

# 温熱生理学の基礎的研究

——環境温による運動時・安静時の快適性について——

酒井清子

## A Basic Study of Thermal Physiology

—An Analysis of the Comfortability under the Surrounding Temperature  
While in Exercise and at Rest—

Kiyoko SAKAI

### 緒 言

衣服の着用快適性, 着心地については, 近年関心が高まりつつある. 実際に着用実験を行い快適性について検討した場合衣服素材, 形態, 環境, 人体などさまざまな要因が関与して困難である. そこで今回は衣服の形態を一定にして, 異なる環境温のもとで着用実験を行った. 実験は運動時と運動前後の安静時の温度差について, 運動生理学的手法により衣服の熱・水分移動すなわち, 温湿度を測定し同時に感覚主観調査も行い, 実験と感覚の両面より比較検討を行ったので報告する.

### 実 験 方 法

#### 1. 実験期間

平成2年8月下旬~9月初旬の期間.

#### 2. 実験環境条件

実験は人工気候室内で行った. 室内の環境条件を表1に示す. 環境温 (1)35℃, (2)30℃, (3)25℃の異なった3温度を比較した. 湿度は, それぞれ50%にした. 実験日の気温は26.4℃~28.5℃, 湿度は70%~73%の外気温で天気は曇りであった.

#### 3. 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家政学科) の3名を被験者とした.
- 2) 被験者3名の体型は, 表2に身長・体重・体表面積を示す. いずれも普通体型である.

#### 4. 実験着衣の形態

実験着衣の形態は図1に示す. 着衣の上衣は, 衿なし, 長袖の運動シャツ, 下衣は短パンツの市販されているもので (美濃製品), 素材は綿70%アクリル30%の混紡織物である.

#### 5. 実験測定部位

実験の測定部位を図2に示す.

- (1) 皮膚温は図のように①左胸, ②左背中, ③左腕, ④左下腿 (前), ⑤左下腿 (後), ⑥手の甲の6箇所.

表 1 人工気候室の環境条件

	環境温	湿度
1	35℃	50%
2	30℃	50%
3	25℃	50%

表 2 被験者の体型

	身長 (cm)	体重 (kg)	体表面積 (m <sup>2</sup> )
A	156.5	45.5	1.43
B	159.9	52.0	1.54
C	164.5	53.5	1.59



図 1 実験着衣の形態

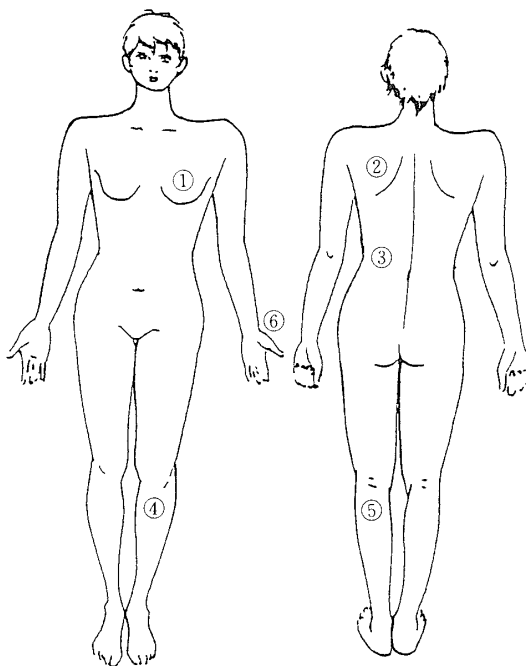


図 2 測定部位

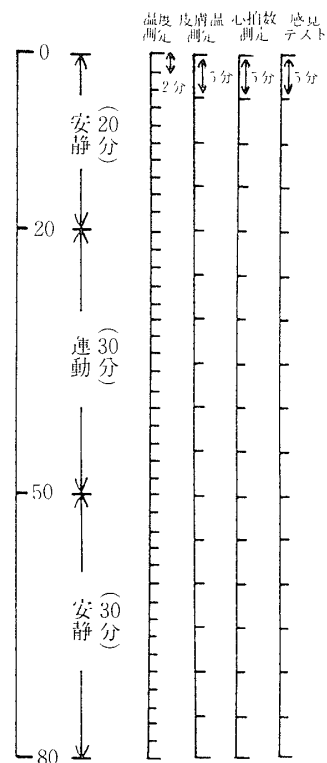


図 3 実験順序

(2) 湿度も図のように①胸, ②背中 of 2箇所.

