

# 홍차색소의 견섬유에 대한 염색성

서 명 희 · 신 윤 숙\*

담양대학 산업디자인과 · \*전남대학교 의류학과

## Dyeing Properties of Silk with Black Tea Colorants

Myung-Hee Seo · Younsook Shin\*

Dept. of Industrial Design, College of Damyang

\*Dept. of Clothing and Textiles, Chonnam National University

(1998. 2. 10 접수)

### Abstract

Dyeing properties of silk fabric with black tea colorants were investigated in terms of dye uptakes at various dyeing conditions and the effect of mordants on color change and colorfastness. Black tea colorants showed high affinity to silk and produced brown color. Two types of adsorption isotherm were obtained; Langmuir and Freundlich equilibrium at 360 nm and 460 nm, respectively. Thus, it is considered that both of ionic and hydrogen bondings are involved in silk dyeing with black tea colorants. Dye uptake increased continuously as concentration of colorants increased. Brown color was not changed with mordant type except that Fe mordant produced dark brown color. Mordanting did not influence colorfastness of dyed silk significantly. Therefore, mordanting was not necessary in dyeing silk with black tea colorants.

**Key words:** black tea colorants, silk dyeing, mordants, adsorption isotherm, colorfastness; 홍차색소, 견염색, 매염제, 등온흡착곡선, 견뢰도

### I. 서 론

인류는 오래전부터 다양한 색을 자신의 몸이나 옷, 주거, 도구의 장식에 사용하였다. 이것은 호주, 뉴질랜드, 남북 아메리카에 살고 있는 미개인의 신체에 착색제를 바르거나 문신을 하고 있는 모습을 통해서도 알 수 있다<sup>1)</sup>. 이러한 착색제 즉 천연염료는 화학적 처리없이 동물이나 식물로부터 추출된 단독 혹은 복수의 천연색소를 포함하고 있다<sup>2)</sup>. 천연염료를 화학적구조에 따라 분류하면 카로티노이드계(carotenoids), 플라보노

이드계(flavonoids), 탄닌계(tannins), 퀴논계(quinones), 인디고이드계(indigoids) 등을 들 수 있다<sup>3)</sup>.

현재 사용되고 있는 합성염료는 주로 아조계이나 아조계 천연염료는 전혀 존재하지 않는다. 아조계 염료는 인공색소로서 우수한 점을 많이 지니고 있으나, 발암성<sup>4)</sup>, 환경오염, 다양한 색채를 요구하는 현대사회에서 감성염색을 전부 커버할 수 없다는 점 등의 문제점을 지니고 있다. 천연염료는 합성염료가 발견되기까지 오랜 세월 사용되어 왔는데 독성과 환경오염의 문제가 적으며<sup>5)</sup>, 합성염료로는 얻기 어려운 자연스러운 색감 등의 장점을 갖고 있다. 그러나 천연염료는 화학적으로

불안정하여 보관이 어렵고, 색소 이외의 불순물을 많이 함유하고 있기 때문에 발색의 재현성이 좋지 않다.

따라서 본 연구는 천연염료중 홍차에서 색소를 추출, 동결건조, 분말화하여 홍차색소의 견섬유에 대한 염색성을 색소농도, pH, 온도 및 시간 등의 염색조건이 염착량에 미치는 영향, 매염제가 염착량과 색상에 미치는 효과 등을 조사하였으며, 염색한 시료의 각종 견뢰도를 측정하여 천연염료로의 이용가능성을 검토하였다.

## II. 시료 및 실험방법

### 1. 시료 및 시약

#### 1) 직물

실험에 사용한 견직물은 정련, 표백된 100% 견직물을 사용하였으며 그 특성은 다음 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of silk fabric

Material	Woven structure	Yarn count (w×f/cm <sup>2</sup> )	Weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness (mm)
Silk	Plain weave	82×50	40	0.17

#### 2) 홍차

시판 스리랑카산 100% 홍차를 사용하였다.

