

드라이클리닝 시스템에서의 세척성과 재오염성 -계면활성제의 종류와 혼합이 미치는 영향-

김 주 연 · 박 정 희

서울대학교 의류학과

Detergency and soil Redeposition in a Drycleaning System
—The Effect of Surfactant Type and Their Mixture—

Joo Yeon Kim · Chunghee Park

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University
(1999. 6. 1 접수)

Abstract

The effect of surfactant mixture on detergency and soil redeposition in a dry-cleaning system was investigated employing Aerosol OT as an anionic surfactant and Span 80 as a nonionic surfactant. The effect of charge system on soil deposition was also investigated in order to determine the optimum condition at which soil redeposition is minimum.

Soil deposition instead of soil redeposition on cotton, polyester, and wool fabrics was measured employing petroleum solvent and perchloroethylene as organic solvents.

The results were as follows.

1. Surface tension or interfacial tension was not changed by the addition of any surfactant or surfactant mixtures. In petroleum solvent, however, interfacial tension between solrent and water decreased when surfactants were added and increased when surfactants were mixed.
2. The maximum amount of water solubilization increased as the mole fraction of Aerosol OT increased and more water was solubilized in petroleum solvent than in perchloroethylene.
3. The detergency of cotton was greater and the soil deposition rate was lower in Span 80 solution than in Aerosol OT solution. The soil deposition on cotton fabric decreased when water was solubilized in Aerosol OT solution.
4. The detergency and soil deposition rate of polyester fabric did not change by the surfactant type or the addition of surfactant mixture, and soil deposition rate increased by water solubilization.
5. Soil deposition on wool fabric was very high when Aerosol OT was employed in perchloroethylene and the soil deposition did not change greatly by water solubilization.

Key Words: Dry-cleaning, surfactant mixture, detergency, soil redeposition, water solubilization;
드라이클리닝, 계면활성제 혼합용액, 세척성, 재오염, 수분 가용화

* 본 논문은 1999학년도 서울대학교 생활과학대학 부속 생활과학연구소의 일부 연구비 지원으로 수행되었음.

I. 서 론

섬유는 대부분 물에 의하여 수축이 일어나거나 구김 또는 형태의 변형 등이 생기기 쉽다. 특히 이러한 수축이나 형태의 변형이 심한 양모, 견제품 또는 탈색이 심한 괴혁, 모피 제품 등이 주로 드라이클리닝의 대상이 되어 왔으나^{1), 2)}, 최근 의복이 고급화되면서 세탁에 의한 의류제품의 외관의 손상을 우려하여 면, 마 등의 셀룰로오스 섬유와 합성섬유 제품 등에도 드라이클리닝을 이용하고 있다³⁾.

드라이클리닝에서는 수용성 오구 제거의 어려움 때문에 계면활성제를 첨가하여 역미셀 안에 소량의 물을 가용화하는 세척 방식에 대한 연구가 많이 진행되어 왔는데, 드라이클리닝에서 계면활성제는 가용화를 통하여 수용성 오구의 제거를 도울 뿐 아니라, 고체 입자 오구의 제거에도 도움을 준다⁴⁾.

물이나 유기 용제에 대하여 불용성인 고형 입자 오구는 대체로 유성막을 매개로 섬유에 부착되어 있어 용제에 의해 유성 오구가 용출될 때 함께 탈락되면서 계면활성제의 흡착에 의해 용제 중에 분산되어 제거될 수 있으나^{5~7)}, 탈락된 입자가 섬유에 재침착하여 재오염되기도 한다. 재오염은 오구의 성분과 조성, 섬유의 물리화학적 특성, 용제의 특성 등에 의하여 영향을 받는데^{8~11)}, 드라이클리닝의 경우 용제는 물보다 유전률이 낮아 고형 입자 오구의 분산이 어려워 물세탁에서보다 재오염 현상이 현저하게 나타나며¹²⁾, 계면활성제를 첨가하게 되면 일반적으로 계면활성제의 흡착에 의한 입자-용제간의 친화성이 증대하여 분산의 안정화에 도움을 주게 되지만¹³⁾, 계면활성제의 종류에 따라서는 도리어 재오염을 촉진시키는 것도 있었다¹³⁾.

드라이클리닝에서의 세척성과 재오염성 등에 대한 연구는 주로 단독 계면활성제를 사용하여 연구가 진행되었으나, 실제로 드라이클리닝 세제에 첨가되는 계면활성제는 음이온 계면활성제와 비이온 계면활성제가 혼합되어 많이 사용된다. 수용액 중에서 계면활성제의 혼합에 대한 연구는 활발히 진행되어, 그 결과 계면활성제 혼합용액이 표면/계면장력 및 가용화력, 세척성 등에 있어 상승효과를 가져온다는

보고가 있었다^{14~17)}. 드라이클리닝 용제 중에서 계면활성제는 역미셀을 형성하고 수용액 중에서의 거동과 차이가 있으므로, 혼합 계면활성제의 작용 또한 수용액과는 다를 수 있을 것으로 기대하지만, 아직 이에 대한 연구가 미흡하다.

