



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博士學位論文

제주 송이(Scoria)를 이용한 면직물과  
견직물의 염색성 및 기능성에 관한 연구

濟州大學校 大學院

衣類學科

任 恩 淑

2012年 8月

제주 송이(Scoria)를 이용한 면직물과  
견직물의 염색성 및 기능성에 관한 연구

指導教授 李 惠 善

任 恩 淑

이 論文을 理學 博士學位 論文으로 提出함

2012年 8月

任恩淑의 理學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

濟州大學校 大學院

2012年 8月

# Dyeability and Functionality of Cotton and Silk Fabrics dyed with Jeju Scoria

Eun-Sook Im

(Supervised by professor Hye-Sun Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the  
requirement for the degree of Doctor of Natural Sciences

2012. 8

This thesis has been examined and approved.

Thesis director, Kyung-Rae Cho, Prof. of Fashion Industry

Thesis director, Zang-kual Yu, Prof. of Biotechnology

Thesis director, Seok Chan Koh, Prof. of Biology

Thesis director, Dong-Hee Kim, Prof. of Oriental Medicine

Thesis director, Hye-Sun Lee, Prof. of Clothing & Textiles

*August. 2012*

Department of Clothing & Textiles  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

## 국문초록

제주도 전 지역에 산재하고 있는 화산석 송이(scoria)를 광물성 천연염료로 개발하기 위해 염색의 최적조건과 염색건뢰도 그리고 염색포의 기능성을 평가하고 혼합 염색을 통하여 표면색 변화를 살펴보고자 하였다. 염액농도, 염색시간, 염색온도에 따른 면직물과 견직물의 염색성 및 항균성, 소취성, 자외선차단성, 원적외선방사성 등의 기능성을 연구하였다. 또한 치자와 소목으로 혼합염색 하여 표면색 변화와 건뢰도를 분석하여 실용가치를 연구하였다.

송이단독 염색한 면직물과 견직물의 최적 염색조건은 염액농도 250 g/L, 염색온도 80°C, 염색시간은 면직물 120분, 견직물 90분임을 알 수 있었다. 단독염색은 염색시간과 염액농도가 증가에 따라 점차 진한 황갈색으로 염색되었으며, 면직물과 견직물 모두 일광, 마찰, 땀, 세탁건뢰도가 우수하였다. 항균성은 면직물과 견직물 모두 송이로 염색 후 99.9%, 소취성은 면직물은 93.9%, 견직물은 76.6%, 자외선차단지수 UPF(ultraviolet protection factor)는 면직물 50+, 견직물 35+로 나타났다. 원적외선 방사성은 면직물의 방사율이 90%, 최대 방사강도는 362 W/m<sup>2</sup>·μm, 견직물의 방사율은 89%, 최대 방사강도는 362 W/m<sup>2</sup>·μm의 값을 보였다.

치자와 혼합염색 했을 경우 면직물과 견직물 모두 황색을 나타냈고, 소목과 혼합염색 했을 때는 면직물과 견직물 모두에서 염착량 증가 뿐만 아니라 다양한 색상변화를 나타내었다. 소목 혼합염색의 Al, Cu, Fe매염과 농도변화에 따른 색상변화는 면직물에서는 표면색변화가 크지 않았으나 견직물에서는 황갈색계열, 황적색계열, 황록색계열로 색상변화가 나타났다. 소목 단독염색물은 건뢰도가 낮게 나타났으나 소목과 송이의 혼합염색물 건뢰도는 면직물과 견직물에서 모두 우수 하였다.

이상의 결과로 제주 화산석 송이(scoria)염색물은 우수한 염색성과 염색건뢰도 그리고 항균성, 소취성, 자외선차단성, 원적외선 방사성을 갖는 것을 알 수 있다. 또한 혼합염색과 매염제에 의해 다양한 색상으로 변화시킬 수 있으므로 실용적이며 부가가치가 높은 의류소재 및 제품개발에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

**주요어:** 송이(scoria), 혼합염색, 항균성, 소취성, 자외선차단성, 원적외선방사성

# 목 차

List of Tables .....	v
List of Figures .....	vii
I. 서 론 .....	1
II. 실 험 .....	14
1. 실험재료 .....	14
1.1. 시험포 .....	14
1.2. 염재 .....	14
1.2.1. 송이 .....	14
1.2.2. 치자 .....	16
1.2.3. 소목 .....	18
1.3. 매염제 .....	20
2. 실험방법 .....	20
2.1. 염액 추출 .....	20
2.1.1. 치자 .....	20
2.1.2. 소목 .....	20
2.2. 염색 .....	20
2.2.1. 송이 염색 .....	20
2.2.2. 치자 염색 .....	21
2.2.3. 소목 염색 .....	21
2.2.4. 혼합 염색 .....	21
2.2.5. 금속 매염 .....	21

3. 염색성 및 기능성 .....	22
3.1. 표면 염착농도(K/S) 측정 .....	22
3.2. 표면색 측정 .....	22
3.3. 표면관찰 .....	22
3.4. 염색 견뢰도 .....	23
3.5. 항균성 .....	23
3.6. 소취성 .....	24
3.7. 자외선 차단성 .....	24
3.8. 원적외선 방사성 .....	25
Ⅲ. 결과 및 고찰 .....	26
1. 염색성 .....	26
1.1. 염색온도에 따른 염색성 .....	26
1.2. 염색시간 및 송이농도에 따른 염색성 .....	29
1.3. 송이 입자크기에 따른 염색성 .....	34
1.4. 염색시간 및 송이농도에 따른 표면색 변화 .....	36
1.5. 표면관찰 .....	41
1.6. 염색 견뢰도 .....	44
2. 기능성 .....	47
2.1. 항균성 .....	47
2.2. 소취성 .....	49
2.3. 자외선 차단성 .....	51
2.4. 원적외선 방사성 .....	53
3. 단독염색 .....	56
3.1. 송이·치자·소목 단독염색에 따른 표면색 변화 .....	56
3.2. 매염에 따른 송이염색의 표면색 변화 .....	62

3.3. 매염에 따른 소목염색의 표면색 변화 .....	66
<b>4. 혼합염색 .....</b>	<b>70</b>
4.1. 송이 농도에 따른 치자 혼합염색의 표면색 변화 .....	70
4.2. 송이 농도에 따른 소목 혼합염색의 표면색 변화 .....	74
4.3. 소목 혼합염색 시 송이농도에 따른 Al매염 표면색 변화 .....	78
4.4. 소목 혼합염색 시 송이농도에 따른 Cu매염 표면색 변화 .....	82
4.5. 소목 혼합염색 시 송이농도에 따른 Fe매염 표면색 변화 .....	86
<b>5. 혼합염색 견뢰도 .....</b>	<b>90</b>
5.1. 송이와 소목 혼합염색 땀 견뢰도 .....	90
5.2. 송이와 소목 혼합염색 마찰 견뢰도 .....	92
5.3. 송이와 소목 혼합염색 세탁 견뢰도 .....	94
5.4. 송이와 소목 혼합염색 일광 견뢰도 .....	96
<b>IV. 결론 .....</b>	<b>98</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>100</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>113</b>
<b>감사의 글 .....</b>	<b>115</b>



## List of Tables

Table 1. The properties of physisorption and chemisorption .....	10
Table 2. Chemical composition of Jeju scoria .....	12
Table 3. Characteristics of fabrics .....	14
Table 4. Chemical formulas and name of mordanting agents .....	20
Table 5. Color values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at 80°C .....	38
Table 6. Color values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at 80°C .....	40
Table 7. Color fastness of cotton fabrics dyed with Jeju scoria .....	45
Table 8. Color fastness of silk fabrics dyed with Jeju scoria .....	46
Table 9. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria, the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> and the fruit of <i>Gardenia jasminoides</i> .....	61
Table 10. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria with the different mordants .....	65
Table 11. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> with different mordants .....	69
Table 12. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the fruit of <i>Gardenia jasminoids</i> at the different concentrations of Jeju scoria .....	73
Table 13. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria .....	77
Table 14. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria after mordanted with aluminum .....	81
Table 15. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria	

after mordanted with copper .....	85
Table 16. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria after mordanted with iron .....	89
Table 17. Color fastness to perspiration of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria or the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> after mordanted with the various mordants .....	91
Table 18. Color fastness to rubbing of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria or the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> after mordanted with the various mordants .....	93
Table 19. Color fastness to washing of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria or the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> after mordanted with the various mordants .....	95
Table 20. Color fastness to light of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria or the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> after mordanted with the various mordants .....	97

## List of Figures

Figure 1. Chemical structure of crocin .....	5
Figure 2. Chemical structure of brazilein .....	6
Figure 3. Size distribution of Jeju scoria .....	15
Figure 4. HPLC chromatogram of 80% methanol extract of <i>Gardenia jasminoides</i> fruit .....	17
Figure 5. HPLC chromatogram of 80% methanol extract of <i>Caesalpinia sappan</i> heartwood .....	19
Figure 6. K/S values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at the different temperatures .....	27
Figure 7. K/S values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at the different temperatures .....	28
Figure 8. K/S values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at the different periods of time .....	30
Figure 9. K/S values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at the different periods of time .....	31
Figure 10. K/S values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at the different concentrations .....	32
Figure 11. K/S values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at the different concentrations .....	33
Figure 12. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria of different particle size .....	35
Figure 13. L*, a*, b* values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at the different concentrations .....	37
Figure 14. L*, a*, b* values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at the different concentrations .....	39
Figure 15. SEM photographs of cotton fabrics dyed with Jeju scoria .....	42

Figure 16. SEM photographs of silk fabrics dyed with Jeju scoria .....	43
Figure 17. Bacteria reduction ratio of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria .....	48
Figure 18. Deodorization ratio of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria .....	50
Figure 19. UPF values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria .....	52
Figure 20. Far-infrared emission power of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria .....	54
Figure 21. Far-infrared emissivity ratio of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria .....	55
Figure 22. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria .....	57
Figure 23. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the fruit of <i>Gardenia jasminoides</i> .....	58
Figure 24. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia Sappan</i> .....	59
Figure 25. L*, a*, b* values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria, the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> and the fruit of <i>Gardenia jasminoides</i> .....	60
Figure 26. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria with the different mordants .....	63
Figure 27. L*, a*, b* values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria with the different mordants .....	64
Figure 28. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> and the different mordants .....	67
Figure 29. L*, a*, b* values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> and the different mordants .....	68
Figure 30. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the fruit of <i>Gardenia jasminoids</i> at the different concentrations of Jeju scoria .....	71

Figure 31. L*, a*, b* values of cotton and silk fabrics dyed with the fruit of <i>Gardenia jasminoids</i> at the different concentrations of Jeju scoria .....	72
Figure 32. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria .....	75
Figure 33. L*, a*, b* values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria .....	76
Figure 34. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria after mordanted with aluminum .....	79
Figure 35. L*, a*, b* values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria after mordanted with aluminum .....	80
Figure 36. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria after mordanted with copper .....	83
Figure 37. L*, a*, b* values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria after mordanted with copper .....	84
Figure 38. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria after mordanted with iron .....	87
Figure 39. L*, a*, b* values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of <i>Caesalpinia sappan</i> at the different concentrations of Jeju scoria after mordanted with iron .....	88

# I. 서론

## 천연염색과 복합염색

천연염색은 오랜 세월동안 인류의 생활 속에서 다양한 방법으로 발달해 왔으나, 1856년 영국의 화학자 W. H. Perkin에 의해 합성염료 Mouve가 개발된 이후 급격하게 쇠퇴하였다. 이는 합성염료가 천연염료에 비해 염색 방법이 간편하고, 높은 견뢰도를 가지며, 대량생산이 가능함에 따라 가격이 저렴하였기 때문이다.

그러나 경제의 성장과 함께 삶의 질이 개선되면서 문화적 가치에 대한 새로운 인식과 함께 건강이나 환경에 대한 관심이 증대되었다. 염색분야에 있어서도 합성염료를 사용하는 경우 염색공장의 폐수가 심각한 환경오염을 가져올 뿐 아니라 염색된 제품에서도 인체에 유해한 물질이 유리되어 각종 장해를 유발한다는 사실이 밝혀지게 되었다. 따라서 한 때 합성염료에 비하여 편의성 등의 이유로 쇠퇴하였던 천연염료가 다시 주목받게 되었다(Jo et al., 1993; Jo, 2004).

천연염색물은 한 종류의 염재에 주색소와 부색소가 함께 포함되어 있기 때문에 색감이 은은할 뿐 아니라 인체에 무해하며 환경을 오염시킬 우려가 적은 것이 특징이다(Jo, 1994; Kashiwagi, 1973). 염재의 종류에 따라 향균성(Bae & Huh, 2006; Jeong, 2009; Jo, 1989; Kim, 2010a; Kim & Jang, 2008; Nam, 1998; Park et al., 2000; Park et al., 2002; Park, 2005; Park, 2006; Park, 2007), 소취성(Lee & Jang, 2010; Lee & Ko, 2010; Park, 2010), 자외선차단성(Choi & Shin, 2007; Choi & Jeon, 2009; Kim, 2005; Shin & Choi, 2007a; 2008b),원적외선방사성(Shin et al., 2002a; Shin, 2002b; Shin, 2002)등의 가능성을 갖고 있어서 많은 연구가 이루어지고 있다(Nam et al., 1994; 1995; Ban, 1997; Bae, 1999; Chu, 2002; Han & Lee, 2009; Hwang et al., 2006; Im & Lee, 2004; Jo, 2010; Jeong, 2007; Jeon & Park, 2007; Ko & Lee, 2003; Lee & Park, 2007; Park, 2008; Park, 2009; Park, 2010; Shin, 2004; Shin & Choi, 2002; Son, 2004; Son et al., 2009).

오늘날 우리나라에서 생산되고 있는 천연염색제품은 ‘친환경 제품’으로서 이미지를 가지고 있으나 소비자들이 선호하는 제품의 색이 몇 가지 색으로 한정되어 소비자들의 다양한 욕구를 충족시키기에는 부족한 면이 있다(Albrecht, 1994; Jo, 1994).

현재까지 천연염료를 사용하여 염색하는 방법은 거의 단일염재에 의한 염색이 대부분을 차지하고 있으며 매염제를 사용하여 표면색에 변화를 주는 방법이 주로 사용되고 있으나 보다 더 다양한 색을 얻기 위해서 복합염색법을 활용하고 있다. 복합염색의 방법은 복수의 염료를 사용하여 단계적으로 염색하는 방법(Jung & Sul, 2002; Jung & Jang, 2004; Kim, 2009; Kim, 2010; Lee, 2005; Nam et al., 1996; Noh & Yu, 2002; Yoo & Lee, 2003; Yun, 2000)이 일반적이며, 때로는 2종류 이상의 염료를 하나의 염욕에 넣어 동시에 혼합하여 염색하는 방법(Han et al., 2006; Park, 2003; Sung, 2002; Sung, 2003; Sung, 2004)을 사용하기도 한다.

복합염색의 가장 큰 의미는 단순한 1차색이 아닌 매우 다양한 2차색, 3차색을 얻을 수 있다는 점인데, 각 염료가 기능성을 가질 경우 염색물에서 기능성의 상승효과를 기대해볼 수도 있다.

## 천연염료와 천연안료

지구의 역사를 감안할 때 천연염료의 사용은 광물성, 동물성, 식물성의 순으로 보는 것이 통설이다. 고고학적 연구에 의하면 기원전 7천년까지는 인체의 채색에 광물질을 사용하였으며 기원전 4천년까지는 주거지역이나 용기의 착색에 광물성 염료가 사용되었고, 의복의 염색에는 기원전 4천년 이후부터 주로 동물성 염료와 식물성 염료가 사용된 것으로 추정하고 있다.

식물성 염료 3,000여종의 염료식물의 꽃, 열매, 뿌리, 잎, 줄기 등에서 추출하며 주변에서 쉽게 구할 수 있다. 또한 가장 많이 사용되고 있다는 초기의 동물성 염료는 동물의 피나 담즙을 그대로 사용했으나 견뢰도의 부족으로 인하여 쇠퇴하였고 오늘날에도 여전히 사용되고 있는 것으로는 코치닐충의 암컷에서 얻는 카르민산(carminic acid), 락각지충의 수지형 분비물에서 얻는 락카인산(laccaic

acid), 뮤렉스 고등의 새하선에서 얻는 인디고 유도체(6,6'-dibromoindigo) 등이 있다. 광물성염료는 섬유 중에 금속염을 흡착시키고, 그것을 처리하여 불용성 안료로 변하게 하여 착색하도록 하는 것인데, 크롬옐로우(chrome yellow), 베렌스 청(prussian blue) 등이 여기에 속한다. 광물성 염료는 오늘날 불용성 무기안료의 개념으로 함께 쓰이고 있는데 천연적으로는 색소를 함유하는 돌, 흙, 금속 등으로부터 얻어진다.

천연 안료는 무기안료와 유기안료로 나누어진다. 무기안료는 황토, 주토, 자토, 개펄 등 흙에서 얻는 것과 철단, 연단, 주, 군청 등 금속에서 얻는 것이 있다. 철단은 금속제 그릇이나 기계의 바깥부분에 녹이 슬지 않게 하기 위하여 바르는 누른빛을 띤 붉은 안료로 주성분이 산화제이철(ferric oxide,  $Fe_2O_3$ )이며, 철단이라고도 불린다. 연단은 납 또는 산화연을 공기 속에서  $400^{\circ}C$  이상으로 가열하여 만든 붉은빛의 가루 안료로 광명단, 산화연이라고도 한다. 또 주는 수은과 유황을 수산화칼륨과 수산화나트륨을 함께 가열하여 만들며 진사라고도 한다. 물, 알코올에 녹지 않으며 산, 알칼리에도 견디는 특징이 있다. 군청은 천연에서 석회석, 황화철광에서 조금씩 나오며 인공적으로는 백도토, 탄산나트륨, 유황, 목탄, 규석 따위를 섞어 낮은 온도로 가열하여 만들 수 있다. 유기안료는 일반적으로레이크(lake)라고 하며 용해한 염료에 적당한 침전제를 첨가하여 불용성으로 만든 것을 말한다. 남남은 남봉채라 하여 요람에서 색소를 순수하게 추출하여 봉상으로 굳힌 것인데 주로 회화용으로 사용한다. 홍은 홍화의 홍색소를 아교, 젤라틴 등과 혼합한 것을 말한다. 또 코치닐을 탄산나트륨으로 추출한 후 백반으로 침전시키고 산화알루미늄을 가하여 저온에서 건조시킨 코치닐레이크가 있다.

## 매염제

섬유와 염료 사이에 친화력이 없거나 아주 약하면 염색이 이루어지지 않는다. 이때 섬유를 적당한 물질로 처리하여 염료와 친화력을 가질 수 있도록 하는 것을 매염(mordanting)이라고 하며, 매염의 목적으로 사용하는 물질을 매염제(mordants)라고 한다. 매염제로는 보통 금속염, 즉 중성의 금속화합물을 사용한



다(Chu & Soh, 2001; Jeon, 2000; Jeon, 2001; Kim et al., 2005a; 2005b; Lim et al., 2001). 섬유에 매염제를 처리한 후 염색을 하면 매염제 중의 금속과 색소가 결합하여 착체를 형성한다. 매염제는 여러 가지 색을 가지고 있는 식물염료의 경우 색의 변화와 견뢰도, 그리고 물성과 기능성에 영향을 미치며 어떤 방법으로 매염을 하는 것이 좋은지는 섬유와 염료, 매염제의 특징에 따라 달라진다(An & Kim, 2001; Hong et al., 2005; Kim & Song, 2001; Park et al., 2009).

매염방법은 선매염, 동시매염, 후매염, 중매염 등이 있다(An & Kim, 2001; Joo & Nam, 1997; Chu & Soh, 2001; Hong et al., 2005; Jeon, 2000; Jeon et al., 2001; Kim & Song, 2001; Kim & Rhim, 2003; Kim, 2004; Kim, 2005; Kim et al., 2005a; 2005b; Lim et al., 2001; Song & Baik, 2002). 선매염이란 미리 섬유에 매염제를 흡착시키고 여기에 염료를 결합시키는 방법이다. 동시매염은 염액에 매염제를 혼합하여 염색하는 방법인데, 매염제와 색소가 결합하여 침전물이 생기기도 하고 염료-매염제 complex가 섬유 내부로의 침투 불량 및 표면 부착을 가져올 수 있어서 얼룩 발생의 우려가 크다. 그러므로 혼합 후 가급적 빨리 사용해야 하며 선매염이나 후매염에 비해 견뢰도가 떨어진다. 후매염은 염색이 끝난 후 매염제 처리를 하는 방법인데 주로 견뢰도 향상과 다양한 색 변화가 목적이다. 중매염은 피염물에 염액을 붓으로 칠하여 염색할 때 염액과 매염액을 반복하여 칠하는 방법을 말한다(Jo, 1994).

## 치자

치자나무(*Gardenia jasminoides* Ellis)는 꼭두서니과의 상록활엽관목으로 우리나라 남부지방, 일본, 대만, 동남아시아 등지에서 많이 재배된다. 높이는 1~2m이며, 잎은 마주 달리고 긴 타원형으로 윤기가 나며 가장자리가 밋밋하고 짧은 잎자루와 뾰족한 턱잎이 있다. 6~7월경 백색의 꽃이 피고 황백색의 열매가 열린다. 열매는 가을에 채취하며 그늘에 말린 후 쪄개어 약재나 염재로 사용한다. 치자열매(치자; *Gardeniae Fructus*)에 포함된 색소의 주성분은 크로세틴(crocin)의 배당체인 크로신(crocin)이며 수용성 카로티노이드(carotenoid)계에 속한다. 카

로티노이드계는 공액이중결합을 취하는 카르복실산 탄화수소화합물로 일반적으로 지용성이지만 크로신은 구조의 양쪽 끝에 겐티오바이오스(gentiobiose)가 결합된 수용성 색소이다. 크로신을 산이나 알칼리로 가수분해하면 당이 탈락하고 아글리콘(aglycone), 즉 대칭성 디카르복실산(dicarboxylic acid)인 크로세틴(crocetin)을 생성한다(Jo, 1994).

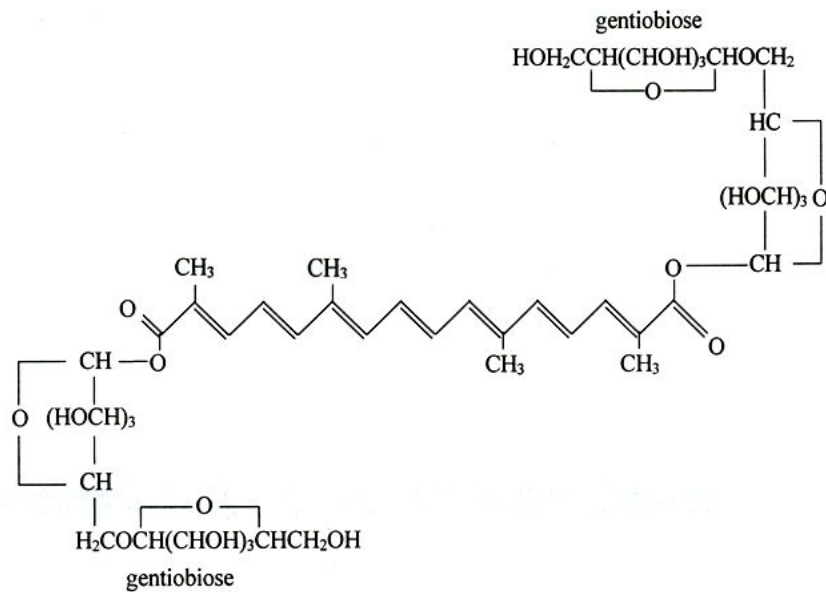


Figure 1. Chemical structure of crocin

크로신은 식물성 및 동물성 섬유를 황색으로 염색하는 직접염료이며, 매염제를 사용하지더라도 색상이 변화가 거의 없는 단색성 염료를 포함하는 염재이다(Choi, 2002; Lee, 2003; Park, 2009). 치자의 색소는 방충성이 있어 옛날부터 속옷이나 삼베로 만든 수의염색에 사용되었고, 방충기능을 이용해 균량미의 변질을 방지하는데 사용하였다(Jo, 1994; Jo et al., 1998).

## 소목

소목(*Caesalpinia sappan* L., 영어명 : sappan wood, red wood)은 콩과에 속하는 상록 활엽 소교목으로 높이는 약 5m정도이며 잎은 긴 타원형이다. 원산지는 동인도 말레이반도이고 아시아의 온대지방에 생육하고 있다. 조선시대에는 단목이라고도 하였고 지방에 따라 소방, 소방목, 홍목, 적목 등 다른 이름으로 불리어졌는데 『본초강목(本草綱目)』에 의하면 그 생산지가 소방국이어서 소목이라고 생략하여 불렀다고 한다. 한방에서는 하열, 지혈, 항고혈압 약으로 사용한다.

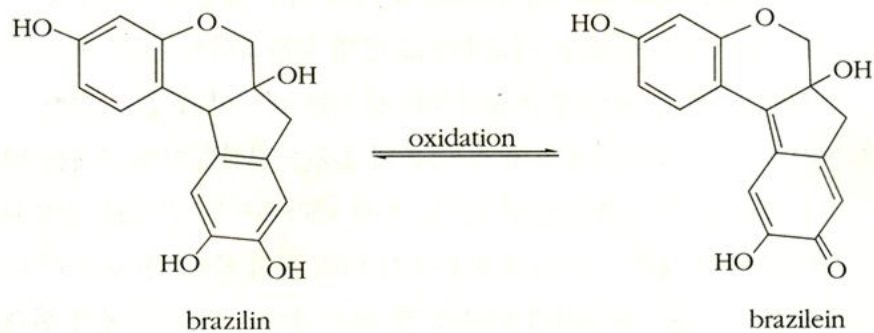


Figure 2. Chemical structure of brazilein

소목의 심재 또한 소목(Sappan Lignum)이라 한다. 심재로부터 염료를 추출하며 색소의 주성분은 호박색~황색인 브라질린(brasilin,  $C_{16}H_{14}O_5$ )이며, 공기 중 산화에 의하여 황홍색의 브라질레인(brazilein,  $C_{16}H_{12}O_5$ )으로 된다(Kim & Lee, 2003). 이것은 다른 산화제에 의해서 분해되기 때문에 Al과 같이 산화성이 없는 매염제를 사용하여야 한다(Seo, 2005; Seo et al, 2005). 브라질레인은 물, 알코올에 용해하며 수용액은 옅은 황홍색이 되는데 암모니아수, 초산마그네슘액 등에 의하여 적자색으로 또 염산에 의하여 갈색으로 변한다. 소목심재에서 물로 추출한 색소는 붉은색이며 동매염에 의하여 적자색, 철매염 또는 알루미늄 매염에 의하여 자색, 백반매염에 의하여 붉은 빛을 띠는 노란색으로 염색된다. 소목의 색

소는 매염제 종류에 따라서 색상이 광범위하게 변화되는 대표적인 다색성 염료에 속한다(Kweon, 2011).

소목은 보관이 편리하여 합성염료가 나오기 전까지 중요한 식물성 염료로 자리 잡고 있었다. 견직물이나 모직물과 같은 동물성 섬유는 매염제 처리 후 염착력이 좋지만 면직물과 같은 셀룰로오스 섬유는 매염제에 대한 친화력이 약한 편이라 염착력에도 차이가 크다. 소목 염색물은 일광견뢰도가 낮아 퇴색이 잘 된다는 단점이 있다(Cha & Kim, 1999; Kweon, 2011; Lee et al., 1995; Yoon, 2003).

## 천연염료의 기능성

천연염료 중에는 항균성을 나타내는 것이 많다. 황련의 뿌리에 포함된 베르베린(berberine)이나 쪽 염색물 중의 인디루빈(indirubin)은 대표적인 항균성 색소이다. 광물성 염료(Byun, 1996; Choi, 2000; Jang, 1999; Jo, 2003; Jeong et al., 2004; Jo & Lee, 2004a; 2005b; Kim & Choi, 2000; Kim & Kim, 2001; Kim, 2009; No, 1998; Park, 2002; Park, 2004; Yang, 2002; Yoo et al., 1997)의 경우도 역시 항균성 및 소취성 등 기능성이 우수한 것이 많다. 또한 음이온과 원적외선을 방사하여 뇌파의 안정, 혈액순환 등에 도움이 된다고 알려져 건강용품, 식품, 화장품, 인테리어와 건축 내·외장제 등 다양한 분야에서 사용되고 있다(Bae et al., 2008; Kim, 2000; Kim, 2009; Kim, 2010b; Kim, 2010; Lee & Jee, 2008; Park et al., 2003a; Park et al., 2003b; Shin et al., 2007; Yang, 2002).

인류는 더위나 추위와 같은 자연환경으로부터 인체를 보호하기 위해 의복을 착용하기 시작하였다. 땀이 묻은 의복은 세균과 곰팡이가 번식하여 노인이나 유아에게 피부질환을 유발시키고 내의나 양말 등에 악취를 발생시킨다. 4000여 년 전 이집트인들은 미라를 향료와 약초로 처리한 천으로 싸서 피라미드 안에 보관하였는데, 아마도 약용식물의 항균성을 활용한 효시라고 할 수 있다. 항균성은 병의 확산을 억제하며 상처에 감염되는 것을 줄이고, 섬유에서 땀이나 때로 인한 냄새의 발생을 억제하며 곰팡이나 세균에 의해 섬유가 상해 받지 않도록 한다(Kim et al., 2004).

