

폴리에스테르 직물에 대한 인간 감각·감성의 분석

이선영 · 이예진 · 이현영 · 이정순 · 홍경희

충남대학교 가정대학 의류학과

Sensation and sensibility of polyester fabrics

Lee Sunyoung · Lee Yejin · Lee Hyunyoung · Lee Jungsoon · Hong Kyunghi

Chungnam National University, Department of Clothing & Textiles

khhong@hanbat.chungnam.ac.kr

요약(Abstract)

본 연구에서는 고감성 의류상품 개발을 위한 기초 자료를 제공하기 위해 폴리에스테르 직물에 대한 감각·감성을 1, 2단계로 나누어 분석하였다. 1단계에서는 젊은 여성 외의용 폴리에스테르 24종을 사용하여 감성측정에 영향을 미치는 제요인에 대해 검토하였다. 즉, 감각·감성측정시 기준직물과 그 평가치 제시 유무, 제시방법(blind/ open eye test), 환경과 직물 종류에 따른 효과를 조사하였다. 2단계에서는 1단계의 결과를 토대로 폴리에스테르 10종을 이용하여 환경에 따른 감각·감성과 물성 변인간 관계를 규명하였다.

1. 1단계의 연구결과, 기준직물 제시유무에 따라 감각·감성에 부분적으로 차이가 있었다. 유색직물의 평가시에는 blind/open eye test에 따라서 몇가지 평가용어를 제외하면 전반적으로 직물의 색에 따른 감각·감성에 유의차가 없었다.
2. 감각용어에 대한 요인분석 결과, 표준환경에서 1요인으로 두께, 무게(두껍다.폭신폭신하다.가볍다), 2요인으로 표면특성(매끄럽다.부드럽다.오돌도돌하다.), 3요인으로 강연성(뻣뻣하다.보송보송하다)이 추출되었다. 고온다습환경에서도 유사한 결과였다.
3. 환경 효과는 고온다습환경에서 표준환경에서보다 더 눅눅하게, 덜 보송보송하게, 덜 차게 감지하는 것으로 나타났다. 직물의 효과는 모든 용어에서, 환경과 직물의 상호작용효과는 (차다.보송보송하다.뻣뻣하다.하늘하늘하다.촉감이 좋다.)에서 유의차가 나타났다.
4. 여러 통계기법에 의해 감각·감성 및 물성변인을 분석하여 종합한 결과, 표준환경에서 감성과 관련높은 용어는 [하늘하늘하다], 물성은 SMD로, 고온다습환경에서 감성과 관련 높은 용어는 [보송보송하다], 물성은 contact area로 밝혀졌다. 폴리에스테르 직물에 대한

감성의 감각구조는 환경에 따라 상이하며 관련 물성 중 표면접촉특성은 환경에 관계없이 가장 중요한 변인으로 작용한다고 할 수 있다.

1. 서론

섬유가공기술의 발달로 섬유제품에 고기능성, 고감성이 부여되고 있다. 섬유제품의 감성에는 직물의 접촉특성이 주요한 차원으로 알려져 있다. 이는 온냉감, 습윤감, 압박감, 촉감 등을 감지하는 말초신경의 대부분은 피부에 있어 피부를 감싸는 의복재료의 질감이나 환경에 의해 야기되는 역학적특성, 표면접촉특성 변화가 감각수용체에 직접적인 영향을 미치기 때문이다^{1)~4)}. 또한, 의복에 대한 소비자 선호감을 물성요소의 측면에서 분석한 연구에서도 직물의 표면특성이 착용쾌적성 및 태평가에서 중요한 요소라고 지적되고 있다.^{5)~9)}

그러나, 직물의 표면특성은 많은 요소들이 복합적으로 관련되어 있으며 소비자가 직물을 접촉할 때, 인체부위, 환경, 마찰하중 등이 복합되기 때문에 기존의 표면특성만으로 파악하기가 매우 어렵다. 직물의 표면특성과 관련된 세부적인 물성변인으로는 직물의 두께, 밀도, 기공도, 비용적, 피복도, 섬유 및 직물표면의 극성, 섬유의 강연도, 섬도, 직물의 조직과 실의 평활도, 표면잔털등이 있는데 이들은 피부면과 직물면의 접촉시 복잡한 상호작용을 하여 습윤감 및 온냉감, 촉감에 영향을 준다. 특히, 표면잔털 섬유의 분포는 섬유 종류나 역학적 성능과 함께 피부접촉감각을 직접적으로 좌우하며 직물을 통한 수증기 전달 및 액상수분전달에도 영향을 미친다. 고온 다습한 환경일 때는 피부의 젖은 면적이 착용쾌적감에 주요한 변수임을 감안할 때 표면잔털의 분포양상은 피부가 젖었을 때 직물과의 접촉면

