

被服材料の保温性の研究

その1 乾燥および吸湿状態の組合せ布地の保温性について

若山初子 寺岡宏

前報(6)において布地の吸湿量を測定し、吸湿した布の保温性を測定するためには、飽和水蒸気中で布を2.5分および15分吸湿させることが適当であることを見出した。さらに現在一般的に使用されている布地の乾燥および吸湿状態での保温性を測定した。その結果いずれの布も吸湿時は乾燥時より保温性の低下を示し、また本実験系においては吸湿量と保温性の低下率とは必ずしも比例関係を示さないことが明らかにされた。

一般に布が被服として使用されるときには、数種の布がそれぞれの布の特性に応じて組合せて用いられる。またこれらの布が適当な水分の吸湿状態において着用され保温効果を示している。

以上の観点から本論文においては、前報(6)で用いた布を組合せ、乾燥および吸湿状態での保温性を測定した。

材料と方法

材料：本論文においては前報(6)で用いた布地を、前報(6)と同様に縫製し25℃の恒温器で乾燥させ、これを目的に応じて組合せて使用した。本論文に用いた組合せを表1に示す。

方法：実験1乾燥状態の布の組合せによる保温性の測定

表1の組合せにしたがって、前報(6)と同様の方法で温度降下所要時間を測定した。

実験2吸湿状態の布の組合せによる保温性の測定

表1の組合せにしたがって、組合せた布を前報(6)と同様の方法で2.5分および15分間吸湿させ、これらのサンプルを用いて温度降下所要時間を測定した。

なお表中冬用の外側に用いた布地の裏側にはベンベルグを重ね、裏付きとして使用した。

結果と考察

温度降下所要時間について

実験1および実験2の方法にしたがって温度降下所要時間を測定した。温度変化曲線の代表的な値としてメリヤス・ブロード、メリヤス・ブロード・アムンゼン、メリヤス・アムンゼン・ジャージの組合せの値を図1に、またその他の組合せの主要温度の値を表2に保温性の大小を表に3示す。

図1、表2および表3の結果から前報(6)と同様に乾燥した布は保温効果が大きく、吸湿するといずれも保温効果が低下する。また表2、表3の結果から乾燥した夏用布の組合せの場合には、メリヤス・レースの組合せが一番涼しく、ベンベルグ・ブロードの組合せが最も保温効果が大である。また下着はメリヤスがベンベルグよりも涼しいことを示しており、メリヤス、ベンベルグいずれの場合でも、上着の保温効果の順位はほぼ同様であることも注目すべき事実である。また吸湿させた場合は組合せ全部が放熱効果をもち、2.5分吸湿に比べて15分吸湿の場合がさらに放熱効果が大きくなる。これは前報(6)の布を単独で用いた実験結果の、レース、ポーラをのぞいては15分吸湿よりも2.5分吸湿が放熱効果が大であった事実とは逆の現象である。また15分吸湿の方が組合せ間の所要時間の差が大きく、2.5分15分吸湿ともにメリヤス・ジョーゼットの組合せの放熱効果が最も少なく、特に感湿部との温度差が少なくなるにつれて他の組合せよりも放熱効果が減少するのも特徴である。また組合せ間の乾燥状態と吸湿状

態、および2.5分吸湿と15分吸湿間の保温効果の順位性は考えられない。

冬用組合せでは夏と同様に乾燥状態が最も保温効果が大であり、一部の組合せをのぞいては夏用組合せと同様に15分吸湿が放熱効果は大となる。乾燥状態においては感温部温度が30°Cになるまでの所要時間の最少と最大の差は41秒、すなわち約9%の差であり組合せによる相違は比較的少ない。また2.5分吸湿の場合はメリヤス・ブロード・テックスおよびメリヤス・テックス・テックスの組合せは放熱効果を示す。感温部温度30°Cの最少最大所要時間の差は93秒

すなわち約29%の差となり、乾燥時に比べ約2倍以上の相違がみられる。15分吸湿の場合はメリヤス・テックス・テックス、メリヤス・ブロード・アムンゼン、メリヤス・ブロード・テックスの組合せは放熱効果を示す。感温部温度30°Cの最少最大所要時間の差は92.5秒で2.5分吸湿とはほぼ同様の時間差であるが、降下速度は最少最大時間ともに20数秒速くなっているためその差は約31%となる。

