

드라이클리닝 시 친수성 오구의 세탁성 향상을 위한 연구

곽수경 · 상정선* · 박명자**†

한양대학교 의류학과 박사 · 한양대학교 의류학과 겸임교수*
한양대학교 의류학과 교수**†

Detergency improvement of hydrophilic soils in dry cleaning process

Soo-Kyoung Kwak, Jeong Seon Sang*, Myung-Ja Park**†

Ph. D. Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University
Adjunct Prof. Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University*
Prof. Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University**†
(2019. 11. 30 접수; 2019. 12. 10 수정; 2019. 12. 17 채택)

Abstract

The dry cleaning effect related to the type of soil and fiber was analyzed using silicone and alcohol-based solvents(ethyl alcohol, isopropyl alcohol, acetone) that are relatively safe for the human body and environment to improve the detergency of hydrophilic soils in dry cleaning system. Based on this analysis, an effective dry cleaning method to be carried out for improving the detergency according to the type of hydrophilic soils. After dry cleaning was performed using 20 types of artificial soiled fabrics consisting of 7 types of fibers and 4 types of hydrophilic soils, the detergency was measured and the results were compared and analyzed by solvents and fiber types. The results are presented as follows; first, the detergency of hydrophilic soils using silicone solvents showed a low rate of detergency. In particular, the tannin soil showed a lower level of detergency compared to the protein soil. Second, the detergency of hydrophilic soils using silicon solvents with dry soap differed in some detergency according to the soil and fiber types. Especially, the detergency of curry soil on cotton fabric showed significant improvement. Third, the protein soil was not removed from dry cleaning using alcohol-based solvents, but the effect of dry cleaning of curry soil on both cotton and polyester fabric was substantially improved. As a result, the elimination of blood soil is more effective in silicon solvents than in alcohol-based solvents. The removal of tannin soils may improve detergency by adding dry soap to silicon solvents or by using alcohol-based solvents as alternative solvents. The use of alternative solvents such as silicon and alcohol solvents can contribute to the environmental improvement of the dry cleaning industry, which uses petroleum-based solvents. It is also expected to provide consumers with the opportunity to choose eco-friendly and efficient dry cleaning methods.

Key Words: dry cleaning(드라이클리닝), hydrophilic soils(친수성 오구), detergency(세척율), dry soap(드라이소프), silicone solvent(실리콘계 용제)

† Corresponding author ; Myung-Ja Park

Tel. +82-2-2220-1192

E-mail : mjapark@hanyang.ac.kr

※ 본 연구는 박사학위논문의 일부임

I. 서론

세탁은 물 또는 유기용제와 같은 용매 중에서의 의류에 묻어있는 오구를 분리하고 재부착하는 것을 방지하여 제거하는 과정이다. 이 때 진식세탁이라고 불리는 드라이클리닝이란 물을 사용하지 않고 유기용제에만 오구를 제거하는 공정을 말한다. 친수성 섬유는 물속에서 형태안정성이 낮으나, 유기용제 중에서는 형태안정성이 우수하고 친유성 오구의 용해력이 커져서 친유성 오구의 제거에 효과적이다. 최근 의류소재가 다양화하고 고급화에 따라 물세탁에 비해 섬유손상이 적은 드라이클리닝의 중요성이 더욱 커지고 있다(김성련, 2002).

