

## 모직물의 수분율 변화와 구조에 따른 기공도 및 수분전달 특성 변화

김 동 옥 · 나 미 희 · 김 은 애

연세대학교 생활과학대학 의류환경학과

### Change of Porosity and Water Vapour Transport Properties of Wool Fabrics by the Change of Moisture Regain and Fabric Structure

Dong Ok Kim · Mi Hee Na · Eun Ae Kim

Dept. of Clothing and Textiles, Yonsei University  
(1999. 3. 12 접수)

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes of pore area and water vapour transport by the changes of moisture regain and fabric structure of wool fabrics.

As specimens 4 worsted wool fabrics were used, The pore area were measured by image analysis method and dinamic vapour transport and water reisitance was determined by clothing—environment—body modelling system. The pore area was changed by the moisture regain of wool fabrics. The change of pore area was influenced by the yarn twist, thread count and cover factor, and the weave type. The water vapour transport was changed by the moisture regain. The change of water vapour transport was influenced by the change of pore area, which was determined by image analysis

**Key words:** wool fabrics, hygral expansion, porosity, image analysis, water transport;  
모직물, 습윤팽창, 기공도 화상분석, 수분전달

#### I. 서 론

모직물은 뛰어난 염색성, 흡수성, 보온력 등의 성질로 인해 훌륭한 의복 재료로 평가받고 있으나 모직물의 습도변화에 따른 수분율 변화는 직물의 칫수 변화를 수반하는 습윤팽창 현상을 일으켜, 직물의 칫수변화와 심퍼커링 등의 형태안정성의 문제를 일으킨다<sup>1-3)</sup>. 특히 최근에는 고부가가치를 위한 얇고 가벼운 직물의 생산에 대한 관심이 높아지고 있

는데 이러한 경량박지 직물은 두껍고 무거운 중량 직물에 비하여 습윤팽창 현상이 외관으로 더 직접 연결되기 때문에 생산단계에서부터 적절한 구조적 특성이 고려되어야 한다. 또한 습윤팽창은 가역적 현상<sup>4)</sup>이기 때문에 수분율 증가시 길이나 두께가 증가하고, 반대로 수분율이 감소하면 길이 및 두께의 감소를 가져오게 되는데 이러한 변화에 의해 기공도의 변화가 일어나게 된다. 직물에 있어서 섬유와 섬유사이, 실과 실사이에 형성되는 다양한 기공의 크기, 모양 및 분포는 직물의 통기성이나 수분전달

등의 요인에 영향을 미쳐 의복의 착용성능에도 영향을 미치게 된다. 나미희<sup>4,5)</sup> 등의 연구 결과 친수성 섬유는 흡수에 의한 팽윤현상은 직물의 체적 및 두께의 변화를 일으켜 기공도의 변화를 일으켜 공기 투과도가 감소하였으며 이순원 등<sup>6)</sup>은 친수성 섬유의 수분 흡수로 인한 팽윤에 의해 시간 경과에 따라 친수성 직물의 수증기 이동 속도의 감소를 보고한 바 있다. Wehner<sup>7)</sup> 등도 상대 습도 증가에 따른 기공도 및 두께의 변화를 보고하였으며 친수성 섬유일수록 기공의 감소율의 변화는 더 급격하다고 하였다.

기공도는 평면기공율, 기공도(porosity) 등의 방법으로 계산이 가능하나 이러한 방법으로는 수분율 변화에 따른 기공도의 변화를 관찰하기 어려워 기공도 변화에 대한 정량적 연구는 거의 없으며 기공의 변화율과 수분전달 능력을 직접 연관시켜 행해진 연구는 없다.

따라서, 본 연구에서는 화상분석법을 이용하여 수분율 변화에 따른 기공도의 변화를 정량적으로 분석하고자 하였으며 이에 따른 수분전달 능력의 변화를 분석하고 직물의 구조적 특성이 기공도 및 수분전달 특성에 미치는 영향을 함께 고찰하였다.

