

투습발수 가공방법에 따른 직물의 마찰 속도별 소리 특성

Frictional Sound Characteristics of Vapor Permeable Water Repellent Fabric according to Finishing Methods at Different Frictional Speeds

한아름, 양윤정, 조길수

연세대학교 의류환경학과

ABSTRACT

본 연구는 가공방법이 다른 투습발수직물의 마찰 속도별 직물마찰음의 소리특성과 주관적 평가간의 관계를 분석하는 것을 목적으로 한다. 스포츠웨어용 투습발수직물 중 가공방법이 다른 4 종(PU 건식코팅, PU 습식코팅, 시레가공, 라미네이팅)의 나일론 100% 시료를 대상으로 실험하였다. 마찰속도의 상세 설정이 가능한 직물소리 시뮬레이터 v. 4.0 으로 제어가 되는 직물마찰음 발생장치를 사용하여 직물마찰음을 발생시켜 녹음하였다. 직물의 마찰 속도는 동작(walking, jogging, running)시 팔과 몸통 사이의 마찰속도를 분석하여 이 속도에 따라 직물마찰음을 발생시켰고, Sound quality system 으로 7 가지(SPL, ΔL , Δf , Loudness(Z), Sharpness(Z), Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)) 소리특성을 분석하였다. 주관적 평가는 9 개의 형용사 쌍에 대해 의미미분척도로 평가되었다. 소리특성 분석 결과, 속도별 소리특성은 가공방법에 따른 차이 없이 walking 시가 가장 덜 시끄러운 소리가 발생하였고, 가공방법에 따라서는 마찰속도에 따라 약간 차이가 있지만 라미네이팅가공을 한 시료가 가장 날카로운 소리를 발생시켰다. 주관적 평가 결과, '거슬리는'과 '불쾌한'의 감정에 대해서는 walking, jogging, running 의 순서로, 시레가공, 라미네이팅, PU 건식코팅, PU 습식코팅의 순서로 증가하였다.

Keyword: '직물의 마찰음,' '투습발수직물,' '마찰 속도,' '음향 특성,' '주관적 평가'

1. 서론

최근 건강하고 여유로운 삶을 위한 라이프 스타일의 변화로 아웃도어용 스포츠 의류 시장이 확대되고 있다. 아웃도어용 스포츠 의류에 주로 사용되는 투습발수 직물은 의복 착용 시 동작에 의해 유난히 마찰음이 많이 발생하여 착용자나 상대방에게 불쾌감을 불러 일으킨다. 이러한 마찰음은 착용성능상의 문제점으로 꾸준히 지적 받고

있으며, 제품평가와 선택에 영향을 미칠 수 있으므로 청감각까지 고려된 소재 개발이 요구된다.

직물소리의 청감각적 특성을 평가한 초기의 연구에서는 한 가지 속도로만 일정하게 마찰시킨 직물마찰음을 대상으로 음향 특성을 분석하였다 [1, 2, 3]. 이는 실제 생활에서 착용자의 활동 속도에 따라 크게 변화하는 동적인 상황을 고려하지 못하는 한계가 있다. 최근에는 다양한 마찰속도에 따른 직물의 마찰음에 관한 마찰 속도별 음향에 대한

[표 1] 시료의 특성

시료	Fiber Composition	Yarn Count	Finishing	Yarn Type	Density	Weave	Thickness	Weight (g/m ²)
ND	Nylon 100%	70d X 140d	PU ^{a)} Microporous Direct Dry Coating	Filament/ /Filament	112*98	Oxford	0.192	11.175
NW	Nylon 100%	70d X 165d	PU Microporous Direct Wet Coating	Filament /ATY ^{b)}	125*76	Dobby	0.283	13.625
NC	Nylon 100%	70d X 165d	PU Microporous Direct Dry Coating, Cire	Filament /ATY	119*70	Plain	0.208	13.5
NL	Nylon 100%	40d X 40d	Laminating	Filament /Filament	126*115	Plain	0.119	10.1

