

〈研究論文(學術)〉

양모/카티온화 면 혼방품의 산성염료/반응성염료에 의한 1욕2단 염색에 관한 연구

성우경 · 이춘길 · 권오경*

경일대학교 공과대학 섬유패션학과

*경일대학교 조형대학 의상디자인학과

(1999년 1월 29일 접수)

Studies on the One Bath Two Step Dyeing of Wool/Cationized Cotton Blends with Acid Dye/Reactive Dye

Woo Kyung Sung, Choon Gil Lee, and Oh Kyung Kwon*

Dept. of Textile and Fashion technology, College of Eng., Kyungil University, Kyungsan, Korea

**Dept. of Clothing and Design, College of Formative Arts, Kyungil University, Kyungsan, Korea*

(Received January 29, 1999)

Abstract—The conventional dyeing of wool/cotton blends involves a two bath two step method, i.e., after dyeing of the wool component with acid dyes in an acidic dyebath at 100°C, the dyeing of the cotton component with reactive dyes in an alkaline dyebath is performed. In order to overcome the disadvantage of the conventional two bath two step dyeing method of wool/cotton blends, it had prompted significant effort to the development of the one bath dyeing method which can accomplish savings in time, energy and water usage. To improve dyeing property of wool/cotton blends, cotton component was pretreated with cationizing agent containing chlorohydrine group in aqueous solution of sodium hydroxide.

This study was carried out to investigate dyeing possibilities of wool/cationized cotton blends with acid dye/reactive dye by one bath two step method.

1. 서 론

양모는 특유의 포근함과 보온성 등이 우수한 반면에 가격이 비싸고 주름회복성이 좋지 못하여 면 섬유와 혼방된 제품으로서 많이 생산되고 있다. 일반적으로 산성염료/반응성염료계로서 양모/면 혼방

품을 염색할 때 양모 측을 산성염료의 염욕에서 염색하고, 면섬유 측은 알칼리를 필요로 하는 반응성 염료의 별도 욕에서 염색을 하는 2욕 염색법이 주로 적용된다.

그런데 이 방법은 많은 용수의 사용, 고에너지, 노동력 및 시간이 소요되므로 에너지 절약의 측면

에서 불리하다. 그러므로 이욕 염색법에 따른 문제점을 개선하여 1욕 염색법을 적용시키기 위해서는 면섬유 축을 카티온화 하여 산성염료 뿐만 아니라 산성염에서도 반응성염료의 염착이 가능토록 할 필요가 있다.

셀룰로오스의 카티온화에 관한 연구는 반응성이 높은 아민 화합물을 직접 반응시켜 Guthrie¹⁾는 알칼리의 촉매 하에서 2-아미노에틸술폰산을 사용하였고, Segal 등²⁾과 Soignet 등³⁾은 β-클로로에틸디에틸아민하이드로클로라이드과 에틸렌이민을 알칼리 촉매 하에서 셀룰로오스와 반응시켜 아민기를 도입하였다. 또한 Khalil 등⁴⁾과 Lewis 등⁵⁾은 비닐 단량체를 그라프트시킨 후 이를 암모니아와 알킬아민에 의하여 아민기를 도입하였다.

Hebish 등⁶⁾은 방향족 니트로화합물의 니트로기를 환원에 의하여, Daly 등⁷⁾은 아크릴로니트릴로 처리하여 시아노에틸셀룰로오스를 제조하고, 니트릴기를 다시 환원하여 높은 치환도를 가지는 아미노프로필셀룰로오스를 제조하였다. 그런데 이러한 방법들은 까다로운 반응조건과 격렬한 반응이 수반되는 경우가 많음으로 대개 직물로서의 섬유물성이 저하되는 경우가 많다. 또한 분자중에 아미노기 특히 암모늄기를 양이온성기로서 함유하고 있는 반응형 카티온제⁸⁻¹⁰⁾는 클로로히드린기, 에폭시기, 클로로피리미딘기, 하이드록시디아제티지니움클로라이드기 등의 반응성기에 의하여 폴리머의 활성수소와 반응하기 쉽게 된다. 일반적으로 반응형 카티온화제에 의한 셀룰로오스의 카티온화는 알칼리의 존재 하에서 반응시켜 셀룰로오스의 분자 내에 아민기나 4급암모늄기의 도입을 통하여 이루어진다.

