

## 숯을 이용한 견직물의 염색

조원주 · 이정숙

경상대학교 의류학과, 공학연구원

### Dyeing of Silk Fabrics Using Charcoals

Won Joo Jo · Jeong Sook Lee

Dept. of Clothing and Textiles & ERI, Gyeongsang National University

(2004. 7. 14. 접수)

#### Abstract

In order to activate the characteristics of charcoals in fiber systems, this study was carried out to experiment with the particle size from two micrometers to ten micrometers of charcoal powders on silk fabrics. The results obtained were as follows; The silk fabrics were dyed with gray color by charcoals effectively. The K/S value, that is indicative of the dye affinity, became higher as the increase of dyeing temperature, dyeing time, and dyeing concentration. The dyeing effects were the highest with 50%(o.w.f.) of charcoals at 100°C for 120 minutes in this experiments. It was observed the surfaces of silk fibers were mainly adsorbed with charcoal powders of the particle size from two micrometers to four micrometers by scanning electron microscope. Dyed silk fabrics showed comparatively low fastness to the fade of laundering, the stain of the treatment of perspirations, and the stain of water fastness test, but good fastness to the stain of laundering, the drycleaning, the fade of treatment of perspirations, and the fade of water fastness test. In connection with the functional properties of dyed silk fabrics, the deodorizations were drastically improved, and the far-infrared emissions improved highly, and also the antibacterials were comparatively good.

**Key words:** Charcoal, Particle size, Silk dyeing, K/S value, Functional property; 숯, 입도, 견염색, K/S 값, 기능성

### I. 서 론

숯은 다공성 물질로 흡착성, 통기성, 보수성, 보온성 등을 지닌다고 알려져 수질정화제, 토양개량제, 조습제, 탈취제, 연료제 등의 여러 분야에서 이용되어 왔고(박상범 외, 1998) 요즘에는 숯을 의약자원으로 개발하는 연구가 본격화되고 있다. 이러한 숯은 목재를 공기의 공급을 차단하고 가열하거나, 또는 공기를 아주 적게 하여 가열하였을 때 생기는 고체 생성물로(안학수, 1999) 나무를 600~900°C에서 구운 숯은 탄소 85%, 수분 10%, 미네랄 3%, 휘발성분 2%로 구성되며 표면에 아주 작은 기공이 수없이 많이

나있다. 숯이 예로부터 세균과 악취를 잘 흡착한다고 알려진 이유는 숯 표면의 무수한 기공 때문이다. 숯 1g의 표면적은 1,200m<sup>2</sup>으로 미세한 기공으로 인하여 높은 흡착력을 갖게 된다(김광은, 1998).

또한 숯은 수많은 기공이 있어 그 구멍 속으로 공기 분자의 흐름에 진동을 일으켜 원적외선을 방출한다(안학수, 1999).

근래에 들어 숯의 높은 원적외선 방사성능을 이용한 다양한 제품이 개발되고 있어, 혈행 및 신진대사 촉진, 난연성, 항균성, 방취성 등의 기능을 강조한 내의류, 침장품 등이 개발되고 있으며(Hayden, 1975), 의학계에서는 이러한 원적외선을 이용하여 각종 질

병의 예방과 치료에 그 범위를 확대시켜 나가고 있다 (Honcharik, 1985).

일반적으로 행해지고 있는 숯염색은 숯의 가루로 염색을 하는 방법으로, 숯은 염료라기보다는 안료에 가깝다고 볼 수 있다. 그런데 아직까지 숯의 염색에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

이에 본 연구는 지금까지 미흡한 직물에 대한 숯의 염색성과 염색포의 기능성을 밝히고자 견직물을 대상으로 숯의 염색온도, 염색시간, 농도에 따른 직물의 염색성과 염색포의 염색견뢰도를 알아보았으며, 염색전·후 시료의 표면변화를 고찰하기 위하여 SEM으로 염색포를 관찰하였고, 염색포의 소취성, 항균성, 원적외선 방사성 등의 기능성을 검토하였다.