冬用組合せの場合は繊維別に分類すると綿、アクリル、羊毛の三種を使用した。すなわち一番内側には綿を中と外側は綿、アクリル、羊毛

表1 実験に用いた布地の組合せ方法

夏 用		冬 用		
内 側	外 側	内 側	中	外 側
メリヤス(ゴム)	ブ ロ ー ド	メリヤス(平)	ブ ロ ー ド	ア ム ン ゼ ン
メリヤス(ゴム)	レ ー ス	メリヤス(平)	ブ ロ ー ド	テ ッ ク ス
メリヤス(ゴム)	ポ ー ラ	メリヤス(平)	テ ッ ク ス	テ ッ ク ス
メリヤス(ゴム)	ジ ョ ー ゼ ッ ト	メリヤス(平)	テ ッ ク ス	ア ム ン ゼ ン
ベンベルグ	ブ ロ ー ド	メリヤス(平)	テ ッ ク ス	ジ ャ ー ジ
ベンベルグ	レ ー ス	メリヤス(平)	ア ム ン ゼ ン	ア ム ン ゼ ン
ベンベルグ	ポ ー ラ	メリヤス(平)	ア ム ン ゼ ン	テ ッ ク ス
ベンベルグ	ジ ョ ー ゼ ッ ト	メリヤス(平)	ア ム ン ゼ ン	ジ ャ ー ジ
		メリヤス(平)	ジ ャ ー ジ	ジ ャ ー ジ
		メリヤス(平)	ジ ャ ー ジ	テ ッ ク ス
		メリヤス(平)	ジ ャ ー ジ	ア ム ン ゼ ン

