〔보 문〕

Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 31, No. 5 (2007) p.659~669

자외선에 의한 천연 염색 견직물의 취화 연구
-치자, 소목 염색을 중심으로-

신윤숙† · 최승연

전남대학교 의류학과

Degradation of Natural Dyed Silk Fabrics under Ultraviolet Light(UV)
-Focused on Gardenia and Sappanwood-

Younsook Shin† · Seungyoun Choi

Dept. of Clothing & Textiles, Chonnam National University

(2006. 8. 16. 접수)

Abstracts

The purpose of this study was to investigate the degradation of silk fabrics dyed with gardenia and sappanwood by Ultraviolet Light(UV). To asses the effect of uv on dyed silk fabrics, physical and chemical properties of samples were explored. K/S value rapidly decreased with increasing exposure time. Mordanting improved ultraviolet-cut ability and the sappanwood dyed samples were superior to those of gardenia dyed in ultraviolet-cut ability. Color progressively faded away as uv exposure time increased, accordingly, L*, a*, b*, H/VC, ΔE were changed. Morphological change observed with SEM represented degradation of silk fabrics from the outer fibril to the inner fibril. Tensile Strength abruptly decreased as uv exposure time increased and the mordanted samples showed higher tensile strength than the unmordanted. FT-IR analysis confirmed that main peaks at 3297 and 1704cm^{-1} band for silk fabric were due to N-H and C=O stretching, gardenia peaks at 1654 and 668cm^{-1} band representing C=O(ester), C=C(alken) and O-C=O(carboxylic acids) of crocin and sappanwood peaks at 1715cm^{-1} band representing C=O(cyclic keton) of brazilin appeared on the samples exposed for 14 days, but these peaks indicating colorants after 28 days of uv exposure faded away due to prolonged exposure of uv.

Key words: Ultraviolet light, Natural dyeing, Silk fabric, Degradation; 자외선, 천연 염색, 견직물, 취화

I. 서 론

출토 직물은 복식사 및 직물사 연구에 있어 복식형태연구, 직물조직연구, 문양 및 색에 관한 연구의 주요 분석 대상이 되어 왔으며, 문헌연구에 대한 실증적 연구결과를 제시해 줄 수 있는 중요한 물질적 자료이다. 출토 직물의 학문적 연구자료로서의 중요성을 감안하면 유물의 원형 보존 및 취화(degradation)의 진행을 방지하기 위한 연구의 필요성이 대두되며 국내에서는 보존과학적인 입장에서 이러한 연구들이 진행되어왔다.

국외 보존처리연구는 섬유 외 물질 분석(Ballard, 1992, 1993, 1994) 보존처리법(Lahanier, 1986), 미생물연구(Meeting report, 1999), 훈증연구 및 유물의 역학적 특성 평가(Ballard, 1987, 1996) 등과 같이 국내보다 더욱 전문화되고 세분화되어 있지만 국외의 출토 유물은 유물 연대와 유물의 구성 물질에 있어 국내 유물과는 성격이 다르기 때문에 국내 출토 유물에 관한

†Corresponding author
E-mail: yshin@chonnam.ac.kr

연구는 한국적인 특수성을 고려한 접근들이 필요하다. 국내 보존처리 연구는 유물의 섬유감별(박희현, 안춘순, 1999), 오염물 확인(안춘순 외, 1996; 안춘순, 조한국, 1998a, 1998b; 이미식, 배순화, 1999), 세척성 평가(배상경, 1992, 1997b, 1999), 훈증처리 효과 평가(박성실 외, 2004) 그리고 전시 및 보존 환경에 관한 연구(대한민국 문화체육부, 1996)들이 진행되어 왔으며 최근에는 다양한 기기 분석적 방법들을 도입함으로서 분석의 정확성을 더하고 있다.

이와 같이 출토 유물 보존의 필요성의 대두와 기기 분석 방법의 다양화에 따라 국내의 보존과학연구들이 활발히 진행되고 있지만 단순히 섬유 종류와 섬유 외 물질을 확인하는 연구들에 치중되어 있고 유물 보존에 실질적인 연구자료를 제공해 줄 수 있는 취화 요인, 원리 규명 및 방지책에 관한 연구들은 상대적으로 적었다고 할 수 있다. 특히 국내 출토 직물 취화에 관한 연구는 섬유질 물질의 취화 요인 제시, 미생물에 의한 유물 훼손 실태 조사, 훈증 후 박물관 환경 요소와 취화의 상관성 분석, 박물관 전시 및 보존 환경 연구 등이 있지만 유물 취화 변수를 세분화 하여 섬유 종류별 섬유학적 특성과의 상호작용에 따른 취화 과정을 규명하거나 광에 의한 유물의 섬유별 취화 및 염료의 분해 원리를 규명한 연구는 거의 없었다. 출토 직물은 발굴 직후 섬유 종류 및 섬유 외 물질을 확인하고 즉시 세척을 행하기 때문에 출토 직물의 취화는 유물 매장시의 취화 요인을 규명하지 않는 한, 오염물 및 미생물을 세척한 이후 훈증과 전시 및 보관되는 환경적 조건이 유물 취화의 진행에 중요한 변수로 작용할 수 있다.

