

# 運動時の体温, 発汗反応に与える スポーツウェアの通気性の影響

金城学院大学 平林由果  
(旧姓: 山下)

(共同研究者) 大阪工業  
技術研究所 足立公洋

神戸女子大学 中西正恵

日清紡績  
美合工場研究所 柳内雄一

同 志治富子

## Effects of Air Permeability of Sportswear on Body Temperature and Sweat Responses

by

Yuka Hirabayashi (Yamashita)

*Kinjo Gakuin University*

Kimihiro Adachi

*Osaka National Research Institute*

Masae Nakanishi

*Kobe Women's University*

Yuichi Yanai, Tomiko Shiji

*Nisshin Spinning Co., Ltd.*

### ABSTRACT

The effects of four different types of clothing (polyester or cotton, and high air permeability or low air permeability) on body temperature and sweat responses were studied. Chest sweat rate in clothing with low air permeability tended to be lower than in clothing with high air permeability. Tympanic temperatures were higher in cotton

clothing with low air permeability, and in polyester clothing with high air permeability. The temperature and humidity in clothing microclimate at chest decreased greatly in polyester clothing with high air permeability. The temperature of clothing surface in cotton clothing showed greater change than in polyester clothing.

The microclimate in clothing different in material and air permeability was measured using a sweating thermal manikin. While the manikin was sweating, the increase in temperature in clothing of cotton was larger than that in clothing of polyester. Differences of moisture properties appeared immediately after the start and stop of sweating. Different materials of clothing caused difference in moisture pressure inside and outside clothing. It is necessary for analysis of the moisture transfer to measure humidity with many sensors in clothing.

## 要 旨

通気度の異なるポリエステルまたは綿の4種類の衣服について、運動時の体温、発汗反応への影響を観察した。胸部の局所発汗量は、通気度の低い衣服の方が少なくなる傾向にあった。鼓膜温は、綿では通気度の低い方が、ポリエステルでは通気度の高い方が高くなる傾向がみられた。胸部衣服内温湿度は、通気度の高いポリエステルの衣服で、運動時に大きく低下した。胸部衣服表面温度は、通気度の高い衣服の方が運動中の低下が大きかった。背部衣服表面温度は、ポリエステルに比べ綿の方が変化が大きかった。

発汗サーマルマネキンを用いて、素材（ポリエステルと綿）と通気度の異なる衣服の衣服内気候を測定した。発汗時の衣服内温度の上昇は、綿の方がポリエステルより大きかった。衣服の水分特性の違いは、発汗の初期や発汗の停止直後にみられた。衣服の内外の蒸気圧差は、衣服素材の違いを反映した。衣服内の水分移動の解析には、衣服全体にわたって多くの測定点で測定する必要がある。

る。

## 緒 言

暑熱時や運動時には発汗を伴い、汗の蒸発が体温調節の重要な手段となる。汗は蒸発しなければ体熱放散に有効ではなく、着用衣服による汗の蒸発抑制は、体温の上昇と運動パフォーマンスの低下を招くと考えられる。その程度は、スポーツウェアの熱・水分移動特性により大きく影響される。一方、衣服の熱特性の評価にはサーマルマネキンが有用であるが、発汗機能がないために、水分特性の同時測定が困難であった。

そこで発汗機能を付加した発汗サーマルマネキンが開発され<sup>1)</sup>、これを用いて綿およびポリエステル製のポロシャツや透湿性の異なる衣料について、その衣服内気候を測定した結果から、このマネキンがこれら衣服の温熱特性を評価することに有用であることを報告した<sup>2,3)</sup>。

本研究では、衣服を通しての汗の蒸発を左右する一因子と考えられる「通気性」に着目した。通気性は、発汗を伴う運動時の衣服にとって重要な

性能である。着用衣服の通気度の違いが運動時の体温、発汗反応にどのように影響するかを観察する。また、発汗サーマルマネキンを用いて、衣服の温熱特性を評価することにより、熱・水分移動特性による解析を加える。

## 1. 実験方法

### 1.1 実験衣服

実験用衣服は、長袖（前開きファスナー）、長ズボンのトレーニング・スーツとした。布の素材は表1に示すとおり、A：ポリエステル・通気度低 B：ポリエステル・通気度高 C：綿・通気度低 D：綿・通気度高の4種類である。

### 1.2 実験手順

#### 1.2.1 実験1（着用実験）

被験者は、20～26歳の健康な男子学生5名で、

身長  $171.8 \pm 2.9$  cm、体重  $64.8 \pm 5.6$  kg であった。被験者は、ショートパンツのみを着用して、気温  $25^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 50% rh に設定された人工気候室に入室した。発汗カプセル、温度センサーを装着した後、実験用衣服を着用して、自転車エルゴメータ上で安静を保った。15分後、20分間の自転車運動（90 W）と10分間の安静を3回繰り返した（図1）。運動中は、被験者の前方より送風（1～1.5 m/sec）を行った。直径 30 cm のファンを顔部、腹部、脚部の前方約 1.5 m にセットし、被験者の前面にできるだけ均等に風があたるように配慮した。

鼓膜温、食道温、8ヵ所（前額、胸、背、前腕、手背、大腿、下腿、足背）の皮膚温、衣服内温度（胸、背）、衣服表面温度（胸、背）をサーミスタ温度計で測定した。衣服内湿度（胸、背）は、小

表1 試料の物性

試料	A	B	C	D
素材	ポリエステル	ポリエステル	綿	綿
織組織	平	マット2重	平	平2重
糸の太さ（綿番手）	30	30	30	30
密度（本/インチ）	たて 114 よこ 91	115 92	121 89	118 84
重量（g/m <sup>2</sup> ）	177.2	161.4	171.4	168.1
厚さ（mm）	0.26	0.40	0.25	0.56
通気度（cm <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup> ・s）	5.2	174	8.7	157
通気抵抗（KPas/m）	2.31	0.03	2.15	0.04
吸湿率（%）	0.5	0.4	6.4	7.4
透湿量（g/m <sup>2</sup> ・h）	336	399	368	390

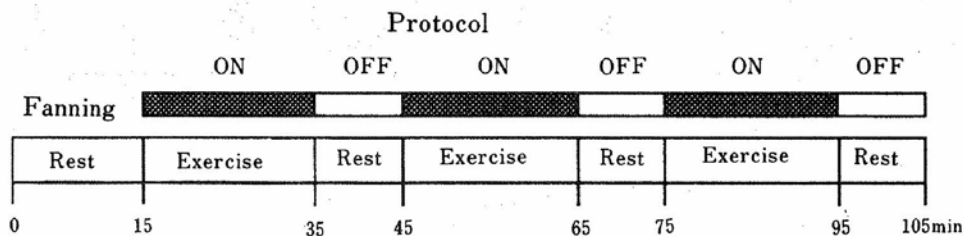


図1 実験のプロトコール

型高感度容量湿度計により測定した。局所発汗量は、8 cm<sup>2</sup> の発汗カプセルを胸部と前腕に装着し、窒素ガス (1.5 l/min) でカプセル内を換気して、流出した空気の湿度変化から発汗量を算出した。以上のデータは、1 秒ごとにパソコンに取り込み処理した。心電計により心拍数を1分ごとにモニターした。

