

# スポーツウェアの生理機能に関する研究

—特にウォーミングアップにおける

スポーツウェアの着用条件が

生理機能に及ぼす影響について—

高知大学 田村和子

(共同研究者) 同 弘田寿子

大阪市立大 田中道一

## **A Physiological Study of Sports Wear —the Effects of Clothing Conditions of Sports Wear on the Physiological Responses at Warming Up—**

by

Kazuko Tamura, Toshiko Hirota

*Kochi University*

Michikazu Tanaka

*Osaka City University*

### **ABSTRACT**

This paper is related to clarify the physiological functions of sports wear which has effects on the physiology of the players at warming up. Three combinations of upper and lower garments in sports wears were selected. Two volunteer women students with standard physical conditions participated in this experiment. They drove the bicycle ergometer at 100 r.p.m. with 1.5 kp load. The change of skin temperature at various parts of body, perspiration, pulse rates and subjective responses for comfort during exercises were measured.

It was found that putting on the following sports wears in right order was best of three combinations at  $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 60%RH; upper garments: semi-sleeve T shirt (knitted fabric, cotton 100%) over semi-sleeve T shirt

(knitted fabric, nylon 100%), lower garments: track pants (plain woven fabric, cotton 100%) over dancing tights (knitted fabric, nylon 100%), and foot cover (knitted fabric, 100% acryle) over socks (nylon 100%), foundations: brassiere for sports (cotton 100%), shorts (cotton 100%), tennis shoes.

The heavier clothing at warming up is hot and sultry for player and he is suffered from fatigue at after gymnastics.

On the other hand the thinner clothing at warming up is cold and chilly for player and he cannot feel to be relieved at after gymnastics. It is important to select the clothing conditions in right order and in proper clothing materials.

## 要 旨

この論文はスポーツウェアの生理的機能性の研究の一環として、ウォーミングアップ時に、競技者の生理状態に及ぼすスポーツウェアの機能性について研究したものである。スポーツウェアの着装状態を上衣、下衣について、3種類の組合せを考へて被験者に着せた。被験者は標準の身体条件をもつ女子学生2名である。実験は1.5kpの荷重をもつ自転車エルゴメータを毎分100回転させることによって行なわせた。3種類の異なる組合せによるスポーツウェアの着装状態の下で、身体各部の皮膚温、発汗量、心拍数の経時変化および被験者の快適性に対する主観的応答を測定した。これらの結果から、標準状態の下で上記3種類の組合せのうちで、最善と考えられるスポーツウェアの組合せを決定することができた。

## 緒 言

あらゆるスポーツ活動の場で、作業成績を高めるためや、障害の防止や作業後の回復を促進する目的で、準備運動やウォーミングアップと呼ばれる一連の運動が行なわれている。ウォーミングアップの効果に関する研究は古くからあり、ウォーミングの有無による作業時の呼吸、循環機能や代謝機能への影響などが研究されている。しかしながら、着用しているスポーツウェアが、体温の上昇に果たしている影響を検討した研究はきわめて少ない。

そこで本研究では、スポーツウェアの着用条件の差がどれだけ体温の上昇に影響を及ぼしているかを調べ、ウォーミングアップによって早く身体内部まであたため保温する、パフォーマンスの良いスポーツウェアの設計を考えた。

表1 被験者の身体的特徴

被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	大腿最大囲 (cm)	膝関節囲 (cm)	下腿最大囲 (cm)
U	22	162.0	57.0	53.2	35.4	37.6
Y	22	161.0	58.0	54.0	35.6	37.5

## 実験方法

### 1) 被験者

サイクリング部に所属する健康な成人女子学生2名で、その身体的特徴は表1に示すとおりである。

### 2) 実験衣服

#### (a) スポーツウェア A

上衣は半袖Tシャツ、綿100%のニット、Mサイズ、下衣はトラックパンツ、綿100%の平織、Lサイズ、綿100%のソックスを着用した。

#### (b) スポーツウェア B

上衣は(a)と同じ半袖Tシャツの上に、綿100%のニット、Lサイズのトレーナーを着用し、下衣は(a)と同じトラックパンツの上に、ポリエステル100%のニット、Lサイズのトレーニングパンツを着用した。ソックスは(a)と同じ。

#### (c) スポーツウェア C

上衣は(a)と同サイズでナイロン100%のニットの半袖Tシャツの上に、(a)の半袖Tシャツを着用し、下衣はナイロン100%のLサイズのダンス用タイツの上に、(a)のトラックパンツを着用した。

ソックスはナイロン100%で、その上にアクリル100%のニットの足カバーを着用した。

A, B, Cいずれの場合も下着に、綿100%のスポーツ用ブラジャー、綿100%のショーツを着用した。靴はテニスシューズを用いた。実験衣服を図1に示すと、図1のようになる。

被服重量は図からわかるように、ウェアB > C > Aの順に重い。正確には、ブラジャー26g, ショーツ33g, の計59gがさらに加算される。

### 3) 実験方法

気温  $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$  (相対湿度60%) にコントロールされた人工気候室で、トレーニング効果をさけるために、1実験の終了後から次の実験までに一週間をあけて実験が行なわれた。

被験者は入室後30分間椅座安静を保った後、20分間運動を行なわせ、運動終了後30分間の椅座位安静を保った。

運動は、モナーク社製自転車エルゴメータを用いて、サドルからペダルに  $180^{\circ}$  の膝関節角度をとり、最大屈曲時の角度をほぼ  $60^{\circ}$  になるように規定し、1.5kpの負荷を与え、毎分100回転で行なった。

