

이부자리의 보온력에 관한 연구(II) -이불의 보온력-

이 송 자 · 성 수 광*

경상대학교 가정교육과, *효성여자대학교 의류학과

Studies on the Thermal Insulation Effect of Bedding (II) - Thermal Insulation Effect of Quilt -

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. 5. 1 접수)

Abstract

Comfortable sleeping largely depends on human mental state, physical condition, the temperature and humidity in bedrooms, and qualities of quilt and bedcover.

Of the qualities of quilt, thermal insulation effect plays the most important role in keeping bedroom in ample temperature and preventing human body from giving off heat.

In the present study, which is a sequel study to research on the thermal insulation effect, the real-size quilts with the following items of filling materials in them are designed to research on the variation of each item, and to measure the effect of the weight variation in inner covers on the thermal insulation effect of quilts, the results are as follows:

1. The coefficient between the weight of filling materials and the thermal insulation effect of quilt is shown to be a significant 0.91~0.97.
2. The thermal insulation effect of the quilts with in size of 0.5 Kg/m² is surveyed to be high in order down > polyester > cotton > wool.
3. The effect of the texture of inner covers on the thermal insulation effect of quilt is shown to be ignorably low.
4. The weight of filling materials is shown to be in correlation with the thermal insulation effect of quilts, and the estimated regression line has been obtained.

I. 서 론

쾌적한 수면은 인간의 정신 및 신체상태, 침상의 온습

도, 빛·소음 등의 외부 환경조건과 더불어 이부자리의 요인에 의해서도 크게 좌우된다.

이부자리의 요인으로서 물리적 성능(보온성, 흡습성, 방습성, 탄력성 등), 중량, 촉감, 이불 속싸개의 색,

무늬, 디자인 등을 들 수 있는데 이러한 요인 중에서도 쾌적감에 직접 관련되는 것은 이부자리의 물리적 성능이다.

쾌적한 수면은 인체와 이부자리의 공간영역 즉 침상내의 온습도에 영향을 받으므로 이 침상내를 쾌적조건으로 유지하기 위해서는 이부자리가 침상의 온습도에 대응하여 인체에서 외기에 이동하는 열이나 수분을 차단, 흡습, 발산하는 조절기능을 가져야 한다.

한편, 수면중에는 신진대사 활동이 저하하여 대사량이 감소하고 체온이 떨어지므로, 각성시보다 창의량을 증가하거나 이부자리로서 침상내의 온도를 보존하여 체

온을 유지할 필요가 있다.

따라서 이부자리의 요구성능 중 가장 중요한 것으로는 침상내를 적절한 온도로 유지하여 방열체인 인체로부터 체온발산을 방지하기 위해 필요한 보온력을 들 수 있다.

현재까지 보고된 이부자리의 보온성에 관한 연구는 대부분이 충전물인 솜을 시료로 하였고, 측정기기로는 ASTM형 직물 보온성 시험기를 사용하였다. 그러나 이부자리의 보온력은 충전물을 시료로 하기 보다는 이부자리 완성품으로 측정하는 것이 실제적이라고 생각된다.

