

고온 다습한 환경에서의 주관적 착용 쾌적감
평가도구 개발을 위한 기초 연구
— Fuzzy 이론의 적용방법과 요인분석 방법간의 비교 —

김 정 화 · 조 승 식

숙명여자대학교 가정대학 의류학과

**A Study of Development of Evaluation Technique for
the Subjective Clothing Comfort in Hot-humid Environment**
— Comparison between the utilization of Fuzzy theory
and Factor Analysis —

Jeong-Wha Kim · Seung-Sik Cho

Dept. of Clothing and Textiles, Graduate School, Sook Myung Women's University
(1995. 12. 8 접수)

Abstract

Recently, need for the development of the quantification of subjective evaluation is growing for the production of high-touch and high-tech textile products.

In this study, Fuzzy theory is utilized for the evaluation of the wear comfort of the various blouses. Result of a new evaluation method and factor scores, validity of the new evaluation technique adopted fuzzy theory was crosschecked with the results of factor analysis and factor scores.

As results, fuzzy theory was proved to be adequate methodology to objectify the subjective evaluation of the adequacy of clothing which is worn. When DUNCAN'S multiple comparion among median of the fuzzy composite score were compared with the results of factor score, the sensitivity of the test methods tends to increase. Therefore, it is suggested that fuzzy weighted checklist is an alternative evaluation scale for the subjective comparison of the textile products. In addition, individual median of fuzzy composite score value should be treated by statistical for the sensitive analysis of subjective evaluation.

I. 서 론

인간의 주관적 감각(지각)을 어떻게 정량적, 객관적으로 측정할 수 있는가 하는 문제는 많은 연구자들의 연구대상이 되어 왔다. 인간의 감각(감성)은 상당히 주관적이고 모호하기 때문에¹⁾ 이러한 주관성과 모호함을

객관화시키려하는 노력이 여러방향으로 추진되어 오고 있다. 인간의 주관적인 지각(감각)에 대한 연구는 의복사회 심리학에서 의미 미분법(Sementic Differential Scale)을 이용하여 연구되어 왔으며, 최근 감성공학 분야에서도 인간의 감성을 측정하는데 의미 미분법이 쓰이고 있다. 의미 미분의 사용은 시각적 형태 연구는 물론 심리학이나 여러가지 환경 연구 그리고 의류학 분야

에서도 적용되어져 의복으로부터 받은 시각적 느낌을 측정하기 위해 이용되고 있다. 따라서 의복사회 심리학에서 인간의 지각을 연구하는 예는 많았으나 의복 착용 시 쾌적감 평가를 위한 인지 조사는 평가차원이나 척도 개발이 충분히 이루어지지 않은 실정으로, 소비자의 주관적 감각(지각)을 객관적으로 정량화 하기에는 아직 미흡한 수준이라고 할 수 있다. 이러한 가운데 의복을 착용한 인체가 느끼는 주관적인 쾌적감을 측정하는 방법으로 HPA(Human Perception Analysis)^{10,11)}가 사용되고 있다. HPA 법이란 인간의 의견이 아닌 지각을 알아보는 절차로서, 제시된 물체에 대한 자연 발생적 반응의 기술을 통해 공통 언어를 찾아냄으로써 객관적인 평가를 구하고자 하는 연구이다. HPA의 특성이 각 제품에 대해 실제 현장에서 사용되는 '소비자언어'를 이용한 척도 구성이라는 측면에서 불매 위의 선행연구들은 사용된 감각 용어가 영어로 표현된 것으로, 그 용어를 그대로 한글로 번역하여 사용하는 데는 문제가 있는 것으로 보인다. 왜냐하면 주관적 감각평가는 기후조건, 풍토, 국민성 등에 의해 영향을 받는다는 연구결과¹²⁾에 비추어 불매 한국인은 한국인은 한국인 교유의 언어 사용과 감각이 있기 때문이다. HPA는 소비자의 인터뷰를 통하여 분석대상에 대한 지각언어를 사용 빈도수에 따라 추출하여 추후분석에 사용하고 있는데, HPA에 따른 결과를 인자분석으로 통계처리하여 착용 쾌적감의 차원을 밝힌 국내 선행연구는 정의²⁷⁾ 연구가 있으나 소매연구에 국한되어 있는 실정이다. 착용 쾌적감을 인자분석한 그 외의 선행연구²⁸⁾는 HPA를 적용하지 않았고, 대상은 여성용 속옷과 란제리류로 한정되어 있다.

이외의 의류학 분야에서 적용된 인간의 주관적 감각(지각)을 정량화하는 평가 방법으로는 Sweeney & Branson²⁹⁾의 수분 감각 평가를 위한 Magnitude Estimation 접근법이 있다. 이것은 정신물리학적 척도법의 한 예로 피험자에게 정의된 물리적 자극의 무작위 제시로 생기는 감각의 크기를 직접 숫자로 평가하도록 요구하는 방법이다. 또한 Gwosdow¹⁴⁾는 연속적인 환경변화 조건에서 직물의 질감과 쾌감의 인지에 대한 피부 마찰의 효과를 관찰한 연구에서 직물의 질감과 쾌감을 평가하기 위해 2개의 연속선으로 된 척도를 제시하여 주관적인 반응을 영점(zero point)으로부터의 거리(mm)로 정량화하였다. 그러나 이와같은 주관적 평가

