

寒冷地の温熱的環境条件に適応した 着装の研究(第3報)

—気温25°Cにおける着装差による四肢末梢部位の
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

寒冷地の温熱的環境条件に適応した着装研究の基礎研究として、著者らは前報¹⁾において気温28°Cの環境下で裸状時と着衣時の体表各部位の局所皮膚熱流量と皮膚温を測定し、裸状時における皮膚熱流量の部位差と、着衣による皮膚熱流量の変動について検討した。その結果、衣服を着用することにより皮膚熱流量は、胸、腹、腰など身体軀幹部の被覆部位では裸状時より減少するが、足背、前腕など四肢末梢の露出部位では逆に増加することが明らかとなった。四肢末梢部位は軀幹部に比して、環境気温の低下による皮膚温の低下が著しく大きく、寒冷環境下の着装では四肢末梢部位の局所保温がとくに重要な問題となる。この点に着目した著者らは、上・下肢部のうちまず下肢部の着装を追究するため第2報²⁾において、気温15°Cの環境下で下肢部の着装差による皮膚熱流量の変動を検討した。その結果、下肢部全体の厚着に

よる着衣が軀幹部の放熱をも抑制すること、また、スカート、スラックスの着装差で下腿に著しい差異が生じることなどが明らかとなり、下肢部の着装差が体温調節上身体各部位に及ぼす影響の大きいことが示唆された。そこで本報では、さらに四肢末梢部位について検討を深めるため、着衣時に四肢末梢部位が露出している場合の、着衣形態の相違による被覆部位と露出部位の皮膚熱流量と皮膚温を測定し、四肢末梢部位を中心に皮膚熱流量の変動を考察した。

II 実験方法

1 着衣条件

下肢部の着装差としてスカート着衣とスラックス着衣の2条件を設定し、いずれの着装の場合も下着および上衣は共通な衣服を着用した。

着用衣服の選定にあたっては先の調査結果³⁾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

表1 着装の内容

	着用衣服	着衣重量 (g)	clo値 (clo)
スカート着衣時	ブラジャー ショーツ シャツ ブラウス キュロットベチコート スカート	400.6	0.57
スラックス着衣時	ブラジャー ショーツ シャツ ブラウス キュロットベチコート スラックス	415.2	0.68

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)
ショーツ	スタンダード Mサイズ	綿 100%	メリヤス	14×18	0.46	22.8
ブラジャー		綿・ポリエステル				26.6
ショーツ	ランニング型 Mサイズ	綿 100%	メリヤス	14×24	0.51	50.1
キュロットベチコート	丈 60cm	ナイロン 100%	トリコット	22×24	0.27	55.5
ブラウス	衿なし, 半袖, 11号	綿 100%	平織	42×30	0.22	101.8
スカート	ギャザースカート	綿 100%	平織	52×30	0.22	143.8
スラックス	パンツ型 フルレングス	綿 100%	平織	52×30	0.22	158.4

の衣服を用意して、ゆるみなどは、できるだけ同一条件になるように配慮した。なお、スカートとスラックスのウエストのギャザー分量は同一とした。着装の内容は表 1 に、また着装の概観は写真に示した。着用衣服の諸元は表 2 に示すとおりである。

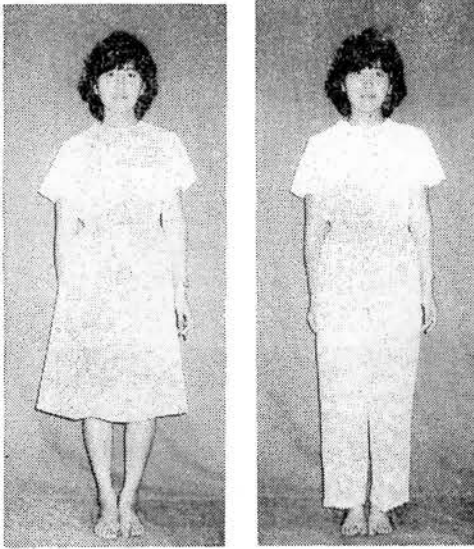


写真 着装の概観

2 環境条件および測定期間

環境条件は中性温域の気温 $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ を選び、相対湿度 $70 \pm 5\%$ 、気流 $10 \pm 5 \text{ cm/sec}$ の恒温恒湿室で実験を行なった。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。測定は季節変動を考慮して夏季に行なった。測定期間は1982年7月19~24日である。

3 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5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 3 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。

