

# 견직물의 물리적 자극에 따른 태와 역학적 특성

김춘정·나영주

인하대학교 생활과학대학 의류학과

## Physical Stimulus of Silk Woven Fabrics, Subjective Hand and Mechanical Properties

Kim, Chun-Jeong · Na, Young-Joo

Dept. of Clothing and Textiles, Inha University

(1999. 10. 27 접수)

### Abstract

This paper was aimed to investigate the handle and mechanical properties of silk woven fabrics according to the fabric structure and yarn types. 56 male and female students evaluated 16 black specimens with semantic differential scale of 20 hand adjectives. Mechanical parameters such as surface properties, bending properties and compression properties were tested using by KES-FS system. Data were analyzed through factor analysis, pearson correlation coefficient and t-test using PC SAS package. The results were as follows:

The hand adjectives were grouped as 4, 'surface roughness', 'flexibility', 'sense of thermal', and 'dryness'. 'Surface roughness' was highly sensed at satin fabrics of hard-twist yarn, noil yarn and spun yarn, while it was not at the fabrics of normal satin and twill at all. 'Flexibility' was reverse to 'surface roughness'. 'Thermal sense' was felt highly at satin fabrics of noil-yarn, while low at plain fabrics of normal yarn. 'Dryness' was high at satin fabrics of hard-twist yarn and while it was low at normal satin fabrics. Predicted equations for subjective hand from mechanical properties of fabrics were developed using Stevens's law and stepwise regression and the coefficients of determination were high.

*Key words:* silk fabric, hand, mechanical property, fabric structure, yarn type

견직물, 태, 역학적 특성, 직물조직, 실종류

### I. 서 론

자극에 의해 발생하는 감각에 대한 평가법은 다양하지만 주로 심리적인 척도로서 이를 평가해 왔다. 그러나 이러한 방법은 감각이 어떤 자극에 의해서 복합적으로 표출되는지에 대한 해답을 주지 못

하였다. 그리하여 객관적인 감각 평가방법으로서 심리물리학적 방법<sup>1-3)</sup>이 이용되고 있는데 이것은 심리적 감각과 물리적 자극간에 관련성을 정량화시킨 개념이다.

Fechner<sup>4)</sup>는 그의 심리물리학적 측정법으로서 자극 변화값과 심리적 척도에 대한 감각의 차이에 대응한 값과의 관계를 대수방정식으로 제안했다.

$$Y = K \log X$$

$Y$ =response,  $X$ =stimulus,  $K$ =arbitrary constant

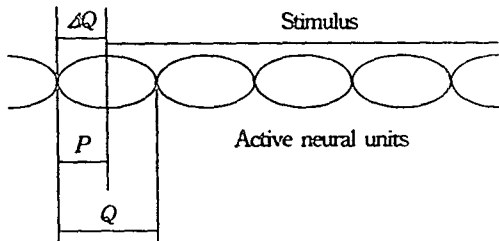
이 식은 간단한 자극과정에서는 효과적이고 측정치의 정밀도는 좋았으나 측정에 시간이 많이 걸리며 복잡한 자극의 과정에 적용하기는 곤란하였다. 그러므로 Stevens는 2개의 자극에 대한 감각을 직접 비교하는 방법을 사용해서 물리적인 자극량과 심리량과의 관계를 조사했다. 이 방법은 magnitude 추정법이라고 불리고 있는데 자극의 크기와 자극의 강도간의 관계를 멱함수(power function)으로 제안한 것이다.

$$Y = KX^a$$

$Y$ =sensation magnitude on a psychological scale

$X$ =stimulus intensity on a physical scale

감각을 일으키는 최소한의 자극 에너지를 임계값이라 하는데 만약 이 절대임계값(absolute threshold) 이상의 자극이 감각기관에 적용되면 사람에게 전달되기 전에 이 자극의 강도는 결정적인 단위 양으로 증가하거나 감소한다. 이것을 Fig. 1에 나타내었다.



$P$ =standard stimulus, the surplus energy of stimulus, which cannot exit a neural quantum

$\Delta Q$ =increment of energy needed to excite one neural quantum

$Q$ =stimulus intensity exciting a singular neural quantum

Fig. 1. Neural Quantum Illustration

멱함수의 양변에 log를 취하면  $\log Y = \log K + a \log X$ 이며  $\log K$ 는 상수이므로 결국  $\log Y = A + a \log X$ 가 된다. 즉 이것을 아래와 같이 직물의 태 방정식에 적용할 수 있다.

$$\log Y = a + \sum_{i=1}^n b_i \log x_i$$

$a, b$ =arbitrary constants

$Y$ =primary hand value

$X$ =mechanical properties of fabrics

피륙의 태를 평가하는 방법에는 통계학적인 개념인 판별분석법, 인자분석법과 회귀분석법에 의한 방법 등이 있으며 Kawabata의<sup>5)</sup> KES-FS system의 연구방법이 이에 해당된다. Pan 등은<sup>6)</sup> Weighted Euclidean Distance의 수학 개념을 이용하여 직물의 종합적인 태를 평가하는 새로운 방법을 제시하였다. Raheel 등은<sup>7,8)</sup> 피륙의 두께, 무게, 굽힘강성, 주름회복성과 전단특성치 등의 역학적, 물리적 특성치를 사용하여 총괄적인 태를 구하는 방법을 제시하였다. Hu는<sup>9)</sup> linear model, Webber-Fechner's law, Kawabata-Niwa's law와 Stevens's law의 4가지 태 예측 모델을 비교한 결과 Stevens's law가 가장 적합한 모델이라고 보고하였으며 태 산출식에서 중요한 인자는 굽힘특성, 표면특성, 압축특성이라고 하였다. 김과 Baker는<sup>10-12)</sup> 다양한 의류용 직물 중에서 표면 특성의 구분이 두드러진 직물을 실험 대상으로 감각 반응의 다양성을 보고자 하였으며 다양한 역학적 특성이 특정 질감에 어떻게 관련되는 지에 대해 연구하였다.

