

## 환경친화형 염색기술 현황

김삼수<sup>1</sup> · 강연희<sup>1</sup> · 임수경<sup>2</sup> · 서말용<sup>3</sup>

### 1. 서 언

최근 환경 문제는 지구적인 규모로 진행되고 있는 온난화, 오존층 파괴, 산성비의 광역화, 열대림의 감소, 사막화의 진행, 해양 오염, 야생 생물종의 감소 및 유해 산업 폐기물의 감소 등에 따른 국제적인 대책이 요구되고 있다. 그리고 이들 문제에 있어서 섬유와 관련된 부분, 즉 섬유 제조로부터 제품의 소비에 걸친 각 공정에서 환경 부하 절감 대책과 섬유제조 기술에 따른 문제 해결을 위한 노력이 세계도처에서 자국이 처한 산업환경을 고려하여 급속히 진행되고 있다. 섬유재료 및 섬유제품은 다른 재료나 제품에서 볼 수 없는 특징, 예를 들면 가늘고 길며 표면적이 클 뿐만 아니라, 길이 방향으로 강하고, 열가소성이 크며, 여러가지 형상으로 가공하기 쉽다는 특징을 갖고 있다. 또 섬유 제조 기술은 고분자 화학 분야에서의 폴리머 합성기술, 방사 필름 등의 제조기술 이외에 방적, 제직, 염색가공 등의 기술이 매우 고도화되어 있을 뿐만 아니라, 고성능(고강력, 고탄성률, 내열성 등), 고기능(기체 액체의 흡·탈착, 고정화, 여과기능 등)을 가지는 새로운 재료 및 제품을 생산하고 있다. 그러나, 국내 섬유산업은 최근 심각한 국내외적인 환경변화에 의해 소비량과 수출량의 감소에 따른 생산량 감소의 문제점을 해결해야 하는 것과 함께 국내 섬유산업을 둘러싼 엄격한 환경규제를 동시에 해결해야 하는 이중고를 겪고 있다고 볼 수 있다.

'환경친화형 염색가공 기술' 이라고 할 때 환

경친화형이란 환경에 미치는 부하가 적은, 즉 생분해성이 우수하고 각종 유해물질을 포함하지 않는 것을 가르키는데[1] 이와 관련한 각종 규제들이 전세계적으로 더욱 엄격해지고 있는 실정이다. 그렇지만, 현재 염색가공분야의 생산현장에서는 환경친화적이면서 종래의 제품이 갖는 성능과 제품생산에 소비되는 비용을 그대로 유지하면서 이들 각종 법규를 만족시킨다는 것은 대단히 어려운 과제이다. 따라서, 엄격한 국내외의 규제에 부응할 수 있는 환경친화형 염색공정 기술의 개발을 위해서는 염료 및 조제회사, 염색가공 생산업체 및 염색가공 기계업체, 원사 제조회사 등과의 상호 밀접한 협력이 더 없이 요구되고 있다고 여겨진다.

본 원고는 염색가공 공장에서 사용되는 주유 가공약제에 대해 환경오염 발생감소 방안으로 개발된 국외의 몇몇 가공약제들의 특징을 소개하고, 또한 최근 유럽의 저공해 염색가공기술의 현황을 요약하여 정리함으로써, 국내 염색가공업체에 작은 참고가 되고자 한다.

### 2. 환경친화형 염색가공 약제

#### 2.1. 반응성염료용 알칼리제

반응성염료는 선명한 색상, 고견뢰성, 균염성 등의 특징을 가지는 반면, 염료의 고착률이 낮기 때문에 다량의 무기염(망초)과 알칼리(탄산나트륨)를 사용해야 하는 등의 문제점이 있으며, 환경보호 측면에서도 착색 염색폐수의 다량 유출문제와 폐수 내 함유된 다량의 무기물을 최소화

Trends of Environmentally Friendly Dyeing Technology / Sam Soo Kim<sup>1</sup>, Yeon Hee Kang<sup>1</sup>, Soo Kyung Lim<sup>2</sup>, and Mal Yong Seo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>영남대학교 섬유패션학부 교수, (712-749) 경북 경산시 대동 214-1, Phone: 053)810-2537, Fax: 053)811-2735, e-mail: sskim@ynucc.yeungnam.ac.kr

<sup>1</sup>영남대학교 섬유패션학부, <sup>2</sup>한국염색기술연구소 염색가공부, <sup>3</sup>한국섬유개발연구원 직물가공팀

화시켜야 하는 등의 개선이 요구되고 있다. 특히, 염료의 고착 촉매로 사용하는 알칼리는 염색 후 염액 및 폐수 처리조에서 중화처리를 필요로 한다. 이때 중화에 필요한 산의 소비량이 많아 짐으로써 염색가공비용 상승의 원인이 되며, 또한 중화에 의해서 지구온난화에 영향이 있는 CO<sub>2</sub> 가스의 발생 등이 일어나기 때문에 문제가 되고 있다.

