

7. 오염, 이염 및 이물질

7.1 오염과 이염의 정의

○ 오염(staining)

- 바람직스럽지 못하게 국부적으로 물이 들거나 묻어서 변색 또는 탈색됨을 말함.
- 섬유, 직물, 피혁, 종이, 나무 또는 기타 피염물에서 염액의 표면 처리에 의해 표면에 물이 드는 것을 말함.

○ 이염(migration)

- 염색과정에서 피염물 중에 염료의 농도차이가 있을 때, 짙은 농도 부분에서 옅은 농도 부분으로 염료가 이동하는 현상. 염색된 부분에서 염색되지 않는 부분으로의 염료이동도 포함됨.
- 염료가 이동하기 쉬운 특성을 이염성이라 하며, 이염성이 있는 염료는 균염이 잘 됨.
- 블리드(bleed)라고도 하는데, 이는 출혈시 혈흔이 번지는 모양과 유사한 것에서 유래됨.



<그림 7-1> 폴리에스터 코팅직물의 이염

7.2 오염과 이염의 발생 메커니즘

○ 오염

- 어떤 물질이 어떤 장소 A로부터 별도의 장소 B로 이행한 경우, 그러한 현상을 관찰한 당사자가 A와 B가 서로 다른 계의 경우 오염

○ 이염

- 어떤 물질이 어떤 장소 A로부터 별도의 장소 B로 이행한 경우, 그러한 현상을 관찰한 당사자가 A와 B가 동일계 내라고 인식할 경우 이염

7.3 오염과 이염의 원인과 해석

○ 원인

- 오염과 이염은 염료의 염착상태나 세탁액의 특성 등 염색물에서 염료가 용출하기 쉬운 조건과 오염된 곳이 용출된 염료를 흡착하기 쉬운 특성을 갖는다고 하는 조건이 일치할 때 발생

○ 해석

- 염색물에서 염료가 용출되기 쉬운 조건과 용출된 염료를 흡착하기 쉬운 특성과의 관계를 밝혀 종국적으로 재발방지의 정보가 됨.
- 소비자의 세탁시에 발생하는 사고 등과 같이 염색물에서 염료가 용출하기 쉬운 조건 중 염료의 염착상태에 관한 지식을 사고가 발생한 시료에서 직접 찾아내는 것은 어려움.
- 즉, 세탁시 염료의 염착상태는 의복의 사용이력에 따라 변화하므로 신문의 염착상태와는 다르기 때문임.

7.4 오염과 이염사고 현황

○ 아크릴/면 교직 또는 교편 섬유제품의 경우

- 아크릴을 염기성염료로 염색할 경우, 염기성염료에 의해 면의 오염이 문제가 되는데, 이것은 면의 표면전위가 (-)이기 때문에 (+)전위를 갖는 양이온 염료가 전기적으로 흡착되기 때문. 이러한 문제는 현재 오염방지제의 보급으로 점차 해결되어 가고 있음.

○ 염색방법이나 염료선택의 잘못에 의한 오염

(세탁에 대한 염색견뢰도에 의한 오염)

- 면의 경우는 반응성염료의 보급으로, 면의 직접염료 염색이나 나일론의 산성염료 염색에 있어서는 고착제의 품질향상으로, 변퇴색 및 오염문제가 크게 줄어들고 있음.
- 양모의 경우는 밀링이나 금속착염염료의 보급으로, 변퇴색 뿐만 아니라 오염 문제도 크게 줄어들고 있음.
- 양이온계 염료의 경우, 의류에 관계된 분야는 아크릴섬유뿐이나, 습윤견뢰도가

매우 높아 이염이나 오염사고의 사례는 거의 없음. 그러나 가끔씩 염색가공 공정이나 소비자의 세탁시에 오염사고를 일으키는 경우가 발생하고 있음.

○ **땀이나 물에 의한 오염 또는 이염**

- 농색, 선염 견섬유 소재의 넥타이의 경우, 땀에 의해 오염되는 경우가 있음.
- 면, 아크릴, 나일론, 폴리우레탄 등을 혼용한 농담색의 양말 착용시 땀이나 물에 젖어 양말의 색상이 발에 이염되는 경우가 있음.