본 연구는 전보¹⁾에 이어 이부자리의 보온력 시험기를 사용하여, 실제 크기의 이부자리를 시료로 하여 충전물

Table 1. Specification of bedding

Filling fiber (%)	Quilt			Filling fiber (%)	Underquilt		
	Total weight (Kg)	Areal weight (Kg/m ²)	Thickness (mm)		Total weight (Kg)	Areal weight (Kg/m ²)	Thickness (mm)
Cotton (100%)	3.00	1.00	41.2	Cotton (100%)	5.70	2.85	83.1
	2.50	0.83	35.6		4.75	2.38	80.5
	2.00	0.67	29.5		3.80	1.90	61.0
	1.50	0.50	24.4		2.85	1.43	45.9
	1.00	0.33	18.6		1.90	0.95	32.6
Wool (100%)	2.50	0.83	37.7	Wool (100%)	3.00	1.50	58.2
	2.09	0.70	31.5		2.50	1.25	47.3
	1.67	0.56	29.1		2.00	1.00	38.7
	1.25	0.42	21.3		1.50	0.75	25.3
	0.83	0.28	15.0		1.00	0.50	20.3
Down/Feather (80/20%)	1.50	0.50	44.8	Wool (100%)	3.00	1.50	58.2
	1.25	0.42	32.1		2.50	1.25	47.3
	1.00	0.33	29.7		2.00	1.00	38.7
	0.75	0.25	24.6		1.50	0.75	25.3
	0.50	0.17	16.6		1.00	0.50	20.3
Polyester (100%)	1.80	0.60	49.9	Cotton/Polyester (50/50%)	5.50	2.75	101.2
	1.50	0.50	45.0		4.59	2.30	89.3
	1.20	0.40	37.5		3.67	1.84	78.8
	0.90	0.30	26.2		2.75	1.38	63.1
	0.60	0.20	20.5		1.83	0.92	49.1
Silk (100%)	2.50	0.83	26.4	Wool (100%)	3.00	1.50	58.2
	2.09	0.70	23.8		2.50	1.25	47.3
	1.67	0.56	19.8		2.00	1.00	38.7
	1.25	0.42	16.3		1.50	0.75	25.3
	0.83	0.28	11.6		1.00	0.50	20.3

중량에 따른 이불의 보온력과 이불 속싸개의 재질이 이불의 보온력에 미치는 영향을 고찰하였다.

II. 실험

1. 시 료

이불은 면, 견, 양모, 우모, 폴리에스터섬유를 충전물로 하여 5단계 중량별로 합계 25매를 제작하였고, 오는 면, 양모, 면/폴리에스터섬유를 충전물로 하여 5단계 중량별로 합계 15매를 제작하여 시료로 하였으며, 상세한 내역은 Table 1과 같다.

이부자리의 크기는 이불이 150×200 cm, 요가 100×200 cm이고, 이불의 속싸개는 면 평직물을 사용하였다. 또한 이불 속싸개가 이불의 보온력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 이부자리의 충전물을 양모 100%의 이불 (0.7 kg/m²)과 요 (1.2 kg/m²)로 일정하게 하고 속싸개만 7종의 재질로 바꾸어 이불의 보온력을 측정하였는데, 이 때 사용한 이불 속싸개의 특성은 Table 2와 같다.

2. 측정 기기

보온력의 측정은 일본 横浜国立大學 川島연구실에서 개발한 이부자리 보온성 시험기²⁾를 사용하였다.

이 보온성 시험기는 본체의 표면온도를 33°C로 일정하게 제어함에 소요되는 공급열량에서 보온력을 측정하며, 본체, 제어장치 및 기록계의 3부분으로 구성되어 있다.

