

섬유의 종류와 조합에 따른 직물의 수분전달 특성에 관한 연구

나 미 희 · 김 은 애

연세대학교 생활과학대학 의생활학과

A Study on the Effect of Fiber Type on the Water Vapor Transport Properties

Me Hee Na and Eun Ae Kim

Dept. of Clothing and Textiles, Graduate School, Yonsei University

(1990. 7. 5. 접수)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of hydrophilicity of the fiber on the water vapor transport properties of the fabric by using double layered fabrics of natural and synthetic fibers such as cotton, wool, nylon, dacron, orlon and polypropylene. Wickability and absorption rate were measured to determine the absorbancy of the fabrics. Dynamic and steady state water vapor transport properties were measured by cobaltous chloride method and evaporation method, respectively. Absorption was in the order of orlon>cotton>wool>nylon>polypropylene>dacron. Dynamic surface wetness of synthetic fabrics were faster than that of natural fabrics.

For the double layered fabrics, higher water vapor transport was resulted when the natural fabric was exposed to lower vapor pressure and synthetic fabric was exposed to higher vapor pressure than when the fabrics were layered the other way around. Opposite result was obtained for orlon, which suggested that when the fabric of high absorbancy is exposed to the environment and lower absorbancy is to the skin, higher water vapor transport could be resulted.

I. 서 론

인체는 체온을 항온으로 유지하기 위하여, 열의 생산과 방열이 일정한 평형상태를 이루어야 한다. 생산된 체

열을 효과적으로 방출하는 방법은 수분의 증발을 통하여 기화열로 방산시키는 것이다. 인체는 체온이 그다지 높지 않은 상태에서도 불감증설로 끊임없이 수분을 방출하고 있으며, 외기온이 높거나 심한 운동으로 인하여 체온이 상승하면 발한을 통하여 체온조절을 하게 된다. 이러한 불감증설과 발한에 의한 수분은 피복을 통하여 외부로 발산될 수 있어야 한다. 합성섬유의 발달로 인하여 의복의 소재가 다양해지고, 의복이 질기고 편리하기는

본 연구는 1989년도 연세대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

하나, 합성섬유의 문제점인 낮은 흡습성으로 인하여 인체에서 발생하는 수분을 외부로 확산시키기 어렵기 때문에 의복내부의 수증기압이 증가하여 비위생적이며 쾌적하지 못한 것으로 알려져 있다¹⁻³⁾. 또 이와는 상반되는 견해로, 직물의 조직이나 기공도 등의 조절로 합성섬유의 수분전달은 천연섬유의 수분전달보다 우수할 수 있다는 연구결과들⁴⁻⁷⁾도 보고되고 있다. 이러한 연구결과들의 차이는 섬유의 흡습성과 직물의 특성에 따른 수분전달 메카니즘의 차이에 기인된 것으로 판단된다. 본 연구에서는 일상생활에서 널리 이용되는 천연섬유와 합성섬유를 선택조합하여, 섬유자체의 흡습성이 직물의 흡수성에 미치는 영향과 직물표면의 수분 분포 및 투습도의 차이를 비교하여 친수성이 투습성에 미치는 영향을 고찰함으로써 섬유의 종류에 따른 직물의 흡습성, 흡수성과 투습 메카니즘의 관계를 고찰하고자 한다.

II. 실험

1. 시험포

시험포는 스테이플사로 제직된 100%면, 모, 나일론 6.6(폴리아미드), 데이크론(폴리에스테르), 오울론(아크릴) 및 폴리프로필렌(Test-fabrics Inc.)의 6가지 직물이며 각 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2. 시약

습도조절용 시약으로 KCl(일본시약), CaCl₂(소화화학), CrO₃(편산화학), K₂CO₃(순정화학), Na₂Cr₂O₇·2H₂O(순정화학), NaBr(순정화학), NaCl(일본도구약품), ZnSO₄·7H₂O(신양화학)을 사용하였으며 직물표면의 수분분포를 측정하기 위한 시약으로는 CoCl₂(소화

화학)를, 습윤제로는 Triton X-100을 사용하였다.

3. 직물의 물성

기공도는 섬유와 직물의 비중으로부터 구하였고⁸⁾, 평면기공률은 직물의 면적과 기공의 면적으로 부터 산출하였다⁹⁾. 공기투과도는 KS K 0570에 준하여 Frazier 법에 의해 측정하였다.

4. 주사형 전자 현미경 관찰

시료를 0.5 cm×0.5 cm로 자르고 Sputtering Machine(JFC-110)을 사용하여 금으로 피복한 다음 주사형 전자 현미경(Scanning Electron Microscope JOL Model 35 CF)을 사용하여, 80배와 1000배의 배율로 관찰하였다.

5. 항온항습기 제작

직물의 수분전달 특성을 측정하기 위해 항온항습기를 제작하였다. 항온항습기는 120 cm×80 cm×60 cm(가로×세로×폭) 크기로 투명 아크릴판으로 제작하고 전면에는 glove를 부착하여 내부를 조작하도록 설계하였으며 바닥에는 동판을 사용하여 가열하였다. 내부의 온도를 일정하게 유지하기 위하여 on-off식 제어방식의 온도조절기(Omega Engineering, Inc.)와 J-type thermocouple을 장치하였다. 습도는 KCl 포화염용액을 배치하여 일정하게 유지하였으며 이러한 온·습도를 자기 온습계에 기록 확인하였다.

6. 수분전달

1) 흡수성

시료는 KS K 0901에 준하여 20±2°C, 65±2% RH

Table 1. Characteristics of fabrics

Fiber	Weave	Fabric count (warp×filling/5 × 5 cm)	Fabric* thickness (mm)	Fabric** weight (g/m ²)
Bleached Cotton sheeting	Plain	104 × 102	0.39	152
Wool chailis	Plain	104 × 104	0.33	108
Nylon 6.6 (Polyamide)	Plain	104 × 120	0.40	136
Dacron (Polyester)	Plain	104 × 80	0.39	164
Orlon (acrylic)	Plain	96 × 76	0.41	140
Polypropylene	Plain	96 × 80	0.50	168

