



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                  |                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Title            | 衣服・寝具の保温効果について (I)                                                                |
| Author(s)        | 岡垣, 理                                                                             |
| Citation         | 衛生工学, 3, 8-21                                                                     |
| Issue Date       | 1959-10                                                                           |
| Doc URL          | <a href="https://hdl.handle.net/2115/36139">https://hdl.handle.net/2115/36139</a> |
| Type             | departmental bulletin paper                                                       |
| File Information | 3_8-21.pdf                                                                        |



# 衣服・寝具の保温効果について (I)

岡 垣 理\*

(昭和34年9月1日受理)

## On the Thermal Insulating Effect of Clothing and Bedding (I)

Osamu Okagaki

### Abstract

The thermal insulating effect of clothing and bedding upon a "Clothing climate" has been researched by many workers as a problem of the invironmental hygiene. In the previous studies, however, thermtical analysis of the insulating effect of clothing and bedding has been hardly attempted.

The object of this work is to investigate some thermal properties of the clothing and bedding materials experimentally and to clarify the insulating effect of these materials theoretically from the standpoint of the heat conduction theory. In the first report, thermal conductivity of the materials were measured and examined theoretically.

### I は し が き

衣服・寝具の主目的は、身体に対する気候の調節を行い、体温の調節を円滑に行わせるという点にある。すなわち、外気温、風速、作業強度等に応じて、適当な衣服を着ることにより、外界の気候を調節し、正常な衣服気候を実現することができるわけである。(従来、定説となつている正常な衣服気

\* 才：講座 助教授

候とは、体表面と衣服最内層との間に挟まれる空気層の温度が $32^{\circ}\text{C}$ 、湿度が $50\%$ 内外の状態を言っている<sup>1)</sup>。

衣服気候の調節策として衣服を損沢する場合、衣服の熱的特性が最も重要な因子となる。熱的特性に関して、従来、研究、発表されているものは、殆どが定常状態における伝熱特性に限られ、時間的に温度変化の伴う不定常状態については触れていないようである。従つて、熱的特性値としては、熱伝導率のみが問題とされ、比熱、温度伝播率、熱浸透率などの熱常数は全く等閑視されている。しかし、人体と外界との熱交換は、實際上、不定常状態のもとで行われていることが多く、体熱の放散量を一定と看做せない場合がすくなくない。とくに、低温室または高温室への出入など、作業環境の激変による熱衝撃 (Thermal shock) の問題、あるいは、寒冷時の就寝初期における著しい体熱放散などの問題を伝熱学的に解析しようとする際、すなわち、不定常伝熱の問題として取り扱う際、熱伝導率の他に、上記の諸熱常数の値が必要となつてくる<sup>2)</sup>。

当研究は、衣服・寝具の諸熱常数を実測し、その保温効果を検討して、上記諸問題解明上の基礎資料を与えようとするものである。

まず、本報告においては、衣服・寝具材料の諸熱常数のうち、熱伝導率を実測し、これに基づき定常状態における保温効果を解析、検討する。

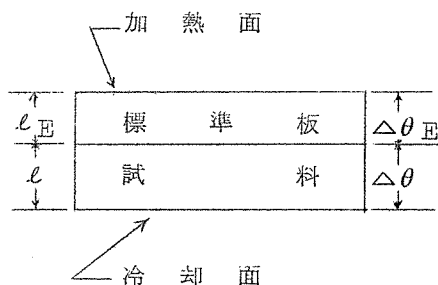
## II 測定法

熱伝導率の測定法は、本質的には、定常熱流法と不定常熱流法の2通りに大別され、それぞれ特徴を備えている。本実験では、定常熱流法として平板型の比較法を、また不定常熱流法としては棒状熱源の加熱曲線より熱伝導率を求める方法を探つた。

測定法の原理を簡単に述べておく。比較法においては(才1図参照)、試料を平板型に仕上げ、これを熱伝導率既知の標準板と重ね、その一面を加熱、他面を冷却する。熱流が定常状態に達したとき(試料や標準板の温度が時間的に変化しなくなつたとき)、試料および標準板両面の温度差を測定すれば、次式より試料の熱伝導率は算定できる。

$$\lambda = \lambda_E \frac{\Delta\theta_E \cdot l}{\Delta\theta \cdot l_E} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $\lambda$  = 熱伝導率 [kcal/h.m.℃]、  
 $l$  = 平板の厚さ [m]、 $\Delta\theta$  = 板両面の  
 温度差 [℃]、また、添字 E を付け  
 たものは標準板を表わし、添字のない  
 ものは試料を表わすものとする。本実  
 験においては、標準板は厚さ  $l_E =$   
 $0.0107$  m のエポナイト板とし、熱  
 伝導率  $\lambda_E$  の値としては、Bosch お  
 よび Critical Table の値を採った  
 (才 1 表参照)。



