

무세제 세탁코스에 관한 연구

강인숙¹⁾ · 조성진²⁾ · 김영수²⁾

1) 창원대학교 의류학과

2) LG전자 세탁기사업부

A Study on Non-detergent Course of Washing Machine

In-Sook Kang¹⁾, Seong-Jin Jo²⁾ and Young-Soo Kim²⁾

1) Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University, Changwon, Korea

2) Washing Machine Division, LG electronics, Changwon, Korea

Abstract : The purpose of this study is to research source of soil which is available for non-detergent course, and to develop optimum non-detergent course of washing machine for water soluble soil. The water soluble soil such as grape juice, soy bean paste and soy sauce were easily removed from the fabric but the oil soluble soils such as sesame oil and steak sauce were insufficiently removed in washing solution without detergent. In the absence of detergent, amount of residual soils increased linearly with increasing number of soiling and washing. To search optimum conditions of washing for non-detergent course, the effect of temperature, washing time and washing method on detergency of soil in non-detergent washing solution was examined. The optimum washing temperature and washing time for non-detergent course were about 40°C, and 7 minutes, respectively. And in the non-detergent washing solution, midterm drain-resupply of water during washing process was good for removal of water soluble soil.

Key words : detergency, detergent, washing, washing machine, soil

1. 서 론

세탁기에 사용되는 세제는 주로 합성세제로서 제2차 세계대전 이후 개발되어 세탁기의 보급과 함께 소비가 급격히 증가하였다.

이는 합성세제의 값이 싸고, 세제의 성능이 지나치게 소비자들에게 강조되어 세탁을 할 때 필수적으로 세제를 사용하기 때문이다. 세제의 소비 증가는 가정의 경제적인 측면과 환경에 대한 부정적인 영향을 고려할 때 세제의 오·남용을 줄일 수 있는 합리적인 접근이 시급한 때이다.

과거의 세탁은 힘든 가사노동의 하나이므로 그 만큼 가정에서 하는 세탁의 횟수도 적었다. 그러나 세탁기가 일반 가정에서 보급되고 값싼 합성세제가 개발되면서, 세탁에 대한 의식이 변화되어 오염정도가 심하여 세탁을 하는 것이 아니라 일단 의류제품이 사용되면 세탁을 해야 되는 것으로 생각하여 가정에서 행하는 세탁회수는 많이 늘어나게 되었다(유혜경 등, 1996).

그렇기 때문에 세탁물의 오염정도는 대단히 경미할 뿐만 아니라 오염원도 단순하다. 오염원이 수용성일 경우, 세탁시 세제를 사용하지 않고 물만으로 상당한 세척효과를 거둘 수 있음에

도 불구하고 다른 세탁물과 마찬가지로 세제를 사용하여 세탁하는 방법을 취하고 있다.

일반적으로 세탁은 세제가 함유된 물에 오염된 옷을 넣고 물리적 힘을 가하여 진행되고 세탁효과는 오구와 섬유 그리고 세액간의 상호작용에 의해 결정되지만, 세탁을 위한 매질로써의 물의 단독작용도 오구의 종류에 따라 오구의 제거에 결정적 역할을 하고 있다.

세척작용에서 물은 의복으로부터 분리된 오구를 물 속에 안정된 상태를 유지하여 섬유에 다시 부착되는 것을 방지하고, 섬유와 오구의 계면에 여러가지 세탁을 도와주는 요소, 즉 열, 기계적인 힘 등을 전달하는 등 세탁과정에서 간접적인 역할을 할 뿐만 아니라, 물은 극성이 큰 화합물이므로 산, 염기, 염을 비롯한 극성물질을 용해하는 능력이 커서 이러한 오구는 물에 쉽게 용해하여 섬유로부터 제거할 수 있고 전분이나 단백질, PVA, CMC와 같은 극성을 가진 고분자 화합물도 용해 또는 분산시키는 능력이 있다(김성련, 1998).

따라서 제품의 용도에 따라 오염원이 단순하고 가볍게 오염된 경우 세제가 첨가되지 않은 물만으로도 충분한 세탁효과를 기대할 수 있는 영역이 다수 있을 것이라 예측된다.

이에 본 연구는 세제를 사용하지 않고 물만으로 세탁이 가능한 오구원과 그에 알맞는 세탁조건을 검토하여 가정용세탁기의 세탁코스 개발에 적용하고자 한다.

