대두직물의 황토염색

이 솔 · 이신희[†]

경북대학교 의류학과

Loess Dyeing of Soybean Fabrics

Sol Lee and Shin-Hee Lee[†]

Dept. of Clothing and Textiles, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Abstract : The purpose of this study is to investigate the loess dyeability of soybean fabric using loess as colorants. Recent days, various textile products such as inner wears, sheets and interior goods are manufactured using materials dyed with loess emphasizing its improved metabolism, anti-bacterial, deodorizing properties, and far infrared ray emissions. Soybean fabric was dyed with loess solution according to concentration of loess, dyeing temperature and dyeing time. To improve washing fastness, soybean fabric and dyed soybean fabric with loess were mordanted by mordanting agents such as sodium chloride(NaCl), Acetic acid(CH₃COOH) and Aluminium Potassium Sulfate(AlK(SO₄)₂·12H₂O). Dyeability and color characteristics of dyed soybean fabric were obtained by CCM observation. Particle size distribution of loess, the dyeability(K/S) of soybean fabric, morphology and washing durability of loess dyed soybean fabric were investigated. The results obtained were as follows; Mean average diameter of loess was 1.08μm. The main components of loess used in this study were silicon dioxide(SiO₂), aluminium oxide(Al₂O₃), and iron oxide(Fe₂O₃). The content of these three component was above 75 weight %. The dyeability of soybean fabric was increased gradually with increasing concentration of loess. The optimum dyeing temperature and dyeing time were 90°C and 60minutes expectively. The fastness to washing according to concentration of loess and mordanting method indicated good grade result as more than 4 degree in all conditions.

Key words : soybean fabric(대두직물), loess(황토), far infrared ray(원적외선), washing fastness(세탁견뢰도), mordanting(매염)

1. 서 론

1856년 Perkin에 의한 합성염료의 발명으로 시작된 합성염료에 의한 염색은 염색공정이 친환경적이지 못함은 물론 염료 자체의 인체 유해성 등이 제기되어 왔지만 사용의 간편함, 다양한 색상 및 관리의 용이성 등으로 인해 이미 오래전부터 오랜 시간동안 사용하여 왔던 천연염료를 대신하여 왔다(Kang & Park, 2005). 그러나 최근의 세계적인 트렌드인 웰빙의 확산, 의류제품의 고급화와 기능성 추구에 힘입어 천연염색에 관한 관심이 재조명되고 있다. 천연염료에 의한 염색은 친환경적이며, 은은하고 고급스러운 색상의 발현은 물론 약재로서의 여러 효능도 기대되어 고부가가치 영역으로 인정받고 있다(Jung et al., 2004).

일반적인 황토는 담황색 또는 황회색 실트질 퇴적물로 기공이 많고 쉽게 부서지는 성질이 있으며 약한 점착력과 석회질이 포함되어 있으나 우리나라의 황토는 퇴적물이 아닌 기반암의 풍화에 의해 생성된 황색-적갈색 토양이어서 황토(Hwangto)라

는 새로운 단어를 사용하기도 한다(Kim et al., 2001). 황토(loess)는 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ 등을 함유하는 광물성 물질로 황갈색의 색조를 띄며 항균성이 있는 것으로 알려져 있다(Donahue & Miller, 1990; Ji & Kim, 1999). 황토는 가열하지 않은 상태에서는 일반 흙과 비슷하나 일단 가열(60°C 이상)하면 산화철 등 세라믹 물질로 이루어져 있어 인체를 포함한 다른 물질을 활성화시킬 수 있는 원적외선(5~15μm)을 방사하여 인체의 혈류량을 증가시켜 신진대사 촉진하여 피로를 풀어주는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 또한 다양한 약성 원소를 함유하고 있어 항균력은 물론 제독력이 있어 지혈제, 혈액응고제 등으로도 사용되어 왔을 뿐 아니라 건강, 건축, 화장품, 용관, 용기, 지장수 등에도 사용되고 있다(Hayden & Comstock, 1975; Rhy, 2009).

또한 다양한 종류의 광물입자로 구성되어 있는 유색성 물질의 황토는 천연 무기안료로 다른 천연염료와 함께 널리 사용되어 왔다. 그러나 황토는 물에는 물론 기름 및 유기용매 등에도 녹지 않고 각종 섬유와 친화력이 거의 없어 섬유와 황토간의 화학적 결합에 의한 염료의 고착보다는 물리적 흡착에 의한 고착이 대부분으로 염색된 직물의 경우 내세탁성이 좋지 못하다. 따라서 많은 연구자들은 섬유 고분자와의 친화력 및 내세탁성

[†]Corresponding author; Shin-Hee Lee
Tel. +82-53-950-6221, Fax. +82-53-950-6219
E-mail: shinhee@knu.ac.kr

을 향상시키기 위하여 직물을 개질하거나 콩즙과 같은 고착제 및 후처리제를 사용하거나 황토입자를 매우 작게 하여 사용하고 있다. 주로 직물염색에 사용되는 황토는 입자크기가 $0.5\mu\text{m}$ 이하인 점토로서 선형성과 평편성이 있어 수소결합이나 반데르 발스 힘에 의해서 직물표면에 부착된다(Kang & Park, 2003; Kwon et al., 2005; Park et al., 2003a; Park et al., 2003b).

