

## 시판 세제를 사용하여 세척 조건에 따른 인공오염포의 세척성

정혜원 · 김미경

인하대학교 의류디자인학과

### The Soil Removal of Artificially Soiled Fabrics with Commercial Detergents at Various Washing Conditions

Hae-Won Chung and Mi-Kyung Kim

Dept. of Fashion Design & Textiles, Inha University, Seoul, Korea

**Abstract :** Formulations of compact and supercompact heavy-duty detergents, which are being used widely around the world, differ from those of conventional heavy-duty detergents. Significant differences in composition exist between the compact detergents and the conventional detergents. The compact detergents have a higher content of surfactants, oxygen bleach and enzymes than the conventional detergents. We have studied to find the most effective washing conditions of artificially soiled cloths with a commercial, supercompact, heavy-duty detergent and a drum type washing machine which is becoming the preferred type in Korea. Moreover, we have studied the washing performance with an impeller type washing machine, which has heretofore been the most popular type in East Asia. With the drum-type washing machine, washing performances improved as the washing temperatures went up and the washing times were lengthened. Though the rate of soil removal with a double recommended dosage was higher than with the recommended amount at 20°C, the effects of the higher dosage decreased as the washing temperatures increased. Finally, the washing performances with the two different dosages were the same at 60°C. The washing performances at 40°C with the recommended dosage for 90 minutes were the same as with the double recommended dosage for 45 minutes. The soil removal efficiencies with the impeller-type washing machine were much lower than those of the drum-type washing machine. The reasons for this were the higher bath ratio that led to the lower concentration of wash liquor, the shorter washing time, and the lower washing temperature.

**Key words :** soil removal, drum-type washing machine, impeller-type washing machine, artificially soiled cloth, heavy-duty commercial detergent

## 1. 서 론

우리나라에서는 세탁기 생산에 앞서 1966년 최초로 ABS계의 합성세제가 생산되었으나 손 빨래가 대부분으로 합성세제의 사용보다 비누 사용이 주를 이루었다. 그러나 점차 합성세제의 사용이 증가하여 하천에서 제거되지 않는 거품으로 인해 환경 오염의 주범으로 인식되어 1979년 LAS로 대체되며 연성세제로 대체되었다. 우리나라에서 합성세제의 수요가 급증한 것은 1988년으로 이때부터 비누 보다는 합성세제의 사용이 많아졌다(한국비누·세제 협동조합, 1994), 이 시기에 인산염 사용으로 인한 하천의 부영양화를 방지하기 위한 완전 무린세제가 생산되었으며, 그 이후에는 세제 사용량을 줄이는 농축세제, 고농축세제가 시판되었다. 농축세제는 기존의 일반세제와 성분에 차이가 있어, 계면활성제, 효소, 표백제의 함량증가, 효소의 종류

도 다양화되어 세척성이 향상되었을 뿐 아니라 위생, 살균 효과를 높이고 있다. 최근에는 세탁 시 재오염과 이염을 방지하기 위한 고분자화합물도 첨가하는데, 서구와 일본 의 세제업계도 계속해서 섬유와 세제의 기능성 향상을 위한 소취와 방취 기능, 저온 세척성 향상, 유연성 강화, 용해속도를 높인(P&G, Lion, Kao) 제품들을 출시하고 있다.

한편 우리나라에서는 일본 등과 함께 임펠러식 세탁기가 주종이었으나 최근 세척성이 우수하고, 물의 사용이 적은 수평 드럼세탁기의 사용이 급격히 증가하고 있다. 드럼세탁기 보급률은 2003년 3.4%(54만대), 2004년 7.4%(117만대), 2005년 12.3%(196만대)(머니투데이, 2006)이며 앞으로 더욱 증가할 것으로 예측하고 있다.

그 동안 세척성에 관한 연구는 대부분 각 오구의 특성과 계면활성제성분에 대한 기본적인 세척성에 대한 연구(Scott, 1963; Fort Jr., 1968; 정혜원 · 김성련, 1977; 이미식 · 김성련, 1981; 정혜원, 1985; 이정숙 · 김성련, 1986; 강인숙 · 김성련, 1989; 김영희 · 정두진, 1994; 김영희 · 정두진, 1995; 정혜원 1996; Hidaka et al., 2005)와 세척시험기(김은애 외, 1996)를 사용한

Corresponding author; Hae-Won Chung  
Tel. +82-32-860-8133, Fax. +82-32-865-8130  
E-mail: hwchung@inha.ac.kr

연구가 있다. 한편 세탁기의 성능과 관련된 보고(박정희, 1995; 오경화·유혜경, 1997; 이옥기 외, 1994)가 있으나, 기존의 연구에서 세제의 성분과 세탁기는 현재의 세척조건과는 매우 다른 실정이다. 최근 시판되는 세제를 사용하여 세탁하였을 때의 세척조건에 따른 세척성은 세탁기의 개발 및 소비자에게 효과적인 세척 조건을 제시하게 되며, 매우 오래된 자료만 제시되어 있는 관련 교재에도 최근의 세탁조건에 대한 자료가 필요한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 현재 널리 사용되는 효소와 표백제가 첨가되고 계면활성제의 종류와 농도가 변화된 농축세제를 사용하여 임펠러 세탁기와 수평 드럼식 세탁기로 세탁 시에 세척조건에 따른 세척성을 조사하고자 하였다. 이전의 보고(정혜원 외, 1996)에서는 드럼세탁기를 사용하여 각 인공오염포의 세척성에 미치는 각각의 요인 즉 세척온도, 세탁시간, 세제농도, 회전수 단독의 영향을 제시하였으나, 각 변인의 세탁 조건이 함께 변화할 경우에 세척성의 변화는 알 수 없다. 그러므로 본 연구에서는 드럼식 세탁기의 세척 조건에 대한 상호영향도 나타난 모든 조건의 세척성을 제시하고자 하였으며, 이와 함께 임펠러 세탁기의 세척성도 조사하였다. 이와 같은 연구를 통하여 최근의 시판세제를 사용할 때에 효과적인 세탁 조건을 제시하여 각 세탁기에서 효과적인 세척방법을 제안하는데 본 연구의 목적을 갖고 있다.

