

성대형태 및 음향발현에서 성악 발성 및 판소리 발성의 비교 연구*

A Comparative Study of Western Singer's Voice and a Pansori Singer's Voice Based on Glottal Image and Acoustic Characteristics.

김 선 숙**
Sun-Sook Kim

ABSTRACT

Western singers voice have been studied in music science since the early 20th century. However, Korean traditional singers voice have not yet been studied scientifically. This study is to find the physiological and acoustic characteristics of Pansori singers voices. Western singers participated for comparative purposes. Ten western singers and ten Pansori singers participated in this study. The subjects spoke and sung seven simple vowels /a, e, i, o, u, ɔ, w/. An analysis of Glottal image was done by Scope View and acoustic characteristics of speech and singing voice were analyzed by CSL. The results are as follows: (1) Glottal gestures of Pansori singers showed asymmetric vocal folds. (2) Singing vowel formants of Pansori singers showed breathiness based on Spectrogram. (3) Music formant of western singers appeared in around 3kHz area, however, Pansori singers formant appeared in low frequency area. Modulation of vibrato showed 6 frequency per sec in case of western singers. Pansori singers showed no deep modulation of vibrato on spectrogram.

Keywords: Pansori singer's voice, glottal gestures, singing vowel formants, spectral envelopment of music formant, vibrato.

1. 서 론

발성의 메커니즘은 과학문명이 발생하기 시작한 19 세기 말 아름다운 노래를 부르는 성악가의 목소리에 대해 관심을 갖게 되면서 연구하기 시작하였다. 그러나 발성의 원리가 근탄성공기역학설(Aerodynamic myoelastic theory)에 의해서 설명하게 된 것은 최근의 일이다. 문헌적으로 근탄성공기역학적 최초 실험자는 Ferrein(1741)이었다. Ferrein은 음성이란 공명관이 없는 현의 진동에 의해 소리가 나는 것에 비유하여 성대의 진동에 의해 생성된다고 주장하였다. 그러나 Helmholtz(1863)는 음성이란 성문에 통과되는 공기에 의해 생성된다고 하였으며 성문 진동의 관찰은 Plateau(1829)의

* 본 연구는 2003년도 충남대학교 자체 학술연구 지원 사업 연구비에 의해서 연구되었음.

** 충남대학교 예술대학 음악학과(Department of Music, College of Fine art and Music, Chungnam National University.)

스트로보스코피의 원리를 발명하여 가능하였고 Millers(1840)에 의해서 최초로 피치의 모든 영역을 정량적으로 측정하였다. Garcia(1854)의 후두경 발명으로 실제 발성 중 후두의 관찰이 가능해졌으며 Musehold(1989)는 다양한 발성의 성대 형태를 사진으로 제시해 보였다.

1940년대까지 발성에 관한 대부분의 연구들은 다른 진동체와 비교하는 성대 진동의 메커니즘에 관한 연구들이었다. Negus(1929)는 후두의 해부 및 생리학적 비교 연구를 발표하였으며, Van den Berg와 Tan(1959)은 성대 인대의 수동적 세로 긴장과 후두 근육의 길항근의 능동적 세로 긴장 사이에 특수한 균형 관계가 있다는 것을 주장하였고, Husson(1950)은 후두 진동은 신경 충격에 의해 진동한다는 neurochronaxic 이론을 발표하였다. 그러나 근탄성 공기역학설이 정립되기 이전 어떠한 이론도 발성에 관한 명확한 설명을 충족하지 못했다. 왜냐하면 발성은 (1) 후두에 작용하는 공기의 역학적 특성 (2) 고유 신경에 의해서 여러 근육이 작용하는 후두 조정 (3) 성문 하 시스템과 후두사이, 좌 및 우 성대, 후두와 성문 상 시스템 사이 공기 역학적 커플링 등의 상호 작용에 의한 후두 기능을 밝혀내야 후두의 메커니즘 및 성대 진동의 설명이 가능하기 때문이었다.

