

UV조사에 의한 양모직물의 염색성 개질

전영실·남성우¹·김인희

성균관대학교 응용화학부 텍스타일시스템공학전공
(2003. 12. 1. 접수/2004. 2. 6. 채택)

Modification of Dyeing Property of Wool Fabrics by UV Irradiation

Young Sil Jeon, Sung Woo Nam, and ¹In Hoi Kim

College of Applied Chemistry, Dept. of Textile System Eng. SungKyunKwan University, Suwon, Korea
(Received December 1, 2003/Accepted February 6, 2004)

Abstract—Wool fabrics were treated with deep UV for 10 to 30min and then dyed with C.I. Acid Yellow 99, C.I. Acid Red 57 and C.I. Acid Blue 62. FT-IR and XPS have been used to prove the chemical composition of wool fiber surfaces. The mechanical property and colorfastness were also studied. The intensities of the peaks of C=O group at 1700cm^{-1} were increased with increasing irradiation time. Relative O_{1s} , N_{1s} and S_{2p} intensities increased considerably and oxygen was incorporated in the form of CO and COO on the fiber surface. The dye uptakes of wool fabrics dyed with three acid dyes were proportional to irradiation times and in inversely proportional to irradiation distances. It was found that the tensile strength of wool fabrics were gradually deteriorated with the UV irradiation times. The colorfastness, such as washing, light and rubbing, of UV irradiated wool fabrics dyed with acid dyes were good.

Keywords : Wool, UV irradiation, XPS, Colorfastness, Tensile strength

1. 서 론

세계적으로 환경 문제에 대한 관심이 높아지는 가운데 화학공업은 환경 적합성이 높은 공정 및 제품의 개발을 요구하고 있다. 섬유공업도 그 예외는 아니지만, 현재 공정의 대부분은 다량의 화학약품과 물을 필요로 하기 때문에 환경에 커다란 부하를 주고 있다. 그런 가운데 적당한 화학물질에 의한 표면 개질, 혹은 plasma 표면 처리와 corona 방전, UV조사 등의 물리적 방법을 이용하여 표면을 개질하는 것은 화학약품과 물을 필요로 하지않아 섬유가공에의 적용여부가 최근 관심의 대상이 되었다.^{1,5)} 섬유에 공업적으로 요구되어지는 특성을 부여하기 위해서는 그 표면을 control하는 기

술을 필요로 한다. 일반적으로 plastic 표면은 접착성이나 부착성이 양호하지 못한 경향이 있는데 이것은 그 표면 에너지가 낮아 전도성이 좋지 못하며 분자 배열시에도 안정화되어 있기 때문이다. 그러므로 plastic 제품의 도장 혹은 접착 시에는 표면의 이러한 성질을 개선시키기 위한 전처리가 필요하며 이러한 표면 개질 기술로 응용되어지는 것으로 plasma, corona, UV 등이 알려져 있다.⁶⁻¹¹⁾ 그중에서 UV는 plasma 처리나 corona 방전 처리 기술에 비하여 시간이 오래 걸린다는 단점 때문에 첨단 기술로써 오래 전부터 보고되어져 있었음에도 불구하고 실용화되지는 못하였지만 최근 들어 자외선 광원의 진보에 의하여 섬유 표면 구조 제어 기술의 하나로서 다시 부각되어지기 시작하였다. UV는 표면의 상태가 매우 안정되어 있는 고기능성 수지에 대해서도 개질 효과가 높고 또한 건

¹Corresponding author. Tel. : +82-31-290-7316; Fax.: +82-31-290-7330; e-mail: ihkim316@skku.edu

식계이므로 오염도가 적으며 지금까지 개발되어진 대부분의 수지 개질에 적용시킬 수 있다는 장점이 있다. 섬유 표면의 물리·화학적 개질이 섬유 가공에 있어서 극도로 중요한 의의를 갖음은 물론이거니와 표면의 물리·화학적 특성은 포의 마찰, 흡윤, 흡착성을 지배하고 있으며 더욱이 미립자, 호료, 안료의 부착성에도 상당한 영향을 미치고 있다.

본 연구에서는 자외선을 이용한 양모직물의 표면 개질에 의하여 미조사 부분과 조사 부분의 기질이 물리·화학적으로 변화하여 발생한 표면 상태를 FT-IR 및 XPS를 이용하여 분석하고 자외선 조사시간 및 조사거리에 따른 양모직물의 염색성의 변화를 조사하는데 그 목적을 두고 있다.

2. 실험

이 실험은 양모직물의 표면을 UV 조사에 의해 개질하여 친수성 관능기를 형성시킨 후 양모직물의 염색에 주로 사용되고 있는 산성염료로 여러 가지 인자를 변화시키며 염색 실험을 하였다. 또한 FT-IR, XPS 등의 기기 분석을 통하여 개질된 양모직물의 표면 변화 상태를 규명하였다.