쾌적한 생활을 방해하는 요소 중에 악취는 침실이나 침구에서 나는 냄새, 옷의 땀 냄새, 부엌과 화장실의 냄새, 쓰레기 냄새 등이 있다. 이러한 생활악취를 소취제를 사용하여 제거하는 소취가공 기술개발이 증가하고 있다. 현재까지 검출된 악취 물질은 300~400종 정도이며 관능기별로 분류하면 황화수소, 메르캅탄, 암모니아, 페놀, 알데히드 등이 있다. 대부분의 소취제는 복합 혼합물로 주요성분이 악취물질에 어떻게 작용을 하여 효과를 보이는 것인지 분명하지 않다. 이러한 악취를 제거하는 작용은 물리적, 화학적, 생물학적, 감각적 소취 등의 4가지 방법으로 분류 할 수 있다. 물리적 소취는 반 데르 발스(van der Waals)결합을 통하여 황성탄, 제올라이트, 황토, 맥반석, 벤토나이트, 숯 등과 같은 다공성 물질의 표면에 악취 물질을 흡착시켜 악취를 제거하는 방법으로 악취의 종류에 관계없이 소취 효과를 발휘한다. 화학적 소취는 악취 물질의 성분을 화학 반응에 의하여 중화·분해·용해하여 악취를 제거시키는 방법으로 산화/환원반응, 산·염기반응, 부가/축합반응, 이온교환 반응, 황화반응 등이 있다. 또, 생물학적 소취는 효소나 미생물의 작용으로 악취물질은 분해시켜 탈취·제거하는 방법이다. 감각적 소취는 방향족 화합물, 마스킹 화합물, 중성화합물로 나눌 수 있다. 방향족 화합물은 악취물질과 혼합될 때 aromatic conversion이 일어나는 현상을 이용한 것이며, masking은 강한 향에 의해 악취를 줄이는 방법으로 더 이상 불쾌한 냄새를 느끼지 못하게 하고, 중성화합물은 2가지 다른 냄새 조성을 혼합하여 악취를 약하게 하거나 제거하는 것이다(Hwang, 2009).

자외선은 살균·소독작용, 비타민D의 합성 등 생명활동에 중요한 작용을 하지만 최근 환경문제가 대두되면서 태양광선 중의 자외선에 대한 관심이 점차 증가하고 있다. 인체가 자외선에 너무 많이 노출되면 일광화상, 피부노화, 피부암, 백내장과 같은 건강상 문제를 초래하게 된다. 자외선으로부터 인체를 보호하기 위해서는 자외선 차단제를 바르거나 적절한 의복을 착용해야한다. 자외선 차단제는 땀이나 물에 지워지므로 다시 발라야 하는 불편함이 있는 반면, 자외선을 차단하는 직물을 착용하면 효과적으로 피부암을 거의 예방할 수 있다. 자외선(UV: ultraviolet ray)은 태양광선 중에서 200~400 nm대의 파장에 해당하는 태양광선을 말한다. 자외선은 그 파장범위에 따라 315~400 nm영역의 장파장자외선을 자외선 A, 290~315 nm영역의 중파장자외선을 자외선 B, 그리고 200~290 nm영역

의 단파장자외선을 자외선 C라고 일컫는다. 자외선 A와 자외선 B는 오존층을 통과하지만 자외선 C는 대기권에서 흡수되어 지표에는 거의 도달하지 않는다. 자외선 A는 피부투과 능력이 우수하므로 피부 깊숙한 곳까지 침투하여 멜라닌 색소를 생성, 피부를 검게 만들며 또한 자외선 A는 피부노화 및 주름의 원인이 된다. 한편, 자외선 B는 수포, 홍반, 일광화상(sunburn), 심지어 피부암까지 일으킬 수 있다. 따라서 가장 좋은 UV차단 방법은 자외선 A뿐만 아니라 자외선 B를 보다 효율적으로 차단해 주는 것이다. 자외선 차단성능은 자외선 분광광도계를 사용하여 SPF(sun protection factor: 햇빛 차단 지수)와 UPF(ultra-violet protection factor: 자외선 차단지수) 값으로 나타낼 수 있다. SPF는 최소 홍반량(MED: minimal erythema dose)이라는 용어로 나타낼 수 있다. 최소 홍반량(MED)은 홍반을 일으키기 직전까지 햇빛에 머무를 수 있는 시간이다. 의복의 경우에, 그 의미는 의복을 착용한 사람이 착용하지 않은 사람에 비해 피부 홍반이 나타나기 직전까지의 각각의 최소 홍반량(MED)에 대한 비율로 나타낼 수 있다. UPF는 직물에 대한 자외선 차단성능 평가에 사용된다. 즉 UPF값이 15~24는 양호한 차단, 25~39이면 우수한 차단, UPF가 40~50이면 최상의 차단 등 3단계로 분류하기도 한다(Kang, 2001).

원적외선은 빛의 일종으로 빛은 초 단위로 존재하는 고유의 파장과 진동수로 그 성질을 구분할 수 있다. 원적외선의 특징으로는 흡수성, 직진성, 침투성을 들 수 있는데, 물체에 흡수되어 발열현상을 일으키며 이 때문에 물체의 가열 및 건조, 섬유의 수분건조, 코팅제의 가열건조, 열처리 등에 활용된다. 인체에 흡수된 원적외선 에너지는 피부 표면으로부터 0.3~2.4 mm 깊이에 이르기까지 침투하여 원자와 분자의 진동을 일으키게 되고, 체내에서 열 반응이 일어나 피하조직의 온도가 상승하여, 모세혈관의 확장, 혈액순환의 촉진, 신진대사의 증진, 땀의 방출 등이 일어난다. 이런 현상은 기본적으로 피부에 흡수된 원적외선이 인체 내의 물과 작용하여 체내 수분의 전위를 높임으로써 에너지나 정보 전달을 보다 신속하게 할 수 있기 때문이다. 이러한 적외선의 파장 중에서도 실제로 이용되는 파장의 범위는 2.5  $\mu\text{m}$ ~30  $\mu\text{m}$ 의 영역이며, 이 중에서도 3  $\mu\text{m}$ ~6  $\mu\text{m}$ 의 중간 적외선 영역과 8  $\mu\text{m}$ ~14  $\mu\text{m}$ 의 장파장 영역을 중요한 영역으로 간주하고 있다. 현재까지 알려진 원적외선의 효능으로는 물의 활성화, 인체생리의 활성화, 신진대사기능 활

성화 작용, 자정작용, 소취작용, 발한작용, 건조작용, 공진운동 등이 있다.

흡착은 흡착제 표면에 피흡착질 분자가 축적되는 것이며 흡착될 수 있는 물질의 양은 흡착제의 비표면적 크기에 달려 있다. 흡착에 영향을 미치는 인자로는 물리적 특성, 화학적 특성, 피 흡착물질의 종류, 농도, 용해도, 분자량, 분자크기, 분자구조, 극성, 용액온도, pH, 흡착경쟁물질 등 다양하다(Kim, 2008).

**Table 1. The properties of physisorption and chemisorption**

구분	물리흡착	화학흡착
온도	저온에서 흡착이 잘됨	고온에서 흡착이 잘됨
피 흡착열	비선택성	선택성
흡착열	10 Kcal/mol 이하	10 Kcal/mol 이상
흡·탈착	가역성	비가역성
흡착속도	빠름	느림

흡착현상은 흡착물질과 흡착제 표면과의 상호관계에 의하여 나타나는 물리흡착과 화학흡착에 의해 이루어진다. 분자나 원자가 표면에 흡착되는 물리흡착의 경우 표면과 흡착물질 사이에 반 데르 발스(van der Waals)인력이 상호작용하게 된다. 이 상호작용은 약하며 분자가 물리흡착이 될 때 내놓는 에너지는 격자의 진동에너지로 흡수된 다음 열로 발산되어 진동에너지의 일부를 잃고 표면에 흡착하게 된다. 따라서 흡착과정은 발열반응이며 흡착열은 보통 피 흡착물의 증발열 보다는 약간 높다. 일반적으로 고체가 가스분자들을 끌어당기는 힘은 온도가 증가 하거나 압력이 감소하면 쉽게 상실된다. 이러한 원리를 이용하여 흡착제를 재생시키는데 이용하고 있다. 화학흡착에서는 흡착되는 분자가 표면과 화학결합을 이루어 전자의 이동이 수반되며 배위결합이 형성되기도 한다(Kang, 2011).



## 송이

제주도는 화산 활동의 결과로 탄생한 섬이며 분석구, 분출물의 지층이 쌓인 순서(층서), 절대연령, 지하 깊은 곳의 시추 자료 등으로 보아 120만 년 전부터 간헐적으로 크게 4차례의 화산 활동이 있었던 것으로 보고되고 있다. 제1분출기(B.P.120만년~B.P.70만년)에는 현재의 해수면 하부에서 분출한 산방산 조면암을 이루었으며, 제2분출기(B.P.120만년~B.P.70만년)에는 제주도의 지하수를 담는 표선리 현무암이 분출하였고 제3분출기(B.P.30만년~B.P.10만년)에 한라산 체가 형성되었고, 제4분출기(B.P.10만년~B.P.2.5만년)를 통하여 동서 장축 방향으로 측화산 또는 소화산(중심화산 주위의 작은 화산체)들이 형성됨에 따라 백록담이 완성되면서 오늘날과 같은 제주도의 골격이 완성되었다. 특히 제주 화산 활동 후기에 형성된 백록담 주변의 측화산들은 대부분 소규모의 폭발적 분화에 의해 수백미터 상공으로 분출된 쇄설물들이 화구 주변에 퇴적되어 만들어진 작은 화산체이며 그 수는 368개이고, 제주 전역에 분포하고 있다. 이들 소화산을 지질학 용어로 화쇄구(火碎丘, pyroclastic cone)라 한다. 이들 화쇄구를 제주에서는 오름이라 부르며 최근 지질학적·식물 생태학적으로 학술적 연구가치가 인정되고 있으며, 2007년 6월 제주도가 세계 자연 문화유산에 등재됨에 따라 더욱 많은 관심을 불러 모으고 있다(Choi, 2008).

제주도의 소화산인 오름들은 주로 스킨리아구(분석구)로 알려져 있으며, 스트롬볼리식 분화에 따라 이루어진 단성화산(monogenetic volcano)을 말한다. 스트롬볼리식 분화란 비교적 점성이 작은 마그마의 간헐적인 폭발로 일어나는 분화양식이다. 소규모의 폭발로 화산쇄설물을 방출하여 화구 주위에 원추형의 화산쇄설구를 형성한다. 또한 마그마 분출 시 다공질의 화산사와 같은 분출물들이 모여 이루어진 화산쇄설물로 이루어진 화산체이며 용암 내부의 화산가스가 빠져 나가면 화산쇄설물은 다공질이 된다. 이 때 현무암질 용암으로부터 생성된 적색이나 흑색의 다공질 쇄설물을 스킨리아(scoria)라고 하며, 제주도에서는 스킨리아를 제주어로 '송이'라고 부른다(Ko, 2004).

제주 화산석 송이는 화산이 폭발할 때 분출된 화산 쇄설물로 구성되어 있다. 여러 물질 가운데 다공질의 화산암, 화산모래, 기타 화산회 등이 혼합되어 일반



적인 화강 풍토나 사질토와는 공학적인 성질에 있어서 현저하게 다르다. 제주 송이는 지역에 따라 조금씩 차이가 있으나 입자가 수 mm 정도의 조립질이 주를 이루며 화산이 폭발할 때 발생한 고열에서 소성된 소성체로서 흡습성이 강하고 다공성이다. 색상은 암회색, 흑색, 적갈색, 황갈색이며 물리화학적 성질은 pH는 7.10~7.30, 표면적은 32~99 m<sup>2</sup>/g, 양이온치환용량(CEC)은 3.80~6.12 cmol/kg이다. 화학적 조성은 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>이 75%를 차지하며 기공이 많고 가벼우며, 유기불순물의 함량이 비교적 적어 안정된 화학구성을 갖고 있다(Seo, 2001; Kim, 2009).

**Table 2. Chemical composition of Jeju scoria (unit : wt%)**

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO
41.18	15.74	4.88	17.83	4.61	3.97
Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	Total
1.61	1.16	0.22	0.47	8.33	100.00

제주 화산석 송이의 성분은 화산암에 대한 IUGS의 화학적 분류는 SiO<sub>2</sub> 함량은 41.18 wt%이고, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>인 경우 15.74 wt%로 나타나고 있으며, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 화합물은 17.83 wt%로 분포하고 있다. 제주도에 산재해 있는 화산석 송이에 대한 연구로는 원적외선 방사성과 소취성 항균성 등 다양한 기능성을 활용하여 건축 외·내장제와 산업재료, 그리고 미용재료 등에 활용할 되고 있는 실정이다(Lee, 2009).

## 연구 목적

광물성 염료는 염착 메커니즘상 일반적인 염색이라고 보기 어렵고, 식물성 염료에 비하여 상대적으로 종류가 다양하지 못할 뿐 아니라 사용이 한정되어 있다. 우리나라의 경우에 황토, 재, 숯 등 몇 가지 무기안료만이 사용되고 있을 뿐이다.

제주도 전 지역에 산재하고 있는 화산석 송이는 이미 타일, 벽지 등 기능성 건축재료와 화장품 등에서 사용되면서 기능성이 확인된 바 있으나 염색에는 아직 응용되지 않았다.

따라서 본 연구는 화산석 송이의 기능성 염색재료로써 실용적 가치를 검토하는데 그 목적이 있다. 따라서 화산석 송이(scoria) 염색의 최적 조건을 비롯하여 염색물의 항균성, 소취성, 자외선차단성, 원적외선방사성 등을 측정하여 염색포의 기능성을 평가하였으며, 소목 및 치자와의 혼합염색과 Al, Cu, Fe 매염에 따른 염색물의 다양한 표면색 변화 및 견뢰도를 분석하였다.

## II. 실험

### 1. 실험재료

#### 1.1. 시험포

본 실험에서 사용된 시험포는 시판 직물을 정련한 후 수세·건조하여 사용하였으며, 시험포의 특성은 Table 3과 같다.

Table 3. Characteristics of fabrics

Fabric	Yarn	Weave	Density (thread/inch)		Count		Weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness (mm)
			warp	weft	warp	weft		
Cotton 100%	spun yarn	plain	68	63	21.1's	19.9's	150±5	0.51
Silk 100%	filament yarn	plain	87	74	32.9d	174.8d	64±2	0.28

#### 1.2. 염재

##### 1.2.1. 송이

송이분말은 (주)송이산업에서 구입하여 사용하였으며 레이저입도분석기 (LS-13-320, Beckman Coulter, U.S.A)를 사용하여 분석하였다. 입도분포는 4  $\mu\text{m}$ , 40  $\mu\text{m}$ , 220  $\mu\text{m}$ , 600  $\mu\text{m}$ , 800  $\mu\text{m}$ , 1500  $\mu\text{m}$ 로 되어 있음을 알 수 있다. 입도분포는 Fig. 3에 제시되었다.

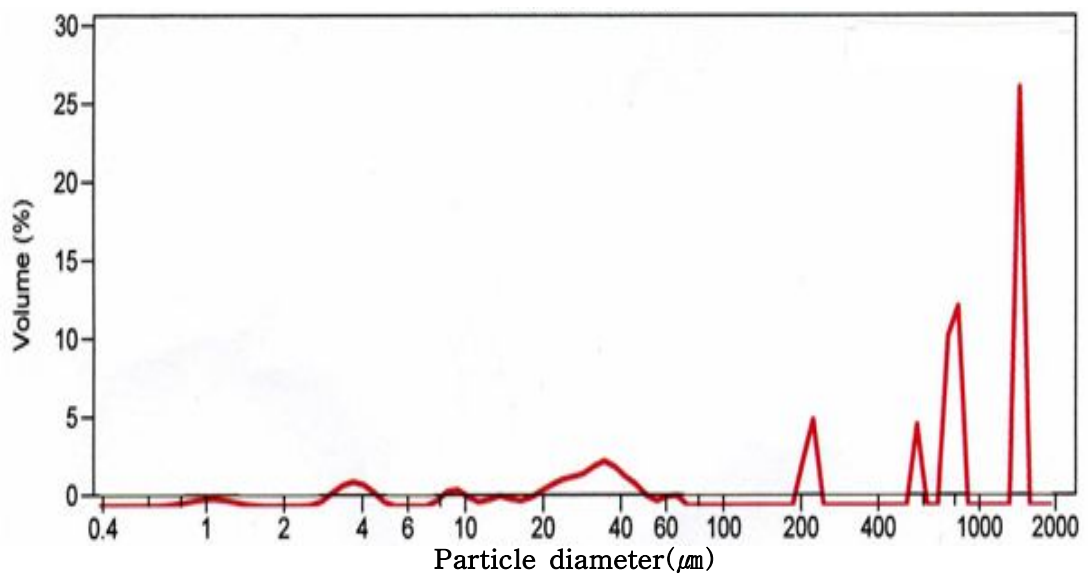


Fig. 3. Size distribution of Jeju scoria

### 1.2.2. 치자

실험에서 사용된 치자는 한국산 치자열매를 시중 약재상에서 구입하여 사용하였다.

치자색소 분석은 HPLC(Shimadzu, Japan)를 system controller(CBM-20A), pump(LC-20AD), column oven(CTO-20A), PDA detector( SPD-M20A)를 사용하였으며, column은 ACE 5 C18(250 x 4.6 mm, 5  $\mu$ m)를 사용하여 치자 메탄올 추출물 10 mg을 메탄올 1 ml에 녹여 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과 후 이 중 5  $\mu$ l를 HPLC 시료로 사용하였다.

이동상은 water(A)와 acetonitrile(B)로 gradient elution system을 적용시켜 15%(0분 B), 15~100%(30분 B), 100%(10분 B)로 설정하여 분석하였다. 유속은 1.0 ml/min이었으며 column 온도는 40 $^{\circ}$ C를 유지하여 UV wavelength는 440 nm로 설정하여 분석하였다.

치자 메탄올 추출물을 HPLC로 pattern 분석한 결과 440 nm에서 retention time(Rt)이 10.61분, 11.65분, 14.56분대에 peak가 확인되었고 이 중 11.61분대의 peak는 치자의 노란색 색소성분인 crocin이었으며 HPLC 분석은 Fig. 4에 제시되었다.

Crocin  
↓

Figure 4. HPLC chromatogram of 80% methanol extract  
of *Gardenia jasminoides* fruit

### 1.2.3. 소목

실험에서 사용된 소목은 잘게 자른 인도네시아산 소목심재를 시중 약재상에서 구입하여 사용하였다.

소목색소 분석은 HPLC(Shimadzu, Japan)를 system controller(CBM-20A), pump(LC-20AD), column oven(CTO-20A), PDA detector( SPD-M20A)를 사용하였으며, column은 ACE 5 C18(250 x 4.6 mm, 5  $\mu$ m)을 사용하여 소목 메탄올 추출물 3 mg을 메탄올 1 ml에 녹여 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과 후 이 중 5  $\mu$ l를 HPLC 시료로 사용하였다.

이동상은 water(A)와 acetonitrile(B)로 gradient elution system을 적용시켜 5%(0분 B), 5~10%(20분 B), 10~20%(10분 B), 20~40%(20분 B), 40~100%(10분 B)로 설정하였고 유속은 1.0 ml/min, column 온도는 40 $^{\circ}$ C, UV wavelength는 288 nm로 설정하여 분석하였다.

소목 메탄올 추출물을 HPLC로 pattern 분석한 결과 288 nm에서 retention time(Rt)은 25.02분, 28.11분, 31.24분대에 peak가 확인되었고 이 중 25.02분대에 나타난 peak가 소목의 색소성분인 brazilin이었으며 HPLC 분석은 Fig. 5에 제시되었다.

Brazilin



30

Fig. 5. HPLC chromatogram of 80% methanol extract of *Caesalpinia sappan* heartwood



### 1.3. 매염제

실험에서 사용된 매염제는 1급을 사용하였으며, 시약의 특성은 Table 4와 같다.

Table 4. Chemical formulas and name of mordanting agents

Mordants	Chemical names	Chemical formulas
Al	Aluminium sulfate 14~18 water	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14\sim 18H_2O$
Cu	Copper acetate monohydrate	$Cu(CH_3COOH)_2 \cdot H_2O$
Fe	Iron(II)sulfate heptahydrate	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$

## 2. 실험방법

### 2.1. 염액 추출

#### 2.1.1. 치자

치자열매 5 g에 증류수 300 ml을 넣고 비등상태에서 30분간 가열한 후 여과하여 색소를 추출하였다.

#### 2.1.2. 소목

소목심재 5 g에 증류수 300 ml을 넣고 비등상태에서 30분간 가열한 후 여과하여 색소를 추출하였다.

### 2.2. 염색

#### 2.2.1. 종이 염색

종이염색은 염색온도, 염색시간 염액농도 등의 조건에 따라 액비 1:20으로 적외선고압염색기(DL-6000, Daelim Starlet Co. Ltd, Korea)를 이용하여 염색하였

으며 염색이 끝난 후 충분히 수세하여 자연건조 하였다.

### 2.2.2. 치자 염색

치자염색은 추출염액을 액비 1:20, 염색온도는 80℃, 염색시간은 30분으로 적외선 고압염색기(DL-6000, Daelim Starlet Co. Ltd, Korea)를 이용하여 염색하였으며 염색이 끝난 후 충분히 수세하여 그늘에서 자연건조 하였다.

### 2.2.3. 소목 염색

소목염색은 추출염액을 액비 1:20, 염색온도는 80℃, 염색시간은 30분으로 적외선 고압염색기(DL-6000, Daelim Starlet Co. Ltd, Korea)를 이용하여 염색하였으며 염색이 끝난 후 충분히 수세하여 그늘에서 자연건조 하였다.

### 2.2.4. 혼합 염색

송이의 농도 조건에 따라 소목과 치자를 각각 액비 1:20, 염색온도는 80℃에서 염색시간은 120분(면직물)·90분(견직물)으로 적외선고압염색기(DL-6000, Daelim Starlet Co. Ltd, Korea)를 이용하여 혼합염색 후 충분히 수세하여 그늘에서 자연건조 하였다.

### 2.2.5. 금속 매염

5%(o.w.f) aluminium sulfate 및 2%(o.w.f) copper acetate, 2%(o.w.f) iron (II)sulfate를 액비 1:100으로 조성하여 60℃에서 10분 동안 처리하였다.

매염은 ① Al선매염→염색→수세→건조 ② Al선매염→염색→수세→건조→Cu후매염→수세→건조 ③ Al선매염→염색→수세→건조→Fe후매염→수세→건조 방법으로 실시하였다.

### 3. 염색성 및 기능성

#### 3.1. 표면 염착농도(K/S) 측정

각각의 염색조건에 따른 염색성을 알아보기 위해 Computer Color Matching system(X-rite 8200, USA)을 사용하여 최대흡수파장에서의 분광반사율을 측정된 후 다음에 제시되는 Kubelka-Munk식에 의해 K/S값을 구하여 염착량을 평가하였다.

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

K: Absorption coefficient

R: Reflectance of Monochromatic Light

S: Scattering coefficient

#### 3.2. 표면색 측정

각각의 염색조건에 따른 색상변화를 알아보기 위해 색차계(X-rite 8200, USA)를 사용하여 Munsell 표색계의 H V/C를 측정하였다. 또 Hunter식 L\*, a\*, b\*의 값을 측정하여 색차( $\Delta E^*$ )를 산출하였다.

$$\Delta E^* = \{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2\}^{1/2}$$

L\* : Lightness

a\* : redness

b\* : yellowness

#### 3.3. 표면관찰

제주송이로 염색된 시료의 표면흡착 상태와 표면흡착 입도를 확인하기 위해 주사전자현미경(S-3000N, Hitach, Japan)을 사용하여 10kV의 가속전압에서 염색된 시료의 표면을 1,000배, 3,000배, 4,000배로 확대하여 관찰하였다.

### 3.4. 염색 건뢰도

일광건뢰도는 KS K 0700에 따라 Fade-O-meter(HS-213, Korea)를 사용하여 측정하였으며, 땀 건뢰도는 KS K 0715에 따라 Perspiration Tester(DL-2012, Daerim Eng., Korea)를 사용하여 산성땀액과 알칼리성땀액으로 나누어 4.54 kg 하중에서 38±1℃의 건조기에서 6시간 방치 후 측정하였다.

세탁건뢰도는 KS K 0430 A-1법에 따라 Launder-O-meter(Yasuda Seiki Seisakusho, Japan)에서 40±2℃에서 30분 세탁 후 평가하였으며 세제는 중성세제를 사용하였다. 마찰건뢰도는 KS K 0650에 따라 Crockmeter(Yasuda Seiki Seisakusho, Japan)를 이용하여 건조 시와 습윤 시의 마찰 건뢰도를 측정하여 변·퇴색용 Gray scale(JIS L 0804)로 등급을 판정하였다.

### 3.5. 항균성

ASTM E2149-2001법에 따라 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)을 brain heart infusion agar에 이식한 후 37℃에서 24시간 배양하고 이를 다시 nutrient broth에 이식한 후 6시간 배양하였다. 이렇게 배양한 균을 UV/VIS spectrometer를 이용하여 475 nm에서 53%T로 희석하고 이것을 다시 1000배 희석하여 접종균으로 사용하였다. 시험시료는 0.75 g을 70 ml의 working solution에 넣고 고압 살균하여, 준비한 접종균을 시료에 각각 5 ml씩 접종한 후 25±5℃에서 320 rpm으로 24시간 동안 Wrist Action Shaking 하고, 시료 각각으로부터 세균의 균락수를 세어서 다음 식에 의하여 균 감소율을 구하여 항균성을 측정하였다.

$$\text{Bacteria reduction rate(\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

A : bacteria number per 1ml in flask before shaking  
(0-time)

B : bacteria number per 1ml in flask after shaking  
(test-time)

### 3.6. 소취성

일본 섬유평가기술협회(JTETC) 시험법에 따라 검지관법을 사용하여 암모니아 가스 3  $\mu\text{l}$ 를 측정용기 5  $\ell$ 에 직접 떨어뜨리는 방법으로 소취성을 측정하였다. 10 cm×10 cm의 시료를 플라스크에 넣고 암모니아 용액을 투입한 후 120분 후의 암모니아 가스 감소를 측정하여 소취율을 계산하였다. 이 때 1회에 100  $\mu\text{l}$ 를 흡입하는 검지기를 사용하였으며 소취율의 계산식은 아래와 같다.

$$\text{Deodorization rate(\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

A : gas concentration of blank

B : gas concentration under specimen existence

### 3.7. 자외선 차단성

제주송이로 염색된 시료의 자외선 차단성을 측정하기 위하여 KS K 0805-2009 법에 따라 UV/Vis NIR Spectrometer(Perkin Elmer, Lambda 950, U.S.A)를 사용하여 280~400 nm에서의 자외선 투과율을 측정하고 UPF(Ultraviolet Protection Factor)를 구하였다. UV-A는 315~400 nm, UV-B는 280~315 nm인 구간의 자외선 투과량을 측정하였다.

이 때, 자외선 차단율은 다음 식에 의해 계산하였으며

$$\text{자외선 차단율(\%)} = 100 - \text{자외선 투과율(\%)}$$

$$\text{자외선A 투과율} = \frac{T_{315} + T_{320} + \dots + T_{395} + T_{400}}{18}$$

$$\text{자외선B 투과율} = \frac{T_{280} + T_{285} + \dots + T_{310} + T_{315}}{18}$$

여기에서, T : 파장  $\lambda$ 에서의 분광투과율

자외선 차단지수는 시료 없이 투과된 평균 자외선에 대한 시료를 투과한 평균 자외선의 비율을 계산하여 구하였다.

### 3.8. 원적외선 방사성

제주송이로 염색된 시료의 원적외선 방사성을 알아보기 위하여 KCL-FIR-1005:2011법에 따라 FT-IR(with wide range MCT detector, Nicolet, U.S.A)을 사용하여 40℃, 5~20 μm 범위에서의 원적외선 방사율(Emissivity)과 방사강도(Emission power)를 측정하였다. 방사율이 1인 흑체의 방사강도는 아래 제시된 플랑크 공식에 의해 각 파장에 대해 계산하였으며

$$E = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{\exp(C_2/\lambda T - 1)}$$

E : emissive power of black body (W/cm<sup>2</sup> · μm)

λ : wavelength (μm)

T : absolute temperature(, K)

C<sub>1</sub> : 3.7415 × 10<sup>-12</sup> (W · cm<sup>2</sup>)

C<sub>2</sub> : 1.4388(cm · k)

시료의 원적외선의 방사강도는 FT-IR에 입력된 각 파장에 대한 방사율에 흑체의 방사강도를 곱하여 얻을 수 있으며 일정한 원적외선 파장 영역에 대한 방사강도는 아래의 공식에 의해 계산하였다.

$$E(\lambda_1 \rightarrow \lambda_2) = \Delta\lambda \left[ \frac{E\lambda_1 + E\lambda_2}{2} + \sum E\lambda_i \right]$$

E( λ<sub>1</sub>→λ<sub>2</sub> ) : emissive power between λ<sub>1</sub> and λ<sub>2</sub>(W/ m<sub>2</sub> · μm)

Eλ<sub>1</sub> : emissive power at λ<sub>1</sub>

Eλ<sub>2</sub> : emissive power at λ<sub>2</sub>

Eλ<sub>i</sub> : emissive power at λ<sub>i</sub>

Δλ : interval between λ<sub>i</sub> and λ<sub>i+1</sub>

λ : wavelength

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 염색성

##### 1.1. 염색온도에 따른 염색성

Fig. 6, 7은 염액농도를 17 g/L, 50 g/L, 100 g/L, 150 g/L으로 하고 액비는 1:20, 염색온도를 40℃, 60℃, 80℃, 100℃로 변화시켜 60분간 염색하여 얻은 종이염색물의 염착량을 측정한 결과를 나타낸 것이다.

