

# 의복재료와 개구부 요인이 의복내 미세기후에 미치는 영향력 비교

유 화 숙 · 김 은 애

연세대학교 의류환경학과

## Comparison of the Effect of Clothing Materials and the Openness of Garment on the Microclimate of the Skin Simulating System

Hwa Sook Yoo · Eun Ae Kim

Dept. of Clothing and Textiles, Yonsei University

(1996. 7. 24 접수)

### Abstract

The purpose of this study was to compare the effect of clothing materials and the opening of the garment on the microclimate of the skin simulating system during the coupled heat and moisture transfer. To determine the effect of size and location of openness of the garment, openness was simulated by removing parts of the spacer ring of the modelling system. To evaluate the changes of humidity and temperature of air layer in the system, buffering indice,  $K_a$  and  $\beta_r$ , and efficiency of openness were determined. When the openness was imparted to the system, the transport rate of heat and moisture increased abruptly; at the total openness of 26.4%, which simulated the openness of neck, armhole and waist,  $K_a$  increased at least more than three times of the closed system. As the openness increased, the effect of clothing materials decreased gradually to lose its effect at the 60% openness and approached the value of nude. Temperature regulating index showed, however, higher value than nude which was apparently due to the still air layer.

### I. 서 론

의복 착용시 인체에서 발생된 수분과 열은 외부로 발산되기전에 의복에 의해 형성되는 공간에 머무르게 되므로 의복내 미세기후를 결정하게 된다. 이러한 의복내 미세기후의 특징은 쾌적감의 결정적 요소이면서 바람, 기온등의 환경적 요인과 인체 활동 및 신체부위등의 인적요인, 의복의 개구부와 의복재료 특성등에 의한 의복

요인등에 의해 영향을 받는다(Fig. 1). 대부분의 실생활에서 환경요인과 인적요인은 정해져 있지만 의복요인은 개개인의 통제가 가능하므로 미세기후의 조절수단으로 매우 유용하다고 볼 수 있다. 지금까지 의복에서의 쾌적감과 관련된 열·수분전달 연구들은 의복형태요인보다는 의복재료 특성에 관한 것들이 많은 편이다<sup>1-7)</sup>. 그러나 의복재료 그자체의 투과성을 통한 열·수분전달이 규명된다 할지라도 인체의 총열생산과 손실이 의복의 몸에 맞는 정도, 디자인과 착용방법등에 의해 결정

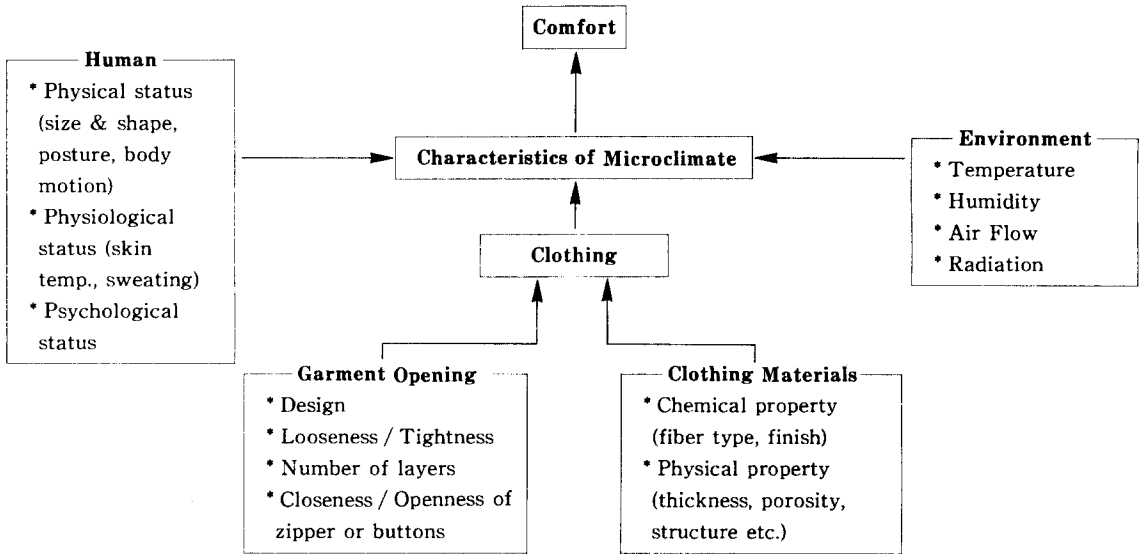


Fig. 1. Parameters affecting microclimate within clothing.

되는 개구부를 통해 크게 달라지므로 열·수분전달시 개구부의 영향은 크다고 할 수 있다. 또한 열·수분전달 특성이 다른 의복재료를 이용하여 착의실험을 한 경우, 의복재료간에 유의적인 차이를 볼 수 없는 경우가 많았는데<sup>8-11)</sup>, 이는 피험자의 신체치수나 발한양차이와 같은 인적요인외에도 열과 수분이 재료뿐만이 아니라 개구부를 통해서도 많이 배출되기 때문에 의복재료에 따른 차이를 보지 못한 것으로 생각된다. 그러므로 의복을 통한 열·수분전달은 의복재료와 의복의 형태적 요인인 개구부의 효과를 동시에 고려하여야 할 것이다.

의복을 통한 열수분전달에 대한 이 두요인의 영향은 의복내 미세기후의 온습도 변화로 나타낼 수 있으며, 이들 변화에서 주요한 몇 부분을 고려하여 간단하게 일정한 수치로 나타낸다면, 의복간의 상대적인 비교를 통해 쾌적한 의복설계에 도움이 될 것으로 생각한다. 유화숙등<sup>12)</sup>의 연구에서는 이러한 의복내 미세기후의 평가 방법으로 투습완충능력을 사용하였는데 이는 미세기후의 급격한 온·습도 변화로부터 인체가 받는 충격을 완화시켜 주는 직물의 능력을 의미하며 착용감과 밀접한 관련이 있을 것으로 생각되는 초기 수증기압 증가속도 ( $\alpha_p$ ), 최대수증기압 ( $\Delta P_{max}$ ), 최대수증기압을 나타내는 시간 ( $t_{max}$ ), 의복내 건열 손실로의 회복속도등을 고려하여 나타내었다. 개구부가 미세기후에 미치는 영향

을 평가하는 또 다른 방법으로 시간에 따른 수증기압 변화를 적분한 '개구효율성'도 유용할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 평판형 착의모형을 이용해 의복 형태와 착용방법에 따라 변하는 개구부 효과를 정량적으로 조절함으로써, 먼 편성물로 된 의복재료와 개구부가 미세기후에 미치는 상대적인 영향을 투습완충능력과 개구 효율성으로 평가하고자 한다.