현재 한국의 드라이클리닝 업소에서는 대부분 탄화수소류의 일종인 석유계 드라이클리닝용 용제를 사용하고 있다(국가통계포털, 2014). 석유계 용제는 파라핀류, 올레핀류, 나프탈렌류 및 방향족류 화합물로 구성되어 있지만 제조사에 따라 구성 비율이 달라지고, 환경오염의 피해를 줄이고 자 방향족 함량을 낮춘 용제를 판매하기도 한다(김재혁, 유경선, 2017). 또한 석유계 용제는 일본에서도 70% 정도 사용하고 있으나 유럽은 거의 사용하지 않고 있다. 그러나 한국에서 드라이클리닝용 용제로 가장 많이 사용하고 있는 석유계 용제는 실제로 독성을 가진 발암물질로 알려져 있고, 인화점이 낮아 화재위험이 매우 높아(신진호, 권승미, 2017; 최정민 외, 2012; Jo & Kim, 2001), 세탁소 작업장 종사자들은 드라이클리닝 공정에서 휘발성 유기화합물(VOCs)의 직접적인 위험에 노출되어 있고 소비자들은 세탁전문점 근처에 거주하면서 혹은 드라이클리닝 후 의복에 잔존하는 석유계 용제의 휘발성분으로 인해 건강을 위협받고 있는 실정이다(신정숙, 1992).

그리하여 인체와 환경에 해가 적으며, 석유계 용제와 성능이 비슷한 드라이클리닝을 위한 대체 가능용제가 끊임없이 개발되고 있으며, 그 중에 liquid carbon dioxide(CO₂), 디카메틸펜타실록산(decamethylcyclopentasiloxan, D5), 아세탈(Acetal), 글리콜 에테르(glycol ether), 레몬넨(Lemonen) 등이 언급되고 있다(Troynikov et al., 2016). 특히 친환경적인 드라이클리닝을 위하여 대체용제로

대두되고 있는 acetal, 이산화탄소, decamethylcyclopentasiloxan 용제들은 화학적으로 유독성면에서 퍼클로로에틸렌과 석유계 용제보다 위험성이 낮아 대체가능한 드라이클리닝용 용제로서 관심을 받고 있다(김천희, 2014).

실리콘화합물은 무색투명, 무취이며 생리적으로 불활성이므로 인체와 환경에 상대적으로 안전하다고 인정되어 이미 외국에서는 대중화 되었다. 현재 한국에서는 아직 초기 도입단계인 실리콘계 용제는 화합물의 세탁성질에 대해서는 아직 잘 알려져 있지 않으므로(O'Lenick, 2000) 실리콘계 용제를 이용한 드라이클리닝에 상용화하기 위해서는 오구와 섬유종류에 대한 다양한 연구가 필요하다. 실리콘계 용제를 사용한 드라이클리닝 연구(김천희, 2012; 김천희, 2014; 김천희 2017)가 있으나 친유성 오구에 제한되어 있고 섬유의 종류가 양모섬유와 셀룰로오스 섬유인 cotton과 cotton/polyester에 국한하여, 다양한 오구와 섬유를 적용한 실리콘계 용제에서의 드라이클리닝관련 연구는 여전히 부족한 실정이다.


석유계 용제와 실리콘계 용제는 유기용제의 용해력으로 섬유의 손상을 줄이면서 친유성 오구를 잘 제거할 수 있고 미생물 제거효과의 장점을 갖고 있지만(신정숙, 차옥선, 1997; 김주연, 박정희, 1999) 친수성 오구를 용해시키는 능력이 제한적이므로 탄닌계 색소, 무기염류, 탄수화물, 단백질과 같은 다양한 친수성 오구를 제거하기에는 부적합하다(김성련, 2002). 광수경 외(2018)는 다양한 오구와 면/폴리에스터 혼방직물의 오염포를 사용하여 물세탁과 드라이클리닝의 세탁성능을 비교하였는데, 물세탁에서는 친수성 오구가 매우 우수한 반면, 드라이클리닝에서는 친유성 오구의 세탁성이 우수하나 친수성 오구의 세탁성은 매우 낮아 문제점으로 나타났다. 그러므로 유기용제에 계면활성제와 물을 추가하여 물이 가용화되면서 친수성 오구를 제거하는 차지법(charge system)을 활용하여 효과를 보기도 한다(김성련, 2002). 그러나 드라이클리닝에 있어서 친수성 오구의 제거는 여전히 한계가 있어서 친수성 오구의 제거를 향상시킬 수 있는 방안이 필요한 실정이다.