### 1.2.2 実験2 (発汗サーマルマネキンによる実験)

発汗サーマルマネキンはブロンズ製で、20 歳代の平均的な日本人の大きさであり、身長は 168 cm、体重 60 kg を想定している。躯幹部は胸部、腹部、腰部に分けられ、それぞれ前部と後部に分かれ、四肢と合わせて 10 部位からなり、各部位ごとに皮膚温度と発汗量を設定することができる。

マネキン皮膚には、直径 2 mm の穴が 3 mm 間隔で開いており、この穴から飽和水蒸気の含んだ空気が吐出する。この水蒸気を含んだ空気は、一定温度に加温した水槽中に乾燥空気を送り、飽和水蒸気の空気を発生させた。発汗量は空気量を制御することにより、設定することができる。

マネキンの皮膚表面積は、全身 10 部位で約 1.12 m<sup>2</sup> であり、そのうち躯幹部は約 0.5 m<sup>2</sup> であ

る。温湿度の測定は温湿度センサー (神栄(株)THT-A 313) からパソコンに記録した。センサーはマネキン皮膚上に 10 点 (躯幹部 6 点、四肢 4 点) と、マネキンに固定した金属線の棒でもって、対応する衣服外に 7 点 (躯幹部 6 点、脚 1 点) を取り付けた。測定条件はつぎのとおりである。

環境温度：25.1 ~ 25.7°C

湿度：50 ± 5 % rh

マネキン皮膚温度設定：33°C

飽和水槽温度：33°C

データ記録間隔：30 sec

試料の衣服は発汗サーマルマネキンに直接装着した。発汗は各部位とも 0 → 70 → 150 → 300 → 0 g/m<sup>2</sup>/h の順に各 30 分間行い、発汗終了後は 45 分間の測定を行った。湿度センサーから得られたデータは、その点の温度を示す空気に含まれる水蒸気の蒸気圧に換算した。

このようにして、得られたマネキンのヌードでの全センサーの平均蒸気圧 (発汗 = 0) と個々のセンサーの数値との差は、センサーの特性と考え、測定データはその蒸気圧差を加えて補正した。この場合の補正は ± 1.1 mmHg の範囲内であった。

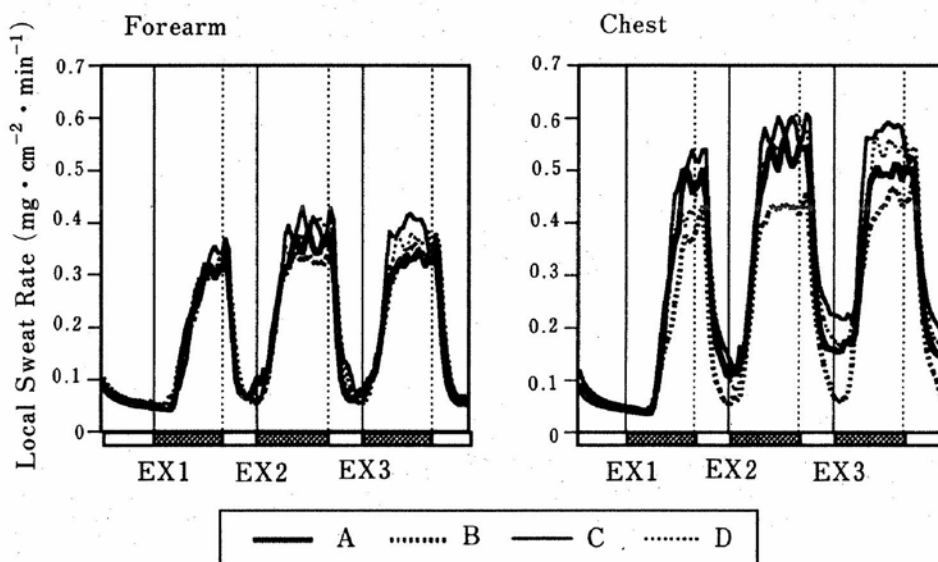


図2 前腕の局所発汗量 (左) と胸部の局所発汗量 (右) の変化 5 例の平均

## 2. 実験結果

### 2.1 実験1

図2は、前腕と胸の局所発汗量の5例の平均である。運動1回目は、運動開始数分後から発汗し始め、回復期には速やかに減少している。運動2, 3回目は、運動開始後まもなく発汗が増加している。局所発汗量は、 $C > D > A > B$ の順に多くなっている。前腕においてはAB間に差はみられない。同様の傾向は、5例中3例において認められた。鼓膜温と平均体温の変化を、安静開始時の値を基準にしてあらわしたのが図3である。鼓膜温は、運動中に上昇、回復期に下降しながら、しだいに上昇しているが、C着用時が最も高く、B, A, Dの順に程度が小さくなっている。平均体温は $C > B > D > A$ となっており、5例中3例において同様の傾向がみられた。皮膚温の変化には、個人差が大きく、着衣による一定の傾向はみられなかった。

背部の衣服内温度は、衣服による違いはみられないが、胸部では、B着用時に運動中大きく低下している(図4)。胸部の衣服表面温度は、運動中低下し、その程度はA, CよりもB, Dで顕著に大きかった。背部の衣服表面温度は、C, Dにおいて運動中および運動終了時の明らかな上昇が認められた。

胸部の衣服内湿度は、運動開始時に低下するが、B着用時にその程度は最も大きかった(図5)。背部の衣服内湿度は、運動開始時に一過性の低下がみられるが、どの衣服着用時も同様の変化を示した。衣服内気候に関しては、5例全例において同様の傾向が観察された。心拍数には、衣服による違いはみられなかった。

### 2.2 実験2

発汗サーマルマネキンは、マネキンの皮膚温度が一定になるように設定されている。表2は、マネキンのヌードの状態、マネキン皮膚上に取り付けた

付けた温湿度センサーの温度を示したものであり、発汗をしない場合の30分間の平均値である。マネキン皮膚上のセンサーは、金具でもってマネキンに取り付けてあるが、感熱部分は皮膚上約2mmの空気中にあるので、その温度はマネキン皮膚からの伝熱とともに、周囲の空気温度の影響も受けている。

測定部位ごとの温度差として、 $32.9^{\circ}\text{C}$ から $30.9^{\circ}\text{C}$ と最大 $2^{\circ}\text{C}$ の温度差があったが、部位範囲の平均温度を比べると、上半身の左と右の平均温度は約 $1.4^{\circ}\text{C}$ の違いが見られた。これはマネキン皮膚の温度分布の違いとともに、マネキンの周囲を右から左へ向かうわずかな空気の流れ( $< 10\text{ cm/sec}$ )も影響していると考えられる。

