3	64.9
B ₃ 1:20	33.6	40.3	46.6	41.7	66.8	67.3	44.4	54.0	63.8
	27.7	42.2	50.4	52.5	62.7	68.8	46.4	56.2	64.0
	32.0	41.4	47.6	47.7	63.1	75.0	37.2	57.2	70.2
B ₄ 1:30	31.6	45.6	49.9	49.7	60.8	70.7	43.4	57.1	64.2
	33.1	46.6	52.0	55.2	65.8	70.2	45.3	58.0	60.5
	34.9	43.4	52.0	58.5	66.6	71.5	42.8	60.7	61.5

第 2 表 洗 淨 効 率 平 均

機 種 時間 浴 比	M ₁			M ₂			M ₃		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
B ₁	23.2	26.6	26.2	32.3	58.0	62.2	32.7	48.1	60.9
B ₂	28.5	38.8	46.0	45.1	65.0	68.5	40.2	55.0	63.2
B ₃	31.1	41.3	48.2	47.3	64.2	70.4	42.7	55.8	66.0
B ₄	33.2	45.2	51.3	54.5	64.4	70.8	43.8	58.6	62.1

第 1 表の分散分析表が第 3 表である。

第 3 表 分 散 分 析 表 (洗 淨 効 率)

要 因	変 動	δ	不 偏 分 散	分 散 比	判 定
機 種	S _M	8,480.83	2	4,240.42	220.63 ※ ※
時 間	S _T	8,170.27	2	4,085.14	212.55 ※ ※
浴 比	S _B	2,071.14	3	690.38	35.92 ※ ※
交 互 作 用	S _{M×T}	317.24	4	79.31	4.13 ※ ※
"	S _{M×B}	118.05	6	19.68	10.23 ※ ※
"	S _{T×B}	95.03	6	15.84	0.82 ※ ※
"	S _{M×T×B}	612.79	12	51.37	2.66 ※ ※
級 間	S _{MTB}	19,548.11	35		
誤 差	S _E	1,383.78	72	19.22	
全 変 動	S _O	20,931.89	107		

※ ※ Significant at 1 % Level

$$F_{60}^2(0.01) = 4.98 \quad F_{60}^3(0.01) = 4.13 \quad F_{60}^4(0.01) = 3.65$$

$$(0.05) = 3.15 \quad (0.05) = 2.76 \quad (0.05) = 2.52$$

$$F_{60}^6(0.01) = 3.12 \quad F_{60}^{12}(0.01) = 2.50$$

$$(0.05) = 2.25 \quad (0.05) = 1.92$$

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。然し浴比による影響が時間や機種による影響より小さくあらわれたのは，渦巻式が浴比による影響があまり現われなかつた為と思われる。又機種と時間間，機種と浴比間に夫々交互作用が現れているが分散の程度が主効果に比べて小さいのでこゝではあまり問題にならないと思う。

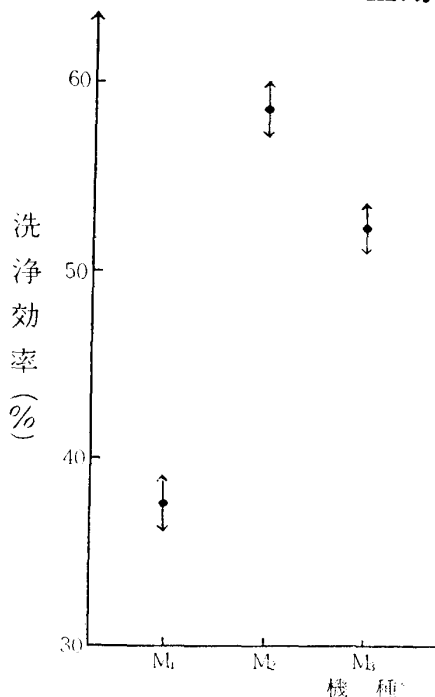
次に機種間の洗浄力を5%の信頼限界を用いて推定すると第4表の如くなりこれを図示すると第1図の如くである。機種間の主効果について差を検定したところ $M_2 \gg M_3 \gg M_1$ となり，それぞれの上に1%水準で有意差が認められた。殊に M_1 と M_2 ， M_3 との間に大きな差が認められ渦巻式がすぐれた洗浄性能を示す事が認められた。

第4表 機種の主効果並びにその5%信頼限界

M_1	37.5 ± 1.5	平均値の差の信頼限界
M_2	58.6 ± 1.5	2.73 (1%水準)
M_3	52.4 ± 1.5	2.05 (5%水準)