* KS K 0506

** ASTM D 1910 - 1964

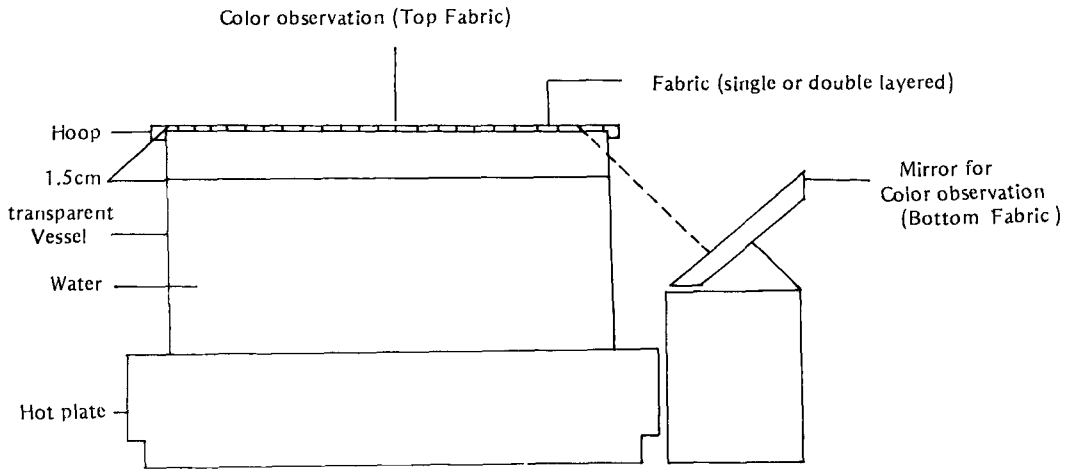


Fig. 1. Dynamic Surface moisture device.

의 조건하에 24시간 이상 방치하여 사용하였다.

(1) 심지 흡수법 (Strip test)

심지흡수법은 Harnett 등¹⁰⁾의 방법과 Mehrtens 등¹¹⁾의 방법에 준하였으며 두께, 밀도가 다른것을 보정하기 위하여 다음과 같이 Wickability⁴⁾를 산출하였다.

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

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

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

(2) 적하법 (Drop Absorption Test)

적하법은 AATCC 39-1974에 준하여 시험편의 표면으로부터 1 cm 정도 떨어진 높이에서 증류수를 넣은 뷰렛으로 물방울을 떨어뜨리면서 시험편 표면에서 특별히 반사되는 물방울이 눈에 띄지 않을때까지의 소요시간을 측정하였다.

2) 투습성

시료는 105°C 오븐에서 1시간이상 건조시킨 다음 데시케이터에 보관하여 사용하였다.

(1) 염화코발트법 (Cobaltous Chloride Method)

동적수분전달 측정법은 Scheurell¹²⁾, 홍¹³⁾에 준한 방법으로 염화코발트가 수분을 흡습할수록 푸른색에서 보라색을 거친 다음 붉은색으로 변하는 것을 이용하여 직물표면의 수분특성을 측정하였다. 시료에 염화코발트를 침지하기 위해 건조된 시료를 습윤제를 첨가한 증류수에 30분간 담근 후 mangle를 사용하여 짰다. 짠 시료를

25% 염화코발트 용액에 30분간 담갔다가 다시 mangle에서 짜는 것을 2회 반복하였다. 이 시료를 건조시켜 1 cm×7 cm(가로×세로)의 직사각형으로 절단한 다음 온도 30°C에 각각 상대습도 0%, 35%, 44%, 52%, 62%, 75%, 85%, 90%를 유지하는 포화염용액 (CaCl₂, CrO₃, K₂CO₃, Na₂Cr₂O₇·2H₂O, NaBr, NaCl, KCl, ZnSO₄·7H₂O)이 있는 8개의 시험관속에 시료를 넣은 뒤 밀봉하였다. 이러한 시험관을 온도 30°C, 상대습도 55%인 항온습기에 방치한 다음 평형상태에 도달했을 때의 색을 표준색으로 하였다.

평판형 동판 중앙에 hot plate(제일과학산업주식회사)를 이용하여 피부온 32±1°C인 땀발생 모형을 설치하고 지름 10 cm인 원형 시료를 모형위에 덮은 다음 시료의 표면이 포화염용액상에 있는 표준시료에 해당하는 색에 도달할 때까지 걸리는 시간을 측정하였다. 두겹시료의 경우 공기층이 없도록 시료를 밀착시켰으며 두겹시료중 아래시료의 색변화를 관찰하는데 있어 뒤집는 동안의 시료가 변색되는 것을 방지하기 위하여 모형옆에 거울을 설치하여 거울을 통해 아래에 놓인 시료의 색상변화를 관찰하였다(Fig. 1).

(2) 흡습법 (Absorption Method)

흡습법은 ASTM E 96-80-C(1986)법에 준하여 제작된 Compact humid chamber를 사용하여 기온 42°C, 상대습도 80%, 풍속 0.5 m/sec로 조절하였다. 투습컵의 투습면적은 28 cm²로서 투습컵 내부에는 건조제로 염화칼슘을 넣고 투습컵을 시료포로 덮은 후 파라핀으로

통합하여 24시간 동안 흡습한 양을 측정하였다. 투습도의 산출방법은 다음과 같다.

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

단, $WVT = \text{rate of water vapor transport, g/m}^2 \cdot 24\text{h}$

$g = \text{weight gain or loss, g}$

$t = \text{time, during which gain or loss, g, was observed, hour}$

$a = \text{exposed area of specimen, m}^2$

(3) 증발법 (Evaporation Method)

증발법은 KS K 0594에 준한 것으로 온도 30°C, 40°C, 상대습도 50%, 55%, 60%, 70%로 환경을 조절하였으며, 투습면적 60.8 cm²인 dish에 증류수를 표면에서 1 cm 떨어진 곳까지 채운다음 시료를 dish의 표면에 고정하고 dish 둘레를 밀폐한 후 24시간 동안 증발한 물의 양을 측정하여 온·습도의 변화에 따른 각각의 투습도를 측정하였다. 24시간 동안 흡습한 양을 측정하여 투습도를 흡습법과 같은 방법으로 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 섬유 친수성이 직물의 흡수성에 미치는 영향

직물의 중량에 대한 흡수된 물의 중량비(M)와 상승된 물의 높이(H)로 모세관 심지력을 나타낸 Wick-

ability (Table 2)는 오올론>면>폴리프로필렌>모>나일론>데이크론의 순서이다.

소수성 섬유인 오올론(표준수분율 : 1.5%)과 폴리프로필렌의 Wickability가 유난히 큰 원인을 규명하기 위하여 주사형 전자현미경으로 섬유의 표면 특성을 관찰한 결과(Fig. 2) 모두 스테이플사로 제작된 직물이었으나 다른 섬유들에 비해 오올론과 폴리프로필렌은 표면이 매끄러우며, 특히 오올론은 납작한 형태로 섬유표면에 많은 미세한 선형기공이 있는 것으로 나타났다(Fig. 3). 이러한 결과는 표면잔털이 액상수분전달에 가장 큰 영향을 미쳐 표면잔털이 감소할수록^{14,15)}, 섬유가 규칙적으로 배열될수록 수분 흡수속도는 증가하며¹⁶⁾, 아크릴의 좋은 모세관 심지력은 다공성 섬유내의 미세한 모세관 현상때문¹⁰⁾이라는 연구결과들과 일치한다.