지금까지는 반응형 카티온제에 의한 면섬유의 카티온화는 주로 1관능형 타입의 카티온제를 대상으로 하여 대부분 이루어져 왔다. 따라서 본 연구에서는 카티온화 효율 및 염착성 등의 면에서 1관능형의 타입보다 좋은 것으로 알려진 2개의 클로로히드린기를 분자 내에 함유한 다관능형 카티온제로서 면섬유에 전처리 한 양모/카티온화면 혼방품의 시료에 대하여 산성염료/반응성염료에 의한 1욕2단 염색법을 적용하여 염색공정의 합리화를 도모하는데 관점을 두었다.

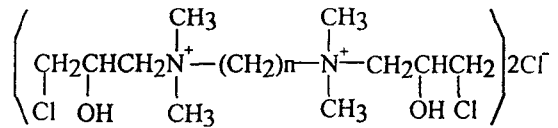
2. 실험

2.1 실험재료

2.1.1 시료 및 시약

양모/면 혼방품의 재료로서 사용된 양모 및 면직물은 각각 JIS L 0803과 KSK 0905에 규정된 염색견뢰도용 첨부백포이며, 초산, 초산나트륨 등의 약품은 1급시약을 사용하였다. 그리고 카티온화 면과 같은 초기염착성이 강한 섬유에 대해서 이염성효과를 부여하고, 혼방섬유의 염색시 상대섬유의 오염성방지에 효과적인 염착성 억제 기능을 가진 방염제(reserving agent)는 polyaryl sulphonate를 화학조성으로 하는 Protefix PA217(PROTEX, 프랑스)을 사용하였다.

카티온제는 클로로히드린기를 반응성기로 하는 다관능형의 Cationon UK(一方社油脂工業(株), 일본)를 사용하였으며 이의 구조식은 다음과 같다.



Scheme 1. Chemical structure of used cationizing agent

2.1.2 카티온제의 적외선 분광분석

FT-IR spectrophotometer(FT-IR 5300, Jasco)을 사용하여 사용된 카티온제(Cationon UK)의 적외선 스펙트럼을 얻었다.

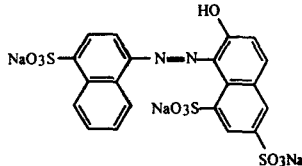
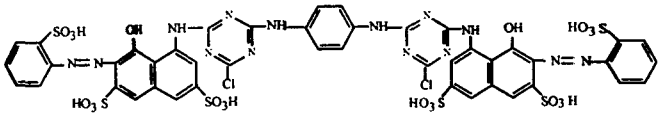
2.1.3 염료

사용된 산성염료는 아조계인 C. I. Acid Red 18(이하: Acid Red 18)을, 반응성염료는 모노클로로로트리아진계인 C. I. Reactive Red 120(이하: Reactive Red 120)을 사용하였으며 이의 구조식은 다음과 같다.

2.2 카티온화 면직물의 제조

80°C, 욕비 1:20, 카티온제 농도(1, 3%), 가성소오다(카티온화제 농도의 30%)로 조정된 용액에 면직물(이하: 미처리면)을 넣어 40분간 처리를 하

Table 1. Chemical structure of used dyes

C.I. Number	Chemical structure
C.I. Acid Red 18	
C.I. Reactive Red 120	

고, 0.1N 초산으로 중화처리, 수세, 건조하여 4급 아민기가 도입된 1% 카티온제 처리면(이하: 1% 처리면)과 3% 카티온제 처리면(이하: 3% 처리면)을 제조하였다.

2.3 염색실험

2.3.1 승온염착곡선

40°C, pH 5, 욕비 1:30의 염욕에 동일한 무게로 칭량한 양모와 3% 처리면 그리고 1% o.w.f의 산성 염료를 넣고 15분 경과 후, 승온속도를 2°C/min으로 하여 60°C, 80°C, 100°C, 100°C(30분 경과), 100°C(60분 경과)에서 각각 피염물을 꺼내어 평가시료로 하였다. 염색이 끝난 시료는 수세를 하고 60°C에서 2g/l의 소우핑제를 사용하여 10분간 세정하고 수세, 건조하였다.

2.3.2 산성염료에 의한 염색

40°C, pH 5(초산과 초산나트륨으로 조제), 욕비 1:30의 염욕에 동일한 무게로 칭량한 양모, 미처리면, 1% 처리면, 3% 처리면 그리고 소정농도의 산성염료를 넣고 15분간 유지한 후, 승온속도를 2°C/min하여 100°C까지 승온시켜 이 온도에서 1시간 동안 염색하였다. 수세조건은 전술한 2.3.1항의 방법으로 하였다.

