

소비자의 세탁습관에 따른 세탁효율 평가 — 국산세탁기의 경쟁력 강화를 위한 세탁 실태조사 및 실험연구(II) —

오 경 화 · 유 혜 경*

중앙대학교 가정교육학과 · *시립인천대학교 의생활학과

Evaluation of Washing Efficiency based on Consumer's Washing Behavior — Integral Approach for Improving Washing Machines(II) —

Kyungwha Oh · Haekyung Yu*

Dept. of Home Economics Education, Chung-Ang University

*Dept. of Clothing and Textiles, University of Incheon

(1996. 12. 22 접수)

Abstract

According to consumer's washing behavior, the washing efficiency of three different types of washing machines-pulsator, agitator, and drum was studied. Their detergency, rinsing efficiency, and the degree of fabric damage, tangle, and wrinkle were evaluated.

The results showed that efficient washing capacity was different from the specified capacity of washing machine. Detergency and rinsing efficiency were apparently decreased when more than 50% of capacity was loaded in washing machine of pulsator type, and 80% for agitator or drum types. They were also affected by detergent adding methods, and decreased in the order of water-detergent-washing load > washing load-detergent-water > washing load-water-detergent. Rinsing efficiency was significantly improved when the rinsing temperature was set above washing temperature. In addition, it was revealed that detergency, fabric damage, wrinkle, and tangle were highly correlated. The relationships between detergency and tangle were different for different types of washing machine. Positive relationships were found for agitator and drum types, whereas negative for pulsator type.

I. 서 론

최근 환경보전 및 자원절약에 관한 여론이 높아지면

*본 논문은 1995년도 산학 협동 재단 학술연구비에 의하여 연구되었음.

서, 세제와 세탁방법에 대한 소비자의 관심도가 높아지고 있다^{1,2)}. 이제까지 세탁연구³⁻⁵⁾는 주로 세제물 중심으로 이루어져 왔는데, 점차 세제와 세탁기의 종류가 다양해짐에 따라, 세척효율을 높이기 위한 기계적인 힘, 즉, 세탁기에 관한 연구의 활성화가 기대되고 있으나 아직은 부족한 실정이다^{1,6)}.

최근 세탁기의 성능 향상을 위해서 세탁기 개발에 주력해 온 가전제품회사들이 앞을 다투어 다양한 기능을 보유한 신제품을 출시시키고 있으나, 실제 소비자들의 세탁지식이 낮을 뿐만 아니라 세탁을 가사노동 중 힘들고 싫어하는 일로 간주하여 관심이 낮아 세탁효율을 백분 발휘하고 있지 못한 실정이다⁷⁾. 또한, 세탁기의 대형화 추세에 따른 물과 세제의 과다사용이 우려되고 있고, 세제의 불완전한 용해로 인한 세척력 저하와 세제잔류문제는 세제의 과다사용 및 반복세탁과 행굼을 유도하고, 이에 따라 발생하는 세탁물의 손상은 또 하나의 소비자의 불만족 요소로 대두되고 있어 악순환이 계속되고 있다. 이는 소비자의 낮은 세탁지식과 무관심에서 오는 자원의 낭비이며 환경오염이므로 소비자 교육을 통한 올바른 세탁지식의 전달과 정신적 만족감을 줄 수 있는 방안을 모색하여야 할 것이다.

근래에 와서 국내의 기술 향상과 수입개방에 의하여 와류식 세탁방식에 의한 기존의 국산세탁기 뿐만 아니라 교반식 및 회전드럼식 세탁기들이 시장에 다량 보급되어 국내 세탁기시장이 다양한 양상을 보이고 있어, 빠른 정보의 전달이 더욱 더 요구되고 있다. 이들 세탁기들은 세액을 회류시키는 방법이 상이한데, 와류식(Pulsator)은 세탁조 하부에 부착되어있는 회전판을 돌려 세액을 회전시키는 방식으로 비교적 세탁효과가 좋아 냉수를 주로 이용하는 우리나라나 일본에 보급률이 높다. 그러나 세탁물이 엉키고 섬유손상이 크다는 단점을 가지고 있다. 미온수를 주로 사용하는 미주지역에 보급률이 높은 교반식(Agitator) 세탁기는 세탁조의 중앙에 날개 붙은 큰 봉을 규칙적으로 방향을 반전시키면서 세액을 교반시켜 주는데, 세탁효과는 와류식보다 못하지만 한번에 많은 양의 세탁을 할 수 있고 물을 적게 사용할 수 있으며, 세탁물이 엉키지 않고 섬유손상이 적은 장점을 지닌다. 회전드럼식(Drum)은 원통의 회전으로 세액을 교반시키는데, 가열장치가 붙어 있어 고온세탁이 가능하고 섬유손상과 엉킴이 가장 적은 장점을 지니나 세탁시간이 오래 걸리고 용량이 적은 것이 단점이다⁸⁾.

이와 같이 각 세탁기의 특성이 상이하므로, 앞으로 개발도상국 뿐만 아니라 선진국으로의 수출활로를 넓혀갈 국내 세탁기 산업의 국제 경쟁력 강화를 위해서는, 소비자 지향적인 세탁기 개발이 중요하며, 이를 위해서는 현재 소비자의 세탁 습관과 이에 따른 세탁기의 효

율성을 정확히 파악하는 것이 중요하리라 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 전보⁹⁾에서 조사된 소비자의 세탁기 사용실태 자료를 기초로 하여 실험조건을 설정하고, 세액의 회류방식이 상이한 와류식, 교반식, 회전드럼식 세탁기를 사용하여, 세탁기 사용시의 문제점을 실증적으로 밝히고 이의 개선 방안을 모색하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 세탁 실태조사(일기법)

수도권 지역의 주부 35명을 대상으로 1995년11월부터 12월에 걸쳐 30일 동안 세탁일기를 작성하도록 하여 매회 세탁시 세탁물 무게, 세탁물의 종류, 세제량, 세탁수의 온도 및 세제투입 방법과 설정한 세탁코스와 수위, 추가세탁 또는 행굼, 탈수 횟수 등을 기록하도록 하였다. 자세한 조사 방법은 전보⁹⁾에 기술하였다.

