

치자와 소목의 혼합염색에 의한 견의 염색특성

성 우 경

경일대학교 섬유패션학과

The Dyeing Characteristics of Silk by Combination Dyeing of Gardenia and Sappan Wood

Woo Kyung Sung

Def. of Textile & Fashion technology, Kyungil University, Kyungsan, Korea

Abstract : On the whole the various medium colors were developed by repeat dyeing with different colorants after dyeing with one colorant in case of natural dyeing. In this study, however in order to obtain various colors on silk fabrics with natural dyes, pre-mordanting and combination dyeing were carried out. Metal compounds containing alum, copper and iron were used for pre-mordants. Gardenia and Sappan wood were used as colorants for combination dyeing. In combination dyeing of Gardenia and Sappan wood, these two natural colorants showed good miscibility in dye bath. The various colors were obtained according to various metal compounds for pre-mordants and various mixing portion of Gardenia and Sappan wood.

Key words : gardenia, sappan wood, mordants, medium colors, combination dyeing

1. 서 론

합성염료는 제조시 사용되는 일부의 중간체가 인체에 유해하고 염색과정시 발생하는 폐수가 사회적인 문제점으로 지적되고 있다. 최근들어 천연염료가 고급화되는 추세와 더불어 기능성이 강조되는 제품이 많이 소개되고 있다. 이러한 현실과 함께 천연염색에 의하여 염색된 직물은 향균, 소취, 방향성 등의 우수한 기능성을 나타내므로 이와 관련된 연구가 최근 활발히 진행되고 있다(공광중 등, 1999; 김병희·송희순, 1999; 임경울·전택진, 2001; 김혜인 등, 2001; 최순화·조용석, 2001).

천연염료는 발색성의 특성에 따라 단색성염료와 다색성염료로 분류된다. 단색성염료는 매염제가 달라도 색상이 거의 변하지 않지만 견뢰도 특히 수세견뢰도를 향상시키기 위하여 매염제를 처리하기도 한다. 다색성염료는 매염제의 종류에 따라서 다양한 색상을 나타내기 때문에 나타내고자 하는 색상에 따라 이에 적당한 매염제를 선정하여야 한다.

단색성염료 중 하나인 치자나무의 학명은 *Gardenia jasminoides*, 영어명은 *Gardenia*으로 치자라고도 불리우는 꼭두서니과에 속하는 상록활엽관목으로서 열대 또는 아열대 식물로서 우리나라 남부지방과 일본, 대만, 동남아시아 등에서

많이 생산된다. 염재로는 열매가 사용되며 여러가지 약리작용을 가지므로 식품의 착색에도 사용되어진다. 치자의 색소 성분은 빛, 열, 공기, 산, 알칼리 등에 불안정하여 변성 및 분해되기 쉬운 물질인 carotinoide계 색소의 일종인 crocin으로 단색성염료로서 분류상 직접염료에 속한다(남성우, 1998).

김광수·김연중(1997)은 천연염료의 추출과정에서 crocin 색소의 성질이 변해가는 특성과 불순물을 함유한 비정제 crocin 및 정제된 crocin이 열과 빛에 의한 분해정도를 조사하여 최적의 추출증진효과를 연구한 바 있다. 다색성염료 중심재료로부터 색소가 추출되는 소목의 학명은 *Caesal pinia sappan*, 영명은 *Sappan wood*, *Red wood*으로 소방목 또는 소방으로 불리고 있고, 인도, 말레이시아가 원산인 콩과에 속하는 상록 교목(喬木)이다.

색소의 주성분은 brazilin이 공기산화 되어 생성된 brazilein으로, 다색성염료로서 분류상 매염염료에 속한다(남성우, 1998; 김규범·김종순·윤영숙, 2000). 일반적으로 소목으로서 견섬유를 염색시 후매염법은 매염과정에서 색소가 용출되는 경향이 있으므로 주로 선매염법이 적용된다. 한편 천연염료를 이용한 섬유제품의 색상을 다양화하기 위해서는 각 염재가 갖는 색상의 중간색을 얻는 것이 필요하다. 이를 위하여 종래에는 한 종류의 염재로 염색한 다음, 다른 종류의 염재로써 원하고자 하는 색상이 나올 때까지 반복하여 염색하는 까다로운 방법에 의존하였다.

