

자외선 차단 직물에 관한 연구

최 인 려[†]

성신여자대학교 의류학과 교수

A Study on the Ultraviolet(UV)-Cut Fiber

In-Ryu Choi

Dept. of Clothing and Textiles, Sungshin Women's University

(2002. 10. 8. 접수 : 2003. 11. 15. 채택)

Abstract

As the concerns over health increased in 1990's, research and development on the health material were also activated. The development of UV-cut textile became the hot issue, because the damage of UV irradiation due to ozone depletion has become widely known. UV-cut effect is determined by the material, the color, the organization and the density of UV-cut fibers. UV-cut effect is very different according to the fibers. Polyester is known to have a better effect. Even in the same textile material, staple fiber has more effect than filament fiber. Different colors have different effects. Although textiles have the same color, the effects can be different according to the depth of color. PET, PET/cotton blend, nylon and cotton fabrics were ultraviolet cutting finished with padding method using several absorbers. These UV-cut effect can be improved through the processing. Safety of UV-cut textile for the body must be considered future. Until now the figure of the UV-cut effects has been emphasized. There has been no experiment on the human body, although the textiles are directly on the human body. Furthermore there is no safety standard of UV-cut textiles. Therefore every effort will be made to set the standard UV-cut processing is established. The need of UV-cut products will be known to the consumers.

Key words: depth of color(색의 농도), ultraviolet-ray(자외선), UV absorbent(자외선 흡수제), UV-cut effect (자외선 차단), UV-cut ratio(자외선차단율).

I. 서 론

'80년대 초반부터 환경보호에 대한 관심이 고조되는 가운데 1985년 남극의 오존층 측정을 계기로 오존층 파괴로 인한 자외선 폐해에 대하여 공감대가 형성되기 시작하여 자외선으로부터 인체를 보호하기 위한 상품이 개발되기 시작하였다.

자외선은 비타민 D의 생합성 작용에 의하여 구루병 예방효과, 살균소독 작용 등으로 그 유효성이 널

리 알려져 있으나 그 양이 지나치게 되면 인체에 많은 부작용을 일으키게 된다. 자외선은 파장영역에 따라 장파장 자외선(UV-A, 320~400nm), 중파장 자외선(UV-B, 290~320nm), 단파장 자외선(UV-C, 180~290nm)으로 나뉜다. 자외선 가운데 가장 유해한 UV-C는 성층권의 오존층에서 대부분이 흡수되어 지표에는 거의 도달하지 않는다고 보나 지구환경 오염이 심각해짐에 따라 이에 대한 대책마련도 필요하다고 판단된다. UV-A는 UV-B에 비하여 그 에너지는 약 1/1000이지만 피부 투과량이 많고 피부색이 검게

이 논문은 2002년도 성신여자대학교 학술연구 조성비 지원에 의하여 연구되었음.

[†] 교신저자 E-mail : ichoi@cc.sungshin.ac.kr

되는 Suntan을 일으키며 반복적인 피복에 의해 진피 내에 도달하여 피부 노화를 촉진시킨다. UV-B는 UV-A에 비해 피부 깊숙이는 침투하지 않지만 에너지가 크고 진피혈관의 확장에 의해 빨갱게 붓거나 수포 등이 생기고 Sunburn을 일으킨다. 이 밖에도 자외선 피복량이 많아지면 백내장과 피부암의 발생률이 높아지고 발생부위도 일광폭로 부위에 많다고 알려지고 있다.¹⁻⁶⁾

인체에 유해한 자외선으로부터 인체를 보호하기 위한 노력이 자외선 차단크림, 선글라스, 양산 등에서 출발하여 스포츠웨어뿐 아니라 일상복으로까지 다양한 의복으로 확산되고 있다. 1991년 일본의 화섬업체와 면방업체가 중심이 되어 새로운 가공기술을 확립하는 한편 다양한 개발상품들을 시판하기에 이르렀다. 주로 숙녀복, 신사복, 레저/스포츠웨어, 유니폼, 스타킹 등의 의류용 섬유제품을 비롯하여 모자, 장갑, 양산, 구부 등과 같은 일용품, 천막, 자동차용 커버 등에 이르기까지 그 용도는 매우 다양하다.⁷⁾