2. 실험

1) 시험포 및 시약

(1) 오염포

침지법에 의해 제작된 기성 면 인공오염포인 EMPA 116³⁾을 5 cm×10 cm로 잘라 사용하였다.

(2) 세탁물

KSC 9608¹⁰⁾에 의거하여 규격에 따른 면포를 풀기를 제거한 후 세탁용량에 따라 시트, 셔츠, 타월 손수건을 제작하여 세탁 성능 시험에 사용하였다.

(3) 손상포

세탁작용에 의한 섬유손상도를 측정하기 위하여 ANSI/AHAM HLW-1-1987¹¹⁾(American National Standard Performance Evaluation Procedure for Household Washers)에 의하여 규격손상포를 ETL Testing Laboratories, Inc. (New York, U.S.A.)로부터 구입하였으며 그 특성은 Table 1과 같다.

(4) 세제 잔류량 평가용 면 침부 백포

ANSI/AHAM HLW-1-1987에 의거하여 흡수성이 우수한 변화바스켓직 면 100% 백포(1.34 mg/cm²)를 세제없이 온수로 5회반복 세척하여 제면활성제가 없음을 확인한 후 세탁물에 침부하여 섬유내 잔류세제량을 측정하였다.

Table 1. Characteristics of the swatches for evaluation of gentle action of washing machine

Material	Dacron Polyester
Weave	Leno (Marquissette)
Yarn denier	70
Fabric count (ends×picks/5 cm)	100×64
Color	White

(5) 시약과 세제

Sodiumlaurylsulfate(99%)는 시약 특급을 사용하였고, Methylene Blue, sodium sulfate, surfuric acid, hydrochloric acid와 chloroform은 시약 1급을 사용하였다. 세제는 일기법 조사결과 가장 사용빈도가 높은 시판용 농축세제를 사용하였다.

2) 실험방법

(1) 세탁방법

세액을 회류시키는 방법이 상이한 와류식(8 kg 용량), 교반식(8.2 kg 용량) 및 회전드럼식세탁기(5 kg 용량)를 사용하여 세탁용량, 세탁시간, 세탁 및 헹굼 온도, 헹굼 횟수, 탈수시간과 세제 투입방식을 변화시키면서 세탁하였다. 세탁용수의 경도는 46 ppm이었다.

(2) 세척률 평가

원포와 세척전후의 오염포의 표면반사율을 Macbeth Color-Eye 2145를 사용하여 520 nm에서 측정하여 Kudbelka-Munk식에 따른 K/S값으로 세척률을 계산하였다⁴⁾. 이때, 사용한 EMPA116의 원포와 오염포의 K/S는 각각 0.0219와 2.614이었다.

(3) 음이온 계면활성제 정량

ANSI/AHAM HLW-1-1987에 의거하여 Methylene Blue법에 의하여 음이온 계면활성제를 착색시켜 chloroform으로 분리한 후, 분광광도계로 650 nm에서 흡광도를 측정하여, 기지의 농도로부터 구해진 검량선으로 부터 음이온 계면활성제의 양을 계산하였다. 본 실험에서 구한 검량선의 회귀 식은 $Y=0.2848 X-0.0127$ 이었다. 이때, Y는 계면활성제의 양이고, X는 620 nm에서의 용액의 흡광도이다.

(4) 헹굼 성능 평가

① 헹굼비

KSC 9608의 헹굼성 시험법을 변환하여, 원액과 헹굼액 내의 음이온 계면활성제의 양을 정량하여 다음 식

에 의하여 헹굼비를 산출하였다. 이때 원액은 소정의 세제를 투입하여 세탁후 세탁코스 종료시 200 ml의 세액을 비이커로 채취하고 헹굼액은 최종 헹굼 코스 종료후 탈수 전의 세액을 채취한다. 회전드럼식의 경우, 배수시 세액을 채취하였다.

$$\text{헹굼비(Rinsing Ratio)} = \frac{A-B}{A}$$

여기서, A=원액 중의 음이온 계면활성제의 양

B=헹굼액 중의 음이온 계면활성제의 양

② 세제 제거율

ANSI/AHAM HLW-1-1987에 의거하여, 7.5 cm×7.5 cm로 자른 후 울이 풀리지 않도록 오버룩처리한 첩부 면포를 20장을 준비한다. 10장은 WCS(wash concentration swatches, 세액에 침지할 면포)로 사용하고, 10장은 RCS((rinse concentration swatches, 세탁-헹굼후 세제 잔류량 측정용 면포)로 5개의 세탁물에 2매씩 붙여 세탁하였다. 소정의 세탁조건에서 일정량의 세제를 투입하여 세탁시작 10분 경과 후 세탁기를 멈추고 WCS시험포 10장을 세액에 15초간 침지 후, 완전히 젖은 시험포를 짜지 말고 그대로 넣어 자연건조시켰다. 세탁기를 재 작동하여 헹굼까지 마친 후 세탁물로부터 RCS포를 떼어내어 자연건조시켰다. WCS와 RCS 포를 중류 수로 8회 속샷렛 장치로 추출한 후, 섬유 내 잔존하는 계면활성제의 양을 Methylene Blue법으로 정량하고, 향량이 될 때까지 건조시킨 WCS와 RCS의 무게를 측정하여 다음 식에 의하여 헹굼에 의한 세제 제거율을 계산한다.

