

## 織物의 重貼이 通氣性에 미치는 影響

鄭 貞 淑\* · 鄭 雲 子\*\*

\*晉州實業專門大學 家政學科

\*\*慶尙大學校 自然科學大學 衣類學科

### The Effects of the Superimposed Fabrics on the Air-Permeability

Jung-Sook Chung\* · Un-Ja Chung\*\*

\*Dept. of Home Economics, Chinju Technical College

\*\*Dept. of Clothing and Textiles, College of Natural Science, Gyeong Sang National University

(1986. 8. 19 접수)

#### Abstract

Since the air permeabilities are closely connected with clothing hygiene, air permeabilities required to optimize dressing were studied and measured the air permeabilities that take air layers among fabrics into account. The thickness of air layers were controlled from 3mm to 24mm, and the numbers of air layers were made from one layer to three layers. The samples used were selected in casual wears in spring and autumn.

The results obtained are as follows;

- Specific air permeabilities of superimposed fabrics decreased gradually according to the increase of superimposed number.
- Specific air permeabilities of the same kind of fabrics increased at first and later decreased by the increase of intervals when the fabrics are superimposed at regular intervals, and those of the different kind of fabrics decreased.
- Specific air permeabilities of the different kind of fabrics decreased to the 18mm of total thickness in air layers and increased later.

#### I. 緒論

低緯度에 위치한 우리나라는 여름의 평균습도가 78%로서 높은 편이나 양복의 전래는 우리보다 高緯度지방에서 온 것이 대부분이다. 양복은 外氣를 차단하고 옷과 살갗사이의 공간을 가급적 밀폐하는 「공간 부정의 구조」<sup>1)</sup>로 되어 있으나 한복은 우리 선조들이 「복들어 칼 틈」이라는 넓은 공간으로 「살(肉)바람」<sup>2)</sup>까지 느꼈구나 한다.

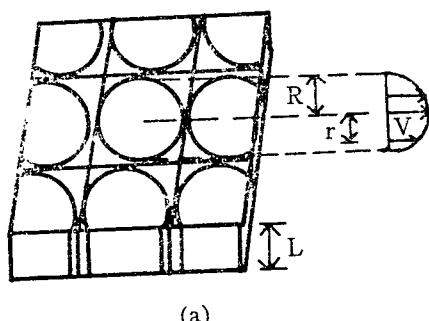
이러한 일면을 생각해 볼 때 양복에 있어서도 적절

한 공간을 두어 지역 특성에 맞는 통기성이 고려되어야 할 것이다. 즉 피복재료의 통기성은 피복위생상 중요한 성능이므로 피복의 구성면에 있어서도 계절 및 용도에 따라 符合되는 통기성을 가진 재질의 선택이 필요하다.

직물의 통기성은 섬유의集合狀態, 表面構造, 織度, 絲의 狀態 및 撥數와 織物의 組織, 厚度, 密度, 氣孔度, Cover factor 등 그 외에 織物의 濕潤, 膨潤 및 오염에 의한 표면구조의 변동과 직물의 重貼度와 후처리 가공 등에 의하여 형성되는 空隙의 상태에 따라서 많은 영향을 받고 있다<sup>3~8)</sup>.

