

# 고속철도 통과 교외지역의 사운드스케이프 평가

## Assessment of railway soundscape in rural areas

유효주† · 홍주영\* · 이평직\* · 전진용\*\*

Hyo Joo Yoo, Joo Young Hong, Pyoung Jik Lee, Jin Yong Jeon

### 1. 서론

최근 고속철도(KTX)가 보편적인 교통수단으로 자리 잡음에 따라 철도 주행 시 발생하는 소음 및 진동이 새로운 환경 문제로 부각되고 있으며, 철도소음과 관련된 대부분의 민원 고속구간인 교외 지역에서 발생하고 있다. 그러나 기존 철도소음 위해성 평가 관련 연구는 철도소음과 소음 발생 지역 거주민들의 성가심 반응과의 관계를 설문조사를 통해 도출하는 것에 그치고 있으며, 주변 경관을 포함한 비음향적 요소들의 영향에 대한 검토는 미미한 실정이다.

철도소음의 인식은 소음 자체뿐만 아니라 주변 경관 및 비음향적 요인들에 의해 종합적으로 결정되기 때문에 본 연구에서는 사운드스케이프(soundscape) 평가방법론을 적용하였다. 먼저 KTX 통과 지역의 경관(landscape) 요소를 분류하였으며, 이를 바탕으로 측정 지점을 선정하였다. 또한 각 현장의 소음뿐만 아니라 주변 경관을 함께 평가하였고, 실내실험을 통해 철도소음에 대한 비음향적 요소들의 영향을 규명하고자 하였다.

### 2. 현장 측정

#### 2.1 측정 지점 선정

KTX 소음이 동일한 소음도를 갖는다 할지라도 경관 요소의 조합에 따라 각 교외지역에 대한 인식은 상이할 것으로 예상된다. 따라서 경관 요소가 KTX 통과 교외지역의

Table 1. Landscape components of rural area

Code	Description
Natural features	1 Agricultural crops
	2 Undisturbed valley
	3 Woods
	4 Water features
Artificial features	5 manmade constructions
	6 Traffic road
	7 Elevated railway and bridge
	8 Tunnel
	9 Noise barrier

† 교신저자; 한양대학교 건축환경공학부  
E-mail : hyojooyoo@hotmail.com  
Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2220-4794

\* 한양대학교 건축환경공학부  
\*\* 한양대학교 건축공학부 교수

사운드스케이프 인식에 미치는 영향을 조사하기 위해 교외 지역의 경관 요소들을 조사하고 표 1과 같이 분류하였다. 이후 분류된 경관요소를 다양하게 포함하고 있는 10개 측정점을 선정하였다.

### 2.2 음원 및 경관 측정

음원 녹음은 더미헤드 마이크로폰(Type 4100; B&K)을 이용하여 진행하였다. 이때 마이크로폰은 철로로부터 100m 이격된 지점에서 철로를 수직으로 바라보도록 위치하였다. 또한 비음향적 요소의 영향을 규명하기 위해 캡코더(Samsung, HMX-H106)를 이용하여 경관을 촬영하였다. 모든 측정은 야외 활동이 가장 빈번한 오후(오전 11시 - 오후3시)에 진행되었다.

### 3. 철도소음 음원 및 경관 분석

#### 3.1 철도소음 음원 분석

(1) 음압 레벨(sound pressure level)

KTX가 측정지점을 통과하는 20초 동안의 음압 레벨 특성은 그림 1에 나타난 바와 같다. 철도가 측정 점에 접근함에 따라 음압 레벨이 증가하였다가 멀어짐에 따라 감소하였다. 음압레벨은 측정지점의 지형특성과 구성요소에 따라 85-100dBA의 분포를 나타냈다.

(2) 심리음향 특성

인간의 청감 특성을 반영한 심리음향 지표를 조사하기 위해 음질(sound quality) 요소인 라우드니스(loudness)와 공간감 지표인 양이상관관계(IACC)를 분석하였다. 철도소음의 라우드니스 특성은 그림 2에 나타난 바와 같다. 대부분의 경우 고주파 대역에서 높은 라우드니스 특성을 나타냈지만 일부 측정점에서는 인근 고속도로로부터 유입되는 교통소음의 영향으로 인해 저주파 대역에서도 높은 라우드니스 값을 나타냈다.

