

繊維素材の違いによるスポーツウェアの
運動中の着用感とそれに影響を与える
要因について 第2報

浅見 俊雄

東京大学教養学部体育研究室

**Relation between Physiological Responses and Clothing
Comfort during Heavy Exercise in Wear Trials with
Different Clothing Materials (II)**

Toshio Asami

Department of Sports Sciences, College of Arts
and Sciences, University of Tokyo

Abstract

Physiological responses such as skin and rectal temperature, heart rate and perspiration, change of body weight, temperature and humidity inside clothing and subjective estimation of thermal, humidity and comfort sensations were measured for five healthy male subjects wearing sports wears made of four different clothing materials during three kinds of treadmill running for 30 minutes. Intensity of running and thermal conditions were 50% $\dot{V}O_{2max}$. at 22°C(L), 70% $\dot{V}O_{2max}$. at 22°C(H) and 70% $\dot{V}O_{2max}$. at 30°C (HH). Four clothing materials using in this experiment were 50% polyester and 50% cotton (P/C), 100% acrylic (A), 100% wool (W) and 100% cotton (C).

For all materials, the heavier intensity of exercise and/or the hotter temperature of environment were, the worse comfort sensation became. Significant coefficient correlation was found between comfort sensation and decrease of body weight, increase of shirt weight, average skin and body temperature, temperature and humidity inside clothes. As well, comfort sensation correlated with some physical characteristics of materials. Among four materials, P/C was selected as the most comfortable one and W as the most uncomfortable.

From these results, it is concluded that for sports wear with which player perspire very much, the clothing material which has low percentage of water hold, high gas permeability, high thermal conductivity, high slippery resistance and light in weight is recommendable.

緒言

スポーツウェアの繊維素材については現在種々のものが使われているが、どのような素材がそれぞれ目的や運動形態の異なる各種のスポーツに適しているか、すなわち、もっとも着心地がよく、しかもそれぞれのスポーツの競技能力をより高いレベルで発揮できるためには、どのような性質の素材がスポーツウェアに要求されているかについては、まだ十分な研究がなされておらず、したがって、文献の数も、また得られた成果も限られたものとなっている¹⁾²⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾。

浅見たち¹⁾は、5種の繊維素材の異なるスポーツウェアについて、比較的汗をかく運動においての着心地の生理的ならびに心理的測定を行なって、素材によって着用感に差のあること、および素材の物性が体温、発汗などの生理的变化ならびに汗の吸着、蒸発などの物理的变化に影響を与え、これらの変化が着心地に影響していることを認めた。しかし、この研究では被検者が3人と少数であり、使用した繊維素材の厚さやウェアのデザインにも違いがあって、これらが着心地に影響を与えたことも考えられるなど、いくつかの問題点もあった。そこで本研究では、被検者数を増やすとともに、ウェアのデザイン、素材の厚さなどをなるべく一定にし、さらに運動量や発汗量の違う運動条件を設定して、スポーツウェアに適した繊維素材の条件を明らかにしようとした。

方法

本研究に使用した素材は4種類であり、表1に示すような物性をもっている。デザインは丸首、長袖にすべて統一した。テスト時の服装は長袖シャツの他は陸上競技用ショーツ（インナーパンツつきのもの）、スポーツソックスであり、これに日常使用しているスポーツシューズを着用して走運動を行なった。長袖シャツは毎回素材の異なるものを各自に指定した順序で着用させ、他はすべて毎回同一のものを着用した。シューズ以外は毎回洗濯して充分乾燥させたものを用いた。着用順はランダムであり、素材についての知識は被検者は勿論検者にも一切与えなかった。

被検者は健康な成人男子5名であり、年齢は25—51才で、いずれも過去にスポーツ選手としての経験を持ちまた現在日常的にスポーツ運動を行なっていて、運動や発汗には慣れていているものである。

