

— 報 文 —

## 布の保温性測定装置の製作とその測定

横 井 亮 子   牛 尾 真 弓   藪 内 浩

Development of Warmth Retaining Tester and Its Use

Ryoko YOKOI   Mayumi USHIO   Hiroshi YABUUCHI

### 要 旨

布の「保温性」は被服の大切な性能の一つである。その「保温性」測定方法について、従来の測定法を基にし、測定装置の改良を行った。改良した測定装置は、従来の「カタ温度計法」と「牛乳瓶法」での測定装置の問題点を解消し、また「保温性」と実際の被服条件との関係をより明確に評価することが可能となった。さらに、最近の技術の向上による「保温性」と「軽さ」を強調した布についても同様に測定した結果、妥当な結果が得られたので、それらの研究を本論文で報告する。

キーワード：保温性測定装置 warmth retaining tester  
カタ寒温計法 Kata-thermometer method  
牛乳瓶法 milk-bottle method

### 1. 緒 言

人が衣服を着る要因の一つは、「保温」すなわち体温の外部への移動を少なくすることであり、そのために布で身体を覆うことが必要となってくる。布の「保温性」は被服の大切な性能の一つであり、その測定方法の検討も重要な課題である。そこで、学生実験において従来行ってきた布の保温性測定方法について再検討を行った。その結果、従来法での問題点を解決するとともに、実際の被服条件と保温性の関係を理解しやすい方法に改良することができたので、本報文中で報告する。また、最近の衣料品では、「保温性」だけでなく「暖かさ」と同時に「軽さ」なども強調したものが多く出回っている<sup>1)2)</sup>。このため寒い季節でも活動的な生活ができることにもなっている。本報文中の方法を用いて、実際に出回っているこの種類の衣料品の評価を通じて、本測定装置とこの装置を用いる測定方法の妥当性を検証することにした。

### 2. 測定方法

#### 2-1 従来の測定方法

布の保温性を調べる方法に、JIS では恒温法と冷却法を定めている<sup>3)</sup>が、学生実験において

は、保温性を調べる簡易法として、カタ寒温計による方法<sup>4)</sup>を用いてきた。これは、まず布を2つ折にし両側端(3 cm間)に縫い目を入れて袋状にした試料片を用意する。次に、カタ寒温計を約40℃の温湯に入れアルコールを上部の中空部まで入れてから取り出し、水をふき取った後、カタ寒温計に試料片をはめ、上下二つの標準線間を通過するまでの時間を計る。試料片をはめない裸状の場合も測定し保温率を算出する方法であった。この測定方法による問題点として、室内のわずかな空気の流れ、布の寒温計の密着度など環境の影響を大きく受け、測定値のばらつきが大きく、そのため測定結果に妥当性を欠く場合が多かった。

## 2-2 改良した測定方法

保温性を調べる簡易法として、「カタ寒温計を用いる方法」以外に「牛乳瓶を用いる方法」<sup>4)</sup>が知られている。後者の方法は牛乳瓶に温水を入れ、布で被って温度低下を測る方法である。この方法にもいくつかの欠点がある。まず、①高温度のお湯を牛乳瓶に注ぐことから瓶が膨張し割れる危険性があること、②攪拌が考慮されていないので、液温が不均一となることなどがある。そこで、これらの欠点を克服するために、次に述べるような「ポリ瓶を用いる方法」を考案し、測定装置を製作した。

今回製作した測定装置を図1に示す。測定方法は、まず4個のポリ瓶(250ml)を保温測定装置台座に用意する。次に、ポリ瓶に密着するように測定しようとする試料布を筒状に縫ったもの3枚と、レース地(厚み60.0 $\mu$ )の同じ形状の布1枚の計4枚を用意する。これらの試料布を図1のように、①1枚はポリ瓶を被い、②1枚はポリ瓶に前述のレース地の上に試料布を被う。③1枚は①と同様に被った後スプレーで水をかけて布が濡れた状態にする。やかんに用意した80~90℃の温湯を先に用意した4本のポリ瓶(1本は布を当てない裸状のポリ瓶④とする)に上部の印の線まで温湯を入れる。最後に温度計と攪拌棒の付いたゴム栓をはめ、試料布を口のところについている紐でしっかりと締める。