시험기 본체는 크기가 105×42×5 cm, 중량이 4.44 kg으로서 내부에는 상하별로 시트모양의 발열체와 열

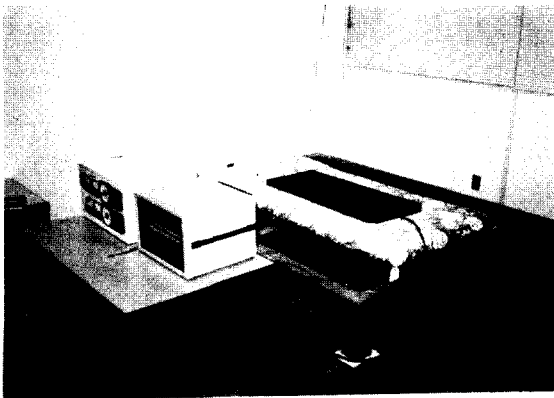


Fig. 1. Warmth retaining tester for bedding

Table 2. Specification of fabrics for inner cover

Symbol	Material (%)	Fabric structure	Yarn count (Ne)	Fabric count (yarn/2.54cm)	Thickness (mm)	Weight (g/100cm ²)	Bulk density (g/cm ³)	Porosity (%)	Air permeability (cc/cm ² /sec)
A	Cotton 100	plain	20x20	100x 50	0.35	1.800	0.514	66.6	13.9
B	Cotton 100	plain	40x40	90x 60	0.21	0.756	0.360	76.6	117.7
C	Cotton 100	plain	40x40	130x 70	0.19	1.131	0.595	61.4	5.2
D	Cotton 100	satin	40x40	80x130	0.23	1.322	0.575	62.7	24.7
E	Cotton 100	satin	60x40	173x134	0.21	1.583	0.754	51.0	1.4
F	Cotton 100	plain	40x40	60x 60	0.21	0.718	0.342	77.8	226.5
G	Cotton 100	interlock	40	39x 44	0.70	1.796	0.257	83.3	109.6
H	Pe/Co 65/35	plain	45x45	95x 90	0.19	1.015	0.534	62.8	43.3

이동량을 측정하는 열류계, 표면온도를 제어하는 열전 계등이 들어 있다.

측정온도의 기록계는 Hybric Recorder (Model 3081, Yokogawa Electric Co. 제)를 사용하였다.

3. 온도 센서의 설치

온도 센서는 직경 0.1~0.2 mm의 동 콘스탄탄 열전 대를 사용하였고, 측정점은 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 시험기 본체를 중방향으로 3등분한 면의 중심에 연한 수직선상의 각 경계점에 3점씩 합계 12점을 설정하였으며, 이 3점을 평균하여 경계면의 온도로 하였다.

또한 주위 공기 온도로는 이불의 15 cm 상부와 요의 15 cm 하부를 측정하였다.

4. 측정 방법

측정은 온도 $20 \pm 0.1^\circ\text{C}$, 습도 $65 \pm 2\% \text{ RH}$, 풍속 0.1 m/sec 이하로 조정된 인공기후실에서 하였다.

새로 제작한 이부자리에 균일한 실험조건을 부여하기

위한 시료의 전처리로서 이불은 4번, 요는 3번 집어 60 kg의 균일한 하중을 가하여 3일간 방치하고 하중을 제거한 후 1일간 방치하여 보온력을 측정하였다.

이부자리는 시험실 바닥면에서 30 cm 높이에 설치한 망대 위에서, 이불과 요를 중방향이 나란히 겹치도록 하고 시험기 본체를 이불과 요사이에 중심을 일치시켜 넣었다.

시험기 본체 및 이부자리의 온도가 일정한 상태가 되었을 때 각 측정점의 온도 및 가열계 전력치, 열류계 출력치를 30분간 3회 측정하여 평균치로서 보온력(clo value)을 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 중량과 보온력과의 관계

이불의 각 층진물별 중량에 따른 보온력의 측정 결과는 Table 3에 나타내었다. 이불의 중량과 보온력은 상관계수 0.91~0.97의 매우 높은 상관관계를 나타내었으