表3は、試料衣服をマネキンに着装させたときの衣服内の温度を示したものである。図6は、衣服内の平均温度を示したものであり、衣服内温度について、左半身として胸前左上、胸前左下、腹前左、胸後左、腕左上の5点の平均温度、右半身として胸前右下、腕右上、脚右上の3点平均温度を用いた。また、ヌードでの右半身の温度をあわせて示した。なお、横軸に記入した $\Delta$ 、 $\nabla$ 印は、発汗量の変動を示している。

環境の温度が周期的に変動していたため、その影響がヌードの温度にあらわれている。また、ヌードの場合でも、発汗量が多くなるとセンサーの温度も高くなっている。これは、マネキンの皮膚から吐出する水蒸気飽和空気が、マネキン函体内で凝縮するのを防ぐために、飽和槽からマネキン函体までのパイプ温度を、皮膚温より $1^{\circ}\text{C}$ 高く設定してあることが影響していると考えられる。ポリエステル素材A, Bでは、衣服内温度の違いはほとんどなく、発汗に伴う温度変化も小さい。綿素材C, DではDの方が衣服内温度がやや高くなっており、発汗に伴う温度変化も大きくなっている。

図7は、発汗に伴う吐出水蒸気による温度上昇

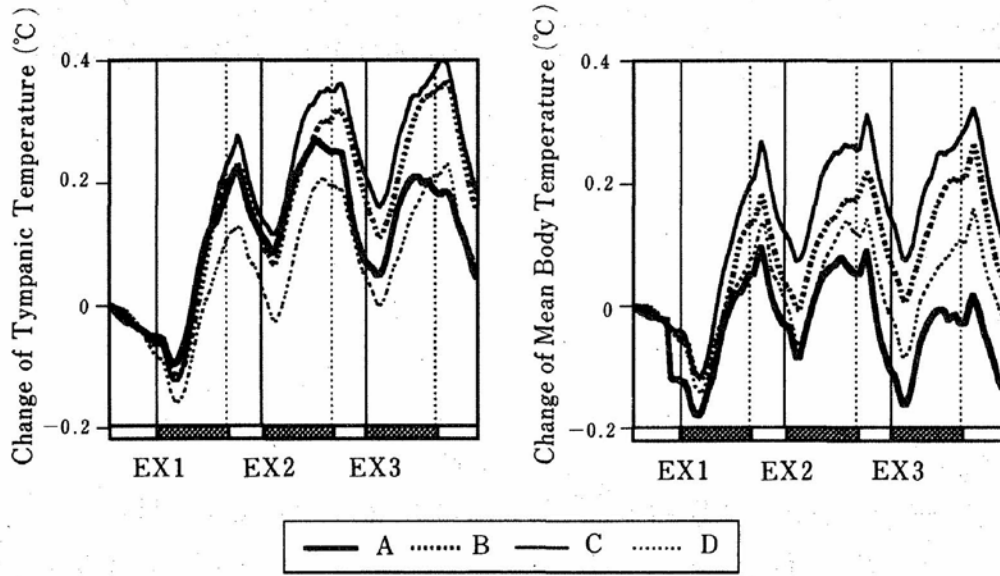


図3 鼓膜温(左)と平均体温(右)の変化(安静開始時の値を基準にした変化, 5例の平均)

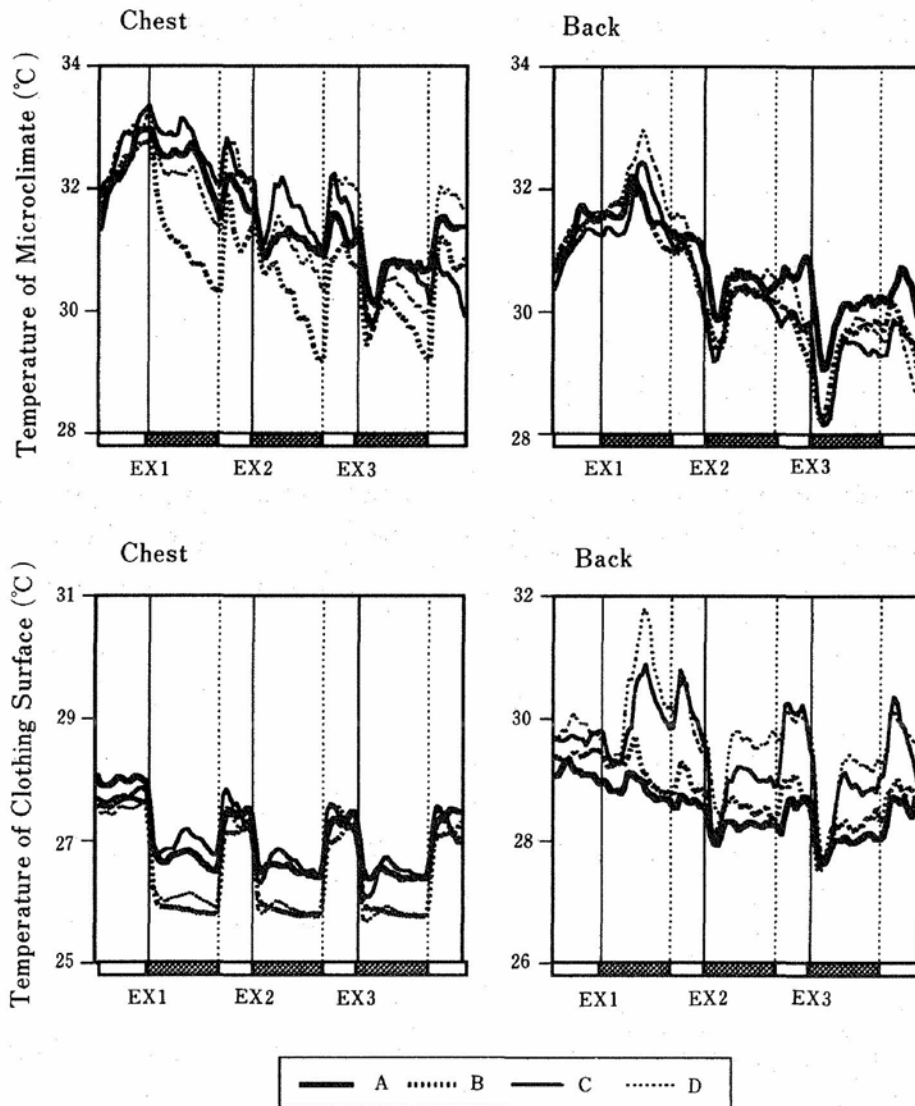


図4 胸部(左), 背部(右)の衣服内温度(上)と衣服表面温度(下)の変化(5例の平均)

