〔보 문〕

Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 26, No. 7 (2002) p.1085~1092

효소세제에 첨가한 과탄산나트륨이 세척효과에 미치는 영향

Evaluating Bleaching Effects of a Sodium Percarbonate in the Washing Process with Enzyme Containing Detergents

인하대학교 의류학과
정 혜 원 · 유 지 혜 · 방 종 호

Dept. of Clothing and Textiles, Inha University
Haewon Chung · Jihye Ryu · Jongho Bang

(2002. 4. 11 접수)

Abstract

Changes in laundering habits and the efficacy claims made for oxygen bleach added to detergents necessitate a deeper investigation into the testing of the washing efficacy of detergents and washing process. The effect of the addition of a sodium percarbonate and bleach activator TAED to an enzyme containing detergent on the soil removal and antimicrobial properties were investigated with the measuring of residual H_2O_2.

The addition of sodium percarbonates to enzyme containing detergent lowered the soil removal of EMPA 116 cloth. But sodium percarbonates had greater effects on that of colored stained cloths such as EMPA 115 and artificially soiled with wine and red pepper while they were presoaked at 20℃ or higher for 30 minutes or longer. Most of hydrogen peroxide was remained after washing. Over 99.9% of Staphylococcus aureus on the cotton cloth was removed in every washing solutions, but the cloth washed with enzyme containing detergent or detergent with oxygen bleach didn't show the antimicrobial property.

Key words: enzyme containing detergent, sodium percarbonate, bleach activator, soil removal, antimicrobial property; 효소세제, 과탄산나트륨, 표백활성화제, 세척성, 항균성

I. 서 론

표백제는 물질이 가지고 있는 색을 옅게 하므로 오래 전부터 세탁효과를 높이기 위하여 세탁 시 첨가되기도 하였다. 세탁에 사용되는 표백제로는 염소계의 하이포아염소산나트륨, 산소계의 과탄산나트륨과 과붕산나트륨이 있으며, 하이포아염소산나트륨은 액체로 산화력이 커서 표백효과는 좋으나, 가정에서 섬유류에 사용 시에는 매우 주의하지 않으면 염색물의 부분적인 탈색과 섬유의 취화가 심하게 일어나게 된다. 그러므로 분말세제에는 산소계 표백제가 첨가될 뿐 아니라 가정에서 섬유용으로는 산소계 표백제를 주로 사용하고 있다. 산소계 표백제 중에서 과탄산나트륨은 과붕산나트륨에 비하여 용해성이 크며, 비교적 낮은 온도의 세탁에도 효과적이고, 물에 용해 시 알칼리성으로 세탁 효과를 좋게 하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 세제에 첨가된 표백제는 직물에 부착한 색

소의 이중 결합을 산화하여 색을 잃게 하며, 최근에는 살균의 목적에 관심이 높아지고 있는 실정이다.[1,2].

세탁시 첨가하는 표백제의 효과에 관한 연구로 金田[3] 등은 차아염소산나트륨, 과산화수소를 세탁기에서 처리하거나, 용액 중에 직물을 침지 후 수세 또는 직물에 도포하여 1분간 방치하였을 때의 표백효과와 섬유의 강도변화를 조사하였다. 이 등[4]은 고형오구로 카본블랙과 산화철, 지용성 오구로 트리팔미틴과 EMPA 101, 116오염포를 사용하여 하이포아염소산나트륨과 과탄산나트륨에서의 세척성을 조사하였다. 소수성 고형오구의 제거에 표백제의 첨가는 효과가 있으며, 지용성 오구는 과탄산 나트륨의 첨가가 효과적이라 하였다. EMPA 116에서는 하이포아염소산의 효과가 크나, 낮은 온도에서는 오히려 표백제의 첨가로 세척성이 저하하였는데, 그 원인을 표백제에 의한 단백질 오구의 변성이라 예측하였다. 정 등[5]은 헤모글로빈 오염포와 EMPA 116 오염포에서 표백제의 첨가 시 세척성의 변화를 검토하였으며, 그 외에 산소계 표백제를 사용한 연구로는 과산화수소의 분해 및 표백 작용의 속도에 관한 Sukumar 등[6]의 연구, 과붕산나트륨과 표백활성화제의 표백 작용에 대한 Grime 등[7]과 Kissa[8,9]의 연구가 있다.