자외선 차단 섬유의 자외선 차단율은 섬유소재, 색상, 조직, 밀도 등 여러 가지 요인에 영향을 받는다. 섬유소재간 자외선 차단 성능의 차는 매우 크며 의류용 섬유소재 중 PET의 자외선 차단율이 우수한 것으로 알려져 있다. 또한 동일한 섬유소재에도 filament fiber보다는 staple fiber가 자외선 차단 성능이 우수하며 색상에 따른 자외선 차단율의 차이는

색상과 농도에 의해서 생긴다. 자외선 차단가공을 통하여 이러한 성질들이 개선되어질 수 있다.⁸⁾

섬유제품에 자외선 차단기능을 부여하는 방법으로는 크게 두 가지로 구분할 수 있는데, 그 첫째가 원재료에 의한 방식이고, 둘째가 부여방법에 의한 방식이다. 자외선 차단 가공법 중 원사 내부 혼입법(중합체를 개질하는 방법)은 주로 PET 섬유에 쓰이고, 코팅이나 라미네이팅법에 의하여 직물 표면에 피막을 형성하는 방법인 후가공법은 주로 면직물에 적용되고 있다.^{9,10)} 자외선 차단제로는 자외선 흡수제와 산란제를 들 수 있는데, 자외선 흡수제 기능을 갖는 자외선 차단제의 메카니즘은 자외선 조사로 광여기된 proton이 이동하여 공명이 생김으로 흡수한 자외선 에너지를 진동에너지 같은 저에너지의 열 형태로 변화시키거나 에너지가 약한, 긴 파장의 빛으로 변화시키는 것이다. 자외선 산란제는 빛의 산란에 있어 분체의 입경이 빛 파장의 1/2일 때 가장 크다는 성질을 이용한 것으로서 산화티탄, 산화아연, red iron oxide 등이 있는데 이들은 인조섬유의 방사 단계에서 혼입하여 사용하므로 천연섬유의 후처리제로서의 적용은 곤란하다.⁴⁾

본 연구의 목적은 의류용 소재로 사용되는 PET, PET/Cotton, Cotton, Nylon 등의 다양한 소재를 대상으로 자외선 흡수제 처리 전후의 자외선 파장별 자외선 차단성을 알아보는 것이다.

- 1) 김종덕, 김일수, 최태수, "자외선 차단섬유," *한국섬유공학회지* 29권 2호 (1992), pp. 85-86.
- 2) 김정진, 장정대, "TiO₂/PEG처리 면직물의 물성과 자외선 차단성능," *한국염색가공학회지* 14권 4호 (2002), pp. 27-28.
- 3) 안령미, 이수진, 송명건, "직물의 자외선 차단과 세포에 미치는 방호효과," *한국의류학회지* 21권 4호 (1997), pp. 750-753.
- 4) 신정숙, 손원교, "플라즈마 전처리와 자외선 흡수제에 의한 소목의 내일광성에 관한 연구," *복식문화연구* 11권 1호 (2003), pp. 1701-1704.
- 5) 송명건, 안령미, 신정화, "직물의 자외선 방어율에 따른 인체의 Vit D₃ 합성과 온열생리적인 반응," *한국의류학회지* 23권 7호 (1999), pp. 980-986.
- 6) 김정현, 안령미, 송명건, "자외선에 의한 비타민 D₃ 합성과 직물(제 2보)," *한국의류학회지* 22권 5호 (1998), pp. 646-647.
- 7) 차옥선, 양진숙, "인디고 염색제품에 대한 자외선 흡수제의 응용효과," *한국의류학회지* 23권 6호 (1999), pp. 145-146.
- 8) 강미정, 권영아, "자외선 흡수제 처리 면직물의 소비성능 개선(제 1보)," *한국의류학회지* 25권 5호 (2001), pp. 97-98.
- 9) 김삼수, 김성동, 조규민, "자외선 침투방지용 직물의 개발," *한국염색가공학회지* 6권 3호 (1994), pp. 52-59.
- 10) 서영숙, 김상희, "자외선 흡수제 처리에 의한 면직물의 자외선 차단 효과," *한국의류학회지* 18권 5호 (1994), pp. 30-31.

II. 실험방법

1. 시료 및 시약

1) 시 료

PET, PET/Cotton, Cotton, Nylon 등의 시료를 경련 표백 후 충분히 수세하고 자연 건조시킨 후 실험에 사용하였다.

2) UV 흡수제

〈Table 2〉에서 제시하는 UV 흡수제를 각 시료에 대해 사용하였다.