## 2. 실험

### 2.1. 오염포 및 세제

EMPA 오염포(EMPA-Testmaterials AG, Swiss)를 사용하였으며, 각 오염포의 특성은 Table 1과 같다. 오염포는 5x10cm로 잘라 보조포에 부착하여 세탁하였다. 세제는 고급 천연 알코올계의 비이온 계면활성제, 직쇄 알킬벤젠계, 알과 올레핀계와 지방산계의 음이온 계면활성제와 산소계표백제, 알카리제, 효소, 이염방지제, 소포제 등을 포함하는 시판 드럼 세탁기용 농축세제를 사용하였다.

### 2.2. 세탁

세탁기는 가정용 수평드럼식 세탁기(SEW-5HR127A, 삼성전자)와 임펠러식 세탁기(SEW-PH100A)를 사용하였으며, 세탁 시

Table 1. Specification of EMPA soiled fabrics

EMPA	Fiber	Soil
101	cotton	olive oil/carbon black
104	PET65/cotton35	olive oil/carbon black
106	cotton	mineral oil/carbon black
118	cotton	sebum/ pigment
119	PET65/cotton35	sebum/ pigment
116	cotton	blood/ milk/ ink
117	PET65/cotton35	blood/ milk/ ink
115	cotton	immedial black

세탁포의 무게는 총 5kg이었으며, 90x90cm의 면 100% 세탁 보조포를 사용하였다. 세탁 조건은 각 세탁기에서 사용하는 일반적인 조건을 선택하였다. 세제는 드럼세탁기용 농축세제(테크, LG 생활건강)를 사용하였는데, 현재 우리나라에서는 드럼 세탁기용과 임펠러식 또는 교반봉식 세탁기용의 세제를 따로 구분하여 생산하지만 대체적으로 드럼세탁기에는 거품을 억제하는 소포제가 포함되어 있는 외에는 유사한 조성을 갖는다. 또한 세제 업체에서 권장하는 세제농도는 드럼세탁기와 임펠러식 모두 세탁물에 대한 농도는 비슷하나 임펠러식이 드럼식 보다 액비가 매우 크다. 본 실험에서는 드럼세탁기용 세제를 사용하였다. 수평드럼식 세탁기에서는 세제 농도를 섬유 무게를 기준으로 하는데, 권장농도인 세탁물의 무게 5Kg에서 세제 70g으로 세제농도 1.4%owf와 권장 농도 2배인 2.8%owf, 세탁온도 20°C와 40°C와 60°C, 세탁시간 45분과 90분, 세탁기 회전수 30rpm과 50rpm으로 변화시켜 액비 1:4.2로 세탁하였다. 임펠러식 세탁기는 20°C에서 세탁물 5Kg에 세제를 권장 농도인 70g을 드럼 세탁기와 동일하게 가하였으나 물의 양이 63L로 액비 1:12.6이며 세액의 농도는 0.11%이었다. 세제를 가한 세탁 시간은 10분과 30분, 기계력은 중과 최강으로 변화하여 세탁하였다. 임펠러 세탁기의 기계력의 변화는 전류의 양을 변화시키므로 rpm과 같은 정량적인 단위로 나타낼 수 없었다. 모두 1회 행공과 탈수 후 자연 건조하였다.

### 2.3. 세척률 측정

색차계(Color-Eye 2180, Macbeth, USA)로 광원 D65, observer 10°를 사용하여 520nm에서 1매의 포에서 겉과 안 각각 2곳씩 총 4곳의 K/S값을 측정하였으며, 각 조건에서 4매 포의 평균값을 구하였다. 세척률은 다음 식에 의해 구하였다.

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

여기서 D : Soil Removal

(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

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 지용성 오구 오염포

지용성 오구의 오염포로 올리브유를 면직물에 오염시킨 EMPA 101와 PET/면직물에 오염시킨 EMPA 104, 미네랄유를 면직물에 오염시킨 EMPA 106, 피지를 면직물에 오염시킨 EMPA 118과 PET/면직물에 오염시킨 EMPA 119를 조사하였다.

**올리브유 오염포** : 면직물에 올리브유를 오염시킨 EMPA 101의 수평 드럼식 세탁기에서의 세척성은 Fig. 1, 임펠러식 세탁기에서의 세척성은 Table 2에, 폴리에스테르65/면35 혼방직물에 올리브유를 오염시킨 EMPA 104의 드럼식 세탁기에서 세

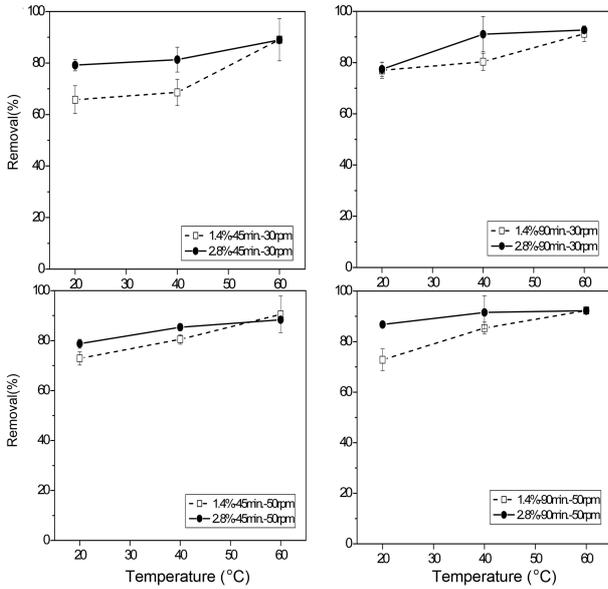


Fig. 1. EMPA 101의 수평 드럼식 세탁기에서 세척조건에 따른 세척성.

