

인피섬유의 천연염색 및 염색성(제 2보)

소목, 치자, 오배자의 선매염 염색

박명옥¹ · 윤승락^{2‡}

(2010년 9월 28일 접수: 2010년 10월 25일 채택)

Properties of Natural Dyeing of Bast Fiber(Part 2)

Pre mordanting dyeing of sappan wood, gardenia and gallnut

Myung-Ox Park¹ and Seung-Lak Yoon^{2‡}

(Received September 28, 2010: Accepted October 25, 2010)

ABSTRACT

To investigate natural dyeing properties of bast fiber, properties of pre mordanting dyeing of sappan wood, gardenia and gallnut such as K/S values, developed color, and fastness were evaluated. Silk showed the most increased K/S values by pre mordanting treatment when Fe was uses as a mordant. The optimized amount of Fe was 3%.

The colors of sappan wood was a series of YR. After pre mordanting treatment with Fe, the colors of bast fiber of mulberry and silk showed a series of RP, and the color of cotton showed a series of Y. The color of gallnut was a series of Y regardless of pre mordant treatment. Sappan wood (YR), gardenia (Y), and gallnut (Y) showed various colors such as YR, R, and RP, respectively.

Sunlight fastness was not improved by pre mordanting treatment. The effect of pre mordanting treatment was not good. Especially the treatment with Al showed poor sunlight fastness.

Keywords : *sappan wood, gardenia, gallnut, natural dye, bast fiber, properties of dye, Pre mordanting*

1 박명옥 한지공예 연구실(Park Myung-Ox Hanji Art, Jinju, 660-758 Korea)

2 진주산업대학교 인테리어재료공학과(Dept. of Interior Materials Engineering, Jinju National University, Jinju, 660-758 Korea)

‡ 교신저자(Corresponding author): slyoon@jinju.ac.kr

1. 서론

염료와 금속염을 결합하여 여러 가지 색상으로 발색하는 것을 다색성 염료라 한다. 염료의 주성분은 플라보노이드류, 타닌류, 나프토퀴논류, 안트라퀴논류, 디하이드로피란류, 기타의 6종으로 분류되고 있다. 구조적으로는 카르보닐기(>C=O)를 비롯하여 발색을 돕기 위한 위한 것으로 수산기(-OH), 카르복실기(-COOH)가 있다. 이런 작용기들이 다양한 금속과 착체를 형성함에 따라 다양한 색으로 발색하게 된다. 일반적으로 많이 사용되는 금속은 알루미늄, 구리, 철, 주석, 크롬 등이 있다. 한편, 방법으로는 선매염법과 후매염법이 있다.

천연염료에서 발현되는 색상이 적은 단점을 개선하여 색상의 다양화를 위해 황벽, 황련, 자초, 소방의 염액에 Cu, Sn, Fe, Ni, Cr, Al, TA(Tannin acid)의 매염제를 사용하여 천연염료의 색상 다양화의 가능성을 보고¹⁾하였다. Jeon²⁾은 버려지는 양파 껍질의 색소를 염료로 사용하기 위해 양파 껍질 염료의 황갈색 색상을 다양화하기 위해 초산구리, 아세틸산철, 탄산갈슘, 알루미늄 등의 매염제를 사용하여 황금색, 카키색을 발현시켰다. 정향나무 염료³⁾에 Al, Cu, Fe 매염제를 사용하여 한지에 중매염으로 정자색과 갈색을 발현시켰다. 오배자 염료에 Fe, Cu, Al, Sn, Cr의 매염제로 선, 후매염으로 매염제 및 매염방법에 대한 염색성에 대한 연구에서 선매염과 후매염의 K/S값은 선매염에서 높게 나타났고, 매염제 Fe, Cu, Al의 K/S값이 높았으며, 철 매염에 의해 검은색, 짙은 회색의 색상을 얻었다고 보고⁴⁾되었다.

한편, 한지의 천연염색에서 이 등⁵⁾은 한지의 흑색 염색을 위해 오배자, 신나무 잎, 밤 껍질의 염료와 Fe, Cu의 매염제로 후매염의 복합매염에 대해 연구하였다. 최 등⁶⁾은 오리나무 열매 추출물과 염화철, 명반, 초산구리의 매염제로 선매염하여 염색성을 구명하였다. 감즙으로 염색된 한지의 특성⁷⁾을 구명하기 위해 염화철, 명반, 초산동의 매염제를 선매염과 후매염에 의한 염색성을 구명하였다. 이와 같이 천연염색에서 색상의 다양화를 위한 매염제 및 매염법에 대한 연구가 많이 수행되었다.

본 연구의 제 1보⁸⁾에서는 닥섬유의 천연 염색성을 검토하기 위하여 소목, 치자, 오배자의 염채 추출 조건과 닥섬유, 면, 실크에 염색하여 각 염료, 염착물의 표현

흡착성, 발현되는 색상, 견뢰성에 대하여 닥섬유를 기준으로 면과 실크와 비교 분석하였다. K/S값은 염착물로는 실크가 매우 높고, 염채별로는 오배자, 소목, 치자 순으로 높았으며 3종의 염채 추출 최적 조건은 염채 20 g/l에서 온도 90℃에서 30분 추출이다. 소목은 닥섬유, 면, 실크 모두 YR계열, 치자는 닥섬유, 면, 실크 모두 Y계열, 오배자는 닥섬유, 면이 Y계열, 실크는 YR계열의 색상이 발현되었으며 일광 견뢰도는 2-3급으로 열악한 결과를 얻었다.

본 연구는 닥섬유의 선매염에 의한 색상의 다양화 및 염색성을 검토하기 위하여 Al, Cu, Fe 매염제 처리 후 소목, 치자, 오배자의 선매염법으로 닥섬유, 면과 견직물에 염색하여 각 염료, 염착물의 표현 흡착성, 발현되는 색상, 일광 견뢰성에 대하여 닥섬유를 기준으로 면과 견직물을 비교분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 염채

본 연구에 사용된 염채는 시중 한약재상에서 판매중인 중국산 소목, 국산 치자, 중국산 오배자를 구입하여 공시재료로 하였다.

2.1.2 매염제

매염제는 황화알루미늄칼륨[(AlK(SO₄)₂·12H₂O)], 황화구리(CuSO₄·5H₂O), 황화철(FeSO₄·7H₂O)를 사용하였다.

2.1.3 염착물

염착물은 닥섬유, 면, 견을 사용하였다. 닥섬유는 한지공장에서 사용하는 100% 국산 표백 닥섬유를 구입하여 사용하였다. 실크는 시판되는 정련직물을 구입하였으며, 면은 KS K 0905에 준하는 백포를 의류시험연구원에서 구입하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 염액 추출

오배자, 소목, 치자의 염액 추출 조건은 20 g/L로 투

입하여 온도 90℃에서 30분간 추출하였다.

2.2.2 매염액

황화알루미늄갈륨, 황화구리, 황화철의 매염제 5g을 물 1L로 용해하여 사용하였다.

