

## 5. 염색이상

- 염색물에 위단이나 경사줄 또는 반점상태의 염색 농담얼룩 및 색상얼룩 등 바람직하지 못한 현상이 염색공정에서 발견되는 경우
- 이렇게 염색이상 사고를 일으키는 원인은 가열조건, 교반, 건조, 염색조제 등 염색공정에서 기인하는 것도 있으나 염색공정 이전의 방적 및 제적, 편성공정, 염색전의 정련, 표백공정 그밖에 실이나 원단의 보관 중 섬유에 염색이상을 일으키는 원인이 이미 만들어지기도 함.
- 원인이 염색공정 이전에 이미 만들어져 발생하는 염색이상은 가장 건수가 많은 사고의 하나로 원인을 만든 공정과 사고현상이 발현하는 공정이 다른 경우가 많아 기업간에 클레임의 문제가 되는 경우가 많음.
- 염색이상의 원인에 대한 장소나 공정을 추정하기 위해서는 사고를 일으킨 제품의 염색이상 부분의 분포 및 형태를 파악하는 것이 특히 중요
- 본장에서는 특별히 염색공정 이전에 섬유가 이미 화학손상을 받았기 때문에 일어나는 염색이상에 대해서 언급하도록 함.

### 5.1. 섬유의 화학손상이 원인으로 일어나는 염색이상

- 염색이전에 섬유가 산, 알칼리, 열, 광 등의 작용으로 국부적인 손상을 받음. → 손상부분에서 염료의 염착부위인 고분자의 관능기가 화학적으로 변질 또는 구조적으로 변질됨. → 따라서 변질된 부분의 염착특성이 변화하고 정상부에 비해 염색농도의 차이가 발생하게 됨.
- 사고현상의 특징과 해석공정의 개요
  - 염색이상의 현상 (염색이상의 형태와 분포, 이상을 일으키고 있는 섬유, 농도나 색상변화) 등을 명확히 파악
  - 사고에 관여한 화학적 작용(산이나 알칼리에 의한 가수분해, 산화)을 추정
  - 그 작용에 해당하는 고분자의 화학구조 변화를 검출하는 화학분석에 착수
- 혼방이나 교직, 교편의 경우 화학손상을 받기 쉬운 섬유 즉 관능기의 구조변화를 명확히 알기 쉬운 섬유를 분석시료로 하는 편이 분석도 행하기 쉽고 동시에 설득력 있는 해석결과를 얻을 수 있음.

<표 5-1> 화학작용에 대한 섬유의 특성과 염색이상 현상

섬유종류	산	알칼리	산 화
면	고분자 주쇄의 분열 → 절단점에서 알데히드기의 생성	팽윤	카복실기의 생성. 주쇄의 절단은 일어나기 어려움
염색이상 현상	① 불염화 ② 알데히드에 의한 환원퇴색	농염화	불염화
나일론	가수분해에 의한 아미드결합의 분열 → 카복실기와 아미노기의 증가	저항력 큼	아미노기의 니트로화 등에 의한 감소
염색이상 현상	산성염료에 대해 농염화	-	산성염료에 대해 불염화
양모의 스케일	친수화	좌동	친수화
현상	염료의 침투성 증가	좌동	염료의 침투성 증가
양모	가수분해에 의한 아미드결합의 분열 → 카복실기와 아민기의 증가	좌동	아미노기의 니트로화 등에 의한 감소
염색이상 현상	산성염료에 대해 농염화	좌동	산성염료에 대해 불염화

