

직물의 표백과 세척이 유연제 (DSDMAC) 흡착에 미치는 영향(제 2 보)

박 선 경 · 유 호 선

서울대학교 가정대학 의류학과

The Effects of Bleaching or Washing on the Absorption of Softener (DSDMAC) (Part 2)

Son Kyung Park · Hyo Seon Ryu

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1996. 4. 23 접수)

Abstract

This study was carried to figure out the effect of washing on the cationic surfactant (DSDMAC) absorption by nylon fabrics washed with anionic surfactant(SDBS). Cationic surfactant absorption, static electricity, and fabric stiffness of washed and unwashed nylon fabrics were estimated. And to check the correlation between DSDMAC absorption and SDBS absorption, SDBS absorption by nylon fabrics were measured.

The results were as follows;

1. Nylon fabrics washed with SDBS absorbed more DSDMAC than unwashed fabrics. The more SDBS absorbed by nylon fabrics, the more DSDMAC absorbed. This is account for the increase in negative zeta potential of washed nylon fabrics.
2. Absorption of SDBS by nylon fabrics increased static electricity. Absorption of DSDMAC by washed and unwashed nylon fabrics greatyl decreased static electricity, and static electricity of washed nylon fabrics more decreased than that of unwashed nylon fabrics.
3. When washing cycles were under 20, DSDMAC absorption decreased fabric stiffness. As washing cycles were over 20, DSDMAC deposited as particles acted as points of weak adhesion between adjacent fibers, so increased the fabric stiffness.

I. 서 론

반복되는 세척은 직물의 촉감을 거칠어지게 하므

* 본 연구는 학술진흥재단의 연구비 지원에 의한 것임.

로^{1,2)} 이를 방지하기 위하여 직물 유연제가 사용되고 있
다. 이들 유연제 중에 우리 나라에서 널리 사용되는 4
차 암모늄 염을 주 성분으로 한 유연제의 흡착량은 표
백제와 세제의 반복처리에 따른 섬유 표면의 이화학적
변화에 의해 달라질 것으로 생각된다. 이 중 표백제의

반복처리에 따른 섬유 표면의 이화학적 변화와 그에 따른 유연제 흡착량의 변화에 관한 내용은 제1보에서 보고하였다. 본보에서는 세척 후 직물표면에 잔존하는 음이온 계면활성제에 의한 유연제 흡착량의 변화에 관하여 밝히고자 한다.

세탁중에 존재하는 음이온 계면활성제는 세척시 직물에 흡착되어 세정작용을 하고 행구기에 의해 제거되는데, 일부 계면활성제는 행구기 이후에도 제거되지 않고 직물에 남아있다³⁻⁶⁾. 직물에 잔존하는 음이온 계면활성제는 직물표면에서 음의 지타 전위를 증가시키는 역할을 한다⁷⁻⁹⁾. 이러한 효과는 세제 잔류량에 따라서 달라지게 되는데, 면 직물은 표면이 친수성이면서 물 속에서 세제와 같은 음전하를 띠므로 세제 잔류량이 거의 없다¹⁰⁾. 세제 잔류에 따른 직물의 지타 전위의 증가는 세제 잔류량이 큰 나일론, 양모, 실크와 같은 섬유에서 현저하게 나타나게 되는데, 이들 섬유 중 물 세탁을 주로 하는 나일론에 대한 세제 잔류가 유연제 처리에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 음이온 계면활성제의 흡착량이 비교적 많은 나일론 섬유¹¹⁾를 선정하여 섬유에 흡착된 음이온 계면활성제가 유연제 흡착에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 아울러, 위의 유연제 흡착이 직물의 실제 유연도와 대전 방지 성능에 미치는 영향을 알아보고자 유연제 흡착 전후의 직물의 유연도 및 대전성을 측정하였다.

