

# 居室空間에서의 輻射熱교환에 관한 연구

—着衣時의 着衣部와 露出部の 熱授受—

## A Study on the Radiant Heat Exchange in Living Space

한남대학교 가정교육과

부교수 윤 정 숙

Dept. of Home Economics Education, Hannam University

Associate Professor; Chung Sook Yoon

### <目 次>

- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| I. 序 論                    | IV. 着衣時에 있어서의 輻射熱 교환 |
| II. 인체의 形態係數에 관한 측정실험의 概要 | V. 要 約               |
| III. 측정실험결과의 利用           | 參考文獻                 |

### <Abstract>

This study was measured experimentally [the [Configuration Factor of the adult female with the purpose of explaining quantitatively the human body's radiant heat exchange in a small scale of a house.

And it is a investigation about human clothed [body's heat resistance which have great influence on radiant heat exchange.

The result of this study was diagrammatized the [Shape × Area Factor] for the sake of making it easy to calculate the quantity of the actual human body's radiant heat exchange, and designed a diagram to make it easy to find the value of the human clothed body's heat resistance and clothing surface temperature.

Thus, this research can be used as a basic resource for not only calculating quantitatively radiant heat exchange of human clothed body and unclothed body in the radiant heating system of low temperature but also designing the thermal environment in a room.

### I. 序 論

겨울철의 실내공간에 있어서 인체를 보호하고 쾌적한 생활을 하기 위하여는 적당한 物理的 衣環境과 住環境을 형성할 필요가 있다.

특히, 後者의 경우 暖房方式이 중요한 문제가 되나, 일반적으로 인체에 가장 쾌적한 난방방식은

低溫輻射暖房이라 일컬어지고 있다. 이러한 低溫輻射暖房方式 중에서 바닥면을 放熱面으로 한 바닥난방(床暖房)은 한국, 중국 등에서 일찍부터 일반주택의 난방방법으로서 사용되어 왔으며, 또한 근대적인 機械的 暖房法으로써 시설비가 많이 들에도 불구하고 쾌적성 때문에 채용되는 경향이 더욱 커지고 있으나, 이러한 난방방식의 채난효과에 관하여는 아직 학술적으로 定量的 연구가 되어 있

지 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 보다 질 높은 居住環境을 설계하기 위하여 주택에 있어서의 인체와 실내공간의 각벽체면과의 열교환 중 부분적인 直接傳導를 제외한 輻射熱交換량을 조사하여 低溫輻射暖房의 체난효과의 일부를 定量的으로 검토하는데 목적을 두고 있다.

한편, 인체와 환경사이의 복사열교환량을 계산하기 위하여는 인체와 환경사이의 形態係數가 필요하다. 이러한 인체의 形態係數에 관한 종래의 연구에 대하여는 著者の 既研究\*에서 보고한 바와 같이 다양한 방법으로 연구되어 왔다. 그러나 종래의 연구들은 주로 인체의 크기에 비해 매우 큰 규모의 실내공간을 대상으로 하거나 또는 비교적 小規模의 실내공간을 대상으로 한 경우라도 대부분 실내의 평균복사온도(M.R.T., Mean Radiant Temperature)를 구하여 열교환량을 계산하고 있으므로 실제 복사환경에서의 인체의 복사열량을 정밀히 구하기에는 어려운 점이 있다. 따라서 본 연구에서는 주택의 小規模 실내공간에 있어서의 인체의 복사열교환의 量的 해명을 하기 위하여 성인여성의 形態係數를 실험적으로 구함과 동시에 복사에 의한 열교환에 결정적인 영향을 미치는 인체의 着衣부분과 露出부분에 대하여 검토하였다.