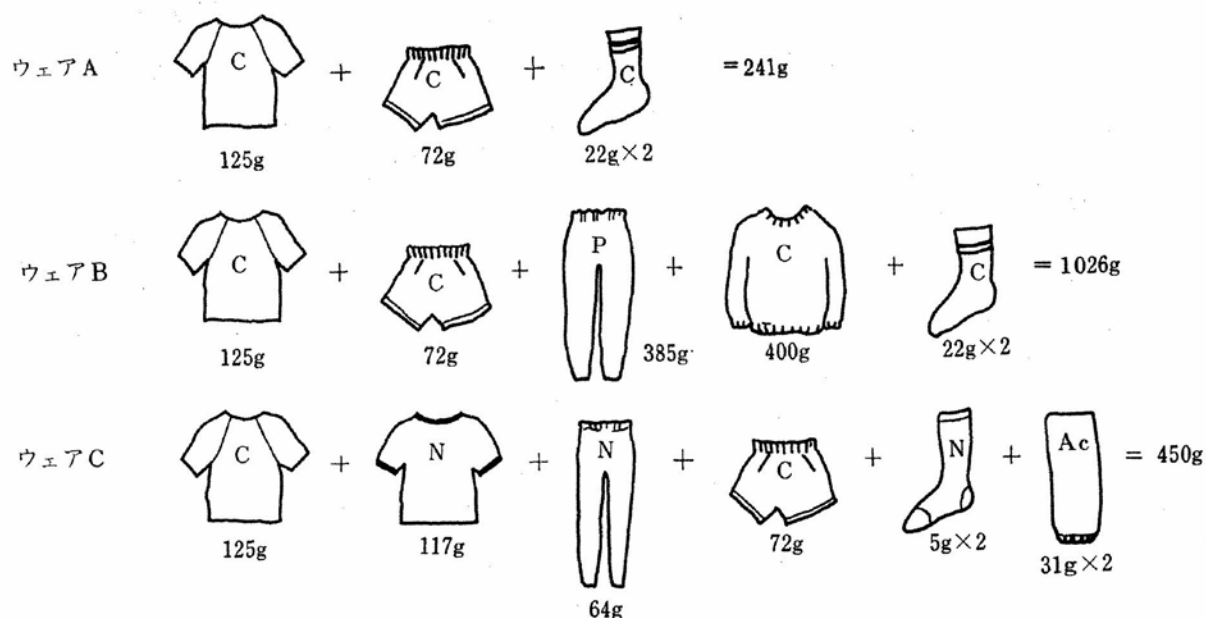


図1 実験衣服

#### 4) 測定項目

運動前安静時，運動時，および回復期を通して心拍と皮膚表面温を連続記録した．心拍は胸部双極誘導法により，また，皮膚表面温は12点温度データプリンターD317，TAKARA THERMISTORを用いて，図3に示す身体6カ所（胸部，上腕部，前腕部，腹部，大腿部，下肢）の温度を1分間隔で連続記録した．

衣服内湿度は乾燥度試験紙を用いて，胸部で皮膚および衣服からそれぞれ5mm離れた空間で，

5分おきに測定した．

温冷感は，Hardy<sup>1)</sup>が作成した9段階スケールを日本語訳したものを使用した．そのスケールにより，被験者に現在の状態を5分ごとに問いかけた．

また，快適感は，Gagge<sup>2)</sup>が作成した4段階スケールを用いた．温冷感と同様，5分ごとに問いかけた．これらを表2に示す．

さらに，運動前，回復後の体重と着用衣服の重

表2 快適感と温冷感のスケール

快 適 感	温 冷 感
1. 快 適	1. かなりさむい
	2. さ む い
2. すこし不快	3. すずしい
	4. すこしすずしい
3. 不 快	5. ふ つ う
	6. すこしあたたかい
4. ひじょうに不快	7. あたたかい
	8. あ つ い
	9. かなりあつい

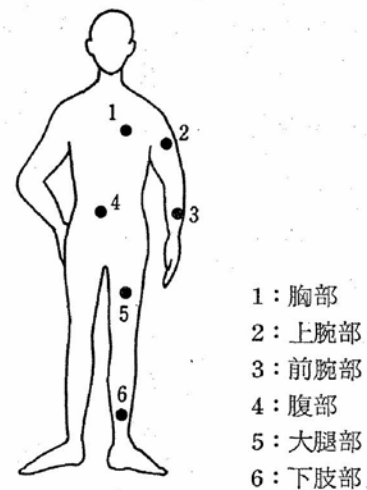
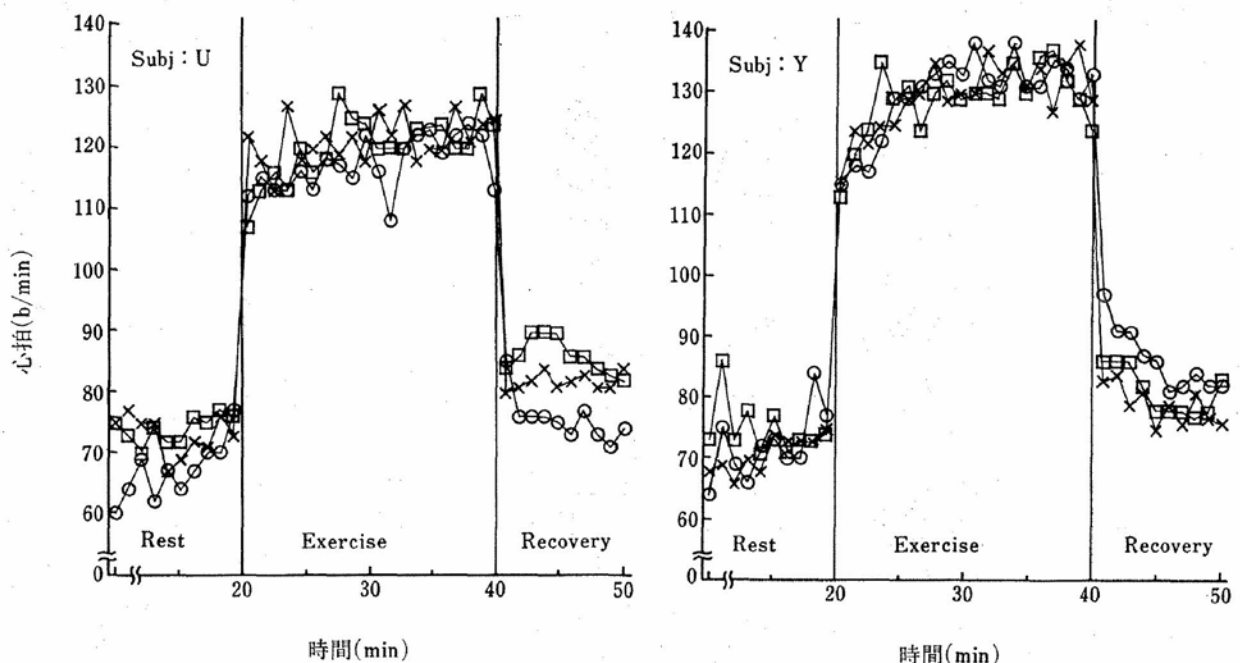


