

# 화면 제공에 따른 주관적 반응의 차이

## - 레저용 사격 소음을 중심으로 -

Difference of subjective response between with and without pictures

- Focusing on the leisure shooting noise -

김득성<sup>†</sup> · 장서일\* · 이연수\*\*

Deuk-Sung Kim, Seo-Il Chang and Yeon-Soo Lee

**Key Words** : Impulsive Noise(충격성 소음), A-weighted Sound Exposure Level(ASEL, A보정 단발소음노출레벨), Subjective response(주관적 반응).

### ABSTRACT

This research presents a laboratory study about difference of subjective response between with and without pictures. A main source is impulsive sound caused by leisure shooting. The sources are sampled from outdoor noise and their levels range from 40 to 75 dB at the interval of 5dB. The noise unit is based on A-weighted sound exposure level (ASEL;  $L_{AE}$ ). To make equal ASEL of outdoor noise, finite impulse response (FIR) filter is applied to the originally sampled source to include the effect of distance attenuation. The evaluation method of the jury test adopted a Semantic Difference(SD) Method. The intersection point which two lines crossed was used as reference point. The intersecting point of mean response rating between with and without pictures was approximately 44ASEL and that of %HA was about 60ASEL. In the result of the test, the negative effect of pictures was given at a lower levels than intersection point while the positive effect was given at a higher levels than that.

### 1. 서론

일상생활에서 어떤 소리를 듣고 그 소리가 크다, 시끄럽다 또는 불쾌하다(성가시다) 등을 소리 자체만으로 평가되는 것은 아니다. 자신의 감정이나 상태 및 주변 환경에 영향을 받기 때문이다. 이러한 음향 외의 인자들을 비음향 인자이라 하는데, 이는 소음의 어노이언스 평가에 영향을 미치는 인자들이다. 이 인자들은 물리적이기 보다는 주로 소리의 의미, 선호도, 적응성, 주변 환경 등의 심리적인 것들이 주류를 이룬다. 이러한 비음향 인자들의 영향 여부로 노이즈니스와 어노이언스를 구별하기도 한다.<sup>1)</sup>

소리에 대한 속성은 라우드니스, 노이즈니스 그리고 어노이언스로 구별되며, 어노이언스가 음향학적 인자들뿐만 아니라 비음향학적 인자들의 영향을 받는 가장 포괄적인 개념으로 사용<sup>2)</sup>된다. 하지만 일반인이 세 가지 속성을 정확히 구별하는 것은 거의 불가능하다. 일본과 영국에서는

노이즈니스와 어노이언스의 의미를 비슷하게 사용하며, 독일과 영국에서는 라우드니스와 어노이언스의 의미를 유사하게 사용한다는 연구 결과<sup>1)2)</sup>도 발표되었다.

기존 연구 결과<sup>3)4)</sup>에서는 서로의 음질 인덱스를 동일하게 맞추기 위한 보정(calibration) 과정을 실시하여 라우드니스와 노이즈니스 그리고 어노이언스를 명확히 구별할 수 있었다. 따라서 세 가지 음질 속성을 보정 등과 같은 과정을 거치지 않고 구별하기는 힘들 것으로 판단된다.

이러한 비음향 인자들의 연구 사례들을 살펴보면, 인구통계, 태도, 상황 및 소음 변화 변수 등으로 구별하여 어노이언스 평가 관련 설문<sup>5)</sup>과 화면 제공에 따른 어노이언스의 감소 효과 연구<sup>6)</sup> 등이 있다. 국내 사례로는 시각, 청각, 대기질, 온도, 후각 등으로 도시공간의 전체적 환경 인식을 수식화<sup>7)</sup>하고, 특히 시각과 청각 정보 제공에 따른 소음 인지 영향에 관한 연구<sup>8)9)10)</sup>들이 많이 발표되었다. 이러한 연구 결과에서 소음 평가에 있어 시각적인 효과가 큰 것으로 나타났다. 특히 도로교통소음의 경우, 시각과 청각 정보 제공에 따라 65 dB(A)를 기준으로 이하에서는 긍정적인 효과가, 이상에서는 소음 인지에 부정적인 효과가 나타났으며, 방음벽 화면 제공에서는 5~10% 정도 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 발표되었다.<sup>11)</sup>

† 서울시립대학교 환경공학과 대학원  
E-mail : kgrz@naver.com  
Tel : (02) 2210-2986, Fax : (02) 2210-2877

\* 서울시립대학교 환경공학부

\*\* 서울시보건환경연구원

본 연구에서는 레저용 사격 소음에 대한 주관적 평가 실험에서 화면 제공 여부에 따른 주관적 반응 평가의 관계를 알아보고자 한다. 본 연구는 청감실에서 실행된 청감실험으로, 다른 비음향 요소(감각 등)들은 고려하지 않았다. 하지만, 청감실험에 영향을 줄 수 있는 실내 환경 인자(온도, 습도) 등은 권고사항<sup>12)13)</sup>에 따라 적절하게 유지시켰다.

본 연구의 레저용 사격 소음도 충격성 소음의 일종으로, 이는 “소리의 세기가 매우 빠른 속도로 증가하고 지속시간이 짧은 소음”으로 정의<sup>14)</sup>하며, 충격성 소음의 주관적 평가(%HA)에 사용되는 물리적 단위는 주로 ASEL(A-weighted Sound Exposure Level)이 사용된다. ASEL은 단일 소음이벤트에서 발생된 전체 소음 에너지가 1초 동안 유지되는 소음에너지와 동일한 에너지레벨로 정의<sup>15)</sup>된다. 본 연구에서는 기존 연구 결과<sup>16)</sup>를 참조하여, ASEL을 충격성 소음의 레벨 단위로 사용하였다.