이러한 문제를 개선할 방법으로 최근 각 염료 제조 회사에서는 망초와 탄산나트륨을 가능한 적게 사용할 수 있는 새로운 염료 및 염색법을 개발하여 제안하고 있다[2-4]. 이 가운데 일본에서의 예를 소개하면 10여년 전부터 이들 문제에 착안하여 유효성분이 탄산나트륨의 약 1/20에서 1/6의 사용만으로도 탄산나트륨과 동등한 염료 고착성을 부여할 수 있는 반응성염료용 액체 알칼리 화합물을 개발하여, 폐수 중의 무기물 배출량을 감소시키고, 또한 CO<sub>2</sub> 가스 발생량도 감소시켜 환경보호 대책에 크게 기여하고 있다. 사용되고 있는 알칼리제가 액체형으로 제품화되어 있어 작업 편의성과 비용절감에 큰 기여가 예상되고 있다. 액체형의 알칼리 화합물은 vinyl-sulfon(VS)형 반응성염료나 VS/MCT로 대표되는 2관능형 반응성염료 등의 중온형 염료에 효과적인 것과, monochlorotriazine(MCT)형 반응성 염료와 같은 고온형 염료에 유효한 것으로 구별되며, 이들의 일반적인 특성은 다음과 같다.

액체형의 알칼리 화합물은 5종류가 시판되며 외관 특성은 무색 투명한 액체로서 주성분은 非/低磷계 특수 무기 알칼리로 비중은 1.2~1.5, pH(10 g/l)는 12.2~12.7을 각각 나타내는 화합물로 알려져 있다. 이러한 액체형 알칼리 화합물은 반응성염료 염색에 있어 탄산나트륨을 대체할 수 있는 알칼리로, 보통의 경우 탄산나트륨 사용량의 1/5~1/3 사용만으로도 동등한 염료 고착성을 부여할 수 있으며, 각각의 사용량은 염료의 종류나 염료 농도에 따라 적절하게 조정해야 한다.

이러한 환경 친화형 액체 알칼리 화합물이 실제 반응성염료 염색에 어느 정도 적용 가능성이 있는지 검토하기 위해 실시된 실험 결과[5]를 소

개하면 다음과 같다. Table 1은 반응성염료 염색 후 중화를 위해 소요된 초산량을, Table 2는 폐수 처리를 가정하여 중화에 필요한 황산량을 각각 나타낸 것이다.

Table 1, 2에서 알 수 있는 바와 같이 염색 폐수의 중화에서 탄산나트륨은 다량의 초산을 필요로 할뿐만 아니라, CO<sub>2</sub> 가스에 의한 심한 기포가 일어나는 등의 문제가 있지만, 액체 타입의 알칼리제는 탄산나트륨을 사용한 경우에 비교하여 1/18~1/12의 초산만으로도 충분히 중화가 될뿐만 아니라 CO<sub>2</sub> 가스에 의한 기포도 거의 일어나지 않는 것으로 보고하고 있다. 이러한 반응성 염료 염색의 새로운 시도들은 종래의 탄산나트륨을 대체할 수 있는 액체형의 알칼리화합물을 사용하게 됨으로써, 단순히 생산현장에서의 작업 편의성과 같은 합리성 추구나 비용절감에 기여하는 것 뿐만 아니라 폐수부하와 CO<sub>2</sub> 가스 발생의 절감 등 환경 보호에 매우 유효하다는 것을 시사하고 있다.