면의 경우, 실의 표면이 불규칙하게 배열되고 거침에도 불구하고 모세관 심지력이 높게 나타난 것은 섬유자체의 흡습성 즉 친수성의 영향때문으로 해석된다. 모직물은 면직물보다 섬유의 흡습성은 좋으나 심지력이 낮게 나타난 것은 모의 구조적 특성 즉 스케일의 왁스층 및 권축과 스케일에 의해 실과 섬유가 불규칙하기 때문으로 사료된다. 나일론과 데이크론의 Wickability는 흡습성과 같은 순서로 나타났다.

경, 위사방향의 직물들에서 밀도의 차이에 따른 모세관 심지력의 특성을 보면 나일론을 제외한 모든 직물들은 경사방향으로 모세관 심지력이 더 좋다. 이것은 나일

Table 2. Wicking characteristics of fabrics

Fiber	M (%)	Mw (%)	Mf (%)	H	Hw	Hf	W	Ww	Wf
Cotton	39.6	40.0	39.2	6.6	6.8	6.3	2.8	2.7	2.5
Wool	25.9	25.8	25.9	3.1	3.1	3.0	0.8	0.8	0.8
Nylon	10.5	9.9	11.1	1.1	0.9	1.2	0.1	0.1	0.1
Dacron	2.5	2.5	2.5	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
Orlon	31.7	41.4	22.0	9.0	9.3	8.7	2.9	3.9	1.9
Polypropylene	24.7	22.9	26.5	5.7	6.2	5.2	1.4	1.4	1.4

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

Mw : M (%) of warp strip

Mf : M (%) of filling strip

H : mean of Hw and Hf (cm)

Hw : height of liquid wicked by warp strip (cm)

Hf : height of liquid wicked by filling strip (cm)

W : wickability = M (%), H (cm)/100

Ww : weight of liquid wicked by warp strip

Wf : weight of liquid wicked by filling strip

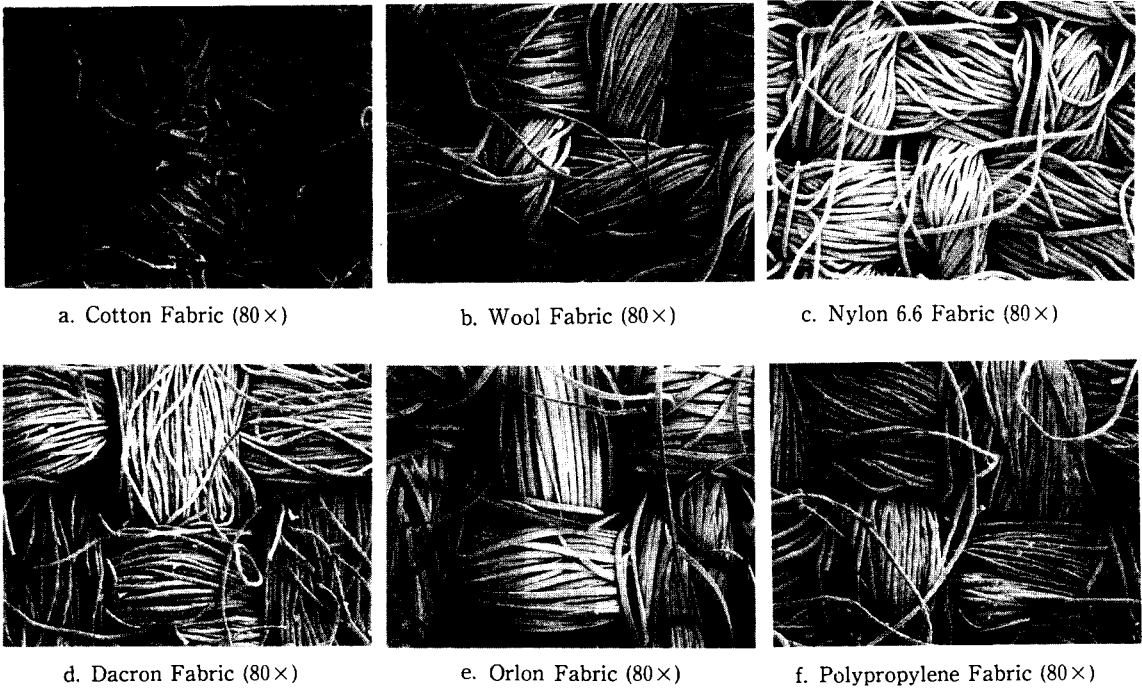


Fig. 2. Scanning Electromicrograph of Various Fabrics.

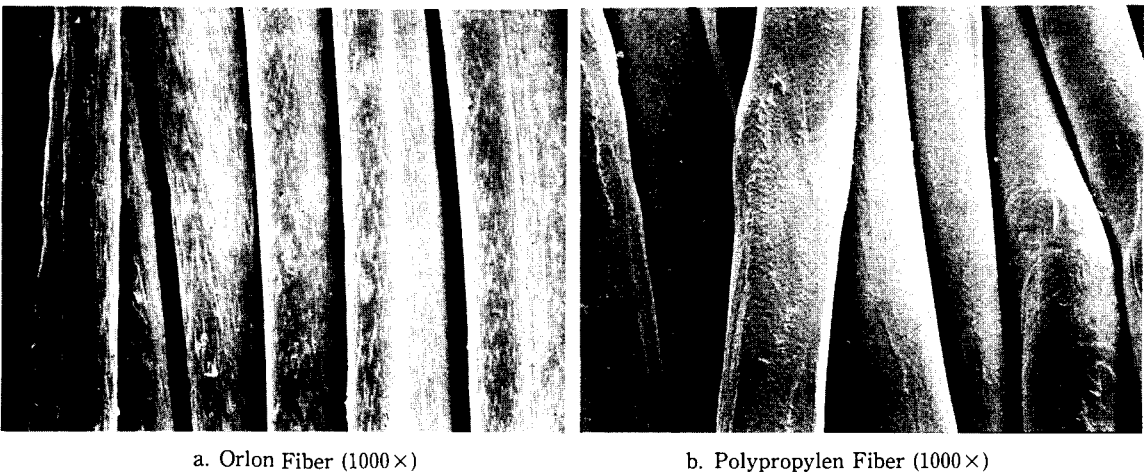


Fig. 3. Scanning Electromicrograph of Various Fibers.

