

청감실험을 통한 생활소음의 평가척도 및 기준 설정

Development of Noise Annoyance Scale and Criteria of Residential Noises through Auditory Experiments

류종관* · 전진용* · 김흥식**

Jong Kwan Ryu, Jin Yong Jeon and Heung Sik Kim

(2005년 2월 24일 접수 : 2005년 7월 11일 심사완료)

Key Words : Residential Noise(생활소음), Auditory Experiment(청감실험), Noise Annoyance Scale(소음 평가 척도), Allowable Limit(허용치)

ABSTRACT

A 7-point verbal noise annoyance scale for residential noises was developed in this study. An auditory experiment using major residential noises such as air-borne, bathroom drainage, and traffic noises was conducted to develop a noise annoyance scale for rating residential noises and allowable limit of them. The modifiers used in the scales were selected according to the method proposed by ICBEN(international commission on the biological effect of noise) Team 6. Results showed that the intensity of the selected words in the 7-point noise annoyance scale was highly correlated with noise levels, and that the intensity difference between each pair of successive levels in the 7-point annoyance scale was almost identical. The allowable limit of residential noise was also investigated in the auditory experiment and that of airborne, drainage and traffic noises were 42.3 dB(A), 41.0 dB(A) and 42.7 dB(A), respectively.

1. 서 론

생활 소음에 대한 합리적인 소음분쟁 해결, 소음 정책 설정을 통한 정온한 주거환경 조성 및 소음 저감기술의 목표치 설정 등을 위해서는 생활소음의 평가기준 확립이 필히 요구 된다. 생활소음의 적절한 평가 기준 설정을 위해서는 우선적으로 설문조사, 청감실험 등을 통한 생활소음의 감성적 평가가 선행되어야 한다. 또한 소음의 감성적 평가를 통한 소음의 평가기준 설정을 위해서는 소음에 대한 주관적 영향

정도를 정확히 평가할 수 있는 객관적인 소음 평가척도가 필요하다. 그러나 현재 국내에서 진행되었던 기존 설문조사의 경우, 소음 평가척도의 category(척도)의 개수와 각 category를 표현하는 어휘가 서로 상이하어 연구결과와 상호비교가 어려운 상황이다.

소음의 주관적 평가는 궁극적으로 각 소음원의 물리적 특성(자극)에 대한 주관적 속성(반응)의 정량화를 통해 소음에 대한 주관적 영향정도를 밝히는 것이라 할 수 있다. 소음에 대한 주관적 반응의 정량화를 위해서는 평정척도(categorical scale, rating scale), ME(magnitude estimation)⁽¹⁾, SD(어의차별척도, semantic differential scale)⁽²⁾, Turstone의 비교판단의 법칙⁽³⁾을 근간으로 하는 PC(paired comparison), 한계법(methods of limits)⁽⁴⁾ 등의 소음평가 방법론을 사용한다. 여기서 소음의 주관적 평가에 가장 흔히 사용되는 척도로는 평정척도라 할 수 있다. 하지

† 책임저자 : 정희원, 한양대학교 대학원 건축공학과
E-mail : mrlryu@hanmail.net
Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2291-1793