## 2.2. 반응성염료의 탈요소 날염용 약제

반응성염료에 의한 날염은 MCT형 염료를 사용한 1상 날염법이 일반적으로 적용되지만, 이 경우 염료의 용해나 염착 촉진을 위해 다량의

Table 1. 각 알칼리제의 사용량과 중화에 필요한 초산량

	액체형 알칼리 화합물A	액체형 알칼리 화합물B	액체형 알칼리 화합물C	액체형 알칼리 화합물D	액체형 알칼리 화합물E
사용량	5 g/l	5 g/l	5 g/l	5 g/l	5 g/l
pH	12.3	11.7	11.9	12.3	12.0
초산량	1.5	2.1	1.9	2.3	2.1

Table 2. 폐수의 중화에 필요한 황산의 양

각 알칼리제 용액의 농도	알칼리 액 1 ton(1000 l)을 중화하는데 필요한 98% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 의 소모량
탄산나트륨 20 g/l	9.0 kg
액체형 알칼리제 A 5 g/l	0.6 kg
액체형 알칼리제 B 5 g/l	0.9 kg
액체형 알칼리제 C 5 g/l	0.8 kg
액체형 알칼리제 D 5 g/l	1.0 kg
액체형 알칼리제 E 5 g/l	0.9 kg

요소가 사용되고 있다. 그러나 최근 환경보호에 대한 의식 고취와 함께 수질오염의 원인물질로서 질소나 인화합물의 감소대책이 중요 과제로 부각되고 있다. 반응성염료에 의한 날염공정에서도 이러한 대책의 일환으로 증열처리 전의 수분의 공급이나 요소 대체물질의 개발에 의한 수질의 부영양화 감소를 위한 시도가 이루어지고 있다. 한편, 1상 날염법이 응용되기 어려운 VS형 반응성염료에 대해서는 대표적인 2상법인 알칼리 shock법이나 알칼리 패딩-UR(Ultra Rapid) 스티밍법의 검토가 있었지만, 1상법이 정착되어 있는 현 상황에서 공정관리의 복잡성이나 날염기 범상의 문제로 인해 실용성은 크지 않다고 볼 수 있다.

이러한 반응성염료 날염에서 요소를 사용하지 않는 날염법용 고착제의 개발이 무엇보다도 중요하다고 여겨지며, 이러한 측면에서 새롭게 개발된 고착제를 응용함으로써 VS형 반응성염료에 대해서도 1상 날염법의 적용 가능성과 탈요소 대책에 참고가 되리라고 생각된다. 신규 고착제를 이용한 VS형 반응성염료의 1상 날염 공정에의 적용성을 검토하기 위한 실험 조건과 실험 결과를 Table 3과 4에 각각 나타내었다[5]. 이들 실험 결과에 의하면 고착제로 중탄산나트륨과 요소를 병용하는 기존의 처방에 비해, 요소를 사용하지 않고 새로운 고착제만을 사용한 경우의 발색성은, 고착제의 사용량이 액상 염료와 동량~0.7배의 양을 사용하면 발색성이 양호한 것을 알 수 있다. 따라서, 반응성염료의 날염에서 염착 촉진을 위해 다량의 요소가 불필요하게 됨으로써 요소의 폐수 중으로 과다 유출에 따

**Table 3.** 날염 공정 조건

생지: silket 가공된 면 브로드 직물	
공정: MCT를 사용한 것과 동일한 날염공정으로 진행 (인날) → (건조) → (스티밍 처리, 102 °C×10 분) → (수세) → (중화) → (탕세) → (소우핑)	
색호조성:	
VS형 액상 반응성염료	X 부
요소	무첨가
신규 고착제	염료와 동량~0.7배
원호	60부
물	Y 부
	100 부
원호조성 :	
물	84.9 부
유화제	0.5 부
환원방지제	1.5 부
트리폴리인산나트륨	0.3 부
알긴산나트륨	2.8 부
terpene	10.0 부
	100.0 부

른 환경오염의 문제도 크게 감소될 것으로 기대된다.

### 3. 환경친화형 소우핑제

#### 3.1. 먼/인디고 · 황화염료용 소우핑제

인디고 및 황화염료 염색포, 특히 인디고 데님용 소우핑제로 사용되고 있는 기존의 많은 세제는 매우 우수한 소우핑 효과 때문에 생산현장에서 높은 평가를 받고 있지만, 최근 polyoxyethylenealkylphenylether(APEO)를 주성분으로 하는 세제는 환경 호르몬에 문제가 있는 것으로 밝혀짐에 따라 APEO 무첨가 소우핑제의 개발 필요성이 또한 제기되고 있다. 이러한 측면에 부응