본 연구에서는 산소계 표백제로 안정성의 문제로 세제에 직접 첨가되지 못하여 비교적 연구가 적었으나 최근 세제에 직접 첨가할 수 있는 방법이 개발된 과탄산나트륨(sodium percarbonate)과 표백활성화제인 TAED(Tetraacetylethylene Diamine)가 세제에 첨가되었을 때의 효과를 알아보기 위하여 EMPA116, 115와 와인오염포, 붉은 고추 오염포를 사용하여 세척성을 조사하였고 세척조건에서 소모되는 과산화수소의 양을 측정하여 비교하였다. 또한 Staphylococcus aureus를 공시균으로 세척 조건에서의 살균, 항균효과를 조사하였으며, 세척 전후의 오염포에 부착하여있는 오구의 형태를 SEM으로 비교 관찰하였다.

II. 실 험

1. 시료 및 시약

세척성 실험에 사용된 오염포는 혈액/우유/카본블랙성분이 포함된 EMPA116, immedial black으로 염색하여 표백력 측정용 오염포인 EMPA115, 얼룩의 제거효과를 조사하기 위하여 적포도주로 오염시킨 WFK 10L, 붉은 고추로 오염시킨 WFK 10P를 사용하였다. 세척실험에 사용하기 전에 EMPA 116 오염포는 120℃에서 1분, WFK 10L과 WFK 10P는 40℃에서 10분 숙성하여 사용하였다.

세척에 사용한 세제는 고급알코올의 비이온계, 고급지방산과 직쇄알킬벤젠의 음이온계면활성제가 주성분인 시판세제와 동일한 조성으로 프로테아제로는 Savinase, 표백제로는 과탄산나트륨(PC, $2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2$), 표백활성화제로는 TAED를 사용하였다. 0.1N-과망간산칼륨, 옥살산은 특급시약을 사용하였으며, 그 외에는 일급 시약을 사용하였고, 물은 증류수를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 세척

세척은 Terg-o-tometer(Yasuda Seiki 463)를 사용하여, 세제는 권장 농도인 0.067%, 표백제인 과탄산나트륨은 세제의 15%, TAED는 세제의 1.5%를 첨가한 세액 600㎖에 5×10cm의 오염포를 4매 씩 넣고 10, 20, 40, 60℃에서 80rpm으로 10분간 세척하였다. 그 후 세척한 온도와 같은 온도에서 2분간 2회 헹구었다.

세척성은 세척 전후의 K/S값을 색차계(color-eye2180, Macbeth)로 측정하여 결정하였으며, K/S값을 측정한 파장은 EMPA 115, 116는 520nm, 색소 오염포는 최대반사율을 나타내는 파장으로 붉은 포도주 오염포 WFK 10L은 540 nm, 붉은 고추 오염포 WFK 10P는 480nm에서 측정하였다.

2) 과산화수소의 소모량[10]

세척온도와 침지 시간에 따라 소모된 과산화수소의 양은 세척조건과 동일한 용액 250㎖에 6N 황산 25㎖를 가하여 0.1N-KMnO4로 적정하여 결정하였다.

3) 세척시의 균 제거율 및 항균성

세척시의 균 제거율은 공시균 Staphylococcus aureus를 백포와 EMPA116 오염포에 가하여 1일 동안 공기 건조하고, Terg-o-tometer로 600ml의 세액에서 4매의 10

×5cm포를 40℃에서 10분 세척하고, 2분씩 2회 헹군 후 생존하는 균의 수를 KS K0693과 같은 방법으로 배양하여 측정하였다.

세척포의 항균성은 Staphylococcus aureus를 공시균으로 KS K0693에 의해 실험하였다.