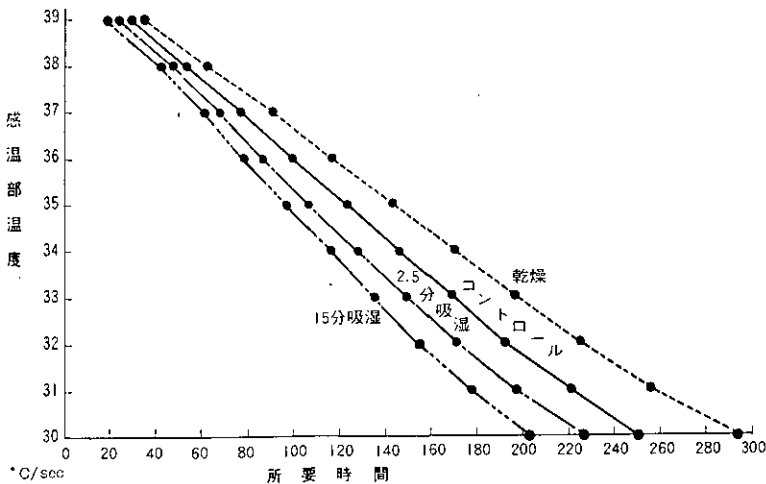


図1 (A) メリヤス・ブロードの乾燥、2.5分吸湿、15分吸湿およびコントロールの温度変化曲線

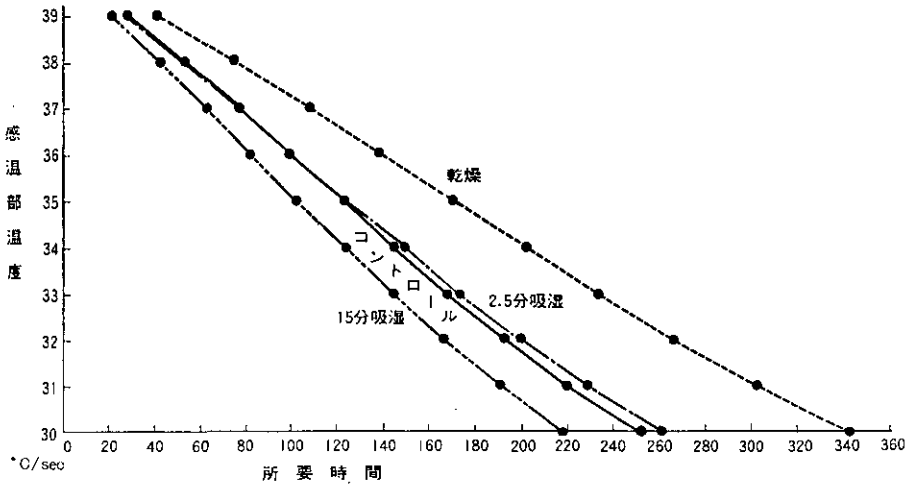


図1 (B) メリヤス・ブロード・アムンゼンの乾燥、2.5分吸湿、15分吸湿およびコントロールの温度化曲線

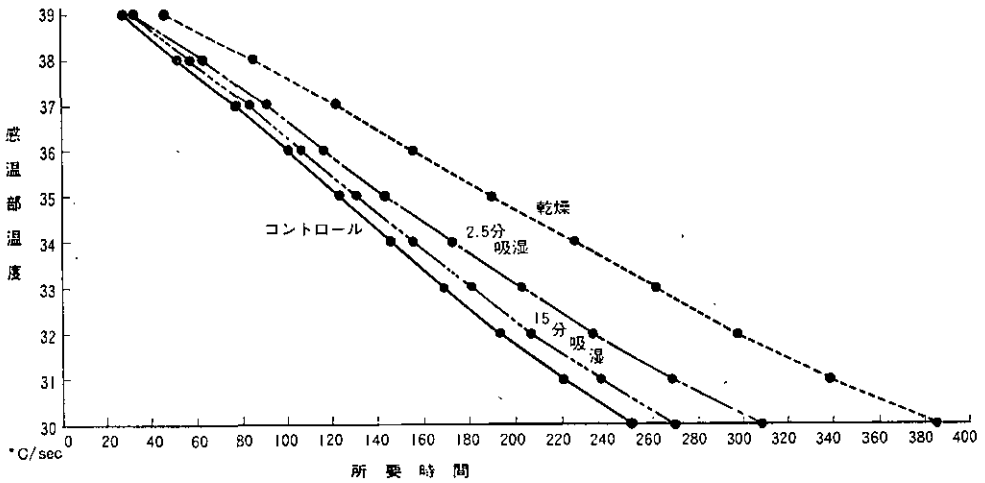


図1 (C) メリヤス・アムンゼン・ジャージの乾燥、2.5分吸湿、15分吸湿およびコントロールの温度変化曲線

を用いて組合せた。中に綿を用いたものは乾燥吸湿ともに保温効果が少なく、また中および外側の両方にアクリルを用いたものは吸湿した場合に放熱効果が大きく、特に吸湿15分の場合は放熱効果が著しく大きくなる。この点は前報(4)におけるアクリルの吸湿による保温率の低下と一致した結果を示している。また中側と外側に共に羊毛を用いたものは吸湿により保温性の低下が少ないのも一つの特徴であり、外側に羊毛を用いた場合は中がアクリルの場合でも保温効

果は大である。この現象も前報(4)においてみられた吸湿した羊毛の保温率が高かったことと一致している。

1°C降下に要する時間

1例としてレーヨン・ブロード、メリヤス・テックス・ジャージの場合の乾燥、2.5分吸湿、および15分吸湿のものの実験系感温部温度1°C降下に要する時間を図2に示す。

図2に見られるように最も温度降下速度の速いのは36°C付近であり、その後ほぼ一定した降

表2 降下所要時間(sec)

季節	布の状態 組合せ方法	感温部温度		35°C			30°C		
		乾	燥	2.5分吸	15分吸湿	乾	燥	2.5分吸	15分吸湿
		夏	メリヤス・レース	125.0	106.5	93.0	259.0	224.5	196.5
	メリヤス・ポーラ	138.0	103.5	100.5	285.5	221.0	211.0		
	メリヤス・ジョーゼット	126.5	109.0	104.5	265.5	241.0	232.5		
用	ベンベルグ・ブロード	156.0	102.5	101.0	319.0	218.0	208.0		
	ベンベルグ・レース	148.5	103.0	98.0	302.5	220.0	203.5		
	ベンベルグ・ポーラ	153.5	107.0	97.0	314.5	226.0	210.5		
	ベンベルグ・ジョーゼット	147.0	107.0	97.5	303.0	241.0	199.5		
冬	メリヤス・ブロード・テックス	168.5	110.0	121.5	343.0	229.0	250.5		
	メリヤス・テックス・テックス	169.0	119.0	97.5	347.0	247.5	203.5		
	メリヤス・テックス・アムンゼン	175.5	140.0	133.5	361.0	291.5	278.5		
	メリヤス・テックス・ジャージ	171.0	137.0	130.0	349.0	286.0	270.0		
用	メリヤス・アムンゼン・アムンゼン	171.0	125.0	130.0	349.0	266.0	270.0		
	メリヤス・アムンゼン・テックス	180.5	122.0	128.0	368.0	260.0	264.0		
	メリヤス・ジャージ・ジャージ	180.5	147.5	142.0	367.5	310.5	296.0		
	メリヤス・ジャージ・テックス	182.0	124.5	128.0	369.0	260.0	268.0		
	メリヤス・ジャージ・アムンゼン	179.0	154.5	130.5	364.5	322.0	272.0		