(3) 心拍数

以上, (1)~(3)を測定項目とした.

## 6. 実験順序

実験測定順序を図 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. 実験開始前に被験者は, 体重測定を行った後, 温度センサー①~⑥と湿度センサー①, ②を貼付し, 心拍数センサーを付け, 実験着を着用して, 酸素マスクをつけ実験準備をした後, 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分間とりその後, 安静時20分・運動時30分・運動終了安静時30分の計1時間20分の実験を行った. すべての実験終了後, 被験者は各測定器をはずして, 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

実験状況は図 4 に示したが, (1)は安静時 (椅座位) であり, (2)は運動時である. 被験者は各温度センサーをつけ, 実験着を着用し, 酸素マスクをつける.

運動実験には, トレッドミルを用いた. 運動実験を行うに当たり, 予備実験として, トレッ

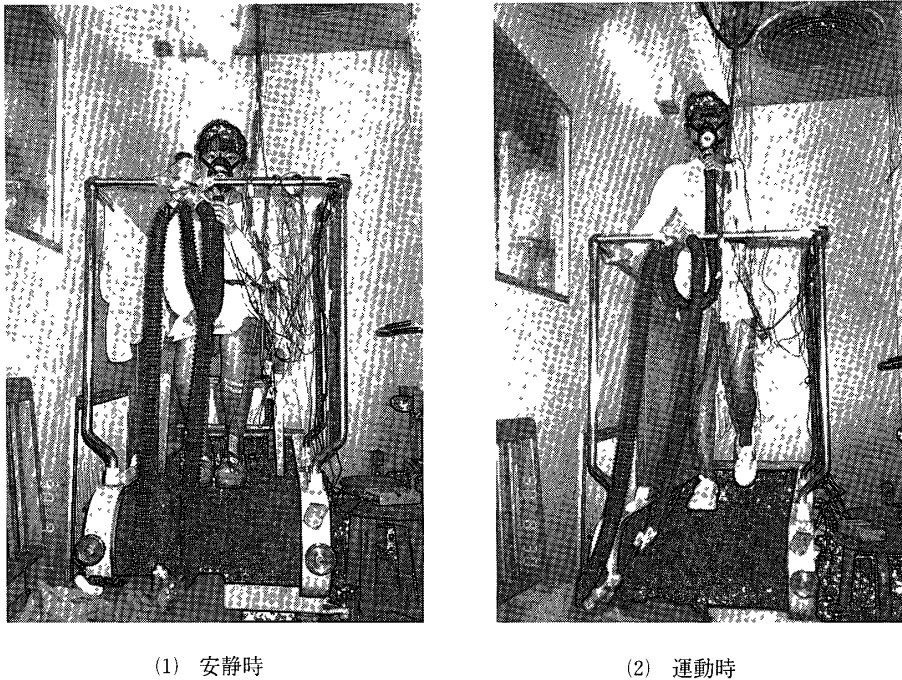


図4 実験状況

ドミルによるオールアウト走行をして、最大酸素摂取量を測定した。運動の強度は最大酸素摂取量の50%にした。なおトレッドミルの傾斜度は0度とし、各被験者の歩行速度を決定した。速度は各被験者ともに60m/minと設定した。

### 結果及び考察

人工気候室内の着衣実験は、被験者は僅か3名であるため、すべての測定結果を各個人別に表示すべきであるが、着衣条件による全体としての傾向を把握するため、3名の測定結果を平均値として処理した。

