

친수화처리 PET직물에서 지용성오염의 제거

정 해 원 · S. Kay Obendorf*

인하대학교 가정대학 의류학과

*Dept. of Textiles and Apparel, College of Human Ecology, Cornell University

Removal of Oily Soils from the PET Fabric Treated with Hydrophilic Chemicals

Hae Won Chung · S. Kay Obendorf*

Dept. of Clothing and Textiles, College of Home Economics, Inha University

*Dept. of Textiles and Apparel, College of Human Ecology, Cornell University

(1991. 11. 27 접수)

Abstract

The influences of hydrophilic treatment of the PET fabric on soiling and detergency of triolein were studied. The amounts of residual triolein were determined by radiotracer analysis, and distributions of the unsaturated oils on the fabric were evaluated by backscattered electron images.

The removal of triolein was increased when the PET fabrics were treated. SRP pretreatment was more effective on the oily soil removal than the of addition of SRP in the detergent.

The oily soil of triolein only was packed between the fibers, but mixed soil was distributed around the fibers. When the mixed soil was used, detergent solution could penetrate the continuous interfiber capillaries, this would be one of the reasons that mixed soil was removed more extensively.

서 론

polyethylen terephthalate (PET) 섬유는 의복재료로서 강도가 크고, 구김이 덜 생기고 젖은 후 빨리 마르는 등의 여러가지 장점을 가지고 있으나, 소수성 섬유로서 흡습성이 작고 정전기가 잘 생기며 지용성 물질과의 친화력이 큰 것 등의 단점도 가져 친수화 처리를 하기도 한다^{1,2)}. 본 연구에서는 친수화 처리한 PET 직물에서 지용성 물질의 세척성을 살펴보고자 하였다.

지용성 물질로는 세척에서 가장 문제가 되는 trig-

lyceride 중에서 이중결합을 가져 상온에서 액체인 triolein을 사용하였으며, triolein 단독오염과 혼합오염 성분중의 triolein을 C¹⁴로 label된 것을 사용함으로써 방사법에 의해 세척성을 평가하였다. Triolein의 침투 및 세척후에 잔존하는 triolein의 부착위치를 확인하기 위하여 electron microscopical analysis를 사용하였다. 시료표면에 focused electron beam을 쏘이면 secondary electron 외에 backscatterd electron, Auger electron, characteristic X-ray, continuous X-ray spectrum등이 방출되는데³⁾ 본 연구에서는 backscattered electron image법을 이용하였다. Backs-

cattered coefficient는 target element의 원자량과 밀접한 관계를 가지므로, 이중결합을 갖는 불포화 화합물인 triolein을 osmium tetroxide와 결합시키면 원자번호가 76인 osmium은 다른 C, O, N이나 Cl보다 backscattered intensity가 커서 backscattered image에서 밝게 나타나게 되므로 불포화 화합물인 triolein이 부차한 위치를 할 수 있게된다⁴⁾.

이와같은 electron microscopical analysis로 섬유외 침수성의 변화에 따른 triolein의 거동을 관찰함으로써 섬유외 계면화학특성의 차이가 지용성 물질의 부착에 미치는 영향을 알아 보코자 하였다.

실 험

시 료

시험포는 100% polyester의 taffeta (Dacron 56, Test Fabrics Type 738)로 이 직물의 특성은 Table 1과 같다. 크기는 6.5 cm×6.5 cm이며 가장 자리는 세척하는 동안 풀리지않도록 ultrasonic sealing machine (Brother)으로 처리하였다.

시료포는 0.2% 비이온계면활성제와 0.08% NaOH 용액으로 80°C에서 30분간 담근 후 수세, 건조하여 methanol로 8시간 동안 soxhlet에서 추출하였다.

침수화 처리는 soil-release polymer (SRP), 친수 실리콘, 음이온계와 비이온계의 처리제를 사용하여 전보⁵⁾와 동일하게 하였다.

