Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers
Vol. 10, No. 3, pp.1~9(1998. 6)

〈研究論文(學術)〉

모직물을 포염에서 melange 염색 효과를 나타내기 위한 기술개발과 응용에 관한 연구

이명환 · 정영진 · 최해욱 · 이언필

밀양산업대학교 섬유공학과

(1998년 3월 24일 접수)

A Study on Dyeing Technology for Melange Effect in Wool Piece Dyeing

Myoung Hane Lee, Young Jin Jung, Hae Wook Choi, and Eon Pil Lee

Dept of Textile Eng, Mirang National Univ, Miryang, Korea

(Received March 24, 1998)

Abstract—The dyeing properties of modified wool were examined with a series of acid, reactive and cationic dyes. Cationic agent and sulphamic acid were applied to wool fabric for dye assist and resist effect. Wool pretreated with cationic agent showed better uptake of acid and reactive dyes than did untreated wool. On the other hand, the dyeing behavior of wool pretreated with sulphamic acid was found as follows :

Acid dyes were poorly resisted with a hydrophobic mechanism but acid dyes were strongly resisted with a hydrophilic mechanism. Reactive dyes were also found to be effectively resisted. Sulphamic acid introduces sulphonate group into wool's structure, it has increased better uptake of cationic dyes than untreated wool. The degree of differential uptake depends on the level of pretreatment and produces a variety of tone-on-tone and multicolor effect in piece dyeing.

1. 서 론

양모의 화학적 개질에 의하여 염색성을 변화시키는 방법중 염색의 속도를 빨리하거나 염착량을 증가시키는 촉염처리와 반대로 염색의 속도를 늦추거나 염착량을 감소시키는 염착방지처리가 있다. 염료의 흡착에 장벽으로 작용하는 표면 큐티클층을 손상시키거나 제거 하므로서 염착속도를 증가시키는 방법으로는 염소화[1]처리, 효소[2]처리, 아민류[3]처리, 요소류처리 등이 있다. 섬유의 표면에 양이온성기를 도입하여 음이온성 염료의 염색속도를 빨리하거나 흡착량을 증가시키기 위하여 양모섬유를 에스테르화[4]하거나 에피클로로히드린과 아민으로 반응시킨 4급 암모늄염의 캐티온성 폴리머수지[5]를 처리한다.

한편, 염료의 흡착을 억제시키도록 하기 위해서는 섬유표면의 양의 하전을 감소시킬 목적으로 염기성기를 제거하거나 산성기를 도입하는 것으로 양모의 아실화[6]는 염기산 무수물이 아미노기와 이미다졸

기가 반응하여 N-아실화하여 염기성기를 감소시킨다. Glyoxal-bis-sodium bisulphite[7]처리는 양모의 아르기닌과 같은 염기성 아미노산기와 축합반응으로 염기성측쇄를 제거하고 산성기가 도입되며, 나프톨술폰산염과 포롬알데히드[8]처리는 양모에 산성기를 도입하여 산성염료의 흡착을 억제시킨다.

마그네슘 브로모아세테이트[9]처리는 리신과 히스티딘이 반응하여 염기성기가 감소하고 동시에 카르복실기로 대체되어 산성염료의 흡착을 억제시킨다. 알카리 또는 중성욕에서 염소화처리는 산성욕에서의 처리와는 반대로 디설파이드 결합의 산화에 의해 생성된 산성기의 수가 증가하므로 산성염료에 대한 염착방지 효과가 나타나는 것으로 추측된다.

진한 황산[11]을 처리하면 양모의 알코올성 히드록시기와 반응하여 강한 산성의 슬페이트기가 생성되어 염료의 반발을 일으키며, 슬파믹산[12]을 처리하면 일차 아미노기와 반응하여 슬퍼메이트기를 형성하며 알킬 히드록실기와 반응하여 슬페이트기를 만들게 되므로 양모가 더욱 음이온성으로 되어 산성염료에서는 염착방지 효과가 나타나며 반대로 염기성염료에서는 염착량이 크게 증가하게 된다.

본 연구에서는 포염물로서 선염물형태의 패턴물과 멜란지염색을 실현할 목적으로 차등염색에 의한 이색효과와 tone-on-tone 현상을 응용하고저 하였다. 촉염제로서 캐티온화제, 염착방지제로서 슬파믹산을 처리한 양모와 미처리양모를 산성염료, 반응성염료, 염기성염료로서 염색했을 때 각 양모의 염색거동을 고찰하였다.

