

직물의 표백과 세척이 유연제 (DSDMAC) 흡착에 미치는 영향(제 1 보)

박 선 경 · 유 효 선

서울대학교 가정대학 의류학과

The Effects of Bleaching or Washing on the Absorption of Softener (DSDMAC) (part 1)

Son Kyung Park · Hyo Seon Ryu

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1995. 10. 5 접수)

Abstract

This study was carried to figure out the effect of bleaching on the cationic surfactant (DSDMAC) absorption by cotton fabrics. And physico-chemical change, static electricity, and fabric stiffness of bleached cotton fabrics were measured. Cotton fabrics bleached with sodium hypochlorite solution and with sodium percarbonate solution were used to analyze the DSDMAC absorption.

The results were as follows:

1. As the number of bleaching cycles were increased, the degree of oxidation on cotton fabrics was increased. So their carboxyl content was increased and their tensile strength was decreased.
2. DSDMAC absorption by cotton fabrics was increased by bleaching and was in proportion to carboxyl content. Therefore, it was proved that DSDMAC absorption by cotton fabrics was motivated by ion exchange mechanism.
3. The static electricity of cotton fabrics almost no change when bleached and unbleached cotton fabrics were treated with DSDMAC. These results indicated that DSDMAC absorption had no effect on the static electricity of cotton fabrics.
4. DSDMAC which was absorbed by cotton fabrics acted as a lubricant. DSDMAC absorption reduced the friction coefficient of yarn, so stiffness of cotton fabric was decreased.

I. 서 론

직물은 사용시 반복되는 세척 과정을 거치게 되는데 세척시 첨가되는 세제는 직물의 촉감에 영향을 미친다. 합성세제가 비누를 대신하게 되면서부터 세척 후에 유리지방산이나 금속비누가 직물에 부착되는 일이 없어 직물표면이 더욱 깨끗해지게 되었으나, 직물의 촉감은 거칠어지게 되었다¹⁾. 또한, 반복되는 세척은 직물내에 있는 섬유들의 움직임이 자유롭지 못하게 하므로 직물의 유연도를 감소시킨다²⁾. 세탁기를 사용하여 직물을 세탁하는 경우에는 직물에 더욱 강한 기계적 힘이 가해지게 되고 직물 표면에 있는 섬유들이 무질서하게 배열되어 직물이 더욱 거칠어지므로 가정용 세탁기의 보급과 더불어 가정용 유연제가 널리 사용되기 시작하였다.

현재 사용되고 있는 유연제에는 행구기 단계 첨가형, 세척 단계 첨가형, 건조 단계 첨가형의 세가지 유형이 있으며, 이들 유연제 중에 우리 나라에서 널리 사용되는 것은 4차 암모늄 염을 주 성분으로 한 행구기 단계 첨가형 유연제이다. 따라서, 세척에 사용하는 표백제의 반복처리에 따른 섬유 표면의 이화학적 변화가 유연제의 흡착과 유연효과에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

면 섬유의 표백에 널리 사용되는 하이포아염소산 나트륨은 면 섬유 내의 글루코스 단위에 카르보닐기 또는 카르복시기와 같은 작용기를 생성하고 섬유의 중합도를 감소시킨다.³⁾ 양이온 계면활성제가 섬유에 유연성과 대전 방지성을 부여하는 것은 양이온 계면활성제가 섬유에 흡착되기 때문이다. 따라서, 양이온 계면활성제의 흡착량을 정량하고 섬유에 의한 양이온 계면활성제 흡착에 영향을 미치는 여러가지 요인들을 분석하는 것은 섬유의 유연성 및 대전방지성에 미치는 양이온 계면활성제의 영향을 이해하는데 있어 매우 중요한 것으로 생각된다.

양이온 계면활성제가 면 섬유에 흡착되는 경우에는 이온 교환 메카니즘에 의하여 카르복시기에 흡착되는 것으로 알려져 있다⁴⁻⁶⁾. 유연제로서 널리 사용되는 dialkyldimethylammonium 염⁷⁾의 하나인 DSDMAC (distearyldimethylammonium chloride)는 물 속에서 회합되어 존재하지만 DSDMAC의 염소이온은 물 속에서 해리되어, 분산된 DSDMAC입자 표면은 양전하를 띤다. 이러한 사실은 DSDMAC가 다른 양이온 계면활

성제와 마찬가지로 음이온성 흡착 좌석을 갖는 섬유 표면에 이온 교환에 의해 흡착될 가능성이 있음을 시사해 준다. 또한 Hughes등⁸⁾의 연구에서 보고된 바와 같이 DSDMAC가 수용액 중에서 음이온 계면활성제인 alkylbenzenesulfonate와 1:1 화합물을 이룬다는 점도 DSDMAC의 흡착이 이온 교환에 의해 일어날 수 있음에 짐작케 한다.

DSDMAC는 위와 같은 이온 교환 외에도 다른 기구에 의해 면에 흡착될 수 있는데, 셀룰로오스에 존재하는 히드록시기의 산소는 부분적인 음전하를 띠므로 여기에 양이온 계면활성제의 양이온이 흡착될 가능성이 있다⁹⁾.

지금까지 살펴본 바에 따르면 표백을 거치면서 면 섬유 표면에는 양이온 계면활성제를 흡착할 수 있는 작용기가 생성되어⁹⁻¹¹⁾ DSDMAC 흡착량을 증진시키는 요인으로 작용할 수 있다. 그러므로, 직물의 표백, 세척 과정에서의 섬유 표면의 이화학적 변화와 이에 따른 직물에 의한 양이온 계면활성제 흡착량의 변화, 직물의 유연 효과 및 대전 방지 효과에 대하여 연구하는 것이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 면 직물을 하이포아염소산나트륨 및 과탄산나트륨으로 표백할 때 섬유가 손상되어 카르복시기 함량이 증가됨에 따라, DSDMAC의 흡착량이 어떻게 변화하는지를 살펴봄으로써 DSDMAC의 흡착과 이온 교환 메카니즘과의 관련성 및 면 직물의 표백 처리가 유연제 흡착에 미치는 영향을 밝히고자 하였다. 아울러, 위의 유연제 흡착이 직물의 실제 유연도와 대전 방지 성능에 미치는 영향을 알아보고자 유연제 흡착 전후의 직물의 유연도 및 대전성을 평가하고자 하였다.

II. 실 험

II-1. 시약 및 시험포

II-1-1. 시약

표백제로서는 하이포아염소산 나트륨(특급: Showa Chemical Inc., 유효 염소 농도 6% 내외)와 sodium percarbonate(1급: Junsei Chemical Co., Ltd.)를 사용하였으며, 유연제인 양이온 계면활성제로는 distearyldimethylammonium chloride (DSDMAC, 東京化成工業株式會社: 일본)을 사용하였다.

Orange II(Aldrich Chemical Co. Inc.)는 함량 95%인 것을 사용하였으며, Methylene blue(Showa Chemical Inc.)등 기타 시약은 1급을 사용하였다.