Table 1. Construction characteristics of the fabric

Weave	Plain
Fabric count (yarns/inch)	105 X 60
Yarn number (denier)	
warp	160
filling	270
Fabric thickness (mm)	0.223

오 염

오염으로는 상온에서 액체인 triolein 단독 오염과, 친염 오염과 유사한 조성의 혼합 오염(Table 2) 두가지로

Table 2. The composition of mixed soil

squalene	8%
tristearin	23%
triolein	23%
stearic acid	15%
oleic acid	15%
cholesterol	8%
octadecanol	8%

사용하였다. 세척율을 평가하기 위해서는 오염을 chloroform에 10% (w/v)가 되도록 용해하여 triolein 단독 오염인 경우는 시료 1매당 micropipet으로 50 μ l를 균일하게 오염시켰으며 혼합 오염인 경우에는 75 μ l씩 2번을 균일하게 오염시켰다. 그러나 전자현미경으로 관찰하기 위한 것은 시료의 중앙에 오염시켰다. Radiotracer analysis로 시료에 남아있는 오염의 총량을 조사하기 위해서는 C¹⁴으로 label된 triolein을 첨가하여 오염포 1매당 radioactivity가 0.05 μ Ci가 되도록 하였다. 오염포는 오염시킨 후 4°C의 냉장고에서 24시간 보존 후 사용하였다.

세척 및 세척물의 평가

세척은 terg-o-tometer (U.S. Testing Co.)로 하였으며, 세제는 조제가 첨가되지 않은 음이온계면활성제와 비이온계면활성제가 포함된 액체세제와 여기에 2%의 SRP가 첨가된 것의 두 종류를 0.1%의 농도로 사용하였다. 한 개의 세척 비이커에 세액 500 ml와 오염포 3매를 넣고 45°C에서 80 rpm으로 20분간 세척한 후 2분씩 2회 행구고 공기중에서 자연 건조하였다.

세척한 시료는 유리 scintillation vial에 20 ml의 scintillation 용액 Scinitverse E(Fisher)와 함께 넣어 liquid scintillation counter (Beckman LS-7000)로 측정하였다. Quenching 효과를 위하여 counting efficiency는 external standard로 검량선에 의해 결정하였다. 세척율은 오염포의 triolein의 activity에 대한 세척으로 제거된 activity의 백분율로 나타내었다.

전자현미경 분석

시료의 중앙에서 경사를 2 cm정도의 길이로 취하여, 뚜껑이 잘 맞는 유리 vial 속의 2% (w/v) osmium tetroxide 수용액 위에 고정시켜 8시간 이상 반응시킨

후 3회 수세하고 공기 건조하였다.

Osmium 처리한 경사는 plastic capsule에 고정하고, Spurr's low viscosity resin으로 채운 후 70°C에서 8시간 curing하였다. 단면을 측정하기 위한 시료는 glass knife를 사용하여 ultramicrotome (Sorvall M.T-1, Du pont)으로 두께가 20~30 μ m가 되도록 만들었다. 시료는 carbon coating하여 SEM (JSM-35CF, Jeol)으로 accelerating voltage 15 KV에서 측면은 60배로, 단면은 300~360배로 확대하여 backscattered electron image를 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

III-1. Triolein의 세척성

Triolein 단독 오염을 사용하여 세척한 결과는 Fig. 1과 같다. 사용한 두 세제 모두에서 PET 직물의 친수화 처리시 triolein의 세척성은 증가하였다. SRP가 첨가된 세제 0.25%의 농도로 세척과 건조를 3회 반복한 SRP 처리 PET에서도 untreated PET보다 세척성이 증가하였으나, 0.1%의 농도로 세척시엔 SRP가 첨가된 세제보다 control세제의 사용시에 오히려 세척성이 큰 것으로 나타났다. 친수화의 정도가 작으면 control세제와 SRP가 함유된 세제의 세척성의 차이는 크나, 친수성이 커서 triolein의 세척성이 커지면 두 세제의 세척성의 차

이도 작게되었다. 이것은 세척시 세제의 농도가 0.1%로 낮아 SRP가 충분히 영향을 미치지 못한 것으로 생각되며, 또한 SRP는 세척시에 첨가하는 것 보다 전처리시 고온으로 건조 처리하는 것이 효과적으로 여겨진다.

