

衣生活と環境条件

金網 久明, 片山 倫子, 高月智志子, 中里 喜子

Clothing in Life and the Environment

このプロジェクト研究は、環境条件に適合した快適な衣生活を送るための基礎試料を得るため、衣生活を形成する重要な分野である材料学、構成学、着装、被服管理学のそれぞれの立場から研究するものである。対象は健康な成人から老人までを考え、次の4項目について研究を行っている。

1. 被服材料と熱、水分との関わりに関係した諸現象の種々の環境条件下での研究 (金網)
2. 老人が快適な衣生活を送るための構成の研究 (中里)
3. 衣服のまつわりつきに関係した静電気の発生を、帯電防止加工、洗濯のリサイクルを考えた種々の環境条件下での研究 (高月)
4. 大物衣料の洗濯後の乾燥方式についての探索的研究 (片山)

次に、平成4年度の進捗状況を報告する。

1. 等温系における布の透湿性を、綿ブロード、綿金巾、テトロンタフタ、テトロンモスリンを用い、ウォーター法により、温度20℃、35℃、環境相対湿度20%、80%、無風の条件下で実験した。実験結果をL.Fourtらの考え方により解析するとともに、透湿性における温度の影響は、布両面に起る水蒸気濃度差の影響に重要な意味をもっていることを明らかにした。これらの研究については、さらに詳細に後述する。

2. 高令化社会が急速に進んでいるなかで、老人衣料の研究が重要な課題になっている。このことを考え、ここでは被服構成学の分野から被服衛生学の視野にたった研究を企画している。

平成4年度の研究として、(1)老人衣料の Apparel 業界の動向、(2)特別養護老人ホームの現状、(3)老人保健施設、ケアセンターの現状、(4)各家庭における老人介護の現状、(5)わが国におけるホスピスの現状について実態調査をした。それぞれの現場で経験に基く工夫で衣料を選び使用している。この実態をふまえた共通の問題点の科学的な研究が望まれることがわかった。

3. 絹にくらべて安価で、手入れや保管が簡単で、丸洗いが家庭でできる等の利点があげられているシルクライク化・合繊和服地について、洗濯、柔軟剤処理による表面変化、歩行時の静電気発生状態の変化についての検討を行うため、ポリエステルを原料とするシルックの着尺地、紋綸子の長襦袢地、駒呂の3種とプロミックスを原料とするシノンの同じく着尺地、長襦袢地、駒呂の3種、計6種を収集し、和服下半身実物大の製作を行い、実験の準備を進めた。

4. 家庭用に市販されている各種衣類用乾燥機の有効利用を目的として、大物衣料等を含む衣類の乾燥機構を明らかにするための実験を行っている。すなわち、市販の大容量型電気衣類乾燥機3種類、乾燥対象物として、タオルケット、シーツ、バスタオル、ネル寝巻、ガーゼ寝巻を用い、1回の乾燥物の量および乾燥コースを変えた場合について、乾燥度、乾燥時間、消費電力量、乾燥効率について比較検討している。現在のところ、大物衣料を含んだ場合にも、1回の乾燥物の量を最大量にした場合に1kg当り最小の消費電力量と乾燥時間が得られている。

布の透湿性に及ぼす環境温湿度の影響

金網 久明

Effects of the Temperature and the Environmental Humidity to the Moisture Permeability of Textile Fabrics

by Hisaaki KANETSUNA

1 緒言

被服の生理衛生的着心地は、我々の実生活において極めて重要な問題であり、衣生活が量的に充足している現在、感覚的、心理的着心地とならんで大きな関心事になっている。特に、被服を通じての水分及び熱の移動特性は着心地に及ぼす影響が大きい。このような特性の基礎事項の一つとしての布の透湿性については古くから研究が行われており¹⁻⁵⁾、最近では、透湿度についての種々な測定方法、透湿度測定における水分の移動径路の実測、布を重さねた場合の効果の解析等、種々の基礎ならびに実際的研究が行われている⁶⁻¹⁰⁾。布の透湿性に及ぼす要因として種々の因子が考えられるが、これらの

一つ一つを解明して行ってはじめて透湿現象の十分な理解が可能となり、実際面に役立って行くものと思われる。ここでは、できる限り単純化した系についての実験を行うため、等温条件下における布の透湿を取扱い、布面の一方の水蒸気圧を一定（飽和）とし、他方の水蒸気圧（相対湿度）を種々と変えた場合、すなわち、布の両側の水蒸気濃度差の透湿性に及ぼす影響、さらに測定系の温度による影響を中心に研究した。