## II. 실험방법

### 1. 시료

시판되고 있는 구조가 서로 다른 경량박지 모직물 4종을 사용하였으며, 시료별 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of Fabric Samples

No.	Fiber Type	Fabric Count (W×F/inch)	Yarn Twist (W, F)	Yarn Number (W×F)	Weave Type	Thickness (mm)	Weight (g/m <sup>2</sup> )	Cover Factor (W, F)
WT1	wool 100%	80×80	z770/z630, z770/z630	2/72×2/72	2/2 Twill	0.38	214	13.3, 13.3
WT2	wool 100%	84×82	z820/s880, z820/s880	2/80×/80	2/2 Twill	0.35	185	13.0, 13.0
WT3	wool 100%	72×70	z770/s830, z770/s1330	2/72×2/72	2/1 Twill	0.37	183	12.0, 11.7
WP	wool 100%	72×62	z770/s1020, z770/s1020	2/72×2/72	Plain	0.29	158	12.0, 10.3

## 2. 기공도 측정

### 2-1. 화상분석 장치

화상분석기구는 현미경과 연결된 CCD 비디오 카메라(CCD color Camera, Toshiba Co.)를 사용하여 컴퓨터에 장착된 프레임 그레버(frame grabber, DT 3851- Data Translation Inc.)에 입력 저장하여 분석하였다. 현미경 배율 40배에서 기공도 측정에 알맞은 조도를 선택해 포착한 화상을 필터링 과정을 거쳐 기공분석에 불필요한 노이즈를 제거한 후 분석하였다. 필터링을 거친 화상의 그레이 레벨을 인식하여 적절한 Threshold값을 기준으로 흑백이미지로 변환한 후 전체 픽셀수, 기공의 픽셀수를 계산하여 다음 식에 의해 기공율을 계산하였다. Threshold 값은 섬유의 지름을 미리 calibration하고, 섬유에 해당하는 부분의 그레이레벨을 바탕으로 화면에 나타난 곳 중 임의로 다섯 곳을 선정하여 흑백이미지로 변환하였으며 기공의 면적은 이의 평균값을 취하도록 하였다.

$$Pore\ area(\%) = \frac{White\ Pixel\ Number}{Total\ Pixel\ Number}$$

### 2-2. 수분율 변화에 따른 기공도 측정 및 변화율 환산

수분율 변화에 따른 기공도의 변화는 다음과 같은 방법으로 수분율을 조절하면서 기공도를 산출하였다. 시료를 증류수에 24시간 침지한 후, 압지로 여분의 물을 제거하여 무게증가가 32%가 되도록 조절

하였다. 포화된 시료를 현미경의 재물대 위에 올려 놓고 5분 간격으로 CCD카메라를 이용하여 화상을 얻어내었으며 이 때 시료의 수분율도 같이 측정하였다. 측정은 100% 모직물의 수분율이 13% 이하에 달하는 20분까지로 하였다. 건조시료의 기공도(pore area)는 각 시료에 측정 부위를 표시하고 건조기에서 항량이 될 때까지 건조하여 측정하였다.

수분을 변화에 따른 기공도 변화율(pore area change)은 건조상태에서의 기공도와 포화상태 즉 0분에서의 기공도로 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Pore Area Change(\%)} = \frac{p_d - p_s}{p_s} \times 100$$

여기서,  $p_d$  : pore area of dry specimen  
 $p_s$  : pore area of saturated specimen (at 0 min)

### 3. 기체상태 수분전달 측정

#### 3-1. 수분전달 측정 장치 및 측정 방법

인체-의복-환경을 모델링한 동적 열수분전달 장치<sup>8)</sup>를 이용하여 기공도 변화에 따른 기체상태 수분전달의 변화를 측정하였다. 실험장치는 히터와 연결된 구리판을 35°C로 연결시켜 피부를 모델링하고 직경 12.5cm, 두께 6mm의 원형 아크릴관에 동일 크기의 원형시료를 부착하여 의복을 모델링하였으며 흡습성 부직포(Sontara 8406, rayon/polyester 70/30, Du Pont Co.)를 구리판에 부착하여 증류수를 부여해 발汗을 모델링하였으며 필름형 습도센서(Coreco Co.)를 직물과 부직포 사이에 삽입하여 의복내 습도를 측정하였다.

직물의 수분율에 따른 기공도 변화에 의한 기체상태 수분전달의 변화를 알아보기 위해 표준상태(온도 21°C, 상대습도65%의 항온항습실에 24시간 방치)의 시료와 증류수에 침지, 포화시킨 시료를 사용하여 의복내 습도 변화를 측정하였다.

#### 3-2. 투습완충 지수<sup>9, 10)</sup>

직물의 수분전달 능력은 Fig. 1과 같이 측정된 값에서 투습완충지수로 산출하였다. 투습완충지수는 측정 상대 습도값을 수증기압으로 환산하여 초기수

증기압 증가속도  $p$ , 최대 수증기압 증가분  $P_{max}$ , 최대 수증기압에 이르는 시간 $t_{max}$ 를 이용하여 다음식에 의해 계산하였다.