判定 $M_2 \gg M_3 \gg M_1$

第1図 機種の主効果



次に浴比と洗浄力の関係について5%の信頼限界を用いて推定すると第5表の様になりこの関係を図示すると第2図の如くである。浴比間の主効

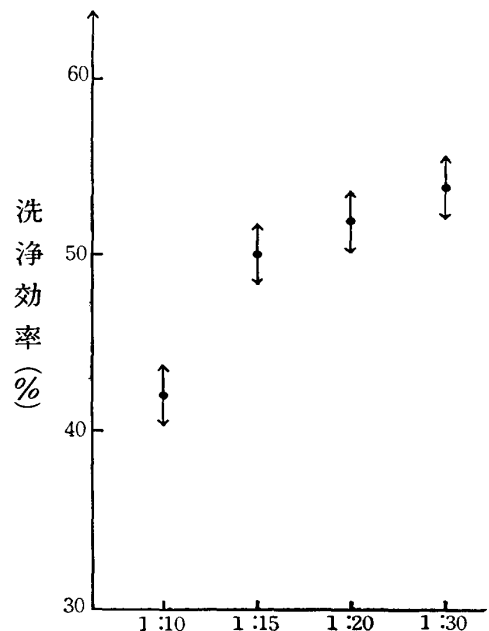
果について差を検定したところ浴比 1:10と 1:15, 1:20, 1:30の間に又浴比 1:15と 1:30の間にそれぞれ1%水準で有意差が認められたが，概して浴比による影響は小さく，浴比 1:15, 1:20, 1:30の差はわずかであった。

第5表 浴比の主効果並びにその5%信頼限界

B_1	42.2 ± 1.8	平均値の差の信頼限界
B_2	50.0 ± 1.8	3.15 (1%水準)
B_3	51.9 ± 1.8	2.36 (5%水準)
B_4	53.8 ± 1.8	

判定 $B_4 \approx B_3 \approx B_2 \gg B_1$ ($B_4 \gg B_2 \gg B_1$)

第2図 浴比の主効果



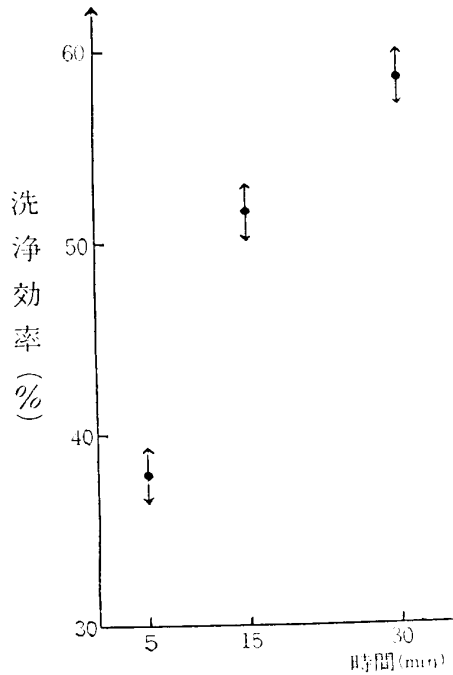
又洗浄時間と洗浄力との関係について5%の信頼限界を用いて推定すると第6表の様になりこの関係を図示すると第3図の如くである。洗浄時間の主効果について差を検定したところ5分，15分30分それぞれの間に1%水準で有意差が認められ殊に5分と15との間に大きな差が現れた。

第6表 洗浄時間の主効果並びにその5%信頼限界

T_1	37.9 ± 1.5	平均値の差の信頼限界
T_2	51.7 ± 1.5	3.73 (1%水準)
T_3	58.8 ± 1.5	2.05 (5%水準)

判定 $T_3 \gg T_2 \gg T_1$

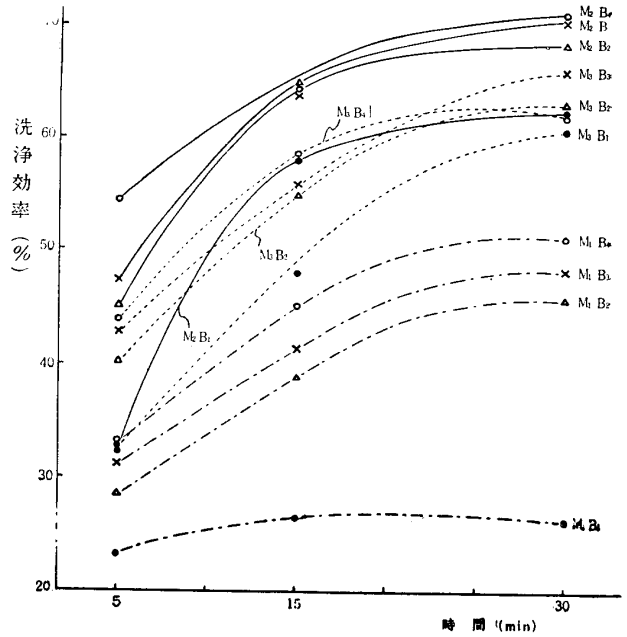
第3図 時間の主効果



次に機種，時間，浴比の関係を総合して図示すると第4図の如くである。

機種についてみると攪拌式に比べて渦巻式が非常にすぐれた洗淨性能を示す事が認められた。洗淨時間についてみるといずれの洗濯機も5分ではあまり良い洗淨効果は望めないが，渦巻式では15分で非常に高い洗淨効果が得られた。攪拌式では矢張30分の洗淨が望ましいと考えられる。しかし