* 정희원, 한양대학교 건축공학과

** 정희원, 호남대학교 건축학과

만 이 평정척도의 가장 큰 취약점은 각 척도간 주관적 반응의 차이가 동일하지 않은 서열척도(ordinal scale)라는 점이다⁽⁵⁾. 따라서 이러한 평정척도의 취약점을 보완하기 위하여 각 척도를 표현하는 부사어휘를 선정하여 각 척도간 간격을 등간화 하려는 다양한 연구와 표준 소음평가 척도(standardized noise annoyance scale) 개발에 대한 연구가 시도되었다. Levine⁽⁶⁾은 thurstone scale 방법을 이용한 설문조사를 통하여 표준화된 7점 소음 평가척도를 개발하였다. Fields⁽⁷⁻⁹⁾를 필두로 한 IC BEN(international commission on the biological effects of noise) Team 6의 연구자들은 서로 다른 언어를 보유한 여러 지역에서 실시된 소음 설문조사 결과의 국제적인 상호비교를 위하여 표준 소음평가척도를 설정하는 연구방법을 제안하였으며 부사어휘를 활용한 5점 평가척도(verbal scale)와 0~10의 숫자를 활용한 척도(numeric scale)로 구성된 소음 설문조사 방법론을 제안하였다. Yano⁽¹⁰⁾ 등은 4~7점 척도의 다양한 척도를 활용한 설문조사 결과로부터 피설문자들이 소음 평가를 할 때 각 척도에 해당되는 숫자가 아닌 각 평가척도를 표현하는 부사어휘에 의해 주관적 반응을 결정한다는 점을 밝혀 각 척도를 표현하는 부사어휘의 중요성을 강조하였다. 최근 Kaku⁽¹¹⁾ 등은 표준화된 소음 설문조사 방법론을 개발하기 위하여 IC BEN 방법론과 일본 소음진동공학회에서 제안한 2 point scale (annoyed or not annoyed)를 활용하여 설문조사를 실시하였으며 각각 방법론에 대한 소음평가 상의 장점을 밝혔다. 다만 IC BEN 방법론 중 numeric scale의 경우 주관적 반응 값(0~10)의 범위가 너무 넓기 때문에 피설문자가 쉽게 주관적 반응을 쉽게 판단하지 못하여 주관적 반응값이 중앙점(5 pt)에 몰리는 중심화 경향의 문제점을 지적하였다.

위와 같은 소음 평가척도의 개발은 소음에 대한 시끄러움 또는 신경쓰임 등의 주관적 속성을 보다 정확하고 객관적으로 평가할 수 있는 방법을 제시할 수 있다. 하지만 기존 연구들은 특정 소음원에 대한 평가보다는 불특정 환경소음에 관한 설문조사로부터 도출된 연구결과이다. 따라서 해당 부사어휘가 표현하는 소음의 강도를 보다 더욱 정확히 판단하기 위해서는 다양한 소음 레벨에 노출된 상황에서 해당 평가어휘를 선정하는 방법이 보다 합리적이라고 사료된다. 한편, 소음평가척도를 구성하는 척도 개수의 경우 보

통 5점, 7점, 9점, 10점을 활용하는 경우가 많으나 5점 척도의 경우 보다 다양하고 세밀한 주관적 반응 값을 조사하기에는 무리가 있다. 반면, 앞서 Kaku⁽¹¹⁾의 연구에서 밝혀진 바와 같이 9점 또는 10점 척도의 경우, 주관적 반응 판단의 혼란과 이에 따른 중심화 경향의 문제점이 있다. 소음평가척도의 적절한 category의 개수와 관련해서 Levine⁽⁶⁾은 7점 평가척도가 소음의 주관적 반응을 상호 비교하는 점에 있어서 좀 더 유용하다는 점을 언급하였다. 또한 Shultz⁽¹²⁾는 사회집단에서 환경소음에 대한 "highly annoyed" 집단을 도출하기 위해서는 category의 개수가 충분해야하고 7점 미만 평가척도를 활용한 설문 결과에서는 소음레벨과 "percentage highly annoyed"간의 관계가 명확하게 나타나지 않는다는 점을 강조하였다. 따라서 이와 같은 기존 연구결과를 고려하여 보았을 때 비교적 소음레벨 범위가 적은 실내 생활소음의 주관적 반응을 보다 더 세밀하게 평가하기 위해서는 7점 척도가 합리적이라고 사료된다.

따라서 이 연구에서는 생활소음 평가에 적합하고 객관적인 소음평가척도를 개발하고자 세대간 공기전달음, 급배수소음, 외부 유입 교통소음 등의 생활소음을 대상으로 청감실험을 실시하였으며 생활소음이 제시된 상황에서 신경쓰임의 강도를 표현하는 부사어휘 선정 및 소음강도 평가를 실시하였다. 또한 이와 동시에 각 생활소음의 소음 레벨에 따른 감성적 한계치

Table 1 21 modifiers(abbreviation) for developing of noise annoyance scale

전혀(JH) 신경 쓰이지 않는다	별로(BR) 신경 쓰이지 않는다	그렇게(GR) 신경 쓰이지 않는다
그다지(GD) 신경 쓰이지 않는다	약간(YG) 신경 쓰인다	조금(JG) 신경 쓰인다
좀(JO) 신경 쓰인다.	다소(DS) 신경 쓰인다	제법(JB) 신경 쓰인다
비교적(BG) 신경 쓰인다	유난히(YN) 신경 쓰인다	특히(TH) 신경 쓰인다
꽤(KO) 신경 쓰인다	매우(MW) 신경 쓰인다	너무(NM) 신경 쓰인다
몹시(MS) 신경 쓰인다	아주(AJ) 신경 쓰인다	정말(JM) 신경 쓰인다
대단히(DD) 신경 쓰인다	굉장히(GJ) 신경 쓰인다	엄청나게(UC) 신경 쓰인다

(신경 쓰이기 시작하는 시점)를 조사함으로써 거주자의 주관적 반응을 바탕으로 한 생활소음의 감성적 평가기준을 제안하고자 한다.