II-1-2. 시험포

시험포로는 KS K 0905에 규정된 섬유류 제품의 염색견뢰도 시험용 침부백포인 면 직물을 사용하였다. 면 직물은 탄산 나트륨으로 정련한 후 벤젠과 알코올의 공비 혼합물을 사용하여 속스레 추출기로 추출하고 용매를 증발시킨 후에 증류수로 4회 헹구어 실험에 사용하였다.

II-2. 실험방법

II-2-1. 표백

하이포아염소산 나트륨 용액에 탄산 나트륨을 첨가하여 용액의 pH를 10.2로 맞추고 25, 50, 70°C의 온도에서 Terg-o-tometer(YSS 463, Yasuda Seiki)를 사용하여 면직물을 표백하였다. 면 섬유의 지나친 손상을 방지하기 위하여 각 온도에서의 하이포아염소산 나트륨의 유효 염소 농도를 실제 세탁에서 쓰이고 있는 하이포아염소산 나트륨의 유효 염소 농도로 하여 25°C에서 0.025%, 50°C에서 0.014%, 70°C에서는 0.009%로 조절하였다. 면직물은 시료 2매, 30g을 1.2 리터의 용액에 넣고 표백하였다. 1회 표백 시간은 20분이며 Terg-o-tometer의 교반수는 40 strokes/min으로 하였고, 10, 20, 30, 40, 50회 표백하였다. 하이포아염소나 나트륨에 의한 면 직물 표백 처리시에는 직물을 일반적인 방법으로 교반하여 포가 부분적으로 공기중에 노출하게 되는 방법(partially exposed to air)과 공기접촉을 방지하는(completely soaked in water) 두 가지 방식으로 표백하였다. 공기와의 접촉을 방지하기 위하여서는 Terg-o-tometer의 교반봉 아래에 직물을 넣고, 교반봉이 통 바닥으로부터 7.5 cm의 거리를 유지하도록 한 상태에서 교반하였다.

과탄산 나트륨에 의한 표백은 농도 0.025%, 온도 50°C에서 부분적으로 포가 공기중에 노출하게 되는 방법으로 50회 표백하였다.

II-2-2. 카르복시기 정량

Methylene blue법¹²⁾에 의하였다.

II-2-3. 양이온 계면활성제의 흡착량

면 직물 1g을 잘게 잘라 삼각 플라스크에 넣고 50 ppm의 DSDMAC 용액 50 ml를 넣은 후 항온조에서

15분간 진탕하고 액을 glass filter로 걸러 용액 내의 DSDMAC 농도를 Orange II법¹³⁾으로 정량하였다. 흡착 전, 후의 DSDMAC용액의 농도 차로부터 흡착량을 구하였다.

II-2-4. 직물의 유연도와 대전성

유연제 처리 전, 후의 직물의 유연도(KS K 0539)를 캔틸레버 방법으로 평가하고 직물의 대전성(KS K 0555)은 Rotary Static Tester(RST-201, Koa Shokai)를 사용하여 평가 하였다. 직물의 대전압 측정시에는 마찰포로서 나일론 직물을 사용하였다.

직물의 유연도와 대전성을 측정하기 위한 유연제 처리는 다음과 같은 방법으로 행하였다. 플라스크에 직물과 소정 농도의 유연제액을 넣고 온도 25°C의 항온 진탕기에서 15분간 진탕한후, 직물을 여과지 사이에 넣고 무게 1.4 kg의 추로 1분간 눌러서 탈수한 다음 자연 건조하였다.

II-2-5. 주사 전자 현미경 관찰

DSDMAC 흡착 전, 후의 직물을 Au로 코팅한 후 표면 형태를 주사 전자 현미경(JEOL, JSM-840A)으로 관찰하였다.

II-2-6. 인장강도

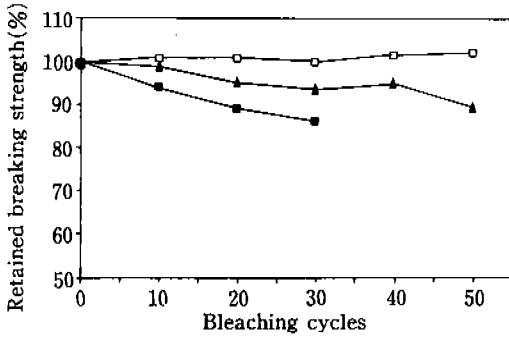
Instron(Model 1130)을 사용하여 KS K 0520의 래블스트립 법에 의해 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

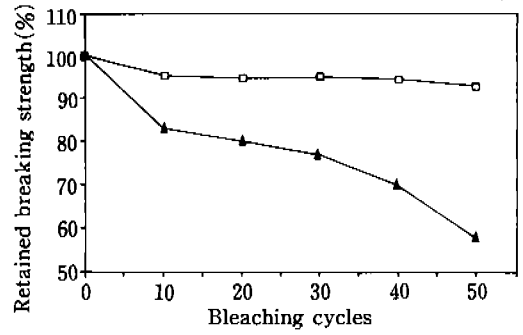
III-1. 하이포아염소산 나트륨 처리 면 직물의 인장강도

면 직물을 25°C, 유효 염소 농도 0.025%의 하이포아염소산 나트륨 용액과 50°C, 유효 염소농도 0.014%의 하이포아염소산 나트륨 용액 및 70°C, 유효 염소 농도 0.009%의 하이포아염소산 용액으로 각각 처리한 후 처리 횟수에 따른 직물의 인장강도 변화를 Fig. 1의 (a), (b), (c) 나타내었다.

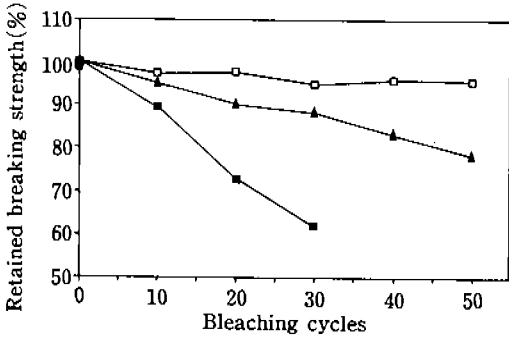
하이포아염소산 나트륨 용액의 온도가 약 7.8°C 증가하면 하이포아염소산의 활성이 2배로 증가하는 것으로 알려져 있으므로, 가온에 따른 면 섬유의 지나친 손상을 방지하기 위하여 각 온도마다 하이포아염소산 나트륨 처리 농도를 달리하였다¹⁴⁾. Jakobi와 Löhr¹⁵⁾에 따르면 25°C에서는 0.025%, 50°C에서는 0.015%, 70°C에서는 0.01% 내외의 유효 염소 농도를 유지하는 것이



(a)



(c)



(b)

Fig. 1. Effects of bleaching cycles on the retained breaking strength of cotton fabrics bleached with sodium hypochlorite.

□ control ▲ completely soaked in water
 ■ partially exposed to air

Bleaching conditions:

agitation speed: 40 strokes/min., time of bleaching: 20 min., pH: 10.2,

(a) temperature: 25°C, conc. of available chlorine: 0.025%

(b) temperature: 50°C, conc. of available chlorine: 0.014%

(c) temperature: 70°C, conc. of available chlorine: 0.009%.

