

スポーツウェアが走行中の 人体生理反応に及ぼす影響

大阪市立大学 花田 嘉代子
(共同研究者) 同 三 平 和 雄
愛知教育大学 長 井 茂 明
名古屋市立女子短期大学 大 橋 陽 子

Effects of Physiological Response on Sportswear in Running

by

Kayoko Hanada and Kazuo Mihira

Osaka City University

Shigeaki Nagai

Aichi Educational College

Yoko Ohashi

Nagoya Municipal Womens Junior College

ABSTRACT

In order to investigate the effects of physiological response on sportswear in running, skin temperature of two men wearing four kinds of running shirt were tested.

Skin temperature change with time in running was measured by using IC memory apparatus which is made compact it is portable.

The results obtained were as follows.

1. Thermal characteristics of fabric material (thermal transfer resistance and watervapour transfer resistance) could not be found differences among each other.
2. It was lowest in cotton shirt to lowering of mean skin temperature attend on running.
3. Cotton shirt hold much sweat in fabric, but polyester shirt hold less

than cotton shirt.

4. Regional and mean skin temperature changing with time could be analysed statistically by way of the time series. The effects of four kinds of shirts were compared with serial correlation. Series of mean skin temperature was considered to be simple Markoff process, but the regional skin temperature showed long-term or short-term period in correlogram of series, especially, the case of polyester shirt was appeared cyclic term in the part of trunk.

要 旨

最近スポーツウェアの品質向上の一環として、吸湿性繊維が出現し利用されているが、その効果の実態をあきらかにする必要が指摘されている。

本研究は、ランニングシャツが運動中の人体の生理反応に及ぼす影響を調査することを目的として、走行中の身体皮膚温変化を経時的に求める計測システムおよびその結果を時系列的に解析する方法を利用することにより、種々の繊維素材でつくられたシャツの熱的特性を比較検討した。

走行中の皮膚温の測定は、走行者の携帯する IC メモリーに皮膚温変化を記憶させ、後、マイクロコンピュータシステムで再録される。これにより身体の部位別に、走行中の皮膚温変化曲線の特徴を検討することができ、体重減少量、シャツの水分保持量の知見を参考しながら、シャツ相互間の得失を比較することができた。

緒 言

最近の繊維工業における新しい衣服素材の開発は、主として繊維・布の熱・水分特性の改質に力がそそがれてきた。その成果はアパレル産業でスキーウェア、スポーツシャツに利用されて、現在数多くの製品が出現している。しかしながら、それらの製品が確かにスポーツウェアの品質向上に役立ったかは、まだあきらかにされてはいないよ

うである。もちろん、衣服製造にさきがけて素材特性の検討はメーカーにおいても十分実験されたことではあろうが、実用面で、それがどのように発揮されているかの実証をうることは難しいからである。

今まで実用面を検討する実験は、例えばトレッドミル上で所定の運動を実施し、表面皮膚温、産熱量、発汗量あるいは心拍数を計測する生理学的実験およびその間の心理的状态を回答させることで判断されてきた¹⁾。この方法は、条件を一定とした基礎的実験として慣用されているが、現実の場面で衣服が何時どのように生体に影響をあたえるかを、やはり現場で知見したいという要求も無視できない。

しかし、今までの生理反応の計測は、すべて検出器と計測装置がひもつきであり、しかも重量が重く、振動防止の面から見ても携帯することは困難であったため、はげしく移動する運動中の計測は断念する他はなかった。このような実験を行うためには、検出器と計測装置本体とはワイヤレスでなければならないが、普通使用されているパイオテレメトリーも心拍数には適当であるが、皮膚温や発汗量の計測は無理である。

そこで本研究では、はげしく運動する例にマラソンを想定し、走行中の人体各部位の表面皮膚温変化を経時的に計測する研究を行った。その方法は、検出結果を記憶装置に収め、運動終了後、そ

れを実験室内の装置で再録し、処理することにより実態調査を実現しようとするものである。

また、走行に使用される衣服については、従来のランニングシャツの他、最近の加工素材によるものを選択し、これらの性能の相違を実態調査から比較検討しようとした。ただし、実態調査の結果は、着衣素材の影響を当然受けると考えられるとはいえ、着衣の相違を人体生理反応から求める

のは、着衣特性が十分に人体に影響を及ぼす力を持っているときであって、ランニングシャツのような、うす地で少ない面積しか被覆しない場合は、明りょうな判断を下すことが困難な場合が多い。ここではむしろ計測技術（方法および処理）を確立することに主眼をおき、ランニングシャツの特徴を把握することを試みた。

表1 布地の熱的特性

No.	材 質	平面重 (g/m ²)	厚 さ (mm)	熱伝達抵抗 (°C/W/m ²)	水蒸気透過抵抗 (mmHg/W/m ²)	布クロー値 (clo)	水 蒸 気 透過指数 (<i>i_m</i>)	備 考
1	綿 100%	209	0.76	0.095	0.186	0.091	0.23	変化編み (有孔)
2	ポリエステル 吸 湿 加 工 A	172	0.64	0.095	0.168	0.118	0.25	
3	ポリエステル 100%	165	0.51	0.161	0.173	0.118	0.26	平 編 み
4	ポリエステル 吸 湿 加 工 B	167	0.54	0.100	0.164	0.118	0.27	