따라서 이러한 점을 개선하기 위하여 몇가지 색상을 지닌 천

Corresponding author; Woo Kyung Sung
Tel. +82-53-850-7207, Fax. +82-53-850-7605
E-mail: wksung@bear.kyungil.ac.kr

염염재들을 일정한 비로써 혼합하여 중간색들을 구현하기 위한 혼합염색에 관한 연구(남성우 등, 1996; 황은경 등, 1998; 임경울 등, 2001)가 최근에 이루어진 바 있으나, 혼합염색에 있어서 다양한 매염제의 적용과 더불어 천연염재간의 혼합비가 분광특성과 색상변화에 미치는 염색적 특성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 황색 단색성계 염재인 치자와 적색 다색성계 염재인 소목색소를 이용하여 매염제의 종류[FeSO₄, Al₂O(CH₃COO)₄, Cu(CH₃COO)₂]와 치자와 소목의 각 혼합비에 따른 견의 염색특성을 분광특성변화와 색상변화 등으로서 비교 검토하였다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

시료는 시판 정련, 표백된 견을 사용하였으며 시료의 특성은 Table 1과 같다. 천연염재로는 치자와 소목심재로서 시중 약재상에서 구입하였다. 매염제는 IronII Sulfate · 7H₂O, Aluminium Acetate, CopperII Acetate monohydrate를 사용하였고, 추출용매는 메탄올을 사용하였다.

Table 1. Characteristics of silk fabric

Weave	Counts		Fabric density(thread/inch)		Weight (g/m ²)
	Warp	Weft	Warp	Weft	
Plain	50D	45D/3	90	63	32

2.2. 색소의 추출 및 농축

치자열매 100 g 및 소목심재 100 g을 methyl alcohol 700 ml을 가하여 reflux condenser에서 40분 추출하고 여과한 다음 3회 반복하여 색소를 추출하였다. 얻어진 추출액은 합쳐서 40°C에서 rotary evaporator를 사용하여 치자색소와 소목색소 농축액 각각 150 ml를 제조하였다.

2.3. 천연색소와 매염제간의 혼합용액시 분광특성

추출, 농축시켜 얻은 치자색소와 소목색소의 매염제(Al, Cu, Fe)에 의한 영향은 이들의 용액을 적당한 농도 즉 천연색소는 0.5%, 매염제는 0.1%로 희석하여 혼합용액을 조제하여 UV/VIS Spectrophotometer(V-550, Jasco)을 사용하여 분광특성으로서 평가하였다.

2.4. 선매염 및 염색

매염제 농도 3% o.w.f, 욕비 1:80, 80°C에서 30분간 처리를 하여 견을 선매염 처리를 하였다. 치자색소와 소목색소 농축액을 각각 10:0-0:10(10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9, 0:10)의 조건으로 혼합한 염액으로 무매염 및 선매염한 시료에 대하여 염료농도 200% owf, 욕비 1:50, 80°C에서 60분간 염색하였다.

2.5. 염착특성과 색채특성 평가(Saltzman, 1981)

염색물의 분광반사율곡선은 CCM(Datacolor Spectraflash SF600)을 이용하여 광원 D65, 10°조건으로 360 nm~700 nm에서 10 nm의 파장간격으로 측정된 반사율로부터 구해졌고, 또한 각 파장에서 주어지는 반사율의 합계 및 다음 (1)의 Kubelka-Munk식에 의해 구해지는 K/S값의 합계 등의 거동으로부터 염색물의 표면 염착특성을 평가하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (1)$$

여기서, R은 최대흡수파장에서의 표면반사율(0 < R < 1)이며, K는 흡광계수, S는 산란계수이다. 또한 염색물의 표면 색채특성은 CIELAB계의 L*, a*, b* 및 H°등의 인자로서 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 매염제 처리에 따른 분광반사율의 변화

Fig. 1은 무매염, 초산알루미늄(이하: Al), 초산구리(이하: Cu) 및 황산철(이하: Fe) 등의 각종 금속매염제로 처리된 견시료의 분광반사율곡선을 나타낸 것이다. Al매염시료는 거의 미처리시료와 같이 분광반사율곡선은 360 nm에서 500 nm의 범위에 걸쳐서 반사율이 증가하다가 그 이후의 파장대에서 거의 일정한 반사율을 가지는 극히 옅은 yellow를 나타내었다.