세제 제거율(Detergent removed, %)

$$= \frac{a/b - c/d}{a/b} \times 100$$

여기서,

a=WCS 내의 음이온 계면활성제의 양(mg)

b=WCS시료(10장)의 총 무게(mg)

c=RCS 내의 음이온 계면활성제의 양(mg)

d=RCS시료(10장)의 총 무게(mg)

(5) 영킴도 측정

ANSI/AHAM HLW-1-1987에 의거하여 측정하였으며 사용된 셔츠는 KSC 9608에 의하여 제작하였다. 와류식과 교반식 세탁기 사용 시에는 시제방향으로 셔츠의 윗 부분이 오른쪽으로 향하도록 연속적으로 세탁조 돌리에 세탁물을 부하하였고, 회전식의 경우에는 셔

크의 윗부분이 오른쪽을 향하도록 평행하게 세탁조 바탁에 배치하였다. 소정의 조건에서 세탁을 마친 후 세탁물을 하나씩 꺼내면서 엉킨 셔츠의 수와 상태를 파악하여 다음 식에 의하여 엉킴도를 계산하였다.

$$\text{엉킴도}(\% \text{ Tangle}) = 100 \frac{X}{n} \left[1 - \frac{f(r-1)}{n-1} - \frac{gL}{X} \right]$$

여기서, X =엉킨 셔츠 수

n =부하한 총 셔츠 수

r =세탁물 꺼낼 때 하나 또는 그 이상으로 떨어지는 덩어리의 수

L =엉킨 덩어리로 부터 쉽게 떨어져 나오는 셔츠 수($X > L > 0$)

$f=0.41$

$g=0.3$

(6) 손상도 평가

ANSI/AHAM HLW-1-1987에 의거하여, 손상포를 21.3 cm×28 cm로 자른 후 짧은 쪽을 세탁물의 끝에서 2.5 cm들어 박은 후 세탁하였다. 세탁 후 세탁물로부터 손상포를 떼어 내어 펴서 자연 건조 시킨다. 윗이 뒤틀린 부분을 color marker로 칠한 후, 1.25 cm 간격으로 표시된 acetate grid를 올려놓고, 각 변으로부터 3.75 cm 떨어져 손상부분이 포함된 구역의 수를 세어 평가하였다. 숫자가 클수록 손상정도가 심함을 나타낸다.

(7) 구김도 평가

세탁후 세탁물을 건조대에 널어 자연건조(drip dry) 시킨 후 AATCC 124-135에 의하여 DP replica로 DP

rating을 측정하여 구김도를 다음 식으로 계산하여 평균하였다.

$$\text{구김도(Wrinkling)} = 5 - \text{DP rating value}$$

III. 결과 및 고찰

1. 세탁기 용량과 소비자 사용 습관에 따른 세탁물량

수도권지역 주부 35명에게 한 달간 세탁관리 일기를 기록하도록 하여 얻어진 1회 세탁시의 세탁물의 무게, 세제 투입량, 세탁수량 및 세탁온도에 관한 자료를 Table 2에 정리하였다. 이때 최소, 최대 세탁물량은 1달 동안 1회 세탁시 투입한 세탁물량중 최소, 최대치를 나타내며 평균세탁물량은 1달 동안 1회 세탁시 투입된 세탁물량의 평균치이다.

보유한 세탁기 용량이 1회 세탁시 투입된 세탁물량에 미치는 영향을 살펴본 결과 세탁기 용량이 증가함에 따라 세탁물량이 다소 증가하는 경향을 보이지만 유의적인 차이가 없었다. 일반적으로 1회 세탁시 평균 2.7 kg의 세탁물을 투입하는 것으로 나타났다. 이는 용량에 관계없이 세탁물이 어느 정도 모아지면 세탁을 하는 소비자의 습관적 행위 때문이라고 생각한다. 단, 최대치는 세탁기의 용량에 더 많은 영향을 받고 있다고 할 수 있다. 각 가구의 세탁물량을 보유한 세탁기의 최대용량에 대한 %의 비율로 환산한 결과를 보면, 세탁기 용량의 44%에 해당하는 세탁물을 평균적으로 세탁하고 있음을 알 수 있다.

Table 2. Effect of capacity of washing machine on the washing load

Washing Machine Capacity (Kg)	Minimum Washing Load(Kg)		Mean Washing Load(Kg)		Maximum Washing Load(Kg)	
	Average	Std.	Average	Std.	Average	Std.
4~5.5	1.41	0.724	2.61	0.670	3.78	1.00
5.6~7.0	1.59	0.946	2.57	0.767	3.76	0.897
7.1~8.5	1.38	0.621	2.76	0.558	4.52	0.906
8.6~10.0	1.65	0.713	2.84	0.659	4.45	0.924
F	0.4807		0.1760		1.0168	
Washing Load /Capacity (%)	24.58	10.02	44.44	12.84	65.58	14.39

2. 세탁기의 적정 용량 평가

소비자가 시장에서 세탁기를 구입시 제품의 용량이 다르고 기종도 다양하여 어느 정도의 용량의 제품을 구입해야 하는지 망설이게 된다. 그런데, 1994년 한국 소비자 보호원¹²⁾에서 국산세탁기를 대상으로 비교 실험한 결과, 표시된 용량보다 적게 세탁시 세척력과 헹굼력이 우수하다고 보고하였다. 그러나 적정용량의 제시는 없었으며 현재 시중에 보급률이 증가하고 있는 교반식과 회전드럼식 세탁기에 대한 평가는 없었다. 따라서, 본 실험에서는 세액을 회류시키는 방법이 상이한 와류식, 교반식, 회전드럼식 세탁기로 세탁시, 세탁기의 최대 사용 용량에 대한 투입된 세탁물량의 비를 100%(고) 80%(고) 50%(중) 30%(저)로 변화시켜 각 조건에서의 세척력과 헹굼력 및 손상도를 비교하였다. 표준 코스에서 세탁을 하였으며, 세탁 및 헹굼 액의 온도는 20℃이고, 세제농도는 일기법에서 얻어진 평균 사용량(0.63 g/l)으로, 농축세제를 사용하였다. 각 세탁기별 표준코스와 세탁기 용량에 대한 세탁물량의 비에 따라 자동으로 설정된 수위와 액비를 Table 3에 나타내었다. 본 실험

험에 사용된 와류식 세탁기의 경우 세탁물량이 증가함에 따라 세탁시간이 증가하도록 표준코스가 설정되었으므로 세탁시간 변화에 의한 영향을 배제하기 위하여 세탁시간을 13분으로 고정시켜 세탁하여 얻은 결과도 함께 제시하였다. 세척실험 결과는 Table 4와 Fig. 1~3에 제시하였다.

