

## 도로교통소음에 대한 도입 연출음의 마스킹 효과 The Masking Effects of Introducing Sounds about Road Traffic Noise

신 훈\* · 박사근\*\* · 국 찬\*\*\* · 장길수\*\*\*\*

Hoon Shin, Sa-Keun Park, Chan Kook, Gil-Soo Jang

**Key Words** : Traffic Noise(교통소음), Masking Effects(마스킹 효과), Introducing Sound(연출음)

### ABSTRACT

This paper describes a experimental study determining the effects of the type and loudness of introducing sounds on the amenity and the masking degree of background noise. 132 relative test sounds with 11 types of introducing sounds and 3 steps of road traffic noise were presented to 29 subjects through headphone in the laboratory experiment. Seven scale of polar adjective such as 'Strong-Weak', 'Pleasant-Unpleasant', 'Clear-Unclear', 'Suitable-Unsuitable', 'Comfortable-Discomfortable' was employed for the evaluation of amenity. And Seven scale of mono-polar adjective such as 'Very-Not at all' was employed for the evaluation of masking degree against road traffic noise. The results are as follows; Green music was evaluated the highest amenity among test sounds and murmurs of a stream, signal music, song of a bird, crying of insect was showed the amenity rank of order. The softer and weaker introducing sound was evaluated more suitable and comfortable under the road traffic noise. So adequate level of introducing sounds was considered for the desirable urban soundscape. Also the louder sounds compared to background noises had greater masking effects. But similar levels of introducing sounds were recommended considering both good amenity and masking effects.

### 1. 서 론

급격한 산업화는 소리의 폭발적 증가를 초래하였으며 도시화, 기계화의 큰 흐름 속에서 소리는 어느덧 크고 시끄러운 것으로 간주되었고, 급기야 도시의 소리는 불필요하고 불쾌한 것으로 인식되기에 이르렀다.

따라서 종래의 연구는 문제시되는 소음원의 종류와 시끄러운 정도를 규명하는 것에 초점을 두었으며, 소음의 정도를 줄이는 것이 주요한 소음대책이었다. 그러나 도시의 다양한 소리에 귀 기울여 보면 불쾌한 소리만 존재하는 것은 아님을 알 수 있다. 공간에 도입되는 각종 소리들은 대상 공간의 배경소음, 공간의 음향, 시각정보 등에 의해 소리의 인상이 변화하는 것으로 알려져 있다. 이러한 자각으로 인해 소리를

제어하는 관점이 아닌 소리를 적극적으로 도입하고 보전하는 관점에서 소리 제어 개념이 등장하게 되었다.

본 연구에서는 도입음과 배경소음의 상대적 레벨에 따라 공간의 음환경 인식이 어떻게 변화하며, 배경소음의 심리적 마스킹에는 어떤 효과가 있는지를 실험실 실험을 통해 검토하고자 하였다. 실험의 대상 공간으로서 교통량이 많은 도로와 인접해 있으면서 흐르는 물과 동·식물과 같은 자연적 요소가 풍부하고 시민들의 이용이 활발하게 이루어지고 있는 광추천변을 설정하였고, 이에 따라 측정 위치 및 음원의 종류, 제시레벨, 실험방법 등이 결정되었다. 시험음은 도심천변에 어울릴 것으로 생각되는 자연의 소리와 시그널, 환경음악 등이 선정되었으며, 소리의 레벨과 유형이 공간에 제공될 때의 음의 어메니티를 피험자의 주관적 반응을 통해 평가하였다.

\* 전남대학교 건축공학과 박사과정  
E-mail : hoon7708@hotmail.com  
Tel : (061)330-3123, Fax : (061)330-3103

\*\* 동신대학교 건축공학부 석사과정

\*\*\* 동신대학교 환경조경학과 교수

\*\*\*\* 동신대학교 건축공학부 교수

본 연구는 2004년 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업의 일환으로 수행되었음

### 2. 실험

#### 2.1 실험개요

마스킹 효과에 대한 청감실험은 사전에 편집된 소리를 피험자에게 헤드폰을 통해 제시하고 이에 대한 피험자의 반응을 SD평가법에 의해 평가하는 방법을 이용하였다. 이때 배경소음은 도로교통소음이었으며, 동시에 제공된 소리는 음의

크기가 다른 각종 도입음이었다.

