

직물 마찰음의 주관적 평가에 시각적 변수가 미치는 영향

Effect of Visual Factor on Subjective Evaluation of Frictional Fabric Sounds

한아름, 양윤정, 조길수

연세대학교 의류환경학과

ABSTRACT

본 연구는 동작 속도별 마찰음의 주관적 평가에 있어서 시각적 변수의 영향을 분석하는 것을 목적으로 한다. 현재 유통되고 있는 79종의 스포츠웨어용 투습발수직물 중 음향 특성으로 계층적 군집분석에 의해 나누어진 3개의 군집에서 각각 하나씩 추출한 총 3가지 시료를 대상으로 walking, jogging, running의 속도로 마찰시켜 총 9가지의 소리에 대하여 실험하였다. 직물 소리에 대한 주관적 평가 시 시각적 변수의 영향을 분석하기 위하여 두 가지 방법으로 직물 소리에 대한 주관적 반응을 평가하였다. 첫 번째는 기존의 연구에서 주로 이루어진 방법으로, 실험 진행자가 피험자에게 직물소리를 들려주면서 설문지를 하게 하였다. 두 번째는 녹음된 직물의 소리와 함께 모니터를 통해 해당 직물의 마찰 속도에 따라 인체 모델이 움직이는 동작을 보여줌으로써 청각과 시각 자극을 동시에 제시하여 주관적 평가의 자극물로 사용하였다. 주관적 평가는 8개의 형용사 쌍에 대해 의미미분척도로 평가되었고, 두 가지 방법을 비교하기 위하여 '실제 옷을 착용하고 움직일 때 발생하는 직물 소리와 유사하게 들린다.'와 '옷을 착용하고 움직일 때 발생하는 소리라고 느껴진다.' 두 문항을 추가하여 평가하였다. 그 결과 시각 자극의 유무에 의한 감성평가 결과에는 큰 영향을 미치지 않았지만, 피험자가 소리만으로 직물이 마찰되는 장면을 의식적으로 상상해야 하는 심리적 부담을 줄여주었고, 주관적 평가 몰입도를 향상시켰다고 사료된다.

Keyword: '직물 마찰음', '투습발수직물', '시각적 변수 영향', '음향 특성', '주관적 평가'

1. 서론

의복 착용시 착용자의 움직임에 따라 직물이 마찰되면서 소리가 발생하는데 스포츠웨어용 투습발수직물은 동작에 의해 유난히 버스럭대는 소리를 내어 착용자나 상대방에게 불쾌감을 불러일으킨다. 따라서 의복 소재에 요구되는 다양한 속성 중 청각적 속성, 즉 음향 특성은 의복 품질 평가의 한 요소로써 중요하게 다루어지고 있으므로 의복 착용을 통해 기대할 수 있는 청각적 만족, 또는 기능적 용도에 부합하는 직물 설계는 특화된 성능을 갖는 고부가가치 직물 개발의 관점에서 중요한 의미를 갖는다.

직물소리의 청각적 특성을 평가한 선행연구 초기에는 주로 한 가지

또는 다양한 마찰 속도에서 직물 마찰음의 음향 특성과 역학적 특성 간의 관계 분석을 규명[1,2,3,4,5,6,7] 하였으나 이는 직물의 역학적 성질만을 고려한 것으로 실제 착용자의 감성을 고려하지 않았다는 한계가 있다. 또한 최근에는 다양한 속도에서 동작분석을 통해 마찰이 주로 발생하는 팔과 몸통 사이의 마찰시간과 속도 조건을 찾아내어 실제 의복 착용시 발생하는 마찰음을 모사한 후, 이에 대한 마찰음을 분석하고 주관적 평가를 실시[8,9]하였으나, 청각 변수 요인 만 제시하여 주관적 평가를 실시하였기 때문에 피험자에게 직물이 마찰되는 장면을 의식적으로 상상해야 하는 심리적 부담감을 주고, 직물에서 발생하는 소리는 인지가 불분명하며, 주관적 평가에 몰입도를 떨어뜨린다는 한계를 가진다. 따라서 이 연구에서는 직물음향 평가를 위한 시청각적 시뮬레

