

人体におよぼす環境湿度と被服の開口状態の影響 (第1報)

—平均皮膚温と被服内温湿度について—

中里喜子

(昭和56年9月29日受理)

The Influence of the Environmental Humidity and the Opening Degree of Clothing on Human Body (Rep. 1)

Changes of Mean Skin Temperature, Temperature within Clothing and Relative Humidity within clothing

Yoshiko NAKAZATO

(Received September 29, 1981)

I はじめに

うだるようなむし暑さ, これが, わが日本の夏季の暑さを表現する言葉である。暑さは, 気温ばかりによるのではなく, 湿度, 風速および熱輻射などの要因が組み合わせられて, 生じるものである。

この湿度の人体におよぼす影響に関する研究報告は, 数が少ない。三浦らの報告¹⁾によると, オフィス事務員の調査の結果, 『温熱感は, 湿度が高いと温い方へ傾く』とあり, 省エネルギーの叫ばれている現今, 被服形態との関連におけるこの種のデータは必要であり, 意義のあるところと考え, その実証を行った。

II 実験方法

1. 被験者

被験者は, 女子学生4名とし, 合宿して栄養の摂取状

態などを同じくした。

被験者の体格などを Table 1 に示す。

2. 環境条件

従来の研究報告によると, 『至適温度の範囲では, 湿度の増減が, 快適度におよぼす影響は少ない。』²⁾とあり, また『気温 30°C 以上においては, 特に高湿度の場合, 脈博数, 血圧, 呼吸など人体におよぼす影響が大である。』³⁾との報告があるので, 環境温度を30°Cに設定した。すなわち, 中等度温域から, 高温域へ上昇する境界の 30°C±0.5°C とした。

環境湿度は, 55%と80%±5%に設定した。

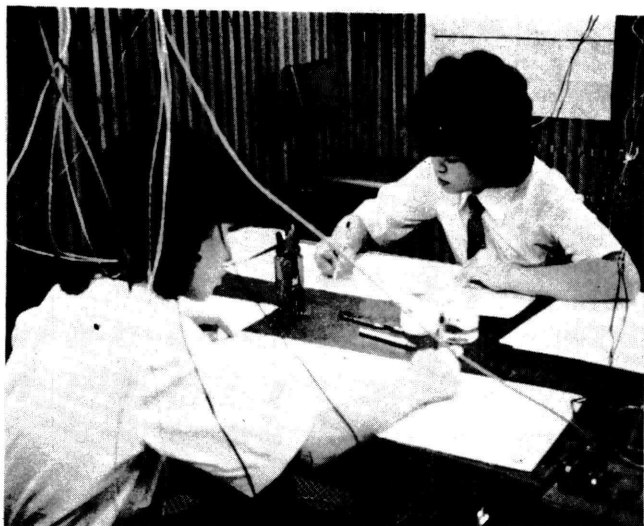
風速は 0.1 m/sec. 以下である。

3. 実験に用いた被服

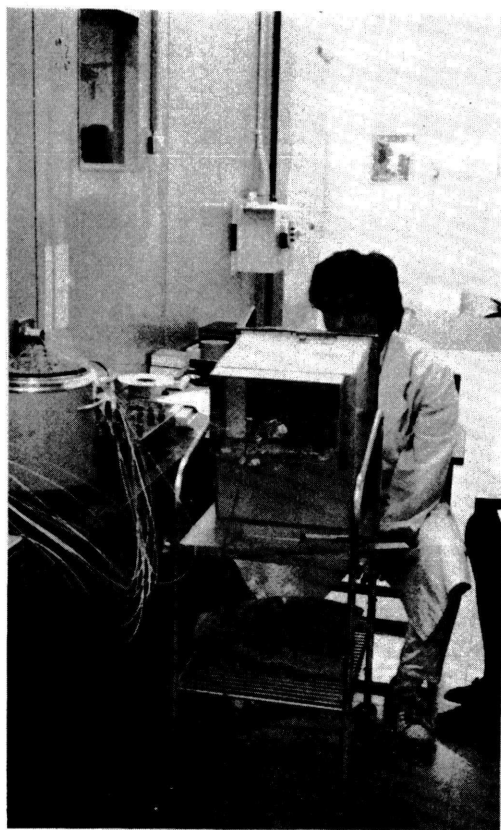
被服形態は4種とし, 同質材料にて製作した。すなわち, ポリエステル65%, 綿35%混紡のブロード生地によって, 製作されたものを着用し, 比較した。

Table 1 CHARACTERISTICS OF SUBJECTS

SUBJECTS	AGE	HEIGHT (CM)	BUST (CM)	WEIGHT (KG)	W/H RATIO	ROHREL INDEX	VERVAECK INDEX	BODY SURFACE
A	20	165	84	57	34.5	1.268	0.85454	1.579
B	20	156	78	41	26.2	1.079	0.76282	1.314
C	21	164	79	47	28.6	1.065	0.76828	1.444
D	20	153	80	45	29.4	1.256	0.81698	1.355



a 実験中の被験者



b 熱電対打点式記録計



c MINIMA 鋭感温湿度計



d INFRA-EYE 550

Fig. 1 実験装置

人体におよぼす環境湿度と被服の開口状態の影響 (第1報)