## II. 실험

### 1. 시료

실험에 사용한 견직물은 시중에서 구입한 크레이프 드 신(Crepe de Chine)을 탄산나트륨 5%(o.w.f.) 용액 90°C에서 액비 1 : 30으로 2시간 처리한 후 증류수로 충분히 행군 후 자연 건조시켜 사용하였으며 시료의 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of silk fabric.

Fibre Content	Weave	Density(thread/inch)		weight (g/m <sup>2</sup> )
		warp	weft	
silk 100%	plain	90	90	70±2

### 2. 염재

숯은 경남 산청에서 채취하고 제조한 대나무 숯 분말을 그대로 사용하였다.

숯의 다공성과 입도를 알아보기 위하여 숯에 gold sputtering 한 후 scanning electron microscope(SEM: XL 30 SF EG, Netherlands)으로 가속전압 5kV하에서 1,000~1,500배로 확대하여 관찰하였다. 숯의 SEM 사진은 <Fig. 1>에 나타내었으며 입도는 <Fig. 2>의 표면영상을 바탕으로 영상계수법(서태수, 1986)을 이용하여 입도분포를 <Fig. 3>에 나타내었다. 입도의 분포는 주로 2~10 μm 크기로 분포되어 있으며 4 μm 크기가 가장 많게 나타났다.

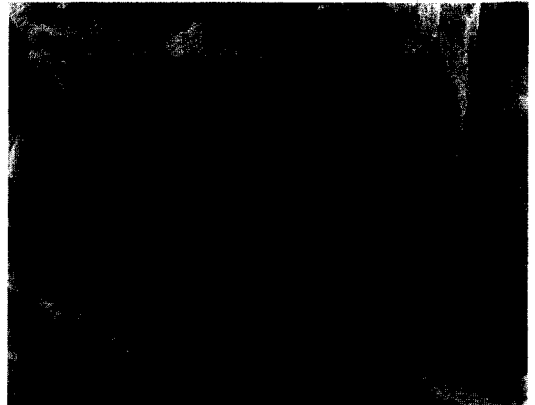


Fig. 1. SEM photograph of charcoal.



Fig. 2. SEM photograph of particle size of charcoal.

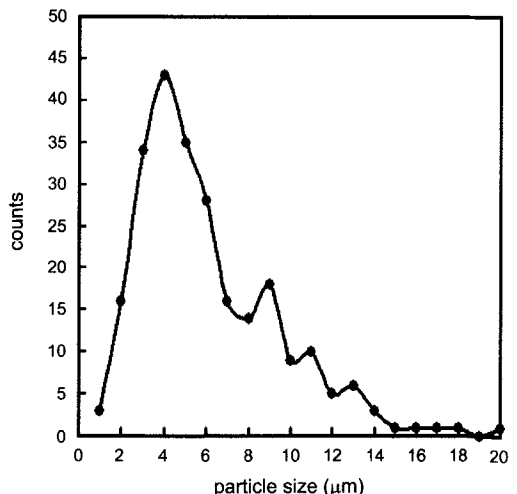


Fig. 3. Size distribution of charcoal particles.

3. 염색

시료의 크기는 5×10cm<sup>2</sup>으로 하여 육비는 1:30(o.w.f.)으로 하였고 염색 시 숯의 농도는 10~50%(o.w.f.), 염색온도는 40~100°C, 염색시간은 30~120분, pH는 숯염액의 pH 9.5로 하여 스텐비커 내에서 유리막대로 교반하면서 염색하였다. 염색 후 시료를 가루세탁비누 0.1%액, 50°C에서 10분 동안 침지하여 1회 수세한 후 증류수에서 5회 수세한 다음 자연 건조시켰다.

4. 색의 측정

염색한 시료를 색차계(color and color difference meter, Model TC-8600, Tokyo Denshoku Co., Ltd, Japan)를 이용하여 염색포의 최대흡수파장(550nm)에서 표면반사율을 측정한 후 Kubelka-Munk식에 의해 K/S 값을 구하였다.