## II. 인체의 形態係數에 관한 측정실험의 概要

인체와 실내환경 사이의 복사열교환량을 구하기 위하여는 인체와 실내표면 사이의 形態係數(Configuration Factor)가 필요하나 지금까지 연구된 인체에 관한 形態係數로는 住宅居室程度의 小規模室에서의 인체의 열교환량 계산에는 불충분하며, 또한 바닥난방의 生活樣式에 의한 인체의 形態係數는 아직 연구되어 있지 않다. 이에 본 연구에서

\* 低溫輻射暖房における人體の熱授受量に関する研究(その1), (その2), 日本建築學會近畿支部研究報告集, 昭和60年 5月, 輻射暖房における人體の熱授受量に関する研究, 日本建築學會大會學行講演梗概集, 昭和60年 10月. 小規模室の低溫輻射暖房에 있어서 인체의 輻射熱授受量에 관한 基礎的研究, 大韓建築學會論文集, 第1卷 第1號, 1985.

는 低溫輻射暖房에서의 인체의 熱교환량을 定量的으로 구하기 위하여 인체의 形態係數를 측정하였다. 실험조건으로는, 인간의 生活場所로서의 공간의 크기설정, 인체의 선정, 그리고 측정위치 및 측정방법의 설정 등을 하였다.

공간의 크기는 住宅과 같은 좁은 공간에서의 이용가능한 정밀한 자료를 얻기 위하여 일반적 居住空間으로서의 標準面積(8㎡×8㎡)에 건축기준법에서의 最低天井高 2.1㎡부터 最大天井高 2.7㎡까지를 대상으로 하였다.

인체모델로는 특정개인의 자료가 아닌, 일반적 인 溫熱設計를 위한 기초자료로 이용하기 위하여 일본인 성인여성의 표준치\*에 가까운 체격을 채용하였다. 측정위치는 각 벽체면(天井面, 壁面, 床面)을 方位角別 高度別로 10°간격으로 等立體角으로 분할하여 그 중앙점으로 하였으며, 측정거리는 0.5㎡~4.0㎡까지로 하였다.

인체의 形態係數측정에는 立體角投射 카메라(Fisheye-NIKKOR, 180°-op 10mm, F5.6)를 사용하였으며, 카메라설치대 및 피험자회전대를 제작하여 이용하였다. 立位の 측정에는 인체의 모델로써 株式會社キヤ의 Seperate Type Dummy(JIS, W156-85, 11호)를 선정하여 손과 발, 얼굴을 제작하여 이용하였다. 측정방법은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 0點은 인체의 위치이며, 측정거리별 圓形은 인체의 측정점이다. 실제 측정에 있어서는 인체를 10°씩 회전시키면서 하였고, 인체의 좌우는 대칭으로 생각하여 오른쪽에 대하여만 측정을 하였다(Table 1, 2, Fig. 1).

## III. 측정실험결과와 利用

### 1. 「形態・面積係數」의 圖表化

輻射에 의한 열교환의 계산에는 인체와 실내표면 사이의 形態係數와 인체의 有効輻射面積이 필요하다.

이에 따른 종래의 연구에서는 室內의 M.R.T를 구하여 인체와 실내표면과의 全輻射熱교환을 구하

\* (財)日本規格協會, 日本人の體格調査報告書(1984)의 자료를 이용하였다.

Table 1. Experimental Conditions

자 세	측정조건	人體 중심에서부터의 측정거리(m)			着衣狀態	人體의 모델
		壁面	天井面	床面		
선 자세(立位)	0.5		1.2		裸體 및 冬服着用	Seperate Type Dummy
	1.0		1.4			
	2.0		1.6	0.9		
	3.0		1.8			
	4.0					
의자에 앉은 자세(椅座位)	0.5		1.5		冬服着用	성인여성 (1명)
	1.0		1.8	0.6		
바닥에 앉은 자세(床座位)	2.0		2.1			
	3.0		1.8	0.3		
	4.0		2.1			
			2.4			

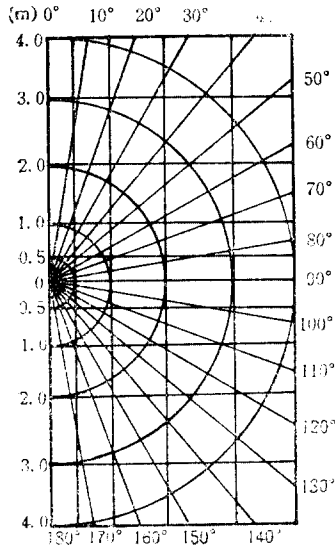
Table 2. Anthropometric Data for the Subjects