## II. 실험방법

### II - 1. 시 료

본 실험에서 사용한 시료의 특성은 Table 1 과 같다.

### II - 2. 실험장치

본 연구에서 사용한 수직 평판형 착의모형은 Fig. 2 와 같다. 35°C 를 유지하는 열판위에 증류수 1g 이 분부된 흡습성 부직포(Sontara 8406 (rayon 70 / polyester 30, Du Pont社))를 붙여서 발한이 일어나는 피부 를 모델링하였고, 직경이 12.5 cm, 두께 9 mm 인 원형으로 제작된 첫번째 아크릴관(spacer ring)을 이용하여 공기층을 형성하였으며, 시료는 두번째 아크릴관에 부착하여 의복부분을 모델링하였다. 열판과 편성물사이에 습도센서(두께 0.4 cm, 면적 0.8 cm×0.8 cm,

Table 1. Characteristics of Samples.

Sample	Fiber Type (%)	Knit Construction	Yarn Number	Thickness* (mm)	Weight (g/m <sup>2</sup> )	Gauge (W×C/5 cm)
CI30	Cotton 100	Interlock	30's	0.77	214.2	72×78
CI60	Cotton 100	Interlock	60's	0.68	169.0	92×106
CI80	Cotton 100	Interlock	80's	0.50	107.2	100×96
CS30	Cotton 100	Single Jersey	30's	0.44	122.2	80×90
PVCF	Polyvinylchloride Film	-	-	0.15	128.0	-

\* KS K 0506

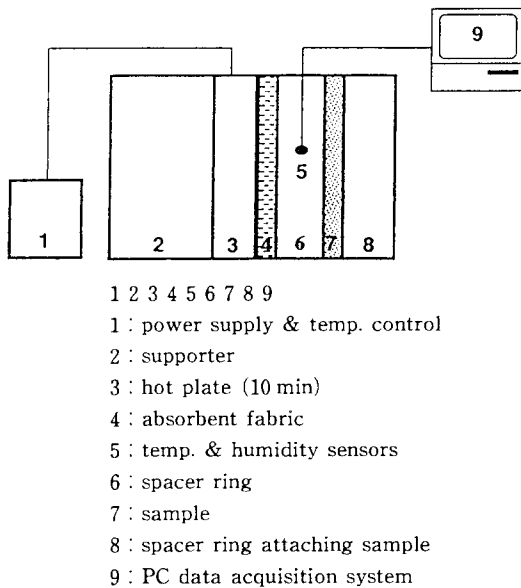


Fig. 2. Skin simulating system for testing vapour transportation.

Humicor 6100, Coreci Co., France)와 RTD 형의 온도센서를 삽입하여 미세기후를 측정하였다.

측정시간은 45분으로 하여 30초마다 상대습도와 온도를 측정하였고, 그래프는 상대습도를 수증기압으로 환산하여 90초 간격으로 나타내었다.

### II - 3. 개구부의 설정

본 연구에서 사용된 모형은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 피부와 의복사이에서 공기층이 형성된 착의, 정립시 인체 횡단면에서의 요소(element)를 모델링한 것이다.

피부온과 공기층의 두께가 일정한 피부를 편성물이 덮고 있다는 가정하에 개구부는 편성물의 중재없이 바로 의기와 미세기후의 공기층간의 직접 접촉이 가능한 부위 즉, 목, 진동, 허리부위로 정의될 수 있다. 이때 의복의 각 개구부위에서의 개구부 크기는 평면화된 상태에서 의복의 총 외곽 둘레를 측정하고 목, 허리, 진동의 길이를 측정하여 총 둘레에 대한 길이비로 환산하여 나타내는 것으로 정의하였다. 본 연구에서 기준으로 삼은 의복은 남성용 반팔 내의용 셔츠(사이즈 95, (주)쌍방울)에서 소매를 떼어낸 후의 뒷부분이다. 이를 본 모형에 적용시키기 위해서 아크릴관의 총 원주를 측정하고 각 개구부위에서의 길이비를 곱하여, 그 위치에서의 개구부 크기로 하여 Fig. 4에서 보는 바와 같이 절단하였다.

### II - 4. 개구부에 따른 투습완충능력 평가

기체상태 수분전달시 개구부 유무에 따른 미세기후 변화를 알아보기 위해 개구부를 모두 닫아 개구부 크기 0%일 때와 목(6.4%), 진동(각각 5%씩), 허리(10%)를 열어주어 네 방향으로 환기되는 총 개구부 크기 26.4%일 때의 투습완충능력 결과들을 대조하였다. 또한 의복의 개구부 크기 증감에 따라 의복재료 특성의 영향력이 상실되는 조건을 찾아보기 위해, 목, 진동, 허리의 네 개구부 크기가 동일하다고 가정하여 총 개구부 크기 0%, 10%, 20%, 40%, 60%에서의 미세기후를 측정하였다(Table 2).

