

温熱生理学の基礎的研究

——被服形態の差異による着用快適性について——

酒井清子・間瀬清美

A Basic Study of Thermal Physiology

A Comfortability-Analysis of Differential Forms in Clothing

Kiyoko SAKAI and Kiyomi MASE

緒 言

衣服分野の中でも、人間が衣服を着用した時の着心地、あるいは、着用快適性といった感覚の科学的な解明について、近年大変関心が高まりつつある。衣服の着用快適性については、人体の生理学的影響、季節、時刻などの要因もあるが、衣服形態の差異による影響が最も大きいと考える。

そこで、今回の実験では、まず、形態の差異に着目し、被覆面積の差異が最もわかりやすい形態、長袖と長ズボン型・半袖と半ズボン型の着用快適性について比較・検討することを目的とした。特に運動時の変化をみるため、着衣形態は運動シャツを用いた。

実験は、運動時、及び運動前後の安静時の衣服着用快適性について、運動生理学的手法により、衣服の熱・水分移動特性すなわち、温湿度変化ならびに感覚主観調査の両面から検討した。

実 験 方 法

1. 実験期間

1989年8月の夏期間である。

2. 実験環境条件

すべて実験は、人工気候室内で行った。人工気候室内の環境条件は表1に示す様に、環境温25℃、湿度50%、風速0.32m/sである。

3. 実験着衣の形態

実験着衣は、図1に示す様に2種類の着衣形態で、上衣・下衣の二部式で、1型・2型とした。形態1型は、半袖運動シャツ・短パンで半袖型、形態2型は、長袖運動シャツ・長ズボンで長袖型である。素材は1型・2型とも同様で、上衣は綿70%、アクリル30%の混紡で、下衣は綿100%の素材である。実験着衣は、実験開始前に水洗いをしたものを使用した。

4. 実験対象

- 1) 成人女子22歳の健康な女子学生(名古屋女子大学家政学部)の3名である。
- 2) 被験者3名の体型については、表2に身長・体重・体表面積を示したが、いずれも普通体型である。

表1 人工気候室の環境条件

| | |
|------|---------|
| 環境温度 | 25℃ |
| 湿度 | 50% |
| 風速 | 0.32m/s |

表2 被験者の体型

| 被験者 | A | B | C |
|---------|------|------|------|
| 身長 (cm) | 155 | 156 | 158 |
| 体重 (kg) | 49 | 53 | 56 |
| 体表面積 | 1.47 | 1.52 | 1.57 |

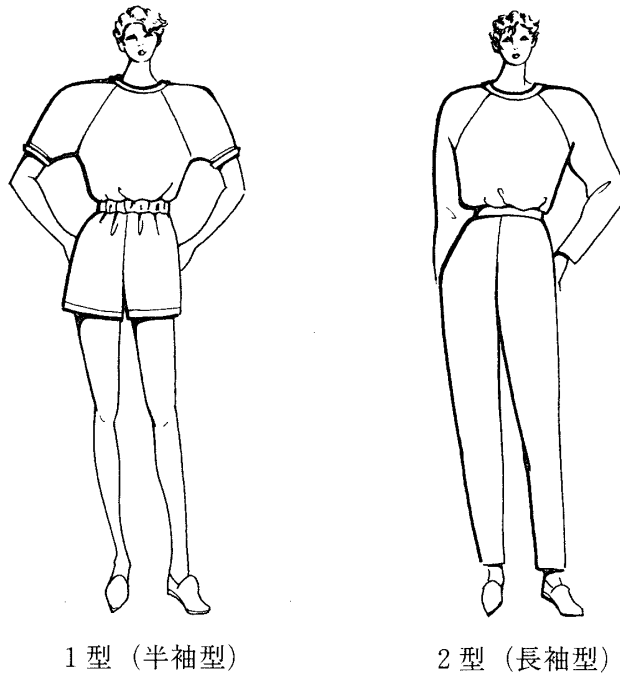


図1 着衣形態

5. 測定部位

測定項目は、皮膚温、直腸温、湿度、心拍数、感覚主観調査とした。図2に測定部位を示したが皮膚温の測定は、①胸、②背中、③胴、④すね、⑤ふくらはぎ、⑥手の甲の6ヵ所とし、6点法により平均皮膚温を算出した。湿度は、①胸、②背中の2ヵ所を測定した。

