

도심교통소음의 노출시간에 따른 라우드니스 및 어노이언스의 주관적 반응에 대한 연구

Study on the Subjective Responses of Loudness and Annoyance according to Exposed Time for the Traffic Noise

허덕재† · 조경숙* · 최병호**

Hur Deog-Jae, Jo Kyoung-Sook and Choe Byong-Ho

(2006년 12월 29일 접수 ; 2007년 2월 6일 심사완료)

Key Words : Traffic Noise(교통소음), Exposition Time(노출시간), Perception Loudness(소음크기 감각량), Annoyance(불쾌도)

ABSTRACT

A study has been conducted to investigate the subjective responses of loudness and annoyance according to the exposed time of urban traffic noise in controlled laboratory environment. To make a closer inspection into psychological response relevant to noise characteristics while varying the time of exposure to noise, the subjects were presented a set of noises with different exposed time and requested to judge spontaneously on a 100-unipolar scale. To be concrete, the subjects were exposed to noises being varied in time from 15 sec up to max. 1,200 sec for the controlled traffic noise sources. So far achieved from laborious tests, it has an importance being on the logarithmic relations of perceived loudness and exposed time, say, it is more increased the perceived loudness in the shorter exposed time than in the longer exposed time. However, the trend is said to be not effective for the case of annoyance. On the other hand, the subjective impressions on relative annoyance of noise is shown to be correlated with the noise characteristics such as loudness(sones), tonality and time with logarithmic scale, the product correlation moment being calculated as $R^2=0.99$. The variances to be explained for annoyance assessments through varying the time of exposure were ranged between 30 % and 50 % for the exposed time, 27~37 % for tonality, and 34~20 % for loudness, respectively. With these results, hopefully, it can be helpful for those who want to work out an experimental design for evaluating an environmental noise or to quantify any psychological dimensions found in annoyance assessments.

1. 서 론

소음은 원치 않는 시간과 장소에서 듣게 되는 모

든 소리를 의미하여, 음원의 물리적 특성(음질 물리량, SQM, sound quality metrics), 소음유형(자연 소음, 음악, 언어, 산업소음, 교통소음 등), 소음발생 시점(휴식기간, 의식집중상태, 수면상태, 작업상태 등), 그리고 개인적 소음 민감도 및 친숙성에 따라서 수음자의 태도가 상이하게 나타난다. 이러한 소음은 활동의 목적성을 저해하고 쾌적한 생활환경을 파괴하는 등 주거환경에 악영향을 미치는 요인이 된

† 교신저자; 정희원, 고등기술연구원 제품기술연구센터 NVA&Design팀

E-mail : djhur@iae.re.kr

Tel : (031)330-7436, Fax : (031)330-7116

* 고등기술연구원 제품기술연구센터 NVA&Design팀
** 교통안전공단 교통안전연구원

다. 생활 주변에서 흔히 경험하게 되는 다양한 생활 환경 소음은 교통소음, 공사장 소음, 기타 생활 소음 등 다양한 소음들이 존재하며, 소음에 대한 수용자 의 태도 및 환경 등 요인에 의해 환경소음의 의미와 성격이 달라지기도 한다. 따라서 동일한 소음에 대해서도 지역이나 집단의 성격, 사회적, 주관적인 요인 등이 결부되면서 해결방안을 찾기가 더욱 힘들게 되었다. 뿐만 아니라 분쟁이 발생되었을 경우 민원을 해결하기 위하여 소음피해지역을 조사하여 보지만, 소음 노출 수준이 법적 기준에 부합하더라고 수용자는 불쾌감을 호소하는 경우가 적지 않아 문제를 해결하는데 어려움을 겪기도 한다. 이러한 문제점들은 현행 적용되고 있는 소음규제 법안에 대한 적합성 검토는 물론 수용자 입장에서 감성적인 특성을 고려한 소음 평가 기준안 마련이 시급함을 시사하고 있다.

최근에는 소음지도를 이용한 소음 저감 대책⁽¹⁾ 및 음질연구⁽²⁾, 내부소음 등급기준 재설정⁽³⁾, 그리고 생활소음 평가기준 설정⁽⁴⁾ 등 수용자 입장에서 평가기준을 제안하고 만족도를 증진시킴으로써 쾌적한 환경을 조성하기 위한 일련의 연구 활동이 지속적으로 진행되고 있다. 그러나 상기의 연구들의 대부분은 소음 크기를 기준으로 수행되고 감성변화의 인자에 대한 연구는 아직 미진한 실정이다. 또한 감성변화를 고찰할 수 있는 정량화된 척도 및 기준에 대한 실험 방법도 부족한 실정이다. 한편 평가 방법과 기준이 설정되지 않아 실험 평가를 통해 인간의 감성을 측정한다는 것은 매우 어려운 일이다. 그러나 인간의 감성적 반응에 대한 연구는 실험적 방법에 의하여 지속적으로 수행하고 그 결과를 생활환경의 검증하는 연구도 지속되고 있다.

