

직물의 친수 및 소수화 처리가 피부잔류수분량 및 쾌적감에 미치는 영향

강 수 마 · 김 은 애

연세대학교 의생활학과

Effect of Hydrophilic and Hydrophobic Finishes of Fabrics on the Stratum Corneum Water Content and Comfort Properties

Soo Ma Kahng and Eun Ae Kim

Department of Clothing and Textiles, Yonsei University

(1993. 1. 6 접수)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of hydrophilic finish for polyester (PET) fabric and hydrophobic finish for cotton fabric on the water transport and comfort properties. Polyester fabric was treated with 10% sodium hydroxide solution to impart hydrophilicity. Cotton fabric was sprayed with Scotch-gard® water and oil repellent finish to impart hydrophobicity. Porosity, air permeability, contact angle, wickability and water vapor transport rate (WVTR) were measured to determine the water transport properties of fabrics. To compare the comfort properties of treated and untreated fabrics, wear test was performed by putting fabric patches on the upper back: stratum corneum water content (SCWC), subjective wettedness and comfort rating were determined.

The results were as follows: (1) The contact angle of water on treated polyester fabric was decreased and that of treated cotton fabric was increased. Also, the wickability of treated polyester fabric was increased and the wickability of cotton fabric was decreased. (2) Although each finish did not change porosity, the water vapor transport rate of treated polyester fabric was increased and that of treated cotton fabric was decreased slightly. (3) The results of stratum corneum water content measurements showed good agreement with the results of the contact angle and the wickability. i.e., the better the liquid water transport properties are, the less the stratum corneum water contents were resulted. (4) The relationship of subjective wettedness or comfort and stratum corneum water content was independent. Therefore, it was concluded that human perception on the subjective wettedness or the comfort is affected by the skin contact of wet fabric rather than by the stratum corneum water content.

I. 서 론

인체는 체온을 항온으로 유지하여야 하는데 이는 열 생산과 방열이 균형을 이루어야 가능하다. 더운 환경조건에서는 체내에서 신진대사에 의하여 생산된 열과 외부 환경으로부터 받은 복사열이나 전도에 의한 열을 몸 밖으로 방출해야 한다. 이러한 방열은 피부 표면으로부터의 전도나 복사외에 호흡, 불감증설, 발한등에 의한 수분방출을 통해 일어나게 된다. 예를들어 외부의 환경온도가 높거나 심한 운동에 의해 체온이 상승하면 발한에 의한 기화열 방출로 효과적으로 신체의 열적평형이 이루어지게 된다.

우리가 나체로 생활한다면 이러한 신체의 열 조절체계가 환경과 인체사이의 기체에 의해서만 이루어지지만 우리가 의복을 입고있는 한 이러한 전도, 대류, 복사 및 불감증설이나 발한에 의한 피부에서의 수분증발은 의복을 통해서 이루어지게 된다. 특히 땀이 많이 발생하는 환경 조건 하에서는 의복이 피부로부터의 증발을 촉진시켜 땀의 발산을 용이하게 함으로써 불쾌감을 줄여주는 역할도 한다. 따라서 의복의 쾌적성을 증진시키기 위하여 땀의 흡수 및 발산을 돕는 의복 및 의복소재에 대한 연구는 많은 연구자들의 관심이 되어왔으며, 직물의 구조적 특성과 직물을 구성하는 섬유와 성질이 수분전달특성에 복합적으로 영향을 미치는 것으로 보고되고 있지만 이에 대한 확실한 연구는 부족한 상태이다.

Morris등¹⁾에 의하면 실험실에서 측정된 직물의 두께, 압력, 공기부과도, 레질리언스등의 물리적인 특성만으로 쾌적감을 예측하기가 어렵다고 하였으며, 근래에는 구성섬유의 차이를 두거나²⁾ 혼방^{3,4)}, 또는 가공처리를 함으로써⁵⁻⁷⁾생긴 수분특성의 차이가 착용시 인체 생리반응에 미치는 영향을 착용감과 관련시킨 연구가 있다. 특히 DeMartino등⁸⁾은 잘 설계된 주관적인 실험결과를 실험실에서의 객관적인 실험결과로 대체할 수는 없

다고 하여 쾌적성 평가에 있어서 주관적 실험을 강조한 바 있다. 또한 Berglund와 Cinningham⁹⁾에 의하면 환경온이 높을 때의 쾌적감은 피부온이나 평균 체온보다 맘에 의해서 잦은 피부면적에 더욱 관련된다고 하였고, Vokac등^{10,11)}은 신체활동 중이나 휴식 중의 신체 각 부위의 감각을 독립적으로 판단할 수 있다고 하였다. 그러나 기존 연구^{12,6-8,10-14)}에서의 착용실험은 인체의 생리적 반응 및 주관적 쾌적감만을 측정함으로써 의복의 착용감을 평가하였고, 특히 일부 국외연구^{15,16)}에서는 생리적 반응 및 발한량을 함께 다루었을 뿐 아직 국내연구에서는 발한 후 직물은 통해 투습되고 피부에 남아있는 수분의 양을 측정할 연구를 거의 찾아볼 수 없다.

또, 착용실험을 위한 의복을 제작할 경우, 의복 디자인에 의한 영향, 몸에 맞는 정도(fitness) 등의 통제하기 어려운 여러 요인들이 있다. 따라서 본 연구에서는 직물에 소수화 처리 및 친수화 처리한 직물의 액체상태의 수분전달과 기체상태의 수분전달 특성의 변화를 살펴보고, 직물의 수분특성과 착용감간의 상관관계를 검토하는데 있어 실험의 제작을 통한 착의 실험시 앞에서 언급한 문제점이 있으므로 이들을 보완할 수 있는 방법으로 직물 시편을 인체에 부착하여 발한 후의 피부잔류수분량을 측정할 다음 이들은 습윤감 및 쾌적감과 관련하여 연구하고자 하였다.

