

드럼세탁기의 세척성 향상을 위한 인공 오염포의 세탁조건에 따른 세척성

정혜원[†] · 김미경 · 김현숙*

인하대학교 생활과학대학 의류디자인학과, *(주)삼성전자

Optimum Washing Conditions of Artificially Soiled Cloths in a Drum-Type Washing Machine

Haewon Chung[†] · Mikyung Kim · Hyun Sook Kim*

Dept. of Fashion Design & Textiles, Inha University

*Samsung Electronics Co. Ltd.

(2006. 6. 7. 접수)

Abstract

Nowadays, Korean consumers prefer drum-type washing machines to pulsator-type washers. Washing is a complex process involving the interaction of numerous physical and chemical influences. The main factors in the washing operations are the washing chemistry of the detergent along with the mechanical input, the wash temperature, and the time provided by the washing machine. Heavy-duty detergents that are used in drum-type washing machines contain different components from those used in vertical-axis washing machines. The bath ratio and the mechanical actions to which laundry is subjected are different between the drum-type and the vertical-axis washing machines. In this study we examined the effects of wash temperature, wash time, detergent concentration, and revolution speed on the removal of soils from artificially soiled cloths in a drum-type washing machine with heavy-duty commercial detergent. We used multiple regression analyses to find the relative importance of the factors and the optimum washing conditions. The results of these experiments showed that the washing temperature was the most important factor in the effective removal of most soils. This was followed by the washing time, the detergent concentration, and finally the revolution speed. In this study it was found that superfluous amounts of detergent did not sufficiently increase the soil removal rate. Koreans who are used to washing with cold water should increase the wash time to launder more efficiently.

Key words: Drum-type washing machine, Artificially soiled cloth, Heavy-duty commercial detergent, Regression equation, Coefficient β ; 드럼세탁기, 인공 오염포, 시판 중질 세제, 회귀식, 베타 계수

I. 서 론

현재 우리나라에서 거의 모든 가정이 세탁기를 보

유하고 있어(“가전 부문별”, 2004) 가정에서는 대부분 세탁기를 사용하여 세탁하고 있는데, 이 때의 세척성은 세제와 세탁기의 세탁 조건에 따라 좌우된다. 우리나라에서는 1966년 세탁용 합성세제인 중질세제가 상품화된 이후 환경오염을 줄이기 위한 LAS의 사용, 무린화로 제올라이트 첨가 및 프로테아제(protease)

[†]Corresponding author

E-mail: hwchung@inha.ac.kr

등의 효소를 첨가하는 과정을 거쳐 세척성이 크게 향상되었다. 최근에는 더욱 세척성을 향상시키고 세탁과정 중에 섬유를 보호하기 위하여 이염방지제, 재오염방지 및 경수 성분의 캐리어 역할을 위한 폴리머, 살균·표백의 목적으로 산소계표백제와 드럼세탁기 용으로는 소포제 등이 첨가되는 등 세제 성분의 변화는 계속되었다.

한편 세계적으로 지역에 따른 세탁용수의 성질 및 세탁 습관의 차이로 우리나라와 일본 등에서는 펄세이터 세탁기, 미국에서는 교반식 세탁기, 유럽에서는 드럼식 세탁기가 주로 사용되어 왔다. 하지만 드럼식 세탁기는 액비가 적고, 가열 장치가 부착되어 온도를 높일 수 있으며, 다른 세탁기에 비하여 기계력이 작아 세탁시간이 길므로 효소와 표백제 등을 포함하는 세제를 사용하면 세척성이 증가될 수 있는 여건을 갖는다. 그러므로 우리나라를 포함한 아시아 및 아메리카 지역에서의 드럼세탁기의 사용이 급격히 증가하는 추세이다. 이와 같이 세제와 세탁기의 변화는 각 오구성분의 세척 조건에 따른 세척성 변화를 초래하며, 효과적인 세척 조건도 변화될 것이다.

그 동안 이루어진 세척조건에 따른 오구의 세척성에 관한 연구는 많으나 대부분 각 계면활성제 성분 또는 혼합계면활성제의 세척 조건에 따른 세척성을 연구한 것이 대부분이며(이미식, 김성련, 1981; 정혜원, 1985; 정혜원 1996; 정혜원, 김성련, 1977; Fort Jr., 1968; Hitaka et al., 2005; Scott, 1963), 세척성 시험을 위해 사용한 세탁기도 주로 교반식 세탁기를 모델로 한 *terg-o-tometer*를 사용하거나, 펄세이터 세탁기를 사용하였다(김은애 외, 1996). 또한 세제의 효율성을 높이기 위하여 계면활성제와 효소의 비율 결정을 위하여 시판 인공 오염포를 사용한 연구(Deinhammer et al., 2002)와 시판세제의 수온에 따른 세탁효과에 관한 연구(여숙영 외, 2000) 등이 있다. 세탁기의 성

능과 관련된 보고도 많지 않지만(박정희, 1995; 오경화, 유혜경, 1997; 이육기 외, 1994), 그것도 우리나라에서 주로 사용해진 펄세이터식 세탁기 또는 교반식 세탁기의 개선을 위한 연구가 대부분이며, 드럼세탁기의 세척성 연구에 관한 결과는 거의 보고된 것이 없는 형편이다. 앞으로는 우리나라에서도 점차 드럼세탁기가 차지할 비중은 더욱 커질 것이므로(“드럼세탁기”, 2006), 드럼세탁기를 사용할 때의 효과적인 세탁 조건에 관한 자료가 필요한 시점이라 할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 드럼세탁기에서 세척효율성을 높이기 위한 세탁방법과 세탁기 프로그램의 개발을 위하여, 현재 시판되는 세제로 각 오구성분의 오염포를 세탁할 때에 드럼세탁기의 세탁조건이 세척성에 미치는 영향을 조사하고, 효과적인 세탁조건을 규명하고자 하였다.