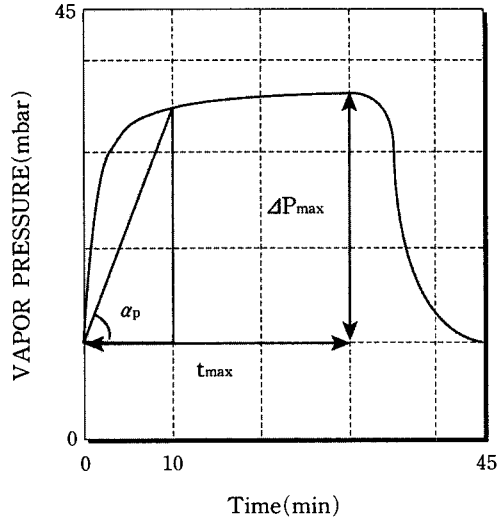


Fig. 1. Determination of buffering index  $K_d$ .

$$K_d = C / (\alpha_p \times \Delta P_{max} \times t_{max})$$

여기서  $K_d$  : buffering index

$C$  : constant coefficient (10000mbar<sup>2</sup>)

$\alpha_p$  :  $\tan = \Delta P_{10}(\text{mbar}) / 10 \text{ min}$

: increase of water vapor during the 10 min after starting the sweat pulse

$\Delta P_{max}(\text{mbar}) = P_{max} - P_0$

: maximum water vapor pressure difference

$t_{max}$  : time lapse after which the maximum water vapor pressure is reached

#### 3-3. 투습저항도

기체상태 수분전달의 변화는 투습저항도를 산출하여 평가하였다.

투습저항도는 수증기와 열에 대해 완전 불투과성 물질이 있을 경우 의복내 최대 수증기압을 계산해 보면 56.43mbar이며, 이러한 재료를 이용하여 미세기후를 측정해 본다면 45분 동안의 수증기압이 56.42mbar를 나타낼 것이므로 완전 불투과성 물질에

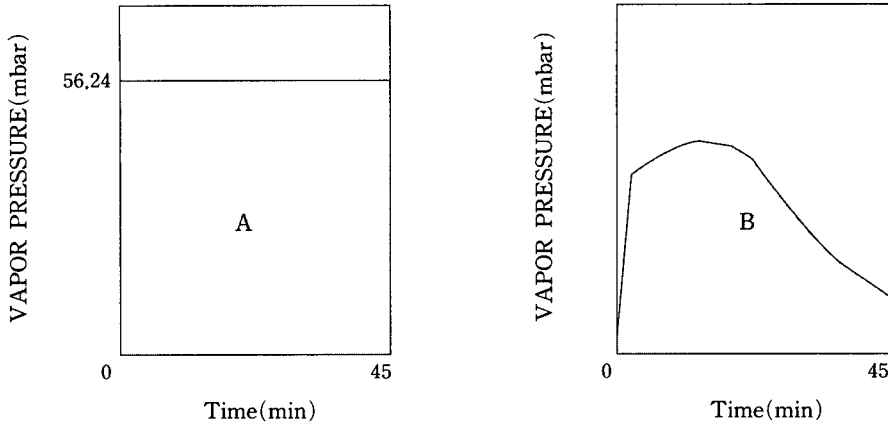


Fig. 2. Determination for vapor trasport resistance.

대한 수증기압 곡선을 Fig. 2과 같이 설정하고, 이에 대한 각 시료의 수증기압곡선 아래 면적에 대한 비로써 다음 식과 같이 투습저항도를 산출하였다.

$$Area = \int_0^{50} \frac{C(t)}{C_0} dt$$

$$\text{Vapour Transport Resistance}(\%) = \frac{B}{A} \times 100$$

여기서, A: area by vapour pressure—time curve of impermeable material

B: area by vapour pressure—time curve of sample

#### 4. 공기저항도

수분율에 따른 공기저항도를 측정하기 위하여 화상분석에서 측정된 것과 유사한 수분율을 갖는 시료를 사용하여 자동 공기투과도 시험기(KES-F8-API, Kato Tech. Co.)를 이용하여 측정하였다.

