한국의류산업학회지
제18권 제4호, 2016
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 18, No. 4, pp.531-539(2016)
http://dx.doi.org/10.5805/SFTI.2016.18.4.531

숯을 이용한 대두직물의 염색

이 솔 · 이신희†
경북대학교 의류학과

Dyeing of Soybean Fabrics using Charcoals

Sol Lee and Shin-Hee Lee†
Dept. of Clothing and Textiles, Kyungpook National University; Deagu Korea

Abstract : Charcoal dyed fabrics have been widely used in home textiles and functional clothing due to their anti-statics, antibacterial, deodorization, far infrared emitting and anion releasing. Soybean fiber were regenerated from soybean. Soybean fiber have biodegradable, microbiocidal, non-allergic, and anti-ageing properties. The purpose of this study is to investigate the dyeing characteristics of soybean fabric using charcoal as colorants. Soybean fabrics were dyed with charcoal solution according to concentration of charcoal, dyeing temperature, and dyeing time. To improve washing fastness and investigate mordanting condition, soybean fabric and dyed soybean fabric with charcoal were mordanted by mordanting agents such as CH_3COOH(acetic acid), NaCl(sodium chloride) and $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$(Aluminium Potassium Sulfate). Dyeability and color characteristics of charcoal dyed soybean fabric were obtained by computer color matching and SEM morphology analysis. Particle size of charcoal and color fastness were also investigated. The results obtained were as follows; Mean average diameter of charcoal was 1.39μm. The dyeability of soybean fabric using charcoal as colorants was increased gradually with increasing concentration of charcoal dyeing solution and saturated at about 8%(o.w.b.). The optimum dyeing temperature and dyeing time were 90~105°C and 60~90 minutes respectively. The overall wash fastness at dyeing concentration 2~4%(o.w.b.) and 6~10%(o.w.b.) were 4 degree and 3-4 degree respectively. The fastness to washing according to mordanting method indicated good grade result as more than 4 degree in all conditions. On the other hand, the staining of adjacent fabrics, i.e. PET, Acryl, Wool, Acetate, Nylon and Cotton was found to be of grade 4 or 4-5 in all conditions.

Key words : soybean fabric(대두직물), charcoal(숯), fastness(견뢰도), mordanting(매염)

1. 서 론

2000년대 이후부터 확산된 웰빙은 문화와 시간이 경과할수록 확산, 자연으로의 회귀와 환경보호를 추구하는 친환경주의 라이프스타일의 변화에 발맞추어 다양한 산업 분야에 영향을 미쳤다(Hong et al., 2010). 최근 섬유 산업에서도 웰빙의 영향으로 인해 합성섬유 위주의 섬유소재에서 환경 친화적인 소재, 인체에 무해한 소재, 다양한 기능을 가진 소재 등 복합다기능적인 소재로 발전함에 따라 자연 분해가 가능하고 재생 및 재활용이 가능한 천연섬유는 물론 각종 천연 재생섬유가 주목받고 있다(Bae, 2007).

천연 재생섬유의 하나인 대두섬유(soybean fiber)는 단백질계 재생섬유로 콩섬유로 불린다. 대두섬유의 제조는 콩의 한 종류인 대두로부터 대두유(soybean oil)를 제거하고 그 잔여물로부터 대두단백질인 글로블린(globulin)을 추출, 이를 용매에 용해 습식방사하여 제조한다(Joeng & Joen, 2003). 대두섬유는 사포닌과 토코페롤을 다량 함유하고 있어 인체와 매우 친화적인 소재이며, 자연스러운 황색을 띄고 있는 것이 특징이다(Jeong et al., 2005). 또한 보온성, 통기성, 흡습성 및 속건성이 우수할 뿐 만 아니라 섬유물성 및 제 특성이 합성섬유와 비슷하여 다른 섬유와 혼방이 용이해 상업적인 활용도 전개가 매우 기대되는 섬유이다(Choi, 2005; Oh et al., 2009).

천연섬유와 천연재료에 의해 형성된 재생섬유의 인체 친화적인 그리고 환경 친화적인 특성을 극대화하기 위하여 이들 섬유에 대한 천연염색 연구도 활발하다. 천연염색의 경우 합성염료를 이용한 염색에 비하여 염색폐수로 인한 오염이 적고, 인체 유해성이 작다는 장점이 있어 대두섬유에 대한 천연염색 연구도 연구자들에 의해 많이 이루어지고 있다. 대두섬유의 천연염료와의 염색성과 가공성을 고찰한 선행연구로는 본 연구자 등이 연구한 대두직물의 황토염색(Lee & Lee, 2015), Noh and Lee(2014)의 대두섬유의 오배자 염색, Choi et al.(2007)이

†Corresponding author; Shin-Hee Lee
Tel. +82-53-950-6221, Fax. +82-53-950-6219
E-mail: shinhee@knu.ac.kr
© 2016 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

연구한 대두섬유의 자초염색 및 항균성에 관한 연구, Bae et al.(2008)의 대두/면 혼방섬유의 항균소취 가공과 글리옥살을 이용한 키토산 가공, 그리고 Song et al.(2007)의 대두/면 혼방직물의 염색에 따른 태의 비교 등이 있으나 본 연구의 숯에 대한 염색성 검토는 보고된 바 없다.

