(昭和44年5月26日受理)

湿度勾配法による織物の透湿測定

繊維高分子材料研究所 鈴木 淳・大平 通泰

MEASUREMENT OF MOISTURE-TRANSFER THROUGH
FABRICS BY THE HUMIDITY-GRADIENT METHOD

By Atsushi Suzuki and Michiyasu Ohira

(Research Institute for Polymers and Textiles of Japanese

Government, Sawatari, Kanagawa-ku, Yokohama, Japan)

Many methods for measuring fabric moisture-permeability are discussed. Usually, weighing method and water-level method are used to determine the rate of moisture-transfer in fabrics.

The applicability of the humidity-gradient method for measurement of moisture-transfer through fabrics was investigated in this paper and the following results are obtained:

(1) The humidity distributions close to water-surface and fabric-surface can be observed with the hygrometer.

(2) Regions of linear gradient of water-vapour pressure are found in water-surface and fabric-surface. These regions are considered as the diffusion layers, and the rates of water-evaporation are calculated from Fick's diffusion formula.

(3) Gradient of vapour-pressure, vapour-pressure on water-surface and effective thickness of diffusion layer estimated from the distribution curve of vapour-pressure near the water-surface depend on temperature, humidity and air velocity.

(4) The above three values depend on fabric moisture-transfer properties. The rates of fabric moisture-transfer obtained from the humidity-gradient method and the weighing method are in a satisfactory agreement. So, it is concluded that fabric moisture-permeability can be measured by the humidity-gradient method.

(5) According to the humidity-gradient method, the diffusion coefficient of water-vapour in fabrics, the surface coefficient of fabric moisture-transfer and the total resistance of fabric moisture-permeability can be calculated.

(6) The effective thickness of diffusion layer is related to the surface constructions and materials of fabrics.

(Received May 26, 1969)

1. 緒 言

織物の透湿性については従来から多くの研究¹⁾があり測定法もいろいろ考えられているが、一般には蒸発による重量法や水位法が用いられている。

しかし、たとえば、快適性に関する問題のように織物の熱挙動に対する水分の働き²⁾を知るためには、熱測定と同時に水蒸気の蒸発量を直接測定することが必要である。しかし、従来の方法をその目的に利用することは装置のあるいは操作的に困難である。

湿度勾配法はこのような目的を解決するために有用であり、事実、最近の湿度計の発達³⁾によって蒸発面上の

薄い空気層内の湿度勾配を測定することが可能となり、空気中の水蒸気の拡散係数を決定するのに用いた例⁴⁾もある。本研究の目的は上記問題の解決のために、湿度勾配法による織物の透湿測定の可能性について検討することである。

2. 蒸発速度の計算^{5),6)}

普通の室内では風があっても液体あるいは固体の表面に接している空気はその表面に相対的に静止し、それに近い空気層内では対流が起きないことが流体力学で知られている。無風の場合で10 mm 前後、風速が3 m/sec 近くなると数mmの拡散層が存在する。温度が一樣で水

Fig. 1. Typical curve of vertical distributions of water-vapour pressure near the evaporation-surface of water.

- A. Water layer.
- B. Still diffusion layer.
- C. Convection layer.
- e_0 . Water-vapour pressure of the water-surface.
- e_1 . Water-vapour pressure of open-air.
- L. Effective thickness of diffusion layer.

の蒸発が定常的に行なわれている場合には、その領域内で蒸気圧勾配が線形となり Fick の拡散の法則が適用で

Fig. 2. Measuring probes.

- A, B. Hygrometer elements for measuring high and low humidities.
- C. Thermister element.

きる。

第1図は水蒸気分圧曲線を示したもので、水の蒸発速度 $V(\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec})$ は次のようにして求めることができる。