한편, 최근 건강과 환경에 대한 관심이 높아지면서, 섬유패션 영역에 있어서도 천연소재를 활용한 친환경적 제품군에 대한 소비자의 요구는 증대되고 있는데 대나무섬유, 옥수수섬유, 대두섬유 등이 그 예이다. 이들 섬유 중 본 연구에서 피염제로 사용한 대두단백섬유(soybean protein fiber)는, 대두로부터 대두유(soybean oil)를 제거한 후 그 잔여물로부터 대두단백인 글로불린(globulin)을 추출, 이를 습식방사하여 제조한다(Jeong & Joen, 2003). 대두섬유에는 항노화 효과가 있는 사포닌과 토코페롤이 다량 함유되어 있어 우리 인체와 매우 친화적인 새로운 소재로 촉감과 광택, 보온성, 통기성, 흡습성 및 속건성이 우수하다. 섬유물성 및 특성이 합성섬유와 비슷하여 다른 섬유와 혼방이 용이해 상업적인 활용도가 우수한 섬유이다(Choi, 2005; Oh et al., 2009). 또한 대두섬유 생지의 경우 자연스러운 황색을 띄고 있는 것이 특징이다(Jeong et al., 2005).

대두섬유 제조 및 특성연구에 대한 선행연구로는 대두섬유의 제조 및 특성을 분석한 연구(Jeong & Joen, 2003)와 대두섬유의 표백성과 염색성을 중심으로 특성을 분석한 연구(Jeong et al., 2005) 등이 있다. 이 외에 천연염료와의 염색성과 가공성을 고찰한 선행연구로는 오배자를 중심으로 대두섬유의 천연염색 특성을 분석한 연구(Noh & Lee, 2015), 자초색소로 염색한 직물의 항균성에 관한 연구(Choi et al., 2007)와 대두/면 혼방섬유의 항균소취 가공과 글리옥살을 이용한 키토산 가공(Bae et al., 2008), 대두/면 혼방직물의 염색에 따른 태의 비교(Song et al., 2007) 등이 있으나 황토에 대한 염색성 검토는 보고된 바 없다.

인체 및 환경 친화적 섬유소재에 그 기능성 발현의 시너지 효과를 위해 천연염색을 접목하는 사례가 많은데 본 연구도 최근 친환경 및 친인체적인 소재로 잘 알려진 대두단백섬유에 천연 안료물질인 황토를 고착시켜 대두섬유의 기능성을 증가시키는 데 그 목적이 있다. 따라서 본 연구에서는 대두직물에 대하여 염재인 황토의 농도, 염색시간, 염색온도별로 염색조건을 달리하여 황토 염색함으로써 최적 염색조건 등을 알아보았으며, 그 결과를 바탕으로 대두직물에 대한 염색성 및 매염방법과 매

Table 1. Characteristics of soybean protein fabric

Material	Soybean fabric(100%)
Yarn count	36.7s×35.4s
Weave	plain
Density(threads/5cm)	170×270
Weight (g/m ²)	140±5

Source : Noh & Lee(2015), p. 463.

염제 종류에 따른 염색특성도 조사하였다. 또한 황토의 입도분석과 염색물의 표면 상태를 확인하기 위해 주사전자현미경분석을 하였으며 세탁견뢰도 분석도 함께 조사하였다.

2. 연구방법

2.1. 시료 및 시약

본 실험에 사용한 시료는 (주)신풍섬유에서 제작한 100% 대두직물(중국 화강그룹의 원사)로 섬유의 특성은 Table 1과 같다. 염재는 시중 약재상에서 구입한 건조 황토분말을 사용하였으며, 매염제 Sodium chloride(NaCl, Duksan Pure Chemical Co., Ltd), Acetic acid(CH_3COOH , Duksan Pure Chemical Co., Ltd), Aluminium Potassium Sulfate($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, Duksan Pure Chemical Co., Ltd) 등은 1급 시약으로 정제 없이 사용하였다.

2.2. 염색 및 매염

염색조건에 따른 염색성을 알아보기 위해 욕비 1:50에서 100% 대두직물 2g에 대하여 욕비 1:50에서 황토분말 농도 2%~10% owb(on the weight of bath), 염색시간 30분~120분, 염색온도 45°C ~ 105°C 로 변화시켜가며 IR-염색기(고려과학, KS-W24)로 염색하였다. 균염을 위해 피염물을 염액이 들어 있는 염색 실린더에 넣고 30분간 침지한 후 IR 염색기에 장착하여 시작온도 30°C 에서 승온속도 $2^\circ\text{C}/\text{min}$ 로 승온 시키면서 염색농도별, 염색온도별, 염색시간별로 염색하였다. 염색 시 황토의 분산을 위해 각 염색조건에 대하여 분산제(Sunsolt RM-340, Nicca Korea)를 황토의 10% 첨가, 1시간 교반하여 분산시킨 후 염색하였다.

Fig. 1은 염색 및 매염공정을 나타낸 것이다. 염색농도별 실험의 경우 염색농도 2, 4, 6, 8, 10% owb에 대하여 욕비 1:50, 염색온도 90°C , 염색시간 60분의 조건에서 염색하여, 대

Fig. 1. Dyeing and mordanting process.