Table 4에 의하면 세탁시간이 일정할 경우 와류식은 세탁기 용량의 50% 이상, 교반식과 회전식은 80% 이상의 세탁물을 투입시 급격히 세척물이 떨어지기 시작하였다. 편차는 세탁의 불균일도를 나타내며, 와류식 > 교반식 > 회전식으로 감에 따라 감소하였다. 세탁물량이 증가하면 편차가 더욱 심해지며, 세탁물을 최대표시 용량의 80% 투입시 불균일도가 급격히 증가하고 세척물이 떨어져 바람직하지 못한 것으로 나타났다. 본 실험에 사용된 와류식은 표준코스에서 세탁물량이 많아져 선택 수위가 높아지면 세탁시간이 길어지도록 설정되어 있어 세척물의 저하를 보완할 수 있으나 섬유손상이 다소 증가하리라 예상된다. Fig. 1에 나타난 섬유손상도는 세탁물량이 증가할수록 심해졌다.

Table 3. Washing conditions

Washing Load/ Capacity(%)	Pulsator			Agitator			Drum		
	Level	Ratio	Cond.*	Level	Ratio	Cond.*	Level	Ratio	Cond.*
100	High	1 : 9.9	15/2/5	High	1 : 7.4	15/3/7	—	1 : 5.4	50/3/6
80	High	1 : 12.6	15/2/5	High	1 : 9.7	15/3/7	—	1 : 6.8	50/3/6
50	Med.	1 : 15.5	14/2/5	Med.	1 : 13	15/3/7	—	1 : 9.4	50/3/6
30	Low	1 : 16.5	13/2/4	Low	1 : 19	15/3/7	—	1 : 13.3	50/3/6

*Washing conditions: washing time(min.)/rinsing cycle/spinning time(min.)

Amount of detergent used : 0.63 g/l

Washing temperature: 20℃

Table 4. Effect of % washing load on detergency

Washing Load/ Capacity(%)	Pulsator		Agitator		Drum	
	Mean	Std. dev.	Mean	Std. dev.	Mean	Std. dev.
100	74.55(61.12)	16.30(20.71)	72.55	14.61	76.65	11.72
80	79.28(65.93)	14.55(14.41)	76.47	12.97	78.02	10.45
50	76.49(67.51)	13.53(13.27)	77.81	10.32	80.61	6.79
30	74.48(74.48)	9.18(9.18)	79.08	8.22	80.75	5.16

*Values in parenthesis are detergency and their standard deviation where the washing was done at constant time (13 minutes) in all water level.

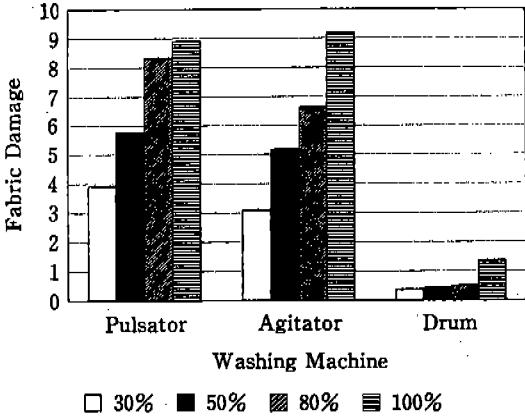


Fig. 1. Effect of % Washing load on fabric damage.

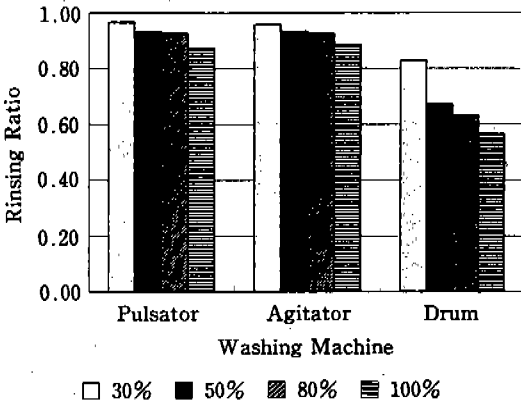


Fig. 2. Effect of % Washing load on rinsing ratio.

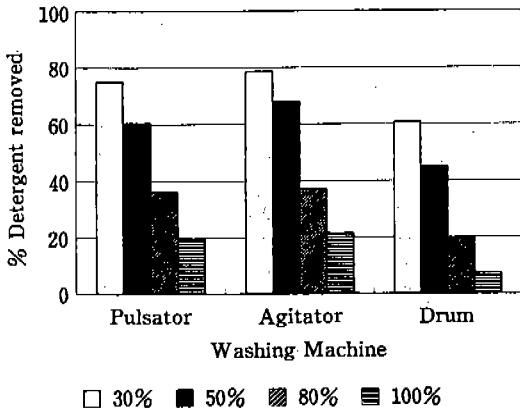


Fig. 3. Effect of % Washing load on % detergent removed.

Fig. 2와 3은 세탁물량의 증가에 따른 헹굼력을 평가한 결과로 Fig. 2는 세탁과 헹굼액으로부터 평가한 헹굼비이며, Fig. 3은 헹굼후 섬유에 잔존하는 제면활성제를 추출하여 계산한 세제 제거율을 나타낸다. 이에 따르면 헹굼액으로부터 측정된 헹굼비가 높더라도 섬유 내에는 실제 많은 양의 세제가 잔류하고 있음을 보여준다. 세탁물량이 많아져 액비가 급격히 낮아지면 헹굼이 충분치 못하여 세제 제거율이 낮아지며 헹굼도 세탁기의 기계적 작용에 영향을 받기 때문에 회전식의 경우 동일 세탁조건에서 헹굼비와 세제 제거율이 낮았다.

3. 세제투입 방식의 영향

전보⁹⁾에 밝힌 바와 같이 완전히 세제를 용해 후 투입한 경우에도 헹굼이 끝난 후에 세제가 세탁물에 남아 있어 일반가정에서 4회이상 헹굼을 하는 경우가 50% 이상에 달하고 있다. 더욱이, 세탁빈도가 높은 현대사회에서 반복세탁 및 헹굼에 의한 과도한 세탁물의 손상을 방지하기 위해서도 세탁물내의 세제잔류문제를 해결하는 연구가 시급하다고 본다. 세제의 잔류문제는 세제의 용해도와 직결되며, 이를 해결하기 위하여 최근 국내의 각사에서 세제용해장치를 개발하여 부착하였으며 이 기능을 갖춘 세탁기 보유율도 전체의 60%에 달하고 있다. 그러나, 세제투입시 이 장치를 가끔 이용할 뿐 실용화되고 있지 못한 실정이며, 소비자의 대부분이 이전 세탁습관대로 세제를 투입하고 있는 것으로 설문지 조사에서 나타났다⁹⁾.