I. 布の熱的特性実験

1. 実験方法

供試試料はランニングシャツ用ニット布地で、その内容は表1に示すようである。

実験装置は、直径 20cm、長さ 60cm のたて型黒色加温円筒を用い、布の熱的特性をつぎのように測定した。

熱伝達抵抗：

裸円筒および布をまきつけたときの円筒表面に、 MW/m^2 の熱を供給し、そのときの表面温度 T_s 、気温 T_a の値を熱的平衡状態に達するまで記録する。そのとき、裸円筒の表面熱伝達抵抗 R_N 、布の熱伝達抵抗 R_T および布のクロー値 I_{cl} は次式から求められる。

$$R_N = (T_s - T_a)_N / (M/A) \text{ [}^\circ\text{C/W/m}^2\text{]}$$

$$R_T = (T_s - T_a)_{cl} / (M/A) \text{ [}^\circ\text{C/W/m}^2\text{]}$$

$$I_{cl} = 6.45(R_T - R_N)$$

ここに、 T_a は 25~30°C の範囲内で、 $M=92.4$

W/m^2 に調節した。

水蒸気透過抵抗：

黒色円筒に含水率 150% のニット布をまきつけて、 $wettness=1.0$ の加温円筒をつくる。この場合の裸時および、その上に布をまきつけた時の円筒表面温度を気温に等しくなるように、 M を調節すると、水蒸気透過抵抗 R_e および Woodcock の水蒸気透過指数 i_m は次式から求められる。

$$R_e = \frac{P_s - P_a}{M/A}$$

ここに、 P_s 、 P_a は $T_s=T_a$ における飽和水蒸気圧および大気の水蒸気圧で、大気の相対湿度 $RH(\%)$ を求めれば、分子は $P_a(1 - \frac{RH}{100})$ で求められる。

また i_m は、

$$i_m = 0.45 \times \frac{R_T}{R_e}$$

であらわされる。

2. 実験結果および考察

表1に各布の性能を示す。No. 1, No. 2 は A

社の製品, No. 3, No. 4 は B 社の製品であるが, 熱伝達抵抗は材質の如何を問わずほぼ同じ値を示している. また水蒸気透過抵抗は, 吸湿加工を施した布がいずれも小さな値を示し優れているが, i_m の差は僅少であった. A 社の製品はやや厚いが, 布地が変化編みで小孔が散在している. B 社の製品は平編である. このようにランニングシャツでは, 布地で比較した場合大きな差は認められなかった.

II. 走行中の着衣特性

1. 実験方法

(1) 実験装置

実験装置は写真 1 に示すようである.

右端の A は, たて 15cm, よこ 10cm, 厚さ 3.5cm の検出装置で, サーミスタ温度計の端子が 4 個ある. これからリード線を出して, 人体の各部位にサーミスタ温度センサが貼付される. 検出装置 (環境体温計) の内部は, サーミスタの温度変化を電圧に変換して 30 秒おきに検出し, 経時的に IC メモリーに記憶させるようになっている. 走行中は検出装置を 3 個組み合わせ, 10 部位の皮膚温と, 身体の前後の気温を測定する. 検出装置は小型のリュックサックに入れて背負うこ

ととした. 走行中のスタイルは写真 2 に示すようである.

つぎに, 走行終了後実験室内で, 検出装置の IC メモリーを写真 1 のインターフェース B を介してマイクロコンピュータ C に連結する. これから, 走行時の皮膚温の経時変化をプリンタで記録することができる. IC メモリーは 30 秒おきのチェックで, 各センサごとに 720 データ (6 時間分) を内蔵できるが, データをプリントする所要時間は約 5 分, グラフ作成は 1 分以内であった.

(2) 実験手順

(i) 試料の作成および被験者

I に述べた布を用いて, ランニングシャツを作成した. 被験者は大学でマラソン選手をしている 20 歳の男子およびマラソンをしていない 34 歳の男子の計 2 名である. 走行中の服装は, ブリーフ, ランニングシャツ, ショートパンツ, 運動靴の他, 気温センサを保持するために帽子をかぶり, また, 検出装置を入れたリュックサックを背負った. (写真 2 参照)

