

천연 생 쪽잎 추출액을 이용한 셀룰로오스계 섬유의 염색

¹주정아·유효선

서울대학교 의류학과
(2004. 9. 14. 접수/2004. 10. 18. 채택)

Dyeing on cellulose fibers by the solution extracted from natural fresh leaves of indigo plant.

¹Jeong ah Ju and Hyo seon Ryu

Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University
(Received September 14, 2004/Accepted October 18, 2004)

Abstract—The dyeing on cellulose fibers such as cotton and viscose viscose rayon was carried out by the use of solution extracted from natural fresh leaves of indigo plant under several dyeing conditions. The dyeing affinity of viscose rayon was higher than that of cotton. The total K/S value of dyed fabrics was considerably increased with repeated dyeings, while a dyeing time has a little influence on it. Both fibers were hardly dyed by indigo at 60 °C and cotton was dyed better at 40 °C than at 20 °C but in viscose rayon, a little difference of total K/S was shown between 20 °C and 40 °C. The color change of dyed fabric according to dyeing conditions was evaluated by the CIELAB color system. viscose rayon had a lower b* so that it looked bluer than cotton and when the cellulose fibers were dyed by indigo plant at the lower temperature, the bluer it looked. By repeated dyeings the b* value of dyed fabrics was much increased but the a* value was little influenced and in case of viscose rayon the change was considerable.

Keywords : cellulose fiber, leaves of indigo, total K/S, color.

1. 서 론

천연염료는 인체나 환경에 유해성이 적고, 향균성 등 약리작용을 가진 것이 많아 생약재로도 사용되고, 특정한 문화권을 대표한다는 점 등의 장점을 가지고 있다.¹⁾ 그 중 쪽(인디고)은 선사시대부터 가장 중요하면서 널리 알려진 천연 염료로서, 인류는 19세기 중 반, 합성 염료를 발명하기 전까지 쪽을 대표적인 파란 색의 염료로 사용하여 왔다. 쪽으로 염색된 직물로 현존하는 가장 오래된 직물은 이집

트에서 발견된 기원전 2400년경의 마직물이다.²⁾

쪽은 마디풀과에 속하는 일년초인데, 잎은 쪽빛 색소인 indigo를 함유하고 있어 옛날부터 물감으로 사용되어 왔다. 이름을 람(藍), 목람(木藍)이라 부르고 있다. 줄기 높이는 60~70cm로, 중국과 인도 차이나가 원산지인데, 일찍부터 우리 나라에서 재배하여 염료로 사용하여 왔다.³⁾ 우리나라에서는 '쪽물', '쪽빛', '쪽' 등의 단어로 사용되어 왔으며, 생육 조건이 민감하여 같은 종자라도 토양이나 기후 조건에 따라 염료의 함량이 달라진다.

우리 나라는 쪽에서 청색 색소를 추출하여 염료를 만드는 방법은 크게 두 가지로 나누면 침전법

¹Corresponding author. Tel. : +82-2-880-8759; Fax. : +82-2-875-8359 ; e-mail : jajoo111@naver.com

과 생즙법이 있다. 전자는 쪽을 저장할 수 있는 상태로 만들어 사용하는 방법으로 쪽 풀을 베어 항아리에 담고 여기에 물을 채워 넣은 후 며칠이 지나 indican이 용출되면 침지한 풀을 건져내고 이 액에 굴껍질이나 고막 껍질을 태운 가루를 붓고 격렬히 저어 주면서 산소를 주입하면 액이 람색이 되면서 색소가 침전한다. 이 색소를 가라앉힌 후 윗물을 버린 후 색소 양급을 얻게 되는데 이것을 이람(泥藍)이라하며 염색을 할 때에 이람을 그대로 사용하거나 건조시켜 분말 상태로 사용한다.^{4,6)}

다른 방법은 쪽 식물의 생잎을 갈아서 물과 혼합하고 이 액을 여과하여 여기에 바로 천을 담고 액속의 indican을 섬유에 흡착시킨 후, 다시 산화시켜 색을 내는 생잎 염색 방법이다. 일반적으로 생쪽 염색은 울어난 쪽물에 얼음을 넣어 염색하는 방법이며, 예부터 하늘색을 나타냈던 쪽빛을 의미하는 것으로 추정된다.^{7,10)} 천연 쪽의 주 성분은 indigotin이라는 청색 색소로 쪽 식물에는 이 색소가 존재하지 않고 포도당 결합한 배당체인 indican의 형태로 존재한다. 이것은 수용액 중에서 가수분해 되면서 glucose와 indoxyl의 성분으로 분리되는데, 이 상태로 섬유와 결합한 후 공기 중의 산소에 의하여 산화되어 indigotin이 된다.^{6,8)} 또한 인독실의 산화과정에서 인독실이 이사틴(Isatin)이 되고 이것이 또 하나의 인독실 분자와 결합하면 적색 색소인 인디루빈(Indirubin)이 생성된다. 이와 같이 천연 쪽에는 청색 색소인 인디고틴 외에 적색 색소인 인디루빈과, 그 외에 인디고 브라운, 인디고 글루텐, 인디고 엘로우 및 무기물이 소량 함유되어 있어⁹⁾ 염색 및 산화 조건에 따라 그 색상이 달리 나타날 수 있다.

