

사운드스케이프 적용을 위한 옥외 P.A. 시스템 적정 인지레벨에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Optimistic Recognition Level of Public Address System as a Soundscape Application Facility

°송민정†, 장길수*, 신훈**, 신용규**, 이태강***

Min-Jeong Song, Gil-Soo Jang, Hoon Shin, Young-Gyu Shin and Tai-Kang Lee

Key Words : Soundscape(사운드스케이프), Recognition Level(인지레벨), P.A. System(PA시스템), Recommended level(적정레벨)

ABSTRACT

As a active soundscape facility, P.A. system is a useful instrument to give place identity and vitality by letting out music, environmental music, bird singing sound etc. In this study, to know the optimistic distance and sound level range of introducing sound, sound levels due to distance were measured and subject responses were checked by questionnaire.

Levels from 64dB to 71dB are recommended by subjects. And the optimistic level of introducing level is related with level variance of sound source. The results of this study could used for street furniture location design and P.A. system output level.

1. 서론

P.A.(Public Address) 시스템은 해당공간에 안내방송, 음악 및 시그널 등을 제공하는 것을 주요 목적으로 하고 있으며, 옥외 P.A. 시스템은 가로, 공원, 운동장, 캠퍼스 등에 설치되어 있는데 대부분 가로등과 같은 조명기구에 부착되어 있는 것을 주위에서 쉽게 발견할 수 있다.

그런데, 사운드스케이프의 관점에서 보면 P.A. 시스템은 분수나 개울 등의 자연적인 사운드스케이프 적용요소의 설치가 여의치 않을 경우, 스피커를 통하여 환경음악, 물소리, 새소리 등을 해당공간에 제공하여 능동형 사운드스케이프 조성 시스템으로서 활용할 수 있는데 주목할 수 있다.

본 연구에서는 이처럼 능동형 사운드스케이프 시스템으로 활용될 수 있는 P.A.시스템에 사운드스케이프 음원으로서 그 효용성이 밝혀진 새소리, 환경음악, 물소리를 피험자에게 들려주어 쾌적인지 레벨 등을 파악하고자 청감 실험을 실시하였다.

이는 능동형 사운드스케이프 시설 계획시 그 인지 범위와 최적레벨을 분석함으로써 벤치 등의 스트리트 퍼니처와 수목 식재 위치선정을 감안할 수 있게 하는 등의 효용이 있을

것으로 판단되며, 스피커를 이용한 P.A. 시스템의 활용시 제시 레벨 등의 선정에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

2. 실험

2.1 실험장소

N시에 위치한 D 대학 운동장에 P.A. 시스템, Sound Source(B&K Type 4224)를 거치하고 피험자가 스피커에서 나오는 음을 들으며 충분한 여유를 갖고 설문에 응답할 수 있도록 하였다.

D 대학 운동장을 실험장소로 선택한 이유는 개활지로서 자유음장에 가까운 조건이라 판단되었기 때문이며, 음원의외의 다른 주변소음이 크지않아 스피커에서 발생하는 음원을 피험자들이 다른 잡음에 방해받지 않고 청취할 수 있는 조건이었기 때문이다.

2.2 현장 청감실험

· 피험자 : 본 실험은 실험의 일관성과 전문성을 높이기 위해 연구참여자 및 대학생 20명을 대상으로 현장 청감 실험을 실시하였다. 각 피험자는 D대학 운동장에서 P.A. 시스템에서 제시되는 음원별로 설문지의 물음에 따라 평가하였다. 20개의 설문지 중 평가답안에 일관성이 없고 무성의한 3개의 설문지를 제외한 17개의 설문지를 유효 응답지로 선정하여 분석하였다. (남자 15명, 여자 2명, 22세~26세 평균

† 전남대학교 공업기술연구소 선임연구원
E-mail : miniengsong@hanmail.net
Tel : (061) 330-2815, Fax : (061) 330-3103

* 동신대학교 건축공학부 교수

** 전남대학교 대학원 건축공학과 박사과정

*** 전남대학교 공업기술연구소 선임연구원

연령 25세)

· 실험 방법 : 1) 스피커를 바라보는 상태에서 전후로 이동하다가 음원청취시 만족감이 제일 큰 위치를 선택하여 스피커로부터의 거리를 기입하도록 하였다.