천연염재로 사용되는 숯은 광물 입자로 구성되어 있어 광물성 염료로 분류되며 다공질 구조에 따른 숯 표면의 미세한 기공으로 인하여 높은 흡착력을 가지므로 통기성, 보온성, 세균억제 및 악취 제거에 뛰어나다. 숯이 세균이나 악취를 잘 흡착하는 것은 숯 1g의 표면적이 약 1,200m^2로 숯 표면의 무수한 기공이 있기 때문이다. 이 미세한 기공 때문에 그 기공으로의 공기 분자의 흐름에 의해 진동을 일으켜 원적외선을 방출하는 것으로 알려져 있다(Hwang, 2009). 인체에 흡수된 원적외선 에너지는 피부표면으로부터 100μm 깊이에 이르기까지 침투하여 원자와 분자의 진동을 일으키게 되고, 체내에서는 열 반응이 일어나 피하조직의 온도가 상승하며, 모세혈관의 확장으로 인해 인체생리의 활성화, 신진 대사기능 활성화 작용, 자정작용, 소취작용, 공명 · 공진운동 작용 등의 효능을 지니고 있다(Jo, 2003).

숯은 물은 물론 기름 등의 유기용매에도 불용성이고, 각종 섬유고분자와의 친화력이 약하기 때문에 숯에 의한 염색 특성은 화학적 결합보다는 물리적 흡착이다(Bae & Lee, 2008). 섬유제품에 많은 숯 입자가 흡착되기 위해서는 섬유의 움직임에 따라 개방되는 공간의 최대 구경과 모양이 입자의 크기 및 형태와 일치하는 것이 가장 중요한 요인이 되어, 흡착된 숯의 내세탁성을 높이기 위하여 숯 입자의 크기를 작게 하거나 후처리제를 사용하고 있다(Jo & Lee, 2004; Jo & Lee, 2005).

본 연구는 인체 및 환경 친화적인 대두직물에 그 기능성 발현의 시너지효과 발현을 위해 천연 안료인 숯을 고착시키는데 그 목적이 있다. 따라서 본 연구에서는 대두직물에 숯을 염색하여 염색특성에 대해 조사하였으며, 염색특성으로는 숯 분말 농도, 염색온도, 염색시간 등의 조건을 달리하여 염색함으로써 최적 염색조건을 알아보았으며, 그 결과를 바탕으로 매염제 처리 유무에 따른 염색특성을 조사하였다. 또한 숯의 입도분석, 주사전자현미경(SEM)을 통한 피염물의 표면 염착상태 분석, 세탁견뢰도 분석도 함께 하였다.

2. 연구방법

2.1. 시료 및 시약

본 실험에서 사용한 시료는 (주) 신풍섬유에서 제조한 100% 대두 단백섬유로서, 대두직물의 특성은 Table 1과 같다. 염재는 동양과학상사에서 구입한 숯 분말을 사용하였으며, 매염제 Aluminium Potassium Sulfate($AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd), Sodium Chloride(NaCl, Duksan Pure Chemical Co., Lte), Acetic Acid, glacial(CH_3COOH, Duksan Pure Chemical Co., Lte)는 1급 시약으로 정제 없이 사용하였다.

2.2. 염액 제조

욕비 50:1, 숯분말 농도 8%(o.w.b), 분산제(Sunsolt RM-340, NiccaKorea)의 경우, 황토 분말 농도의 1/10에 해당하는 양을 사용하였으며, 정제수에 1시간 이상 교반시켜 염액을 제조하였다.

2.3. 염색 및 매염

Fig. 1은 IR-염색기(고려과학, KS-W24)를 이용한 염색 및 매염공정을 나타낸 것이다. 염색농도별 실험조건은 100% 대두직물 2g에 대하여 염색농도 2, 4, 6, 8, 10%(o.w.b)의 농도에 대하여 욕비 50:1, 염색온도 90°C, 염색시간 60분의 조건에서 염색하여, 숯의 적정 염색농도를 고찰하였다. 염색온도별 염색특성은 염색농도 8%(o.w.b)에 염색온도를 60°C에서 15°C씩 변화시켜가며 60분간 염색하였으며, 염색시간별 실험의 경우 염색농도 8%(o.w.b), 염색온도 90°C로 염색시간을 달리하여 염색하였다. 매염특성을 고찰하기 위해, 소금, 초산, 알루미늄을 매염제로 사용하였으며, 매염제 농도 5%(o.w.b), 매염온도 90°C,

Table 1. Characteristics of soybean fabric(Noh & Lee, 2014)

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

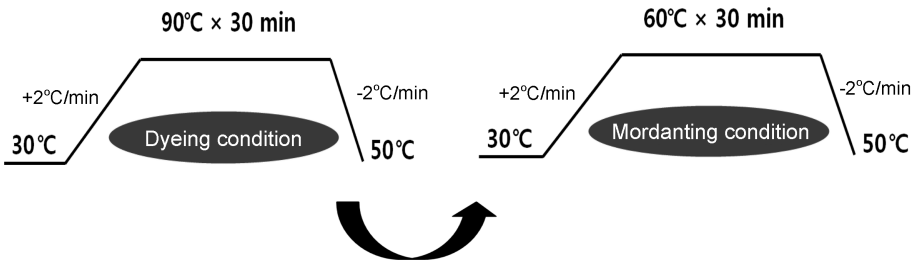

Fig. 1. Dyeing method on soybean fabric.

매염시간 60분 조건으로 선 · 후 매염하였다. 염색 후 모든 피염물은 냉각속도 -2°C/min로 50°C까지 냉각시킨 후 찬물로 수세하여 자연 건조하였다.