적을 좌우하고 이것은 감각수용체에 직접 영향을 미쳐 쾌적성을 좌우할 것이라는 것을 추측할 수 있는 데이터까지의 연구에서는 표면 잔털과 피부접촉에 대한 현상을 거의 다루고 있지 않다. 관련연구로는 표면잔털의 길이별 분포상태를 관찰한 연구¹⁰⁾와 잉크 코팅한 슬라이드 글래스에 접촉된 직물의 표면 잔털수를 측정 한 연구¹¹⁾가 있으며, 양초그움을 코팅한 슬라이드 글래스를 이용해 pantyhose의 압력에 따른 피부접촉면적 및 접촉점의 분포를 분석한 Morooka의 연구¹²⁾가 있다. 이와 홍¹³⁾의 연구에서는 표면접촉특성을 영상처리 기법을 이용해 정량화하여 직물의 접촉면적 및 접촉형상을 분석하였다. 그러나 아직 이런 방법으로 측정된 형태적 요소들의 주관적 감각과의 상관성을 구체적으로 연구되어 있지 않다.

따라서, 본 연구에서는 고감성 의류상품 개발을 위한 기초 자료를 제공하기 위해 폴리에스테르직물에 대한 역학적, 표면접촉특성을 정량화하였고, 이에 더 나아가 감각·감성을 1, 2단계로 나누어 분석하였다. 1단계에서는 직물의 감각, 감성측정에 영향을 미치는 측정 방법, 환경의 영향등을 검토하고자 하였다. 2단계에서는 1단계의 결과를 토대로 실험설계를 정비하여 환경에 따라 직물의 감각·감성과 물성 변인간 관계를 규명하고 감성직물 제품설계에 필요한 물성변인과 감성변인을 추출하고자 하였다.

2. 연구방법

2-1. 시료

1단계에서는 실험성을 포함한 얇은 여성외의용 폴리에스테르 24종을, 2단계에서는 1단계의 결과를 토대로 대표되는 폴리에스테르 10종을 이용하였다.

2-2. 객관적 물성평가

(1) 표면접촉특성

이와 홍¹³⁾의 연구에서의 방법과 같이 피부면을 가시화한 그늘을 코팅 평판과 직물의 접촉을 행하고 직물면을 영상포착 및 처리하여 평판 접촉시의 총접촉면적(contact area), 접촉점의 axis ratio, roundness를 계산하였고 접촉점들의 fractal dimension을 box counting 방법에 의해 산출하였다.

(2) 역학적 특성

KES-FB System에 의해 16가지 역학적 특성치를 측정하였다.

(3) 열전달특성

KES-F7에 의해 초기 최대 열유속치 Qmax와 열전도도 K를 측정하였다.

(4) 수분특성

수분율은 KS K 0220에 의해 측정하였다.

2-3. 주관적 감각 평가

(1) 실험대상

1998년 6월에 20대 여대생을 대상으로 기준직물평가에 표준환경 67명, 고온다습환경 43명을 대상으로 하였다. 1차 실험에서는 기준제시 및 미세시 실험에 10명씩, 2차 실험에서는 각 환경에서 25명씩 실시하였다.

(2) 실험환경

표준환경은 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 3\% \text{RH}$, 고온다습 환경은 $29 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 3\% \text{RH}$ 의 무풍상태로 인공기후실 조건을 설정하였다.

(3) 기준직물실험

두 환경에서 모두 10분간 안정을 취한 후 기준직물을 자유롭게 접촉하여 9점 척도에 평가하게 하였다. 단, [보송보송하다][눅눅하다][차다][따뜻하다]는 전원에 감싸고 10초 후 평가하도록 하였다.