이러한 제한점을 개선하기 위해 친유성과 친수성 물질을 모두 용해시킬 수 있는 알코올계 용제를 이용해 볼 수 있다. 알코올계 용제는 세탁전문

〈Table 1〉 The types and composition of the standard soiled fabrics

Soils		Fibers	Cotton	Polyester /Cotton	Polyester	Acrylic	Nylon	Silk	Wool
hydro-philic	tannin	Curry	○	○	○	-	-	-	-
		Coffee, espresso	○	○	○	-	-	-	-
	protein	Wine(aged)	○	○	○	○	○	○	○
		Blood(aged)	○	○	○	○	○	○	○

〈Table 2〉 The images of the standard soiled fabrics

Soils		Fibers	Cotton	Polyester /Cotton	Polyester	Acrylic	Nylon	Silk	Wool
hydro-philic	tannin	Curry							
		Coffee, espresso							
	protein	Wine(aged)							
		Blood(aged)							

점에서 부분오염을 제거하기 위한 얼룩빼기 과정에서 사용하기도 하는데 그 종류는 메틸알코올, 에틸알코올, 이소프로필알코올, 아세톤 등과 같다. 무수에틸알코올은 실험용 유기물질에 대한 용해성이 메틸알코올보다 크고, 상대적으로 인체에 미치는 독성이 적다. 이소프로필알코올은 무색의 투명한 액체로 탄화수소, 유지, 수지에 대한 용해성이 크지만 무기염류에 대한 용해성은 에틸알코올보다 못하다. 또한 아세톤은 특유의 냄새를 가진 액체로 물, 알코올, 탄화수소와 같은 유기용매와 자유롭게 혼합이 가능하므로 용해범위가 넓고 비교적 독성이 적어 신체에도 적용이 가능한 용제이다(김성련, 2002). 그러나 상용화된 석유계 용제, 퍼클로로 용제, 실리콘계 용제에 대한 연구에 치중되고 알코올계 용제에 대한 세탁 관련 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 차세대 드라이클리닝 용제인 실리콘계 용제를 사용하여 다양한 친수성 오구 및 섬유종류별 세탁성을 분석하고, 드라이클리닝 시 제거가 곤란하다고 알려진 친수성 오구의 세탁성 향상을 위하여 드라이소프 첨가와 알코올계 용제(에틸알코올, 이소프로필알코올, 아세톤)를 사용하여 오구별 세탁 특성을 분석하여, 친수성 오구종류에 따른 적합한 드라이클리닝 방

법을 제시하고자 한다. 또한 드라이클리닝 용제별, 오구별, 섬유별 세탁방법을 연구개발 하는데 도움이 되고, 특히 친수성 오구의 적합한 제거방법을 찾아 세탁성을 개선하는데 도움을 주고자 한다.

II. 실험

1. 시료, 시약 및 기기

1) 표준인공오염포

오염포는 Netherland CFT사에서 제작해서 판매하는 세탁성능 평가용 표준인공오염포 중에서 일상 생활에서 많이 사용되는 섬유 7종(cotton, polyester 65%/cotton 35%, polyester, acrylic, nylon, silk, wool)을 선정하였으며, 친수성 오구로는 탄닌계 오구 3종(curry, coffee, wine), 단백질계 오구 1종(blood)을 선택하여, 총 20종의 오염포를 구입하였다. Acrylic, nylon, silk, wool섬유 중 curry와 coffee 오염이 된 표준인공오염포는 CFT사에서 제작판매하지 않아 구입할 수 없어서 실험에 사용하지 못하였다. 동일한 오구 중

에서도 세탁 시에 제거가 곤란하다는 탄닌계 wine과 단백질계 blood 오구는 찌든(aged) 오구를 사용하였다. 시험용 표준인공오염포의 구성은 <Table 1>과 같고, 그 오염포의 이미지는 <Table 2>와 같다.

2) 드라이클리닝용 용제

드라이클리닝용 용제로는 실리콘계 용제(Decamethylcyclopentasiloxane, D5)를 (주)한국신에츠에서 제조한 제품명 KF-995를 구입하여 사용하였다. 드라이클리닝 대체용제로 알코올계 용제 무수에틸알코올, 이소프로필알코올, 아세톤은 시판 중인 시약용을 구입하여 사용하였다.