2.4. 측정 및 분석(검토)

입자분석기(Particle Size Analyzer, Gali CIS-1, Israel)를 사용하여 숯의 입자크기를 분석하였다. 숯으로 염색된 대두직물에 대한 숯의 부착 상태를 관찰하기 위해 전계방사형 주사전자형미경(SEM, Hitachi-Su8220, Japan)을 사용하여 15kV의 전압에서 1000배와 2000배로 확대하여 고찰하였다. 숯으로 염색된 시료는 CCM(X-rite Color-eye 7000A, Korea)을 이용하여 K/S값을 측정하였으며 표준광원인 D_{65} 광원의 L^*(Whiteness), a^*(Redness), b^*(Yellowness), C(Chroma), H(Color angle)의 값을 통해 색상특성(Colorimetric properties)을 고찰하였다. 세탁견뢰도 측정은 KS K ISO 105-C06, A1S : 2007에 의거하여 Launder-O-Meter(HAN WON Co. Model HT-700)를 사용하였으며, 세탁후의 시료를 Gray Scale을 이용하여 등급으로 평가하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 숯의 입자분석(검토)

Fig. 2는 입자분석기(particle size analyzer)로 분석한 숯의 평균직경 분포도이다. 숯 염색에 이용되는 숯의 평균입경은 0.2~2.0μm의 것이 이용되는데(Bae & Lee, 2008) 본 연구에 사용한 숯의 평균직경은 1.39μm이였으며 입자크기 분포에서 입자직경 1.0 및 2.0μm의 이내의 숯 함량이 각각 44.2%, 77.2%로, 숯 염색에 적합할 것으로 판단된다.

3.2. 염색농도에 따른 염색특성

Fig. 3은 숯의 염색농도에 따른 피염물의 염색사진을 나타낸 것이다. 염색농도가 증가할수록 염색된 시료의 염색농도가 증가함은 물론, 미염색 시료의 경우 연한 푸른빛을 가미한 밝은 노란색을 나타내지만 숯으로 염색된 경우 밝은 노란빛 색상의 톤은 사라졌으며 대체적으로 진회색을 나타내었으며, 염색농도가 증가함에 따라 그 경향이 증가함을 알 수 있다. Fig. 3에서와 같이 염색된 시료의 색상특성을 CCM으로 분석하였다(Table 2). 색상분석에 사용된 CCM의 표준광원은 CIE표준광원 중 태양광에 가장 가까운 D-65광원을 사용하였다.

Table 2에서 알 수 있듯이 미염색 시료의 경우 a^*값이 -1.41, b^*값이 16.21로 색상각 h가 94.68의 값을 나타내는 것으로부터 아주 옅은 녹색이 가미된 밝은 노란색임을 알 수 있으며, L^*값이 79.82로 높은 명도 값을 나타내었다. 숯 염색농도가 증가할수록 a^*값은 -1.41에서 2.06로 증가, 즉 (–)방향에서 (+)방향으로 변화된 것으로 보아 아주 옅은 녹색에서 적색이 가미된 색상을 나타내는 것을 알 수 있다. b^*값은 16.21에서 6.76로 감소한 것으로 보아 노란색상의 함량이 감소하였음을 알 수 있다. 이 결과에 의해 색상각은 미염색 시료의 경우 94.98에서 염색농도가 증가함에 따라 73.09로 감소하였으며, 숯의 염착율

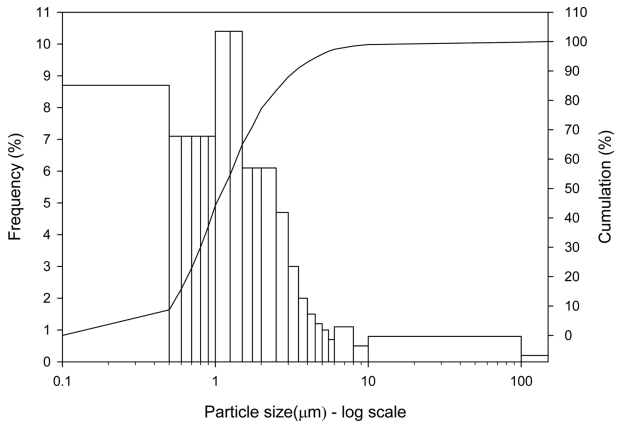

Fig. 2. Particle size of charcoal.

Table 2. Color change of the dyed fabrics with concentration of charcoal

Color factors	Concentration of charcoal(%)					
	Control	2	4	6	8	10
L^*	79.82	50.94	43.83	39.19	35.71	36.24
a^*	-1.41	0.56	1.51	1.88	1.75	2.06
b^*	16.21	6.26	6.73	6.50	5.71	6.76
C	16.27	6.29	6.90	6.76	5.98	7.07
h	94.98	84.90	77.40	73.90	72.98	73.09

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

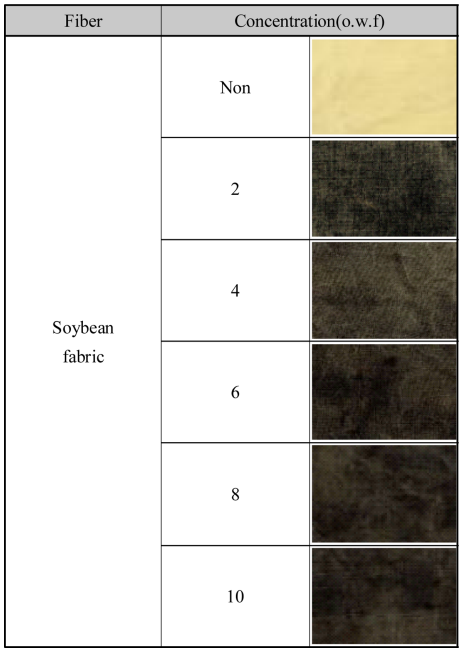

Fig. 3. Photographs of dyed fabric with Charcoal according to concentration.

이 증가할수록 채도(C)도 감소하였다. 또한 밝기를 나타내는 L^* 값 역시 숯 염색과 함께 감소하는 것을 알 수 있는데 이것은 숯의 염착량 증가에 기인하여 밝기와 채도가 낮아진 것으로 판단된다.

