

# 温熱生理学の基礎的研究

—運動時におけ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 Clothes Worn While in Exercise

Kiyoko SAKAI and Kiyomi MASE

### 緒 言

被服材料による快適性の研究は、近年様々な分野で論じられている。しかし、実際に着用している衣服の人体に及ぼす、生理的影響や、衣服と熱・水分移動による影響などの実験・研究は少ない。

先に温熱生理の基礎的研究として、安静時における着用快適性について、名古屋女子大学紀要第35号、家政・自然編に報告したが、今回は、日常生活範囲内での活動・動作を伴う場合の衣服の生体への影響・発汗による着用感などについて、生理学的にも問題のない条件のもとで運動負荷を加え、皮膚温を測定し、同時に着用感における感覚主観調査も行い、着衣の快適性について考察することを目的とした。

### 実 験 方 法

#### 1. 実験期間

昭和63年7月の夏季期間

#### 2. 実験環境条件

実験室の人工気候室内の環境条件を表1に示す。環境温度は、20℃、湿度は50%である。実験日の気温は、10時の温度24℃、湿度68%、15時の温度25℃、湿度52%の外気温の環境である。

表1 人工気候室の環境条件

環境温度	20℃
湿度	50%

#### 3. 実験着衣の形態

図1に示す。実験着衣の形態は、上衣・下衣の二部式で、上衣は、衿型はショールカラー、袖型は長袖カフスなし、打合は前明き（腰下13cm）のオーバーブラウス形式である。下衣はズボン形式である。上衣・下衣ともに開口部は（衿元・袖口・裾口）すべて開放型とした。材質は綿100%である。実験着衣はすべて被験者別に採寸し、型紙を作り、製作した着衣で、実験開始前に水洗いをしたものをすべて使用した。

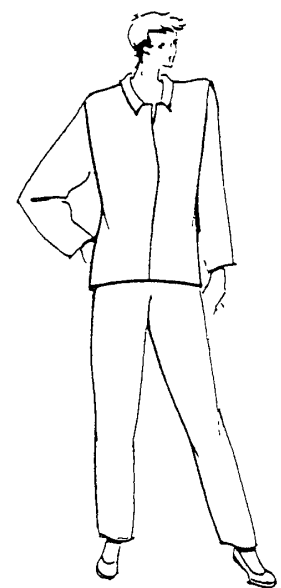


図1 着衣の形態

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.

2) 被験者の3名の体型は, 表2に身長・体重・皮脂圧 (上腕部・背部) を示す.

被験者の体型の特長は, 次のようである.

A被験者は, 細身体型.

B被験者は, 大がら体型.

C被験者は, 普通体型.

表2 被験者の体型

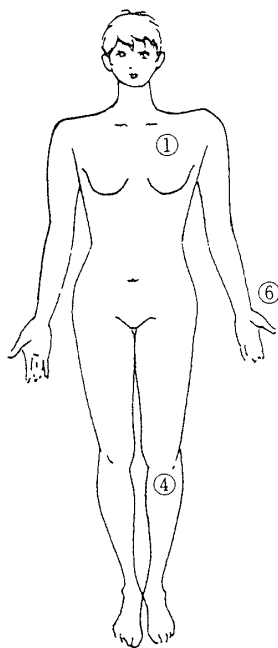
被験者		A	B	C
体型	身長 (cm)	153.5	156.5	155.0
	体重 (kg)	45.5	68.5	52.7
皮脂圧	上腕部 (mm)	12.5	25.0	17.0
	背部 (mm)	26.0	33.5	23.0

5. 測定部位

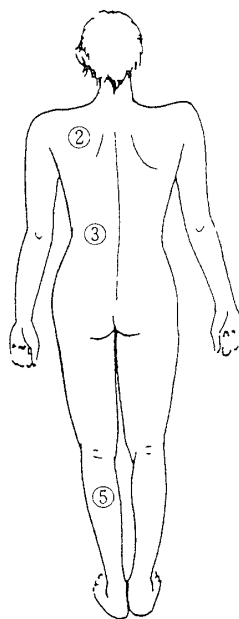
実験測定部位を図2に示す. (1)前人体, (2)後人体に皮膚温測定箇所を示す. ①左胸, ②左背, ③左腕, ④左下腿 (前), ⑤左下腿 (後), ⑥左手の甲の6箇所である. 直腸温, 湿度 (胸, 背中), 心拍数測定 (胸, 腕) も含め, 測定部位とした.