론을 제외한 직물들은 경사방향이 위사방향보다 더 치밀하기 때문이며, Morton과 Hearle¹⁷⁾의 섬유간의 모세관의 반경이 작을수록 모세관 현상으로 인한 심지력이 좋다는 지적과 일치한다.

직물의 수분 흡수속도를 측정할 결과 (Table 3) 수분

흡수속도는 오울론>면>모>나일론>폴리프로필렌>데이크론의 순서로 나타났는데 이는 모세관 심지력 측정결과와 유사하여 원인도 같다고 사료된다. 단, 폴리프로필렌의 경우에 수분 흡수속도가 느리게 나타난 것은 오울론은 선형 기공 구조를 가지고 있어 모세관 심지

력이 높고 수분 흡수속도도 빠르지만 폴리프로필렌의 경우에는 구성섬유 표면에 다공성 구조를 전혀 갖고 있지 않기 때문에 친수성 및 표면에너지 차이등에 의해 수분 흡수속도가 느려진 것으로 보인다.

흡수성의 이같은 결과들은 섬유 친수성과 직물의 표면특성 및 기하학적 구조등의 영향이 동시에 작용하고 있음을 시사한다.

2. 직물의 구조적 특성이 투습성에 미치는 영향

직물을 통한 투습성의 기공도, 평면기공률 및 공기투과도의 영향을 검토한 결과는 Table 4와 같다.

각 직물의 기공도는 63~75% 범위이지만 공기투과도는 41~240 ft³/ft²/min의 분포로 현저한 차이가 있었으며 투습도는 기공도보다는 공기투과도와 더 유사한 경향을 알 수 있다. 또한 평면기공률을 계산한 결과 면과

나일론의 순위를 제외하고 기공도보다는 공기투과도와 더 유사한 경향으로 나타났다.

한겹 직물의 공기투과도와 투습도를 비교하여 보면 공기투과도는 모>데이크론>오올론>나일론>면>폴리프로필렌의 순서이나 투습도는 오올론>에이크론>모>폴리프로필렌>나일론>면의 순서이다. 면은 폴리

Table 3. Drop absorption rate of fabrics

Fiber	Time (sec)
Cotton	2
Wool	270
Nylon 6.6	850
Dacron	5,400
Orlon	1
Polypropylene	1,800

Table 4. Porosity, open free area, air permeability and water vapor transport of the fabrics

Fiber	Porosity (%)	Open free area (%)	Air permeability (ft ³ /ft ² /min)	WVT (g/m ² ·24h)
Cotton	75.3	7.8	93	10,888
Wool	75.2	21.6	240	12,938
Nylon 6.6	70.2	10.8	129	11,560
Dacron	69.5	8.0	179	13,964
Orlon	70.9	6.6	138	14,169
Polypropylene	63.1	2.0	41	11,674

Table 5. Air permeability and transported water vapor through double layered fabrics

		Nylon	Dacron	Orlon	Polypropylene
Air Permeability (ft ³ /ft ² /min)	Cotton down	57	70	65	32
	Cotton up	61	70	64	34
WVT (g/m ² ·24h)	Cotton down	8,872	10,866	9,897	10,626
	Cotton up	9,544	10,626	11,856	9,681
		Nylon	Dacron	Orlon	Polypropylene
Air Permeability (ft ³ /ft ² /min)	Wool down	98	120	108	40
	Wool up	105	123	96	36
WVT (g/m ² ·24h)	Wool down	10,933	12,574	11,686	11,504
	Wool up	12,551	12,096	12,232	12,278

프로필렌보다 공기투과도가 높았으나 투습도는 더 낮으며, 모는 공기투과도는 가장 높았으나 투습도는 오울론과 데이크론보다 낮고 나일론의 경우도 폴리프로필렌보다 공기투과도는 높지만 투습도는 낮다. 또한 공기투과도는 데이크론이 더 높았으나 투습도에서는 근소한 차이로 낮다. 그러므로 투습도는 공기투과도 이외의 요인이 작용하여, 섬유자체의 흡습성 측면에서 보면 공기투과도가 유사한 직물들에서 상대적으로 흡습성이 좋은 직물이 투습도가 낮은 경향임을 알 수 있다.

각 직물의 두겹 조합시의 공기투과도와 투습도를 비교하여 보면 (Table 5) 두겹 조합 즉 천연섬유와 합성섬유 직물의 조합시 의치에 따른 공기투과도는 크게 다르지 않다. 또한 공기투과도가 증가함에 따라 투습도가 증가하리라는 예측과는 달리 투습도는 공기투과도의 차이에 따라 반드시 변화하지만은 않는다는 것을 알 수 있다. 이것은 직물의 밀도가 커지면 친수성의 영향이 커진다¹⁸⁾는 선행연구 결과와 일치한다고 보고 친수성이 큰 천연섬유와 소수성이 큰 합성섬유의 조합에 따른 투습도를 비교하여 친수성이 수분전달에 미치는 영향을 검토하고자 하였다.

3. 섬유의 친수성이 직물의 투습성에 미치는 영향

1) 동적상태의 수분전달

염화코발트법으로 면, 모, 데이크론, 오울론, 폴리프로필렌 직물의 표면 수분분포를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 각 직물표면의 색상변화를 보면 초기에는 데이크론, 폴리프로필렌, 오울론, 면, 모 순서로 색상변화가 일어났으며, 일정시간이 경과한 후에는 합성섬유는 상대습도 62% 색상을 그대로 유지하는 것으로 나타났다. 이는 합성섬유를 통해 투습되지 못한 수분이 섬유표면에 흡착되므로 색변화가 빨리 일어나지만 시간이 경과하면 섬유자체가 수분을 함유할 수 없기 때문에 더 이상의 색상변화 없이 표면과 기공을 통하여 일정한 속도로 투습이 일어나기 때문이라고 판단된다. 이에 반하여 천연섬유는 직물자체의 수분보유력이 있고 따라서 섬유내부 및 기공을 통하여 함께 수분이 전달되므로 수분전달에 더 오랜 시간이 걸리며 표면색상도 천천히 변화하면서 색상변화가 많다. 또한 면보다 모섬유가 표면색상변화에 더 오랜 시간이 걸리는 것은 이상에서 언급된 섬유자체의 흡습성과 동적 수분전달과의 관계를 뒷받침 해준

다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 Scheurell¹²⁾과 홍¹³⁾의 합성섬유는 초기에 급속히 변화하고 천연섬유는 서서히 변화한다는 연구결과와 일치한다.