II. 실험방법

1. 시험포

시험포는 필라멘트사로 된 100% 폴리에스테르 직물(동양 폴리에스터 제공)과 100% 면직물(방림방직 제공)을 사용하였다. 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2. 시험포의 처리

직물의 수분전달특성에 영향을 주는 요인의 하나인 친수성의 영향을 검토하는데 있어 섬유의 종류가 다른 직

Table 1. Characteristics of fabrics

| Fabric | Weave type | Denier (WXF) | Fabric count (5X5cm) | Thickness (cm) | Weight (g/cm ²) |
|-----------|------------|--------------|----------------------|----------------|-----------------------------|
| Polyester | Plain | 75X190 | 100X77 | 0.028 | 0.012 |
| Cotton | Plain | 132X132* | 100X77 | 0.021 | 0.012 |

* Cotton count : 40s X 40s

물을 사용하는 경우에는 밀도, 기공도등을 통제하기가 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 소수성 섬유인 폴리에스테르직물에는 친수화 처리를, 친수성 섬유인 면직물에는 소수화 처리를 함으로써 친수성 및 소수성의 영향을 고찰하고자 하였다.

1) 폴리에스테르 직물의 친수화

면적이 12×12 cm 이고 무게가 약 1.5 g인 폴리에스테르 직물 시편 10~12장을 10%의 NaOH 용액 1000 ml 가 든 비이커에 담고 증발에 의한 농도증가를 방지하기 위해 비이커의 뒷면을 덮어 100 C의 오븐에 1시간 방치하여 감량처리하였다. 처리된 시료는 증류수에 3회 세척 후, 10% acetic acid 용액에서 중화시키고 다시 증류수에서 3회 세척 후 105 C의 오븐에서 건조시켰다¹⁷⁾. 이때 직물의 감량률은 약 5~7%인 것이 가장 많았으므로 이를 선택하여 사용하였다.

$$\text{weight loss (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

W₁: weight of untreated fabric

W₂: weight of treated fabric

2) 면 직물의 소수화

12×12 cm 면적의 면직물 시편에 소수성을 부여하기 위하여 시중에 판매중인 3M 사의 Scotch-gard[®] 발수처리제를 직물로부터 약 15 cm의 거리에서 분무하였다. 분무된 처리제가 어느정도 건조된 후 건조시간을 줄이기 위하여 105 C의 오븐에서 1시간 건조시켰다. 이때의 add-on은 약 2~4% 사이로 하였다.

$$\text{add-on (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

W₁: weight of untreated fabric

W₂: weight of treated fabric

3. 물리적 특성

1) 기공도

직물의 기공도는 직물의 두께, 무게, 직물의 밀도, 섬유의 밀도를 이용하여 아래의 식으로부터 산출하였다¹⁸⁾

$$P (\%) = \frac{d - d'}{d} \times 100 \quad (3)$$

단, P: porosity

d: density of fiber (g/cm³)

d': density of fabric (g/cm³)

$$d' = \frac{W}{T}$$

단, W=weight (g/cm²)

T=thickness (cm)

섬유의 밀도는 KS K 0816~1986¹⁹⁾에서 제시한 값으로, 폴리에스테르 섬유의 밀도는 1.38 g/cm³, 면 섬유의 밀도는 1.58 g/cm³을 사용하였다.

2) 공기투과도

KS K 0570²⁰⁾에 준하여 Frazier 법으로 하였다.

3) 접촉각

Face Contact Angle Meter (Model CA-DT-A, Kyowa Kaimenkagaku Co., Ltd.)를 이용하여 물과의 접촉각을 측정하였다.

4) 심지흡수력

Vertical Strip Method로 하였으며, 시험편의 두께, 밀도가 다른 것을 보정하기 위해 직물에 부가된 물의 무게를 직물의 무게에 대한 백분율로 환산하고 상승한 물의 높이와 함께 다음의 식으로부터 심지흡수력(wickability)을 계산하였다²¹⁾.

$$W = \frac{M (\%) \times H (\text{cm})}{100} \quad (4)$$

단, W: wickability

M: amount wicked, percent of weight of the fabric strip

H: height of liquid wicked by fabric strip

5) 투습성

KS K 0594²²⁾의 투습컵 측정방법에서 온도와 습도를 보정하여 측정하였다. 이때 온·습도의 보정은 인체 부착실험에서 사용한 조건에 맞추어 27±1°C, 65±1% RH에서 측정하였다. 투습도의 산출방법은 아래와 같다²³⁾.

$$WVT = (g \times 24) / (t \times a) \quad (5)$$

단, WVT=rate of water vapor transport,

g/m²·24h

g=weight loss, g

t=time, hour

a=area of specimen, m²

4. 인체 부착실험

1) 피험자

건강하고 등 부위에 피부질환을 갖고있지 않은 19~23세의 남자대학생 13명을 피험자로 하였다. 피험자의 특징은 Table 2와 같으며, 체표면적에 따라 5집단

Table 2. Characteristics of subjects

| Subject Group | Age | Height (cm) | Weight (Kg) | Body surface area* (m ²) |
|---------------|-----|-------------|-------------|--------------------------------------|
| G1 | 19 | 172 | 56 | 1.68 |
| | 20 | 175 | 56 | 1.70 |
| G2 | 20 | 171 | 57 | 1.69 |
| | 22 | 172 | 57 | 1.70 |
| | 19 | 173 | 59 | 1.73 |
| | 22 | 173 | 60 | 1.74 |
| G3 | 22 | 176 | 60 | 1.76 |
| | 21 | 170 | 66 | 1.79 |
| G4 | 20 | 172 | 69 | 1.84 |
| | 19 | 176 | 69 | 1.84 |
| G5 | 23 | 178 | 73 | 1.93 |
| | 19 | 170 | 80 | 1.94 |
| | 23 | 177 | 78 | 1.98 |
| | | | | |

*高比良式 : Body surface area = (H)^{0.725} × (W)^{0.425} × 72.84

으로 나누었다.

