〔연구논문〕

EISSN 2234-0793
PISSN 1225-1151
Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles
Vol. 42, No. 5 (2018) p.799~808
https://doi.org/10.5850/JKSCT.2018.42.5.799

접촉 냉감 및 흡수 냉감을 갖는 트리아세테이트 함유 기능성 냉감 직물 개발

김명옥 · 이정순†
충남대학교 의류학과

Development of Triacetate-containing Functional Coolness Fabrics with Cool-Touch and Cool-Absorbent

Myoung Ok Kim · Jung-Soon Lee†
Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University
Received April 24, 2018; Revised (July 25, 2018; August 20, 2018); Accepted August 23, 2018

Abstract

This study develops triacetate-containing functional fabrics with a cool-touch and cool-absorbent. For this purpose we used composite yarns made using triacetate filament and PET High absorbance quick dry filament as well as the composite fabric woven. The fineness of the yarn and structure of fabric varied the cover factor varied. The blend ratio of triacetate was differently set. When the triacetate content was the same, the cool touch of the fabric having a large cover factor and small SMD increased. The surface became smooth and the contact area became large; in addition, both the Qmax value and the cool-touch became large. In the case of similar density, the cool-touch of the fabric having a large content of triacetate increased. The cool-absorbent of the fabric containing triacetate showed a similar level of the PET High absorbance quick dry filament fabric treated with and endothermic cooling agent. It was possible to develop a functional coolness fabric with a cool-touch and a cool-absorbent when the content of triacetate and cover factor were well combined.

***Key words*:** Triacetate, PET High absorbance quick dry filament, Functional coolness fabrics, Cool-Touch, Cool-Absorbent; 트리아세테이트, 흡한속건 폴리에스터, 기능성 냉감 직물, 접촉 냉감, 흡수 냉감

I. 서　　론

2014년 발간된 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부 간 협의체) 보고서에 따르면 지구온난화 현상으로 지난 133년간(1880년부터 2012년까지) 평균 0.85°C(0.65~1.06°C)의 지구 표면온도가 상승했고, 이러한 평균 지표온도의 상승으로 극한 고온 현상이 증가하고, 폭염의 발생빈도와 지속시간이 증가할 가능성이 매우 높을 것으로 예상했다(The Core Writing Team et al., 2015). 지구온난화에 의한 기상이변은 날씨 마케팅이라는 용어를 등장시켰고 직간접적으로 일상생활과 산업분야는 물론이고 사회 경제적인 모든 분야에 큰 영향을 미친다(Chung et al., 2011). 섬유 제품도 다양한 제품들이 날씨와 관련하여 마케팅에 적용되고 있는데, 이상고온 현상은 특히 냉감 기능성을 가진 제품에 대한 관심을 높이고 있다. 이러한 관심은 여름철 에너지 절약 차원의 여름철 쿨비즈 착장을 정착화시켜 정장용

†Corresponding author
E-mail: jungsoon@cnu.ac.kr
본 논문은 충남대학교 학술연구비 지원으로 수행된 연구임.

ⓒ 2018, The Korean Society of Clothing and Textiles. All rights reserved.

냉감 셔츠 제품의 생산을 증가시켰고, 아웃도어용 스포츠 웨어의 냉감 소재 기능성 경쟁도 부추기고 있는 실정이다(Moon, 2015; “골프웨어 [Golf wear]”, 2017).

냉감 발현을 위한 기능성 소재 개발기술로는 흡한속건, 흡열반응에 의한 흡수발냉, 근적외선 반사, 높은 열전도율, 및 접촉 냉감 소재 제조기술로 크게 분류되고 있다. 현재 시장에서 선보이고 있는 여름철 냉감성 의류 제품들은 이러한 기능들을 단독으로 또는 복합적으로 적용하여 냉감성을 구현하고 있는데 시장에서 가장 큰 점유율을 보이고 있는 것은 이형단면 합성섬유를 활용한 흡한속건 의류 제품 및 통기성을 높인 조직을 활용한 제품이다. 냉감 발현 소재의 개발방법은 크게 냉감 발현 기능 원사를 사용하는 방법과 냉감 발현을 위한 기능성 후가공을 적용하는 방법으로 분류된다. 흡한속건사의 사용과 같은 원사 응용기술은 후가공 기술에 비해 내구성과 성능이 뛰어난 장점이 있으나 원사의 단면형태의 변형이 가능한 소재를 사용해야 한다는 섬유 소재의 한계성과 원사 제조비용이 높다는 단점이 있다(Lee et al., 2012; Yang et al., 2015). 이에 한 가지 소재로 이루어진 섬유 제품의 단점을 보완하는 방법으로는 소재의 복합화를 들 수 있는데 소재의 복합화 방법으로는 섬유 내 복합, 섬유 간 복합, 의복 내 복합의 방법으로 구분할 수 있다(Lee, 2009). 그 중 섬유 간 복합에 해당되는 복합사는 성질이 다른 두 가지 이상의 실을 혼합하는 것으로 새로운 촉감이나 광택, 기능을 부여하거나 기존의 성능을 개량할 수 있는 장점이 있다(Hong, 2014; Kim & Park, 2007; Kim et al., 2006; Nayak & Mishra, 2016).

셀룰로스를 아세틸화하여 얻어지는 아세트산셀룰로스로 만든 섬유로 그 화학적 성분이 아세트산셀룰로스로 되어 있는 것을 아세테이트라고 한다(Kim, 2012). 아세테이트 섬유는 열전도율이 비교적 큰 편으로 주로 필라멘트 섬유로 이용되므로 차가운 촉감의 섬유이다. 특히 트리아세테이트는 셀룰로스의 글루코스 단위 중 3개의 히드록시(-OH)가 모두 아세틸화되어 친수기가 모두 없어져서 합성섬유처럼 열가소성이 우수하고 열고정이 가능하고 열고정이 된 것은 물세탁을 해도 변화가 없는 섬유로 합성섬유와는 달리 촉감이 미끈미끈하지 않아 청량감이 있으며 착용감이 좋다. 아세테이트 섬유는 열에 약하고 세탁 후에 이완 수축에 의해 다소 줄어드는 경향이 있으나 트리아세테이트 섬유는 열에 덜 민감하며 별로 수축을 하지 않는다. 또한 뛰어난 흡한속건성을 가지며 특유의 드라이한 질감이 있어 리넨 혼방 제품과 같은 상쾌한 촉감을 나타낸다. 이밖에도 촉감이 부드러우며 청량감이 있고 독특한 광택과 심미적 색감을 띄는 특징을 가진다(Choi & Kim, 2012; Cho et al., 2002). 이러한 트리아세테이트의 특징을 이용하여 트리아세테이트와 울 혼방 등을 통해 냉감 기능성을 가진 제품이 출시되고 있다(Kim, 2017; Park, 2010).