2) 스피커를 등진 상태에서 배면에서 들려오는 소리에 의한 최적 인지거리를 응답하도록 하였다. 이때 설문조사는 충분한 시간적 여유를 갖고 편안히 기입할 수 있도록 함으로써 보다 신뢰성있는 응답을 유도하였다.



그림 1. 피험자 설문 작성 모습

· 음원 크기의 거리별 측정 : 음압레벨은 음원의 제시 시간 동안 5분간을 기준으로 거리별로 측정하였으며, P.A. 시스템(스피커)을 바라보고 있는 경우와 등지고 있는 경우를 가정하여 Head & Torso를 사용하여 음압레벨을 측정하였다.

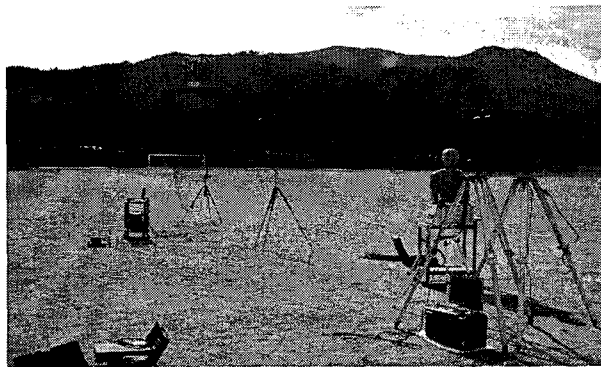


그림 2. 거리별 레벨측정 장면

표 1. 제시 음원의 종류

음원	음원 1	음원 2	음원 3	음원 4	음원 5	음원 6	음원 7	음원 8	음원 9
종류	카나리아	개울가의 새들	환경음악 + 새소리	개울가의 새들	환경음악 + 새소리	카나리아	개울가의 새들	카나리아	환경음악 + 새소리

제시레벨 (dB)*	74.7	98.8	92.8	78.0	102.8	89.0	88.5	95.4	82.2
------------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------

* 제시레벨은 스피커 앞 5m 지점의 레벨임.

· 음원의 종류 : 음원은 기존의 연구를 통해 사운드스케이프 제시음원으로서 그 효용성이 우수하다고 판단되는 3가지 음원을 이용하여 본 연구를 수행하였다. 즉 1) 카나리아 소리 2) 개울가의 새들 소리 3) 환경음악(새소리)의 세가지 음원을 기본으로 하고 그 출력레벨을 3단계로 변화시켜 총 9가지의 음원을 피험자에게 제시하였다.

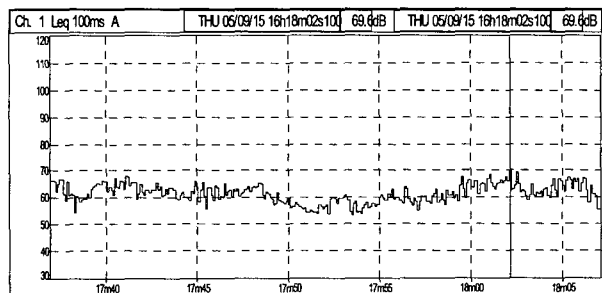


그림 3. 음원 1의 시간대별 레벨 특성-카나리아 (스피커 20m, Head & Torso 측정)

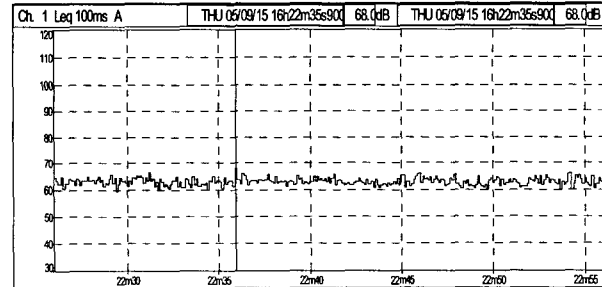


그림 4. 음원 4의 시간대별 레벨 특성-개울가의 새들 (스피커 20m, Head & Torso 측정)