II. 실험

II-1. 시약 및 시험포

II-1-1. 시약

세제인 음이온 계면활성제로서는 sodium dodecylbenzene sulfonate(SDBS, Chemically pure : 유효성분 50%, Junsei Chemical Co., Ltd.)를 사용하였으며, 유연제인 양이온 계면활성제로는 distearyldimethyl ammonium chloride(DSDMAC, 東京化成工業株式會社 : 일본)를 사용하였다.

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

II-1-2. 시험포

시험포로는 KS K 0905에 규정된 섬유류 제품의 염색견뢰도 시험용 첨부백포인 나일론 직물을 사용하였

다. 나일론 직물은 벤젠과 알코올의 공비 혼합물로 속스레 추출하고 용매를 날려보낸 뒤 증류수로 4회이상 행구어 실험에 사용하였다.

II-2. 실험방법

II-2-1. 세척

소정 농도의 음이온 계면활성제(SDBS)를 사용하여 Terg-o-tometer에서 나일론 직물을 10, 20, 30, 40, 50회 세척하였다. 세척 조건은 온도 25°C, 교반횟수 40 strokes/min으로 하였으며, 세척 시간은 20분으로 하였다.

II-2-2. 음이온 계면활성제의 정량¹²⁾

SDBS를 에탄올에 녹여 0.01~0.03%의 SDBS용액을 만들고 UV spectrophotometer로 261 nm에서의 흡광도를 구하여 검량선을 작성하였다.

세척이 끝난 포를 자연건조한 후 에탄올로 속스레 추출하고, 추출한 에탄올을 메스플라스크에 모아서 100 mL로 만들었다. 용액의 흡광도를 UV spectrophotometer를 이용하여 측정하고 검량선으로부터 농도를 구하였다.

II-2-3. 양이온 계면활성제의 흡착량

직물 1g을 잘게 잘라 삼각 플라스크에 넣고 50 ppm의 DSDMAC 용액을 50 ml 넣은 후 항온조에서 15분간 진탕하고, 액을 glass filter로 걸러 용액 내의 DSDMAC 농도를 Orange II 법¹³⁾으로 정량하였다. 흡착 전, 후의 DSDMAC용액의 농도 차로부터 흡착량을 구하였다.

II-2-4. 직물의 강연도와 대전성

유연제 처리 전, 후의 직물의 강연도를 캔틸레버 방법(KS K 0539)으로 측정하고 직물의 대전성은 직물 및 편성물의 대전성 시험 방법(KS K 0555)에 따라 Rotary Static Tester(RST-201, Koa Shokai)를 사용하여 측정하였다. 직물의 대전압 측정시에는 면 직물을 마찰포로 사용하였다.

직물의 강연도와 대전성을 측정하기 위한 유연제 처리는 다음과 같은 방법으로 행하였다. 플라스크에 직물과 소정 농도의 유연제액을 넣고 온도 25°C의 항온 진탕기에서 15분간 진탕한 후, 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.

III. 결과 및 고찰

III-1. 음이온 계면활성제로 세척한 나일론 직물에서의 DSDMAC 흡착

나일론의 음이온 계면활성제 흡착이 DSDMAC 흡착에 미치는 영향을 알아보기 위하여 나일론 직물을 SDBS로 세척하고 세척 횟수에 따른 SDBS의 흡착량을 Fig. 1에 나타내었다.

Fig. 1에서 세척횟수가 증가함에 따라 SDBS 흡착량이 점차 증가함을 볼 수 있으며, 세척횟수 40회 이후에는 SDBS 흡착량이 섬유 100g당 약 2.47 mmol로 거의 일정해진다. 나일론 직물을 0.86 mmol/L로 SDBS 용액에 넣고 SDBS를 흡착시켜서 평형에 도달하였을 때 SDBS의 흡착량은 섬유 100g당 약 2.12 mmol인데, 세척시의 흡착량이 더 많은 것은 헹구기가 완전히 이루어지지 못했기 때문인 것으로 생각된다.

