

アウトドア用の安全で快適な肌着の研究

武庫川女子大学 吉田 恭子

(共同研究者) 同 山本 泉

Studies on the Comfortable and Safety Underwear for Outdoor Sports

by

Kyoko Yoshida, Izumi Yamamoto
Mukogawa Women's University

ABSTRACT

The clothing comfort is an important problem in the human health, besides, the clothing safety is drastic requirement when outdoor sports. It is considered that the careful choice of the fiber materials of underwear is necessary for these cases.

In this report, the wear-tests of the underwear materials were carried out in two cases. One was examined to the underpants with right leg and left leg constructed different fiber materials between both sides in the cold outdoor. The other was investigated to three kinds of undershirt under the ambient temperature of 5°C and -20°C in the climate chamber.

From the underpants test, every materials were generally comfort. However, it was inclined to discomfort by the moisture properties of composed fiber materials under the terrible climate condition or hard outdoor exercise. Furthermore, the frost and ice were formed in the reverse side of the hydrophobic outer jacket with the moisture transport from the body in the very cold climate chamber at a temperature of -20°C.

The results of this study suggested that it was important to study the best combination of underwear materials and layered system of clothing for keeping the safety and comfortability in the outdoor sports.

要 旨

快適な衣服は、健康な衣生活にとって大切であるが、アウトドアにおいては、それ以上に安全性が要求され、肌着素材はその大きな要因を担っている。そこで肌着素材の比較テストとしてズボン下に着目し、左右脚部が異なった繊維で構成されたズボン下を6種・計100着試作し、寒冷時にアウトドアでの着用テストを依頼実施した。一方、人工気候室の氷点下の環境で、水分特性の異なるアンダーシャツと外衣の重ね着の着用実験を行った。

その結果、寒冷時にふさわしい着衣で、運動強度が適当な場合は概してどのような材質の肌着も快適であるが、発汗を伴うようになると、肌着の水分特性が快適性評価に影響を及ぼすことがわかった。また、氷点下の寒冷環境において、発汗の多い場合に重ね着の最外層の内側に霜や水の付着がみられた。

これらのことからアウトドアにおいては、肌着素材の選択と重ね着の組み合わせ方が、サバイバル特性（緊急生存安全性）として重要であるとの知見を得た。素材特性を強調した商品は多いが、それだけでは十分でなく、今後は、素材特性と重ね着のトータルシステムの研究が強く期待され、これを引き続き行いたいと考えている。

緒 言

衣服の熱や水分移動特性は、健康で快適な衣生活にとって重要であるが、アウトドアの冬山や極地の場合、厳しい寒冷環境にさらされることもまれではなく、衣服は快適さ以上に生命を守る機能特性が要求される。アウトドアにおいては、防寒を得るために、通常、衣服は何枚も重ねて着用されているので、一般の家政学的あるいは被服衛生学的な研究とやや分野を異にし、あまり注目されることなく、研究がなされてきた。従来より重ね

着に着目した着用実験¹⁾やシミュレート実験^{2~7)}は多くみられ、著者ら⁸⁾も六甲山系において四季を通じて重ね着の着用実験を行い、肌着素材の水分特性により快適性に違いがあり、季節などの環境条件や運動強度により快適と評価される素材の異なることを報告している。一方、寒冷環境での着衣の検討^{9~10)}も行われているが、高所登山や冬山のような、たとえば華氏0℃付近の環境設定において、激しい発汗時に繊維素材の異なる衣服を着用比較した報告はほとんどみられない。

R. F. スコットの南極探検隊（1910~1913年）の一員であったA. チェリー・ガラードは、その著書「世界最悪の旅」¹¹⁾で、厳冬季の36日間、ほぼ連日-50℃以下の気温でのテント泊・人曳櫓旅行の経験から「やっかいなのは汗と息である。わたしはそれまではかほどまで多く、人体の老廃物が皮膚の穴をとおしてでてくるものだとは知らなかった。最もひどい日には、キャンプに入るまえ凍った足をなおすために四時間も歩かなければならなかった。その汗はみな、われわれの衣服の毛織りの孔からぬけ出してしだいに乾いてくれればよいが、中で凍ってたまるのである。それは体から出るや否やすぐ氷になってしまうのである。」と述べているように、寒冷環境下の衣服にとっては水分は大きな問題である。

安田ら⁹⁾はシミュレート実験により、透湿性のよい最外衣の内面に付着した霜や氷は、氷点以上のテントなどの中で融けて水になり、着衣の重ね層を逆行して人体の皮膚の方に移行し、著しく体温を奪う危険性のあることを示唆しているが、安田¹²⁾はまた、著名な登山家・植村氏のアラスカでの遭難についても類似現象の可能性を述べているように、衣服の選択は人命に関わるような安全性の面においても、大変重要である。

