

寒冷地の温熱的環境条件に適応した 着装の研究 (第4報)

—気温10°Cにおける下肢末梢部位の着装差による
皮膚熱流量および皮膚温の変動—

入来朋子 林 千穂 中山竹美

I 緒言

寒冷環境下、とくに安静椅坐姿勢では、環境気温の低下にとまなり四肢末梢部位の冷却は全身の温冷感に少なからぬ影響を及ぼし、寒冷環境下の着装の研究では四肢末梢部位の保温対策が重要な課題である。近年末梢部位の熱放散あるいは局所加温に関する研究例は数を増しつつある¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。著者らはこれまで下肢部の着装を中心に研究を進め、気温28°C⁵⁾、25°C⁶⁾、20°C⁷⁾、15°C⁸⁾の環境下において、着装差による皮膚熱流量および皮膚温の変動を考察し、四肢末梢部位の皮膚熱流量の変動に関し検討を加えてきた。

本報では、さらに寒冷な気温10°Cの低温環境下で、下肢末梢部位である足部の保温について検討を試み、足部の着装差として、日常の着装で行なわれる保温方法として保温ぐつ型の室内ばきを用い、安静椅坐姿勢で、室内ばき着用の有無による皮膚熱流量、皮膚温および衣服表面温を測定し、足部保温の着装効果を考察した。

II 実験方法

1 環境条件および測定期間

実験は気温 $10 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $70 \pm 2\%$ 、気流 $10 \pm 2 \text{ cm/sec}$ に設定された恒温恒湿室で午前中に行なった。測定は季節変動を考慮して冬季に行なった。測定期間は1984年3月12日～17日であ

る。なおグローブ温度計により測定した結果、放射による影響はみられなかった。

2 被験者

被験者は、できるだけ体格の近似した健康な女子学生4名を選び、椅坐安静状態で測定した。被験者の身体特性は表1に示すとおりである。また性周期による体温調節反応への影響を考慮して、測定は低温期に行なった。

表1 被験者の身体特性

被験者	年齢 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	体表面積 (m ²)	R指数	舌下温 (°C)
a	19	159.9	48.1	1.50	1.20	37.30
b	19	158.8	46.1	1.44	1.13	36.88
c	19	161.2	41.2	1.40	0.98	36.85
d	19	158.8	47.3	1.47	1.18	37.00

3 着衣条件

下肢末梢部位である足部の着装差として、ストッキング+ソックスと、ストッキング+ソックス+室内ばき(市販されている半長靴型のもの。写真1)の2種の条件を設定した。着装の内容は図1に示すとおりである。いずれの着装の場合も手には毛糸の手袋を着用し、上衣・下衣は共通の衣服を着用した。着用衣服の選定にあたっては先の調査結果⁹⁾による気温と着衣量の関係を参考にし、また体型に適応したサイズの衣服を用意して、あらかじめ測定室内で調整しておいたものを着用させた。着用にあたっては、ゆるみなどではできるだけ同一条件になるように配慮した。着装の