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

where, R: Reflectance

K: Absorption coefficient

S: Scattering coefficient

5. 염색견뢰도

Launder-O-Meter(Model 408, Yasuda Seiki Seisakusho Co., Ltd, Japan)를 사용하여 KS K 0430에 준하여 세탁견뢰도를 측정하였고, KS K 0644에 준하여 드라이 클리닝 견뢰도를 측정하였으며 Perspiration Tester(S-220 Sung Shin Testing Machine Co., Ltd, Korea)를 사용하여 KS K 0645에 준하여 물견뢰도, KS K 0715에 준하여 땀견뢰도를 측정하였다.

6. 직물의 표면관찰

염색된 피염물의 표면에 숯이 부착되어 있는 상태를 확인하기 위해서 SEM을 사용하여 15kV의 전압에서 1,000배 확대하여 관찰하였다.

7. 기능성 측정

1) 항균성

Shake flask test법(CTM0923)에 따라 균감소율을

구하여 항균성을 측정하였으며 균의 사용은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)으로 하였다.

2) 소취성

검지관법(황규은, 1999)을 이용하여 측정용기에 암모니아 가스를 직접 떨어뜨리는 방법으로 소취성을 측정하였다.

3) 원적외선 방사성

염색된 직물의 원적외선 방사성을 알아보기 위하여 FT-IR(with wide range MCT detector, Nicolet, U.S.A.)을 사용하여 40°C, 5~20 μm 범위에서의 원적외선 방사율(emissivity)과 방사강도(emission power)를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 염색조건에 따른 염색성

<Fig. 4>는 숯 염색시 염욕의 온도를 40°C에서 20°C 간격으로 100°C까지 변화시켜서 60분 동안 염색한 결과를 나타낸 것이다. 염액의 온도 상승에 따라 K/S 값이 점차 증가하여 염색성이 향상되었다. 이

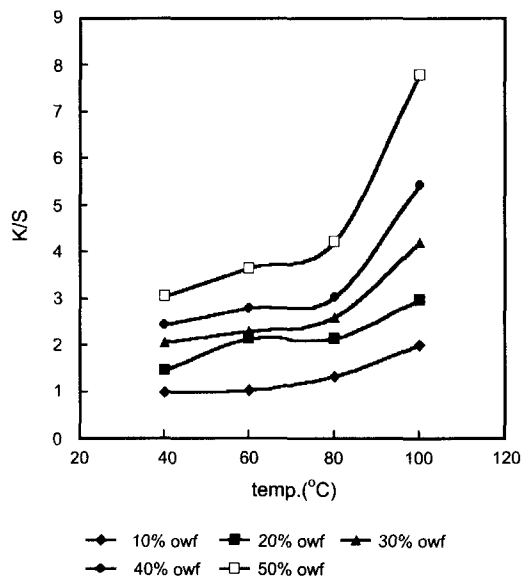


Fig. 4. Effect of dyeing temperature on the K/S values of silk fabrics for 60 minutes.

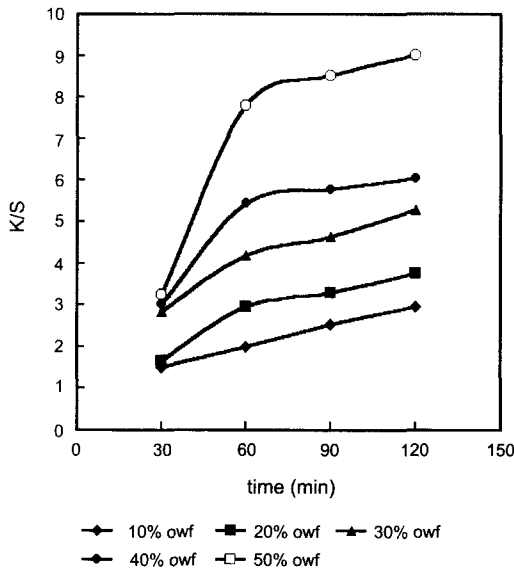


Fig. 5. Effect of dyeing time on the K/S values of silk fabrics at 100°C.

