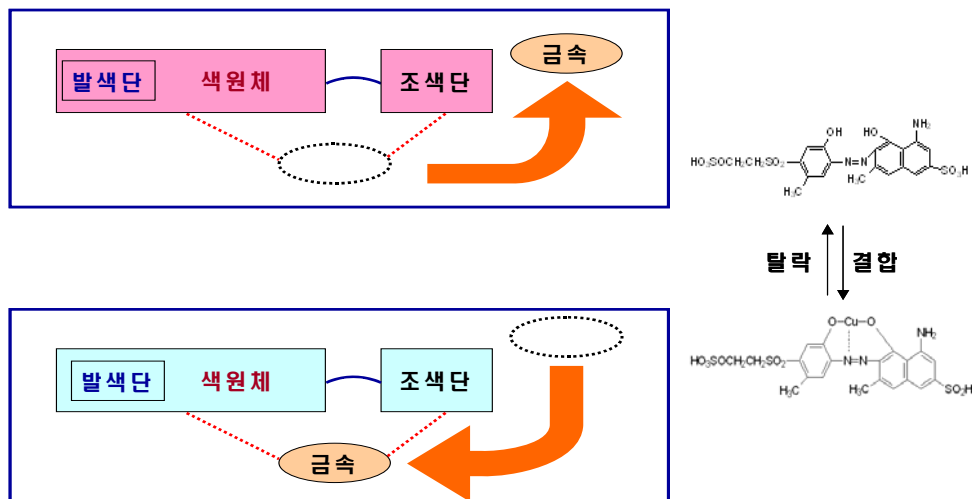


16. 금속성분에 의한 변색

□ 합금염료에서의 금속탈락 및 금속과의 킬레이트 생성으로 인한 변색

- 금속탈락 및 금속과의 킬레이트 형성 요인
 - 땀에 포함된 히스티딘에 의한 염료내 금속탈락으로 인한 퇴색, 불소계 고착제의 불화수소산 유리로 인한 불화동(銅) 형성 등
- 사고현상 분포 관찰과 원인해석 과정
 - 반응염료로 염색된 적색의 티셔츠에 목걸이를 착용하고 있을 때 목걸이와의 접촉부위가 청색으로 퇴색 → 목걸이 금속성분 분석, 변색부위에서 동(銅)검출 시험
 - 불소계 고착제가 사용된 양모사로 자수된 녹색 면니트에서 자수와 접촉부분에서 적갈색으로 퇴색 → 면에 사용된 염료의 타입이 함동타입임을 감안하여 금속이탈에 따른 변퇴색 확인, 불화수소산 검출시험
 - ☞ 원인추정 : 양모사에 사용된 불소계 고착제로부터 불화수소산이 유리하여 면니트의 함동타입 반응성염료의 동과 불화동 형태로 반응하여 금속이 이탈되어 나타난 사고



<염료내 금속의 탈락과 킬레이트형성과정>

- 금속성분에 의한 변색 및 원인 : 금속성분과 염료의 상호작용

관련 물질	정상 시료	변색 시료	염료
금속부자재 [단추, 지퍼, stopper 등]			아조계 반응성염료
용수 [금속성분 함유 수돗물]			
땀(산성)			금속착염형 반응성염료, 직접염료

- 금속성분에 의한 변색 사례

제품명	개요
Men's coat	- Men's coat를 만들기 위해 샌드워치한 비스코스 레이온/폴리에스터 교직물(4~5색상) 과 관련원부자재를 자카르타로 운반, 봉제한 후 독일로 수출하여 창고에 보관 - 단추와의 접촉 부분에서 붉은색 얼룩이 발견
Men's coat	- 이면을 폴리우레탄으로 코팅한 나일론/면 교직물을 납품 - 이 원단을 이용, 방글라데시에서 Men's coat를 봉제 - Stopper, Zipper 및 단추 등이 접촉된 부분에서 변색이 발견 - 주원료 : 구리와 아연의 합금
Men's Jacket	- 금속 Fastener 등의 관련 부자재를 인도네시아로 운반하여 면/나일론 교직 Men's jacket을 봉제한 후 창고에 보관 - Fastener와 접촉된 부분에서 붉은 색의 얼룩 발견
Men's Jacket	- 면/나일론(올리브색) 직물로 인도네시아에서 Men's jacket을 봉제 후 보관 - 금속부작용(단추 및 지퍼 등)과 접촉된 부분에서 붉은 색의 얼룩이 발견

[참고] 염료의 분류

화학구조상의 분류	기본 구조	응용상의 분류	피염포
아조염료	—N=N—	반응성, 직접, 산성, 분산염료 등	면, 나일론, 폴리에스터 등
안트라퀴논		산성, 분산, 배트염료 등	나일론, 폴리에스터, 면 등
인디고이드		산성, 배트염료 등	나일론, 면 등

