

# 염색 폐수의 분산염료 염색용수로의 재활용에 관한 연구

박동수, 김정호, 정재윤

한양대학교 섬유고분자공학과

## 1. 서 론

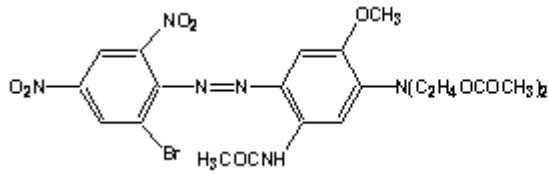
염색 산업은 대표적인 용수 산업으로 다량의 물을 필요로 한다. 일반적으로 염색 공정이 끝난 후 미 염착된 염료와 분산제, 무기염 등을 포함하는 염색폐수가 다량으로 발생되고 있으며, 폐수 속에 존재하는 물질들은 화학적으로 비교적 안정하여 제거하기 어려운 것으로 알려져 있다. 미 염착 염료로 인한 폐수의 색도는 외관상 미관을 해치고, 자연 생태계로 방류될 경우 태양광선을 차단하여 광합성 생물의 생육을 방해하므로 자연 생태계의 순환을 저해하는 심각한 환경오염원 중의 하나로 보고되고 있다. 최근 들어 환경문제가 국내외적으로 광범위하게 야기되고 있고, 국내에서도 급속한 산업발전과 함께 환경오염에 대한 관심이 고조되면서 여러 종류의 에코라벨이 도입되고 있으므로 폐수 방출량의 효과적인 처리방법에 대한 연구가 계속 되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 염색 폐수를 분산염료를 사용한 폴리에스테르의 염색에 있어서의 재활용에 초점을 맞추어 고찰하였다. 폐수의 처리방법은 active charcoal에 의한 흡착인 물리적 방법과 sodium hydrosulfite에 의한 화학적 방법을 시도하였으며, 처리수를 재사용하기 위하여 다량의 화학물질을 첨가하는 기존의 방법과는 달리 최저농도의 첨가제를 사용하였으므로 이는 나중에 염색공정에 이용할 때에 나타날 수 있는 문제점들을 최소화할 수 있을 것이라고 판단된다.

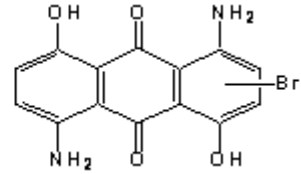
## 2. 실 험

### 2.1 시약 및 시료

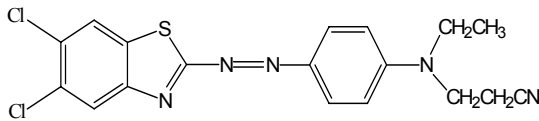
실험에 사용된 Charcoal powder, NaOH,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  등은 일급시약을 사용하였으며, 피염물은 폴리에스테르 표준 침부 백포를 사용하였고 염료는 색상과 화학구조에 따른 재사용 정도를 파악하기 위하여 아조계로 C.I. Disperse Blue 79(이하 DB 79), C.I. Disperse Red 153(이하 DR 153)을, 안트라퀴논계로 C.I. Disperse Blue 56(이하 DB 56), C.I. Disperse Red 60(이하 DR 60)을 각각 선정하였다. 염료의 구조는 *scheme 1*에 나타내었다.



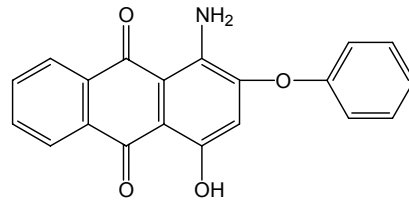
C. I. Disperse Blue 79



C. I. Disperse Blue 56



C. I. Disperse Red 153



C. I. Disperse Red 60

*Scheme 1. Structure of azo and anthraquinone*

## 2.2 폐수의 처리

폐수는 군포에 있는 한 공장에서 배출되는 것을 이용하였다.

### 1) 화학적 처리

염색 폐수 500ml에 NaOH 1g/l를 넣고 80℃까지 승온시킨 후 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 4g/l를 넣어 30분간 유지시킨 다음 냉각하였다. 그리고, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>의 양을 1)에 대하여 50%, 25%, 15%, 10%, 5%, 0%로 각각 조절하여 처리하였다.

### 2) 물리적 처리

1)에서 처리한 폐액을 PET병을 사용하여 천→자갈→굵은 모래→고운모래→진흙→활성탄(Charcoal powder)→진흙→고운 모래→굵은 모래→자갈 순으로 채운 정수 장치에 정화시켰다.

## 2.4 염색

분산염료의 농도는 각각 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4 % o.w.f로 폐수의 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 양에 따라 각각 다르게 처리한 폐수로 피염물 폴리에스테르 표준침부백포를 사용하여 pH 4.5 ~ 5.0에서 액비 1:20으로 염색하였다. 염색조건은 60℃에서 시작하여 2℃/min의 속도로 130℃까지 승온시킨 후, 130℃에서 45분간 유지하였다가 다시 60℃까지 냉각시켰다. 염색기는 적외선 염색기(대림스타릿(주))를 사용하였다.