는 온도의 상승에 따라 견직물이 팽윤하여 섬유와 섬유 사이에 숯의 흡착이 높아져 염색이 잘된 것으로 생각된다. 40~80°C 사이에서는 별다른 차이를 보이지 않다가 100°C에서 급격하게 염색성이 향상되었다. 이는 40~80°C 사이에서 어느 정도의 염착성을 보이다가 100°C에서 견섬유의 팽윤이 일어나 섬유의 틈새나 표면에 숯의 흡착이 증가된 것으로 보인다. 온도상승에 따른 염색성의 증가로 이후의 실험에서는 염색온도를 100°C로 고정하였다.

<Fig. 5>에서는 100°C에서 숯의 염색시 30분, 60분, 90분, 120분으로 변화를 주어 염색시간에 따른 염색성의 결과를 나타내었다. 여기서는 염색시간에 따른 차이와 더불어 염색농도에 따라서 염색성에도 큰 차이가 나타났다.

30분간 염색했을 경우에는 농도별로 염색성의 차이가 적게 나타났지만 60분간 염색시에는 현저하게 염색성이 증가하여 농도가 높은 염액에서 염색 효과가 크게 나타났다. 이것은 염색시간이 증가함에 따라 팽윤된 견섬유에 숯입자의 물리적 흡착이 촉진된 결과라고 생각되며, 숯의 흡착이 잘 되려면 60분 이상의 염색시간이 필요함을 알 수 있다.

<Fig. 6>은 온도를 100°C로 고정하고 시간은 30분, 60분, 120분으로 변화시켜서 염액농도에 따른 견직물의 염색성을 살펴보았다. 대체로 농도 10%에서도 시

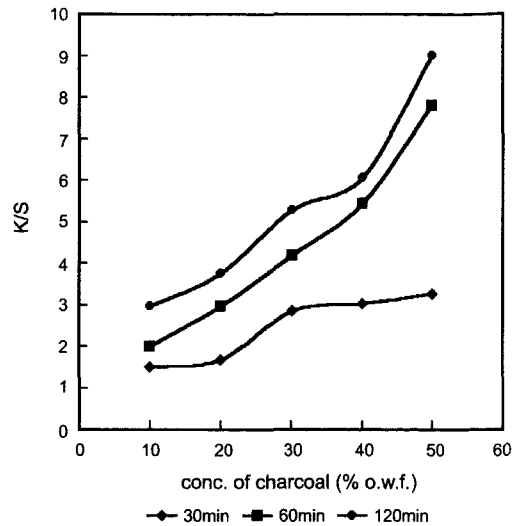


Fig. 6. Effect of charcoal conc. on the K/S values of silk fabrics at 100°C.

간이 증가할수록 염색성이 향상되었으며, 30분 염색시 농도 30%까지는 농도의 증가에 따라 염색성이 증가하다가 농도가 더 짙어질수록 염색성의 증가율이 둔화되었다. 이는 농도가 높아질수록 염액 내의 숯 입자수가 늘어나 입자간의 충돌이 일어난 것으로 보인다. 그러나 60분과 120분의 경우에는 농도의 증가에 따라 염색성이 현저하게 향상되었다. 같은 농도의 염액에서도 염색시간이 60분 이상 지속 될 때에는 염액의 농도가 높아질수록 100°C 고온에서 섬유의 팽윤으로 인해 숯입자가 섬유 표면에의 흡착이 용이해짐을 알 수 있었다.

## 2. 염색견뢰도

숯을 이용하여 염색한 견직물의 염색견뢰도를 알아보기 위하여 온도 100°C, 농도 50%(o.w.f.)에서 120분간 염색한 시험포로 세탁견뢰도, 드라이클리닝 견뢰도, 땀견뢰도 및 물견뢰도를 측정된 값을 <Table 2>에 나타내었다.

세탁견뢰도의 경우 변퇴색의 정도가 2~3급으로 낮게 나타났으나, 오염의 경우는 4~5급으로 좋게 나타났다. 이렇게 변퇴색의 견뢰도가 좋지 않음에도 불구하고 오염의 견뢰도가 높은 것은, 물리적 흡착에 의한 숯염색포는 결합력이 비교적 약하므로 원 시험포에 부착된 숯입자가 세탁견뢰도 시험용액으로 쉽게

Table 2. Colorfastness of silk fabrics.

