

블라우스용 직물의 소리 특성과 태

이 은 주 · 조 길 수

연세대학교 생활과학대학 의류환경학과

Sound Characteristics and Hand of Fabrics for Blouse

Eun jou Yi · Gilsoo Cho

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

(2000. 2. 16 접수)

Abstract

This study was carried out to investigate sound characteristics including sound parameters and subjective sensation, and primary hand values related with sound of fabrics for blouse, and furthermore to predict subjective sound sensation with mechanical properties and sound parameters. Sound of specimens was analyzed by FFT. Level pressure of total sound(LPT), loudness(Z), coefficients of autoregressive(AR) functions for fitting the spectra, and sound color factors(ΔL and Δf) were obtained as sound parameters. Primary hand values for women's thin dress were calculated by using KES-FB. Subjective sensation for sound including softness, loudness, sharpness, clearness, roughness, highness, and pleasantness was evaluated by free modulus magnitude estimation.

The results were as follows;

1. Fabrics for blouse showed similar spectral shapes to one another in that amplitude values were lower in most ranges of frequencies than fabrics for other uses.
2. It was found that fabrics for blouse were less louder because LPT, loudness(Z), and ARC values were lower than other fabrics.
3. Primary hand values indicated that specimens were soft-touched, flexible, and less crisp. Among primary hands related with sound, Shari values were higher for silk fabrics than for synthetic ones, while the values for Kishimi were similar.
4. Fabrics for blouse were rated more highly for softness, clearness, and pleasantness than for loudness, sharpness, roughness, and highness. Silk fabrics were evaluated more pleasant than synthetic fabrics.
5. Subjective sensation for sound of blouse fabrics were predicted with mechanical properties and physical sound parameters.

Key words: fabrics for blouse, sound characteristics, primary hand, subjective sensation, prediction model;
블라우스용 직물, 소리 특성, 기본태, 주관적 감각, 예측 모델

I. 서론

직물과 의류 제품에 대한 소비자의 감각적 욕구가 커지면서, 직물에 대한 주관적 감각에 대한 중요성은 촉감과 시각, 후각 뿐 아니라 청각으로 이어지고 있다. 실제로 견직물 등의 여성용 드레스나 블라우스용 직물을 평가할 때에는 직물이 내는 소리의 질은 소비자의 선택에 의미있는 영향을 미친다. 옛 중국에서는 실크가 스치는 소리, 즉 견명을 오락과 휴식의 수단으로 삼았다는 기록이 전해진다. 최근에는 견직물의 소리를 모방한 유사 견직물이 등장하기에 이르렀다¹⁾. Fukuhara²⁾와 Fujimoto³⁾는 천연 견직물과 유사 견직물이 스치는 소리를 각각 녹음하여 실시간 분석으로 얻은 음향 파형을 비교하였는데, 두 직물의 음향 파형이 비슷한 형태를 보이는 것은 구성 섬유가 모두 삼각 단면(trilobal)을 지니고 있기 때문이라고 보고하였다. 그러나 직물의 소리는 크기와 함께 음색을 고려해야 하므로, Fast Fourier Transform(FFT)을 통하여 소리의 음색을 결정하는 스펙트럼의 형태를 고찰하고, 스펙트럼의 형태에 기초한 다양한 소리 특성을 고찰하는 것이 필요하다.

직물의 소리에 대해서는 촉감과 시각에 대한 관능량을 평가할 수 있는 KES-FB의 기본태인 'Shari'와 'Kishimi'에 반영되어 있다. Shari의 정의는 직물의 표면을 문지를 때 발생하는 소리와 관련되어 있으며, Kishimi의 해석은 견직물에 대한 의성어적 기술인 scroop와 관련되어 있다⁴⁾. 따라서 블라우스용 직물의 기본태를 계산하고, Shari와 Kishimi의 태를 평가하면, 촉감과 관련하여 블라우스용 직물의 소리가 어떻게 인지되는지를 파악할 수 있을 것이다.

직물의 소리는 심리적 쾌적성에 영향을 미치는 요인으로서, 직물 소리의 설계는 착용자와 주변인에게 심리적 안정과 즐거움을 부여하는 데에 목적이 있다. 특히 천연 견직물의 청각적 특성까지 모방하는 합섬 직물이 개발되는 단계에 이르렀다. 그러나 블라우스용 직물과 같이 감각적 기능성이 요구되는 직물의 소리에 대한 주관적 감각을 구체적으로 고

찰한 연구는 없다. 따라서 블라우스용 직물의 소리에 대한 주관적 감각을 측정하고, 이에 영향을 미치는 역학적 성질과 소리 특성을 파악하면, 블라우스용 직물의 소리를 설계하는 데에 도움을 줄 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 시판 중인 블라우스용 직물들의 소리를 FFT 분석하여 스펙트럼의 형태적 특성을 고찰하고, 소리의 크기와 관련된 파라미터들과 스펙트럼을 적합한 회귀식의 계수, 그리고 스펙트럼의 형태적 특성을 고려한 음색 요인들을 비교하여 살펴보고자 한다. 또한 소리와 관련된 직물의 기본태를 중심으로 블라우스용 직물의 태를 분석하고자 한다. 나아가 블라우스용 직물의 소리에 대한 주관적 감각을 정신물리학적 척도인 자유식 강도 평가(free modulus magnitude estimation)를 이용하여 측정하고, 주관적 감각을 예측할 수 있는 모델을 세우고자 한다.