4) SEM관찰

오염포와 세척포를 Au코팅한 후 가속전압 5KV로 주사전자현미경(Hitach S-4300)으로 섬유에 부착한 오구의 형태를 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 과탄산나트륨 첨가시 세척성의 변화

세제에 과탄산나트륨과 TAED를 첨가하거나 첨가하지 않고, 세척 온도와 예침 시간을 달리하여 세척성

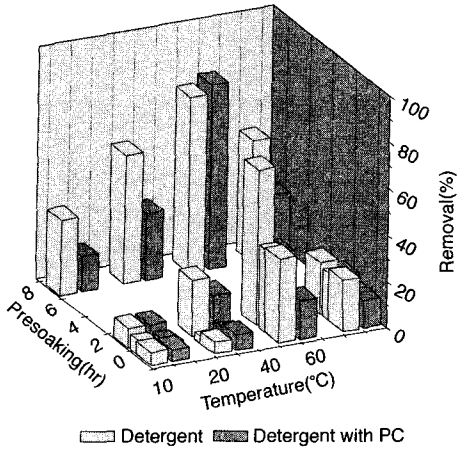


Fig. 1. Soil removal of EMPA 116 as a function of temperature and presoaking time.

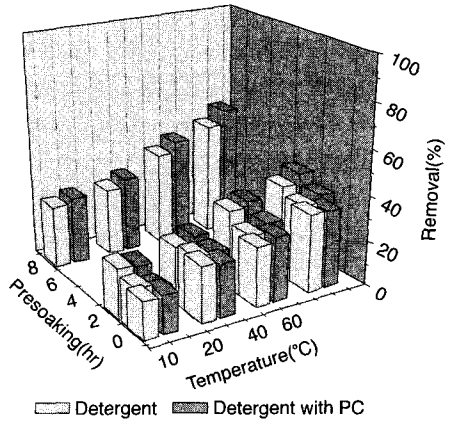


Fig. 2. Soil removal of EMPA 115 as a function of temperature and presoaking time.

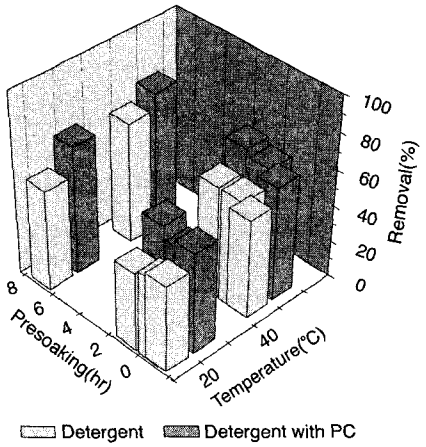


Fig. 3. Soil Removal of cotten soiled with red wine as a function of temperature and presoaking time.

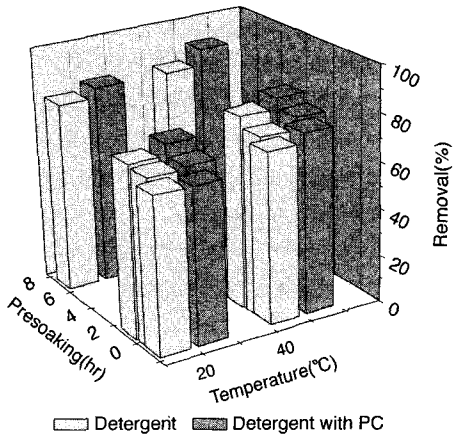


Fig. 4. Soil Removal of cotton soiled with red pepper as a function of temperature and presoaking time.

을 비교한 결과는 오염포의 종류별로 Fig. 1~Fig. 4와 같다.

Fig. 1은 세제의 세척성 비교에 가장 많이 쓰이는 EMPA 116으로 혈액/우유/카본블랙성분이 포함된 오염포의 세척성이다. EMPA 116오염포는 세척성의 지표로 카본블랙을 사용하나 단백질오구를 포함하므로 단백질 분해효소인 프로테아제는 세척성에 큰 영향을 미치는 성분이라 할 수 있다. 프로테아제가 첨가된 세제만으로 EMPA 116를 세척 시에는 세척온도와 예침시간의 변화에 따른 세척성의 차이가 뚜렷하여, 세척온도의 효과를 살펴보면 40℃까지는 온도가 증가하면 세척성이 향상되나 60℃는 40℃보다 세척성이 저하한다. 이는 프로테아제의 활성과 관계되는 성질로 세제에 첨가하는 프로테아제인 Savinase 등의 활성은 40~50℃에서 가장 우수하기 때문이다. 예침시간에 따른 세척성은 예침시간이 길수록 세척성이 크게 향상되어 모든 온도에서 8시간 예침 시 세척성이 가장 높게 나타났다. 세제에 과탄산나트륨과 TAED가 첨가되었을 때에도 40℃에서 최고의 세척성을 보이며 표백제가 첨가되지 않았을 때와 유사한 경향을 보이나, 40℃의 8시간 예침을 제외하고 대부분의 세척 조건에서 과탄산나트륨이 첨가되지 않았을 때에 비하여 세척성이 떨어진다. 이 등[4]은 TAED는 사용하지 않았으나 유사한 결과로, 과탄산나트륨의 첨가로 세척성이 저하하는 원인이 표백제에 의한 단백질 오구의 변성에 기인한다고 하였으나 본 연구에서는 세척 전에 미리 고온 처리시 단백질 오구가 변성되었음에도 대부분의 조건에서 세척성이 저하하는 것은, 과탄산나트륨 등이 세제 중 프로테아제의 활성을 저하시키는 것이 한 요인이 되는 것으로 추측된다.