2. 실 험

2.1 시료 및 시약

염색시료는 2/60번수(메리노 양모)의 경사밀도 72본/인치와 위사밀도 64본/인치로 제직한 2/2능직의 310g/yd 순모직물을 암모니아수와 음이온 계면활성제로서 세융하고 연속탕신기에서 예비셋팅후 건조한 백포를 시료로서 사용하였다. 촉염제는 4급암모늄염의 형태로 시판되고있는 Sando Space D.P.E (Sandoz사)을 사용하였으며, 염착방지제는 1급시약의 sulphamic acid를 기타 아세트산나트륨, 망초, 요소등은 시판용시약을 그대로 사용하였다.

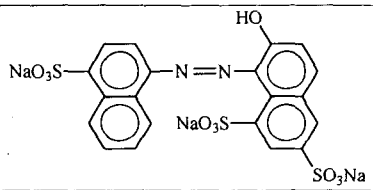
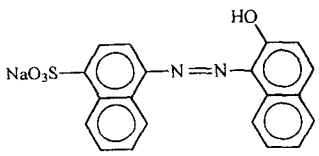
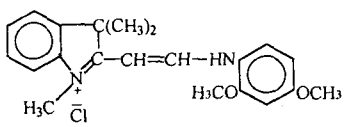
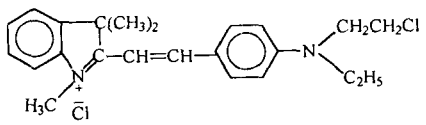
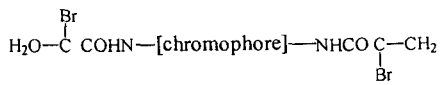
2.2 염료

염색성 실험에 사용한 각종염료는 산성염료, 반응성염료, 염기성염료로서 그 구조식은 다음과 같다.

2.3 촉염제 처리

Sando Space D.P.E 5% (wt/wt) 및 10% (wt/wt)와 소다회 0.5g/l를 용해한 수용액에 시료직물을 침지시키고 98℃까지 승온하여 30분간 처리하고 85℃에서 예비건조 한 후 130℃에서 5분간 큐링하여 고착시켰다.

Table 1. Chemical structure of various dyes used in this study

C.I.Name	Chemical structure	C.I.Name	Chemical structure
C.I. Acid Red 18		C.I. Acid Red 88	
C.I. Basic Yellow 11		C.I. Basic Violet 7	
Lanasol Blue			

2.4 염착방지제 처리

소정 농도의 슬파믹산과 요소를 용해한 수용액에 0.1%의 침투제를 첨가하여 40℃에서 60분간 침지시켜 패딩맹글에서 80% pick up으로 조정한후 85℃에서 15분간 예비건조하고 120℃와 150℃에서 5분간 큐어링후 충분히 수세하였다.

2.5 중량증가율

염착방지제 처리전의 시료무게(w_1)와 처리후의 시료무게(w_2)를 측정하여 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{weight gain}(\%) = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100$$

2.6 염색

촉염제 및 염착방지제를 처리한 시료직물과 미처리시료를 각각 또는 동시에 투입하고 산성염료와 반응성 염료를 사용하여 소정의 염료농도와 아세트산과 아세트산나트륨으로 pH 4.0의 완충용액으로 하여 적외선가열식 로타리형 염색기(Mathis Labomat Beaker B.F.A-8/16)에서 욕비 1 : 100으로하여 98℃에서 소정시간 염색한 후 수세 건조하였다. 염색포의 표면 염착농도는 적분구가 부착된 분광광도계(Macbeth Color Eye-2145)를 사용하여 D65광원, 10°시야에서 표면 반사율을 측정하고 Kubelka-Munk식에의해 K/S값을 계산하였다. 또한 염착방지처리한 시료직물은 0.5%(o.w.f)염료농도에서 염기성염료로서 98℃에서 50분간 염색하였으며, 각종 염료에 대한 염착방지의 효과를 아래의 식으로 계산하였다.

$$\%\ resist = \frac{(K/S)_u - (K/S)_t}{(K/S)_u} \times 100$$

$(K/S)_u$: 미처리시료의 표면 염착농도

$(K/S)_t$: 염착방지제 처리시료의 표면 염착농도

2.7 염색 견뢰도 및 인장강도 측정

세탁견뢰도는 KS K0430 Launder-O-Meter법(A-2번)에 준하여 시험하고 수세전후의 색차를 측정하였고 일광견뢰도는 KS K0700 Fade-O-Meter를 사용하여 카본아크법으로 20시간 광조사하고 표준 청색 염포에 의한 방법 및 색차를 측정 판정하였다. 인장강도는 KS K0520에 규정되어 있는 방법에 따라 강신도시험기(United sstm-1)로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 촉염제 처리