#### 3) 매염제

Aluminium ammonium sulfate( $Al_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$ ), cupric sulfate · pentahydrate ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ), potassium dichromate( $K_2Cr_2O_7$ ), ferric sulfate · heptahydrate( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ), 그리고 stannic chloride · dihydrate( $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ ) 등을 매염제로 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 색소 추출 및 분말화

색소 추출 및 분말화는 홍차 70g을 3구 둥근바닥 플라스크에 넣고 증류수 700g을 가하여 100°C에서 40분간 환류시켜 색소를 추출하였다. 추출액을 G5 crucible glass filter로 여과하여 감압 농축한 후 동결건조기(FD 5505, Il Sin Engineering, Korea)로 -50°C 이하에서 건조시켜서 분말상태의 홍차색소를 얻었다.

#### 2) 염색 및 매염처리

염색은 Table 2와 같이 색소농도, 온도, 시간, pH를 변화시키면서 적외선 고압염색기(AHIBA NUANCE, Data Color International, U.S.A.)를 사용하여 염색하였다.

Table 2. Dyeing conditions

Samples	Dye conc. (% o.w.b.a)	Temp. (°C)	Time (min.)	pH
Silk	0.1~3	40~90	20~240	2~11
Mordanted silk	0.1~0.8	80	60	5

a ; on the weight of bath, Liquor ratio ; 1 : 50

매염처리는 각각 매염제 농도를 1, 3, 5%(o.w.f.)로 변화를 주어 실험하였으며 매염 처리시 온도 및 시간은 예비실험 결과에 의하여 40°C, 30분, 욕비 1 : 50에서 선매염법으로 처리하였다.

#### 3) 측정 및 분석

##### (1) 염착량(K/S) 및 색측정

색차계(Macbeth, Color Eye 3100)로  $\lambda_{max}$ 에서 피염물의 K/S값을 측정하여 염착량으로 평가하였다.

##### (2) 색측정

매염제 종류에 따른 표면색의 변화를 측정하기 위해 색차계(Macbeth, Color Eye 3100)를 이용하여 CIELAB 색차식에 의하여 10° Observer, Illuminant D<sub>65</sub>에서 명도지수 L\*, 색좌표 지수인 a\*, b\*값으로 표시하였다.

##### (3) 색차(ΔE) 측정

일광에 의한 색상변화를 알아보기 위해 색차계를 이용하여 다음 CIELAB 색차식에 의하여 색차(ΔE)를 구하였다.

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

##### (4) 견뢰도 측정

일광견뢰도는 내광시험기(Fade-Ometer, U.S.A.)를 사용하여 KS K 0700-1990에 준하여 측정된 후 5, 10, 20, 40, 80시간 광조사한 후 색차(ΔE)로 평가하였고, 세탁견뢰도는 세탁시험기(Laundry-Ometer, Type LHD-EF, Atlas Electric Devices Co., U.S.A.)를 사용하여 KS K 0430-1985의 A-1법(40±2°C, 30분)에

따라 측정하였고, 드라이클리닝 견뢰도는 세탁시험기를 사용하여 AATCC Test Method 132-1989에 준하여 측정하였고, 땀견뢰도는 땀견뢰도측정기(AATCC Tester, Model PR-1, Atlas Electric Devices Co., U.S.A.)를 사용하여 AATCC Test Method 15-1989에 준하여 측정하였으며, 마찰견뢰도는 마찰견뢰도측정기(Crockmeter, Model CM-5, Atlas Electric Devices Co., U.S.A.)를 사용하여 AATCC Test Method 116-1989에 준하여 측정한 후 일광견뢰도를 제외한 모든 견뢰도 평가는 그레이 스케일과 크로마틱 트랜스퍼런스 스케일로 평가하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 홍차색소농도가 염착량에 미치는 영향

홍차색소에는 분자량이 높은 산화중합물, 테아루비긴 및 테아플라빈 등의 성분이 포함되어 있다. 가시부에서 산화중합물은 흡수피크를 보이지 않으며 테아루비긴은 354 nm에서, 테아플라빈은 376 nm와 456 nm에서 각각 흡수피크를 보인다<sup>6)</sup>. 따라서 K/S값을 360 nm와 460 nm에서 측정하여 색소농도가 염착량에 미치는 영향에 대해 고찰하였다. Fig. 1은 홍차색소농도에 따른 염착량(K/S)을 360 nm에서 측정한 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 염료농도가 증가함에 따라 염착량도

같이 증가하나 약 1.6% 이상에서는 염료농도가 증가하여도 염착량이 증가하지 않았다. 즉 이온성 결합을 하는 섬유/염료사이에서 주로 관찰되는 Langmuir 등은 흡착곡선과 유사한 형태를 나타내었다. Fig. 2에 제시한 홍차색소성분 중 테아플라빈의 IR 스펙트럼을 보면 1700  $\text{cm}^{-1}$ 에서  $-\text{COOH}$ 기의 존재를 확인할 수 있으며, 이러한 홍차색소 구조내의 산기와 견섬유내의 아민기가 이온결합하여 염착이 이루어지는 것으로 판단된다.