[표 1] 시료의 특성

Specimen	Fiber Composition	Yarn Count	Finishing	Yarn Type	Density (경사 x 위사/inch)	Weave	Thickness (mm)	Weight (g/m ²)
1	Polyester 100%	50d X 50d	Water Repellent	DTY/DTY	240x90	Twill	0.23	7.63
2	Nylon 100%	70d X 70d	PU Microporous Direct Dry Coating, Milky Coating	Filament / Filament	116x92	Plain	0.11	8.10
3	Polyester 100%	50d X 50d	PU Microporous Direct Dry Coating, Cire	DTY/DTY	120x117	Plain	0.959	7.23

이션 프로그램으로 동영상과 마찰음을 동시에 제공하면서 감성 평가를 하는 시스템을 개발하였다. 이를 사용하여 청각과 시각 자극을 동시에 제시하여 실험을 수행할 경우와 청각만 제시했을 경우를 비교하여 직물 음향 평가에 있어서 시각적 변수의 영향을 분석하고자 한다.

2.1. 시료

79 종의 스포츠웨어용 투습발수직물 중 음향 특성으로 계층적 군집분석을 실시하여 나누어진 3 개의 군집에서 각각 하나씩 시료를 추출하여 선정하였다(표 1).

2.2. 직물마찰음의 녹음 및 분석

동작별 팔과 몸통과의 마찰 속도를 동작분석시스템을 통해 분석하여 마찰 속도와 시간의 제어가 가능한 '직물소리 시뮬레이터 v4.0' 프로그램에 설정 값 입력을 한 후(표 2), 직물소리 발생장치(Patent No. 10-2008-0105524)를 구동시켜 직물마찰음을 발생시킨다. 두 시료가 스치는 지점에서 1.5cm 떨어진 곳에 고성능 마이크로폰을 설치하고, 이 마이크로폰을 Pulse system(Type 7700, B&K)과 연결하여 방음실에서 녹음하였다. 녹음된 소리의 물리적 음향 특성인 총음압(SPL), 음압차(L), 주파수차(Lf)와 Zwicker의 심리음향학적 파라미터인 Loudness(Z), Sharpness(Z), Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)를 Sound Quality Program (Ver. 5.2, B&K)으로 계산하였다.

[표 2] 동작별 직물의 마찰 속도 및 시간

	방향	Walking	Jogging	Running
마찰 속도 (m/s)	앞→뒤	0.64	0.99	1.71
	뒤→앞	0.62	1.21	2.25
마찰구간시간 (sec)	앞→뒤	0.19	0.12	0.07
	뒤→앞	0.19	0.1	0.05
비마찰구간시간 (sec)	앞→뒤	0.19	0.115	0.13
	뒤→앞	0.22	0.125	0.135

2.3. 피험자

청력과 귀의 상태가 정상인 20대 남녀 20 명을 대상으로 하여 직물마찰음에 대한 주관적 평가를 실시하였다.

2.4. 주관적 평가

피험자에게 컴퓨터에 연결된 헤드폰(Philips, SBC HP 110)으로 3 가지 시료를 walking, jogging, running 의 속도로 마찰시켜 총 9 가지의 직물마찰음을 무작위 순으로 제시하였다. 직물 소리에 대한 주관적 평가시, 시각적 변수의 영향을 분석하기 위하여 두 가지 방법으로 주관적 반응을 평가하였다. 첫 번째는 실험 진행자가 피험자에게 직물소리를 들려주면서 청각 자극만 제시하여 주관적 평가를 하게 하였고, 두 번째는 녹음된 직물의 소리와 함께 모니터를 통해 해당 자극물의 마찰 속도에 따라 인체 모델이 움직이는 동작을 보여줌으로써 청각과 시각 자극을 동시에 제시하여 주관적 평가를 하게 하였다. 또한 피험자가 직접 컴퓨터를 조작하여 직물 소리를 반복 재생하도록 하고, 각 평가 항목에 대해 컴퓨터상의 슬라이더를 움직여 답변하도록 하였다. 주관적 평가를 위한 설문은 감각평가를 위한 '조용한-시끄러운', '낮은-높은', '무딘-날카로운', '매끄러운-거친', '부드러운-딱딱한', '맑은-탁한', '단조로운-변화있는' 과 전체적인 소리의 감성 측정을 위한 '유쾌한-불쾌한' 의 총 8 개의 형용사 쌍으로 구성하였다. 이 설문 문항에 대하여 의미분척도(SDS)를 이용하여 -3 에서 +3 까지의 7 점 척도로 답하게 하였다. 또한 두 가지 실험방법을 비교하기 위하여 '실제 옷을 착용하고 움직일 때 발생하는 직물 소리와 유사하게 들린다.' 와 '옷을 착용하고 움직일 때 발생하는 소리라고 느껴진다.' 두 문항을 추가하여 '매우 그렇다(2 점)' 부터 '전혀 그렇지 않다(-2 점)' 로 평가하게 하였다.