근탄성공기역학설은 위의 세 가지 가설을 충족한 이론으로 후두에 작용하는 공기 역학적 특성은 베르누이 효과에 의해서 후두 조정은 성문 하 공기 유량의 특성으로 성대 및 성문 조정에 의해서 후두를 조정하는 근육 수축의 균형을 피열간근(interarytenoid), 외측윤상피열근(lateral cricoarytenoid), 갑상피열근(thyroarytenoid), 윤상피열근(cricothyroid)과 피열연골(arytenoid cartilage)과 윤상연골(cricoid cartilage) 사이 진동(rocking)과 약간의 미끄럼 운동으로 연결하는 특성으로 설명하였다. 즉, 피열간근의 수축으로 피열연골의 앞 쪽은 내전하고 뒤 부위는 폐쇄하면 공기의 흐름이 차단된다. 외측윤상피열근의 수축은 성대돌기를 내전하며, 이 내전으로 갑상피열근의 측면 부위는 수축되고 성대의 중앙 부위는 압축되어 성문의 길이가 줄어들면서 피치는 상승한다. 성대근은 성문의 세로 긴장이 활동적이면 성문의 길이는 줄어든다. 그 결과 폐쇄 중에 성문 및 성대를 내전하는 경향이 있다. 윤상피열근의 수축은 갑상연골과 윤상연골이 연결되는 피열연골 바로 아래에 위치하여 일어나며 성대 인대의 수동적인 세로 긴장이 일어 날 때 최대 진폭으로 진동하나 진동 길이가 증가하면 주파수는 감소한다.

전문 성악가의 발성 시 후두 조정은 근전도 실험을 통해서 연구되어왔다. Hirano 등(1970)의 윤상 피열근, 성대근(vocalis) 및 외측윤상피열근의 활동에 관한 연구에서 흉성에서 가성으로 변화함에 따라 성대근과 윤상피열근 및 외측윤상피열근의 활동이 줄어드는 것을 발견하였다. 특히, 성대근은 성구(register)에 중요하게 영향을 주는 근으로 흉성에서 가장 활동적이고 가성에서는 성대의 긴장이 멈추는 것을 발견하였다. 이러한 후두근의 특징과 관련하여 성구를 다음과 같이 분류할 수 있다.

- (1) 흉성. 성대가 저 피치에 최대 진폭을 갖는다. 성대 인대는 약간의 수동적 세로 긴장을 요구하고 피열 간근의 수축은 최소이면서 중앙 압축은 작다. 그 결과 성대의 길이는 짧고 두껍다.
- (2) 가성. 성대의 진폭은 작으나 고 피치에서 성대 인대는 제한되어있다. 피열 간근의 수축은 최소이나 중앙 압축은 크다. 그 결과 성대의 길이는 길고 얇다.
- (3) 중성. 변이 음역으로 중 피치에서 중 진폭을 갖는다. 피열 간근의 수축과 중앙 압축 및 성대

의 길이와 두께 모두 흉성과 가성의 중간 정도이다.

발성의 메커니즘에 의한 음향 발현은 음원-여과기 이론(source-filter theory)으로 설명한다. 말소리의 음원-여과기 이론은 Johannes Müller(1848)가 최초로 주장한 후 Chiba와 Kajiyama(1941), Fant(1960) 및 Stevens 와 House(1955)에 이르기 까지 꾸준히 보완하여 연구되어왔다. 음원-여과기 이론에 의하면 발성의 음원은 후두이며 발성 시 성대가 빠른 속도로 개폐되는 동안 공기 유량은 성문이 개방된 사이에 흘러나가며 이때 주기적인 후두 공기 유량의 흐름을 기저 주파수라 한다. 발성의 여과기는 구강이다. 성문을 통과한 공기 유량은 구강 안에 흘러 들어가면 발음에 따라 공기 유량도 변화한다. 다시 말해서 구강 안에 잔유하는 공기 유량은 구강이 여과기로 작용하여 일부 주파수에서 음성 에너지는 줄이고 특정 주파수에서는 음성 에너지를 최대로 통과 시키는 포먼트 주파수(formant frequency)를 형성한다. 이러한 원리는 1945 년 Sound Spectrography가 발명 되면서 음성 연구에 새로운 전기를 마련하였다. Sound Spectrography는 음성을 시각화하는 장비로 성악 연구에서는 성문의 형태와 관련하여 피치의 변화는 협 음역대로, 모음 발성의 정확한 발음 형태는 확 음역대를 선택하여 발성의 음향 발현을 볼 수 있다. 그러나 90 년대 초 디지털 음성 분석 컴퓨터 시스템이 상용화되면서 아날로그 신호 처리 시스템의 단점을 보완하여 컴퓨터 프로그램의 연산 작용에 의해서 음성 신호의 정량적 분석이 가능해져서 보다 정교하게 발성의 신비를 밝혀낼 수 있게 되었다.