특히 환경소음에 대한 실험적 연구로는 주민들의 반응을 장시간 설문 추적 조사하는 방법과^(5,6) 짧은 시간 내 반응을 실험하는 실험실적 연구^(7,8)가 수행되고 있다. 전자의 경우 생활환경의 사회적 변동 및 변화 과정의 영향 등에 대한 추적이 어려운 특성을 지니고 있으나 장시간 노출에 의한 신체적/정신적인 변화로 나타나는 반영구적인 손상 현상을 잘 표현할 수 있다. 반면 실험실적 연구는 환경적인 요인의 영향 없이 소음에 의한 짧은 시간 내에서 감성적 표현에 대한 특성만 잘 고찰할 수 있다는 장점이 있으며, 제품개발 분야에서 많이 사용되고 있다. 그러나

이 방법은 장시간 노출에 의한 신체적/정신적 손상 변화에 대한 검증을 할 수 없다.

이러한 관점에서 이 연구는 교통소음을 대상으로 소음에 대한 실험실적 방법으로, 다소 짧은 시간 내의 소음이 지속적으로 노출될 경우 노출시간에 따라 소음의 심리적 반응을 고찰하고 어떠한 영향을 미치는지 관계성을 고찰하였다. 소음 평가는 20분 이내의 다양한 노출시간 조건을 설정하고 노출시간에 따른 소음크기와 불쾌도의 주관적 반응을 평가하였다. 그리고 소음의 음향적 특성과 주관적 반응과의 상관성을 고찰하여 노출시간의 영향을 고찰하였다.

2. 음질주관평가 기법

일반적으로 주관적 평가 방법으로는 쌍대비교법(paired comparisons method)과 형용사어의 분별법(semantic differential method)⁽⁹⁾이 주로 사용되었다. 주관평가에 의하여 얻어진 결과의 활용성을 높이기 위하여 소음의 물리적 특성과의 상관성을 분석하고 객관적인 지수로 표현함으로써 음질 평가와 개선의 도구로 사용하고자 하는 것이 일반적인 경향이다. 음질평가에서 가장 중요한 일은 평가의 목적을 명확히 하고 획득하고자 하는 정보와 관련하여 적절한 척도를 개발하는 일이다.

쌍대비교법은 2개의 평가음을 한 쌍으로 하여 서로 비교 평가하는 상대적인 평가 방법으로 비교할 음원을 나란히 들려주고 청감 결과를 평가한다. 쌍대비교법은 평가음간의 미묘한 차이를 쉽게 평가할 수 있어 평가자간의 차이가 적다. 따라서 신뢰도가 높은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 평가음의 제시순서에 의한 잔존효과가 평가에 영향을 미칠 수 있어 제시 순서를 무순서화 할 필요가 있다. 또한 평가음의 수가 많을 경우 이들의 조합이 급격하게 증가하기 때문에 평가자가 피로해지므로 평가시간이 길어질 경우 오히려 평가의 신뢰도가 낮아질 수 있다.

형용사어의법은 상반되는 뜻을 지닌 형용사 어휘 쌍을 훌수 척도로 평가하고, 평가 척도 구선은 5단계, 7단계 척도가 가장 많이 사용된다. 결과는 요인 분석(factor analysis)을 하여 평가음들 간에 공통적으로 존재하는 인자를 추출함으로써 구조적 관계의 차원을 축소 요약 할 수 있다. 따라서 중요한 관심 대상인 변수들 사이에 내재되어 있는 복잡한 상

호 의존 및 구조 관계를 차원 축소 및 요약할 수 있다. 형용사어의 분별법을 사용할 경우, 음질 특성을 적절하게 표현할 형용사의 선정이 매우 중요하다. 따라서 어휘 추출은 체계적인 조사를 사전에 수행하고 일반 평가자와 전문가의 종합적 의견을 반영할 필요가 있다. 또한 쌍대비교법과 달리 평가자들이 평가기준을 갖고 절대평가를 하여야 하므로 평가 전에 제시되는 음원에 대한 다양한 변화를 들려주고 평가자의 감각을 스스로 스케일링 할 수 있도록 도와주는 과정이 필요하다.