6. 実験順序

人工気候室内の温湿度を調節し、環境を安定させる。被験者は人工気候室内の環境に慣れるために、実験開始前に人工気候室に入室し、しばらく安静の状態を保った。

実験順序を図3に示す。実験は、安静5分、運動30分、運動後安静30分、計65分の着用実験とした。皮膚温の測定は、センサーを図2の各箇所へ貼付して5分ごとに測定し、同時に直腸温も測定した。湿度は、胸と背中の2ヵ所にセンサーをつけ、2分ごとに測定した。心拍数は心拍計を体に装備し、5分ごとに測定を行った。

感覚主観調査は、被験者に、実験中の快適感覚、発汗状態、衣服の濡れ感・湿り感についての主観的評価を5分ごとに申告させた。

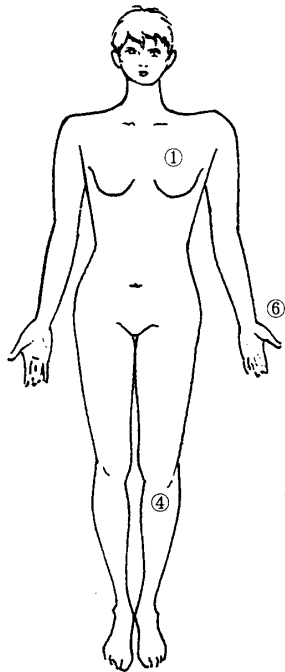


図2 測定部位

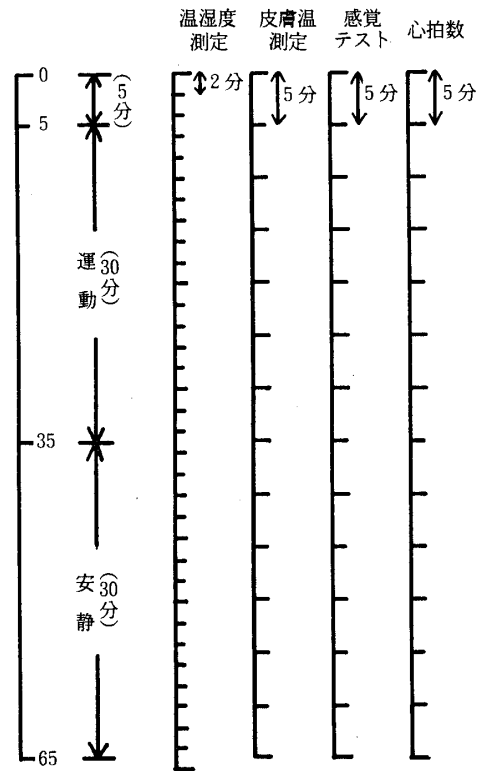


図3 実験順序

7. 実験状況

図4は、安静時の実験状況を示す。被験者は実験着衣を着用し、各センサーをつけ、さらに酸素消費量測定のためのマスクをつけ、椅座位の状態である。

図5は、運動時の実験状況を示す。本実験に先立ち、予備実験として運動負荷試験をおこない、最大酸素摂取量を測定した。運動強度は、最大酸素摂取量の約60%の負荷とし、自転車エルゴメーターの速度は1 kp/mとした。

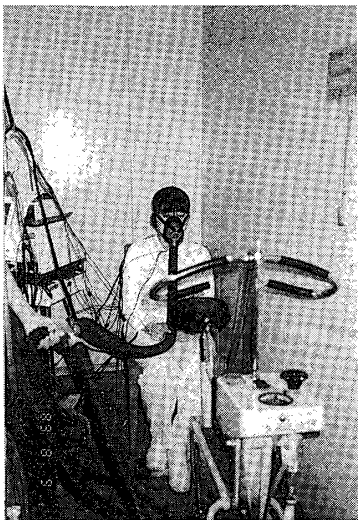


図4 実験状況 (安静時)

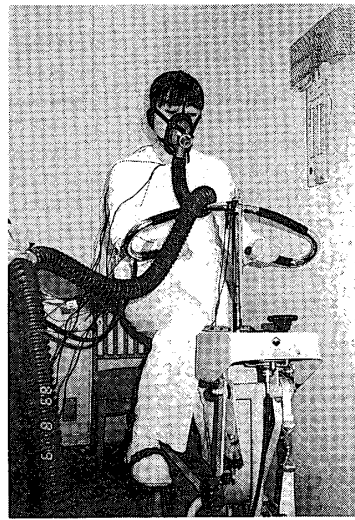


図5 実験状況 (運動時)

