

천연염료의 매염에 따른 염색성 및 물성에 관한 연구 -소목과 쪽두서니를 중심으로-

차 옥 선 · 김 소 현

한양대학교 생활과학대학 의류학과

A Study on the Dyeability and Physical Properties of Mordanted and Natural-dyed Fabrics

Ok Sun Cha · So Hyun Kim

Dept. of Clothing and Textile, Hanyang University
(1999. 2. 26 접수)

Abstract

This study was performed to investigate the effect of mordants on the dyeability, colorfastness to light and to laundering and biological properties of mordanted and natural-dyed cotton and silk substrates. Natural red dyes were extracted from *Caesalpinia Sappan L.* (Sappan wood) and *Rubia Akane Nakai* (Madder) by boil water. Five different compounds of Al, Cr, Cu, Fe and Sn were used as mordanting agents.

The result of this study are summarized as follows :

1. In the case of the fabrics mordanted and dyed with sappan wood, K/S value increases and λ_{max} shifts to the longer wavelength as mordant concentration increases. Color of the fabrics dyed with sappan wood and madder change to redder, bluer and lighter after mordanting.
2. As the number of repetition of dyeing-mordanting process increase, the color of the dyed fabrics tend to be redder, bluer, and darker. Mordanted dyes with Al and Sn make chroma increase. The quantity of mordant absorbed in the silk fabric increase as mordant concentration increase. More Fe is absorbed in silk than Cr is.
3. After being exposed to light, the fabrics dyed with sappan wood and madder change to less red. Fe and Cu mordanting yeild better colorfastness to light than others does. Natural-dyed fabrics exposed to light tend to be faded and whitened in a CIELAB chromaticity co-ordinates. So, we might trace back the original color of ancient faded fabrics by changes in color of natural dyes.
4. After washing, the colors of natural dyes change to more blue. Fe and Cu mordanting give better colorfastness to wash than others do.
5. The soil-burial cotton is more susceptible to mildew and rot than the silk is. Antimicrobial activity of the natural-dyed cotton can be enhanced by Cu and silk can be enhanced by Cu and Cr mordanting respectively.

Key words: Natural-dye, mordant, color-fastness;

소목, 쪽두서니, 매염제, 향미생물성, 염색건뢰도

I. 서 론

천연염색은 자연계에 존재하는 동·식물 및 광물로부터 색소를 얻고 이것을 이용하여 염색하는 것을 말하는 것으로, 원시시대로부터 인간은 색이 있는 자연물들을 사용하여 염색을 시도했으며, 그 중에서 내구성이 있는 염료를 선택하여 그 재료로 사용하게 되었다¹⁾. 그 이후 합성염료의 발견으로 염료의 보관과 구입이 용이하고, 염색공정이 간편하며, 정확한 농도조절이 가능한 합성염료의 장점이 부각되어 천연염료의 사용은 점차 줄어들게 되었다.

그러나 최근들어 자연으로의 회귀를 추구하는 사회적인 경향으로 자연으로부터 얻은 천연염료에 대한 관심이 일어나기 시작했다. 더우기 천연염료는 특유의 은은하고 차분하며 깊이 있는 색감과 매염제에 의해 다양한 명도와 색상변화를 꾀할 수 있다는 점, 합성염료에 의해 발생하는 폐수의 감소, 종류에 따라 항균, 항암 등의 약용성분의 함유등 합성염료가 가지고 있지 않은 고유한 특성이 소개되면서 다시 연구가 활기를 띠고 있다. 특히 근래에 와서는 천연염료를 이용하여 독특하면서도 전통미를 살릴 수 있는 염직물이 부가가치상품으로 관심이 모아지면서 천연염색에 관한 연구가 증가하고 있다.

천연염색물의 가장 큰 단점으로 지적되어 오는 것 중의 하나가 색상의 보존성의 문제인데, 남(藍)과 같이 뛰어난 견뢰성을 가진 천연염료도 있으나 대체적으로 합성염료의 염색물에 비해 견뢰도가 크게 떨어지고, 보관중 색상의 변질이 일어남으로써 관리와 보존측면에서 염색물으로써의 가치가 떨어지는 결과를 가져오게 된다. 기존의 연구에서 여러 가지 요인으로 발생하는 천연염색물의 색상 변화에 관한 연구는 주로 일광, 세탁, 마찰 등에 대한 변색의 정도를 견뢰도의 등급으로만 평가하였으나, 천연염색물 색상의 계속적인 변화추이를 조사하는 것도 의의가 있다고 본다. 또한 많은 복식유물 중에서 상당량이 출토복식임을 감안할 때 염색물의 향미생물성에 관한 연구가 요구되나 현재로서는 균을 배양하여 실험하는 Halo Test나 Shake Flask법에 의한 항균성 연구가 있을 뿐이다. 그러나 염색물을 흙에

직접 매장하여 흙속에 있는 미생물에 의한 염색물의 강도저하, 색상변화등을 살펴보는 것이 더욱 적절하다고 본다.

이에 본연구에서는 전통적으로 많이 사용되어온 염료중 적색계열의 다색성 염료인 소목과 꼭두서니를 중심으로 각종 매염제를 이용하여 매염제의 농도 변화에 따라 나타나는 다양한 색상변화와 함께 염착량(K/S값)과 색차(ΔE)의 증가량을 살펴보고 적정매염제의 농도를 찾고자 한다. 그리고 일상생활에서 노출되는 보존성의 문제로서 일광과 세탁에 의해 염색물의 색상이 어떠한 방향으로 변화하는가를 알아보고, 역사적 의미에서의 보존성 문제의 하나로 염색물을 흙에 매장하여 미생물에 의한 강도저하를 통해 매염제에 의한 향미생물성을 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 시료 및 시약

- 1) 시험포: 본 실험에 사용한 시료는 KS K 0905에 규정된 염색견뢰도 시험용 표준면 포와 표준견포를 사용하였으며, 시료의 특성은 Table 1과 같다.
- 2) 염재: 염재는 시중 약재상에서 판매하는 중국산 소목과 꼭두서니의 건조 심재를 구입하여 사용하였다.
- 3) 매염제: 매염제로 다음과 같은 시약을 시판 1급 및 특급을 사용하였다.
 - ① Al 매염제: Aluminum Potassium Sulfate ($AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$)
 - ② Fe 매염제: Ferrous Chloride ($FeCl_2 \cdot 4H_2O$)

Table 1. Characteristics of fabrics

Material Specification		Cotton	Silk
Fiber content (%)		100	100
Weave		plain	plain
Density (/5cm)		141×135	276×192
Yarn	warp	30'S	21D
count	weft	30'S	21D
Weight(g/m ²)		100±5	25.1~27.2

- ③ Cu 매염제 : Copper(II) Acetate Monohydrate
($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
 ④ Sn 매염제 : Tin(II) Chloride ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
 ⑤ Cr 매염제 : Chromium (III) Nitrate
 Ninehydrate($\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)

2. 염색

1) 염액추출

각 염제 500g을 증류수에 약 30분가량 담겨서 농약이나 불순물을 옮기내고 깨끗이 씻은 후에 증류수 5l를 넣고 60분간 100°C로 가열하여 1차 추출액을 얻었다. 1차로 추출하고 난 염제에 다시 4l의 증류수를 넣어 100°C로 유지하면서 60분간 가열하여 2차추출액을 얻고, 다시 3l의 증류수를 넣고 60분간 100°C로 가열하여 3차추출액을 얻은 후 1, 2, 3차 추출액을 혼합하여 염액으로 사용하였다.