2. 실험방법

1) 자외선 흡수제 처리

자외선 흡수제 처리는 욕비 1:100의 흡수제 수용액 또는 인욕에 시료를 침지시켜서 75°C에서 처리한 다음 수세 후 여분의 가공욕을 제거하도록 패딩(padding) 롤 기계(Padding Roll Machine, Jin Young Co. Ltd)하였고, 상온에서 24시간 건조시켰다.

〈Table 1〉 Construction of Fabrics

Fabric	Fabric Density(ends×picks/inch ²)
Cotton 100%	137×134
PET/Cotton (65/35)	136×72
Nylon 100%	114×96
PET 100%	warp 125d/60f, weft 150d/96f

〈Table 2〉 UV Absorbents

Fabric	UV Absorbent
Cotton 100%	Antifade 8001 (Meisei Chemical Work, Ltd.)
PET/Cotton (65/35)	Ciba-tex APS(Ciba-Geigy)
Nylon 100%	Ciba fast N(Ciba-Geigy)
PET 100%	Fadex-F, Liquid(Sandoz), Antifade MC-100, Antifade 8001(Meisei Chemical Work, Ltd.)

2) 자외선 투과율 측정

자외선 투과율은 KS K 0850에 준하여 적분구가 부착된 자외·가시부 분광광도계(UV-VIS 2101 Scanning Spectrophotometer, Shimadzu, JAPAN)를 이용하여 파장범위 280nm~400nm에서 5nm 파장간격으로 측정하였다. 자외선 흡수제 처리 전후 시료의 자외선 투과율을 측정하였다.

자외선 차단율은 다음 식에 의해 산출하였다.

$$\text{자외선 차단율(\%)} = 100 - \text{자외선 투과율(\%)}$$

III. 결과 및 고찰

먼저, 자외선 차단가공전의 각 시료에 대한 자외선 차단율을 살펴 보면, 아래 〈Table 3〉의 결과와 같다.¹⁾ 〈Table 3〉의 결과에서 볼 수 있듯이, 섬유 소재간 자외선 차단율은 상당한 차이를 보이고 있는데, 의류용 소재 중 PET 섬유의 자외선 차단율이 우수하나, 면섬유의 자외선 차단율이 낮은 것을 알 수 있다. 이러한 이유로 대부분의 자외선 차단소재가 PET 섬유에 집중되어 있다.

UV-A, B, C 각 영역에서의 실험에 사용된 소재들의 자외선 차단율을 〈Fig. 1, 2, 3〉에 정리하였다. 그 내용을 아래에 각 소재별로 정리하였다.

1. 면직물의 자외선 차단가공

본 실험에 사용된 다른 직물들에 비해서 면직물은 섬유 자체의 자외선 차단효과가 떨어지고, 자외선에 의해 가장 많이 노출되는 여름용 옷감 소재로

〈Table 3〉 UV-Cut Effects of Fiber before UV-Cut Processing

	UV-Cut Effect(%)	
	UV-A	UV-B
PET	77.7	96.5
Nylon	56.8	63.7
Cotton	64.3	68.5
Wool	72.7	91.4
Rayon	61.3	65.0

사용되기 때문에 자외선 차단 가공이 가장 필요한 소재이다. <Fig. 1>에서 볼 수 있듯이, 자외선 흡수제의 처리에 의해 UV-A의 영역에서의 자외선 차단율은 처리전의 35%에서 82%로 상승되는 결과를 보였다. 그리고 UV-B 영역에서의 자외선 차단율은 40%에서 95%로 상승된 것을 <Fig. 2>에 정리하였다. 적절한 자외선 흡수제 처리로 면섬유도 소정의 자외선 차단율에 도달할 수 있었다.

2. 폴리에스터/면 혼방직물의 자외선 차단가공

자외선 차단가공 전후의 자외선 차단율을 비교해 보았는데, PET 100%보다는 떨어지지만, 자외선 차단율이 UV-A, B, C 전 영역에서 차단율이 90%에 도달된 것을 확인하였다.

3. 니일론 직물의 자외선 차단가공

PET/면 혼방직물 및 면직물의 결과와 같이 자외선 차단가공후 상대적으로 자외선 차단율이 낮은 나

일론 직물의 경우에도 가공 후 자외선 차단율이 UV-A, B, C 전 영역에서 90%에 상당하는 수치에 도달하였다.