Fig. 4는 숯의 표면염착특성을 고찰하기 위하여 미 염색시료 및 농도별로 염색된 시료에 대하여 배율 1000배와 2000배의 전자현미경(SEM) 사진을 나타낸 것이다. Fig. 4의 (a), (b), (c), (d), (e), (f)는 숯을 첨가하지 않은 대두직물 및 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10%(o.w.b)의 염색농도로 염색한 대두직물의 전자현미경 사진을 나타낸 것이다. Fig. 4에서 알 수 있듯이 숯을 첨가하지 않은 대두직물(a)에 비해 숯의 분말 농도가 증가할수록 섬유표면에 부착된 숯 입자의 양이 증가되는 것을 알 수 있다. 표면에 부착된 숯의 입자로부터 숯에 의한 염색은 화학적 결합

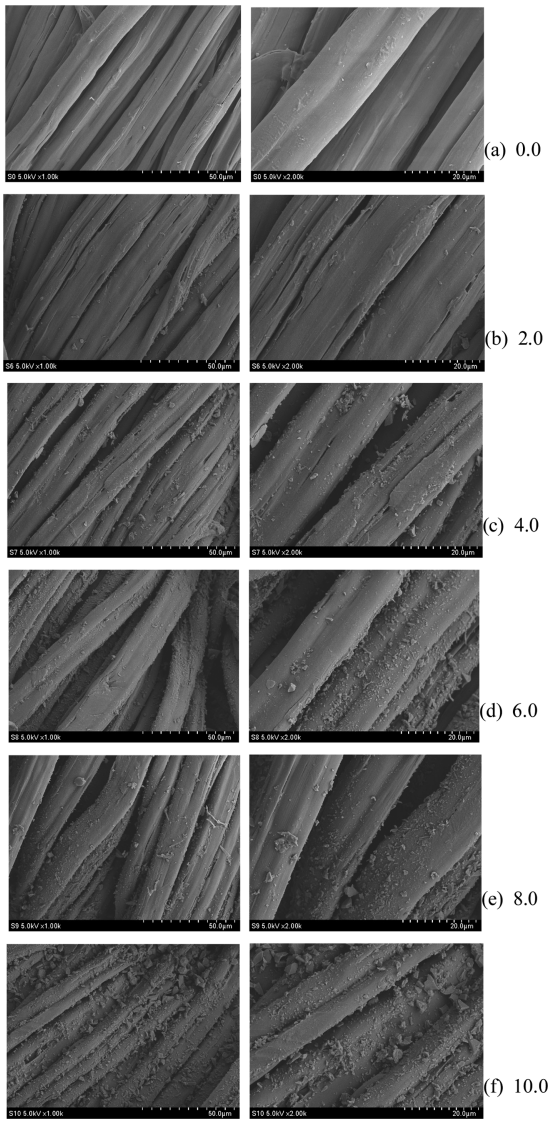

Fig. 4. SEM Photographs of dyed fabric with charcoal according to concentration(reft: ×1000, right: ×2000).

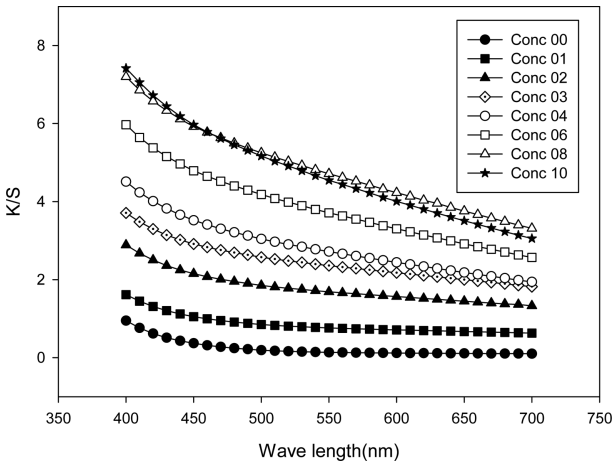

Fig. 5. Effect of dyeing concentration on the K/S value of soybean fabric dyed with charcoal(liquid ratio 50:1, dyeing temperature 90°C, dyeing time 60min).

이 아닌 물리적인 흡착에 의해 즉, 숯의 입자가 직물의 내부에 침투하는 것이 아닌 표면에 부착된 형태로 염색이 이루어지는 것을 알 수 있다(Bae et al., 2008; Park et al., 2003). 낮은 숯 농도에서도 표면에 잘 부착됨은 물론 숯 농도가 증가할수록 섬유 표면에 부착되는 양이 증가하는 것으로부터 대두직물에 대한 숯 염착성은 비교적 우수한 것으로 판단된다.

Fig. 5는 숯 농도에 따른 파장별 염착율(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. 숯 농도에 따른 염착율에서 염색 전 대두직물의 경우 K/S값이 약 1을 나타내었으나, 숯 농도 2.0%(o.w.b)로 염색한 대두직물의 경우 K/S값이 2.89로 2배 이상 증가하였음을 알 수 있다. 숯 농도 2.0%(o.w.b)에서 4.0%(o.w.b)로 증가함에 따라 K/S값이 2.89에서 4.51로 약 56% 증가하였으며, 숯 농도 6.0%(o.w.b)에서는 5.97의 K/S값을 보이며, 숯 농도 2.0%(o.w.b)에 비해 염착률(K/S)이 약 2배가량 증가함을 알 수 있다. 숯 농도 8.0%에서는 7.20의 K/S값을 보이며 숯 농도 6.0%(o.w.b)에 비해 약 20%증가 하였다. 전반적으로 숯 농도가 증가함에 따라 숯 농도 2.0~8.0%(o.w.b)까지는 비교적 우수한 build-up성을 보였으나, 숯 농도 10%(o.w.b)에서는 유의한 K/S값의 변화를 보이지 않으면서 포화염착거동이 고찰되었다. 숯 농도 8%(o.w.b)와 10%(o.w.b)에서의 염착률(K/S)의 차이가 7.20에서 7.42로 약 3%밖에 증가하지 않은 점과 K/S 값의 차이가 크지 않는 점으로부터 본 연구의 경우 숯 농도 8%(o.w.b)가 적정농도로 판단되며 이후 실험에서는 숯 농도 8.0%(o.w.b) 조건에서 염색특성을 고찰하였다.

