

# 자외선 조사경화기술을 이용한 섬유 염색가공 기술의 개발

장진호

금오공과대학교 섬유패션공학전공

## Dyeing & Finishing of Textiles using UV Curing Technology

Jinho Jang

Department of Textile & Fashion Engineering, Kumoh National University of Technology, Kumi, Korea

### 1. 서론

자외선 조사경화는 자외선조사에 의해 올리고머 등을 광중합/광가교하여 경화시키거나 섬유고분자의 표면을 처리하여 표면성질을 변화시키는 것으로 이를 이용한 섬유의 염색가공은 환경친화성, 에너지 절감, 높은 연속 생산속도, 고 해상도의 패턴 부여가능, 입체적인 구조물의 처리 가능, 장비의 소형화 및 설비면적의 감소 등 우수한 장점을 가지고 있어 차세대 첨단 염색가공기술로서 그 중요성이 부각되고 있다.[1] 면 섬유의 염색시 사용되는 직접 염료, 반응성 염료, 황화 염료 등의 음이온성 염료는 염료와 섬유간의 정전기적인 반발력을 가지고 있어 제한된 염색시간 동안 염욕 내 염료를 다 흡진시키지 못하므로 다량의 염이 필요하고 이로 인해 다량의 염과 염료가 포함된 염색폐수가 방류되어 수중 생물에 심각한 영향을 주는 것이 알려져 있다.[2,3] 따라서 본 연구는 자외선에 의한 광 그라프트법에 의해 면섬유를 양이온화시켜, 면섬유의 염색성을 현저히 향상시켜 염을 전혀 사용하지 않고 높은 흡진율을 갖는 무염염색(無鹽染色)을 통해 환경친화적인 염색을 실현하고자 한다.[4-7] 또한 양이온화에 의해 증가된 염색성을 이용하여 저온염색의 가능성도 알아보하고자 한다.

### 2. 실험

#### 2.1. 시료와 약제

직물은 정련/표백/머서화된 평직 면직물(152g/m<sup>2</sup>)을 사용하였으며, 염료는 Direct Blue 86, Direct Red 81, Direct Yellow 28, Reactive Red 2, Reactive Blue 171, Reactive Blue 182, leuco-sulphur Green 2, leuco-sulphur Brown 96, leuco-sulphur Blue 13이었고 그 외 염색 조제는 1급 시약을 사용하였다. 광 그라프트 용 수용성 단량체는 acryloyloxyethyl trimethylammonium chloride(CA1), methacryloyloxyethyl trimethylammonium chloride(CA2), methacryloylaminopropyl trimethylammonium chloride(CA3)이며 광개시제는 수소치환형 개시제인 4-benzoylbenzyltrimethyl ammonium chloride이다.

## 2.2. 광그래프팅에 의한 양이온화

직물은 단량체와 광개시제가 녹아 있는 수용액을 통과하여 약 100% wet-pickup이 되도록 mangle로 짜준 뒤, 80 °C에서 3분간 건조한 후 자외선 조사경화기(Fusion UV systems Co., 120W/cm D lamp)로 약 1.7m/min의 속도(2.9J/cm<sup>2</sup>)에서 양면에 두 번 조사하여 광 그래프팅하였다. 광그래프팅된 직물은 수세하고 건조하였다.

## 2.3. 양이온화된 면직물의 무염 염색

직접염료 염색은 Matthis 실험실용 염색기를 사용하여 특별한 언급이 없는 한 pH 7에서 1:30의 액량비를 사용하였으며, 염색은 2 °C/min 승온하여 비등점에서 60분간 유지하였고 특별한 언급이 없는 한 염을 사용하지 않았다. 염색한 직물은 수세 후 건조하였다. 반응성 염료 염색은 각 염색결과와 함께 표시하였으며 황화염료 염색의 경우 40 °C에서 10%owf의 염료용액에 5g/l sodium hydrosulphide와 5g/l soda ash를 첨가하고 85 °C로 승온하고 25분간 염색하였으며, 염색 후 수세하고 1%owf의 sodium perborate로 산화, 수세, 건조하였다. 염색 후 알칼리 수세는 5g/l 비이온 계면활성제와 2g/l soda ash를 첨가한 세척액을 1:50의 액량비로 비등점에서 40분간 실시하고 수세, 건조하였다.