2) 염색 및 매염 방법

예비실험결과 적정 염색 및 매염 온도를 각각 80°C로 하고 20분간 염색-수세-10분간 매염-수세 과정을 3회 반복하고, 각 매염제의 농도에 따른 색상 변화 및 색차를 살펴보기 위해 농도차이를 두어 매염처리하였다.(액비 1:30)

3. 투과율 측정

소목과 꼭두서니의 추출액을 Spectrophotometer (Macbeth Color Eye 3000)을 이용하여 투과율을 측정하고 흡광도 값을 구하였다.

4. 염착량 측정

염색 후의 염착량은 Spectrophotometer(Macbeth Color Eye 3000)을 이용하여 염색직물의 최대흡수파장에서 표면반사율을 측정하여 Kubelka-Munk식에 따라서 염착농도(K/S)를 구하였다.

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

K : 염색물의 흡수계수 S : 염색물의 산란계수
R : 분광반사율

5. 색측정

염색된 시료의 색을 측정하기 위하여 Spectrophotometer(Macbeth Color Eye 3000)를 사용하여

L^* , a^* , b^* 값과 색차(ΔE)를 측정하고, Munsell 표색 변환법에 의하여 색의 삼속성 H, V/C를 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

6. 매염제의 흡착량 측정

Atomic Absorption Spectrophotometer(GBC/903)를 사용하여 각 염직물에 흡착된 매염제의 양을 측정하였다.

7. 일광에 의한 색상변화 측정

Weather-O-Meter(Atlas Electric Devices Co., U.S.A)를 사용하여 염색물의 조광시간에 따른 색상 변화와 색차를 Spectrophotometer(Macbeth Color Eye 3000)로 측정하였다.

8. 세탁에 의한 색상변화 측정

세탁시험기(H-12F, Rapid labortex co.,Ltd)를 이용하여 KS K 0430에 의거하여 세탁시험을 한 후 염색물을 변퇴색용 표준 회색 색표(KS K 0911에 규정한 것)와 오염용 표준 회색 색표(KS K 0910에 규정한 것)를 이용하여 변퇴색등급과 오염등급을 측정하였고, 염색물의 색상변화와 색차를 Spectrophotometer(Macbeth Color Eye 3000)로 측정하였다.

9. 토양매장에 의한 강도 및 색상변화 측정

AATCC Test Method 30-1993의 기준에 준거하여 토양매장실험을 하였다. 매장기간은 면직물보다 견직물의 향미생물성이 큰 것을 감안하여 면직물은 4주, 견직물은 5주동안 매장하였으며, 매장실험한 시료의 강도변화는 KS K 0520에 준하여 Instron(model : 4486)을 이용하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 색소추출액의 흡광도

Fig. 1에 나타난 것과 같이 두 추출액 모두 적색 및 주황색을 나타내는 파장범위인 480~500nm 부근에서 최대흡수파장을 보였으며 꼭두서니보다 소목이 적색에 가까운 파장 위치에 있으므로 더 적색을

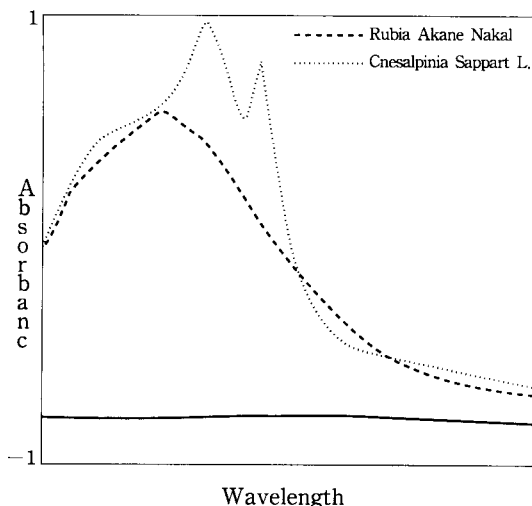


Fig. 1. Absorbancy of the red dyes from *Caesalpinia Sappan, L.* and *Rubia Akane Naka*

되었다. 또한 소목의 흡광도가 꼭두서니의 흡광도보다 높은 것으로 보아, 소목이 꼭두서니 보다 높은 농도의 적색색소로 나타났다.

2. 매염제 처리에 따른 염색성 및 색상변화

1) 매염제의 종류와 농도에 따른 색상변화

Table 2은 소목으로 염색한 견직물의 매염농도에 따른 염착량과 최대흡수파장의 변화를 나타낸 것이다. 소목으로 염색한 무매염 견직물은 최대흡수파장이 460nm이고, 최대흡수파장에서의 K/S값은 5.15로 나타났다.

소목은 매염염료이므로 각 매염제에 따라 염색한 시료의 최대흡수파장의 변화가 발생하였는데, 매염제의 농도 0.5% (o.w.f)에서 Al과 Cu, Fe 매염에 의해 최대흡수파장이 520nm, 매염제 농도 5%에서 Sn은 540nm, Cr은 560nm로 장파장쪽으로 shift가 일어났다. 각 매염제의 농도에 따라 최대흡수파장의 이동의 차이가 있었으나, 대체적으로 매염제의 농도 0.5%에서 최대흡수파장쪽으로 파장의 이동이 있었고, 이 파장들은 적색을 흡수하는 파장으로 즉 소목 염직물은 매염처리에 의해 적색을 흡수하는 파장쪽으로 이동함을 알 수 있다.