본 연구의 목적은 성악가와 소리꾼의 발화 및 발성 시 음악과학적 특성을 생리적 측면에서는 발성 시 성문의 형태를 분석하고 청각 미학적인 특성은 음향 발현으로 구명하여 성악 및 판소리 발성의 차이점을 정량적이고 시각적으로 비교 분석하여 발달 된 성악 발성 이론 및 연구 방법을 판소리 발성에 적용하여 판소리 발성법의 과학적 설명 및 독창성 규명에 있다.

2. 연구 방법 및 절차

2.1 연구 대상

본 연구에 참석한 피 실험인들(표 1)은 성악 전공 대학생 및 대학원생 10 명과 판소리 전공 대학 및 대학원 생 10 명으로 하였다. 성악 전공 대학생 및 대학원생들은 고등학교 때 부터 성악을 시작한 학생들이었으나 판소리 전공 대학생들은 초등학교 때부터 시작하거나 최소 판소리 경력 5 년 이상의 소리꾼들로 현재는 국립 및 시립 국악원 단원들로 판소리 전문 집단이었다.

음성 실험 방법은 성악 발성과 판소리 발성이 사뭇 다르기 때문에 성악 전공인은 기준음을 제시한 후 발성을 하도록 하였으나 소리꾼들은 각자의 발성법에 따라 상청과 하청으로 나누어 발성하였다.

성악발성은 후두 음역(laryngeal register)을 측정하였다. 남성 파트는 C3 건반을, 여성 파트는 C4 건반을 기준 음으로 최고 음과 최저 음을 발성하도록 한 다음 비지 피치 상에서 기저 주파수가 기록되는 지점까지만 음역으로 결정하였다.

판소리 발성은 연구자가 '상청' 및 '하청'을 소리하라고 제시한 후 최고음과 최저음의 피치를 측정하였다.

표 1. 파트 별 피 실험인 수

남성 성종		여성 성종		판소리	
바리톤	테너	메조소프라노	소프라노	남 창우	여 창우
2	3	2	3	5	5

2.2 분석 장비 및 항목

2.2.1 Rhino-Laryngeal Stroboscope

성문 형태의 분석은 Stroboscope를 투시하여 발생 성문의 움직임을 VCR 테이프에 녹화한 후 컴퓨터에 내장한 DC50 비디오 카드에 입력하여 실제 시간상에서 비디오 이미지를 Scope View 프로그램을 사용하여 영상 파일로 변환 한 다음 호흡 시 및 성악 또는 판소리 발생 시 성문 형태를 분석하였다. 그림 1은 vocal fold inspiration 시 성문 형태 및 측정 항목이고 그림 2는 vocal fold vibration 시 성문 형태 및 측정 항목이다.