才 1 図 比較法の原理図

才 1 表 標準板 (エポナイト板) の熱伝導率

| 温 度<br>[℃] | 熱伝導率 $\lambda_E$<br>[kcal/h.m.℃] | 備 考           |
|------------|----------------------------------|---------------|
| - 8 0      | 0.135                            | International |
| - 4 0      | 0.137                            | Critical      |
| 0          | 0.138                            | Tables        |
| 1 0 0      | 0.14                             | ten Bosch     |

(ただし、比重量は  $1190 \text{ Kg/m}^3$ )

なお、試料および標準板は一辺が約  $20 \text{ cm}$  の正方形の平板で、試料の厚さは約  $3 \text{ cm}$  以下になるようにした。この程度の寸法割合であれば、試料と標準板の側面において周囲と行う熱交換に基づく測定誤差は無視し得る<sup>3)</sup>。

つぎに、不定常熱流法の原理はつぎの通りである。初期温度  $\theta_0$  [℃] の無限大試料中に直線的の線状熱源を考え、この熱源より一定熱量  $q$  [kcal/h.m] を連続的に発生させると、加熱開始後  $t$  [h] において、熱源より距離  $r$  [m] 上の試料温度  $\theta$  は、熱源を軸とする円柱座標をとれば、時間  $t$  の十分大きい値に対して

$$\theta \cong \theta_0 + \frac{q}{4\pi\lambda} \left( \log \frac{4\kappa t}{r^2} - \delta \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $\lambda$  = 試料の熱伝導率 [kcal/h.m℃]、 $\kappa$  = 温度伝播率 [ $m^2/h$ ]、 $\delta$  = Euler定数 = 0.5772……。上式より、時間  $t_1$ 、 $t_2$  間の温度差  $\Delta\theta$  を求めると

$$\Delta\theta = \frac{q}{4\pi\lambda} \log \frac{t_2}{t_1}$$

$$\therefore \lambda = \frac{q}{4\pi} \frac{\log \frac{t_2}{t_1}}{\Delta\theta} \dots\dots\dots (3)$$

従つて、ある程度時間が経過した後では、試料の熱伝導率  $\lambda$  は測温箇所に関係なく任意の一点における時間  $t_1$ 、 $t_2$  間の温度差  $\Delta\theta$  および供給熱量  $q$  を測定するのみで求めることができる。測定上の便宜から測温箇所には熱源位置を選らぶ。

実際の測定装置では、熱源は線状でなく、ある太さをもつた棒状熱源となり、また熱源と試料との間に空隙を生じ熱抵抗を表わし、その影響を無視し得ないこともある。しかし、これらの影響は、いずれも式(2)の右辺に  $\frac{1}{t}$  の昇巾級数として附加的に現われるので、時間  $t$  をある程度大きくとればその影響は無くなり式(3)が適用できることになる。不定常熱流法についての詳細な検討<sup>4)</sup>はすでに発表してあるので、ここでは重複を避ける。

### III 測定結果とその検討

上記の両測定法のうち、不定常熱流法は迅速に、しかも直接に熱伝導率を求めることができ、また試料としては、平板、円筒、球などのような特殊形状のものを要しないという利点がある。また、湿つた物質のごとく、定常熱流法を用いれば含有水分の移動を生じ、著しくその組成が変るような試料に対し、本法を適用することは極めて有効である。他方、定常熱流法による比較法では、測定に長時間を必要とする不便はあるが、湿つた物質が定常熱流の状態にある場合、含有水分の分布や温度分布が実際にどのようなになるか等を検討するためには定常熱流法による方が便利である。

この両様の測定法を用いて、各種の衣服・寝具材料の熱伝導率を実測し、現在なお実験継続中であるが、本報においては、大気乾燥状態での測定結果を述べ、湿润状態のものについては次報で述べる予定である。

