

자연음과 소음에 대한 감성과 심리음향인자와의 상관성

°김원식*, 조문재**, 황재호***, 이지혜****, 서재갑**

The Correlation between Human sensibility and psychoacoustic parameters for natural sound and artificial noise

Wuon-shik Kim*, Moon-Jae Jho**, Jae-ho Hwang***
Ji-Hye Lee****, Jae-Gap Suh**

ABSTRACT

제품과 사용자간에 필연적으로 존재하는 소리를 쾌적하게 하기 위한 연구로서 자연음 6종과 소음 6종의 음압(dB)이 비슷하도록 조절하였을 때 소리의 어떠한 물리적 특성이 긍/부정감성에 주된 영향을 미치는지를 파악하기 위하여 남/녀 각각 35명씩의 대학생들에게 7점척도의 8가지 형용사 쌍을 이용한 음질평가 청감실험을 한 결과 물소리를 포함한 자연음은 소음보다 대체로 긍정감성이 높게 평가되었고 긍정감성과 심리음향인자와의 상관성은 Loudness의 -0.37을 비롯하여 “-”상관성을, Unbiased annoyance와 심리음향인자들과의 상관성은 Loudness의 0.92를 비롯한 “+” 상관성을 각각 갖었으며 여자는 남자보다 긍/부정감성에 더욱 예민하게 반응하는 것으로 나타났다.

1. 서론

제품으로부터 발생하는 소음은 제품과 사용자간의 통신매체의 하나이다. 따라서, 이러한 소음은 사용자를 즐겁게 하고 제품의 기능과 수명에 대한 모든 정보를 제공할 수 있는 소리로 변화되어야 한다. 널리 사용되는 A-weighting은 소음평가에는 유익하지만 소

리평가에는 쓸모가 없다. 예를 들어, 국내에서 판매되고 있는 갓전3사의 진공청소기들에 대한 소음평가 결과가 똑같은 A-weighted 소음 준위로 평가 되더라도 주파수스펙트럼이 다를 경우 서로 다른 소리가 되어 사용자가 느끼는 감성은 상이할 것이다. 소음제어측면에서는 소음이 없도록 하는 것이 목적이지만 음질차원에서는 소리가 필요하다. 제품으로부터 발생하는 소리는 사용자에게 전 기드릴에 과부하가 걸린 경우라던가 차를 과도하게 몰아서 엔진이 과열될 때 운전자에게 속도를 줄이도록 하는 경고신호를 보내는 경우 뿐 아니라, 제품이 정상적으로 동작하고

* 한국표준과학연구원 인간정보그룹
** 한국표준과학연구원 음향진동그룹
*** 대전산업대학교 전자공학과
**** 충남대학교 심리학과

있는 경우에도 이러한 상황을 적절히 알리는 신호로서 사용자에게 끊임없이 보내져야 한다.(1), (2).

따라서, 생활공간의 제품과 사용자간에 존재하는 소리를 쾌적한 음환경이 되도록 소리의 긍/부정 감성을 평가할 수 있는 기술과 함께 이러한 감성에 상응하는 음환경의 물리적 특징을 추출하는 연구가 필요하다. 즉, 그림 1의 1단계와 같이 제품/환경에서 방출되는 소리의 물리적 특징을 객관적으로 분석하고 동시에 이러한 소리에 대한 청감실험을 통하여 긍/부정 감성을 주관적으로 평가하여 두 결과들간의 상관성을 분석함으로써 긍/부정감성 유발을 좌우하는 소리의 물리적 특징을 추출하고, 이러한 물리적 특징만 분석함으로써 관련된 제품/환경으로부터 발생하는 소리가 사용자에게 영향을 줄 긍/부정감성의 정도를 평가하고자 한다. 이렇게 결정된 음질평가 지표에 기초하여 객관적으로 평가되는 결과와 주관적 감성평가결과를 비교/분석하는 연구를 반복적으로 수행함으로써 점차적으로 더욱 주관적 감성평가 결과와 상관성이 높은 물리적 특징들이 수정/보완되고 이러한 물리적 특징들에 가중치가 적용되어 특징들의 조합으로된 객관적 감성평가 함수를 도출하여 그림1의 2단계와 같이 개선된 객관적 평가지표를 도출함으로써 주관적 감성평가를 대신하여 음질의 물리적 특징만을 분석하는 것으로서 음질감성 평가의 신뢰도를 높일 수 있을 것이다.