2. 부사어휘 선정

이 연구에서는 ICBEN team 6^(7~9)에서 제안한 설문양식과 조사 연구방법론에 기초한 설문 결과를 바탕으로 외부 환경소음평가에 활용될 표준 평가척도를 선정한 기존연구^(13,14)에서 활용된 21개 부사어휘를 활용하여 청감실험을 진행하였다. Table 1은 이 연구에 활용된 21개 부사어휘를 나타내고 있다.

3. 청감실험

3.1 청감실험 음원

이 연구에서는 공동주택에서의 소음원 중 세대간 공기전달음, 상하층간 욕실소음, 외부유입 교통소음을 실험 대상음원으로 선정하였으며 각 소음원에 대하여 실제 공동주택 현장에서 청감실험 음원으로 활용할 음원을 Head & Torso를 이용하여 binaural로 녹음하였다. Table 2는 청감실험에 사용된 음원과 세부 내용을 나타내고 있다.

공기전달음의 경우 서로 평면형태가 다른 30평형대 공동주택 2세대에서 TV 뉴스, 음악(rock), 피아노(무향실 음원)의 음원을 음원실에서 발생시키고 인접

세대 수음실에서 녹음하였다. 급배수 소음의 경우 서로 평면형태가 다른 30평형대 공동주택에서 욕실의 양변기와 욕조 배수소음을 녹음하였으며 상층부에서 각각의 설비소음을 발생시키고 하부층 욕실 중앙에서 수음하였다. 교통소음의 경우 도로, 철도, 항공기의 세 가지 소음원을 대상으로 Table 2와 같이 속도별 차종별로 해당 교통소음이 발생하는 인접 공동주택에서 녹음하였으며 보편적인 외부창의 투과손실⁽¹⁵⁾만큼 필터링한 음원을 사용하였다.

현장에서 녹음된 음원은 Table 3과 같이 최대 소음도를 나타내는 부분을 포함하여 각 소음원의 제시 시간을 기준으로 30~60 dB(A)를 갖는 청감실험 음원으로 제작하였으며 각 음원레벨 간 간격은 3 dB로 하였다. 음원의 길이는 공기전달음의 경우 TV 뉴스 음의 한 멘트를 기준으로 10초로 하였으며 급배수 소음 및 교통소음은 5초로 하였다. 각 음원은 헤드폰(electrostatic earspeaker STAX-SR 303)을 통해 2회씩 반복제시 되었다.

Table 3 Noise levels and durations of noise sources

Sources	Noise levels(dB(A))	Level interval (dB(A))	Duration (s)
Airborne	30~60	3	10
Drainage	30~60	3	5
Traffic	30~60	3	5

Table 4 Questions used in auditory experiments

	Contents of questions
Question 1	Selection of subjective intensity(1~7) and one modifier(from 21 adverbs) for each level of noise sources
Question 2	Selection of modifiers for each point (category) on noise annoyance scale
Question 3	Selection of the one modifier that could express allowable limits

Table 5 Conditions of allowable limits of noises

Sources	Conditions of allowable limits
Airborne	The point at which noise becomes annoying when reading papers or magazines in the living room in the evening
Traffic	The point at which noise becomes annoying when sleeping at night in the bedroom
Drainage	

Table 2 Noise sources for auditory experiment

Sources	Type	Details of sources
Airborne	TV news	- Noise sources from walls between adjacent dwelling - 2 noise sources with different frequency characteristic
	Music (Rock)	
	Piano	
Drainage	Toilet stool	- Actual noise recorded in bathroom on the below floor - 2 noise sources with different frequency characteristic
	Bathtub	
Traffic	Road	40 km/h, 60 km/h, over 80 km/h (the ratio of big to small car: about 10%)
	Train	Mugunghwa: below 60 km/h, over 60 km/h
	Aircraft	Boeing 737 take off, landing

3.2 실험 환경 및 피험자

청감실험은 배경소음이 약 25 dB(A) 정도인 청감 실험 전용 챔버에서 20, 30대의 일반인 피험자 50명을 대상으로 실시하였다. 피험자의 정확한 반응을 조사하기 위하여 사전에 피험자에게 설정 상황을 충분히 설명한 뒤 실험이 진행되었으며 이 실험에 앞서 샘플음원을 예비로 제시함으로써 생활소음 평가에 적 응할 수 있게 하였다.