(ii) 実験条件

実験は体育館で実施した. 室内は空調していないので, 自然環境である. 室内のたて 26m, よ

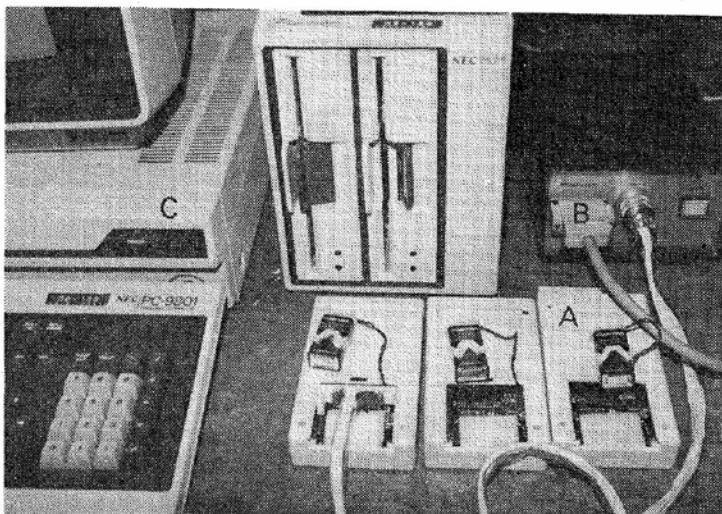


写真1 皮膚温計測器システム

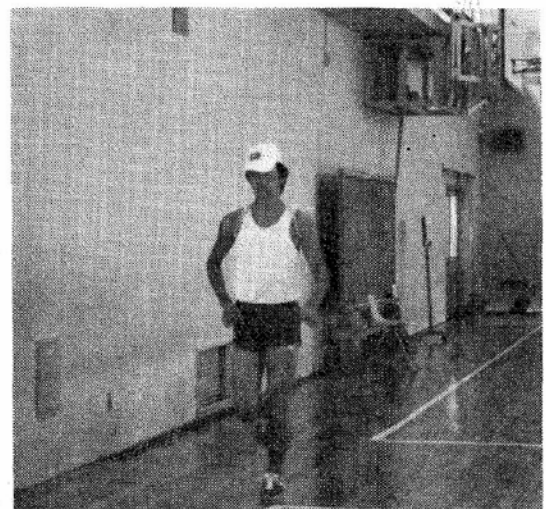


写真2 走行時の被験者 A

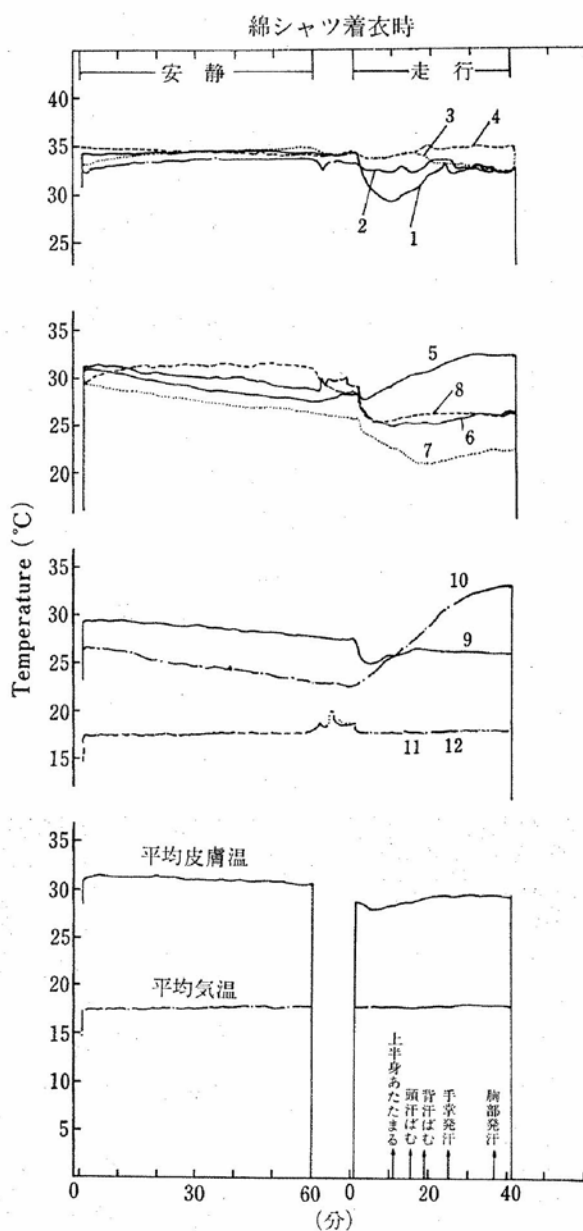
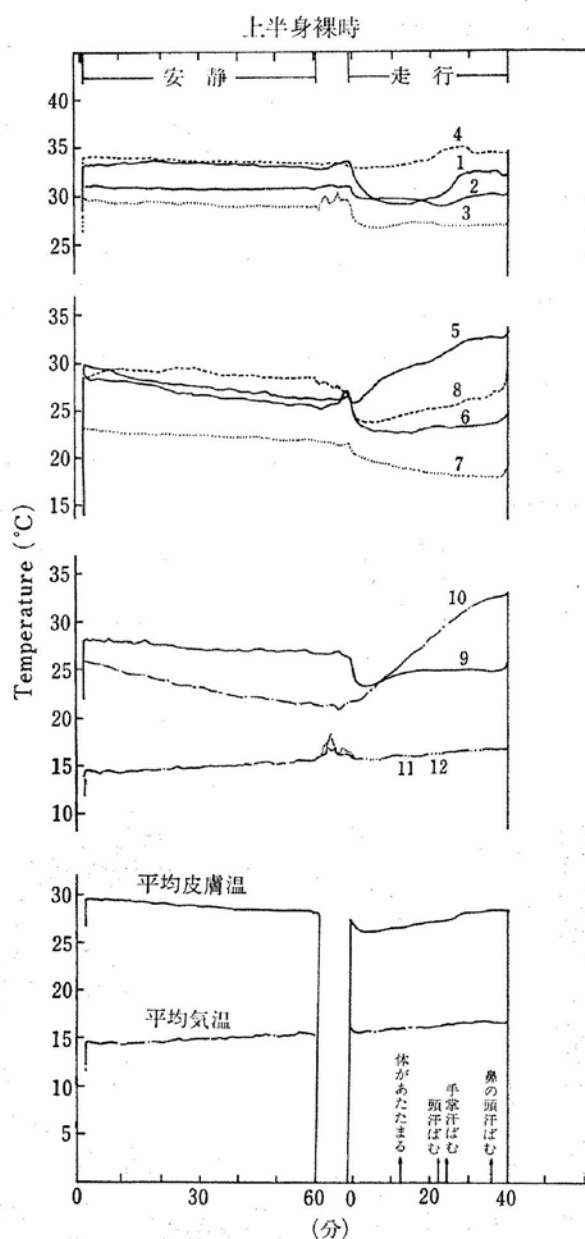
こ 33m, 実効周長 118m のコースを, マラソン競走よりややおそいテンポで, 一周30±2秒の速度で80回走行することとした。全行程は約9,500mになる。

(iii) 実験内容

実験は, 昼食をとらずに毎回12時より開始する。皮膚温は, 頭頸部, 胸部, 腹部, 腰部, 上腕部, 前腕部, 手部, 大腿部, 下腿部および足部の

10点を季節生理班²⁾が選んだ部位で計測した。平均皮膚温は面積按分比を加重して求める。

はじめ1時間椅坐安静で皮膚温および気温, 気湿を測定した後, 走行を開始する。走行中の被験者は“汗をかいた”“身体があたたまった”“暑い”“苦しい”などの生理的, 心理的反応を報告する。また験者も走行状況をメモし, スピードをアドバイスする。なお対照として, 上半身裸時の場合も



(注) 1: 頭部, 2: 胸部, 3: 腹部, 4: 腰部, 5: 上腕部, 6: 前腕部, 7: 手部, 8: 大腿部, 9: 下腿部, 10: 足部, 11: 前面気温, 12: 後面気温 (図1(b), 図2共通)

図1(a) 安静時, 走行時の身体部位別皮膚温変化曲線と気温 (被験者A)