통기성에 관한 연구로서는 통기량 측정 방법으로 Rainard<sup>9)</sup>가 Poiseuille의 법칙에 유체의 운동에너지를 보정하여 통기량과 압력과의 관계를 고찰했고, Goedings<sup>10)</sup>는 압력 저하의 원인이 점성과 운동에너지 외에 충돌에 의해서도 일어난다고 해석하였다. 또한 Lord<sup>11)</sup>는 각종 면직물에 대한 실험에서 조직이 조밀한 직물의 통기량은 압력에 비례하나 성근 직물에서는 압력의 평방근에 비례한다고 보고하였고, 風間・風田<sup>12, 13)</sup> 등에 의하면 布의 통기기구는 nozzle의 통기기구와 같은 모양이라는 것을 발표하였고, Hertel<sup>14)</sup>도 섬유집체의 통기기구는 모세관현상과 같은 원리로 생각하였다. 都竹<sup>15)</sup> 등은 직물의 통기성을 纖目과 絲 내부의 nozzle 부분으로 나누어 통기량 산출식을 만들었고 또한 pitot 관의 원리를 이용하여 低風速下에서의 통기량을 구하였다<sup>16)</sup>. 名倉<sup>17)</sup>은 직물을 겹쳤을 경우, 그 간격이 2~3mm 일 때가 가장 좋은 통기성을 가진다고 하였으며 名倉<sup>17)</sup>, 茂本<sup>18)</sup>, 行方<sup>8)</sup>, Oxtoby<sup>19)</sup>등은 직물의 重貼枚數를 증가시킬수록 통기도가 지수곡선적으로 감소한다는 일치된 연구결과를 보고하였다. 최근 Kullman<sup>20)</sup> 등은 특수사의 형태에 따른 통기도 변화를, 安田<sup>21)</sup>는 통기성 방수포 Goretex의 용도에 대한 연구를 계속하고 있지만 대부분 1枚직물의 경우이며 重貼에 의한 것은 적은 실정이다. 더우기 공기총을 고려한 연구는 극히 드물고 또한 범위도 매우 적어 실제의 着裝에는 적용이 어렵다. 특히 Parachute 용도로 사용되는 Ganopy 직물이나 특수복 등에는 공기총이 매우 중요하므로 1枚직물의 통기도만으로는 해결되지 않는 여러 문제가 대두된다.

일반적으로 통기성은 직물의 험기성과 밀접한 관계를 가지나 험기율과는 단순히 비례하지 않고 오히려 直通氣孔 등 직물의 험기형태에 관계<sup>22)</sup> 되므로 의복을 착용했을 때의 통기도는 검토하지 않았으며,同一 絲로



(a)

Fig. 1. Velocity profiles and balance of forces along with the flow in a pore

서 형성된 직물의 조직과 絲 밀도를 비교해 보면 직물의 重貼枚數와 통기저항(통기도의 逆數)은 직선관계를 나타낸다. 그리고 직물의 통기저항은 풍속에 의해서도 변화<sup>22)</sup> 하므로 사용 時의 풍속을 고려하는 것이 좋으나 본 실험에서는 重貼직물의 통기도를 측정하여 공기의 흐름에 의한 종류의 유체이론적 고찰을 시도하였다.

## II. 理論的 背景

직물의 통기도는 염밀히 氣孔의 형태나 크기로서 정의될 수는 없지만 일정한 직경 및 길이로 되어 있는 원통을 통과하는 공기의 유동으로 보고 직물을 투과하는 공기의 유동은 다수의 유사한 纖目을 통하여 일어난다고 생각할 수 있다.

### 1. 理論展開을 위한 假定

- (1) 纖目的 형상은 圓柱形이다.
- (2) 絲 내부의 공기흐름은 무시한다.
- (3) 시험기구의 内외공기밀도는 동일하다.
- (4) 공기총의 두께는 Spacer 자체의 두께로만 조절한다.
- (5) 직물 간 공기의 흐름은 管路의 종류이론<sup>23)</sup>에 근거를 둔다.

### 2. 展 開

#### (1) Nomenclature

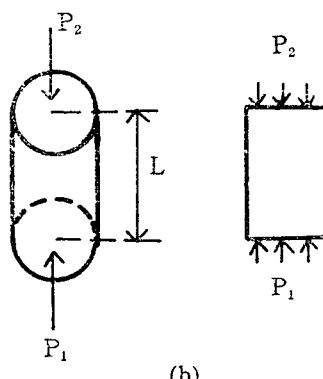
*I*: Thickness of a pore(기공의 두께)

*m*: Coefficient of the air movement in a pore  
(판내운동에 있어서의 보정계수 0.5~1.1)

*N*: Numbers of the pores (기공의 수)

*Δp*: Pressure gradient (압력차)

*q*: Total mass of air transferred through a pore



(b)

하나의 기공을 통해 이동되는 공기량)

$Q$ : Total mass of air transferred through pores

다수의 기공을 통해 이동되는 공기량)