3.3 실험 내용

이 연구의 청감실험은 피험자가 Table 4와 같은 3 개의 질문에 응답하는 것으로 진행되었다.

우선 다양한 소음레벨로 제시되는 각 소음원을 들 고 피험자가 느끼는 주관적 소음강도에 해당되는 숫 자(1~7)와 제시된 소음레벨에 따른 신경쓰임 정도를 표현하기에 적합한 부사어휘(21개 어휘 중 한 개)를 결정하게 하였다. 모든 소음원에 대하여 응답이 끝난 후 7점 소음평가척도의 각 척도(1~7)에 적합한 7개 의 어휘를 21개 어휘 중에 선택하게 하였다. 선택기 준은 기존 설문조사 연구^(13,14)에서와 같이 (1) 각 척 도간 소음강도의 간격이 일정한 어휘일 것, (2) 소음 으로 인한 annoyance를 표현할 때 자주 사용되는 어 휘일 것으로 하였다. 마지막으로 전 단계에서 선택된 7개의 어휘 중 Table 5와 같이 이 연구에서 설정한 소음의 한계치 상황을 표현하는데 가장 적합한 한 개 의 어휘를 선택하게 하였다.

4. 청감실험 결과

4.1 결과분석 방법 : 각 평가척도상의 어휘선정

7점 척도에서 각 척도를 대표하는 부사어휘는 아래 와 같이 ICBEN Team 6⁽⁸⁾에서 제안한 기준을 바탕으로 선정되었다.

- (1) I-C : 소음강도(intensity score)와 해당 척도의 Criteria score의 차이
- (2) P % : 선호도 점수(the net preference score)
- (3) 소음강도의 표준편차

첫 번째 청감실험 질문에서 결정된 각 부사어휘에 따른 소음강도(1~7)를 0~100%를 변환하여 각 어 휘의 소음강도를 선정하였으며 각 척도의 criteria score(0, 16.7, 33.3, 50.0, 66.7, 83.3, 100%)와의 차 이를 조사하였다. 위 세 가지 기준 중 '선호도 점수'

란 해당어휘가 서로 다른 척도에서 다중 선택되었을 경우, 전체 총 선택 빈도수 중 순수하게 해당척도에 선택된 빈도수의 비율을 나타내는 것으로써 아래의 식으로 계산 된다. 이 선호도 점수 값이 클수록 해당 척도를 보다 더 잘 대표하는 어휘라고 할 수 있다.

선호도 점수 =

$$\frac{\text{해당척도에 선택된 빈도수} - \text{기타척도에서 선택된 빈도수}}{\text{각 어휘가 선택된 총 빈도수}} \times 100$$

선호도 점수 계산 시 각 어휘의 해당척도에 대한 결정은 다중으로 선택된 여러 척도 중 가장 많이 선택된 척도로 선정하였다. 위 3가지 평가기준 외에 각 척도상에서의 최대 P %와 해당어휘의 P % 차이, 최 소 I-C와 해당어휘의 I-C의 차이가 최소가 되는 어휘 를 최종 어휘로 선정하였다.

4.2 부사어휘의 소음강도

피험자가 선택한 각 어휘에 대응되는 소음강도를 100% 단위로 환산한 결과와 400명을 대상으로 각 어휘별 소음강도를 조사한 기존 설문조사연구^(13,14)의 결과를 Fig.1에 나타내었으며 T-test와 Anova test를 통하여 비교 조사하였다. 비교 결과 청감실험과 설문 조사 방법에 의한 각 어휘의 소음강도 차이는 없는 것(T-test, p > 0.05)으로 나타났으며 각 음원에 따른 소음강도 차이 또한 욕실소음의 '유난히', '특히'의 경 우를 제외하고는 없는 것으로 나타났다(ANOVA test, p > 0.05). 따라서 이 연구에서 활용된 21개 어 휘는 생활 소음의 소음평가 척도 개발을 위한 평가 어휘로서 적합한 것으로 사료된다.