6. 実験順序

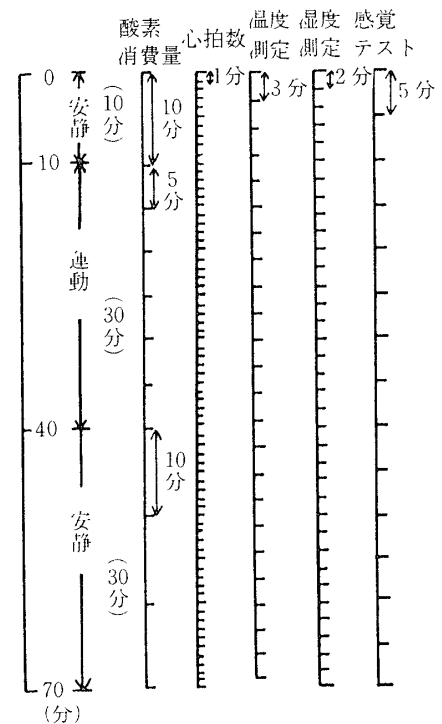
実験順序を図3に示す. 人工気候室内の温・湿度を調節し, 室内の気温・湿度・風速・気圧を測定する. 実験開始前に体重測定を行い, 温度センサーを①~⑥に, 湿度センサーを①, ②に貼付し, 直腸温センサー, 心拍数センサー, 酸素マスクをつけ, 実験準備をした. 被験者は実験室内の環境になれるために, 実験開始前の安静を20分間とった. 実験は, 安静10分・運動30分・安静30分の計70分実験である. 酸素消費量の採集は, 安静時10分間の1回, 運動時は5分ごとに6回, 運動後の安静時は10分ごとに3回, 計10回の呼気採集とした. 心拍数は1分ご



(1) 前人体



(2) 後人体



運動負荷試験

図2 測定部位

図3 実験順序

とに測定，皮膚温・直腸温は，3分ごとに測定，湿度は2分ごとに測定した．着用感覚主観テストは，被験者に5分ごとに聞きとり調査をした．すべての実験終了後，被験者は各測定器をはずし，再び体重測定を行った．更に，人工気候室内の気温・湿度・風速・気圧も測定した．

7. 実験状況

図4に安静時状況を示す．被験者は各温度センサーをつけ，実験着衣を着用し，酸素マスクをつけ，椅座時の状態である．図5に運動時状況を示す．

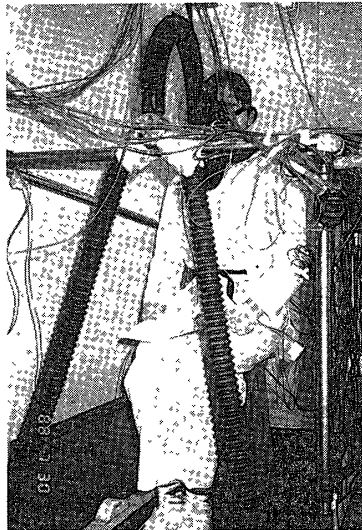


図4 実験状況（安静時）



図5 実験状況（運動時）

運動時の実験に先立ち，トレッドミルによるオールアウト走を行い，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50%とした．トレッドミルの傾斜度は0度とし，速度は，A被験者70 m/min，B被験者60 m/min，C被験者65 m/minと設定した．