Table 2. EMPA101의 임펠러식 세탁기에서 세척성(20°C)

기계력	10분	30분
중	35.2(10.2)	47.8(7.6)
최강	39.2(6.7)	48.8(8.3)

( ): 표준편차

척성은 Fig. 2, 임펠러식 세탁기에서의 세척성은 Table 3에 나타내었다.

EMPA 101은 세척 온도가 20°C에서 60°C로 증가할 때 세척성이 증가하였다. 세척온도에 따른 세척성을 살펴보면 세제 농도가 권장 농도인 1.4%owf에서는 20°C에서 45°C로 온도가 높아질 때보다 45°C에서 60°C로 높아질 때에 세척성의 증가가 더 크지만, 50rpm으로 90분 세척 시에는 전 온도 범위에서 세척성의 증가율이 일정하였다. 세제 농도가 권장 농도 2배인 2.8%owf에서는 20°C에서도 세척성이 높아 온도 증가에 따른 세척성의 증가는 농도 1.4%owf의 세척성 증가보다 적었으며, 세척시간 90분 일 때에 45°C이상에서는 더 이상 세척성이 증가하지 않아 45°C와 60°C의 세척성은 비슷하였다. 세제 농도가 높을 때에 세척성은 더 우수하였으나, 60°C의 모든 조건에서는 농도와 관계없이 세척성은 동일하였다. 기계력 30rpm에서 50rpm으로 증가할 때에 1.4%owf의 농도에서는 증가하였으나 2.8%owf의 농도에서는 거의 영향이 없었다. 임펠러식 세탁기의 세척성은 드럼세탁기에 비하여 떨어졌는데 이는 세제농도에 의한 것으로 보여진다. 세탁기에 가하는 세제의 양은 드럼세탁기는 세탁포의 무게를 기준으로 하지만, 임펠러식 세탁기에서는 액비를 기준으로 하기 때문이다. 즉 드럼세탁기의 액비는 4.2:1이지만 임펠러식의 액비는 12.6:1이므로 동일한 양의 세제

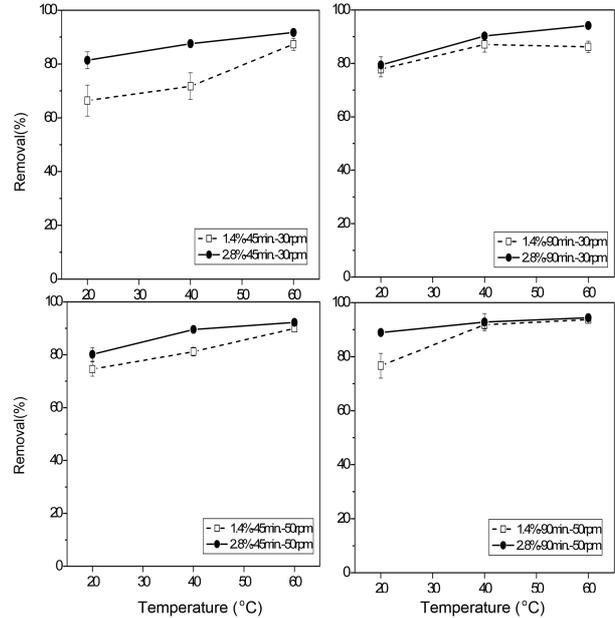


Fig. 2. EMPA 104의 수평 드럼식 세탁기에서 세척 조건에 따른 세척성.

Table 3. EMPA 104의 임펠러 세탁기에서 세척성(20°C)

기계력	10분	30분
중	26.1(7.5)	51.2(7.4)
최강	33.6(12.4)	55.9(5.4)

( ): 표준편차

를 사용하여도 드럼세탁기에서는 세제 농도 1.4%owf는 3.3g/L, 2.8%owf는 6.6g/L이나 임펠러식에서의 세제농도는 1.1g/L로 낮아지기 때문이다. 임펠러 식에서는 일반적으로 10분 세탁하는데 세척시간이 30분으로 증가하면 세척성은 증가하였다. 기계력이 커지면 세척성은 10분 세척 시에는 증가하였으나 30분 세탁 시에는 거의 변화가 없다고 할 수 있다.

EMPA 104는 폴리에스테르/면 혼방직물로 EMPA 101에 비하여 세척성이 높으며, 세제 농도 1.4%owf에서는 101에 비하여 45°C에서 세척성이 크게 높았으나 세제 농도 2.8%owf에서는 45°C와 60°C에서 세척성이 높았다. EMPA 104에서 온도 증가에 따른 세척성을 살펴보면 세제농도 1.4%owf일 때에 세척시간 45분에서는 온도가 45°C에서 60°C로 높아질 때 세척성이 크게 증가하였으나, 세척시간 90분에서는 45°C에서 60°C로 높아질 때에는 세척성이 더 이상 눈에 띄게 증가하지 않았다. 세척시간이 45분에서 90분으로 증가하면 세제농도 1.4%owf, 세척온도 45°C에서의 세척성의 증가가 가장 컸는데, 이는 올리브유의 점도가 낮아지므로 세액과 반응이 커져 롤링 업이 촉진되는 등 액체 지용성 오구로 제거되기 때문이다. 올리브유를 이루는 지방산은 불포화 올레산이 70~85%이며, 포화지방산은 대부분이 팔미트산으로 되어 있다. 올레산의 융점은 13.3~16.2°C,