本研究ではアウトドアとして寒冷環境を取り上げ、肌着の水分特性が快適感やサバイバル特性（緊急生存安全性）に及ぼす影響を検討し、安全

でかつ快適なアウトドア用衣服について比較評価を行ったので報告する。

1. 実験方法

1.1 アウトドアでの着用テスト方法

異なる繊維素材の衣料の快適性をアウトドアで着用比較する場合、アウトドアでは気温、湿度、風や日射などの環境条件は一定でないので、比較テスト時の環境条件を揃えるのに無理がある。また、テスト衣料の着用の順序を変えると被験者の体調や、先のテストの先入観に左右され、あやふやな評価になる恐れもある。そこで、短期日に多種繊維の衣料を比較評価するために、人体のうち左右に分かれ、かつ血液の循環や神経に均等性があると思われる部位として左右の脚部を選んだ。

すなわち、左右の脚部の繊維素材の異なるズボン下（パッチ）を試作し、着用時の左右の着用感覚の違いを個人別に申告してもらう実験方法とした。

1.1.1 供試衣料

表1のような左右の脚部素材の異なったズボン下6種類について、(株)トーマンに原糸から製品までの試作を依頼し提供をうけた。組成繊維の種類は水分特性の異なる(1)綿(2)毛(3)ポリプロピレン/ナイロン混紡の主要3素材の組み合わせに、保温性素材として最近話題に上がっている(4)アクリル/綿・セラミック練り混み(5)ポリエステル/綿・天然石練り混みの2素材を加え、計5素材とした。表2に各種繊維素材の編地構成と物性(計測はJISメリヤス試験法による)を示すが、いずれも編糸の太さ、密度がほぼ同等にな

表1 脚部素材の異なるズボン下の種類と組成繊維

種類	ズボン下の組成繊維	
	左 脚 部	右 脚 部
A	ポリプロピレン 70%・ナイロン 30% (略号: PP/N)	綿 100% (略号: C)
B	毛 100% (略号: W)	綿 100% (略号: C)
C	毛 100% (略号: W)	ポリプロピレン 70%・ナイロン 30% (略号: PP/N)
D	アクリル 70%・綿 30%セラミック練混み (略号: A/Cc)	綿 100% (略号: C)
E	ポリエステル 50%・綿 50%天然石練混み (略号: T/Cs)	綿 100% (略号: C)
F	ポリエステル 50%・綿 50%天然石練混み (略号: T/Cs)	ポリプロピレン 70%・ナイロン 30% (略号: PP/N)

表2 ズボン下の諸元

素材 (略号)	組 織	編 糸 の 太さ (Tex)	密度(数/cm)		厚 さ (mm)	重 さ (g/m ²)	水分率 (%)	保温率 (%)	通気量 (cm ³ /cm ² /s)
			ウェール	コ ー ス					
C	両面編	393.2	27.6	20.9	0.82	192.1	8.8	27.1	89.4
W	両面編	413.6	29.0	20.6	0.92	231.6	16.0	24.6	99.8
PP/N	両面編	431.4	28.3	22.5	0.86	207.2	1.7	28.5	205.7
A/Cc	両面編	461.8	28.9	20.2	0.80	197.1	3.7	20.4	159.1
T/Cs	両面編	420.8	28.0	21.0	0.80	199.7	4.5	23.1	120.9

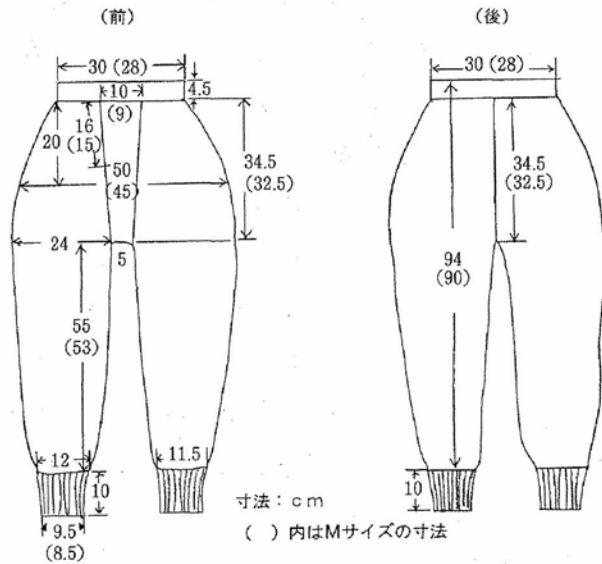


図1 ズボンの概略図

るように編成されたものである。

ズボン下のデザインは図1のようであり、1970年の日本山岳会エベレスト登山隊の装備に試作実用したものをモデルとし、MサイズとLサイズを試作し、被験者の自己申告サイズによりズボン下をA～Fの6種ずつ配布した。

