

선형구조방정식을 이용한 의복착용쾌적감 영향요인 분석

이은주 · 조정숙 · 이정주* · 최종명** · 조길수

연세대학교 생활과학대학 의류환경학과

서울 서대문구 신촌동 134

혜전전문대학 의상디자인과*

충남 홍성군 홍성읍 남장리 산 16

서원대학교 사범대학 가정교육학과**

충북 청주시 흥덕구 모충동 231

GSCHO@bubble.yonsei.ac.kr(조길수)

An Analysis of Effective Variables on Clothing Wear Comfort Using Linear Structural Equation

Eun Jou Yi · Jeong Sook Cho · Jungju Lee* · Jong Myoung Choi** · Gilsoo Cho

Dept. of Clothing and Textiles, College of Human Ecology, Yonsei University,

134 Shinchon-Dong, Sudaemoon-Gu, Seoul, Korea

Dept. of Fashion Design, Hye Jeon Junior College*

San 16 Namjang-Ri, Hongsung-Gun, Chun-nam

Dept. of Home Economics Education, Seowon University**

231 Mochung-Dong, Chungju, Chung-buk

GSCHO@bubble.yonsei.ac.k

ABSTRACT

This study was carried out to investigate effects of fabric properties and the changes of microclimates on comfort sensations and to identify effective variables on clothing wear comfort sensations. A wide range of non treated and functionally treated woven fabrics, knits, and nonwoven fabrics and test garments made of them were used as specimens. Linear structural equation was used to analyze causal relation among the variables on a path diagram.

The results were as follows:

1. Almost of causal relations among variables were significant except the effects of fabric properties including air permeability and water-vapor permeability on the changes of microclimate temperature.

2. Fabric properties were most effective variables on clothing wear comfort sensations including thermal sensation, subjective wettedness, and overall comfort and therefore it was proposed that the relations between clothing comfort sensations and fabric properties were identified for improving clothing comfort.

I. 서 론

다가오는 21세기의 소비자 특성에 호응하기 위해서는 인간의 감성을 만족시키는 제품의 개발이 우선되어야 한다. 인간의 감성은 여러 가지 요인에 의하여 변화하므로, 인간의 감성 발생과 변화과정에 대한 모델이 필요하며 이를 통하여 감성에 영향을 미치는 요인들의 파악과 상호관계 등이 우선적으로 연구되어야 한다¹⁾. 의복 제품은 지금까지의 일차적인 기능성 부여에

서 벗어나, 인간의 감성에 호소하여 생리적, 감각적 만족을 요구하고 있다. Shimizu²⁾는 감성지향의 제품을 개발하기 위한 사용자 모델은 심리적 모델과 생리적 모델, 인체 모델 및 의복재료 모델에 기초하여 이루어진다고 하였다. 따라서 의복의 궁극적인 기능성인 의복 쾌적성은 인체와 의복, 환경의 연계를 바탕으로 고찰되어야 하며, 이들의 조건으로부터 인간의 주관적인 감각에 이르는 다차원적이고 복잡한 경로를 통해 판단되어진다³⁾. Hara 등⁴⁾은 의복재료의 특성이 의복내기후의 양상과 관련되며, 이는 주관적 쾌적감으로 반영될 수 있다고 하였다. 또한 다수의 연구들^{5~7)}을 통해서 직물의 성질들을 객관적으로 평가하고 이들 특성과 의복착용시의 주관적 감각간에 의미있는 관계가 있으며, 직물의 특성이 의복 착용감을 예측할 수 있는 영향력있는 요인이 될 수 있음이 보고되었다.

따라서 의복의 쾌적성에 영향을 미치는 요인들을 규명하고, 의복쾌적성을 예측할 수 있는 이들 요인간의 관계를 파악하기 위해서는 직물의 성질과 객관적 착용 성능인 의복내 미세기후, 그리고 의복 착용시의 쾌적감을 함께 고려하여야 한다. 또한 의복의 쾌적성에 대한 소비자의 감성은 요인 각각의 개별적인 영향에 의해서가 아닌, 여러 요인들의 종합적인 효과와 인과관계에 의해 결정되는 것이다. 그러나 대부분의 연구에서는 이들 변인들간의 단순한 상관관계와 회귀관계를 통해 파악하였기 때문에, 이들 요인들간의 인과관계를 함께 고찰할 수가 없었다. 경로모형을 이용한 선형구조방정식은 이러한 종합적인 인과관계를 함께 고려할 수 있는 방법이므로, 직물의 성질과 의복내기후, 주관적 착용쾌적감 간의 인과관계를 알아볼 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 다양한 종류의 의류용 직물을 대상으로 하여 직물의 특성으로 공기투과도, 투습도를 측정하고, 이들 직물로 구성된 실험의복으로 착용실험을 실시하여 평균피부온과 의복내온도, 의복내습도의 객관적 착용성능과 온열감과 습윤감, 전반적 쾌적감의 주관적 착용쾌적감을 평가하여 이들 요인들간의 인과관계를 선형구조방정식을 이용하여 분석하고자 한다.