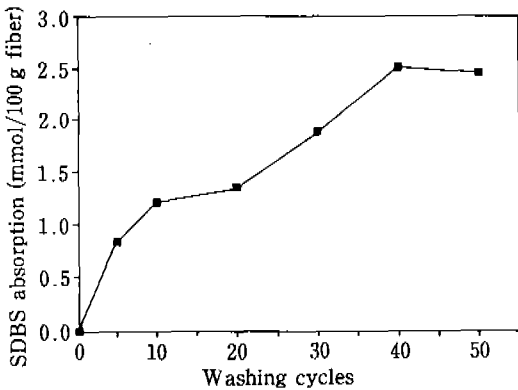


Fig. 1. Effects of washing cycles on the absorption of SDBS by nylon fabrics.

Washing Conditions :

- Washing temperature : 25°C,
- agitation speed : 40 strokes/min,
- SDBS concentration : 0.86 mmol/L,
- time of washing : 10 min.

본 실험에 사용한 증류수의 pH는 나일론의 등전점 이상이므로 증류수에서 나일론 직물에 SDBS가 흡착되는 때는 나일론 섬유의 메틸렌 그룹으로 연결된 소수성 부분에 SDBS의 친유기가 소수 결합에 의해 흡착될 수 있으며, 그 외의 다른 흡착기구에 대하여는 정확히 밝혀진 바가 없다.

SDBS로 50회 반복 처리한 나일론 직물에 DSDMAC를 흡착시켜서 처리 횟수에 따른 흡착량을 정량하고, 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 세척하지 않은 원포의 DSDMAC 흡착량이 약 0.27 mmol/100 g fiber로서 SDBS가 흡착되지 않은 세척전의 나일론 직물에도 DSDMAC가 상당량 흡착됨을 알 수 있으며, 세척 횟수가 증가함에 따라 양이온 계면활성제의 흡착량이 점차 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 세척시 직물에 흡착된 SDBS의 영향인 것으로 생각된다.

이를 확인하기 위하여 SDBS 흡착량과 DSDMAC 흡착량의 관계를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3에서

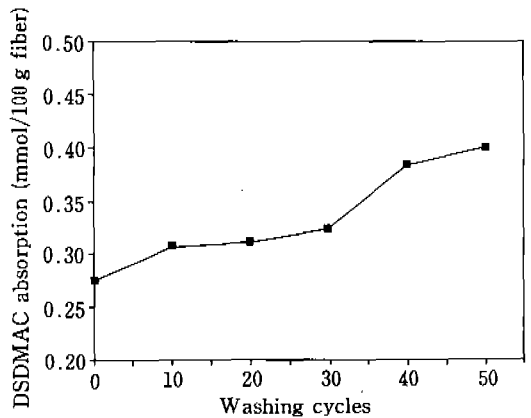


Fig. 2. Effects of washing cycles on the absorption of DSDMAC by nylon fabrics.

Washing conditions :

- washing temperature : 25°C,
- agitation speed : 40 strokes/min,
- SDBS concentration : 0.86 mmol/L,
- time of washing : 10 min.

DSDMAC treating conditions :

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

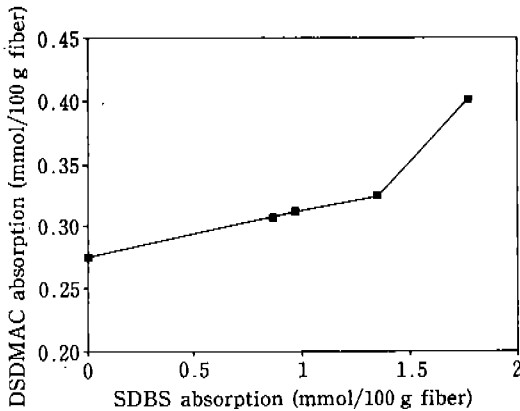


Fig. 3. DSDMAC absorption vs SDBS absorption by nylon fabrics.

Washing conditions :

washing temperature : 25 °C,
agitation speed : 40 strokes/min,
SDBS concentration : 0.86 mmol/L,
time of washing : 10 min.

DSDMAC treating conditions :

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

SDBS 흡착량과 DSDMAC 흡착량이 비례함을 알 수 있다.