區分	項目	신장(cm)	체중(kg)	체표면적*(m <sup>2</sup> )
裸體 着衣	體	156	48	1.45
	衣	156	49.3	1.47

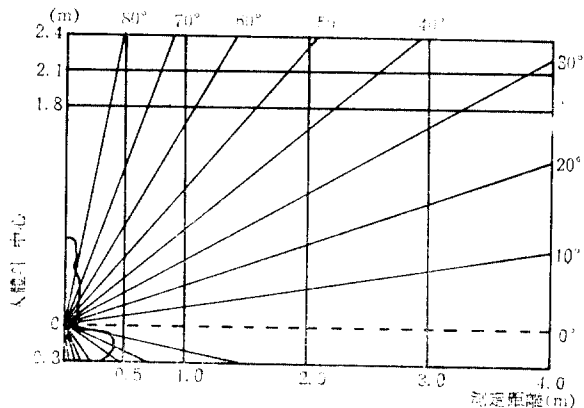
\* Du-Bois 算出式:  $A_{Du} = 0.007184 \times W^{0.425} \times H^{0.725} (m^2)$

W: 체중(kg)

H: 신장(cm)



(1) by the azimuth angle.



(2) by the altitude angle

Fig. 1. Measurement point for the configuration factor between a person and a rectangle.

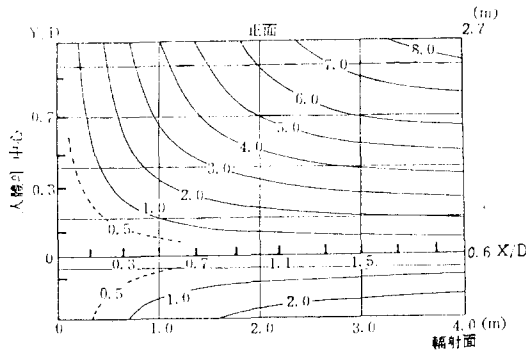


Fig. 2. Shape×Area Factor, a seated clothing person on the front wall.(Distance=2.0 m)

려고 하였으나, 본 연구에서는 인체와 실내표면의 일부분과의 輻射熱교환을 구하고자 한다. 따라서 종래의 연구에서의 인체의 有效輻射面積(Effective Radiation Area)은 인체가 실내에 완전히 둘러싸여 있을 경우를 생각하여, 실내 전면적에 대하여 구하였으나, 본 연구에서는 실내표면의 표면온도 및 輻射率이 다른 경우, 혹은 벽면의 일부에 輻射 Energy가 다른 輻射面이 있는 경우, 또는 輻射熱교환에 의한 溫冷感を 구하고자 할 경우, 各部位에 대한 熱교환량을 파악할 필요가 있으므로, 壁體面의 微小面으로부터 인체의 각부위별 部分有效輻射面積(Partial Effective Radiation Area)\*을 구하였다. 본 연구에서의 실내표면의 각부분을 全面에 걸쳐 적분한 有效輻射面積은 종래연구의 有效輻射面積과 같다.

측정실험에 의해 구한 인체의 形態係數와 인체의 部分有效복사면적으로부터 인체와 공간구성의 각 부위와의 열교환계산의 理論解를 쉽게 계산하기 위하여 「形態·面積係數(Shape×Area Factor)」의 개념을 만들어 내어 도표화 하였다.

즉 「形態·面積係數」는 인체와 실내표면 사이의 복사열교환량의 계산용으로 인체의 形態係數에 인체의 部分有效輻射面積을 곱하여 이를 壁面上에 대하여 적분하여 도표화한 것이다. 그러므로 인체와 실내표면 사이의 복사열교환에 있어서, 실내에서

\* 본 연구의 진행상 필요하여 새로이 이름부친 학술용어이다.