그런데, 감성에 영향을 주는 것은 소리의 음질뿐만 아니라, 제품을 포함한 주위의 물리적 환경, 사용자의 연령 및 성(性), 생활경험, 사회적 신분상태, 현재의 심리상태 등에 복잡하게 의존하므로 이러한 사용자의 내적/외적 영향에 편향(biased)된 소음에 의한 성가심(annoyance)을 평가하는 기준을 설정하는 것은 오늘날의 지식/기술로는 불가능하다.⁽³⁾ 따라서, Zwicker 등의 심리음향학자들은 주관적 음질감성평가와 심리음향학에 기초하여 음질의 물리적 특성만을 분석함으로

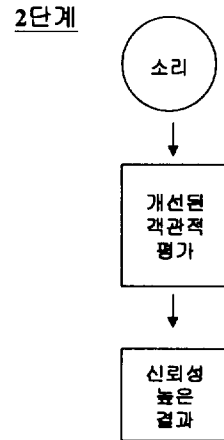
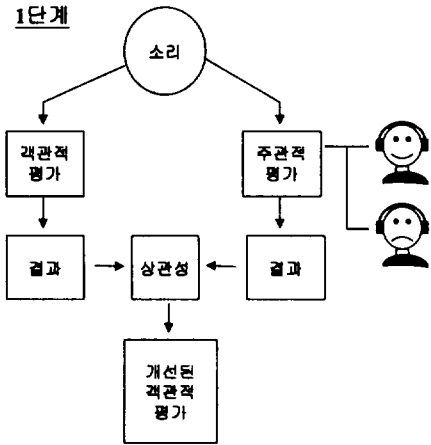


그림 1. 음질평가의 최적화 구성도

서 성가심 정도를 평가할 수 있는 비편향 성가심(Unbiased Annoyance)⁽⁴⁾ 평가 프로그램을 개발하였고 제품/환경 소음문제에 관련된 산업체 및 연구소에서 세계적으로 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 감성은 앞에서 언급한바와 같이 사용자의 문화적 경험에도 크게 의존하므로 국내에 도입되어 여러 업체에서 활용되는 Zwicker 프로그램에 의한 소음

감성평가 결과는 음질에 대한 감성평가에 국한시키더라도 실제로 소비자가 느끼는 감성과 상당한 차이가 있어서 실용적이지 못하다. 이러한 배경에서 본 연구에서는 G-7 감성공학과제를 통하여 한국인의 정서에 맞는 음질감성평가 프로그램을 개발하고자 그 첫 단계로서 자연음과 소음의 물리적 특징을 분석하고 청감실험을 통한 긍/부정감성을 평가하여 두 결과들의 상관성을 분석하였다.

2. 표본소리 녹취 및 청감실험을 통한 주관적 감성평가

본 연구에서는 일반적으로 긍정감성을 주는 음원으로서 자연음 7종과, 부정감성을 주는 음원로서는 소음 6종을 HATS(Head and Torso Simulator)를 이용하여 녹취하였다. 이들을 표본소리로 선정하고 Index Code를 부여하여 표1에 나타내었는데 홀수는 자연음이고 짝수는 소음이다. Index Code 13의 소리는 연습용으로 사용하였고 Index Code 1 ~ 12에 대한 주관적 긍/부정 감성평가를 위한 청감실험을 표2와 같은 방법으로 그림 2와 같이 외부소음을 무시할 수 있는 반 지하 세미나실에서 2인 1조씩 하여 12개 소리를 소리의 순서에 따른 영향을 제거하기 위하여 무선(random)으로 제시하였다.