表3 夏冬組合せの乾燥・2.5分吸湿・15分吸湿の場合の保温性の大小
(感温部温度が30°Cになるまでの所要時間で比較したもの)

季節	布の状態 所要時間	乾	燥	2.5分吸湿	15分吸湿
夏	少 ↑ ↓ 多	コントロール	メリヤス・レース	ベンベルグ・ブロード	メリヤス・レース
		メリヤス・レース	ベンベルグ・レース	メリヤス・ジョーゼット	ベンベルグ・ジョーゼット
		メリヤス・ジョーゼット	メリヤス・ポーラ	メリヤス・レース	ベンベルグ・レース
		メリヤス・ポーラ	メリヤス・ブロード	メリヤス・レース	メリヤス・ブロード
		メリヤス・ブロード	ベンベルグ・ポーラ	ベンベルグ・ポーラ	ベンベルグ・ブロード
		ベンベルグ・レース	メリヤス・ブロード	メリヤス・ブロード	ベンベルグ・ポーラ
		ベンベルグ・レース	メリヤス・ブロード	メリヤス・ブロード	ベンベルグ・ポーラ
		ベンベルグ・レース	メリヤス・ブロード	メリヤス・ブロード	ベンベルグ・ポーラ
用	少 ↑ ↓ 多	コントロール	メリヤス・レース	ベンベルグ・ブロード	メリヤス・レース
		メリヤス・レース	ベンベルグ・レース	メリヤス・ジョーゼット	ベンベルグ・ジョーゼット
		メリヤス・ジョーゼット	メリヤス・ポーラ	メリヤス・レース	ベンベルグ・レース
		メリヤス・ポーラ	メリヤス・ブロード	メリヤス・レース	メリヤス・ブロード
		メリヤス・ブロード	ベンベルグ・ポーラ	ベンベルグ・ポーラ	ベンベルグ・ブロード
		ベンベルグ・レース	メリヤス・ブロード	メリヤス・ブロード	ベンベルグ・ポーラ
		ベンベルグ・レース	メリヤス・ブロード	メリヤス・ブロード	ベンベルグ・ポーラ
		ベンベルグ・レース	メリヤス・ブロード	メリヤス・ブロード	ベンベルグ・ポーラ
冬	少 ↑ ↓ 多	コントロール	メリヤス・ブロード・テックス	メリヤス・ブロード・テックス	メリヤス・テックス・テックス
		メリヤス・ブロード・テックス	メリヤス・テックス・テックス	メリヤス・ブロード・アムンゼン	メリヤス・ブロード・アムンゼン
		メリヤス・ブロード・アムンゼン	コントロール	メリヤス・ブロード・テックス	メリヤス・ブロード・テックス
		メリヤス・テックス・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス	コントロール	コントロール
		メリヤス・アムンゼン・アムンゼン	メリヤス・ジャージ・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス
		メリヤス・アムンゼン	メリヤス・ジャージ・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス
		メリヤス・アムンゼン	メリヤス・ジャージ・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス
		メリヤス・アムンゼン	メリヤス・ジャージ・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス	メリヤス・アムンゼン・テックス