1.1.2 着用実験方法

被験者は京都大学学士山岳会会員およびその知人の健康な登山家の成人男子で、20～30歳代の盛年者9名および、この年代はズボン下を着用しない習慣の者が多いので、先輩の経験の深い60歳代の教授・医学者（日本登山医学研究会会員）の4名にもご協力を願った。

着用テストは、上記6種のズボン下をジョギング、登山、スキー、通勤時などに順次、素肌の上に試着し、着用状況および着用感覚の評価を回答票に記入してもらった。回答項目は、テスト日時、天候（晴雨等、風、気温、湿度など判る範囲）、テスト場所（地名、地形、標高等）、テスト時の全着用衣服、ズボン下の着用感評価である。着用感評価は温冷感、蒸れ感、湿り感、触感、快適感について評価のスケールを回答の目安として示したが、自由筆記による所見の回答も可とした。また、その他の意見等の自由回答欄も設けた。なお、

被験者にはズボン下の左右の組成繊維の名称は伏せてテストを行った。

着用期間は1995年12月以降の寒冷時としたが、今回の報告は1996年3月までのもので、研究は継続中である。

1.2 人工気候室での着用実験方法

肌着の実用テストを今後いっそう発展させる準備のために、次のような予備的実験を併せて行った。すなわち、厳寒の冬山登山のように、発汗状態で氷点下の環境におかれた場合に、衣服、特に肌着の水分特性は快適性以上に安全性にとって深刻な問題となるので、氷点下の人工気候室において重ね着を着用し、肌着の素材に着目して比較テストを行った。比較対象部位は衣服内微気候を測定するため、環境によって皮膚温の変化を比較的受けにくい躯幹部を取り上げた。

1.2.1 着用衣服

実験衣服は市販のものを購入した。上半身の着衣は①肌着（下衣）、②中衣、③セータ（上衣）、④ウィンドブレーカの4枚の重ね着とした。肌着（アンダーシャツ）の材質は、水分特性の異なる綿、毛、ポリプロピレン（いずれも100%）の3種を用いた。中衣は保温性がよいと称されるダマール®起毛下着（ポリ塩化ビニル85%、アクリル15%）、セータはアクリル90%、ナイロン5%、毛5%組成のもの、ウィンドブレーカはゴアテックス®ファブリックを用いた。下半身はショーツ（綿100%）の上に、上半身と同素材の肌着（ズボン下）、中衣、トレーニングパンツ（ポリエステル100%）、オーバズボン（ウィンドブレーカと同素材）を着用した。

着衣は上半身・下半身とも実験ごとに肌着の種類を取り換えた（他の衣服は毎回同じものを着用）重ね着であり、(A)綿肌着衣服系 (B)毛肌着衣服系 (C)ポリプロピレン（以下PPと記す）肌着衣服系の3種の衣服系である。表3に着用肌着の諸元を示す。

表3 肌着（アンダーシャツ）の諸元

組成 繊維	組 織	密度 (数/cm)		厚 さ (mm)	重 さ (g/着)	保温率 (%)	通 気 量 (cm ³ /cm ² /s)
		ウェール	コ ー ス				
綿	両面編	23.1	19.8	0.93	149.5	26.4	161.3
毛	両面編	18.1	12.6	1.48	137.0	28.9	245.7
PP	両面編	18.2	15.0	1.04	145.7	28.1	307.5

なお、足にはソックスと防寒衣を着用し、手袋、フェースカバーを適宜使用した。

1.2.2 着用実験

被験者は着用テスト経験者で、かつ平均的な体型をもつ健康な成人女子3名（年齢は各22歳、29歳、40歳）とした。

実験には環境条件の異なる隣接した人工気候室を2室使用し、環境温度を1室は5℃に、他室は-20℃に設定した。実験スケジュールは、まず5℃の人工気候室に入室し、安静（椅坐）10分—運動（エルゴメータ・強度75W）15分—安静10分—運動10分—安静5分の後、ドアを開け-20℃の隣室に速やかに移動し、氷点下の環境で安静椅坐60分とした。

衣服内の温・湿度の測定部位は寒冷環境に暴露されやすい背部1カ所を選び、重ね着の層間の同じ位置、すなわち、(1)皮膚表面(2)肌着と中衣の間(3)外衣とウィンドブレーカのための3層に温湿度センサーを取り付け、コンピュータにより1分ごとのデータを収録した。また、着用感

