

# 감 추출분말을 이용한 면직물의 염색†

## - 색채특성에 따른 염색성과 역학적 성질을 중심으로 -

### Dyeing of Cotton Fabrics with Persimmon Extract Powder

#### - Focused on Dyeability and Mechanical Properties Depending on Color Characteristics -

이안례 · 이은주\*

제주대학교 의류학과

Lee An Rye · Yi Eunjou\*

Dept. of Clothing & Textiles, Jeju National University

#### Abstract

This study aims to provide practical information of both color and hands of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder for natural dyeing fashion industries by investigating dyeing behavior and color gamut, by testing mechanical properties depending on color characteristics, and finally by evaluating dyeing fastness. As results, the persimmon dye powder obtained by extracting the fruits to final solid powder was found as containing tannin and it partially coated between and on fibers similarly to traditionally dyed one. The K/S values of non-mordanted fabric and two differently mordanted ones with Fe and Cu seemed to reach their equilibrium from 800, 800, and 600% (owf), respectively. Yellow-red was the only one hue shown while tones were various as pale (p), light grayish (ltg), soft (sf), dull (d), grayish (g), and dark grayish (dkg). In mechanical properties, the dyed fabrics with p and ltg tended to be less altered than undyed ones whereas d and d kg by higher bath concentrations could be applied to boxy silhouette owing to their increased stiffness and less stretchability. Although fastness to dry cleaning and stain was good, color change by washing and rubbing needed to be improved.

**Keywords:** persimmon dye powder, dye uptake, color characteristics, mechanical property, dyeing fastness

## I. 서 론

최근 에코프렌들리, 로하스, 힐링과 같은 키워드가 부각되면서 현대인들의 소비 트렌드가 변화하고 자연스럽게 천연염색 제품에 대한 관심이 증대되고 있다. 이에 천연염색산업 분야는 바야흐로 ‘얼마나 더 팔 것인

가’가 아닌 ‘어떤 재료로 어떻게 생산할지’를 고민해야 할 때가 온 것이다(“Fashion, it wears nature”, 2008). 이러한 흐름에서 천연염료의 개발가치 평가(You & Roh, 2006)와 함께 천연염색산업의 활성화를 타진하는 노력(Choi, 2010; Yoon, 2010)들이 이어지고 있는데, 국내외적으로 경쟁력이 잠재된 개발가치가 있는 천연염료로서 국내산 감이 제안되고 있다.

† 이 논문은 2013학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었음.

\* Corresponding Author: Yi Eunjou

Tel: +82-64-754-3536

E-mail: ejyi@jejunu.ac.kr

감(*Persimmon*, *Diospyros kaki* Thumb)은 한국, 일본, 중국 등이 원산지로서 국내에서는 진영, 상주, 청도, 제주 등에서 주로 재배되고 있으며, 식용, 염색, 방부, 가공용으로서 사용되고 있다(Huh *et al.*, 2008). 감을 이용한 염색은 전통염색의 염료로서의 특성이 재인식되면서 천연염색과 공예분야에서 새로운 제3의 재료로 조명 받고 있으며(Kim, 2012), 많은 천연 염료들 중에서도 친환경적일뿐만 아니라 여러 기능성을 함께 가지고 있어 그 활용성이 매우 크다고 보고되었다(Lee *et al.*, 2007). 감을 이용한 천연염색 의류소재 연구를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 감 염색 직물 및 의류의 염색성과 물성 및 기능성 평가에 관한 연구들로서, 감물염색이 직물 태에 미치는 영향(Ko & Lee, 2003)과 패딩과 자외선 조사법을 이용한 감물염색의 특성에 관한 연구(Han *et al.*, 2004), 감즙처리가 견직물의 태에 미치는 영향(Bae, 2013; Yoo & Lee, 2006), 면직물, 마직물, 폴리에스테르직물을 시료로 하여 물리적 성질과 화학적 성질로 세탁, 땀, 일광에 관한 견뢰도를 조사한 연구(Park, 1995), 세탁 전후의 갈옷과 광목의 세균과 진균에 대한 항균성과 물성 등을 측정된 연구(Lee, 1998) 등이 있다. 둘째, 전통 감 염색 의류인 갈옷의 패턴 설계와 디자인 개발에 관하여 갈옷의 제작방법과 디자인 개발(Park & Park, 1994)을 시작으로 감물염색을 활용한 전통문화상품의 개발(Lee *et al.*, 2007)과 갈천을 이용한 에코 휴양복의 패턴그레이딩 연구(Choi *et al.*, 2010)를 비롯하여 감물 및 천연염색을 이용하여 자연적 이미지의 골프웨어 디자인의 개발(Jang, 2008)이 이루어졌다. 셋째, 감 염색에 따른 색상변화 방지 및 색채에 대한 연구들로서 감물염색직물의 염색성(Byun, 2006)을 비롯하여, 자연일광과 자외선 조사가 감즙으로 염색한 견, 인견 및 면직물의 발색에 미치는 영향 연구(Jang *et al.*, 2007), 그리고 채취 직후의 풋감액과 저장기간을 달리한 풋감원액 3종을 대상으로 색상, 발색과정, 인공 자외선 조사 장치를 이용한 발색방법 연구(Park *et al.*, 1999)가 보고된 바 있다.

현재 감 염색에 대한 연구개발은 대부분 풋감을 으깨어 얻은 감즙 상태를 그대로 사용하는 전통적 염색방법을 재현하고 있다. 그러나 수작업으로 실행되는 액상추출법은 사용 중 변색이 되기 쉬워 보관이 어렵고 염색의 재현성과 정량성이 부족하여 실용화 및 상업화를 위한 구체적인 접근이 어렵다. 따라서 감 분말염료를 제조하여 염색에 이용한다면, 염료를 정량적으로 사용하여 색채의 재현성

이 향상되고 천연염색 기업체의 경우 염료자원의 대량 구입 및 염료의 장기보관이 가능할 것이며 나아가 일반 소비자들도 쉽게 활용할 수 있는 분말 염료 제품의 공급도 용이할 것으로 사료된다. 이에 최근 많은 연구자들이 천연염료를 과학적으로 추출하여 정량화시키는 방법으로 많은 연구들(Shin *et al.*, 2009; Kim & Song, 2001; Nam & Kim, 2010)이 이루어지고 있으나, 현재까지 감 원액의 분말화는 소수 연구들(Ha & Jang, 2013; Kim, 2012)을 통하여 이루어지고 있을 뿐 대부분의 연구들이 감을 으깨어 얻은 감즙을 그대로 염료 원액으로 사용하여 염료의 정량적 해석에 한계가 있다. 따라서 감 염료의 분말화를 본격적으로 활성화하여 정량적 예측이 가능한 염색 공정이 제안되어야 할 것이다.

한편, 천연염색 직물의 색채는 자연 그대로의 색상을 지니고 있어 사용자에게 시각적인 편안함과 심리적인 안정을 부여한다(Kim & Lee, 2003). 그러나 천연염색 제품은 염료의 특성에 의한 제한된 색채 범위가 한계점으로 지적되고 있는 만큼, 다양한 색채 개발이 주요 과제로 제안되고 있다(You & Roh, 2006). 감 염색 직물은 색채가 자연의 흙색과 비슷하여 더러워져도 쉽게 눈에 띄지 않으며, 감 염색으로 인한 코팅으로 더러움도 덜타는 장점을 가진다(Ko, 2010). 현재 감 염색 직물과 관련한 연구에서 확인된 색채특성을 살펴보면 일광 및 자외선 조사시 직물은 Yellow 계열로 염색되었으며(Byun, 2006), 시판되고 있는 감물염색 직물의 색채는 대부분 Yellow Red 계열이었다(Ko, 2010). 또한 Kim(1999)의 연구에서는 감즙농도가 증가함에 따라 염색포의 색상이 연한 갈색에서 진한 갈색으로 채도가 증가하였으며, 매염처리를 하면 더욱 진한 갈색으로 변한다고 보고되었다. 그러나 감 염색 직물의 천연염색 패션제품으로서 경쟁력을 강화하기 위하여 이들의 색채 특성을 패션산업에서 활용되는 실용적 색체계를 고려하여 분석한 연구는 아직까지 찾아보기 힘들다. 또한 전통 염색에서 얻어온 색채범위를 벗어나 현대패션 산업에 응용할 수 있는 좀 더 다양한 색채를 추구할 필요가 있다. 따라서 천연염료인 감을 분말화하여 정량적 고찰이 가능한 염액 농도를 변화시켜 예측 가능한 다양한 색채를 발현하고, 실용적 색체계인 색상/톤에 따라 감 염색 직물의 염색성 및 물리적 성질들을 함께 고찰한다면, 현대의 패션 색채 트렌드에 부응할 수 있는 다양한 색채와 함께 물리적 성질의 변화에 대한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 천연염료로 사용되어 온 감을

분말염료로 제조하여 염색조건에 따른 염착성과 색채 특성을 고찰하고, 발현 가능한 색상/톤의 범위에 따라 염색 직물의 역학적 성질 및 염색 견뢰도를 평가하여, 감 분말염료를 활용한 천연염색 패션제품의 기획에 실질적인 도움을 주고자 하였다. 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 감의 원액을 분말화한 염료를 제조하여 염액 농도와 매염에 따른 면직물의 염착 거동을 고찰한다.

둘째, 감 분말염료로 염색한 면직물의 색채특성을 고찰하여, 실용적 색체계에 기반한 감 분말 염료의 발현 색채 범주를 파악한다.

셋째, 발현 색채 범주 별로 역학적 성질의 변화와 염색 견뢰도를 고찰하여, 감 분말 염료로 염색한 면직물의 패션제품 활용성에 필요한 기초정보를 제공한다.