이 연구에서는 두 개의 음원쌍을 비교평가 하는 쌍대비교법과 음원 레벨을 단계적으로 변화시킨 음원을 절대평가 하는 ACR (absolute category rating) 방법으로 평가하였다. ACR법은 한번에 하나씩 음원을 제시하고, 독립적으로 평가하는 방법으로 쌍대비교법에 비하여 평가 시간이 짧은 반면에 소음 평가 기준이 모호해질 우려가 있어 평가에 대한 충분한 설명과 예비 평가를 병행하였다.

3. 소음측정

도로교통소음은 소음 발생지역의 주변 환경 및 소음 전달 특성을 고려하여 도로교통소음과 도심교통소음으로 세분하여 측정하였다. 도로교통소음은 주

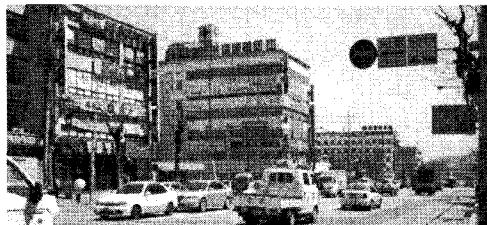


Fig. 1 Environmental picture of traffic noise measurement area in city

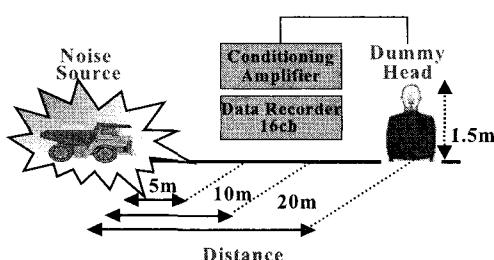


Fig. 2 System set-up of sound source measurement

변 건물에 의한 소음 반사 영향이 적으며, 고속도로 및 국도 등과 같은 개활 지역에서 측정된 소음이다. 또한 도심교통소음은 Fig. 1과 같이 주거 및 상업지역 등 거주지와 밀접한 지역 내에서 배경소음이 높고 도로주변의 건물에 의한 소음 반사 영향이 큰 도로상에서 측정된 소음으로 정의하였다. 이 연구에서는 사람들이 자주 접하게 되는 도심교통소음을 대상으로 평가 및 분석하였다.

소음 측정은 차량 주행소음이 배경소음(backgroundColor noise)보다 최소 10 dB 이상 크고, 차량 이동 속도 70~80 km/h 내외의 지역을 선정하여 도로 단으로부터 5 m, 10 m, 20 m 거리에서 지면으로부터 1.5 m 높이의 위치에서 측정하였다. 양쪽귀의(binaural) 특성이 반영되도록 입체 음향을 녹음 하였으며 Fig. 2는 측정 시스템 개요도이다. 평가 음원은 10 m 거리에서 측정된 음원을 사용하였다.

4. 음질평가

4.1 방법 및 내용

음질평가 청음실의 배경소음은 약 35 dB 수준이고, 1회 평가 인원은 최대 8명으로 제한하여 정온한 청음환경을 조성하였다. 평가는 음질평가 시스템을 통해 음원제시 순서 및 시간 등을 통제하고, 헤드폰을 사용하여 평가자 전원이 동일한 음원을 청취 할 수 있도록 구성하였다.

소음의 노출시간은 15초, 30초, 60초, 120초, 300초, 600초, 1,200초 길이로 편집하고, 각 노출시간별 소음을 청취한 후 소음크기인지능력 및 불쾌도 감성을 평가하였다. Fig. 3은 소음크기인지능력 평가에 사용된 쌍대비교법 평가프로그램 화면을 보여주고 있다. 청취음원의 선후에 따라 소음A와 소음B로 구분하여 주관적 소음크기를 평가하였다. 상대적 소음크기의 정도는 양방향 50점 척도로 응답을 저장

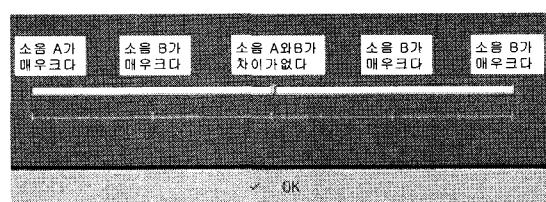


Fig. 3 Jury test program of paired comparisons method

할 수 있게 하였다.