2) 시편부착

시편은 4가지의 시험편, 즉, 100% 폴리에스테르 직물 (PET), 알칼리 처리한 100% 폴리에스테르 직물 (PET-NaOH), 100% 면 직물(Cotton), 그리고 스카치 가드 처리한 100% 면 직물(Cotton-SG)을 사용하였다. 시편의 크기와 부착위치 및 부착방법은 Sweeney²⁴⁾ 실험방법의 일부를 응용하여 시편의 크기를 12×12 cm으로 하였으며, 실제로 피부간류수분량은 10×10 cm의 면적으로 측정하였다. 시편은 등 부위에 부착하였는데, 특별히 등 부위를 선택한 이유는 측정하기에 충분히 넓고, 피부의 변화(variability)가 적고, 체모가 없으며, 땀이 충분히 나면서 발한정도가 균일하며, 실험의를 제작하는 경우에는 측정을 위한 개구부 설정에 있어서도 편리하다는 잇점이 있기 때문이다²⁴⁾.

시편부착방법은 실제 의복착용상황에서 의복의 피부에 직접 닿는 상태와 피부와 의복사이에 공간이 있는 경우를 고려하여 전자의 경우는 시험편이 피험자의 피부에 직접 접촉되도록 부착하였으며, 후자의 경우는 0.5cm 두께의 실리콘 격자(silicone frame)로 피부와 시편간에 공간이 유지되도록 하였다. 시편 부착은 오른쪽과 왼쪽 등에 같은 시료와 부착방법으로 일순환의 운동에 의

하여 두개의 측정치를 얻었다. 한 피험자에게 8가지의 조작방법을 모두 적용시키기에는 체력상의 문제가 있기 때문에 총 8가지 조작방법 중 4가지의 조작방법을 적용시켜, 체표면적이 가장 유사한 피험자를 두명씩 묶어 각각의 피험자로부터 얻은 측정치를 합하여 8가지의 조작방법에 대한 측정치로 하였다. 이때 처음의 일순환과 마지막의 일순환 후의 발한량에 차이가 많을 것으로 생각되었기 때문에 이러한 순환의 순서에 의한 발한량의 차이를 방지하기위해 각 피험자에게 조작하여 부착하는 시험편의 순서는 일정한 순서없이 무작위(random)로 하였다. Fig. 1은 등부위에 시편을 부착한 상태를 나타낸다.

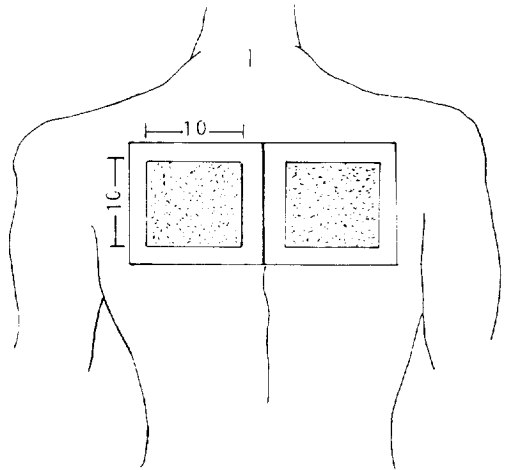


Fig. 1. Location and attachment of sample patches on the upper back.

3) 인체 부착실험 및 피부간류수분량 측정

신체 각 부위의 감각은 독립적으로 판단될 수 있다^{10,11)}고 하였으므로 등 부위에만 직물을 부착시켰는데, 직물부착 부위의 수분에 대한 지각이 더 용이하도록 하기위하여 상의는 벗도록 하였다. 하의는 면 반바지와 면 양말 및 운동화를 착용하게 하였다. 휴식, 직물부착, 설문 및 피부간류수분량 측정은 인공기후실 안에서 실시하였고, 운동은 인공기후실 밖에 설치되어 있는 런닝머신에서 실시하였다. 실험순서는 다음의 Table 3과 같다. 피부 간류수분량(SCWC)은 여과지(Advantec, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., No. 2)를 이용하여 시험편을 부착하였던 부위의 땀을 흡수하여 처음 여과지의 무게와 흡

Table 3. Protocol for the comfort testing and stratum corneum water content measurement

| Protocol | Time (min) | Environmental Condition |
|--|------------|--|
| Acclimatization | 30 | |
| Put the patches on and Rest | 5 | 28±1°C, 65±5% RH air velocity 0.1 m/sec |
| Perception of comfort | | |
| Exercise | 15 | 29±1°C, 70±3% RH |
| Rest | 5 | 28±1°C, 65±5% RH air velocity 0.1 m/sec |
| Perception of comfort and Determination of stratum corneum water content | | |

수시킨 후의 여과지의 무게차로 구하였다.

5. 습윤감 및 쾌적감

시편을 부착한 후의 착용감은 습윤감과 쾌적감의 두

Table 4. Scales for the subjective skin wettedness and comfort rating

| Wettedness(습윤감) | Comfort(쾌적감) |
|------------------------|-----------------------------------|
| · dry(건조하다) | · comfortable(쾌적하다) |
| · clammy(끈적거린다) | · indifferent(보통이다) |
| · moist(습하다) | · slightly uncomfortable(약간 불쾌하다) |
| · wet(촉촉하다) | · uncomfortable(불쾌하다) |
| · dripping wet(땀이 흐른다) | · very uncomfortable(매우 불쾌하다) |

Table 5. Porosity, air permeability and water vapor transport properties of fabrics

| Sample | Porosity (%) | Air Permeability (cm ³ /cm ² /min) | Contact Angle (degree) | Wickability | WVTR (g/m ² ·24h) |
|-----------|--------------|--|------------------------|-------------|------------------------------|
| PET | 69 | 1.73 | 137.0 | 0.02 | 964 |
| PET-NaOH | 69 | 1.77 | 114.0 | 0.15 | 1006 |
| Cotton | 64 | 4.15 | 132.0 | 0.22 | 1012 |
| Cotton-SG | 64 | 3.61 | 153.8 | 0.002* | 956 |

* : wickability of backside of fabric.