설문조사로 진행된 기존 연구결과와 청감실험으로 진행된 연구결과로부터 사람들이 소음에 대한 주

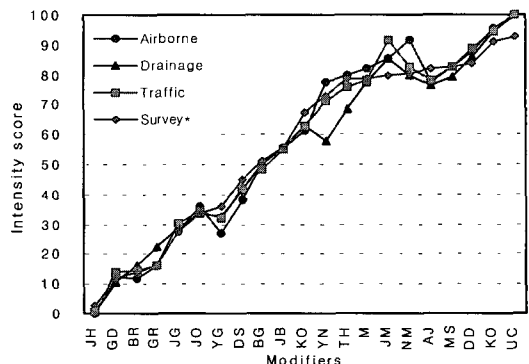


Fig. 1 Noise intensity scores of each modifiers

관적인 강도를 표현하는 어휘를 선택할 때 소음이 노출된 상황과 관계없이 해당어휘를 선택한다는 점을 알 수 있다.

4.3 7점척도를 구성하는 부사어휘

피험자들이 응답한 7점 척도의 각 척도에 해당하는 어휘를 앞서 말한 I-C, P %, 소음강도의 표준편차 등을 기준으로 선정하였다.

Table 6은 각 소음원별 각 척도를 구성하는 부사어휘를 나타내고 있으며 세 번째 척도를 제외하고 각 척도를 대표하는 부사어휘는 모두 동일한 것으로 나타났다. 따라서 대부분의 피험자들은 소음의 종류에 상관없이 부사어휘의 선택과 부사어휘의 소음강도를 결정한 것으로 사료된다.

Table 6 Selected modifier for noise annoyance scale

	1	2	3	4	5	6	7
Airborne	전혀	별로	다소	비교적	꽤	매우	엄청나게
Drainage	전혀	별로	조금	비교적	꽤	매우	엄청나게
Traffic	전혀	별로	약간	비교적	꽤	매우	엄청나게
Total	전혀	별로	조금	비교적	꽤	매우	엄청나게

Table 7 Selected frequency, P %, I-C and standard deviation(I) of each modifier

Each point	Modifier	Frequency of selection	P %	I-C	st. dev. of I
#1	전혀	241	100.0	0.5	2.8
#2	그다지	120	15.0	-4.4	13.2
	별로	234	30.8	-2.6	9.0
	그렇게	29	17.2	1.7	10.2
#3	조금	228	25.4	-4.4	11.3
	좀	54	40.7	1.3	11.4
	약간	157	0.6	-2.7	11.6
	다소	144	-4.2	7.4	12.4
#4	비교적	146	52.7	-0.7	9.4
	제법	175	-4.6	5.4	12.6
#5	꽤	273	28.2	-4.2	11.4
	유난히	29	-3.4	2.3	13.1
#6	특히	5	-20.0	-8.7	11.6
	매우	188	47.9	-4.1	10.3
	정말	24	-8.3	4.1	12.9
	너무	27	48.1	1.4	11.3
	아주	113	27.4	-5.9	13.6
	몹시	65	23.1	-1.8	11.0
#7	대단히	20	10.0	-12.5	12.6
	굉장히	100	72.0	-5.1	8.3
	엄청나게	219	100.0	-0.1	1.9

각 소음원 대한 결과를 합산하여 전체 소음원에 대한 결과를 Table 7에 나타내었다. Table 7에 진하게 표시된 어휘는 각 척도별로 최종 선정된 부사어휘를 나타내고 있다. 7개 부사어휘의 최종선정은 P %가 각 척도 상에 해당되는 어휘들 중 가장 큰 값을 가지고 I-C값이 가장 낮은 값을 갖는 어휘를 선택하는 것으로 하였다. 부사어휘 선정결과 최하위 및 최상위 척도로 선정된 '전혀(JH)'와 '엄청나게(UC)'는 P %가 모두 100 %로써 각 척도를 나타내는 대표성이 매우 큰 것으로 나타났다. 다만 각 소음원별 차이를 보였던 세 번째 척도(# 3)와 여섯 번째 척도(# 6)에서는 다른 어휘(# 3: 좀, # 6: 너무) 또한 선정기준 상 선택될 높은 가능성을 갖는 것으로 나타났으나 선택 빈도수가 극히 작았기 때문에 최종 어휘로 선정되지 않았다.