두직물에 대한 황토의 적정 염색농도를 고찰하였다. 염색온도 별 염색특성은 염색농도 8% owb에 대하여 염색온도를 달리하여 60분간 염색하였으며, 염색시간별 염색특성은 욕비 50:1, 염료농도 8% o.w.b, 염색온도 90°C에서 염색시간을 달리하여 염색하였다. 매염특성을 고찰하기 위해 NaCl(소금), CH₃COOH(초산), AlK(SO₄)₂·12H₂O(알루미늄)를 매염제로 사용하여 매염제 농도 5% owb, 매염온도 60°C, 매염시간 30분 동안 전·후 매염하였다. 염색 후 모든 피염물은 냉각속도 -2°C/min로 50°C까지 냉각시킨 후 염색 실린더로부터 피염물을 끄집어내어 찬물로 수세하였으며 자연건조 후 측색기를 이용하여 염색특성을 평가하였다.

2.3. 측정 및 분석

황토의 입자크기 분석은 입자크기 분석기(Particle Size Analyzer, Gali CIS-1, Israel)로 분석하였다. 또한 X선 형광분석기(X-ray Fluorescence Spectrometer, RIX 2000, Rigaku, Japan)를 이용하여 황토성분을 분석하였다. 황토 염색된 대두직물의 황토부착 상태를 관찰하기 위해 전계방사형 주사전자현미경(SEM, Hitachi-Su8220, Japan)을 사용하여 15kV의 전압에서 1000배와 2000배 확대하여 고찰하였다. 황토 염색된 피염물의 염색 특성은 염색된 시료를 CCM(X-rite Color-eye 7000A, Korea)을 이용하여 산출된 K/S값을 구하였으며 표준광원인 D₆₅광원의 L*(Whiteness), a*(Redness), b*(Yellowness), C(Chroma), H(Color angle)의 값을 통해 색상 특성(Colorimetric properties)을 고찰하였다.

세탁 견뢰도 측정은 KS K ISO 105-C06, AIS : 2007에 의거하여 Launder-O-Meter(HAN WON Co. Model HT-700)를 사용하였으며, 세탁후의 시료를 Gray scale을 이용하여 등급으로 평가하였다. 일광견뢰도는 KS K ISO 105-B02 : 2010에 의거하여 Carbon-Arc Type Fade-O-Meter(AATCC Electric Device)를 사용하여 표준퇴색시간 동안 광조사한 후 일광견뢰도를 측정하였으며 일광 후의 시료를 Blue scale을 이용하여 등급으로 평가하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 황토의 입자 크기분석

Fig. 2는 입자 크기 분석기(particle size analyzer)로 분석한 염색에 사용된 황토의 평균직경 분포도이다. 일반적으로 염색에 이용되는 황토의 평균직경은 0.2~2.0μm로 알려져 있는데 본 연구에 사용한 황토의 평균직경은 1.08μm이었으며 입자직경 2.0μm 이내의 황토함량이 77%로 염색에 적합할 것으로 판단된다(Bae et al., 2008). 한편 X선 형광분석기로 황토의 조성성분을 분석한 결과 산화규소(SiO₂) 54%, 알루미늄(Al₂O₃) 15%, 산화철(Fe₂O₃) 6% 그리고 TiO₂, MgO, CaO, K₂O, Na₂O 등 그 외의 물질이 25%였다. 분석결과에서 알 수 있듯이 원적외선을 방사하는 세라믹의 대표물질인 산화규소, 알루

Fig. 2. Particle size distribution of loess.

Table 2. Composition of Loess used in this study (wt %)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
54.1	15.0	6.2	1.2	0.9	0.6	1.1	0.5

미나, 산화철의 함량이 75.3%를 차지하고 있어 황토를 이용하여 염색 가공한 대두직물의 높은 원적외선 방사율이 기대된다.

3.2. 염색농도에 따른 염색특성

Fig. 3은 염색농도에 따른 염색된 시료의 염색사진을 나타낸 것이다. 염색농도가 증가할수록 염색된 시료의 염색농도가 현저히 증가함은 물론, 미염색 시료의 경우 연한 푸른빛을 가미한 밝은 노란색을 나타내지만 황토로 염색이 될 경우 푸른빛 색상 톤은 사라지고 붉은 색상이 가미된 노란색을 나타내었으며 염색농도 증가와 함께 그 경향은 증가함을 알 수 있다. 염색농도 증가에 따라 K/S값이 증가하는 것은 황토 내 포함되어 있는 CaCO₃의 접착력에 의한 단순흡착에 의해 흡착량의 증가에 기인함은 물론 대두직물의 경우 단백질을 구성하고 있는 펩티드결합(-CONH-)을 하고 있어 음이온성을 나타내는 황토염료와는 상호인력이 작용하여 염색성이 향상된 것으로 판단된다(Bae et al., 2008).

