

첨단 흡수속건소재의 수분전달 특성 평가방법에 관한 연구 - 인체-의복-환경 System에서의 투습성 평가-

김 은 애 · Roger L. Barker*

(연세대 의생활학과, North Carolina State Univ.*)

Evaluation Method for the Water Transport Properties of Sweat Absorbent Fabrics

- Water Vapour Transport in the of Human-Clothing-Environment System -

Kim Eun Ae and Roger L. Barker*

Department of Clothing and Textiles, Yonsei University

Department of Textile, Engineering chemistry and Science, North Carolina State University*

(13. 4. 26 접수)

Abstract

The purpose of this study was to design an instrument to simulate the Human-Clothing-Environment system and evaluate the water vapour transport properties of sweat absorbent PET fabrics. The instrument was composed of sweat generating part, clothing part which can simulate clothing layers, and enviromental part. As specimens, sweat absorbent PET, regular PET, cotton, nylon and acrylics fabrics were included.

For the water vapour transport(WVT), relative humidities and temperatures were measured by film type humidity sensors and thermocouples, respectively. Water vapour pressures were calculated with measured RH's and temperatures. For the liquid water transport, wickability and demand wettability were measured.

Results showed that there was a difference in terms of water vapour transport mechanism depending on the fiber type : sweat absorbent PET showed higher WVT at the transient period then equilibrated, whereas other fabrics showed lower WVT at the transient period then increased continuously. These differences are expected to affect to the difference in the comfort properties of clothings. Sweat absorbent PET showed higher demand wettability and wickability than other fabrics. Wide application of the instrument was also suggested.

I. 서 론

소비자의 요구에 부응하고 부가가치를 창출하는 섬유소재로서 많은 관심과 연구대상이 되어 온 흡수속건

소재는 친수성 천연섬유가 아닌 소수성 합성섬유를 기본소재로 섬유, 실, 직물의 단계에서 각종 가공을 통한 흡수, 흡습성 및 효과적인 수분방출 특성을 부여한 것으로 스포츠 의류 및 내의용 소재로 각광을 받고있는

기능성 소재이다. 즉, 흡수속건소재의 특성은 소수성 섬유이기에는 하나 구조적인 특징으로 쉽게 수분을 흡수하고 또 소수성의 장점을 이용하여 쉽게 수분을 방출할 수 있어 쾌적성이 증가되는 것을 주요목적으로 개발된 소재이며, 그 착용감이 천연섬유 소재보다 우수한 것으로 보고되고 있다.¹⁻³⁾ 그러나 소비자의 입장에서 다양한 환경조건에서 착용한 흡수속건 소재의 쾌적감이 과연 천연섬유소재보다 우수한지에 대하여는 아직 회의적이다. 특히 수분흡수성은 증가되었으나 고유성질인 흡수성은 크게 차이가 나지 않기 때문에 쾌적성 측면에서 얼마나 우수한지 또 어떤 조건 즉, 어떤 인체-의복-환경계에서 우수성을 나타내는지 등의 규명이 필요하다. 왜냐하면 직물을 통한 수분전달은 수분만의 이동이 일어나는 것이 아니고 열의 이동을 수반하며,⁴⁻⁶⁾ '수분의 이동과정에서 흡습열이 발생하므로' 수분전달 메카니즘은 섬유 및 직물의 종류에 따라 다르며, 쾌적감은 이러한 메카니즘의 차이에 따라 달라질 것이기 때문이다.

쾌적감과 관련하여 직물의 수분전달에 관한 지금까지의 연구경향을 보면 액체상태의 수분전달과^{8, 9)} 함께 정적인 상태에서의 직물의 투습성¹¹⁻¹³⁾ 및 동적인 상태에서의 공기층¹⁴⁻¹⁷⁾ 또는 직물표면의 수분분포,^{15, 18, 19)} 착용상태에서의 의복내 공기층의 습도측정^{20, 21)} 및 피부잔류수분량의 측정^{22, 23)}이 시도되어 왔다. 그러나 여기서 얻어진 직물의 수분전달 특성이 착용감과 일치되지 못하는 경우가 많으며 이는 앞서 언급한 메카니즘의 일부만을 고려하였기 때문이라고 판단된다. 따라서 착용감과 일치할 수 있는 수분전달 평가방법이 있어야 하며 객관적 평가방법에 의하여 얻어진 결과로 수분전달 현상에 대한 이해와 결과적으로 쾌적한 소재가 되기 위한 조건이 제시될 수 있어야 한다. 이에 대한 해결 방안으로 수분의 확산 특성을 수학적 모델로 해석하려는 경우²⁴⁾ 오히려 복잡하여, 실제 상황을 예측하기가 어렵다. 또, 궁극적으로 인체가 의복을 착용한 상태에서의 통합적인 감각이 평가되어야 하므로 착용실험이 이루어져야 하나, 통제하기 어려운 요인들이 많으므로 정확성을 기하기 어렵다. 또한 착용감이 평가된 경우라도 어느 요인에 의하여 감각되는 것인지 Fig 1과 같은 메카니즘에 근거하여 판단되어야 올바른 제품생산을 유도할 수 있을 것이다. 이러한 목적으로 직물의 수분전달 특성을 측정하는데 있어 대부분 조작된 skin-model을

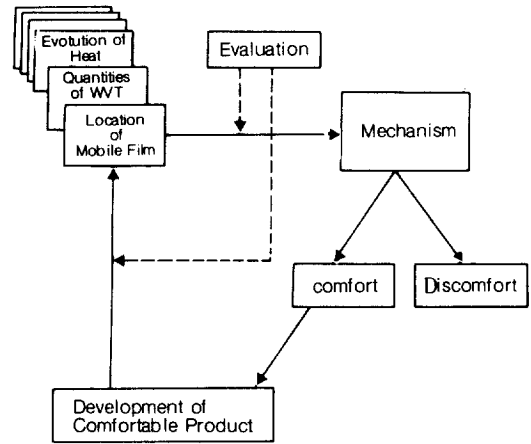


Fig. 1. Schematic representation of the role of the mechanism of water transport for the production of comfortable clothing.