3) 드라이소프

실리콘계 용제용 세제인 드라이소프(dry soap)는 Dow Corning에서 제조한 제품으로 점성이 매우 높은 무색, 무취의 물질인데, 제품명 DOWSIL BY-11-030를 구입하여 사용하였다.

4) 드라이클리닝 시험기기

드라이클리닝 실험기기로는 Launder-O-meter (제조사: Labortex, Rapid)를 사용하였으며 회전수 40±2/min로 시행하였다.

2. 드라이클리닝 시험방법

12개의 세탁시험병에 드라이클리닝용 용제 100ml씩을 담고, 표준 사이즈(4cmx10cm)로 준비된 오염포 시험편과 지름 6mm의 스테인레스 구슬 10개씩을 각각의 시험병에 넣어 담은 후, 상온에서 20분간 시험장치를 작동하였다. 세탁이 끝난 후, 시험편을 시험병에서 꺼내고 실온상태의 깨끗한 용제 100ml에서 3분간 흔들어 1회 행굼 후 꺼내어 흡후드 내에서 각 시험편들이 닿지 않도록 매달아 자연건조(drip-drying)하였으며, 동일하게 3번 반복 시험하였다.

3. 세탁성 평가방법

분광광도계(Spectrophotometer, Color-eye Macbeth 3000)를 이용하여 광원 D65에서 관측자 각도 10°, 측정지름 최소 20mm로 설정하고, 각 파장 400-440nm에서 원포, 오염포, 세척포의 앞면과 뒷면 총 네 군데 직물의 표면반사율(reflectance)을 측정하여 평균값을 구한 후, 쿠벨카 문크(Kubelka-Munk) 식에 의해 K/S값을 구하고, 다음의 공식(1)과 (2)에 의해서 세척율(detergency)을 계산하였다.

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

D = ((K/S)_s - (K/S)_w) / ((K/S)_s - (K/S)_o) * 100 (2)

- K : 유색분체의 흡광계수
S : 유색분체의 산란계수
D : 세척률
R : 표면반사율

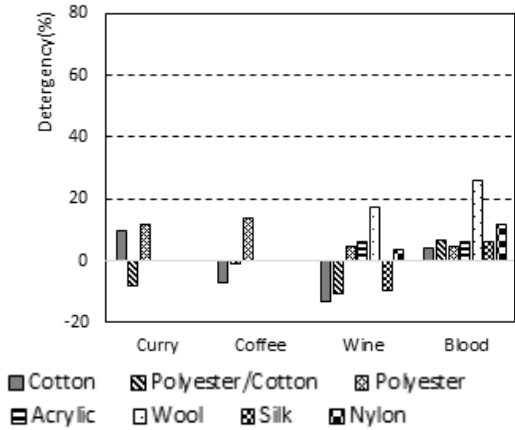
- (K/S)_o : 오염전 원포(백포)의 K/S값
(K/S)_s : 세탁 전 오염포의 K/S값
(K/S)_w : 세탁 후 오염포의 K/S값

III. 결과 및 논의

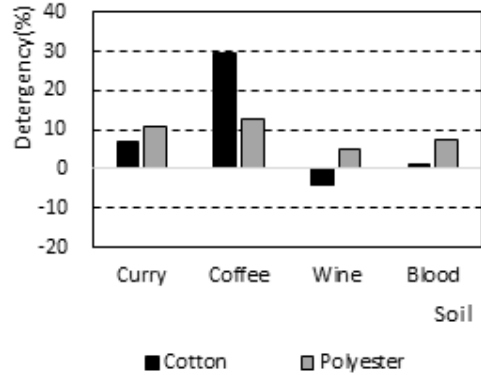
1. 실리콘계 용제의 세탁 특성

실리콘계 용제 안에서 친수성 오구의 세탁성은 <Fig. 1>에서 보는 바와 같이, 대부분 20% 이하의 낮은 세척률을 나타내었다. 오구의 종류별 결과는 curry, coffee, wine과 같은 탄닌계 오구가 단백질계 오구인 blood에 비해 더욱 낮은 세탁성을 보였다. 특히 탄닌계 오구의 일부는 음의 수를 나타내어 세탁이 전혀 이루어지지 않아서 드라이클리닝에 의한 친수성 오구의 제거가 매우 곤란함을 보여주었다.