実験した。

2. 実験結果

椅坐安静時および走行時の皮膚温変化の例を図1(a), (b)および図2に示す。

図には、各部位ごとの皮膚温および平均皮膚温の経時変化とともに、被験者が報告した内容が併記してある。これからつぎの知見が得られた。

(1) 一般に変化曲線は、各部位により異なり、それぞれ特徴ある傾向を示すが、平均皮膚温変化曲線の変動は単調であった。マラソン選手の被験者Aに比べ、被験者Bは多量に発汗して、変化曲線の変動もはげしいが、変化傾向はほぼ同様であった。しかし、着衣時のシャツの材質の影響については大きな相違は見出されていない。これは、シャツ地がIに示したように布地がうすいこと、

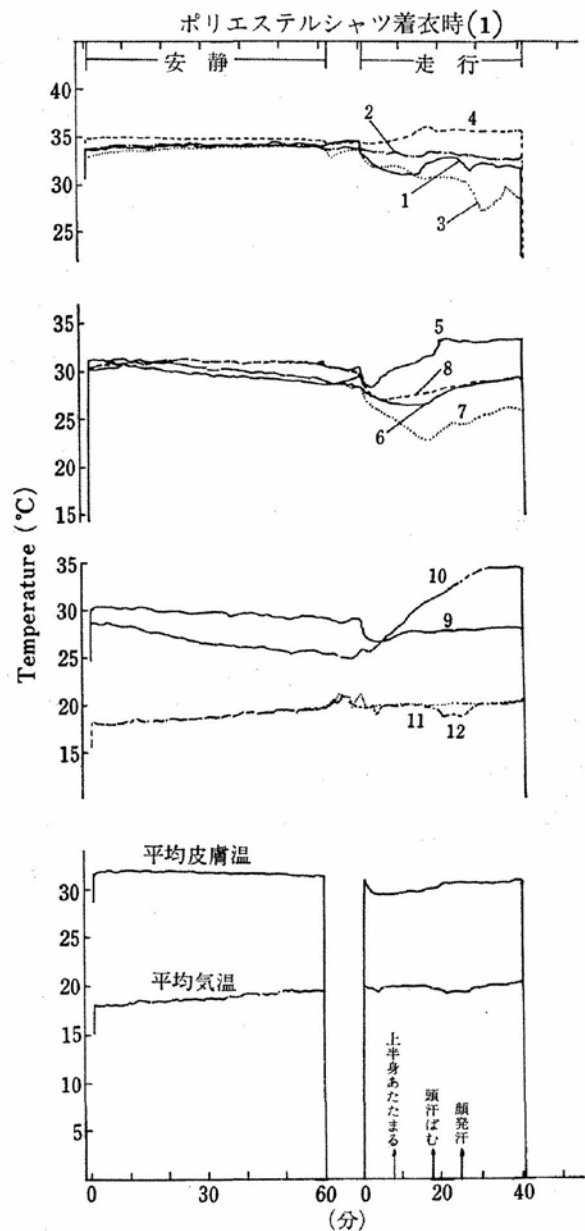
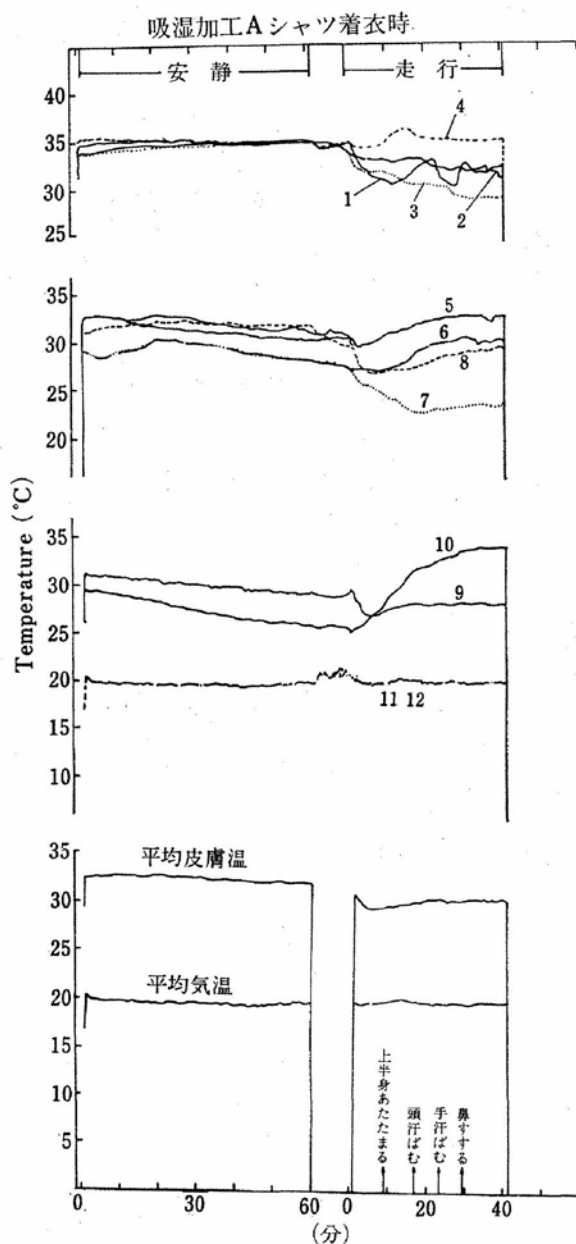


図1(b) 安静時、走行時の身体部位別皮膚温変化曲線と気温（被験者B）
(注は図1(a)と同じ)

熱的特性の相違が顕著でないことによると思われる。

(2) 全身的にみると、各試料とも、ブリーフ、パンツ、シャツが重ね着されている腰部の皮膚温が最も高く、末梢の手部がもっとも低かった。シャツにおおわれている胸部、腹部の皮膚温は、腰部の最高値に近い値を示している。なお、皮膚の露出している四肢の皮膚温は平均皮膚温以下であ