이때 Al매염시료가 전파장 범위에 걸쳐서 반사율의 값들이 미소하게 높아 미처리시료에 비하여 약간 밝은 tone을 나타내었다. 또한 Cu매염시료는 500 nm에서 완만한 최대반사율의 값을 가지는 yellowish-green, Fe매염시료는 360 nm에서 700 nm에 이르기까지 반사율이 완만하게 증가하는 redish-yellow를 나타내었다.

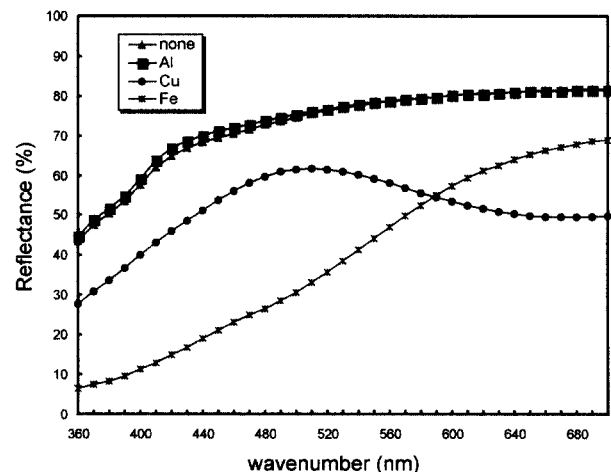


Fig. 1. Changes in the reflectance spectra of silk fabrics pre-mordanted with various mordants.

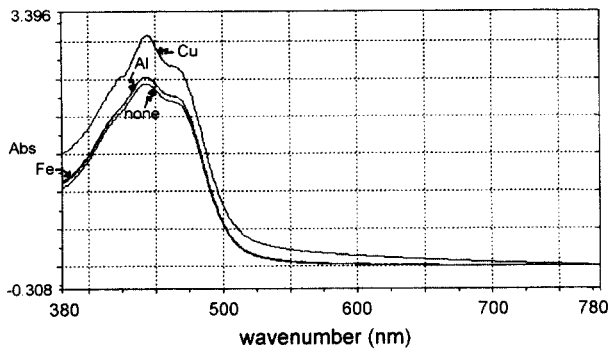


Fig. 2. Effect of various mordants on the absorbance spectra of color solution extracted from Gradenia.

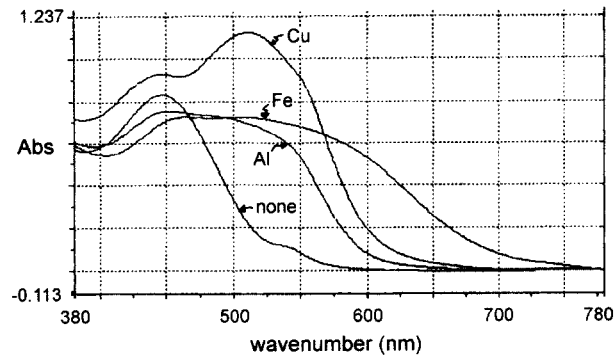


Fig. 3. Effect of various mordants on the absorbance spectra of color solution extracted from Sappan wood.

3.2. 천연염재와 매염제의 혼합용액시 스펙트럼의 변화

Fig. 2와 Fig. 3은 각각 치자색소와 소목색소가 매염제 (Al, Cu, Fe)에 의한 영향을 알아보기 위하여 이들의 용액을 적당한 농도 즉 추출, 농축시켜 얻은 천연색소의 0.5%, 매염제는 0.1%로 희석하여 혼합용액을 조제하여 가시광선 영역내에서 흡광도의 거동을 나타낸 것이다. Fig. 2에서 치자색소는 매염제의 종류에 따라 흡광도의 변화는 다소 있으나, 매염제가 포함되지 않은 blank용액과 같이 yellow의 색상을 나타내어 최대흡수파장은 약 440 nm에서 거의 동일하게 나타났다.