大気乾燥状態の試料は含水率が低いため、両測定法によつて得られる熱伝導率値の間の差違は大きくない。従つて、ここでは、主として不定常熱流法により測定を行つた。

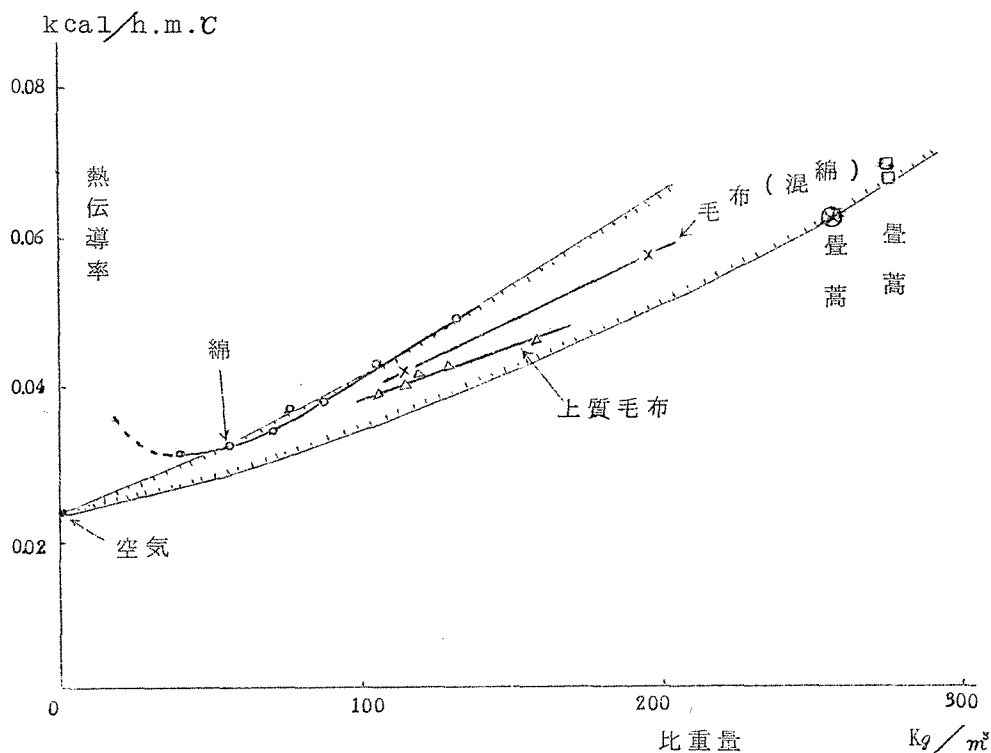
供試材として、毛布、綿、晒木綿、疊など数種類を採つた。

オ 2 表に測定結果を掲げる。なお、同表中、熱伝導率の欄で \* 印のつけて

オ 2 表 熱伝導率の測定結果

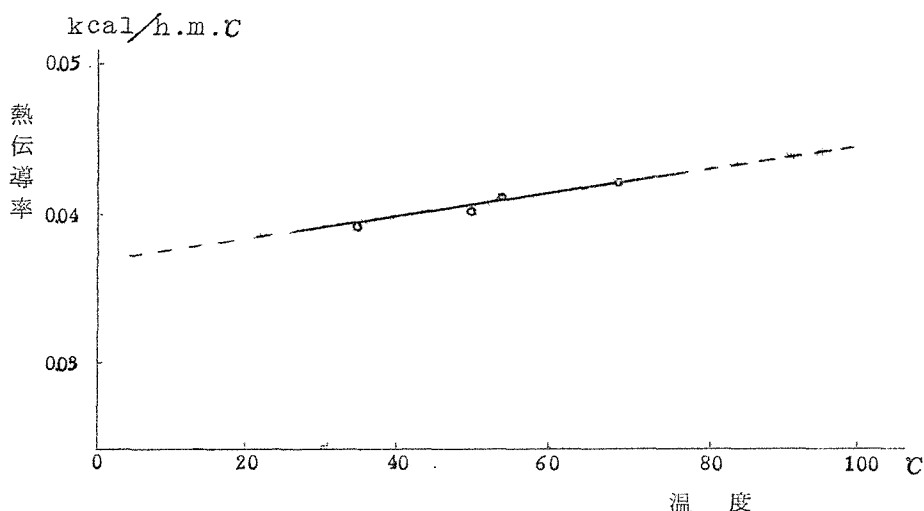
| 名 称   | 性 状          | 比 重 $\rho$<br>[Kg/m <sup>3</sup> ] | 平均温度<br>$\theta_m$<br>[°C] | 熱 伝 導 率<br>$\lambda$<br>[Kcal/h.m°C] |
|-------|--------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 綿     | 丹前綿・極上品      | 7 1                                | 5 0                        | 0.034                                |
|       |              | 8 8                                | 4 8                        | 0.038                                |
|       | 丹前綿・普通品      | 5 6                                | 5 3                        | 0.032                                |
|       |              | 7 7                                | 5 0                        | 0.037                                |
|       | ふとん綿・<br>普通品 | 4 0                                | 5 4                        | 0.031                                |
|       |              | 1 0 5                              | 5 6                        | * 0.043                              |
|       |              | 1 2 9                              | 4 7                        | 0.043                                |
|       |              | 1 3 2                              | 5 3                        | * 0.049                              |
| 晒 木 綿 | 極 上 品        | 2 7 5                              | 5 7                        | 0.075                                |
|       | 普 通 品        | 1 8 5                              | 5 8                        | 0.063                                |
| 木綿シャツ | 受 刑 者 用      | 1 3 4                              | 4 2                        | 0.047                                |
|       |              | 1 8 0                              | 7 0                        | 0.063                                |
| 毛 布   | 純 毛          | 1 0 6                              | 5 2                        | 0.039                                |
|       |              | 1 1 6                              | 5 0                        | 0.040                                |