3.3. 염색온도 및 염색시간에 따른 염색특성

Fig. 6은 염색온도에 따른 파장별 염착율(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. Fig. 6에서 알 수 있듯이 염색온도 60°C에서 염색온도 75°C로 온도가 상승함에 따라 K/S는 3.15에서 5.24로 약 66%증가하였다. 염색온도 90°C에서 K/S는 7.03으로 염색온

도 60°C에서 90℃까지 온도가 상승할수록 K/S는 점차적으로 상승하였으나, 염색온도 105°C에서는 K/S가 6.64로 감소하였다. 더욱 고온의 염색온도 120°C에서 K/S는 11.31로 가장 높은 염착율을 나타내었으나, 염색온도 100°C 이상에서의 물을 근거로하는 염색의 경우 닫힌계의 고압염색인 관계로 염색의 불편함이 수반된다. 이 결과로부터 상압에서 염색을 경우 염색온도 90 내지 100°C에서 최고의 염착율이 기대되며 염색안정성 및 에너지 특성을 고려하여 본 연구에서의 대두직물에 대한 숯 염색의 경우 적정염색 온도는 90°C인 것으로 판단된다.

Fig. 7은 염색시간에 따른 파장별 염착율(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. 염색시간 30분, 45분 그리고 60분에서 K/S는 각각 3.28, 4.8 그리고 6.75로 염색시간 30분에 비해 염색시간 45분 및 60분에서 각각 약 46%, 206% 증가하였음을 알 수 있다. Fig. 3과 마찬가지로 염색시간이 경과함에 따라 염착성 또한 우수해짐을 알 수 있으나, 염색시간 60분 이후부터는 염착율이 포화상태를 이루거나 다소 감소함을 알 수 있다. 염색시간이 더욱 경과하여 염색시간 90분 이후부터는 K/S값은 더욱 감소하여 염색시간 120분에서는 K/S값이 5.03으로 포화치에 비교하여 약 26% 감소하는 결과를 나타내었다. Fig. 7의 결과로부터 숯 염색을 위한 적정염색시간은 약 60분으로 판단된다.

Table 3은 Fig. 6의 염색온도별로 염색된 피염물의 색상특성을 나타낸 것이다. 미염색 시료의 경우 L^*값이 79.82로 명도가 밝게 나타났으며, a^*값은 -1.41, b^*값은 16.21로 녹색을 가미한 노란 색상이 예상된다. a^*와 b^*값으로부터 결정되는 색상각(h)이 94.98인 것으로 보아 미염색 대두직물의 시료 색상은 Fig. 3에서와 같이 녹색기미를 띠는 노란색임을 알 수 있다. 염색온도가 증가할수록 L^*값은 감소하였으며, a^*값은 (–)값으로부터 (+)값으로 변화를 나타냄은 물론 그 값이 증가한 반면 b^*값은 (+)값을 가졌으나 그 값이 크게 감소하였다. 적정온도로 검토된 염색온도 90°C에서 L^*, a^*, b^*는 각각 36.95, 1.73, 5.96을 나타내었는데 이것은 숯 염색에 기인하여 명도를 나타내는 L^*값이 크게 감소한 것으로 보아 색상이 어두워진 것을 의미하며, 염색과 함께 a^*값이 (–)방향에서 (+)방향으로 변화된 것으로부터 greenish한 톤에서 reddish한 톤으로 변화된 것을 알 수 있다. 또한 b^*값이 감소한 것으로부터 염색을 한 피염물의 경우 미염색된 대두단백섬유에 비해 노란기미가 크게 줄어든 것을 알 수 있으며, 색상을 나타내는 색상각(h) 역시 90°C에서 72.37로 가장 크게 감소한 것으로 보아 녹색기미를 띠는 노란색 색상을 나타내던 미염색 대두직물이 숯 염색과 함께 염색된 피염물은 적색기미를 띤 연한 노란색으로 염색된 것을 알 수 있다.

Table 4는 Fig. 7의 염색시간별로 염색된 피염물의 색상특성을 나타낸 것이다. Table 4의 염색시간이 경과함에 따라 L^*값이 감소하는 것으로부터 염착율이 증가하는 것을 알 수 있다. L^*값이 염색시간 60분에서 가장 낮음으로 명도가 제일 어두울 것으로 예상되며, 숯의 적정염색시간인 60분의 L^*값은 36.95로 미염색 시료의 L^*값인 79.82에 비해 크게 감소하였다. a^*값은

Table 3. Color change of the dyed fabrics with dyeing temperature

Color factors	Dyeing temperature(°C)					
	Control	60	75	90	105	120
L^*	79.82	49.11	39.76	36.83	38.69	29.94
a^*	-1.41	0.98	1.38	2.11	1.95	1.27
b^*	16.21	5.95	4.88	6.64	7.38	5.66
C	16.27	6.03	5.07	6.96	7.64	5.80
h	94.98	80.65	74.26	72.37	75.21	77.39

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

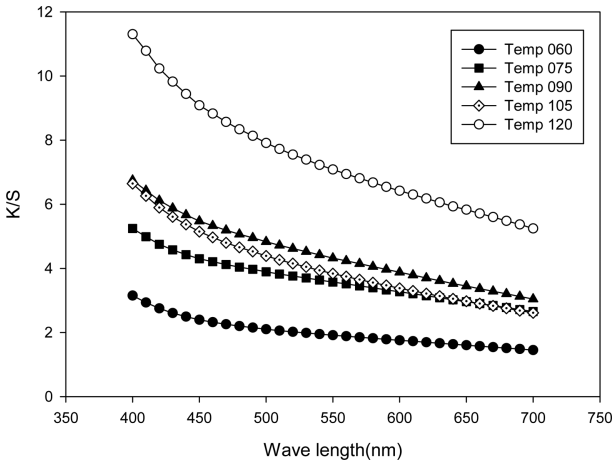

Fig. 6. Effect of dyeing temperature on the K/S value of soybean fabric dyed with charcoal(liquid ratio 50:1, dyeing concentration 8%, dyeing time 60min).