◦ 면의 경우

<표 5-2> 면의 염색이상과 관련된 화학적 특성과 염색이상의 현상

염색이상과 관련된 화학적 특성	염색이상의 현상
산화작용을 받기 쉬움 : 셀룰로스 고분자에 알데히드기 및 카복실기 생성	<ul style="list-style-type: none"> <li>산화 및 산에 의해 생긴 알데히드나 카복실기 부위는 염료와의 친화성이 적어 정상부위에 비해 담색으로 염색됨.</li> <li>또한 가수분해를 받은 경우 강도열화를 수반하는 경우가 많음.</li> </ul>
산에 의해 가수분해 되어 주쇄가 분열하고 그 부위에 알데히드기 생성 (알데히드기는 환원성이 있음)	<ul style="list-style-type: none"> <li>환원퇴색하기 쉬운 직접염료나 반응성염료로 염색된 경우 환원성이 있는 알데히드기에 의해 보관 중 서서히 환원퇴색하는 경우가 많음.</li> </ul>
강알칼리에 의해 팽윤	<ul style="list-style-type: none"> <li>강알칼리에 의해 면의 팽윤된 부위는 정상부에 비해 농색으로 염색됨.</li> </ul>

<표 5-3> 면의 염색이상 현상과 원인추정 및 시험방법

염색이상 현상	추정원인	시험방법	정상부의 시험결과	이상부의 시험결과
농염화	알칼리 팽윤	• 현미경 관찰 • 농가성소다 처리 → 재염색 시험	• 섬유단면이 편평 • 균일하게 염색됨	• 섬유단면이 원형 • 균일하게 염색됨
불염화 및 색상변화	산 가수분해	• 하리손 시험 • 턴블블루 시험	• 정색되지 않음 • 정색되지 않음	• 갈색 ~ 흑색으로 정색 • 정색되지 않음
	산화	• 하리손 시험 • 턴블블루 시험	• 정색되지 않음 • 정색되지 않음	• 갈색 ~ 흑색으로 정색

◦ 나일론의 경우

<표 5-4> 나일론의 염색이상과 관련된 화학적 특성과 염색이상의 현상

염색이상과 관련된 화학적 특성	염색이상의 현상
대기중의 O <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> 및 산화제에 의해 산화되기 쉬움. 산성염료의 염착좌석인 아미노 말단기(-NH <sub>2</sub> )가 니트로소화를 거쳐 니트로기(-NO <sub>2</sub> )로 변화	산화장해를 받은 부분은 정상부에 비해 담색으로 염색됨. 특히 보관 중에 원단이 접힌 부분 등 대기와 접촉하고 있던 부분이 담색으로 염색되는 사고는 이와 관련된 현상으로 '드래프트현상'이라 함.
빛에 의해서도 산화되어 아미노 말단기 감소	빛에 의해 산화된 부분이 담색으로 염색됨.
산에 의해 가수분해되고 분열점에서 아미노기와 카복실기가 모두 생성됨.	아미노기의 생성으로 농색으로 염색됨.
열에 의한 고분자 배양 등의 변화가 생기면서 동시에 아미노 말단기는 산화되어 니트로기로 됨. 또한 피롤(pyrrole)환이 생기고 황변을 일으켜 그 부분이 자외선에서 황녹색의 형광을 발광하게 됨.	열에 의해 산화된 부분이 담색으로 염색됨.
알칼리에 대한 저항력이 강함.	변화 없음.

<표 5-5> 나일론의 염색이상 현상과 원인추정 및 시험방법

염색이상 현상	추정원인	시험방법	정상부 시험결과	이상부 시험결과
산성염료에 대해 농염화	산가수분해	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 닐히드린 시험</li> <li>• 키톤 레드 G 가열염색</li> <li>• 보켄 스테인(Boken stain) 염색</li> <li>• 로다민 B 염색시험(상온)</li> </ul>	정색 염색 녹색 불염	농색으로 정색 농색으로 염색 농녹색 농색으로 염색
산성염료에 대해 불염화	산화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 닐히드린 시험</li> <li>• 키톤 레드 G 가열염색</li> <li>• 보켄 스테인 염색</li> <li>• 로다민 B 염색시험(상온)</li> </ul>	정색 염색 녹색 불염	정색되지 않음 불염 등색 약간 착색