한편 일본의 Toray社는 쿨비즈 섬유 관련 패션 조건을 비즈니스 웨어로서 통용되며 품질이 높을 것, 의류 제품의 기본 기능으로 청량, 경량이며 구김이 잘 생기지 않을 것, 소재가 갖는 기능성을 살리면서 감성과의 균형이 부합되어 있을 것으로 정의하고 있어(Lee et al., 2012) 트리아세테이트는 쿨비즈 특성을 나타낼 수 있는 패션성이 높은 냉감 소재로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

인체와 환경 사이에는 끊임없는 열교환이 일어나는데, 기온의 변화에 따라 인체의 방열 방식에는 변화가 생기게 되어 기온이 28°C 정도에서는 복사에 의한 방열양이 크나 기온이 높아짐에 따라 복사에 의한 방열양이 상대적으로 감소하다가 기온이 35°C 정도로 높아지면 방열은 거의 증발에 의해 일어나게 되므로(Choi & Kim, 2012) 더울 때는 땀의 적극적인 증발이 이루어질 수 있는 흡한속건 기능성 소재의 중요성이 커지게 된다(Hong, 2014).

의류 소재의 냉감 기능 발현 연구는 2005년 ‘쿨비즈’ 제품이 출시되면서 열전도성이 높은 소재의 특성에 의존한 제품에서 쾌적성을 추구하는 고기능성 섬유 개발이 급격히 증가하였다(Sohn, 2015). 이에 여름철 기능성 섬유 제품에 응용되는 냉감 관련 제조기술에는 흡한속건 기능을 발현하도록 섬유의 이형단면 형상을 이용하여 모세관 현상에 의해 수분과 땀을 신속하게 외부로 이동, 건조시키는 방법과 상변이 물질인 PCM을 이용한 수분감응형 섬유 제조기술 등이 있다(Kim et al., 2014).

따라서 본 연구에서는 트리아세테이트사와 폴리에스터 흡한속건사를 이용하여 복합사를 제조하고 복합직물을 제직하여 접촉 냉감 및 흡수 냉감을 갖는 여름철 냉감 소재를 개발하고자 하였다. 개발된 직물은 조직과 사용된 원사의 섬도를 다르게 하여 커버팩터를 변화시켰고, 트리아세테이트사와 폴리에스터 흡한속건사의 혼방비율을 다르게 구성하였다. 최종적으로 개발된 직물의 접촉 냉감과 흡수 냉감을 측정하여 접촉 냉감 및 흡수 냉감 소재에 적합한 조직구성 조건과 트리아세테이트의 함량 간의 관계를 살펴보았다. 이밖에도 개발된 냉감 직물을 냉감 후가공제로 처리된 100% 폴리에스터 흡한속건 직물과 비교해봄으로써 폴리에스터 흡한속건사에 트리아세테이트의 복합화가 냉감성 향상에 미치는 상대

적인 영향을 살펴보았다.

II. 실 험

1. 시료

1) 복합사의 제조

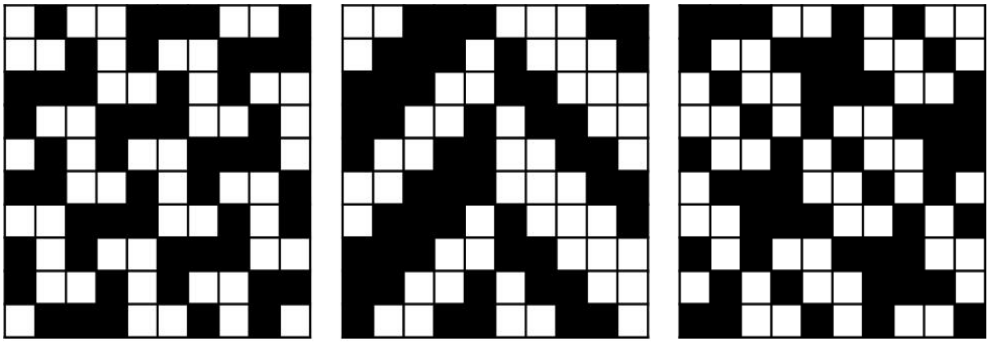
복합사는 트리아세테이트사 75d/22f와 흡한속건 폴리에스터사 75d/36f를 복합가연기에서 복합시켜 150d/58f (1300T/M, Z twist)의 트리아세테이트/폴리에스터 복합사를 제조하여 사용하였다. 트리아세테이트사와 흡한속건 폴리에스터사 복합사는 인팅(Interlace)한 후 연사하여 핀사 현상(모우 발생)이 발생하지 않도록 1,000T/M 이상으로, 꼬임수가 너무 큰 경우에는 원사의 유연성이 저하되어 제조된 직물의 촉감에도 영향을 미치게 되므로 1,600T/M을 넘지 않는 범위로 제조하였다.