노출시간 변화에 따른 상대적 소음크기인지 능력 평가는 측정 소음의 일부구간을 채취하여 기준음원을 샘플링하고 필터를 사용하여 음원의 SPL(dB)을 +3 dB, +6 dB, +9 dB 크기로 가중시켜 평가 음원을 구성하였다. 음원의 음압수준은 Table 1과 같다. 기준음원의 linear SPL(dB)는 85.1 dB이고 A-weighted SPL(dBA)은 75.1 dBA이다. 그리고 음원 N1의 linear SPL은 88.1 dB, N2는 91.1 dB, N3은 94.1 dB이다. 기준음원 대비 평가 음원(1,2,3)을 쌍대비교법으로 랜덤하게 평가하였다. 소음 평가 기준은 기준음원에 비하여 얼마나 크게 들리는지 주관적인 상대 크기 값으로 평가 하였다.

노출시간 변화에 따른 불쾌도 평가는 다양한 노출 시간동안 소음에 노출되었을 때 평가자가 느끼는 불쾌정도를 100점 척도로 평가하였다. 노출시간의 독립성을 유지하기 위하여 노출시간보다 약 2배 이상 충분한 휴지기를 주고 대화나 간단한 이동, 다과 섭취 등 다양한 활동을 통하여 음향적 피로도를 최소화 할 수 있도록 하였다.

4.2 청감실험 대상자

정상청력을 지닌 평가자를 선정하기 위하여 청력 검사를 수행하였다. 청력의 정상/비정상 기준은 산업 안전보건법 규정의 순음청력검사지침에 의거하여, 회화음역에 속하는 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz의 기도 청력 역치의 평균치를 통해 청력 손실(hearing loss) 유무를 평가하였다. 정상 청력의 기준치는 25 dB이며, 그 이상일 경우 난청으로 판단하였다. 음원 자극은 상승법과 하강법을 병행하여 5 dB 단위로 강도를 조절하였다. 검사 결과, 정상청력을 지닌 23~34세의 남/녀(50.7%/49.3%) 71명을 평가 대상자로 선정하였다.

4.2 평가자 신뢰도 검증

분석 결과의 오차를 줄이고 신뢰도를 높이기 위하

Table 1 Sound level(dB and dBA) of measurement traffic noises(N : noise source)

SQM	N _{ref}	N1	N2	N3
dB	85.1	88.1	91.1	94.1
dBA	75.1	78.1	81.1	84.1

여 특이치 및 성향이 다른 몇몇의 평가자 그룹을 제외한 신뢰도 평가자를 선별하였다. 신뢰도 판정 결과 소음크기에 대한 감각레벨 평가에서는 평가자 전원이 소음 크기판별을 무리 없이 수행하였으며, 그 평가 경향도 일치되었다. 그러나 불쾌도 평가점수를 군집분석하여 평가자를 분류한 결과, 일관성 없게 평가한 15명의 평가 결과를 이상값으로 간주하고 분석대상에서 제외하였다. 따라서 노출시간에 대한 불쾌도 평가에서는 총 56명의 평가자를 신뢰도 평가자로 정의하였다.

평가자 연령별 불쾌도는 Fig. 4와 같다. 그리고 평가자들의 연령 집단간 불쾌도 평균값 차이를 검증하기 위하여 노출시간에 따른 분산분석을 하였다. 분석 결과, 15초와 30초를 제외한 60초 이상 노출시간에 따른 불쾌도 차이는 없는 것으로 확인되었다. 즉, 상대적으로 짧은 노출시간에 발생되는 소음에 대한 주관적인 불쾌감은 연령에 따라 감각차이가 나타날 수 있으나 노출시간이 증가할수록 동일한 소음에 대한 감각적 차이는 연령과 무관한 것으로 나타

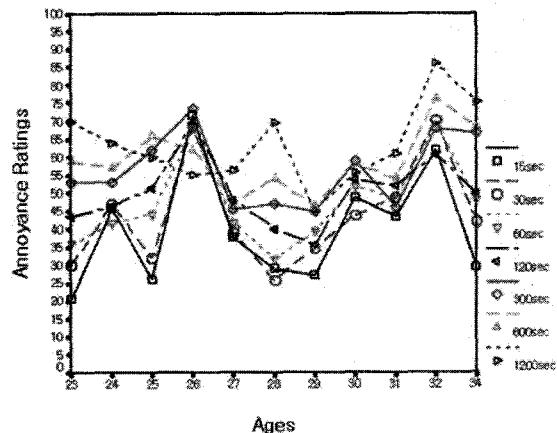


Fig. 4 Annoyance ratings for ages

Table 2 Results of the subjective response for the relative loudness of traffic noise according to noise exposed time and level

Wn (dB)	Exposed time(sec)						
	15	30	60	120	300	600	1,200
3	21.69	19.89	19.29	18.79	18.19	14.10	13.33
6	33.14	32.71	31.36	27.33	26.14	28.45	28.00
9	42.60	43.07	41.86	40.89	40.93	42.05	40.67

났다. 따라서 연령 분포에 따른 평가결과의 차이는 없다고 가정하고 분석하였다.