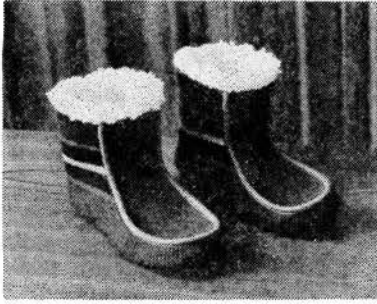


写真1 室内ばき



写真2 着装の概観

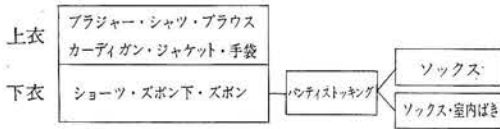


図1 着装の内容

概観は写真2に示した。着用衣服の諸元は表2に示すとおりである。

4 測定部位

測定部位は軀幹部の胸・上腹, 上部部の前腕・手背, 下部部の下腿・足背の計6部位とした。測定点は胸は胸骨下点, 上腹は臍点の上部3cmの

点とし, 上下肢部はいずれも右半身として, 前腕は肘頭点と尺骨茎突点間の中点を, 下腿は膝蓋骨

表2 着用衣服の諸元

試料	タイプ	材質	組織	糸密度 タテ×ヨコ	厚さ (mm)	重量 (g)
ブラジャー	—	綿・ポリエステル	—	—	—	25.5
ショーツ	スタンダード	綿 100%	メリヤス	14×20	0.61	37.3
シャツ	七分袖	綿 100%	メリヤス	11×20	0.61	105.9
ズボン下	七分丈	綿 100%	メリヤス	16×16	0.72	122.2
ブラウス	長袖・前開き シャツカラー	表: ポリエステル 100% 裏: ポリエステル 65% 綿 35%	二重編み メリヤス	16×18	0.47	195.3
カーディガン	バルキー	毛 90% ナイロン 10%	ゴム編み	2×3	3.00	410.7
ズボン	パンツ型	毛 100%	ツイード	8×8	1.05	438.3
ジャケット	七分丈	表: 綿 35% ポリエステル 65% 防水加工 裏: 綿 35% ポリエステル 65% キルティング	平織	35×28	2.00	589.3
パンスト	—	ナイロン 100%	メリヤス	—	0.23	14.1
ソックス	スクールソックス	綿 100%	ゴム編み	11×13	1.12	36.7
手袋	ミトン	毛 100%	メリヤス	2.5×5	1.61	21.1
室内ばき	半長ぐつ型	表: アクリル スポンジ裏付	メリヤス	—	5.00	107.8

室内ばきなしの場合 1995.8g

室内ばき着用の場合 2103.6g

中点と足首内果点間の中点をそれぞれ測定点とした。

5 測定方法

Shotherm HFM-MR 型熱流計(昭和電工)により各測定点の皮膚熱流量, 皮膚温および衣服表面温を測定した。測定は前室30分, センサー貼布後入室30分椅坐安静の後開始し, 冷却による経時変化を最小に押えるため一点の測定時間を1分30秒づつとし記録計により記録した。測定値は1点につき30秒毎に読みとった3回の値をデータとした。深部温として舌下温を東芝電子体温計ME-301(東芝硝子kk)で測定開始時と終了時に測定した。また全身的快適感, 9段階評価による温冷感および局所温冷感を測定開始時と終了時に申告させた。気流の測定はTr式微風速計AM-03型(リオンkk)によって行なった。

III 結果および考察

1 着装差による部位別皮膚熱流量の変動

図2は, 皮膚熱流量の着装差による変動を部位別に示したもので, 被験者4名の平均値である。

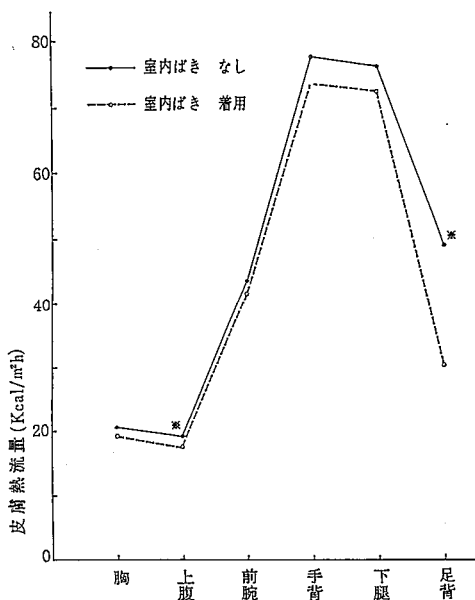


図2 着装差による部位別皮膚熱流量の変動

皮膚熱流量は, 室内ばき着用により各部位で減少が認められ, とくに足背と上腹で有意な減少がみられる。この事実は室内ばきを着用することにより各部位で放熱が抑制されることを示すもので, 足部保温の着装効果が皮膚熱流量レベルにおいてとくに躯幹部の上腹へも及ぶことを示すものといえよう。