4本のポリ瓶の温度計がそれぞれ70℃を示した時から経過時間(5分・10分・15分・20分・25分・30分)の温度変化を測定する。この方法により、次のような検討を行った。

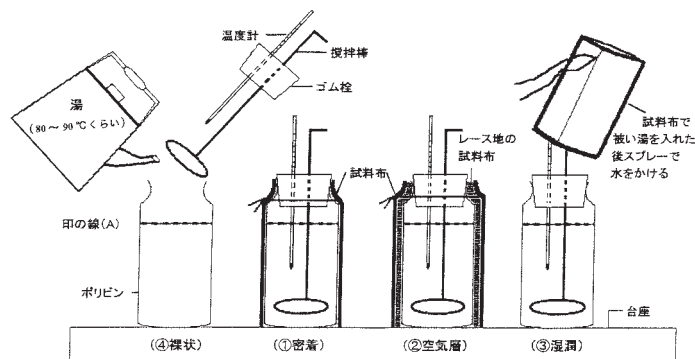


図1 ポリ瓶法による保温性測定装置

## 2-3 被服条件と保温性の関係

衣服を着用する際の被服条件には様々な場合が考えられる。それらについて学生実験で明らかにできるようなやり方を考えた。

(1) 被服の着用によって保温性の高さを求める場合などには保有空気量の多い布を下着にすることが多い。それは、各種材料の中で空気<sup>5)</sup>の熱伝導率が最も小さいためと説明される。被服条件のうち空気層を保って着用した時を想定して、今回の検討方法ではレース地の上に試料布を被うこととした。

(2) 布が汗や雨等の水分により湿潤すると保温性は低下する<sup>6)</sup>。この理由は水の熱伝導率が、空気および繊維に比べて非常に大きいためと説明される。この濡れた被服を着用した時を想定して今回の検討方法ではスプレーで水をかけた試料布でポリ瓶を被った。

実際、われわれは寒い時には重ね着をしたりして上手く空気層を取り入れたり、また雨や汗などで濡れたら身体が冷えることなどを知っている。これらの被服条件と保温性との関係を、実験を通して学生に理解してもらうことを意図した実験である。今回製作した装置と方法でこの意図が達成できるかどうかを検証した。また、最近の軽量保温性を改良したとしている布についても適当な評価ができるかどうかを検討した。

## 3. 実験結果と考察

### 3-1 被服条件と保温性の関係について

保温性の測定法として、ポリ瓶を使用した方法で、学生実験に適当な測定結果とそれらにより保温性の理解が得られるかどうか、また、測定方法の危険性が少なくかつ扱いやすいかどうかなどに注目しつつ以下の実験を行った。

前述した測定方法を用いて、実際の被服条件と保温性の関係を比較検討した。比較検討する試料布として、婦人向けの肌着・靴下用保温性素材として若い女性らに見直されている3大合繊の一つであるアクリル布（東邦レ製スペリア<sup>7)</sup>）を使用した。測定結果を表1および図2に示す。それぞれ液温が70℃を示した時（0分）から5分毎に30分まで測定した。測定結果は

表1 ポリ瓶法によるアクリル繊維布の保温性測定結果  
布性状〔厚み：67.4μ 重量：165g/m<sup>2</sup> 比重：1.28〕

経過時間 (分)	温度(℃)					
	$t_0$	$t_c$	$t_a$		$\Delta t_1$ ( $t_c - t_0$ )	$\Delta t_2$ ( $t_a - t_0$ )
	blank	密着	空気層	湿潤		
0	70	70	70	70	0	0
5	66	67	67	61	1	1
10	62	63.8	64.2	54	1.8	2.2
15	59	61	62	49.5	2	3
20	56	59	60	45.5	3	4
25	53.5	56	57.5	43	2.5	4
30	51	54	56	41.5	3	5