섬유별 세탁성을 살펴보면, 면, 견과 같은 친수성 섬유의 경우는 폴리에스터, 나일론, 아크릴과 같은 친유성 섬유보다 대체로 낮은 세탁성을 보였다. 이는 친수성섬유와 친수성 오구의 화학적



〈Fig. 1〉 Dry cleaning effect of soiled fibers in silicone solvent system



〈Fig. 2〉 Detergency of soiled cotton and polyester in silicone solvent with dry soap

〈Table 3〉 Detergency effect of soiled cotton and polyester in silicone solvent with and without dry soap

Soils	Detergency by fibers	Cotton, detergency(%)		Polyester, detergency(%)	
		without dry soap	with dry soap	without dry soap	with dry soap
hydro-philic protein	Curry	9.6	7.1	11.5	11.0
	Coffee, espresso	-7.3	29.6	13.5	12.9
	Wine(aged)	-13.1	-4.2	4.4	5.0
	Blood(aged)	4.1	1.1	4.6	7.4

결합력이 높아서 제거가 더욱 곤란했을 것으로 사료된다. 그러나 양모섬유의 경우는 반대로 wine오구의 제거는 17.1%이고, blood오구의 제거는 26.1%로 가장 높은 세탁성을 보였다. 양모섬유는 표면에 스케일을 가진 스테이플 섬유로 외부로 노출되어 있는 섬유의 표면적이 넓고, 특히 섬유표면을 쌓고 있는 스케일이 친유성이기 때문에 반대의 결과를 나타낸 것으로 사료된다.

한편 curry-polyester 오염포(11.5%)와 coffee-polyester 오염포(13.5%)와 같이 친수성 오구와 친유성 섬유의 오염포에서는 오구와 섬유사이에 친화력이 적어서 오구제거가 더욱 용이했을 것으로 생각된다. 그 외의 오염포의 세척율은 10% 이하로 매우 낮은 세척율을 나타냈다.

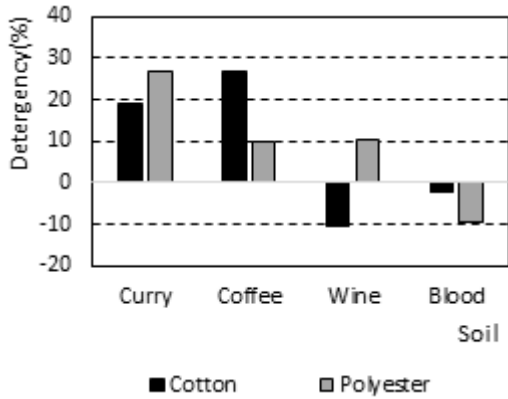
면/폴리에스터 혼방섬유의 경우에는 두 섬유의 중간수치가 나올 것이라는 예상과 달리, 면과 폴리에스터의 단독섬유의 세탁성에 비해,

curry, coffee, wine의 탄닌계 오구가 모두 음의 값으로 나와 전혀 제거되지 않음을 알 수 있다.