った。

(3) 走行中の部位別の変化曲線の傾向に注目すると、(a)皮膚温が一たん低下した後上昇し、ある値におちつくタイプ（頭部、腰部、大腿部）、(b)低下したままでおちつくタイプ（胸部、腹部、下腿部）および(c)低下しないで上昇するタイプ（上腕部、足部）に大別されるようである。前腕部、手部は(a)、(c)いずれのタイプかに含まれる。

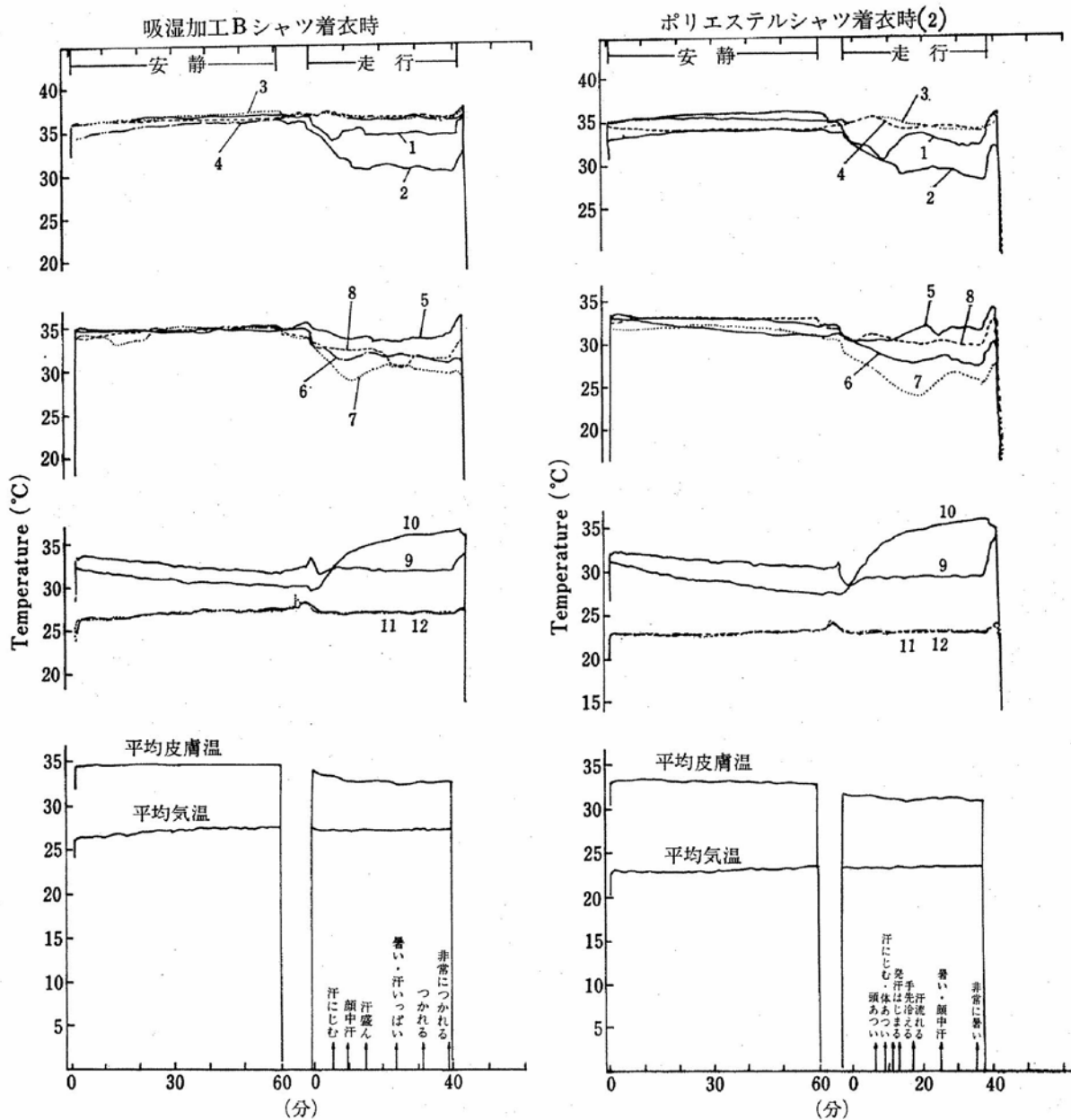


図2 安静時、走行時の身体部位別皮膚温変化曲線と気温（被験者B）
（注は図1(a)と同じ）

そのとき、被験者の走行中の所感とこれらの傾向との関係を見ると、頭部、前腕部、大腿部の皮膚温が走行開始約10分後におちつくときは、体があたたまってきた、あるいは汗ばんできたと回答しているケースが多く、また、手部は約20分後に最低値があるが、そのとき発汗が盛んに行われると回答していた。これらの対応は各材料に共通しており、また発汗がとくにいちじるしい被験者Bの場合でも全く同様であった。

(4) 平均皮膚温変化をみると、走行開始直後から皮膚温は低下し、3～5分後から徐々に回復している。最終的には開始時と同程度あるいはより高い値を示している。

3. 考 察

(1) ランニングシャツの熱的効果の比較

ランニングシャツの熱的効果をシャツの材料間で比較するために、平均皮膚温の走行開始より終了までの平均値（変化曲線のレベル）を求める

と、その結果は表2に示すようである。

本実験では気温・気湿が実験日により異なったので、平均皮膚温の相違をそのまま試料間の相違に結びつけるわけにはいかない。しかし安静時に比べると、走行中の平均皮膚温が低下しているのは、いずれの試料の場合でも同じであった。