○ 양모의 경우

<표 5-6> 양모의 염색이상과 관련된 화학적 특성과 염색이상의 현상

염색이상과 관련된 화학적 특성	염색이상의 현상
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산화작용과 알칼리에 의해 손상받기 쉬움</li> <li>• 양모의 스케일은 원래 소수성이지만 산화 및 산, 알칼리에 의해 손상되면 친수성으로 변함.</li> <li>• 단백질 함유이므로 다량의 아미드결합 (-NHCO-)과 아미노기(-NH<sub>2</sub>), 카복실기 (-COOH)를 함유하고 있음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 염색이전에 손상받은 경우 소수성인 스케일이 깎여 친수성화 되므로 농염으로 염색됨.</li> <li>• 산화작용이 내부로까지 미친 경우 염착좌적인 말단 아미노기가 감소하므로 산성염료에서 담색으로 염색</li> </ul>

- 일반적으로 양모의 화학손상을 초래한 작용이 가수분해 작용일 때는 나일론의 경우에서 언급한 닐히드린 시험 및 키톤 레드 G 염색시험액에 의한 비등염색을 응용할 수 있음. (손상부분이 농색으로 염색됨.)
- 산화장해일 경우에는 나일론의 경우와 마찬가지로 아미노기가 감소하기 때문에 정상부에 비해 담색으로 착색. 다만 농색으로 착색한 경우 산이나 알칼리에 의한 가수분해라고 추정해서도 안됨. 이것은 예를 들면 염소의 자극으로 스케일이 산화되어 방축가공을 한 양모에서는 염색이전에 받은 작용이 산화임에도 불구하고 이들 시험에서는 농색으로 염색되기 때문임.
- 양모의 경우 원래 아미노기나 카복시기 등 관능기가 다량 존재하므로 화학손상의 원인해석에는 정색이나 염색시험으로는 한계가 있음. 따라서 이들을 보충하는 시험방법에는 아래와 같이 'K.M.V. 시험', '초산연(鉛) 시험' 등이 있음.

### ◎ K.M.V 시험

산장해, 알칼리장해, 산화장해의 분류가 가능한 시험방법. 정색시험이 아니기 때문에 염색농도나 색상이 장해가 되지 않음. 따라서 탈색 등의 전처리는 필요하지 않다는 이점은 있지만, 손상이 가벼운 경우에는 판정이 곤란한 경우가 많음.

#### • 시약의 조정

냉수로 냉각하면서 20g의 수산화칼륨을 50mL의 농암모니아수에 용해한 후, 잠시 방치하여 과잉의 암모니아를 없앤 것. 이 시약은 밀폐된 용기로 냉장고에 보관하면 2개월간 유효함.

#### • 시험방법

프레파라트에 시험시료인 섬유를 놓고 시약으로 마운트하여 커버 글래스로 커버한 것을 40°C의 항온기 내에서 2~3분간 처리한 것을 현미경으로 관찰

#### • 결과의 판정

- 형태의 붕괴 또는 큰 팽윤, 발포, 세로방향의 균열 → 산장해
- 보통의 팽윤, 세로방향의 균열 → 정상 양모 또는 산화장해
- 팽윤이 없고, 세로의 균열이 없고, 유리 같은 양상을 나타내며, 스케일이 명확히 떠오름 → 열, 알칼리장해

### ◎ 초산연(鉛) 시험

원래는 양모가 과산화수소로 표백된 것인지의 판정에 사용하는 방법인데, 정상부와 염색 이상부를 동육에서 처리함으로써 양쪽 간에 산화 정도의 차이 유무를 파악하는데 사용한 적이 있기 때문에 여기에 그 방법을 소개함. 이 방법은 양모가 산화를 받으면 시스틴 결합(R-S-S-R)이 (R-SO<sub>2</sub>-SO<sub>2</sub>-R)로 되어 흑색의 황화연(PbS)을 생성하는 능력이 소실되는 것을 이용한 시험

#### • 시약의 조정

초산연 5g과 초산 4mL을 증류수에 용해하여 1L로 한 것

#### • 시험방법

1g의 양모를 80mL의 시약에 넣고 때때로 교반하면서 30분간 끓임. 온수로 충분히 수세한 후 탈수하고 실온에서 건조

#### • 결과의 판정

표백하지 않은 양모는 흑색이나 짙은 갈색으로 정색하지만, 과산화수소로 표백한 양모는 정색되지 않음.