2) 복합직물의 제조

경사는 트리아세테이트/폴리에스터 복합사를 위사는 트리아세테이트/폴리에스터 복합사 또는 트리아세테이트 75D(1300T/M, Z twist) 또는 트리아세테이트 120D (1600T/M, Z twist)를 사용하여 트리아세테이트와 흡한속건 폴리에스터사의 함량을 동일하게 하여 3가지 변화능직 복합직물(A, B, C)을 제직하였다. 또한 예비실험을 통해 3가지 직물 중 냉감 특성이 가장 우수한 복합직물(B)을 선택하여 트리아세테이트의 함량에 변화를 주어 제직하였다. 본 연구에서 사용된 시료는 복합직물 5가지와 시판 냉감 직물 2가지로 총 7가지 직물의 특성은 <Table 1>과 같다. 복합직물 제직에 사용된 3가지 변화능직의 직물 설계는 <Fig. 1>과 같다. <Table 1>에서 직물 코드의 알파벳 A, B, C는 각각 변화능직의 직물 설계 (a), (b), (c)를 나타내며, T와 숫자는 트리아세테이트의 함량을 나타낸다. 알파벳 P는 폴리에스터의 약자이며 F는 후가공(Finishing)를 나타낸다. 시판 흡한속건 폴리에스터사로 제직된 시판 냉감 직물 중 FP100은 냉감 가공제 Paracool(ID-8, Ohara Paragium Chemical Co., Ltd., Japan)을 후처리한 직물이고, 흡수 냉감 측정의 기준시료인 P100은 냉감 가공제를 처리하지 않은 직물이다. 냉감 가공제 Paracool은 용해하여 열을 빼앗는 성질이 있는 Erithritol과 Xylitol을 주성분으로 하는 냉감 가공제로, Paracool을 직물에 처리하면 Erithritol과 Xylitol이 사람에서 나오는 땀(수분), 증기를 흡수하여 흡열반응을 일으켜 냉감 효과를 나타낸다(Venture Chemical Ltd., 2014).

Table 1. Specification of the fabrics

Fabric code	Warp	Weft	Fiber content (%)	Density (yarn/in)	Weight (g/m^2)	Thickness (mm)	Structure	Fnishing
AT50	Triacetate 75/22 + PET High absorbance quick dry filament 75/36	Triacetate 75/22 + PET High absorbance quick dry filament 75/36	Triacetate 50 PET 50	100×67	134.60	0.382	Twill	Untreated
BT50		Triacetate 75/22 + PET High absorbance quick dry filament 75/36	Triacetate 50 PET 50	104×68	132.18	0.342	Twill	Untreated
BT69		Triacetate 75/22	Triacetate 69 PET 31	105×101	122.87	0.334	Twill	Untreated
BT72		Triacetate 120/33	Triacetate 72 PET 28	104×75	105.16	0.326	Twill	Untreated
CT50		Triacetate 75/22 + PET High absorbance quick dry filament 75/36	Triacetate 50 PET 50	104×67	134.43	0.394	Twill	Untreated
FP100	PET High absorbance quick dry filament 75D/36F	PET High absorbance quick dry filament 150D/72F	PET 100	150×106	134.55	0.273	Plain	Paracool treated
P100		PET High absorbance quick dry filament 75D/36F	PET 100	127×107	147.20	0.326	Twill	Untreated



(a) (b) (c)

Fig. 1. Fancy twill structures of fabrics blended with triacetate.

2. 표면특성

냉감 기능성 직물의 표면구조는 주사전자 현미경(Focused Ion Beam Scanning electron microscopy, LYRA3, TESCAN ORSAY HOLDING a.s., Czech Republic)을 이용하여 관찰하였고, KES-FB(Kawabata Evaluation System, Kato Tech Co. Ltd., Japan) 시스템을 사용하여 기하학적 거칠기 SMD(μm)를 3회 측정하여 평균값을 사용하였다(Kawabata, 1980).

3. Cover Factor 측정

경사와 위사에 의한 피륙의 피복 정도를 나타내는 커버팩터(Cover Factor: K)는 다음과 같은 <Eq. 1>로 구하였으며 경사와 위사를 각각 5회 산출하여 평균값을 사용하였다.

$$\text{Filament } K = cn \times \sqrt{D} \quad \cdots\cdots \text{ Eq. 1.}$$

c = Conversion rate for denier (constant: 0.01375)
n = Density of yarn between 1 inch
D = Thickness of thread

4. 접촉 냉감(Qmax) 평가

객관적인 냉감성 분석을 위해 KES-F7 Thermo Labo II(Kawabata Evaluation System, Kato Tech., Co., Ltd., Japan)를 이용한 접촉 냉감을 한국의류시험연구원에서 측정하였다. 이 방법은 실험실 내의 환경온도(20°C)와 같도록 세팅된 Water-box 위에 측정하고자 하는 직물을 올려놓고 그 위에 환경온도+10°C(30°C)로 세팅된 구리판을 올려놓아 동판의 온도 저하로부터 최대 열이동량 Qmax ($J/cm^2 \cdot S$)를 측정하는 것이다. Qmax 값이 클수록 직물을 통해 많은 열이 전달되어 피부가 느끼는 냉감이 커지는 것을 의미한다(Jeon et al., 2010). Qmax는 5회 측정하여 평균값을 사용하였다.

5. 직물 유무에 따른 손바닥 표면의 평균 온도차

적외선 열화상 카메라(Infrared Thermography Camera, FLIR-E30, FLIR, USA)를 활용하여 일정한 직물 유무에 따른 손바닥 표면의 평균 온도차를 측정하는 손바닥 측정법을 이용하여 온도 20±2°C, 습도 65±2% R.H.의 조건에서 30cm의 일정한 거리에서 적외선 열화상 이미지를 촬영하였다. 아크릴판에 집게 6개를 이용하여 직물을 고정시킨 후 직물 면이 손바닥을 향하게 올리고 10초 후 촬영한 적외선 열화상 이미지의 평균 온도와 손바닥 위에 아크릴판만을 올리고 10초 후 촬영한 적외선 열화상 이미지의 평균 온도의 차이 값을 접촉 냉감의 척도로 사용하였다. 사용된 아크릴판의 크기는 20cm×30cm, 두께는 3mm였고, 아크릴판과 집게의 총 무게는 172g이었다. 온도차가 적을수록 냉감이 커지는 것을 의미한다(Kim & Lee, 2016). 손바닥 표면의 평균 온도차는 시료당 5회 측정하여 평균값을 사용하였다.