평가에 사용된 음원은 현장(천변공간)에서 녹음된 도로교통 소음과 각종 CD에서 발췌한 소리이며, Cool Edit Pro S/W를 이용하여 편집 및 샘플링하였다. 시각정보도 소리의 평가에 직접적인 영향을 미치는 점을 고려하여 실험실 스크린에 일반적인 도심천변의 이미지(광주천, 대구신천)를 투사하였으며, 주어진 7점척도를 SD법에 의해 평가하였다.

## 2.2 시험음

우리 주변의 수많은 소리 가운데, 듣기 좋은 소리와 공간에 적합할 것으로 판단되는 소리를 선정의 대상으로 하였다. 그 가운데 기존의 관련실험을 통해 상대적으로 높은 선호도를 보였던 자연의 소리, 환경음악을 유형별로 분류하여 물소리 2종, 새소리 2종, 곤충소리 2종, 환경음악 2종을 선정하였다. 여기에 신호음 2종과 증기기관차 경적음 1종을 포함하여 모두 11종의 도입음을 선정하였다.(Table 1) 경적음을 선정한 것은 광주천 폐선철도교량에 기관차를 시각적 경관으로 활용하고 기관차의 경적음을 시보의 역할로서 활용할 수 있다는 개념 때문이었다.

Table 1. 시험음의 종류 및 배경소음

유형	소리	기호
물소리	산속물소리	S01
	줄줄 흐르는 물	S02
새소리	찌르레기와 참새	S03
	카나리아	S04
곤충소리	귀뚜라미	S05
	매미	S06
신호음	신호음1	S07
	신호음2	S08
환경음악	환경음악1	S09
	환경음악2	S10
경적음	증기 기관차	S11
배경음	도로교통소음	T-N

실험에 사용된 시험음은 도로교통소음과 상대적 레벨의 크기에 따라서 제공하였다. 광주천변의 현황을 조사를 통해 분포되는 도로교통소음의 범위를 50~70dB(A)로 설정하였고, 이러한 공간에 제공될 수 있다고 생각되는 제시음의 유형과 레벨을 상대적 크기에 의해 설정하였다. 또한 미세한 레벨의 차이는 피험자가 쉽게 감지 할 수 없다고 판단하여 10dB 단계로서 상대적 크기를 제어하였다. 즉 제시되는 시험음은 Table 2와 같이 도로교통소음과의 조합음이며 모두 132가지의 가상 환경음이다.

Table 2. 실험에 사용된 시험음

시험음의 유형	시험음의 레벨 Leq dB(A)	상대적 크기 Leq dB(A)
도로교통소음	50, 60, 70	-20, -10, 0, +10
제시음 11종	30, 40, 50, 60, 70, 80	

## 2.3 청감실험

### (1) 실험 방법

청감반응은 헤드폰을 이용하였다. 실험은 외부소음을 충분히 차폐하여 시험음에 집중할 수 있는 D대학교 청감실험실에서 실시하였고, 시험음은 각 시험음의 조건에 따라 무작위로 제시되었다. 매회 최대 8명의 피험자를 대상으로 청감실험을 실시하였고, 소리의 물리적 측정치는 Head & Torso(B&K4100)를 통해 입력된 소리로부터 산출하였다.(Fig. 1)

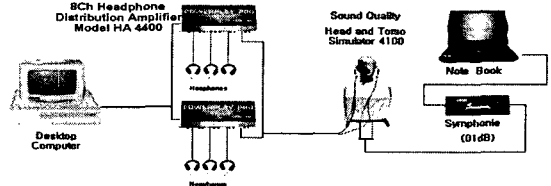


Fig. 1 청감실험 기기 구성도

### (2) 피험자 및 시각정보

실험에 참여한 피험자는 20대~40대의 정상청력을 가지며, 도심천변을 방문한 29명의 유경험자이다. 대부분 남녀 대학생(남자 21명, 여자 8명)으로 구성되었으며, 본격적인 실험 평가 이전에 실험의 충분한 배경과 조건의 설정을 교육하였다. 제공된 화면을 통해 피험자가 천변을 보행하면서 시험음을 듣는다고 가정하였고, 처음 10초간에는 시험음을 느끼고 이후 20초 동안 평가지에 느낌을 기입하도록 하였다.