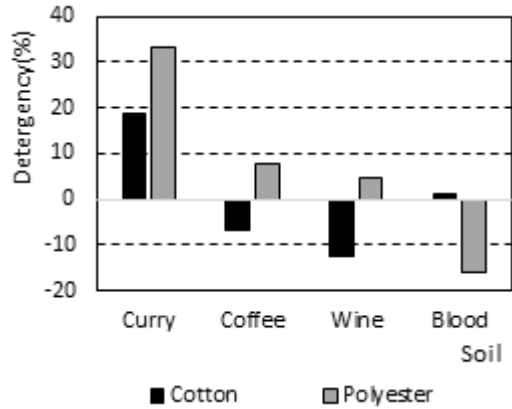
2. 실리콘계 용제 중 드라이소프의 세탁성

실리콘계 용제는 친유성으로 드라이클리닝 시 친수성 오구의 제거는 매우 어려우므로 친수성 오구의 제거율을 높이고자 드라이클리닝 세제인 드라이소프를 첨가하여 면과 폴리에스터 섬유를 이용하여 실험하였으며, 그 결과는 〈Fig. 2〉에서 보는 바와 같다.

Curry, wine, blood오구의 경우, 세제를 첨가하였음에도 불구하고 세제를 사용하기 전과 비교하여 별 차이점이 없거나 오히려 저하되었다(Table 3). 반면, coffee오구의 경우에는 면섬유에서 29.6%로 세탁성이 크게 향상되었다. 따라서 드라이소프의 사용은 오구와 섬유 종류에 따라 일부



〈Fig. 4〉 Detergency of soiled cotton and polyester in isopropanol



〈Fig. 5〉 Detergency of soiled cotton and polyester in acetone

〈Table 4〉 Detergency of the soiled cotton fabric in various dry cleaning solvents

Soils		Detergency(%) by solvents			
		Silicone	Ethyl alcohol	Isopropyl alcohol	Acetone
hydrophilic protein	Curry	9,6	18,9	18,9	18,9
	Coffee, tannin espresso	-7,3	-6,6	26,7	-6,6
	Wine(aged)	-13,1	-12,6	-10,2	-12,6
	Blood(aged)	4,1	0,9	-2,0	0,9

〈Table 5〉 Detergency of the soiled polyester fabric in various dry cleaning solvents

Soils		Detergency(%) by solvents			
		Silicone	Ethyl alcohol	Isopropyl alcohol	Acetone
hydrophilic protein	Curry	11,5	33,0	26,7	33,0
	Coffee, tannin espresso	13,5	7,8	10,1	7,8
	Wine(aged)	4,4	4,8	10,5	4,8
	Blood(aged)	4,6	-16,0	-9,3	-16,0

세탁성에 차이를 보이는 것으로 생각되나, 전체적으로 친수성 오구의 제거에 크게 기여한다고 볼 수 없다고 사료된다.

3. 알코올계 용제의 세탁성

1) 에틸알코올의 세탁성

에틸알코올 용제를 이용하여 세탁성을 측정한 결과, 〈Fig. 3〉, 〈Table 4〉와 〈Table 5〉에서 보는 바와 같이 오구별로는 curry, coffee 오구의 제거

가 실리콘계 용제에서의 세탁보다 많이 향상된 결과를 보였다. 그 중 curry-polyester 오염포와 coffee-cotton 오염포의 세탁성이 현저하게 향상되었는데, 이는 염료에 대한 용해력이 우수한 무수 에틸알코올이 탄닌계 오구의 색소를 용해했을 것으로 사료된다. 단, 탄닌계 중에서 wine 오염포의 경우 찌든(aged) 오구여서 세탁성이 향상되지 않았을 것으로 사료된다. 한편 탄닌계와는 반대로 단백질계인 blood오구의 경우 모두 음의 값을 보여 오히려 세탁성의 저하를 보였다.

2) 이소프로필알코올의 세탁성

이소프로필알코올 용제를 사용하여 드라이클리닝의 세탁성을 측정된 결과는 <Fig. 4>, <Table 4>와 <Table 5>에서 보는 바와 같다. 실리콘계 용제에서의 세탁성과 비교할 때, 면과 폴리에스터 두 섬유 모두에서 탄닌계 3종의 오구 모두 더욱 향상된 세탁성을 나타냈으며, 특히 curry-cotton (18.9%), coffee-cotton(26.7%), curry-polyester(26.7%), wine-polyester(10.5%)에서 세탁성의 향상을 보였다.

