

被服材料の保温性の研究

その10 ゆるみ分の異なる布の保温性について

若山初子 寺岡 宏

被服材料の保温率は実験条件の相違により差を生ずる。それゆえ実験目的に最も適切な方法の設定がのぞまれる。

前報^{1~4)}においては繊維の保温性に関する性質を解明するための実験をおこなった。そのため被服の人体着用時に関係する諸要因をできるだけ捨象し、単純化された系を用いた。そしてこの放熱系の温度変化曲線、繊維の熱貫流系数、および保温性におよぼす吸湿の影響等を明らかにした。

次に前報^{5~7)}においては前実験によって明らかにされた繊維の保温性に関する性質を基礎にし、布の保温性を測定するための実験をおこなった。実験方法としては自然放熱系を設定し、布の示す放熱の阻害効果をもって保温性と規定した。この系を用いて10種類の布の乾燥および吸湿状態での保温性、また布を重ね合せた場合の保温効果を明らかにした。

以上の実験結果にもとづき前報⁸⁾においては発熱体である人体の条件に近づけることを目的として新たな実験系を設定した。すなわち実験系を発熱体とし、前報と同様10種類の布地を用い、この系が35°C~38°Cまで加熱される時間中に外部に放出される熱量と、被服によるその阻害効果を測定した。またこの系の温度変化を異なる層において測定し熱の移動様式について考察した。

次に前報⁹⁾においては前報⁸⁾で用いた10種類のサンプルを、夏用または冬用の組合せとして2枚あるいは3枚組合せて用いた場合の放熱阻害効果、および各層の間の温度変化を測定した。これらの値をもとに各布の組合せで見られた特徴を類型化し保温性に関する理論的な考察をおこなった。

被服を着用する場合人体と被服の間にできる空気層の大小は、被服の保温性に影響をおよぼす一つの要因となることが考えられる。この空気層と保温性の関係⁸⁾を明らかにするため、本論文においては前報と同様の実験方法を用い、同一サンプルについて発熱体と布地との間のゆるみ(空気層)の異なった場合を設定して実験をおこなった。

材料と方法

材料: 本論文に用いた布地を表1に示す。

実験に用いたガラス容器の大きさに合うように縫製し、これを25°Cの恒温器で乾燥させた後使用した。

方法: 保温性測定器および実験系は前報⁸⁾と同様のものを用いた。サンプルのゆるみ分は、A: ガラス容器に布を軽く密着させたもの、B: 布の厚さ1枚分の空間をあけてガラス容器を覆ったもの、C: 布の厚さ2枚分の空間をあけてガラス容器を覆ったものの3種類とした。以上の

表1 実験に用いた布地

サンプル	1	2	3	4	5
繊維名	もめん	もめん	もめん	銅アンモニヤレーヨン	絹
生地名	メリヤス	メリヤス	ブロード	ベンベルグ	レース
組織	よこメリヤス(ゴム編)	よこメリヤス(平編)	平織	平織	リバーレース
厚さ(mm)	0.43~0.49	0.43~0.49	0.20~0.21	0.16~0.17	0.32~0.40

サンプル	6	7	8	9	10
繊維名	羊毛	ポリエステル	アクリル	羊毛	羊毛
生地名	トロピカル	ジョーゼット	ジャージ	アムンゼン	ジャージ
組織	平織	平織	たてメリヤス	斜文織	たてメリヤス
厚さ (mm)	0.30~0.31	0.22~0.24	1.14~1.21	0.62~0.72	1.27~1.38

ような大きさの布を前報と同様の方法で袋に作り容器を完全に覆うようにした。実験系は水中、サンプルの内側、外側の計3ヶ所に電子温度計感温部を固定して保温性測定器中にセットし、前回同様の方法で水温を上昇させた。水温が 32°C にたった時恒温水槽から 15°C の水を通水筒に送り循環させた。水中電子温度計の感温部が 35°C から 38°C まで 1°C ずつ上昇するに要する時間を測定し、また他の二つの感温部の示す温度を測定した。所要時間から発生熱量の計算は前報と同様の方法を用いた。