II. 실 험

1. 오염포 및 세제

오염포로 EMPA 오염포(EMPA-Testmaterials AG, Swiss)를 사용하였으며, 각 오염포의 특성은 <Table 1>과 같다. 오염포는 5×10cm로 잘라 사용하였다. 사용한 세제는 시판되는 드럼 세탁기용 농축세제로, 세제 성분은 비이온 계면활성제의 고급 천연 알코올계와 음이온 계면활성제의 직쇄 알킬벤젠계, 알파 올레핀계와 지방산계이며, 그 외에 산소계표백제, 알카리제, 효소, 이염방지제, 소포제 등을 포함하였다.

2. 세 탁

세탁기는 가정용 드럼세탁기(SEW-5HR127A, 삼성전자)를 사용하였으며, 세탁 시 세탁보조포를 사용하

Table 1. Specification of EMPA soiled fabrics

EMPA	Reflectance (% at 520nm)	Soil	Fiber
101	16.6	Olive oil/carbon black	Cotton
104	10.3	Olive oil/carbon black	PET65/cotton35
106	27.4	Mineral oil/carbon black	Cotton
118	42.3	Sebum/ pigment	Cotton
119	44.1	Sebum/ pigment	PET65/cotton35
116	14.0	Blood/ milk/ ink	Cotton
117	11.6	Blood/ milk/ ink	PET65/cotton35
115	26.1	Immedial black	Cotton

Table 2. Wash conditions and levels

Wash condition	level
Detergent concentration	1.4% owf, 2.8%owf
Wash temperature	20, 40, 60
Wash time	45minute, 90minute
Revolution speed	30rpm, 50rpm

여 총 5kg을 유지하였다. 오염포와 동일 조직의 백색 면포인 EMPA 211과 면/폴리에스테르포인 EMPA 213을 오염포와 함께 세탁하여 재오염되지 않음을 확인하고, 세탁 시 모든 오염포를 동일 조건에서 세탁하기 위하여 동일한 세탁액에서 세척하였다.

세탁조건으로는 세제농도(2조건), 세탁온도(3조건), 세탁시간(2 조건)과 기계적인 세탁기 회전수(2조건)를 <Table 2>와 같이 변화시킨 모든 조합의 조건에서 세탁하였다. 이때 액비는 1:4.2로 1회 행구고 탈수 후에 자연 건조하였다.

3. 세척률 측정 및 분석

오염포와 세탁포는 색차계(Color-Eye 2180, Macbeth, USA)를 사용하여 520nm에서 각 포의 겉과 안 각각 2곳씩 총 4곳의 K/S값을 측정하였으며, 이 때 동일조건에서 세탁한 4매 오염포의 평균값을 구하였다. 세척률은

다음 식에 의해 구하였다.

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

where D : Soil Removal

(K/S)_o: K/S value of unsoiled fabric

(K/S)_s: K/S value of soiled fabric

(K/S)_w: K/S value of washed fabric

계산된 세척률의 분석은 SPSS Win 10.0의 다중 회귀 분석을 통하여 회귀식을 구하고, 오염포의 세척성에 영향을 미치는 각 인자의 설명력은 β계수로 비교하였다.

이때 요인간의 상호관련성과 교호작용은 나타나지 않아, 각 요인이 세척성에 미치는 영향만을 검토하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 지용성 오구

지용성 오구로 올리브유의 면직물 오염포(EMPA101), PET/면직물의 오염포(EMPA 104)와 미네랄오일(EMPA 106)의 면직물 오염포의 세탁 조건에 따른 세척성의 결과는 <Fig. 1>과 같으며, 각 오염포의 세척성에 대한 세척 조건의 회귀식과 β계수는 <Table 3>과 같다. 여