Corresponding author: In-Sook Kang
Tel. +82-55-279-7471, Fax. +82-55-279-7470
E-mail: Kangis@changwon.ac.kr

Table 1. Characteristics of fabric

Material	Cotton 100%	Polyester 100%
Yarn count	36Ne × 36Ne	75d × 75d
Fabric weave	Plain	Plain
Thickness (mm)	0.241	0.107
Fabric density (ends × picks/5cm)	141 × 135	210 × 191

2. 연구방법

2.1. 시료와 시약

시료 : 오염포는 면에 카본블랙(96%) 광유; 세탁기의 물리적인 힘에 의한 오염 제거력 평가용, 혈액(돼지피); 단백질오염 제거력 평가용, 초코렛(코코아+우유); 유성오구의 제거력 평가용 그리고 적포도주(Alicante); 표백력을 평가용으로 생활오염원이 주 성분으로 각각 포함된 IEC 인공오염포(IEDC 456/2 STRIP: 독일 WFK 사)를 그대로 사용하였다.

인공오염포 제작을 위한 시료는 KS K 0905에 규정된 섬유류 제품의 염색견뢰도 시험용 첨부 백포인 면과 폴리에스테르를 사용하였고, 그 특성은 Table 1과 같다.

오염원과 세제 : 오염원은 참기름, 스테이크소스, 초코우유, 커피, 라면, 고추장, 간장, 된장, 포도 주스로 시판되고 있는 식품을 그대로 사용하였다.

세탁시 사용된 세제는 시판 합성세제(슈퍼타이: LG화학)를 사용하였다.

2.2. 오염포 제작

면과 폴리에스테르 원포를 5cm × 5cm 크기로 잘라서 오염포의 표면반사율이 50 ± 10%되도록 오염원을 원액 그대로 사용하거나 물로 희석한 후 상온에서 각 생활오염원에 1시간 침지시킨 후 자연건조하여 사용하였다. 그리고 반복세탁을 위한 오염포는 동일한 오염포를 세탁하고 매회 다시 반복하여 오염시켰다.

2.3. 오염포의 부착

오염포를 세탁 하기 위하여 시험포로 사용된 세탁물의 형태와 무게 그리고 세탁물에 오염포를 부착하는 위치와 부착시킨 매수는 전기세탁기 성능평가를 위한 규격인 KS 9608(1996)의

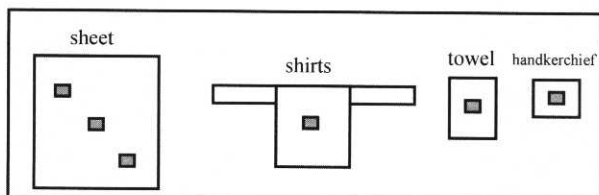


Fig. 1. Attachment of soiled fabric.

방법에 준하였다. 오염포의 부착은 오염포의 나비가 좁은 한 쪽 끝을 꿰매어 붙였다.

2.4. 세탁

세탁은 KS C 9608의 방법에 준하여 오염포가 부착된 시트 3매, 셔츠 2매, 타월 3매, 손수건 2매(총 3.7Kg)를 가정용 시판 세탁기(LG 세탁기 모델, WT-2K 106)에 넣고, 세제농도 0.1%, 세탁온도 30°C, 급수량 57L의 세탁조건에서 표준세탁코스 세탁하였다.

세탁방법을 달리한 세탁에서 교반세탁과 원심투과세탁을 실시하였는데 수류방식은 아래와 같다. 세탁조건은 일반세탁과 동일하지만 총 세탁시간을 26분으로 하였다.

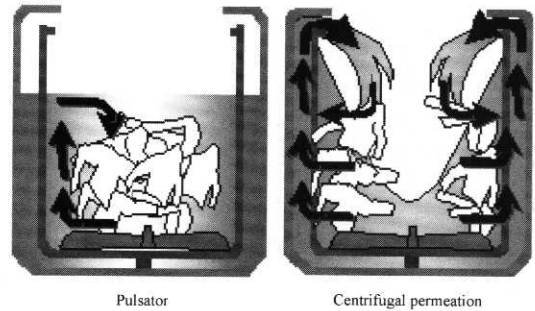


Fig. 2. Mechanical method of washing machines.