3) 아세톤의 세탁성

아세톤 용제를 사용하여 드라이클리닝의 세탁성을 측정된 결과는 <Fig. 4>, <Table 4>와 <Table 5>에서 보는 바와 같이, curry-cotton(18.9%), curry-polyester(33.0%)의 오염포에서 현저하게 높은 세척율을 보여 실리콘계 용제에서보다 2-3배 가량 세탁성이 개선되었다. 그러나 두 섬유 모두에서 coffee, wine, blood오구의 세탁성은 오히려 감소하였다.

친유성 용제를 주로 용해하는 실리콘계 용제를 이용한 드라이클리닝의 한계를 극복하기 위해 친유성 오염과 친수성 오염을 제거하는데 용이한 알코올계 용제(에틸알코올, 이소프로필알코올, 아세톤)를 사용하여 <Table 4>와 <Table 5>에서 보는 바와 같이 측정된 세척률 결과를 종합적으로 분석해보면, 친수성 오구의 종류와 용제의 종류에 따라 세탁성에 차이를 보였으며 섬유종류에는 크게 영향을 받지 않았다.

실리콘계 용제에서의 세탁성과 비교해보면, 에틸알코올, 이소프로필알코올, 아세톤 용제에서는 특히 curry 오구가 2-3배 가량 세탁성이 현저하게 향상되었다. 이러한 용제들은 curry의 주원료인 강황에 들어 있는 노란색 색소인 커큐민(curcumin)에 대한 용해력이 우수한 것으로 사료된다. 실리콘계 용제에서와는 반대로 세 용제 모두에서 단백질계 오구는 제로값이나 마이너스값을 보여 전혀 제거되지 않으므로 단백질 오구 제거용으로는 사용 불가능한 용제이다.

본 연구는 드라이클리닝 시 실리콘계 용제에서의 섬유종류와 친수성 오구(curry, coffee, wine, blood) 종류에 따른 세탁성을 분석하였다. 또한 드라이클리닝 시 친수성 오구제거를 개선하기 위하여 드라이소프 첨가와 알코올계 용제(무수에틸알코올, 이소프로필알코올, 아세톤)를 사용하여 세탁성을 비교하였다. 본 연구로부터 얻은 결과 및 그 결과로부터 추론한 결론은 다음과 같다.

첫째, 실리콘계 용제 안에서 친수성 오구별 세탁성은 전반적으로 20% 이하의 낮은 세탁성을 나타내었으며, 탄닌계 오구는 단백질계 오구에 비해 더욱 낮거나 전혀 제거되지 않아 드라이클리닝에서의 친수성 오구제거가 매우 취약함을 드러냈다. 섬유별로는 친유성 섬유가 친수성 섬유보다 세탁성이 우수하다.

둘째, 드라이소프를 첨가한 실리콘계 용제에서의 친수성 오구의 세탁성은 전반적으로 큰 차이를 보이지 않아 드라이소프에 의한 모든 친수성 오구제거 향상은 기대할 수 없으나, 일부 coffee-cotton 오염포에서 세탁성이 크게 향상되어, 드라이소프의 사용은 오구와 섬유 종류에 따라 차별화된 세탁효과를 볼 수 있다.

셋째, 알코올계 용제를 사용하여 드라이클리닝을 한 결과, 실리콘계 용제에서와는 반대로 세 용제 모두에서 단백질계 오구는 전혀 제거되지 않으므로 단백질 오구 제거용으로는 사용 불가능한 용제이다. 그러나 curry 오구에서는 세탁성이 매우 향상되어 차별화된 효과를 볼 수 있다.

이상에서와 같이 드라이클리닝에서의 친수성 오구는 용제종류나 드라이소프 첨가여부와 상관없이 대부분 30% 이하의 매우 낮은 세탁성을 보이므로, 드라이클리닝의 전처리공정(pre-spotting 또는 brushing)에서 본세 공정에서 제거가 곤란한 친수성 오구를 사전에 수용액으로 제거를 해주는 것이 중요하다. 또한 가장 제거가 어려웠던 blood 오구의 경우 스프레이(spray) 전처리를 통하여 단백질 효소세액이나 용해되는 용제를 분무한 후 본세를 실행한다.