따라서 본 연구에서는 드라이클리닝에서 계면활성제의 혼합이 용제의 표면장력, 계면장력 및 최대 가용화 수분량에 어떠한 영향을 미치는지 관찰하였다. 또한 면, polyester, 양모의 세가지 직물을 사용하여 계면활성제의 혼합에 따른 세척성을 검토하였으며, carbon black을 고형오구 입자로 사용하여 계면활성제의 혼합 및 수분의 가용화에 따른 재오염성을 측정하였다.

II. 실험

II-1. 시험포 및 시약

II-1-1. 시험포

재오염 실험에 사용한 시험포로는 KS K 0905¹⁸⁾에 규정된 섬유류 제품의 염색견뢰도 시험용 첨부 백포인 면과 폴리에스테르, 양모 직물을 사용하였다.

면직물과 양모직물은 benzene:ethanol=2:1의 공비혼합물로 8시간 추출하고 자연 건조하였다. 폴리에스테르 직물은 액비 30:1, NaClO₂ 2g/l, HCOOH 2g/l, HNO₃ 2g/l로 60°C에서 1시간 처리하고 끓은 암모니아수로 중화시킨 후 수세, 자연건조하였다. 위와 같이 처리한 시험포는 5cm×10cm의 크기로 하여 사용하였다.

II-1-2. 오염포

세척성 실험에 사용한 오염포는 WFK 10D, 30D, 60D를 5cm×10cm로 잘라서 사용하였다. WFK D는 비할로겐 탄화수소 용매에 synthetic pigment 7.35g/l와 synthetic sebum 20g/l가 혼합되어 오염된 오염포로 synthetic pigment의 조성은 Table 1에 나

Table 1. Composition of synthetic pigment mixture

Component	Composition(%)
Kaolinite	86%
Flame soot	8%
Iron oxide black	4%
Iron oxide yellow	2%

타나 있다.

II-1-3. 시약

음이온 계면활성제 : Sodium diethylhexyl sulfo-succinate(Aerosol-OT) (시약일급)

비이온 계면활성제 : Sorbitan mono-oleate (Span80) (시약일급)

Carbon black : 일본유화학회 세탁시험용 규정품
용제는 시판 드라이클리닝 petroleum solvent(석유계 용제)를 사용하였고, 공업용 perchloroethylene 을 종류 정제하여 사용하였다.

II-2. 실험 방법

II-2-1. 표면장력 및 계면장력 측정

FACE surface tensiometer(model CBVP-A3)를 사용하여 계면활성제 용액의 표면장력, 그리고 종류 수, 계면활성제 용액 사이의 계면장력을 측정하였다.

II-2-2. 최대 가용화 수분량의 측정³⁾

0.05M/L의 계면활성제 용액에 0.5ml pipet으로 물을 첨가하여 교반한 후 용기 위에 검은 종이를 대고 형광등 빛 아래서 순수한 용제와 계면활성제 용액을 비교하여 백탁되었는지 육안으로 관찰하였다. 백탁될 때까지의 수분량을 최대 가용화 수분량으로 간주하였다.

II-2-3. 분산력의 측정¹⁹⁾

0.05M/L의 계면활성제 용액 100ml에 carbon black 0.01g을 가하고 실온의 항온 진탕기에서 20분간 150rpm으로 진탕한 후, 이 액의 흡광도(D1)를 UV Spectrophotometer(UV-240, Shimadzu)를 사용하여 세액을 reference로 520nm의 파장에서 측정하였다.

II-2-4. 세척성의 평가²⁰⁾

용량 500ml의 용기안에 농도가 0.05M/L인 세액 100ml와 stainless steel ball 10개, 오염포 1매를 넣고 Launder-O-meter를 사용하여 실온에서 20분간 세척한 후 깨끗한 용제로 3분씩 각각 2회 행구어 공기 중에서 자연건조하였다. 원포와 세척 전후의 오염포의 표면반사율을 색차계(Yasuda seiki seisakusho, Ltd.)의 Y-filter를 사용하여 측정한 후, 표면반사를 값을 Kubelka-Munk식에 따른 K/S 값으로 환산하여 다음 식에 의해 세척률을 계산하였다.

$$\text{K/S에 의한 세척률} = \frac{(K/S)_s - (K/S)_w}{(K/S)_s - (K/S)_l} \times 100$$

$$\text{여기서 } K/S = (1-R)^2/2R$$

K : 유색분체의 흡광계수

S : 유색분체의 산란계수

R : 포의 표면반사율

(K/S)_l : 원포의 K/S value

(K/S)_s : 세척전 오염포의 K/S value

(K/S)_w : 세척 후 오염포의 K/S value

II-2-5. 재오염성의 평가²¹⁾

용량 500ml의 용기안에 carbon black 0.01g과 농도가 0.05M/L인 세액 100ml를 넣고 혼들어 분산시킨 후, stainless steel ball 10개, 시험 배포 1매를 넣고 Launder-O-meter를 사용하여 실온에서 20분간 교반시킨 후 깨끗한 용제로 3분씩 각각 2회 행구어 공기 중에서 자연건조하였다.