5. 평가 결과 및 분석

5.1 노출시간에 대한 소음크기인지 평가

(1) 소음크기 감각량 평가

소음크기 감각량 평가는 노출시간이 소음크기 인지 능력에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 수행하였다. 평가 음원은 동일한 음원으로 구성하였으며 음원 제시 순서를 다르게 편집하여 반복실험에 대한 규칙성 인식을 제거하였다. 그리고 소음크기 감각량 평가를 수행하기 이전에 일정 기간 동안 소음을 청취한 후 기준음과 비교음원의 감각적인 소음 크기의 대소를 비교평가 하였다. Table 2와 Fig. 4는 노출시간에 대한 주관적인 소음크기 감각량을 평균값으로 나타내었으며 노출시간은 15초부터 1,200초 까지 총 7개의 시간으로 구성되었다.

Fig. 5에 나타난 바와 같이 동일한 노출시간에 대하여 음압레벨이 증가하면 소음크기 감각량은 증가되었다. 그러나 동일한 음압레벨에 대해서는 노출시간이 증가할수록 소음크기 감각량이 점차 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 소음에 노출되는 시간이 길어질수록 감각적으로 적응되어 소리크기에 대한 감각적 민감도가 낮아지므로 소음크기 감각량 역시 감소하고 있음을 알 수 있다.

(2) 소음크기 감각량 변화 예측식 산출

노출시간에 따른 소음크기 감각량 변화를 예측할

수 있는 관계를 알아보기 위하여 선형회귀분석을 하였다. 그 결과, 도심교통소음의 크기 감각 변화에 대한 예측식은 식(1)과 같이 나타났다. 즉, 소음크기 감각량과 Zwicker loudness(sones)는 비례적 관계이고, 노출시간에는 반비례함을 알 수 있다. 회귀식의 유의 수준은 0.05이하, 설명력은 약 98%로 유의성이 증명되었다. 따라서 회귀식을 사용하여 노출시간과 노출소음의 크기를 대입하면 소음크기 인지감각량 변화를 추정할 수 있다.

Fig. 6은 소음크기 감각량 평가량과 예측식에 의한 예측값을 로그 스케일의 시간 축으로 표현한 것이다. 소음크기의 인지는 노출시간의 log scale에 반비례함을 알 수 있다. 따라서 time(log)과 감각적인 음의 크기레벨을 정량적으로 평가할 수 있는 Zwicker loudness(sones)를 사용하여 노출시간에 대한 도심교통소음크기 감각량 변화를 고찰하였다.

$$Y = 0.642 \times \text{Zwicker Loudness(sones)} - 5.462 \times \text{Time(log)} \quad (1)$$

5.2 노출시간에 대한 불쾌도 평가

(1) 불쾌도 평가

도심교통 소음에 대한 불쾌도 평가는 노출시간이 소음의 불쾌도 감성에 미치는 영향을 고찰하였다. 동일한 소음의 음원을 주어진 시간동안 청취하게 하고 소음에 의한 불쾌한 정도를 평가하였다. 노출시간은 소음크기 인지평가와 동일하게 설정하였다.

Fig. 7은 노출시간에 따른 불쾌도 평가 결과의 누적치를 비교하였다. 소음에 대한 불쾌도 평가에서 피험자의 절반은 불쾌하게 느끼고 나머지 절반은

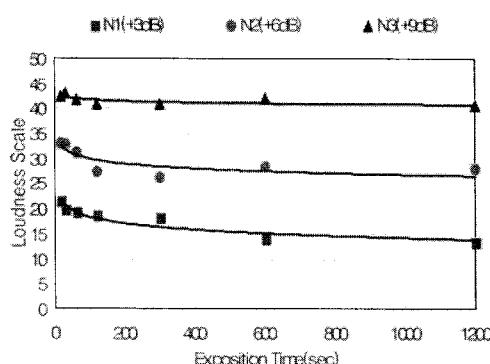


Fig. 5 Variation for the subjective loudness of relative traffic noise according to the exposed time with linear scale