(4) 시료직물실험

1단계실험에서는 기준직물을 제시하고 그 평가값을 알려준 상태에서 시료직물을 비교 평가하게 할 때와 제시하지 않았을 때 어떠한 차이가 있는가를 알아보기 위한 실험과 유색직물인 경우 눈으로 직물을 보는 상태와 그렇지 않은 상태에서 감각, 감성에 차이가 있는가를(blind vs. open eye test) 각 환경에서 실험하였다. 즉, 시료 직물을 랜덤하게 제시하되 기준직물제시 실험에서는 기준 폴리에스테르직물의 평정값의 평균치를 음영으로 표시한 척도를 사용하여 감각, 감성을 평가하도록 하였다. 또한, 기준직물을 제시하지 않은 실험에서는 종래의 9점척도를 이용하여 실시하였다. 실험 설계는 split plot design에 의해 진행하였다.

(5) 데이터 분석방법

SPSS-통계 package를 이용하여 시료직물실험의 주관적 평가차원과 평가척도에 대한 검증에는 요인분석을, 환경과 직물간 유의차는 분할법(split plot design)에 의한 GLM-ANOVA를, 직물별 유의차는 사후검정으로 Duncan다중범위검정을, 감성과 단일감각간 또는 감성과 물성간 분석에 회귀분석과 다차원척도법을 이용하여 분석하였다.

(6) 평가척도

1단계에서는 표1에서와 같은 용어로 감각평가를 하였고 2단계에서는 1단계 연구 결과, 공유치가 낮은 반발성이 있다, 세무갈다를 제외하였고, 용어간 부적 상관이 매우 높은 따뜻하다는 제외하여 D1부터 D13까지의 용어로 평가하였다. 또한, 2단계에서는 정적 상관이 높은 촉감이 좋다와 구매시 선호한다를 합하여 감성(D14)이라 정의하고 이를 분석하였다.

3. 결과 및 분석

3-1. 1단계의 감각·감성 평가

(1) 척도의 기준제시여부에 따른 감각차
각 환경에서 시료의 주관적 감각의 기준 제시 척도와 종래 척도간 상관계수를 살펴본 결과, 두 척도간 상관계수가 낮아 두 척도간 유의한 차이가 인정되었다. 그러나, 기준을 제시하는 방법이 평가 과정이 복잡한 것에 비하여 감각·감성 평가의 분산이 기준을 제시하지 않은 경우에 비해 작아지지 않았기 때문에 2단계에서는 기준 직물을 제시하지 않고 진행하였다.

표 1. 1단계의 평가용어

| 평가 용어 | |
|-------|---|
| 단일 감각 | 폭신평신했다. 두껍다. 가깝다. 차다. 따뜻하다 녹녹하다. 보송보송하다. 오물오물하다. 표면이 부드럽다. 매끄럽다. 뽀뽀하다. 하늘하늘하다 반발성이 있다 |
| 종합 감각 | 세우같다 촉감이 좋다. 구애시 선호한다. |

(2) 직물 제시 방법중 시각의 유무(Blind vs. Open eye Test)에 따른 감각차

Blind vs. Open eye Test에 따른 감각차를 ANOVA를 통해 $\alpha=0.05$ 에서 검증한 결과 대부분의 용어에서 유의차가 없었고 표2에서와 같이 [녹녹하다][폭신평신했다][차다]에서만 유의차가 있었다. 직물간 차이는 [폭신평신했다]에서만 유의하게 나타났다. 상호작용효과는 [폭신평신했다][차다]에서 유의하게 나타났다.

표 2. Blind vs. Open eye Test와 직물의 색에 따른 감각차

| | Test | | 유색직물간의 감각평균 | | | | | |
|--------|---------------|--------------|-------------|------|------|------|------|------|
| | Blind (평균) | Open (평균) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | 베이지 | 베이지 | 초록 | 하늘 | 갈색 | 갈색 |
| 녹녹하다 | 5.25 | 5.73 | 5.35 | 5.60 | 5.45 | 5.50 | 5.55 | 5.55 |
| 폭신평신했다 | 6.30 | 6.97 | 6.15 | 5.70 | 6.35 | 7.35 | 7.30 | 6.95 |
| 차다 | 3.53 | 2.87 | 3.60 | 3.50 | 3.40 | 2.65 | 3.10 | 2.95 |

3-2. 2단계의 주관적 평가

(1) 평가척도에 관한 검증

평가척도를 요인분석한 결과를 표3에 제시하였다. 두 환경 모두에서 3가지 요인으로 추출되었는데 표준환경

에서 1요인으로 두께, 무게(두껍다.폭신평신했다.가볍다), 2요인으로 표면특성(매끄럽다.부드럽다.오물오물하다), 3요인으로 강연성(뽀뽀하다.보송보송하다)이 추출되었다. 고온다습환경에서도 유사한 결과였다.