6. 흡수 냉감 측정

흡수 냉감 측정은 적외선 체열 촬영을 이용한 직물의

흡수 냉감 평가법을 이용하여 측정하였다. 온도 20±2°C, 습도 65±2% R.H.의 조건의 인공 기후실에서 컨디셔닝한 시료를 손등 위에 올리고 온도 37±1°C의 증류수 10μl를 떨어뜨린 후 5분 간 온도 변화를 적외선 열화상 카메라를 이용하여 30cm의 일정한 거리에서 적외선 열화상 이미지를 촬영하여 시료 표면의 온도 변화를 측정하였다. 또한 시간 경과에 따른 시료 간 표면온도 변화율을 비교하기 위하여 PET 흡한속건 원사로 제직하고 냉감 가공제 Paracool을 처리하지 않은 직물을 기준시료로 하여 기준시료와 시험시료의 온도 차이를 계산하였다(Kim & Lee, 2014).

III. 결과 및 고찰

1. 복합직물의 표면특성 및 구조적 특성

<Fig. 2>–<Fig. 3>은 트리아세테이트 복합 냉감 직물의 표면 전자현미경 사진과 형태와 표면거칠기의 평균편차(SMD)를 나타낸 것이다. 개발된 냉감 직물은 경사에 트리아세테이트사와 흡한속건 폴리에스터사를 복합한 동일한 원사를 사용하였고 위사에만 변화를 주었다. <Fig. 2(a)>, <Fig. 2(b)>, <Fig. 2(e)>는 트리아세테이트의 함량을 50%로 동일하게 하고 각기 다른 세 가지 변화능직으로 제직하였다. 경위사의 굵기가 동일하여 조직 간 큰 차이가 나타나지는 않으나 <Fig. 2(b)>에 비하여 <Fig. 2(a)>, <Fig. 2(e)>의 직물이 사간 공간이 많아 통기성이 크고 경사와 위사 사이의 굴곡이 클 것으로 예상되었다. <Fig. 2(b)>, <Fig. 2(c)>, <Fig. 2(d)>는 같은 조직으로 트리아세테이트의 함량과 위사의 섬도를 달리하여 제직하였다. <Fig. 2(b)>는 트리아세테이트의 함량이 <Fig. 2(c)>와 <Fig. 2(d)>에 비하여 낮고 <Fig. 2(c)>와 <Fig. 2(d)>는 트리아세테이트의 함량은 비슷하나 <Fig. 2(c)>는 위사를 가는 실을 사용하여 <Fig. 2(d)>에 비하여 조직이 치밀하다. 개발된 냉감 직물의 접촉 냉감 및 흡수 냉감의 상대적인 비교를 위한 시판 냉감 소재 <Fig. 2(e)>는 흡한속건 폴리에스터사로 제직하고 냉감 가공제를 처리하여 접촉 냉감 및 흡수 냉감을 갖는 직물로 경사가 위사에 비하여 가늘고 사간 공간이 보이지 않는 조밀한 평직물이다. <Fig. 2(g)>와 <Fig. 2(h)>는 트리아세테이트와 흡한속건 폴리에스터사의 측면을 3,000배로 확대한 사진이며, <Fig. 2(i)>와 <Fig. 2(j)>는 트리아세테이트와 흡한속건 폴리에스터사의 단면을 2,000배로 확대한 사진이다. 트리아세테이트는 흡한속건 폴리에스터사에 비하여 매끄럽지는 않으나 표면에 더 많은 줄 자국(Striation)이 있고 홈이 깊은 것이 관찰되어 섬유 표면의 모세관 현상이 흡한속건 폴리에스터사보다 더 크게 작

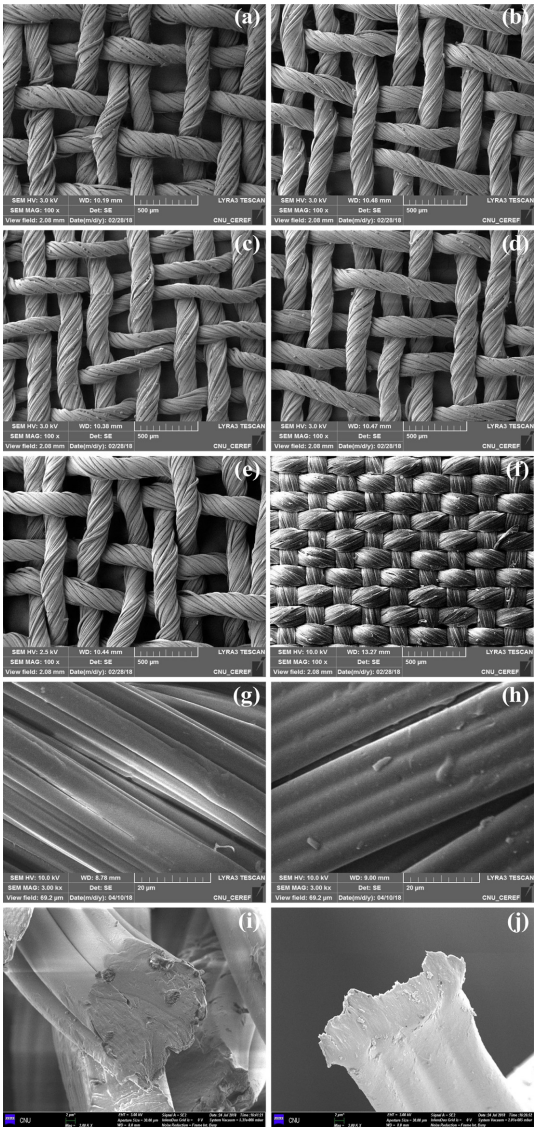


Fig. 2. SEM images of functional coolness fabrics: (a) AT50 (×100), (b) BT50 (×100), (c) BT69 (×100), (d) BT72 (×100), (e) CT50 (×100), (f) FP100 (×100), (g) Triacetate filament (×3,000), (h) PET High absorbance quick dry filament (×3,000), (i) Cross section of triacetate filament (×2,000), (j) Cross section PET High absorbance quick dry filament (×2,000).