2.1 시료 및 시약

KS K 0905에 준하는 표준 양모직물을 사용하여 UV 조사 및 염색실험을 행하였으며, 양모직물의 규격을 아래 Table 1에 나타내었다. 이 실험에 사용된 시약들은 Table 2에 나타내었으며 대부분은 GR(1급) 시약으로 acetic acid 및 sodium bicarbonate는 염욕의 pH 조절용으로 사용하였다. 그리고, 실험에 사용된 염료들은 구조식과 함께 Table 3에 제시하였으며 정제없이 사용하였다.

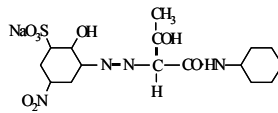
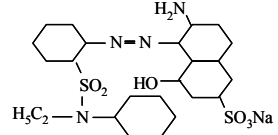
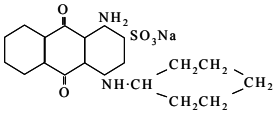
Table 1. Characteristic of wool fabric

Fabrics		Wool (worsted yarn)
Denier	warp	19 tex
	weft	15 tex
Density (thread/inch)	warp	142
	weft	136
Weight(g/m ²)		102±5
Weave		Plain

Table 2. Specification of samples and chemicals

Chemicals	Formula	Grade	Maker
Acetic acid	CH ₃ COOH	GR	SHINYO
Sodium bicarbonate	NaHCO ₃	GR	SHINYO

Table 3. Formula of dyestuffs

Dyestuff	Formula
C. I. Acid Yellow 99	
C. I. Acid Red 57	
C. I. Acid Blue 62	

2.2 UV 조사 및 염색

UV 조사 장치는 일본의 SEN 特殊光源(株)에서 제작한 lamp(SUV40UH)와 power supply(UVB-40)를 구입하여 외부의 빛을 완전히 차단시킬수 있고 시료의 높이 조절을 할 수 있도록 자체 제작하였으며 이 실험 장치를 이용하여 조사 시간, 조사 거리를 변화시키면서 양모직물에 자외선 조사 실험을 하였다. 시료는 상온의 진공 테시케이터에서 보관하였다.

염색 실험은 상압 염색법으로 Table 4와 같은 조건에서 산성염료(C.I. Acid Yellow 99, C.I. Acid Red 57, C.I. Acid Blue 62)로 염색시간을 변화시키며 양모직물에 대한 최적 염색 조건을 조사하였다. 염욕의 pH는 acetic acid 와 sodium bicarbonate를 사용하여 pH 5로 조절하여 40~100℃에서 최대 80분까지 염색을 하였다.

Table 4. Dyeing conditions of wool fabrics

Dye concentration	Liquor ratio	Dyeing time	Dyeing temperature
o.w.f. 3.0%	1:30	80min.	100℃

2.3 적외선 흡수 분광분석

UV 조사시킨 양모직물 표면의 화학적 변화를 분석하기 위하여 FT-IR(England, ATI uncam, Model mattson 1000)분광기를 사용하여 2cm⁻¹의 분해능(resolution)으로 60회 scan하여 IR spectrum을 구하였다. 시료는 자외선 조사거리를 3cm 로 고정하고 10분, 20분, 30분 조사한 양모직물 및 미처리 양모직물을 각각 KBr과 1:100의 비율로 섞은 후 막자사발에서 분쇄한 분말로 pellet를 만들고 이 pellet에 IR을 조사하여 측정하였다

2.4 XPS(X-Ray Photoelectron Spectroscopy) 분석

양모직물을 각각 0min, 10min, 20min, 30min UV 조사시킨 후 10⁻⁹ torr의 고진공 상태의 조건하에서 XPS(England, V.G. Scientific LTD., Model ESCA LAD MK II) 분석을 통하여 표면의 변화를 조사하였다.

2.5 인장강도 측정

UV 조사로 인하여 개질된 섬유는 강도 변화를 알아보기 위한 실험으로 Instron(U.S.A., Instron, Model 5565)을 사용하였으며 실험 방법은 KS K 0522에 기초하여 래블스트립법으로 하고 시험 포는 자외선 미조사 시료, 조사시간을 10, 20, 30분 변화시킨 시료 및 자외선 거리를 1cm, 2cm, 3cm 변화시켜 제작한 시료에 대하여 5회 측정 후 최빈값을 제외한 평균값을 사용하였다.

2.6 염착농도 측정

UV Spectrophotometer(U.S.A., X-Rite, Model SP-B8)를 이용하여 염색 직물의 최대 흡수 파장에서 표면 반사율을 측정하고 Kubelka-Munk식(1)에 따라 K/S 값을 산출하여 피염물의 염착 농도를 비교하였다.