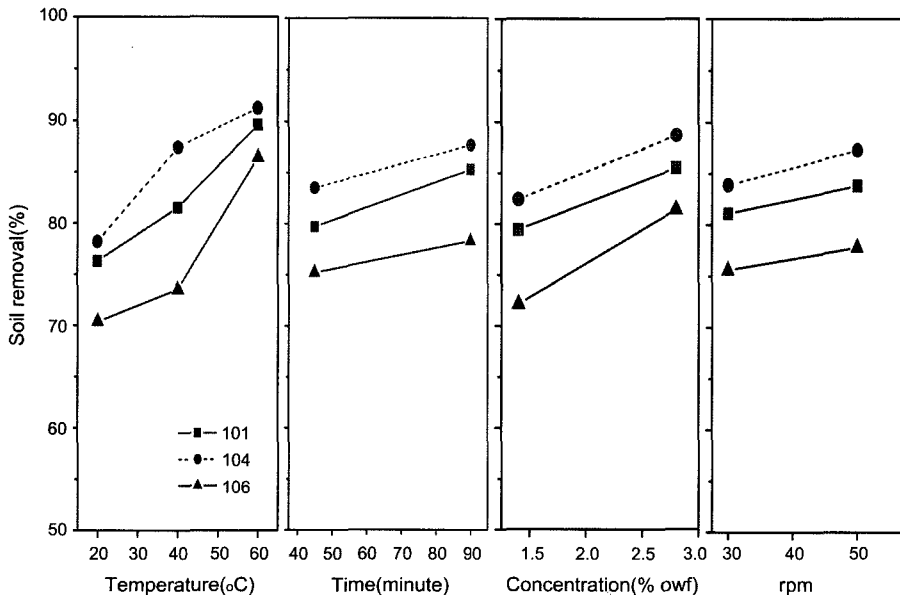


Fig. 1. Soil removal of EMPA 101,104 and 106 at various washing conditions

Table 3. Regression equation and β coefficient of EMPA 101, 104 and 106

EMPA	Regression equation	β				R ²	F
		T(°C)	t(min.)	C(% owf)	R(rpm)		
101	42.07+0.31T+0.15t+5.07C+0.16R	.585***	.389***	.418***	.193***	.718	124.107
104	45.46+0.31T+0.11t+5.07C+0.20R	.511***	.273***	.454***	.231***	.632	86.608
106	31.66+0.37T+0.10t+10.74C+0.17R	.578***	.221***	.521***	.162***	.685	110.111

*** $p < .001$

기서 C는 세제농도(% owf), T는 세탁온도(°C), t는 세탁시간(minute), R은 세탁회전수(rpm)를 의미한다. 지용성 오구 중 올리브유에는 불포화성분인 trioleate가 70-85%이므로 trioleate에서 유래한 oleic acid를 함유하고 있으나, 미네랄오일은 비극성의 탄화수소만으로 되어 있다. EMPA101, 104 오염포의 세척성은 EMPA 106의 세척성보다 우수하여 회귀식의 절편 값도 EMPA101, 104가 EMPA106보다 큰 값을 나타내었다. 이는 올리브유는 극성의 지방산을 함유하여 탄화수소만을 함유하는 미네랄오일보다 세척성이 우수하였으며, 올리브유 오염포에서 면섬유는 중공과 평활하지 않은 구조를 가지므로 EMPA 101은 원형단면의 PET섬유를 포함하는 EMPA 104보다 세척성이 떨어졌다.

각 세탁 조건이 세척성에 미치는 영향을 살펴보면, 세척성에 대한 세탁 온도 계수는 EMPA 101과 104는 0.31, EMPA 106은 0.37로 EMPA106의 증가가 더 큰데, 이는 액체 지용성 오구의 주된 제거 기구인 rolling-up은 오구의 극성에도 영향을 받기 때문일 것으로 추측할 수 있다. 즉, 불포화기를 가지며, 지방산의 에스테르인 올리브유는 탄화수소만으로 이루어진 미네랄오일보다 rolling-up의 효과 및 세액의 침투 등이 커서 20°C에서의 세척성도 꽤 높으나, 비극성의 미네랄오일은 온도가 높아 질 때 점도가 저하되어 rolling-up의 세척작용이 촉진됨으로써 미네랄오일의 온도 효과가 더 큰 것으로 보여진다. 올리브유 오염포인 EMPA 101과 104의 온도변화에 대한 기울기는 0.31로 섬유 종류에 상관없이 같게 나타났다. 그러나 올리브유의 PET/면 오염포인 EMPA 104는 20°C에서 40°C까지의 세척률 증가가 40°C 이상 온도에서의 증가보다 더 크지만, 면 오염포인 EMPA 101은 20°C에서 40°C의 세척률 증가율보다 40°C 이상에서 증가율이 더 크다. 또한 미네랄오일의 면 오염포인 EMPA 106도 40°C 이상에서의 세척률의 증가가 뚜렷하게 큰 것으로 나타났다. 즉 면섬유의 복잡한 구조는 온

도가 높아 오구 및 세액의 점도가 낮아질 때 세척이 더 효과적으로 이루어지는 것을 확인할 수 있었다.

세탁시간이 증가할 때 세척성도 모두 증가하였으며, 세척성에 대한 세탁시간의 계수는 EMPA 101은 0.15, 104는 0.11, 106은 0.10으로 면포의 올리브유가 미네랄오일보다 세탁시간 증가 시 세척성의 증가가 더 큼을 알 수 있다. 올리브유는 불포화기를 포함하는 triglyceride의 함량이 매우 높으므로, 이에 기인한 유리지방산이 포함되어 비누화가 일어나거나, 비극성의 오구 중으로 세액의 침투 등이 일어나면 오구의 제거가 더욱 증가하게되어 올리브유는 미네랄오일 보다 세탁시간의 증가가 세척성에 영향을 더 크게 미치는 것으로 볼 수 있다. 면직물에서의 올리브유의 제거율도 PET/면 직물보다 세탁시간이 길어지면 더 크게 증가하였는데, 이 또한 PET 섬유는 원형단면으로 섬유 사이에 끼어있는 오구는 세액에 노출되는 면적이 커서 비교적 짧은 시간에 제거 될 수 있어 시간에 따른 증가가 적은 것으로 생각할 수 있다.

