

# 被服材料の保温性の研究

## その3 保温性測定法の比較

若山初子 寺岡宏

被服材料の保温性を測定する場合、その実験条件の相違によって保温性の測定値に差を生ずることは前報(1)の実験により明らかである。それゆえ前報(1)においては最も適切であると思われる実験条件を用い、日常使用されている12種の繊維について冷却法による保温率を求めその比較を行った。また温度変化曲線を用いて熱貫流係数を計算し、絹繊維とテトロン繊維の性質の違いを解明した。以上の実験と考察をもととし、さらに前報(2)においては異なった温度変化の様式をとる絹繊維とテトロン繊維について、その保温性の違いを解明するための実験を行った。すなわち絹繊維およびテトロン繊維の冷却法による保温率の相違を比較検討し、さらに実験系内部の温度降下速度を解析することにより、絹繊維とテトロン繊維の保温に関する性質の違いを推測することができた。

被服材料の保温性は、材料のもつ物理的性質に加えて織物組織や着装方法等、種々の要因が作用することは周知の事実である。しかし本実験においてはこれら要因を排除して、繊維の物理的性質を解明するために実験条件をさらに単純化して実験を行った。すなわち前回までの実験系では熱の放出を不均等化する要因が作用していたが、これを実験器具を改めることによって排除した。また保温率の計算には前報(2)の方法とは異なり、実験系内の温度が25°Cを中心として1°C降下に要する時間を用いた。

本論文においては使用材料として絹、テトロン、羊毛、木綿、ナイロン、アクリルの各繊維を用い、保温率測定のための実験条件、すなわち温度差、繊維の充填量、および感温部温度などについて最も適切と思われる条件を明らかに

した。また保温に関する繊維の性質についての考察を行った。

さらに本実験で得られた保温率と前報(2)で得られた保温率の関係について考察を行った。

### 材料と方法

**材料：**本実験に用いた繊維は、絹、羊毛、木綿、テトロン、ナイロン、ボンネルでこれは前報(1)において使用されたものと同材料である。実験目的に応じて1gまたは3gを用いた。

#### 方法：

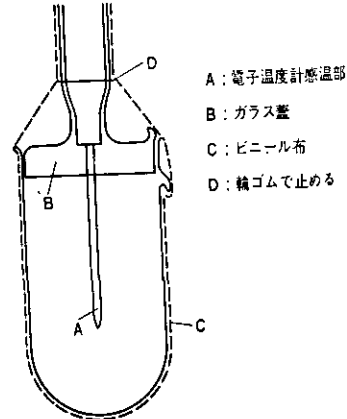


図1 電子温度計感温部構造

図1のようなガラス容器の蓋に $-10^{\circ}\text{C}$ ~ $+40^{\circ}\text{C}$ の5段切替の $0.1^{\circ}\text{C}$ 目盛の電子温度計感温部を固定させる。ガラス容器の中に同じような密度になるように繊維を入れ、電子温度計感温部を繊維でおおうようにする。上部ガラス蓋とガラス容器の爪を輪ゴムで固定させ、薄いビニール布(サランラップ)でガラス容器を密着包容し、その上部を輪ゴムで密封した。恒温水槽(A槽とする)を $30^{\circ}\text{C}$ に調節し、他の恒温水槽(B

槽とする)は20°C、15°C、10°C、5°C、0°Cの5通りに調節した。30°Cで平衡化させた容器をB槽に移し、29°Cから1°Cずつ降下に要する時間を測定した(B槽中では上部ガラス蓋が水面より3cm下になるように固定した)。

保温率の測定においては前報(2)と同様に冷却法により行い、本実験においては前報の時間を変数とした場合の冷却法のほかに、1°C降下に要する時間による保温率を求め両者を比較検討した。1°C降下に要する時間による保温率は次式によって計算される。

$$\text{保温率(\%)} = [(b/a) - 1] \times 100$$

- a : 容器に試料を充填しない場合の一定温度から1°C降下するのに要する時間
- b : 容器に試料を充填した場合の一定温度から1°C降下するのに要する時間

以上の実験において測定は3回繰返し、その平均値を保温率の計算に用いた。

### 結果と考察

#### 1. 実験条件の違いによる測定値の相違

被服材料の保温性は前述したように諸要因の作用の総合結果として規定されるが、繊維自体の保温性を測定する場合は、これら諸要因のうち特に人為的と考えられる要因はできるだけ排除し、繊維のみの保温性を比較検討するのがのぞましい。しかし前実験においては実験系上部にコルク栓を使用したため、実験系上部はコルク層を通して空気と接し、その下部はガラス層を通して水中に接するといった異なる2つの条件のもとで熱の放出が行われていた。それゆえ系内の温度降下が緩慢になり、特に室温とB槽温度との差が大きい場合には、完全にB槽温度にまで系内の温度が降下することはのぞめない

い状況であった。これはコルク層を通して室温が系内に作用するためであり好ましい条件とはいえない。さらに室温の変化などが作用して測定に誤差を生じた。それゆえ保温性測定のためにこのような要因を排除することがのぞまれる。この目的のために下記のいくつかの方法を試みた。すなわちガラス容器を直接水中に挿入しガラス蓋と下部容器との摺合せ部分に真空グリスを塗る方法を試みた。しかしこの方法は材料を充填する場合に、真空グリスが繊維に付着する可能性が大きく、条件としては好ましくなかった。また蓋と容器の接触部にパラフィン

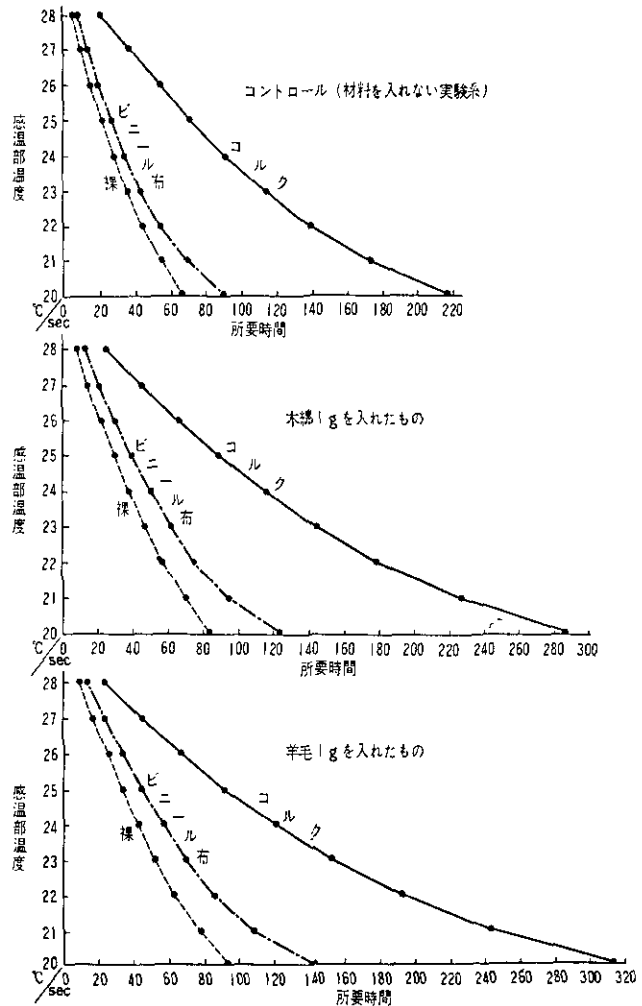


図2 実験系上部にコルク栓をしたもの(図中のコルク)直接水中に入れたもの(図中の裸)および実験系をビニール布で包んだもの(図中のビニール布)の温度変化曲線

つける方法を試みたが、水中でパラフィンが容器から剥離され容器中に水が浸入することが見られたのでこの方法も適切ではなかった。このためサランラップで容器を包む方法を用いた。