정인모⁸⁾는 쪽풀 생잎 중에 함유된 indicarin 쪽풀 속에 존재하는 효소에 의한 분해 특성을 규명하고자 indican이 함유된 발개여뀌 생즙액을 쪽과 비교하여 분광특성을 분석하여, 쪽풀 생즙액에 의한 견 섬유의 염착기구는 indicarin이 공존하고 있는 indicinase 등의 효소에 의해 indoxyl로 분해하였기 때문으로 보고하였다. 또한 염색 온도와 시간에 따른 염색성은 25°C가 35°C에 비해 우수하고, 염색의 반복횟수에 따라 염색성이 크게 증가한다고 하였다. 염색 조건에 따른 색상의 변화는 25°C에서 염색할 경우, 견직물은 염색 10분내의 초기에는 청록계열 (5.24BG)이나 시간이 길어짐에 따라 파랑(B)으로 변해가며, 반면 35°C의 염색에서는 10

분내에는 파랑(1.64B)이나, 염색 시간이 길어지면 청록색(BG)로 변화한다고 보고하였다.

김애순⁷⁾은 쪽 생잎액을 사용하여 면과 견섬유의 염색성을 비교하여 견섬유의 염색성이 우수하다고 하였고, 생쪽에 의한 색상은 견직물이 dark blue의 경향이 강하고 면직물은 dark green과 yellow의 복합된 색상이라고 하였다. 온도에 따라서 20°C보다 60°C가 염착량이 높게 나타났으며, 경향은 면과 견에서 같게 나타났다. 그러나 이 결과는 기존의 문헌¹⁰⁾에서 나타난 저온 염색이 생쪽 염색에 적합하다는 보고와 다른 결과이며 앞선 정인모⁸⁾의 연구에서 나타난 견 섬유의 영향과 차이가 있다.

강지연⁶⁾은 생쪽즙액을 이용하여 견과 양모의 단백질 섬유에 염액의 pH와 온도를 변화시켜 염색한 결과, 견은 20°C > 30°C > 40°C의 순으로 염색성이 낮아졌으며, 양모의 경우는 30°C > 50°C > 40°C의 순서로 나타났으며, 이것은 양모 표면의 스케일 발수성에 의해 50°C가 비교적 높았으나 전반적으로 생쪽 즙액의 염색에는 저온이 유리하다고 보고하였다. 또한 색상의 변화는 a*값이 큰 음의 값을 가져 전반적으로 greeness가 크며, 온도의 증가에 따라 a*의 값은 음의 값이 적어지고, b*의 값 역시 20°C에서 큰 음의 값을 나타내다가 온도가 증가하면서 음의 값이 적어졌고 40°C일 때는 b*는 매우 적은 음의 값을 가져 blueness가 많이 감소하였다고 보고하였다.

이와 같이 생쪽 염색은 우리 조상들이 즐겨 사용하던 염색 방법이였으나, 대부분의 연구가 단백질계 섬유인 견과 양모에 관련되었으며, 염색 조건 중 온도의 영향이 다소 차이가 있게 나타났다. 또한 염색 조건에 따른 색상의 변화에 대한 전체적인 분석이 부족하며 특히 면직물 등의 셀룰로오스계에 대한 연구의 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 대표적인 셀룰로오스계 섬유인 면직물과 비스코스레이온에 대하여 염색 온도 및 시간, 염색 반복 횟수에 따라 염색성 및 색상의 변화를 비교 고찰하여, 천연 염색을 기획, 개발하는데 있어 원하는 색상의 발현에 최적인 염색 방법에 대한 자료를 제시하는 데, 연구의 목적이 있다.

2. 실험 방법

2.1 직물

본 염색 실험에서 사용된 직물 시료는 KS K

0905에 규정된 염색 건뢰 시험용 표준 면포 및 비스코스레이온포를 사용하였고 시료의 특성은 표 1과 같다.

Table 1. Specification of materials

material	Cotton	viscose rayon
specification		
fiber content (%)	100	100
weave	plain	plain
fabric density (warp × weft/5cm)	141 × 135	175 × 109
yarn count : warp	30's	120D
weft	30's	120D
weight (g/ m)	105	80

2.2 색소 추출 및 염색 방법

본 실험에서 사용한 쪽은 연구자가 재배하여 7월말경 쪽의 키가 60~70cm 정도가 되었을 때, 잎부분만을 따서 사용하였다. 채취시기는 오전 이른 시간으로 하여 되도록 싱싱한 생쪽잎을 사용하였고 100g의 생쪽잎에 대하여 물 1ℓ를 넣고 믹서로 10초간 분쇄한 후, 섬세한 포로 여과하여 추출한 액을 사용하였다.

염색 전 면과 비스코스레이온 직물은 탄산나트륨 (10% owf)용액으로 액비 1:50으로 2시간 동안 끓인 후, 증류수로 행구고 자연 건조 시켜 정련하였다.

정련된 직물의 무게를 측정 후, 염색 전 물에 충분히 적셔 놓고, 직물 무게에 대해 50배의 염액을 준비한 후, 염색 온도를 20℃, 40℃, 60℃로 하여 각각 10분에서 40분까지 10분 간격으로 염색하였다. 염색된 직물은 꺼내어 공기 중에 산화시키고, 시료에 따라 2회에서 4회까지 위의 방법을 반복하였다. 완전히 산화 발색된 직물은 증정세제로 소우평한 후 충분히 행구어 주었다.