각 매염제의 농도에 따른 염착량(K/S값)의 변화

Table 2. K/S and λ_{max} of the silk fabrics dyed with *Caesalpinia Sappan, L.* and various mordants

mordant (%) conc.		0,05	0,1	0,5	1	5	10
Al	K/S	4,27	5,15	7,97	11,2	12,8	12,1
	λ_{max}	460	460	520	520	520	520
	ΔE	16,4	20,1	34,4	36,6	36,6	36,5
Cr	K/S	2,69	3,64	8,33	10	10,3	—
	λ_{max}	460	460	540	540	560	—
	ΔE	23,4	30,5	43,7	45,4	47,8	—
Cu	K/S	3,97	5,42	8,77	10,5	16,3	16,3
	λ_{max}	460	460	520	520	520	520
	ΔE	14,4	25,9	37	40,6	49,1	49,9
Fe	K/S	8,06	9,08	14,7	15,6	18,6	18,9
	λ_{max}	460	480	540	540	520	500
	ΔE	39,2	41,3	55,5	56,1	57,9	57,9
Sn	K/S	2,97	3,36	3,9	4,57	10,3	8,1
	λ_{max}	460	460	520	520	540	540
	ΔE	17,4	19,5	24,4	28,4	39,1	38,4
WM*		K/S : 5,15		$\lambda_{max}(nm) : 460$			

WM* : Without Mordant

를 살펴보면 매염제의 농도가 증가함에 따라 염착량이 증가하고 있으며 전반적으로 매염제 농도가 1~5%사이에서 염착량의 증가율이 둔화되는 경향을 보이고 있는데, Al과 Cr의 경우에는 1%에서 염착이 거의 포화에 이르렀고, Cu, Fe, Sn은 1%가 약간 넘는 농도에서 포화가 되었을 것으로 생각된다.

염색물의 색차의 변화 또한 매염제 농도의 증가에 따라 함께 증가하고 있다. 매염제 농도가 저농도일 때 색차의 증가량이 크다가 0.5%에서부터 증가량의 둔화경향이 일어나며, 대체로 매염제 농도가 1~5%사이에 색차의 변화가 거의 없어지고 있다. 즉 1%와 5%의 두 염색물간의 색상 차이를 육안으로 거의 식별할 수 없으므로, 더 이상의 매염제 양의 증가는 별다른 의미가 없어진다고 볼 수 있다. 이는 염착량(K/S값)의 결과와 비슷하며 이를 토대로 Al과 Cr은 1%에서 Cu, Fe, Sn은 1%를 약간 넘는 농도에서 염착이 거의 포화를 이루므로 이를 적정농도로 추측할 수 있다. 포화를 이루는 매염제 농도는 필요없이 매염제의 양을 많이 씌우므로써 발생될 수 있는 환경오염을 줄인다는 의미에서 다시 한 번 고려해야 할 부분으로 생각된다.

Table 3. K/S and λ_{max} of the cotton fabrics dyed with Caesalpinia Sappan, L, and various mordants

Mordant		Al	Cr	Cu	Fe	Sn	WM*
K/S	1%	2.51	2.11	4.28	6.04	1.54	1.03
	5%	1.66	1.69	3.79	5.75	4.99	
$\lambda_{max}(nm)$		520	540	540	520	520	460

WM* : Without Mordant

Table 3는 소목으로 염색한 면직물의 매염농도에 따른 염착량과 최대흡수파장의 변화를 나타낸 것이다. 소목으로 염색한 무매염 면직물의 경우도 견직물과 마찬가지로 최대흡수파장이 460nm이며, K/S 값은 1.03이다. 또한 각 매염제에 의해 최대흡수파장이 이동하여 Al, Sn, Fe 매염의 경우 520nm로 Cu와 Cr 매염은 540nm로 심색화가 일어났다. 매염처리후의 K/S값은 견염색직물과 비교하여 매우 적은 값을 나타내었는데, 면직물과 염료와의 고착에 매염제가 크게 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

이상의 결과에서 각 매염제의 농도가 5%일 때 염료의 염착이 거의 포화에 이르렀다고 보고, 소목으로 염색한 견직물과 면직물을 매염제 농도 5%에서 처리하였을 때 각 매염제의 종류에 따른 색상을 Table 4에서 나타내었다.

무매염 견염색물에서 주황색계열을 나타내던 표면색이 각 매염제 처리에 의하여 적색이 증가하여 적색계열이나 자주색계열의 색상을 나타내었다. 특히 Al, Cu 매염처리에 의하여 순적색(5R)쪽으로 색상이 이동되며, Fe, Cr 매염에 의해서는 자주색을

띄었다.

소목으로 염색한 면직물의 색상은 무매염에서는 주황색계열을 띄던 색상이 매염처리에 의해 reddish해지고, b^* 값이 크게 감소하여 색상의 bluish한 경향이 견직물보다 더 크게 나타났다. 명도는 견직물과 면직물의 경우 모두 매염처리에 의해 낮아졌으며, 채도는 Al, Sn 매염처리에 의해서만 높아져 순색에 가까워지고 나머지 매염처리에 의해서는 채도가 더욱 낮아졌다.

Table 5에서 견직물과 면직물을 꼭두서니로 염색하고 매염제를 농도별로 처리한 후의 K/S값과 λ_{max} 을 보면 견직물의 경우 꼭두서니로 염색한 무매염의 최대흡수파장은 360nm이고, 최대 염착량은 2.56이다. 염색견직물을 각 매염제로 처리하였을 때 소목의 경우와는 달리, 최대흡수파장은 이동없이 360nm를 나타내고 각각의 K/S값이 조금씩 커지는 경향을 보이고 있으나 소목에 비해 염착량이 적었다. 이는 Fig. 1에서 꼭두서니의 흡광도가 소목의 흡광도보다 작으므로 추출액의 농도가 낮기 때문인 것으로 보인다.

꼭두서니로 염색한 면직물의 최대흡수파장은 견직물의 결과와 동일하며, K/S값은 0.53로 매우 작은 값을 나타내었다. 매염제 처리후에는 Al 매염제의 경우만 최대흡수파장이 360nm에서 460nm로 shift가 일어났으나, 다른 매염제의 경우는 무매염과 마찬가지로 최대흡수파장의 변동이 없는 것으로 나타났다. 염착량은 전반적으로 매염처리 후에 증가하지만 소목보다는 그 값이 작은 것을 알 수 있고, 다른 매염

Table 4. Changes in color and color difference of the silk fabrics and cotton fabric dyed with Caesalpinia Sappan, L, and various mordants (conc, 5% o.w.f.)

Fabric	Silk							Cotton					
	WM*	Al	Cr	Cu	Fe	Sn	WM*	Al	Cr	Cu	Fe	Sn	
L*	57.5	34.9	30.4	23.1	18.9	38.4	71.3	57.2	54.2	41.9	34.3	45	
a*	24.2	38	20.3	13.8	2.95	39.4	8.65	19.2	12.6	12	6.45	32.4	
b*	36.8	11.5	-2.36	3.38	-0.86	6.18	21	5.48	0.11	1.90	-2.48	3.89	
ΔE	—	36.6	47.8	49.1	57.9	39.1	—	23.5	27.3	35.2	43.9	39.4	
H (V/C)	H	3.31YR	2.72R	5.94RP	3.88R	4.77RP	0.10R	6.51YR	1.22R	6.43RP	9.61RP	1.96RP	8.97RP
	V	5.58	3.39	2.97	2.25	1.84	3.73	6.97	5.55	5.26	4.07	3.33	4.36
	C	7.86	8.23	3.99	2.74	0.56	8.65	3.88	4.60	3.10	2.55	1.32	7.24

WM* : Without Mordant

Table 5. K/S value and λ_{max} of the silk fabrics and cotton fabrics dyed with Rubia Akane Nakai and various mordants (conc. 5% o.w.f.)