PET 직물에서 친수화 처리에 따른 triolein의 세척성을 동일하게 처리한 섬유 표면에너지와 비교해 보면, 처리하지 않았을 때, SRP, silicone, anionic, nonionic으로 처리시 총표면에너지 값은 각각 48.0 erg/cm², 43.6 erg/cm², 42.9 erg/cm², 48.4 erg/cm², 68.2 erg/cm²이며 극성성분의 값은 각각 3.5 erg/cm², 5.7 erg/cm², 11.8 erg/cm², 4.7 erg/cm², 28.0 erg/cm²으로 세척성은 anionic으로 처리한 경우를 제외하고는 총 표면에너지보다는 극성성분 값의 순서와 유사함을 보인다. Anionic으로 처리한 경우에 세척성이 advance wetting force로 계산한 표면에너지 또는 극성성분의 순서보다 좋게 나타나는데, 이는 anionic으로 처리시에 advance wetting force는 작으나 recede wetting force는 다른 방법에 비하여 월등히 큰것에 기인하는것으로 생각된다.

원래의 PET직물에서 triolein의 세척율은 19.7%로 제거가 어려우나 nonionic으로 친수화 처리시에는 96.5%로 거의 대부분이 제거되므로 소수성의 PET 직물에서 문제가 되는 지용성 오염의 제거를 위해서 친수화 처리는 매우 효과가 있음을 보여준다.

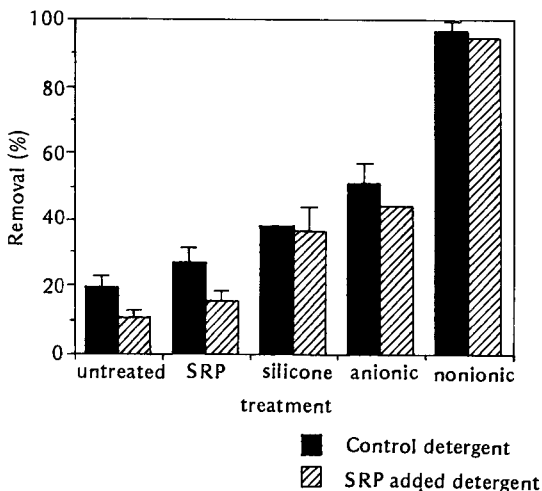


Fig. 1. Removal of triolein from PET fabrics treated with hydrophilic chemicals

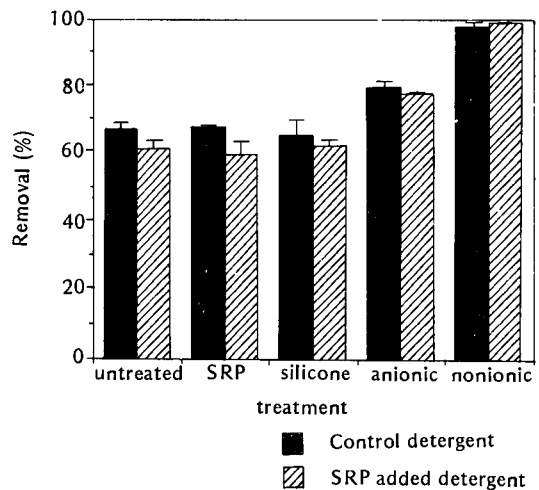


Fig. 2. Removal of triolein in mixed oil from PET fabrics treated with hydrophilic chemicals