양모의 염색에서 염료가 섬유에 흡착되는 속도와 염착량은 섬유의 성질, 염료의 구조, 염색의 온도, 염욕의 pH, 첨가되는 전해질의 종류등 염색조건과 밀접한 관계가 있다. 등전점의 염욕에서 양모는 양의 하전을 띠는 아미노기와 음의 하전을 띠는 카르복실기가 거의 같은수로 해리한다. 음이온성 염료는 산성욕에서 양모의 아미노기와 이온결합을 주로하며 수소결합, 무극성 반델발스힘에 의하여 염착이 일어난다. 염색에서 온도와 시간이 필요한 것은 염료의 분자량이 크고 용액내에서 확산의 정수가 적기 때문이다. 염색의 속도를 증가시키기 위하여 염욕에 유기용제를 첨가하면 섬유내 비결정영역의 구조이완과 섬유표면에 흡착한 용제피막을 통하여 염료분자가 흡착하기 쉽게 되기 때문이다. 음이온성염료에 대한 염색속도를 증가시키거나 염착량을 높이는 방법으로 4급 암모늄염을 가진 반응성 화합물인 캐티온화제를 처리하면 양모의 아미노기와 친핵성 치환반응에 의하여 양이온성기가 도입되어 염료의 좌석으로 작용하게 된다. Fig. 1은 캐티온화제 처리한 양모와 미처리 양모를 염료의 농도를 증가시켰을 때 염착량의 결과를 나타낸 것이다. 산성염료 및 반응성염료 모두 캐티온화제 처리에 의하여 염착량에 큰 차이를 나타내며 반응성 염료를 사용했을 경우 보다 더 큰 차등 염색의 효과를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다. 산성염료 C.I Acid Red 18은 3개의 술폰기를 가진 친수성 염료로서 이온성과 염료의 입체구조가 염착에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 반응성 염료의 경우 높은 염료의 농도에서도 큰 염착량의 차이를 보이는 것은 양모섬유에 반응한 캐티온화제의 질소원자가 친핵성 좌석으로 작용하므로 정전기적 인력에 의하여 염착량이 증가한 것으로 생각된다. Fig. 2는 염료의 농도를 0.5%(o.w.f)로

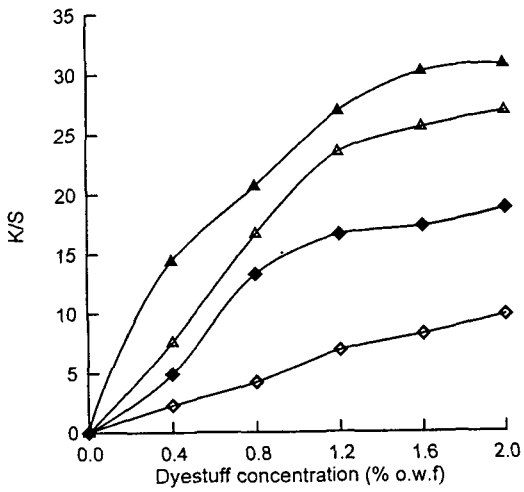


Fig. 1 Relation between K/S and dyestuff concentration for cationic agent treated wool ;
△ untreated wool(C.I. Acid Red 18)
▲ 10% cationic agent treated wool (C.I. Acid Red 18)
◇ untreated wool(Lanasol Blue)
◆ 10% cationic agent treated wool (Lanasol Blue)

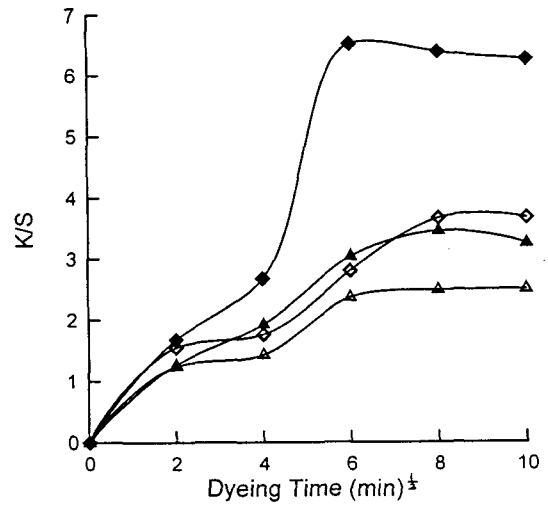


Fig. 2 Effect of cationic agent treatment of wool on the dye uptake ;
△ untreated wool(C.I. Acid Red 18)
▲ 10% cationic agent treated wool (C.I. Acid Red 18)
◇ untreated wool(Lanasol Blue)
◆ 10% cationic agent treated wool (Lanasol Blue)