$r$ : Radius of the pore in arbitrary point(기공내

의 점에서의 반경)

$R$ : Radius of the pore(기공의 반경)

$V$ : Velocity of air flow through a pore(기공내

의 유속)

$\mu$ : Coefficient of viscosity(점성계수)

$\rho$ : Density(밀도)

(2) 織目을 통한 공기의 유동이 층류인 경우

Fig. 1과 같은 직물의 孔隙에서  $r$  인 圓柱狀의  $V$  가  
동일한 값을 가진다고 가정하여 Poiseuille의 법칙<sup>23)</sup>  
을 적용하면 다음과 같다.

$$\mu = \frac{\pi \cdot \Delta p}{8 q \cdot l} R^4 \dots \dots \dots (1)$$

여기서 일반적으로 움직이고 있는 유체의 점성계수  $\mu$ 는 운동에너지의 효과<sup>24)</sup>로 인하여 감소하므로 (1)식에서 증가된 운동에너지에 대하여 점성계수의 효과를 고려하면 (2)식이 성립된다.

$$\mu = \frac{\pi \cdot \Delta p}{8 q \cdot l} \cdot R^4 - \frac{m \cdot \rho \cdot q}{8 \pi \cdot l} \dots \dots \dots (2)$$

(1), (2)식은 한개의 織目에 대한  $q$  와  $\mu$  이므로 직물 전체에 대한 통기량은

$$Q = N \cdot q \dots \dots \dots (3)$$

이므로 (2)식에 대입하면

$$\frac{\Delta p}{Q} = \frac{m \rho}{\pi^2 R^4 N^2} \cdot Q + \frac{8 \mu}{\pi R^4 N} \cdot l \dots \dots \dots (4)$$

이 성립된다. 따라서  $Q$ 와  $L$ 은  $\frac{\Delta p}{Q}$  와 직선관계가 이루어 점을 알 수 있다.

### III. 實驗 方法

#### 1. 試 料

試料는 春·秋 여성 상의의 가장 보편적인 착장순서<sup>25)</sup>를 고려하여 속옷감(A)·블라우스감(B)·안감(C)·겉옷감(D)의 대표적인 의복지 4종류를 선택하였으며 그明細는 Table 1과 같다.

#### 2. 測定 方法

##### (1) 통기성 측정

KS-K 0570 직물의 공기투과도 시험방법에 근거하였으며 겹쳤을 때의 통기도는 각 시료를 2枚, 3枚, 4枚, 5枚 그리고 A, B, C, D의 4시료를 차례로 겹쳐서 측정하였다.

##### (2) 공기총 형성에 따른 통기성 측정

軟鐵丸棒을 切削加工하여 Fig. 2와 같은 Spacer를 제작하였다. Spacer의 두께는 공기총을 고려한 보온

Table 1. Characteristics of fabrics.

Kind of sample Characteristic	A	B	C	D
Fiber content(%)	cotton 100	poly ster 70/ cotton 30	polyester 100	polyester 65/ wool 35
Pattern of weave	plain-knit stitch	plain	plain	2/2 twill
Density (thread/inch)	w p  w t	43wale  55course	102  73	166  87
Yarn count	w p  w t	40's  45's	45's  54D/24F	23/2's  56D/24F
Thickness (0.01mm)	44.76	18.14	10.44	40.94
Porosity(%)	82.01	45.28	56.96	54.38
Air Permeability (cc/cm <sup>2</sup> /sec)	125.38	97.09	34.38	8.28
Cloth cover factor	26.4	26.08	25.7	30.6