|       |              | 1 1 8                              | 5 0                        | * 0.042                              |
|       |              | 1 2 9                              | 5 2                        | 0.043                                |
|       |              | 1 5 8                              | 5 3                        | 0.046                                |
|       |              | 1 1 6                              | 3 5                        | 0.039                                |
|       |              | 1 1 6                              | 5 0                        | 0.040                                |
|       |              | 1 1 6                              | 5 4                        | 0.041                                |
|       |              | 1 1 6                              | 7 0                        | 0.042                                |
|       | 混 綿          | 1 1 7                              | 5 3                        | 0.042                                |
|       |              | 1 9 6                              | 5 2                        | 0.058                                |
| 疊 表   |              | 2 7 4                              | 4 8                        | 0.067                                |
|       |              | 2 7 4                              | 4 0                        | * 0.069                              |

|   |   |                       |     |    |       |
|---|---|-----------------------|-----|----|-------|
| 畳 | 蒿 | 畳用に圧搾、<br>縫合したもの      | 255 | 48 | 0.061 |
| 松 | 材 | 充分大気乾燥した<br>もの。床板に用いる | 433 | 50 | 0.170 |



オ 2 図 衣服、寝具材料の熱伝導率と比重量の関係

あるものは比較法による。また、オ 2 図は熱伝導率と比重量との関係を表わしたもので、縦軸に熱伝導率、横軸に比重量が採つてある。当測定における試料の平均温度は 50℃ 前後であるが、熱伝導率と温度の関係を見出すため、毛布の熱伝導率測定の際、温度範囲を 35～70℃ と拡げた。勿論、この場合試料の比重量は一定 (116 kg/m³) に保つておく。オ 3 図は毛布の熱伝導率と温度の関係を示したものである。



オ 3 図 毛布の熱伝導率と温度との関係

以下、実測結果の検討を行う。ここで謂う熱伝導率とは、つぎに述べるような、謂所、見掛けの熱伝導率のことである。衣服、寝具材料は殆どが多孔質のものであつて、その保温効果は材料中に含まれる気泡、または空気層のすぐれた断熱能力を利用したものである。従つて、伝熱作用も純粋な熱伝導だけによるものではなく、つぎの各要素が組合わさつたものであると考えられる。

1. 材料中の固体部分（実質部）を通して行われる熱伝導。
2. 材料中の気体部分（衣服、寝具材料の場合、気泡または空気層）を通して行われる熱伝導。これが断熱性を発揮する。
3. 材料中の気泡内、または空気層に沿つて生ずる対流。これは断熱性を低下さす。
4. 材料中の気泡内、または空気層の間で行われる熱輻射。これも断熱性を低下さす。
5. さらに、材料が湿分を含んでいる場合は、上記のほかに、含有湿分の蒸気分圧差に基づく蒸気拡散のための熱移動が加わる。これも断熱性を著しく低下さす一因となる。