## II. 연구 방법

### 1. 감 분말염료의 제조

2011년 7월 말~8월 초 사이에 제주산 재래종 풋감을 채집하여 꼭지를 따고 깨끗이 씻어 분쇄기로 분쇄하였고, 분쇄한 감을 탈수기에 넣어 감물 원액은 추출하고 찌꺼기는 분리하였다. 추출한 감물 원액은 100% 풋감원액으로 냉동건조기(PVTFD10A, Ilshinlab, KOREA)를 이용하여 4일 동안 동결·건조 시켜 분말화하였으며, 이를 염재로 사용하였다.

### 2. 감 분말염료의 성분분석

분말상태의 감 염료의 성분을 확인하기 위하여 퓨리에 변환적외선분광광도계(Nicolet 6700, Thermo, USA)를 이용하여 KBr법에 의해 FT-IR 변환 스펙트럼을 구하고 600~4000cm<sup>-1</sup>의 범위에서 피크를 측정하였다.

### 3. 염색

#### 1) 직물시료

시판되고 있는 100% 면직물(평직, 158.2g/m<sup>2</sup>, 0.42mm, 63warp×63weft/in<sup>2</sup>)을 정련, 표백한 후 25×25cm<sup>2</sup> 크기로 잘라 사용하였다.

#### 2) 염색조건

감 분말염료를 이용한 면직물의 염색조건 변인은 염료의 농도와 매염제 종류로 선정하였다. 염액은 감 분말염료와 증류수를 섞어 준비하였으며, 욕비는 1:100으로 염액의 농도는 20~900%(o.w.f) 사이의 13가지로 설정하였다. 이는 예비실험에서 감분말염료로 얻을 수 있는 염착 경향을 파악한 후에 다수의 톤이 나오는 조건을 고려하여 설정한 것이다. 염색은 전통 감 염색기법을 고려하여 정련한 면직물을 감 분말염료의 염액에 넣어 상온에서 10분 동안 침지한 후 건조시켰다. 발색은 2012년 6월 13일~6월 25일 사이의 맑은 날 7일 동안 모든 시료에 동일하게 실시하였는데, 일조량이 강한 오전 10시부터 오후 5시까지의 직사일광 하에 직물을 실의 바닥(잔디밭)에 평평히 펴고 조사시켰다. 매염제는 Copper(II) sulfate pentahydrate (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), Iron(II) sulfate heptahydrate (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O)로 모두 1급 시약을 사용하였다. 현재 감 염색업체에서 주로 시행하는 선매염법을 적용하여 정련 표백한 면직물을 염색 전에 욕비 1:50, 매염제 농도 3%(owf)의 매염액에 상온에서 20분간 처리한 뒤, 건조하였다.

#### 4. 표면특성

미염색 면직물과 감 분말염료로 염색한 면직물의 표면을 전계방사형(FE-SEM; Field Emission Scanning Electron Microscope, JSM-7500F, JEOL, Japan)을 이용하여 100배와 500배의 배율로 관찰하였다.

#### 5. 염착 거동

염착량 K/S 값을 동일한 측색기를 이용하여 최대흡수 파장(λ<sub>max</sub>)인 360λ에서 표면반사율(R)을 측정하여 Kubelka-Munk식에 의하여 산출하였다.

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

K : coefficient of absorption

S : coefficient of scattering

R : reflected light at wavelength

## 6. 표면 색채

염색 직물의 표면색채를 고찰하기 위하여 측색기 (CM2500D, Minolta, Japan)를 이용하여 D65광원과 10° 시야각 조건에서 CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  수치를 구하였으며, 이를 Munsell Conversion(version 12.0.1)으로 먼셀 색채계의 3속성치 H V/C 값으로 변환하였다. 그리고 직물 표면 색채의 톤은 PCCS(Practical Color Coordinate System)에 의하여 판정하였다.

## 7. 역학적 성질

감 분말염료로 염색한 면직물의 역학적 성질을 알아보기 위하여 시료의 크기를 20×20cm<sup>2</sup> 인 정사각형으로 자른 후 KES(Kawabata Evaluation System)-FB를 이용하여 인장과 굽힘, 전단, 표면, 압축, 두께 및 무게에 대한 17개 물리적 특성치를 측정하였다.

## 8. 염색건뢰도

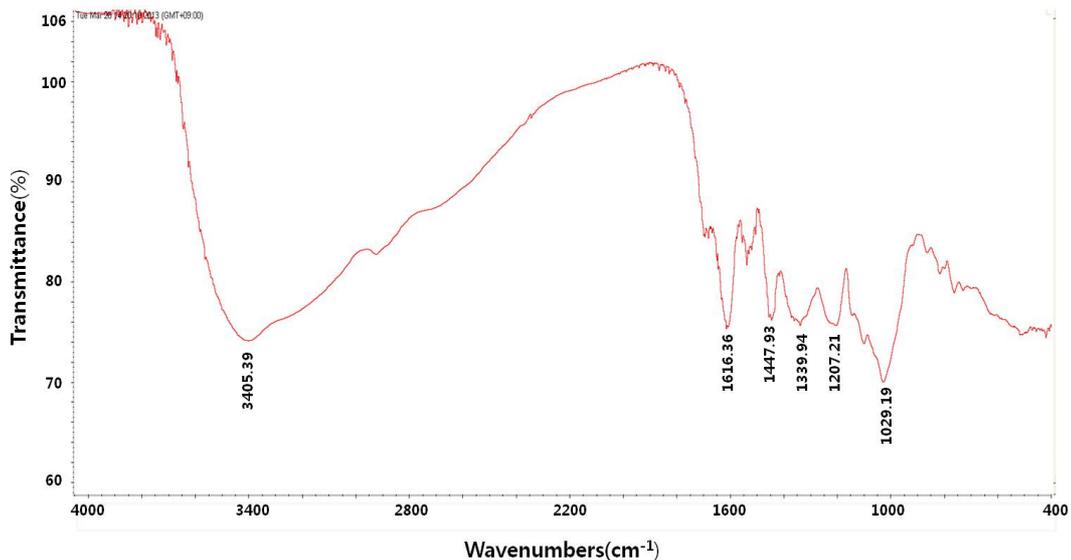
감 분말염료로 염색한 면직물의 세탁건뢰도는 KS K ISO 105-C06 : 2012에 준하여 세탁시험기(Laundrer-O-Meter)로, 땀 건뢰도는 KS K ISO 105-E04 : 2010에

준하여 산과 알칼리 시험 각각의 변퇴색과 오염정도를 표준회색과 비교하였다. 마찰건뢰도는 KS K 0650 :2011에 의하여 건, 습 조건의 시험으로 크로크미터법을 이용하였으며, 일광건뢰도는 KS K Xenon arc에 준하여 내광시험기(Fade-O-Meter)를 사용하여 평가하였다.

## Ⅲ. 연구 결과

### 1. 감 분말 염료의 FT-IR 스펙트럼 특성

감 탄닌은 축합형 탄닌을 기본 구조로 하고 있으며 (Kim, 2012), 여러 가지 폴리페놀류가 중합한 복잡한 구조의 고분자 물질로 원래는 무색이지만 polyphenol oxidase의 작용에 의해 쉽게 산화되어 갈색을 나타낸다 (Korean Society of Food Science and Technology, 2004). FT-IR 분석에 의하여 감 분말의 성분을 추정할 스펙트럼을 [Figure 1] 에 제시하였다. 먼저 3405.39cm<sup>-1</sup> 부근에서 넓고 강한 신축진동인 O-H 흡수 피크를 보는데 이 피크는 유기물에서 자주 발견되는 성분으로 (Socrates, 2001), OH 사이의 다양한 수소결합 때문에 나타나는 것이다(Mayra *et al.*, 2011). 또한 감의 향기성분



[Figure 1] FT-IR spectrum of persimmon dye powder

으로 보이는 방향족 그룹의 C-C 신축진동은  $1447.93\text{cm}^{-1}$  부근에서 확인할 수 있었으며, Mayra *et al.*(2012)의 탄닌 성분을 분석한 연구의 결과에서도 비슷한 피크에서 나타났다. 그리고  $1029.19\text{cm}^{-1}$  피크와  $1207.21\text{cm}^{-1}$  흡수피크는  $1100\sim 1300\text{cm}^{-1}$  사이에 나타나는 C-O의 신축진동 (Stuart, 2005)으로서 페놀구조를 확인할 수 있다(Nam & Lee, 2012). 이상의 결과를 종합하면, 감 원액을 동결건조한 감 분말염료는 탄닌 성분으로 구성되어 있다고 판단할 수 있으며, 직물 염색 시 탄닌 성분이 색채발현에 직접적으로 관여할 것으로 기대되었다.