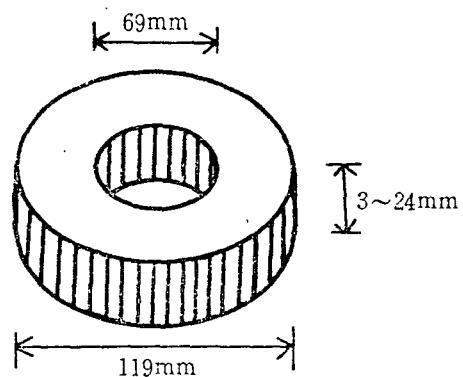


Fig. 2. The spacer used for air layers

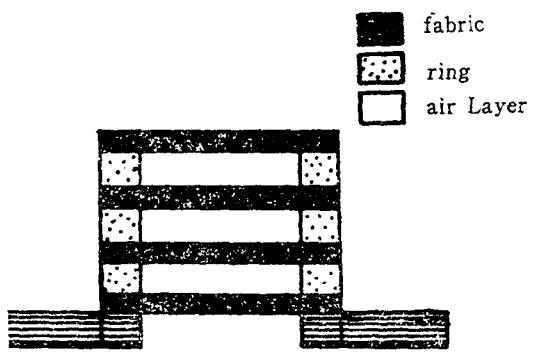


Fig. 3. Specimens and air layers.

성 실험<sup>26)</sup>에서와 같이 3mm 간격으로 하였고, 시료를 겹칠 때의 간격은 일반적인 春·秋 상의의 피부면에서 최외층까지의 거리<sup>27)</sup>를 생각하여 3mm에서 24mm 범위로 하였다.

측정 방법은 Fig. 3과 같이 시료를 시험기구 상단에 먼저 놓고 Spacer와 시료를 차례로 얹어 공기총을 형성한 뒤 dashing Ring으로 눌러 측정하였다.

이상과 같은 모든 측정은 온도  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 관계습도  $65 \pm 5\%$ 에서 하였다.

#### IV. 結果 및 考察

##### 1. 重貼枚數에 따른 통기도 변화

직물의 통기도는 重貼의 방향에 거의 영향을 받지 않는다<sup>18)</sup>고는 하지만 시료를 최대한 經緯絲 방향에 맞추어 밀착 시킨 다음 측정하였다. 측정된 통기도의 변화를 비교하기 위하여 (5)식과 같이 比通氣度<sup>17)</sup> (Specific Air Permeability)로 환산하였으며 重貼枚數와 比通氣度와의 관계를 Fig. 4에 나타내었다.

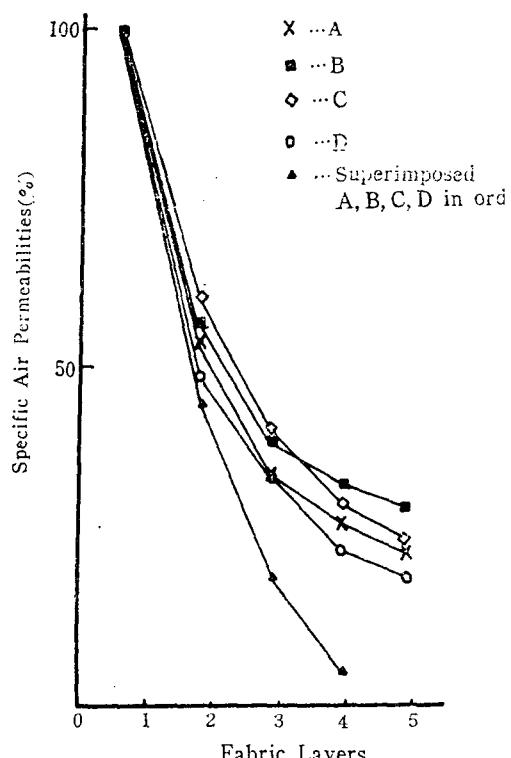


Fig. 4. Specific air permeabilities depending on the numbers of fabrics which are superimposed.

$$\text{S.A.P.} = \frac{Q_n}{Q_1} \times 100 \dots \dots \dots \dots (5)$$

단, S.A.P.; Specific Air Permeability

$Q_1$ ; 시료 1枚의 통기도

$Q_n$ ;  $n$ 枚重貼時의 통기도

Fig. 4에서 重貼時의 통기도는 각 시료마다 2枚까지만 급격히 감소하지만 3枚 이상 겹쳤을 때는 難通氣性<sup>28)</sup>이 되어 통기도의 감소율은 보다 완만하게 진행되었다. 서로 다른 시료의 경우도 마찬가지 현상으로 그것을 보온과 관련지어 본다면 계속적인 의복수의 증가가 보온효과에 비례되는 영향을 주는 것은 아니라고 수 있다.

