

# 시판표백제에 의한 농축세제의 세척성 향상과 섬유 손상

## The Detergency Improvement and Fabric Damage in the Washing Treatment by Commercial Bleaching Agents

대구대학교 의상디자인학과  
교수 배 정 숙

Dept. of Fashion Design, Taegu University  
Professor : Jung - Sook, Bae

### 목 차

- |              |         |
|--------------|---------|
| I. 서 론       | IV. 결 론 |
| II. 실험       | 참고문헌    |
| III. 결과 및 고찰 |         |

### <Abstract>

In order to investigate the detergency effect of stained cotton and PET fabric, respectively, these fabrics stained with solid soils such as carbon black, liquid paraffin, and fat and examined the detergency effect in the optimum washing condition.

The evaluation of washing efficiency of washed fabrics studied by using the surface reflectance measurement before and after washing treatment.

The maximum detergency effect of stained cotton and PET fabric obtained in the mixed washing liquor-bleachig agent(ml)/concentrated washig agent(g/l).

To obtain the excellent detergency effect, 2-step washing treatment, pre-washing by bleaching agent only and washing by concentrated detergent, is preferred.

In comparing the detergency of polyester and cotton fabric, the detergency of stained polyester fabric superior than that of stained cotton fabric because of the difference of adhesive force between soil material and fabric in preparing solid stained fabric.

In this study, we also studied the degree of fabric damage by the measurement of tensile strength change. From the results of the tensile strength measurement, the damage of washed fabric before and after washing treatment was nearly changed.

## I. 서론

합성세제는 계면활성제를 주성분으로 하고 여기에 경수를 연화시키고 알칼리성을 높여주는 builder, 단백질 오염 및 반복 세탁시에 축적되는 지용성 오염을 제거하기 위한 효소, 백도를 증진시키기 위한 증백제 외에도 계면활성제만으로는 제거하기 어려운 색소를 화학적으로 분해하여 제거하는 표백제를 첨가하기도 한다. 주로 사용되는 표백제는 산화작용을 통해 색소나 얼룩을 분해하여 제거하거나 색을 열게 하여 세탁효과를 향상시킨다.

표백제는 크게 산화력을 이용하여 표백작용을 하는 산화표백제와 환원력을 이용하는 환원표백제로 나뉘는데 산화표백제는 다시 염소계와 과산화물계로 나뉜다.

과산화물계 표백제는 비교적 높은 온도에서 표백효과를 나타내므로 유럽에서와 같은 고온세탁 습관을 지닌 곳에서는 적합하나 우리나라와 같은 냉수로 세척하는 생활습관을 가진 지역에서는 큰 효과를 얻을 수 없다. 그러므로 우리나라에서는 차아염소산나트륨이 많이 쓰이고 있으며, 이것은 전형적인 염소계의 산화표백제로 최근 가정세척에 가장 흔히 사용되는 표백제이다. 차아염소산나트륨은 안정성이 클 뿐 아니라 표백작용도 다소 온화하여 섬유를 상해하거나 표백얼룩이 생기는 일이 적고 사용이 편리하다는 잇점 때문에 공업용 표백뿐 아니라 가정세척에도 널리 쓰이고 있다.

사회가 산업화되고 세탁기가 보급되면서 세척을 세탁기에 의존하게 됨에 따라 종래의 일반 세제만으로 기름이나 단백질 오염, 찌든때가 제거되기 어려워 사용하기 간편한 표백제를 세제에 배합하기에 이르렀다.

표백제를 세제에 배합하면 고형오염을 비롯한 다른 오염의 제거에도 도움을 주고 살균, 소독, 냄새제거의 효과도 있어서 재래의 빨래를 삶는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다.

고형오염은 부착력인 반데르발스 인력과 물속에서 형성된 전기 이중층의 지타전위에 의한 반발력이 상호 작용하여 제거되며, 섬유로부터 분리 제거

된 오염은 기계적 힘의 작용에 의해 작은 입자로 분해되고 세제의 작용으로 유화 가용화 현탁에 의해 물속에 효과적으로 분산된다.

국내에서 표백제를 함유한 세탁세제 제품은 일반화되지 못하였으며, 국내 세탁온도가 15~25°C로서 표백제가 작용할 수 있는 온도에 훨씬 못 미치기 때문에 표백제는 세탁 보조제 개념으로 별도로 사용하는 경향이 있다.

차아염소산나트륨은 알칼리성(PH 11)에서 안정하나 보존 중 특히 온도가 높으면 분해되어 차아염소산을 생성하고 이 차아염소산이 분해되면서 산소를 발생하여 강한 산화력을 발휘하며, 그 유효 농도가 줄어들어 PH 4 중성(PH 7) 부근에서 일광과 Cu, Co, Ni 등의 금속은 차아염소산나트륨의 분해를 촉진시킨다. 따라서 섬유의 손상을 막기 위해 PH 9 이하가 되지 않도록 하여야 하며 완충제로 탄산나트륨을 첨가하는 것이 좋다.

차아염소산나트륨은 세탁에서 세탁효과를 위하여 비누나 합성세제와 함께 사용되기도 하며, 용수 기타 살균의 목적으로 쓰이기도 한다.

면, 마와 같은 식용성 섬유에 좋은 표백제이며, PET의 표백에도 사용되나 요소수지나 델라민수지와 같은 수지 가공제품은 표백할 수 없다. 이것은 수지가 표백분에 의해 염소와 클로르아민이라는 물질을 만들고 열작용으로 분해되어 염화수소(HCl)를 발생하여 섬유가 변색, 손상을 받는다.

또 영업세탁에서는 오래전부터 비누와 함께 표백제 특히 차아염소산나트륨이 첨가되어 왔으며 서구에서는 일반 가정에서도 세척시 세제와 표백제를 함께 사용해 왔다. 세척습관에 따라 유럽은 고온세척에 적합한 과불산나트륨을, 미국에서는 저온에서 효과가 높은 차아염소산나트륨을 쓰고 있다.

최근 온수와 냉수를 동시에 공급 가능한 세탁기가 나오므로 수온을 조절할 수 있으며 표백제가 함유된 세제가 출시되었으나 우리나라의 냉수로 세척하는 저온세탁 습관은 큰 효과를 얻을 수는 없으므로, 염소계 표백제인 차아염소산 나트륨을 많이 쓰고 있다.

이상과 같이 세제에의 표백제 첨가는 백색세탁물

에 붙어있는 색소를 표백하여 더욱 희게 할뿐만 아니라 고형오염을 비롯한 다른 오염의 제거에도 도움을 주고 살균효과도 지닌다는 사실을 알 수 있다.