이러한 사실로부터 치자염료는 매염제와의 반응이 일어나지 않는 단색성 천연염료임을 알 수 있다. 또한 Fig. 3의 소목색소의 경우 매염제가 포함되지 않은 blank용액은 450 nm에서 최대흡광도를 나타내지만, 매염제 Fe에 의해서 450 nm에서 500 nm의 범위에 이르기까지 broad한 최대흡광도를 나타내어 청색을 나타내었고, Cu에 의해서는 513 nm에서 제1의 최대흡수 그리고 450 nm에서 비교적 높은 제2의 최대흡수가 일어나 자색을 나타내었고, Al에 의해서는 450 nm에서 최대흡수가 일어나 적색에 가까운 색상을 나타내었다. 이러한 사실로부터 소목은 매염제에 의하여 색상이 변하는 다색성염료임을 알 수 있다.

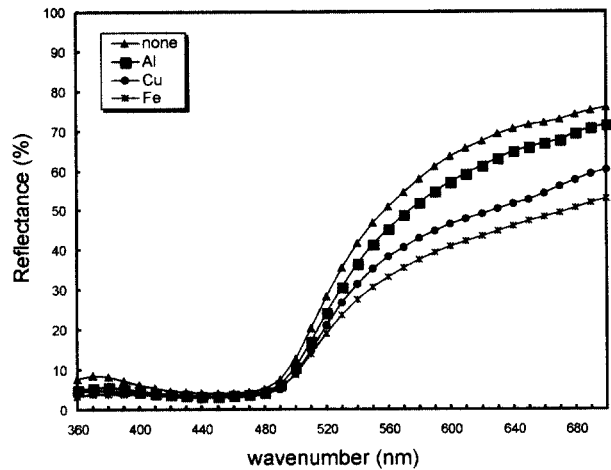


Fig. 4. Changes in the reflectance spectra of silk fabrics pre-mordanted with various mordants and dyed with Gradenia.

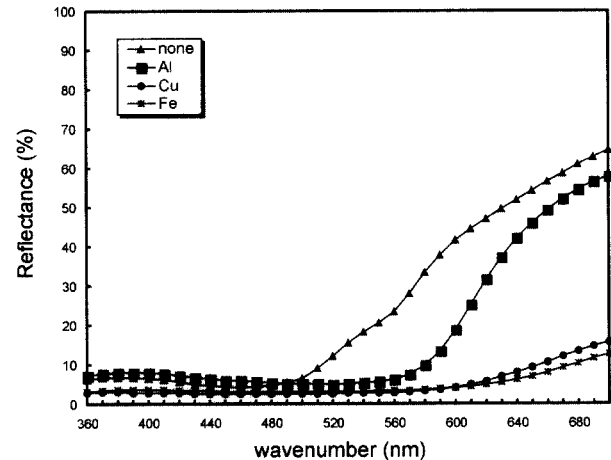


Fig. 5. Changes in the reflectance spectra of silk fabrics pre-mordanted with various mordants and dyed with Sappan wood.

3.3. 매염제가 단독염색시에 미치는 분광반사율의 영향

Fig. 4와 Fig. 5는 선매염한 후, 각각 치자와 소목 단독으로 염색을 하였을 때 얻어지는 염색물의 분광반사율을 나타낸 것이다. Fig. 4에 따르면 무매염 염색시료나 Al, Cu, Fe 등의 각종 매염제를 처리한 염색시료는 전체적인 분광반사율곡선의 형태는 동일한 거동을 나타내었다. 즉 360 nm~460 nm에서는 3%~9%정도의 낮은 반사율을, 그리고 460 nm에서 700 nm에 이르기까지는 점차적으로 반사율이 증가되는 경향을 나타내었다. 이때 무매염 > Al > Cu > Fe매염제 처리 순으로 반사율곡선이 낮아짐으로서 무매염한 Yellow의 색상에 비하여 미소하게 명도가 낮아지는 거동을 나타내었다.

따라서 Fig. 2와 관련해서 볼 때 이미 알려진 바 치자색소는 carotinoide계 색소의 일종인 분류상 직접염료에 속하는 crocin으로 매염제 없이도 염착 가능하며, 또한 매염제에 의하여 거의 색상변화가 일어나지 않는 단색성 천연염료임을 알 수 있다.