또한 통기도가 重貼枚數의 역수에 비례한다고 가하면, 重貼에 의한 통기도의 변화율  $K^{17)}$ 를 다음과 같이 구할 수 있다. Table 2는  $K$ 의 값을 나타낸 것이다.

$$Q_n = K \frac{Q_1}{n} \dots \dots \dots \dots (6)$$



Table 3. Combination of specimens and air layers.

Run number		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Total thickness of air layers(mm)		3		6			9			12			15				
Air layers	A <sub>1</sub>	3	0	0	6	0	0	3	9	0	0	3	12	0	0	3	15
	A <sub>2</sub>	0	3	0	0	6	0	3	0	9	0	6	0	12	0	6	0
	A <sub>3</sub>	0	0	3	0	0	6	0	0	0	9	0	0	0	12	3	0
Run number		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Total thickness of air layers(mm)		15		18			21			24			27				
Air layers	A <sub>1</sub>	0	0	6	18	0	0	9	21	0	0	12	24	0	0	12	
	A <sub>2</sub>	15	0	6	0	18	0	6	0	21	0	6	0	24	0	9	
	A <sub>3</sub>	0	15	3	0	0	18	3	0	0	21	3	0	0	24	3	

○ …A+B

□ …A+B+C

▲ …A+B+C+D

A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
○	○	X
X	X	○
■	■	○
▲	○	○
○	○	X

○ …existence of air Layers  
X …non-existence of air Layers

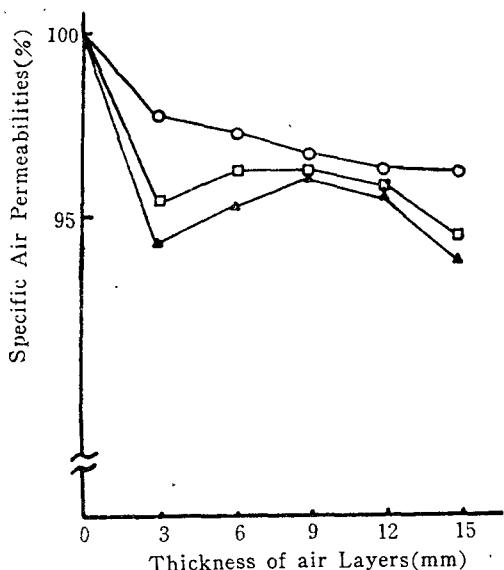


Fig. 6. Specific air permeabilities depending on the thickness of air layers among the different fabrics.

이 잘 흐트려지지 않으므로 유속이 증가되어 압력차도 커지게 된다. 그러므로 (4)식에 의하여 통기도는 증가하는 경향을 보인다. 그러나 공기층의 간격이 어느 한계를 넘어서면 역시 난류의 영향을 받을 수도 있다고

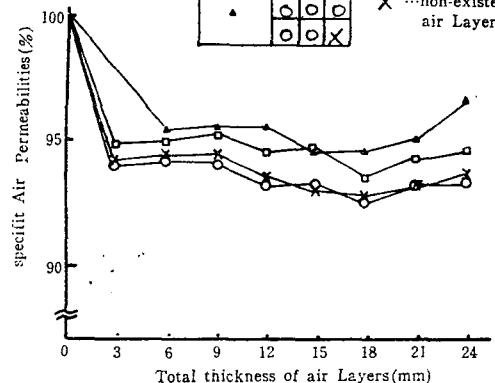


Fig. 7. Specific air permeabilities vs. total thickness of air layers.