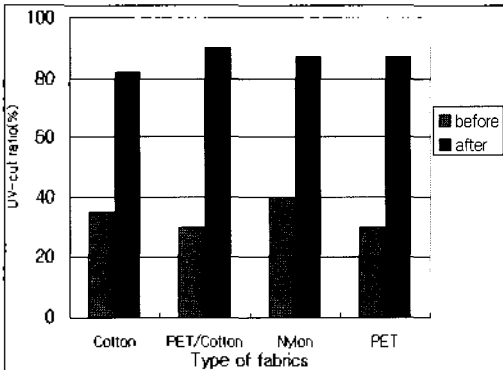
4. 폴리에스터 직물의 자외선 차단가공

자외선 차단가공전, PET 분자내 존재하는 방향환의 흡수에 의해 UV-B 영역에서 높은 자외선 차단율을 보이지만, UV-A 영역에서는 낮은 자외선 차단율을 보였다. 자외선 차단 가공후 UV 전영역에서 자외선 차단율의 상승을 확인할 수 있었다.

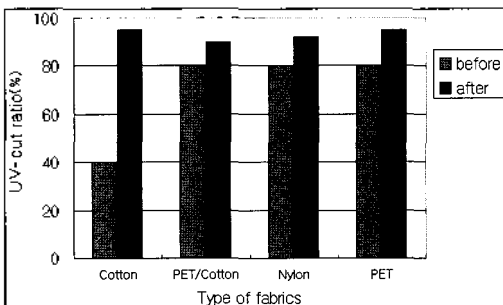
자외선 차단 가공전, 지표면에 가장 많이 도달하는 UV-A 영역에서 대부분의 섬유가 낮은 차단율을 보이지만, 자외선 차단 가공후, 대상 섬유 모두 상당한 수준의 자외선 차단능을 갖추게 된 것을 <Fig. 1>의 결과로부터 알 수 있다. UV-B 영역에서의 자외선 차단가공 전후의 각 섬유의 자외선 차단율을 볼 수 있는 <Fig. 2>의 결과로부터 다른 섬유에 비해서 가공전에 면섬유의 자외선 차단능이 낮은 것을 볼 수 있는데, 가공 처리 후 다른 섬유의 자외선 차단효과와 비슷한 값을 보여주고 있다. UV-C는 대부분이 성층권의 오존층에 흡수되어 지표면에 도달되는 양이 미미하다고 하나 지구환경오염이 심각해지면서 이에 대한 대책이 필요하다고 생각되어진다. 자외선 차단가공처리후, 소량이지만 자외선 차단율의 상승을 <Fig. 3>의 결과로부터 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

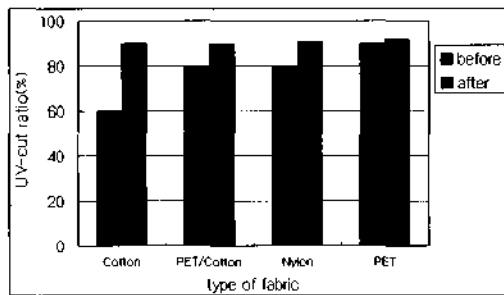
'90년대에 들어오면서 건강에 대한 관심이 고조됨에 따라 건강소재의 개발과 연구가 활발하게 진행되어 왔다. 그 중 오존층의 파괴에 의한 자외선의 노



<Fig. 1> UV-Cut Effects of the Type of Fabrics(UV-A).



<Fig. 2> UV-Cut Effects of the Type of Fabrics(UV-B).



<Fig. 3> UV-Cut Effects of the Type of Fabrics(UV-C).

출이 인체에 유해한 영향을 준다는 인식이 확산됨에 따라 자외선 차단 섬유 개발이 건강소재의 중요 부문으로 떠오르게 되었다.

본 연구에서는 의류용 소재로 다양하게 사용되고 있는 면, 폴리에스터/면, 나일론, 폴리에스터 등의 직물에 대해 자외선 흡수제를 사용하여 자외선 차단 가공을 실시하였다. 각 시료에 대한 자외선 흡수제 처리 전후의 자외선 차단율을 비교 분석하였다.