또한 Fig. 5에 따르면 무매염한 경우 소목은 산성매염염료의 일종으로 견섬유에 대하여 친화성이 적으므로 Yellow의 색상을 나타내나, Al처리 경우는 360 nm~540 nm에서 반사율이 7%~9%를 나타내고 이후의 파장대에서 현저하게 증가하여 비교적 선명한 적색을 나타내었다. Cu와 Fe처리의 경우는 360 nm~580 nm에서 반사율이 2%~4%를 유지하다가 그 이후의 파장대에서는 Al처리에 비하여 반사율의 증가가 둔화되었고, 이때 Cu가 Fe에 비하여 다소 반사율의 증가가 크게 나타나 Al처리에 비하여 Cu처리는 다소 어두운 적색을 나타내었고, Fe 처리시에는 적색의 농도가 더욱 증가하면서 육안적으로는 짙은 적자색을 나타내었다.

이처럼 소목의 경우는 Fig. 3과 관련해서 볼 때 이미 알려진 바, 소목의 색소성분은 brazilin이 공기산화 되어 생성된 brazilein으로, 매염제의 종류에 따라 색상과 염착농도가 변하는 다색성염료로서 분류상 매염염료에 속하여 어느 정도 높은 염착력을 나타내기 위해서는 적당한 매염제를 필요로 함을 알 수 있다. 다만 소목염색과 매염제들 간의 용액상에서의 색상변화

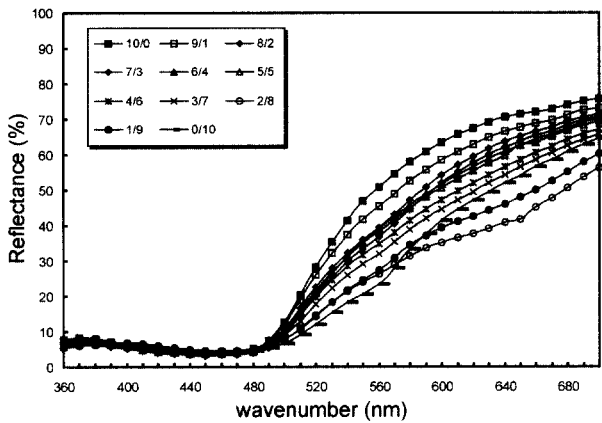


Fig. 6. Relationship between combination ratio of Gardenia and Sappan wood and reflectance spectra of none-mordanted silk fabrics.

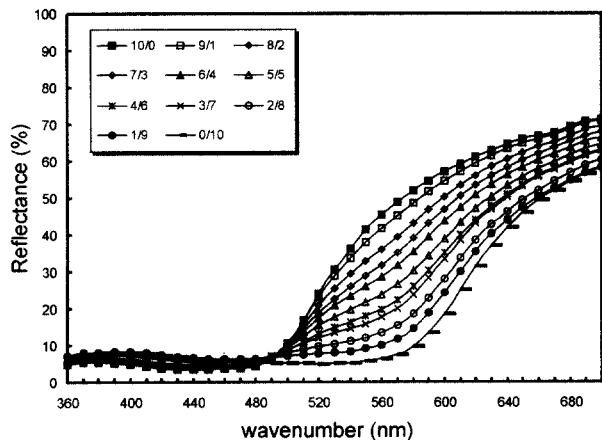


Fig. 7. Relationship between combination ratio of Gardenia and Sappan wood and reflectance spectra of Al-pre-mordanted silk fabrics.

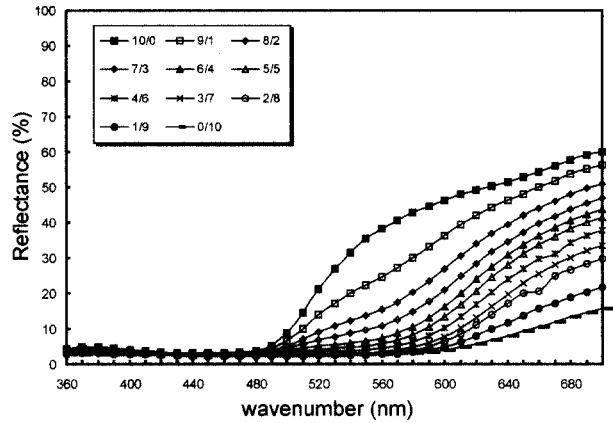


Fig. 8. Relationship between combination ratio of Gardenia and Sappan wood and reflectance spectra of Cu-pre-mordanted silk fabrics.