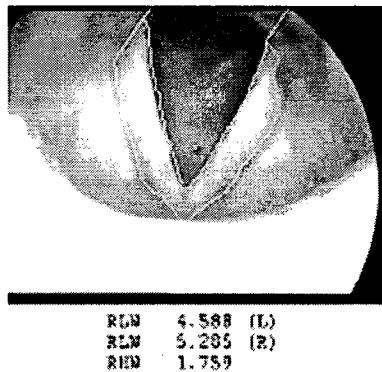


그림 1. vocal fold inspiration 시 성문의 형태

분석 항목

발화 시

- 왼쪽 성대: 길이
너비
면적
길이와 면적의 비율
- 오른쪽 성대: 길이
너비
면적
길이와 면적의 비율
- 성문 면적: 높이
너비

면적
높이와 너비의 비율

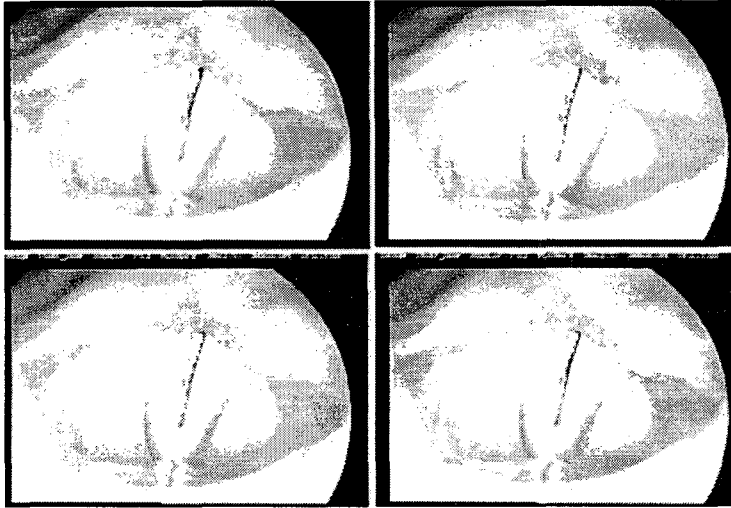


그림 2. Vocal fold vibration 시 성문 형태

발성 시

- 성문 면적 : 길이
너비
면적
길이와 면적의 비율

2.2.2 음향 발현 분석

발성의 음향 발현은 일차적으로 발성 시 음역 측정은 Visi-Pitch를 사용하였으며 성악 및 판소리 전문가 발성의 음질 및 음량은 CSL 모델 4300을 사용하였다. 샘플링 레이트는 11025로 하였으며 확음역대는 350 Hz를 선택하여 모음 포먼트를 분석하였다. 성악 발성 및 판소리 발성 시 기본모음의 제 1 포먼트 값과 제 2 포먼트 값의 평균은 UCLA에서 개발한 Plot Formant에 입력한 후 모음을 도식화하여 비교하였다.

음향 발현의 분석 항목은 다음과 같다.

음역

모음 포먼트: F1, F2 및 F3

음악 포먼트

비브라토

III. 연구 결과

III.1 성악 및 판소리 발성 시 성대 형태

일상적인 언어생활 속에서 발견되는 발성의 종류는 성문의 형태에 따라 심호흡, 호흡, 목원소리 및 발성으로 분류하여 설명한다(Malmberg, 1979, p.27). 그러나 음역은 성대의 두텁고 얇은 정도와 길이로 설명한다. 다시 말해서 소리는 고음과 저음 발성 시 후두의 형태가 변한다. 고음 시 성대 형태는 성대 상하가 가느다랗고 길게 뻗고 성대 좌우 면적도 좁다. 그러나 저음 시 성대 형태는 성대 상하가 길이가 짧고 성대 좌우 면적은 넓어진다. 성악가의 소리는 음역의 변화에 따라 성문의 형태는 호흡 시에는 개방하고 발성 시에는 성대가 폐쇄하여 진동하는 형태를 유지하면서 소리를 생성한다. 그러나 소리꾼의 성문 형태는 호흡 시는 성악가와 유사한 형태로 개방되어있으나 발성 시에는 성문이 완전하게 폐쇄되지 않기 때문에 기식성음을 생성한다. 그림 3은 성악가와 소리꾼의 성문 형태를 비교한 후두 사진이다. 성악가의 성대는 좌우 대칭적인 반면에 소리꾼의 성대는 변형된 좌우 비대칭으로 형성되어있다. 그 결과 발성 시 성악가는 청명한 소리를 발성하지만 소리꾼은 불완전하게 폐쇄된 성문 사이로 음성 에너지가 새어나오는 기식성음을 발성한다.

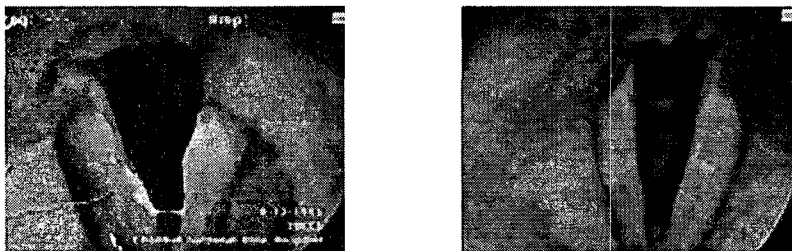


그림 3. 소리꾼의 성대(왼쪽)와 성악가의 성대(오른쪽)

표 2. 성악가와 소리꾼의 호흡 시 성문 형태의 정량적 비교

항목	성대		성문		
	왼쪽	오른쪽			
길이	성악가	69.1±4.6	66.1±4.1	높이	87.9±20.7
	소리꾼	66.1±10.0	66.7±9.6		74.1±12.7
너비	성악가	15.4±2.3	13.6±3.3	간격	51.5±15.4
	소리꾼	15.1±3.6	14.8±1.7		46.7±11.6
면적	성악가	1129.8±220.5	962.5±229.7	면적	3610.5±1659.9
	소리꾼	1052.3±392.7	974.3±254.1		2588.3±968.3
길이 대 면적의 비율	성악가	4.5±0.5	5.1±1.0	높이 대 간격의 비율	1.8±0.1
	소리꾼	4.4±0.8	4.5±0.1		1.6±0.2

표 3. 성악가와 소리꾼의 발생 시 성문 형태의 정량적 비교

	높이	간격	면적	높이 대 간격의 비
성악가	49.8±17.2	5.4±1.6	138.1±54.1	10.5±6.2
소리꾼	50.0±11.5	5.8±1.5	132.7±53.5	8.9±0.4