따라서 본 연구는 세척계에서 표백제의 첨가가 세척성에 미치는 영향을 알아보기로 하였으며 시판 농축세제와 표백제의 세척성을 평가하기 위해서는 적절한 오염포의 선택과 평가 방법이 필요하다. 세탁 실험에 사용되는 천연 오염포는 채취가 어렵고 실험 결과 오차가 심할 뿐만 아니라 평가가 주관적인 단점이 있으므로 일반적인 인공오염포를 제작하여 사용하였으며, 평가 방법은 화학분석, 기계분석에 의한 정량이 가장 정확한 방법이나 많은 시간이 소요되고 고가의 기기를 사용하는 문제점을 가지고 있다. 또 간단하고 편리한 색차계를 이용하거나 전자현미경을 이용한 방법과 새로운 방법인 화상시스템을 응용한 방법도 있으나 본 연구에서는 신속하고 간편하게 행할 수 있는 CCM(Computer Color Matching)을 사용, 세탁 전후의 포의 표면 반사율을 측정하여 미표백포의 반사율에 대한 표백증가율을 측정하여 Kubelka Munk식에 따른 K/S값으로 세척율을 평가하였다.

## II. 실험

### 1. 시험포 및 시약

#### 1) 시험포

상법에 따라 정련 표백 감량 처리된 polyester 직물(경사 SD 75d/72f, 위사 SD 75d/72f, 2401T/M)과

<Table 1> Characteristics of fabrics

Material	Polyester 100%	Cotton 100%
Weave	Plain	Plain
Fabric Count	210 × 191	141 × 135
Yarn number	75 × 75	36 Ne × 36 Ne
Thickness(mm)	0.107	0.241
Reflectance of surface(%) (at 520nm)	52.4	60.3

상법에 따라 발호 정련 표백한 Cotton 직물(60번수 (경·위사), 밀도 40/cm)을 정련제 2g/l, 80°C×40min으로 다시 정련한 후 인공오염포 제작 시료로 사용하였다.

#### 2) 시약

carbon black(시약용 1급, 흥경카본산업), liquid paraffin(시약 1급, 德山藥品工業株式會社), carbon tetrachloride(시약 1급, 德山藥品工業株式會社), 牛脂(極度硬化油), 세제로는 시판되고 있는 효소 첨가된 의류용 합성세제(약알칼리성 제1종, 제일제당주식회사), 염소계(차아염소산나트륨) 표백제[알칼리성, (주)락스]를 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 오염포 제작

- (1) Polyester와 Cotton 직물을 15×10cm 크기로 절단한 후 표면반사율을 측정하고 105±1°C에서 3시간 건조 후 데시케이터 중에서 냉각한다.
- (2) 105°C에서 3시간 건조한 carbon black(0.5~0.8g), 우지(1g), liquid paraffin(3g)을 비이커에 넣고 가열하여 용해하여 잘 섞은 다음 carbon tetrachloride(800g)을 가해 잘 분산시킨 후, 이 오염액을 모두 사각형의 stainless vat에 옮긴다.
- (3) stainless vat 전체를 흔들어서 carbon black의 침강을 방지하면서 건조한 직물포를 한 장씩 넣고 약 15초마다 뒤집으면서 1분간 오염시킨다.
- (4) 제작된 오염포는 건조한 후 균일한 부분을 5×10cm로 절단한 후, 20°C 65% RH의 데시케이터 속에서 1주간 숙성한 후 냉장고(0°C~5°C) 속에서 보존한다.

#### 2) 세척

##### (1) 세척 방법

각종 세척조건에서 세척시 steel ball 수 5개, 회전 속도는 45 r.p.m으로 하여, 세척시 속도 조절이 가능한 고온고압염색기(Mathis Labomat Beaker Dyer

type BFA-8, Werner Mathis AG Co. Ltd, Switzerland)를 사용하였으며 세탁시간은 예비실험을 통하여 가장 세척율이 좋은 20분으로 고정시켜 세척한 후 같은 온도의 증류수로 2번 씻어낸다.

#### (2) 세척율 평가

자연 건조된 시료를 CCM(Machbeth Color-Eye 3100)으로 여러 부분 표면반사율을 측정하여 그 평균값을 사용하였다( $\lambda_{max}=520nm$ ).

세척율은 표면반사율 값을 이용한 다음 식에 의해 계산하였다.

$$D(\%) = \frac{R_w - R_s}{R_o - R_s} \times 100$$

$R_o$  : 백포의 표면반사율

$R_s$  : 오염포의 표면반사율

$R_w$  : 세탁후의 표면반사율

#### (3) 인장강도

인장강도는 KSK 0520에 의해 래블스트립법으로 마련한 면과 PET 직물의 경·위사 방향의 시험편을 만능인장강도시험기(SHIMADZU AUTOGRAPH AGS-100G)로 3회 측정하여 평균값으로 계산하였다.

Load cell : 100kgf

Cross head speed : 200mm/min

Chart speed : 50mm/in

#### (4) 주사전사 현미경에 의한 표면 형태의 관찰

면포와 PET의 원백포와 인공오염포, 세척후의 표면을 Au를 240초간 증착시킨 시료를 가속 전압을 25KV로 하여 주사전사현미경(X-650, HITACHI)으로 그 표면상태를 관찰하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 농축세제의 세척성

농축세제란 세제성분 함량은 일반세제와 동일하나 밀도를 2배정도 증가시킨 제품 혹은 세제성분 함량이 일반세제의 약 2배이며, 밀도도 2배정도 증가시킨 제품을 말하며 일명 고밀도 세제, compact세

제 등 다양하게 불리어진다.

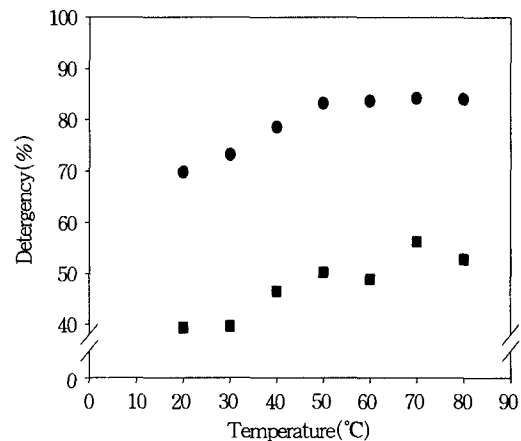
농축세제는 지구환경 보존 의식 향상 및 유통 구조의 변화, 기능성에 대한 다양한 욕구를 만족시키기 위한 합성세제의 기술혁신이라 할 수 있으며, 특히 의류용 세제의 compact화를 들 수 있으며 1991년이 농축세제로의 전환이 급격히 일어났으며 1994년에는 60%이상의 compact화가 이루어졌다.