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

Where, K : light absorption factor
 S : light scattering factor
 R : reflectance

2.7 염색견뢰도 측정

일반적으로 양모직물 염색에 사용되는 산성염료를 이용하여 자외선 조사 양모직물을 염색하고 일광 견뢰도(KS K 0700)와 세탁 견뢰도(KS S 0430

A-1, 40°C) 및 마찰 견뢰도(KS K 0650)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 UV 조사 양모직물의 FT-IR 분석

Fig. 1에 자외선 미처리 양모직물 및 자외선 조사 거리를 3cm로 고정하고 자외선 조사시간을 각각 10분, 20분, 30분 조사시킨 시료의 FT-IR 분석결과를 나타내었다. Fig. 1의 미처리 양모직물의 경우 1700cm⁻¹부근의 C=O 결합에 의한 피크, 3400cm⁻¹ 부근의 NH₂와 OH기에 의한 피크, 3100cm⁻¹ 부근의 CONH 결합에 의한 피크 및 2900cm⁻¹ 부근의 CH₂에 의한 피크 등이 관찰되어 시험에 사용한 시료가 양모직물임을 확인하였다.

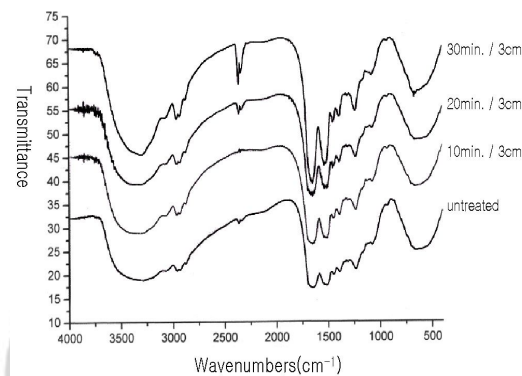


Fig. 1. FT-IR spectra of UV irradiated wool fabrics.

자외선 조사 시료의 경우 조사시간이 증가함에 따라 인접한 1500cm⁻¹ 부근의 피크강도와 비교하여 볼때 1700cm⁻¹ 부근의 C=O결합의 피크강도가 증가함을 알 수 있다. 이것은 자외선 조사에 의하여 양모직물 표면의 화학구조가 변화함을 의미하며 1700cm⁻¹ 부근의 피크강도가 증가하는 현상으로부터 자외선 조사에 의하여 COOH와 같은 산소화합물이 새롭게 생성됨을 알 수 있다. COOH기의 증가는 양모섬유 표면을 구성하고 있는 큐티클층에 의하여 소수화 되어 있는 표면성질을 친수성을 띠는 표면상태로 변화시킬 수 있어 친수성 염료인 산성염료에 의한 염색에 유리하게 작용하리라 예상된다. 또한, NH₂와 같은 양이온성기가 증가되면 음이온성을 나타내고 있는 산성염료의 염착좌석으로서 작용하여 자외선 조사에 의하여 양모직물의 산성염료에 대한 친화성이 증가할 수 있음을 의미

한다. 그러나 표면 화학구조의 변화는 XPS를 이용하여 상세하게 조사할 필요성이 있다.

3.2 UV 조사 양모직물의 XPS 분석

자외선 미조사 양모직물과 자외선을 10분, 20분, 30분 조사시킨 양모직물의 표면 화학구조의 변화를 조사한 XPS(X-Ray Photo-electron Spectroscopy) 결과를 Fig. 2와 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 2는 자외선 미조사 양모직물의 C_{1s}, O_{1s}, N_{1s} 및 S_{2p} XPS 스펙트럼이고, Fig. 3은 자외선 조사거리를 1cm로 하고 자외선 조사시간을 10분으로 고정하여 조사한 양모직물의 C_{1s}, O_{1s}, N_{1s} 및 S_{2p} XPS 스펙트럼의 변화를 나타낸 것이다. Fig. 2~3에서와 같이 285eV에서 C_{1s}에 상응하는 피크와 532eV에서 O_{1s}에 상응하는 피크가 검출됨을 알 수 있으며 일반적으로 405eV 및 164eV에서 검출되는 N_{1s} 및 S_{2p} 피크는 상대감도가 C_{1s}와 O_{1s}에 비하여 낮기 때문에 작은 피크가 나타남을 알 수 있다. 자외선 조사시간에 따른 C_{1s}, O_{1s}, N_{1s} 및 S_{2p} 피크의 변화를 알아보기 위하여 상대강도를 조사한 결과를 Table 5에 나타내었다.