성악가와 소리꾼의 들숨(inspiration) 및 발생 시 성문 형태를 정량적으로 분석한 결과는 표 2와 표 3과 같다. 들숨 시 성악가와 소리꾼의 성대 형태는 모두 개방되어 있어서 성대의 좌우 길이, 너비 및 길이 대 면적 비율 모두 큰 차이가 없었다. 그러나 성대 면적의 경우 성악가의 왼쪽 성대 면적은 1129.8±220.5로 소리꾼의 성대 면적 1052.3±392.7보다 넓게 나타났으나 오른쪽 성대 면적은 큰 차이가 없었다. 성악가와 소리꾼의 성문 높이, 간격, 면적 및 높이 대 간격 비의 비교에서 성악가가 소리꾼보다 측정치 모두 크게 나타나 들숨 시 호흡량이 더 클 것으로 추정되었다.

발생 시 성문 형태의 정량적 측정은 날숨 시 성문 형태를 배제 한 성문 진동 시 비디오 프레임 3 개를 선택한 후 그 가운데 발생 시 성문 개방이 가장 크게 된 비디오 프레임을 분석 대상 프레임으로 분석하였다. 그 결과 성악가의 성문은 발생 시 좌우 대칭으로 성문 면적이 일체적으로 측정되었으나 소리꾼의 성문은 그림 4와 같이 성대 오른쪽이나 왼쪽에 작은 폴립과 같이 굳은 형태로 돌출한 부위가 있어 비대칭적으로 형성되어 발생 시 성문 면적이 일체형이 되지 못하고 돌출 부위가 접촉하여 성문이 닫혀진 형태 위 아래로 분리한 형태로 나타났다. 그러나 성문 형태의 정량적인 분석 결과 성문 간격은 소리꾼이 성악가보다 길었으나 면적은 성악가가 소리꾼보다 넓었으며 높이 대 간격의 비율도 성악가가 소리꾼 보다 높게 나타났다.



그림 4. 소리꾼의 발생 시 성문 형태. 소리꾼의 성대는 비대칭적으로 형성되어 발생 시 성문 면적이 일체형이 되지 못하고 돌출 부위가 접촉하여 성문이 닫혀진 형태 위 아래로 분리한 형태로 나타남.

III.2 성악 및 판소리의 음향 발현 비교

III.2.1 포먼트와 발음

성악 발생 훈련 시 기초적으로 사용하는 모음은 호흡과 근육 그리고 혀의 조절에 의해서 모음의 음색을 변화 시킨다. 음향학적인 관점에서 모음의 음색은 공명 기관에 해당하는 구강의 길이와 형태에 따라 공명 주파수에 해당하는 포먼트로 나타나며 성인 남성의 경우 제 1 포먼트는 150 Hz에서 900 Hz 사이, 제 2 포먼트는 500 Hz에서 3,000 Hz 사이 그리고 제 3 포먼트는 1,500 Hz에서

4,500 Hz 이내에 형성된다.

포먼트와 발음 관계에 관한 선행 연구에 의하면 개구도가 좁고 음성관의 길이가 증가하는 원순 모음화 또는 후두의 하강은 제 1 포먼트 값을 하강 시키고 혀의 이동은 제 2 포먼트 값을 변화 시키며, 혀끝이 치조에 맞닿아 형성하는 좁은 공간은 제 3 포먼트 값을 변화 시킨다(Sunberg, 1991).