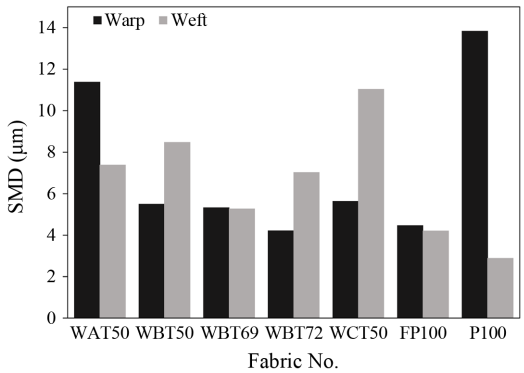


Fig. 3. SMD of functional coolness fabrics.

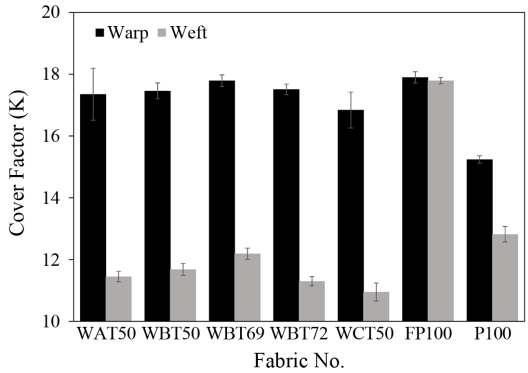


Fig. 4. Cover factor of functional coolness fabrics.

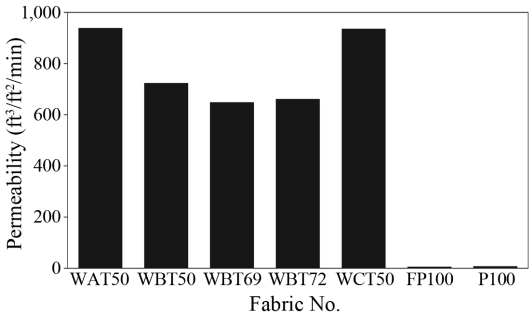


Fig. 5. Air permeability of functional coolness fabrics.

용되어 흡한속건성 원리를 적용하는 냉감 소재의 기능을 가질 것으로 예측되었다. 조직의 변화, 트리아세테이트의 함량, 변화 실의 섬도 변화 등에 의해 관찰되는 직물의 표면형태는 표면거칠기나 구조적인 특징에도 영향을 주어 냉감 특성에 영향을 줄 것으로 예상된다.

SMD는 표면의 굴곡성과 관련이 있으며 이 값이 작을수록 평활함을 의미한다. 냉감 소재의 경우 피부접촉 면적을 최대화하는 것이 접촉 냉감을 높이는 것이므로 평활할수록 접촉 냉감에는 유리하다고 할 수 있다. 조직을 a, b, c로 달리하고 트리아세테이트의 함량이 동일한 AT50, BT50, CT50 직물의 표면거칠기의 평균편차를 살펴보면 AT50<CT50<BT50의 순서로 작은 값을 나타내어 b조직의 직물이 가장 평활한 것을 알 수 있다. 3가지 조직 중 b조직의 직물은 a, c조직에 비하여 경위사의 밀도가 다소 크다. 동일한 조직으로 트리아세테이트의 함량이 다른 BT50, BT69, BT72를 비교해보면 BT50<BT72<BT69의 순서로 표면거칠기의 평균편차가 낮은 값을 나타내었다. 비슷한 트리아세테이트의 함량을 가진 직물에서는 직물에 사용된 원사의 섬도가 가늘고, 밀도가 조밀할수록 직물 표면이 평활하고 요철이 적은 것을 알 수 있다. 이는 직물의 위사 밀도가 증가하고, 위사의 섬도가 가늘어질수록 위사들 사이의 공간이 감소하며, 경위사 접촉점에서의 압축력이 증가하여 직물을 구성하는 경위사 모두 편평화를 유발하고, 이로 인해 경위사 방향의 요철이 감소하기 때문이다(Bae et al., 2005). 평직이면서 밀도가 가장 조밀한 FP100은 SMD의 값이 가장 작게 나타났다.

트리아세테이트 복합 냉감 직물의 구조적인 특성 중 커버팩터와 통기성을 <Fig. 4>–<Fig. 5>에 나타내었다. 커버팩터는 직물의 밀도와 실의 굵기를 반영한 직물의 조밀도를 나타내며 통기성에 영향을 준다. 커버팩터는 CT50<AT50, BT72<BT50<BT69<FP100 순으로 큰 값을 나타내어 조밀도와 표면거칠기의 평균편차와는 반비례하는 것을 알 수 있다. 통기성도 FP100<BT69<BT72<BT50<CT50<AT50 순으로 큰 값을 나타내어 직물의 조밀도와 반비례하는 것을 알 수 있다. 특히 FP100의 경우 공기투과율이 5.8ft^3/ft^2/min로 트리아세테이트 복합 냉감 직물에 비하여 매우 낮았다. 커버팩터가 큰 조밀한 직물은 표면거칠기의 평균편차가 작아져 평활하게 되어 피부접촉 면적을 최대화할 수 있어 접촉 냉감이 증가될 수 있다. 이는 접촉 냉감의 측정 원리가 열전도의 개념을 바탕으로 하기 때문에 재료의 열전도율이 높을수록 소재 조직과 측정 센서와의 접촉 면적이 넓을수록 많은 양의 열이 이동할 수 있어 직물의 접촉 냉감이 커지는 것이다(Lee et al., 2012). 그러나 일본의 Toray社가 제안하고 있는 쿨비즈 섬유의 조건으로 통기성에 대해 내의용 등 피

부에 가까운 것은 환기량 100cc/cm^2/sec 이상, 재킷용에서는 50cc/cm^2/sec 이상을 만족하는 소재로 정의하고 있어(Lee et al., 2012) 시원한 소재에 접촉 냉감과 통기성 요소가 함께 고려되어야 한다. 여름철 의류 소재의 기능성에 대한 소비자 선호도 조사에서 가장 선호하는 기능은 통풍성이었고 두 번째가 흡한속건성으로 조사된 바 있다(Hong, 2014).

