

# 합금속 산성염료의 조합사용시 염액재사용에 관한 연구

조재윤, 김재필

서울대학교 섬유고분자공학과

## 1. 서 론

1.0 dtex이하의 섬도를 갖는 극세사 섬유는 수분율이 높아 촉감이 부드러우며 드레이프성이 우수하고 실크같은 광택효과를 갖고 있다. 그러나 극세사는 저온에서도 염착이 일어나며 넓은 표면적으로 인하여 염착속도가 빨라 불균염이 일어나기 쉽다. 또한 섬유의 직경이 작아 표면적이 넓기 때문에, 동일한 색상을 얻기 위해서는 다른 섬유로 된 직물에 비해 과량의 염료가 필요하게 되고 이로 인하여 낮은 견뢰도를 나타내며 오염물질이 고농도인 염색폐수를 방출하게 된다.

따라서 나일론 극세사 부직포는 위와 같은 특성 때문에 견뢰도를 높이기 위하여 일반 산성염료를 급속으로 전처리한 합금속 산성염료로 염색을 하게 된다. 그러나 1:2 합금속 염료를 사용할 경우 견뢰도는 다소 상승하게 되지만 이 때 생성되는 폐수는 색도가 높고 중금속이온을 함유하기 때문에 처리하기가 어려운 폐수이다.

현재 세계적으로 환경에 대한 영향을 최소화하며 제품을 생산하는 환경기술을 개발하는데 그 관심과 노력이 집중되고 있는 추세이다. 특히 국제 환경 관리 규격인 ISO 14000 시리즈에서는 섬유에 존재하는 물질의 특성, 공해유발성 뿐만 아니라 제조 공정에 사용된 약제에 대해서도 총체적인 환경오염을 평가 할 예정이다. 그리고 이러한 환경규제가 무역과 연관되어 무역장벽으로 사용될 것으로 예상되므로 이에 대비한 환경기술 개발이 매우 중요한 시점이다. 특히 섬유 산업은 타산업에 비해 에너지 소비량, 폐수 및 폐자원의 발생량이 많은 산업이다. 따라서 더욱더 환경기술이 필요한 산업이라고 할 수 있다.

이번 연구는 염색을 한 후 이 염액을 버리지 않고 흡진된 양만큼의 염료를 보충해서 처음과 조건을 동일하게 한 후 이 염액을 다시 염색에 사용하는 염액 재사용이 목표이다. 이런 식으로 염액을 버리지 않고 재사용함으로써 염색폐수의 발생을 줄이고 염료 소비량 및 용수 사용량을 저감시킬 수 있다. 또한 앞으로 개발될 것으로 예상되는 폐수 무방류 시스템에 일익이 될 수 있으리라 생각된다.

이전의 연구에서는 단일 색상계에서의 염액 재사용 가능성을 고찰해 보았다. 그러나 실제 생산 라인에서 색상을 구현할 때에는 단일염료로 색상을 내기보다는 여러 가지 염료들을 조합하여 사용한다. 그러므로 이번 연구에서는 혼합 색상계에서의 염액 재사용 가능성을 고찰해 보기로 하겠다.

## 2. 실험

피염체로는 나일론 극세사 부직포(nylon 6, 0.07den, 220g/m<sup>2</sup>, poly- urethane 수지처리)를 코오롱에서 제공받아 그대로 사용하였다.

완충용액의 제조에 사용한 sodium acetate, acetic acid와 소오핑에 쓰인 sodium carbonate는 시약급을 사용하였으며 균염제(비이온성 계면활성제, Newbon MG, 한국정일화학), 고착제(Polyfix SPC, 세기유화), 소핑제(Sunmorl BK 20-T) 등은 모두 시판 중인 것을 그대로 사용하였다. 사용한 염료는 모두 1 : 2 함급속 산성염료 (C & K사, Neutrilan series)로써 크롬을 함유하고 있으며 정제 없이 시판염료를 그대로 사용했다.

실험에 사용한 각 염료의 조합은 Table 1, 2와 같다.

Table 1. List of mixed dyestuffs which have the same No. of sulfone group

Type	Dyestuff		Mixture No.
Di-sulfone	yellow M-3R	navy M-Br	Mixture 1
Mono-sulfone	red S-GN	navy S-B	Mixture 2
	orange S-R	navy S-B	Mixture 3
	brown S-2R	navy S-B	Mixture 4
	red S-GN	navy S-NL	Mixture 5
	orange S-R	navy S-NL	Mixture 6
	brown S-2R	navy S-NL	Mixture 7
	orange S-R	navy S-R	Mixture 8

Table 2. List of mixed dyestuffs which have different No. of sulfone group each other

Mono-sulfone	Di-sulfone	Mixture No.
brown S-2R	navy M-BR	Mixture 9
navy S-B	yellow M-3R	Mixture 10
navy S-B	brown M-BR	Mixture 11

위 염료들을 조합해서 염색하였다. 2가지 염료를 조합해서 사용했으며 염액의 재사용은 5회 실시했다. 각 염료를 7% o.w.f. 첨가해 염색하였으며 균염제를 같이 첨가했고 버퍼를 사용해 pH를 4로 유지하였다. 이후 고착제를 넣어서 고착을 실시하고 냉수세후 소오핑을 하고 수세 건조하였다.