편장되고 있다.

Fig. 1을 보면 각 온도에서 표백제 처리 횟수가 증가함에 따라 직물의 인장강도가 저하함을 알 수 있다. 면을 하이포아염소산 나트륨 용액으로 처리하면 하이포아염소산이 셀룰로오스내의 글루코시드 결합에 작용하여 분자쇄의 절단이 일어나거나, 알칼리의 작용으로 β-alkoxy-carbonyl elimination에 의한 분자쇄의 절단이 일어날 수 있다. 따라서, 면 섬유를 하이포아염소산 나트륨 용액으로 처리하면 중합도가 감소하고, 이에 따라 면의 인장강도가 저하한다.

면 직물을 부분적으로 공기중에 노출하고 25°C, 유효 염소 농도 0.025%인 하이포아염소산 나트륨 용액으로 30회 처리하면 직물의 인장 강도가 70% 이상 유지되었으나, 50°C, 유효 염소 농도 0.014%인 하이포아염소산 나트륨 용액으로 30회 처리하면 면 직물의 인장강도 보존율은 60%까지 떨어져 실용적인 영역을 유지하기가 어려웠다. 이는 처리 시간 및 계면활성제의 첨가여부 등 다른 조건들에 의해 직물의 인장강도 보존율이 달라지

기 때문인 것으로 생각된다. 70°C에서는 유효 염소 농도를 낮추었음에도 인장강도 보존율이 현저히 낮아져 일반적인 방법으로 처리하기가 어려웠다.

면 직물의 알칼리 세척에서 공기와의 접촉이 면 직물의 산화에 크게 영향을 미친다고 보고되고 있으므로¹⁶⁾, 하이포아염소산 나트륨 처리시 공기와의 접촉이 하이포아염소산에 의한 면의 산화에 미치는 영향을 알기 위하여, 면 직물을 용액 밖으로 노출되지 않도록 한 상태에서 하이포아염소산으로 처리하고, 그 결과를 Fig. 1에 '공기 접촉 방지 (completely soaked in water)'라 표시하였다. 25°C와 50°C에서 직물을 일반적인 방법으로 세척하여 직물이 부분적으로 공기에 노출된 경우와 공기와의 접촉을 방지한 경우 면의 인장강도 보존율을 비교하면 공기와의 접촉을 방지한 경우 면의 인장강도 보존율이 높다.

이와같은 차이는 알칼리에 의한 면 섬유의 산화가 산소의 존재 유·무에 따라 달라지는데 기인한 것으로 생각된다¹⁶⁾. 산소가 존재하지 않을 때는 셀룰로오스 분자

쇄의 말단에 있는 글루코스 단위가 하나씩 떨어져 나가면서 면이 산화되어 셀룰로오스의 중합도가 크게 저하하지 않으므로 면 섬유의 강도 저하가 적다¹⁷⁾. 그러나, 산소가 존재할 때는·OH 자유 라디칼이 셀룰로오스 분자쇄의 어느 한 부위에 환원성 잔기를 생성하고, 환원성 잔기를 함유하는 글루코스 단위가 β-alkoxy carbonyl elimination에 의해 끊어지게 되어 셀룰로오스 분자쇄가 무작위하게 절단된다. 따라서, 알칼리에 의한 면의 산화에서 산소가 존재하면 셀룰로오스의 중합도의 감소가 커지므로 면의 인장강도도 크게 저하하는 것으로 알려져 있다¹⁸⁾.

온도와 기계적 힘이 섬유의 인장강도 저하에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 온도에서 교반봉을 직물 아래에 두고 증류수만으로 50회 처리한 때 면 직물의 인장강도를 측정하고, 이를 Fig. 1에 'control'로 표시하였다. 25°C에서 control의 인장강도 감소가 없으므로 기계적 작용에 의한 인장강도 저하는 거의 없는 것으로 보인다. 온도가 증가함에 따라 control의 인장 강도가 저하하여 70°C에서는 증류수만으로 50회 처리하였을 때 인

장강도 저하율이 7%에 이르므로 고온에서는 온도자체에 의한 섬유의 손상이 큰 것으로 나타났다.

Fig. 1의 (c)를 보면 70°C에서는 공기 접촉을 방지한 상태에서 세척한 포의 인장강도 보존율이 50°C의 경우보다 현저히 낮아서 50회 세척시 60% 이하로 떨어졌다. 이로써, 하이포아염소산 나트륨 용액의 온도가 70°C 이상이 되면 농도 90 ppm에서도 50회 처리시 면 직물의 인장강도를 70% 이상으로 유지하기 어려움을 알 수 있다.

III-2. 하이포아염소산 나트륨 처리 면 직물의 카르복시기 함량

면을 25°C, 유효 염소 농도 0.025%의 하이포아염소산 나트륨 용액과 50°C, 유효 염소 농도 0.014%의 하이포아염소산 나트륨 용액 및 70°C, 유효 염소 농도 0.009%의 하이포아염소산 용액으로 각각 처리한 때 처리 횟수에 따른 카르복시기 함량을 Fig. 2의 (a), (b), (c)에 나타내었다.

Fig. 2에서 원포의 카르복시기 함량이 약 0.6

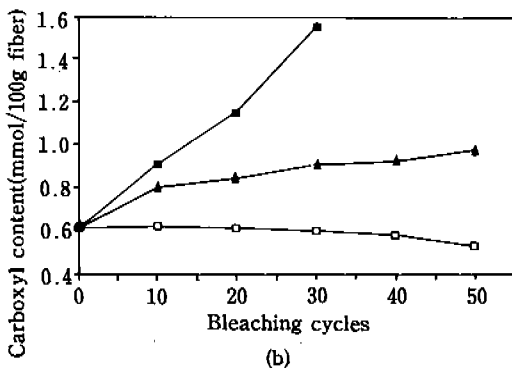
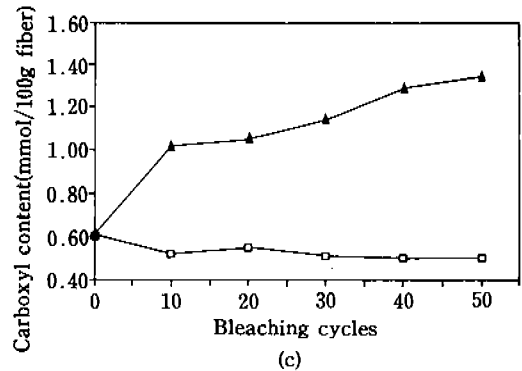
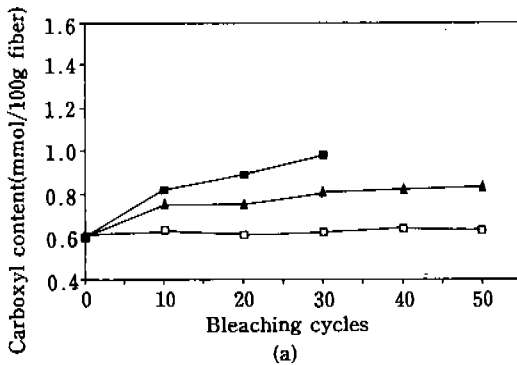


Fig. 2. Effects of bleaching cycles on the carboxyl content cotton fabrics bleached with sodium hypochlorite.