원포와 재오염 전후의 오염포의 표면반사율을 색차계(Yasuda seiki seisakusho, Ltd.)의 Y-filter를 사용하여 측정한 후, 다음 식에 의해 재오염률을 계산하였다.

$$\text{재오염률} (\%) = \frac{R_o - R_s}{R_o} \times 100$$

R_o : 원포의 표면반사율

R_s : 오염포의 표면반사율

III. 결과 및 고찰

III-1. 계면활성제 혼합 용액의 표면 및 계면장력

석유계 용제와 perchloroethylene 각 용액을 사용하여 음이온 계면활성제인 Aerosol OT와 비이온 계면활성제인 Span 80으로 0.05M/L 혼합용액을 만들고, 혼합비율에 따른 표면장력을 측정하였다. 20°C에서 석유계 용제와 perchloroethylene은 표면장력이 각각 20.5와 31.8로, 표면장력이 낮은 용매이기 때문에 계면활성제의 첨가로 표면장력의 감소효과는 기대할 수 없었고, 계면활성제의 종류나 물비율에 따른 표면장력의 차이도 나타나지 않았다.

Fig. 1은 20°C의 각 용제에서 Aerosol OT와 Span 80의 혼합 용액이 종류수와 이루는 계면장력을 혼합

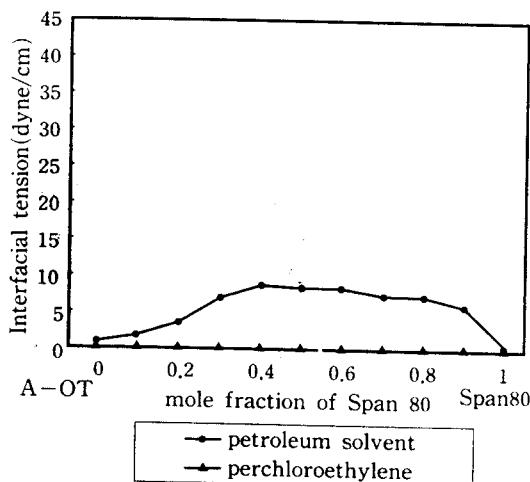


Fig. 1. Interfacial tension between drycleaning solution and water.

surfactant conc. : 0.05M/L

Temp. of sol'n : 20°C

Interfacial tension between petroleum solvent and water : 42.3dyne/cm

Interfacial tension between perchloroethylene and water : 0.3dyne/cm

비율에 따라 나타낸 것이다. Perchloroethylene은 계면활성제의 첨가 없이도 물과의 계면장력이 낮아 계면활성제의 첨가에 따른 변화가 나타나지 않았으나, 석유계 용제는 계면활성제의 첨가에 의해 계면장력이 낮아졌고 두 계면활성제가 혼합됨에 따라 계면장력이 높아져 수용액에서 음이온 계면활성제와 비이온 계면활성제가 혼합되었을 때 계면장력이 더욱 낮아지는 상승효과를 볼 수 있는 것^[15, 16]과는 다른 결과를 보여주었다.

II-2. 계면활성제 혼합용액의 최대 수분 가용화량

Fig. 2를 보면 두 용제 모두 Aerosol OT 용액에서 수분의 가용화량이 최대이다가 Span 80이 혼합됨에 따라 가용화량이 감소하였고, 석유계 용제에서 보다 많은 수분이 가용화되었다. 수분의 가용화력은 용제/물 간의 계면장력보다는 용제 중 미셀 형성과 관련된 것으로 보이는데, perchloroethylene은 석유계 용제 보다 극성이어서 계면활성제의 극성부분과의 상

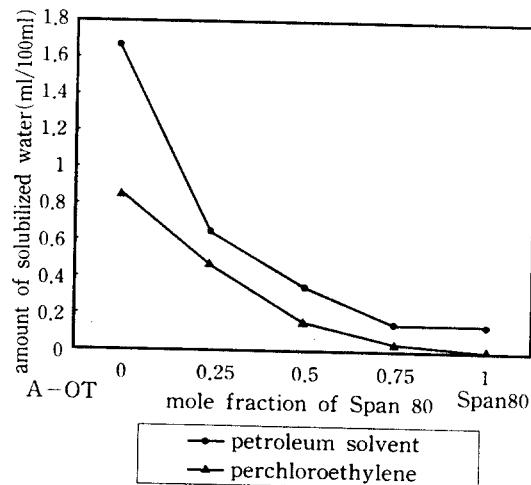


Fig. 2. Effect of surfactant composition on maximum amount of solubilized water.

surfactant conc. : 0.05M/L

Temp. of sol'n : room temp.

호작용이 더 크기 때문에 미셀 형성을 감소시키는 경향이 있고 따라서 미셀 안에 가용화 되는 수분량도 더 적었다^[2].

III-3. 계면활성제 용액의 분산력

Fig. 3은 계면활성제 용액의 수분 가용화에 따른 분산력을 보기 위해 carbon black을 넣고 진탕한 직후 시료의 흡광도를 나타낸 것으로 계면활성제의 종류나 수분의 가용화에 의한 차이보다 용제간의 차이가 커서 perchloroethylene에서 흡광도가 훨씬 높고 분산이 더 잘 됨을 알 수 있다.