염색온도에 따른 종이 면직물과 견직물의 염색성을 살펴보면 80℃까지는 염색온도가 상승함에 따라 K/S값이 증가하였으나 100℃에서는 다시 K/S값이 감소하였다. 이는 80℃까지는 온도가 증가함에 따라 면직물과 견직물이 팽윤하여 섬유와 섬유 사이에 종이 입자가 물리적으로 흡착하여 염색성이 향상된 것으로 100℃에서는 종이입자들의 분자운동성이 더욱 활발해지면서 면직물과 견직물의 표면에 물리적으로 흡착되었던 입자들이 물속으로 다시 분산·탈락되면서 염착량이 감소된 것으로 추정된다. 이와 같은 결과로 종이를 이용한 면직물과 견직물의 적정 염색온도는 80℃임을 알 수 있었으며 이후의 실험에서는 염색온도를 80℃로 고정하였다.

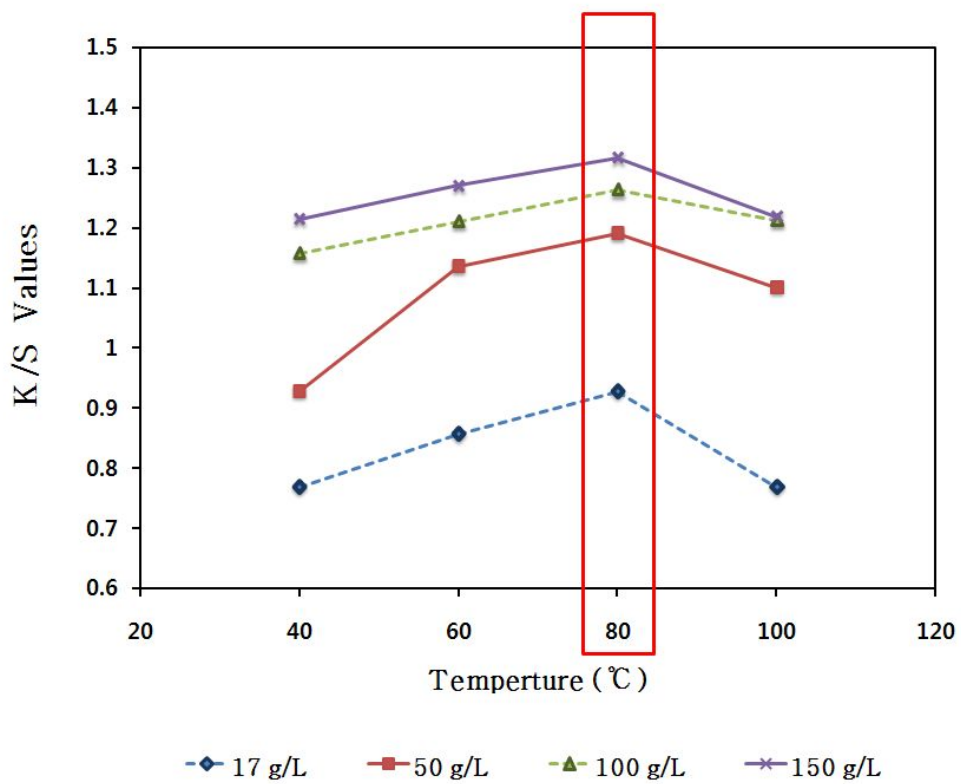


Fig. 6. K/S values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at the different temperatures (dyeing time : 60min)



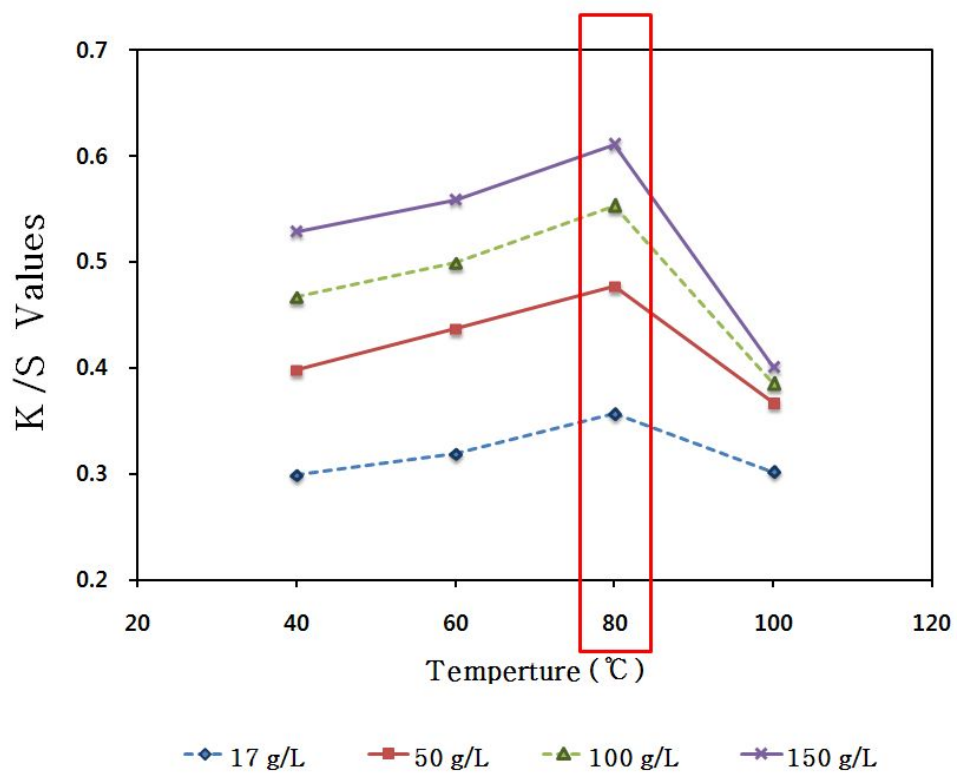


Fig. 7. K/S values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at the different temperatures (dyeing time : 60min)

## 1.2. 염색시간 및 송이농도에 따른 염색성

Fig. 8, 9, 10, 11은 염액농도를 17 g/L, 50 g/L, 100 g/L, 150 g/L, 200 g/L, 250 g/L로 하여 액비는 1:20, 염색온도는 80°C, 염색시간은 각각 30분, 60분, 90분, 120분으로 변화시켜 염색한 면직물과 견직물의 염착량을 측정 한 결과를 나타낸 것이다.

Fig. 8에서 면직물은 90분까지는 K/S값이 급격히 증가하였으나, 그 이후 120분에서는 증가폭이 다소 둔화되었고, 염액농도가 17 g/L인 경우를 제외하고는 염색시간이 증가할수록 K/S값이 증가되었다. 그러므로 면직물은 송이염색 시 바로 염색이 되지 않음을 알 수 있으며 고온에서 서서히 흡착이 일어난다고 추정할 수 있다.

Fig. 9에서 견직물은 90분까지는 K/S값이 서서히 증가하였으나, 그 이후 120분에서는 K/S값이 감소하였다. 이는 120분 부터는 견직물의 표면에 약하게 흡착되었던 송이입자가 염색시간이 길어지면서 분산·탈락되어 K/S값이 감소한 것으로 분석할 수 있다.

Fig. 10, 11에서 염액농도 변화에 따른 면직물과 견직물의 염색성을 살펴보면 염액농도 17 g/L에서 250 g/L로 증가함에 따라 K/S값이 증가 하여 고농도로 갈수록 섬유에 흡착할 수 있는 양이 많아지므로 K/S값이 증가하였다. 면직물의 염착곡선은 200 g/L까지 증가하다 200 g/L부터 둔화되는 것을 알 수 있으며 견직물에서 염착곡선은 150 g/L까지 증가하다 150 g/L부터 둔화되어 150 g/L부터 흡착할 수 있는 흡착표면 포화가 시작되는 것을 알 수 있다. 면직물과 견직물의 K/S값을 비교하여보면 방직사인 면직물이 필라멘트사인 견직물보다 흡착표면이 많아 200 g/L부터 K/S값이 둔화되었으며 견직물은 150 g/L부터 K/S값이 둔화되었다. 송이(Scoria) 염액농도에 따른 염색성은 면직물과 견직물 모두 염액농도 증가에 비례하는 것을 알 수 있었으며 염액농도 250 g/L에서 가장 높은 염색성을 나타내었다.

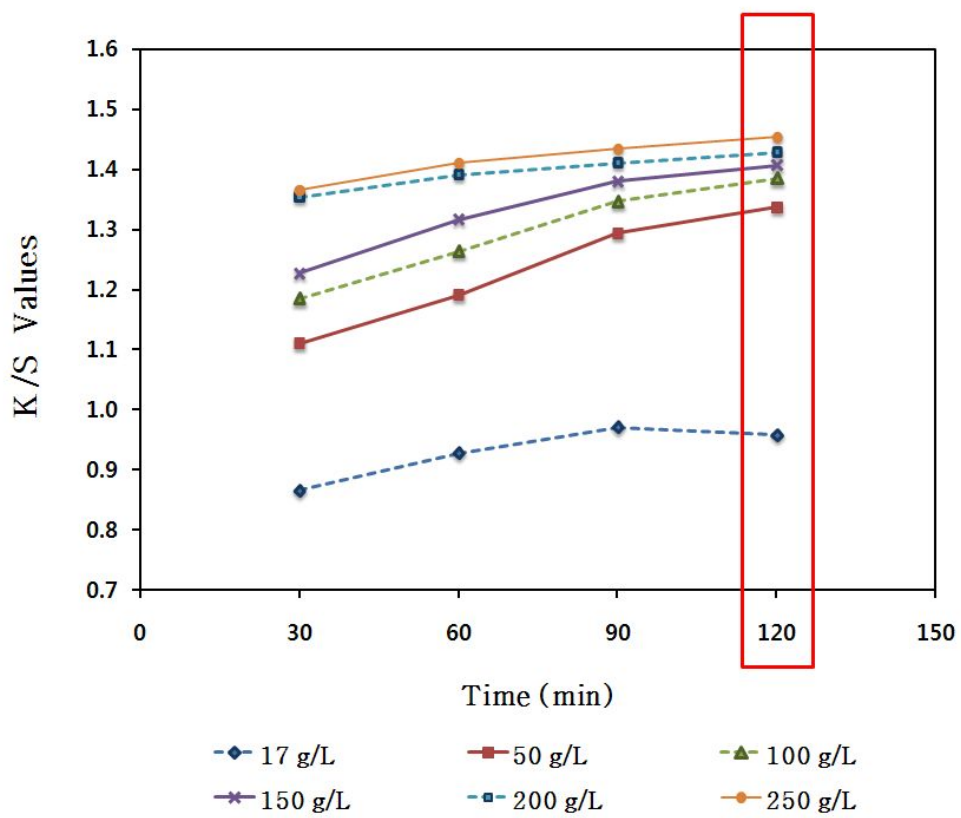


Fig. 8. K/S values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at the different periods of time (dyeing temp. : 80°C)

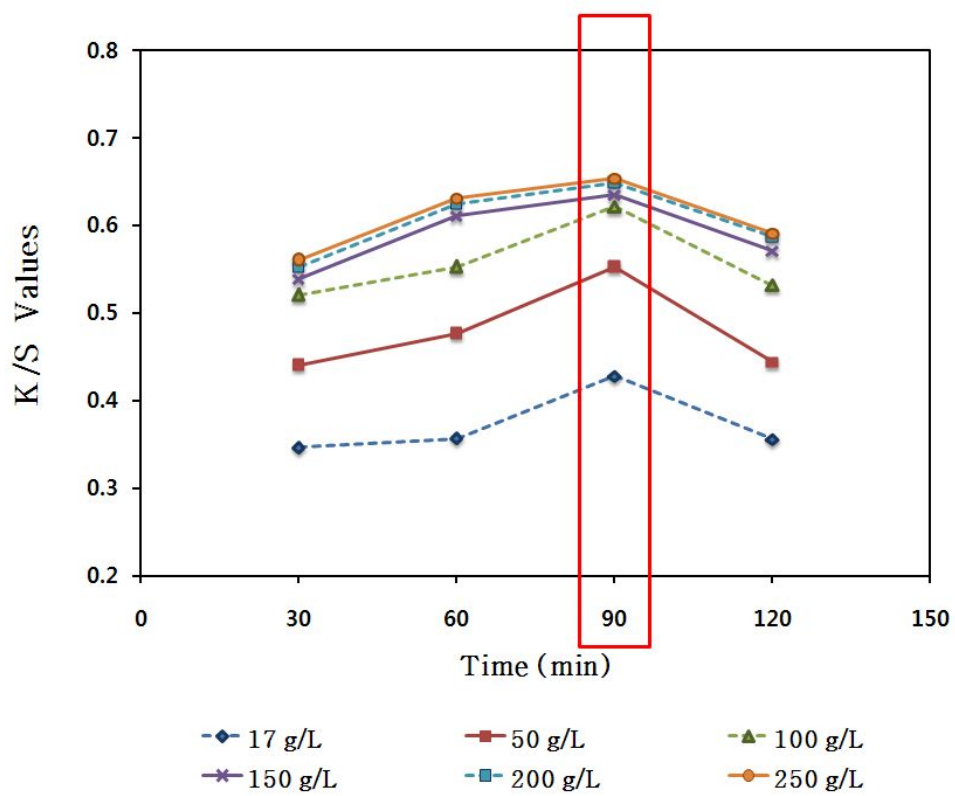


Fig. 9. K/S values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at the different periods of time (dyeing temp. : 80°C)

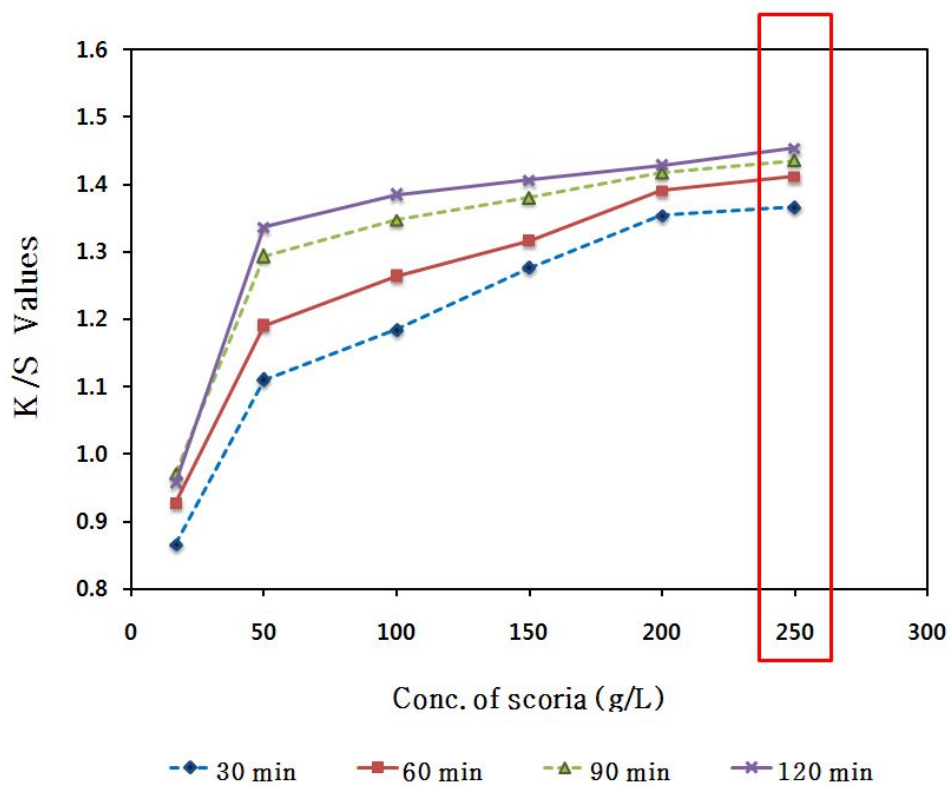


Fig. 10. K/S values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at the different concentrations (dyeing temp. : 80°C)

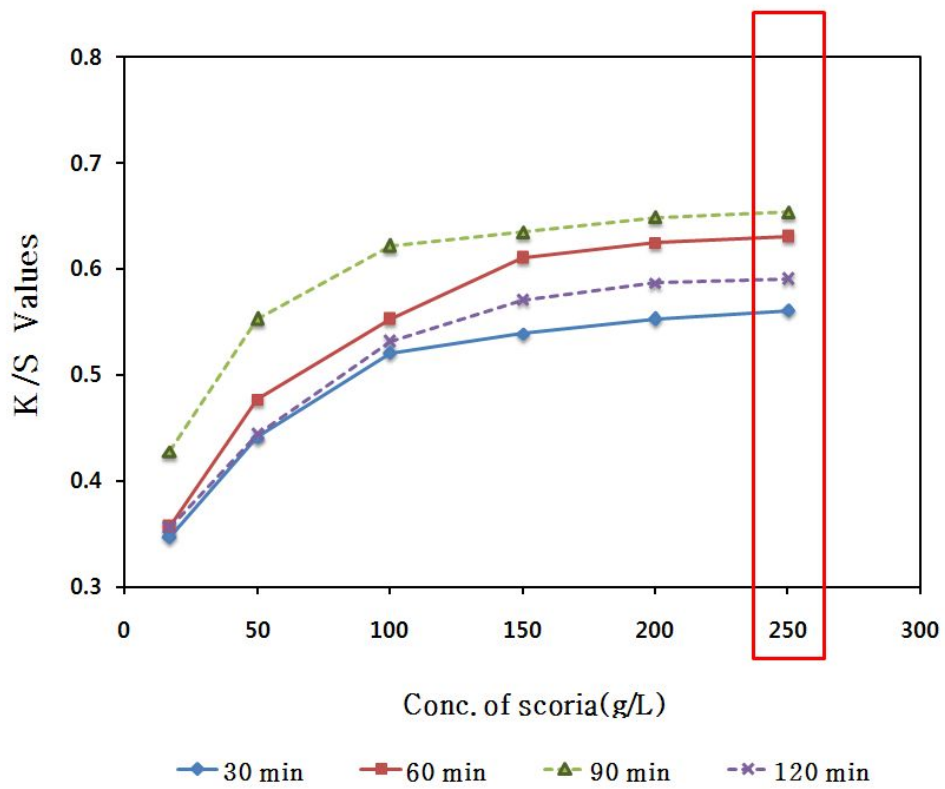


Fig. 11. K/S values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at the different concentrations (dyeing temp. : 80°C)

### 1.3. 송이 입자크기에 따른 염색성

Fig. 12는 송이분말의 입자크기에 따른 염색성을 알아 보기위해 송이분말을 53  $\mu\text{m}$ 이하, 106  $\mu\text{m}$ ~212  $\mu\text{m}$ 사이, 212  $\mu\text{m}$ 이상의 입자크기에 따라 염액농도 150 g/L를 액비는 1:20, 염색 온도는 80 $^{\circ}\text{C}$ , 염색시간은 120분(면직물)·90분(견직물)으로 하여 염색한 면직물과 견직물의 염착량을 측정 한 결과를 나타낸 것이다.

입자크기에 따른 염색성은 53  $\mu\text{m}$ 이하 > 106  $\mu\text{m}$ ~212  $\mu\text{m}$ 사이 > 212  $\mu\text{m}$ 이상 순으로 K/S값이 높게 측정되어 입자크기가 작을수록 염착량이 증가하였다. 53  $\mu\text{m}$ 이하, 106  $\mu\text{m}$ ~212  $\mu\text{m}$ 사이, 212  $\mu\text{m}$ 이상 입자크기 모든 조건을 150 g/L로 같은 조건에서 염색 시 입자가 제일 작은 53  $\mu\text{m}$ 이하 송이입자가 흡착되어지는 양이 많아 염착량이 증가한 것을 알 수 있다. 직물에 따른 K/S값은 면직물이 견직물 보다 높게 측정되었는데 이는 Fig. 15, 16의 사진에서 보듯이 면섬유는 표면에 많은 요철과 리본상에 꼬임을 갖고 있어 송이입자가 흡착할 수 있는 틈이 많다. 또한 면직물은 방적사로 되어있어 실의 꼬임사이 틈새에 송이입자가 흡착하기 쉽다. 즉 매끄럽고 꼬임이 없는 필라멘트사로 짜여진 견직물에 비해 송이입자를 흡착할 수 있는 미세공간이 많은 면직물이 염착량이 많은 것을 알 수 있다.

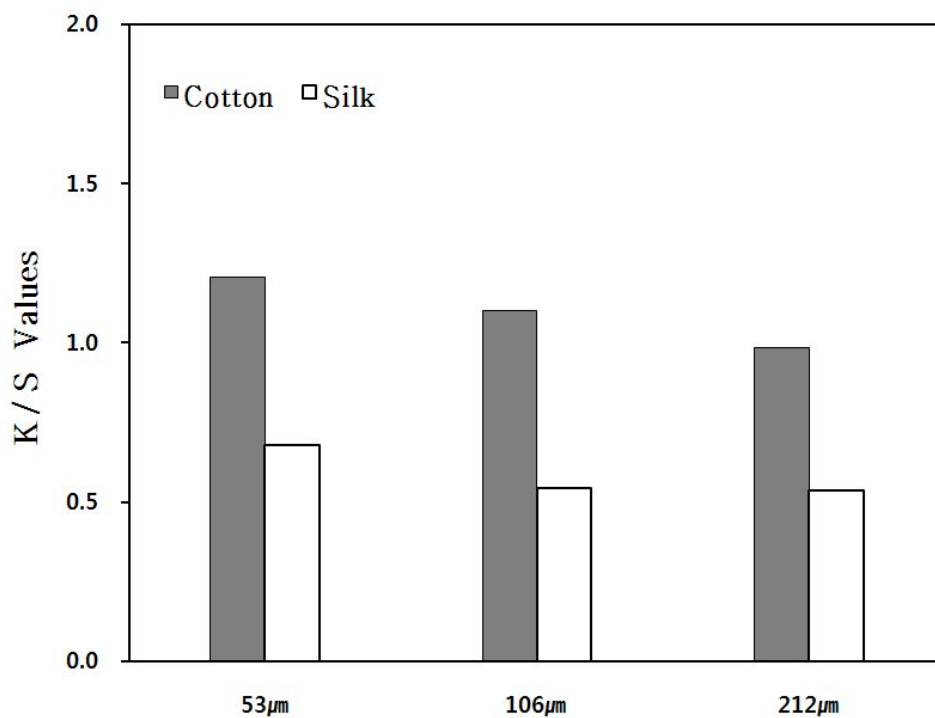


Fig. 12. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria of different particle size

dyeing conc. : 150 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk



#### 1.4. 염색시간 및 농도에 따른 표면색 변화

Fig. 13, 14 그리고 Table 5, 6은 염액농도를 17 g/L, 50 g/L, 100 g/L, 150 g/L, 200 g/L, 250 g/L, 액비는 1:20, 염색온도는 80°C, 염색시간을 각각 30분, 60분, 90분, 120분으로 변화시켜 염색한 면직물과 견직물의  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값과 색차( $\Delta E^*$ )를 측정된 결과를 나타낸 것이다.

$L^*$ 값은 높을수록 밝은 색상을 의미한다. 면직물의  $L^*$ 값은 염액농도가 같은 경우에는 염색시간이 길어짐에 따라 점차 감소하였으며, 염색시간이 같은 경우에는 염액농도가 짙어짐에 따라 점차 감소하여 색상이 어두워졌음을 알 수 있다. 견직물의  $L^*$ 값은 염액농도가 같은 경우에는 염색시간이 길어짐에 따라 90분까지는 점차 감소하여 색상이 어두워졌으나 120분 부터는 다시 증가하여 색상이 밝아짐을 알 수 있다. 송이분말의  $L^*$ 값 58.55보다 송이로 염색된 면직물과 견직물의  $L^*$ 값이 증가하여 밝게 염색되었다.  $a^*$ 값은 클수록 적색기가,  $b^*$ 값이 클수록 황색기가 많음을 의미한다. 면직물과 견직물 모두 염액농도가 짙어짐에 따라  $a^*$ 값과  $b^*$ 값 모두 증가하였으며  $b^*$ 값이 좀 더 증가하여 송이 염색한 면직물과 견직물의 전체적인 표면색은 염색시간과 염액농도의 증가에 따라 점차 황색기가 있는 황갈색으로 염색되었으며 송이분말의  $a^*$ 값 10.22,  $b^*$ 값 18.08보다 전체적으로 적색기와 황색기가 감소하였다.

$\Delta E^*$ 값은 시료 직물과 염색한 직물의 색의 차이를 나타낸 값으로 색차가 클수록 인지되는 색도의 차이가 크게 나타난다. 면직물의  $\Delta E^*$ 값은 염액농도가 17 g/L인 경우에는 22.73~24.31 범위로 염색되었으며, 염액농도가 짙어짐에 따라 점차 증가하여 염액농도가 250 g/L인 경우에는 30.01~32.83으로 가장 높음을 알 수 있었다. 견직물의  $\Delta E^*$ 값은 염액농도가 17 g/L인 경우에는  $\Delta E^*$ 값은 13.04~13.14 범위로 염색되었으며, 염액농도가 짙어짐에 따라 점차 증가하여 염액농도가 250 g/L인 경우에는  $\Delta E^*$ 값은 18.43~21.23으로 증가함을 알 수 있다. 모든 농도에서 견직물보다 면직물에  $\Delta E^*$ 값이 크게 나타나 진하게 염색되었다.