に関する評価は表4に示すカテゴリースケールにより温冷感、快適感、汗の感覚について1分間ごとに主観申告を受けた。

2. 実験結果および考察

2.1 アウトドアでの着用テスト結果と考察

前記1.1.2の被験者の大半がこの報告書作成時(1996年11月現在)、日中合同梅里雪山遠征隊員として海外に在るので、詳しい報告は今後集成されることになるが、現在までに得られた結果を取りあえず報告する。今回の着用状況は被験者により、自宅から勤務場所までなどの徒歩、室内、平地でのジョギング、自転車走行、標高200m程度の山歩き、700~1,100mのスキー場、1,300~1,800mのスキー場、岩登りトレーニングなど様々である。テスト数は少ないが、中には北アルプスの標高3,000m級のかなり厳しい環境で試着テストをして下さったものもある。なお、ズボン下以外の着用衣服は、被験者の経験により、状況に応じた重ね着の着用であった。

次に、被験者の着用感評価についてみると、どの繊維素材も概して快適で、左右の脚部の着用感にきわだった差はみられなかった。脚部は躯幹部に比べて発汗が少なく、そのことが明瞭な着用感の差として現れにくくなったように思われる。しかし、回答を列記すると、肌触りや発汗を伴った場合の着用感評価に多少の差がみられたので、差異のある点を中心にまとめると表5のようになる。

全回答の揃うのを待たねばならないが、得られた資料の範囲では、複数回答として、(1)綿素材の肌触りのよさがあげられる。また、(2)発汗し

表4 着用感評価のカテゴリースケール

温 冷 感	快 適 感
1. 非常に寒い	1. 快適
2. 寒い	2. やや快適
3. 涼しい	3. 不快
4. やや涼しい	4. 非常に不快
5. 中立	汗 の 出 方
6. やや温かい	
7. 温かい	1. 汗なし
8. 暑い	2. 汗ばむ
9. 非常に暑い	3. 汗が出る
	4. 汗が流れる

表5 ズボン下の着用感評価

ズボン下組成繊維	着用感のまとめ
綿 100%	温かい。肌に馴染みがよく、パッチの着用を感じない。肌触りがとてもよい。発汗の少ないときは蒸れ感・湿り感はなく、発汗が多くなると汗を感じるが、蒸れるほどではない。フィット性はよいが、締めつけ感はない。汗をかくとややまつわり感がある。総合的に快適
毛 100%	温かい。汗をかいても綿よりも温かい。肌触りはよいが、多少ザラザラ感がある。発汗の少ないときは蒸れ感・湿り感はないが、発汗が多くなると、綿よりややジトーとした感じを抱くが、PPほどの蒸れは感じない。締めつけ感なく、他のものより脚が動かしやすい。汗をかくと、ややまつわり感がある。総合的に快適
ポリプロピレン 70% / ナイロン 30%	温かい。着用の瞬間は少し冷たいが、歩くとすぐに綿より温かくなる。やや厚手感あり。肌触りはよいが、全体的に締まった感じで、常にパッチをはいているという感じがある。発汗の少ないときは蒸れ感・湿り感はないが、発汗が多くなると、多少蒸れを感じ、ややべとつく感じがするが、汗をかいても綿より温かい。汗をかくとまつわり感が他のものよりも強い。総合的に、汗によるまつわり感の強い分やや不快
アクリル 70% / 綿 30%・(セラミック練 混み)	温かい。肌触りよい。発汗の少ないときは蒸れ感・湿り感はないが、発汗が多くなるとやや蒸れ気味で、肌へのまつわり感がややある。総合的に快適
ポリエステル 50% / 綿 50%・(天然石練混 み)	温かい。肌触りよく、ややふっくらした触感。発汗の少ないときは、蒸れ感・湿り感はないが、発汗が多くなるとやや蒸れ気味。汗をかくとまつわり感がある。総合的に、汗によるまつわり感のある分、快適さにやや劣る(やや快適)

た場合に、素材の水分特性により快適性に多少の差が現れた。すなわち、(3) 疎水性繊維の場合、やや蒸れ感を感じ脚部へのまつわり感も増す傾向がみられ、綿より快適性に劣る点が指摘されたが、一方で(4) 汗をかいた場合に綿素材より温かい感じがするという評価、も若干数であるが得られた。また、(5) 同じ被験者からは毛素材に対して同様に、発汗しても綿より温かいという評価が得られた。なお、(6) 保温性がよいとされるセラミックや天然石の練り混み素材については、今回のテストの範囲では、(いずれの場合も寒いと感じる状況には至っていないためと思われるが) その効果についての差異が認められなかった。