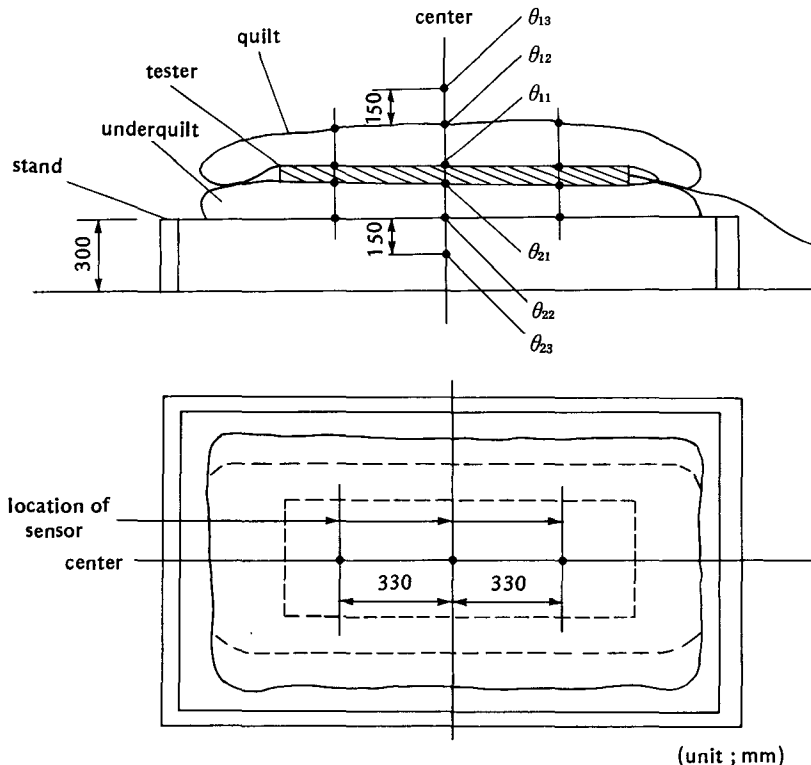


Fig. 2. Location of thermister sensor

Table 3. Clo value of quilts on various weights

Filling fiber (%)	Total Weight (Kg)	Areal Weight (Kg/m ²)	Clo value*
Cotton	3.00	1.00	6.94 ± 0.17
	2.50	0.83	5.77 ± 0.12
	2.00	0.67	4.85 ± 0.12
	1.50	0.50	4.53 ± 0.08
	1.00	0.33	4.00 ± 0.02
Wool	2.50	0.83	4.72 ± 0.50
	2.09	0.70	4.09 ± 0.02
	1.67	0.56	4.01 ± 0.03
	1.25	0.42	2.86 ± 0.03
	0.83	0.28	2.38 ± 0.09
Silk	2.50	0.83	5.73 ± 0.02
	2.09	0.70	4.56 ± 0.02
	1.67	0.56	4.35 ± 0.10
	1.25	0.42	4.10 ± 0.07
	0.83	0.28	2.28 ± 0.00
Down/feather (80/20)	1.50	0.50	6.83 ± 0.05
	1.25	0.42	5.32 ± 0.21
	1.00	0.33	5.07 ± 0.10
	0.75	0.25	4.96 ± 0.16
	0.50	0.17	4.35 ± 0.06
Polyester	1.80	0.60	4.86 ± 0.01
	1.50	0.50	4.80 ± 0.11
	1.20	0.40	4.02 ± 0.08
	0.90	0.30	3.22 ± 0.08
	0.60	0.20	2.06 ± 0.01

* Mean ± SD

며, 분산분석의 결과는 견, 우모 이불이 위험율 5%, 면, 양모, 폴리에스터 이불이 위험율 1% 수준에서 유의차가 인정되었다.

Fig. 3은 각 충전물별 중량과 이불의 보온력과의 관계를 나타낸 것이며, Fig. 4는 각 충전물의 측정치에서 얻어진 회귀직선을 비교한 것이다. 이불의 일반적인 중량인 0.5 kg/m² 이상에서의 보온력의 크기는 우모>폴리에스터>면>견>양모 이불의 순으로 나타났다.

일반적으로 이불은 사용중 두께가 불안정하여 고정되어 있지 않으므로 동일 중량의 충전물을 사용하는 경우 충전물의 열전도도가 최소인 밀도로 하기 보다는 될 수 있는 한 이불의 두께를 증가하여 함기율을 크게 하는 것

