

능동형 음장조성시스템 연출음의 적정 소리레벨 제시를 위한 연구 Study to Propose the Suitable Reproducing Sound Level of SAFRS

전 지 현† · 신 용 규* · 국 찬** · 장 길 수***

Ji-Hyeon Jeon, Yong-Gyu Shin, Chan Kook and Gil-Soo Jang

(2007년 4월 18일 접수 ; 2007년 6월 1일 심사완료)

Key Words : SAFRS(능동형 음장조성시스템), Reproducing Sound(연출음), Measurement(측정), Evaluation(평가)

ABSTRACT

SAFRS(spontaneous acoustic field reproduction system) is a system to sense changes of surroundings and produce sounds which can go well with environment elements sensed by the system in to the space. The sounds were judged by individual evaluation and, the classification of the preferred sounds according to the mood of the space was suggested in the former study. Effectiveness of SAFRS with field application was validated by prior studies which dealt with researching acoustic environment, evaluating images of sounds, and rating environment with existence and nonexistence of sound resources such as fountains and the system after applied in D university. In this study, for more effective field application of SAFRS, research for the acoustic environment around sound resources and subjective evaluation of the preference of the sounds from the resources were made and it was considered that the results of the experiments should be primary information to propose proper sound level to be offered by the system. The results of the study are as follows; 1) It was considered that the ambience of the center road was dependent upon produced sounds by the system and water sounds of the fountain and that of walk way was mostly dependent upon produced sounds. 2) The results of the subjective evaluation showed that the distance from sound resources was suggestive; the more distant from produced sounds the less full and clear the sounds, the less distant from the sounds of water the more delight and idyllic ambience, and the less distant from the forest the more idyllic ambient and diversity. 3) The results upwards were telling that an average value of six elements for the evaluation was even at the place set back 10.2m from center road and walk way. And harmony of all sounds of the place should be considered to propose suitable sound level of SAFRS.

1. 서 론

능동형 음장조성시스템(spontaneous acoustic field

reproduction system; SAFRS)^(1,2)은 주변 환경 변화를 감지하고 감지된 환경 인자에 어울리는 소리를 공간에 연출하는 시스템으로, 감지된 환경 인자에 어울리는 소리란 듣는 사람의 주관적인 평가에 의해 어울린다고 생각되는 소리를 뜻하며, 주변 환경의 상태, 즉 환경의 분위기에 따라 사람들에게 선호되는 소리를 분류하는 방법에 대해서는 선행 연구⁽³⁾를 통해 제시한 바 있다.

또한 능동형 음장조성시스템의 현장적용 효과는 D

† 교신저자; 정회원, 전남대학교 바이오하우징연구소사업단
E-mail : zzocji@paran.com

Tel : (061) 330-3347, Fax : (061) 330-3347

* 정회원, 전남대학교 대학원 건축공학과

** 정회원, 동신대학교 공과대학 조경학과

*** 정회원, 동신대학교 공과대학 문화건축학부

대학 광장에 시스템을 도입한 후 소리환경을 조사하고, 장소와 소리의 이미지를 평가하며, 소리를 발생시키는 분수와 시스템의 작동 유·무시 소리환경 평가를 통해 선행 연구⁽⁴⁾에서 이미 확인하였다.

이에 이 논문에서는 능동형 음장조성시스템의 보다 효과적인 현장 적용을 위해 음원 재생장치부 주변의 소리환경을 측정하고, 피험자를 대상으로 주관평가를 실시하여 음원 재생장치부에서 제공되는 연출음의 적합한 소리레벨을 제시하기 위한 기초 자료를 제공하는데 목적을 둔다.

2. 실험 내용 및 방법

전남 나주시 D대학 광장에 설치된 능동형 음장조성시스템의 음원 재생장치부¹⁾ 주변에서 Fig. 1과 같이 소리환경 측정 및 주관평가를 실시하였다.