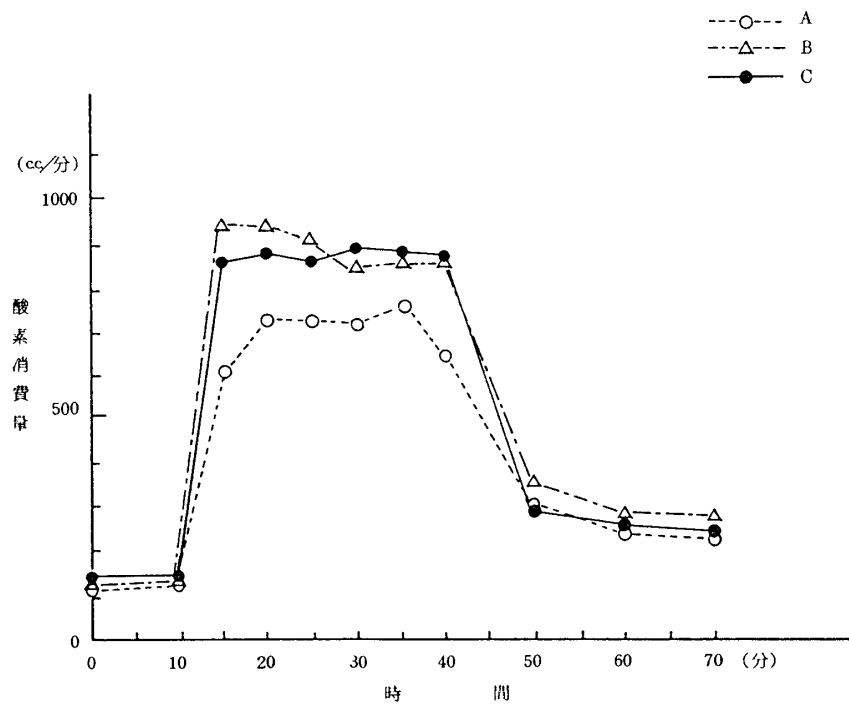


図6 毎分酸素消費量

### 結果及び考察

人工気候室内の実験中の気温20℃，湿度50%の安静時，運動時，運動後安静回復過程の測定の変化，ならびに感覚調査の結果は，次のようである。

#### 1. 酸素消費量

運動時の酸素消費量は，5分ごとに採集した。図6に示すように，安静時には大変少量であるが，運動時に高く，被験者A，B，Cいずれも同傾向を示す。A被験者がやや低い値を示しているが，B被験者は935ccの消費量を示している。運動終了後安静に入ると308ccと少なくなっている。