織物構造の近似した綿100%平織、PET100%平織の布について検討した結果についてはすでに報告している¹¹⁾ので、ここでは織物構造の異った2、3の布について実験した結果を報告する。

2 供試料

実験には、Table 1 に示したような織物構造の異なる綿ブロード、綿金巾、テトロンタフタ、テロンモスリンを用いた。試料は中尾フィルター工業株式会社の染色試布規格表から選び、取寄せたものをそのまま用いた。

3 実験方法

3. 1. 透湿性の実験方法

透湿性の実験は、JISL1099A-2法ウォーター

Table 1 Characteristic of sample fabrics

Sample fabrics	Thickness mm	Density Number/2.54 cm	Mass per unit area g/m ²	Tex
Cotton broad cloth	Warp	143.3	172.2	19.7
	Weft	67.1		19.7
Cotton shirting	Warp	88.4	109.2	19.7
	Weft	69.1		16.4
Tetron taffeta	Warp	154.4	72.0	5.6
	Weft	99.1		8.3
Tetron muslin	Warp	55.9	132.7	36.9
	weft	53.3		29.6

法に示された透湿カップ（ナガノ科学機械製作所製）、容量500g、精度1mgのプリントアウト式自動電子天秤（ワイエムシィ製JPN-2000W）を用い、人工気候室で行った。すなわち、JISの方法に従って試料をとりつけた試験体を、一定の温湿度に調整した人工気候室内に設置した天秤上に置き、この天秤で測定される物質の信号を人工気候室外の測定室のプリンターで受け、一定時間（5分）ごとの質量減少量をプリントアウトした。

透湿カップ中の水の量はJISに従って布の下面から1cmまで入れるようにした。水面が布下面から1cmという距離は坪内¹⁰⁾及び羽賀ら¹⁵⁾の研究からも妥当と思われる。また、カップの内径はJIS通り7cmであるが、この径は坪内¹⁰⁾の研究結果からも妥当と思われる。

実験中は輻射熱の影響をさけるため人工気候室内の照明は消すようにした。また、試料は透湿カップにとりつける前に乾燥状態から測定する温湿度条件下で24時間以上状態調節をした。実験に用いる透湿カップ及び蒸留水等も同様に測定温湿度下に置いたものを使用した。

人工気候室の温湿度調整の精度は、記録計上の記録からは温度変化は殆んど認められず、湿度は±0.5%RH程度であった。また、空調は天上の細穴から25cm/secの速度で調整された空気が降り、壁の一部から帰りになっている。このため天秤を設置する位置は帰りの空気の通りみちの影響が極めて少く、かつ壁の影響がないと思われる位置を選び、この位置は毎回同じにして、同一環境、無風状態での測定に近づけた。

人工気候室の温湿度は、温度20°C、35°C、相対湿度20%、80%とした。

実験は2回ずつ行い、再現性を確認しながら進めた。

3. 2. 通気性の実験方法

通気性の実験は、JISL1096 6.27.1.のA法に準じてフラジール型試験機を用いて人工気候室内で行った。人工気候室の温湿度条件は温度20

°C、相対湿度20~80%とした。実験に供する試料は透湿性の実験の場合と同様に測定する温湿度条件下で24時間以上状態調節を行った。

3. 3. 透湿度の算出方法

Fig.1.に時間経過に対する透湿量の変化の一例を示した。この図からわかるように、透湿量と経過時間の間に0点付近で時間軸を交差する直線関係が成立している。プロットした値にわずかながらばらつきがみられるが、このばらつきは試験体による荷重（約410g）がかかったときにおこる電子天秤自体の変動のためである。このことは、荷重0の場合は、時間経過による天秤の読みは0で変動は起らないが、試験体と同じ荷重を负荷し、天秤の指示を0にした場合の時間経過による天秤の読みは0を中心に正負にわずかに変動することから確かめられた。

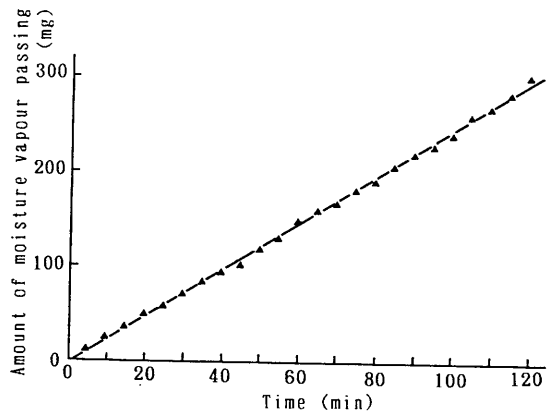


Fig.1 Amount of moisture vapour passing with time, at 35°C, 80% RH., Tetron muslin.