結果と考察

温度上昇所要時間および発生熱量について

本実験系におけるガラス容器と水温を 3°C 上昇させるのに必要な熱量は 981.4 cal である。それゆえサンプル着用系で 3°C 上昇のため発生した熱量から 981.4 cal を差引いた熱量は、水温が 3°C 上昇中にサンプルを通過し外部に放出された熱量である。以上の方法によって求めた単位時間、単位表面積あたりの放出熱量を表2に示す。表2の放熱量は布の保温性と反比例する係数である。それゆえ保温性を示す係数として次の (1) 式によって計算される値を求めた。

$$\text{保温係数} = \frac{y-x}{y} \times 100 \quad (1)$$

x: サンプルをつけた場合の単位時間あたりの放出熱量

y: コントロールの場合の単位時間あたりの放出熱量

以上の結果を表2に示す。

以上の結果、10種類のサンプルのうちメリヤス (ゴム編)、ベンベルグを除いた8種類のサンプルは、A, B, C 3種のサンプルのなかでガ

表2 各サンプルの単位時間単位表面積あたりの放出熱量と保温係数

サンプル名	水温 3°C 上昇のための所要時間 (sec)	放出熱量 $\times 10^{-4}$ cal /cm ² /sec	保温係数 (%)
メリヤス (ゴム編)	A	472	11
	B	464	17
	C	468	14
メリヤス (平編)	A	457	21
	B	456	21
	C	446	29
ブロード	A	487	3
	B	486	3
	C	449	27
ベンベルグ	A	474	10
	B	475	10
	C	457	21
レース	A	468	14
	B	461	19
	C	454	23
トロピカル	A	470	13
	B	463	17
	C	455	23
ジョーゼット	A	493	0
	B	469	13
	C	468	14
アクリルジャージ	A	435	37
	B	422	47
	C	418	50
アムンゼン	A	458	20
	B	441	33
	C	440	33
ウールジャージ	A	435	37
	B	424	44
	C	412	54
コントロール		491	22

A: ガラス容器に布を軽く密着させたもの

B: 布の厚さ1枚分の空間をあけてガラス容器を覆ったもの

C: 布の厚さ2枚分の空間をあけてガラス容器を覆ったもの

ラス容器に密着させたサンプル (A) が最も放熱量が大きく、ゆるみの多いサンプル (C) の放出熱量が最も少ない結果を生じた。空気中にある高温物体が一枚の布を通してその表面から放熱する熱量は次の式によるものと考えられる。

$$Q = \frac{(t_1 - t_2) S}{(\alpha + \beta)} \quad (2)$$

Q: 布を通しての放熱量

t₁: 実験系表面の平均温度

t₂: 布の周囲の平均気温

α: 布の熱抵抗

β: 空気の熱抵抗

S: 布の表面積

(2) 式を用いて表 2 の結果を考察すると、A, B, C のサンプルによる放熱量の相違はサンプルと実験系との空間の含気量の差によるものと考えられる。すなわち空気層の厚さが増大するために熱伝導による放熱が減少し (2) 式にお

る β の項の増大をもたらし、布の表面積の増大にもかかわらず、放熱が減少したと推察される。布の厚さ 2 枚分のゆるみをもたせた場合、β の増加に伴う放熱量の減少はメリヤス、ウールジャージを除いて他の布においては約 10~20% の範囲であることが明らかにされた。以上の値は人体と被服間に生ずる空気層が被服保温性に重要な影響をおよぼすことを示すものである。

次にコントロール、および代表的な値としてメリヤス (ゴム編)、ウールジャージをサンプルとして用いた場合の温度変化曲線を図 1 に示す。

図 1 の結果から 2 種類のサンプルの示す温度変化曲線は、メリヤス (ゴム編) の場合は A, B, C のサンプルとも系内温度が 35°C から 36°C まで 1°C 上昇するのに要する時間は殆ど変わらない。これに比べウールジャージの場合は A, B, C 3 つのサンプルの所要時間に明らかな差が生じている。