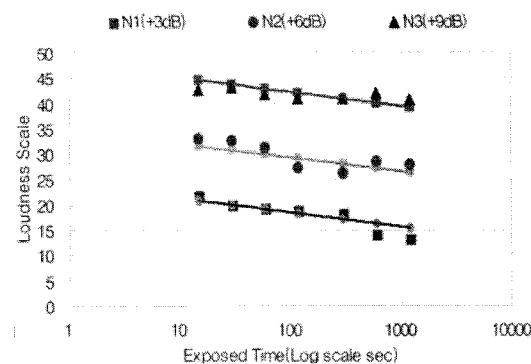


Fig. 6 Variation for the subjective loudness of relative noise according to the exposed time with logarithm scale

그렇지 않다고 판단되는 불쾌도 한계점을 누적도(cumulative percent)의 50%에서 추정해 볼 수 있다. 15초일 때 불쾌도는 약 40점이고 1,200초일 때 불쾌도 점수는 약 70점으로 15초간 소음에 노출되었을 때보다 불쾌도가 약 1.8배 정도 상승되었다. 그리고 불쾌도 변화는 일정한 경향을 보이며, 동일한 소음이더라도 노출시간이 길어질수록 시간의 누적에 비례하여 불쾌도가 높아짐을 알 수 있다.

Fig. 8은 도심교통소음의 불쾌도 점수와 dB 및 dBA를 기준으로 소음크기변동을 비교하였다. 불쾌도 점수는 46~76점까지 최대 30점 까지 불쾌도 감성에 차이가 발생되었다. 그리고 60초 이하의 노출시간에 대한 불쾌도 변동은 시간에 매우 민감하게 반응하고 있다. 따라서 상대적으로 적은 노출시간에서는 소음의 물리적인 특성에 따라 영향을 많이

받으며, 노출시간이 최소 120초 이상 되었을 때 소음변동특성이 불쾌도 평가에 미치는 영향이 최소화 된다는 것을 알 수 있다. Table 3은 노출시간별 소음의 dB 및 dBA와 불쾌도 평균점수를 보여주고 있다.

Fig. 9는 노출시간에 따른 불쾌도 변화 그래프이다. 초기 노출시간에 비하여 노출시간이 증가할수록 평가자의 불쾌도는 증가하였음을 알 수 있다. 추세선은 노출시간의 log scale과 선형관계에 있으며 결정계수(coefficient of determination)가 0.99 이상으로 매우 높은 설명력을 보이고 있다.

(2) 불쾌도와 음질물리량의 상관관계

노출시간 증가에 따른 불쾌도 감성을 정량화하기 위하여 불쾌도점수와 음질물리량의 상관성을 통계적으로 검증하였다. 도심교통소음에 대한 불쾌도를 평가할 수 있는 주요 물리적 인자를 추출하기 위하여 상관분석을 하였다.

Table 3 Comparison of Noise level(dB, dBA) and annoyance for the noise exposed time

Time sec	Linear SPL dB	A-weighted SPL dBA	Annoyance Avg.
15	83.5	75.8	48.148
30	82.5	74.7	46.963
60	84.7	77.3	67.852
120	84.3	76.0	61.111
300	84.2	75.6	68.407
600	84.1	75.5	74.704
1,200	84.1	75.3	76.857

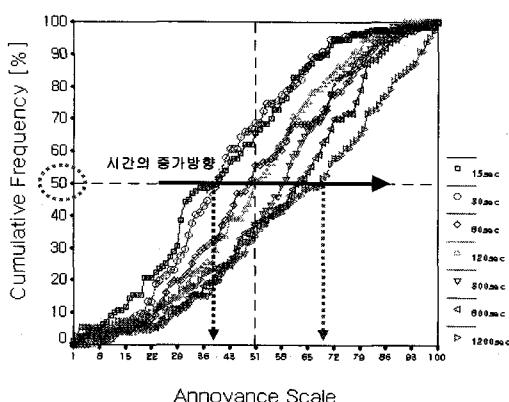


Fig. 7 Cumulative frequency of the annoyance response

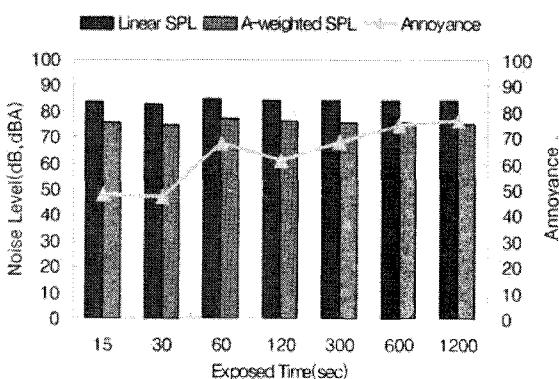


Fig. 8 Comparison of noise level(dB, dBA) and annoyance response for the noise exposed time