結果及び考察

環境温25℃，湿度50%の人工気候室内での，安静時，運動時，運動後安静時の測定結果ならびに感覚主観調査の結果を以下に示すが，数値については被験者3名の平均値である．着衣条件による全体の傾向を把握するため，平均値を用いた．

1. 心拍数

心拍数の結果を図6に示す．1型（半袖型）・2型（長袖型）ともに同傾向であり，全体的に半袖型の方が高い値を示している．安静時90回の心拍数は，運動開始と同時に高くなり，150～160回の値を示し，運動終了と同時に徐々に下がり，再び安静時の90回に戻る．

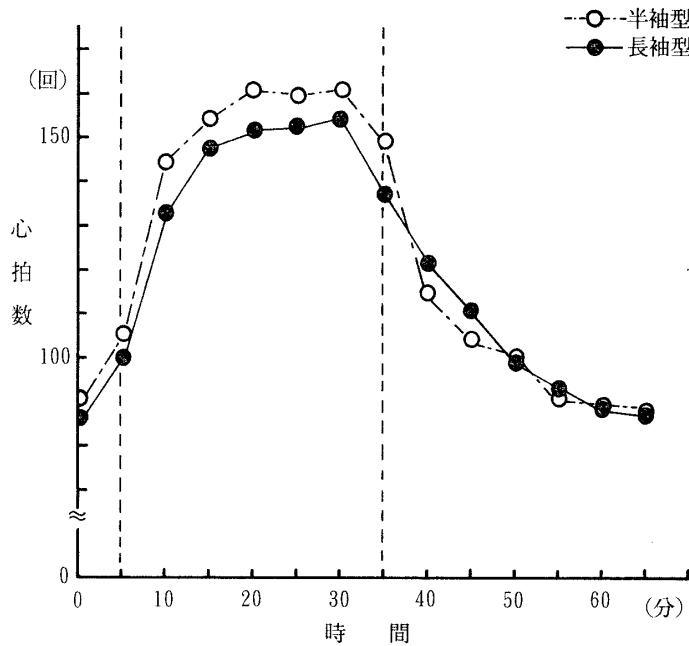


図6 心拍数

2. 平均皮膚温

図7に平均皮膚温を示す．身体各部位の皮膚温は，その部位の血管運動反射などにより，部位毎に異なる．個体全体として，皮膚における熱交換，あるいは，皮膚温度感覚の総量について検討する際には，数カ所で皮膚温を測定し，その体部面積の全皮膚表面積に対して占める割り合いに基づいて，平均皮膚温を出している．6点法により，以下の式を用いて平均皮膚温を算出した．

$$\bar{T}_s = 0.218 \times \text{胸} + 0.181 \times \text{背} + 0.150 \times \text{胴} + 0.617 \times \text{脛} + 0.142 \times \text{脛ら脛} + 0.143 \times \text{手の甲}$$

1型（半袖型）・2型（長袖型）ともに同傾向を示し，運動開始と同時にゆるやかに上昇し，運動終了とともに徐々に下降している．長袖型は，31.9℃で始まり，32.6℃まで上昇し，31.5℃に戻る．一方半袖型は，31.7℃で始まり，32.5℃となり，31.4℃に戻る．数値は，長袖型の方がやや高い値を示した．

4. 直腸温

深部温度として，直腸温を測定した．直腸温は核温であるため，体幹周辺部や四肢末梢部の温度に比べ，環境条件による変化が少ないといわれている．直腸温の結果を図8に示す．1型（半袖型）・2型（長袖型）ともに同傾向を示し，運動開始と同時にわずかずつではあるが，ゆるやかに上昇し，運動直後に最高となり，徐々に下がって再び安静時の値に戻る．全体を通