**Table 4.** 고착제의 사용량과 VS형 반응성염료의 발색성

색호조성 (부/100부)	A	B	C	D	E
Sumifix Gold Yellow GG liquid	5	5	5	5	5
Sumifix Brill. Red BS liquid (25%)	5	5	5	5	5
Sumifix Brill. Blue R. spe. liquid	5	5	5	5	5
요소	10	-	-	-	2
원호	60	60	60	60	60
중탄산나트륨	2	-	-	-	-
신규 고착제	-	10	12	15	10
물	13	15	13	10	13
발색성 Steam 처리조건(102 °C×10 min)	100% 기준	96%	100%	104%	95%

하기 위하여 일본을 중심으로 개발된 비 APEO 계 상품을 소개하고자 한다. 이 제품의 외관은 백색 분말로서 그 성분은 APEO와 규산염으로 구성되어 있으며, 비이온성이다. 인디고 데님을 시료로 하여 시험한 실험조건과 실험결과를 Table 5에 나타내었다. APEO를 첨가하지 않더라도 백도나 일광견뢰도 결과를 비교하여 보면, 기존의 APEO계 세제에 뒤지지 않는 우수한 효과를 보이고 있음을 알 수 있다. 따라서 국내 염색가공업계에서도 염색후 실시하는 소우핑 공정을 포함한 섬유제품 제조공정에서 야기될 수 있는 환경호르몬에 대한 문제로부터 벗어나기 위해서는, 염색가공조제 업체와의 긴밀한 협조가 그 어느때 보다 절실히 요구된다.

**3.2. 분산염료용 소우핑제**

폴리에스테르/면, 폴리에스테르/양모 등의 폴리에스테르 혼방소재의 염색에는 염색 후 실시되는 소우핑 공정에서 염료의 소색이나, 섬유의 취화 등의 문제가 발생하므로 환원세정이 용이치

않다. 따라서 이와 같은 이유로 미고착 분산염료의 불충분한 제거에 의해 견뢰도 저하가 문제가 되고 있다. 현재까지 폴리에스테르 혼방소재용 소우핑제로 사용되고 있는 perchloroethylene을 함유한 소우핑제는 폴리에스테르 혼방소재의 미고착 분산염료의 제거에 효과를 발휘하고 있지만, 최근 염소계 용제의 사용이 엄격히 규제되고 있는 국내의 상황을 고려할 때, 이러한 타입의 소우핑제는 그 사용이 제한될 수밖에 없는 실정이다. 따라서, 새로운 분산염료용 소우핑제의 개발이 요구되고 perchloroethylene을 대체할 수 있는 세제로서 orange oil을 사용한 세정제 사용이 검토되었지만, 미고착 분산염료의 제거면에서는 충분하지 않은 것으로 알려지고 있다.

한편, perchloroethylene을 대체할 수 있는 새로운 세제로서는 지방산 ester계 계면활성제를 주성분으로 하면서, 염소계 용제를 함유하고 있지 않는 비이온성의 소우핑제가 또한 개발되어 폴리에스테르 혼방 소재의 미고착 분산 염료 제거에 큰 효과를 나타내고 있다. 폴리에스테르/면 혼방섬유 염색포에 대한 소우핑 실험조건과 실험결과를 Table 6에 나타내었다. 실험결과에 의하면, 지방산 ester계 계면활성제를 이용한 신규 세정제는 염소계 용제가 전혀 사용되지 않으면서도 높은 백도값을 나타내고 있어 우수한 세정제로 사용이 가능함을 알 수 있다.

**Table 5. 소우핑 실험 조건**

시료: Indigo 데님

---

소우핑제 사용량:  
 A 무첨가  
 B APEO계 2 g/l  
 C 非 APEO계 2 g/l  
 D APEO계 2 g/l + 탄산나트륨 2 g/l  
 E 非 APEO계 2 g/l + 탄산나트륨 2 g/l

---

처리조건 정련 → 표백 → 수세  
 (60 °C×20 min.) (차아염소산나트륨 30 ml/l  
 60 °C×15 min.)  
 → 중화 → 수세 → Soaping  
 (티오황산나트륨 5 g/l (80 °C×10 min.)  
 50 °C×10 min.)  
 → 탕세 → 수세

---

평가항목 1. 백도  
 색채계를 이용하여 소우핑 처리한 직물의 백도(L값) 측정  
 2. 내광견뢰도  
 JIS L 0842 63 °C×20 시간 (카본아크법)