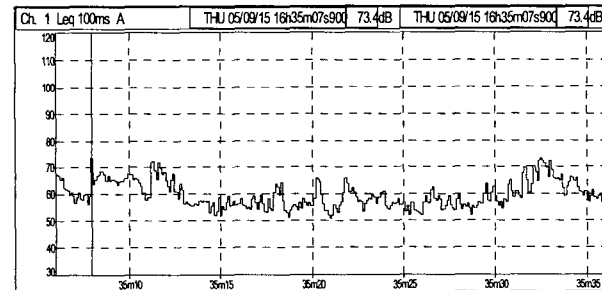


그림 5. 음원 1의 시간대별 레벨 특성-환경음악, 새소리 (스피커 20m, Head & Torso 측정)

그림 3~5는 각 제시음원의 시간대별 레벨 특성인데, Head & Torso를 사용하여 스피커 전방 20m에서 스피커를 향하

고 있을 때의 음압특성이다. '개울가의 새들'의 경우는 시간 대별로 그 레벨변화가 크지 않았으며, 환경음악+새소리의 경우는 시간에 따른 레벨변화가 있었으며, 카나리아 새소리는 완만하게 레벨 특성이 변화하고 있다.

3. 결과 및 분석

3.1 거리별 음압레벨 분포

음원으로부터 60m까지의 이격거리별 측정결과는 표 2, 그림 6과 같다.

표 2. 음원에서의 이격거리별 음압레벨 분포(SA-01 측정값)

거리 (m)	음원 1	음원 2	음원 3	음원 4	음원 5	음원 6	음원 7	음원 8	음원 9
5	74.7	98.8	92.8	78.0	102.8	89.0	88.5	95.4	82.2
10	63.5	85.4	79.0	64.5	89.5	76.0	75.0	83.9	68.7
15	58.7	80.6	72.3	59.7	82.8	71.0	70.1	78.9	62.1
20	55.1	77.1	73.0	56.7	83.3	67.0	66.6	75.5	62.5
25	*	71.8	71.8	53.6	-	63.0	62.6	70.8	54.9
30	-	69.9	69.9	51.9	-	62.0	61.7	65.4	54.2
35	-	68.8	68.8	50.8	-	62.0	61.6	66.2	55.6
40	-	68.3	68.3	51.2	-	60.0	59.8	65.7	55.8
45	57.2	67.6	64.9	48.7	75.1	56.3	57.4	66.9	53.4
50	53.9	66.9	64.0	48.6	74.2	56.8	57.0	67.5	52.7
55	57.9	65.8	63.9	48.5	72.8	56.5	56.5	66.9	51.8
60	51.7	65.0	63.5	47.9	72.0	56.1	55.9	66.7	50.9

* 측정오류

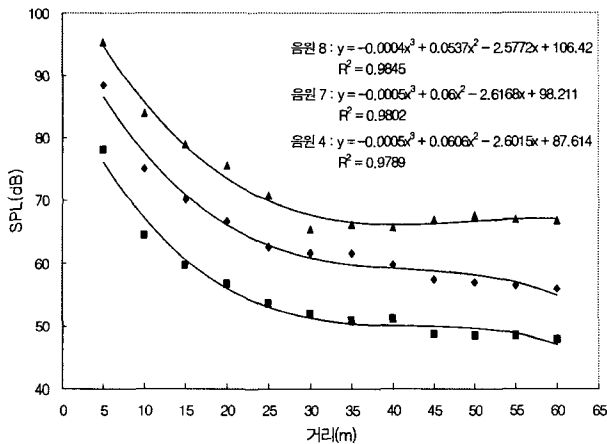


그림 6. 거리별 음압레벨 분포(SA-01 측정값)

그림 6에는 음원 4,7,8에 대한 사항만을 표시하였는데 나머지 음원의 경우는 대동소이 하였다.