본 연구는 폭발성 충격소음에 대한 주관적 평가와 관련된 연구의 일환으로, 레저용 사격 소음을 대상으로 주관적 반응 평가를 실행하였다. 본 연구는 실외 소음을 대상으로 화면 제공 여부에 따른 주관적 반응 결과(SD 방법)만을 제시하였다.

## 2. 음원 특성 및 실험 방법

### 2.1 음원 특성 및 청취 레벨

청감실험에 사용되는 음원은 레저용으로 흔히 사용되는엽총(구경 : 12 게이지, Clay Pigeon Shooting(ClayPS)) 및 총기류(구경 : 22, 35, 38, 48) 등 5개의 음원을 사용하였다. 음원은 경기도 화성시와 서울 잠실(실내)에 위치한 사격장에서 측정하였다. 측정은 Dummy(HEADacoustics, HMS III, Binaural) 장비를 사용하였으며, Sampling Rate은 48kHz, Resolution은 24bit로 설정하여 녹음하였다.

Figure 1은 대상음원의 시간 이력 특성을 보여준다. 진폭의 크기만 다르고, 패턴은 모두 비슷하다. Figure 2는 대상음원들의 주파수 특성과 청취레벨(40~75ASEL)의 주파수 특성을 나타낸 것이다. 주파수 특성을 보면, 모두 고주파 성분을 다량 포함하고 있는 것을 알 수 있다.

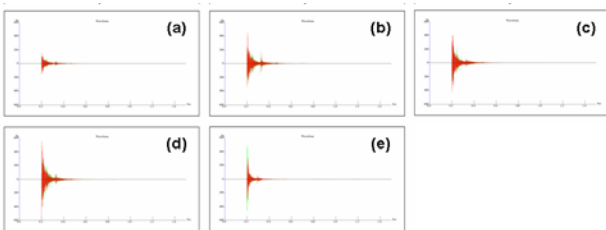


Figure 1. Time histories of leisure guns classified by a caliber : (a) Pistol-22, (b) Pistol-35 (c) Pistol-38, (d) Pistol-48, (e) Clay Pigeon Shooting.

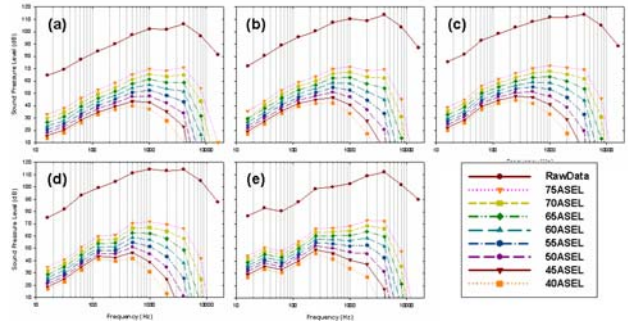


Figure 2. Frequency feature of original and listening sources : (a) Pistol-22, (b) Pistol-35 (c) Pistol-38, (d) Pistol-48, (e) Clay Pigeon Shooting.

청감실험에 사용되는 음원은 Figure 2에 제시된 40~75ASEL에 해당하는 음원을 사용한다. 청감 레벨의 제작과정은 다음과 같다.

- ① 옥외 소음 전파 감쇠량(계수)을 계산할 수 있는 ISO 9613-117)과 -218)를 이용하여 주파수에 따른 감쇠계수(지향지수, 기하학적 확산, 공기흡음 및 지반 영향에 의한 감쇠인자 고려, 구조물 효과 및 기타효과 영향 제외) 계산
- ② ①과정에서 계산된 감쇠계수들을 청취 레벨별로 FIR(Finite Impulse Response) 필터 제작
- ③ 레벨별로 제작된 FIR 필터를 원음원에 적용시킴 (레벨 오차 발생시 반복 시행)

FIR 필터는 위상차가 발생하지 않는 중요한 특성을 가진 필터로, 청취음원 제작에 적절한 필터이다.<sup>19)</sup> FIR 필터는 T-DAS(MTS사) 프로그램으로 제작하였고, 음원은 Sound Quality 3.7(MTS사) 프로그램으로 제작하였다.

제작된 청취레벨은 레벨 간격 5dB, 레벨 수 8개, 청취음원 6개(대상음원+기준음원(Pink-Noise)) 등으로 총 48개(5×8(대상음원)+1×8(기준음원))로 구성된다. 기준음원으로 사용된 Pink-Noise는 FIR 필터를 사용 않고 제작된 원음원을 사용하였다.

### 2.2 실험 장소, 방법 및 피험자들

실험은 청감실에서 실행하였다. 청감실의 제원 및 사양은 AES(Audio Engineering Society) 기준<sup>12)</sup> 및 SAE(Society of Automotive Engineers) 가이드라인<sup>13)</sup>과 비교하여 Table 1에 정리해 놓았다. Table 1에 제시된 기준 또는 가이드라인은 서로 대상이 다르지만, 청감실이나 청감실험을 위해 필요한 권고사항들이다. 실험에 사용된 청감실은 두 기준에 대부분 만족하고 있기 때문에, 청감실험에 적합한 장소로 판단된다.

Table 1. Comparison of the characteristic between listening room and AES standard<sup>12)</sup> or SAE guideline<sup>13)</sup>.