감각을 측정하였는데 측정도구는 기존의 연구^{4,6,7,12-14)}에서 널리 사용되는 것에서 5단계의 척도를 사용하였으며(Table 4), 각 감각에 대한 5개의 내용중 하나씩을 선택하도록 하였다.

III. 결 과

1. 친수 및 소수화 처리가 물성에 미치는 영향

폴리에스테르 직물과 면 직물에 친수 및 소수화 처리 후 기공도, 공기투과도, 접촉각, 심지흡수력, 투습량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 기공도는 폴리에스테르 직물(PET)이 69%, 면 직물(Cotton)이 64%로 비슷하였으나 공기투과도는 폴리에스테르 직물이 1.73 cm³/cm²/min, 면 직물은 4.15 cm³/cm²/min로 나타났다. 접촉각은 폴리에스테르 직물이 137.0°, 면 직물이 132.0°로 비슷함을 볼 수 있다. 폴리에스테르 직물과 면 직물의 흡수성 차이에도 불구하고 접촉각의 차이가 적은 것은 면 직물이 스테이플사로 되어 있어 직물표면에 잔털이 많았기 때문으로 생각된다. 폴리에스테르 직물은 NaOH 처리에 의해 접촉각이 상당히 감소하였으며, 면 직물은 소수처리에 의해 접촉각이 증가하였다.

친수 및 소수화 처리가 직물의 구조에 미치는 영향을 알아 보기위해 폴리에스테르 직물의 감량률과 면 직물의 add-on에 따른 공기투과도의 변화정도를 살펴 본 결과, 감량률이 증가하여도 폴리에스테르 직물의 공기투과도의 증가는 그다지 크지 않으며(Fig. 2), add-on이 증가하면 면 직물의 공기투과도는 감소하나 약 2%의 수준 이상에서는 일정수준을 나타내었다(Fig. 3).

또, 직물의 친수 및 소수화 처리에 따른 직물의 액상 수분전달 특성의 변화를 보기위해 감량률과 add-on 별로 접촉각의 변화를 살펴 본 결과, Fig. 4 및 Fig. 5와 같

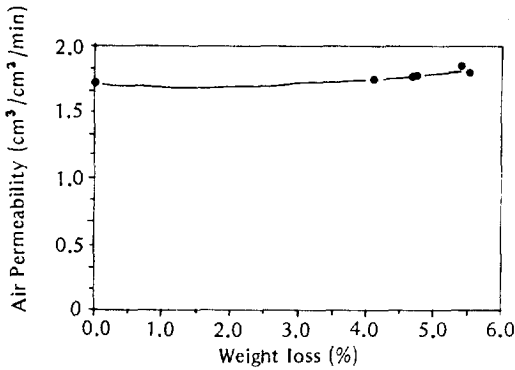


Fig. 2. Effect of hydrophilic finish for PET on the air permeability of the fabric.

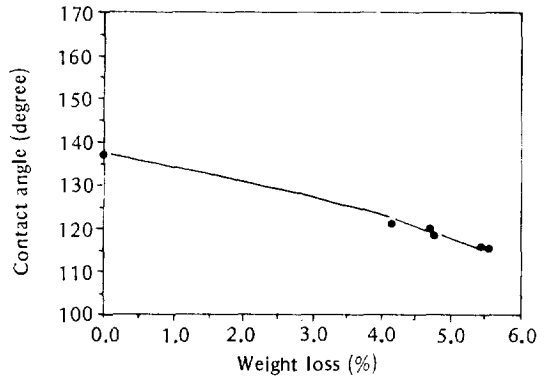


Fig. 4. Effect of hydrophilic finish for PET on the contact angles of the fabric.

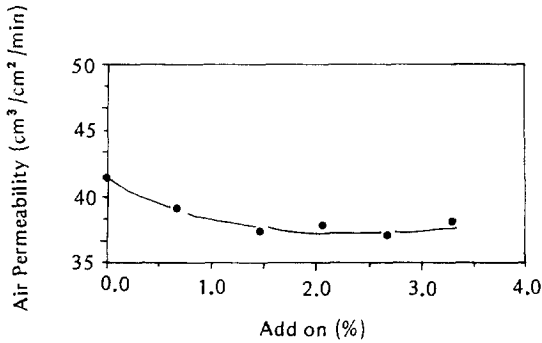


Fig. 3. Effect of hydrophobic finish for cotton on the air permeability of the fabric.

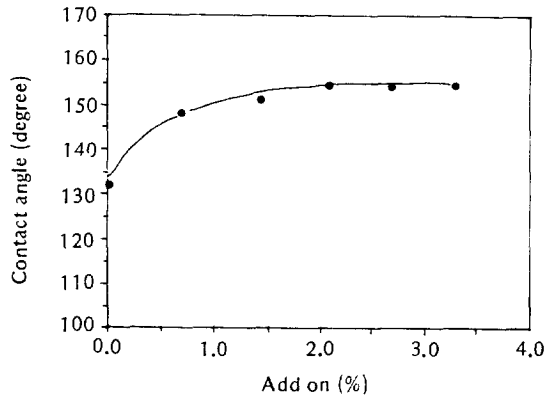


Fig. 5. Effect of hydrophobic finish for cotton on the contact angles of the fabric.

았다. 폴리에스테르 직물은 감량률이 증가할수록 접촉각이 감소하였고, 면 직물은 add-on이 1%까지는 접촉각이 증가하지만 그 이후에는 거의 일정수준을 이루는 것으로 나타났다. 따라서 면 직물의 경우 한 겹의 도포로도 접촉각이 많이 증가하지만 그 이상의 add-on에서는 더 이상 접촉각의 증가가 일어나지 않음을 알 수 있다.