견직물은 고도의 제직기법을 사용하여 다양한 조직을 만드는 피륙이지만 조직의 변화나 다양한 실의 사용에 따른 특성변화와 태의 변화에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 그러므로 본 연구는 고급소재인 견직물의 조직과 실종류에 따른 주관적인 태를 측정하고 이를 예측하고자 주요 역학량을 분석하여 이들간의 상관성을 보고자 하였다. 또한 자극과 감각간의 관계로서 가장 적합한 모델인 Stevens's law를 이용하여 태를 산출하고 이로서 주관적 태를 예측할 수 있는 객관적 방법을 제시하고자 하였다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 실험직물과 실험대상

견직물에서 질감의 차이가 뚜렷한 9종의 변화조

직물과 동일 밀도의 3원기본조직 7종류를 제직하여 사용하였다. 이들 직물들은 일반숙사(degummed yarn)로 제직된 것으로서 3원기본 조직을 7점에는 위사가 강연사인 수자직 1점, 위사가 노일사인 수자직 1점, 그리고 위사가 전방사인 2점이 포함되어 있다. 본 연구에서 사용된 시료의 특성은 Table 1과 같다. 이중직은 위이부직으로서 표경위사 외에 이위사가 이면에 부출된 형태이다. 이위사는 표위사의 밀도에 포함하여 표시하였다.

본 연구는 남녀 대학생 56명을 대상으로 의미미분 척도를 사용하여 태를 평가하도록 하였으며 시료를 만지거나 비껴보거나 꺾어보아 평가하도록 하였다. 시료는 검정색으로 제직되었는데 이는 색과 문양의 영향을 배제하기 위한 것이었다. 실험은 1999년 3월 29일부터 1999년 4월 7일 까지 진행되었다.

2. 태용어의 선정

선행연구<sup>13-19)</sup>에서 사용된 태 형용사 중에서 견직물에 적합한 형용사를 추출하여 설문지를 구성하였다. 태용어 척도는 단일형용사의 7점척도 의미미분 척도를 이용하였다. 설문지 문항은 인구통계 2문항,

태형용사 20문항으로 구성하고 전반적으로 '촉감이 좋다' 1 문항을 추가하였다.

3. 역학적 특성의 측정

직물의 역학적 특성의 측정은 KES-FB system을 사용하여 Table 2에 제시된 직물의 표면특성, 굽힘특성, 압축특성, 두께와 무게 등을 측정하였다. 무게는 KS K 0514에 의거하여 측정하였다. 각 실험은 3번 반복 측정되었으며 표면특성과 굽힘특성은 경사, 위사별로 3번씩 측정하여 평균을 구하였다. 시료는 표준상태(온도 20±1°C, 습도 65±5%RH)에서 24시간 컨티셔닝된 후에 측정되었다.

4. 분석방법

태형용사 20문항으로부터 요인을 추출하기 위하여 요인분석을 실시하였다. 이때 요인의 수는 고유값 1의 기준과 Scree-test를 함께 이용하여 결정하였으며 Varimax에 의한 직교회전을 실시하였다. 주관적 태와 역학적 특성과의 관계를 파악하기 위하여 Pearson 상관분석을 행하였다. 또한 Stepwise regression과 Stevens's Law를 이용하여 역학적 특

Table 1. Characteristics of test fabrics

|                  | Sample   | Yarn Type (silk 100%) | Yarn Spec.         | Woven Structure         | Weight                | Fabric Count             |
|------------------|----------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|
|                  |          |                       |                    |                         | (mg/cm <sup>2</sup> ) | (ends/inch × picks/inch) |
| Basic Weave      | PLN      | filament              | 70d                | plain                   | 0.79                  | 276 × 93                 |
|                  | TWL3     | filament              | 70d                | 1/2 twill               | 0.75                  | 276 × 93                 |
|                  | TWL16    | filament              | 70d                | 4/4 twill               | 0.78                  | 276 × 93                 |
|                  | STN8     | filament              | 70d                | 8-end satin             | 0.73                  | 276 × 93                 |
|                  | STN8-S   | spun                  | 100d, 20 t.p.i., z | 8-end satin             | 1.06                  | 276 × 93                 |
|                  | STN8-H   | hare twist            | 100d, 80 t.p.i., z | 8-end satin             | 1.07                  | 276 × 93 <sup>⊙</sup>    |
|                  | STN16-N  | noil                  | 120d, 20 t.p.i., s | 16-end satin            | 2.59                  | 276 × 93                 |
| Derivative Weave | FTWL     | filament              | 70d                | fancy twill/double      | 1.04                  | 276 × 186                |
|                  | FPLN     | filament              | 70d                | derivative plain/double | 0.99                  | 276 × 164                |
|                  | AMR      | filament              | 70d                | armure                  | 1.00                  | 276 × 34 <sup>°</sup>    |
|                  | FRIB-S   | spun                  | 100d, 20 t.p.i., z | fancy rib/double        | 1.32                  | 276 × 152                |
|                  | STWL     | filament              | 70d                | steep twill             | 0.75                  | 276 × 96                 |
|                  | STN      | filament              | 70d                | satin                   | 0.92                  | 276 × 152                |
|                  | HNC      | filament              | 70d                | honeycomb               | 0.88                  | 276 × 139                |
|                  | HBTWL    | filament              | 70d                | herringbone twill       | 1.04                  | 276 × 186                |
| WRIB             | filament | 70d                   | weft rib           | 0.89                    | 276 × 139             |                          |

(°: 2 ply yarn, ⊙: washing finish)

Table 2. Characteristic values of basic mechanical properties with KES-FB

| Properties  | Symbols | Characteristic value              | Unit                     |
|-------------|---------|-----------------------------------|--------------------------|
| Bending     | B       | bending rigidity                  | gf · cm <sup>2</sup> /cm |
|             | 2HB     | hysteresis of bending moment      | gf · cm <sup>2</sup> /cm |
| Compression | LC      | linearity of compression          | -                        |
|             | WC      | compressional energy              | gf · cm/cm <sup>2</sup>  |
|             | RC      | compressional resilience          | %                        |
| Surface     | MIU     | coefficient of friction           | -                        |
|             | MMD     | mean deviation of MIU             | -                        |
|             | SMD     | geometrical roughness             | μm                       |
| Thickness   | TO      | thickness at 10gf/cm <sup>2</sup> | mm                       |
| Weight      | W       | weight per unit area              | mg/cm <sup>2</sup>       |

성으로부터 태값 예측가능식을 산출하였다.