세제농도가 증가하면 세척성은 비교적 크게 증가하였다. 세척성에 대한 세제농도 계수는 EMPA 101과 104는 5.07, EMPA 106은 10.74로 미네랄오일에서 세제농도의 효과가 더 컸으며, 올리브유 오구에서 면직물과 PET/면 직물의 증가율은 차이가 없었다. 본 연구에서 사용한 세제의 농도 1.4%와 2.8% owf는 세액의 농도가 0.33%와 0.67%이며, 이와 같이 세액의 농도가 높을 경우에도 올리브유와 미네랄오일의 세척성은 세제 농도가 높아지면 세척성이 향상되는 것은 기존의 연구에서(김성련, 1998) EMPA101과 무효소 세제를 사용하여 펄세이터식 세탁기로 세탁하였을 때에 계면활성제의 cmc 부근에서 최고의 세척성을 나타내는 결과와는 차이가 있었다. 이는 본 연구에 사용한 세제에 프로테아제와 재오염 방지제 등 세제 성분에 차이가 있었으며, 드럼세탁기를 사용함으로써 세탁시간이 길어져서 세제에 의한 물리화학 작용이 증가된 것이 세척성에 차이가 나는 원인으로 보여진다.

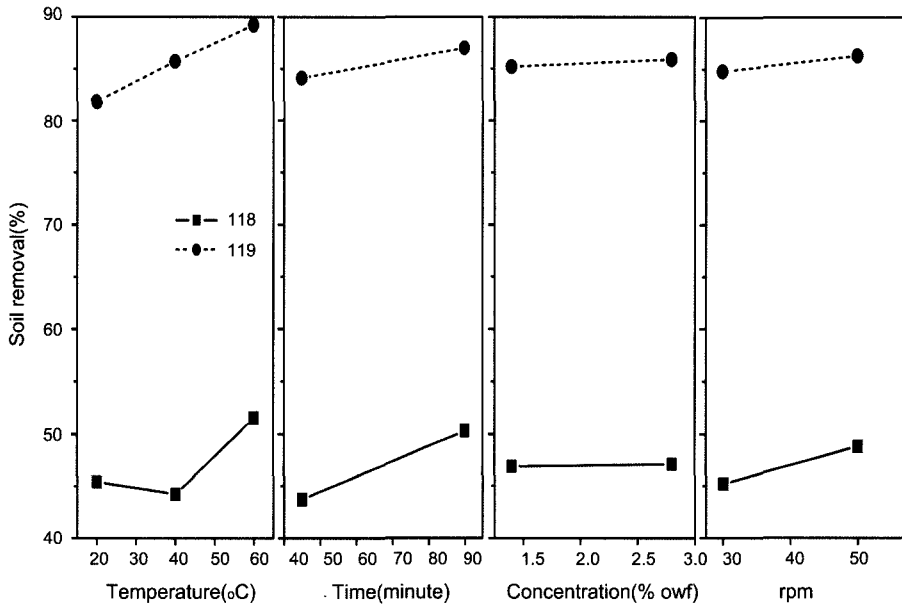


Fig. 2. Soil removal of EMPA 118 and 119 at various washing conditions

세척성에 대한 세탁 회전수 계수는 EMPA 101은 0.16, 104는 0.20, 106은 0.17로, 면직물에서 지용성 오구의 종류가 다른 EMPA101과 106은 거의 차이가 없다. 그러나 올리브유 오구의 면직물 오염포인 EMPA 101보다 PET/면 직물 오염포인 EMPA 104의 세척성 증가가 약간 크게 나타났는데, 이는 세탁 회전수의 증가로 섬유 내 중공 등에 깊숙이 위치한 오구보다는 섬유 사이에 위치한 오구가 제거되기 때문인 것으로 보여진다.

회귀식에서 각 세탁조건 계수는 단위가 달라 서로 비교할 수 없으므로 세탁조건이 세척성에 미치는 영향을 상대적으로 비교할 수 있는 β 계수를 비교하여 보았다. 지용성 오구의 세척성에 영향을 미치는 인자는 EMPA 101, 104, 106 모두 $\text{세탁온도} > \text{세제농도} > \text{세탁시간} > \text{세탁회전수}$ 의 순서를 나타내었다. 회귀식에서는 세제농도 계수가 가장 크나 세척성에 가장 큰 영향을 미치는 것은 온도임을 알 수 있다. 특히 세탁

온도와 세제농도는 지용성 오구인 미네랄오일과 올리브유의 제거에 큰 영향을 미치며, 면직물에서 올리브유의 제거에는 세탁시간의 영향도 비교적 높고, 면/폴리에스테르 직물에서는 세탁회전수의 영향도 면직물 보다는 큰 것으로 나타났다.