今回のテストにおいて、(7) 最も厳しい状況の北アルプス3,000m級の稜線での着用においても、外気の湿度が低く乾燥していたため、ズボン下が湿るほどの発汗もなく、試着したいずれの素材も快適で着用感に大差はなく、本当の比較のためには冬山に数日間入らないと駄目であるとの意見も

あった。もともとヒマラヤ登山用にデザインされたズボン下の材質を変えてみたところで、いずれも優れた性能のものばかりで大差は得られないのが当然かもしれない。しかし、このような実用に即した研究を重ねてゆけば、少しの性能差が現れて商品改良の参考になることが今後、僅かずつでも出てくるものと期待される。

なお、テスト部位として脚部を選んだのは、冬期に旅行や所用で電車等の座席に長時間坐っていると、膝がしんしんと冷えてくることを経験していることで、そのことが脚部(とくに膝)への着目となり、異素材の同時着用比較の実施に至ったものであったが、脚部は躯幹部ほど感覚が敏感でなく、また微妙な感覚差を同時に評価する部位として最適ではないように思われた。この点について、今後、生理学者等の意見を聞き、改善しなければならない大きい問題点として残された。

2.2 人工気候室での着用テスト結果と考察

重ね着の衣服内温度は寒冷環境の影響うけ、肌

表 6 肌着の素材と皮膚温変化

肌着 素材	皮 膚 温 (°C)			
	環境 5°C 運 動 前	運動・安静後 (-20°C入室直後)	-20°C入室後 10分経過	測定終了時 (-20°C入室60分)
綿	33.0	32.8	30.6	27.4
毛	33.1	33.5	32.4	28.9
PP	33.0	32.9	31.3	28.0

側の層より外部の層に向かって温度が低下する。特に氷点下の極低温において、最外衣の内面層は著しい温度低下がみられたが、ここでは快適性に関係の深い皮膚表面の温度変化を肌着素材別に表 6 (被験者の平均値) に示す。

皮膚表面の温度は肌着素材により大差はないが、5°Cの環境で運動・安静を繰り返し、-20°Cの環境に入室すると、皮膚温は時間経過とともに徐々に低下した。毛肌着の場合は、-20°Cの環境に入室後10分(測定開始より60分後)を経ても皮膚温低下が最も少なく、実験終了時までこの傾向がみられた。一方、綿肌着は他素材よりも温度低下の大きい傾向がみられた。

次に、水分移動について、そのドライビングフォースとなる水蒸気分圧差の変化をみるために、発汗の最も多い被験者を例にとり図 2 に示す。いずれの肌着素材の場合も運動により皮膚表面の水蒸気圧は著しく上昇し、外部へ水蒸気移動の行われる過程が観察されるが、疎水性の PP 肌着の場合は綿肌着のように吸湿性がなく、外部への透湿性に優れるので、肌着の次の層への水分移動が速やかに行われる。-20°Cの環境に入室し、しばらくすると発汗が止まるので、透湿の速い PP 肌着の皮膚面の水蒸気圧は極寒環境入室後10分(測定開始後70分)位から急激に低下した。また、親水性の綿と毛の肌着を比較した場合、放湿の遅い毛を肌着に着用した場合の方が皮膚表面の水蒸気圧低下は緩慢となった。

着用感の評価は図 3 (被験者の平均値) のようで、(1) PP および毛の肌着の場合、5°Cの環境

で運動をすると綿肌着の衣服系よりも若干暑く感じ、発汗もやや多いため、綿より不快な評価となった。また、(2) -20°Cの環境になると綿および PP 肌着は時間経過とともに寒冷感が著しくなり、時間が経過すると非常に不快と評価された。特に綿肌着は PP 肌着よりも少し早い時間に非常に不快との評価となり、極寒環境入室後25分(実験開始後75分)程で寒さで時々震えるとの申告がみられた。(3) 毛肌着の衣服系においては、-20°Cでは確かに寒いそれは我慢のできる程度であり、快適感もやや不快との申告で、他の肌着の衣服系ほど深刻な寒冷感や不快感は認められなかった。(4) 毛の肌着の場合は他に比べて大きい吸湿熱の発生があり、寒冷感を緩衝する効果があるとされていること、また親水性であっても繊維表面が撥水性であることにより、皮膚表面の濡れ繊維の接触による温度低下を幾分阻止できたことが着用感評価に反映されているものと考えられる。

