

UV조사 처리한 PET의 역학적 특성변화와 감성평가*

The physiological properties and sensibility of PET irradiated by ultraviolet rays

최혜영 · 이정순**
충남대학교 의류학과

Hae Young Choi · Jung Soon Lee
Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

Abstract

The purpose of this study is to investigate hand and sensibility of PET treated by Ultra-Violet (UV). The 4-channel PET knit fabric was treated by a self-made UV instrument in 5cm distance with different time frames—0min, 30min, and 90min. For hand evaluation, mechanical properties were measured by the KES-FB system. The environmental condition was controlled at 29°C, 75% (R.H.)—summer standard climate. Twenty female students evaluated 'roughness,' 'smoothness,' 'wetness,' 'stiffness,' 'coolness,' 'touch,' 'preference,' and 'comfort'.

The outcomes of the experiment are as follows:

The surface roughness of mechanical properties showed significant differences and the value of PET irradiated by UV for 90min was highest. The order of primary hand value such as NUMERI and FUKURAMI was in a following order—Untreated > 30min treated > 90min treated. Total hand value showed that PET irradiated by UV for 90min was appropriate for using summer fabric. The results of subjective sensibility were that the untreated and 30min treated PET were recognized as similar and had a good evaluation on 'comfort,' 'preference' and 'the sense of touch'. This consequence disagreed with total hand value, because it was considered that subjects' hand sensibility was dependent on the feel of smoothness.

Key Words : KES-FB system, mechanical property, primary hand value, total hand value, subjective sensibility

I. 서론

오늘날 건강과 레저에 대한 관심이 높아지고 물질적 가치보다 신체와 정신이 건강한 삶을 추구하면서 가치 중심의 라이프스타일로 변화하고 있다. 이러한 경향은 섬유제품에도 영향을 미쳐 가격경쟁력에 의존한 양적 성장이 아닌 고감성성, 고기능성, 내환경성을 갖춘 특수기능성을 가진 신소재만이 경쟁력을 갖게 되었다. (O'Mahony & Braddock, 2002)

특수기능성 신소재 개발은 앞으로의 섬유시장에서 경쟁력을 확보하기 위한 필수요소이나, 시간투자, 개발비용 등의 경제적인 문제로 인한 어려움이 많다. 소재에 특수성을 부여하기 위한 여러 방법 중 효율적이며 경쟁력을 갖춘 방법으로 섬유의 표면과 같은 어느 한 특성을 변형하여

새로운 기능성을 부여함으로써 높은 부가가치를 얻는 여러 표면개질 기법이 알려져 있다(박병기, 2003). 그 중 UV 조사는 표면의 상태가 매우 안정되어 있는 고기능성 수지에 대해서도 개질 효과가 높고 오염도가 적을 뿐만 아니라 비교적 값이 싸고 간단하게 가공할 수 있다는 장점을 갖고 있어서 표면제어기술의 하나로 최근 부각되고 있다(김호정 외, 1999; 이두현, 2000; Igarashi & Sato, 1994; "자외선을 이용한 섬유의 개질가공", 2002; Teramoto et al, 1993; Takeru & Ikuo, 2003).

연구에 사용한 4-channel PET knit fabric (AEROCOOL)은 대표적인 소수성 섬유인 폴리에스테르에 기능성 향상을 위하여 단면을 변화시켜 wicking 특성을 향상시킨 스포츠·레저웨어용 기능성 소재이다. 그러나 소수성 섬유의 특성인 염색성, 흡습성, 대전성 등에서 여전히 문제점을 가지고 있어 이러한 문제점을 해결하기 위하여 선행연

* 이 논문은 2003년도 한국과학기술재단의 우수여성과학자 도약지원 연구비에 의하여 연구되었음.(R-04-2003-10164-0).

