

被服材料の保温性の研究

その6 乾燥および吸湿状態の布地保温性の比較

若山 初子 寺岡 宏

前報(5)において、布の保温性の測定を目的とした実験条件を検討するための予備実験をおこなった。その結果適切と思われる実験系を見出し、さらに温度降下が安定性を示す系中心部の温度34°C付近が保温率の測定に好ましいことがわかった。

本論文においては前報(5)で確立された実験系を用い、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、さらに前報(4)における乾燥および吸湿状態の繊維の保温性と比較検討した。

材料と方法

材料：本論文に用いた布地を表1に示す。前報(5)と同様に実験に用いたガラス管の大きさに合うように布を縫製し、これを25°Cの恒温器で乾燥させたものを使用した。

方法： 実験1. 乾燥時における保温性の測定

前報(5)のB管（直径18mm、長さ60mm）を用いて、表1の10種類の乾燥させたサンプルを、前報(5)と同様の方法で温度降下の所要時間を測定した。

実験2. 吸湿重量の測定

布の吸湿重量を測定するためにサンプル(1)~

(6)を用いて実験をおこなった。すなわち前記と同様に恒温器で乾燥させた布の重量を測定し、つぎに吸湿をおこなった。

吸湿方法としては1ℓ用ビーカーに水1ℓを入れ沸騰させた後火からおろす。その上にサンプルをのせた金網をおき、上を同じ大きさのビーカーでおおった。この中にこもった水蒸気により布を吸湿させた。このとき上部ビーカーに過飽和の水滴がつき、その水滴によって布がぬれるのを防ぐため、上部ビーカーの底に濾紙を敷き水滴の落ちるのを防いだ。吸湿時間2.5分、5.0分、7.5分、10.0分、12.5分、15.0分のとき、それぞれ布の重量を測定し吸湿量を計測した。

実験3 吸湿させた布の保温性の測定

実験2と同様の方法で、表1のサンプルをそれぞれ2.5分、および15分吸湿させた後、実験1と同様にこれをB管につけ、前報(5)と同様の方法で温度降下所要時間を測定した。

結果と考察

布の吸湿性について

サンプル(1)~(6)を用いて布の吸湿速度を測定した。その結果を図1に示す。

図1の結果から吸湿量はジョーゼットくメリ

表1 実験に用いた布地

	サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 4	サンプル 5	サンプル 6	サンプル 7	サンプル 8	サンプル 9	サンプル 10
繊維名	もめん	もめん	銅アンモ ニヤ レーヨン	絹	羊毛	ポリエステル	もめん	アクリル	羊毛	羊毛
生地名	メリヤス	ブロード	ベンベル グ	レース	ポーラ	ジョーゼ ット	メリヤス	テックス	アムンゼ ン	ジャージ
組織	よこメリ ヤス (ゴム)	平織	平織	リバー レース	変化平織	平織	よこメリ ヤス (平)	2 斜文織	2 斜文織	たてメリ ヤス
厚さ(mm)	0.43~ 0.49	0.20~ 0.21	0.16~ 0.17	0.32~ 0.40	0.58~ 0.62	0.22~ 0.24	0.43~ 0.49	0.54~ 0.56	0.62~ 0.72	1.27~ 1.38

表2 吸湿時間2.5分, 15.0分の吸湿量(%)

min \ sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5	5.7	4.9	10.2	8.6	6.4	1.9	7.0	3.1	5.2	4.7
15.0	9.9	12.3	17.8	15.9	11.8	7.6	10.2	5.9	10.4	7.1

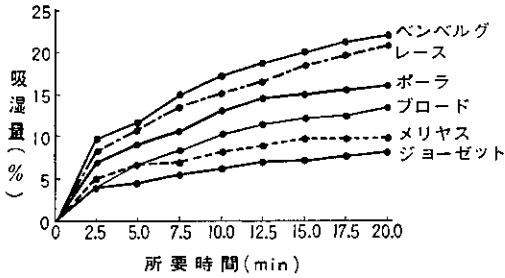


図1 ブロード, メリヤス, ベンベルグ, ポーラ, レースおよびジョーゼットの吸湿量

ヤス < ブロード < ポーラ < レース < ベンベルグの順であり、いずれの布も2.5分までに急速に吸湿し、その後の吸湿カーブは緩慢となる。以上の結果から、保温性を測定するため2.5分および15分間吸湿させたものを用いることに決定した。布の吸湿量を表2に示す。