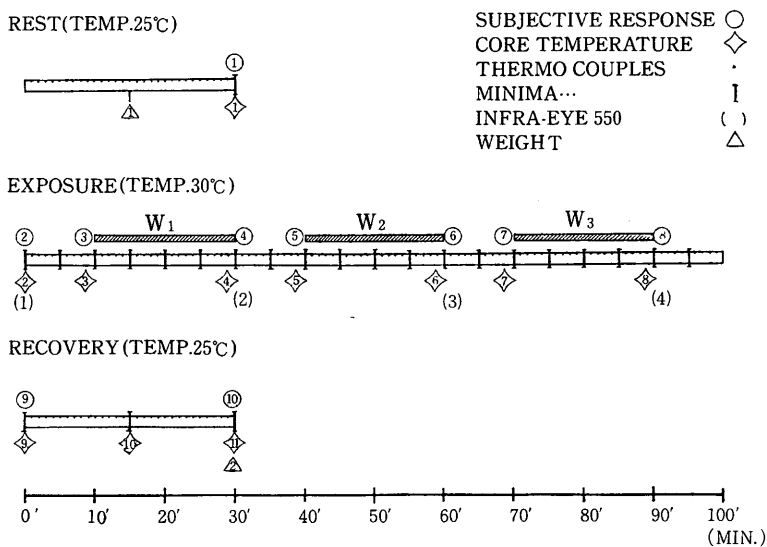


Fig 2 SCHEDULE

MEAN SKIN TEMPERATURE

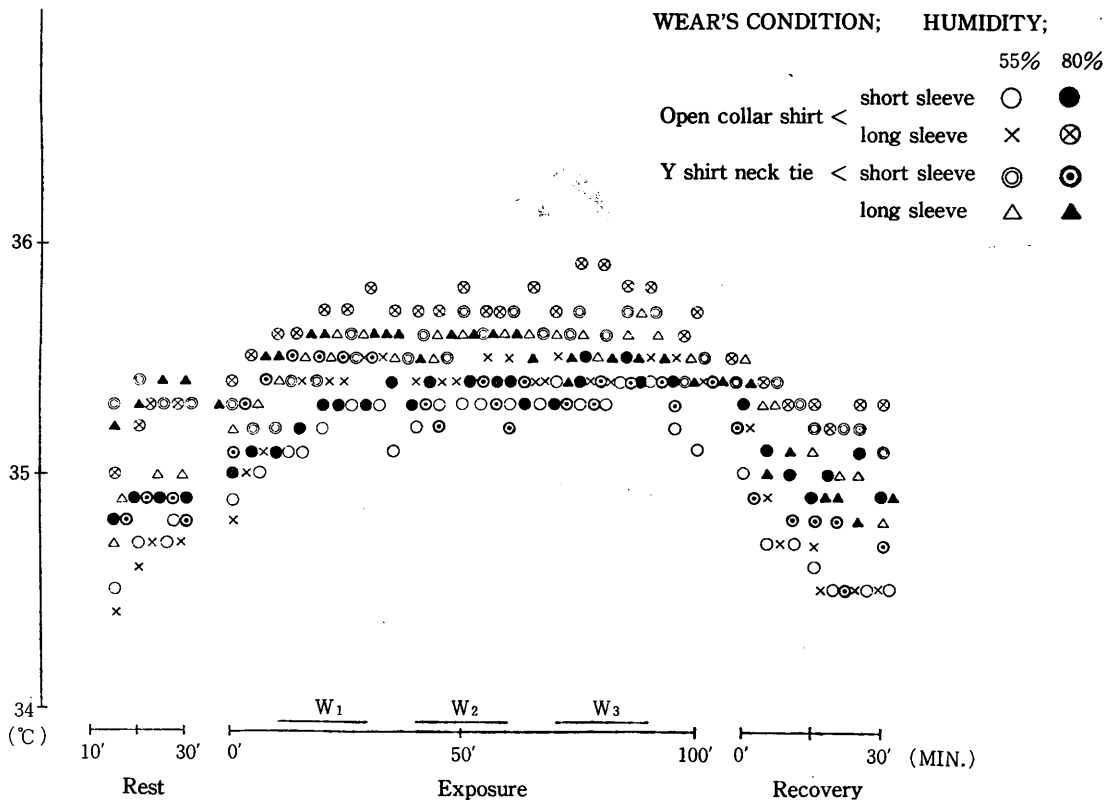


Fig. 3 平均皮膚温の変化

衿型は開衿とYシャツにネクタイ使用との比較、袖型は半袖と長袖との比較および衿型（上向開口）と袖型（水平開口）との比較を行った。

下衣はサージのタイトスカート、下着はブラジャーにパンティ。下肢にはパンティストッキングと運動靴を着けた。

4. 測定項目

皮膚温は、銅・コンスタンタン熱電対を、打点式記録計で記録した。皮膚温の測定部位は、左胸部乳頭下部、左前腕屈側、左下腿部とし、平均皮膚温は、3点法により算出した。

被服内温湿度は、ミナメ鋭感温湿度計（昭和理化学製）を用い、左胸部乳頭下部に位置する被服層内において測定した。

被服表面温度は、サーモグラフィーインフラアイ 550（富士通製）を用い、左胸部乳頭下部、左前腕屈側に位置する被服表面温度の他に、前額中央部、咽喉部の測定も行った。

体内温として舌下温の測定をした。（Fig. 1 参照）

5. 実験の時間帯

実験時間は、日内変動の少ないAM：9°～12°までと、PM：13°～16°までに行った。

半日で1条件とし、2人が1組となった。

実験の前後には体重測定（50g目盛の市販衡器使用）を行い、発汗量をみた。

1条件における時間帯は Fig. 2 に示す通りである。

暴露室に入室して10分安静の後、20分作業をするのであるが、それはクレペリン用紙による1位加算（R. M.