제작하여 사용하고 있는데 지금까지의 대부분의 skin-model은²⁵⁾ 피부로 조작된 판에 수분을 가한 후 수분이 수직방향으로 전달되는 형태를 취하고 있으나, 실제로 의복을 통한 수증기 확산은 의복의 개구나 움직임에 의한 대류등 매우 여러가지 변인이 작용한 상태에서 수직 및 수평 방향으로 전달되고 있다. 그러므로 직물을 통해 착의시 쾌적감을 평가하는 연구를 위해서는 무엇보다 인체에서 수증기가 확산되는 형태와 유사한 모형의 투습성 장치의 고안이 중요하다.

가장 최근의 연구로 Wang과 Yasuda의 연구^{26, 27)}에서는 직물의 조합을 습도와 온도 구배의 변화에 노출시켜 발한초기의 짧은 시간동안에 직물을 통한 온도와 습도 변화를 동시에 측정하는 장치를 개발하였다. 그러나 그들이 고안한 장치에 사용된 센서의 크기가 크기 때문에 실제 의복 착용시 다양한 두께의 공기층에서의 의복기후 측정이 어렵고, 수증기 확산이 수직방향으로 이루어지게 되어 있어 더운 공기가 위로 올라가는 자연대류 현상이 크게 작용하게 되므로 실제 착용시 의복내 미세기후층의 수분전달과는 차이가 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 기초단계로 인체-의복-환경계의 유사모델을 개발하여 흡수속건소재의 수분전달 특성을 평가하고, 개발된 모델의 응용범위 확대가능성에 대해서 제시해 보고자 한다.

Table I. Characteristics of Fabric Samples

Fabric	Fiber Type	Weave Type	Thickness (mm)	Weight (g/m ²)	Fabric Count Wale×course/5cm Warp×filling/5cm	Air Permeability cm ³ /cm ² /sec
A	Sweat absorbent PET	pique	0.940	228	50×54	41.4
B	Sweat absorbent PET	tricot	0.332	76	86×98	692.4
C	Sweat absorbent PET	single jersey	1.864	238	56×66	163.5
D	Sweat absorbent PET	interlock	1.293	220	58×92	238.3
E	Regular PET	interlock	1.107	228	56×86	286.1
F	Cotton	plain	0.492	164	74×62	205.0
G	Acrylics	plain	0.587	124	50×54	72.2
H	Nylon	plain	0.748	144	56×50	142.6

II. 실험

1. 시료

한국과 일본에서 시판되고 있는 100% PET 흡수소재 소재 4종(A~D)과 D소재와 실의 굵기, 조직등의 특성이 같은 일반 PET 및 면, 아크릴, 나일론 시료를 선택하여 사용하였으며 그 특징은 Table I 과 같다.

2. 시료의 특성

2-1. 두께

KS K 0506의 thickness gauge법에 준하여 측정하였다.

2-2. 공기투과도

KS K 0570에 준하여 Frazier법으로 측정하였다.

3. 기체상태의 수분전달 특성

3-1. 장치의 제작

Fig. 2와 같이 인체-의복-환경을 대표할 수 있도록 모델링하여 투명한 내부직경 12.5cm의 루사이트 관과 판을 이용하여 높이 25cm, 총길이 40cm 크기의 습도 구배관을 제작하였다. 본 장치는 땀 발생부분, 의복부분 및 환경부분으로 나누어져 있으며, 땀 발생장치에서는 100% 포화수증기압으로 일정량의 땀이 방출될 수 있도록 온도를 일정하게 가열하고 물의 높이를 일정하게 조절하여 온도 및 습도 구배에 변화가 없도록 조절하였다. 의복부분은 의복내 공기층의 두께와 유사하게 가감시킬 수 있도록 다수의 6.35mm 두께의 루사이트 링을 이용하여 링위에 직물을 부착하였으며 온·습도

센서를 일정높이에 위치하고 실험오차를 줄일 수 있도록 위치 및 방향을 일정하게 고정하였다. 환경 부분은 20±1℃ 60±5%의 표준상태로 하였으며 LiCl건조제를 이용하여 환경의 상대습도가 증가하는 것을 방지하도록 하였다.

3-2. 온·습도 센서 및 데이터 수록

플라스틱 보호캡을 씌운 필름형의 습도센서 (두께 0.4 cm, 면적 0.8×0.8cm, Humicor 6100, Coreci社, 프랑스)와 RTD형의 온도센서를 Fig. 2과 같이 공기층에 삽입하고 transmitter(4/20 mA output, Transmicor Model 131, Coreci社, 프랑스)에 연결하여 상대습도와 온도에 따른 용량의 변화를 전압의 변화로 변환하였다. 데이터 집

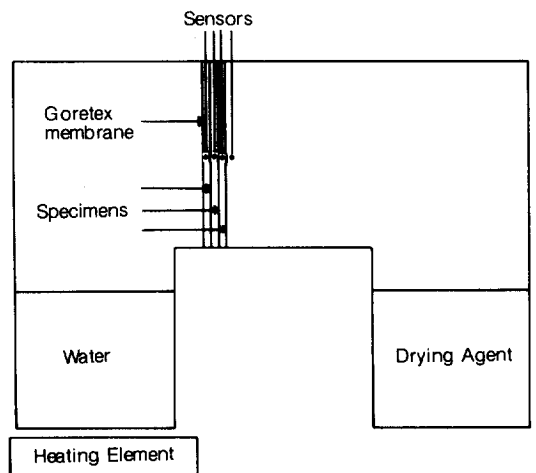


Fig. 2. Relative humidity gradient tube.