혼합오염 중에서 triolein의 세척성은 Fig. 2와 같다. 혼합오염에는 triglyceride외에 극성성분인 oleic acid, stearic acid와 octadecanol등이 포함되어 있어 세척성이 향상되었는데 이는 Forts등⁶⁾의 보고와 일치한다. 친수화 처리하지 않은 원래의 PET직물에서 혼합오염중 triolein의 세척성이 비교적 좋아 (66.8%), SRP와 silicone으로 처리시에는 세척성의 변화가 보이지 않으나 anionic과 특히 nonionic의 처리시에는 세척성이 크게 증가하였다. Triolein 단독오염의 경우와 같이 혼합오염되었을 때에도 SRP가 첨가된 세제로 세척시에는 control세제의 사용시보다 세척율이 적으나, 그 차이는 단독오염보다 적게 나타났다.

전처리시에는 소수성 섬유일 수록 세척성에 미치는 SRP 효과가 좋다고 하였으나⁷⁾ 세척시에는 섬유와 오염이 소수성이 커질 수록 SRP의 영향으로 세척성이 저하되었다.

III-2. 전자현미경 관찰

Osmium tetroxide는 이중결합을 가진 물질과 견고

하게 결합하여 검은색의 침전을 형성하며 BEI에서 밝게 나타나므로, triolein 단독오염과 혼합오염이 친수화 처리하지 않은 PET 직물과 가장 친수화 효과가 큰 nonionic 처리 직물에 부착한 상태를 전자현미경으로 촬영한 것은 Fig. 3, Fig. 4이며, control 세제로 세척한 후 잔존하는 오염의 사진은 Fig. 5, Fig. 6이다. 혼합오염인 경우에는 이중결합을 갖는 것이 triolein외에 oleic acid, cholesterol, squalene등이 포함되어 있다.

Triolein 단독오염은 실을 이루는 filament 섬유 사이에 채워져 있다. 친수화 처리하지 않은 PET와 nonionic으로 처리한 것에서의 triolein의 부착상태도 달라서 nonionic으로 처리한 경우에는 직물을 이루는 구조에 따른 영향이 뚜렷하게 나타나며, 측면의 사진에서 오염이 적은 부분은 위사가 위에서 교차한 부분으로 triolein과 nonionic으로 처리한 섬유와 결합력이 작아 직물에서 경사를 취하는 과정에 위사와 더불어 triolein이 상당부분이 떨어지고 있는 것이 사진에도 나타나며, 이와같은 요인이 세척시 세척율이 크게 된 것으로 생각된다. 혼합오염인 경우는 triolein 단독오염과 그 분포가