R. 1）の椅座作業である。この作業を3回くり返して、退室までに10分間の回復時間が設けてある。

なお、入室の前後と、作業の前後には、主観調査を行った。

皮膚温は1分おきに打点し、被服内温湿度は5分おきに計測し、被服表面温度は作業の前後に映像に納めた。

III 結果および考察

1. 環境湿度および被服の開口状態と平均皮膚温の変化

測定した皮膚温を胸部 1/2・前腕 1/6・下腿 1/3 の按分比率によって、平均皮膚温を求めた。

Fig. 3 は、被験者の平均皮膚温の4人の平均値を、環境条件別にして比較したものである。

1) 環境湿度55%においては、開衿・半袖<開衿・長袖<Yシャツにネクタイ・半袖と長袖は、入り混った状態で高い。

2) 環境湿度80%においては、開衿・半袖の場合、環境湿度55%の時との差が少ないことから、上向開口からの放熱と共に、水平開口による放熱状態のよいことが、推察される。Yシャツにネクタイの長袖は、安静時において、最も高い状態で安定していたが、暴露室に入室し10分置きに20分間づつの作業を3回行った結果、作業に合わせて3つの山を形成する。つまり、作業が終わった時に下がる。Yシャツにネクタイの半袖は、第1作業中は、長袖との差は少なかったが、暴露時間がすすむにつれて、非常に下がってくる。発汗によって蒸発熱が奪われ、皮膚温が下がった結果であることが、後述する被服内湿度

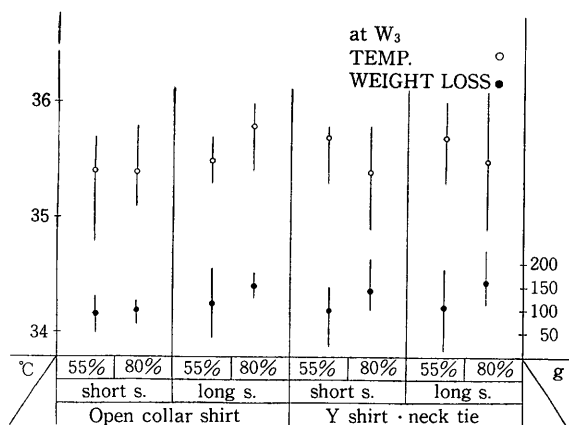


Fig 4 暴露室入室90分後の平均皮膚温と体重減少

の顕著な増加と、主観評価などからも考察できるのである。

更に言えることは、この場合、上向開口による影響が大きいと言うことである。開衿・長袖の平均皮膚温が、暴露室に入室してから最も高いのは、発汗も少なく、半袖と比較して、袖からの放熱が少ないため、平均皮膚温が、最も高くなったものと推察される。

2. 暴露室入室90分後の平均皮膚温と体重減少の状態

環境条件毎に暴露室入室90分後、すなわち、第3作業終了直後の平均皮膚温の平均値と、最大値、最小値をとり、体重減少の状態と合わせてみたものが、Fig. 4である。

1) 平均皮膚温の平均値でみると、環境湿度55%の場合、開衿・半袖<開衿・長袖<Yシャツにネクタイ・半袖<Yシャツにネクタイ・長袖の順に上昇し、そのばらつきは、開衿・半袖の場合低い方に大きい。

環境湿度80%の場合は、開衿・半袖では、55%の場合と平均値は同じであるが、そのばらつきは高い方に大き

い。開衿・長袖は平均皮膚温が最も高い。Yシャツにネクタイでは、半袖・長袖とも環境湿度55%の場合より、平均皮膚温が下がっている。

2) 体重減少の状態

環境湿度55%の時より80%の方が、更に開衿よりYシャツにネクタイ、半袖より長袖の方が、体重減少は大きい。

個人差は環境湿度55%の時より80%の時の方が少ない。すなわち、環境湿度80%におけるYシャツにネクタイの長袖が、最も体重の減少は多かったのである。これは発汗によるものであると言えよう。上向開口を閉ざした場合、換気が悪いために平均皮膚温が下がることが関連づけられる。