また、皮膚表面から外部へ移動した水分は-20°Cの環境温度によって冷やされるので、最外衣のウィンドブレーカの裏面およびその下のセータの表面に、霜や氷となって付着しているのが観察された。そこで衣服へ移動した水分量を求めるため、実験前後の着用衣服の重量増加を測定したところ、図 4 のような結果(被験者の平均値)が得られた。肌着については、親水性の綿や毛を着用した場合は汗の吸収や吸湿により重量増加が多くみられた。中衣は疎水性であるため、吸湿は繊維間隙のみであり、重量増加は非常に少ない。その外部のセータも疎水性繊維であるが、空隙が大きいため組織

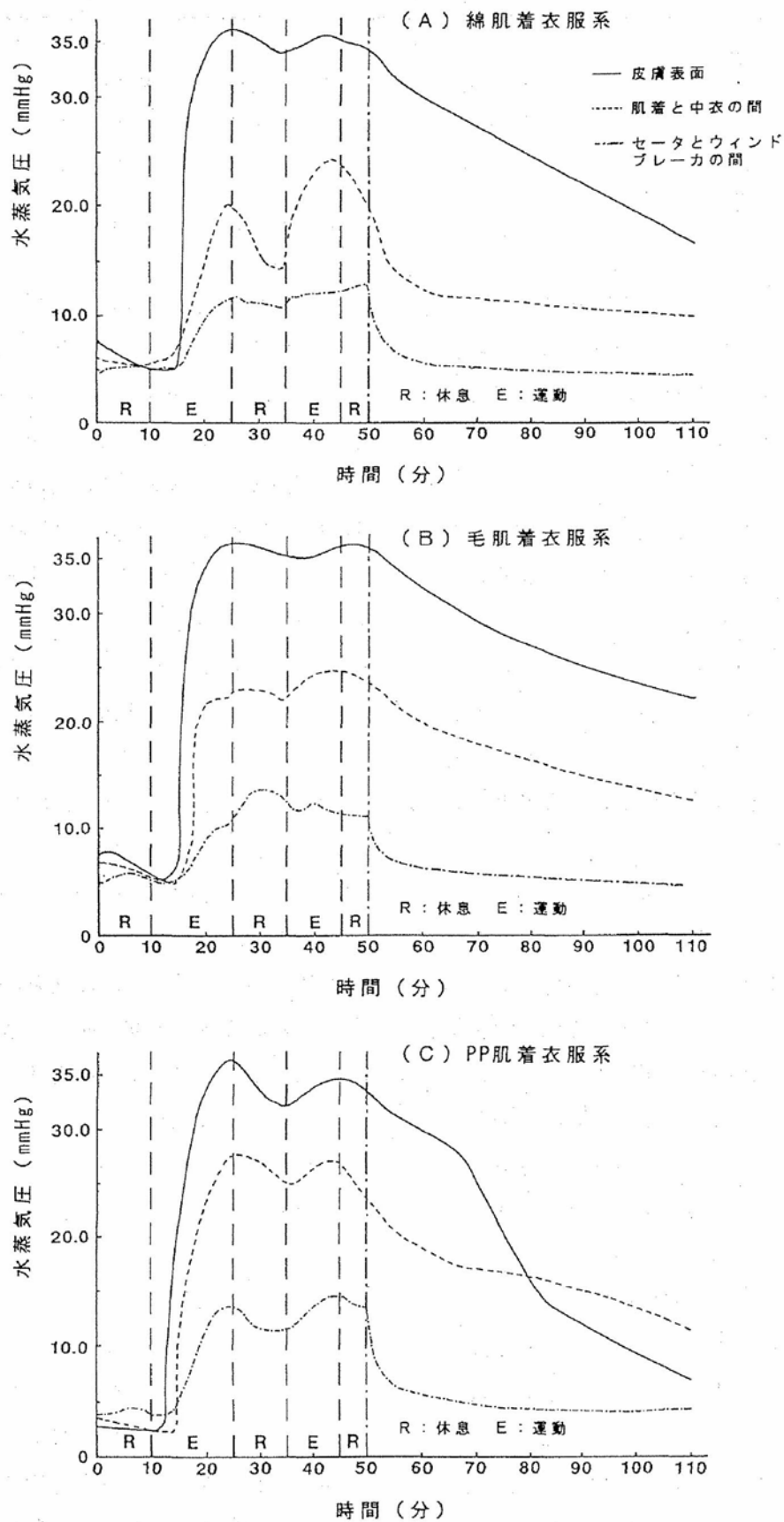