$$dv = D \frac{d\rho}{dx} dF dt \quad (\text{Fick の拡散の方程式}) \quad (1)$$

$$\frac{e}{\rho} = \frac{R(273 + \theta)}{M} \quad (\text{気体法則}) \quad (2)$$

Table 1. Sample

Sample No.	Sample	Count (s)	Density (thread/in)	Thickness ($\text{cm} \times 10^{-2}$)	Weight ($\text{g}/\text{cm}^3 \times 10^{-3}$)	Air contents (%)	Air permeability ($\text{cc}/\text{cm}^2/\text{sec}$)
1	wool	33.9	warp 65 weft 65	2.90	10.8	39.0	26.2
2	cotton (A)	140/2	199 91	1.86	9.3	43.0	15.0
3	cotton (B)	40/1	140 65	2.29	13.9	39.0	4.7
4	cotton (C)	100/2	144 81	2.06	11.2	40.0	8.2
5	silk	(denier) 40.5	129 96	0.90	4.5	35.0	—
6	Acryl 55% Polyester 45%	26/3	42 33	5.50	3.3	69.8	83.2
7	Rayon	44.0	86 70	2.00	1.0	66.7	154.1
8	Polyamide	(denier) 84.0	114 93	1.20	0.8	45.5	—
9	Acryl Rayon	46.5	78 73	2.30	0.8	71.0	183.1
10	Polypropylene 50% (Knit) Rayon 50%	25.0	36 32	15.30	3.3	82.9	—
11	Polypropylene (A) (Knit)	—	32 70	3.60	1.0	65.8	205.4
12	Polypropylene (B) (Knit)	(denier) 95.0	25 21	11.70	2.5	88.1	—
13	Polyester	(denier) 30.0	168 168	1.10	0.05	36.0	—

第(1)式, 第(2)式から

$$V = \frac{DM}{R(273+\theta)} \left| \frac{de}{dx} \right| \quad (3)$$

ただし

$$D = 0.241 \left(\frac{273+\theta}{288} \right)^{1.75} \left(\frac{760}{p} \right) \\ \div 0.220 + 0.00147 \theta \quad (0 \sim 50^\circ\text{C 付近で}) \quad (4)$$

ここで, x ; 蒸発面からの距離 (cm), dv ; 微小面積 $dF(\text{cm}^2)$ から微小時間 $dt(\text{sec})$ に蒸発した水蒸気の質量 (g), ρ ; 水蒸気密度 (g/cm^3), $d\rho/dx$; 水蒸気密度勾配 (g/cm^4), D ; 空気中の水蒸気拡散係数 (cm^2/sec), e ; 水蒸気圧 (mm Hg), R ; 普遍気体定数 ($\text{mmHg} \cdot \text{cm}^3/\text{deg}$), M ; 水蒸気分子量 (g), θ ; 温度 ($^\circ\text{C}$), p ; 大気圧 (mmHg), de/dx ; 水蒸気圧勾配 (mmHg/cm) を表わす。

3. 実験方法

3.1 試料

透湿測定に用いた試料の明細は第1表のようである。試料は任意に選択し, 厚さ, 含気率, 通気度の測定は次の方法によった。

厚さの測定: 荷重 $10 \text{ g}/\text{cm}^2$ で, 1枚の試料を用いて測定した。

含気率の測定: 窒素ガス置換によるベックマン式比重計で測定した。

通気度の測定: フラジール型通気度試験機で測定した。

3.2 湿度分布の測定

実験は第1図におけるような薄い拡散層内の湿度分布を数点以上 (最低 2~3 点) 測定するわけであるが, 最近の湿度計の発達によりそれが可能になった。第2図はその検出部を示したものである。低湿および高湿測定素子 (測定範囲は $5 \sim 45^\circ\text{C}$ の温度範囲で, 相対湿度 20~95% RH) とサーミスタ (測定範囲は $5 \sim 45^\circ\text{C}$) が水平に並べられている。検出素子の大きさは薄い平型で厚さ 0.2 mm , 幅 4 mm , 長さ 10 mm である。また, 湿度計は温度係数を持ち任意な温度での相対湿度を検定曲線から読みとることができる。第3図にその一例を示した。第4図は測定法の概略図である。検出素子は試料面上の空間を上下左右に移動でき, 拡散層内の湿度分布を測定できる。試料は内径 87.5 mm の円形容器に固定され, 試料と水面との間隔は 2 mm で, 試料がぬれない程度に小さくとった。測定装置への試料の固定は, 末端からの水蒸気の leak を防ぐために, やわらかい材料と硬い材料の接着に適した, しかも, 速乾性で水に耐抗性をもった接着剤を用いて行なった。試料と水面の間隔はその間の層内を飽和蒸気圧に近くとる必要からできるだけ小さいほうが望ましいが, 重量測定において起こるぬれ

Fig. 3. An example of typical calibration curves of the hygrometer elements for measuring high and low humidities.

Fig. 4. Schematic diagram for measuring the vertical humidity distributions near the evaporation-surface of water and the sample-surface in transferring moisture through fabrics, in the climate room.