### III. 결과 및 분석

#### 1. 태 차원의 분석 및 평가

태 형용사 20개로부터 Table 3과 같이 4개의 요인이 도출되었다. 요인 1은 '울퉁불퉁하다', '거칠다', '매끄럽다' 등의 직물의 표면특성을 나타내는 형용사들로서 '표면거침성'이라 명명하였다. 고유값은 4.4이며 전체분산은 22.0%를 차지하였다. 요인 2는 '하늘하늘하다', '유연하다' 등 직물의 드레이프성을 나타내는 것으로 '유연감'이라 명명하였으며 고

유값은 3.5이고 전체분산의 17.5%를 차지하였다. 요인 3은 '따뜻하다', '폭신폭신하다' 등 직물의 온도 감각을 나타내므로 '온냉감'이라 명명하였다. 고유값은 2.8이고 전체분산의 14.2%를 차지하였다. 요인 4는 '바삭거린다', '건조하다' 등 직물의 건조한 감각을 나타내는 것으로 '건조감'이라 명명하였다. 고유값은 2.6이고 전체분산의 12.8%를 차지하였다.

4개 요인에 대한 전체분산의 설명력은 66.5%이었으며 직물의 주관적 태를 대체적으로 잘 설명해 주고 있다. 전보<sup>6)</sup>의 결과와 비교한 결과, 4 요인으로 도출된 점과 요인의 명칭등은 동일하였으나 '온냉감'과 '유연감' 요인의 순서가 뒤바뀐 것이 다른 점이었다. 또한 전보의 경우는 피험자가 시료를 보지 않는 상태로 태를 측정했기 때문에 요인의 설명력이 약간의 차이가 있었다. 즉 시료를 보지않고 태를 측정할 경우 '표면거침성'의 요인 1의 비중이 28%로서 약간 큰 것이 특징이었으나 본 실험에서 시료를 보면서 태를 측정할 경우는 '표면거침성'이 22%로서 약간 낮게 나왔으며 다른 3가지 요인들도 보다 높은 비중을 나타내었다.

#### 2. 견직물의 종류와 역학적 특성

##### (1) 조직에 따른 역학적 특성 비교

16종의 시료에 따른 역학적 특성치의 평균을 Table 4에 나타내었다. 직물의 표면특성을 살펴보면 MIU는 변화조직 중에서 HBTWL, STWL에서 높았는데 같은 변화조직이라도 가장 낮은 FPLN의 약

Table 3. Results of Factor Analysis in Hand Adjectives

| Surface Roughness |       | Flexibility |       | Sense of Thermal |       | Dryness |      |
|-------------------|-------|-------------|-------|------------------|-------|---------|------|
| 울퉁불퉁하다            | 0.73  | 하늘하늘하다      | 0.82  | 따뜻하다             | 0.80  | 바삭거린다   | 0.67 |
| 오돌도돌하다            | 0.70  | 얇다          | 0.70  | 폭신폭신하다           | 0.78  | 건조하다    | 0.65 |
| 우글우글하다            | 0.69  | 유연하다        | 0.69  | 부피감이있다           | 0.71  | 뻣뻣하다    | 0.59 |
| 거칠다               | 0.56  | 부드럽다        | 0.57  | 차갑다              | -0.53 |         |      |
| 까실까실하다            | 0.55  | 무겁다         | -0.55 |                  |       |         |      |
| 매끄럽다              | -0.69 |             |       |                  |       |         |      |
| 촉촉하다              | -0.72 |             |       |                  |       |         |      |
| 평평하다              | -0.75 |             |       |                  |       |         |      |
| Eigen Value       | 4.4   |             | 3.5   |                  | 2.8   |         | 2.6  |
| Proportion        | 22.0  |             | 17.5  |                  | 14.2  |         | 12.8 |
| Cum.pct.          | 22.0  |             | 39.5  |                  | 53.7  |         | 66.5 |

Table 4. Mechanical properties of specimens

|                  | Sample  | SURFACE |       |               | BENDING                                 |   | COMPRESSION |   |        | Thickness | Weight                  |
|------------------|---------|---------|-------|---------------|---|---|-------------|---|--------|-----------|-------------------------|
|                  |         | MIU     | MMD   | SMD           | B                                       | 2HB                                     | LC          | WC                                      | RC     | TO        | W                       |
|                  |         |         |       | $\mu\text{m}$ | $\text{gf} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$ | $\text{gf} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$ |             | $\text{gf} \cdot \text{cm}/\text{cm}^2$ | %      | mm        | $\text{mg}/\text{cm}^2$ |
| Basic Weave      | PLN     | 0.095   | 0.014 | 2.718         | 0.118                                   | 0.134                                   | 0.840       | 0.012                                   | 69,540 | 0.233     | 0.790                   |
|                  | TWL3    | 0.119   | 0.014 | 1.563         | 0.074                                   | 0.066                                   | 0.977       | 0.010                                   | 82,077 | 0.223     | 0.750                   |
|                  | TWL16   | 0.150   | 0.012 | 1.270         | 0.051                                   | 0.050                                   | 0.789       | 0.014                                   | 65,670 | 0.300     | 0.780                   |
|                  | STN8    | 0.113   | 0.009 | 0.886         | 0.041                                   | 0.052                                   | 0.787       | 0.017                                   | 71,915 | 0.291     | 0.730                   |
|                  | STN8-S  | 0.105   | 0.011 | 1.275         | 0.044                                   | 0.064                                   | 0.617       | 0.023                                   | 58,290 | 0.362     | 1.060                   |
|                  | STN8-H  | 0.134   | 0.025 | 6.095         | 0.141                                   | 0.072                                   | 0.733       | 0.059                                   | 57,617 | 0.835     | 1.070                   |
|                  | STN16-N | 0.132   | 0.014 | 3.076         | 0.218                                   | 0.368                                   | 0.644       | 0.091                                   | 43,973 | 1.279     | 2.590                   |
|                  | Mean    | 0.121   | 0.014 | 2.412         | 0.098                                   | 0.115                                   | 0.770       | 0.034                                   | 64,297 | 0.503     | 1.110                   |
| Derivative Weave | FTWL    | 0.113   | 0.006 | 0.902         | 0.193                                   | 0.168                                   | 0.978       | 0.017                                   | 61,570 | 0.388     | 1.040                   |
|                  | FPLN    | 0.085   | 0.013 | 2.197         | 0.281                                   | 0.312                                   | 0.543       | 0.023                                   | 44,497 | 0.361     | 0.990                   |
|                  | AMR     | 0.143   | 0.024 | 6.793         | 0.298                                   | 0.301                                   | 0.765       | 0.025                                   | 49,787 | 0.557     | 1.000                   |
|                  | FRIB-S  | 0.102   | 0.016 | 3.183         | 0.075                                   | 0.109                                   | 0.650       | 0.021                                   | 48,120 | 0.505     | 1.320                   |
|                  | STWL    | 0.153   | 0.018 | 2.923         | 0.059                                   | 0.057                                   | 0.778       | 0.009                                   | 67,810 | 0.294     | 0.750                   |
|                  | STN     | 0.131   | 0.011 | 0.726         | 0.081                                   | 0.084                                   | 0.834       | 0.014                                   | 55,173 | 0.345     | 0.920                   |
|                  | HNC     | 0.130   | 0.026 | 4.804         | 0.207                                   | 0.219                                   | 0.763       | 0.044                                   | 58,280 | 0.618     | 0.880                   |
|                  | HBTWL   | 0.199   | 0.017 | 2.550         | 0.134                                   | 0.427                                   | 0.512       | 0.039                                   | 63,267 | 0.556     | 1.040                   |
|                  | WRIB    | 0.107   | 0.011 | 3.031         | 0.119                                   | 0.090                                   | 0.942       | 0.013                                   | 67,573 | 0.295     | 0.890                   |
|                  | Mean    | 0.129   | 0.016 | 3.012         | 0.161                                   | 0.196                                   | 0.752       | 0.023                                   | 57,453 | 0.435     | 0.981                   |
| Total Mean       |         | 0.126   | 0.015 | 2.750         | 0.133                                   | 0.161                                   | 0.760       | 0.028                                   | 60,447 | 0.465     | 1.038                   |