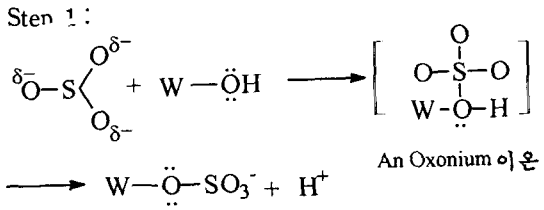
하여 캐티온화제처리한 양모와 미처리 양모를 동욕으로 98℃에서 염색하여 염색시간에 대한 염착량을 나타낸 것이다. 캐티온화제를 처리한 양모와 미처리 양모 사이의 색상차이를 크게 하기 위해서는 반응성염료의 경우 염색시간 36분 정도에서 염착량에 가장 큰 차이를 나타내므로 차등염색에서는 일반적인 양모의 염색시간 보다 약간 짧게하는 것이 효과적이라 생각된다. 캐티온화제 처리에 의하여 섬유표면의 전기적성질은 양의 하전이 높아짐에 따라 에피큐티클층의 소수성에 의한 장벽의 역할이 감소하고 상대적으로 전기적 인력이 증가하므로 염료의 확산이 쉽게 되어 염색의 속도가 빨라지는 것으로 판단된다. 캐티온화제 처리한 양모에서 염색시간이 길어지면 염착량이 약간 감소하는 것은 높은 온도에서 급격히 흡착된 염료는 그후 분자운동으로 인한 염료입자의 이동과 처리한 캐티온화제의 고착률에 영향이 있는 것으로 판단된다.

3.2 염착방지제 처리

양모에 대한 염착방지공정은 주로 양모내의 양의 하전을 띠고있는 암모늄기와 음이온성 염료분자 사이의 인력으로 작용하는 전기적 힘을 분쇄시키도록 한다. 아실화, 슬폰화 및 알칼리욕에서 염소화 등은 양모내의 소수성영역을 파괴하여 양모를 친수성으로 되게 하므로 염료의 친화성을 감소시킨다. 반응성염료에서 양모의 친핵성기를 봉쇄할 경우 염료가 고착할 수 있는 좌석을 상실하게 되어 상대적으로 낮은 친화력을 나타낼 것이다. 산성염료에 대한 염착방지조제의 처리는 염기성 염료에 대해서는 촉진제의 역할을 수행한다. 양모에 슬파믹산을 패딩-건조-큐어링 공정으로 처리하면 양모의 아미노기와 반응하여 sulphamate 기 ($NHSO_3H$)를 만들어 양모를 좀더 음이온성과 친수성으로 되게한다. 슬파믹산은 수용액에서는 Zwitter 이온형태로 안정하나 고온에서는 가수분해하여 $NH_2SO_3H + H_2O \rightarrow NH_4HSO_4$로 136℃이상에서는 급격히 분해하므로 양모와 반응에서 분해온도는 염착방지효과에 관계가 있다.

양모와 반응매카니즘을 보면

Sten 1 :



Step 2 : $W-O-SO_3^- + H^+ \rightarrow W-O-SO_3H$

Sulphur trioxide는 Lewis 산으로 작용하고, 반면에 산소원자는 음의 하전을 띠게된다. 양모의 하이드록실 아미노산기와 염기성 아미노산기는 Lewis염기로 작용 하므로 반응하여 oxonium이온 또는 ammonium이온의 전이상태 즉, W-OH-SO_3 또는 W-NH_2SO_3로 존재한다. 불안전한 전이상태의 이온들은 수소로부터 전자를 취하여 sulphonate기와 sulphamate기로 안정한 상태로 된다. 136℃이하의 온도에서는 슬파믹산은 sulphur trioxide로 분해되기 어려우므로 양모의 표면에 미반응한 유리슬파믹산으로 존재 할 것이다.