EMPA 115의 세척성은 Fig.2와 같으며, 세제만으로 세척 시 온도가 60℃로 증가할 때까지 세척성은 증가하여 60℃에서 최고의 세척 효과를 보이며, 탄산나트륨과 TAED가 첨가되었을 때에도 세척온도가 높아지면 세척성은 향상된다. 또한 세제만으로 세탁할 때와 탄산나트륨과 TAED가 첨가되었을 때 모두 예침시간이 길어지면 세척성은 증가하여 결과적으로 60℃에서 8시간 예침 시에 세척성이 가장 높다. 10℃에서는 8시간의 예침 시에, 20℃에서는 2시간이상, 40℃와 60℃에서는 30분 이상의 예침시간에서 과탄산나트륨과 TAED의 사용이 세제만을 사용했을 때보다 세척성이 향상되어 온도가 높아질 수록 과탄산나트륨과 TAED의 효과가 빨리 나타나게됨을 알 수 있다.

Fig. 3은 와인오염포의 세척성으로 세제만으로 세척시에는 20℃보다는 40℃의 세척성이 우수하며, 예침시간에 따라서는 20℃는 8시간에서만 향상되었으나, 40℃에서는 30분 이상의 예침에서 세척성이 향상되고 있다. 과탄산나트륨과 TAED가 첨가시 온도 효과는 20℃보다 40℃에서 세척성이 향상되며, 예침시간에 따라서는 20℃는 2시간, 40℃는 30분이상에서 세척성이 향상되고, 40℃에서 30분의 예침은 20℃의 8시간의 예침과 같은 세척성을 나타낸다. 세제만 사용하였을 때에 비하여 세제에 과탄산나트륨과 TAED가 첨가되었을 때에 모든 조건에서 세척성은 크게 증가하여 20℃에서 예침이 없는 세탁으로도 세제만을 사용하여 8시간 예침하였을 때보다 좋은 효과를 보인다.

Fig. 4는 붉은 고추 오염포의 세척성으로 와인오염포에 비하여 세척성이 좋으며, 세제만으로 세척 시에도 세척온도가 높으면 세척 효과가 좋아 40℃가 20℃보다 세척성이 좋으며, 예침시 세척효과가 향상된다. 세제에 과탄산나트륨과 TAED가 첨가되었을 때도 마찬가지로 40℃가 20℃보다 세척성이 좋으며 예침효과도 30분부터 나타난다. 세제만 사용하였을 때와 세제에 과탄산나트륨과 TAED가 첨가되었을 때를 비교하면 표백제의 첨가로 세척성이 향상되며 온도가 높고 예침시간이 길어질수록 그 효과는 커지나, 붉은 고추 오염포는 세제만으로도 비교적 세척성이 좋아 표백제의 효과는 와인오염포보다는 작다.

이상의 결과로부터 의복에 부착한 오구 중 피지 또는 단백질 등의 제거에는 표백제가 별 효과가 없으나 의복에 부착한 색소얼룩의 제거에는 매우 효과적으로 과탄산 나트륨의 처리 온도가 높으면 짧은 예침시간에도 매우 효과적이므로 과탄산나트륨에 TAED가 첨가되어도 온도를 높여 세탁하는 것이 매우 효과적임을 알 수 있다.