II. 실험

1. 시료

국내에서 시판되는 블라우스용 직물 7종을 시료로 하였다. 각 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2. 소리 특성 측정

2-1. 소리 녹음

선행 연구들^{5, 6)}에서 사용한 직물 소리 발생 장치에 의하여, 시료의 소리를 발생시켰다. 각 시료의 소리는 무향실(loudness of background noise=10dB, cutoff frequency=63Hz)에서 고성능 마이크로폰(Type 4145, B & K)을 통하여 DAT Recorder(TEAC RD-145T)로 녹음하였다. calibration data는 113.6dB와 1KHz의 조건에서 구하였다.

2-2. 소리 특성 측정

1) FFT 분석에 의한 스펙트럼의 파형

녹음한 소리를 FFT 분석기(Model 35670A, HP)를 이용하여, 주파수 간격(Δf) 16Hz, 최대 주파수(f_{max}) 25,600Hz의 조건으로 각 시료 소리의 스펙트럼을 얻었다. FFT 스펙트럼으로 시료의 소리 파형

Table 1 Characteristics of Specimens

Specimen	Fiber Component	Yarn Type	Construction	Thickness(mm)	Weight(g/m ²)	Fabric Name
S1	silk 100%	filament	plain	0.19	55.3	chiffon
S2	silk 100%	filament	plain	0.24	71.0	geogette
S3	silk 100%	warp-staple weft-filament	satin	0.18	90.0	satin
S4	silk 100%	filament	plain	0.36	140.4	shantung
S5	polyester 100%	staple	satin	0.32	159.0	satin
S6	polyester 100%	filament	satin	0.27	118.9	satin
S7	acetate 53% polyester 47%	staple	satin	0.48	210.2	satin

특성을 고찰하였다.

2) 소리의 크기

① 총음압

총음압(LPT)⁷⁾을 구하여, 각 시료 소리의 크기를 비교하였다. 총음압은 다음과 같은 식에 의하여 계산하였다.

$$LPT(dB) = 10 \log_{10} \frac{BL_1}{10} + \dots + \frac{BL_n}{10} \dots\dots\dots(1)$$

BL: Broadband sound level at each frequency

n: $f_{max}/\Delta f$

② 크기(Z)

Zwicker⁸⁾가 제안한 심리음향학적 모델 중 크기(Z)를 다음의 식들을 토대로 개발된 소프트웨어(SDRC-based Sound Quality System Type 3800, B K)에 의하여 계산하였다.

$$N(sone) = \sum_{i=0}^{24} N'(i) \Delta z_i \dots\dots\dots(2)$$

$\Delta z_i = 1 \text{ bark}$

N' : specific loudness

$N'(z) =$

$$N'_0 \left(\frac{1}{s}\right)^k 10^{kL_{EHS}} \times \left[(1-s+s \cdot 10^{\frac{L_{E_i} - L_{EHS}}{10\Delta B}} - 1) \right]$$

$$s = 10^{(0.22 - 0.005 \frac{z}{k})} - 1$$

where, N'_0 : reference loudness

$$N'_0 = 0.068 \text{ sone/bark}$$

$L_{EHS}(z)$: 조용한 상태에서 가청한 excitation

$L_{E_i}(z)$: threshold factor 저주파에서는 약 0.65, 고주파에서는 약 0.25 $k=0.23$

3) 자기 회귀 모형을 이용한 스펙트럼 적합식의 계수

각 시료의 스펙트럼의 파형을 적합시키기 위하여 자기 회귀 모형(Autoregressive Model)⁹⁾을 사용하였다. SPSS를 이용하여 다음과 같이 오차항이 AR model을 따르는 식을 세웠다. 이때 스펙트럼의 적합은 인간의 가청 범위를 고려하여 16~20,000Hz의 범위에 한하여 적용시켰다.

$$\tilde{y}_t = \hat{y}_t, t=1 \dots\dots\dots(3)$$

$$\tilde{y}_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x_t + \hat{\phi}\tilde{\epsilon}_{t-1}, t=2, \dots, n \dots\dots\dots(4)$$

where, $\tilde{\epsilon}_{t-1} = y_{t-1} - \hat{y}_{t-1}, \hat{y}_{t-1} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x_{t-1}$

\tilde{y}_t : estimated value of y(amplitude)

\hat{y}_t : estimated value of y(amplitude), when $t=1$

t : frequency order

(when $t=1$, frequency value is 16Hz,

when $t=2$, frequency is 32Hz)

x_t : value of tth frequency

(when $t=1$, frequency is 16Hz,)

$\hat{\alpha}$: constant, named as ARC

$\hat{\beta}$: coefficient of x term, named as ARF

$\hat{\phi}$: coefficient of ϵ_{t-1} term(error term), named as ARE

위의 식에서 AR 함수의 계수에 해당되는 $\hat{\alpha}$ 와 $\hat{\beta}$, $\hat{\phi}$ 를 스펙트럼의 파형의 특징을 설명하는 파라미터로 결정하였다. 구체적으로 $\hat{\alpha}$ 는 함수식의 상수항에 해당되며 파라미터 ARC로 명명하였다. $\hat{\beta}$ 는 x 항의 계수로서 ARF로 명명하며, $\hat{\phi}$ 는 오차항(ϵ_{t-1})의 계

수로서 ARE로 명명하였다.