2.2.3 선매염 후 소목, 치자, 오배자의 염색 조건

매염제(황화알루미늄갈륨, 황화구리, 황화철)의 농도 1, 3, 5, 10, 15%(o.w.f.) 별로 온도 40℃에서 40분간 처리하고 충분히 세척 후, 소목, 치자, 오배자의 염액으로 온도 60℃에서 60분간 염색하였다.

2.2.4 닥섬유 염색 후 시트 제조

선매염 후 소목, 치자, 오배자로 염색한 닥섬유는 그 자체로 염색성을 분석하기 어렵기 때문에 KS M 7030에 의해 시트를 제조하였다. 이 시트는 종이의 형태가 아니고 단지 염착성, 색상, 견뢰도 등을 측정하기 위한 판상이므로 닥섬유에 해당된다.

2.2.5 K/S값 측정

K/S값은 Computer Color Matching System(JX777, Japan)을 사용하여 각 염색 시료의 표면 반사율을 측정 한 후 Kubelka-Munk식에 의해 산출하였다.

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

K : Absorption coefficient

S : Scattering coefficient

R : Reflectance coefficient

2.2.6 색차 측정

염색된 염착물의 색상 측정은 Computer Color Matching System(Macbeth Color-Eye 7000A, U.S.A)을 사용하여 표면색을 측정하고, 색상 색차계(Chroma-meter CR-12A, Minolta Japan)를 이용하여 색상, 명도, 채도(H V/C) 값을 구하였다.

2.2.7 일광 견뢰도 측정

일광 견뢰도는 Fade-O-Meter를 사용하여 KS K 0700에 의해 40시간 염색물에 빛을 조사하고, 조사 전후의 색차를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 선매염 염색의 표면 흡착성

3.1.1 소목

소목의 천연염색은 전형적으로 YR계열 색상이 발현되었다. 이 색상 보다 다양한 색상을 발현시키기 위해 알루미늄 명반(Al), 황산구리(Cu), 황산철(Fe)로 먼저 매염 처리를 한 후 소목 염색으로 닥섬유, 면, 견에 염색하여 K/S값에 대하여 검토하였다.

알루미늄 명반, 황산구리, 황산철의 매염제를 섬유에 대하여 1, 3, 5, 10, 15%(o.w.f.)로 선매염한 후 소목 20 g/L에서 추출한 염료로 염색하여 표면 염착량(K/S값)을 측정 한 결과는 Fig. 1과 같다.

알루미늄의 농도에 따른 표면 흡착율의 변화를 보면 견의 경우는 농도 3%까지 K/S값이 급격히 증가되다가 그 후는 서서히 증가되는 경향을 보이고 있다. 면의 경우도 3%에서 가장 높았고, 닥섬유의 경우는 5%에서 높았다. 흡착물별로 표면 흡착율을 비교해 보면 견이 매우 높고 면과 닥섬유는 비슷한 경향을 보이고 있다.

임 등¹⁾은 천연염료의 섬유에 대한 흡착량 및 염착율은 알루미늄 선매염에 의해 증가된다고 보고하였다.

구리의 농도에 따른 표면 흡착율의 변화를 보면 견, 면, 닥섬유 모두 농도 3%까지 흡착율이 증가되다가 그 후는 일정한 K/S값을 나타내고 있다.

흡착물별로 K/S값을 비교해 보면 견이 면과 닥섬유에 비해 상당히 높고, 면은 닥섬유 보다 약간 높은 경향을 보이고 있다.

철 매염제의 농도에 따른 K/S값의 변화는 견, 닥섬유는 농도 3%까지 흡착율이 증가, 면의 경우는 농도 5%까지 흡착율이 증가되다가 그 후는 일정하였다.

흡착물별로 K/S값을 비교해 보면 견이 면과 닥섬유에 비해 상당히 높고, 면은 닥섬유 보다 약간 높은 경향을 보이고 있다.

이상의 결과에서 매염제 농도별 K/S값은 알루미늄, 구리, 철 모두 농도 3%에서 견, 면, 닥섬유 모두 제일 높은 표면 흡착율을 나타내고 있기 때문에 소목 염색에서 선매염 조건은 매염제의 농도는 3%(o.w.f.)가 최적이라고 생각된다. 염착물별 K/S값은 알루미늄, 구리, 철 모두 견이 면과 닥섬유에 비해 상당히 높고, 닥섬유는

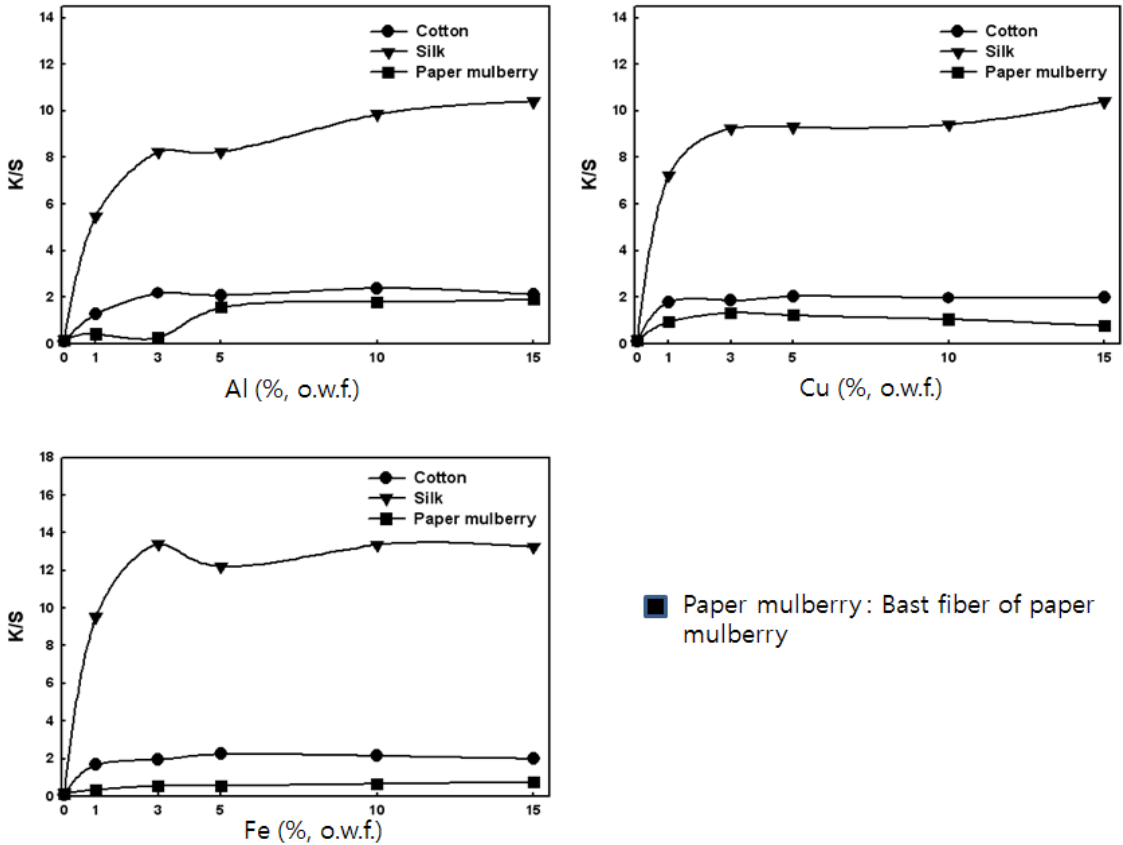


Fig. 1. K/S value with Al, Cu and Fe concentration by sappan wood pre mordanting.