Table 3. Configuration Factor Percentage for the Unclothed Body

形態係數率	立 位	椅 座 位	床 座 位
	7%	10%	15%

의 인체의 위치가 변한다든지 방의 크기가 다를 경우 인체의 形態係數와 인체의 部分有效輻射面積은 변하므로 이 도표로부터 쉽게 계산할 수 있게 된다(圖 2).

## 2. 露出部の 形態係數率

측정결과 구한 인체의 形態係數는 裸體時 및 着衣時에서의 全形態係數이다. 그러나 着衣時의 경우 着衣部와 露出部(얼굴, 손 등)와의 표면온도는 다르므로, 露出部 및 着衣部の 輻射에 의한 影響을 평가하기 위하여는 各各의 形態係數가 필요하다. 그러므로 着衣時의 全形態係數에 대한 露出部の 形態係數의 비율을 구하여 着衣部 및 露出部の 輻射熱교환량을 구하고자 한다. 各姿勢別, 露出部の 形態係數率은 다음의 Table 3과 같다(Table 3).

## IV. 着衣時의 인체의 열교환

### 1. 인체와 환경사이의 輻射熱교환

인체와 주위환경 사이의 輻射熱 교환은 인체와 환경과의 물리적 요인에 좌우된다.

실내에 사람이 있는 경우, 즉, 인체전체가 표면적이 큰 벽체면에 둘러싸여져 있는 경우에 室內表面( $F_w$ )과 인체의 표면( $F_s$ , 着衣時의 경우에는 着衣 표면)과의 單位輻射面積當의 輻射熱교환은 Stefan-Boltzmann의 법칙으로부터 다음과 같이 표시된다.

$$Q_{w-s} = \sigma[(T_w + 273)^4 - (T_s + 273)^4] \epsilon, \quad [\text{kcal/m}^2\text{h}] \quad (4-1)$$

여기서  $T_w$ ,  $T_s$ 는 각각 실내표면 및 人體 표면의 絕對溫度이다. 또한  $\sigma$ 는 Stefan-Boltzmann의 定數이며,  $\epsilon$ 는 輻射率이다.

$$\sigma = \sigma \cdot \sigma_b = \epsilon \times 4.9 \times 10^{-8} [\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ \text{K}^4] \quad (4-2)$$

한편 輻射環境에서의 인체( $F_s$ )가 輻射體( $F_w$ )로부터 받는 輻射量(또는 放熱量)은 인체의 크기와

輻射體와의 거리를 포함한 기하학적 관계에 의해 결정되는 것으로 이를 形態係數로서 나타낸다. 즉 인체와 輻射體사이의 輻射熱교환은 인체의 形態係數 및 輻射體로부터 輻射를 받아들이는 인체의 輻射面積(本 연구에서는 인체의 部分有效輻射面積이 된다)이 중요한 요인이 된다. 따라서 실내에서의 인체와 실내표면 사이의 輻射熱교환은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_{w-s} = C_{w-s} [(T_w/100)^4 - (T_s/100)^4] \cdot \varphi_{w-s} \cdot F_{si} \quad [kcal/h] \quad (4-3)$$

$$= C_b \cdot \epsilon_w \cdot \epsilon_s \cdot [(T_w/100)^4 - (T_s/100)^4] \cdot \varphi_{w-s} \cdot F_{si}$$

여기서  $C_b$ : 完全黑體의 輻射定數  $\approx 4.9$

- $[kcal/m^2h^\circ K]$
- $\epsilon_w$ : 壁體面의 輻射率
- $\epsilon_s$ : 人體의 輻射率
- $C_{w-s}$ : 有效輻射定數  $= C_b \cdot \epsilon_w \cdot \epsilon_s$
- $\varphi_{w-s} F_{si}$ : 「形態·面積係數」 $(m^2)$
- $\varphi_{w-s}$ : 人體와 벽면 사이의 形態係數
- $F_{si}$ : 人體의 部分有效輻射面積 $(m^2)$

