

被服材料の保温性の研究

その11 同種類の布を組合せた場合の保温性について

若山初子 寺岡 宏

前報¹⁾において10種類のサンプルを用い、それぞれ3通りの大きさに縫製し、ゆるみ分の異なった場合の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。また同時にこの系の温度変化を異なる2ヶ所の層において測定しサンプル内外の温度を測定した。

本報においては前報で用いた3通りの大きさに縫製したサンプルを、それぞれ2枚および3枚重ねて用いた場合の放熱阻害効果、および重ねた布の間の温度を測定した。これらの値をもとにして同種類の布を重ねた場合の組合せはどのような効果を示すかを考察した。

材料と方法

材料: 本実験において用いた布の種類とその大きさは前報¹⁾と同様である。これを目的に応じて2枚および3枚の組合せとして使用した。

方法: 同種類のサンプルを2枚および3枚の組合せとして前報と同様の方法で温度の上昇に要する時間を測定した。2枚組合せの場合の電子温度計感温部は水中のほかガラス容器と内

側のサンプルの間、内側のサンプルと外側のサンプルの間、および外側のサンプルの外に感温部を設定した。また3枚組合せの場合も2枚の時と同様にそれぞれのサンプルの内側外側に感温部において測定した。所要時間から発生熱量の計算は前報¹⁾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放出熱量について

前報¹⁾と同様に本実験系の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。それゆえ水温3°C上昇中に発生した熱量から981.4 calを差引いた熱量がこの時間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、および前報¹⁾と同様に保温性を示す係数として次の式によって計算される値を求めた。その結果を表1に示す。

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

x : サンプルをつけた場合の単位時間あた

表1 サンプルを組合せた場合の単位時間単位表面積あたりの放出熱量と保温係数

A 2枚組合せた場合

組 合 せ	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)・メリヤス (ゴム編)	446.0	16	29
メリヤス (平編)・メリヤス (平編)	445.0	16	30
ブロード・ブロード	449.0	17	27
ペンベルグ・ペンベルグ	447.0	16	29
レース・レース	441.5	16	31
トロピカル・トロピカル	438.0	15	34
ジョーゼット・ジョーゼット	445.0	16	30
アクリルジャージ・アクリルジャージ	402.0	8	63
アムンゼン・アムンゼン	418.5	12	49
ウールジャージ・ウールジャージ	400.0	8	64
コントロール	491.0	22	

B 3枚組合せた場合

組 合 せ	水温 3°C 上 昇のための所 要時間 (sec)	放出熱量 × 10 ⁻⁴ cal /cm ² /sec	保温係数 (%)
メリヤス (ゴム編)・メリヤス (ゴム編)・メリヤス (ゴム編)	420.5	12	47
メリヤス (平編)・メリヤス (平編)・メリヤス (平編)	431.0	14	40
ブロード・ブロード・ブロード	424.0	13	44
ベンベルグ・ベンベルグ・ベンベルグ	420.5	12	47
レース・レース・レース	429.0	13	41
トロピカル・トロピカル・トロピカル	418.5	12	49
ジョーゼット・ジョーゼット・ジョーゼット	433.0	14	39
アクリルジャージ・アクリルジャージ・アクリルジャージ	385.0	5	79
アムンゼン・アムンゼン・アムンゼン	404.0	9	61
ウールジャージ・ウールジャージ・ウールジャージ	389.0	6	74