2배에 이른다. 그에 비하면 실의 종류에 따른 MIU의 차이는 작은 편인데 STN8, STN8-S, STN8-H, STN8-N등은 거의 차이가 없었다. MMD는 기본조직과 변화조직에서 차이가 없이 거의 유사한 것으로 나타났다. SMD는 AMR, STN8-H, HNC에서 높았고 STN, STN8에서 낮게 나타났는데 조직종류와 실종류에 따라서 약 6배에 가까운 차이를 보이고 있다. 즉 MIU와 SMD가 큰 직물은 노일사나 강연사와의 교직물 수자직과 표면 요철이 큰 변화조직들이었다.

직물의 굽힘특성중에서 B는 AMR, FPLN, STN16-N, HNC가 높았고 TWL16, STN8에서 낮게 나타났으며, 2HB는 HBTWL, STN16-N, FPLN, AMR에서 높았고 TWL16, STN8에서 낮게 나타났다. 공통적으로 B와 2HB가 모두 큰 직물은 노일사와의 교직물과 두꺼운 변화조직이며 B와 2HB가 낮은 직물은 기본수자직과 16배능직이었는데 이는 교착점의 수가 적고 실간격이 크며 실의 자유

도가 크기때문에 굽힘저항이 낮은 것이라고 사료된다.

직물의 압축특성중에서 LC는 FTWL, WRIB, TLW3이 높았고 HBTWL, FPLN, STN8-S에서

낮게 나타났으며 WC는 STN16-N, STN8-H에서 높았고 STWL, TWL3, FPLN에서 낮게 나타났다. 또한 RC는 TWL3, STN8에서 높았고 STN16-N, FPLN, FRIB-S에서 낮게 나타났다. 공통적으로 LC와 RC가 모두 큰 직물은 3배 능직이었는데 이는 실의 교착이 적당하여 변형에 대한 회복력이 우수하기 때문인 것으로 사료된다. LC는 기본조직과 변화조직의 평균이 비슷하였지만 WC는 기본조직의 평균이 변화조직의 평균보다 높는데 이는 위사에 사용된 다양한 실의 영향이라고 사료된다. RC도 기본조직보다 변화조직의 경우가 더 크게 나타나는데 이는 FPLN, FRIB-S, AMR 등 이중직이 RC가 작게 나왔기 때문이다. 두께와 무게의 평균이 변화조직보다 기본조직이 더 큰 것은 위사에 사용

Table 5. Correlation Coefficients of Mechanical Properties

|     | MIU   | MMD               | SMD               | B                  | 2HB                | LC                | WC                 | RC                  | TO                 | W    |
|-----|-------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------|
| MIU | 1.00  |                   |                   |                    |                    |                   |                    |                     |                    |      |
| MMD | 0.36  | 1.00              |                   |                    |                    |                   |                    |                     |                    |      |
| SMD | 0.19  | 0.90 <sup>⊚</sup> | 1.00              |                    |                    |                   |                    |                     |                    |      |
| B   | -0.05 | 0.37              | 0.55 <sup>⊚</sup> | 1.00               |                    |                   |                    |                     |                    |      |
| 2HB | 0.35  | 0.25              | 0.30              | 0.75 <sup>⊚⊚</sup> | 1.00               |                   |                    |                     |                    |      |
| LC  | -0.23 | -0.26             | -0.16             | -0.20              | -0.56 <sup>⊚</sup> | 1.00              |                    |                     |                    |      |
| WC  | 0.24  | 0.42              | 0.46              | 0.41               | 0.51 <sup>⊚</sup>  | -0.43             | 1.00               |                     |                    |      |
| RC  | 0.11  | -0.24             | -0.36             | -0.62 <sup>⊚</sup> | -0.54 <sup>⊚</sup> | 0.61 <sup>⊚</sup> | -0.52 <sup>⊚</sup> | 1.00                |                    |      |
| TO  | 0.25  | 0.41              | 0.48              | 0.45               | 0.54 <sup>⊚</sup>  | -0.41             | 0.97 <sup>⊚⊚</sup> | -0.62 <sup>⊚⊚</sup> | 1.00               |      |
| W   | 0.03  | 0.01              | 0.14              | 0.34               | 0.51 <sup>⊚</sup>  | -0.37             | 0.79 <sup>⊚⊚</sup> | -0.63 <sup>⊚⊚</sup> | 0.87 <sup>⊚⊚</sup> | 1.00 |

(<sup>⊚</sup>p<0.05, <sup>⊚⊚</sup>p<0.01, <sup>⊚⊚⊚</sup>p<0.001)

된 다양한 실의 영향때문이었다.

역학적 특성치간의 상관관계를 Table 5에 나타내었다. 표면특성에서는 MMD와 SMD의 상관이 매우 높았으나 MIU와는 상관이 없었다. 또한 SMD는 B와 상관이 있었다. 굽힘특성에서는 B와 2HB의 상관이 높게 나타났다. 또한 B는 RC와 음의 상관이 있었다. 압축특성에서는 LC와 RC는 양의 상관관계가 있었고 이들과 WC간에는 음의 상관이 있었다. 또한, 압축특성은 두께와 무게와도 상관이 높았다. 이 결과는 Kawabata<sup>5)</sup>의 숙녀복 박지의 역학적 특성간의 상관분석 결과와 일치하는 경향이다.

