

이부자리의 보온력에 관한 연구(I)

—충전물의 보온성—

이 송 자 · 성 수 광*

경상대학교 가정교육과, 효성여자대학교 의류학과*

Studies on the Thermal Insulation Effect of Bedding (I)

— Warmth Retaining Property of Filling Material —

Song-Ja Lee and Su-Kwang Sung*

Dept. of Home Economics Education, Gyeongsang National University

Dept. of Clothing and Textiles, Hyosung Women's University *

(1992. 3. 20 접수)

Abstract

As a basic experiment to find out the thermal insulation effect of bedding KES-F7 was used to measure. The warmth retaining ratio of the six kinds of filling materials as cotton, wool, silk, down, cotton/polyester was measured, and the influence on the warmth retaining ratio of the warmth retaining ratio and humidity by the material was investigated.

The results obtained are as follows:

1. The warmth retaining ratio of each filling material was shown to range from 70% to 77%. The warmth retaining ratio of each material proved to be high in order down>polyester>cotton/polyester>cotton>silk>wool fiber.
2. The warmth retaining ratio of each filling material decreased with the increase of the humidity. The effective reduction rate by filling fiber's was high in order wool>cotton>cotton/polyester>silk>down>polyester material.
3. The warmth retaining ratio of each filling material was shown to be in counter-correlation with the humidity, and the correlation coefficient ($r=0.94-0.98$) proved to be highly significant.

I. 서 론

인간은 주간활동에서 오는 피로를 야간의 수면으로 회복하며, 수면시간은 인생의 약 3분의 1에 해당된다. 따라서 주간생활에 있어서의 환경 및 의복의 연구와 마찬가지로 야간의 수면환경 및 침구의 연구는 대단히 중요

하다.

수면환경의 구성요소에는 소리, 빛, 열, 공기 등이 있으나 이중에도 이부자리는 열에 대해서 적절한 수면환경을 형성하게 하여 주간생활의 뇌 및 신체의 피로를 충분히 회복하게 하는 중요한 역할을 담당하는 것이다.

따라서 쾌적한 수면생활을 위해서는 이부자리의 열적 특성을 규명하여 외부환경에 대응하는 침구의 설계가 필

요하다.

이부자리의 충전물은 섬유, 공기, 수분으로 구성되는 복합체이므로, 충전물의 보온성에 영향을 미치는 인자로는 열전달기구^{1~2)}, 흡습량^{3~4)}, 밀도^{5~7)}, 함기량⁸⁾, 섬유배열⁹⁾, 등이 지적되고 있다.

최근 川端¹⁰⁾은 보온율을 신속 정확히 계측할 수 있는 측정장치를 개발하여 열 및 수분, 이동특성의 측정원리를 보고하였으며, 藤本 등¹¹⁾, 妹尾 등^{12~13)}, 松平¹⁴⁾은 이 측정장치를 사용하여 직물의 구성요소, 함수상태 등과 열적특성 간의 상관관계를 규명하였다.

본 연구에서는 이부자리의 보온력을 규명하기 위한 기초조사로서 川端이 개발한 KES-F7인 Thermo Labo II를 사용하여 이부자리 충전물의 보온율을 소재별로 측정하고 습도 변화에 따른 보온율의 변화정도 및 그 상관성을 고찰하였다.

II. 실험

1. 시 료

충전물 10g을 10×10 cm 크기의 주머니에 두께가 균

일하도록 넣어 봉합한 후 표준상태에서 1주일 이상 조정하여 시료로 사용하였다.

충전물의 소재는 면, 양모, 견, 우모, 면/폴리에스터, 폴리에스터섬유의 6종이며, 소재별 제 특성은 Table 1과 같다.

2. 보온율의 측정

이부자리의 충전물의 보온율은 효성여자대학교 의류학과 인공기후실에서 Thermo Labo II를 사용하여 측정하였다. 이때 열판의 온도는 30°C로 하였으며, 열손실은 열판과 실온과의 $\Delta T=10^\circ\text{C}$ 로 설정하였다.