III-4. 계면활성제 혼합 용액의 세척성

Fig. 4, 5, 6은 Aerosol OT와 Span 80 혼합용액에서 WFK10D, 30D 및 60D의 세척성을 표준편차 막대와 함께 표시한 것인데, 계면활성제의 혼합에 따른 세척성의 상승효과는 볼 수 없었다. 면직물은 Span 80에서 세척성이 다소 좋았으며, polyester직물은 계면활성제의 종류나 혼합비에 따른 세척성의 차이가 보이지 않았다. 양모직물은 면이나 polyester직물보다 세척성이 높게 나타났는데 perchloroethylene에서는 계면활성제에 따른 세척성의 차이가 보이지

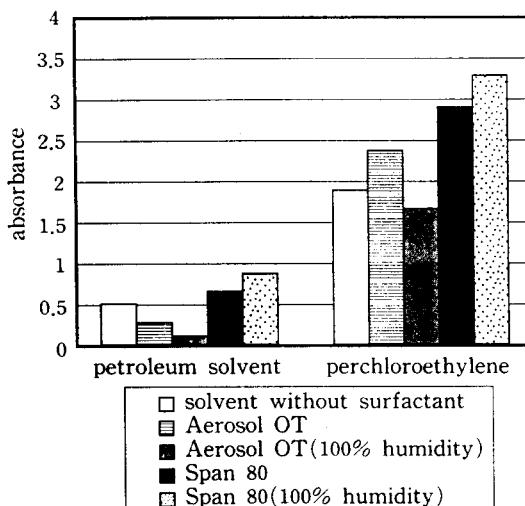


Fig. 3. Initial absorbance of surfactant solution.
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

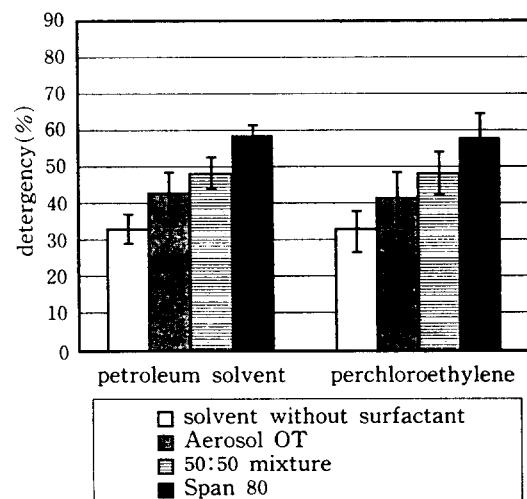


Fig. 4. Effect of surfactant composition on detergency of soiled cotton fabrics(WFK10D).
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

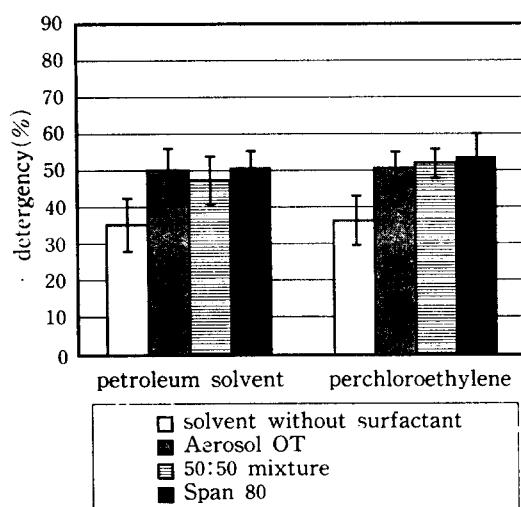


Fig. 5. Effect of surfactant composition on detergency of soiled polyester fabrics (WFK30D).
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

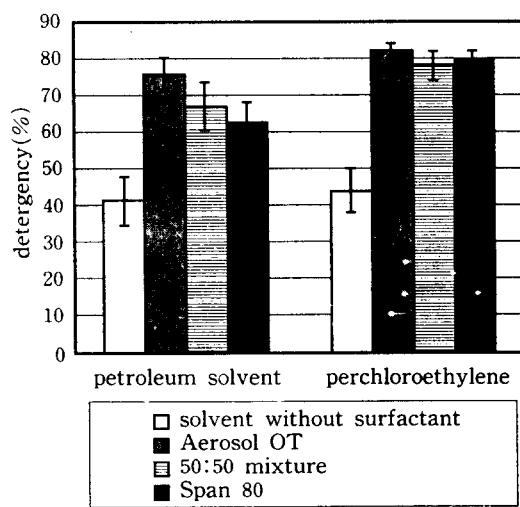


Fig. 6. Effect of surfactant composition on detergency of soiled wool fabrics(WFK60D).
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

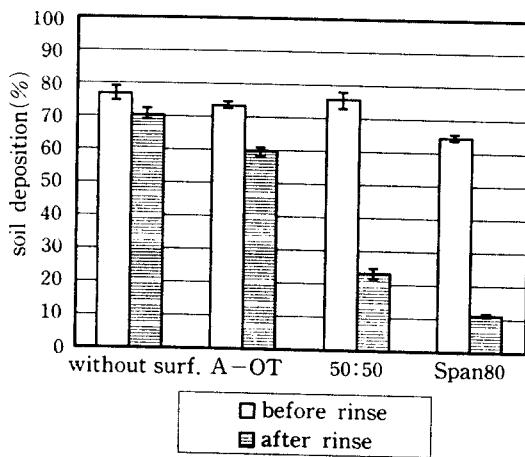


Fig. 7. Soil deposition on cotton fabric in petroleum solvent.

surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

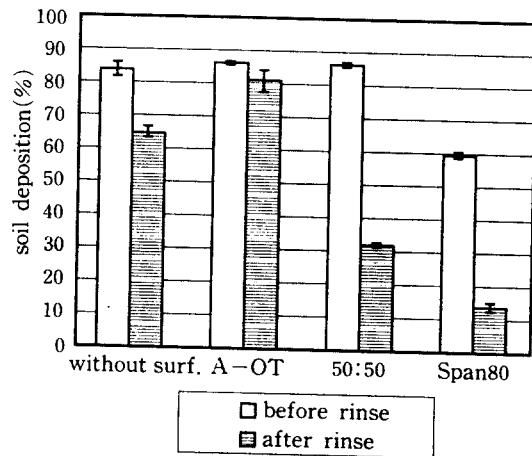


Fig. 8. Soil deposition on cotton fabric in perchloroethylene.

surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

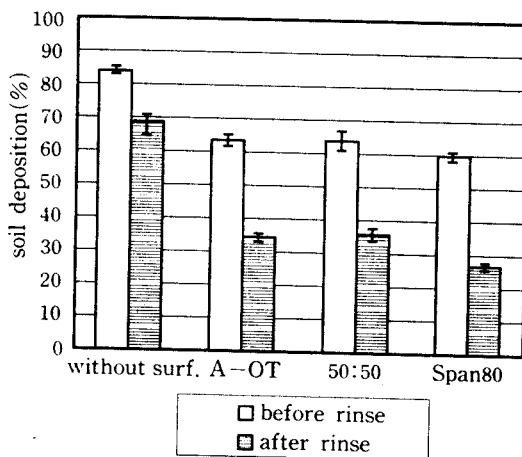


Fig. 9. Soil deposition on polyester fabric in petroleum solvent.

surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

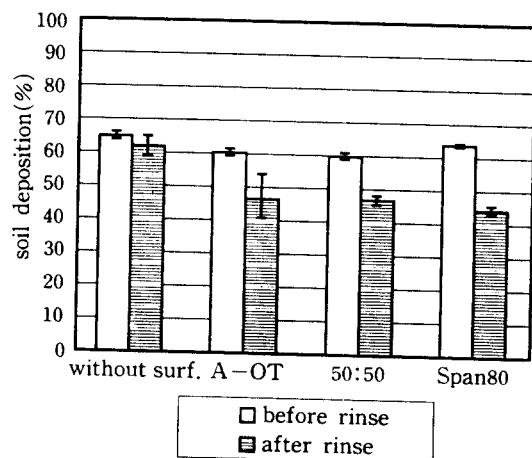


Fig. 10. Soil deposition on polyester fabric in perchloroethylene.

surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

않으나, 석유계 용제에서는 Aerosol OT에서의 세척성이 다소 높았다.

III-5. 계면활성제의 혼합 및 수분의 가용화에 따른 재오염성

III-5-1. 계면활성제의 혼합의 영향

Fig. 7과 Fig. 8은 면직물의 재오염성을 나타낸 것으로 perchloroethylene에서의 재오염률이 더 높은 것으로 나타났다. 이것은 perchloroethylene에서 고형 입자들의 응집 크기가 분산이 잘 되어 있을 정도로 적당히 작아서 섬유에 부착하기 쉬운 크기나 형태로 존재하기 때문일 것으로 생각되는데, 이러한 입자가 섬유 사이에 부착되면 큰 입자에 비해 쉽게

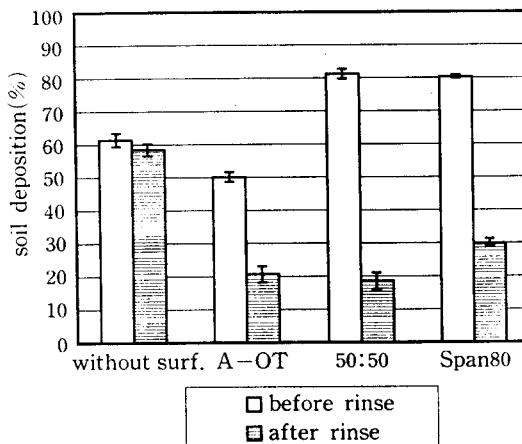


Fig. 11. Soil deposition on wool fabric in petroleum solvent.

surfactant conc. : 0.05M/L

Temp. of sol'n : room temp.

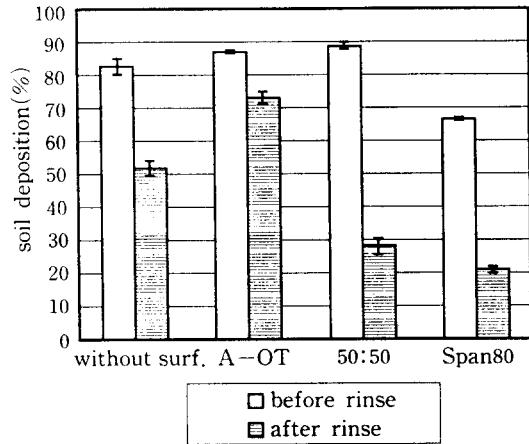


Fig. 12. Soil deposition on wool fabric in perchloroethylene.

surfactant conc. : 0.05M/L

Temp. of sol'n : room temp.