以上の事実から、透湿度を正確に求めるため、Fig.1.のように求まる時間-透湿量の直線関係の傾斜から次式により算出した。

$$P = \frac{Q}{A t} \quad (1)$$

ここで、P：透湿度、Q：透湿時間tに対応する透湿量、A：透湿面積

Pの値は、JISに従いg/m²hで示した。

4 実験結果

実験した布の環境温度20℃及び35℃，環境相対湿度20%，80%のそれぞれの場合の透湿度を求め，その結果を相対湿度を横軸にしてFig.2.に示した。

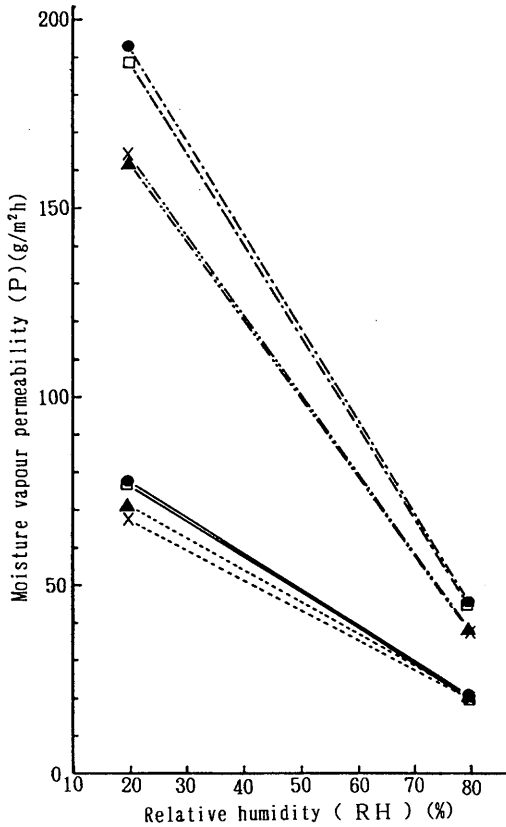


Fig. 2 Relation among moisture - vapour permeability of fabrics, environmental relative humidity and temperature. (●)cotton shirting, (□)cotton broad cloth, (▲)Tetron muslin, (×)Tetron taffeta, (—)cotton 20℃ (---)PET 20℃, (---)cotton 35℃, (---)PET 35℃

図からわかるように，すでに報告した織物構造の近似した綿及びPET100%平織の布の場合⁷⁾と同じように，布の透湿度に及ぼす環境相対湿度の影響は非常に大きく，環境相対湿度の小さい方が透湿度が大きい。また，環境温度が

上ると透湿度は大きくなり，環境相対湿度の変化による影響が一層大きくなっている。

同じ素材同志を比較すると，織目が比較的あらい綿金巾，テトロンモスリンは織目がこれより密な綿ブロード，テトロンタフタより透湿度が大きい傾向がみられる。しかし，環境相対湿度の影響の方がより大きい。

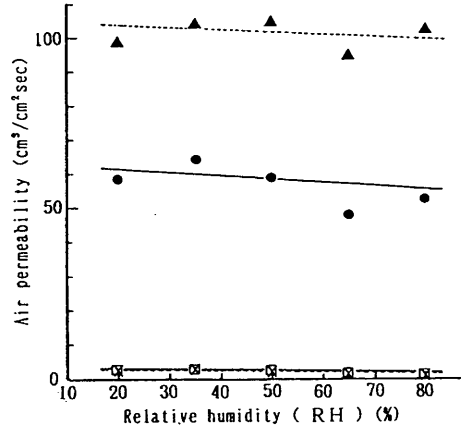


Fig. 3 Relation between air permeability of fabrics and environmental relative humidity. 20℃ (●)cotton shirting, (□)cotton broad cloth, (▲)Tetron muslin, (×)Tetron taffeta.