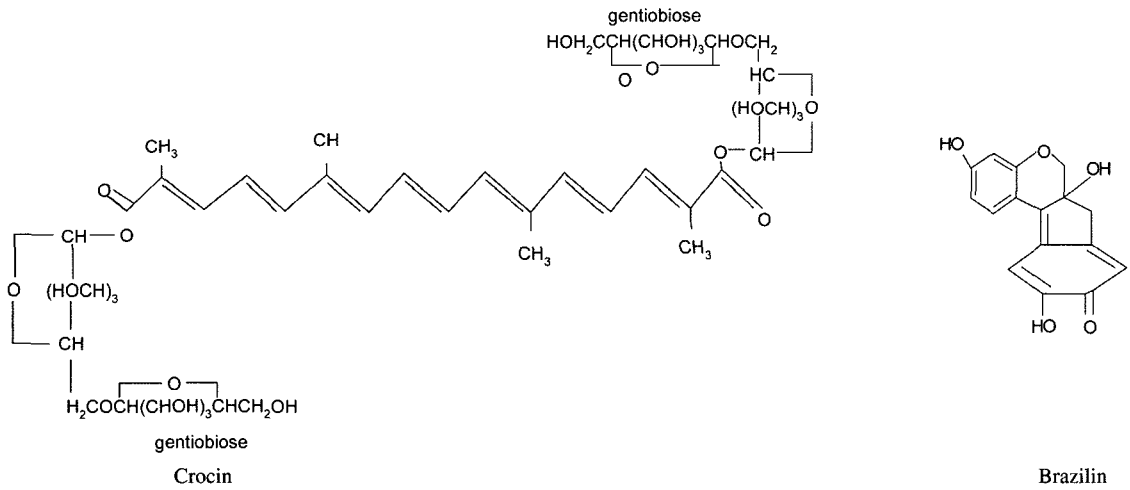
본 연구의 목적은 치자와 소목으로 천연 염색한 견직물 시료의 자외선에 의한 취화정도를 살펴보고자 한다. 첫째, 견직물을 선택한 이유는 출토 직물의 섬유의 종류는 면직물, 마직물, 모직물, 견직물류이지만 이 가운데 견직물류가 가장 많기 때문이다. 둘째, 염료는 화학적 구조의 차이가 있는 것을 선정하였다. <Fig 1>과 같이 전통 염료 중 치자는 카로티노이드계(Carotenoid) 염료로서 크로신(crocin) 주 색소와 쇄상구조를 가졌으며 소목은 디하이드로피란계(Dihydropyran)염료로서 브라질린(brazilin) 주 색소와 벤젠구조가 많이 있는 환상구조의 염료이다. 따라서 본 연구에서는 염료의 화학 구조가 다른 치자와 소목을 선정하여 자외선 노출 시간에 따른 염료의 화학구조와 광안정성을 비교하고자 하였다.

연구내용은 자외선 노출시간에 따른 시료들의 물리, 화학적인 변화 상태를 염착량(K/S 값)측정, 인장강도 측정, SEM(Scanning Electron Microscope)분석, 색채변화는 ΔE, L*, a*, b*, H V/C 측정, FT-IR (Furier Transform Infrared Spectroscopy)분석 등을 통하여 살펴보았다.

II. 실험 방법

1. 시료

견직물 시료는 전통 명주(120×124/5cm, 0.17mm,



Crocin Brazilin

Fig. 1. Chemical structure of crocin & brazilin.

26.2g/m^2, plain weave)를 사용하였으며 정제는 중성세제((주)애경, 울샴푸) 5%(o.w.f)를 액비 1:50으로 사용하여 100°C에서 30분 간 정련, 수세 후 건조하여 사용하였다.

2. 염색

1) 염액 추출

(1) 치자

치자는 전통 치자염색법(김성현, 서윤종, 2004)에 근거하여 치자 300g에 물 2*l*를 붓고 90-95°C의 온도를 유지하면서 20분간 끓여, 걸러서 염액을 추출하였다.

(2) 소목

소목은 전통 염색법(김성현, 서윤종, 2004)에 근거하여 소목 450g에 물 10*l*를 붓고 60°C의 온도를 유지하면서 1시간 끓여, 걸러서 염액을 추출하였다.

2) 염색 방법

정련한 견직물 100g 시료들을 추출된 치자, 소목 염액에 농도 5%(o.w.f.), 액비 1:50, 온도 90-95°C의 조건에서 1시간 1회 염색하였다.

3) 매염 방법

치자, 소목 염색한 견직물 시료들 중 치자, 소목 염색된 100g의 견직물 시료 두개를 각각 분리하여 2%(o.w.f)농도, 액비 1:20, 25°C의 명반액에 30분간 담궈 후매염 한 후 수세하였다.

3. 자외선

일반적인 자외선의 종류는 UV-A(장파장 자외선, 파장 320-400nm), UV-B(중파장 자외선, 파장 280-320nm), UV-C(단파장 자외선, 파장 180-280nm)로, UV-A와 UV-B는 피부노화와 색소 침착을 시키는 강하고 인체의 손상도가 큰 자외선에 속한다. 일반적으로 박물관에서는 유물의 손상을 방지하기 위해서 UV-A와 B 같은 강한 자외선은 차단하고 있기 때문에 본 실험에서는 비교적 자외선의 강도가 낮은 UV-C를 선택하였다. 따라서 치자, 소목 염색 견직물 시료의 40cm 위에 UV-C lamp를 장치하고 국내 박물관의 조도 기준(KIS, Korean Industrial Standard)인, 600 Lux에서 0일(0시간), 14일(336시간), 21일(504시간), 28일(672시간)동안 조사시켰다.

4. 시료 측정 및 분석

1) 염착량 및 색 측정

색차계(Color-Eye 3100, Macbeth)로 K/S 값을 측정하여 염착량으로 평가하였으며 L*, a*, b*, H V/C를 측정하고 그로부터 ΔE를 산출하여 색변화를 조사하였다.

2) SEM(Scanning Electron Microscope, JSM-5400, Jeol, Japan) 측정

주사전자현미경으로 시료의 표면 관찰을 통해 UV 조사 시간에 따른 변화를 비교하였다.

3) 인장 강도 측정

강도 변화는 KS K 0521, 컷 스트립법(Cut Strip)법을 사용하여 시료의 경사방향 으로 측정하여 광 조사 전과 후의 상대적인 강도보유율을 구하였다.

4) FT-IR(Furier Transform Infrared Spectroscopy, NICOLET 520 P, USA) 분석

시료를 KBr 형태로 성형하여 FT-IR 분석을 실시하여 분석에서 얻은 스펙트럼을 표준 스펙트럼과 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 염착량

1) 치자 염색

자외선 조사 기간에 따른 무매염 및 명반 매염 치자 염색 시료의 염착량 변화를 <Fig. 2>에 나타냈다. 무매염 시료는 조사 14일 후에는 조사 전 염착량 17.1에서 조금씩 감소하기 시작하였고 21일 후에는 7.5로 감소하였고 28일 후에는 2.4로 급격히 감소하였다. 명반 매염 시료는 조사 14일 후에는 조사 전 염착량 16.3에서 조금씩 감소하기 시작하여 21일 이후에는 6.3으로 감소하고 28일 이후에는 2.7로 감소하였다. 치자 염색 시료의 28일 이후 최종 염착량을 비교해보았을 때, 치자 염료의 경우 명반 매염이 염착량 및 자외선 차단 증진에 큰 효과가 없음을 알 수 있었다.

