

쾌적환경 조성을 위한 도시 환경음의 주관반응 평가

Evaluation of Subjective Responses for Urban Environmental Sounds to Create Comfortable Environment

박현구†, 김항*, 국찬**, 장길수***

Hyeon Ku Park, Hang Kim, Chan Kook, Gil Soo Jang

Key Words : 주관반응(subjective response), 쾌적환경(Comfortable Environment), 도시 환경음(Urban Environmental Sound), 평가요인(Evaluation Factor)

ABSTRACT

For the comfortable housing life, an urban environment should give comfort and pleasantness to people living in house and in city. There are lots of environmental conditions in city affecting house and life and most of all the noise pollution have been become factor that makes people's life hard without need to say. Recently researches have been performed to create comfortable urban environment and a study on the evaluation of urban environmental sounds is now undergoing.

This study aimed to analyse the subjective characteristics through the subjective evaluation to the sounds measured with physical parameters and eventually to find out evaluation method for urban environmental sounds. Vocabularies applied to previous studies were used for the subjective evaluation and sound sources recorded in specific places were presented with picture at the same time.

1. 서론

도시환경에 생태적 사고를 도입하여 자연환경을 회복하고, 쾌적성(amenity)과 생태(ecology)가 조화되는 도시를 창출하는 것은 시대적 소명이 되고 있다. 그 일환으로서 등장한 개념이 쾌적음환경(acoustic amenity)이다. 이는 단순히 소음의 제어만이 아닌 새의 지저귀음과 풀벌레소리, 분수와 시냇물 흐르는 소리, 낙엽 밟는 소리 등 자연음을 적극적으로 도입하여 도시인의 감성에 호소함으로써 도시를 정감있고 평온하게 하는 환경을 조성하는 의미를 포함하고 있다.

본 연구는 쾌적 음환경 조성을 위한 연구의 일환으로서 도시환경음에 대한 주관평가를 통해 도시환경음을 평가할 수 있는 어휘와 그 안에 내재되어 있는 속성들을 찾아내고자 하며, 이전 연구⁽¹⁾에서 수행한 도시환경음의 물리적 특성분석과 더불어 주관적인 반응 분석을 통해 도시환경음의 특성을 분류하고, 그에 적절한 평가방안을 찾아내는 데 그 목적이 있다.

2. 환경음의 선정 및 측정

2.1 대상 환경음의 분류

본 연구에서 대상으로 하는 환경음은 이전 연구⁽¹⁾에서 물리적 측정을 실시한 15개의 음원을 대상으로 하였으며, 음원의 구성 특성상 3가지 유형의 소리로 나누어 분석을 실시하였다. 첫째, 도시에서 거의 모든 음을 차지하고 있는 교통음과 들쭉, 도시 하천, 분수 등을 고려한 물소리 그리고 셋째로는 도시 내 다양한 공간에서의 소리 특성을 분석하고자 다른 특성을 가진 공간에서의 소리(이하 공간음)를 대상으로 하였다.

2.2 대상 환경음의 측정

도시 환경음에 대한 분석을 위해 광주광역시를 대상으로 시로 선정하였으며, 도시를 관통하는 광주천, 도로, 주택단지, 아파트 단지 등을 대상으로 측정 및 녹음을 실시하였다. 측정 및 녹음은 2005년 3월 23일에 이루어졌다.

음원의 세부사항을 살펴보면, 교통음으로는 시내도로와 고속도로를 대상으로 하여 시내도로는 왕복 5차선, 8차선, 16차선에서의 음을 측정하고 녹음하였다. 고속도로는 왕복 4차선을 대상으로 하였다. 시내도로 중 왕복 8차선 측정장소는 5거리의 교차로였기 때문에 각 방향으로 자동차들이 정지 및 신호대기, 출발 등을 반복하였다.