** Corresponding author: Jung Soon Lee
Tel: (042) 821-6830, Fax: (042) 821-8887
E-mail: jungsoon@cnu.ac.kr

구(최혜영, 이정순, 2005)에서 AEROCOOL에 UV조사를 통하여 친수성 특성을 향상시켰다. 선행연구에서는 처리 시간을 다르게 UVC광선으로 처리하여 직물의 수분특성에 미치는 영향을 살펴보았다. 그 결과 UVC처리에 의하여 C=O, -OH와 같은 친수기들이 새롭게 생성됨을 알 수 있었고, 처리시간이 길어질수록 친수성기들이 생성되는 양이 증가한다는 것을 알 수 있었다. 접촉각과 표면에너지의 측정결과 처리시간이 증가함에 따라 물접촉각이 작아지고, 메틸에틸렌 접촉각은 증가를 보였으며, 접촉각을 이용하여 산출한 표면에너지 값은 증가하여 친수성 향상을 알 수 있었다. 또한, 이러한 특성들의 변화와 수반되어 직물의 표면에 어떠한 영향을 주는지 SEM을 이용하여 측정된 결과 처리시간이 길어질수록 표면에 버블, 크랙, 에칭의 양이 증가하는 것을 볼 수 있었으며, 미세하지만 물성에도 영향을 주어 마찰 대전압의 감소, 황변의 증가, 인장강도와 탄성회복률의 감소와 같은 변화가 나타났다. 이와 같이 UV처리는 소재의 역학적 특성, 촉감 및 태에 변화를 가져와 직물 감성에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 KES-FB system을 통하여 UV조사가 PET 소재의 역학적 특성과 태에 미치는 변화를 살펴보고, 여름철 스포츠웨어 소재로의 적합성을 평가하였다. 또한, 주관적감성을 평가하여 객관적 평가치를 비교

하였으며, 최종적으로 UV조사가 소재의 감성변화에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

II. 연구방법

1. 시료

시료는 (주)효성에서 제공받은 4-Channel PET knit fabric을 아염소산나트륨(sodium chlorite, NaClO₂) 2g/L, 포름산(HCOOH)2g/L, 질산(HNO₃) 2g/L 용액에 액비 30:1로 60°C로 60분간 처리하고 암모니아수로 중화한 후 증류수로 충분히 씻어 자연건조하여 사용하였다. 본 실험에 사용된 PET는 단면형태를 4엽의 크로버의 형상으로 변환시켜 4개의 모세관을 형성, 모세관효과를 증대시킨 것으로 ("Aerocool", 2003), 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2. UV 처리

시료는 정련하여 UV lamp와 5cm거리에서 UV조사시간을 0min, 30min, 90min으로 자체제작한 UV 조사장치

Table 1. Characteristics of fabric

Contents	Weave	Counts	Density	weight (g/m)	Thickness (mm)
			wale × course /5cm		
Polyester 100%	Tuck stitch	75D	55×55	150±5	0.58

Table 2. Characteristics of UV lamp

UV ray	Lamp source	Lamp Wattage (W)	Lamp Current (A)	UV Output (W)	Dimensions(mm)		Shape
					Length	Diameter	
UVC	Low-Pressure mercury	40	0.42	19.8	1198	32.5	Straight

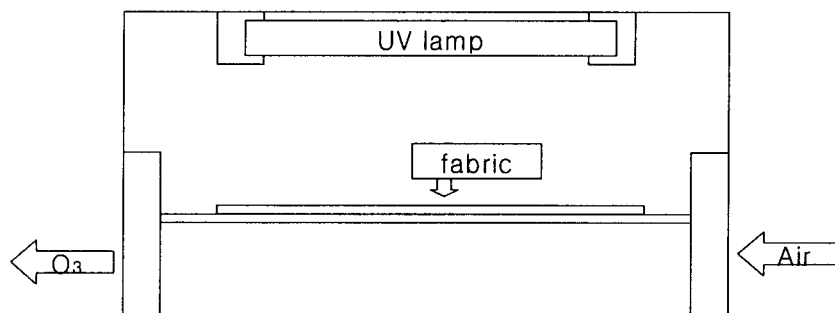


Fig. 1. Apparatus for UV irradiation

를 사용하여 가공하였다.

UV 조사장치는 자외선램프(UVC: SANKYO DENKI, model-G40T10, Table 2)와 power supply(아림 산업(주))를 구입하여 외부의 빛을 완전히 차단시킬 수 있도록 제작되었으며, 모식도를 Fig. 1에 나타내었다.

