

## 오염포의 특성과 헹구기 조건에 따른 세척 효과

조원주<sup>1)</sup> · 이득희<sup>2)</sup> · 박은진<sup>2)</sup> · 이정숙<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>경상대학교 의류학과

<sup>2)</sup>LG전자 세탁기 사업부

### Washing Effects according to the Rinsing Conditions and the Characteristics of Soiled Fabrics

Won Joo Jo<sup>1)</sup>, Deug-Hee Lee<sup>2)</sup>, Eun-Jin Park<sup>2)</sup>, and Jeong Sook Lee<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dept. of Clothing and Textiles, and ERI, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

<sup>2)</sup>Engineering Design Department, Washing Machine Division, LG Electronics, Co., Ltd., Changwon, Korea

**Abstract :** The purpose of this study was to investigate washing effects according to the rinsing conditions and the characteristics of soiled fabrics. In this study rinsing conditions including rinsing cycle, time, temperature, and bath ratio were examined. The foamability of rinsing bath was also examined. The quantity of LAS in the rinsing bath and extracts of test fabrics was analyzed after washing and rinsing, respectively. The results of these experiments were as follows: The washing effects of soiled fabrics were varied from the kinds of soils and rinsing conditions. The removal of soils from fabrics was increased by the first rinsing after washing effectively. The priorities of rinsing conditions were rinsing temperature > rinsing time > rinsing cycles > references. Foamability was result from residual LAS in rinsing bath and fabrics extracts after rinsing. The residual quantity of LAS was references > rinsing cycles > rinsing time > rinsing temperature, which shown rinsing temperature was the most efficient factor of the rinsing performance.

**Key words:** detergency, rinsing cycles, rinsing time, rinsing temperature, rinsing ratio

## 1. 서 론

1966년부터 보급되기 시작한 가정용 세탁기는 국민생활의 향상으로 일반 가정에 널리 보급되고 지금은 가정의 필수품이 되었다. 세탁기의 종류로는 수류방식에 따라 와류식 · 교반식 · 회전 드럼식이 있으며(김성령, 2003) 1990년대 후반까지는 우리나라에서 pulsator가 달린 와류식 세탁기가 주종을 이루고 있었다(최순화, 김정숙, 1997). 그러나 생활의 질이 향상됨에 따라 소비자의 요구가 다양해지고 이에 맞는 세탁기의 개발이 필요하게 되어 최근 국내에서는 세탁에서 건조까지 자동화된 세탁기가 출시되고 있다(정승은 외, 2006). 정선영 외(2006)에 따르면 가족수가 감소하고 세탁기가 실내의 장식적 의미도 가지게 됨으로써 소음이 낮고 부피가 작은 드럼 세탁기의 보급율이 높아지고 있는 것으로 나타났으며, 우리나라를 포함한 아시아 및 아메리카 지역에서의 드럼세탁기의 사용이 급격하게 증가하고 있는 추세이다(정혜원 외, 2006).

드럼식은 원통의 회전으로 세액을 교반시키는데 가열장치가

있어 고온 세탁이 가능하며 섬유손상과 영킴이 가장 적은 장점을 지니나 동일한 세척효과를 위해서는 가열 세탁이 필요하고, 세탁시간이 오래 걸리며 에너지가 많이 드는 것이 단점이다(오경화, 유혜경, 1997). 또한 드럼 세탁기 사용이 증가되면서 종래의 와류식 세탁기와는 달리 세탁의 속성 중 헹굼에 대한 소비자의 관심이 증가하고 있다. 이는 드럼 세탁기의 특성상 물 사용량이 기존 세탁기의 1/5 이하로 헹굼이 잘 되지 않는다고 생각하기 때문이다(유효선 외, 2007).

이옥기 외(1994)에 따르면 세탁기에 대한 소비자 불만 중의 하나는 헹굼이 끝난 후에도 세제가 세탁물에 남아 있는 현상이며, 소비자는 4회 이상의 헹굼을 하는 경우가 70%에 달한다고 보고 하였으며, 권수에 외(2006)는 유아복의 세탁 시 헹구기 횟수가 5회 이상 헹구는 경우가 높은 비율로 나타나 소비자들 이 헹구기 과정에서 세제의 제거가 잘 안된다고 인식하는 것으로 조사하였다. 이수연, 이정숙(2007)에 의하면 유아복의 세탁에 관한 소비자 행동에서 유아복 세탁 시 가장 관심이 큰 부분은 세제가 남지 않도록 헹구기 하는 것으로 나타났으며, 세탁기에 대한 소비자 불만중의 하나는 헹구기가 끝난 후에도 세제가 남아 있는 현상과 최근 대두되고 있는 합성세제 내의 환경호르몬 잔존여부이다.

헹구기에 대한 연구를 살펴보면 Higgins et al.(2003)는 섬유

Corresponding author; Jeong Sook Lee  
Tel. +82-55-772-1452, Fax. +82-55-772-1459  
E-mail: jslee@gnu.ac.kr

유연제 사용 시 행굼 후 포의 물성변화는 행구기가 증가할수록 경위사의 수축이 일어난다고 보고하였으며, 유혜경 외(1996)는 세탁 실타 조사에서 소비자들은 세탁기 사용 시 추가 행굼을 하고 있는 것으로 나타나 세탁기 개발 시 세탁기의 메뉴 중 행굼의 기능이 고려되어야 할 것으로 나타났다. 이옥기 외(1994)는 세탁기 사용 시 세제의 투입 방법에 따라 행굼 성능이 달라져, 급수 시 세제를 용해시켜 투입하는 방식이 세탁물을 넣고 그 위에 세제를 투입한 후 급수하는 방식보다 행굼성능이 더 유리해짐을 밝힌 바 있다. 조원주 외(2007, 2010)는 세탁 조건과 행굼 조건을 관련지어 세탁 온도보다 행구기의 온도가 높고 기계력이 증가할수록 행굼 효과가 크며, 행굼의 기능을 세척 조건 별로 검토하여 행굼의 중요성을 보고한 바 있다.