4) 음색 요인

주파수 16~20,000Hz 범위에 한하여, Fig. 1과 같은 방법에 의하여 직물 소리의 음색 요인을 구하였다.

$$\Delta L(\text{dB}) = \text{max. amplitude}(\text{dB}_2) - \text{min. amplitude}(\text{dB}_1) \dots\dots\dots(5)$$

스펙트럼에 나타난 전체 파형에서 최고 음압과 최저 음압 간의 차이.

$$\Delta f(\text{Hz}) = \text{frequency at max. amplitude} - \text{frequency at min. amplitude} \dots\dots(6)$$

최고 음압과 최저 음압에 각각 해당하는 두 주파수 간의 차이

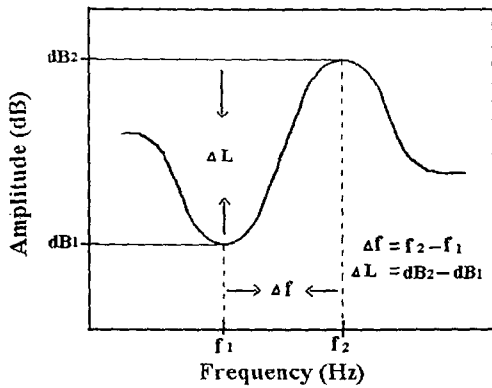


Fig. 1. Sound Color Factors

2. 역학적 성질과 기본태 측정

KES-FB¹⁰⁾(Kato Tech, Ltd.Co)(Kawabata, 1980)를 사용하여, 표준 계측조건에서 인장과 굽힘, 전단, 압축, 표면 및 중량과 두께에 대한 17개 역학적 성질을 구하였다. 이들 역학량들을 여성 드레스용 박지를 위한 KN-202-LDY에 적용시켜 Koshi, Hari, Shinayakasa, Fukurami, Shari, Kishimi의 6가지 기본태를 계산하였다.

3. 주관적 감각 측정

3-1. 피험자 선정과 예비 교육

주관적 감각 측정을 위해 지원한 만 18~26세의

남녀 대학생을 대상으로 피험자 선별 실험(screening test)을 실시하여서 청력과 귀의 상태가 정상인 대학생 30명을 최종 피험자로 선정하였다. 우선 Audiometer (GSI 17, Grason-Statler, Inc.)를 이용하여, Houghson-Westlake의 "5dB up, 10dB down"의 방법¹¹⁾으로 주파수가 다른 5가지 순음(500, 1000, 2000, 3000, 4000Hz)에 대한 피험자의 역치(threshold)가 25dB 이하일 때 정상으로 판정하였다. 또한 Otoscope로 피험자의 귀 내부를 조사하여, 고막의 건강 상태, 청결 상태 등을 검사하고, 최근의 이비인후과 병력을 물어서 귀의 이상 유무를 확인하였다.

직물 소리에 대한 주관적 감각을 자유식 강도 평가에 의해 측정하기 위하여, 최종 피험자로 선정된 30명의 대학생들에게 선 길이 평가(line length estimation)를 통한 예비 교육을 실시하였다. 피험자에게 서로 다른 길이의 선이 그려져 있는 10장의 카드를 무작위 순서로 보여주며, 각 선의 길이를 이에 비례하는 0보다 큰 숫자로 답하는 절차를 2회 반복시켜서 피험자가 같은 내용의 두 집단의 카드를 일관성 있게 답하는지를 확인하였다.

3-2. 주관적 감각 측정

시료의 녹음한 소리를 주관적 평가의 자극물로 사용하였다. 본 연구의 시료를 포함하여 조성 섬유와 직물 종류가 서로 다른 60개 시료의 녹음한 소리를 웨이브 파일로 전환하여 컴퓨터에 저장하고, 피험자에게 컴퓨터에 연결된 헤드폰(Philips, SBC HP 110)을 착용시켜서 직물 소리를 들려주었다.

각 시료의 소리에 대한 주관적 감각을 자유식 강도 평가에 의해 측정하였다. 선행 연구¹²⁾에서 사용한 직물 소리에 대한 감각 형용사의 명사형인 부드러움(softness), 시끄러움(loudness), 날카로움(sharpness), 맑음(clearness), 거침(roughness), 높음(highness), 유쾌함(pleasantness)에 대하여, 각 시료의 소리에 대한 감각의 강도에 비례하는 0보다 큰 숫자를 임의로 적도록 하였다. 자유식 강도 평가에서 감각 점수의 범위를 자유롭게 설정함으로써 생기는 피험자간 분산과 피험자내 분산을 줄이기 위하여, 실험 후 각 직물의 감각 점수의 데이터를 선

행연구¹³⁾에서 제시한 절차에 의하여 변환하였다.

3-3. 실험 계획 및 통계 분석

소리에 대한 주관적 감각을 평가하기 위하여 불완전 확률화 블록 계획법(Randomized Incomplete Block Design, BIBD)을 이용하였다. 직물들은 난수 표에 의하여 무작위로 배열시키고, 한 피험자가 각 주관적 감각에 대하여 서로 다른 6개 시료의 소리를 들도록 하였다. 주관적 감각마다 시료를 무작위로 재배열하여 한 피험자는 각 감각마다 서로 다른 집단의 시료의 소리를 듣게 하였다. 따라서 각 시료의 소리는 서로 다른 피험자 3명에 의해 주관적 감각을 평가받았다.

통계 분석으로는 소리에 대한 주관적 감각에 영향을 미치는 소리 특성과 역학적 성질을 파악하기 위하여 단계적 선형 회귀 분석(stepwise linear regression)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 블라우스용 직물 소리의 스펙트럼

블라우스용 직물의 소리를 FFT 분석하여 얻은 스펙트럼을 Fig. 2에 제시하였다. 직물 소리는 0~20,000Hz 이상의 주파수 범위를 보이며, 약-10dB~55dB의 음압 범위를 나타내는 것으로 보고되었다⁶⁾. 슈트용 직물의 스펙트럼은 약 -5dB~45dB의 음압

범위를 보였다¹⁴⁾. Fig. 2에서 견직물과 합섬 직물들로 구성된 블라우스용 직물들의 스펙트럼은 모두 -10dB~40dB의 음압에 위치하고 있으므로, 조성 섬유와 용도가 다른 직물들보다 음압이 낮게 분포함을 알 수 있다. 따라서 블라우스용 직물들은 소리의 크기가 비교적 작을 것으로 생각되었다.