表2に見られるように布の吸湿量は2.5分より15分の方が多くなっており、2.5分15分ともにベンベルグが最も多く絹がこれに次ぎ、合成繊維は少ない。組織の違いにより糸の間隙に含有される水分の差も考えられるので報告されている繊維の公定水分率と完全に一致はしないがほぼ似た傾向を示しており、また前報(4)における繊維の吸湿量ともほぼ一致を示している。

温度降下所要時間について

コントロール、乾燥した布、2.5分および15分吸湿した布での、温度変化曲線の代表的な値としてベンベルグ、メリヤス(平)、アムンゼンの値を図2に、また吸湿にともなう温度降下曲線の変化を示す一つの係数として次の式によって計算される値を表3に示す。

$$\frac{x-y}{x} \times 100 = \text{係数}$$

x : 乾燥した布を用いたときの34°Cまでに降下するのに要する時間

y : 吸湿した布を用いたときの34°Cまでに降下するのに要する時間

図2および表3にみられるように、いずれも乾燥した布の方が吸湿した場合よりも高い保温性を示す。乾燥した布の保温性はメリヤス平 < コントロール < メリヤス(ゴム) = レース < アムンゼン < テックス < レーヨン < ブロード < ジョーゼット < ポーラ < ジャージの順となっている。

以上の結果から推察すると、前報(5)で示された布の厚さと保温性の相関関係は考えられない。ジャージをのぞいて所要時間の長いポーラ、ジョーゼット、ブロード、レーヨンはいわゆる夏生地であり、降下温度の比較的早いアムンゼン、テックスの方が生地が厚い。このような結果を生じた要因は今後解明しなければならない問題であろう。

図2および表3に示されているように、吸湿によって保温性の低下がみられる。レース、ポーラなどの糸密度の粗なものをのぞいて、他のサンプルでは吸湿量は2.5分に比べ、15分の方が多いにもかかわらず、保温性については2.5分吸湿の布の方がより顕著な保温効果の低下をきたしている。これは繊維の違いよりはむしろ糸密度の相違によるものと考えられる。すなわち糸密度が大きい場合は吸湿による繊維の膨潤が加わり通気性は減少し、そのため2.5分吸湿

表3 吸湿にともなう温度降下曲線の変化係数

生地名 \ 吸湿時間 (min)	メリヤス(ゴム)	ブロード	ベンベルグ	レース	ポーラ	ジョーゼット	メリヤス(平)	テックス	アムンゼン	ジャージ
2.5	19	22	28	19	24	11	34	38	23	28
15.0	12	18	25	21	26	8	17	20	13	26

のものに比べて、15分吸湿の方が保温性が増すような結果となるものと思われる。しかし実際に生体が着用した場合は、布地の吸湿による熱伝導の増加と、通気性の減少による蒸れをとまなうために、どのような官能を示すかは繊維の構造、性質から生ずる物理的性能に加えて考えなければならない問題である。

1℃降下に要する時間

1例としてポーラを使用した場合における乾燥、2.5分吸湿、および15分吸湿のものの実験湿状態の布の保温率を求めた。その結果を図4に示す。

図4の結果から乾燥した布は吸湿した布よりいずれも保温率が高く、またサンプル7の場合は乾燥した布自体が放熱効果を示し、吸湿によって放熱効果はさらに大きくなっている。吸湿した場合はジョーゼット以外はすべて放熱効果を示し、しかもレース、ポーラ以外は吸湿量の少ない2.5分の方が、15分吸湿よりも放熱効果が大であるのは前述したとおりである。吸湿にとまなう放熱効果は、乾燥時にも放熱効果を示したサンプル7のメリヤスが一番大きく、またアクリルも吸湿により急速な保温率の低下を示す。