環境温 (1)35℃ (2)30℃ (3)25℃の温度変化をつけた。湿度は温度(1), (2), (3)ともに50%とした。実験は安静時、運動時、運動後安静回復過程における温湿度ならびに被験者の着用感覚測定とし、その結果は、次のようである。

#### 1. 心拍数

安静時、運動時ともに実験中5分ごとに測定し、図5に心拍数を示す。いずれの温度とも安静時80回の心拍数は、運動開始と同時に上昇し、110~130回の範囲の数値を示し、運動終了と同時に徐々に下降し再び安静時に入ると80回の数値になる。全体を通して、35℃の温度の場合が、他の温度に比べてやや高い傾向であった。

#### 2. 平均皮膚温

図6に平均皮膚温を示す。皮膚温は測定した皮膚温を用いて、6点法の算式に基づき数値を求めた。温度25℃の場合は31.9~32.2℃、温度30℃の場合は33.5~33.9℃、温度35℃の場合は35.4~35.9℃と温度が高くなるにつれて、平均皮膚温も上昇する。いずれの温度においても運動終了から運動後安静にかけて、平均皮膚温が高い結果である。

今回の実験は、同形態の着衣であったが温度差による違いがはっきり表れた。着衣の形態、素材を変化させ着用実験を行えば、さらに違った結果が得られるのではないかと推察する。