式(4-3)에서 보는 바와 같이 2面間의 輻射量은 兩表面의 絕對溫度의 4乘의 差에 비례하나, 이를 2面間의 溫度差 $(t_w - t_s)$ 에 비례하는 型으로 바꿔쓰면 다음과 같다.

$$Q_{w-s} = C_{w-s} \cdot K(t_w - t_s) \cdot \varphi_{w-s} \cdot F_{si} \quad [kcal/h] \quad (4-3')$$

여기서  $K$ 는 溫度係數로써

$$K = \frac{(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4}{T_1 - T_2} \quad \text{또는}$$

$$\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4 = K(\theta_1 - \theta_2) \quad (4-4)$$

$K$ 는 兩面의 溫度가 常溫附近으로 그 差가 적을 때는  $K \approx 1.0$ 이 된다.

## 2. 着衣部の 熱抵抗

暖房時居室에 있어서 着衣時의 인체의 경우, 生體內에서의 産熱量은 호흡에 따른 放出量 등은 微小하며, 대부분이 傳導에 의해 皮膚면으로부터 의복표면으로 이동되고, 또한 의복표면에서는 對流 및 輻射에 의해 방출되어 실내환경과의 정상적 熱平衡을 유지하고 있다. 따라서 着衣部에서의 인체의 熱放出은 着衣部の 熱抵抗에 영향을 받게되며

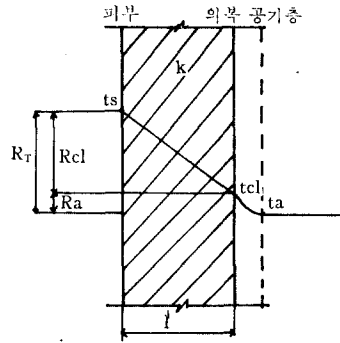


Fig. 3. Heat transfer from skin to clothed body.

이러한 着衣部の 熱抵抗은 의복자재의 熱抵抗과 의복을 둘러싸고 있는 공기층의 熱抵抗을 말한다(圖 3).

여기서 인체의 피부—의복표면까지의 傳導에 의한 열이동은, 다음의 Fig. 3에서 보는 바와 같이 피부온도  $t_s$ , 의복표면온도  $t_{cl}$ , 실내온도  $t_a$ , 의복의 相當두께  $l$ , 의복의 相當熱傳導率을  $k$ 라고 하면,

$$Q_{cd} = k/l(t_s - t_{cl}) \quad [kcal/m^2h] \quad (4-5)$$

여기서 熱傳導抵抗 $(m^2h^\circ C/kcal)$ 은  $k/l$ 의 역수로써 의복의 熱抵抗 $(R_{cl})$ 이기도 하다. 따라서 式(4-5)를 다음과 같이 바꿔 쓸 수가 있다.

$$Q_{cd} = 1/R_{cl}(t_s - t_{cl}) = \frac{t_s - t_{cl}}{0.18I_{cl}} \quad [kcal/m^2h] \quad (4-6)$$

여기서  $I_{cl}$ 은 일반적으로 clo 值를 말한다.

한편, 의복표면에서의 熱傳達量  $Q$ 는 定常狀態에서는  $Q_{cd}$ 와 같으며, 다음 식으로 표시된다.

$$Q = \alpha(t_{cl} - t_a) \quad [kcal/m^2h] \quad (4-7)$$

$$\alpha = \alpha_{cv} + \alpha_{rad} = \text{熱傳達率} [kcal/h^2h^\circ C]$$

$\alpha_{cv}$ 는 對流熱傳達率이며,  $\alpha_{rad}$ 는 輻射熱傳達率이다.

式(4-7)에서  $\alpha$ 의 역수  $1/\alpha = R_a$ 는 熱傳達抵抗이며  $R_a = 0.14 [m^2h^\circ C/kcal]$ 의 文獻值가 구해졌다.\* 이제 인체에 관한 對流 및 輻射熱傳達率에 대한 문헌검토로 熱傳達抵抗을 구하고자 한다.