방법은 평가 제품에 대한 감성(감각) 점수를 수치적으로 부여하도록 강요하는 경향이 있다. 연구결과에 의하면 인간 사고의 핵심 요소는 숫자가 아니라 정성적인 특성이 강하기 때문에 판단에 있어 평가자의 주관성이 요구되는 경우 인간의 정성적인 평가에 보다 익숙하다⁵⁾고 한다. 이러한 정성적 평가를 객관화하기 위해 최근 제안된 모호 가중점검 목록은 평가항목의 점수부여에 수치적 점수의 강요 대신 언어 평점을 사용함으로써 평가자의 판단이 편향되지 않도록 하고 있어 주관적 감각의 객관화의 한 방법으로 부각되고 있다. 의류분야에서는 최근 Raheel et als.^{17,18)}이 Fuzzy Transformation matrix를 이용하여 주관적 태를 Fuzzy 이론의 함수 관계에 반영하여 정량적으로 예측하는 방법을 제안하였다. 따라서, 본 연구의 목적은 의복을 착용한 인체가 느끼는 주관적인 쾌적감을 새로운 Fuzzy 이론을 적용하여 분석해 보고, 이를 HPA 방법에 근거하여 수집된 자료를 요인분석한 결과와 비교하여 모호가중점검 목록에 의한 감성(감각) 파악 문제의 타당성 및 효율성을 점검해 보고자한다. 아울러 이러한 평가도구를 통해 섬유조성, 표면특성가공이 다른 치물간의 착용 쾌적감을 소비자가 변별하여 인지할 수 있는지를 검토해 보고자 한다.

II. 이론적 배경

불확실성과 모호함을 다루기 위한 방법으로 모호집합 이론¹⁾(fuzzy set theory)이 있는데, 이 이론은 1965년 Zadeh¹⁾에 의해 처음 소개된 이후 의사 결정 문제 이외에도 산업공학 및 경영과학의 문제에서 문제의 불확실성을 다루기 위해 여러 경우에 적용되어 왔다. 모호가중점검 목록²⁸⁾은 모호집합이론과 가중 점검 목록의 장점들을 결합한 방법으로, 이 방법은 다중속성 의사 결정 문제에서 발생할 수 있다고 하였다. 인간의 주관적인 감성(지각) 파악에서 모호 가중 점검 목록의 적용 절차는 평가하고자 하는 제품의 선정 → 감성 평가 요인 조사 → 적절한 수로 감성 평가요인을 축소 → 평가요인들의 상대적 중요도 결정 → 평가 요인들에 대한 언어 평점 부여 → 합성 감성 점수 계산 → 언어조사 및 대안 비교 → 분석 및 제안에 따른다. 이때 평가요인들의 상대적 중요도는 다음의 쌍대 비교로 가중치를 정하여 사용할 수 있다.

(쌍대비교로부터의 정규 가중치)

제품에 대한 전체적 감성에 있어 각 평가요인의 중요도는 동일하지 않기 때문에 보통 전문가의 판단에 의해서 구한다.^{8,9)} 인간의 상대 판단 능력을 절대 판단 능력보다 훨씬 우수하기 때문에, 쌍대비교의 방법에 의하여 각 평가요인들의 상대적 가중치를 구한다.^{8,9)} 정규가중치 w_1 는 보통의 주관적 척도에 의하여 방법으로는 정확하게 결정할 수 없다. 그러나, 그들의 비율 w_i/w_j 는 평가요인의 상대적인 중요성을 서로 비교함으로써 보다 쉽게 추정할 수 있다. 그리고 이 비율들은 개별 가중치로 쉽게 변화될 수 있다. 비교하고자 하는 감성 평가요인의 수가 n 개라고 하면 쌍대비교는 다음의 행렬에 의해 나타낼 수 있다.

$$\begin{matrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{matrix}$$

이때 쌍대비교 행렬은 다음 특성을 만족해야 한다.

1. $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ (역수특성) (1)

2. 추정치가 정확하다면 모든 k 에 대해 $a_{ik} = a_{jk} / a_{ji}$ (일관성 성질) (2)

그러나, w_i/w_j 의 값은 일반적으로 정확히 알 수 없으므로 평가자의 추정치를 이용한다. 그 추정치를 a_{ij} 라 하면, a_{ij} 는 다음의 관계를 의미한다.

$$a_{ij} = w_i / w_j \quad \dots \dots \dots (3)$$

평가자로부터 추정된 상대적 가중치의 비교 행렬로부터 평가요인의 상대적 가중치의 결정은 가중 최소 자승법(weighted least-square method)에 의해 이루어질 수 있다. 최소 자승법은 추정치의 오차 제곱합을 최소화하는 해를 구함으로써 최적의 가중치를 구할 수 있다는 개념에 의한 것이다. 쌍대비교에 의해 평가요인들의 가중치를 결정하는데 있어 복수의 평가자가 존재하는 경우에는 각 평가자의 판단결과를 정도의 손실없이 결합해야 하는데⁹⁾, Aczel & Satty²⁹⁾는 복수의 평가자를 포함하는 경우 쌍대비교 행렬의 각 성분에 대해 기하 평균을 취하면, 쌍대비교 행렬의 역수특성을 손실하지 않고 효과적으로 여러 평가자의 비교 행렬을 결합할 수 있다는 것을 수식적으로 증명하였다.

(평가요인에 대한 언어평점)

모호 집합 이론에서 중심개념은 어떤 원소가 어떤 집합에 속해 있는 정도를 수치적으로 나타낸 소속함수(membership function)에 있다. 불확실성에 대한 사고(thinking)는 변수의 값으로 숫자가 아니라 언어나 문장으로 하는 언어변수의 사용에 의해 보다 쉽게 다루어질 수 있다. 여기서 언어 변수는 변수의 값으로 숫자가 아니라 언어나 문장이 오는 경우를 말한다. 언어 묘사어(verbal descriptor)의 의미는 통상 모호하므로 그들의 수치표현(소속함수)을 찾기는 힘들다. 이런 어려움을 줄이기 위해, 네 꼭지점 $\{(a, 0), (b, 1), (c, 1), (d, 0)\}$ 으로 특성지워지는 사다리꼴 모양의 소속함수로 모호집합을 나타낼 것이다. (단, $a \leq b \leq c \leq d$)⁷⁾ 이들 집합은 간단히 생략해 $[a, b, c, d]$ 로 표기하기로 한다.