### (2) 동일밀도의 기본조직간의 역학적 특성비교

동일밀도로 직물을 제직한 3원조직 직물끼리 역학적 특성을 비교해보면 우선 MIU는 16매능직과 강연사, 노일사수자직이 높았는데 이는 8/8의 능직 구조와 강연사, 노일사를 사용하였기 때문이다. MMD는 강연사수자직이 약간 높고 다른 시료의 경우 거의 차이가 없었다. SMD는 강연사수자직, 노일사수자직, 평직이 크게 나타났는데 이는 특수사의 사용으로 인해 직물의 표면이 오돌도돌하기 때문이라 사료된다. 평직, 능직, 수자직의 표면거칠성을 대표한다고 사료되는 것은 SMD이며 이는 평직<능직<수자직의 순서로 매끄러운 정도가 증가하고 있기 때문이다.

굽힘특성을 비교해보면 평직>능직>수자직의 순서로 B와 2HB가 컸는데 이는 평직이 교착점수가

가장 크기 때문인 것으로 사료된다. 같은 수자직에서 실의 첨가에 따른 영향을 보면, 강연사수자직과 노일사수자직의 굽힘저항이 가장 큰데 이는 꼬임계수가 크며 굽기가 굽은 실이기 때문이라고 사료된다.

압축특성을 비교해보면 LC는 조직이나 실종류에 따라서 큰 차이를 보이지 않으나, WC는 강연사수자직, 노일사수자직이 높아 조직 종류간 차이는 적으나 실 종류에 따라서는 큰 차이를 보이고 있다. 즉 견방사와 강연사, 노일사의 사용으로 인해 직물의 두께가 증가함으로써 압축에너지가 높게 나타나는 것으로 사료된다. RC는 같은 수자직끼리 비교해보면 노일사수자직이 가장 RC가 낮았는데 이는 압축변형으로부터 회복하고자 하는 잠재력이 낮기 때문이라고 사료된다.

두께를 비교해보면 평직, 능직, 수자직보다는 강연사, 노일사 수자직의 두께가 3~4배 두꺼웠다. 이는 강연사 사용후 가공에 의해 직물의 두께가 증가하기 때문이며 노일사의 굽은 저급사 사용으로 인한 두께 증가 때문이라 사료된다. 무게 역시 동일한 번수, 밀도로 제직하였기 때문에 거의 동일한 무게를 나타내었으나 강연사, 견방사수자직은 약간 무거운 편이었으며 노일사수자직은 굽은 실이므로 2배 이상 무거웠다.

### 3. 태차원과 역학적 특성간의 관계

역학적 특성치와 태차원의 4요인간의 상관관계를

Table 6에 나타내었다. 주관적 '표면거침성'은 표면 특성, 압축특성과 상관이 깊었으며 '유연감', '온냉감'은 압축특성과 밀접한 관계를 나타내었다. '건조감'은 표면특성과 상관이 깊었다. 상관관계외에 Stepwise Regression을 이용하여 주관적 태를 결정하는 역학적특성을 분석하였다. 10가지 역학적 특성치들로서 Stevens's Law를 이용하여 태의 예측치를 산출하는 식을 도출하고 태 예측치를 주관적 태평가치와 비교하였다.

Table 6. Correlation coefficients between hand and mechanical properties

|     | Surface Roughness   | Flexibility          | Sense of Thermal    | Dryness             |
|-----|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| MIU | -0.04               | 0.21                 | 0.30                | -0.36               |
| MMD | 0.65 <sup>***</sup> | -0.43                | 0.32                | 0.53 <sup>***</sup> |
| SMD | 0.73 <sup>***</sup> | -0.50                | 0.39                | 0.55 <sup>°</sup>   |
| B   | 0.59 <sup>°</sup>   | 0.61 <sup>°</sup>    | 0.30                | 0.53 <sup>°</sup>   |
| 2HB | 0.39                | 0.55 <sup>°</sup>    | 0.35                | 0.30                |
| LC  | -0.29               | 0.37                 | -0.30               | -0.21               |
| WC  | 0.74 <sup>***</sup> | -0.72 <sup>***</sup> | 0.77 <sup>***</sup> | 0.43                |
| RC  | -0.60 <sup>°</sup>  | 0.63 <sup>***</sup>  | -0.55 <sup>°</sup>  | -0.35               |
| TO  | 0.76 <sup>***</sup> | -0.74 <sup>***</sup> | 0.83 <sup>***</sup> | 0.38                |
| W   | 0.55 <sup>°</sup>   | -0.68 <sup>***</sup> | 0.69 <sup>***</sup> | 0.26                |

(<sup>°</sup>p<0.05, <sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001)

1) 주관적 '표면거침성'에 대한 객관적 평가

주관적인 '표면거침성'의 예측을 위하여 10가지 역학적 특성치에 Stevens's Law를 적용하여 stepwise regression을 시행한 결과 다음과 같은 회귀식을 얻었다. 각 변수명 앞에 'L'의 의미는 'log'를 취한 변수임을 나타낸다. 회귀식에서 영향력이

큰 변수들을 나열하였는데 회귀계수의 의미여부는 T 값의 검증결과인 유의수준으로서 볼 수 있다. 그러나 표준화점수의 회귀계수인 'standard estimate'로서 회귀모델에서 각 독립변수들의 상대적인 기여도를 볼 수 있다.

Table 7에서 주관적 '표면거침성'과 상관이 깊은 것으로서 회귀변수 MIU, SMD, TO 임을 알 수 있다. 그러나 Table 6에는 MMD, SMD, B, WC, RC, TO, W가 '표면거침성'과 상관이 깊은 것을 볼 수 있다. 이와 같이 상관분석과 회귀분석의 결과가 다르기 때문에 정확한 분석을 위해서 어떤 방법을 사용해야하는지 신중히 고려해야 하며 역학적 특성으로부터 주관적인 태의 예측을 위해서는 다중회귀분석을 행하는 것이 더 올바른 방법이라 할 수 있다. 이는 서로 상관이 깊은 독립변수들은 가장 큰 영향력을 미치는 독립변수만 남고 나머지는 제거되어 회귀식에서는 유의하지 않은것으로 나타나기 때문이다.