인공 피지와 안료로 카본을 오염시킨 면 오염포 (EMPA 118)와 PET/면 오염포(EMPA 119)의 세탁조건에 따른 세척성은 <Fig. 2>와 같으며, 다중 회귀분석식과 β 계수는 <Table 4>에 제시하였다.

인공 피지 오구의 면 오염포와 PET/면 오염포의 세척성은 매우 차이가 커서, 회귀식의 절편 값도 크게 차이가 있다. 인공 피지의 세척성의 절편 값은 면직물인 EMPA 118은 앞의 지용성 오구 올리브유, 미네랄오일 값보다 작으며, 면/폴리에스테르인 EMPA119는 앞의 지용성 오구보다도 높은 세척성을 나타내었다. 이는 피지는 액체이나 상온에서 올리브유 또는 내부에 위치한 오구는 매우 제거되기 어려워 세척성이 크게

Table 4. Regression equation and β Coefficient of EMPA 118 and 119

EMPA	Regression equation	β				R ²	F
		T(°C)	T(min.)	C(% owf)	R(rpm)		
118	24.45+0.13T+0.15t+0.17R	.252***	.393***	.007	.208***	.259	17.708
119	69.98+0.20T+0.06t+0.07R	.762***	.324***	.041	.171***	.626	84.817

***p<.001

낮으며, 면/폴리에스테르 직물에서의 높은 제거율은 인공 피지는 올리브유보다 다양한 극성성분이 많은 랑포 포함되었기 때문으로 생각된다.

미네랄오일보다 점도가 매우 높기 때문에 앞에서 설명한 바와 같이 면섬유의 불규칙한 세탁온도의 세척성 회귀식에 대한 계수는 EMPA 118이 0.13, 119는 0.20으로 세탁온도에 따른 세척성의 증가는 PET/면 오염포가 면 오염포보다 더 크게 나타났다. 이는 면 오염포에서는 40°C 이상에서만 세척성이 증가되었기 때문으로, 피지 오구는 48°C 이상의 온도에서 용융됨으로써(Schott, 1972) 복잡한 구조의 면섬유에 위치한 오구가 섬유로부터 빠져 나올 수 있게 된 것으로 보여진다. 피지 오염포는 앞의 올리브유 또는 미네랄오일보다 20°C에서 60°C로 온도 증가에 따른 세척성의 증가도 적게 나타났다.

세척성에 대한 세탁시간 계수는 EMPA 118이 0.15, 119는 0.06으로, 면 직물이 PET/면 직물보다 크다. 이는 PET/면 직물은 원형단면의 PET 섬유 사이에 끼어있는 극성 성분을 상당량 함유하는 오구는 세액에 노출되는 면적이 커서 비교적 짧은 시간에 제거 됨으로써 시간에 따른 증가가 적으며, 면 섬유의 내부에 위치한 오구는 시간이 경과될 때 점차적으로 세액과 접촉되며 제거되어 시간 증가 시 세척성이 증가되는 것으로 보여진다.

세제농도 1.4% owf에서 2.8% owf로 변화할 때에

세제농도는 인공 피지 오염포의 세척성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 즉 1.4% owf 이상의 농도에서는 피지 오염포의 세척성이 더 이상 향상되지 않아 앞의 지용성 오구와는 다른 경향을 나타내었는데, 이는 위에서 언급한 바와 같이 오구 조성의 차이에 기인하는 것으로 추정된다.

세척성에 대한 세탁회전수 계수는 EMPA 118이 0.17, 119는 0.07로 회전수 증가 시 피지 오염포의 세척성이 증가되지만 PET/면 오염포는 면 오염포의 세척성보다 증가가 적다. 이는 PET/면 오염포의 세척성은 워낙 높으므로 면 오염포보다 세탁회전수의 효과가 낮은 것으로 생각된다.

각 세탁조건이 피지 오염포의 세척성에 영향을 미치는 정도는 면직물에서는 세탁시간>세탁온도>세탁회전수의 순서였으며, PET/면 직물은 세탁온도>세탁시간>세탁회전수의 순으로 직물에 따라 다른 결과를 보였다. 또한 세제농도는 본 실험조건에서는 피지 오염포의 세척성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 세탁시간은 점도가 큰 피지오구의 세척성에는 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2. 단백질 오구