연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 의복용 직물과 편성물, 부직포를 대상으로 공기투과도, 투습도의 직물특성을 측정하고, 착용실험을 실시하여 의복내기후와 의복착용쾌적감을 평가한다.

둘째, 직물의 특성, 의복내기후변화, 의복착용쾌적감 간의 종합적인 영향관계를 고찰하기 위하여, 이들 변인들을 대상으로 경로모형을 설정하여 선형구조방정식으로 분석한다.

셋째, 선형구조방정식의 결과를 토대로 하여 직물의 특성과 의복내기후변화가 의복착용쾌적감에 미치는 영향을 고찰하여, 의복착용쾌적감의 영향요인을 규명한다.

II. 연구방법

1. 시 료

본 연구에 쓰인 시료는 의복용 직물과 편성물, 그리고 부직포를 포함하며, 그 특성은 Table 1과 같다. 시료 F1은 미처리 시료와 PEG(polyethylene glycol)add-on 20%, 30% 처리의 세 종류이며, F2와 F3, F4는 각각 발수발유가공한 시료와 발수발유 및 향미생물가공의 복합가공 시료의 두 종류씩이고, F5와 F6, F7, F8은 각각 미처리 시료와 친수화 가공 및 향미생물 가공의 복합가공 시료의 두 종류씩이다. 시료 F9와 F10은 미처리 시료와 향미생물 가공 및 불소화합물 가공의 복합가공 시료의 두 종류씩으로 구성하였다. 이들 시료는 착용 실험을 위해서 양말과 바지, 티셔츠, 가운의 의복 형태로 제작하였다.

2. 직물의 특성 평가

각 시료의 직물특성 평가는 의복의 착용쾌적감에 영향을 미칠 것으로 기대되는 수분 및 공기 전달과 관련된 성질을 선정하여 실시하였다.

2-1. 공기투과도

ASTM D 737-1980 frazier법으로 측정하였다.

2-2. 투습도

ASTM E 96-66에 의해 제작된 compact humid chamber에서 KS A 1013에 준하여 평가하였다.

3. 실험의복의 의복내기후 평가

피험자를 대상으로 착용실험을 실시하여 의복내기후를 평가하였다. 착용실험의 조건은 Table 2와 같다. 착용 실험의 환경 조건은 각 실험의복의 용도를 고려하여 결정하였으며, 피험자에게 안정기를 거쳐 운동과 휴식을 반복하도록 하였다. 의복내기후는 Thermohygrometer(Model X712-1 Takara Thermistor Instruments Co.Ltd.)를 이용하여 피험자의 평균피부온과 의복내 온도, 의복내 습도를 5분 간격으로 측정하였다.

4. 실험의복의 착용쾌적감 평가

착용쾌적감으로는 온열감과 습윤감, 전반적 쾌적감에 대하여 5분 간격으로 피험자에게 Table 3의 5점 척도로 답하도록 하였다.

5. 통계 분석

직물의 특성과 실험의복의 의복내기후변화, 착용쾌적감 간의 인과관계를 알아보기 위하여, 선형구조방정식(Linear Structural Equation)을 이용하여 분석하였으며, 분석 패키지로 LISREL 8을 이용하였다. 이때 설정한 경로모형(path diagram)은 Figure 1과 같다. 착용쾌적감