2) 소목 염색

<Fig. 3>은 자외선 조사 기간에 따른 무매염 및 명

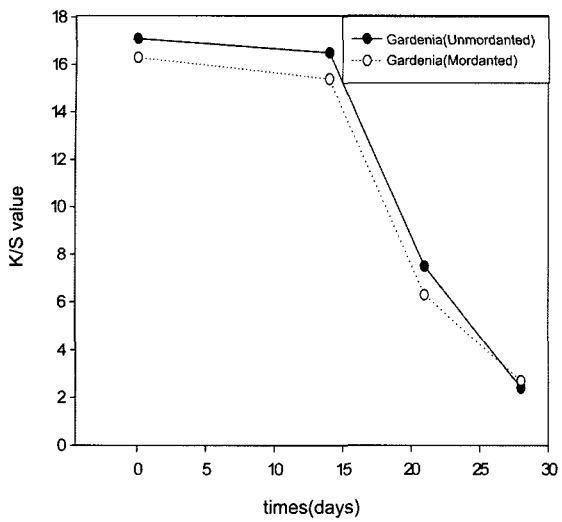


Fig. 2. Effect of UV light exposure time on the K/S value of silk fabrics dyed with gardenia.

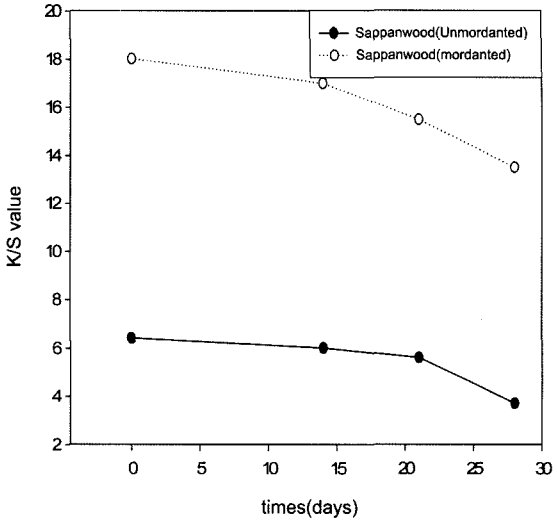


Fig. 3. Effect of UV light exposure time on the K/S value of silk fabrics dyed with sappanwood.

반 매염 소목 염색 시료의 염착량 변화를 비교한 그래프이다. 무매염 시료는 자외선 조사 14일 까지는 K/S값이 조금씩 감소하다가 21일 이후에는 5.6으로 감소하고 28일 후에는 3.7로 급격히 감소하였다. 명반 매염 시료 역시 조사 14일 까지는 염착량이 약간 감소하다가 21일부터 15.5로 감소의 폭이 커지다가 28일 후에는 13.5로 감소의 폭이 훨씬 증가하였다. 그러나 치자 염색의 경우와는 다르게 소목 염색에서는 명반 매염이 자외선 차단 증진에 효과가 있는 것으로 나타났다. 이상의 결과로부터 매염 여부와 관계없이 소목 염색시료가 치자 염색시료보다 자외선 차단 효과가 우수하다는 것을 알 수 있었으며 이는 이들 색소가 각각 자외선에 반응하는 차이에 기인한 것으로 사료된다.

2. 색 변화

1) 치자 염색 시료

<Table 1>은 무매염, 명반 매염 한 치자 염색 시료의 색변화 결과이다. L*은 명도, a*, b*는 색상방향을 의미하는데 +a 방향은 적색(red), -a 방향은 녹색(green), +b 방향은 황색(yellow), -b 방향은 청색(blue)을 나타낸

Table 1. Color changes of the silk fabrics dyed with gardenia

Samples	UV exposure (days)	L*	a*	b*	H V /C	ΔE
Unmordanted	0	61.8	17.7	74.9	9.14YR 5.99/12.25	0.0
	14	64.7	13.1	69.1	9.83YR 6.29/ 10.98	7.9
	21	69.6	8.7	39.8	0.35Y 6.79/6.47	34.5
	28	70.1	8.3	38.4	0.14Y 6.89/5.84	38.0
Mordanted (Al)	0	65.9	18.6	76.1	8.89YR 6.42/12.52	0.0
	14	66.7	17.3	75.9	9.25YR 6.49/12.38	1.5
	21	69.9	12.0	55.0	9.47YR 6.83/8.95	22.0
	28	70.4	9.7	42.0	9.57YR 6.87/6.91	35.6

L* : Lightness a* : Redness b* : Yellowness ΔE : Color difference

다. H는 색상(Hue), V는 명도(Value)로 색과 색 사이에서 느끼는 밝기의 차이를 나타내며 C는 채도(Chroma)로 색상의 맑고 탁한 정도를 나타내는 지표이다. 실험 시료의 색변화 결과에서, 무매염 치자 염색 시료는 자외선 조사시간에 따라 L*은 14일 이후에는 증가하여 색상이 밝아졌으며 a*값과 b*값은 감소하여 적색기(redness)와 황색기(yellowness)가 줄어들었다.

색상은 0일의 YR계열에서 14일후에는 황색기보다는 적색기가 더 많이 감소한 YR계열로, 21일에는 적색기가 사라진 Y계열 색상으로 변화되었으며 21일 이후에도 탈색이 지속됨을 알 수 있다. 명도(V)는 14일 조사 이후부터 계속 증가하였고 채도(C)는 계속 감소하여, 전체적인 색상차(ΔE)는 14일부터 차이가 나타나기 시작하여 21일 이후에는 급격히 증가하는 것으로 나타났다.

명반으로 매염 처리한 시료도 L*값은 점점 증가하여 시료의 색이 밝아졌으며, a*값과 b*값은 감소하여 적색기와 황색기가 함께 감소하였다. 색상은 조사 전, 후 YR계로 동일하지만 적색기는 감소하고 황색기는 증가하여 황색기가 강한 YR계열로 변화되었다. 자외선 조사시간이 증가함에 따라 명도는 증가하고 채도는 감소하였고, 따라서 색상차 ΔE도 조사 시간에 따라 점점 증가하여 색상이 퇴색했음을 알 수 있었다.