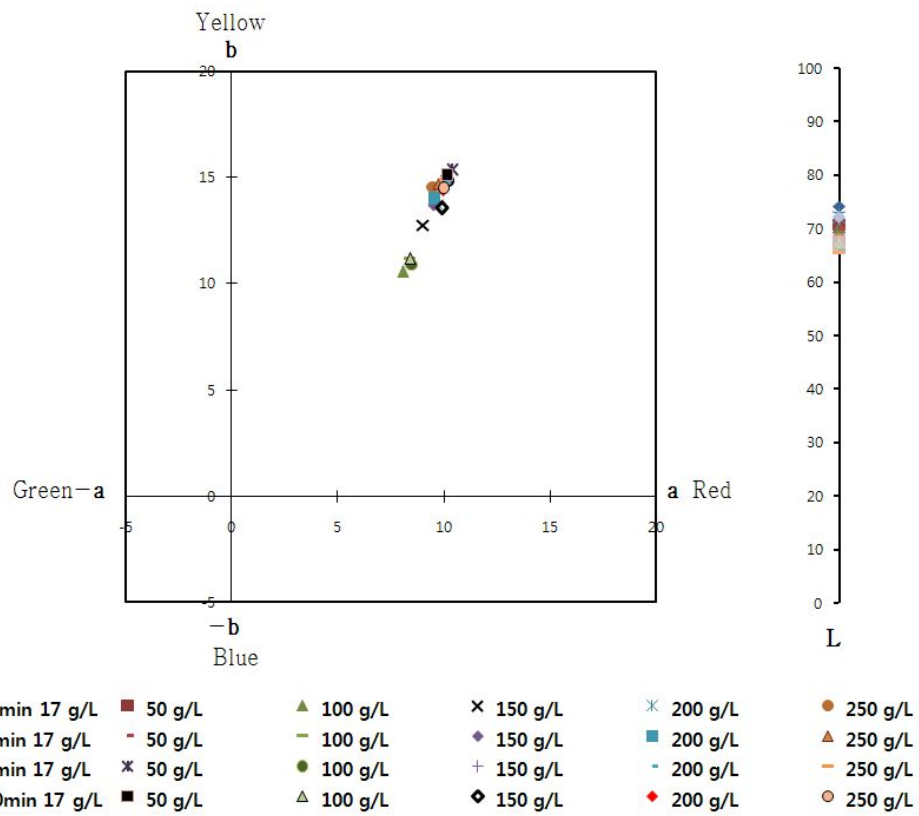


Fig. 13.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at the different concentrations

Table 5. Color values of cotton fabrics dyed with Jeju scoria at 80°C

Times (min)	Concentrations (g/L)	L*	a*	b*	H V/C		$\Delta E^*$
<b>scoria</b>		58.55	10.22	18.08	4.8YR	5.8/3.5	-
<b>Control</b>		95.79	1.93	-12.63	9.1PB	9.4/3.7	-
<b>30</b>	17	74.24	8.09	10.56	2.9YR	7.3/2.5	22.73
	50	70.62	9.02	12.77	3.7YR	7.0/2.8	26.82
	100	70.25	9.76	13.71	3.8YR	6.9/3.0	27.86
	150	70.16	9.49	14.52	4.3YR	6.9/3.1	28.22
	200	68.56	10.06	14.60	4.4YR	6.7/3.1	29.72
	250	68.17	10.09	14.61	4.4YR	6.7/3.2	30.01
<b>60</b>	17	73.09	8.40	11.18	3.3YR	7.3/2.5	24.07
	50	70.06	9.52	13.71	4.1YR	7.0/3.0	27.98
	100	67.97	9.58	14.01	4.3YR	6.9/3.1	28.47
	150	67.51	9.76	14.69	4.3YR	6.9/3.1	29.24
	200	67.35	10.15	14.89	4.4YR	6.7/3.1	30.10
	250	67.16	10.38	15.36	4.5YR	6.6/3.2	31.52
<b>90</b>	17	72.13	8.50	10.88	4.2YR	6.7/3.0	24.81
	50	67.92	10.07	14.60	4.4YR	6.7/3.0	28.95
	100	67.87	10.09	14.75	4.4YR	6.7/3.2	29.32
	150	67.25	10.10	14.89	4.6YR	6.8/3.1	30.04
	200	67.16	10.15	15.09	4.6YR	6.9/3.2	31.30
	250	66.57	10.19	15.12	4.7YR	6.7/3.2	32.02
<b>120</b>	17	72.52	8.40	11.18	3.3YR	7.1/2.6	24.31
	50	67.49	9.92	13.56	4.3YR	6.6/3.0	29.18
	100	67.10	9.97	14.39	4.4YR	6.7/3.1	30.02
	150	67.24	10.02	14.51	4.5YR	6.8/3.1	31.19
	200	66.91	10.10	14.79	4.5YR	6.6/3.2	31.99
	250	66.12	10.24	14.64	4.7YR	6.6/3.2	32.83

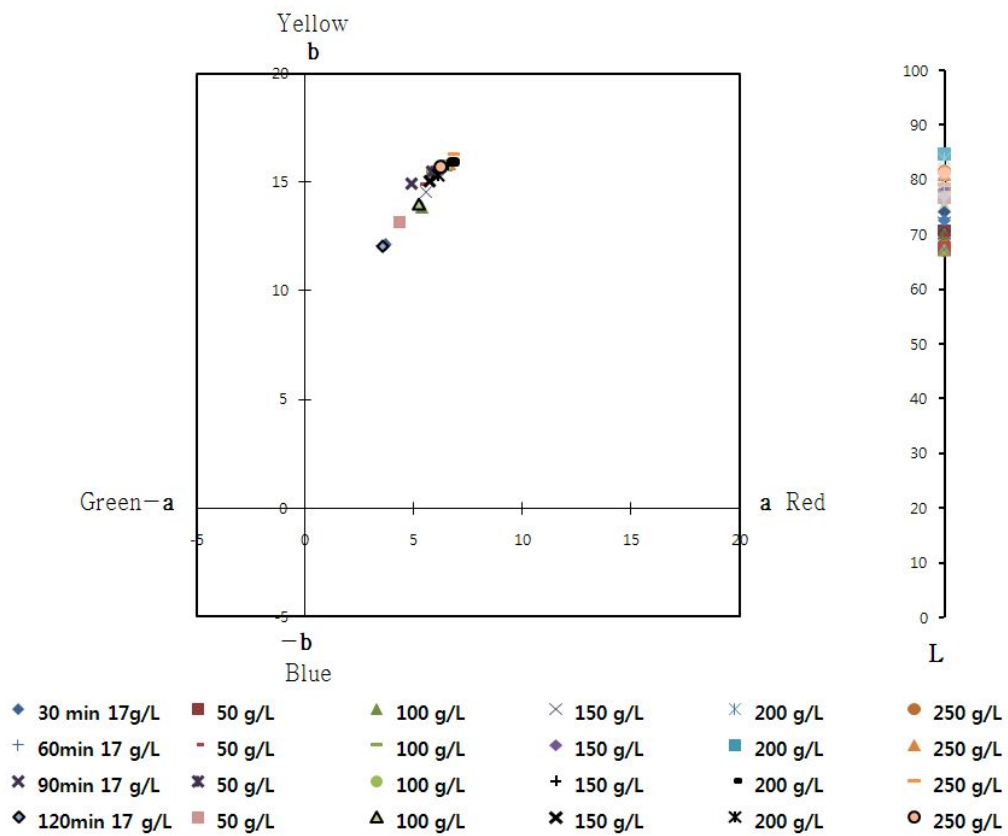


Fig. 14.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at the different concentrations

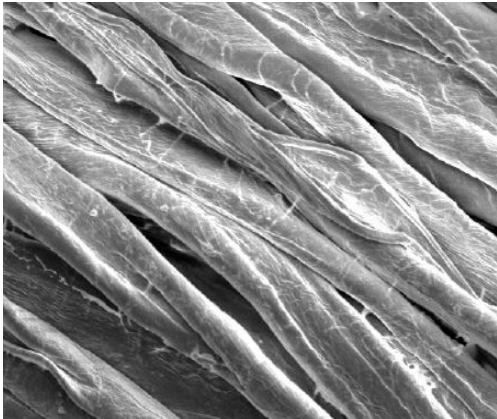
Table 6. Color values of silk fabrics dyed with Jeju scoria at 80°C

Times (min)	Concentrations (g/L)	L*	a*	b*	H V/C		$\Delta E^*$
<b>scoria</b>		58.55	10.22	18.08	4.8YR	5.8/3.5	-
<b>Control</b>		92.11	-0.12	2.70	3.9Y	9.1/0.3	-
<b>30</b>	17	84.68	3.72	12.12	2.9YR	7.3/2.5	13.04
	50	81.72	4.39	13.15	3.7YR	7.0/2.8	15.98
	100	79.88	5.40	13.83	3.8YR	6.9/3.0	17.20
	150	78.32	5.58	14.51	4.3YR	6.9/3.1	17.88
	200	78.11	5.87	15.34	4.4YR	6.7/3.1	18.29
	250	77.86	5.89	15.46	4.4YR	6.7/3.2	18.43
<b>60</b>	17	84.65	3.55	12.06	3.3YR	7.3/2.5	13.27
	50	81.02	5.33	14.88	4.1YR	7.0/3.0	16.86
	100	79.20	5.89	15.46	4.3YR	6.9/3.0	18.25
	150	76.56	6.25	15.51	4.3YR	6.8/3.0	19.23
	200	76.33	6.55	15.74	4.4YR	6.7/3.1	19.67
	250	76.12	6.67	15.84	4.5YR	6.6/3.2	19.83
<b>90</b>	17	81.91	4.94	14.90	4.2YR	6.9/3.0	15.70
	50	79.12	5.89	15.46	4.4YR	6.8/3.0	18.29
	100	76.43	6.45	15.74	4.4YR	6.8/3.1	19.67
	150	76.74	6.55	15.84	4.6YR	6.7/3.1	20.01
	200	75.23	6.67	15.93	4.6YR	6.7/3.2	20.85
	250	75.11	6.88	16.30	4.7YR	6.6/3.2	21.23
<b>120</b>	17	83.75	3.55	12.06	3.3YR	6.9/2.6	13.14
	50	81.21	4.39	13.15	4.3YR	6.8/3.1	15.82
	100	78.80	5.26	14.01	4.4YR	6.7/3.1	17.38
	150	77.60	5.77	15.01	4.5YR	6.6/3.2	18.44
	200	77.15	6.15	15.31	4.5YR	6.6/3.2	18.86
	250	77.13	6.27	15.70	4.7YR	6.6/3.2	19.05

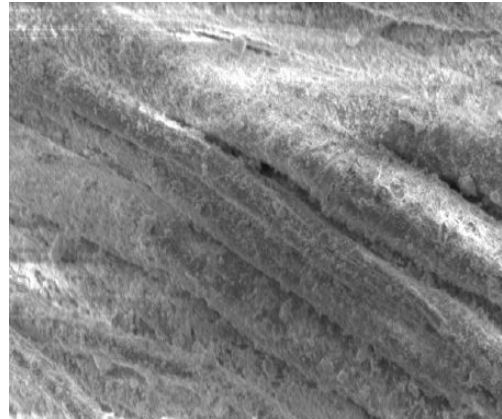
## 1.5. 표면관찰

Fig. 15, 16은 송이로 염색한 면직물과 견직물을 염색전과 염색후의 표면 흡착상태를 고찰하기 위하여 주사전자현미경을 사용하여 각각 1,000배, 3,000배, 4,000배로 확대한 사진이다.

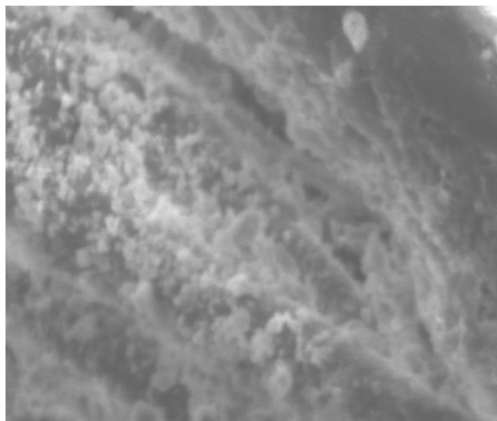
사진을 보면 식물성 염재로 침염한 경우와는 달리 불용성인 송이의 미세한 입자가 면직물과 견직물의 섬유 내부로 침투하지 못하고 직물의 표면과 섬유와 섬유사이 공간에 물리적 흡착된 것을 알 수 있으며, 면직물에 흡착된 송이입자의 입도는  $0.75\ \mu\text{m} \sim 3.41\ \mu\text{m}$ 이며 견직물에 흡착된 송이입자의 입도는  $0.56\ \mu\text{m} \sim 1.30\ \mu\text{m}$ 임을 알 수 있다. 면직물은 방적사로 구성되어 있으며 경위사의 꼬임 사이에 송이입자가 침투하고 물리적으로 흡착할 수 있는 공간이 많은데 비하여 견직물은 필라멘트 상태이기 때문에 송이입자가 침투할 공간이 상대적으로 부족하다. 뿐만 아니라 면직물은 피브릴에 의한 섬유의 층이 형성되어 미세한 공간을 많이 갖고 있으므로 송이입자의 흡착량이 견직물보다 많았다고 볼 수 있다.



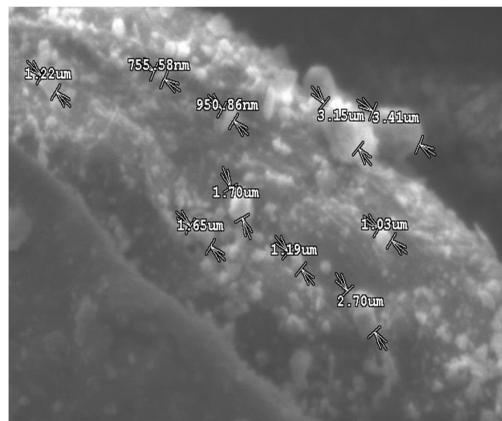
(a) undyed cotton ( $\times 1000$ )



(b) dyed cotton ( $\times 1000$ )

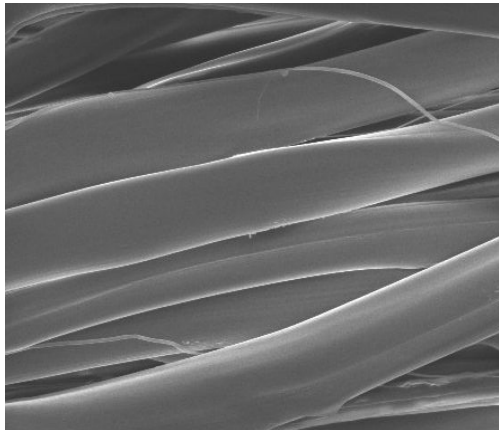


(c) dyed cotton ( $\times 3000$ )

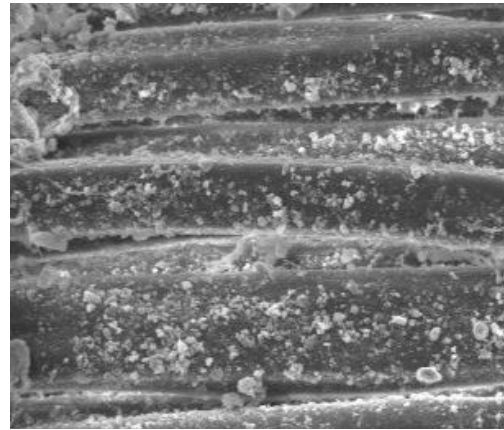


(d) dyed cotton ( $\times 4000$ )

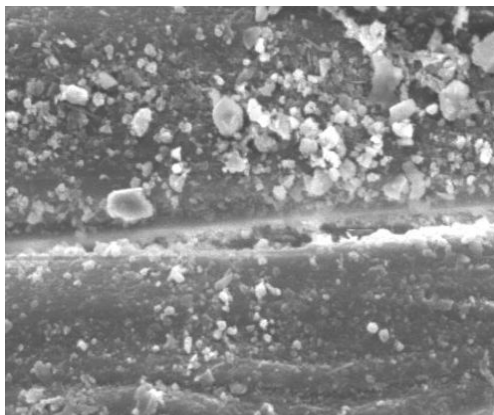
Fig. 15. SEM photographs of cotton fabrics dyed with Jeju scoria



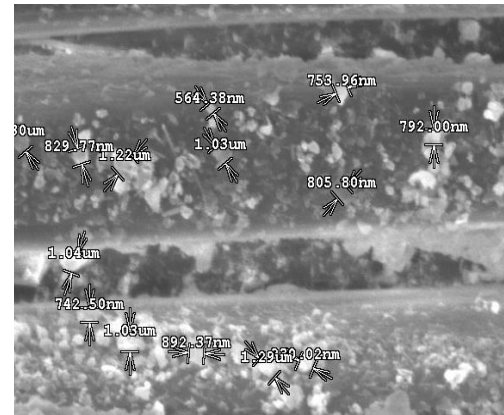
(a) undyed silk fabric (×1000)



(b) dyed silk fabric (×1000)



(c) dyed silk fabric (×3000)



(d) dyed silk fabric (×4000)

Fig. 16. SEM photographs of silk fabrics dyed with Jeju scoria



## 1.6. 염색 견뢰도

Table. 7, 8은 염액농도 250 g/L, 액비 1:20, 염색온도 80℃, 염색시간 120분(면직물)·90분(견직물)로 5회 반복염색한 면직물과 견직물의 염색견뢰도를 측정한 결과이다.

일반적으로 천연염색물의 일광견뢰도가 1~2급으로 좋지 않은데 비하여 송이로 염색한 면직물과 견직물의 일광견뢰도는 320시간이상 조광하여도 변색되지 않아 8급으로 매우 우수하게 나타났다. 면직물의 세탁견뢰도에서 변·퇴색은 4급, 오염정도는 4-5급, 견직물의 세탁견뢰도에서는 변·퇴색은 3-4급, 오염정도는 5급으로 세탁 후에도 우수하게 나타났다. 땀 견뢰도는 면직물의 산성 땀 액에서 변·퇴색과 오염정도는 4-5급, 알칼리성 땀 액에서는 변·퇴색은 5급, 오염정도는 4급으로 나타나 우수한 결과를 보였다. 견직물의 산성 땀 액과 알칼리성 땀 액 모두 변·퇴색은 5급, 오염정도는 4-5급으로 나타나 우수한 결과를 보였다. 면직물과 견직물의 마찰 견뢰도는 건조 시와 습윤 시 모두 변·퇴색과 오염이 4-5급으로 나타나 우수한 결과를 보였다.

이와 같은 결과로 송이염색 면직물과 견직물은 일반 천연염료가 합성염료에 비해 염색견뢰도가 좋지 않은 단점을 개선할 수 있는 천연염료로서 의류소재 및 다양한 제품개발에 활용할 수 있을 것이다.

Table 7. Color fastness of cotton fabrics dyed with Jeju scoria

Perspiration			
Acidic		Alkaline	
Fade	Stain	Fade	Stain
4-5	4-5	5	4
Washing			
Fade		Stain	
4		4-5	
Rubbing			
Dry		Wet	
Fade	Stain	Fade	Stain
4-5	4-5	4-5	4-5
Light			
8			

Table 8. Colorfastness of silk fabrics dyed with Jeju scoria

Perspiration			
Acidic		Alkaline	
Fade	Stain	Fade	Stain
5	4-5	5	4-5
Washing			
Fade		Stain	
3-4		5	
Rubbing			
Dry		Wet	
Fade	Stain	Fade	Stain
4-5	4-5	4-5	4-5
Light			
8			

## 2. 기능성

송이염색한 면직물과 견직물의 기능성을 측정하기 위해 액비 1:20, 염액농도 250 g/L, 염색온도 80℃, 염색시간 120분(면직물)·90분(견직물)으로 5회 반복 염색하여 항균성, 소취성, 자외선 차단성, 원적외선 방사성을 측정하였다.

### 2.1. 항균성

땀이나 얼룩과 같은 오염원이 의류제품에 부착되면 그것을 영양원으로 하여 미생물들이 쉽게 번식하여 착색이나 악취발생과 인체의 각종 질병을 유발시킨다.

Fig. 17은 송이염색한 면직물과 견직물에 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)을 접종한 후 24시간배양 후 항균성을 측정한 결과로서 염색하지 않은 면직물의 항균성은 5%, 염색하지 않은 견직물의 항균성은 1%로 낮은 균 감소율을 나타내는데 비해 송이로 염색한 면직물과 견직물의 균 감소율은 99.9%의 매우 우수한 항균효과를 나타냄으로 송이성분이 균의 생성을 억제 시키는 것을 알 수 있다.

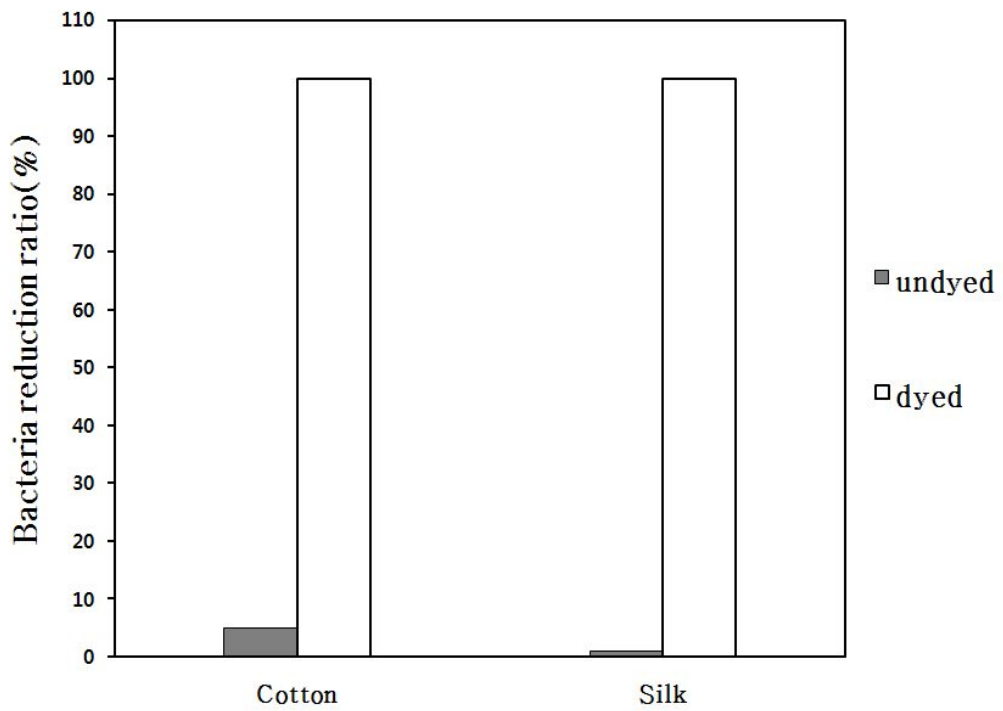


Fig. 17. Bacteria reduction ratio of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria

dyeing conc. : 250 g/L

dyeing temp. : 80℃

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

## 2.2. 소취성

소취는 공기중에 확산되어있는 악취를 제거하는 것을 말하며 악취란 황화수소, 머캅탄류, 아민류 및 기타 자극성있는 기체성 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새로 황화수소는( $H_2S$  달걀, 우유), 암모니아( $NH_3$ ), 트리메틸아민( $CH_3SH$ ), 메틸머캅탄( $CH_3SH$ )을 4대 악취물질이라 한다. 특히 암모니아는 화장실의 악취성분으로 주로 육류의 소화분해에 의해 발생하는 악취로서 25 ppm 이하로 규제하고 있다.

Fig. 18은 송이염색한 면직물과 견직물의 소취성을 암모니아 가스 3를 측정용기에 직접 떨어뜨리는 방법으로 소취성을 측정하였다. 측정된 결과 면직물의 소취성은 염색하지 않은 면직물의 소취성은 52.7%인데 비하여 송이염색한 면직물은 93.9%으로 소취성이 41.2% 향상되었으며 견직물의 소취성은 염색하지 않은 견직물은 25%, 송이염색한 견직물은 76.6%로 소취성이 51.6% 향상되어 송이염색 후 면직물과 견직물 모두 소취성이 크게 향상되었다. 이는 표면이 다공성인 송이입자의 미세기공 속으로 악취물질이 물리적으로 흡착되어 소취성이 향상된 것을 알 수 있다.

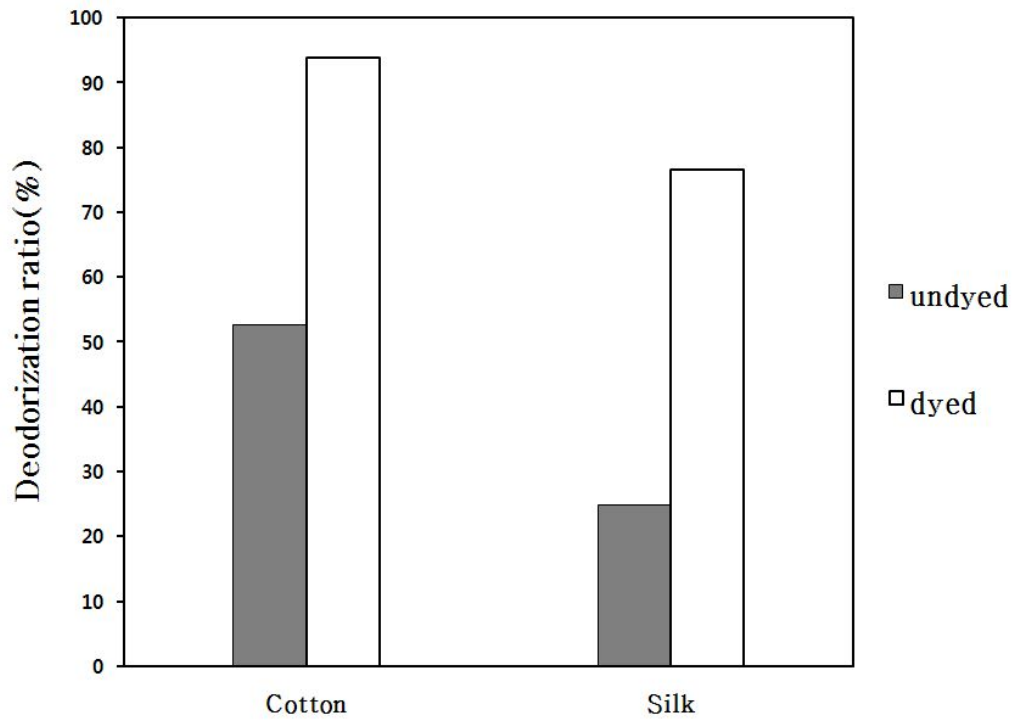


Fig. 18. Deodorization ratio of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria

dyeing conc. : 250 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk





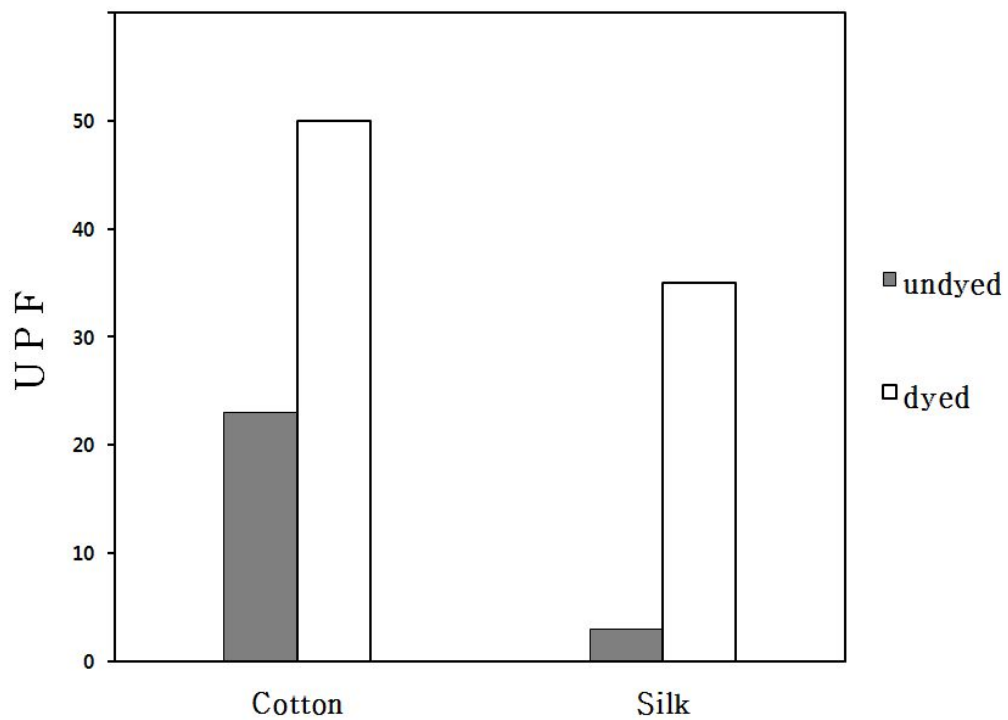


Fig. 19. UPF values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria

dyeing conc. : 250 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

## 2.4. 원적외선 방사성

원적외선은 전자파의 일종으로 적외선의 범주에 속하며 적외선은 가시광선의 적색영역보다도 파장이 길고 열 효과가 큰 전자파의 일종이다.

가시광선보다 강한 열작용을 하여 방사에너지가 직접적이고 순간적인 열 전달로 인체 내의 물 분자를 활성화 시켜 에너지로 변화시키므로 의료분야에서 혈액 순환촉진, 신진대사촉진, 세포기능 활성화, 생육촉진작용 및 숙성효과 등으로 인해 널리 이용되고 있다.

방사강도와 방사율은 최대 방사능력을 갖은 이상흑체(인체에 유사한 온도대인 40°C에서 측정범위 5~20  $\mu\text{m}$ , 방사율 100%, 방사강도 400  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}$ )를 기준으로 FT-IR을 사용하여 측정한 결과를 나타내었다.

Fig. 20에서보면 원적외선 방사강도는 염색하지 않은 면직물이 최대방사강도가 358  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}$ (at 40°C)인데 비하여 송이로 염색한 면직물은 362  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}$ (at 40°C)로 측정되어 송이염색 면직물의 원적외선 방사강도가 향상됨을 알 수 있다. 그러나 염색하지 않은 견직물의 방사강도 361  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}$ (at 40°C)로 나타났고, 송이로 염색한 견직물은 362  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}$ (at 40°C)로 방사에너지가 측정되어 원적외선 방사강도 변화는 미미하였다.

Fig. 21은 원적외선 방사율을 측정한 것으로 염색하지 않은 면직물은 89%, 송이로 염색한 면직물은 90%를 나타내었고, , 염색하지 않은 견직물은 88%, 송이로 염색한 견직물은 89%로 측정되어 원적외선 방사율의 향상되었음을 알 수 있다. 이와 같은 결과로 직물에 흡착된 송이입자의 기공을 통하여 공기 분자의 흐름에 진동을 일으켜 원적외선 방사성이 향상된 것으로 추정할 수 있다.