Table 1. Characteristics of Specimens

Specimen	Fabrics	Fiber Component	fabric construction	Thickness (mm)	Weight (g/m ²)	Test Garment Type
F1	knit	100% acrylics	rib&pile knitted double knit	2.10	608.1	socks
F2	nonwoven ^a	100% polyethylene	spunbonded	0.17	47.4	pants
F3	nonwoven ^b	wood pulp/ polyester 55/45	spunlaced	0.30	69.7	pants
F4	nonwoven ^c	100% polypropylene	SMS ^d	0.36	67.7	pants
F5	knit	100% PET	weft knitted pique	1.32	322.4	T-shirt
F6	knit	100% PET	weft knitted pique	0.98	225.8	T-shirt
F7	knit	100% PET	weft knitted pique	1.04	278.8	T-shirt
F8	knit	100% PET	weft knitted single jersey	0.64	208.8	T-shirt
F9	woven	100% cotton	plain	0.35	200.0	surgical gown
F10	nonwoven ^b	wood pulp/ polyester 55/45	spunlaced	0.41	63.0	surgical gown

^a : Tyvek ^b : Sontara ^c : Kimlon ^d : spunbonded/meltblown/spunlaced

Table 2. Wear Test Conditions

condition test garment	subject	environmental condition
S1~S3	6 males 19~20 years	T - 14°C H - 65% V-0.25m/sec
P1~P6	3 females 50~55 years	T - 30°C H - 70% V - 0.25m/sec
T1~T8	4 males 20 years	T - 25°C H - 55% V - 0.25m/sec
G1~G4	6 males 26~28 years	T - 22°C H - 60% V - 0.23m/sec

T - temperature, H - humidity, V - velocity.

의 영향요인을 규명하기 위하여, 직물의 특성과 의복 내기후의 변화치를 독립변수로 결정하였으며 착용패적감을 종속변수로 설정하였다. 또한 의복내기후의 변화는 직물의 특성에 의해 영향을 받을 것으로 생각되므로, 직물 특성의 종속변수로 간주하여 경로모형의 중간에 위치시켰다.

Table 3. Scales of Comfort Sensations

comfort sensation scales	thermal sensation	wettedness	overall comfort
1	cold	very dry	very uncomfortable
2	cool	dry	uncomfortable
3	neutral	indifferent	indifferent
4	warm	moist	comfortable
5	hot	dripping wet	very comfortable

III. 결과

1. 직물의 특성 평가

각 시료의 공기투과도와 투습도의 값은 <Table 4>와 같다. 시료 F1은 미처리(F1-1)에 비해 PEG며, 시료 F2와 F3, F4는 각각 가공종류보다는 부직포의 종류에 따라 공기투과도와 투습도에 차이를 보였다. F5와 F6, F7, F8은 가공에 의해 투습도는 큰 변화가 없었으나, 공기투과도에 다소 차이를 나타내었다.