록은 Lab window software(IBM)를 이용하여 프로그램을 작성하여 1분마다 기록하도록 하였다.

3-3. 습도센서의calibration 및 민감도, 정확도 측정

습도센서는 LiCl 포화용액과 NaCl 포화용액을 이용하여 각각 상대습도 11.1%와 75.4% 조건에서 3회반복 calibrate하고 온도센서는 ice point reference와 HTR 150 (Kaye Instrument)을 사용하여 calibrate하였다. 습도센서가 높은 상대습도에 노출된 경우에는 24시간 이상 대기중에 방치하여 건조시키고 다시 calibrate하였다. 습도센서의 민감도를 검토하기 위하여 optical dew point sensor에 의한 상대습도 조절장치(General Eastern Co.)로 calibrate한 항온습습기(Takai Co., Model PI-2G)에 습도센서를 삽입시키고 35~85%의 범위에서 10%씩 증가 또는 감소시키며 상대 습도를 측정하였다.

3-4. 측정

35℃로 미리 가열된 증류수가 2겹의 Gore-Tex® membrane으로 통과되도록 하여 땀발생을 조작하고 땀발생후 60분 동안의 수증기압 및 온도의 변화를 기록하도록 하였다. 직물을 삽입하기 전 나체를 모방하여 직물층이 없는 상태 및 한겹 또는 두겹등의 시료를 링에 끼운 후 직물 층간의 온·습도 측정을 실시하고 다음과 같이 수증기압으로 환산하였으며 모든 시료에 대하여 3회 반복실험하였다.

$$P_s = \exp[16.6536 - 4030.183/(T + 235)]$$

$$P_a = (RH/100)P_s(T)$$

P_s : saturated water vapour pressure (kPa)

P_a : relative water vapour pressure (kPa)

T : ambient temperature (℃)

이때 공기층의 두께는 0.635cm로 하였으며 센서의 위치는 공기층의 가운데 즉 직물로부터 0.32cm 떨어진 곳에 위치하도록 하였다. 습도센서는 필름형이므로 방향등에 매우 민감한 것이 확인되어 앞뒤를 구별하고 직물면과 필름이 평행하도록 하였다.

4. 액체상태의 수분전달 특성

4-1. 요구 습윤도(Demand Wettability)²⁸⁾

Fig. 3과 같은 Gravimetric Absorbency Testing System을

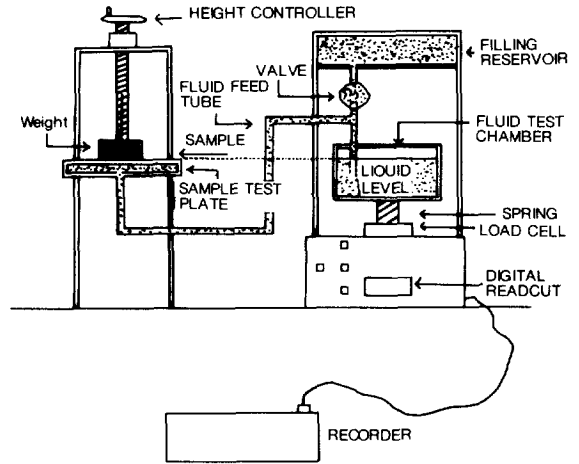


Fig. 3. Gravimetric absorbency testing system.²⁸⁾

이용하여 직물표면에 수직으로 수분이 흡수/확산되는 속도를 다음과 같은 방법으로 측정하였다.

Porous plate 가운데 2mm크기의 구멍에 보이는 수면을 plate면과 맞추고, 지름 4cm로 일정하게 자른 시료를 올려 놓은 다음 13g의 weight를 가하고 reservoir로부터 흘러나오는 수분이 흡수되는 속도를 자동기록계에 기록하도록 하였다. 여기서 얻은 곡선으로부터 초기 $t = t_0$ 에서부터 접선이 되는 기울기와 최대 흡수량의 30%와 70% 사이 즉 $t_{30\%} - t_{70\%}$ 의 기울기를 구하여 다음식으로 흡수속도를 산출하였다.

$$D_1 = \frac{\Delta W}{\Delta t_0} \qquad D_2 = \frac{\Delta W}{\Delta t_{30-70}}$$

단, D_1 : water absorption rate at the moment of wetting (g/sec)

D_2 : water absorption rate between 30% and 70% of maximum absorbency (g/sec)

Δ : weight of water absorbed by fabric (g)

Δt : time (sec)

4-2. 심지흡수력 (Vertical strip test)²⁹⁾

경·위사 각 2.5×20cm(가로×세로)의 시료 5매를 준비하여 시료의 끝부분으로부터 1cm 위의 위치가 증류수가 들어있는 비이커의 수면에 닿도록 고정시킨 후 5분간 직물을 타고 상승한 증류수의 높이와 직물에 부가된 무게로부터 산출하였다. 본 실험에 사용한 시

료는 흡수속도가 빨라 10분이 경과되기 전에 시료의 끝까지 상승하는 경우가 있었으므로 시간을 단축하여 측정하였다.