図3 皮膚温センサーの位置



○: A    ×: B    □: C

図2 心拍数の変化

量を測定した。

なお実験は、1983年6～7月に実施した。

## 結果および考察

### 1) 心拍と皮膚温

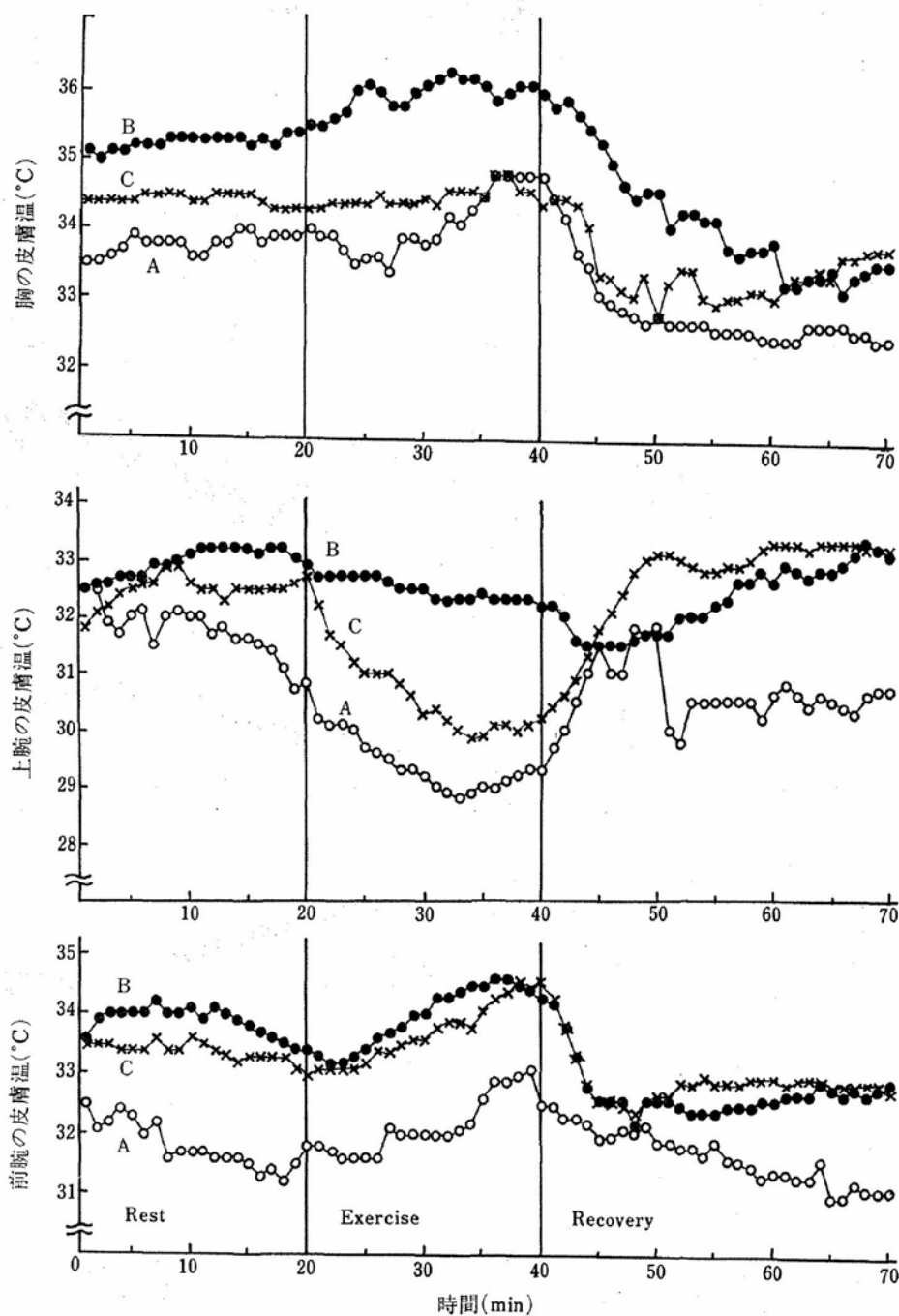
図2に、各ウェアを着用しての安静時、運動時、および回復期の心拍数の変化を示した。