2.3 표면 염색 농도 (K/S) 및 측색^{11, 12)}

미 염색 직물 및 염색 직물에 대해 분광반사율을 Spectrophotometer(Minolta CM-2600d, Japan)를 사용하여 D65광원, 10차야에서 측정하여 400nm에서 700nm 사이를 10nm 간격으로 표면반사율을 측정 후 Kubelka-Munk 식에 의해 K/S값을 구하고 그것의 합을 구하여 Total K/S를 구하였다. 이

것은 염색 조건에 따라 천연 쪽에 존재하는 색소의 흡착 비율이 달라져 염색 조건에 따른 색상의 차이가 나타나므로 이러한 색의 변화 요인을 배제하기 위해서이다.⁹⁾

또한 염색된 직물의 색채 변화를 검토하기 위하여 CIELAB 표색계의 명도 (metric lightness) L*, 채도 (metric chroma) C* 및 색상각 (hue-angle) h를 측정하고, L*, a*, b*로부터 미치리 염색포와 비교한 색차 ΔE*를 산출하였다.¹¹⁾

$$K/S = (1-R)^2 / 2R$$

K : absorption coefficient

S : scattering coefficient

R : reflectance

$$L^* = 116 (Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

Where, Y : luminous reflectance among tristimulus values of color (% reflectance)

Y₀ : the value of Y for the reflectance white (% reflectance)

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

$$h = \tan^{-1} (b^* / a^*)$$

$$\Delta E^* = [(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

$$a^* = 500 [(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}]$$

Where, a* : its position between red and green axis of CIELAB color space

(a, the smallest a yields green)

b* : its position between yellow and blueaxis of CIELAB color space

(b, the smallest b yields blue)

3. 결과 및 고찰

3.1 염색성

3.1.1 염색 온도 및 시간에 따른 효과

Fig. 1은 생쪽잎 액을 이용하여 면과 비스코스레이온에 대하여 20℃, 40℃, 60℃의 온도에서 10분 간격으로 40분까지 염색한 직물의 Total K/S값을 표시한 그래프이다.

섬유의 종류에 따라서는 면에 비해 전반적으로 비스코스레이온의 염색성이 우수하였으며, 이것은 동일한 셀룰로오스 성분이나, 비스코스레이온의 섬유 내부 결정성이 면 섬유보다 낮아 수분이나 염료의 침투할 수 있는 비결정 부분이 많기 때문이다.¹³⁾

염색 온도에 따라 비스코스레이온의 경우 염색성은 $20^{\circ}\text{C} \approx 40^{\circ}\text{C} > 60^{\circ}\text{C}$ 의 순으로, 20°C 와 40°C 는 염색성에 거의 차이가 없이 60°C 보다 우수한 염색성을 나타내었다. 이것은 앞선 견직물에 대한 정인모⁶⁾의 연구 결과, 25°C 가 35°C 에 비해 우수한 결과를 보인 것과 다소 차이가 있는 것으로, 단백질 섬유에 비해 생쪽잎 추출액에 염색이 어려운 셀룰로오스⁷⁾의 경우, 염료의 확산과 침투 등은 온도가 높은 경우 유리한 조건이 될 수 있으나, 40°C 이상에서는 indican이 indigo로 쉽게 변화되고⁷⁾ 불순물이 생성되어⁶⁾ 온도 상승이 불리하게 작용하여, 결과적으로 20°C 와 유사한 염착 농도를 나타낸 것으로 추정된다.

비스코스레이온의 시간에 따른 염색성은 초기 10분 동안 비교적 급속한 변화를 보인 후, 20분까지 증가 추세이나 30분 이후에는 변화가 거의 없이 일정한 경향을 나타낸다.

면직물의 생쪽잎 추출액에 대한 염색성은 비스코스레이온에 비해 전반적으로 떨어지나, 온도에 따라 큰 차이를 보여 40°C 의 경우, 비스코스레이온과 유사한 수준까지 이른다. 면직물은 온도에 따라 40°C 가 20°C 에 비해 모든 염색 시간의 범위에서 우수한 염색성을 나타내는 데, 이것은 두 온도 간에 차이가 없었던 비스코스레이온과 다른 결과로, 면직물의 경우 비스코스레이온에 비해 결정 부분이 많아 색소의 침투에 불리하며 따라서 높은 온도가 유리한 조건으로 작용하였으나, 이 경우에도 60°C 의 고온에서는 거의 염색이 이루어지지 않았는데 이것은 고온에서 불순물이 생성되는⁶⁾ 쪽 염료의 특징에 기인하는 것으로 판단된다. 앞서 생쪽잎을 이용하여 면직물의 염색성을 관찰한 김애순⁷⁾의 연구에서는 60°C 의 고온이 염료의 염착에 유리하며, 이것은 공기와의 접촉이 없고 시간이 짧아 indican이 indigo로 변화하는 양이 적기 때문이라고 하였는데, 60°C 이상의 고온에서는 염착이 거의 이루어지지 않은 본 연구의 결과와는 다르게 나타났다. 따라서 염착량의 증가라는 측면에서 면직물의 염색은 상온보다는 높은 온도가 염료의 확산 및 침투에 유리하나, 일정 온도 이상에서는 오히려 효과가 떨어지는 결과를 가져오며, 그 임계 온도는 대략 60°C 근처이며, 이 온도는 사용된 염재의 상태 및 염색 방법 등에 영향을 받을 것으로 추측된다.

또한 여름철 생쪽잎 염색 시 얼음을 사용하여 당시의 일반적인 상온보다 낮은 온도에서 염색을

하였다는 문헌¹⁰⁾의 내용과 본 연구 결과는 다르게 나타났는데, 이것은 단순한 염착량의 증가보다는 온도에 따라 발현되는 색상의 차이에 기인한 것으로 저온에서 발현되는 색상을 선호하기 때문으로 판단된다.