2.1 소리환경 측정

광장의 소리환경 측정은 음원 재생장치부가 설치된 광장의 중앙대로와 산책로 두 장소에서 실시하였다.

중앙대로의 벤치형 음원 재생장치는 벤치를 3.4 m, 6.8 m, 10.2 m 등 4곳에서, 산책로의 석등형 음원 재생장치는 석등을 기점으로 3.4 m, 6.8 m, 10.2 m, 13.6 m, 17.0 m, 20.4 m, 23.8 m 등 8곳에서 동시 측정하였으며, 측정은 KS A ISO 1996-1(음향-환경소음의 표시 및 측정방법-제1부: 기본량 및 측정절차, 2002)의 방법에 준하여, symphonie measurement system(dB TRIG 32, 01dB)에 각 측정점에서의 현황음을 무지향성 마이크로폰(Type 4134, B&K)으로 수음하고 symphonie analysis system(dB TRAIT 32, 01 dB)으로 분석하였다.

연출음은 실험 당시의 환경인자와 메인 서버의 환경인자 구분 기준⁽⁵⁾에 의해 Table 1과 같이 선정되었다.

실험에 사용된 14번 폴더의 음원들은 선행연구⁽⁶⁾에서 선호되는 소리로 분류되었던 자연의 소리, 환경음악(green music), 클래식, 한국 전통음악 등 1,110

곡의 음원들을 기후요소 변화에 대응하는 선호음 평가표²⁾로 평가하여 선정되었던 음원들로, 소리환경 평가시 중앙대로와 산책로에서 피험자들이 듣는 연출음들은 매시간 변화하고 있었다.

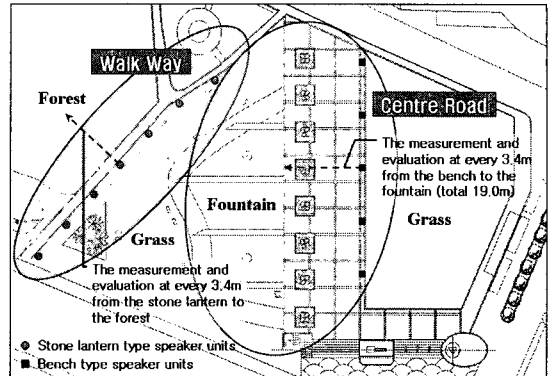


Fig. 1 Position of measurement and subjective evaluation

Table 1 Environmental factors and selected sounds in the site

Date	Environmental factors	Environmental elements of subjective evaluation	Produced sounds
Sep. 23, 2006	Time	Time zone 12:00~14:00	Folder No.14
	Sensible temperature	Temperature 29.6 °C Humidity 25 %, DI 74.0	
	Illuminance	Midpoint of centre road 9,950 lx Walk way in the sun 8,350 lx Walk way in the shade 4,500 lx	

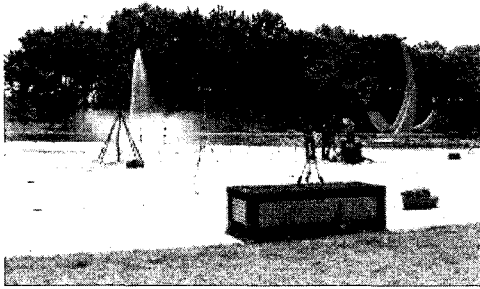
Note1) DI was applied because it was september.

2) Data Logger TH-101(Microtechno Co.) was used for measurement of temperature and humidity and Chroma Meter xy-1(MINOLTA Camera Co.) was used for measurement of Illuminance.

3) Folder No.14 included sounds evaluated as well-matched at clean daytime when over half of people had felt uncomfortable. Folder No.21 included sounds evaluated as well-matched at very dark night when some people had felt uncomfortable.

2) 시간의 흐름에 따라 달라지는 공간의 분위기와 어울리면서 사람들에게 선호되는 소리를 제공하는데 목적을 두고, 광장의 시간, 온도, 습도, 풍속, 광량 등 기후요소 변화에 대응하는 평가 기준을 수립하여 음원을 평가할 수 있도록 구성한 표이다.