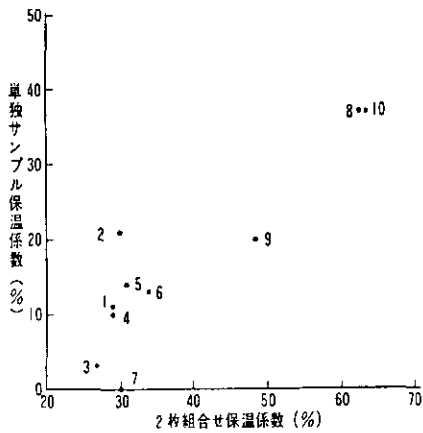


図1 保温係数の相関

その1 サンプルを単独で用いた場合と2枚組合せの場合

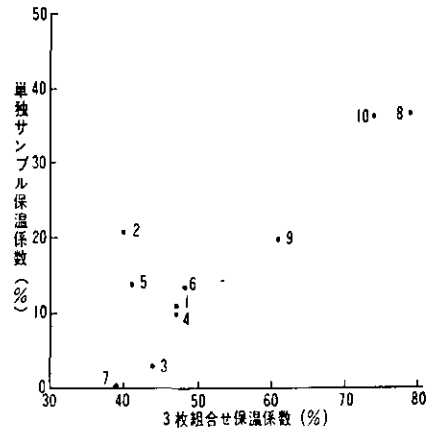


図1 保温係数の相関

その2 サンプルを単独で用いた場合と3枚組合せの場合

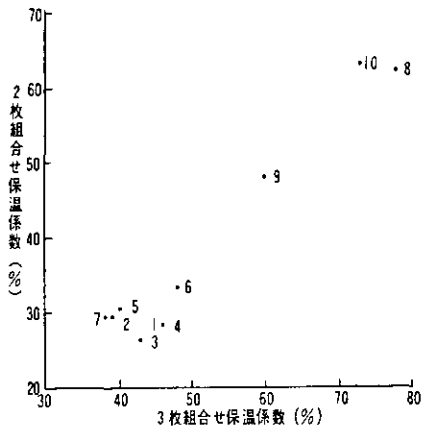


図1 保温係数の相関

その3 サンプルを2枚組合せた場合と3枚組合せた場合

- 1 メリヤス (ゴム編)
- 2 メリヤス (平編)
- 3 ブロード
- 4 ベンベルグ
- 5 レース
- 6 トロピカル
- 7 ジョーゼット
- 8 アクリルジャージ
- 9 アムンゼン
- 10 ウールジャージ

表2 単独サンプルと組合せサンプルの保温係数の相関係数

相関係数	単独サンプルと2枚組合せの場合	単独サンプルと3枚組合せの場合	2枚組合せと3枚組合せの場合
	0.90	0.87	0.97

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

以上の結果から同種類の布を2枚または3枚組合せた場合の保温性の強さは、10種類のサンプルについてはほぼ同じような順位関係を示す。すなわちアクリルジャージ、ウールジャージの組合せの場合最も高い保温性を示し、アムンゼンがこれにつき、他のサンプルはほぼ同等の保温効果を示すことが明らかにされた。

次にサンプルを単独で用いた場合と、サンプルを2枚または3枚組合せた場合の保温係数の相関関係を図1および表2に示す。

図1の結果から単独サンプルと組合せサンプル

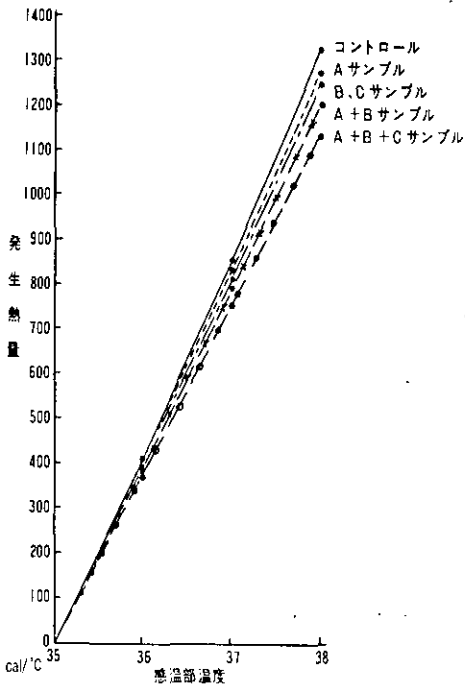


図2の1 メリヤス（ゴム編）の場合のガラスに密着させたサンプル(A)、布の厚さ1枚分の空間をあけたサンプル(B)、布の厚さ2枚分の空間をあけたサンプル(C)、A+B、A+B+Cサンプルとコントロールの発生熱量曲線

ルにおける関係は、布地の薄いサンプルの一群において多少のバラツキがあるが、10種類の布での相関係数としては非常に有意な値がえられた。また2枚組合せと3枚組合せの場合は、単独の場合との相関よりも更に高いことが認められた。

同じ布を重ねていく場合の保温性増大の要因としては、布の厚さの増大に伴う熱貫流抵抗の増加、布と布との間に作られる空気層等が考えられる。布地の薄いサンプルの一群においては実験誤差の要因としてストレッチ性の差より生じたゆるみ分の差（布地が編地であるメリヤス、リバーレース等）、またヤング率の違い（ベンベルグ、テトロンジョーゼット等）から生ずる布の取扱いの難易性等が考えられる。