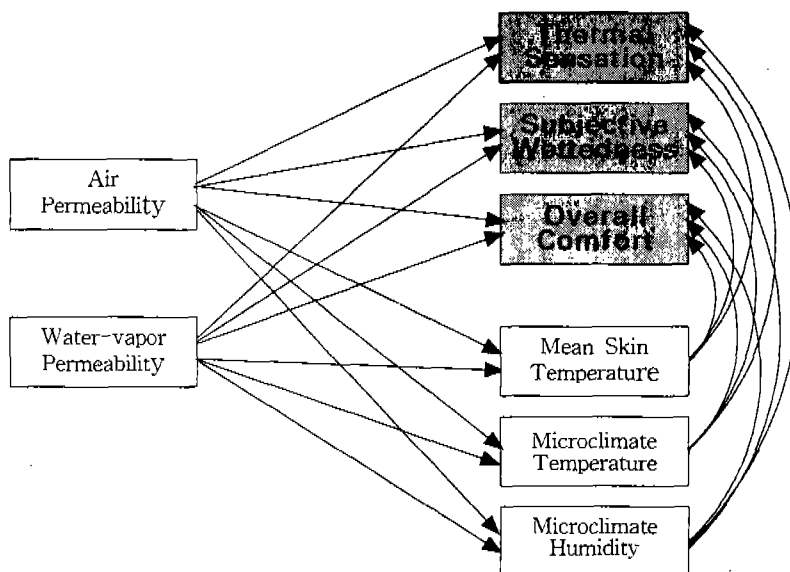


Figure 1. Path Diagram for Linear Structural Equation

Table 4. Air Permeability and Water-vapor Permeability of Specimens

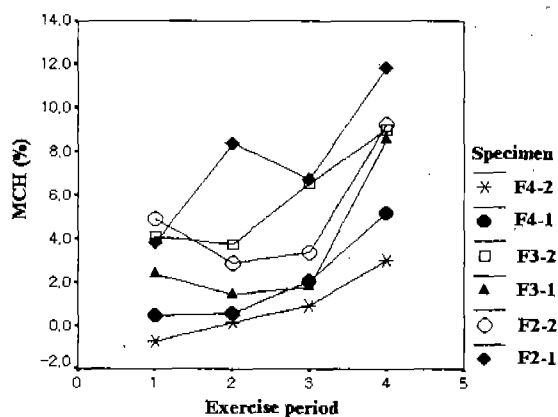
fabric specimens	A (ft ³ /ft ² ·min)	V (mg/cm ² ·24hrs)
F1-1	218.00	0.63
F1-2	213.00	0.47
F1-3	166.00	0.34
F2-1	1.00	4.77
F2-2	1.00	5.83
F3-1	85.00	13.16
F3-2	81.00	13.90
F4-1	45.00	12.85
F4-2	43.00	11.81
F5-1	205.00	12.65
F5-2	220.00	12.35
F6-1	300.00	13.80
F6-2	165.00	13.30
F7-1	200.00	11.80
F7-2	225.00	12.00
F8-1	320.00	13.00
F8-2	195.00	16.00
F9-1	86.00	11.80
F9-2	70.00	13.00
F10-1	59.00	16.00
F10-1	45.00	13.20

A : air permeability V : water-vapor permeability

2. 의복내기후 평가

각 시료는 일반적으로 공기투과도와 투습도가 클수록 실험의복의 평균피부온도의 변화와 의복내온도변화, 의복내습도변화는 작게 나타났다. 이 중 F2와 F3, F4의 의복내습도변화를 살펴보면, <Figure 2>와 같다. 투습도가 가장 작은 F2-1과 F2-2는 의복내습도의 변

화치가 비교적 높으며, 이보다 공기투과도와 투습도가 큰 시료들은 의복내습도의 변화치가 더 작은 것을 알 수 있다.



MCH : microclimate humidity

Figure 2. Changes in Microclimate Humidity of Specimen F2-F4

3. 의복착용쾌적감의 평가

<Table 5>는 시료 F5와 F6, F7, F8의 전반적 쾌적감을 나타낸 것이다. 시료별로 전반적 쾌적감의 경향을 살펴보면, 공기투과도와 투습도가 비교적 큰 시료인 F6-1과 F7-2, F8-1, F8-2의 운동주기별 쾌적감 점수가 다른 시료에 비해 다소 높은 경향을 보이고 있다.

Table 5. Overall Comfort Scores of Specimen F5-F8

Specimen	A (ft ³ /ft ² ·min)	W (mg/cm ² ·24hrs)	OC scores			
			Exercise Period			
			1	2	3	4
F5-1	205.00	12.65	2	2	1	2
F5-2	220.00	12.35	3	3	2	2
F6-1	300.00	13.80	3	3	2	2
F6-2	165.00	13.30	3	2	2	2
F7-1	200.00	11.80	2	2	2	2
F7-2	225.00	12.00	3	3	3	3
F8-1	320.00	13.00	3	3	2	3
F8-2	195.00	16.00	3	3	3	3

4. 의복착용쾌적감의 영향요인

각 변수들간의 직접효과를 알아보기 전에 t-value를 산출하였다. 선형구조방정식에서 변수간의 t-value의 절대값이 2 이상인 경우에 선형구조식의 직접효과 값의 의미가 있음을 나타낸다. <Table 6>는 각 독립변수와 종속변수간의 t-value를 표시한 것으로, 이 중에서 공기투과도(A)와 의복내 온도변화(MCT), 공기투과도(A)와 온열감(TS), 그리고 투습도(V)와 의복내 온도변화(MCT)의 관계를 제외한 모든 변수간의 t-value의 절대값이 2 이상이므로, 이들 변수간의 관계는 선형구조식에서 의미있는 직접효과를 보인다고 할 수 있다.