(모호 합성점수 계산)

평가요인의 가중치 w 와, 언어평점 r 의 결합으로부터 합성점수 R 이 구해진다.

$$R = \sum_i w_i r_i, \quad \sum_i w_i = 1 \quad \dots \dots \dots (4)$$

모호합성 점수는 Zadeh의 확장원리(extension principle)에 의해 소속함수로 특징지워지는데, 본 연구에서는 네 꼭지점 $\{(a, 0), (b, 1), (c, 1), (d, 0)\}$ 로 특성지워지는 사다리꼴 모양의 소속함수로 모호집합을 나타내려고 한다. (단, $a \leq b \leq c \leq d$) 이 때, 사다리꼴 모양의 소속함수를 결정짓는 네개의 점은 다음식에 의해 구한다.

$$a = \sum_i w_i a_i \quad b = \sum_i w_i b_i \quad c = \sum_i w_i c_i \quad d = \sum_i w_i d_i \quad (5)$$

여기서 $[a_i, b_i, c_i, d_i]$ 는 평가하고자 하는 평가대안에 대한 i 번째 평가요인의 언어평점의 소속함수를 나타낸다.

(언어 근사)

여러 평가요인에 의해서 계산된 모호합성 점수는 미리 정의된 언어변수들 중의 적당한 언어로 변환하는 것이 필요하다.¹²⁾ 이러한 변환과정을 언어 근사라 한다. 본 연구에서처럼 미리 정의된 언어변수의 수가 많지 않을 때에는 보통 모호집합사이의 거리를 이용하여 언어 근사를 행한다. 언어근사의 기본개념은 모호집합사이

의 거리를 계산하여 거리를 최소화하는 언어를 택하는 것이다. 모호집합의 소속함수가 사다리꼴 형태일 경우¹²⁾는 해밍거리(Hamming distance)나 유클리드 거리(Euclidean distance)의 방법보다 더 정확하게 두 모호집합의 불균형의 척도를 나타낼 수 있는 방법을 제시하였다. 즉, 모호집합의 소속함수에서 첫번째와 두번째 성분에 의해 이루어진 영역과 세번째와 네번째 성분에 의해 이루어진 영역을 사용한다.

$$D = \frac{|a_1 - a_2| + |b_1 - b_2|}{2} \dots\dots\dots(6)$$

$$D = \frac{(c_1 - c_2)^2 + (d_1 - d_2)^2}{2(|c_1 - c_2| + |d_1 - d_2|)} \dots\dots\dots(7)$$

(대안의 비교)

평가하고자 하는 제품의 대안이 여러개 존재하여 감성이 우수한 순서로 각 평가대안의 순서를 정하거나, 또는 감성이 우수한 대안을 선택하고자 하는 경우에는 모호합성 점수 의해 각 대안을 비교할 수 있다. 이때 한 모호집합의 소속함수가 다른 모호집합의 소속함수보다 훨씬 크거나 나쁜 경우에는 비교하기가 쉽다. 그러나 두 대안의 소속함수가 서로 겹칠 경우에는 대안의 비교가 쉽지 않다. 이 경우에는 소속함수에서 대표적인 숫자를 선택하여 비교를 행한다.¹²⁾ 본 연구에서는 소속함수 아래영역을 같은 면적으로 이분하는 중앙치를 선택하여 이 값을 비교하는 중앙치 방법을 사용한다.¹²⁾ 이 방법은 중앙치를 m 이라 할 때, 중앙치에 의해 동일한 면적으로 나누어진 $\mu_{\bar{a}}(y)$ 아래의 양 영역을 등식으로 표현하면,

$$\begin{aligned} & [(m-a) + (m-b)] / 2 \\ & = [(c-m) + (d-m)] / 2 \dots\dots\dots(8) \end{aligned}$$

가 되고, 이 식을 풀면 $m = (a+b+c+d) / 4$ 를 얻을 수 있다.

따라서, 두 평가대안의 모호합성 점수에 대한 각각의 m 을 구하여 이 값을 비교함으로써 대안비교를 행할 수 있다.

III. 주관적 착용실험

1. 실험 시기 및 대상

실험시기는 예비실험은 1995. 6. 20-6. 20, 본 실험은 1995. 8. 1-8. 20 사이에 실시하였으며, 실험대상은 20~23세의 건강한 성인여성들로 예비실험에는 24명, 본 실험에는 36명이 참여하였다.

2. 환 경

인체 착용 실험은 온도 $29 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $75 \pm 3\% \text{RH}$, 기류 0.2 m/sec 이하를 유지하는 항온 항습실에서 실시하였다. 항온 항습실 내에는 자기 온습도계, 건습구 온도계를 설치하여 온습도의 유지를 검사하였으며, 피험자가 있는 곳은 바람이 없는 조용한 곳이었다.

3. 시료와 실험의목

주관적 착용 실험에 사용된 시료특성은 Table 1과 같다.

실험의목의 형태는 china collar, 긴팔소매로 하고,

Table 1. 시료의 물리적 특성

	섬유조성	밀 도 (wp × wf)	조 직	두께 ¹⁾ (mm)	무게 (mg / cm ²)	가 공
COT	100% cotton	133 × 72	평 직	0.414	12.56	
COW	100% cotton	133 × 72	평 직	0.487	12.45	방추가공
TCB	65% polyester 35% cotton	136 × 77	평 직	0.457	10.75	
TCP	65% polyester 35% cotton	136 × 72	평 직	0.462	11.11	peach 가공
PET	100% polyester	210 × 191	평 직	0.166	6.55	
PEC	100% polyester	136 × 72	평 직	0.408	9.63	crepe 가공

¹⁾ 압력 0.5 gf / cm² 하에서 측정.

러리부분에 고무줄을 대어 제작함으로써 피험자의 운동으로 인한 환기효과를 최소화 하였다. 또한, 발한의 상태에서 피부와의 접촉으로 인해 감각이 예민해 진다는 연구 결과¹⁴⁾에 따라 모든 실험의복의 슬기를 바깥쪽으로 향하게 하여, 습윤된 피부와 의복 슬기와의 접촉으로 인한 불편감을 유발하지 않도록 하였다.

