

# 예측소음과 설문결과를 이용한 철도소음에 대한 어노이언스 반응모델

## Annoyance response model on railway noise based on predicted noise and survey results

손진희†·장서일\*·이건\*\*·정태량\*\*\*·박수진\*\*\*\*

Jin Hee Son, Seo Il Chang, Kun Lee, Tae Ryang Choung and Su Jin Park

차, 간선형 전기동차 등이 운행한다

### 1. 서 론

본 연구에서는 유럽과 비교했을 때 도로 및 항공기 등과 같은 다른 교통소음에 비해 주관적 반응이 특히 높게 나타나는 철도 소음에 대한 어노이언스 반응 모델을 도출했다. 현대 사회는 철도와 도로에 의한 복합적인 교통소음이 항상 존재하며 특히 수도권과 같이 한정된 공간 내에 다양한 교통소음이 혼재하는 지역에서는 단일 소음원에 의한 소음을 측정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 따라서 본 연구에서는 Öhrström, E(2007)와 같이 소음지도를 이용하여 개별 소음원의 소음레벨을 예측하고 거주민의 어노이언스 반응은 예측 소음레벨에 기반하여 설문조사했다.

### 2. 연구방법

#### 2.1 대상지역 및 예측방법

##### (1) 대상지역

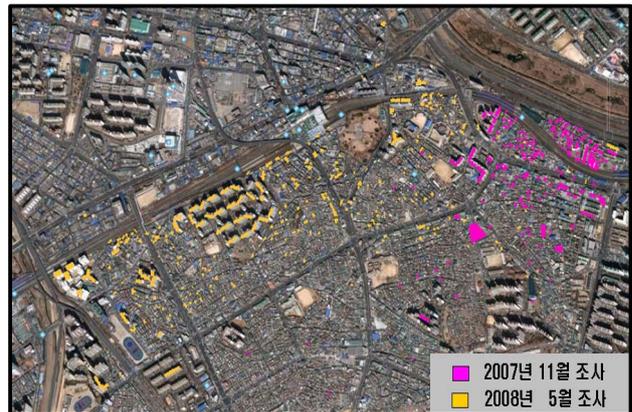
연구 대상지역으로는 철도 소음에 노출되어 있으며 거주민 밀집지역으로써 다양한 주택 형태가 혼재되어 있는 곳을 선택했다. 철도를 통과하는 열차 운행대수가 많고 다양한 차종이 수시로 운행하여 철도소음을 대표하기에 적합한 지역을 선정했으며, 다양한 주택 형태가 혼재한 지역으로 주택 형태에 따라 생길 수 있는 소음에 대한 반응 편차를 최소화할 수 있는 지역을 선정했다. 선정된 철도 소음 노출 지역은 서울시 영등포구의 1호선 대방역~신도림역 간 철도 0.5km 이내 지역으로 선로 연장은 2.5km에 이르며 경부선, 경인경부전철, KTX 노선이 있다. 8개의 궤도로 하루 동안 1,333대의 지하철, 고속 열차, 디젤 기관차, 전기기관

##### (2) 예측방법

철도 소음 레벨을 예측하기 위해 영등포구 전체 소음지도를 이용했으며 상용프로그램인 SoundPLAN 6.4를 사용해서 소음지도를 작성했다. 철도소음 예측은 독일의 SCHALL03, 도로소음 예측은 RLS 90 모델을 이용했다. 등고선, 표고점, 건물, 도로망 등의 지형지물 데이터는 서울시에서 구축된 지리정보시스템(GIS)의 전산파일을 사용했다.

#### 2.2 설문 조사 방법

설문을 실시한 가구는 <그림 1>와 같으며 총 693가구를 조사했다. 조사는 2회로 나누어 2007년 11월에 299가구, 2008년 5월에 394가구를 조사했다. 조사 방법은 설문에 참여하는 응답자들의 어노이언스와 관련한 이해를 돕고 설문지의 질을 높이기 위해 일방적인 설문지의 배포를 지양하고 조사자가 응답자의 집을 찾아가서 조사하는 직접면담 방식(face-to-face method)을 채택했다.



<그림 1> 대상지역 내 설문가구의 분포

#### 2.3 반응모델 도출방안

본 연구에서는 %HA와 %A 예측 곡선 도출을 위해 주관적 반응 데이터를 이분화하고 이항 로짓 모델을 이용해 로지스틱 회귀분석을 했다. 제시한 방법은 실측 소음레벨을

† 교신저자; (주)남일씨엔씨  
E-mail : lucidson@hanmail.net  
Tel : (02) 577-6460, Fax : (02) 577-6441

\* 서울시립대학교 환경공학과  
\*\* 서울시립대학교 도시사회학과  
\*\*\* 한국환경정책평가연구원  
\*\*\*\* (주)남일씨엔씨

사용하던 선행 연구와 달리 예측 소음레벨을 사용하게 되면서 제안된 방법으로 이 방법을 사용할 경우 임의로 데이터를 그룹화 하지 않아 오차 발생 여지가 없다는 장점이 있으며 데이터를 이분화하는 것은 %HA와 %A의 기본 개념과도 잘 맞는다. 미지수의 도출에 있어 기존 연구의 방법은 최소자승법을 사용하고 본 연구의 제안 방법은 이분화된 데이터에 대한 최대우도법을 이용해 반응곡선의 미지수를 도출하는 차이가 있다. 두 가지 방법을 이용해 도출한 결과는 거의 차이 없이 일치하는 양상을 보이며 본 연구에서 제안한 방법을 사용할 경우 레벨별로 %HA나 %A 등의 군집비율을 계산해야 하는 중간 과정이 필요 없다는 장점이 있다.