□ control ▲ completely soaked in water
■ partially exposed to air

Bleaching conditions:

agitation speed: 40 strokes/min., time of bleaching: 20 min., pH: 10.2,

(a) temperature: 25°C, conc. of available chlorine: 0.025%

(b) temperature: 50°C, conc. of available chlorine: 0.014%

(c) temperature: 70°C, conc. of available chlorine: 0.009%.

mmol/100g fiber로서 글루코스 단위 약 1000개당 하나의 카르복시기 존재함을 의미한다. 각 온도에서 표백제 처리 횟수가 증가함에 따라 카르복시기 함량이 점차 증가하는 것을 볼 수 있다.

표백제 처리한 시료중 50°C에서 공기중에 부분적으로 노출한 상태에서 30회 세척한 면의 카르복시기 함량이 높아져 약 1.6mmol/100g fiber이며 이는 글루코스 단위 약 400개당 하나의 카르복시기 존재함을 의미한다. 이로써 면의 표백시 섬유 손상이 큰 경우에 카르복시기 함량도 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

25°C와 50°C에서 공기 접촉을 방지한 채 교반한 시료와 공기중에 부분적으로 노출한 상태에서 교반한 시료의 카르복시기 함량을 비교하면 공기중에 부분적으로 노출한 상태에서 교반한 시료의 카르복시기 함량이 높아서 직물의 인장강도에서와 같은 경향을 보인다.

Fig. 2의 (b)와 (c)를 보면 70°C에서 공기와의 접촉을 방지하여 하이포아염소산 나트륨 용액으로 처리한 직물의 카르복시기 함량은 온도 50°C의 같은 조건에서 처리한 시료에 비해 현저히 높음을 알 수 있으며, 특히 초기에 카르복시기의 증가가 크다는 것을 알 수 있다.

III-3. 하이포아염소산 나트륨 처리 면 직물에서의 DSDMAC 흡착

면 직물을 25°C, 유효 염소 농도 0.025%의 하이포아염소산 나트륨 용액과 50°C, 유효 염소 농도 0.014%의 하이포아염소산 나트륨 용액 및 70°C, 유효 염소 농도 0.009%의 하이포아염소산 나트륨 용액으로 각각 처리한 후 DSDMAC를 흡착시켰을 때의 표백 처리 횟수에 따른 DSDMAC 흡착량의 변화를 Fig. 3에 나타내었다.

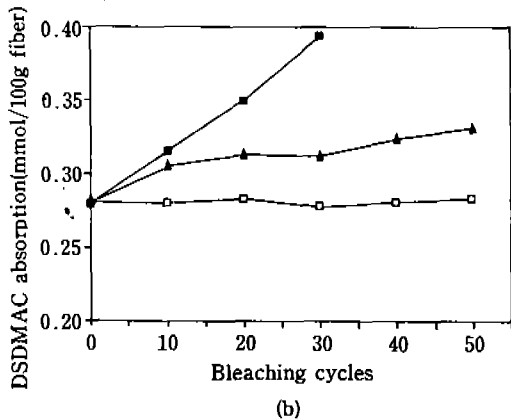
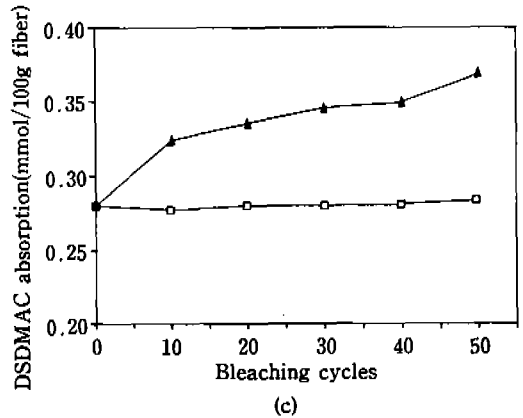
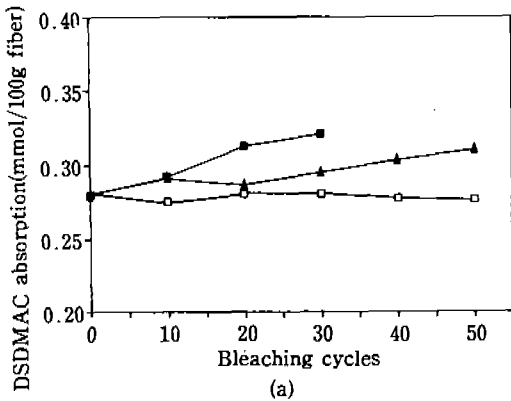


Fig. 3. Effects of bleaching cycles on the absorption of DSDMAC by cotton fabrics bleached with sodium hypochlorite.

□ control ▲ completely soaked in water
■ partially exposed to air

Bleaching conditions:

agitation speed: 40 strokes/min., time of bleaching: 20 min., pH: 10.2,

(a) temperature: 25°C, conc. of available chlorine: 0.025%

(b) temperature: 50°C, conc. of available chlorine: 0.014%

(c) temperature: 70°C, conc. of available chlorine: 0.009%.

DSDMAC treating conditions:

DSDMAC concentration: 0.0853 mmol/L, temperature: 25°C, treating time: 15 min.

Fig. 3을 보면 모든 경우에 표백제 처리 횟수가 증가함에 따라 DSDMAC의 흡착량이 증가하며, 직물의 산화 정도가 큰 경우에 DSDMAC 흡착량도 많음을 알 수 있다.

이와같은 면의 카르복시기 함량 증가에 따른 DSDMAC 흡착량의 증가는 양이온 계면활성제 흡착이 섬유 카르복시기와의 이온 결합에 의한 것을 의미하므로 면 섬유에 대한 DSDMAC 흡착에는 이온교환 메커니즘이 관계하는 것이 분명하다.

Fig. 3에서 원포의 카르복시기 함량은 0.6 mmol/100g fiber인데 인대 DSDMAC의 흡착량은 약 0.28 mmol/100g fiber이므로 DSDMAC의 흡착량이 카르복시기 함량보다도 낮은 것으로 나타나 있다.