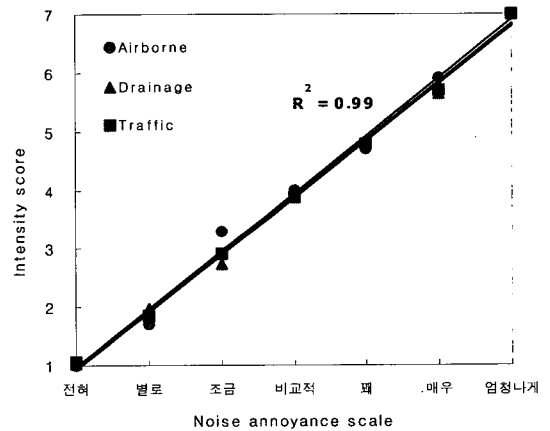


Fig. 2 Intensity score of 7 adverbs for noise annoyance scale

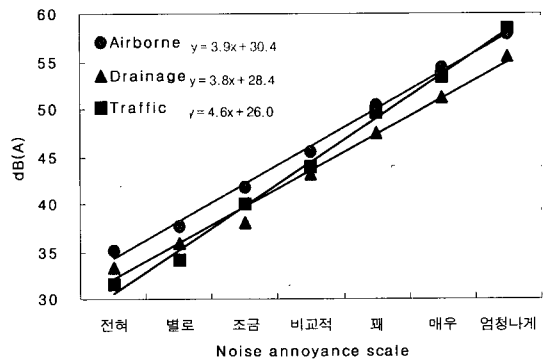


Fig. 3 Noise levels corresponding to modifiers of noise annoyance scale

4.4 7점 척도의 어휘별 소음강도 및 소음레벨

최종 선정된 7개 어휘의 소음강도(1~7)를 Fig. 2에 나타내었다. 7점 척도의 각 평가척도로 선정된 어휘간의 소음강도 간 차이가 평균 약 0.98로써 척도간 소음강도 차이가 등간임을 알 수 있으며 두 변수간의 관계가 완전한 선형관계($R^2=0.99$)를 이루는 것으로 나타났다. 따라서 이 연구에서 개발된 7점 소음평가척도는 생활소음의 주관적 평가에 유용한 도구로써 활용 가능하다. 또한 7점 척도를 구성하는 각 어휘에 대응되는 소음레벨을 Fig. 3에 나타내었다. 7점 척도 상의 어휘와 소음레벨의 관계는 선형적 관계로 나타났으며 각 어휘들 간의 음압레벨 차이는 공기전달음, 급배수소음과 교통소음 각각 약 3.9 dB(A), 3.8 dB(A)와 4.6 dB(A)인 것으로 나타났다.

4.5 생활소음의 감성적 한계치

생활소음의 감성적 한계치를 선정하기 위하여 한계치 상황을 가장 잘 표현하는 어휘로 각 피험자들이 선택한 어휘에 해당하는 소음 강도와 소음 레벨을 조사하였다. 이 연구에서 제안한 허용한계치의 상황은 해당소음원에 의해 신경쓰이기 시작하는 시점을 객관적으로 조사 하고자 설정된 것이며 욕실소음의 경우 일상 생활 속에서 주로 인지되는 경우가 배경소음레벨이 비교적 낮은 상황이므로 배경소음이 낮은 취침시를 가정하여 조사하였다. 다만, 두 허용한계치의 주관적 기준이 다소 달라 직접적인 상호비교는 어려우나 해당소음원에 의해 신경 쓰이기 시작하는 시점으로서의 상호비교는 가능하다고 사료된다.

Table 8은 해당소음원에 대한 피험자의 개인별 한계치를 평균하여 나타낸 것으로 공기전달음, 급배수소음, 교통소음의 감성적 한계치에 해당되는 소음강도는 각각 3.1, 3.2, 3.5로 나타났으며 소음레벨은 각각 42.3 dB(A), 41.0 dB(A), 42.7 dB(A)으로 나타났다. 또한 감성적 한계치에 해당되는 개별 교통소음의 소음레벨은 도로 및 항공기 소음이 42.7 dB(A), 철도

소음이 42.8 dB(A)로 나타나 각 음원간 차이는 미약한 것으로 나타났다.