표 1. 청감실험에 사용된 표본소리

Index Code	소 리	비 고
1	삐꾸기/잡새 소리	자연음
2	사슴들 소리	소음
3	귀뚜라미 소리	자연음
4	자동차소음기	소음
5	심장고동 소리	자연음
6	건축장해머 소리	소음
7	줄줄물흐르는 소리	자연음
8	미루빼그덕 소리	소음
9	해변파도 소리	자연음
10	세탁기 소리	소음
11	산속물 소리	자연음
12	청소기 소리	소음
13	숲속의 비 소리	자연음

표 2. 자연음-소음 청감실험 방법

항 목	내 용
소 리	자연음6종/소음6종
소리제시	헤드폰(HD580)
소리음압	65 - 73 dB
제시방법	12개 소리: 무선제시
	소리 1개: 1분 30초(제시) 30초(휴식)
	2인 1조씩 실험 1조 실험시간: 30분
평가방법	SDM 7점척도
평가형용사	긍정감성: 4개, 부정감성: 4개
	총평: 1개
피험자수	남: 35명, 여: 35명
실험기간	8월 1일 - 8월 14일
실험장소	충남대 환경공학과 세미나실

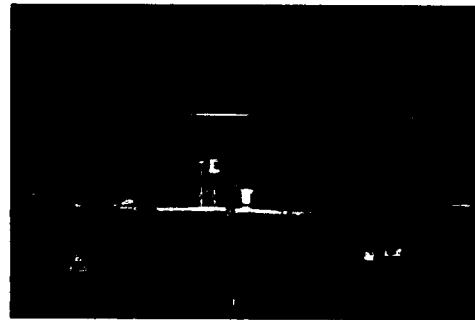
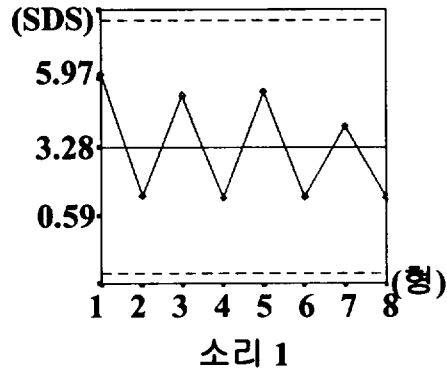


그림 2. 자연음-소음에 대한 주관적 긍/부정 감성평가 청감실험 장면

본 연구의 목적이 소음의 차폐 및 흡음을 통한 소음의 음압(dB) 저감 기술개발이 아니고 비슷한 음압에서도 음질의 어떤 물리적 특성이 긍/부정 감성에 주된 영향을 주는가를 파악하는 것이므로 Sound spectrometer를 이용하여 각 소리들의 음압을 비슷하도록 조절한 뒤 DAT Recorder를 이용하여 녹취/제시하였다. 피험자는 청각장애가 없는 건강한 남/녀 각각 35명씩의 대학생들로 구성하였으며 주관적 긍/부정 감성평가는 SD(semantic difference) 방법으로써 표 3과 같이 7점 척도의 8가지 형용사 쌍을 이용하였다.

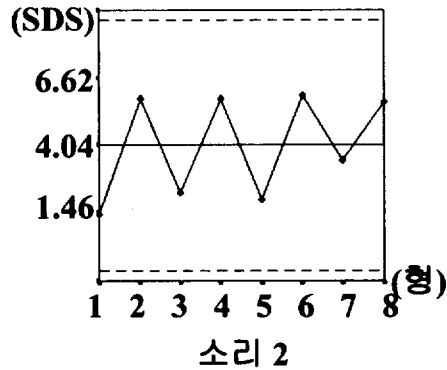
표 3. 청감실험의 7점 척도 SD방법의 긍/부정감성평가에 사용된 형용사

순번	평가 형용사	그렇다	정성
1	정감있고 편온하다	1 7	긍정감성
2	신경질난다	1 7	부정감성
3	리듬있고 흥겹다	1 7	긍정감성
4	거북하다	1 7	부정감성
5	시원스럽고 경쾌하다	1 7	긍정감성
6	짜증난다	1 7	부정감성
7	기운차고 박력있다	1 7	긍정감성
8	불쾌하다	1 7	부정감성
9	듣기 좋다	1 7	총평



3. 주관적 감성평가 결과

12개 소리에 대한 SD 7점 척도 평가 결과를 그림 3에 나타내었다. 12가지 소리별 표3의 순번 1 ~ 8까지의 형용사(그림 3에서 X-축)에 대한 SDS(semantic difference scale: 그림 3에서 Y-축) 패턴이 대체로 자연음은 소리 1과 같이, 소음은 소리2와 같은 패턴을 따랐다.