### II - 5. 측정된 자료의 평가

측정된 미세기후의 온습도 변화는 투습완충능력과 개구효율성으로 평가하였으며, 투습완충능력은 투습완충

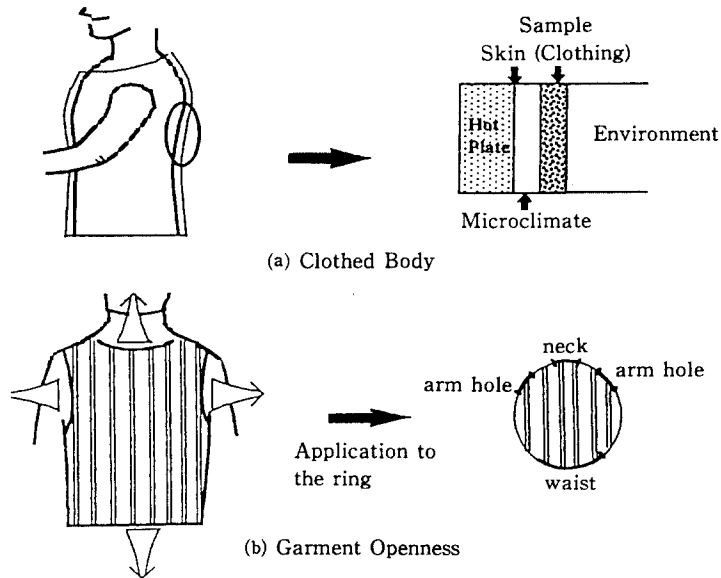
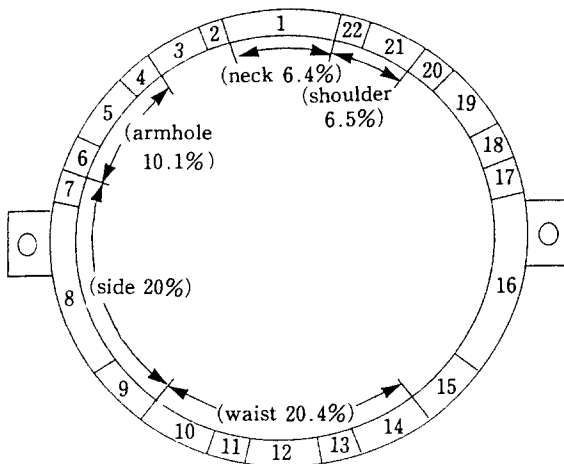


Fig. 3. Modeling of clothed body and garment openness.



Ring No.	Openness (%)	Ring No.	Openness (%)	Ring No.	Openness (%)
1	6.4	9	5.0	17	2.5
2	2.3	10	5.2	18	2.6
3	4.2	11	2.5	19	5.0
4	2.5	12	5.0	20	2.5
5	5.0	13	2.5	21	4.2
6	2.6	14	5.2	22	2.3
7	2.5	15	5.0		
8	12.5	16	12.5		

Fig. 4. Cutting of the spacer ring and the openness of each ring.

지수와 온도완충지수로 나타내었다.

II - 5 - 1. 투습완충지수

투습완충지수,  $K_d$ 는 식(1)을 이용하여 구하였으  
 며<sup>12)</sup>, 이 때  $\Delta P_{max}$ 는 수증기압의 감소되는 경향이 뚜  
 렷하고 그 이후에 나타나는 수증기압이 더 이상 크지  
 않을 때의 수증기압으로 하였다. C는 투습완충지수를  
 무차원의 단위로 만들기 위해 사용한 상수이며, 초기조  
 건(time=0)은 시료와 발한자극이 주어지기 이전의 열

판으로부터 5-6 mm 떨어진 위치에서의 수증기압과 온  
 도로 하였다.

$$K_d = C / (\alpha_p \times \Delta P_{max} \times t_{max}) \quad (1)$$

$K_d$ : buffering index

C: constant coefficient ( $10^4 \text{mbar}^2$ )

$$\alpha_p : \tan \alpha = \Delta P_{t=10 \text{min}} (\text{mbar}) / 10 \text{min.} \quad (2)$$

$\alpha_p$ : increase of water vapor during the 10 min.  
 after starting the sweat pulse

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

Table 2. Determination of Openness.

Effect	Openness (%)	No. of Opening	Ventilation Direction**	Ring No. Removed from Spacer
Clothing Material	26.4	4	+	1, 5, 11-13 & 19
Total Openness	0	.	.	.
	10	4	+	(1, 5, 12, 19) *
	20	4	+	(1), 5, 12 & 19
	40	4	+	2-22, (4-6), 11-13 & (18-20)
	60	4	+	(3-21), (4-8), (10-14) & (20-16)

\* ( ) : Additional spacer rings were used to adjust the openness.

\*\* Location of the opening : neck, armhole, waist

$$-P_{t=0min} \text{ (mbar)} \quad (3)$$

$\Delta P_{max}$  : maximum water vapor pressure difference

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

### II - 5 - 2. 온도완충지수

수분전달에 따른 열전달 능력을 비교하기 위해 건열 손실로의 복귀속도인 온도완충지수  $\beta_T$  및 초기온도와 최저온도와의 온도차이인  $\Delta T_{max}$  를 구하였다<sup>12)</sup>. 이 때 초기온도는 외부영향으로부터 벗어나는 2분부터 10분 사이의 평균온도로 하였다.

$$\beta_T = \tan \beta \text{ (}^\circ\text{C / min.)} \quad (4)$$

$\beta_T$  : temperature regulating index

$$\Delta T_{max} = T_m - T_{min} \quad (5)$$

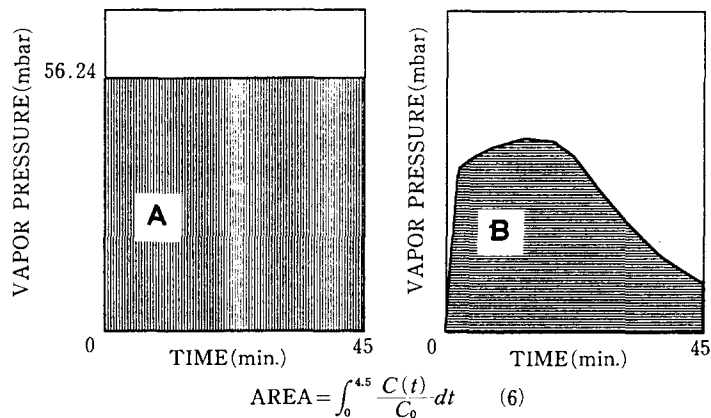
$\Delta T_{max}$  : difference of temperature during the first 2-10 min. and minimum temperature

$T_m$  : mean temperature during 2-10 min. ( $^\circ\text{C}$ )

$T_{min}$  : minimum temperature ( $^\circ\text{C}$ )

### II-5-3. 개구효율성

개구부가 부여된 경우 환기효율을 평가해보기 위해 미세기후에서의 수증기압 변화를 시간에 따른 수증기



Efficiency of openness (%) =  $B/A \times 100$

where A : area occupied by water vapor-time curve of water and heat impermeable material

B : area occupied by water vapor-time curve of sample

Fig. 5. Determination for the efficiency of openness.