図2に容器にコルク栓をした場合、真空グラスを用いてガラス容器を直接水中に入れた場合、サランラップで容器を包んだ場合の結果を示す。試料は羊毛、木綿それぞれ1gでB槽は15°Cに設定した。

この三つの方法を比較すると、実験系にあてられる条件が熱の移動速度に変化を生じさせていることがわかる。すなわちこの実験系におけるコルク栓の存在は、熱の移動速度を大きく低下させる要因となっている。またビニール布の存在も熱の移動速度に影響をおよぼす要因であるが、これはコルク栓のような大きな要因とはならないことがわかる。それゆえ本実験ではコルク栓を廃止し今後ビニール布によって容器をつつむ方法をとることに決定した。ビニール

布で容器を包んだ場合にできる容器とビニールとの間の空気の層は、本実験系の熱移動速度に影響をおよぼす要因の一つである。それゆえビニール布で容器を包む場合できるだけ一定の方法によってこの空気層の量の変化を防ぐようにつとめた。

## 2. 実験の精度について

前報実験と本実験の精度を比較するため、次の式によって計算された値を精度の指数として求めた。

$$\frac{\text{実験回数における測定値の差}}{\text{測定の平均値}} \times 100$$

なお測定値とは容器をB槽に移したのち、系内の温度が25°C、15°Cおよび5°Cにまで降下するに要する時間を云う。

比較材料は絹、テトロンそれぞれ1gと3gで、A槽30°C B槽0°Cの場合である。その結果を表1に示す。

前実験では感温部温度が25°Cから15°C、15°C

表1 前実験と本実験の精度比較

感温部温度 実験方法 コントロールと繊維		25°C		15°C		5°C	
		前実験	本実験	前実験	本実験	前実験	本実験
コントロール		5.71	4.35	1.14	1.04	3.56	5.0
絹	1g	6.52	3.85	2.66	0.56	8.14	1.61
	3g	3.39	6.82	7.14	1.68	13.02	4.24
テトロン	1g	12.0	4.08	2.53	1.18	1.80	0.99
	3g	3.54	3.66	6.73	1.84	22.76	2.17

から5°Cと次第に低くなるにしたがって誤差が大きくなることがみられるが、本実験の方法ではこのような傾向はみとめられない。それゆえ本実験の方が安定した測定方法であることが推察される。

## 3. 時間を変数とした場合の保温率測定法について

前報(2)と同様に時間を変数とした保温率の測定を絹、および羊毛、木綿、テトロン、ナイロン、ボンネルの各繊維で行った。材料は1gおよび3gを用い、温度差としては10°C差、15

°C差、20°C差、25°C差、30°C差の条件を用いた。なお測定は29°Cから所定の温度まで降下するのに要する時間を求めた。主要な実験結果を表2に示す。

表2に示された測定時間により保温率を計算した。B槽温度15°Cと0°Cの場合の値を図3、4に示す。

以上図示された保温率は、前報ではB槽温度に近づくにしたがい高くなっているのに対して、本実験においては逆の結果を生じた。

保温率の分散分析

表2 A槽(30°C)からB槽に移したときの29°Cから28°C, 25°C, 20°C, 15°C, 10°C, 5°Cまでに  
温度が降下するのに要した時間 (単位 秒)

## A 使用材料1gの場合

	B槽温度 (°C)	降下所要時間を測定した温度(°C)					
		28	25	20	15	10	5
コントロール	20	8.5	44.0				
	15	6.0	25.5	91.0			
	10	4.0	17.0	49.0	124.5		
	5	3.5	13.0	34.0	69.5	190.0	
	0	3.0	11.5	27.5	49.5	90.5	240.0
絹	20	15.0	65.0				
	15	13.0	45.0	137.0			
	10	10.0	33.5	81.0	169.0		
	5	8.0	27.0	61.5	108.5	228.5	
	0	8.0	26.0	55.0	89.5	149.0	310.5
羊毛	20	15.0	69.0				
	15	12.5	44.0	141.5			
	10	9.0	33.0	86.0	202.0		
	5	8.0	28.0	65.0	120.0	273.0	
	0	8.0	26.5	59.0	100.0	168.5	345.5
木綿	20	13.0	60.5				
	15	11.0	38.5	123.0			
	10	8.0	30.0	77.0	174.5		
	5	9.0	29.5	66.0	115.5	248.0	
	0	7.0	22.0	49.0	80.5	136.0	277.0
テトロン	20	17.5	70.0				
	15	12.0	43.0	125.0			
	10	11.5	38.0	90.0	184.0		
	5	7.5	25.5	60.0	110.5	247.5	
	0	8.0	24.5	51.5	85.0	144.5	303.0
ナイロン	20	16.5	72.0				
	15	12.0	44.5	133.0			
	10	12.5	40.0	92.0	186.0		
	5	10.0	32.0	70.0	121.5	247.5	
	0	9.0	29.5	62.0	100.5	162.0	311.5
ボンネル	20	18.0	74.0				
	15	14.0	47.5	137.0			
	10	11.0	35.0	83.0	176.5		
	5	9.0	31.5	69.0	120.0	245.0	
	0	8.5	27.0	57.0	92.5	151.5	292.5

図3, 4を比較するとき, 本実験において求められた保温率は繊維間または, B槽温度の差により, 統計的に有意な差があるか否かをB槽温度との温度差が8°C差, 12°C差, 16°C差の場

合についてF-検定によって検定した, 計算の結果を表3に示す.

上記の計算の結果から本論文の時間を変数とした保温性に関しては, 絹, 羊毛, 木綿, テト

## 被服材料の保温性の研究

## B 使用材料3gの場合

	B槽温度 (°C)	降下所要時間を測定した温度(°C)					
		28	25	20	15	10	5
絹	20	25.5	107.0				
	15	23.0	78.5	223.0			
	10	16.0	56.0	136.0	279.5		
	5	14.0	48.0	106.5	184.0	361.5	
	0	13.5	44.0	92.0	149.0	238.0	448.5
羊毛	20	24.0	106.0				
	15	19.0	69.0	215.0			
	10	15.0	54.0	139.0	304.5		
	5	15.0	49.0	108.5	189.5	365.5	
	0	14.0	45.0	94.5	153.0	243.5	436.5
木綿	20	18.0	78.0				
	15	16.0	54.0	156.5			
	10	11.0	39.0	98.0	206.0		
	5	11.5	38.5	86.0	148.0	282.0	
	0	9.5	32.0	68.0	110.5	174.0	305.5
テトロン	20	28.0	113.5				
	15	20.0	73.0	197.0			
	10	19.0	62.0	138.0	260.5		
	5	12.5	44.0	98.0	172.0	336.0	
	0	12.5	41.0	85.0	136.0	220.0	414.0
ナイロン	20	25.0	102.5				
	15	21.0	72.0	204.5			
	10	18.0	60.0	140.0	276.0		
	5	15.5	51.5	112.0	191.0	351.0	
	0	14.5	45.0	92.0	145.0	224.0	377.5
ボンネル	20	27.5	119.0				
	15	24.0	81.0	223.5			
	10	18.0	61.5	146.5	289.5		
	5	15.5	51.0	112.5	194.5	364.0	
	0	14.5	46.0	93.5	147.5	230.5	394.0