Conc. (%)	laundering			dry cleaning			perspiration						water		
	fade	stain		fade	stain		acidic			alkaline					
		silk	cotton		silk	cotton	fade	silk	cotton	fade	silk	cotton	fade	silk	cotton
	10	2-3	4	4	3-4	4	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	3-4
20	3	4	4	3-4	4	4	4-5	3-4	4	4-5	4	4-5	5	3-4	4-5
30	3	4-5	4-5	4	4	4	5	3-4	3-4	4-5	3-4	4	5	3-4	4-5
40	2-3	4-5	4	4-5	4-5	4-5	5	2-3	3-4	5	3-4	3	5	3	3-4
50	3	4	4	4	4	4	4-5	2-3	3-4	5	2-3	3-4	5	3	2-3

탈리되어 나감으로써 변퇴색의 견뢰도가 낮게 나타나게 되고, 시험용액 속에 있던 솥입자로 인해 오염된 포는 세탁견뢰도 시험시 계면활성제에 의한 분산의 안정성으로 인해 오염의 견뢰도가 좋게 나타난 것으로 생각된다.

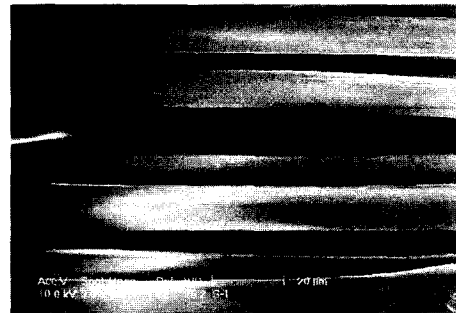
드라이클리닝의 경우 변퇴색의 정도가 솥농도가 높아짐에 따라 4~5급으로 향상되는 것을 알 수 있었다. 오염의 경우도 4~5급으로 견뢰도가 좋은 것으로 나타났다.

땀견뢰도에서는 변퇴색의 정도가 산성이나 알칼리액에서 비슷하게 4~5급으로 좋게 나타났지만 산성의 땀액에서는 농도가 짙어질수록 오염이 더 많이 되었다. 알칼리 땀액의 경우도 산성 땀액에서 보다는 오염이 다소 덜 되었지만 농도가 높아질수록 오염이 더 되었다. 오염 시험포가 건직물일 경우 면직물보다 오염이 더 되어, 건직물이 쉽게 오염이 되는 것으로 나타났다.

3. 염색포의 표면관찰

<Fig. 7>에 주사전자현미경을 사용하여 염색전의 직물과 염색후의 직물의 표면을 1,000배 확대한 사진을 제시하였다. 앞의 염색 결과에서 알 수 있듯이 견염색포에서 섬유 사이뿐만 아니라 표면까지도 상당한 많은 량의 솥입자가 분포되어 있음을 알 수 있었다.

또한 솥의 입자가 섬유 사이에 분포되어 있는 것으로 보아 솥의 직물에 대한 염색은 물리적인 흡착임을 확인할 수 있었으며 부착되는 솥의 입자는 대개 2~4 μm 크기의 입자가 많이 관찰되었다. 그러므로 솥을 이용한 직물의 염색에서는 솥의 입자를 줄이는 것이 염착에 더욱 도움이 되는 것으로 나타났다.



(a) raw silk



(b) dyed silk

Fig. 7. SEM photographs of silk fabrics.