### (3) 평가어휘 및 평가척도

시험음의 평가를 위한 어휘는 기존 연구<sup>1)</sup>에서 발췌된 주요 어휘 9개(강한, 유쾌한, 편안한, 충만한, 독특한, 또렷한, 어울리는, 신비로운, 섬세한) 가운데 본 실험의 취지와 잘 부합하다고 판단되는 5개 어휘를 선정하였다. 이는 실험을 보다 단순화시켜 피험자의 피로감을 최소화하고 평가를 명확히 하고자 하는 의도였다. 평가척도는 평가의 일관성을 위해 7단계 SD법으로 하였다. 또한 시험음의 도로교통소음에 대한 마스크 정도는 '매우 - 전혀'의 7단계 단극척도로서 평가하였다.

Table 3. 실험에 사용된 평가어휘

평가어휘	평가정도	평가어휘
<b>시험음의 쾌적성 평가</b>		
강한		약한
유쾌한		불쾌한
또렷한	7 - 6 - 5 - 4 - 3 - 2 - 1	모호한
어울리는		어울리지않는
편안한		불안한
<b>시험음의 마스크 정도</b>		
매우	7 - 6 - 5 - 4 - 3 - 2 - 1	전혀

1) 장길수의 2명, "도시공공장소에 어울리는 환경음의 선호도 및 평가요인", 한국소음진동공학회는문집, 2003, 13(11), pp.890-896

### 3. 결과 및 분석

피험자 반응의 대표값은 시험음에 대한 개인별 반응치를 평균한 것으로 하였다.

#### 3.1 시험음의 어휘별 선호도 특성

Fig. 2은 평가에 사용된 도로 교통소음과 시험음 11종(60dB(A))에 대한 쾌적성평가 어휘를 가지고 비교한 그래프이다. 전체적으로 '뜨렷한'과 '강한'의 평가어휘가 높게 나타난다. 또한 도로교통소음과 비교할 때 시험음들은 대부분 '(기분)좋은'과 '어울리는'으로 평가되어서 긍정적인 경향을 보이고 있다.

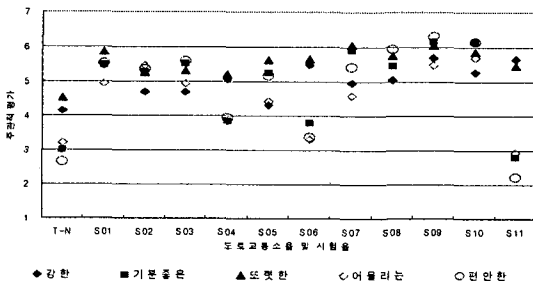


Fig. 2 시험음의 어휘별 선호도

#### 3.2 시험음의 쾌적성 평가

Fig. 3는 각 시험음과 배경음(도로교통소음)의 상대적 크기에 따른 쾌적성 효과를 평가한 것으로 그 가운데 어휘별 부정적인 평가와 긍정적인 평가를 보인 시험음을 선별해서 나타낸 것이다. 시험음의 음색과 주파수 특성에 따라 다양한 평가가 얻어져, 일관된 결론을 도출하기는 곤란하였으나 개략적인 경향을 정리하면 다음과 같다.

- 소리의 쾌적성을 유쾌함, 어울림, 편안함 등의 어휘로 표현할 수 있다고 간주할 때 가장 쾌적성이 높다고 평가된 소리의 유형은 환경음악이었으며, 이어서 물소리, 신호음, 새소리, 곤충소리, 증기기관차의 소리 순서로 나타났다.

- 도입음의 소리의 크기가 크고, 뜨렷할수록 대상 공간에는 어울리거나 편안하지 않은 것으로 평가되어, 적절한 크기의 도입음이 고려되어야 하는 것으로 나타났다.

- 대부분의 시험음이 배경음보다 높을수록 쾌적성도 증가되는 경향을 보였으나, 상징성의 개념에서 도입한 증기기관차 소리는 음색이나 경관과의 부조화 차원에서 가장 부정적 평가를 보였다. 상징성의 소리를 도입하고자 하는 경우, 음색과 레벨, 제시시간 등의 신중한 계획이 필요할 것으로 판단된다.

- 상대적인 소리의 크기로서 배경음이 50dB인 경우, 도입음의 대부분은 배경음보다 높은 레벨(+10dB)을 쾌적한 것으로 평가하였다. 이러한 현상은 배경음이 60dB인 경우에도 관찰되었으나, 상대적으로 쾌적성은 보다 낮게 평가되었다.

그러나 배경음이 70dB인 경우에는 물소리(S02), 환경음악(S10)을 제외하고, 배경음과 유사한 조건의 레벨(0dB)이 가장 쾌적한 것으로 평가되었다.