a) PU: polyurethane b) ATY: air-textured yarn

분석이 진행되고 있다 [5, 6]. 하지만 이 또한 실제 동작시의 의복상황을 정확히 고려하지 못했다는 한계를 가지고 있다. 이를 해결하기 위해, 최근 운동시 동작분석을 통해 마찰이 주로 발생하는 팔과 몸통 사이의 정확한 마찰시간과 속도 조건을 찾아내어 실제 의복 착용시 발생하는 마찰음을 모사한 후, 이에 대한 마찰음을 분석하고 주관적 평가를 실시하였으나 [7], 이 연구들에서는 실험 기기상의 제약으로 세밀한 동작 속도 차이를 제어할 수 없었다. 즉, 뛰거나 걷는 등의 동작을 취할 때 팔을 앞에서 뒤로, 뒤에서 앞으로 하는 반복적인 동작이 일어나게 되는데 이 때의 마찰 속도와 시간이 동작 분석결과 차이가 있었음에도 평균 속도와 시간을 사용하여 마찰음을 녹음, 편집 하였다.

따라서 본 연구에서는 동작별 (Walking, Jogging, Running)로 세부적인 마찰속도와 시간의 제어가 가능한 직물소리 시뮬레이터 v. 4.0 프로그램을 사용하여 실제 의복 착용시 발생하는 마찰음의 발생조건으로 직물 마찰음을 발생시켜 소리 특성을 분석하고 주관적 평가를 실시하여 투습발수 가공방법에 따른 동작별 소리특성과 주관적 평가와의 관계 분석을 통하여 최적의 가공방법에 관해 알아보하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료

스포츠웨어용 나일론 100% 투습발수직물 중 가공방법이 다른 총 4 종의 시료를 선정하였다 (표 1).

2.2. 직물마찰음의 녹음 및 분석

동작별 팔과 몸통과의 마찰속도를 동작분석시스템을 통해

분석한 결과, 직물의 마찰속도는 표 2와 같이 결정되었다. 마찰 속도와 시간의 제어가 가능한 ‘직물소리 시뮬레이터 v4.0’ 프로그램에 설정 값 입력을 한 후, 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 소리특성인 총음압(SPL), 음압차(ΔL), 주파수차(Δf)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 마찰속도 및 시간

	방향	Walking	Jogging	Running
마찰속도 (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 4개의 시료에 대하여 3가지 마찰 속도 (Walking, Jogging, Running) 로 녹음된 총 12 개의 직물마찰음을 무작위 순으로 제시하였다. 주관적 평가를 위한 설문은 감각평가를 위한 ‘조용한-시끄러운’, ‘낮은-높은’, ‘무딘-날카로운’, ‘매끄러운-

거친, '부드러운-딱딱한', '맑은-탁한', '단조로운-변화있
는' 과 전체적인 소리의 감성 측정을 위한 '거슬리지 않는-
거슬리는', '유쾌한-불쾌한' 총 9 개의 형용사 쌍으로 구성
하였다. 이 설문 문항에 대하여 의미분척도(SDS)를 이용하여
-3 에서 +3까지의 7 점 척도로 답하게 하였다.

2.5. 자료 분석

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

3. 결과 및 토의

3.1. 마찰음의 음향특성

작물의 마찰속도에 따른 물리적 소리특성은 표 3과 같다. 마
찰속도와 가공방법에 따른 소리특성의 차이를 비교하기 위하여
ANOVA 분석을 실시하였다.

마찰 속도별로 비교를 한 결과, SPL, Loudness(Z)와
Fluctuation Strength(Z)에서 유의한 차이를 나타내었다
($p < 0.05$). SPL은 walking시가 jogging과 running시 보다 약
7dB 정도, Loudness(Z)는 약 16sone 정도 낮은 값을 나타내
었다. Fluctuation Strength(Z)는 walking시 다른 속도 보다
약 1vacil 정도 낮은 값을 나타내었다. 이는 가공방법에 상관없
이 walking시의 마찰음이 다른 속도와 비교하여 덜 시끄럽고
음의 변동이 적음을 알 수 있다.