염색 시간에 따라, 40°C 에 비해 염색이 다소 어려운 20°C 와 60°C 의 경우 20분정도 이상에서는 염색이 더 이상 진행되지 않고 일정한 양상을 보이거나, 40°C 의 경우 40분까지 계속 염색성이 향상됨을 볼 수 있어 다른 온도에 비해 40°C 는 면섬유의 침투가 용이함을 알 수 있다.

즉 동일한 셀룰로오스 성분으로 된 면직물과 비스코스레이온은 셀룰로오스 분자의 결정성 차이에 따라 염색 시간과 염색 온도에 따라 다소 다른 양상을 보여 주며, 결정성이 높아 색소의 침투가 비교적 어려운 면직물은 염색 온도 20°C 보다 40°C 정도에서 가장 우수한 염색성을 보이는 반면, 결정화도가 낮은 비스코스레이온은 20°C 와 40°C 에서 유사한 경향을 보였다. 그러나 고온에서 비교적 유리한 면직물의 경우에도 60°C 의 고온에서는 오히려 낮은 염색성을 나타내어, 섬유의 결정화도와 같은 시료 특성에 따라 최적 염색 조건이 변화됨을 알 수 있다.

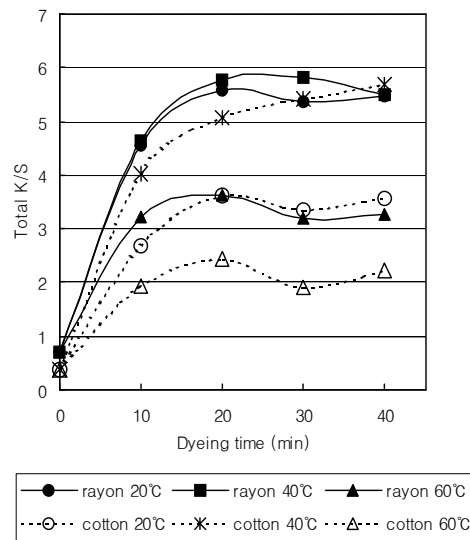


Fig. 1. Effect of dyeing time on total K/S value of cellulose fabrics dyed with fresh leaf of indigo.

3.1.2 반복 횟수에 따른 효과

Fig. 2는 10분간의 염색 및 산화의 과정을 1회에서 4회까지 반복하여 염착 농도를 측정한 결과이다. 앞서 온도 조건에서 염색이 거의 이루어지지 않은 60°C의 조건을 제외하고 20°C와 40°C의 조건에서 실험하였다.

비스코스레이온은 두 온도의 범위에서 비슷한 경향을 보이는 것은 염색 시간별 결과와 유사하나, 3회 이상의 횟수에서는 40°C가 20°C에 비해 염착 농도가 증가하게 나타나, 반복 염색 할 경우 고온 염색이 염액의 침투가 용이해져 염색성에 유리한 것으로 판단된다. 그러나, 면 직물의 경우 반복 횟수에 관계없이 40°C가 20°C에 비해 높은 염색성을 나타내었으며 반복에 따라 염착농도가 증가하는 추세이다.

또한 20°C 온도에서 면과 비스코스레이온 직물은 모두 반복 횟수에 따라 염착 농도의 완만한 증가를 보이는 반면, 40°C는 면과 비스코스레이온 직물 모두에서 반복 횟수 3회 이상에서 염착 농도의 급격한 증가를 보이는데, 따라서 셀룰로오스계 섬유에 생쪽 즙액의 반복 염색을 이용하여 농색을 얻기 위해서는 20°C의 저온보다는 40°C가 유리한 조건임을 알 수 있다. 이것은 선행 연구(6)~(8)와 같은 결과로, 짙은 색의 염색을 원할 경우, 염색 시간의 증가보다 염색의 반복 횟수를 증가시키는 것이 유리함을 알 수 있다.

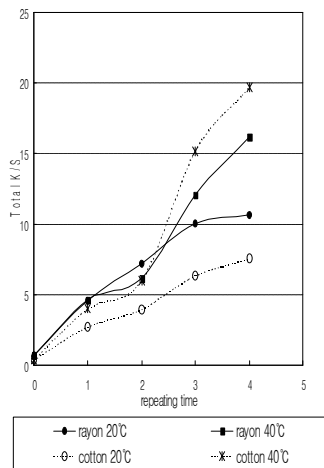


Fig. 2. Effect of repeating time on total K/S value of cellulose fabrics dyed with fresh leaf of indigo.

3.2 색채의 발현

염색의 효과는 색의 농색화 이외에 염색자가 표현하고자 하는 색채의 발현이 중요한 관점으로, 따라서 K/S에 의한 염색 농도 이외에 색채의 변화를 살펴볼 필요가 있다. 따라서 생쪽잎 추출액으로 염색한 면과 비스코스레이온 직물의 색채 변화를 CIELAB 표색계의 명도(L*) 채도(C*), 색상각(h), 색차(ΔE*) 및 a*, b* 값을 통해 분석하였다.

색차(ΔE*)는 표준색과의 차이에 의해 색채를 표시하는 방법으로 본 연구에서는 미 염색된 면과 비스코스레이온 직물을 표준시료로 하여 염색된 시료의 색을 L, a, b,의 색의 3요소에 대해 Hunter의 색차식을 사용하여 계산하였다.¹¹⁾ 따라서 본 연구에서 표현된 색차는 색 공간에 있어서 미염색된 직물과 염색 시료의 거리에 해당하는 것으로 색차가 클 수록 인지되는 색상의 차이가 큰 것으로 판단할 수 있다.