무매염 치자 염색 시료와 명반 매염 처리 치자 염색 시료의 색채 변화에서 보이는 유사점은 자외선 조사 시간에 비례하여 K/S, L*, a*, b*, H V/C, ΔE 등 색채 전반에 급격한 변화와 염료 퇴색 경향을 보였다는 점이다. 28일 조사 후 명반 처리한 시료의 ΔE는 무매염 처리한 시료보다 약간 낮았다. 이는 치자 염색 시료에서 명반 매염제가 자외선 차단 효과가 있다는 것으로 해석할 수 있다. 그리고 명반 매염 처리를 한 경우 염료 고착율이 높아지고 적색계가 증가하여 무매염 처리 시료와는 다른 색상변화를 보이는 것으로 나타났다.

2) 소목 염색 시료

<Table 2>는 무매염, 명반 매염 소목 염색 시료의 색변화 결과이다. 무매염 소목 염색 시료는 조사 시간 증가에 따라 L*은 증가하여 소목 염료가 퇴색되면서 밝아졌으며 a*는 감소하여 적색기가 줄어들었으며 b*는 증가하여 황색기가 증가하였다.

색상은 자외선 조사 전 YR계열로서 시간이 증가함에 따라 황색기가 증가하고 적색기는 감소하여 황색이 강한 YR계열로 변화되었다. 명도는 약간 증가하고 채도도 약간 감소하여, 전체적인 색상차(ΔE)는 11.0으로 치자 염색시료보다 자외선 차단 효과가 있는 것으로 나타났다.

명반 처리한 소목 염색 시료는 시간 증가에 따라 L*은 증가하여 밝아졌으며 a*는 감소하여 적색기가 줄어들었고 b*는 증가하여 황색기가 증가하였다. 색상은 조사 전 R계열에서 21일과 28일 이후에는 적색기가 증가한 R계열로 변화되었다. 명도는 조사 후 증가하고 채도는 감소하였다. 색상차 ΔE는 시간 증가에 따라 28일 이후에는 5.8로 매염하지 않은 시료보다 자외선 차단 효과가 훨씬 큰 것으로 나타났다.

무매염 소목 염색 시료와 명반 매염 처리 소목 염색 시료들의 색 변화에서 보이는 유사점은 자외선 조사 시간에 비례하여 K/S, L*, a*, b*, H V/C, ΔE 등 색채 전반에 급격한 변화와 염료 퇴색 경향을 보였다는 점이며, 이것은 <Table 1>에 제시된 치자 염색물 시료들의 실험 결과와 유사하다. 반면 두 실험시료들

Table 2. Color changes of the silk fabrics dyed with sappan wood

Samples	UV exposure(days)	L*	a*	b*	H V/C	ΔE
Unmordanted	0	48.0	21.4	26.7	2.20YR 4.63/6.25	0.0
	14	50.0	20.6	27.8	2.74YR 4.78/6.25	2.1
	21	52.0	18.0	29.0	4.14YR 4.99/6.07	2.3
	28	55.7	14.1	29.5	6.25YR 5.39/5.60	11.0
Mordanted (Al)	0	29.0	35.5	15.0	5.05R 2.79/7.78	0.0
	14	29.6	35.8	15.4	5.14R 2.85/7.84	0.8
	21	30.0	33.0	16.0	5.64R 2.92/.26	3.8
	28	31.7	30.6	16.7	5.97R 3.06/6.85	5.8

L*: Lightness a*: Redness b*: Yellowness ΔE: Color difference

의 차이점은 첫째, 무매염 소목 염색 시료가 명반 매염 처리 소목 염색 시료보다 UV 최종 조사 후 ΔE값이 더 높았으며 이와 같은 실험 결과는 앞의 치자 염색 견직물 시료들의 ΔE에서 보이는 결과와 같다. 이는 소목 염색 견직물 시료에서도 명반 매염제가 자외선에 의한 탈색을 방지해 주는 역할을 하는 것으로 해석할 수 있다. 둘째, 소목 염색 시료들은 명반 매염 처리를 한 경우 무매염 처리 시료보다 염료 고착율이 높아지고 적색계가 증가하여 무매염 처리 시료와는 다른 색상변화를 보였으며 이와 같은 실험결과는 앞의 치자염색 시료들의 연구결과와 유사하다. 결과적으로 천연 염재 염색포의 자외선 차단 성능연구에서 천연 염색포가 미 염색포 보다 자외선 차단 성능을 지닌다는 사실(김월순, 최인려, 2004)이외에, 소목의 주 색소인 브라질린의 다수의 벤젠핵이 결합된 구조가 치자 주 색소인 크로신의 쇄상구조보다 자외선에 더 안정하다고 볼 수 있다.

3. 형태학적 변화

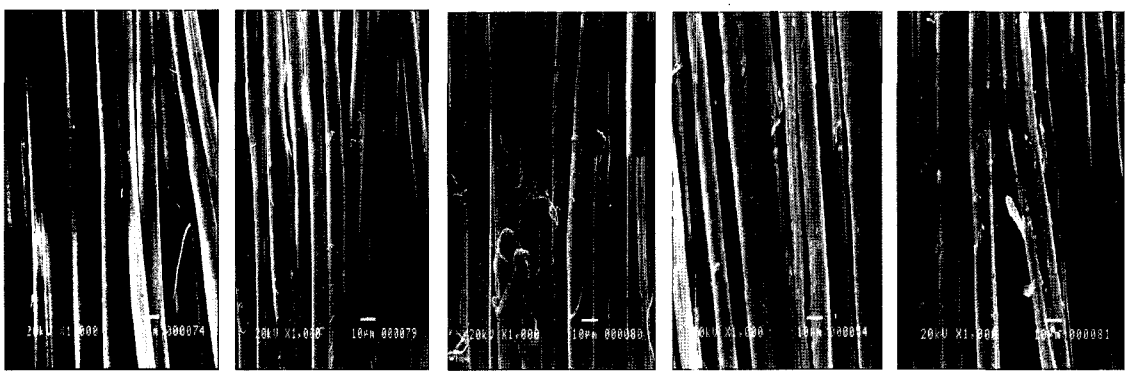
염색 후 자외선 조사를 실시한 시료들의 시간에 따른 형태학적 변화를 SEM, 1000배율로 관찰하여 비교한 결과는 <Fig. 4-7>에 제시하였다.