이상이 일반적인 시험방법인데, 정상부와 이상부 양쪽을 포함하는 1g의 양모를 동육에서 처리하고 그 정색의 차이를 하나의 판단자료로 하는 경우가 있음. 이상 양모의 염색이상에 대해서 섬유의 화학특성과 현상 그리고 해석방법에 관해서 언급하였으나 아래에 언급한 이유로 실제의 해석은 곤란한 경우가 많음.

- 최근 양모의 염색은 함금타입이나 밀링타입, 반응성염료로 염색되어 있어 시료 섬유를 화학적으로 손상시키지 않고 탈색이나 염료추출을 할 수 없는 경우가 대부분.
- 따라서 분석시료인 염색물의 농도와 색상에 따라서는 정색시험이나 염색시험도 할 수 없는 경우가 많음.
- 염색시험에서는 정상부와 이상부에 대해 추가염색을 하고, 그 염료를 추출하여 그 추출용액의 농도로부터 각 부분의 염색농도 차이를 알아내는 방법에 의존해야 함.
- 실제로 염색현장에서 발생하는 염색이상 사고에서는 정상부와 이상부간 염색농도 차이는 미묘한 경우가 많음. 이 경우 양쪽 섬유에 대한 화학손상의 차이도 미묘한 경우가 많게 됨. 그러나 이 미묘한 차이를 검출할 정도의 감도를 갖고 있는 시험은 적기 때문에 손상이 산화, 산, 알칼리의 어느 것에 의한 것인가 확증할 수 있는 경우는 드뭄.  
따라서 양모의 염색이상에 대한 원인해석 대부분의 경우에 있어서 그 현상의 형태 및 분포 그리고 염색의 농담 등 외관관찰과 화학손상에 의한 것이라는 확증시험으로 타협하여야 함.

#### ○ 폴리에스터와 아크릴의 경우

- 대기의 O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 에 의한 산화변질 또는 일광에 의한 산화의 원인으로 염색이상이 발생했다고 추정된 사례는 없음.
- 폴리에스터에서는 염색 전 열세팅 단계에서 발생한 가열얼룩이 원인이라고 생각되는 염색이상이 가끔 발견 → 이 경우 염화메틸렌으로 분산염료를 추출한 후 재염색하여 사고와 같은 농담이 재현되면 염색전에 섬유에 염색이상의 원인이 발생하였다고 판단할 수 있음.
- 열세팅에 의한 폴리에스터의 변화는 화학구조의 변화가 아니라 고분자 배향 및 결정화도 등 고분자의 구조변화에 의한 것이므로 X-선 회절 분석기 및 시차주사 열분석기에 의해 규명할 수 있음.

## 5.2. 염색성이 다른 실의 혼입에 의해 일어나는 염색이상

- 이들 요인이 내재된 실이 혼입되어 일어나는 염색이상은 실의 염색성 그 자체에 원인이 있기 때문에 염색의 색상차 및 농담이 직·편사의 울을 따라 연속적인 얼룩으로 확인되는 것이 보통임.
- 이렇듯 실 자체의 염색성의 차이는 로트혼입의 경우와 같이 섬유 자체의 화학손상에 의한 사고가 아니므로 정상인 실과 이상인 실 사이에 화학변화 등의 흔적이 남지 않아 정확한 해석결과를 얻는 것은 불가능 함.