Table 2와 3은 CIELAB 표색계에 의한 명도(L*) 채도(C*), 색상각(h) 및 색차(ΔE*)에 대한 값을 나타낸 것이며, 그림 3과 4는 표색계 L*, a*, b*의 Chromaticity diagram으로 색상과 채도의 변화를 알 수 있다. 그림에서 a*는 red 방향, -a*는 green 방향, b*는 yellow 방향, -b*는 blue 방향을 나타내고 있는데, a*, b*의 절대값의 수치가 클수록 채도 C* 값이 높고 선명한 색이 되며, 중심으로 가까워질수록 채도가 낮은(grayish) 색이 된다. h는 색상 각도로, 그림에서 a* red 방향의 축을 0로 하여 축으로부터 반 시계 방향의 이동 각도로서, 색의 위치를 나타낸다.¹²⁾

3.2.1 염색 시간 및 온도의 효과

3.2.1-1 비스코스레이온 염색

Table 2는 생쪽잎 염색 온도 및 시간에 따른 비스코스레이온 직물의 색채 변화를 나타낸 것으로, 온도에 따라 색차(ΔE*) 값은 평균적으로 20°C > 40°C > 60°C의 순으로 저온에서의 색차 변화가 가장 크게 나타났고 고온인 60°C의 색차 변화가 가장 낮았다.

명도(L*)의 값은 클수록 밝은 색을 의미하며, 온도에 따라서 20°C와 40°C는 명도가 비교적 낮고 차이가 없었으며, 반면 60°C의 고온에서 명도가 높아 염색하지 않은 시료에 가까운 것을 볼 수 있다. 이것은 앞서 염착 농도(K/S)의 결과와 일치하게 나타난다.

Table 2. Color change of viscose rayon fabrics dyed with fresh leaf of indigo

Temp. (°C)	Dyeing time (min)	L*	C*	h	ΔE*
Untreated	0	92.48	2.04	95.42	-
20	10	82.88	12.38	199.62	16.19
	20	81.39	12.95	195.46	17.43
	30	81.84	12.56	193.73	16.81
	40	81.67	12.36	192.62	16.73
40	10	83.72	10.31	174.52	13.39
	20	82.18	10.93	161.23	14.54
	30	80.73	10.87	156.80	15.00
	40	83.00	10.88	153.97	13.75
60	10	87.53	9.89	143.25	9.976
	20	86.92	10.31	141.80	10.59
	30	87.93	9.86	137.25	9.603
	40	87.58	8.77	136.74	8.849

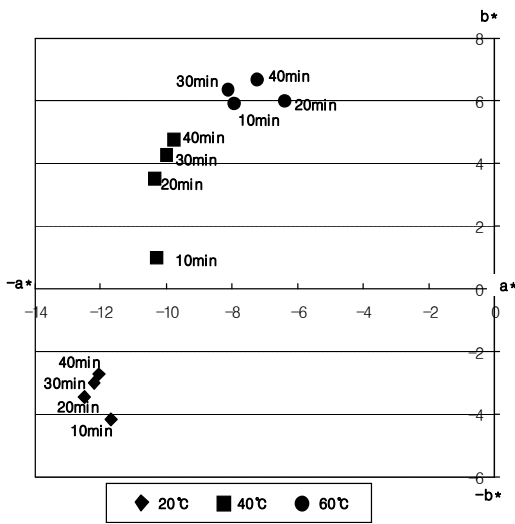


Fig. 4. Color plot of viscose rayon fabrics dyed with fresh leaf of indigo.

채도(C*) 값은 온도에 따라 20 °C > 40 °C > 60 °C의 순으로 나타나, 저온에서 선명한 색을 나타내어 비교적 vivid한 느낌이 강한 것을 알 수 있으며 반면, 온도가 높아짐에 따라 색상이 탁해지는 경향을 보였다.

색상각(h) 값은 온도에 따라 20 °C에서는 180° 이상의 값으로 전체적으로 파랑색과 녹색사이의 계열색 (blue-green)을 띠고 있으며, 40 °C와 60 °C의

온도에서는 90°와 180° 사이로 노랑색과 녹색계열 (yellow- green)을 띠고 있다. 특히 60 °C의 고온에서는 노랑계열의 색이 강해지고 있음을 알 수 있는데, 따라서 온도의 경우, 저온 염색이 파란 색채가 강해 생쪽잎 염색에 의한 전형적인 하늘빛이 나타난다는 것을 보여 준다.

따라서 앞서 total K/S 값으로 본 염색성은 20 °C와 40 °C에서 큰 차이를 보이지 않았으나, 색채의 변화는 저온일수록 노랑 기미가 덜하고 파랑색이 강하여, 옛 문헌에서 나타나는 전통적인 쪽 특유의 하늘 빛 염색을 위해서는 저온 염색이 적당했음을 유추할 수 있다.

이런 색채의 경향은 Fig. 3의 표색계에서 다시 확인 할 수 있는데, 20 °C의 염색은 전체적으로 -a*와 -b* 사이에, 40 °C와 60 °C는 -a*와 +b*의 축 사이에 분포하고 있으며, 60 °C가 +b*의 축의 값이 커 노랑색이 더 나타나고 있다.