이렇듯 세탁의 과정 중 행구기는 매우 필수적이며 요즘은 일반적으로 사용하는 가정용 세탁기에서도 매우 중요한 기능 중의 하나이다. 그러나 행구기에 대한 연구결과는 세척 연구에 비해 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 세척 후 행굼의 기능 향상 조건을 알아보기 위해 4가지 종류의 인공오염포를 대상으로 행굼의 조건 변화에 따른 세척효과와 이에 따른 잔류세제 농도 및 포고축정을 하여 행굼에 대한 기초 실험 데이터를 구축하고 행굼 기능의 최적 조건을 제시하여 효율적인 행굼 방법을 검토하고자 하였다. 이때 물의 양과 에너지 절약 측면을 고려하여 실험 설계하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 오염포 및 세제

오염포로는 EMPA 105(EMPA-Testfabrics, USA)를 사용하였으며 오염포의 특성은 Table 1과 같다. 오염포는 냉동된 상태로 보관 후 실험 직전 1시간 전 상온 방치 후 4.5×7.5 cm<sup>2</sup>로 잘라 사용하였다. 사용한 세제는 시판세제 드림 세탁기용 농축세제 Tech(LG 생활건강)로, 세제성분은 비이온 계면활성제의 고급 천연 알코올계와 음이온 계면활성제의 직쇄알킬벤젠계, 알파올레인계와 지방산계이며, 그 외에 산소계 표백제, 알칼리제, 효소, 이염방지제, 소포제 등을 포함하였다.

### 2.2. 세척 및 행굼

세척에 사용한 세액의 농도는 0.2%가 되게 하였으며 Tergot-O-meter(TM4, Daiei Trading Co., Ltd., Japan)를 사용하여 욕비

1:50의 세액에서 오염포 3매씩과 욕비를 맞추기 위한 침부백포(KS K 0905)를 넣고 온도 40°C, CPM(cycles per minute) 40, 세척시간은 10분으로 고정하여 세척 후 소형 전기탈수기(Φ13 cm, rpm 1650, 한일전기(주), 한국)로 탈수 하였다. 탈수 후 포의 함수율은 약 40%로 실험하였으며 같은 조건의 증류수를 사용하여 행굼 성능을 실험하였다. 반복 행굼 시 세탁기와 마찬가지로 매회 행굼 후 탈수하여 건조하였다.

행굼의 조건에 따른 세척력의 차이를 비교하기 위해 다음과 같은 4가지의 조건으로 행굼성능 실험을 진행 하였다.

- 본 실험시 행구기의 기준 조건 : 행굼온도 15°C, 행굼 시간 4분, CPM 40, 각 행정 사이 탈수 1분으로 총 2회 행굼 하였다(세척 10분 → 탈수 1분 → 행굼4분(40 CPM, 온도 15°C) → 탈수 1분 → 행굼4분(40 CPM, 온도 15°C) → 탈수 1분 → 자연건조).

- 행굼시간 변화 : 행굼온도 15°C, CPM 40, 각 행정 사이 탈수 1분으로 총 3회 행굼을 실시하였는데 1회 행굼 시에는 행굼시간을 4분, 2~3회 행굼 시에는 각 2분간 행구기 하였다(세척10분 → 탈수 1분 → 행굼 4분(온도 15°C) → 탈수 1분 → 행굼 2분(온도 15°C) → 탈수 1분 → 행굼 2분(온도 15°C) → 탈수 1분 → 자연건조).

- 행굼온도 변화 : 행굼시간 4분, CPM 40, 각 행정 사이 탈수 1분으로 총 3회 행굼을 실시하였는데 1회 행굼 시에는 행굼 온도를 40°C, 2~3회 행굼 시에는 각 15°C로 하였다(세척 10분 → 탈수 1분 → 행굼 4분(온도 40°C) → 탈수 1분 → 행굼 4분(온도 15°C) → 탈수 1분 → 행굼 4분(온도 15°C) → 탈수 1분 → 자연건조).

- 행굼수량 변화 : 행굼시간 4분, 행굼온도 15°C, CPM 40, 각 행정 사이 탈수 1분으로 총 3회 행굼을 실시하였는데 1회 행굼 시에는 행굼 욕비를 1:50, 2~3회 행굼 시 행굼 욕비는 면백포를 첨가하여 1:25로 하였다(세척 10분 → 탈수 1분 → 행굼 4분(온도 15°C) → 탈수 1분 → 행굼 4분(온도 15°C, 액비 1/2) → 탈수 1분 → 행굼 4분(온도 15°C, 액비 1/2) → 탈수 1분 → 자연건조).