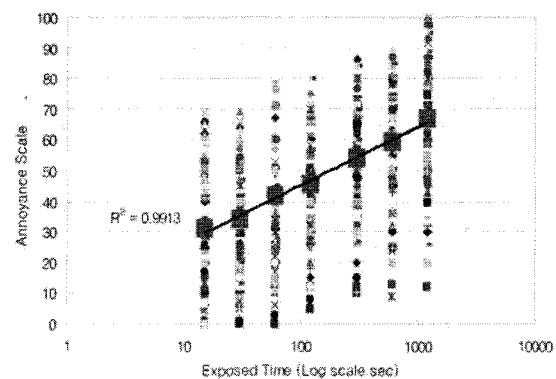


Fig. 9 Variation for the subjective response of traffic noise annoyance according to the exposed time (logarithm scale)

Table 4 Correlation coefficients between major sound quality metrics and annoyance response

Sound	S1	S2	S3	S4	S5	S6	CR
SPL_dB(A)	74.6	75.0	74.8	75.2	74.8	74.7	0.63
ZwickerLoudness(sones)	36.8	39.8	36.0	37.5	32.0	33.4	*0.82
Sharpness	1.23	1.21	1.30	1.28	1.32	1.30	-0.72
Roughness	0.31	0.31	0.31	0.30	0.31	0.30	0.28
F.Strength	0.20	0.16	0.16	0.14	0.27	0.17	-0.29
Tonality	0.04	0.11	0.03	0.09	0.02	0.02	*0.94

Table 5 Summary of regression model results

R	R square	Adjusted R square	Std. error of the estimate
.999	.999	.998	3.02154

Table 4는 불쾌도 점수와 음질물리량의 상관분석 결과이다. Zwicker loudness(sones), Tonality의 상관도가 0.8이상으로 높게 나타나고 있다. 따라서 노출시간과 Zwicker loudness(sones), Tonality 인자들을 조합하고, 회귀분석방법으로 도심교통소음에 대한 불쾌도를 정량화 하였다. 그리고 회귀식의 통계 값은 Table 5에 정리하였다. Table 5에 따르면 불쾌도 평가 예측식은 불쾌도를 99 % 설명하고 있음을 알 수 있다. 식 (2)의 관계로부터 불쾌도 물리량 및 노출시간이 증가할수록 불쾌도 평가량은 증가함을 알 수 있다.

$$\begin{aligned} Y = & 0.197 \times \text{Zwicker Loudness(sones)} \\ & + 458.108 \times \text{Tonality} + 13.016 \times \text{Time(Log)} \end{aligned} \quad (2)$$

(3) 불쾌도 평가 인자의 기여도

Fig. 10은 노출 시간에 따른 불쾌도 평가 인자의 기여도를 비교하였다. 노출시간이 15초에서 1,200초로 증가하면서 Zwicker loudness(sones)와 Tonality의 기여도는 점차 줄어드는 반면에 노출시간의 기여도는 점차 증가하는 것을 알 수 있다. 노출시간이 1,200초까지 증가하는 경우 노출시간의 기여도가 50 % 이상 높게 나타나는 것은, 수음자가 소음에 장기간 노출되었을 때 음원의 물리적인 특성 보다는 시간적 영향이 불쾌도를 유발하는 주요 원인이 된다는 것을 예측할 수 있다. 또한 Zwicker loudness(sones) 보다 Tonality의 기여도가 더 높아졌다.

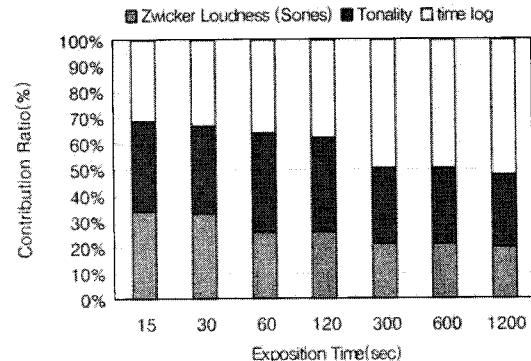


Fig. 10 Contribution of objective parameters (ZL(sones), tonality) according to the exposed time

계 분석되었다. 이러한 특성은 5.1의 연구결과와 같이 노출시간이 증가하면서 소음의 크기를 인지하는 감각적 기능이 상대적으로 둔화되면서 민감도가 감소되는 것으로 사료된다.