Fig. 3에서와 같이 염색된 시료의 색상특성을 고찰하기 위하여 CCM분석을 하였다(Table 3). 색상분석에 사용된 CCM의 표준광원은 CIE표준광원 중 태양광에 가장 가까운 D-65광원을 사용하였다. 비교직물인 미염색 대두직물의 경우 Fig. 3에서 예측하였듯이 a*값 -1.10과 b*값 16.39에 기인한 색상각 h가 93.85로 아주 옅은 기미의 녹색이 가미된 밝은 노란색임을 알 수 있으며 L*값이 78.67로 높은 명도 값을 나타내었다. 황토로 염색 및 염색농도가 증가할수록 a*값은 -1.10에서 8.44, 그리고 b*값은 16.39에서 26.96으로 증가하여 붉은색 톤이 증가하고 노란색상의 함량이 증가함을 알 수 있다. 이 결과에 기인하여 색상각은 미염색의 93.85에서 72.62로 감소하였으며 황토 염착율 증가에 기인하여 채도(C)가 크게 증가하였다. 한편 밝기를 나타내는 L*의 경우 염색과 함께 감소하는 것을 알 수 있는데

Fiber	Concentration(o.w.f)	
Soybean protein fabric	Non
	2
	4
	6
	8
	10

Fig. 3. Photographs of dyed fabric with loess according to concentration.

Table 3. Color change of the dyed fabrics with concentration of loess

Color factors	Concentration of loess(owb%)					
	Control	2	4	6	8	10
L*	78.67	77.70	76.84	74.63	72.89	71.79
a*	-1.10	2.35	3.33	5.41	7.31	8.44
b*	16.39	21.54	22.40	24.58	26.19	26.96
C	16.43	21.67	22.65	25.17	27.19	28.25
h	93.85	83.77	81.54	77.59	74.40	72.62

(Dyeing temperature : 90°C, Dyeing time : 60min)

이것은 황토 염착량 증가에 기인하여 밝기가 어두워진 것에 기인한 것으로 판단된다.

Fig. 4는 황토의 염착현상을 고찰하기 위하여 미 염색시료 및 염색농도별로 염색된 시료에 대하여 전자현미경(SEM) 사진으로 배율 1000배와 2000배로 측정한 것이다. Fig. 4에서 (a), (b), (c), (d), (e), (f)는 각각 미염색 대두직물, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 그리고 10% owb로 황토 염색한 대두직물을 나타낸 것이다. Fig. 3에서 예측하였듯이 전반적으로 황토의 농도가 증가할수록 직물표면에 부착되어 있는 황토의 양이 증가함을 알 수 있다. 대두직물의 황토염색에서는 황토가 미세한 입자로 구성된 안료인 것에 기인하여 직물을 구성하고 있는 섬유 내부로 침투하지 않고 섬유표면에 부착되어 있음을 알 수 있다. 이것은 일반염색과는 달리 황토의 염색이 기계적인 흡착에 기인한 것으로 섬유내부로 침투하지 못하고 표면부착된 것으로 판단된

Fig. 4. SEM photographs of dyed fabric with loess according to concentration(left : $\times 1000$, right : $\times 2000$).

다(Bae et al., 2008; Park et al., 2003a, b).

Fig. 5는 황토농도에 따른 파장별 염착율(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. 황토로 염색된 색상이 황색인 관계로 황색의 보색 색상인 청색의 흡수파장인 약 450nm부근에서 최대흡수파장이 나타날 것으로 기대되지만 황토가 무기 안료인 것에 기인하여 본 실험범위 내에서 최대흡수파장은 자외선에 가까운 400nm이었다. 최대흡수 파장에서 황토 농도에 따른 염착율(K/S)은 황토농도 증가와 함께 선형적으로 증가하였다. 염색을 하지 않은 대두직물의 경우 섬유자체가 가지는 열은 노란색을 나타내는 것에 기인하여 K/S는 약 1을 나타내었으며 황토 농도

Fig. 5. Effect of dyeing concentration on the K/S value of soybean protein fabric dyed with loess(liquid ratio 1:50, dyeing temperature 80°C, dyeing time 120min).

10% owb로 염색을 한 경우 K/S는 약 2.5로 황색 색소가 2.5 배 증가하였음을 알 수 있다.

3.3. 염색시간 및 염색온도에 따른 염색특성

Fig. 6은 대두직물에 있어 염색시간에 따른 파장별 염착율(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. Fig. 6에서 알 수 있듯이 염착율은 염색시간 증가와 함께 초기 염색시간 30분 동안에 급격한 염색이 일어남을 알 수 있으며 30분 이후부터는 증가속도가 둔화하다가 염색시간 60분부터 120분에서는 염착율이 거의 일정하게 유지되어 염착율이 포화상태에 도달하였음을 알 수 있다. Fig. 6의 결과로부터 황토염색을 위한 적정 염색시간은 약 60분으로 예상되어 이후 각종 염색특성 연구에서는 염색시간 60분에서 그 특성을 고찰하였다.