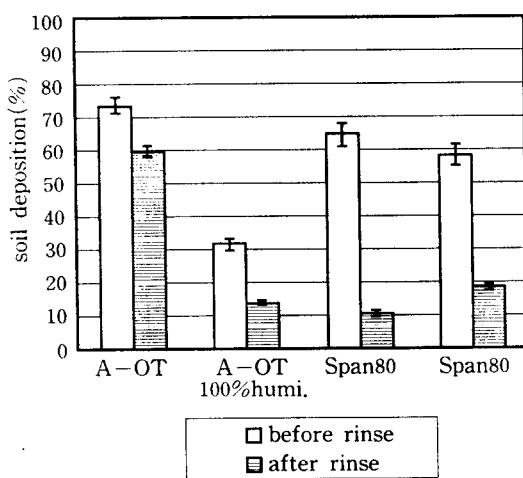


Fig. 13. Effect of solubilized water on the deposition of soil on cotton fabric in petroleum solvent.
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

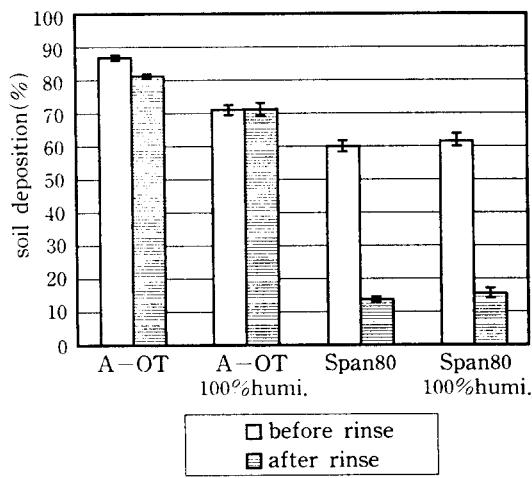


Fig. 14. Effect of solubilized water on the deposition of soil on cotton fabric in perchloroethylene.
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

탈락되지 않을 것이다. 반면 석유계 용제에서의 carbon black은 응집 입자가 보다 커서 잘 분산되지 못하고 비교적 빨리 침강하였다. 이 때 섬유에 부착한 응집 입자 또한 perchloroethylene에서보다 커서 섬유 사이에 강하게 흡착되어 있지 못하고 느슨하게 부착되어 있다가 잘 탈락되기 때문에 석유계 용

제에서의 재오염률이 보다 낮은 것으로 생각된다.

면직물은 두 용제 모두에서 비이온 계면활성제인 Span 80에서 재오염률이 낮았으며 perchloroethylene에서는 Aerosol OT를 첨가하였을 때 순수한 용매에서보다 재오염률이 증가하였다. Perchloroethylene에서 Aerosol OT는 분산력이 Span 80보다 상대적으로

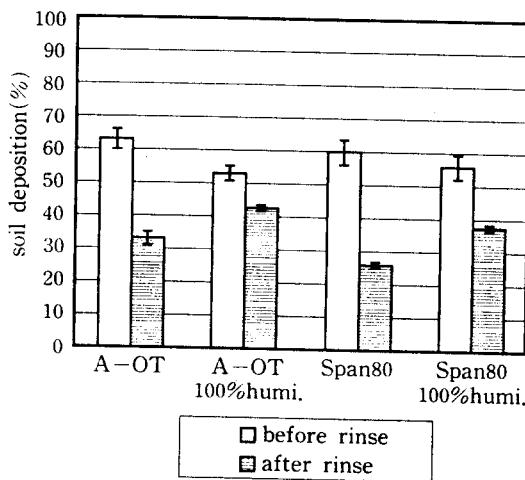


Fig. 15. Effect of solubilized water on the deposition of soil on polyester fabric in petroleum solvent.
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

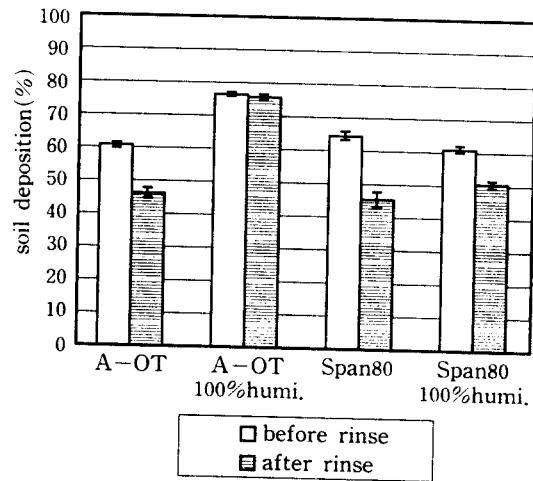


Fig. 16. Effect of solubilized water on the deposition of soil on polyester fabric in perchloroethylene.
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

