

면의 염색가공 - 08

1.4 면의 염색

광의(廣義)의 염색은 섬유재료를 염료 또는 안료 등의 색재(色材)를 사용하여 착색시키는 것을 일컬으며, 염색에는 크게 침염(염색에 피염물을 침지하여 피염물을 동일한 색으로 염색하는 것)과 날염(날인조작을 기초로 피염물을 침지하여 피염물을 동일한 색으로 염색하는 것)이 있고, 협의(狹義)의 염색은 침염만으로서 이 장에서 다루기도 한다.

1.2.1절에서 설명하였듯이 면섬유는 가늘고 긴 실모양의 고분자가 모여 이루어지고, 고분자가 규칙적으로 정렬된 결정부분과 뒤섞여져 있는 비결정부분으로 되어 있다. 염색은 염료를 용해 분산시킨 용액에 섬유재료를 침지하여 가열과 화학처리에 의해 주로 섬유의 비결정부분에 깊이 스며들게 하여 섬유의 분자 사이에 고정시킨 후 세정작업에 의해 섬유표면에 부착되어 있는 과잉의 염료를 제거하고, 다시 견뢰도를 높이기 위한 후처리를 행하여 공정을 완료하는 것을 일컬으며, 염색은 피염물의 손상이 없이 그 용도에 맞는 견뢰도를 가져야 하며, 전체적으로 균일한 색상을 갖게 하는 것이 대단히 중요하다.

1.4.1 염료와 염색기술의 흐름

염색은 의류문화의 발달과 소재개발에 따라 인류의 생활수준 향상과 더불어 섬유제품의 미와 부가가치를 창출하게 되었다.

인류가 언제부터 염료라는 색소를 사용하여 염색을 행하였는지는 정확히 알 수 없으나 자연중에 있는 색소를 채취하여 사용한 것은 스페인의 Altamira 동굴벽화, 프랑스의 Lascaux 동굴벽화에 지금도 남아 있는 채색된 동물 그림으로 추측컨데 구석기 후기인 1~1.5만년 전부터 착색제를 사용한

것으로 보고 있다.

1.4.1.1 천연염료의 시대

염색의 역사는 염료의 역사와 염색기술의 역사가 조합하여 만들어진 것으로 전자는 화학, 후자는 공학이라는 다른 학문분야의 협동으로 발달하여 왔다. 19세기 중반기에 합성염료가 영국에서 발명될 때까지 인류는 오랜기간 동안 식물, 곤충, 조개 및 광물과 같은 자연물 가운데서 색소를 채취하여 섬유를 염색하였다.

인간은 옛날부터 식물과 편포에 색을 사용한 흔적이 많은 유물이 출토되었다. 스위스의 호수바닥에서 끌어올린 진흙 속의 아마직물에 있는 채색은 5000~6000년 전에 식물의 즙을 사용하여 착색한 것이 있으며, 또 약 5000년 전 고대 이집트 미이라는 남염의 아마포로 감겨져 있었고, 또 4000년전 이집트 미이라에서는 꼭두서니로 염색된 홍의(紅衣)가 발견되었다. 그리고 약 4000년 전부터 이집트에는 꽤 큰 규모로 식물에 염색을 행하였다는 기록이 남아 있다.

염료를 자연에서 채취하여 사용한 것은 지역에 따라 여러가지로 다르지만 그 중에서도 식물성 염료인 인도지방의 쪽풀(indigo · 남색), 이집트에서 꼭두서니풀(알리자린 붉은색)이 많이 사용된 것으로 알려졌고, 동물성 염료로 유명한 것은 지중해의 퍼퓨러(purpura)라는 달팽이의 체즙에서 티리언 퍼플(tyrian purple)이라는 아름다운 자색이 얻어지는데, 고대 로마에서는 평민의 사용은 금지되었기 때문에 제왕 자색으로 알려져 있다.

한국에서는 옛날부터 식물성 염료가주로 사용되어 왔고, 침염법에 대해서는 ‘규합총서’, ‘임원십육지’, ‘상방정례’, ‘본초강목’ 등에 기록되어 전해지고 있다. 침염에 주로 사용되었던 식물염료는 적색계에 홍화, 꼭두서니와 소목, 자색계에 자초, 청색계에 쪽풀, 황색계에 황벽, 울금, 황련, 괴화와 치자, 갈

색계에 상목, 갈매 등이 사용되었으며, 지금도 전통직물의 기술보전과 수공업의 세계에서 사용되고 있다.

1.4.1.2 수공업에서 기계생산으로

유럽에서는 13세기에 염색기술이 이탈리아인에게 처음으로 전해지기까지는 유대인의 비전으로 오랫동안 독점되어 왔다. 13세기에는 이탈리아 주요 도시에서 염색공업의 길드(guild · 중세 유럽의 동업자 조합)가 만들어졌고, 15세기에는 유럽 전체로 보급되었다.