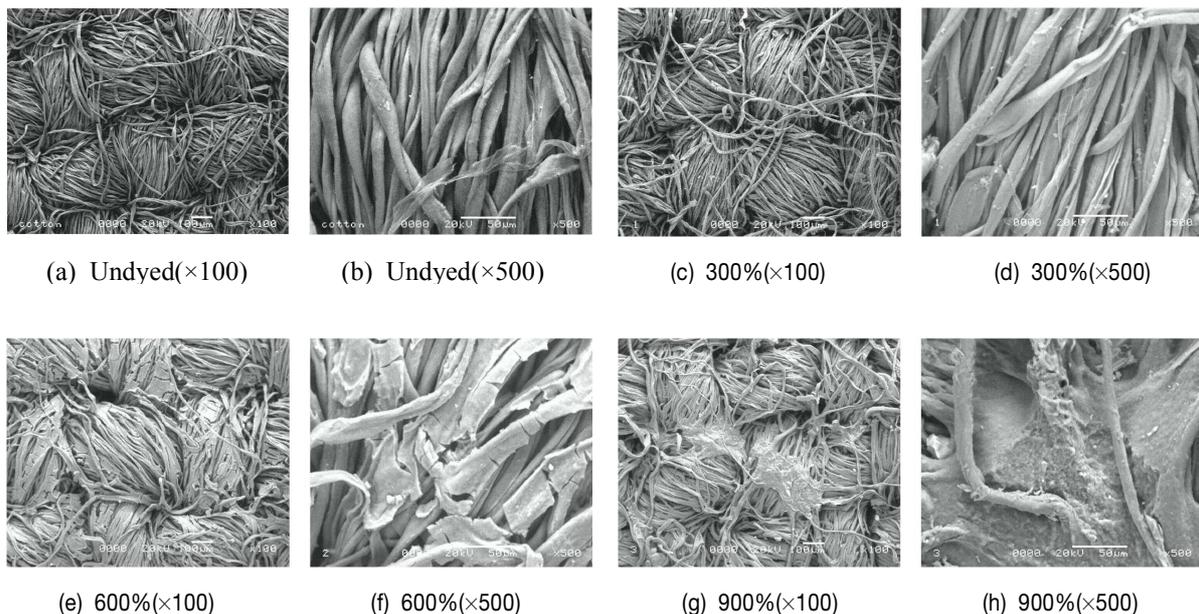
## 2. 염색 직물의 표면 특성

[Figure 2] 는 감 분말염료로 염색한 면직물 표면의 형태학적 변화를 염액 농도에 따라 SEM(100, 500배율)으로 관찰한 결과이다. [Figure 2] (c)와 (d)는 300% (owf) 농도로 염색한 면직물의 표면으로 섬유와 섬유 사이에 드문드문 약간의 감 분말염료가 피복되어 있는 것을 알 수 있다. 반면 600%농도로 염색한 면직물 섬유 표면의 천연꼬임의 틈새마다 감 염료가 피복되어있음을 확인할 수 있었으며 [Figure 2 (e)&(f)] , 고농도인 900%로 염색한 후에는 섬유의 천연꼬임 형태가 잘 보이지 않음

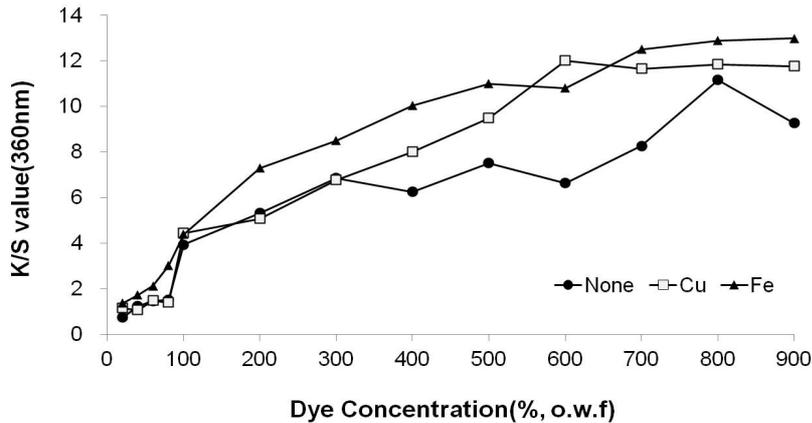
정도로 감 염료가 많이 묻쳐져서 부착된 상태였다 [Figure 2 (g)&(h)]. 따라서 감 분말 염료의 농도가 증가함에 따라 섬유표면에 부착된 감 염료의 양도 증가하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 감즙을 그대로 이용한 전통 감 염색 기법을 적용한 선행연구들(Han *et al.*, 2005; Huh, 2012; Park, 1995)에서 직물의 염색은 감즙이 섬유표면을 피복함으로써 주로 이루어진다고 보고한 바와 일치한다. 따라서 감 분말염료 섬유 내부 침투보다는 표면 피복에 의한 직물 염색 메커니즘을 보인다고 해석할 수 있다. 또한 이들 선행연구들에서 감즙이 섬유표면을 피복함으로써 염색 직물의 물리적 성질에 영향을 미친다고 보고되고 있으므로, 본 연구의 감 분말염료로 염색한 면직물 또한 물리적 성질에 변화가 있을 것으로 사료되었다.

## 3. 염색 직물의 염착 거동

감 분말염료로 염색한 면직물의 염색 거동을 살펴보기 위하여 염액 농도와 매염에 따른 염착량 K/S 값을 고찰한 결과는 [Figure 3]과 같다. 매염을 하지 않고 염색하였을 경우와 철매염 후 염색하였을 경우에 20~80% 농도에서 염착량은 서서히 증가하였으나, 그 증가폭은 크지 않았다.



[Figure 2] SEM image of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder depending on dye concentrations.



[Figure 3] Effect of dye concentration on the dyeing of cotton fabrics.

염색 농도 100% 이후부터 염착량은 큰 폭으로 증가하여서, 무매염의 경우에는 800% 농도에서 염착량 최대값을 보였다가 900% 농도에서 낮아지는 현상을 보여서, 감 분말염료의 염색이 평형 상태에 이른 것으로 사료된다. 또한 철 매염은 600%에서 700%까지 뚜렷한 증가를 보였다가 그 이후 염착량 증가가 완만해졌으나, 700%까지 급격히 염착량이 증가하여서 800%까지는 증가하는 경향이라고 판단되었으므로, 좀 더 안정된 경향을 보이는 800%가 최대 염착량 조건이라고 사료되었다. 따라서 매염을 하지 않은 염색과 철매염 후 실시한 염색에서는 염착량이 최대값에 이르는 농도 조건은 800%라고 판단되었다. 한편, 구리매염 후 감 분말염색을 한 경우에는 100%부터 400% 농도까지 염착량이 두드러지게 증가하다가 600% 농도 이후부터 염착량이 평형상태에 이르는 것으로 판단되어서, 구리매염시 감 분말 염색의 최적 염색 농도는 600%라고 할 수 있었다. 또한 무매염과 매염 처리 직물을 비교하였을 때, 무매염보다 철매염과 구리매염 시 감 분말염료의 염착량이 모든 농도 조건에서 대체로 더 높게 나타나는 경향이어서, 철과 구리의 선매염이 염착성의 증가에 기여한 것으로 사료되었다. 이는 감즙 원액을 이용한 선행연구(Han & Lee, 2010)에서 모든 염색포에서 철매염, 구리매염, 알루미늄 매염, 무매염 순으로 K/S 값이 높게 나타난 결과와 일치한다.

#### 4. 염색 직물의 색채 특성

감 분말염료로 염색한 면직물의 색채특성을 분석한 결과는 <Table 2>에 제시하였다. 우선 색상의 특성을 살펴보면 면셀 색상(H)으로 YR(Yellow Red)계통의 색상을 띠는 것으로 나타났으며, 이는 선행연구(Han *et al.*, 2004)에서 감즙을 이용하여 염색한 직물의 색채와 유사한 경향을 보였다. 또한 감 염색의 농도가 증가함에 따라 매염 유무에 관계없이 색상은 면셀색상환의 YR색상기호의 수치가 점차 감소하면서 Y(Yellow)에서 R(Red)로 근접하는 경향을 보이므로 적색에 더 가까운 색상으로 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 감 분말염료 염색의 농도가 증가할수록 명도에 해당하는 Munsell V와 CIE L\*은 감소하고, 채도를 의미하는 C와 C\*는 증가하는 경향을 나타내었다.

한편, 감 분말염료로 염색한 면직물의 표면 색채에서 발견되는 PCCS 색조는 총 6가지로 판정되었다. 매염을 하지 않았을 경우와 구리매염의 경우는 동일하게 pale(p), light grayish(ltg), soft(sf), dull(d)의 4가지 색조로 발견되었으며, 철매염 후 염색한 경우에는 light grayish(ltg), grayish(g), dark grayish(dkg) 3가지 색조로 발견되었다. 구체적으로 살펴보면, p톤은 무매염 20%, 40%, 60%, 80% 농도와, 구리매염 20%, 40% 농도에서 나타나 비교적 저농도에서 발견되고 있음을 확인할 수 있었다. ltg톤은 무매염, 구리매염, 철매염 모두에서 나타난 가장 빈도가 높은 톤으로, 무매염 농도 100%, 200%, 구리매염 농

<Table 1> Color Characteristics of Cotton Fabrics dyed with Persimmon Dye Powder.