Table 5. Relative intensities of S_{2p}, C_{1s}, N_{1s} and O_{1s} in wide scanning XPS analysis of UV-irradiated wool fabrics

UV irradiation time(min.)	Chemical composition			
	S _{2p}	C _{1s}	N _{1s}	O _{1s}
0	2.8	59.2	16.9	21.1
10	2.8	38.2	20.1	38.9
20	3.5	38.0	21.7	36.9
30	3.7	38.1	22.5	35.6

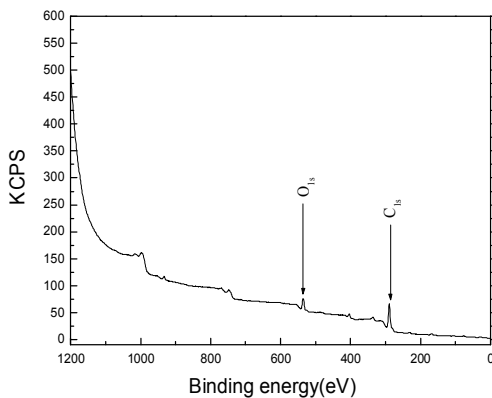


Fig. 2. XPS spectrum of UV-unirradiated wool fabric.

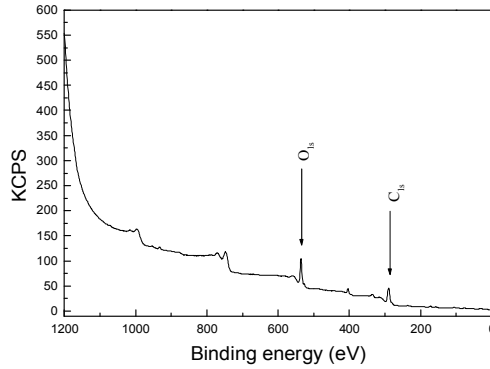


Fig. 3. XPS spectrum of wool fabric treated with UV-irradiation for 10min.

Table 5에서와 같이 자외선 미조사 양모직물의 표면의 탄소농도가 산소, 질소 및 황화합물의 농도에 비하여 높음을 볼 수 있으며 자외선 조사에 의하여 C_{1s}의 강도는 감소하고 O_{1s}, N_{1s} 및 S_{2p}의 상대강도가 증가함을 알 수 있다. 이것은 자외선 조사에 의하여 양모직물 표면에 산소, 질소 및 황을 함유하는 관능기가 증가함을 의미하며 이러한 관능기들은 산성염료와의 염색에 있어서 친수성 향상 및 염착좌석으로서 작용할 수 있기 때문에 자외선 조사에 의하여 양모직물의 염색성이 향상되리라 예상할 수 있다.

자외선 조사에 의하여 C-H, COO결합의 절단 및 생성될 때에 결합이 변화하는 정도를 파악하기 위하여 자외선 조사거리를 1cm로 하고 10분간 자외선을 조사시킨 시료의 C_{1s} 피크를 파형분리한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 그림에서 288.5eV의 피크는 COO의 존재를 나타내고 286.5eV의 피크는 C=O를, 284.5eV의 피크는 C-H의 존재를 나타낸다. 자외선 조사시간에 따른 상세한 표면 조성의 변화를 알아보기 위하여 각 피크의 상대면적을 계산한 결과를 Table 6에 나타내었다. Table 6에서와 같이 일반적으로 자외선 조사시간이 증가함에 따라 C=O기가 증가함을 알 수 있었으며, 조사시간 10분까지는 증가가 현저하며 30분 조사에서는 20분 조사에 비하여 커다란 변화가 없음을 볼 수 있다. CH기는 조사시간 10분까지는 감소가 현저하며 30분 조사에서는 20분 조사에 비하여 커다란 변화가 없음을 볼 수 있다. COO기는 조사시간 10분까지는 증가가 현저하며 30분 조사에서는 20분 조사에 비하여 커다란 변화가 없음을 볼 수 있다. 이러한 결과는 양모섬유 표면의 일정한 부분이 UV 조사

에 의하여 주쇄나 측쇄의 화학적 변형을 가져오며 자외선 조사에 의한 염색성 개질에서 물성 변화를 최소화하고 최대의 염색성 향상을 나타낼 수 있는 조건을 선택함이 중요함을 알 수 있다. Table 6에서와 같이 C-H 피크의 면적이 감소하고 C=O 및 COO 피크면적이 증가하는 결과로부터 자외선 조사에 의하여 양모섬유에 친수성 산소화합물이 증가되어 염색성이 향상됨을 예상 할 수 있으며, C=O 피크면적이 증가하는 결과는 FT-IR 및 염색 결과와 일치하고 있다.