<그림 7-2> 이염

7.5 오염, 이염사고의 일반적인 발생 메커니즘과 해석과정

○ **음이온계 염료(산성, 직접, 반응성) 염색시**

• **발생 메커니즘**

염색된 섬유에서 유리된 음이온계 염료가 수계로 용출하여 양이온 성질을 갖고 있는 수지나 유연제로 가공된 옷감에 이온흡착을 형성

• **사례**

- 면은 염색 후에 아미노실리콘계 등 양이온계 유연제로 가공하는 경우가 많음. 배치식 염색에서 유연제 투입시 유연제가 불균일하게 부착한다든지 고농도의 유연제가 염색물위에 비산(飛散)하여 반점상으로 부착한 경우, 용출된 음이온계 염료가 양이온 부분에 집중적으로 이온 흡착하여 농색의 염색반점이 발생됨.
- 반응성염료로 염색한 면사와 양이온 유연제로 가공한 백색 면사와의 교직으

로 줄무늬 니트를 편성, 치수안정화를 위해 회전 워셔에서 수세하였는데 백색부분에 가는 농담의 오염이 발생됨.

• 분석방법

음이온계 염료가 아미노실리콘이나 제4급 알킬아민계 유연제와 같은 양이온계 가공제에 이온 흡착하여 나타나는 오염사고는 일반적으로 아래와 같은 순서에 따라 해석함.

- ① 오염부분 또는 농색으로 염색된 부분과 정상부분을 포함하는 시료를 하이드로설파이트로 환원표백함. 이때 양이온기인 아미노기는 산화분해되기 쉽기 때문에 산화표백을 해서는 안됨.
- ② 환원표백된 시료를 키톤 레드 G 등 산성염료로 염색함. 사고발생 원인이 양이온계 조제의 불균일한 부착이라면, 사고품과 마찬가지로 농담분포를 나타내면서 적색으로 염색됨.

○ 형광염료(가정용 세제에 사용되는 제품)

• 발생 메커니즘

형광염료는 면이나 나일론에 쉽게 흡착되는 성질을 갖고 있음. 이 때문에 가정 세탁시 형광이 들어 있는 가정용 세제를 과잉으로 사용한 경우, 형광염료가 섬유 표면에 과잉으로 흡착되는 오염사고가 발생할 수 있음. 또한 파일직물의 경우 배킹(backing, 파일직물에서 바닥실이 가끔 파일사와 교착되는데 이 중에서 바닥조직) 수지층에도 과잉 흡착이 일어남.

• 사례

- 가정용 저욕비 회전 드럼식 세탁기에서 형광염료가 들어간 가정용 세제를 사용하여 나일론 내의를 세탁할 경우, 황색을 띠면서 세탁됨.
- 나일론 내의를 형광이 들어간 가정용 세제를 넣어 세면기에서 수세하여 세탁(저욕비)했을 때 황색을 띠면서 세탁됨.

• 분석방법

- 위 두 가지 경우 모두 사용자가 세제의 양을 통상 욕비의 세탁기에서와 동량으로 넣었기 때문에 적은 세탁욕에 형광염료가 과잉으로 투입되는 결과를 초래하여 표면에 과잉으로 부착된 경우로 추정됨.
- 형광이 들어간 가정용 세제는 음이온계의 형광염료가 사용되고 있는데, 면이나 나일론에는 흡착되기 쉬운 특성을 갖고 있음.
- 이러한 오염사고는 나일론 이외의 섬유에도 나타나는데, 색상이 담색인 베이지 등의 면이나 그 외의 섬유제품에 형광이 들어간 분말세제를 투입하여 과

잉으로 부착되었을 때는 백색으로 되는 것이 보통임.

○ 분산염료 및 플라스틱중 저분자량 유기안료(주로 황색계열)등의 유성 색소

- 분산염료 및 유성 색소는 분자의 열운동으로 섬유나 플라스틱과 접촉하고 있는 섬유제품의 잔류 유지층이나 유성 수지층으로 이행됨.