3. 객관적 측정

4-channel PET knit fabric을 UV lamp로 0min, 30min, 90min 처리한 후 UV처리가 소재의 태에 미치는 변화를 살펴보기 위하여 시험편의 크기를 20×20cm로 하여 KES-FB System (Kawabata's Evaluation System for Fabrics, Kato Tech Co., Ltd)을 사용하여 표준계측 조건 하에서 측정하였다. 측정항목은 인장, 굽힘, 압축, 표면 및 두께와 중량의 6가지 역학적 성질에 대한 16개의 역학적 특성치를 측정하였다. 다음으로 여름철 스포츠웨어라는 직물의 용도에 따라 역학적 측정치로부터 감각평가치와 태평가치를 산출하였다. 시료의 감각평가치(HV)를 구하는 변환식으로 KN-203 LDY를 이용하여 KOSHI, NUMERI, FUKURAMI의 감각평가치를 계산하였으며, KN 302-SUMMER 변환식을 사용하여 태평가치(THV)를

산출하였다.

4. 주관적 측정

시료의 주관적 감각 평가는 여름철 평균기온인 29℃, 75%(RH)의 조건인 항온항습실에서 실시되었다. 선행연구를 통해 '까실까실하다', '매끄럽다', '습하게 느껴진다', '뻣뻣하다', '차다'의 다섯 항목을 선정하였으며, 종합적인 평가를 위하여 '촉감', '선호도', '쾌적감' 항목을 첨가하여 5점 척도로 비교·측정하도록 하였다. 시료는 UV 처리시간을 0min, 30min, 90min으로 다르게 하여 20×20cm로 준비하였다. 20-25세의 피험자 20명을 대상으로 맨손으로 평가하도록 하였으며, 평가결과는 MDPREF(Multidimensional Preference)을 이용하여 다차원평가하였다.

III. 결과 및 고찰

Fig. 2는 UV 처리시간을 0min, 30min, 90min으로 다르게 한 세가지 시료를 KES-FB system을 이용하여 측정

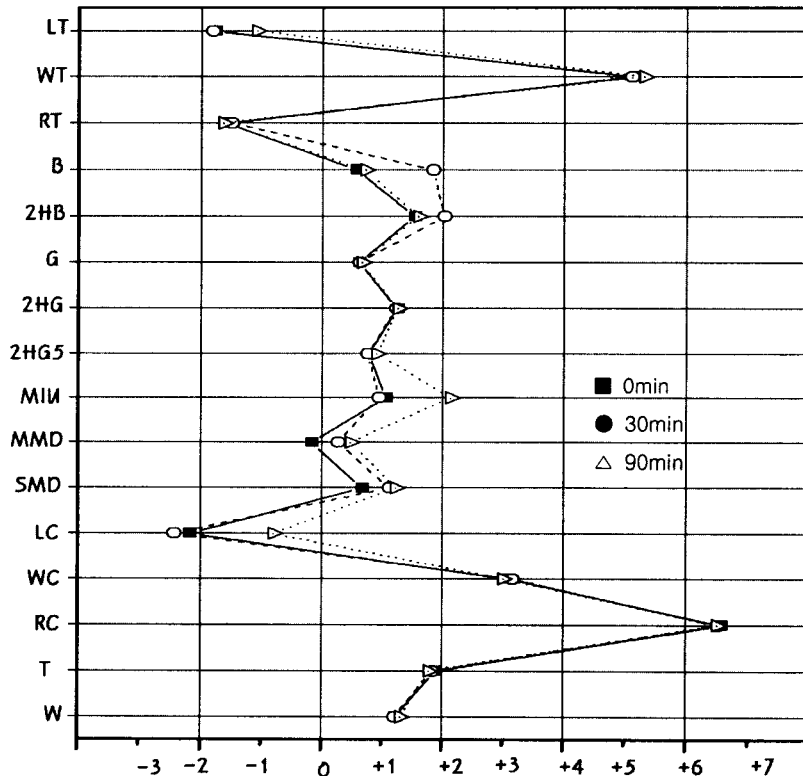


Fig. 2. Physical properties of PET irradiated by UV

한 16가지 역학적 특성치를 나타내었다. 그 결과 인장특성의 선형도(LT), 굽힘특성, 표면특성 그리고, 압축특성의 선형도(LC)에서 두드러진 변화를 확인할 수 있다.