농도변화로 보고 시간에 대한 적분치로 나타내었다<sup>13)</sup> (Fig. 5). 수증기와 열에 대해 완전 불투과성 물질이 있을 경우 의복내 최대 수증기압을 계산해 보면 56.24 mbar 이며, 이를 이용하여 미세기후를 측정해본다면 A와 같이 45분동안 56.24 mbar를 나타낼 것이다. 그러나 일반 편성물의 경우에는 B와 같은 형태를 나타낼 것이므로 A에 대한 B의 비로 상대적인 환기 효율을 구하였고 이를 '개구 효율성'이라 명명하였다. 이 때, 환기효율이 우수할수록 B의 면적은 감소할 것이므로, 개구 효율성의 수치는 작은 값을 나타낸다.

### III. 결과 및 고찰

#### III-1. 개구부개폐의 영향

의복내 미세기후가 의복재료와 개구부에 의해 결정된다고 볼 때, 개구부가 미세기후에 미치는 영향을 파악하고자 개구부크기 26.4%로 개구부가 열린 경우와 개구부 크기 0%로 개구부가 닫힌 경우를 비교하여 고찰하였다. 그 결과(Fig. 6) 개구부가 닫힌 경우에는 초기 의복내 수증기압이 35~40 mbar를 나타내었으나 개구부가 열린 경우에는 30~35 mbar를 나타내었으며 수증기압도 빨리 감소되기 시작하였다. 또한 먼 80수 인

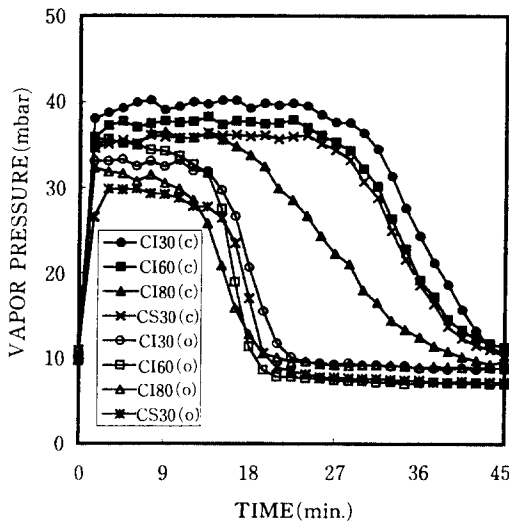


Fig. 6. Vapor pressure changes of microclimate of cotton knit fabrics at the openness 0%(c) and 26.4%(o).

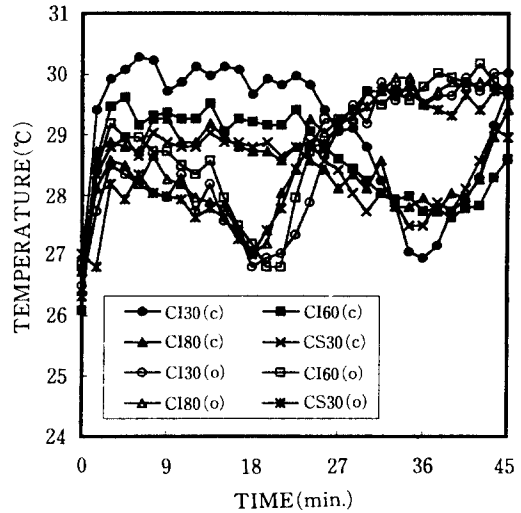


Fig. 7. Temperature changes of microclimate of cotton knit fabrics at the openness 0%(c) and 26.4%(o).

터록 편성물의 경우 개구부가 닫힌 경우에는 수증기압 감소가 타시료에 비해 빨라 수증기압이 감소되기 시작하는 시간에서 타시료와 큰 차이를 나타내었으나 개구부가 열리면 그 차이가 많이 감소되는 것으로 나타났다.

온도변화에서도(Fig. 7) 개구부가 열리면 투습속도 증가에 의한 열손실 증가로 초기 의복내 온도가 대략 1°C 정도 낮아졌다. 닫힌 경우에는 대부분의 시료에서 온도가 감소되기 시작하는 23분 정도까지의 온도에서 시료간의 차이가 최대 1.3~1.5°C 정도로 나타났으나 열린 경우에는 온도가 감소되기 시작하는 초기 14분까지의 시료간의 온도차이는 대략 0.7°C 정도로 나타나 시료간의 온도차이가 약 50% 정도 감소하는 것으로 나타났다. 최저온도를 나타내는 시간을 보면 닫힌 경우에는 대략 36분 정도에서 최저온도를 나타내었으나 열린 경우에는 닫힌 경우의 최저온도 도달시간의 약 50%에 해당되는 18~20분 정도에서 최저온도를 나타내었다. 위와 같은 결과를 종합해볼때 개구부 크기 26.4%로 개구부가 열린 경우 투습에 의한 열손실속도는 대략 2배 가량 증가한 것을 볼 수 있다. 또한 개구부가 닫힌 경우는 45분에서도 건열손실 상태에 도달하지 못하는 경우도 있으나 개구부가 열린 경우에는 대략 30분 정도

**Table 3.** Buffering Indice and Efficiency of Openness of Samples at the Openness 0% and 26.4% (No. of Opening : 4).

Openness (%)		CI30	CI60	CI80	CS30	
0	Buffer Index	$\alpha_p$ (°C/min)	2.82	2.84	2.60	2.55
		$\Delta P_{max}$ (mbar)	28.93	28.12	26.08	26.18
		$t_{max}$ (min.)	22.5	22.5	15.5	24.0
		$K_d$	5.45	5.57	9.51	6.24
		$\Delta T_{max}$ (°C)	3.32	2.00	1.12	1.34
		$\beta_T$ (°C/min)	0.30	0.18	0.16	0.12
		E.O.P.* (%)	36.27	33.60	27.44	32.04
26.4	Buffer Index	$\alpha_p$ (°C/min)	2.25	2.44	2.00	1.80
		$\Delta P_{max}$ (mbar)	22.55	24.83	21.43	18.21
		$t_{max}$ (min.)	11.0	7.0	7.5	9.0
		$K_d$	17.92	23.58	31.11	33.94
		$\Delta T_{max}$ (°C)	1.44	2.38	1.29	1.07
		$\beta_T$ (°C/min)	0.21	0.29	0.26	0.28
		E.O.P.* (%)	20.12	18.46	18.07	17.37

E.O.P.\* : Efficiency of Openness

가 되면 건열손실상태의 일정한 온도를 나타내었다.