## □ 사고현상의 특징과 해석공정의 개요

- 염색성이 다른 실의 혼입에 의한 염색이상 사고의 현상은 농담 및 색상차가 직·편사의 울을 따라 연속해서 확인되는 것이 특징
- 이 같은 염색이상의 해석에 있어서는 실을 감아 봄으로써 간편하고 정확하게 현상을 파악할 수 있음.
- 합연사나 합사의 경우는 단사로 분리하여 감으면서 관찰하고 정상과 이상 실에 대한 차이를 염색농도와 색상, 실의 굵기, 꼬임, 잔털상태, 섬유장 등으로 관찰
- 혼방의 경우에는 예를 들어 면/폴리에스터 혼방이라면 폴리에스터를 용해하고 면만 남긴 후 실을 감으면서 관찰. 또한 면을 용해하고 폴리에스터만 남긴 후 실을 감으면서 관찰 함.
- 염색이상의 사고해석을 검증하기 위해서는 정상과 이상인 섬유를 동육에서 탈색, 동육에서 재염색 해서 사고와 같은 염색농담 및 색상이 재현되는지를 확인 하는데 다만 섬유와 염료의 조합에 따라서는 탈색이 매우 곤란한 경우가 많고 탈색과정에서 화학적 손상이 일어날 수 있으므로 모든 경우에 적용될 수는 없음.

## □ 면의 경우

- 원면은 품종, 수확지의 환경, 성숙도에 따라 염색성이 다름. 따라서 성숙도가 다른 원면으로 혼방비율이 서로 다른 실이 제직되거나 편성된 경우 염색성 차이로 인한 염색이상 사고를 일으키는 경우가 있음.
- 따라서 로트가 다른 원면사가 직물 및 편성물에 혼입된 상태로 염색되면 줄무늬의 농담얼룩으로 나타남. 이는 탈색 후 재염색 시험을 통해 확인할 수 있음.



<그림 5-1> 면의 성숙도에 따른 염색성

### ○ 탈색

- 반응성염료의 경우 : 우선 환원표백을 실시. 반응기가 비닐술폰계의 반응성염료로 염색되어 있는 경우에는 2~5%(w/vol)의 가성소다 수용액으로 끓여서 추출할 수 있으므로 이 방법으로 탈색을 시도해도 좋음. 이들 방법으로 충분한 탈색효과를 얻을 수 없는 경우에는 산화표백을 실시
- 직접염료의 경우 : 피리딘 수용액으로 비등처리, 또는 환원표백으로 탈색을 할 수 있는 경우가 많음. 이들 방법으로 충분한 탈색효과를 얻을 수 없는 경우에는 산화표백 실시

- 배트염료의 경우 : 알칼리성의 히드로술파이트(hydrosulfite) 환원욕에 의한 환원추출 및 디메틸포름아미드(dimethylformamide)에 의한 비등추출을 실시. 또한 인디고염색의 경우는 끓는 디메틸포름아미드(dimethylformamide)에 의해 충분히 추출하여 탈색

#### ○ 재염색 시험

- 앞의 '면소재의 염색성 시험' 참고

#### □ 양모의 경우

- 양모의 경우도 방적로트마다 염색성이 다름. 특히 방축양모는 염소처리로 스케일의 표면이 산화되어 있어 일반적으로 염색속도가 빠르거나 폴리아미드계 수지로 얇게 코팅된 경우가 많아 잠재적으로 염색얼룩을 일으키기 쉬움.
- 염색이상의 원인을 관찰하기 위해서는 면과 마찬가지로 탈색 후 재염색을 통해 가설이 맞았는지를 확인할 수 있음.