Fabric	Mordant	Al	Cr	Cu	Fe	Sn	WM*	
Silk	K/S	0.1%	2.02	2.21	2.21	2.22	2.02	2.56
		1%	2.35	3.23	3.85	4.79	2.45	
		5%	3.31	3.61	5.59	6.84	3.48	
	λ_{max} (nm)	360	360	360	360	360	360	
Cotton	K/S	1%	0.81	0.66	1.52	1.2	0.48	0.53
		5%	0.69	0.63	—	1.13	1.08	
	λ_{max} (nm)	460	360	360	360	360	360	

WM* : Without Mordant

제보다 Fe매염과 Cu매염에 의해 K/S값이 크게 증가하는 경향을 나타내었다.

Table 6에서 꼭두서니로 견직물과 면직물 염색시 매염제 농도 5%(o.w.f.)에서 각 매염처리후의 색상을 보면 꼭두서니로 염색한 견직물의 경우, 무매염보다 매염처리후에 색상이 적색계열 방향으로 이동하였으나 소목염색물과 비교하여 그 변화는 크지 않았다. 꼭두서니로 염색한 면직물의 색상은 무매염보다 매염처리후에 a*와 b*값이 증가하는 경향을 보여 색상이 reddish해 짐과 함께 yellowish 해 지는 경향을 보이고 있다. 그러나 Fe매염에 의해서는 a*와 b*값이 모두 감소하고 있으므로 푸른기가 늘어났다. 명도는 무매염보다 매염처리 염색물의 명도가 낮아졌으나, 소목염색물과 비교하여 보면 명도가 크게 낮아지지 않아 소목염색물보다 훨씬 밝은 색상을 나타내었다. 채도는 견직물에서는 소목의 경우와 같이 Al, Sn매염처리에 의해서만 높아졌고 다른 매

염처리에 의해서는 채도가 낮아졌으며, 면직물에서는 Al, Cu, Sn매염처리후 채도가 높아졌는데 소목염색물과 비교하여 보면 그 차이가 크지 않다.

2) 염색-매염의 반복횟수에 따른 색상변화

Table 7은 소목염색에 있어서 매염제의 횟수에 따른 견직물의 색상의 변화이다. ΔE 를 보면 매염제 처리를 2회 한 후의 색상이 1회 처리후에 비해 크게 변하는 결과를 볼 수 있는데 이것은 직물에 염착되지 않고 표면에 단순히 붙어있는 염료의 색소성분과 염착된 색소성분 중 일부가 매염욕에 용출됨으로써 일어나는 것으로 보인다. 그로 인해 1회 매염처리 후의 색상은 색소의 손실로 인해 흐리고 탁하게 나타남을 알 수 있다. 그러나 염색-매염의 과정을 반복한 결과 점차 명도가 낮아지고 채도가 높아져, 어둡고, 진한 선명한 색상을 얻을 수 있으며, 매염의 횟수가 증가함에 따라 a*가 증가하고 b*는 감소하여 색상은 좀더 적색기와 푸른색기를 띄게 된다. 전통염색물의 색상의 특징인 들뜨지 않고 차분한 색상은 이 반복염색을 통해서 이루어진다고 알려져 있으며, 이는 순도가 높은 합성염료와는 달리 식물염재에는 여러 가지 성분이 복합적으로 함유되어 있어 이러한 여러 성분들이 염색시 색소와 함께 작용하여 복합적이고도 아름다운 독특한 색상을 만들게 된다고 생각된다. 또한 전통염료로 염색을 할 때 발생하는 문제중 하나인 불균염을 반복염색-매염을 통해 줄일 수 있는 잇점도 있다.

꼭두서니는 매염회수의 증가에 따른 색상의 변화는 소목보다는 적었고, 명도와 채도의 변화도 소목만큼 크지는 않았다. 반복염색과 매염에 의한 색상

Table 6. Changes in color and color difference of the silk fabrics and cotton fabric dyed with Caesalpinia Sappan, L. and various mordants (conc. 5% o.w.f.)

Fabric	Mordant	Silk					Cotton						
		WM*	Al	Cr	Cu	Fe	Sn	WM*	Al	Cr	Cu	Fe	Sn
	L*	69.7	62.3	59.5	53.7	52	65.5	77.7	72.8	74.7	65.9	67.1	73.2
	a*	7.12	14.9	11.8	14	9.18	10.2	6.41	15.8	7.69	13.8	5.6	10.3
	b*	30.8	29.2	23.8	24.8	19.5	29.2	11.5	14.1	9.36	17.1	7.52	15.4
	ΔE	—	10.9	13.2	18.4	21.2	5.47	—	10.9	3.95	15.1	11.4	7.12
H (V/C)	H	9.25YR	5.14YR	5.61YR	4.82YR	6.38YR	7.67YR	4.32YR	8.99R	1.76YR	1.86YR	2.81YR	3.22YR
	V	6.81	6.06	5.78	5.21	5.04	6.38	7.63	7.12	7.32	6.42	6.54	7.16
	C	4.98	5.68	4.59	4.95	3.65	5.11	2.45	4.41	2.46	4.21	1.80	3.47

Table 7. Color Change of *Caesalpinia Sappan*, L. dyed on silk fabrics according to frequency of mordanting

mordanting	L*	a*	b*	ΔE	H	V/C
Al	1st	53.3	28.4	12.4	25.2	3.80R 5.16/6.73
	2nd	40.2	37.1	13.3	31.9	3.23R 3.90/8.31
	3rd	34.9	38	11.5	36.6	2.72R 3.39/8.23
Cr	1st	55.8	15.2	9.39	28.9	6.71R 5.41/3.78
	2nd	38.2	20.9	0.49	41.3	7.56RP 3.71/4.40
	3rd	30.4	20.3	-2.36	47.8	5.94RP 2.97/3.99
Cu	1st	30.1	20.8	5.04	42.1	1.95R 2.93/4.13
	2nd	22.2	13.6	3.41	49.7	4.22R 2.17/2.71
	3rd	23.1	13.8	3.38	49.1	3.88R 2.25/2.74
Fe	1st	27.4	7.07	-3.09	52.8	1.69RP 2.67/1.39
	2nd	19.9	4.29	-1.7	57.4	2.84RP 1.94/0.84
	3rd	18.9	2.95	-0.86	57.9	4.77RP 1.84/0.56
Sn	1st	52.9	25.6	9.33	27.9	2.74R 5.13/6.00
	2nd	39.4	38.9	6.59	38.2	0.25R 3.83/8.59
	3rd	38.4	39.4	6.18	39.1	0.10R 3.73/8.65
WM*	57.5	24.2	36.8	-	3.31YR	5.58/7.86

WM* : Without Mordant (conc. 5% o.w.f.)