가공방법별로 소리특성을 비교한 결과, Sharpness(Z)와
 ΔL 에서 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.05$). Sharpness(Z)
는 라미네이팅가공이 다른 가공방법보다 약 0.7acum 정도 큰
값을 나타내었다. 따라서 마찰속도에 따라 약간 차이가 있긴 하

[표 3] 작물의 마찰속도와 가공방법에 따른 투습발수작물 마찰음의 소리특성

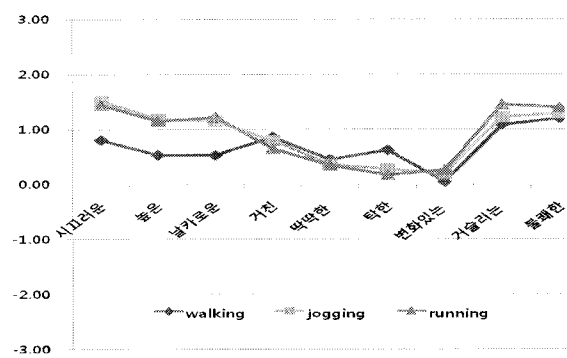
마찰속도	시료	SPL	ΔL	Δf	Loudness(Z)	Sharpness(Z)	Roughness(Z)	Fluctuation Strength(Z)
Walking	ND	76.8	42.9	-15378	17.6	2.3	2.89	3.63
	NW	79.8	31.2	-17230	24	2.8	3.38	3.88
	NC	74.2	42.5	-17143.9	18.2	2.52	2.58	3.08
	NL	74.7	40.1	-17143.9	21.1	2.59	2.91	4.18
Jogging	ND	85.5	44.3	-17143.9	42.1	2.37	4.41	5.05
	NW	82.7	35.3	-17100.8	37.6	3.15	3.22	4.8
	NC	79.7	46.7	-17143.9	26.5	2.26	4.29	4.93
	NL	83.8	46.4	-17100.8	37.4	2.23	3.34	4.96
Running	ND	85.4	46.2	-17143.9	42.5	2.29	4.56	4.99
	NW	83.1	36.1	-17100.8	37.3	3.08	3.91	4.54
	NC	83.8	49.4	-17100.8	34.3	2.21	3.17	4.92
	NL	81.6	45.1	-17143.9	36.7	2.53	3.43	5

지만 라미네이팅가공의 마찰음이 다른 가공방법과 비교하여 상
대적으로 더 날카로움을 알 수 있다. 또한 모든 마찰속도에서 대
체적으로 시레 가공이 덜 시끄러운 것으로 나타났다.

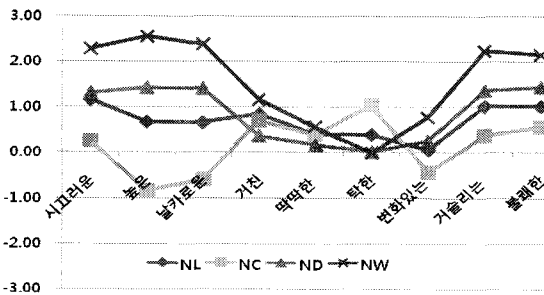
3.2. 마찰음에 대한 주관적 평가

마찰 속도별 따른 주관적 감각과 감성을 평가한 결과는 그림
1과 같다. 소리특성 분석결과와 유사하게 SPL과 Loudness
(Z)가 가장 작은 walking시의 직물마찰음이 가장 덜 시끄럽
고 덜 높고 덜 날카롭고 덜 거슬리고 덜 불쾌하다고 평가되었
다. Running시의 직물마찰음은 walking이나 jogging시의 마
찰음에 비해 가장 거슬리고 가장 불쾌한 소리로 평가되었다.
'거슬리는' 과 '불쾌한' 의 감성에 대해서는 walking,
jogging, running 의 동일한 순서로 증가하였다.

가공방법에 따른 주관적 감각과 감성을 평가한 결과는 그
림 2와 같다. 음향특성 분석결과와 유사하게 SPL이 가장 작
은 시레가공 직물의 마찰음이 가장 덜 시끄럽고 덜 높고 덜 날
카로운 소리로 평가되었다. 또한 가장 덜 거슬리고 덜 불쾌하
다고 평가되었다. '거슬리는' 과 '불쾌한' 의 감성에 대해
서는 NC, NL, ND, NW의 동일한 순서로 증가하였다.