4 測定部位

測定部位は、軀幹部では首、胸、上腹、腰、大腿(転子点)の5点、下肢部では膝、下腿、足背、母指先の4

点、上肢部では上腕、前腕、手背の3点の計12点とした。上・下肢部の測定点はいずれも右半身とし、また上腕、前腕は各関節間の midpoint の外側を、下腿は膝と足首間の midpoint の前面を測定点とした。なお、足背、母指先、前腕、手背は両着衣時において、また下腿はスカート着衣時のみ露出される部位である。

5 測定方法

Shotherm HFM-MR 型熱流計 (昭和電工¹⁾) により、各測定点の皮膚熱流量および皮膚温を測定した。測定は入室後30分椅坐安静の後開始し、各測定点について、4分間づつ記録計により記録した。また同時に全身的快適感、全身的温冷感を測定開始時に申告させた。

なお、気流の測定にはTr式微風速計 AM-03 型 (リオンKK) を用いた。

III 結果および考察

1 部位別皮膚熱流量と皮膚温の変動

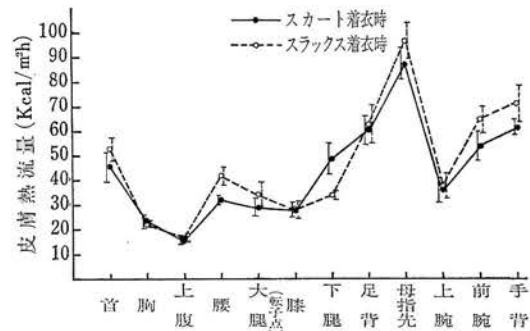


図 1-1 部位別皮膚熱流量

図 1-1、図 1-2 はスカート着衣時、スラックス着衣時における各部位の皮膚熱流量および皮膚温を示すもので、被験者 5 名の平均値である。

皮膚熱流量については、図 1-1 にみられるように、スカート着衣、スラックス着衣いずれの場合も、四肢末梢の母指先と手背が著しく高い値を示した。また四肢部の皮膚熱流量は、上肢、下肢ともに末端に向かって長軸方向に増大し、四肢末梢部位における体温調節機能の顕著な発現がみられる。

表 3 被験者の身体特性

被験者	年令 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	体表面積 (m ²)	R 指数	舌下温 (°C)	
						am	pm
a	19	155	51.6	1.50	1.39	36.5	36.4
b	19	159	48.1	1.48	1.20	36.7	36.8
c	20	163	57.1	1.62	1.32	37.1	37.3
d	20	160	48.1	1.49	1.17	37.0	36.8
e	18	161	54.6	1.58	1.31	36.9	36.8

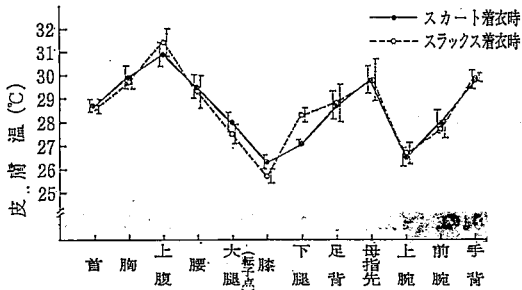


図1-2 部位別皮膚温

2 着装差による四肢末梢部位の皮膚熱流量の変動

着装差による四肢末梢部位の皮膚熱流量の変動についてみると、着装時に露出されている四肢末梢の母指先、手背、前腕は、図1-1に示されるようにスラックス着

衣時にはスカート着衣時より皮膚熱流量は増大し、母指先は危険率5%で、その他は危険率1%でそれぞれ有意差が認められた。

また着装差の最も大きい下腿は、スラックス着衣時にはスカート着衣時より皮膚熱流量は逆に減少し、危険率1%で有意差が認められた。

これらの結果は、スラックス着用により下腿が被覆されることによって、この部位では放熱が抑制されるが、四肢末梢の露出部位では逆に放熱が促進されることを示している。これは前報で報告した気温28°Cの環境下において被服着用により四肢末梢露出部位の皮膚熱流量が増大した結果と合致する。また、気温15°Cの低温環境下において下肢部の厚着の影響が下肢部のみならず²⁾ 軀幹部の放熱にも影響を及ぼした結果とも合致し、25°Cの