サンプルの内側外側の温度について

水中の電子温度計感温部 1°C 上昇毎に、同時にサンプルの内側外側にセットした感温部部分の温度を測定した。その結果の代表的な値を図 2 に示す。

図 2 の結果から各サンプルとも A, B, C の布を比較すると、メリヤス (ゴム編) を除いてゆるみ分の一番少ない A サンプルが内側外側の温度が最も高く、C サンプルの内側外側の温度が低い結果を生じた。これは他のサンプルでも同様である。

本実験の熱の移動は基本的には前報 (5) 式と同様と推定される。

つぎに図 3 に A, B, C サンプルの放出熱量とサンプル内温度との関係を模式的に示す。

メリヤス (ゴム編)、ベンベルグを除いたサンプルは模式図に示されるような関係が見られる。すなわちサンプル内側の温度と放出熱量との間には、基本的には一定の幅を持ちながら比例関係が存在することが見出され

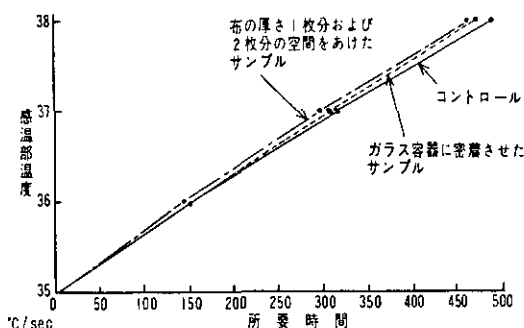


図 1 の 1 コントロールとメリヤス (ゴム編) の温度変化曲線

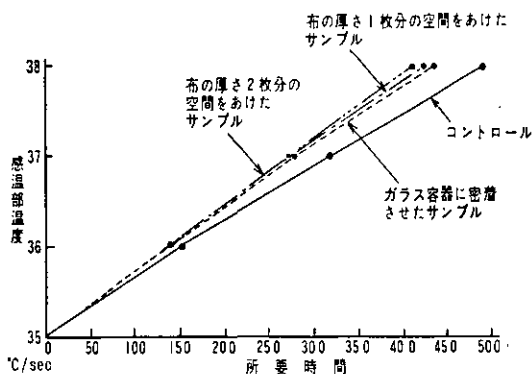


図 1 の 2 コントロールとウールジャージの温度変化曲線

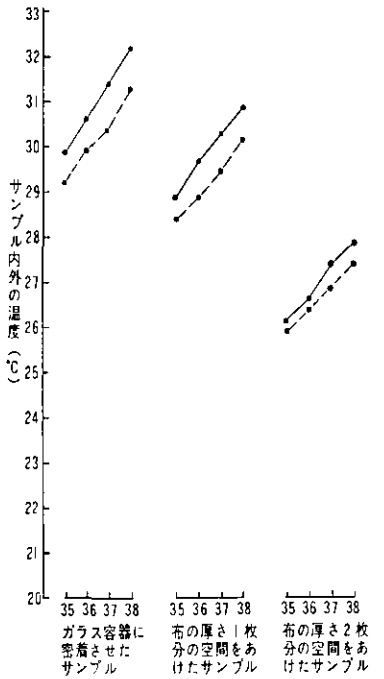


図2の1 トロピカルの場合の水中電子温度計感温部 35, 36, 37, 38°C の時のサンプルの内側と外側の温度
 — サンプルの内側
 サンプルの外側

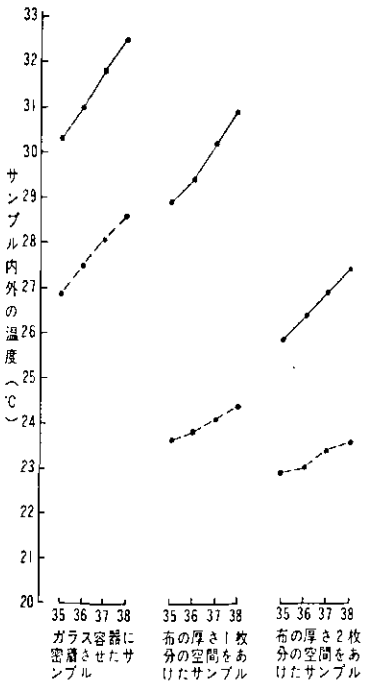


図2の2 ウールジャージの場合の水中電子温度計感温部 35, 36, 37, 38°C の時のサンプルの内側と外側の温度
 — サンプルの内側
 サンプルの外側

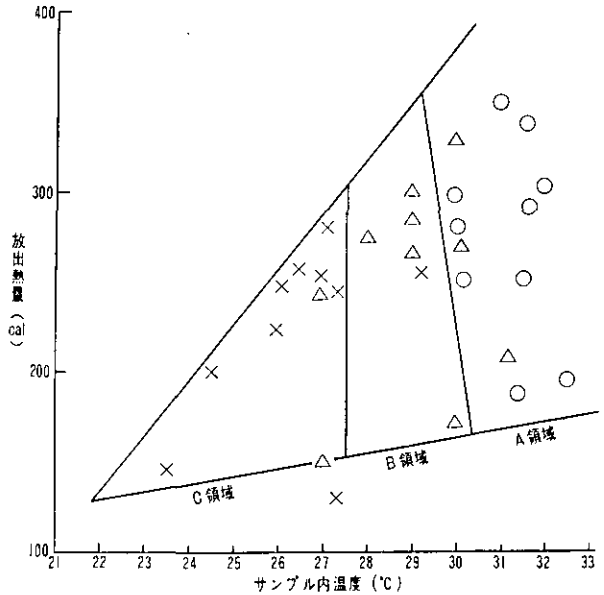


図3 放出熱量とサンプル内温度の模式図
 ○ A, △ B, × C