#### ○ 탈색

- 최근에는 높은 습윤건뢰도를 얻을 수 있는 합금속 및 반응성 그리고 밀링타입 염료의 사용이 일반화되어 염료추출은 불가능하고 표백도 사용해서는 안되므로 탈색을 하지 않고 탈색-재염색 과정과 동등한 시험을 실시

#### ○ 재염색 시험

- 앞의 '양모의 염색성 시험' 참고

#### □ 레이온의 경우

- 레이온은 방사로트마다 염색성이 다르므로 각 방사로트마다 염색성 시험을 하고 염색성이 같은 것을 묶어서 동일로트로 하여 출하함. 염색성이 다른 로트의 섬유가 혼입하여 원단이 만들어진 경우 염색줄 형태의 농담얼룩인 염색이상을 일으키게 됨.
- 염색이상의 원인을 관찰하기 위해서는 역시 탈색 후 재염색을 통해 가설이 맞았는지를 확인해야 함.

#### ○ 탈색

- 면의 경우에서 언급한 방법에 따라 시행

#### ○ 재염색 시험

- 실험실에서 적용할 수 있는 레이온에 대한 염색성 평가법으로는 다음의 두 가지 방법을 권장

<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.I. direct yellow 110 (1% owf)</li> <li>• C.I. direct blue 224 (1% owf)</li> <li>• 산화나트륨 또는 염화나트륨 (20% owf)</li> <li>• 욕비 1:30, 온도 75°C, 염색시간 20분</li> </ul>	<p>면소재의 염색성 시험을 응용          ※ 여기서 사용되고 있는 C.I. direct green 26은 환원작용에 대해 민감하기 때문에 비스코스 레이온이 잔류유황의 영향을 받을 가능성이 있지만 이것도 염색성의 하나로 간주하는 것이 좋음</p>
--	---

#### □ 아크릴의 경우

- 로트가 다른 아크릴이 혼입되면 염색사고가 생길 수 있는데 일반적으로 다음과 같은 두 가지 원인이 추정됨.
  - 섬유 간 염착좌석(일반적으로 방향족 술폰산) 양의 차
  - 섬유 간 결정화도의 차이에 따른 염착속도의 차  
(배치염색에서는 나타나지 않으나 연속식 염색에서 나타남)

#### ○ 탈색

- 50%(vol/vol) 포름산 수용액으로 비등처리를 하여 추출 탈색

#### ○ 재염색 시험

- 아크릴의 염색성 시험으로 SDC방법을 실시

### 5.3 혼용률이 다른 섬유의 혼입 및 혼용률 변동이 원인으로 일어나는 염색이상

- 실을 감아 정상과 이상의 실로 분리하고 그들에 대해서 혼용률을 구하는 것이 가장 정통적인 방법. 또한 사고품의 원단에서 각 성분을 용해처리하고 한 가지 섬유만을 남긴 원단에 대해 관찰하기도 함. 이밖에도 투과광으로 비춰보면 실이 굵고 가는 것으로 혼용률의 차를 시각적으로 관찰할 수 있음.

#### □ 사고현상의 특징과 해석공정의 개요

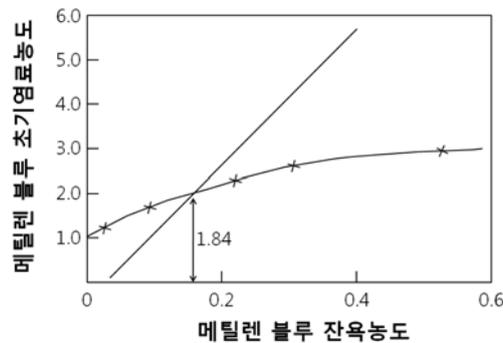
혼방품의 염색에서 혼용된 섬유는 같은 농도로 염색하고 색 평형을 도모하는 것이 원칙. 시험으로는 혼용된 각 섬유 단독의 실 및 원단으로 서로의 색 평형을 관찰함으로써 용이하게 해석할 수 있음.