また前報(4)においては、吸湿にとまないテトロン、ボンネルが著しい保温率の低下現象を示しているが、本論文においては同一原料であるジョーゼットは放熱

効系感温部温度1℃降下に要する時間を図3に示す。

図3に見られるように最も温度降下速度の速いのは36℃付近であり、その後安定した降下速度を示し温度差が少なくなるに従い次第に緩慢となる。この現象は他の布地においても同じであり、前報(5)の結果とも一致する。

感温部温度34℃における保温率について

前述の結果から降下速度の安定している34℃における1℃降下に要する時間をとり、乾燥吸

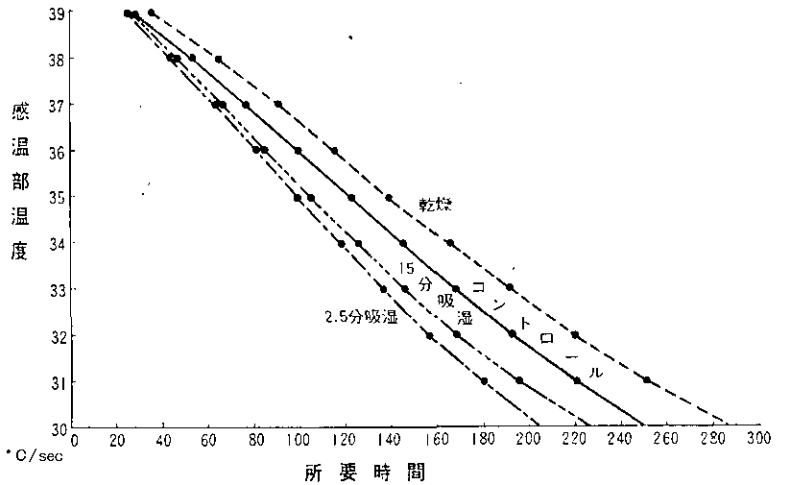


図2(A) ベネルグの乾燥、2.5分吸湿、15分吸湿およびコントロールの温度変化曲線

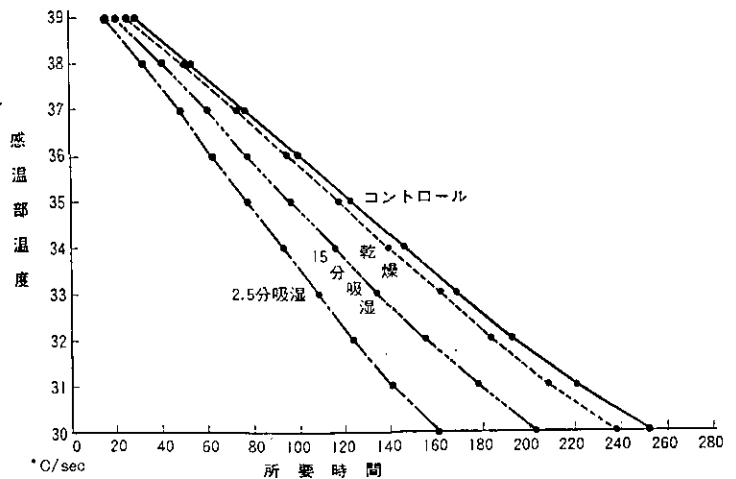


図2(B) メリヤス(平)の乾燥、2.5分吸湿、15分吸湿およびコントロールの温度変化曲線

効果を示しておらず、またアクリルは2.5分吸湿の場合は保温率の低下は著しいが、15分吸湿の場合は他の布地と比較して差がみとめられない。羊毛は前報(4)においては、吸湿した場合他の繊維より保温率の低下は少なかったが、本実験においてもアクリル、綿、絹、テトロン、レーヨンに比べて、保温率の低下が少なく同じ傾向を示している。

以上の事実からこの実験系を通して熱が放出される

場合、系内空気の熱抵抗、ガラス管の熱抵抗、布地の熱抵抗、および水分含有量などの諸要因の相互的作用にもとづく、複雑な現象を構成することが推察される。本実験においては布地の熱抵抗および水分含有量が問題となるが、以上の実験結果から推察できることは、布地の熱抵抗すなわち保温力は、それを構成する繊維の性質のみから求めることはできないということである。すなわち繊維の集合体としての糸の太さ、形状、密度、織り方の違い等により含気量、水分含量に差を生じ、これらが保温性に影響をおよぼすものと考えられる。