SDBS로 세척한 직물이 DSDMAC를 많이 흡착하는 이유는 나일론 직물에 흡착된 SDBS가 직물의 음의 지타 전위를 증가시켜서 양이온성인 DSDMAC가 나일론 직물에 더욱 쉽게 접근할 수 있게 해 주기 때문이라고 생각된다.

III-2. 나일론 직물의 세척에 따른 DSDMAC 흡착과 대전압

나일론 직물을 SDBS로 세척한 후의 대전압 및 이 세척 직물을 다시 DSDMAC로 처리한 때 세척 횟수에 따른 직물 대전압 측정 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 4에서 나일론 직물을 SDBS로 세척하면 세척 전에 비해 직물 대전압이 증가하였음을 알 수 있으며, 이와 같이 SDBS 처리시에 나일론의 대전압이 증가하는 것은 나일론 직물에 SDBS가 부착함에 따라 직물의

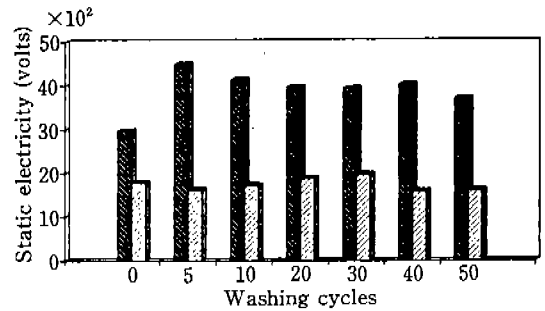


Fig. 4. Effects of washing cycles on the static electricity of nylon fabrics.

■ before DSDMAC treatment

▨ after DSDMAC treatment

Washing conditions :

washing temperature : 25 °C,
agitation speed : 40 strokes/min,
SDBS concentration : 0.86 mmol/L,
time of washing : 10 min.

Softening conditions :

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

지타 전위가 증가하면서 대이온인 유동성 양이온의 부착량도 증가하였기 때문인 것으로 추측된다. 직물에 부착된 유동성 양이온은 대전압 측정시 마찰포로 이동하여 전기의 발생량을 증가시키므로 유동성 양이온의 증가는 대전압의 증가와 관련이 있는 것으로 생각된다¹⁴⁾.

Fig. 4에서 SDBS로 세척한 직물을 DSDMAC로 처리한 후의 직물 대전압은 세척전의 직물이나 세척 후의 직물에 비하여 크게 감소하였음을 볼 수 있다. 이것은 나일론 직물은 소수성이므로 발생한 전하를 직물 밖으로 쉽게 전도시키지 못하지만, 나일론에 흡착된 DSDMAC는 수분을 잘 흡수하므로 발생한 전하를 직물 밖으로 전도하여 정전기의 축적을 방지하므로 직물의 대전압을 낮추는 역할을 하기 때문인 것으로 생각된다. 나일론과 같은 소수성 섬유는 전기 저항은 물의 전기 저항의 10⁸배에 해당하므로 직물 표면에 존재하는 소량의 수분이 전기 전도도를 크게 증가시킬 수 있는 것으로 생각된다¹⁵⁾.

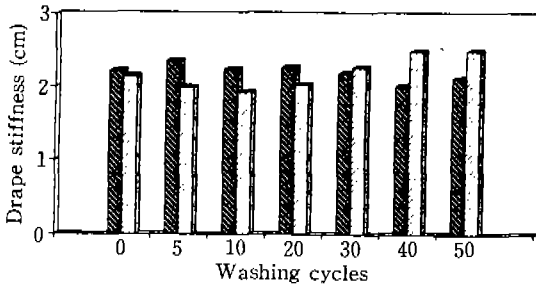




Fig. 5. Effects of washing cycles on the stiffness of nylon fabrics.

 before DSDMAC treatment
 after DSDMAC treatment

Washing Conditions :

washing temperature : 25 °C,
 agitation speed : 40 strokes/min,
 SDBS concentration : 0.86 mmol/L,
 time of washing : 10 min