면보다도 낮은 수치를 나타내고 있다. 이것은 면과 닥섬유는 견에 비해 염색성이 떨어지는 것을 의미하는 것으로 임 등⁹⁾은 면, 닥섬유 셀룰로오스 성분이고 견은 단백질 성분으로 단백질 섬유의 염색성이 좋고, 염료분자가 고리 구조로 되어 있는 셀룰로오스 섬유보다 단백질 섬유인 실크에 접근하기 쉽고, 닥섬유와 면보다 실크에 비결정영역이 많기 때문이라고 보고하였다.

3.1.2 치자

치자의 천연염색은 전형적으로 Y계열 색상이 발현되었다. 이 색상 보다 다양한 색상을 발현시키기 위해 알루미늄 명반, 황산구리, 황산철의 매염제를 농도 1, 3, 5, 10, 15%(o.w.f.)로 선매염한 후 치자 20 g/L에서 추출한 염료로 염색하여 닥섬유, 면, 견의 표면 흡착율(K/S값)을 측정 한 결과는 Fig. 2와 같다.

알루미늄의 농도에 따른 표면 흡착율의 변화를 보면

견의 경우는 1% 첨가만으로 K/S값이 급격히 증가되었다. 그 후는 일정한 수치를 보이고 있다. 면과 닥섬유는 농도 1%에서 나타난 K/S값이 첨가량이 높아져도 일정하게 유지되었다. 흡착물별로 표면 흡착율은 견이 제일 높고, 다음이 면이고, 닥섬유는 매우 낮은 K/S값을 나타내고 있다.

구리의 농도에 따른 표면 흡착율의 변화를 보면 견의 경우는 농도가 1%에서 K/S값이 높고, 그 후는 일정한 수치를 보이고 있다. 면의 경우는 3%에서 가장 높았고, 닥섬유의 경우는 1%에서 약간 증가되고 그 이후는 일정하였다. 흡착물별로 표면 흡착율을 비교해 보면 견이 제일 높고 다음이 면이고 닥섬유는 매우 낮은 K/S값을 나타내고 있다.

철의 농도에 따른 표면 흡착율의 변화는 견의 경우는 농도가 약 1%까지 K/S값이 증가되고, 3%에서 낮아졌다가 5%까지 증가되는 경향을 보이고 있다. 그 이후는

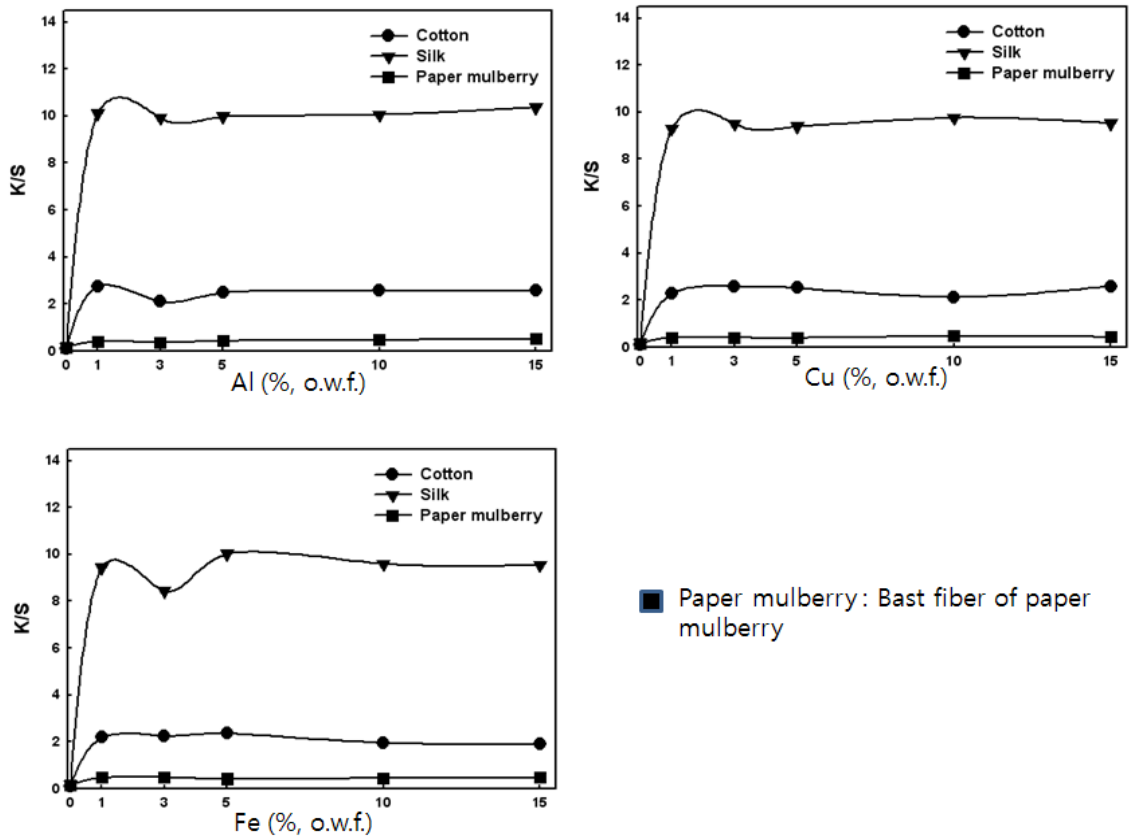


Fig. 2. K/S value with Al, Cu and Fe concentration by gardenia pre mordanting.

약간 감소되었다. 면의 경우는 1%에서 가장 높았고, 닥섬유는 1%의 K/S값이 그 이후도 일정하였다. 흡착물 별로 표면 흡착율은 견이 제일 높고 다음 이 면이고 닥섬유는 매우 낮은 K/S값을 나타내고 있다.

이상의 결과에서 매염제 농도별 K/S값은 알루미늄, 구리, 철 모두 농도 1-3%에서 견, 면, 닥섬유 모두 제일 높은 표면 흡착율을 나타내고 있기 때문에 치자 염색에서 선매염 조건은 매염제의 농도는 3%(o.w.f.)가 최적이라고 생각된다. 염착물별 K/S값은 알루미늄, 구리, 철 모두 견이 면과 닥섬유에 비해 상당히 높고, 한지는 면보다도 낮은 수치를 나타내고 있다. 이것은 면과 닥섬유는 견에 비해 염색성이 떨어지는 것을 의미한다.

3.1.3 오배자

오배자의 천연염색은 전형적으로 YR과 Y계열의 색상이 발현되었다. 이 색상 보다 다양한 색상을 발현시

키기 위해 알루미늄 명반, 황산구리, 황산철의 매염제의 농도 1, 3, 5, 10, 15%(o.w.f.)로 선매염한 후 오배자 20 g/L로 추출한 염료로 염색하여 각 착염물의 표면 흡착율(K/S값)을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다.