항 목	AES	SAE	청감실
Test 공간 면적(m <sup>2</sup> )	20 이상	-	19.7
최소 천장 높이(m)	2.1	-	2.445
체적(m <sup>3</sup> )	50~150	-	63.4 <sup>비고1)</sup>
NRC <sup>비고3)</sup>	-	-	0.835
배경소음	dB(A)	35 이하	22.6
	dB(C)	50 이하	45.4
	NCB <sup>비고4)</sup>	-	20 이하
NR(dB) <sup>비고5)</sup>	-	-	20
측정 장비	Type 1 or 0	-	Type 1
온도	-	72~75° F <sup>비고2)</sup>	22~24° C
습도	-	45~55%	45~55%
공기순환			환배기시설
실험 장비	스피커	헤드폰 권장	헤드폰 사용

비 고 : 1. 체적은 컨트롤 룸(15.3m<sup>3</sup>) 체적을 포함한 값임.  
 2. 72~75° F는 22.2~ 23.9° C에 해당함.  
 3. NRC=Noise Reduction Coefficient  
 4. NCB=Balanced Noise Criterion<sup>20)</sup>  
 5. NR=Noise Reduction.

음은 3가지 방식으로 들려주었다. 첫 번째 방식은 청취 레벨이 낮은 음(40ASEL)부터 청취레벨이 높은 음(75ASEL)으로 들려주어(Bottom-Up(BU) 방식) 소리를 평가하도록 하였다. 두 번째 방식은 청취레벨을 고려하지 않고 모든 음을 랜덤(Random(R) 방식)하게 들려주고 소리를 평가하도록 하였다. 마지막 방식은 청취레벨이 높은 음부터 낮은 음으로 들려주며(Top-Down(TD) 방식) 소리를 평가하도록 하였다. 이는 기존 실험결과<sup>21)</sup>에서 음원을 들려주는 방식에 따라 피험자들의 반응이 서로 다르게 나타났기 때문에, 다른 음원에서도 동일한 특성을 보이는지 확인하고자 기존 실험 방법과 동일하게 실행하였다.

실험평가는 SD(Semantic Differential)<sup>13)</sup>방법을 사용하였다. SD 방법은 일반적으로 서로 상반되는 반의어(형용사구)를 사용하고, 서로 상반되는 형용사구 사이에 적절한 부사어를 삽입하여 그 음의 크기나 척도를 구성한다. 본 연구에서는 7점 척도를 사용하여 주관적 평가를 실행하였다. Figure 3은 본 연구에서 사용된 7점 척도 평가 단계를 나타낸 것이다.

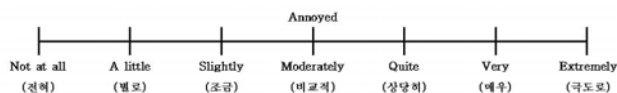


Figure 3. Semantic Differential Scale (7 point).

피험자들에게는 실험하기 전 기초 설문조사와 청력검사를 실행하였다. 실험에 참여한 총 인원수는 39명(여자 : 11명, 남자 : 28명)이며, 한 번에 3 또는 4명씩 그룹을 지어 동시에 참여하였다. 실험 대상 평균연령은 22.3세(18~30세)였고, 헤드폰(이어폰) 착용에 대한 질문에서는

31명(79.5%)이 항상 착용을, 8명(20.5%)이 미착용하는 것으로 응답했다. 또한, 총포류 소음을 들어본 경험에 대한 결과는 22명(56.4%)이 직·간접적으로 들어본 적이 있는 것으로 응답했다. 실험에 참여한 피험자들의 청력검사 결과는 모두 정상청력으로 판명되었다. 실험은 한 번에 3 또는 4명씩 그룹을 지어 동시에 실험 참여하였다.

실험은 이틀에 걸쳐 약 3시간 정도 진행하였다. 하루는 화면을 제공한 상태에서 소리를 평가하고, 나머지 하루는 화면을 배제한 상태에서 실험을 진행하였다. 제공된 화면은 현장 사진들로, 대형 PDP로 제공하였다. 실험 과정 모니터는 개인별로 별도 제공되었다.

Figure 4는 청감실험에 사용된 현장 사진들이다. 옆층 사격의 경우, 자연 전망이 포함되어 있다는 점이 다른 소음 원들(도로, 철도, 항공기, 공사장)과는 차이를 나타낸다.



Figure 4. The field pictures used jury test

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 실험결과

동일한 음원을 적용하여 화면 제공 여부에 따른 주관적 반응의 차이는 반응 평균 평가치(mean response rating)와 6점(매우)과 7점(엄청나게) 척도를 선택한 피험자들의 비율 퍼센트인 %HA의 결과를 서로 비교하였다. 또한 화면 제공시 평가된 결과는 Even으로, 화면 제공 없이 소리만으로 평가된 결과는 Even-2로 구분하여 결과를 제시해 놓았다.

Figure 5와 6은 3가지 테스트 방식(BU, R, TD)에 따라 Even과 Even-2의 반응 평균 평가치와 %HA 결과를 나타낸 것이다. 이 결과에서 BU 테스트 방식이 가장 높은 반응을 나타냈고, R과 TD 방식의 반응 결과는 거의 비슷한 것으로 나타났다. 두 그룹의 결과를 비교해 보면, 전체적으로 화면 제공 없이 평가된 Even-2의 반응치가 높게 나타났다. 이는 화면 제공이 소음 평가에 긍정적인 영향을 준다는 것을 암시한다.