본다. 이와 같은 통기도의 변화를 근사적으로 포물선이라고 보면 比通氣度와 공기층 두께와의 관계를 최소 자승법<sup>29)</sup>으로 산출할 수 있다. 변량 X, Y를 공기층 두께의 대응치 및 比通氣度라고 하면

$$\text{2枚重貼의 경우 : } Y = 101.3813 + 0.0173X - 0.0563X^2 \quad \dots\dots(9)$$

$$\text{3枚重貼의 경우 : } Y = 102.8085 + 0.0523X - 0.097X^2 \quad \dots\dots(10)$$

$$\text{4枚重貼의 경우 : } Y = 101.8787 + 0.2593X - 0.1046X^2 \quad \dots\dots(11)$$

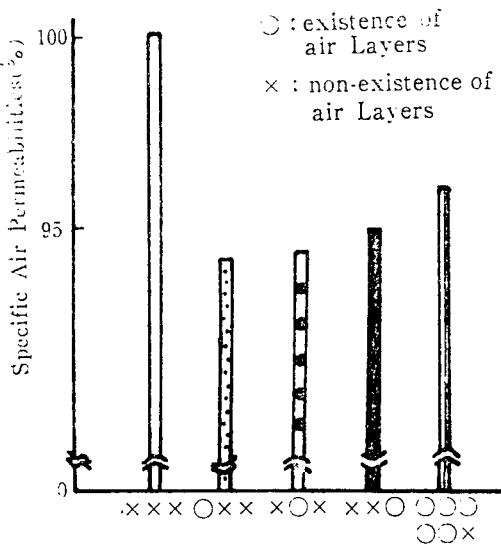


Fig. 8. Specific air permeabilities vs. combinations of air layers. ○: existence of air layers. ×: non-existence of air layers.

이 성립된다.

## (2) 異種 직물의 경우

착장순서를 고려하여 속옷감—블라우스감, 속옷감—블라우스감—안감, 속옷감—블라우스감—안감—겉옷감의順으로 측정하여, 접촉시켜 겹쳤을 때의 통기도를 100으로 하여 Fig. 6에 나타내었다.

Fig. 6에서 보면 통기도는 重貼枚數와 공기층의 증가에 따라 대체로 감소되고 있으나 3枚, 4枚에서는 공기층이 3mm를 넘어서면 불규칙하게 변하고 있어 난류의 동요가 있는 것으로 생각된다.

## 3. 공기층 두께를 조합시켰을 때의 통기도 변화

시료의 重貼순서는 착장순서를 고려하여 A, B, C, D 순으로 고정시켜으며 공기층의 두께는 3mm에서 24mm까지로 하여 Table 3과 같이 조합시켰다.

그 결과는 Fig. 7과 같이 나타났다. 여기에서도 공기층의 두께가 18mm까지는 대체로 감소하다가 그 후는 증가하는 경향을 보였고, 또한 공기층이 커짐에 따라 대류현상이 일어나므로 체열방산을 도울 수 있는 효과가 크다. 그런데 이 현상은 공기층에 따른 열차단능 실험<sup>25)</sup>과 역관제를 이루므로 着衣할 때 두 경우를 잘 판별시킬 필요가 있다. 공기층의 조합형태에 따른 통기도의 비교는 Fig. 8과 같다. Fig. 8에서 보면 접촉시켜

겹쳤을 때가 가장 좋은 통기도를 가지나 어떠한 着衣 방법은 어려우므로 공기층의 두께를 각 직물마다 균일하게 분포하는 것이 효과적이라 생각된다.

그러므로 통기성을 좋게 하기 위해서는 의복형태에 開口部를 많이 두거나<sup>25)</sup>, 최외층 의복은 통기성이 큰 재질을 백하므로 통기성을 높일 수 있고 공기층을 둘 경우는 18mm를 초과하여 각 층마다 균일하게 분포하는 것이 바람직하다고 생각된다.

## V. 結論

통기성은 피복 위생상 극히 중요한 요인으로 본 실험에서는 일반적인 여성 春·秋服의 착장순서를 고려하여 4종류의 시료를 선택하였고, 착장 조건 설정에 기초자료를 공급할 것을 목적으로 공기층의 두께는 3mm에서 24mm 까지로 하고 공기층을 3층으로 조절하여 重貼직물의 통기도를 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 重貼에 의한 직물의 통기도는 重貼枚數의 증가에 따라 완만하게 감소하였다.
2. 等間隔의 重貼에 의한 직물의 통기도는 간격의 증가에 따라,同一 직물의 경우는 증가하다가 감소하였고 異種 직물의 경우는 감소하였다.
3. 異種 직물의 통기도는 공기층의 두께가 18mm 까지는 감소하다가 그 후 점차 증가하였다.