알루미늄의 농도에 따른 표면 흡착율의 변화를 보면 닥섬유, 면, 견 모두 농도가 3%까지 K/S값이 급격히 증가되다가 그 후는 일정한 수치를 보이고 있다. 흡착물 별로 표면 흡착율을 비교해 보면 견이 제일 높고, 한지와 면은 비슷한 K/S값을 나타내고 있다.

구리의 농도에 따른 표면 흡착율의 변화를 보면 견과 면의 경우는 농도가 3%에서 K/S값이 높고, 그 후는 약간 증가되었다. 한지의 경우는 1%에서 약간 높아지고 이후는 일정하였다. 흡착물별 표면 흡착율은 견이 제일 높고 다음 이 면이고 닥섬유는 매우 낮았다.

철의 농도에 따른 표면 흡착율의 변화는 견의 경우는 농도가 약 5%까지 K/S값이 증가되고, 그 이후는 약간

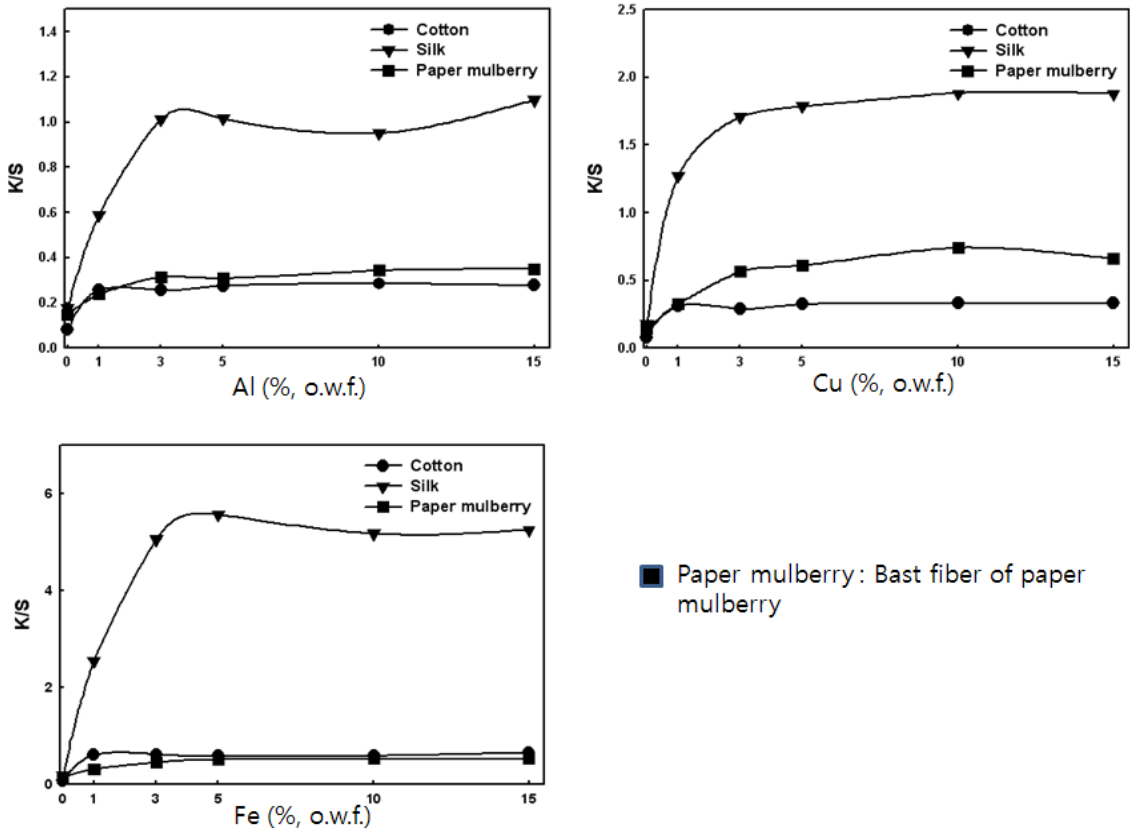


Fig. 3. K/S value with Al, Cu and Fe concentration by gallnut pre mordanting.

감소되었다. 면의 경우는 1%에서 가장 높았고, 한지의 경우는 5%에서 약간 증가되고 그 이후는 일정하였다. 표면 흡착율은 견이 매우 높고, 면과 한지는 매우 낮은 K/S값을 나타내고 있다.

이상의 결과에서 매염제 농도별 K/S값은 알루미늄, 구리, 철 모두 농도 3%에서 견, 면, 닥섬유 모두 제일 높은 표면 흡착율을 나타내고 있기 때문에 오배자 염색에서 선매염 조건은 매염제의 농도는 3%(o.w.f.)가 최적이라고 생각된다. 염착물별 K/S값은 알루미늄, 구리, 철 모두 견이 면과 닥섬유에 비해 상당히 높고, 닥섬유는 면보다도 낮은 수치를 나타내고 있다. 이것은 면과 한지는 견에 비해 염색성이 떨어지는 것을 의미한다.

매염방법으로는 선매염과 후매염이 있는데, 자초의 선매염과 후매염의 K/S값은 Al, Sn으로 처리한 경우 선매염이 높고 Cu, Fe, Cr의 후매염은 K/S값이 높다고 주장¹⁰⁾이 보고하였다. 한편, 오배자 염색에 매염제 첨가

에 따른 흡광도는 Al은 0.1%, Fe와 Cr은 0.3%, Sn과 Cu는 0.5%의 농도에서 높았기 때문에 매염제 첨가 적정 농도며, 철 매염에 의해 흑색과 짙은 회색을 얻었다고 주⁴⁾가 보고하였다.

한편, Fig. 1-3의 결과로부터 각 염재 및 매염제별 K/S값을 비교하면 Table 1과 같다. 이때의 제일 높은 K/S값은 각 매염제의 3%이다. 그러므로 아래의 결과는 각 매염제 농도 3%의 K/S값이다. 무매염의 K/S값은 1보⁸⁾에서 발표한 K/S값이다.

소목은 각 매염처리에 의해 닥섬유, 견, 면의 K/S값이 증가되었다. 치자는 각 매염처리에 의해 각 피염재의 K/S값은 저하되었고 오배자는 약간 증가되었다.

피염재별 K/S값의 증가 효과는 각 염재 모두 견이 가장 높았고, 그 중 Fe 매염제가 상당히 높았다. 닥섬유와 면은 Cu 매염제의 K/S값이 약간 높은 경향을 보이고 있다.

매염처리에 의한 K/S값은 소목과 오배자에서는 증가

Table 1. Comparison of K/S value with pre mordanting by Al, Cu and Fe

Dyed material	Mordanting	K/S value		
		Bast fiber of paper mulberry	Cotton	Silk
Sappan wood	None	0.3	0.9	3.5
	Al	0.5	2.2	8.3
	Cu	1.4	1.8	9.2
	Fe	0.5	2.0	13.2
Gardenia	None	0.5	3.0	11.0
	Al	0.4	2.2	9.9
	Cu	0.5	2.6	9.7
	Fe	0.5	2.4	8.5
Gallnut	None	0.3	0.2	0.5
	Al	0.3	0.3	1.0
	Cu	0.6	0.3	1.7
	Fe	0.5	0.7	5.1

되었지만 소목의 경우는 무매염의 K/S값 보다 낮았다.