1) 무매염 치자 염색 시료

<Fig. 4>에서 (a)는 정련 한 견백포이며 (b)는 자외선 조사 전 무매염 치자 염색포로서, 정련과 염색과정을 통해서 섬유 표면이 마찰되어 섬유의 표피가 일어나있는 것을 관찰할 수 있다. (c)는 자외선 조사 14일 후의 섬유 표면이며 (b)보다 섬유 표면의 피브릴(fibril)이 훨씬 심하게 손상되어 분리되어 나와 있는 것을 관찰할 수 있다. (d)는 조사 21일 후의 표면으로

(a) (b) (c) (d) (e)

Fig. 4. SEM Pictures(×1000) of the silk fabrics dyed with gardenia(unmordanted): (a) scoured, and UV exposed; (b) 0 day, (c) 14 days, (d) 21 days, (e) 28 days.



(a) (b) (c) (d) (e)

Fig. 5. SEM Pictures(x1000) of the silk fabrics dyed with gardenia(mordanted): (a) scoured, and UV exposed; (b) 0 day, (c) 14 days, (d) 21 days, (e) 28 days.

14일까지는 섬유 표면의 손상이 관찰되는 것에 비해 21일 시료는 손상이 섬유 내부로 진행되어 섬유내부가 패어있는 것이 관찰된다. (e)는 조사 28일 후의 표면으로 섬유표면의 손상이 더욱 진행되어 섬유에 세로줄무늬가 관찰되었는데, 이것은 섬유 손상이 내부로까지 진행되어 피브릴이 박리된 것으로 보인다. 조사 시간의 증가에 따라 섬유 표면의 손상정도가 증가하여 섬유 표피들이 더 두껍게 분리되는 부분이 관찰되어 섬유 내부로 손상이 진행된 것을 알 수 있다.

2) 명반 매염 치자 염색 시료

<Fig. 5>에서 (a)는 정련 한 견백포이며 (b)는 자외선 조사 전 명반매염 치자 염색포이다. (c)는 조사 14일 이후 관찰된 견섬유의 표면으로 (b)시료보다는 섬유 표면에 손상이 진행되어 표면에 가는 섬유들이 일어나거나 엉켜있는 것을 관찰할 수 있다. (d)는 21일 후의 섬유 표면으로 무매염 치자 염색 시료와 마찬가지로 섬유 내부로 손상이 진행된 것을 관찰할 수 있고 (e)는 자외선 조사 28일 이후의 섬유 표면으로 손상이 섬유 깊은 부분으로 진행되어 더 굵은 다발 형태로 박리되거나 패어있는 부분도 관찰되었다.

3) 무매염 소목 염색 시료

<Fig. 6>은 자외선 조사 시간에 따른 무매염 소목 염색 시료의 표면변화들이다. (a)는 정련 한 견백포이며 (b)는 조사 전의 무매염 소목 염색포이며 다른 시료들과 마찬가지로, 정련과 염색과정을 통해 섬유 표면이 손상된 것을 관찰할 수 있다. (c)는 조사 14일 후의 섬유 표면에 변화로 (b)보다는 더 굵은 피브릴이 분리되어 있고 섬유 축 방향으로 길게 균열된 모습이

Fig. 6. SEM Pictures(x1000) of the silk fabrics dyed with sappanwood(unmordanted): (a) scoured, and UV exposed; (b) 0 day, (c) 14 days, (d) 21 days, (e) 28 days.

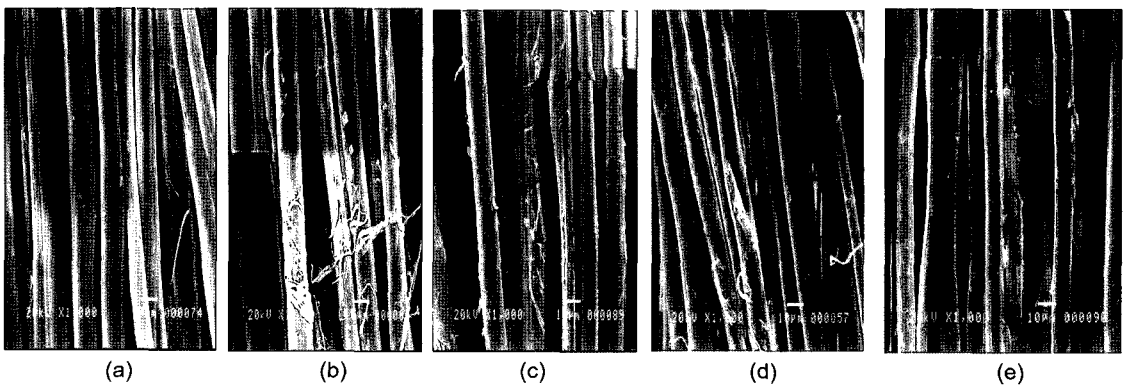


Fig. 7. SEM Pictures(x1000) of the silk fabrics dyed with sappanwood(mordanted): (a) scoured, and UV exposed; (b) 0 day, (c) 14 days, (d) 21 days, (e) 28 days.

관찰되었다. (d)는 자외선 조사 21일 이후의 섬유 표면으로 손상이 섬유 내부로 진행되어 있고 (e)는 28일 이후 손상이 더욱 진행되어 섬유 내부의 피브릴이 박리되어 떨어져 나와 있는 모습이 관찰되었다.

4) 명반 매염 소목 염색 시료

<Fig. 7>에서 (a)는 정련 한 견백포이며 (b)는 조사 전의 명반 매염 처리 한 소목 염색포이다. 자외선 조사를 14일, 21일, 28일 실시한 후의 (c), (d), (e)시료의 섬유 표면의 변화를 관찰할 수 있다. 자외선 조사 시간의 증가에 따라 명반 매염 소목 염색 시료 역시 다른 시료들과 마찬가지로, 섬유 표면의 손상이 표피에서 내부 피부릴로 점점 더 깊게 진행됨을 관찰할 수 있다.

4. 인장강도

1) 치자 염색 시료

무매염, 매염 처리 치자 염색 시료들의 인장강도 변화를 본 결과는 <Fig. 8>과 같다.

염착량과 색차에서 자외선에 의한 견섬유의 변화가 있었던 것처럼, 무매염 치자 염색포와 명반 매염 치자 염색포의 인장강도도 자외선 조사 시간이 증가함에 따라 현저하게 감소하는 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 견섬유가 다른 섬유보다 일광에 매우 약하며 광에 노출되었을 때 급격한 강도손실을 가져온다는 연구결과(배상경, 1991)와 일치한다. 그러나 명반 매염을 한 치자 염색 시료의 인장강도 감소율은 무매염 시료보다 낮은 결과를 나타내었는데, 이것은 견직물의 매염과정에서 명반의 알루미늄, 염료, 견섬유간의 배위결합이 형성되었기 때문에 인장강도 보유율이 더 높은 것으로 사료된다(권민수 외, 2004).