3.3 중량증가율

패딩-건조-큐어링방법으로 슬파믹산을 반응시킨 양모직물을 충분히 수세한 후 처리전후의 중량을 비교했을 때 큰 차이를 보이는 것은 섬유와 슬파믹산의 화학적 결합이 일어났기 때문이다. 슬파믹산을 처리한 양모시료를 가수분해시켜 염화바륨으로 반응시켰을 때 황산바륨의 침전이 발생하는 것으로부터 유리슬페이트의 상당량이 존재하는 것을 확인 할 수 있었다.

Fig.3은 요소농도를 20%(wt/wt)로 제조한 수용액에 슬파믹산을 5%(wt/vol)로부터 25%(wt/vol)로 하여 침투제 0.1%(wt/vol)를 첨가하고 양모직물을 침지, 건조 시킨후 큐어링온도를 120℃와 150℃로 5분간 처리 하였을 때, 처리전후의 중량변화율을 나타낸 것으로 20%까지는 농도 증가에 따라 중량의 증가가 거의 비례하며 그 후 25%농도에서는 중량이 크게 증가하지 않는다. 큐링온도를 150℃로 했을때는 120℃에 비하여 15%이상의 농도에서부터 고착율이 25% 정도 증가하는데 그이유는 슬파믹산의 분해온도가 136℃라는 것으로부터 양모와 반응에 큐링온도가 중요한 인자라는 것을 알 수 있었다.

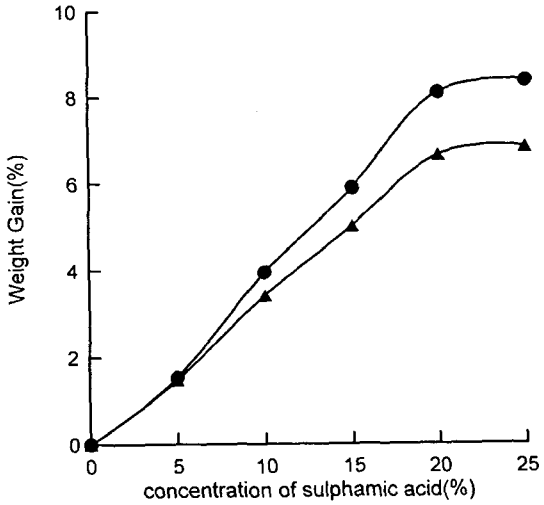


Fig. 3 Effect of the concentration of sulphamic acid on the extent of reaction with wool fabric ;
▲ cured at 120℃
● cured at 150℃

3.4 염착방지효과

슬파믹산 처리농도가 낮으면 양모의 알킬하이드록실기와 반응을 먼저하게되고 높은 농도에서는 아미노기와 반응하여 sulphamate화 된다. Fig. 4는 C.I. Acid Red 88과 C.I. Acid Red 18의 동일한 나프톨아조계 산성염료로서 98℃에 60분 염색한 후 미처리시료의 염착량과의 계산에 의해 염착방지효과를 나타낸 것이다. Red 88은 슬폰기가 하나이며 소수성 염료로서 소수성 메카니즘에 의한 염색으로 볼 때 소수성의 힘이 이온성의 힘보다 크기 때문에 슬파믹산의 처리농도가 높더라도 염착방지의 효과가 높지않다. 반면에 Red 18은 슬폰기가 셋이며 친수성 염료로서 슬파믹산 처리에 의하여 친수성을 나타내는 양모섬유의 물리적 성질과 음이온화한 섬유표면의 전기적 성질이 염료음이온과 높은 반발력으로 인하여 효과적인 염착방지성을 보인다. 산성염료 Red 18의 경우 슬파믹산 처리농도 15%에서 중량증가율 6% 정도를 나타내며 염착방지율은 95%이며, 중량증가율이 8%의 경우 염착방지율 99%로 높은 효과를 보인다. Fig. 5는 α-bromoacrylamide계 반응기를 가진 반응성 염료 Lanasol Blue와 1 : 1금

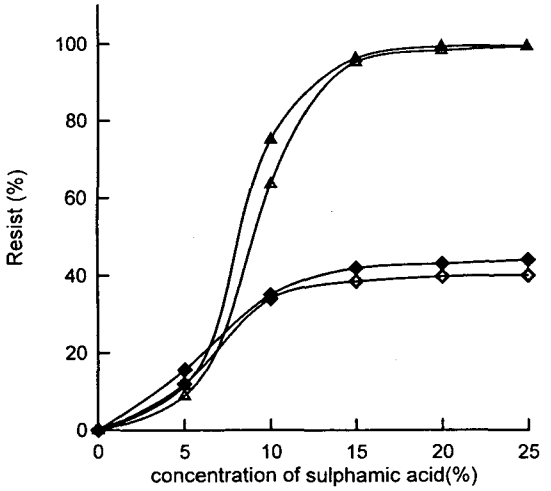


Fig. 4 Dye resist of sulphamic acid pretreated wool ;
△ cured at 120℃(C.I. Acid Red 18)
▲ cured at 150℃(C.I. Acid Red 18)
◇ cured at 120℃(C.I. Acid Red 88)
◆ cured at 150℃(C.I. Acid Red 88)