3. 被服内温湿度の変化

1) 半袖の場合、上向開口および環境湿度が被服内温湿度におよぼす影響

被服内温湿度を半袖において、上向開口（衿型）および環境湿度の違いにより、どのように影響されるか比較

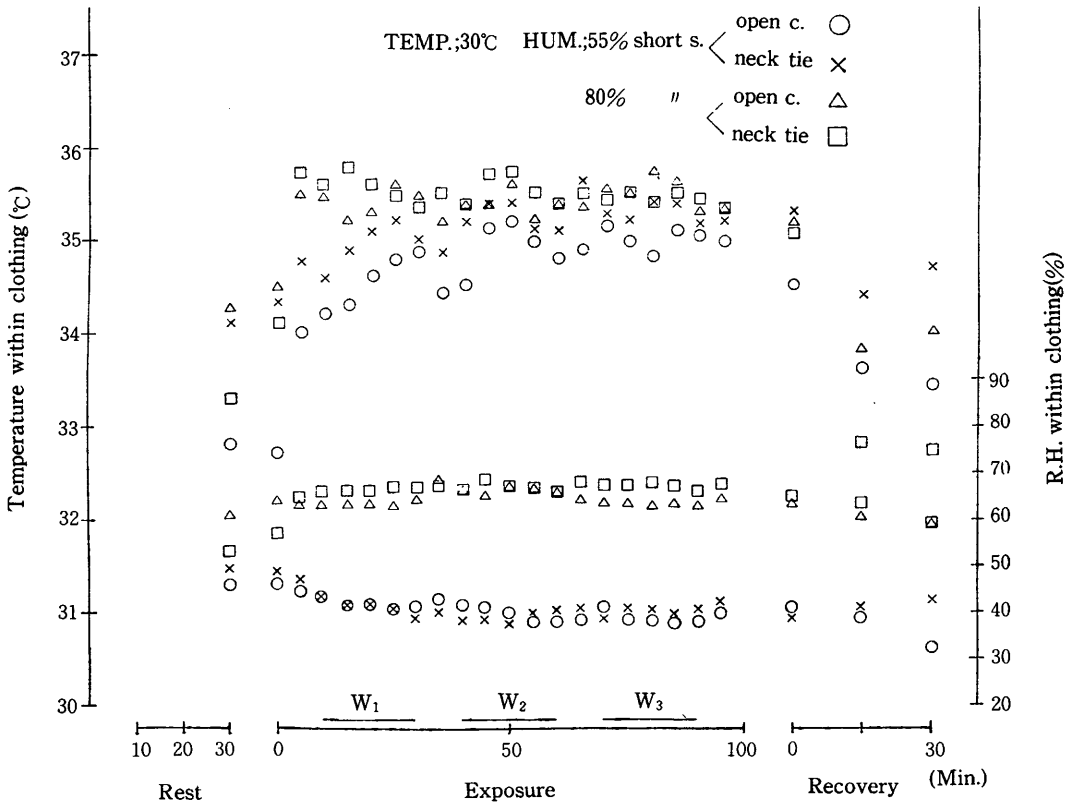


Fig. 5 半袖の場合他の条件のおよぼす影響

したものが Fig. 5 である。

被服内湿度は、環境湿度80%の場合と、55%の場合との2層は分かれ、危険率1%で有意差が認められた。暴露時間が進むにしたがって、それぞれ、Yシャツにネクタイをした方が差をつけて上昇していく傾向がみられる。

被服内温度は、開衿よりYシャツにネクタイ、環境湿度55%より80%の方が高く、暴露時間が進むのにしたがって、その差は少なくなるが、作業1、2、3と3つの山が形成され、特に開衿では、産熱と放熱のバランスのよさが推察できる。

2) 長袖の場合、上向開口および環境湿度が被服内湿度におよぼす影響

被服内湿度を長袖において、上向開口(衿型)および環境湿度の違いにより、どのように影響されるか比較したものが Fig. 6 である。

被服内湿度は、上向開口による差もつき、環境湿度による差と共に、4層に分かれ、危険率1%で有意差が認められた。

長袖ですなわち、水平開口を閉鎖した場合の比較であるから、衿型の違いによる上向開口の機能がよくわかる。環境湿度80%のYシャツにネクタイ>同 開衿>環境湿度55%のYシャツにネクタイ>同 開衿の順に下がっていく。

被服内温度は、入り乱れ、暴露時間の進むにつれて、環境湿度80%の場合、Yシャツにネクタイの場合が低下していくのは、被服内湿度の高さと関連した結果として、発汗によるものであると推察できる。