さて、これら各伝熱作用によつて運ばれる総熱量  $Q$  [kcal/h.m.°C] が温度勾配  $\frac{d\theta}{dx}$  [°C/m] に比例するとした場合、この比例常数を見掛けの熱伝導率

と定義している。このように定義すると、見掛けの熱伝導率は、純熱伝導率 $\lambda_L$ 、対流による等価熱伝導率 $\lambda_C$ 、輻射による等価熱伝導率 $\lambda_R$ 、蒸気拡散による等価熱伝導率 $\lambda_D$ 等の和で表わされることになり、伝熱現象を解析する際、各伝熱作用による伝熱量の多寡を比較するのに便利である。なお、上の定義では、見掛けの熱伝導率 $\lambda$ は常数であると考えたが、実際には温度の函数であり、その影響は、とくに $\lambda_R$ 、 $\lambda_D$ において著しい。

(A) 熱伝導率と温度との関係

最初、輻射による等価熱伝導率 $\lambda_R$ を検討しよう。材料の気泡、または空気層における輻射伝熱を考えるため、空隙を才4図のごとく模型化する。こ

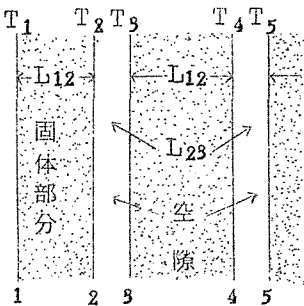
の場合、 $L_{12} + L_{23}$ が充分小さければ、全体を均質物体と見て取り扱うことができる。輻射伝熱量 $Q_R$  [kcal/h.m<sup>2</sup>] は次式で表わされる。

$$Q_R = C_{23} (T_2^4 - T_3^4) \dots\dots\dots (4)$$

ただし、 $T$ ：絶対温度 [°K]、 $C_{23}$ ：面2、3間の有効輻射恒数。

また、等価熱伝導率 $\lambda_R$ を用いれば、

$$Q_R = \lambda_R \frac{T_2 - T_3}{L_{23}} \dots\dots\dots (5)$$



才 4 図

ゆえに、上の二式から

$$\lambda_R = C_{23} \frac{T_2^4 - T_3^4}{T_2 - T_3} L_{23} \div C_{23} \frac{dT^4}{dT} L_{23} = 4 C_{23} T^3 L_{23} \dots\dots\dots (6)$$

を得る。すなわち、輻射の等価熱伝導率は、絶対温度の3乗と空隙の厚さの積に比例することになる。しかし、本実験の対象となつた試料について看ると、実用上の温度範囲では、 $\lambda_R$ は遙かに小さい値を示し輻射の影響は無視し得る。 $\lambda_R$ が大きく影響するのは、耐火、耐熱材などのように非常に高温で使用されている場合に限られる。

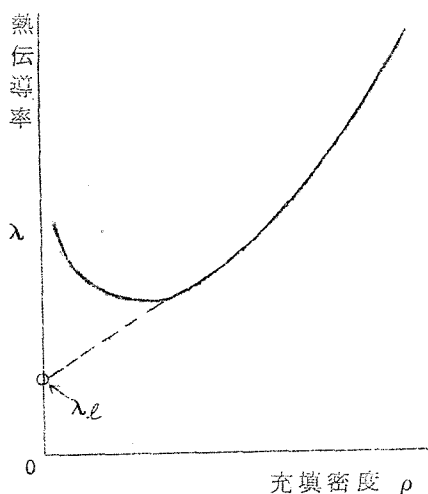
つぎに、蒸気拡散による等価熱伝導率 $\lambda_D$ について考える。本実験では、前述のように、大気乾燥の状態の試料について測定を行つたので、試料の含水率は僅少であり、(1.2%容積基準) $\lambda_D$ は無視してよからう。このことに関する詳細は、筆者らが先年行つた木繊維板(硬質テックス)に対する実

5)  
験の報告を参照されたい。

### (B) 熱伝導率と比重量との関係

以上は、見掛けの熱伝導率のうち、とくに温度の影響を強く受けられる  $\lambda_R$ 、 $\lambda_D$  について検討したのであるが、つぎに述べる  $\lambda_L$ 、 $\lambda_C$  は見掛けの比重量によつて大きく影響される。勿論、 $\lambda_L$ 、 $\lambda_C$  は温度に無関係であり、また  $\lambda_R$ 、 $\lambda_D$  は比重量に無関係であるというのではなく、ある程度の影響は受け、そして、これらは互に相関し合う性質のものである。

