

# 자외선조사에 의한 나일론직물의 염색성 변화에 관한 연구

김인희, 전영실, 남성우

성균관대학교 텍스타일시스템공학과

## 1. 서론

최근 공업제품의 제조 또는 사용에 있어 환경 문제에 대한 관심이 높아지는 가운데 화학 공업은 환경 적합성의 높은 공정 및 제품의 개발을 요구하고 있다. 섬유 가공업도 그 예외는 아니고, 공정의 대부분은 다량의 화학약품과 물, 에너지를 필요로 해서 환경에 커다란 부하를 주고 있다. 현재 적당한 방법에 의한 섬유의 표면 개질에 대한 연구가 행하여지고 있으며 그 가운데 plasma 표면 처리와 corona 방전, UV조사 등의 물리적 방법을 이용하여 표면을 개질하는 것은 화학약품과 물을 필요로 하지않아 최근 높은 관심을 받아 섬유가공에의 적용에 검토되었다<sup>1-4)</sup>. 본 연구에서는 UV를 조사시킨 nylon직물의 표면 상태의 변화를 FT-IR 및 XPS를 이용하여 분석하고 UV 조사시간 및 조사거리에 따른 nylon직물의 염색성의 변화를 산성염료 염색에 의해 조사하여 UV 조사로 표면 개질에 의한 미조사부분과 조사부분의 기질이 물리·화학적 변화를 받아 생긴 표면 상태의 변화를 조사하는데 그 목적을 두고 있다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시약

KS K 0905에 준하는 표준 나일론직물을 30℃의 증류수로 수세한 후40℃로 조정된 오븐에서 건조시켜 사용하였고, acetic acid(CH<sub>3</sub>COOH), sodium bicarbonate(NaHCO<sub>3</sub>)는 염색 pH조절용으로 사용하였으며 염색에는 3종류의 산성염료(C.I. Acid Yellow 99, Red 57, Blue 62)를 이용하였다.

### 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 이용하여 자체 제작하였으며 조사 시간, 조사 거리를 변화시키면서 나일론직물을 자외선 조사 실험하였다. 염색 실험은 상압 염색법으로 Table 1과 같은 조건에서

산성염료를 사용하여 최적 염색 조건을 조사하였고 염색의 pH는 acetic acid 와 sodium bicarbonate를 사용하여 pH 5로 조절하여 염색을 하였다.

Table 1. Dyeing conditions of wool fabrics

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

### 2.3.XPS(X-Ray Photoelectron Spectroscopy) 분석 및 FT-IR분광분석

Nylon직물을 각각 0min, 10min, 20min, 30min UV 조사시킨 후  $10^{-9}$  torr의 고진공 상태의 조건하에서 XPS(England, V.G. Scientific LTD., Model ESCA LAD MKII)분석을 통해 표면의 변화를 조사하였으며 FT-IR(England, ATI unicom, Model mattson 1000)분광기를 사용하여  $2\text{cm}^{-1}$ 의 분해능(resolution)으로 60회 scan하여 IR spectrum을 구하였다. nylon직물을 pellet으로 만들어 UV 조사거리를 1cm 로 고정하고 10분, 20분, 30분 UV를 조사한 후 IR을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. UV 조사 나일론직물의 FT-IR 분석

Fig. 1에 UV 미처리 nylon직물 및 UV 조사거리를 1cm로 고정하고 UV 조사시간을 각각 10분, 20분, 30분 조사시킨 시료의 FT-IR 분석결과를 나타내었다. 조사시간이 증가함에 따라  $1700\text{cm}^{-1}$  부근의 피크강도가 증가하는 현상으로부터 UV 조사에 의하여 C=O가 새롭게 생성됨을 알 수 있으며  $1250\text{cm}^{-1}$  부근의 피크강도의 증가로부터 C-O가 증가함을 또한 알 수 있다. 즉, UV 에너지에 의해 nylon 표면의 C-H결합이 절단되면 H원자가 제거되고 그 곳에 산소가 결합해 -COOH등의 새로운 작용기가 도입됨을 예상할 수 있다.

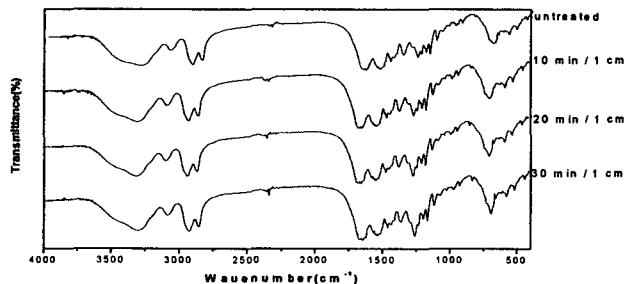


Fig. 1. FT-IR spectrum of UV irradiated nylon fabrics.