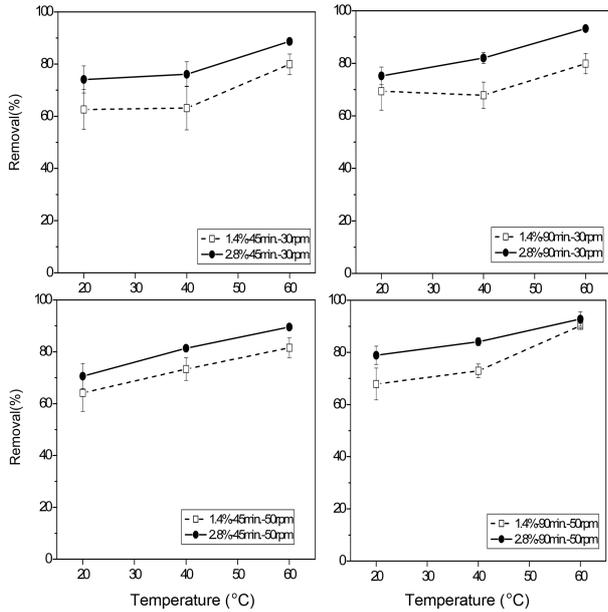


Fig. 3. EMPA 106의 수평 드럼식 세탁기에서 세척 조건에 따른 세척성.

Table 4. EMPA 106의 임펠러식 세탁기에서 세척성(20°C)

기계력	10분	30분
중	39.5(6.7)	50.7(6.7)
최강	41.3(7.7)	51.4(6.2)

팔미트산의 용점은 62.7°C이기 때문이다.

임펠러식 세탁기에서 EMPA 104의 세척성은 10분 세척 시에는 매우 낮은 값을 보였으며 EMPA 101보다도 낮은 값을 보였으나 30분 세척 시에는 세척성이 크게 증가하였는데, 이는 세척시간 10분은 세척에 필요한 시간이 충분치 못하여 나타난 결과로 밖에 해석할 수 없다. 또한 EMPA 104에서도 임펠러식 세탁기의 기계력은 10분 세척시 효과가 더 크며 30분 세척 시에는 그 영향이 감소하였다.

**미네랄유 오염포 :** 면직물에 미네랄유를 오염시킨 EMPA 106의 수평 드럼식 세탁기에서의 세척성은 Fig. 3, 임펠러식 세탁기에서의 세척성은 Table 4와 같다. 세척 온도가 높아지면 세척성이 증가하였으며 대체적으로 45°C에서 60°C로 높아질 때의 세척성 증가가 20°C에서 45°C로 높아질 때보다 세척성 증가율이 더 컸다. 이는 온도증가로 오구 및 세제의 접도가 낮아지고, 액체의 접촉각도 증가하여 rolling-up 및 유희작용이 확대되기 때문일 것이다. EMPA 106에서도 세제 농도가 증가하면 세척성은 높아졌다. 그러나 농도 1.4%owf와 2.8%owf의 세척 온도 증가에 따른 증가율은 비슷한 경향을 나타내어, 미네랄유의 세척성은 권장 세제농도가 2배에서 90분간 세척 시에도 60°C까지 계속 증가하였다. 이는 탄화수소인 미네랄유는 비극성 성분 만으로 올리브유보다는 제거가 어려워 세척성을 높

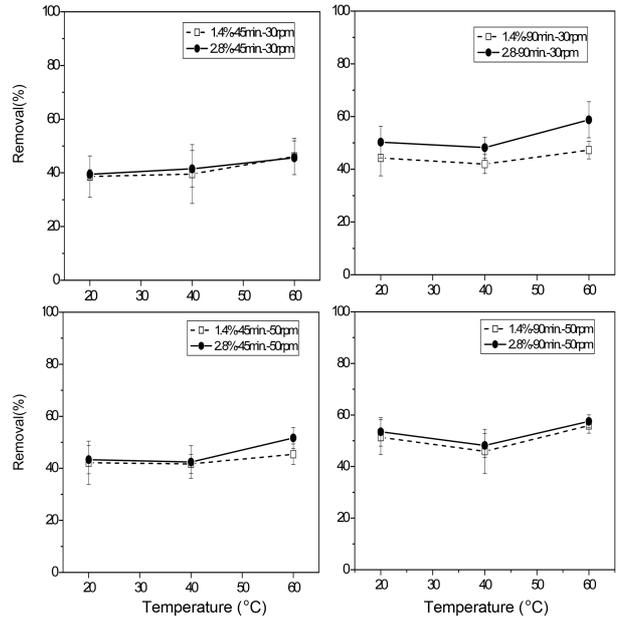


Fig. 4. EMPA 118의 수평 드럼식 세탁기에서 세척 조건에 따른 세척성.

Table 5. EMPA 118의 임펠러식 세탁기에서 세척성(20°C)

기계력	10분	30분
중	6.3(6.3)	29.9(7.0)
최강	10.4(7.1)	31.8(5.2)

이기 위해서는 더 높은 온도에서 세척하여야 함을 알 수 있다. 세척시간이 증가하면 세제 농도 1.4%owf에서는 비교적 낮은 온도에서의 세척성 증가가 컸으며, 세제 농도 2.8%owf에서는 높은 온도에서 세척성의 증가가 더 큰 경향을 보였다. 세탁 회전수가 30rpm에서 50rpm으로 증가할 때에 세제 농도 1.4%owf에서의 세척성 항상 정도가 세제농도 2.8%owf 보다 컸다.