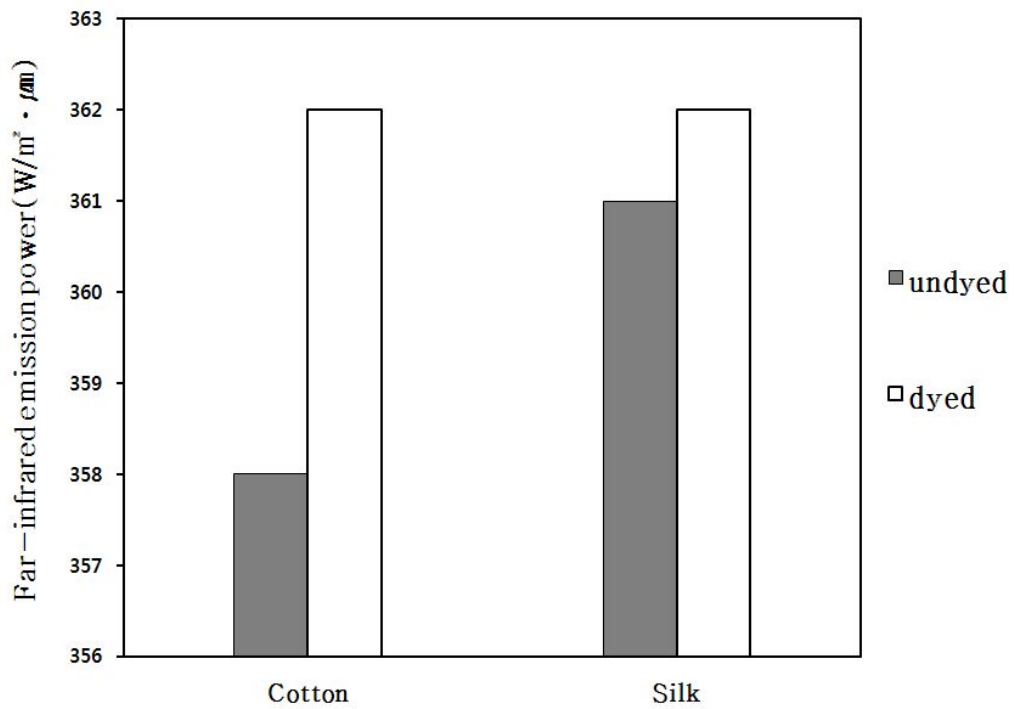


Fig. 20. Far-infrared emission power of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria

dyeing conc. : 250 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

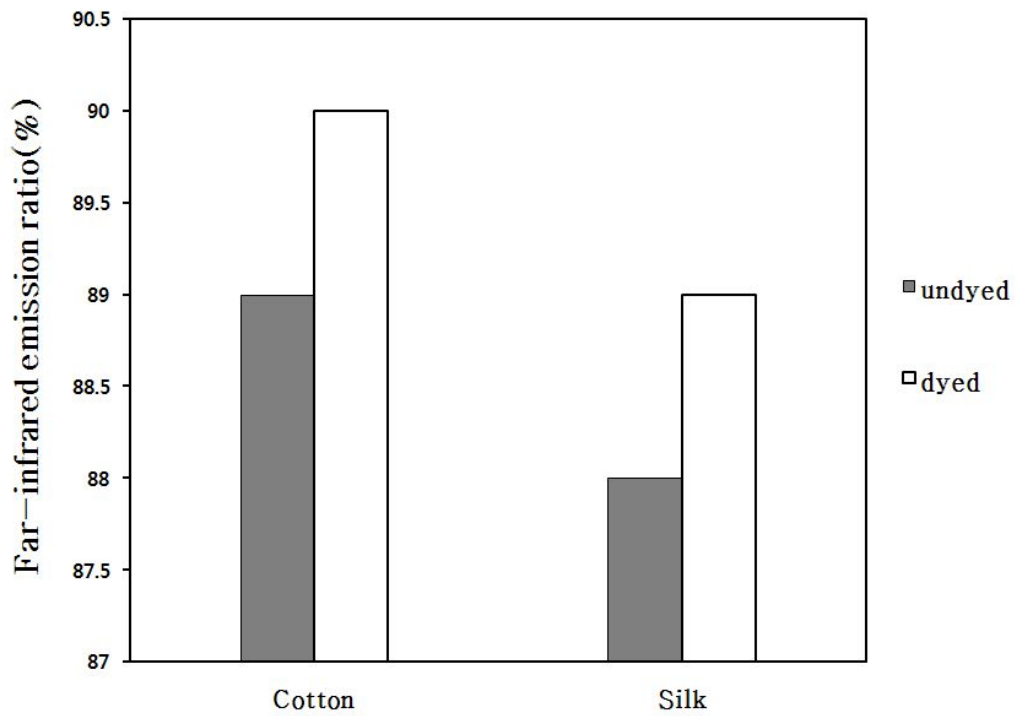


Fig. 21. Far-infrared emissivity ratio of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria

dyeing conc. : 250 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

### 3. 단독염색

송이와 소목 그리고 송이와 치자 혼합염색 시 면직물과 견직물의 표면색 변화를 알아보기 위해 먼저 단독염색하여 표면색 변화를 살펴보았다.

송이염색은 염액농도 250 g/L, 액비 1:20, 염색온도 80℃, 염색시간 120분(면직물)·90분(견직물)로 염색하였으며 치자염색과 소목염색은 염액농도 17 g/L, 액비 1:20, 염색온도는 80℃, 염색시간은 30분으로 염색하였다.

#### 3.1. 송이·치자·소목 단독염색에 따른 표면색 변화

Fig. 22, 23, 24, 25 그리고 Table 9는 면직물과 견직물의 최대흡수과장에서 K/S값과  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H V/C, 그리고 색차( $\Delta E^*$ )를 측정된 결과이다.

염색종류에 따른 K/S값을 살펴보면 송이는 견직물보다 면직물에 흡착량이 많아 K/S값이 견직물보다 높았다. 이는 면섬유의 표면에 많은 요철과 리본상의 꼬임을 갖고 있어 송이 입자가 부착할 수 있는 틈이 많기 때문이다.(Fig. 15, 16) 또한 면직물은 방적사로 되어있어 실의 꼬임사이 틈새에 송이 입자가 부착하기 쉬워 매끄럽고 꼬임이 없는 필라멘트사로 짜여진 견직물에 비해 송이분말을 흡착할 수 있는 미세공간이 많아 면직물의 염착량이 높은 것을 알 수 있다.

치자와 소목은 면직물보다 견직물에 염착이 잘 되었다. 이는 면직물이 염료와 결합할 수 있는 관능기로 수산기(OH)만을 가지고 있지만 견직물은 수산기(OH), 카르복실기(COOH), 아미노기(NH<sub>2</sub>)기 등을 가지고 있기 때문이다.

$L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값과 색상을 살펴보면 송이염색의 면직물과 견직물에서  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 높아 황색기가 있는 황갈색(4.7YR 6.6/3.2)으로 염색되었다. 치자염색에서 면직물과 견직물은  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 현저히 높아 황색기가 많아 면직물은 고명도의 밝은 황색(2.0Y 8.4/5.1)으로 견직물은 진한 황색(2.8Y 6.4/9.8)으로 염색 되었다. 소목염색의 면직물의 경우  $a^*$ 값이  $b^*$ 값보다 높아 적색기가 있는 분홍색(7.9RP 8.3/2.6)으로 견직물의 경우  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 더 높아 황색기가 많은 주황색(4.4YR 5.9/6.6)으로 염색되었다.

면직물과 견직물의  $\Delta E^*$ 값을 비교해보면 송이는 견직물보다 면직물에서  $\Delta E^*$

값이 증가하여 진하게 염색되었으며 소목과 치자는 면직물보다 견직물에서  $\Delta E^*$  값이 증가하여 진하게 염색되었다.

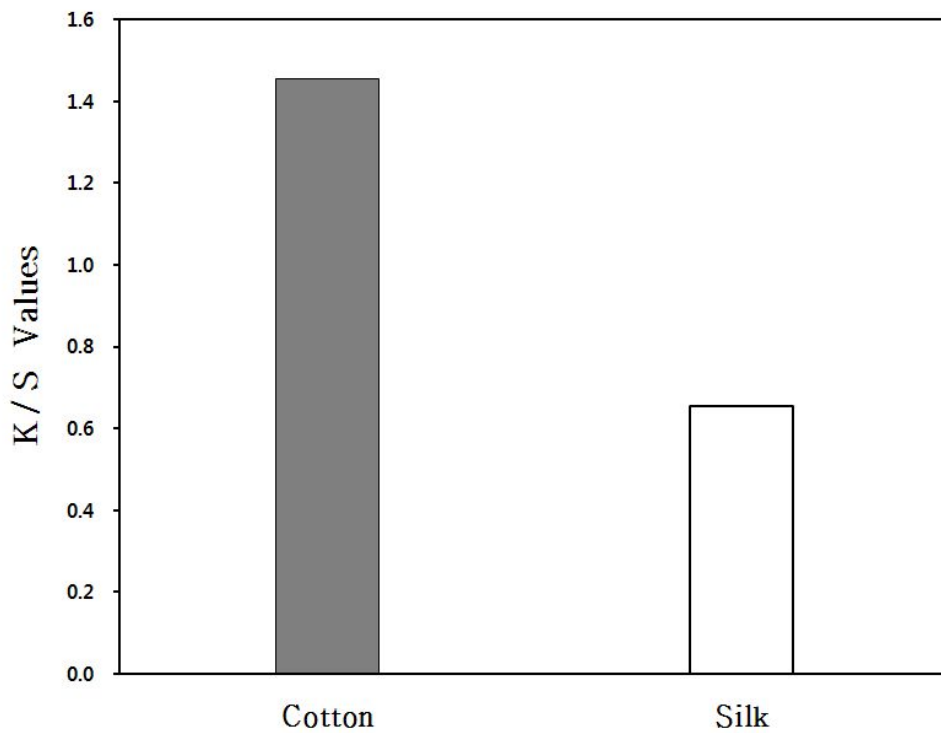


Fig. 22. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria

dyeing conc. : 250 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

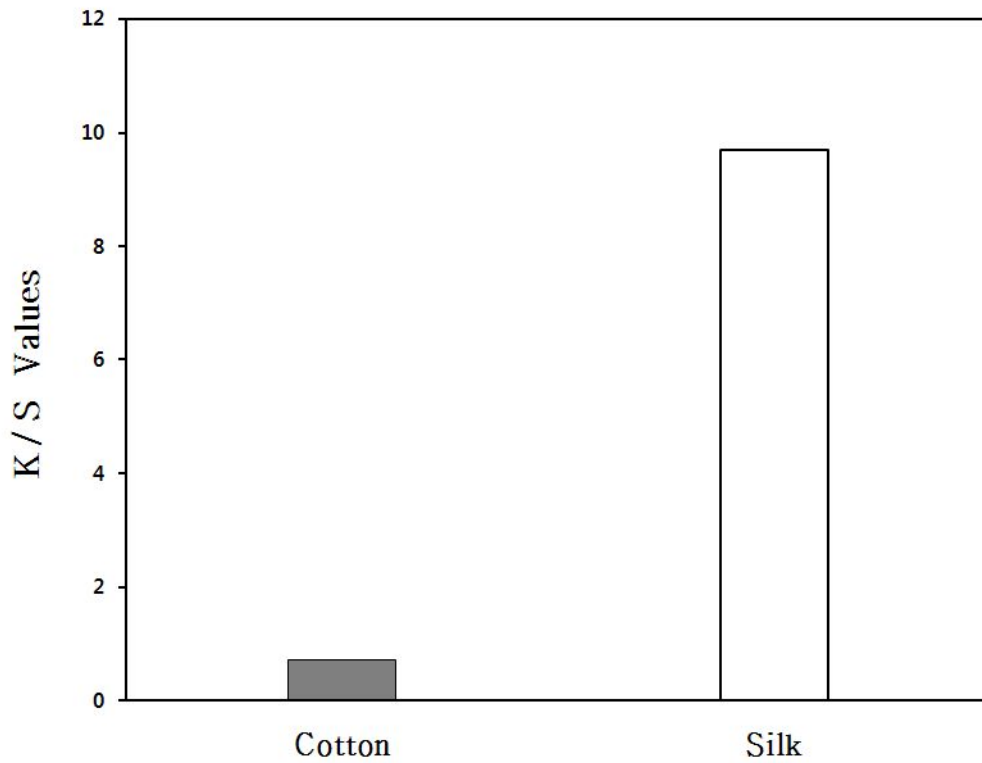


Fig. 23. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the fruit of *Gardenia jasminoides*

dyeing conc. : 17 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

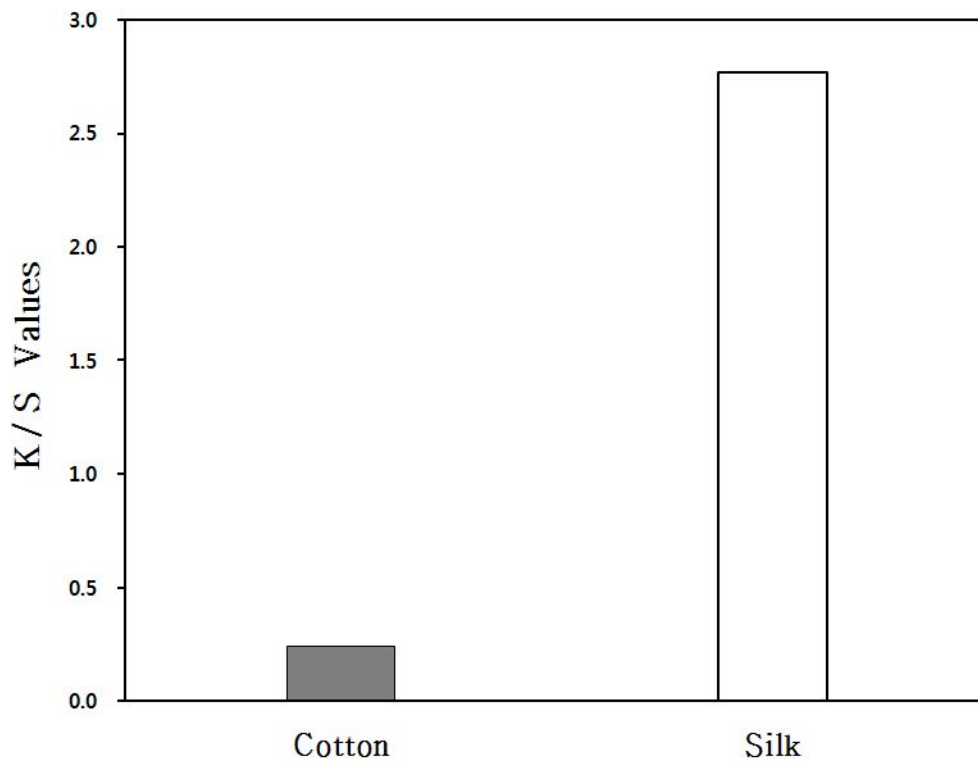


Fig. 24. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia Sappan*

dyeing conc. : 17 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk



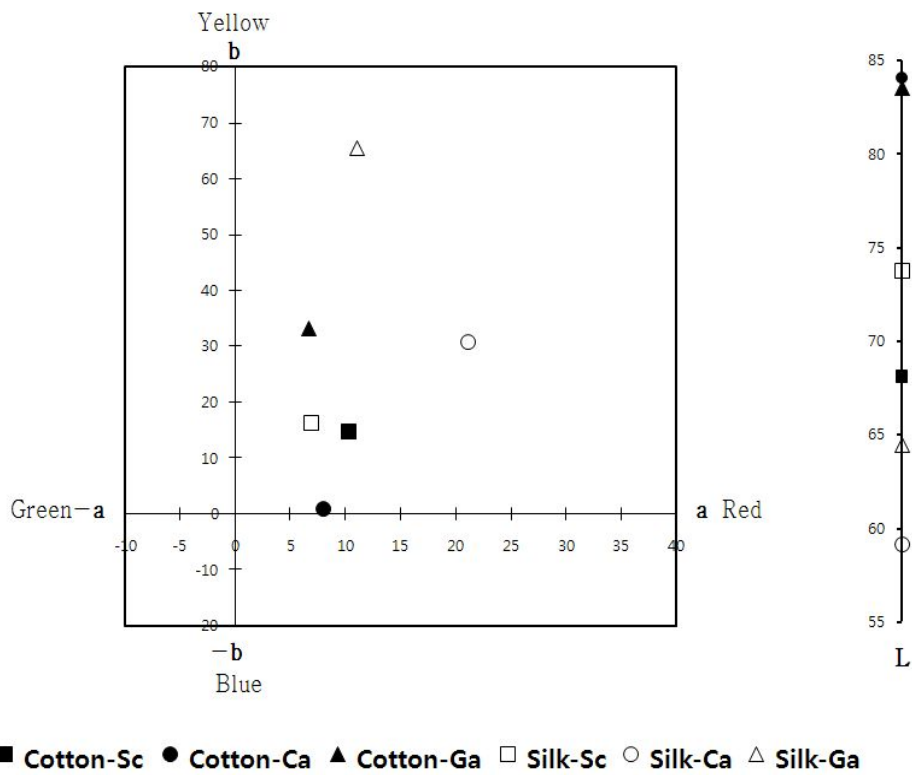

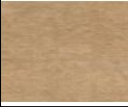








Fig. 25.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria(Sc), the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) and the fruit of *Gardenia jasminoides*(Ga)

Table 9. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with Jeju eju scoria(Sc), the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) and the fruit of *Gardenia jasminoides*(Ga)

Fabrics	Dye	L*	a*	b*	H	V/C	$\Delta E^*$	Fabrics dyed
Cotton	Control	95.79	1.93	-12.69	9.1PB	9.4/3.7	-	
	Sc	68.09	10.24	14.64	4.7YR	6.6/3.2	32.83	
	Ca	84.06	8.03	1.03	7.9RP	8.3/2.6	19.06	
	Ga	83.55	6.66	33.23	2.0Y	8.4/5.1	47.76	
Silk	Control	92.11	-0.12	2.70	3.9Y	9.1/0.3	-	
	Sc	73.76	6.88	16.30	4.7YR	6.6/3.2	21.23	
	Ca	59.15	21.06	30.66	4.4YR	5.9/6.6	47.87	
	Ga	64.48	11.09	65.52	2.8Y	6.4/9.8	68.71	

### 3.2. 매염에 따른 종이염색의 표면색 변화.

Al, Cu, Fe 매염에 따른 종이염색 시 면직물과 견직물의 표면색 변화를 알아보기 위해 염액농도 250 g/L, 액비 1:20, 염색온도 80°C, 염색시간 120분(면직물)·90분(견직물)으로 염색한 후 Al 5%(o.w.f), Cu 2%(o.w.f), Fe 2%(o.w.f)로 액비 1:100, 염색온도 60°C, 염색시간 10분으로 후매염 하여 종이염색의 표면색 변화를 알아보았다.

Fig. 26, 27 그리고 Table 10은 면직물과 견직물의 최대흡수파장에서 K/S값과  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H V/C, 색차( $\Delta E^*$ )를 측정된 결과이다.

매염제에 따른 K/S값을 살펴보면 면직물은 무매염과 비교하여 Al 후매염은 감소하였으며 Cu 후매염은 변화가 없었다. 그러나 Fe 후매염은 K/S값이 증가하였다. 견직물에서는 Al<Cu<Fe 후매염 순으로 K/S값이 증가하였다. 면직물과 견직물에서 Fe 후매염의 K/S값이 Al, Cu 후매염보다 증가 폭이 큰 것은 직물에 흡착된 송이와 Fe 금속염과의 친화성이 크기 때문임을 알 수 있다.

매염제에 따른  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값과 표면색을 살펴보면 면직물에서 Al, Cu, Fe 후매염 모두  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 높아 황색기가 많은 황갈색으로 염색되었으며 Al 후매염은 황갈색(5.0YR 7.0/3.3), Cu 후매염은 황갈색(5.8YR 7.0/2.8)로 염색되었다. Fe 후매염은 Al, Cu 후매염보다  $a^*$ 값과  $b^*$ 값이 높아 적색기와 황색기가 증가한 진한 황갈색(7.5YR 6.4/5.4)으로 염색되었다. 견직물은 Al, Fe 후매염 모두  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 높아 황색기가 많은 황갈색으로 염색되었으며 Al 후매염(7.4YR 7.7/3.0), Fe 후매염(9.9YR 6.4/4.5)로 염색되었다. Cu 후매염은  $a^*$ 값이  $-a^*$ 값으로 이동하여 매염제색인 녹색기가 있는 황록색(7.7YR 7.0/1.9)로 염색되었다. Al, Cu, Fe 후매염에 따른 종이염색의 색상변화는 다양하지 않았다.

매염제에 따른  $\Delta E^*$ 값은 무매염과 비교하여 면직물은 Al, Cu, Fe 후매염의  $\Delta E^*$ 값이 증가하였으며 매염제 종류별  $\Delta E^*$ 값의 차이는 Fe>Al>Cu 순으로 진하게 염색되었다. 견직물에서는 Fe>Cu 후매염 순으로  $\Delta E^*$ 값이 증가하여 진하게 염색되었으나 Al 후매염은 미미한 차이를 보여  $\Delta E^*$ 값의 변화가 크지 않았다.

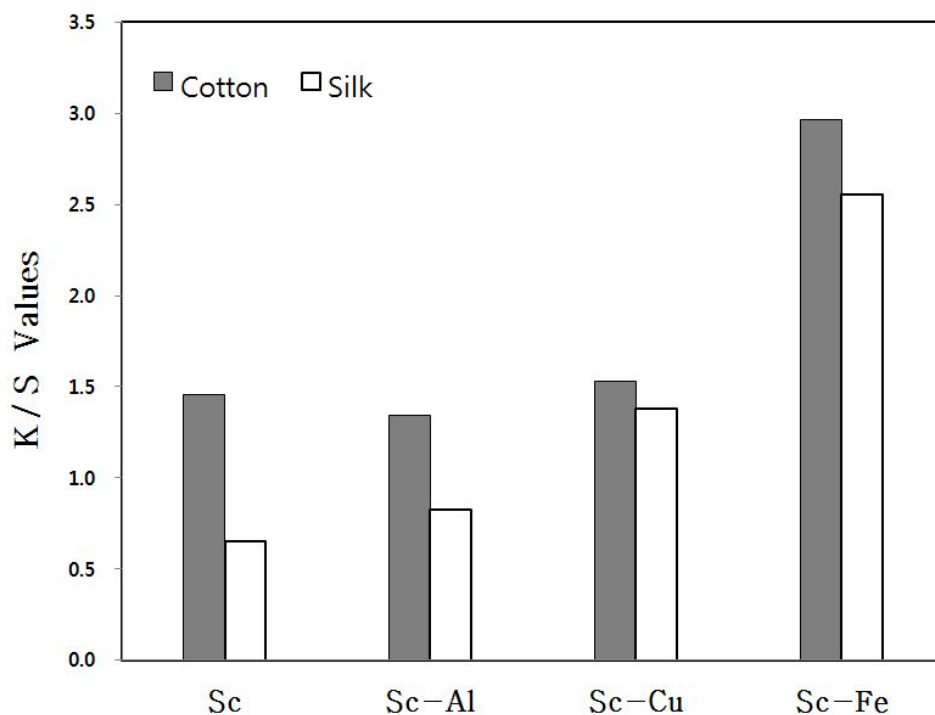


Fig. 26. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria(Sc) with the different mordants

dyeing conc. : 250 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

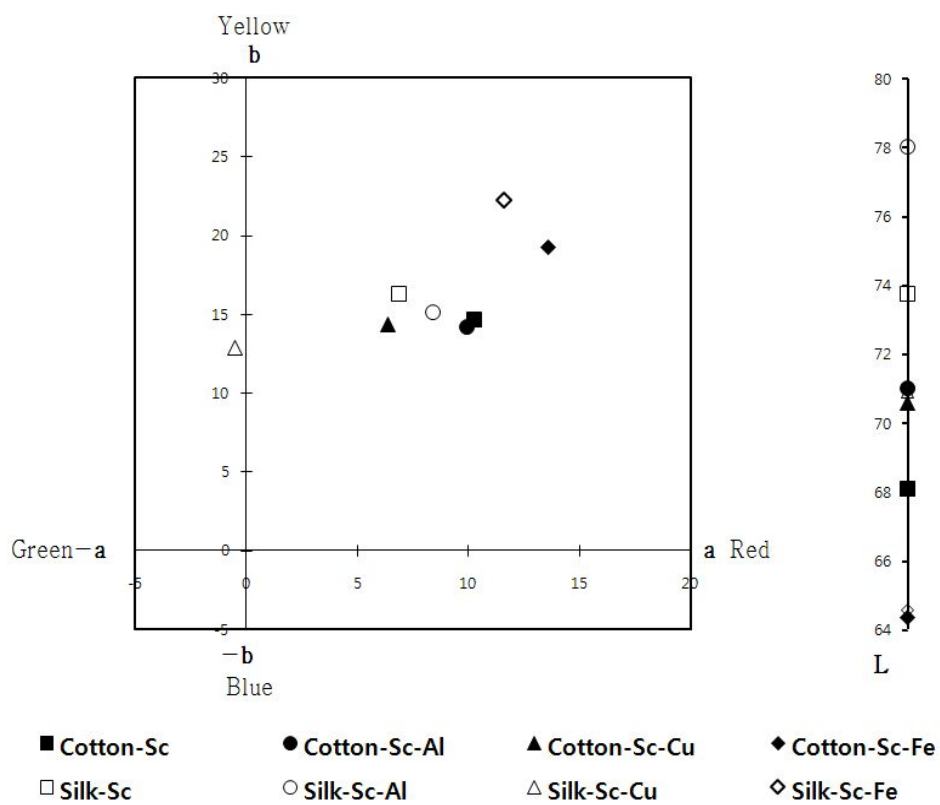


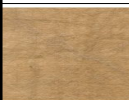


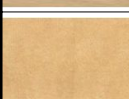




Fig. 27.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria(Sc) with the different mordants

Table 10. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with Jēju scoria(Sc) with the different mordants

Fabrics	Dye & Mordant	L*	a*	b*	H	V/ C	$\Delta E^*$	Fabrics dyed
Cotton	Sc	68.09	10.24	14.64	4.7YR	6.6/3.2	32.83	
	Sc-Al	71.01	10.07	16.00	5.0YR	7.0/3.3	38.60	
	Sc-Cu	70.60	8.11	13.80	5.8YR	7.0/2.8	36.90	
	Sc-Fe	64.38	13.66	29.60	7.5YR	6.4/5.4	53.79	
Silk	Sc	73.76	6.88	16.30	4.7YR	6.6/3.2	21.23	
	Sc-Al	78.05	7.28	16.64	7.4YR	7.7/3.0	21.25	
	Sc-Cu	70.90	-1.56	14.30	7.7Y	7.0/1.9	24.76	
	Sc-Fe	64.57	8.27	27.75	9.9YR	6.4/4.5	38.29	

### 3.3. 매염에 따른 소목염색의 표면색 변화

Al 선매염 Cu, Fe 후매염에 따른 소목염색 시 면직물과 견직물의 표면색 변화를 알아보기 위해 Al 5%(o.w.f)로 액비 1:100, 염색온도 60°C, 염색시간 10분으로 선매염한 후 염액농도 17 g/L, 액비 1:20, 염색온도 80°C, 염색시간 30분으로 염색한 후 Cu 2%(o.w.f), Fe 2%(o.w.f)로 액비 1:100, 염색온도 60°C, 염색시간 10분으로 후매염 하여 표면색 변화를 알아보았다.

Fig. 28, 29 그리고 Table 11은 Al, Cu, Fe 매염한 소목염색의 표면색 변화를 알아보기 위해 면직물과 견직물의 최대흡수파장에서 K/S값과  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H V/C, 색차( $\Delta E^*$ )를 측정된 결과이다.

매염제에 따른 K/S값을 살펴보면 무매염과 비교하여 면직물은 Fe>Al>Cu 매염 순으로 K/S값이 증가하였으나 매염제 종류에 따른 K/S값의 차이는 미미하였다. 견직물에서는 Al>Fe>Cu 매염 순으로 K/S값이 증가하였으며 면직물보다 견직물에서 K/S값이 증가폭이 매우 높아 견직물이 금속염에 대한 친화성이 크다는 것을 확인 할 수 있었다.

매염제에 따른  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값과 표면색을 살펴보면  $a^*$ 값이  $b^*$ 값보다 높아 적색기가 많은 적자색과 적색 그리고 남색으로 염색되었다. 면직물은 Al>Cu>Fe 매염 순으로  $a^*$ 값이 높아 적색기가 많아 Al매염은 적자색(8.0RP 4.0/4.3), Cu, Fe 매염은  $-b^*$ 값으로 적색기와 청색기가 있는 적자색으로 Cu매염(8.1RP 3.5/2.5), Fe 매염(5.4RP 4.3/1.6)으로 염색되었다. 견직물에서는 무매염의 YR계열에서 R계열과 PB계열로 변화되었으며 특히  $a^*$ 값이 현저히 높아 적색기가 많은 Al 매염은 적색(5.1R 3.2/8.4), Cu 매염은 적색(3.1R 3.1/6.0)으로 염색되었으며 Fe 매염은 적색기는 감소하고 청색기가 증가한 남색(3.8PB 2.4/2.6)으로 염색되었다. 다색성 매염염료인 소목은 Al, Cu, Fe 매염제의 영향으로 면직물에서는 적자색으로 염색되었다. 매염제에 따른 표면색은 적자색에서 적색 그리고 남색으로 다양하게 변화하는 것을 알 수 있다.

매염제에 따른  $\Delta E^*$ 값을 무매염과 비교하여 면직물과 견직물 모두  $\Delta E^*$ 값이 Al>Fe>Cu 순으로 증가하여 진하게 염색되었으며 면직물보다 견직물에서  $\Delta E^*$ 값이 증가하였다.