Fig. 7은 대두직물에 있어 염색온도에 따른 파장별 염착율(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. 전반적인 염착율 거동은 본 실험 범위내에서 온도가 증가함에 따라 증가하였다. Fig. 7에서 알 수 있듯이 염색온도 75°C까지는 온도 증가와 함께 염착율이 서서히 증가하지만 75°C부터 90°C 사이에는 온도 증가와 함께 염착율이 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 염색온도 90°C부터 105°C 사이의 염색온도 증가에 따른 염착율은 증가하였지만 염색온도 75°C부터 90°C 사이에서 염착율 증가보다는 완

Table 5. Color change of the dyed fabrics with dyeing temperature

Color factors	Dyeing temperature(°C)					
	Control	45	60	75	90	105
L*	78.67	77.34	76.74	75.39	72.89	73.66
a*	-1.10	2.08	2.96	4.77	7.31	6.82
b*	16.39	19.75	21.51	23.86	26.19	30.02
C	16.43	19.86	21.71	24.33	27.19	30.79
h	93.85	83.99	82.17	78.70	74.40	77.20

Concentration of loess : 8%, Dyeing time : 60min

화되었음을 알 수 있다. 일반적으로 물을 매개로 하는 경우 염색온도 105°C는 열린계 즉 대기압에서는 염색이 불가능하므로 본 연구에서는 100°C 이상의 온도에서도 염색이 가능한 닫힌계 즉 온도가 100°C 이상에서는 온도 상승과 함께 염색용기의 압력도 포화수증기압으로 증가하는 시스템에서 염색을 행하였다.

일반적으로 황토염색을 포함한 천연염색의 경우 염색 후 직물의 촉감, 염색 시 사용되는 에너지 등을 고려하여 상압(대기압 하)에서 염색을 한다. 염색온도 90°C부터 105°C 사이에는 온도 증가와 함께 염색온도 75°C부터 90°C 사이에서 염착율 증가보다는 증가가 완화되었음은 물론 105°C의 경우 대기압하에서는 염색이 불가능한 점을 고려하면 본 연구에서의 염착율 개선을 위한 적정 염색온도는 90 내지 100°C가 될 것으로 판단된다. 본 연구에서는 적정 염색온도가 90 내지 100°C로 판단되지만 염색온도 상승에 따른 직물의 촉감 및 물성 등을 고려하여 이후 각종 염색특성 연구에서는 염색온도 90°C에서 그 특성을 고찰하였다.

Table 4는 Fig. 6의 염색시간별로 염색된 피염물의 표면색의 변화를 나타낸 것이다. 염색하지 않은 control의 미염색 대두직물의 경우 L*값은 78.67로 밝은 명도를 나타내었으며, a*와 b*값은 각각 -1.10, 16.39로 약간 녹색을 가미한 노란 색상이 예상된다. a*와 b*값으로부터 결정되는 색상각(h)이 93.85인 것으로부터 미염색 대두직물의 색상은 Fig. 3에서와 같이 녹색을 가미한 노랑색임을 알 수 있다. 염색시간이 증가할수록 L*값은 감소하였으며 a*값은 (-)값으로부터 (+)값을 가짐은 물론 그 값이 크게 증가하였으며 또한 b*값도 크게 증가하였다. 적정 염색시간으로 검토된 염색시간 60분에서 L*, a*, 그리고 b*값이 각각 72.89, 7.31 그리고 26.19를 나타내었는데 이것은 염색에

Table 4. Color change of the dyed fabrics with dyeing time

Color factors	Dyeing time(min)							
	Control	30	45	60	75	90	105	120
L*	78.67	74.23	74.56	72.89	72.70	73.58	71.92	72.63
a*	-1.10	6.23	6.49	7.31	8.51	7.18	9.30	7.89
b*	16.39	25.28	25.01	26.19	25.65	26.16	26.97	26.39
C	16.43	26.04	25.84	27.19	27.02	27.13	28.53	27.55
h	93.85	76.15	75.45	74.40	71.63	74.66	70.98	73.36

Concentration of loess : 8%, Dyeing temperature : 90°C

Fig. 6. Effect of dyeing time on the K/S value of soybean fabric dyed with loess(liquid ratio 1:50, dyeing concentration 8%, dyeing temperature 90°C).

Fig. 7. Effect of dyeing temperature on the K/S value of soybean fabric dyed with loess(liquid ratio 1:50, dyeing concentration 8%, dyeing time 60min).

기인하여 명도를 나타내는 L^* 값은 감소한 것을 의미하며 특히 염색과 함께 a^* 값이 (+)방향으로 증가한 것은 녹색 톤에서 적색 톤으로 변화한 것을 의미하며 또한 b^* 값이 증가한 것으로부터 염색된 피염물의 색상은 적색을 가미한 노랑색 즉 황토 전형의 붉은 노랑색으로 염색되었음을 알 수 있는데 색상을 나타내는 색상각이 74.40으로 나타나 이것을 잘 설명해준다.

Table 5는 Fig. 7의 염색온도별로 염색된 직물의 표면색의 변화를 나타낸 것이다. Table 3의 염색시간 경과에 따라 염착율이 증가하여 나타낸 염색특성처럼 염색온도가 증가함에 따라 염착율이 증가하여 나타나는 염색특성과 유사한 결과를 나타낼 수 있다. Fig. 7에서 적정 염색온도로 특정한 염색온도 90°C에서 L^* , a^* , 그리고 b^* 값이 각각 72.89, 7.31 그리고 26.19를 나타내었는데 염색온도 증가 즉 염착율 상승과 함께 명도를 나타내는 L^* 값은 감소하였으며 특히 염색온도 증가와

Table 6. Color characteristics of dyed fabric with loess mordanting condition

Mordant	Color factors	Mordanting condition		
		None	Pre-mordanting	After-mordanting
NaCl	L^*	72.89	73.92	74.07
	a^*	7.31	6.34	5.99
	b^*	26.19	25.37	24.18
	C	27.19	26.15	24.91
	h	74.40	75.98	76.08
CH ₃ COOH	L^*	72.89	72.40	74.47
	a^*	7.31	8.12	5.95
	b^*	26.19	24.92	24.20
	C	27.19	26.21	24.92
	h	74.40	71.95	76.18
AlK(SO ₄) ₂ ·24H ₂ O	L^*	72.89	72.19	74.33
	a^*	7.31	9.30	6.51
	b^*	26.19	26.91	24.54
	C	27.19	28.48	25.39
	h	74.40	70.93	75.15

함께 a^* 값이 (+)방향으로 증가하고 b^* 값이 크게 증가한 것으로부터 염색된 피염물의 색상은 역시 적색이 가미된 노랑색 즉 황토 전형의 붉은 노랑색으로 염색되었음을 알 수 있다.