의 변화는 a*와 b*값이 모두 증가하고 있으므로, reddish해짐과 동시에 매염반복에 의해 황색기도 증가하고 있음을 알 수 있었다.

3) 매염제 농도에 따른 금속이온 흡착량

소목으로 염색 및 매염처리를 하였을 때 매염제의 농도 증가에 따라 흡착되는 금속 이온양의 변화를 조사하기 위하여 Table 2에서 매염제 농도 5%일 때, K/S 값이 가장 높은 Fe와 가장 낮은 Cr을 선정하여 atomic absorption spectrometer를 이용하여 금속이온의 흡착량을 측정하였다.

Table 8에서와 같이 매염제 농도의 증가에 따라 Fe 및 Cr의 흡착량은 증가하였고, Fe가 Cr보다 많은 흡착량을 보여주고 있으며 거의 직선적인 증가 현상을 나타냄을 알 수 있다. Table 2에서 Cr 및 Fe 매염제의 농도 증가에 따라 K/S값의 증가의 폭이 Cr보다 Fe이 큰 것과 Table 8의 Fe의 보다 많은 흡착량과는 깊은 상관성을 갖는다고 본다. 매염제의 금속성분은 색소성분과 배위결합에 의해 착염을 형성하고 그 결과로 색소의 분자량이 증가하여 염색 견뢰도의 향상에 영향을 미치며, 또한 금속과 결합

Table 8. The quantities of absorbed mordants of silk fabrics dyed with *Caesalpinia Sappan*, L.

Mordant conc.(%)	Cr	Fe
0.05%	0.02	0.03
0.1%	0.05	0.07
0.5%	0.16	0.39
1%	0.22	0.73
5%	0.46	2.01

(% o.w.f)

하여 형성된 착화합물은 그 흡수 스펙트럼을 장파장쪽으로 이동시키는 것으로 알려져 있는데, 이로 인해 색상의 변화를 가져온다고 보여진다⁸⁾.

3. 일광에 의한 색상변화 (내일광성)

Fig. 2~5는 소목과 꼭두서니로 염색한 후 각각의 매염제로 매염처리한 견직물과 면직물을 일광에 5hour, 10hour, 20hour, 40hour, 80hour동안 조사한 후 각 염색물의 색상의 변화를 알아 보기 위해 염색물의 Lab값중 a*와 b*값으로 나타낸 Graph이다.

Fig. 2에서 소목으로 염색한 견직물의 경우, 무매염처리의 경우에만 b*값이 감소하고, 매염처리를 한 직물의 경우에는 b*값이 증가하고 있음을 볼 수 있는데 특히 Fe와 Cr매염에서는 다른 매염처리직물보다 b*값이 크게 증가하는 경향을 보여주고 있으며, 무매염이나 매염처리직물 모두 다 a*값이 감소하여 염색물의 적색기가 줄어들고 있음을 알 수 있다. Fig. 3에서 소목으로 염색한 면직물에서도 무매염의 경우에는 b*값이 감소하였고, Cr, Cu, Fe매염처리 직물은 b* 값이 증가하였다. 그러나 Al과 Sn의 경우에는 일광에 조사하는 시간에 따라 b*값이 증가하다가 다시 감소하였고, 모두 a*은 감소하여 적색색소가 변색됨을 알 수 있다. 일광조사(日光照射) 시간이 많을수록 명도가 높아지고 채도가 낮아지므로 흐리고 선명하지 못한 색상으로 퇴색되고 있다. 무매염이나, Al, Sn매염처리 면직물의 경우 80시간 이상이 되면 본래의 색상이 거의 사라지고 흰색을 나타내게 되었다.

Fig. 4에서 보면 꼭두서니로 염색한 견직물의 경우 일광에 의해 a*, b*값이 모두 감소하고 있는 경향

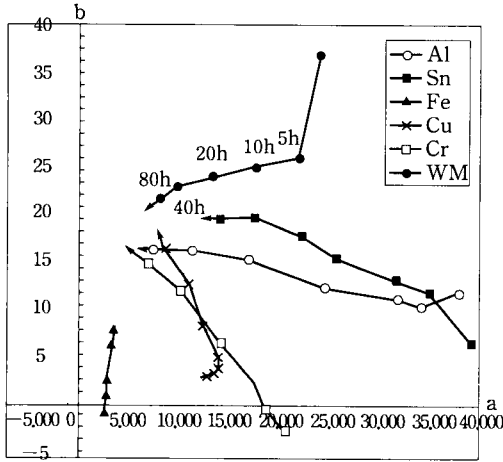


Fig. 2. Color change of silk fabrics dyed with *Caesalpinia Sappan*, L. according to irradiation time

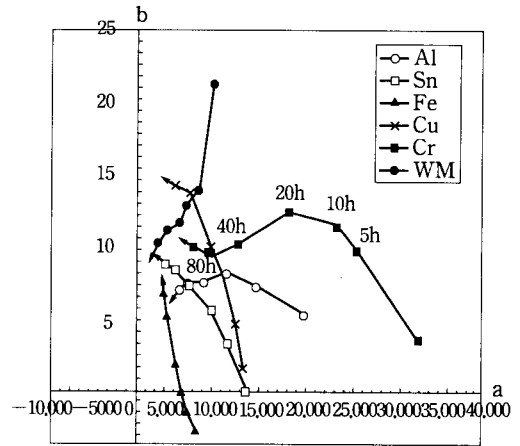


Fig. 3. Color change of cotton fabrics dyed with *Caesalpinia Sappan*, L. according to irradiation time

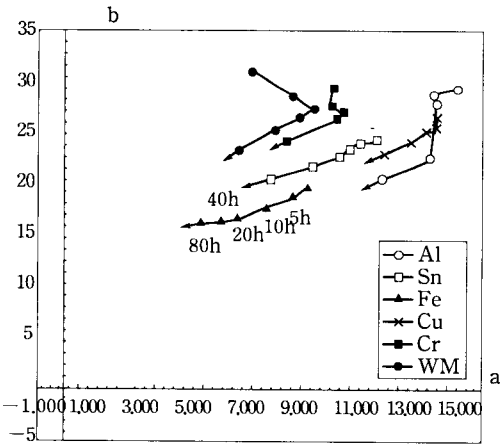


Fig. 4. Color change of silk fabrics dyed with *Rubia Akane Nakai* according to irradiation time

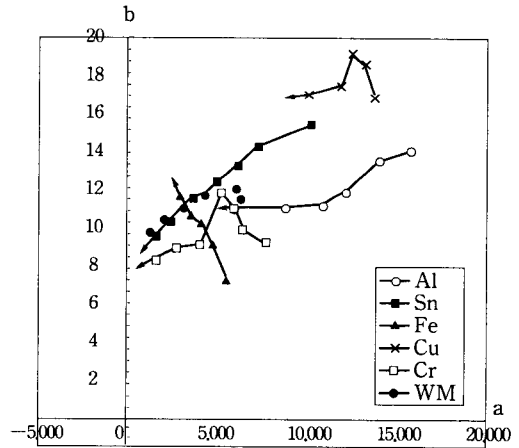


Fig. 5. Color change of cotton fabrics dyed with *Rubia Akane Nakai* according to irradiation time