次に，人工気候室内で環境温度20℃で，環境相対湿度を20～80%に変化させて，フラジール型試験機を用いて測定した各布の通気性の結果を相対湿度を横軸にしてFig.3.に示した。相対湿度の変化による通気量の変化はあまり大きくなく，相対湿度が大きくなるとわずかに通気量が小さくなる傾向がみられる。織物構造による通気量の差は図にみられるように非常に明瞭で，テトロンモスリン>綿金巾>綿ブロード≥テトロンタフタの順になって，織目の密な綿ブロード，テトロンタフタの通気量は非常に小さいことがわかる。

5 考察

以上の結果から，透湿性は，以下にも述べるように，布両面の水蒸気濃度差による水蒸気の輸送現象であり，通気量は，布両面の圧力差に

よる空気の流れであるため、両者の性質の環境湿度に対する変化は非常に異っている。次に、前報⁷⁾と同様に、透湿性について、L.Fourt^ら¹⁾の考え方に従って解析する。

L.Fourt^ら¹⁾は布を通して水蒸気が通るときの透湿抵抗Rを静止空気層の厚さに置きかえ次式で示した。

$$R = \frac{1}{Q} \cdot D (\Delta C) A t \quad (2)$$

ここで、 ΔC : 布両面の水蒸気濃度差, D : 静止空気中での水分の拡散係数, Q , A , t は式(1)と同様である。

D の値は温度 θ に対して0~50°Cの間で式(3)の関係が示されている。

$$D = 0.220 + 0.00147 \theta \quad (3)$$

式(1), (2)により次の関係が求まる。

$$P = \frac{1}{R} \cdot D (\Delta C) \quad (4)$$

そこで、透湿カップに取付けた布の水面側は測定温度の飽和蒸気になっているとし、その水蒸気濃度(絶対湿度)を求め、一方、実験している環境の相対湿度の水蒸気濃度を湿り空気表から求め、それらから求まる布両面の水蒸気濃度差 ΔC を横軸にして、Fig.2.に示した環境相対湿度と布の透湿度Pの関係をプロットしなおすと、Fig.4.のようになった。Fig.4.にはさらに、式(2)で求めた透湿抵抗Rの値をプロットした。また、20°C及び35°Cそれぞれの測定温度の場合の20%RH, 80%RHの対応する ΔC の位置を図中に示してある。

Fig.4.に示す通り、測定温度20°Cにおける綿及びPETの各布の ΔC による透湿度の変化は、綿布については実線、PET布については点線で示したようになった。一方、測定温度35°Cの場合の ΔC による透湿度の変化は、綿布について一点鎖線、PET布については二点鎖線で示すようになった。この図をみてわかる通り、測定温度35°Cの結果が、測定温度20°Cの結果のあたかも延長線上にあるかのようになっている。このことは、温度が上昇して布の透湿度が大きくな

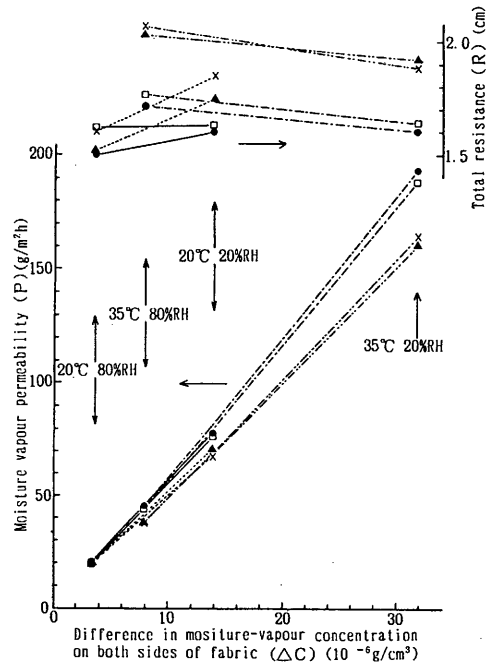


Fig. 4 Relation among P (moisture - vapour permeability of fabrics, ΔC (difference in moisture - vapour concentration on both sides of fabric) and environmental temperature. Relation among R (total resistant), ΔC and environmental temperature. Symbols are identical to that of Fig. 2

る因子として、布両面の水蒸気濃度差が大きくなることによる影響が非常に大きく、空気中の水分の拡散係数の変化による影響は小さいことを物語っている。また、 $\Delta C = 0$ のときは透湿度が0になるようであり、式(4)にそった結果である。

