

의미 분별법을 활용한 물소리의 도로교통소음 마스킹 효과

Investigation of masking effect of water sounds on road traffic noise using semantic differential method

허재영† · 유 진* · 진진용**

Jaeyoung Heo, Jin You, Jin Yong Jeon

1. 서 론

도심 주거의 보편화와 함께 공용공간의 활용은 쾌적한 환경 조성에 중요한 요소로 자리잡고 있으나 공사장과 도로교통소음들은 도심 공용공간의 방해요소가 되므로 도심의 주소음원인 도로교통소음의 저감과 관련된 많은 연구들이 진행되어 왔다. 그러나 도심 공용공간에 다수 적용되어온 물소리를 이용하여 도로교통소음을 마스킹 하고 쾌적한 음환경을 유지하는 방안에 대한 연구는 미미한 실정이다.

이에 본 연구에서는 도로교통소음(road traffic noise, 이하 RTN)의 마스킹을 위해 효과적인 물소리의 특성과 이에 대한 주관적 반응을 조사하기 위해 도로교통소음과 14종의 물소리를 활용하였다. 음질요소 분석을 거쳐 실험음원을 구성하였고, 40명의 피험자를 대상으로 청감평가를 실시 하였으며 semantic differential test(이하 SD test)방법을 활용함으로써 물소리 마스킹 효과를 형용사 어휘로 표현 하도록 하였다.

2. 본 론

2.1 음원 측정

그림 1과 같은 14종의 물소리가 영국의 셰필드와 청계천을 중심으로 한 서울의 도심 공용공간에서 녹음되었다. 도로교통소음의 경우 셰필드역과 인접한 왕복 4차선 도로에서 녹음되었으며, 물소리들은 셰필드의 타운홀과 기차역, 서울 청계천에서 녹음되었다. 물소리의 경우 fountain (F1-F4), stream (S1-S6), drop (D1-D2) 그리고 waterfall (W1-W2)의 네종류로 구분 하였다. 측정 장비는 artificial head (Neumann KU100)와 ear microphone (B&K Type 4101)을 활용하였고, 녹음시간은 음원당 5분으로 설정하였다.



Fig.1 Visual images of water features

2.2 물소리 음질 특성 분석

RTN과 물소리에 대하여 주요 음질 요소인 loudness, sharpness, roughness, fluctuation strength를 분석한 결과가 아래 표 1과 같다. 저주파 대역이 지배적인 도로교통소음의 경우 loudness값은 물소리들과 비슷한 값을 보였으나, 나머지 음질 요소들에 있어서는 RTN이 가장 낮은 값을 나타내었고, S1, S3, S6 등의 유수 형태의 물소리들은 fluctuation strength값이 전반적으로 다른 음원보다 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 또한, 높은곳에서 떨어지는 형태의 음원인 D1은 loudness와 sharpness값이 가장 높게 나타났으며, S3은 fluctuation strength에서, W1은 roughness에서 가장 높게 나타났다.

Table 1. Sound quality values of the sound stimuli

	Loudness [sone]	Sharpness [acum]	Roughness [asper]	Fluctuation strength [vacil]
RTN	28.5	1.44	1.22	1.09
F1	27.1	2.32	1.49	1.24
F2	26.9	2.06	1.40	1.22
F3	24.7	2.50	1.42	1.44
F4	25.0	2.17	1.59	1.28
S1	27.2	2.08	1.38	1.47
S2	27.8	2.07	1.35	1.41
S3	24.7	1.99	1.48	1.49
S4	25.3	1.97	1.56	1.42
S5	25.7	1.69	1.41	1.37
S6	24.6	2.04	1.74	1.48
D1	37.8	2.57	1.23	1.45
D2	27.2	1.95	1.47	1.30
W1	27.5	1.90	1.82	1.23
W2	25.2	1.96	1.46	1.29

† 교신저자; 한양대학교 건축환경공학과 석사과정
E-mail : hjyoung84@naver.com
Tel: (02)2220-1795, Fax: (02)2220-4794

* 한양대학교 건축환경공학과 박사과정

** 한양대학교 건축공학부 교수

2.3 청감실험 방법론 및 결과

분석된 음원의 음질요소 데이터와 비교하여 피실험자들이 느끼는 주관적인 선호도를 조사하기 위하여 청감어휘를 활용한 SD test를 실시하였다. 또한, 이전 연구에서 청각적인 요소 뿐 아니라 시각적인 요소 또한 주관적 평가에 영향을 미치는 것으로 나타났기 때문에 각 음원들의 이미지를 본 실험에 활용하였다. 음원들의 제시레벨은 S/N ratio를 -3dB로 하여 도로교통소음의 경우 75dB로 설정하였고, 물소리들의 경우는 도로교통소음의 레벨보다 3dB 감소된 72dB로 설정하여 실험을 진행하였다.

(1) 평가 어휘 선정

SD test에 활용될 청감어휘를 결정하는 과정으로 40명을 대상으로 5점 척도법을 활용하여 두 차례의 적합도 평가를 진행하였다. 1차 적합도 평가는 250개의 소리를 표현하는 어휘들을 도심 사운드시케이프 표현의 적합도를 기준으로 80개의 어휘로 정리하는 과정을 거쳤으며, 1차 적합도 평가를 통해 선정된 어휘들로 2차 적합도 평가를 진행하였다. 2차 적합도 평가는 1차 적합도 평가에서 선정된 80개의 어휘들을 물소리 사운드시케이프 표현의 적합도를 기준으로 15개의 어휘로 정리하는 과정을 거쳤으며, 선정된 어휘의 반대 의미를 갖는 어휘까지 포함하여 표 2와 같은 총 15쌍의 어휘를 최종 선정 하였다.