인체에 관한 對流熱傳達率은 여러 방법으로 연구되어 왔으나 그중, 自然對流의 境界층에서의 인체의 熱傳達率을 구하는 일반식으로 다음의 식(4-

8)이 소개되어 있다.

$$\alpha_{cv} = 2.05 \sqrt{t_{cl} - t_a} \quad [\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}] \quad (4-8)$$

式(4-8)은 인체의 모델로써 Thermal Manikin 을 이용하여 실험적으로 구한 것으로 의자에 앉은 경우(의자座位) 및 서있는 경우(立位)를 대상으로 한 것이다<sup>12,14)</sup>. 또한 복사에 의한 열전달률은 전 열이론에 의해 구할 수 있다. 즉 복사에 의한 열전달량  $Q_{rad}$  는,

$$Q_{rad} = \alpha_{rad}(t_{cl} - t_a) \quad [\text{kcal/h}] \quad (4-9)$$

$$Q_{rad} = Q_{cl-w} \text{ 이므로,}$$

$$\alpha_r = \frac{C_{w-cl} \cdot \varphi_{w-cl} \cdot K(t_{cl} - t_w)}{t_{cl} - t_a} \quad [\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}] \quad (4-10)$$

式(4-8), (4-10)을 채용하여, 문헌치와 같은 조건하에서의 인체의對流 및 輻射熱傳達率을 계산하면,  $\alpha_{cv} = 3.10 [\text{kcal/h}^2\text{C}]$ ,  $\alpha_{rad} = 4.6 [\text{kcal/h}^2\text{h}^\circ\text{C}]$  로 熱傳達抵抗  $R_a \approx 0.13 [\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}]$  이다. 이는 문헌치의  $R_a = 0.14 [\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}]$  와 近似한 결과가 되었다. 따라서 着衣部の 熱傳達率  $\alpha$  는 식(4-8), (4-10)의 對流 및 輻射熱傳達率을 이용하여 구할 수 있음이 傍證되었다.

式(4-5), (4-6)으로부터 의복을 통한 傳熱量은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} Q_{ca} &= 1/R_{cl}(t_s - t_{cl}) \\ Q &= 1/R_a(t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$= 1/R_T(t_s - t_a) \quad [\text{kcal/m}^2\text{h}] \quad (4-11)$$

여기서  $R_T = R_{cl} + R_a = 0.18 I_{cl} + \frac{1}{\alpha_{cv} + \alpha_{rad}}$  = 着衣部の 熱抵抗, 즉 着衣部の 熱抵抗은 의복의 熱抵抗値와 공기층의 熱抵抗値의 合이며, 衣服自體

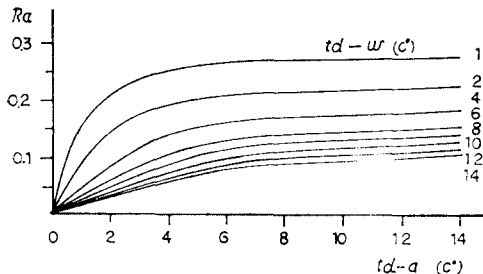


Fig. 4. Thermal resistance of the clothing as a function of the  $\Delta t_s - a$  with  $\Delta t_{cl} - w$  as parameter.

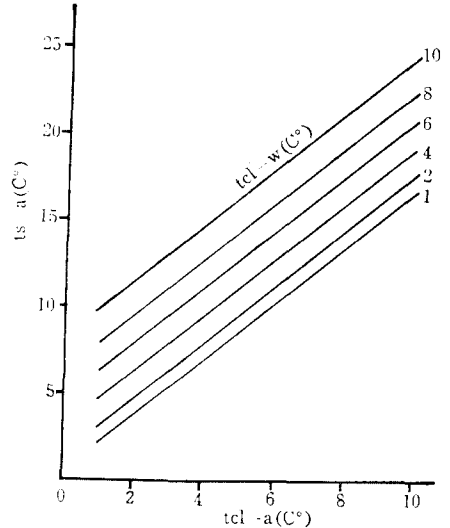


Fig. 5. Clothing surface temperature  $t_s - a$  as a function of the  $\Delta t_s - a$  with  $\Delta t_{cl} - w$  a parameter.