Fig. 3의 선형성(LT)의 경우 30min처리시까지 큰 변화를 확인할 수 없다가 90min처리한 시료에서 크게 증가하는 것을 볼 수 있다. 선형성 값이 작은 것은 작은 힘으로 늘어나기 쉬움을 뜻하는데 본 실험에서는 선형성이 증가한 것으로 보아 UV처리 시간이 증가함에 따라서 직물이 강직해진다는 것을 알 수 있었다.

굽힘특성을 나타내는 Fig. 4를 보면, 굽힘강성(B)과 이력(2HB)은 30min 처리한 것의 값이 가장 크게 나타났다. 직물의 굽힘특성은 직물의 구조변화나 실자체의 특성변화에 의해서 영향을 받을 수 있으며, 이러한 역학적 특성의 변화가 직물의 촉감에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

표면마찰 특성을 나타내는 MIU, MMD와 표면요철 특성을 나타내는 SMD의 값이 증가하여 결과적으로 UV처리가 직물의 표면특성을 변화시켜 표면의 거칠기를 증가

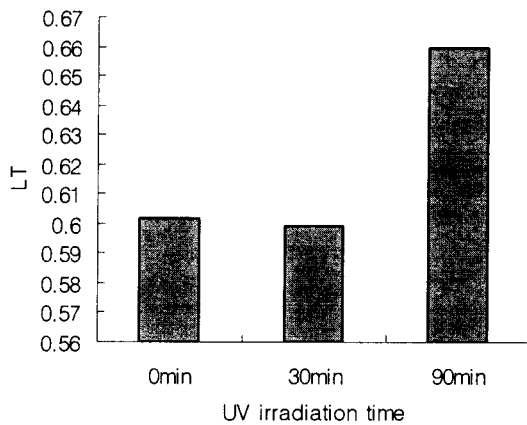


Fig. 3. The variation of tensile properties of PET irradiated by UV

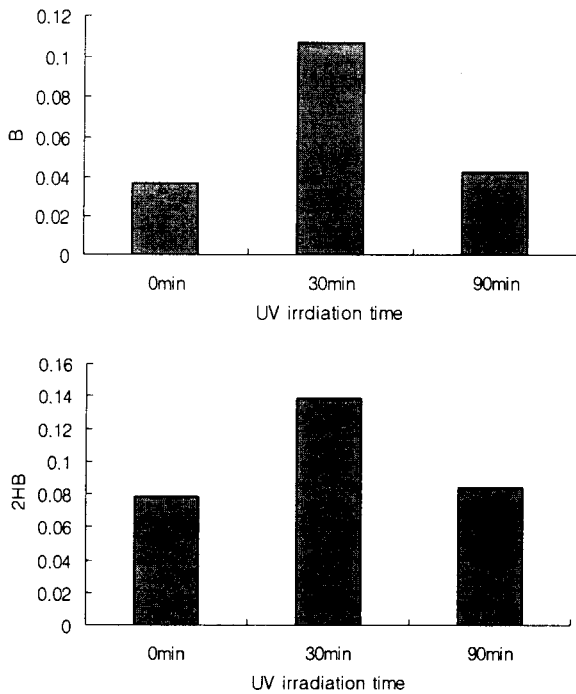


Fig. 4. The variation of bend properties of PET irradiated by UV

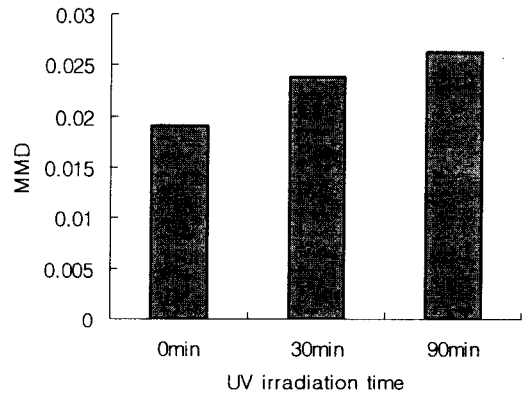
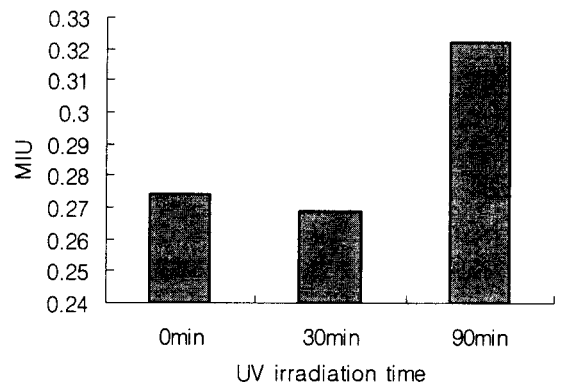
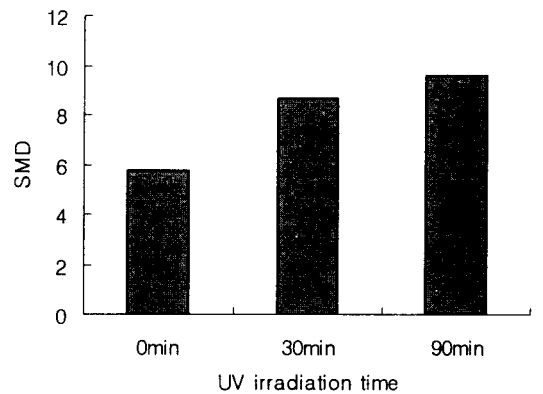