심지흡수력을 보면 면 직물이 가장 높으며, 그 다음으로 친수처리한 폴리에스테르 직물(PET-NaOH), 폴리에스테르 직물, 소수처리한 면 직물(Cotton-SG)의 순으로 나타났다. 여기서 소수처리한 면 직물의 경우는 Scotch-gard® 처리를 표면에만 하였기 때문에 표면에서는 흡수가 전혀 일어나지 않으나 이면에서는 물이 약간 상승하였다. 폴리에스테르 직물의 경우는 NaOH 처리로 감량률이 5~7%만 되어도 심지흡수력이 상당히 상승

하여 면 직물과 거의 비슷한 수준이 됨을 볼 수 있다.

각 처리에 의해 기공도에는 변화가 없으나 폴리에스테르 직물의 투습량은 증가하고 면 직물의 투습량은 감소하였다. 즉, 각 시료별 투습량은 친수처리한 폴리에스테르 직물>면직물>폴리에스테르 직물>소수처리한 면 직물의 순으로 접촉각이나 심지흡수력의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 그 차이는 크게 나타나지 않아 친수처리에 의해 흡수량과 흡수속도는 증가하나 투습량에는 큰 차이가 없었다는 선행연구⁶⁾와 일치한다. 공기투과도의 큰 차이에도 불구하고 투습량에서 큰 차이가 나타나지 않은 것은 투습량 측정시 공기층의 투습저항이 직물의 투습저항에 영향을 미친 실험결과²⁵⁾에 근거해 볼 수 있다. 투습량을 측정하는데 있어 본 실험에서 사용한 KS K 0594²²⁾는 ASTM E96-80의 B형(Upright-cup)

의 경우처럼 수면과 직물표면까지의 거리가 있는 방법으로 이 공간에 위치하는 공기의 투습저항은 직물의 투습저항에 영향을 미친다고 볼 수 있다²⁶⁾.

Farnworth²⁵⁾의 실험결과에 의하면 수면에서 직물까지의 거리가 증가하면 공기층의 두께가 두꺼워져 물질의 투습저항이 증가하는 것으로 나타나고 있다. 특히 소수성 필름은 수면으로부터 거리가 증가하여도 투습저항에 별로 큰 영향을 받지 않으나 친수성 필름 또는 직물이 포함된 경우는 공기층의 두께가 증가할수록 물질의 투습저항이 상당히 증가함을 볼 수 있다²⁶⁾. 그러므로 본 실험에서도 이러한 공기층의 영향을 배제할 수 없으므로 공기투과도의 차이에도 불구하고 투습량에서 큰 차이를 보이지 않은 것으로 생각된다.

2. 친수 및 소수화 처리가 피부잔류수분량에 미치는 영향

직물의 친수 및 소수화 처리 후 직물의 수분전달변화가

실제로 인체에서 발한된 땀이 직물을 통해 방출되고 남은 수분의 양에 미치는 영향을 고찰하기 위해 인체부착 실험을 실시하였다. 피부잔류수분량의 측정은 척추를 중심으로 오른쪽과 왼쪽 등 부위에서 동시에 실시한 다음 측정부위에 대한 변량분석(ANOVA)을 한 결과, 오른쪽과 왼쪽에서 측정된 피부잔류수분량이 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으므로 (F=2.602, p>0.05), 두 부위에서 얻은 측정치 각각을 개별적인 측정치로 사용하였다.

체표면적을 기준으로 나눈 5개 피험자 집단과 시편종류에 따른 피부잔류수분량 측정치는 다음의 Table 6과 같다. Table 6에서 피부잔류수분량의 평균치를 보면 부착방법을 밀착으로 한 경우인 시편 A, C, E, G는 피부잔류수분량이 E<C<A, G의 순으로 면 직물의 피부잔류수분량 평균이 0.09g으로 가장 적게 나왔으며, 그 다음으로 친수처리한 폴리에스테르 직물, 그리고 폴리에스테르 직물과 소수처리한 면 직물은 그 평균이 같게 나

Table 6. Stratum corneum water content of subject with different fabric patches (unit : g/100cm²)

| Samples Subject Group | A | B | C | D | E | F | G | H | Mean | s |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------|------|
| G1 | 0.19 0.16 | 0.14 0.15 | 0.10 0.08 | 0.20 0.19 | 0.11 0.09 | 0.08 0.13 | 0.17 0.12 | 0.19 0.17 | 0.14 | 0.04 |
| G2 | 0.11 0.09 0.14 0.12 | 0.13 0.16 0.15 0.14 | 0.12 0.10 0.24 0.20 | 0.11 0.08 0.16 0.16 | 0.06 0.06 0.09 0.08 | 0.10 0.05 0.15 0.11 | 0.13 0.09 0.12 0.08 | 0.25 0.19 0.19 0.13 | 0.13 | 0.05 |
| G3 | 0.13 0.10 | 0.15 0.21 | 0.19 0.06 | 0.13 0.14 | 0.06 0.11 | 0.10 0.06 | 0.13 0.09 | 0.25 0.12 | 0.13 | 0.05 |
| G4 | 0.18 0.08 | 0.16 0.13 | 0.05 0.04 | 0.20 0.17 | 0.10 0.07 | 0.14 0.16 | 0.18 0.12 | 0.24 0.27 | 0.14 | 0.06 |
| G5 | 0.09 0.08 0.15 0.19 | 0.20 0.20 0.19 0.16 | 0.16 0.15 0.11 0.09 | 0.14 0.13 0.17 0.15 | 0.11 0.08 * . | 0.26 0.21 . . | 0.15 0.16 . . | 0.41 0.38 . . | 0.17 | 0.08 |
| Mean | 0.13 | 0.16 | 0.12 | 0.15 | 0.09 | 0.13 | 0.13 | 0.23 | | |
| s | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.03 | 0.09 | | |

* : missing value

A : PET-attach,
E : Cotton-attach

B : PET-spacer,
F : Cotton-spacer,

C : PET-NaOH-attach,
G : Cotton-SG-attach,

D : PET-NaOH-spacer
H : Cotton-SG-spacer

왔다. 또, 0.5cm의 공간을 두고 부착한 경우인 B, D, F, H의 평균 피부잔류수분량을 비교해 보면, 그 순서가 $F < D < B < H$ 의 순으로 면 직물의 피부잔류수분량이 가장 적게 나왔으며, 그 다음으로 친수처리한 폴리에스테르 직물, 폴리에스테르 직물, 그리고 소수처리한 면 직물 시편의 수분량이 가장 많이 남음으로써 접촉각 및 심지흡수력 측정에서 얻은 결과와 같은 경향으로 나타나 직물의 친수 및 소수성은 피부잔류수분량의 차이를 가져오게 된다. 액체상태의 수분과 기체상태의 수분전달이 동시에 일어나는 경우 모세관현상이 주 메카니즘으로 작용하게 되므로²⁷⁾ 심지흡수력이 클수록 피부잔류수분량은 상대적으로 적어지는 것으로 판단된다.

