

물/디클로로메탄 이성분계에서의 C. I. Reactive Red 3에 의한 면섬유의 반응염색

윤석한, 김태경, 임용진, 조광호*

경북대학교 염색공학과

* 삼일염직(주) 연구소

1. 서 론

국제적으로 환경오염에 대한 관심이 고조됨에 따라 공업용수를 다량으로 소비하는 염색공업에 있어서 폐수문제가 심각한 문제로 대두되어 이를 줄이려는 일련의 연구들이 진행되고 있다. 특히 반응성염료에 의한 면 염색에서 발생하는 많은 미고착염료는 심각한 문제이다.

반응성염료는 섬유와 공유결합을 형성하여 우수한 견뢰도의 염색물을 얻을 수 있으나, 염색과정에서 섬유뿐 아니라 물과도 경쟁적으로 결합함으로써 염료의 가수분해물이 생성되고, 이 가수분해된 염료는 더 이상 섬유에 대한 반응성이 없어지므로 필연적으로 고착률을 저하시킬 뿐 아니라 수질오염의 요인으로도 작용한다.^{1~5)}

그러므로 이러한 반응염색과정에서 사용되는 물의 양을 극적으로 줄일 수 있다면 반응성염료의 물에 의한 가수분해를 줄이고 그만큼 더 섬유에 염착시킬 수 있으므로 위와 같은 단점을 보완할 수 있을 것이다. 면의 반응염색에서 물의 극단적 감소는 불균염을 초래하므로 현장에서는 약 10:1 정도의 욕비가 권장되고 있다.⁶⁾ 따라서 본 연구에서는 물과 혼합되지 않는 소수성 용매인 디클로로메탄에 극소량의 물을 첨가한 이성분 불혼합용매내에서 면 섬유를 반응염색시키고 물의 양에 따른 염착량과 고착률, 염의 효과, 균염성에 대하여 검토하였다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

시료로는 정련·표백된 면 평직물을 사용하였으며, 염료는 monochlorotriazine계 반응성염료인 C. I. Reactive Red 3(Procion Red P-4BN, hot type)을 사용하였다. 그 외 디클로로메탄(CH_2Cl_2), 탄산나트륨(Na_2CO_3)과 황산나트륨(Na_2SO_4)은 1급 시약을 그대로 사용하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 염색

1.0g의 면직물을 물과 유기용매인 디클로로메탄의 이성분 불혼합용매 25ml내에서 C. I. Reactive Red 3을 사용하여 각각의 조건으로 밀폐된 실린더형의 pot내에서 염색하였다. 염색기는 고압pot형의 Auto Textile Dyeing Machine(고려과학산업, 한국)을 사용하였다. 반응을 촉진시키기 위한 알칼리와 염은 탄산나트륨(Na_2CO_3)과 황산나트륨(Na_2SO_4)을 사용하였다.

2.2.2. 염착량 및 고착률 측정

염색이 끝난 후 pot 내부와 섬유상에 남아있는 미고착염료를 일정량의 뜨거운 증류수로 완전히 수세하여 모으고, 분광광도계(UV-2100 Spectrophotometer, Shimadzu)를 사용하여 이의 흡광도를 측정한 후, 미리 작성된 검량선으로부터 농도를 계산하고 초기염료량으로부터 염착량과 고착률을 구하였다.⁷⁾

3. 결과 및 고찰

면직물 1g에 대하여 C. I. Reactive Red 3을 3% owf, 그리고 탄산나트륨 10% owf를 사용하여 용비 25:1의 물/디클로로메탄 불혼합용매내에서 80°C, 1시간 염색하였다. 잔류의 농도를 측정하여 구한 염착량과 초기염료량에 대한 고착률을 각각 Fig.1과 Fig.2에 나타내었다.

그림에서 알 수 있듯이, 염욕에서 물의 양이 감소함에 따라 염착량과 고착률은 크게 증가한다. 반응성염료는 수용성 염료로써 알칼리와 함께 불혼합용매중의 물에만 용해된다. 그러므로 동일한 양의 염료를 사용하면 염욕중의 물의 비율이 낮아짐에 따라 물에 대한 염료의 농도는 커지게 되므로써 염착량이 증가해 가는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 그보다 더 주목해야 할 점은 고착률로써 물만을 25ml 사용했을 때 약 2%정도이던 고착률이 물의 양이 2/25ml로 감소됨에 따라 40%에 이르는 고착률을 나타내는 것을 알 수 있다. 이는 물의 양이 적어짐으로써 염료의 농도가 커진 것과 더불어 염착량/가수분해의 비가 크게 증가한데도 그 원인이 있다고 생각된다.