따라서, 본 실험에서는 가장 바람직한 세제투입방식을 제시하고자, 세제의 용해도에 영향을 줄 세제투입방식을 달리하고 와류식과 교반식 세탁기로 세탁하여 세탁력 및 헹굼력을 비교하였다. 세제투입 방식은 세제를 더운물에 완전히 용해후 투입하는 방식(A) 과 설문지 조사결과, 27~30%의 높은 빈도를 보이는, 급수-세제-세탁물(B), 세탁물-세제-급수(C) 및 세탁물-급수-세제(D)의 순으로 투입하는 방식과 세제의 용해를 높여리라 예상되는 세제-급수-세탁물(E)의 순으로 투입하는 5가지로 나누어 실험하였다. 세탁조건은 세탁습관 조사 자료를 토대로 설정하였다. 세탁온도는 20°C이고 세제농도는 0.63 g/L이었으며 평균세탁물량인 2.7 kg의 세탁물을 부하하여 저수위에서 세탁하였다. 세제투입방식에 따른와류식 세탁기와 교반식 세탁기의 세척력과 세제 제거율 평가에 의한 헹굼성을 나타낸 Fig. 4와

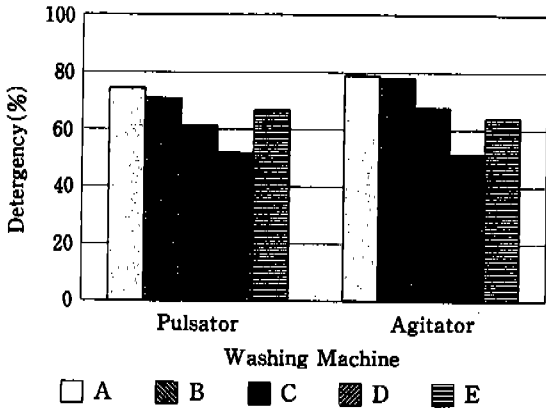


Fig. 4. Effect of the method of adding detergent on detergency.

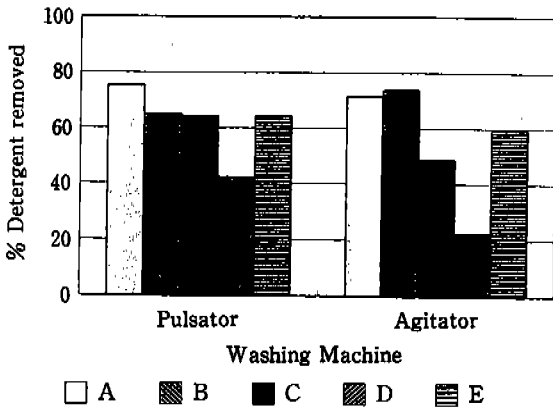


Fig. 5. Effect of the method of adding detergent on % detergent removed.

5를 보면 A, B 방법이 세척성과 헹굼성이 모두 우수하였는데 이는 세제가 이 조건에서 잘 용해되어 세척력이 향상되고 헹굼도 잘됨을 나타낸다. C와 E의 방법은 중간 정도의 세척성과 헹굼성을 보였으며 D의 방법에 의해서는 세척성과 헹굼성이 모두 낮아 가장 비효율적인 세제투입방식이라 할 수 있다. 그러나 설문지 조사의 결과에서도 나타났듯이 D방법에 의하여 세제를 투입하는 소비자가 전체의 26.8%에 달하고 있어 세척력 저하에 의한 세제의 과다사용 및 헹굼성 저하에 의한 반복 헹굼이 섬유손상의 부수문제를 야기시키므로 올바른 세탁방법의 계몽으로 세탁효율을 높여야 할 것이다.

4. 세탁 및 헹굼 온도의 영향

전보⁹⁾의 설문지조사 자료에 의하면 세탁기의 기능 중

온도조절 기능 보유율이 66.9%였다. 그러나, 대부분 가끔 사용한다고 응답하여, 미리 설정해 놓은 온도조건에서 습관적으로 세탁행위를 해온 것으로 나타났다. 또한, 조사대상자의 대부분이 세탁수의 온도는 대부분 냉수(44.2%)나 미온수(33.6%)를 사용한다고 응답하였다. 냉수로 세탁할 경우 세제의 불완전 용해로 세제가 잔류하는 문제점이 발생하기 쉬운 것으로 생각되며, 이때, 세제투입방법도 세척성과 헹굼성에 큰 영향을 주리라 예상되어, 세제 농도 0.63 g/L에서 와류식 세탁기로 세탁 12분, 헹굼 2회, 탈수 5분 조건에서 세척실험을 하였다. 이때 세탁물량은 2.7kg이었으며, 설정된 수위는 저이고 전 실험에서 가장 세척성이 우수한 세제투입 방식인 A방법과 가장 세척력이 낮은 D방법을 설정해 세탁온도를 10~40℃로 변화시키면서 세제투입방식이 세척성과 헹굼성에 미치는 영향을 조사하여 Fig. 6~9에 나타내었다.