본 연구에서는 유연제의 실제 사용농도를 기준으로 처리 농도를 정하였으므로 DSDMAC 흡착량이 섬유의 카르복시기 함량보다도 낮으나, 농도가 증가하면 DSDMAC 흡착량이 증가할 수 있다. 이를 확인하기 위하여 농도에 따른 DSDMAC 흡착량을 구하고 이를 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 4를 보면 농도에 따라 DSDMAC 흡착량이 점차 증가하며 농도가 0.34 mmol/L인때 섬유 100g당 흡착되는 DSDMAC 양이 1.12 mmol/100g fiber가 된다. 이 값은 카르복시기 함량의 약 2배에 해당하는 값이다. 이로써, DSDMAC 농도가 높아지면 면에

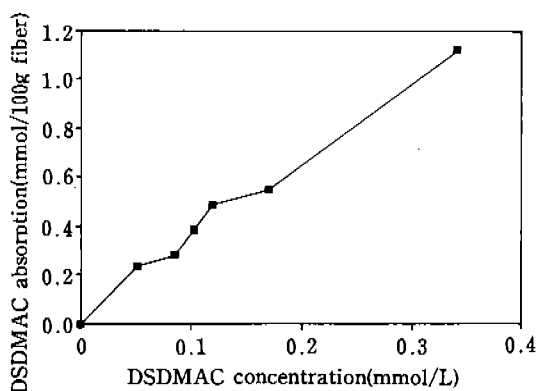


Fig. 4. Effects of DSDMAC concentration on the DSDMAC absorption by cotton fabrics.
Carboxyl content of cotton fabric: 0.61 mmol/100g fiber.
DSDMAC treating conditions:
temperature: 25°C, treating time: 15 min.,
liquor/fabric ratio: 50/1.

DSDMAC가 흡착될 때 이온 교환 외의 다른 기구들도 흡착에 관여함을 알 수 있다.

일반적인 양이온 계면활성제의 흡착에서는 monolayer가 형성된 후에 bilayer 흡착이 일어나는 것으로 알려져 있으나, DSDMAC는 긴 친유기를 두개 가지고 있으므로 다른 양이온 계면활성제에 비하여 용해도가 매우 낮고, 계면활성제 친유기끼리의 응집력이 크므로 monolayer가 포화되기 이전에도 면에 흡착된 DSDMAC의 친유기에 다른 DSDMAC의 친유기가 소수 결합에 의해 부착될 가능성이 있다¹⁹⁾.

또, 면에 대한 DSDMAC 흡착시에 DSDMAC의 친수기가 섬유의 히드록시기에 있는 산소와 결합을 형성할 가능성이 있다²⁰⁾. 히드록시기에 있는 산소는 부분적인 음전하를 띠므로 양이온 계면활성제의 양이온과 결합을 형성할 수 있을 것으로 생각된다.

III-4. 과탄산나트륨에 의한 면 직물의 변화와 DSDMAC 흡착

면 직물을 과탄산 나트륨 용액으로 처리한 후의 처리 횟수에 따른 직물 인장강도의 변화를 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 5에서 과탄산 나트륨 처리 횟수가 증가함에 따라 직물의 인장 강도 보존율이 저하하는 것을 볼 수 있으며, 이는 과탄산 나트륨 처리를 통하여 셀룰로오스가 산화함에 따른 중합도 감소를 의미한다.

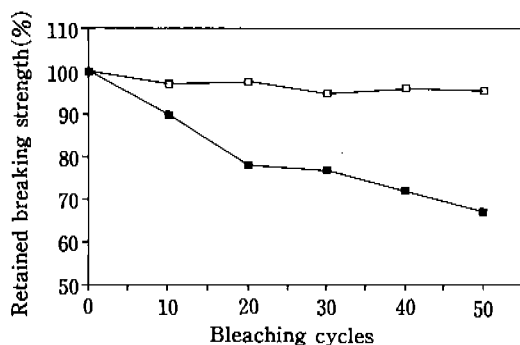


Fig. 5. Effects of bleaching cycles on the retained breaking strength of cotton fabrics bleached with sodium percarbonate.
—■— sodium percarbonate —□— control
Bleaching conditions:
bleaching temperature: 50°C, agitation speed: 40 strokes/min., sodium percarbonate concentration: 0.025%, time of bleaching: 20 min.

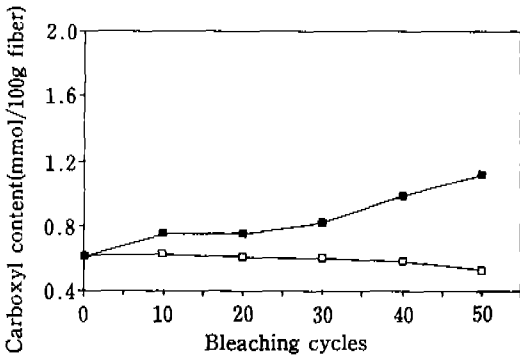


Fig. 6. Effects of bleaching cycles on the carboxyl content of cotton fabrics bleached with sodium percarbonate.

■ sodium percarbonate □ control
 Bleaching conditions:
 bleaching temperature: 50°C, agitation speed: 40 strokes/min., sodium percarbonate concentration: 0.025%, time of bleaching: 20 min.

면 직물을 과탄산 나트륨 용액으로 표백 처리한 때 처리 횟수에 따른 카르복시기 함량의 변화를 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 6을 보면 처리 횟수가 증가함에 따라

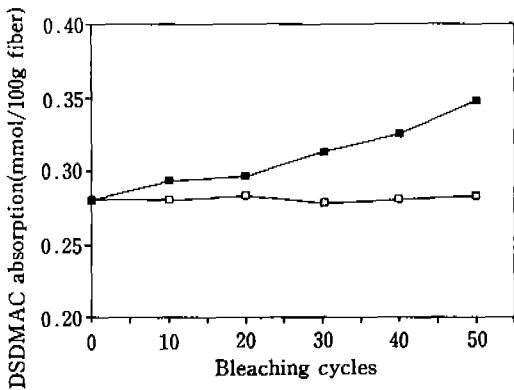


Fig. 7. Effects of bleaching cycles on the absorption of DSDMAC by cotton fabrics bleached with sodium percarbonate.

■ sodium percarbonate □ control
 Bleaching conditions:
 bleaching temperature: 50°C, agitation speed: 40 strokes/min., sodium percarbonate concentration: 0.025, time of bleaching: 20 min.
 DSDMAC treating conditions:
 DSDMAC concentration: 0.0853 mmol/L, temperature: 25°C, treating time: 15 min, liquor/fabric ratio: 50/1.

카르복시기 함량이 점차 증가하는 것을 볼 수 있다. 또, Fig. 5와 Fig. 1 및 Fig. 6과 Fig. 2를 비교하여 보면 하이포아염소산 나트륨과 과탄산 나트륨 용액으로 처리한 면 직물의 인장강도 보존율이 비슷할 때 카르복시기 함량은 하이포아염소산 나트륨으로 처리한 면 직물의 경우가 더 큰 것을 알 수 있다.

과탄산 나트륨 용액으로 표백한 면 직물에 DSDMAC를 흡착시킨 결과를 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 7에서 표백 처리가 진행되어감에 따라 DSDMAC 흡착량도 점차로 증가함을 볼 수 있으며, 이는 과탄산 나트륨 처리시 면의 카르복시기 함량이 증가하였기 때문이다.