합성섬유의 면과의 조합과 합성섬유의 모와의 조합시의 동적 수분전달을 관찰한 결과 (Fig. 5) 면과 모를 각각 증기압이 높은쪽에 두고 합성섬유를 각각 증기압이 낮은쪽에 두었을 때 증기압이 높은쪽에 모를 둔 합성섬유가 증기압이 높은쪽에 면을 둔 합성섬유보다 표면색상변화가 더 빠르다. 이러한 결과는 앞서 평형상태의 수분전달에서 모가 면보다 투습도가 더 컸던 것과 일치하는 결과로 이것은 모섬유의 투습도가 좋고 투습저항이 적기 때문이다.

2) 평형상태의 수분전달

흡습법과 증발법으로 시간의 경과에 따른 면과 폴리에스테르 직물의 투습량을 측정된 결과 (Fig. 6, 7) 모두 시간이 지남에 따라 면이 증기압이 낮은곳에 위치할 때가

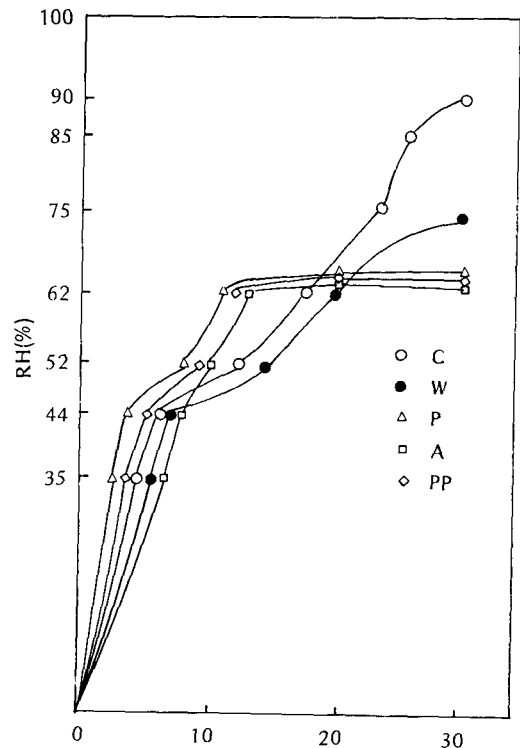


Fig. 4. Effect of Fiber Type on Dynamic Moisture Transfer by Cobaltous Chloride Method (Environmental Temperature, 30°C; Humidity, 55% RH)

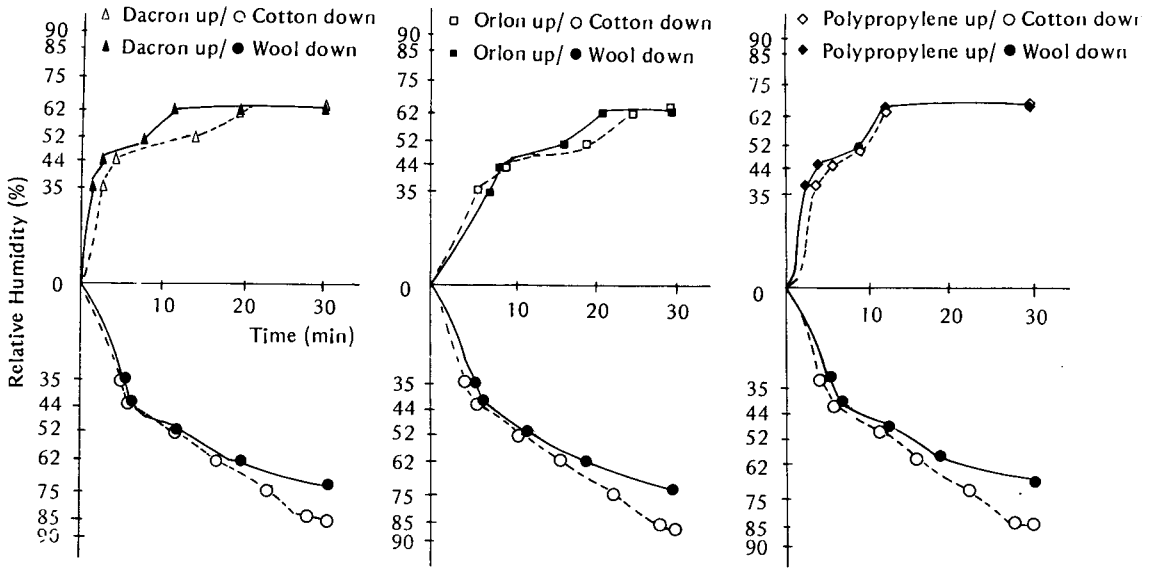


Fig. 5. Effect of double Layers with Cotton and Wool on Dynamic Moisture Transfer by Cobaltous Chloride Method (Environmental Temperature, 30°C; Humidity, 55% RH)

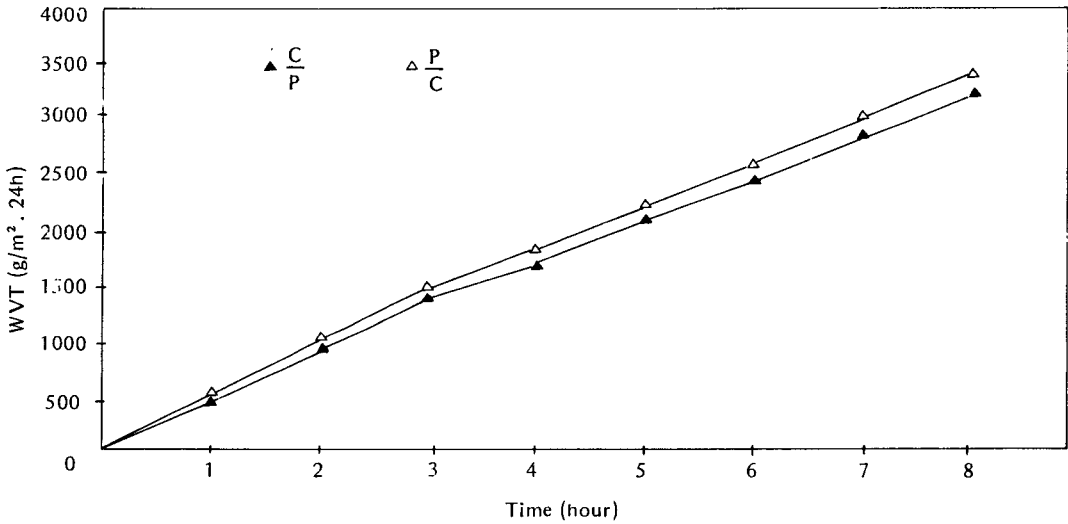


Fig. 6. Water Vapor Transport through Double Layered Fabrics of $\frac{\text{Cotton}}{\text{Polyester}}$ vs $\frac{\text{Polyester}}{\text{Cotton}}$ (Absorption Method)

증기압이 높은곳에 위치할때 보다 투습도가 더 높고 시간이 지남에 따라 그 차이가 커짐을 볼 수 있다.