対流による等価熱伝導率  $\lambda_C$  は、材料の空隙率（気孔率）、および気孔または空隙の大小によつて異り、普通、空隙率の大きいもの程、すなわち見掛けの比重率（以下、略して単に比重量と呼ぶ）の小さいもの程、また気孔寸法の大きいもの程  $\lambda_C$  は増大する。とくに、気孔が熱流方向に連続している場合は、この空間を通して一種の煙突作用が生じ  $\lambda_C$  を著しく増大させることもあり得る。一般に充填保温材などのような多孔質材料について、見掛けの熱伝導率と充填密度（比重量）との関係を看るとオ5図のような傾向を示



オ5図 充填密度と熱伝導率の関係

し、熱伝導率を最少ならしめる充填密度があり、それ以下の低密度では  $\lambda_C$  の影響が大きく現われ見掛けの熱伝導率を増加させることになる。

勿論、高温では輻射の影響のため  $\lambda_R$  もまた見掛けの熱伝導率を左右する一因となろう。すなわち、式(6)に示すごとく、 $\lambda_R$  は絶対温度の3乗に比例する他、空隙の寸法（熱流方向に測つた空隙の長さ）にも比例するので、高温である程、また充填密度の小さい程  $\lambda_R$  は増大することになる。

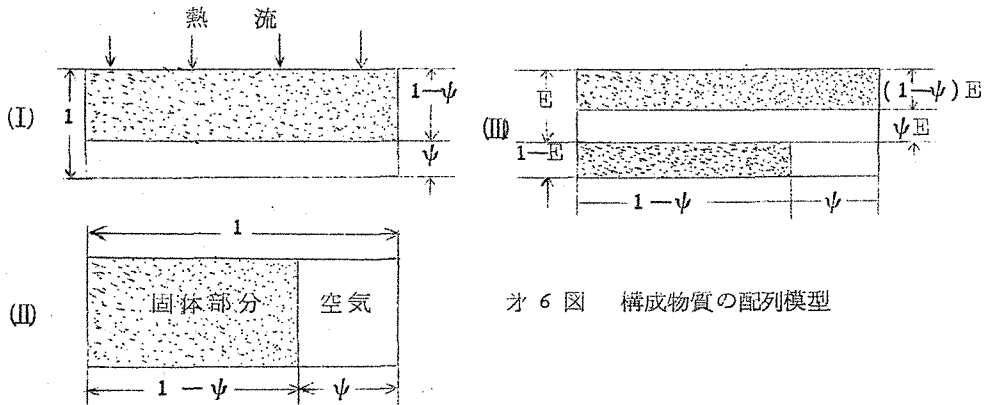
なお、オ5図において、破線で示した曲線は対流の影響のない場合の  $\lambda$ 、 $\rho$  関係であり、 $\rho \doteq 0$ 、言い換えると空隙率100%、では空気

の熱伝導率約  $0.021 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$  に等しくなる筈である。従つて、材料が乾燥状態にあり、しかも高温でなければ、同図の実線と破線との間の垂

直距離が対流による $\lambda_C$ であると看做せる。前掲才2図は50℃前後における $\lambda$ 、 $\rho$ — 関係を示したものであるが、このうち、綿に対する実測値は才5図のごとき関係を示す傾向にあることが窺われる。その他の試料については、吾々の測定範囲内では対流の影響は現われていない。

上述のように、本実験においては、一応、輻射、対流、および蒸気拡散による等価熱伝導率 $\lambda_R$ 、 $\lambda_C$ 、 $\lambda_D$ を無視することができる。以下、純伝導のみに着目して $\lambda_L$ の解析を行う。ここで、 $\lambda_L$ は単一の物質に対する熱伝導率のことではなく、異種の物質から成る混合物体（例えば、綿であれば、綿繊維、空気、の2体混合物質、また湿った状態では水が加わって3体混合物質）の平均熱伝導率のことである。従つて、 $\lambda_L$ は構成物質の種類、配列、形状、粒度等によつて影響を受ける。とくに、多孔物体の場合、構成物質の一つに熱伝導率の小さい空気が入ってくるので、空隙率の大小、言い換えると見掛けの比重量の小さい大きい、が全体の熱伝導率 $\lambda_L$ を左右する要因となる。しかし、實際上、前記の諸因子を考慮して $\lambda_L$ を数式化し、一般化することは、特殊の場合を除けば、通常、困難である。