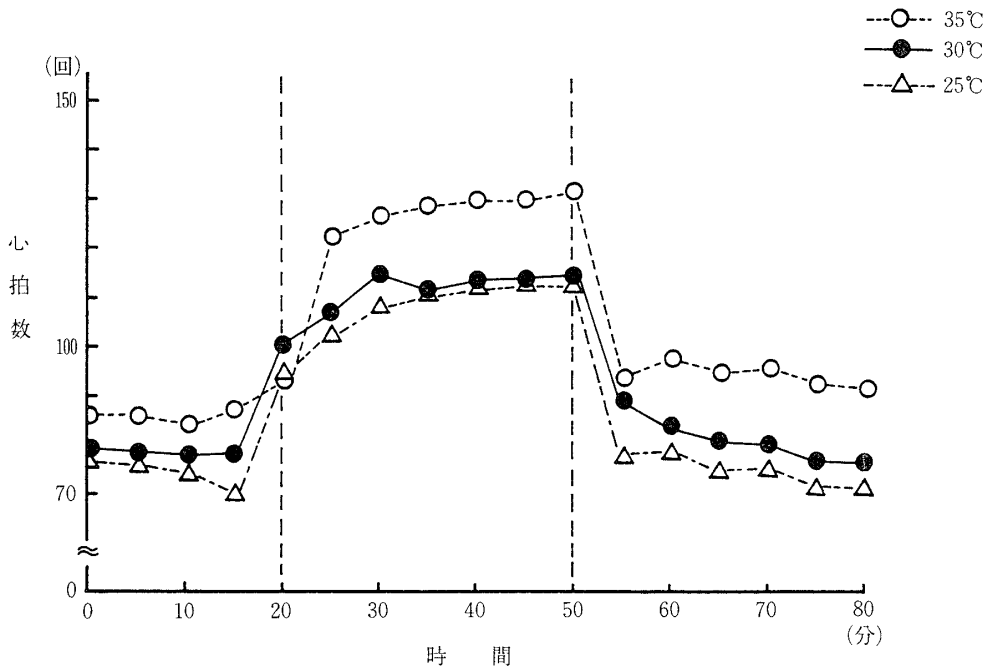


図5 心拍数

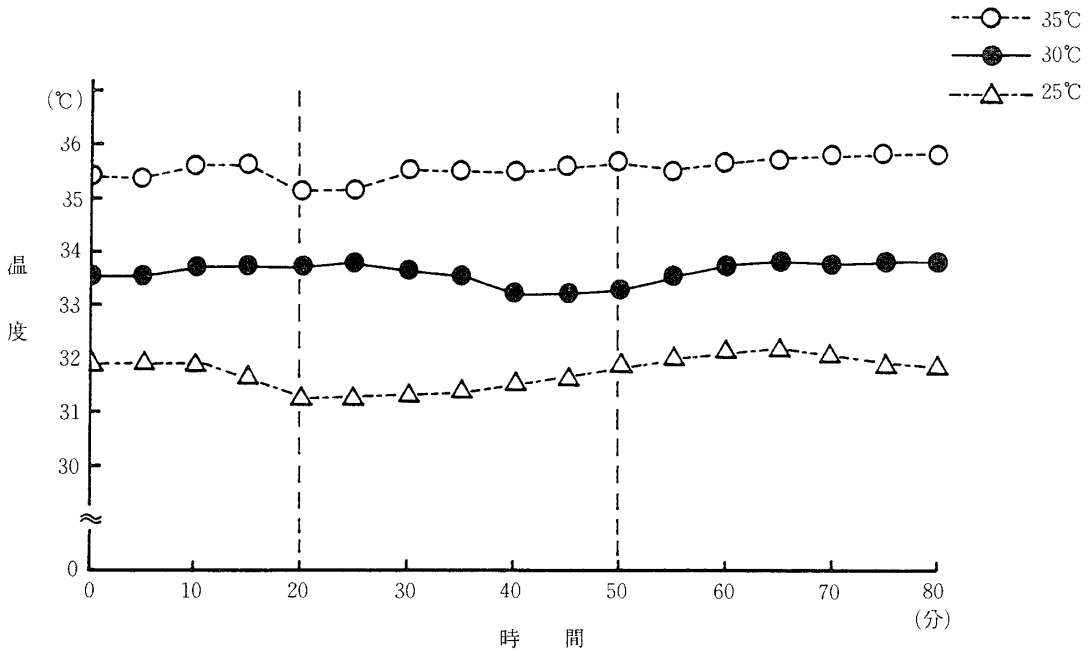


図6 平均皮膚温

### 3. 湿度

図7に湿度(1)胸 (2)背中を示す

#### (1) 胸

いずれの温度ともに、運動と同時に上昇し始め運動終了とともに下降するが、温度35°Cの場合は60%の湿度が運動中徐々に上昇し80%まで上がる その後運動終了安静時に入り下降する