### III. 결과 및 분석

#### 1. 직물의 수분율 및 구조에 따른 기공도 변화

##### 1-1. 수분율 변화에 따른 기공도

수분율 변화에 따른 기공율 변화를 분석하기 위하여 수분율을 32%정도로 조절한 시료를 현미경 위에 놓고 시간이 지남에 따라 수분율이 감소되면서

기공의 변화가 생기는 현상을 화상분석법으로 측정하였다. Fig. 3을 보면 모든 시료에 있어 시간경과에 따라 즉 수분율이 감소함에 따라 기공율이 증가됨을 볼 수 있는데 이는 나미희<sup>11)</sup>의 결과와도 일치하는 것으로 습윤 팽창의 가역적 현상을 보여주는 것이다.

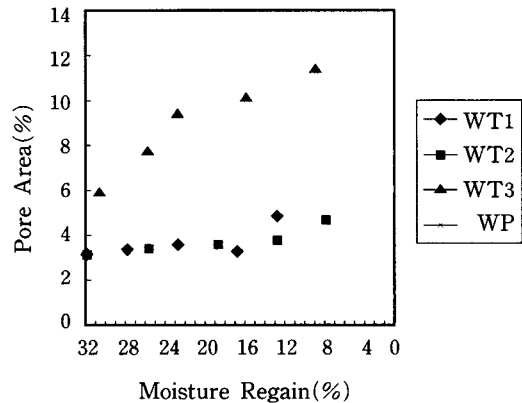


Fig. 3. Effect of moisture regain on the pore area of wool fabrics.

직물의 종류별로 보면 꼬임수가 비교적 많고 밀도가 낮은 평직 WP의 기공도가 가장 크며, 다음으로 평직과 비슷한 밀도와 피복도를 가진 능직 WT3가 그리고 피복도가 가장 큰 능직 WT1, 2는 거의 같은 값을 나타내고 있다. 수분율 24%감소에 따른 기공율의 증가율은 2~6%이며, WT3>WP>

WT1~WT2의 순을 나타내었다. 우선 능직 세가지를 비교하여 보면, 능직 WT3가 실의 꼬임수가 많고, 밀도가 적기 때문에 초기의 기공도가 크며, 수분율이 감소함에 따라 충분히 팽윤하였던 실이 수축하면서 최대의 기공증가를 나타낸 것으로 판단된다. 이에 비해 능직 WT1, 2는 꼬임수는 능직 WT3에 비하여 적지만 밀도가 더 조밀하기 때문에 실의 팽창이나 수축의 폭이 크지 않은 것으로 사료된다. 평직의 경우 실의 꼬임이 많은 실을 사용하였고 조직의 교차점이 능직보다 많은데도 불구하고 밀도가 낮기 때문에 초기의 기공율도 크고, 수분감소에 따른 기공증가율도 능직 WT1, 2에 비해 크게 나타난 것으로 해석된다. 이와 같이 기공의 변화는 직물의 밀도>조직에 의한 교차점>실의 꼬임에 의하여 영향을 받는 것을 알 수 있다.

이와 같은 기공도의 변화가 실제로 옷감의 성능의 하나로 나타나는 공기 투과도에 미치는 영향을 검토하기 위하여 수분율이 다르게 조절된 시료들의 공기저항도값을 측정하였다(Table 2). 수분율이 24%정도의 값의 차이를 나타내는 범위에서 저항도는 능직의 경우에는 0.3KPa·s/m을 그리고 평직의 경우에는 약 0.1KPa·s/m의 차이를 보이고 있는데 이는 상대습도 증가에 따라 친수성 섬유의 흡수에 의한 기공도 감소로 공기투과도가 감소함을 보고한 Wehner 등<sup>7)</sup> 및 허윤숙 등<sup>4)</sup>의 연구와도 일치한다. 시료에 따른 차이를 보면 능직 WT3의 변화량이 가장 크며, 평직은 변화량이 가장 작은 것으로 나타났는데 공기 투과도는 기공의 크기 뿐 아니라 기공의 수 및 두께에 의하여도 달라진다는 Goodings<sup>9)</sup>의 연구결과로 해석할 수 있다.

#### 1-2. 직물의 구조적 특성에 따른 기공도의 변화 위에서 언급한 수분율 변화에 따른 기공도의 변

화는 습윤팽창의 메카니즘으로 설명될 수 있다. 습윤팽창시 기공도의 감소는 직물을 구성하는 실의 직경 변화에 의해 일어나며 실의 직경변화는 실과 실간의 상호작용력에 영향을 받으므로 직물의 구조에 따라 기공도의 변화도가 틀려지게 된다.