2.5. 세척력 평가

색차계(Minolta CR-300 Chroma-meter)로 세탁전후의 반사율을 측정하여 다음 식에 의해 세척율을 산출하였다.

$$\text{세척율}(100\%) = ((R_w - R_s) / (R_o - R_s)) \times 100$$

R_o : 원포의 표면반사율

R_s : 세탁 전 오염포의 표면반사율

R_w : 세탁 후 오염포의 표면반사율

3. 결과 및 고찰

3.1. 기성 인공오염포에 있어서 세제의 첨가여부에 따른 세척성

일반적으로 물은 극성이 큰 분자이므로 산, 염기, 염을 비롯한 극성물질을 용해하는 능력이 커서 이런 오염을 쉽게 용해하여 제거할 수 있을 뿐만 아니라 불용성 물질도 섬유로부터 제거하는 데 도움을 준다.

따라서 생활오염원에서 세제를 첨가하지 않아도 순수 물만으로 오염물질이 제거되는 오염원이 있으리라 생각된다. 그리하여 독일 WFK사에서 생활오염원으로 제작한 기성 인공포를 KS C9608의 방법에 준하여 세제의 첨가 유무에 따른 세척효율을 알아본 결과는 Fig. 3과 같다.

일반적으로 세제를 첨가한 경우가 세제가 첨가되지 않았을 때보다 세척성이 좋지만 초코렛/우유와 적색포도주로 오염된

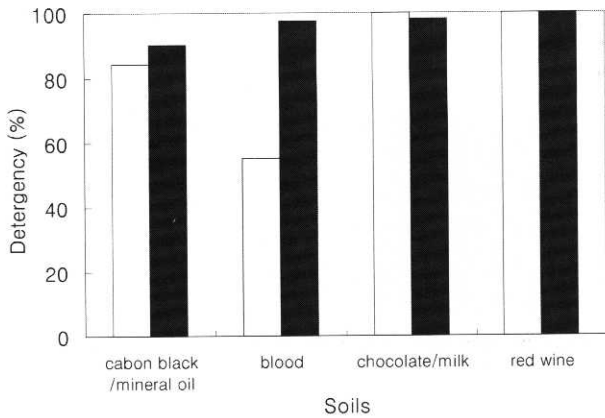


Fig. 3. Detergency of artificially soiled cotton fabric(IEC); □ without detergent, ■ with detergent.

오염포에서는 세제를 사용한 것과 세제를 사용하지 않은 것 사이의 세척성에는 크게 차이가 없었다.

그러나 지용성성분이 함유된 카본블랙/광물유와 단백질오구로서의 돼지혈액으로 오염된 경우 무세제 보다는 세제를 첨가하였을 때 세척성이 더 좋았다. 광물유가 함유된 카본블랙에 있어 세제를 첨가한 경우가 세제를 첨가하지 않았을 때보다 세척성이 좋은 것은 비극성성분의 광물유가 극성이 큰 물 만으로 제거가 안되고 세제의 작용에 의하여 유화분산되었기 때문이다. 그리고 돼지 혈액도 단백질이 변성되어 물 만으로의 제거가 어려웠기 때문으로 생각된다.

3.2. 섬유 및 식품 오염원을 달리한 인공오염포의 세척성

기성 인공오염포에서 나타난 결과를 보다 구체적으로 확인하기 위하여 다양한 식품오염원을 면과 폴리에스테르섬유직물에 오염시켜 세제 및 무세제로 세탁하여 세척성을 상호 비교하였다(Fig. 4, 5).

면직물 : Fig. 4는 면직물의 세척성을 나타낸 것인데 오염원에 따라 세척성에 차이가 많아서 간장은 비교적 높은 세척성을 나타내지만 참기름은 세척성이 낮았다. 일반적으로 오염원의 종류에 따라 세척성의 차이는 있지만 세제를 사용한 경우가 세제를 사용하지 않은 경우보다 세척성이 좋았다.

포도주스, 된장, 커피, 고추장, 간장 등과 같은 친수성 오염원이 주된 식품오염원군에서는 세제의 첨가여부에 따른 두 집단간의 세척성의 차이는 적었지만 참기름, 스테이크 소스 등과 같은 지용성 오염원이 함유된 식품오염원에서는 세제를 첨가한 경우가 세제를 첨가하지 않은 경우보다 크게 세척성이 좋았다. 이는 기성인공오염포(IEC)의 결과와 마찬가지로 세제가 있으면 지용성성분이 유화되어 제거되지만 물만으로는 지용성성분이 제거되기가 힘들기 때문이다.