일반세제와 비교시 약60%이상의 절감효과를 얻을 수 있으며 소비자로 하여금 적량을 유도 할 수 있어 조만간 세탁용 세제는 완전히 compact 제품으로 전환될 것으로 본다.

#### 1) 농축세제의 온도에 따른 세척성

Fig. 1은 세탁 온도가 일반적인 가정용 세제로 사용되고 있는 농축세제의 세척성에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여, 세탁시간 20분, 교반속도 45rpm, 세제농도 3.5g/l의 조건에서 세액의 온도를 상온인 20°C에서 80°C 범위로 변화시켜 실험한 결과를 나타낸 것이다.

Cotton과 PET섬유 모두 세척온도가 증가하면 세척율이 증가하지만, 60°C내외에서 세척효율이 최대치를 나타내고 있다. 이는 사용한 농축세제 내 함유



<Fig. 1> The variation of Detergency Stained Polyester & Cotton fabric according to the washing temperature. ; Compact detergent 3.5 g/l, washing time 20 min., ● : PET, ■ : Cotton.

된 프로테아제가 세탁내의 온도 변화에 따른 특이성과 잘 일치하는 결과이며, 이러한 효소의 최적온도에서 세척효과가 높게 나타난 현상은 많은 보고가 있다.

세척률에 미치는 세척온도의 영향은 효소의 온도 특이성 및 열에 대한 안정성과 오염의 분산성, 용해도 특성 등이 세탁에 영향을 미치게 되므로, 일반적으로 최적 온도 이상에서는 세척효과의 증가 경향은 크지 않음을 알 수 있다.

20°C에서 면과 PET섬유의 세척율은 각각 40%와 70%정도를 나타내고 있는데 특히 PET의 경우 효소의 활성이 비교적 낮은 온도인 상온에서 효소에 의한 기질의 가수분해에 의해 세척효과가 좋아짐을 알 수 있다. 또 50°C 이상이 되면 효소의 작용이 둔화되기 때문에 세척율은 더 이상 상승하지 않으며, 80°C의 고온에서는 오히려 세척률이 떨어짐을 알 수 있다.

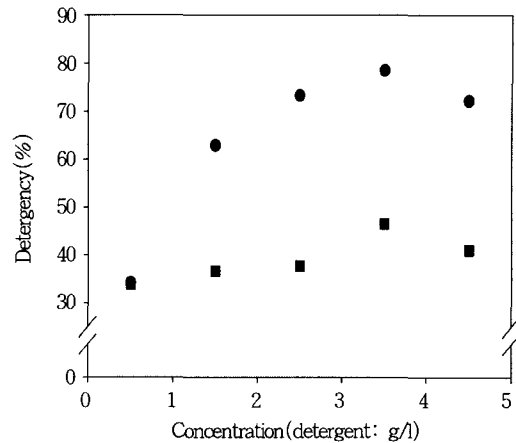
면섬유와 PET섬유의 세척률을 비교해 보면 PET의 쪽이 전반적으로 세척율이 우수한 것은 고형오염이 소수성이 강한 PET섬유의 결합력이 크지 않은 소수성 상호 작용과 같은 약한 힘으로 부착되어 있다가 세척시 가해지는 기계적인 작용과 함께 효소세제의 계면활성에 의해 섬유로부터 쉽게 제거됨을 알 수 있다.

2) 농축세제의 농도에 따른 세척성

시판중인(A)사 제품인 농축세제의 세척성을 알아보기 위하여 세탁온도 50°C, 세탁시간 20분, 교반속도 45rpm의 조건에서 세제농도 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 및 4.5g/l로 농도를 변화시키면서 세척한 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

그리고 이때 세척시 기계적 작용에 대한 세척률의 변화를 최소화하기 위하여 교반 속도는 45rpm으로 일정하게 조절한 후 세척실험을 실시한 결과이다.

Fig. 2에서 알 수 있듯이 효소세제의 세척율은 면 및 PET섬유 모두 세제농도 3.5g/l에서 최대 세척율을 나타내고 그 이상에서는 세척율이 오히려 감소하고 있다. 그리고 면섬유보다 PET섬유의 쪽이 농



<Fig. 2> The variation of Detergency Stained Polyester & Cotton fabric according to the concentration of compact detergent. ; Washing temperature 40°C, washing time 20 min., ● : PET, ■ : Cotton.

축세제에 의한 세척률이 크게 증가하고 있음을 알 수 있다. 1985년 국내에서 단백질 분해 효소를 첨가한 제품이 출시된 이래 현재 90% 이상의 제품에 효소가 사용되고 있고, 단백질 분해 효소는 세제의 성능과 효과 향상 면에서 세탁용 세제에 가장 많이 적용되는 효소로 알려져 있다.

농축세제의 우수한 세척율 향상은 고형오염에 대한 효소의 작용뿐만 아니라 계면활성제와의 상호작용이 복합되어 상승효과가 나타날 수 있어야 한다고 여겨진다.

Fig. 2에서 알 수 있는 바와 같이 세탁에 효소첨가는 세척 효율을 증대시키며, 효소의 세척작용은 낮은 효소의 농도에서 현저하게 높아졌으나 3.5g/l 이상이 되면 세척율의 증가는 둔화되거나 오히려 저하된다. 이와 같은 결과는 자가 가수분해(autolysis)로 인하여 고농도 효소 용액에서는 효소의 활성을 잃어 오히려 세척율이 저하되기 때문이다.

그리고 오염된 면직물포가 PET 오염포보다 세척율이 감소한 이유는 PET섬유보다 면섬유쪽이 내부에 침투된 오염에 대해 가수분해가 둔화되기 때문이라 생각된다.

## 2. 표백제의 첨가효과

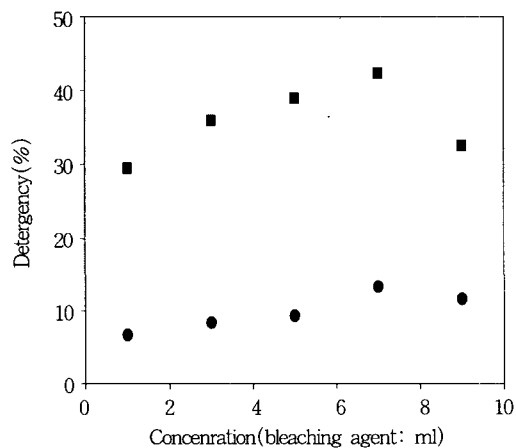
표백제는 계면활성제만으로 제거가 어려운 색소를 화학적으로 분해하여 제거할 목적으로 첨가하며, 산화작용을 통해 색소나 얼룩을 분해하여 제거하거나 색을 열게 하여 세탁 효과를 향상시킨다.