유, 면, 견에 대하여 1, 3, 5, 10, 15%(o.w.f.)로 선매염한 후 소목 염색하여 색상을 측정하여 멘셀 표색계로 나타낸 결과는 Table 2와 같다.

3.2 선매염 염색의 표면 색상

3.2.1 소목

알루미늄 명반, 황산구리, 황산철의 매염제를 닥섬

3.2.1.1 알루미늄

닥섬유 소목의 단일 염색에서는 2.1YR 계열의 색상

Table 2. Surface color with Al, Cu and Fe concentration by sappan wood pre mordanting

Pre mordanting dyeing	Color(H V/C)		
	Bast fiber of paper mulberry	Cotton	Silk
None-Sappan wood	2.1YR 8.5/0.8	3.3YR 7.4/4.1	4.6YR 6.3/6.6
Al(1%)-Sappan wood	7.0RP 7.69/2.6	1.2R 6.0/6.5	4.7R 4.3/8.8
Al(3%)-Sappan wood	8.2RP 6.9/4.7	1.5R 5.3/7.8	4.3R 3.9/10.2
Al(5%)-Sappan wood	9.2RP 6.0/5.5	1.5R 5.4/7.6	4.1R 3.8/10.2
Al(10%)-Sappan wood	9.2RP 5.9/5.8	1.4R 5.2/7.9	4.1R 3.8/10.4
Al(15%)-Sappan wood	10.0RP 5.8/6.2	1.4R 5.3/7.6	4.5R 3.7/10.4
None-Sappan wood	2.1YR 8.5/0.8	3.3YR 7.4/4.1	4.6YR 6.3/6.6
Cu(1%)-Sappan wood	3.1RP 6.3/2.3	7.2RP 5.0/3.5	4.9R 3.6/5.6
Cu(3%)-Sappan wood	3.5RP 6.1/2.0	8.2RP 5.0/3.6	3.7R 3.3/5.6
Cu(5%)-Sappan wood	4.3RP 6.1/2.1	7.9RP 5.1/3.3	3.7R 3.3/5.6
Cu(10%)-Sappan wood	5.9RP 6.5 1.8	7.8RP 5.1/3.4	3.5R 3.2/5.6
Cu(15%)-Sappan wood	7.1RP 6.6/2.0	7.7RP 5.1/3.4	3.4R 3.1/5.2
None-Sappan wood	2.1YR 8.5/0.8	3.3YR 7.4/4.1	4.6YR 6.3/6.6
Fe(1%)-Sappan wood	8.5RP 7.6/1.3	3.6YR 6.0/1.7	1.6R 2.9/2.2
Fe(3%)-Sappan wood	6.8RP 7.4/1.2	6.5R 5.3/1.5	6.1RP 2.3/1.5
Fe(5%)-Sappan wood	6.9RP 7.0/1.3	5.9R 5.0/1.6	6.0RP 2.3/1.5
Fe(10%)-Sappan wood	8.0RP 6.8/1.2	4.2R 5.0/1.5	6.5RP 2.3/1.5
Fe(15%)-Sappan wood	6.6RP 6.6/1.2	2.2R 5.0/1.5	6.6RP 2.3/1.5

이지만 알루미늄 매염 후 소목염색에서는 RP계열의 색상이 발현 되었다. 알루미늄 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아져도 일정하고, 채도는 3%에서 증가되었다.

면 소목의 단일 염색에서는 3.3YR 계열의 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서는 R계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아져도 일정하고, 채도는 3%에서 증가되었다.

견 소목의 단일 염색에서는 4.6YR 계열의 색상이지만 철 매염 후 소목염색에서는 R 계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도 1%에서 높고 그 후는 약간 낮아졌지만 그 차이는 크지 않다. 채도는 3%에서 증가되었다.

Table. 2의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것이 색상표 Table. 3과 같다.

소목 단일염색에서 닥섬유, 면, 견 모두 YR 계열의 색상이었지만 알루미늄 선매염에 의해 닥섬유는 RP 계열의 색상, 면과 견은 R 계열의 색상으로 발현되었다. 신 등¹¹⁾의 소목-알루미늄의 후매염에서 R 계열의 색상이 발현되었다.

Al-소목의 선매염에서 알루미늄 첨가량에 따라 발

현된 색상은 동일하였고, 채도는 3% 첨가량에서 증가되는 경향을 나타내고 있다.

3.2.1.2 구리

닥섬유 소목의 단일 염색에서는 2.1YR 계열의 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서는 RP계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아져도 일정하고, 채도는 첨가량 1%에서 약간 높았다.

면 소목의 일독 염색에서는 3.3YR 계열의 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서는 RP계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도와 채도는 농도가 높아져도 일정하였다.

견 소목의 단일 염색에서는 4.6YR 계열의 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서는 R계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도 1%에서 높고 그 후는 약간 낮아졌지만 그 차이는 크지 않다. 채도는 동일하였다.

Table. 2의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것이 색상표 Table. 4와 같다.

소목 단일염색에서 닥섬유, 면, 견 모두 YR 계열의 색상이었지만 구리 선매염에 의해 닥섬유 면은 RP 계

Table 6. Surface color with Al, Cu and Fe concentration by gardenia pre mordanting

Pre mordanting dyeing	Color(H V/C)		
	Bast fiber of paper mulberry	Cotton	Silk
None-Gardenia	5.5Y 9.0/2.9	3.9Y 8.4/8.7	3.3Y 7.7/12.3
Al(1%)-Gardenia	7.2Y 8.0/2.6	4.0Y 8.4/9.0	3.4Y 7.6/12.0
Al(3%)-Gardenia	5.8Y 8.8/3.7	4.0Y 8.4/8.4	3.4Y 7.7/21.1
Al(5%)-Gardenia	5.6Y 8.8/4.3	4.5Y 8.4/8.8	3.3Y 7.7/12.0
Al(10%)-Gardenia	5.9Y 8.8/4.3	4.2Y 8.5/8.4	3.4Y 7.6/11.9
Al(15%)-Gardenia	6.8Y 8.8/3.8	4.3Y 8.4/8.9	3.4Y 7.6/11.9
None-Gardenia	5.5Y 9.0/2.9	3.9Y 8.4/8.7	3.3Y 7.7/12.3
Cu(1%)-Gardenia	7.1Y 8.9/2.8	4.2Y 8.4/8.6	3.6Y 7.6/11.3
Cu(3%)-Gardenia	6.2Y 8.8/3.7	4.3Y 8.4/9.1	3.6Y 7.5/11.2
Cu(5%)-Gardenia	6.9Y 8.9/3.4	4.3Y 8.4/8.5	3.6Y 7.5/11.2
Cu(10%)-Gardenia	6.7Y 8.8/3.4	4.3Y 8.4/8.3	3.6Y 7.5/11.3
Cu(15%)-Gardenia	6.0Y 8.8/3.8	4.2Y 8.4/8.2	3.7Y 7.5/11.3
None-Gardenia	5.5Y 9.0/2.9	3.9Y 8.4/8.7	3.3Y 7.7/12.3
Fe(1%)-Gardenia	6.5Y 8.8/4.0	4.8Y 8.4/7.7	3.6Y 7.3/10.8
Fe(3%)-Gardenia	6.0Y 8.6/3.9	4.7Y 8.4/8.1	4.7Y 6.8/9.4
Fe(5%)-Gardenia	7.2Y 8.7/2.7	4.8Y 8.4/7.6	4.6Y 6.7/9.2
Fe(10%)-Gardenia	5.7Y 8.7/3.6	4.7Y 8.4/8.2	4.7Y 6.7/9.3
Fe(15%)-Gardenia	6.2Y 8.5/3.4	3.9Y 8.3/8.9	4.7Y 6.7/9.3

열 견은 R 계열의 색상으로 발현되었다. Cu-소목의 선매염에서 구리 첨가량에 따라 발현된 색상은 동일하였고, 채도는 동일한 경향을 나타내고 있다.