1) 이 시스템은 '환경 센서(environmental sensors) & 커뮤니케이션 유닛(communication unit)', '메인 서버(main server)& 송출 유닛(transmission unit)', '음원 재생장치부(receiving, amplifying and reproducing unit)', '원격제어부(remote control unit)' 등 크게 네 부분으로 구성되어 있으며, 음원 재생장치부는 메인 서버에서 분류한 연출음을 전송 받아 현장에 소리를 재생시키는 유닛이다.



(a) Centre road



(b) Walk way

Fig. 2 Scene of measurement and subjective evaluation of soundscape

2.2 소리환경에 대한 주관평가

피험자를 대상으로 한 광장의 주관평가는 소리환경 측정 장소와 동일하게 중앙대로와 산책로 두 장소에서 거리별로 실시하였다.

중앙대로에서는 벤치형 음원 재생장치를 기점으로 3.4 m, 6.8 m, 10.2 m, 13.6 m 등 5곳에서, 산책로에서는 석등형 음원 재생장치를 기점으로 3.4 m, 6.8 m, 10.2 m, 13.6 m, 17.0 m, 20.4 m, 23.8 m 등 8곳에서 평가를 실시하였다.

평가에 참여한 피험자는 총 7명으로 성별은 남성 3명, 여성 4명으로 구성되었으며, 연령대는 20대 2명, 30대 4명, 40대 1명으로 구성되었다.

소리환경의 평가는 7단계 리커트 척도(Likert scales)를 이용한 SD법(semantic differential Method)에 의해 실시하였으며^(7,8), 평가 어휘는 Table 2와 같이 대조군을 이루는 25개의 형용사 어휘쌍을 사용하였다.

단, 평가 결과의 분석은 선행 연구⁽⁹⁾에서 추출된 <평온함>, <유쾌함>, <충만감>, <다양성>, <명료

Table 2 Vocabularies for subjective evaluation

No.	Adjective	No.	Adjective
1	Agreeable -disagreeable	14	Meaning-meaningless
2	Full-empty	15	Vigorous-dead
3	Impressive-boring	16	Delicate-dull
4	Regular-irregular	17	Smooth-rough
5	Delightful-sorrowful	18	Mystic-realistic
6	Deep-shallow	19	Strong-weak
7	Various-monotonous	20	Pleasant-gloomy
8	Warm-cold	21	Well-matched -ill-matched
9	Peculiar-common	22	Calm-noisy
10	Distinct-vague	23	Rural-urbane
11	Clear-thick	24	Familiar-unfamiliar
12	Light-heavy	25	Comfortable -uncomfortable
13	Soft-hard	-	-

성>, <전원성> 등의 6개 요인으로 그룹화 하여 실시하였다.

6개 요인은 25개 형용사 어휘쌍으로 주변의 수많은 소리 중 일반적으로 듣기 좋은 소리로 인식되고 있는 35개 환경음(새소리, 물소리, 곤충 및 동물 울음소리, 인공음 등)에 대해 평가한 결과를 요인분석한 결과에서 도출하였으며, 도출된 6개의 요인을 1요인은 평온함, 2요인은 유쾌함, 3요인은 충만감, 4요인은 다양성, 5요인은 명료성, 6요인은 전원성으로 명명하였다.

선행 연구에서 25개 형용사 어휘쌍으로 35개 환경음에 대해 평가한 결과를 요인분석한 결과는 Table 3과 같다.

3. 결과 및 분석

3.1 소리환경 측정 결과

광장의 소리환경에 대해 중앙대로와 산책로에서 현장 측정한 결과는 Fig. 3과 같다.