図2 重ね着衣服の水蒸気圧変化

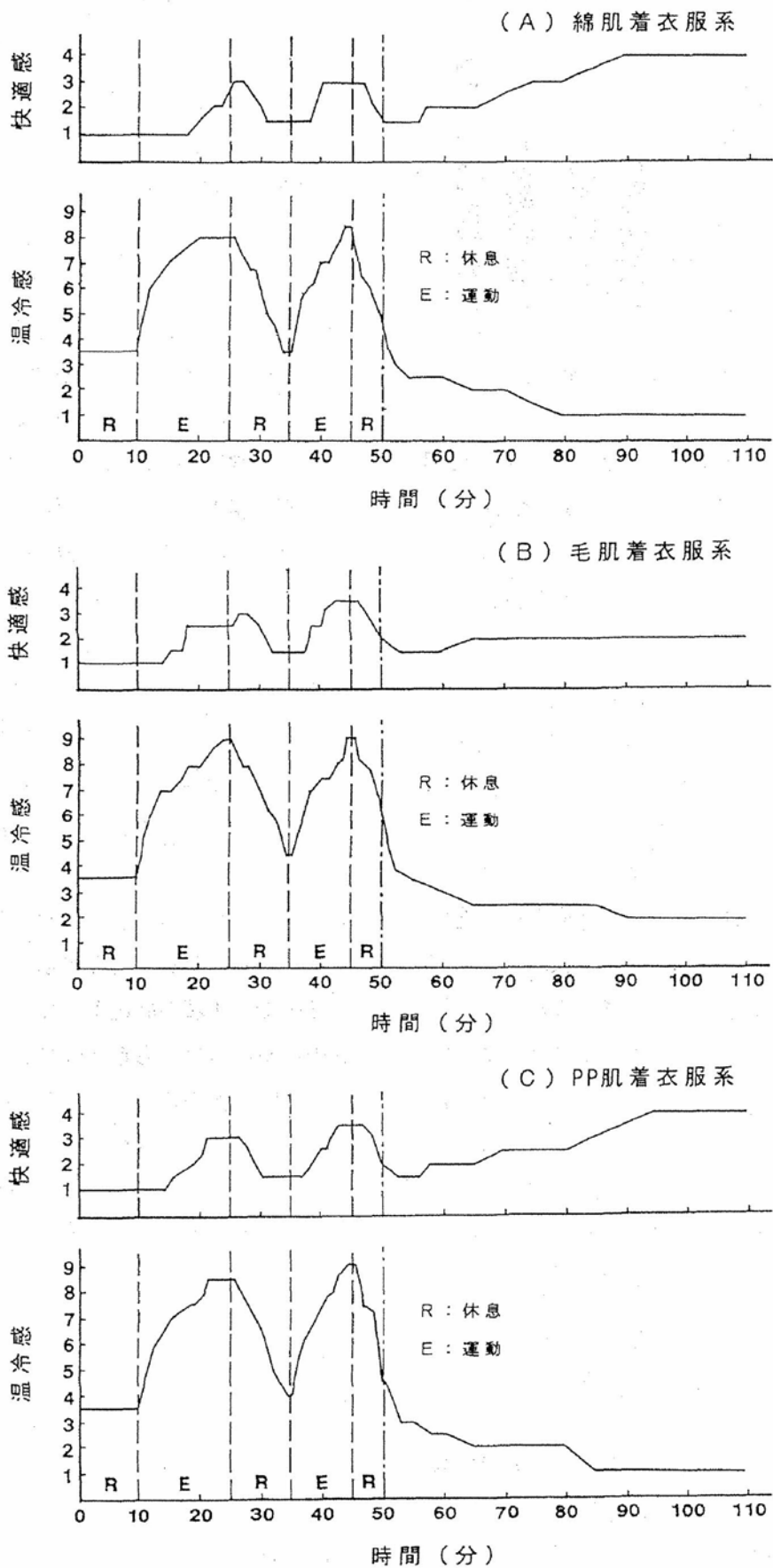


図3 重ね着衣服の着用感評価

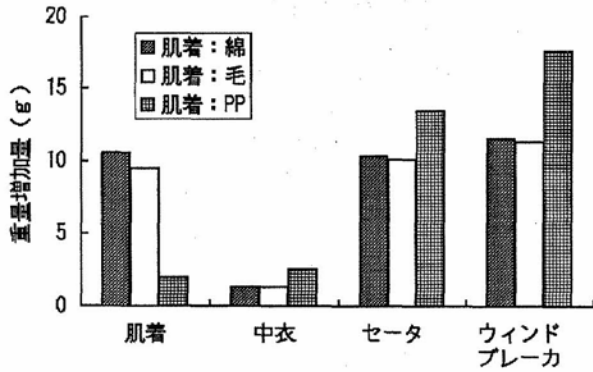


図4 肌着材質による重ね着各層の衣服の重量増加量

間に幾分水分が取り込まれること、また表面に霜や氷が付着するので重量増加がみられたが、PP肌着着用の場合にセータの重量増加はより多くなった。最外衣のウィンドブレーカの重量増加、これは主として霜や氷の付着によるものであるが、疎水性のPP肌着を着用した方が水分移動が速やかに行われるためか、霜や氷の付着量が多く、重量増加にも明らかに差が認められた。