- 자연의 소리 가운데 물소리가 가장 높은 선호도를 보인 반면, 새소리는 배경음의 차이에 따라 큰 선호도 차이를 보였다. 특히 60~70dB의 배경음 조건하에서는 레벨의 상대적 크기에 관계없이 매우 낮은 선호도를 보여 새소리의 음색과 도로교통소음의 특성이 매우 부조화한 것으로 나타났다.

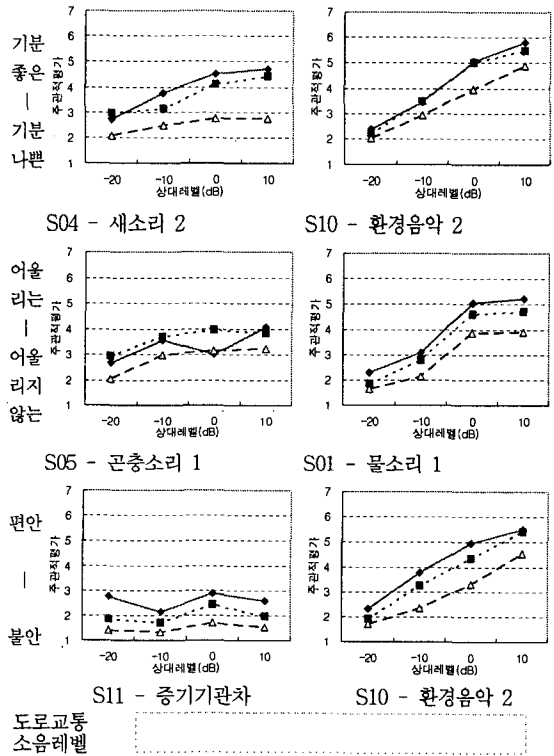


Fig.3 각 시험음에 대한 주관적 평가 결과

#### 3.3 시험의 마스킹 효과

시험음과 배경음의 상대적 크기나 쾌적성 평가와 더불어 마스킹 정도를 평가하였으며, 그 결과는 Fig 4와 같다.

Fig. 4의 그래프를 통해 도입음의 크기와 배경음과의 상대적 크기가 클수록 마스킹 효과가 증가함을 알 수 있었다. 그림에 나타난 마스킹 정도를 바탕으로 마스킹 효과가 높게 평가된 시험음(평점 5.0이상)을 분류하면 다음의 Table 4와 같다.

Table 4를 통해 알 수 있듯이 배경음인 도로교통소음보다 10dB 높은 경우 마스킹 효과가 뚜렷해지는 것을 확인할 수 있었다. 아울러 배경음과 거의 유사한 레벨인 경우(0dB)에도 일부 도입음은 상당한 마스킹 효과를 보이는 것으로 평가되었다.

한편 마스킹 효과가 있다고 평가된 도입음의 유형을 살펴보면, 주로 환경음악과 물소리, 신호음 등임을 알 수 있었는데, 이들은 대부분 쾌적성 평가에서도 상대적으로 높은 평가

를 얻었던 점에 미루어 쾌적성이 높은 음을 적절히 활용하면 마스킹 효과도 함께 이룰 수 있을 것으로 예상된다.