第4図 機種・時間・浴比と洗淨力の関係



攪拌式は20分でも比較的高い洗淨効果をあげる事が¹⁾認められているので，洗淨時間20分から30分にかけては比較的ゆるやかなカーブで洗淨力が上昇するものと思われる。浴比の影響については浴比1:10では攪拌式，渦巻式ともにあまり高い洗淨効果は望めないが，浴比1:15になると攪拌式・渦巻式ともに急激に洗淨力が高くなる事が認められた。本実験ではふれていないが矢部・中村・石崎²⁾の発表にもある様に噴流式洗濯機は少い

第7表 機内のばらつき

機種 浴比	M ₁ 日立大型攪拌			M ₂ サンヨー渦巻			M ₃ 日立渦巻		
	T ₁ 5分	T ₂ 15分	T ₃ 30分	T ₁ 5分	T ₂ 15分	T ₃ 30分	T ₁ 5分	T ₂ 15分	T ₃ 30分
	B ₁ 1:10	23.5 22.8 18.9	33.2 36.1 31.9	39.6 36.2 36.2	37.1 33.0 13.2	20.6 31.4 30.7	24.4 26.6 38.6	40.3 31.1 42.7	38.2 36.8 28.2
B ₂ 1:15	20.1 25.2 25.0	15.4 28.4 19.9	20.0 15.8 22.0	20.5 22.9 23.7	24.7 15.1 23.1	17.8 18.5 26.4	23.4 23.3 23.3	21.3 15.0 17.0	35.5 13.5 20.8
B ₃ 1:20	11.4 10.6 31.4	9.5 8.2 19.9	11.6 15.4 14.6	27.7 15.8 30.3	22.2 27.3 21.1	17.7 39.3 18.5	28.0 15.2 33.5	24.5 17.6 16.6	13.1 25.9 21.2
B ₄ 1:30	11.6 15.3 12.6	18.0 19.1 12.2	16.3 15.4 23.3	14.5 23.0 21.7	16.9 10.4 23.4	12.0 13.5 20.9	18.6 23.4 12.1	22.0 16.2 15.5	14.0 33.2 23.8

洗濯物の場合は非常に高い洗浄性能を示すが浴比による影響が大きく、浴比1:20以上でない、即ち洗濯液量が24ℓの場合、洗濯物の量が1.2kg位で洗浄力の低下する限界点が起こりそこから急激に洗浄力が低下しこれが欠点とされていたが、その点渦巻式は浴比による影響が少なくしかもす

ぐれた洗浄性能を示す事が認められた。

次に洗浄試験のさいの機内のばらつき（洗いむら）について調べてみると第7表及び第8表の如くである。第8表は1条件10枚の汚染布の洗浄効率の最高と最低の差の3回くり返し平均値である。

第8表 機内のばらつき平均

機種 時間 浴比	M ₁			M ₂			M ₃		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
B ₁	21.7	33.7	37.3	27.8	27.6	29.9	38.0	34.4	28.7
B ₂	23.4	21.2	19.3	22.4	21.0	20.9	23.3	17.8	23.3
B ₃	17.8	12.5	13.9	24.6	23.5	25.2	25.6	19.6	20.1
B ₄	13.2	16.4	18.3	19.7	16.9	15.5	18.0	17.9	23.7

第7表の分散分析表が第9表である。

第9表 分散分析表（機内のばらつき）

要因	変動	∅	不偏分散	分散比	
機種	S _M	218.87	2	109.44	2.62
時間	S _T	28.98	2	14.49	0.35
浴比	S _B	2,730.85	3	910.28	21.82
交互作用	S _{M×T}	133.16	4	33.29	0.80
"	S _{M×B}	428.71	6	71.45	1.71
"	S _{T×B}	167.36	6	27.89	0.67
"	S _{M×T×B}	555.72	12	46.31	1.11
級間差	S _{MTB}	4,263.65	35		
誤差	S _E	3,003.30	72	41.71	
全変動	S _O	7,266.95	107		