### 2.3. 세척력 평가

오염포와 세척·행굼포는 색채계(UltraScan PRO, Hunter Lab, USA)를 사용하여 3장의 시험포를 대상으로 하여 각각 3곳의 K/S값을 측정하였으며 동일조건으로 3회 실험한 오염포의 평균값을 구하여 세척률을 산출하였다.

$$D(\%) = \frac{(K/S)_S - (K/S)_W}{(K/S)_S - (K/S)_O} \times 100$$

$$K/S = (1-R)^2/2R$$

Where, D : Detergency (Soil removal)

R : Reflectance/100

(K/S)<sub>O</sub> : K/S value of unsoiled fabric

(K/S)<sub>S</sub> : K/S value of soiled fabric

(K/S)<sub>W</sub> : K/S value of washed fabric

Table 1. Specification of EMPA 105 soiled fabrics

Fiber	Soil	Reflectance (%, at 420 nm)	Color	
			H	V/C
	Unsoiled	88.46	4.5R	9.79/6.0
	Carbon black/mineral oil	25.37	6.9RP	5.78/0.8
Cotton	Blood(pig)	6.28	9.7YR	4.89/4.0
	Cocoa	21.15	7.1YR	6.85/4.0
	Red wine	49.90	8.3RP	7.66/2.8

2.4. 헹굼시 계면활성제 잔존량 및 헹굼비

2.4.1. 포에 잔존하는 세제정량

위 실험 2에서 세척 후와 최종 헹굼 후 건조한 시험용 침부 백포(KS K 0905) 1매를 60×10 cm<sup>2</sup> (약 6.5 g) 크기로 자른 다음 다시 잘게 잘라 filter paper속에 넣고 속슬렛 추출기를 이용하여 증류수에서 8시간 동안 추출한 후 채취한 추출액을 메틸렌블루법(Abbot, 1962)으로 정량하여 포에 잔존한 LAS 농도를 산출하였다.

2.4.2. 헹굼액에 잔존하는 세제량

위 실험 2에서 세척 후의 세액과 최종 마지막 헹굼액을 채취하여 2.4.1의 메틸렌블루법에 따라 세척액과 헹굼액에 잔존하는 계면활성제량을 정량하였다.

2.4.3. 헹굼비

세척용원액(A)과 최종 헹굼액(B)내의 음이온 계면활성제의 양을 정량하여 다음 식에 의해 헹굼비를 산출하였다.

$$\text{Rinsing ratio} = \frac{A-B}{A}$$

Where, A : quantity of LAS in the washing bath  
 B : quantity of LAS in the rinsing bath

2.5. 기포력 측정

위 실험에서 채취한 세척 후 세액, 최종헹굼 후의 세액, 세척 후 포추출액, 최종 헹굼 후 포 추출액으로 기포력을 로스마일드법(KS M ISO 696)으로 측정하였다(한국공업표준협회, 2003). 이때 포 추출액은 2.4.1과 동일한 방법으로 속슬렛 추출기를 이용하여 증류수에서 8시간 동안 추출하여 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 오염포의 특성이 세척에 미치는 영향

본 연구의 세척실험에서는 세액농도 0.2%(o.w.f), 욕비 1:50, 세척온도 40°C, CPM 40, 세척시간 10분, 세척 후 탈수는 1분으로 하였다. 세척 후 헹굼 조건으로 헹굼온도 15°C, 헹굼시간 4분, CPM 40, 세척 후 탈수 1분, 헹굼횟수 2회를 기준조건으로 하여 4가지 오염포를 대상으로 세척 실험하여 Fig. 1에 나타내었다.

그림에서 나타난 바와 같이 일반적인 복합오구의 세탁에서 세척물의 정도를 알아보는 carbon black/mineral oil의 오염포는 세척 후 1회 헹굼 시 세척률이 효율적으로 크게 향상된 것으로 나타났으며, 헹굼횟수가 증가할수록 세척률이 증가하는 것으로 나타났다. 조원주 외(2007)의 기계력에 대한 결과에서와 같이 헹굼을 반복할수록 세척률이 증가됨을 알 수 있었다. 그러나 2회 헹굼 후에는 세척률이 3% 정도 증가하였다. 이는 헹굼 횟수에서 2회까지의 결과이므로 박선경, 김성련(1993)의 연

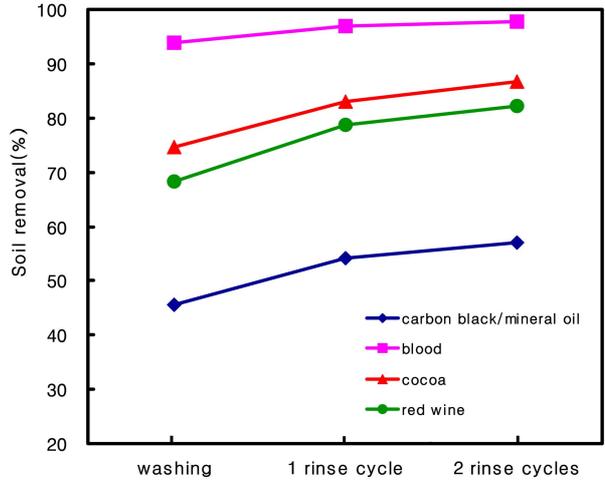


Fig. 1. Effects of rinsing cycles on the removal of soils from various soiled cotton fabrics (reference)

구에서 3회 헹구기 이후 섬유에 잔류하는 계면활성제의 양이 일정해짐을 밝힌바 있으므로 헹굼 횟수를 더하여 헹굼 정도를 측정하여야 할 것으로 판단되어, 다음 항에서는 3회까지 실험을 하였다.