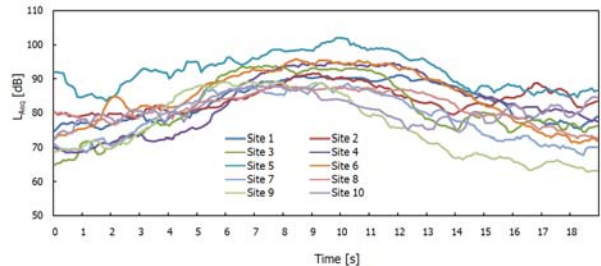


Figure 1. Sound pressure levels for recorded sounds

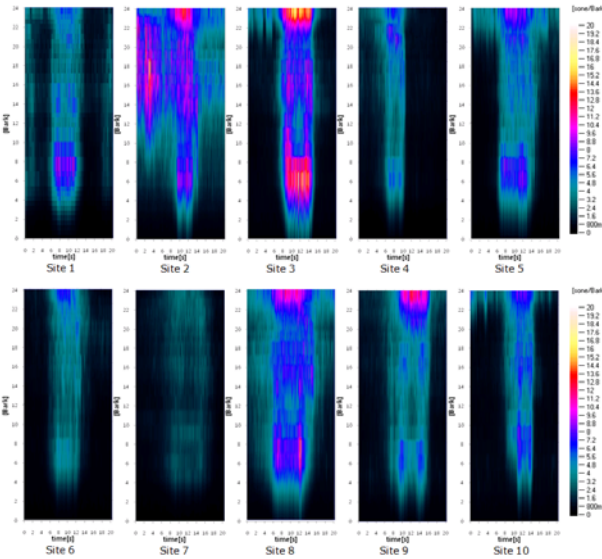


Figure 2. Loudness contour map

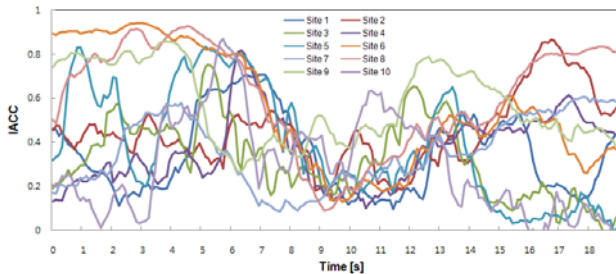


Figure 3. IACC analysis result

IACC는 그림 3에 나타난 바와 같이 철도가 측정점으로부터 멀리 있을 때 최대값을 나타냈다가 측정점에 접근함에 따라 감소하였으며, 이후 철도가 멀어짐에 따라 다시 증가하는 양상을 나타냈다. 그러나 측정점에 따라 IACC 편차가 큰 것으로 조사되었다. 이러한 IACC의 차이는 고속철도에 대한 인식에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

### 3.2 경관 분석

측정 지점의 경관 특성을 살펴보기 위하여 경관 지표인 NF(natural feature), Hix(heterogeneity index), SHDI(shannon's diverse index), openness 등을 분석하였다. NF는 측정점에서 전 방위로 찍은 파노라마 사진에서 자연요소의 비율로 계산되었으며, 그 외 지표들은 위성사진을 기준으로 분석되었다.

다양한 경관지표의 분석 결과는 표 2에 나타난 바와

Table 2. Analysis of landscape metrics

Sites	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total area [m2]	86,664	83,292	52,257	157,199	161,616	231,754	26,163	478,611	55,739	48,404
NF [%]	51.7	42.6	92.2	57.2	88.6	84.6	73.3	54.1	77.9	98.1
Number of patches	13	17	17	13	11	13	20	14	19	7
Number of Land type	5	7	5	6	5	4	5	5	5	4
Hix	0.31	0.26	0.35	0.15	0.17	0.26	0.44	0.11	0.29	0.16
SHDI	2.01	1.68	1.62	1.15	1.33	1.33	1.98	1.41	1.20	1.12
Open area [m2]	64,312	65,538	27,147	130,565	143,349	110,089	16,968	458,711	46,264	32,149
Percent openness [%]	74	79	52	81	79	43	65	96	83	66

같다. 전체면적(total area)는 측정점에서 보이는 영역의 범위의 면적을 위성사진 상에서 구한 것으로 지점별로 큰 차이를 보였다. 산과 건물로 둘러싸여 있는 7번 지점에서 최소값을 나타냈고 개활지인 8번 지점에서 최대값을 나타냈다. 10번 지점은 NF가 가장 높은 값을 나타냈으나 경관을 구성하는 요소의 종류가 적어 Hix의 값은 낮고 SHDI의 값은 높게 나타났다. 반면 가장 많은 요소로 구성되어있는 7번 지점은 반대의 경향을 보였다. 일반적으로 openness는 전체면적(total area)와 동일한 경향을 나타냈으며, 8번 지점은 구성요소의 수에 비해 대지의 면적이 넓어 낮은 Hix의 값을 보였다.

## 4. 실내 실험

### 4.1 실험 개요

분석된 경관 이미지에 대한 주관적 평가와 경관지표의 검증을 위해 실험실 실험을 진행하였다. 각 지점의 파노라마 이미지를 빔 프로젝터를 통해 각 30초간 제시하였고, 11점 척도(0: 전혀, 10: 엄청나게)에 대해 선호도 평가를 실시하였다. 실험에는 성인 20명이 참여하였다.

### 4.2 실험 결과

실험을 통해 도출된 각 지점의 선호도 평가 결과와 경관 특성과의 상관관계는 표 3에 나타내었다. 자연요소의 비율인 NF가 가장 높은 상관관계 나타냈으며, 토지 종류와 SHDI는 선호도와 음의 상관관계를 나타냈다. 이는 피험자가 자연요소가 많을수록 그리고 구성요소가 적고 복잡하지 않을수록 경관을 선호하는 것을 나타낸다.

Table 3. Correlation coefficients between preference and landscape metrics (\* p<0.05)

NF	Area	Number of patches	Number of land types	Hix	SHDI	Open area	Percent openness
.71*	-.01	-.63	-.68*	-.43	-.67*	.00	-.08

## 5. 결론

본 연구에서는 고속철도소음에 대한 인식에 있어 비음향적 요소를 고려하기 위해 사운드스케이프 방법론을 적용하였다. 음원 분석 결과 경관요소에 따라 KTX 소음이 상이한 음질 특성을 갖으며 경관요소 또한 지표별로 상이한 분포를 갖는 것으로 나타났다. 경관요소에 대한 선호도 실험실 평가결과, NF와 SHDI가 선호도 평가에 영향을 미치는 주요한 요인으로 분석되었다. 향후에는 철도소음에 대한 경관의 영향을 조사하고자 한다.