* 기타 : 카보늄염료 및 퀴논아민염료(cation)등

[참고] 염료의 구조

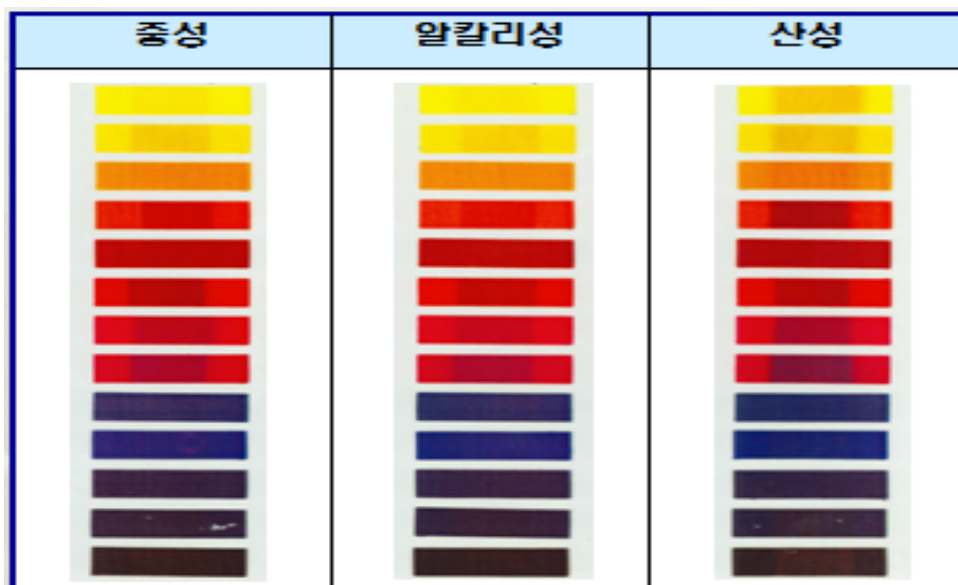
종류		구조	예
염료	산성, 직접, 분산염료 등	발색단 — 색원체 — 조색단	
	반응성 염료	반응기 — 발색단 — 색원체 — 조색단	
금속착염 염료	직접염료	발색단 — 색원체 — 조색단 ↓ 금속	
	반응성 염료	반응기 — 발색단 — 색원체 — 조색단 ↓ 금속	
안료		발색단 — 색원체	

* 발색단(chromophores) : 어느 물질이 색을 가지게 하는 잠재력을 부여

* 색원체(chromogene) : 발색단을 함유하는 분자

* 조색단(auchrome) : 수용성 및 섬유에 대한 친화력 부여

○ 금속(구리)에 의한 반응성염료의 색상변화



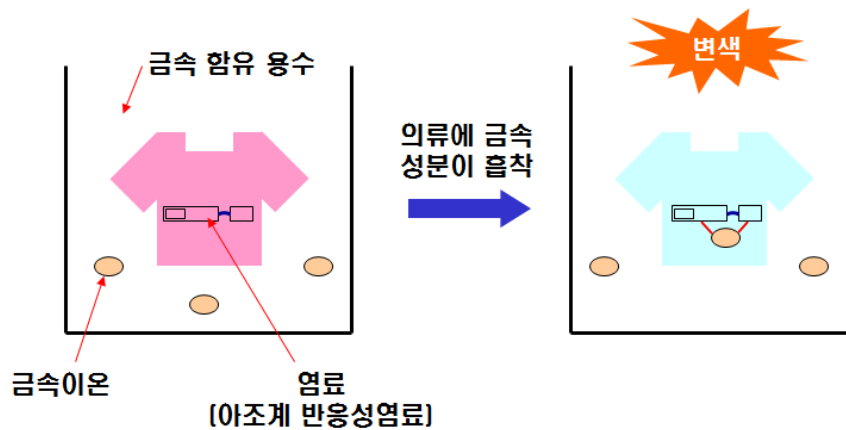
* 반응성염료로 염색한 직물을 산성, 알칼리성 및 중성의 pH를 갖도록 한후, 구리와 접촉시켜 변색정도를 확인함.