이러한 변화를 투습완충지수로 나타내면 (Table 3) 개구부가 열린 경우  $\alpha_p$ 는 닫힌 경우의 71~86%로,  $\Delta P_{max}$ 는 70~88%에 해당되는 수증기압으로 감소하였고, 수증기압이 감소하기 시작하는 시간인  $t_{max}$ 가 빨라져 닫힌 경우의 31~48%로 크게 감소하여  $K_d$ 가 크게 증가하였다. 따라서 개구부가 열리면 수분 전달초기에 미세기후에서 유지되는 수증기압을 낮추기 보다는 외부로의 수분배출속도 증가로 수증기압이 감소하는 시간을 앞당기는데에 더 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 개구부 유무에 따른 투습완충지수를 비교해보면, 개구부 크기가 0%일 때는 CI80>CS30>CI60>CI30의 순이었으며 26.4%일 때는 CS30>CI80>CI60>CI30의 순으로 대체로 비슷한 순서를 유지하였다. 본 연구에서는 제시하지 않았으나 폴리에스테르와 양모로 실험을 한 경우에도 같은 경향의 결과를 나타내었으며 이의 결과도 후속연구에서 발표할 예정이다.

또한 시간에 따른 수증기압 변화를 개구 효율성으로 평가한 결과에서도 개구부가 열리면 시간과 수증기압이 이루는 면적이 감소하여 개구효율성의 값이 작아져 수분전달이 빨라진 것을 알 수 있다. 특히, 개구부가 닫혔을 때 그 값을 보면 27~36%를 나타내어 9%의 범위를 나타내었으나 개구부가 열리면 17~20%로 효율

성 범위가 3%로 좁아져 시료간의 차이가 감소된 것을 알 수 있다. 즉 개구부가 열리면 의복내 미세기후에 미치는 의복재료의 특성이 감소된 것이다. 또한 개구부가 열리면 투습이 어려운 CI30의 경우 185% 정도의 개구 효율성 증가를 나타내었으나 투습이 상대적으로 쉬운 CI80의 경우에는 152% 정도 증가한 것으로 나타나 개구부가 미치는 영향력은 의복재료에 따라 다르며, 투습성이 없는 의복재료일수록 개구부 효과는 상대적으로 커질 것으로 기대된다.

의복내 온도변화를 평가한 결과를 보면  $\Delta T_{max}$ 는, 대부분의 경우 개구부 개폐에 따라 큰 차이가 나지 않았으나 면 30수의 경우에는 개구부가 열리면 투습속도가 크게 증가하여 초기 열손실 증가로 초기온도가 낮게 나타나 크게 감소하는 것으로 나타났다. 건열손실로의 복귀속도인 온도완충지수는 개구부가 열리면 투습에 의한 열손실이 빨리 일어나 최저 온도 도달 이후 투습 및 흡습된 직물로부터의 탈습에 의한 열손실이 상당히 적어지므로 건열손실로의 복귀속도는 대체로 증가하였

다. 개구부 개폐에 따른 이러한 결과들을 요약해 보면 첫째, 개구부가 작거나 거의 개구부가 없는 경우에는 피부면에서 발생된 수분과 열이 모두 의복재료를 통해서만 외부로 배출되므로 (Fig. 8(a)) 의복재료에 의한 저

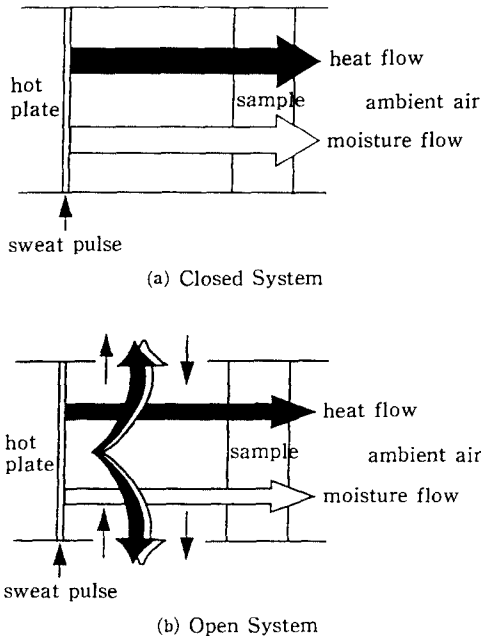


Fig. 8. Heat and moisture flow through closed vs. open system (→ : ventilation)

항을 크게 받지만 개구부를 열어주면 개구부와 의복재료를 통해 수분과 열이 배출되므로(Fig. 8(b)) 의복재료를 통해서만 배출될 때에 비해 수분과 열전달 속도가 증가하게 된다. 둘째, 개구부가 열리면 의복 재료의 영향이 줄어들어 시료간의 차이가 감소하게 된다. 착의시 수분과 열전달의 추진력은 의복 내외의 수증기압 차이와 온도 차이이며<sup>14)</sup> 개구부가 닫힌 경우 동일한 피부상태와 환경조건하에서도 의복재료의 두께와 기공도등의 물리적 특성이 이에 영향을 미쳐 수분과 열흐름을 변화시킬 수 있다. 그러나 개구부를 통해 외기와의 활발한 공기교환이 이루어진다면 의복재료에 의해 형성된 미세기후의 온도와 수증기압 흐름이 방해받을 수 있어 의복재료 자체가 그 흐름에 영향을 미치기도 전에 미세기후는 변화될 것이다. 따라서 의복재료의 영향이 감소된 상태에서 피부와 외기간의 수증기압과 온도차이로 인해 수분과 열전달이 발생하여 시료간의 차이는 감소하게 된다.