임펠러식 세탁기에서 EMPA 106의 세척성도 세척 시간이 10분에서 30분으로 증가하면 세척성은 향상되었으며, 10분 세탁시에 기계력의 증가는 세척성이 증가하는 경향을 보이나 30분 세탁 시에는 회전수가 증가하여도 20°C 액체 미네랄오구의 제거에 기계력은 더 이상 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

**피지 오염포 :** 면직물에 피지를 오염시킨 EMPA 118의 수평 드럼식 세탁기에서의 세척성은 Fig. 4, 임펠러식 세탁기에서의 세척성은 Table 5, 폴리에스테르65/면35 혼방직물에 피지를 오염시킨 EMPA 119의 드럼식 세탁기에서 세척성은 Fig. 5, 임펠러식 세탁기에서의 세척성은 Table 6에 나타내었다.

EMPA 118의 세척성은 지용성 오구 오염포 중 가장 낮았으며, 세척 온도 증가에 따른 세척성 증가도 비교적 적었다. 세제농도 1.4%owf와 2.8%owf 모두 세척온도가 20°C에서 45°C로 높아져도 세척성이 증가하지 않았다. 이는 피지가 분비되

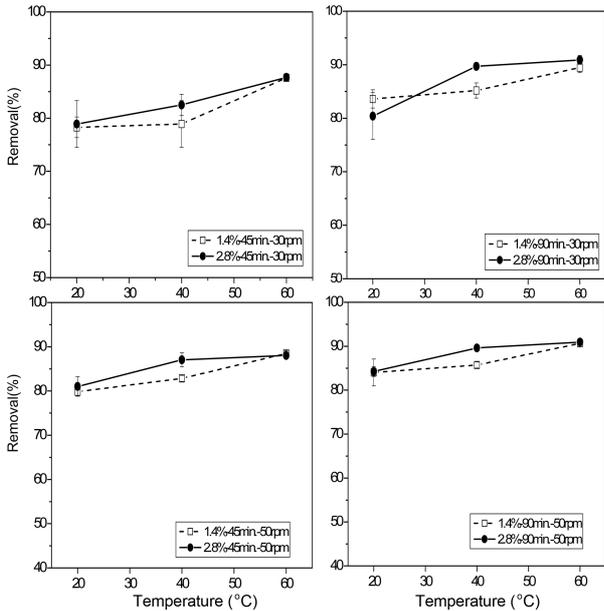


Fig. 5. EMPA 119의 수평 드럼식 세탁기에서 세척 조건에 따른 세척성.

Table 6. EMPA 119의 임펠러식 세탁기에서 세척성(20°C)

기계력	10분	30분
중	39.3(5.8)	67.6(7.8)
최강	49.8(6.5)	68.5(3.7)

는 40°C부근에서 액체화가 되는데 오히려 증공과 굴곡된 구조를 갖는 면 섬유내부로 오구가 분포되기 때문에 생각된다. 세제 농도가 1.4%owf에서 2.8%owf로 증가하여도 세척시간 45분에서는 세척성이 거의 증가하지 않고 다만 50rpm, 60°C에서만 높았다. 그러나 세척시간 90분에서는 세제농도 2.8%owf가 약간 높았으나 차이가 비교적 적으므로 피지오구의 세척에는 세제 농도가 큰 영향을 미치지 못함을 알 수 있다.

임펠러식 세탁기에서 EMPA 118의 20°C, 세척시간 10분에서는 세척효과가 거의 없으나, 세척 시간이 30분으로 길어지면 세척성이 증가하므로 임펠러식 세탁기에서 세척성을 높이기 위해서는 세척 시간을 증가하는 것이 필요하다

EMPA 119의 세척성은 EMPA118보다 크게 향상되었는데 이는 표면이 매끈한 폴리에스테르 섬유 표면에 붙은 오구는 증공과 요철을 가지는 면섬유에 비해 제거가 매우 쉬움을 나타낸다. 세척 온도 증가 시 세척성 증가는 세제 농도에 따라 증가 정도가 다른데 농도 1.4%owf는 20°C에서 45°C로 증가할 때보다 45°C에서 60°C로 높아질 때의 세척성의 증가가 더 컸다. 그러나 2.8%owf의 농도에서는 대부분 20°C에서 45°C로 높아지면 세척성이 증가하고 그 이상의 온도에서는 세척성의 증가가 적었다. EMPA 119에서도 세제 농도가 높아져도 온도 20°C와 60°C에서의 세척성은 차이가 없고, 45°C에서만 2.8% owf

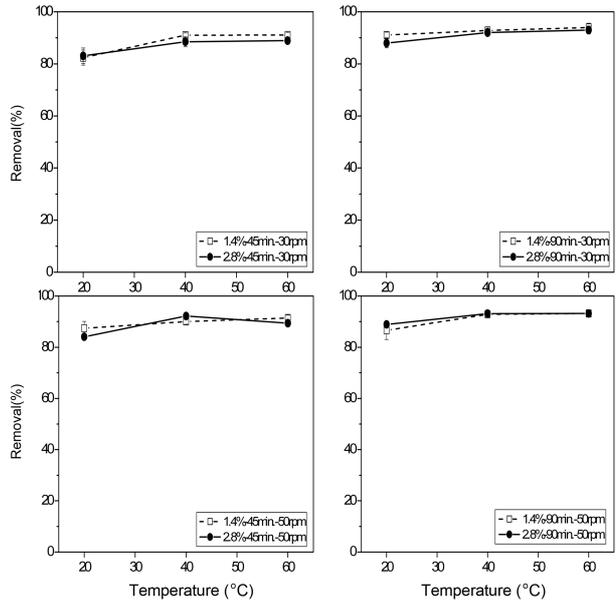


Fig. 6. EMPA 116의 수평 드럼식 세탁기에서 세척 조건에 따른 세척성.