いま、構成物質の配列をつぎのように理想化して考えると、 $\lambda_L$ の上限界、下限界を見出すことができ、一般の配列に対する $\lambda_L$ は、この両限界値の間に挟まれることになる。ここで、簡単のため、乾燥した物体を対象にする。この物体は固体部分（実質部）と空気とから成る2体混合物体であり、その構成物質の配列模様として、つぎの3通りの場合を仮定する。才6図の(I)、(II)は、それぞれ構成物質が熱流に対して直角および平行に層をなしている場合、(III)はこの2つの配列が組合わさつた場合を示している。これら3つの配



才6図 構成物質の配列模様

列に対する熱伝導率は、各構成物質の熱伝導率とその構成割合とから、つぎの各式で与えられる。<sup>6)</sup>

配列(I)に対しては

$$\lambda_{L, I} = \frac{1}{\frac{\psi}{\lambda_{\ell}} + \frac{1-\psi}{\lambda_S}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

配列(II)に対しては

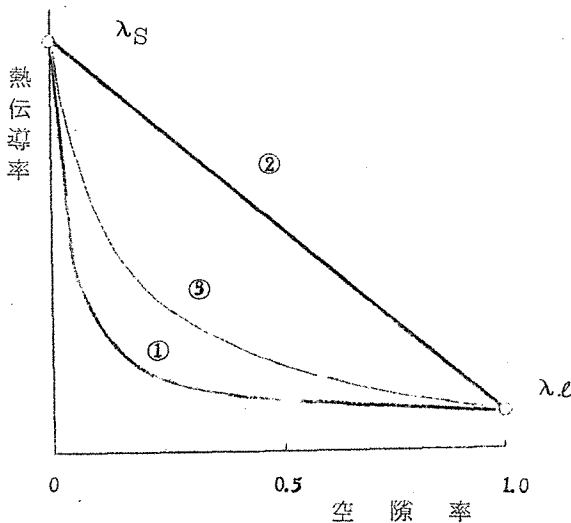
$$\lambda_{L, II} = \psi \cdot \lambda_{\ell} + (1-\psi) \lambda_S \quad \dots\dots\dots (8)$$

配列(III)に対しては

$$\lambda_{L, III} = \frac{1}{\frac{E}{\lambda_{LI}} + \frac{1-E}{\lambda_{LII}}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここで、 $\lambda_S$  : 固体部分の熱伝導率、 $\lambda_{\ell}$  : 空気の熱伝導率、 $\psi$  : 空隙率、 $E$  : 配列(I)の占める体積割合。

上掲の3式より熱伝導率 $\lambda_L$ と空隙率 $\psi$ との関係を図示するとオ7図のごとく表わされる。縦軸に $\lambda_L$ 、横軸に $\psi$ を採ると、配列模様の如何にかかわらず、



オ7図 空隙率と熱伝導率の関係

ず、 $\psi = 1$ では $\lambda_L = \lambda_{\ell}$ 、 $\psi = 0$ では $\lambda_L = \lambda_S$ となり、 $\lambda_L$ の下限界は配列(I)に対する曲線①、上限界は配列(II)に対する曲線②、一般には両者の組合わせとして配列(III)に対する曲線③のようになる。ここで、式(9)において、 $E = \text{一定}$ としている。勿論、曲線③は、 $E$ が大きくなる程、すなわち(I)の配列割合の増す程曲線①に近づき、 $E$ の小さい程曲線②

に近づく。一般の多孔物質の構成模様は極めて複雑不規であり、簡単に模型化できないが、仮に(III)の模型で表わすことができるとしても、実際には $E$ が空隙率 $\psi$ の函数となり、曲線③とは異つた変化を示すことになる。もし、

固体部分の熱伝導率 $\lambda_s$ が既知であれば、 $\lambda_L$ の実測値に基づいて $\psi$ と $\Xi$ との関係が式(9)から逆算されることになるが、恐らく、この関係は多孔物質の種類によつて種々な特徴を表わすものと思われる。

