

염 색(3)

나. 단백질섬유의 염색

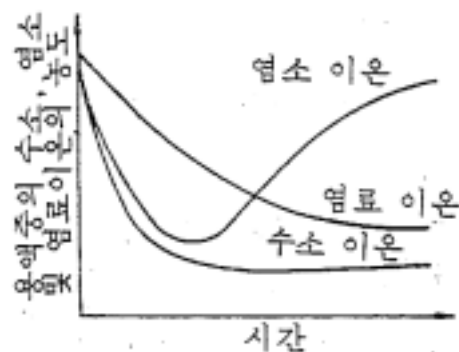
1) 산성염료에 의한 염색

양쪽성 전해질의 거동을 나타내는 단백질섬유에 대한 산성염료의 염착은 섬유의 염기성기와 염료 음이온과의 이온결합이 주체일 것이라고 생각되고 있다.

보통의 산성염액에는 산으로부터 나온 수소 이온, 염료와 전해질 첨가물로부터 나온 나트륨 이온, 염료 음이온과 첨가한 산 및 전해질의 음이온(Cl^- , SO_4^{2-} 등) 등이 함께 섞여 있다.

단백질섬유를 염액에 넣으면 수소 이온이 이온화한 섬유속의 $-\text{COO}^-$ 에 흡착된다. 또, 이 과정이 상당히 진행되기 위해서는 당량의 음이온이 동시에 흡착되지 않으면 안되는데, 염액 중의 음이온 중에서 침투성이 빠른 무기 음이온이 염료 음이온보다 먼저 섬유에 흡착되리라고 예상된다.

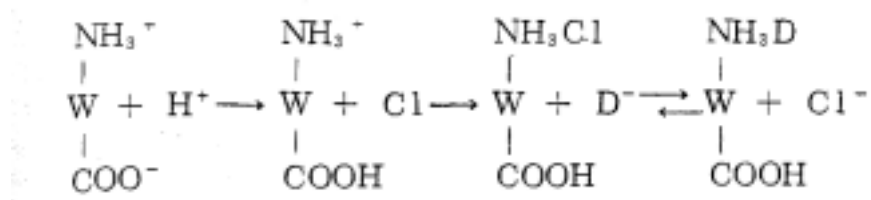
이와 같은 사실은 <그림 4>에 보인 엘뢰트(Elrod)의 실험결과로 확인되어 있다.



<그림 4> 산성염액에서 양털이 이온을 흡착하는 속도

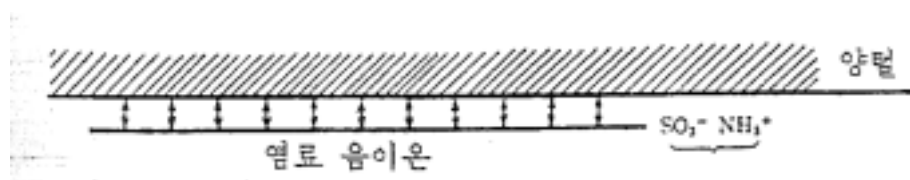
즉, 균염성 산성염료인 크리스탈 폰소우 6R 나트륨염과 염산을 함유하는 염액에서 염소, 수소 및 염료 이온이 양모에 흡착되는 속도를 실험한 결과, 수소 이온, 염소 이온은 빨리 흡착평행에 달하나, 염소 이온은 최대흡착에 달한 다음 천천히 확산해 온 염료 이온의 흡착과 함께 섬유로부터 탈착하기 시작한다.

즉, 염료 이온이 섬유에 흡착되기 위해서는 당량의 염소 이온이 추출되며, 이 반응은 다음과 같이 나타낼 수 있다.



이 경우 염료 이온이 염소 이온으로 치환되는 사실이 아주 중요하다. 만일 음이온이 섬유속의 전기적 중성을 유지하기 위하여 흡착된다고 한다면 염료 이온이나 염소 이온이 모두 같은 효과를 가질 것으로 평행상태에서는 이온 농도비가 섬유 내부와 용액중에서 같지 않으면 안된다.

그러나 <그림 4>의 결과로부터 염소 이온보다 강한 친화력으로 섬유에 흡착되어 있다고 할 수 있다.



<그림 5> 염료의 흡착에 대한 무극성 반데르 발알스 힘의 기여

($\leftrightarrow$ 무극성 반데르 발알스 힘)

이와 같이 염료 이온의 친화력이 큰 것은 단지 이온결합만이 아니라, 다른 종류의 결합력, 예를 들면 무극성 반데르 바알스 힘, 수소결합 등이 관여한다고 생각되고 있다. 이 관계를 나타낸 것이 <그림 5>이다.