Table 6. t-values in Path Analysis

	A	V
MST	-4.613	-3.774
MCT	0.248 ^N	-1.720 ^N
MCH	3.863	2.990
TS	-1.179 ^N	-4.285
SW	-3.151	-2.794
OC	3.186	3.838

MST : changes of mean skin temperature
 MCT : changes of microclimate temperature
 MCH : changes of microclimate humidity
 TS : thermal sensation
 SW : subjective wettedness
 OC : overall comfort
 N : not significant

선형구조방정식에서 직물의 특성과 의복내기후의 변화가 각각 의복착용쾌적감에 미치는 영향의 정도는 직접효과(direct effect)의 값으로 나타낼 수 있다. 직물의 특성과 의복내기후의 변화가 의복착용쾌적감에 대하여 가지는 직접효과와 직물의 특성이 의복내기후의 변화에 대하여 가지는 직접효과 값은 <Table 7>와 같다. 또한 직물의 특성이 의복착용쾌적감에 미치는 영향은 직물의 특성이 의복내기후의 변화를 경과하여 착용패

적감에 대하여 가지는 간접효과 값과, 직접효과와 간접효과 값의 합인 총효과 값으로도 설명될 수 있으므로, 이들을 고려하면 직물의 특성과 의복내기후의 변화, 의복착용쾌적감 사이의 종합적인 인과관계를 파악할 수 있다. 직물의 특성이 의복착용쾌적감에 대하여 가지는 간접효과와 총효과 값은 <Table 8>과 같다.

Table 7. Direct Effect Values of Independent Variables on Dependent Variables

dep. var.	TS	SW	OC	MST	MCT	MCH
A	N	-0.419	0.517	-0.691	N	-0.607
V	-0.715	-0.431	0.464	-0.656	N	-0.545
MST	-0.413	-0.232	0.296			
MCT	-0.110	0.102	0.086			
MCH	-0.428	-0.428	0.283			

N : not significant

Table 8. Indirect Effect Values and Total Effect Values of Fabric Properties on Wear Comfort Sensations

fabric properties		comfort sensations	TS	SW	OC
Indirect effect	A		N	-0.099	-0.033
	V		0.038	-0.081	-0.040
Total effect	A		N	-0.518	0.484
	V		-0.677	-0.512	0.424

N : not significant

4-1. 온열감의 영향요인

경로모형에서 설정한 독립변수 중에서 온열감의 영향요인으로 의미있는 변수들이 온열감에 미치는 직접효과 값을 살펴보면, 투습도는 -0.715, 평균피부온 변화는 -0.413, 의복내온도변화는 -0.110, 의복내습도변화는 -0.428의 값을 나타내었다. 이 중 직물의 투습도는 온열감에 대하여 직접적인 영향력이 가장 큰 요인으로 나타났는데, 이는 직물의 투습도가 클수록 착용시의 온열감은 낮아진다고 할 수 있다. 한편 투습도가 온열감에 대해 가지는 간접효과 값은 그다지 큰 값을 보이지 않았는데, 이는 직물의 특성과 의복내온도변화와의 관계에서 t-value 값이 의미가 없는 것으로 나타났기 때문에 생긴 결과이다. 또한 투습도는 온열감에 대한 총효과 값이 -0.677로 다른 요인들에 비해 높은 영향력을 보임을 알 수 있다.

4-2. 습윤감의 영향요인

독립변수들 중 착용시 습윤감에 대하여 직접효과 및

간접효과, 총효과의 값이 큰 변수는 직물의 투습도, 공기투과도, 실험의복의 의복내습도변화인 것으로 나타났다. 즉 직물의 투습도와 공기투과도가 클수록 착용시의 습윤감은 낮아지며, 의복내습도의 변화가 적을수록 습윤감이 낮아진다고 할 수 있다. 또한 이는 <Table 7>에서 공기투과도와 투습도가 의복내습도변화에 부정적인 영향을 미친다는 결과와 <Figure 2>에서 투습도와 공기투과도가 큰 시료일수록 의복내습도변화가 적은 경향을 보였던 사실을 고려할 때, 직물의 투습도와 공기투과도는 의복내습도변화를 거쳐서 착용시의 습윤감에 영향을 미치는 것으로 풀이할 수 있다.

4.3. 전반적 쾌적감의 영향요인

전반적 쾌적감에 대하여 영향력이 가장 큰 변수는 온열감, 습윤감과 마찬가지로 공기투과도와 투습도의 순으로 나타났다. 의복내기후 중에서는 평균피부온의 변화가 가장 영향력이 크나 공기투과도와 투습도에 비해서는 영향력이 훨씬 적다고 할 수 있다.