ロン、ナイロン、ボンネル6種類の繊維間において、繊維の種類間でもB槽温度の違いによっても有意の差があるが、1g充填の場合はB槽温度との温度差が大きいときは、B槽温度の違いおよび繊維の種類間とも差がないことが認められた。

次に同じような性質を持つと思われる合成繊維について上と同様にF-検定を行った。計算

の結果を表に4示す。

上記の計算の結果からテトロン、ナイロン、ボンネル間においては繊維間には有意の差が認められず、B槽温度の違いにおいては3g充填の場合に有意な差が認められ、1g充填の場合はB槽との温度差が小さい場合に有意な差が認められることが結論できた。

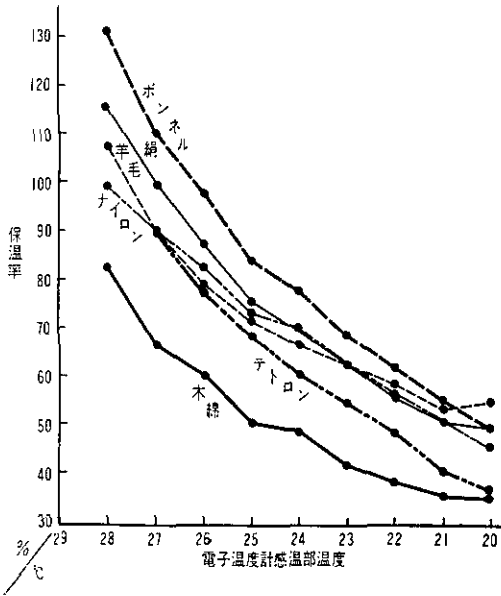


図3(A) B槽温度15°Cの場合の絹, 羊毛, 木綿, テトロン, ナイロン, ボンネル各繊維1gの保温率.

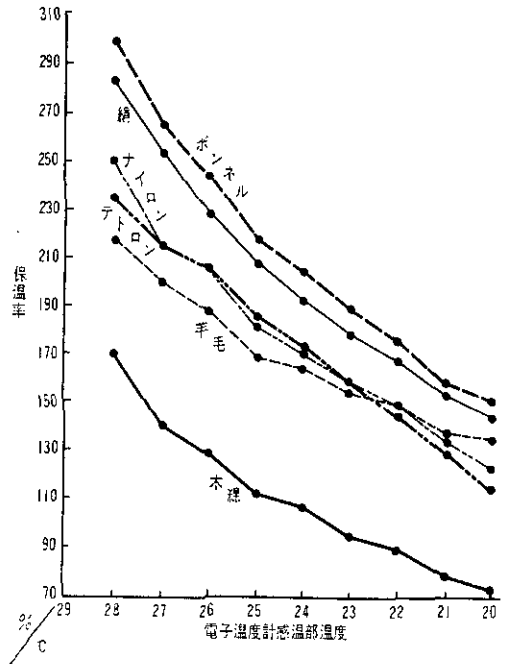


図3(B) B槽温度15°Cの場合の絹, 羊毛, 木綿, テトロン, ナイロン, ボンネル各繊維3gの保温率.

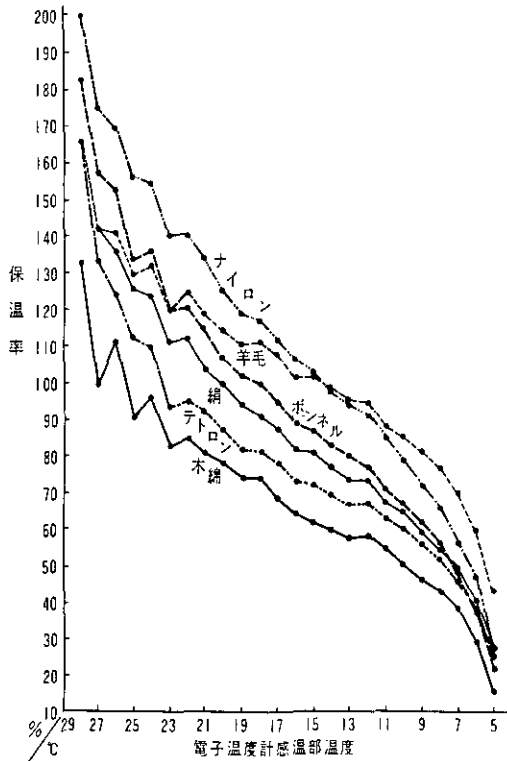


図4(A) B槽温度0°Cの場合の絹, 羊毛, 木綿, テトロン, ナイロン, ボンネル各繊維1gの保温率.

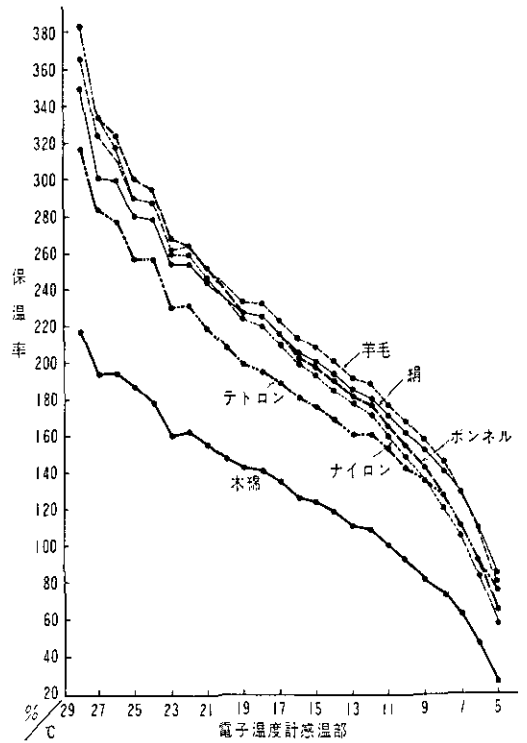


図4(B) B槽温度0°Cの場合の絹, 羊毛, 木綿, テトロン, ナイロン, ボンネル各繊維3gの保温率.