2.3.3 이염성 평가와 잔류흡광도의 측정

pH 5, 산성염료 2% o.w.f, 욕비 1:30의 염욕조건에서 동일한 무게로 칭량한 3% 처리면, 양모를 여러 매 준비하여 100°C에서 60분간 염색하여

수세를 한 후 건조시킨다. 이들의 염색물중에서 1매씩을 취하여 동량의 미염색포과 함께 방염제의 농도를 달리하는 blank 염욕에서 40분간 처리하였다. 이염성평가는 염색포(I)와 미염색포(II)의 K/S 값으로부터 (1)식으로 나타내었다.

$$\text{Migration ratio}(\%) = \frac{\left(\frac{K}{S}\right)_{II}}{\left(\frac{K}{S}\right)_I} \dots\dots\dots (1)$$

그리고 이때 방염제의 농도를 달리한 blank염욕에서의 처리전, 후의 흡광도는 UV/VIS Spectrophotometer(V-550, Jasco)를 사용하여 최대 흡수파장에서 측정하였다.

2.3.4 반응성염료에 의한 염색

소정의 온도(50°C, 90°C), pH 5, 욕비 1:30의 염욕에 동일한 무게로 칭량한 양모, 미처리면, 1% 처리면, 3% 처리면의 피염물과 함께 1% o.w.f의 반응성염료를 넣고, 이의 온도에서 1시간 염색하고 수세조건은 전술한 2.3.1항의 방법으로 하였다.

2.3.5 산성염료/반응성염료에 의한 1욕2단 염색

40°C, pH 5, 욕비 1:30의 염욕에 동일한 무게로 칭량한 양모, 미처리면, 1% 처리면, 3% 처리면의 피염물과 함께 1% o.w.f의 산성염료를 넣고, 이의 온도에서 15분간 유지시킨 뒤 100°C까지 승온(2°C/min)시킨다. 이 온도에서 1시간 유지한 다음, 50°C까지 감온(-4°C/min)시켜 소정농도의 반응성염료를 넣어 1시간 동안 염색하고 수세조건은 전술한

2.3.1항의 방법으로 하였다.

2.4 표면색농도의 측정¹¹⁾

염색물의 표면색농도는 CCM(SF600 PLUS, U.S. A.)으로서 광원 D65, 10° 조건으로 측정하여 식(2)의 K/S값으로 구하였다.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \dots\dots\dots (2)$$

단, R : 최소반사율의 값, K : 흡수계수, S : 산란계수

3. 결과 및 고찰

3.1 면직물의 카티온화

Fig. 1은 사용된 카티온제(Cationon UK)의 FT-IR 스펙트럼이다. Fig. 1에서와 같이 3400cm⁻¹ 부근의 O-H 신축진동피크, 2900cm⁻¹ 부근의 아미늄염의 흡수띠, 1450cm⁻¹ 부근의 C-H 신축진동피크, 800cm⁻¹ 부근의 C-Cl 신축진동피크 등을 감안해 본다면 사용된 카티온제의 구조식은 Scheme 1에 나타낸 바와 같이 클로로히드린기를 반응성기로 하는 다관능형의 카티온제로서 확인이 되는 바이다.

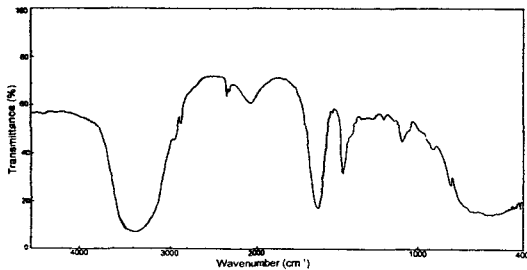
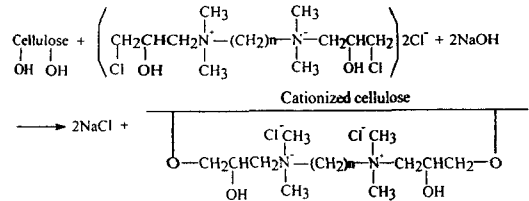


Fig. 1 FT-IR spectrum of used cationizing agent(Cationon UK)

셀룰로오스를 구성하는 글루코오스 단위에는 3개의 -OH기가 있지만, 입체장애의 영향으로 카티온제와의 반응은 1급 알콜형이 주로 관여하는 것으로 알려져 있다. 따라서 클로로히드린기를 반응성기로 하는 다관능형의 카티온제는 Scheme 2와 같이 가성소다 등의 알칼리의 존재 하에서 에폭시기를

생성하여 셀룰로오스와 같은 활성수소와 반응하여 제4급 암모늄기가 도입된 카티온화 셀룰로오스가 얻어져, 천연물과는 전혀 다른 이온적 특성을 갖게 되어 음이온성 염료에 대하여 친화성을 갖게 된다.