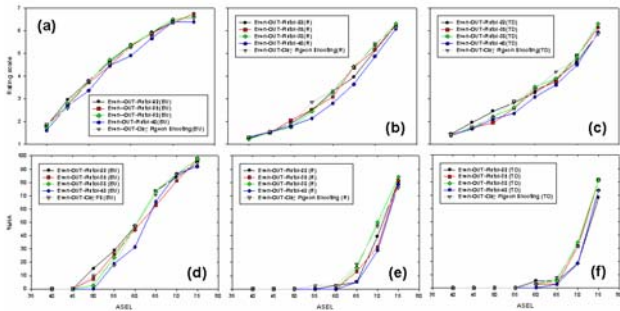


Figure 5. Mean response rating and %HA results of Even according to three test methods in the outdoor condition, as a function outdoor ASEL : (a) BU-rating, (b) R-rating, (c) TD-rating, (d) BU-%HA, (e) R-%HA, (f) TD-%HA.

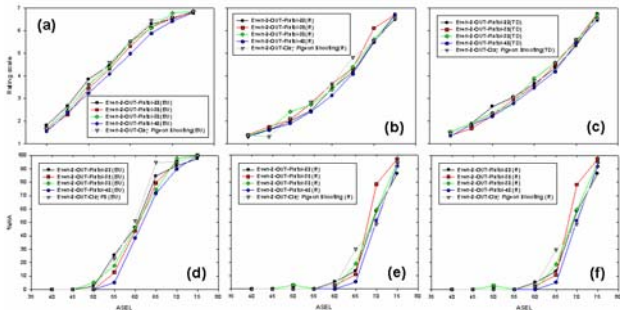


Figure 6. Mean response rating and %HA results of Even-2 according to three test methods in the outdoor condition, as a function outdoor ASEL : (a) BU-rating, (b) R-rating, (c) TD-rating, (d) BU-%HA, (e) R-%HA, (f) TD-%HA

Figure 7과 8은 위의 결과를 보다 자세히 살펴보기 위해, 3가지 방식을 종합하여 Even과 Even-2의 음원별 단일 곡선들로 나타낸 것이다. 이 결과에서도 Even과 Even-2 모두 BU 방식이 가장 높은 반응을 나타냈으며, R과 TD 방식은 레벨이 증가할수록 R 방식이 더 높은 반응을 나타냈다. 또한, 몇몇 레벨들을 제외하면, 대부분 화면을 보여주지 않고 소리만으로 평가한 Even-2가 반응이 높게 나타났다. 특히 레벨이 증가할수록 그 현상은 뚜렷이 나타났다. 이 결과는 향후에 제시할 것이다.

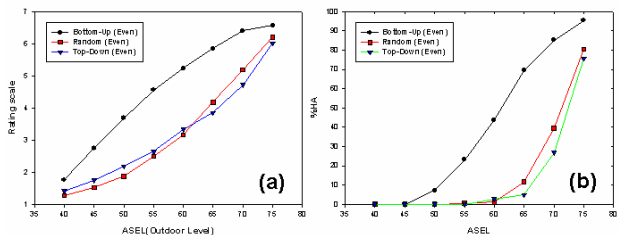


Figure 7. Single curves of Even classified by the three test methods : (a) mean response rating, (b) %HA.

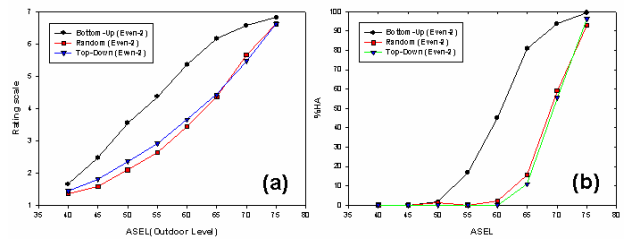


Figure 8. Single curves of Even-2 classified by the 3 test methods : (a) mean response rating, (b) %HA

Figure 7(Even)과 8(Even-2)의 결과를 테스트 방법에 따라 반응 평균 평가치를 자세히 비교해 보면, BU 방식의 경우, 40~55ASEL까지는 화면을 제공하고 평가하는 Even이, 60~75ASEL까지는 화면을 제공하지 않고 소리만으로 평가하는 Even-2가 높게 나타났다. 반면, R과 TD 방식에서는 모두 Even-2가 높게 나타났다.

%HA의 경우는 평가의 특성상 45ASEL까지는 동일(%HA=0)하게 나타났고, BU와 R 방식에서는 50~55ASEL까지 Even이, 60ASEL이후부터는 Even-2가 높게 나타났다. 반면, TD 방식의 경우에는 55ASEL까지 동일(%HA=0)하게 나타났고, 60ASEL에서만 Even이, 그리고 65ASEL이상은 Even-2가 높은 %HA를 나타냈다.

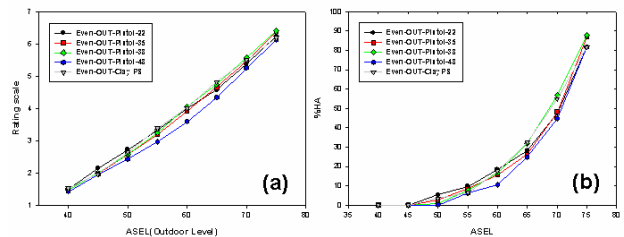


Figure 9. Synthesis result of Even classified by the sources : (a) mean response rating, (b) %HA.

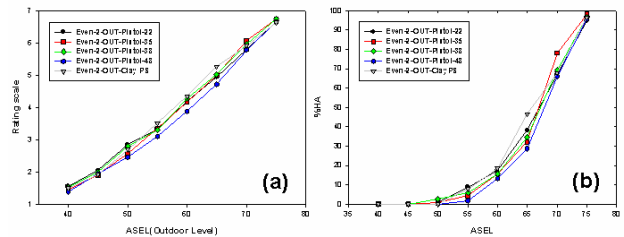


Figure 10. Synthesis result of Even-2 classified by the sources : (a) mean response rating, (b) %HA.