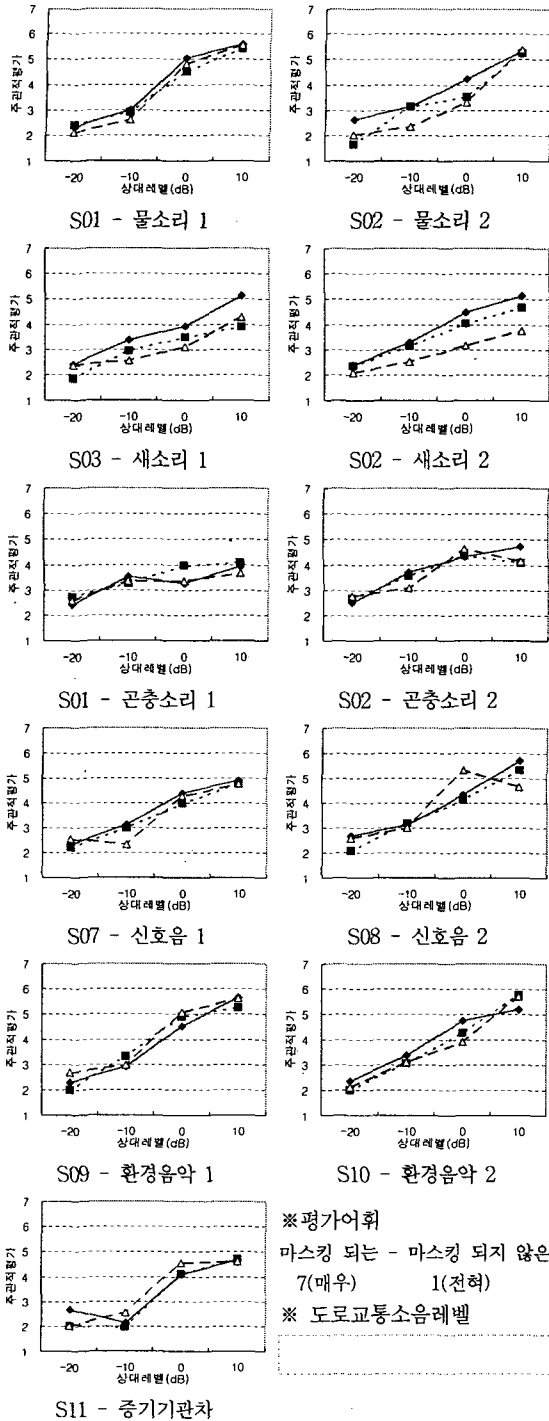


Fig.4 시험음에 대한 마스킹 효과

※평가어휘  
마스킹 되는 - 마스킹 되지 않은  
7(매우) 1(전혀)  
※ 도로교통소음레벨

Table 4. 마스킹 효과가 높다고 평가된 시험음(평점 5.0이상)

배경음 50dB	배경음 60dB		배경음 70dB		
	평균	도입음(상대레벨)	평균	도입음(상대레벨)	
S08(+10)-신호음2	5.7	S10(+10)-환경음악2	5.8	S10(+10)-환경음악2	5.7
S09(+10)-환경음악1	5.7	S01(+10)-물소리1	5.4	S09(+10)-환경음악1	5.6
S01(+10)-물소리1	5.6	S08(+10)-신호음2	5.3	S01(+10)-물소리1	5.6
S02(+10)-물소리2	5.3	S02(+10)-물소리2	5.2	S02(+10)-물소리2	5.4
S10(+10)-환경음악2	5.2	S09(+10)-환경음악1	5.2	S08 (0)-신호음2	5.3
S03(+10)-새소리1	5.1			S09 (0)-환경음악1	5.1
S04(+10)-새소리2	5.1				
S01 (0)-물소리1	5.0				

### 3. 결론

본 논문에서는 주관적 평가방법을 이용하여 도로교통소음에 대한 도입연출음의 마스킹 효과를 분석하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

쾌적성이 높은 음의 유형은 환경음악이었으며, 도입음의 소리의 크기가 크고, 또렷할수록 대상 공간에는 어울리거나 편안하지 않은 것으로 평가되어, 적절한 크기의 도입음이 고려되어야 하는 것으로 나타났다. 대부분의 시험음이 배경음보다 높을수록 쾌적성도 증가되는 경향을 보였다. 또한 도입음의 크기와 배경음과의 상대적 크기가 클수록 마스킹 효과가 증가함을 알 수 있었다. 즉, 배경음인 도로교통소음보다 높은 경우 마스킹 효과가 뚜렷해지는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 (기분)좋은, (공간에)어울리는 그리고 편안하다고 평가된 환경음악과 물소리, 신호음 등의 쾌적성이 높지 않아 평가된 소리의 경우에는 유사한 레벨에 의해서도 마스킹 효과가 높다고 평가되었다. 따라서 쾌적성이 높은 음을 배경소음보다 너무 크지 않는 적절한 레벨로 제시한다면 쾌적성과 더불어 마스킹 효과도 아울러 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

앞으로 배경음과 도입음의 주파수 특징을 비교하여 도입음의 주파수 대역의 변조나 특정 주파수만의 악센트 효과가 마스킹에 어떤 영향을 미치는지에 대해 평가할 계획이다.

### 참고 문헌

- (1) K.Kawai and T.Yano, 2002, "Relation between the overall impression of the sound environment and types and loudness of environmental sounds", Journal of Sound and Vibration 250(1), pp.41~46
- (2) Takeshi Ishiyama, Takeo Hashimoto, 2000, "The impact of sound quality on annoyance caused by road traffic noise: an influence of frequency spectra on annoyance", JSAE Review 21, pp.225~230
- (3) 장길수, 국찬, 김선우, 2003, "도시공공장소에 어울리는 환경음의 선호도 및 평가요인", 한국소음진동공학회논문집