산화작용에 의한 표백제는 차아염소산나트륨, 과붕산나트륨, 과탄산나트륨이 있으며, 분말세제에 첨가할 수 있는 것은 과붕산나트륨과 과탄산나트륨이며, 현재 시판되고 있는 과산화물계 표백제는 과탄산나트륨이 주로 사용되며 염소계 표백제로는 차아염소산나트륨을 주로 사용하고 있다. 최근 가정에서 많이 이용되고 있는 표백제로는 과산화물계인 과탄산나트륨과 염소계인 차아염소산나트륨을 들 수 있다.

### 1) 세탁용수/표백제만 첨가했을 경우 세척율

현재 시판되고 있는 (B)사 제품인 액상 염소계 표백제를 첨가했을 경우 세척율의 변화를 Fig. 3에 나타내었다.

Fig. 3은 농축세제를 사용할 때 최대 세탁효과를 나타내는 최적조건인 세탁온도 50°C, 세탁시간 20분의 세탁조건에서 세탁용수에 염소계 표백제만을 사



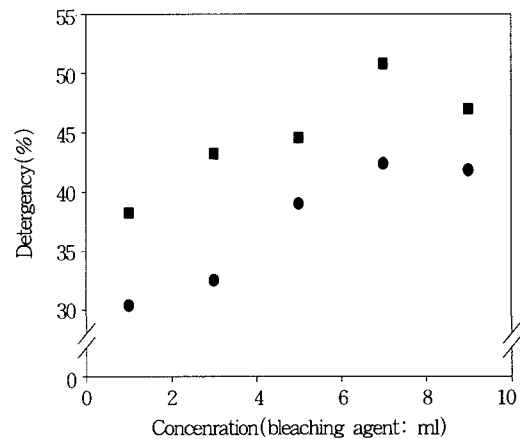
<Fig. 3> The variation of Detergency Stained Polyester & Cotton fabric according to the concentration of chlorine type bleaching agent. ; Washing temperature 50°C, washing time 20 min., ● : PET, ■ : Cotton.

용하여 농도별로 1, 3, 5, 7 및 9ml/l로 변화시켜 세척 실험을 행한 것이다.

그림에서 알 수 있듯이 표백제만을 사용하여 세탁했을 경우 사용농도 7ml/l에서 면 및 PET섬유 모두 현저하게 세척성이 향상되었으나, 표백제 농도 7ml/l에서 PET 오염포는 14%정도의 세척율, 면 오염포의 경우는 30~45%의 세척율 증가를 나타내며, PET 오염포보다 면 오염포가 실험 전반적인 온도 범위에서 표백제에 대해 활성도가 더 높게 나타났다. 그 원인은 염소계 표백제가 소수성 고풍고염인 복합오염이 소수성이 강한 PET와 소수성 상호 작용으로 부착되어 있을 뿐만 아니라 PET 섬유에 대해 세척과정 중 표백제와 물 등이 고풍고염/PET섬유에 계면흡착이 거의 일어나지 않아 PET 섬유로부터 오염제거가 크지 않은 것으로 판단된다. 그리고 실험에 사용한 표백제 농도에서는 고풍고염이 산화 탈색 효과가 크지 않았음을 알 수 있다.

### 2) 농축세제/표백제 첨가에 따른 세척율

Fig. 4는 세탁의 최대효과를 나타내는 최적조건인



<Fig. 4> The variation of Detergency Stained Cotton fabric according to the concentration of chlorine type bleaching agent. ; Washing temperature 50°C, washing time 20 min., compact detergent 3.5 g/l, ● : only chlorine type bleaching agent., ■ : compact detergent + chlorine type bleaching agent.

세탁온도 50°C, 세탁시간 20분, 농축세제 농도 35g/l에서 염소계 표백제의 첨가 농도를 달리한 경우 표백제 농도에 따른 면 오염포 세척율 변화를 나타낸 것이다.

면 오염포의 경우 염소계 표백제 단독 첨가의 경우에 비해 농축세제/표백제 첨가의 경우 표백제 농도가 증가함에 따라 세척율은 최대 55%정도로 증가하나 최대 세척 효과 농도인 7ml/l이상이 되면 오히려 세척율은 크게 감소됨을 알 수 있다.

따라서 농축세제와 표백제의 병용시 7ml/l이상의 표백제 농도는 세척율 증가에 의미가 없음을 알 수 있으며 염소계 표백제 단독과 염소계 표백제/농축세제 병용의 경우 각각 최적조건에서 세척 효과는 42%에서 52%로 증가되어 10%정도의 농축세제 상승효과가 있었음을 알 수 있다.

Fig. 5는 최대 세탁효과를 나타내는 세탁조건인 세탁온도 50°C, 세탁시간 20분, 효소세제농도 3.5g/l에서 표백제를 첨가했을 경우 표백제의 농도별에 따른 PET 오염포의 세척성을 나타낸 것이다.

PET섬유의 경우 표백제/농축세제 첨가의 경우 표백제 농도 증가에 관계없이 세척율이 크게 증가하여

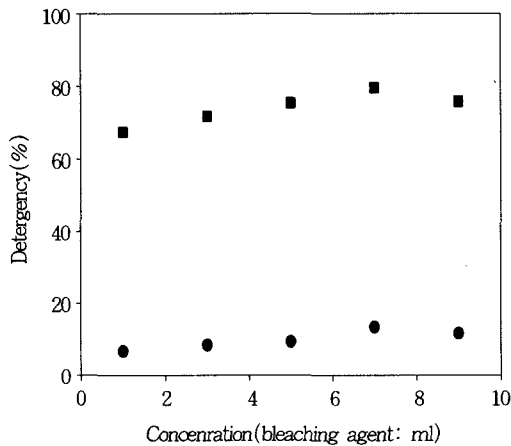
표백제 농도 7ml/l에서 최대치 80%의 세척율을 보이며, 표백제 농도의 영향이 면 오염포의 경우와 같이 크지는 않지만 최대 세척율을 보이는 표백제 농도 7ml/l에서 세척율 80%로서, 표백제 단독첨가(16%)의 경우보다 74%이상의 세척율 증가를 보여주고 있다.

