

국악 공연에 적합한 공연장의 음향특성에 관한 연구 II

- 판소리 전용 공연장 -

A Study of Optimal Acoustic Parameters for Korean Traditional Music Hall II

최철민, 문한길, 두세진*, 오양기**, 성평모

서울대학교 전기공학부

*동아방송대학교 방송기술과

**목포대학교 건축공학과

Chulmin Choi, Hangil Moon, Sejin Doo*, Yangki Oh**, Koeng-Mo Sung

School of Electrical Engineering, Seoul National University

* Dept. of Broadcast Eng., Dong-Ah Broadcasting College

** Dept. of Architectural Eng., Mokpo National University

E-Mail : cmchoi@acoustics.snu.ac.kr

요약

서양음악의 연구는 음향학의 측면에서 수십년 동안 연구되어왔다. 이를 통해 좋은 콘서트홀이라고 표현할 수 있는 많은 객관적 지표들을 제시할 수 있었고, 그 결과 서양악기와 공연장은 밀접한 관계를 가지고 서로 발전할 수 있었다. 그러나 국악에 있어서는 악기와 연주 스타일, 공연장에 대한 음향학적인 지표가 연구가 되어진 것이 많지 않다. 본 연구에서는 판소리를 위한 전용 공연장을 대상으로 청취평가를 이용한 주관적 평가를 통해 국악에 적합한 객관적 지표를 추출하였다. 실험에 사용한 음향 지표로는 RT, BR, IACC 등이 있으며, 이들 지표들을 가변하여 제작한 청취평가 시료를 바탕으로 주관적 평가 결과를 분석하였다. 서양음악에 적절한 것으로 알려진 음향특성뿐만 아니라 기존에 수행한 바 있는 국악 실내악에 대한 연구결과와도 다소 다른 경향을 나타냄을 알 수 있었다.

1. 서론

판소리는 한 사람의 唱者(소리꾼)가 한 사람의 고수의 북 장단에 맞추어, 창(소리), 아니리(말), 너름새(몸짓)를 섞어가며 긴 이야기를 엮어가는 극적인 음악이다. 이는 우리 전통문화의 또 다른 독특한 형태로서 보존해야할 가치를 가지는 유산이다. 그런

데, 현재 판소리의 공연을 위한 적당한 공연장이 거의 없는 실정이다. 실제로 이루어지고 있는 공연 중 많은 경우에 지나치게 크고 reverberant한 공연장의 특성으로 인해 명료도가 떨어지고 부자연스러운 음색이 되거나, 반대로 과도하게 흡음처리되어 청중석에 충분한 음량을 전달하지 못해 전기음향설비가 사용되고 따라서 본연의 음색을 충실히 전달하지 못하는 등의 문제점을 가지고 있다. 이는 국악공연만을 위해 건설된 전문공연장이 적으며, 또한 이들 공연장조차도 설계시 그 음향 특성이 서양음악의 기준에 맞추어져 있어 전통국악의 공연에 적합하다고 말할 수 있는 근거가 없기 때문이다. 따라서 공연장 음향 설계시 기준이 될 수 있는 지표를 찾기 위한 연구가 절실히 요청되고 있다. 그를 위해서는 컴퓨터를 이용하여 공연장의 모형을 만들고 형태와 마감재료를 여러 가지로 변화시켜 다양한 음향특성을 갖는 모의 공연장을 준비하여 각 공연장의 음향특성에 대한 설문조사를 실시하여 선호도를 조사하는 것이 가장 현실적인 방안이라고 할 수 있다. 서울대학교 음향공학연구실에서는 이미 국악 실내악곡에 적합한 공연장의 음향특성에 관한 연구를 수행한 바 있으며[1], 본 논문에서는 이러한 연구를 판소리 전용 공연장에 적용하여 판소리 공연에 적합한 음향지표를 추출하도록 하였다. 건축 기본 설계