運動時に、被験者Uでは120拍前後、Yでは130拍前後になっているが、各ウェア着用による差は明らかでなかった。

皮膚温センサーの位置は、図3に示すとおりである。

皮膚温の変化を図4、図5に示した。

図4は被験者U、図5は被験者Yの皮膚温変化



前腕部、上腕部、胸部 ○：A ●：B ×：C  
図4-1 身体各部の皮膚温変化 (被験者：U)

である。被験者間に多少の差はあるものの、休憩、運動、回復を通して、皮膚温変化はほぼ同じ傾向を示していることがわかる。

運動を開始すると、皮膚温が低下する部位と上昇する部位が認められた。そして、低下あるいは上昇の速度が異なっていることがわかった。例え

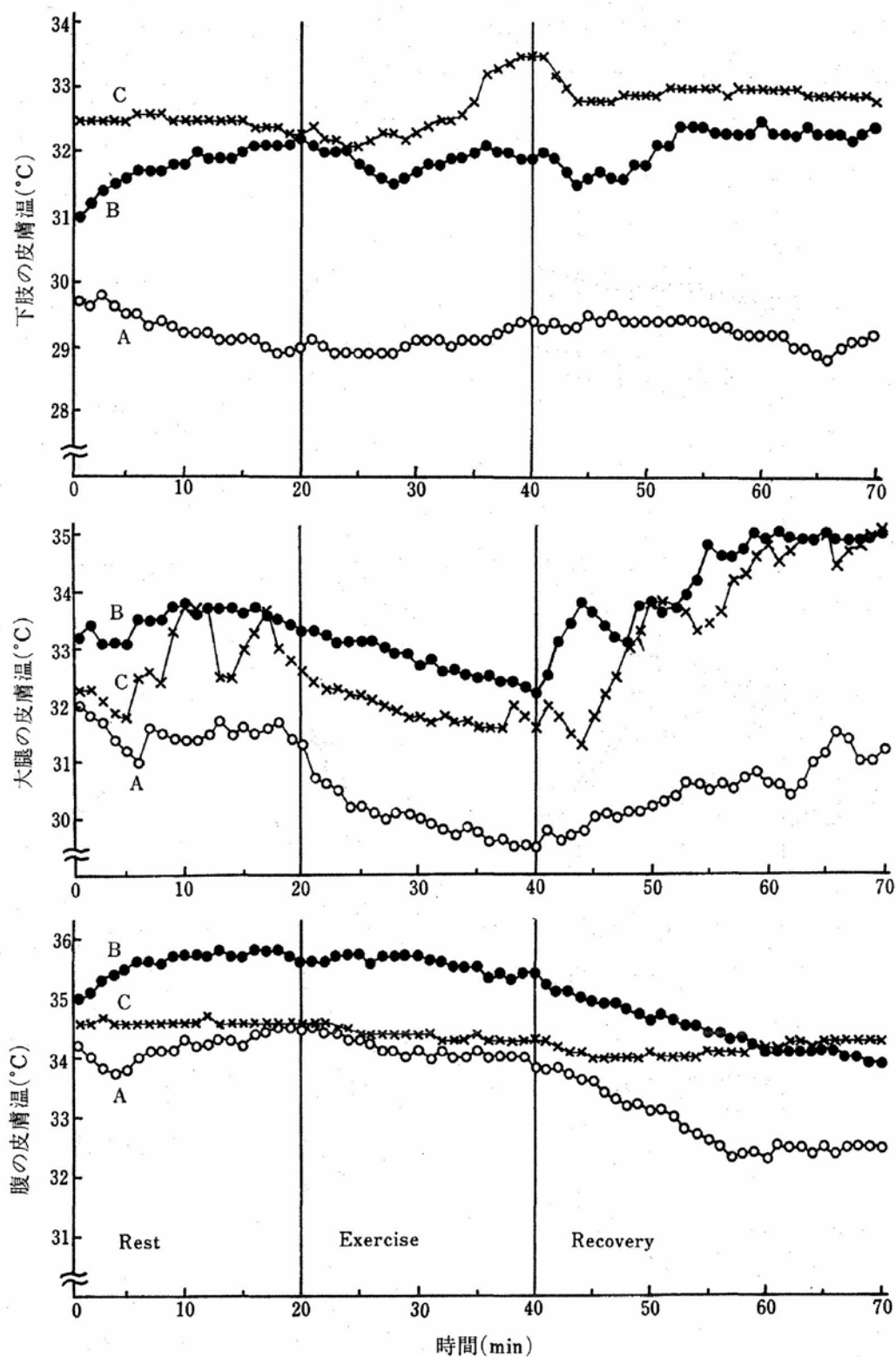


図4-2 身体各部の皮膚温変化(被験者:U)