합성염료가 발명된 19세기 중반까지 방적기술은 영국을 시작으로 하여 크게 발전을 이룩하여 대폭적으로 생산능력이 높아지자 당연히 염색기술의 기계화, 공업화에 대해서도 발명과 연구가 활발하게 되었다. 날염기술은 옛날부터 면직물의 원산지인 인도에서 발달하여 이집트에 전해진 것으로 알려졌다.

17세기 말에는 네덜란드의 동인도회사의 손을 거쳐 인도 사라사(sarasa)(calico 날염)의 기술이 유럽에 전해져서 18세기 중엽에 면화의 중심지인 영국의 Lancashire에 도입되어 공업화가 진척되었다.

18세기 말에는 발염(拔染), 방염(防染)의 과학기술이 영국에서 완성되었고, 다시 1834년에는 프랑스의 날염공 Perrot가 4~5색을 동시에 인날할 수 있는 날염기를 발명하였다.

면직물을 염색하기 위해서는 먼저 표백을 하지 않으면 안된다. 그러나 표백기술은 옛날부터 그다지 진보하지 못해서 잣물에 담그고 천일표백을 수십회 반복처리하는 방법으로 백도를 얻는데는 수십일 내지 수개월이 걸렸다.

유럽에서는 17세기경까지는 표백하는 일은 네덜란드의 표백업자가 독점하였지만 산업혁명에 따라 면직물생산이 격증하였으므로 표백공정의 고속화가 필요하게 되었다. 1798년 영국의 Tennant가 염소가스를 석회수에 통과시켜 표

백작용이 있는 표백분(bleaching powder)을 발명하자 표백기술의 혁명을 가져왔다.

1.4.1.3 합성염료(synthetic dye)의 발명

인류가 수천년에 걸쳐 경험에 의하여 전통적으로 발전시킨 천연염료도 산업혁명 이후 직물의 생산이 증가함에 따라 수요가 급증하였으나 염법이 복잡하고 원가도 비싸지게 되어 값이 싸면서 품질도 균일하고 좋은 합성염료의 발명에 대한 필요성이 절실하게 되었다.

19세기 중엽 독일에서는 유기화학의 연구가 활발하였는데, 독일의 화학자 Hofmann은 영국에 초청되어 콜타르(coaltar)에서 얻을 수 있는 각종 유도체의 연구를 진척시켰다.

그의 제자 영국인 W.H Perkin은 1856년에 콜타르에서 말라리아特效약인 키니네(quinine) 합성실험 중 부산물로 아닐린(aniline)을 산화한 흑색 침전물 속에 미량의 적자색의 색소를 발견하고, 이것이 견(silk)에 잘 염색되는 것을 확인하여 모브(mauve · maunein)라고 이름을 짓고 공업화에 성공하였다. 처음에는 제왕자색의 이름을 따서 티리안 퍼플(tyrian purple)이란 이름을 붙였으나 세상의 반대에 부딪혀 아닐린 퍼플로 바꾸었다.

그후 프랑스에서는 ‘모브’라는 이름이 일반적으로 사용되어 오다가 최후에는 모브라는 이름으로 통용되었다. 이것을 계기로 1859년 프랑스에서 적색염료 마젠타(magenta)염료가 만들어지고, 뒤따라 노랑, 파랑, 초록과 같은 선명한 색상의 합성염료가 영국과 프랑스에서 발명되었다. 1868년에는 꼭두서니(madder)의 새고 알리자린(alizarine)도 독일인 Glaeb과 Liebermann이 합성하는데 성공하였다. 그 후 염료생산의 중심은 독일로 이전되어 1897년에 합성인디고의 공업화가 독일에서 시작되었다. 이렇게 20세기에 이르러 천연염료는 합성염료로 대체되어 점진적으로 그 위치를 잃어가게 되었다.

1.4.2 염료의 분류

염료의 분류방법에는 자원적인 측면, 화학구조적인 측면 그리고 염료 응용상의 측면 3가지로 구분되나 자원적인 측면인 원료원(原料源)으로 볼 때, 천연염료와 합성염료로 크게 2가지로 분류할 수 있다.

1.4.2.1 천연염료

- (1) 식물계 염료 : 인디고(indigo), 쪽두서니(madder), 록우드(log wood), 카테큐(catechu), 홍화(紅花), 자초(紫草), 소목, 괴화, 황벽
- (2) 동물계 염료 : 락염료(lacdye), 커미즈(kermes), 티리언 퍼플(tyrian purple), 코치닐(cochineal)
- (3) 광물계 염료 : 망간갈(manganese brown), 카키색 광물염료(mineral khaki), 크롬 오렌지(chrome orange)

1.4.2.2 합성염료

주원료는 콜타르(coaltar)의 유분에서 얻기 때문에 콜타르염료라고 부르고, 최근에는 주로 석유계의 원료를 사용한다. 화학구조상의 분류는 응용상 여러 가지 불편이 많으므로 합성염료를 응용면을 중심으로 분류하면 다음과 같다.