이와 같은 힘은 일반적으로 염료의 분자량이 커질수록 커진다. 염료 이온이 무기이온보다 높은 친화력을 가지지만 이들 2종 이온은 섬유속의 결합 좌석을 향하여 경쟁하는 것이 사실이어서 특히 친화력이 낮은 균염성 산성 염료인 경우 NaCl이나 Na₂SO₄와 같은 전해질을 넣어 무기 이온의 농도를 높이면 염료 이온의 흡착이 방해된다. 중성염이 균염제로 쓰이는 것은 이 때문이다.

가) 염료의 균염성

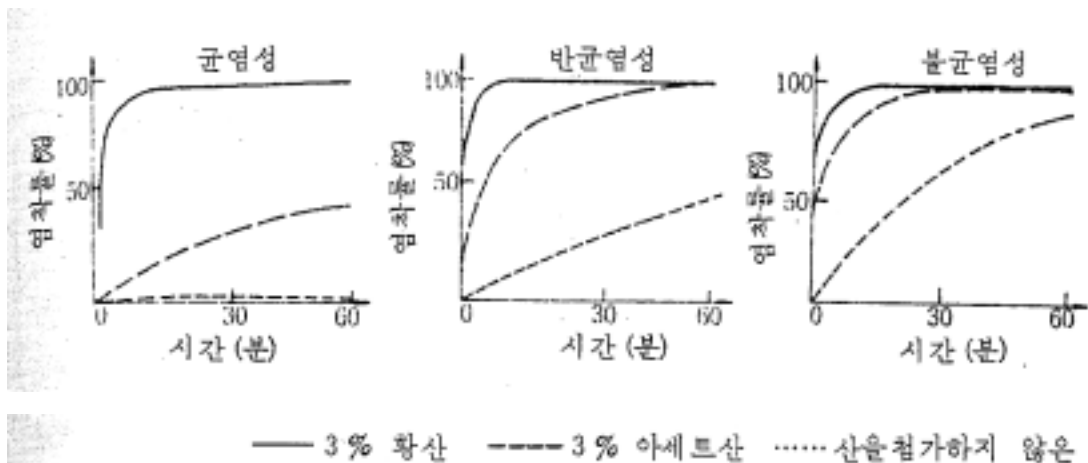
염색얼룩이 생기기 쉽다는 표면적인 특성 뒤에는 염료의 화학구조 및 그 염료의 특성과 관련된 흥미있는 인과관계가 있다.

<표 6> 산성염료의 특성

분류기준	균염성 염료	반균염성 염료	불균염성 염료
수세견뢰도	낮음	높음	매우높음
염색조제	황산	아세트산	아세트산 암모늄
염색용액의 pH	2~4	4~6	6~7
균염성	좋음	나쁨	매우 나쁨
염료특성	저분자량 고용해도 분자분산용액	고분자량 저용해도 콜로이드용액	고분자량 저용해도 콜로이드용액
친화력	낮음	높음	매우 높음

산성염료는 염색성에 따라 균염성 염료(leveling dyes)와 불균염성 염료(밀링 염료 : milling dyes)로 크게 나눌 수 있다. 불균염성의 정도에 따라 반균염성 염료가 추가되어 분류되기도 한다. 이들 염료의 일반적인 특성은 대체로 <표 6>과 같다.

또한 대표적인 균염성, 반균염성, 불균염성 염료에 황산, 아세트산의 산성 및 중성 염액에서 염색했을 경우, 염착율과 시간과의 관계는 <그림 6>에 나타난 바와 같다.



<그림 6> 100℃에서 대표적인 산성 염료의 양털에 대한 염색 속도

나) 양모염색

양모는 섬유상태의 것, 톱(top), 실, 직물, 편성물 등의 형태에 따라 각각 알맞은 기계를 골라 염색한다. 액비도 사용 기계에 따라 다르나 원스의 경우 1:50 정도가 표준이다.

염색할 때 주의해야 할 사항으로는 섬유를 화학적으로 손상하지 않고, 축융이 일어나지 않게 하며, 두꺼운 직물은 침투제를 써서 용액의 침투를 좋게 하고, 얼룩이 생기지 않게 하는 등의 배려가 필요하다.

(1) 균염성 염료

이 부속은 산성염료의 과반수를 차지하고 있으며, 황산을 써서 pH2~3에서 이용된다.