4. 실험절차

피험자들은 실험실에 도착한 후 25±1°C, 65±2% RH로 조절된 대기실에 앉아서 20분간 안정을 취한 뒤, 75% R.H.를 유지하는 NaCl 포화염용액상에 보관되어 있는 실험의복(긴팔 실험용 상의, 운동복 바지, 면양말, 면운동화)으로 갈아입고, 온·습도가 조절된 항을 항습실로 들어간다. 항온 항습실 내에 비치된 ergometer를 이용하여 일정한 압력으로 조정된 핸들을 메트로놈 속도(60 rpm)에 맞추어 전후로 밀었다 당기는 상체 운동을 5분간 실시한 후 의자와 앉아 3분 휴식후 언어평점 설문지와 HPA 법에 의한 설문지를 작성한다. 피험자는 위와같은 방법으로 6회 연속 반복 실험에 응함으로써 6매의 설문지를 작성하게 된다. 피험자는 6가지 실험의복을 순서 효과를 배려하여 균형이 맞도록하되, 실험순서는 Latin Square Design에 의한 실험 계획법에 따라 진행되었다. 이때 상대적 평가를 용이하게 하고 실험실 입실직후에 생기는 수 있는 감각의 분산을 방지하기 위해 항상 같은 표준의복을 먼저 1

회시 착용하고 감각을 평가하게 한뒤 본 실험 대상의복은 2회부터 7회까지 착용하게 하열 6가지 실험의복을 평가하게 하였다. 단시간내에 평가하게 한 것은 예비실험 분석결과 본 절차가 실험의복의 변별력에 무리가 없었기 때문이다.

IV. 모호가중성검목목을 이용한 착용 쾌적감 분석과정 및 결과

1. 착용쾌적감 평가요인의 선정

의복의 착용 쾌적감 형성에 중요한 요인들을 선정하기 위한 과정으로 선행연구^{21, 22, 25, 27)}에서 사용된 감각 형용사 중 의복의 착용쾌적감 평가와 관련 있는 20개의 용어를 선택하여 설문지를 작성하고 예비 실험을 통해 이루어졌다. 예비실험 결과를 주요인 분석한 결과 5개의 착용 쾌적감 평가요인 추출되었다. 5개의 평가요인 중 요인 1이 온열감과 발한에 의한 접촉감이 합해져 추출되었고, 고유치가 4.18, 전체변량의 설명력이 41.7%로 다른 요인에 비해 전체 분산중 중요도가 큰 비중을 차지하였다. (Table 8 참조) 따라서, 합하여진 두가지 감각에 대한 가중치를 평가하기 용이하게하고, 모호가중 점검목목작성에 적합하도록 분석체중기법에 의하여 요인 1에 속하는 변수들을 대상으로 다시 요인분석하여 2개의 요인으로 나누어 총 6개의 평가요인 즉, 온열감, 발한 접촉감, 무게(두께), 회복특성, 표면특성,

Table 2. 착용쾌적감 평가요인의 쌍대비교를 위한 설문

i \ j	온 열 감	발한 접촉감	온 냉 감	무게, 두께	회복특성	표면특성
온 열 감	-					
발한 접촉감	-	-				
온 냉 감	-	-	-			
무게, 두께	-	-	-	-		
회복특성	-	-	-	-	-	
표면특성	-	-	-	-	-	-

- 행(i)의 항목이 열(j)의 항목과 중요성이 같으면 1
- 행(i)의 항목이 열(j)의 항목보다 약간 중요하면 3
- 행(i)의 항목이 열(j)의 항목보다 어느정도 중요하면 5
- 행(i)의 항목이 열(j)의 항목보다 상당히 중요하면 9
- 이상의 판정기준 사이의 중간정도의 중요성에 대하여 2, 4, 6, 8 사용
- 역의 중요성에 대해서는 대응하는 중요성의 역수사용 j가 i보다 상당히 중요하면 1/7 값을 부여

Table 3. Synthesized Pairwise Comparison Matrix

온 열 감	1.000	0.688	1.226	1.539	1.968	0.962
발한 접촉감	1.453	1.000	1.787	2.363	3.134	1.535
온 냉 감	0.819	0.560	1.000	1.994	1.532	1.588
무게, 두께	0.650	0.423	0.502	1.000	1.575	0.996
회복특성	0.508	0.319	0.653	0.635	1.000	0.493
표면특성	1.040	0.651	0.630	1.004	2.030	1.000

온냉감 선정하였다.

2. 착용쾌적감 평가요인의 상대적 중요도 결정

예비실험을 통하여 선정된 6 개의 착용쾌적감 평가요인들의 상대적 중요도를 결정하기 위하여 각 요인들의 쌍대비교에 대한 설문을 행하였다. 설문집단은 의류학과 석·박사 과정 대학원생 20 명으로 6 개의 평가요인에 대해 충분히 이해하고 있는 전문가 집단으로 선정하였다. Table 2 는 쌍대비교설문 내용이다. 설문조사를 통하여 얻어진 각 설문조사들의 쌍대비교 행렬은 위의 식 (1)-(3) 에 의하여 하나의 쌍대비교 행렬로 통합되었고, 통합된 쌍대 비교 행렬로부터 각 평가요인의 정규 가중치가 구해졌다. 통합된 쌍대 비교 행렬은 Table 3 과 같고 그것으로부터 구해진 착용 쾌적감 평가 요인들의 정규 가중치는 Table 4 와 같다. 정규가중치의 대소로부터 본 연구의 설문조사자 집단은 착용 쾌적감 평가에 있어 발한 접촉감, 온열감, 온냉감을 상대적으로 중요하게 생각하고 있다는 것을 알 수 있다.

Table 4. Normalize Weights of Image Evaluation Factors.