위 식으로서 '표면거침성'의 예측값을 산출하여 직물별로 주관적 평가치와 비교한 것이 Fig. 2에 나타나있는데 주관적 값과 객관적 값이 비교적 잘 일치되었다. 주관적 '표면거침성'의 느낌은 역학적 특성 중에서 표면특성과 두께의 영향을 많이 받았다. 직물별 '표면거침성'을 비교해보면 강연사, 노일사, 견방사와의 교직물이 '표면거침성'가 크고, 수직, 능직 등의 조직을 가진 직물이 '표면거침성'이 작았다.

2) 주관적 '유연감'에 대한 객관적 평가

'유연감'에 대해 10가지 역학적 특성치를 사용하

Table 7. Stepwise Regression on LSurfaceRoughness

| Model                |                | Parameter Estimates |          |            |                     |               |
|----------------------|----------------|---------------------|----------|------------|---------------------|---------------|
| F Value              | R <sup>2</sup> | Variable            | Estimate | Std. Error | T Value             | Std. Estimate |
| 15.07 <sup>***</sup> | 0.79           | INTERCEP            | 0.11     | 0.22       | 0.50                | 0.00          |
|                      |                | LMIU                | -0.55    | 0.24       | -2.30 <sup>°</sup>  | -0.32         |
|                      |                | LSMD                | 0.25     | 0.08       | 2.98 <sup>***</sup> | 0.46          |
|                      |                | LTO                 | 0.45     | 0.12       | 3.66 <sup>***</sup> | 0.59          |

(<sup>°</sup>p<0.05, <sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001)

$$LSurfaceRoughness = -0.55LMIU + 0.25LSMD + 0.45LTO (R^2 = 0.79)$$

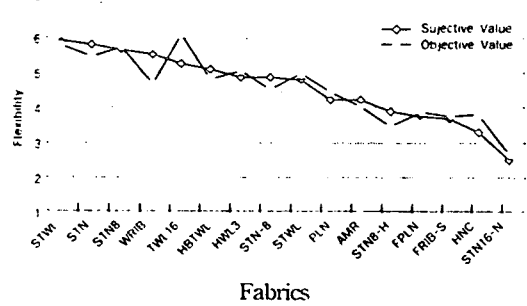
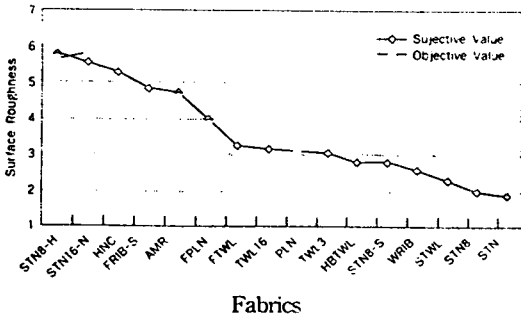


Fig. 2. Subjective and objective evaluation of 'surface roughness'

Fig. 3. Subjective and objective evaluation of 'flexibility'

며 Stevens's Law를 적용하여 stepwise regression을 시행한 결과 다음과 같은 회귀식을 얻었다.

주관적 '유연감'은 표면특성과 무게로서 예측이 가능하다. 이 식으로서 주관적 '유연감'을 환산하여 직물별로 주관적 평가치와 비교하여 Fig. 3에 나타내었는데 주관적 값과 객관적 값이 비교적 잘 일치됨을 볼 수 있다. 직물별 '유연감'을 비교해보면 수자직, 능직 등의 조직을 가진 직물이 주관적 '유연감'이 높았고 견방사, 노일사, 강연사 등과의 교직물이 '유연감'이 낮게 나타났다.

standard estimate를 보면 굵힘특성이 영향을 많이 미치는 것을 알 수 있다. 즉 실종류에 따라서 직물의 두께와 굵힘특성이 다르며 결과적으로 주관적 '온냉감'이 달라진다고 사료된다. 이 식에서 '온냉감'을 환산하여 직물별로 주관적 평가치와 비교한 것이 Fig. 4에 나타나있으며 주관적 값과 객관적 예측값이 비교적 잘 일치됨을 볼 수 있다. 직물별 온냉감을 비교해보면 노일사와의 교직물과 허니콤 직을 가장 따뜻하다고 평가하고 평직물이 가장 차갑다고 평가하고 있었다.

3) 주관적 '온냉감'에 대한 객관적 평가

'온냉감'에 대하여 10가지 역학적 특성치에 대하여 Stevens's Law를 적용하여 stepwise regression을 시행한 결과 다음과 같은 식을 얻었다.

주관적 '온냉감'은 두께만으로 예측이 가능하며

4) 주관적 '건조감'에 대한 객관적 평가

'건조감'에 대하여 10가지 역학적 특성치에 대하여 Stevens's Law를 적용하여 stepwise regression을 시행한 결과 다음과 같은 식을 얻었다.

건조감은 표면특성과 굵힘특성에 영향을 많이

Table 8. Stepwise Regression on LFlexibility

| Model                |                | Parameter Estimates |          |            |                     |               |
|----------------------|----------------|---------------------|----------|------------|---------------------|---------------|
| F Value              | R <sup>2</sup> | Variable            | Estimate | Std. Error | T Value             | Std. Estimate |
| 10.86 <sup>***</sup> | 0.88           | INTERCEP            | 0.92     | 0.50       | 1.83                | 0.00          |
|                      |                | LMIU                | 0.48     | 0.16       | 3.06 <sup>***</sup> | 0.42          |
|                      |                | LMMD                | -0.24    | 0.09       | -2.59 <sup>*</sup>  | -0.40         |
|                      |                | LB                  | -0.07    | 0.05       | -1.34               | -0.20         |
|                      |                | LWC                 | -0.09    | 0.08       | -1.13               | -0.24         |
|                      |                | LRC                 | -0.28    | 0.28       | -1.02               | -0.21         |
|                      |                | LWEIGHT             | -0.49    | 0.18       | -2.72 <sup>*</sup>  | -0.63         |