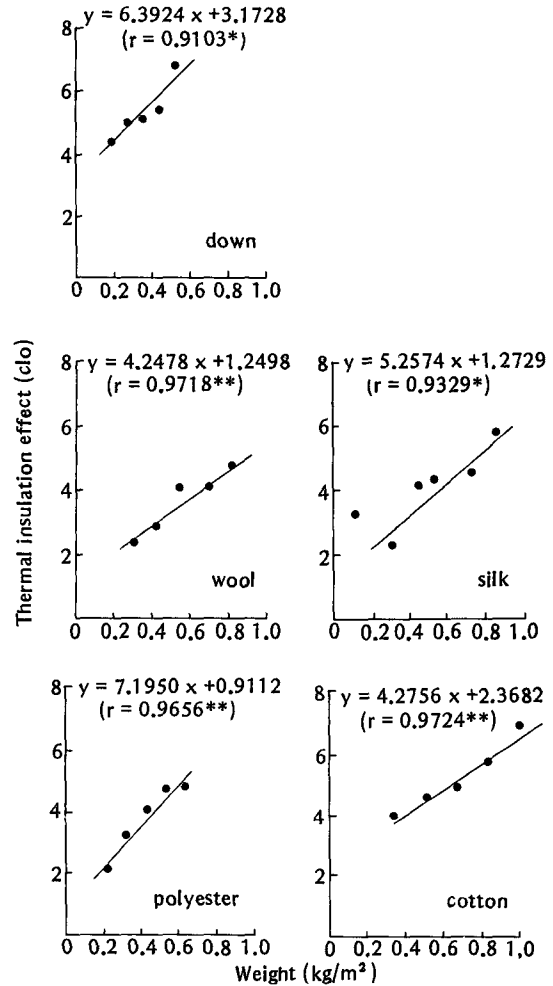


Fig. 3. Relation between thermal insulation effect and weight of quilt (*; P<0.05, **; P<0.01)

이 보온적이라고 보고되어 있다³⁾.

따라서 벌키성이 큰 충전물인 우모와 폴리에스터 이불이 천연섬유의 이불보다 보온력이 우수한 것이다. 특히 우모 이불이 보온력이 뛰어난 것은 다른 충전물의 섬유는 2차원적 적층구조의 집합체인데 반해 우모는 3차원적 입체독립구조의 집합체로서, 열의 이동을 방지하기 위한 작은 공기층을 보유하고 있는 극히 가는 섬유모양의 우지(羽枝)를 가지고 있기 때문이다⁴⁾.

또한 우모 이불은 수면중 몸부림을 치더라도 인체 피부복력(body covering)이 좋기 때문에 공기의 유입이 적고 어깨 부분에서의 방열이 적은 것도 침상내를 따뜻하게 유지하게 하는 요인이 되고 있다.

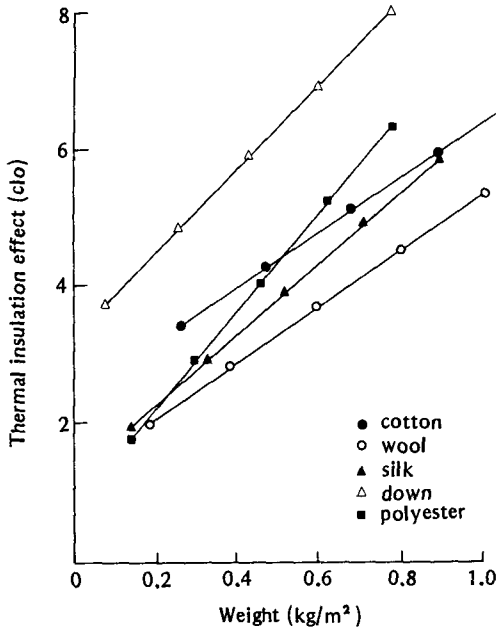


Fig. 4. Relation between thermal insulation effect and weight of quilt

5종의 충전물에서는 양모 이불의 보온력이 가장 낮았다. 양모섬유는 열전도율이 가장 낮은 섬유임에도 불구하고 이불의 보온력이 가장 낮은 것은 전보¹¹⁾에서도 지적한 바와 같이 충전물로 사용되는 양모섬유의 섬도와 열투과성에 기인하는 것으로 추측된다.