3.4. 매염제 종류 및 매염방법에 따른 염색특성

Fig. 8은 매염제 종류 및 매염방법(선매염 혹은 후매염)에 따른 과장별 염착율(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. 매염제 종류 및 매염방법을 달리한 염색실험에서 과장변화에 따른 K/S의 변화 거동이 무매염과 유사한 것으로부터 매염제와 황토와의 상호작용에 의한 색상변화는 거의 없는 것으로 판단된다. 매염제

Fig. 8. Effect of mordanting condition on the K/S value of soybean fabric dyed with loess(liquid ratio 1:50, dyeing concentration 8%, dyeing temperature 90°C, dyeing time 60min).

종류에 무관하게 전매염보다는 후매염이 낮은 염착율을 나타내는데 이것은 염색 후 후매염을 하는 경우 매염제와 대두단백섬유사이의 상호작용력 증대에 따른 황토입자의 탈락에 기인한 것으로 판단된다. 알루미늄 전매염을 제외한 매염제 및 매염방법에서 무매염보다 낮은 염착율을 나타내었다. 이 결과로부터 매염하는 경우 매염제와 대두단백섬유와의 상호작용이 오히려 황토의 염착을 방해하는 것으로 판단된다.

Fig. 9는 매염제 종류 및 매염 방법을 달리하여 황토염색한 대두직물의 염색시료 사진이다. Fig. 9에서 알 수 있듯이 무매염의 경우가 가장 적갈색을 많이 나타내며 진하게 염색되었음을 알 수 있다. 또한 매염제 종류와는 무관하게 후매염보다는 선매염 후 염색한 시료에서 더욱 진한 염색 특성을 나타내었으며 밝은 노랑에서 적색이 가미된 황토 특유의 색상에 가까운 염색색상을 나타냄을 알 수 있는데 이것은 후매염한 시료보다는 선매염한 시료가 그리고 알루미늄 선매염을 제외한 매염한 시료보다는 무매염 시료가 황토의 염착량이 많은 것에 기인한 것으로 판단된다. 한편 알루미늄 선매염한 염색시료와 무매염의 황토염색 시료의 염색현상은 유사한데 이것은 Fig. 8의 결과와 잘 일치함을 알 수 있다.

Table 6은 Fig. 9의 시험포를 CCM을 사용하여 측색한 염색 특성 결과이다. 매염을 하지 않고 황토 염색된 대두직물의 경우 L^* 값은 73.90이었다. 이 값은 매염제 종류와 무관하게 후매염한 후 염색한 시료보다 낮은 값을 나타내었는데 이것은 황토 염색한 후 후매염처리하는 경우 매염제와 대두직물의 상호작용력 증대에 기인하여 염착된 황토의 탈락현상에 기인한 낮은 염색성의 결과로 판단되며 이것은 Fig. 8과 9의 결과와 잘 일치

Fiber	Mordant	pre-mordanting	after-mordanting
Soybean protein fabric	None
	CH ₃ COOH
	AlK(SO ₄)·24H ₂ O
	NaCl

Fig. 9. Photographs of dyed fabric with loess according to mordanting condition.

Table 7. Color fastness according to soybean fabric with concentration of loess

Concentration of loess(%)	Color fastness	Washing					
		Fade	Stain				
			PET	Acryl	Wool	Acetate	Nylon
2		4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
4		4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
6		4	4	4	4-5	4-5	4-5
8		3-4	4	4	4-5	4-5	4-5
10		4	4	4	4-5	4-5	4-5

함을 알 수 있다. 선 매염한 후 황토염색한 경우 알루미늄 매염에서는 무매염보다 낮은 L^* 값을 나타내는데 이것은 알루미늄 선매염 후 황토염색을 할 경우 황토의 흡착성이 증가한 것에 기인한 것으로 판단되며 Fig. 8의 결과와 잘 일치한다. Fig. 8에서의 결과와는 상반되게 초산 선매염의 경우도 무매염보다 낮은 L^* 값을 나타내었는데 그 값이 0.49차이로 크지 않은 것으로부터 측정상의 허용 오차에 의한 결과로 생각된다. L^* 값이 클수록 a^* 값과 b^* 값이 모두 감소하고 있으며 b^* 값 감소보다는 a^* 값의 감소비율이 상대적으로 커 a^* 와 b^* 에 의해 이루어지는 색상각(h)은 증가함을 알 수 있다. 따라서 무매염한 염색시료의 경우가 낮은 색상각을 나타내어 적색 가미정도가 증가함을 알 수 있다. 전체적인 색상각이 75°전후로 황토염색된 시료의 경우 모두 적색을 가미한 노란색임을 알 수 있으며 황토의 색상임을 판단할 수 있다.