Scheme 2. Reaction of cationizing agent and cellulose

3.2 산성염료의 양모와 카티온화 면에 대한 염착거동

Fig. 2는 양모/카티온화 면의 혼방섬유를 산성염료와 반응성염료에 의하여 1욕 2단 염색시 3% 처리면 축의 산성염료에 대한 염착거동을 알아보기 위하여 pH 5, Acid Red 18(1% o.w.f.), 욕비 1 : 30의 조건하에서 승온염착거동을 K/S값으로 나타낸 것이다. Fig. 2에 따르면 양모는 온도상승과 더불어 계속적으로 염착농도가 증가하다가 100°C에 이르러 거의 최대 염착량을 나타내지만, 3% 처리면은 40°C (15분 경과)의 초기단계에 이미 최대의 염착농도를 나타내며, 60°C에서는 오히려 감소하였고 이후의 최종 염착농도도 미소하게나마 이보다 감소함을 나

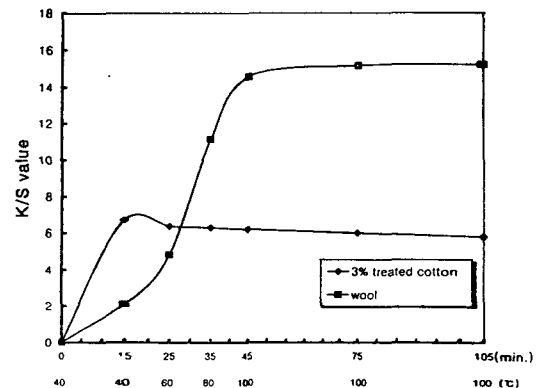


Fig. 2 The variation of K/S values of 3% cationized cotton and wool dyed with C.I. Acid Red 18 by dyeing process.

타내었다. 이러한 원인은 카티온화 면은 양모섬유에 비하여 카티온성 염착좌석이 표면에 밀집된 관계로 strike성이 크고, 이온성결합에 의한 염착현상이 발열반응으로서 고온에서 염료의 집합성이 저하되어 섬유에 대한 염료의 친화력의 척도가 되는 표준화학포텐셜의 차가 감소함이 원인으로 보아진다¹²⁾.

Fig. 3은 양모/카티온화 면의 혼방섬유를 산성염료와 반응성염료에 의한 1욕 2단 염색시 혼방시료의 산성염료의 농도변화에 따른 염착성을 알아보기 위하여 pH 5, 욕비 1 : 30의 조건하에서 Acid Red 18의 염료농도변화에 따른 양모, 미처리, 1% 및 3% 처리면의 염착거동을 나타낸 것이다. Fig. 3에 따르면

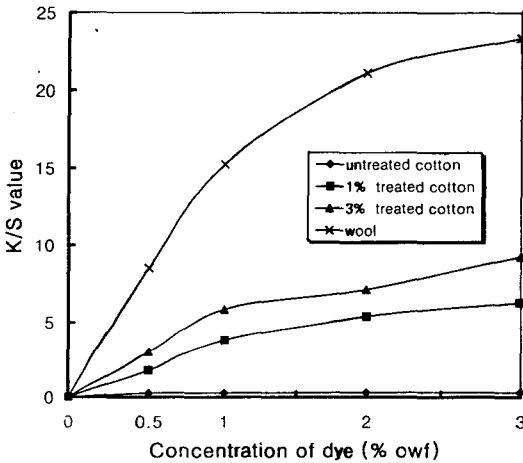


Fig. 3 Effect of concentration of dye on the K/S values of untreated, 1%, 3% cationized cotton and wool dyed with C.I. Acid Red 18.