吸湿時の保温性低下率について

次の式により吸湿時における保温性低下の割合を計算した。

$$Hd = \frac{Ws}{Ds}$$

Hd：保温性低下率

Ds：乾燥時の1°C降下に要する時間

Ws：吸湿時の1°C降下に要する時間

上記式による計算値を表4に示す。表4の値は前記表3の値とほぼ反比例の関係を示すものであり、表3の値が吸湿にともなう保温効率の減少率を示すのに対して、表4の値は乾燥布に対する吸湿布の保温効果の割合を示すものである。

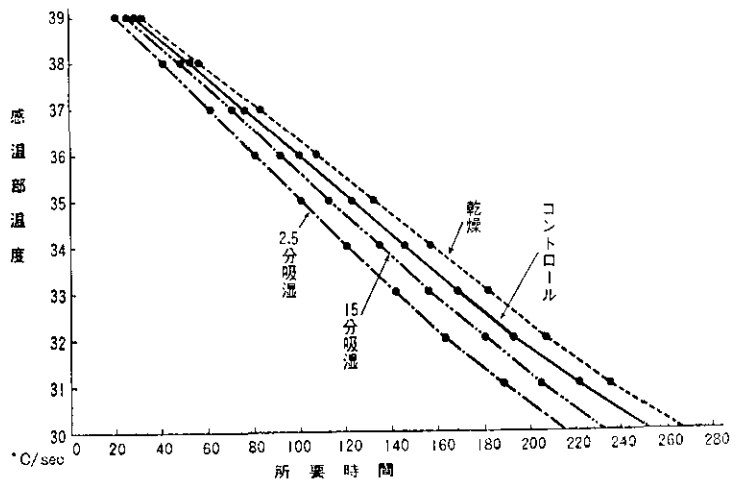


図2 (C) アムンゼンの乾燥、2.5分吸湿、15分吸湿およびコントロールの温度変化曲線

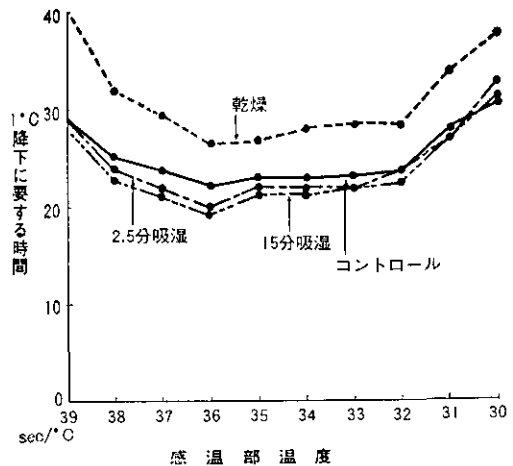


図3 ポーラの乾燥、2.5分吸湿、15分吸湿およびコントロールの1°C降下に要する時間

表4の結果から各サンプルは乾燥時に比べ2~3割の保温性の低下を示しており、これらの値は表3の値とほぼ一致している。ポーラ、レースは15分吸湿の場合の低下の方が大きく、ジャージは同じであるがあとのサンプルは2.5分吸湿の布の方が保温性の低下率は大きくなる。