측정시 환경조건은 온도를 20°C로 일정하게 하고 습도를 55, 65, 75, 85, 95% RH의 5단계로 변화시켰으며, 풍속은 10 cm/sec 이하로 고정하였다. 보온율은 열판으로부터 충전물을 통과해서 공기중으로 방열되는 손실열을 측정하여 다음 식에 의해 구하였다.

$$\text{보온율}(\%) = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

W_0 : 열판의 열발산량(W/100 cm²)

W_1 : 시료를 덮었을때의 열발산량(W/100 cm²)

Table 1. Specification of filling fibers for bedding

Filling fiber	Fiber content (%)	Fineness	Fiber length (mm)	Foreign matter (%)	Specific volume (ml/g)	Compression recovery (%)
Cotton	100	25 μ	14.50	0.50	92.40	91.0
Wool	100	30 μ	47.50	0.30	94.40	95.2
Silk	100	21D	—	0.20	45.70	96.0
Down/feather	80/20	—	—	0.80	—	—
Polyester	100	12D	64.0	—	149.40	82.4
Cotton/Polyester	50/50	25 μ /12D	14.5/76.0	0.30	110.20	91.3

Table 2. Warmth retaining ratio of filling fibers on varies relative humidity

(unit : %)

Filling fiber	Relative humidity				
	55%	65%	75%	85%	95%
Cotton	73.38	71.93	67.71	64.11	63.28
Wool	73.79	69.71	68.90	66.25	61.11
Silk	73.29	70.26	69.29	66.81	62.31
Down/feather	76.92	76.54	72.84	70.98	67.67
Polyester	75.28	74.34	72.44	71.60	67.74
Cotton/Polyester	74.63	73.41	69.30	67.76	64.84

III. 결과 및 고찰

1. 충전물의 보온율

이부자리용 충전물의 소재에 따른 보온율의 측정결과는 Table 2와 같다. Table 2에서 습도 및 소재에 따른 보온율의 분산분석 결과는 위험율 1% 수준에서 유의차가 인정되었다.

충전물 소재별 보온율의 크기는 표준상태에서 우모>폴리에스터>면/폴리에스터>면>견>양모섬유의 순이었으며, 보온율은 약 70~77%이었다.

따라서 우모와 폴리에스터섬유는 비교적 보온율이 높은 충전물이고, 반면에 견과 양모섬유는 보온율이 낮은 충전물인 것을 알 수 있다. 이부자리의 보온력을 향상시키기 위해서는 충전물은 열전도율이 낮은 공기를 다량으로 함유하여야 하며, 또한 일단 체온으로 더워진 공기는 충전물에 보존될 수 있는 구조의 충전물이어야 한다. 충전물 중에서도 우모와 폴리에스터섬유가 보온율이 높은 것은, 우모는 탄력성이 있는 단섬유가 모여 피상으로 된 면모이며 이것이 층상의 집합체가 되면 뛰어난 함기상태를 형성하기 때문이고, 또한 폴리에스터섬유는 벌키성이 있는 극히 가는 섬유로서 이것이 층상으로 얽히면 정체되는 공기층을 형성하기 쉬운 충전물이 되기 때문이다. 천연섬유인 견 및 양모섬유가 보온율이 낮은 것은 벌키성이 큰 합성섬유에 비해 비용적이 적고 따라서 함기량이 적기 때문인 것으로 생각된다. 특히 양모섬유는 열전도율이 가장 낮은 섬유인데도 불구하고 예상과는 달리 보온율이 낮게 나타난 것은 사용된 양모섬유의 습도와 열투과성에 기인하는 것으로 추측된다.

와 열투과성에 기인하는 것으로 추측된다.

張 등²⁾은 열투과 이외의 모든 열전달을 차단하여 섬유 의 열투과성을 측정 한 결과 견 및 면섬유보다 양모섬유가 높다고 보고하였으며, 岡村 등¹⁾은 보온율은 피복재료를 통과하는 열량 즉 열투과의 역수라고 보고하였다. 그리고 습도가 가는 섬유가 높은 보온성을 나타낸다는 선행 연구결과^{9,15-17)}가 있으며, 이것은 구성섬유가 가능한 함유하는 공기층이 세분화되어 공기의 부동층(dead void)을 형성하기 때문이다¹⁸⁾.