いま、少しでも気温の影響をさけるために、気温と皮膚温との差を目安として、安静時と走行時を比較すると、安静時＞走行時となり、その差は、着衣時、被験者Aでは綿100%試料で2.3°C、吸湿加工Aで2.4°C、ポリエステル100%で2.7°C、吸湿加工Bで2.8°Cとなり、綿100%と加工布Aがやや小さな値になる。しかし、発汗の多かった被験者Bでは、綿100%で0.3°C、吸湿加工Aで1.8°C、ポリエステル100%で2.1°C、吸湿加工Bで1.4°Cとなり、綿は小さく、ポリエステルは大きく、加工布A、Bがその中間にある。

これから、ランニングシャツの発汗処理効果

表2 平均皮膚温の安静時および走行中の平均値と気温

			NUDE	綿 100%	吸湿加工A	ポリエステル 100%	吸湿加工B
被 験 者 A	安 静	平均皮膚温 $\bar{T}_s$	28.9	31.2	32.4	31.7	33.4
		気 温 T_a	15.0	17.7	19.7	18.9	20.6
		$\bar{T}_s - T_a$	13.9	13.5	12.7	12.8	12.8
	走 行	平均皮膚温 $\bar{T}_s$	27.4	29.3	30.2	30.2	30.2
		気 温 T_a	16.3	18.1	19.9	20.1	20.2
		$\bar{T}_s - T_a$	11.1	11.2	10.3	10.1	10.0
被 験 者 B	安 静	平均皮膚温 $\bar{T}_s$	34.5	34.8	34.9	33.1	34.6
		気 温 T_a	26.8	27.2	27.3	23.0	26.4
		$\bar{T}_s - T_a$	7.7	7.6	7.6	10.1	8.2
	走 行	平均皮膚温 $\bar{T}_s$	32.7	32.9	33.3	31.1	32.8
		気 温 T_a	26.4	25.6	27.5	23.1	26.0
		$\bar{T}_s - T_a$	6.3	7.3	5.8	8.0	6.8

が、もしも皮膚温の低下防止を目途とするなら、綿100%はかなり効果があり、ポリエステルの効果は小さいということになる。

(2) 水分量からみた材質の比較

走行時の体重減少量および、発汗が影響を及ぼすと考えられるシャツの水分保持量を求めて、両者からシャツの材質による影響を考察した。その結果は表3に示すようである。このときの体重減少量は、衣服を着たままで測定しているから、水分蒸発量を含めて外界に放散したものを考えている。

表によると、被験者Aでは気温がほぼ同じ条件下で、体重減少量は、綿が大きく、他はほぼ同程度の減少量である。被験者Bの場合も体重減少量の材料間の相違は、被験者Aと同じ傾向であった。ここで、ポリエステルに比較して綿の皮膚温の低下が少ないにもかかわらず、水分放散量は綿の方が多かった場合があった。

つぎに、シャツに含まれる水分増加量は、走行後シャツを脱いで直ちに重量を測定したものである。被験者Aでは、綿と加工布Aの量が多く、被

験者Bでも、綿と加工布A・Bがポリエステルに比べて多い。ポリエステルは疎水性が大であるので、走行中の汗分は、パンツのぬれが大であったので、体表面を流下したか、あるいは周囲に飛散したと考えられる。加工布は、吸湿加工の効果があって、綿の特性に近づいたといえる。

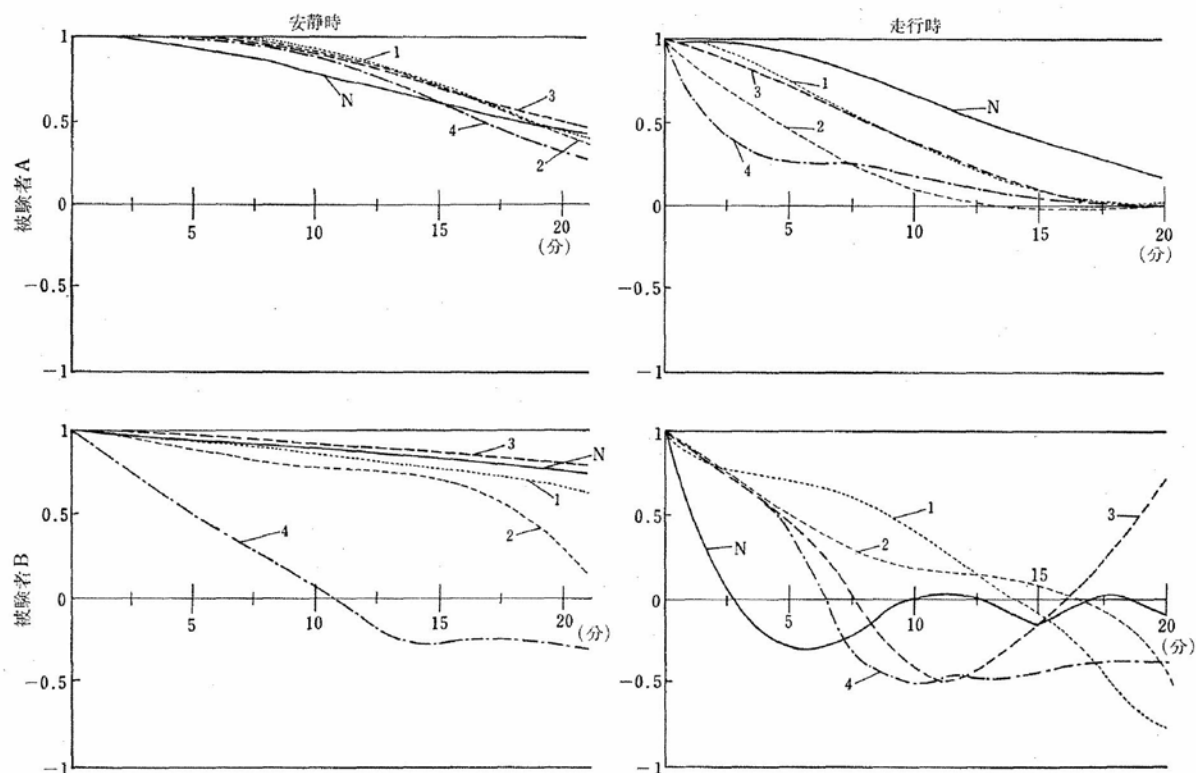
さて、表3の結果を前述の表2の結果と比較して考察すると、綿は、水分保持量が多くなっても皮膚温の低下が小さくなっている。この事実は、写真2の服装を見てもわかるように、走行中のシャツは、身体に対して揺動するばかりでなく、吸水により繊維のヤング率を低下し、そのため伸張して衣服間隙をもち、身体から布に吸着された汗は、布面から蒸発しても、それは皮膚からの奪熱が少なくなることを示しているのではなかろうか。これに対して、ポリエステルの場合は、被験者の報告によれば、布が身体に密着し易く、皮膚—しめった布—外気を通じての熱伝達による放熱が多くなったようである。