따라서 도심교통소음의 불쾌도를 유발하는 주요 인자는 소음노출시간이 가장 큰 영향을 주며, 소음의 감각적 크기보다 소음변동을 표현하는 Tonality 물리량 변동에 더욱 민감하게 반응함을 알 수 있다.

6. 결 론

도심에서 발생되는 교통소음에 대하여 노출시간에 대한 소음크기와 불쾌도에 대한 감각량을 평가 하였으며 그 결과 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 교통소음의 짧은 기간 동안 연속적인 자극에 대하여 감각적 적응은 노출시간의 log scale에 선형적 관계로 나타났다.

(2) 소음에 노출되는 시간이 증가할수록 감각적으로 적응되어 소리 크기에 대한 청각적 민감도가 낮아지므로 소음크기를 인지하는 감각량도 감소하고 있음을 확인하였다. 그러나 소음에 대한 불쾌도는 증가하는 것으로 나타났다.

(3) 불쾌도 반응에 대한 음질기여도 분석 결과, Zwicker loudness(sones)와 Tonality의 기여도는 점차 줄어드는 반면에 노출시간의 기여도는 점차 증가하는 것을 알 수 있다. 그리고 Zwicker loudness(sones) 보다 Tonality의 기여도가 더 높게 분석되었다. 따라서 소음에 장기간 노출되었을 경우 노출

시간이 불쾌도를 증가시키는 주요 원인이 될 수 있으며, Zwicker loudness(sones)보다 Tonality 변화에 더욱 민감하게 반응하는 것으로 나타나고 있다.

(4) 소음에 노출되는 시간이 60초 이하일 경우 불쾌도 반응은 소음에 매우 민감하게 반응하므로 주관 평가시 감성적 안정감을 얻기 위해서는 60초 이상 소음을 청취하도록 하고 평가를 실시하는 것이 바람직함을 유추할 수 있다.

후기

이 연구는 환경기술진흥원의 2003년 정온한 생활 환경 조성을 위한 차세대핵심환경 기술 개발사업 과제 지원으로 수행되었음.

참고문현

- (1) Chang, S. I., Lee, S. W., Park Y. M., Choi, J. K., 2005, "Utilizing Noise Mapping in Environmental Impact Assessment in a Downtown Redevelopment Area", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 15, No. 11, pp. 1311~1317.
- (2) Hur, D. J., etc., 2002, "A Study on Systems Approach to Improve the Sound Quality in the Vehicle Interior", Department of systems engineering Ajou University.
- (3) Kim, S. W., Lee, J. Y., Song, M. J. and Jang, G. S., 2005, "A study on the Indoor Noise Limits of Apartment houses from the Road Traffic Noise", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 15, No. 9, pp. 1084~1091.
- (4) Ryu, J. K., Jeon, J. Y. and Kim, H. S., 2005, "Development of Noise Annoyance Scale and Criteria of Residential Noises through Auditory Experiments", Transactions of the Korean Society for Noise and vibration Engineering, Vol. 15, No. 8, pp. 904~910.
- (5) Lee, K., 2006, Methodological Considerations in Social Surveys of Residents' Reactions to Environmental Noise: Based on the Study of Aircraft Noise around Kimpo Airport in Seoul, Environmental Noise Risk Survey and Assessment, The Korean Society for Noise and Vibration Engineering and Korean Society of Environmental Engineers, pp. 29~63
- (6) Namba, S., Igarashi, J., Kuwano, S., Kuno, K., Sasaki, M., Tachibana, H., Tamura A. and Mishina, Y. 1996, "Report of the Committee of the Social Survey on Noise Problems", J. of the Acoustic Society of Japan, (E), Vol. 17, No. 2, pp. 109~113.
- (7) Henrietta V. C. Howarth and Michael J. Griffin, 1991, "The Annoyance Caused by Simultaneous Noise and Vibration from Railways", J. Acoust. Soc. Am. Vol. 89, No. 5, pp. 2318~2323.
- (8) Berglund, B., Eriksen, C. A. and Nilsson, M. E. 2001, "Exploring Perceptual Content in Soundscapes", In E. sommerfeld, R. Kompass & T. Lachmann (Eds.), Fechner Day 2001. Lengerich, Germany: Pabst Science Publishers, pp. 279~284.
- (9) JUSE press, 1973, Research Committee of Sensory Evaluation, Union of Japanese Scientists and Engineers, Sensory Evaluation Handbook.
- (10) Namba, S. and Kuwano, S. 1984, "Psychological Study on Leq as a Measure of Loudness of Various Kinds of Noises", J. Acoust. Soc. Jpn. (E), 5, pp. 135~148.