표 3. 평가용어에 대한 요인분석 결과

| %of variance | 표준환경 | | | 고온다습환경 | | |
|--------------|------------------------|-----------------------|------|------------------------|------------------------|--|
| | 정용사 | 인자부하량 | | 정용사 | 인자부하량 | |
| 48.0 | 두껍다 폭신평신했다 가볍다 | .983 .953 -.935 | | 가볍다. 폭신평신했다. 두껍다 | .928 -.939 -.950 | |
| 27.1 | 매끄럽다 부드럽다 오물오물하다 | .996 .987 -.981 | 35.5 | 매끄럽다 오물오물 하다 | .993 -.987 .962 | |
| 20.8 | 뽀뽀하다 보송보송하다 | -.960 .873 | 20.1 | 뽀뽀하다 | -.945 | |

(2) 환경과 직물에 따른 감각차

감각용어의 평균값과 GLM-ANOVA결과 유의하게 차이있는 것에 음영을 나타내었다. 표 4는 환경별 효과를 나타낸 것이다. 고온다습환경에서 표준환경에서보다 더 녹녹하게, 덜 보송보송하게, 덜 차게 감지하는 것으로 나타났다. 직물의 효과는 모든 용어에서, 환경과 직물의 상호작용효과는(차다.보송보송하다.뽀뽀하다.하늘하늘하다.촉감이 좋다.)에서 유의차가 인정되었다.

표 4. 환경의 효과가 감각, 감성의 평균에 미치는 영향

| 감각용어 | 평 균 | |
|--------------|------|------|
| | 표준 | 고온 |
| 폭신평신했다 D1 | 4.75 | 4.66 |
| 두껍다 D2 | 4.96 | 5.10 |
| 가볍다 D3 | 5.13 | 5.11 |
| 차다 D4 | 5.88 | 3.86 |
| 녹녹하다 D5 | 3.94 | 6.00 |
| 보송보송하다 D6 | 5.51 | 4.18 |
| 오물오물하다 D7 | 4.31 | 4.12 |
| 부드럽다 D8 | 5.68 | 5.58 |
| 매끄럽다 D9 | 5.72 | 5.32 |
| 뽀뽀하다 D10 | 4.08 | 4.08 |
| 하늘하늘하다 D11 | 5.22 | 5.00 |
| 촉감이 좋다 D12 | 5.66 | 5.25 |
| 구애시 선호한다 D13 | 5.14 | 4.74 |
| 감각용어 | 반 경 | |
| | 표준 | 고온 |
| 폭신평신했다 D3 | 4.75 | 4.56 |
| 두껍다 D11 | 4.96 | 5.10 |
| 가볍다 D7 | 5.13 | 5.11 |
| 차다 D2 | 5.88 | 3.86 |
| 녹녹하다 D4 | 3.94 | 6.00 |
| 보송보송하다 D1 | 5.51 | 4.18 |
| 오물오물하다 D5 | 4.31 | 4.12 |
| 부드럽다 D9 | 5.68 | 5.58 |
| 매끄럽다 D8 | 5.72 | 5.32 |
| 뽀뽀하다 D10 | 4.08 | 4.08 |
| 하늘하늘하다 D6 | 5.22 | 5.00 |
| 촉감이 좋다 D12 | 5.66 | 5.25 |
| 구애시 선호한다 D13 | 5.14 | 4.74 |

1)잘못 2)바로잡음

(3)감성의 감각 구조와 물성의 관계 규명

환경별 감각간, 감각과 물성간 상관계수(Pearson's correlation coefficient)는 각각 표 5-표 8에 나타낸 바와 같다.

직물의 감성을 예측하기 위한 회귀식을 도출하기 위해 주관적 감각과 물성변인을 가지고 회귀분석하여 환경별 회귀식을 도출하였다(표 9).

감각·감성 및 물성변인을 회귀분석한 결과, 표준환경에서 감성에 영향미치는 주요 감각용어는 [하늘하늘하다], 주요 물성은 SMD이고, 고온다습환경에서는 [보송보송하다], 주요 물성은 직물과 평판간의 총접촉면적(contact area)이었다. 감각용어에 의한 감성의 설명력은 두 환경에서 .89이상이었다.