## 2.4. 염색의 평가와 염색 건뢰도시험

염료 흡진율(%E)은 UV/VIS 분광분석기를 사용하여 염색 전후의 흡광도를 측정하여 구하였고, 염색된 직물의 K/S는 최대흡수파장에서 Macbeth 반사율 분광분석기로 구하였으며, 알칼리 수세 전후의 K/S비를 이용해 고착율(%F)과 총고착효율(%T)을 구하였다. %T= (%F X %E)/100. 염색 건뢰도는 관련규격에 따라 세탁, 일광, 마찰 건뢰도를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 광그래프팅에 의한 양이온화

세 가지 단량체 모두 광그래프팅 되었지만 그래프팅 효율은 30%를 넘지 않았으며 이는 부여된 단량체의 양이 적어 일부는 직물에 흡착됨으로써 일부는 자외선이 도달하지 못하였기 때문으로 보이며, 아크릴형이 메타크릴형보다 높은 그래프팅을 보이는 것은 전자의 높은 반응성에 기인한다고 볼 수 있다. 그래프팅율이 증가함에 따라 모든 시료에서 약간의 백도 감소가 측정되었고, 내마모도나 방추성에 대한 영향은 미미하였으며 KES-F analysis에서 보여주듯이 전단성질(2HG5)에서 약간의 증가를 보여주었지만 태에 미치는 영향은 미미하였다.

### 3.2. 무염 직접염료 염색

Figure 1은 염욕의 pH에 따른 염색성의 변화를 보여주는 데 산도가 증가함에 따라 염색성의 증가가 보여지며 pH 5-7 영역에서 최대를 보였다. 이는 알칼리조건에서 에스테르기의 상대적인 불안정성에 기인한다고 생각된다. 또한 양이온화도의 증가에 따른 K/S와 흡진율의 증가는 Figure 2와 3에서 보여주고 있는 데, 이는 양이온성기

가 섬유표면에서 음이온성 염료에 대한 정전기적인 반발력을 줄여주기 때문이다. Figure 4는 양이온화된 면의 염색성 향상이 다량의 염에 의한 미처리 직물의 염색성 향상에 비해 월등하다는 것을 보여주고 미처리면에 비해 build-up성도 훨씬 좋다는 것을 보여주고 있다. 염을 사용하는 경우에는 다량의 염이 염욕 중에 존재함에도 불구하고 섬유표면에 존재하는 양이 일부이고 이에 따라 흡진율이 증가하지만 면섬유의 염색성 자체에 미치는 영향은 미미함에 반하여, 양이온화된 직물은 면섬유의 염료반발력을 감소시킬 뿐만 아니라 면섬유와 염료간에 정전기적 인력을 도입시킬 수 있으므로 K/S의 증가도 수반하게 된다. 또한 양이온화된 면섬유는 저온 염색 조건에서도 높은 흡진율을 보였으며 광그래프팅에 의한 면섬유의 양이온화는 염색된 직접염료로 염색된 면직물의 세탁 견뢰도 향상을 위한 후처리에도 이용될 수 있음을 알 수 있다.

### 3.3. 무염 반응성염료 염색과 무염 황화염료 염색

반응성 염료와 황화 염료의 경우에서도 양이온화도의 증가에 따른 흡진율과 K/S의 향상에서 보여지듯이 염색성의 향상이 현저했으며 고착율과 총고착효율의 증가에 따라 다량의 염을 사용하지 않고서도 염색 후 방류 폐수 중의 염료를 현저히 감소시킬 수 있음을 알 수 있다. 특히 황화 염료의 경우는 고착율과 흡진율의 증가가 더욱 크다는 것을 알 수 있다. 그리고 무염 염색에 따른 견뢰도의 저하는 나타나지 않았다.