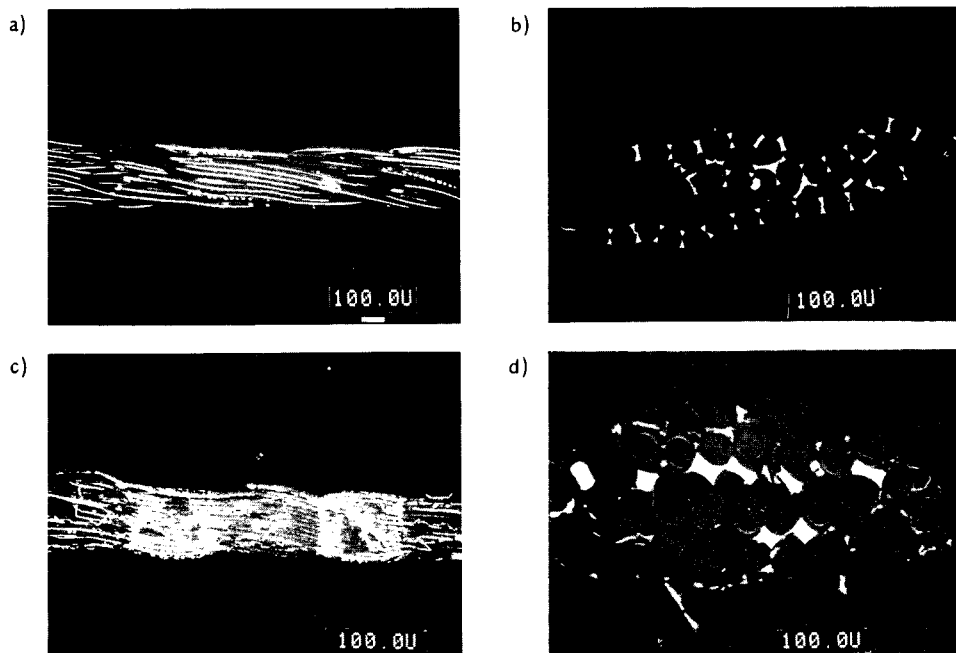


Fig. 3. Triolein distribution on yarns from unwashed fabrics;
a, b) untreated PET fabric
c, d) nonionic treated PET fabric

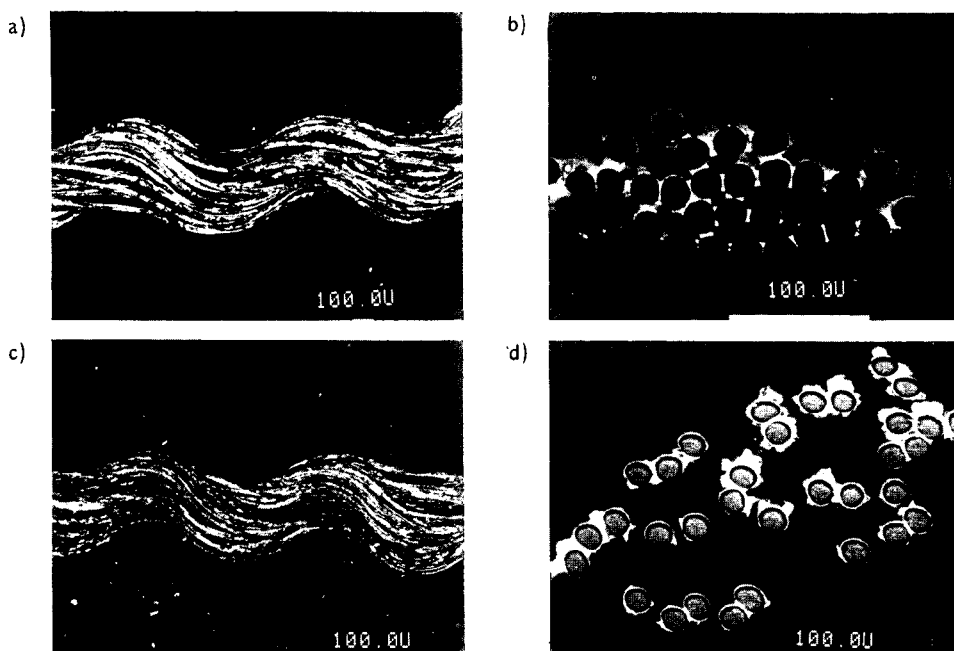


Fig. 4. The mixed oily soil distribution on yarns from unwashed fabrics;
a, b) untreated PET fabric
c, d) nonionic treated PET fabric