2) 소목 염색 시료

소목 염색 시료와 명반 매염 처리 소목 염색 두 시료를 자외선에 조사시킨 후 인장강도 변화를 본 결과는 <Fig. 9>와 같다. 소목 염색 시료들 역시 조사 시간이 증가함에 따라 인장강도가 감소하였으며 자외선 조사 전 시료와 비교하면 인장강도 감소율의 차가 큰 것으로 보인다. 그러나 무매염, 매염 처리 한 치자 염색 시료의 인장강도 감소율의 결과에서 나타난 것과 마찬가지로, 명반 매염 처리한 소목 염색 시료가 무매염 처리 소목 염색 시료보다 상대적으로 높은 인장강도 보유율을 나타내었다. 이와 같은 결과는 앞서 제시한 선행연구의 결과처럼 매염 처리 시 소목 염료, 명반의 알루미늄, 견섬유의 이온들이 배위결합을 형성함으로써 자외선 조사 시 무매염 시료들보다 강도 감소 방지 역할을 하는 것으로 해석할 수 있다. 특히, 치자와 소목 실험에서 모두 정련견포의 인장강도보다 자외선 조사를 실시하지 않은 염색포의 인장강도가 약 2배 가량 감소하였는데, 자외선 이외에도 염색과 세척과정에서도 강도가 감소하는 것으로 볼 수 있다.

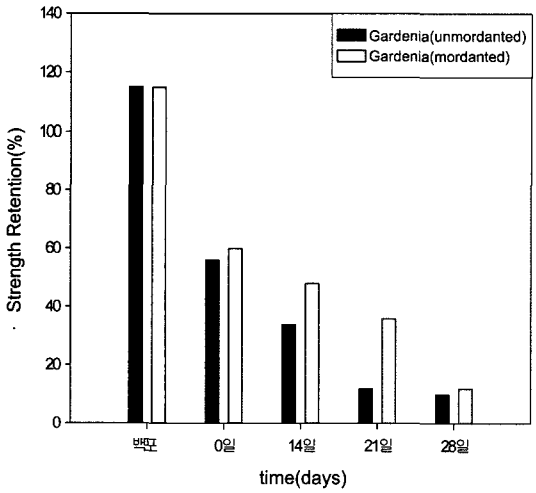


Fig. 8. UV exposure time vs. strength retention(%) of the gardenia dyed silk fabrics.

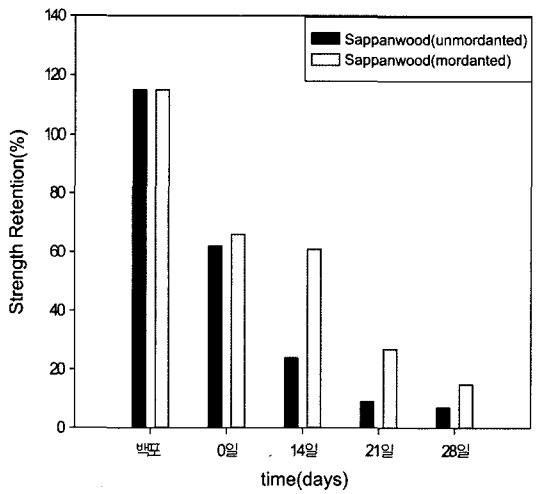


Fig. 9. UV exposure time vs. strength retention(%) of the sappanwood dyed silk fabrics.

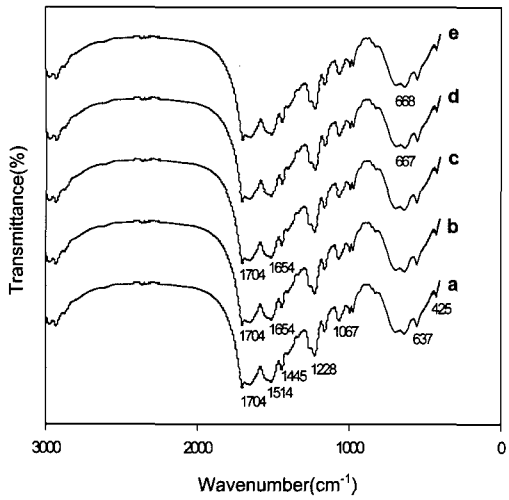


Fig. 10. IR spectra of the gardenia dyed silk fabrics (unmordanted): (a) control, (b) 0 days, (c) 14 days, (d) 21 days, (e) 28 days.

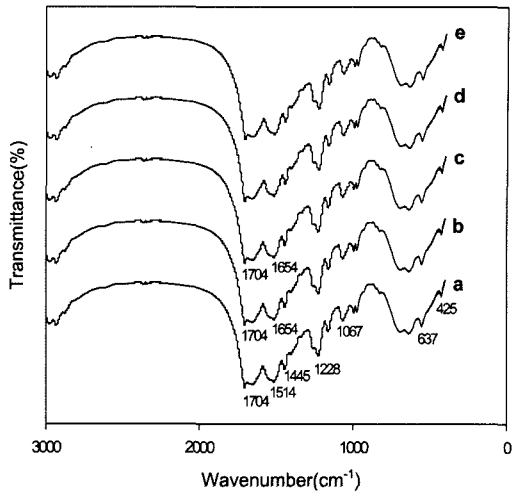


Fig. 11. IR spectra of the gardenia dyed silk fabrics (mordanted): (a) control, (b) 0 day, (c) 14 days, (d) 21 days, (e) 28 days.

5. FT-IR 분석

치자, 소목 염색 시료들의 자외선 조사 시간에 따른 화학적 변화를 조사하기 위해 FT-IR 분석에 의해서 얻은 스펙트럼을 <Fig. 10-13>에 비교하였다.

1) 치자 염색 시료

<Fig. 10>은 자외선 조사 시간에 따른 무매염 치자 염색시료의 FT-IR 스펙트럼이다.