<표 7>의 염액조성으로 40°C에서 양모를 넣고 약 40분간 끓인 다음, 이 온도로 계속 45~60분간 염색한다.

<표 7> 균염성 산성염료의 염액조성

염료 및 조제	염 료	황 산 나 트 림	황 산 (168 ° Tw)
연 한 색	1 % 이하	10 %	2 ~ 3 %
중 간 색	1 ~ 3 %	15 %	3 ~ 4 %
진 한 색	3 ~ 6 %	20 %	3 ~ 4 %

(2) 반균염성 염료

산성염료중 약 1/3이 여기에 속한다. 염료 사용량을 균염성 염료와 같이 하여 아세트산(30%) 3~5%, 황산나트륨 10~15%로 염액을 만들어 40°C에서 양모를 넣고 천천히 온도를 올려 45분 걸려 끓인 다음, 이 온도로 계속 45~50분 염색한다. 끓이는 도중 1~3%의 아세트산(30%) 이나 1% 황산(168°Tw) 또는 1% 포름산(85%)을 천천히 첨가하여 염료의 흡착을 완전하게 한다.

(3) 불균염성 염료

이 부속은 산성염료중 약 5% 정도로서, 얼룩이 지면 수정이 곤란하므로 pH의와 온도를 조절하여 천천히 얼룩이 가지 않게 염색한다.

아세트산암모늄 또는 황산암모늄 2~4%를 첨가하여 염액을 만든다. 염료량

은 균염성 염료의 경우와 같으며 40℃에서 염색하기 시작하여 45분 걸려서 끓이고 이 온도로 계속 45~60분 염색한다. 중성염은 균염성염을 하지 않으므로 첨가하지 않는다. 염색 도중 끓기 시작하여 30분쯤 지난 다음에 1~2% 아세트산(30%)을 첨가하여 염착을 완전히 한다.

1~2% 아세트산(30%)을 첨가하여 염착을 완전히 한다.

아세트산암모늄이나 황산암모늄은 처음에는 거의 중성이나 염색이 진행되면 암모니아가 증발되어 염액에는 산만 남기 때문에 천천히 산성이 된다.

다) 견염색

산성염료의 견에 대한 친화력은 일반적으로 양모에 비해 낮으므로 다량의 염료가 필요하며 세탁견뢰도도 낮은 경우가 많다.

염색할 때 주의해야 할 점으로는 섬유를 화학적으로 손상하지 않도록 하여야 하며, 견 특유의 광택이나 촉감을 해치지 않도록 하여야 한다.

염색방법은 대체로 양모에 준하는데, 40℃부근에서 견을 염액에 넣고 천천히 온도를 높여 약 30분 걸려 85℃로 하고, 이 온도로 30~60분 염색한다. 염색 온도가 너무 높으면 광택이 나빠지며, 한번 염착했던 염료가 용출되어 나오는 수도 있으므로 70~80℃가 좋고, 높아도 90℃ 이내에서 염색한다.

염액량의 1/10 정도의 견정련폐액을 첨가하거나 비누용액을 사용하여 섬유를 보호하기도 한다.

2) 산성매염염료, 매염염료 및 금속착염염료에 의한 염색

가) 산성매염염료

(1) 양모염색

(가) 일반염색 : 일반적으로 산성염료와 같은 방법으로 염색한 다음 중크

롬산염으로 후처리한다.

염액조성은 <표 8>과 같다.

<표 8> 산성매염염료의 염액조성

염료 및 조제	연한 색	중간 색	진한 색
염료	1 %	1 ~ 3 %	3 ~ 8 %
염화나트륨 (또는 황산나트륨)	5 %	10 ~ 20 %	20 ~ 25 %
탄산나트륨	0.5 %	1 ~ 2 %	1 ~ 2 %
액비	1 : 20 ~ 30		

미리 습윤한 양모를 넣고 천천히 온도를 올려 50~60분 걸려 90~95℃로 한 다음, 이 온도로 30~40분 염색하여 충분히 흡착시킨다.

흡착이 불충분한 경우에는 다시 아세트산(30%) 3~5% 또는 황산(168°Tw) 1~2%를 추가하여 30분 더 염색한다.

염색이 끝나면 피염물을 일단 꺼낸 다음, 염액을 70℃까지 냉각시키고 미리 용해한 중크롬산칼륨 또는 중크롬산나트륨을 첨가하고 다시 피염물을 담가 15~20분 걸려 95℃로 올리고, 이 온도로 30~60분간 처리, 완전히 발색시킨 다음 수세한다.