표 5. 감각간 상관계수(표준환경)

| | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 | D12 | D13 | D14 |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| D1 | | | | | | | | | | | | | | |
| D2 | | | | | | | | | | | | | | |
| D3 | | | | | | | | | | | | | | |
| D4 | | | | | | | | | | | | | | |
| D5 | | | | | | | | | | | | | | |
| D6 | | | | | | | | | | | | | | |
| D7 | | | | | | | | | | | | | | |
| D8 | | | | | | | | | | | | | | |
| D9 | | | | | | | | | | | | | | |
| D10 | | | | | | | | | | | | | | |
| D11 | | | | | | | | | | | | | | |
| D12 | | | | | | | | | | | | | | |
| D13 | | | | | | | | | | | | | | |
| D14 | | | | | | | | | | | | | | |

표 6. 감각과 물성간 상관계수(표준환경)

| | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 | D12 | D13 | D14 |
|-------------|----|------|----|----|------|------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| SMD | | | | | | .754 | | | | | | | | |
| Frac. | | .693 | | | | | | | | | | | | |
| Round | | | | | .762 | | | | | | | | | |
| Conl | | | | | | | | | | | | | | |
| area | | | | | | | | | | | | | | |
| Axis Ratio. | | | | | .640 | | | | | | | | | |
| Omax | | | | | | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | | | | | | |
| REGA | | | | | | | | | | | | | | |
| IN | | | | | | | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | | | | | | | |
| 2HG | | | | | | | | | | | | | | |
| 2HG5 | | | | | | | | | | | | | | |
| LY | | | | | | | | | | | | | | |
| RT | | | | | | | | | | | | | | |
| WC | | | | | | | | | | | | | | |
| PC | | | | | | | | | | | | | | |
| T | | | | | | | | | | | | | | |
| W | | | | | | | | | | | | | | |

표 7. 감각간 상관계수(고온다습환경)

| | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 | D12 | D13 | D14 |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| D1 | | | | | | | | | | | | | | |
| D2 | | | | | | | | | | | | | | |
| D3 | | | | | | | | | | | | | | |
| D4 | | | | | | | | | | | | | | |
| D5 | | | | | | | | | | | | | | |
| D6 | | | | | | | | | | | | | | |
| D7 | | | | | | | | | | | | | | |
| D8 | | | | | | | | | | | | | | |
| D9 | | | | | | | | | | | | | | |
| D10 | | | | | | | | | | | | | | |
| D11 | | | | | | | | | | | | | | |
| D12 | | | | | | | | | | | | | | |
| D13 | | | | | | | | | | | | | | |
| D14 | | | | | | | | | | | | | | |

표 8. 감각과 물성간 상관계수(고온다습환경)

| | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 | D12 | D13 | D14 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| SMD | | | | | | | | | | | | | | |
| Area | | | | | | | | | | | | | | |
| FRACTAL | | | | | | | | | | | | | | |
| Round. | | | | | | | | | | | | | | |
| Contact Area | | | | | | | | | | | | | | |
| Axis Ratio. | | | | | | | | | | | | | | |
| Omax | | | | | | | | | | | | | | |
| K. | | | | | | | | | | | | | | |
| LT | | | | | | | | | | | | | | |
| WT | | | | | | | | | | | | | | |

표 9. 감각용어 및 물성에 의한 감성의 회귀분석결과

| 사용된 독립변수 | 표준환경에서의 예측식 | 설명력 |
|----------|---|------|
| 감각용어 | $f(x) = 0.726\text{하늘하늘하다} + 0.432\text{매끄럽다} + 4.532$ | .922 |
| 물성 | $f(x) = 1.562\text{SMD} + (-0.254)\text{RT} + 6.786\text{LT} - 2.627\text{AXIS RATIO} + 17.329$ | .972 |

| 사용된 독립변수 | 고온다습한 환경에서의 예측식 | 설명력 |
|----------|--|------|
| 감각용어 | $f(x) = 3.131\text{보송보송하다} + 0.457\text{매끄럽다} - 5.255$ | .893 |
| 물성 | $f(x) = 3.131\text{Contact Area} + 1.371\text{SMD} + (-0.215)\text{RT} - 0.397\text{MIU} + 17.802$ | .974 |

표10은 주관적 감각 용어를 가지고 다차원척도법과 벡터모형에 의해 분석한 결과, 선호감과 관련이 높은 용어에서부터 관련이 낮은 용어를 순서대로 나타낸 것이다. 전반적으로 선호감이 좋은 경우 관련성이 높은 용어들이 상관계수나 회귀식에서도 채택이 되었음을 알 수 있었다. 상관계수, 회귀분석, 다차원척도법에 의해 감각·감성 및 물성변인을 분석하여 종합한 결과, 표준환경에서 감성과 관련높은 용어는[하늘하늘하

이었고 물성은 SMD로 나타났다. 고온다습환경에서 감성과 관련높은 용어는 [보송보송하다], 물성은 총접촉면적(contact area임)을 알 수 있었다.