물소리는 도시 내부를 흐르는 하천을 고려하여 단차이

† 정희원, 전남대 공업기술연구소 선임연구원, 공학박사
E-mail : soundpark@cricmail.net
Tel : (062)530-1633, Fax : (062) 530-0780

* 정희원, 전남대 대학원 박사과정

** 정희원, 동신대 환경조경학과 교수, 공학박사

*** 정희원, 동신대 건축공학부 교수, 공학박사

로 인해 발생하는 시냇물의 소리를 측정하였으며, 공원 및 호수에 있는 분수를 고려해 낮은 분수를 대상으로 하였다. 시냇물은 단차이가 10 ~ 20 cm인 곳과 60 ~ 70 cm인 곳을 측정하였으며, 폭포를 이루는 물의 폭도 달라 물의 양 또한 달랐다.

공간음은 다양한 특성을 가진 공간에서의 소리로서 이를 위해 보행자가 주로 다니는 상가가 많은 보행자 도로, 새울음 소리가 들리는 조용한 호수변, 사람들이 많이 모이는 호수공원, 자연음이 많을 것으로 예상되는 등산, 아파트 단지 내 놀이터, 주택 단지의 비교적 조용한 도로, 하천 위에 설치된 교량을 기준으로 도로교통음이 보다 지배적인 교량위, 하천의 물소리가 지배적인 교량 아래 등을 대상으로 하여 각 공간에서 음을 측정 및 녹음하였다.

표 1은 본 연구대상 도시 환경음의 종류 및 Leq(dBA)에 의한 음원의 크기와 최소값, 최대값을 보여주고 있다.

표 1. 대상 도시 환경음의 평가지수에 의한 비교

분류	음원		평가지수(단위)		
	번호	소리의 종류	L _{Aeq} dB(A)	L _{min} dB(A)	L _{max} dB(A)
교통음	1	도로교통음, 시내도로(왕복 5차선)	73.3	56.3	88.5
	2	도로교통음, 시내도로(왕복 8차선)	72.2	61.2	86.3
	3	도로교통음, 시내도로(왕복 16차선)	69.1	53.4	85.7
	4	도로교통음, 고속도로(왕복 4차선)	76.2	63.7	84.8
물소리	5	시냇물, 단차 10 ~ 20 cm	68.3	66.5	72.4
	6	시냇물, 단차 60 cm ~ 70 cm	75.4	74.3	77.6
	7	호수 분수, 분수높이 50 cm ~ 2 m	55.8	48.8	72.2
공간음	8	시내 보행자 도로(상가)	69.0	57.9	82
	9	호수변	44.3	34.8	58.3
	10	호수공원	57.3	45.3	84.4
	11	등산(전입부)	47.2	35.3	64.1
	12	아파트 단지 내 놀이터	50.7	45.5	66.4
	13	주택 단지 도로	62.1	39.4	83.0
	14	천변, 교량 위	73.4	62.6	87.1
	15	천변, 교량 아래	63.7	57.1	71.9

그림 1은 음원의 종류별 Leq(dBA)값 및 최대값 최소값의 편차를 나타내는 그래프이다. 5, 6번의 물소리가 아주 작은 편차를 나타내는 반면, 호수공원(10번) 및 주택 단지 도로(13번)에서의 소리는 낮은 배경음과 간헐적인 교통음으로 인해 최대, 최소값의 편차가 크게 나타나고 있다. 그림 2는 G값에 의한 음원별 주파수 중심값을 나타낸 것으로 물소리(5, 6번)의 주파수가 상대적으로 고주파수 성분이 많이 있음을 알 수 있으며, 시내 보행자 도로

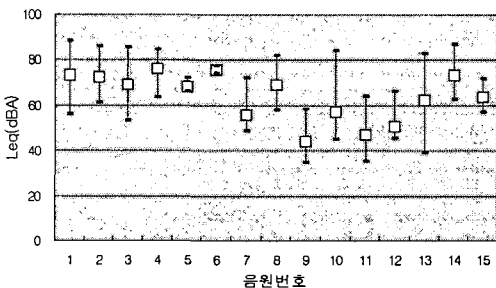


그림 1. 음원의 Leq(dBA) 및 최대값, 최소값

상가(8번)에서는 보행자들의 말소리와 상점의 방송소리 등으로 인해 주파수 특성이 높게 나타났다. 그 외의 음원(5번 제외)은 대체적으로 300 Hz 이하로 나타나고 있다.