블라우스용 직물들은 대체로 유사한 스펙트럼 형태를 나타내었다. 특히 견직물인 S3와 폴리에스테르 유사 견직물인 S6는 스펙트럼의 형태가 매우 비슷함을 알 수 있었다. 선행 연구^{2,3)}에서 천연 견직물과 유사 견직물의 소리를 실시간 분석에 의한 파형으로 나타내었을 때, 두 직물의 파형이 매우 유사한 것으로 보고되었다. 본 연구의 결과, FFT 분석에서도 견직물과 유사 견직물의 스펙트럼 형태가 유사한 것으로 나타났다. 그러나 견직물인 S3의 스펙트럼이 굴곡이 적고 더 완만한 형태를 보이고 있음을 알 수 있다.

2. 블라우스용 직물의 소리 특성

2-1. 소리의 크기

블라우스용 직물의 소리를 나타내는 파라미터로 총음압인 LPT와 심리음향학적 요인인 크기(Z)의 분포는 Fig. 3와 같다. LPT는 36.62dB(S3)~49.09dB(S5)의 범위를 나타내었다. 선행 연구⁶⁾에서 대부분의 모직물과 셀룰로오스 직물은 50dB 안팎의 LPT 값을 지니며 나일론 테퍼터 직물은 60dB을 넘

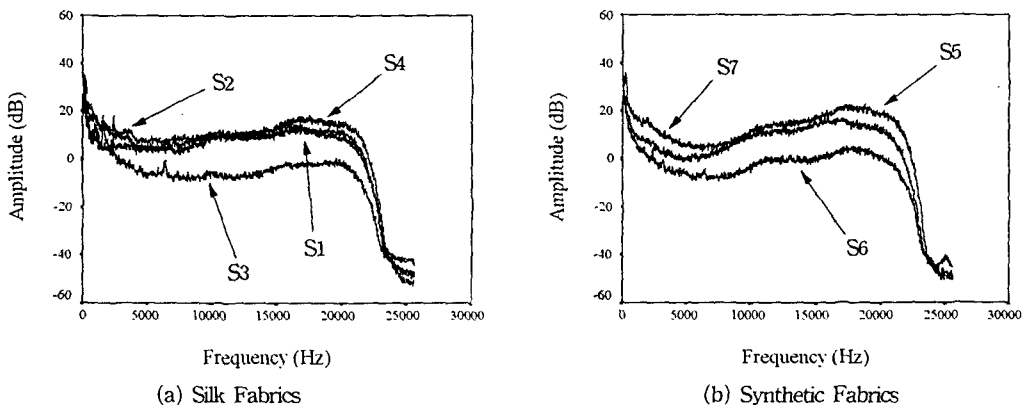


Fig. 2. Sound Spectra of Specimens

는 LPT를 나타내었다. 또한 선행 연구에서 슈트용 직물의 LPT는 대부분 45dB~60dB로 보고되었다. 따라서 스펙트럼의 파형 고찰에서 언급되었듯이 블라우스용 직물은 소리가 비교적 작은 편이다. 스펙트럼의 형태가 서로 가장 유사하고 다른 직물들보다 음압이 가장 낮게 분포하였던 S3와 S6의 LPT가 각각 36.62dB와 37.74dB로 가장 낮게 나타났다.

심리음향학적 요인인 크기(Z)는 0.210(S3)~0.677sone(S5)의 범위를 나타내었는데, 이는 나뭇잎이 살랑거리는 소리의 크기(0.2sone)와 비슷하므로 매우 조용한 소리임을 알 수 있었다. 크기(Z)는 직물들 간의 차이가 LPT 값과 유사한 경향을 보였다. LPT 값이 가장 작았던 S3와 S6의 크기(Z) 값이 각각 0.210sone과 0.222sone으로 시료들 중 가장 작은 크기(Z) 값을 나타내었다. 그러나 블라우스용 직물들은 LPT와 마찬가지로 시료들 간에 큰 차이가 나타나지 않아서, 객관적인 소리의 크기 측면에서는 유사하다고 할 수 있다.

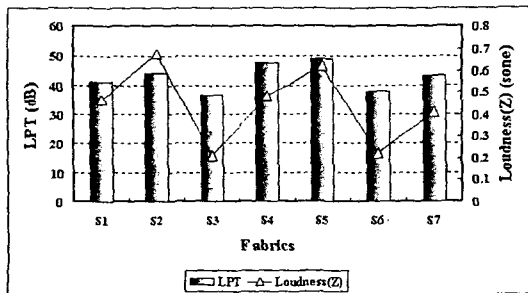


Fig. 3. Values for LPT and Loudness(Z) of Specimens

2-2. 자기 회귀 모형의 계수

블라우스용 직물의 소리 스펙트럼을 적합한 자기 회귀 모형식의 계수(ARC, ARF, ARE)의 분포를 Fig. 4에 제시하였다. ARC는 자기 회귀 모형식의 상수항으로 16Hz에서의 음압값을 적합한 수치이며, ARF는 자기 회귀 모형식에서 주파수 α 의 계수로서 각 순위의 주파수 값이 해당하는 음압에 미치는 영향의 정도라고 할 수 있다. ARE는 자기 회귀 모형의 오차항의 계수로서 ARF와 함께 자기 회귀 모형의 형태적 특성을 요약한 수치이다. ARC는 25.77(S3)~37.79(S5)의 범위를 나타내었는데, LPT