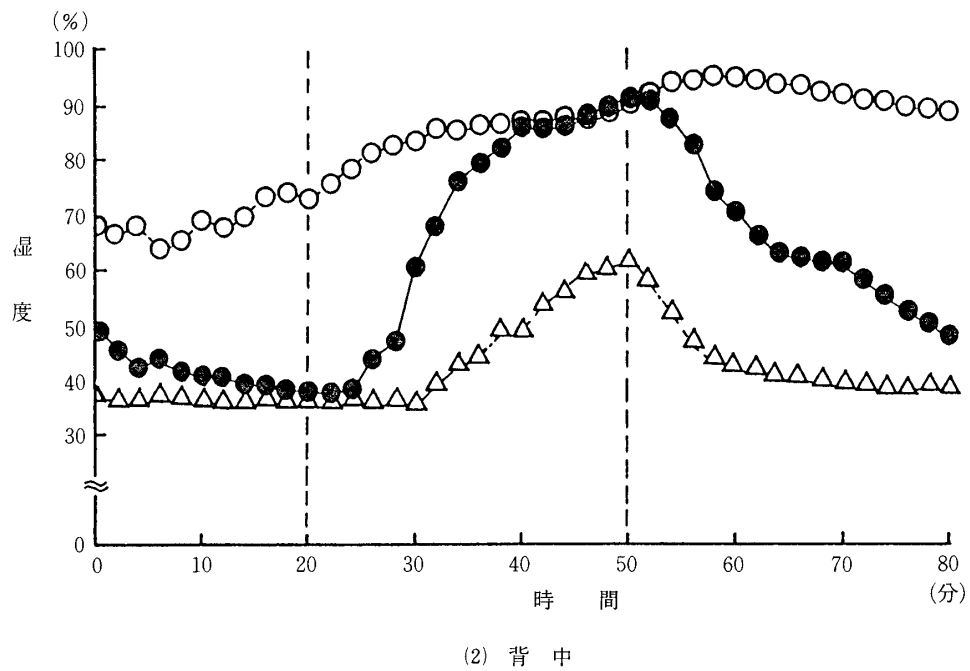
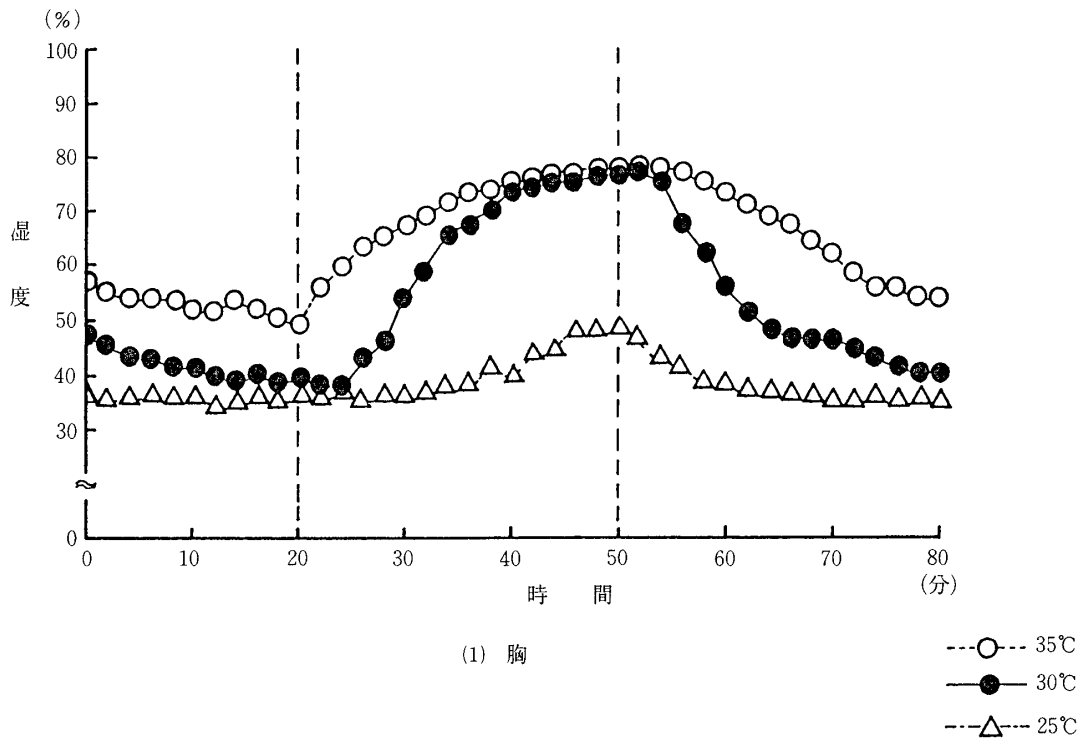


図7 湿度

温度30℃の場合は50%の湿度が運動中徐々に上昇し80~90%に上がる。運動終了と同時に下降する。温度25℃の場合は40%の湿度は運動に入っても余り上昇せず、運動終了時に50%に上昇するが安静時に入るともとの湿度にもどる

(2) 背中

背中湿度も(1)胸の湿度と同様に運動と同時に上昇する。温度35℃の場合は安静時には70%と若干ばらつきがみられ、運動に入り徐々に上昇し90~95%まで上昇する。運動終了時になっ

でもほとんど下降しない 温度30℃の場合は50%の湿度が下降するが運動に入り徐々に上昇し、80~90%に上がり運動終了と同時に下降する 温度25℃の場合は40%で運動に入り徐々に上昇し運動終了時60%と上がり徐々に下降してもとの湿度にもどる