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^*	79.82	49.12	41.91	36.95	38.43	37.12	40.48	42.95
a^*	-1.41	0.94	1.54	1.73	1.63	1.90	1.90	1.84
b^*	16.21	6.57	5.83	5.96	5.61	6.32	6.96	7.53
C	16.27	6.64	6.03	6.20	5.84	6.60	7.22	7.75
h	94.98	81.86	75.21	73.79	73.83	73.22	74.75	76.28

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

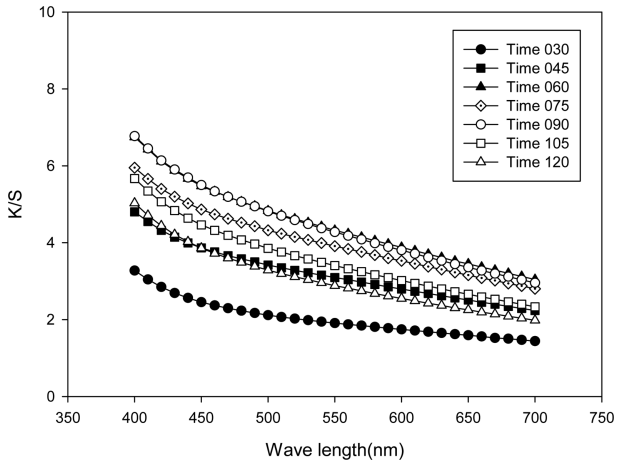

Fig. 7. Effect of dyeing time on the K/S value of soybean fabric dyed with charcoal(liquid ratio 50:1, dyeing concentration 8%, dyeing temperature 90°C).

1.73으로 (+)방향으로 변화된 것으로 보아 reddish한 톤으로 예상되며, b^*값은 5.96으로 미염색 시료의 b^*값인 16.21에 비해 감소하였으며, (+)방향을 나타내는 노란기미가 줄어들었음을 알 수 있다. 또한 숯으로 염색한 대두직물의 색상각(h)이 미염색 시료의 색상각(h)값에 비해 94.98에서 73.79로 감소한 것으로부터 노란색의 색상이 다소 줄어든 것과 동시에 redidish한 노란 색상을 나타내는 것을 알 수 있다.

3.4. 매염제 종류 및 매염방법에 따른 염색특성

Fig. 8은 매염제 종류 및 매염방법에 따른 파장별 염착율(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. Fig. 8에서 매염처리를 하지 않은 시료의 염착율(K/S)이 7.48로 가장 높게 나타났고, 매염제 처리를 한 경우 전반적으로 염색성이 우수한 편이였으나, 무매염에 비해 염착율이 낮게 나타났다. 선매염한 직물의 염색성을 비교해보면 초산의 K/S값이 6.40으로 가장 높게 나타났으며, 소금과 명반으로 선매염 처리를 한 경우 K/S는 각각 5.70, 3.23으로 명반으로 선매염 처리할 경우 가장 낮은 염착량을 보였다. 명반으로 선매염 처리를 한 경우 매염을 하지 않은 직물에 비해 K/S값이 절반 이상으로 감소하였다.

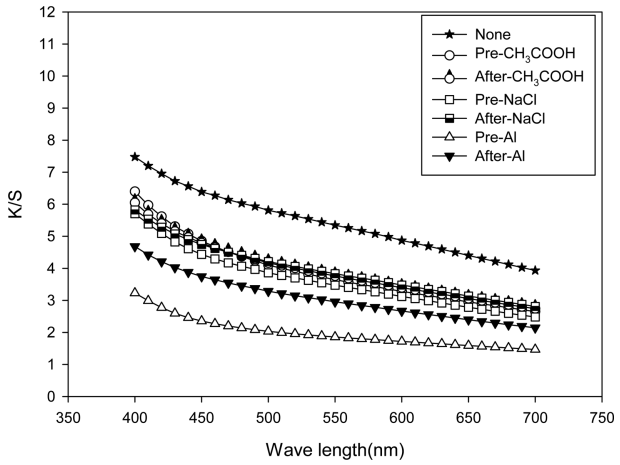

Fig. 8. Effect of mordanting condition on the K/S value of soybean fabric dyed with charcoal(liquid ratio 50:1, dyeing concentration 8%, dyeing temperature 90°C, dyeing time 60min).

염색 후 후매염한 직물의 염색성(K/S)도 매염재 종류에 무관하게 무매염 직물에 비해 염착률(K/S)이 낮게 나타났다. 매염재 종류에 따른 염색특성은 초산매염의 경우 K/S가 6.40으로 가장 높은 염착률을 보였으며, 다음으로 소금매염에서 5.80의 K/S를 나타내었다. 명반 매염의 경우 K/S는 4.68로 선매염의 결과와 마찬가지로 가장 낮게 나타났다. Fig. 8에서 알 수 있듯이 숯으로 염색한 직물의 경우 매염처리를 한 경우 염착율이 감소하는 것으로 보아 숯은 매염제를 사용하지 않아도 염착율이 우수한 것을 알 수 있으며, 초산 매염제를 제외하고는 선매염 보다는 후매염하는 것이 비교적 높은 염색성을 나타나는 것을 알 수 있다. 매염제 종류에 따른 염착특성은 초산매염, 소금매염, 명반매염 순으로 초산매염제가 가장 높은 염착률(K/S)을 나타내었고, 명반매염제가 가장 낮게 나타났다.