### 3.2. UV 조사 nylon직물의 XPS 분석

UV 미조사 nylon직물과 UV를 10분, 20분, 30분 조사시킨 nylon직물의 XPS(X-Ray Photo-electron Spectroscopy) 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Relative intensities of C<sub>1s</sub>, N<sub>1s</sub> and O<sub>1s</sub> in wide scanning XPS analysis of UV-irradiated nylon fabrics

UV irradiation time (min)	Relative intensities(%)		
	C <sub>1s</sub>	N <sub>1s</sub>	O <sub>1s</sub>
0	79.8	5.1	15.0
10	73.8	6.7	19.3
20	71.7	8.1	20.1
30	67.6	8.7	23.6

Table 2에서와 같이 나일론직물의 표면의 탄소농도가 다른 화합물의 농도에 비하여 높음을 볼 수 있으며 UV 조사에 의하여 C<sub>1s</sub>의 강도는 감소하고 O<sub>1s</sub>, 및 N<sub>1s</sub>의 상대강도가 증가함을 알 수 있다. 이러한 결과는 자외선 조사에 의하여 nylon직물 표면에 산소, 및 질소를 함유하는 관능기가 증가함을 의미하며 이러한 관능기들은 산성염료와의 염색에 있어서 UV 조사에 의한 nylon직물의 염색성에 영향을 미치리라 예상할 수 있다. UV 조사에 의하여 C-H, COO결합의 절단 및 생성될 때에 결합이 변화하는 정도를 파악하기 위하여 C<sub>1s</sub> 피크를 파형 분리한 결과를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Wave separation of C<sub>1s</sub> spectra of nylon fabrics treated with UV-irradiation

UV irradiation time (min)	Relative peak area (%)		
	-CH-	-CO-	-COO-
0	82.6	12.2	5.0
10	76.7	13.6	9.5
20	73.5	16.6	9.8
30	69.3	20.1	10.5

Table 3에서와 같이 일반적으로 UV 조사시간이 증가함에 따라 C=O, COO기가 증가함을 알 수 있었으며, C-H기는 점차 감소함을 볼 수 있다. 이러한 결과는 nylon섬유 표면의 일정한 부분이 UV 조사에 의하여 주쇄나 측쇄의 화학적 변형을 가져오며 이에 UV 조사에 의한 염색성 개질에서 물성 변화를 최소화하고 최대염색성 향상을 나타낼 수 있는 조건을 선택함이 중요함을 알 수 있다.

### 3.3 UV 조사에 따른 nylon직물의 염색성

UV 조사시간에 따른 nylon직물의 염색성의 변화를 조사하기 위해 UV 조사거리를 1cm로 고정하고 UV 조사시간을 10분, 20분 및 30분 변화시킨 nylon직물 및 미조사 nylon을 C.I. Acid Blue 62로 염색시킨 후 염착농도의 변화를 조사한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서와 같이 UV 조사시간이 증가함에 따라 염착농도가 감소함을 알 수 있었고 UV 미조사 nylon직물에 비하여 UV 조사 nylon직물의 염착농도가 현저하게 감소함을 알 수 있는데 UV 조사시간이 염착량에 상당히 영향을 미침을 알 수 있다.

UV 조사거리가 nylon직물의 염색성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 UV 조사시간을 10분으로 고정하고 조사거리를 1cm, 2cm, 3cm 변화시킨 nylon직물을 C.I. Acid Blue 62로 산성염료를 이용하여 nylon직물을 염색한 결과를 Fig.3에 나타내었다. Fig. 3에서와 같이 UV 조사거리가 짧을수록 염착농도가 감소함을 알 수 있으나 UV 미처리 시료와 두드러진 염착농도의 차이를 보이지는 않음을 알 수 있다. 이는 UV 조사거리가 짧을수록 동일한 시간 내에 nylon 직물 표면에 조사되는 UV energy가 크기 때문에 개질 효과가 크다는 것을 의미한다고 생각할 수 있다.

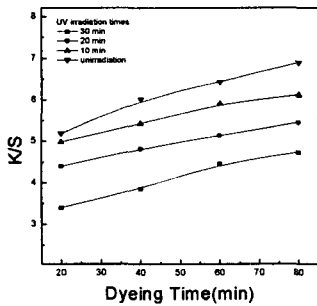


Fig. 2. Relationship between K/S values of nylon fabrics UV-irradiated at 1cm distance and UV-irradiation time

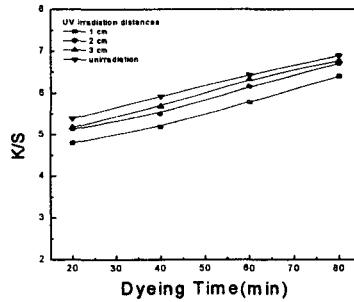


Fig. 3. Relationship between K/S values of nylon fabrics UV-irradiated for 10min and UV-irradiation distance

## 4. 결론

- 1) FT-IR분석에 의하여 nylon직물 표면에 UV를 조사시키면  $1700\text{cm}^{-1}$  및  $1250\text{cm}^{-1}$  부근의 피크강도가 증가하는 결과로부터 C=O 및 C-O기가 UV 조사에 의하여 생성됨을 알 수 있다.
- 2) XPS 분석을 통하여 UV 조사에 의해 nylon직물 표면에 산소, 질소화합물을 포함하는

관능기의 농도가 증가하였다.

3) 산성염료에 대한 nylon직물의 염착농도는 UV 조사시간에 비례하여 감소하고 조사거리에 비례하여 증가하였다.

## 5. 참고문헌

- 1) C. Kujirai, *Sen-i Gakkaishi*, **21(12)**, 626(1965)
- 2) S. Nakano, T. Isono, M. Furutani, T.Senzaki , M.Suzuki, *Sen-i Gakkaishi*, **50**, 136(1994)
- 3) T. Imai, K. Shirai, *Sen-i Gakkaishi*, **51(2)**, 95(1995)
- 4) T. Wakida, S. Tokino, S. Niu, H. Kawamura, *Textile Res.J.*, **63(8)**, 433(1993)