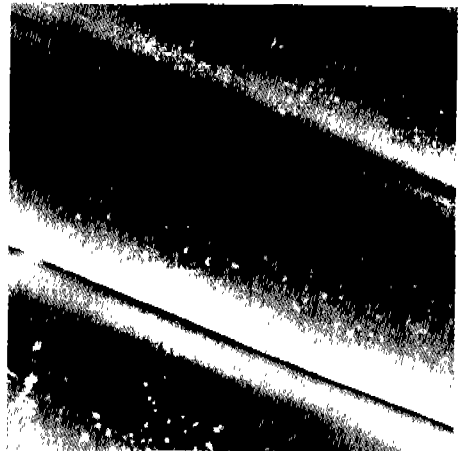
Softening conditions :

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

III-3. 나일론 직물의 세척에 따른 DSDMAC 흡착과 직물의 강연도

나일론 직물을 SDBS로 세척한 후의 직물의 강연도 변화와 SDBS로 세척한 나일론에 DSDMAC를 흡착시킨 후의 직물의 강연도의 변화를 Fig. 5에 나타내었다.

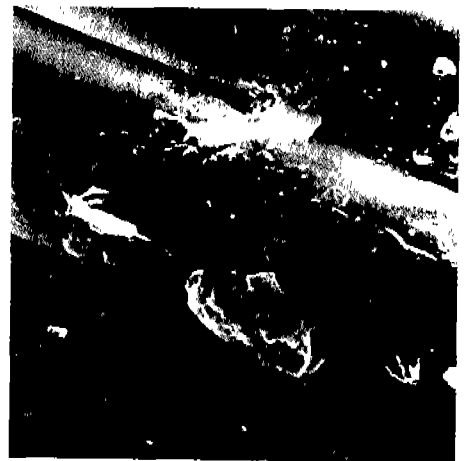
Fig. 5에서 나일론 직물을 SDBS로 세척하면 5회 세



(b)



(a)



(c)

Fig. 6. Photomicrographs of nylon fabrics treated with DSDMAC. (×1500)

- (a) Untreated nylon fabric.
- (b) DSDMAC absorption by unwashed nylon fabric.
- (c) DSDMAC absorption by washed nylon fabric.
(washing cycles : 50, detergent : SDBS)

척시에는 직물의 강경도가 증가하였다가 세척횟수가 증가하면서 조금씩 유연해지는 효과를 보인다. 이로써, 음이온 계면활성제도 나일론 직물에 약간의 유연 효과를 부여하는 것을 알 수 있다.

또, Fig. 5에서 SDBS로 세척한 나일론 직물에 DSDMAC를 처리한 후의 직물의 강연도를 보면 세척 횟수 20회까지는 직물이 유연해지나, DSDMAC 흡착량이 증가하면 오히려 직물이 강경해 지는 것을 볼 수 있다. 그 이유는 다음과 같이 설명할 수 있다. DSDMAC가 직물 표면에 유연효과를 부여하기 위하여서는 직물 표면에 고르게 흡착되는 것이 필요한데, 과량의 DSDMAC가 직물 표면에 흡착되면 DSDMAC가 고르게 흡착되지 못하고 섬유 사이사이에 많은 양이 침착되어 큰 입자를 형성하게 된다. 나일론 직물에 DSDMAC 흡착된 후의 주사 전자 현미경 사진을 Fig. 6에 나타내었다. 원포에서는 DSDMAC가 비교적 고르게 흡착된 것을 볼 수 있으나, SDBS로 50회 세척한 직물에는 DSDMAC가 부분적으로 많은 양이 흡착되어 있음을 볼 수 있다. 직물 표면에 형성된 DSDMAC 입자는 섬유간의 adhesion center로 작용하여 섬유의 움직임 방해하므로, 과량의 DSDMAC가 흡착되면 직물이 강경해진다고 생각된다^{16,17}.