Fig. 9는 매염제 종류 및 매염 방법에 따라 숯으로 염색된 대두단백섬유의 염색시료 사진이다. Fig. 9에서 알 수 있듯이 무매염이 가장 균일하고 어두운 회색으로 진하게 염색되었음을 알 수 있으며, 초산매염제를 제외한 다른 매염제의 경우 후매염 방법으로 염색한 시료에서 진하게 염색되었음을 알 수 있다. 매염제 종류에 따라 염색된 시료의 염색특성에서는 명반, 소금, 초산 순으로 진하게 염색되었음을 알 수 있다. 매염제 종류 및 매염방법에 따른 시료의 염색성은 Fig. 8의 결과와 마찬가지로 무매염 경우가 염색성이 가장 우수한 것으로 나타났다.

Table 5. Color characteristics of dyed fabric with charcoal mordanting condition

Mordant	Color factors	Mordant condition		
		None	Pre	After
CH_3COOH	L^*	33.92	39.38	38.97
	a^*	1.48	1.30	1.43
	b^*	4.45	7.12	6.11
	C	4.69	7.24	6.28
	h	71.66	79.61	76.84
NaCl	L^*	33.92	40.17	38.71
	a^*	1.48	1.53	1.42
	b^*	4.45	6.33	5.46
	C	4.69	6.51	5.64
	h	71.66	76.43	75.41
$AlK(SO_4)\cdot 24H_2O$	L^*	33.92	49.52	42.57
	a^*	1.48	0.57	1.52
	b^*	4.45	6.23	6.16
	C	4.69	6.26	6.34
	h	71.66	84.76	76.17

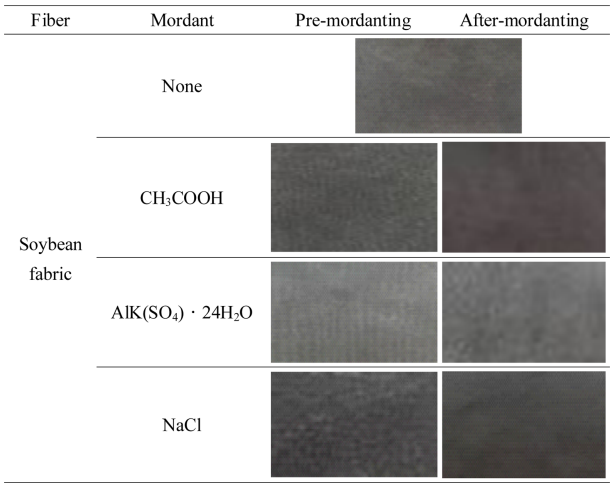

Fig. 9. Photographs of dyed fabric with charcoal according to mordanting condition.

Table 5는 Fig. 9의 염색시료에 대한 염색특성을 나타낸 것이다. 매염을 하지 않은 숯 염색된 대두직물경우 L^*값은 33.92로 매염제 종류와 무관하게 매염처리를 한 경우보다 L^*의 값이 낮게 나타난 것으로 보아 Fig. 8과 9의 결과에서와 같이 대두직물에 대해 숯 염색할 경우 매염제에 큰 영향을 받지 않는 점, 매염제 처리를 하지 않는 경우가 염색성이 더 우수한 것 등의 결과와 일치하는 것을 알 수 있다. 또한 선매염 보다는 후매염한 경우 L^*값이 낮은 것은 Fig. 8의 결과에 기인하여 선매염에 비해 후매염할 때 염착율(K/S)이 비교적 높게 나타난 것을 알 수 있으며, 매염제 종류에 따른 매염방법의 경우 선매염하였을 때 매염제 초산의 L^*값이 39.38로 가장 낮고 명반의 L^*값이 49.52로 가장 높게 나타났다. 반면, 후매염한 경우 소금매염제의 L^*값이 38.71로 가장 낮게 나타났으며, 명반이 42.57의 L^*값을 나타내어 가장 높게 나타났다. 후매염의 경우 초산매염제와 소금매염제의 L^*의 차가 0.26으로 소금매염제가 낮게 나타났으나 Fig. 8과 9에서 초산과 소금으로 선매염 처리를 한 시험포의 염착율(K/S)과 시료의 색상을 비교한 결과로부터 초산이 더 높은 염색성을 보였으므로 이는 측정상의 허용오차에 의한 결과로 보인다. a^*와 b^*값은 매염처리를 하지 않은 경우 1.48과 4.45로 두 값 모두 (+)값을 가지므로 적색을 가미한 노란색임을 알 수 있다. 선매염과 후매염의 a^*값은 무매염의 a^*값과 크게 차이가 나지 않았으나, b^*값은 선매염의 경우

Table 6. Color fastness of the dyed fabrics with concentration of charcoal

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

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

Table 7. Color fastness according to mordanting condition

Mordant	Color fastness	Washing						
		Fade	Stain					
			PET	Acryl	Wool	Acetate	Nylon	Cotton
None		3	4	4-5	4	4-5	4	4-5
CH_3COOH	Pre	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Simultaneous	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	After	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
NaCl	Pre	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Simultaneous	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	After	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Al	Pre	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Simultaneous	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	After	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

Al: $AlK(SO_4)\cdot 24H_2O$

6.23~7.12, 후매염의 경우 5.46~6.16으로 무매염의 b^*값인 4.45보다 크게 증가하였다. 이는 숯으로 염색한 대두직물을 매염하지 않았을 때에는 노란기미가 매염을 한 경우 보다 낮으므로 숯이 비교적 빠지지 않은 것으로 판단할 수 있으며, 선매염 처리를 하였을 때 b^*값이 가장 큰 것으로 보아 선매염 처리를 한 경우 숯이 무매염과 후매염을 하였을 때 보다 잘 빠져서 노란기미가 증가한 것으로 예상된다. 색상각(h)값은 매염처리 유무에 관계없이 71.66~84.76로 숯으로 염색된 시료와 매염처리를 한 시료 모두 적색을 가미한 노란색임을 알 수 있다.