◎ SDC법

- 빙초산 1% owf
- 초산나트륨(sodium acetate) 1% owf
- pH 4.5 ± 0.2
- C.I. basic blue 9 (메틸렌블루 순도 96.6%)
- 1~6% owf의 6종류
- 욕비 1:100, 온도 100°C의 환류 냉각관이 달린 플라스크에서 4시간 염색
  - ① 이상의 조건으로 염색 후, 잔욕에 대한 염색액의 흡광도로부터 염료농도를 구하고, 시료섬유에 대한 염료농도(owf)로 환산
  - ② 초기 염료농도를 Y축에, ①의 값을 X축에 플롯
    - 이 방법은 평형염착량이 90%가 되었을 때, 아크릴은 포화염착에 달한다는 것을 전제로 함. 따라서 기울기 10인 직선을 긋고, ②에서 얻은 곡선과의 교차점 값(여기서는 1.84)을 구하고, 다음 계산에 의해 섬유에 대한 포화염착치를 얻음.

$$\text{포화염착치} = (96.6/100) \times 1.84 \times (5/4) = 2.22\%$$

한편, (96.6/100)은 사용염료의 순도 보정계수이고, (5/4)는 이 시험에서 종래 사용되었던 Malachite green의 분자량과 대응시키기 위한 계수임. 이 시험법에서는 시약인 메틸렌블루 등, 기지의 순도의 것을 사용할 필요가 있음.



<그림 5-2> SEDC법에 대한 데이터처리

○ 사례 (1)

- 위사 100% 면, 경사 P/C 50/50의 혼방사 직물에서 면은 반응성염료로, 폴리에스터는 분산염료로 중색농도의 파란색을 1욕2단 염색하였는바, 경사를 따라 색상의 농담이 일치하지 않음.

○ 해석공정 (1)

- 직물에서 경사만을 분리하고 용해하여, 면만으로 한 것과 폴리에스터만으로 한 후, 이들 양쪽 실에 대해 염색 평형을 욕안으로 관찰하였는바, 폴리에스터는 거의 염색되지 않았음. 또 염색농담의 상태와 일치하는 폴리에스터 혼용률에 큰 변동차도 인지됨. 따라서 이들 양쪽 원인이 중복되어 색상농담의 불일치가 일어

난 것임.

○ 사례 (2)

- 호텔의 넓은 회의장에 깔려있던 모/나일론 혼방 커트파일의 갈색 카펫이 단기간 사용에서 적층(laminating)부분을 경계로 농담차가 발생

○ 해석공정 (2)

- 사용 중 농담차가 발생한 카펫 양쪽에 대해 나일론만을 분리하여 관찰한 결과 농색으로 된 쪽 나일론의 염색농도가 담색 쪽에 비해 현저하게 농색으로 염색 됨.
- 사용에 의해 양모가 탈락하고 나일론의 비율이 높아져 나일론의 염색농도 차가 직접적으로 나타나게 되었기 때문이라고 추정. 왜냐하면 신품이었을 때에는 양쪽 카펫의 색상은 일치하였으나, 양쪽 카펫간에 나일론과 양모 염색농도의 평형이 맞지 않았기 때문
- 이 경우와 같이 파일제품의 경우 신품일 때에는 혼방사의 구성성분간에 색 평형이 맞지 않아도 인식되지 않다가, 사용중에 불균형이 나타나는 경우가 있음.

#### 5.4 원단표면의 형태에 의한 겉보기 염색이상

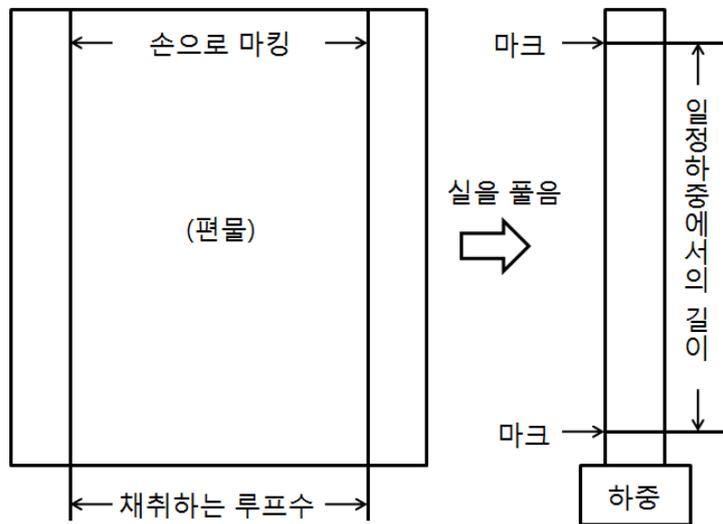
염색농도 및 색상에서는 정상부와 이상부간에 전혀 차이가 없음에도 불구하고 섬유제품의 표면상태가 다르면 빛의 난반사 효과로 인해 염색농담처럼 보이는 경우가 있음.