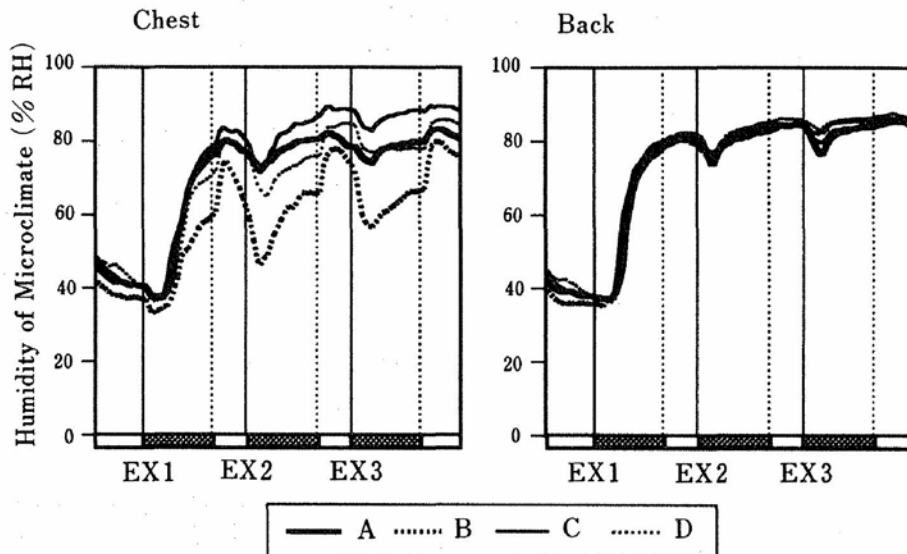


図5 胸部(左), 背部(右)の衣服内湿度の変化(5例の平均)

表2 発汗サーマルマネキンのヌードでの皮膚平均温度(発汗=0)

測定位置		温度	平均温度
環境		25.5	
左半身	前面	胸前左上	32.4
		胸前左下	
		腹前左	
	背面	胸後左	31.9
		腹後左	
		腕左上	
右半身	胸前右下	31.0	
	腕右上		
	脚右上前		
	腕右下		

を取り除くため、マネキンで測定した衣服内温度とヌードでの値との温度差を、右半身と左半身について示したものである。

図8は、左半身の衣服内温度とヌードとの温度差について、衣服内の空気層の薄い胸腹部と、空気層のある背面について、空気層の衣服内温度に対する影響をみるために示したものである。空気層の薄い胸腹部(上半身前面)では、発汗に伴う衣服内の温度上昇は、ポリエステル素材のAにおいてみられるが、空気層のある背面では、ポリエステル素材ではみられず、綿素材のDで顕著にみられる。

表4は、衣服内とそれに対応する衣服外との温

表3 衣服内の平均温度(発汗=0のとき)

試料	温度(平均)(°C)			
	A ポリエステル 通気度 低	B ポリエステル 通気度 高	C 綿 通気度 低	D 綿 通気度 高
左半身前面	33.0	33.1	33.0	33.1
左半身背面	32.8	32.9	32.7	32.9
右上半身	32.3	32.2	32.1	32.3

度差を、発汗がないときについて示したものであり、図9は、発汗状態について示したものと、さらにマネキンヌードとの差を示したものである。ポリエステル素材では、通気度の低いものの方が衣服内外の温度差が大きく、綿素材では通気度の高いものの方が、内外温度差が大きい傾向がみられた。また、衣服内外温度差に対する発汗の影響は、センサーを着用時と同じ状態にしたマネキン