PET 오염포의 경우 농축세제/염소계 표백제의 병용 세탁에서 최적 표백제 농도 이상에서는 세척성 증가 없이 오히려 약간의 감소 경향을 보이며, Fig. 4, Fig. 5에서 알 수 있듯이 PET섬유의 경우 표백제/농축세제 병용세탁이 표백제 단독 첨가의 경우보다 세척율 증대가 면의 경우보다 훨씬 증가율이 크다는 것을 알 수 있다.

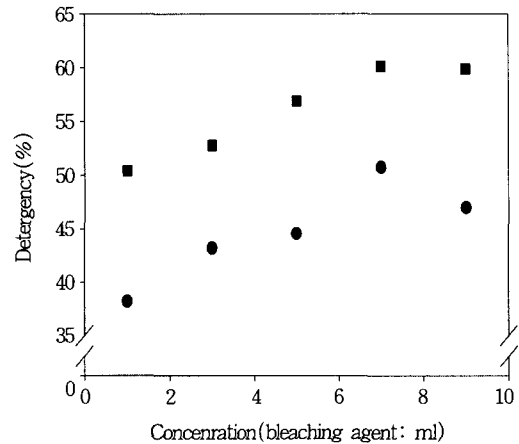
PET섬유의 쪽이 면보다 세척율이 우수한 것은 고풍오염이 소수성이 강한 PET섬유의 결합력이 약한 소수성 상호작용과 같은 힘으로 부착되어 있다. 세척시 기계적인 힘과 농축세제의 계면활성에 의해 섬유로부터 오염이 쉽게 제거되기 때문이다.

3) 표백제 첨가 방법에 따른 세척율

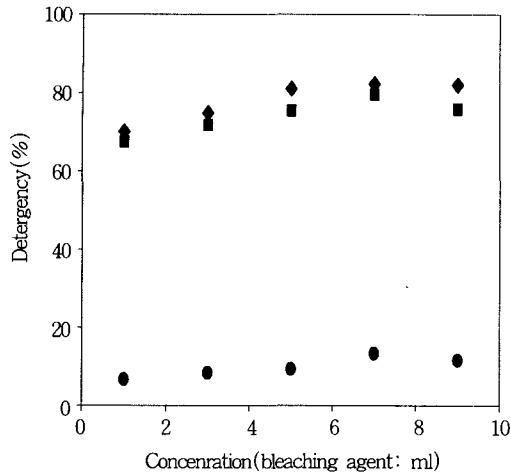
Fig. 6 및 Fig. 7은 염소계표백제를 농축세제로 세



<Fig. 5> The variation of Detergency Stained PET fabric according to the concentration of chlorine type bleaching agent. ; Washing temperature 50°C, washing time 20 min., compact detergent 3.5 g/l, ● : only chlorine type bleaching agent., ■ : compact detergent + chlorine type bleaching agent.



<Fig. 6> The variation of Detergency Stained Cotton fabric according to the washing method of chlorine type bleaching agent. ; Washing temperature 50°C, washing time 20 min., compact detergent 3.5 g/l, ● : treated with compact detergent and chlorine type bleaching agent at the same time, ■ : treated with compact detergent after treat with chlorine type bleaching agent.



<Fig. 7> The variation of Detergency Stained PET fabric according to the washing method of chlorine type bleaching agent. ; Washing temperature 50°C, washing time 20 min., compact detergent 3.5 g/l, ● : only chlorine type bleaching agent., ■ : treated with compact detergent and chlorine type bleaching agent at the same time, ◆ : treated with compact detergent after treat with chlorine type bleaching agent.

탁하기 전에 처리했을 경우와 표백제/농축세제를 동시에 처리하여 세탁했을 경우의 세척율을 나타낸 것이다.

Fig. 6과 Fig. 7에서 알 수 있듯이 면과 PET 오염포 모두 세탁 전에 세탁시 사용농도표백제로 먼저 침지 혹은 예세를 한 다음에 농축세제로 세탁하는 것이 표백제/농축세제 병용해서 세탁하는 것보다 훨씬 세척율이 증가하였음을 알 수 있다.

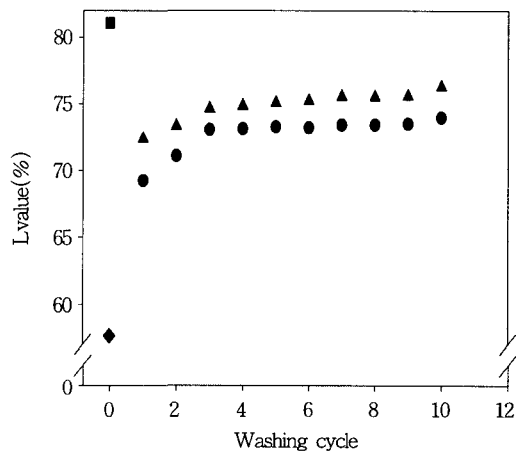
PET오염포보다 면 오염포의 쪽이 표백제를 전처리 하는 것이 전반적으로 세척 증가율이 훨씬 크게 나타났으며 또 표백제 농도의 최대 세척농도인 7ml/l에서 면의 경우 60%, PET의 경우 82%로서 최대치를 나타내며, 표백제 농도 그 이상의 농도에서는 최대 세척율이 거의 일정하게 유지되면서 떨어지지 않음을 알 수 있다. 이것은 표백제의 적정농도 상태에서 예세 상태를 거침으로써 표백제와 세제에 의한 오염의 유화·분산상태가 거의 이루어짐을 시사해 주고 있다.

따라서 섬유상에 오염된 각종 고형오염의 효과적인 제거를 위해서는 최적세탁조건에서 농축세제와 표백제를 동시에 사용하는 것보다 세제를 사용하지 않고 표백제만으로 먼저 침지, 예제한 후 세제를 사용하여 세탁하는 것이 세탁효율의 측면에서 유리함을 알 수 있다.