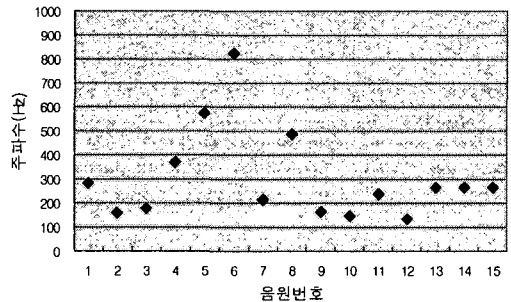


그림 2. 음원의 주파수 특성(G값)

3. 도시환경음에 대한 주관평가 및 결과분석

3.1 주관평가 개요

도시 환경음의 주관평가를 위해 본 연구에서는 현장에서 촬영한 사진과 동시에 녹음된 음원을 실험실에서 제공함으로써 피험자들의 반응을 조사하였다. 대상 피험자는 전체 15명이었으며 남자 11명, 여자 4명이었고 연령은 21세부터 34세까지 정상청력을 가진 대학생, 대학원생 등을 대상으로 하였다.

녹음된 음원은 Cool Edit Pro를 사용하여 편집하였으며, 녹음 당시의 레벨에 근거하여 동일한 레벨을 청취레벨로 하였다. 사진화면은 사진 장면에 해당하는 음원 발생과 동시에 영사기에 의해 제공하였다. 음원 및 화면을 제공하는 방법은 그림 3과 같다.

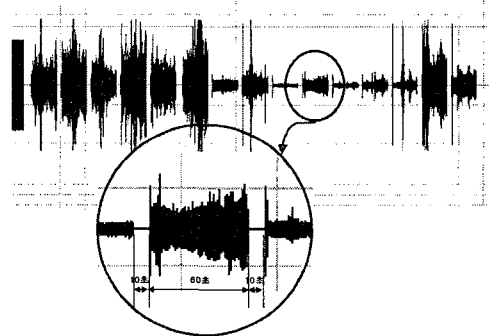


그림 3. 주관평가를 위한 음원 제공방법

2) Manon(2003)은 스펙트럼의 중력중심을 계산하기 위해 G 값을 계산하였다. G값은 다음 식에 의해 계산되어진다.

$$G = \frac{\sum [10^{\frac{L_i}{10}} \times B_i]}{\sum [10^{\frac{L_i}{10}}]}$$

여기에서, L_i는 50 Hz에서 50 kHz까지의 1/3 옥타브 밴드폭(B_i)에서의 레벨(dB).

주관평가는 의미차분법(SD)을 이용하였으며, 여기에 사용한 어휘는 기존 연구⁽²⁾에서 활용된 25개의 형용사 어휘로서 7단계로 평가하였다.

표 2. 주관평가에 사용된 어휘

번호	어휘	7	6	5	4	3	2	1	어휘
1	듣기좋은								듣기싫은
2	충만한(가득한)								공허한(빈약한)
3	감동적인								무미진조한
4	규칙적인								불규칙적인
5	즐거움								구슬픈
6	깊이있는								깊이없는(얕은)
7	다채로운								단조로운
8	따뜻한								차가운
9	독특한								평범한
10	또렷한								모호한
11	맑은								탁한
12	가벼운								무거운
13	부드러운								딱딱한
14	의미있는								무의미한
15	활기찬								활기없는
16	섬세한								무딘
17	세련된								투박한
18	신비로운								현실적인
19	강한								약한
20	유쾌한								우울한
21	(공간에)어울리는								어울리지않은
22	잔잔한								요란한
23	전원적인								도시적인
24	친숙한(낯익은)								낯설은
25	편안한								불안한

주관평가에 사용된 기기의 내역은 다음과 같다.