(3) 皮膚温変化曲線の時系列解析

(i) 平均皮膚温曲線について

表3 走行による体重およびランニングシャツの重量変化

		NUDE	綿 100%	吸湿加工A	ポリエステル 100%	吸湿加工B	備 考
被 験 者 A	体 重 減 少 量 (g)	408	890	420	500	410	身長 175cm 体重 63.6kg 64.5kg
	(同 体 重 比 (%))	(0.6)	(1.3)	(0.7)	(0.8)	(0.6)	
	シャツ重量増加 (g)	—	20.5	15.5	5.0	16.5	
	(同シャツ重量比(%))	—	(19)	(18)	(5)	(15)	
被 験 者 B	気 温 (°C)	16.3	18.1	19.9	20.1	20.2	身長 163cm 体重 52.2kg 54.8kg
	気 湿 (%)	60	62	46	73	48	
	体 重 減 少 量 (g)	400	610	415	480	410	
	(同 体 重 比 (%))	(0.7)	(1.1)	(0.8)	(0.9)	(0.8)	
被 験 者 B	シャツ重量増加 (g)	—	43.2	40.5	15.5	38.5	身長 163cm 体重 52.2kg 54.8kg
	(同シャツ重量比(%))	—	(40)	(46)	(15)	(36)	
	気 温 (°C)	26.4	25.6	27.5	23.1	26.0	
	気 湿 (%)	59	55	63	52	62	



(注) N：上半身裸時，1：綿，2：吸湿加工A，3：ポリエステル，4：吸湿加工Bの着衣時

図3 安静時，走行時の平均皮膚温変化曲線のコレログラム

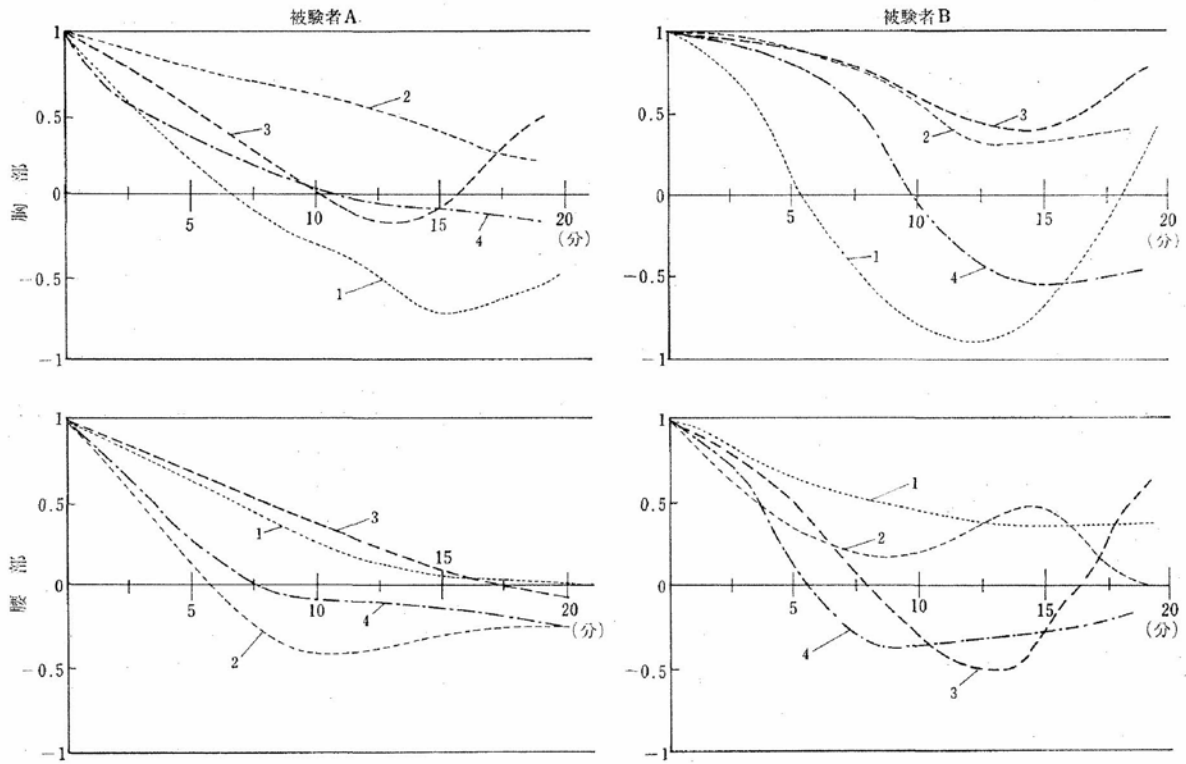
安静時および走行時の平均皮膚温曲線について，それぞれ自己相関係数を求め，コレログラム⁸⁾を作成すると図3に示すようである。

図は，上半身裸時および着衣時の4種のシャツ材料のコレログラムを比較している。図のたて軸は相関係数で，よこ軸は経過時間をあらわす。相関係数の小さな値は，ランダムの変動が多く含まれているということで，また，極小値を有するものは，極小時間の2倍に当るサイクリック成分が潜在していることを示すものである。