布を単独で用いた場合、および組合せた場合の発生熱量曲線について

前報で実験された大きさの異なる1枚の布の場合の発生熱量曲線と、本実験の2枚および3

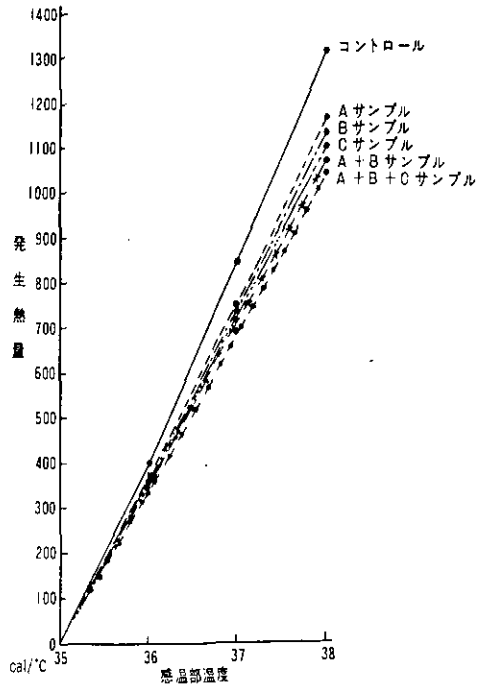


図2の2 ウールジャージの場合のガラス容器に密着させたサンプル(A)、布の厚さ1枚分の空間をあけたサンプル(B)、布の厚さ2枚分の空間をあけたサンプル(C)、A+B、A+B+Cサンプルとコントロールの発生熱量曲線

枚組合せた場合の発生熱量曲線を、前報と同様メリヤス（ゴム編）、ウールジャージについて前報の発生熱量曲線と共にコントロールと比較してその結果を図2に示す。

図2の結果からメリヤス（ゴム編）とウールジャージの発生熱量に有意な差が認められる。すなわちメリヤス（ゴム編）は単独サンプルの場合、コントロールと比較して顕著な放熱阻害効果は認められない。また A, B, C サンプルとも単独で用いた場合は発生熱量にあまり差が認められない。2枚あるいは3枚組合せた場合は、時間の経過につれてその差が大となる傾向を示す。

次にウールジャージは、メリヤス（ゴム編）と異なりコントロールの発生熱量曲線と、サンプルをつけた場合の発生熱量曲線との間にはっきりとした差が認められる。次に5通りの発生熱量曲線を比較すると、38°Cにおいて A, B, C, A+B, A+B+C サンプルは、ほぼ同カロリーの差で放熱阻害効果を示している。これはメリヤス（ゴム編）と異なった発生熱量曲線であり、2枚3枚と重ねて用いた場合に生ずる効果は加算された値でないと考えられる。

サンプル内の温度について

前報と同様の方法で実験系とサンプル、サンプルとサンプルの間、およびサンプルの外側の温度を測定した。その代表的な値を図3に示す。

図3の結果、2枚組合せた場合はトロピカルのように2枚のサンプルの一番内側の温度と、サンプルの外側（外気温）の温度差の少ないものと、アムンゼンのように温度差の大きいものとが認められる。この特徴は他の8種類のサン

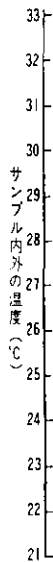


図3の1

トロピカルの組合せの場合の水中電子温度計感温部 35, 36, 37, 38°C の時の実験系とサンプルの間、サンプルとサンプルの間、およびサンプルの外側の温度

— 実験系とサンプルの間
 - - - サンプルとサンプルの間
 ○—○ サンプルの外側

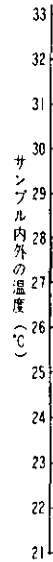


図3の2

アムンゼンの組合せの場合の水中電子温度計感温部 35, 36, 37, 38°C の時の実験系とサンプルの間、サンプルとサンプルの間、およびサンプルの外側の温度

— 実験系とサンプルの間
 - - - サンプルとサンプルの間
 ○—○ サンプルの外側

プルもほぼ同様である。すなわちベンベルグ、レース、メリヤス（平編）、メリヤス（ゴム編）、ジョーゼット、ブロードは前者と同様の関係を示し、アクリルジャージ、ウールジャージは後者と同様の関係を示す。また3枚組合せの場合は内側外側の温度差は2枚より大きくなり、温度差の小さいグループと大きいグループは2枚組合せの場合と同様である。