중크롬산염의 소요량은 연한 색깔의 경우와 같은 양, 중간 색깔이나 진한 색깔에는 염료의 ½을 한도로 하여 0.1~2%의 범위로 한다.

(나) 일록염색법(metachrome method) : 크롬과 같은 용액에서 염색해도 침저되지 않는 메타크롬, 모노크롬(monochrome), 메토메가크롬(meto-megachrome), 신크로메이트(synchromate) 염료등을 서낙하여 일록에서 염색과 크롬처리를 동시에 하는 방법으로 염색방법이 간단하고 열이나 시간이 절약되나 얼룩의

수정이 곤란한 결점이 있다. 크롬염으로는 메타크롬매염제(metachrome mordant, 중크롬산칼륨과 크롬산암모늄 또는 황산암모늄의 혼합물) 또는 크롬산염과 암모늄염 등을 사용한다.

메타크롬 매염제는 온도가 올라감에 따라 산을 유리하여 양모섬유에 염료가 흡착하도록 함과 동시에 발색시키는 것으로 용액 속에서 염료와 크롬이 결합하여 침전을 일으키지 않는 특징이 있다.

<표 9>의 염액으로 찬 용액에서 시작하여 10~20분 조작한 다음, 천천히 온도를 올려 50~60분 걸려 끓이고, 이 온도에서 계속하여 90~120 분간 염색한다. 염료의 흡착이 불충분할 때에는 2~3%의 아세트산암모늄 또는 황산암모늄을 첨가한다.

<표 9> 메타크롬염색법의 염액조성

염료 및 조제	연한색	중간색	진한색
염료	0.5 ~ 1 %	1 ~ 3 %	3 ~ 5 %
황산나트륨	10 ~ 15 %	10 ~ 20 %	10 ~ 20 %
메타크롬 매염제	-	1 ~ 3 %	-
중크롬산 칼륨 또는 중크롬산 나트륨	0.2 ~ 0.5 %	-	1 ~ 3 %
황산 암모늄 또는 아세트산 암모늄	1 ~ 2 %	-	3 ~ 5 %
침투제 (예 : 이계존 T)	0.2 ~ 0.5 %	0.5 ~ 1 %	0.5 ~ 1 %

(2) 견염색

산성매염염료는 견에 대한 염착속도가 완만하기 때문에 염색 조작은 비교적

적 간단하다. 그러나 세탁건뢰도가 산성염료에 비해 별로 뛰어나지 못하다. 실제로 염색은 크롬매염을 먼저 한 다음에 염색한다.

나) 금속착염염료에 의한 염색

(1) 1 : 1형 염료에 의한 양모염색 : 파라틴 파스트(paratin fast), 네올란(neolan) 염료 등이 여기에 속하며, 균염성의 선명하고 튼튼하나 황산을 첨가한 강산성 용액에서 염색하기 때문에 양모섬유를 손상하기 쉬운 경향이 있다.

염료와 황산을 첨가한 액비 1 : 40 ~ 50의 염액에 피염물을 넣고 천천히 온도를 올려 30분 걸려 끓인 다음, 이 온도를 계속해서 60~90분간 염색한다. 황산의 양은 염색, 액비에 따라 다르나, 5~10%를 나누어서 첨가한다. 염액의 pH는 보통 1.9~2.1 정도이나 염료에 따라서는 포름산, 아세트산을 써서 pH를 각각 3~4, 5~6으로 하여 염색할 때도 있다.

염색이 끝나면 아세트산나트륨 1~3%를 수세액에 넣어 양모속의 산을 중화한다. 염액중에 계면활성제(예, 파라틴 파스트 솔트 O, 네올란 솔트 P)를 첨가하면 황산의 사용량을 낮출 수 있어 pH 2.2~2.4정도로 균염이 얻어진다.

(2) 2 : 1 형 염료에 의한 양모염색 : 이르갈란(irgalan), 시발란(cibalan), 라나신(lanasyn), 이솔란(isolan), 카프라실(capracyl) 염료 등이 여기에 속하며, 중성 용액에서 짧은 시간에 염색되는 점이 특징이다. 균염성이 별로 좋지 않다.

색깔의 선명도는 1 : 1형과 비슷하며 특히 습윤건뢰도가 뛰어나다. 염색의 예를 들면, 1~3%의 아세트산암모늄 또는 황산암모늄, 10% 황산나트륨 및 염료를 함유하는 염액에 피염물을 넣고 천천히 온도를 올려 50~60분 걸려 끓이고, 이 온도에서 30분간 염색한다.