10E06

염색조건이 반응염료의 상용성에 미치는 영향

홍석일, 조현대
숭실대학교 섬유공학과

Ⅰ. 서 론

흡진염색법은 가장 많이 이용되는 방법중의 하나지만 염색조건이 민감하여 비록 동일한 조건이라 하더라도 기계별로 염색 결과가 틀리는 경우가 많고, 그 원인도 알기 어렵다, 또한 3가지 색상을 80%, 2가지 색상을 20% 생산하는 셀룰로오스계 침염 공장에서는 염료간의 낮은 표준화율 또는 공정제어의 결여로 인한 ±2.5%의 염료 농도 차이가 RFT 생산률을 50%까지 떨어뜨릴 수 있다는 보고가 있기 때문에 현재 염료제조업자들은 로트차에 의한 색수정과 재염을 줄이고 흡진염색에서 재현성 및 상용성이 우수한 염료를 개발하는 것을 목표로 하여 염료를 생산하고 있다.[1,2,3] 염료를 다른 염료와 혼합하여 사용할 경우에 염료마다 흡진 거동이 다소 다르므로 염료의 성질이 잘 일치하는 상용성이 좋은 염료를 조합하는 것이 중요하다.[4] 그러나 상용성 실험을 위해서 별도의 염색 실험을 하고, 실험 데이터 값을 비교 해야하는 번거로움이 있다. 기존의 방법 중 반염색시간 및 흡진곡선으로부터 구할 경우 혼합염료에 대한 개별 염료의 거동을 예측 할 수 없으며, 염료의 확산 계수 또한 구하기 어렵기 때문 실제 염색에 적용하기는 힘들다. 그러나 본 연구에서 개발한 실시간 염액측정프로그램으로는 혼합염료로 염색하면서 동시에 개별 염료에 대한 상용성을 즉시 알 수가 있고 이를 통해 RFT생산에 적합한 염료 분자 구조를 디자인하거나, 생산율 증대에 기여 할 수 있다.[1,5] 이에 따라 실험에 사용된 반응염료의 상용성을 본 연구에서 개발한 염액 분석시스템을 적용하여 측정하여 보았다.

Ⅱ. 실 험

염색과정을 실시간에 측정하기 위해서 본 연구에서 개발한 염액측정 및 분석 프로그램을 이용하였다. 염색기는 실제 면직물의 반응염료 염색과정과 유사하도록 제작한 액류 및 포 순환형 염색기를 제작하였고, 염액을 순환펌프를 통해 측정 장치로 보내고 측정된 데이터는 염액분석프로그램을 통해 각염료의 상용성을 알아보았는데 특히, 액비, 중성염의 농도, 알칼리의 농도, 그리고 염료농도를 변화시키면서 각 염료들의 흡진율 곡선을 측정하여 상용성을 평가하였다. 염료는 2관능성 반응염료(Sumifix 염료)들을 사용하여 염료 1.5% o.w.f, 액비 10 : 1로 60℃에서 30분간 염색을 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

염료간의 상용성을 평가하기 위해서 실시간에 염색기내의 염액의 변화를 실시간에 온라인으로 측정이 가능해야 하므로 본 연구에서 개발한 염액측정시스템을 구성하였다.

혼합염료의 스펙트럼은 염료간에 상호작용이 없는 경우에는 염료별로 각 농도에 해당하는 스펙트럼의 합으로 주어진다. 따라서 측정되는 혼합염료의 스펙트럼을 각 성분염료의 스펙트럼으로 분리한 후 개별 스펙트럼의 농도를 산출하면 혼합염료의 갯수에 관계없이 염료별로 염착거동의 측정이 가능하다.

1. 액비의 영향

반응염료는 액비가 커짐에 따라 직접성이 감소한다. 이는 액비의 증가에 따라서 염료분자와 섬유표면 간의 단위시간당 흡착염료 분자수가 적어 접촉확률이 적어지기 때문이다. Fig. 1은 액비와 상용성과의 관계를 알아본 것인데 Blue, Red, Yellow 염료를 각 1g/l씩 일정 비율로 혼합하고 액비를 10:1, 30:1, 50:1로 변화시킬 때 각 염료들의 평형흡진율(E_∞)과 염색속도상수(K_d)의 변화를 나타낸 것이다. 액비가 증가함에 따라서 E_∞ 는 감소하고 K_d 값이 증가함을 알 수 있다. 염료 농도를 일정한 비율로 혼합하거나 한가지 염료를 낮은 농도로 혼합하더라도 액비가 낮을 경우에는 각 염료들이 비슷한 흡진 거동을 하지만, 액비가 높아질수록 농도가 낮은 염료의 흡진속도가 낮아지고 있음을 보이고 있다. 이는 섬유표면의 염착좌석수가 제한되어 있고, 혼합염료의 농도가 동일해도 단독으로 염료를 사용할 경우에 비해서 염착속도가 떨어질 수도 있는데 염료 농도의 비가 다를 경우에는 염료간의 염착좌석에 대한 경쟁으로 더더욱 염착속도가 떨어지기 때문이다. 그러므로 혼합염료의 농도 차가 클 경우 낮은 액비에서 염색을 할수록 상용성이 좋을 것으로 여겨진다.