実験に用いた運動は斜度0°のトレッドミル走である。被検者はあらかじめトレッドミルによるスピード漸増走を実施して、最大酸素摂取量および走スピード—酸素摂取量関係を測定し、両者の回帰直線から最大酸素摂取量のそれぞれ70%および50%に相当する走スピードを決定した。運動負荷時の環境温度と運動強度とを2種類ずつ組み合わせさせてつぎの3種の運動条件で各被検者に30分間の走運動を負荷した。

表1 使用した繊維素材の物理的特性

| 番号 (記号) | 1 (P/C) | 2 (A) | 3 (W) | 4 (C) |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|
| 繊維素材 | ポリエステル/綿 | アクリル 100% | ウール 100% | 綿 100% |
| 素材特性 | 42/2 T/C 50/50 天竺 一般 T/C ニット | 吸汗加工アクリル天竺 吸汗アクリルニット | 2/72 防縮ウール天竺 一般ウールニット | 43/2 綿天竺 一般綿ニット |
| 重量 (g/m ²) | 175.2 | 158.0 | 197.7 | 173.0 |
| 厚さ (mm) | 0.47 | 0.52 | 0.43 | 0.44 |
| 気孔容積〔含気量〕 (%) | 75.3 | 74.4 | 65.2 | 75.3 |
| 吸水性 | 大丸法 (秒) | 15.0 | 2.8 | 300 以上 |
| | バイレック法 タテ/ヨコ (cm) | 10.0/8.5 | 13.0/10.1 | 1.8/2.0 |
| 吸水率〔保水性〕 (%) | | 59.7 | 43.2 | 55.9 |
| | 保温性 | 24.7 | 30.7 | 22.9 |
| | 透湿性 | 54.0 | 52.0 | 56.0 |
| すべり抵抗 | 0.6 cc/25 cm (g) | 21.1 | 25.4 | 63.6 |
| | 0.15 cc/25 cm (g) | 19.6 | 24.1 | 27.8 |
| | | | 27.8 | 21.9 |

| 記号 | 走スピード | 温度 | 湿度 |
|-------|-------|-----|--------|
| 1. L | 50% | 22℃ | 40—60% |
| 2. H | 70% | 22℃ | 40—60% |
| 3. HH | 70% | 30℃ | 60—70% |

実験は通常の実験室で行なったので、温度はヒーターおよびクーラーによって設定温度を保つように努めた。湿度については調節の設備がないのでいちじるしく湿度条件の異なる場合は実験を行なわないようにし、上の範囲におさまるようにした。

測定項目および測定の方法は以下の通りである。

(1) シャツの着用感

衣服の着用感についての調査は、Norman, et al⁸⁾、丹羽たち⁶⁾ほか多くの研究があるが、それらには共通してあげられており、また前報¹⁾においても用いた5要素について質問法による7段階評価で運動前、運動中の10、20、30分および終了後5分に回答を求めた(図1)。

(2) 体重、シャツその他の着衣の重量変化

運動実施の前後において、精密人体秤(神戸衡機製)を使用して、体重、シャツおよびその他の着衣のそれぞれの重量を1g単位で測定した。また運動中および後に汗をふくために使用したタオルの重量変化も同時に測定した。

(3) 心拍数

運動前、中、後の心拍数の変化を胸部双極誘導による心電図の連続記録から測定した。

(4) 体温

直腸温、皮膚温(胸部、前腕部、大腿部、下腿部)をサーミスタ温度計(日本光電製)を用いて、着用感の測定と同じ時点で測定し、次式により平均皮膚温および平均体温を求めた。

$$\text{平均皮膚温} = 0.3 (\text{胸部皮膚温} + \text{前腕皮膚温}) + 0.2 (\text{大腿皮膚温} + \text{下腿皮膚温}) \dots\dots \text{Ramanathan}^{9)}$$

$$\text{平均体温} = 0.67 \times \text{直腸温} + 0.33 \times \text{平均皮膚温} \dots\dots \text{Burton}^{5)}$$