---

<소우핑 실험결과>

	A	B	C	D	E
백도(L값)	59	64	65	66	67
일광견뢰도	2급	2급	2급	2급	2급
황변발생유	○	×	×	×	×

**Table 6. 폴리에스테르/면 혼방직물의 소우핑 실험조건**

폴리에스테르 직물, 면직물을 동일욕에서 염색하고, 분산염료에 의해 오염된 면포상의 분산염료 제거효과를 다음의 소우핑 실험조건으로 비교함.  
 시료: 폴리에스테르/면 메리야스(혼방률 50 : 50)  
 염료: Kayalon Polyester Black E-XF 300% 0.7 %o.w.f.  
 염색조건: 130 °C×40 min. 액비 1 : 20  
 조제 및 처리조건: 소우핑 실험결과참조  
 평가항목: 색채계에 의해 처리직물의 백도(L값)를 측정

---

<소우핑 실험결과>

조제 및 처리조건	백도 (L값)
0 염색후	84
1 탕세	85
2 지방산 ester계 세정제 1 g/l 80 °C×20 min.	89
3 지방산 ester계 세정제 3 g/l 80 °C×20 min.	89
4 지방산 ester계 세정제 3 g/l Boil×20 min	90
5 기존의 환원세정제 2 g/l 80 °C×20 min	86

#### 4. 유럽의 환경친화형 염색가공 기술

합성섬유 중심의 아시아 지역과 달리 천연섬유 중심인 유럽의 염색가공 기술에 있어서, 환경친화성과 관련된 염색가공공정 기술을 문헌을 통해 조사된 내용을 소개하고자 한다. 현재 유럽의 염색가공기술은 기술을 증시하는 사고로부터 기술의 완성을 위해 깊이 있게 파고드는 기술중심의 사고가 세계적으로 높은 평가를 받고 있다. 따라서 최근 유럽에서 개발되고 있는 환경친화형 염색가공 설비와 염색가공방법 등을 생산현장에 적용시키는 방법과 적용되고 있는 설비 등을 통해 살펴보고자 한다.

##### 4.1. 정련 표백 공정

과초산을 이용한 표백기술의 발전배경을 보면, 원래 스위스에서는 순백면인 고급자수 레이스의 전처리를 위해서는 강력한 알칼리 정련을 한 후, 차아염소산나트륨과 과산화수소를 조합한 표백방법을 일반적으로 적용하였지만, 현재 차아염소산나트륨에 의한 표백이 환경보호와 유지의 관점에서 그 장래성을 잃어가고 있기 때문이다. 이를 대체 할 수 있는 방법으로는 약품 단가는 비교적 높지만, 품질, 환경, 에너지 소비 등을 포함한 종합적인 관점에서 과초산 표백이 권장되고 있다[6]. 일반적으로 과초산은 무수초산과 과산화수소의 분해평형으로 생성되지만, 이 과초산이 표백조 속에서 발생하는 과수산기 라디칼에 의해 Figure 1과 같이 표백이 진행된다.

면섬유의 표백에서는 알칼리 정련에 이어 산으로 중화한 과초산, 과산화수소 등으로 표백하는 방법이 섬유의 백도, 강력유지, DP 값, AOX

값 등의 모든 관점에서 최고의 결과가 얻어지는 것으로 알려지고 있다. 특히 면자수 레이스와 같이 높은 순백도가 요구되는 경우는 과초산, 과산화수소와 알칼리 전처리가 대단히 중요한 것으로서, 생산현장에서는 액비 1:10 정도의 액류 염색기에서 정련, 표백을 연속적으로 처리하는 방법이 현재 권장되고 있다.

한편, 표백공정의 관리기술 측면에서는, 면의 표백시에 과산화수소의 농도를 자동적으로 연속 측정하여 조절하는 장치인 "Protect Per"를 Gent 대학, 북서독일 섬유연구소(DTNW) 및 Kuster Prozestechink사가 공동으로 개발하였다[7]. 연속표백공정에서 표백액조의 과산화수소 농도는 종래에는 적정식으로 행하여, 지정농도에서 벗어나면 수동식으로 농도가 조절되었지만, 새로운 장치에 적용되고 있는 농도의 측정원리는 과산화수소의 산화에 의해 발생하는 전자를 전극전위로 측정하여 조절하는 것이다. 전극재질인 "Glassy Carbon"은 50 g/l까지의 과산화수소 농도에 대해서는 발생전위가 거의 비례 관계로 측정되고, pH와 농도 등에 의한 변동도 5개의 전극에 의한 수정장치로 보정되어 정확하게 연속적으로 측정된다고 한다. "Protect Per" 장치를 표백조 내에 장착시키면 센서가 과산화수소조에 연결되어 있어 자동으로 농도를 조정하여 보정하는 것으로 되어 있다.