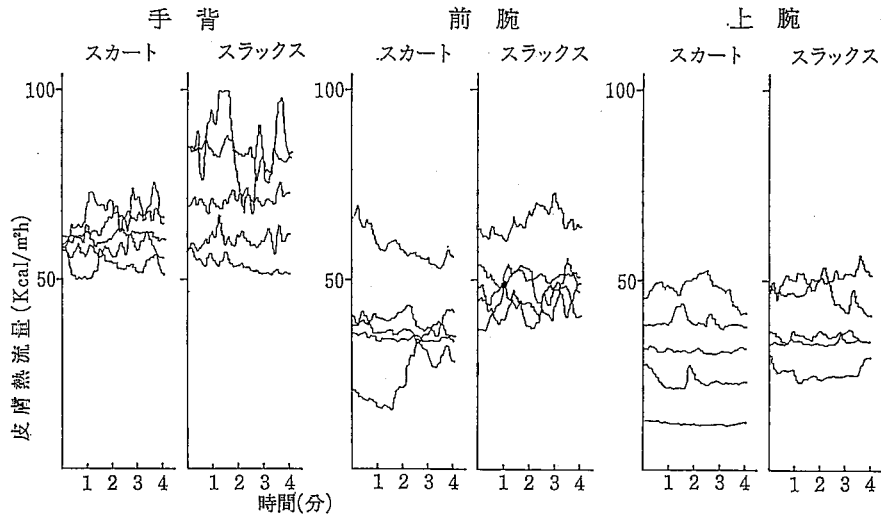


図2-1 着装差による皮膚熱流量の変動 一上肢部一

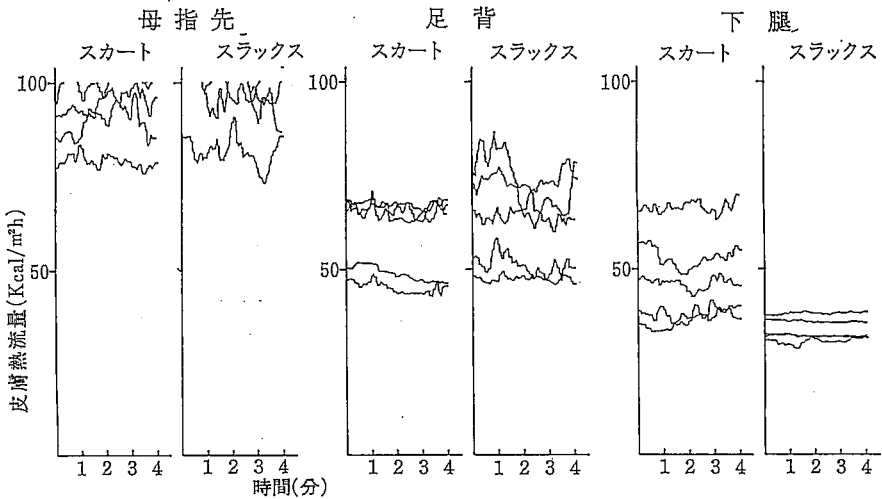


図2-2 着装差による皮膚熱流量の変動 一下肢部一

環境下においても下肢部の着装条件が体全体の体温調節作用に影響を及ぼしていることが推測される。

3 皮膚面における放熱の様相

図 2-1、図 2-2 はそれぞれ上半部と下半部について皮膚面での放熱状態を示す記録図で、スカート着衣時とスラックス着衣時を比較したものである。

皮膚熱流量の微細な変化をなるべく大きなスケールでとらえることを意図したため、皮膚熱流量が 100kcal/m²h を超える部分については記録用紙に記録できなかった。

図にみられる微細な波状曲線は皮膚の血管径の繊細な開大収縮のリズムに起因するものと考えられるが、皮膚熱流量が多いほど波形の動揺は増大する傾向がみられ、また個人差も大きい。この傾向は、上肢、下肢いずれも末端の露出部位である手背、母指先において顕著である。

また着装差の最も大きい下腿は、スカート着衣とスラックス着衣とで波状曲線に顕著な差異が認められる。すなわち、スラックス着衣時には被覆されることによりスカート着衣の裸状時より波形の動揺が小さくなる。これは被覆により、皮膚面での放熱状態が安定することを示すものと考えられる。

上腕は、スカート、スラックスいずれの場合も半袖のブラウスにより被覆されている部位ではあるが、測定点が袖口に近いため半露出となるので、波状曲線は露出部位に比べ、やや振幅が小さい。