(5) 皮膚—シャツ間温度、湿度

背部の皮膚と着衣との間の温度および湿度を、温湿度計(エース研究所製 AKL, DRK)を用い



図1 着用感テストの要素と得点

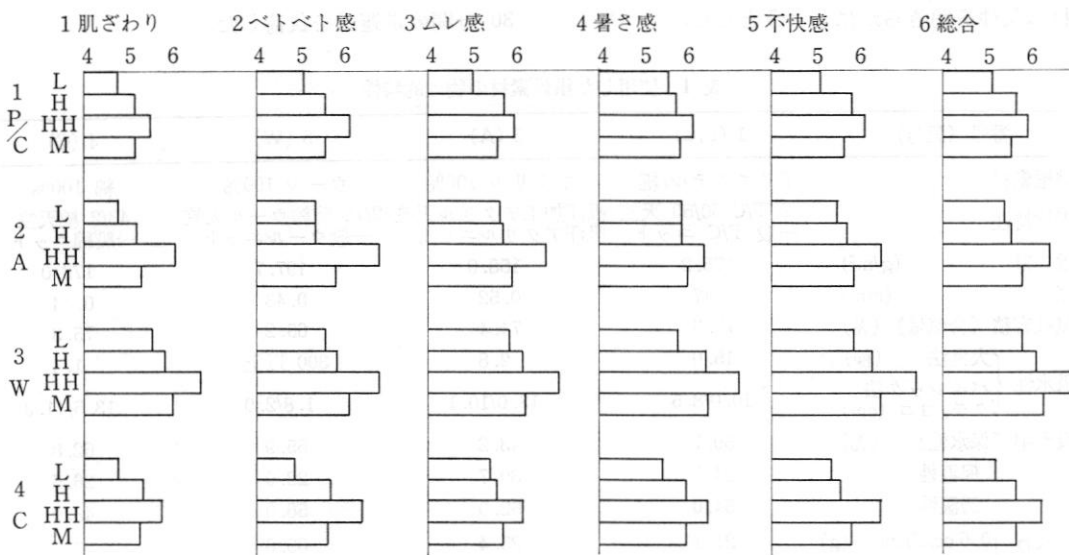


図2 繊維素材別の着心地(素点による)

て着用感の測定と同じ時点で測定した。

結果

1. 素材の違いによる運動時の着用感について各素材別、運動条件別について、被検者5名の運動中10分、20分、30分の各要素別の素点および5要素の合計点別に各人の平均点を求めて運動時の着用感の値とし、さらにその5名の平均点を

を求めて示したのが図2である。

しかし、この素点には被検者によって感じ方に違いが見られ、よりよい方またはより悪い方にかたよって感じやすい者や、点数の分布の比較的大きい者あるいはその逆に点数の分布が比較的小さい者など、着用感の回答の傾向には個人差があった。したがって素点の平均のみから全体の傾向を判断するのは必ずしも適切でないと考え