※ ※ Significant at 1 % Level

$$F_{60}^2(0.01) = 4.98 \quad F_{60}^3(0.01) = 4.13 \quad F_{60}^4(0.01) = 3.65$$

$$F_{60}^2(0.05) = 3.15 \quad F_{60}^3(0.05) = 2.76 \quad F_{60}^4(0.05) = 2.52$$

$$F_{60}^6(0.01) = 3.12 \quad F_{60}^{12}(0.01) = 2.50$$

$$F_{60}^6(0.05) = 2.25 \quad F_{60}^{12}(0.05) = 1.92$$

分散分析の結果浴比間に1%水準で有意差が認められたが機種間、時間間には有意差が認められなかつた。浴比間の機内のばらつきを5%の信頼限界を用いて推定すると第10表の如くなりこれを図示すると第5図の如くである。ばらつきの主効果について差を検定したところ浴比1:10と1:15, 1:20, 1:30の間に1%水準で有意差が認められたが、他の場合には有意差が認められなかつた。即ち浴比1:10の場合は機内のばらつきが大きく

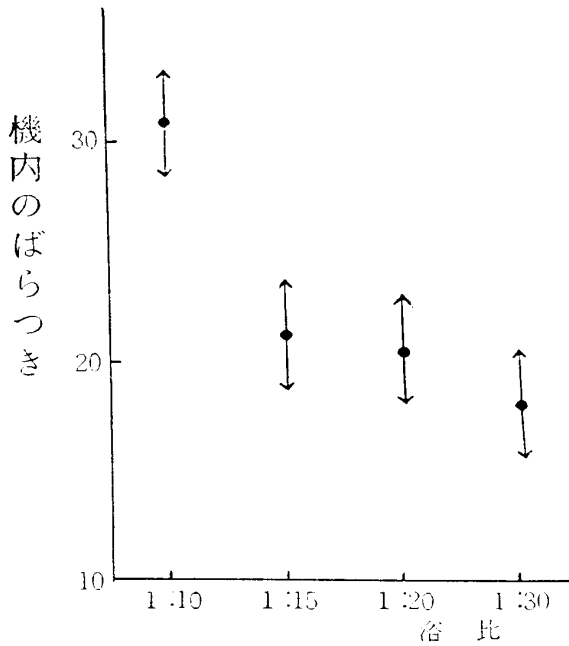
表れるがそれ以上では攪拌式、渦巻式ともほぼ均一な洗浄が行われているという事が出来る。

第10表 浴比の主効果並びにその5%信頼限界

B ₁	31.0±2.5	平均値の差の信頼限界
B ₂	21.4±2.5	4.63 (1%水準)
B ₃	20.3±2.5	3.48 (5%水準)
B ₄	17.8±2.5	

$$B_1 \gg B_2 \approx B_3 \approx B_4$$

第5図 浴比の主効果



以上の結果噴流式の場合は比較的短時間でしかも高い洗浄効果をあげる事は出来たが浴比による影響が大きく一回にわずかしか洗濯出来ない欠点があつたが、その点渦巻式洗濯機は急に洗浄力の低下する限界点もなく浴比の影響が洗浄力の面でも機内のばらつきの面でも噴流式のように大きく表れず、しかも短時間で高い洗浄効率を示すという長所が認められた。この様に渦巻式が同じパルセーターを使用しながら噴流式に比べ性能的にはるかに安定しているのはパルセーターが大型でしかも底部についているため、渦流による吸引は勿論であるが重力による洗濯物の沈下が洗液の流動性

の少ない場合でも洗浄力に寄与するほか、起泡による洗液の損失はあつても、下部の有効洗浴中で相対速度の大きな有効な洗浄が行われるためと考えられる。

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。今回は主として噴流式の変形である渦巻式洗濯機の特性を追求する目的で実験を行い次の諸点を明らかにした。

1 機種と洗浄力については渦巻式洗濯機がすぐれた洗浄性能を示した。

2 浴比と洗浄力については渦巻式は噴流式に比べて浴比の影響が表れにくく浴比1:15で相当高い洗浄効率を示した。

3 時間と洗浄力については渦巻式では15分、攪拌式では30分の洗浄が望ましいと考えられる。

4 浴比と機内のばらつきについては渦巻式、攪拌式とも浴比1:10では多少ばらつきが大きくあらわれたがそれ以上ではほぼ均一な洗浄が行われた。

本研究に当り御指導を賜つたお茶の水女子大学教授矢部章彦博士、及び実験に協力された田口房子さんに厚く感謝の意を表す。

文 献

- 1) 中村道子; お茶の水女子大学家政学部被服学科研究報告書 P63~80 (1955)
- 2) 矢部・中村・石崎; 第7回日本家政学会総会報告 (1955)