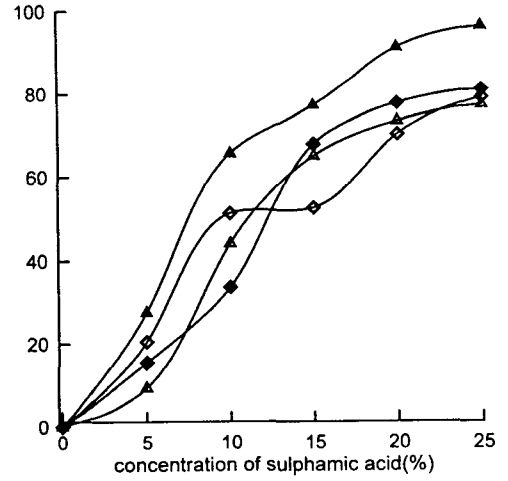


Fig. 5 Dye resist on sulphamic acid pretreated wool ;
△ cured at 120℃(Lanasol Blue)
▲ cured at 150℃(Lanasol Blue)
◇ cured at 120℃(Neolan Blue)
◆ cured at 150℃(Neolan Blue)

속착염염료 Neolan Blue에 대한 염착방지율을 나타낸 것이다. 20% 슬파믹산 처리 양모의 경우 반응성염료에서는 91%의 염착방지율을, 1 : 1 금속착염염료에서는 78%의 염착방지율을 보인다. Fig. 6은 산성염료 Red 18과 반응성 염료 Lanasol Blue로써 염료농도 0.5%(o.w.f)로 미처리 양모와 슬파믹산 20% 농도로 염착방지 처리한 양모를 98℃에서 동욕에서 염색하고 염색시간에 따른 염착율을 나타낸 것이다. Red 18의 경우 염착방지처리 양모는 미처리 양모에 비하여 20% 정도의 염착량을 나타내며 반응성염료의 경우 4% 정도의 염착량을 나타낸다. 염색시간이 길어지면 Red 18의 경우 염착방지처리의 효과가 약간 감소하지만, 반응성 염료의 경우 염착량의 증가를 보이지 않는 것은 슬파믹산 처리에 의해 양모에 도입된 sulphamate기와 sulphate기가 반응염료의 좌석으로 작용하는 시스틴, 리신, 히스티딘, N-말단아미노기, 티로신의 전체 숫자보다 우세하므로 거의 영구적인 염착방지효과를 나타낸다고 생각된다. Fig. 7은 슬파믹산 처리에 의해 양모에 도입된 음이온성기는 양이온성을 나타내는 염기성염료에 대해서는 촉염의 효과를 나타내는

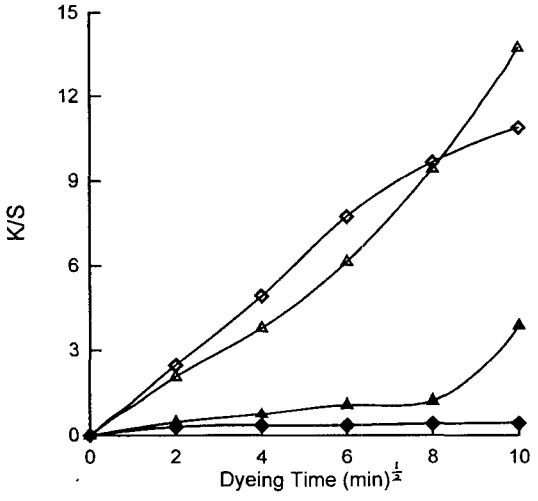


Fig. 6 Relation between K/S and dyeing time for sulphamic acid pretreated wool ;
△ untreated wool(C.I.Acid Red 18)
▲ 20% sulphamic acid treated wool (C.I.Acid Red 18)
◇ untreated wool(Lanasol Blue)
◆ 20% sulphamic acid treated wool (Lanasol Blue)