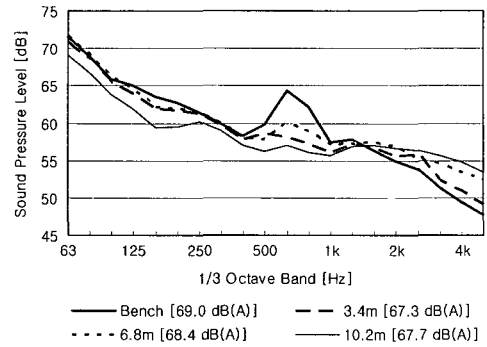
중앙대로 측정 결과, 평균 등가소음레벨은 68.0 dB(A)로, 벤치형 음원 재생장치 주변에서는 연출음에 의해 500~1 kHz 대역이 높게 나타났으며, 10.2 m 지점에서는 분수의 물소리에 의해 1k~5 kHz 대역의 레벨이 높게 나타났다.

Table 3 Factor analysis on the evaluation results of 35 environmental sounds

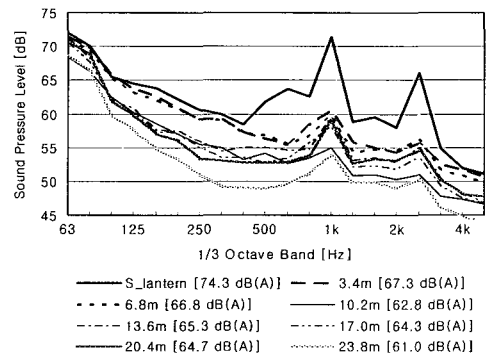
Adjective	I	II	III	IV	V	VI
Comfortable -uncomfortable	.826	.244	-.109	.0003	.121	.116
Calm-noisy	.784	-.156	-.258	-.038	.082	-.020
Impressive-boring	.778	.212	.194	.141	-.003	-.122
Soft-hard	.746	.192	-.152	.036	.056	.126
Agreeable -disagreeable	.727	.333	-.008	.077	.157	.196
Meaning -meaningless	.670	.127	.221	.089	.083	-.160
Deep-shallow	.654	.005	.487	.042	-.029	-.094
Well-matched -ill-matched	.624	.467	-.201	.078	.048	-.138
Warm-cold	.610	.258	-.042	.052	.070	.235
Smooth-rough	.547	.221	-.330	.287	.173	-.433
Mystic-realistic	.535	.012	-.064	.520	.275	-.138
Delicate-dull	.500	.364	-.269	.247	.330	-.141
Clear-thick	.468	.384	-.264	.129	.431	.178
Pleasant-gloomy	.168	.834	-.056	.095	.151	.007
Vigorous-dead	.094	.800	.054	.128	.133	.015
Delightful -sorrowful	.203	.786	-.029	-.077	.057	-.005
Strong-weak	-.136	.005	.736	.130	.223	-.048
Light-heavy	.186	.386	-.628	.126	.167	.178
Full-empty	.480	.370	.538	.056	-.067	.083
Peculiar-common	.279	.259	.224	.646	.102	-.020
Regular-irregular	.099	-.041	.284	-.576	.360	-.355
Familiar-unfamiliar	.326	.326	-.160	-.488	-.043	.195
Various -monotonous	.407	.456	-.008	.475	-.177	-.016
Distinct-vague	.142	.225	.134	-.023	.778	.171
Rural-urbane	.073	.017	-.120	-.011	.174	.836
Eigenvalues	6.456	3.580	2.141	1.758	1.404	1.384
Contribution(%)	25.8	14.3	8.6	7.0	5.6	5.5

Note) Principle component analysis, Varimax rotation

산책로 측정 결과, 석등형 음원 재생장치와 3.4 m 지점과의 등가소음레벨 차가 7.0 dB(A)로 나타나 탁 트인 중앙대로와는 달리 산책로 주변 식재물에 의한 흡음 효과가 높은 것을 확인할 수 있었으며, 석등 주변도 연출음에 의해 500~1 kHz 대역과 2.5 kHz 대역의 레벨이 높게 나타났다.