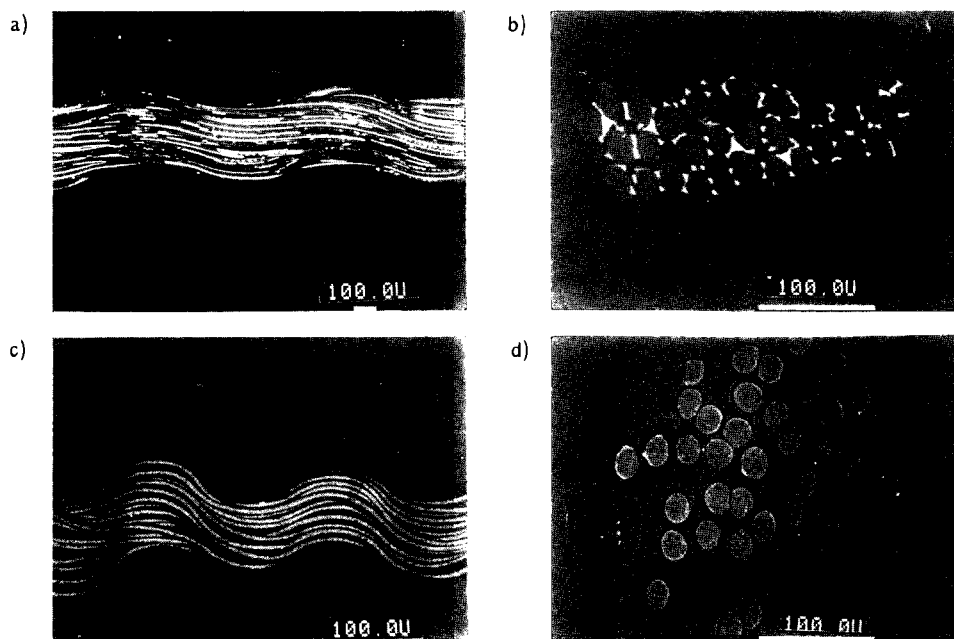


Fig. 5. Triolein distribution on yarns from fabrics washed with control detergent:
a, b) untreated PET fabric,
c, d) nonionic treated PET fabric

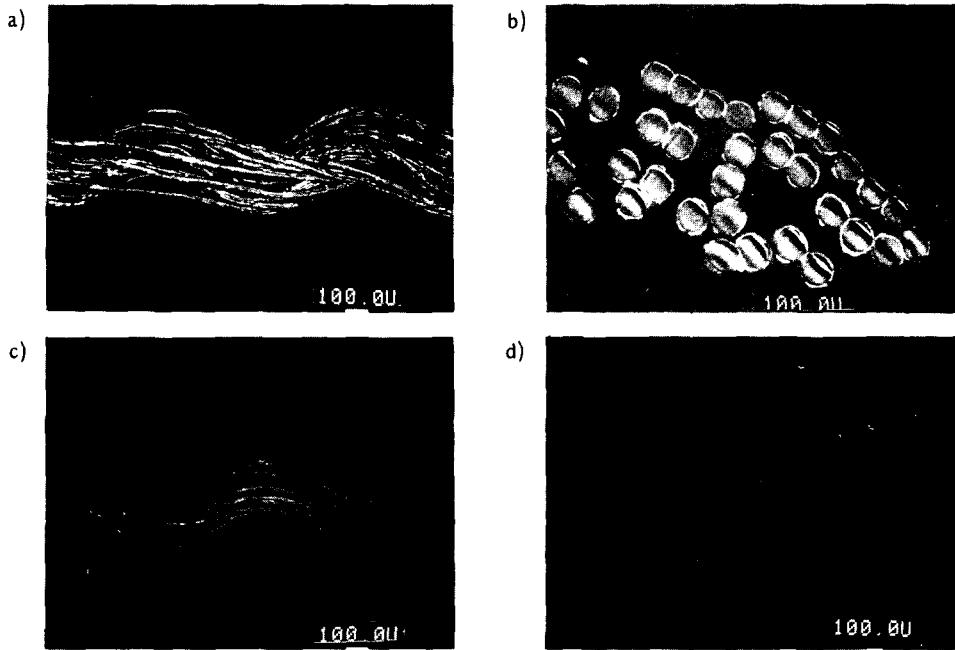


Fig. 6. The mixed oily soil distribution on yarns from fabrics washed with control detergent:
a, b) untreated PET fabric
c, d) nonionic treated PET fabric