Table 6. Wave separation of C_{1s} spectra of wool fabrics treated with UV-irradiation

UV irradiation time (min.)	Relative peak area (%)		
	-CH	-CO-	-COO
0	81.17	11.89	6.94
10	57.97	20.55	21.48
20	56.62	21.52	21.86
30	55.63	23.47	20.90

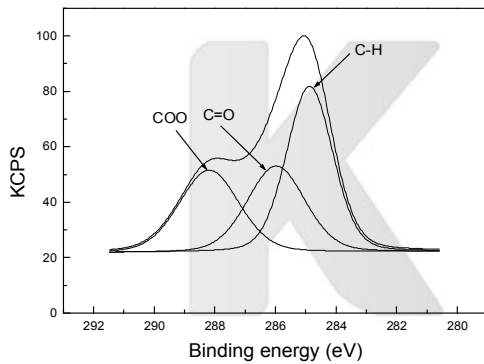


Fig. 4. Curve fitting of C_{1s} spectra of wool fabrics treated with UV-irradiation for 10min.

3.3 UV 조사시간에 따른 양모직물의 염색성

FT-IR 및 XPS 결과에서 언급한 바와 같이 양모직물에 자외선을 조사하면 UV(Ultra-Violet)-C 영역에 해당하는 184.9nm, 253.7 nm의 단파장 에너지가 양모직물 표면을 화학적으로 변화시켜 새로운 관능기를 생성하리라 예상되며 표면 화학구조의 변화에 의하여 양모직물의 산성염료에 대한 염색성 또한 영향을 받으리라 예상할 수 있다. Fig. 5는 자외선 조사거리를 1cm로 고정하고 자외선 조사시간을 10분, 20분 및 30분 변화시켜 조사한 양

모직물 및 미조사 시료를 산성염료(C.I. Acid Yellow 99)로 염색시킨후 염착농도의 변화를 조사한 결과를 나타내었다. Fig. 5에서와 같이 조사시간이 증가함에 따라 염착농도가 증가함을 알 수 있다. 또한 미조사 양모직물에 비하여 자외선 조사 양모직물의 염착농도가 현저하게 증가함을 알 수 있으며 자외선 조사거리를 1cm로 고정하고 10분 조사시킨 시료의 염착농도에 비하여 30분 조사시킨 시료의 염착농도가 1.5배 정도 증가함을 볼 수 있어 자외선 조사시간이 염착농도에 상당히 영향을 미치리라 예상할 수 있다. 자외선 조사거리를 각각 2cm 및 3cm로 고정하고 자외선 조사시간을 10분, 20분, 30분 변화시켜 조사한 양모직물을 동일한 산성염료를 이용하여 동일한 염색조건하에서 염착농도의 변화를 조사한 예비실험 결과도 Fig. 5의 결과와 동일하게 일반적으로 자외선 조사 거리에 상관없이 자외선 조사시간이 증가함에 따라 염착농도가 증가하고 있었으며 미처리 시료에 비하여 염착농도의 증가가 상당히 큼을 알 수 있었다. 이러한 결과는 일반적으로 자외선 조사에 의하여 양모섬유 표면의 화학구조가 변화되고 화학구조의 변화에 의하여 양모직물의 염색성이 크게 변화될 수 있음을 의미하며, 상기의 자외선 조사시킨 양모직물의 FT-IR 및 XPS 결과를 간접적으로 증명하고 있다.

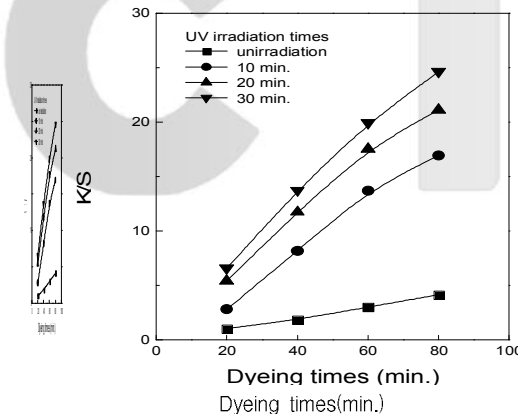


Fig. 5. Relationship between K/S values of wool fabrics UV-irradiated at 1cm distance and UV-irradiation times.

3.4 UV 조사거리에 따른 양모직물의 염색성

동일한 자외선 조사시간에서 자외선 조사거리가 양모직물의 염색성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 산성염료를 이용하여 양모직물을 염색한 결

과를 Fig. 6에 나타내었다.