### 3. 반복 세탁시 표백제의 첨가 효과

면섬유 및 PET섬유에 부착된 고형오염의 효과적인 제거를 위해 세탁최적조건에서 세제농도와 표백제 첨가에 따른 영향을 검토하였으나 고형오염의 완전한 제거는 한계가 있음을 알 수 있다. 따라서 섬유상에 부착된 고형오염의 제거를 위한 반복세탁의 효과가 오염제거에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

Fig. 8은 면 오염포의 표백제 단독 및 표백제/농축세제 병용한 세척을 준비하여 반복세탁을 10회까지 실시하여 각각의 세척율을 세척포의 L값 [(Lightness



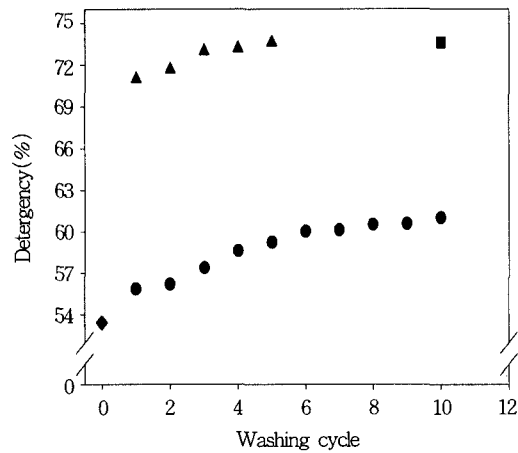
<Fig. 8> The variation of Detergency Stained Cotton fabric according to the repetition washing of compact detergent and chlorine type bleaching agent. ; Washing temperature 50°C, washing time 20 min., compact detergent 3.5 g/l, ● : only chlorine type bleaching agent., ▲ : chlorine type bleaching agent + compact detergent, ■ : original sample, ◆ : stained sample.



value, 백도(백분율)]으로 나타낸 것이다.

표백제 단독 사용의 경우 3회까지 세탁 회수가 증가할수록 L값은 증가하나 그 이상의 반복 세탁은 세탁효율이 일정하여 반복세탁의 효과가 크지 않았으며, 반복세탁 10회까지 행하였으나 원백포의 L값에는 훨씬 미치지 못하였다.

그리고 표백제/농축세제를 동시에 사용할 경우 표백제 단독 처리 경우보다 전반적으로 세척율이 증대됨을 알 수 있으나 3회 반복 세탁 이상은 크게 변화가 없으며 10회 정도의 반복세탁을 행할 경우 세척율이 약간 증대(77%)되었으나 원백포의 L값



<Fig. 9> The variation of Detergency Stained PET fabric according to the repetition washing of compact detergent and chlorine type bleaching agent. ; Washing temperature 50°C, washing time 20 min., compact detergent 3.5 g/l, ● : only chlorine type bleaching agent., ▲ : chlorine type bleaching agent + compact detergent, ■ : original sample, ◆ : stained sample.

(82%)에는 미치지 못함을 알 수 있다.

면포에 고형오염이 부착되었을 경우 바람직한 세탁 방법은 표백제를 사용할 경우 염소계 표백제보다는 과산화물계 표백제가 더 효과적이며 사용 방법에 있어서는 표백제를 먼저 처리해준 다음 일반 가정용 세탁 세제를 사용하는 것이 표백제/농축세제를 동시에 사용하는 것보다 훨씬 세척율이 좋아짐을 알 수 있다.

그러나 반복세탁은 일반적으로 세척에 의한 직물 구조변화와 세제나 표백제에 의한 화학 작용으로 섬유손상을 초래할 우려가 있으므로 충분한 고려가 있어야하며 습윤강도가 큰 백색 면제품에 한해서 권장해 볼 만한 세탁방법이라 할 수 있다.

Fig. 9는 PET오염포의 표백제 단독 및 표백제/농축세제 병용한 세액을 준비하여 반복세탁을 10회까지 실시하여 각각의 세척율을 세척포의 L값(Lightness: 백분율)으로 나타내었다. 표백제만 사용할 경우 PET 오염포는 세탁회수가 증가하면 증가할수록 세척율은 점진적으로 증대함을 보여주고 있으며 반복세탁회수 10회에서는 세척율 L값 66을 나타내었다. 그러나 표백제/농축세제를 동시에 사용할 경우 반복세탁회수가 증가하면 세척율이 점차 증가하여 세탁회수 3회에서 이미 원백포의 L value(74)에 도달하므로 반복세탁의 의미는 없으며 오히려 재오염이나 역오염을 초래할 수 있다.

일반적으로 PET 섬유와 같은 합성섬유나 혼합물은 재오염의 가능성이 크므로 항상 신선한 세액을 사용하여 짧은 시간 내에 세탁을 행하는 것이 바람직하며 3회 이상의 반복 세탁은 오히려 재오염과 세척율 저하를 초래할 우려가 있다고 할 수 있다.

<Table 2> The change of Tensile Strength of PET & Cotton stained fabric according to the washing cycle. Washing condition ; Chlorine type bleaching agent(7ml/l) + Enzyme washing agent(3.5g/l) at 50°C unit : kg

washing cycle		untreated	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cotton	warp	26.91	26.89	25.57	26.12	24.57	22.08	21.17	22.39	23.93	22.13	23.78
	weft	17.93	14.76	15.88	13.34	14.64	11.96	13.71	12.42	10.41	10.87	11.36
PET	warp	43.59	43.70	45.27	44.46	43.56	43.80	40.38	42.41	42.87	43.26	43.53
	weft	34.86	34.63	33.73	33.99	33.43	33.30	32.57	32.78	32.07	30.28	31.21

#### 4. 섬유 손상도

##### 1) 섬유의 인장강도 변화

세제에 표백제를 배합하여 사용하게 되면 일반세제가 갖는 세척효과와 더불어 표백효과를 나타내므로 효율적이나 반복세탁시 면직물이 산화되어 손상을 입을 수 있다. 이것은 세제에 배합한 표백제와 표백활성제의 종류, 조성 및 세척조건에 따라 달라질 수 있다.

따라서 가정세탁시 일반적으로 삶는 효과를 얻기 위해 표백제를 첨가하여 반복세탁을 행할 경우 섬유의 손상도를 알아보기 위해 세탁최적조건(세탁온도 50°C, 효소세제 3.5g/l, 표백제 3g/l)에서 반복세탁 회수에 따른 인장강도 변화를 측정하여 Table 2에 나타내었다.

10회 반복세탁했을 경우 면포의 경우 경사 11.63%, 위사 36.64% PET의 경우 경사 0.14%, 위사 10.47%의 강도 저하를 보이며 표백제에 의한 섬유 손상은 그다지 크지 않음을 알 수 있다.

Rasser에 따르면 차아염소산나트륨은 20% 유효염소 함량을 가진 액으로 셀룰로오스섬유인 아마직물에 4시간 처리했을 때 상해를 주지 않았고 아마직물을 표백시킴과 동시에 냄새 제거도 되었다고 하였다. 이와 같이 염소계 표백제에 의한 섬유 손상은 의복의 세탁과정에서는 거의 이루어지지 않으며 Table 2에서의 인장강도 저하는 단지 반복세탁에 따른 기계적인 힘에 의한 물리적 현상이라 할 수 있다.