염색 시간에 따른 색채의 변화는 시간이 증가함에 따라, b* 값의 증가를 볼 수 있어, 염색 시간이 길어질수록 노랑색이 강해지고 있음을 알 수 있다. 또한 비교적 저온인 20 °C와 40 °C는 시간 증가에 따라 b*의 값의 증가에 비해 a*의 값의 변화는 거의 나타나지 않았다. 즉 염색 시간이 길어질수록 파랑색에서 노랑색 계열로 변화됨으로 파랑색의 선명한 색상을 얻기 위해서는 짧은 시간의 염색이 유리할 것으로 판단된다. 생쪽즙액의 견직물에 대한 선행 연구⁹⁾에서는 일반적으로 40 °C 미만의 온도에서 시간을 달리하여 염색할 경우, 파랑색(B)에서 녹색계 파랑(BG) 범위의 색채를 나타내어 시간에 따라 다른 색채로 변화하는 본 연구 결과와 일치한다. 그러나 단백질계의 견직물에서는 시간에 따라 서로 반대 방향으로의 색채 변화를 나타낸 반면, 셀룰로오스계 섬유유의 경우, 시간이 증가함에 따라 전체적으로 노랑색이 증가하여 전체적으로 녹색대를 나타내었다.

이와 같이 total K/S에 따라 염색성을 판단할 경우, 20 °C와 40 °C의 차이가 없으나, 색채의 변화까지 고려할 경우, 선명한 쪽빛의 파란색을 얻기 위해서는 저온인 20 °C가 유리하며, 염색 시간도 짧을수록 파란색이 강한 색상을 얻을 수 있다.

3.2.1-2 면 염색

Table 3은 면에 대하여 생쪽잎 염색을 한 결과, 색채 변화를 나타낸 표이며, Fig. 4는 이 결과를 a*, b* 표색계에 표시한 것이다.

온도에 따른 영향은 중간 온도인 40°C에서의 색차(ΔE^*)값이 가장 커 염색되지 않은 시료에 비해 색상의 변화가 크고, 명도(L^*) 값이 가장 낮아 염색이 진하게 이루어졌음을 알 수 있는데 이것은 total K/S값의 결과와 같은 결과이며, 채도(C^*) 값도 40°C에서 가장 높아 미 염색 면직물에 대해 상대적으로 가장 선명한 색상을 나타내었다. 그러나 앞선 비스코스레이온이 결과와 비교할 경우, 생쪽

염색된 면직물의 색차(ΔE^*)값은 작고 명도(L^*)는 높아 염색성이 떨어지며, 채도(C^*)도 낮은 값으로 비스코스레이온에 비해 면직물이 선명도가 낮고 탁한 색상을 보여준다.

Fig. 4에 나타난 a^* , b^* 값의 변화는 온도에 따라 20°C의 b^* 값이 가장 낮아 파랑색이 강하며, 40°C는 20°C에 비해 a^* 축의 변화는 없으나 b^* 축의 값이 높아 노랑색이 다소 나타나 색채는 전체적으로 녹색계를 나타낸다.

이와 달리 60°C는 20°C와 40°C에 비해 a^* 값이 증가하여 붉은 느낌이 나타난 것을 알 수 있다. 이것은 천연 쪽에 인디고틴과 같은 청색계 색소 외에 다른 색소가 포함되어 있는데 40°C 이상의 온도에서는 인디고 레드와 인디고 브라운과 같은 이성질체가 생성되어¹⁴⁾ 이와 같이 붉은 색이 증가하게 된다. 또한 60°C는 a^* , b^* 축의 원점과 거리가 가까워 채도가 낮아 전체적으로 탁한 색을 나타내게 된다.

시간의 증가에 따라서 색채 변화는 일정 한 방향으로의 직선적인 변화를 보이지는 않으나, 전체적으로 b^* 값의 증가를 보이며 변화의 폭은 초기 10분과 20분 사이에 크게 나타났고 이후 20분 이상에서 색채의 변화 폭이 적게 나타남을 볼 수 있다. 또한 비스코스레이온과 마찬가지로 염색 시간이 길어짐에 따라 색상에서 b^* 축으로 증가를 보여 파랑색 계열이 감소하면서 녹색계가 증가함을 볼 수 있다.

Table 3. Color change of cotton fabrics dyed with fresh leaf of indigo

Temp. (°C)	Dyeing time (min)	L^*	C^*	h	ΔE^*
Untreated	0	94.51	1.70	99.30	-
20	10	86.61	7.49	171.18	10.67
	20	84.83	7.85	156.48	11.99
	30	85.31	7.54	160.63	11.46
	40	84.97	7.35	153.75	11.55
40	10	84.50	8.45	143.23	12.40
	20	83.06	10.48	133.40	14.63
	30	82.22	9.05	139.09	14.58
	40	81.94	9.18	136.20	14.83
60	10	89.52	6.73	143.94	7.54
	20	88.68	7.97	126.51	8.74
	30	90.47	8.84	118.21	8.30
	40	89.31	7.29	116.93	7.70

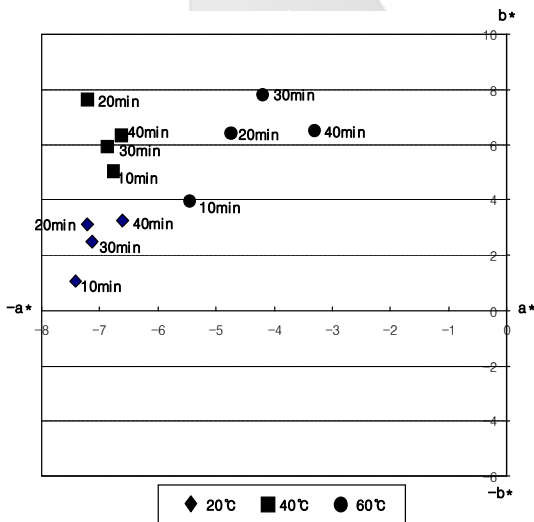


Fig. 5. Color plot of cotton fabrics dyed with fresh leaf of indigo.