- A. Water
- B. Sample
- C. Main-vessel
- D. Sub-vessel
- E. Hygrometer and thermister elements
- F. Anemometer element
- G. Cathetometer
- H. Recorder
- I. Water-surface
- J. Saturated water-vapour pressure layer (approximately)

を防ぐために, 2 mm が限界で, この場合でも相当注意深く振動させないよう行なう必要があった。そこで, 実際には, 次のような点に留意して試料がぬれたかどうかを確認し, ぬれた場合には再実験を行なうことにした。すなわち, 親水性試料の場合は水が布に接触すると瞬間的に浸せきぬれを生じ明らかにぬれを確認できた。疎水性試料の場合は, 秤量後試料をとりはずし, その裏面を見れば, いったんぬれた試料の場合には層内の蒸気圧が

Table 2. Observed and calculated values from Fig. 5 and Fig. 6.

No.	Temp. θ (°C)	R. H. (%)	Air velocity (cm/sec)	Gradient of vapour pressure de/dx (-mmHg/cm)	Vapour-pressure of the water-surface e_0 (mmHg)	Effective thick- ness of diffusi- on layer L (cm)	Rate of evapor- ation by humi- dity gradient method V (g/W) ($g/cm^2 \cdot sec \times 10^{-6}$)	Rate of evapor- ation by weigh- ing method ($g/cm^2 \cdot sec \times 10^{-6}$)
1	25	30	2	11.30	21.60	1.22	2.81	2.68
2	20.5	30	2	10.00	16.65	1.22	2.46	2.30
3	13	41	2	5.11	10.05	1.18	1.23	1.52
4	11	41	2	4.90	9.60	1.12	1.18	1.03
5	9	41	2	4.23	8.35	1.00	1.01	1.24
6	25	46	20	17.50	21.40	0.90	4.34	4.90
7	25	15	50	47.50	21.40	0.32	11.80	11.00
8	25	32	80	57.50	21.40	0.26	14.33	15.80
9	20	39	20	17.00	16.50	0.60	4.19	4.20
10	16.5	36	20	15.00	11.60	0.45	3.65	3.40
11	10	54	20	8.75	9.10	0.48	2.08	2.21
12	10.5	60	50	13.00	8.95	0.25	3.11	3.41

Fig. 5. Vertical distributions of water-vapour pressure near the evaporation-surface of water at air velocity, 2 cm/sec.

Fig. 6. Vertical distributions of water-vapour pressure near the evaporation-surface of water at forced air velocity.

飽和蒸気圧に近い付着ぬれ、あるいは拡張ぬれが観測されぬれたかどうか確認できた。また、蒸気圧勾配が試料上の水平方向の測定位置によって異なる危険性をさけるために、本報では第4図のように主容器のまわりに補助容器を用い、主容器上の水平方向の蒸気圧勾配を一樣にし、蒸発速度はその中心で定常状態において測定した。また、貴重法による蒸発速度の測定は主容器部分を取り出し減量前後の重量を秤量して求めた。この場合減量前の重量は試料を装置した1時間後の測定値であり、蒸発速度の決定は、定常状態になるまでの誤差の影響をさけるために蒸発時間を長く(1時間)とった。また、湿度勾配の測定は試料を装置した1時間後から測定を始めた(親水性試料については前もって同一条件で長時間放置した試料を用いた)。なお、定常状態になるまでの時間は、補助容器を用いない場合の天秤による連続測定の結果および湿度勾配法による断続測定の結果から1時間で十分であることを予知した。また、蒸発時間をあまり長くすると、試料下の水位が下り、その結果層内の蒸気圧が低下し、湿度勾配に影響を与えるが2~3時間程度では定常的で問題とならない。

外気条件は自然状態の室内と温度調節を施した室内とで行なった。強制的な風は、人工気候室内に既設されている風洞(大きさが奥行120cm, 幅30cm, 高さ23cm)のもので、風速が ~ 10 m/secである)から試料面に平行に与えられ、風速は試料面近くの平均風速で示され、アネモマスターで測定された。

4. 実験結果および考察

4.1 水面近くの水蒸気分圧曲線

外気の温度、湿度、風速の異なる条件下で、試料で被覆しない水面近くの湿度分布を測定したが、水蒸気分圧曲線はどの場合も薄い領域内で直線的に変化している部分があり、拡散層の存在が確められた。第5図は温度が異なる場合の水蒸気分圧曲線を、第6図は主として風速が異なる場合の水蒸気分圧曲線を示したものである。外気の条件は図中に示すとおりである。第2表は第5図第6図から得られる観測値(蒸気圧勾配、拡散層の有効厚さ、水面上の蒸気圧)と計算値(蒸発速度)の結果、および重量法による蒸発速度の結果を表示したものである。ただし、水面上の蒸気圧は、蒸気圧勾配が線形になっている部分の直線の延長線が水面上で交わる点の蒸気圧で示され、拡散層の有効厚さとしては、水蒸気圧の分圧が線形である部分の厚さではなく、分布が線形になっている部分の直線の延長線上で外気の水蒸気圧に等しい水蒸気圧の点を求め、その水面からの距離で定義される。