これらの結果に対応して、布の透湿抵抗の結果は、図の上側に示すようになった。測定温度が低い方が、その値が小さくなる傾向がみられる。

以上のように、実験をここで行った布についても、織物構造の近似した綿布及びPET布についての前報⁷⁾の結果とほぼ同様の結果となった。

次に、透湿性に及ぼす織物構造の影響をみるため、Table 1の糸の太さ、織糸密度などをもとに、布の織目の大小関係を比較検討すると、

Table. 2 Order of size of hole in sample fabrics

Order of size of hole in sample fabric		Sample fabrics
1	Large	Tetron muslin
2		Cotton shirting
3		Coton broad cloth
4	Small	Tetron taffeta

Table 2のような結果が得られる。この結果をFig.3.の通気量の結果と比較するとよく一致していることがわかる。すなわち、通気性は布の織目の穴の大きさ、すなわち、織物構造と密接な関係のあることがわかる。

一方、織物構造と透湿性との関係を見ると、織目の穴の大きさと透湿度との間にある程度の一致がみられるが、通気性にみられたような明瞭な関係はみられない。

要約

等温系における布の透湿性を人工気候室内で研究した。試料は綿ブロード、綿金巾、テトロンタフタ、テトロンモスリンを用いた。実験はJISL1099A-2に準じて行った。実験条件は温度20℃、35℃、環境相対湿度20%、80%で無風とした。

前報と同様に、布の透湿性に対する温度の影響は、次のように布両面の水蒸気濃度差(ΔC)の変化に及ぼす影響にほぼおきかえられることがわかった。原点($\Delta C = 0$)から ΔC が増大するにつれて、布の透湿度は著しく増大し、35℃における ΔC の増加による布の透湿度の増大は20℃におけるその殆ど延長線上にあった。それゆえに、温度増大による透湿度の増大は温度増大のための ΔC の増大によってひきおこされると推定した。布の透湿性に対する ΔC の効果に比較して、材料及び温度変化による空气中

の水分の拡散係数の変化による影響は小さいと推定された。水分の通過に対する布の透湿抵抗(R)は温度が低い方が小さかった。

布の通気度に対する環境相対湿度の影響は小さかった。

布の織目の穴の大きい方が通気度は大きかったが、穴の大きさと透湿度との間には明瞭な関係は認められなかった。

本研究を行うに当り、実験に協力戴いた根本文子さん、村松圭子さん、神戸倫子さんに深謝致します。

文献

- 1) L. Fourt and M. Harris, Text. Res. J., 17, 256(1947)
- 2) M. E. Whelan, L. E. MacHattie, A. G. Goodings and L. H. Turl, Text. Res. J., 25, 197, 205, 211(1955)
- 3) 丹羽ら, 家政学研究, 8, No. 2, 113(1961), 10, No. 1, 10, No. 2, 12(1963), 11, No. 1.2, 33, 43(1964), 12, No. 1, 16, 101(1965), 14, No. 2, 155(1967)
- 4) 鈴木, 大平, 織学誌, 26, 109(1970)
- 5) 内藤, 中島, 松川ら, 家政誌, 24, 390(1973), 26, 505(1975), 27, 441(1976) 織消誌, 20, 222(1979)
- 6) 安田ら, 織消誌, 24, 486(1983), 27, 31(1986), 29, 189(1988)
- 7) 黒田, 織消誌, 26, 260(1985)
- 8) 栗野, 石川, 織学誌, 43, 148(1987)
- 9) 赤井, 奥野, 織消誌, 28, 231(1987)
- 10) 坪内, 織消誌, 28, 271(1987)
- 11) 坪内, 繊維学会シンポジウム予稿集B-117(1988)
- 12) 坪内, 織学誌, 45, 238(1989), 繊維学会シンポジウム予稿集B-138(1989), B-78(1990)
- 13) 羽賀, 盛, 織学誌, 45, 193(1989)
- 14) 羽賀ら, 繊維学会シンポジウム予稿集B-136(1989), B-80(1990)

衣生活と環境条件

- 15) 羽賀, 佐々木, 繊維学会シンポジウム予稿集, C-255(1991) C-252(1991)
- 16) 鈴木, 繊維学会シンポジウム予稿集, 17) 金網, 根本, 村松, 繊維学誌, 49, No.8, (1993) 印刷中