本実験の熱の移動は基本的に前報の(2)式と同様と推定される。

組合せ効果について

次の式により布の組合せ効果を計算した。

2枚組合せの場合

$$X = \frac{(K - \alpha\beta) - (K - \alpha)}{(K - \alpha)} \quad (2)$$

3枚組合せの場合

表3 組合せ効果

組合せ効果	メリヤス (ゴム編)	メリヤス (平編)	ブロード	ベンベルグ	レース	トロピカル	アクリル ジャージ	アムンゼン	ウール ジャージ
2枚の場合	1.37	0.35	9.50	1.59	1.15	1.52	0.59	1.20	0.63
3枚の場合	1.34	0.41	6.25	1.56	0.54	0.93	0.30	0.44	0.20

$$X = \frac{(K - \alpha\beta\gamma) - (K - \alpha\beta)}{(K - \alpha)} \quad (3)$$

X: 布の組合せ効果

K: コントロールの場合の外部に放出される熱量

α: ガラス容器に密着させたサンプル(A)を用いた場合の外部に放出される熱量

αβ: A サンプルと B サンプルを組合せた場合の外部に放出される熱量

αβγ: A サンプル, B サンプル, C サンプルを組合せた場合の外部に放出される熱量

(2) 式と (3) 式による計算値を表3に示す。

表3の結果から2枚組合せた場合の効果は0.35~9.50とその差が大きいが認められる。単独で用いた場合に放熱阻害効果の小さいもの(ブロード, ベンベルグ, メリヤス(ゴム編), トロピカル等)では組合せ効果が大きく、単独で用いた場合に放熱阻害の大きいもの(アクリルジャージ, ウールジャージ等)は組合せ効果が小さい値を示す。また3枚組合せた場合はその効果の順位は2枚の場合とほぼ同様の傾向を示している。またメリヤス(平編)以外は2枚組合せた場合より組合せ効果の減少が認められる。ジョーゼットはガラス容器に密着させたサンプルが放熱効果を示し、(2)(3)式による計算が不可能となり他のサンプルとの比較はできなかった。

布を重ねていく場合前報²⁾(2)式から考察を進めると、熱貫流係数の減少は布の厚さと枚数が大きな要因と考えられる。しかし $\sum \left(\frac{1}{L_i}\right) + \sum \left(\frac{d}{\lambda m_i}\right)$ の値は本実験の結果から算術的な累積関係にはならないことが認められる。

前報の組合せ効果との比較

前報実験²⁾の組合せ効果と比較して2枚組合せ

の場合は次の類似点を見出した。すなわち布地の薄いサンプルはその組合せ効果が大きい。前報実験においては単独で用いた場合に放熱阻害効果の小さいベンベルグ, レース, ジョーゼットは組合せ効果が加算的に増加したことが認められた。本実験の組合せにおいても同様の傾向が認められた。

次に3枚組合せの場合は、異なるサンプルを組合せた前報においては本報より組合せ効果の幅が少ないことが認められた。またウールジャージ, アクリルジャージのように、単独では高い保温効果を持つ布を組合せた場合の組合せ効果が少ないのはほぼ共通であると考えられる。

以上組合せ効果を測定した2回の実験から、被服を着用する場合は薄いものを重ねる方がその効果が大きいと考えられる。被服を着用した時に生ずる衣服気候には、被服の保温性能が大きな役割を果していることが考えられる。人体が感ずる暖かさは、熱伝導等の物理的性質のみからは割り出されない更に複雑な要因の集積によるものと考えられる。これらの諸要因の解析と、その相互作用を明らかにしていくことはこれからの課題である。

結 論

本論文においては同種類の布を組合せた場合の放出熱量, サンプル内温度, および組合せ効果を測定することを目的として実験をおこない次の点を明らかにした。

1. 放出熱量について

2枚組合せた場合, および3枚組合せた場合の放出熱量は、アクリルジャージ, ウールジャージが少なく、単位時間, 単位表面積あたり他のサンプルのほぼ1/2の値であった。また布を単独に用いた時と、組合せた時の保温係数に高い相関性があることが認められた。

2. 発生熱量曲線について

1 例としてメリヤス（ゴム編）、ウールジャージの発生熱量曲線を比較した結果、両者の間に有意な差が認められた。

3. サンプル内温度について

トロピカルのように、サンプルの一番内側の温度とサンプルの外側（外気温）の温度差の少ないものと、アムンゼンのように温度差の大きいものがあることが認められた。

4. 組合せ効果について

単独で保温効果の少ないサンプルは、保温効果の大きいサンプルより組合せ効果が大きいことが認められた。

引用文献

- 1) 若山・寺岡：北星短大紀要，17，17（1971）。
- 2) 若山・寺岡：北星短大紀要，16，45（1970）。