통계상의 유의성 검정방법은 각직층의 피부잔류수분량과 시편과의 관계에서 피험자의 영향을 배제하기 위해 피험자 집단을 블록화하여 split-plot design test를 실시하였다. 즉, 시료를 폴리에스테르 직물과 친수처리한 폴리에스테르 직물, 그리고 면 직물과 소수처리한 면 직물의 네개로 분류하고 피험자를 5집단, 그리고 부착방법을 두가지로 하여 통계처리하였다. 통계분석 결과는 Table 7과 같다.

Table 7에서 볼 수 있는 바와 같이 시편(sample), 부착방법(method), 그리고 시편과 부착방법의 교호작용(sample*method)은 유의수준 0.05에서 유의적인 차이가 있는 결과가 나왔다. 시편과 부착방법의 교호작용을 보면 소수처리한 면 직물에 공간을 둔 경우 평균 피부잔류수분량이 가장 많았으며, 면 직물을 밀착한 경우 평

균 피부잔류수분량이 가장 적었다. 소수처리한 면 직물의 접촉각이 가장 크고, 심지흡수력이 작아 흡수력이 낮은 반면, 면 직물은 접촉각이 가장 작고, 심지흡수력이 큰 것을 볼 때, 직물의 액체상태 수분전달 특성과 피부잔류수분량은 직접적인 관계가 있음을 알 수 있다. 즉, 물리적인 수분특성에서 흡수력이 좋을수록 피부잔류수분량은 적게 나타난다고 볼 수 있다. 또, 부착방법에서 공간을 둔 경우보다는 밀착의 경우에 피부잔류수분량이 적었는데, 이는 밀착의 경우 인체 피부와 직물간의 접촉 정도가 더 많아 모세관 현상에 의한 액상수분전달이 더 잘 일어날 수 있는 조건이었기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

시편과 부착방법의 조합에 의한 8가지 시료간의 유의성 검정을 위하여 다중비교(Tuckey's multiple comparison)분석 결과(Table 8), 부착방법을 밀착으로 한 경우에는 4가지 시료(A, C, E, G)간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 공간을 두고 부착한 경우는 H (Cotton-SG)와 B (PET), H (Cotton-SG)와 D (PET-NaOH), 그리고 H (Cotton-SG)와 F (Cotton) 간에 유의적인 차이가 있었고, 부착방법이 동일한 경우에는 흡수성이 큰 직물일수록 피부잔류수분량이 적었다. 접촉각이나 심지흡수력등에서 차이를 보임에도 불구하고 피부잔류수분량이 유의적인 차이를 보이지 않은 것은 부착방법을 밀착으로 한 경우 인체가 운동시 움직임에 의해 시편과 피부가 닿게 되며 이러한 접촉의 영향 때문에 실험실에서 정적상태로 측정된 결과들과 차이를 보인 것

Table 7. Analysis of variance results for stratum corneum water content

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | P value |
|----------------------|----|-----------|-------------|---------|---------|
| Sample ^{a)} | 3 | 0.0681 | 0.0227 | 13.58 | 0.0001* |
| Method ^{b)} | 1 | 0.0748 | 0.0748 | 44.79 | 0.0001* |
| Sample*Method | 3 | 0.0204 | 0.0068 | 4.07 | 0.0098* |

* : P < 0.01

a : 4 fabrics, b : attachment or spacer

Table 8. Multiple comparison results between sample and method

(unit : g, $\alpha = 0.05$)

| Sample | H | B | D | G | A | F | C | E |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.23 | 0.16 | 0.15 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.09 |

로 볼 수 있다. 그러나 공간을 두고 실험한 경우는 피부와 시편 간의 공간때문에 이러한 시편과 피부의 접촉이 덜 생기므로 실험실에서의 측정결과들과 큰 차이를 보이지 않은 것으로 생각된다. 따라서 같은 착용상황에서 직물의 심지흡수력은 피부잔류수분량에 영향을 미치며, 심지흡수력이 클수록 피부잔류수분량은 적음을 예상할 수 있다.

3. 친수 및 소수화 처리가 습윤감 및 쾌적감에 미치는 영향

각 시편별 운동 전, 후의 습윤감 및 쾌적감에 대한 조사결과는 Table 9 및 Table 10과 같다. 그 결과, 습윤감의 경우는 운동전과 후의 감각의 변화가 전조하다(5점)에서 땀이 흐른다(1점)쪽으로 변하는 경향을 나타내었으나 시편별로 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 그리

고 쾌적감의 경우도 습윤감과 마찬가지로 대체적으로 운동 후 불쾌하다는 경향으로 변화하였으나 시편별로 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다.

특히 먼 직물은 다른 직물에 비해 운동 후 땀이 흐른다고 쪽으로 응답한 경우가 많았고, 반대로 소수처리한 면 직물의 경우는 운동 후에도 끈적거린다 혹은 습하다는 정도로 응답한 경우가 많은 것을 볼 수 있다. 피부잔류수분량 측정 결과에서 밀착의 경우, 접촉각이나 심지흡수력에서 직물 간의 큰 차이에도 불구하고 피부잔류수분량의 차이가 나타나지 않은 것은 인체기 운동시 직물과 피부가 접촉함으로써 정적인 상태에서 측정된 값과 차이가 나는 것으로 보이며, 공간을 둔 경우는 이러한 접촉이 덜 발생하였기 때문에 정적상태의 측정결과와 큰 차이를 보이지 않은 것으로 판단된다.