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

단, W : wickability

M : amount wicked, percent of weight of the fabric strip (%)

H : height of liquid wicked by fabric strip (cm)

III. 결과 및 고찰

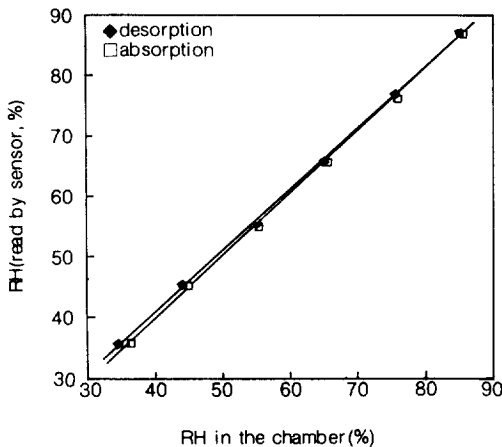
1. 습도센서의 이력현상 및 정확도 측정

필름형 습도센서는 흡습 및 탈습시 이력현상이 가능하므로 민감도를 검토하기 위하여, 미리 calibrate한 항온항습 chamber에서 35%~85%의 범위에서 10%씩 증 또는 감상태에서의 상대습도를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 습도센서가 35%의 상대습도에 노출되기 시작하여 85%로 증가하였다가 감소하는 경우나 85%의 상대습도에 노출되었다가 35%로 감소하였다가 증가하는 경우 즉 50%의 습도변화에 대하여 약 2%의 이력현상을 나타내었다. 일단 이력현상을 보인 센서는 11.1% 및 75.4% RH 포화염용액에서 다시 확인한 결과

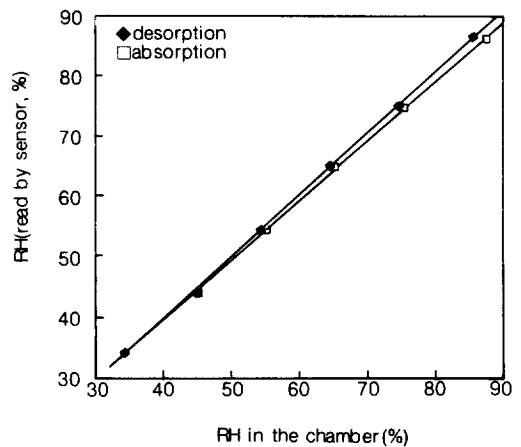
2%이내의 오차를 나타내었으며, 반복측정에서도 계속 2%이내의 오차를 나타내어 재현성이 우수한 것이 확인되었다. 또 본 실험에서 95% 이상에서도 측정되었으므로, 24시간이상 방치한 후 반드시 다시 calibrate하여 사용하였으며 이때도 오차범위는 2%이내인 것으로 나타났다. 본 연구에서 사용한 조건은 $60 \pm 5\%$ 의 환경조건에서 의복내 습도 95% RH까지 30%의 범위였다.

지금까지 사용한 습도센서중에는 폼(foam)형의 보호캡으로 씌워있어 센서의 습도에의 노출방향이 불확실한 것도 있다. 본 실험과정에서 여러 번 반복 실험한 결과 센서의 방향이 민감하게 반응하는 것으로 나타나 Skin model를 사용하는 경우나 인체 착용 실험시 정확한 습도를 측정하기 위하여는 이의 확인이 우선되어야 하는 것을 알 수 있었다. 특히 이력현상 시험에서도 센서의 방향이 같을 때 이력현상이 가장 적은 것으로 나타나 모든 실험 과정에서 습도센서의 면이 직물면과 평행이 되는 것을 잊지않도록 하였다.

본 실험장치의 특성은 의복을 착용한 것과 같은 상태로 되어 있어 수분이 수평 및 수직방향으로 전달되게 되므로 같은 공기층내에서도 상하로 습도 구배가 생기게 되어 있다. 이것은 인체가 의복을 착용한 경우에도 같은 현상이 일어날 것이다. 또 인체는 부위별로 발한량이 다르기 때문에 같은 공기층 내에서의 확산 현상도



a. Hysteresis from absorption to desorption



b. Hysteresis from desorption to absorption

Fig. 4. Hysteresis effect of a sensor.

이해되어야 하는데 아직 이 부분에 관한 연구는 거의 없다. 본 연구에서는 지름 12.5cm 시료의 중앙에서의 측정하도록 하였다.

2. 인체-의복-환경 모델내에서의 수분전달측정

2-1. 발한량의 조절

Fig. 5는 Gore-Tex® membrane 1겹을 통하여 수분이 확산되는 과정을 보여주는 그래프이다. 초기 5분간은 모든 위치에서 비례적으로 습도가 상승하고 있으며 5분이 경과한 후에는 평형을 이루고 있음을 알 수 있다. 이와같이 Gore-Tex®1겹에 의한 발한량은 급히 포화를 이루게 되므로 본 실험에서는 2겹의 Gore-Tex®membrane을 이용하였으며 그결과 Fig. 6과 같이 서서히 수증기압의 증가가 일어나는 것을 알 수 있다.