2.5. 자료 분석

자료의 분석은 SPSS 통계 패키지(Ver. 14)를 사용하여 ANOVA 분석, T-test 그리고 단계적 선형회귀분석을 실시하였다.

3. 결과 및 토의

3.1. 운동 속도별 직물 마찰음의 음향 특성

마찰 속도에 따른 스포츠웨어용 직물의 음향 특성에 차이가 있는지 비교 하기 위하여 ANOVA 분석을 실시한 결과, SPL, Loudness(Z)와

[표 3] 시료의 음향 특성

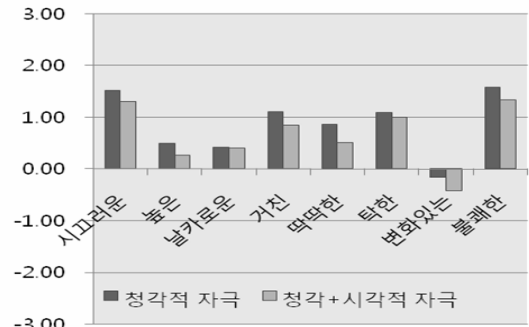
Speed	No.	SPL (dB)	Loudness(Z) (sone)	Sharpness(Z) (acum)	Roughness(Z) (asper)	Fluctuation Strength(Z) (vacil)
Walking	1	77.7	14.9	1.17	4.86	3.64
	2	75.9	10.0	1.68	4.36	3.45
	3	77.4	12.4	1.16	4.19	3.51
	mean	77.0	12.4	1.34	4.47	3.53
Jogging	1	79.0	17.0	1.21	5.70	5.01
	2	76.3	11.7	1.51	4.76	4.81
	3	77.5	12.8	1.41	4.35	4.73
	mean	77.6	13.8	1.38	4.94	4.85
Running	1	75.3	10.6	0.97	4.07	4.91
	2	74.7	8.5	1.21	3.84	4.82
	3	75.0	6.8	1.36	3.62	4.37
	mean	75.0	8.7	1.18	3.84	4.70
ANOVA(P-value)		0.039**	0.089*	NS	0.074*	NS

*: <.1, **: .05

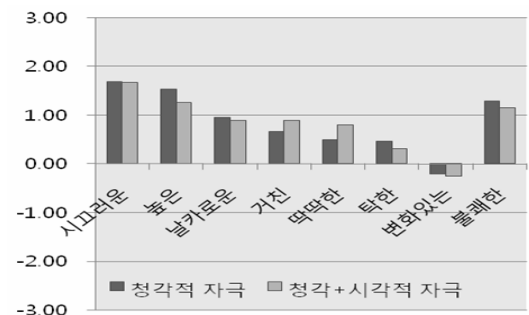
Roughness(Z)에서 마찰 속도 별 유의한 차이를 나타내었다. SPL은 walking과 jogging시가 running 시 보다 약 2dB 높은 값을 나타내었다. Loudness(Z)와 Roughness(Z)는 jogging 시가 running 시 보다 각각 약 5sone, 1asper정도 큰 값을 나타내었다. 이와 같이 running 시의 직물 마찰음은 다른 운동 속도와 비교하여 그 크기가 작아 상대적으로 덜 시끄럽고 거칠기가 적는데 이는 마찰 속도가 빠르기 때문에 충분히 마찰이 일어나지 않기 때문이라고 사료된다.