2. 과산화수소의 잔존량

과탄산나트륨의 표백작용은 과산화수소의 작용에

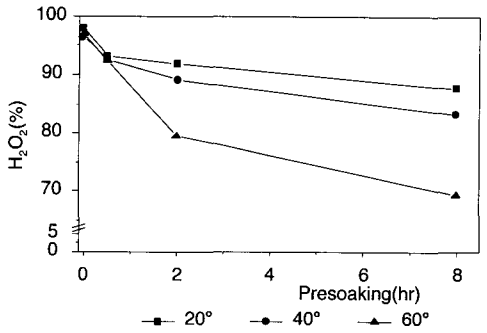


Fig. 5. Residual H_2O_2 in the washing bath vs presoaking time

기인하므로 세제와 함께 과탄산나트륨과 TAED를 세척조건과 동일한 농도로 250ml의 용액으로 20, 40, 60℃에서 일정시간 보존 후 10분간 진탕 항온수조에서 처리하여 소모되고 남은 과산화수소의 양을 결정하고자, 산성용액에서 0.1N KMnO 표준용액으로 적정하여 측정한 결과는 Fig. 5와 같다.

처리온도에 따라 남아있는 과산화수소의 양을 살펴보면 각 온도에서 보존시간 없이 10분간의 진탕 후에는 약 97%의 과산화수소가 남아있으며, 30분의 보존 후 진탕 시에는 93%내외로 30분까지 보존 시에는 온도에 따른 차이가 나타나지 않고 있다. 그러나 색소오염포의 세척시에는 표백제의 효과가 나타나는데, 그 차이는 본 실험 방법으로는 미량의 과산화수소는 그 차이가 오차의 범위에 포함될 수 있으며, 온도에 따라 섬유와 오구의 상태가 다르게 되어 그 결합력도 다를 수 있어 동일한 과산화수소에 의해서도 표백효과는 달라질 수도 있을 것이다. 그러나 2시간 이상을 보존한 후 진탕하였을 때는 온도에 따른 차이가 커서 온도가 증가할수록 남아있는 과산화수소의 양은 크게 감소하며 60℃에서의 감소율이 매우 큼을 알 수 있으며, 8시간 이후에도 산화력을 가지는 과산화수소가 상당량 남아있어, 20℃에서 88%, 40℃에서 83%, 60℃에서 70%정도가 소비되지 않고 남아 있다. 본 실험에 사용한 과탄산나트륨은 100ppm의 농도로, 매우 적은 농도의 과탄산나트륨으로도 색소의 표백에는 효과적임을 알 수 있다. Santa-Kleinschek 등[11]은 과산화수소의 분해속도를 측정하는 연구에서 과산화수소에 안정제가 첨가되지 않으면 분해속도가 매우 커서 10분 정도에 전량 분해되나, 과산화수소용액에 안정제가 첨가되면 분해속도가 지연되어 1시간 후에도 50%가 남아 있으나, 과산화수소용액에 면섬유를 넣으면 순수한 과산화수소용액에 안정제가 첨가된 경우보다도 과산화수소의 분해가 어려워 1시간 후에도 80% 정도가 남아있는 것으로 보고하였는데, 이는 섬유에 있는 이물질에 기인한다고 하였다. 본 실험에서는 과탄산나트륨과 TAED 그리고 세제만 첨가한 조건에서 잔존하는 과산화수소의 양을 측정한 것으로, 오염포가 있을 때의 시간에 따른 산화력의 지속성은 다른 결과를 보일 수도 있을 것으로 생각된다.

3. 과탄산나트륨 첨가시 균 제거율과 항균성

세척시 첨가되는 표백제에 의한 살균효과를 검토하기 위하여 Staphylococcus aureus를 공시균으로 사용하여 세제 또는 세제에 과탄산나트륨과 TAED를 첨가하여 세척 시의 균 제거율을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 우리나라 가정에서 세탁시의 살균효과에 대한 발표가 있었으나[12] 아직 세계적으로 의류의 살균력 측정방법에 대한 규정이 없으며, 표백제의 살균력에 대한 연구[13,14]는 용액에서의 살균력을 측정하고 있는 형편이다. 본 실험에서는 실제 조건과 유사한 조건이 되도록 실험하고자 하였으나 액비가 실제조건보다 큰 편으로, 본 실험 결과는 모든 조건에서 99.9% 이상의 균이 제거되었음을 보여주며, 백포와 오구가 부착된 오염포에서의 균 제거정도도 차이를 보인다고 할 수 없다. 물 만으로 세탁 시에도 균에 따라서는 삼투압 작용에 의해 살균될 수 있으며, 세척과 헹굼 과정에서는 살균과 함께 생균도 떨어져 나가는 것으로 보인다. 또한 균 투여 후 세척까지 시간의 경과도 세척성에 영향을 줄