3.2.2 반복 염색의 효과

3.2.2-1 비스코스레이온 염색

앞서 total K/S의 결과에 따르면 염색 횟수가 증가함에 따라 염착량이 증가하였고, 이것은 시간의 증가에 비해 효과적이었으며, 비스코스레이온은 특히 40°C에서 증가의 폭이 크게 나타났다.

Table 4와 Fig. 5는 비스코스레이온에 대한 생쪽 잎 염색을 4회까지 반복함에 따라 변화하는 색채의 변화를 나타낸 것으로 반복 염색에 따라 색차(ΔE^*)가 증가하고 있다. 또한 미 염색된 직물에 비해 명도(L^*)는 감소하는 추세로 색의 농색화가 진행되고 있음을 알 수 있다. 채도(C^*)는 20°C의 온도에서 염색이 반복됨에 따라 그 값이 감소하여 전체적으로 탁한 색상으로 변화됨을 알 수 있는데 이러한 경향은 40°C에서는 일정한 방향으로 나타나지 않는데, 변화의 폭이 크지 않아 선명도에는

Table 4. Effect of repeating time on color change of viscose rayon fabrics dyed with fresh leaf of indigo

Temp. (°C)	Repeating times	L^*	C^*	h	ΔE^*
undyed	0	92.48	2.04	95.42	-
20	1	82.88	12.38	199.62	16.19
	2	78.71	10.10	194.10	17.35
	3	75.64	9.85	176.67	19.45
	4	74.98	8.69	166.59	19.34
40	1	83.72	10.31	174.52	13.39
	2	82.17	8.82	156.79	13.90
	3	74.67	11.10	139.62	20.36
	4	71.18	10.77	138.54	23.29

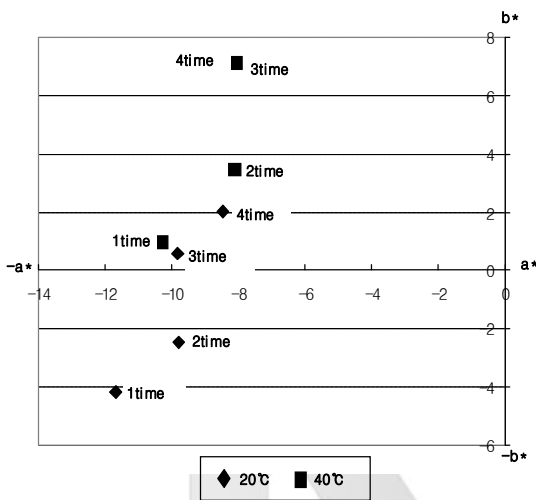


Fig. 6. Effect of repeating time on color plot of viscose rayon fabrics dyed with fresh leaf of indigo.

영향이 비교적 적음을 알 수 있다.

또한 염색이 반복됨에 따라 전체적으로 a^* 값의 변화에 비해 b^* 축으로 이동이 크게 나타나, 색채는 점점 노랑색을 띠게 되는데 이것은 앞서 온도의 영향에서와 같이 적색 계열의 색소 성분이 생성되거나 흡착하는 영향보다는 염록소와 같은 녹색계의 색소가 염착되면서 나타난 결과로 판단된다.

3.2.2-2 면 염색

Table 5와 Fig. 6은 면에 생쪽잎 염색을 반복하여 하였을 경우, 색채의 변화를 나타낸 것이다. 면의 염색에서 반복 염색은 색차(ΔE^*) 값의 증가를

가져오는데 특히 40°C의 경우 변화가 크게 나타났으며, 최종 40°C에서 4회 반복 염색한 면 직물의 경우 같은 조건하에서 염색된 비스코스레이온과 비교하였을 경우 각각 27.84와 23.29로 면직물이 높은 값을 나타내었다. 또한 명도(L^*)의 감소 정도도 비스코스레이온에 비해 크게 나타나 반복 염색에 의한 농색화는 비스코스레이온보다 면에 효과적임을 알 수 있다.

채도의 변화는 초기 반복 횟수가 증가할 경우 다소 감소하여 색상이 탁해졌으나, 반복이 진행됨에 따라 오히려 증가하여 반복 염색이 색상의 선명도를 크게 떨어뜨리지 않음을 알 수 있다.

