운동 속도별 스포츠웨어용 직물의 마찰음에 대한 주관적 평가

Subjective Evaluation of Frictional Sounds from Sportswear according to Speeds of Movements

양윤정, 김춘정*, 조길수

연세대학교 의류환경학과

*연세대학교 생활과학연구소

ABSTRACT

본 연구에서는 스포츠웨어 착용 시 운동 속도별로 직물이 스치면서 발생하는 마찰음에 대한 음향특성과 주관적 감각·감성을 고찰하기 위하여, 3종류의 스포츠웨어용 직물 마찰음을 walking(0.63m/s), jogging(1.10m/s), running(0.98m/s)의 3가지 속도로 녹음한 후, 총음압(SPL)과 Loudness(Z), Sharpness(Z), Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)를 계산하였다. 이들 마찰음에 대한 주관적 평가는 9개 쌍의 형용사(시끄러운, 높은, 날카로운, 거친, 딱딱한, 탁한, 변화있는, 거슬리는, 불쾌한)에 대해 의미미분척도로 평가되었다. Jogging시 직물의 마찰음은 가장 시끄럽고 거슬리며 불쾌하게 평가되었고, running시의 직물 마찰음은 walking시나 jogging시의 마찰음보다 덜 시끄럽고 거칠기와 탁한 정도가 적으며 거슬리고 불쾌한 정도가 가장 적게 평가되었다.

Keyword : 직물의 마찰음, 마찰 속도, 음향특성, 주관적 평가

1. 서론

의복 착용시 착용자의 움직임에 따라 두 직물 마찰되면서 소리가 발생하게 된다. 실크 직물의 사각거리는 마찰음은 소비자에게 유쾌함을 주지만 코팅직물의 버석거리는 소리는 불쾌감을 유발한다. 특히 스포츠웨어용 직물은 의복 착용시 동작에 의해 유난히 버스럭대는 소리를 내어 착용자나 상대방에게 불쾌감을 불러일으킨다.

직물소리의 청각적 특성을 평가한 선행연구는 일정한 속도에서 발생하는 직물마찰음을 대상으로 음향 특성과 역학적 특성, 주관적 반응간의 관계 분석을 한 것으로[1,2,3] 한 가지 마찰속도로 측정된 것이었다. 이와 같이 현재까지는 직물 음향연구에서 일정 속도로 마찰된 직물 소리가 사용되어 왔으나, 이는 실제 생활에서 의복 용도나 착용자의 활동 속도에 따라 크게 변화하는 동적인 상황을 고려하지 못하는 한계가 있다. 최근에는 다양한 마찰속도에 따른 군복 직물의 마찰음에 대한 음향분석이 시도되었고[4] 의복소음이 문제가 되고 있는 스포츠웨어용 소재에 대한 마찰속도 별 음향에 대한 분석이 진행되고 있다[5,6]. 하지만 이 또한 실제 동작시의 의복상황을 정확히 고려하지 못했다는 한계를 가지고 있다. 최근 운동시 동작분석을 통해 정확한 의복의 마찰조건을 찾아내고 이에 대한 마찰음을 분석하였으나[7] 이에 대한 주관적인 평가에 대한 연구는 없는 실정이다. 그

러므로 본 연구에서는 운동 속도 별 마찰속도에 따라 직물의 소리를 발생시키고 실제의복 착용 시 발생하는 마찰음을 모사한 후, 모사된 의복 마찰음에 대한 소리 특성을 분석하고 주관적 평가를 실시하여 소리특성과 주관적 감성과의 관계를 분석하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료

현재 유통되고 있는 79종의 스포츠웨어용 투습 발수 소재 중 소리특성으로 계층적 군집분석을 실시하여 나누어진 3개의 군집에서 시료를 각각 하나씩 추출하였다. 시료의 특성은 표 1과 같다.

2.2. 직물마찰음의 측정 및 분석

동작 속도 별 팔과 몸통과의 마찰속도를 동작분석시스템을 통해 분석한 결과, 직물의 마찰속도는 walking시 0.63m/s, jogging시 1.10m/s, running시 0.98m/s로 결정되었다. 각 시료의 마찰소리는 직물 소리 시뮬레이터 (Patent No. 10-0539368-0000)를 이용하여 walking, jogging, running의 3가지 마찰속도로 녹음하였다.