Table 7. EMPA 116의 임펠러식 세탁기에서 세척성(20°C)

기계력	10분	30분
중	53.7(5.5)	69.5(5.1)
최강	52.5(4.2)	71.2(3.3)

의 세척성이 높아 피지오염포인 EMPA 118과 EMPA 119는 규정농도이상에서는 세제 농도에 따른 영향이 적음을 보여준다. 또한 세척시간의 증가와 회전수의 증가는 세척온도 20°C에서 영향을 미쳤으며, 온도가 높아지면 영향이 점차 적어졌다.

임펠러식 세탁기에서도 드럼세탁기와 같이 EMPA 119의 세척성은 EMPA 118에 비해 크게 높았으며, 임펠러식 세탁기로 세탁한 지용성 오구 중에서도 가장 높은 세척성을 보였다. 이는 피지 오염포의 세척성이 위의 결과에서 세제 농도에 의한 영향이 적었는데, 임펠러식 세탁기의 세척시에도 세제 농도가 낮으나 세척성이 크게 낮지 않은 것은 세제 농도의 영향이 적은 것에 기인한 것으로 생각된다. 그러나 임펠러 세탁기에서도 세척시간이 10분에서 30분으로 길어지면 세척성이 향상되었으며, 10분 세척 시에는 기계력이 크면, 세척성이 향상되었으나 30분 세척에서는 기계력이 영향을 주지 못하였다.

### 3.2. 단백질 오구 오염포

면직물에 혈액, 우유를 오염시킨 EMPA 116의 수평 드럼식 세탁기에서의 세척성은 Fig. 6, 임펠러식 세탁기에서의 세척성은 Table 7, 폴리에스테르65/면35 혼방직물에 혈액, 우유를 오염시킨 EMPA 117의 드럼식 세탁기에서의 세척성은 Fig. 7, 임펠러식 세탁기에서의 세척성은 Table 8과 같다.

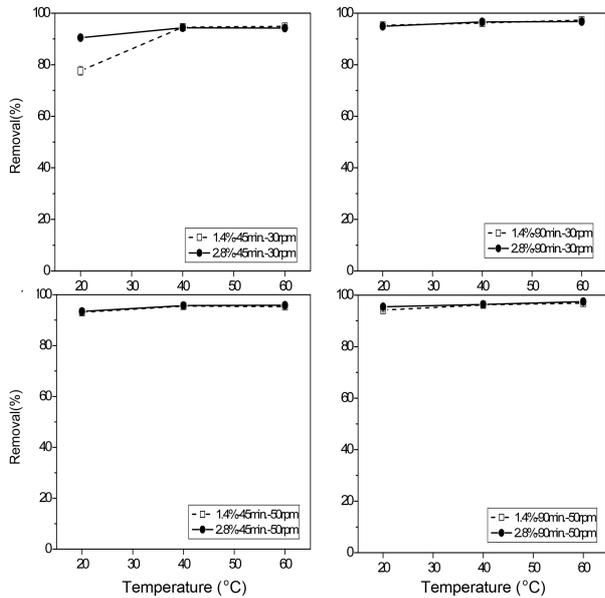


Fig. 7. EMPA 117의 수평 드럼식 세탁기에서 세척 조건에 따른 세척성.

Table 8. EMPA 117의 임펠러식 세탁기에서 세척성(20°C)

기계력	10분	30분
중	52.4(6.7)	68.2(5.8)
최강	47.7(4.9)	73.8(3.9)

EMPA 116에서는 20°C에서도 세척성이 매우 높았으며, 세제 농도 1.4%owf와 2.8%owf 모두 세척 온도가 20°C에서 45°C로 높아질 때 세척성이 약간 증가하였으나 45°C 이상에서는 더 이상 세척성이 증가하지 않았다. 또한 세제 농도 1.4%owf의 세척성도 매우 높아 세제 농도 증가에 따른 세척성의 증가는 관측되지 않았다. 세척시간의 영향은 모든 세제 농도로 30rpm에서는 세척시간이 길어지면 세척성이 향상되었으나, 50rpm에서는 세척시간 증가 시에 세척성의 증가가 30rpm 보다는 적었다. 단백질 오구의 제거는 효소의 가수분해 작용에 의한 것으로 효소는 일정 온도이상에서 작용이 촉진되지만, EMPA 116의 세척성은 20°C에서도 매우 높은데, 이는 단백질 구성이 친수 성분이 높은 것으로 사료된다. 임펠러 세탁기에서 면에 단백질 오구 오염포인 EMPA 116을 10분 세탁 시 세척성도 매우 높은 53.7%였으나 시간이 30분으로 증가하면 세척성이 향상되었다. 그러나 각각의 시간에서 기계력이 증가하여도 세척성은 증가하지 않았다.

EMPA 117의 세척성은 EMPA 116의 세척성 보다 더욱 높았는데 이는 매끈한 섬유구조를 갖는 폴리에스테르에 단백질 오구가 부착되었기 때문이다. EMPA 117 역시 20°C의 세척성이 약간 낮으며 45°C와 60°C의 세척성은 동일하였다. 또한 20°C, 30rpm으로 45분 세척 시에만 세제 농도에 따른 차이가

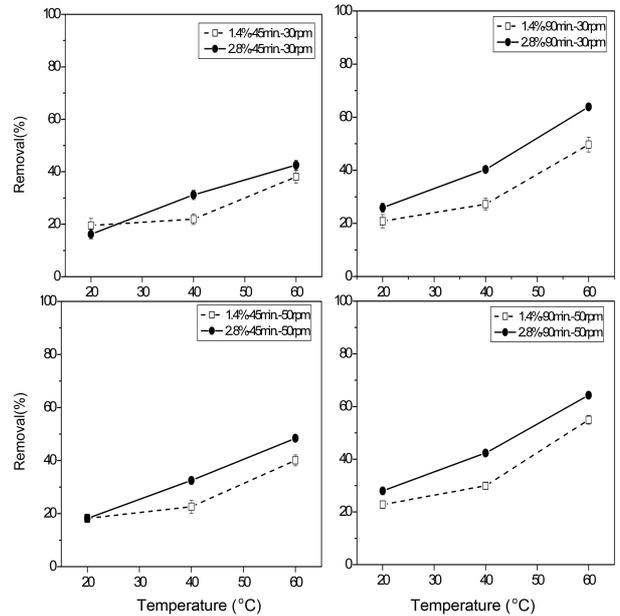


Fig. 8. EMPA 115의 수평 드럼식 세탁기에서 세척 조건에 따른 세척성.