남녀 성별 소리에 대한 긍정감성 7점 척도 값의 분포는 그림 4와 같이 나타났다. 긍정감성치가 대체로 물소리를 포함한 자연음의 경우가 소음의 경우보다 높았는데 세탁기 소음의 경우가 심장고동소리의 경우보다 높게 나타난 것은 세탁기의 물소리가 긍정감성을 유발시킨 반면에 심장고동소리는 다른 소리들과 비슷한 음압으로 조절한 결과 200 Hz 이하의 저주파 대역에 높은 진폭을 갖는 충격파로 작용하여 불쾌하였을 것으로 추론된다. 남녀 성별에서는 여성은 남성보다 긍정감성치가 좋아하는 소리는 더 높게 싫어하는 소리는 더 낮게 평가되었는데 이것은 여성이 남성보다 감성이 더 예민한 것을 반영해주고 있다.

그림 3. 자연음-소음의 감성평가 형용사별 긍정감성의 7점 척도값 패턴

4. 소리의 물리적 특징 및 주관적 평가 결과와의 상관성

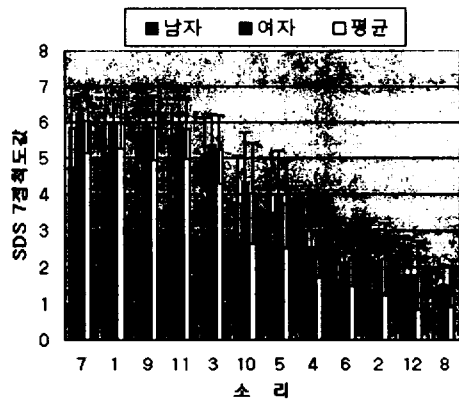


표4에 12가지 소리들에 대한 물리적 특징

그림 4. 자연음-소음에 대한 성별 긍정감성의 7점척도 평가값

을 Zwicker의 심리음향인자 분석 프로그램으로써 계산하여 나타내었다. 이 결과로부터 소음은 자연음보다 UA(Unbiased annoyance)를 비롯한 심리음향인자들의 값이 높았다. 이 결과들과 주관적 감성평가 결과와의 상관계수를 SPSS 통계프로그램으로 계산하여 표5에 나타내었으며 그림 6에는 막대그래프로 나타내었다. 긍정감성과 심리음향인자들과의 상관성은 Loudness(-0.37)를 비롯하여 대체로 “-” 상관성을 갖는 것으로 나타났다. 그림 7에는 불쾌음질인자에 대한 심리음향인자들 및 쾌감성의 상관성을 나타내었는데 인자1(Loudness)가 90%정도로 평가된 것은 소음에 대한 불쾌정도가 Loudness에 80 ~ 85% 정도 의존한다는 기존의 연구결과들과 잘 일치한다고 볼 수 있으며 다른 심리음향인자들과도 대체로 “+” 상관성을 갖는다는 것을 알 수 있다.

표 4. 자연음과 소음에 대한 심리음향인자 계산값

소리	심리음향인자						
	Loud	Sharp	Fluctuate	Tonal	Rough	UA	
1	7.29	1.4	1.7	0.07	7.01	49.13	
2	16.2	1.24	0.9	0	9.69	62.51	
3	2.85	1.6	1.39	0.08	9.09	13.9	
4	11.7	0.91	1.26	0	7.51	51.56	
5	1.36	0.35	0.85	0	9.15	7.21	
6	13.7	1.41	1.47	0	9.68	73.2	
7	15.5	1.24	1.35	0	10.68	62.61	
8	12.3	1.33	1.13	0.01	8.09	53.35	
9	14.1	1.24	1.72	0	10.3	74.76	
10	10.8	1.24	1.09	0	9.23	45.84	
11	15.2	1.52	1.72	0	10.36	69.3	
12	17	1.25	0.87	0.16	7.68	56.73	