잔존 염료의 농도를 측정해 피염물에 흡착된 염료량을 알아내고 흡착된 양 만큼의 염료를 보충하여 염액을 재사용 하였다. 염색된 피염체에 대하여 색차, 균염성, 건뢰도를 측정하여 염액의 재사용에 따라 이들 성질에 어떤 변화가 일어나는지를 고찰해 보았다.

### 3. 결과 및 고찰

숄폰기 개수가 같은 염료조합과 숄폰기 개수가 다른 염료조합 모두 5회까지 염액을 재사용해 염색 실험을 실시하였다. 각각의 조합에 대한 피염물의 색차는 다음 Table 4와 같다.

Table 4. Color differences( $\Delta E$ ) of dyed fabric

Recycling No. Mixture No.	2nd	3rd	4th	5th	Re-cycling
1	5.261	3.905	2.988	4.005	×
2	0.449	0.320	0.605	1.068	○
3	0.393	1.283	0.477	1.127	○
4	0.688	0.392	0.966	0.878	○
5	0.960	0.965	1.072	1.357	○
6	0.650	0.853	0.601	0.835	○
7	0.310	0.463	1.256	0.476	○
8	3.845	6.429	7.321	6.959	×
9	0.742	0.513	1.136	0.845	○
10	1.946	1.885	2.127	2.746	×
11	0.377	0.246	0.385	0.510	○

11가지의 염료조합 중 3가지를 제외한 8가지의 염료조합은 색차( $\Delta E$ )가 1.5이하로 나타나 재사용에 성공하였다. 그러나 mixture No. 1 (yellow M-3R : navy M-Br), mixture No. 8 (orange S-R : navy S-R), mixture No. 10 (yellow M-3R : navy S-B) 등의 조합은 염액 재사용 결과  $\Delta E$ 값이 1.5이상으로 나와 육안으로 색차가 느껴진다. 재사용에 성공한 피염물은 동일한 건뢰도를 가지며 균염성에도 아무런 이상이 없다. 재사용을 가능하게 하는 요소에 두 염료간의 상용성이 관계가 있는지를 알아보기 위해 상용성 시험을 실시하였다. 상용성 실험은 hue angle의 차이로 알아보았으며 이의 차이가 적어야 상용성이 좋다고 말할 수 있다. 다음 Table 3.에 각 염료조합의 재사용성공여부와 hue angle의 차이, 상용성을 나타내었다.

Table 3. The relationship between possibility of recycling and compatibility.

Mixture No.	Difference of hue angle	Compatibility	Recycling
1	33.952	×	×
2	1.997	○	○
3	11.637	△	○
4	4.797	○	○
5	40.32	×	○
6	26.939	×	○
7	67.217	×	○
8	11.255	△	×
9	4.597	○	○
10	14.376	×	×
11	2.772	○	○

상용성 실험 결과 hue angle의 차이가 5° 미만인 것과 10° 정도 인 것, 그리고 20° 이상인 것 등의 세 부류로 나뉘어 질 수 있다. hue angle의 차이가 5° 미만 인 것은 상용성이 좋다고 할 수 있으며 hue angle의 차이가 20° 이상인 것은 상용성이 좋지 않다고 할 수 있다. 그 사이의 hue angle 값을 가지는 것들은 상용성이 어느 정도 있다고 볼 수 있을 것이다. 이 결과를 보면 mixture No. 1 (yellow M-3R : navy M-BR), mixture No. 8 (orange S-R : navy S-R), mixture No. 10 (yellow M-3R : navy S-B) 등이 hue angle 차이가 10° 이상으로 나타나고 이들은 위 염색결과에서 재사용이 불가능한 염료 조합과 일치한다. 그러나 mixture No. 5 (red S-GN : navy S-NL), mixture No. 6 (orange S-R : navy S-NL), mixture No. 7 (brown S-2R : navy S-NL)과 mixture No. 3 (orange S-R : navy S-B) 조합 등도 hue angle의 차이가 10° 이상 차이가 있으나 재사용이 가능하다. 상용성이 재사용과 관계가 있다면 10° 의 hue angle 차이 정도에서 염색 재사용의 가능 불가능 여부가 판단되는 것으로 생각된다. 나머지 조합들은 hue angle의 차이가 10° 미만이고 모두 재사용이 가능하다. 그러나 navy S-NL이 포함된 염료 조합의 경우 상용성이 없어도 재사용이 가능한 것으로 결론이 나온다. 결과를 보면 조합 염료의 상용성이 염색 재활용 가능 여부와 관계가 있는 인자이나 절대적인 인자는 아니라는 사실을 알 수 있다. 상용성이외에 재활용에 영향을 주는 인자로 흡진률을 생각할 수 있다. navy S-NL염료의 경우는 흡진률이 95-99%를 나타낸다. 이와같이 조합염색에서 한가지 염료가 대부분 흡진된다면 재사용시 잔류염료의 농도측정에서 오차가 발생할 확률이 적어지기 때문에 상용성이 나빠도 재사용이 가능한 것으로 생각된다.