안을 바탕으로 공연장의 형태를 3차원 모델로 구성한 후 무대 위 청자를 음원으로 하고 청중의 일정 위치에서 충격응답을 구하여 공연장의 음향특성을 추출하였다. 공연장의 형태, 청취위치, 마감재의 변경등을 통하여 다양한 충격응답을 얻어 데이터베이스화 한 후 여러 음향특성을 가진 시료를 추출, 분류하였다. 이 충격응답을 미리 녹음된 판소리 무향음원과 콘볼루션하여 음향특성이 반영된 음악으로 만들어 청취 시료를 제작하고 청취실험을 수행하였다. 이 청취 실험은 국악 연주자, 국악 이론학자들을 대상으로 실시하였으며 선호도에 따른 각 지표들의 최적치(optimal value)를 찾아 그 결과를 바탕으로 판소리공연장에 적합한 음향지표를 얻었다.

2. 기존의 연구결과

2.1 서양음악의 경우

서양음악에 적합한 실내음향학적 특성은 이미 많은 연구가 진행되어 왔으며 '좋은 공연장'이 가져야 할 여러 가지 주관적, 객관적 지표를 제시하고 있다. 이는 서양음악의 경우 이미 오래 전부터 대중적인 공연장이 있어 왔고, 기존의 공연장의 음향학적 특성에 맞는 음악의 작곡이 행해지는 등, '공연장에서의 음악'이라고 하는 개념이 일찍이 받아들여져 왔기 때문이다.

2.1.1 잔향시간

실내공간에서 정상 상태에 도달한 광대역의 소리 에너지가 충분히 실내공간에서 확산된 후 어느 순간 갑자기 음원의 존재가 사라진 후 음압이 60dB 감소하는 데에 걸리는 시간을 잔향시간이라 정의한다. 일반적으로 500Hz와 1kHz의 잔향시간을 평균하여 보거나, 옥타브밴드별 중심주파수의 잔향시간을 각각 살펴보는 것이 일반적이다. 서양음악에 적합한 것으로 알려져있는 잔향시간은 장르에 따라 다르지만 500Hz 중심주파수에서 대개 1.5-2.0초 정도의 잔향시간을 가지는 것이 바람직한 것으로 알려져있다.

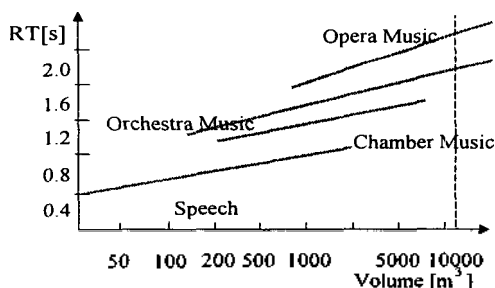


그림 1 장르별로 적합한 잔향시간(서양음악)

2.1.2 Warmth(BR)

Warmth는 음의 '따뜻함'을 나타내는 주관적인 지표로서 일반적으로 청취자들은 잔향에서 저음이 고음보다 더 강하게 들려올 때 음이 따뜻하다고 느낀다. 이 정도를 객관적인 지표로 만든 것이 Bass Ratio로서, 다음의 식으로 구할 수 있다[2]. 일반적으로 콘서트홀의 경우 1.1에서 1.2 사이의 값을 가지는 것이 좋다고 알려져 있다.

$$BR = \frac{RT_{125Hz} + RT_{250Hz}}{RT_{500Hz} + RT_{1000Hz}}$$

2.1.3 IACC(Inter Aural Crosscorrelation Coefficient)

IACC는 측면반사음 및 콘서트홀의 공간감과 밀접한 관련을 갖는 지표로서 두 귀에 들어오는 신호의 상관관계를 나타낸다. 측면 반사음의 증가는 이러한 상관관계를 떨어뜨리며 이 값이 약 0.34 내외 정도의 작은 값을 가질 때 좋은 평가를 받는다고 한다. IACC는 아래의 식과 같이 정의되며[2] 500Hz, 1kHz, 2kHz 대역의 IACC를 평균하는 것이 일반적이다.

$$\phi_{rr}(t) = \frac{\int_0^t g_r(t)g_r(t+\tau)dt}{\left\{ \int_0^t [g_r(t)]^2 dt \int_0^t [g_r(t)]^2 dt \right\}^{1/2}}$$

여기에서 $g_r(t)$, $g_l(t)$ 는 각각 오른쪽 및 왼쪽 귀로 오는 소리의 충격응답이며, 본 논문에서의 t_0 는 80ms로 설정하였다.