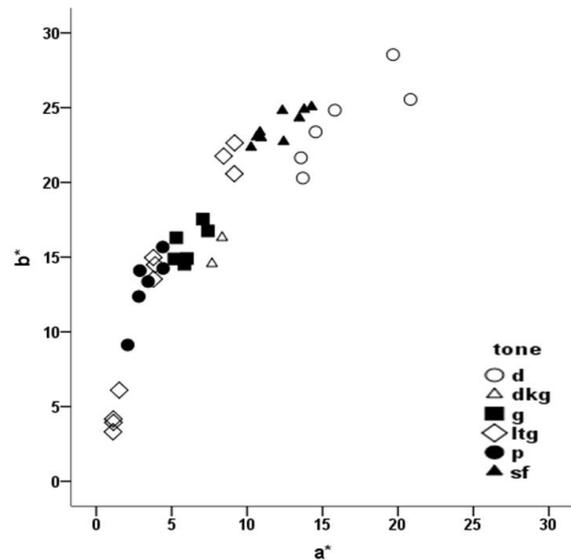
| Dye concentration(%) | Mordanting | Hue    | tone | Munsell |      |        | CIE   |       |       |       |       |       |
|----------------------|------------|--------|------|---------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      |            |        |      | H       | V    | C      | L*    | a*    | b*    | C*    |       |       |
| 20                   | None       | YR     | P    | 8.46YR  | 8.08 | 1.48   | 82.13 | 2.08  | 9.12  | 9.35  |       |       |
| 40                   |            |        | P    | 8.27YR  | 7.68 | 2.23   | 78.24 | 3.44  | 13.36 | 13.80 |       |       |
| 60                   |            |        | P    | 8.06YR  | 7.63 | 2.65   | 77.72 | 4.41  | 15.67 | 16.28 |       |       |
| 80                   |            |        | P    | 7.68YR  | 7.56 | 2.46   | 77.08 | 4.43  | 14.24 | 14.91 |       |       |
| 100                  |            |        | ltg  | 5.99YR  | 6.77 | 3.93   | 69.38 | 8.44  | 21.76 | 23.34 |       |       |
| 200                  |            |        | ltg  | 6.27YR  | 6.37 | 3.87   | 65.37 | 9.15  | 20.58 | 22.52 |       |       |
| 300                  |            |        | sf   | 6.07YR  | 5.91 | 4.43   | 60.82 | 10.85 | 23.36 | 25.76 |       |       |
| 400                  |            |        | sf   | 6.10YR  | 6.06 | 4.24   | 62.30 | 10.26 | 22.34 | 24.58 |       |       |
| 500                  |            |        | sf   | 5.63YR  | 5.7  | 4.77   | 58.71 | 12.34 | 24.80 | 27.70 |       |       |
| 600                  |            |        | sf   | 4.82YR  | 5.62 | 4.97   | 57.88 | 13.78 | 24.88 | 28.44 |       |       |
| 700                  |            |        | sf   | 4.90YR  | 5.51 | 4.84   | 56.76 | 13.46 | 24.31 | 27.79 |       |       |
| 800                  |            |        | d    | 4.06YR  | 4.91 | 5.17   | 50.65 | 15.81 | 24.83 | 29.44 |       |       |
| 900                  |            |        | d    | 3.29YR  | 4.97 | 6.15   | 51.29 | 19.67 | 28.54 | 34.66 |       |       |
| 20                   |            |        | Cu   | YR      | P    | 8.99YR | 7.74  | 2.25  | 78.82 | 2.89  | 14.10 | 14.39 |
| 40                   |            |        |      |         | P    | 8.59YR | 7.73  | 2.01  | 78.74 | 2.82  | 12.36 | 12.68 |
| 60                   | ltg        | 8.51YR |      |         | 7.5  | 2.47   | 76.44 | 3.78  | 14.97 | 15.44 |       |       |
| 80                   | ltg        | 8.30YR |      |         | 7.44 | 2.42   | 75.87 | 3.90  | 14.49 | 15.01 |       |       |
| 100                  | ltg        | 6.85YR |      |         | 6.42 | 4.13   | 65.84 | 9.17  | 22.64 | 24.43 |       |       |
| 200                  | sf         | 6.12YR |      |         | 5.92 | 4.36   | 60.86 | 10.64 | 23.03 | 25.37 |       |       |
| 300                  | sf         | 5.96YR |      |         | 5.76 | 4.38   | 59.33 | 10.93 | 22.98 | 25.45 |       |       |
| 400                  | sf         | 4.73YR |      |         | 5.31 | 5.02   | 54.71 | 14.27 | 25.05 | 28.83 |       |       |
| 500                  | sf         | 5.15YR |      |         | 5.07 | 4.47   | 52.31 | 12.42 | 22.72 | 25.89 |       |       |
| 600                  | d          | 4.57YR |      |         | 4.33 | 4.32   | 44.64 | 13.57 | 21.65 | 25.55 |       |       |
| 700                  | d          | 4.44YR |      |         | 4.59 | 4.74   | 47.36 | 14.54 | 23.38 | 27.53 |       |       |
| 800                  | d          | 4.07YR |      |         | 4.25 | 4.18   | 43.84 | 13.69 | 20.29 | 24.48 |       |       |
| 900                  | d          | 2.40YR |      |         | 4.18 | 5.88   | 43.10 | 20.83 | 25.55 | 32.97 |       |       |
| 20                   | Fe         | YR     |      |         | ltg  | 8.12YR | 6.42  | 0.56  | 65.88 | 1.11  | 3.31  | 3.49  |
| 40                   |            |        |      |         | ltg  | 8.83YR | 6.04  | 0.64  | 62.07 | 1.14  | 3.94  | 4.10  |
| 60                   |            |        | ltg  | 9.23YR  | 5.73 | 0.67   | 58.95 | 1.13  | 4.17  | 4.32  |       |       |
| 80                   |            |        | ltg  | 9.68YR  | 5.37 | 0.97   | 55.39 | 1.52  | 6.10  | 6.29  |       |       |
| 100                  |            |        | ltg  | 8.83YR  | 5.88 | 2.23   | 60.54 | 3.80  | 13.53 | 14.05 |       |       |
| 200                  |            |        | g    | 8.64YR  | 5    | 2.76   | 51.54 | 5.31  | 16.29 | 17.13 |       |       |
| 300                  |            |        | g    | 8.50YR  | 4.67 | 2.51   | 48.18 | 5.17  | 14.88 | 15.75 |       |       |
| 400                  |            |        | g    | 7.88YR  | 4.39 | 3.02   | 45.30 | 7.06  | 17.54 | 18.91 |       |       |
| 500                  |            |        | g    | 8.09YR  | 4.01 | 2.43   | 41.29 | 5.84  | 14.52 | 15.65 |       |       |
| 600                  |            |        | g    | 8.03YR  | 4.07 | 2.51   | 41.99 | 6.01  | 14.90 | 16.07 |       |       |
| 700                  |            |        | g    | 7.52YR  | 4.03 | 2.88   | 41.54 | 7.40  | 16.75 | 18.31 |       |       |
| 800                  |            |        | dkg  | 6.71YR  | 3.63 | 2.97   | 37.39 | 8.34  | 16.31 | 18.32 |       |       |
| 900                  |            |        | dkg  | 6.71YR  | 3.48 | 2.67   | 35.75 | 7.67  | 14.56 | 16.46 |       |       |

도 60%, 80%, 100%, 철매염 농도 20%, 40%, 60%, 80%, 100%에서 발현되었다. sf톤은 p톤과 마찬가지로 무매염과 구리매염에서만 나타났는데 무매염은 300%~700%, 구리매염은 200%~500% 농도일 때 얻을 수 있었다. d톤은 무매염시 농도 800%와 900%, 구리매염 농도 600%~900%로 비교적 고농도에서 발현되었으며, g톤과 dkg톤은 철매염에서만 나타났는데, g톤은 200%~700% 농도, dkg톤은 800%, 900% 농도로 염색하였을 때 발현됨이 확인되었다. 감분말 염료를 사용한 본 연구와 전통감즙으로 염색한 선행연구의 색채특성을 비교하면, Park et al(1999)의 연구에서 무매염 면직물을 7일간 10회 일광 발색시켜 얻은 색채 값  $L^*$ (53.16),  $a^*$ (15.63),  $b^*$ (24.73)는 본 연구의 800% 농도로 염색한 무매염 직물의 값과 유사하였으며, Han et al(2004)의 연구에서는 감즙 100%로 염색하여 60시간 일광 발색한 직물의  $L^*$ (64.36),  $a^*$ (9.98),  $b^*$ (18.84) 값이 본 연구의 200% 농도로 염색한 무매염 직물의 값과 비슷함을 알 수 있었다.

CIE의 색상을 의미하는  $a^*$ 와  $b^*$ 를 기준으로 감 분말염료로 염색한 면직물 표면 색채의 톤 분포를 살펴보면 [Figure 4]와 같다. 모든 톤들은  $a^*$ 와  $b^*$ 값이 모두 0~+30 사이에 분포하여서, 붉은 기미와 노랑기미를 가진 색상이며, 채도가 높지 않음을 알 수 있었다. p톤의 직물들은  $a^*$ 값이 2~5,  $b^*$ 값이 9~15 사이에 분포하여, 붉은 기미보다 노랑기미를 더 많이 가지고 있는 적황색을 발현하였다. Itg톤은 일반적으로 p톤보다 명도가 낮으나, 본 연구에서  $a^*$ 값보다  $b^*$ 값이 더 다양하게 나타났다. 이는 무매염에서 밝혀진 Itg톤이 다른 매염조건들보다 노랑기미  $b^*$ 의 값이 더 높았기 때문으로 사료된다. d톤은  $a^*$ 와  $b^*$ 값이 다른 톤들보다 비교적 높은 값을 가졌다. 일반적으로 비슷한 채도범위를 가진 sf톤과 d톤은 다른 톤들보다  $a^*$ 와  $b^*$ 값이 비교적 높았으며, g톤과 dkg톤은 원래 p톤, Itg톤과 채도의 범위가 유사하나, 감 분말염료로 염색한 면직물은 g톤과 dkg톤이 붉은 기미의  $a^*$ 와 노랑기미의  $b^*$ 값이 다소 더 높으므로 p톤 및 Itg톤보다 약간 더 선명하다고 기대할 수 있다.

이상의 결과를 종합하면, 감분말 염료로 염색한 면직물의 색채는 YR계열로 동일하였다. 분말염료의 농도와 매염조건에 따라서 p, Itg, sf, d, g, dkg의 6가지 톤이 발현되었는데, 무매염과 구리매염 조건에서는 동일한 톤들이 나타났으며, 철매염에서는 무매염과 구리매염에 나타나지 않은 g와 dkg톤이 발현되었다. 일반적으로 감물에는 탄닌이 함유되어 있어 견뢰도를 향상시키고 염료의 고착을 돕

기 때문에 전통적으로 매염을 하지 않아왔으나 다양한 색채를 확보하기 위해서 매염이 필요하다고 보고(Huh et al., 2008)되고 있다. 따라서 본 연구에서도 감 분말염료의 농도 뿐 아니라 매염조건에 따라 서로 다른 톤을 얻을 수 있었으므로, 염색농도와 매염조건이 모두 다양한 색채를 얻는 데에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.