다르게 나타났다. 혼합오염은 filament사를 이루는 섬유주위에 묻어있는 것 같이 분포하여 섬유사이에 긴 모세관이 존재하게되므로 세액내에서 세액과의 접촉이 많아질 것이며, 이것은 혼합오염의 세척성이 큰 이유 중의 하나가 될 것이다. 이와 같이 혼합성분인 경우 오염이 섬유주위에 구슬처럼 불규칙하게 묻쳐있는 것 같은 형태를 보이는데 이는 Obendorf등⁸⁾이 세척후에 잔존하는 triolein의 부착형태 관찰에서 nylon과 acryl섬유 주위에는 triolein이 구슬형태로 분포되어 있으나, 소수성의 polyester섬유에는 균일하게 분포되어 있다고 보고한 것과 비교하여 섬유와 오염의 친수성이 섬유에 부착하는 오염의 분포에 영향을 미치며 이로 말미암아 세척성에 영향을 미치는 것으로 여겨진다. 혼합오염은 오염간의 결집력이 triolein 단독 보다 떨어져서 주위에 오염이 떨어져 나간 것이 사진에 나타나며, triolein은 PET 섬유 내부에 침투하지 않은 것으로 보이는데 이는 Obendorf 등⁸⁾의 보고와 일치한다. 혼합오염은 단면의 사진에서 섬유중에 흰점이 보이니 이는 단편 채취 중에 오염이 묻게 된 것으로 생각 된다.

결 론

소수성이 큰 PET filament 직물을 친수화 처리하여 지용성물질과의 친화성의 변화를 살펴보기 위하여 C¹⁴로 표지한 triolein을 지용성물질로 사용하여 triolein 단독오염과 혼합오염의 세척성을 조사하였다. 세제는 조제가 첨가되지않은 액체세제와 여기에 nonionic soil release polymer (SRP)가 첨가된 것을 사용하였다.

PET직물을 친수화 처리시에는 처리하지않은 PET보다 triolein 단독과 혼합오염 모두에서 세척성은 증가하였으며, 극성 성분이 포함된 혼합오염의 세척성은 단독오염보다 더 크게 나타났다.

SRP는 세척시의 효과보다는 전처리에 사용하는 것이 세척성을 증대하는 좋은 방법이었다.

또한 지용성오염이 세척 전후의 섬유에 부착된 상태를 알아보기 위하여 triolein을 osmium tetroxide와 반응시켜 backscattered electron image를 관찰한 결과, triolein 단독오염은 섬유 사이를 채우고 있으며, 혼합오염은 섬유 주위를 둘러싸고 있어 섬유사이에 간격이 생

기므로 세액 내에서 세제와의 접촉이 쉬운 것이 혼합오염의 세척성이 좋은 한 요인이 될 것으로 생각된다.

인 용 문 헌

- 1) Ferguson, C.A., Hydrophilic Finishes for Polyester: Durability and Processing Advantages, *American dyestuff Rep.*, **71**, 6, 43 (1982)
- 2) Zeronian, S.H., and Collins, M.J., Improving the Comfort for Polyester Fabrics, *Textile Chem. Color.*, **20**, 4, 23 (1988)
- 3) Goldstein, J. I. and Yokowitz, H. ed., Practical Scanning Electron Microscopy: Electron and Ion Microprobe Analysis, 49, Plenum Press, (1975)
- 4) Obendorf, S.K., Electron Microscopical Analysis of the Distribution of Oily Soils on Fabrics after Laundering: A Review, *J. Coated Fabrics*, **13**, **24** (1983)
- 5) 정혜원, Obendorf, S.K., Tensiometric법을 이용한 친수화 PET섬유의 표면특성 분석, *한국의류학회지*, **15**, 431 (1991)
- 6) Fort, T., Billica, H.R., and Grindstaff, T. H., Studies of Soiling and Detergency, *Textile Res. J.*, **45**, 354 (1968)
- 7) Obendorf, S. K., Analysis of the Distribution of Residual Soils to Define Soil/Fabric/Detergent Formulation Characteristics that Limit Detergency, Report of the Proctor & Gamble, August, 1989
- 8) Obendorf, S.K., Namaste, Y. M. N., and Durnam, D. J., A Microscopical Study of Residual Oily Soil Distribution on Fabrics of Varying Fiber Content, *Textile Res. J.*, **53**, 375 (1983)