2. 습도의 영향

습도의 변화가 보온율에 미치는 영향을 알아보기 위하여 충전물의 보온율(Y)과 상대습도(X)간의 회귀분석을 실시하여 구한 회귀식(Y=ax+b)의 상수(a, b) 및 상관계수(r)는 Table 3과 같다. Fig. 2는 각 충전물의 습도 변화에 따른 보온율의 변화를 나타낸 것이며, Fig. 3은 각 충전물의 실험치에서 얻어진 회귀직선을 종합적으로 나타 낸 것이다.

각 충전물의 보온율이 습도가 증가함에 따라 저하되는 것은 열전도율이 낮은 공기 대신에 열전도율이 높은 수분이 존재하기 때문이다. 충전물의 보온율은 습도와 상관계수 0.94~0.98의 매우 높은 상관을 가지며, 습도 변화에 따른 경향은 Table 3에서 b의 값이 크면 보온율의 감소가 현저하고 반면에 b의 값이 적으면 보온율이 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

따라서 습도 증가에 따른 충전물의 보온율 감소 경향은 양모>면>면/폴리에스터>견>우모>폴리에스터의 순으로 나타났다. 여기서 양모 및 면섬유는 소수성인 폴리에스터섬유에 비해 다량의 수분함유로 인한 열전달을

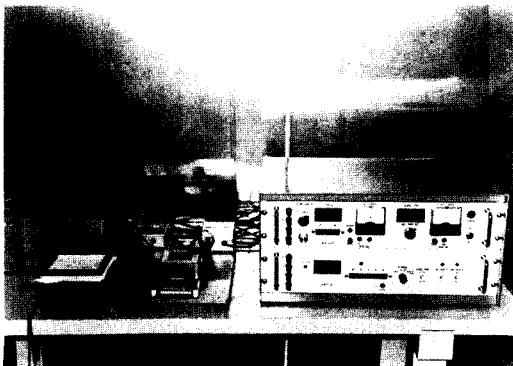


Fig. 1. Thermo Labo II for measuring device of warmth retaining property

Table 3. Constant and correlation coefficient of regression equation

Filling fiber	Constant		
	a	b	r
Cotton	89.0971	0.2802	0.9794
Wool	89.5671	0.2882	0.9727
Silk	87.4496	0.2541	0.9760
Down/feather	91.0351	0.2406	0.9789
Polyester	84.5399	0.1652	0.9416
Cotton/Polyester	90.0154	0.2653	0.9917