[Figure 4] Color plot in the CIE  $a^*$ - $b^*$  chart of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder

#### 4. 염색 직물의 역학적 성질

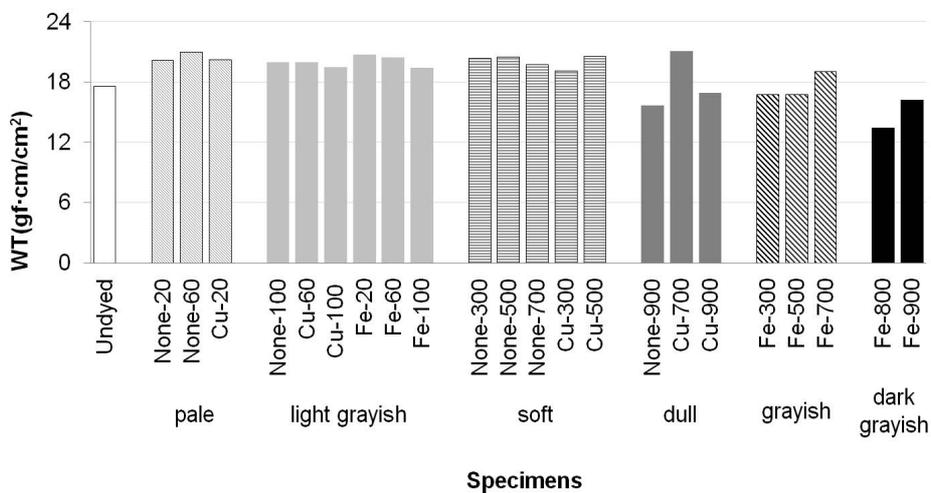
앞에서 고찰한 색채특성 PCCS 톤에 따라 감 분말염료로 염색한 면직물의 대표적인 역학적 성질을 분석하였다. 인장에너지(WT : Tensile Energy)는 인장시 필요한 에너지 값으로(Huh, 2012), 힘과 신장과의 관계에서 주어진 힘이 일정할 때 신장 길이와 비례하여 값이 증가하는 경향을 지닌다. [Figure 5]는 감분말염료로 염색한 직물들의 WT값으로, 톤 별로 다른 경향을 나타내었는데 미처리 직물보다 염색한 직물을 인장하는데 많은 에너지가 필요한 것으로 나타났다. p, Itg, sf톤과 같이 낮은 염색 농도로 발현한 톤들은 미처리 직물보다 WT값이 다소 증가하였다. 반면, g톤과 dkg톤과 같이 높은 농도로 염색한 직물들은 미처리 직물보다 대부분 낮은 WT값을 나타내었다. Hyun(2011)의 연구에서 전통방식의 감즙염색 후 직물의

인장에너지가 감소한 결과를 보고하였는데, 본 연구에서 전통 감염색 직물과 유사한 색채를 보인 d톤과 g톤의 WT 값의 감소가 이와 일치함을 알 수 있었다.

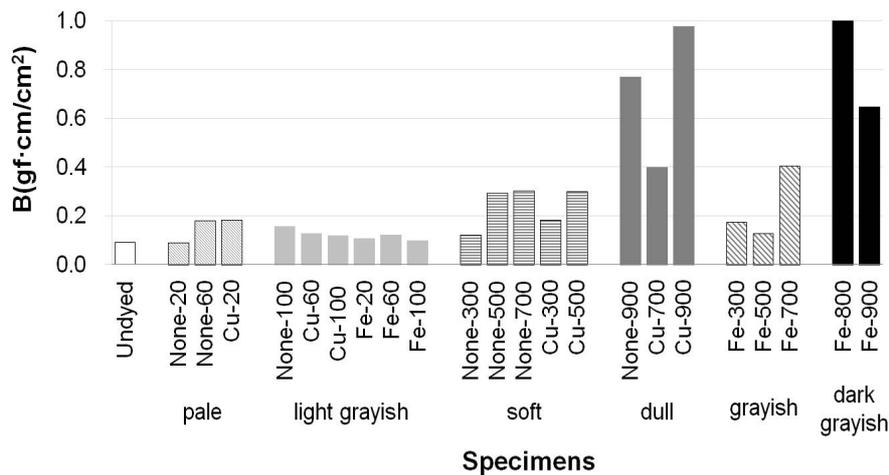
굽힘강성(B : Bending Rigidity)은 값이 작을수록 직물의 탄력이 풍부하고 신체 곡선이 강조되는 실루엣을 형성하며, 값이 클수록 굽히기 어렵고 신체로부터 공간을 형성하는 상자형 실루엣을 부여한다(Bae, 2013; Kim, 2011). 본 연구의 염색 직물의 B값들을 [Figure 6]에 제시하였다. 우선 미처리 직물과 염색 직물들을 비교하면, 대부분의 염색 직물들은 미처리 직물보다 B값이 높게 나타나서 염색 전보다 직물이 굽히기 어렵고 뻣뻣해진다고 할 수 있다. 이는 Kim(2011)의 연구에서 감즙염색의 농도가

높을수록 B값의 증가를 가져온 결과와 일치하였다. 톤별로 살펴보면, 저농도로 염색한 p톤과 ltg톤의 직물들은 미처리 직물보다 B값이 크게 증가하지 않았으나, 700%, 800%, 900%의 고농도로 염색한 d톤과 dkg톤의 직물들은 미처리 직물보다 훨씬 높은 B값을 가졌다. 따라서 공간감이 있는 실루엣의 패션제품을 디자인할 때 d톤과 dkg톤의 감 염색직물을 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

전단강성(G: Shear Stiffness)은 직물을 신장시키는데 필요한 힘의 평균값을 의미하는데 섬유 변형이 용이하면 전단강성 값은 낮은 값을 가지며, 값이 높을수록 비틀어지지 않으려는 성질을 가진다(Kim, 2011). 감 분말염료로 염색한 직물의 G값의 변화를 톤에 따라 살펴보면



[Figure 5] Tensile energy(WT) of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder.

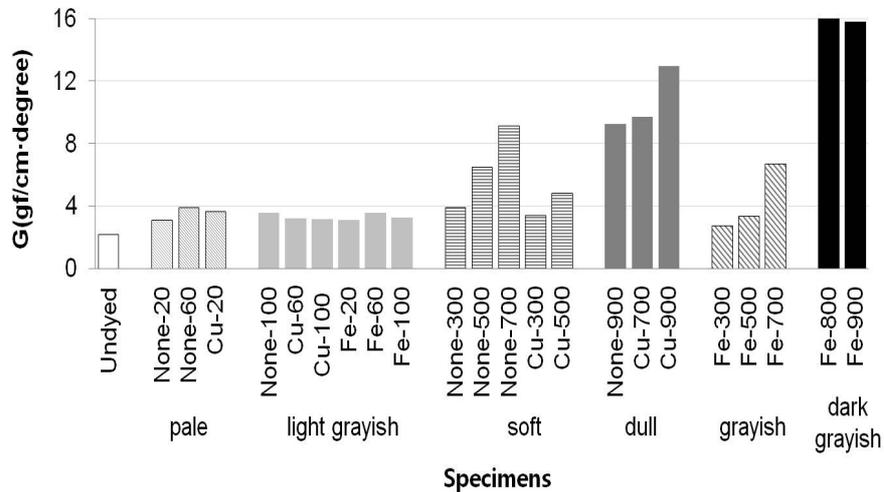


[Figure 6] Bending rigidity(B) of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder.

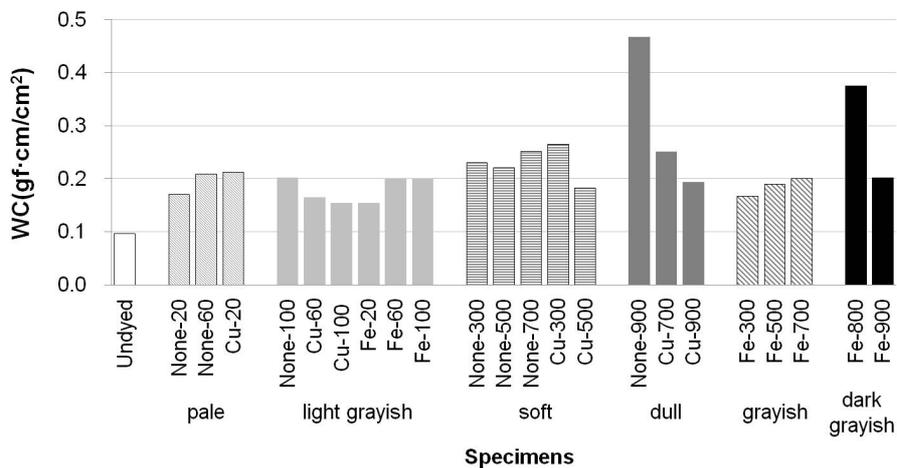
(Figure 7), p톤과 ltg톤 직물들은 미처리 직물보다 약간 증가하였고, sf톤과 g톤은 미처리 직물보다는 그 증가량이 뚜렷하였으며, 전단특성변화가 서로 유사한 경향이였다. 또한 감 분말염료의 농도가 높은 d톤과 dkg톤은 다른 톤들보다 G값이 가장 크게 증가한 것을 알 수 있는데 특히 dkg톤은 매염제의 영향으로 직물에 부착된 감 분말염료가 더 많아서 직물의 조직이 치밀해져 소재가 뻣뻣하게 변화하였기 때문으로 사료된다. 일반적으로 G값이 높은 면직물은 의복으로 착용시 전단탄력이 풍부하여 볼륨감 있는 실루엣 형성이 가능하다고 보고(Huh, 2012)되고 있어, 본 연구의 d톤과 dkg톤과 같이 전단강성의 증가가 뚜

렷한 감 분말염색 면직물이 적합할 것이다.