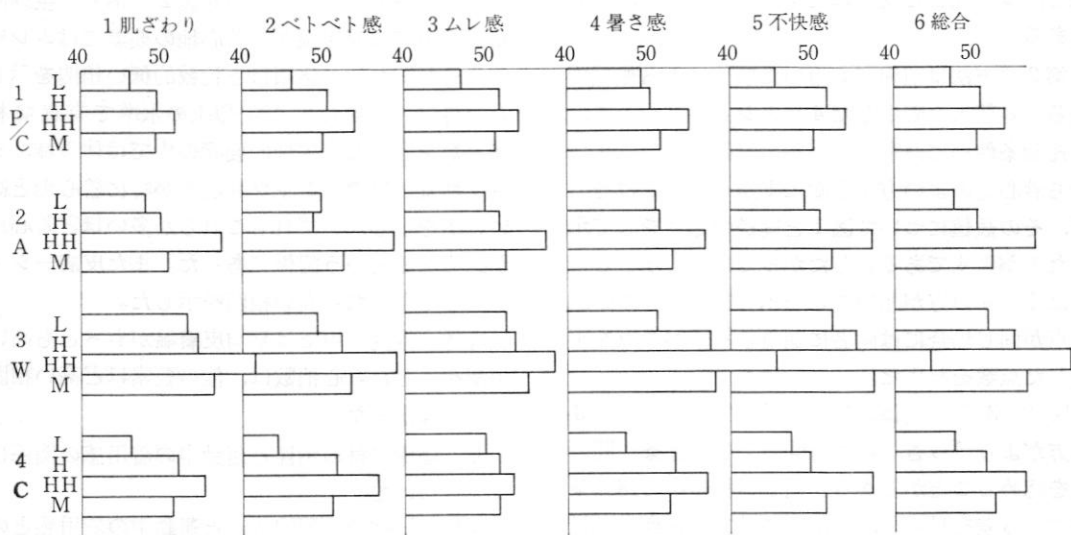


図3 繊維素材別の着用感（換算点による）

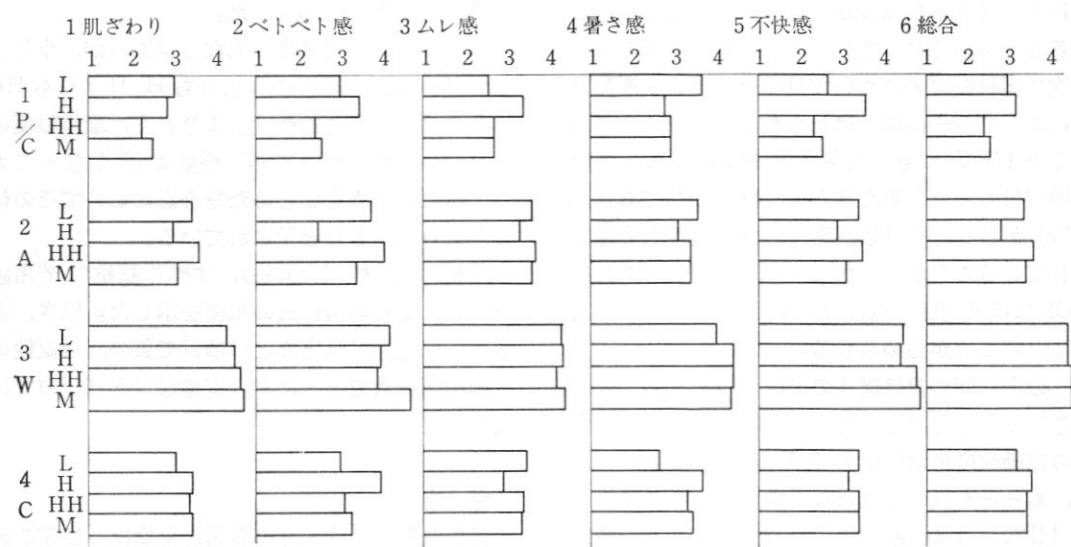


図4 繊維素材別の着用感（順位による）

られた。そこで、次の2つの方法でこの問題点に対する解決を試みた。

その1は偏差値を用いた換算点の算出である。各被検者のそれぞれの要素の点数を、全運動条件、運動前、中、後のすべての回答から平均値と標準偏差値を求め、それを用いて各素点をTスコアによる点数に換算して各人の点数を標準化した。この際着心地のよい方を50点より小さく、悪い方を大きな数値となるようにした。この換算点を図2の場合と同様に処理して示したのが図3である。

第2の方法は前報でも用いた順位による処理である。各個人の着用した4種のシャツについて、各運動条件別に運動中の回答の点数の低い、すなわち着心地のよい方から順に1から4の順位をつけ、その数値について図1と同様の処理をして示したのが図4である。したがって1の方が着心地がよく、4の方が悪いことを示している。この際素点が同じ場合には両者に割られるべき点を平均した点数を与えた。