#### 2. 心拍数

安静時，運動時ともに実験中1分ごとに測定した。図7に示す。運動時の心拍数は，安静時に比べ，有意に高い値が認められた。

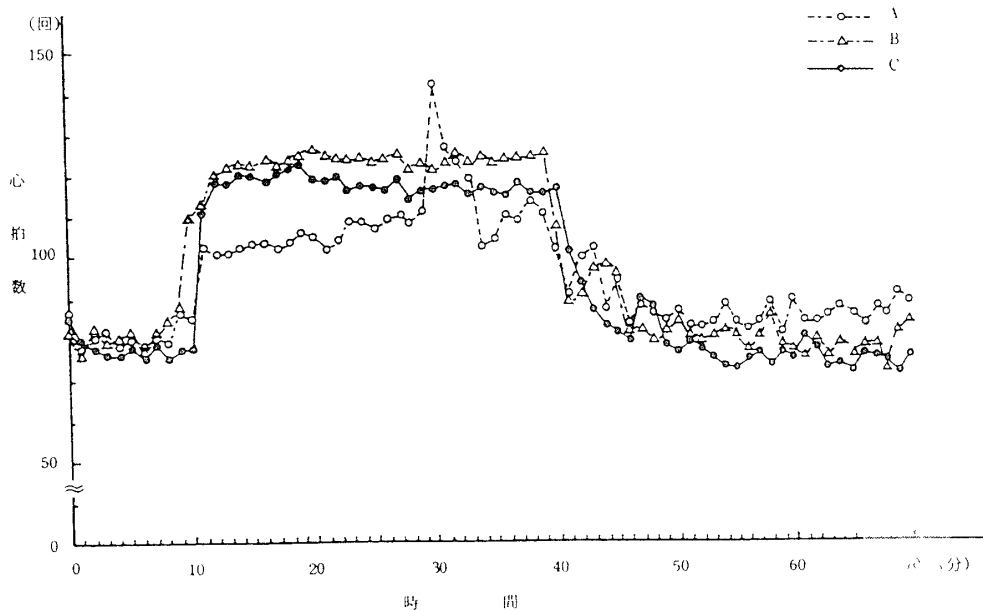


図7 心拍数

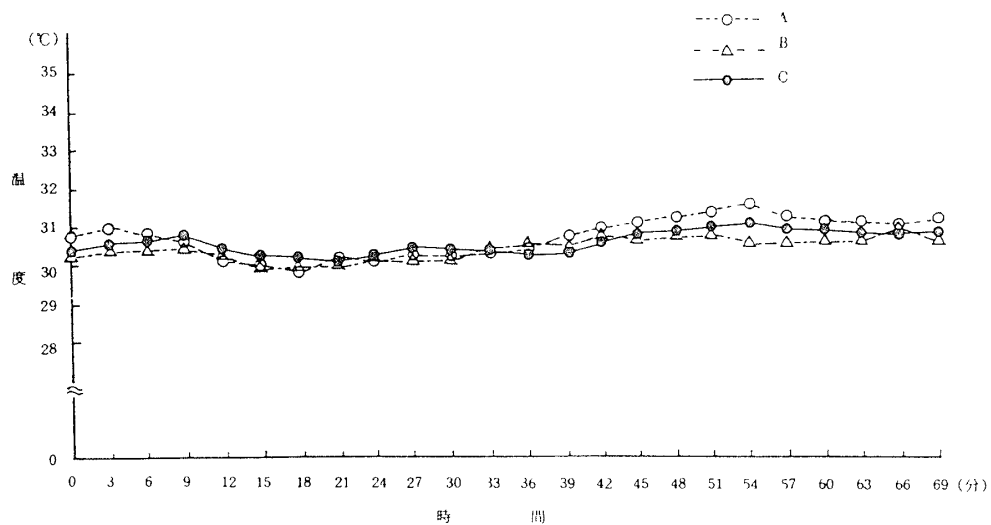


図8 平均皮膚温度

### 3. 皮膚温

皮膚温は6点法を使用し，図8に示す．平均皮膚温は各部位の温度をもとに次式により，算出した．

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

被験者A，B，Cいずれの被験者も若干の温度差はあるが，同傾向を示し，安静時に比べ運動時の方が若干低いが，運動後安静時は徐々に温度が上昇している．