ば、上腕部皮膚温は運動開始とともに低下しているのに対して、前腕部皮膚温は変化があまりみられず、約7分後に上昇している。

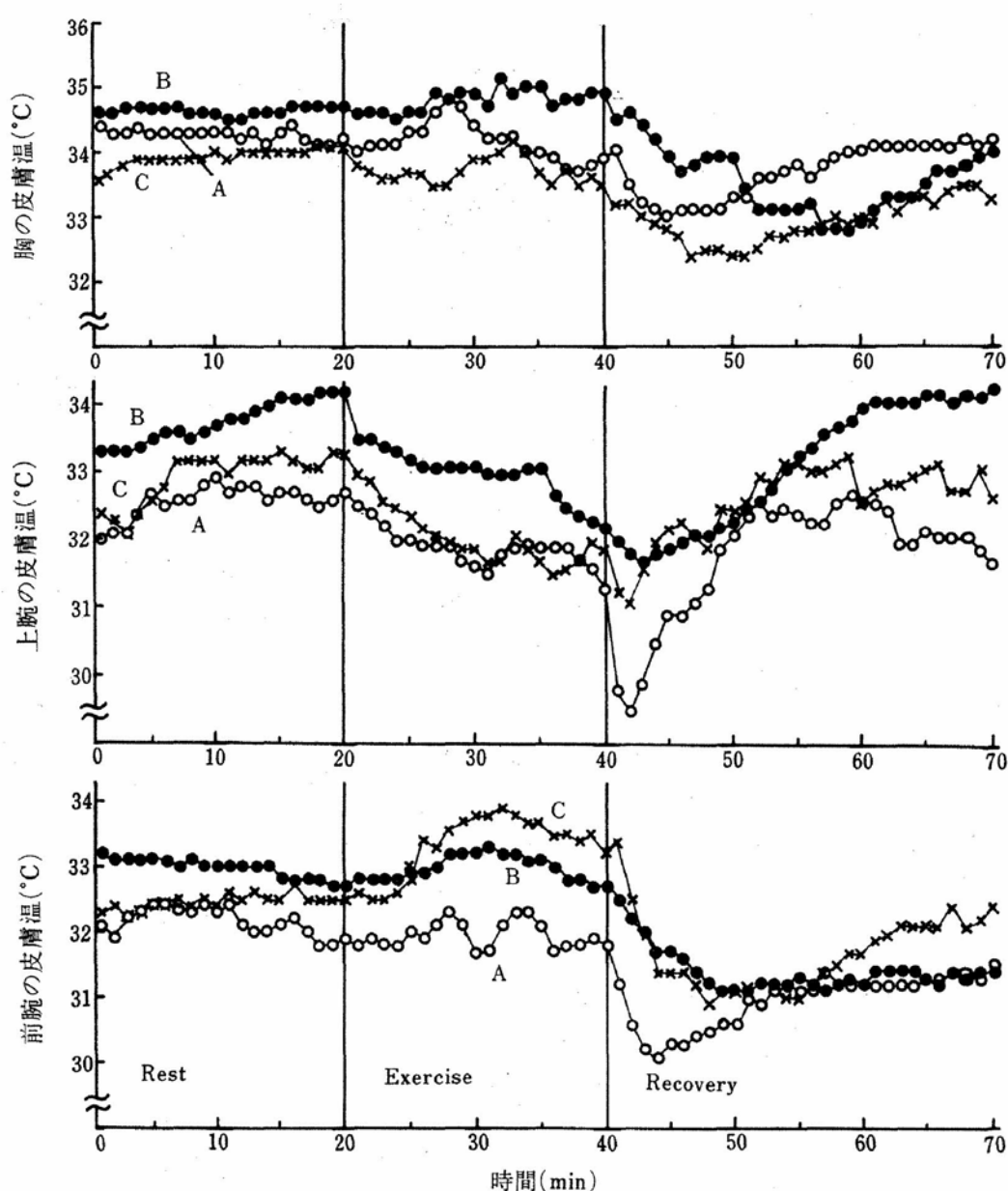
運動停止直後では、胸部において $B > C \geq A$ 、前腕部 $B = C > A$ 、上腕部 $B \geq C > A$ 、腹部 $B \geq C > A$ 、下肢部 $C > B > A$ 、大腿部 $B > C > A$ と、重ね着の保温効果が認められた。特に保温効果が大きかったのが下肢部で、ウェアCとAの間に約 $4^{\circ}\text{C}$ 、ウェアBとCの間に約 $1.7^{\circ}\text{C}$ の温度