Table. 2 Semantic differential 활용 어휘

평화롭다	Peaceful	불안하다	Irritated
안정되다	Calm	불안정하다	Agitated
만족스럽다	Satisfied	불만스럽다	Dissatisfied
시원하다	Cool	덥다	Warm
상쾌하다	Fefreshing	상쾌하지않다	Weary
경쾌하다	Cheerful	우울하다	Gloomy
생기있다	Lively	생기없다	Unlively
유쾌하다	Pleasant	불쾌하다	Unpleasant
열려있다	Open	닫혀있다	Closed
활기차다	Energytic	무기력하다	Tired
다채롭다	Varied	단조롭다	Monotonous
변화가 있다	Unsteady	변화가 없다	Steady
맑다	Clear	탁하다	Muddy
선명하다	Distinct	흐릿하다	Hazy
밝다	Bright	어둡다	Dim

(2) SD test 결과

15쌍의 청감어휘를 활용하여 40명을 대상으로 SD test를 실시 하였다. 어휘 쌍 당 15개의 실험 음원을 무작위로 들려 주어 7점척도로 평가하게 하였으며 각 어휘쌍별 rating은 그림 2와 같다. 실험 결과 RTN의 경우 모든 어휘에 쌍에서 부정적인 평가를 받았으나 RTN과 물소리를 함께 들려주었을 경우 RTN만 들려주었을 경우보다 상대적으로 높은 평가를 받는 것으로 나타났다. 특히, 'clear' 어휘에서 높은 평가를 받은 S1 음원은 모든 어휘 쌍에서 긍정적인 평가를 받았으며, 분수 음원인 F1의 경우에는 '활기차다, 열려있다' 등의 어휘에서 긍정적인 평가를 받은 것으로 나타났다. 또한, 화이트노이즈 성분이 강한 W1 음원의 경우 '단조롭다'는 평가를 받았으며, S4는 모든 어휘에서 물소리들 중 가장 부정적인 평가를 받은 것으로 나타났다.

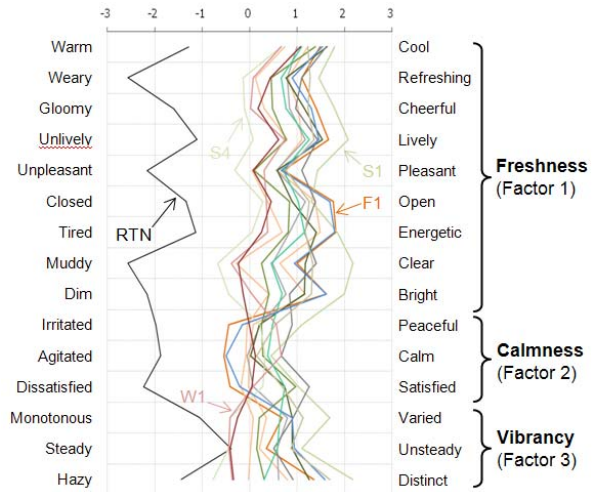


Fig 2. Semantic profiles

(3) 통계분석

SD test 결과를 토대로 요인분석을 실시한 결과 15쌍의 음원이 3개의 요인으로 분류 되었다. 분류된 요인 별로 어휘들을 대표할 수 있는 명칭을 설정하였다. '시원하다' 외 8쌍의 어휘는 freshness로, '평화롭다' 외 2쌍의 어휘는 calmness로, 그리고 '다채롭다' 외 2쌍의 어휘는 vibrancy로 명명 하였으며 이를 토대로 표 1에서 제시한 물리적 지표인 음원들의 음질요소 분석 값과의 상관분석을 실시 하였다.

상관분석 결과는 표 3과 같이 주관적 지표인 freshness, calmness가 물리적 지표인 sharpness와 상관관계가 유의한 것으로 나타났으며, 나머지 요인들과 음질요소들간의 상관관계는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

Table 3. Correlation coefficients between SQ metrics and subjective response

	Factor score		
	Freshness	Calmness	Vibrancy
Loudness	0.48	-0.52	0.26
Sharpness	0.62*	-0.81*	0.09
Roughness	-0.40	0.42	-0.42
Fluctuation strength	-0.40	0.26	0.41

3. 결 론

SD test를 통한 도로교통소음에 대한 물소리의 마스킹 효과를 분석한 결과 도로교통소음만 들려주었을 경우보다 도로교통소음과 물소리를 함께 들려주었을 경우에 음원에 대한 전반적인 선호도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 청감어휘를 활용함에 따라 15개 음원에 대한 피실험자들의 주관적인 평가를 보다 구체적으로 확인할 수 있는 것으로 확인 되었다.

결과적으로 도심 공용공간에서 발생하는 주요 소음원인 도로교통소음을 마스킹 하는데 있어서 물소리 soundscape의 구성은 효과적인 것으로 사료되며, 도로교통소음 외에도 다른 음향 특성을 가지고 있는 공사소음 및 사람의 웅성거림등에 대한 마스킹 효과에 대해서도 추가적인 고찰이 필요한 것으로 판단된다.