### 4. 直腸温

直腸の約10cmの深部の直腸温を測定し，図9に示す．温度は被験者A・Bは同傾向を示し，安静時，運動時に大差はない．被験者Cは，安静時に比べ運動時の方が高い．

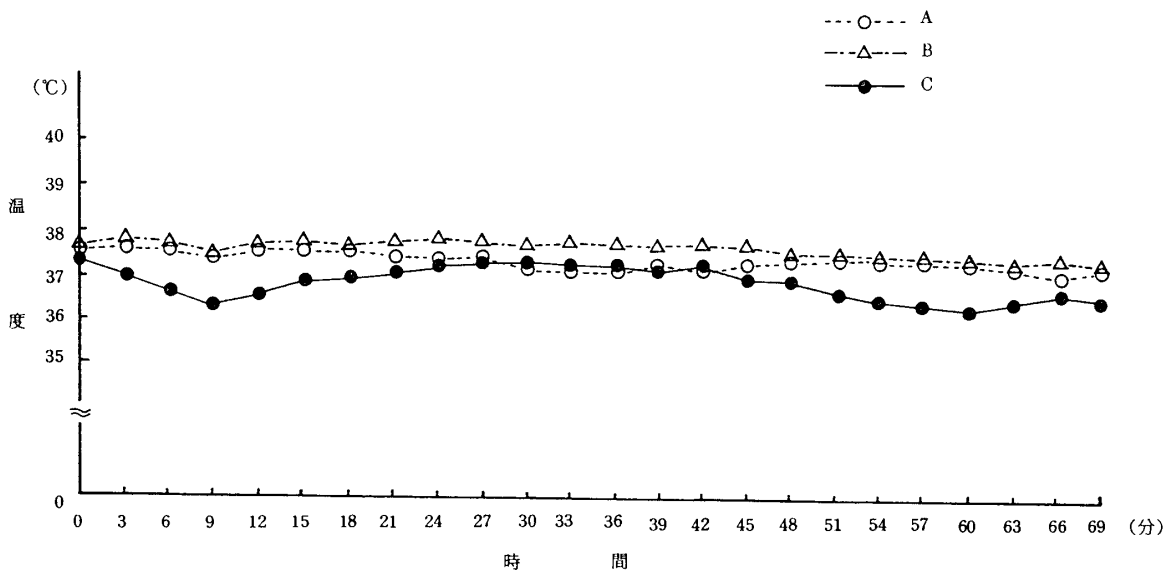


図9 直腸温度

### 5. 湿度

#### (1) 胸

図10に示す．被験者A，B，Cいずれも安静時は同傾向を示し，運動時に入り被験者B，Cは高く，運動終了とともに徐々に低下している．A被験者は，B，Cに比べ低いが，運動終了時で50.6%と上昇している．

#### (2) 背中

図11に示す．図10（胸）と同様に安静時は低いが，運動時に入ると徐々に上昇し，運動開始26分後にはB被験者は，77.8%と高く，その後安静に入ってもなお，高い．A被験者は，運動終了時に53.8%と上昇するが，他の被験者に比べ低い．個人の人体生理の影響があるのではないかと推察する．