□ 금속과 염료의 상호작용에 의한 변색 메커니즘

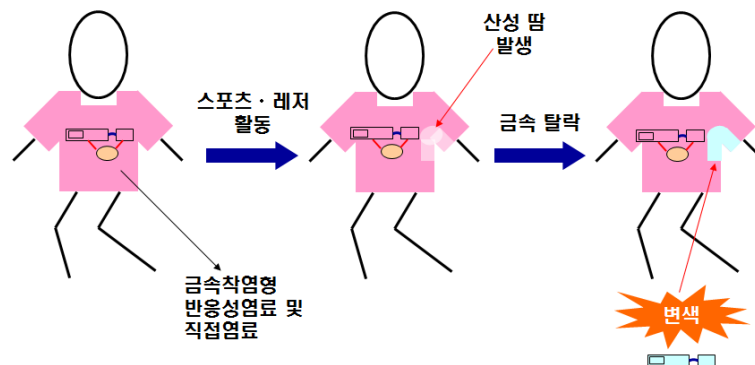
○ 금속부자재에 의한 변색 메커니즘



○ 용수와 관련된 변색 메커니즘

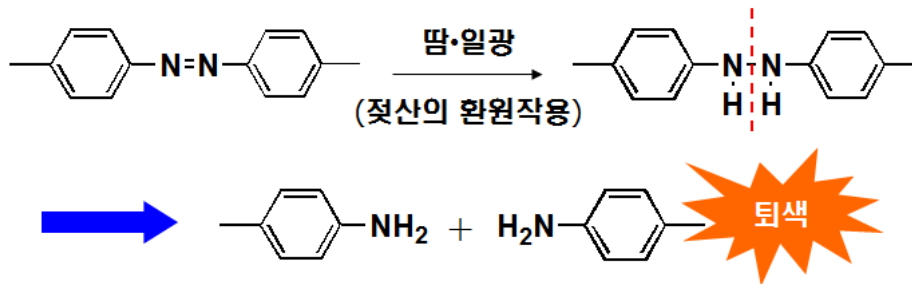


○ 땀과 관련된 변색 메커니즘



- 땀/일광의 복합작용에 의한 변색 메커니즘

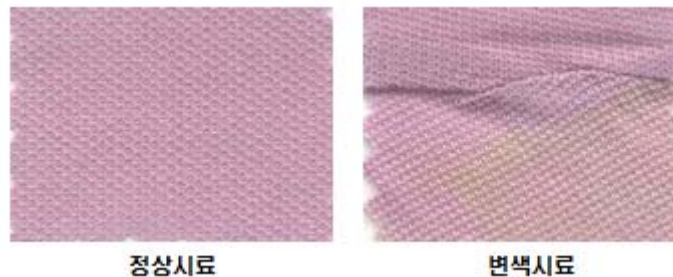
<아조기를 갖는 반응성 염료>



※ 땀의 젖산 성분은 빛에 의해 환원력이 생성됨.

[사례] T셔츠의 겨드랑이 부근 변색

- 직접염료로 염색한 편성물로 된 면 T셔츠를 만들어 판매하였는데, 소비자가 착용 후, 양 겨드랑이 부근에서 변색발생



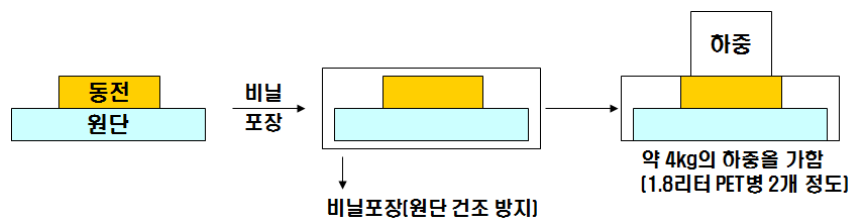
- 분석 및 결과
 - ① 견뢰도 시험 : 땀견뢰도 4 - 5급, 땀일광 복합견뢰도 4 - 5급
 - ② 염료감별 : 금속착염(구리)염료
 - ③ 땀성분 중 일부 성분을 강화(산성 성분)한 땀액으로 시험 : 문제의 변색과 동일한 변색 재현
 - ④ 산성 성분의 땀에 의해 염료에서 구리성분이 빠져나와 염색물이 퇴색된 것으로 추정
 - ⑤ 변색시료를 구리 용액에 침지한 결과 원래의 색으로 돌아옴.

□ 금속에 의한 변색 방지대책

- 금속부자재에 의한 변색 방지 대책
 - 고온다습한 환경에서 장기간의 보관을 피한다.
 - 염료는 산성조건에서 금속과 쉽게 결합하여 변색되므로 pH를 6.5~7.5의 중성으로 유지
 - 염색원단의 변색여부 확인

< 간편 확인법 >

- ① 원단을 물에 충분히 적신 후 탈수
- ② 10원(구리와 아연의 합금)짜리 주화를 원단과 접촉시킴.
- ③ 2~4일 경과 후 변색여부 확인



- 용수에 의한 변색 방지 대책
 - 금속이온 봉쇄제를 사용하여 금속성분 제거
 - 정수 설비 구축
- 땀 등 산성용액에 의한 변색 방지 대책
 - 금속을 함유하지 않은 염료 사용
- 면제품의 땀일광 복합건뢰도 개선 대책
 - 배트염료 사용