2. 복합직물의 접촉 냉감 특성

<Fig. 6>은 트리아세테이트 복합 냉감 직물의 순간 접촉 냉감인 Qmax 값을 나타낸 것이다. Qmax 값은 CT50<AT50<BT50, BT72<BT69<P100 순으로 큰 값을 나타내어 커버팩터의 값의 크기와 거의 일치하여 조밀한 직물의 Qmax 값이 커지는 경향을 알 수 있다. 조직이 다르고 트리아세테이트의 함량이 동일한 직물의 Qmax 값은 CT50<AT50<BT50, 커버팩터는 CT50<AT50<BT50, 표면거칠기의 평균편차는 AT50<CT50<BT50의 순서로 높은 값을 나타내어 조밀하여 커버팩터가 높은 직물이 표면이 평활하고 접촉되는 면적이 많아져 직물의 순간적인 열전달력이 높아져 더 차갑게 느끼게 된다. 한편 동일한 조직으로 트리아세테이트의 함량이 다른 BT50, BT69, BT72를 비교해보면 섬도를 조절하여 조밀하게 한 직물이 Qmax 값이 크고, 비슷한 조밀도인 경우에는 트리아세테이트의 함량이 큰 직물의 Qmax 값이 크게 나타나 냉감이 커졌다. 특히 BT69는 시판되고 있는 냉감 후가공제인 Paracool 처리 흡한속건성 폴리에스터 직물과 유사한 정도의 Qmax 값을 나타내었다. 따라서, 트리아세테이트와의 혼방과 직물 구조의 조절에 의해 원사의 기능만으로도 기존의 흡한속건성 폴리에스터 원사에 냉감 후처리 가공을 한 직물과 유사한 수준의 접촉 냉감을 발현함을 알 수 있었다.

개발된 냉감 직물을 신체에 직접 접촉시켰을 때의 냉감 직물이 신체 표면의 온도를 외부로 전달하는 능력을 살펴보기 위하여 적외선 열화상 카메라를 활용하여 직물 유무에 따른 손바닥 표면의 평균 온도차를 측정하여 <Fig. 7>에 나타냈다. 열화상 이미지의 평균 온도 차이가 작다는 것은 직물을 통해 손바닥의 열이 쉽게 전달되어 직물이 없을 때의 손바닥 온도와 비슷한 온도로 측정된다는 것이다. 즉 직물을 통해 많은 열이 전달되어 피부가 느끼는 냉감이 커지는 것을 의미한다. 직물 유무에 따른 손바닥 표면의 평균 온도차는 BT69<FP100<BT50<CT50<BT72<AT50 순으로 큰 값을 나타내어 Qmax 값과는 다소 다른 경향을 보였는데, CT50의 경우 Qmax 값은 가장 작게 나왔으나 조직이 성글어 통기성이 크고 방열이 잘되어 온도차는 중간 정도의 순서에 위치하며, 접촉 냉감인 Qmax 값에서 제일 큰 값을 보였던 FP100은 통기성이 가장 작아 방열이 덜 되므로 BT69보다 온도차가 크게 나타났다. 이는 직물의 온열 쾌적성에 접촉 냉감 이외에 통기성이 어느 정도 반영된 결과라고 볼 수 있다. 인체의 방열이 기온이 높아질수록 복사, 전도보다는 대류, 증발의 기여가 더 커지므로(Choi & Kim, 2011) 통기성이 큰 경우 열의 전달이 잘되기 때문에 방열이 잘된다는 것이다.

3. 복합직물의 흡수 냉감 특성

흡수 냉감은 더운 환경에서 발생하는 땀이 의복에 흡

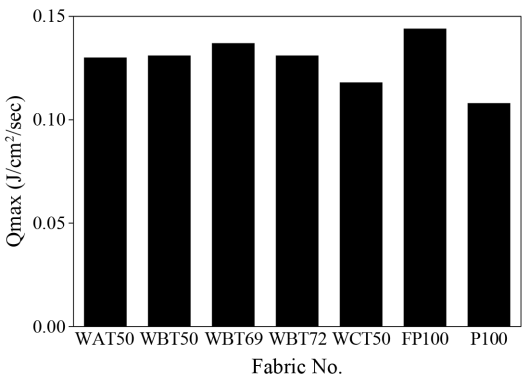


Fig. 6. Qmax of coolness functional fabrics.

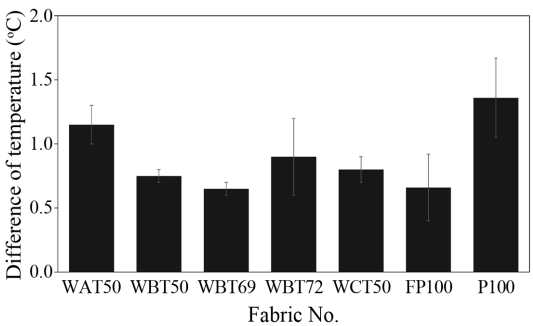


Fig. 7. The average temperature differences between the human palm with and without functional coolness fabrics.

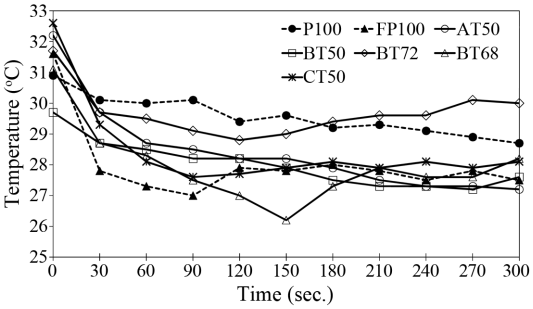


Fig. 8. Temperature changes of functional coolness fabric surface over time after 10 μl ATer dropping.

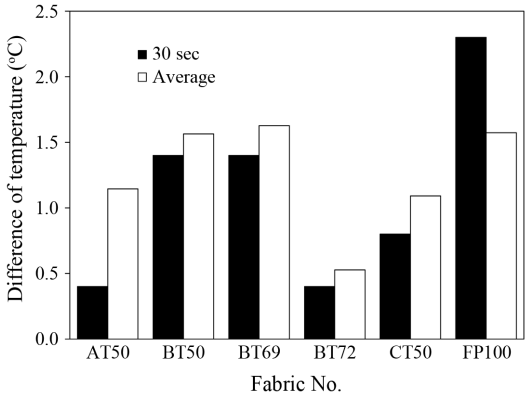


Fig. 9. Difference of temperature between functional coolness fabrics and P100 fabric by water absorption.