자외선 조사 전(b)와 14일 후(c) 시료에서는 1704cm^{-1} 부근의 C=O피크를 통하여 견섬유의 주 피크가 확인되었으며, 1654cm^{-1}부근에서는 C=O(ester), C=C(alken) 신축진동의 쇄상구조 치자 피크가 확인되었다. 자외선 조사 21일 된 (d)그래프에서는 667cm^{-1} 부근의 O-C=O(carboxyl acids)피크가 확인되었고 자외선 조사 28일의 (e)시료에서는 견직물 피크와 668cm^{-1} 부근에서 O-C=O의 치자 피크만이 확인되었다. 이는 치자색소의 구조가 자외선에 의해 카르복실기를 갖는 구조로 변형된 것으로 추론할 수 있다.

<Fig 11>는 자외선 조사 시간에 따른 명반 매염 치자 염색 시료의 FT-IR 스펙트럼이다. 무매염 치자 염색 시료의 FT-IR 스펙트럼과 마찬가지로, (b), (c)시료에서 1704cm^{-1} 부근의 C=O의 견섬유의 주 피크가 확인되었다.

그리고 1654cm^{-1}부근에서 C=O(ester), C=C(alken) 신축진동의 치자 피크가 확인되었지만, 자외선 조사 21일의 (d)시료와 28일 후의 (e)시료에서는 견직물 피크이외에 치자의 피크는 관찰되지 않았다. 무매염 치자 염색 견직물 시료와 명반 매염 치자 염색 견섬유 시료의 자외선 조사 시간에 따른 화학적 변화에서 보이는 유사점은 두 시료 모두 시간이 길어짐에 따라 치자의 고유한 피크들이 사라졌으며 매염제의 유, 무는 큰 변수로 작용하지 않는 것으로 보인다.

2) 소목 염색 시료

<Fig. 12>는 자외선 조사 시간에 따른 무매염 소목 염색 시료의 FT-IR 그래프이다. 자외선 조사 이후 14일까지의 시료에서는 1704cm^{-1} 부근의 C=O의 견섬유의 주 피크가 확인되었으며, 1715cm^{-1} 부근에서 C=O(keton)신축진동의 벤젠구조 소목 피크가 확인되었다. 그러나 자외선 조사 21일과 28일 이후에는 견섬유의 피크 이외에 소목의 주 피크들은 확인되지 않았다. 이는 장시간의 자외선 노출에 의해 색소가 탈색이 되어 없어진 것으로 사료된다.

<Fig. 13>는 자외선 조사 시간에 따른 매염 소목 염색 시료의 FT-IR 그래프이다. <Fig. 12>의 결과와 유사하게 견섬유(a)시료와 자외선 조사 전(b), 14일 후(c)시료에서 는 1704cm^{-1} 부근의 C=O의 견섬유의 주 피크가 확인되었으며, 1715cm^{-1} 부근에서 C=O(keton)신축진동의 소목의 피크가 확인되었다 조사 21일 이후의

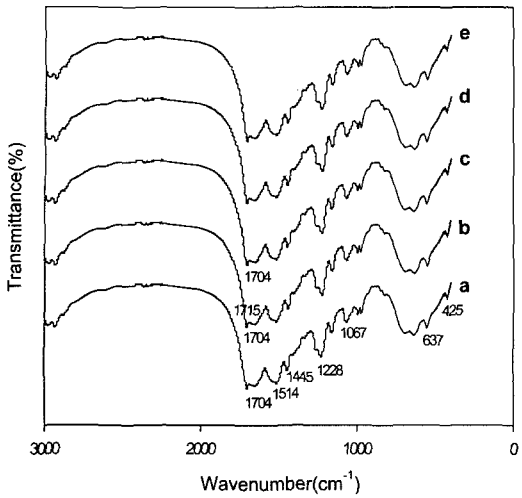


Fig. 12. IR spectra of the sappanwood dyed silk fabrics (unmordanted): (a) control (b) 0 day, (c) 14 days, (d) 21 days (e) 28 days.

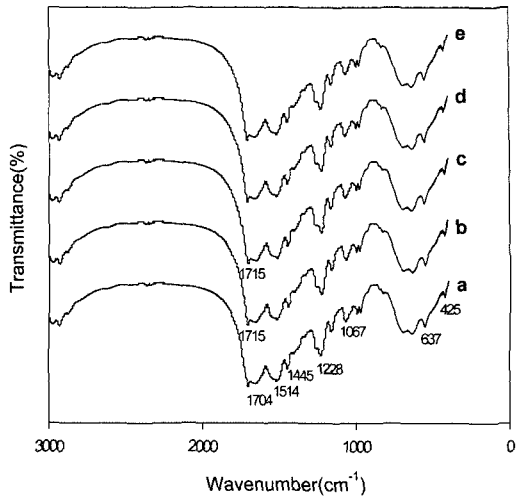


Fig. 13. IR spectra of the sappanwood dyed silk fabrics (mordanted): (a) control (b) 0 day, (c) 14 days, (d) 21 days (e) 28 days.

(d)시료와 자외선 조사 28일 이후의 (e)시료에서는 소목의 주 피크들이 확인되지 않았다. 무매염 소목 염색 견섬유 시료와 명반 매염 소목 염색 견섬유 시료의 자외선 조사 시간에 따른 화학적 변화에서 보이는 유사점은 첫째, 두 시료 모두 조사 시간이 길어짐에 따라 치자 염색 시료들의 결과에서와 마찬가지로 견섬유의 주 피크들은 확인되었지만 소목의 주 피크들이 관찰되지 않았다. 둘째, 매염의 유, 무는 두 염색 시료들의 화학적 변화에는 큰 변수로 작용하지 않는 것으로 보인다.

이상의 연구결과에서 무매염, 명반 매염 처리 치자, 소목 염색 견직물 시료들은 자외선 조사 시간이 증가함에 따라서 염착량, 색채변화, 형태변화, 인장강도 그리고 화학적 변화가 일어나는 것으로 나타났다. 본 연구는 실물 출토 견직물 시료를 실험대상으로 하지 않았다는 한계점이 있지만 출토 직물의 전시 및 보관 중 자외선에 의한 유물의 손상 및 방지를 위한 기초자료가 될 수 있다는 점에서 연구의의가 있다고 생각된다. 따라서 후속연구로 자외선 차단제에 의한 직물류 유물 손상 방지에 관한 연구를 통해 본 연구자료가 보충될 수 있다고 생각된다.