以上の結果はいずれも前報の結果と合致する。

上 肢 部

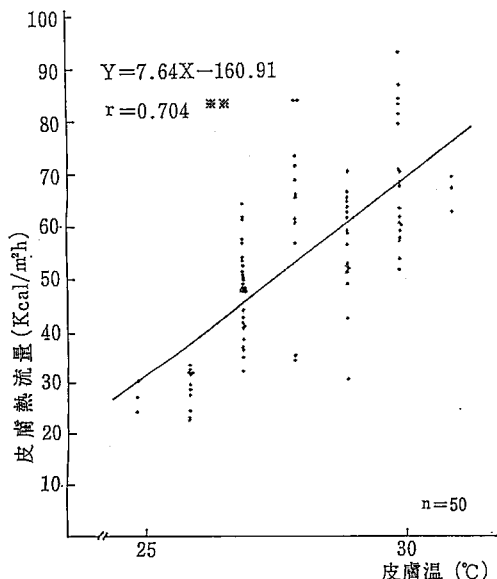


図 3-1 皮膚熱流量と皮膚温の相関

4 上・下肢部の皮膚熱流量と皮膚温の相関

皮膚熱流量と皮膚温との相関は、身体軀幹部では前報¹⁾²⁾と同様に相関は認められなかったため、上・下肢部について検討した。その結果、上半部については図 3-1 に、下半部については図 3-2 に示すような結果が得られた。すなわち、上半部では $Y = 7.64X - 160.91$, $r = 0.704$ の、また下半部では $Y = 12.14X - 286.24$, $r = 0.817$ の、いずれも危険率 1% で有意な正の相関が認められた。

下 肢 部

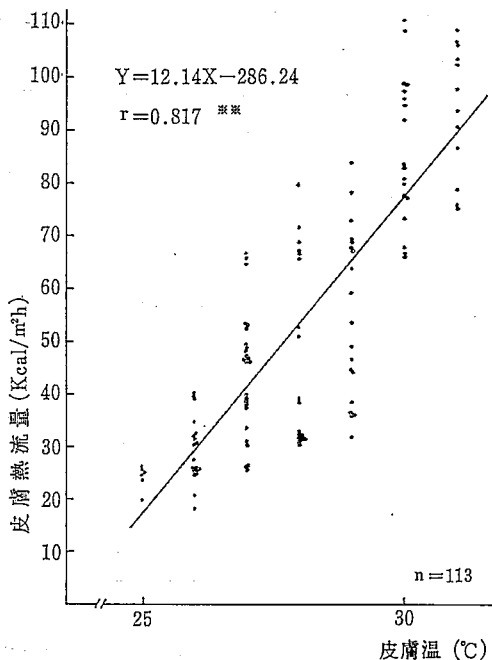


図 3-2 皮膚熱流量と皮膚温の相関

皮膚熱流量と皮膚温の関係に関する軀幹部と上・下肢部の相違については前報の結果と同一の傾向が示されたが、この点については今後さらに追究の必要があろう。

5 環境の温度条件に対する着衣時皮膚熱流量および皮膚温の変動

図 4-1 は、環境気温 15°C、25°C、28°C の各温度条件下 (いずれも相対湿度約 70%、気流約 10cm/sec) で、それぞれ全身的温冷感が快適な状態に着衣している場合の全身 5 部位 (足背、前腕、胸、上腹、腰) の環境気温に対する部位別皮膚熱流量変動の様相を示したものである。図 4-2 は皮膚温について示したものである。なお、着衣条件は各気温ともスカート着衣時をとりあげた。

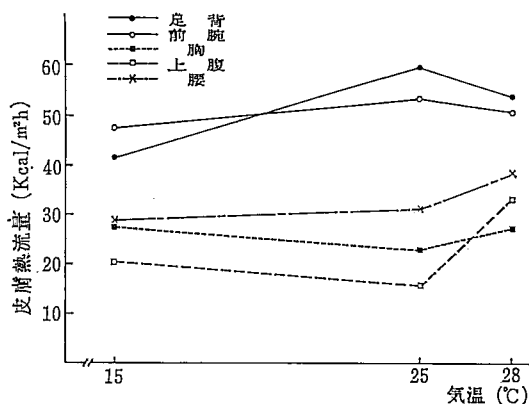


図4-1 環境の温度条件に対する着衣時皮膚熱流量の変動

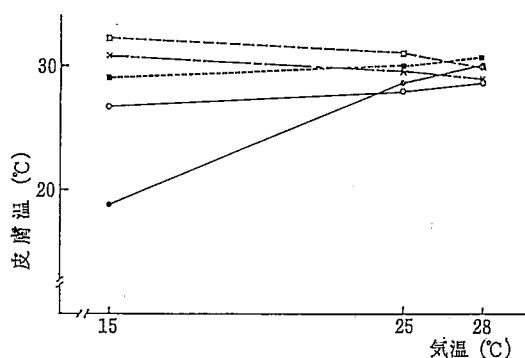


図4-2 環境の温度条件に対する着衣時皮膚温の変動

皮膚熱流量は、図4-1から明らかなように、各温度条件とも四肢末梢部位が軀幹部より著しく大きい。また、四肢末梢部位では前腕より足背の方が変動が大きく、軀幹部の胸は比較的小さい。