Fig. 3은 460 nm에서 K/S값을 측정한 결과이다.

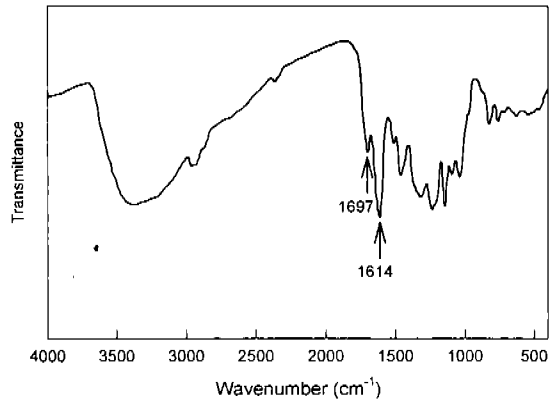


Fig. 2. IR spectrum of theaflavin.

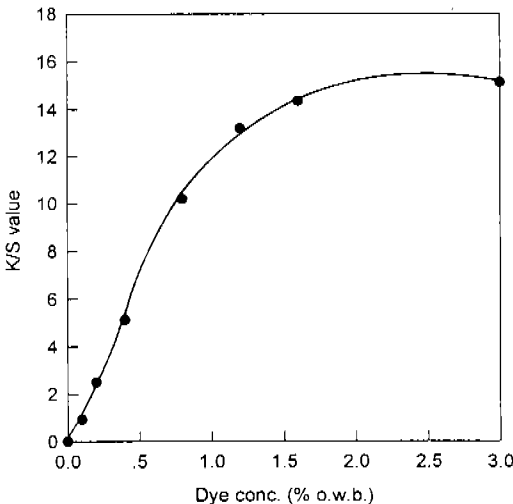


Fig. 1. Effect of dye concentration on the dye uptake of silk fabric measured at 360 nm(80°C/60 min).

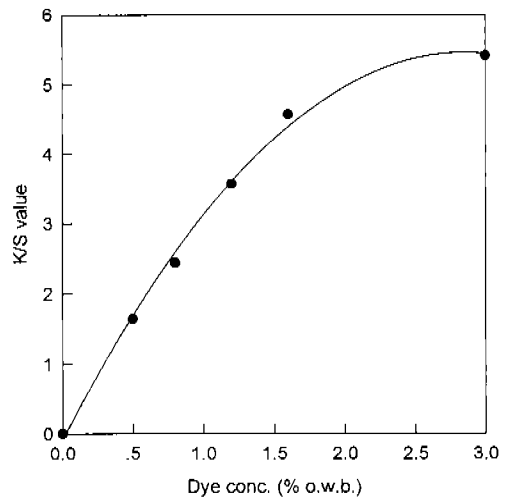
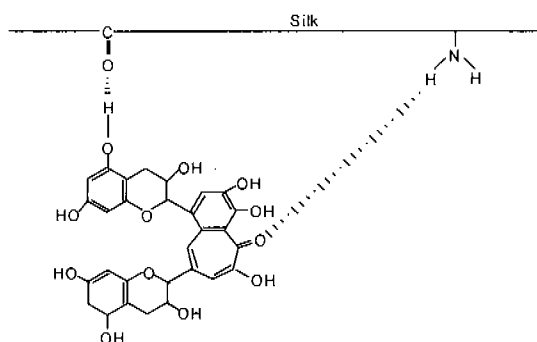


Fig. 3. Effect of dye concentration on the dye uptake of silk fabric measured at 460 nm (80°C/60 min).



Scheme 1. Hydrogen bonding between silk and theaflavin.