### 6. 着用感覚主観アンケート調査

着用感覚主観調査の内容は，温度感覚，快適感覚，発汗状態，衣服のぬれ感・しめり感について，実験中5分ごとに質問を被験者に聞きとり，調査した．

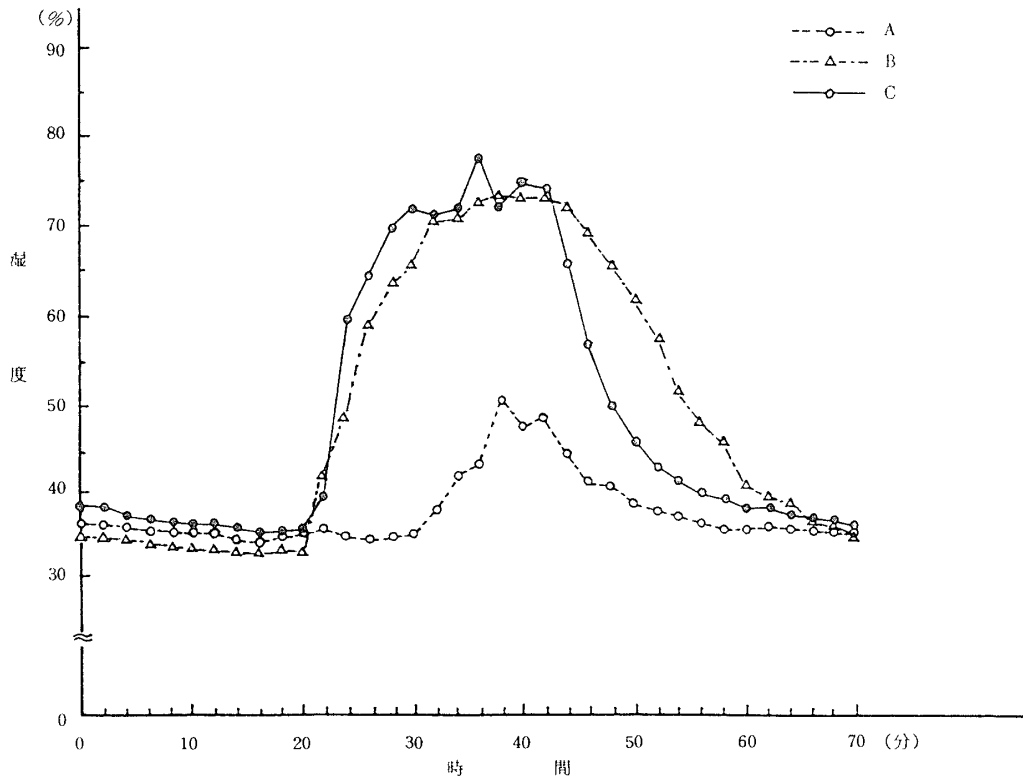


図10 湿度 (胸)

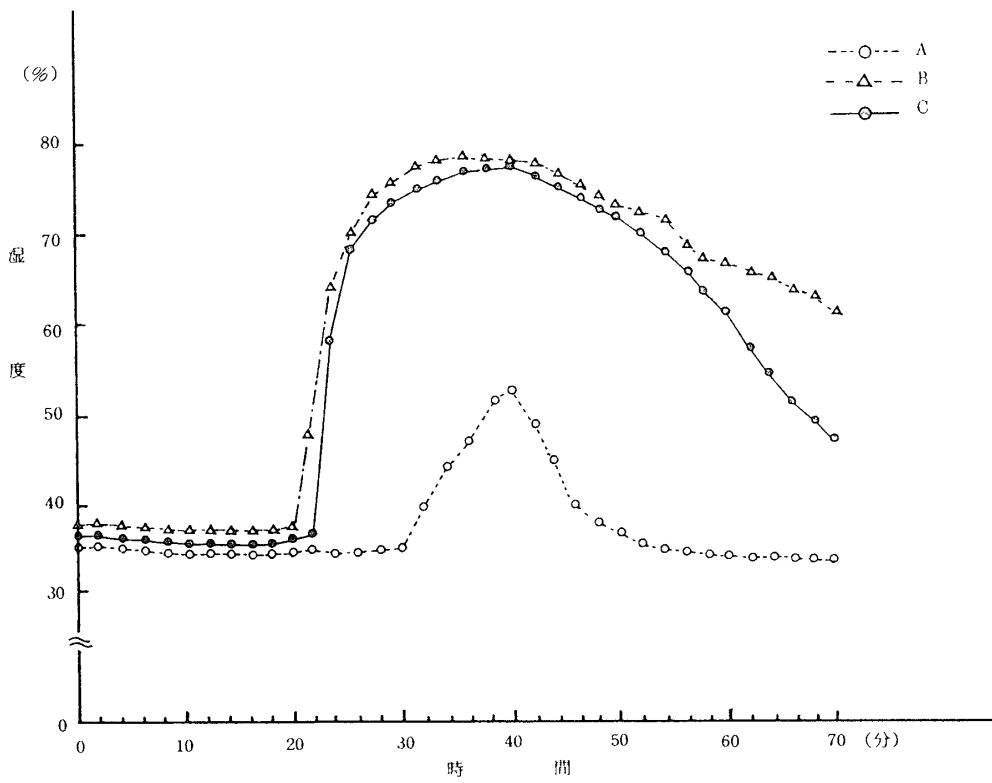


図11 湿度 (背中)

温度感覚……非常に暑い・暑い・暖かい・少し暖かい・ふつう・少し涼しい・涼しい・寒い・非常に寒い  
の9段階評価.

快適感覚……非常に不快・不快・少し不快・快適の4段階評価.

発汗状態……びしょり汗ばむ・かなり汗ばむ・少し汗ばむ・全然なしの4段階評価.

衣服のぬれ感・しめり感……びしょりぬれている・かなりぬれている・少しぬれている・湿っている・乾いているの5段階評価.

以上の項目で調査を行った.

温度感覚について図12に示す.