을 보여준다. Fig. 5의 꼭두서니로 염색한 면직물의 일광에 의한 색상변화는 Fe매염의 경우에만 b^* 값이 증가하고, 나머지의 경우에는 b^* 값이 감소하였으며, a^* 값은 모든 경우에 다 감소하여 적색기가 감소하고 있음을 알 수 있다. 일광에 의한 명도의 변화는 견직물의 경우 Fe매염 직물의 경우에만 명도가 더 낮아져 색상이 어두워졌고, 나머지 직물에서는 모두 명도가 높아져 색상이 흐려졌으며, 면직물은 Cu 매염후가 다른 매염처리 직물과 비교하여 명도

가 크게 높아지지 않았다. 채도는 낮아지는 경향을 나타냈으나 명도와 채도의 변화정도가 소목에 비해서는 그리 크지 않았다.

각 매염제로 처리한 염직물의 일광시간에 의한 색상의 변화방향을 살펴보면 일광에 조사한 후에 각기 다른 변화추이를 갖던 염색물들이 시간이 지남에 따라 한 방향으로 향하는 모습을 보여주고 있어 조사시간이 길어지면 비슷한 색상으로 변화하는 것을 알 수 있다. 일광견뢰도는 소목으로 염색한 견직물의

Table 9. The color fastness of fabrics dyed with *Caesalpinia Sappan, L.* and *Rubia Akane Nakai*

Dye	Caesalpinia Sappan, L.								Rubia Akane Nakai							
	Silk				Cotton				Silk				Cotton			
	Fastness \ mordant	Washing			Light	Washing			Light	Washing			Light	Washing		
		Alteration	Staining			Alteration	Staining			Alteration	Staining			Alteration	Staining	
silk			cotton	silk			cotton	silk			cotton	silk			cotton	
WM*	1	1	4-5	3	1	1	4-5	4	1	1	4-5	4-5	1	1	4-5	4-5
Al	1	1	4-5	4	1	1	4-5	4	1	1	4-5	4	1	1-2	4-5	4-5
Cr	1	1-2	4-5	3-4	1	2	4-5	4-5	1	2	4-5	4-5	1	3	4-5	4-5
Cu	2	1-2	4-5	2	1	1	4-5	4	3	1-2	4-5	4-5	1	3	4-5	4-5
Fe	3	2-3	4-5	3-4	1	1	4-5	3-4	2	2-3	4-5	4-5	1	2-3	4-5	4-5
Sn	1	1	4-5	3-4		1	4-5	4	1	1	4-5	4	1	1-2	4-5	4-5

경우 Cu와 Fe매염처리에 의해 2, 3등급으로 향상되었으나, 나머지는 일광견뢰도가 좋지 못했고, 면직물의 경우에는 모두 1등급을 나타내 일광견뢰도가 매우 좋지 못함을 알 수 있다. 꼭두서니의 경우에서도 견직물에 Fe와 Cu매염처리를 한 경우에는 일광견뢰도가 향상되었으나, 전반적으로 소목과 마찬가지로 일광견뢰도는 좋지 못한 것으로 나타났다.

4. 세탁에 의한 색상 변화 (내세탁성)

세탁후의 염직물의 색상은 Table 10에서와 같이 소목의 경우 무매염직물과 매염처리한 직물 모두에서 a*값과 b*값이 크게 감소하고 있어 주황색계열이었던 무매염직물은 적색계열로 적색계열의 색상은 자주색계열로 색상이 변화하였다. Fe로 매염처리한 견직물의 경우에는 자주색계열에서 blue계열의 색상으로 색이 바뀌어 버리는 결과가 나타났다. 명도는 면염색물의 경우에는 증가하여 색이 옅어졌지만, 견염색물에서는 명도의 변화가 거의 없거나, 값이 조금 작아졌으며 채도는 견직물과 면직물 모두 Fe로 처리한 염색물만 채도가 커지고, 나머지 경우에는 채도가 낮아져 색상이 탁해졌음을 알 수 있다.

꼭두서니의 경우에는 a*값은 대체적으로 증가하고, b*값은 감소하여, 주황색계열이었던 색상에 적색기가 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 소목의 색상변화와 비교하면 변화폭이 작았으며, 명도의 변화는 거의 없었으며, 채도는 약간씩 작아졌다.

소목의 세탁에 의한 변퇴색등급은 대체적으로 매우 낮게 나타났는데, 이는 알칼리성을 띄는 세탁액

이 염료 성분에 영향을 줌으로서 염색물의 색상에 변화가 초래되어 발생한 것으로 보이며, 박순자¹⁹⁾의 연구결과에서도 이와 같은 결과가 나타났음을 알 수 있다. Fe 매염처리에 의해서 견뢰도가 약간 향상된 것으로 보인다. 전반적으로 오염 등급은 높은 편으로 나타났는데, 견 침부백포의 오염등급은 모두 높았으나, 면 침부백포의 오염등급이 약간 떨어졌으며, Cu매염제로 염색된 견직물 세탁에 침부한 백면포의 오염이 매우 심하여 낮은 오염등급을 나타냈다.

꼭두서니의 변퇴색 등급 또한 소목과 마찬가지로 낮은 것으로 나타났는데, 전체적으로 보아 소목보다는 다소 견뢰성이 나은 것으로 보이며, 특히 견보다는 면의 변퇴색등급이 약간 높은 것으로 결과가 나타났다. 또한 Cr, Cu, Fe 매염처리한 직물이 무매염 직물이나 Al, Sn 매염직물보다 세탁견뢰도가 약간 향상되는 것으로 볼 수 있다. 오염등급에 있어서는 꼭두서니의 경우, 모든 침부백포에서 예외없이 좋은 결과가 나와 세탁에 의한 이염은 거의 없는 것으로 보인다.