직물의 투습성을 흡습법과 증발법으로 측정했을 때 직물의 조합방법에 따른 투습성의 변화양태는 유사하므로

직물의 조합에 따른 투습성을 증발법으로 살펴보았다.

면과 합성섬유의 조합방법에 따른 투습도변화와 상대 습도의 변화에 따른 투습도는 Fig. 8과 같다.

면과 합성섬유의 조합방법에서 친수성 섬유인 면이 증

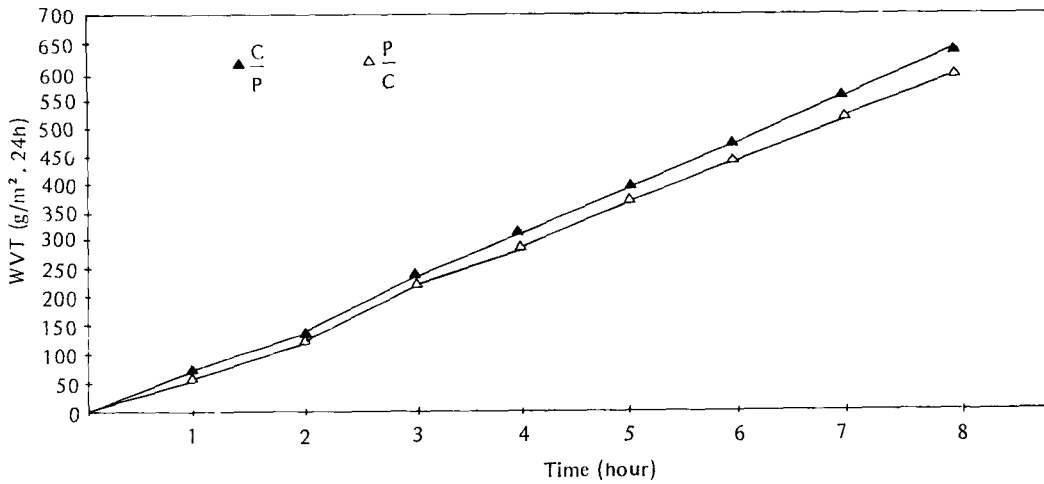


Fig. 7. Water Vapor Transport through double Layered Fabrics of $\frac{\text{cotton}}{\text{Polyester}}$ vs $\frac{\text{Polyester}}{\text{Cotton}}$ (Evaporation Method)

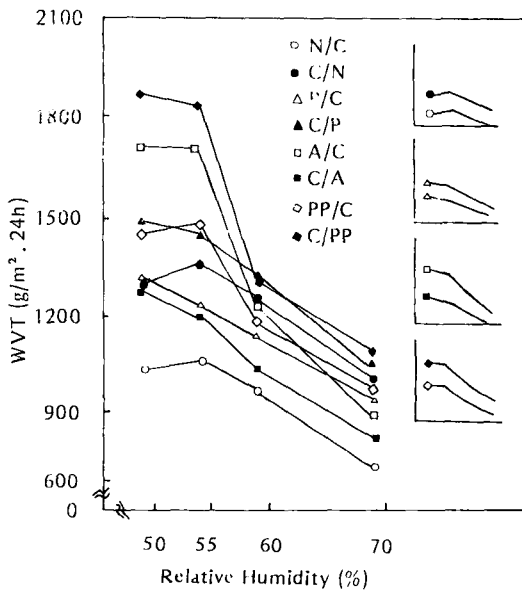


Fig. 8. Water Vapor Transport through Various Fabrics Double Layered with Cotton at Different Relative Humidities.

기압이 낮은쪽에 위치할 때 투습도가 높은것은 친수성 섬유를 증기압이 낮은 곳에 두었을 때는 친수성 섬유의 흡습열이 수분증발과 동시에 발산되므로 계속적인 수분의 흡수가 가능하기 때문이며, 면이 증기압이 높은곳에 위치할때 투습도가 낮은것은 친수성 섬유 자체내 보유한 수분으로 인해 위층으로의 수분전달을 저하시키고 섬유

의 흡습으로 인한 팽창으로 인해 기공을 막기 때문이라 사료된다. 이러한 결과는 Kim³⁾과 Spencer-Smith¹⁹⁾의 연구결과와 일치한다. 그러나 면과 오울론의 조합은 오울론이 증기압이 낮은쪽에 있을때가 증기압이 높은쪽에 있을때 보다 투습도가 높게 나타났다. 이것은 오울론이 수분을 흡수하여 빨리 외부로 확산증발시켜서²⁰⁾ 물의 보유성이 적기 때문으로 아크릴이 면과 모보다 수분을 외부로 빨리 확산시켜서 계속적인 수분의 흡수가 용이하다는 Pontrelli²¹⁾의 연구와 일치한다.

섬유자체의 흡습성, 표면특성 및 기하학적 구조가 작용하는 앞의 흡수성에서 오울론과 수분전달이 잘 되었던 것과 투습성에서 면과 오울론의 조합시 오울론이 증기압이 낮은곳에 있을때가 증기압이 높은곳에 있을때 보다 투습도가 높음과 관련해 볼 때 흡수성이 우수한 섬유를 증기압이 낮은곳에 두었을 때 투습이 잘되는 것으로 판단된다.

상대습도의 변화에 따른 투습도를 살펴보면 습도가 50%에서 70%로 높아짐에 따라 투습도는 감소하였으며 두겹을 조합한 경우 투습도의 차이는 적어졌다.