ヌードでもみられるので、マネキンヌードとの差をみると、綿素材C、Dでは、発汗の影響がみられるのに対して、ポリエステル素材A、Bでは発汗の影響はみられなかった。

図10は、発汗に伴う衣服内の蒸気圧の挙動を見るために、衣服内と環境との蒸気圧差を示したものである。

表5は、発汗時の衣服内と衣服外の平均蒸気圧

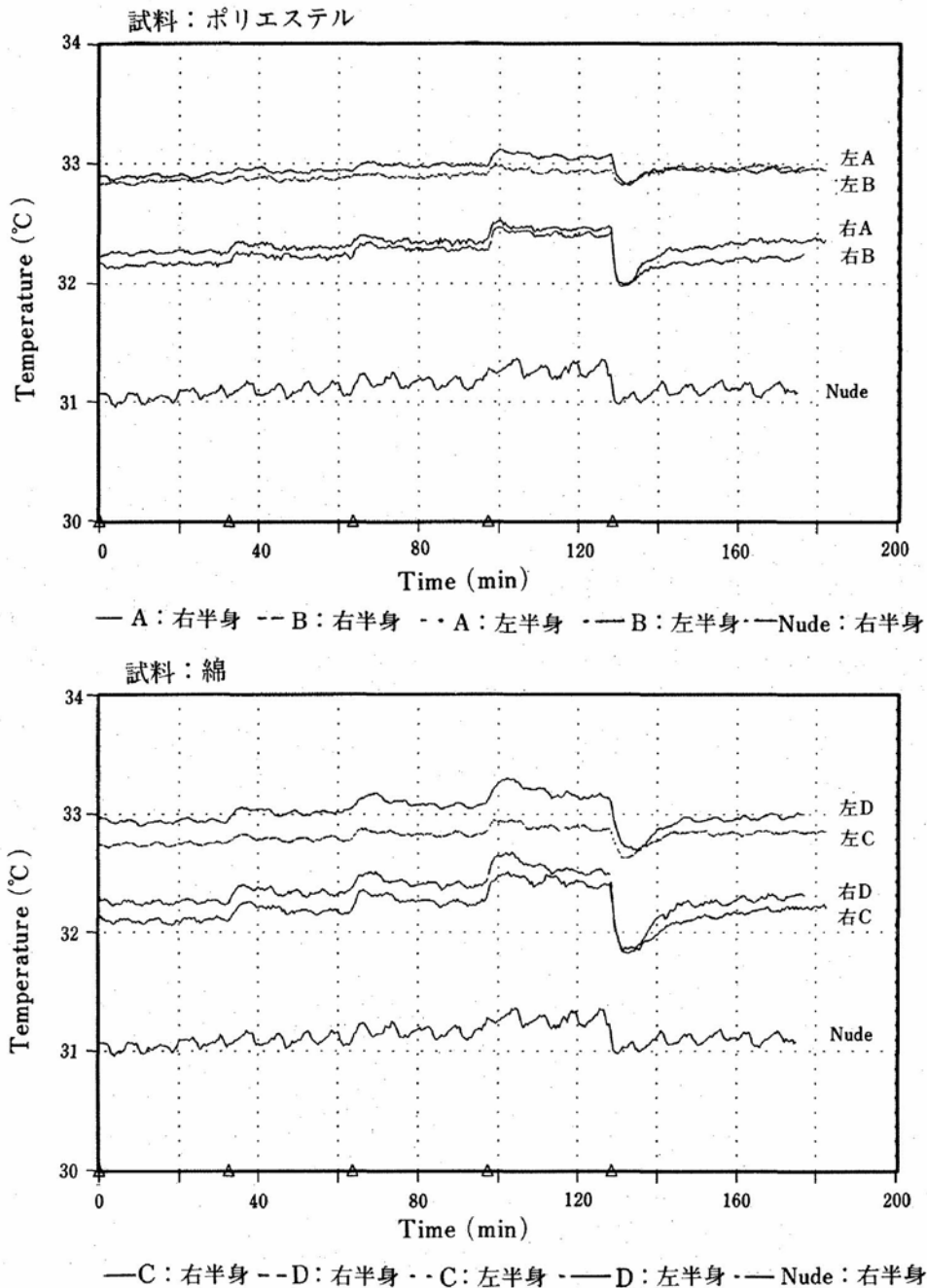


図6 発汗に伴う衣服内の温度変化



をまとめたものである。発汗開始直後は蒸気圧がゆるやかに高くなるので、平均蒸気圧は発汗5分後から10分間の平均したものである。

### 3. 考 察

#### 3.1 実験1

局所発汗量は、ポリエステルよりも綿着用時の方が多い傾向にあった。胸部においては、通気度

の低い衣服着用時の方が局所発汗量が少なくなる傾向がみられた(図2)。鼓膜温は、綿では通気度の低いほうが高く、ポリエステルでは逆の傾向にあった(図3)。しかし、これらには個人差があり、通気度による体温、発汗量への影響については、さらに詳細な検討が必要であると思われる。

ポリエステルの通気度の高い衣服着用時に、胸部衣服内温度と衣服内湿度の大きな低下が運動中

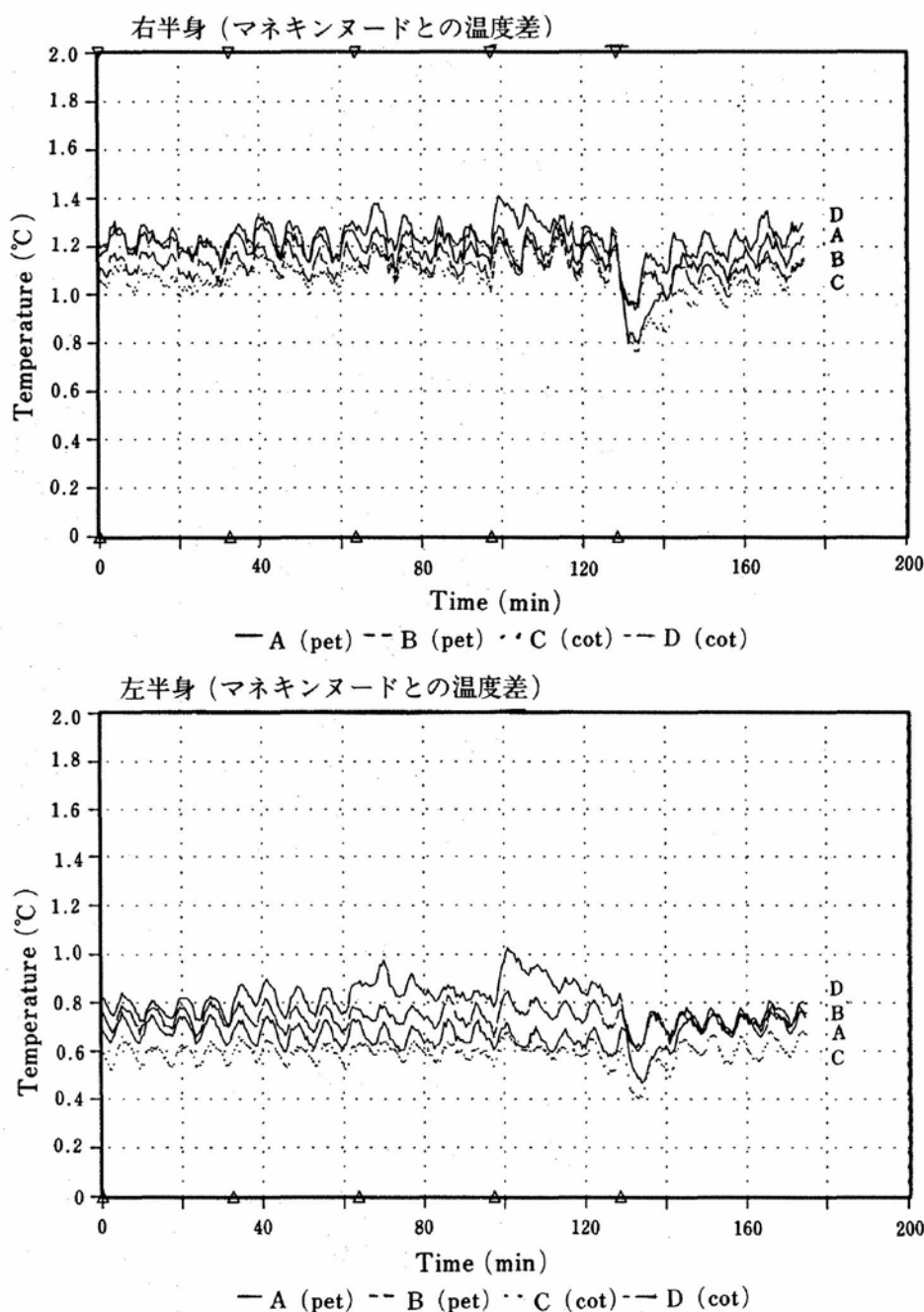


図7 発汗に伴う衣服内の温度変化(マネキンヌードとの温度差)

にみられる (図4, 図5). 胸部衣服表面温度は, 綿, ポリエステルいずれも通気度の高い衣服の方が, 運動中の低下が大きかった (図4). これは, 運動中の前方からの送風の効果が, 通気度の違いとしてあらわれた結果であると考えられる. 背部の衣服表面温度は, 綿着用時に大きく運動中に上昇, 運動後に下降している. 実験2の結果でもみられるように (図6, 図7), 水蒸気の吸・脱着に

よる潜熱の影響と推測される. 衣服内湿度については, 実験2の結果と一致しないが, 送風の有無が原因と考えられる. 通気性の効果は, 環境の温度・湿度条件だけでなく, 風速の条件にも大きく左右されるため, さまざまな条件下での検討を加える必要があると思われる.