Fig. 6의 온도변화에 따른 세척성 결과를 보면, 세척 온도가 증가함에 따라 A방법으로 세제를 투입하였을 경우 거의 직선적인 증가를 보이고 있으나 D방법으로 세제를 투입하였을 경우에는 30℃ 이상 되어야 증가 폭이 커졌다. 이는 온도가 증가함에 따라 섬유와 오염의 팽윤이 커져서 오염과 섬유의 결합력이 약해지고 세제의 용해도가 증가하여 세탁효과가 증가한 것으로 생각되며, 이 중 A와 D의 차이는 세제의 용해도와 깊은 관계가 있다고 본다. 이와같은 현상은 헹굼성 시험결과

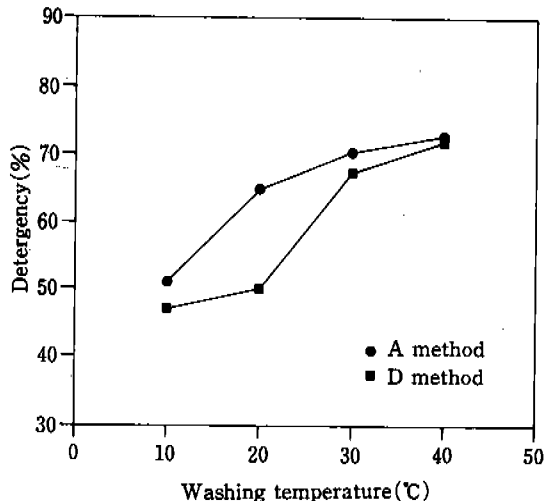


Fig. 6. Effect of washing temperature on detergency.

에서도 나타났는데 Fig. 7의 결과에 따르면 D방식보다 A방식에 의해 세제를 투입한 경우 세제 제거율이 높았다.

한편, 헹굼 온도를 20°C로 고정시키고, 세탁온도를 10°C 에서 40°C로 변화시키면서 세제 제거율을 조사한 결과, 헹굼 온도보다 높은 온도(30°C, 40°C)로 세척한 경우 세제 제거율이 급격히 저하되었다. 이는 고온세탁 시 섬유가 쉽게 팽윤하고, 세제의 용해가 용이해져 팽윤된 세탁물 내로 쉽게 침투하였으나, 헹굼 온도가 낮

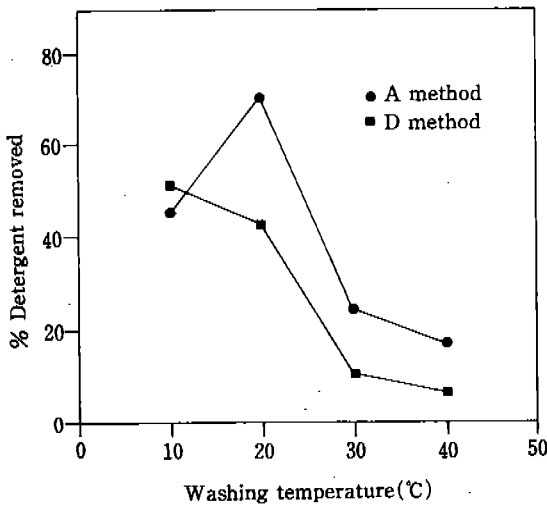


Fig. 7. Effect of washing temperature on % detergent removed.

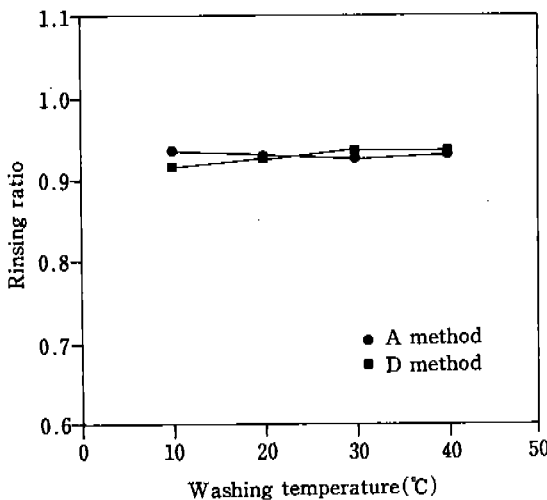


Fig. 8. Effect of washing temperature on rinsing ratio.

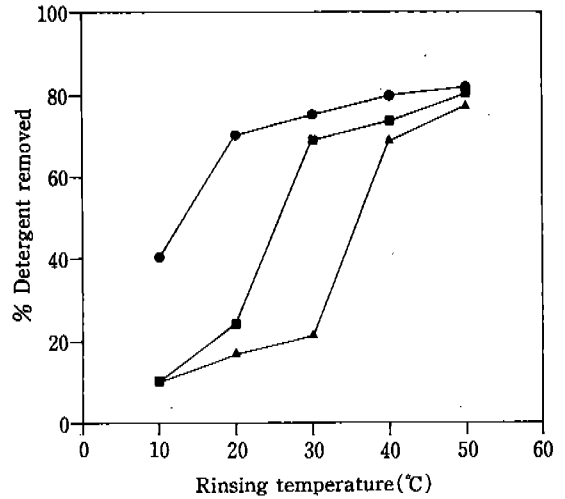


Fig. 9. Effect of washing & rinsing temperature on % detergent removed.
Washing temperature : ● 20°C ■ 30°C ▲ 40°C.

아지면 팽윤되었던 섬유가 수축하여 헹구기 액이 침투할 수 없어서 높은 온도에서 내부로 깊이 침투되었던 세제의 제거가 어려워지기 때문이다.

그러나, 세액과 헹굼액 내의 음이온 계면활성제의 양으로 부터 구한 헹굼비는 Fig. 8에 나타낸 바와 같이 세탁온도의 영향을 거의 받지 않는 것으로 나타나, 이 방법으로 평가하는 것은 불합리하다고 본다. 따라서, 현재 이와 같은 원리에 의하여 헹굼비를 구하는 KS법은 개선되어야 한다고 본다.

이와 같이 세탁과 헹굼액의 온도가 섬유내 세제 잔류량에 큰 영향을 주므로 각 세탁온도별 1회 헹굼액의 온도를 변화시켜 세제 제거율을 평가하였으며 Fig. 9에 그 결과를 나타내었다.