이러한 결과로 미루어 볼 때, 인체는 피부에 닿는 느

Table 9. Subjective wettedness ratings of treated and untreated PET and cotton fabrics (N=52)

| Sample Rating ^a | Before exercise | | | | | | | | After exercise | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | A | B | C | D | E ^b | F ^b | G ^b | H ^b | A | B | C | D | E ^b | F ^b | G ^b | H ^b |
| 5 | 1 | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 |

a : dry (5 pts) — dripping wet (1 pt),
: more than two responses.

b : includes one missing value

Table 10. Subjective comfort ratings of treated and untreated PET and cotton fabrics (N=52)

| Sample Rating ^a | Before exercise | | | | | | | | After exercise | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | A | B | C | D | E ^b | F ^b | G ^b | H ^b | A | B | C | D | E ^b | F ^b | G ^b | H ^b |
| 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| 3 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

a : comfortable (5 pts) — very uncomfortable (1 pt),
: more than two responses.

b : includes one missing value.

김 또는 피부와의 접촉면적에 의해 감각함을 알 수 있다. 즉, 면 직물은 흡수량이 많아 피부잔류수분량은 비록 적지만 흡수로 인해 직물이 피부에 달라붙은 반면, 소수처리한 면 직물의 경우는 흡수에 의해 피부에 달라붙은 정도가 적을 뿐만 아니라 소수처리에 의해 시편 자체가 다소 뻣뻣하기 때문에 피부잔류수분량은 비록 많더라도 오히려 덜 불쾌하게 느낄 수 있다고 할 수 있다.

그러므로 피험자들이 느끼는 습윤감이나 쾌적감은 직물이 흡수에 의해 인체에 달라붙은 정도에 큰 영향을 받을 수 있다. 이는 주관적 감각에서 촉각외에는 유의적인 차가 없었다는 선행연구¹⁾와도 일치하며, 또 인체가 느끼는 쾌적감이 온·습도보다 땀에 의해 젖은 피부면적에 의해 더 영향을 받는다는 선행연구²⁾와도 일치한다. 이를 확인하기 위해 쾌적성에 대한 응답결과를 χ^2 분포를 이용하여 두 변수 즉, 습윤감과 피부잔류수분량 그리고 쾌적감과 피부잔류수분량간의 독립성 여부를 검정하였다. 분석결과, Chi-square의 값이 습윤감 및 쾌적감 각각 5.02와 12.16으로 습윤감과 피부잔류수분량 그리고 쾌적감과 피부잔류수분량은 서로 독립적으로 나타났다($p > 0.05$). 즉, 피부의 잔류수분량과 습윤감 및 쾌적감간에 관계가 없는 것으로 나타나 착용감에 미치는 요인은 피부잔류수분량보다는 피부와 직물간의 접촉 정도에 더 많은 영향을 받는다고 할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 직물의 친수화 및 소수화가 수분전달 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 폴리에스테르 직물은 알칼리 감량으로 친수처리를 하고, 면 직물에 Scotchgard[®]로 소수처리를 한 다음 직물의 수분전달 특성과 쾌적감간의 관계를 고찰하고자 하였다. 또한, 실험실에서의 정적인 측정의 단점을 보완하고자 인체 부착실험을 통하여 피부각질층에 남아있는 수분의 양과 습윤감 및 쾌적감을 측정하였다. 이때, 피부잔류수분량은 인체의 등 부위에 시편을 부착하고 운동 후 발한하고 피부에 남아있는 수분의 양을 측정하였다. 습윤감과 쾌적감평가는 운동 전과 후에 피험자가 느끼는 주관적인 감각을 측정하였으며, 결론은 다음과 같다.

첫째, 폴리에스테르 직물은 친수처리에 의해 접촉각이 감소한 동시에 심지흡수력은 증가하였으며, 면 직물은 소수처리에 의해 접촉각은 증가하고 심지흡수력은 감

소하였다.

둘째, 각 직물의 기공도는 친수 및 소수처리에 의해 변화하지 않았으나 투습량은 폴리에스테르 직물의 경우 친수처리에 의해 약간 증가하였으며, 면 직물은 소수처리에 의해 약간 감소한 것으로 나타났다.

셋째, 피부 잔류수분량에 있어서는 밀착의 경우는 직물간 차이가 없었고, 공간을 둔 경우에는 소수처리한 면 직물과 친수처리한 폴리에스테르 직물, 그리고 처리하지 않은 면 직물과 소수처리한 면 직물 사이에 유의적인 차이가 있었다. 특히 소수처리한 면 직물에 공간을 둔 경우는 8가지 시편 중 평균피부잔류수분량이 가장 많았으며, 면 직물을 밀착시킨 경우는 평균피부잔류수분량이 가장 적었다. 이는 접촉각과 심지흡수력의 결과와 일치하는 것으로 부착방법을 동일하게 한 경우 액상의 수분 전달이 좋은 것일수록 피부잔류수분량이 적게 나타났다.

넷째, 쾌적성과 피부잔류수분량은 서로 독립적인 관계로 인체의 착용감에 대한 평가는 피부잔류수분량보다는 피부와 젖은 직물과의 접촉에 더 영향을 받을 수 있다.