## 被服材料の保温性の研究

表3 感温部とB槽温度との温度差が8°C差, 12°C差, 16°C差における繊維6種類の保温率の分散分析表

温度差	使用g数	要 因	F-値	5%の危険率における差の有意性
8°C	1	B槽温度	7.90	あ り
		繊維の種類	3.74	あ り
	3	B槽温度	19.82	あ り
		繊維の種類	23.46	あ り
12°C	1	B槽温度	3.28	な し
		繊維の種類	3.27	あ り
	3	B槽温度	11.05	あ り
		繊維の種類	16.93	あ り
16°C	1	B槽温度	3.24	な し
		繊維の種類	2.73	な し
	3	B槽温度	5.32	あ り
		繊維の種類	8.68	あ り

表4 感温部とB槽温度との温度差が8°C差, 12°C差, 16°C差における合成繊維3種類の保温率の分散分析表

温度差	使用g数	要 因	F-値	5%の危険率における差の有意性
8°C	1	B槽温度	17.53	あ り
		繊維の種類	0.50	な し
	3	B槽温度	25.70	あ り
		繊維の種類	3.14	な し
12°C	1	B槽温度	2.72	な し
		繊維の種類	1.41	な し
	3	B槽温度	13.32	あ り
		繊維の種類	4.81	な し
16°C	1	B槽温度	6.68	な し
		繊維の種類	4.02	な し
	3	B槽温度	12.80	あ り
		繊維の種類	1.33	な し

#### 4. 前実験との保温率の相関について

実験条件の同一でない前実験と本実験によってえられた保温率に相関関係があるか否かを

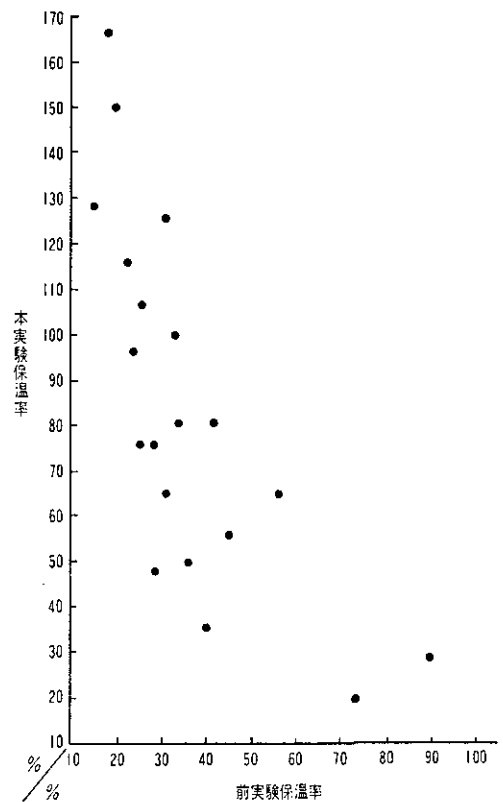


図5 絹1gの場合の前実験保温率および本実験保温率の相関

絹, テトロンそれぞれ1gおよび3gについて比較した(表5)。

また絹1gの場合の保温率を図5に示す。

表5, および図5に示された結果から絹およびテトロンとも相関性がないことがわかった。それゆえさらに別の角度から両実験を検討することを試みた。

#### 5. 前実験と本実験における温度変化曲線について

図6に示したように(1例としてB槽温度0°Cの場合)前実験と本実験感温部温度について温度変化曲線の比較を行った。温度変化曲線としては、横軸に感温部温度をとり縦軸に所要時間をとった。前実験においては上部にコルク栓を使用したため、熱放出に対する人為的な阻害要因が実験系に作用しているものと考えられる。この阻害要因が温度変化に比例的に作用するものと仮定し、この仮定を検定することを目

表5 前実験と本実験における絹およびテトロン繊維それぞれ1g, 3gにおける保温率およびそれに基づいた相関について

(A) 保温率

繊維	B槽温度 (°C)	感 温 部 温 度											
		28°C		25°C		20°C		15°C		10°C		5°C	
		前実験	本実験	前実験	本実験	前実験	本実験	前実験	本実験	前実験	本実験	前実験	本実験
絹 1g	20	25.0	76.0	27.7	48.0								
	15	22.5	116.0	28.6	76.0	35.8	50.0						
	10	20.0	150.0	23.8	97.1	31.1	65.3	40.0	35.7				
	5	15.4	128.5	25.6	107.6	34.0	81.0	44.8	56.3	73.4	20.2		
	0	18.2	166.0	31.4	126.0	33.3	100.0	42.4	81.0	56.0	65.0	89.3	29.0
テトロン 1g	20	41.7	106.0	38.4	59.0								
	15	30.0	100.0	41.4	69.0	47.2	37.0						
	10	40.0	187.5	41.0	123.5	45.1	83.7	49.5	47.8				
	5	38.5	114.0	43.0	96.0	45.0	76.0	50.0	59.0	60.0	30.0		
	0	32.0	166.0	43.0	113.0	45.5	87.0	50.0	72.0	57.1	60.0	75.3	26.0
絹 3g	20	54.2	200.0	67.0	143.0								
	15	30.0	283.0	52.9	208.0	74.3	145.0						
	10	40.0	300.0	46.7	229.4	53.0	177.6	75.1	124.5				
	5	46.1	300.0	54.7	269.2	59.4	213.2	68.5	165.0	78.6	90.2		
	0	54.6	350.0	68.6	281.0	69.2	234.0	75.0	201.0	85.0	163.0	99.0	87.0
テトロン 3g	20	56.3	230.0	59.8	158.0								
	15	37.5	233.0	59.2	186.0	55.7	116.0						
	10	40.0	375.0	46.7	264.7	48.5	181.6	49.5	109.2				
	5	46.1	257.0	53.5	238.0	52.8	188.0	55.8	148.0	48.9	77.0		
	0	54.6	317.0	61.4	256.0	56.4	209.0	57.6	175.0	58.2	143.0	72.0	75.0

(B) 上記保温率による相関表

A槽温度 (°C)	B槽温度 (°C)	感温部 温度 (°C)	実験法		相関係数
			前実験	本実験	
25	15	20	冷却法	冷却法	-0.44
30	15	20		冷却法	
30	10	15	冷却法	冷却法	0.08
	5	10			
	0	5			

的として図6の座標軸の変換を行った。

座標軸変換の方法としては、

A 前実験の所要時間506秒を本実験の所要時間240秒に合致させるため、前回実験の所要時間を $\frac{240}{506}$ 倍する方法。

この方法にしたがったコントロールおよび絹1gについての温度変化曲線を図7に示す。

B 前実験の感温部温度9.5°Cを本実験感温部温度5°Cに合致させるため、前回実験の感温部温度を次の式によって変換する方法。

$$\text{変換された温度} = \text{感温部温度} \times \frac{25}{20.5} - 6.6^\circ\text{C}$$

この方法にしたがったコントロールおよび絹1gについての温度変化曲線を図8に示す。

C 前実験の縦軸318秒を240秒に合致させ、前実験の横軸7.3°Cを5°Cに合致させる方法。このため前実験の所要時間を $\frac{240}{318}$ 倍し、また前実験の感温部温度を次の式によって変換した。