값이 가장 낮았던 S3가 25.77로 가장 낮은 값을 보였으며 LPT 값이 가장 높았던 S4와 S5 ARC 값이 각각 37.79와 34.19로 두 직물 집단에서 가장 높은 ARC 값을 보였다. 이는 ARC 값이, LPT에 비례하는 경향을 보인다는 선행 연구⁶⁾를 지지하는 것이다. ARF와 ARE 값은 각각 $-0.00292(S4) \sim -0.00256(S2)$ 과 $0.99828(S3) \sim 0.99885(S4)$ 의 범위를 보였는데, 전체 시료들간에 매우 유사한 값을 나타내었다. 이는 본 연구의 시료인 블라우스용 직물들의 스펙트럼 형태가 서로 유사하기 때문에, 스펙트럼의 형태를 요약한 수치인 ARF와 ARE의 값이 서로 비슷한 것으로 풀이된다. 또한 선행 연구에서⁶⁾ 조성 섬유가 다른 대부분의 직물에서 ARF와 ARE는 전단 특성(G, 2GH)과 표면 거칠기(SMD)에 의하여 예측될 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 전단 특성과 표면 거칠기 값의 차이가 크지 않은 직물들은 ARF와 ARE 값이 유사하다고 기대할 수 있다.

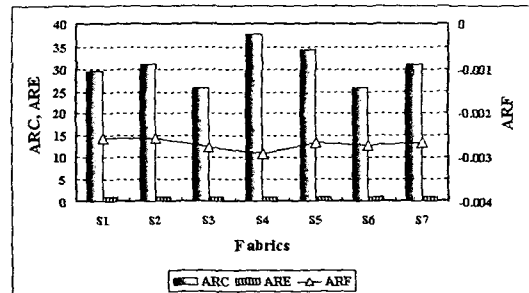


Fig. 4. Values for AR Coefficients of Specimens

2-3. 음색 요인

블라우스용 직물의 음색 요인인 ΔL 과 Δf 의 값은 Fig. 5와 같다. 소리의 스펙트럼에서 최대 음압과 최소 음압의 차이인 ΔL 은 약 23dB(S2)~37dB(S3, S6)의 범위를 나타내었다. S3와 S6는 ΔL 값이 각각 37.35dB와 37.20dB로 매우 비슷하였는데, 이는 스펙트럼의 형태가 서로 가장 유사하여서 최대 음압과 최소 음압의 차이가 유사하기 때문이다. 블라우스용 직물들에서 견직물인 S1과 S2는 시료들보다 ΔL 값이 매우 작음을 알 수 있다. 이는 스펙트럼 형태의 고찰에서도 언급되었듯이, 블라우스용 견직물의 스펙트럼이 더 완만한 형태를 나타내어서 최대 음압

과 최소 음압 간의 차이가 적기 때문이다.

블라우스용 직물들의 Δf 값은 시료마다 다소 차이가 있어서 -9024Hz(S3)~-4096Hz(S1)의 범위를 보였다. 7개 시료 모두 Δf 값은 음의 수를 나타내었는데, 이는 시료들이 모두 스펙트럼에서 최대 음압을 보이는 주파수가 최저 음압을 가진 주파수보다 낮기 때문이다.

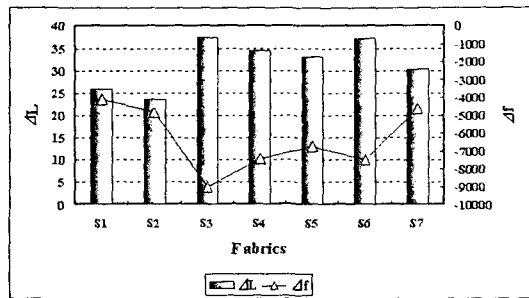


Fig. 4. Values for ΔL and Δf of Specimens

3. 블라우스용 직물의 태

KES-FB를 이용하여 측정된 블라우스용 직물의 17개 역학적 성질의 값은 Table 2와 같다. 블라우스용 직물인 4종의 견직물과 3종의 합섬 직물은 용도와 조성 섬유가 다른 직물들에 비하여 굽힘 강성(B)과 굽힘 이력(2HB), 전단 강성(G)과 전단 이력(2HG, 2HG5) 값이 낮게 나타났다. 따라서 보다 유연하고 잘 굽혀지며 전단 방향에 대한 변형이 쉬운 직물들임을 알 수 있었다.

KES-FB의 역학적 성질을 바탕으로 계산한 블라우스용 직물들의 기본태를 Table 3에 제시하였다. 블라우스용 직물들은 모두 Koshi와 Hari, Shari의 값은 모두 4 이하로서 낮은 편이어서 직물들의 촉감이 덜 뻣뻣하고 덜 바삭거리는 것으로 나타났다. 반면 Shinayakasa와 Fukurami는 대부분 5 이상으로 높은 편이어서 유연하고 부드러운 품성한 촉감을 지니는 것으로 나타났다. Koshi와 Hari는 직물의 뻣뻣한 정도를 나타내는 기본태로서 역학적 성질에서 특히 굽힘 강성(B)이 가장 큰 정적 영향을 미친다. Koshi와 Hari는 굽힘 강성이 큰 S4와 S1, S3가 다른 시료들보다 비교적 높은 값을 보였으며, 굽힘 강성이 작았던 S1과 S2는 Koshi와 Hari 값이 가장 낮았다. Shinayakasa는 직물의 유연함과 부드러운 감촉에 관계하는데, 굽힘 강성(B)과 마찰 계수의 표준 편차(MMD)가 가장 큰 부적 영향을 미친다. 따라서 굽힘 강성(B)이 낮은 견직물들(S1~S4)이 대체로 합섬 직물들(S5~S7)보다 높은 값을 보였다. Fukurami는 품성함과 부드러움 촉감을 나타내는 기본태인데 압축 회복성과 마찰 계수의 표준 편차(MMD)에 의해 가장 큰 부적 영향을 받는다. Fukurami는 합섬 직물인 S5, S6, S7이 견직물인 S1~S4보다 더 높은 값들을 나타내었는데, 이는 합섬 직물들의 압축 회복성(RC)이 더 낮기 때문으로 해석된다.