2-2. 일반 PET와 흡수속건 소재의 투습성 비교

Fig. 7과 8은 실의 굵기 및 조직이 같은 일반 PET(sample E)와 흡수속건 소재(sample D)의 1겹직물의 투습성을 측정한 것이다. 초기 8분 동안의 두 소재 비슷한

습도 상승율을 보여 의복 내에서의 수증기압의 증가는 거의 같은 것으로 나타났다. 그러나 12분이 경과한 후부터 흡수속건 소재는 평형을 이루는데 비해, 일반 PET는 계속 상승하고 있어 같은 조직을 가지고 있다 하더라도 소재의 특성에 따라 방출되는 정도는 다른 것으로 나타남을 알 수 있다. 특히 흡수속건소재의 안쪽이 약간 기모가 되어 있어 일반 PET 보다 공기투과도가 낮음에도 불구하고 투습성이 좋게 나타난 것은 투습성의 기능을 잘 나타낸 것이라고 하겠다. 이러한 수분투과성능은 흡수속건소재 직물 바깥층의 습도가 상승함에 비해 일반 PET 바깥층에서는 습도가 거의 상승하지 않는 것에서도 확인되고 있다.

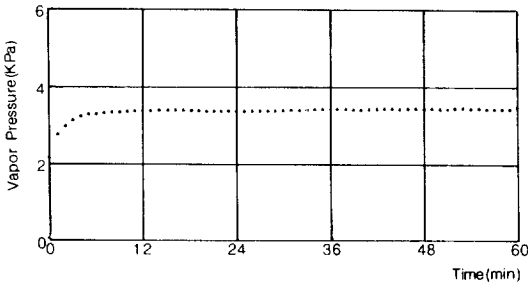


Fig. 5. Changes of vapour pressure by water transport through one layer Gore-Tex® membrane.

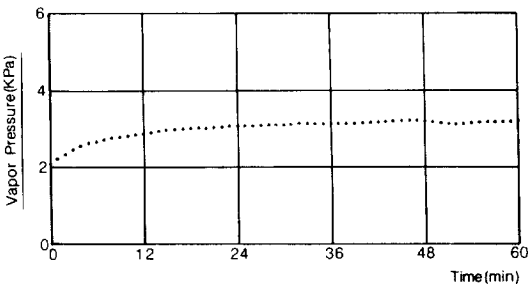


Fig. 6. Changes of vapour pressure by water transport through two layer Gore-Tex® membrane.

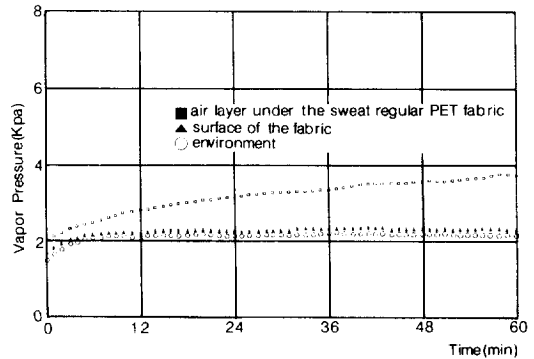


Fig. 7. Changes of water vapour pressure of air layer 1) between Gore-Tex® membrane and regular PET fabric, 2) the surface of the fabric and 3) environment

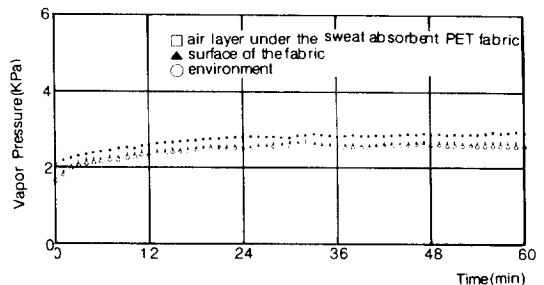


Fig. 8. Changes of water vapour pressure of air layer 1) between Gore-Tex® membrane and sweat absorbent PET fabric, 2) the surface of the fabric and 3) environment

Fig. 9, 10은 같은 흡수속건소재(sample D)를 0.625 cm의 공기층을 두고 2겹 또는 3겹을 겹친 상태에서

투습성을 비교한 것이다. 같은 간격의 공기층과 겹수의 증가에 따라 Gore-*Tex*[®] membrane과 직물간 공기층의 수증기압은 비례적으로 증가하며, 직물 표면과 환경의 공기층은 직물에 의하여 차단되므로 수증기압에 큰 차이가 나는 것을 볼 수 있다.

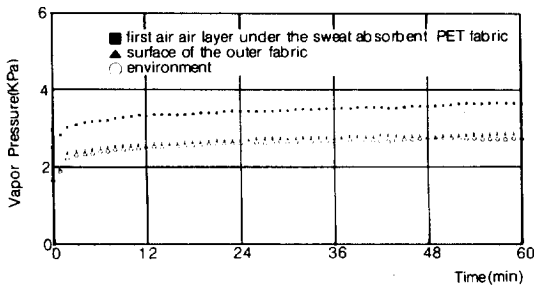


Fig. 9. Changes of water vapour pressure by two layer sweat absorbent PET fabrics.

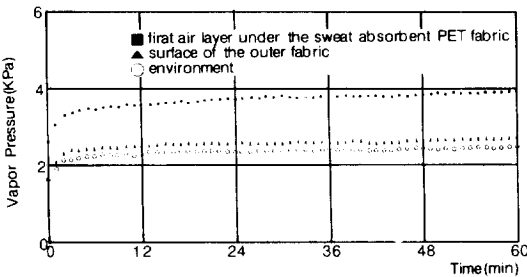


Fig. 10. Changes of water vapour pressure by three layer sweat absorbent PET fabrics.