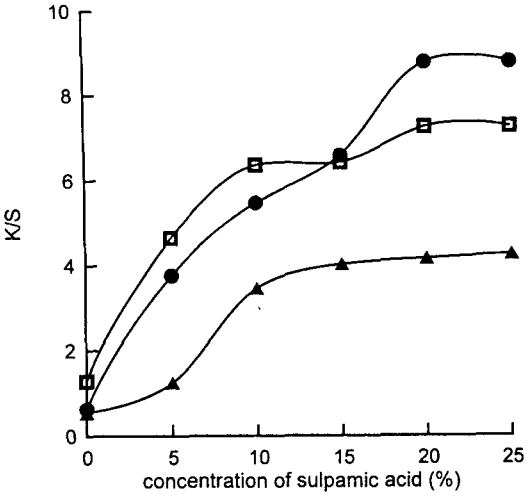


Fig. 7 Basic-dye uptake of wool modified with sulphamic acid ;
▲ C.I. Basic Yellow 11
□ C.I. Basic Violet 7
● C.I. Basic Blue 162

것을 볼 수 있다. 염료의 구조에 따라 염착량의 차이는 있으나 슬파믹산 10%의 염착방지제 처리한 양모는 미처리 양모에 비하여 6배 이상의 높은 염착량을 나타낸다.

3.5 염색견뢰도 및 물성변화

캐티온화제 및 슬파믹산 처리한 양모직물에 반응성염료, 산성염료, 염기성염료로 염색한 시료의 세탁견뢰도 및 일광견뢰도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 세탁전후의 색변화와 첨부한 면포와 양모포의 오염에 대한 색변화를 측정 하였고, 일광견뢰도의 영향은 조광시간 20시간으로 하였을 때 광퇴색에 의한 색변화의 값을 Table2에 나타내었다. 캐티온화제의 처리 농도가 증가함에 따라 반응성염료에 대한 세탁견뢰도는 감소 하였다. 산성염료의 경우 미처리 시료에서 슬폰기가 한 개인 Red 88은 슬폰기가 셋인 Red 18에 비하여 세탁전후에 색변화 값이 높은 반면 면포나 양모에 대한 오염도가 낮게 나타났다. 슬파믹산 처리한 양모직물에 염기성 염료로 염색한 시료는 세탁 후 높은 색변화를 나타내며 첨부한 면포 및 양모에 대하여도 오염도가 심하였다.

슬파믹산 처리농도에 따른 양모직물의 절단강도의 값을 Table 3에 나타내었다. 처리농도 10% 까지에서는 미처리에 비하여 약간 증가하였으며 처리농도 15% 이상에서는 미처리시료 보다 감소하는 경향을 나타내었다. 낮은 슬파믹농도에서는 미처리 보다 약간 높게 나타나고 처리농도가 증가하면 강도는 감소하는 경향을 보인다. Fig. 8은 캐티온화제 및 슬파믹산을 양모섬유에 처리한 후 방적한 2/60번수의 양모사를 제조하고 2/2의 능직물을 반응성염료에 대한 촉염제와 염착방지제에 의한 tone-on-tone 효과와 반응성염료와 염기성 염료로 색상을 달리한 이색효과를 나타낸 것이다.

Table 2. Color difference(dE) of cationic agent and sulphamic acid pretreated wool fabric.

	dyestuff	washing fastness	stain		light fastness	light (scale)
			cotton	wool		
untreated wool	Lanasol Blue	1.505	1.745	0.294	1.607	4
5% cation agent treated wool	Lanasol Blue	2.941	1.993	0.263	3.483	3
10% cation agent treated wool	Lanasol Blue	3.033	1.713	0.725	2.598	3
untreated wool	Acid Red 18	0.917	9.029	6.314	7.639	2
untreated wool	Acid Red 88	3.756	3.962	1.344	3.295	2
20% sulphamic acid treated wool	Basic Yel 11	10.061	3.238	3.529	1.131	3
20% sulphamic acid treated wool	Basic Viol 7	7.201	6.476	7.291	4.976	2
20% sulphamic acid treated wool	Basic Blue 162	7.334	5.597	5.298	9.405	1