소리와 관련되는 기본태인 Shari와 Kishimi에 대하여 시료들의 값을 Fig. 6에 제시하였다. 표면을 문지를 때 발생하는 소리와 관련되어 직물의 바삭거

Table 2 Mechanical Properties of Specimens

Specimens	Mechanical Properties																
	Tensile Properties				Bending Properties		Shear Properties			Compressional Properties			Surface Properties			Thick-ness Weight	
	EM	LT	WT	RT	B	2HB	G	2HG	2HG5	LC	WC	RC	MIU	MMD	SMD	T	W
S1	16.38	0.49	18.74	42.65	0.01	0.03	0.25	0.14	0.29	0.53	0.07	66.67	0.29	0.00	40.46	0.19	5.53
S2	8.43	0.55	11.35	47.65	0.02	0.01	0.23	0.16	0.37	0.55	0.05	51.85	0.28	0.00	40.51	0.24	7.10
S3	6.80	0.57	9.73	52.03	0.03	0.01	0.27	0.22	0.42	0.50	0.05	54.35	0.31	0.00	20.29	0.18	9.00
S4	7.56	0.49	8.75	63.61	0.04	0.02	0.25	0.18	0.47	0.50	0.23	59.24	0.37	0.00	71.57	0.36	14.04
S5	5.85	0.79	11.9	45.91	0.06	0.04	0.54	1.04	2.13	0.45	0.15	40.65	0.47	0.00	20.35	0.32	15.90
S6	4.24	0.71	7.48	50.57	0.03	0.02	0.26	0.33	0.70	0.50	0.07	39.44	0.51	0.00	20.35	0.27	11.89
S7	5.29	0.68	9.09	50.00	0.06	0.03	0.40	0.63	1.47	0.52	0.11	43.48	0.48	0.00	40.70	0.48	21.02

Table 3 Primary Hand Values of Specimens

Specimens	Primary Hand Values					
	Koshi	Han	Shinayakasa	Fukurami	Shari	Kishimi
S1	0.65	0.68	7.22	4.55	1.47	3.54
S2	2.18	1.67	7.31	6.49	1.48	4.41
S3	2.74	3.21	6.35	7.90	-0.97	4.66
S4	3.61	3.74	5.69	7.46	2.86	3.99
S5	3.60	4.86	4.75	10.85	0.09	4.18
S6	2.86	4.49	4.96	11.19	-2.33	4.08
S7	2.39	2.71	7.30	11.94	-1.95	5.39

림(crispness)을 나타내는 Shari는 모든 시료가 3 이하의 낮은 값을 나타내어서 7개 직물 모두 덜 바삭거리는 직물들로 해석되었다. 단 견직물인 S1~S4가 합섬 직물인 S5~S7보다 다소 높은 Shari값을 보였다. 이는 Shari가 마찰 계수의 표준 편차(MMD)와 압축 회복성(RC)에 정적인 영향을 받으며, 전단 강성에 부적인 영향을 받는데, 견직물들이 합섬 직물들보다 전단 강성(G)이 더 작고 압축 회복성(RC)은 더 큰 값을 보였기 때문으로 풀이할 수 있다. 전단 강성(G)은 선행 연구들^{5,6)}을 통하여 직물의 소리의 크기에 유의한 정적 영향을 미치는 역학 성질로 나타났다. 그러나 Shari는 전단 강성(G)에 의해 부정적 영향을 받으므로, 직물 소리의 크기와 직접 관련되지 않은 음색과 관련된 기본태라고 할 수 있다. 한편 견직물에 대한 의성어적 기술어인 scroop를 나타내는 Kishimi는 시료들 간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 블라우스용 직물들은 scrooping sound와 관련된 태의 측면에서는 서로 비슷하게 평가된다고 할 수 있다.

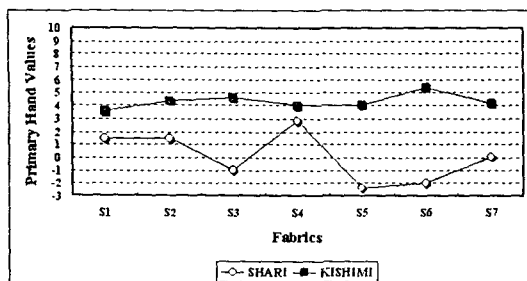


Fig. 6. Values for Shari and Kishimi of Specimens

4. 블라우스용 직물의 소리에 대한 주관적 감각

블라우스용 직물들의 소리에 대한 주관적 감각치를 Fig. 7에 제시하였다. 시료들은 모두 소리의 부드러움과 맑음, 유쾌함의 점수가 시끄러움과 날카로움, 거침, 높음의 점수보다 높게 나타났다. 따라서 블라우스용 직물들은 소리가 주관적으로 부드럽고 맑으며 유쾌하고, 시끄러움과 날카로움, 거침, 높음에 대한 감각은 낮은 것으로 풀이할 수 있다.