2-3. 흡수속건 소재의 종류별 투습성 비교

용도에 따라 두께, 조직등이 다르게 생산된 흡수속건 소재의 투습성을 비교한 결과 Fig. 11과 같다. Fig. 8-10에서 직물층의 수가 늘어갈수록 수증기압의 차이가 커지는 것을 감안하여 소재별로 비교하는데 있어 효과를 배가시키기 위하여 직물층은 3겹으로 하고 Gore-*Tex*[®] membrane과 직물간의 공기층의 수증기압을 비교하였다.

투습성은 가장 얇고 가벼운 직물인 B시료(tricot)가 가장 크고 두께가 가장 두꺼운 C시료(napped single jersey)가 가장 낮은 것으로 나타났다. 또, 투습성은 공기투과도와도 거의 일치하나 A시료의 공기투과도가

상당히 낮음에도 불구하고 tricot 다음으로 투습성이 좋은 것은 특이 할 만한 사항이다. 또한 Fig. 10의 결과에서와 같이 20분정도 경과하면 모두 평형을 이루어 지속적인 발한에도 불구하고 일정한 수증기압을 이루고 있음은 초기 수증기압 상승이후 투습이 계속 잘 일어나고 있음을 설명하고 있다.

2-4. 섬유의 종류별 투습성 비교

Fig. 12는 Fig. 11에서와 같이 직물층을 세겹으로 하고 Gore-*Tex*[®] membrane과 직물간의 공기층의 수증기압을 섬유의 종류별로 비교한 것이다. 흡수속건소재와 면을 포함한 기타 섬유로 된 직물간의 특이한 차이점을 흡수속건소재의 경우 발한 초기에 수증기압이 급격히 상승하였다가 평형을 이루는 반면 기타 섬유는 서서히 지속적으로 상승하는 것이다. 이는 섬유의 흡습성에 기인되는 것으로 볼 수 있다. 즉, 흡수속건 소재는 PET로 되어 있어 수분의 흡습이 전혀 일어나지 않으므로 초기에는 급격히 상승하다가 일단 투습이 일어나기 시작하면 수소성이므로 수분을 계속 외부로 방

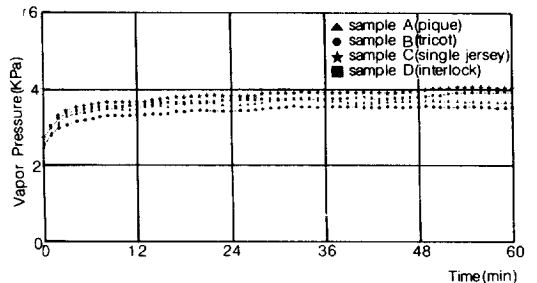


Fig. 11. Comparison of water vapour transport properties of various sweat absorbent PET fabrics.

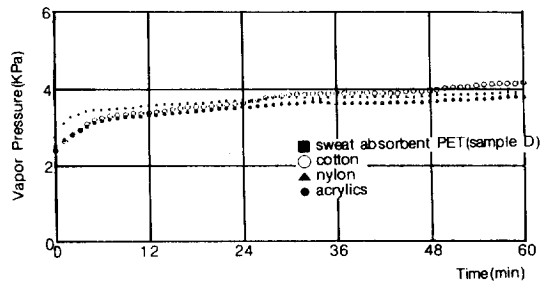


Fig. 12. Comparison of water vapour transport properties of various fiber type fabrics.

출하는 반면 기타 섬유들은 초기에 섬유의 흡습으로 인하여 급격한 상승은 일어나지 않는 반면 수분을 흡습함으로써 섬유 내에 수분을 보유하며 동시에 섬유가 팽윤되어 기공이 점차 작아지므로³⁰⁾ 수분투과는 어렵게 되어 지속적으로 상승하게 된다. 따라서 이러한 메카니즘의 차이는 착용감에 영향을 미칠 것으로 기대되며 특히 흡수속건소재는 지속적인 땀 발산에 유리한 반면 발한 초기에는 오히려 착용감이 좋지 않을 수도 있을 것이다.

Cotton과 Nylon과 수증기압이 거의 일치하는 것은 조직, 밀도, 두께뿐 아니라 친수성등이 복합적으로 작용한 결과라고 사료된다. 아크릴 섬유 역시 조직, 밀도가 다르기는 하나 다른 섬유보다 낮은 이유는 수분을 보유하는 능력이 낮아 밖으로 쉽게 방출하기 때문이라고 본다.³¹⁾

3. 액체상태의 수분전달특성

PET로된 흡수속건 소재와 일반 PET 및 면, 나일론, 아크릴섬유들의 흡수성을 검토하기 위하여 심지 흡수법에 의한 흡수성과 요구 습윤도를 측정된 결과는 Table II와 같다.

흡수성을 측정할 수 있는 간단한 방법으로 심지흡수법이 널리 이용되고 있으나 이는 실제로 의복을 착용한 상태의 흡수방향과는 일치하지 않는 문제점이 있다. 직물면에 대해서 수직방향으로 흡수하는 성능을 측정하는 요구 습윤도는 실제 착용시의 흡수성과 유사한 측정방법으로 최근에 널리 사용되기 시작한 방

법이다. 특히 요구 습윤도를 산출하는데 있어서도 0점과의 접선 즉 처음 수분을 흡수하는 순간에 있어서의 흡수속도와 일단 수분이 흡수된 다음의 흡수속도는 차이가 나며 이는 직물의 특성에 따른 흡수 메카니즘을 잘 설명하는 지표가 될 수 있을 것이다. 왜냐하면 직물면에 수직으로 흡수가 되는 경우 섬유의 친수성, 조직에 따른 모세관 현상 및 표면특성에 따른 모세관 현상에 의하여 흡수력이 좌우되기 때문이다.