差が認められた。このことから、従来のようにトレーニングパンツを寒冷時に着用したウォーミングアップの場合、下肢部の保温効果に問題があるといえる。

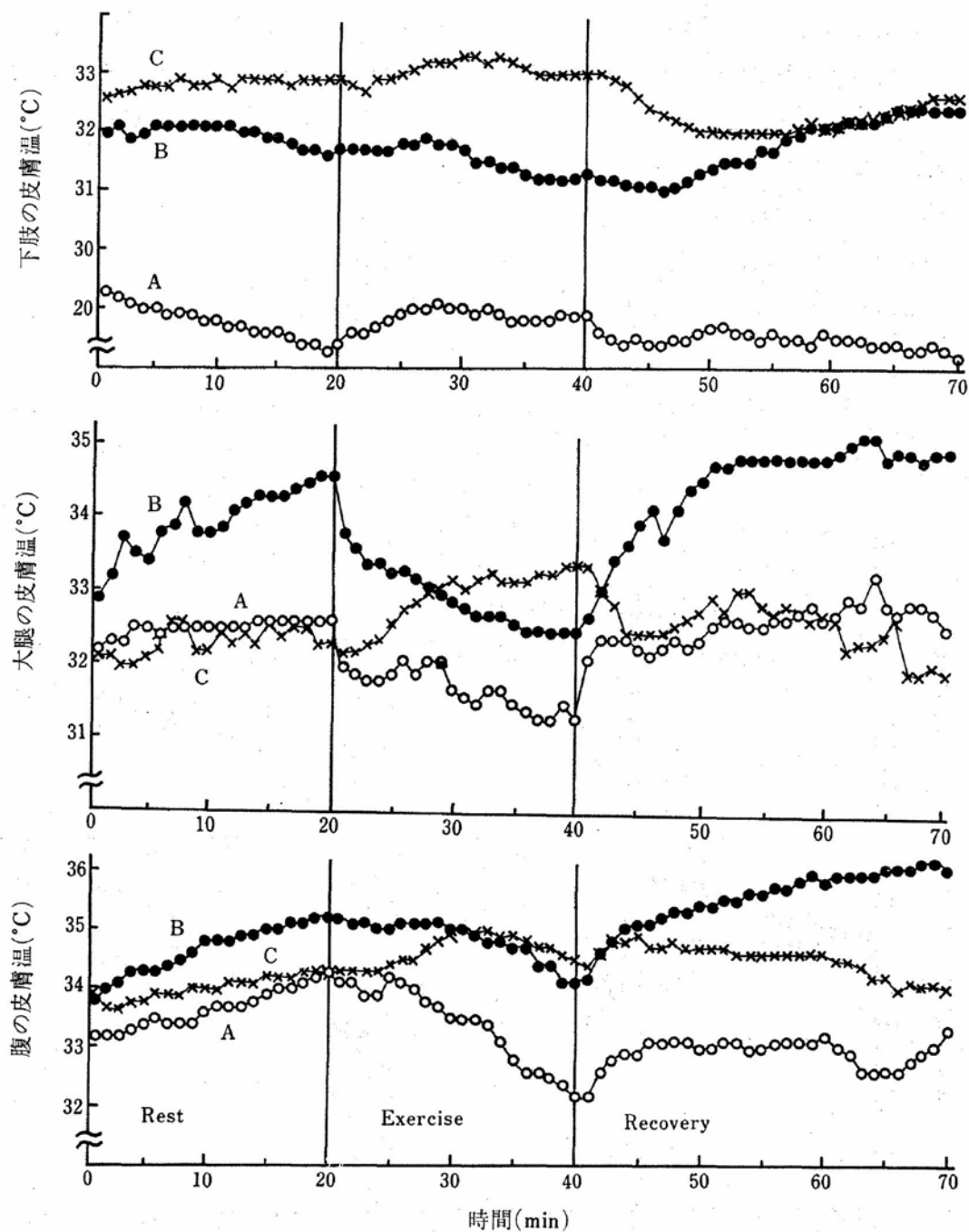
## 2) 衣服内湿度

乾燥度試験紙は表3に示すように、色の移り変りが10段階に分けられる。数値が大きいほど湿度が高いことを表わしている。

各ウェア着用時の衣服内（胸部）の湿潤の変化



前腕部、上腕部、胸部  
図5-1 身体各部の皮膚温変化（被験者：Y）

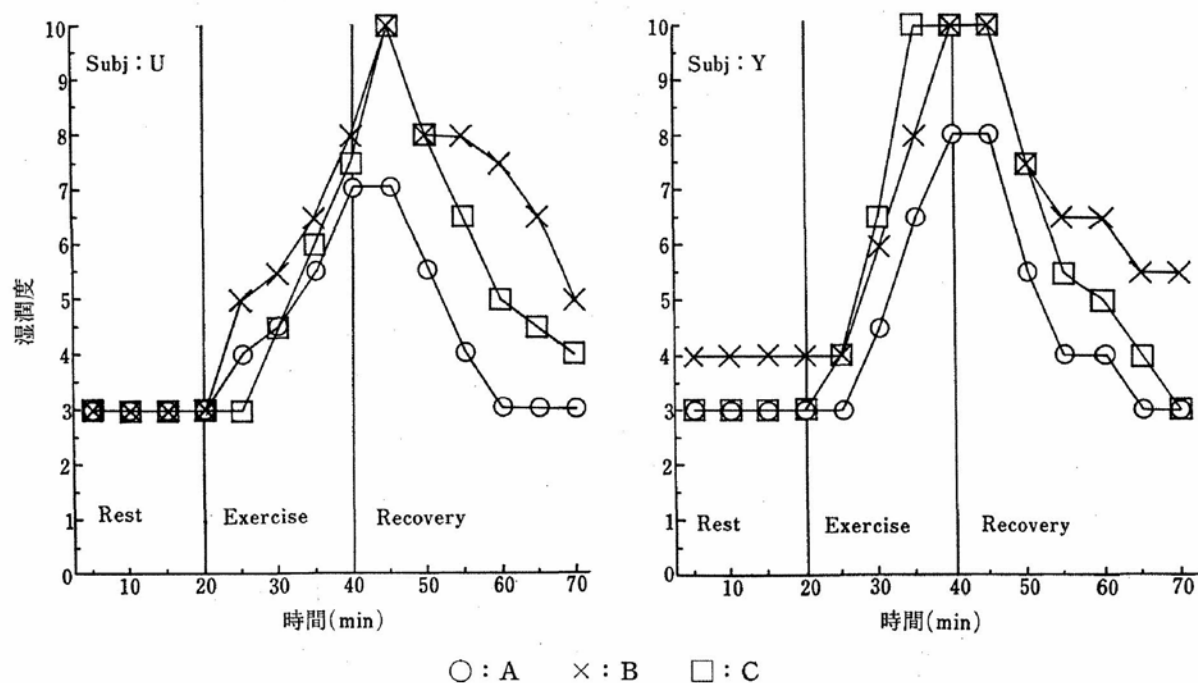


腹部, 大腿部, 下肢部  
図 5-2 身体各部の皮膚温変化 (被験者: Y)

表 3 乾燥度試験紙の湿潤度を示すカラーインデックスの色変化の説明

カラーインデックス	色表示の説明	カラーインデックス	色表示の説明
1	濃青色	6	薄紫色
2	中位の青色	7	薄紫がかったピンク
3	にぶい淡青色	8	ピンクがかった薄紫色
4	淡青色 (縁は薄紫色)	9	中心が薄紫のピンク
5	紫がかった青色	10	ピ ン ク





○: A ×: B □: C

図6 湿度の変化

を図6に示した。

図から、被験者U、Yの間に多少の差はあるものの、休憩、運動、回復を通しての湿度の変化はほぼ同じ傾向を示していることがわかる。休憩時では、各ウェア間に差はみられないが、運動時、回復期に差が認められる。