Figure 9와 10은 Even과 Even-2의 3가지 테스트 방식 결과를 통합하여 음원별로 단일 곡선들을 제시해 놓은 것이다. 반응 평균치에 대한 Even과 Even-2의 주된 음원은 65ASEL까지 동일하게 나타났고 70ASEL부터는 서로 다르게 나타났다. 즉, 50ASEL까지는 22구경 권총 소리가, 55~60ASEL까지는 엽총(Clay Pigeon Shooting) 소리가

주된 음원으로 나타났다. 하지만, 70~75ASEL 레벨 범위에서는 Even의 경우, 38구경 권총 소리가, Even-2의 경우, 35구경 권총 소리가 주된 음원으로 나타났다. 이 결과는 %HA에서도 동일하게 나타났다. 다만, 45ASEL까지는 %HA가 0라는 점도 공동적으로 나타난다.

Figure 11-(a)는 모든 결과를 종합하여 Even과 Even-2의 반응 평균치를 비교해 놓은 것이고, Figure 11-(b)는 Even-2에서 Even의 반응 평균치를 뺀 결과를 보여준다. 제시된 결과에서 보듯이, 45ASEL미만에서는 Even이, 그리고 45ASEL이상에서는 Even-2의 반응 평균치가 높게 나타났다. 이러한 차이를 분석하기 위해, Figure 11-(a)의 두 반응 평균 선형 라인을 각각 회귀분석 하였다. 그 결과는 Figure 12에 제시해 놓았다.

회귀분석은 1차 선형(Linear)을 사용하였고, 분석은 분산분석(ANOVA, F(df<sub>1</sub>, df<sub>2</sub>, p))을 적용하였다. 분석결과는 Even의 경우, R<sup>2</sup>=0.9942, F(1, 6, <0.0001)=1036.5029이고, Even-2의 경우, R<sup>2</sup>=0.9969, F(1, 6, <0.0001)=358.6115로 나타나, 모두 유의한 결과로 나타났다. 또한, 두 선형 라인의 교차점은 약 44ASEL이며, 반응 평균치는 약 1.85 정도였다. 이는 44ASEL이후부터 화면 제공이 대상소음에 긍정적인 효과로 작용한다는 것을 암시한다. 하지만, 제공화면의 종류에 따라 달리 반응<sup>8)9)10)11)</sup>을 할 수 있기 때문에, 이 결과는 향후에 실시될 건설공사장 소음의 청감실험 결과와 비교할 예정이다.

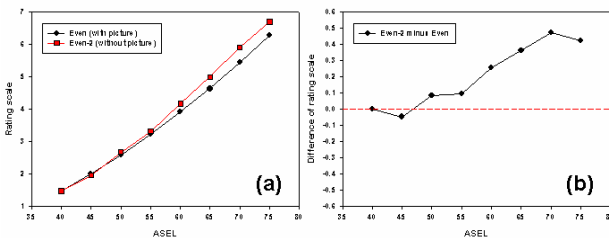


Figure 11. Comparison of the mean response rating between Even and Even-2.

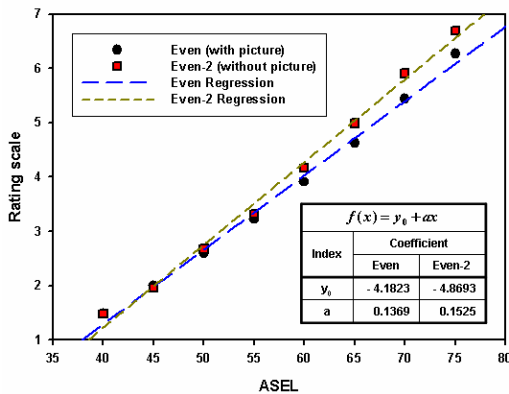


Figure 12. Regression of the mean response rating between Even and Even-2.

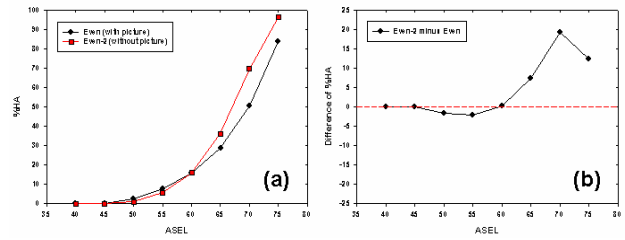


Figure 13. Comparison of %HA between Even and Even-2.

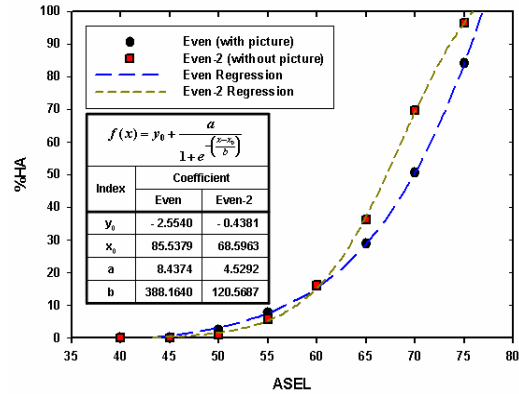


Figure 14. Regression of %HA between Even and Even-2.

Figure 13-(a)는 모든 결과를 종합하여 Even과 Even-2의 %HA 결과를 비교해 놓은 것이고, Figure 11-(b)는 Even-2에서 Even의 %HA를 뺀 결과를 보여준다. 제시된 결과에서 보듯이, 60ASEL미만에서는 Even이, 그리고 60ASEL부터는 Even-2의 %HA가 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이러한 결과 추이를 자세히 분석하기 위해, Figure 11-(a)의 두 %HA 곡선을 각각 회귀분석 하였다. 그 결과는 Figure 14에 제시해 놓았다.