2 皮膚温および衣服表面温

図3は, 皮膚温と衣服表面温の着装差による変動を部位別に示したものである。

皮膚温, 衣服表面温ともに, 足背で着装差による有意(危険率1%)な変動が認められ, 室内ばき着用により足背の皮膚温は上昇し, 衣服表面温は著しく低下する。

衣服表面の温度は環境気温が一定であれば衣服の保温力の大小によって変わるので, 皮膚温(T_s)と衣服表面温(T_{cl})の温度差($\Delta T_1 = T_s - T_{cl}$)および衣服表面温(T_{cl})と環境気温(T_a)の温度差($\Delta T_2 = T_{cl} - T_a$)は, 着衣の保温力を比較する一つの指標となる。 ΔT_1 は大きいほど, また ΔT_2 は小さいほど着衣の保温効果は大であると考えられる。

図3からわかるように, 両着装ともに, ΔT_1 は

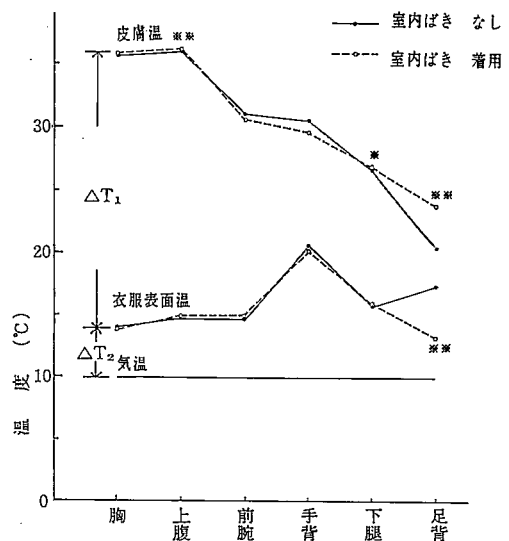


図3 皮膚温と衣服表面温

躯幹部で大きく、四肢部で小さい。また ΔT_2 は躯幹部で小さく四肢部で大となる傾向にある。しかし、足背では、室内ばきを着用することにより ΔT_1 は著しく増大し、 ΔT_2 は逆に著しく減少して、局所における保温効果が表示されている。

また、皮膚温は、室内ばき着用により上腹および下腿でも有意な上昇を示し、足部保温のこれらの部位への波及がみられる。この結果は久慈らの結果¹⁾とも一致する。

3 皮膚熱流量と皮膚温の相関

皮膚熱流量と皮膚温の関係については両着装とも、前報（環境気温28°C、25°C、15°Cの場合⁵⁾⁶⁾⁷⁾と同様に、躯幹部では相関が認められず、四肢部の手背・下腿について正の相関が認められた。図4は、着装差の該当部位である足背について皮膚熱流量と皮膚温の関係を示したものである。室内ばきなしの場合には1%の危険率で高い正の相関が認められたが、室内ばき着用の場合には相関は認められなかった。また、室内ばきを着用した場合には、皮膚熱流量は低い方に分布し、皮膚温は高い方に分布していることがわかる。

以上の結果に示される室内ばき着用による足背での皮膚熱流量の減少、皮膚温の上昇、衣服表面

温の顕著な低下は、いずれも室内ばき着用による保温効果が局所においてとくに大きいことを示すものといえよう。

なお全身的温冷感は、両着装とも、実験開始時および終了時の申告で、3名が「どちらともいえない」と答え、1名が「やや涼しい」と申告した。また局所温冷感は、実験開始時には「とくに寒く感じる部位」の申告はなかったが、終了時には、室内ばきなしの場合、全員が足先の寒さを訴えた。

舌下温については、両着装とも実験開始時と終了時の間に有意な差は認められなかった。

5 環境気温に対する着衣時皮膚熱流量の変動

図5は、これまでの実験データにもとずき、15°C、20°C、25°C、28°Cにおける快適着衣時の、身体4部位の皮膚熱流量を示したものである。躯幹部では胸と上腹、四肢部では足背と前腕について示した。図に示されるように、気温10°C~28°Cの範囲では、皮膚熱流量は環境気温の高低にかかわらずつねに四肢部の方が躯幹部より大きい。また環境気温の低下に対して足背はとくに皮膚熱流量の減少が顕著である。