예비시험을 통한 결과, 본 실험에서 면섬유 1g을 충분히 균염시킬 수 있는 최저 물의 양

은 2/25ml로써 물만을 사용하는 기존의 침염법에서는 불가능한 초저욕비(2:1)에 해당하는 물의 양이다. 실질적인 염색은 이러한 물상과 섬유사이에서만 일어나는데, 이때 물과 섞이지 않는 소수성의 유기용매는 소량의 염액을 농도의 희석없이 섬유의 여러부분으로 끌고루 분산·이동시켜 주며, 또한 디클로로메탄이 섬유에 물과 경쟁적으로 흡수되어 소량의 염액(물)이 섬유의 일부분에만 급속히 흡수되는 것을 막아 균염이 가능하게 하는 것으로 생각된다. 따라서 소수성의 유기용매 없이 소량의 물만으로 이같은 염색을 하면, 소량의 염액이 섬유의 일부분에만 흡수·고착되어 버림으로써 완전히 불균염이 되는 것을 확인할 수 있다(Photo 1).

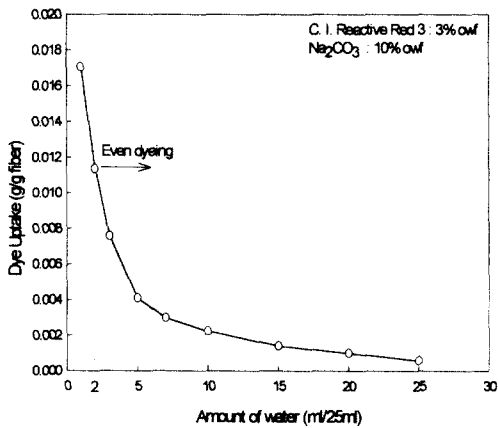


Fig. 1. The dye uptake of C. I. Reactive Red 3 on cotton fabric in water/CH₂Cl₂ solvent mixture at 80°C for 1hour.

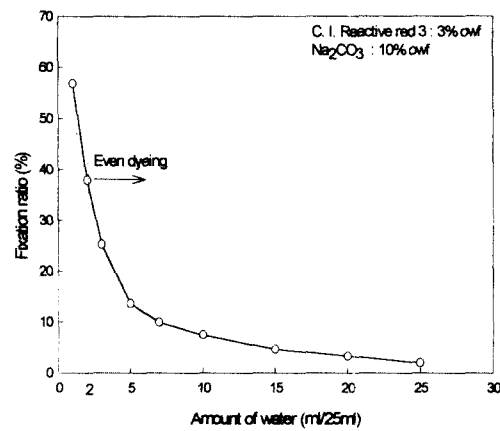


Fig. 2. The fixation ratio of C. I. Reactive red 3 on cotton fabric in water/CH₂Cl₂ solvent mixture at 80°C for 1hour.

면직물 1g에 대하여 C. I. Reactive Red 3을 각각 3% owf, 그리고 탄산나트륨 10% owf를 사용하고, 염(Na₂SO₄)의 농도를 달리하여 욕비 25:1의 물/디클로로메탄 불혼합용매내에서 80°C, 1시간 염색하였다. 잔욕의 농도를 측정하여 구한 염착량과 초기염료량에 대한 고착률을 각각 Fig.3과 Fig.4에 나타내었다.

그림에서 알 수 있듯이, Fig. 1, Fig. 2와 마찬가지로 염욕에서 물의 양이 감소함에 따라 염착량과 고착률은 크게 증가한다. 염의 농도가 증가할수록 염착량과 고착률이 증가하며 물의 양에 따라 그 증가의 폭에 차이가 있음을 알 수 있다. 물의 양이 10/25ml일 때 염의 농도 증가로 인해 최대 26%에 이르는 고착률의 증가가 나타나는데 비해 물의 양이 2/25ml로 감소됨에 따라 20% 정도로 그 증가폭이 감소했음을 알 수 있다. 면의 반응염색에 있어서

염의 역할은 염료의 섬유 상으로의 접근을 촉진시키기 위함인데, 본 실험에서와 같이 욱비 2:1의 초저욕비 상태에서는 모든 염액이 섬유 상에 흡수되므로 염료가 섬유에 접근할 가능성은 크게 증가하기 때문에 물의 양이 많은 경우에 비해 염의 역할은 감소하는 것으로 생각된다.

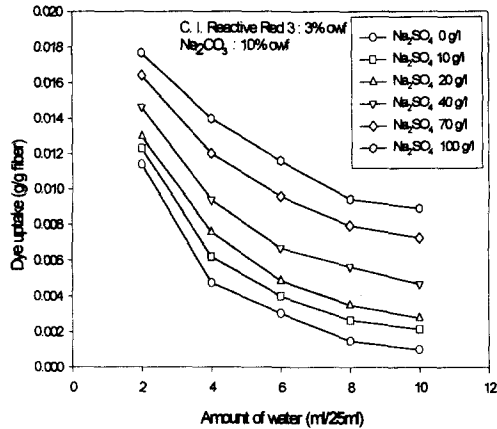


Fig. 3. The dye uptake of C. I. Reactive Red 3 on cotton fabric in water/CH₂Cl₂ solvent mixture at 80°C for 1 hour.