Table 5. Effect of repeating time on color change of cotton fabrics dyed with fresh leaf of indigo

Temp. (°C)	Repeating time	L^*	C^*	h	ΔE^*
undyed	0	94.51	1.70	99.30	-
20	1	86.61	7.49	171.18	10.67
	2	83.89	6.35	161.00	11.85
	3	79.71	6.64	163.00	15.76
	4	78.26	6.99	150.26	17.09
40	1	84.50	8.45	143.23	12.40
	2	79.99	5.23	171.55	15.11
	3	70.86	9.27	142.02	24.73
	4	67.44	8.64	144.60	27.84

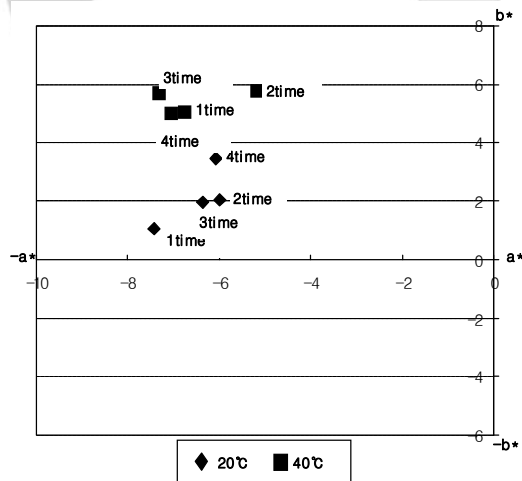


Fig. 8. Effect of repeating time on color plot of cotton fabrics dyed with fresh leaf of indigo.

색상의 변화를 a^* , b^* 값으로 살펴본 결과, 반복 횟수가 증가하면서 b^* 값이 다소 증가하여 파랑색이 감소하는 경향을 보이며, 온도 20℃에서는 반복 횟수에 따라 직선적 증가를 보이나 40℃는 그 경향이 뚜렷하지 않았다.

3. 결론 및 요약

셀룰로오스계 섬유 중 천연 섬유인 면직물과 재생 섬유인 비스코스레이온에 대하여 염색 온도 및 시간, 반복 횟수에 따라 염색성 및 색상의 변화를 비교 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 섬유의 종류에 따라, 1회 염색 시, 비스코스레이온이 면에 비해 우수한 염착량을 보였으며, 염색 온도에 따라 비스코스레이온은 20℃와 40℃에서 total K/S값의 차이가 없고, 면은 40℃에서 더 효과적으로 나타났으며, 60℃의 경우 면과 비스코스레이온 모두에서 염착량이 가장 적은 값을 보였다.
2. 반복 염색에 따라 염착량은 증가하는 것으로 나타났는데, 특히 면과 비스코스레이온 모두 40℃의 온도에서 3회 이상 반복 염색 시 염착량의 증가가 크게 나타났다.
3. 색채의 변화는 섬유 종류에 따라 비스코스레이온이 면에 비해 파랑색 계열의 값이 크게 나타났다.
4. 온도의 경우, 면과 비스코스레이온 모두 저온인 20℃에서 b^* 값이 낮아 파랑색 계열이 강했으며, 반면 온도가 상승함에 따라 b^* 값이 증가하여 노랑색 계열이 포함되는 경향을 나타내었다. 염색 시간의 증가에 따른 색채의 변화도 같은 경향을 나타내었다.
5. 반복 염색에 의한 염착량의 변화는 면의 경우 반복 염색에 의해 변화의 폭이 크게 나타나, 반복 염색에 의한 농색화는 비스코스레이온에 비해 면이 효과적이었다
6. 반복 염색에 의한 색채의 변화는 면과 비스코스레이온 모두 a^* 의 축보다는 b^* 축의 변화가 크게 나타났고, 그 값의 변화는 1회 염색 시 파랑색이 강했던 비스코스레이온에서 크게 나타났다. 이와 같이 비스코스레이온과 면의 셀룰로오스계 섬유에 대한 생 쪽잎 염색은 염색 시 온도와 시간에 따라 염착량 및 색채가 다르게 나타나며, 또한 반복 염색에 의한 농색화가 효과적인 것으로 나타나, 색상

을 기획, 개발하는데 있어 원하는 색상에 따라 다른 염색 조건의 선택이 필요할 것이다.

감사의 글

본 논문은 2004년도 서울대학교 생활과학연구소의 일부 연구비 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

1. 조 경래, "천연염료와 염색", 형설출판사, 서울, (2000).
2. Balfour-Paul, Jenny, "Indigo in the Arab World", Curzon Press, Richmond, (1997).
3. 문 경현 "한국 고대 의복 소재의 염색 디자인 지식", 한국염색기술연구소., (2003).
4. 한 광석, "쪽물 드리기", 대원사, (1997).
5. K.C. Chung, A Study on the carved design of the traditional indigo: About NaJu Traditional Indigo. Master's Thesis, Catholic University of Daegu, (1999).
6. J. Y .Kang, Natural Indigo Dyeing on Protein Fibers, Ph. D. Thesis, Seoul National University, (2001).
7. A. S. Kim, The study on the dyeing properties of natural dyeing(2) -Dyeing properties of cotton and silk fabrics by color solution extracted from lear dyeing of indigo plant-, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, 7, 16~24, (1995).
8. I. M .Chung, Dyeing of silk by use of fresh leaves of indigo plant, *Korean J. Seric. Sci.*, 42, 36~41, (2000).
9. Mark, H, F., Othmar, D, F., et al. "Encyclopedia of chemical technology(3rd Ed.)", Vol 8, John Wiley & Sons, (1979).
10. 서 유걸, "임원십육지 (임원경제지) 전공지". 보경문화사, (1983).
11. 김 공주, "색채과학", 대광서림, (1999).
12. S.M.Choi, S.C.Choi, and Tomiji Wakida, Effec of Sputter etching on color change of polyamide fabrics dyed with natural dyes, *J. of the Korean Fiber Society*, 35, 222~232 (1998).
13. 김 성련. "피복재료학", 교문사, (2000).
14. 北澤勇二. 染生葉染め實第技法と秘訣, 染織 a, 160(30), (1994).