예상되는 바와 같이 미처리면은 산성염료에 대하여 염착성이 거의 없지만, 카티온제 처리시료의 경우에는 양모에 비해서는 낮지만, 비교적 높은 염착량을 나타내었다. 이는 섬유상에 도입된 4급 아민기와 산성염료와의 정전기적 인력에 의한 이온성 결합이 가능하기 때문이며, 염착성은 카티온화도가 높은 3% 처리면의 경우가 1% 처리면에 비하여 크게 나타났다. 일반적으로 나일론/양모 혼방섬유를 산성염료를 사용하여 담색으로 1욕 염색시 나일론섬유의 과도한 초기염착을 억제하여 동색성효과를 부여하기

위해서는 방염제의 사용이 알려져 있다^{13,14)}. 따라서 본 연구에서도 카티온화 면에서 발생하는 염색초기의 과도한 염착을 억제시키고 균염성을 향상시키기 위하여 방염제를 사용시 카티온화 면과 양모의 염착속도에 영향을 미치는 이염성을 검토하고자 하였다. Fig. 4-1과 Fig. 4-2는 각각 3% 처리면 및

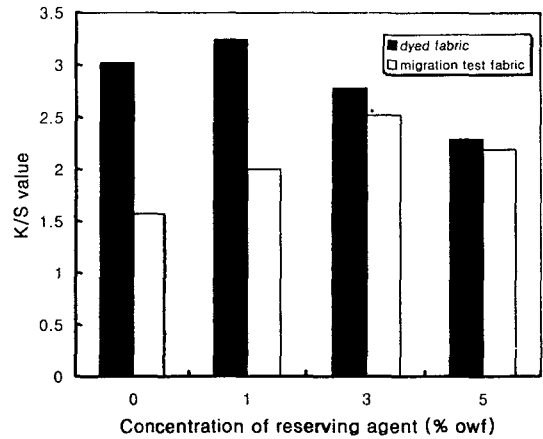


Fig. 4-1 Effect of concentration of reserving agent on the migration of 3% cationized cotton dyed with C.I. Acid Red 18.

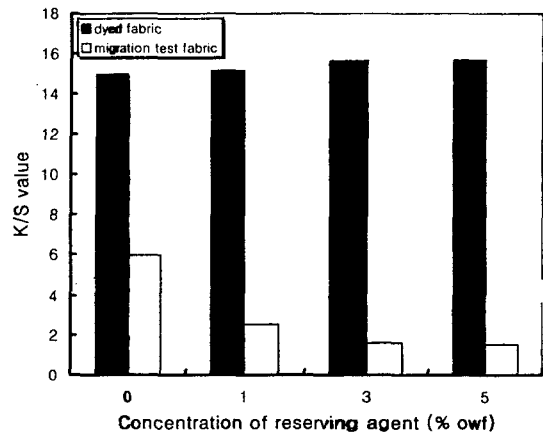


Fig. 4-2 Effect of concentration of reserving agent on the migration of wool dyed with C.I. Acid Red 18.

양모의 이염성 거동에 미치는 방염제의 영향을 검토하기 위하여 방염제의 농도를 달리한 blank욕에서

Acid Red 18(2% o.w.f)로 염색된 염색포와 미염색포를 함께 처리한 후, 이들의 표면염착농도를 K/S 값으로 나타낸 것이다. 그리고 Fig. 5는 Fig. 4-1과 Fig. 4-2로부터 염색포에 대한 미염색포의 표면염착농도를 백분율로 구하여 방염제의 농도변화에 따른 Acid Red 18의 3% 처리면과 양모에 대한 이염률을 나타낸 것이다. Fig. 5에서 양모의 경우 방염제의 농도가 증가함에 따라 이염률이 감소하는 경향을 나타내는데, 이는 방염제의 영향으로 섬유 표면에서 탈착한 염료가 재흡착이 어려워 염료의 섬유내 확산성 저하가 원인으로 생각된다. 그러나 3% 처리면의 경우에서 오히려 증가하는 거동은 음이온성의 방염제가 산성염료와 경쟁적으로 초기 strike성이 강한 3% 처리면에 흡착되어 염착속도를 감소시키는 것이 원인으로 생각된다.

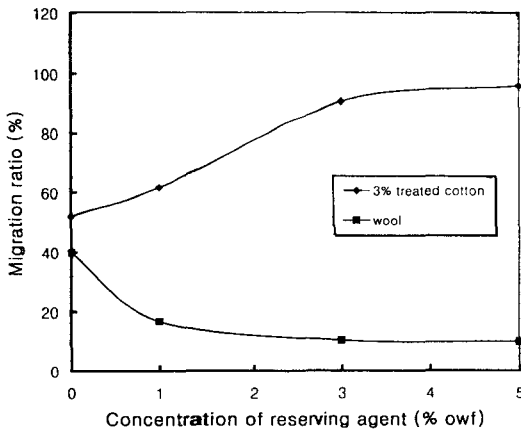


Fig. 5 Effect of concentration of reserving agent on the migration ratio(%) of 3% cationized cotton and wool dyed with C.I. Acid Red 18.