염색 폐수의 처리 후 영향을 확인하기 위하여 동일 조건으로 증류수를 사용하여 염색을 실시하였다.

## 2.5 염색성 및 견뢰도

염색성은 분광광도계 Color-Eye 3000(ICS-TEXICON)을 사용하여 피염물의 표면반사율과 색차를 측정하였다. K/S값은 Kubelka-Munk 식을 이용하여 얻었고, 색차( $\Delta E^*$ )는 CIELab 계에 의한 색차식을 사용하였으며, 광원은  $D_{65}$ , 10도 시야의 조건에서 측정하였다.

염색 폐수로부터 색도제거의 정도를 알아보기 위해 UV-visible spectrometer(UNICAM 8700)를 사용하여 400~700 nm에서 각 폐수의 흡광도를 측정하여 전 파장영역의 흡광도를 평균하여 계산하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 염색 폐액의 흡광도 변화

초기 염색폐수를 물리적, 화학적 방법으로 처리 했을 때 처리수의 흡광도는 염색 폐수에 비해 전 파장평균 21.7 ~ 92.4% 감소하는 것으로 확인되었다.

### 3.2 피염물의 표면반사율 비교

초기 염색폐수와 환원제의 양을 달리한(각각 4g/l, 2g/l, 1g/l, 0.4g/l, 0.2g/l, 0g/l) 처리수와 증류수를 염색용수로 사용하여 동일한 염료로 염색하였을 때 증류수의 피염물과 초기 폐수의 피염물과 처리수를 사용한 피염물의 K/S 변화를 Figure 2에 나타내었다. 각각 0.25%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%의 o.w.f로 염색했을 때, 환원제의 양을 많이 첨가한 처리수로 염색한 피염물일수록 증류수로 염색한 피염물의 K/S값에 멀어지는 것으로 나타났다. 이는 폐수속에 잔류하는 미염착 염료를 분해하기 위해 첨가하였던 환원제가 재염색을 하기위해 넣은 염료까지 분해시키기 때문이라고 생각된다.

### 3.3 색차에 미치는 영향

염료의 종류별 폐수의 재사용 정도를 파악하기 위하여 증류수(standard)로 설정한 초기 피염물과 환원제의 양을 달리하여 --- 각각 4g/l(100%), 2g/(50%)l, 1g/l(25%), 0.4g/l(10%), 0.2g/l(5%), 0g/l(0%) --- 처리한 염색폐수, 그리고 초기 염색폐수로 염색한 경우의 피염물의 색차변화를 Figure 3에 나타내었다. 안트라퀴논계의 염료 DB 56과 DR 60의 경우 증류수로 염색한 피염물과 비교해볼 때 환원제의 양을 1g/l 로 처리한 폐수를 사용하여 염색한 피염물의 색차가 가장 적었다. 아조계의 염료 DB 79와 DR153의 경우에는 환원제의 양을 0%로 처리한 폐수를 사용하여 염색한 피염물의 색차가 가장 적었다. 이는 안트라퀴논계의 염료로 염색할 때에는 환원제의 양을 1g/l로 처리한 폐액이, 아조계의 염료로 염색할 때에는 환원제 처리를 하지 않은 폐액에서 최적의 염색이 된다는 것으로 생각된다. 낮은 농도의 o.w.f.일수록 색차가 크게 나타났는데 이는 농색보다 담색에서 염색용수의 영향을 크게 받는 것이라고 생각되어진다.

### 3.4 세탁건뢰도

증류수로 염색한 피염물과 각각 다른 폐액을 재사용하여 염색한 피염물의 세탁건뢰도를 *Table 3*에 나타내었다. 모두 4-5급의 세탁건뢰도를 갖는 것을 볼 수 있으며 이는 염색폐수를 처리하여 염색용수로 재사용 하더라도 피염물의 세탁건뢰도에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

## 4. 결 론

환원제의 양을 4g/l(100%), 2g/(50%)l, 1g/l(25%), 0.4g/l(10%), 0.2g/l(5%), 0g/l(0%)로 각각 처리한 폐액을 사용하여 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4%의 o.w.f.로 염료의 농도를 다르게 하여 염색한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

분산염료의 경우, 적은양의 환원제를 사용하여 색도를 제거한 처리수일수록 다른 처리수보다 비교적 재활용이 가능한 것으로 확인 되었으며, 처리수의 이력이 재활용한 피염물의 색차에 어느정도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 폐수를 처리할 때 환원제의 양을 첨가하지 않고 재사용하여도 피염물의 반사율에 따른 염착농도의 차이는 그리 크지 않았으며, 건뢰도의 저하도 나타나지 않았다.