그러나 본 연구에서는 10×10 cm의 면적에서 부분적인 수분감각을 측정하였기 때문에 이 결과만을 가지고 일반화하기에는 어렵다고 생각되며, 주관적으로 감각하는 습윤감 및 쾌적감은 개인의 특성, 측정시기 및 측정 방법등의 영향을 배제할 수 없다. 따라서 앞으로 등부위 외에 의복과 많은 접촉이 예상되는 제2, 제3의 부위를 선정하여 연구가 진행되어야 할 것이며, 그외에 직물의 소수성 혹은 친수성과의 관계에서 피부잔류수분량과 더불어 촉감과 관련한 연구나 계절에 따른 쾌적감 변화에 대한 고찰이 계속 이루어 진다면 실제로 주관적 쾌적감에 영향을 미치는 요인 연구에 도움이 되리라 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) Morris M.A., Prato H.H., Chadwick S.I. and Bernauer E.M., "Comfort of Warm-up Suits During Exercise as Related to Moisture Transport Properties of Fabrics", *Home Econ. Res. J.*, **14**, 163-170, (1985)
- 2) Morris M.A., Prato H.H., White N.L., "Relationship of Fiber Content and Fabric Properties to Comfort of Socks", *Cloting Res. J.*, **3**, 14-18, (1984-1985)

- 3) Harper J.R.J., Bruno J.S., Branchard E.J. and Gautreaux G.A., "Moisture-Related Properties of Cotton-Polyester Blend Fabrics", *Textile Res. J.*, **46**, 82-90, (1976)
- 4) 정찬주, 이순원, "線과 폴리에스테르의 混紡比率에 따른 着用感에 관한 研究", *한국의류학회지*, **12**, 285-294, (1988)
- 5) Mecheels J.H., Demeler R.M., Kachel E., "Moisture Transfer Through Chemically Treated Cotton Fabrics", *Textile Res. J.*, **36**, 375-384, (1966)
- 6) 이순원, 유효선, 최현수, "市販 內衣類素材의 水分特性 및 着用感에 관한 研究(I) - 市販 內衣類 素材의 水分特性-", *대한가정학회지* **26**, 1-13, (1988)
- 7) 李順媛, 柳孝仙, 趙瑛美, "내의류 수분특성 및 착용감에 관한 연구(II) - 내의착용시 생리적 반응과 착용감 -", *대한가정학회지*, **27**, 29-38, (1989)
- 8) DeMartino R.N., Yoon H.N., Buckley A. and Evins C.V., Averell R.B., Jackson W.W. and Schultz D.C., Becker C.L. and Booker H.E., Hollies N.R.S., "Improved Comfort Polyester, Part III: Wearer Trials", *Textile Res. J.*, **54**, 447-458, (1984)
- 9) Berglund L.G. and Cunningham D.J., "Parameters of Human Discomfort in Warm Environment", *ASHRAE Trans.* **92**, 732-746, (1986) 2B in 홍경희, "의복착용시 의복의 수분전달 성능 평가에 관한 연구 - 염화코발트법을 이용한 평가-", *대한가정학회지*, **27**, 41-50 (1989)
- 10) Vokac Z., Kjøpke V., Keül P., "Assessment and Analysis of the Bellows Ventilation of Cloting", *Textile Res. J.*, **43**, 474-482, (1973)
- 11) Vokac Z., Kjøpke V., Keül P., "Evaluation of the Properties and Clothing Comfort of the Scandinavian Ski Dress in Wear Trial", *Textile Res. J.*, **42**, 125-134, (1972)
- 12) Vokac Z., Kjøpke V., Keül P., "Physiological Response and Thermal Humidity, and Comfort Sensations in Wear Trials with Cotton and Polypropylene Vests", *Textile Res. J.*, **46**, 31-38, (1976)
- 13) 김옥진, 김용서, 신운숙, 이영숙, 정명선, "의복재료와 상체부 의복 형태변화가 의복내 기후에 미치는 효과", *한국의류학회지*, **14**, 20-30, (1990)
- 14) 류숙희, 이순원, "시판 에어로빅복의 재료특성에 따른 쾌적성능에 관한 연구", *한국의류학회지*, **15**, 61-69, (1991)
- 15) Hatch K.L., Markee N.L., Maibach H I., Barker R. L., Woo S.S. and Radharkrishnaiah P., "In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabric, Part III: Water Content and Blood Flow in Human Skin Under Garments Worn by Exercising Subjects in a Hot, Humid Environment", *Textile Res. J.*, **60**, 510-519, (1990)
- 16) Markee N.L., Hatch K.L., Maibach H I., Barker R. L., Radharkrishnaiah P. and Woo S.S., "In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabric, Part IV: Perceived Sensation to Three Experimental Garments Worn by Subjects Exercising in Hot, Humid Environment", *Textile Res. J.*, **60**, 561-568, (1990)
- 17) 국운환, 최창남, "有機溶媒/물의 苛性소오다 溶液에서 폴리에스테르 織物の 알칼리 加工에 관한 研究", *한국섬유공학회지*, **21**, 13-20, (1984)
- 18) 김태훈, 섬유학 실험, 서울, 형설출판사, (1982)
- 19) KS K 0816-1986
- 20) KS K 0570
- 21) Harnett P.R., Mehta P.N., "A Survey and Comparison of Laboratory Test Method for Measuring Wicking", *Textile Res. J.*, **54**, 471-478, (1984)
- 22) KS K 0594
- 23) Mehrten D.G. and McAlister K.C., "Fiber Properties Responsible for Garment Comfort", *Textile Res. J.*, **32**, 658-665, (1962)
- 24) Sweeney M.M., Branson D.H., "Sensorial Comfort, Part I: A Psychophysical Method for Assessing Moisture Sensation in Cloting", *Textile Res. J.*, **60**, 371-377, (1990)
- 25) Farnworth B. and Lotens W.A., "Variation of Water Vapor Resistance of Microporous and Hydrophilic Film with Relative Humidity", *Textile Res. J.*, **60**, 50-53, (1990)
- 26) Gibson P.W., "Heat and Water Vapor Transfer Through Clothing Materials: Three Studies", *Natik Science Sympo.* June 9-10, (1992)
- 27) Yasuda H., and Miyama M., "Dynamic Water Vapor and Heat Transport Through Layered Fabrics, Part II: Effect of Chemical Nature of fibers", *Textile Res. J.*, **62**, 227-235, (1992)