第5図、第2表から次のようなことがいえる。

蒸気圧勾配は温度により異なり温度が高いほど大きい。拡散層の有効厚さは温度が高いほど大きい傾向を示し、常温の無風に近い状態ではば10 mm 前後である。水面上の蒸気圧は飽和蒸気圧よりやや低い値を示すが、これは水面上の温度が蒸発潜熱のために拡散層の温度よりやや低いことに起因すると考えられる。本法による蒸発速度は蒸気圧勾配に比例し、重量法による蒸発速度とよく一致している。湿度の効果については追試を行なわなかったが湿度が高いほど蒸気圧勾配が小さく、拡散層の有効厚さが大いこと、および水面上の蒸気圧はほぼ飽和蒸気圧に近いことが推測される。第6図、第2表の結果は風速による効果がよくあらわれている。

蒸気圧勾配は面に平行な平均風速が0.5 m/secで無風状態の2~3倍、1 m/secで5~6倍の大きさとなる。その結果、蒸発速度も風速が増すことによって大きくなり、また、重量法による蒸発速度ともよく一致している。拡散層の有効厚さは風速が大きくなるにつれて小さくなり、1 m/secで2~3 mmとなる。水面上の蒸気圧は風速によって変わることなく飽和蒸気圧に近い値を示す。

なお、蒸気圧勾配(蒸発速度)および拡散層の有効厚さと温度、湿度、風速との関係については、より詳細な実験が必要である。

4.2 織物の透湿測定への応用

4.2.1 水面を織物で被覆した場合の水蒸気分圧曲線

水面を織物で被覆した場合の試料表面近くの薄い領域内にも同様な実験により拡散層が存在し、そこに線形の蒸気圧勾配が形成され試料を通過する水の蒸発速度を算出することが確かめられた。

第7図は温度19.6°C, 湿度45%, 風速10~20 cm/secの外気条件で単層の試料について測定した水蒸気分圧曲線で、その結果をまとめたものが第3表である。

蒸気圧勾配、試料表面上の蒸気圧および拡散層の有効厚さ(後者の二つの量は、水面を試料で被覆しない場合の前述の定義にしたがうが、布表面の位置の規定が微妙な問題である。本報では、困難さをさけるためにあらかじめ毛羽の少ない試料を選択し、単純に次のように取り扱った。すなわち微動調節により、容器表面と検出端底面を同一水平面上に拡大鏡を使って合わせ、次に布の厚さは1枚を10 g/cm²の低荷重で測定した値であること、および接着による誤差もほとんどないと考えられることから、布の厚さだけそれに付加し、その指示目盛から試料表面の位置を規定した。しかし、表面形態との関連において今後十分に検討すべき問題である)は織物によってはっきり相違した値を持つ。すなわち、本法は織物の

Table 3. Observed and calculated values from Fig. 7.

Sample No.	Gradient of vapour pressure de/dx (-mmHg/cm)	Vapour pressure of the sample-surface e_s (mmHg)	Effective thickness of diffusion layer L (cm)	Rate of evaporation by humidity gradient method V ($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \times 10^{-6}$)	Rate of evaporation by weighing method W ($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \times 10^{-6}$)
1	9.40	13.60	0.62	2.31	2.09
2	9.80	14.35	0.68	2.41	2.24
3	9.60	13.56	0.63	2.36	2.43
4	10.60	14.06	0.63	2.61	2.47
5	9.25	13.18	0.67	2.27	2.27
6	7.17	12.04	0.59	1.76	1.95
7	10.50	13.56	0.56	2.58	2.66
8	3.20	9.20	0.47	0.79	0.58
9	10.20	13.52	0.57	2.51	2.26
10	8.83	12.68	0.61	2.16	1.99
11	11.25	13.70	0.53	2.76	2.68
12	9.50	12.40	0.50	2.33	2.09
13	13.30	13.80	0.62	3.29	3.75

Fig. 7. Vertical distributions of water-vapour pressure near the sample-surface in transferring moisture through fabrics.