- 1) Desktop Computer (Intel Pentium IV)
- 2) 4-Channel Headphone Distribution Amplifier (Behringer HA 4400)
- 3) Headphone (Sennheiser HD 600)
- 4) Head & Torso Simulator (B&K type 4128)
- 5) Realtime Frequency Analyzer (01dB-Symphonie Software)
- 6) Labtop Computer (LG IBM)

3.2 주관평가 결과

(1) 음원별 득점평균값 비교

그림 4는 음원의 어휘 득점평균값을 나타낸 것으로 교통음 및 물소리에 대한 반응의 득점값을 정리하였다. 교통음인 1번 ~ 4번 음원은 '강한'과 '친숙한'의 득점값이 높게 나타났으며, '신비로운'과 '전원적인'의 득점값은 낮게 나타남을 알 수 있다. 물소리인 5번 ~ 7번 음원은 전반적으로 교통음에 비해 높은 득점값을 보이고 있으며, 그 중단차가 10 cm ~ 20 cm인 작은 개울 물소리(5번)가 가장 높은 득점을 함을 알 수 있다. 5번 음원의 득점이 높은 어휘는 4번(규칙적인), 11번(맑은), 21번(공간에 어울리는) 및 24번(친숙한)이었으며, 6번 음원의 경우 '잔잔한'(22번) 어휘의 득점값이 매우 낮게 나타나 단차가 큰 물소리의 경우 요란하게 느낌을 알 수 있다.

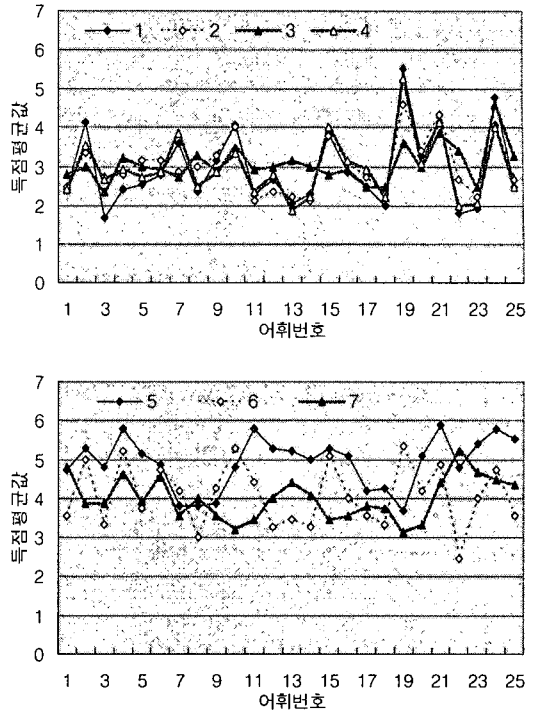


그림 4. 음원의 어휘 득점 평균값(위:교통음, 아래:물소리)

(2) 물리적 측정값과 주관반응값의 비교

청감실험을 통해 주관반응을 조사하였으며, 각 음원별 어휘 득점 평균값을 정리하였다. 그림 5는 물리적 측정값인 등가소음레벨(Leq)과 주관평가 어휘 중 '듣기좋은', '강한', '요란한'의 득점평균값을 비교한 것이다. 그림에서 나타난 바와 같이 측정레벨값이 높은 음원에 비해 낮은 9번(호수변)과 11번(동산 진입부)의 음원이 듣기 좋은 것으로 나타났으며, 레벨값은 교통소음과 비슷하지만 5번(물소리) 음원은 자연의 소리로 높은 값을 득점하였다. '강한'과 '요란한'의 득점값은 비슷하게 나타나며, Leq값과 유사한 패턴을 보이고 있다.