3.2. 시각적 자극 제공 유무에 따른 감성 비교

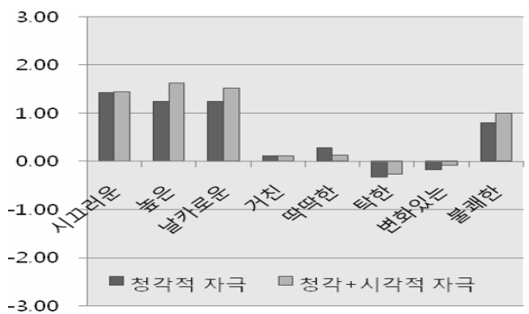
시각적 자극 제공 유무와 마찰 속도에 따른 주관적 감각과 감성을 평가한 결과는 그림 1~3과 같다. 시각적 변수의 유무와 상관없이 음향 특성 분석결과와 유사하게 SPL과 Loudness(Z)가 가장 큰 jogging시의 직물마찰음이 가장 시끄럽다고 평가되었으며, walking시의 직물 마찰음은 jogging이나 running시의 직물 마찰음보다 덜 높고 덜 날카로운 소리임에도 불구하고 가장 불쾌한 소리로 평가되었다. 이는 가장 탁한 소리로 평가되었고, walking시의 낮은 속도로 인하여 마찰음의 one-repeat의 시간이 길기 때문이라고 사료된다. 또한 running시의 거칠기가 가장 작은 것도 음향 특성의 분석 결과와 일치하는 것이다. 이와 같이 시각적 자극 제공 유무에 따른 큰 차이는 보이지 않았으나, 시각적 자극을 제공한 결과 running시의 직물 마찰음에 대하여 가장 높은 소리로 평가되었으며, '날카로운'에 대한 값도 크게 증가하였는데 이는 시각적 자극으로 제공된 running 동작의 빠른 속도감이 미친 영향이라고 생각된다. 하지만 '불쾌한'의 감성은 시각적 자극 제공 여부와 관계 없이 running, jogging, walking의 동일한 순서로 증가함을 알 수 있다.



[그림 1] Walking시 시각적 자극 제공 유무에 따른 감성 비교



[그림 2] Jogging시 시각적 자극 제공 유무에 따른 감성 비교



[그림 3] Running시 시각적 자극 제공 유무에 따른 감성 비교

3.3 주관적 감성 평가 시 시각적 변수의 영향

시각적 자극의 유무에 따른 감성 평가 결과를 비교해 본 결과 walking, jogging, running 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 시각적 자극의 추가가 소리에 대한 감성 평가 결과에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 하지만 실제 직물의 소리와 유사하게 인식되는 정도를 평가한 항목에서는 동영상 자료를 직물미찰음과 함께 제시한 경우가 실제로 옷을 착용하고 움직일 때 발생하는 소리와 더 유사하게 느껴지는 것으로 평가되었다. 이에 대해 통계적으로 유의한 차이가 뚜렷하게 나타나지는 않았지만 설문 결과 두 평가 항목 모두 대체적으로 시각적 정보가 주어졌을 때 '실제 옷을 착용하고 움직일 때 발생하는 직물 소리와 유사하게 들린다.' 와 '옷을 착용하고 움직일 때 발생하는 소리라고 느껴진다.' 두 문항 모두 높은 점수가 나온 것을 통해 청각적 자극만 제시했을 경우 보다 직물에서 발생하는 소리라는 인지가 더 명확하게 전달됨을 알 수 있다. 따라서 모니터를 통해 해당 자극물의 마찰 속도에 따라 움직이는 동작을 보여줌으로써 피험자가 소리만으로 직물이 미찰되는 장면을 의식적으로 상상해야 하는 심리적 부담을 줄여주고, 주관적 평가 몰입을 높여 주었다고 생각된다.

3.4 운동 속도별 직물미찰음에 대한 음향 특성과 주관적 감성과의 관계

운동 속도별 직물미찰음에 대한 음향 특성과 주관적 감성인 '불쾌한' 과의 관계 파악을 위해 단계적 회귀분석을 실시하였다. '불쾌한' 감성과 유의미한 요인으로 청각적 자극 제공 시 ($Y=18.034 \cdot \text{Sharpness}(Z) - 5.965$, $R^2=0.460$), 청각적 자극만 제공 ($Y=25.390 \cdot \text{Sharpness}(Z) - 14.625$, $R^2=0.406$) 했을 때 둘 다 Sharpness(Z)가 도출되었다.