$$\text{変換された温度} = \frac{5}{30-7.3} \{ \text{感温部温度} \times 5 + 6(5-7.3) \}$$

この方法にしたがったコントロールおよび絹1gについての温度変化曲線を図9に示す。



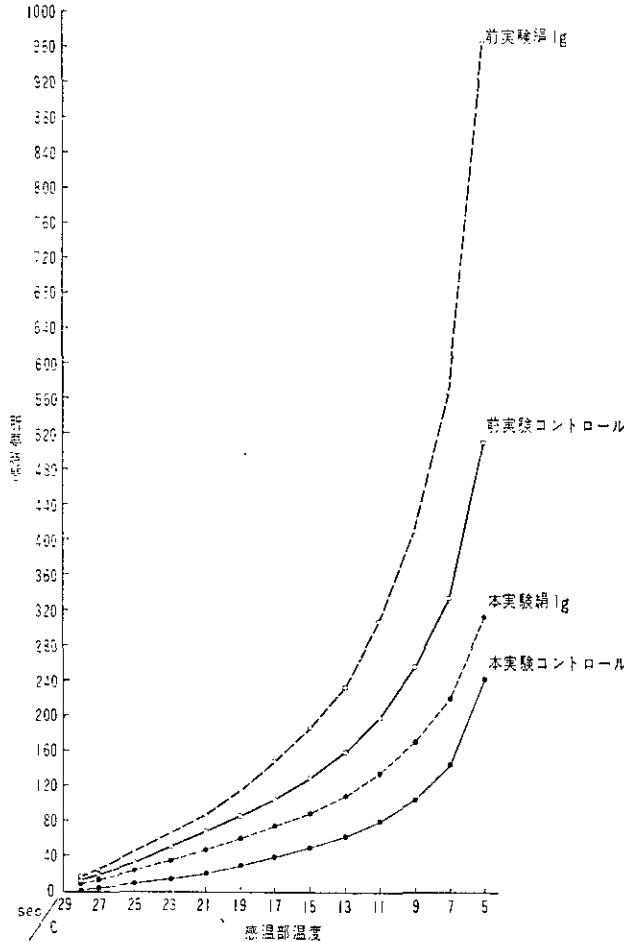


図6 前実験コントロールおよび綿1gと本実験コントロールおよび綿1gの温度変化曲線

図7, 8, 9の結果からも比例的な単位の転換のみではカーブを是正することができないことがわかる。この原因は前実験における人為的な阻害要因が、この系に対して1次的な要因として作用するものでないことを示す。

以上の事実を図6から考察すると感温部の温度降下のはじまり直線的に熱が移動している範囲内(28°Cから21°C, 20°C位まで)においては、単位温度の降下に要する時間はコントロール系では前実験が本実験の約2.7倍の時間を要している。つまりこれは前実験の人為的要因が熱の移動量を $\frac{1}{2.7}$ にしていることを示す。材料を充填した場合は単位温度降下に要する時間は1gで約2倍, 3gでは約1.3倍となり、前実験系における熱放出の阻害的要因が系の状況によつ

て同一でないことをしめしている。すなわち前実験の人為的な要因はコントロールの場合にもっとも顕著にあらわれ、またB槽温度との温度差が少なくなった場合や、B槽温度が低い場合などに顕著に作用することがみられる。

6. 1°C降下に要する時間

A槽からB槽中に容器を入れると、系中心部にある電子温度計感温部での温度変化は前報(2)の図1に示されたような様式を示す。すなわち感温部が存在する系中心部において熱移動が開始するのはB槽移転後若干の時間が必要である。それゆえ同様な温度降下速度を示す材料を用いた場合にも熱移動を開始するまでの時間に差を生ずるときは、時間を変数とした保温率は異なる値を示すことは明らかである。このため、より合理的なものとして1°C降下に要する時間による保温率が考えられる。

A槽とB槽の温度差が10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°Cのときの、材料1gおよび3g充填の系における1°C降下に要する時間を求めた。使用材料としては綿、羊毛、木綿、テトロン、ナイ

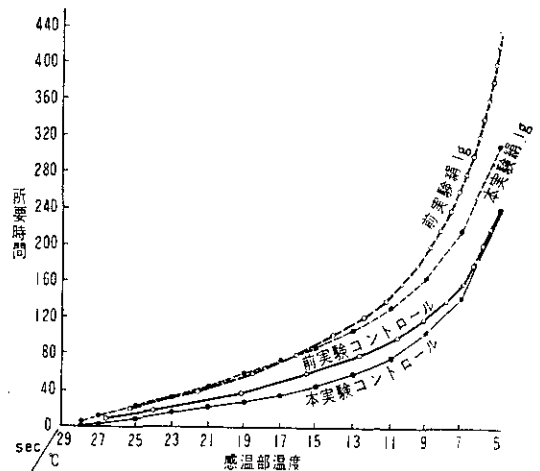


図7 前実験所要時間506秒を本実験所要時間204秒に合致させた場合のコントロールおよび綿1gの温度変化曲線。

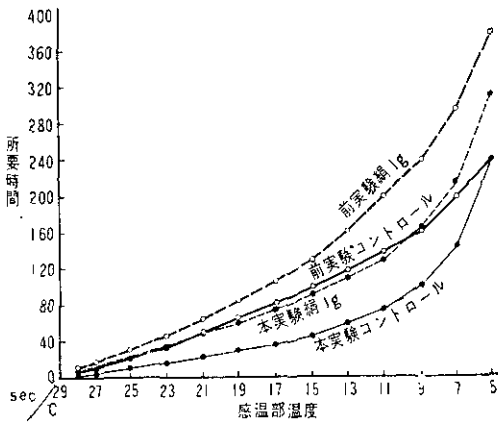


図8 前実験感温部温度  $9.5^{\circ}\text{C}$  を本実験感温部温度  $5^{\circ}\text{C}$  に合致させた場合のコントロールおよび絹  $1\text{g}$  の温度変化曲線。

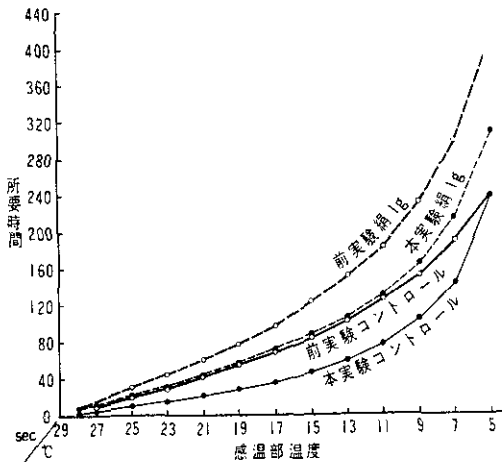


図9 前実験縦軸  $318$  秒を本実験  $240$  秒に合致させ前実験横軸  $7.3^{\circ}\text{C}$  を本実験  $5^{\circ}\text{C}$  に合致させた場合のコントロールおよび絹  $1\text{g}$  の温度変化曲線。

ロン、ボンネルを用いた、表6 A、Bにその結果を示す。

またB槽温度が  $0^{\circ}\text{C}$ 、 $5^{\circ}\text{C}$ 、 $10^{\circ}\text{C}$ 、 $15^{\circ}\text{C}$ 、 $20^{\circ}\text{C}$  の場合の絹  $1\text{g}$  および  $3\text{g}$  の  $1^{\circ}\text{C}$  降下に要する時間を図10に示す。なお他の羊毛、木綿、テトロン、ナイロン、ボンネル各繊維も同様の傾向を示した。

図10に示された結果から  $1^{\circ}\text{C}$  降下に要する時間は、B槽との温度差が少なくなるとB槽温度が低いときほど値が大きくなっていくことがわかる。熱の放出が二物体間の温度差によるものである以上、B槽温度が異っても感温部とB槽

との温度差が同一であれば同様のカーブを示すはずである。しかし温度差が一定であるにもかかわらずB槽温度が低くなるほど熱の放出量は少なくなる。これは室温またはビニールカバーとガラス蓋上部のあいだにできる空気層が影響をおよぼすのではないかと考えられる。この点を究明するために次の実験を行った。すなわち室温の影響を見るために、ガラス容器をB槽中に挿入する場合の水面よりの深さに変化をあたえて所定の温度まで降下するのに要した時間を求めた。その結果を表7に示す。