온열감	W(1)	0.18528
발한 접촉감	W(2)	0.27839
온냉감	W(3)	0.17531
무게, 두께	W(4)	0.11729
회복특성	W(5)	0.08961
표면특성	W(6)	0.15412

3. 언어평점

의복의 착용쾌적감 평가 요인들의 언어 평점을 구하

기 위해 36 명의 피험자를 대상으로 본 실험을 실시되었다. 본 연구에서 사용한 언어변수의 언어평점 기본 형태는 Table 5 와 같다. 이 제안된 언어 평점을 이용하여 평가하고자 하는 실험의복에 대해 평가요인들의 점수가 부여된다. 예를 들어, 의복의 착용쾌적감 평가에서 표면특성을 하나의 쾌적 평가 요인으로 고려할 때, 실험의복 1 의 표면특성이 “아주 좋다”라고 한다면 소속합수는 [5 6, 6, 6]으로 나타낼 수 있다.

Table 5. 착용쾌적감 평가에 사용된 언어평점

평 점	소속합수	형태	핵
아주 좋다(very good)	[5, 6, 6, 6]	삼각형	6
어느정도 좋다(good)	[4, 5, 5, 6]	삼각형	5
조금 좋다(fair)	[3, 4, 4, 5]	삼각형	4
중간(mediaum)	[2, 3, 3, 4]	삼각형	3
조금 나쁘다(poor)	[1, 2, 2, 3]	삼각형	2
어느정도 나쁘다(bad)	[0, 1, 1, 2]	삼각형	1
아주 나쁘다(very bad)	[0, 0, 0, 1]	삼각형	0

4. 언어근사 및 대안비교

계산된 모호 합성 점수는 Park¹²⁾의 방법에 의해 언어근사가 행해졌다. 먼저 각 피험자 별로 평가하고자 하는 실험 의복 각각에 대해 이루어졌다. 6 개의 실험의복의 모호합성점수는 선행연구¹²⁾의 방법에 의하여 평가 기준들의 정규가중치와 언어평점을 결합함으로써 다음과 같이 계산되었다. 먼저 각 피험자 별로 평가하고자 하는 실험의복 각각에 대해 이루어졌다. Table 6 은 36 명의 피험자의 언어평점을 하나로 통합하여 언어근사와 대안비교를 행한 결과이다. 가장 오른 쪽에 있는 rank

Table 6. Averaged Image Evaluation of Alternatives

평가대안	소속합수	중앙값	순위	언어근사
COT (Fab 1)	[1.7608, 2.7558, 2.7558, 3.7558]	2.7571	4	medium
COW (Fab 2)	[1.7302, 2.7032, 2.7032, 3.7032]	2.7099	3	medium
TCB (Fab 3)	[1.5446, 1.5206, 2.5206, 3.5206]	2.5266	2	medium
TCP (Fab 4)	[2.1598, 3.1598, 3.1598, 4.1346]	3.1527	5	medium
PET (Fab 5)	[1.3656, 2.1521, 2.1521, 3.1146]	2.1961	1	poor
PEC (Fab 6)	[2.3525, 3.3164, 3.3164, 4.2307]	3.3040	6	medium

는 평가된 실험의복들의 쾌적감 점수에 의해 순위를 매긴 것이다. 순위 1의 실험의복이 가장 나쁜 착용쾌적 점수를 가진 것이며, 순위 6의 실험의복이 가장 좋은 착용 쾌적 점수를 갖고 있음을 의미한다. 분석결과를 보면 실험의복 6>실험의복 4>실험의복 1>실험의복 2>실험의복 3>실험의복 5의 순서로 착용쾌적감이 좋은 것으로 평가되었다. 언어근사로 보면 실험의복 5는 poor로 평가되었고, 나머지 5개의 실험의복은 medium으로 평가되었다. 선행 연구의 연구절차에 의하면 실험의복 5(poor)를 제외한 나머지 5개의 실험의복의 중앙값은 차이가 있으나, 언어 근사에서는 모두 medium으로 판정되어, 착용 쾌적감에 대한 뚜렷한 차이를 알 수 없었다. 따라서, 본 연구에서는 언어근사에는 모두 medium으로 평가된 5개의 실험 의복간 착용 쾌적감 평가의 통계적 유의차를 알아보기 위하여 SAS의 ANOVA를 이용하여 분산 분석 후 DUNCAN의 다중범위 검정으로 검토한 결과 $\alpha=0.05$ 수준에서 Table 7과 같이 집단간의 유의차가 인정되었다. 즉, 실험의복 6과 4가 착용 쾌적점수가 가장 높은 집단으로, 실험의복 1, 2, 3이 착용 쾌적 점수가 중간 정도의

집단으로, 실험의복 3, 5가 가장 낮은 착용 쾌적 점수를 갖는 집단으로 분류되었다.

V. 요인분석을 이용한 착용 쾌적감 분석과정 및 결과

1. 감각언어 추출결과

착용 쾌적감의 평가에 대한 모호가중점검목목의 효용성을 종래의 요인분석에 의한 방법과 비교하기 위하여 모호 가중 점검목목을 이용한 착용 쾌적감 조사에서 사용한 감각 언어를 이용해, 설문지는 20개의 감각 형용사와 종합적 쾌적감을 조사하는 문항으로 구성되었다. 예비실험의 설문지에서 사용한 감각 형용사 중 communality(공통성)이 0.4 이상이 되는 18개의 용어와, 예비실험 과정에서 첨가적으로 느껴지는 감각 용어 조사에서 빈도수가 높게 나타난 '무겁다', '두껍다'를 포함하여 20개의 쾌적감 지시어로 채택하였다.

피험자들은 그들의 감각을 7점(아주 그렇다)에서 1점(전혀 그렇지 않다)의 7점 척도상의 선택하여 표시하도록 하였다.