3.5. 염색견뢰도

염제인 황토가 안료입자인 관계로 염색현상은 피염제인 대두직물과는 화학적인 결합보다는 물리적인 흡착에 의한 고정으로 판단된다. 이러한 관계로 황토로 염색된 대두직물의 경우 세탁에 의한 황토입자 탈락이 예상되어 세탁에 대한 견뢰도의 중요성이 요구된다. Table 7은 염색용액 중 황토농도에 따른 염색물의 세탁견뢰도를 나타낸 것이다. Table 6에서 알 수 있듯이 염색용액 중 황토의 농도가 증가함에 따라 황토농도 4% owb까지는 4-5등급 그리고 6 내지 10% owb에서는 대부분 4등급으로 세탁견뢰도 등급이 약간 감소하였으나 모든 조건에서 실용수준 이상의 세탁견뢰도를 나타내었다. 황토농도 증가와 함께 세탁견뢰도가 감소한 것은 Fig. 5의 결과에서와 같이 황토농도 증가와 함께 염착율이 크게 상승되어 과잉으로 흡착된 황토의 탈락에 기인한 것으로 판단된다. 다른 섬유로의 이염정도는 아세테이트, 나일론, 그리고 면에서는 농도와는 무관하게 4-5등급으로 매우 우수한 견뢰도를 나타내었다. 그러나 폴리에스테르, 아크릴, 그리고 양모에서는 황토농도 증가에 따른 세탁견뢰도와 마찬가지로 황토농도 6% owb 이상에서는 4등급을 나타내어 4% owb보다는 견뢰도 등급이 감소하였지만 전체적으로 실용 가능한 오염에 대한 우수한 견뢰도를 나타내었다. 이렇게 농도 증가와 함께 이염에 의한 견뢰도가 감소한 것은 염

Table 8. Color fastness according to mordanting condition

Mordant	Color fastness	Washing						
		Fade	Stain					
			PET	Acryl	Wool	Acetate	Nylon	Cotton
None		4	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5
CH ₃ COOH	Pre	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	After	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5
NaCl	Pre	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	After	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5
Al	Pre	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	After	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5

Al : AlK(SO₄)·24H₂O

색용액 중 황토농도 증가와 함께 피염물의 염색성이 크게 증가하여 많이 흡착된 황토가 세탁과 더불어 탈락하여 세탁액 중 황토농도가 증가한 것에 기인한 것으로 판단된다.

Table 8은 매염유무, 매염제 종류 및 매염 방법을 달리한 염색물에 대한 세탁견뢰도를 나타낸 것이다. 무매염 보다는 매염한 쪽 특히 선매염한 경우에는 세탁 견뢰도가 4등급에서 4.5등급으로 증가하여 매염처리된 염색물의 경우 매우 높은 세탁견뢰도를 나타냄을 알 수 있다. 이것은 선매염에 의해 대두단백 섬유에 결합된 매염제가 세탁에 의한 황토의 탈락현상을 억제한 것에 기인한 것으로 판단된다. 또한 Fig. 8에서 후매염보다는 선매염한 피염물이 높은 염착율을 나타내어 세탁에 의한 염색견뢰도 감소가 예상되었지만 본 연구에서는 매염제 종류에 관계없이 후매염보다는 선매염한 염색물의 세탁견뢰도가 우수한 것으로부터 본 연구에서와 같이 대두직물의 황토염색의 경우 후매염 방법이 적합할 것으로 판단된다. 특히 알루미늄 후매염한 피염물의 경우 무매염보다도 염착율이 증가되었음은 물론 세탁에 대한 염색견뢰도도 개선되어 대두직물에 대한 황토염색에 있어 적합한 매염제이며 매염방법으로 판단된다. 무매염을 포함한 모든 매염조건에서 세탁에 대한 최소 세탁견뢰도가 4등급 이상을 나타내어 황토염색된 대두직물의 경우 세탁에 대한 염색견뢰도는 우수함을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 먼저 대두직물에 대한 황토 염색에서 황토농도, 염색시간, 염색온도, 그리고 매염제 종류 및 매염방법 등 염색조건을 달리하여 황토 염색하여 최적 염색조건을 알아보았으며, 염색된 직물의 염색 특성을 고찰하였다. 또한 입도분석기에 의한 황토의 입도분석, 주사전자현미경에 의한 염색된 황토의 표면부착상태를 확인하였으며 세탁에 대한 내구성 고찰을 위해 세탁견뢰도를 분석하였다. 이와 같은 염색특성 및 각종 고찰결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 염재인 황토의 평균직경은 1.08 μ m이었으며 입자직경 2.0 μ m 이내의 황토함량이 77%였다. 또한 황토 성분 중 원적외

선 방사효율이 높은 원적외선 방사 세라믹의 대표물질인 산화규소, 알루미늄, 산화철의 함량이 75%였다.

2) 대두직물에 대한 황토염 색에 있어 황토농도 증가와 함께 염착율은 증가하였으며 본 실험 범위 내에서의 적정 염색조건은 황토농도 10%(owb), 염색온도 90°C 그리고 염색시간 60분이었다.