또한 Rudolf사는 면의 과산화표백시 섬유와 표백액의 장애를 일으키는 철이온을 효과적으로 결합제거할 수 있도록, 표백안정조제와 표백액 내의 철이온과의 결합능력을 재현성있게 측정할 수 있는 새로운 방법 등을 개발·소개하고 있다 [8].

##### 4.2. 염 색

최근 많은 화제가 되고 있는 리오셀의 염색에 대해, Ciba 특수약품의 Miosa는 이 섬유의 염색성과 염색조건에 영향을 주는 각종의 요인 및 다관능형 반응성염료에 의한 가교결합의 효과 등에 대해 보고하고 있다[9]. 리오셀은 일반적으로 셀룰로오스계 섬유 중에서는 가장 염색성이 좋으며, 직물의 상황에 맞는 염색조건을 선정하는

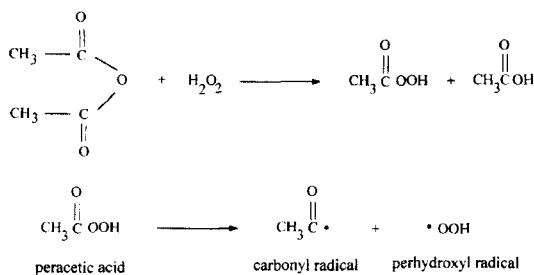


Figure 1. 과초산 및 과수산라디칼의 생성기구.

것이 무엇보다 중요하다. 특히, 기계적 조건과 피브릴화 현상을 조절하는 것에 최대의 주의를 기울여야 하며, 기류형 염색기의 사용이 이런 측면에서 우수한 것으로 알려지고 있다. 피브릴화를 방지하기 위해서는 염색 초기 단계에서 가교결합을 부여하는 것이 하나의 방법이 될 수 있다고 한다. 또한, 다관능형 반응성염료로써 적당한 구조를 갖는 일부의 반응성염료는 분자간 가교결합으로 피브릴화를 조절할 수 있는데, 그 대표적인 염료가 Cibacron LS로 알려져 있다.

셀룰로오스 섬유 염색에 가장 많이 보급되고 있는 반응성염료에 의한 염색은 cold pad batch (CPB)법, pad dry 열고착법, pad steam법, pad dry-pad steam법을 들 수 있으나, 2.1 항에서 전술한 바와 같이 모든 염색방법이 염료의 고착률이 낮고 다량의 조제 소비가 요구되고 있기 때문에 환경오염의 측면에서는 여전히 문제가 많다. BASF사가 Monforts사와 공동으로 개발한 "Econtrol" 법은 고알칼리 조건하에서 요소나 염을 사용하지 않고도 DCT계의 고온형 반응성염료를 높은 고착률로 염색할 수 있는 pad dry 법이다. "Econtrol" 법의 장치는 염색폐액의 환경오염 측면에서도 에너지 원가의 측면에서도 최선의 염색공정으로 입증되고 있다. 이 공정은 100% 셀룰로오스 직물뿐만 아니라, 폴리에스테르/면 혼방직물에도 적용 가능하지만, 알칼리에 견디는 분산염료의 선정이 무엇보다도 중요한 것으로 알려져 있다.

염색가공 공정에서 저비용, 우수한 재현성, 성에너지 등의 관점에서는 CPB 공정이 세계적으로 폭넓게 활용되고 있는데, 이 중에서 Kuster사가 CPB 센터라고 불리는 현대식으로 배열된 소로트 대응의 팩키지 시스템을 소개하고 있다 [10]. 이 시스템은 6차 OTEMAS에서도 소개되었는데 "Flexshaft batter"는 정교한 압력조정 능력이 있는 두 개의 swimming roller로 되어, 1.8 m 폭의 직물에 약 8 l의 염액을 부가해서 압력을 조절하면서, 피염물의 주행과 동시에 공급 염액을 균일하게 혼합하면서 패딩할 수 있게 고안되어 있다. 생지온도, 습도, 전공정의 장력조정 기능, 패더 출구의 color check, 액조와 염액공급