폴리에스테르 직물 : Fig. 5는 면직물과 마찬가지로 방법으로 폴리에스테르직물을 실험한 결과이다.

이에 의하면 각 오염원에 대한 세제의 첨가여부에 대한 효

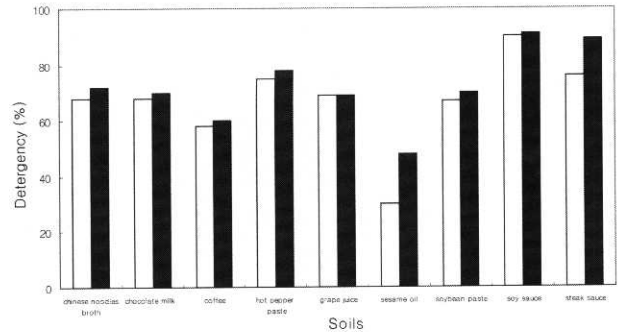


Fig. 4. Detergency of artificially soiled cotton fabrics with various food solution.; Temp: 30°C, Time: 12 min. □ without detergent, ■ with detergent.

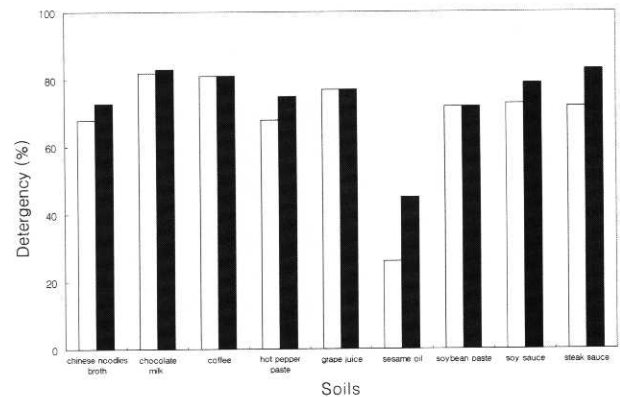


Fig. 5. Detergency of artificially soiled polyester fabrics with various food solution.; Temp: 30°C, Time: 12 min. □ without detergent, ■ with detergent.

과는 면과 유사한 경향으로 수용성 오구를 함유하는 생활오염원에서 세제의 첨가여부가 세척성에 크게 영향을 주지 않았지만 지용성오구를 함유한 오염원에서는 세제를 첨가한 경우 세제를 첨가하지 않은 경우보다 세척성이 많이 좋았다.

면직물과 폴리에스테르직물간의 세제유무에 따른 효과는 유사하지만 세척성에는 차이가 있었다. 일반적으로 폴리에스테르 직물은 면직물에 비하여 식품오염원간의 세척성의 차이가 적고 참기름을 제외하면 대체적인 세척성도 좋은 편이다.

이는 폴리에스테르직물이 면직물에 비하여 직물표면이 평활하고 매끄럽기 때문에 상대적으로 직물의 흡에 물리적으로 끼게 될 가능성도 적어 오염원이 쉽게 빠져 나올 수 있기 때문에 세척성도 면직물에 비하여 크고 표면특성의 영향으로 오염원간의 세척성의 차이도 적었다고 생각된다.

세제를 사용하지 않았을 때 참기름의 경우 면직물에 비하여 세척성이 낮은 데, 이는 면직물은 친유성오구와의 부착력이 적은 반면에 폴리에스테르 직물은 소수성으로 친유성오구와의 부착력이 크기 때문이다. 그러나 세제를 사용할 경우 이러한 효과는 상대적으로 약해지기 때문에 섬유간 차이는 적게 나타난

것이라 생각된다.

3.3. 무세제 세탁의 반복세탁 효과

일반적으로 의류는 착용과 세탁을 반복하면 완전히 제거되지 않은 오염이 축적되고 잔류물의 산화로 점차적으로 황변현상이 일어난다(차옥선, 1994). 잔류오염의 대부분은 피지와 질소화합물로 알려져 있고 단백질오구는 지질오구와 무기오구를 섬유에 결합시키는 바인더 역할을 하게된다.

따라서 지질오구와 단백질오구는 세제를 첨가하지 않았을 때 세제를 첨가한 경우에 비해 세척율이 낮기 때문에 오염과 세탁이 반복되는 과정에 있어 오구는 대단히 클 것으로 예상된다.