Fig. 1의 Langmuir type과는 다른 Freundlich 등온흡착곡선과 유사한 형태를 나타내어 견섬유에 대한 홍차색소의 염착은 수소결합도 관여한다는 것을 알 수 있으며, 홍차내의 주요색소의 테이플라빈과 견섬유의 수소결합에너지는 Scheme 1과 같은 것으로 사료된다. 따라서 견섬유의 염착메카니즘은 360nm에서 측정된 염착량은 주로 이온결합에 의한 것이며 460nm에서는 수소결합에 의한 것으로 이온결합과 수소결합 둘다 관여하는 것으로 사료된다.

## 2. 염색시간, 온도, pH가 염착량에 미치는 영향

Fig. 4는 염색시간에 따른 염착량의 변화이다. 염착량은 초기의 60분까지는 급격히 증가하다가 그 이후에는 거의 증가하지 않는 것으로 보아 견에 대한 홍차색

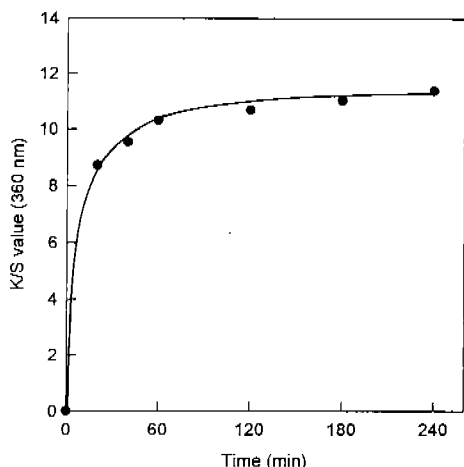


Fig. 4. Effect of dyeing time on the dye uptake of silk fabric (0.8% o.w.b., 80°C).

소의 평형염착은 60분간의 염색으로 이루어짐을 추정할 수 있었다.

Fig. 5는 염색온도에 따른 염착량을 나타낸 것이다. 40~70°C까지는 염착량의 변화는 거의 없었으나 70°C에서 급격하게 증가하여 80°C에서 K/S값이 10.31를 나타내었으며 80°C에서 90°C까지는 완만한 증가를 나타내었다. 70~80°C에서의 급격한 증가는 견섬유의 미세구조가 염료가 침투하기 쉬운 상태로 변화되었기 때문으로 사료되며 80°C에서의 완만한 증가는 평형에 도달함을 알 수 있다. 또한 견은 85°C 이상의 열처리를 하면 변색함으로 80°C의 염색온도가 적절하다고 생각한다<sup>7)</sup>.

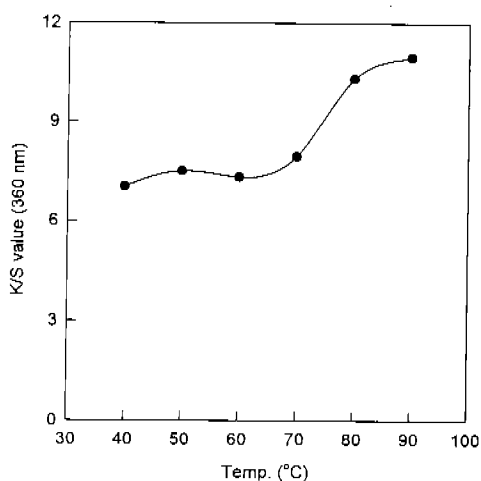


Fig. 5. Effect of dyeing temperature on the dye uptake of silk fabric (0.8% o.w.b., 60 min).

Fig. 6은 pH에 따른 염착량의 변화이다. pH 3부근에서 염착량이 최대가 되었으며, pH가 증가함에 따라 염착량은 급격하게 감소하는 등 염착량이 pH에 매우 민감한 경향을 보이고 있다. pH 3.8~4.0에서 등전점을 나타내는 견은 pH가 증가함에 따라 (-)계면전위를 나타내며, 홍차색소내에 존재하는 것으로 추정되는 COOH기를 포함하는 산성기의 음이온과 견의 (-)계면전위 사이의 전기적 반발과 견섬유내의 양이온 성분의 감소가 염착량을 감소시키는 것으로 사료된다.