의 熱抵抗( $R_{cl}$ )은 의복의 clo 値를 이용하여 간단히 계산할 수 있다. 그러나 공기층의 熱抵抗 계산에는 시간이 걸리므로, 着衣 표면과 공기층 및 벽면의 온도차( $\Delta t_{cl-a}$ ,  $\Delta t_{cl-w}$ )와 공기층의 熱傳達抵抗値와의 關係圖를 제작하여 그 圖表로부터 쉽게 구할 수 있도록 하였다(圖 4).

### 3. 着衣時의 總合輻射熱受受

지금까지의 측정실험 및 문헌고찰 결과 인체와 실내표면 사이의 輻射熱교환은 다음과 같이 표현된다.

$$Q_{w-cl} = C_{w-cl} \cdot K(t_{cl} - t_w) \cdot \varphi_{w-cl} \cdot F_{cl} \quad [\text{kcal/h}]$$

여기서 문제가 되는 것은 着衣의 표면온도( $t_{cl}$ )이다.

\* 文獻에 의하면 의복의 熱抵抗을 1.0 clo.로 하고 기온은 21°C, 습도 50%, 기류 0.1 m/sec의 실내 조건에서 椅座 安靜상태의 사람이 쾌적하게 느끼며 인체의 평균피부온도 33°C를 유지할 수 있을 때 체표면적당 產熱量은 50 kcal/m<sup>2</sup>h이며, 이 중 의복을 통한 放熱量을 38 kcal/m<sup>2</sup>h로 계산한 경우의  $R_a$ 는 0.14 m<sup>2</sup>h<sup>°</sup>C/kcal가 된다.

한편, 着衣의 표면온도는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 다음 식으로 구해진다.

$$t_{cl} = t_a + R_a/R_T(t_s - t_a) \quad [^\circ\text{C}] \quad (4-12)$$

이를 온도차  $\Delta t_{cl-a}$ ,  $\Delta t_{s-a}$ 의 型으로 바꿔 쓰면,  
 $t_{cl} - t_a = R_a/R_T(t_s - t_a) \quad (4-13)$

즉,  $\Delta t_{cl-a}$ 는  $\Delta t_{s-a}$ 에 비례하며 直線關係가 되므로 식(4-13)으로부터,  $\Delta t_{cl-w}$  別, 兩溫度差  $\Delta t_{cl-a}$ ,  $\Delta t_{s-a}$ 의 關係圖를 만들어, 그 圖로부터 쉽게 着衣 표면온도를 구할 수 있도록 하였다. 이때 온도차  $\Delta t_{s-a}$ 는 低溫輻射暖房時의 일반적인 실내온도(13 $^\circ\text{C}$ ~23 $^\circ\text{C}$ )의 범위에 한하였으며, 또한 着衣의 熱抵抗은 多服으로써의 표준실내복(0.8~1.4clo.)의 범위에 한하였다<sup>9,14)</sup>.

이상의 조건하에서의  $\Delta t_{s-a}$  및  $\Delta t_{cl-a}$ 의 산출결과, 着衣部의 熱抵抗 1.0 clo.를 기준으로 하면, 0.8 clo.時 기준치보다 0.9倍, 1.2 clo.時 1.1배, 1.4 clo.時와 1.2倍가 되어, 1.0 clo.時의 圖表로써 각 clo.時의 着衣表面溫度를 쉽게 구할 수 있게 되었다(圖 5).

다음, 着衣時 露出部의 輻射熱授受는 露出部의 形態係數率를 이용하여 구할 수 있다. 즉,

$$Q_{w-n} = C_{w-s} \cdot K(t_s - t_w) \cdot p \cdot \phi_{w-s} \cdot F_{si} \quad [\text{kcal/h}] \quad (4-14)$$

$p$ : 露出部의 形態係數率

多服의 着用상태에서 인체의 露出部의 熱교환은 인체의 正面方向에 한하며, 또한 의자位에 있어서 의자는 의복으로써 취급하기로 한다.