단백질 오구의 세척 정도를 알아보는 blood 오염포의 경우 세척률은 세척효과가 높았으며 세척 후 1회 헹굼 시에는 약간의 세척률 향상이 나타났지만 2회의 헹굼에서는 세척률 증가가 적게 나타났다. 이는 세척률이 전반적으로 90% 이상으로 높게 나타나 각 변인 사이의 차이가 크게 나타나지 않은 것으로 판단된다. 또한 단백질 오구는 변성정도에 따라 세척률의 차이가 크게 다를 것으로 사료된다.

유성오구의 세척정도를 알아보는 cocoa 오염포의 결과에서는 헹굼의 횟수를 증가함에 따라 세척률이 다소 증가 하였다. 표백의 정도를 알아보는 red wine의 오염포에서도 헹굼의 횟수가 증가됨에 따라 세척률이 증가하여 1회 헹굼 후 상대적으로 증가률이 높았으나 2회 헹굼 후에는 세척률의 증가가 둔화되었다. 각 오염포의 결과에서 세척률은 각각 다르게 나타났지만 세척에 미치는 영향은 같은 경향으로 나타나 헹굼에 의해서 세척 효과는 높게 나타났다.

3.2. 헹구기 조건이 세척에 미치는 영향

3.2.1. 헹굼시간이 세척에 미치는 영향

Fig. 2는 세척 후 헹굼시간에 따른 세척성을 알아보고자 세척은 동일한 조건으로 하고 헹굼은 헹굼온도 15°C, CPM 40, 욕비 1:50, 세척 후 탈수 1분을 기준조건으로 하여 1회 헹굼에서는 헹굼시간 4분, 2~3회 헹굼에서는 2분으로 헹굼하여 나타난 결과이다.

우선 carbon black/mineral oil의 오염포를 보면 2회 헹굼 후까지의 세척률은 앞의 Fig. 1의 결과와 거의 같게 나타나 헹굼 성능 중 헹구기의 시간은 세척률에 큰 변화를 주지 않는

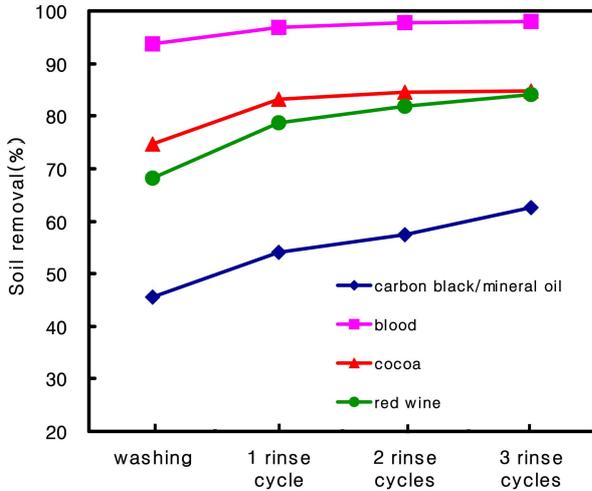


Fig. 2. Effects of different rinsing times on the removal of soils from various soiled cotton fabrics

것으로 나타났으며 3회 행굼 후 세척률이 더 향상됨에 따라 행굼 성능은 동일한 행굼 시간 내에서는 행굼의 횟수를 증가시키는 것이 더 유리할 것으로 판단된다. blood 오염포의 세척률은 세척효과가 높게 나타나 앞의 Fig. 1의 결과와 같게 나타났으며 3회 행굼 후에도 세척률은 향상되지 않아 행굼의 시간이나 횟수에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. cocoa 오염포는 2회의 행굼 시 행굼시간을 2분으로 달리하여 행굼 할 경우 4분 행굼 할 경우보다 세척률은 낮게 나타났다. red wine 오염포에서도 행굼의 횟수가 증가됨에 따라 세척률이 다소 증가되었으며 2분으로 3회 행굼 하는 것이 4분으로 2회 행굼하는 것보다 세척률이 높게 나타나 행굼의 횟수를 증가시키는 것이 세척효과가 높게 나타났다.

3.2.2. 행굼온도가 세척에 미치는 영향

Fig. 3은 세척 후 행굼액의 온도에 따른 세척성을 알아보기로 세척은 동일한 조건으로 하고, 행굼 조건으로 행굼시간 4분, 욕비 1:50, CPM 40, 세척 후 탈수 1분을 기준조건으로 하여 1회 행굼에서는 행굼온도 40°C, 2~3회 행굼에서는 15°C로 행굼하여 실험한 결과이다.

우선 carbon black/mineral oil의 오염포를 보면 행굼액의 온도를 40°C로 하여 행굼기 하였을 때가 15°C의 냉수로 행굼할 때 보다 세척률이 약 8% 정도 향상되었고, 40°C의 행굼액으로 행굼기 한 후 15°C로 2회 행굼기 한 경우가 15°C의 행굼액으로 3회 행굼 한 경우보다 세척률이 크게 증가하여 세척성에 행굼온도가 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 이는 비극성의 mineral oil은 온도가 높아 질 때 세척작용이 촉진됨으로써 세척효과가 상승작용이 일어나는 것으로 판단된다. 세척효과가 상승작용이 일어난 것은 온도가 증가함에 따라 섬유와 오구가 쉽게 팽윤되고, 오구와 섬유와의 결합력이 약해져 온도에 의한 행굼성이 증가된 것으로 사료된다. 따라서 행굼 성능의 향상 변