본 연구에서는 직물 구조에 따른 기공도의 변화도의 차이를 고찰하기 위해 기공의 변화율(pore area change)을 계산하여 각 직물별 기공도 변화를 평가하였다. 포화상태 및 건조상태의 기공도는 Table 3에 제시하였다.

모직물의 습윤팽창에 관한 기존의 연구<sup>1-3)</sup>를 보면 습윤시 모섬유는 곡률반경이 변화나 코텍스 구조에 의하여 길이가 변화하며, 직물은 습윤팽창시 직물의 구조상 크립프와 세팅에 따라서 직물의 길이가 변화하는 것으로 설명하였다. 그러나 실제 모직물의 습윤팽창은 섬유의 곡률반경이나 크립프 뿐 아니라 실의 꼬임이나 직물의 밀도에 따라 달라지기 때문에 실의 구성에 따른 길이와 지름방향의 습윤팽창을 설명하는 것이 직물의 습윤팽창 메카니즘을 보다 구체적으로 설명하여 습윤팽창을 제어할 수 있는 방향을 제시할 수 있을 것이다. 습윤팽창의 메카니즘은 수분 흡수로 인한 섬유와 실의 팽창으로 직물의 변화가 나타나는 것이라 할 수 있다. 습윤팽창시 기공도의 감소는 직물을 구성하는 실의 직경 변화에 의해 일어남을 알 수 있으며 실의 직경변화는 실과 실간의 상호작용력에 영향을 받으므로 직물의 구조에 따라 기공도의 변화도가 틀려질 것으로 생각된다. 또한 섬유에 따른 수분팽창의 차이에 의해 모직물의 섬유조성도 기공도의 변화도에 영향을 미치리라 판단된다.

실 내부의 섬유들은 100% 충전된 상태는 아니지만 실의 길이나 지름 방향의 습윤팽창은 주로 섬유

Table 2. Air Resistance of Fabrics at Various Moisture Regain

	Moisture Regain (%)				
	8	13	19	26	32
WT1	1.61	1.60	1.65	1.62	1.89
WT2	1.60	1.65	1.46	1.63	1.92
WT3	2.68	2.75	2.65	2.85	3.14
WP	0.29	0.32	0.31	0.36	0.41

Table 3. Pore Area of Fabrics at Saturated and Dry Condition

No.	Pore Area(%)	
	Saturated Fabric	Dry Fabric
WT1	3.12	4.80
WT2	3.15	4.50
WT3	6.00	12.60
WP	10.25	13.42

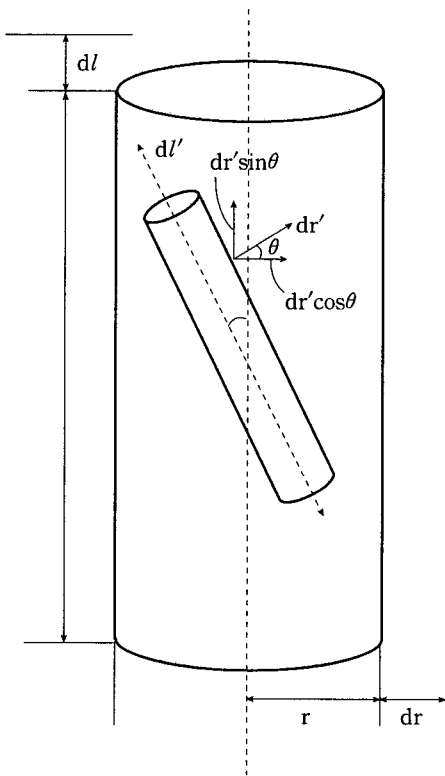


Fig. 4. Dimensional change of fiber and yarn by swelling.

의 팽창에 의한 것이다. Fig. 4는 섬유지름의 팽윤이 꼬임에 따른 실의 길이 및 지름의 습윤팽창에 미치는 영향을 모델링한 것이다.