3) 開衿の場合、水平開口および環境湿度が被服内湿度におよぼす影響

被服内湿度を開衿において、水平開口(袖型)および環境湿度の違いにより、どのように影響されるか比較したものが Fig. 7 である。

被服内湿度は、環境湿度80%の場合と、55%の場合との2層に分かれ、危険率1%で有意差が認められた。

環境湿度80%の方が、被服内湿度が高く、環境湿度55%では、長袖の方が被服内湿度は低く暴露時間に関係な

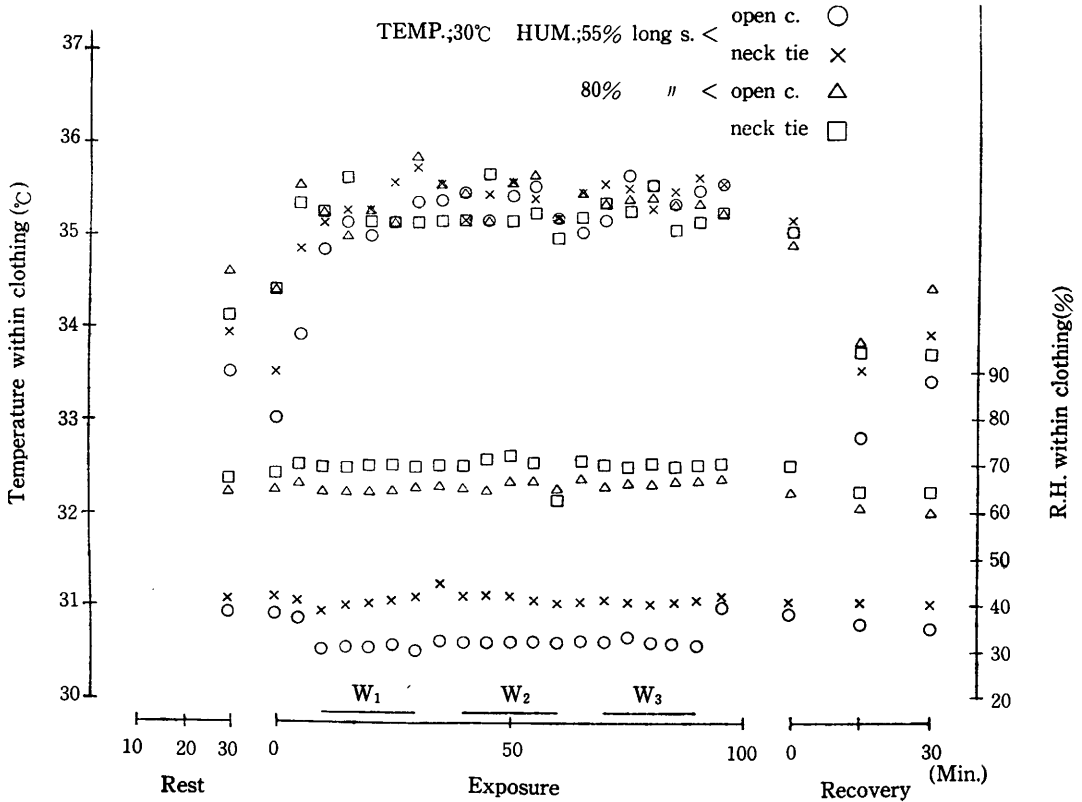


Fig. 6 長袖の場合他の条件のおよぼす影響

く、同じような値を保っているが、半袖は暴露時間の経過と共に下がり、95分で長袖の値と合致している。

環境湿度80%の場合、長袖の方が高く、半袖は低いが、その差は少ない。暴露室に入って30分経過すると、逆に半袖の方が高く交互する。又65分経過すると逆に交互して、元の通りに長袖の方が高くなる。これは、袖すなわち水平開口からの換気は、開衿の場合に余り多くないと言うことが、推察できる。

被服内温度については、安静室では、環境湿度80%の長袖>同 半袖>環境湿度55%の長袖>同 半袖の順であるが、暴露室に入ると、全体に上昇して、その温度差もつまってくる。

環境湿度55%の場合の半袖は、被服内温度が、最初際立って低く、作業1, 2, 3と進行するのにしたがって、3つの山が形成されつつ上昇して、他の条件の場合との被服内温度に近づいていく所に特徴を見る。

4) Yシャツにネクタイをした場合、水平開口および環境湿度が被服内湿度におよぼす影響

被服内湿度をYシャツにネクタイをした場合において、水平開口（袖型）および環境湿度の違いにより、どのように影響されるか比較したものが Fig. 8 である。

被服内湿度は、環境湿度80%の場合と、55%の場合との2層に分かれ、危険率1%で有意差が認められた。

環境湿度55%の場合、このようにYシャツにネクタイをして、上向開口を閉鎖していると、安静室で安定した状態の時、半袖の方が長袖より被服内湿度は高く、最初からむれていることが推察できる。これは暴露室に入って30分間に下降し、長袖より低くなり、大体平行状態を保つ。水平開口の機能は、上向開口が閉鎖されたとき、ここに発揮されたと見ることができるとはなからうか。

被服内湿度は、袖の形態と関係なく、環境湿度による影響を受けているが、その差も少ない。暴露室入室後どんどんその差は収斂されていく。暴露室入室60分からは、環境湿度80%の場合の長袖の被服内湿度が下がっていくのは、発汗によるものであると推察できる。