따라서 무세제 세탁의 효과를 실제적인 측면에서 검토하기 위하여 식품오염원으로 오염시키고, 세탁하는 과정을 반복하여 무세제 세탁의 반복세탁 효과를 비교한 결과는 Fig. 6과 같다.

오염원의 종류에 관계없이 오염과 세척이 반복될수록 직물에 축적되는 오구의 양은 증가하지만 식품 오염원의 종류에 따라 누적되는 오염량은 차이가 있다. 포도주스와 같은 수용성 오구는 오염과 세탁이 반복될수록 섬유 직물에 잔존하는 오염의 누적량은 많지 않지만, 반복세탁 과정에서 변성이 일어날 수 있는 우유와 같은 단백질 오구가 혼합된 경우, 오염과 세탁이 반복될수록 섬유직물에 잔존하는 오구량은 급격히 증가한다.

일반적으로 세제를 사용하지 않고 그냥 물만으로 세탁을 했을 경우 세제를 사용하였을 때보다 반복세탁시 누적되는 오구의 양이 많고 그에 따라 제품의 색상변화가 나타난다.

한국의류시험연구원(2002)에서 흰색내의를 실제 착용과 세탁을 반복한 결과 세제를 첨가했을 때보다 세제를 넣지 않고 세탁을 했을 때 내의의 색상변화가 훨씬 심했다. 따라서 무세제 세탁에 있어 반복되는 세탁에 있어 오염의 축적이 문제가 될 수 있기 때문에 변성이 가능한 단백질 오구는 세제를 사용하는 세탁방법이 추천된다.

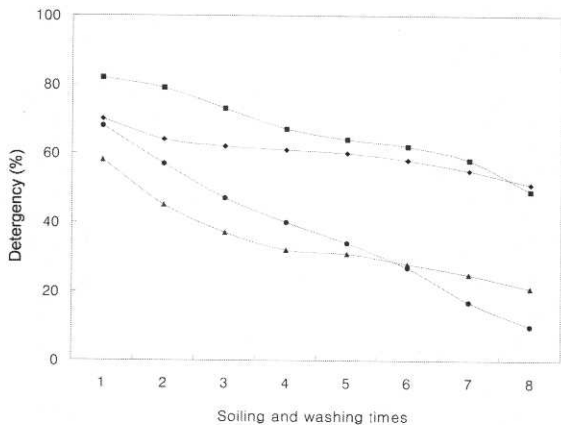


Fig. 6. The effect of repetition of soiling and washing on the detergency of artificially soiled cotton fabric with various food solution. Temp: 30 °C, Time: 12 min.; ■ ketchup, ◆ grape juice, ▲ coffee, ● chocolate milk.

3.4. 무세제 세탁코스개발을 위한 기초연구

생활오구원으로 오염한 포에 있어 세제의 첨가여부에 따른 효과를 검토한 결과, 세제를 첨가한 경우보다는 세척효율이 떨어지지만 수용성 오구의 경우 세제를 사용하지 않더라도 일정 수준의 세척효과를 얻을 수 있음이 확인되었다.

따라서 세탁방법과 세탁조건을 개선하면 세제 첨가와 유사한 결과를 가져올 수 있는 무세제 코스 개발이 가능하리라 생각된다.

세탁온도에 따른 무세제 세탁효과 : 오구를 섬유로부터 제거하기 위해서는 외부로부터 에너지를 필요로 하는데, 열은 에너지의 하나이므로 온도가 올라가면 섬유와 오구의 결합력이 약해지고 세척계에 열에너지를 공급하여 분자운동이 커지고, 반응속도와 확산속도가 커져서 세탁효과가 좋아진다.

세제를 사용하지 않았을 때 화학적인 작용을 기대할 수 없기 때문에 세탁온도에 따른 열적 작용은 무세제 코스에선 중요한 역할을 하리라 생각된다. 따라서 세제를 첨가하지 않아도 세탁이 잘되는 오구원 중에서 케찹, 커피, 초코우유, 포도주스로 오염시킨 오염포를 세탁온도에 변화를 주어 세제를 넣지 않고 세탁을 한 결과는 Fig. 7과 같다.