2. 중성염의 영향

반응염색에서 중성염은 섬유와 염료간의 정전기적 barrier를 억제하여 염료의 반발력을 감소시키고 Van der Waals force의 작용을 원활하게 하여 섬유표면으로 염료의 접근성을 향상시킨다. Fig. 2, 3은 중성염의 첨가에 따른 각 염료의 상용성을 액비를 변화시키면서 알아 보았다. Blue, Red, Yellow 염료를 각 1g/l씩 일정 비율로 혼합한 혼합염욕에서 중성염의 첨가량을 30, 50, 80g/l로 변화시킬 때 각 염료들의 중성염 농도에 대한 평형흡진율(E_∞)은 일정한 증가폭으로 증가하지만 염색속도상수(K_d)은 중성염의 농도가 증가함에 따라 감소하다가 일정 농도부터는 큰 변화가 없었다. 염욕중에 존재하는 염료의 양이 섬유내 총 염착 좌석수보다 적은 경우에 흡진은 거의 완벽하게 일어나지만(Fig. 2), 염료의 양이 섬유내 총 염착 좌석수보다 많은 경우에는 Fig. 3과 같은 결과를 보였다. 따라서 섬유 내에 염료의 축적 속도는 섬유 내로의 확산 속도에 의해 결정되고 염액중의 염료의 양과는 무관함을 알 수 있다.[6]

3. 알칼리의 영향

반응염료에서 알칼리의 첨가량이 증가하면 직접성이 현저하게 떨어지므로 섬유와 염료간의 흡착보다는 흡진된 염료분자와 섬유간의 화학반응에 의해 고착이 진행된다.

알칼리 첨가시 염료의 상용성 변화를 알아보기 위해서 Blue, Red, Yellow 염료를 각 1g/l씩 일정 비율로 혼합하고 액비 10:1, 30:1에서 알칼리의 첨가량을 5, 10, 20g/l로 변화시킬 때 각 염료의 흡진곡선의 변화를 알아보았다. 액비가 변함에 따라 알칼리 첨가량에 따른 각 염료의 흡진곡선은 큰 영향을 받지만 알칼리 농도 5 - 20g/l의 범위에서는 알칼

리 첨가량과 각 염료의 상용성과는 무관한데 이는 알칼리가 염료와 섬유간의 반응에만 관여하기 때문이다.

4. 염료 농도의 영향

Fig. 4,5,6은 Blue, Red, Yellow 염료 중에서 두 가지 염료 농도는 같고 한가지 염료의 농도를 변화시킬 때 각 염료들의 평형흡진율(E_∞)과 염색속도상수(K_d)의 변화를 나타낸 것이다. 여기서 Fig 4는 Red, Yellow를 1g/l, Blue를 0.5, 1.0, 1.5g/l로 Fig 5는 Blue, Yellow를 1g/l, Red를 0.5, 1.0, 1.5g/l로 Fig 6은 Blue, Red를 1g/l, Yellow를 0.5, 1.0, 1.5g/l로 농도를 변화시키면서 흡진곡선의 거동을 알아본 것이다. 그림에서 각 염료의 농도 변화에 대한 평형흡진율(E_∞)은 일정한 감소경향을 보이고 염색속도상수(K_d) 값은 큰 변화는 없었다.

위에서 사용한 삼원색의 반응염료는 메이커에서 상용성이 좋은 염료로 추천된 것이다. 중성염, 알칼리, 염료 농도비의 변화에 따른 상용성의 변화를 평가한 결과 이들 조건의 변화에 의해서는 상용성의 변화가 크지 않은 염료임을 알 수 있었다. 그러나 혼합염료의 농도 차가 클 경우에는 낮은 농도의 염료의 흡진속도가 저하되므로 저욕비로 염색을 하는 것이 염료의 상용성 면에서 좋을 것으로 판단된다.

Ⅲ. 결 론

1. 본 연구에서는 반응성염료/면섬유 염색에서 염액조의 변화를 실시간 측정하여 흡진율과 염착속도를 구할 수 있는 소프트웨어 및 염액측정 시스템을 고안하고, 이 측정 시스템을 이용하여 반응염료의 상용성을 평가하였다.
2. 저욕비에서 염색을 할수록 상용성이 좋게 나타났다.
3. 반응염료는 중성염의 농도가 증가함에 따라 평형흡진율은 일정한 증가폭으로 증가하였고 염색속도상수는 일정 농도부터는 큰 변화가 없었다.
4. 알칼리 첨가량과 각 염료의 상용성과는 무관한다.
5. 염료 농도비에 따른 상용성의 변화는 크지 않았다.