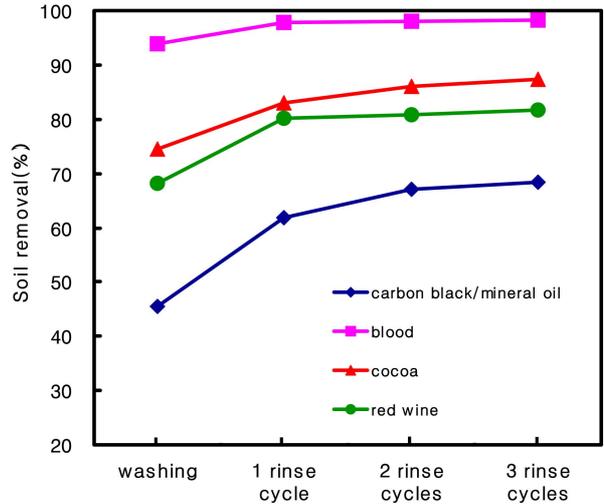


Fig. 3. Effects of different rinsing temperatures on the removal of soils from various soiled cotton fabrics

인 중 행굼 온도가 세척력에 매우 중요한 요인으로 작용하는 것으로 판단된다.

blood 오염포와 cocoa 오염포의 세척률도 행굼 횟수를 증가시키거나 행굼 시간을 변화하여 행굼기 하는 경우보다 행굼 온도를 높게 하였을 때 세척률이 다소 높게 나타나 행굼액의 온도를 40°C 정도에서 행굼기를 한다면 세척력 증가에 유리할 것으로 판단된다. 정혜원 외(2006)에 따르면 단백질 오구를 분해시키는 프로테아제 효소는 온도가 증가함에 따라 활성이 높아져서 50°C부근에서 최고의 활성을 나타내고 그 이상의 고온에서는 오히려 효소작용이 크게 저하된다. 따라서 본 실험에서 사용된 세제 내에 포함된 프로테아제의 작용에 의해서 세척 시 오구의 분해가 많이 일어난 상태에서 1회 행굼수의 높은 행굼 온도(40°C)에서 행굼이 더 잘 된 것으로 판단된다. cocoa 오염포에서도 유성오구인 cocoa의 용점이 33°C이므로 이보다 높은 온도에서 세탁과 행굼 시 세척내로 cocoa가 쉽게 용해되어 오구가 제거됨으로써 세척 및 행굼효과가 향상된 것으로 생각된다. red wine 오염포는 Fig. 1의 세척률과 비교하였을 때 큰 차이가 나타나지 않아 행굼액의 온도와 크게 상관관계는 없는 것으로 나타났다.

3.2.3. 행굼수량이 세척에 미치는 영향

Fig. 4는 세척 후 행굼수량에 따른 세척성을 알아보기로 세척은 동일한 조건으로 하고, 행굼조건으로 행굼온도 15°C, 욕비 1:50, 행굼시간 4분, CPM 40, 세척 후 탈수 1분을 기준조건으로 하여 1회 행굼에서는 욕비 1:50, 2~3회 행굼에서는 욕비 1:25로 행굼하여 실험한 결과이다.

carbon black/mineral oil의 오염포는 세척횟수의 증가에 따라 세척률이 향상되었으며 references와 비교하였을 때 욕비를 1:25로 하여 2회 행굼을 한 경우와 욕비를 1:50으로 한 경우에

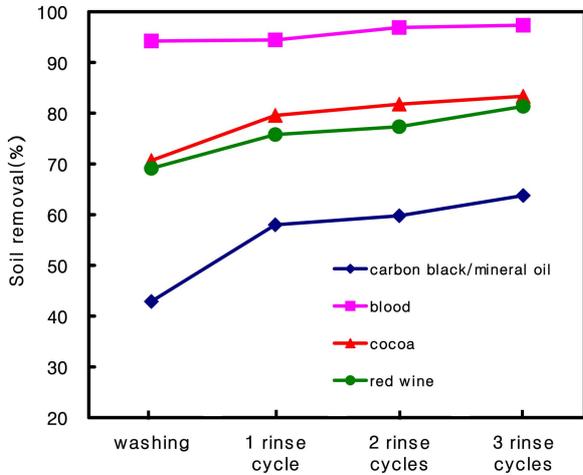


Fig. 4. Effects of different rinsing bath ratio on the removal of soils from various soiled cotton fabrics

서 세척률은 큰 차이가 없었으며 욕비를 1:25로 3회 행구한 경우 세척률이 증가되어 1회 행구 시 사용된 행구수의 양을 1/2로 나누어 행구기할 경우에도 세척력에는 영향이 거의 없는 것으로 나타났다.

따라서 동일량의 행구액을 1/2로 나누어 2회 세척할 경우와 동일량으로 2회 행구한 경우를 비교할 때 세척력에는 큰 차이가 없어 행구 시 수량의 조정으로 세액과 에너지를 절감할 수 있는 효과를 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

blood 오염포의 경우에서도 욕비를 1:50으로 하여 행구기한 경우와 비교하여 볼 때 세척률에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. cocoa 오염포와 red wine 오염포에서는 욕비 1:50의 행구수량 보다 세척률이 다소 낮게 나타났으나 정도의 차이가 크게 나타나지 않아 세척성은 행구수량에 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단된다.

### 3.3. 기포력 변화

#### 3.3.1. 세척 및 행구 후 세액의 기포력 변화

Fig. 5는 세척 후 세액과 각 변인별 최종 행구액의 기포력에 대한 로스마일즈법 실험의 결과를 제시한 것이다.

세척 후 세액의 포고는 45 mm로 나타났고, 행구 후 세액의 포고는 4-5 mm로 나타났다. 각 변인에서 최종 행구 후 포고는 세액에 비해 현저히 낮아졌으나 약간의 기포가 생겼으며 각 변인 간 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서 행구 후에도 행구수 내에 계면활성제가 잔존하여 기포력이 생기는 것으로 판단된다.