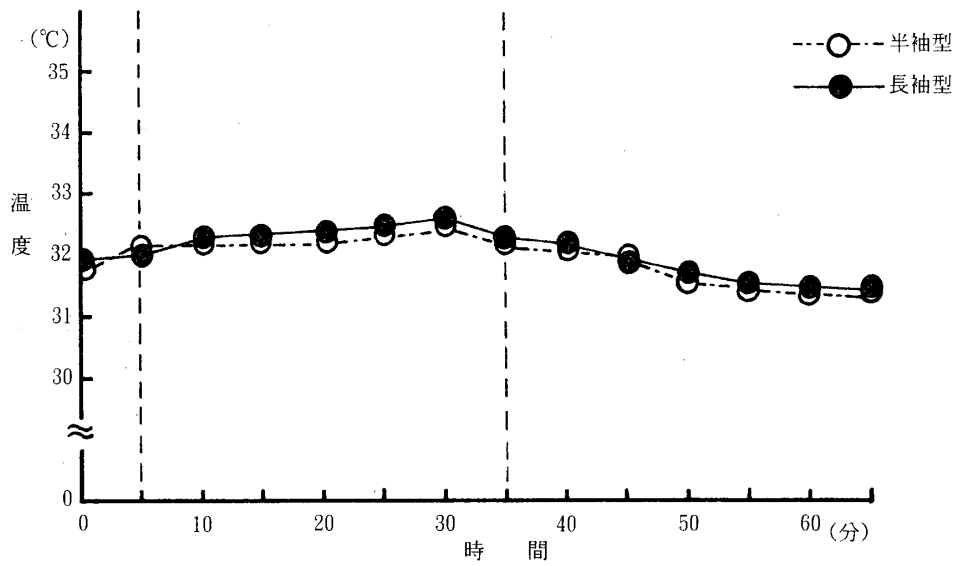


図7 平均皮膚温

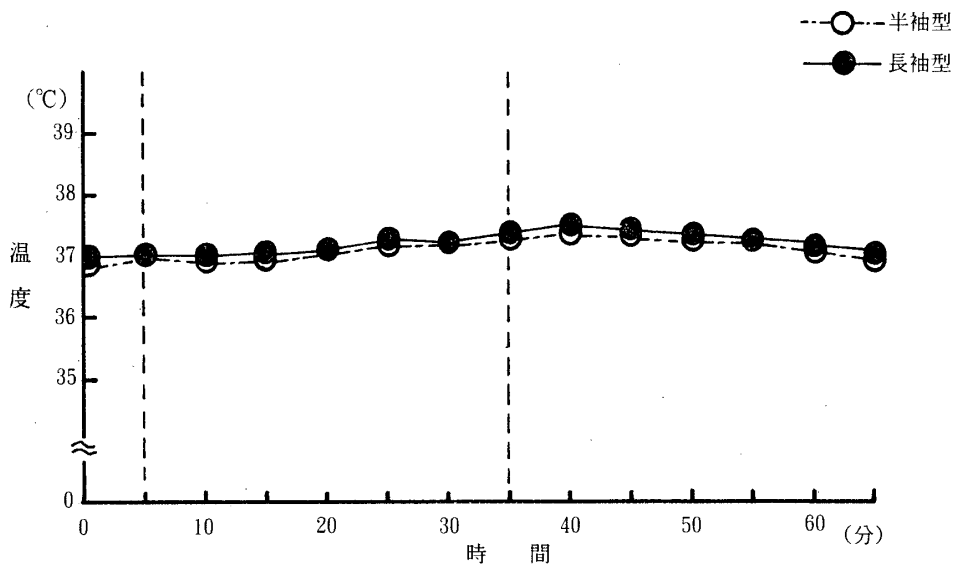


図8 直腸温

して、半袖型の方が長袖型よりも、わずかに低い値を示した。長袖型は37.0℃から始まり、最高時で37.5℃となり、最後は37.1℃となる。一方半袖型は、36.9℃で始まり、37.3℃に達し、再び36.9℃となる。1型(半袖型)・2型(長袖型)ともに、わずかな変動であった。