今回の結果では, 衣服気候には通気度の影響が明らかに認められたにもかかわらず, 体温, 発汗

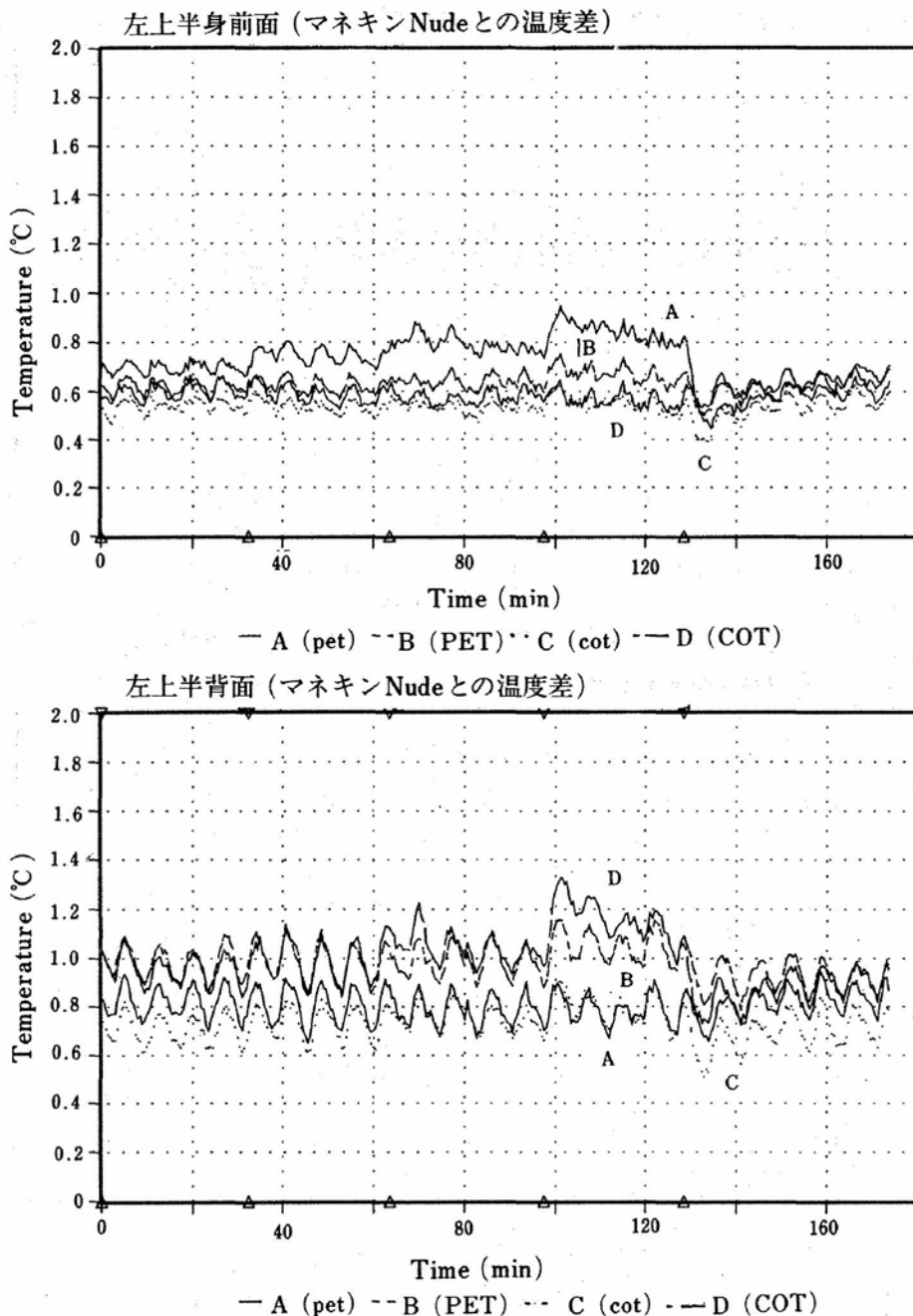


図8 発汗に伴う左半身衣服内の温度変化 (マネキンヌードとの温度差)

などには、あまりはっきりした効果が認められなかった。この原因の一つには、通気度の高い試料の厚さが、通気度の低い試料の約2倍であったことが考えられる。さらにデータを積み重ね、詳細な検討を加えたい。

### 3.2 実験2

#### 3.2.1 衣服内温度

発汗サーマルマネキンでは、マネキンの皮膚温

度を一定に保つように制御されているため、衣服内の温度は本質的に衣料素材の熱特性を反映し難い。図6および表3にみられるように、衣服を装着しないヌードの場合よりも、装着時の衣服内温度は約1℃高くなっているが、衣服内温度は試料素材、通気度の違いをほとんど反映していない。むしろ、衣服の違いよりも、右半身、左半身といった測定部位の違いが大きく影響している。