5) 環境湿度55%の場合、被服形態による被服内湿度

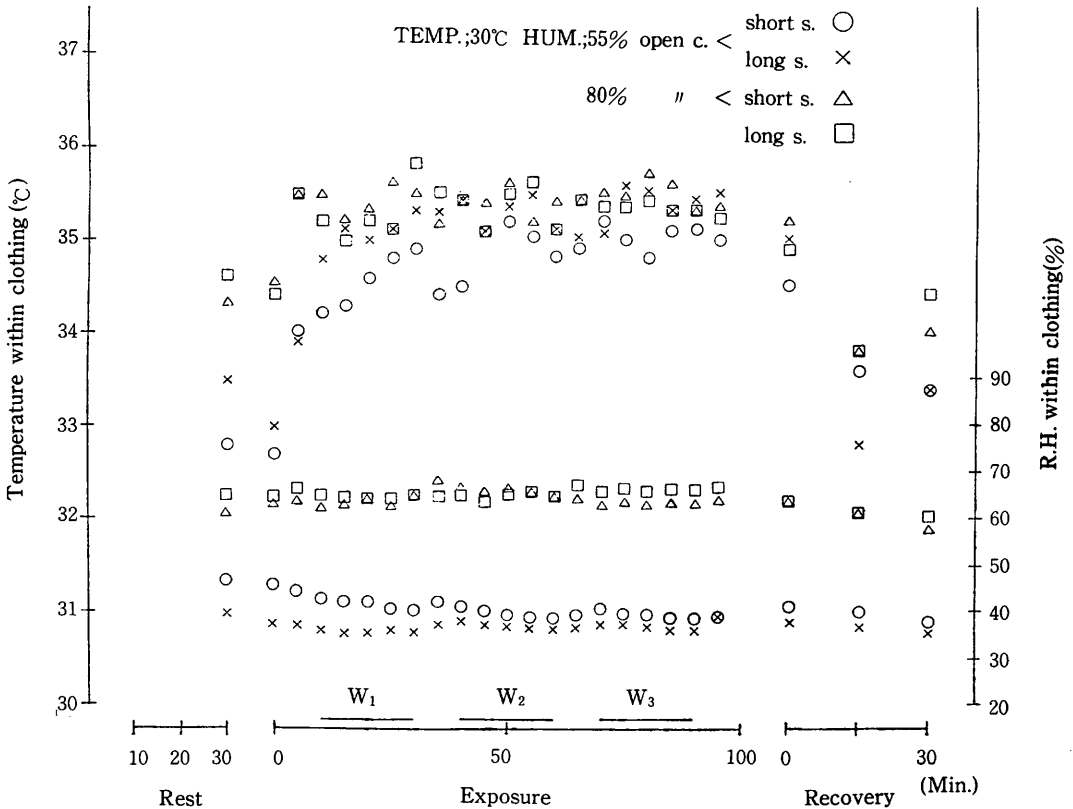


Fig. 7 開衿の場合他の条件のおよぼす影響

度の比較

被服内温湿度を環境湿度55%の場合に絞って、開衿・Yシャツにネクタイ・半袖および長袖の4種の組み合わせによる被服形態によって、比較したのが Fig. 9 である。

被服内湿度は、Yシャツにネクタイ・半袖>開衿・半袖>Yシャツにネクタイ・長袖>開衿・長袖の順に安静室で安定していたが、暴露室に入り、35分経過、第1作業が終了した時には、Yシャツにネクタイ・長袖の被服内湿度は最も高くなり、換気の悪さが出てくる。

開衿・長袖が最も低い。これらのことから、衿型による影響を受けていることがわかる。

被服内温度は、作業開始から30分位まで上昇をつづけ、作業の切れ目で下がり、3つの山型が形成されている。

Yシャツにネクタイ・長袖は、35分が最も高く上昇し、その後は少し下がる。被服内湿度の最も低かった開衿・長袖の被服内温度は、Yシャツにネクタイ・長袖に次いで高く、開衿・半袖が最も低い。環境湿度55%では発汗

されていない。

6) 環境湿度80%の場合、被服形態による被服内温湿度の比較

被服内温湿度を環境湿度80%の場合に絞って、開衿・Yシャツにネクタイ・半袖および長袖の4種の組み合わせによる被服形態によって、比較したのが Fig. 10 である。

暴露室に入室後の被服内湿度は、Yシャツにネクタイ・長袖>同 半袖>開衿・長袖>同 半袖の順であり、衿型による影響を受けている。Yシャツにネクタイ・長袖の場合、被服内湿度が高く、最も上にあり、被服内温度は、入り混っていたのが、暴露室入室後15分からは、Yシャツにネクタイ・長袖が最も低くなるのが特徴である。これは発汗によるものであると推察できる。