IV. 요 약

견직물 시료에 치자, 소목 염색을 행한 후, 자외선에 0일, 14일, 21일, 28일 조사 시킨 후 시간의 경과에 따른 시료들의 염착량, 색채 변화, 형태 변화, 인장강도 그리고 화학적 변화를 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 염재의 종류와 매염 여부와 관계없이 자외선 조사 초기 14일 동안에는 염착량이 서서히 감소하다가 그 후에는 급격한 감소를 보였다. 명반 매염을 한 경우 염착량 감소가 더 적었으며 소목이 치자보다 자외선 차단 효과가 더 우수한 것으로 나타났다.

2. 자외선 조사 시간이 길어짐에 따라, L*, a*, b*, H V/C, ΔE 등은 급격한 변화와 퇴색경향을 보였으며 명반 매염제가 자외선에 의한 탈색을 방지해 주는 역할을 하는 것으로 나타났다. 또한 치자보다 소목의 ΔE값이 낮게 나타났는데 이는 염착량 변화의 결과와 일치하며 소목이 치자보다 자외선 차단 효과가 더 우수한 것으로 나타났다.

3. 염색 견직물 시료들 모두 자외선 조사 시간 경과에서, 초기에는 섬유 표면의 피브릴 분리현상을 보였으며 조사 시간 증가에 따라 섬유 표면이 더 깊고 두껍게 박리되어 손상이 심해졌으나 SEM 측정에서는 두 염료의 매염제 처리 유, 무의 차이는 발견하기가 힘들었다.

4. 자외선 조사에 따라 인장강도는 자외선 조사 14일 이후부터 감소되어 인장강도 감소율은 대략 5-20%의 유지율을 나타내었으며 매염 처리 시료의 인

장강도 감소율이 더 낮았다.

5. FT-IR 분석에 의하면 자외선 조사 시간 증가에 따라 치자와 소목 주 피크들은 사라지고 견섬유의 주 피크만이 확인되었다.

참고문헌

권민수, 전동원, 최인려, 김종준. (2004). 소목 천연 염색에 관한 연구 I. *복식문화연구, 12*(5), 781-791.

김성현, 서윤종. (2004). *천연염색*. 서울: 한출판.

김월순, 최인려. (2004). 천연염재의 자외선 차단성능 연구. *복식문화연구, 12*(1), 1-11.

대한민국 문화체육부. (1996). *박물관내 전시 및 수장 유물의 보존환경 기준 연구*. 서울: 대한민국 문화체육부.

박성실, 안춘순, 채옥자. (2004). 출토 복식 유물에 대한 훈증 소독의 영향에 관한 연구. *한국의류학회지, 28*(5), 668-677.

박희현, 안춘순. (1999). 단양 현곡리 출토 고려시대 섬유류 및 지류 유물에 관한 연구. *한국의류학회지, 23*(8), 1161-1169.

배상경. (1991). 빛에 의한 견직물의 물리적 변화에 관한 연구. *수원대학교 논문집, 9*, 373-383.

배상경. (1992). 만인산(萬人傘)의 보존처리 및 연구고찰. *論文集, 10*, 213-228.

배상경. (1993). 죽산 박신용 장국 의대 및 동래 정씨 의복에 실시한 보존 처리. *지역사회개발, 5*, 129-148.

배상경. (1997a). 경기도 박물관 소장 홍곡 공파 동래 정씨 광경의 배위 여흥 민씨 출토 유의에 관한 보존 처리 연구1. *論文集, 15*, 217-226.

배상경. (1997b). 경기도 박물관 소장 홍곡 공파 동래 정씨 광경의 배위 여흥 민씨 출토 유의에 관한 연구 II. *지역사회개발, 9*, 217-228.

배상경. (1999). 장기정씨묘 출토복식에 대한 보존처리. *복식, 47*, 89-100.

배순화. (1999). *출토직물 보존에 관한 과학적 연구*. 서울여자대학교 대학원 박사학위 논문.

안춘순, 조한국, 김정완. (1996). 화성 구포리 출토복식의 섬유 외 물질 분석에 관한 소고. *한국복식, 14*, 27-48.

안춘순. (1998). 미국 세입 토루의 직물유물 중 인피 섬유에서 관찰되는 형태학적 손상에 관한 연구. *한국의류학회지, 22*(6), 679-690.

안춘순. (1999). 복식 유물 연구에 있어서 분광화학 분석의 활용. *복식, 49*, 49-63.

안춘순. (2003). 마포 밀창군 묘 출토 복식 유물의 섬유 외 물질의 추출 분석. *복식문화연구, 11*(6), 902-912.

안춘순, 조한국. (1998a). 파주 금릉리 출토 경주 정씨 유물의 섬유 외 성분에 관한 분석. *한국복식, 16*, 13-29.

안춘순, 조한국. (1998b). 파주 금릉리 출토 복식의 섬유 외 성분 연구. *한국의류학회지, 22*(6), 772-780.

이미식, 배순화, 박명자, 이연희. (1999). 김흠조 분묘 출토 직물의 보존 처리를 위한 물리, 화학, 생물학적 분석. *한국의류학회지, 23*(6), 809-819.

이미식, 배순화. (1997). 직물류 유물의 전시 및 보관 환경 실태조사. *복식, 34*, 109-120.

이미식, 배순화. (1999). 출토 직물의 과학적 보존처리에 관한 연구. *한국의류학회지, 23*(7), 987-997.

Ballard, M. (1987). Is fumigation possible? *The International Journal of Museum Management and Curatorship, 6*, 83-86.

Ballard, M. (1989). Historic silk flags from Harrisburg. *American Chemical Society*, 134-142.

Ballard, M. (1990). Pest control for temperate. *Working Group, II*(25), 817-820.

Ballard, M. (1992). Latex misuse on historic carpets and textiles. *American Chemical Society, 33*(2), 664-665.

Ballard, M. (1993). Residues of surfactant on silk. *Working Group, 2*(9), 327-329.

Ballard, M. (1994). The stability and durability of pigment. *Textile Conservation group printing*, 11-43.

Ballard, M. (1996). Hanging out: Some physical properties of textile fibers. *Working Group, II*, 665-669.

Lahanier, C. (1986). Study and conservation of museum objects. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, B 14*, 1-9.

Meeting report. (1999). On microbes and art. *Environmental Microbiology, 1*(6), 551-553.