Table 1. Microbicidal effect of washing with different media*

Washing media	White cloth	EMPA116
Initial bacterial counts	8.78	
water	5.81	5.49
Detergent	5.24	5.47
Detergent+PC+TAED	4.99	5.41

*10 log values of the average CFU counts

것이므로 앞으로 세탁시의 살균 효과에 관하여서는 여러 조건에서의 연구를 통하여 방법의 정립이 필요한 것으로 생각된다.

세척포에 균을 접종하여 항균성의 여부를 조사한 결과는 Table 2와 같다.

세탁 처리하지 않은 대조포인 정련포에 균을 접종하였을 때에 비하여 세제 또는 세제에 TAED를 첨가하여 세탁한 후 균을 접종하여 재생된 균의 수는 감소하지 않았으며, 백포와 오염포에서 균수에서도 의미있는 차이를 발견할 수 없었다. 즉 세제나 세제에 표백제를 첨가하여 세탁한 포는 항균성을 가진다고 할 수 없다.

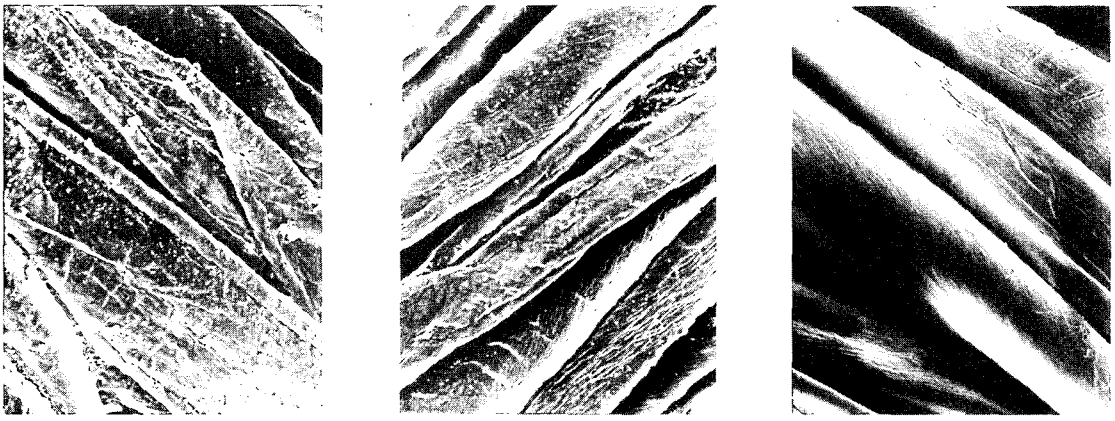
Table 2. Antimicrobial property of washed cloths*

Treatments	White cloth	EMPA116
untreated control	9.03	
Detergent	9.37	9.46
Detergent+PC+TAED	9.23	9.32