의 자동조절 등 균일성과 재현성을 얻을 수 있게 되어 있으며, 동시에 필요한 염액을 공급조 파이프를 포함하여 최소한으로 설계하였기 때문에, 염액 교환시 액교환 손실이 약 15~20 l 정도밖에 되지 않아 기존설비의 절반 수준으로 행할 수 있다. 또한, 고속세정장치가 염액 파이프에 부착되어 있어, 세정에 필요한 시간이 기존설비에 소요되는 시간의 약 반으로 할 수 있어 대단히 경제적이다. 그리고, 이 장치는 대규모의 단순한 데넵직물의 로프 염색에서부터 다양화된 소비자 요구에 부응할 수 있는 패션제품의 염색과 환경 에너지 문제에 대응할 수 있도록 소형 타입의 기계도 개발되어 실용화되고 있다.

이태리 Master사의 Indigo Flow Process는 Twin-Flow라 칭하는 소형의 염액조와 Rapidsky라 부르는 산화조를 동시에 구비하고 있어서 가공량, 품종, 염료의 종류에 따라 염액의 조합 방법을 용이하게 바꿀 수 있어, 다품종 소로트의 데넵 염색기로서 이태리에서는 TRC사 등에서 실용화되고 있다. 비슷한 발상으로 스위스의 Benninger사가 개발한 BEN-Indigo Line도 남아프리카 다반의 최대 데넵 메이커인 Frame Textile에 설치되어 가동되고 있다. 이 장치는 최적 산화환원 조건을 수학적 모델로 면밀하게 계산할 수 있으며, 액조의 크기를 200~300 l로 소형화하고, 염료농도를 7~8 g/l로 증가시킴으로써, 환원제의 소비량을 감소시킬 수 있는 환경에너지 보호형으로서 소로트 대응설비로 활용하고 있다. 그리고, 유럽각국에서 현재 사용되고 있는 대부분의 사염 패키지 염색은 기계적 작동을 사용의 편의를 위해 단순화시킨 것도 있지만, 단기간 내에 자동화와 자동 기기 관리화가 진행된 것이 크게 주목할 만하다. 기계조작이나 각종 조건의 측정과 관리, 심지어 측색과 조색공급 등 복잡한 생산요인까지도 대부분 자동화가 이루어져 있다 [11]. 독일의 Then사는 지금까지 주류가 되고 있는 염색기의 중앙집중 관리방식으로부터, "TLON" (Then Local Operating Network)이라 부르는 시스템 즉, 각각의 염색기 챔버를 분산하여 관리하는 방식으로 변화시키는 방법을 제안하고 있어 주목을 받고 있다. 이러한 분산 관리 방식은 복잡한

케이블을 없앨 수 있으며, 관리방식이 중앙화되면서 발생될 수 있었던 많은 문제점을 배제시킬 수 있다는 장점을 갖고 있다. 이태리의 Loris Bellini사의 air pad 방식을 채택한 수평식 패키지 염색기 "RBNO"는 200가지 이상이나 되는 염색 파라미터를 중앙집중 관리방식으로 설계하였지만, "TLON" 방식보다 오히려 에너지 절약효과와 1:4 정도의 저욕비 염색이 가능하다는 장점이 있어 큰 각광을 받고 있다.

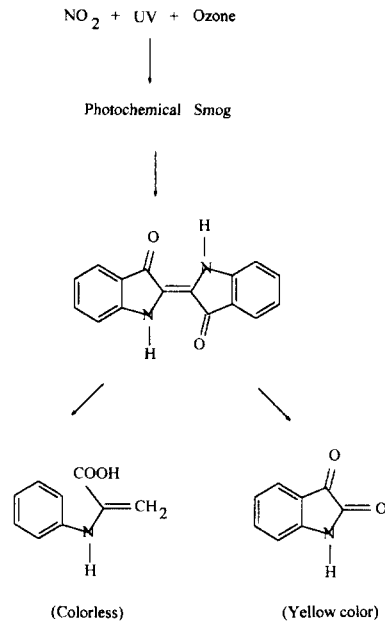
이상에서 몇몇 공정에서 살펴본 바와 같이 유럽의 최근 염색가공의 큰 흐름은 소르트 대응 생산계획, 성에너지, 환경대응, 품질고급화와 재현성 향상 등에 세심한 배려가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