부록 1은 성악가 및 소리꾼의 구강 모음/이, 에, 우, 오, 아, 어, 으/의 발화 및 발성 시 포먼트 평균값을 나타낸 것이다. 발화 시 제 1 포먼트 값 평균은 남성의 경우 각각 259 Hz-462 Hz-334 Hz-421 Hz-674 Hz-562 Hz-374 Hz와 298 Hz-464 Hz-369 Hz-398 Hz-751 Hz-535 Hz -361 Hz이었고 여성의 경우 271 Hz-480 Hz-386 Hz-434 Hz-964 Hz-648 Hz-445 Hz 및 356 Hz -560 Hz-349 Hz-484 Hz-911 Hz-701 Hz-436 Hz이었다. 제 2 포먼트 값 평균은 남성의 경우 각각 2,084 Hz-1,762 Hz -821 Hz-733 Hz-1,120 Hz-943 Hz-1,207 Hz와 1,978 Hz-1,683 Hz -889 Hz-729 Hz-1,163 Hz-947 Hz -1,423 Hz이었고 여성의 경우 2,775 Hz-2,470 Hz-883 Hz-758 Hz-1,461 Hz-979 Hz-1,606 Hz 및 1,927 Hz-1,657 Hz-828 Hz-1,294 Hz-1,327 Hz-1,088 Hz -1,371 Hz이었다. 발성 시 제 1 포먼트 값 평균은 남성의 경우 각각 435 Hz-587 Hz-477 Hz-565 Hz-660 Hz-607 Hz-531 Hz와 355 Hz-466 Hz -448 Hz-451 Hz-750 Hz-475 Hz-395 Hz이었고 여성의 경우 404 Hz-575 Hz-413 Hz-425 Hz-793 Hz -768 Hz-446 Hz 및 424 Hz-764 Hz-423 Hz-627 Hz-1,007 Hz-742 Hz-425 Hz이었다. 제 2 포먼트 값 평균은 남성의 경우 각각 1,924 Hz-1,548 Hz-875 Hz-895 Hz-1,096 Hz-1,009 Hz-1,078 Hz와 1,953 Hz-1,746 Hz-1,093 Hz-805 Hz-1,125 Hz-956 Hz-1,083 Hz이었고 여성의 경우 2,349 Hz-2,226 Hz-900 Hz-795 Hz-1,187 Hz-1,172 Hz-1,759 Hz 및 1,472 Hz-1,356 Hz-1,042 Hz-1,392 Hz-1,390 Hz-1,425 Hz-1.533 Hz이었다.

이상의 모음 포먼트 값에 의해 성악가와 소리꾼의 발화 및 발성 시 모음도를 비교하면 그림 5와 같다.

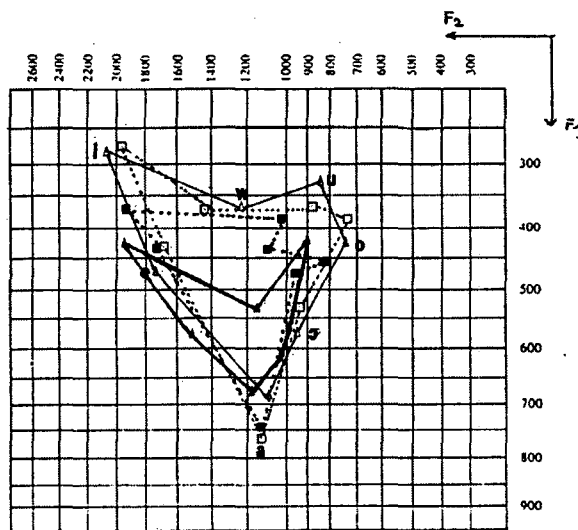


그림 5. 성악가 및 소리꾼의 발화 및 발성 시 모음도. 가는 실선: 성악가 발화, 굵은 실선: 성악가 발성, 가는 점선: 소리꾼 발화, 굵은 점선: 소리꾼 발성.

성악가와 소리꾼의 발음법의 차이는 소리꾼의 발성 시 모음 발음은 발화 시 모음 발음과 비교하여 후설모음 /u/ 및 /o/를 약간 전설화하여 발음한 경우를 제외하고 큰 차이가 없었다. 그러나 성악가의 발성 시 모음 발음법은 발화 시 모음 발음과 비교하여 고모음 /i, w, u/의 개구도가 커지고 전설모음의 위치도 약간 앞쪽으로 이동하는 결과를 보였다. 즉, 성악가의 모음 발성 시 개구도의 범위가 아주 좁게 나타났다.