図2, 3とも同様の傾向を示しているが、図3の方がよりはっきりと素材間および運動条件間の差を認めることができる。同じ素材の中で運動条件による差を見ると、要素別に見ても総合点で見てもL, H, HHの順に着用感が悪くなっていることが示されている。すなわち運動強度が強くなるほど、また環境温度が高くなるほどどの素材とも着心地の悪くなっていることが明らかである。

次に素材間の差について見ると、要素や運動条件によって若干の違いは見られるが、総体的に眺めると1(P/C)がもっとも点数が低く、この4素材の中ではもっとも着心地がよく感じられており、3(W)がもっとも点数が高く、着心地が悪く感じられていることが示されている。2(A), および4(C)はほぼ同様の点数で、1と3の中間に位置していることが認められる。

この素材間の差は図4の順位づけによる比較でよりはっきりと示されている。特に3(W)はいずれの運動強度においても3.5点前後を示しており、もっとも低い順位となっている。これに対して1(P/C)はHの運動強度で2(A)より若干多い点となっている以外は、すべてもっとも少ない点

すなわち良い順位を示している。特にHHにおいては1.5以下であり、他が2.5あるいはそれ以上であるのに対してははっきりとした優位を示しているといえる。2(A), 4(C)はいずれも1と3の中間でともに平均で2.5であった。

2. 運動中の生理的諸変化と着用感との関係について

運動中の生理的諸変化と着用感との間の関係を、5名の被検者の運動中3回の測定値すべてについて相関係数で示したのが表2である。生理的項目の中では直腸温が、着心地の要素ではムレ感が、それぞれ他の諸項目と比較的低い相関を示した以外は、いずれも1%以上の水準で有意な相関係数を示した。生理的要素の中では体重減、シャツ増量、皮膚—シャツ間温度が特に着心地と高い相関を示し、いずれもこれらが多いほど着心地が悪くなるという関係であった。また皮膚—シャツ間温度もかなり高い相関を示した。

身体の温度の中では平均皮膚温がもっとも高い相関を示した。心拍数は、他の要素ほど高い相関は示さなかった。

3. 繊維素材の物性と運動中の着用感の関係について

4種の繊維の物理的特性と運動中の着用感との間の相関係数を運動条件別に示したのが表3である。この際運動中の着用感は、運動中3回の測定値を平均した値で処理した。

各要素によって多少の異なりはあるが、全体として見れば、一般的にLよりもH, HよりもHHの条件すなわち運動強度がより強く、環境温度のより高い条件において相関係数が高くなっており、特に5要素をまとめた総合点においてその傾向がよりはっきりと示されている。

重量、吸水性(大丸法)、すべり抵抗は着用感と正の、気孔容積は負の相関を示した。厚さ、吸水率、保温性はほとんどの項目で負の、透湿性は正の相関係数であったが、有意なほど高い値ではなかった。

考 察

運動条件別の体重減の5名の平均は、L 357g, H 583g, HH 911gであった。この体重減は筋

表 2 着用感と生理的諸変化との関係 (n=60)

| | 体重減 | シャツ増量 | 直腸温 | 胸部皮膚温 | 平均皮膚温 | 平均体温 | 皮膚—シャツ温度 | 皮膚—シャツ湿度 | 心拍数 |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 肌ざわり | .525 ^a | .546 ^a | .241 ^b | .294 ^a | .444 ^a | .416 ^a | .529 ^a | .513 ^a | .427 ^a |
| ベトベト感 | .558 ^a | .603 ^a | .198 ^b | .303 ^a | .512 ^a | .440 ^a | .555 ^a | .481 ^a | .376 ^a |
| ムレ感 | .486 ^a | .378 ^a | .231 ^b | .252 ^a | .371 ^a | .367 ^a | .410 ^a | .384 ^a | .313 ^a |
| 暑冷感 | .587 ^a | .570 ^a | .208 ^a | .437 ^a | .513 ^a | .455 ^a | .602 ^a | .501 ^a | .419 ^a |
| 快適感 | .610 ^a | .617 ^a | .212 ^a | .358 ^a | .519 ^a | .442 ^a | .598 ^a | .540 ^a | .444 ^a |
| 総合点 | .648 ^a | .651 ^a | .250 ^a | .409 ^a | .571 ^a | .505 ^a | .642 ^a | .563 ^a | .464 ^a |