Fig. 8. Vertical distributions of water-vapour pressure near the sample-surface in transferring moisture through the multi-layers of fabrics.

透湿速度を測定するのに十分な精度があることを示している。

Fick の拡散の法則からも明らかであるが、透湿性の大きいものは蒸気圧勾配や試料表面上の蒸気圧が大きく、それは重量法による蒸発速度の結果とも一致している。拡散層の有効厚さは試料表面の形態や素材によると

考えられる。

第 8 図、第 4 表は温度 20°C、湿度 42%、風速 20 ~ 30 cm/sec の条件で同一試料を重ね合わせて測定した結果である。

拡散層の有効厚さは重ね合わせによってほとんど変化しない。これは素材および表面形態が同一であるためと

Table 4. Observed and calculated values from Fig. 8.

Sample	The number of sample-layers of No. 11 (layer)	Gradient of vapour pressure de/dx (-mmHg/cm)	Vapour pressure of the sample surface e_0 (mmHg)	Effective thickness of diffusion layer L (cm)	Rate of evaporation by humidity gradient method V ($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \times 10^{-6}$)	Rate of evaporation by weighing method W ($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \times 10^{-6}$)
a	1	13.33	12.60	0.39	3.28	3.83
b	2	13.00	12.13	0.36	3.20	3.10
c	6	10.60	11.20	0.37	2.61	2.93
d	8	7.06	10.20	0.39	1.74	2.08

Fig. 9. Correlation between the rate of evaporation from the humidity gradient method and the rate of evaporation from the weighing method.

推測される。拡散層の有効厚さと試料の材質と表面形態との関係を本法によって詳細に検討することは興味ある問題である。また、試料の重ね合わせ枚数を増すことによって蒸気圧勾配や試料表面上の蒸気圧は小さくなり、その結果蒸発速度も小さくなっている。第9図は本法による蒸発速度と重量法による蒸発速度を比較したものでよい相関性がある。

以上の結果から湿度勾配法の織物を通しての水蒸気の蒸発速度を測定するのに充分有効であることが確かめられた。

4.2.2 織物の透湿特性を表わす量

湿度勾配法による織物の透湿系の定常状態における水蒸気分圧曲線のダイヤグラムは第10図のようになる。

A, B, C, D, E はそれぞれ水、飽和蒸気圧層（近似的に飽和蒸気圧層と考える）、織物、拡散層および対流域、 e_0 , e_1 , e_2 , e_3 (mmHg) はそれぞれ飽和蒸気圧、試料両端

Fig. 10. Typical curve of distributions of water-vapour pressure in transferring moisture through samples.

- A. Water layer
- B. Saturated water-vapour pressure layer (approximately)
- C. Sample
- D. Diffusion layer
- E. Convection layer
- e_0 . Water-vapour pressure of the water-surface (saturated)
- e_1 . Water-vapour pressure of the inside-surface of sample (approximately saturated)
- e_2 . Water-vapour pressure of the outside-surface of sample
- e_3 . Water-vapour pressure of open-air
- l . Sample-thickness.
- L . Effective thickness of diffusion layer
- V . Rate of moisture transfer

面の蒸気圧および外気の蒸気圧 ($e_1 \doteq e_0$), l (cm) は試料の厚さ, V ($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$) は織物の透湿速度, L (cm) は拡散層の有効厚さである。

この第10図の透湿系に対し、Fickの拡散の法則あるいは熱との類似性から熱の式⁷⁾を導入することにより、織物の透湿特性を表わす量⁸⁾、織物内部の水蒸気拡散係数 D_f (cm^2/sec), 織物表面の水蒸気伝達係数 α_f (cm/sec), 織物の全透湿抵抗 R_f (sec/cm) を次のように表わすことができる。

$$D_f = \frac{lV}{\rho_0 - \rho_2} \quad (5)$$

$$\alpha_f = \frac{D}{L} \quad (6)$$

$$R_f = \sum_{n=1}^n \frac{l_n}{D_{fn}} + \frac{L}{D} \quad (7)$$

ただし、 D は空気中の水蒸気拡散係数を表わし、 ρ_0 , ρ_2 (g/cm³) は水蒸気圧 e_0, e_2 を水蒸気濃度で表わしたもので、第(5)式は $\Delta\rho = 2.89 \times 10^{-4} \cdot \Delta e / (273 + \theta)$ の関係から第(8)式のようになる。

$$D_f = 3.46 \times 10^8 \frac{1V(273 + \theta)}{e_0 - e_2} \quad (8)$$

また、第(7)式は同種、異種の試料 n 枚の重ね合わせを意味する。

第4表の結果をもとに第(8)式、第(6)式、第(7)式を用いて D_f, α_f, R_f を計算した値を第5表に示す。

Table 5. Calculated values from Fig. 8.