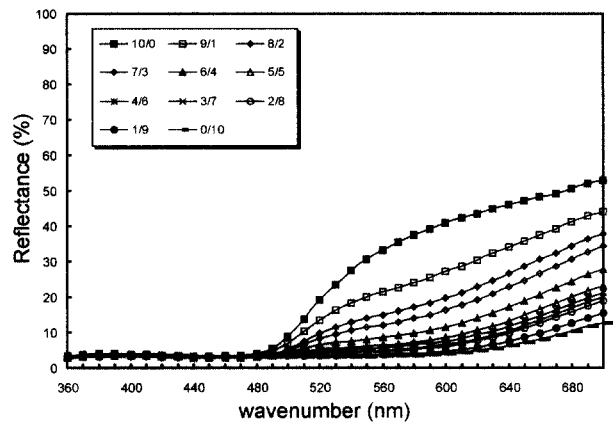


Fig. 9. Relationship between combination ratio of Gardenia and Sappan wood and reflectance spectra of Fe-pre-mordanted silk fabrics.

와 직물상에서의 색상변화하는 다소 차이가 남을 확인할 수가 있었다.

3.4. 매염제가 혼합염색시 미치는 분광특성과 색채의 영향

Fig. 6~9는 각각 무매염, Al, Cu, Fe로 선매염한 후, 치자와 소목을 혼합비에 따라서 염색을 하였을 때 얻어지는 염색물의 분광반사율을 나타낸 것이다. Fig. 6~9의 결과들을 종합해보면 최저반사율을 나타내는 파장대는 치자 단독일 경우 440 nm였으나, 소목의 혼합비가 증가할수록 장파장영역으로 이동하였으며, 소목단독일 경우 무매염은 460 nm, Al매염은 520 nm, Cu와 Fe매염은 470 nm에서 최저반사율이 나타났다.

또한 Table 2에서 소목의 혼합비율이 증가할수록 L* 가 감소하여 전체적으로 명도가 저하하는 경향을 나타내었다. 그리고 미염색물과의 색차(ΔE^*)거동은 매염제에 따라 다소 다르지만 소목의 혼합비율이 증가함에 따라 색차는 감소하다가 어느 범위 지나서는 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 이때 색상의 변화는 CIELAB계의 좌표에서 0을 기준으로 하여 a축과

Table 2. CIELAB and ΔE* values of silk fabrics dyed with various mixing portion of Gardenia and Sappan wood by pre-mordanting with various mordants

G/S	Mordant															
	None				Al				Cu				Fe			
	L*	a*	b*	ΔE*	L*	a*	b*	ΔE*	L*	a*	b*	ΔE*	L*	a*	b*	ΔE*
10/0	71.33	16.49	76.86	74.63	67.95	17.33	75.22	74.25	63.08	14.36	69.54	70.12	59.86	13.7	63.2	65.79
9/1	68.72	16.97	72.76	71.66	66.34	18.18	72.04	72.07	54.73	20.54	58.6	66.38	50.54	13.06	49.8	60.29
8/2	65.71	19.24	69.29	70.08	63.54	19.6	66.56	68.58	46.79	24.41	46	63.74	43.66	13.68	40.5	59.45
7/3	64.03	20.74	69.56	71.36	61.28	20.85	61.53	65.61	41.64	25.56	37.76	63.38	40.21	13.14	34.08	58.84
6/4	64.65	19.12	68.3	69.55	59.22	21.52	57.19	63.25	36.82	27.27	29.4	64.44	34.75	11.57	24.59	59.77
5/5	64.42	18.32	65.85	67.26	56.07	22.95	50.08	60.04	33.65	27.62	24.93	65.88	30.54	10.5	17.36	61.89
4/6	62.35	18.59	62.05	64.9	52.97	25.14	45.56	59.68	30.2	26.38	19.19	67.09	29.4	9.08	12.77	62.16
3/7	60.53	19.71	59.11	63.59	51.53	26.65	39.06	57.33	26.9	24.32	14.61	68.64	27.3	9.22	9.98	64.04
2/8	55.23	16.89	50.17	58.55	47.41	28.86	29.93	59.93	25.22	22.34	11.01	69.22	26.47	9.33	9.55	64.85
1/9	56.87	20.12	51.2	59.38	43.89	31.77	22.28	58.62	22.38	17.42	8.19	70.42	23.81	7.4	4.61	67.22
0/10	55.66	27.08	50.85	62.50	38.63	36.62	15.31	64.17	21.38	10.81	5.12	70.06	22.2	6.46	2.32	68.82