회귀분석은 S자형(Sigmoid) 곡선을 사용하였고, 분석은 분산분석(ANOVA, F(df<sub>1</sub>, df<sub>2</sub>, p))을 적용하였다. 분석결과는 Even의 경우, R<sup>2</sup>=0.9997, F(3, 4, <0.0001)=4942.1934이고, Even-2의 경우, R<sup>2</sup>=0.9997, F(3, 4, <0.0001)=4446.2336으로 나타났다. 분석 결과에서는 두 회귀방정식 모두 유의한 것으로 나타났다.

여기서, 두 S자형 곡선이 서로 교차하는 지점들은 모두 3지점이다. 3지점들은 43.2, 60.1과 77.5ASEL 레벨에 해당한다. 3지점들의 %HA는 약 0.01, 15.63, 105.24%에 해당한다. 하지만 세 교차점들 중 사람들의 주관적 반응 평가 결과는 100%를 초과할 수 없기 때문에 100%를 초과하는 교차점(77.5ASEL)은 제외될 수 있다. 또한, %HA 결과가 거의 차이가 없는 교차점(≈0.01, 43.2ASEL)도 화면 제공 여부에 따라 반응의 차이가 거의 없기 때문에, 본 연구에서 사용될 기준점에서는 제외될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 60.1ASEL을 중심 교차점으로 사용하였다. 이 교차점을 기점으로 60ASEL 이하에서는 화면 제공시 %HA가 높고, 이 레벨이상에서는 화면을 제공하지 않고 소리만으로 평가한 경우에 %HA가 더 높았다. 이 결과는 Figure 13-(b)에서도 확인할 수 있다.

Figure 12와 14를 비교해 보면, 교차점들에서 차이를 나타내는데, 이는 화면의 긍정적인 효과가 반응 평균치에서는 빨리 나타나는 반면, %HA에서는 늦게 나타난다는 것을 보여준다. 이는 동일한 소리임에도 불구하고, 화면 제공시 소리에 대한 평가를 낮게 하기 때문인데, 데이터의 비대칭도(왜도, Skewness)<sup>22)</sup>(주) 결과를 살펴보면 알 수 있다. Even과 Even-2의 비대칭도 결과는 60ASEL까지 모두 +값을 가지며, 65ASEL부터는 모두 -값을 가지지만, Even-2보다 Even 결과가 +값에서는 더 큰 값을, 그리고 -값에서는 더 작은 값을 가진다. 즉, Even 결과가 Even-2보다 +쪽으로 더 편중되어 있다는 것을 나타낸다.

화면 효과(Even)는 45~60ASEL 범위 내에서 반응 평균치는 낮아도, %HA는 더 높게 나타난다. 이는 7점 척도 중 대다수는 낮은 척도를 선택하지만, 소수는 높은 척도(6 또는 7점)를 선택했다는 것을 암시한다. 그 만큼 데이터 분포가 넓게 분포된다는 것을 나타내는 증거이기도 하다. 실제 표준편차와 분산 결과를 살펴보면, Even이 Even-2보다 더 큰 수치라는 것을 알 수 있다.

이러한 원인은 크게 두 가지로 추측해 볼 수 있다. 첫째 추측은 화면 효과가 대다수 피험자들에게 소리에 대한 매우 긍정적 효과를 나타내는 반면, 소수의 피험자들에게는 매우 부정적 효과를 나타낼 수 있다는 것이다. 이러한 결과는 화면 제공이란 독립변수가 피험자들의 성향에 매우 종속적으로 작용한다는 것을 의미한다.

두 번째 추측은 실험대상 피험자들의 실수에 의한 결과일 수 있다는 것이다. 실제 몇몇 데이터들에서 이러한 현상이 나타나기도 했지만, 본 연구에서는 결여된 자료를 제외한 모든 자료를 포함시켰다.

결과적으로, 레벨이 낮을 경우, 화면 제공이 부정적 효과를 나타내지만, 레벨이 증가할수록 화면 제공이 긍정적 효과를 발휘하는 것으로 나타났다. 이 결과는 기존 연구 결과<sup>8)11)</sup>와 상이한 결과를 나타낸다. 기존 연구<sup>11)</sup>에서는 65ASEL을 기준으로 이하 영역에서 긍정적인 영향을 그리고 이상의 영역에서는 부정적인 영향을 준다고 발표했지만, 본 연구에서는 평균 반응치의 경우, 44ASEL이상 영역에서 그리고 %HA의 경우, 60.1ASEL이상의 영역에서 화면 제공에 따라 반응 평가치가 낮게 나타났다.

서로 상반된 결과의 가장 큰 원인은 실험 목적이나 방

(주) 비대칭도(왜도)란 자료의 분포가 대칭인지를 측정해주는 척도로, 좌우 대칭일 경우, 0(정규분포,  $S_k=0$ ), 오른쪽 ( $D>S_k$ )으로 편중되었을 경우, 양(+)의 값을, 그리고 왼쪽 ( $D<S_k$ )으로 편중되었을 경우, 음(-)의 값을 갖는다.

법, 실험 환경, 평가 방법, 사용 척도 및 대상음원의 종류와 레벨, 그리고 사용화면(현장 사진) 등이 전반적인 시스템 구성 원인으로 판단된다. 이 결과는 향후 실시될 공사장 소음 청감실험 결과와도 비교할 예정이다.