본 연구에서는 흡수속건소재는 중 C시료의 경우, 기모가 많이 되어있는 흡수속건소재이므로 기모가 극히 적게 되어 있는 D시료와 비교해 볼 때 초기에 수분흡수를 저해하는 것으로 나타난 것을 볼 수 있다. 즉, 심지흡수력은 C시료가 D시료보다 우수함에도 불구하고 요구습윤도가 낮은 것은 이러한 표면특성때문이며 따라서 심지흡수력의 측정으로 액체상태의 수분전달을 비교하고자할 때는 주의를 요함을 알 수 있다.

소재별로는 조직등이 통제되지 못한 변인이 많으므로 비교가 어렵기는 하나 흡수성은 단연 흡수속건 소재가 우수한것으로 나타나고 있으며, 기타 섬유 중에서는 요구습윤도 측정결과, 초기 흡수는 면 섬유가 크지만 일단 흡수가 시작된 후에는 아크릴 섬유가 우수함을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 인체-의복-환경의 유사모델을 제작하여 PET로 된 흡수속건소재와 일반 PET, 면, 나일론

Table II. Liquid Water Transport Properties of Various Fabrics

Sample	Wickability		Demand Wettability(g/sec)	
	Wale	Course	D ¹	D ²
A Sweat absorbent PET	3.53	2.34	0.044	0.700
B Sweat absorbent PET	0.35	0.41	0.011	0.268
C Sweat absorbent PET	12.57	14.04	0.283	1.051
D Sweat absorbent PET	9.14	11.87	0.405	0.000
E Regular PET	0.04	0.06	0.000	0.000
F Cotton	3.10	3.04	0.062	0.236
G Acrylics	3.70	4.28	0.054	0.400
H Nylon	0.19	0.15	0.000	0.000

아크릴 섬유와 직물의 투습성을 비교하고 액체상태의 수분전달 특성을 측정하고 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 일반 PET와 흡수속건소재의 투습성을 비교한 결과 흡수속건소재의 투습성이 더 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 실의 굵기 및 조직이 동일하여 기공도가 같은 경우라도 섬유의 흡수성이 투습성에 영향을 미친다는 것을 의미한다.
2. 흡수속건소재 종류별 투습성은 비교한 결과, 공기투과도와 밀도보다는 두께의 차이에 의하여 투습효과의 차이가 결정지어짐을 알 수 있다.
3. 섬유의 종류별 투습성 비교 결과, 흡수속건소재는 발한 초기에 습도가 상승하여 일정시간 후에는 평형을 이루나 기타 섬유는 초기 상승률은 낮아도 지속적으로 습도가 상승하는 것으로 나타났다. 이러한 투습 메카니즘의 차이는 결과적으로 착용감에 차이를 줄 것으로 기대되므로 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.
4. 섬유의 종류별 심지흡수력과 요구습윤도를 비교한 결과, 흡수속건소재가 기타 섬유보다 흡수성이 우수하였으며 직물의 표면상태에 따라 심지흡수력과 요구습윤도에 차이가 있는 결과를 얻었다.
5. 본 연구에서 제작한 인체-의복-환경의 모델은 적은 시료 크기로 다음과 같이 몇가지 부착장치로 실제 착용 상황과 유사하도록 통제된 실험을 함으로써 착용감을 예측할 수 있는 수분전달 평가 도구로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

첫째, 땀발생 부분에 땀액유입관과 가열속도장치를 부착하여 인체의 대사량에 따른 발한과 유사하도록 발한량 및 발한속도 및 발한시간을 조절할 수 있다.

둘째, 링의 두께 조절로 의복내 공기층의 두께를 조절할 수 있다.

세째, 의복을 착용한 상황과 유사하도록 의복의 개구부와 같은 openness를 부여할 수 있다.

넷째, 통풍장치나 펌프를 이용하여 굴뚝효과나 펌핑 작용등이 수분전달에 미치는 영향을 확인할 수 있다.

다섯째, 본 연구에서는 closed system으로 되어 있기때문에 환경의 조절이 편리하다. 또 open system으로 자연대류현상의 첨가도 가능하다.

여섯째, 투명한 루사이트판으로 되어있어 온·습도 센서에 의한 수증기압 측정과 동시에 직물 표면수분

분포를 측정하는 CoCl_2 법¹⁸⁾과 병행하여 수막(mobile film)의 이동속도를 측정할 수 있다.