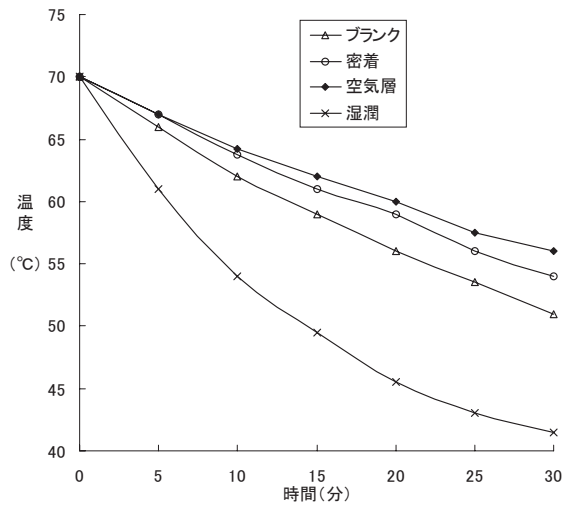


図2 ポリ瓶法によるアクリル繊維布の保温性測定結果

(1) 濡れた試料布を被ったポリ瓶(湿潤)の液温の低下が一番早く、次いで(2)ブランク(試料布を被わずに裸状にしたポリ瓶)、(3)密着した状態、(4)レース地の上に試料布を被って空気層をもった状態の順であった。4つの条件の差は明らかであり、誰でもが被服条件と保温性の関係を理解しやすい結果が得られる測定方法であることが実証された。測定を通じて、十分安全な方法であることも判った。

### 3-2 軽量保温性改良布について

近年、繊維業界では繊維にさらに付加価値を付与するため、布の特徴を高度化したり、新たな機能を付与する開発が進められている。そのような機能の中に、「軽量保温」をうたっている布地がある。本当に効能書き通りの性能を持っているかどうかを今回の測定方法を用いて検討した。上述の「軽量保温」を付加したナイロン<sup>8)</sup>布(以下、中空ナイロンと表記:カネボウ合繊(株)製ライトロン、品番 NN1875A)と通常の保温ナイロン布(以下、レギュラーナイロンと表記:カネボウ合繊(株)製、品番 NN1929)<sup>9)</sup>を比較検討した。保温性を改良する技術は繊維の中に炭化ジルコニウムを入れる等、さまざまあるが<sup>10)</sup>、今回用いた布は中空繊維<sup>11)</sup>を用い、

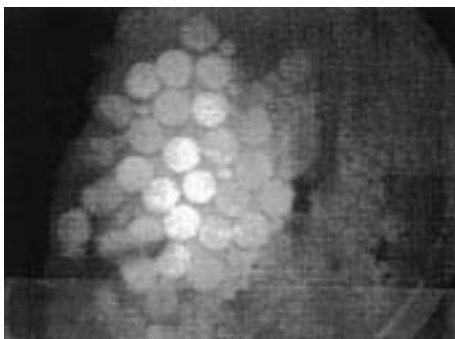


写真1 レギュラーナイロン繊維の断面



写真2 中空ナイロン繊維の断面

表2 ポリ瓶法によるレギュラーナイロン繊維布の保温性測定結果  
布性状〔厚み：43.1 $\mu$  重量：251g/m<sup>2</sup> 比重：1.14〕

経過時間 (分)	温度(°C)				
	$t_0$	$t_c$	$t_a$	$\Delta t_1$ ( $t_c - t_0$ )	$\Delta t_2$ ( $t_a - t_0$ )
	ブランク	密着	空気層		
0	70	70	70	0	0
5	66	66.2	66.8	0.2	0.8
10	63	63	64	0	1
15	59.8	61	61.2	1.2	1.4
20	57	58.2	59	1.2	2
25	54.5	56	57	1.5	2.5
30	52	54	55	2	3

表3 ポリ瓶法による中空ナイロン繊維布の保温性測定結果  
布性状〔厚み：47.7 $\mu$  重量：219g/m<sup>2</sup> 比重：0.94〕

経過時間 (分)	温度(°C)				
	$t_0$	$t_c$	$t_a$	$\Delta t_1$ ( $t_c - t_0$ )	$\Delta t_2$ ( $t_a - t_0$ )
	ブランク	密着	空気層		
0	70	70	70	0	0
5	66	66.5	67	0.5	1
10	63.5	64	64.5	0.5	1
15	60.5	61	62	0.5	1.5
20	58	59	60	1	2
25	55	56.2	58	1.2	3
30	53	54.2	56	1.2	3