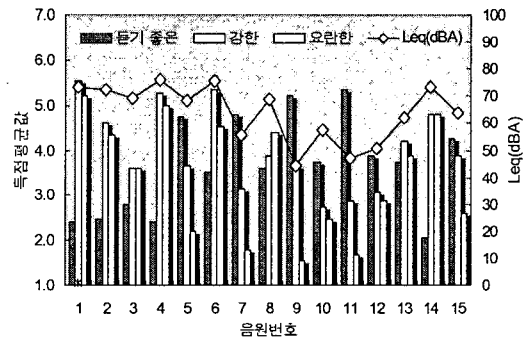


그림 5. Leq값과 주관평가어휘의 득점값 비교

(3) 물리적 평가지수와 주관평가값의 상관성 분석

이전 연구⁽¹⁾에서 사용가능성이 나타났던 물리지수와 주관평가값과의 상관분석을 실시하여 물리지수의 설명에 적합한 어휘를 분석하였다(표 3). 표에서와 같이 1번(듣기좋은), 19번(강한), 22번(잔잔한) 및 25번(편안한)의 어휘가 Leq 등 음원의 크기와 높은 상관성을 보이고 있으며, 2번(충만한), 4번(규칙적인) 어휘는 음레벨의 편차와 높은 상관성을 나타내고 있다. 물리지수는 Lmax값이 전반적으로 많은 어휘와 높은 상관성을 나타내며, 음원의 주파수 특성을 나타내는 G값은 15번(활기찬)과 가장 높은 상관성을 보이며, 10번(또렷한)과 2번(충만한) 어휘와도 비교적 높은 상관성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

표 3. 물리적 평가지수와 주관평가값의 상관관계 분석

어휘 번호	UAnno yance	Leq	Lmax	StdDev	NbEm	EmT	Rem	N	G
1	-0.87	-0.80	-0.88	-0.30	0.28	0.39	-0.57	-0.82	-0.01
2	0.01	0.11	-0.28	-0.72	-0.17	0.69	-0.55	0.11	0.71
3	-0.71	-0.67	-0.87	-0.45	0.06	0.45	-0.64	-0.67	0.08
4	-0.41	-0.30	-0.67	-0.73	-0.27	0.81	-0.82	-0.31	0.45
5	-0.67	-0.50	-0.63	-0.48	0.38	0.49	-0.62	-0.59	0.21
6	-0.39	-0.32	-0.66	-0.62	-0.20	0.66	-0.66	-0.30	0.36
7	-0.01	0.05	-0.32	-0.53	0.13	0.36	-0.28	0.05	0.60
8	-0.73	-0.80	-0.80	-0.12	0.22	0.08	-0.40	-0.80	-0.26
9	-0.16	-0.15	-0.54	-0.56	0.11	0.42	-0.48	-0.13	0.47
10	0.07	0.19	-0.26	-0.57	-0.44	0.64	-0.41	0.24	0.72
11	-0.52	-0.41	-0.71	-0.48	-0.10	0.58	-0.59	-0.42	0.38
12	-0.77	-0.64	-0.77	-0.30	0.29	0.36	-0.48	-0.70	0.10
13	-0.78	-0.71	-0.83	-0.36	0.19	0.42	-0.58	-0.74	0.04
14	-0.64	-0.60	-0.82	-0.37	0.02	0.45	-0.52	-0.61	0.12
15	0.30	0.44	-0.01	-0.53	-0.11	0.53	-0.25	0.42	0.81
16	-0.23	-0.23	-0.68	-0.53	-0.24	0.50	-0.47	-0.20	0.40
17	-0.44	-0.42	-0.74	-0.53	0.11	0.43	-0.53	-0.42	0.23
18	-0.61	-0.65	-0.90	-0.38	-0.04	0.38	-0.50	-0.61	0.09
19	0.82	0.79	0.54	0.01	-0.48	-0.04	0.35	0.87	0.46
20	-0.20	-0.04	-0.43	-0.44	0.04	0.50	-0.39	-0.08	0.57
21	-0.11	-0.02	-0.39	-0.34	-0.07	0.41	-0.29	-0.03	0.50
22	-0.84	-0.85	-0.81	-0.24	0.22	0.25	-0.52	-0.87	-0.30
23	-0.70	-0.67	-0.85	-0.42	-0.05	0.49	-0.64	-0.65	0.08
24	-0.08	0.13	-0.14	-0.24	0.02	0.43	-0.19	0.05	0.52
25	-0.73	-0.69	-0.84	-0.31	0.19	0.35	-0.50	-0.71	0.05