5. 温湿度

胸と背中中の温度・湿度を測定した。

1) 温度

温度について、胸を図9-1、背中を図9-2に示す。

胸の温度について、1型(半袖型)、2型(長袖型)ともに、ほとんど差はなく、運動後安静時において、半袖型の方が低い値を示した。

背中中の温度については、実験開始の時点から差がみられ、長袖型の方が高く、その後実験終

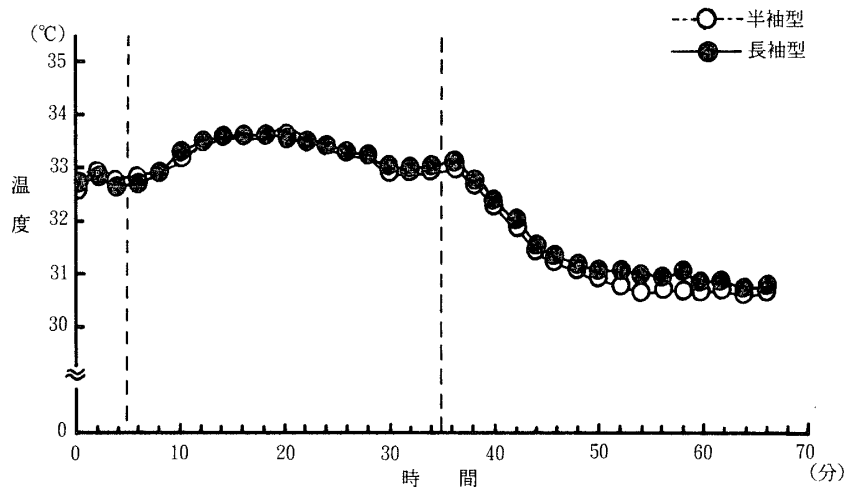


図9-1 温度(胸)

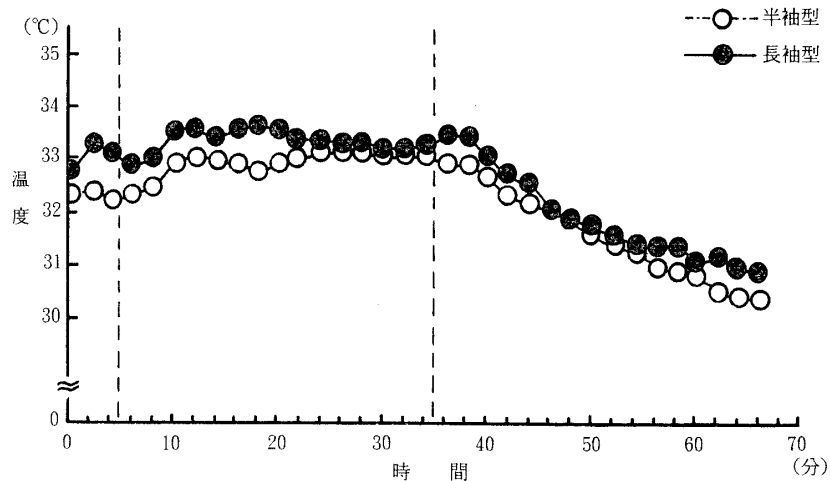


図9-2 温度(背中)

了時まで、長袖型が高い値を示した。

胸・背中ともに、運動開始とともに上昇し、運動が終了すると急に下降していくのが特徴的で、胸の方は、急速に下がって安定する一方、背中の方は徐々に下降している。

2) 湿度

湿度について、胸を図10-1、背中を図10-2に示す。

胸の湿度については、1型(半袖型)、2型(長袖型)とも、同傾向を示すが、半袖型の方が上昇の仕方もゆるやかで全体的に数値も低い。

背中の湿度については、長袖型の方は運動開始と同時に上昇し始めているが、半袖型の方は運動開始から5分経った後、上昇し始める。

胸と背中の湿度を比較すると、胸の方が背中より高い数値を示した。胸も背中も95%位の高い湿度に一旦上昇してしまうと、運動終了後も湿度はなかなか下がらない。衣服内に熱・水分が残存してしまい、熱・水分移動がないためと推定できる。

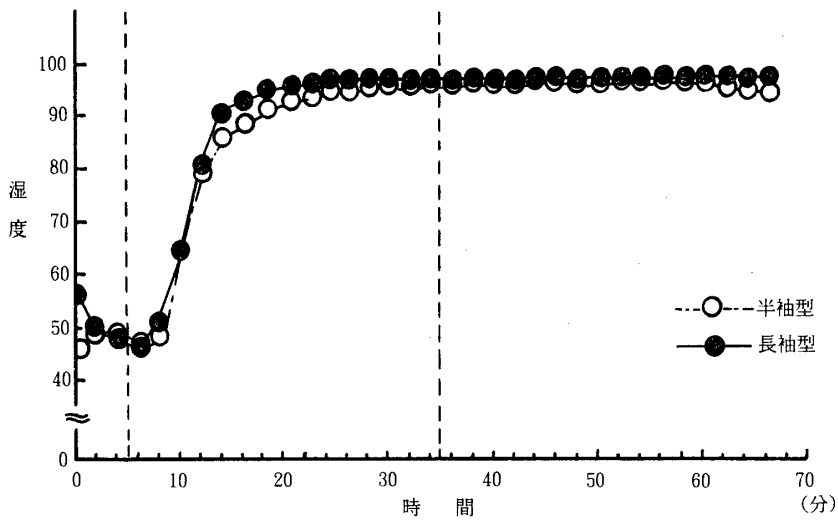


図10-1 湿度 (胸)