(\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001)

$$LFlexibility = 0.91 + 0.48LMIU - 0.24LMMD - 0.49LWEIGHT (R^2 = 0.88)$$

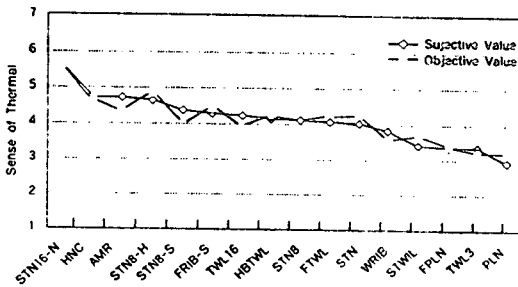


Table 9. Stepwise Regression on LThermalProperty

| Model                |                | Parameter Estimates |          |            |                     |               |
|----------------------|----------------|---------------------|----------|------------|---------------------|---------------|
| F Value              | R <sup>2</sup> | Variable            | Estimate | Std. Error | T Value             | Std. Estimate |
| 10.86 <sup>***</sup> | 0.88           | INTERCEP            | 1.27     | 0.47       | 2.72 <sup>°</sup>   | 0.00          |
|                      |                | LMMD                | -0.09    | 0.08       | -1.17               | -0.21         |
|                      |                | LB                  | -0.21    | 0.10       | -2.12               | -0.86         |
|                      |                | LHB2                | 0.11     | 0.08       | 1.27                | 0.50          |
|                      |                | LLC                 | 0.41     | 0.22       | 1.88                | 0.49          |
|                      |                | LRC                 | -0.39    | 0.25       | -1.55               | -0.43         |
|                      |                | LTO                 | 0.52     | 0.11       | 4.81 <sup>***</sup> | 1.53          |
|                      |                | LWEIGHT             | -0.31    | 0.17       | -1.78               | -0.59         |

(<sup>°</sup>p<0.05, <sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001)

$$LThermalProperty = 1.27 + 0.52LTO (R^2 = 0.88)$$



Fabrics

Fig. 4. Subjective and objective evaluation of 'sense of thermal'

받는 것으로 나타났다. 이 식으로부터 주관적 '건조감'을 산출한 객관적 예측값과 주관적 관능평가치

와의 비교가 Fig. 5에 나타나있다. 직물별 건조감을 비교해보면 강연사와의 교직물과 평직이 가장 건조하고 바삭거리는 질감을 나타내었고 수자직직물이 가장 건조감이 작았다.

5) 주관적인 촉감선호도에 대한 객관적 평가

전체 촉감선호도를 4가지 태차원에 Stevens's Law를 적용하여 회귀분석을 시행한 결과 다음과 같은 식을 얻었다. 주관적 '건조감'이 전체 '촉감선호도'를 결정하는 것으로 나타났다. 이는 Table 6에서 보는 바와 같이 주관적 '건조감'이 표면특성과 굵힘특성에 가장 관련되는 태이기 때문이라 사료된다.

이 값에서 촉감선호도를 환산하여 직물별로 주관

Table 10. Stepwise Regression on LDryness

| Model                |                | Parameter Estimates |          |            |                      |               |
|----------------------|----------------|---------------------|----------|------------|----------------------|---------------|
| F Value              | R <sup>2</sup> | Variable            | Estimate | Std. Error | T Value              | Std. Estimate |
| 11.86 <sup>***</sup> | 0.91           | INTERCEP            | -0.60    | 0.59       | -1.02                | 0.00          |
|                      |                | LMIU                | -0.91    | 0.16       | -5.90 <sup>***</sup> | -0.81         |
|                      |                | LMMD                | 0.61     | 0.17       | 3.54 <sup>**</sup>   | 0.99          |
|                      |                | LSMD                | -0.10    | 0.10       | -1.05                | -0.30         |
|                      |                | LB                  | 0.20     | 0.06       | 3.45 <sup>**</sup>   | 0.56          |
|                      |                | LLC                 | -0.21    | 0.18       | -1.16                | -0.17         |
|                      |                | LRC                 | 0.92     | 0.31       | 2.97 <sup>°</sup>    | 0.69          |
|                      |                | LWEIGHT             | 0.43     | 0.14       | 3.01 <sup>°</sup>    | 0.55          |

(<sup>°</sup>p<0.05, <sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001)

$$LDryness = -0.91LMIU + 0.61LMMD + 0.20LB + 0.92LRC + 0.43LWEIGHT (R^2 = 0.91)$$

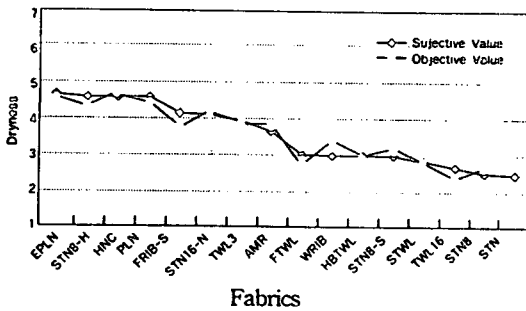


Fig. 5. Subjective and objective evaluation of 'dryness'

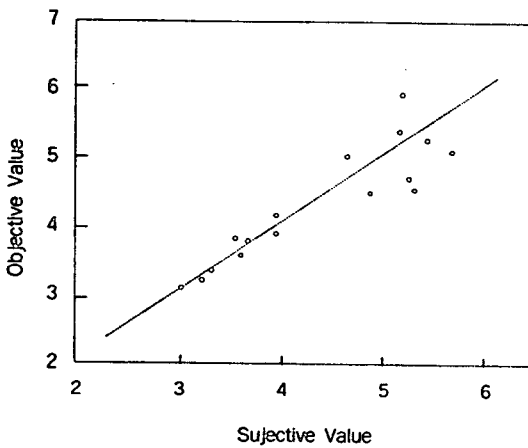


Fig. 6. Subjective and objective evaluation of hand preference

적 평가치와 비교한 것이 Fig. 6에 나타나있다. 주관적 값과 객관적 값이 비교적 잘 일치됨을 볼 수 있다. 촉감선호도는 '건조감'과 음의 상관 관계가 있었으므로 촉감이 좋은 직물은 '건조감'이 적은 직물인 수자직과 능직직물이었으며 '건조감'이 큰 노

일사와 강연사의 교직물의 '촉감선호도'는 낮았다.

#### IV. 결 론

견직물의 조직과 실종류에 따른 역학적 특성과 태의 관계를 살펴보기 위하여 동일 밀도의 기본조직 4종류와 견방사, 노일사, 강연사와 교직할 수자직 3종류, 변화조직 9종류로서 총 16 종류의 견직물을 대상으로 조사한 결과 다음과 같았다.

표면특성이 큰 직물은 노일사나 강연사와의 교직물의 기본조직과 주관적 '표면거침성'이 큰 변화조직들이었다. 직물의 굵힘특성이 큰 직물은 노일사와의 교직물과 두께가 두꺼운 변화조직들이었다. 또한 직물 압축특성이 기본조직에서 크게 나타난 것은 기본조직의 위사에 사용된다양한 실의 영향 때문이었으며 두께와 무게의 평균이 변화조직보다 기본조직이 더 큰 것은 노일사의 영향이었다.