○ 니트의 텐션얼룩

- 위환편의 경우, 각 실의 급사(給糸)장력이 일정해야 비로소 편환(loop)이 균일하고 가지런한 니트가 만들어지는데, 그 중에 한올 또는 수올의 급사장력이 다른 실들과 다르면 그 실이 관여한 루프는 실이 당겨지거나 늘어진 상태로 되어 염색 후 난반사효과로 인해 겉보기에 위사단으로 보이는 경우가 있음.
- 텐션얼룩의 경우에는 각 단(bar)마다 일정 루프수에 대한 실의 길이에서 차이가 나게 됨. 이 텐션얼룩은 테이크 업(take-up) 시험으로 용이하게 확인할 수 있음.

◎ 테이크 업 시험

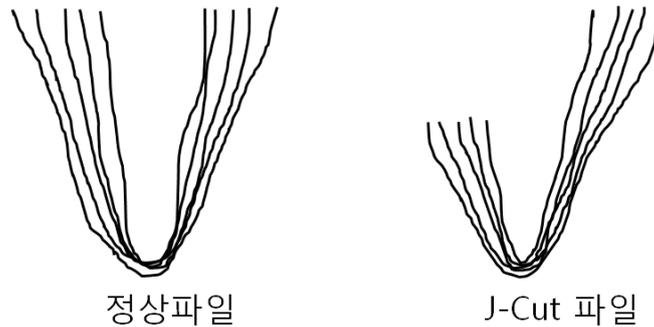
- ① 채취하는 루프수(여기서는 100개로 함)를 정하고, 그 폭의 웨일방향(세로방향)의 편환 줄을 따라 잘 관찰하면서 가는 매직잉크로 선을 그음.  
시료의 형태가 변화되기 쉽고, 100개의 루프라고해도 각 단마다 코오스방향(가로방향)의 길이는 약간 차이가 있어, 루프수가 101개가 되거나 99개로 되는 경우가 있기 때문에 선을 자로 그어서는 안됨.
- ② 편포에서 각 실을 풀고, 벽에 수직으로 세운 1m 스테인리스 자의 0위치에 잉크마크가 있는 실 한쪽 끝과 일치시켜 셀로판테이프로 고정시킨 다음 실의 다른쪽 끝을 클립이 달린 추를 끼워 매달. 그 실 하단의 잉크마크가 가리키는 자 눈금의 수치가 루프 100개당 일정 하중(5~10g)하의 섬유장이 됨.



<그림 5-3> 편포의 테이크업 시험

○ 커트파일의 J-cut

- 카펫 등의 커트파일 제품이 파일사 방향으로 염색줄이 발생한 경우, 염색농도가 양쪽 모두 같아도 농담얼룩으로 보이는 경우가 있음. 이 경우 커트의 형태가 <그림 5-4>와 같이 되어있는 경우가 있어 J-컷(J-cut)이라고 부름.
- 나이프에 의한 커팅이상으로 생긴 경우로 시험방법으로는 종이 위에 정상부와 이상부의 커트파일을 한 올씩 빼내어 나열하고, 그 형상을 비교 관찰함으로써 간단히 해석할 수 있음.



<그림 5-4> 파일의 J-컷