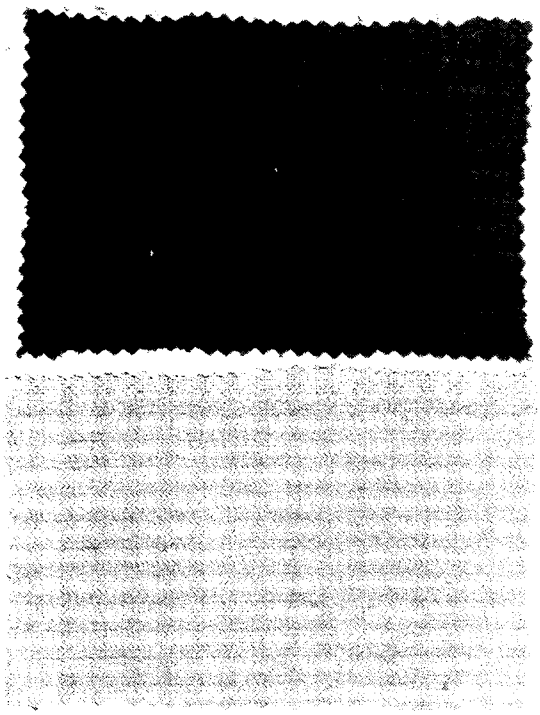


Fig. 8 Contrast pattern produced by piece dyeing of untreated, cationic agent and sulphamic acid treated wool. The fabric was dyed with reactive and basic dye.

Table 3. Breaking strength of sulphamic acid *treated wool fabric.*

sulphamic acid conc.(%)	warp(kg)	weft(kg)
untreated	24.80	13.63
5	26.03	17.25
10	26.76	15.91
15	24.00	15.38
20	23.36	14.31
25	22.21	14.03

4. 결 론

산성염료 및 반응성 염료에 대한 촉염제로서 4급 암모늄 염을 가진 반응성화합물인 캐티온화제와 염착을 억제시키도록 하기 위하여 염착방지제로서 슬파믹산을 처리한 양모직물의 염색성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 캐티온화제 처리한 양모는 아미노기와 친핵성 치환 반응에 의하여 도입된 양의 하전으로 인하여 음이온성 염료와 전기적인력이 크게 작용하므로 염착량이 증가하며 양모섬유 표면의 큐티클층이 소수성으로 염색초기 염료의 확산을 억제하는 장벽의 역할을 감소 시켜 염색속도가 빨라진다.
2. 슬파믹산 처리한 양모는 sulphamate기와 sulphate기가 도입 되므로서 음이온성을 띠게 되어 음 이온성 염료와 전기적 반발력으로 염착방지 효과를 나타내며, 슬폰기가 한개인 Red 88은 소수성 메카니즘에 의한 염색으로 소수성의 힘이 이온성의 힘보다 크기 때문에 염착방지 효과가 감소하며, 슬폰기가 셋인 Red 18은 친수성 염료로 높은 염착방지효과를 나타내었다. 반응성 염료의 경우 염착의 좌석으로 작용하는 시스틴, 리신, N-말단아미노기의 봉쇄로 높은 염착방지효과를 나타내었다.
3. 음이온성염료에 대한 염착방지효과는 염기성 염료에 대한 촉염의 작용으로 미처리 양모에 비하여 높은 염착량을 나타내었다.
4. 캐티온화제와 슬파믹산으로 염색성을 개질한 양모를 원료의 혼합 및 조직 배열에 응용하면 포염에서 차등염색,이색염색의 효과를 실현 할 수 있다.

참고문헌

1. J. Barritt and F. F. Elsworth, *J. Soc. Dyers Colour.*, 64, 19(1948).
2. W. R . Middlebrook and H. Phillips., *J. Soc. Dyers Colour.*, 57, 137(1941).
3. J. Garcia-Dominique, P. Miroplans and A. Asensiofuenes, *J. Soc. Dyers Colour.*, 90, 105(1974).
4. D. J. Kilpatrick and J. A. Maclaren, *Text Res J.*, 39, 279(1969).
5. D. M. Lewis and I. Seltzer, *Appl polym Symp.*, 18, 437(1971).

6. B. Milligan and L. J. Wolfram, *Text Inst.*, 64, 170(1973).
7. G. H. Elliot and J. B. Speakman, *J. Soc. Dyers. Colour.*, 59, 185(1943).
8. G. H. Elliot, *J. Soc. Dyers Colour.*, 60, 273 (1944).
9. M. A. Da Silva, C. B. Stevens, and C. S. Whewell, *Ann. Sci. Tex. Belges.*, 4, 89(1955).
10. D. R. Lemin and T. Vickerstaff, *Soc. Dyers Col.*, 129(1946).
11. J. A. Maclaren and D. J. Kilpatrick, *Text. Res. J.*, 44, 880(1974).
12. B. A. Cameron and M. T. Pailthorpe, *Text. Res. J.*, 57, 619(1987).