2. 요인 분석에 따른 착용쾌적성능 평가 차원과 변인

통계처리는 SAS의 주요인분석(Principal Factor Analysis)에 따라 분석되었다. 각 요인들의 주어진 변인을 명확하게 반영하기 위하여 Varimax 회전법을 사용하여 분석하였다. 회전결과에 의한 각 요인별 문항은 요인 적재값이 0.5 이상의 것만을 선정하여 요인을 구성하는 변인으로 채택하였으며 요인 분석 결과와 요인별 문항 및 명칭은 Table 8과 같다.

Table 7. 통합된 설문조사의 DUNCAN 다중범위검정 결과

Fab	Mean	DUNCAN Grouping
6(PEC)	3.304	A
4(TCP)	3.153	A
1(COT)	2.757	B
2(COW)	2.710	B
3(TCB)	2.527	B C
5(PET)	2.196	C

Table 8. 착용 쾌적감의 요인분석 결과

요 인	감각형용사	인자적재값	공통성	고유값	전체변량
요인 1 : 온열감 발한접촉감	X1 불쾌하다	0.81474	0.73341	4.18	41.77 (41.77)*
	X19 달라붙는다	0.7308	0.62255		
	X14 답답하다	0.70605	0.60028		
	X11 덥다	0.68613	0.71194		
	X12 따머흡수가 안된다	0.63122	0.53193		
	X7 후덥지근하다	0.62423	0.59432		
	X10 축축하다	0.60410	0.41561		
	X18 쾌적하다	-0.83435	0.74695		
요인 2 : 무게, 두께	X9 두껍다	0.853888	0.74828	3.35	36.01 (77.78)
	X20 무겁다	0.8115	0.71384		
	X2 뻣뻣하다	0.5068	0.50885		
	X13 얇다	-0.77846	0.69647		
요인 3 : 회복특성	X15 반발성이 있다	0.81630	0.71036	1.90	11.15 (88.92)
	X16 구김이 안간다	0.81598	0.76691		
요인 4 : 표면특성	X5 부드럽다	0.70942	0.72223	1.64	10.06 (98.99)
	X17 매끄럽다	0.69146	0.59345		
	X3 까실까실하다	-0.6627	0.51339		
요인 5 : 온냉감	X6 따뜻하다	0.61012	0.41045	1.74	6.42 (105.41)
	X4 차갑다	-0.59370	0.48989		

각 요인에 속한 척도들과 요인의 의미를 살펴보면, 요인 1의 주요한 척도들은 체온상승과 관련된 감각과, 수분특성에 의한 피부와의 접촉 감각으로 구성되어 있으므로, 온열감과 발한 접촉감이라 할 수 있다. 요인 2는 무게, 두께와 관련된 척도들이며, 요인 3은 회복특성, 요인 4는 표면특성, 요인 5는 온냉감 관련된 감각 용어를 포함하고 있다. 요인별 고유치와 전체 변량 중 백분율을 보면 요인 1은 온열감, 발한 접촉감으로 고유치가 4.18이며 전체 변량의 설명력이 41.7%를 차지하고 있어 의복의 착용 쾌적감 차원을 구성하는 가장 중요한 요인으로 나타났다.

3. 요인점수를 이용한 주관적 쾌적감 평가

선행연구에서 인용한 감각 형용사는 소비자 인터뷰를 통해 평가 대상에 대한 지각언어를 사용 빈도수에 따라 추출한 것으로 착용 쾌적감과 관련한 부정적인 변수(예: 불쾌하다, 후덥지근하다, 축축하다, ……)와 긍정적인 변수(예: 쾌적하다, 가볍다, 부드럽다, ……)들로 구성되어 전체적인 쾌적 점수로 일관되게 착용쾌적

성능을 평가하기 위해 부정적인 변수들의 점수를 역으로 전환시켜 다시 요인분석을 하였다.

변수들의 공통적 특성을 조사하여 같은 요인으로 묶은 후, 추가적인 연결 분석을 위해 요인 점수를 산출하였다. 변수들이 선형 결합되어 이루어진 요인점수는 요인점수 계수를 이용하여 산정할 수 있다.²⁹⁾ 여러개의 변수를 몇개의 요인으로 축약하였으므로 요인점수를 새로운 변수로 취급하여 분산분석을 실시하였다. 본 연구에서는 5개의 요인점수 평균과 총 요인점수 평균을 종속변수로 하는 SAS의 ANOVA를 이용하여 분산분석 후, 독립변인간(실험의복 6개) 유의차를 DUNCAN의 다중범위검정으로 검토하였다. 그 결과 $\alpha=0.05$ 수준에서 Table 9와 같은 결과를 얻었다.

요인 1의 경우 TCP가 온열감, 발한 접촉감과 관련한 요인 점수가 가장 높은 실험의복으로 나타났고, PET가 가장 낮아 표면이 매끄러운 폴리에스테르 100% 직물이 온열, 발한 접촉감과 관련하여 가장 불쾌한 것으로 나타났다. 요인 2의 경우 피험자들은 PEC, PET를 가볍고 얇은 것으로, TCB, TCP, COT,

Table 9. 약용 쾌적감 평가에 대한 요인점수 평균과 DUNCAN 다중범위검정

요인 1(온열감, 발한점촉감)			요인 2(무게, 두께)		
실험의복	요인점수평균	DUNCAN Grouping	실험의복	요인점평균	DUNCAN Grouping
TCP	0.483	A	PEC	0.588	A
COW	0.268	AB	PET	0.578	A
COT	0.255	AB	COW	-0.156	B
PEC	0.248	AB	COT	-0.183	B
TCB	-0.113	B	TCP	-0.389	B
PET	-1.141	C	TCB	-0.437	B
요인 3(회복특성)			요인 4(표면특성)		
실험의복	요인점수평균	DUNCAN Grouping	실험의복	요인점수평균	DUNCAN Grouping
PEC	1.153	A	PEC	0.437	A
PET	0.165	B	TCB	0.377	A
TCP	0.063	B	COT	0.244	A
TCB	-0.073	B	COW	0.160	A
COW	-0.586	C	TCP	-0.254	B
COT	-0.723	C	PET	-0.964	C
요인 5(온냉감)					
실험의복	요인점수평균	DUNCAN Grouping			
PEC	0.342	A			
PET	0.265	AB			
TCB	-0.037	BC			
COT	-0.097	BC			
COW	-0.156	C			
TCP	-0.315	C			