동일 밀도로 제작된 기본조직중에서 MIU는 평직 < 수자직 < 3매능직 < 16매능직 순으로 증

가하였으나 SMD는 평직 > 3매능직 > 16매능직 > 수자직의 순으로 감소하였다. B와 2HB는 평직 > 3매능직 > 16매능직 > 수자직의 순으로 감소하였다. LC는 3매능직 > 평직 > 16매능직, 수자직의 순이었으며 RC는 3매능직 > 8매수자직, 평직 > 16매능직의 순이었으며 기본 직물내 두께와 무게, WC등은 거의 비슷하였다.

동일 밀도 기본조직중에서 위사의 종류에 따른 영향을 살펴보면, MIU와 SMD가 강연사 > 노일사 > 견방사의 순이었다. B와 2HB는 노일사 > 강연사 > 견

Table 11. Regression on Hand Preference

| Model                |                | Parameter Estimates |          |            |                    |               |
|----------------------|----------------|---------------------|----------|------------|--------------------|---------------|
| F Value              | R <sup>2</sup> | Variable            | Estimate | Std. Error | T Value            | Std. Estimate |
| 19.78 <sup>***</sup> | 0.88           | INTERCEP            | 1.03     | 0.50       | 2.05               | 0.00          |
|                      |                | LSurface            | 0.15     | 0.23       | 0.67               | 0.23          |
|                      |                | LFlexible           | 0.26     | 0.35       | 0.74               | 0.27          |
|                      |                | LThermal            | -0.37    | 0.34       | -1.09              | -0.26         |
|                      |                | LDry                | -0.78    | 0.30       | -2.58 <sup>°</sup> | -0.84         |

(<sup>°</sup>p < 0.05, <sup>\*\*</sup>p < 0.01, <sup>\*\*\*</sup>p < 0.001)

$$LHandPreference = -0.78^{\circ}LDry (R^2 = 0.88)$$

방사의 순이었다. WC는 노일사>강연사>견방사의 순이었으며 두께는 노일사>강연사>견방사의 순이었으며 무게는 노일사 첨가시 급격하게 증가하였다.

Stevens's law를 사용하여 역학적특성치로부터 주관적 태를 예측하는 것이 가능하였다. '표면거침성'은 MMD, SMD, WC, TO와 상관이 깊었으나 SMD, TO만으로 예측이 가능하였으며 '유연성'은 B, WC, RC, W, TO 와 상관이 깊었으나 MIU, MMD, W만으로 예측이 가능하였다. 이는 W가 WC, RC, TO등과 상관이 매우 깊기 때문이며 W는 MIU, MMD와는 상관이 없기 때문이다. 또한 '온냉감'은 WC, TO, W와 상관이 깊었으나 역시 TO 만으로 예측이 가능하였고 '건조감'은 MMD, SMD, B와 상관이 깊었으나 MMD, B, RC, W로서 예측이 가능하였다. 전체적인 '촉감선호도'는 '표면거침성', '유연성', '온냉감', '건조감' 중에서 '건조감' 만으로 예측이 가능하였다.

### 참 고 문 헌

1. 최근영, V.P.가공직물의 D.P.성과 Handle평가에 관한 연구, 한국의류학회지, 20(5), 792-800 (1996)
2. Meaureen M. Sweeney and Donna H. Branson, Sensorial Comfort, Part I, *Textile Res. J.*, 60(7), 371-377(1990)
3. Meaureen M. Sweeney and Donna H. Branson, Sensorial Comfort, Part II, *Textile Res. J.*, 60(8), 447-452(1990)
4. Z. L. Yang, *Experimental Psychology: Information Theory*, the Gansu People's Publishing House, LanZhou, China(1984)
5. Matsudaira and Kawabata, A Study of the Mechanical Properties of Woven Silk Fabrics, *J. Text. Inst.*, 79, 458-475(1988)
6. N. Pan, K. C. Yen, S. J. Zhao, and S. R. Yang, A New Approach to the Objective Evaluation of Fabric Handle from Mechanical Properties, *Textile Res. J.*, 58(9), 531-537(1988)
7. Mastura Raheel & Jiang Liu, An Empirical Model for Fabric Hand(Part I), *Textile Res. J.*, 61, 31-38(1991)
8. Mastura Raheel & Jiang Liu, An Empirical Model for Fabric Hand(Part II), *Textile Res. J.*, 61, 79-82(1991)
9. Jinlian Hu, A Psychophysical Model for Objective Fabric Hand Evaluation, *J. Text. Inst.*, 84(3)(1993)
10. 김종준·전동원, Roger L. Barker, 직물의 질감에 관한 연구(I), 주관적 평가, 한국섬유공학회지, 32(1), 89-94(1995)
11. 김종준, Roger L. Barker, 직물의 질감에 관한 연구(II), 객관적 평가, 한국섬유공학회지, 33(11), 974-979(1995)
12. 박신용·강복춘·황영구, 퍼지를 응용한 포의 태평가(II), 한국섬유공학회지, 34(2), 85-89(1997)
13. 김우연, 얇은 블라우스 직물의 선호감과 관련 물성 변인 연구, 충남대 의류학과 석사논문(1997)
14. 김경애·이미식, 알칼리 감량가공된 폴리에스테르 직물의 태에 관한 연구(I), 한국섬유공학회지, 34(4), 232-239(1997)
15. Jacobsen, Fritx, Dhingra, and Postle, A Psychophysical of the Tactile Qualities of Hand Knitting Yarns, *Textile Research Journal*, 62(10), 557-566(1992)
16. 홍경희·김재숙·박춘순·박길순·이영선·김재임, 여성용 춘추복지의 태에 관한 연구(제1보): 태의 주관적 평가척도 개발을 중심으로, 한국의류학회지, 18(3), 327-338 (1994)
17. 金美智子, Texture와 Colour Coordination의 감성공학 Technology 에 관한 연구, 한양대 의류학과 박사학위 논문(1996)
18. 김철중·이남식 외, 인간 감성과약 및 측정기술 개발, 과학기술처(1993)
19. 김춘정·나영주, 견직물의 태와 감성차원의 이미지스 케일에 관한 연구, 한국의류학회지, 23(6), 898-908 (1999)