5. 결 론

이 연구에서는 청감실험을 통하여 생활소음에 대한 주관적 반응을 보다 정확하고 객관적으로 정량화 할 수 있는 7점 소음평가척도를 개발하였으며 생활소음의 허용 한계치를 조사하였다

청감실험을 통해 도출된 생활소음에 대한 표현어휘의 소음강도는 기존 설문조사^(13,14)에서 도출된 소음강도와 유사하게 나타나 소음강도를 표현하는 해당어휘의 선택은 소음의 노출 여부와는 관계가 없는 것으로 나타났다.

청감실험 결과 생활소음을 보다 정확하고 객관적으로 평가 할 수 있는 7점 소음평가 척도는 #1. '전혀 신경쓰이지 않는다', #2. '별로 신경쓰이지 않는다', #3. '조금 신경쓰인다', #4. '비교적 신경쓰인다', #5. '꽤 신경쓰인다', #6. '매우 신경쓰인다', #7. '엄청나게 신경쓰인다'인 것으로 나타났다. 이 연구에서 선정된 소음평가척도는 각 척도간 소음강도 차이가 등간 차이로 나타나 생활소음의 주관적 평가에 유용한 도구로써 활용가능하다.

청감실험을 통하여 생활소음의 한계치를 조사한 결과 생활소음의 허용 한계치는 '조금 신경쓰인다'로 표현가능하며 생활소음의 한계치 소음레벨은 공기전달음, 급배수소음, 교통소음의 경우 각각 42.3 dB(A), 41.0 dB(A), 42.7 dB(A)로 나타났다.

후 기

이 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2002-000-00089-0) 지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- (1) Stevens, S. S., 1975, Psychoacoustics, New York, Wiley.
- (2) Osgood, C. E., 1957, et al, The Measurement of Meaning, Urban, III: University of Illinois Press.
- (3) Thurstone, L. L., 1927, "A Law of

Table 8 Allowable limit of residential noises

Sources	Noise level [dB(A)]	Intensity score
Airborne	42.3	3.1
Drainage	41.0	3.2
Traffic	42.7	3.5

Comparative Judgment,” *Psychological Review*, 34, pp. 273~286.

(4) 전진용 외, 2002, “주거 및 사무환경 챔버에서의 생활소음에 대한 감성적 평가”, *한국소음진동공학회논문집*, 제 12 권, 제 6 호, pp. 437~444.

(5) 남궁 근, 2004, *행정조사 방법론*, 법문사, pp.480~481.

(6) Levine, N., 1981, “The Development of an Annoyance Scale for Community Noise Assessment”, *Journal of Sound and Vibration* Vol. 74, No. 2, pp. 265~279.

(7) Fields, J. M., et al., 1997, “Guidelines for Reporting Core Information from Community Noise Reaction Surveys”, *Journal of Sound and Vibration* Vol. 206, No. 5, pp. 685~695.

(8) Fields, J. M., et al., 2001, “Standardized General-purpose Noise Reaction Questions for Community Noise Surveys: Research and a Recommendation”, *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 242, No. 4, pp. 641~679.

(9) ISO/TS 15666, 2003, “Acoustics-Assessment of Noise Annoyance by Means of Social and

Socio-acoustics Survey.

(10) Yano, T., et al., 1997, “Comparison of Community Annoyance from Railway Noise Evaluated by Different Category Scales”, *Journal of Sound and Vibration* Vol. 205, No. 4, pp. 505~511.

(11) Kaku, J., et al., 2004, “Standardization of Social Survey Method in Japan”, *Inter-noise 2004*.

(12) Schultz, T. J., 1978, “Synthesis of Social Surveys on Noise Annoyance,” *Journal of the Acoustical Society of America* 64, 377~405.

(13) 김경호, 전진용, 다카시 야노, 2003, “표준 소음평가방법을 활용한 교통소음의 주관적 반응 분석”, *한국소음진동공학회 춘계학술대회논문집*, pp. 56~61.

(14) Jeon, J. Y., Kim, K. H, and Yano, T., 2003, “Standardized Noise Annoyance Modifiers in Korean According the ICBEN Method” *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, Vol.22, No.2E, pp. 56~61.

(15) 대한주택공사, 1992, “의부창호의 차음설계에 관한 연구”.