실이 구성섬유로 이루어진 연속체라고 가정하면 섬유의 팽윤( $dr'$ )에 따라 그림과 같이 실축방향의 증가는  $dr'\sin\theta$ 이고, 실 반경방향은  $dr'\cos\theta$ 가 된다. 따라서,  $dl'=0$ 이라 한다면 실의 길이 방향증가( $dl$ )는  $dr'\sin\theta$ 가 되고, 실의 반경방향의 증가( $dr$ )는  $dr'\cos\theta$ 가 된다. 즉, 실의 꼬임이 많아  $\theta$ 가 커질수록 실의 길이 방향이 증가되고  $\theta$ 가 작을수록 실의 반경 방향이 증가된다. 그러나 실은 섬유의 연속체라고 가정하기에는 공극이 많으므로 섬유자체의 팽윤에 의한 섬유의 반경증가( $dr'$ )가 모두 전해지지 않으므로 이 현상이 축소되어 나타난다고 보인다. 즉, 실의 꼬임은 실을 구성하는 섬유에 구속력을 제공하여 섬유가 실로부터 이탈하는 것을 방지하고 섬유

간의 결합력을 제공하기 때문에 꼬임의 정도에 따라 섬유의 수분흡수에 따른 팽창은 달라지지만 꼬임의 수보다는 교차점이 그리고 직물의 밀도가 가장 영향력이 커지는 것으로 해석할 수 있다.

능직 3가 평직보다 변화율이 큰 것은 직물내에 조직점이 많은 경우 조직점이 적은 경우보다 실간의 구속력이 크며 교차되는 지점의 실의 상호압축에 의해 실의 팽창이 제한받게 되게 때문이다. 따라서 유사한 밀도의 직물에 있어서도 직물의 조직에 따라 조직점 수의 차이가 생기게 되며 따라서 실의 구속력의 차이로 팽윤정도가 틀려지게 된다.

서로 유사한 꼬임수를 가지며 같은 능직인 시료 WT2와 WT3에서 밀도 및 피복도가 작은 WT3가 기공도의 변화율이 큰 것은 직물의 밀도 및 피복도가 실간의 상호작용력에 영향을 미쳐 밀도 및 피복도가 큰 직물이 작은 직물보다 실간의 구속력을 크게 한 결과이다.

화상분석은 일반적으로 간단하면서도 빠르고 정확하게 표면특성을 관찰할 수 있을 뿐 아니라, 본 연구에서와 같이 직물 기공도의 동적인 변화를 관찰할 수 있다는 장점이 있으나, threshold값의 설정이 결과의 정확도를 결정짓는다는 단점이 있다. 또한 직물 기공도의 경우 평면기공도에 해당되는 실과 실 사이의 기공의 관찰은 용이하지만 두께 방향으로의 기공은 관찰할 수 없다. 본 연구에서 관찰하고자 하는 것은 수분을 변화에 따른 실의 팽윤에 의한 기공도의 변화가 실의 꼬임, 직물의 조직에 따라 어떻게 다르게 나타나는가 하는 것이며 화상에서 기공과 비기공의 차이가 비교적 뚜렷하여, 기준값의 설정에는 큰 문제가 없었다. 단 섬유가 원통형, 삼각 단면, 꽃잎 모양 등 다양한 단면모양을 가지므로, 배율에 따라 입체 구조를 갖는 직물의 섬유간 경계선이나 그레이 레벨의 변화를 정확히 구별할 수 있는 threshold 설정에 대한 별도의 연구가 더 필요하다고 생각된다.

## 2. 기체 상태의 수분전달

### 2-1. 직물의 구조적 특성에 따른 기체 상태의 수분전달

직물의 수분전달 능력은 직물의 구조적 특성에

영향을 받으며 투습완충지수에 의해 설명된다<sup>13)</sup>. 습도 65%에서 컨디셔닝한 모직물의 투습완충지수를 계산하여 각 직물의 구조적 특성과의 상관관계를 고찰하였다. 각 직물의 투습완충지수는 Table 4와 같다.

완충지수와 밀도, 기공도, 공기투과저항, 두께 등의 구조적 요인과 완충지수와 상관분석 결과 완충지수와 밀도간에  $r=-0.8004$ 의 상관관계가 나타났으며, 완충지수와 기공도 사이에도  $r=0.9065$ 의 상관관계가 나타났다. 그러나, 두께 및 공기저항과 완충지수 간에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았는데 이는 시료의 두께가 능직은 서로 매우 유사하고 평직만 다르므로 두께 이외의 다른 요인이 더 영향을 미친 것으로 사료되며 공기투과저항의 경우 완충지수와 달리 측정시 시료가 압력을 받게 된 것이 완충지수와는 서로 다른 경향이 나타난 요인이었을 것으로 판단된다.