이후의 실험에서는 염색시간은 60분, 염색온도 80°C로 하였으며, 낮은 pH에서는 견섬유의 불균염성이 우려되므로<sup>8)</sup> pH를 조정하지 않고 홍차색소액 그대로 약 산성조건(pH 5)에서 염색하였다.

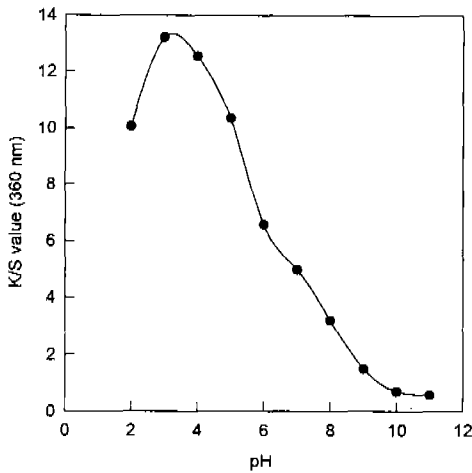


Fig. 6. Effect of pH on the dye uptake of silk fabric (0.8% o.w.b., 80°C/60 min).

3. 매염제의 종류에 따른 건의 염착량

일반적으로 많은 천연염료는 금속수산화물 또는 산화물의 형태인 매염제와 배위결합하여 불용성 레이크(lake)를 형성할 수 있는 배위자를 함유하고 있다. 염료만으로는 색이 연하고 섬유에 대한 친화력이 적으며

로 침염에서는 많은 경우 매염처리를 하는 것이 일반적이다<sup>9)</sup>. 섬유에 금속염을 처리하면 과거에는 단순히 금속염이 섬유의 미세공간에 침적되는 것으로 생각되었으나 김 등<sup>10)</sup>에 의하면 어떤 형태이던간에 상호작용이 존재한다는 것이다. 금속이온이 견에 매염작용을 나타내는 것은 견과 배위결합을 하여 색소와 킬레이트 화합물을 생성하기 때문이다. 예를 들면 2가의 구리로 매염할 경우, 견은 등전점 부근 pH 3.95에서  $\oplus\text{NH}_3\text{---COO}^\ominus$ 와 같이 해리하고, 음으로 하전한 말단 카르복실기가 양이온인 구리이온의 흡착좌석으로 된다. 본연구에서 실험한 pH 5에서의 견섬유와 구리이온과의 결합메카니즘은 구리이온 1개는 카르복실기 2개와 배위결합함으로써 매염이 이루어지는 것으로 보인다.

Table 3에 제시한 것처럼 매염제 농도에 따른 염착량의 증가는 매우 작았으며 따라서 매염제 농도는 1% (o.w.f.)가 적당하다고 본다.

각 매염제와 염료의 농도에 따른 염착량의 실험결과로는 먼저 알루미늄으로 매염처리한 시료와 매염처리하지 않은 시료간의 염착량 차이가 없었다. 매염제 농도에 따른 염착량의 증가는 매우 작아, 염착량만을 생각한다면 알루미늄 매염처리의 필요성은 크지 않다. 알

Table 3. The effect of mordant concentration on the dye uptake(K/S value)

Mordants	Mordant concentration <sup>a</sup>	Dye concentration <sup>b</sup>				
		0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
Unmordanted	—	0.91	2.49	5.12	8.22	10.18
Al	1	2.46	3.73	6.24	8.37	10.95
	3	2.66	4.17	6.47	8.72	10.95
	5	2.71	4.29	6.63	8.50	11.52
Cr	1	2.79	4.71	7.37	10.18	12.28
	3	3.26	4.82	7.53	10.54	12.42
	5	3.45	4.95	7.93	10.41	12.35
Cu	1	4.79	7.07	9.64	12.35	14.03
	3	4.66	7.11	9.73	12.18	14.08
	5	5.10	7.59	10.62	12.53	13.85
Fe	1	7.17	9.33	12.75	15.52	16.87
	3	7.30	9.38	13.02	15.74	17.26
	5	7.46	9.44	13.06	16.14	17.46
Sn	1	2.97	4.22	6.19	7.96	9.73
	3	2.77	4.14	6.26	8.41	10.31
	5	3.00	4.30	6.94	8.68	10.49

a ; % o.w.f.(on the weight offabric), b ; % o.w.b.(on the weight of bath)