保有空気量を多くし「軽量保温」をねらったものである。実験に用いた実際の繊維の顕微鏡写真を写真1および写真2に示した。写真2から繊維の中空状態が明らかに認められる。これら2種類のナイロン試料布の測定結果を表2、表3に示す。また、ブランクの状態の測定結果を $t_0$ 、試料布を覆った密着の状態の測定結果を $t_c$ 、レース地の上に試料布を覆った状態の空気層の測定結果を $t_a$ と表した。今回の検討では、湿潤状態の測定は試料布の片面が防水加工されているため行わなかった。

ブランクとの温度差をそれぞれ、 $t_c - t_0$ を $\Delta t_1$ 、 $t_a - t_0$ を $\Delta t_2$ とした。すなわち、これらはブランクとの差であるため、数字が小さいほど保温性は良くないことを示す。図3および図4に2種類のナイロンの $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$ を示す。 $\Delta t_1$ および $\Delta t_2$ に差が認められないことからこの2種類の保温性はほぼ同じであると考えられる。一方、中空ナイロンとレギュラーナイロンのそれぞれの重量は、219g/m<sup>2</sup>と251g/m<sup>2</sup>で、中空ナイロン繊維布が13%ほど軽い。中空ナイロンは効能書き通り今回の測定方法で、「軽量保温」であることが実証される結果となった。

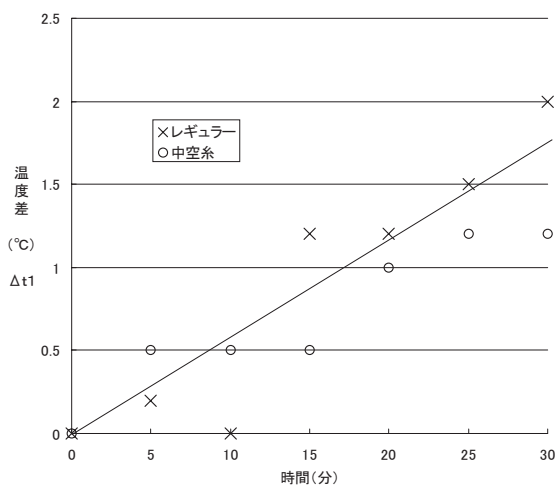


図3 ポリ瓶法によるナイロン繊維布の保温性測定結果

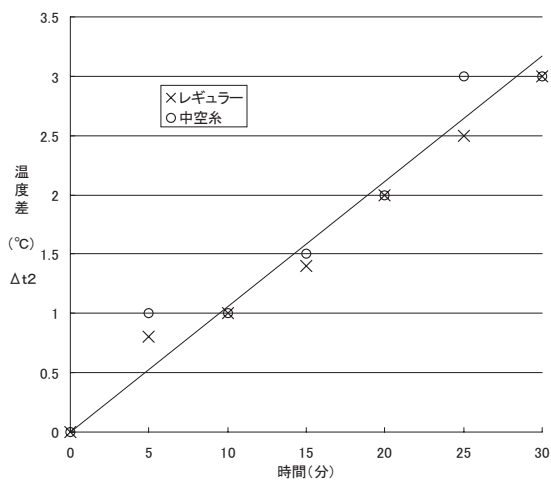


図4 ポリ瓶法によるナイロン繊維布の保温性測定結果

#### 4. 結論

保温性についての測定方法、被服条件との関係などについての検討を行った。主な、結論は次の通りである。

- 1) 今回改良した測定方法により、危険性を無くし安全にかつ、簡便に保温性を測定できることが可能となった。
- 2) 今回検討した測定方法により被服条件と保温性の関係を理解しやすい妥当な測定結果が得られた。
- 3) 「軽量保温」をうたっている最近の市販の布について、今回の測定方法で測定を行った結果、メーカーが言っている「軽量保温」を検証することができた。