이때 세제는 A방법에 의하여 투입하였다. 결과에 의하면, 헹굼액의 온도가 높을 수록 세제 제거율은 증가하였으며 특히 헹굼액의 온도가 세액의 온도 이상으로 설정되었을 때 헹굼성이 급격히 향상되었다. 따라서, 효율적인 세탁과 헹굼을 위해서는 1회 헹굼온도는 세탁 온도 이상으로 설정되어야 한다. 그러나 조사대상의 상당수(58.7%)가 헹굼 온도를 냉수로 고정시켜 놓고 사용하고 있으며, 이로 인하여 발생하는 세제잔류문제를 해소하기 위하여 추가 헹굼을 하고 있어서 기계적 작용에 의한 섬유의 손상이 가중되고 있다. 이는 단지 세탁

기 기능의 사용빈도가 낮기 때문만이 아니라 소비자의 세탁지식이 낮기 때문이라고 본다. 전보⁹⁾에서도 밝힌 바와 같이 설문지 조사 중 세탁지식을 묻는 문항에서 “헹굼액의 온도가 세액의 온도보다 높아야 헹굼 효과가 좋다.”라고 바르게 응답한 사람이 55%에 불과한 것만 봐도 알 수 있다. 최근 헹굼액의 온도 조절이 가능한 세탁기의 출현으로 헹굼성능이 향상되리라 기대하며, 세탁기 표준코스 설정시 1회 헹굼 온도가 세탁온도와 같도록 하는 방안을 제안하고 싶다.

5. 엉킴도, 손상도 및 구김 평가

본 연구의 조사대상자들의 세탁습관을 보면, 주당 4회 이상 세탁하는 주부가 전체의 50%에 달하였으며 1회 세탁시 헹굼 또는 세탁횟수 및 시간을 더한다는 주부가 40% 이상 되므로 세탁에 의하여 과도한 세탁물의 손상이 예상된다. 또한 현재 국산세탁기의 개발이 엉킴 해소와 섬유손상을 줄이는데 그 초점이 맞추어져 있는 만큼 세탁시 발생하는 세탁물의 엉킴은 세척물 뿐만 아니라 손상과 구김에 큰 영향을 줄 것으로 예상되며, 그 양상은 수류회전방식에 따라서 다소 상이할 것이다. 따라서, 세탁기 회류방식에 따른 세척물, 엉킴도, 손상도 및 구김도를 평가하여, 각 인자들 간의 상관성을 밝혀 차후 세탁기 개발의 기초자료를 제공하고자 하였다. 세탁은 2.7 kg의 세탁물을 부하 하여 저수위에서, 각각의 표준코스에서 행하였으며 그 결과를 Table 5에 제시하였다. 각 변인간의 상관관계를 보면, 와류식, 교반식, 회전식의 경우 모두 엉킴과 손상도, 엉킴과 구김도 간에 높은 상관성을 보이므로 엉킴 방지를 위한 수류회전 방식의 개발은 세탁물의 손상과 구김을 직접적으로 줄여주기 때문에, 특히 엉킴이 크게 발생하는 와류식의

경우, 앞으로도 이 문제해결을 위한 지속적인 노력이 필요하다고 본다.

한편, 엉킴과 세척률간의 상관관계는 세탁기 종류에 따라 다르게 나타났는데, 와류식의 경우에는 엉킴도와 세척률간에 정적 상관성을 보이는 반면에 교반식과 회전식의 경우에는 부적 상관성을 보여, 교반식과 회전식의 경우, 발생하는 엉킴은 세척률을 크게 떨어뜨리는 것으로 나타났다. 이런 부적 상관성은 세척률과 손상도, 세척률과 구김도 간에도 나타났다.

IV. 결 론

세탁기 사용실태에 관한 설문조사 및 일기법에 의한 자료를 토대로 세탁실험을 하여 세탁습관의 문제점을 실증적으로 파악하고, 소비자의 불만족 요소의 근본 원인을 밝힘으로써, 세탁효율향상 및 소비자 지향적인 세탁기 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 본 연구에서는 국내 시판하는 와류식, 교반식 및 회전드럼식 세탁기로 소비자의 세탁습관에 따른 세척성, 헹굼성 및 세탁물의 엉킴, 손상, 구김정도를 평가하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1회 부하 하는 세탁물량은 보유하고있는 세탁기의 용량에 따라 다소 증가하고 있지만 $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 없었으며 1회세탁시 평균 2.7 kg의 세탁물을 투입하는 것으로 나타났다.
- 세탁기의 적정용량에 대한 평가 결과, 세탁기 종류에 따라 다소 차이는 있지만 일반적으로 세탁기 용량의 80% 이상의 세탁물을 부하시 세척률과 헹굼성이 급격히 떨어졌으며 세탁의 불균일도와 섬유손상도가 높아졌다.
- 세제투입방식에 따른 세척률 및 세제제거율은 A 방식 \approx B 방식 $>$ C 방식 E 방식 $>$ D 방식의 순으로 감소하여, 세제투입방식에 따른 세제용해도의 차이는 세척률과 세제제거율에 모두 영향을 주는 것으로 나타났다.
- 세탁온도별 세척률을 보면, A 방식 $>$ D 방식으로 나타났으며, 온도가 증가함에 따라 A 방법의 경우 직선적 증가를 보이나 D 방법의 경우는 30°C 이상의 온도에서 증가폭이 커져, 세척률이 거의 A 방법에 의한 수준이 되었다. 따라서 고온세탁시에는 세척률이 세제투입 방식에 영향을 적게 받는 것으로 나타났다.
- 세탁과 헹굼 온도에 따른 세탁물 내의 세제제거율

Table 5. Relationship among tangle, damage, wrinkling, and detergency(Correlation coefficient).

Variables	Pulsator	Agitator	Drum
Tangle×Damage	0.8649**	0.9649**	0.7437**
Tangle×Wrinkle	0.9294**	0.9197**	0.8769**
Tangle×Detergency	0.5036*	-0.7148**	-0.4562
Damage×Wrinkle	0.5344*	0.5455*	0.9176**
Damage×Detergency	0.5767*	-0.5173*	-0.4881
Wrinkle×Detergency	0.0209	-0.8876**	-0.4648

* $p < 0.05$ ** $p < 0.005$

에 의한 행굼력 평가 결과, 행굼 온도보다 세탁온도가 높은 경우 세제제거율이 급격히 저하하였다. 따라서 효율적인 세탁과 행굼을 위해서는 1회 행굼 온도는 세탁 온도 이상으로 설정하여야 한다.