스피커에서 가까운 경우에는 자유음장의 상황처럼 그 레벨이 감소하고 있고 점점 잔향음장의 형태를 보여주고 있다.

그림에서 각 음원별로 레벨과 거리의 상관성을 표시하는 R² 값이 0.98 정도로 매우 양호하게 나타나고 있다. 따라서 추후 그림에서 제시된 추세식을 바탕으로 거리별 레벨을 예측 계산하였다.

표 3. 정면 배면간 레벨차(Head & Torso)

거리 (m)	음원 1	음원 2	음원 3	음원 4	음원 5	음원 6	음원 7	음원 8	음원 9
10	2.3	0.7	0.4	0.6	0.8	2.6	1	1.9	-0.2
20	0.4	-0.6	-0.1	-0.1	-1.5	1.7	0.5	2.6	-1.1

표 3은 Head & Torso를 음원을 바라보게 했을 때와 등지고 있을 때의 레벨차이다. 대부분의 경우에 스피커를 바라보고 있을 때가 스피커를 배면에 두고 있을 때보다 약간씩 높게 측정되고 있음을 알 수 있다. 이는 토르소 뒷바퀴에 의한 집음의 영향으로 판단된다. 10m의 경우 음원 9를 제외하고는 모든 경우에 정면의 레벨이 높게 나왔고 20m의 경우에는 그 레벨 차이가 크지않고 오히려 배면의 경우가 높게 나오는 경우도 있어 잔향음장에 가까운 조건에서는 정면 배면간의 차이가 거의 없는 것으로 판단된다.

3.2 각 음원의 인지범위

표 4는 피험자의 응답에 따른 결과를 집계한 것이다. 아래 표에서 추정레벨은 그림 6의 추세식에 따른 계산값이다.

표 4. 음원에 따른 거리별 피험자 응답 분석 및 추정레벨

음원 번호	구분	최적거리(m)				추정레벨*	
		평균	중앙값	최대값	최소값	평균	중앙값
1	정면	8.6	7	15	3.1	66.9	69.9
	배면	8.0	5	17	2.5	68.1	74.2
2	정면	40.0	47	52	15	66.4	64.8
	배면	40.0	46	50	10	66.4	65.0
3	정면	27.7	25.2	45	11	68.7	69.5
	배면	27.5	27	45	15	68.7	68.9
4	정면	12.0	11.2	21	2.3	64.3	65.4
	배면	11.8	12	25	2	64.5	64.3
5	정면	43.2	50	65	15	71.1	68.6
	배면	40.9	45	70	5	71.7	70.6
6	정면	22.0	24	31	14	65.4	64.2
	배면	16.1	17	29	2	70.5	69.6
7	정면	30.9	30	38	25	59.9	60.2
	배면	25.6	26	36	15	62.2	61.9
8	정면	36.2	35	45	25	64.5	64.9
	배면	34.4	35	50	27	65.0	64.9
9	정면	12.4	10	26	5	67.2	70.9
	배면	10.4	10	18	5	70.2	70.9

* 추정레벨은 그림1에 나타낸 식에 의해 계산된 값이다 단위는 dB(A).

아래 그림 7은 표 4의 내용을 음원별, 정면·배면별 최적 범위 레벨을 그림으로 표시한 것이다.

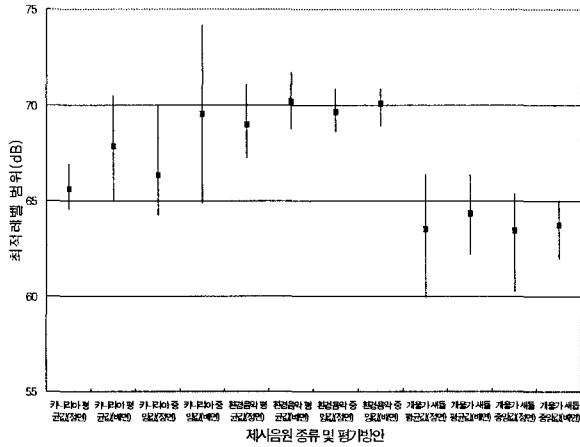


그림 7. 음원 조건별 최적 음압레벨 분포

- 최적레벨(전면)

카나리아 새소리는 66dB 내외의 음을 피험자는 최적으로 받아들이고 있다. 환경음+새소리의 경우는 이보다 레벨이 3dB 정도높은 69dB, 개울가소리+새들 소리는 64dB 내외가 최적음압레벨로 평가되었다.