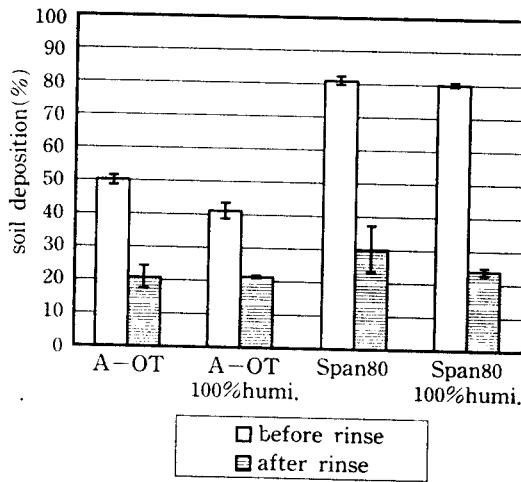


Fig. 17. Effect of solubilized water on the deposition of soil on wool fabric in petroleum solvent.
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

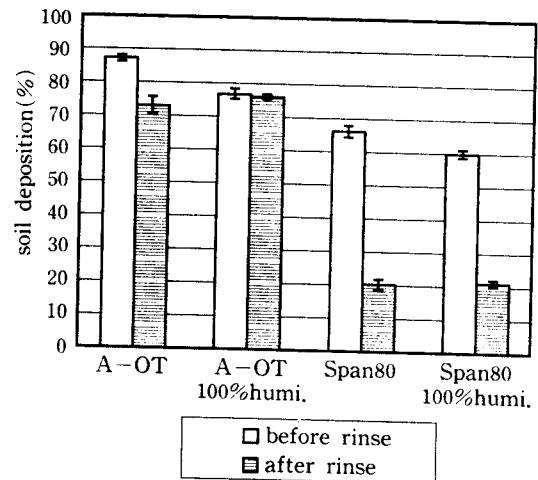


Fig. 18. Effect of solubilized water on the deposition of soil on wool fabric in perchloroethylene.
surfactant conc. : 0.05M/L
Temp. of sol'n : room temp.

작았지만 쟤오염률이 더 컸는데, 이것은 음이온 계면활성제가 용매 중에서보다는 친수기인 섬유에 더 친화력이 있기 때문으로 생각된다.

Fig. 9와 Fig. 10은 polyester직물의 쟤오염성으로 두 용제 모두에서 계면활성제의 종류에 관계없이

일정한 쟤오염률을 보였고 상승효과 또한 나타나지 않았다.

Fig. 11과 Fig. 12는 양모직물의 쟤오염성으로 perchloroethylene과 Aerosol OT의 조합일 때 면직물과 마찬가지로 쟤오염률이 매우 높았으며, 다른

경우는 재오염률이 비슷하였다.

III-5-2. 수분 가용화가 미치는 영향

Fig. 13과 Fig. 14는 면직물을 재오염시킨 것으로, 최대 가용화 수분량을 100% humidity로 표시하고, 가용화 하지 않은 용액에서의 재오염성과 비교하여 나타낸 것이다. 두 용제에서 모두 Aerosol OT 용액에 수분을 가용화하였을 때 재오염률이 감소하였다. Aerosol OT 용액 중에서, 친수성 섬유인 면직물에 가용화된 수분이 흡착되면 소수성인 carbon black 입자가 면직물에 더 흡착하기 어려워지거나, 흡착력이 약해져 행글 때에 고형 오구 입자가 쉽게 탈락되는 것으로 생각된다. 그러나 Span 80 용액에서는 수분의 가용화가 재오염률의 감소에 도움을 주지 못하였다. 이는 Span 80 용액에서 수분을 가용화하면 분산력이 높아진 것으로 보아, 물이 가용화됨으로써 carbon black의 응집이 방지되어, 입자가 섬유에 흡착되기 적당한 크기로 유지되기 때문으로 생각된다.

Fig. 15와 Fig. 16은 polyester 직물을 사용하여 수분의 가용화에 따라 재오염성 차이를 본 것이다. 친수성 섬유인 면직물과는 달리 소수성 섬유인 Polyester 직물은 수분을 가용화하였을 때 재오염률이 증가하였다.

Fig. 17과 Fig. 18은 양모직물의 재오염성을 수분의 가용화에 따라 살펴본 것이다. 양모는 가용화에 의해 재오염률이 크게 변화하지 않았는데, 이것은 양모직물의 경우 물의 가용화로 인한 용제의 화학적인 특성 변화가 양모직물의 흡착에 별로 영향을 미치지 못하고 섬유나 직물의 구조적인 특성 등 물리적인 조건이 흡착에 더 중요한 요인이 되기 때문인 것으로 생각된다.

IV. 결 론

본 연구는 드라이클리닝계에서 계면활성제로 Aerosol OT와 Span 80을 사용하여 계면활성제 혼합에 따른 용제의 특성 변화와 세척성, 재오염성을 살펴보고 수분 가용화에 따른 재오염성의 변화를 조사하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- 석유계 용제나 perchloroethylene 모두 계면활성제의 첨가와 혼합에 따른 표면장력이나 계면장력

의 상승효과는 볼 수 없었다. 단, 석유계 용제와 물의 계면장력은 계면활성제의 혼합에 따라 음의 상승효과를 나타내었다.