이상의 결과를 토대로 의복착용쾌적감에 대하여 직접적으로 큰 영향을 미치는 요인은 의복내기후변화보다는 직물의 특성들임을 알 수 있다. 또한 <Table 8>에서 직물의 특성들이 의복착용쾌적감에 대하여 가지는 간접효과와 총효과의 값들을 고려해 볼 때, 이들 직물의 특성들은 의복내기후변화 중에서 피부온변화와 의복내습도변화를 거쳐 온열감과 습윤감, 전반적 쾌적감에 대하여 영향을 미치고 있다고 풀이된다. 따라서 온열감과 습윤감, 전반적 쾌적감과 같은 주관적 감각을 통해 의복의 착용쾌적감을 향상시키기 위해서는, 무엇보다도 의복착용쾌적감과 그 재료인 직물의 특성과의 관계를 파악하여 직물의 특성을 조절, 통제하는 것이 가장 바람직하다고 할 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 직물의 특성과 의복내기후변화가 의복착용쾌적감에 미치는 영향을 고찰하고 의복착용쾌적감의 영향요인을 규명하고자, 선형구조방정식을 이용하여 이들 변인들간의 인과관계를 살펴보았다. 연구의 결과 및 결론은 다음과 같다.

첫째, 선형구조방정식에서 직물의 특성들과 의복내기후 중 의복내온도변화 간의 관계를 제외한 모든 관계가 의미있는 인과관계를 가지는 것으로 나타나서, 선형구조방정식을 이용하여 직물의 특성과 의복내기후변화, 의복착용쾌적감 간의 관계를 고찰하는 것이 보다 바람직함을 알 수 있다.

둘째, 의복착용쾌적감인 온열감과 습윤감, 전반적인 쾌적감에 가장 영향력있는 효과를 지닌 요인은 모두 공기투과도와 투습도의 순으로 나타나서, 직물의 공기투과도와 투습도가 클수록 주관적인 온열감과 습윤감

은 낮아지고 전반적인 쾌적감은 높아지는 것으로 풀이되었다.

셋째, 의복착용쾌적감에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 직물의 특성이라고 할 수 있으며, 따라서 의복의 궁극적인 쾌적성을 향상시키기 위해서는 착용쾌적감과 직물 특성간의 관계를 파악하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

본 연구는 다양한 용도의 직물과 의복을 대상으로 직물의 특성과 의복내기후변화, 의복착용쾌적감 간의 종합적인 인과관계를 고찰하여, 의복착용쾌적감에 영향력있는 요인을 규명하는데 의의가 있다. 의복착용쾌적감과 직물 특성, 의복내기후변화 간의 보다 포괄적인 관계를 파악하기 위해서는, 본 연구에서 설정한 직물 물성 외에 열 및 수분전달과 관련된 기타요인들을 포함시키는 것이 필요하다.

V. 참고문헌

- [1] 이구형, "감성공학과 감성공학을 응용한 섬유제품 개발", 섬유기술과 산업, Vol.1, No.3, 한국섬유공학회, pp.389~400, 1997.
- [2] Shimizu, Y., "Kansei and Kansei Engineering", *Sense-Receptive Design and Its Application to Textiles*, Korea Institute of Industrial Technology, pp6~12, 1996.
- [3] Yi, L., "Clothing Comfort and Fiber Properties", *Proceedings of The 4th Asian Textile Conference*, pp30~37, 1997.
- [4] Harada, T., Uchiyama, S., and Tsuchida, K., "The Transfer Properties of Moisture and Heat through Clothing Materials. Part 2 : Wear Sensations of Socks and Analysis of the Microclimate within Clothing on the Simulator", *纖維機械學會誌*, Vol.35, No.5, pp210~218, 1982.
- [5] Vokac, Z., Kopke, V., and Keul, P., "Physiological Responses and Thermal, Humidity, and Comfort Sensations in Wear Trials with Cotton and Polypropylene Vests", *Textile Research Journal*, Vol.46, No.1, pp30~38, 1976.
- [6] Markee, N. L., Hatch, K. L., and Maibach, H. I., "In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabrics. Part IV: Perceived Sensation to Three Experimental Garments Worn by Subjects Exercise in Hot, Humid Environment", *Textile Research Journal*, Vol.60, No.7, pp561~568, 1990.
- [7] Gavhed, D. C. E., Nielson, R., and Holmer, I., "Thermoregulatory and Subjective Responses of Clothed Man in Cold during Continuous and Intermittent Exercise", *European Journal of Applied Physiology*, Vol.63, pp29~35, 1991.