시료별 차이를 살펴보면, 견직물에서는 시료마다 주관적 감각의 점수 차이가 다소 나타났다. 시끄러움과 맑음, 높음은 4개 견직물 모두 비슷한 점수를 받았으나, 부드러움과 유쾌함에서는 시료마다 다소 차이가 나타났다. 부드러움에서는 S1과 S2가 가장 부드러움 점수가 높았으며, 야잠견 직물인 S4의 점수가 가장 낮았다. 유쾌함에서는 S2와 S4에 비하여 S1과 S3의 점수가 매우 높게 나타났는데, 부드러움과 맑음의 주관적 감각에서 가장 높은 점수를 받은 S1은 유쾌함 평가에서 50에 가까운 높은 점수를 받아서 블라우스용 직물들 중 소리가 가장 유쾌하게 느껴지는 것으로 나타났다. 합섬 직물들은 S6를 제외한 S5와 S7이 모든 주관적 감각에서 유사한 경향을 보였다. S6는 날카로움과 맑음은 다른 두 합섬 직물보다 높은 점수를 받았으나, 높음에서는 가장 낮은 점수를 받았다.

유쾌함 평가에서는 견직물인 S2, S4와 합섬 직물인 S5, S6, S7의 점수는 서로 비슷하나, S1과 S3의 점수가 매우 높아서 차이가 나타났다. 따라서 블라

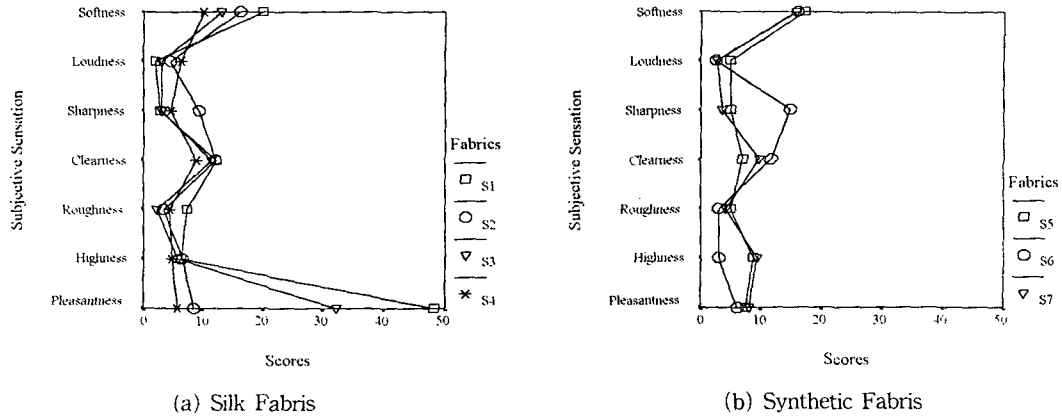


Fig. 7. Subjective Sensation for Sounds of Specimens

우스용 직물들은 소리의 주관적 감각에서 부드러움과 시끄러움, 날카로움, 맑음, 거침, 높음의 감각은 차이가 없게 느껴지나, 주관적 유쾌함에서는 견직물이 합섬 직물보다 소리가 훨씬 유쾌하게 들림을 알 수 있었다. 따라서 견직물과 합섬 직물 소리의 주관적 유쾌함의 차이를 설명할 수 있는 요인을 파악하여, 합섬 직물의 청각적 유쾌함을 향상시킬 수 있는 방안을 모색하여야 할 것이다.

5. 블라우스용 직물의 소리에 대한 주관적 감각에 영향을 미치는 요인

블라우스용 직물의 소리에 대한 주관적 감각을 예측할 수 있는 모델을 세우기 위하여, 각 주관적 감각을 종속 변인으로, 물리적 소리 파라미터들과 KES-FB의 역학적 성질을 설명 변인으로 하여 단계적 선형 회귀 분석을 실시하였다. 소리에 대한 주관적 감각 중 부드러움과 시끄러움, 맑음, 거침, 유

쾌함에 대하여 의미 있는 회귀식이 성립하였다. 주관적 감각을 예측하는 모델에는 직물의 역학적 성질과 소리의 물리적 파라미터들이 의미있는 설명 변인으로 포함되었는데, 직물의 역학적 성질로서 선행 연구⁴⁾에서 직물의 소리와 관련되는 것으로 논의된 굽힘 특성 외에 인장 특성들이 직물 소리에 의미 있는 영향을 미침을 알 수 있었다. 부드러움과 거침에 대한 예측 회귀식은 R²가 0.9 이상으로 예측력이 매우 높음을 알 수 있었다. 부드러움은 인장 회복성(RT)이 부적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 블라우스용 직물의 인장 회복성이 낮을수록 소리에 대한 주관적 부드러움이 높게 평가됨을 의미하였다. 시끄러움은 자기회귀 모형의 계수인 ARC가 정적인 영향을 미치는 회귀식이 성립하였는데, ARC가 소리의 크기와 비례하는 경향을 나타내므로⁶⁾ ARC 값이 클수록 주관적인 시끄러움 점수가 높아진다고 풀이된다. 맑음은 직물의 굽힘 강성(B) 값이

Table 4 Stepwise Regression Equations for Predicting Subjective Sensation by Mechanical Properties and Sound Parameters