* 감사의 말씀 : 본 연구는 '91 대학교수 국비 해외과정에 의한 연구로 관계 제위께 감사를 드립니다. 또한 시료를 제공하여 주신 (주) 코오롱의 안태환님과 데이타 집록 프로그램에 도움을 준 Paulin Chen에게도 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 최해충, 천태일, 송주화, "흡수속건소재", 한국섬유공학회지, 24, pp125-130, 1987.
- 2) 오광수, "흡수성 폴리에스테르 섬유", 한국섬유공학회지, 24, pp120-124, 187.
- 3) 고대중, "폴리에스테르 섬유의 흡수·흡습화 기술", 한국섬유공학회지, 25, pp104-109, 1988
- 4) Schneider, A.M., Hoschke, B.N., & Goldsmid, H.J., "Heat Transfer Through Moist Fabrics", *Textile Res. J.*, 62(2), pp61-66, 1992.
- 5) Mecheels, J., "Concomitant Heat and Moisture Transmission Properties of Clothing", In Papers presented at the 3rd Shirley International Seminar : Textile for Comfort, Shirley Institute, 1971.
- 6) Stuart, I. M. and Denby, E. F., "Wind Induced Transfer of Water Vapor and Heat Through Clothing", *Textile Res. J.*, 53(11), pp655-660, 1983.
- 7) Morton, W.E., Hearle, J.W.S., *Physical Properties of Textile Fibres*, 2nd ed. pp178-185, The Textile Institute and Butterworth & Co., London, 1975.
- 8) Miller, B. and Tyomkin, I., "Spontaneous Transplanar Uptake of Liquids by Fabrics", *Textile Res. J.*, 54(11), pp706-712, 1984.
- 9) Lofquist, R.A., Sauunders, P.R., Tam, T.Y., & Twilley, I.C., "Hydrophilic Nylon for Improved Apparel Comfort", *Textile Res. J.*, 55(6), pp325-333, 1985.
- 10) Farnworth, B. & Dolhan, P., "Apparatus to Measure the water-Vapour Resistance of Textiles", *J. Text. Inst.*, 2, pp142-146, 1984.
- 11) 지동선, "직물의 투습성에 관한 연구 (I) - 직물의 기공직경 및 평면기공율의 투습저항과의 관계 -",

- 한국섬유공학회지, 26(6), pp1-8, 1989.
- 12) 지동선, 이재곤, “직물의 투습성에 관한 연구(II) - 투습도의 측정 및 평가-”, 한국섬유공학회지, 27(11), pp31-38, 1990
 - 13) Farnworth, B. and Dolhan, P., “Letters to the Editor, Apparatus to Measure the watervapor Resistance of Textiles”, *Textiles*, *J. Text. Inst.*, No.2, 1981.
 - 14) Wehner, J.A., Miller, B., & Rebenfeld, L., “Dynamic of Water Transmission Through Fabrics Barrier” *Textiles, Res. J.*, 58(10), pp581-592, 1988.
 - 15) 나미희, 김은애, “섬유의 종류와 조합에 따른 직물의 수분전달특성에 관한 연구”, 한국의류학회지, 14(3), pp229-240, 1990.
 - 16) Adler, M.M., & Walsh, W.H., “Mechanisms of Transient Moisture Transport Between Fabrics”, *Textile Res. J.*, 54(5), pp.334-342, 1984.
 - 17) Farnworth, B., Lotens, W.A., & Wittgen, P.P M.M., “Variation of Water Vapor Resistance of Microporous and Hydrophilic Films with Relative Humidity”, *Textile Res. J.*, 60(1) pp50-53, 1990.
 - 18) Scheurell, D.M., Spivak, S.M., & Hollies, N.R.S., “Dynamic Surface Wetness of Fabrics in Relation to Clothing Comfort”, *Textile Res. J.*, 55(7), pp394-399, 1985.
 - 19) 홍경희, 선옥주, “Clothing Hygrometer를 이용한 직물의 동적수분전달에 대한 연구”, 한국섬유공학회지, 27(3), pp43-52, 1990.
 - 20) 정찬주, 이순원, “線과 폴리에스테르의 混紡比率에 따른 着用感에 관한 研究”, 한국의류학회지, 12(3), 285-294, 1988.
 - 21) 류숙희, 이순원, “시판 에어로빅복의 재료특성에 따른 쾌적성능에 관한 연구”, 한국의류학회지, 15(1), 61-69, 1991.
 - 22) 강수마, 김은애 “직물의 친수 및 소수화 처리가 피부잔류수분량 및 쾌적감에 미치는 영향”, 한국의류학회지, 17(1), 1993.
 - 23) Hatch, K. L., Markee, N. L. and Maibach, H. I., “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(9), pp510-519, 1990
 - 24) Farnworth, B., “A Numerical Model of the Combined Diffusion of Heat and Water Vapor Through Clothing”, *Textile Res. J.*, 56(11), pp653-665, 1986.
 - 25) Hatch K.L., Woo S.S., Barker R.L., and Radhakrishnaiah P., Markee N.L., Maibach H.I., “In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabric, Part I : Thermophysical Confort Determination for Three Experimental Knit Fabrics”, *Textile Res. J.*, 60(7) pp405-411, 1990.
 - 26) Wang, J.H., & Yasuda, H., “Dynamic Water Vapor and Heat Transport Through Layered Fabrics, Part I : Effect of Surface Modification”, *Textile Res. J.*, 61(1), pp10-20, 1991.
 - 27) Yasuda, T., Miyama, M., & Yasuda, H., “Dynamic Water Vapor and Heat Transport Through Layered Fabrics, Part II : Effect of the Chemical Nature of Fibers”, *Textile Res. J.*, 61(4), pp227-235, 1991.
 - 28) Hong, C J., “Absorbent Characteristics of Air-laid Nonwoven Fabrics Containing Hydrophilic Fibers”. Unpublished Master's Thesis, North Carolina State University, 1990.
 - 29) Harnett, P.R., & Nehta, P.N., “A Survey and Comparison of Laboratory Test Methods for Measuring Wicking”, *Textile Res. J.*, 54(7), pp471-478, 1984.
 - 30) Kim E.A., Na M.H., Hu Y.S., “Effect of Fiber Hydrophilicity on Water Vapour Transport Properties of Fabrics”, Proceedings, p206, ITAA, 1991.
 - 31) Pontrelli G.J., “Partial Analysis Comfforts Gestalt”, *Clothing Comfort*, Hollies N.R.S., Goldman R.F editors, Ann Arbor Science Publishes Inc., Michgan, 1977.