IV. 결 론

나일론 직물을 SDBS를 사용하여 세척한 후 이들 직물의 DSDMAC의 흡착량, 대전성 및 강연도를 측정할 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 나일론 직물을 SDBS로 세척하면 세척 횟수가 증가함에 따라 SDBS로 흡착량이 증가하였다. SDBS로 세척한 나일론 직물은 세척 전의 직물보다 음의 지타전위가 높으므로 세척 후의 직물이 DSDMAC를 더 많이 흡착하였으며, DSDMAC 흡착량은 SDBS 흡착량에 비례하였다.

2. 나일론 직물을 SDBS로 처리하면 직물의 대전압이 증가하였다. SDBS로 세척한 직물을 DSDMAC로 처리하면 직물의 흡습성 증가로 직물 대전압이 크게 감소하였으며, SDBS로 세척한 후의 직물 대전압 감소율이 세척전의 직물에 비하여 컸다.

3. 나일론 직물을 SDBS로 세척하면 30회 세척 이후에 직물이 약간 유연해졌다. SDBS로 세척한 나일론

직물에 DSDMAC를 흡착시키면 초기에는 약간 유연해졌으나, 세척 횟수 20회 이후에는 미처리포 보다 강경해졌다. 이로써 나일론 직물이 과량의 DSDMAC를 흡착하면 DSDMAC가 직물 표면에 응집되어 섬유의 움직임을 방해하므로 직물이 오히려 강경해 짐을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) R.R. Egan, Cationic surface active agents as fabric softeners, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **55**, 118(1978)
- 2) 김성련, "세제와 세탁의 과학", pp. 202-203, 교문사 (1987)
- 3) M.J. Schwuger, Effects of adsorption of Detergency phenomena: I, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **59**, 258-264 (1982)
- 4) M.J. Schwuger, Effects of adsorption of Detergency phenomena: II, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **59**, 265-272 (1982)
- 5) E. Ichihara, Y. Matsumoto, and A. Yabe, Studies on rinsing, *Yukagaku*, **5**, 27-35(1956)
- 6) 木下英明, 古林美惠, 代塚みよ子, すすぎに關する研究(制1報) ポラログラフ法による界面活性劑の定量, *家政學雜誌*, **32**, 783-786(1981)
- 7) Y. Iwadare and T. Suzawa, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **43**, 2326(1970)
- 8) H.J. Jacobasch, G. Bauböck, and J. Scurz, *Colloid & Polymer Sci.*, **263**, 3(1985)
- 9) H.J. Schott, in *Detergency Theory and Test Methods, Part I*, (W.G. Cutler and R.C. Davis, eds.) Dekker, New York, pp. 153-235(1972)
- 10) W.J. Schwarz, A.R. Martin and R.C. Davis, The influence of calcium on the adsorption of sodium dodecylbenzene sulfonate of cotton, *Textile Res. J.*, **32**, 1(1962)
- 11) 박선경, 김성련, 세척시 섬유의 음이온계 계면활성제 흡착과 행구기 효과에 관한 연구, *한국의류학회지*, **17**, 129-136(1993)
- 12) Y. Izawa and W. Kimura, Studies of the analysis of surface active agents. X IX.. Ultraviolet absorption spectra of aromatic surfactants, *Yukagaku*, **11**, 627 (1962)
- 13) G.V. Scott, Spectrophotometric determination of cationic surfactants with Orange II, *Analytical Chem.*, **40**, 768(1968)
- 14) W.E. Morton and J.W.S. Hearle, "Physical properties of textile fibers", pp. 543-546, John Wiley &

Sons Inc. (1975)

- 15) M. Lewin and S.B. Sello, "Handbook of fiber science and technology, vol. II. Chemical processing of fibers and fabrics, Part. B.", p. 293, Marcel Dekker Inc. (1984)
- 16) 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 (1986)
- 17) A.G. De Boos and E. Finnimore, The effects of cationic surfactants on the bending properties of a woven wool fabric, *J. Textile Inst.*, 75, 1(1984)