성악가와 소리꾼의 모음 발화 시 스펙트로그램 상의 특징은 성악가의 모음 포먼트는 저 주파수대에서 고 주파수대에 이르기까지 모두 선명하게 형성되어있으나 소리꾼의 모음 포먼트는 중, 고 주파수대에 음성 강도가 떨어지고 잡음을 포함한 기식성 포먼트를 형성하고 있다는 점이다. 모음 발성 시 성악가와 소리꾼의 차이는 동일 모음에 따라 유사한 포먼트 형성을 보였으나 음성 강도에서 차이가 나타났다. 즉, 성악가의 모음 포먼트는 저주파수에서 고 주파수대에 이르기까지 음성 강도가 강하게 나타났으나 소리꾼의 모음 포먼트는 저 주파수대에 음성 강도가 강하고 고 주파수대에 음성 강도가 약화되는 현상을 보였다. 이러한 음향 발현은 잘 훈련된 성악가에게서 보이는 음악 포먼트 형성에도 근본적인 차이를 보이는 것으로 생각된다. 전통적으로 성악가의 경우 음악 포먼트는 남성 성악가 나 여성 알토의 경우 약 3 kHz 대에서 스펙트럼 포락선이 돌출 하는 현상으로 성악가의 발성 숙련 정도를 평가하는데 활용할 수 있다. 그림 6은 전문 성악가의 모음 /우/ 발화 및 발성 시 파워 스펙트럼 상에서의 포먼트와 음악 포먼트를 나타낸 것이다. 성악가의 음악 포먼트는 3 kHz 대에서 음성 강도가 증가하는 현상을 발견할 수 있었다. 그러나 소리꾼의 음악 포먼트는 1 kHz 이하의 저 주파수대에 음성 강도가 가장 높게 나타남과 동시에 고 주파수대에도 비교적 높은 음성 강도를 보였다. 스펙트럼 포락선의 특징적인 차이는 성악가의 경우 고 주파수대에 음성 에너지가 넓게 분포하고 있으나 소리꾼의 경우 모음 포먼트의 밴드 간격(BW)이 성악가의 밴드 간격보다 좁고 가파른 상승을 보였다. 표 4는 성악가와 소리꾼의 음악 포먼트 값을 비교한 값이다.

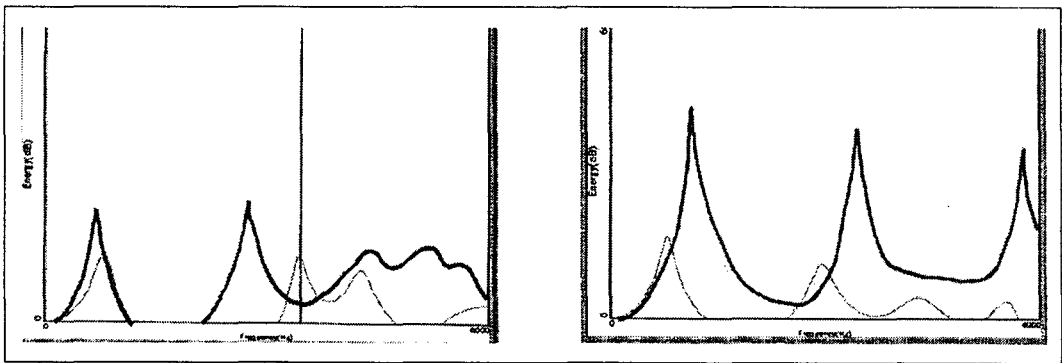


그림 6. 성악가와 소리꾼의 모음 /우/ 발성 시 스펙트럼 포락선의 비교. 왼쪽: 성악가, 오른쪽: 소리꾼. 가는 실선은 발화시를 굵은 실선은 발성 시를 나타낸 것이다.

표 4. 남녀 성악가 및 소리꾼의 음악 포먼트 비교. 소리꾼의 () 안의 수치는 스펙트럼 포락선에서 가장 높은 강도를 측정 한 값.

	남성 성악가		여성 성악가		남성 소리꾼		여성 소리꾼	
	Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
SF	2619	46	3176	43.5	1911 (454)	21.4 (21.4)	2522 (778)	28.2 (32.4)

남녀 성악가의 음악 포먼트는 약 2.5 kHz~3 kHz 사이에서 43 dB 이상 높은 음성 강도를 보였으나 남녀 소리꾼의 경우 2 kHz~2.5 kHz 사이에 25 dB 낮게 나타나고 저주파수대에서 음성 강도가 27 dB로 높게 나타나는 포락선을 보여 성악가의 음악 포먼트 형태와 다른 양상을 보였다.

성악가와 소리꾼의 발성 시 또 다른 음악적인 특성은 비브라토이다. Johann Matteson의 “Der vollkommene Capellmeister”에서 성악가의 비브라토에 관한 최초의 생리학적인 언급이 있는 후 E. Prame, P. Dejonckere 및 J. Sunberg 등의 피치와 음성 강도의 규칙적인 진동 현상과 M. Hirano의 후두 내의 근육의 특징적인 움직임을 통해서 전문 성악가의 비브라토를 과학적으로 이해하려는 시도가 있었으나 많은 연구자들은 청각적이고 감정적인 관점에서 비브라토를 이해하는 심리 음향학적 해석을 시도하는 경향이 짙다. 대표적인 학자는 Seashore이다. 그는 비브라토에 대해 “고음부에서 강도 및 음색을 동반하여 진동하므로 쾌적하고 부드러우며 화려하고 유려한 소리”라 정의하며 비브라토 음향 발현의 정량적 기준을 1 초당 6 회의 기저주파수 변동이라 제시하였다. 그림 7은 소리꾼 및 성악가의 5 모음/아, 이, 우, 에, 오/ 발성 시 음파, 음성강도 및 협음역대 스펙트로그램을 나타낸 것이다. 소리꾼의 스펙트로그램은 배음 사이 잡음이 많이 섞여 있고 음성 강도의 변동은 모음 /이/의 끝 부분에서 약간 불규칙적인 진동을 나타냈으며 배음 진동의 폭은 비교적 적게 나타났다. 그러나 성악가의 경우 5 모음 모두에서 음파 및 음성 강도 모두 고르게 변동하였으며 배음 또한 소리꾼보다 변동하는 폭이 크게 나타나 소리꾼의 비브라토와는 다른 양상을 보였다.