冬 用	↓ 多	メリヤス・テックス・ア ムンゼン	メリヤス・アムンゼン・ アムンゼン	メリヤス・テックス・ジ ャージ
		メリヤス・ジャージ・ア ムンゼン	メリヤス・テックス・ジ ャージ	メリヤス・アムンゼン・ アムンゼン
		メリヤス・ジャージ・ジ ャージ	メリヤス・テックス・ア ムンゼン	メリヤス・アムンゼン・ ジャージ
			メリヤス・アムンゼン・ テックス	メリヤス・ジャージ・ア ムンゼン
			メリヤス・ジャージ・テ ックス	メリヤス・テックス・ア ムンゼン
		メリヤス・アムンゼン・ ジャージ	メリヤス・ジャージ・ア ムンゼン	メリヤス・ジャージ・ジ ャージ

※ 表中||は=と同じ

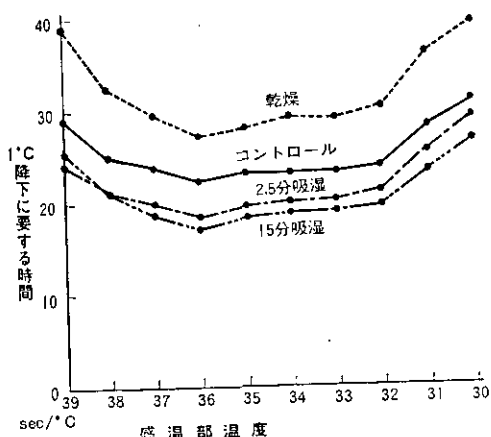


図2(A) レーヨン・ブロードの乾燥、
2.5分吸湿、15分吸湿およびコントロ
ールの1°C降下に要する時間

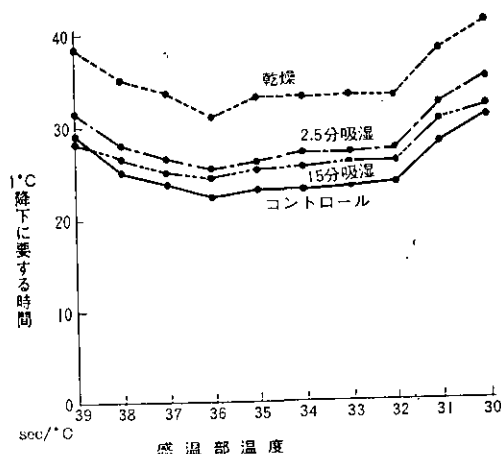


図2(B) メリヤス・テックス・ジャージ
の乾燥、2.5分吸湿、15分吸湿およびコン
トロールの1°C降下に要する時間

表4 布を組合せた場合の乾燥時に対する吸湿時保温性の割合(感温部温度34°C)

A. 夏用組合せ

サンプル	メブ リロ ヤ ス ド	メレ リ ヤ ス ス	メボ リ ヤ ス ラ	メヨ ー ヤ セ ッ ジ ト	ペブ ン ベ ル グ ド	ペレ ン ベ ル グ ス	ペポ ン ベ ル グ ラ	ペジ ン ベ ル グ ト	
吸時	2.5分	0.78	0.85	0.76	0.90	0.69	0.75	0.71	0.80
湿間	15.0分	0.72	0.77	0.72	0.88	0.66	0.69	0.69	0.67

B. 冬用組合せ

サンプル	メリ ヤ ド ン ・ ア ブ ム	メリ ロ ク ス ・ テ ッ ブ	メッ ク ス ・ テ ッ テ	メッ ク ゼ ン ・ ア テ ム	メッ ク ジ ・ ア	メム ン ゼ ン ・ ア	メム ク ・ ア	メム リ ン ゼ ス ・ ア	メム カ ー ヤ ジ ・ ア	メカ ー ヤ ジ ・ ア	メカ ク ス ・ ア	メカ ン ジ ン ・ ア
吸時	2.5分	0.77	0.69	0.72	0.82	0.82	0.77	0.74	0.82	0.84	0.70	0.90
湿間	15.0分	0.66	0.72	0.60	0.78	0.77	0.76	0.74	0.71	0.79	0.71	0.75