오구원의 종류에 따라 세탁온도에 따른 효과는 다르지만 일반적으로 오구원의 종류에 관계없이 40°C에서 가장 좋았다. 초코우유의 경우 60°C에서 세척력이 급격히 감소하는 데 이는 고온에서 단백질이 변성되어 물에 대한 용해성이 감소되었기 때문으로 생각된다(이정숙 · 김성련, 1996).

세탁시간에 따른 무세제 세탁효과 : 오구를 섬유로부터 제거하는데 필요한 시간은 오구의 종류, 세탁온도 그리고 세탁기의 구조에 따라 달라진다.

특히 무세제코스에서 섬유로부터 제거된 오구는 분산이 불안정하기 때문에 재오염의 가능성이 세제를 사용한 경우에 비

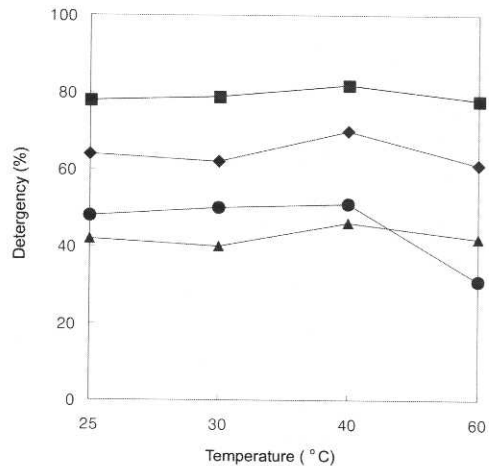


Fig. 7. The effect of temperature on the detergency of artificially soiled cotton fabric with various food. Time: 12min. ■ ketchup, ◆ grape juice, ▲ coffee, ● chocolate milk..

해 크다. 그러므로 필요이상 장시간 세탁하는 것은 불리할 수 있다.

와류식 세탁기의 세탁시간에 준하여 세탁시간에 따른 세척성을 알아본 결과는 Fig. 8과 같다. 이에 의하면 세탁시간에 따른 세척성은 식품원에 따라 차이를 보이고 있는데, 커피를 오염원으로 한 경우 세척성이 평형에 도달하는 시간이 12분 정도로 길지만 커피를 제외한 식품을 오염원으로 한 경우 세탁시간 초기 7분내에는 세척성이 세탁시간에 따라 증가하지만 7분이 경과하면 세척률의 변화는 미미하고 세탁시간 12분이 경과하면 세척성은 오히려 떨어지는 경우도 있다. 이와 같은 현상은 재오염에 기인한 것으로 판단된다.

따라서 세척성의 제고를 위하여 무세제 세척과정에서 세액의 청결성을 유지하는 것이 중요하리라 생각된다(Verwey · Ovebeek, 1948; Shaw, 1970).

세탁방법에 따른 세탁효과 : 의복에서 탈락되어 분산된 오구

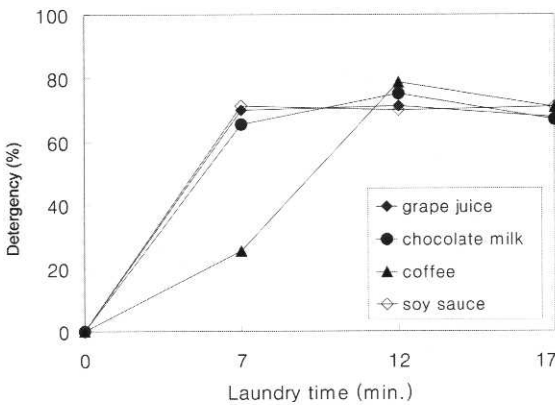


Fig. 8. The effect of washing time on the detergency of artificially soiled cotton fabric with various food solution.

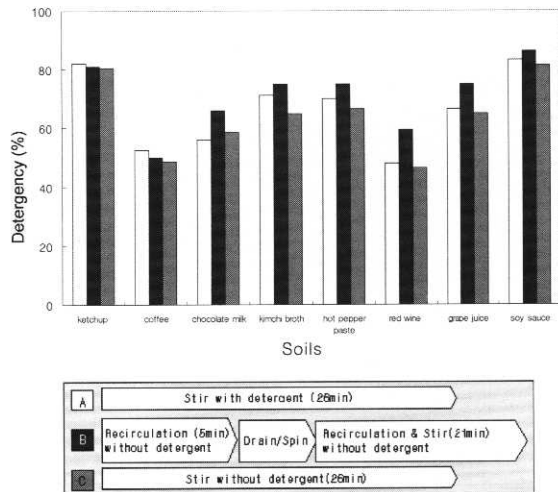


Fig. 9. The effect of washing methods on detergency of artificially soiled cotton fabric with various food solution.