表7の結果から水中にある場合は実験系の深さが変わっても室温の影響を受けないことがわかった。

つぎにビニールカバーの上部を密着させて中の空気層をできるだけ除去したときと、普通につつんだ場合の比較を行った。その結果を表8に示す。

表8の結果、あきらかに空気層の存在がB槽温度に近づくにしたがい温度降下を阻害していることがわかる。それゆえ空気層の存在をなくするためには、実験系を直接水につける方法が妥当であると考えられる。

つぎにB槽温度が低い場合、室温との差が大きいためガラス容器内に水蒸気が付着する可能性が考えられる。それゆえ中にシリカゲルを入れた場合と入れない場合で実験を行い湿度のおよぼす影響を調べた。実験の結果を表9に示す。

表9の結果から湿度の影響はほとんど受けないことがわかる。

以上の実験の結果からビニールカバー内の空気の阻害要因がもっとも大きく、B槽温度との温度差がすくない程この影響は大きくなることが知られた。それゆえこのような条件下では保温率を求めることは適当でないと考えられる。この点はさらにコントロールと材料充填系の温度降下速度の関係を調べた結果(図11)からも確認される。

図11に示された曲線の勾配が  $45^{\circ}$  以下のときは材料が保温効果を持ち、 $45^{\circ}$  以上のときは放

## 被服材料の保温性の研究

表6 温度 1°C 降下に要する時間

(単位 秒)

A 使用材料 1g の場合

	B 槽 温度 (°C)	1°C 降下するのに要する時間					
		29°Cから28°C	26°Cから25°C	21°Cから20°C	16°Cから15°C	11°Cから10°C	6°Cから5°C
コントロール	20	8.5	14.5				
	15	6.0	7.5	21.0			
	10	4.0	4.0	9.0	25.5		
	5	3.5	3.0	5.0	9.0	51.0	
	0	3.0	3.0	4.0	5.0	12.0	61.5
絹	20	15.0	19.0				
	15	13.0	11.0	31.0			
	10	10.0	7.5	12.0	26.0		
	5	8.0	6.0	8.5	11.5	42.5	
	0	8.0	6.0	7.0	8.5	17.0	58.5
羊 毛	20	15.0	22.0				
	15	12.5	11.5	33.5			
	10	9.0	8.0	15.0	37.0		
	5	8.0	7.0	9.0	14.5	56.0	
	0	8.0	6.0	7.5	10.0	20.0	59.0
木 綿	20	13.0	19.5				
	15	11.0	9.5	28.0			
	10	8.0	7.0	12.0	31.5		
	5	9.0	6.5	9.0	12.5	48.5	
	0	7.0	4.0	6.5	7.5	14.5	46.0
テ ト ロ ン	20	17.5	20.0				
	15	12.0	11.0	26.0			
	10	11.5	8.0	13.0	28.0		
	5	7.5	6.0	8.5	13.0	50.0	
	0	8.0	5.5	6.0	8.0	16.5	54.0
ナイロン	20	16.5	21.0				
	15	12.0	11.5	27.5			
	10	12.5	9.0	13.5	28.0		
	5	10.0	7.0	9.0	12.5	44.0	
	0	9.0	6.5	7.0	9.0	17.0	51.0
ボンネル	20	18.0	21.0				
	15	14.0	11.5	28.0			
	10	11.0	8.0	13.0	29.0		
	5	9.0	7.0	8.5	12.5	43.0	
	0	8.5	5.5	6.5	8.5	17.0	46.0

熱効果を持つことを示す。図11の結果より、感温部温度が12°C位までは材料充填系が保温効果をもたらしているが、それ以下の温度では放熱効果を生じ温度差の低い状態が保温率の測定に不適當なものであることを示している。同様の

結果は他の材料についても認められた。

#### 7. コントロールと材料を充填した場合の熱の放出関係について

上記の温度変化曲線からコントロールと材料を充填した場合の熱の放出は、図12のような模

## B 使用材料3gの場合

	B槽温度 (°C)	1°C 降下するのに要する時間					
		29°Cから28°C	26°Cから25°C	21°Cから20°C	16°Cから15°C	11°Cから10°C	6°Cから5°C
絹	20	25.5	32.0				
	15	23.0	19.0	45.0			
	10	16.0	13.0	20.5	41.5		
	5	14.0	11.0	13.5	19.0	61.0	
	0	13.5	10.0	11.0	13.0	25.0	69.5
羊毛	20	24.0	33.0				
	15	19.0	17.0	47.0			
	10	15.0	13.0	22.0	50.0		
	5	15.0	11.5	14.5	20.0	58.5	
	0	14.0	10.0	11.5	13.0	25.0	60.0
木綿	20	18.0	23.0				
	15	16.0	13.0	31.5			
	10	11.0	9.0	15.5	31.0		
	5	11.5	9.0	11.0	15.0	44.0	
	0	9.5	7.0	8.0	10.0	17.0	41.0
テトロン	20	28.0	32.0				
	15	20.0	18.0	36.0			
	10	19.0	14.0	19.5	33.0		
	5	12.5	10.0	13.0	18.5	52.5	
	0	12.5	9.0	10.0	11.5	22.0	60.5
ナイロン	20	25.0	30.0				
	15	21.0	17.0	40.5			
	10	18.0	14.0	19.5	38.0		
	5	15.5	11.5	14.0	19.0	50.5	
	0	14.5	9.5	10.5	12.0	20.0	46.0
ボンネル	20	27.5	36.5				
	15	24.0	19.0	42.5			
	10	18.0	14.5	21.5	41.0		
	5	15.5	11.5	14.5	19.5	53.5	
	0	14.5	10.0	10.5	12.0	22.0	48.0

表7 B槽温度5°Cにおけるコントロール測定値(上部蓋と下部ガラス容器の接り合わせ部分に真空グリスを塗りビニールカバーを用いない)

感温部温度 実験系位置	降下所要時間を測定した温度				
	28	25	20	15	10
実験系上部水面下0.5cm	3.0	11.0	28.5	51.5	97.0
実験系上部水面下10cm	3.0	11.0	28.5	51.5	97.0

式的な変化を示すことが考えられる。コントロール系における熱の放出は空気の対流にもとづくものであり、材料充填系では充填の状況から

空気の対流は殆んど考えられず、繊維を通しての熱伝導にもとづくものと推察される。これらの2つの熱放出の要因は温度差によって変化を

被服材料の保温性の研究

表8 B槽温度0°Cにおけるコントロール測定値(単位 秒)

実験系	感温部温度(°C)					
	28	25	20	15	10	5
ビニールカバー上部密着	3.0	11.0	26.0	44.5	78.5	163.0
本実験	3.0	11.5	27.5	49.5	90.5	240.0

表9 シリカゲルを入れた場合と入れない場合の温度降下所要時間(B槽温度0°C)

実験系	感温部温度(°C)					
	28	25	20	15	10	5
中にシリカゲルを入れ本実験と同位置	2.5	10.0	24.5	41.5	67.5	112.0
シリカゲルなし本実験と同位置	2.5	9.0	23.0	38.5	64.0	109.0
シリカゲルを入れ1回毎に空気を入れ替え本実験と同位置	2.5	10.0	24.0	41.0	67.5	113.0