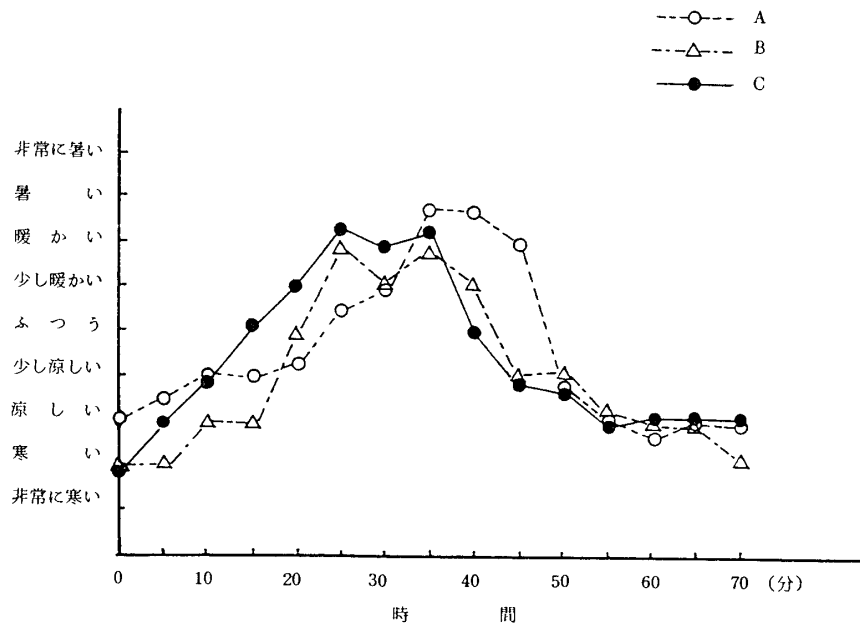


図12 温度感覚

被験者 A, B, C いずれも同傾向であるが, 安静時より運動時の方が暖かい・暑い様である. A 被験者は, 運動終了後安静に入っても暖かい様であるが, 時間が経過するにしたがい, 涼しい様である.

快適感覚について図13に示す.

不快は, どの被験者においてもみられない. 若干, 各被験者には変化がみられるが, 安静時より運動時の方が, 少し不快の感覚が多い. 特に C 被験者においては, 著しくあらわれている.

発汗状態について図14に示す.

被験者 A, B, C いずれも若干の変化があるが同傾向を示し, 安静時は全然なしであるが, 運動時は, 少し汗ばむ・かなり汗ばむようである. A 被験者は, 運動終了時にかなり汗ばみ, 安静に入っても少し汗ばみ, 安静10分後より全然なしの状態である.

衣服のぬれ感・しめり感について図15に示す.

被験者により若干変化はあるが, 安静時は衣服のぬれはない. A 被験者は, 安静時・運動時に衣服は乾いているが, 運動後の安静時は湿っているようである. B 被験者は, 安静時に乾いているが, 運動開始20分より湿っていて, 運動終了時は少しぬれている. その後, 乾いている. C 被験者は, 運動開始10分後より衣服が湿っている. 運動終了後, 徐々に衣服は乾いている.