일반적으로 표백제는 상온에서 표백제의 작용이 활발하지 못하여 면직물, PET의 손상엔 큰 영향을 미치지 못하나 온도가 높아질수록 특히 60°C 이상이 되면 강도가 더 크게 저하되는 경향이 있다는 보고도 있다. 또 온도가 80°C 이상이 되면 초기 세탁에서 이미 강도가 저하되며 세탁회수가 반복될수록 세척력 즉 기계적인 힘에 의한 직물구조변화 등의 물리적인 현상으로서 반복세탁에 의한 섬유손상이 일어나는 것으로 생각된다.

##### 2) 주사전자 현미경에 의한 표면 형태 관찰

가정세탁에서 일반적으로 많이 사용하는 농축세

제에 염소계 표백제를 첨가하여 반복세척했을때의 섬유표면의 형태 변화를 관찰하여 오염포의 섬유 손상 정도를 알아보려고 하였으며 그 결과는 Fig. 10과 같다.

이들 사진에서 보는 바와 같이 면과 PET의 원백포는 표면이 평활함에 비해 인공 오염시킨 오염포에는 많은 오염이 부착된 것을 알 수 있다. 이들 오염포를 세탁최적조건(세탁온도 50°C, 세탁시간 20분)에서 세탁최적농도인 염소계 표백제 7ml/l로 10회 반복했을 경우와 세탁최적조건에서 세탁최적농도인 농축세제/표백제를 병용해서 10회 반복 세탁했을 경우 SEM 사진 결과이다.

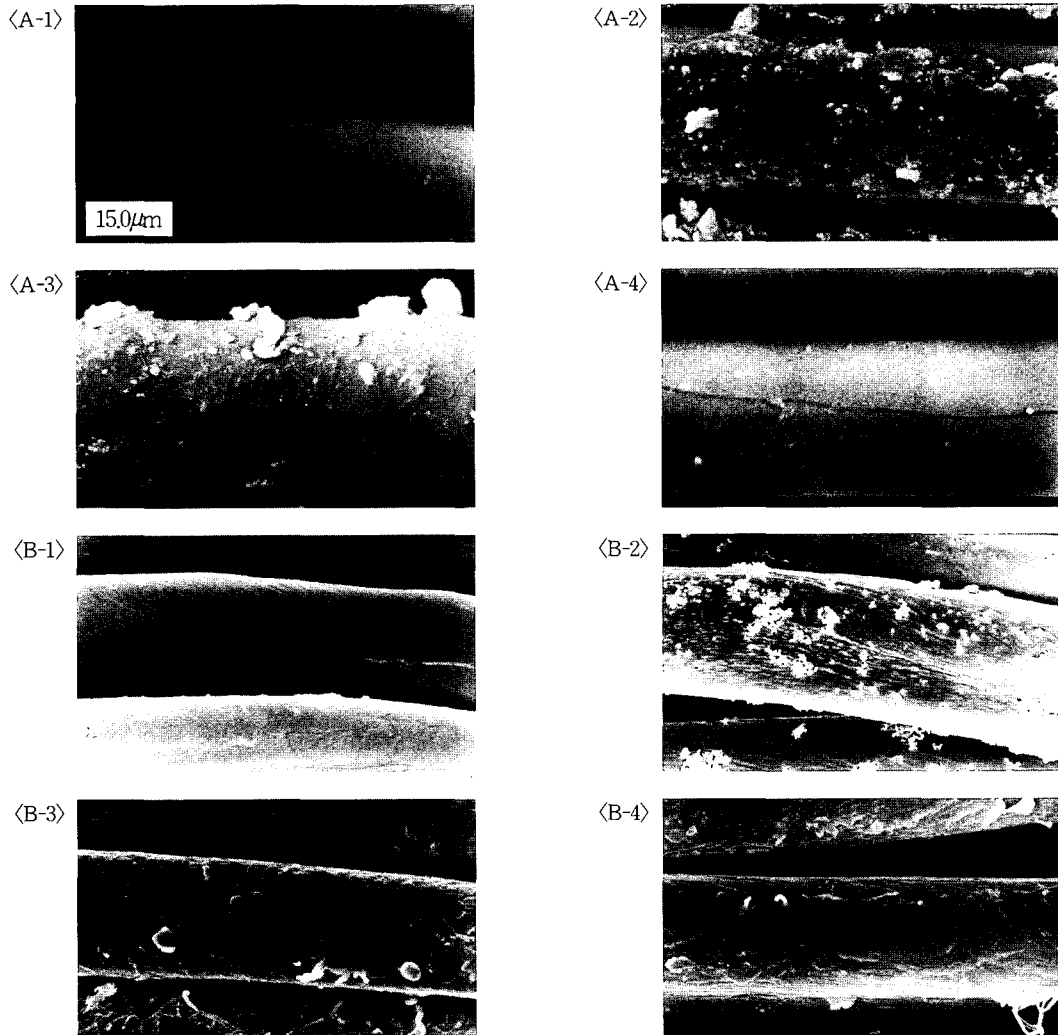
이때 표백제만 처리했을 경우는 면과 PET 모두 약간의 섬유 균열과 오염이 많이 부착되어 있는 것을 볼 수 있으며 농축세제/표백제를 사용했을 경우 PET의 경우 원백포에 가까운 세척율을 볼 수 있으나 면포의 경우 섬유의 균열과 섬유 손상을 확인할 수 있다.

그러나 세탁최적조건(세탁온도 50°C, 세탁시간, 농축세제 3.5g/l, 표백제 7ml/l)에서는 표백제가 섬유 손상에 미치는 영향을 인장강도와 SEM 측정에서 알 수 있듯이 면직물과 PET의 섬유 표면에서 약간의 손상은 있으나 그것은 반복세탁시 주어지는 세척력 즉 기계적인 힘에 의한 손상 정도로 생각되어진다.

Kokot 등은 전극에서 발생한 산소에 의해 면섬유가 손상되어 microfibril이 벗겨져 나가거나 섬유 표면에 구멍과 갈라짐, 섬유 절단이 일어난다고 하였으며 Goynes은 9%의 과산화수소로 면섬유를 처리했을 때 섬유가 갈라져 피브릴이 노출되지는 않았다고 하였으며, 김 등은 표백제를 첨가해서 반복 세탁할 경우 온도가 높아질수록 섬유 배열이 불규칙해지고 실 사이의 간격이 넓어지며 섬유 표면의 손상과 균열이 점차 많이 생긴다고 하였다.