(1) 직접 염법(直接染法)

- 직접염료
- 산성염료
- 염기성염료

(2) 매염 염법(媒染 染法)

- 매염염료
- 산성매염염료

(3) 환원 염법(還元 染法)

- 환원염료(가용성 배트염료 포함)

- 황화염료

(4) 발색 염법(發色 染法)

- 불용성아조(不溶性 azo)염료(일명, 나프톨 염료 · naphthol dye)

- 산화염료

(5) 분산 염법(分散 染法)

- 분산(分散)염료

(6) 반응 염법(反應 染法)

- 반응성 염료

(7) 기타 염법

- 형광(螢光)염료

- 유용성(油溶性)염료

- 식용(食用)염료

- 안료수지(顔料樹脂)염료

1.4.3 컬러 매칭과 CCM

색견본과 동일한 색으로 재현하기 위해서 염료 또는 안료와 조제의 배합 처방과 염색조건을 결정하는 것을 컬러매칭(color matching)이라고 한다. 가까이 있는 한정된 수의 염료를 사용하여 컬러매칭을 행하지만 염료에는 부속이 있는데, 각각 염색방법도 다르고 각 부속의 성질이 다른 염료가 많아서 혼합하는 경우에는 단지 색조만을 생각하는 것은 불충분하며 염색성, 견뢰도, 생산원가 등도 고려하지 않으면 안된다.

컬러매칭은 숙련자의 경험과 직감에 의지하는 부분이 많다. 지금은 견본의 측정에 분광광도계(分光光度計)를 사용하여 컴퓨터에 의한 컬러매칭 자동계산시스템, 즉 컴퓨터 컬러매칭장치가 많이 보급되어 품질의 안정성, 생산성과 배색실험에서 시간 단축을 달성할 수 있다.

1.4.3.1 CCM(Computer color matching)의 계산원리

CCM은 분광광도계로 측정한 표면반사율(表面反射率)을 기초로 계산을 한다. 이 CCM의 계산에는 사용하는 염료 개개에 대하여 어떤 소정의 농도단계로 염색한 기초자료를 사용한다. 측정된 반사율은 염료농도에 대하여 비례관계에 가까운 광학농도로 치환된다. 이 광학농도에는 섬유염색의 고안자의 이름을 딴 Kubelka Munk의 관계식이 사용된다.

$$(K/S)_{\lambda} = (1 - R_{\lambda})^2 / 2R_{\lambda}$$

여기서, R : 분광반사율

K : 착색물의 흡수계수

S : 착색물의 산란(散亂)계수 λ : 광의 파장

K/S값은 광학농도이고, 반사율이 높아지면(색은 옅어짐) K/S값은 작게 되고, 반사율이 낮아지면(색은 진해짐) K/S값은 커진다.

예를 들면 A, B, C가 농도 a, b, c로 염색할 때의 K/S값(値)은 다음 식으로 나타낸다.

$$(K/S)_{\lambda} = (K/S)(a)_{\lambda} + (K/S)(b)_{\lambda} + (K/S)(c)_{\lambda}$$

계산된 (K/S)값에서 반사율을 역산(逆算)하면 염료처방에 대한 반사율을 예측하는 것이 가능하게 된다. 따라서 견본색에 합치되도록 염료농도 a, b, c를 구하면 컬러매칭을 행할 수가 있다.

1.4.3.2 CCM의 계산종류

(1) 메타메릭 매치(metameric match)

견본색과 반사율곡선을 다르지만 특정의 조명, 판정자에 대해서는 동일한 색으로 보이는 컬러매칭의 방법이 있다. 통상 현재 가지고 있는 염료에 의해 견본에 사용하는 색재와 완전히 똑 같은 반사율을 재현하는 것은 불가능하므로 이 계산방법이 일반적으로 사용되고 있다. 당연히 계산조건 이외의 조명하에서는 색이 합치하는 보증은 없다. 따라서 염료의 선택과 염색후의 평

가를 신중히 행할 필요가 있다.

(2) 아이소메릭 매치(isomeric match)

견본색과 분광반사율의 차가 가장 작게 나도록 염색처방을 결정하는 방법으로 스펙트럼 매치(spectrum match)라고도 한다. 반사율을 가시광선영역에서 완전히 일치시킨다면 어떤 광원하에서도 또한 누가 보아도 동일한 색이 되는 이상적인 컬러매칭이 될 수 있다. 실제로는 견본과 동일한 광학특성을 갖는 염료를 조합하는 경우에만 실현시킬 수 있는 컬러매칭이므로 통상의 CCM에서는 사용되지 않는다.