IV 要 約

1. 環境としての湿度の問題として

環境湿度の人体におよぼす影響力は大きく、差の検定

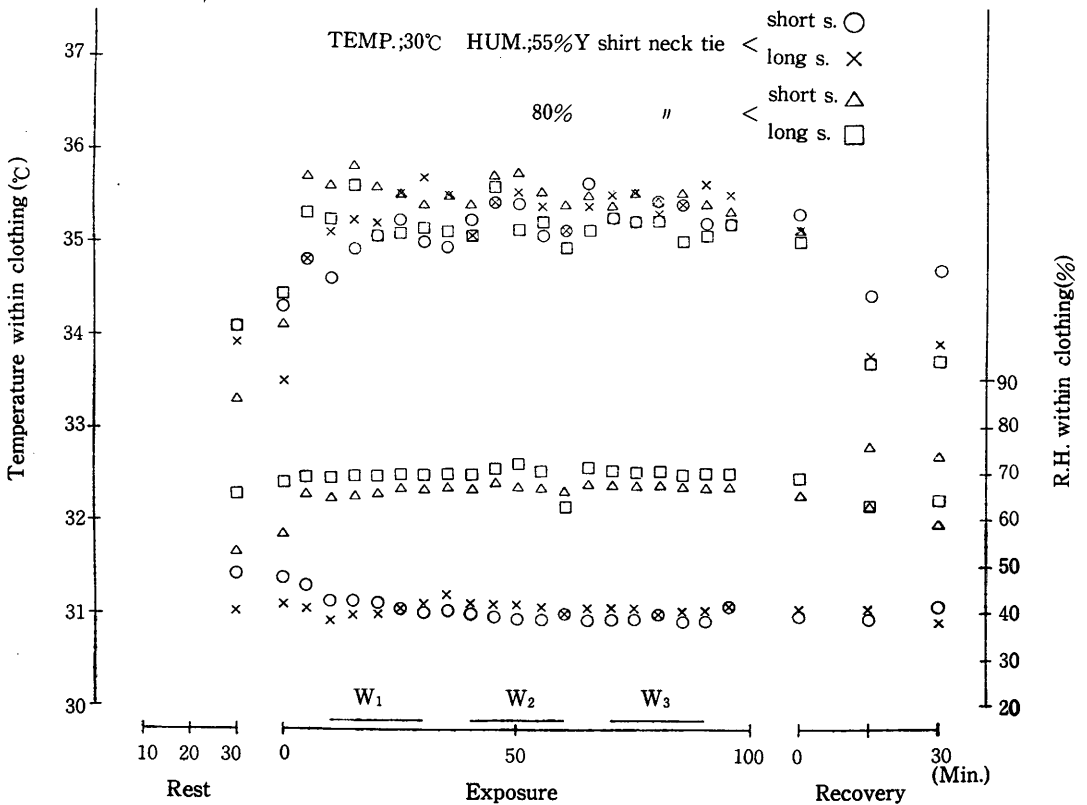


Fig. 8 Yシャツにネクタイの場合、他の条件のおよぼす影響

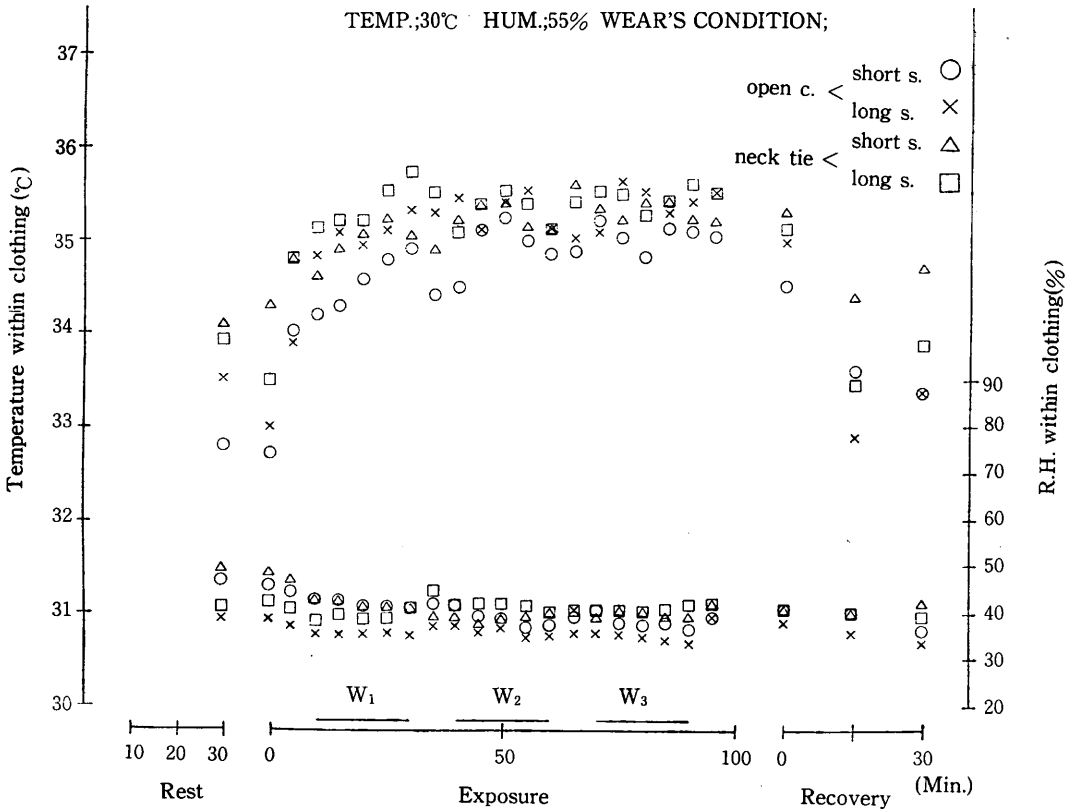


Fig. 9 環境湿度55%の場合被服形態による比較

の結果、危険率1%において、環境湿度55%と80%の差
 異による被服内湿度は、高度な有意差があった。

$$F_0 = 81.941 > F'_{24}(0.01)7.82$$

2. 被服の問題として

1) 平均皮膚温について

環境湿度55%, 80%とも、開衿・半袖が結果がよい。
 開衿・長袖は、環境湿度55%では差は少ないが、80%では皮膚温の上昇が目立っている。Yシャツにネクタイでは、半袖も長袖の場合も、環境湿度80%で平均皮膚温は逆に下がる。これは、発汗によるためであることが、体重の減少および被服内湿度の上昇からも推察できる。すなわち、発汗し蒸発が促進され、気化熱が奪われるために皮膚温が下がる。開衿・長袖の場合は、発汗の水滴は、すぐ換気するので、体温は下らない。上向開口の効率のよさが考察できる。