Fig. 6은 3% 처리면 및 양모의 이염성시험 전, 후의 blank욕의 흡광도 변화를 나타낸 것으로 Fig. 6으로부터 이염성시험 후의 blank욕의 흡광도는 3% 처리면에 비하여 양모가 높은 값들을 나타내는 것으로 보아, 염욕으로 탈리된 염료가 섬유에 대한 재흡착의 용이성이 3% 처리면에 비하여 양모가 적은 것으로 생각되며, 이는 Fig. 5의 결과를 뒷받침하는 것으로 생각된다.

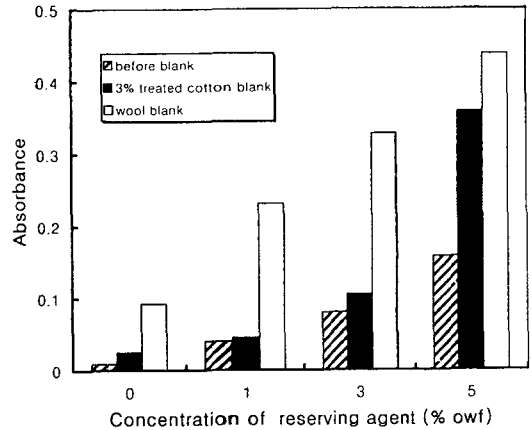


Fig. 6 Effect of concentration of reserving agent on the absorbance of residual blank after migration test of 3% cationized cotton and wool dyed with C.I. Acid Red 18.

3.3 반응성염료의 양모와 카티온화 면에 대한 염착 거동

Fig. 7-1과 Fig. 7-2는 양모/카티온화 면의 혼방섬유를 산성염료와 반응성염료에 의한 1욕 2단 염색시 혼방시료의 반응성염료의 염착성을 알아보기 위하여 pH 5, Reactive Red 120(1% o.w.f), 욕비 1 : 30의 조건하에서 각각 50°C와 90°C에서 1시간 염색시 방염제의 농도변화에 따른 양모, 미처리, 1% 및 3% 처리면의 염착거동을 나타낸 것이다.

Fig. 7-1, 2에 따르면 양모는 50°C에서는 미처리면과 같은 정도로 방염제의 농도에 관계없이 K/S 값이 1.43 정도의 낮은 염착량을 나타내었고, 90°C에서는 방염제의 미첨가시 15.24 정도의 높은 값을 나타내지만, 방염제의 첨가에 따라 현저하게 염착량이 저하되었다. 그러나 3% 처리면의 경우에는 염색온도에 관계없이 20 정도의 높은 K/S값을 나타내었고, 오히려 방염제를 첨가하지 않을 경우보다 방염제 농도 3% o.w.f까지는 염착성이 약간 증가되는 경향을 나타내었다.

한편 반응성염료는 알칼리의 존재 하에서 셀룰로오스섬유의 히드록실기와 에테르결합에 의한 친핵성 치환반응 또는 친핵성 첨가반응으로 공유결합의 메

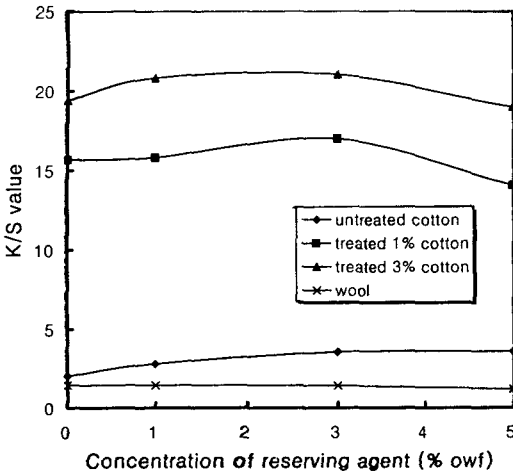


Fig. 7-1 Effect of concentration of reserving agent on the K/S values of untreated, 1%, 3% cationized cotton and wool dyed with C.I. Reactive Red 120 at 50°C and pH 5.