1. 면직물에 대한 자외선 차단가공은 다른 섬유보다 가공전 자외선 차단율이 떨어지기 때문에 중요한데, 본 실험에서 자외선 차단능이 다른 섬유에 비해 상당히 떨어지는 UV-B 영역뿐만 아니라, UV-A 영역에서는 높은 자외선 차단율을 보였다.
2. PET직물이나 면직물만큼이나 의복에서의 활용 폭이 높은 소재인 PET/면 혼방직물의 경우에도 UV 전영역에서 자외선 차단가공후 자외선 차단율의 상승을 확인할 수 있었다.
3. 광견뢰도가 PET에 비해서 떨어지기 때문에 나일론은 PET에 비해서 자외선 차단소재로서의 활용도가 낮다. 그러나 본 실험에서의 자외선 가공처리를 통하여 나일론 섬유도 자외선 차단 소재로의 접근이 가능하다는 것을 알 수 있었다.
4. 자외선 차단가공을 하기전 다른 섬유에 비해서 PET는 우수한 자외선 차단성능을 가지고 있다. 본 연구에서의 가공에 의해 자외선 전 영역에서 특히 걱정이 되는 UV-A 영역에서의 자외선 차단 성능향상을 확인할 수 있었다.

자외선 차단 섬유의 시장을 살펴보면 일본의 섬유기업들이 선두주자로 높은 기술력과 다양한 상품에의 응용으로 자외선 차단제품의 시장을 확대시키고 있다. 국내에서도 여러 섬유업체에서 자외선 차단 상품의 개발에 착수했는데 용도전개에 있어서는 대부분의 업체가 미용과 건강 등 기능성을 내세우고 있는데, 용도에 따라 구성소재가 약간씩 다르다는 점을 제외하면 업체간에 두드러지는 차이점은 없는 것으로 보인다.

자외선 차단섬유에서 좀더 고려해야 할 문제는 자외선 차단섬유의 인체에 대한 안전성의 문제이다. 지금까지 자외선 차단율이라는 결과적 수치만을 강조하고 그것이 신체에 직접 접촉하는 것임에도 불구하고

하고 신체 안정성 실험이 제대로 이루어지지 않았고, 그 기준 또한 명확히 설정되어 있지 않다. 이에 자외선 차단섬유의 신체안정성 평가기준의 확립에 대한 노력이 필요하다. 자외선 차단 가공방법은 어느 정도 확립된 상태이므로 여러 가지 방법을 통해 일반 소비자들에게 자외선 차단제품의 필요성을 인식시키는 노력이 필요할 것이다.

참고문헌

- 강미정, 권영아 (2001). "자외선 흡수제 처리 면직물의 소비성능 개선(제 1보)." *한국의류학회지* 25권 5호.
- 권영아, 강미정, 조현후 (2002). "자외선 차단 가공에 의한 면직물의 역학적 특성변화." *한국의류학회지* 26권 12호.
- 김삼수, 김성동, 조규민 (1994). "자외선 침투방지용 직물의 개발." *한국염색가공학회지* 6권 3호.
- 김정진, 장정대 (2002). "TiO₂/PEG처리 면직물의 물성과 자외선 차단성능." *한국염색가공학회지* 14권 4호.
- 김정현, 안령미, 송명건 (1998). "자외선에 의한 비타민 D₃ 합성과 직물." *한국의류학회지* 22권 5호.
- 김종덕, 김일수, 최태수 (1992). "자외선 차단섬유." *한국섬유공학회지* 29권 2호.
- 서영숙, 김상화 (1994). "자외선 흡수제 처리에 의한 면직물의 자외선 차단 효과." *한국의류학회지* 18권 5호.
- 송명건, 안령미, 신정화 (1999). "직물의 자외선 방어율에 따른 인체의 Vit D₃ 합성과 온열생리적인 반응." *한국의류학회지* 23권 7호.
- 신정숙, 손원교 (2003). "플라즈마 전처리와 자외선 흡수제에 의한 소목의 내일광성에 관한 연구." *복식문화연구* 11권 1호.
- 안령미, 이수진, 송명건 (1997). "직물의 자외선 차단과 세포에 미치는 방호효과." *한국의류학회지* 21권 4호.
- 차옥선, 양진숙 (1999). "인디고 염색제품에 대한 자외선 흡수제의 응용효과." *한국의류학회지* 23권 6호.
- Sasaki, H. and Maruyama, N. (1997). "Properties of UVCut processed Polyester Fabric." *American Dyestuff Reporter*.