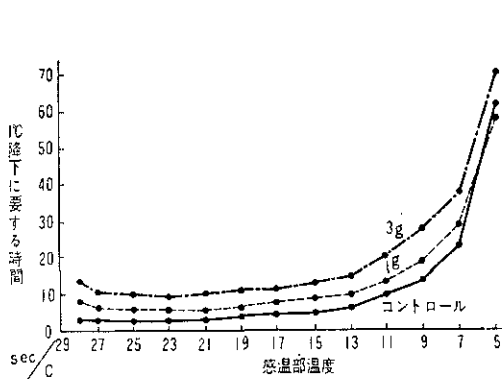


図10(A) 絹1gおよび3gとコントロールの1°C降下に要する時間, B槽温度0°Cの場合

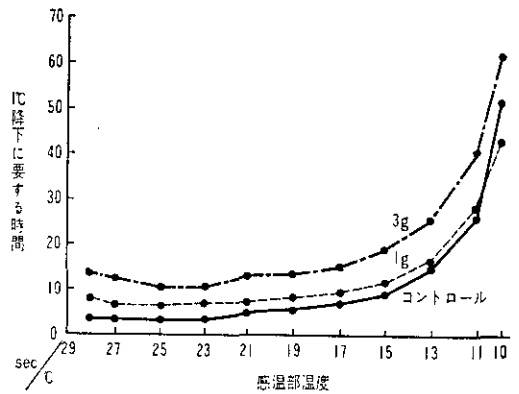


図10(B) 絹1gおよび3gとコントロールの1°C降下に要する時間, B槽温度5°Cの場合

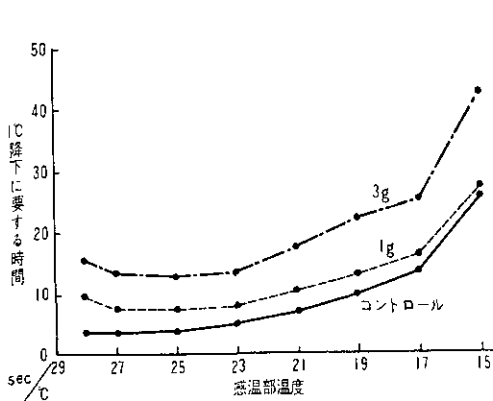


図10(C) 絹1gおよび3gとコントロールの1°C降下に要する時間, B槽温度10°Cの場合

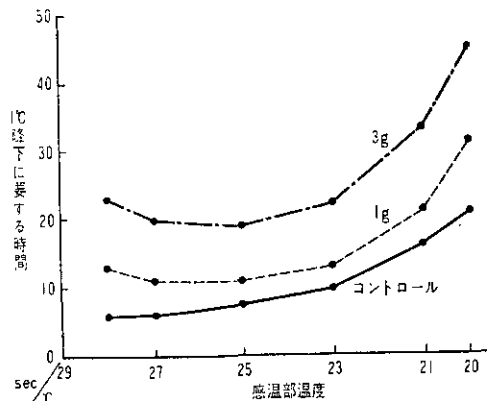
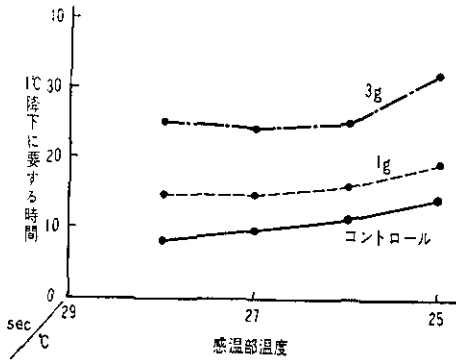


図10(D) 絹1gおよび3gとコントロールの1°C降下に要する時間, B槽温度15°Cの場合



〔図10(E)〕 絹1gおよび3gとコントロールの1°C降下に要する時間。B槽温度20°Cの場合

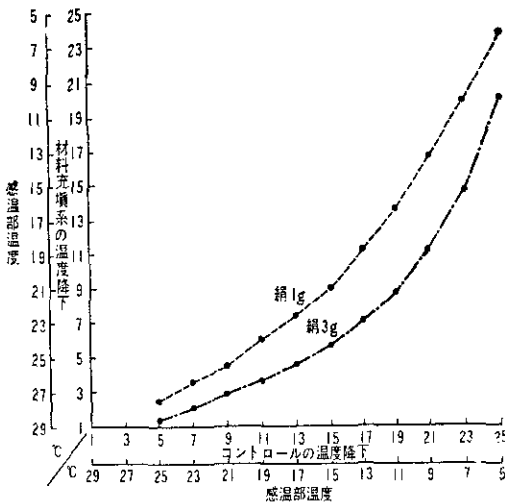


図11 B槽0°Cにおけるコントロールの温度降下と材料充填系の温度降下との関係。

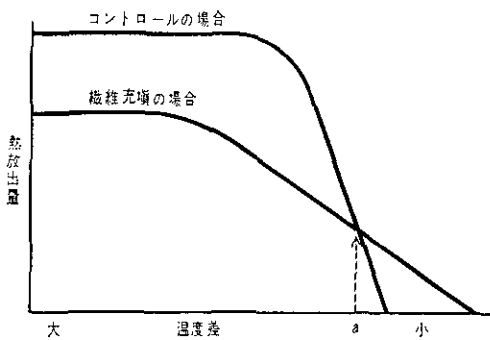


図12 熱の放出量と温度差の関係について

受けるが、その様式は図12にあるように一様ではない。すなわち温度差がある値以上の場合には対流も熱伝導も共に一定の値を示し、温度差が少なくなるにつれ熱の放出量は次第に少なく

なる。しかし温度差の変化にともなう熱放出量の変化の割合は対流系の方が大きく、それゆえ図12のa点で示されるように、ある温度差以下では繊維が積極的に伝導により熱を放出する状態が成立する。すなわち温度差の少ないときの放熱効果が以上のような原因にもとづくものと考えられる。この結果から保温性を測定するには、コントロールおよび繊維充填系が一定の熱放出量を示す部分において測定するのが妥当と考えられる。

以上、このような条件を備えた実験系として次のものが考えられる。すなわちA槽は30°Cに固定しているためB槽温度は低いほうがよいこと、また熱放出量が一定の値を示す点がほぼ25°C付近であることなどから、これと10°C以上の温度差を持った10°C、5°C、0°CをB槽とし、25°C付近での1°C降下に要する所要時間をもととして保温率の計算をすることが妥当であると考えられる。そしてB槽温度が10°C、5°C、0°Cの三者のうちもっとも妥当なものを検討することとした。

### 8. 感温部温度25°Cにおける保温率について

前述の結果からB槽温度を10°C、5°C、0°Cとし、感温部温度25°Cの点を保温率測定点とした。26°Cから25°C、25°Cから24°Cまでの各温度降下時間の平均値をとり、これを1°C降下に要する時間として保温率を求めた。その結果を図13に示す。

図13の結果から1gより3g充填の方が保温率が高く、また各繊維で1gおよび3g充填の場合ともに、B槽温度10°Cのとき一番保温率が低く、1gの羊毛、ナイロン、3gのテトロンをのぞきB槽温度5°Cの場合に一番高い保温率を示している。また天然繊維では木綿、合成繊維ではテトロンが低い保温率を示す。