III - 2. 개구부 크기와 의복재료의 영향력 비교

개구부가 열림에 따라 미세기후에 대한 의복재료의 영향력이 감소되는 정도를 측정하기 위하여 개구부 크

기를 단계별로 증가시켜 의복재료의 영향력이 상실되는 한계조건을 찾아내고자 하였다. 이때, 네개구부의 크기를 동일하게 증가시켜 가면서 미세기후변화를 살펴보았으며, 그 결과 편성물(Fig. 9)과 불통기성 필름의 경우(Fig. 10)에서 모두 개구부 크기가 10%, 20% 일 때와

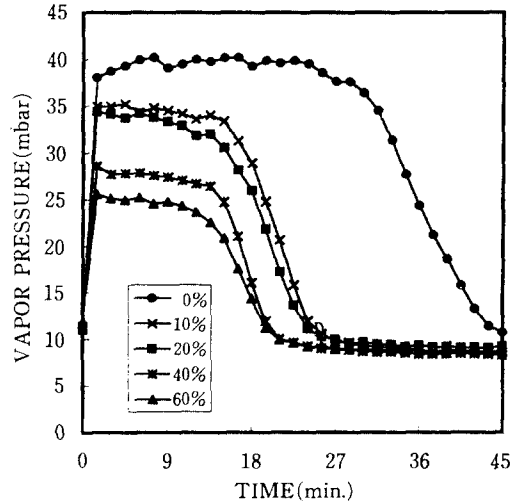


Fig. 9. Effect of total openness on the vapor pressure changes of a cotton interlock fabric(30's) (no. of opening : 4)

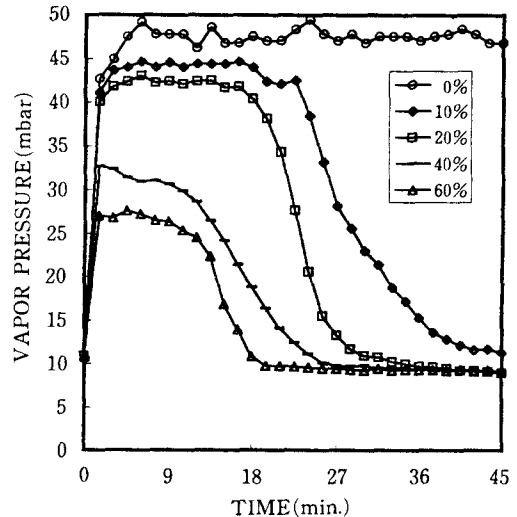


Fig. 10. Effect of total openness on the vapor pressure changes of microclimate of polyvinylchloride film (no. of opening : 4)



40%, 60% 일 때의 경우가 유사한 변화를 나타내었다. 개구부가 닫힌 경우와 개구부가 10% 라도 주어지는 경우에는 큰 차이를 나타내어 편성물의 경우 수증기압의 감소되는 시간이 거의 두배가량 빨라진 것을 볼 수 있으며 불통기성 필름의 경우에 그차가 더욱 현저하여 45분 내내 일정한 수증기압을 나타내던 것이 대략 16.5분부터는 감소되는 것을 볼 수 있다. 이 두 시료를 요약하여 누드상태와 함께 나타내보면(Fig. 11) 20%까지는 편성물의 경우 편성물 그 자체를 통해서도 투습이 발생하므로 필름에 비해 더 낮은 수증기압을 나타내었지만 60%에 이르면 거의 같은 수증기압 변화를 나타내면서 시료를 덮지 않은 누드상태에서의 수증기압 변화에 근접해가고 있는 것을 볼 수 있다.

의복내 온도변화에서는 먼 편성물(Fig. 12)의 경우 개구부가 10% 라도 열리면 초기 온도가 대략 1.5°C 정도 감소하였고 그 이후에 나타나는 개구부 크기 증가는 그와 같은 큰 효과를 보지는 못하였다. 30분 정도가 지나면 이미 건열손실 상태를 나타내어 일정 온도를 유지하였으며, 개구부 크기가 증가할수록 이 시간은 더욱 앞당겨지는 것을 볼 수 있다. 그러나 필름의 경우(Fig. 13)의 경우에는 거의 전적으로 개구부를 통해 투습열손실이 발생하므로 초기 의복내 온도가 개구부 증가에 따

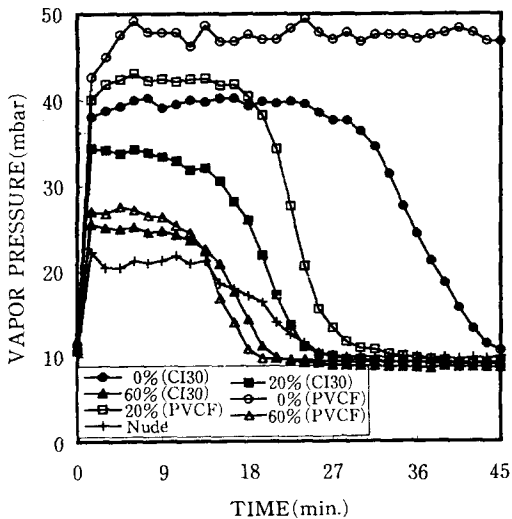


Fig. 11. Comparison of vapor pressure changes by the total openness of a cotton knit fabric(CI30), polyvinylchloride film(PVCF) and nude.

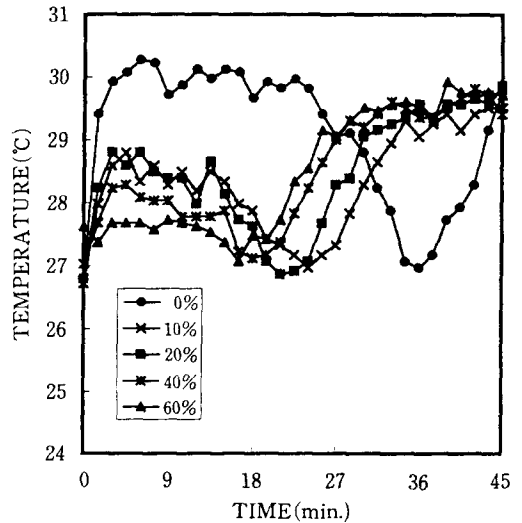


Fig. 12. Effect of total openness on the temperature changes of a cotton interlock fabric(30's) (no. of opening : 4)

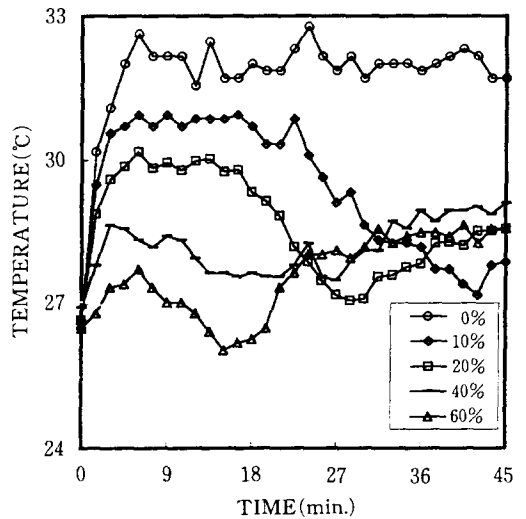


Fig. 13. Effect of total openness on the temperature changes of microclimate of polyvinylchloride film (no. of opening : 4)