4. 결론

본 연구에서는 투습발수직물의 동작 속도별 미찰음의 주관적 평가에 있어서 시간적 변수의 영향을 분석하기 위하여 3종류의 투습발수직물을 대상으로 운동 속도별 직물미찰음을 측정하고 청각자극만 제시하는 방법과 시각적 청각 두 가지 자극을 제시하여 주관적 평가를 실시하는 방법을 비교하였다.

음향 특성을 분석한 결과 jogging시의 미찰음이 가장 크게 나타났고, running시의 직물 미찰음은 다른 운동 속도와 비교하여 그 크기가 작아서 상대적으로 덜 시끄럽고 거칠기가 작은 것으로 나타났다. 주관적 평가에서는 시각적 변수의 유무와 상관없이 jogging시의 직물미찰음이 가장 시끄럽다고 평가되었으며, walking시의 직물 미찰음이 덜 높고 덜 날카로운 소리임에도 불구하고 낮은 속도로 인해 가장 불쾌한 소리로 평가되었다. 시각적 정보 제공 유무에 따른 눈에 띄는 차이는 없었지만 running의 경우 빠른 속도감을 시각적 정보로 제공함에 따라 가장 높고 날카로운 소리로 평가되었다. 하지만 시각적 자극 정보를 제

공함에 따라 감성 평가 시 피험자의 심리적 부담감을 줄여주고 몰입도를 높여 주는데 영향을 미쳤다는 것을 알 수 있다. 따라서 동영상을 통해 시각적 정보를 직물미찰음과 함께 제공해주는 이 프로그램을 감성평가에 사용함에 따라 피험자와 연구자 모두에게 감성평가를 더 쉽고 효율적으로 수행할 수 있게 해주고, 추후 연구를 통해 이를 잘 활용하여 표준화된 측정 시스템을 직물 제조업체에 제공함으로써 음향 성능 측정 및 예측 기술의 상용화를 가능하게 하여 적용할 수 있는 시도가 계속되어야 할 것이다. 뿐만 아니라 이 시스템을 인터넷 쇼핑몰 웹사이트 구축 시 소비자에게 의류 제품에 대한 시청각적 정보를 제공하여 판매자에게는 반품률을 줄일 수 있는 마케팅 정보로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글 이번 연구는 한국과학재단 특장기초연구 (No. R01-2007-000-20754-0) 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Yi, E. and Cho, G. (2000). Fabric Sound Parameters and Their Relationship with Mechanical Properties, *Textile Research Journal*, Vol.70, No.9, 828-836.
- [2] 이은주, 조갈수 (2001). 스포츠아우터웨어를 위한 나일론 직물의 소리 감성과 이에 관련된 객관적 파라미터들, *한국의류학회지*, 25(9), 한국의류학회, 1590-1602.
- [3] Yi, E., Cho, G., Na, Y., and Casali, J. G. (2002). A Fabric Sound Evaluation System for Totally Auditory-Sensible Textiles, *Textile Research Journal*, 22(7), 638-644.
- [4] 박미란, 조갈수. (2003). 스포츠웨어용 투습발수직물의 미찰음과 관련 역학적 성질 비교, *한국감성과학회 추계학술대회 초록집* 8-13.
- [5] 김춘정, 양원정, 조갈수 (2008). 저속미찰에 의한 투습발수직물의 소리특성, *한국섬유공학회 학술발표회 초록집*, 59-61.
- [6] Kim, C., Yang, Y., and Cho, G. (2008). Acoustic Properties of Fabric Sound Generated from High-speed Friction for Sportswear, *Proceedings of the Korean Society for Emotion and Sensibility & International Symposium on Emotion*, 192-195.
- [7] Kim, C., Yang, Y., Park, J., You, H., and Cho, G. (2008). Determination of Frictional Speeds by Arm Movement and Simulation of Frictional Sounds of Fabrics, *Proceedings of the 2nd International conference on Applied Human Factors and Ergonomics*.
- [8] 양원정, 김춘정, 조갈수. (2008). 운동 속도별 스포츠웨어용 직물의 미찰음에 대한 주관적 평가, *한국감성과학회 추계학술대회 초록집*, 25-29.
- [9] 한이름, 양원정, 조갈수 (2009). 투습발수 가공방법에 따른 직물의 미찰 속도별 소리 특성, *한국감성과학회 추계학술대회 초록집*, 22-23.