#### IV. 결 론

일반 가정세탁에서 표백제의 배합은 세탁효과뿐만 아니라 살균효과도 있어 빨래를 삶는 것과 같은 결과를 얻을 수 있기 때문에 본 세탁전이나 본 세



<Fig. 10> SEM photographs of PET & Cotton fabrics treated with bleaching agent and washing agent.  
 A: PET, B: Cotton, 1: Original sample, 2: Stained sample, 3: Only chlorine bleaching agent,  
 4: chlorine bleaching agent/compact detergent.

탁시 표백제를 첨가하는 경향이 많아지고 있다.

본 연구에서는 가정세탁에서 일반적으로 행해지고 있는 시판 농축세제와 표백제 병용의 세척성을 평가하기 위하여 인공오염포를 제작하고, CCM (Computer Color Matching)을 사용하여 간편하게 세탁 전·후의 포의 표면반사율을 측정, K/S값으로 환산하여 세척성을 평가하였다. 또한 세탁 최적 조

건에서 최적 농도의 표백제 단독, 농축세제/표백제를 병용하여 반복세척을 행했을 때의 면포와 PET 직물의 손상도를 평가하기 위해 인장강도 측정과 섬유의 표면형태 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 가정에서 일반적으로 사용되는 농축세제의 세탁 최적 조건은 세탁시간 20분에서 면과

- PET 모두 세탁온도 50°C, 세제농도 3.5g/l으로 나타났다.
- 2) 표백제의 첨가 효과는 표백제만 사용할 경우 PET보다 면이 세척율이 향상되었으나 농축세제/표백제를 병용할 경우 표백제 단독 사용의 경우보다 면의 세척율이 15% 상승, PET의 세척율이 50% 상승함으로써 면보다 PET의 쪽이 훨씬 세척을 상승이 큰 것으로 나타났다.
  - 3) 표백제 첨가 방법, 즉 세제로 본 세탁하기 전 먼저 세탁시 사용하는 표백제의 농도 용액으로 먼저 예세한 다음 농축세제로 세탁한 것이 농축세제-표백제 병용한 경우보다 훨씬 세척율이 증가되었다.
  - 4) 반복세탁시 염소계 표백제만으로 세척할 경우 면, PET 모두 세탁회수가 증가 할수록 세척율은 점진적으로 증가하나 농축세제/표백제를 병용할 경우 면은 세탁 회수가 증가할수록 세척율은 좋아지나 PET는 3회 반복세탁으로 원백포의 L값에 도달하므로 PET는 반복세탁의 의미가 없음을 알 수 있다.
  - 5) 세탁시 세제에 첨가하는 표백제가 반복세탁시 섬유 손상정도를 살펴보면 면과 PET 모두 염소계 표백제를 사용하여 반복세탁했을 때 세탁최적 조건에서 경·위사 모두 약간의 강도와 섬유 표면의 균열을 보이나 이는 표백제에 의한 손상이라기 보다는 반복세탁에 따른 기계적 힘에 의한 섬유 손상과 균열이라 할 수 있다.
- 감사의 글**
- 이 연구는 1998년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.
- 참고문헌**
- 1) 강윤석, 국내의류용 세제의 최근동향, 한국외류학회지, Vol 19, No. 1, 1995, pp. 161-169.
  - 2) 김성련, 세제와 세탁의 과학, 교문사, 1994.
  - 3) 김현숙 외 3, 표백제 배합 세제에 의한 면직물의 손상, 한국외류학회지, Vol. 20, No. 5, 1996, pp. 905-914.
  - 4) Analy SIS 2.0 User's Guide, Soft-Imaging Software GmbH, 1994.
  - 5) Boyer, P. D., The Enzyme, vol. 3, Hydrolysis : Peptide Bonds, Academic Press, 1971, pp. 639-644.
  - 6) George C. Schwerker, "Detergent Builders," J. Amer. Oil Chem. Soc. 1981, 58, 170A-173
  - 7) Goynes, W. R., Carra, J. H., Berni, R. J., Changed in Cotton Fiber Surface Due to Washing, Textile Res. J., 54, 1984, p. 242.
  - 8) Karsa, D. R., The Development of Household Laundry Detergents in Western Europe, Rev. Preg. Color., 20, 1990, p. 70.
  - 9) Kim D. U., Yang C. H. and Choi M. U., Identification of Major Autolytic Cleavage Site of Subtilisin Carlsberg, Korean Biochem. J., 23(1), 1990, 58-61
  - 10) Kokot, S., Marahusin, L., Schweinsberg, P., A Morphological Study of Cotton Fabric Damage by Electro-Generated Oxygen, Textile Res. J., 63, 1993, 313.
  - 11) Lange, K.R., Detergents and Cleaners, Hanser, 1994, pp. 93-94.
  - 12) Murata, M., Importance of the Removal of Sebum Soil from Cotton Under-shirts in Japanese Home Laundry, J. Jpn. Oil Chem. Soc., 41(6), 1992, pp. 472-479.
  - 13) M.W., Hollingsworth, "Role of Detergent Builders in Fabric washing Formulations", J. Amer. Oil Chem. Soc., 1978, 55, 49
  - 14) P. Kubelk and F. Munk: Z. Tech. Phys., 1931, 12, 593
  - 15) Rasser, "Bleaching with hypochlorite," Chem. Tech. Ind. 19, May 10, 1921, pp. 457-459.
  - 16) Webb, Joan J., Detergency Study: Comparison of the Distribution of Natural Residual Soil After Laundering With a Variety of Detergent Products,

- Textile Res. J, 57(11), 1987, pp. 640-646.
- 17) W. G. Culter and R. C. Davis, "Detergency Theory and Test Method", 5, Part II, 520, Marcel Dekker Inc., New York, 1972.
- 18) W. G. Culter and R. C. Davis; Op. cit., p. 355.
- 19) 皆川 基, 重田 美智子, 奥山 春彦, たん白質活れの 洗淨に関する 研究(第4報), 酵素洗劑における 金属イオンの 影響につて, 織消誌, 11(5), 1970, pp. 274-279.
- 20) 所, 康子, 皆川 基, 血液 たん白質活れの洗淨に関する 研究(第4報), プロテアーゼのpH特性たろびに 温度特性が洗淨性にぼす影響, 織消誌, 26(11), 1985, 479-484.