a p < 0.01,

b p < 0.05

表 3 素材の物性と着用感との関係 (運動強度別) n=20

| | | 肌ざわり | ベトベト感 | ムレ感 | 暑冷感 | 快適感 | 総合点 | |
|-----|-------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| HH | 重量 | .381 | .053 | .186 | .513 ^b | .497 ^b | .425 | |
| | 厚さ | -.193 | .014 | .018 | -.354 | -.355 | -.232 | |
| | 気孔容積 | -.617 ^a | -.228 | -.360 | -.615 ^a | -.627 ^a | -.627 ^a | |
| | 吸水性 | 大丸法 | .589 ^a | .202 | .383 | .610 ^a | .617 ^a | .604 ^a |
| | | バイレック法 | -.299 | -.097 | .011 | -.372 | -.413 | -.304 |
| | 吸水率 | -.238 | -.226 | -.250 | -.010 | -.040 | -.182 | |
| | 保温性 | -.128 | .101 | -.055 | -.340 | -.293 | -.195 | |
| | 透湿性 | .279 | .026 | .317 | .338 | .282 | .321 | |
| | すべり抵抗 | 水分多 | .628 ^a | .248 | .337 | .628 ^a | .653 ^a | .640 ^a |
| 水分少 | | .714 ^a | .364 | .387 | .582 ^a | .638 ^a | .679 ^a | |
| H | 重量 | .381 | .370 | .259 | .480 ^b | .471 ^b | .501 ^b | |
| | 厚さ | -.341 | -.422 | -.180 | -.409 | -.236 | -.402 | |
| | 気孔容積 | -.395 | -.248 | -.272 | -.526 ^b | -.527 ^b | -.513 ^b | |
| | 吸水性 | 大丸法 | .400 | .273 | .276 | .528 ^b | .530 ^b | .521 ^b |
| | | バイレック法 | -.364 | -.398 | -.156 | -.448 ^b | -.144 | -.388 |
| | 吸水率 | .112 | .321 | .042 | .094 | -.016 | .126 | |
| | 保温性 | -.279 | -.361 | -.208 | -.332 | -.384 | -.391 | |
| | 透湿性 | .141 | .048 | .192 | .198 | .503 ^b | .276 | |
| | すべり抵抗 | 水分多 | .422 | .279 | .270 | .559 ^b | .494 ^b | .528 ^b |
| 水分少 | | .360 | .136 | .216 | .499 ^b | .394 | .429 | |
| L | 重量 | .379 | .026 | .253 | .075 | .292 | .251 | |
| | 厚さ | -.212 | .224 | -.187 | .130 | -.140 | -.057 | |
| | 気孔容積 | -.481 ^b | -.289 | -.392 | -.235 | -.465 ^b | -.439 | |
| | 吸水性 | 大丸法 | .474 ^b | .251 | .375 | .214 | .445 ^b | .416 |
| | | バイレック法 | -.209 | .193 | -.291 | .150 | -.204 | -.095 |
| | 吸水率 | -.068 | -.445 ^b | -.104 | -.278 | -.178 | -.236 | |
| | 保温性 | -.246 | .126 | -.076 | .011 | -.109 | -.083 | |
| | 透湿性 | .326 | .317 | .083 | .307 | .236 | .298 | |
| | すべり抵抗 | 水分多 | .477 ^b | .252 | .426 | .197 | .476 ^b | .431 |
| 水分少 | | .450 ^b | .386 | .481 ^b | .252 | .525 ^b | .487 ^b | |

a p < 0.01,

b p < 0.05

収縮のエネルギー発揮と呼吸に伴う水分喪失による減が含まれるので、そのまま発汗量を示すものではないが、前二者はそれほど大きな値ではないので、発汗量の大きさを示す数字としてよいものである。