압축에너지(WC: Compressional Energy)는 압축 변형시 필요한 일량을 의미하며, 값이 클수록 직물이 압축되는 정도가 커서 부피감이 느껴진다(Hyun, 2011). 톤 별로 염색 면직물의 압축에너지(WC)의 분포를 [Figure 8]에 제시하였다. p, ltg, sf, g톤으로 발현한 직물의 WC값은 미처리 직물의 WC값보다 약 2배 내외로 증가하여 감 분말 염색의 압축에너지는 역학적 특성치 중 가장 변화가 큰 성질이라고 할 수 있다. 이 결과는 선행연구(Ko & Lee, 2003)에서 감즙염색 후 압축에너지가 증가하였다는 보고와 일치하는데, 이는 감 염색이 섬유와 실, 직물의 표



[Figure 7] Shear stiffness(G) of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder.



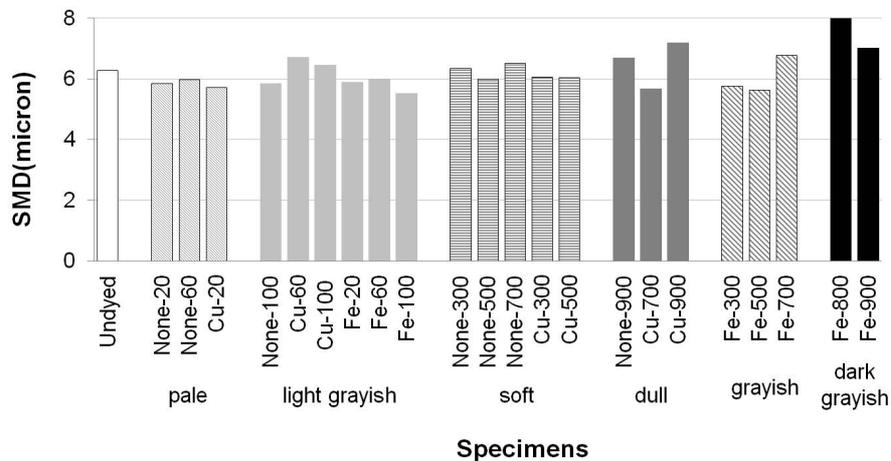
[Figure 8] Compressional energy(WC) of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder.

면을 감 입자가 코팅하는 방식으로 섬유소재와 결합하므로 소재의 두께가 증가하고 따라서 압축에 필요한 에너지 또한 증가하기 때문에 풀이된다. 한편 d톤과 dkg톤의 WC값 또한 뚜렷하게 증가하였는데, 고농도의 감 염액으로 처리된 이들 직물의 WC의 값이 다른 톤의 직물들보다 불균일하게 측정되었다. 이는 고농도로 염색시 염료의 부착이 다소 불균일할 수 있으며, KES의 압축특성 측정시 작은 센서가 매우 좁은 면적만을 선택적으로 압축하기 때문에 WC값에 차이가 발생한 것으로 보인다.

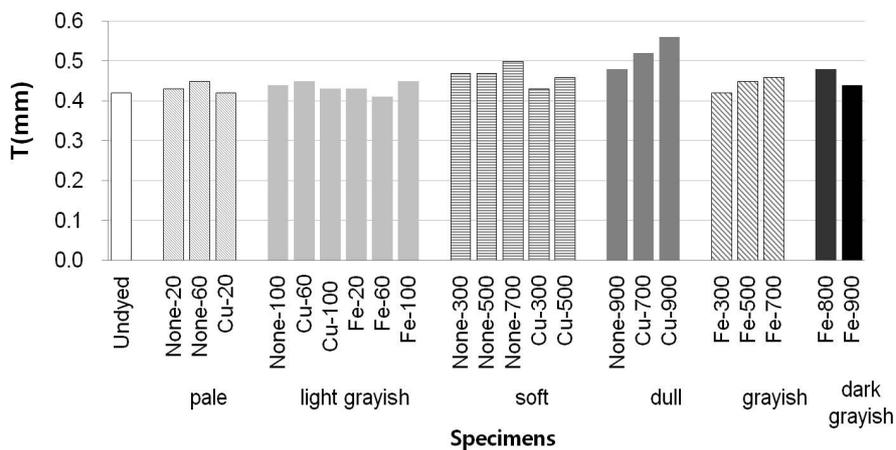
표면거칠기(SMD: Geometrical Roughness)는 직물 표면의 굴곡성과 관계있으며, 수치가 높을수록 두께의 편차가 커짐을 뜻하며, 수치가 작을수록 표면이 평활하다는 것을 의미한다(Kim, 2011). [Figure 9] 는 톤에 따른

감 분말염료로 염색한 직물들의 SMD값으로, p, ltg, sf, g톤으로 발현한 직물의 SMD값은 미처리 직물의 SMD값보다 낮거나 비슷하였는데 이는 감분말염료의 일부는 직물조직 사이의 틈새를 메꾸게 되어 전체적으로 표면이 다소 평탄해질 수 있기 때문으로 사료된다. 반면, 700% 이상의 농도로 염색한 d톤과 dkg톤 직물들은 섬유간과 실간 뿐 아니라 직물표면에 부착되는 감 분말염료의 양이 많아지면서 표면의 요철이 증가하여 SMD값 상승에 기여하는 것으로 보인다.

감 염색에 의한 면직물의 두께(Thickness) 및 무게(Weight)의 변화를 톤에 따라 분석하여 [Figure 10] 과 [Figure 11] 에 제시하였다. 우선 감 분말염색 직물의 두께는 [Figure 10]에서 알 수 있듯이, 미처리 시료에 비



[Figure 9] Geometrical roughness(SMD) of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder.



[Figure 10] Thickness(T) of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder.

하여 염색직물의 무게가 전반적으로 증가한 경향이였다. 이는 감 염색이 앞에서 언급하였듯이 감 입자가 직물 표면을 피복하므로 직물 전체의 두께가 증가한다고 할 수 있다.

또한 감 입자의 부착으로 인하여 직물 전체의 무게도 증가하여서 [Figure 11]와 같이 염액 농도가 증가하면서 직물의 무게 또한 더 증가하는 경향이였다. Ko와 Lee(2003)의 연구에서도 정련 시료와 염색한 시료의 두께 및 무게를 측정한 결과, 염색 후 시료의 두께와 무게가 증가하였다고 보고되어서 본 연구의 결과를 뒷받침해준다. 감분말염색 직물의 두께와 무게를 색채 톤별로 살펴보면, p와 ltg는 미처리 시료에 비하여 두께는 뚜렷한 차이가 없었고 무게가 다소

증가하는 추세였으며, sf 톤부터 두께와 무게가 본격적으로 증가하는 경향이였다. 두께는 압축특성과 마찬가지로 실험 방법의 특성상 직물 간에 편차가 다소 있었으며, 무게는 두께에 비하여 고농도 염색직물들은 뚜렷하게 증가한 것을 알 수 있었다. 이는 감물의 농도가 높을수록 감 입자가 섬유 내, 섬유 간 기공에 침투하고 직물의 표면에 흡착되어 전체 무게가 점차 증가한 것으로 사료된다.