하이포아염소사 및 과탄산 나트륨 처리에 따른 면직물의 DSDMAC 흡착량의 증가는 직물의 카르복시기 함량의 증가와 관련이 있는 것으로 생각되므로 직물의 카르복시기 함량과 DSDMAC 흡착량과의 관계를 Fig. 8에 나타내었다. Fig. 8을 보면 하이포아염소산 나트륨으로 처리한 시료와 과탄산 나트륨으로 처리한 시료에서 카르복시기 함량과 DSDMAC 흡착량이 비례관계를 보임을 알 수 있으며, 이들 사이의 관계를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$Y = 0.120X + 0.2062$$

이 식에서 X는 면의 카르복시기 함량을 mmol/100g

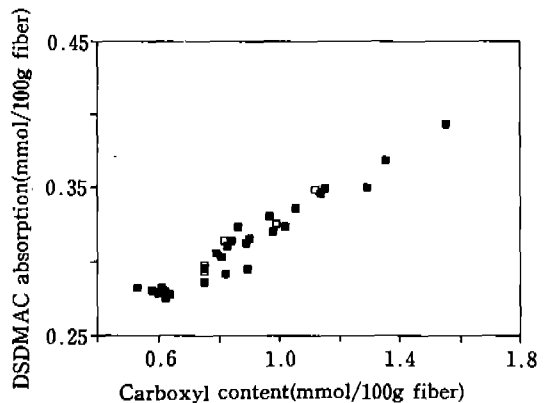


Fig. 8. DSDMAC absorption vs carboxyl content of cotton fabrics bleached with sodium hypochlorite and sodium percarbonate.

■ bleached with sodium hypochlorite
 □ bleached with sodium percarbonate
 DSDMAC treating conditions:
 DSDMAC concentration: 0.0853 mmol/L, treating time: 15 min, liquor/fabric ration: 50/1, temperature: 25°C.

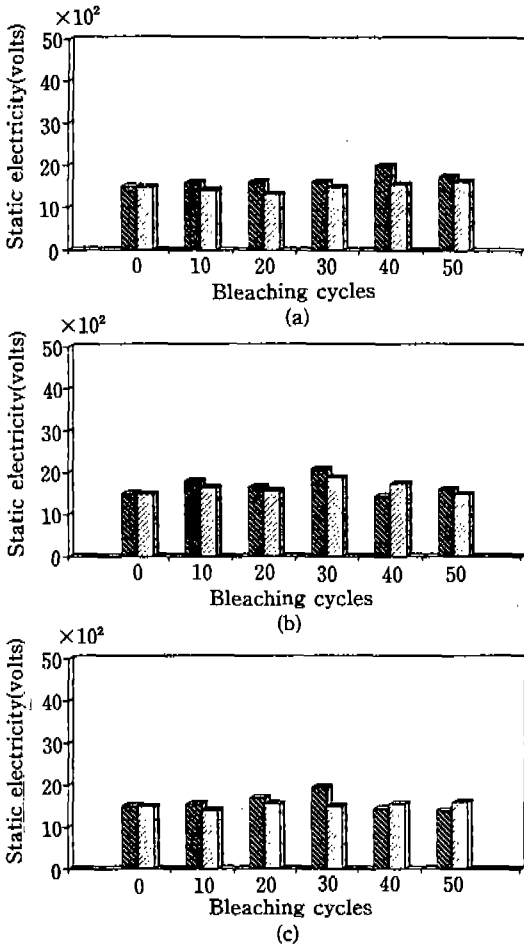


Fig. 9. Effects of bleaching cycles on the static electricity of cotton fabrics bleached with sodium percarbonate.

■ before DSDMAC treatment
 ▨ after DSDMAC treatment
 Bleaching conditions:
 agitation speed: 40 strokes/min, time of bleaching: 20 min., completely soaked in water.
 (a) temperature: 25°C,
 conc. of available chlorine: 0.025%
 (b) temperature: 50°C,
 conc. of available chlorine: 0.014%
 (c) temperature: 70°C,
 conc. of available chlorine: 0.009%.

DSDMAC treating conditions:
 DSDMAC concentration: 0.0853 mmol/L, temperature: 25°C, treating time: 15 min.
 Softening conditions:
 DSDMAC concentration: 0.0853 mmol/L, temperature: 25°C, treating time: 15 min., liquor/fabric ratio: 50/1.

fiber로 표현한 것이고, Y는 면직물에 의한 DSDMAC 흡착량을 mmol/100g fiber로 표현한 것이다. 이 식에서 독립변수 X와 종속변수 Y간의 상관계수의 제곱은 0.93이다.

III-5. 표백한 면 직물의 DSDMAC 흡착에 따른 대전압

면 직물을 25°C, 유효 염소 농도 0.025%의 하이포아염소산 나트륨 용액, 50°C, 유효 염소 농도 0.014%의 하이포아염소산 나트륨 용액 및 70°C, 유효 염소 농도 0.009%의 하이포아염소산 용액으로 각각 처리한 후 처리 횟수에 따른 직물 대전압의 변화와 표백제 처리한 직물에 DSDMAC를 흡착시킨 후의 대전압의 변화를 Fig. 9의 (a), (b), (c)에 각각 나타내었다.

또, 면 직물을 과탄산나트륨으로 표백 처리한 후의 대전압의 변화와 과탄산 나트륨 처리한 직물에 DSDMAC를 흡착시킨 후의 직물의 대전압의 변화를 Fig. 10에 나타내었다.

Fig. 9와 Fig. 10에서 미처리 포 및 표백제 처리한 면 직물에 DSDMAC를 흡착시킨 후의 직물 대전압의 변화를 살펴보면 미처리 면 직물의 대전압은 매우 낮으며, 면 직물을 표백 처리하거나, 표백한 면 직물에

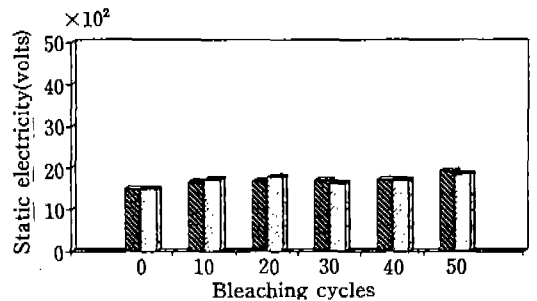


Fig. 10. Effects of bleaching cycles on the static electricity of cotton fabrics bleached with sodium percarbonate.

■ before DSDMAC treatment
 ▨ after DSDMAC treatment
 Bleaching conditions:
 bleaching temperature: 50°C, sodium percarbonate concentration: 0.025%, agitation speed: 40 strokes/min, time of bleaching: 20 min..
 Softening conditions:
 DSDMAC concentration: 0.0853 mmol/L, temperature: 25°C, treating time: 15 min., liquor/fabric ratio: 50/1.