さらに、四肢末梢部位と軀幹部の皮膚熱流量の差について、環境気温25°Cと28°Cの場合を比較すると、前者の方が後者より差が大きい。これは着衣により生ずる被覆部位の放熱抑制と露出部位の放熱促進の現象が、ワンピース1枚のみを着用している28°Cの場合よりも、着衣量の多い25°Cの場合において、より顕著に発現したためと推測される。高温環境下における着衣量と四肢末梢露出部位の放熱効果との関係については、さらに追究の必要がある。

つぎに皮膚温は、図4-2にみられるように、四肢末梢部位は環境気温の低下により著しく下降するが軀幹部は各温度条件とも30°C前後にはほぼ一定している。したがって低温環境下では四肢末梢部位は軀幹部より低い、環境気温の上昇とともにその温度差は縮小して、気温28°Cで両者はほぼ近似した値となる。また、四肢末梢部位の皮膚温の変動は、足背が著しく大きく、前腕は比

較的小さい。これらの結果はいずれも他の報告例と同じ傾向である。

以上述べたように、皮膚熱流量と皮膚温では環境気温の変化に対する部位別の変動の様相が異なる。すなわち、四肢末梢部位は、低温環境下では皮膚温は軀幹部より著しく低い、皮膚熱流量は大きく、高温環境下でも、皮膚温は軀幹部とほぼ等しいのに、皮膚熱流量は軀幹部より大きい。着衣時の四肢末梢部位の皮膚熱流量が、環境気温の高低にかかわらずつねに軀幹部より大きいことは、血管調節域の環境下において、放熱器としてこの部位が果たす体温調節の役割がきわめて大きいことを示すものであろう。またこの結果は、着衣の基準設定の追究にあたって、皮膚温の測定とともに皮膚熱流量の測定が重要な意義を有することを示唆するものと考えられる。

IV 要約

下肢部の着装差による四肢末梢露出部位の皮膚熱流量と皮膚温の変動を把握するため、気温25°Cの環境条件を設定し、Shotherm HFM-MR型熱流計を用いて、全身12部位の皮膚熱流量と皮膚温を測定し、つぎの結果を得た。

1 皮膚熱流量は、スカート着衣、ステックス着衣いずれの場合も、上・下肢ともに末端に向って長軸方向に増大し、とくに下肢末梢の母指先が他の部位に比べて著しく高い値を示した。

2 スカートとスラックスの下肢部着装の相違による皮膚熱流量の変動については、スラックス着衣により、被覆される下腿はスカート着衣時より皮膚熱流量が減少するが、露出部位である四肢末梢の母指先、手背、前腕ではスカート着衣時より皮膚熱流量は増大する。

3 皮膚面における放熱の様相は、露出部位では被覆部位に比べて皮膚熱流量増減の動揺が大きく、この現象は四肢末端の露出部位においてとくに顕著である。

4 上・下肢部について、皮膚熱流量と皮膚温の間には、上肢部については $Y=7.64X-160.91$, $r=0.704$ の、また下肢部については $Y=12.14X-286.24$, $r=0.817$ の、いずれも高い正の相関が認められた。

5 皮膚熱流量と皮膚温とは、環境気温に対する身体部位別の変動の様相が異なることが明らかとなった。

以上の結果から、皮膚熱流量の測定によって皮膚温の測定のみではとらえ難い四肢末梢皮膚血管の体温調節反応の様相を把握し得たので、今後さらに皮膚熱流量を中心に寒冷地の着装の研究を深めていきたい。

終わりに、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対し厚く感謝の意を表します。

文 献

- | | |
|--|--|
| 1) 入来朋子・林千穂・永山竹美：長野県短大紀要 37 45
(1982) | 4) 猪飼道夫編：人体生理学，現代保健体育大系13，331
大修館書房 東京 (1974) |
| 2) 同 上 : 同 上 37 51
(1982) | 5) 文部省科研季節生理班：日新医学 39 121~133
(1952) |
| 3) 同 上 : 同 上 36 45
(1981) | 6) 同 上 : 同 上 43 427~435
(1956) |