### 3.2 설문 결과

본 연구에서는 화면이 제공된 상태에서의 실험과 제공되지 않고 음원만 제공된 상태에서의 실험이 종료된 이후, 각각 화면 제공이 대상음원 평가에 영향을 주었는지에 대한 설문을 실시하였다.

화면은 실험 시작부터 종료시까지 연속 제공하였다. 평가는 “전혀 영향을 주지 못했다(1)” 부터 “매우 큰 영향을 주었다(5)” 까지 총 5개의 항목들 중 제공된 화면이 대상음원의 소음을 평가하는데 어느 정도 영향을 주었는지 선택하도록 하였다. Even의 경우, “화면제공이 본인 판단에 영향을 주었습니까?” 란 질문을 하였고, Even-2의 경우는 화면을 제공하지 않았기 때문에, “화면 제공 여부에 따라 본인 판단에 영향을 주었습니까?” 란 질문을 하였다.

응답 결과는 Even의 경우, “어느 정도 영향을 주었다”가 35.9%로 가장 높았다. 전체 결과를 점수로 환산해보면, 평균이 2.8점 정도로 기준점 3점(어느 정도 영향을 주었다)보다 낮았다. 이는 화면 제공에 따른 효과가 크지 않다는 것을 나타낸다. Even-2의 응답결과는 “어느 정도 영향을 주었다”가 28.9%로 가장 높았으며, 전체 결과를 점수로 환산해보면, 평균이 2.5점 정도로 실험에 참여한 피험자들은 화면 제공 여부가 본인의 판단 기준에 영향을 크게 주지 않는 것으로 판단하고 있었다.

위의 결과들은 Figure 15에 제시해 놓았다.

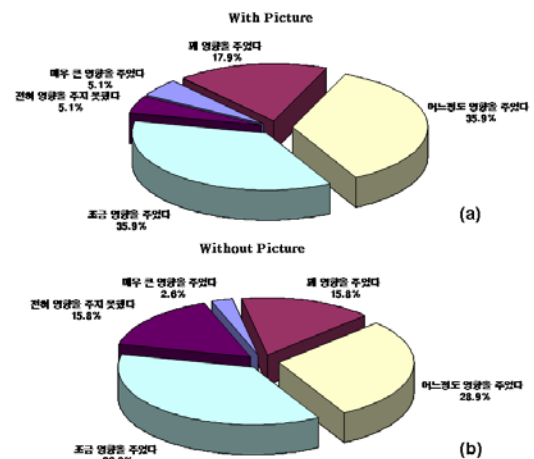


Figure 15. Effect of provided pictures between Even and Even-2.

## 5. 결 론

충격성 소음(레이저용 사격)을 대상으로 화면 제공 여부에

따른 반응 차이에 대한 청감실험 결론은 다음과 같다.

1. 테스트 방식(BU, R, TD)에 따라 반응 평균치와 %HA 결과는 Even과 Even-2 모두  $BU > R \geq TD$  순으로 높은 결과를 나타냈다.

1-1. R과 TD 방식은 두 곡선 모두에서 교차점들이 존재하며, 교차점 이하에서는 TD 방식이, 교차점 이상에서는 R 방식이 더 큰 반응치를 나타냈다.

2. 테스트 방법에 따라 Even과 Even-2의 결과를 비교해보면, 다음 2가지 특성을 보여준다.

2-1. 반응 평균치는 BU 방식의 경우, 약 56ASEL을 기점으로, 이하 레벨에서는 Even이, 이상 레벨에서는 Even-2가 높게 나타난 반면, R과 TD 방식에서는 모두 Even-2가 높게 나타났다.

2-2. BU와 R 방식의 경우, 45ASEL까지 %HA는 1이고, 50~55 ASEL 범위 내에서는 Even이, 60ASEL 이후부터는 Even-2가 높게 나타났다. 반면, TD 방식은 55 ASEL까지 %HA가 0이고, 60ASEL에서만 Even이, 그리고 나머지 레벨에서는 Even-2가 높은 %HA를 나타냈다.

3. 3가지 테스트 방법을 종합하여 Even과 Even-2의 결과를 음원별로 비교해보면, 다음 2가지 특성을 보여준다.

3-1. 반응 평균치 결과에서 Even과 Even-2의 주된 음원은 50ASEL까지 22구경, 55~60ASEL까지 엽총 소리였다. 하지만, 70~75ASEL 레벨 범위에서는 Even의 경우, 38구경이, Even-2에서는 35구경 권총 소리가 주된 음원으로 나타났다.

3-2. 위 결과는 %HA에서도 동일하게 나타났다.(45 ASEL까지는 0임)

4. Even과 Even-2의 반응 평균치 결과를 각각 종합하여 단일 곡선으로 나타내고, 그 결과를 각각 1차 선형으로 회귀 분석한 결과, 44ASEL 지점에서 두 라인이 교차했다.

4-1. 45ASEL미만 영역에서는 Even이, 45ASEL이상 영역에서는 Even-2의 반응 평균치가 높게 나타났다.

- Even ( $f(x) = y_0 + ax$ ) :  $R^2 = 0.9942$ ,  $F(1, 6, <0.0001) = 1036.5029$ .

- Even-2 ( $f(x) = y_0 + ax$ ) :  $R^2 = 0.9969$ ,  $F(1, 6, <0.0001) = 358.6115$ .

5. Even과 Even-2의 %HA 결과를 각각 단일 곡선으로 나타내고, 그 결과를 각각 S자형 모델로 회귀 분석한 결과, 60.1ASEL 지점에서 두 라인이 교차했다.

5-1. 60.1ASEL미만 영역에서는 Even이, 60.1ASEL이상 영역에서는 Even-2의 %HA가 높게 나타났다.