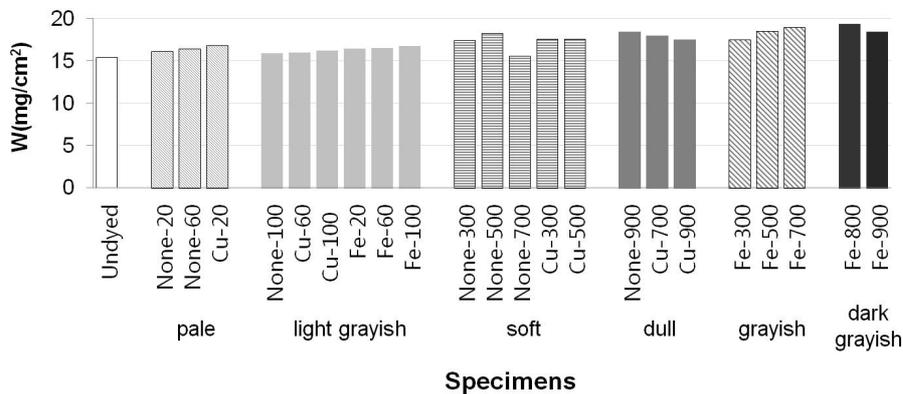
5. 염색조건에 따른 견뢰도

감 분말염료로 염색한 면직물을 대상으로 동일한 톤을 띠는 염색 조건들 중에서 역학적 특성의 변화와 경제성을

<Table 2> Fastness Properties of dyed Silk Fabrics

| PCCS tone | Mordant ing | Concentration (owf, %) | Rub |     | Dry cleaning |                    | Washing      |          |     | Perspiration |          |          |     |          |     | Light |
|-----------|-------------|------------------------|-----|-----|--------------|--------------------|--------------|----------|-----|--------------|----------|----------|-----|----------|-----|-------|
|           |             |                        | Dry | Wet | Shade change | Detergent staining | Shade change | Staining |     | Shade change |          | Staining |     |          |     |       |
|           |             |                        |     |     |              |                    |              | C*       | W*  | Acid         | Alkaline | Acid     |     | Alkaline |     |       |
|           |             |                        |     |     |              |                    |              |          |     |              |          | C        | W   | C        | W   |       |
| p         | None        | 60                     | 4-5 | 3   | 4-5          | 4-5                | 3            | 4-5      | 4-5 | 4            | 4        | 4-5      | 4-5 | 4-5      | 4-5 | 3-4   |
| ltg       | Cu          | 100                    | 4-5 | 2-3 | 4-5          | 4-5                | 3-4          | 4-5      | 4-5 | 3-4          | 3-4      | 4-5      | 4   | 4-5      | 4   | 4     |
| sf        | None        | 300                    | 4   | 2-3 | 4-5          | 4-5                | 2-3          | 4-5      | 4-5 | 3-4          | 3-4      | 4-5      | 4   | 4-5      | 4   | 3-4   |
| d         | None        | 900                    | 3   | 2   | 4-5          | 4-5                | 2            | 4-5      | 4-5 | 3-4          | 3-4      | 4-5      | 4   | 4-5      | 4   | 4     |
| g         | Fe          | 300                    | 2-3 | 1-2 | 4-5          | 4-5                | 3            | 4-5      | 4-5 | 4            | 4        | 4-5      | 4-5 | 4-5      | 4-5 | 3-4   |
| dkg       | Fe          | 800                    | 2-3 | 1-2 | 4-5          | 4-5                | 3-4          | 4-5      | 4-5 | 4            | 4        | 4-5      | 4   | 4-5      | 4   | 3-4   |

\* C: Cotton, W: Wool



[Figure 11] Weight(W) of cotton fabrics dyed with persimmon dye powder.

고려하여 톤 별로 적합한 염색조건을 선정하였다. 톤 별로 선정한 염색 면직물의 염색건뢰도 평가 결과를 <Table 3>에 나타내었다. p톤은 농도 60%로 염색한 무매염 직물로 마찰건뢰도에서는 건조상태, 세탁건뢰도에서는 오염도 부분과 드라이클리닝 및 땀건뢰도가 4 또는 4-5 등급으로 우수한 편으로 나타났으며, 습윤상태에서의 마찰건뢰도, 세탁시 변퇴색, 일광 건뢰도는 3, 3-4 등급을 받아 다른 톤들과 비교하였을 때 비교적 염색건뢰도가 우수한 것으로 판단되었다. Itg톤의 대표직물로서 구리매염과 감 분말 염료 100% 농도로 염색한 직물은 건조상태시 마찰건뢰도, 드라이클리닝, 세탁시 오염도, 땀건뢰도의 오염도, 일광건뢰도 부분은 4 또는 4-5 등급으로 우수하였으며, 세탁과 땀 건뢰도의 변퇴색은 3-4 등급을 받아 양호한 편이었다. 그러나 마찰건뢰도 부분에서 습윤상태는 2-3 등급으로 저조한 편이었다. sf톤을 발현한 300% 농도의 무매염 직물은 건조상태시 마찰건뢰도, 드라이클리닝 건뢰도, 세탁 및 땀 건뢰도 오염도 부분은 4, 4-5 등급으로 우수한 것으로 나타났으며, 땀에 대한 변퇴색 및 일광건뢰도는 3-4 등급으로 양호하였다. 그러나 습윤상태의 마찰건뢰도와 세탁시 변퇴색은 2-3 등급으로 저조한 편으로 나타났다. d톤의 대표직물은 무매염 조건으로 900% 농도로 염색된 직물로 드라이클리닝 건뢰도, 세탁 및 땀에 대한 오염도, 일광건뢰도는 4, 4-5 등급으로 관정받아 우수한 것으로 나타났다. 또한 건조상태의 마찰건뢰도 및 땀에 대한 변퇴색은 3, 3-4 등급으로 양호하였으나, sf톤과 마찬가지로 습윤상태의 마찰건뢰도 및 세탁시 변퇴색은 저조한 것으로 판단되었다. sf톤과 d톤은 특히 세탁시 변퇴색에 대한 건뢰도가 좋지 않았는데, 이는 일반적으로 감 탄닌 성분이 알칼리와 반응하면 회갈색의 변퇴색을 가져와서 세탁건뢰도의 등급이 낮아지기 때문으로 풀이된다 (Wee, 2010). g톤과 dkg톤으로 선정된 직물은 철매염 후에 각각 300%와 900%로 염색한 직물로 드라이클리닝, 세탁시 오염도, 땀 건뢰도는 4, 4-5 등급으로 우수한 편이었으며, 세탁시 변퇴색과 일광건뢰도도 양호하였다. 그러나 건-습윤 상태에서의 마찰건뢰도는 다른 톤의 직물들과 마찬가지로 저조한 등급을 받았다.

이상의 결과를 종합하면 드라이클리닝, 세탁 및 땀 건뢰도의 오염도 부분은 톤에 따른 뚜렷한 차이가 없이 모두 4, 4-5 등급을 받아 우수한 편이었다. 또한 땀 건뢰도의 변퇴색 및 일광건뢰도는 모든 톤의 최적염색조건에서 3-4 또는 4 등급으로 양호한 편이었다. 특히 일광건뢰도는 감 염색직물의 특성 상 실험 시 광에 노출되었을 때

오히려 색상이 더 짙어져서 변색에 의해 등급이 낮아졌을 가능성을 고려한다면(Huh, 2011), 실제 감 염색직물에 대한 사전지식과 일광에 의한 색채변화를 수용하는 소비자 들이 느끼는 일광건뢰도는 대체로 우수할 것으로 사료된다. 그러나 밝은 톤에서 어두운 톤으로 갈수록 마찰건뢰도의 등급은 낮아지는 것으로 나타났는데, 이는 감 염색이 다른 염색과 달리 감 분말이 직물과 섬유 표면에 코팅되는 메커니즘을 가지고 있으므로, 많은 양의 감이 부착된 고농도 염색직물은 마찰에 취약한 것을 알 수 있었다. 또한 세탁시 변퇴색 정도가 우수하지 않은 것은 앞에서 언급하였듯이 세탁에 사용되는 알칼리 세제의 영향으로 사료되므로, 건뢰도 등급이 우수하게 관정된 드라이클리닝이 감 분말염료로 염색한 직물 및 의류제품에 더 적합할 것으로 판단된다. 결론적으로 감 분말염료로 염색한 직물과 의류제품의 마찰건뢰도와 세탁시 변퇴에 대한 건뢰도에 대한 개선 방안이 모색되어야 할 것이며, 감분말 염료와 같이 독특한 염착과 발색 메커니즘을 가진 염색 직물에 대한 염색건뢰도를 판단하는 기준이 마련되어야 할 것이다.

#### IV. 결 론

본 연구는 대표적인 우리나라 전통 천연염색인 감 염색을 현대적으로 계량화하고 패션제품 염료로서의 실용성을 높이기 위하여, 제주산 풋감의 원액을 분말화한 염료를 제조하고 농도와 매염의 염색조건에 따른 면직물의 염착성과 색채 특성을 고찰하였으며, 발현된 색상/톤의 색채 특성에 따라 감 분말 염색직물의 역학적 성질의 변화와 염색 건뢰도를 규명하여 감 분말염료를 활용한 천연염색 직물의 패션제품 설계에 도움을 주고자 하였다. 연구 결과의 요약 및 결론은 다음과 같다.

첫째, 감 분말염료의 성분으로 탄닌이 확인되어서 발색에 직접 기여할 것으로 사료되었으며, 감 분말염료로 염색한 면직물의 표면을 관찰한 결과 섬유간과 직물 표면을 감 분말이 피복하는 형태로 염색이 이루어짐을 알 수 있었다.

둘째, 감 분말염료로 상온에서 면직물을 염색 시에 무매염과 철매염 시에는 염착량 최대 조건은 모두 염료농도 800%(owf)였으며, 구리매염 시에는 염료농도 600%(owf)로 나타났다. 또한 염착량은 대체로 무매염보다 구

리매염, 철매염의 순으로 높아져서 매염의 효과가 있다고 판단되었다.

셋째, 감 분말염료로 염색한 면직물의 색채는 모든 조건에서 YR계열로 동일하였으나, 염료의 농도와 매염에 따라 p, ltg, sf, d, g, dkg의 6가지 톤이 발현되었는데, 무매염과 구리매염 조건에서는 동일한 톤들이 나타났으며, 철매염에서는 무매염과 구리매염에 나타나지 않은 g와 dkg톤이 발현되었다. 또한 p 톤은 노랑 기미보다 붉은 기미가, ltg톤은 노랑 기미가 더 많은 편이었으며, g톤과 dkg톤은 명도가 낮으면서 다른 톤보다 채도가 다소 높은 특성을 보였다.

넷째, 감 분말염료로 염색한 면직물의 역학적 성질을 측정된 결과, p톤과 ltg톤은 역학적 성질의 변화가 미약하였으나, sf톤과 d, g, dkg톤은 뚜렷한 변화가 있는 편이었다. 특히 염색 농도가 높은 d톤과 dkg톤의 염색직물들은 전통 감 염색 직물과 유사한 정도로 인장에너지가 감소하고 굽힘, 전단, 두께 및 무게는 증가하는 경향을 나타내어서 감 분말 염색 후에 신장이 어려워지고 더 뻣뻣하고 두껍고 무거워짐을 알 수 있었다. 따라서 감 분말염료로 염색하여 d톤과 dkg톤의 색채를 발현한 면직물은 이러한 역학적 성질의 변화를 고려하여 패션제품의 실루엣 디자인에 적용되어야 할 것이다. 반면에 낮은 농도로 염색하여 p톤과 ltg톤의 색채를 발현한 면직물은 전통 감 염색직물보다 역학적 성질의 변화가 미약하므로, 본래의 태에서 크게 변화하지 않음을 알 수 있었다. 한편 표면특성의 표면 거칠기는 저농도 염색조건에서는 표면이 오히려 평활해지는 변화를 보이다가 고농도에서 표면 요철이 증가하는 특성을 나타내어서, p톤과 ltg와 같은 저농도 염색직물은 매끈한 태를, d톤과 dkg톤 등의 고농도 직물은 요철감 있는 태를 지닐 것으로 예측되었다.