Fig. 5. The variation of surface properties of PET irradiated by UV



시킨다는 것을 알 수 있었다.

압축특성을 나타내는 선형도(LC), 압축에너지(WC), 반발성(RC)에서 WC와 RC값에서는 큰 차이가 없으나, Fig. 6의 LC(선형도)는 미처리와 30min 처리 직물에서는 큰 차이가 없었으나, 90min처리한 직물에서 증가하였다. UV 처리로 인하여 직물 표면에 경화가 발생하거나 크랙의 발생으로 표면이 불규칙해지기 때문에 압축선형성이 커진 것으로 생각된다.

Fig. 7에는 UV처리된 시료의 역학적 특성치를 사용하여 예측된 감각평가치(H.V)와 태평가치(T.H.V)를 나타내었다. 뻣뻣한 정도를 나타내는 KOSHI는 30min처리한 것이 가장 큰 값을 나타내어 굽힘특성과 일치하는 것을 알 수 있었다. 매끄러움을 나타내는 감각평가치인 NUMERI와 부피감과 부드러움의 정도를 나타내는 FUKURAMI는

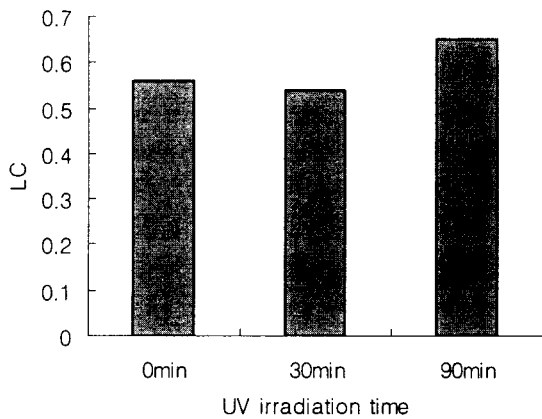


Fig. 6. The variation of compression properties of PET irradiated by UV

0min, 30min, 90min처리한 것의 순으로 낮아져 인장 및 압축의 선형성과 표면특성치의 결과와 일치하는 것을 알 수 있었다.

태평가치는 KN 302-SUMMER식에 의해 감각평가치로부터 산출한 값을 통하여 여름철 소재로 적합한지 여부를 살펴본 결과, 90min처리한 소재가 여름용 소재로 가장 적절한 것으로 나타났다. 이는 일반적으로 여름철 의복소재로 마와 같이 표면이 거칠고 다소 뻣뻣한 소재가 선호되기 때문인 것으로 판단된다.