라 일정하게 감소하였으며 적어도 개구부 크기가 40%는 되어야 30분 정도에 건열손실 상태로 복귀되어 일정하게 나타내었다. 이러한 결과로부터 볼 때 시료의 투습성은 의복내 미세기후의 온도변화에 큰 영향을 미치

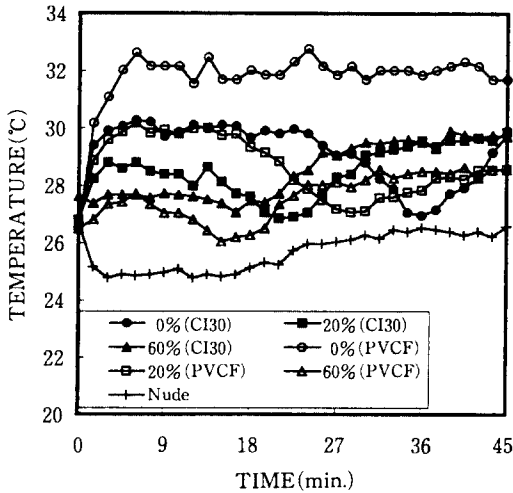


Fig. 14. Comparison of the temperature changes by the total openness of a cotton knit fabric(CI30), polyvinylchloride film(PVCF) and nude.

는 것을 알 수 있다. 이를 누드상태와 같이 나타내보면 (Fig. 14) 개구부 크기 20%까지는 최저온도에 도달할 때까지 불통기성 필름이 먼 편성물과 대략 1.5°C 정도의 큰 차이를 나타내면서 높은 온도를 나타내나 60%가 되면 거의 유사한 온도변화를 나타내게 된다. 두 시료에서 개구부 크기 60% 일 때와 누드상태를 비교해보면, 누드상태일 때 초기온도가 2°C 정도 더 낮은 온도를 나타내었고 최저온도 도달 이후에도 시료를 덮은 개구부 크기 60% 일 때보다 계속해서 더 낮은 온도를 나타내었다. 따라서, 열손실측면에서는 60% 정도의 개구가 주어진다해도 일단 피부를 의복이 덮고 있으면 정지 공기층 형성에 의해 열손실이 둔화되는 것을 알 수 있다. 그러나 개구부 크기 60%에서는 의복재료간의 열손실 속도 차이는 보기 어려울 것으로 추측된다.

의복내 수증기압 변화를 투습완충지수와 개구효율성으로 평가해보면(Table 4) 개구부 크기 0%에서 10%로 증가시와 20%에서 40% 증가시에 투습완충지수와 개구 효율성은 크게 증가하였고 10%, 20%와 40%, 60%의 증가폭은 이에 비해 상대적으로 작게 나타났다. 또한 20%까지는 필름과 편성물의 차이가 컸으나 40% 정도에서 그 차는 감소되었다. 개구정도 60%에서 편성물의 경우는 누드상태에서 투습완충능력에 근접한 값을 나타내었으며 필름의 경우에는 작은 것으로 나타

났다. 이는 투습완충능력 계산시 사용되는 세 파라미터의 값이 작아 작은 변화에도 그 영향이 무척 크기 때문에 나타난 결과이다. 그러나 개구효율성에 의한 계산에서는 편성물, 필름, 누드상태의 경우 모두 대략 16%의 효율성을 갖는 것으로 나타났다. 개구부 크기와 개구효율성의 관계를 그림으로 나타내보면 (Fig. 15) 일단 개구부가 열리게 되면 개구 효율성은 크게 증가하였으며, 개구부 크기가 증가할수록 두 시료에서 모두 개구효율성의 증가폭이 감소하면서 시료간의 차가 감소하여 개구부 크기 60%에서 편성물과 필름은 한 점에서 만나 누드상태의 값과 거의 동일한 값을 나타내고 있다.

의복내 온도변화를 요약해보면 (Table 4) 개구부 크기가 증가할수록 두 시료에서 모두 초기 열손실 증가로  $\Delta T_{max}$ 는 감소하였다.  $\beta_T$ 도 대체로 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 네 개구부를 통해 환기가 발생하고 총 개구부 크기가 커서 환기작용이 왕성하여 외부공기 유출입양이 많아 열손실이 크기 때문이다.

따라서 개구부 크기가 증가할수록 의복재료의 영향은 감소하며 특히 의복내 수증기압 변화에서는 개구부 크기 20%까지는 의복내 미세기후에 대해 의복재료가 영향을 미칠수 있으나 40%가 되면 그 영향력은 감소하고 60% 정도에서는 영향력이 상실되는 것으로 추측된다.

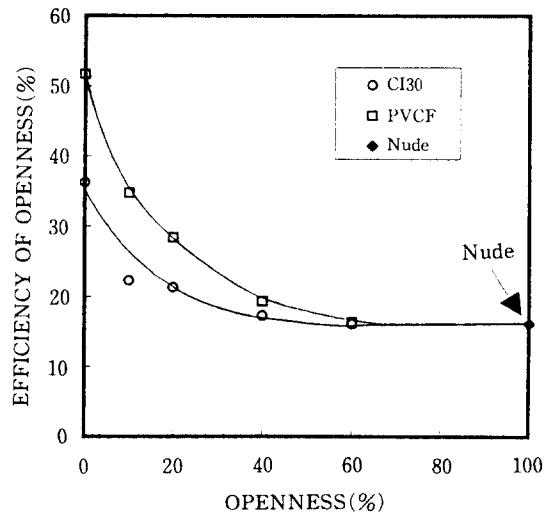


Fig. 15. Efficiency of openness by total openness.