녹음은 두 시료가 스치는 지점으로부터 1.5cm 떨어진 지점에 고성능 마이크로폰(type 4190, B&K)을 설치하고, 이 마이크로폰을 Pulse System (Type 7700, B&K)의 Data Recorder와 연결하여 방음실에서 모노로 녹음하였다. 녹음된 소리는 실제 운동시의 직물마찰음을 모사하기 위하여 Cooledit(ver.2.1)을 사용하여 편집되었다.

각 시료의 편집된 소리는 총음압 (SPL)과 Zwicker 가 제안한 심리음향학적 파라미터인 Loudness(Z), Sharpness(Z), Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)를 Sound Quality Program(ver.5.2, B&K)으로 계산하였다.

표 1. 시료의 특성

No.	Fiber Composition	Yarn Count (warpXweft)	Finishing	Yarn Type	Density (warpXfilling /inch)	Weave	Thick-ness (mm)	Weight (g/m^2)
1	Polyester 100%	50dX50d	Water Repellent	DTY/DTY	240X90	Twill	0.23	7.63
2	Nylon 100%	70dX70d	PU Microporous Direct Dry Coating, Milky Coating	Filament /Filament	116X92	Plain	0.11	8.10
3	Polyester 100%	50dX50d	PU Microporous Direct Dry Coating, Cire	DTY/DTY	120X117	Plain	0.959	7.23

2.3. 피험자

피험자는 청력과 귀의 상태가 정상인 남ㅁ녀 대학원생 20 명을 대상으로 하여 직물마찰음에 대한 주관적 평가를 실시하였다.

2.4. 주관적 평가

피험자에게 컴퓨터에 연결된 헤드폰(Philips, SBC HP 110)을 착용시켜 직물 소리를 들려주었다. 3 개의 시료에 대하여 각각 walking, jogging, running 의 3 가지 마찰 속도로 녹음된 총 9 개의 직물 마찰음을 무작위 순으로 제시하였다.

주관적 평가를 위한 설문 문항은 감각평가를 위한 '조용한-시끄러운', '낮은-높은', '무딘-날카로운', '매끄러운-거친', '부드러운-딱딱한', '맑은-탁한', '단조로운-변화있는'과 전체적인 소리의 감성에 대한 만족도 측정을 위한 '거슬리지 않는-거슬리는', '유쾌한-불쾌한' 총 9 개의 형용사 쌍으로 구성하였다. 이 설문 문항에 대하여 의미미분척도(SDS)를 이용하여 -3 에서 +3 까지의 7 점 척도로 답을 하게 하였다.

2.5. 자료 분석

자료의 분석은 SPSS 통계 패키지(ver.12)를 사용하여 ANOVA 분석과 단계적 선형회귀분석을 실시하였다.

나타내었다. Loudness(Z)와 Roughness(Z)는 jogging 시가 running 시 보다 각각 약 5sone, 1asper 정도 큰 값을 나타내었다. 이와 같이 running 시의 직물 마찰음은 다른 운동 속도와

표 2. 시료의 음향특성

Friction Speed	No.	SPL (dB)	Loudness(Z) (sone)	Sharpness(Z) (acum)	Roughness(Z) (asper)	Fluctuation Strength(Z) (vacil)
Walking (0.63m/s)	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 (1.10m/s)	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 (1.98m/s)	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

비교하여 그 크기 작아 상대적으로 덜 시끄럽고 거칠기가 작음을 알 수 있다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 운동 속도별 직물 마찰음의 음향특성

직물의 마찰속도에 따른 물리적 소리특성인 SPL 과 Zwicker 의 심리음향학적 파라미터인 Loudness(Z), Sharpness(Z), Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)는 표 2 와 같다. 스포츠웨어용 직물의 SPL 은 75dB 이상으로 자동차 실내소음과 유사한 음압을 나타내었으며, 일반직물의 마찰음 (30~60dB)[1]보다 시끄러운 소리를 나타내었다.

마찰속도에 따른 스포츠웨어용 직물의 음향특성에 차이가 있는지 비교하기 위하여 ANOVA 분석을 실시한 결과, SPL, Loudness(Z)와 Roughness(Z)에서 마찰속도 별 유의한 차이를 나타내었다($p<0.05$). SPL 은 walking 과 jogging 시가 running 시 보다 약 2dB 높은 값을

3.2. 운동 속도별 직물 마찰음에 대한 주관적 평가

스포츠웨어용 직물의 마찰속도에 따른 주관적 감각과 감성을 평가한 결과는 Figure 1과 같다.