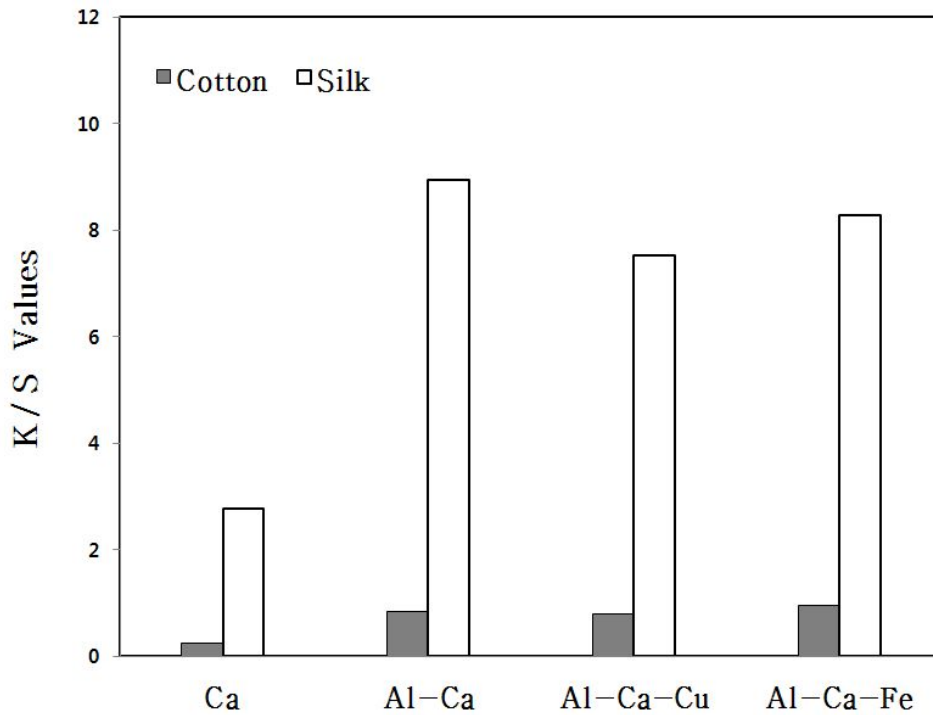


Fig. 28. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) and the different mordants

dyeing conc. : 17 g/L

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk



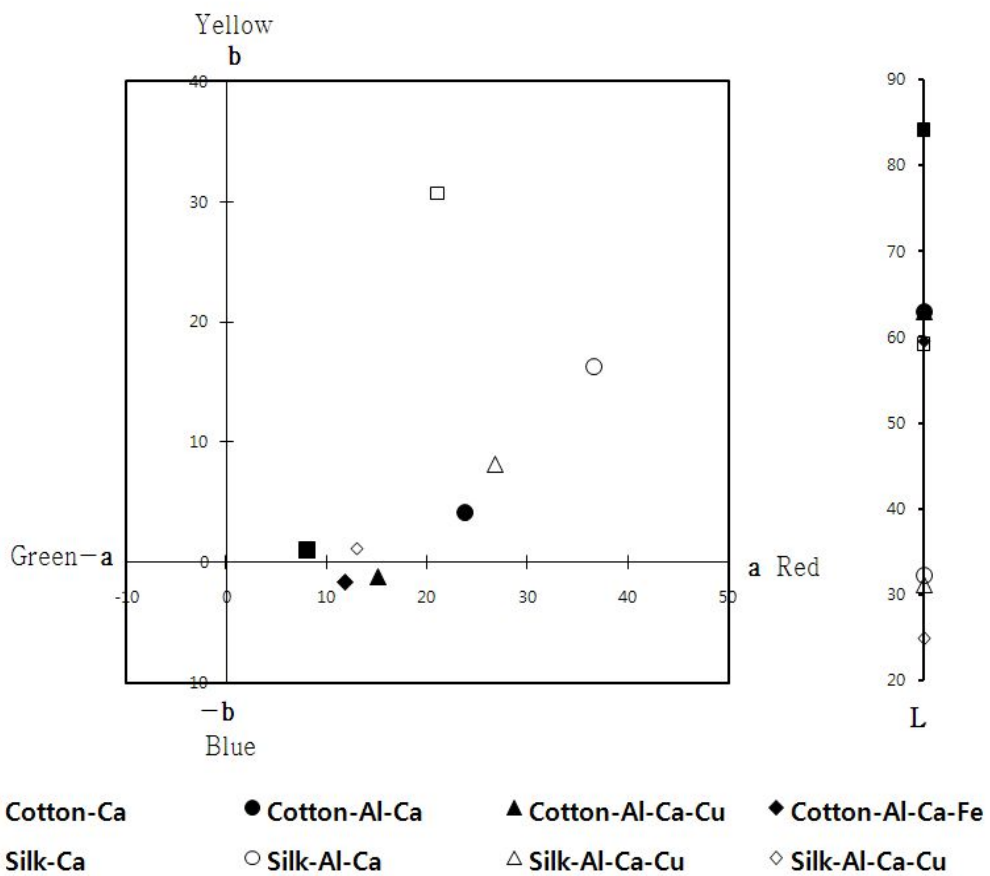




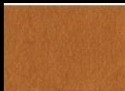


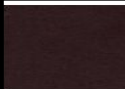


Fig. 29.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) and the different mordants

Table 11. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) with different mordants

Fabrics	Dye & Mordant	L*	a*	b*	H	V/ C	$\Delta E^*$	Fabrics dyed
Cotton	Ca	84.06	8.03	1.03	7.9RP	8.3/2.6	19.06	
	Al-Ca	65.97	23.71	4.16	8.0RP	4.0/4.3	42.85	
	Al-Ca-Cu	62.99	15.14	-1.19	8.1RP	3.5/2.5	37.19	
	Al-Ca-Fe	59.53	11.89	-1.66	5.4RP	4.3/1.6	39.19	
Silk	Ca	59.15	21.06	30.66	4.4YR	5.9/6.6	47.87	
	Al-Ca	32.27	36.58	16.24	5.1R	3.2/8.4	71.81	
	Al-Ca-Cu	31.13	26.74	8.12	3.1R	3.1/6.0	67.39	
	Al-Ca-Fe	24.85	13.00	1.12	3.8PB	2.4/2.6	69.32	

## 4. 혼합염색

### 4.1. 송이 농도에 따른 치자 혼합염색의 표면색 변화

송이농도 변화에 따른 송이와 치자 혼합염색 시 면직물과 견직물의 표면색 변화를 알아보기 위해 송이와 치자를 염액농도 50 g/L · 150 g/L · 250 g/L을 각각 액비 1:20, 염색온도 80℃, 염색시간 120분(면직물) · 90분(견직물)으로 혼합염색한 후 표면색 변화를 알아보았다.

Fig. 30, 31, 그리고 Table 13은 송이농도 변화에 따른 송이와 치자 혼합염색한 면직물과 견직물의 최대흡수파장에서 K/S값과  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H V/C, 색차( $\Delta E^*$ ) 변화를 측정된 결과이다.

송이농도 변화에 따른 치자 혼합염색 K/S값을 살펴보면 면직물과 견직물에서 염액농도 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L 순으로 증가하여 염액농도 50 g/L일 때 K/S값이 가장 높게 나타났으며 송이농도가 증가할수록 K/S값은 낮아졌으나 송이농도에 따른 K/S값의 차이는 크지 않았다. 직물에 따른 K/S값은 견직물에서 K/S값이 급격히 증가하여 면직물보다 견직물에서 높은 K/S값이 나타나 치자색소가 송이와 혼합염색 시 견직물의 K/S값 향상에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

송이농도 변화에 따른  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값과 표면색을 살펴보면  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 현저히 높은 진한 황색으로 염색되었다. 송이단독염색과 비교하여 면직물에서는  $a^*$ 값은 감소하고  $b^*$ 값은 급격히 증가한 황색으로 염색되었으며 송이농도가 증가할수록  $a^*$ 값은 증가하고  $b^*$ 값은 감소하여 적색기는 증가하고 황색기는 감소하는 황색 단일색상으로 염색되어 다양한 색상변화가 없어 송이와 혼합염색을 통한 색상의 다양화는 기대 할 수 없음을 알 수 있다.

송이농도 변화에 따른  $\Delta E^*$ 값을 살펴보면 면직물과 견직물 모두 염액농도 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L 순으로  $\Delta E^*$ 값이 증가 하였으며 염액농도 50g/L에서  $\Delta E^*$ 값이 가장 높게 측정되어 진하게 염색되었다. 송이 단독염색과 비교하여 면직물과 견직물 모두에서  $\Delta E^*$ 값이 증가하였으며 특히 견직물에서  $\Delta E^*$ 값의 수치가 급격히 증가하여 송이염색이 견직물보다 면직물에서  $\Delta E^*$ 값이 높은 것으로 볼 때 치자색소가 송이 혼합염색에서 특히 견직물의  $\Delta E^*$ 값의 증가에 큰 영향을 미

치는 것을 알 수 있다.

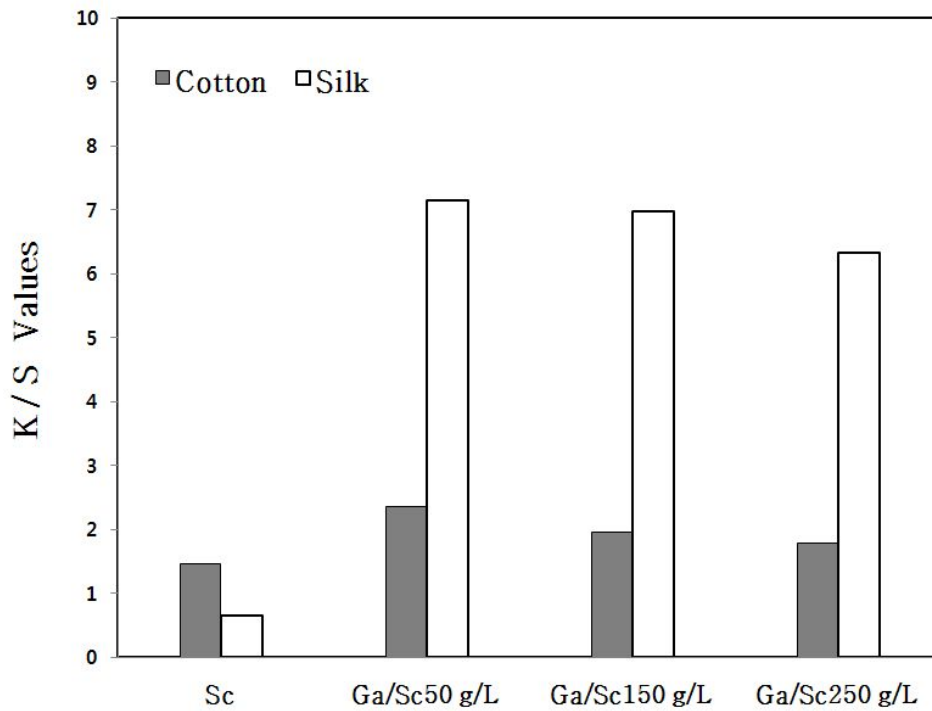


Fig. 30. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the fruit of *Gardenia jasminoids*(Ga) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc)

dyeing temp. : 80℃

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

*Gardenia jasminoids* dyeing conc. : 17 g/L

Jeju scoria conc. : 250 g/L

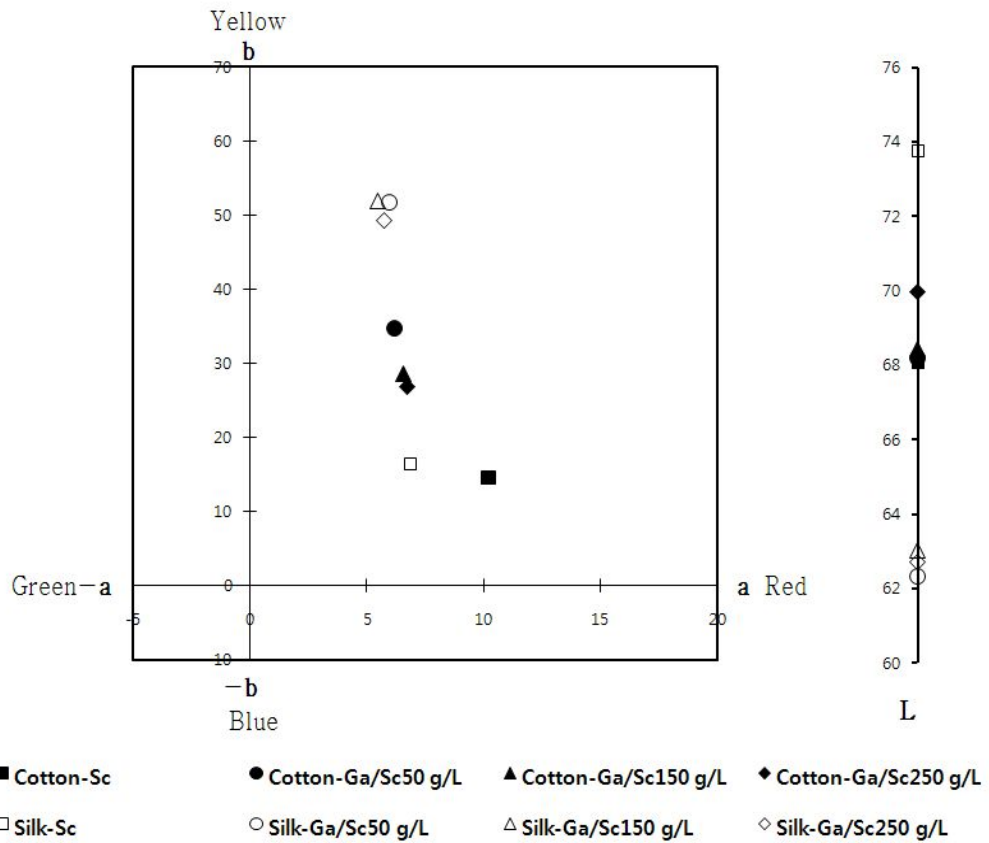


Fig. 31.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton and silk fabrics dyed with the fruit of *Gardenia jasminoids*(Ga) at different concentrations of Jeju scoria(Sc)

Table 12. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the fruit of *Gardenia jasminoids*(Ga) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc)

Fabrics	Dye & Mordant	L*	a*	b*	H	V/ C	ΔE*	Fabrics dyed
Cotton	Sc	68.09	10.24	14.64	4.7YR	6.6/3.2	32.83	
	Ga + Sc50 g/L	68.18	5.75	35.67	2.6Y	6.8/5.4	57.18	
	Ga + Sc150 g/L	68.43	6.29	27.10	1.1Y	6.8/4.2	51.27	
	Ga + Sc250 g/L	69.98	6.73	26.57	0.7Y	6.8/4.2	49.77	
Silk	Sc	73.76	6.88	16.30	4.7YR	6.6/3.2	21.23	
	Ga + Sc50 g/L	62.34	5.17	50.93	4.0Y	6.2/7.4	58.22	
	Ga + Sc150 g/L	63.02	5.65	50.52	3.7Y	6.2/7.3	56.79	
	Ga + Sc250 g/L	62.73	5.93	49.28	3.7Y	6.2/7.2	55.92	

## 4.2. 송이 농도에 따른 소목 혼합염색의 표면색 변화

송이농도에 따른 송이와 소목 혼합염색 시 면직물과 견직물의 표면색 변화를 알아보기 위해 송이와 소목을 염액농도 50 g/L · 150 g/L · 250 g/L을 각각 액비 1:20, 염색온도 80°C, 염색시간 120분(면직물) · 90분(견직물)으로 혼합염색한 후 표면색 변화를 알아보았다.

Fig. 32, 33, 그리고 Table 13는 송이농도 변화에 따라 소목과 혼합염색한 면직물과 견직물을 최대흡수파장에서 K/S값과  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H V/C, 색차( $\Delta E^*$ )를 측정된 결과이다.

송이농도 변화에 따른 소목 혼합염색 K/S값을 살펴보면 면직물과 견직물 모두에서 염액농도 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L 순으로 K/S값이 증가하였다. 염액농도 50 g/L일 때 K/S값이 가장 높게 나타났으며 염액농도가 증가할수록 혼합염색의 K/S값은 낮아졌다. 이는 송이끼리의 응집현상이 있다면 송이농도가 진할수록 표면에서 응집된 송이에 의해 염색물에는 소목이 주로 결합할 것으로 추정되지만, 만약 송이끼리의 응집이 없다면, 송이와 소목의 혼합염색 시 염액농도가 낮은 것이 소목 염착량을 증가시킬 것으로 추정된다. 송이입자에 의한 염료의 침투 및 확산에 대한 장애가 적은 쪽인 염액농도 50 g/L에서 K/S값이 높게 나타나 Table 12에서와 같이 염액농도 50 g/L과 소목 혼합염색으로 염색한 면직물과 견직물에서 적색기가 가장 많이 나타났다. 직물에 따른 K/S값은 견직물에서 K/S값이 급격히 증가하여 면직물보다 견직물에서 높은 K/S값이 나타나 소목색소가 송이 혼합염색 시 견직물의 K/S값 향상에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

송이농도 변화에 따른  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값과 표면색을 살펴보면  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 높아 황갈색으로 염색되었다. 송이 단독염색과 비교하여 면직물에서는 송이농도 50 g/L에서는 적색기가 증가한 황갈색(4.2YR 5.6/3.5)으로 염색되었으며 150 g/L 과 250 g/L에서는 황색기가 증가한 황갈색으로 염색되어 150 g/L(5.1YR 6.2/3.2), 250 g/L(5.3YR 6.2/3.2)으로 염색되었다. 견직물에서는 적색기가 증가한 황갈색으로 50 g/L(1.6YR 4.2/3.3), 150g/L(5.2YR 4.8/3.0), 250g/L(6.2YR 5.1/3.0)으로 염색되었다.

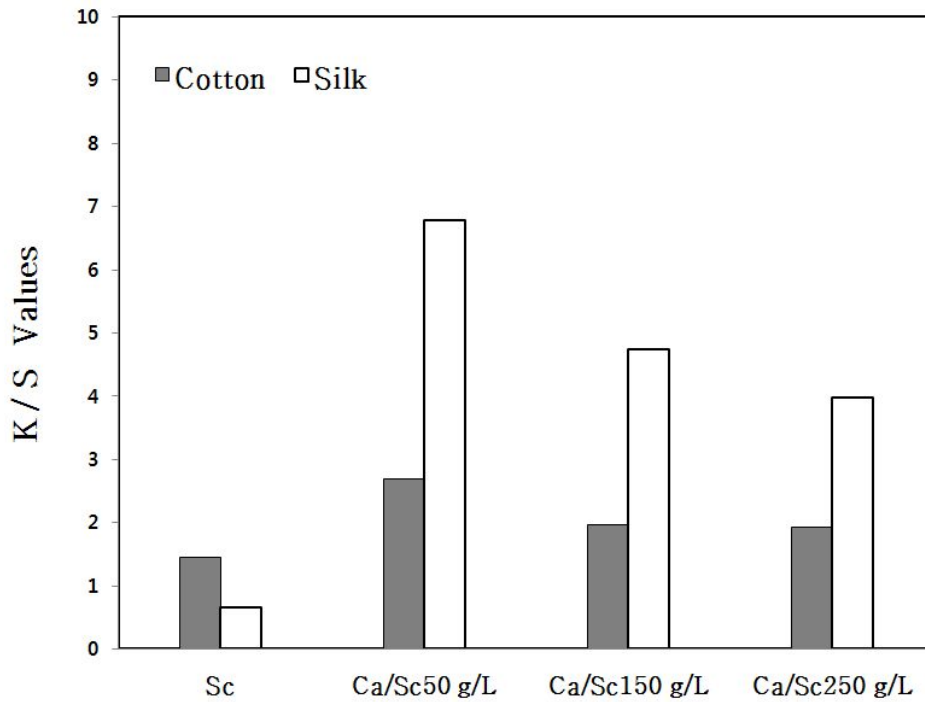


Fig. 32. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc)

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

*Caesalpinia sappan* dyeing conc. : 17 g/L

Jeju scoria conc. : 250 g/L



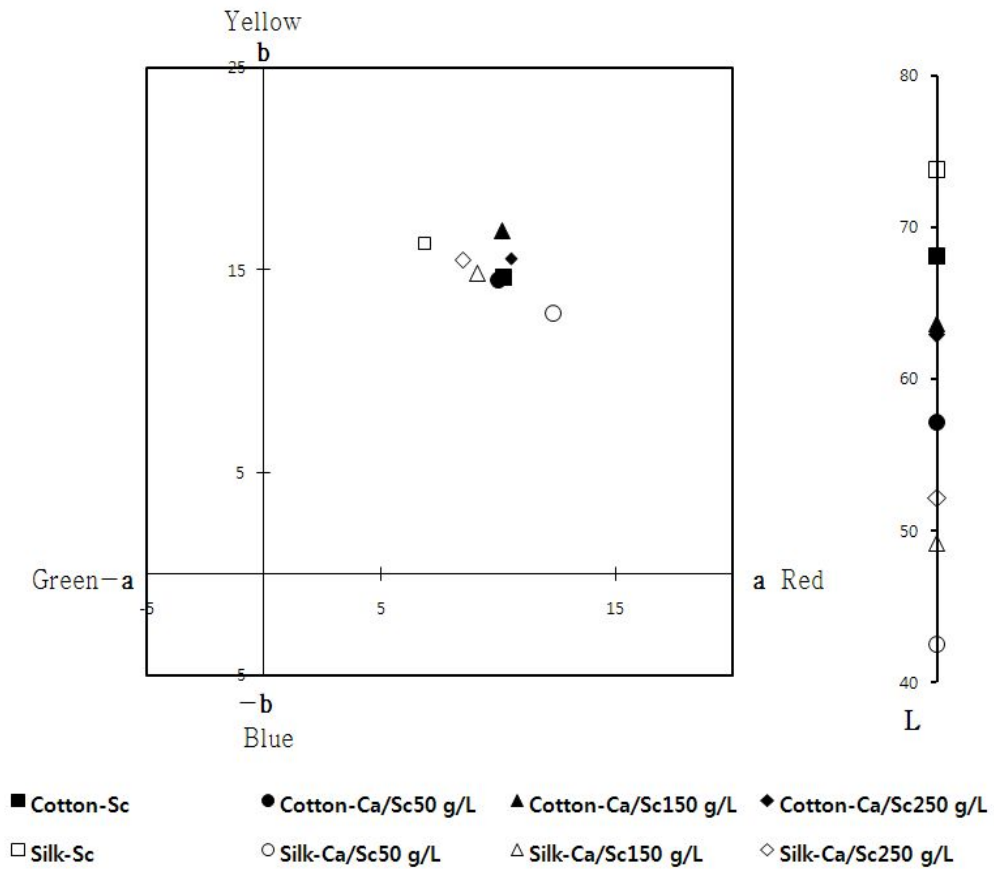










Fig. 33.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc)

Table 13. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc)

Fabrics	Dye & Mordant	L*	a*	b*	H	V/ C	$\Delta E^*$	Fabrics dyed
Cotton	Sc	68.09	10.24	14.64	4.7YR	6.6/3.2	32.83	
	Ca + Sc50 g/L	57.15	10.55	14.54	4.2YR	5.6/3.5	47.99	
	Ca + Sc150 g/L	63.64	10.18	15.58	5.1YR	6.2/3.2	44.56	
	Ca + Sc250 g/L	62.90	9.98	16.93	5.3YR	6.3/3.2	44.11	
Silk	Sc	73.76	6.88	16.30	4.7YR	6.6/3.2	21.23	
	Ca + Sc50 g/L	42.50	12.34	12.91	1.6YR	4.2/3.3	52.64	
	Ca + Sc150 g/L	49.17	9.13	14.86	5.2YR	4.8/3.0	45.97	
	Ca + Sc250 g/L	52.15	8.52	15.50	6.2YR	5.1/3.0	43.19	

### 4.3. 소목 혼합염색 시 송이농도에 따른 AI매염 표면색 변화

AI선매염시 송이농도 변화에 따른 송이와 소목 혼합염색 면직물과 견직물의 표면색 변화를 알아보기 위해 AI 선매염한 후 송이와 소목을 염액농도 50 g/L · 150 g/L · 250 g/L을 각각 액비 1:20, 염색온도 80°C, 염색시간 120분(면직물) · 90분(견직물)으로 혼합염색한 후 표면색 변화를 살펴보았다.

Fig. 34, 35, 그리고 Table 14는 AI선매염 시 송이농도 변화에 따라 소목과 혼합염색한 면직물과 견직물의 최대흡수파장에서 K/S값과  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H V/C, 색차 ( $\Delta E^*$ )를 측정된 결과이다.

AI선매염시 송이농도 변화에 따른 K/S값을 살펴보면 면직물과 견직물 모두 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L 순으로 염액농도 50 g/L 일 때 K/S값이 가장 높게 나타났으며 송이농도가 증가 할수록 K/S값은 감소하였다. 또한 직물에 따른 K/S값은 면직물보다 견직물에서 K/S값이 높게 나타났는데 이는 소목색소가 송이와 혼합염색에서 면직물과 견직물의 K/S값 증가에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

AI선매염시 송이농도 변화에 따른  $a^*$ 값과  $b^*$ 값, 그리고 색상을 살펴보면 면직물은 견직물에서  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 증가하여 황갈색으로 염색되었다. 송이 단독염색과 비교하여 면직물의 경우 염액농도 50 g/L에서는  $a^*$ 값과  $b^*$ 값이 감소하여 적색기가 있는 황갈색(4.6YR 5.8/3.5), 150 g/L 는  $a^*$ 값은 감소하고  $b^*$ 값이 증가한 황갈색(5.0YR 6.1/3.2), 250 g/L 에서는  $a^*$ 값과  $b^*$ 값이 증가한 황갈색(5.3YR 6.2/3.0)으로 진하게 염색되었다. 견직물의 경우  $a^*$ 값은 증가하고  $b^*$ 값이 감소한 적색기가 많은 황적색으로 50 g/L(4.3YR 4.6/3.0), 150 g/L(6.6YR 5.0/2.9), 250 g/L(7.2YR 5.2/2.9)으로 염색되었다.

송이농도 변화에 따른  $\Delta E^*$ 값을 살펴보면 면직물과 견직물 모두 염액농도 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L 순으로  $\Delta E^*$ 값이 증가 하였으며 염액농도 50 g/L에서  $\Delta E^*$ 값이 가장 높게 측정되어 진하게 염색되었다. 송이 단독염색과 비교하여 면직물과 견직물 모두에서  $\Delta E^*$ 값이 향상 되었으며 특히 견직물에서  $\Delta E^*$ 값의 수치가 크게 증가하였다. 이는 AI매염과 소목색소가  $\Delta E^*$ 값의 증가에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

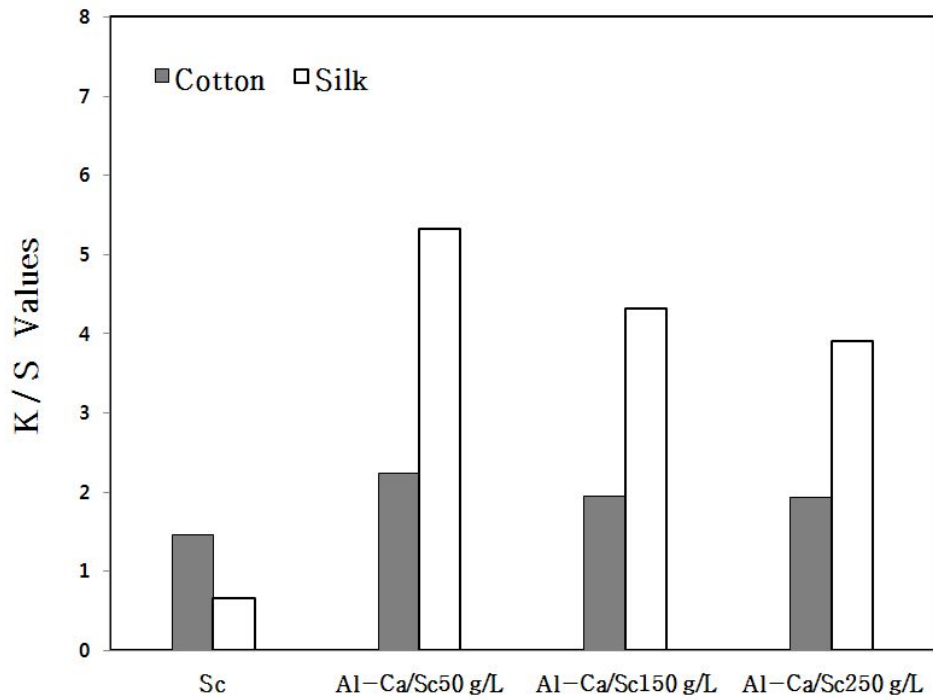


Fig. 34. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria (Sc) after mordanted with aluminum

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

*Caesalpinia sappan* dyeing conc. : 17 g/L

Jeju scoria conc. : 250 g/L

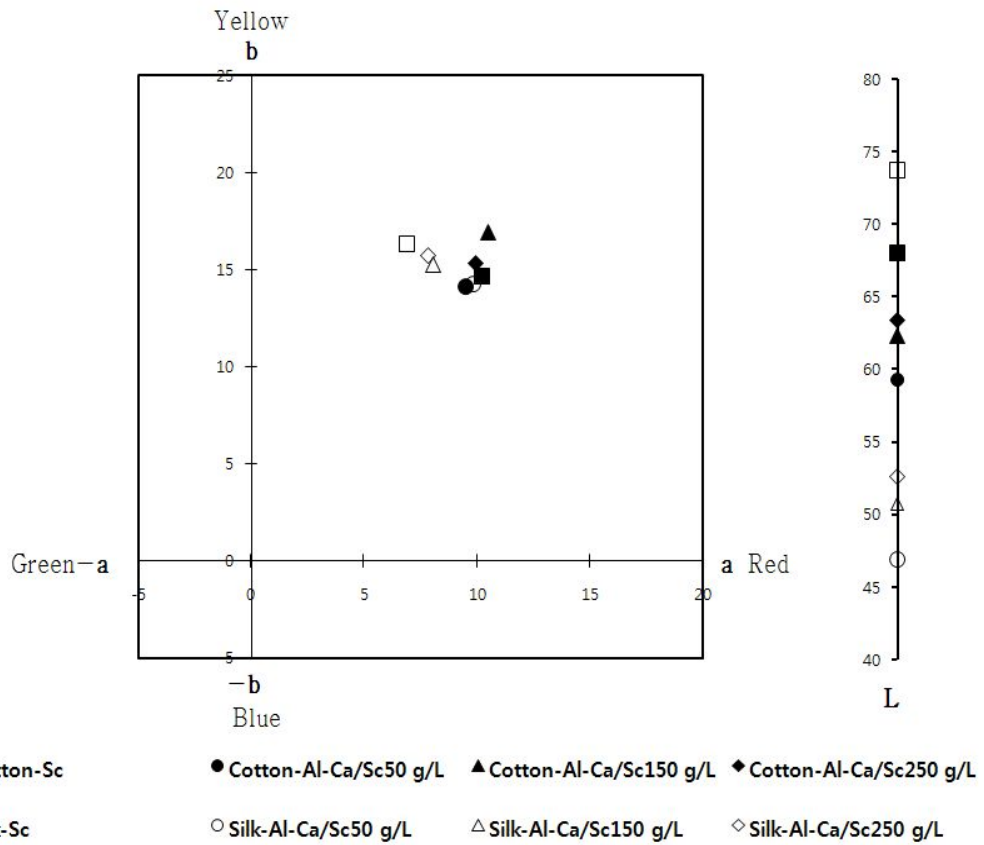





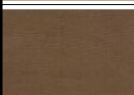
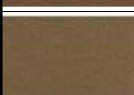



Fig. 35.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc) after mordanted with aluminum

Table 14. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc) after mordanted with aluminum

Fabrics	Dye & Mordant	L*	a*	b*	H	V/ C	$\Delta E^*$	Fabrics dyed
Cotton	Sc	68.09	10.24	14.64	4.7YR	6.6/3.2	32.83	
	Al-Ca + Sc50 g/L	59.30	9.51	14.11	4.6YR	5.8/3.5	45.91	
	Al-Ca + Sc150 g/L	62.39	9.93	15.30	5.0YR	6.1/3.2	44.72	
	Al-Ca + Sc250 g/L	63.42	10.51	16.94	5.3YR	6.2/3.0	44.31	
Silk	Sc	73.76	6.88	16.30	4.7YR	6.6/3.2	21.23	
	Al-Ca + Sc50 g/L	46.92	9.85	14.22	4.3YR	4.6/3.0	48.12	
	Al-Ca + Sc150 g/L	50.72	8.06	15.22	6.6YR	5.0/2.9	44.32	
	Al-Ca + Sc250 g/L	52.64	7.83	15.73	7.2YR	5.2/2.9	42.66	

#### 4.4. 소목 혼합염색 시 송이농도에 따른 Cu매염 표면색 변화

Cu후매염시 송이농도 변화에 따른 송이와 소목 혼합염색 면직물과 견직물의 표면색 변화를 알아보기 위해 Al 선매염한 후 송이와 소목을 염액농도 50 g/L · 150 g/L · 250 g/L을 각각 액비 1:20, 염색온도 80°C, 염색시간 120분(면직물) · 90분(견직물)으로 혼합염색한 후 다시 Cu 후매염하여 표면색 변화를 살펴보았다.