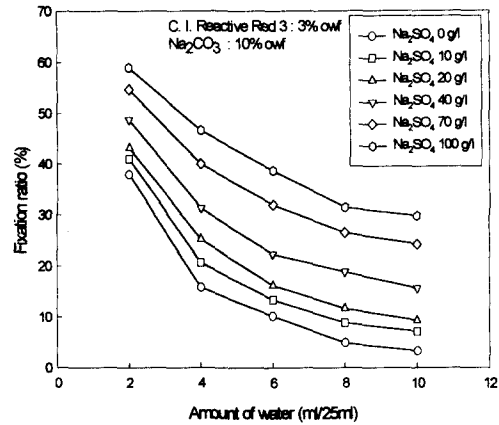


Fig. 4. The fixation ratio C. I. Reactive Red 3 on cotton fabric in water/CH₂Cl₂ solvent mixture at 80°C for 1 hour.

4. 결론

물과 디클로로메탄의 이성분 불혼합용매내에서 C. I. Reactive Red 3을 이용하여 면섬유를 염색하였다. 반응성 염료의 가장 큰 단점인 가수분해로 인한 고착률의 저하를 줄이기 위해 욱비 2:1에 해당하는 극소량의 물만을 소수성의 유기용매인 디클로로메탄과 함께 사용함으로써 염료의 물과의 반응기회를 최소화하여 섬유에 대한 고착률을 증가시킬 수 있었다. 그리고 이때 사용되는 소수성의 유기용매는 섬유상에 물과 경쟁적으로 흡수되어 소량의 염액(물)이 섬유의 일부분에만 급속히 흡수되어버리는 현상을 방지하고, 또한 소량의 염액을 섬유의 여러 부분으로 골고루 분산·이동시킴으로써 충분한 균염성도 얻을 수 있음을 알았다.

5. 참고문헌

- 1) Peter Cooper, "Colour in Dyehouse Effluent", Society of Dyers and Colourists, England, 9-21(1995)

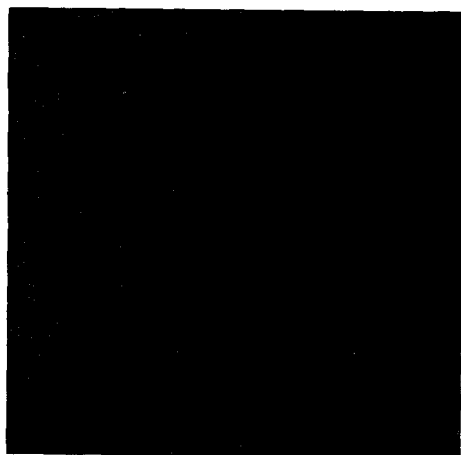
- 2) Alan Johnson, "The theory of coloration of textiles, 2nd Ed.", Society of Dyers and Colourists, England, 428-476 (1989).
- 3) John Shore, "Cellulosics Dyeing", Society of Dyers and Colourists, England, 241-242 (1982).
- 4) C. M. Carr, "Chemistry of the Textiles Industry", Blackie Academic & Professional, London, 295 (1983).
- 5) Trotman E. R., "Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres", Charles Griffin & Co. Ltd. New York, 447-469 (1984).
- 6) Clifford Preston, "The Dyeing of Cellulosic Fibres", Dyers Company Publications Trust, England, 169 (1986).
- 7) R. B. Chavan and A. Subramanian, "Dyeing Cotton with a Reactive Dye from Polar-Nonpolar Solvent Systems", Text. Res. J., **53**, 539-543 (1983).



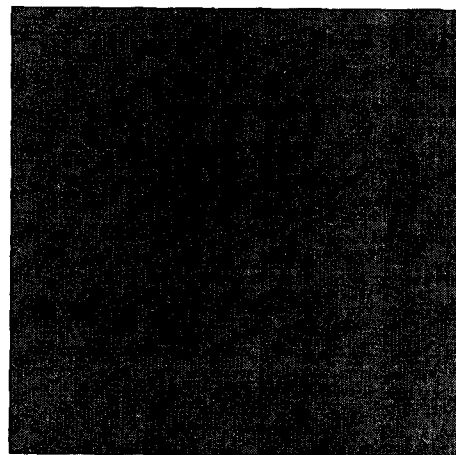
Water 2ml, CH₂Cl₂ 0ml



Water 2ml, CH₂Cl₂ 23ml



Water 10ml, CH₂Cl₂ 15ml



Water 25ml, CH₂Cl₂ 0ml

Photo 1. Cotton fabrics dyed with 3% owf of C. I. Reactive Red 3 and 10% owf of Na₂CO₃ in water/CH₂Cl₂ solvent mixture at 80°C for 1hour.