4. 기능성

솥으로 염색한 건직물의 기능성을 측정하기 위하여 온도 100°C, 농도 50%(o.w.f.)에서 120분간 염색한 시험포로 항균성, 소취성, 원적외선 방사성을 측정하였다. <Fig. 8>은 염색포의 항균성을 나타낸 결과로 솥으로 염색된 건직물에서는 균감소율이 다소 있는 것으로 나타났다. 이는 염색이 잘 된 건직물에서 다량의 솥입자가 균의 생성 억제와 감소에 작용을 한

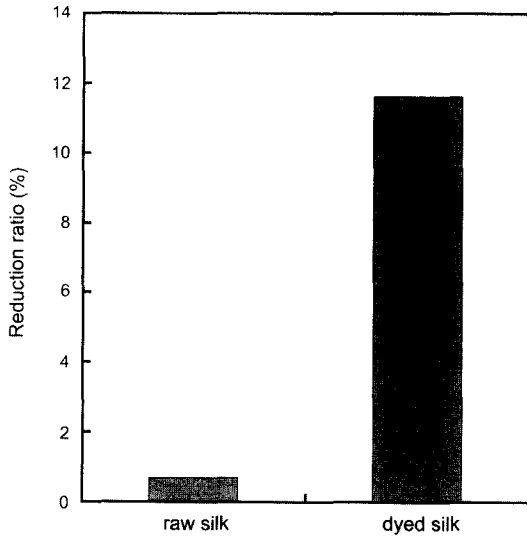


Fig. 8. Bacteria reduction ratio of fabrics.

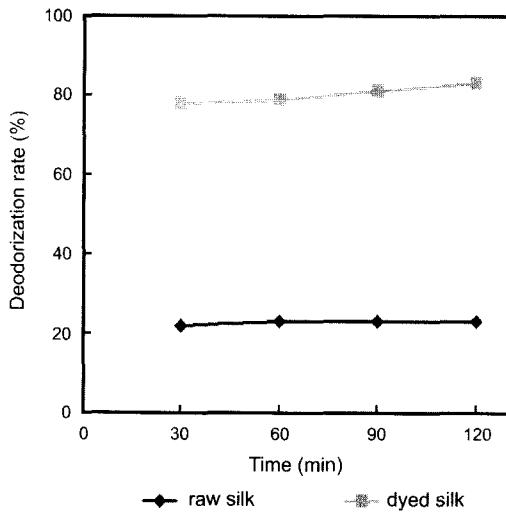


Fig. 9. Deodorization rates of silk fabrics.

것으로 보여진다.

<Fig. 9>는 숯으로 염색된 직물의 소취성을 나타낸 결과로 높은 소취율을 나타내었다. 약 80% 정도의 뛰어난 소취율을 나타내었는데 이는 박상범(1998)의 연구에서도 밝히고 있는 바와 같이 숯은 다공성이라는 독특한 구조로 뛰어난 흡착력을 갖고 있기 때문에 건직물의 표면과 섬유사이에 다량 부착된 숯 입자의 미세한 기공으로 인한 높은 흡착력으로 소취율이 우수하게 나타났다고 생각된다.

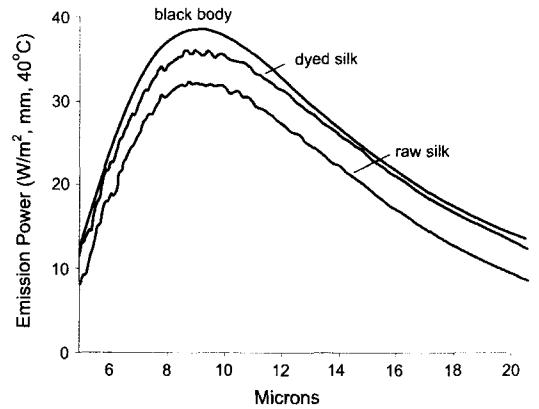


Fig. 10. Far-infrared emission power of fabrics.

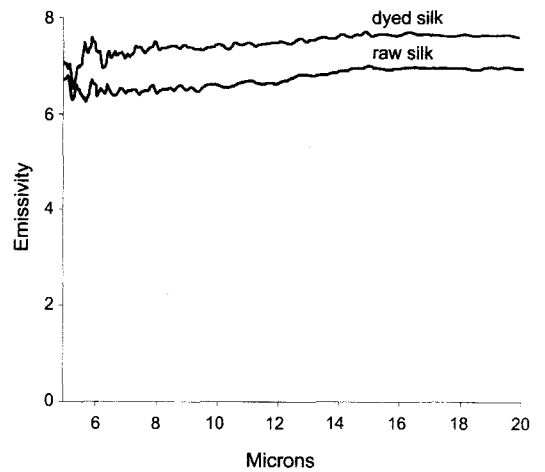


Fig. 11. Far-infrared emissivity of fabrics.