2.2 국악실내악의 경우

앞서 언급한 것과 같이 국악의 경우는 서양음악과 같은 충분히 검증되어 있는 연구결과는 존재하지 않는다. 다음은 이전에 수행한 바 있는 국악 실내악곡에 적합한 공연장의 음향특성에 관한 연구의 결과로서 38명의 청취실험 결과이다[1]. 무향음원으로는 '계면가락 도들이'란 곡을 가야금, 대금, 그리고 해금으로 연주한 12초 길이의 샘플을 사용하였으며 결과는 아래의 표1에 나타내었다. 잔향시간은 1초 내외로 짧은 것을 선호하고 Warmth는 저음역의 잔향시간이 짧은 'cool'한 것을, IACC는 다소 높은 값을 선호하는 것으로 나타났다.

표 1 국악 실내악에 대한 청취실험 결과

지표\사료	1	2	3	4	5
RT [sec]	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0
선호도	3.73	5.08	0.77	-2.00	-7.58
Warmth	cool	flat	warm	-	-
선호도	0.78	0.00	-0.78	-	-
IACC	0.26	0.37	0.49	0.60	-
선호도	-3.74	1.32	2.42	0.00	-

결과에서 알 수 있듯이 국악 실내악의 경우는 앞서 언급한 서양음악의 경우와는 다소 상이한 선호도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

3. 판소리공연장

서양음악의 연구결과에서 알 수 있듯이 공연장이 가져야 할 최적의 음향특성은 연주되는 음악의 장르에 따라서도 변하게 된다. 판소리는 다른 음악 장르와는 달리 가사가 많을 뿐만 아니라 노래자체가 매우 기교적이므로 실내악의 경우와는 다소 다른 특성을 가져야 할 것으로 예측할 수 있다. 청취실험을 위한 샘플의 제작을 위해서 CATT Acoustics 프로그램을 이용하여 전주에 건설중인 판소리 전용 공연장의 도면을 기준으로 그림 2와 같은 모델을 만들었다.

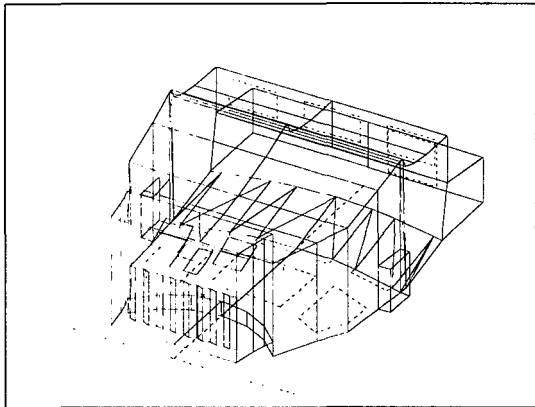


그림 2 판소리공연장 모델

만들어진 공간의 원형을 바탕으로, 벽면의 흡음계수를 조절하여 다양한 잔향시간을 얻을 수 있었고, 옥타브 밴드 중심주파수별 잔향시간을 조절하여 다양한 warmth를 얻었다. 잔향시간은 중음대역인 500Hz와 1kHz에서의 값을 평균하여 표 2의 5가지의 경우를 추출하였고, warmth는 저음대역과 중음대역의 잔향시간 비에 따라 warm1, warm2, flat, cool 등의 4가지로 나누어 추출하였다. IACC 실험을 위해서는 같은 모델 내에서 다양한 위치에서의 충격응답을 이용하였다. 잔향시간이나 warmth는 모델 내에서 거의 일정하게 나타나므로 IACC만을 가변시킨 결과를 얻을 수 있다. 청취실험을 위한 시료의 잔향시간은 0.6초 ~ 1.4초의 비교적 짧은 값들로 정하였는데 이는 지난 국악 실내악에 대한 연구결과가 1초 내외의 짧은 잔향시간을 선호하는 것으로 나타났고 판소리의 경우 가사의 전달이 중요하게 되므로 긴 잔향시간을 선호하지는 않을 것이라는 예측이 가능하기 때문이다. 나머지 Warmth와 IACC의 실험을 위한 시료의 경우 잔향시간은 모두 1kHz 기준 0.8초로 맞추었다. 이렇게 얻어진 13가지

의 가상공간의 충격응답 시료를 표 2에 정리하였다.