湿度は (1)胸 (2)背中を比較するとどの温度も背中の方が湿度は高い数値を示して、胸より背中の方が汗をかきやすい

すなわち、これは胸よりも背中の方が着衣と体が密着しているために、湿度が高いのではないかと推察する

4. 着衣の着用感覚

安静時、運動時、運動終了安静時の着衣の着用感覚について温度感覚、快適感覚、発汗状態、衣服の濡れ感・湿り感の聞き取り調査を行い、それぞれに得点を与え数量化した 質問内容と得点を表3着用感覚得点表に示す

1 温度感覚・快適感覚

図8-1に感覚調査を示す

○温度感覚

温度35℃の場合実験開始から実験終了まで同傾向を示し、暑いを訴えている 温度30℃の場合は運動時は温かい~暑いを感じている 温度25℃の場合

表3 着用感覚得点表

温度感覚	得点	快適感覚	得点
暑い	+2	快適	+2
暖かい	+1	少し快適	+1
普通	0	普通	0
涼しい	-1	少し不快	-1
寒い	-2	不快	-2
発汗状態	得点	衣服の濡れ感・湿り感	得点
かなりけはむ	+2	非常に湿っている	+2
けはむ	+1	湿っている	+1
普通	0	普通	0
けはまない	-1	乾いている	-1
全くけはまない	-2	非常に乾いている	-2