### 3. 연구결과

#### 3.1 설문 분석 결과

693명의 개인 신상에 관한 사항을 간략히 살펴보았다. 먼저 성별은 여성 56%(388명), 남성 44%(305명)로 조사된 응답자의 남녀 분포 차이가 크지 않았으며 전체적으로 연령별 분포도 균등했다. 소음에 관련한 질문은 어노이언스의 정도를 도로, 철도, 생활소음으로 구분하여 각각 7점 척도를 사용해 질문하였다. 이 지역의 주민들의 소음과 소음에 대한 주관적 반응의 상관관계를 분석한 결과 다음 <표 1>과 같이 철도 소음과 어노이언스 간의 상관관계가 0.584로 도로소음과 도로소음의 어노이언스나 전체 소음과 전체 소음에 대한 어노이언스에 비해 상당히 높다. 따라서 전체적으로 철도 소음의 크기에 대한 어노이언스 반응이 두드러진 철도 소음 지역이라고 할 수 있다.

<표 1> 소음도와 어노이언스간의 상관계수

구 분 (N=693)		전체 소음	도로 소음	철도 소음
전체소음 어노이언스	Pearson상관계수	<b>0.267</b>	0.108	0.267
	유의확률(양쪽)	0.000	0.005	0.000
도로소음 어노이언스	Pearson상관계수	0.275	<b>0.336</b>	0.053
	유의확률(양쪽)	0.000	0.000	0.160
철도소음 어노이언스	Pearson상관계수	0.340	0.010	<b>0.584</b>
	유의확률(양쪽)	0.000	0.801	0.000

#### 3.2 어노이언스 반응모델

##### (1) 노출-반응 모델

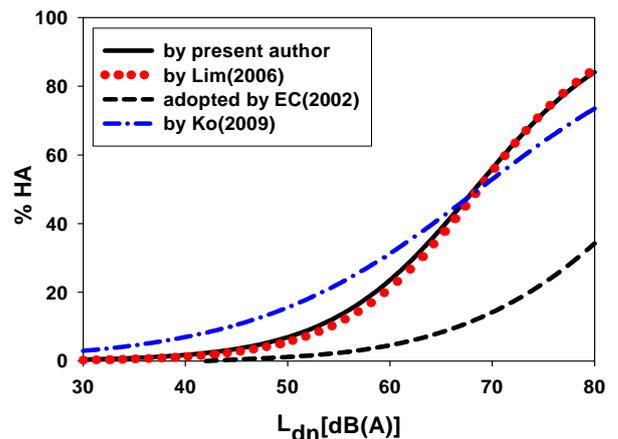
철도 소음에 대한 거주민의 어노이언스 반응 데이터를 이분화하고 최대우도법을 활용하여 수립한 로지스틱 회귀식은 다음 식 (1)~(2)와 같다. 회귀식의 유의확률은 0.000으로 이 식은 통계적으로 유의하며 식(1)의 Cox와 Snell의  $r^2$ 은 0.208이며, Nagelkerke의  $r^2$ 은 0.328이다.

$$\%HA = \frac{100}{1 + \exp(9.697 - 0.142L_{dn})} \quad \text{식 (3)}$$

$$\%A = \frac{100}{1 + \exp(8.112 - 0.142L_{dn})} \quad \text{식 (4)}$$

##### (2) 선행연구와 비교

<그림 2>는 국내 관련 선행연구(Lim 2006, Ko 2009)와 EC(EC Directive, 2002)의 철도 소음에 대한 어노이언스 예측 모델을 본 연구의 예측소음과 설문조사 자료를 이용해 도출한 어노이언스 예측 모델(%HA)과 비교했다. 본 연구에서 도출한 예측 모델과 차이가 가장 작은 것은 Lim(2006)의 결과이다.



<그림 2> 국내와 유럽의 철도 소음에 대한 %HA 예측 곡선의 비교

### 4. 결론

이렇게 본 연구에서 제안한 방법을 통해 도출한 철도 소음에 대한 %HA와 %A 예측 모델은 선행연구에서 밝혀진 바와 같이 유럽에 비해 역시 높게 나타났으며 선행 연구 중 실측 소음레벨과 설문 조사 결과를 사용해 예측한 국내 철도 소음에 대한 노출-반응 곡선과도 일치해 국내 철도 소음에 대한 노출-반응 모델의 정립에 기여할 수 있을 것으로 보인다.