3.2.1.3 철

닥섬유 소목의 단일 염색에서는 2.1YR 계열의 색상이지만 철 매염 후 소목염색에서는 RP 계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아지면 약간 낮고, 채도는 동일하였다.

면 소목의 일독 염색에서는 3.3YR 계열의 색상이지만 철리 매염 후 소목염색에서는 철 첨가량 1%에서는 YR 계열의 색상, 3% 이상에서는 RP 계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도와 채도는 농도가 높아져도 일정하였다.

견 소목의 단일 염색에서는 4.6YR 계열의 색상이지만 철 매염 후 소목염색에서는 철 첨가량 1%에서는 YR 계열의 색상, 3% 이상에서는 RP 계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도 및 채도는 농도 1%에서 높고 그 후는 약간 낮아졌지만 그 차이는 크지 않다.

Table. 2의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것이 색상표 Table. 5와 같다.

이상의 결과에서 소목 단일염색에서 닥섬유, 면, 견 모두 YR 색상이었지만 철 선매염에 의해 닥섬유와 견은 RP 계열, 면은 R 계열의 색상으로 발현되었다. Fe-소목의 선매염에서 철 첨가량에 따라 발현된 색상은 면과 견에서 첨가량 1%에서 다른 색상이 발현되었다. 채도는 동일한 경향을 나타내고 있다. 즉, 알루미늄, 구리, 철의 선매염은 착염재별로는 약간 다른 색상을 발현시키지만, 농도별로는 동일 색상이 발현되었다.

3.2.2 치자

알루미늄 명반, 황산구리, 황산철의 매염제를 닥섬유, 면, 견에 대하여 1, 3, 5, 10, 15%(o.w.f.)로 선매염한 후 치자 염색하여 색상을 측정하여 멘셀 표색계로 나타낸 결과는 Table 6과 같다.

3.2.2.1 알루미늄

닥섬유 치자의 단일 염색에서는 5.5Y 계열의 색상이지만 알루미늄 매염 후 소목염색에서는 동일 색상인 Y 계열의 색상이 발현 되었다. 알루미늄 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 동일하고, 채도는 3%에서 증가되었다.

면 소목의 단일 염색에서는 3.9Y 계열의 색상이지만 구리 매염 후 치자염색에서는 Y 계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도 및 채도는 동일하였다.

견 소목의 단일 염색에서는 3.3Y 계열의 색상이지만 철 매염 후 치자염색에서는 Y 계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 동일하고, 채도는 농도 3%에서 높았다.

Table 6의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것이 색상표 Table 7과 같다.

치자 단일염색에서 닥섬유, 면, 견 모두 Y 계열의 색상인데 각 매염제에 의한 선매염에서 모두 Y 계열의 색상이 발현되었다. Al-치자의 선매염에서 알루미늄 첨가량에 따라 발현된 색상은 동일하였고, 채도는 3% 첨가량에서 높은 경향을 나타내고 있다.

3.2.1.2 구리

닥섬유 치자의 단일 염색에서는 5.5Y 계열의 색상이지만 구리 매염 후 치자염색에서는 Y 계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아져도 동일하고, 채도는 첨가량 3%에서 약간 높았다.

면 소목의 일독 염색에서는 3.9Y 계열의 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서는 Y 계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아져도 동일하고, 채도는 첨가량 3%에서 약간 높았다.

견 소목의 단일 염색에서는 3.3Y 계열 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서는 Y 계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도, 채도는 동일하였다.

Table 6의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것이 색상표 Table 8과 같다.

치자 단일염색에서 닥섬유, 면, 견 모두 Y 계열의 색상이었지만 구리 선매염에 의해 닥섬유, 면, 견 모두 Y 계열의 색상으로 발현되었다. Cu-치자의 선매염에서 구리 첨가량에 따라 발현된 색상은 동일하였고, 채도는 첨가량 3%에서 약간 높은 경향을 나타내고 있다.

3.2.1.3 철

닥섬유 치자의 단일 염색에서는 5.5Y 계열의 색상이지만 철 매염 후 치자염색에서는 Y 계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아져도 동일하였고, 채도는 1, 3%에서 약간 높았다.

Table 3. Surface color with Al concentration by Al-Sappan wood pre mordanting

	Concentration of aluminium(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

Table 7. Surface color with Al concentration by Al-Gardenia pre mordanting

	Concentration of aluminium(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

Table 4. Surface color with Cu concentration by Cu-Sappan wood pre mordanting

	Concentration of copper(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

Table 8. Surface color with Cu concentration by Cu-Gardenia pre mordanting

	Concentration of copper(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

Table 5. Surface color with Fe concentration by Fe-Sappan wood pre mordanting

	Concentration of ferrous(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

Table 9. Surface color with Fe concentration by Fe-Gardenia pre mordanting

	Concentration of ferrous(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

Table 11. Surface color with Al concentration by Al-Gallnut pre mordanting

	Concentration of aluminium(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

면 치자의 일독 염색에서는 3.9Y색상이지만 철 매염 후 치자염색에서는 Y계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도와 채도는 농도가 높아져도 동일하였다.

견 소목의 단일 염색에서는 3.3Y계열의 색상이지만 철 매염 후 치자염색에서는 Y계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도 및 채도는 농도 1%에서 약간 높았지만 그 차이는 크지 않다.

Table 6의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것이 색상표 Table 9와 같다.

이상의 결과에서 치자 단일염색에서 닥섬유, 면, 견 모두 Y계열의 색상, 철 선매염에 의해 닥섬유, 면, 견은 동일 색상인 Y계열의 색상이 발현되었다. Fe-치자의 선매염에서 철 첨가량에 따라 발현된 색상은 착염재 모두 동일 색상이 발현되었다. 채도는 동일한 경향을 나타내고 있다. 치자의 단일 염색, 매염제별 선매염, 피염재 모두 Y계열의 색상이 발현되었다. 이¹²⁾는 면과 견에 치자의 염재에 철과 납의 매염제로 선매염, 후매염하여 발현된 색상은 모두 Y계열의 색상이라고 보고하였다.

3.2.2 오배자

알루미늄 명반, 황산구리, 황산철의 매염제를 닥섬유, 면, 견에 대하여 1, 3, 5, 10, 15%(o.w.f.)로 선매염한 후 오배자 염색하여 색상을 측정하여 멘셀 표색계로 나타낸 결과는 Table 10과 같다.