G: Gardenia, S: Sappan Wood

standard silk fabric: L*(90.58), a*(-0.06), b*(6.67)

Fig. 10. Changes in the hue angle (H°) of silk fabrics dyed with combination ratio of Gardenia and Sappan wood by pre-mordanting with various mordants.

b축으로 이루어지는데 이때 +a는 red, -a는 green, +b는 yellow 그리고 -b는 blue를 각각 나타낸다. 이 경우 시료의 색상은(a, b)의 좌표로부터 구할 수 있으며 즉 색상각(H°)은 $\tan^{-1} = b^*/a^*$ 로부터 구할 수 있다.

Fig. 10은 무매염, Al, Cu, Fe로 선매염한 후, 치자와 소목을 혼합비에 따라서 염색을 하였을 때 얻어지는 염색물의 색상 변화를 색상각으로서 나타낸 것이다. Fig. 10에 따르면 치자단독일 경우에는 매염제의 영향을 거의 받지 않는 관계로 무매염시 77.89°를 비롯하여 매염제처리의 경우도 거의 이와 비슷한 값으로 Yellow의 색상을 나타내었다. 그리고 무매염의 경우(치자/소목)의 혼합비(10/0)에서 (2/8)이 될 때까지 소목의 비율이 증가하더라도 색상각의 변화가 거의 일어나지 않았고(0/10)에서 약 62°를 나타내었다. 또한(치자/소목)의 혼합비에서(10/0)에서(2/8)이 될 때까지 소목의 비율이 증가함에 따라 Cu 매염처리한 시료는 거의 직선적으로 색상각의 감소가 일어났으며, 그

Fig. 11. Changes in the sum of reflectance spectra(%) at each wavelength as silk fabrics dyed with combination ratio of Gardenia and Sappan wood by pre-mordanting with various mordants.

Fig. 12. Changes in the sum of K/S values at each wavelength of silk fabrics dyed with combination ratio of Gardenia and Sappan wood by pre-mordanting with various mordants.

이후에는 소목비율이 증가하더라도 색상각은 거의 같은 약 25°를 나타내었다. 그리고 Al, Fe매염처리한 시료는(치자/소목)의 혼합비에서 소목의 비율이 증가함에 따라 색상각의 감소가 계

속적으로 일어나(0/10)의 혼합비에서 각각 약 23°와 19°를 나타내었다. 또한 매염제처리의 경우(10/0)에서 (2/8)이 될 때까지 소목의 비율이 증가함에 따라 색상각 감소의 기울기는 $Cu < Fe < Al$ 의 순으로 증가하였다.

한편 Fig. 11은 앞서 각각 무매염, Al, Cu, Fe로 선매염한 후, 치자와 소목을 혼합비에 따른 염색물의 분광반사율을 360 nm에서 700 nm범위에서 10 nm의 파장간격으로 나타낸 Fig. 6~9로부터 무매염 및 매염제처리가 치자와 소목의 혼합비를 달리할 때 염색물의 표면 분광특성을 각 파장에서 주어지는 반사율의 합계로서 나타낸 것이다.

Fig. 11에 따르면 반사율의 증가가 뚜렷하게 나타나는 480 nm~700 nm범위에서 소목비율이 증가할수록 반사율이 저하하는 무매염 > Al > Cu > Fe의 순으로, 총합반사율의 값은 저하되어 lightness가 저하되었다. 이의 결과는 Table 2에서 L*의 거동과도 일치됨을 알 수 있다. 또한 Fig. 12는 Fig. 6~9로부터 무매염 및 매염제처리가 치자와 소목의 혼합비를 달리할 때 염색물의 표면 분광특성을 각 파장에서 주어지는 반사율을 Kubelka-Munk식에 따라 K/S값으로 변환하여 이들의 합계로서 나타낸 것이다.