<그림 7-3> 단추 플라스틱내 안료의 PU코팅(나일론직물)으로의 이염

• 해석시 주의사항

소비자의 세탁시 발생하는 오염사고의 경우, 오염피해를 받은 섬유가 가해물로 추정되고 있는 염색물에 사용된 염료와 동일한지를 검토해야 함. 왜냐하면 소비자의 경우, 오염부분과 동일색상의 가장 가까운 염색부분을 오염염료의 발생원인으로 결정해 버리는 경향이 있기 때문임.

• 염료의 동일성 확인방법

- TLC(박층 크로마토그래피)를 이용하여 확인이 가능함.
- 오염원의 염료와 피오염 부분의 염료를 TLC 전개로 비교하여 어떤 염료가 주로 용출되고 있는가도 확인이 가능함.

7.6 이염(bleed)

○ 원인

- 수분율이 높은 상태에서 형광염료로 염색된 면 생지를 접은 상태로 건조한 대기 환경에 보관할 경우, 생지중의 수분은 대기와 접촉하고 있는 직물의 접혀진 부분으로 이행하여 증발되는 경향이 있음. 이와 같이 수분이동과 더불어 염착력이 약한 형광염료가 이동되고 주로 직물의 접혀진 부분에 축적됨.
형광염료의 분말색은 황색이기 때문에 그 부분은 황색으로 보이는데, 이와 같이 염료가 어떠한 부분으로 이행하여 나타나는 사고를 이염이라고 함.
- 분산타입의 형광염료로 염색된 폴리에스터 섬유도 염료가 탈락하기 쉬운 경우에는 염료와 고분자의 열운동에 의해 동일한 현상이 발생함.
- 분자운동에 의한 이염으로서 섬유제품에 저분자량의 유기안료(황색이나 오렌지

색의 유기안료)에 의해 착색된 플라스틱 제품이 수지로 가공된 섬유제품과 접촉된 채로 보관될 경우, 그 수지층으로 유기안료가 이행하는 경우가 발생함.

○ 사례

- 해외에서 생산하여 국내로 들여온 곤포 완성품으로서 PP의 황색 플라스틱 행거(A)를 댄 상태로 재킷이 수송되었는데, 개봉했을 때 다수의 재킷에서 PU 코팅된 폴리에스터 안감이 행거와 접촉된 부분에서 선명한 황색으로 변색되었으며, 오렌지색의 행거(B)를 사용한 경우에는 황변이 나타나지 않았음.

○ 분석

- 저장 중 승화건뢰도 시험에 의해 이염성을 조사한 결과 (A)는 2급, (B)는 5급으로 나타남.
- 문제의 결점은 TLC 전개에 의해 오염색소는 (A)행거에 사용된 색소와 동일한 것으로 판정됨에 따라 황변은 행거(A)에 사용된 유기안료가 PU 코팅층으로 이염된 이염사고로 판단되었음.
- (A)와 (B)에 사용되고 있는 유기안료 중 (A)는 C.I. Pigment Yellow 10으로 분자량이 347이었고, (B)의 유기안료는 C.I. Pigment Yellow 14로서 분자량은 649이었음.
- 위의 분석을 통해 “저분자량의 유기안료가 수지층으로 이행”된 것으로 판명되었으며, 행거의 착색안료에는 “분자량이 큰 유기안료나 무기안료를 사용해야 한다는 대책을 얻을 수 있었음.

7.7 이물질

○ 분석 과정

- 육안에 의한 외관관찰
 - 이물질의 분포나 형태의 특징을 조사, 혼입공정을 추정함.
 - 블랙라이트 관찰로 이들의 특징을 보다 간단하게 알아내고, 이물질 종류의 범위를 좁힘.
- 현미경에 의한 관찰
 - 이물질의 미세 형태의 특징이나 분포 특징을 조사
- 염색시험 및 화학시험
 - 외관관찰을 염색시험이나 화학시험과 병행하여 행함.
 - 시료를 염색하여 성분수를 조사하고, 이물질이 갖는 관능기 등의 화학적 특징을 파악함.
- 이물질이 어떤 공정에서 어떠한 상황으로 혼입되었는지를 밝혀 최종적으로 사고재발 방지를 위한 정보를 제공해 주는데, 이를 위해서는 각종 관찰이나 화학

시험을 시료의 생산 상황, 가공 상황, 작업자의 행동 등을 고려하면서 행할 경우 더욱 더 정확한 판정을 기대할 수 있음.