岡村^등⁵⁾은 보온율을 피복재료를 통과하는 투과열량의 역수로 정의하였고, 張^등⁶⁾은 견 및 면섬유보다 양모섬유가 열투과성이 높다고 보고하였다. 따라서 이불과 같이 함기율이 큰 집합체의 보온력은 충전물의 열전도도보다는 일차로 열투과성에 크게 영향을 받는다고 생각된다.

한편 堀越⁷⁾은 이론적 고찰의 결과로 섬유물질의 보온성을 높이기 위해서는 가는 섬유를 사용하여야 한다고 하였으며, 松尾^등⁸⁾은 각종 섬유의 최저 보온성을 나타내는 밀도에서의 비교실험에서 보온성의 크기는 섬도의 영향을 받는다고 지적하였고 竹中⁹⁾은 초자섬유에 대해 동일 충전물로서 비교한 결과 섬도가 가는 쪽이 열전도율이 적다는 결론을 얻었다.

이상의 선행 연구결과에서도 알 수 있듯이 섬도가 가는 섬유가 보온성이 우수하다는게 일치된 결론이다.

실제로 양모 이불에 많이 사용되는 양의 품종은 영국

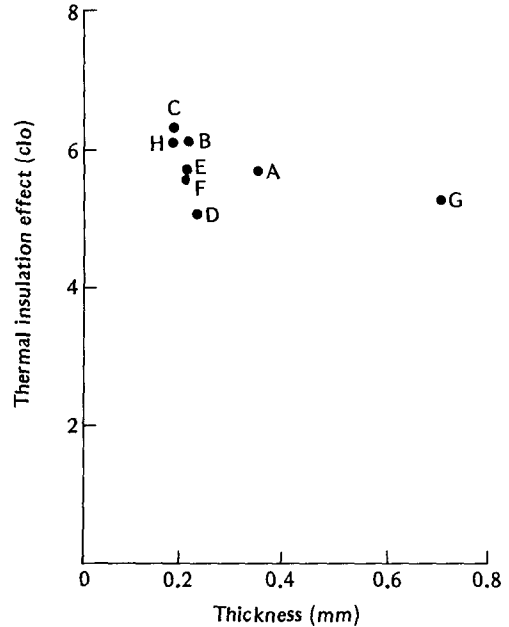


Fig. 5. Relation between thermal insulation effect and thickness of fabrics for inner cover

의 Shropshire, 뉴질랜드의 Southdown, 오스트레일리아의 Suffoltdown, 프랑스의 Limouline 등인데¹⁰⁾ 이들은 섬유장이 3~4인치, 섬도 30~32 μ 정도로서 의복에 사용되는 Merino양에 비하면 매우 굵다. 따라서 양모 이불의 보온력이 낮은 것은 충전물로 사용되는 양모섬유의 굵기가 굵어서 섬유의 포합성과 함기성이 부족함에도 기인한다고 생각된다.

2. 이불 속싸개의 재질과 보온력과의 관계

이불 속싸개의 재질이 이불의 보온력에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 충전물을 양모섬유로 통일하고 이불 속싸개만을 특성이 다른 7종의 직물로 하여 이불의 보온력을 측정된 결과는 Fig. 5 및 Fig. 6에 나타내었다.

이불 속싸개의 두께가 0.19 mm(최소)에서 0.70 mm(최대), 통기도가 1.4 cc/cm²/sec(최소)에서 226.5 cc/cm²/sec(최대)로 변화하여도 이불의 보온력은 5.29 clo에서 6.29 clo의 범위에 있었다.

따라서 이불 속싸개의 두께 및 통기도와 이불의 보온력 간에는 유의한 상관성이 인정되지 않았다. 이불의 보온력은 충전물에 의한 요인이 대부분으로 속싸개의 영향은 극히 적은 것으로 생각된다.