(a) Centre road



(b) Walk way

Fig. 3 Frequency characteristics of acoustic environment of the square(S_lantern; Stone lantern)

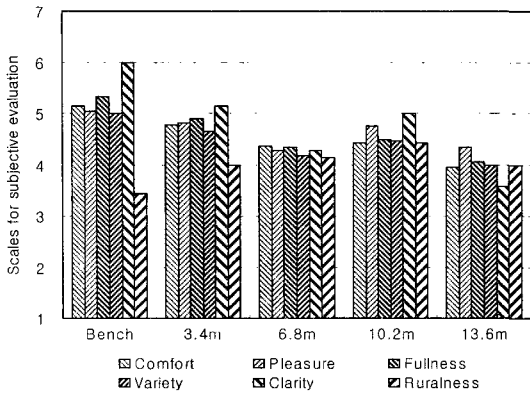
이와 같은 측정 결과를 볼 때, 중앙대로에서 공간의 분위기를 좌우하는 주된 소리는 시스템 연출음과 분수 물소리이며, 산책로에서는 시스템 연출음이 주된 소리로 작용하고 있음을 확인할 수 있다.

3.2 소리환경에 대한 주관평가 결과

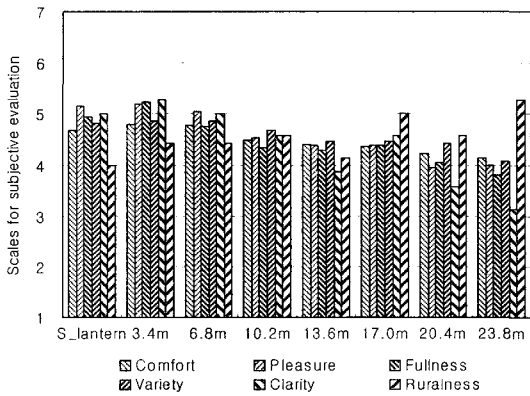
광장의 소리환경에 대해 중앙대로와 산책로에서 주관평가를 실시한 결과는 Fig. 4와 같다.

중앙대로의 주관평가 결과를 살펴보면, 벤치에서의 모든 평가값이 평균적으로 높게 나타났으나, 벤치에서 멀어질수록 분수의 물소리와는 가까워져 <평온함> 보다는 <유희함>이, <명료성> 보다는 <전원성> 이 높아지고 있음을 확인할 수 있었다.

또한 거리별로는 벤치에서 멀어질수록 평가값이 낮아졌다가 10.2m 지점에서 다시 높아지고, 13.6m 지점에서는 다시 낮아졌다. 이와 같은 결과는 분수에 가까워질수록 분수의 물소리가 크게 들리면서 시스템의 연출음이 잘 들리지 않았기 때문인 것으로 확인되었다.



(a) Centre road



(b) Walk way

Fig. 4 The results of subjective evaluation with synchronous operation of the fountain and the system(S_lantern; Stone lantern)

산책로의 주관평가 결과를 살펴보면, 10.2m 지점을 기점으로 석등에서 멀어질수록 <평온함> 보다는 <유쾌함>이, <명료성> 보다는 <전원성>이 높아져 중앙대로와 동일한 결과를 나타냈으나, 중앙대로에서는 벤치에서 멀어질수록 <충만감>과 <다양성>이 같이 낮아진 반면 산책로에서는 석등에서 멀어질수록 <충만감> 보다 <다양성>에 대한 평가값이 높아졌다.

이와 같은 결과는 석등에서 멀어질수록 시스템의 연출음에 대한 <명료성>과 <충만감>은 낮아지지만, 숲과는 가까워지면서 숲에서 들리는 새소리, 바람에 나뭇잎 흔들리는 소리, 매미·귀뚜라미 소리 등 자연의 소리에 의해 <다양성>과 <전원성>이 높아지기 때문인 것으로 확인되었다.