표 5. 자연음과 소음에 대한 긍정감성 평가치와 심리음향인자들과의 상관계수

	긍정	Loud	Sharp	Fluctuate	Tonal	Rough	UA
긍정감성	1	-0.37	-0.3	0.064	-0.2	-0.265	-0.2
Loudness	-0.37	1	0.36	0.059	-0	0.256	0.9
Sharpness	-0.3	0.36	1	0.541	0.26	0.108	0.45
Fluctuation	0.064	0.059	0.541	1	-0.2	0.211	0.41
Tonality	-0.22	-0.05	0.259	-0.164	1	-0.541	-0.2
Roughness	-0.27	0.256	0.108	0.211	-0.5	1	0.28
UA	-0.2	0.902	0.446	0.409	-0.2	0.281	1

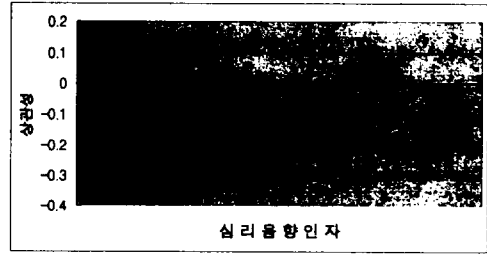


그림 6. 긍정감성과 심리음향인자들과의 상관성

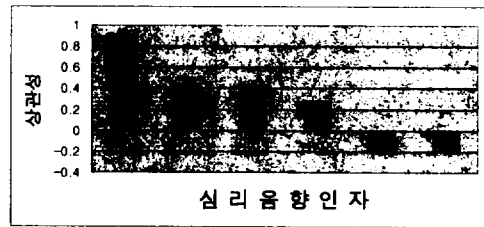


그림 7. 불쾌음질인자(UA)와 심리음향인자 및 긍정감성(쾌)과의 상관성

5. 결론

본 연구를 통하여 자연음과 소음에 대한 물리적 특징과 주관적 감성평가 결과와의 상관성 분석에 대한 기초연구로서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 자연음과 소음의 음압이 비슷하도록 조절하여 제시하였는데도 물소리를 비롯한 자연음은 소음보다 대체로 긍정감성이 높게 평가되었다. 둘째, 세탁기소리는 소음임에도 불구하고 자연음인 심장고동소리보다 더 긍정감성을 불러 일으켰는데, 그 원인은 세탁기소음에 물소리가 많이 포함되어 긍정감성에 기여한 반면에, 심장고동소리는 소음과 비슷한 음압레벨로 증폭시킨 결과 200 Hz이하에 집중된 높은 진폭이 저주파대역의 충격파로 작용하여 부정감성에 기여한 것으로 사료된다. 셋째, 긍정감성과 심리음향인자들과의 관계는 Loudness(-0.37)을 비롯하여 대체

로 “-”상관성을 가졌다. 넷째, Unbiased annoyance와 심리음향인자들과의 관계는 Loudness(0.92)를 비롯하여 대체로 “+”상관성으로 나타났다. 다섯째, 성별에 따른 감성 차이는 소리에 대한 긍정감성과 부정감성 각각에 대하여 여성이 남성보다 더욱 예민하게 반응하는 경향을 보였다. 마지막으로, SD평가에 사용된 8개 형용사의 7점척도 패턴은 심장고동소리와 세탁기 소리를 제외하고는 긍/부정감성소리는 긍/부정형용사 패턴을 따랐다.

이러한 결과로부터 세탁기 등의 제품/환경 소음을 쾌적한 소리로 변화시키기 위하여는 물소리 등의 긍정감성을 유발시키는 물리적 요소들을 제외한 소음요소 들을 흡/차음재를 이용하여 효과적으로 저감시키는 기술과 함께 경우에 따라서는 자연의 물 흐르는 소리 등을 인위적으로 발생시켜 sharpness와 roughness 등의 원인이 되는 소음인자를 매스킹 하는 기술 개발이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- (1) Poul Ladegaard, 1998, "Basic Introduction to Sound Quality", Bruel & Kjer.
- (2) G. Jansen, G. Notbohm, and S. Schwarze, 1993, "Appliance of physiological measurement for assessing sound amenity " J. Acoust. Soc. Jpn. (E), Vol. 14, No3, pp. 155-158.
- (3) ISO 2204, 1979, "Acoustics- Guide to Introduction to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings".
- (4) E. Zwicker, H. Fastl, 1999, "Psychoacoustics", Springer, Berlin, pp. 324-327.