COW를 무겁고, 두껍고, 뻣뻣한 것으로 인지하였다. 요인 3의 경우, PEC가 6개의 실험지물 중 회복 특성과 관련한 요인 점수가 1.153으로 가장 높았고, COT, COW가 구김이 잘 가는 group으로 인지되었다. 요인 4의 경우 표면특성과 관련한 요인 점수로 PEC, TCB, COT, COW가 같은 그룹에 속해 쾌적성과 관련한 표면특성이 좋은 것으로 평가되었으며 PET가 -0.964로 가장 표면특성이 나쁘게 평가되었다. 요인 5의 경우는, 온냉감과 관련하여 PEC가 가장 차갑게 인지 되었으며 TCP가 가장 따뜻하게 인지되어, 본 실험의 조건의 덥고 습한 환경으로 인해 냉감이 쾌적하게, 온감이 불쾌하게 평가된 것으로 보인다. 의복 착용 성능이 종합적 쾌적감을 예측하는 방법으로 5가지 요인 점수의 총 평균을 구하여 총요인점수 평균을 산출한

Table 10. 총 요인점수 평균과 DUNCAN 다중범위검정

총 요인점수 평균		
실험의복	요인점수평균	DUNCAN Grouping
PEC	0.590	A
TCP	0.168	AB
COT	0.157	AB
COW	0.112	AB
TCB	-0.150	B
PET	-0.876	C

후, DUNCAN의 다중범위 검정으로 검토한 결과 PEC^a, TCP^{ab}, COT^{ab}, COW^{ab}, TCB^b, PET^c(알파 뱃 첨자는 다른 것은 통계적으로 유의차가 있음)의 순

서로 나타나 PEC가 0.590으로 착용 쾌적성능이 가장 우수한 직물로 PET가 -0.867로 착용 쾌적감이 가장 좋지 않은 직물로 평가되었다. 또한, TCP, COT, COW 간의 착용 쾌적성능의 차이는 발견되지 않았다.

IV. 토 의

의복의 착용 쾌적감을 예측하기 위하여 평가 차원과 척도의 측면에서 선행연구의 Fuzzy 이론을 적용하여 주관적 착용 실험을 행한 결과 Table 7에서와 같이 PEC^a , TCP^a , COT^b , COW^b , TCB^{bc} , PET^c 의 순서로 착용 쾌적 성능이 피험자들에 의해 우수하게 인지되었다. 또한, 요인분석 방법을 이용한 주관적 쾌적감의 착용실험 결과를 총 요인점수에 대하여 통계처리한 결과 PEC^a , TCP^{ab} , COT^{ab} , COW^{ab} , TCB^b , PET^c 의 순서로 나타나, 모호 가중 점검 목록을 이용한 평균 쾌적 점수와 요인 분석한 결과 얻은 총 요인점수의 결과가 쾌적점수의 순위로 불매 일치하는 것으로 나타났다. 인간의 주관적인 감각이나 인지를 예측하고, 객관적으로 정량화하기 위한 척도로 모호 가중 점검 목록을 이용한 새로운 평가 방법이 본 착용 쾌적 성능 연구에서는 타당성이 있는 것으로 나타났다. 또한 요인분석 방법에 의한 평가에서는 TCP, COT, COW 간 착용 쾌적성능의 변별력이 없는 것으로 나타났으나, Fuzzy 이론을 이용한 쾌적 성능 평가결과를 통계 분석한 결과, TCP가 COT, COW 보다 쾌적하게 인지된 것으로 나타났다. 한가지 주목할 것은 선행연구에서와 같이 Fuzzy 이론을 적용할 때, Table 6에서와 같이 평가대안(실험의복 종류간)에 대하여 medium, poor와 같은 언어근사만을 구하면 평가대안간의 예민한 차이를 알수 없었다. 즉, 통합된 분석결과에서는 PET를 제외한 5개의 의복간 차이는 언어근사로는 비교할 수 없는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서와같이 각 피험자가 평가대안에 대해 가지고 있는 모호합성점수의 중앙값을 취하여 통계처리를 하면 각 평가대안에 대한 피험자들의 주관적 감각의 인지상태를 더욱 변별력있게 파악할 수 있는 경향이 있었다는 점이다. 즉, 요인분석후 총 요인점수의 DUNCAN의 다중범위검정에서는 TCP, COT, COW 간의 변별력이 없었으나, Fuzzy 이론을 적용한 중앙값으로 계산했을 때에는 TCP가 COT, COW 보다 쾌적하게 인지되었다.

본 연구결과 섬유조성 및 표면특성이 다른 실험의복 간의 착용 쾌적감을 피험자들이 주관적으로 다르게 인지한 이유에 대하여 물리적 요인을 분석하고 이들 상호 간의 관계를 후속연구에서 토론하고자 한다.