Fig. 36, 37, 그리고 Table 15는 Cu후매염 시 송이농도 변화에 따라 소목과 혼합염색한 면직물과 견직물의 최대흡수파장에서 K/S값과  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H V/C, 색차 ( $\Delta E^*$ )를 측정된 결과이다.

Cu후매염한 송이농도 변화에 따른 K/S값을 살펴보면 면직물과 견직물 모두 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L 순으로 염액농도 50 g/L일 때 K/S값이 가장 높게 나타났다. 송이농도가 증가 할수록 K/S값은 감소하였다. 또한 직물에 따른 K/S값은 면직물보다 견직물에서 높은 K/S값이 나타났다. 송이 단독염색과 비교하여 면직물의 변화는 미미하였으며 견직물에서는 K/S값이 크게 증가하였다.

Cu후매염시 송이농도 변화에 따른  $a^*$ 값과  $b^*$ 값, 그리고 색상을 살펴보면 송이 단독염색과 비교하여 면직물은  $a^*$ 값은 감소하고  $b^*$ 값이 증가하여 황색기가 많은 황갈색으로 50 g/L(5.7YR 5.8/3.3), 150 g/L(6.7YR 6.3/3.3), 250 g/L(7.2YR 6.4/3.1)로 염색되었다. 견직물에서는 Cu 금속염 고유색인 녹색기가 있는 황록색으로 150 g/L(8.7YR 4.9/3.0), 250 g/L(9.7YR 5.2/3.0)로 염색되었으나 50 g/L에서는  $a^*$ 값은 증가하고  $b^*$ 값이 감소하여 녹색기가 있는 황적색(6.0YR 4.0/3.0)으로 염색되었다.

$\Delta E^*$ 값을 살펴보면 면직물과 견직물에서 염액농도 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L 순으로  $\Delta E^*$ 값이 증가 하였으며 염액농도 50 g/L에서  $\Delta E^*$ 값이 가장 높게 측정되어 진하게 염색되었다. 송이 단독염색과 비교하여 면직물과 견직물 모두에서  $\Delta E^*$ 값이 향상 되었으며 특히 견직물에서  $\Delta E^*$ 값이 크게 증가하였다. 이와 같은 결과로 송이와 소목 혼합염색에서 소목색소와 Cu후매염 금속염의 고유색으로 인해 면직물과 견직물의  $\Delta E^*$ 값의 증가와 표면색 변화에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

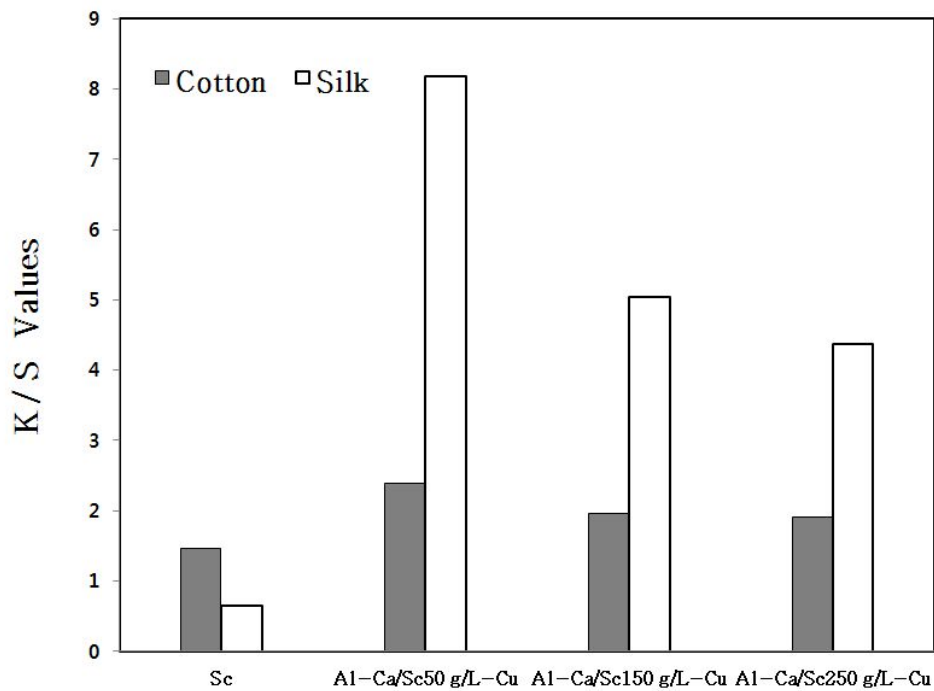


Fig. 36. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc) after mordanted with copper

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

*Caesalpinia sappan* dyeing conc. : 17 g/L

Jeju scoria conc. : 250 g/L



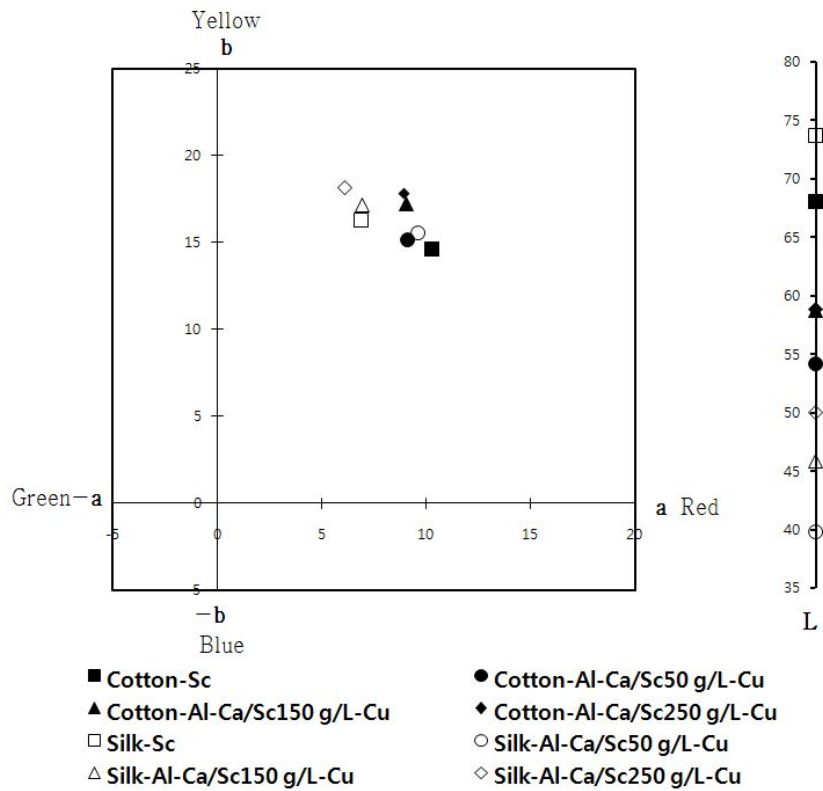










Fig. 37.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc) after mordanted with copper

Table 15. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc) after mordanted with copper

Fabrics	Dye & Mordant	L*	a*	b*	H	V/ C	ΔE*	Fabrics dyed
Cotton	Sc	68.09	10.24	14.64	4.7YR	6.6/3.2	32.83	
	Al-Ca + Sc50 g/L -Cu	59.31	9.12	15.17	5.7YR	5.8/3.3	46.46	
	Al-Ca + Sc150 g/L -Cu	64.13	9.03	17.24	6.7YR	6.3/3.3	44.16	
	Al-Ca + Sc250 g/L -Cu	64.91	8.94	17.86	7.2YR	6.4/3.1	44.01	
Silk	Sc	73.76	6.88	16.30	4.7YR	6.6/3.2	21.23	
	Al-Ca + Sc50 g/L -Cu	40.75	9.56	15.53	6.0YR	4.0/3.0	54.26	
	Al-Ca + Sc150 g/L -Cu	49.81	6.93	17.13	8.7YR	4.9/3.0	45.58	
	Al-Ca + Sc205 g/L -Cu	52.96	6.11	18.18	9.7YR	5.2/3.0	42.83	

#### 4.5. 소목 혼합염색 시 송이농도에 따른 Fe매염 표면색 변화

Fe 후매염시 송이농도 변화에 따른 송이와 소목 혼합염색 면직물과 견직물의 표면색 변화를 알아보기 위해 Al 선매염한 후 송이와 소목을 염액농도 50 g/L · 150 g/L · 250 g/L을 각각 액비 1:20, 염색온도 80°C, 염색시간 120분(면직물) · 90분(견직물)으로 혼합염색한 후 다시 Fe 후매염하여 표면색 변화를 살펴보았다.

Fig. 38, 39 그리고 Table 16은 Fe 후매염 시 송이농도 변화에 따라 소목과 혼합염색한 면직물과 견직물의 최대흡수파장에서 K/S값과  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H V/C, 색차 ( $\Delta E^*$ )를 측정된 결과이다.

Fe 후매염한 송이농도 변화에 따른 K/S값을 살펴보면 면직물과 견직물 모두 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L 순으로 염액농도 50 g/L일 때 K/S값이 가장 높게 측정되어 송이농도가 증가 할수록 K/S값은 감소하였으나 면직물에서는 농도변화에 따른 K/S값의 변화는 미미하였다. 또한 직물에 따른 K/S값은 면직물보다 견직물에서 높게 측정되었으며 송이 단독염색과 비교하여 견직물의 K/S값이 크게 증가하였다. 송이 단독염색과 비교하여 면직물과 견직물에서 K/S값이 향상되었다. 이와 같은 결과는 Al, Cu, Fe 매염 모두에서 같은 결과가 나타났으며 매염제 종류에 따른 K/S값의 변화는 면직물은 Fe매염의 K/S값이 가장 높았으며 Al, Cu매염은 비슷한 K/S값을 나타내었으며 견직물은 Al매염의 K/S값이 가장 낮았으며 Cu, Fe매염은 비슷한 K/S값을 나타내었다.

Fe 후매염시 송이농도 변화에 따른  $a^*$ 값과  $b^*$ 값, 그리고 색상을 살펴보면 송이 단독염색과 비교하여 면직물은 송이농도가 증가 할수록  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 현저히 증가하여 황색기가 많은 진한 황갈색으로 50 g/L(7.5YR 5.3/5.0), 150 g/L(7.4YR 5.8/4.7), 250g/L(7.2YR 5.8/3.8)로 염색되었다. 견직물에서는 Fe 금속염 고유색인 녹색기가 있는 황록색으로 염색되었으며 50 g/L에서는  $a^*$ 값과  $b^*$ 값이 모두 감소하여 청색기와 녹색기가 있는 진한 황록색(8.0YR 3.9/3.2)으로 염색되었으며 150 g/L과 250 g/L은  $a^*$ 값의 변화는 미미하였고  $b^*$ 값은 증가하였으나 면직물에 비해 증가폭이 작아 150 g/L(8.7YR 4.9/3.0), 250 g/L(9.7YR 5.2/3.0)인 황록색으로 염색되었다.

$\Delta E^*$ 값을 살펴보면 면직물과 견직물 모두 송이농도 50 g/L > 150 g/L > 250 g/L

순으로  $\Delta E^*$  값이 증가 하였으며 면직물이 견직물보다  $\Delta E^*$  값이 증가하였다. 송이 단독염색과 비교하여 면직물과 견직물에서  $\Delta E^*$  값이 크게 증가하여 송이와 혼합 염색에서 소목색소와 Fe후매염의 고유색으로 인해 면직물과 견직물의 K/S값과  $\Delta E^*$  값 증가 그리고 표면색 변화에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

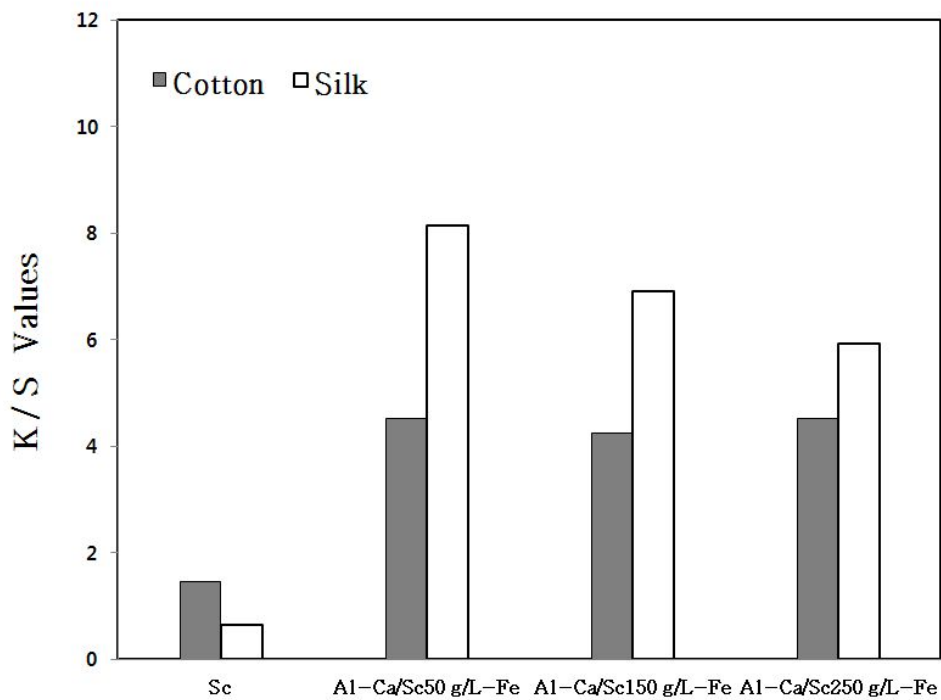


Fig. 38. K/S values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of (Sc) after mordanted with iron

dyeing temp. : 80°C

dyeing time : 120min in cotton

90min in silk

*Caesalpinia sappan* dyeing conc. : 17 g/L

Jeju scoria conc. : 250 g/L

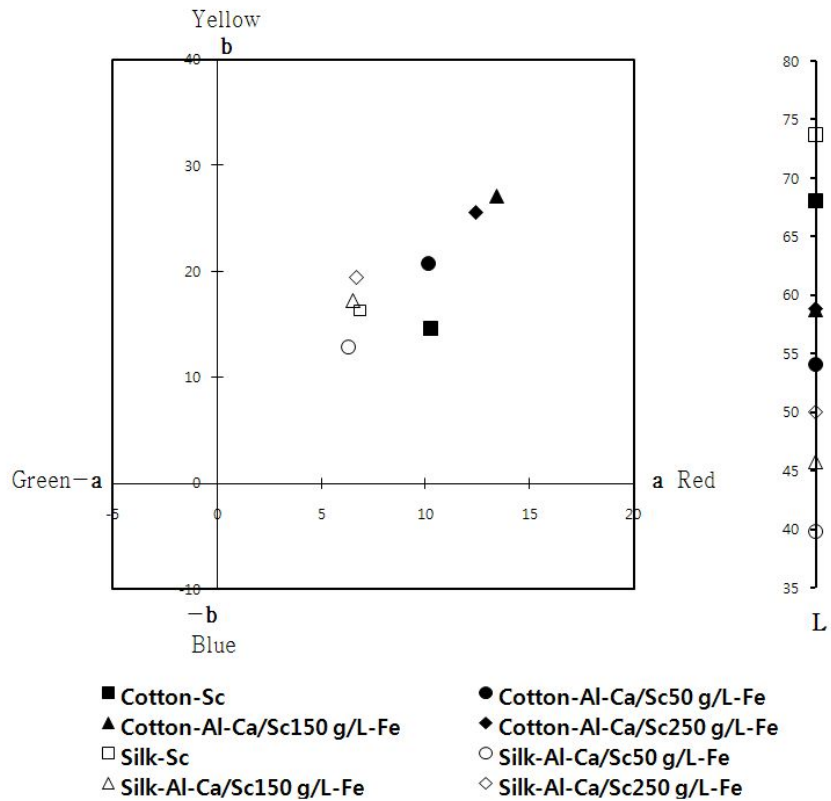


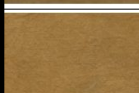







Fig. 39.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc) after mordanted with iron

Table 16. Color changes of cotton and silk fabrics dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) at the different concentrations of Jeju scoria(Sc) after mordanted with iron

Fabrics	Dye & Mordant	L*	a*	b*	H	V/ C	$\Delta E^*$	Fabrics dyed
Cotton	Sc	68.09	10.24	14.64	4.7YR	6.6/3.2	32.83	
	Al-Ca + Sc50g/L -Fe	54.15	10.16	20.72	7.5YR	5.3/5.0	55.53	
	Al-Ca + Sc150g/L -Fe	58.76	12.41	25.57	7.4YR	5.8/4.7	54.27	
	Al-Ca + Sc250g/L -Fe	58.85	13.43	27.14	7.2YR	5.8/3.8	54.03	
Silk	Sc	73.76	6.88	16.30	4.7YR	6.6/3.2	21.23	
	Al-Ca + Sc50g/L -Fe	39.80	6.30	12.91	8.0YR	3.9/3.2	54.21	
	Al-Ca + Sc150g/L -Fe	45.83	6.54	17.25	9.3YR	4.5/2.9	49.34	
	Al-Ca + Sc250g/L -Fe	50.03	6.68	19.50	9.7YR	4.9/2.7	46.08	

## 5. 혼합염색 견뢰도

송이와 소목 혼합염색의 견뢰도를 알아보기 위해 무매염, Al, Cu, Fe매염한 면직물과 견직물을 액비 1:20, 염액농도 50 g/L, 염색온도 80℃, 염색시간 120분(면직물)·90분(견직물)으로 5회 반복 혼합염색 하여 염색견뢰도를 측정한 결과이다.

### 5.1. 송이와 소목 혼합염색 땀 견뢰도

Table 17은 무매염, Al, Cu, Fe매염한 송이와 소목 혼합염색과 소목 단독염색의 땀 견뢰도를 측정한 결과이다.

혼합염색에서 면직물과 견직물에서 산성땀액과 알칼리땀액 변·퇴색과 오염을 살펴보면 면직물에서 변·퇴색은 산성땀액은 4-5급, 알칼리땀액은 5급으로 우수하였으며 오염에서는 산성땀액은 4-5급, 알칼리땀액에서 4급으로 우수하였다. 견직물의 변·퇴색은 산성땀액은 4급, 3-4급으로 양호하였으며 알칼리땀액은 5급, 4-5급으로 우수하였다. 오염에서 산성땀액은 4-5급, 알칼리땀액은 4급으로 우수하였다.

소목 단독염색에서 면직물과 견직물 산성땀액과 알칼리땀액 변·퇴색과 오염을 살펴보면 면직물에서 변·퇴색은 알칼리땀액과 산성땀액에서 2급과 2-3급으로 낮았으며 오염은 알칼리땀액에서는 2-3급, 1-2급, 산성땀액에서는 1급, 1-2급으로 견뢰도가 낮았다. 견직물의 변퇴색은 3급, 2-3급으로 오염은 1-2급, 1급으로 낮았다.

혼합염색의 땀 견뢰도는 면직물과 견직물 모두에서 우수한 견뢰도가 나타났으나 단독염색은 낮은 견뢰도를 보였다.

Table 17. Color fastness to perspiration of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria(Sc) or the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) after mordanted with the various mordants

Fastness Dye & mordants	Perspiration							
	Cotton				Silk			
	Acidic		Alkaline		Acidic		Alkaline	
	Fade	Stain	Fade	Stain	Fade	Stain	Fade	Stain
Sc/Sa	4-5	4-5	5	4	3-4	4-5	4-5	4
Al-Sc/Sa	4-5	4-5	5	4	4	4-5	4-5	4
Cu-Sc/Sa	4-5	4-5	5	4	3-4	4-5	5	4
Fe-Sc/Sa	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5	5	4
Sa	2	2-3	2-3	1-2	2-3	1-2	3-4	1-2
Al-Sa	2-3	1-2	2	1-2	2-3	1-2	3	1-2
Cu-Sa	2-3	1-2	2	1	2	1-2	3	1
Fe-Sa	2-3	1-2	2-3	1	3	2	2-3	1



## 5.2. 송이와 소목 혼합염색 마찰 견뢰도

Table 18은 무매염, Al, Cu, Fe매염한 송이와 소목 혼합염색과 소목 단독염색의 마찰견뢰도를 측정한 결과이다.

혼합염색에서 면직물의 건마찰 변·퇴색은 5급으로 매우 우수하였으며 습마찰 변·퇴색은 5급과 4-5급으로 우수하였다. 오염에서는 건마찰과 습마찰에서 4-5급과 4급으로 우수하였다. 견직직물의 건마찰과 습마찰에서 변·퇴색은 5급과 4-5급, 4급으로 우수하였다. 오염에서는 건마찰은 4급으로 우수하였으며 습마찰은 3-4급, 4급으로 양호하였다.

단독염색에서 면직물의 건마찰 변·퇴색은 5급으로 매우 우수하였으며 습마찰 변·퇴색은 5급, 4-5급, 4급으로 우수하였다. 오염은 건마찰에서 5급, 4-5급으로 우수하였으며 습마찰에서 4-5급, 4급, 3급으로 나타났다, 견직물의 건마찰은 5급, 4-5급으로 우수하였다. 습마찰에서 변·퇴색은 4-5급, 4급으로 우수하였다. 오염은 건마찰은 4급, 3-4급으로 양호하였으며 습마찰은 3-4급, 3급으로 양호하였다.

혼합염색과 단독염색을 살펴보면 혼합염색과 매염이 마찰 견뢰도를 향상시키는데 영향을 주지 못하는 것을 알 수 있다.

Table 18. Color fastness to rubbing of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria(Sc) or the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) after mordanted with the various mordants

Fastness Dye & mordants	Rubbing							
	Cotton				Silk			
	Dry		Wet		Dry		Wet	
	Fade	Stain	Fade	Stain	Fade	Stain	Fade	Stain
Sc/Sa	5	4-5	4-5	4-5	5	4	5	4
Al-Sc/Sa	5	4	5	4	4-5	4	4-5	3-4
Cu-Sc/Sa	5	4	5	4	4-5	4	4-5	3-4
Fe-Sc/Sa	5	4	4-5	4-5	4	4	5	3-4
Sa	5	5	4	4-5	5	4	4-5	3-4
Al-Sa	5	5	5	4	5	4	4	3
Cu-Sa	5	4-5	4-5	4	4-5	3-4	4-5	3-4
Fe-Sa	5	4-5	4-5	3	5	4	4-5	3-4

### 5.3. 송이와 소목 혼합염색 세탁 견뢰도

Table 19는 송이와 소목 혼합염색과 소목 단독염색의 세탁견뢰도를 측정한 결과이다.

혼합염색 세탁견뢰도는 면직물과 견직물의 모두 변·퇴색에서 무매염은 4-5급, Fe매염은 5급으로 나타나 무매염보다 향상되었다. 오염은 면직물과 견직물에서 4-5급으로 매염에 따른 변화는 보이지 않았다.

단독염색 세탁견뢰도는 면직물과 견직물에서 무매염보다 Al, Cu, Fe매염에서 변·퇴색이 향상되었으나 오염에서는 면직물과 견직물 모두 무매염보다 Al, Cu, Fe매염에서 낮게 나타났다.

이와 같은 결과로 송이의 우수한 세탁견뢰도가 소목 단독염색의 세탁 견뢰도를 향상시키는데 기여하는 것을 알 수 있다.

Table 19. Color fastness to washing of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria(Sc) or the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) after mordanted with the various mordants

Dye & mordants	Fastness			
	Washing			
	Cotton		Silk	
	Fade	Stain	Fade	Stain
Sc/Sa	4-5	4-5	4-5	4-5
Al-Sc/Sa	5	4-5	4-5	4-5
Cu-Sc/Sa	4-5	4-5	4-5	4-5
Fe-Sc/Sa	5	4-5	5	4-5
Sa	2	4	3-4	3-4
Al-Sa	3-4	4	4	3-4
Cu-Sa	3	2-3	4-5	2-3
Fe-Sa	4	2-3	4-5	3

#### 5.4. 송이와 소목 혼합염색 일광 견뢰도

섬유는 자연환경에 장시간 노출되면 일광·공기·수분 등의 작용을 받아 점차 강도가 떨어진다. 이것을 섬유의 노화라고 한다. 섬유의 노화현상에 대하여 명확히 구명되지는 않으나, 주로 일광 중의 자외선에 의해 손상을 받으며 여기에 공기 중의 산소와 수분이 곁들여 중합체의 분해가 진행되는 것으로 알려져 있다 (Kim, 2011).

Table 20은 송이와 소목 혼합염색과 소목 단독염색의 일광견뢰도를 측정한 결과이다. 혼합염색 일광견뢰도는 면직물에서 Al, Cu매염은 4급으로 무매염과 Fe매염의 3급으로 비교적 우수한 견뢰도를 보였으며 견직물에서는 무매염은 2급, Al, Fe매염은 3급, Cu매염은 4급으로 우수한 견뢰도를 보였다.

단독염색 일광견뢰도는 면직물과 견직물 모두에서 무매염과 Al매염은 1급으로 매우 낮은 견뢰도를 보였으며 Cu, Fe매염은 2급으로 낮은 견뢰도를 나타냈다.

이와 같은 결과로 단독염색과 비교하여 면직물과 견직물에서 혼합염색 일광견뢰도가 우수하였으며 송이가 일광견뢰도를 향상시키는데 기여하는 것을 알 수 있다.

Table 20. Color fastness to light of cotton and silk fabrics dyed with Jeju scoria(Sc) or the heartwood of *Caesalpinia sappan*(Ca) after mordanted with the various mordants

Dye & mordants	Light	
	Cotton	Silk
Sc/Sa	3	2
Al-Sc/Sa	4	3
Cu-Sc/Sa	4	4
Fe-Sc/Sa	3	3
Sa	1	1
Al-Sa	1	1
Cu-Sa	2	2
Fe-Sa	2	2

## V. 결 론

제주도 전 지역에 산재하고 있는 화산석 송이(scoria)를 광물성 천연염색 재료로써 실용가치를 검토하기위해 염색의 최적조건을 비롯하여 염색포의 항균성, 소취성, 자외선차단성, 원적외선방사성 등을 측정하여 기능성을 평가하였으며, 치자와 소목으로 혼합염색하여 다양한 색상 및 견뢰도를 연구하였다.

송이 단독염색한 면직물과 견직물의 염색 최적조건은 염액농도는 250 g/L, 염색온도는 80℃, 염색시간은 면직물에서는 120분 견직물에서는 90분으로 나타났으며 명도(L\*)값은 염액농도가 같은 경우에는 염색시간이 길어짐에 따라 점차 감소하였으며, 염색시간이 같은 경우에는 염액농도가 증가함에 따라 a\*값과 b\*값 모두 증가하였고 b\*값이 좀 더 증가하여 송이로 염색한 면직물의 전체적인 표면색은 염색시간과 염액농도의 증가에 따라 진한 황갈색으로 염색되었다. ΔE\*값은 염액농도250 g/L에서 가장 진하게 염색되었으며 면직물이 견직물보다 흡착이 잘되어 염색성이 증가하였다.