앞서 살펴본 광장의 소리환경 측정 결과를 주관평가 결과와 조합해 보면, 중앙대로와 산책로 모두

10.2m 이격된 지점에서 6가지 요인에 대한 평균 평가값이 균등해졌으며, 이때의 등가소음레벨과 주관평가 평균 득점은 중앙대로가 67.7 dB(A)로 4.6점이었고, 산책로가 62.8 dB(A)로 4.5점이었다.

중앙대로에서 10.2m 지점은 벤치와 분수의 중간 위치로 6가지 요인에 대한 평균 평가값이 균등해짐은 시스템 연출음과 분수 물소리가 어우러진 상태라고 할 수 있으며, 능동형 음장조성시스템 연출음의 적정 소리레벨 제시를 위해서는 공간 내에 존재하는 모든 소리의 어울림이 고려되어야 함을 나타낸다.

4. 결 론

이 논문에서는 능동형 음장조성시스템의 보다 효과적인 현장 적용을 위해 음원 재생장치부 주변의 소리환경을 측정하고, 피험자를 대상으로 주관평가를 실시하여 음원 재생장치부에서 제공되는 연출음의 적합한 소리레벨을 제시하기 위한 기초 자료를 제공하는데 목적을 두었다.

이 논문의 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 소리환경 측정 결과, 중앙대로에서 공간의 분위기를 좌우하는 주된 소리는 시스템 연출음과 분수 물소리이며, 산책로에서는 시스템 연출음이 주된 소리로 작용하고 있음을 확인하였다.

(2) 소리환경에 대한 주관평가 결과, 벤치와 석등에서 멀어질수록 시스템의 연출음에 대한 <명료성>과 <충만감>은 낮아지지만, 분수의 물소리와는 가까워질수록 <유쾌함>과 <전원성>이 높아지고, 숲과는 가까워질수록 <다양성>과 <전원성>이 높아지고 있음을 확인하였다.

(3) 소리환경 측정 및 평가 결과를 조합해 보면, 중앙대로와 산책로 모두 10.2m 이격된 지점에서 6가지 요인에 대한 평균 평가값이 균등해졌으며, 능동형 음장조성시스템 연출음의 적정 소리레벨 제시를 위해서는 공간 내에 존재하는 모든 소리의 어울림이 고려되어야 함을 나타낸다.

후 기

“이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(지방연구중심대학육성사업/바이오하우징연구사업단)

참 고 문 헌

- (1) Kook, C., Jang, G.-S., Jang, G.-S. and Kim, S.-W., 2005, "Design of Spontaneous Acoustic Field Reproducing System", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 611~614.
- (2) Kook, C., Jang, G.-S., Jeon, J.-H., Shin, Y.-G. and Min, B.-C., 2006, "Design of Spontaneous Acoustic Field Reproducing System(II)", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference(CD-ROM).
- (3) Jeon, J.-H., Park, S.-K., Lee, T.-G., Kook, C., Jang, G.-S., 2006, "Classification of Climatic Conditions to Select Preferred Sounds", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference(CD-ROM).
- (4) Jeon, J.-H., Shin, Y.-G., Kang, S.-W., Min, B.-C. Kook, C., 2006, "Evaluation on the Field Application of Spontaneous Acoustic Field Reproduction System", Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference(CD-ROM).
- (5) Jeon, J.-H., Ibid.
- (6) Jang, G.-S., Kook, C., Kim, S.-W., 2003, "The Preference and Amenity Factors of the Environmental Sounds Suitable for Urban Public Spaces", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 13 No. 11, pp. 890~896.
- (7) Jeon, J.-H., Jang, G.-S. and Kim, S.-W. 2004, "Subjective Evaluation of Soundscape on the Street of Art in Gwangju", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 1014~1017.
- (8) Song, M.-J., Lee, J.-Y. and Kim, S.-W. 2004, "A Study on the Proper Vocabularies for Evaluating Floor Impact Sound in Apartment Houses Considering Rating Methods", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 14 No. 7, pp. 626~631.
- (9) Jang, G.-S., Ibid. p. 893