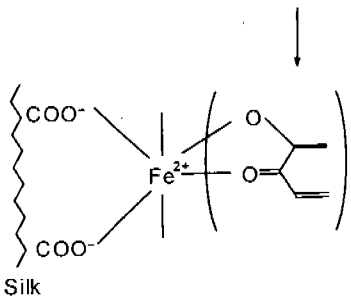
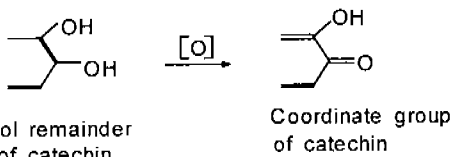
루미늄이온은 전형금속(典型金屬)이온으로 안정한 6배위착체(配位錯體)를 형성하지만, 이것은 외궤도형착체(外軌道型錯體)이기 때문에 철이나 크롬이온과 같은 전이금속(遷移金屬)이온이 형성하는 내궤도형착체(內軌道型錯體)보다 결합력이 약해서 매염에 의한 색상변화가 적은 것으로 알려져 있다<sup>11)</sup>.

크롬을 매염제로 하여 염색한 시료의 염착량은 매염처리하지 않은 시료와 비교할 때 2배이상 증가하였다. 이 사실은 홍차색소와 견과의 친화력보다 홍차색소와 수산화 크롬과의 친화력이 큼을 나타내주고 있다. 그러나 매염제 농도에 따른 염착량의 증가는 보이지 않았다.

구리 매염제로 처리한 시료의 염착량은 매염처리하지 않은 시료보다 매염처리한 시료의 염착량이 약 5배 정도 높은 것으로 나타났으며, 매염제 농도의 증가에 따른 염착량의 증가는 거의 없었다. 오히려 매염제 농도가 증가함에 따라 염착량이 감소하는 경향을 보이고 있다.

철 매염제로 처리한 시료의 염착량은 가장 높은 증가를 나타내고 있다. 그러나 철매염제 역시 매염제 농도가 증가하여도 염착량의 변화가 없었다. 철로 매염한 견섬유와 홍차색소와의 결합은 Scheme 2와 같이 이루어지는 것으로 알려져 있다<sup>12)</sup>.

주석 매염제로 처리한 시료의 염착량은 매염처리하지 않은 시료의 염착량보다 낮았으며, 철 매염제와 마찬가지로 매염제 농도가 증가하여도 염착량의 변화가 없었다.



Scheme 2. Bonding mechanism between Fe mordanted silk and black tea colorants.

Fig. 7은 각 매염제 농도를 1%(o.w.f.)로 하여 처리한 시료의 염착량(K/S값)을 360 nm에서 측정된 결과이다. 주석 매염제를 제외한 모든 매염제는 염착량을 증가시켰으며 철>구리>크롬 순으로 염착량 증진의 효과를 보였다. 460 nm에서 측정된 결과도 같은 경향을 나타냈다.

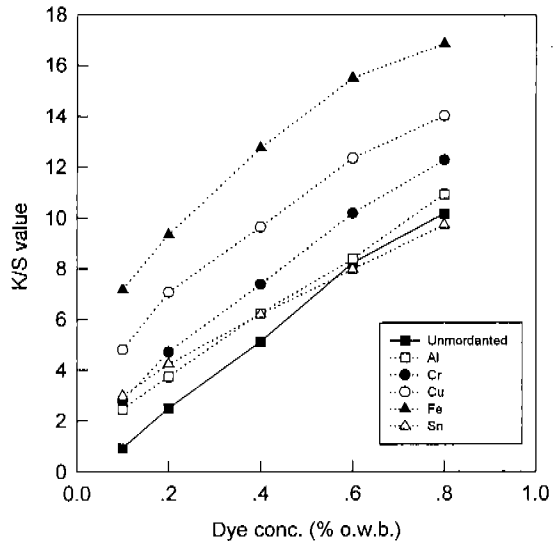


Fig. 7. Effect of mordants on the dye uptake of silk fabric measured at 360 nm (mordanting: conc. 1% o.w.f., 40°C/30 min, dyeing: 80°C/60 min).