*10 log values of the average CFU counts

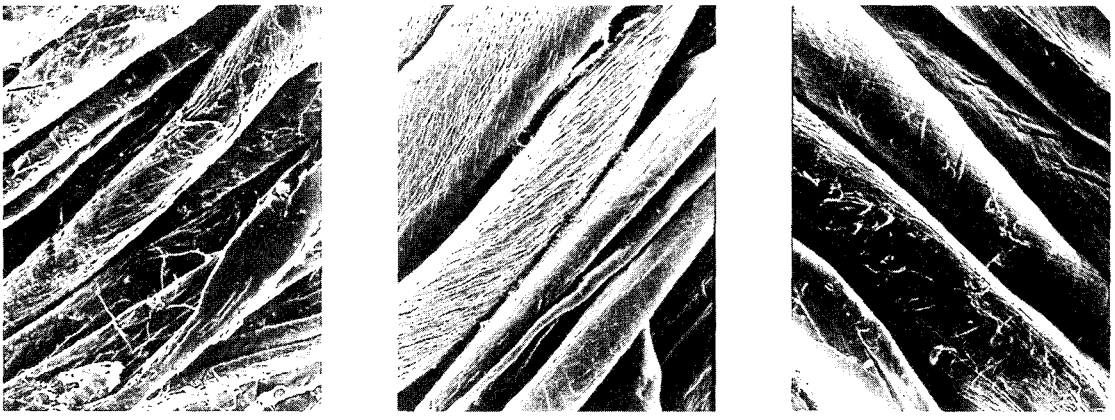
4. SEM관찰

EMPA 오염포와 세척포에서 섬유의 형태와 오구의



a b c

Fig. 6. Scanning electron Micrographs of soiled cloths (a: EMPA 116, b: Aged EMPA 116, c: EMPA 115)



a b c

Fig. 7. Scanning electron Micrographs of EMPA 116 washed cloths. (a: 40°C, 2 hour presoaked with Detergent, b: 40°C, 2 hour presoaked with Detergent+PC+TAED, c: 40°C, 8 hour presoaked with Detergent+PC+TAED)

부착상태 변화를 관찰하기 위한 SEM 사진은 Fig. 6, Fig. 7과 같다. Fig. 6는 오염포의 사진으로 혈액/우유/카본블랙으로 오염된 EMPA 116는 (a), 120℃에서 1분간 숙성하였을 때에 섬유표면에 부착한 오구의 형태는 (b)와 같다. 오염포를 숙성함으로써 섬유표면에 입자의 분포도 줄었으며, 섬유표면을 덮고있던 오구 층이 균일하며 얇게 섬유를 덮여있는 것으로 보아 오구가 숙성시 재결정이 일어나며 일부는 섬유내부로 침투하게되어 단백질의 변성과 함께 숙성한 오구포의 세척성이 떨어지는 원인이 되는 것으로 생각된다. 또한 숙성시 섬유표면에서 오구의 감소로 면섬유의 피브릴이 뚜렷이 보인다. (c)는 EMPA 115로 immedial black으로 염색하여 표면에 입자가 분포되지 않고 섬유내로 침투되어 표면이 매끈하다.

Fig. 7의 (a)는 EMPA 116을 프로테아제의 효소세제로 40℃에서 2시간 침지 후 세척한 것이며, (b)는 세제에 과탄산나트륨과 TAED를 첨가하여 40℃에서 2시간 침지 후 세척한 것이다. 본 연구에 사용한 세제에는 효소로 프로테아제만 첨가되었으므로 40℃에서 2시간 침지한 후 세척한 EMPA 116오염포에서는 표면에서부터 단백질 오구가 분해되어 가므로 실의 표면에 있는 섬유사이에는 matrix오구가 남아 있지 않으며 고형오구 즉 카본블랙 등도 섬유사이에 끼어있지 않다. 그러나 실의 안 쪽에 있는 섬유에서는 matrix 오구와 고형오구가 남아 있음을 볼 수 있다. 한편, 프로테아제, 과탄산나트륨과 TAED가 첨가된 세제로 40℃에서 2시간 침지 후 세척한 EMPA 116은 섬유 표면에서도 단백질 오구의 분해가 아직 일어나지 못하여, 섬유사이에 상당량의 고형 오구가 남아 있다. 과탄산나트륨과 TAED가 첨가된 세제로 40℃에서 8시간 침지 후 세척한 포에서는 오염포 표면의 섬유를 둘러싼 대부분의 단백질 오구 층은 제거되었고 극히 소량의 미세한 입자 오구가 남아 있는 것을 볼 수 있다.

IV. 결 론

과탄산나트륨과 TAED가 효소 세제에 첨가되었을 때의 세척 효과를 알아보기 위하여 EMPA116, 115와 와인오염포, 붉은 고추 오염포를 사용하여 Terg-o-tometer에서의 세척성을 조사하고, 세척조건에서 소모되는 과산화수소의 양을 측정하였다. 또한 최근 섬유제품에서의 위생성에 대한 관심이 높으므로 Staphylococcus aureus를 공시균으로 세척 조건에서의 살균, 항균효과를 조사하였으며, 세척 전후의 오염포에 부착하여있는 오구의 형태를 SEM으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

1. EMPA 116는 효소세제만 사용하였을 때보다 대부분의 조건에서 과탄산나트륨과 TAED의 첨가로 세척성이 저하하였으나 40℃에서 8시간 침지 후에는 과탄산나트륨을 첨가하였을 때의 세척성이 높다. EMPA 115, 와인 오염포, 붉은 고추 오염포 등 색소 오염포의 세탁에는 과탄산나트륨의 첨가로 세척 효과가 증가하여, 20℃에서 2시간 이상 침지 하거나 높은 온도에서 세척하는 것이 효과적임을 알 수 있다.