5. 매장에 의한 강도변화 (항미생물성)

Table 11은 소목과 꼭두서니로 염색한 후 매염제 농도 5%로 매염한 염직물의 매장전 강도와 흡에 일정기간동안 매장한 후 꺼낸 시료의 강도를 측정된 결과치이며, 매장전 강도를 100%로 보았을 때 매장 후 강도가 얼마나 감소하였는가를 강도보존율로 나타내었는데 소목과 꼭두서니에 대한 견직물의 강도보존율은 전반적으로 매염처리후 소목의 경우가 꼭

Table 10. Color Change of fabrics dyed with *Caesalpinia Sappan*, L and *Rubia Akane Nakai* after washing

Dyes	Fabric	Caesalpinia Sappan, L.				Rubia Akane Nakai			
		Silk		Cotton		Silk		Cotton	
		Before Washing	After Washing	Before Washing	After Washing	Before Washing	After Washing	Before Washing	After Washing
WM*	L	57.1	44.7	71.3	76.5	68.8	68.1	76.7	81.2
	a	22.1	18.0	787	5.75	5.48	7.66	5.80	5.61
	b	37.6	10.2	20.8	2.84	29.7	11.5	10.9	1.44
	ΔE	—	30.4	—	18.8	—	18.4	—	31.4
	H V/C	3.31YR 5.58/7.86	6.32R 4.34/4.09	6.51YR 6.97/3.88	4.54R 7.50/1.80	9.25YR 6.81/4.98	3.44YR 6.65/2.57	4.32YR 7.63/2.45	0.20R 7.99/1.96
Al	L	34.4	33.5	57.4	70.6	62.0	65.9	72.7	77.5
	a	36.8	23.6	18.4	7.76	13.7	9.9	14.1	11.0
	b	11.6	-6.85	5.89	2.75	28.6	12.4	13.8	5.89
	ΔE	—	22.686	—	17.2	—	17.1	—	3.75
	H V/C	2.72R 3.39/8.23	3.31RP 3.26/5.04	1.22R 5.55/4.60	2.00R 6.89/2.17	5.14YR 6.06/5.68	2.16YR 6.43/3.04	8.99R 7.12/4.41	4.92R 7.60/3.07
Cr	L	30.2	28.3	54.4	58.7	59.8	57.3	73.2	73.8
	a	17.5	9.85	12.4	8.03	10.7	12.7	7.84	7.73
	b	-2.2	-9.12	0.8	-3.81	23.4	16.7	8.99	5.29
	ΔE	—	10.5	—	7.72	—	7.36	—	3.75
	H V/C	5.94RP 2.97/3.99	5.52P 2.76/2.36	6.43RP 5.26/3.10	0.22RP 5.71/2.29	5.61YR 5.78/4.59	2.74YR 5.56/3.89	1.76YR 7.32/2.46	7.16R 7.22/2.24
Cu	L	23.7	24.0	42.3	52.9	53.7	52.6	65.0	66.5
	a	14.3	7.84	12.5	5.72	14.7	14.9	13.5	13.7
	b	3.665	-3.84	3.43	-2.15	25.6	16.2	16.4	13.1
	ΔE	—	9.87	—	13.8	—	9.51	—	13.8
	H V/C	3.88R 2.25/2.74	1.19RP 2.35/1.56	9.61RP 4.07/2.55	1.52RP 5.13/1.55	4.82YR 5.21/4.95	1.22YR 5.10/4.17	1.86YR 6.42/4.21	9.81R 6.48/3.82
Fe	L	18.6	18.8	34.7	49.6	51.8	55.3	66.1	69.5
	a	2.89	2.47	6.25	3.96	9.12	10.3	5.63	6.47
	b	-0.61	-5.76	-2.24	-2.77	19.6	16.0	8.01	5.06
	ΔE	—	5.17	—	15.1	—	5.19	—	4.52
	H V/C	4.47RP 1.84/0.56	8.27PB 1.82/1.20	1.96PB 3.33/1.32	7.81P 4.81/1.17	6.38YR 5.04/3.65	4.02YR 5.37/3.41	2.81YR 6.54/1.80	8.45R 6.78/1.86
Sn	L	38.2	51.8	46.8	59.0	64.7	65.3	72.3	77.0
	a	39.2	27.4	31.2	18.6	8.71	9.63	10.2	7.16
	b	6.34	6.66	4.24	4.51	28.0	13.7	15.3	8.71
	ΔE	—	18.086	—	17.5	—	14.4	—	8.68
	H V/C	0.10R 3.73/8.65	0.65R 5.03/6.33	8.97RP 4.36/7.24	0.33R 5.73/4.52	7.67YR 6.38/5.11	3.09YR 6.36/3.11	3.22YR 7.16/3.47	1.68YR 7.56/2.36

두서니보다 더 크게 나타났고, 면직물에서는 반대로 쪽두서니의 강도보존율이 큰 것으로 나타났다. 매염제에 의한 강도유지효과는 견직물의 경우에는 소목과 쪽두서니 모두에서 대체로 Cr과 Cu가 항미생물

성에 영향을 미치는 것으로 나타났고, 면직물에 있어서는 Cu가 강도보존에 있어서 탁월한 효과가 있었다. 특히, 면직물은 견직물에 비해 강도보존율이 매우 낮았는데 이는 면섬유 자체가 항미생물성이

Table 11. Change of tensile strength of silk fabrics dyed with *Caesalpinia Sappan*, *L.* and *Rubia Akane Nakai* after burial test

Fabric	Silk						Cotton					
	<i>Caesalpinia Sappan</i> , L			<i>Rubia Akane Nakai</i>			<i>Caesalpinia Sappan</i> , L			<i>Rubia Akane Nakai</i>		
Mordant	Before Burial S**	After Burial S**	Tensile strength retention(%)	Before Burial S**	After Burial S**	Tensile strength retention(%)	Before Burial S**	After Burial S**	Tensile strength retention(%)	Before Burial S**	After Burial S**	Tensile strength retention(%)
WM*	7.17	3.92	54.7	7.5	3.98	53	3.74	0.14	3.9	3.56	0.27	7.5
Al	7.64	4.87	63.8	7.58	2.79	36.8	3.77	0.08	2.0	3.73	0.43	11.5
Cr	7.59	7.02	92.5	7.43	6.9	92.9	3.65	0.12	3.2	3.48	0.36	10.5
Cu	7.27	5.36	77.4	7.37	6.3	85.4	3.64	2.64	72.5	3.58	1.62	45.2
Fe	7.45	5.72	76.7	6.94	1.55	22.3	3.66	0.11	2.9	3.67	0.5	13.5
Sn	7.5	6.91	92	7.34	4.21	57.3	3.68	0.08	2.1	3.4	0.28	8.2
WD*	Before Burial S** : 7.64, After Burial S** : 4			52.5			Before Burial S** : 3.8, After Burial S** : 0.65			17.0		

WD* : Without Dyeing, WM* : Without Mordant S** : Strength (KG/mm²)

Table 12. Change of tensile strength of silk fabrics dyed with *Caesalpinia Sappan*, *L.* after burial test

Mordant	Cr			Cu			Fe		
	Before Burial S**	After Burial S**	Tensile strength retention(%)	Before Burial S**	After Burial S**	Tensile strength retention(%)	Before Burial S**	After Burial S**	Tensile strength retention(%)
0.05	6.92	3.29	47.5	6.99	1.48	21.1	7.33	0.88	12.2
0.1	6.73	3.77	56	7.0	2.23	31.8	7.26	0.89	12.2
0.5	7.07	5.64	79.8	7.07	3.87	55.1	7.11	1.40	19.7
1	7.07	6.51	91.9	6.89	4.26	62.1	7.09	2.31	32.7
5	7.59	7.02	92.5	7.27	5.62	77.4	7.45	5.72	76.7

**Strength (Kg/mm²)

낮고, 염착량이 작기 때문인 것으로 생각된다. 이는 이¹³⁾와 박¹⁴⁾ 김¹⁵⁾의 연구 결과에서도 각각 소목과 치자로 염색한 견직물이 Cr과 Cu 매염처리에 의해 항균성이 증가되는 결과를 얻은 것과 관련하여 Cr과 Cu매염제 자체에 균의 증식을 억제시키는 효과가 있기 때문인 것으로 보인다.