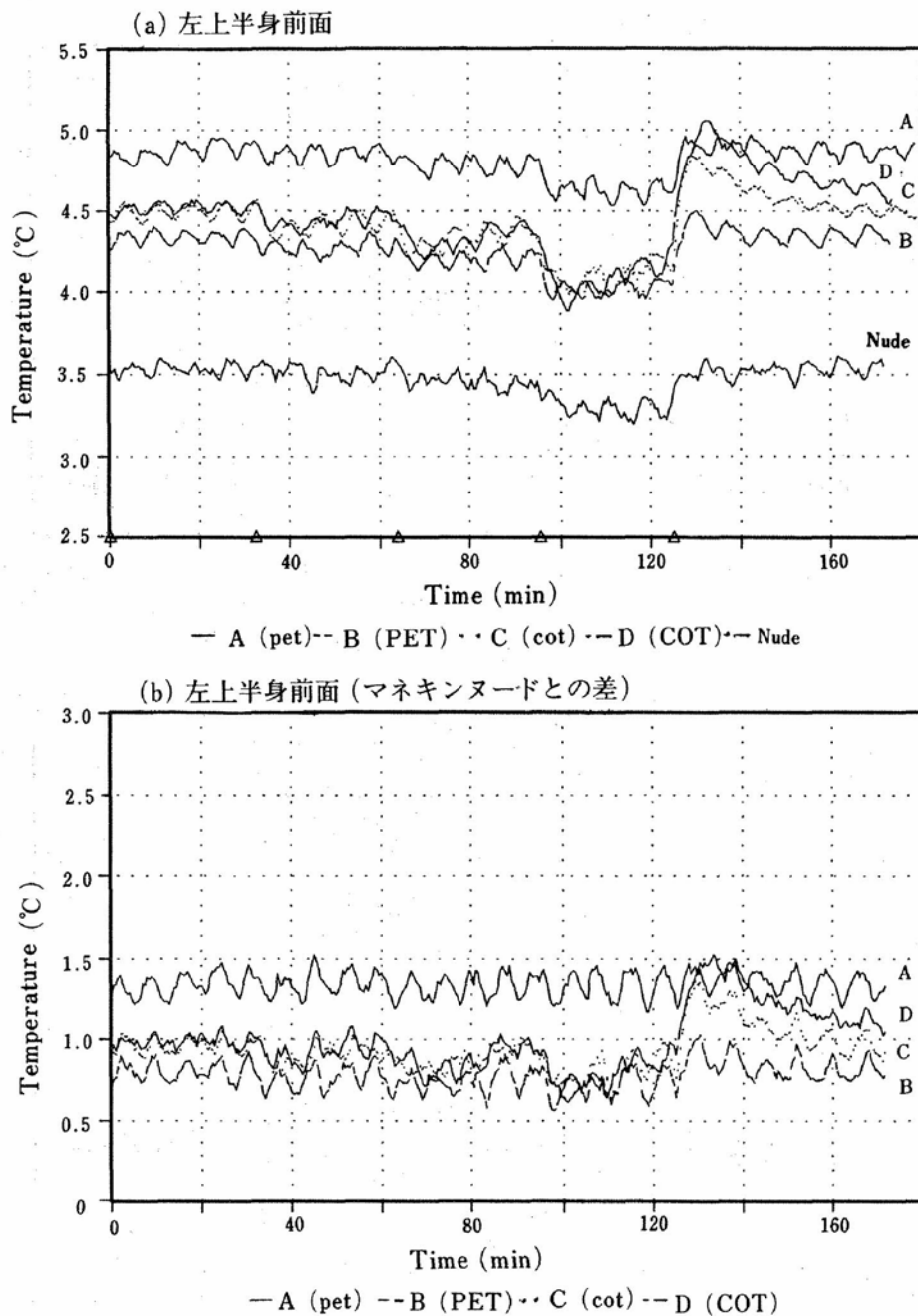


図9 発汗に伴う衣服内外の温度差の変化

この衣服内温度の違いは、ヌードの皮膚温度と同じように、左半身が右半身より高いことから、マネキンの皮膚温度の不均一性に基づくと考えられる。

発汗に伴う衣服内温度の上昇は、いずれの衣服も示しているが、その傾向は綿の方がより強くあらわれている。また、衣服内温度が低い右半身の方が、温度の高い左半身より温度上昇が大きく

なっているのは、マネキン皮膚から吐出する水蒸気が加温されているためであろう。なお、発汗開始時の衣服内温度の上昇が綿では顕著になっており、ポリエステルでは見られない。

この発汗に伴う温度上昇は、ヌードの場合にもみられるので、衣服内温度への発汗の影響を確かめるために、衣服内温度とヌード時の温度との差を図7に示した。また、最大発汗 ( $300 \text{ g/m}^2/\text{h}$ )

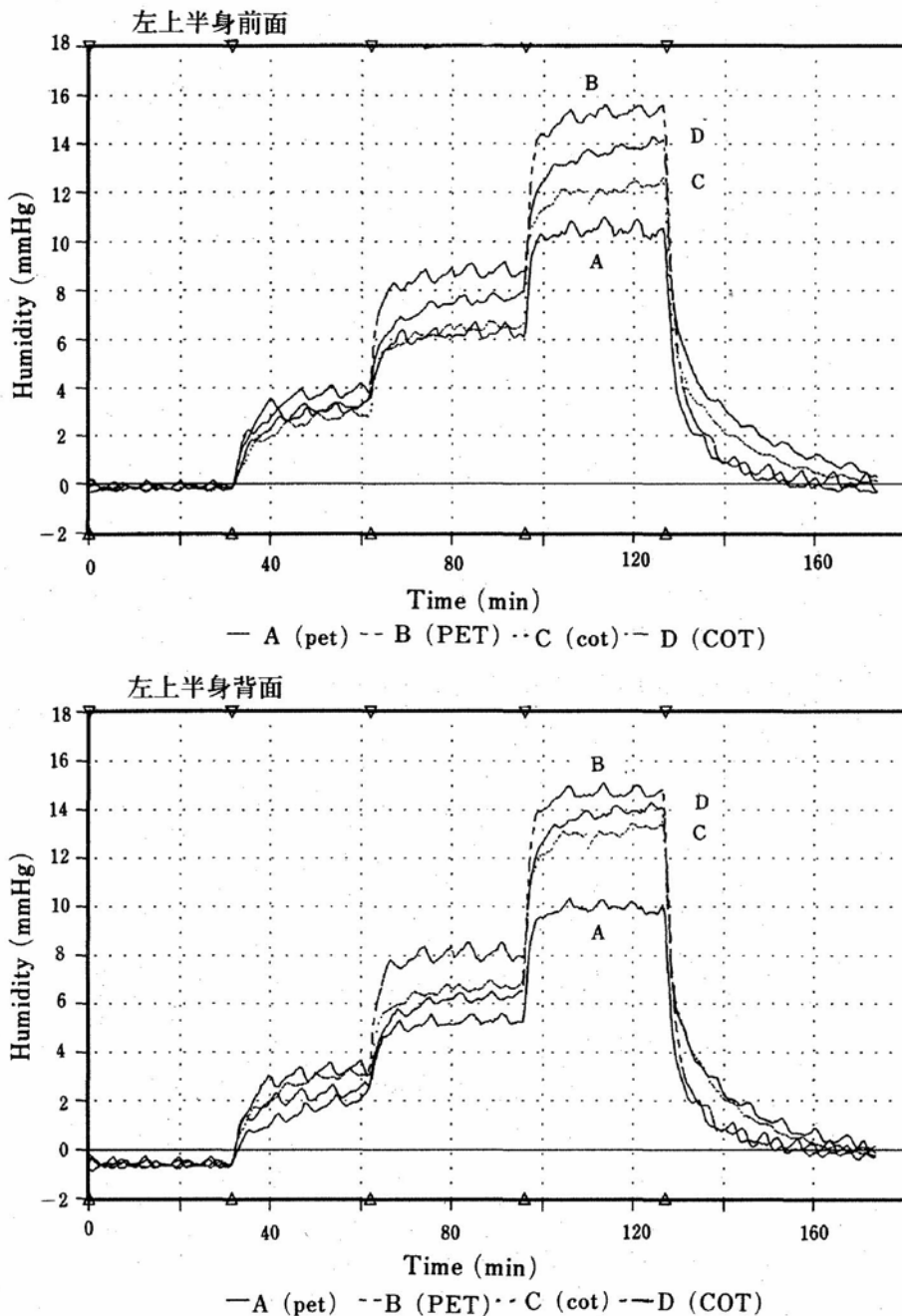


図10 発汗に伴う衣服内の環境と蒸気圧差の変化

の停止直後は、温度低下が強くあらわれている。これはポリエステルでも見られるが、綿の方が大きい。これらのことは、綿による水蒸気の吸・脱着による潜熱の影響と考えられる。

この発汗と衣服内温度の関係を、左半身の前面と背面についてあらわしたものが図8である。ここでは、後部である背面の方が前面より温度差が大きく、また、発汗の影響も大発汗の時に強くあらわれている。これは、マネキンの形態として、前面では凸状であるのに対して、背面は凹状に湾曲していて、マネキンの皮膚面と衣服との間に、背中から腰部にかけて最大約7cmの空気層が生じている。この空気層が衣服内の温度を高めていると考えられる。