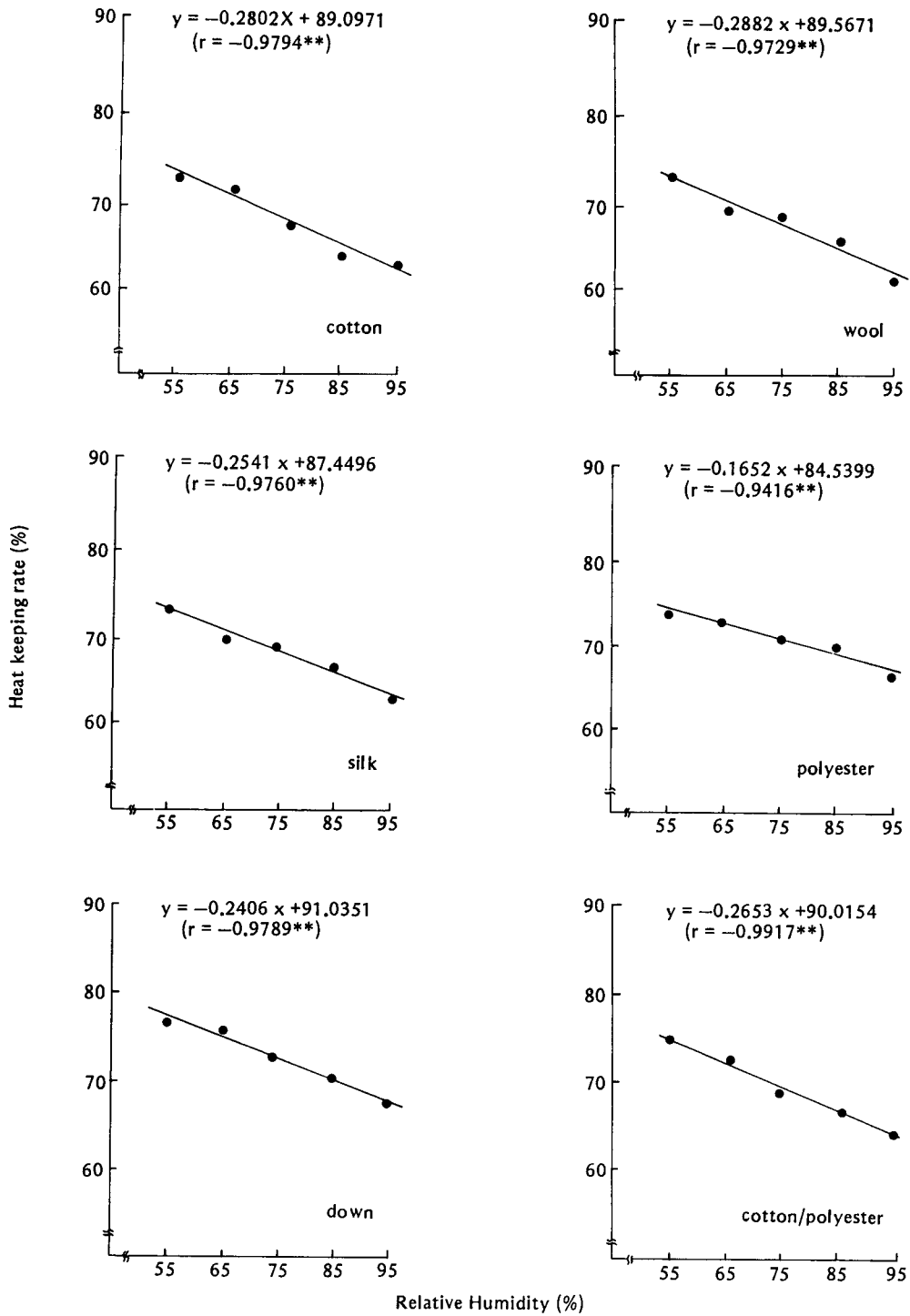


Fig. 2. Relation between heat keeping rate and relative humidity of filling fibers (* *: $p < 0.01$)

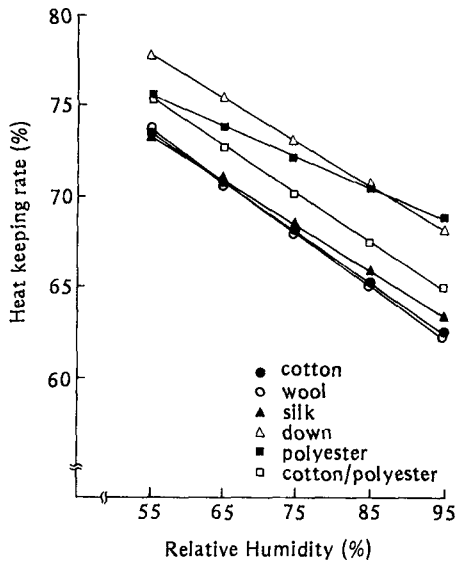


Fig. 3. Regression line of various filling fibers for bedding

의 증가로 보온율의 감소가 현저하였다. 그리고 폴리에스터섬유는 소수성섬유인 관계로 습도변화에 따른 보온율의 감소 기울기가 모든 충전물 중 가장 완만하게 나타났다.

이상의 실험결과로 보아 이부자리 충전물의 보온성은 단섬유 집합체에 포함된 합기량과 충전물의 친수성 정도와의 복합적인 요소에 의해 영향을 받는 것으로 해석할 수 있다.