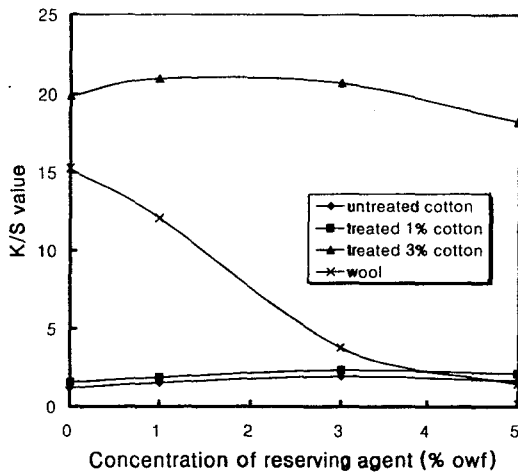


Fig. 7-2 Effect of concentration of reserving agent on the K/S values of untreated, 1%, 3% cationized cotton and wool dyed with C.I. Reactive Red 120 at 90°C and pH 5.

커니즘으로 섬유 상에 염착이 되는 바, 이 때 염료의 용해성저하와 섬유표면의 (-)전하를 중화시켜 섬유에 대한 염료의 직접성을 향상시킬 목적으로 중성염이 가해진다. 따라서 Fig. 7-1, 2에서처럼 카

티온화제 처리시료의 경우, 중성염과 알칼리제가 전혀 가해지지 않은 산성염에서도 높은 염착량을 나타내는 것은 섬유 상에 도입된 4급아민기와 반응성염료와의 정전기적 인력에 의한 이온성결합이 가능하기 때문이다.

3.4 산성염료/반응성염료에 의한 양모/카티온화 면의 1욕2단 염색

양모/카티온화 면 혼방섬유를 산성염료와 반응성염료에 의한 일욕염색시 고려할 사항은 산성염료는 카티온화 면보다는 양모섬유에 대해서 염착량이 크므로 두 섬유간의 동색성 효과를 나타내기 위해서는 2단계에 반응성염료를 투입했을 때 거의 카티온화 면 측에만 염착시키게 함으로서 반응성염료의 사용량을 최소화하는 것이 바람직하다. Fig. 8-1과 Fig. 8-2는 양모, 면(미처리, 1% 카티온화, 3% 카티온화)을 Acid Red 18(1% o.w.f)에 의한 염색 후 동일한 염욕에서 Reactive Red 120의 염료농도를 변화시켜 1욕 2단계에 의한 염색시 각각 방염제의 농도를 0, 1% o.w.f로하여 각 시료들의 염색성을 나타낸 것이다. 이 때 양모/카티온화 면 혼방의 동색성 효과를 얻

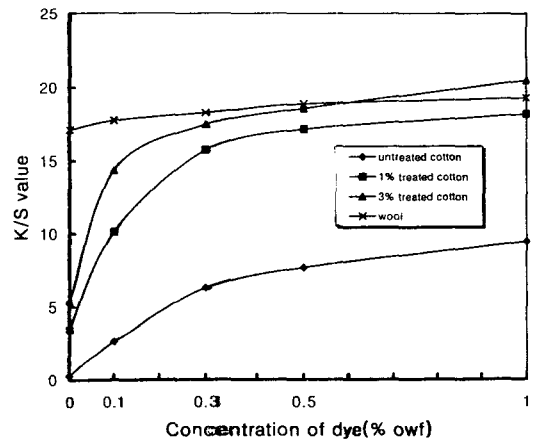


Fig. 8-1 Effect of concentration of C.I. Reactive Red 120 on the K/S values of untreated, 1%, 3% cationized cotton and wool dyed with C.I. Acid Red 18(1% o.w.f) by one bath two step method in the absence of reserving agent.

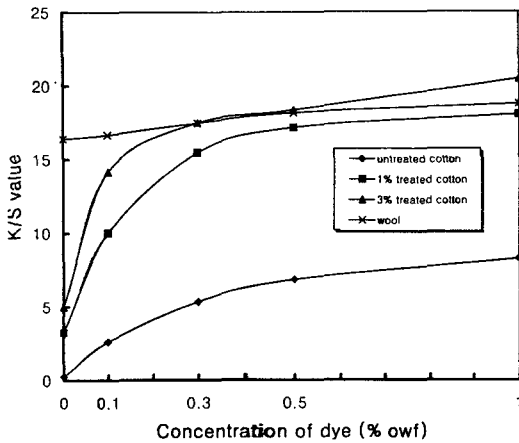


Fig. 8-2 Effect of concentration of C.I. Reactive Red 120 on the K/S values of untreated, 1%, 3% cationized cotton and wool dyed with C.I. Acid Red 18(1% o.w.f) by one bath two step method in the presence of reserving agent(1% o.w.f).