단백질 오구의 세척성에 영향을 미치는 세탁조건

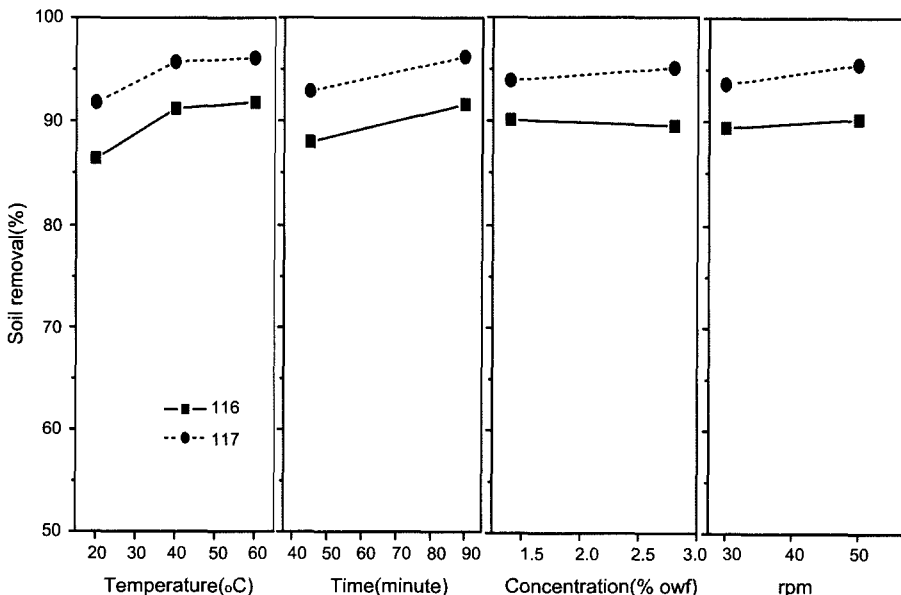


Fig. 3. Soil removal of EMPA 116 and 117 at various washing conditions

Table 5. Regression equation and β Coefficient of EMPA 118 and 119

EMPA	Regression equation	β				R ²	F
		T(°C)	t(min.)	C(% owf)	R(rpm)		
116	77.91+0.14T+0.08t+0.05R	.608***	.478***	-.082	.123**	.259	17.708
117	80.13+0.11T+0.07t+0.70C+0.10R	.480***	.397***	.130*	.254***	.626	84.817

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

을 알아보기 위하여 blood/milk/ink 오구의 면 오염포인 EMPA116과 PET/면 오염포인 EMPA 117의 세척성을 조사한 결과는 <Fig. 3>과 같으며, 다중 회귀분석식과 β 계수는 <Table 5>에 제시하였다.

단백질 오구는 면직물과 PET/면직물에서 세척성이 매우 우수하여 오염포 중에서 가장 큰 절편 값을 나타냈으며, 다른 경우와 마찬가지로 PET/면 직물 오염포의 절편 값이 더 크다. 세척성에 대한 세탁온도계수는 EMPA 116이 0.14, 117는 0.11로, 면 직물 오염포가 PET/면 직물 오염포보다 세척성의 증가율이 약간 큰 것으로 나타났다. 하지만 면 직물 오염포나 PET/면 직물 오염포 모두 40°C까지 세척성의 증가율이 크고 그 이후에는 세척성의 증가가 크지 않은데 이는 단백질 오구의 제거와 관계하는 프로테아제가 작용하는 온도와 관련된다. 세제에 사용되는 프로테아제의 성능은 50°C에서 최고 활성을 나타내기 때문이다(Smulders, 2002).

세척성에 대한 세탁시간 계수는 EMPA 116이 0.08, 117는 0.07로, 세척성은 증가하였으나 증가율은 낮은 편이며 면 직물과 PET/면 직물의 오염포에서 거의 차이가 없었다.

세제농도 계수는 EMPA 117가 0.70으로 세제농도 1.4%owf에서 2.8% owf로 증가 시 PET/면 직물에서는 세척성이 향상되는 경향을 나타냈으나, 면 직물에서는 세척성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

세탁회전수 계수는 EMPA 116이 0.05, 117는 0.10으로, 세척성은 약간 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 세탁회전수의 증가로 오구가 새로운 세액과 접하는 기회가 증가하기 때문으로 생각된다. 이상에서 혈액 단백질과 같은 친수성 오구가 소수성의 PET섬유가 혼방된 직물보다 친수성 면직물에서 세척성이 떨어지는 것은 계면화학적으로는 설명이 불가능하며, 면섬유의 불규칙한 형태로 인해 세액과의 접촉이 어려운 것으로 해석할 수 있다.