참고문헌

1. P. S. Collishaw, D. A. S. Phillips and M. J. Bradbury, *J. Soc. Dyers. Colour.*, **109**, 284(1993).
2. K. Parton, *J. Soc. Dyers. Colour.*, **110**, 4(1994).
3. R. Mcgregor, M. S. Arora and W. J. Jasper, *Textile. Res. J.*, **67**(8), 609 (1997).
4. N. Harada, H. Urakawa, K. Kajiwara, T. Ito, S. Kikkawa, K. Imada and S. Abeta, *J. Soc. Dyers. Colour.*, **107**, 363(1991).
5. P. S. Collisshaw, B. Glover and M. J. Bradbury, *J. Soc. Dyers. Colour.*, **108**, 13(1992).
6. W. Beckmann, *J. Soc. Dyers. Colour.*, **77**, 619(1961).

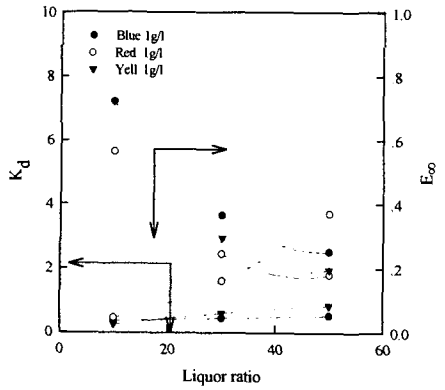

Fig. 1. Change of E_∞ and K_d of individual dyes at various liquor ratio.
Salt conc. 50g/l, Alkali conc. 20g/l.

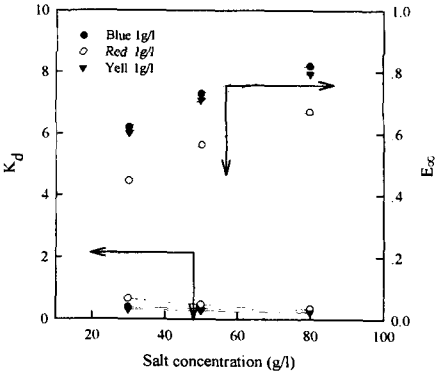

Fig. 2. Change of E_∞ and K_d of individual dyes at various salt concentration.
Alkali conc. 20g/l, Liquor ratio 10 : 1

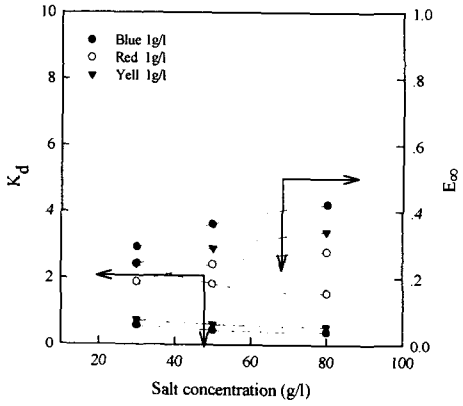

Fig. 3. Change of E_∞ and K_d of individual dyes at various salt concentration.
Alkali conc. 20g/l, Liquor ratio 30 : 1.

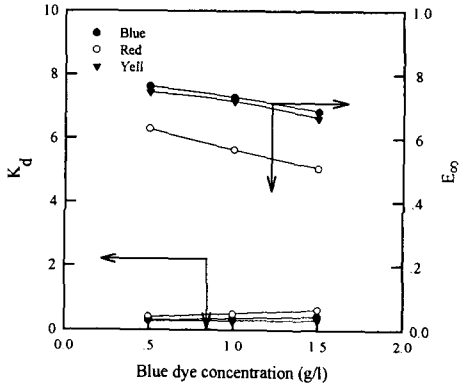

Fig. 4. Change of E_∞ and K_d of individual dyes at various blue dye concentration.
Salt conc. 50g/l, Alkali conc. 20g/l, Liquor ratio 10 : 1.

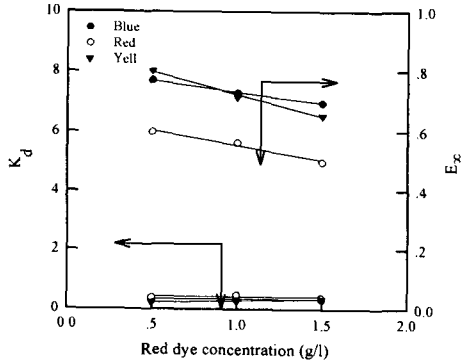

Fig. 5. Change of E_∞ and K_d of individual dyes at various dyes concentration.
Salt conc. 50g/l, Alkali conc. 20g/l, Liquor ratio 10 : 1.

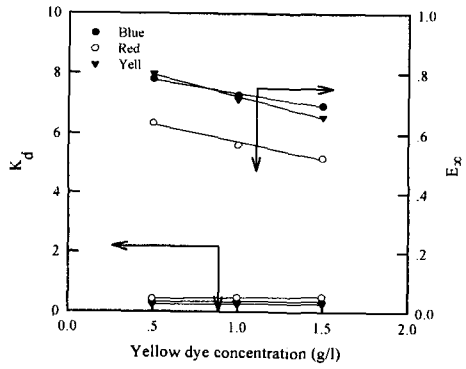

Fig. 6 Change of E_∞ and K_d of individual dyes at various dyes concentration.
Salt conc. 50g/l, Alkali conc. 20g/l, Liquor ratio 10 : 1.