수되어 의복 표면의 온도가 어떻게 변화하는지를 측정하는 방법이다. 기존의 방법은 두 겹 직물 상태에서 증류수를 떨어뜨린 후 온도의 변화를 측정하는 것으로, 인체가 의복을 착용 상태를 고려하지 않은 방법이다. 본 연구에서의 흡수 냉감 측정법은 인체가 의복을 착용한 상태를 고려하기 위하여 손등 위에 직물을 올리고 증류수를 떨어뜨린 후 직물 표면의 온도를 측정하였다. <Fig. 8>은 손등 위에 직물을 올리고 온도 37±1°C의 증류수 10μl를 떨어뜨린 후 5분간 30초 간격으로 30cm의 일정한 거리에서 시료 표면을 촬영한 적외선 열화상 이미지부터 얻어진 온도 변화를 나타낸 것이고, <Fig. 9>는 물방울을 떨어뜨린 직후 30초에서의 기준시료와의 온도 차이와 5분간 30초 간격으로 측정한 기준시료와의 전체 평균 온도 차이를 나타낸 것이다. <Fig. 8>–<Fig. 9>의 결과를 비교해보면 냉감 후가공제 Paracool을 처리한 FP100은 초기 30초에서 트리아세테이트를 함유한 다른 직물에 비하여 표면온도가 급격히 저하되고 기준시료와의 온도차도 크게 나는 것을 볼 수 있다. 그러나 시간이 경과함에 따라 초기에 FP100만큼 급격한 온도 저하를 보이지 않았던 트리아세테이트를 함유한 직물은 꾸준히 온도 저하가 일어나고 특히 BT50과 BT69는 FP100과 유사한 수준의 표면온도 차이를 나타내었다. 흡수 냉감은 직물이 피부에 접촉되어 피부의 습기를 흡수하여 냉감을 발현하는 것으로 커버팩터가 큰 직물일수록 직물과 접촉이 크고 그에 따라 피부의 습기를 빨리 흡수하여 큰 온도 저하가 나타난 것으로 사료된다(Schneider et al., 1996; Vokac et al., 1976). 또한 FP100이 초기에 온도 저하가 크게 나타난 것은 흡수 냉감제 Paracool이 물에 용해하여 열을 빼앗는 성질이 있는 Erithritol, Xylitol을 함유하고 있어 Paracool을 처리할 경우 흡열반응을 통해 초기 표면온도를 내리는 효과를 부여하기 때문으로 판단된다. 한편 BT72의 경우 초기 온도는 낮으나 시간이 지남에 따라 P100보다 온도가 높아지는데, 이는 트리아세테이트로만 구성된 위사의 섬도가 영향을 미친 것으로 사료되며, 폴리에스터 흡한속건사와 혼방하지 않고 트리아세테이트사 단독으로 사용할 경우 섬도를 낮춰야 한다는 것을 시사한다. BT72를 제외한 트리아세테이트를 함유한 직물이 시간이 경과함에 따라 FP100과 유사한 수준의 표면온도를 나타낸 것은 흡한속건성 폴리에스터 원사에 적절한 수준의 트리아세테이트를 혼방하고 직물 구조를 조절할 경우 흡한속건성 폴리에스터 직물에 냉감 후처리 가공을 한 직물과 유사한 수준의 흡수 냉감을 발현함을 나타낸다.

IV. 결 론

본 연구의 목적은 트리아세테이트사와 폴리에스터 흡한속건사를 이용하여 복합사를 제조하고 복합직물을 제직하여 접촉 냉감 및 흡수 냉감을 갖는 여름철 냉감 소재를 개발하는 것이다. 이에 조직과 원사의 섬도를 달리하여 커버팩터를 변화시키고 트리아세테이트사의 혼방비율을 다르게 구성하여, 트리아세테이트 혼방을 통한 기능성 냉감을 향상시키고자 하였다. 개발된 기능성 냉감 직물은 다음과 같은 특징을 가진다.

접촉 냉감의 경우 조직이 다르고 트리아세테이트의 함량이 동일한 직물 경우 표면거칠기의 평균편차가 작고 커버팩터가 높은 직물이 표면이 평활하고 접촉되는 면적

이 많아져 Qmax 값이 커져 접촉 냉감이 커졌다. 동일한 조직으로 트리아세테이트의 함량이 비슷한 경우 섬도를 조절하여 조밀하게 한 직물이 Qmax 값이 크고, 비슷한 조밀도인 경우에는 트리아세테이트의 함량이 큰 직물의 Qmax 값이 크게 나타나 냉감이 커졌다. 그러나 직물 유무에 따른 손바닥 표면의 평균 온도차는 적절한 통기성을 가진 직물의 경우 방열 효과를 나타냈다.

흡수 냉감의 경우 트리아세테이트를 함유한 직물은 냉감 후가공제를 처리한 흡한속건성 폴리에스터 직물에 비하여 초기 표면온도의 급속한 저하를 보이지는 않았으나 시간이 경과함에 따라 유사한 수준의 표면온도를 나타내어 흡한속건성 폴리에스터 직물에 냉감 후처리 가공을 한 직물과 동일한 수준의 흡수 냉감을 나타냈다.

트리아세테이트와 폴리에스터 흡한속건사는 트리아세테이트의 함량이 50~70%, 흡한속건 폴리에스터 흡한속건사가 30~50%의 비율로 구성할 경우 접촉 냉감과 흡수 냉감을 갖는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과를 통해 트리아세테이트사와 폴리에스터 흡한속건사를 합사한 후 트리아세테이트의 함량과 커버팩터를 잘 조합하여 제직할 경우 접촉 냉감 및 흡수 냉감을 갖는 기능성 냉감 직물의 개발이 가능함을 확인할 수 있었다.