## 4. 참고문헌

- 1) S.P. Pappas In "Radiation Curing: Science and Technology", S.P. Pappas (Eds.), pp. 1-20, Plenum Press, New York, 1992.
- 2) I.G. Laing, *Rev. Prog. Color.*, **21**, 56(1991).
- 3) D.M. Lewis, *Rev. Prog. Color.*, **27**, 5(1997).
- 4) J. Jang, PhD thesis, UMIST, 1998.
- 5) H. Shin, M. Veda and S.M. Burkinshaw, *Dyes Pigm.*, **41**, 11(1999)
- 6) 장진호, C.M. Carr, *한국섬유공학회지*, **36**(1), 82(1999).
- 7) J. Jang, S.W. Ko, C.M. Carr, *J. Color. Tech.*, **117**(3), 139(2001).

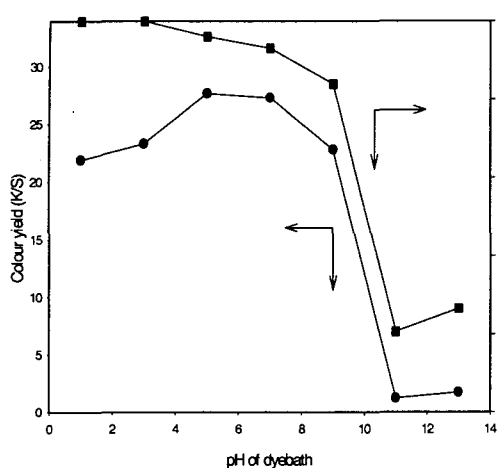


Figure 1. Effect of pH on dyeing of Direct Blue 86.

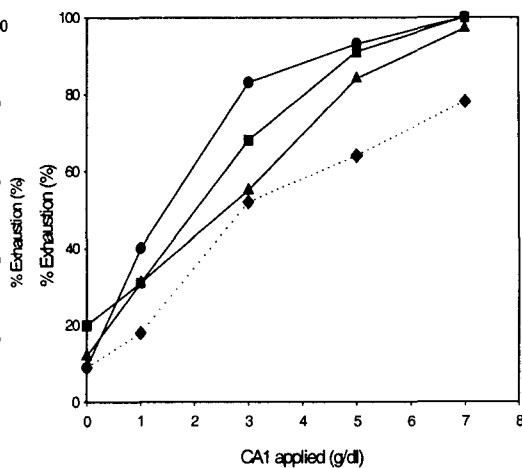


Figure 2. Effect of CA1 conc. on % exhaustion

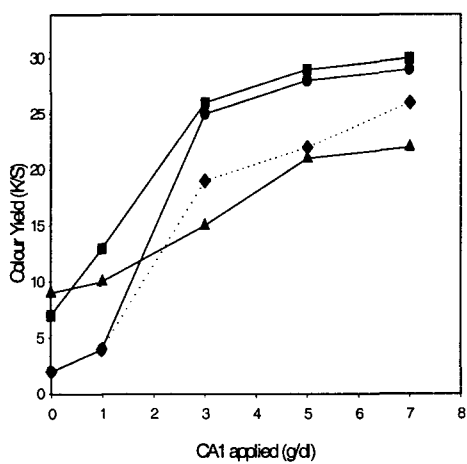


Figure 3. Effect of CA1 conc. on % exhaustion

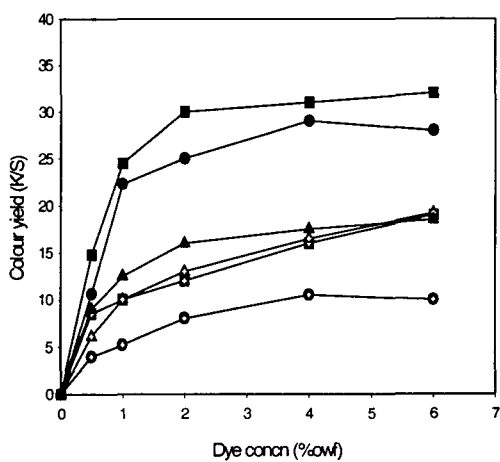


Figure 4. Build-up of untreated and cationised cotton Untreated cotton(dyed with 10g/l of sodium sulfate), CA1 cationised cotton.