3.5. 염색견뢰도

Table 6은 숯으로 염색된 대두단백섬유의 염색농도별에 따른 세탁견뢰도의 결과를 나타낸 것이다. 숯 농도별 세탁 및 일광견뢰도에 따른 변퇴색은 3-4등급으로 비교적 우수한 염색견뢰도를 나타내었으며, 시험원단에 의한 혼합교직포 PET, Acryl, Wool, Acetate, Nylon, Cotton의 오염도는 4-5등급으로 매우 우수한 결과를 나타내었다. Table 7은 매염제 종류 및 매염방법에 따른 세탁견뢰도의 결과를 나타낸 것이다. 숯 염색을 한 대두단백섬유에 매염처리를 하지 않은 경우 변퇴색이 3등급으로 나타났으며, 매염제의 종류와는 관계없이 선매염을 한 경우에는 4등급, 후매염을 한 경우에는 4-5등급으로 후매염 처리를 하였을 때 가장 우수한 등급을 나타내었다. 또한 숯으로 염색된 시험원단에 의한 혼합교직포 PET, Acryl, Wool, Acetate, Nylon, Cotton의 오염의 정도를 살펴본 결과 4-5등급을 나타내었으며, 매우 우수한 견뢰도를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서는 친환경 및 친인체적인 안료물질인 숯을 대두직물에 고착시켜 그 기능성을 향상시킬 목적으로 염색농도별, 염색온도별, 염색시간별로 숯으로 염색하여 최적염색조건을 알아보았으며 숯의 농도에 따른 부착 상태를 관찰하기 위해 주사전자현미경(SEM)을 사용하여 분석하였다. 이 결과를 바탕으로 매염제 종류 및 매염제 처리 방법에 따른 염색특성을 고찰하였으며, 또한 세탁견뢰도를 분석함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 대두단백섬유에 대한 숯 염색의 적정염색조건은 숯 분말 농도 8%(o.w.b), 염색온도 90°C, 염색시간은 60분에서 가장 높은 염착율(K/S)값을 얻었다.

2) 염색농도가 증가할수록 염착율(K/S)이 증가하였으며, 이에 따라 섬유표면에 부착된 숯의 양 또한 염착율에 비례하여 증가하였다.

3) 숯으로 염색된 대두단백섬유의 매염처리에 따른 염착율(K/S)값을 분석한 결과, 매염처리를 한 경우 염착율이 감소하였으며, 초산 매염제를 제외하고는 선매염법 보다는 후매염법으로 처리했을 때 비교적 염색성이 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 매염제 종류에 따른 염착특성은 초산매염, 소금매염, 명반매염 순으로 초산매염제가 가장 높은 염착률(K/S)을 나타내었고, 명반매염제가 가장 낮게 나타났다.

4) 숯으로 염색한 대두단백섬유는 매염제 종류와 무관하게 매염을 한 경우보다 매염을 하지 않았을 때 L^*값이 낮게 나타났으며, 매염처리에 상관없이 a^*와 b^*값이 (+)방향을 나타내는 것과, a^*와 b^*값의 영향을 받는 색상각(h)의 값이 71.66~84.76인 것으로부터 숯으로 염색된 시료와 매염처리를 한 시료 모두 적색을 가미한 노란색을 나타냈다.

5) 숯 염색의 매염처리 및 방법에 따른 세탁견뢰도의 결과, 무매염 보다는 매염처리를 하였을 때 견뢰도가 향상되었으며, 선매염 보다는 후매염을 한 경우 세탁견뢰도가 4-5등급으로 매우 우수하게 나타났다.

References

Bae, E. M. (2007). *The well-being effects from modern fiber materials.* Unpublished master's thesis, Sangju University, Sangju.

Bae, K. H., & Lee, S. H. (2008). Bicomponent finishing of cotton fabrics(II) - Chitosan and charcoal. *Fashion & Textile Research Journal, 10*(5), 748-755.

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.

Hong, B. S., Lee, E. J., & Chu, Y. J. (2010). The effect of environmental values of fashion consumers on purchase satisfaction and repurchase intention of eco-friendly fashion products. *Fashion & Textile Research Journal, 12*(4), 431-438.

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, Busan.

Joeng, J. E., & Joen, D. W. (2003). Analysis production and characteristics of soybean fiber. *Fiber Technology and Industry*, *7*(3), 350-358.

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,* p. 124.

Jo, W. J. (2003). *Natural dyeing of fabrics using charcoal.* Unpublished master's thesis, Gyeongsang National University, Jinju.

Jo, W. J., & Lee, J. S (2005). Dyeing of silk fabrics using charcoal. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *29*(2), 279-285.

Jo, W. J., & Lee, J. S (2004). Natural dyeing of cotton fabrics using charcoal. *Fashion & Textile Research Journal, 6*(6), 803-809.

Lee, S., & Lee, S. H. (2015). Loess dyeing of soybean fabrics. *Fashion & Textile Research Journal, 17*(6), 1004-1012. doi:10.5805/

SFTI.2015.17.6.1004

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/SFTI.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., 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.

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.

(Received 19 April 2016; 1st Revised 9 May 2016;
2nd Revised 20 May 2016; Accepted 30 May 2016)