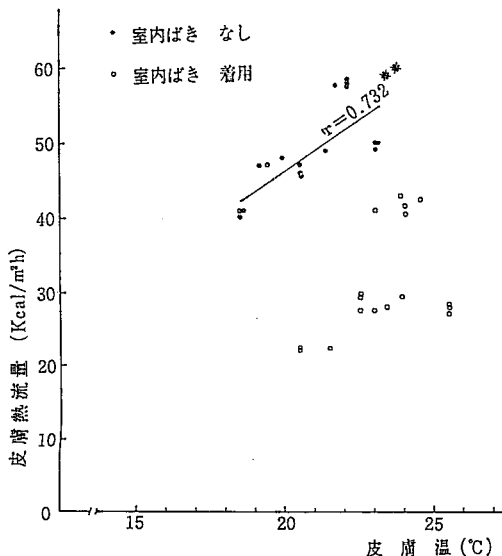


図4 皮膚熱流量と皮膚温の相関

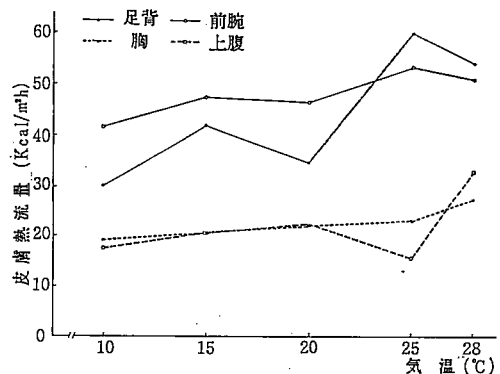


図5 環境の温度条件に対する着衣時皮膚熱流量の変動

IV 要 約

環境気温10°Cの低温環境下において、下肢末梢部位である足部保温の着装効果について検討するため、室内ばき着用の有無による全身6部位の皮膚熱流量、皮膚温および衣服表面温を測定し、次の結果を得た。

1 皮膚熱流量は、室内ばきを着用することにより身体各部位で減少し、とくに足背、上腹で有意な減少が認められた。

2 皮膚温および衣服表面温は、足背において室内ばき着用による有意な変動がみられ、皮膚温の上昇と衣服表面温の著しい低下が認められた。また、皮膚温は上腹、下腿でも有意な上昇が示された。

3 皮膚熱流量と皮膚温の相関は、両着装とも躯幹部では認められなかった。四肢部については、室内ばきを着用しない場合は、足背、下腿とも高い正の相関が認められたが、室内ばき着用の場合は足背で躯幹部と同様に相関は認められなかった。

4 環境気温10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 28°Cの温度条件に対する着衣時皮膚熱流量変動の様相は、環境気温の高低にかかわらず、皮膚熱流量はつねに四肢部の方が躯幹部より大きく、また、足背は他部位に比し気温の低下による皮膚熱流量の減少が大である。

以上の結果から、低温環境下の着装において、

室内ばき着用による足部保温の着装効果は、局所においてとくに大きい保温効果を示すほか、身体他部位とくに上腹の放熱抑制に対しても影響を及ぼすことが、皮膚熱流量、皮膚温の両レベルから確かめられた。今回の結果をふまえ、今後さらに長野県内の気候条件に適応した着装の研究を深めていきたい。

終りに、本研究にあたり実験上の便宜をおはかり戴いた本学の今井甲子男教授に深く感謝いたします。なお、本研究は、日本家政学会第36回年次大会において発表したものである。

文 献

- 1) 久慈るみ子, 多屋淑子, 大野静枝: 日本女子大学紀要 31 87~95 (1984)
- 2) 平田耕造, 永坂鉄夫, 平井敦夫, 平下政美, 高畑俊成: デザントスポーツ科学 2 98~104 (1981)
- 3) Nagasaka, T., Sugano, K. and Hirata, K.: J. Aerospace Environ. Med. 15 1~7 (1978)
- 4) 鈴木富美子, 神山恵三: 日本家政学会第36回年次大会研究発表要旨集 146 (1984)
- 5) 入来朋子, 林千穂, 永山竹美: 長野県短大紀要 37 45~49 (1982)
- 6) 入来朋子, 林千穂, 中山竹美: 長野県短大紀要 38 39~44 (1983)
- 7) 未発表
- 8) 入来朋子, 林千穂, 永山竹美: 長野県短大紀要 37 51~57 (1982)
- 9) 入来朋子, 林千穂, 永山竹美: 長野県短大紀要 36 45~51 (1981)