ジョーゼットをのぞき他の布では感温部温度が低くなるに従い、吸湿にともなう保温性の低下の度合いは緩慢になる。

水の熱伝導率は被服材料の熱伝導率よりも大である。ゆえに衣服が湿潤になると熱伝導率が

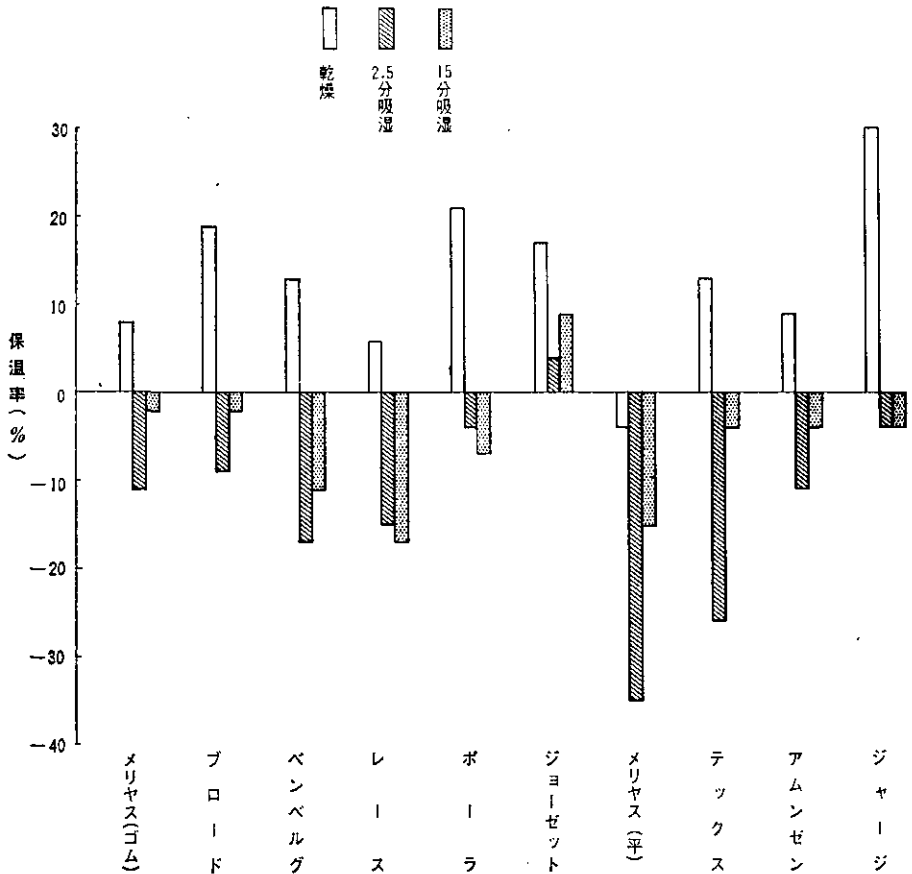


図4 メリヤス(ゴム), ブロード, ベンベルグ, レース, ポーラ, ジョーゼット, メリヤス(平) テックス, アムンゼンおよびジャージの乾燥, 2.5分吸湿および15分吸湿の場合の感温部温度34°Cの保温率

表4 表1の布地による乾燥時および吸湿時保温性の割合 (感温部温度34°C)

サンプル	メリヤス(ゴム)	ブロード	ベンベルグ	レース	ポーラ	ジョーゼット	メリヤス(平)	テックス	アムンゼン	ジャージ
吸湿時間	2.5分	0.82	0.76	0.73	0.80	0.79	0.89	0.68	0.65	0.82
	15.0分	0.90	0.82	0.79	0.78	0.77	0.93	0.85	0.88	0.73

高くなり放熱が大きくなるのは日常経験することである。しかし本実験においては吸湿量および吸湿時間の少ない2.5分の方が放熱効果大きい。この事実は繊維の吸湿機構の複雑性を反映するものであろう。

結 論

本論文においては乾燥状態の布と、2.5分および15分間飽和水蒸気中で吸湿させた布の保温性を比較した。その結果次の点を明らかにする

ことができた。

メリヤス(ゴム), ブロード, ベンベルグ, レース, ポーラ, ジョーゼット, メリヤス(平), テックス, アムンゼン, ジャージなど, 使用したすべての布において吸湿によって保温性が低下すること, その低下の割合は乾燥状態の保温性に比べて20~30%であることが認められた。

またジョーゼット以外は吸湿の結果放熱効果を示すことが知られた。

レース, ポーラでは2.5分吸湿に比べて15分

吸湿が、より保温性を低下させるが、他の布では15分吸湿に比べて2.5分吸湿の方が保温性の低下が大きい。この原因として糸密度と吸湿による繊維の膨潤の関係が考察された。

引用文献

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