運動すると衣服内湿度は上昇し、ウェアBとCは最高湿度10に達するが、Aは7~8であり、回復期はB>C>Aの順であった。体質的にYは日頃から汗かきであるうえに、先に示した心拍の結果からわかるように、Yの方が運動がやや強かったため、最高湿度に達する時間がUよりも速くなったと考えられる。

回復期のウェアの差から、重ね着の影響が明らかであった。ウェアAは薄い綿地であるので、汗の吸収もよいが、1枚しか着ていないために乾燥しやすい状態にある。それに対して、ウェアBは、薄い綿地の上にもう1枚厚い綿地を重ねているので、汗が蒸発しにくく、衣服内にこもる。また、ウェアCは、薄いナイロン地の上にもう1枚薄い綿地を重ねているので、汗はBよりも蒸発し

やすい状態にある。回復30分経過後に、着用した衣服の吸収した汗の量の測定結果を表4に示す。

### 3) 温冷感と快適感

上半身と下半身に別けて、5分ごとに問いかけた温冷感の変化を図7に示す。

たて軸に温冷感の9段階スケール、よこ軸に時間(休憩、運動、回復)をとって図示した。

スケールは、かなり寒い1、寒い2、涼しい3、すこし涼しい4、ふつう5、すこし暖かい6、暖かい7、暑い8、かなり暑い9である。被験者間に多少の差はあるものの、休憩、運動、回復を通してほぼ同じ傾向を示していることがわかる。

温冷感6において運動時に局所発汗が発現するという樫村<sup>8)</sup>らの報告をもとに、図の7の位置に破線を引いた。

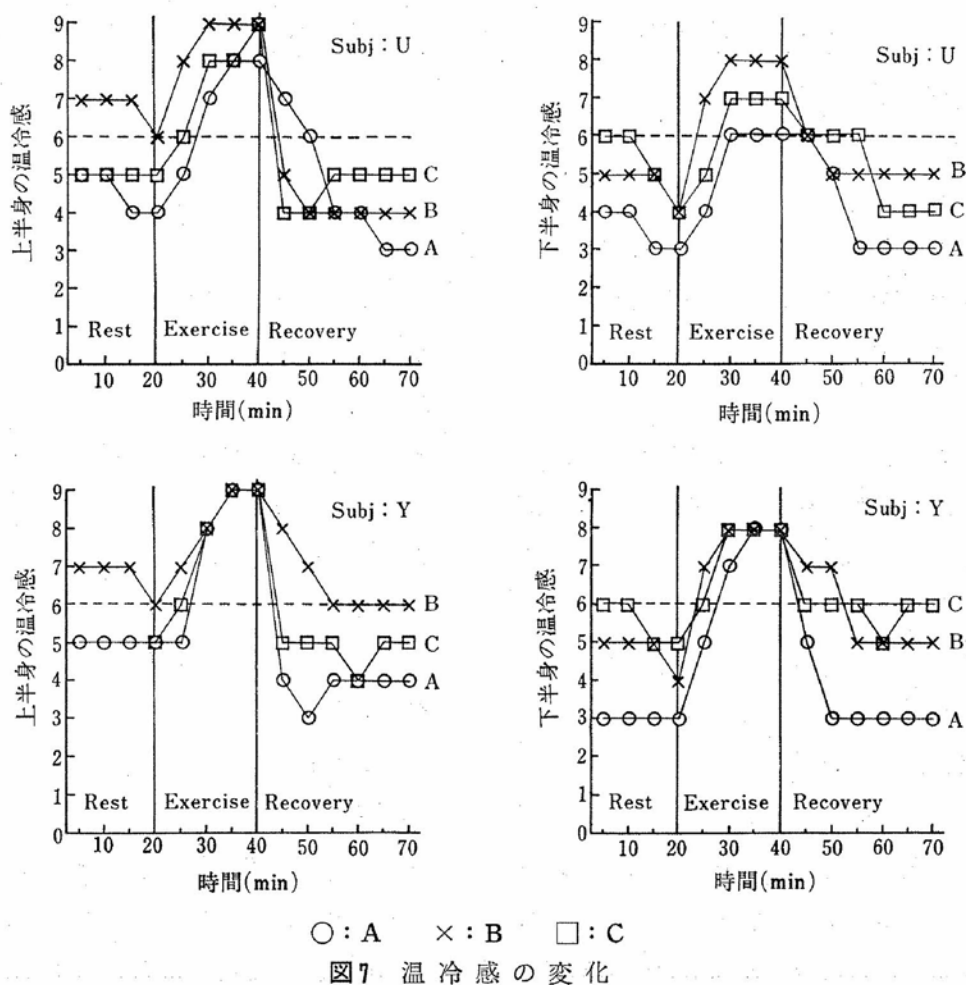
ウェア間に差のあることが認められ、運動時、上半身、下半身とも、ウェアBがもっともはやくかなり暑いに達した。全体的には、上半身よりも下半身の方が温度感が低いことがわかる。

同様に、たて軸に快適感の4段階スケール、よ

表4 着用衣服の吸収した汗量 (g)

ウェア	被験者	ブラジャー (C 100%)	ショーツ (C 100%)	T シャツ (C 100%)	トラックパンツ (C 100%)	ソックス (C 100%)	トレーナー (C 100%)
A	U	0	0	0	0	0	—
	Y	2.5	0.35	0	2.5	0.95	—
B	U	0	0	2.5	0	0.5	0
	Y	0	0.25	2.5	0.5	1.1	0
C	U	0.5	0.1	0	1.3	—	—
	Y	0.55	0.2	0	0	—	—