IV. 결 론

이부자리의 보온력을 규명하기 위한 기초실험으로서 Thermo Labo II를 사용하여 면, 양모, 견, 우모, 면/폴리에스터, 폴리에스터섬유 등 5종의 충전물에 대한 보온율을 측정하여 소재별 보온율 및 습도가 보온율에 미치는 영향 등을 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 충전물의 보온율은 약 70~77%이며, 소재별 보온율의 크기는 우모>폴리에스터>면/폴리에스터>면>견>양모섬유의 순이다.
2. 충전물의 보온율은 습도의 증가와 더불어 감소하며 소재별 감소율의 크기는 양모>면>면/폴리에스터>견>우모>폴리에스터섬유의 순이다.
3. 충전물의 보온율(Y)은 습도(X)와 역상관관계를

가지며 다음과 같은 보온율의 추정회귀식을 구할 수 있다.

면 : $Y = -0.2802X + 89.0971$ ($r = -0.9794^{**}$)

양모 : $Y = -0.2882X + 89.5671$ ($r = -0.9729^{**}$)

견 : $Y = -0.2541X + 87.4496$ ($r = -0.9760^{**}$)

우모 : $Y = -0.2406X + 91.0351$ ($r = -0.9789^{**}$)

면/폴리에스터 : $Y = -0.2653X + 90.0154$
($r = -0.9917^{**}$)

폴리에스터 : $Y = -0.1652X + 84.5399$
($r = -0.9416^{**}$)

감사의 글

이 연구는 1990년도 한국과학재단 연구 지원비에 의한 결과임(과제번호: 001-1006-029-1)

참 고 문 헌

- 1) 岡村幸る, 市島キミ, 被服材料の保温性—保温度測定装置の試作について, 日本家政學會誌, **24**, 384 (1973).
- 2) 張信愛, 姜惠遠, 金登連, 솜의 保温特性 分析, 韓國衣類學會誌, **1**, 25 (1977).
- 3) 高橋はる子, 綿の熱伝導について(第3報), 日本家政學會誌, **5**, 432 (1955).
- 4) 竹中はる子, 纖維集合体の物性に関する研究, 日本家政學會誌, **26**, 14 (1975).
- 5) 高橋はる子, 綿の熱伝導について(第2報), 日本家政學會誌, **4**, 252 (1954).
- 6) 松尾みどり, 中嶋朝子, 花田嘉代子, 寢具 材料の保温性に関する研究, 日本家政學會誌, **29**, 152 (1978).
- 7) 崔相媛, 纖維塊와 寢具材로서의 適性, 서울대학교 대학원 석사학위 청구논문(1970).
- 8) 各倉光雄, 各種綿の性能に関する研究(第2報), 日本家政學會誌, **13**, 25 (1962).
- 9) 竹中はる子, 纖維集合体の傳熱機構, (第1~2報), 日本家政學會誌, **14**, 77, 82 (1963).
- 10) 川端季雄, 布の熱, 水分移動特性測定装置の試作とその応用, 日本纖維機械學會誌, **37**, 130 (1984).
- 11) 藤本尊子, 関 信弘, 各種被服材料の有效熱伝導率とふく射による熱伝達, 日本纖維機械學會誌, **40**, 13 (1987).
- 12) 妹尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 被服材料の熱伝導特性に関する基礎的研究(第2~1報), 日本家政學會誌, **36**, 241, 251 (1985).
- 13) 妹尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 被服材料の熱伝導特

- 性なる基礎的研究 (第3報), 日本家政學會誌, **37**, 1049 (1986).
- 14) 松平光男, 絹繊維の伝熱特性と保温性, 日本家政學會誌, **39**, 987 (1988). 娟娟
- 15) 正田壽夫, 綿狀繊維の保温性, 大阪府立繊維工業指導所報, (1952).
- 16) 堀越遠一, 纖維物質の熱的性質の研究(第1報) 纖維學會誌, **13**, 801, (1957)
- 17) 松尾みどり, 中嶋朝子, 花田嘉代子, 寢具材料の保温性に関する研究, 日本家政學會誌, **29**, 152 (1978).
- 18) 松山協茂, 合織ふとしわた, 日本纖維製品消費科學會誌, **22**, 92 (1981).