#### 3.3.2. 세척 및 행구 후 포추출액의 기포력 변화

Fig. 6은 세척 후 포의 추출액과 각 변인별로 최종행구포의 추출액에 대한 로스마일즈법 실험의 결과이다.

세척 후와 행구 후 포 추출액의 포고는 4-7 mm로 나타나 세척이나 행구 후 포 내 추출액 속에도 기포력은 존재하는 것

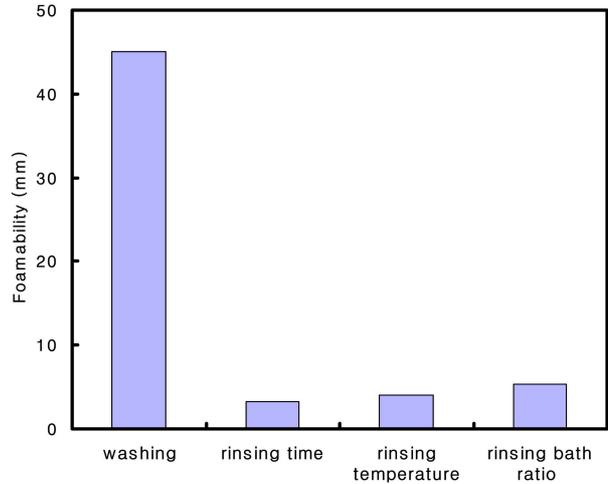


Fig. 5. Foamability of bath on the various conditions (Ross-Milles test)

으로 나타났다. 행구 후의 변인에서는 references, 행구시간, 행구온도의 포 추출액은 기포력이 4 mm내외이나 행구수량에서는 5 mm 정도로 나와 기포력이 다소 높은 것으로 나타났다. 따라서 세척후의 포추출액 뿐만 아니라 최종 행구 후 포 추출액 속에도 계면활성제가 잔존하여 추출액의 표면장력을 낮추어 기포가 잘 생기게 하며 어느 정도 기포가 유지되는 것으로 판단된다. 세척 및 행구 후 세액이나 포에는 계면활성제가 존재하는 것으로 나타나 다음 항에서는 정량분석을 하여 각각 존재하는 계면활성제의 양을 알아보려고 하였다.

### 3.4. 계면활성제 잔존량과 행구비

#### 3.4.1. 세액의 계면활성제(LAS) 잔존량과 행구비

Table 2는 세액 속의 LAS 계면활성제 양을 나타낸 표로서 500 ml 기준으로 보면 0.2%의 세액에서는 241 mg으로 나왔으며 총량에서 0.0485% 정도가 LAS의 양인 것으로 나타나 세

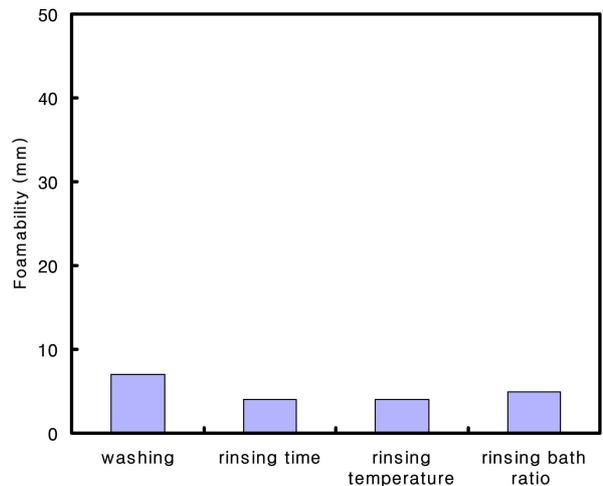


Fig. 6. Foamability of extract on the various conditions (Ross-Milles test)

제 중 약 24%가 LAS인 것으로 산출되었다. 세척 후 세액에서의 잔존량은 215 mg 정도로 세척 후 25 mg 정도의 LAS가 섬유 속에 잔존된 것으로 나타났다. 행굼 후 세액의 LAS 잔존량은 reference > 행굼수량 > 행굼시간 > 행굼온도의 순서로 나타나 앞의 세척효과 결과에 나타난 행굼온도 > 행굼수량 > 행굼시간 > reference의 결과와 비교하여 볼 때 세척효과가 높을수록 세액 내 잔존하는 LAS양도 적은 것으로 나타났다. 행굼온도가 높을 때 행굼액 속의 잔류계면활성제 양이 적으므로 세탁기 사용 시 발생하는 행굼문제를 해결할 때 중요한 요소가 될 것으로 생각된다.

Fig. 7은 Table 2에서 나타난 메틸렌블루법에 의한 각 세액의 행굼비를 나타낸 그림이다. 결과는 행굼온도 > 행굼수량 > 행굼수량 > reference로 나타나 행굼에서 온도의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며 행굼수량의 차이로 행굼 한 결과가 행굼온도나 행굼시간 보다 행굼이 비교적 덜 이루어진 것으로 나타났다. 따라서 행굼에 있어 행굼수량을 적게하여 행굼하는 것은 세척물에서는 다른 변인과 큰 차이가 없었으나 계면활성제 제거를 나타내는 행굼비에서는 행굼이 잘 이루어지지 않은 것으로 나타나 행굼효과가 낮은 것으로 판단된다.