[그림 1] 마찰음에 대한 동작별 주관적 평가



[그림 2] 마찰음에 대한 가공방법별 주관적 평가

3.3. 소리특성과 주관적 감성과의 관계

동작별, 가공별 직물마찰음에 대한 소리특성과 주관적 감성인 ‘거슬리는’, ‘불쾌한’과의 관계를 파악하기 위하여 단계적 회귀분석을 실시하였다. 분석결과 유의미한 변수가 나온 조건은 다음과 같다.

Walking시 Roughness (Z)가 ‘거슬리는’ 감성과 유의미한 요인으로 도출되었고 ($Y=2.859 \cdot \text{Roughness}(Z) - 7.326$, $\text{adj.R}^2=0.964$), ‘불쾌한’ 감성과도 역시 유의미한 요인으로 도출되었다($Y=2.329 \cdot \text{Roughness} - 5.649$, $\text{adj.R}^2=0.985$). Running시 ‘불쾌한’ 감성은 ΔL 과 유의미한 요인으로 도출되었다($Y=-0.124 \cdot \Delta L + 6.887$, $\text{adj.R}^2=0.935$).

4. 결론

본 연구에서는 운동시 발생하는 직물마찰음의 주관적 감각과 감성을 고찰하기 위하여 가공방법이 다른 투습발수 직물을 대상으로 운동 속도별 직물마찰음을 측정하고 이에 대한 주관적 감각과 감성을 평가하였다.

속도별 음향특성을 분석한 결과 walking 시의 마찰음이 다른 속도와 비교하여 상대적으로 덜 시끄럽고 음의 변동이 적은 것으로 나타났다. 주관적 평가에서도 walking시의 직물마찰음이 가장 덜 거슬리고 덜 불쾌하다고 평가되었고 running시가 가장 거슬리고 불쾌한 소리로 평가되었다. 가공방법에 따른 음향특성을 분석한 결과 라미네이팅가공 직물의 마찰음이 다른 가공방법에 비해 더 날카롭고 음압 차가 적게 나왔다. 시레가공 직물은 모든 속도에서 SPL이 가장 낮게 나왔고, 주관적 평가에서는 가장 덜 시끄럽고 덜 날카롭고 덜 거슬리고 덜 불쾌한 소리로 평가되었다.

투습발수직물 마찰음은 운동 속도와 가공방법에 따라서 부정적 감성의 정도 차이는 있지만 모두 거슬리고 불쾌한 소리로 평가되었다. 따라서 ‘거슬리는’, ‘불쾌한’ 감성과 유의미한 관계가 있는 요인인 Roughness(Z)를 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한 가공방법에 따른 시료 수와 피험자를 늘린 연구를 통해 부정적 감성에 영향을 미치는 요인을 더 분명히 고찰하고 그 요인을 개선해 나가는 노력이 시도되어야 할 것이다.

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

참고문헌

- [1] 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.
- [2] 이은주, 조길수 (2001). 스포츠 아우터웨어를 위한 나일론 직물의 소리 감성과 이에 관련된 객관적 파라미터들, *한국의류학회지*, 25(9), 한국의류학회, 1590-1602.
- [3] 박미란, 조길수. (2003). 스포츠웨어용 투습발수직물의 마찰음과 관련 역학적 성질 비교, *한국감성과학회 춘계학술대회 초록집*, 8-13.
- [4] 김춘정, 양윤정, 조길수 (2008). 저속마찰에 의한 투습발수직물의 소리특성, *한국섬유공학회 학술발표회 초록집*, 59-61.
- [5] 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.
- [6] 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*.
- [7] 양윤정, 김춘정, 조길수. (2008). 운동 속도별 스포츠웨어용 직물의 마찰음에 대한 주관적 평가, *한국감성과학회 추계학술대회 초록집*, 25-29.