Table 12에서 소목견직물의 Cr, Cu와 Fe의 매염 농도에 따른 매장 전후의 강도와 강도보존율의 결과를 보면 알수 있듯이 매염제 처리 농도에 따라 농도가 높을수록 강도보존율이 높아지고 있으며, 특히 Cr은 그 자체의 항균성 때문에 Cu와 Fe보다 강도보존율값이 크게 나타났으며, Cu는 Fe 보다는 큰 강도보존율 값을 가지고 있음을 알 수 있다.

이는 매염제 농도가 높아짐에 따라 금속이온의 흡착량이 증가하고, 흡착량이 많아질수록 항미생물성이 증가하기 때문인 것으로 생각되어지며 Cr의

경우에는 Fe보다 흡착량이 작지만 금속이온 자체의 항미생물성으로 강도보존율이 크게 나타난 것으로 보인다.

IV. 결 론

적색계 천연염료중 다색성 염료인 소목과 꼭두서니로 염색한 직물의 매염제에 의한 염색성 및 물성 변화를 알아본 결과 다음과 같았다.

1. 소목과 꼭두서니 추출액은 적색을 나타내는 파장범위인 460—500nm에서 최대흡수파장을 보였고, 소목이 꼭두서니보다 농도가 높았다.
2. 전반적으로 매염제의 농도가 높아질수록 염착량이 증가하였으며, 소목의 경우 매염처리에 의해 염직물의 최대흡수파장이 이동하였다. 색상은 매염처리에 의해 a*값이 증가하여 reddish

해지고 b*값이 감소하여 blueish해짐을 알수 있었고, 명도는 낮아졌다.

염색-매염과정을 반복할수록 색상은 a*값이 증가하여 reddish해지고 b*값의 감소로 bluish한 경향을 보이고 있다. 또한 명도는 낮아지고, 채도는 Al, Sn매염에 의해서만 높게 나타났다. 1회 매염처리보다 2회 매염처리후의 색차가 크게 나타났다.

매염제 농도가 증가할수록 금속이온의 흡착량이 증가하였고 Fe의 흡착량이 컸다.

3. 일광에 의해서 소목과 꼭두서니 모두 색상의 변화가 컸는데, a*값의 감소로 적색기가 감소하였고, 대체로 명도는 높아지고, 채도는 낮아졌으나 꼭두서니견직물중 Fe매염제의 경우에는 명도가 낮아져 색상이 더 어두워지고 있다. 색상의 변화추이는 전반적으로 일광조사시간이 길어짐에 따라 한쪽방향을 향해 모이는 변화추이를 나타내었다. 일광견뢰도 등급은 면염색물의 경우 소목과 꼭두서니 모두 1급으로 좋지 않았으나, 견직물에서는 Fe와 Cu매염에 의해서 견뢰도가 다소 향상되었다.
4. 소목과 꼭두서니 모두 세탁에 의해 색상의 변화가 크게 일어났는데, 세탁액의 알카리성과 염료성분과의 작용에 의한 것으로 보이며, b*값의 감소로 색상이 bluish해지는 경향을 보였다. 세탁견뢰도는 전반적으로 Fe와 Cu 매염에 의해서 다소 향상되는 결과를 나타내었다.
5. 매장에 의해 염색물의 강도저하가 일어났으며, 면직물이 견직물보다 강도보존율이 크게 떨어졌다. 강도보존에 영향을 미친 매염제로는 견섬유의 경우 Cr, 면섬유는 Cu 매염에 의해 강도보존율이 크게 향상된 결과를 보여주었다.

참 고 문 헌

1. 정필순, "한국 자연염료와 염색에 대한 연구 - 문헌을 중심으로 -", 이화여자대학교 대학원 석사학위논문(1985).
2. 박은하, "적색계 식물성 염료에 관한 연구 - 조선시대를 중심으로 -", 상명여자대학교 대학원 석사학위논문

(1992).

3. 홍경옥, "천연염료의 실용화를 위한 실험적 연구", 원광대학교 대학원 석사학위논문(1991).
4. 김미경, "다색성 식물염료의 견뢰도 연구", 홍익대학교 대학원 석사 학위 논문(1985).
5. 윤영숙, "한국 식물염료에 관한 현황 연구", 효성여자대학교 대학원 석사학위논문(1992).
6. 조경래, "천연염료에 관한 연구(I)", 한국의류학회지, 11(3), 25-32(1987).
7. 조경래, "취염색소의 특성과 염색성에 관한 연구", 한국의류학회지, 15(3), 281-288(1991).
8. 주영주, "다색성 천연 염료의 매염 및 염색특성에 관한 연구", 중앙대학교 대학원 박사학위논문(1996).
9. 박후나, "황색계 식물성 염료 중 치자와 울금에 관한 비교연구", 한양대학교 대학원 석사학위논문(1993).
10. 皆川 基, 堀井智子, 能見理恵子, "絹の染色に關する研究(第17報)", 大阪市立大學生活科學部紀要, 第33卷, 39-49(1985).
11. 소황옥, "소방염에 관한 실험적 연구(1)", 대한가정학회지, 25(3), 1-13(1987).
12. 유혜자·이혜자·변성례, "도토리를 이용한 직물의 염색", 한국의류학회지, 21(4), 661-668(1997).
13. 이상락, "소목의 Methanol추출물의 구조분석과 견염색물의 항균 소취성", 성균관대학교 대학원 박사학위논문(1996).
14. 박숙향, "치자를 이용한 천연염색의 염색견뢰도와 항균성에 관한 연구", 전북대학교 대학원 석사학위 논문(1997).
15. 김병희, "황색천연염료의 염색성과 항균성 - 황백, 치자, 울금을 중심으로 -", 숙명여자대학교 대학원 박사학위논문(1996).
16. 전통 천연염료 염색방법 현대화, 과학기술처 제 1차년도 연차보고서(1996).
17. Needles, Howard L., Cassman, Vicki and Collins, Martha J., "Mordanted, Natural-Dyed Wool and Silk Fabrics", ACS, 1986.
18. 양진숙, "데님의 황변에 관한 연구", 한양대학교 대학원 박사학위논문, 1996.
19. 박순자, "감즙 염색포의 물리,화학적 성질에 관한 실험적 연구", 한국의류학회지, 19(6), 955-967, 1995.