下速度を示し温度差が少なくなるに従い、次第に温度降下の速度は緩慢となる。この現象は他の組合せの場合にも共通して観察され、また前報(5)(6)の結果とも一致する。

感温部温度34°Cにおける保温率について

前述の結果から温度降下速度の安定している34°Cにおける1°C降下に要する時間をとり、乾燥、吸湿状態の保温率を求めた。計算の結果を図3に示す。

図3の結果から夏用組合せの場合は前述のように吸湿させたときサンプルの全部が放熱効果を示し、またこの傾向は15分吸湿の場合にはさらに顕著になる。また乾燥している場合内側にベンベルグを用いたものは、メリヤスを用いたものよりいずれも保温率が高く、これは前報(6)の単独布地のメリヤスおよびベンベルグでみられた保温率の結果と一致する。すなわち単独で保温率が高いベンベルグは、それに別の布地を重ねてもつねにメリヤスよりも高い保温率を示す。吸湿させた場合には上記のような関係はみられなくなる。

冬用組合せは夏用と同様に乾燥状態の方が吸湿状態より保温率が高く、かつ一つの例外をのぞいては2.5分吸湿に比べて15分吸湿が保温率の低下を示しているのは夏用組合せと同様である。乾燥状態の場合は組合せの違いにより19%の保温率の差を生ずるが、吸湿させた場合は繊維の組合せの相違により2.5分吸湿で37%、15分吸湿で35%の保温率の相違がみられる。すなわち中側と外側共にアクリルを使用した

ものは保温率が低く、特に15分吸湿の場合には最大の放熱効果を示している。また中に綿を使用したものも保温効果は小である。中側と外側共に羊毛を使用したものはアクリルを組合せたものより保温率が高い。これらの現象は前述した通りである。前報(6)表2の結果から考えると、水分含量の少ないアクリルの方が羊毛より保温率が高いと考えられるが、水分含量の多い羊毛の保温率の方が高くなるのは、前報(4)でも述べたように羊毛の繊維の構造、性質に由来するものと考えられる。また布地を組合せた場合の気孔や気層として存在する空気は、比較的静止の状態にあり対流はおこりにくいと考えられ、本実験において例えばメリヤス・アムンゼン・ジャージ、メリヤス・ジャージ・アムンゼンのように用いている布地は同じでその組合せの順序を変えただけで乾燥、吸湿ともに保温率に差を

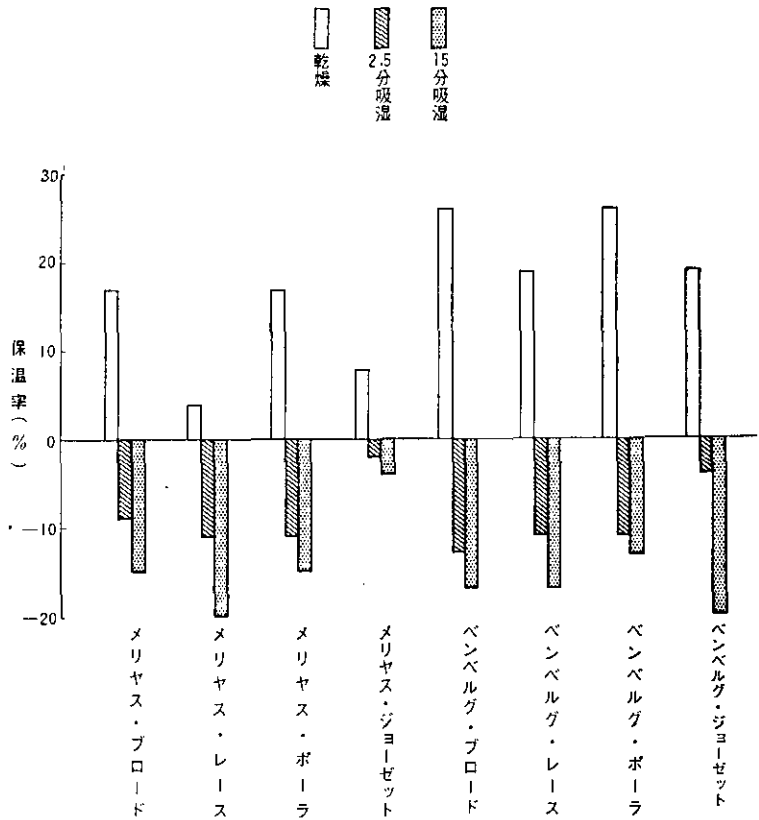


図3 (A) 夏用組合せの乾燥、2.5分吸湿、および15分吸湿の場合の感温部温度34°Cの保温率

生ずるのは、組合せによる含気量の差、および熱伝導性の差など複雑な要因の総合結果と推察される。

吸湿による保温性低下率について

前報(6)の吸湿状態の布の保温性低下率を求める式を用いて、布を組合せた場合の吸湿時における保温性低下の割合を計算した。計算の結果を表4に示す。

表4の結果から各サンプルは乾燥時と比べ約90~60%の保温性を示している。夏用の組合せの場合は2.5分吸湿より15分吸湿の方が保温性の低下を示す。しかし冬用の組合せの場合は以上のような関係はみられない。すなわち使用した11種の布