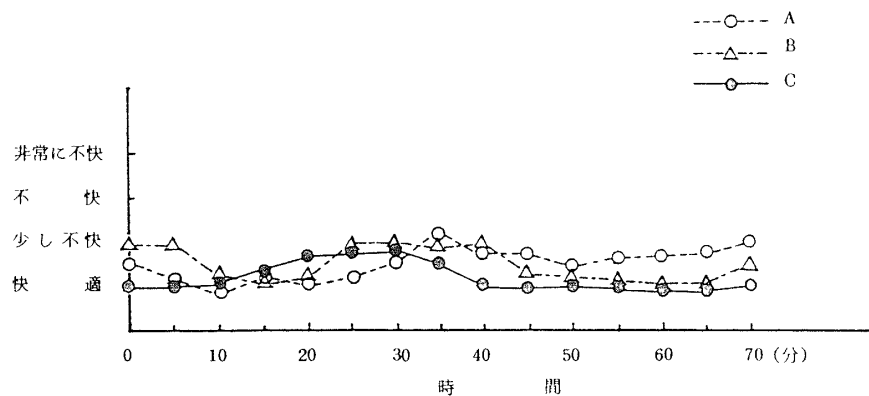


図13 快適感覚

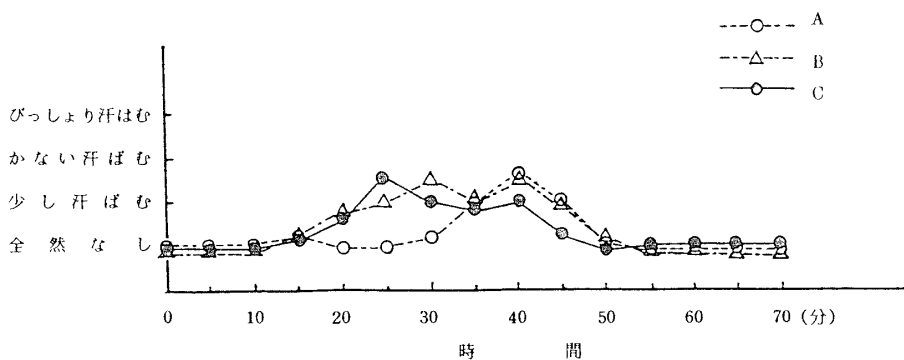


図14 発汗状態

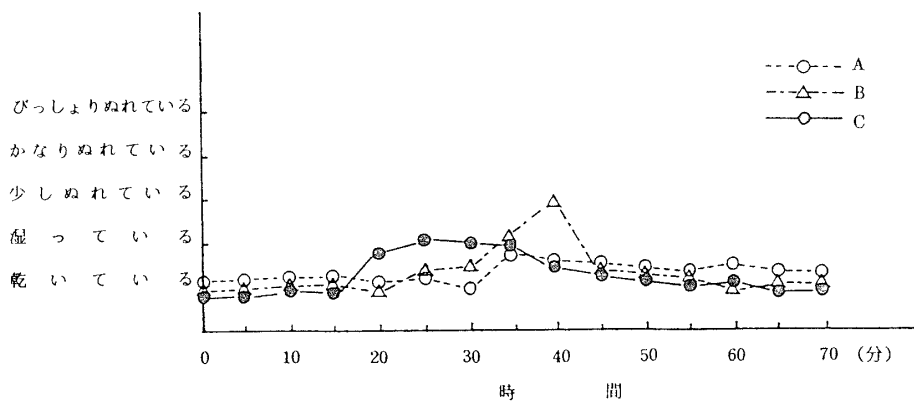


図15 衣服のぬれ感・しめり感

### 要 約

以上の実験結果より、次の事がいえる。

今回の実験の人工気候室内温度20℃、湿度50%の環境条件は、外気温に比べて湿度は低いいため快適であったと思われるが、被験者による人体生理の影響は大変異なる。安静時と運動時と比較すると、運動時の方が変化がみられた。



1. いずれの実験測定においても，A被験者の体型は細みのためか，他の被験者に比べ，低い値である。
2. 直腸温は，被験者内で多少温度差はみられるが，安静時，運動時いずれも同傾向を示している。
3. 呼気採集は安静時に比べ，運動時の採集量が多い。
4. 着用感覚主観調査の感覚は大変個人差があるが，安静時より運動時の方が高い。A被験者は，他の被験者に比べ低い感覚である。  
今後は，被服素材をかえ，さらには衣服形態もかえて，被験者ごとに実験をすすめ，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) 酒井清子，間瀬清美：名古屋女子大学紀要，**35**，17～23（1989）
- 2) 中山昭雄編：温熱生理学，理工学社（1986）
- 3) 中島利誠訳：着心地の科学，光生館（1986）
- 4) 庄司 光：被服衛生概説，光生館（1962）