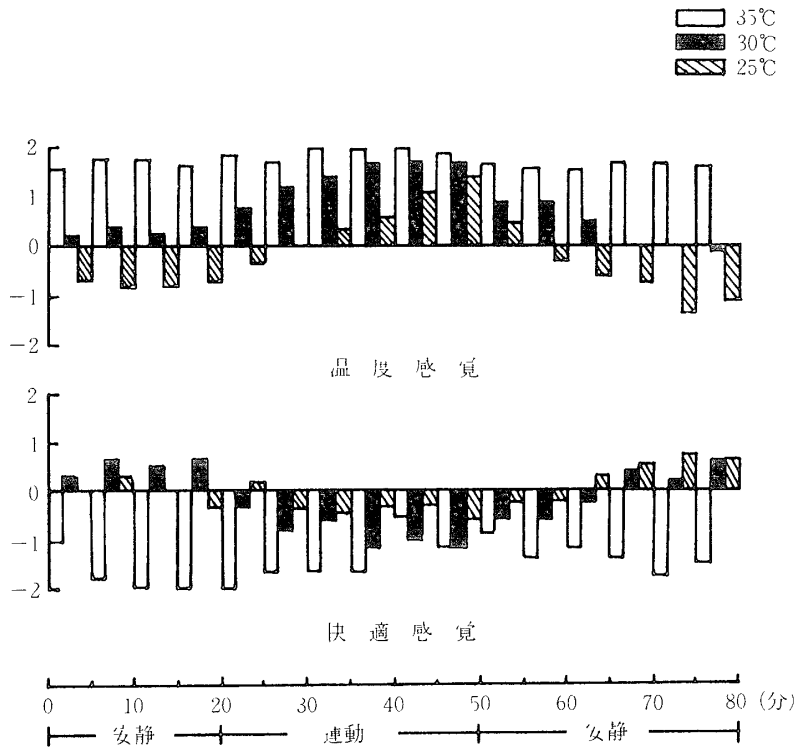


図8-1 感覚調査

は安静時は涼しいとさえ感じている

○快適感覚

温度35℃の場合は実験中不快を感じている 温度30℃と25℃については安静時には普通～少し快適を感じ、運動時は30℃の場合不快を強く感じている

2. 発汗状態・衣服の濡れ感・湿り感

図8-2に感覚調査を示す

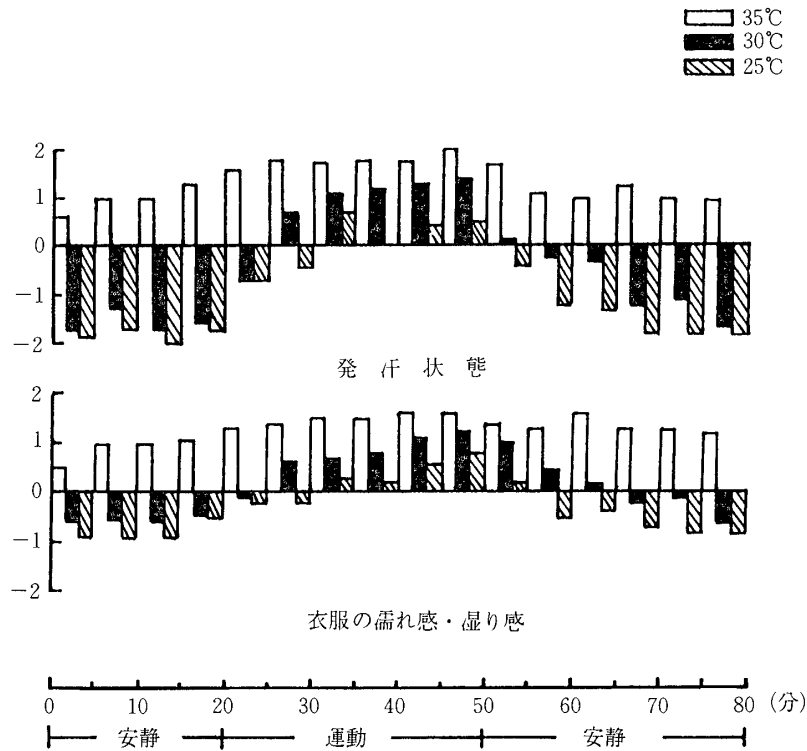


図8-2 感覚調査

○発汗状態

○衣服の濡れ感・湿り感

いずれも同傾向を示している とくに発汗状態を温度別にみると温度35℃の場合は実験開始から終了まで着衣の中に熱・水分を多く含んでいたと思われる 温度30℃と25℃の場合は同傾向を示しているが、数値を比べると運動時は温度25℃よりも30℃の方が高く、より発汗が多いのではないかとと思われる 安静時には温度25℃の場合は汗をかかない状態であった

要 約

以上実験結果より次の事がいえる

今回の人工気候室内の環境温35℃, 30℃, 25℃, 湿度50%の条件における実験において

- 1 被験者A・B・Cによる人体生理の影響は大で複雑である。
2. 安静時・運動時の実験結果を比較すると運動時の方が変化がみられた。
3. 安静時と運動時とくらべると温湿度とも高く着用感も不快を感じ発汗の量も多い。
- 4 環境温が高ければ温湿度とも上昇し、心拍数も高い

#### 5 着衣の熱・水分の移動における温湿度は、胸よりも背中の方が高い

以上のことから快適な着衣の条件として生理学的問題の要因として暖かさと汗ばまない事が必要と考えられる。このことから今後は環境(温湿度)を変化させて実験を行い、着衣の快適性について比較検討をおこないたい。

本実験を行うに当たり御協力いただきました岐阜大学教育学部教授三井淳藏先生、ならびに名古屋女子大学短期大学部助手間瀬清美先生、被験者として名古屋女子大学家政学部家政学科の学生の皆様方に深く感謝申し上げます。

### 文 献

- 1) 庄司 光・被服衛生概論, 光生館 (1962)
- 2) 中山昭雄編 温熱生理学, 理工学社 (1986)
- 3) 中島利誠・着心地の科学, 光生館 (1986)
- 4) 酒井清子, 間瀬清美・名古屋女子大学紀要, **35**, 17~23 (1989)
- 5) 酒井清子他・教育医学, **35**, 158~163 (1989)
- 6) 酒井清子, 間瀬清美・名古屋女子大学紀要, **36**, 9~17 (1990)