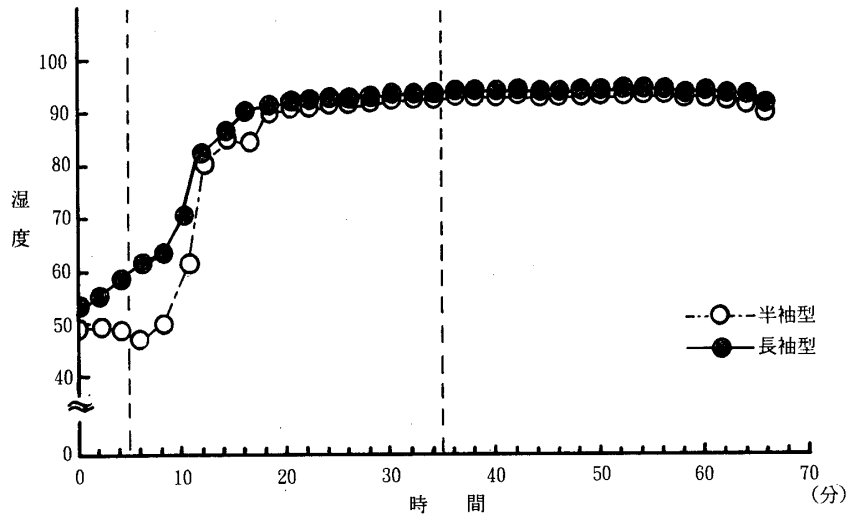


図10-2 湿度 (背中)

6. 着用感覚主観調査

着用感覚主観調査は、快適感覚、発汗状態、衣服の濡れ感・湿り感について、被験者に実験中5分ごとに申告させ、調査した。

快適感覚……快適，少し不快，不快，非常に不快の4段階評価。

発汗状態……全然なし，少し汗ばむ，かなり汗ばむ，びしょり汗ばむの4段階評価。

衣服の濡れ感・湿り感……乾いている，湿っている，少しぬれている，かなりぬれている，びしょりぬれているの5段階評価。

以上の項目で調査をおこなった。

快適感覚について図11に示す。

着衣形態1型(半袖型)・2型(長袖型)は、安静時、運動後安静時において快適であるが、運動中に不快となる。半袖型は、少し不快～不快を感じている。長袖型は、運動の前半で少し不快～不快を感じているが、運動後半では非常に不快を感じている。