표 10. 감각용어에 의한 선호감의 MDS분석결과

| 선호감 | 관 검 | |
|-----|--------|--------|
| | 표준 | 고온다습 |
| ↑ | 촉감이 좋다 | 가볍다 |
| | 폭신폭신타다 | 촉감이 좋다 |
| | 두껍다 | 보송보송하다 |
| | 하늘하늘하다 | 빳빳하다 |
| | 가볍다 | 두껍다 |
| | 보송보송하다 | 매끄럽다 |
| | 매끄럽다 | 촉촉하다 |
| | 차다 | 하늘하늘하다 |
| | 부드럽다 | 부드럽다 |
| | 빳빳하다 | 폭신폭신타다 |
| | 촉촉하다 | 오돌도돌하다 |
| | 오돌도돌하다 | 차다 |

4. 결론

1. 감성에 영향을 미치는 감각용어는 두께·무게감, 표면특성, 강연성의 차원으로 대별되었다.

2. 환경에 따라서 직물에 대한 감성의 감각구조는 상대적으로 나타났다. 특히 습윤감과 관련된 감각이 환경에 따라 유의한 차이가 있었다.

3. 감성에 영향을 미치는 감각용어는 표준환경에서는 두께·무게감과 강연성차원이 종합된 하늘하늘하다였고, 고온다습한 환경에서는 표면특성과 습윤감 차원이 복합된 보송보송하다로 도출되었다. 매끄럽다는 표면특성을 대표하는 용어로 두 환경 모두에서 감성을 평가할 때 주요한 용어임이 밝혀졌다.

4. 감성에 중요한 관련이 있는 물성은 표준환경에서는 층래의 방법에 의한 표면특성인 SMD로 나타났으나, 고온다습한 환경에서는 본연구에서 표면접촉특성인 총접촉면적으로 나타나 고온다습한 환경에서는 접촉특성의 중요한 것으로 밝혀졌다.

5. 감각용어 및 물성특성치에 의해 회귀식을 산출한 결과 설명력이 .89 이상 높았고 추출된 변인도 선행이론에 비추어 타당성있게 도출되었다.

References

1) 홍 경희, 김 재숙, 박 춘순, 박 길순, 이 영선, 김 재길, 한국의류학회지, 18(3), 327~338, (1994).
 2) Gwosdow, A. R., Stevens, J. C., Berglund, L. C. & Szolwizik, J. A. J., Text. Res. J., 56, 574-580, (1986).

(3) Lamotte, R. H., 'Clothing Comfort', Hollies, N. R. S. and Goldman, R. F., Eds. Ann Arbor Science, Michigan, 83-105, (1977).
 (4) Robert B. Graham, "Psychological physiology" East Carolina University, Wadsworth publishing company, (1934).
 (5) 김 우정, 충남대학교 석사학위논문, (1997).
 (6) Kenins, P., Text. Res. J., 64(12), 722~728, (1994).
 (7) 김 종준, Barker, R. L., 한국섬유공학회지, 32(1), 89-94, (1995).
 (8) 김 종준, Barker, R. L., 한국섬유공학회지, 33(11), 974~979, (1996).
 (9) Yoon, H. N., Sawyer, L. C., and Buckley A., Text. Res. J., 54(6), 357~365, (1984).
 (10) 홍경희, 충남생활과학연구지, 1(1), 19~27, (1988)
 (11) Yoon, H. N., Sawyer, L. C., and Buckley A., Text. Res. J, 54(6), 8357~365, (1984)
 (12) Morooka H., Seto T. and Morooka H., Text. Res. J, 66(2), 73~82, (1996)
 (13) 이현영, 홍경희, 직물표면과 평판과의 접촉면에 대한 Fractal 차원, 한국섬유공학회지 35(5), 294-300, (1998).