以上の結果をふまえて、図5のような実験マニュアルを作成した。

【1】織物の保温性の測定

〔実験目的〕

保温性が被服状態によってどのように変わるかを調べる。

〔実験器具〕

ポリビン法保温性測定装置4台、ストップウォッチ4ヶ、やかん

〔実験方法〕

1. ポリビン法保温性測定装置4台を、台座の上にセットする。
2. やかんに水を入れ沸騰直前まで沸かし、80～90℃のお湯を用意する。
3. 用意されている試料布（14cm×18cmの布を筒状にして縫ったもの）3枚と、レース地の試料布の筒状になったもの1枚を取り出す。
4. 試料布を下図のように、①1枚はポリビンにそのまま被い、②もう1枚はポリビンにレース地の試料布を被いその上に試料布を被う。③残りのもう1枚は、①と同様にポリビンに被い、スプレーで十分な量の水をかける。被ったらポリビンにある線（A）が見えるように台に固定させる。
5. 用意した4本のポリビン（1本は、布を当てない裸状のポリビン④とする）に80～90℃の湯をゆっくり線（A）まで入れ、温度計と攪拌棒を付けたゴム栓をはめ、口のところをついている紐でしっかりと締める。
6. 4本のポリビンの温度計が、それぞれ70℃を示した時から、ストップウォッチをスタートさせ、経過時間（5分・10分・15分・20分・25分・30分）の温度の変化を測定する。ときどき攪拌棒を上下にして液温を均一にする。
7. 測定が終われば、時間を横軸に、温度を縦軸としたグラフを作り、保温性が被服状態によりどう変化するかを考察する。

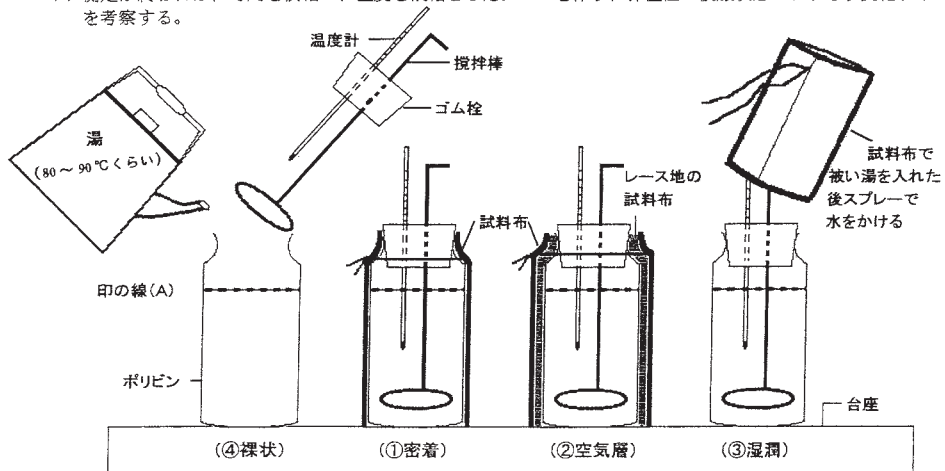


図 ポリビン法保温性測定装置とその取扱い方

◆結果のまとめ

(測定時の室温:   ℃)

経過時間 (分)	④裸状	①密着 (試料布のみ)	②空気層 (レース地付き試料布)	③湿潤 (水付き試料布)
0				
5 ? 30 (5分毎に30分まで)				

図5 保温性測定方法実験マニュアル

## 引用文献

- 1) たしかな目, 11, p6 (1998)
- 2) たしかな目, 12, p 55 (2000)
- 3) 財団法人規格協会, JIS ハンドブック31巻 繊維, p1033 (2001)
- 4) 日下部信幸, 生活のための衣服簡易実験法, p127, 家政教育社 (1996)  
石川欣造, 被服材料実験書, p120, 同文書院 (1985)
- 5) 赤川直亮, 柏木希介, 新版衣料消費科学, p91, 学文社 (1991)
- 6) 熨斗秀夫, 小川信一, 池永彰作, 平松峻, 前川輝彦, 現代被服材料, p27, 朝倉書店 (1999)
- 7) 吉田国興, アクリル繊維の開発動向, 繊維学会誌, 56, (8) p248 (2000)
- 8) 永安直人, ポリアミド繊維の開発動向, 繊維学会誌, 56, (7) p198 (2000)
- 9) カネボウ合繊株式会社技術資料 “ライトロン” 資料より
- 10) 宮本武明, 本宮達也, 新繊維材料学入門, p146, 日刊工業新聞社 (1993)
- 11) 一見輝彦, ファッションのための繊維素材辞典, p152, ファッション教育社 (1995)