2) 被服内湿度について

環境湿度と被服内湿度は、高度な有意差をもつ。その有意差の高い被服形態から並べてみると、

- 開衿・長袖 $t_0 = 8.750$
- 開衿・半袖 $t_0 = 5.395$
- Yシャツにネクタイ・半袖 $t_0 = 4.918$
- Yシャツにネクタイ・長袖 $t_0 = 3.115$

以上の順である。開衿の方が高く、Yシャツにネクタイの方が低いのは、Yシャツにネクタイを装着して、前室にて安静にしている時からむれて、環境湿度55%と80%との差が少なく出ると言うことと、環境湿度55%・80%ともデータの上では、開衿より高いのであるが、55%の時、すでに発汗して、その水分の透過が開衿と比べると、Yシャツにネクタイは、開放面積が少ないため、低いことが推察できる。

長袖と半袖とを比較してみると、上向開口を開けている開衿では、水平開口すなわち袖の形態の影響力は少なく、長袖の有意差が高くなった。Yシャツにネクタイを締めて、上向開口を閉鎖した時に、はじめて袖の形態が影響してくることが推察される。

省エネルギーによる冷房は、環境湿度を下げるこ

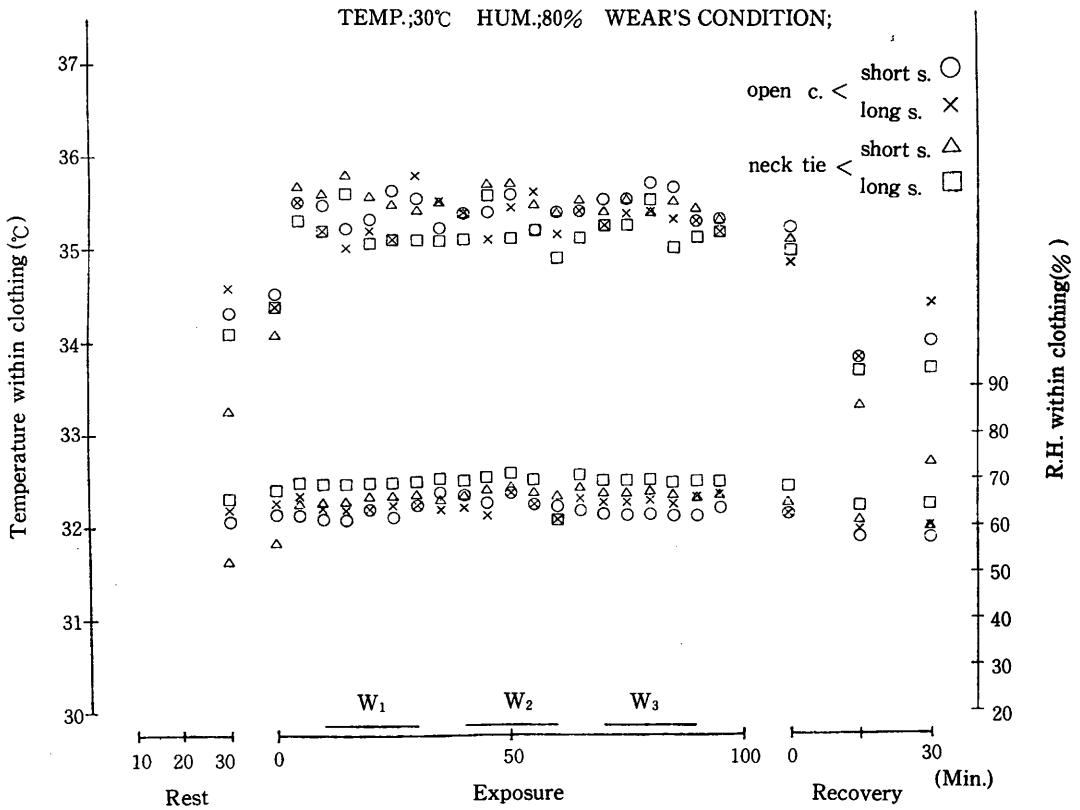


Fig. 10 環境湿度80%の場合被服形態による比較

第1であり、高湿の場合に、被服の開口状態を考慮し、先づ上向開口の放熱効果が優先するという結果が出た。更に効果を増していくのには、水平開口に意味のあることが証明された。

本研究に当たり、ご指導下さいました労働科学研究所三浦豊彦博士・同 肝付邦憲先生に感謝申し上げると共に、験者、被験者として協力された芝浦工業大学学生椿守弘・成田薫、東京家政大学学生古出由美子・蓮見菜穂美・堀知子・前山悦子氏に感謝の意を表する。

引用文献

1) 三浦豊彦, 外: 労働科学, **43**(12), 683~712 (1967)

2) Winslow, C. E. A. et al.: *Amer. J. Hyg.*, **26**, 103 (1937)

3) 牛草貞雄: 日衛誌, **21**, 54 (1966)

4) 渡辺明彦, 肝付邦憲外: 労働科学, **52**, 636 (1976)

5) 中橋美智子, 酒井文子: 家政誌, **27**, 121 (1976)

6) 中橋美智子, 酒井文子: 家政誌, **27**, 196 (1976)

7) 山下辰雄: 衣服誌, **10**, 1 (1966)

8) 森瀬 貞, 石橋葉子, 加賀野美子: 家政誌, **24**, 209 (1973)

第31回日本家政学会総会にて発表

(昭和54年度福祉会国内研修助成による)