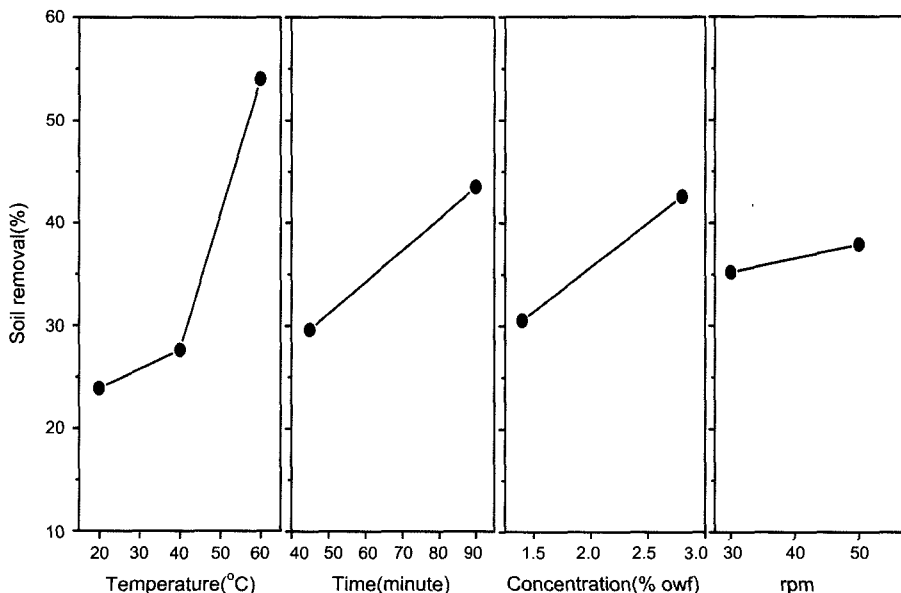


Fig. 4. Soil removal of EMPA 115 at various washing conditions

Table 6. Regression equation and β Coefficient of EMPA 115

EMPA	Regression equation	β Coefficient			
		T(°C)	t(min.)	C(% o/wf)	R(rpm)
115	SR=-22.39+0.69T+0.23t+5.71C+0.10R	.722***	.353***	.274***	.072*

* $p < .05$, *** $p < .001$

단백질 오구의 세척성에 영향을 미치는 세탁 인자를 비교하면 먼 직물에서는 세탁온도>세탁시간>회전수의 순서이며 세제농도는 영향을 미치지 않았다. PET/면직물에서는 세탁온도>세탁시간>회전수>세제농도의 순서로 세제농도의 영향은 매우 적게 나타났다.

3. 표백시험용 오구

최근 시판 세제에는 표백 및 살균의 목적으로 산소계 표백제를 포함하므로 세탁조건에 따른 표백효과를 알아보기 위하여 immedial black 오구의 면직물 오염포 EMPA115의 세척성을 조사한 결과는 <Fig. 4>와 같으며, 다중 회귀분석식과 β 계수는 <Table 6>에 제시하였다. 세탁온도의 계수는 0.69로 오염포 중 온도 계수가 가장 커서, immedial black의 세척성은 온도효과가 매우 중요함을 알 수 있다. 특히 40°C 이상에서 증가율이 큰데 이는 표백제로 첨가되는 과탄산나트륨의 활성은 표백활성화제 tetraacetylene-diamine이 첨가될 때에 60°C에서 최대값을 가지기 때문이다(Jacobi & Löhr, 1987).

세탁시간 계수는 0.23으로 이것 역시 오염포 중 세탁시간 계수가 가장 크다. 그러므로 immedial black의 세척성을 높이기 위해서는 세탁시간을 늘이는 것이 필요하다. 이는 과탄산나트륨의 발생기 산소를 내놓아 섬유와 결합하고 있는 stain을 제거하기 위해서는 시간이 필요함을 보여 준다.

세제농도 계수는 5.71로 세제농도 1.4% o/wf에서 2.8% o/wf로 증가하였을 때에도 immedial black의 세척성은 증가하였다. immedial black은 중질 농축세제에 포함된 10-20%의 표백제와 3-8%의 표백활성화제(Smulders, 2002)의 작용으로 제거되는데 본 실험에 사용된 immedial black의 양은 세제농도 2.8% o/wf로 증가될 때 까지도 세척률이 증가하였으므로, 이와 같은 정도의 얼룩의 제거에는 더 높은 표백제 농도가 필요함을 알 수 있다.

세탁회전수 계수는 0.10으로 세탁회전수가 증가할 때에 immedial black의 세척성은 증가하는 경향을 나

타내었는데, 이는 회전수의 증가는 세액의 유동으로 과탄산나트륨의 peroxohydrate가 가수분해반응을 촉진하기 때문일 것이다.

Immedial black은 다른 오구에 비하여 세탁온도, 세탁시간, 세제농도 증가에 따른 세척성의 증가가 매우 크므로, 색소오구의 세탁 시에는 세척 조건에 따라 세척성이 크게 변화될 것으로 예측된다.

Immedial Black의 세척성에 영향을 미치는 세탁 인자의 β 계수는 세탁온도>세탁시간>세제농도>세탁회전수의 순서를 나타내었다. 그 중에서도 세탁온도의 영향은 다른 것에 비하여 매우 크게 나타났다.

IV. 결 론

시판 세제를 사용하여 최근 사용이 크게 증가하는 드럼세탁기에서 각 세탁인자가 세탁효과에 미치는 영향을 알아 보았다. 인공 오염포를 사용하였으며 지용성 오구로 올리브유, 미네랄오일과 인공 피지 오염포, 단백질 오염포와, 표백시험용 오염포를 사용하였다. 세탁인자로 세탁온도, 세탁시간, 세제농도 세탁회전수의 변화에 따른 세척성 결과로부터 다음의 결론을 얻었다.