Fig. 12에 따르면 총합K/S의 값의 거동은 소목의 비율이 증가함에 따라 반사율의 값이 낮은 영역 즉 360 nm~480 nm에서 반사율의 값들이 낮아지는 Cu, Fe의 경우 총합K/S의 값이 증가하지만, 이 범위내에서 오히려 반사율의 값들이 미소하게 증가하거나 거의 같은 Al의 경우는 총합K/S의 값이 감소하거나 거의 일정한 경향을 나타내었다.

4. 결 론

황색 단색성계 염재인 치자와 적색 다색성계 염재인 소목색소를 이용하여 매염제의 종류와 치자와 소목의 각 혼합비에 따른 염색특성을 분광특성변화와 색상변화 등으로서 비교 검토한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 극히 옅은 yellow을 띤 견시료는 선매염시 Cu에 의하여 yellowish-green, Fe에 의하여 redish-yellow를 나타내나, Al에 의해서는 거의 색상변화가 일어나지 않았다.

2. 치자색소는 매염제가 포함되지 않은 blank용액과 같이 매염제가 포함된 용액에서도 최대흡수파장은 거의 동일하게 나타나 용액의 색상변화가 일어나지 않았으나, 소목색소는 매염제의 종류에 따라 최대흡수파장이 각각 달리 나타나 용액의 색상

변화가 나타났다.

3. 치자 단독에 의한 염색시 매염제에 의한 색상변화는 거의 없고 다만 미소하게 명도가 낮아지는 yellow의 색상을 나타내나, 소목은 무매염의 경우 yellow계, Al처리는 비교적 선명한 적색, Cu처리는 다소 어두운 적색, Fe매염처리에는 적색의 농도가 더욱 증가하면서 육안적으로는 짙은 적자색을 나타내었다.

4. 최저반사율이 나타나는 파장대는 치자 단독에서 440 nm였으나, 소목의 혼합비가 증가할수록 장파장영역으로 이동하였으며, 소목 단독에서는 무매염은 460 nm, Al매염은 520 nm, Cu와 Fe매염처리에서는 470 nm에서 나타났다.

5. 치자/소목 혼합비에서 소목의 비율이 증가함에 따라 색상각이 감소되었고, 480 nm~700 nm범위에서 소목비율이 증가할수록 무매염 > Al > Cu > Fe의 순으로, 총합반사율의 값은 저하되었으며, 총합K/S의 값은 소목의 비율이 증가함에 따라 360 nm~480 nm에서 Cu, Fe의 경우 증가하지만, Al은 감소하거나 거의 일정한 경향을 나타내었다.

참고문헌

김광수·김연중 (1997) 수용성 치자 색소의 추출에 관한 연구. *한국염색가공학회지*, 9(3), 166-173.
 김규범·김종순·윤영숙 (2000) "천연염색". 학사원, 대구, p. 45.
 김병희·송화순 (1999) 쪽 추출물의 염색성 및 항균성. *한국염색가공학회지*, 11(5), 308-315.
 김혜인·엄성일·박수민 (2001) 천연염색에 관한 연구(4)-황벽에 의한 견 염색. *한국염색가공학회지*, 13(5), 320-328.
 남성우 (1998) 천연염료에 의한 염색. *섬유기술과산업*, 2(2), 238-257.
 남성우·이상락·김인희 (1996) 천연염료에 의한 염색(III)-배합염색. *한국염색가공학회지*, 8(4), 318-324.
 용광중·김인희·남성우 (1999) 황벽 추출액에 의한 면 염색물의 항균·소취성. *한국염색가공학회지*, 11(1), 9-15.
 임경율·전택진·윤기종·엄성일 (2001) 천연 염료의 염색 특성에 관한 연구(II)-매염제와 혼합 염색을 이용한 색상 다양화. *한국섬유공학회지*, 38(11), 577-576.
 최순화·조용석 (2001) 은행나무 수피 추출액에 의한 천연섬유의 염색(II)-염색물의 견뢰성 및 기능성. *한국염색가공학회지*, 13(6), 359-365.
 황은경·김민식·이동수·김규범 (1998) 매염제에 따른 색상변화에 관한 연구(I)-올금과 소목의 혼합염색. *한국섬유공학회지*, 35(8), 490-497.
 Saltzman B. (1981) "Principle of Color Technology". John Wiley & Sons, p. 140.

(2002년 3월 1일 접수)