KES-FB system을 이용하여 직물의 역학적 성질들을 측정된 결과 UV처리한 세 가지 직물의 성질에 차이가 나타났으며, 감각평가치와 태평가치의 결과에서도 그 차이를 알 수 있었다. 이러한 객관적인 차이를 사람의 감각은 어떻게 인지하는지를 알아보기 위하여 주관적 감각평가한 것을 Fig. 8에 나타내었다.

Fig. 8은 개별감각요인과 촉감, 선호도, 쾌적감에 따른 직물의 위치를 한평면위에 나타내기 위하여 MDPREF를 사용하여 다차원평가를 하여 시각적으로 표현한 것이다. 자외선 미처리 시료와 30min 처리한 시료는 같은 사분면의 가까운 거리에 위치한 것으로 보아 피험자가 두 가지 직물을 거의 유사한 것으로 느낀다는 것을 알 수 있었다. 이에 반하여 90min처리한 시료의 경우 두 시료와 y축에 대칭적인 위치에 있으며, '까실까실하다'의 감성에 치우쳐 있음을 알 수 있다.

'쾌적감', '선호도', '촉감'이 좋다는 것은 '뻣뻣하다', '까실까실하다', '차다'보다는 '매끄럽다'는 감성에 가까이 있으며, UV로 각각 0min과 30min 처리한 직물이 90min 처리한 직물보다 '쾌적감', '선호도', '촉감'에 있어서 보다 좋게 평가되는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 여름철

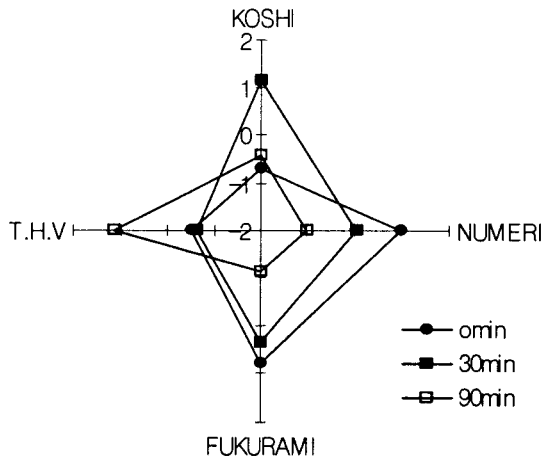


Fig. 7. Hand value of PET irradiated by UV

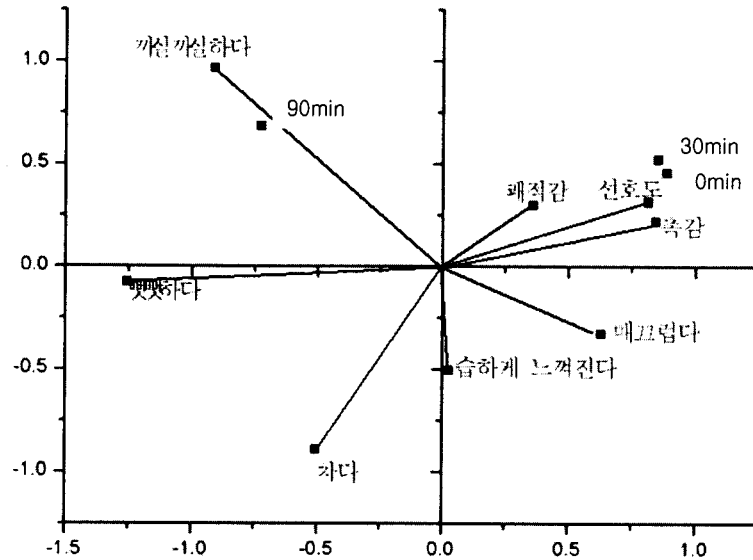


Fig. 8. Positioning map of AEROCOOL irradiated by UV on sensibility.

스포츠웨어라는 용도에 따른 태의 적절성을 살펴본 객관적 측정치와는 상이하게 나타났는데, 이는 주관적 감각평가시에 여름철 스포츠웨어라는 점을 전제로 하였음에도 불구하고 '쾌적감', '선풍도'에 영향을 미치는 인자가 손으로 만졌을 때의 매끄럽고, 부드러운 표면에 따른 촉감이 가장 크게 작용하기 때문인 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 제언

UV처리가 소재의 역학적 특성과 태 및 주관적 감각평가에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보고, 객관적 평가와 주관적 평가를 비교해본 결과는 다음과 같다.