地の組合せの中で、2.5分より15分吸湿の方が保温性をより低下させるものが8例であり、他の3例については2.5分以上吸湿させても保温性は低下しないことが認められた。

布の組合せ効果について

次の式により布地の組合せ効果を計算した。

$$x = \frac{y}{a + b + c}$$

x : 組合せ効果

y : サンプルを組合せた場合の1°C降下に要する時間

a } サンプルを単独に用いた場合の1°C
 b } 降下に要する時間
 c }

上記式による計算値を表5に示す

表5の結果から布の組合せは加算的な保温効果を示すものでないことがわかる。夏用組合せ

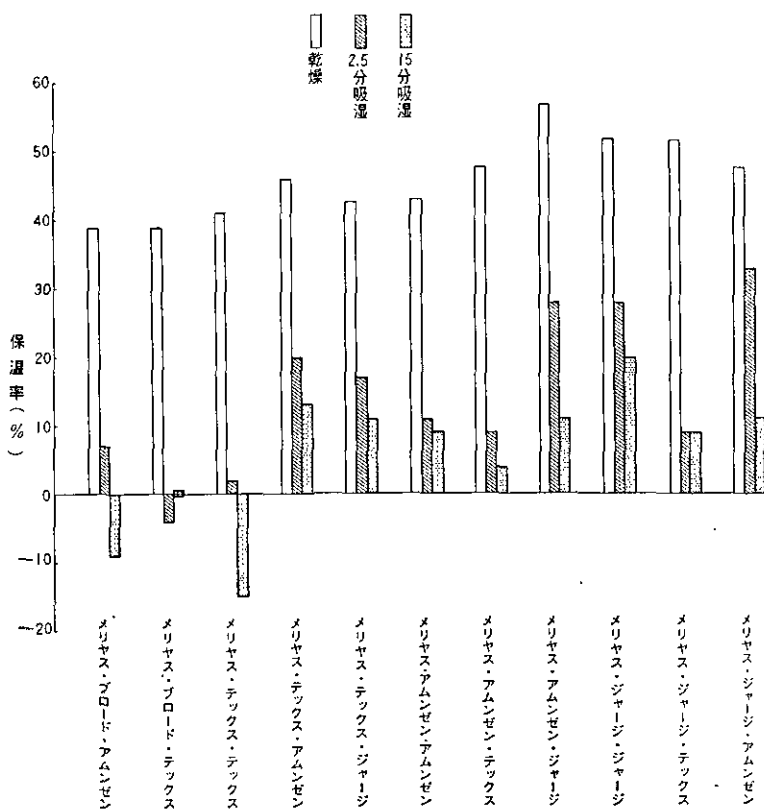


図3(B) 冬用組合せの乾燥、2.5分吸湿、および15分吸湿の場合の感温部温度34°Cの保温率

は全組合せとも乾燥状態において50%前後になり、2.5分吸湿ではさらに1~4%の低下を示し、15分吸湿の場合は2.5分吸湿よりもさらに3~11%の低下を示している。これらの値は布を組合せたとき、組合せた布が吸湿しているときは、乾燥布以上に放熱効果をもつことを示すものである。冬用組合せの場合は乾燥時において41~45%の値を示し、組合せの効果は2種類のときに比べてやや効果的であることがわかる。また2.5分吸湿の場合は39~50%、15分吸湿時には29~43%の値を示す。夏用組合せの場合は、各組合せとも吸湿量が多くなるにつれて、組合せ効果は低下する。冬用組合せの場合は組合せの違いにより一様でない。メリヤス・テックス・テックスの組合せが15分吸湿の場合最も組合せ効果の減少を示す。

一枚の布を用いた場合は系とそれをおおう布

表5 布の組合せ効果 (感温部温度35度°C)