Sample	Diffusion coefficient of water-vapour D_f (cm ² /sec)	Surface coefficient of water-vapour transfer α_f (cm/sec)	All resistance of moisture permeability R_f (sec/cm)
a	0.0232	0.638	3.12
b	0.0415	0.692	3.28
c	0.0871	0.673	3.97
d	0.0673	0.638	5.85

この場合、同一試料の重ね合わせであるから、試料 a, b, c, d の水蒸気拡散係数は、ほぼ同じ値を取るべきであるが実際にはかなり相違している。これは本報のように水の自然蒸発を利用した場合、重ね合わせ枚数の少ない試料 a, b については第10図のB層が飽和蒸気圧層になっていないことに原因すると考えられる。また、重ね合わせによる空気層の誤差が入るためにその値は必ずしも一致しないが、織物の水蒸気拡散係数の測定は試料をかなり積層して、第10図のB層が飽和蒸気圧になっているか、あるいはそれに近似できることを確かめて行なう必要がある。

一例として、Polypropylene (A) の編地の水蒸気拡散係数および水蒸気伝達係数を求めてみると、第5表の試料 C, D の結果 (第10図のB層は飽和蒸気層と考えられる) の平均値を用いて、 $D_f = 0.0772$ cm²/sec (空気中の水蒸気拡散係数は $D = 0.249$ cm²/sec), $\alpha_f = 0.655$ cm/sec となる。これより全透湿抵抗は、 $R_f = 0.466n + 2.63$ (n は同一試料重ね合わせ枚数) となる。

なお、これら織物の透湿特性については、熱系を加味して詳細に検討する必要がある。

5. 総 括

(1) 最近の湿度計の発達は微小空間の湿度分布を測定しうる。本測定法は装置的にも簡単で、測定時間も短かく、測定場所や外気条件も通常状態では制限されない。すなわち、試料の水分特性について外気条件の効果を知る上に有効である。また、装置的にも操作的にも重量法や水位法では、実際の現象状態で測定できない場合 (たとえば、熱現象における水分効果を熱と同時に測定する) に本法は有効である。

(2) 水面および透湿系の織物表面に接する空気層内には薄い拡散層が存在し、蒸気圧勾配が線形であることを認め、Fick の拡散の法則を適用して蒸発速度を算出する。

(3) 蒸気圧勾配、水面上の蒸気圧、拡散層の有効厚さは温度、湿度、風速に依存する。

(4) 透湿系にある織物の蒸気圧勾配、表面蒸気圧、拡散層の有効厚さは織物の透湿特性に依存して変化し、蒸発速度は重量法による結果とよい相関性を示した。すなわち、湿度勾配法は織物の透湿測定に有効であることを確認した。

(5) 湿度勾配法は試料表面上の蒸気圧および拡散層の有効厚さを知ることができ、織物の透湿特性を表わす量として、織物内部の水蒸気拡散係数、織物表面の水蒸気伝達係数および全透湿抵抗を直接求めることができる。

(6) 本法による拡散層の有効厚さ (あるいは水蒸気伝達係数) は、試料の材質や表面形態に依存することが推察され興味深い。

文 献

- 1) たとえば、Fourt, L. and Harris, M.; *Textile Res. J.*, 17, 256 (1947)
安井、亀井; 繊維消科学誌, 3, 3 (1962)
- 2) たとえば、A. H. Woodcock; *Textile Res. J.*, 32, 628 (1962)
Behman F. W.; *Melliand Textilber.*, 41, 468 (1960)
- 3) 芝; 新物理学講座, C 篇・物理学の展開 4, 熱現象 (ダイヤモンド社) (1966)
- 4) 上田; 応用物理, 25, 144 (1956)
- 5) 岡本; 応用流体力学 (誠文堂新光社) (1966)
- 6) S. Shiba and M. Ueda; Proc. of the 6th Japan National Congress for App. Mech (1956)
- 7) たとえば、相川; 保温材の特性と応用 (日刊工業新聞社) 14 (1949)
- 8) たとえば、A. C. Newns; *J. Text. Inst.* 50, T 269 (1950)