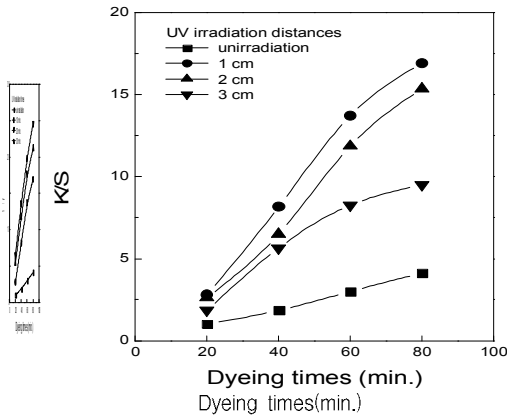


Fig. 6. Relationship between K/S values of wool fabrics UV-irradiated for 10min and UV-irradiation distances.

Fig. 6은 자외선 조사시간을 10분으로 고정하고 자외선 조사거리를 1cm, 2cm, 3cm 변화시켜 자외선을 조사한 양모직물을 C.I. Acid Yellow 99로 염색한 결과를 나타낸 것이다. Fig. 6에서와 같이 자외선 조사거리가 짧을수록 염착농도가 증가함을 알 수 있으며 자외선 조사거리를 3cm로 고정한 시료의 염착농도에 비하여 1cm로 고정된 시료의 염착농도가 80분 염색에서 2배 이상 증가함을 볼 수 있다.

자외선 조사시간을 각각 20분 및 30분으로 고정하고 자외선 조사거리를 1cm, 2cm, 3cm로 변화시켜 조사한 양모직물의 염착농도의 변화를 조사한 예비실험 결과도 Fig. 6의 결과와 동일하게 자외선 조사거리가 짧을수록 일반적으로 염착농도가 증가함을 알 수 있었으며, 미처리 시료에 비하여 염착농도의 차이가 현저함을 볼 수 있었다. 조사 거리와 산성 염료와의 염착량이 반비례하는 결과는 양모섬유의 개질 정도는 조사 거리가 짧을수록 동일한 시간내에 양모섬유 표면에 조사된 UV energy가 크기 때문에 개질 효과가 크다는 것을 의미한다고 생각할 수 있다. 상기 Fig. 5의 결과와 비교하여 볼 때, 1cm 조사거리에서 조사시간 10분인 경우와 30분인 경우의 염착농도의 증가율(약 1.5배)에 비하여, 10분 조사시간에서 조사거리 1cm인 경우와 3cm인 경우의 염착농도의 증가율(약 2배)이 큰 결과로부터 조사시간보다는 조사거리가 염색성에 많은 영향을 미침을 예상할 수 있다.

3.5 염색온도와 UV 조사 양모직물의 염착량과의 관계

양모직물의 염색은 양모직물이 이온성을 띠기 때문에 일반적으로 이온성 염료인 산성염료를 이용하며 양모섬유 표면의 큐티클층에 의한 발수성 때문에 염료입자를 내부에 원활하게 침투시키기 위하여 100℃에서 염색을 행한다. 고온에서 염색을 행하기 때문에 양모직물에 발생하는 황변 현상 및 물성 저하를 극복하기 위하여 저온염색의 필요성이 필연적이다. 자외선 조사에 의하여 섬유표면을 친수화하고 산성염료와의 염착이 가능한 관능기가 도입되면 염색온도의 감소가 가능하리라 예상되며 자외선 조사시킨 양모직물의 염색온도에 따른 염착농도의 변화를 조사하여 Fig. 7에 나타내었다.

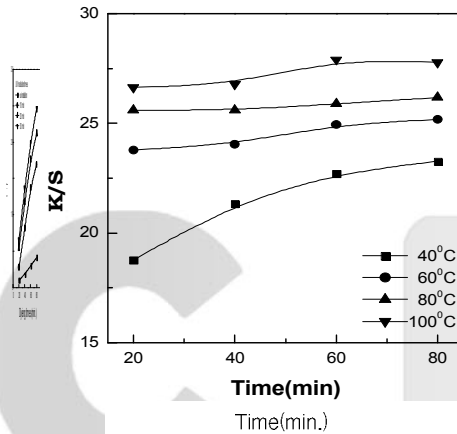


Fig. 7. Relationship between K/S values of wool fabrics dyed with C.I. Acid Yellow 99 at various temperatures and dyeing times.