기 위하여 2단계에 가해지는 반응성염료가 카티온화 시료에는 최대, 양모에는 최소의 염착이 될 수 있도록 Fig. 7-1과 Fig. 7-2의 결과를 토대로 하여 2단계의 염색온도는 50°C로 하였다. Fig. 8-1과 Fig. 8-2에 따르면 양모는 2단계에 가해지는 Reactive Red 120에 대해 거의 염착이 일어나지 않는 관계로 1단계에서의 Acid Red 18(1% o.w.f)에 의한 color yield 값과 비교시 미소한 증가는 있지만 거의 비슷한 정도이다. 그러나 3% 카티온화 시료의 경우는 방염제 미첨가시 및 1% o.w.f 첨가시 Reactive Red 120의 농도를 각각 0.5, 0.3% o.w.f 정도면 양모와 3% 처리면은 동색성 효과를 나타내어 산성염료/반응성염료에 의한 1욕 2단 염색의 적용은 가능하다고 판단된다.

4. 결 론

클로로히드린기를 반응성기로 하는 다관능형의 카티온제를 면섬유에 반응시켜 제4급 암모늄기가 도입된 양모/카티온화 면 혼방품을 Acid Red 18/Reactive Red 120으로 1욕 2단 염색시 이의 염색성과

관련된 일련의 실험결과는 다음과 같다.

1. 산성염료에 의한 염색시 염색시간과 온도의 증가에 따른 양모의 염착거동은 100°C에 이르러 거의 최대 염착량을 나타내지만, 3% 처리면은 40°C(15분 경과)의 초기염색에서 이미 최대 염착량을 나타내었다.
2. 미처리면은 산성염료에 대한 염착성이 거의 없지만 카티온화 면의 경우에는 양모에 비해서는 낮지만, 비교적 높은 염착량을 나타내었다.
3. 방염제의 농도가 증가함에 따라 양모는 이염률이 감소하지만, 3% 처리면은 증가하였다.
4. 반응성염료로 pH 5, 50°C에서 염색시 양모는 K/S값 1.4 정도의 낮은 염착량을, 90°C에서는 15정도의 비교적 높은 값을 나타내지만, 방염제의 첨가에 따라 염착량은 현저하게 감소하였다. 3% 처리면의 경우에는 염색온도에 관계없이, 그리고 방염제농도 3% o.w.f까지는 약간 증가하는 경향을 나타내며 대체적으로 20 정도의 높은 K/S값을 나타내었다.
5. 양모/카티온화 면 혼방섬유를 산성염료(1% o.w.f)와 반응성염료의 농도변화에 따른 1욕 2단 염색시, 방염제를 1% o.w.f 첨가할 때와 첨가하지 않을 경우 반응성염료의 농도가 각각 0.3 및 0.5% o.w.f에서 양모와 3% 처리면은 동색성효과를 나타내어 1욕 2단 염색법의 적용이 가능하였다.

참고문헌

1. J. D. Guthrie, *Text. Res. J.*, 17, 625(1947).
2. L. Segal and F. V. Eggerton, *Text. Res. J.*, 33, 739(1963).
3. D. M. Soignet and R. R. Benerito, *Text. Res. J.*, 37, 1001(1967).
4. M. I. Khalil, A. Wally, A. Kantouch and M.H. Abo-Shosha, *J. Appl. Polym. Sci.*, 38, 313 (1989).
5. D. M. Lewis and X. P. Lei, *J.S.D.C.*, 107, 102 (1991).
6. A. Hebeish, A. Wally, A. A. Moursi, and M. H. E.I-Rafie, *J. Appl. Polym. Sci.*, 22, 2713

- (1978).
7. W. H. Daly and A. Munir, *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.* **22**, 975(1984).
 8. S. M. Burkinshow, X. P. Lei and D. M. Lewis, *J.S.D.C.*, **105**, 391(1989).
 9. S. M. Burkinshow, X. P. Lei and D. M. Lewis, *J.S.D.C.*, **106**, 307(1990).
 10. X. P. Lei and D. M. Lewis, *J.S.D.C.*, **106**, 352 (1990).
 11. B. Saltzman, "Principle of Color Technology" **103**, John Wiley & Sons(1981)
 12. T. Vickerstaff, "The Physical Chemistry of Dyeing", 2nd., Chap. 7, 230, Olyver & Boyd (1954).
 13. Bayer, *加工技術(日)*, **20**, 722(1985).
 14. 久保英夫, *加工技術(日)*, **22**, 568(1987).