는 열역학적으로 불안정하지만 일반적인 세액에서는 세제의 도움으로 얼마간 안정성을 유지하고 있다.

그러나 세제가 첨가되지 않은 경우 분산액의 불안정성은 증대되고 그에 따라 재오염의 가능성이 커지게 된다. 따라서 무세제 세탁에서 세탁 중간에 오구가 분산된 액을 배수하고 다시 신선한 물을 도입하는 것이 좋은 방법이라 생각된다. 그리고 이 방법은 수류의 방식에 영향을 받을 것으로 생각되기 때문에 교반식과 원심투과 방식으로 변화를 주어 상호간 세척효율을 비교하고자 하였다.

교반식은 일반 와류식 세탁시의 방식이지만 원심투과세탁은 세탁날개와 세탁조를 같이 회전시켜, 세탁조와 저수로 사이로 물을 끌어 올려 다시 세탁조 내부로 재순환시키는 방식을 채택하고 있다. Fig. 9에서보면 세탁 시간이 7분이상이 되면 세척성이 일정하거나 오구원에 따라 오히려 세척성이 떨어지기 때문에 B에선 세탁시간 7분후 배수와 탈수를 하고 다시 신선한 물을 도입하는 방법을 사용하였고 A, C는 교반방식으로 세제의 유무에 따른 세척성을 본 것이다(Fig. 9).

Fig. 9에 의하면 오구의 종류에 따라 약간씩 차이를 보이고 있지만 세제의 첨가 여부에 관계없이 단백질오구가 함유된 오구원을 제외하면 대체적으로 색소입자 오구가 포함된 오구원에 있어서 세탁 중간과정에서 신선한 물이 다시 도입된 군의 세척성이 좋았다.

4. 결 론

무세제 코스가 가능한 오구원을 탐색하고 그 오구원의 세탁 코스를 개발하기 위하여 세탁의 조건에 변화를 주어 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 식품오염원 중 수용성오구의 세척성은 세제의 첨가 여부에 영향을 받지 않지만 지용성 오구는 세제가 첨가되면 세척성은 향상되었다. 그리고 폴리에스테르 직물의 세척성이 면직물에 비해 높았고 식품오염원간의 차이도 적었다.

무세제의 반복세탁에 있어 수용성오구의 누적은 적지만 단백질오구는 많이 누적되었다. 따라서 수용성오구에 있어서는 무세제 세탁의 가능성이 확인되었다.

2. 세제를 사용하지 않았을 경우 오구원의 종류에 관계없이 세탁온도가 40°C 부근에서 가장 세척성이 좋았고, 세탁시간이 7분 이상이 경과하면 세탁증진효과가 미미하였고 12분이 경과하면 재오염 현상이 나타났다. 그리하여 세탁과정에서 중간배수를 하여 세탁수를 청결히 유지한 결과 세탁효과가 월등히 좋았다.

참고문헌

김성연 (1998) "세제와 세탁의 과학", 교문사, 서울, p.183.
 유혜경 · 오경화 · 조용진 (1996) 국산 세탁기의 경쟁력 강화를 위한 세탁 실패 조사 및 실험연구(I), *한국의를학회지*, 20(5), 893-

904.

- 이정숙 · 김성련 (1996) ptease(subtilism carlsberg)가 혈액 단백질 오구의 제거에 미치는 영향(II). *한국의류학회지*, **20**(4), 655-666.
- 차옥성 · 이일심 (1994) 일반가정의 세탁습관 및 반복세탁에 의한 백색면 내의 잔류오염. *한국의류학회지*, **18**(4), 549-559.
- 한국의류시험연구원 (2002) 대우 무세제 세탁기 평가 보고서. 한국비

누세제공업협동조합.

- Shaw D.J. (1970) "Introduction to Colloid and Surface Chemistry". Butter-Worths, London, pp.133-135.
- Verway J.W. and Overbeek J.T.G. (1948) "Theory of the Stability of Lyophobic Colloids". Elsevier Publish Co., Amsterdam, p.66. (2003년 6월 12일 접수)
-