표 2 청취평가용 시료의 음향특성

지표\시료	1	2	3	4	5
RT [sec]	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
Warmth	cool	flat	warm1	warm2	-
IACC	0.26	0.37	0.49	0.60	-

표 3 BR 청취시료의 대역별 잔향시간[s]

	125	250	500	1k	2k	4k
cool	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7
flat	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7
warm1	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7
warm2	1.3	1.1	0.9	0.8	0.8	0.6

4. 청취실험 및 결과분석

청취 실험을 위한 시료는 모의 실험을 통해 구한 충격응답들과 무향실에서 녹음한 판소리 곡을 콘볼루션하여 제작하였다. 사용된 무향녹음은 남성 연주가 부른 춘향가 중 '사랑가'와 여성 연주가 부른 춘향가 중 '추천대목'이며 각각의 길이는 약 20초로 하였다. 판소리는 현재 많은 대중이 즐기고 있는 음악이라고 볼 수 없기 때문에 피실험자는 판소리를 실제로 연주하거나 국악 연구자를 위주로 선별하였다.

4.1 주관적 평가방법

가청화 데이터를 각 지표 안의 서로 다른 시료들과 짝을 지어 40쌍의 시료쌍을 제작하였고, 청취자는 헤드폰(Sennheiser HD540 reference II)을 통해서 40쌍의 시료를 1쌍씩 듣고 먼저 나온 시료(시료 A)와 나중에 나온 시료(시료 B) 둘 중에 어떤 소리를 더 선호하는지 답할 수 있게 제작하였다. 질문에 대한 점수는 -2점부터 2점까지의 점수에 각 지표별 문항수를 곱하여 평균을 내었다. 같은 시료들로 이루어졌으나 A, B 순서만 바뀐 두 쌍에 대해서 피실험자의 대답이 일관되지 않은 경우를 체크하여, 각 지표 내에서 일관성이 없는 경우를 배제한 피실험자들로부터 선호도를 계산하였다.

4.2 청취실험의 결과분석

청취실험은 판소리 공연을 실제로 하고 있는 연주자, 국악이론 연구자, 국악전공 대학생을 대상으로 하였으며 피실험자는 모두 17명이다. 각 지표에 따른 선호도는 그림 3~그림 5에 나타내었다.