6. 세탁물의 엉킴, 손상과 구김간의 상관성을 보면 3기종 모두 엉킴도와 손상도 및 구김도 간에 높은 상관성을 보이는데, 엉킴도와 세척률간의 상관관계는 와류식의 경우 정적상관을 보이지만 교반식과 회전식의 경우 부적상관을 보였다. 이와 같이 엉킴 문제의 해소는 섬유손상과 구김을 감소시킬 뿐만 아니라 세척률과도 관계가 높으므로 꾸준히 개선되어야 할 과제이다.

V. 제 언

전보⁹⁾와 이 논문으로 나뉘어져 보고된 본 연구는 국산 세탁기 경쟁력을 향상시키는 방안을 모색하고자 설문지법과 면접을 동반한 일기법과 세탁실험을 진행하였다. 이렇게 다각적인 접근방식으로 세탁기와 세탁실태의 문제점을 진단한 결과를 토대로 국산세탁기의 경쟁력을 향상시키기 위한 방안을 다음과 같이 제안하고자 한다. 우선, 세탁실태를 세척률과 행굼성을 고려한 세탁기 적정 용량에 관한 결과와 연결할 수 있다. 실험결과에 의하면, 와류식 세탁기는 용량의 50% 이하, 교반식과 회전드럼식 세탁기는 80% 이하가 적정 세탁 무게로 나타났다. 따라서, 2~3인 가족에서는 와류식 세탁기의 경우에는 10 kg, 교반식 세탁기는 6.25 kg 용량으로 효과적인 세탁을 할 수 있을 것이다.

세탁기 용량에 따른 소비자 만족도를 살펴보았을 때, 소비자는 세탁기의 용량이 클 수록 만족하는 것으로 나타났다. 이 결과는 현재 보유하고 있는 세탁기가 대부분 와류식인 것을 고려하면, 용량이 10 kg 이상인 대형 세탁기를 선호하는 것이 합리적이라 할 수 있다. 다만, 와류식, 교반식과 드럼식에 따라 효과적인 세탁을 할 수 있는 세탁 물량이 다르다는 것을 소비자가 알고 있다고 볼 수 없다. 따라서 와류식의 경우에는 대형화 추세 유지하여야 할 것으로 보이며, 교반식 세탁기는 용량의 차별화가 가능할 것으로 보인다.

소비자들의 세탁에 대한 지식 수준이 낮았으며, 특히 많은 수의 소비자들에 의한 세탁물-급수-세제 순의 세제투입방법은 세제의 불완전 용해로 세척력 저하와 이에 따른 소비자의 과도한 세제사용 및 추가 행굼으로

이어지는 문제점을 야기하는 것으로 나타났다. 그러나, 추가 행굼으로 인하여 섬유손상과 엉킴이 증가하여 소비자들이 엉킴과 섬유손상에 큰 불만을 나타내고 있었다. 현재, 많은 세탁기에 장착되어 있는 세제용해장치를 사용하면 쉽게 세제 용해도를 높일 수 있으나, 소비자들의 세제용해장치 사용률이 낮았으므로, 소비자들에게 올바른 세제투입방법에 관한 교육을 시키거나, 세제용해장치의 사용률을 높이는 방안을 마련해야 할 것이다.

또한, 행굼의 온도를 세탁온도보다 높게 하는 것이 필요하다. 최근 행굼의 온도를 조절할 수 있는 기능이 있는 세탁기가 시판되고 있는데, 이러한 기능은 소비자들의 기능 사용률이 저조한 점을 고려할 때, 효과적인 방법이 아니라고 생각된다. 따라서, 세탁기내의 자동 프로그램화로 그 효과를 높일 수 있다고 본다.

소비자들이 가장 불만을 보인 항목은 엉킴이었는데, 엉킴 방지는 세탁물의 손상과 구김을 직접적으로 줄여주기 때문에, 섬유손상률이 큰 와류식의 경우 엉킴 방지를 위한 지속적인 노력이 필요할 것으로 본다.

국산 세탁기의 경쟁력을 향상시키기 위해서는 세탁기 자체의 개발만큼이나 세제투입법, 세탁 및 행굼 온도, 세탁기의 적정용량 선택과, 올바른 설치방법 등을 포함한 소비자의 올바른 세탁기 사용이 병행되어야 하는 것으로 나타나서, 이러한 점을 충족시킬 수 있는 소비자 교육이 절실히 요구되고 있다.

참 고 문 헌

- 1) 이옥기, 표상연, 김홍성, 김판돌, 이홍원, 세탁 및 행굼성능 향상방안 연구, 한국의류학회지, 18(1), pp. 23-30, 1994.
- 2) 김성련, "세제-현황과 문제점", 제16회 한국의류학회 학술발표회 초록집, pp. 5-18, 1992.
- 3) J. Parker, "Selection of Bleaching Agents for Dry Bleaches", *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 60(6), 1981.
- 4) Y. Tokoro and M. Minegawa, "Studies on the Removal of Blood Protein Stains from Fabrics, Part 5, Detergency of Denatured Blood Protein Stains", *J. Jpn. Res. Assn., Text End-Use*, 27(10), pp. 38-44, 1988.
- 5) S.J. Ainsworth, "Soaps & Detergents", *Chemical Engineering News*, 20, January, pp. 30-53, 1995.
- 6) 박정희, "새로운 수류방식을 사용한 세탁기의 세탁성

- 능에 관한 연구", 생활과학 연구, 20, pp. 145-153, 1995.
- 7) 이기영, 김성희, "과학기술이 가사노동 수행양식에 미친 영향", 대한가정학회지, 33(1), pp. 71-81 (1995).
- 8) G. Jakobi and A. Lohr, "Washing Machines and Wash Programs(Cycles) in Detergents and Textile Washing", VCH, Germany, pp. 205-214, 1987.
- 9) 유혜경, 오경화, 조용진, 국산 세탁기 경쟁력 강화를 위한 세탁 실태조사 및 실험연구(I), 한국의류학회지, 20(5), pp. 185-196, 1996.
- 10) KSC 9608, 전기세탁기, pp. 12-28, 1980.
- 11) ANSI/AHAM HLW-1, American National Standard Performance Evaluation Procedure for Household Washers, pp. 1-52, 1987.
- 12) 한국소비자보호원, 어느회사 제품이 가장 좋은가? 세탁기, pp. 4-10, 1994.