Fig. 7은 조사거리를 1cm로 고정하고 자외선을 30분 조사한 양모직물을 산성염료(C.I. Acid Yellow 99)를 이용하여 염색온도를 40℃, 60℃, 80℃ 및 100℃에서 염색한 시료의 염착농도의 변화를 조사한 결과이다. Fig. 7에서와 같이 일반적으로 염색온도가 증가할수록 염착농도가 증가함을 알 수 있다. 60℃이상의 온도에서는 20분 정도에서 염착평형에 도달함을 알 수 있으며 40℃의 온도에서 80분 염색한 결과와 100℃에서 80분 염색한 결과를 비교하여 보면 대략 100℃에서의 염착농도가 25%정도 높음을 알 수 있어 40℃의 저온 염색에서 농색을 얻기 위해서는 장시간이 필요함을 알 수 있다. Fig. 8은 자외선 미처리 양모직물

과 자외선 조사거리를 1cm로 고정하고 자외선을 30분 조사시킨 양모직물의 염색온도에 따른 염착농도의 변화를 비교한 결과이다. 그림에서와 같이 동일한 온도에서 일반적으로 자외선 조사 미처리 시료에 비하여 자외선 조사시킨 시료의 염착농도가 높음을 알 수 있다. 염색온도가 낮을수록 염착농도가 현저하게 차이가 있음을 볼 수 있으며 미처리 시료 100℃ 염착농도와 처리 시료 40℃의 염착농도가 유사한 결과로부터 자외선 조사에 의하여 염색온도의 감소가 가능함을 알 수 있다.

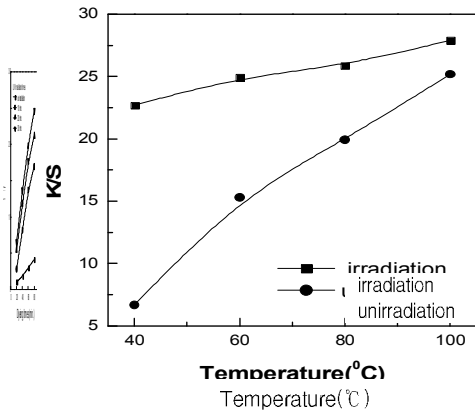


Fig. 8. Relationship between K/S values of wool fabrics dyed with C.I. Acid Yellow 99 for 60min and dyeing temperatures.

3.6 UV 조사에 따른 양모직물의 강도 변화

자외선 조사에 의하여 양모섬유 표면의 화학구조가 개질되어 화학적성질이 변화될 수 있음을 XPS분석 및 염색실험을 통하여 예상할 수 있다. 자외선 조사에 의한 양모섬유의 화학개질은 양모섬유내에 구성되어 있는 화학결합의 절단 및 생성을 의미하며 화학결합의 절단은 필연적으로 물성변화 특히 강도의 변화를 수반하게 된다. 자외선 조사시간에 따른 양모직물의 강도변화를 조사하여 Fig. 9에 나타내었다. Fig. 9는 자외선 조사거리를 3cm로 고정하고 자외선 조사시간을 10분, 20분, 30분 변화시켜 조사한 인장강도의 변화를 나타낸 것으로 일반적으로 자외선 조사시간이 증가함에 따라 인장강도가 감소함을 알 수 있으며 자외선 조사시간 20분까지는 강도의 저하가 현저하며 30분 조사에서는 20분 조사에 비하여 커다란 변화가 없음을 볼 수 있다. 이러한 결과는 양모섬유 표면의 일정한 부분이 UV 조사에 의하여 주쇄나 측쇄의 화학적 변

형을 가져옴으로써 강도의 저하를 나타냄을 의미하며 자외선 조사에 의한 염색성 개질에서 물성변화를 최소화하고 최대의 염색성 향상을 나타낼 수 있는 조건을 선택함이 중요함을 알 수 있다.

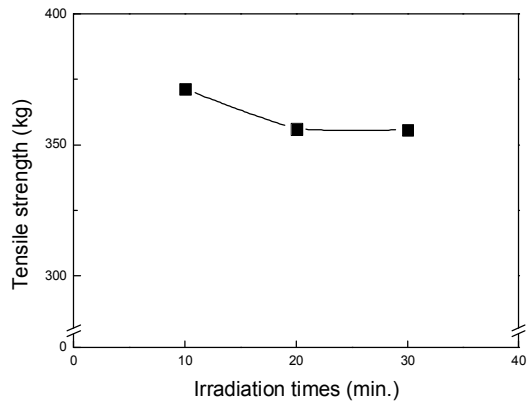


Fig. 9. Relationship between tensile strength of wool fabrics UV-irradiated at 3cm distances and UV-irradiation times.

3.7 염색견뢰도 측정 결과

자외선을 조사하고 3가지 산성염료로 염색한 염색물의 세탁, 일광 및 마찰견뢰도 시험을 행한 결과를 Table 7에 나타내었다. 4-5급의 우수한 세탁견뢰도 및 4급의 마찰견뢰도를 부여하고 있으며 3-4급의 일광견뢰도를 나타내고 있어 자외선 조사한 후 염색을 행한 염색물의 견뢰도는 일반적으로 우수함을 알 수 있다.