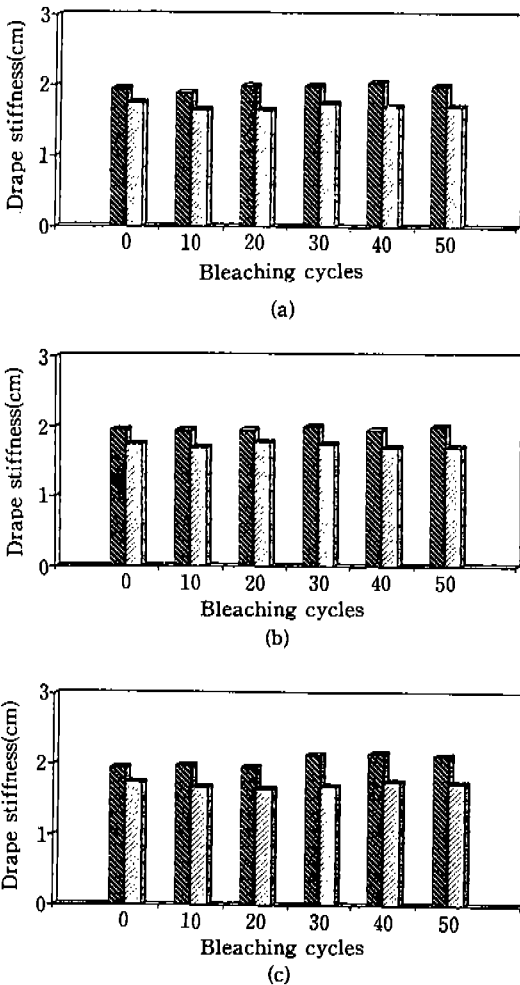


Fig. 11. Effects of bleaching cycles on the stiffness of cotton fabrics bleached with sodium hypochlorite.

■ before DSDMAC treatment
 ▨ after DSDMAC treatment
 Bleaching conditions:
 agitation speed: 40 strokes/min., time of bleaching: 20 min., completely soaked in water,
 (a) temperature: 25°C,
 conc. of available chlorine: 0.025%
 (b) temperature: 50°C,
 conc. of available chlorine: 0.014%
 (c) temperature: 70°C,
 conc. of available chlorine: 0.009%.

Softening conditions:
 DSDMAC concentration: 0.0853 mmol/L, temperature: 25°C, treating time: 15 min., liquor/fabric ratio: 50/1.

DSDMAC를 처리하여도 대전압의 변화가 극히 적음을 알 수 있다.

면 직물에 DSDMAC를 흡착시켰을 때 직물 대전압의 변화가 적은 것은 다음과 같이 설명할 수 있다. 면 섬유 표면에는 물 분자와 수소 결합할 수 있는 히드록시기 다량 존재하므로 면 섬유는 표면에 수분을 많이 함유하고 있다. 따라서, 발생한 전기가 수분을 통하여 섬유 밖으로 쉽게 빠져 나갈 수 있으므로 면 섬유의 대전압이 낮다²⁰⁾. DSDMAC가 섬유의 대전압을 낮추는 것은 섬유 표면에 이온성과 흡습성을 부여하기 때문인데, 면 섬유에는 카르복시기와 같은 작용기가 있어 섬유가 이온성을 띠고 있으며, 섬유 자체의 흡습성이 높아서 DSDMAC 흡착이 흡습성 증가에 기여하지 못하는 것으로 보인다.

III-6. 면 직물의 표백에 따른 DSDMAC 흡착과 강연도

면 직물을 하이포아염소산 나트륨을 표백할 때 표백 조건에 표백 횟수에 따른 직물 강연도의 변화와 표백한 면 직물에 DSDMAC를 흡착시킨 후의 직물의 강연도의 변화를 Fig. 11에 나타내었다. 또, 면 직물을 과탄산 나트륨으로 표백한 후의 직물의 강연도의 변화와 표백한 면 직물에 DSDMAC를 흡착시킨 후의 직물의 강

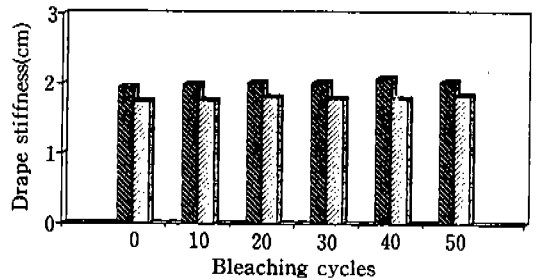


Fig. 12. Effects of bleaching cycles on the stiffness of cotton fabrics bleached with sodium percarbonate.

■ before DSDMAC treatment
 ▨ after DSDMAC treatment
 Bleaching conditions:
 bleaching temperature: 50°C, sodium percarbonate concentration: 0.025%, agitation speed: 40 strokes/min., time of bleaching: 20 min..
 Softening conditions:
 DSDMAC concentration: 0.0853 mmol/L, temperature: 25°C, treating time: 15 min., liquor/fabric ration: 50/1.

연도의 변화를 Fig. 12에 나타내었다.

Fig. 11과 Fig. 12를 보면 하이포아염소산 나트륨 처리 온도 25°C와 50°C 및 과탄산 나트륨 표백시에는 면 직물을 표백제로 처리하여도 직물 강연도에는 거의 변화가 없음을 알 수 있다. 그러나, 하이포아염소산 나트륨 처리 온도 70°C에서는 직물이 약간 강경해지는 것을 볼 수 있다. 이는 면에 표백 처리를 할 때 가해진 기계적 힘의 작용에 의해 직물 표면의 섬유들이 무질서하게 배열되어 실과 실 사이의 움직임이 자유롭지 못하게 되었기 때문으로 생각된다. 면 직물을 유효 염소 농도 140ppm의 하이포아염소산 나트륨은 50°C에서 30회 세

척하였을때의 직물 표면 형태의 변화를 주사 전자 현미경으로 관찰한 결과를 Fig. 13에 나타내었다. 표백제 처리한 면의 경우가 원포에서 보다 섬유들이 무질서하게 배열되어 있음을 볼 수 있다.

면직물을 표백제로 처리하였을 때 직물이 강경해지는 또 다른 원인으로는 면 섬유에 잔존하는 왁스등의 물질이 완전히 제거되면서 섬유 표면의 마찰계수가 증가하는 것을 들 수가 있다. Fig. 11과 12에서 표백제 처리한 면에 DSDMAC를 흡착시키면 직물이 유연해지는 것을 볼 수 있다. 표백제 처리한 면 직물에 DSDMAC를 처리하면 친유기가 표면에 배열되어 실과 실 사이의 마찰계수가 감소하므로 직물 내의 실의 움직임이 자유로워져서 직물이 유연해지는 것으로 생각된다²¹⁾.

IV. 결 론

본 연구에서는 면 직물을 하이포아염소산 나트륨 및 과탄산 나트륨으로 표백한 후 이들 섬유표면의 이화학적 변화와 이들 직물의 DSDMAC의 흡착량, 대전성 및 강연도를 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 면 직물을 하이포아염소산 나트륨 및 과탄산 나트륨으로 표백 처리하면 처리 횟수가 증가함에 따라 직물이 산화되어 직물의 카르복시기 함량이 증가하고, 인장강도가 저하하였다.