Table 9. EMPA 115의 임펠러식 세탁기에서 세척성(20°C)

기계력	10분	30분
중	5.0(2.0)	11.2(2.6)
최강	8.8(2.0)	10.9(3.3)

있었으며 그 외의 조건에서는 세제 농도에 따른 차이가 나타나지 않았다. 세척시간이 길어질 때에 세척성은 매우 적은 정도로 증가하였으며, 또한 세척 시간 45분에서는 회전수가 증가하면 세척성이 매우 적게라도 증가하였으나 90분 세척 시간에서는 회전수가 증가하여 세척성은 거의 증가하지 않았다.

임펠러식 세탁기에서 EMPA 117의 세척성은 세척 시간 10분에서 30분으로 증가 시에 세척성이 크게 증가하였으나, EMPA 116과 마찬가지로 10분 세척에서 기계력의 증가 시에는 세척성이 향상되지 않았으나 30분 세척에서는 기계력이 증가하면 세척성이 향상되었다. 이는 단백질 오구의 제거에는 효소에 의한 가수분해가 주된 제거 기구이므로 효소가 작용하기 위해서는 도입시간이 필요하며, 가수분해작용이 일어나기 시작하였을 때에는 기계력으로 생성된 분해물 및 새로운 세액의 도입이 빠르면 작용을 촉진시키는 것으로 보인다.

### 3.3 색소 오구 오염포

면직물에 색소를 오염시켜 표백력을 예측할 수 있는 EMPA 115의 수평 드럼식 세탁기에서의 세척성은 Fig. 8, 임펠러식 세탁기에서의 세척성은 Table 9에 나타내었다. 세척온도가 증가할 때에 40°C 이상에서 세척성이 크게 증가하였으나 2.8%owf, 45분 세척 시에는 20°C~40°C와 40°C~60°C의 세척성의 증가

율이 비슷하였으므로, 산소계 표백제가 발생기 산소를 방출하여 표백작용을 나타내려면 온도와 함께 시간이 중요하다는 것을 보여주고 있다. 20°C에서 세척시간 45분에서는 세제의 농도가 2배가 되어도 세척성이 증가하지 않았으나, 20°C에서도 세척시간 90분에서는 세제 농도가 높으면 세척성이 증가하였다. 45°C 이상의 온도에서는 세제 농도가 높으면 세척성이 높았는데, 이는 세제 농도에 비례하여 표백제의 농도도 높아지기 때문이다. 회전수가 증가할 때에 세척성의 증가가 큰 것은 모두 세척온도 60 °C에서 세제농도 1.4%owf, 세탁시간 90분 또는 세제 농도2.8%owf, 세척시간 45분일 때의 증가율이 가장 컸다. 세제농도 1.4%owf, 세탁시간 45분은 표백제의 작용이 충분치 못한 조건이며, 세제농도 2.8%owf, 세탁시간 90분은 표백 작용이 충분하여 기계력에 따른 영향이 나타나지 않는 것으로 생각된다. 이로부터 표백작용에 의한 세척에서 기계력은 다른 세척조건을 보조하는 조건으로 드러났다.

임펠러식 세탁기에서는 역시 드럼세탁기보다 세탁시간이 짧고, 세제농도가 낮으므로 세척성이 낮았다. 세척시간이 30분으로 길어지면 세척시간 10분 보다 세척성이 증가하였으나 20°C에서 표백제의 작용은 충분치 못하며 세척온도를 높이는 것이 필요함을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

현재 시판되는 세제는 대부분 효소와 표백제가 포함되어 있으므로 시판 세제를 사용하여 수평 드럼식 세탁기와 임펠러식 세탁기의 세척 조건에 따른 세척성을 인공 오염포를 사용하여 실험한 결과 다음의 결론을 얻었다.

1. 드럼세탁기에서 오염포의 세척성이 영향을 받는 세척 조건을 살펴보면, 세척 온도는 혈액/ 유유 단백질 오염포를 제외한 모든 오염포에서 영향을 받아 세척온도가 증가할 때에 세척성이 증가하였다. 세제농도가 1.4%owf에서 2.8%owf로 증가하면 세척성이 증가하였는데, 대체적으로 20°C에서의 차이가 가장 크나 온도가 상승하면 차이가 점차 감소하여 60°C에서는 농도에 의한 차이가 없었다. 다만 미네랄 유와 색소 오염포는 60°C에서도 농도차이가 있었다. 세척시간이 길어지면 세척성은 증가하였으며, 낮은 온도와 세제 농도 1.4%owf에서 효과가 컸다. 즉 40°C에서 세제농도 1.4%owf로 90분 세척 시에는 세제 농도 2.8%owf로 45분 세척 시와 동일한 세척효과가 있었다.

2. 임펠러식 세탁기에서는 일반적으로 상온에서 10분 동안 세척하는데 이 때의 세척성은 드럼세탁기에 비하여 매우 낮았다. 이는 임펠러식 세탁기와 드럼세탁기에서 사용하는 세제의 총량은 같아도 액비가 낮아 세제 농도가 떨어지며, 세탁시간이 매우 짧고, 세탁 온도가 20°C이기 때문이다. 세척시간이 길어지면 세척성은 증가하였으며, 10분 세탁 시에 기계력의 증가는 세척성을 향상시켰으나 30분 세탁 시에는 기계력이 증가하여도 세척성은 증가하지 않았다.