以上が、極めて大ざっぱな定性的説明である。本実験の対象となつた衣服、寝具材料のような多孔物質では、熱伝導率と比重量の関係は才2図に示す範囲内におさまリ、材質による違いはさほど大きくは現われていないようである。材料の空隙中で対流を生ずるような極端に密度の小さい場合を除けば、熱伝導率は見掛けの比重量とともに漸増、換言すれば空隙率の減少とともに漸増している。一般に、実用上、熱伝導率は比重量の1次、または2次函数として表わされているが、例えば、毛布(大気乾燥状態)についての実測値から、つぎのような関係が見出される。

$$\lambda = 0.023 + 0.00015\bar{p} \quad [\text{kcal/h.m.}^\circ\text{C}] \dots\dots\dots (10)$$

温度範囲:  $40 < \theta < 65 \quad ^\circ\text{C}$

比重量:  $100 < \bar{p} < 160 \text{ Kg/m}^3$

含水率:  $\varphi = 1.2\%$  体積基準

また、温度と熱伝導率との関係は(才3図参照)

$$\lambda = 0.036 + 0.00009\theta \quad [\text{kcal/h.m.}^\circ\text{C}] \dots\dots\dots (11)$$

比重量:  $\bar{p} = 116 \text{ Kg/m}^3$

温度範囲:  $25 < \theta < 80 \quad ^\circ\text{C}$

含水率:  $\varphi = 1.2\%$  体積基準(大気乾燥)

他の材料についても同様の実験式が得られる。

#### IV む す び

以上、数種の衣服・寝具材料について、それらが大気乾燥状態にある場合の熱伝導率を実測し、測定結果の理論的検討を行つた。これを要約すればつぎのごとくである。

一般に、本実験の供試材のごとき、所謂、多孔物体では、伝熱現象は単に熱伝導だけでなく、輻射、対流、さらに物体が湿つていれば蒸気拡散に基づく熱移動等が加わり複雑化する。従つて、これら諸伝熱機構による熱移動を総括して定義された見掛けの熱伝導率が保温効果を評価する指標となる。本

実験における測定範囲では、輻射、流対、蒸気拡散による熱移動は一応無視し得るものと考えられるので、見掛けの熱伝導率は、供試材を実質部（固体部分）と空気（材料中の空隙）との混合物体と看做した場合の純熱伝導率となる。そして、これは実質部と空気との混合割合、配列等により異なる。2, 3の簡単な配列模型（オ6図）により、定性的には大ざっぱな説明をしたが實際上、各材料により構成物質の配列模様や粒度等が異なり、これらを考慮した熱伝導率の算定式を定め、一般化することはむづかしい。

実測結果から、熱伝導率と比重量との関係を求めるとオ2図のごとくなり、熱伝導率は材質や配列模様の違いによりそれ程大きく影響されず、専ら比重量によつて左右されることがわかる。このことから、大気乾燥状態で使用される衣服・寝具材料の熱伝導率は、その比重量さえわかれば略々推定することができる。

以上は、本研究の序説であり、引き続いて、材料が湿つた状態にある場合、見掛けの熱伝導率はどのような影響を受けるかを明きらかにする予定である。また、さらに、不定常熱流の状態での保温効果は温度伝播率、熱侵透率、比熱等に基づいて検討しなければならないので、これについても目下研究中である。

本研究に対し、種々御教示を賜わり、また実験遂行上便宜を与えて下さつた本学部教授齊藤武先生、射場本勘市郎先生、桑原麟児先生に心から御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 井上善十郎：新衛生学・南山堂， 昭一31 P.106
- 2) 岡垣理：熱伝導率，熱侵透率，温度伝播率，および比熱の同時測定法について，衛生工業協会誌，オ33巻 オ7号，昭一34・7.P.338
- 3) 小野寺真作：熱伝導率測定の誤差に関する一計算・北大工学部彙報，オ4号， 昭一25・3. P.69.
- 4) 齊藤武、岡垣理：不定常熱流による熱伝導率の迅速測定について、北大工学部研究報告，オ14号， 昭一31・4. P.83

- 5) 大賀恵二，岡垣理：含水多孔物質の熱伝導率．北大工学部彙報，  
才6号，昭一27・3．P.219.
- 6) 齊藤武，岡垣理：湿った物質の伝熱特性．日本機械学会誌，才62巻，  
才484号，昭一34・5．P.741.