높낮이의 변화가 다른 음원에 비해 컸던 환경음의 경우에는 70dB 정도로 다른 음원에 비해 높은 정도의 수준을 원하였고, 레벨변화가 크지않고 잔잔한 개울소리에 새소리가 합해진 음원의 경우에는 64dB 내외로 다른 경우에 비해 레벨이 낮은 것을 선호하였으며 레벨변화특성이 환경음악과 개울가 새소리의 중간정도인 카나리아 음의 최적레벨은 66dB로서 그 중간정도를 차지하고 있다. 여기에서 제시음원의 시간대별 레벨특성변화와 최적음의 레벨에 어느정도 상관관계가 유추할 수 있다. 이에 대한 주요인 분석은 레벨변화, 음색 및 음향지표 분석 등을 통해 추후 시도해볼 예정이다.

- 최적레벨(배면)

카나리아 음원의 경우는 67~68dB, 환경음의 경우는 71dB 내외, 개울가 새들 소리는 64~65dB 내외가 최적음압레벨로 선택되었다. 전면의 경우와 비교하면 1~2dB정도 높은 수준의 음이 최적레벨로 평가되었다. 이는 컷바퀴의 짐음 효과 등에 따른 전면 배면의 차이로 판단된다. 즉 음원방향하고 있는 경우가 음원을 등지고 있는 경우보다 약간 크게 들린다는 것을 의미한다고 하겠다.

그런데, 이러한 결과는 배경소음의 정도에 따라 변화가 가능하기 때문에 추후 이에 대한 검토를 실시해 보고자 한다.

4. 결론

새소리, 환경음악, 물소리를 P.A.시스템을 통하여 피험자에게 제공하여 최적 인지 범위를 실험적으로 밝혀보고자 하였다.

본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 정면의 경우 높낮이의 변화가 다른 음원에 비해 컸던 환경음의 적정 제시레벨은 70dB 정도였으며, 레벨변화가 작았고 재잘거리는 소리인 개울소리+새소리는 64dB 내외로 레벨이 낮은 것을 선호하였으며 레벨변화특성이 중간정도인 카나리아 음의 최적레벨은 66dB로 나타났다. 대체로 65dB 내외의 제시음이 유효할 것으로 판단된다.

2) 최적레벨(배면) : 전면의 경우에 비해 1~2dB정도 높은 수준의 음이 최적레벨로 선택되었다. 이는 컷바퀴의 짐음 효과 등에 따른 전면 배면의 차이로 판단된다. 즉 음원방향하고 있는 경우가 음원을 등지고 있는 경우보다 약간 크게 들린다는 것을 의미한다고 하겠다.

Head & Torso를 사용하여 정면과 배면의 레벨차를 살펴 보았을 때, 10m 떨어져 측정한 경우 1~2dB 정도 정면의 경우가 높게 나타나 이를 뒷받침한다고 할 수 있다.

추후 제시음원의 레벨변화 특성과 음색 및 음향지표와 최적 레벨과의 관계 그리고 배경소음 정도에 의한 영향을 분석해보고자 한다.

후 기

이 논문은 2005년도 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업과 교육인적자원부 지방연구중심대학육성 사업의 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

(1) 환경부, 『도시공공장소의 쾌적음환경 조성을 위한 음풍경 기술개발』, 2004., 동신대학교, 환경부
 (2) 장길수 외 2인, “도시공공장소에 어울리는 환경음의 선호도 및 평가요인”, 한국소음진동공학회 논문집, 제 13권 11호, 2003, pp.890-896