### 3.2.2 発汗と熱移動

素材が違い、通気度の異なる衣服の熱特性は、衣服の内と外との温度差としてあらわれると考えられる。左上半身の前面と背面および右半身について、発汗が0のときの衣服内外の温度差を示したのが表4である。ここで温度差が大きいのは、同じ部位であれば、衣服内の温度はほぼ同じであるので、衣服外の温度がより低いためである。

ポリエステルの場合、右上半身を除いて、通気度の低い方が温度差が大きくなっているが、綿の場合には、通気度の高い方が、むしろ温度差が大きい傾向がある。このことは布地の厚さが、通気度の低い素材と高い素材とでは、ポリエステルでは0.26と0.40mm、綿では0.25と0.56mmと、

通気度の高いものの方が布地が厚いので、それが保温性の良い空気層を多くして、温度差を大きくしていることが考えられる。さらに、衣服内や衣服上の気流の動きが関係しているのかも知れない。

発汗時の衣服内外の温度差の様子は、左上半身前面について図9(a)に示した。いずれの衣服とも、発汗が大きくなるとともに温度差は小さくなっているが、ヌードの状態でも同じ挙動があったので、さらに、ヌードでの温度差との差をとると、図9(b)のようになった。すなわち、ポリエステルでは、通気度に関わりなく、発汗の影響がみられなかった。

一方、綿においては、発汗量が大きくなると温度差は小さくなり、熱が衣服内から外へ流れていることを示している。発汗終了後に温度差が大きくなっているが、これは綿素材中の水分の蒸発に伴う吸熱のためと考えられる。

### 3.2.3 衣服内の蒸気圧

衣服の水分特性をみるために、環境の蒸気圧の影響を除く必要があり、衣服内の蒸気圧と環境との蒸気圧差を、左上半身前面と背面について図10に示した。発汗とともに衣服内の蒸気圧は高くなっているが、ポリエステルでは短時間に高くなり、その後はほぼ同じ蒸気圧を示すのに対して、綿では徐々に蒸気圧が高まっている。一方、発汗を停止すると速やかに衣服内の蒸気圧が減少するが、綿の方がポリエステルより、もとに戻ること

表4 衣服内と衣服外の温度差 (発汗=0のとき)

測定部位	温度差 (°C)			
	A ポリエステル 通気度 低	B ポリエステル 通気度 高	C 綿 通気度 低	D 綿 通気度 高
左半身前面	4.9	4.3	4.5	4.5
左半身背面	4.1	3.4	3.4	3.9
右上半身	3.8	4.5	3.6	4.0

表5 発汗時の衣服内および衣服外の平均蒸気圧

試料 発汗量 (g/m <sup>2</sup> /h)	蒸気圧 (mmHg)							
	A ポリエステル 通気度 低		B ポリエステル 通気度 高		C 綿 通気度 低		D 綿 通気度 高	
	衣内	衣外	衣内	衣外	衣内	衣外	衣内	衣外
70	17.4	15.5	15.9	15.3	15.4	14.4	15.2	14.4
150	21.9	18.1	21.3	19.6	20.3	17.5	20.2	17.9
300	27.7	22.3	28.5	26.7	27.2	22.8	27.6	24.1

が緩やかである。これは素材の吸湿性の強弱があらわれていると考えられる。

この図10では、ポリエステル、綿とも、通気度の低いものがその衣服内蒸気圧が小さくなっており、このことについては、必ずしも十分な説明ができるものではない。これらのデータは衣服の一部分の蒸気圧であり、衣服全体の動きを反映していると言えないかも知れない。そこで、上衣全体の測定点について、衣服内外の蒸気圧について平均したのが表5である。すなわち、ポリエステルでは、通気度の低いものでは衣服内外の蒸気圧に大きな差があり、発汗量が大きいほど、その差も大きくなっている。

一方、通気度が高ければ、ポリエステルでもその蒸気圧差は小さい。綿の場合には、小～中発汗量ではポリエステルより衣服内の蒸気圧は低くなっていると同時に、大発汗のときには、通気度の低いものはポリエステルと同じような蒸気圧挙動を示すが、通気度の高いものではポリエステルより大きな透湿性を示している。

#### 4. 結 語

着用実験において、胸部の局所発汗量は、通気度の低い衣服着用時の方が少なくなる傾向がみられた。鼓膜温は、綿では通気度の低い方が高く、ポリエステルでは通気度の高い方が高くなる傾向

にあった。胸部衣服内温度と衣服内湿度は、ポリエステルの通気度の高い衣服着用時に、運動中の大きな低下がみられた。胸部衣服表面温度は、綿、ポリエステルいずれも通気度の高い衣服の方が運動中の低下が大きかった。背部の衣服表面温度は、綿の方が運動時の上昇、運動後の下降が大きかった。

発汗のないサーマルマネキンによる測定では、衣服内温度は、素材の違い、通気性の違いといった、衣服の違いを反映していない。素材の違いは、発汗による衣服内温度の上昇においてあらわれ、綿の方がポリエステルより大きく、反映している。衣服内と衣服外の温度差は、発汗量が大きくなるとともに素材の違いがあらわれ、ポリエステルでは温度差は変わらないのに、綿では小さくなっていく。

衣服の水分特性の違いは、発汗の初期や発汗の停止直後にあらわれる。衣服内外の蒸気圧差は、素材の水分特性と相関性が高く、透湿性評価の指標となる。通気度の低いポリエステルでは、蒸気圧差が大きく透湿性が悪いが、通気度が高くなると透湿性は改善される。綿では透湿性が低いものは、大発汗量ではポリエステルと同じような蒸気圧差を示すが、通気度を高くするか、小～中発汗量では透湿性がポリエステルより良い結果を示した。

このように、衣服の内外の蒸気圧差は、衣服素材の違いを反映するが、衣服内の水分移動は、皮膚から衣服、環境といった垂直的な動きだけでなく、衣服内の空間の動きもとらえる必要があり、したがって衣服全体にわたって多くの測定点で測定する必要がある。

#### 謝 辞

本研究にあたり、実験用衣服の縫製にご尽力賜りました、株式会社デサント生産本部 商品研究室 藤本昌則氏に心より感謝申し上げます。

#### 文 献

- 1) 同前保彦ほか;発汗サーマルマネキンの試作, 繊維機械学会誌, Vol. 42 (No. 11), pp 605-615 (1989)
- 2) Adachi, K. et al.; Measurement of the heat and moisture transfer through clothing using a sweating thermal manikin, Proceedings of 2nd International Symposium on Clothing Comfort Studies in Mt. Fuji, pp 41-59 (1991)
- 3) 足立公洋ほか;発汗サーマルマネキンによる透湿性衣服の測定, 日本繊維製品消費科学会 1992 年年次大会・研究発表要旨, pp 52-53 (1992)