3.4.2. 포 추출액의 계면활성제(LAS) 잔존량과 행굼비

Table 3은 포 추출액 속에 계면활성제의 양을 나타낸 표로서

Table 2. Residual quantity of LAS in the washing bath

	quantity of LAS mg/500 ml of solution	LAS % (o.w.b)
0.2% detergent solution	241.0000	0.0485
After washing (w/o fabrics)	215.4375	0.0430
Reference	2.9680	0.0059
Rinsing time	1.1602	0.0023
Rinsing temperature	1.0566	0.0021
Rinsing bath ratio	2.1875	0.0043

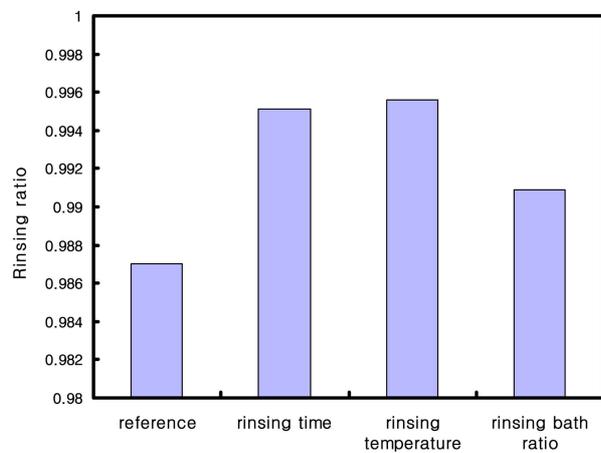


Fig. 7. Rinsing ratio of bath on the various conditions

500 ml 기준으로 세척 후 포 추출액에서의 잔존량은 약 14 mg 정도로 세액의 계면활성제 잔존량에서 세척 후 세액에서 25 mg 정도의 LAS가 섬유속에 잔존된 3.4.1.항의 결과와 비교하여 보면 11 mg정도가 섬유 속에 잔존하여 빠지지 않은 것으로 판단된다. 이는 행굼기 과정에서 섬유에 흡착되었던 계면활성제는 적절히 행굼 후에도 남아있으며 특히 추출액 시험포로 사용된 면섬유의 중공 등의 구조적 특성으로 인해 행굼 후에도 섬유사이와 내부에 상당량의 LAS가 잔존하는 것으로 판단된다. 따라서 행굼 시 세탁물에서 계면활성제를 완전히 없애기 위한 행굼은 실질적으로 매우 어려운 것으로 생각된다. 행굼 후 포 추출액의 LAS 잔존량을 보면 reference > 행굼수량 > 행굼시간 > 행굼온도인 것으로 나타나 세액내의 LAS 잔존량과 같은 경향으로 나타났으며 행굼온도가 행굼기에서 가장 효과적인 요인인 것으로 판단된다.

Fig. 8은 Table 3에서 나타난 메틸렌블루법에 의한 각 행굼포 추출액의 행굼비를 나타낸 그림이다. 결과는 세액의 행굼비에 나타난 것과 마찬가지로 행굼온도 > 행굼수량 > 행굼수량 > reference로 나타났으며 세액내의 행굼비와 비교하여 볼 때 행굼온도를 제외한 행굼시간, 행굼수량, reference에서 행굼비가 0.51~0.70 정도로 낮게 나타나 행굼 후의 세액보다는 행굼포 속에 잔존하는 LAS의 양이 더 많은 것으로 사료된다.

Table 3. Residual quantity of LAS in the fabrics extracts

	LAS, mg/500 ml of extract of washed fabrics		% o.w.b	
Washed soiled fabrics	14.2850	0.0285	0.2178	
Reference	6.9600	0.0139	0.1061	
Rinsing time	4.2016	0.0084	0.0640	
Rinsing temperature	0.5447	0.0010	0.0083	
Rinsing bath ratio	6.1108	0.0122	0.0932	

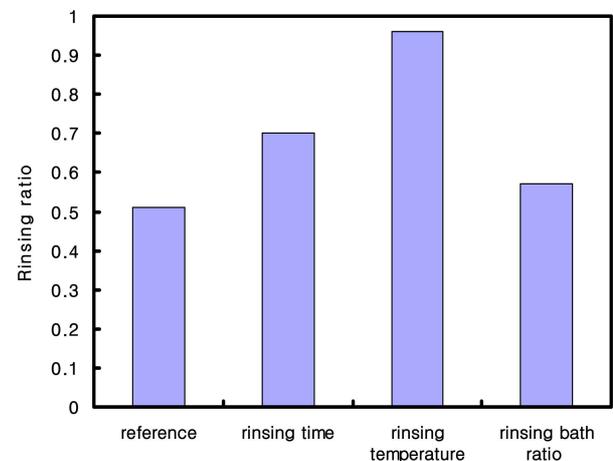


Fig. 8. Rinsing ratio of extracts on the various conditions

## 4. 결 론

본 연구에서는 세척 후 행굼의 기능 향상 조건을 알아보기 위해 4가지 종류의 오염포(EMPA 105)를 대상으로 행굼의 조건 변화에 따른 세척효과와 이에 따른 잔류세제 농도 및 포고 측정치를 하여 행굼성능을 검토하였다. 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 세척 후 행굼 시 행굼 횟수를 반복할수록 세척효과는 증가되었으며 carbon black/mineral oil 오염포의 경우 1회 행구었을 때 세척률이 효율적으로 크게 증가되었으며 2회 행굼의 횟수에서는 세척률이 상대적으로 적게 증가되었다. blood 오염포는 세척률이 높게 나타나서 행굼에 의한 변인에 따른 영향이 크게 나타나지 않았으며 cocoa 오염포와 red wine 오염포는 행굼의 횟수가 증가할수록 세척률이 다소 증가하였다.