숯을 이용한 면직물의 천연염색(조원주, 이정숙, 2004)의 경우에 비하여 항균성과 소취성이 상대적으로 높게 나타났는데, 이것은 면직물보다 건직물에 숯이 많이 부착되어 기능성이 향상 되었기 때문이라고 생각된다.

<Fig. 10>과 <Fig. 11>은 숯으로 염색한 염색포의 원적외선 방사율 및 방사강도로 염색한 염색포가 흑체의 방사강도에 근접하게 증가하는 것으로 나타났다. 이 원적외선의 증가는 직물에 부착된 숯 입자의 수많은 기공에서 공기 분자의 흐름에 진동을 일으켜 원적외선이 방출됨에 의한 것이라고 추측된다. 따라서 숯으로 염색된 직물은 원적외선 방사능이 있는 것으로 입증되었으며 염색포의 숯 농도가 높을수록 원적외선의 효과는 더 크다고 볼 수 있다.

#### IV. 결 론

숯은 다공성 물질로 높은 흡착성, 통기성, 보수성, 보온성, 원적외선방출 효과 등으로 여러 분야에서 이용되고 있다. 이러한 숯의 특성을 직물에 부여하고자 건직물을 대상으로 숯의 농도와 염색시간, 염색온도에 따른 염색성, 염색포의 염색건뢰도 등을 알아보았으며, 시료의 표면에 숯의 염착형태를 알아보기 위해 SEM으로 관찰을 하였다. 또한 염색포의 기능성을 측정하기 위해 항균성, 소취성, 원적외선 방사율 등을 측정하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 숯을 천연염재로 사용하여 건직물에 염색한 결과 회색의 염색물을 얻을 수 있었으며 본 실험에서 숯 염색은 온도 100°C, 농도 50%(o.w.f.), 시간은 120분에서 염색효과가 가장 높게 나타났다.
2. 숯으로 염색된 건직물은 세탁건뢰도의 변퇴색, 물·땀 건뢰도의 오염 등급이 비교적 낮게 나타났으나, 세탁건뢰도의 오염, 드라이클리닝 건뢰도, 물·땀 건뢰도의 변퇴색에서는 4~5등급의 건뢰도를 보여 대체로 좋게 나타났다.
3. 염색포의 표면에는 2~4 μm 크기의 숯 입자가 많이 부착되어 있는 것이 관찰되었다.

4. 숯으로 염색한 건직물의 기능성에서 항균성이 다소 있는 것으로 나타났고, 숯염색에 의해 소취성이 크게 향상되었으며 원적외선 방사율도 증진되었다.

#### 참고문헌

김광은, 박상범, 안경모. (1998). *숯과 목초액*. 서울: 한림저널사.

박상범, 권수덕, 안경모, 차순형. (1998). 대나무숯의 특성규명(I). *한국목재공학회 98 학술발표회논문집*, 226-271.

박상범, 권수덕, 차순형. (1998). 대나무숯의 특성규명(II). *한국목재공학회 98 학술발표회논문집*, 272-279.

서태수. (1986). *분체의 과학*. 서울: 전파과학회.

안학수. (1999). *숯·활성탄·열초액의 불가사의*. 서울: 도서출판 책.

조원주, 이정숙. (2004). 숯을 이용한 면직물의 천연염색. *한국 의류산업학회지*, 6(6), 803-809.

황규은. (1999). *황토를 이용한 면직물의 천연염색*. 성균관대학교 대학원 석사학위 논문.

新しい脱臭劑と脱臭技術の展望. (1994). (株)東レリサーチセンター.

Hayden, J. W. & Comstock, E. G. (1975). Use of activated charcoal in acute poisoning. *Clin. Toxicol.*, 515-520.

Honcharik N. & Anthon S. (1985). Activated charcoal in acute cyclosporin overdose. *Lancet*, 1050-1053.