음향특성 분석결과와 유사하게 SPL과 Loudness(Z)가 가장 큰 jogging시의 직물마찰음이 가장 시끄럽고 거슬린다고 평가되었다. 그리고 running시의 직물 마찰음은 walking이나 jogging 시의 마찰음보다 덜 시끄럽고 거칠기가 적은 소리로써 덜 거슬리고 덜 불쾌하다고 평가되었다. Running시의 거칠기가 가장 작은 것도 음향특성의 분석 결과와 일치하는 것이다. '거슬리는'과 '불쾌한'의 감성에 대해서는 running, walking, jogging의 동일한 순서로 증가함을 알 수 있다.

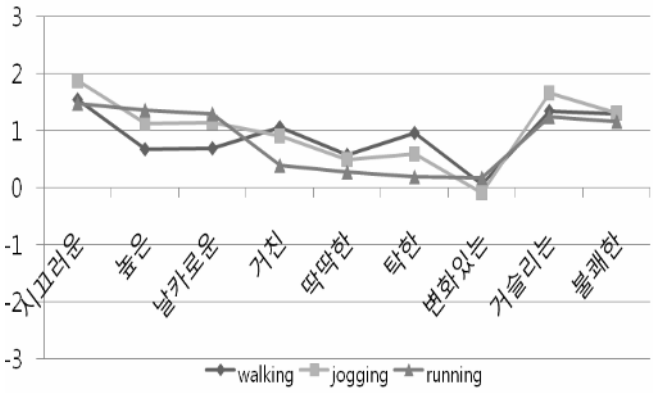

그림 1. 마찰음에 대한 주관적 평가

3.3. 운동 속도별 직물마찰음에 대한 음향특성과 주관적 감성과의 관계

운동 속도별 직물마찰음에 대한 음향특성과 주관적 감성인 '거슬리는', '불쾌한'과의 관계를 파악하기 위하여 단계적 회귀분석을 실시하였다. Sharpness(Z)가 '거슬리는' 감성과 유의미한 요인으로 도출되었고 (Y=0.8*Sharpness(Z)+0.412, R^2=0.52). '불쾌한' 감성과 유의미한 요인은 도출되지 않았다.

4. 결론

본 연구에서는 운동시 발생하는 직물마찰음의 주관적 감각과 감성을 고찰하기 위하여 스포츠웨어용 직물을 대상으로 운동 속도에 따른 직물마찰음을 측정하고 이에 대한 주관적 감각과 감성을 평가하였다. 음향특성을 분석한 결과 Jogging 시의 마찰음이 가장 크게 나타났고, running 시의 직물 마찰음은 다른 운동 속도와 비교하여 그 크기 작아서 상대적으로 덜 시끄럽고 거칠기가 작은 것으로 나타났다. 주관적 평가에서도 jogging 시의 마찰음이 가장 시끄러운 소리로써 가장 거슬리고 불쾌하다고 평가되었다. Running 시의 직물 마찰음은 walking 이나 jogging 시의 마찰음보다 덜 시끄럽고 거칠기가 적어 부정적 감성이 가장 덜한 것으로 평가되었다.

스포츠웨어용 직물 소리는 운동 속도별로 부정적 감성이 덜 하고 더 한 정도의 차이는 있지만 모두 거슬리고 불쾌한 소리로 평가되고 있다. 따라서 스포츠웨어용 직물에서 '거슬리는' 감성과 유의미한 관계가 있는 Sharpness(Z)를 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한 스포츠웨어용 직물의 역학적 특성, 시료의 가공 방법 등에 대한 연구를 통해 부정적 감성에 영향을 미치는 요인을 고찰하고, 그 요인을 개선해 나가는 노력이 필요할 것이다.

감사의 글: 이번 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (No. R01-2007-000-20754-0) 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사 드립니다.

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] Yi, E., Cho, G., Na, Y., and Casali, J. G. (2002). A Fabric Sound Evaluation System for Totally Auditory-Sensible Textiles, Textile Research Journal, Vol.22, No.7, 638-644.

[3] 이은주, 조길수 (2001). 스포츠 아우터웨어를 위한 나일론 직물의 소리 감성과 이에 관련된 객관적 파라미터들, 한국의류학회지, Vol.25, No.9, 1590~1602.

[4] Cho, J. and Cho, G. (2006). Effects of Sound Characteristics of Military Clothing at Different Frictional Speeds on Subjective Sensation, Proceedings of the 2nd International Conference on Clothing and Textile, 72~75.

[5] 김춘정, 양윤정, 조길수 (2008). 저속마찰에 의한 투습발수직물의 소리특성, 한국섬유공학회 학술발표회 논문집, 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.