A. 夏用組合せ

状態	サンプル組合せ	メリヤード	メリヤード	メリヤード	メリヤード	ペンベルグ	ペンベルグ	ペンベルグ	ペンベルグ
乾燥		0.53	0.50	0.51	0.48	0.54	0.55	0.54	0.52
2.5分吸湿		0.49	0.51	0.48	0.49	0.51	0.53	0.50	0.51
15分吸湿		0.42	0.43	0.45	0.46	0.44	0.48	0.46	0.40

B. 冬用組合せ

状態	サンプル組合せ	メリヤード	メリヤード	メリヤード	メリヤード	メリヤード	メリヤード	メリヤード	メリヤード	メリヤード	メリヤード	
乾燥		0.41	0.42	0.42	0.42	0.41	0.42	0.45	0.45	0.42	0.43	0.42
2.5分吸湿		0.42	0.39	0.46	0.50	0.46	0.43	0.45	0.47	0.46	0.43	0.50
15分吸湿		0.33	0.35	0.29	0.40	0.40	0.39	0.36	0.37	0.43	0.38	0.40

で構成され、一つの空気層および被服材料を通して熱が移動される。これに対して布を組合せたときはその上にさらに空気層と布の層ができ、熱の移動に対して緩衝作用を示すことになる。しかしこのような緩衝作用は本実験系を用いたときには布の保温性を増加させる要因としてはほとんど作用しないことが知られた。例えば二種の布の組合せにおいて表5の値Xが0.5付近であることは二種の布を組合せたとき保温性がこれらの二種の布の中間の値を示すことである。

実際に被服を数枚重ねて着用したときに感じられる保温性の加算的增加と、本実験系でみられた結果の相違については今後さらに研究をつけていくべき課題である。

結 論

本論文においては乾燥状態の布を組合せた場合と、2.5分および15分間飽和水蒸気中で吸湿させた布を組合せた場合の保温性を比較した。

すなわち夏用の布の組合せ方としてメリヤード(ゴム)およびペンベルグを内側に、ブロード、レース、ポーラ、ジョーゼットを外側にして8通りの布の組合せをおこなった。その結果

乾燥状態の場合はメリヤード・レースの組合せのものが最も保温効果が低く、ペンベルグ・ブロードの組合せに最大の保温効果が認められた。また内側にペンベルグを用いた組合せが、内側にメリヤードを用いたときよりも保温効果が大きいことがわかった。

吸湿させた場合は全組合せとも放熱効果を示し、2.5分に比べ15分吸湿の場合がさらに放熱効果が大きかった。各サンプルは乾燥時に比べ約65~90%の保温性を示し、また乾燥状態と吸湿状態間の保温性の順位性は認められなかった。

組合せの効果は各組合せとも乾燥状態において50%前後の値を示し、2.5分吸湿の場合はさらに1~4%、15分吸湿の場合はさらに3~11%の組合せ効果の低下を示し、布の組合せは加算的な保温効果を示さず、吸湿しているときは乾燥布以上に放熱効果を示すことがわかった。

次に冬用の布の組合せとしてメリヤード(平)を一番内側に、ブロード、テックス、アムンゼン、ジャージを中に用い一番外側はペンベルグの裏をつけたテックス、アムンゼン、ジャージを用い11通りの組合せをおこなった。

その結果乾燥状態が保温効果が大きく、吸湿

時は乾燥状態に対して約60~90%の保温性を示し、組合せ3例については2.5分以上吸湿させても保温性は低下しないことが認められた。中にブロードを用いたものは乾燥、吸湿ともに保温効果が少なく、また中外側共にテックスを用いた場合は吸湿状態の放熱効果が大であった。外側にアムンゼン、ジャージを用いたものは吸湿状態の保温性低下率は少ないことが認められた。

組合せ効果としては乾燥時において41~45%

の値を示し、上記二枚の組合せに比べやや効果が高く、2.5分吸湿では39~50%、15分吸湿では29~43%の値を示し組合せの違いにより一様でないことが認められた。

引用文献

1. 若山・寺岡：北星短大紀要, 15, 29 (1969)
2. 若山・寺岡：北星短大紀要, 14, 23 (1968)
3. 若山・寺岡：北星短大紀要, 15, 23 (1969)