3.2.1.1 알루미늄

닥섬유 오배자의 단일 염색에서는 2.1Y계열의 색상

Table 12. Surface color with Cu concentration by Cu-Gallnut pre mordanting

	Concentration of copper(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

Table 13. Surface color with Fe concentration by Fe-Gallnut pre mordanting

	Concentration of ferrous(% o.w.f.)					
	0	1	3	5	10	15
Best fiber of paper mulberry						
Cotton						
Silk						

이지만 알루미늄 매염 후 소목염색에서는 Y계열의 색상이 발현 되었다. 알루미늄 매염 시 농도에 의한 색상의 명도 및 채도는 일정하였다.

면 오배자의 단일 염색에서는 5.4Y계열의 색상이지만 구리 매염 후 첨가량에 따른 색상 및 명도, 채도는 알루미늄 선매염과 동일한 경향을 나타내고 있다.

견 오배자의 단일 염색에서는 9.0YR 계열의 색상이지만 철 매염 후 소목염색에서는 Y계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 동일하였고, 채도는 3%부터 조금 높아졌다.

Table 10의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것이 색상표 Table 11과 같다.

오배자 단일염색에서 닥섬유, 면은 Y색상, 견은 YR

계열의 색상이 었지만 알루미늄 선매염에 의해 닥섬유, 면, 견 모두 Y계열의 색상으로 발현되었다. Al-오배자의 선매염에서 알루미늄 첨가량에 따라 발현된 색상은 동일하였고, 채도는 동일한 경향을 나타내고 있다.

3.2.1.2 구리

닥섬유 오배자의 단일 염색에서는 2.1Y계열의 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서 Y계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아져도 동일하고, 채도는 첨가량 3%부터 약간 높았다.

면 오배자의 일독 염색에서는 5.4Y계열의 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서 Y계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도와 채도는 농도가 높아져도 동일하였다.

견 오배자의 단일 염색에서는 9.0YR계열의 색상이지만 구리 매염 후 소목염색에서는 Y계열의 색상이 발현 되었다. 구리 매염 시 농도에 의한 색상의 명도 및 채도는 동일하였다.

Table. 10의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것

이 색상표 Table. 11과 같다.

오배자 단일염색에서 닥섬유, 면은 Y계열의 색상, 견은 YR계열의 색상이었지만 구리 선매염에 의해 닥섬유, 면, 견 모두 Y계열의 색상으로 발현되었다. Cu-오배자의 선매염에서 구리 첨가량에 따라 발현된 색상은 동일하였고, 채도는 동일한 경향을 나타내고 있다.

3.2.1.3 철

닥섬유 오배자의 단일 염색에서는 2.1YR계열의 색상이지만 철 매염 후 오배자 염색에서는 첨가량 1%에서 YR 계열의 색상, 3% 이상에서는 R 계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도가 높아지면 약간 낮아지고, 채도는 동일하였다.

면 오배자의 일독 염색에서는 5.4Y 계열의 색상이지만 철 매염 후 오배자 염색에서는 YR계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도와 채도는 농도가 높아져도 동일하였다.

견 소목의 단일 염색에서는 9.0YR계열의 색상이지만 철 매염 후 오배자 염색에서는 철 첨가량 1%에서는 R계열의 색상, 3% 이상에서는 RP계열의 색상이 발현 되었다. 철 매염 시 농도에 의한 색상의 명도는 농도 1%

Table 10. Surface color with Al, Cu and Fe concentration by gallnut pre mordanting

Pre mordanting dyeing	Color(H V/C)		
	Bast fiber of paper mulberry	Cotton	Silk
None-Gallnut	2.1Y 8.6/1.3	5.4Y 8.9/0.7	9.0YR 8.1/1.3
Al(1%)-Gallnut	3.8Y 8.7/1.1	6.9Y 8.9/0.8	4.6Y 8.6/0.9
Al(3%)-Gallnut	3.3Y 8.5/1.3	7.4Y 8.9/0.8	6.2Y 8.6/1.3
Al(5%)-Gallnut	3.5Y 8.5/1.5	7.6Y 8.9/0.7	6.4Y 8.6/1.4
Al(10%)-Gallnut	3.4Y 8.4/1.5	8.0Y 9.0/0.7	6.4Y 8.6/1.5
Al(15%)-Gallnut	3.3Y 8.4/1.4	7.7Y 8.9/0.8	6.0Y 8.5/1.6
None-GaNonellnut	2.1Y 8.6/1.3	5.4Y 8.9/0.7	9.0YR 8.1/1.3
Cu(1%)-Gallnut	3.5Y 8.6/1.4	6.4Y 8.7/1.6	3.4Y 7.7/2.6
Cu(3%)-Gallnut	4.5Y 8.3/1.9	6.3Y 8.7/1.5	2.4Y 7.4/2.8
Cu(5%)-Gallnut	4.5Y 8.2/1.9	6.2Y 8.7/1.5	1.6Y 7.2/2.9
Cu(10%)-Gallnut	4.0Y 8.0/2.4	6.3Y 8.7/1.5	1.7Y 7.3/2.9
Cu(15%)-Gallnut	4.2Y 8.2/2.1	6.4Y 8.7/1.5	2.0Y 7.3/2.9
None-Gallnut	2.1Y 8.6/1.3	5.4Y 8.9/0.7	9.0YR 8.1/1.3
Fe(1%)-Gallnut	7.9YR 8.0/1.0	0.1YR 7.8/1.1	5.8R 5.3/1.4
Fe(3%)-Gallnut	10.0R 7.3/0.9	8.3YR 7.5/1.0	1.6RP 3.5/1.1
Fe(5%)-Gallnu	10.0R 7.2/0.9	9.0YR 7.4/1.1	0.7RP 3.4/1.1
Fe(10%)-Gallnut	10.0R 7.1/1.0	6.0YR 7.6/0.6	0.7RP 3.3/1.1
Fe(15%)-Gallnut	7.8R 6.9/1.0	7.3YR 7.3/1.4	0.6RP 3.4/1.0

에서 높고, 채도는 동일하였다.

Table. 10의 멘셀 표색계 결과를 색상으로 나타낸 것이 색상표 Table. 12와 같다.

이상의 결과에서 오배자 단일염색에서 닥섬유, 면은 Y계열의 색상, 견은 YR계열의 색상이었지만 철 선매염에 의해 닥섬유 R계열의 색상, 면은 YR계열의 색상, 견은 RP계열의 색상으로 발현되었다. Fe-오배자의 선매염에서 철 첨가량에 따라 발현된 색상은 면과 견에서 첨가량 1%에서 다른 색상이 발현되었다. 채도는 동일한 경향을 나타내고 있다.

3.3 일광 견뢰도

Al, Cu, Fe 선매염 후 소목, 치자, 오배자로 염색한 염착물(닥섬유, 면, 견)에 대한 일광 견뢰도를 검토한 결과는 Table 14와 같다. 무매염의 소목, 치자, 오배자의 일광견뢰도는 1보⁸⁾의 견뢰도이다.