- Even ( $f(x) = y_0 + a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$ ) :  $R^2 =$

0.9997,  $F(3, 4, <0.0001) = 4942.1934$ ,

- Even-2 ( $f(x) = y_0 + a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$ ) :  $R^2 =$   
0.9997,  $F(3, 4, <0.0001) = 4446.2336$ .

6. 충격성 소음 청감실험에서 화면 효과는 레벨이 증가할수록 소리만 제공된 실험보다 낮게 인식하는 것으로 보인다.

6-1. 45~60ASEL 범위에서 화면 효과는 반응 평균치는 낮아도, %HA는 더 높게 나타난다. 이러한 원인은 크게 두 가지로 추측해 볼 수 있다.

① 화면 효과가 일부 피험자들에게 소리에 대한 매우 긍정적인 효과를 나타내는 반면, 매우 부정적 효과를 나타낼 수 있다는 것이다.

② 실험대상 피험자들의 실수에 의한 결과일 수 있다는 것이다.

6-2. 이 결과는 기존 연구 결과와 상이한 결과를 나타내며, 가장 큰 원인은 실험 목적이나 방법, 실험 환경, 평가 방법, 사용 척도 및 대상음원의 종류와 레벨, 그리고 사용화면(현장 사진) 등이 전반적인 시스템 구성 원인으로 판단된다.

7. 청감실험시 제공된 화면 효과의 설문 결과는 3점을 기준으로 Even의 경우, 평균 2.8점정도, Even-2의 경우, 평균 2.5점 정도로 실험에 참여한 피험자들은 화면 제공이 본인의 판단 기준에 영향을 크게 주지 않는 것으로 판단하고 있었다.

## 후 기

본 연구는 과학재단 특정기초과제 “폭발성 충격소음의 생성 및 전파 시뮬레이션과 위해성 분석” (R01-2006-000-10301-0)을 수행하면서 얻어진 결과이며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1) Namba, S., Kuwano, S., and Schick, A., 1986, "A cross-cultural study on noise problem?", Journal of the Acoustical Society of Japan, (E) 7, pp. 279~289.

2) Izumi, K, 1986, "On the measurement of annoyance in the laboratory - 5 case studies to validate the simulated environment method -" Technical Report of Noise, the Acoustical Society of Japan, N86-10-2.

3) Berglund, B., Berglund, U. and Lindvall, T., 1976, "Scaling loudness, noisiness, and annoyance of community noises", J. Acoust. Soc. Am, Vol 60(5).

4) Berglund, B., Berglund, U. and Lindvall, T., 1974,

"Scaling loudness, noisiness, and annoyance of aircraft noises", J. Acoust. Soc. Am, Vol 57(4).

5) Fields, J. M., 1993, "Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas", J. Acoust. Soc. Am, Vol 93(5), pp. 2753~2763.

6) Hashimoto, T and Hatano, S., 2001, "Effect of factors other than. sound to the perception of sound quality", Proc. International Conference on Acoustics, Ica5236, pp.1-6.

7) 장길수 외 3명, 2006, "도시 환경음의 쾌적성 평가요인에 관한 연구", 한국소음진동공학회논문집, 제16권4호.

8) 신훈 외 3명, 2007, "쾌적성 평가지표로서 시각 및 청각 정보의 영향에 관한 연구", 한국소음진동공학회 춘계학술대 논문집.

9) 신훈 외 3명, 2007, "시각 및 청각 정보가 환경음의 쾌적성 평가에 미치는 영향에 관한 연구", 한국소음진동공학회 논문집, 제17권9호.

10) 신훈 외 4명, 2006, "친환경적 시각 및 청각정보가 소음의 인지도에 미치는 영향", 한국소음진동공학회 춘계학술대 논문집.

11) 장길수 외 3명, 2007, "시청각 정보에 의한 도로교통소음의 심리적 저감효과", 한국소음진동공학회, 추계학술대회.

12) AES20-1996, 1996, "AES recommended practice for professional audio - Subjective evaluation of loudspeakers", Audio Engineering Society Standard, New York.

13) Otto, N. and Amman, S. et al., 1999, "Guidelines for Jury Evaluations of Automotive Sounds", SAE 1999-01-1822, SAE Noise and Vibration Conference, May 1999, Traverse City, MI, USA.

14) Karl D. Kryter, 1994, "The Handbook of Hearing and the Effects of Noise - Physiology, Psychology, and Public Health", Academic Press.

15) Noise Advisory Council, 1978, "A Guide to Measurement and Prediction of The Equivalent Continuous Sound Level", HMSO, London, p. 4.

16) Vos, J. 2000, "On the annoyance caused by impulse sounds produced by small, medium-large, and large firearms", J. Acoust. Soc. Am, Vol 109(1).

17) ISO 9613-1, 1993, "Attenuation of sound during propagation outdoors - Calculation of the absorption of sound by the atmosphere."

18) ISO 9613-2, 1996, "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - General method of calculation."

19) Steven W. Smith, "The Scientist & Engineer's

Guide to Digital Signal Processing(1st Ed.)", California Technical Pub, 1997.

20) Baranek, L. L., "Balanced noise-criterion(NCB) curves", J. Acoust. Soc. Am. 86(2), pp. 650~664, 1989.

21) 김득성 외 3명, 2007, "충격성 소음에 대한 성가심 반응 - 건설공사장 소음을 중심으로 -", 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집.

22) 김석용, 홍순복, 2001, "통계학과 SPSS 활용", 경영과 회계, pp. 53~56.