素材の厚さをできるだけ一定とし、デザインを同一とした今回の実験でも、前報¹⁾同様、素材の違いによって運動時の着用感に差があることが認められた。特に運動強度の強い、環境温度の高い、すなわち発汗量の多い条件において、着用感の差がより大きくなることが認められ、今回使用した4種の素材では、ポリエステル・綿の混紡がもっとも着用感がよく、綿、アクリルの2種がこれに次ぎ、ウールがもっとも悪いという結果であった。

これらの着用感には前報と同様に、発汗や体温上昇などの生理的变化が影響を与えていることが確かめられた。項目ごとの相関係数の高さの順位は必ずしも前報と一致しないが、体重減、汗の吸着によるウェアの増量、平均皮膚温、平均体温、皮膚—シャツ感温・湿度が高い相関を示していることでは一致している。発汗量が増すにつれて、吸着した汗が着衣の重さを増し、また水分を吸収した繊維が熱の放散をも限定して、着用感を悪くしているものと考えられる。

丹羽たち²⁾は、肌着の着用感テストで、吸湿量、吸水速度の大きい親水性の素材の方が快適であると、本報告とはまったく別の結果を報告しているし、また一般的にもこの考えが支持されているようである。しかし丹羽たちの実験では運動は実施していないし、体重減少量も100分間で200g以下であり、繊維への汗の吸着量も3g以下と、本実験のHH30分での体重減911g、シャツへの汗の吸着量202gとは全く条件が異なっている。

花田たち³⁾は、吸湿加工布を含む4種のランニングシャツの運動を伴う着用実験で、綿は体重減少が一番大きく、シャツの水分保持量も多く、皮膚から熱を奪い難い状況を呈し、皮膚温の低下を抑えているのに対し、ポリエステルはシャツが皮膚に密着して体熱放散がもっとも大きかったこと、および吸湿加工布は綿と類似していたこと、吸湿性の高いものは運動にとってはかえって

マイナスとなることを報告しているが、これは本研究の結果とまったく一致したものである。また賀来³⁾が、汗をかくから汗を吸う素材がよいという発想よりも、汗をうまく蒸発させるために通気性のよい軽いウェアの方がマラソンには向いていると指摘していることとも一致したものである。

温度関係では直腸温よりも平均皮膚温が着用感とより高い相関を示した。また体表近くの環境を示す皮膚—シャツ間温度、湿度も着用感と高い相関を示した。また心拍数が着用感と高い相関を示さなかったことも前報¹⁾と同様であった。これらの結果は、三野たち⁴⁾の歩行実験で、素材の違いによって酸素摂取量、心拍数には差が認められなかったが、平均皮膚温には差がみられたと報告していることと一致している。これらの結果は、着用感には運動強度そのものに影響されているのではなく、運動に伴う発汗量や着衣への汗の吸着の状態、および皮膚表面周囲の温、湿度環境に影響されていることを示しているものといえよう。

表材の物性と着用感との関係では、前報¹⁾で0.958ときわめて高い相関を示した重量が、今回の結果ではLで0.251、Hで0.501、HHで0.425と、それほど高い相関を示さなかった。これは前は素材の重さ、厚さにかなりばらつきがあったものを、今回はその影響がないように、素材の重さ、厚さをなるべく均一にするようにしたためと考えられる。

今回特に高い相関を示したのは、気孔容積、吸水性、すべり抵抗であり、これらは前報においても高い相関を示したものであった。気孔容積が大きく、水分や湿度の高い空気を外に通すほど、汗を繊維に吸収する性質が低いほど、皮膚とのすべり感が高いものほど着用感がよいということである。