송이 단독염색한 면직물과 견직물의 염색견뢰도는 일광견뢰도가 8급, 마찰견뢰도는 면직물과 견직물 모두 5급으로 매우 우수하였다. 땀 견뢰도는 면직물과 견직물 모두 5급과 4~5급, 세탁견뢰도는 4급, 4~5급으로 우수하였으며 견직물은 3-4급으로 양호하였다.

송이 단독염색한 면직물과 견직물의 항균성은 99.9%, 소취성은 면직물 93.9%, 견직물 76.6%, 자외선차단지수는 면직물 50+, 견직물 35+, 원적외선 방사성은 면직물의 방사율은 90%, 최대 방사강도는 362 W/m<sup>2</sup>·μm, 견직물은 방사율은 89%, 최대 방사강도는 362 W/m<sup>2</sup>·μm의 값을 보였다.

Al, Cu, Fe매염한 면직물과 견직물을 송이농도 변화에 따른 소목 혼합염색 K/S값의 변화를 살펴보면 면직물과 견직물 모두에서 송이농도가 증가 할수록 K/S값은 감소하여 염액농도 50 g/L일 때 K/S값이 가장 높아 소목염료와의 최적의 적정 혼합비임을 알 수 있었다. 면직물과 견직물 모두에서 K/S값 증가 하였으나 특히 견직물에서 염색성이 송이 단독염색보다 크게 향상되었으며 다양한 색상변화를 나타내었다.

송이농도 변화에 따른 무매염 소목 혼합염색은 면직물에서는 표면색변화가 크지 않았으나 견직물에서는 적색기가 증가한 황적색계열로 표면색이 다양하게 변화하였으며 치자 혼합염색은 면직물과 견직물에서 단일색인 황색으로만 염색되어 표면색 변화는 없었다. Al, Cu, Fe매염과 농도변화에 따른 송이와 소목혼합염색의 색상변화는 면직물에서는 표면색 변화가 크지 않았으나 견직물에서는 적색기와 황색기의 변화로 황갈색계열, 황적색계열, 황록색계열로 색상변화가 나타났다.

혼합염색과 단독염색의 땀 견뢰도는 면직물과 견직물 모두에서 혼합염색의 땀 견뢰도가 우수하였고 단독염색은 낮은 견뢰도를 보였다. 마찰견뢰도는 송이와 혼합염색과 단독염색 면직물과 견직물 모두에서 우수하였다. 세탁견뢰도는 면직물, 견직물 모두 혼합염색에서는 매우 우수하였고 단독염색에서는 낮은 견뢰도를 나타냈다. 일광견뢰도는 혼합염색에서 양호한 견뢰도를 보였으며 단독염색은 낮은 견뢰도를 보였다.

이상의 결과로 보아 제주 화산석(scoria)은 우수한 염색성과 염색견뢰도 그리고 항균성, 소취성, 자외선차단성, 원적외선 방사성을 지니며 혼합염색을 통한 다양한 색상으로 변화시킬 수 있는 천연염료 신소재로서 실용적이며 부가가치가 높은 의류소재 및 제품개발에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.



## 참고문헌

- Albrecht, P. (1994). *Sen-i Kako*. 46, 22.
- An, K. J., & Kim, J. H. (2001). A Study of the dyeability and physical properties of mordanted and finished fabrics dyed with natural dye of safflower. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 13(1), 23-31.
- Bae, J. S., & Huh, M. W. (2006). Natural dyeing properties and antibacterial activity of nylon fabric dyed with cochineal. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 8(6), 702-708.
- Bae, K. H., Kwon, J. S., & Lee, S. H. (2008). Bicomponent finishing of cotton fabrics(1): Loess and Chitosan. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 10(4), 552-559.
- Ban, S. E. (1997). *Natural dyeing with squid ink*. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Chungbuk.
- Byun, S. R. (1996). *Natural dyeing with loess and acorn*, Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Chungbuk.
- Cha, O. S., & Kim, S. H. (1999). A study on the dyeability and physical properties of mordanted and natural-dyed fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 23(6), 788-799.
- Cho, K. R. (1987). Studies on the natural dyes(II) - Dyeing of silk fibers by Gromwell color matter. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 11(4), 370-379.
- Cho, K. R. (1994). Studies on the natural dyes(7) - Dyeing properties of cochineal colors for silk fibers. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 6(2), 144-150.
- Cho, K. R., Jang, J. D., & Park, J. B. (1993). Studies on the natural dyes(5) - Depression of silk yellowing and destruction by treatment with color of Camellia leaf. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 5(2), 1-8.

- Cho, K. R. (1994). *Natural Dyeing in the Ancient Writing*, Achuihun.
- Cho, K. R. (1994). *Natural Dyestuff and Dyeing Dictionary*, Achuihun.
- Cho, K. R. (1994). *Researches in Natural Dyeing*, Hyungsul.
- Cho, K. R. (1994). *Introduction to Natural Dyeing*, Achuihun.
- Cho, M. S. (2004). *An analysis of the trend of natural dyeing*, Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul.
- Cho, S. S., Song, H. S., & Kim, B. H. (1998). The Dyeability properties of some yellow natural dyes (I) - Extracted from Gardenia. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 10(1). 1-10.
- Cho, W. J. (2003). *Natural dyeing of fabrics using charcol*, Unpublished master's thesis, Gyeongsang National University, Gyeongbuk.
- Cho, W. J., & Lee, J. S. (2004). Natural dyeing of cotton fabrics using charcoal. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 6(6), 803-809.
- Cho, W. J., & Lee, J. S. (2005). Natural dyeing of silk fabrics using charcoal. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 6(6), 803-809.
- Choi, I. R. (2002). A study of color difference on fabrics dyed with yellow natural material : by natural Gardenia and Japanese Pagoda tree. *The Research Journal of the Costume Culture*, 10(4), 433-440.
- Choi, I. R., & Jeon, M. S. (2009). Dyeing properties and ultraviolet-cut ability of fabrics dyed with coffee bean extracts. *The Research Journal of the Costume Culture*, 17(4), 575-582.
- Choi, S. Y., & Shin, Y. S. (2007). Improving UV-cut ability of natural dyed fabrics : focused on cellulose fabrics dyed with sfflower yellow colorants. *Journal of the Korean Home Economics Association*, 45(10), 73-81.
- Choi, W. J. (2008). *A study on the physical properties of pyroclstic materials in Jeju*, Unpublished doctoral dissertation, Jeju National University, Jeju.
- Chu, Y. J., & Soh, H. O. (2001). The study on the mordanting and dyeing properties of polygenetic natural dyes (part 1)-Lithodpermum officinale.

- Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 25(8), 1484-1492.
- Chu, Y. J., & Soh, H. O. (2002). The study on the mordanting and dyeing properties of *Sophora japonica* L.. *Journal of the Korean Society of Costume*, 52(3), 19-27.
- Han, M. R., & Lee, J. S. (2009). Natural dyeing of silk fabrics with *Rumex crispus* L. root. *Journal of the Korean Society of Clothing Industry*, 11(1), 166-173.
- Han, Y. S., Yoo, H. J., & Lee, H. J. (2006). The characteristics of mixed dyeing using Persimmons juice and Onion outer skin extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(1), 115-124.
- Hong, S. J., Jeon, D. W., Kim, J. J., & Jeon, J. H. (2005). Effect of chitosan and mordant treatments on the air-permeability, fastness and antimicrobial effect of cotton and nylon fabrics dyed using *Rhusjara ica*. *The Research Journal of the Costume Culture*, 13(4), 540-549.
- Hwang, E. K. (2009). *Deodorizing property and antibacterial activity of cotton, silk, and wool fabrics dyed with various natural colorants extracts*, Unpublished doctoral dissertation, Pusan National University, Pusan.
- Hwang, H. Y., Choi, J. I., & Jeon, D. W. (2006). Effect of Chitosan and mordant treatments on the air-permeability, fastness and antimicrobial effect of cotton and nylon fabrics dyed using Japanese Pagoda tree. *Journal of the Korean Society of Fashion Business*, 10(2), 18-26.
- Im, E. S., & Lee, H. S. (2004). Natural Dyeing of Fabrics with a Dye bath Extracted from *C. Umshiu* Mandarin Peel. *Journal of the Korean Society of Costume*, 54(6), 141-148.
- Jeon, M. S., & Park, M. J. (2010). Components of pine needles extract and functionality of the dyed fabrics. *The Research Journal of the Costume Culture*, 18(2), 371-381.
- Jeon, T. J. (2000). *Expansion of the range of natural dyes by mordanting and*

- dyeing with mixtures*, Unpublished master's thesis, Dankook University, Seoul.
- Jeon, T. J., Lim, K. Y., Eom, S. I., & Yoon, K. J. (2001). Expansion of range of dyes by mordanting and dyeing with mixtures. *Journal of the Korean Fiber Society* 33(1), 351-355.
- Jang, J. D. (1999). The maximum needle piercing force through fabrics dyed with Loess. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 23(7), 971-979.
- Jeong, J. S. (2009). The anti-microbial activity of alk fabrics dyed with *Chelidonium majus* var, *asiaticum* extracts. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 11(5), 827-832.
- Jeong, M. S., Kim, H. J., & Rhu, D. H. (2004). A study on the cotton fabrics dyeing using loess. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 6(2), 234-238.
- Jo, A. R. (2010). *Production and application of natural green colorants utilizing bamboo leaves*, Unpublished doctoral dissertation, Jeonnam University, Jeonnam.
- Joo, Y. J., & Nam, S. W. (1997). A study on the natural mordants in natural dyeing(I) - Ash. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 9(6), 33-41.
- Jung, J. S., & Sul, J. H. (2002). Color development of combination dyeing of Indian Indigo and Turmeric extracts, Gardenia extracts. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26(2), 325-336.
- Jung, S. Y., & Jang, J. D. (2004). Light fastness of silk fabric dyed with Safflower and Amur cork tree extract for combination dyeing. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 16(5), 8-18.
- Kang, K. H. (2011). *Characteristics of Activated Carbon Prepared from Waste Citrus Peel and Its Adsorption for VOCs and Sulfur-compound*. Unpublished doctoral dissertation, Jeju National University, Jeju.

- Kang, M. J. (2001). *Effects of UV-Absorber treatment on the selected properties cotton fabrics*, Unpublished master's thesis, Shinla University, Pusan.
- Kim, A. S. (2000). Dyeing of Han Jee with Loess. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 24(5), 619-627.
- Kim, A. S. (2004). A study on the chemical and dyeing properties japonicus leaf extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 28(3/4), 444-451.
- Kim, B. H., & Song, H. S. (2001). The dyeability and antimicrobial properties of Cinnamoum cassia by mordants concehtration. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 3(2), 162-167.
- Kim, J. P., & Lee, J. J. (2003). *Natural dyes in korea : Traditional dyes and natural dyeing technology*. Seoul: Seoul National University Press.
- Kim, J. T. (2009). *Analysis of color differences of dyed goods according to the contents of dyed fabrics and the traditional techniques of dyeing buddhist priests' robes*, Unpublished doctoral dissertation, Kyunghee University, Seoul.
- Kim, J. W. (2008) *A Study on the Preparation of Activated Carbon from Waste Citrus Peel by KOH Activation*. Unpublished master's thesis, Jeju National University, Jeju.
- Kim, K. S. (2005). *A study on the cochineal dyeing by various mordants and pH values*, Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul.
- Kim, K. S., Choi, I. R., Jeon, D. H., & Kim, D. J. (2005a). A study on cochineal dyeing by various mordants and pH conditions I : treatment on cotton fabric. *The Research Journal of the Costume Culture*, 13(2), 240-247.
- Kim, K. S., Jeon, D. H., & Kim, D. J. (2005b). A study on cochineal dyeing by various mordants and pH conditions II : treatment on wool fabric. *The Reserch Journal of the Costume Culture*, 13(2), 248-254.

- Kim, Y. H., Yoo, D. L., Min, B. K., Park, W. H., Shin, Y. S., Oh, K. W., & Lee, M. I. (2004). *Function Textile finishing*, Kyoumun.
- Kim, S. H. (2010a). Dyeing properties and the antibacterial activity of Mulberry fiber/cotton blended fabrics with *Inonotus obliquus*. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(3), 472-479.
- Kim, S. H. (2010b). The change of comfort properties of cotton and hanjee fabrics with natural dyeing and functional mineral treatment. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 12(2), 219-223.
- Kim, S. L. (2011). *clothes material study*. Kyoumun.
- Kim, S. J.(2001). *Dyeing of cotton fabrics with loess using soybean milk*, Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Kim, S. Y., & Choi, M. S. (2000). The natural dyeing of silk fabric with Loess. *Proceeding of Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 2(2), 118-222.
- Kim, S. Y. (2009). Color change of combination dyeing of Safflower, Gromwell and Sappan wood. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 11(6), 968-973.
- Kim, S. Y. (2010). A Study on the Well-being Technique Natural Dyeing with Natural Resources (2) : Effect of monazite treatment on the cotton fabric with natural dyeing using *perilla frutescens* var. *acuta*. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 12(2), 240-245.
- Kim, S. Y., & Choi, M. S. (2000). The natural dyeing of silk fabric with Loess. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 2(2), 118-222.
- Kim, S. Y., & Rhim, J. H. (2003). Natural dyeing of silk fabric using purple-fleshed sweet potato. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 5(4), 399-407.
- Kim, T. Y., & Jang, J. D. (2008). Dyeing properties and antibacterial activity of wool blend fabrics dyed with *Rhus verniciflua* extract. *Journal of the*

- Korean Society for Clothing Industry*, 10(1), 106-112.
- Kim, Y. H., Yoo, D. L., Min, B. K., Park, W. H., Shin, Y. S., Oh, K. W., & Lee, M. I. (2004). *Function Textile finishing*, Kyoumun.
- Kim, Y. H. (2005). *Surface passivation of CeO<sub>2</sub> catalyst and its UV screening effect*, Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul.
- Kim, Y. M. (2010). *A study on the combination dyeing of green natural dyes*, Unpublished master's thesis, Hongik University, Seoul.
- Kim, Y. S. (2009). *Dyeing hair on the head with loess and the liquid extracted from iris*, Unpublished doctoral dissertation, Hanseo University, Chungnam.
- Kim, Y. T. (2009). *A study on development of soil cement using basaltic volcanic ash pyoseon-ri of Jeju*, Unpublished master's thesis, Jeju National University, Jeju.
- Ko, Y. S. (2004). *Engineering characteristics of volcanic ash distributed in Jeju Island*, Unpublished master's thesis, Jeju National University, Jeju.
- Ko, E. S., & Lee H. S. (2003). Effect of Dyeing by Limmature Persimmon Juice on the Hand of Fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 27(8), 11-19.
- Kweon, J. H. (2011). *A study on the effect of pH condition on the color change of the fabrics dyed using Caesalpinia sappan*, Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul.
- Lee, D. W. (2009). *A study of microbial diversity and bioactive compounds from Jeju scoria bacteria*, Unpublished master's thesis, Jeju National University, Jeju.
- Lee, H. J., & Jee, J. W. (2008). The changes of comfort properties of bamboo knitted fabrics after loess dyeing. *Journal of the Korean Society of Textile Science and Engineering*, 45(4), 233-238.
- Lee, H. S., & Ko, S. M. (2010). Dyeability of Silk Fabrics Using Extracts of Ligustrum Japonicum Thunb Fruit. *Journal of Textile Coloration and*

*Finishing*, 22(1). 71-76.

- Lee, H. S., & Ko, S. M. (2010). Dyeability of Silk Fabrics Using Extracts of *Ligustrum Japonicum* Thunb Fruit. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 22(1). 71-76.
- Lee, H. S., & Park, J. H. (2007). Natural Dyeing Using *Sasa quepaertensis* Nakai. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 19(1). 17-23.
- Lee, J. M. (2003). *A study on the dyeing of chitosan treated cotton and nylon fabrics*, Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul.
- Lee, M. K. (2005). *A study on the compound colors by cross-Dyeing of cotton/PET union fabrics*, Unpublished doctoral dissertation, Kyung Hee University, Seoul.
- Lim, K. Y., Jeon, T. J., Yoon, K. J., & Eom, S. I. (2001). A study on the dyeing characteristics of natural dyes(II): Expansion of color range of natural dyes by mordanting and combination dyeing. *Journal of the Korean Fiber Society* 38(10), 577-588.
- Lee, S. R., Lee, Y. H., Kim, I. H., & Nam, S. W. (1995). A Study on the antibacterial and deodorization of silk fabrics dyed with natural dye (II) - Sappan wood. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 7(4). 74-86.
- Lee, Y. S., & Jang, J. D. (2010). Dyeing of cotton fabrics by *Glycyrrhizae radix* extract. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 22(1), 21-27.
- Nam, S. W., Jung, I. M., & Kim, I. H. (1995). Dyeing of cotton fabric with natural dye (I) - Safflower. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 7(2). 47-54.
- Nam, S. W., Lee, S. R., & Kim, I. H. (1996). Dyeing with natural dye (III) - Combination dyeing. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 8(4). 52-58.
- Nam, S. W. (1994). Preparation of powder or concentrate from natural dyes. Sungkyunkwan University.



- Nam, S. W. (1998). Dyeing of natural dyes. *Journal of Fiber Technology and Industry*, 2(2), 238-257
- No, E. H. (1998). An experimental study of loess dyeing in the natural mineral dyes. *Journal of the Korea Society of color studies*, 13, 11-21.
- Noh, E. H., & Yu, E. K. (2002). The research of compound dyes from natural dyes. *Journal of the Korea Society of Art & Design*, 5(1), 87-99.
- Park, A. Y., Kim, I. Y., & Song, H. S. (2009). The effect of Gallnut mordanting on Gromwell dyed silk fabric. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 33(2), 256-265.
- Park, E. J. (2002). *Improvement of washing fastness of the cotton fabric dyed with loess by the treatment of fixing agents*, Unpublished master's thesis, Jeonnam National University, Jeonnam.
- Park, E. J., Oh, S. H., Shin, Y. S., & Yoo, D. I. (2003b). Hwangto dyeing on cotton fabric(II) : Improvement of extraction method. *Journal of the Korean Fiber Society*, 40(4), 378-385.
- Park, E. J., Seo, S. Y., Jang, Y. J., Shin, Y. S., & Yoo, D. I. (2003). Hwangto dyeing on cotton fabric(III) : Treatment effect of fixing agents. *Journal of the Korean Fiber Society*, 40(4), 386-392.
- Park, K. S. (2007). *A study for natural dyeing textiles with bean-juice treatment method*, Unpublished doctoral dissertation, Sungsin Women's University, Seoul.
- Park, M. O. (2009). *Natural dyeing of Hanji, cotton and silk by combination dyeing of Gullnut, sappan wood and Gardenia*, Unpublished master's thesis, Jinju National University, Gyeongnam.
- Park, S. J. (2004). *A study on the dyeing of bamboo charcoal*, Unpublished master's thesis, Dongshin University, Jeonnam. *Dyeing of cotton fabrics with loess using soybean milk*, Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Park, S. O. (2003). *A study on the mixed dyeing of the chinese ink and*

- loess, Unpublished master's thesis, Suncheon National University Jeonnam.
- Park, S. Y., Nam, Y. J., & Kim, D. H. (2002). The dyeability and antimicrobial activity of cotton fabric dyed with Sophora radix extracts on skin microorganisms. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26(3/4), 464-472.
- Park, Y. H. (2005). The dyeing properties and antibacterial activity of fabrics dyed with Camomile extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 29(8), 1188-1195.
- Park, Y. H. (2006). The dyeability and antibacterial activity of fabrics dyed with Lavender extract. *Journal of the Korean Society of Costume*, 56(1), 97-105.
- Park, Y. H. (2008). The dyeing properties and the functionality of fabrics dyed with Chelidonium majus extract. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 10(2), 242-248.
- Park, Y. H. (2007). A study on the dyeability and antibiosis of fabrics dyed with solanum nigrum extract. *Journal of the Korean Society of Costume*, 57(4), 61-69.
- Park, Y. H. (2009). A study on the dye properties and functionality of Clove extract. *The Research Journal of the Costume Culture*, 17(2), 216-224.
- Park, Y. H. (2010). A study on the antibacterial activity and deodorization of fabrics dyed with pine needles extract. *Journal of Fashion Business*, 14(1), 176-183.
- Park, Y. H., Nam, Y. J., & Kim, D. H. (2000). The study of antibiosis of the fabrics dyed by Wormwood extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 24(1), 67-76.
- Seo, C. M. (2001). *A study on the strenth characteristics of scoria by large direct shear apparatus*, Unpublished master's thesis, Jeju National University, Jeju.

- Seo, H. S. (2005). *Caesalpinia sappan natural dyeing camellia ash solution and rice straw ash solution as mordants*. Unpublished master's thesis, Ewha Woman University, Seoul.
- Seo, H. S., Jeon, D. W., & Kim, J. J. (2005). Effect of aluminum potassium sulfate addition on the color change in *Caesalpinia sappan* dyeing by rice straw ash solution. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 29(11), 1465-1474.
- Shin, J. S. (2004). Characteristic changes of disposable clothes fabric on printing using natural dyeing. *The Reseach Journal of the Costume Culture*, 12(6), 1010-1020.
- Shin, I. S., & Yu, B. S. (2002). Dyeing of cotton knitted fabrics using Mud. *Journal of the Korean Home Economics Association*, 5(2), 93-99.
- Shin, I. S., Yu, B. S., & Seonwoo, K. (2002). Dyeing of cotton knitting fabrics with an inorganic substance : Centering around Loess and Mud. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26(9/10), 1436-1442.
- Shin, J. S., Jeong, M. H., Park, S. J., Tomoko, K., & Teruko, T. (2007). Improvement of comfortability and ability on nonwoven fabric for disposable work clothing using yellow soil printing. *The Research Journal of the Costume Culture*, 15(2), 276-283.
- Shin, Y. S., & Choi, H. (2002). Analysis of characteristics and dyeing properties of Gromwell colorants(part III) : dyeing properties of cotton with Gromwell colorants. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26(3/4), 422-430.
- Shin, Y. S., & Choi, S. Y. (2007a). Degradation of natural dyed silk fabrics under Ultraviolet Light(UV) - Focused on Gardenia and Sappanwood. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 31(5), 659-669.
- Shin, Y. S., & Choi, S. Y. (2008b). A study on the properties changes of wool fabrics dyed with safflower under Ultraviolet(UV)-light. *Journal of*

- the Korean Society for Clothing Industry*, 10(2), 249-253.
- Son, B. H. (2004). *A study on the dyeability of panax ginseng leaves and physiological responses of body*, Unpublished doctoral dissertation, Sungkyunkwan University, Seoul.
- Son, S. I., Jang, K. J., Kim, T. K., & Jeong, J. S. (2009). Functional dyeing and finishing using Catechins extracted from green tea : dyeing optimization and fastness. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 11(2), 344-349.
- Song, K. H., & Baik, C. E. (2002). A study on natural dyeing with Walnut hull extracts. *Korean Journal of Human Ecology*, 11(4), 391-400.
- Sung, W. K. (2002). The dyeing characteristics of silk by combination dyeing of Gardenia and Sappan wood. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 4(2), 192-197.
- Sung, W. K. (2003). A study on the combination dyeing of cationized cotton fabrics with Gardenia and Sappan wood. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 5(1), 82-88.
- Sung, W. K. (2004). The dyeing characteristics of wool by combination dyeing of Gardenia and Sappan wood. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 6(2), 239-244.
- Yang, S. H. (2002). *The study on fastness of natural dyeing with loess*, Unpublished master's thesis, Sangju University, Gyeongbuk.
- Yoo, H. J., Lee, H. J., & Byeon, S. R. (1997). The natural dyeing on cotton fabrics vsing Loess. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 21(3), 600-697.
- Yoo, H. J., & Lee, H. J. (2003). Color-matching of fabrics by natural dyeing using Indigo and Safflower. *Journal of Textile Coloration and Finishing*, 15(4), 32-38.
- Yoon, J. Y. (2003). *The effect of bentonite on the color-fastness of sappan wood*, Unpublished master's thesis, Sungkyunkwan University, Seoul.

- Yu, B. S. (2002). *Dyeing of cotton knitted fabrics with volcanic ash*, Unpublished doctoral dissertation, Wonkwang University, Jeonbuk.
- Yun, U. J. (2000). *Color combination of natural dyeing*, Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Seoul.

## ABSTRACT

### Dyeability and Functionality of Cotton and Silk Fabrics dyed with Jeju Scoria

Eun-suk, Im

Department of Clothing & Textile

Graduate School of Jeju National University

Supervised by prof. Hye-sun, Lee

This study was conducted to develop Jeju scoria as a natural mineral dye by evaluating the optimal dyeing conditions, colorfastness, functionality of dyed fabrics and changes of surface colors through mixed dyeing. The examined conditions were dye concentration, dyeing time, and dyeing temperature. The investigated functionality of dyed fabrics were antimicrobial activity, deodorization efficiency, UV blocking ability, far-infrared radiation emissivity. Surface color changes and colorfastness were analyzed after carrying out mixed dyeing with the fruit of *Gardenia jasminoids* and the heartwood of *Caesalpinia sappo* for practical value.

When Jeju scoria was used as single dye, the optimal dyeing temperature and concentration were 80°C and 250 g/L of scoria for cotton and silk fabrics, but the saturated dyeing time showed at 120 minutes for cotton and at 90 minutes for silk fabrics, respectively. The color became gradually dark yellowish brown with the increase of dyeing time and dye concentration. The dyed fabrics of cotton and silk kept excellent colorfastness to light, rubbing, perspiration, and washing. Cotton and silk fabrics showed the same

antimicrobial activities of 99.9%, but deodorization efficiency of 93.9% and 76.6%, and UPF (ultraviolet protection factor) of 50+ and 35+, respectively. Far-infrared radiation emissivity for cotton was 90% and for silk 89%, whereas the emission power of both fabrics was 362 W/m<sup>2</sup>·μm.

When Jeju scoria was mixed-dyed with the fruit of *Gardenia jasminoids*, both cotton and silk fabrics turned yellow, whereas when mixed-dyed with the heartwood of *Caesalpinia sappan*, both cotton and silk fabrics showed not only increased dye uptake but also diverse color changes. In cotton fabrics, the concentrations of mordants such as Al, Cu, and Fe did not influence surface color changes significantly. However, the color of silk fabrics changed to yellowish brown, yellowish red, and yellowish green. Low colorfastness of single dyeing with the heartwood of *Caesalpinia sappan* was observed, while the mixed dyeing using Jeju scoria and the heartwood of *Caesalpinia sappan* showed excellent colorfastness in both cotton and silk fabrics.

In summary, the results showed the superior dyeability and colorfastness of Jeju scoria, having excellent antimicrobial activity, deodorization efficiency, UV blocking ability, and far-infrared radiation emissivity. Since mixed dyeing with the heartwood of *Caesalpinia sappan* and the fruit of *Gardenia jasminoids* using mordants showed various color change, Jeju scoria is expected as a useful natural mineral dye to develop garment textiles with increased practicality and high value.

*Key words:* Scoria, Mixed dyeing, Antimicrobial activity, Deodorization efficiency, UV blocking ability, Far-infrared radiation emissivity

## 감사의 글

늦게 다시 시작한 배움을 끝까지 격려와 사랑으로 지켜봐주시고 심사기간동안 내내 부족한 부분을 세심하고 꼼꼼하게 지도해주신 이해선 교수님과 “항상 초심을 잃지 말고 학문에 매진하라”라고 조언하신 조경래 교수님, “끝이 아니라 지금부터 시작이다”라고 말씀해주신 유장걸 교수님, “잘 할 수 있으니 걱정하지 마라”라고 용기를 북돋아 주신 고석찬 교수님과 힘든 실험에도 어려움 없이 많은 도움을 주신 김동희 교수님께 깊은 감사의 인사를 드립니다.

학부 그리고 석사와 박사기간 동안 격려와 조언을 아끼지 않으시며 배려 해주신 권숙희 교수님, 장애란 교수님, 홍희숙 교수님, 장현주 교수님, 이은주 교수님 다시 한번 감사드립니다.

사소한 일까지도 도움을 주며 애쓴 조교선생님 그리고 늦은 시간 함께 밤을 지새며 언제나 서로 의지하며 힘이 되어준 대학원식구들 또 수업시간 마다 기운나게 힘을 북돋아주는 어린 친구들 감사하고 사랑합니다.

따뜻한 사랑으로 항상 감싸주시며 끝까지 응원해 주신 양가 부모님과 형제들 그리고 ‘아낌없이 주는 나무’ 내 남편 고맙습니다. 사랑합니다. 언제나 엄마를 이해하고 기도해주는 내 아들 “주형아 사랑해 그리고 고마워”

이 논문을 끝까지 마무리 하여 졸업 할 수 있도록 도와주신 모든 분들에게 주님의 축복과 감사하며 항상 기도드립니다. 그리고 논문을 준비하던 시간들이 즐겁고 행복했던 시간들이었다고 말할 수 있도록 해주신 하나님께 모든 영광을 돌립니다.

2012년 8월

임은숙 드림