**4.3. 환경보전에 대한 노력**

마무리 가공공정 등에서 환경보존 대책으로는 텐터에서 발생하는 각종 배기 문제의 대책으로 폐열의 재이용을 포함한 Monfort 그룹의 Koening사의 각종 설비가 소개되어 있다[12]. 일반적으로 텐터에서 배출된 배기가스에는 정련포에서는 방적유제를 중심으로 텐터내 챔버당 100 mg 가까운 유해 오염물질이 포함되어 있다. 그러나, 유럽에서는 일반적으로 50 mg 이하로 규제되어 있기 때문에 여러 가지 대책이 취해지지 않으면 안되는 실정이다.

배기가스는 800 °C에서 소각하면 유해물질과 악취는 완전히 제거되지만 소각에 필요한 에너지를 무시할 수 없기 때문에, 이에 대한 에너지 절감 노력이 행해지고 있다. Koening사의 "Sparal" 배기소각은 닥트(duct)를 스팀보일러에 직접 연결하여 10~20%의 보일러 연소가스를 절감할 수 있다고 한다. 또한, 배기를 열교환기에서 냉각시킨 후, 유해물질을 응축하여 제거하고 제전(制電) 필터를 사용하여 90% 정도의 회수율을 얻을 수 있다고 보고하고 있다. 그리고, 각종의 배기 처리장치를 목적에 맞게 조합함으로써 배기공정 전체로는 20~60%의 에너지를 절감할 뿐만 아니라, 온수의 즉각 공급으로 가공시간 단축 등에 큰 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

그리고, 환경오염에 의한 최종 염색제품의 영



**Figure 2.** 인디고 염료의 광화학 스모그에 의한 탈색.

향의 예로서는 인디고 염색품의 광화학 스모그에 의한 염색물의 퇴색 문제와 대책에 관한 흥미로운 보고가 있다[13]. 교통량이 많은 도심지 등에서 잘 발생하는 광화학 스모그는 자동차 배기가스에서 초래되는 산화질소가 태양광선으로부터 온 자외선에 의해 양자가 촉매작용에 의해 촉진되는 오존이 주성분으로 되어 염색제품에 악영향을 초래하고 있다. 산화질소가스는 인디고 염색제품에 있어서 황변현상의 주역이지만, 이중결합을 공격하기 쉬운 오존은 더 나아가 인디고의 발색단인 이중결합을 산화시켜 Figure 2와 같이 무색의 페닐글리신으로 분해시키는 작용이 있는 것으로 알려져 있다.

원래, 인디고 염료는 Drager Tube라 부르는 대기중의 오존을 검출하는 시약으로 사용되고 있는데, 이와 같은 현상이 인디고 염색제품에서도 발생하고 있다고 볼 수 있다. 데님을 장기간 광에 노출시켜 보관하면 광에 노출된 부위가 황변하는 것은 바로 이 때문이며, 이러한 현상은 실리콘 유연제가 사용된 염색물에서 더 현저하게 나타나는 것으로 알려져 있다. 또한, 이러한 염색제품의 광에 의한 퇴색을 완전하게 방지하

기는 현재로서는 어렵기 때문에 소비자의 주의가 요구된다.

### 참고문헌

1. 金子 隆英, 染色, **16**(3), 142(1998).
2. 山本 かすみ, 加工技術, **32**(8), 17(1997).
3. CIBA SPECIALITY CHMICALS(株), 染料事業部, 加工技術, **32**(8), 23(1997).
4. 佐藤 善之, 加工技術, **32**(8), 27(1997).
5. 佐藤 廣司, 吉田 孝, 染色, **16**(3), 34-35(1998).
6. W. MullerLitz, *International Textile Bulletin*, **3**, 37(1997).
7. W. Hartman, *International Textile Bulletin*, **2**, 20(1997).
8. T. Hohberg, *International Textile Bulletin*, **2**, 23(1997).
9. E. Hiosga, *International Textile Bulletin*, **4**, 32(1997).
10. W. Hartman, *International Textile Bulletin*, **3**, 39(1997).
11. A. Bollinger, *International Textile Bulletin*, **3**, 7(1997).
12. A. Flatschercher, *International Textile Bulletin*, **4**, 30(1997).
13. S. Thumm, *International Textile Bulletin*, **3**, 33(1997).