その時のサンプル内側の温度はガラス容器に密着したサンプルが最も高く、布の厚さ2枚分の空間をあけてガラス容器を覆ったサンプルが最も低い温度を示している。以上のような関係を規定する要因としてサンプル内側の空気層の厚さが考えられる。すなわち空気熱伝導が布に比して小さいため、布が発熱体に密着して熱を吸収するのに対して、空気層の存在は発熱体からの熱放出を阻害する要因として作用する。そのためサンプルと発熱体間の温度は低い値を示すものと推察される。

結 論

本論文においては同一サンプルについて発熱体と布地との間のゆるみ分の異なる場合を3通り設定して実験をおこなった。その結果次の点を明らかにすることができた。

1. 放出熱量は10種類のサンプル中8種類のサンプルが、ガラス容器に布を軽く密着させたもの、布の厚さ1枚分の空間をあけてガラス容器を覆ったもの、布の厚さ2枚分の空間をあけてガラス容器を覆ったもの3通りのサンプルのうちで、ガラス容器に密着させたサンプルが

最も大きく、布2枚分の空間をあけてガラス容器を覆ったサンプルが最も小であった。

2. 1例としてメリヤス（ゴム編）、ウールジャージを用いた場合の温度変化曲線を比較した。35°C~36°Cまで上昇するのに要する時間は、メリヤスの場合は空気層の大小の差は認められないが、ウールジャージの場合は明らかな差が認められた。

3. サンプル内側外側の温度を比較した場合、発熱体に密着したサンプルでは内側外側の温度が最も高く、布の厚さ2枚分の空間をあけ

たサンプルの内側外側の温度が低いことが認められた。

引用文献

- 1) 若山・寺岡：北星短大紀要, 11, 47 (1965).
- 2) 若山・寺岡：北星短大紀要, 12, 25 (1966).
- 3) 若山・寺岡：北星短大紀要, 13, 39 (1967).
- 4) 若山・寺岡：北星短大紀要, 14, 23 (1968).
- 5) 若山・寺岡：北星短大紀要, 15, 23 (1969).
- 6) 若山・寺岡：北星短大紀要, 15, 29 (1969).
- 7) 若山・寺岡：北星短大紀要, 15, 35 (1969).
- 8) 若山・寺岡：北星短大紀要, 16, 39 (1970).
- 9) 若山・寺岡：北星短大紀要, 16, 45 (1970).