以上のような保温率が繊維間またはB槽温度の違いにより、統計的に有意な差があるか否かを分散分析を行いF-検定によって検定した。計算の結果を表10に示す。

上記の計算の結果から、絹、羊毛、木綿、テトロン、ナイロン、ボンネル6種類の繊維間におい

被服材料の保温性の研究

表10 絹, 羊毛, 木綿, テトロン, ナイロン, ポンネルの場合の分散分析表

使用 g 数	要 因	織 維 6 種 類		合 成 織 維 3 種 類	
		F-値	5%の危険率における差の有意性	F-値	5%の危険率における差の有意性
1 g	B 槽 温 度	47.43	あ り	9.3	あ り
	織 維 の 種 類	4.73	あ り	4.87	な し
3 g	B 槽 温 度	118.47	あ り	34.45	あ り
	織 維 の 種 類	43.42	あ り	6.66	な し

ては、繊維の種類間でもB槽温度の違いによっても1g3gともに有意な差があり、テトロン、ナイロン、ボンネル3種類の繊維間においては、1g3gともにB槽温度の違いにより有意の差を生ずるが、繊維の種類間では差がないことが認められた。以上の結果は合成繊維未加工糸における保温性の類似性を示すものである。

上記の方法によって求められた保温率と、前報の時間を変数とした保温率との相関を調べるため、材料6種類について保温率の順位相関を計算した。その結果を表11に示す。

表11 時間を変数とした冷却法と25°Cを中心とした1°C降下に要する時間による保温率の材料6種類の順位相関

B槽温度 (°C)	織 維 g 数	順位相関係数	n=6の時r5%の棄却値
10	1 g	0.86	0.829
10	3 g	0.46	
5	1 g	0.971	
5	3 g	0.971	
0	1 g	0.914	
0	3 g	0.943	

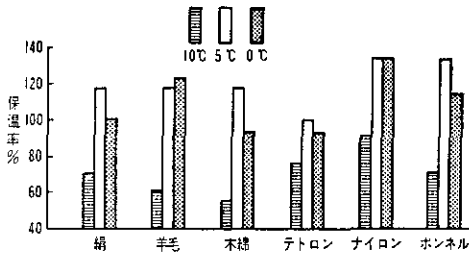


図13(A) B槽温度10°C, 5°C, 0°Cの場合の感温部温度25°Cの保温率。1gの場合

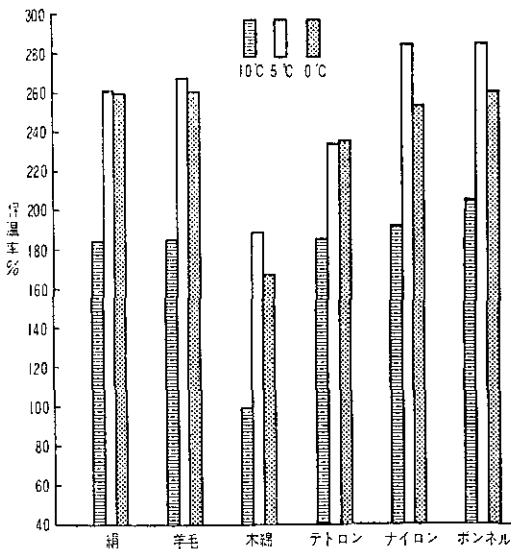


図13(B) B槽温度10°C, 5°C, 0°Cの場合の感温部温度25°Cの保温率。3gの場合

以上の結果から1ヶの例外をのぞき、2つの方法によって求められた保温率の順位に相関性のみられることがわかった。またB槽温度は5°Cがより妥当であることが推察される。

つぎに図13の保温率についてB槽温度と繊維充填量を比較検討するために、材料6種について温度間の順位性と材料使用量間の順位性を順位相関によって求めた。その結果を表12に示す。

表12 1°C降下に要する時間による保温率の材料6種類についての順位相関

	B槽温度 (°C)	織 維 g 数	順位相関係数	n=6の時r5%の棄却値
織用え 繊維量た のをと 使変き	10	1gと3g	0.257	0.829
	5	1gと3g	0.80	
	0	1gと3g	0.657	
B 変 槽 え 温 た 度 と を き	5と0	1g	0.63	
	5と0	3g	0.829	
	15と20	3g	0.60	
	15と10	3g	0.371	
	5と10	3g	0.829	
	5と0	3g	0.829	

順位相関係数の高いものをより妥当な条件と仮定すれば、表11、12の結果からB槽温度は5°C、また使用材料は3gが保温率を測定する場合の適当な条件といえることができる。

### 9. 感温部温度25°Cにおける保温率の相関について

系と外液との温度差のすくないときは、冷却

法における前実験と本実験において保温率に相関性を見出すことができなかったが、保温性測定のための最も安定した温度と思われる感温部温度25°Cにおいては、いかなる関係を示すか種々のデータの比較を行った。その結果を表13に示す。

以上の結果感温部温度25°Cにおける保温率

表13 感温部温度25°Cの相関

その1

実 験 条 件			相 関 の 対 象		相 関 係 数
B 槽 温 度 (°C)	感 温 部 温 度 (°C)	繊 維 g 数	実 験 法		
			前 実 験	本 実 験	
10, 5, 0	25	1, 3	冷 却 法	1°C 降 下	0.84
10, 5, 0	25	1, 3	冷 却 法	冷 却 法	0.83
10, 5, 0	25	1, 3	1°C 降 下	1°C 降 下	0.90
10	25	1		1°C と 冷	0.95
10	25	3		1°C と 冷	0.85
5	25	1		1°C と 冷	0.94
5	25	3		1°C と 冷	0.99

その2

実 験 条 件		実 験 法	相 関 の 対 象	相 関 係 数
感 温 部 温 度 (°C)	繊 維 g 数		B 槽 温 度	
25	3	1°C 降 下	10°C, 5°C	0.91

は、冷却法による値と1°C降下に要する時間による値との間に相関々係があることがみられた。そしてこれらの結果は本実験系における実験方法として、感温部温度25°Cを中心とし1°C降下による保温率の測定方法の妥当性を示すものであろう。

## 結 論

本論文においては保温性測定法について前報との比較を目的として実験を行い、次の点を明らかにすることができた。

1. 前報実験においては系上部にコルク栓を使用し、本実験においてはビニール布でおおいをし実験系を完全に水中に入れて実験を行った。両者の実験精度を比較した結果、本実験の方がより正確な測定方法であることが明らか

にされた。

2. 冷却法による保温率を計算した結果、前法の実験と本実験の間には結果の一致性がみられなかった。

3. 保温率は繊維6種類間では繊維の種類間に有意な差がみられる。またB槽温度の違いによっても保温率に有意な差が生ずることが明らかにされた。しかし合成繊維のみの場合は繊維間には有意な差は認められなかった。

4. 前実験の温度変化に対する人為的阻害要因について考察をし、その結果これが一次比例的な作用要因でないことが明らかにされた。

5. 1°C降下に要する時間による保温率を、繊維6種類それぞれ1gと3gの場合に求めた。その結果保温率を測定する場合の感温部温度は25°Cが適当であること、およびB槽温度は



## 被服材料の保温性の研究

5°C. 繊維充填量は3gが最も妥当であることが見出された. この方法の妥当性は温度間の順位相関, 材料使用量間の順位相関, および保温率の相関などからみちびかれた.

## 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).