今回の実験における運動レベルはさほど強度ではないが、運動がさらに強度になったり、登山においてリュックを背負って活動した場合には発汗量が増加し、それが長時間になれば衣服が水分を吸い蓄積量も増すので、さらに多量の霜や氷の発生につながることを考えられる。このようにして最外衣服の内面に発生した霜や結露して氷化した物は、繊維間隙を塞ぐことになり、外界への透湿性を妨げるとともに、いっそう結露傾向を強めることになるので、氷点下の寒冷環境で発汗を伴うレベルの活動時には、着衣の選択を慎重に行う必要がある。

3. まとめ

上記の2件の実験、すなわちアウトドアでのズボン下の着用実験、および人工気候室におけるアンダーシャツの着用実験を総括して考えると、環境条件や運動強度が適当な場合は、概してどの素材の肌着も快適であるといえる。しかし、条件が

厳しくなると、快適性には肌着の水分特性の関係することがわかった。

綿素材の肌着は、肌触りがよく快適であるが、多量に発汗し、氷点下の極寒環境になった場合には皮膚温の低下をおこしやすいこと、疎水性のPP素材肌着は透湿に優れるが、発汗量の多い場合は、氷点下の環境で透湿された水分により、最外衣の内側に多量の霜や氷の発生につながることで、毛素材の肌着の場合、被験者によっては触感において多少のざらつき感を抱くことがあり、運動により暑くなりやすいが、多量に発汗し氷点下になっても皮膚温低下の最も少ないことが、見だされた。

また、今回の実験で、疎水性肌着の場合だけでなく親水性の肌着着用時にも幾分の霜や氷の発生が最外衣の内側にみられたが、衣服に付着した霜や氷はその後、氷点以上の条件、たとえばテントの中などで休息したときに融けて衣服を濡らしたり、衣服の重ね層を内部に向かって逆行し体表面をも濡らすことが考えられる。濡れた衣服は保温性が低下するとともに、皮膚表面や衣服の水分蒸発、また霜や氷の融解時には多量の熱が奪われ体温が低下し、それが生命の危機につながる恐れがあるので、肌着の問題だけでなく、肌着と外衣の間の衣服についても親水性の素材を用いる、羽毛などの防寒衣を組み合わせるなど、衣服の選択やそれらの重ね着の組み合わせ方が、アウトドアにおいては快適性以上にサバイバル特性（緊急生存安全性）として要求されることがわかったので、今後さらに検討を行いたい。

謝 辞

ズボン下の編立・縫製のご高配を下さり、試作品のご提供をいただいた(株)トーマンの桐山博光氏、(文部省所管社団法人)京都大学学士山岳会をはじめ、ご協力下さり、いろいろと有益なご助言を賜りました各位に、心より御礼を申し上げます。

また、ご指導をいただいた安田 武 氏（武庫川女子大学名誉教授，ミズリー州立大学プラズマ工学研究センター客員研究員）に厚く感謝いたします。

文 献

- 1) 諸岡晴美, 丹羽雅子; 家政誌, 30, 320 (1979)
- 2) 土田和義, 原田隆司; 織機誌, 35, 302 (1982)
- 3) 内藤道子, 中島利誠; 織消誌, 20, 222 (1972)
- 4) 鈴木 淳; 織学誌, 46, 216 (1990)
- 5) Wang, J. H., Yasuda, H.; *Text. Res. J.*, 61, 10 (1991)
- 6) Yasuda, T., Miyama, M., Yasuda, H.; *Text. Res. J.*, 62, 227 (1992)
- 7) Farnworth, B., Dolhan, P. A.; *Text. Res. J.*, 55, 672 (1985)
- 8) 吉田恭子, 江川 文, 安田 武; 織消誌, 36, 60 (1995)
- 9) 安田 武, 井尻登喜子; 織消誌, 27, 31 (1986)
- 10) 諸岡晴美, 諸岡英雄; 家政誌, 42, 635 (1991)
- 11) 諸岡晴美, 諸岡英雄; 家政誌, 42, 849 (1991)
- 12) A. チェリー・ガラード; 「世界最悪の旅」加納一郎訳, P.445 朝日文庫 (1993)
- 13) 安田 武, 本多勝一, 武田文男編; 「植村直巳の冒険を考える」 p. 155, 朝日新聞社 (1984)