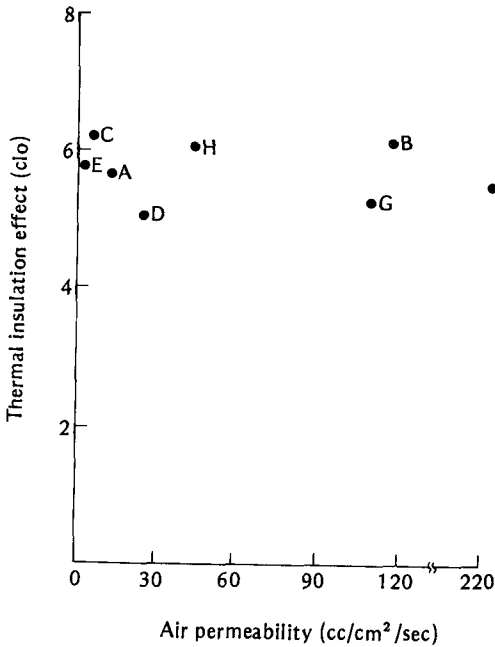


Fig. 6. Relation between thermal insulation effect and air permeability of fabrics for inner cover

IV. 결 론

완성품으로서의 이부자리의 보온력을 측정하기 위하여 면, 견, 양모, 우모, 폴리에스터섬유를 충전물로 한 이부자리를 실제 크기로 제작하여 충전물의 중량의 변화에 따른 이불의 보온력과 7종의 이불 속싸개가 이불의 보온력에 미치는 영향을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 충전물의 중량과 이불의 보온력과는 상관계수 0.91~0.97의 매우 높은 상관관을 나타내었다.
2. 중량 0.5 kg/m² 이상에서의 이불 보온력의 크기는 우모>폴리에스터>면>견>양모의 순으로, 우모 이불이 가장 보온력이 높았다.

3. 이불 속싸개의 재질이 이불의 보온력에 미치는 영향은 극히 적었다.

4. 충전물의 중량(X)은 이불의 보온력(Y)과 정상관 관계를 가지며 보온력의 추정회귀식은 다음과 같다.

면 : $Y = 4.2756X + 2.3682 (r = 0.9724^{**})$

견 : $Y = 5.2574X + 1.2729 (r = 0.9329^{*})$

양모 : $Y = 4.2478X + 1.2498 (r = 0.9718^{**})$

우모 : $Y = 6.3924X + 3.1728 (r = 0.9103^{*})$

폴리에스터 : $Y = 7.1950X + 0.9112 (r = 0.9656^{**})$

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

참 고 문 헌

- 1) 이송자, 성수광, 이부자리의 보온력에 관한 연구, (I) 충전물의 보온성, 한국의류학회지, 16(3), 251 (1992).
- 2) 川島美勝, 大平通泰, ふとんの性能評価方法, 第3回睡眠環境 Symposium 報告集, 3, 87 (1987).
- 3) 名倉光雄, 各種綿の性能に関する研究, (第2報) ふとんわたの保温性に対する検討, 日本家政學會誌, 13, 25 (1962).
- 4) 前川泰次郎, 寢具用類に要求される性能, 日本纖維製品消費科學會誌, 25, 20 (1984).
- 5) 岡村幸子, 市島キミ, 被服村料の保温性-保温度測定装置の試作について, 日本家政學會誌, 24, 384 (1973).
- 6) 張信愛, 姜惠遠, 金聲連, 솜의 保温特性 分析, 한국의류학회지, 1, 25 (1977).
- 7) 堀越原一, 纖維物質の熱的性質の研究(第1報), 纖維學會誌, 13, 801 (1957).
- 8) 松尾みどり, 中鳴朝子, 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).
- 9) 竹中はる子, 纖維集合体の伝熱機構, (第1報) 熱流に対して直角に配列れた場合, 日本家政學會誌, 14, 77 (1963).
- 10) 日本寢裝新聞社編, 羽毛・羊毛寢具總覽(動向編), 日本寢裝新聞社, 東京, p. 189 (1984).