2. 행굼시간 변화에 따른 세척효과는 carbon black/mineral oil 오염포의 경우 references와 비교 하였을 때 2회 행굼 후 세척률은 거의 같게 나타났으며 3회 행굼 시 세척률이 증가함에 따라 행굼 시 동일한 행굼시간에서 시간을 1/2로 단축시키고 행굼횟수를 2배로 증가시키는 것이 유리할 것으로 판단된다.

3. 행굼온도 변화에 따른 세척효과는 carbon black/mineral oil 오염포, cocoa 오염포에서 행굼 온도를 높게 하여 행굼한 경우 세척률이 크게 향상된 것으로 나타났으며 blood 오염포, red wine 오염포의 경우에는 행굼온도에 큰 영향을 받지 않았다.

4. 행굼수량 변화에 따른 세척효과는 carbon black/mineral oil 오염포, blood 오염포에서 행굼수량을 적게 하여도 세척력에는 영향이 거의 없는 것으로 나타났으며 cocoa 오염포, red wine 오염포에서는 행굼수량을 적게 하였을 때 세척률이 다소 낮게 나타났다.

5. 포고는 행굼변인(references, 행굼시간, 행굼온도, 행굼수량)에 따라 큰 차이가 없었으며 포 추출액에서도 기포력이 나타나는 것으로 보아 행굼 후에도 잔존 세제에 의해 다소의 기포력을 갖는 것으로 나타났다.

6. 메틸렌블루법에 의한 각 세액의 행굼비는 행굼온도 > 행굼시간 > 행굼수량 > references로 나타났으며 행굼 후 포 추출액 속에 계면활성제의 잔존량은 references > 행굼수량 > 행굼시 > 행굼온도인 것으로 나타나 세액내의 LAS 잔존량과 같은 경향으로 나타났고 본 실험에서 행굼 시 행굼온도가 가장 중요한 인자로 나타났다.

## 참고문헌

- 권수에, 한미란, 이정숙. (2006). 유아복의 구매와 세탁에 관한 소비자 행동. *한국패션뷰티학회지*, 4(4), 33-41.
- 김성린. (2003). *세제와 세탁의 과학*. 서울: 교문사, pp. 207-210.
- 오경화, 유혜경. (1997). 국산 세탁기의 경쟁력 강화를 위한 세탁실 태조사 및 실험연구(II). *한국의류학회지*, 21(2), 251-261.
- 유효선, 노의경, 주정아, 오영기, 조기현, 곽상운. (2007). 드럼세탁기 용 세제 특성에 따른 세탁포의 주관적 태 평가 및 선호도에 관한 연구. *한국의류학회지*, 31(1), 57-67.
- 이수연, 이정숙. (2007). 영·유아복 세탁에 관한 소비자 행동 연구-세탁기 유형별 비교. *한국의류학회지*, 31(8), 1231-1239
- 이욱기, 표상연, 김홍성, 김관돌, 이홍원. (1994). 세탁 및 행굼성능 향상 방안 연구-세제의 용해가 세탁 및 행굼 성능에 미치는 영향. *한국의류학회지*, 18(1), 23-30.
- 정선영, 장정대, 박석규, 정성해. (2006). 스팀분사방식을 사용한 드럼세탁의 세탁성능. *한국의류산업학회지*, 8(1), 134-138.
- 정승은, 박정희, 윤창상. (2006). 건조 일체형 드럼 세탁기의 건조 조건에 따른 정전기 특성. *한국의류학회지*, 30(5), 753-761.
- 정혜원, 김미경, 김현숙. (2006). 드럼세탁기의 세척성 향상을 위한 인공 오염포의 세탁 조건에 따른 세척성. *한국의류학회지*, 30(11), 1589-1597.
- 정혜원, 사미현, 송유선, 송희순. (2009). 드럼세탁기의 행굼성에 영향을 미치는 세탁조건. *한국섬유공학학회지*, 46(5), 276-283.
- 조원주, 박은진, 이득희, 이정숙. (2010). 세탁 시 오염포의 특성과 행구기 조건에 따른 효과. *한국의류산업학회 추계학술대회 논문집*, pp. 80-84.
- 조원주, 이득희, 박은진, 이정숙. (2007). 행구기 온도와 기계력에 따른 행구기 효과. *한국의류산업학회 추계학술대회 논문집*, pp. 206-209.
- 최순화, 김정숙. (1997). 세탁행동에 대한 실태조사-세탁기 및 세탁방법을 중심으로. *한국생활환경학회지*, 4(3), 59-71.
- 한국공업표준협회. (2003). *한국공업규격 KS M ISO 696*. 서울.
- Abbott, D. C. (1962). Colorimetric determination of anionic surfactants in water. *Analyst*, 87, 286-293.
- Higgins, L., Anand, S. C., Holmes, D. A., & Hall, M. E. (2003). Effects of Various Home Laundering Practices on the Dimensional Stability, Wrinkling, and Other Properties of Plain Woven Cotton Fabrics, Part II : Effect of Rinse Cycle Softener and Drying Method and of Tumble Sheet Softener and Tumble Drying Time, *Textile Res. J.* 73, 407-420.

(2010년 7월 5일 접수/2011년 1월 14일 1차 수정/  
2011년 4월 7일 2차 수정/2011년 6월 15일 3차 수정/  
2011년 6월 15일 게재확정)