이상의 세척성의 결과로부터 수평 드럼세탁기의 세척성을 향

상시키기 위해서는 세제농도를 높이고 40°C의 세척온도에서 세척 시간을 늘려야 함을 알 수 있었다. 또한 세척시의 기계력은 다른 세척 조건이 충분치 못할 경우에만 보완하는 역할을 하는 것도 알 수 있었다. 그러나 세척성을 향상시키기 위하여 과다한 양의 세제를 사용하면 수질에 좋지 않은 영향을 미치며, 세척시간을 늘리면 기계력으로 인한 섬유 손상과 에너지 소모가 많아진다. 그러므로 세탁물을 세척 전에 세제용액에 담구어 두면 세척 효과를 높일 수 있을 것이다. 규정된 양의 세제를 40 °C의 액비를 줄인 물에 가하여 상당 시간 예침한 후 여기에 물을 더 가하여 일정한 액비로 만든 후 세척하는 것이 바람직한 방법으로 생각된다. 예전에는 액비가 적으면 재오염 등의 문제가 발생하였으나 최근에는 재오염방지제 등이 첨가되어 재오염의 위험이 감소하였다. 그러므로 임펠러 세탁기도 액비 감소에 따른 세척성에 관한 추가 연구가 필요한 실정이다. 한편 임펠러 또는 교반방식 세탁기를 사용할 때에도 액비를 줄여 세제를 가한 용액에서 90분 이상 담구 예침한 후 세척하면 드럼세탁기에서 시간을 증가한 것과 같이 세척성을 향상시킬 수 있다. 한편, 비극성의 미네랄유 등의 오구는 세제농도가 높을 때에 세척성이 향상되었으므로 이 경우에는 세제농도가 짙은 용액으로 부분적으로 처리하며, 색소오구는 표백제의 농도와 비례하여 세척효과가 나타나므로 산소계표백제를 첨가하여 세탁하는 것이 세척성을 높이게 된다.

**감사의 글:** 이 논문은 2007학년도 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음.

#### 참고문헌

강인숙·김성린 (1989) 진공청소기 분진을 모델로 한 고형오염의 세척성에 관한 연구. *한국의류학회지*, **13**(3), 286-294.  
 김영희·정두진 (1994) 유성오염의 세척성에 관한 연구(제1보) -고체 유성오염의 세척성. *한국의류학회지*, **18**(4), 524-535.  
 김영희·정두진 (1995) 유성오염의 세척성에 관한 연구(제2보) -유화과 롤링업에 의한 액체유성오염의 세척성. *한국의류학회지*, **19**(2), 356-365.  
 김은애·안미영·한은경·박윤서·신현두 (1996) 시판 인공오염포의 세척조건별 반응성에 관한 연구. *한국의류학회지*, **20**(6), 1048-1061.  
 머니투데이 (2006. 2. 23) 드럼세탁기 전용 세제 시장 급성장. [http://www.moneytoday.co.kr/daily\\_index.html](http://www.moneytoday.co.kr/daily_index.html)  
 비누·세제 (1994) 제품별 내수 및 비누, 세제 비율. 한국 비누세제 협동조합, p.40.  
 박정희 (1995) 새로운 수류방식을 사용한 세탁기의 세탁 성능에 관한 연구. *생활과학연구*, **20**, 145-153.  
 오경화·유혜경 (1997) 소비자의 세탁습관에 따른 세탁효율 평가-국산세탁기의 경쟁력 강화를 위한 세탁 실태 조사 및 실험연구(II). *한국의류학회지*, **21**(2), 251-261.  
 이미식·김성린 (1981) Triglyceride의 세척성에 영향을 미치는 몇 가지 요인. *한국의류학회지*, **5**(1), 227-233.  
 이육기·표상연·김홍성·김관돌·이홍원 (1994) 세탁 및 행굼 성능 향상 방안 연구 -세제의 용해가 세탁 및 행굼성능에 미치는

- 영향. *한국의류학회지*, **18**(1), 23-30.
- 이정숙 · 김성련 (1986) 단백질 오염의 세척거동에 관한 연구(I) -세척 시험용 모델 오염으로서의 인체 표피 각질층의 특성. *한국의류학회지*, **10**(3), 1-8.
- 정혜원 · 김성련 (1977) 오염증의 유리지방산이 세척에 미치는 영향 (제1보) -팔미트산의 세척 특성-. *한국의류학회지*, **1**(1), 31-37.
- 정혜원 (1985) 면포에서 Triglyceride 단독 오염의 세척성에 관한 연구. *대한가정학회지*, **23**(1), 19-24
- 정혜원 (1996) 면포에서 혼합계면활성제 용액에서 Triolein의 세척성. *한국의류학회지*, **20**(1), 390-397
- 정혜원 · 김미경 · 김현숙 (2006) 트럼세탁기의 세척성 향상을 위한 인공오염포의 세탁조건에 따른 세척성. *한국의류학회지*, **30**(11), 1589-1597.
- Fort Jr., Tomlinson, Bilica, H.R. and Grindstaff, T.H. (1966) Studies of soilings and detergency, **36**(20), 99-112.
- 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.
- Scott, B.A. (1963). Mechanism of fatty soil removal. *J. Appl. Chem.*, **13**(3), 133.
- [http://www.tide.com/en\\_US/index.jsp](http://www.tide.com/en_US/index.jsp)
- <http://www.lion.co.jp/en/products/html/pro00103.htm#01>
- <http://www3.kao.co.jp/products/clothcleanser.html>

(2007년 6월 15일 접수)

---