#### 4. 매염제에 의한 표면색의 변화

염색한 시료의 매염제에 따른 색상변화는 기본적인 홍차색소 색상의 계열인 갈색에 큰 영향을 미치지 않았으나 철로 매염한 염색물은 검은 갈색을 나타내었는데, 560 nm 부근에서 넓은 흡수대가 새롭게 나타나는 것을 확인하였다.

Table 4는 각종 매염제를 1% 농도로 처리하여 염색한 견섬유의 색차를 나타낸 것으로 a, b는 색상항을 나타내고 채도는 원점에서 색도점까지의 거리이며 명도(L)의 경우에는 +는 더 밝은 색상으로, -는 더 어두운 색상으로 변화함을 나타낸다. 매염처리하지 않은 시료의 L\*값은 60.982, a\*값은 9.022, 그리고 b\*값은 24.274이다.

주석 매염제만 제외하고 다른 매염제로 처리한 견섬유는 색상이 어두워졌음을 알 수 있고, a\*값은 철과 주석으로 매염한 시료는 녹색쪽으로 변화하였고 그외에는

**Table 4.** L\* a\* b\* values of mordanted and dyed silk fabrics

Mordants	L*	a*	b*
Unmordanted	60.982	9.022	24.274
	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$
Al	-2.574	0.701	1.448
Cu	-10.423	0.315	0.782
Cr	-4.813	1.243	1.773
Fe	-33.406	-7.282	-21.259
Sn	4.373	-0.961	2.993

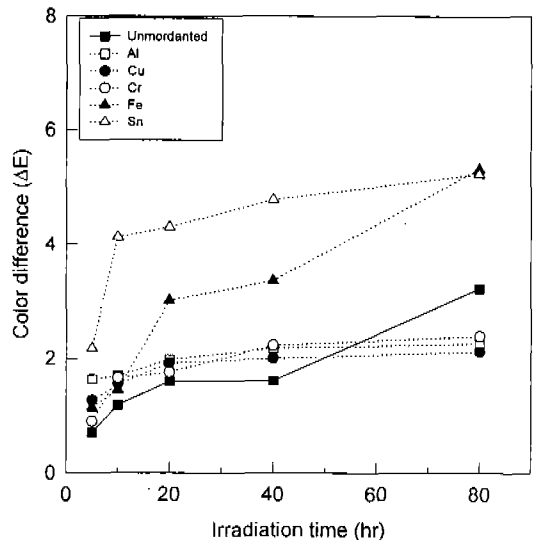
빨간색 쪽으로 변화하였다. b\*값은 철로 매염한 시료만 청색쪽으로 변화하였으며 나머지는 노랑색쪽으로 변화함을 알 수 있었다.

**5. 매염제에 따른 견뢰도**

견뢰도 측정을 위해 시료는 3%(o.w.f.)를 사용한 주석 매염제를 제외하고 1%(o.w.f.) 농도로 매염처리한 후 색소농도 0.6%(o.w.b.)로 80°C에서 60분간 염색한 시료를 사용하였다. 각종 견뢰도 측정 결과를 Table 5에 제시하였다.

Table 5에서 보이는 바와 같이 매염처리하지 않은 염색물이나 매염처리한 염색물 모두 전반적으로 우수한 견뢰도를 보이고 있다. 그러나 산성땀액에 대한 견뢰도는 알루미늄, 구리, 크롬으로 매염처리한 염색물이 매염처리하지 않은 염색물보다 다소 낮은 4/5급을 보이고 있고, 알칼리 땀액에 대한 견뢰도는 4급으로 전반적으로 다소 낮은 견뢰도를 보이고 있다. Fig. 8에서 보는 바와 같이 일광견뢰도는 80 시간까지 광조사 하였을 때

주석 및 철로 매염한 경우는 매염처리하지 않은 것보다 일광견뢰도가 낮은 것을 알 수 있었다. 이는 주석 및 철이온이 홍차추출물의 산화에 촉매적 역할을 하기 때문으로 보인다. 천연염료염색포의 매염처리에 의한 광퇴색은 천연염료의 종류나 매염제의 종류에 따라 큰 차이가 있다<sup>13)</sup>. 山桃 추출액 염색포의 매염처리의 효과에 대한 연구에서는 황산알루미늄 매염처리에 의해 오히려 일광견뢰도가 저하되었다<sup>13)</sup>. 일광견뢰도가 좋은 것으로 알려진 大黃뿌리에서 추출한 염료로 염색하여 일광퇴색 정도 및 속도에 대한 연구보고에 따르면 매염제에 따라 일광퇴색정도 및 속도가 각기 다르며 단지 이 천연염료가 아주 높은 회합상태로 존재하기 때문에 일광견뢰도가 좋은 것으로 나타났다<sup>15)</sup>.