Subjective Sensation	Stepwise Regression Equations	R ²
Softness	Y = -0.448RT + 37.96	0.92
Loudness	Y = 0.308ARC - 5.754	0.72
Clearness	Y = -88.730B + 13.440	0.72
Roughness	Y = 0.513WT + 4118.822ARE - 4114.408	0.96
Pleasantness	Y = 3.374EM - 9.644	0.655

작을수록 높은 점수를 받는 것으로 나타났는데, 즉 유연하고 잘 굽혀지는 직물일수록 소리가 주관적으로 맑게 느껴짐을 알 수 있다. 소리의 주관적 거침에는 인장 에너지와 ARE가 설명 변인으로서 예측 모델에 포함이 되었다. 주관적 유쾌함의 예측 모델에는 최대 하중시 신장성(EM)이 정적인 영향을 미치는 설명 변인으로 포함되었다. 그러나 다양한 역학적 성질과 소리 파라미터들을 측정함으로써, 보다 예측력 높은 모델을 구해야 할 것으로 보인다.

IV. 결 론

본 연구에서는 블라우스용 직물들의 소리를 FFT 분석하여 스펙트럼의 파형과 소리의 물리적 파라미터들, 소리와 관련된 기본태, 그리고 소리에 대한 주관적 감각을 측정하여 이들을 고찰하고, 소리의 주관적 감각을 예측할 수 있는 모델을 세우고자 하였다.

1. 블라우스용 직물들은 전반적으로 음압이 낮아서 스펙트럼의 형태가 유사하나, 견직물의 스펙트럼은 합섬 직물보다 전체적인 골곡이 덜하며 저주파대 영역에서 피크가 자주 나타났다.

2. 블라우스용 직물들은 LPT와 크기(Z), ARC 값이 낮아서 소리의 크기가 대체로 작으며, ARF와 ARE 값은 뚜렷한 차이가 없었으나, 음색 요인인 ΔL 은 견직물이 합섬 직물보다 낮은 경향을 보여서 음색에 차이가 있음을 나타내었다.

3. 소리와 관련된 태에서 블라우스용 직물들은 Kishimi 값은 서로 유사한 경향을 보였으나, Shari는 견직물이 합섬 직물보다 더 높은 값을 보였다.

4. 블라우스용 직물의 소리는 시끄러움과 날카로움, 거침, 높음의 감각보다 부드러움과 맑음, 유쾌함의 감각에서 더 높은 평가를 받았는데, 견직물이 합섬 직물보다 주관적으로 더 유쾌하게 들리는 경향을 나타냈다.

5. 블라우스용 직물의 소리에 대한 주관적 감각은 인장 특성과 굽힘 특성, 스펙트럼 적합식의 계수들에 의하여 예측되는 것으로 나타났다.

본 연구는 블라우스용 직물들의 소리와 관련 태

를 고찰하고 주관적 감각을 예측할 수 있는 회귀식을 세워서, 블라우스용 직물 소리의 항상 방안을 모색한 데에 의의가 있다. 연구의 결과는 블라우스용 직물의 청각적 쾌적성을 추구하는 데에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 앞으로는 다양한 소리 특성과 역학적 성질을 측정하여 블라우스용 직물 소리의 주관적 유쾌함을 보다 예측력 높게 설명할 수 있는 모델을 찾고, 견직물과 합섬 직물 소리의 유쾌함의 차이를 설명하는 요인을 모색해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 日本纖維學會, "最新の衣料素材", 東京, 文化出版局, 1993.
- 2) Fukuhara, M., "Innovation in Polyester Fibers: From Silk-Like to New Polyester", *Textile Research Journal*, 63, 387-391, 1993.
- 3) Fujimoto, M., "Measurement of Rustling Sounds of Silk and Polyester Fabrics", *Sen-i Kikai Gakkaishi*, 39, 371-377, 1986.
- 4) Bishop, D. P., "Fabrics: Sensory and Mechanical Properties", *Textile Progress*, 26(3), The Textile Institute, 1996.
- 5) 이은주, 조길수, "직물이 스치는 소리의 특징 파라미터와 직물의 역학적 성질간의 관계", *한국섬유공학회지*, 36(5), 406-410, 1999.
- 6) Yi, E., and Cho, G., "Fabric Sound Parameters and Their Relationship with Mechanical Properties", *Textile Research Journal*, Accepted.
- 7) Kroemer, K., et al., "Ergonomics: How to Design for Ease & Efficiency", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1994.
- 8) Zwicker, E., and Fastle, H., "Psychoacoustics: Facts and Models", Springer Verlag, Berlin, Germany, 1990.
- 9) Mendel, J. M., "Tutorial on Higher-Order Statistics (Spectra) in Signal Processing and System Theory: Theoretical Results and Some Applications", *Proceedings of IEEE*, 97(3), 277-305, 1991.

- 10) Kawabata, S., "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation", The Textile Machinery Society of Japan, Osaka, Tiger Printing Co. Ltd., Japan, 1980.
- 11) Morill, J. C., "Audiometric Instrumentation: Equipment Choices, Techniques", *Occupational Health and Safety*, 53(10), 78-84, 1984.
- 12) Cho, G., and Casali, J. G., "Sensory Evaluation of Fabric Sound and Touch by Free Modulus Magnitude Estimation", in the *5th Proceedings of Asian Textile Conferences*, 307-310, 1999.
- 13) Hass, E. C., "The Perceived Urgency and Detection Time of Multitone and Frequency-Modulated Warning Signals in Broadband Noise", Doctorial Dissertation, Virginia Tech, 1993.
- 14) 조길수 · 이은주, "슈트용 직물의 스치는 소리와 물성 간의 관계", *한국감성과학회지*, 2(1), 157-167, 1999.