본 연구의 한계점으로는 본 실험에 사용된 표준인공오염포 중에 wine과 blood오구의 경우 찌든(aged) 오구를 사용했기 때문에 좀 더 세탁성이 낮았을 것으로 생각되며 찌든 오구가 아닌 일반 오구를 사용하였을 경우에는 좀 더

IV. 결론 및 제언

세탁효과가 향상될 것으로 기대된다. 그러나 드라이클리닝 용제에서는 여전히 낮은 세탁성을 보여 큰 문제로 남게 됨으로써 더욱 많은 후속연구를 필요로 한다.

참고문헌

- 곽수경, 김아리, 오화원, 박명자. (2018). 물세탁과 드라이클리닝의 세탁성능과 형태안정성 비교. *한국의상디자인학회지*, 21(1), 181-190.
- 김성련. (2002). *세제와 세탁의 과학*. 파주: 교문사.
- 김재혁, 유경선. (2017). 세탁소 VOCs 관리현황 고찰 및 정책제언. *환경정책*, 25(3), 139-171.
- 김주연, 박정희. (1999). 드라이클리닝 시스템에서의 세탁성과 재오염상-계면활성제의 종류와 혼합이 미치는 영향. *한국의류학회지*, 23(7), 1030-1039.
- 김천희. (2012). 친환경 실리콘계 드라이클리닝용제 (Decamethylcyclopentasiloxane) 에서 모직물의 세탁성과 재오염성. *한국염색가공학회지*, 24(2), 138-144.
- 김천희. (2017). 실리콘계 용제(Decamethylcyclopentasiloxane, D5) 와 실리콘계 계면활성제에 의한 면직물과 Polyester/Cotton (65/35) 직물의 친환경 드라이클리닝 효과 향상. *한국생활과학회지*, 26(2), 121-132.
- 김천희. (2014). 친환경 실리콘계 드라이클리닝 용제 (Decamethylcyclopentasiloxane, D5) 의 모직물 세탁성 향상을 위한 드라이클리닝세제용 계면활성제 연구. *한국염색가공학회지*, 26(3), 209-217.
- 신정숙. (1992). 드라이클리닝 용제의 안전성에 관한 고찰. *Family and Environment Research*, 30(2), 35-43.
- 신정숙, 차옥선. (1997). 상용 드라이클리닝에 의한 섬유제품의 미생물 제거효과. *한국생활환경학회지*, 4(2), 37-43.
- 신진호, 권승미, 김현수, 노방식, 김광래, 어수미, 이영규. (2017). 소형챔버를 이용한 드라이클리닝 모직물 목도리의 휘발성유기화합물 방출 특성. *한국환경보건학회지*, 43(2), 95-102.
- 최정민, 이두형, 김동석, 곽지현, 노호성. (2012). 세탁소 드라이클리닝용 석유계용제의 화재위험성 실험적 연구. *한국화재소방학회 학술대회 논문집*, 한국, 585-588.
- 2009-2013년 세탁업체 수. (2016, 6. 20). *국가통계포털*. 자료검색일 2018, 12, 10, 자료출처 <http://www.kosis.kr>
- Jo, W. K., & Kim, S. H. (2001). Worker exposure to aromatic volatile organic compounds in dry cleaning stores. *AIHAJ-American Industrial Hygiene Association*, 62(4), 466-471.
- O'Lenick, A. J. (2000). Silicone emulsions and surfactants. *Journal of Surfactants and Detergents*, 3(3), 387-393.
- Troynikov, O., Watson, C., Jadhav, A., Nawaz, N., & Kettlewell, R. (2016). Towards sustainable and safe apparel cleaning methods: A review. *Journal of Environmental Management*, 182, 252-264.