이는 외기의 상대습도가 낮은 경우 합성섬유가 증기압이 높은곳에, 천연섬유가 증기압이 낮은곳에 위치할때 수분이 빠른 속도로 합성섬유를 통해서 투습되어 친수성 섬유의 흡습성으로 흡습하여 투과시키나, 외기의 상대 습도가 높아지면 천연섬유의 건조속도가 느려져 투습이 방해되기 때문이라 생각되며 이 결과에서 섬유의 친수성

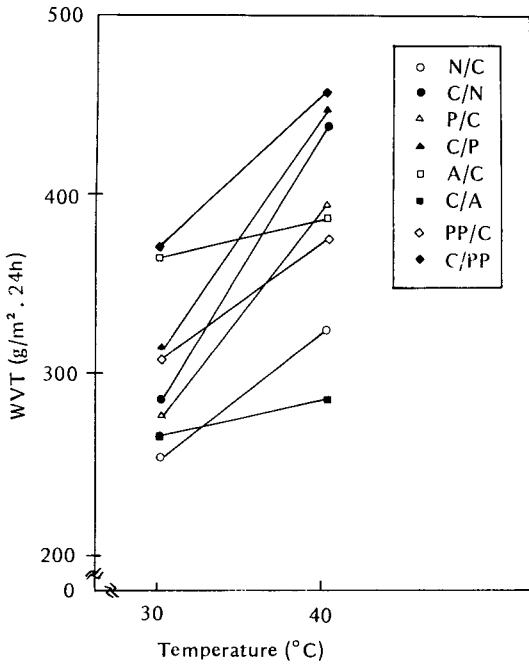


Fig. 9. Water Vapor Transport through Various Fabrics Double Layered with Cotton at Different Temperatures.

의 영향을 다시한번 찾아볼 수 있다.

면과 합성섬유의 각 조합시 온도에 따른 투습도의 변화 결과(Fig. 9) 온도가 30°C에서 40°C로 변함에 따라 투습도가 높아지며 면과 합성섬유의 각 조합방법에 따른 온도의 차이가 약간 커진다. 온도가 높을수록 투습도가 증가하는 것은 증기압의 차이가 커지고 물분자의 움직임이 온도가 높아짐에 따라 활발해지기 때문이며 온도가 높을수록 조합방법에 따른 투습도의 차이가 약간 커짐은 습도변화때와 같은 원리로서 천연섬유의 건조속도의 영향을 생각해 볼 수 있다.

모와 합성섬유의 조합방법에 따른 투습도 변화와 상대 습도의 변화에 따른 투습도(Fig. 10)는 면과 합성섬유의 조합과 같은 양상임을 알 수 있다. 면과 합성섬유의 조합에 따른 투습도와 비교할때 모와 합성섬유의 조합에 따른 투습도가 약간 높다. 이는 모 자체의 직물 구조적 특성(두께, 중량등)과 섬유의 체적당 투습저항이 면보다 모가 더 적기 때문이다. 그러나 면과 모의 투습도 차이는 습도가 높아짐에 따라 감소하는데 이는 높은 습도에서는 직물에 따른 투습저항력의 효과가 감소하기 때문

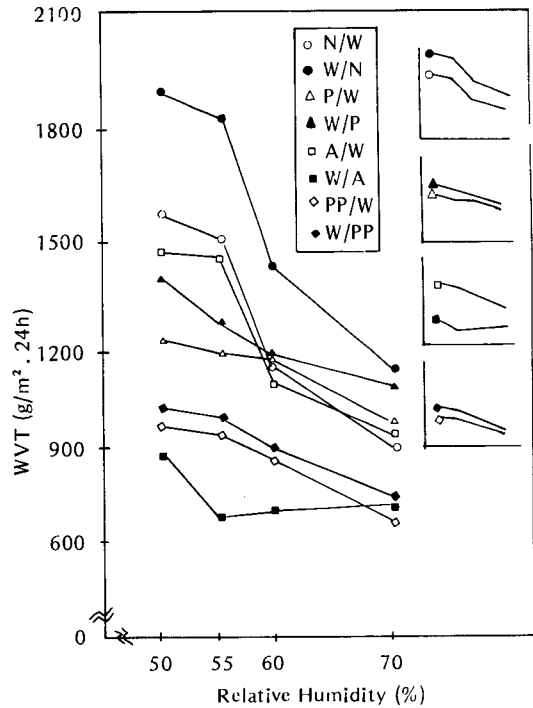


Fig. 10. Water Vapor Transport through Various Fabrics Double Layered with Wool at Different Relative Humidities.

이다. 모와 합성섬유의 각 조합시 온도에 따른 투습도의 변화는 Fig. 11과 같다.

나일론, 데이크론, 오올론, 폴리프로필렌의 모와의 조합방법에 따른 투습도와 습도에 따른 투습도 변화, 온도에 따른 투습도 변화는 면과 각각의 조합시의 결과와 같다. 그러므로 친수성 섬유와 소수성 섬유의 두겹조합을 통한 수분전달은 다음과 같은 것으로 사료된다.

천연섬유를 증기압이 높은곳에 합성섬유를 증기압이 낮은곳에 두었을때는 천연섬유가 자체내 수분보유력으로 투습성이 저하되며, 수분 흡습시 팽창으로 인하여 직물의 기공을 막음으로 수분전달이 어려운 것으로 생각된다.

천연섬유를 증기압이 낮은곳에 합성섬유를 증기압이 높은곳에 두었을때는 합성섬유를 통해 외기로 투습되지 못한 수분이 어느정도 합성섬유 표면에 흡착되나 합성섬유의 흡습성 결여로 직물의 표면과 기공을 통해 수분을 전달시킴으로 수분전달이 잘된다. 이때 위층의 천연섬유는 수분을 흡습하나 외기에 접해있으므로 증발이 용이

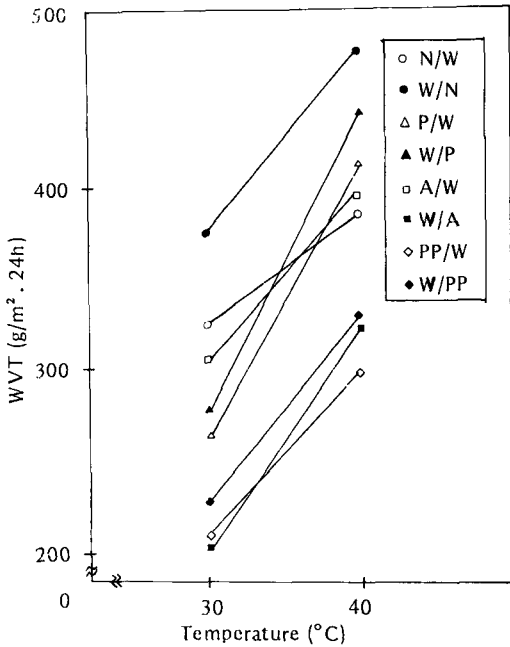


Fig. 11. Water Vapor Transport through Various Fabrics Double Layered with Wool at Different Temperatures.