Table 7. Colorfastness of wool fabrics dyed with C.I. acid yellow 99, red 57 and blue 62

Sample		Yellow 99	Red 57	Blue 62		
Color Fastness	Fade	3-4	3-4	4-5		
	Washing	Stain	Acetate	4-5	5	
			Cotton	4-5	4	4-5
			Nylon	3-4	3	5
			PET	4-5	4-5	5
			Acrylic	5	4	5
	Wool	4-5	4	4		
Rubbing	Dry	4	4	4		
	Wet	3-4	2-3	2-3		
Light		3-4	3	3		

※ UV-irradiation distance : 1cm
 UV-irradiation time : 30min
 Dyeing conditions : 100℃×60min

4. 결 론

양모섬유를 UV 조사에 의하여 표면 개질시킨 후 산성염료와의 염색성 및 물성 변화를 다양한 실험을 통하여 살펴보고 표면 성질의 변화를 가져온 표면 구조를 분석하기 위하여 FT-IR 및 XPS를 사용하여 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. FT-IR 분석을 통하여 양모섬유 표면에 자외선을 조사시키면 화학구조의 변화가 발생함을 확인하였으며 1700cm^{-1} 부근의 피크강도가 증가함을 알 수 있었다.
2. XPS 분석을 통하여 자외선 조사에 의하여 양모직물 표면에 산소, 질소, 황화합물을 포함하는 관능기가 증가됨을 알 수 있으며 C_{1s} 피크의 파형분리한 결과 C-H 피크의 면적이 감소하고 COO 및 C=O 피크의 면적이 증가하는 결과로부터 자외선 조사에 의하여 양모섬유의 C-H 결합이 절단되고 새로운 COO 및 C=O기가 생성됨을 확인하였다.
3. 양모섬유에 자외선을 조사시키면 산성염료에 대한 양모섬유의 친화성이 증대되며, 염착농도는 자외선 조사시간에 비례하여 증가하고 조사 거리에 반비례하여 증가함을 알 수 있었다.
4. 자외선 조사에 의하여 양모섬유의 염색성이 개질되어 염색시간을 단축할 수 있음을 알 수 있었다.
5. 인장 강도 실험 결과 자외선 조사시간이 길어질수록 양모섬유의 강도가 감소함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. C. Kujirai, Studies on the photodegradation of cellulose(III). Ultraviolet absorption spectra of irradiation samples, *Sen-i Gakkaishi*, **21**, 260~265(1965).
2. T. Wakida, L. Han, H. Kawamura, T. Goto, and T. Takagishi, Changes in surface properties of poly(ethylene terephthalate) treated with low temperature plasma, *Sen-i Gakkaishi*, **42**, 69~73(1986).
3. T. Wakida, H. Kawamura, J. C. Song, T. Goto, and T. Takagishi, Surface free energy of poly(ethylene terephthalate) and nylon 6 films treated with low temperature plasma, *Sen-i Gakkaishi*, **43**, 384~389(1987).
4. T. wakida, K. Takeda, I. Tanaka, and T. Takagishi, Free radicals in cellulose fibers treated with low temperature plasma, *Textile Res. J.*, **59**, 49~53(1989).
5. T. Wakida, S. Tokino, S. Niu, H. Kawamura, Y. Sato, M. C. Lee, H. Uchiyama, and H. Inagaki, Surface characteristics of wool and poly(ethylene terephthalate) fabrics and film treated with low-temperature plasma under atmospheric pressure, *Textile Res. J.*, **63**, 433~438(1993).
6. A. N. Saligram and S. R. Shukla, Low temperature dyeing of silk in the presence of ultrasound ultraviolet radiation, *American Dyestuff Reporter*, **82**, 41~43(1993).
7. H. Z. Wang, M. W. Rembold, and J. Q. Wang, Characterization of surface properties of plasma-polymerized fluorinated hydrocarbon layers: Surface stability as a requirement for permanent water repellency, *J. Appl. Polym. Sci.*, **49**, 701~710(1993).
8. A. S. Bashar, Mubarak A. Khan, and K. M. Idriss Ali, Modification of cotton, rayon, and silk with urethane acrylate under ultraviolet radiation, *J. Appl. Polym. Sci.*, **63**, 1703~1711(1997).
9. E. Katan, M. Narkis, and A. Siegmann, The effect of some fluoropolymers structures on their response to UV irradiation, *J. Appl. Polym. Sci.*, **70**, 1471~1481(1998).
10. J. Shao, C. M. Carr, C. P. Rowlands, and J. Walton, XPS, SIMS, and ESR studies of UV/ozone-irradiated silk and wool, *J. Text. Inst.*, **90**, 459~468(1999).
11. J. S. Bae and I. H. Kim, Modification of dyeing property of polyester fabrics by UV irradiation, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13**, 256~263(2001).