References

Bae, J. W., Park, J. W., & An, S. K. (2005). The mechanical properties and hand of cotton fabrics with the variation of weft density. *Korean Journal of The Science of Emotion & Sensibility*, *8*(4), 345–354.

Cho, G., Chung H. W., Song, K. H., Kwon, Y. A., & Yoo, S. (2002). *새로운 피복 재료학* [New textile material]. Seoul: Dongseomunhwawon.

Choi, J. W., & Kim, M. J. (2011). *Clothing and health.* Paju: Gyomoon Publishers.

Chung, K. Y., Seo, J. S., & Jang, Y. W. (2011). Causal relationship between weather variables and revenue of F&B, leisure. *Journal of Foodservice Management*, *14*(5), 133–155.

Hong, K. H. (2014). Preparation of rayon filament based woven fabric and PCM treatment for developing cool touch summer clothing material. *Fashion & Textile Research Journal*, *16*(2), 326–332. doi:10.5805/SFTI.2014.16.2.326

Jeon, E., Yoo, S., & Kim, E. (2010). Evaluation of moisture management properties and moisture perception of hight-performance shirts fabrics. *Journal of The Korean Society of Living Environmental System*, *17*(3), 302–307.

Kawabata, S. (1980). *The standardization and analysis of hand evaluation* (2nd ed.). Osaka: Textile Machinery Society of Japan.

Kim, E. Y. (2017, June 29). “에어컨보네 낫네”... 체감온도 2도 낮춰주는 ‘냉감 의류’ 열풍 [“Better than Airconditioner” ... ‘Cold clothing’ to lower the Sensible temperature 2 is preferred]. *ChosunBiz.* Retrieved June 20, 2018, from http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2017/06/29/2017062900472.html

Kim, H. A., Woo, J. Y., & Kim, S. J. (2014). The physical property of PET coolness knitted fabric for high emotional garment. *Textile Coloration and Finishing*, *26*(2), 114–123. doi:10.5764/TCF.2014.26.2.114

Kim, M. J., & Park, M. J. (2007). The subjective sensibility evaluation of the S/S acrylic fabrics knitted with various blended and twisted yarns. *Journal of the Korean Fashion & Costume Design Association*, *9*(1), 35–50.

Kim, M. O., & Lee, J. S. (2014). Cool to absorption evaluation using infrared thermography. *Korean Journal of Thermology*, *10*(1), 5–11.

Kim, M. O., & Lee, J. S. (2016). Evaluation of the contact coolness of fabric using infrared thermogram imagery. *Fibers and Polymers*, *17*(7), 1097–1103. doi:10.1007/s12221-016-5775-6

Kim, S. J., Jeon, D. W., & Park, Y. H. (2006). Dyeing properties of acetate/functional polyester composite yarn in different yarn twisting processes. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *30*(2), 255–265.

Kim, S. R. (2012). *피복재료학* (제3개정 증보판) [Textile material (3rd Revised and Enlarged ed.)]. Paju: Gyomoon Publishers.

Lee, B. S., Nam, S. I., Song, J. W., & Rho, Y. H. (2012). 냉감/발열(보온) 기능성 섬유소재 기술 개발 동향 [Trend in technology development of cool/warm (thermal) touching functional fiber]. *Fiber Technology and Industry*, *16*(2), 77–88.

Lee, J. L. (2009). *Synthesis and application of reactive disperse dyes to single and blended fabrics.* Unpublished doctoral dissertation, Konkuk University, Seoul.

Moon, B. H. (2015, June 4). 셔츠업계, 냉감 셔츠 잇따라 출시 [In the shirt industry, coolness shirt have been launched one after another]. *Fashion Channel.* Retrieved October 4, 2017, from http://www.fashionchannel.co.kr/main09/bbs.php?table=inews&query=view&uid=36960

Nayak, L., & Mishra, S. P. (2016) Prospect of bamboo as a renewable textile fiber, historical overview, labeling, controversies and regulation? *Fashion and Textiles*, *3*. doi:10.1186/s40691-015-0054-5

Park, K. A. (2010, June 15). 남성복, 스마트 의류 경쟁 뜨겁다 [Men's wear, smart clothing competition is fierce]. *Tex-Herald*. Retrieved June 20, 2018, from http://www.texherald.co.kr/paper_view.php?catecode=06/01&ProCode=1276589688&Length=5

Schneider, A. M., Holcombe, B. V., & Stephens, L. G. (1996). Enhancement of coolness to the touch by hygroscopic fiber: Part I: Subjective trials. *Textile Research Journal*, *66* (8), 515–520. doi:10.1177/004051759606600805

Sohn, S. K. (2015). 냉감기능성 섬유기술 개발 동향 [Developmenttrend of functional fiber technology]. *Fiber Technology and Industry*, *19*(2), 142–151.

The Core Writing Team, Pachauri, R. K., & Meyer, L. (Eds.). (2015). *Climate change 2014: Synthesis report*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.

Venture Chemical Ltd. (2014). Endothermic cooling agent: PARACOOL IDA & IDA-2. *Venture Chemical Ltd*. Retrieved October 17, 2017, from http://www.venture-chemical.co.jp/paracool_ida-2/paracool_ida-2.html

Vokac, Z., Køpke, V., & Keül, P. (1976). Physiological responses and thermal, humidity, and comfort sensations in wear trials with cotton and polypropylene vests. *Textile Research Journal*, *46*(1), 30–38. doi:10.1177/004051757604600105

Yang, J. S., Park, H. S., & Jun, Y. (2015). 온감/냉감 의류제품의 기능성 평가법 동향 [Trend of functional evaluation method of warmth/coolness clothing products]. *Fiber Technology and Industry*, *19*(4), 262–270.

골프웨어 '냉감 소재' 기능성 경쟁 치열 [Golf wear, 'coolness material' functional fierce competition]. (2017, July 26). *The International Textile · Fashion News (ITN).* Retrieved October 4, 2017, from http://www.itnk.co.kr/news/articleView.html?idxno=54344

김 명 옥

충남대학교 의류학과 대학원생

이 정 순

충남대학교 의류학과 교수