지용성 오구 중 미네랄오일과 올리브유의 세척성에 영향을 미치는 인자는 세탁온도, 세제농도, 세탁시간, 세탁회전수의 영향이 나타났으나, 세탁온도와 세제농도가 세척성에 미치는 영향이 특히 컸다. 피지 오염포의 세척성은 세탁시간, 세탁온도의 영향이 크며, 세탁회전수도 영향을 미치나, 본 연구의 범위에서 세제농도의 영향은 나타나지 않았다. 단백질 오구의 세척성도 세탁온도, 세탁시간, 회전수의 영향을 받으나, 세제농도는 먼/PET 직물에서만 적은 영향이 나타났다. 표백효과를 위한 먼 오염포의 세척성은 세탁온도, 세탁시간, 세제농도의 영향이 매우 크며 세탁회전수도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이상의 결과로부터 시판되는 드럼세탁기용 중질세제를 사용하여 드럼세탁기로 세탁할 때에 가장 중요한 요인은 세탁온도이다. 그 동안 우리나라의 소비자

는 주로 상온 세탁을 하였는데, 세척성을 높이기 위해서는 소재를 구성하는 섬유 종류를 파악하여 40°C에서 세탁하는 것이 바람직할 것이다. 또한 특정 농도 이상으로 세제농도가 높아지면 대부분의 오구에서는 세척성이 향상되지 않으므로 소비자는 세제를 지나치게 많은 양을 사용하지 말고, 지용성오구나 색소에 의한 얼룩부분에만 부분적으로 농도가 높은 세제용액 또는 표백제를 처리하면 효과적일 것이다. 세탁시간도 중요한 조건이나, 세탁회전수는 비교적 그 효과가 적게 나타났다. 그러므로 드럼세탁기로 세탁 시에는 세탁기의 기계력 강화보다 세제의 물리화학적 작용이 극대화되도록 세탁조건을 제공하는 것이 중요함을 알 수 있다. 즉 흰색 세탁물의 세척성 향상을 위해서는 세탁온도를 높이고 세탁시간을 늘이는 것이 바람직하다. 일정한 세탁온도에 도달 후에는 비교적 낮은 회전수로 세탁시간을 연장하여 세탁하는 프로그램을 개발하는 것도 하나의 방안으로 보여진다.

참고문헌

- 가전 부문별 보급 1위. (2004, 7. 25). *한겨레 경제*. 자료검색일 2006, 3. 23, 자료출처 <http://www.hani.co.kr/section-004100001/2004/07/>
- 김성련. (1998). *세제와 세탁의 과학*. 서울: 교문사.
- 김은애, 안미영, 한은경, 박운서, 신현두. (1996). 시판 인공 오염포의 세탁조건별 반응성에 관한 연구. *한국의류학회지*, 20(6), 1048-1061.
- 드럼세탁기 전용 세제시장 급성장. (2006, 02. 23). *머니투데이*. 자료검색일 2006, 3. 23, 자료출처 http://www.moneytoday.co.kr/daily_index.html
- 박정희. (1995). 새로운 수류방식을 사용한 세탁기의 세탁 성능에 관한 연구. *생활과학연구*, 20, 145-153
- 여숙영, 정정란, 김은영, 박정희. (2000). 시판세제의 수온에 따른 세탁효과. *한국의류학회 국제학술심포지엄 및 추계학술 발표회*, 57.
- 오경화, 유혜경. (1997). 소비자의 세탁습관에 따른 세탁효율 평가-국산 세탁기의 경쟁력 강화를 위한 세탁 실태 조사 및 실험연구(II)-. *한국의류학회지*, 21(2), 251-261.
- 이미식, 김성련. (1981). Triglyceride의 세척성에 영향을 미치는 몇 가지 요인. *한국의류학회지*, 5(1), 227-233.
- 이옥기, 표상연, 김홍성, 김판돌, 이홍원. (1994). 세탁 및 행금 성능 향상 방안 연구-세제의 용해가 세탁 및 행금성능에 미치는 영향-. *한국의류학회지*, 18(1), 23-30.
- 정혜원, 김성련. (1977). 오염중의 유리지방산이 세척에 미치는 영향(제1보)-팔미트산의 세척 특성-. *한국의류학회지*, 1(1), 31-37
- 정혜원. (1985). 먼포에서 Triglyceride 단독 오염의 세척성에 관한 연구. *대한가정학회지*, 23(1), 19-24
- 정혜원. (1996). 혼합계면활성제 용액에서 Triolein의 세척성. *한국의류학회지*, 20(2), 390-397.
- Fort Jr., Tomlinson, Billica, H. R., & Grindstaff, T. H. (1968). Studies of soiling and detergency. *J. American Oil Chem. Soc.*, 45(3), 354.
- Hidaka, M., Sadaie, M., Kikukawa, M., Iihara, T., & Hama, I. (2005). A Study on the behavior of detergency with nonionic surfactants- a microscopic study on the distribution of sebum on laundry and its efficient removal. *wfk International detergency conference proceeding*, 42, 149-152.
- Jacobi, G. & Löhr, A. (1987). *Detergents and Textile Washing- Principles and Practice*. Weinheim: VCH.
- Deinhammer, R. S., Lauridsen, C., Damhus, T., Munk, S., Traff, S., Ryom, N. M., Burns T. J., & Deng J. (2002). Detergent evolution with enzymes. *Proceedings of the World Conference on Detergent*, 5, 220-223.
- Schott, H. (1972). *Removal of organic soil from fibrous substrates*. In Cutler, W. G. & Davis R. C. (Eds.), *Detergency theory and test methods* (pp.122). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Scott, B. A. (1963). Mechanism of fatty soil removal. *J. Appl. Chem.*, 13(3), 133.
- Smulders, E. (2002). *Laundry detergents*. Weinheim: Wiley-VCH GmbH.