이상, 실내에 있는 인체와 주위환경 사이의 輻射熱교환은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$\text{인체의 正面方向} : Q = Q_{w-cl} + Q_{w-n} \quad (4-15)$$

$$\text{그밖의 方向} : Q = Q_{w-cl} \quad (4-16)$$

### V. 要 約

본 연구는 주택生活空間에서의 인체의 輻射熱교환을 定量的으로 구하기 위한 諸문제에 대하여 실험 및 문헌연구를 한 것으로 그 결과는 다음과 같다.

(1) 본 연구는 성인여성의 표준치에 가까운 인체를 대상으로 한 것이므로, 歐美 및 日本人男性에 대한 자료와 함께 東洋人의 일반적 자료로써

사용할 수 있다.

(2) 측정실험은 선자세, 의자에 앉은 자세 등 일반적인 작업자세와 함께 지금까지 다루어지지 않은 한국식 정좌를 포함하였으므로 한국을 비롯한 좌식생활 양식에서의 복사환경의 諸문제결정에 도움이 되리라 생각된다.

(3) 측정결과, 인체의 形態係數 및 인체의 부분 유효복사면적은 각 벽체면의 복사性狀이 다른 경우의 해석에 도움이 되도록 하였다.

(4) 이상의 실험결과를 이용하여 실제 人體의 輻射熱교환의 계산을 쉽게 할 수 있도록 「形態·面積係數」의 圖表化를 제작하였다.

(5) 日常生活空間에서의 일반적인 着用 상태의 인체를 대상으로 着衣部의 熱抵抗에 대한 검토를 하였다.

(6) 低溫輻射暖房時의 실내환경조건에서의 着衣部의 熱抵抗 및 着衣表面溫度를 쉽게 구하기 위한 圖表를 제작하였다.

追記: 본 연구는 著者の 既研究 등과 함께 大阪市立大學 명예교수인 上林博雄博士 및 同大學의 中根芳一博士의 지도를 받아 이루어진 것임.

### 參 考 文 獻

1. 前田敏男, 傳熱學, 「建築學大系 8」, 彰國社, 1955.
2. 人間—環境編集委員會編, 人間—環境系, 上卷, 人間と技術社, 1972.
3. 日本人間工學會衣服部會編, 被服と人體, 人間と技術社, 1973.
4. 三平和雄外, サーマル・マネキンによる着衣의 clo.值測定, 家政學雜誌, 28(3):42~48, 1977.
5. 花田嘉代子外, 着衣의 熱絶緣性能に關する研究 大阪市立大學, 生活科學部絶要, 25:83~93, 1977.
6. 持田徹, 人體に關する對流および輻射熱傳達率 日本建築學會論文報告書, 253:63~69, 1977.
7. 渡邊要, 建築計畫原論 II. 丸善, 1979.
8. 花田嘉代子: サーマル・マネキンによる着衣의 熱特性, 染色工業, 30(10):485~495, 昭和57.
9. 大野靜枝外, 各種溫熱環境下着衣標準の設定に關する調査をらびに實驗研究, 昭和 57年度科

- 學, 研究費補助金, 研究成果報告書, 1983.
10. 中山昭雄外, 溫熱生理學, 理學社 33~71.
  11. Raber, B.F. and Hutchinson, F.W., Panel Heation and Cooling Analysis, John Wiley & Sons, Inc., N.Y., 1947.
  12. Fanger, P.O., Thermal Comfort; Analysis and Applications in Environment Engineering, Danish Technical Press, Copenhagen, 1970.
  13. Holman, J.P., Heat Transfer, 3/e, McGraw Hill, KOGAKUSHA, LTD, 1972.
  14. Olesen, B.W. Thermal Comfort, Thechnical Review, No 2, Denmark, 1982.