**Table 4. Buffering Indices of Fabrics against Water Vapor**

	$\alpha_p$ (mbar)	$\Delta P_{max}$ (mbar)	$t_{max}$ (min)	$K_d$
WT1	0.81	8.9	30.5	45.5
WT2	0.88	7.5	28	54.1
WT3	0.65	9.0	23	74.3
WP	0.85	8.8	20	66.8

2-2. 기공도 변화에 따른 기체상태 수분전달

투습완충지수의 경우, 포화 상태의 직물에 대한 수증기압 곡선에서 최대 수증기압 증가분 및 최대 수증기압에 이르는 시간을 구할 수 없으므로, 수분율의 변화에 수반되는 직물의 기공도의 변화에 따

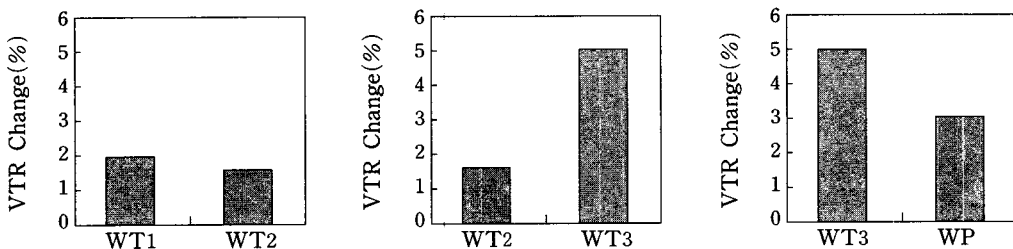
라 기체 상태 수분전달의 변화를 비교하기 위하여 일정시간동안 시료를 통하여 이동된 수분의 양을 총체적으로 설명하는 투습저항도를 산출하여 비교하였다. 각 시료에 대한 표준상태와 포화상태에서의 투습저항도는 Table 5와 같이 나타났다. 각 시료에 대해 포화 상태의 시료가 표준상태의 시료보다 투습저항도가 더 커 습윤팽창으로 인한 기공도의 변화가 동적 수분전달에 영향을 미치는 것을 알 수 있다<sup>14, 15)</sup>.

이와 같은 수분전달 능력과 직물의 구조에 따른 기공도와 관계는 Fig. 5와 같이 기공도의 변화로 예측할 수 있다. 유사한 밀도 및 피복도의 시료 WT1과 WT2에서 꼬임이 더 많았던 WT2가 수분전달 차가 적게 나타나 기공도의 변화율에 대한 비교와 일치하였다. 같은 능직인 WT2와 WT3에서 밀도 및 피복도가 작은 WT3가 기체 상태의 수분전달 변화율이 더 커 기공도의 변화율과 같은 경향으로 나타나 밀도 및 피복도에 따라 기공도의 변화율이 영향을 받아 수분전달차에도 영향을 미친 것으로 판단된다.

기공도의 변화율은 직물의 조직에 의해서도 영향을 받으므로 직물의 조직에 따라 기체 상태 수분전달의 변화가 달라질 것이다. 능직인 WT3와 평직

**Table 5. Water Vapour Transport Resistance at standard and Saturated Moisture Regain**

	Water Vapour Transport Resistance (%)	
	Standard state	Saturated state
WT1	27.0	28.9
WT2	24.5	26.0
WT3	21.8	26.8
WP	20.5	23.4



**Fig. 5. Effect of Vapor Transport Resistance on the Change of Pore Area**

WP가 밀도 및 피복도도 WT3보다 작고 꼬임수도 작았음에도 수분전달의 차이는 WT3보다 작게 나타나 기공도의 변화율의 결과와 같다.

직물의 기공도 변화율과 기체상태 수분전달차와 의 상관관계를 고찰하여 보기 위해 피어슨의 적률 상관계수를 계산한 결과  $r=0.7523$ 의 유의한 상관관계가 나타나 기공도의 변화와 기체상태 수분전달차 간에 유의한 관련성이 있다고 판단된다.

#### IV. 결 론

모직물의 수분율 변화와 구조에 따른 기공도의 변화를 화상분석방법을 도입하여 측정하였으며, 이에 따른 수분전달의 변화를 고찰한 결과는 다음과 같다.