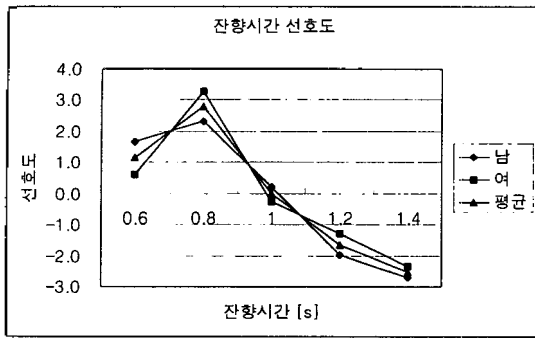


그림 3 잔향시간 선호도

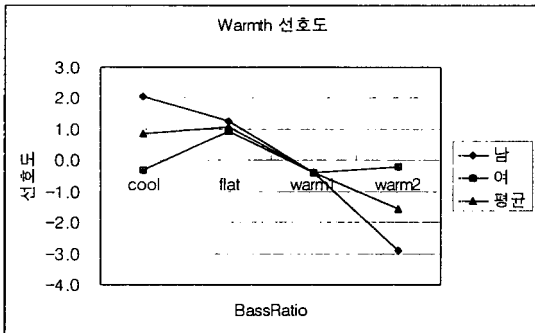


그림 4 Warmth 선호도

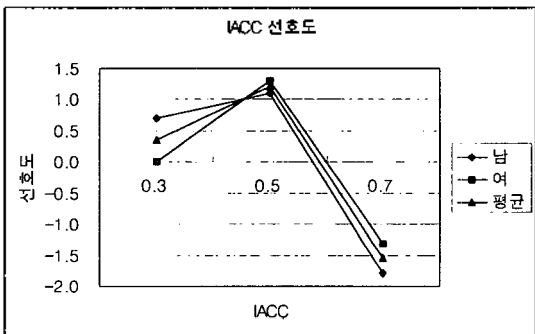


그림 5 IACC 선호도

잔향시간의 경우 청취실험 결과 0.8초에서 매우 높은 선호도를 나타낸다. 이는 서양음악에 적절한 것으로 알려진 잔향시간뿐만 아니라 국악 실내악에 대한 연구결과보다도 다소 짧게 나타난 것으로 '아니리' 부분이 많고 가사의 전달이 중요한 문제가 되는 판소리의 특성에 기인하는 것이라고 보인다.

Warmth에 대한 결과는 남성 연주자의 경우와 여성 연주자의 경우에 다소 다른 경향을 나타냈는데, 남성 연주자의 경우는 저음역의 잔향시간이 짧은 cool한 소리에 강한 선호도를 나타내는 반면 여성 연주자의 경우는 전반적으로 잔향시간 주파수 특성이 평탄한 flat에 높은 선호도를 보이고 있다. 이는 지난 국악 실내악곡의 연구결과와 함께 서양음악의 기준과는 달리 국악의 경우 저음역의 잔향시간이 중음역에 비해 길지 않은 편이 좋다는 결론을 얻게

해준다.

IACC에 대한 결과는 전반적으로 높은 수치인 0.5 정도를 선호하는 경향이 나타났다. 이것도 역시 지난 국악 실내악곡의 연구결과와 거의 유사한 경향으로 입체적인 소리를 선호하는 서양음악의 경우와 달리 다소 monaural한 소리를 선호한다는 결과를 보인다. 다음의 표 4에 판소리의 경우에 세가지의 지표에 대해 가장 높은 선호도를 보인 값들을 정리하고 국악실내악 및 서양음악의 경우와 비교하였다.

표 4 음향특성의 최적값

지표\ 최적값	판소리	국악실내악	서양음악
잔향시간(RT)	0.8초	1.0초	1.5~2.0초
Warmth(BR)	'flat'(1)	'cool'(0.7)	'warm'(1.15)
IACC	0.5	0.49	0.35~0.4

5. 결론 및 향후과제

이상의 연구에서 전주에 건설 예정인 판소리 전용 공연장의 모델을 기초로 한 모의실험을 통해서 얻어진 가상 국악공연장의 충격응답과 판소리 무향 녹음을 바탕으로 다양한 RT, Warmth, IACC를 가지는 청취시료를 제작하여 청취실험을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1) 잔향시간은 0.8초 시료에 높은 선호도를 나타내었다.

2) Warmth는 부족한 저음을 가진 시료에 높은 선호도를 나타내었다.

3) IACC는 비교적 높은 쪽에 선호도를 가졌다.

위 결과는 서양음악에서의 실내음향학적 최적치와 많은 차이가 나는 결과임을 나타낸다. 실제 공연장 시공시 마감재의 적절한 선택으로 연구 결과에서 얻은 음향특성을 구현하도록 하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 김범수, 박경수, 최철민, 성평모, "국악 공연에 적합한 공연장의 음향특성에 관한 연구", 한국음향학회 학술발표대회 논문집, 제 18권 2(s)호 p451-454, 1999
- [2] A. Abdou, R.W. Guy, "Spatial information of sound fields for room-acoustics evaluation and diagnosis", J. Acoust. Soc. Am. 100(5), 1996
- [3] E. Hojan, C. Posselt, "Subjective evaluation of acoustical properties of concert halls based on their impulse response", J. Acoust. Soc. Am. 88(4), 1990
- [4] L. Beranek, *Concert Halls and Opera Halls*, Acoustical Society of America, 1996.