これらの結果から今回の実験においても、汗を相当量かくような運動をする時のウェアの着用感には、繊維素材の物性が関係しており、特に着衣への汗の吸着の程度、および素材の通気性が、同一運動強度であっても平均皮膚温や周囲温度湿度に影響を及ぼし、生理的变化のみならず着心地といった心理的な要因にも影響を与えて、それらが運動の成果そのものにも影響を与えうることが確

かめられた。

しかし、スポーツウェアに要求される性能としては、賀来⁹⁾や田中¹⁰⁾が指適するように種々の側面が考えられるし、またスポーツの種目もその実施形態もさまざまであり、スポーツウェアの機能性についての科学的解明のためには、この実験のようなアプローチ以外にもさまざまな研究が必要であり、またよりよいスポーツ実践のためにも、こうした研究が今後大いに期待されるであろう。

要 約

繊維素材の異なる4種のウェアについて、5名の成人男子被検者によって運動中の着用感および体温、皮膚温、心拍数、体重減、着衣の重量増、皮膚周囲温・湿度などの生理的ならびにその他の測定を行なって、素材の違いによるこれらの変化、ならびに素材の物性との関係を分析し、次の結果を得た。

1. 着用感は一般的に運動強度が高くなるほど、また環境温度が高くなるほど悪化した。
2. 用いた4種の素材の間に運動中の着用感に差が認められ、ポリエステル・綿混紡の材質がもっとも良く、綿およびアクリルの素材のものがほとんど同様でこれに次ぎ、ウールの材質のウェアがもっとも悪かった。
3. 着用感は、体重減、シャツの増量、平均皮膚温、皮膚—シャツ間温・湿度と高い相関を示した。また素材の物性との間では、吸水性、すべり抵抗と正の、気孔容積とは負の相関を示した。

以上の結果から、繊維素材の物性の違いによって運動中の発汗のシャツへの吸着量に差を生じ、通気性の違いとも相まって、発汗量や体温の放

散、皮膚周囲の温湿度にも差を生じさせて、それらが総合して着用感にも影響を与えていることが確かめられた。

本研究の実施に当っては(株)レナウンからウェア、およびその素材の物性に関するデータ、および研究費の一部の提供を受けた。

文 献

- 1) 浅見俊雄ほか：繊維素材の違いによるスポーツウェアの運動中の着用感とそれに影響を与える要因について。体育学紀要(東京大学教養学部体育研究室), 18: 61-68, 1984.
- 2) 花田嘉代子, 三平和雄, 長井茂明, 大橋陽子: スポーツウェアが走行中の人体生理反応に及ぼす影響。デサントスポーツ科学, 5: 46-57, 1984.
- 3) 賀来大次: スポーツウェアの現状と将来, 繊維製品消費科学, 22 (12): 490-493, 1981.
- 4) 三野耕, 田中登喜代, 弓削治: スポーツ時の人体生理機能とスポーツウェアの素材との関係。デサントスポーツ科学, 1: 116-126, 1981.
- 5) 人間環境学編集委員会編: 人間—環境学。上巻。pp. 224. 人間と技術社, 1972.
- 6) 丹羽雅子, 内野政子, 森下文子: 肌着材料を通しての水分移動と着用感。繊維製品消費科学, 8 (3): 249-263, 1967.
- 7) 丹羽雅子, 松生勝: 発汗による含水が布の力学的性質に与える影響と衣服の機能性。デサントスポーツ科学, 1: 177-195, 1981.
- 8) Norman R. S. H., A. G. Custer, C. J. Merin, and M. E. Howard.: A human perception analysis approach to clothing comfort. Textile Res. J., 49 (10): 557-564, 1979.
- 9) Ramanathan, N. L.: A new weighting system for mean surface temperature of the human body. J. Appl. Physiol., 19 (3): 531-533, 1964.
- 10) 田中道一: スポーツウェアの科学と研究。デサントスポーツ科学, 2: 4-6, 1981.