2. 세척과정에서 과탄산나트륨에서 발생한 과산화수소가 소모되고 남아있는 양을 측정한 결과 30분까지의 침지 시에는 온도에 따른 차이가 거의 없었으나, 2시간 이후에는 온도에 따른 과산화수소의 잔존양은 큰 차이가 있으며, 60℃에서 8시간 침지 후에도 70%정도가 남아있었다.

3. 8.78 log10 CFU의 Staphylococcus aureus를 오염포에 투여하여 1일간 건조 후 물, 세제와 여기에 과탄산나트륨을 첨가하여 세탁하였을 때에 모든 조건에서 99.9%이상의 균이 제거되어, 세척 조건에 따라 차이가 없었다. 앞으로 섬유류의 세척조건에 따른 살균효과의 측정을 위하여서는 실험조건에 대한 기준 설정이 요구된다. 또한 세척포의 항균성은 과탄산나트륨의 첨가에 따른 효과는 나타나지 않았다.

4. 오염포와 세척 포의 SEM으로 부터 EMPA 116오염포는 숙성으로 오구가 섬유에서 재결정되어 부착형태가 변하였으며, 숙성으로 오히려 표면에 부착한 오구 층의 두께는 균일하고 얇아 졌다. 40℃에서 2시간 효소세제만으로 침지 후 세척한 것은 표면의 단백질이 분해되어 떨어져 나갔으나, 효소세제에 과탄산나트륨이 첨가된 것은 섬유표면에 부착한 단백질의 분해가 일어나지 않았음을 보여준다.

참 고 문 헌

1. Jakobi, G., Lohr, A., Detergents and Textiles Washing, p. 73, VCH, 1987
2. 김성련, 세제와 세탁의 과학, 288－299, 교문사(1998)
3. 金田英之, 宮前喜隆, 西岡潤子, 神　宏明, 向山恒治, 酸素系漂白劑の效果と衣類への影響, 第33回洗淨に關するシソポジウム, p. 147 (2001)
4. 이난형 · 김성련, 세척계에서의 표백제의 첨가가 세척성에 미치는 영향, 김성련교수 문하 학위논문집, 353 (1993)
5. 정정란 · 김성련, 표백제가 효소세제의 세척성에 미치는 영향, 김성련교수 문하 학위논문집, 409 (1993)
6. Sukumar, M., Gulrajani, M. L., Kinetics of Bleaching Agent Decomposition in a Single－Stage Preparatory Process, *Text., Res. J.*, **55**, 367 (1985)
7. Grime, J. K., Clauss, A. D., Leslie, K. A., Optimization of Laundry Bleaching Efficiency, Tenside Surf. Det., 29, 23 (1992)
8. Kissa, E., Coffee Stain on Textiles., *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **72**, 793 (1995)
9. Kissa, E., Dohner, Jenny M. , Gibson, Ward R., Strickman, Donna, Kinetics of Staining and Bleaching, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **68**, 532 (1991)
10. 조환 · 조용석, 섬유화학, 형설출판사, p. 61(1990)
11. Santa－Kleinschek, K., Golcer, M., Ribitsch, V., Dolecek.V., An Alternative Way to Monitor H_2O_2 Decomposition in Bleaching Solutions, Text. R. J., 68, 320 (1998)
12. http://cleantopia.com/html/main.html
13. Block, C., ten Bosch, C., Hartog, B., Lemaire, P., Stelter, N., Determination of the Microbicidal Effect of Laundry Detergents, Tenside Surf. Det. 38, 140 (2001)
14. Betz, M., Cerny, G., Antimicrobial effects of Bleaching Agents, Tenside Surf. Det., 37, 230 (2000)