ウェア	被験者	トレーニング パンツ (P 100%)	T シャツ (N 100%)	タイツ (N 100%)	ソックス (N 100%)	足カバー (AC 100%)
A	U	—	—	—	—	—
	Y	—	—	—	—	—
B	U	0	—	—	—	—
	Y	0	—	—	—	—
C	U	—	0	0	0	0
	Y	—	0	0	0.2	0.15



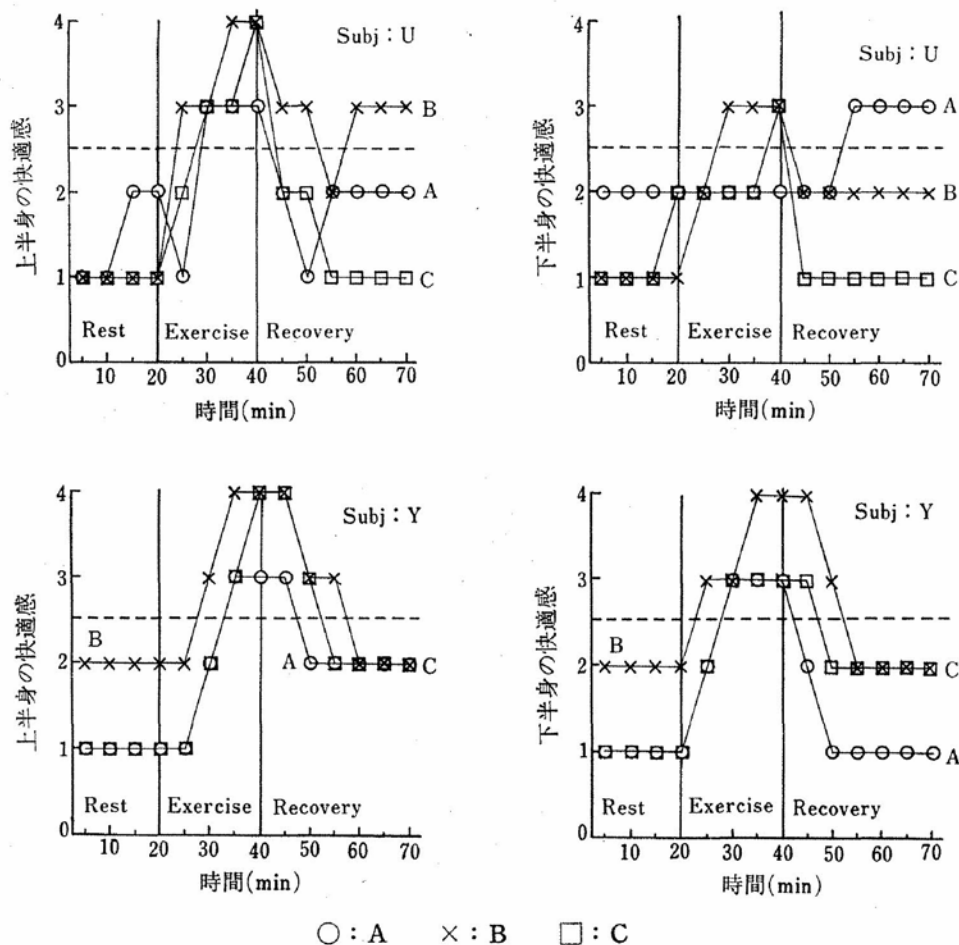


図8 快適感の変化

こ軸に時間（休憩，運動，回復）をとって図に示した．結果を図8に示す．

スケールは，快適 1，すこし不快 2，不快 3，非常に不快 4 である．快適感 2.5 において，普通という意味で破線を引いた．

被験者Uの上半身の場合，休憩時暖かくて快適であったウェアBは，回復期にはすこし涼しくて不快となり，下半身は，休憩時涼しくてやや快適であったウェアAが，回復期には涼しくて不快と変化している．

それに対して，被験者Yの場合，上半身は，休憩時暖かくて快適であったウェアBは，回復期少し暖かくてやや快適となり，下半身は，休憩時涼しくて快適であったウェアAは回復期も涼しくて快適と変化がなかった．

運動時は，両者とも，最も速くかなり暑いに達

したウェアBが，最も早く不快に感じられることが認められた．

## ま と め

ウォーミングアップの目的は確かに体温の上昇ではあるが，ただ単に多くの服を重ねて着て体温を上げればよいというものではない．このことは，ウォーミングアップとして，風呂や蒸気浴によって体温を上げた結果，従来のウォーミングアップに比べて十分な効果が得られなかったといった研究例など<sup>4)</sup>からも推察できる．現在，どの体温レベルが運動に適しているかについて検討された研究もほとんどない状態である．

今回の実験結果から，あまりに厚着をした場合は，運動強度とも関係するが，熱ストレスが大きくなるので，不快になるのが早く，身体が十分あ

たたまっていないのにウォーミングアップを十分やっただけに思ってしまう危険性があるし、また反対に、あまりに薄着の場合は、身体をあたためるのに、かなりの運動量が必要とされるので、ウォーミングアップ後に疲労するということも考えられる。

そういう意味で、試作的に組み合わせたCのウェアが、かなり効果的であると考えられる。

#### 文 献

- 1) 中井誠一；夏季運動時の温熱環境と温熱ストレス，日本体育大紀要，Vol. 12, 85—91 (1983)
- 2) 同 上
- 3) 檜村修生，北博正；有風下運動時の温熱感と生理的反応，日生氣誌，Vol. 8 (3), (1981)
- 4) 安田好文，油座信男，伊藤宏；ウォーミングアップが運動時の生体機能に及ぼす影響について，デサントスポーツ科学，Vol. 4, 251—264