VII. 결 론

본 연구는 인간 감성의 주관성과 모호함을 효과적으로 해결하고, 여러 평가요인의 개별적 평가결과를 하나로 통합할 수 있도록 한 모호 가중 점검 목록의 실제적인 사용방법과 타당성을 검토하기 위하여, 의복의 착용 쾌적감 평가에 적용시켜 보았다. 그 결과, Fuzzy 이론으로도 대상에 대한 평가순서는 요인분석후 요인점수에 의한 평가순서와 동일하나 언어근사만으로는 변별력이 떨어지며, 각각의 모호합성점수의 중앙값을 이용하여 다중범위검정을 하면 종래의 요인 분석후 총요인점수에 대해 다중범위검정을 할때보다 그 변별력이 우수한 경향이 있음이 나타났다. 따라서 본 연구에서 적용한 방법은 새로운 섬유제품 개발의 측면에서 인간의 다양한 감성적 욕구를 쉽고 정확하게 파악하기 위하여 활용될 수 있으며 또한 제품만족도 예측을 위한 평가도구로, 신제품에 대한 소비자 반응조사 기술로 확장되어 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) L. Zadeh, Fuzzy sets. Information & Control, Col. 8, pp. 338-353, 1965.
- 2) C. Hwang, K. Yoon, Multiple Attribute Decision Making Method and Applications: A state-of the Art Survey, Lecture Note No. 186, Springer-Verlag, New York, 1981.
- 3) 한국 표준과학 연구원, 감성공학 기술동향 및 연구기획 추진방향 보고서, 1992.
- 4) 박경수, 인간공학: 작업경제학, 영지문화사, 1992.
- 5) L. Zadeh, Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. IEEE Trans. Systems, Man & Cybernetics, Vol. SMC-3, No. 1, 1973, Jan, 28-44.
- 6) Markee. N.L., et al., In vivo cutaneous and perceived comfort response to fabric Part 2: Mechanical and Surface Related Comfort Property Determinatons for Three Experimental Knit Fabrics, *Text. Res. J.*, 60(8), 490-494, 1990.

- 7) Berglund, L.G. & Cunningham, D.J., Vapour Resistance of Clothing, Local Skin Wetness and Discomfort, *ASHRAE Trans*, 2, 3-12, 1985.
- 8) Saaty. T., Exploring the interface between hierarcies, multiple objectives and Fuzzysets. *Fuzzy Sets & Systems*, Vol. 1, No 1, 57-68, 1978.
- 9) Saaty. T., A scaling method for priorities in hierarchical structures. *J. Mathematical Psychology*. Jun, 1987.
- 10) Hollise, N.R.S., Custer, A.G., Morin, C.J., & Howard, M.E., A Human Perception Analysis Approach to Clothing Comfort, *Text. Res. J.*, 48, 553-360, 1979.
- 11) Hollies, N.R.S, (1989) Visual and Tactile perception of Textile Quality, *J. Text. Inst.*, 80, 1-18.
- 12) Park. K.S., Kim. J.S., Fuzzy Weighted Checklist with Linguistic Variables. *IEEE Trans. on Relability*, Vol. 39(3), 1-5, 1990.
- 13) Hong, K.H., Hollies, N.R.S. & Spivak, S.M. (1988) A Survey and Comparison Tset Methods for Measuring Wicking, *Text. Res. J.*, 54 471-478.
- 14) Gwosdow, A.R., Stevens, J.C., Berglund, L.C. & Stolwijik, J.A.J., (1986) Skin Fiction And Fabric Sensation In Neutral and Warm Environment, *Text. Res. J.*, 56, 574-580.
- 15) Scheurell. D.M., Spivak, S.M. & Hollies, N.R.S., (1985) Dynamic Surface Wetness of Fabrics In Relation Clothing Comfort, *Text. Res. J.*, 55, 394-399.
- 16) Maureen, M., Sweeney, M.M. & Rranson, D.H., (1990) Sensorial Comfort, Part 1: A Psychophysical Method for Assessing Moisture Sensation In Clothing, *Text. Res. J.*, 60, 371-377.
- 17) Raheel, M., & Lin. J., An Empirical Model for Fabric Hand, Part 1: Objective Assessment of Light Weight Fabrics, *Text. Res. J.*, 61(1) 31-38, 1991.
- 18) Raheel, M., & Lin. J., An Empirical Model for Fabric Hand, Part 2: Subjectve Assessment, *Text. Res. J.*, 61(2), 79-82(1991).
- 19) Pan. N., Yen. K.C., Zhao. S.J., Yang, S.R., A New Approach to the Objective Evaluation of Fabrics From Mechanical Properties, (1988), Part 1: Objective Measure for Total Handle, *Text. Res. J.*, 58, 438-444.
- 20) Pan. N., Yen. K.C., Zhao. S.J., Yang, S.R., A New Approach To The Objective Evaluaton of Fabrics From Mechanical Properties, (1988), Part 2: Objective Measure for Primary Handle. *Text. Res. J.*, 58, 531-537(1988).
- 21) 홍경희, 김재숙, 박춘순, 박길순, 이영선, 김재임, 여성복 춘추복지의 태에 관한 연구 (제 1 보) — 태의 주관적 평가척도 개발을 중심으로 —, *한국의류학회지*, 18(4), 327-338, (1994).
- 22) 홍경희, 김재숙, 박춘순, 박길순, 이영선, 김재임, 여성복 춘추복지의 태에 관한 연구(제 2 보) — 직물의 특성과 솔기가 태에 미치는 영향 —, *한국의류학회지*, 18(4), 452-459(1994).
- 23) Sukigara, S., et als, Sensorial Comfort / Dis Comfort in Lingerie Based on Hand Assessment and Objective Evaluation. 49, 294-306, 1993.
- 24) Plante, et als., Fiber Hygroscopicity and Perceptions of Dampness. Part1: Subjective Trials, *Text. Res. J.*, 65(5), 263-298, 1995.
- 25) 박미영, 직물의 표면특성 평가, 충남대학교 석사학위 논문, 1994.
- 26) Sweeney. M. et als., Sensorial Comfort, Part 2: A Magnitude Estimation Approach for Assessing Moisture Sensation, *Text. Res. J.*, 60, 447-452, 1990.
- 27) 정수경, 양면 편조직으로 된 운동복의 쾌적성능 평가, 충남대학교 석사학위 논문, 1992
- 28) 이순목, 요인분석 1, 학지사, 191-198, 1995.
- 29) Aczel. J., Satty. T.L., Procedures for synthesizng Ratio Judgements. *J. of Mathe matical Psychology*. Vol. 27, 93-112, 1983.