2. 표백제 처리 전의 면 직물과 하이포아염소산 나트륨 및 과탄산 나트륨으로 표백 처리한 면 직물의 DSDMAC를 흡착량을 비교한 결과, 표백제 처리한 면 직물은 산화에 의한 카르복시기의 도입에 따라 DSDMAC 흡착량이 증가하였으며, DSDMAC의 흡착량은 카르복시기 함량에 비례하였다. 이로써 면에 대한 DSDMAC 흡착에는 이온 교환 메카니즘이 관계함을 알 수 있었다. 그러나, 면의 DSDMAC 흡착량이 카르복시기 함량보다 많이 면에 대한 DSDMAC 흡착에는 이온 교환외에 소수 결합이나 부분적 음이온을 띠는 히드록시기에의 DSDMAC 흡착과 같은 다른 메카니즘도 함께 작용하고 있음을 알 수 있었다.

3. 표백제 처리한 면 직물 및 미처리 직물에 DSDMAC를 처리하면 면의 대전압이 거의 감소하지 않으므로 DSDMAC는 면의 대전 방지에 효과가 없음을 알 수 있었다.

4. 면 직물을 표백제로 처리하면 직물이 약간 강경해

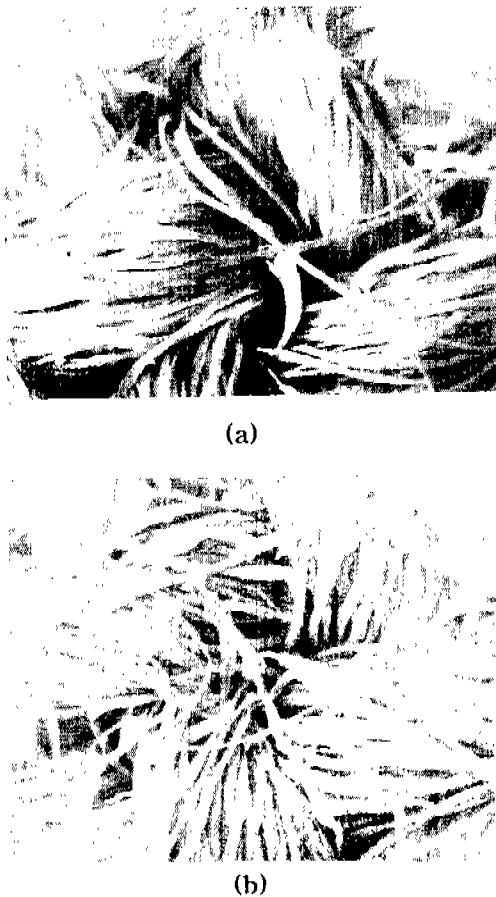


Fig. 13. Photomicrograph of cotton fabrics bleached with sodium hypochlorite
(a) untreated cotton fabric
(b) bleached cotton fabric with sodium hypochlorite of available chlorine 140ppm, at 50°C. (partially exposed to air, 30 cycles)

졌다. 이는 교반에 따른 기계적 힘이 섬유의 무질서도를 증가시키고 면에 있는 왁스가 제거되어 실과 실 사이의 마찰 계수가 증가한 때문인 것으로 생각된다. 표백제 처리 전의 면 직물과 하이포아염소산 나트륨 및 과탄산 나트륨으로 표백 처리한 면 직물에 DSDMAC를 흡착시키면 직물이 유연해졌다. 이는 실 사이의 마찰 계수 감소에 의한 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) R.R. Egan, Cationic surface active agents as fabric softeners, *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **55**, 118-121 (1978)
- 2) 김성련, "세계와 세탁의 과학", pp. 202-203, 교문사 (1987)
- 3) O. Samuelson and S.I. Anderson, Water Soluble Products formed during Hypochlorite Bleaching of Cellulose, *Cell. Chem. Tech.*, **10**, 209(1976)
- 4) F.H. Sexsmith and H.J. White, The adsorption of cationic surfactants by cellulosic materials, I. The uptake of cation and anion by a variety of substrates, *J. Colloid Sci.*, **14**, 598-618(1959)
- 5) L.C.F. Blackman and R. Harrop, Infrared spectra of quaternary ammonium compounds adsorbed on silica-gel "aerosil", *Nature*, **208**, 777(1965)
- 6) Y. Gotshal, L. Rebenfeld and H.J. White, The adsorption of cationic surfactants by cellulosic materials, II. The effects of esterification of the carboxyl groups in the cellulosic substrates, *J. Colloid Sci.*, **14**, 619-629(1959)
- 7) R.G. Laughlin, Fabric softening, in "Surfactant Science Series vol. 37, Cationic surfactants.", ed. by O. N. Rubingh and P.M. Holland, pp. 454-456, Marcel Dekker Inc. (1991)
- 8) L. Hughes, L.H. Hsing, B.L. Simmons, J.M. Leiby and M.L. Deviney, Radiotracer and colloidal study of fabric softener action, *Textile Chem. Color.*, **10**, 88-93(1978)
- 9) G.F. Davidson, The acidic properties of cottoncellulose and derived oxycellulose. Part II, *J. Text. Inst.*, **39**, T65-86(1948)
- 10) T.M. Herrington and B.R. Midmore, Adsorption of ions at the cellulose/aqueous electrolyte interface, *J. Chem. Soc., Faraday Trans. I*, **80**, 1525(1984)
- 11) S.M. Neale and W.A. Stringfellow, Determination of carboxylic acid groups in oxycelluloses, *Trans. Faraday Soc.*, **33**, 881(1937)
- 12) G.F. Davidson, The acidic properties of cotton cellulose and derived oxycelluloses, *J. Textile Inst.*, **39**, T65-86(1948)
- 13) G.V. Scott, Spectrophotometric determination of cationic surfactants with Orange II, *Analytical Chem.*, **40**, 768-773(1968)
- 14) J.E. Nettles, "Handbook of Chemical specialtaies", p. 398, John Wiley & Sons, Inc. (1983)
- 15) G. Jakobi and A. Löhr, Detergents and Textile washing, p. 81, VHC(1987)
- 16) 박선경, 김성련, 세척시 알칼리에 의한 면 섬유의 손상에 관한 연구, *한국염색가공학회지*, **4**, 15-21(1992)
- 17) M. Lewin, The yellowing of cotton cellulose, Part III: On the mechanism of yellowing upon aging and alkaline extraction, *Textile Res. J.*, **35**, 979(1965)
- 18) E. Entwistle, E.H. Cole and N.S. Wooding, The autoxidation fo alkali cellulose, II, *Textile Res. J.*, **19**, 609-624(1949)
- 19) M.J. Rosen, Surfactants and interfacial phenomena, 2nd ed., p. 41, John Wiley & Sons(1989)
- 20) W.E. Morton and J.W.S. Hearle, "Physical properties of textile fibers", pp. 543-546, John Wiley & Sons Inc. (1975)
- 21) S.A.R.D. Sebastian, A.I. Bailey, B.J. Briscoe and D. Tabor, Effect of a softening agent on yarn pull-out force of a plain weave fabric, *Textile Res. J.*, **56**, 604-611(1986)