## 引用文獻

- 1) 朝鮮日報, 風物學, 20回, 1982年 7月 4日.
- 2) 朝鮮日報, 風物學, 21回, 1982年 7月 11日.
- 3) 山口正隆・大野靜枝・軍司敏博・平田行・藤原康晴・松本紀代子・宮田奈美子・山田都, 被服材料實驗法, 建帛社, 98(1979)
- 4) 陳英吉, 織物의 空氣透過度에 관한 研究, 부산대학교 대학원 석사학위논문, 5-18(1977)
- 5) J.E. Booth, Principles of Textile Testing, Chemical Publishing Co., 276(1969)
- 6) 鈴木義鎧・吉田高年, 被服地概說, 檻書店, 85-86(1959)
- 7) 日本纖維機械學會, 被服科學總論(上卷), 被服學體係化分科會編, 26-28(1980)
- 8) 行方寅次郎, 織物の 通氣性に 關する 一實驗, 織學誌, 14, 188-191(1968)
- 9) 纖維學會, 纖維便覽(原料編), 丸善株式會社, 335-

- 337(1968)
- 10) A.C. Goodings, Air Flow through Textile Fabrics, *Textile Res. J.*, 34, 713-724(1964)
  - 11) J. Lord, *J. Textile Inst.*, 50, 569(1959)
  - 12) 豊田 錦・風間 健, 織消誌, 3, 197(1962)
  - 13) 豊田 錦・風間 健, 織消誌, 4, 337(1963)
  - 14) K.L. Hertel, C.L. Craven, *Textile Res. J.*, 21, 765(1951)
  - 15) 都竹初稻・稻垣勝彦・中山 晃・長井茂明, 布の通氣性に 關する 研究, 織消誌, 20, 531-535(1979)
  - 16) 都竹初稻・稻垣勝彦・中山 晃・長井茂明, 布の通氣性に 關する 研究(第二報), 織消誌, 22, 392-396(1981)
  - 17) 名倉光雄, 被服材料の 通氣性に ついて, 家政學雑誌, 10, 255-260(1959)
  - 18) 茂本朋子, 被服地の 通氣能, 家政學雑誌, 6, 125-130(1955)
  - 19) E. Oxtoby, The Air Permeability Measurement of Open Fabrics by Using Superimposed Fabric Layers, *J. Textile Inst.*, 61, 153-156(1970)
  - 20) Russell M.H. Kullman·Clarence O. Graham Jr. and George F. Ruppenicker, Air Fermeability of Fabrics Made from Unique and Conventional Yarns, *Textiles Res. J.*, 51, 781-786(1981)
  - 21) 安田 武, 通氣性 防水布 ゴアテックスの 後, 織消誌, 22, 274-277·375-378(1981)
  - 22) 日本纖維製品消費科學會編, 纖維製品消費科學ハンドブック, 光生館, 94(1975)
  - 23) Victor L. Streeter and E. Benjamin Wylie, Fluid Mechanics, McGraw Hill Inc., 249-250(1975)
  - 24) 安守漢, 水理學, 東明社, 62-65(1980)
  - 25) 渡邊ミチ, 衣服衛生と 着裝, 同文書院, 5, 74-78(1973)
  - 26) 李智映・宋泰玉, 織物門 空氣層의 形成方法의 热傳達에 미치는 影響, 韓國纖維工學會誌, 18, 71-78(1981)
  - 27) 大野靜枝・倉崎順子, 着衣の 間隙と 热流量との 關係, 家政學雑誌, 27, 534-538(1976)
  - 28) 小川安朗, 新版應用被服材料學, 光生館, 131 -132(1979)
  - 29) 鄭英鎮, 近代統計學의 理論斗 實際, 寶晉齋, 244-249(1969)