**Fig. 8.** Irradiation time vs. color difference of silk fabric dyed with black tea colorants.

**Table 5.** Colorfastness of silk fabrics

Mordants	Washing			Dry cleaning			Perspiration(acidic)			Perspiration(alkaline)			Rubbing	
	Color		Stain	Color		Stain	Color		Stain	Color		Stain	Dry	Wet
	change	Silk		change	Silk		change	Silk		change	Silk			
Unmordanted	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	4/5	5	5
Al	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	5	4	4	5	5
Cu	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	5	4	4	5	4/5
Cr	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	5	4	4	5	4
Fe	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	4/5	4/5	4
Sn	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4/5

## IV. 결 론

## 참 고 문 헌

홍차색소의 견섬유에 대한 염색성을 알아보기 위하여 염색조건이 염착량에 미치는 영향, 매염제가 염착량, 색상변화 및 견뢰도에 미치는 영향 등을 조사하였다.

1. 홍차색소는 견섬유에 높은 염착량을 보였으며, 등온흡착곡선이 360 nm에서 측정된 경우 Langmuir형으로, 460 nm에서 측정된 경우 Freundlich형으로 나타나 이온결합과 수소결합에 의해 염착되는 것을 알 수 있었다.

2. 견에 대한 홍차색소의 시간에 따른 염착량은 60분간의 염색으로 평형염착이 이루어졌으며, 온도에 따른 염착량은 80°C에서 평형에 도달하였다. pH에 따른 염착량은 pH 3부근에서 염착량이 최대가 되었으며 pH가 증가함에 따라 염착량은 급격하게 감소하는 등 염착량이 pH에 매우 민감한 경향을 보였다.

3. 철, 구리 및 크롬 매염제에 의해 견섬유에 대한 홍차색소의 염착량은 증가하였으며, 흑색을 보인 철매염 시료를 제외하고 색상은 갈색계열로 차이가 없었다.

4. 매염제처리 유무와 관계없이 일반적으로 우수한 견뢰도를 나타내었다. 따라서 홍차색소는 매염제없이 견섬유 염색에 사용 가능성을 알 수 있었다.

- 1) 김공주, 이정민, "염색화학", 형설출판사, p. 28, 1996.
- 2) 木村光雄, "天然染料とその染色", 染色工業, 35, pp. 8-17, 1987.
- 3) 坂川哲雄, 越田均, 中山降幸, "感性の染色への一提言(1) - 藍染めと草木調染めについて", 染色工業, 39, pp. 210-220, 1991.
- 4) 한국원사직물시험연구소, "AZO염료 규제에 최신동향", FITI NEWS 제 71 호, 3, 1996.
- 5) 이영, "전통천연염료에 관한 연구", 홍익대학교 산업미술대학원 석사학위논문, 1982.
- 6) 서명희, "홍차색소의 특성과 염색성", 전남대학교 대학원 박사학위논문, 1997.
- 7) 참고문헌 1과 동일, p. 318
- 8) 三石 賢, 加藤 弘, "絹糸の染色化学", 信州大學纖維學部, pp. 554-555, 1980.
- 9) 참고문헌 1과 동일, p. 319.
- 10) " ", p. 215.
- 11) 木村光雄, 染色工業, 35, pp. 8-17, 1987.
- 12) 山本晃久, "植物染料染色の化学的考察", 染色工業, 22, pp. 127-141, 1972.
- 13) 土井千鶴子, "植物染料染色布の光退色について", 日本家政學會誌, 24, pp. 434-439, 1973.
- 14) 柏木希介, 近藤憲子, "草木染の研究(第3報) - 山桃による染色について", 日本家政學會誌, 23, pp. 380-384, 1972.
- 15) D.B. Gupta, M.L. Gulrajani, "The lightfading mechanism of dyes derived from rhubarb extract ", J. Soc. Dyers. Col., 112, pp. 269-272, 1996.