무매염의 소목 염색물의 일광 견뢰도는 닥섬유 3급, 면 2급, 견 2급이다. 선매염하면 닥섬유 면의 Al 선매염이 견뢰도 1급으로 무매염보다 낮은 견뢰도를 보이고 있다. Cu, Fe의 선매염은 무매염의 견뢰도와 동일 수치를 보이고 있다.

무매염 치자의 일광 견뢰도는 닥섬유 3급, 면 2급, 견 3급이다. 선매염하면 닥섬유와 면의 Al Cu, Fe 선매염은 무매염과 동일 견뢰도를 나타내고 있고, 견의 경우는 Fe에서 1급으로 무매염보다 낮았다.

무매염 오배자의 일광 견뢰도는 닥섬유 2급, 면 4급, 견 2급이다. 선매염하면 닥섬유와 면의 Al Cu, Fe 선매염은 무매염과 동일 견뢰도를 나타내고 있다. 그러나,

견의 경우는 Al에서 1급으로 무매염보다 낮았지만, Cu와 Fe의 선매염에서는 3급으로 견뢰도가 향상되었다.

무매염의 견뢰도가 선매염에 의해 견뢰도는 향상되지 않았고, Al 선매염의 견뢰도가 상대적으로 불량하였다.

천연염료의 견뢰성은 매우 열악한 것을 신 등¹¹⁾, 이 등¹³⁾이에 의하여 보고되었다. 한편, 주 등⁴⁾이 보고한 오배자 염색에서 일광 견뢰도는 오배자 무매염 견 염색의 견뢰도는 2급, Al 선매염은 1급, Cu 선매염은 1급, Fe 선매염은 2급으로 보고하였는데 Al과 Cu의 선매염은 무매염보다 견뢰도가 낮았다.

치자-Fe, Al, Sn, Cu, Cr의 선매염과 후매염 염색에서 무매염보다 매염 처리한 착염제의 견뢰도가 향상되었고, 선매염보다 후매염이 약간 높게 나타났다고 보고¹⁰⁾하였다. 한편, 오리나무 열매 추출 염제의 Al, Fe, Cu의 한지 후매염에서 Cu 염제의 퇴색성이 가장 우수하다고 최 등⁶⁾이 보고하였다.

4. 결론

닥섬유의 선매염에 의한 색상의 다양화 및 염색성을 검토하기 위하여 Al, Cu, Fe 매염제 처리 후 소목, 치자, 오배자의 염색을 닥섬유, 면과 실크 직물에 염색하여 각 염료, 염착물의 표면 흡착성, 발현되는 색상, 견뢰성에 대하여 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 매염처리에 의한 K/S값의 증가 효과는 각 염재 모두 견이 가장 높았고, 매염제는 Fe가 상당히 높았다. 닥섬유와 면은 Cu의 매염제의 K/S값이 약간 높았다.

Table 14. Sunlight fastness of un-mordanting and pre mordanting

Dye material	Dyed material	Un-mordanting (grade)	Pre mordanting(grade)		
			Al	Cu	Fe
Sappan wood	Bast fiber of paper mulberry	3	1	3	3
	Cotton	2	1	2	2
	Silk	2	2	3	4
Gardenia	Bast fiber of paper mulberry	3	3	3	3
	Cotton	2	2	2	2
	Silk	3	3	2	1
Gallnut	Bast fiber of paper mulberry	2	2	2	2
	Cotton	4	3	4	4
	Silk	2	1	3	3

2. 매염제 첨가량 3%에서 높은 K/S값을 나타내고 있어, 선매염 시 매염제 최적 첨가량은 3%이다.

3. 소목 단일염색에서 닥섬유, 면, 견 모두 YR계열의 색상, 철의 선매염에 의해 닥섬유와 견은 RP계열의 색상, 면은 R계열 색상으로 발현되었다.

4. 치자 단일염색에서 닥섬유, 면, 견 모두 Y계열의 색상, 철의 선매염에 의해 닥섬유, 면, 견은 동일 색상인 Y계열의 색상이 발현되었다.

5. 오배자 단일염색에서 닥섬유, 면은 Y계열의 색상, 견은 YR계열의 색상이었지만, 철의 선매염에 의해 닥섬유는 R계열의 색상, 면은 YR계열의 색상, 견은 RP계열의 색상으로 발현되었다.

5. 소목(YR색상), 치자(Y색상), 오배자(Y색상)의 선매염에 의해 R계열, RP계열의 색상을 발현시킬 수 있었다.

6. 선매염에 의한 견뢰도는 향상되지 않았고, A1 선매염의 견뢰도가 상대적으로 불량하였으며, 일광 견뢰도는 2-3급으로 열악하였다.

인용문헌

1. 임경율, 전택진, 윤기중, 엄성일, 천연 염료의 염색 특성에 관한 연구(II) -매염제와 혼합염색을 이용한 색상 다양화-, 한국섬유공학회지 38(11):577-588 (2001)
2. Jeon Cheol. Studies on the Dyeing of Hanji by natural Dye-stuffs(II) -With a Focus on the Onion-peelings-, Journal of Korea TAPPI 35(1):48-53(2003)
3. Jeon Cheol, Young-Hwan Ahn and Hyung-Ja Jeon. Studies on the Dyeing of Hanji by natural Dye-stuffs (IV), -With a focus on the clove tree-, Journal of Korea TAPPI 38(3):66-71(2006)
4. 주영주. 오배자의 염색성에 관한 연구, 한국의류학회지, 22(8):971-977(1998)
5. 이상현, 유승일, 최면관, 신 선, 최태호, 천연염색 재료를 이용한 한지의 검정색 염색 특성, 목재공학 37(4):406-413(2009)
6. 최태호, 유승일, 이상현, 정희원, 양은정, 오리나무 열매 추출물을 이용한 천연염색, 목재공학 37(4):414- 420(2009)
7. Yoo Seung-II, Sang-hyun Lee, Mi-Rye Gwak and Tae-ho Choi, Properties of Hanji Dyed with the Persimmon Juice, Journal of Korea TAPPI 42(2):82-87(2010)
8. Park Myung-Ox and Seung-lak Yoon, Properties of natural Dyeing of Bast Fiber(Part 1) -properties of dye and extraction condition of sappan wood, gardenia and gallnut, Journal of Korea TAPPI 41(3):49-59(2009)
9. 임은숙, 이혜선, 온주 밀감 과피 추출액을 이용한 직물의 천연염색, Journal of Korean Society of Costume, 54(6):141-148(2004)
10. 주영주, 소황옥, 다색성 천연염료의 매염 및 염색 특성에 관한 연구, 한국의류학회지 25(8):1484-1492 (2001)
11. 신윤숙, 최승연. 자외선에 의한 천연염색 견직물의 취하 연구 -치자, 소목 염색을 중심으로-, 한국의류학회지 31(5):659-669(2007)
12. 이정섭, 식물 염료 추출용액에 따른 색상변화에 관한 연구, 대구효성가톨릭대학교 대학원 석사학위 논문: 1-76(1999)
13. 이미식, 홍문경, 김의경, 배순화, 천연염색 직물의 환경조건에 따른 변, 퇴색 및 물성변화에 관한 연구, 한국의류학회지 25(3):617-628(2001)