3) 미염색 대두직물의 색상특성은 a*와 b*값이 각각 -1.10과 16.39인 것에 기인하여 색상각 h가 93.85°이었다. 이 색상각으로부터 미염색 대두직물의 경우 옅은 기미의 녹색이 가미된 밝은 노란색임을 알 수 있다. 황토로 염색 및 염색농도가 증가할수록 a*값은 -1.10에서 8.84, 그리고 b*값은 16.39에서 26.96으로 증가하여 붉은색 톤이 증가하고 노란색상의 함량이 증가함을 알 수 있었다.

4) 선·후 매염의 종류에 관계없이 알루미늄 선매염을 제외한 모든 매염에서 매염에 의한 염착율 개선효과는 없었으며 오히려 무매염과 비교하여 염착율은 감소하였다. 매염에 의한 염착율의 감소는 후매염에서 크게 나타났다.

5) 황토농도 10%를 포함한 전 농도범위 내에서 염색된 대두직물의 세탁견뢰도는 4등급 이상으로 모든 조건에서 실용수준 이상의 세탁견뢰도를 나타내었다. 다른 섬유로의 이염에 따른 오염에 대한 견뢰도도 모든 실험 조건에서 4등급 이상으로 우수한 견뢰도를 나타내었다.

References

- Bae, K. H., Kwon, J. S., & Lee, S. H. (2008). Bicomponent finishing of cotton fabrics(I) -Loess and chitosan-. *Fashion & Textile Research Journal*, 10(4), 552-559.
- Bae, Y. H., Kim, D. E., Lee, H. J., Kim, E. H., Joeng, Y. S., Hong, Y. K., & Lee, S. G. (2008). Antimicrobial and deodorization finishing of soyabean/cotton blended fiber and chitosan finishing with glyoxal. *Textile Science and Engineering*, 45(2), 104-110.
- Choi, H., Shin, Y. S., Choi, C. N., Kim, S. Y., & Chung, Y. S. (2007). Dyeing properties and antimicrobial activity of soybean fiber with gromwell colorants. *Fashion & Textile Research Journal*, 9(1), 119-123.

- Choi, J. H. (2005). Recent trends development for the human and environmentally friendly natural fibers. *Fashion & Textile Research Journal*, 7(6), 573-576.
- Donahue, R. L., & Miller, R. W. (1990). *An introduction to soils and plant growth* (6th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Hayden, J. W., & Comstock, E. G. (1975). Used of activated charcoal in acute poisoning. *Clinical Toxicology*, 8(5), 515-520. doi:10.3109/15563657508988096
- Ji, D. S., & Kim, H. S. (1999). A study on the dyeing of wool fabric using loess. *Research Institute for Industrial Technology Research Papers of Dankook University*, 1, 69-75.
- Joeng, J. E., Joen, D. W., Lee, J. I., & Park, Y. H. (2005). Analysis characteristics of soybean fiber. *Proceedings of the Korean Society of Clothing and Textiles, Fall Conference, Korea*, pp. 124.
- Joeng, J. E., & Joen, D. W. (2003). Analysis production and characteristics of soybean fiber. *Fiber Technology and Industry*, 7(3), 350-358.
- Jung, M. S., Kim, H. J., & Roo, D. H. (2004). A study on the cotton fabrics dyeing using loess. *Fashion & Textile Research Journal*, 6(2), 234-238.
- Kang, Y. E., & Park, S. O. (2005). Mixed dyeing of the Chinese ink and loess. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 17(2), 65-73.
- Kang, Y. E., & Park, S. O. (2003). A study on the dyeing according to kinds of loess. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 15(6), 39-46.
- Kim, S. W., Nam, S. W., & Kim, I. H. (2001). Loess dyeing on cotton fabrics using silane coupling agent. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 13(5), 336-345.
- Kwon, M. S., Jeon, D. W., & Kim, J. J. (2005). The effect of chitosan treatment of fabrics on the natural dyeing using loess. *Fashion & Textile Research Journal*, 7(3), 327-332.
- Noh, Y. J., & Lee, S. H. (2014). Natural dyeing of soybean protein fabrics -Gallnut-. *Fashion & Textile Research Journal*, 16(3), 462-468. doi:10.5805/SFTL.2014.16.3.462
- Oh, H. J., Lee, J. Y., Kim, M. G., & Lee, K. H. (2009). Development friendly-environment material and fiber using the protein resources. *Fiber Technology and Industry*, 13(1), 39-48.
- Park, E. J., Oh, S. Y., Shin, Y. S., & Yoo, D. I. (2003a). 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. (2003b). Hwangto dyeing on cotton fabric(III) -Treatment effect of fixing agents-. *Journal of the Korean Fiber Society*, 40(4), 386-392.
- Rhy, D. O. (2009). *Mistery of the Loess*. Seoul: Pyungminsa.
- Song, K. H., Kim, J. H., Hong, Y. K., & Gu, G. Y. (2007). Hand value assessment of soybean/cotton blended fabric after natural and synthetic dyeing. *Journal of Korean Living Science Association*, 16(5), 979-986. doi:10.5934/KJHE.2007.16.5.979

(Received 17 September 2015; 1st Revised 16 October 2015;
2nd Revised 9 November 2015; 3rd Revised 11 November 2015;
Accepted 20 November 2015)