하여 투습성이 우수하다. 그리고 증기압이 높은곳에 위치한 합성섬유의 표면흡착은 흡수성이 좋은 섬유를 밀착시켜 위에 덮으로써 흡수되어 외기로 증발된다고 해석된다.

그러나 투습되지 않은 수분이 표면과 내부에 흡착된 정도는 표면습도를 측정할 수 있는 센서를 사용하여 정량적으로 분석하는 것이 필요하며, 이러한 분석은 메카니즘을 규명하는데 더욱 도움이 될 것으로 기대된다.

IV. 결 론

섬유의 종류와 조합에 따른 직물의 수분전달 특성을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 직물의 흡수성은 오울론>면>모>나일론>폴리프로필렌>데이크론의 순으로, 섬유의 흡습성과 직물의 표면특성이 동시에 작용하는 것으로 나타났다.
2. 직물의 동적 수분전달에 있어 합성섬유는 초기 급격한 표면색상변화 후 일정한 색상이 지속되었으며 천연섬유는 계속 점진적으로 변화한 것으로 나타났다.

3. 천연섬유와 합성섬유의 조합방법에 따른 투습도는 천연섬유가 증기압이 낮은쪽에, 합성섬유가 증기압이 높은쪽에 위치할 때가 그 반대 조합보다 더 높으나, 오울론은 반대로 나타났다. 이것은 흡수성이 큰 직물이 증기압이 낮은곳에 위치할 때 투습도가 큰 것을 의미한다.

4. 직물의 조합방법에 따른 투습성은 온도가 높을수록 상대습도가 낮아질수록 컸다.

이상의 결과로 천연섬유는 흡습성으로 인해 수분보유력이 크며, 합성섬유는 수분보유력이 작아 천연섬유와 합성섬유의 조합시 흡수성이 큰 직물이 증기압이 낮은곳에 위치했을때 투습이 더 잘되는 것으로 판단된다.

그러므로 일상의 의복착용시 친수성 섬유를 증기압이 낮은쪽에 덮으로써 효과적인 투습효과를 얻을 수 있음을 알 수 있으며, 피부와 접촉면에서의 흡수성, 촉감과 함께 실제 인체에 착용되었을때 착용감에 어느정도 관계하는지 지속적인 연구가 이루어져야 한다고 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Lofquist, R.A., Saunders, P.R., Tam, T.Y., Twilley, I.C., "Hydrophilic Nylon for Improved Apparel Comfort," *Textile Res. J.*, **55**, pp. 325-333, 1985.
- 2) Wehner, J.A., Miller, B. and Rebenfeld, L., "Dynamics of Water Vapor Transmission Through Fabric Barriers," *Textile Res. J.*, **58**, pp. 581-592, 1988.
- 3) Kim, J.O., "Surface Temperature Changes and Moisture Transfer through Fabric and Porous Film Assemblies," Doctoral dissertations, University of Maryland, 1987.
- 4) Knight, B.A., Hersh, S.P., Brown, P., "Moisture Characteristics of Some Knit Fabrics Made from Blend Yarns," *Textile Res. J.*, **40**, pp. 843-851, 1970.
- 5) Coplan, M.J., "Some Moisture Relation of Wool and Several Synthetic Fibers and Blends," *Textile Res. J.*, **23**, pp. 897-916, 1953.
- 6) Buras, E.M., Goldthwait, C.F. and Kraemer, R.M., "Measurement and Theory of Absorbency of Cotton Fabrics," *Textile Res. J.*, **20**, pp. 239-248, 1950.
- 7) Wallenberger, F.T., "The Effect of Absorbed Water on the Properties of Cotton and Fibers from Hydrophilic Polyester Block Copolymers," *Textile Res. J.*, **48**, pp. 577-581, 1978.
- 8) 김태훈, 섬유학 실험. 서울 : 형설출판사, 1982.
- 9) 지동선, "직물의 투습성에 관한 연구 (1)—직물의 기공

- 직경 및 평면기공률의 투습저항과의 관계”, 한국섬유 공학회지, 제26권, pp. 1-8, 1989.
- 10) Harnett, P.R., Mehta, P.N., A Survey and Comparison of Laboratory Test Methods for Measuring Wicking, *Textile Res. J.*, **54**, pp. 471-478, 1984.
 - 11) Mehrtens, D.G. and McAlister, K.C., “Fiber Properties Responsible for Garment Comfort”, *Textile Res. J.*, **32**, pp. 658-665, 1962.
 - 12) Scheurell, D.M., Spivak, S.M., Hollies, N.R.S., “Dynamic Surface Wetness of Fabrics in Relation to Clothing Comfort,” *Textile Res. J.*, **55**, pp. 394-399, 1985.
 - 13) 홍경희, “염화코발트법을 이용한 직물의 동적 수분전달에 대한 연구,” 한국섬유학회지, Vol. 13, No. 4, pp. 400-411, 1989.
 - 14) Minor, F.W., Schwartz, A.M., Buckles, L.C., Wulkow, E.A., Marks, M.P. and Fielding, G.H., “The Migration of Liquids in Textile Assemblies, Part IV; Penetration of Fabrics by Liquids,” *Textile Res. J.*, **31**, pp. 525-539, 1961.
 - 15) Bogaty, H., Hollies, N.R.S., Hintermaier, J.C. and Harris, M., “Some Properties of Serges Made from Blends of Wool with Acrylic Type Softeners,” *Textile Res. J.*, **23**, pp. 536-544, 1953.
 - 16) Hollies, N.R.S., “Kaessinger, M.M., Bogaty, H.,” Water Transport Mechanisms in Textile Materials, Part I; The Role of Yarn Roughness in Capillary type Penetration,” *Textile Res. J.*, **26**, pp. 829-835, 1956.
 - 17) Morton, W.E. and Hearle, J.W.S., *Physical Properties of Textile Fibres*, The Textile Institute and Butterworth & Co., London, 1975.
 - 18) Rees, W.H., “Physical Factors Determining The Comfort Performance of Textiles,” in papers presented at the 3rd Shirley International Seminar *Textile for Comfort*, Shirley Institute, 1971.
 - 19) Spencer-Smith, J.L., “Some Aspects of Tropical Clothing,” in papers presented at the 3rd Shirley International Seminar: *Textile for Comfort*, Shirley Institute, 1970.
 - 20) Smith B.F., Block, I., *Textile in Perspective*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, p. 137, 1982.
 - 21) Pontrelli, G.J., “Partial Analysis of Comfort's Gestalt,” *Clothing Comfort*, Edit, Hollies, N.R.S. and Goldman, R.F., Ann Arbor Science, 1977.