다섯째, 감 분말 염색 후 발현되는 색채특성 톤 별로 염색건뢰도를 분석한 결과, 드라이크리닝, 세탁 및 땀 건뢰도의 오염도 부분은 톤에 따른 뚜렷한 차이가 없이 모두 4, 4-5 등급을 받아서 천연염색 직물소재로서 우수한 편이었다. 그러나 직물 표면에 피복된 감 입자가 외부의 물리적 힘에 의해 탈락되어 마찰 건뢰도가 대체로 저조하고, 일광에 의해 점차 색이 짙어지는 특성으로 인하여 변색 등급이 낮아지는 단점이 제기되어서, 감 분말염색 직물의 마찰건뢰도 개선과 함께 일광건뢰도에 대한 판정 방안이 재고되어야 할 것이다.

본 연구의 의의는 감을 이용한 천연염색의 현대화를 위하여 감 분말염료로 정량화된 염색성을 규명하고, 패션산

업에서의 활용성을 향상시키고자 발현 색채 특성 별로 역학적 성질과 건뢰도를 고찰하여, 감 염색 패션제품의 다양화를 모색하였다는 데에 있다. 단, 일광 발색을 이용하여 발색조건까지 과학적으로 통제하지 못하였으며, 면직물에 한정된 결과임에 연구의 제한점이 있다. 앞으로 감 분말염료의 초미세화와 균일화, 인공발색기술의 발전과 병행하여 더 다양한 직물 소재를 대상으로 하며 후속연구가 이루어져야 할 것이다.

**주제어:** 감 추출분말, 염색성, 색채특성, 역학적 성질, 염색건뢰도

## REFERENCE

- Bae, J. S. (2013) Mechanical properties of silk fabrics dyed with persimmon juice. *Fashion & Textile Research Journal*, 15(1), 156-162.
- Byun, S. J. (2006). Color characteristics and properties of the fabrics dyed with persimmon juice. *Art Journal*, 7, 1-22.
- Choi, G., Kang, I., Yang, H., Lee, M., Lee, E., Ko, J., Hong, J. & Kwon, S. (2010). A study on pattern grading of eco resort wear for Jeju medical tourism. *The Journal of Korean Society for Emotion & Sensibility*, 13(4), 733-740.
- Choi, J. H. (2010). Development and industrialization of natural dye convergence material. Symposium for activation of natural dyeing industry Gyeongsangbukdo, Korea, 33-48
- Ha, S. Y. & Jang, J. D. (2013). Effect of color developing by xenon irradiation on cotton fabrics dyed with persimmon extract powder dye. *Textile coloration and Finishing*, 25(1), 56-64.
- Han, M. R. & Lee, J. S. (2010). Natural dyeing and dyed fabrics properties with persimmon juice. *Journal of the Korean Society of Clothing and Industry*, 12(2), 224-232.
- Han, Y. S., Lee, H. J. & Kim, J. H. (2005). The effects of chitosan pretreatment on the dye abilities and antibacterial activities of persimmon Juice-Dyed Cotton Fabrics. *Journal of the Korean Home*

- Economics Association*, 43(2), 115-126.
- Han, Y., Lee, H. & Yoo, H. (2004). The characteristics of Persimmon juice dyeing using padding and UV irradiation method (part I) -color and properties of Persimmon juice dyed cotton fabrics-. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 28(6), 795-806.
- Huh, M. W., Bae, J. S. & An, S. Y. (2008). Dyeability and functionality of silk fabrics treated with persimmon juice. *Journal of the Korean Society of Clothing and Industry*, 10(6), 1036-1044.
- Huh, M. W. (2011). Dye ability and functionality of cotton fabrics treated with persimmon juice. *Textile coloration and finishing*, 23(4), 241-249.
- Huh, M. W. (2012). Mechanical properties and surface morphology of cotton fabrics dyed with persimmon juice. *Textile coloration and finishing*, 24(4), 296-304.
- Jang, A. R. (2008). Development of golf-were design depicted on natural image used by natural dyeing. *Korean Journal of Human Ecology*, 17(3), 501-509.
- Hyun, Y. I. (2011). *Property change by treating with cellulase enzyme in persimmon dyed cotton fabrics*. Unpublished master thesis, Pusan National University, Korea.
- Jang, H. G., Kim, S. H., Park, Y. J., Kim, T. C., Park, Y. S., Cho, J. Y., Choi, J. R. & Heo, B. G. (2007). Effects of natural sunlight and ultraviolet irradiation of the color forming of silk, rayon and cotton fabrics dyed with the persimmon juice. *Journal of Life Science and Natural resources Research*, 29, 41-54.
- Kim, B. H. & Song, W. S. (2001). The dyeability and antimicrobial properties of dryopteris crassirhizoma. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 25(1), 3-12.
- Kim, H. J. (2011). *Persimmon dyeing of polyester suede fabric*. Unpublished master thesis, Pusan National University, Korea.
- Kim, J. P. & Lee, J. J. (2003). *Natural dyes of Korea-traditional dyes and natural dyeing techniques*-. Seoul: Seoul National University Press.
- Kim, O. S. (2012). *Effect of various color developing method on fabrics dyed with persimmon extract*. Unpublished Ph.D thesis, Pusan National University, Korea.
- Kim, Y. H. (1999). A study on the characteristics and colour of the dyed from immature persimmon. Unpublished master thesis, Konkuk University, Korea.
- Ko, E. S. & Lee, H. S. (2003). Effect of dyeing by immature persimmon juice on the hand of fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 27(8), 883-891.
- Ko, K. (2010). A color effects research for strengthening a competition of the traditional dyed clothe 'Gal-Oht'. *Journal of Korea Society of Color Studies*, 24(3), 5-16.
- Korean Society of Food Science and Technology. (2004). *Encyclopedia of food science and technology*. Seoul: Kwangil Publishing Co.
- Lee, E. J., Kim, S. & Cho, H. S. (2007). Development of traditional cultural products using persimmon dyeing. *The Research Journal of the Costume Culture*, 15(6), 1053-1062.
- Lee, H. Y. (1998). *A study on the function of Gal-ott*. Unpublished doctoral dissertation, Kyunghee University, Korea.
- Lee, S. H. (2010). Analysis of anti-allergic activities by extracts from persimmon sap-stained rayon and cotton fabrics. *Journal of Life Science*, 20(5), 794-798.
- Matsumoto, K., Yokoyama, S. I. & Gato, N. (2010). Bile acid-binding activity of young persimmon (*Diospyros kaki*) fruit and its hypolipidemic effect in mice. *Phytotherapy Research*, 24(2), 205-210.
- Mayra A. P. C. & Horacio G. R. (2011). Study by infrared spectroscopy and thermogravimetric analysis of tannins and tannic acid. *Revista Latinoamericana de Quimica*, 39(3), 107-112.
- Nam, K. Y. & Lee, J. S. (2012). Characteristics and dyeability of juniperus chinensis extracts. *Korean Journal of Human Ecology*, 21(5), 989-1004.
- Nam, S. W. & Kim, K. T. (2010). Preparation and screen printing of natural dye powders. *Textile Coloration*

- and Finishing*, 22(4), 314-324.
- Park, D. J. Park, S. J. & Koh, J. S. (1999). Dyeing of fabrics with immature persimmon juice-effect of dyeing assistants and ultraviolet rays treatment-. *Korean Journal of Rural Living Science*, 10(1), 1-6.
- Park, S. J. (1995). An experimental study on physical and chemical properties of the fabrics dyed with Persimmon juice. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 19(6), 955-967.
- Park, S. J. & Park, D. J. (1994). A study on the constructing and designing method of the Gal Ot. *The Korean Society of Community Living Science*, 5(2), 207-215.
- Shin, Y., Song, K. & Yoo, D. I. (2009). Dyeing properties and storage stability of leaf powder prepared from dyer's knotweed ( I ) -by freeze drying method-. *Textile Coloration and Finishing*, 21(1), 10-20.
- Socrates, G. (2001). *Infrared and raman characteristic group frequencies*. England: John Wiley & Sons. Ltd.
- Stuart, B. H. (2005). *Experimental methods in infrared spectroscopy- fundamentals and applications-*. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Wee, Y. Y. (2010). *Study on natural detergents for polluted cotton fabrics dyed with persimmon extract*. Unpublished master thesis, Pusan National University, Korea.
- Yoo, H. & Lee, H. (2006). The effect of Persimmon juice treatment on hand values of the silk organza. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(5), 772-778.
- Yoon, S. H. (2008. May 25). Fashion, wears nature. The weekly Hankook. Retrieved August 5 2013, from [http://weekly.hankooki.com/lpage/08\\_focus/200805/wk20080526135953100090.htm](http://weekly.hankooki.com/lpage/08_focus/200805/wk20080526135953100090.htm)
- Yoon, S. H. (2010). Activation plan of natural dye industry and industrialization case. Development plan of natural pigments industry using crop. Gyeongsangnamdo, Korea, 141-160
- You, M. N. & Roh, E. K. (2006). A preliminary study on natural dyeing by the Delphi method (PartIII) -developing valuation of natural dyes-. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(5), 733-741.

접 수 일: 2013. 08. 30

수정완료일: 2013. 09. 23

게재확정일: 2013. 09. 23