**Table 4.** Buffering Indice and Efficiency of Openness by the Total Openness of a Cotton Interlock Fabric(30's), Poyvinylchloride Film (No. of Opening: 4) and Nude

			Openness(%)				
			0	10	20	40	60
CI30	Buffer	$\alpha_p$ (°C/min)	2.82	2.36	2.21	1.62	1.27
		$\Delta P_{max}$ (mbar)	28.93	23.96	23.39	16.85	13.37
	Index	$t_{max}$ (min.)	22.5	9.5	7.0	5.5	6.5
		$K_d$	5.45	18.62	27.64	66.61	90.61
		$\Delta T_{max}$ (°C)	3.32	2.03	1.74	1.16	0.76
		$\beta_T$ (°C/min)	0.30	0.33	0.27	0.25	0.23
		E.O.P.*(%)	36.27	22.31	21.34	17.27	16.08
PVCF	Buffer	$\alpha_p$ (°C/min)	-	3.42	3.14	1.99	1.45
		$\Delta P_{max}$ (mbar)	-	34.11	31.66	21.23	16.38
	Index	$t_{max}$ (min.)	-	16.5	15.5	6.5	6.0
		$K_d$	-	5.20	6.49	36.42	70.16
		$\Delta T_{max}$ (°C)	-	3.60	2.80	0.91	0.31
		$\beta_T$ (°C/min)	-	0.23	0.12	0.10	0.21
		E.O.P.*(%)	51.67	34.79	28.35	19.27	16.31
Nude	Buffer	$\alpha_p$ (°C/min)					1.09
		$\Delta P_{max}$ (mbar)					11.89
	Index	$t_{max}$ (min.)					6.5
		$K_d$					118.71
		$\Delta T_{max}$ (°C)					0.22
		$\beta_T$ (°C/min)					0.10
		E.O.P.*(%)					16.12

E.O.P. : Efficiency of Openness.

#### IV. 결 론

이상과 같은 결과로 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 먼편성물을 이용한 착의모형의 미세기후에서 개구부 개폐에 따른 영향을 살펴본 결과, 개구부가 26.4%로 열리면 의복내 수증기압은 닫힌 경우의 70~88% 정도로 감소하였고 수증기압이 감소하기 시작하는 시간은 30~48%에 해당하는 시간으로 빨라졌다. 그러므로, 개구부가 열리면 수분전달초기 미세기후에서 유지되는 수증기압 감소보다는 수증기압이 감소되기 시작하는 시간을 앞당기는데에 더 유효한 것을 알 수 있었다.

둘째, 개구부가 26.4%로 열리면 열손실속도가 두배 가량 빨라지는 것으로 나타났다.

세째, 개구부가 미세기후에 미치는 영향력은 의복재료에 따라 다르며 투습성이 적은 의복재료일수록 개구부 효과는 상대적으로 큰 것으로 나타났다.

네째, 개구부 크기 증가에 따른 착의모형에서의 미세기후에 대한 의복재료의 영향력을 평가해본 결과, 개구부 크기가 증가할수록 의복재료간의 투습완충지수와 개구효율성,  $\Delta T_{max}$  간의 차이가 감소하는 것으로 나타났으며, 특히 개구효율성에 의한 평가에서는 총개구부 크기 60%에서는 시료에 상관없이 누드상태와 유사한 값을 나타내었다. 따라서 총개구부 크기 20%까지는 의복내 미세기후에 대해 의복재료가 영향을 미칠 수 있으나 40%가 되면 그 영향력이 감소하고 60%에서는 의복재료의 영향력은 상실되는 것으로 나타났다.

본 연구에서와 같이 착의모형을 이용한 경우 모형의 크기에 따른 효과를 배제하기 어려우므로 모형의 크기

에 따른 후속연구가 필요할 것으로 생각되며, 실제 착용시에는 인체의 동작에 의한 펌핑(pumping)효과도 미세기후에 미치는 영향이 클 것이므로 이에 대한 고찰이 있어야 할 것으로 생각된다.

\* 감사의 글: 본 논문은 한국과학재단의 핵심전문 연구지원의 과제 일부로 한국과학재단에 감사드립니다. (과제번호: 951-1102-012-2)

### 참 고 문 헌

- 1) Wehner, J.A., Miller, B. and Rebenfeld, L., "Dynamics of Water Vapor Transmission through Fabric Barriers", *Textile Res. J.*, **58**(10), 581-592, 1988.
- 2) Weiner, L. I., "Moisture Vapor Transmission in Textile Fabrics", *The Third Shirley International Seminar "Textiles for Comfort"*, Manchester, England, 15-17, June, 1971.
- 3) Yoon, H.N. and Buckley, A., "Improved Comfort Polyester part I: Transport Properties and Thermal Comfort of Polyester/Cotton Blend Fabrics", *Textile Res. J.*, **54**(5), 289-298, 1984.
- 4) 이순원, 유효선, 최현수, "시판 내의류소재의 수분특성 및 착용감에 관한 연구(I)-시판 내의류 소재의 수분특성-", *대한가정학회지*, **26**(4), 1-13, 1988.
- 5) Farnworth, B., "A Numerical Model of the Combined Diffusion of Heat and Water Vapor Through Clothing", *Textile Res. J.*, **56**(11), 653-665, 1989.
- 6) 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.*, **62**(4), 227-235, 1992.
- 7) 김은애, Barker R. L., "침단 흡수속건소재의 수분전달특성 평가방법에 관한 연구 - 인체 - 의복 - 환경 system에서의 투습성평가 -", *한국의류학회지*, **17**(2), 329-338, 1993.
- 8) Demartino, R.N., Yoon, H.N. and Buckley, A., "Improved Comfort Polyester Part V: Results from two Subjective Wearer Trials and Their Correlation with Laboratory Test", *Textile Res. J.*, **54**(9), 602-613, 1984.
- 9) 강수마, 김은애, "직물의 소수 및 친수화처리가 피부 잔류수분량 및 쾌적감에 미치는 영향", *한국의류학회지*, **17**(1), 151-161, 1993.
- 10) 정찬주, 이순원, "면과 폴리에스테르의 혼방비율에 따른 착용감에 관한 연구", *한국의류학회지*, **12**(3), 285-294, 1988.
- 11) Holmer I, "Heat Exchange and Thermal Insulation Compared in Woolen and Nylon Garments During Wear Trials", *Textile Res. J.*, **55**(9), 511-518, 1985.
- 12) 유화숙, 허윤숙, 김은애, "편성물의 섬유 종류, 실의 굵기 및 니트타입에 따른 투습완충능력", *한국의류학회지*, **20**(1), 228-238, 1996.
- 13) 한화택, "환기효율에 관한 수치해석적 접근", *공기조화 냉동공학*, **21**(4), 271-281, 1992.
- 14) Geankoplis C.J., *Transport Process and Unit Operation*, 2nd ed., 207, 379, Prentice hall, 1983.