発汗状態について図12に示す。

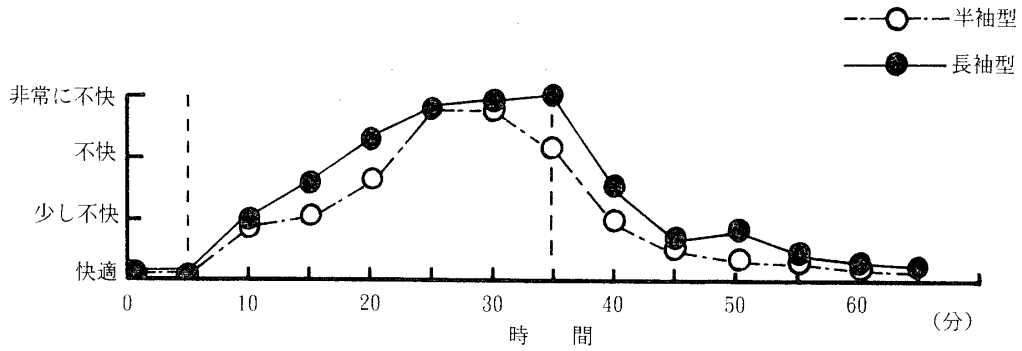


図11 快適感覚

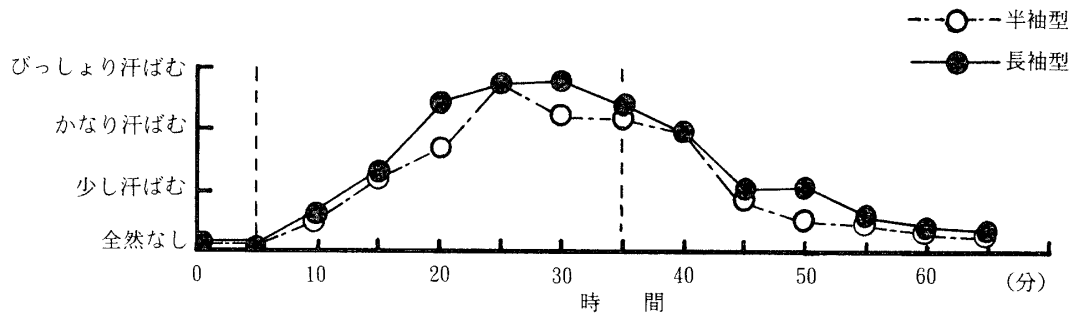


図12 発汗状態

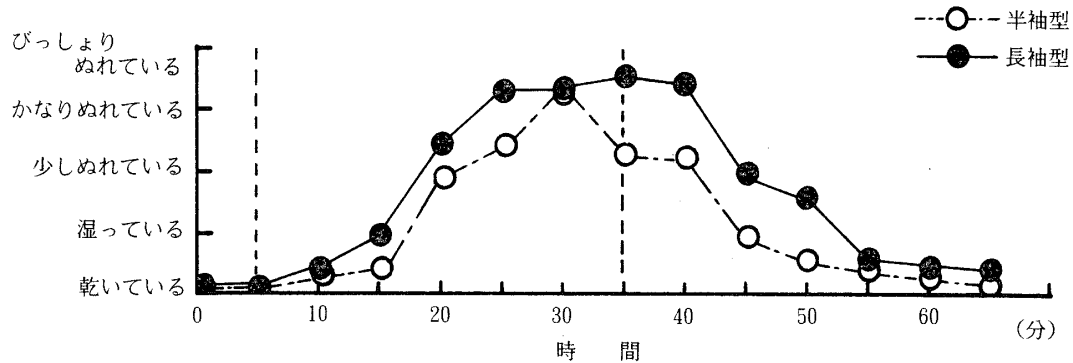


図13 衣服の濡れ感・湿り感

半袖型は、運動とともに汗ばみ、運動20分のところで最も汗ばみ、その後低下している。長袖型は、実験開始20分～40分に発汗を多く感じている。

衣服の濡れ感・湿り感について図13に示す。

長袖型は、運動後半でかなりぬれている～びしょりぬれているを感じ、徐々にぬれを少く感じている。半袖型は、徐々にぬれを感じ、運動25分で最も衣服のぬれを感じ、その後、ぬれを感じなくなり、乾いているに戻る。

要 約

環境温25℃、湿度50%の人工気候室内で、被験者3名により、自転車エルゴメーターを使用して、半袖型・長袖型の衣服形態のちがいによる、運動生理学に基づく着用実験を試みた。

以上の実験結果より、次の事がいえる。

1. 心拍数、温度（直腸温、皮膚温）については、運動開始とともに上昇し、運動終了とともに徐々に下がり、半袖型と長袖型は、同傾向であった。
2. 湿度については、運動が終了しても熱・水分が残存し、なかなか下がらなかった。半袖型、長袖型とも、同傾向であった。
3. 衣服の着用感覚主観調査では、快適感覚、発汗状態、衣服の濡れ感・湿り感すべてにおいて、長袖型に対する不快感が強い、という結果を得た。
4. 今回の実験条件において、実験測定結果と着用感覚主観調査をもとに着用快適性を考えた場合、実験測定結果（温度・湿度）からは、半袖型と長袖型の結果に有意な差がみられなかったが、3.に示すように着用感覚主観調査からは、半袖型と長袖型に若干の差がみられ、半袖型の方が快適であったと推定される。

今後は、さらに異なる被服素材・形態で、環境温・湿度も変化させて実験をすすめ、衣服の着用快適性について比較・検討をおこないたい。

文 献

- 1) 中山昭雄編：温熱生理学，理工学社（1986）
- 2) 酒井清子，間瀬清美：名古屋女子大学紀要，**35**，17～23（1989）
- 3) 酒井清子，間瀬清美：名古屋女子大学紀要，**36**，9～17（1990）
- 4) 丸山康子，田村照子：日本家政学会誌，**38**，585～592（1987）
- 5) 中里喜子：日本家政学会誌，**39**，45～54（1988）
- 6) 酒井清子，三井淳蔵，間瀬清美他：教育医学，**35**，158～163（1989）