2. 계면활성제를 첨가했을 때 최대 가용화 수분량은 음이온 계면활성제의 비율이 커질수록 증가하였고, 용제별로는 perchloroethylene에서보다 석유계 용제에서 많았다.

3. 드라이클리닝시 세척성은 양모직물에서 가장 높았으며, 면직물과 polyester직물의 세척성은 비슷하였다.

4. 면직물은 세척성과 재오염성에 있어 Span 80 용액이 Aerosol OT 용액보다 더 바람직하였고, Aerosol OT 용액에서는 수분의 가용화에 의해 재오염률이 감소하였다.

5. polyester 직물은 용제나 계면활성제의 종류에 관계 없이 세척성과 재오염성이 일정하였고, 수분의 가용화에 의해서는 모든 경우에서 재오염률이 증가하였다.

6. 양모직물은 Aerosol OT와 perchloroethylene의 조합일 때 재오염률이 높았으며 수분의 가용화에 의해서는 재오염률이 영향 받지 않았다.

이상에서 직물의 종류와 용제에 따라 효과적인 계면활성제가 다르고, 수분의 가용화가 재오염에 미치는 영향도 다름을 알 수 있었다. 따라서 실제로 드라이클리닝을 할 때에는 섬유별로 분리하여 최적의 조건에서 클리닝을 하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 또한 세척성과 재오염성 외에도 유색 의류의 염색 견뢰도나 이염성도 드라이클리닝의 조건에 따라서 영향을 받을 것으로 기대되므로 이에 대한 종합적인 고찰을 통하여 섬세한 의류의 합리적인 관리가 필요한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 김성련, 세제와 세탁의 과학, 교문사, 219-239 (1994).
- 藤井富美子, ドライクリーニングにおける水溶性よごれの除去機構, 繊消誌, 24, 280(1983).
- 김은아·김성련, 드라이클리닝에서 수용성 오염과 고형 오염의 제거에 관한 연구, 생활 과학연구, 17, 89 (1992).

4. M. Wents, Surfactant Science Series Vol. 20 : Detergency in Nonaqueous Systems, Marcel Dekker Inc., New York, p. 459(1967).
5. H. Lange, Surfactant Science Series, Vol. 2, Solvent Properties of Surfactant Solution : Physical chemistry of cleansing action, Marcel Dekker Inc., New York, p. 175(1967).
6. T. Fort, H.R. Billica, and C. K. Solan : Studies of Soiling and Detergency, Part I, Observation of naturally Soiled Textile Fibers, *Textile Res. J.*, 36, 7(1966).
7. A. R. Martin and G. D. Fulton : Drycleaning : Technology and Theory, Textile Book Publ., New York, p. 176(1958).
8. W. H. Smith, M. Wentz and A. R. Martin : Comparison of Soil-deposition and Redeposition Test in Evaluating Drycleaning Detergent, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 45, 83(1968).
9. W. G. Cutler and R. C. Davis : Surfactant Series, Vol.5, Detergent Theory and Test Method, Marcel Dekker Inc., p. 273(1972).
10. J. Berch and H. Peper : Wet Soiling of Cotton, Part IV : Surface Energies of Cotton Finishing Chemicals, *Textile Res. J.*, 35, 252(1965).
11. G. M. Venkatesh, N. E. Dweltz, G.I. Madan and R. H. Aourkar : A Study of the Soiling and Soil Release Finishes : A review, *Textile Res. J.*, 44, 332(1974).
12. 차옥선 · 강인숙, Drycleaning 시 재오염에 관한 연구, *한국의류학회지*, 12, 383 (1988).
13. T. Fujii, N. Okada and H. Okuyama : Effect of Nonionic Polymers on Deposition Rate of Carbon Black Particles in Non-aqueous Solution, *油化學*, 22, 89(1973).
14. K. Fukuda and Y. Taniyama, *Sci. Rep. Saitam Univ.*, 3A, p. 27(1958).
15. M. J. Schwuger, Chap.1. Interfacial and Performance Properties of Sulfated Polyoxyethylenated Alcohols, Structure/Performance Relationships in Surfactants, M. J. Rosen ed., ACS Symposium Series 253, American Chmical Society, Washington, D. C. (1984).
16. M. F. Cox, M. F. Borys and T. P. Matson, Interactions between LAS/Nonionic surfactants, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 62, 1139(1985).
17. 정혜원, 혼합 계면활성제의 계면활성에 관한 연구, *한국의류학회지*, 18, 348(1994).
18. KS K 0905, 염색 견뢰도 시험용 첨부 백포(1996).
19. 정혜원, 오염 중의 유리지방산이 세척에 미치는 영향, *한국의류학회지*, 1, 31(1977).
20. 김성련, 세계와 세탁의 과학, 교문사, 315-322(1994).
21. 박명자, Drycleaning 시 고형 오염의 재침착에 관한 연구, 서울대학교 가정학 석사학위논문(1982).
22. F. M. Fowkes, Surfactant Science Series, Vol. 2, Solvent Properties of Surfactant Solutions : The Interactions of Polar Molecules, Micelles and Polymers in Nonaqueous media, Marcel Dekker Inc., New York, p. 65(1967).