첫째, 모직물의 수분율이 감소함에 따라 화상분석에 의해 측정된 기공도 값이 커져 직물의 수분율은 모직물에 기공도에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

둘째, 모직물의 구조적 특성에 따라 기공도의 변화율이 다르게 나타났으며, 직물밀도>조직에 의한 교차점>실의 꼬임 순으로 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 밀도 및 피복도가 큰 직물이, 평직이 능직보다 그리고 꼬임이 많은 직물이 기공도의 변화가 적었으며 이는 섬유 수분흡수로 인한 팽윤 정도, 실 및 직물의 구속력이 기공의 변화에 영향을 주는 습윤팽창 메카니즘으로 해석하였다.

셋째, 모직물의 수분전달 능력은 직물의 수분율에 영향을 받아 높은 수분율의 시료가 투습저항이 컸으며 이는 수분흡수로 인한 기공도 변화임을 확인할 수 있었다. 따라서 수분율에 따른 모직물의 수분전달 능력 변화는 직물의 구조에 영향을 받아 꼬임이 많은 직물이, 밀도 및 피복도가 큰 직물이, 평직이 능직보다 투습저항값의 차가 적었으며 기공도의 변화율과 투습저항차간에 유의한 상관관계가 나타났다.

따라서, 모직물의 습윤팽창에 따른 섬유, 실, 직물의 변화는 기공의 변화에도 영향을 미치며 기공도의 변화에 따라 직물의 수분전달 능력이 변화함을 확인할 수 있었다. 실 그리고 직물의 구조에 따른 구속력에 의

해 기공도의 변화의 정도는 다르게 나타나며 수분전달 특성이 이에 영향을 받으므로 앞으로의 연구에서는 더 많은 시료를 사용하여 기공의 변화를 적게 하는 적절한 꼬임과 밀도의 조합을 찾아내어 직물의 제직시 참고한다면 경량박지 직물의 형태안정성이나 의복의 쾌적성에 도움이 되리라 생각된다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Baird, K., "Orientation of Merino Wool Fibers in Woven Fabrics", *Text. Res. J.*, **32**, 419-421, 1962.
- 2) Stuart I. M., "Variation of woven Fabric Length and Thickness with Regain", *Text. Res. J.*, **42**, 5-10, 1971
- 3) Olofsson, B., The Setting of Wool Fabric— A Theoretical study, *J. Text. Inst.*, **52**, 272-290, 1961.
- 4) Na, M. H., Hu, Y. S. and Kim, E. A., Effect of Hydrophilicity on Water Vapour Transport Properties of Fabrics, Proceedings of ITAA, 1991.
- 5) 나미희·김은애, 섬유의 종류와 조합에 따른 직물 수분전달 특성에 관한 연구, *한국의류학회지*, **14**(3), 229-240, 1990.
- 6) 이순원, "시판 내의류 소재의 수분특성 및 착용감에 관한 연구(I)", *대한가정학회지*, **26**(6), 1-8, 1989.
- 7) Wehner, J. A. and Rebenfeld, L., "Moisture induced changes in Fabric Structure as Evidenced by Air Permeability Measurements", *Text. Res. J.*, **57**(5), 247-256, 1987.
- 8) Kim, E. A. et al., Application fo Man—Clothing—Environment Modeling System, Proceedings ATC '97 The 4th Textile Conference Taipei, Taiwan, 1081-1099, 1997, 7.
- 9) Umbach, K. H., Method of Measurement for Testing Physiological Requirements of Civilian, Work and Protective Clothing and Uniforms, Sonderdrude aus Melliand Textil Berichte **68**, 857-865, 1987.
- 10) 김은애·허윤숙·유화숙, 인간-의복-환경 모델을 이용한 직물의 투습완충능력 평가, *한국섬유공학회지*, 183-191, 1996.



- 11) 나미희 · 이대훈 · 김은애, 모직물의 구조와 수분율에 따른 습윤팽창 및 기공도 변화, 한국섬유공학학회 춘계학술발표회, 266-273, 1998.
- 12) Goodings, A. C., Air Flow through Textile Fabrics, *Text. Res. J.*, **34**, 713-724, 1964.
- 13) 김은애 · 허윤숙 · 유화숙, 편성물의 섬유 종류, 실의 굵기 및 니트타입에 따른 투습완충능력, 한국의류학회지, **20**(1), 228-238, 1996.
- 14) 지동선, 직물의 투습성에 관한 연구(I)-직물의 기공 직경 및 평면 기공률의 투습저항과의 관계, 한국섬유공학학회지, **26**(6), 1-8, 1989.
- 15) Fonseca, G. F., "Moisture Transfer through Impermeable Foam Insulations", *Text. Res. J.*, **54**(12), 1072-1076, 1967.