被験者Aの安静時のコレログラムは，ほとんど一致して，時刻 t における値がその直前の値のみに影響する持続性のある単純マルコフプロセスを示していることがわかった。しかし，走行すると曲線の勾配が大となり，持続性は低下する。そのうち，上半身裸時の場合の低下は一番少なく，着衣時の綿とポリエステルがこれに次ぎ，加工布A，Bの順に偶発的な変動成分が多くなる。

これに対して被験者Bの場合は，安静時の持続性は長かったが，加工布Bの実験の際，既に偶発的な変化の含まれるやや不安定な状態にあった。身体のコンドিশョンによる相違も考えられるので，コレログラムの結果を直ちに布材質の相違に結びつけることは短兵急であるが，図からつぎの傾向のあることがわかる。

綿および加工布Aでは，相関係数が負になるまでの長期トレンドを示し，上半身裸時では偶発的な変動の中に10分前後のサイクリックな現象がわずかではあるが潜在している。さらにポリエステルは走行開始後10分で極小になる明白な周期を生じた。以上から，走行により皮膚温変化の持続性は偶発成分の増加によって減少し，そのうち，加工布Bの減少は比較的早く，発汗が多い場合は長期トレンド（綿，加工布A）またはサイクリックな変動（ポリエステル）を伴う場合があることがわかった。



(注) 1: 綿, 2: 吸湿加工A, 3: ポリエステル, 4: 吸湿加工Bの着衣時

図4 胸部および腰部の皮膚温変化曲線のコレログラム

(ii) 部位別変化曲線による材料の比較

シャツに被覆された胸部、腹部、腰部のうち、走行中の胸部、腹部の変化曲線のコレログラムを求めると、図4に示すようである。

図1(a), (b) および図2によれば、胸部と腰部は、同じ軀幹部でも皮膚温のレベルおよび変化傾向に相違があり、コレログラムもまた同じ傾向とはならない。

被験者Aについては、胸部が持続性をもったのは加工布A・Bで、ポリエステルはサイクリックな成分を含んでいる。しかし腰部では、サイクリックな現象はあらわれず、加工布A・Bは偶発的成分のやや多い、ポリエステルおよび綿は偶発的成分の少ない持続的現象を示した。

つぎに、被験者Bについては、胸部はほとんどの材料がサイクリックな成分を含み、とくに綿の周期は明白であった。腰部では綿が持続性を示し、ポリエステルが明白な周期性を示している。

被験者A・Bを比較すると、量的には共通点は得られないが、定性的には発汗量の差があっても、胸部に持続性をもつ材料は腰部でサイクリック成分をあらわし、逆に胸部で周期性をもつ材料は腰部で持続性をもつという類似の傾向があらわれている。

結 言

吸湿加工布を含むランニングシャツ4種(綿、ポリエステル、吸湿加工布AおよびB)を選び、布の熱的特性およびランニングシャツが走行中の人体皮膚温に及ぼす影響を比較検討した。トラックで9,500mを40分間で走行するマラソンの一場面を想定し、走行中の人体皮膚温を計測する。計測方法は、皮膚温センサと計測装置本体を分離し、皮膚温センサの出力を走行者の携帯するICメモリーに収録する方式を採用し、走行後、ICメモリーをマイクロコンピュータシステムで再録

し、経時的皮膚温変化曲線を求めた。被験者は、マラソン選手男子1名および普通の男子1名である。得られた結果はつぎのとおりである。

(1) 布の熱的特性を求めた結果、熱伝達抵抗、布クロ値はほとんど材質による差がなく、水蒸気透過抵抗に吸湿加工布の優位性が見出されたが、水蒸気透過指数の相違は僅少であった。

(2) 走行中の身体10部位の皮膚温変化曲線は、いずれのシャツでも部位ごとに同じ特徴の傾向を示し、走行直後から低下しその後漸次上昇する部位、低下したまま収斂する部位、低下しないで漸次上昇する部位に大別できる。腰部の皮膚温が最も高く、手部は最も低い。シャツにおおわれている胸部、腹部も高い値を示した。

(3) 平均皮膚温変化曲線は経時変動が少ないが、上半身裸時でも、またいずれのシャツ着衣でも走行直後低下し、3～5分後から上昇して走行前あるいはそれ以上の値に達した。

(4) 平均皮膚温変化曲線の全行程の平均値は、いずれの場合も、走行時は安静時より低下する。材質の相違を比較すると、綿100%シャツの低下は最も少なく、ポリエステルは最も大であった。

(5) 走行中の人体の体重減少量は綿が一番大きく、しかも綿はシャツの水分保持量も一番多い。この結果から、シャツに含まれた水分は、揺動して生ずる衣服間隙のために、皮膚から熱を奪いに

くい状況を呈し、皮膚温の低下を減少していると考えられる。逆にポリエステルは、シャツが皮膚に密着したので、体熱放散が最も大きく、加工布A・Bは綿の場合に類似した。

(6) 平均皮膚温変化曲線の変動傾向を時系列的に解析すると、安静時の皮膚温変化曲線は、各シャツ共持続性をもつ変動をしているが、走行時は偶発的な変動成分の増加により持続性を減少する。発汗の多い場合は、綿、加工布Aが長期傾向、ポリエステルがサイクリックな変動を生ずることがある。

(7) 部位別に変動傾向を解析すると、被験者2名には訓練による体調の相違があっても、それぞれ同じ軀幹部において、胸部に持続性をもつ材料は腰部でサイクリックな成分を示し、逆に胸部でサイクリックな成分をもつ材料は腰部で持続性をもつケースが共通して生ずることがわかった。

文 献

- 1) 三野耕, 田中登喜代, 弓削治; デサントスポーツ科学, **1**, 116 (1981)
- 2) 季節生理班; 日本人皮膚温分布の季節変動, 日新医学, **39**, 121 (1952)
- 3) M.G. Kendall; Advanced theory of Statistics. Chap., **29**, 30 (1953)