UV가공을 통하여 표면개질 시킨 4-channel PET knit fabric 을 KES-FB로 측정된 역학적 성질의 경우 인장특성의 선형도, 굽힘특성, 표면특성 그리고 압축특성의 선형도에서 큰 차이를 보였으며, 역학적 성질에 의해 종합적으로 평가된 태 평가치의 경우 자외선으로 90min 처리한 소재가 가장 높게 나타나 여름철 소재로 가장 적절하다는 결과를 얻을 수 있었다.

주관적감각 평가결과, 미처리와 30min 처리한 시료의 경우 피험자가 유사하게 인지하였으며 '쾌적성', '선풍도', '촉감'에 있어서 90min처리한 시료보다 높게 평가되었으며, 90min처리한 시료의 경우는 '까실까실하다', '뻣뻣하다'로 평가되었다.

객관적 평가와 주관적 평가 결과, 객관적 평가의 감각평가치인 KOSHI, NUMERI, FUKURAMI와 주관적 평가는 일치하였으나 전체적인 태평가 결과 90min처리한 의복이 여름철 의복으로 적절하다는 것과 달리 주관적평가 결과, 미처리와 30min처리 의복이 선호되는 것을 알 수 있었다.

이는 일차적인 감각을 평가하는데 있어서는 일치하였으나, 여름철 의복소재라는 용도를 전제로 종합적인 평가를 내리는데 있어서는 주관적 감각평가에 부드럽고, 매끄러운 표면이 주는 촉감이 가장 큰 영향을 주는 인자로 작용하였기에 상이한 결과가 나온 것으로 보인다.

본 실험에서는 손에 의한 촉감에 의해서만 선호되는 시료를 측정하였으나, 여름철의 더운 환경이라는 조건하에서 운동시라는 용도에 적합한 실질적인 평가를 위하여 추후연구를 통한 착용평가가 필요하다고 사료된다.

주제어 : KES-FB system, 역학적특성, 감각평가치, 태평가치, 주관적 감각평가.

참고 문헌

김민지 외 (2004) 연속식 자외선/오존 조사처리가 PET와 PTT 직물의 물성에 미치는 영향. 한국섬유공학회지, 41(2), 80-85.

- 김호정 외 (1999) 자외선 조사에 의한 아크릴 아미드 PAN에 대한 표면 그래프트 공중합. 한국 섬유공학회, 28(10), 49-54.
- 박병기 (2003) 섬유고분자의 표면개질. 한국염색기술 연구소.
- 신혜원 (1996) 폴리에스테르 직물의 알칼리 감량가도에 따른 촉감의 변화. 한국의류학회지, 20(5), 783-791.
- 이두현 (2000) 저온플라즈마 공정 및 UV-grafting 공정을 이용한 분리막 표면개질조건 최적화에 관한 연구. 경희대학교 석사학위 논문.
- 최혜영, 이정순 (2005) UV조사를 통한 PET의 표면개질(제1보) -화학구조 변화 및 표면특성 변화-. 한국의류학회지, 29(3/4), 561-568.
- 최혜영, 이정순 (2005) UV조사를 통한 PET의 표면개질(제2보) -수분특성 및 물리적 특성 변화-. 한 국의류학회지, 29(5), 617-625.
- Aerocool (2003. 04. 25) Hyosung Textile 2003, from <http://www.textile.hyosung.co.kr>
- Igarashi, T., Sato, Y. (1994) 染色工業, 42(12), 588-595.
- O'Mahony, M, Braddock, SE, (2002) "Sports Tech, Revolutionary Fabrics" Thames and Hudson.
- Teramoto, K, Okajima, T, Matusumoto, Y, Kurrihara, S, (1993) 紫外線による表面改質, 日本接着學會誌, 29(4), 37-44.
- Tien-Wei S et al. (2004) Approaches to Discriminate the Characteristic Generic Hand of fabric. *Textile Res. J.* 74(4), 354-358.

(2005. 10. 20 접수; 2005. 12. 15 채택)