* 물리적 평가지수에 대한 설명은 이전 연구⁽¹⁾ 참조

(4) 음원종류에 따른 평가요인의 분석

음원의 종류에 따라 주관평가값을 사용하여 평가요인을 분석하기 위해 요인분석을 실시하였으며, 그 결과 표 4와 같이 교통음, 물소리는 6개의 요인으로, 공간음은 4개의 요인으로 추출되었다. 모든 소리에 대해 '듣기좋은'의 요인이 1요인으로 분석되었으며, 유쾌함 또한 모든 소리에 대한 설명이 가능한 요인으로 분석되었다.

표 4. 음원종류별 요인분석 결과

	1요인	2요인	3요인	4요인	5요인	6요인
교통음	듣기좋은	유쾌함	즐거움	맑음	어울림	또렷함
물소리	듣기좋은	유쾌함	다채로움	따뜻함	독특함	또렷함
공간음	듣기좋은	규칙적인	유쾌함	친숙함	-	-

4. 결론

본 연구는 도시환경음의 평가방안을 모색하기 위한 것으로, 물리적 측정을 측정했던 도시 환경음을 대상으로 주

관평가를 실시함으로써 도시 환경음의 주관적인 특성을 분석해 내고자 하였다. 주관평가를 위해 기존 연구에서 사용된 어휘를 사용하였으며, 해당 공간에서 녹음된 음원을 실험실에서 제공하는 방법을 사용하여 평가를 실시하였다. 본 연구를 통해 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 음원의 종류에 따라 어휘 득점평균값을 비교한 결과 교통음은 '강한'과 '친숙한'의 득점값이 높게 나타났으며, '신비로운'과 '전원적인'의 득점값은 낮게 나타났다. 물소리는 전반적으로 교통음에 비해 높은 득점값을 보였으며, 특히 단차가 적어 상대적으로 조용한 물소리의 득점값이 높았다.

(2) 어휘 득점 평균값을 물리적 측정값인 등가소음레벨 (Leq)과 비교한 결과, 대체적으로 레벨값의 크기와 '듣기 좋은' 정도는 비례하는 것으로 나타났으나, 물소리의 경우 레벨값은 교통소음과 비슷함에도 불구하고 높은 값을 득점하였다.

(3) 물리지수와 주관평가값의 상관성 분석결과 '듣기좋은', '강한', '잔잔한' 및 '편안한'의 어휘가 Leq 등 음원의 크기와 높은 상관성을 보이고 있으며, '충만한', '규칙적인' 어휘는 음레벨의 편차와 높은 상관성을 나타냈다. 물리지는 Lmax값이 전반적으로 많은 어휘와 높은 상관성을 나타내며, 음원의 주파수 특성을 나타내는 G값은 '활기찬'과 가장 높은 상관성을 나타냈다.

(4) 음원의 종류에 따른 요인분석 결과, 교통음, 물소리는 6개의 요인으로, 공간음은 4개의 요인으로 추출되었다. 모든 소리에 대해 '듣기좋은'의 요인이 1요인으로 분석되었으며, 유쾌함 또한 모든 소리에 대한 설명이 가능한 요인으로 분석되었다.

후 기

본 연구는 2004년도 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업의 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- (1) 박현구 외, 도시 환경음의 음질 평가, 한국소음진동공학회 2005년도 춘계학술대회논문집, 2005.5
- (2) 국찬 외, 도심공원에 Soundscape Design을 위한 기초적 연구, 한국생태환경건축학회춘계학술대회, 2003년5월/제3권제1호
- (3) 박현구, 송민정, 장길수, 사운드 스케이프 적용 음원의 음질 지수 분석, 한국소음진동공학회 2004년도 추계학술대회논문집, pp. 814-819
- (4) Manon Raimbault et al, Ambient sound assessment of urban environments: field studies in two French cities, Applied Acoustics 64(2003) 1241-1256