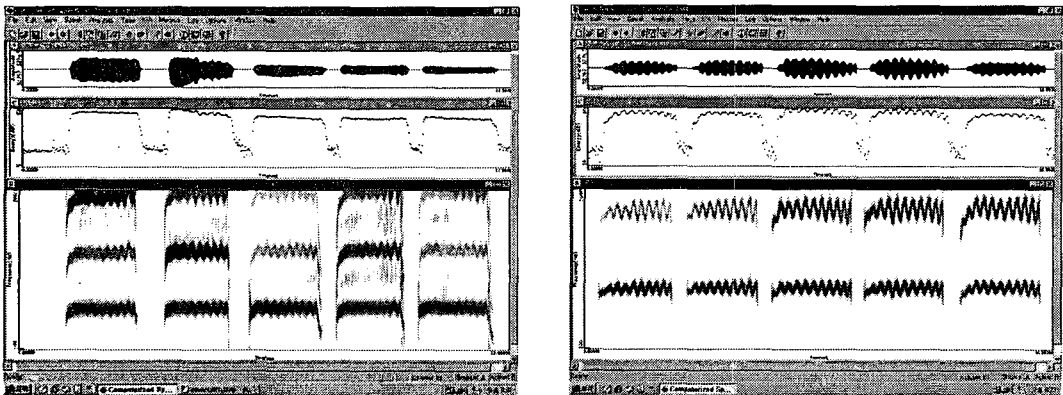


그림 7. 소리꾼(왼쪽) 및 성악가(오른쪽)의 모음 발성 시 비브라토의 음향 발현 비교. 분석 크기는 1024 points, display는 100 Hz~1,000 Hz로 설정하여 스펙트로그램을 실행함. 위: 음파, 가운데: 음성강도, 아래 협음역대 스펙트로그램.

IV. 결 론

판소리는 문헌 중심의 사실적 연구에 치우쳐 음성 및 음악 중심의 연구는 소홀히 해왔다. 그러나 판소리가 유네스코에 등재되어 세계문화 유산 속에 보존해야 할 가치있는 한국 문화로 부상되면서 판소리의 세계화에 대한 전략과 기록 및 녹음에 관한 체계적이고 과학적인 연구가 시대적 사명으로 화두되고 있는 시점에 본 연구는 과학적인 연구 방법에 의해 비교적 체계화되어있는 서양 성악의 발성법 및 음악과학적 연구 방법을 도입하여 판소리의 음악적 특성과 비교하는 과정에 판소리의 음악과학적 특성을 분석한 결과 성대 모양과 음향 발현에서 다음과 같은 차이를 발견하였다.

첫째, 소리꾼의 성대 모양은 성악가와 비교하여 성대 길이나 너비 그리고 면적 등에서는 큰 차이가 없었으나 좌우 성대의 대칭에 있어서 소리꾼은 비대칭적인 형태를 가지고 있었다. 이러한 성문 구조는 발성 시 성대가 완전하게 접촉하지 못하여 성문 간극 사이 음성 에너지가 새어 나오는 강한 기식성 음을 생성하는 음원상의 문제로 보였다.

둘째, 발화 및 발성 시 음향 발현의 비교에서 소리꾼의 특징적인 스펙트로그램은 고 주파수대에 잡음이 집약하여 나타나고 있다는 점이다. 그러나 소리꾼 및 전문 성악가의 기본 모음 발성법의 비교에서 소리꾼 및 전문 성악가 모두 발성 시 모든 모음이 전설화된다는 점은 유사하였으나 성악 발성 시 개구도의 범위가 판소리 발성 시 보다 현저하게 좁혀져 발성법에 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

셋째, 전문 성악가의 성악 발성에서 보이는 음향학적인 특징인 음악 포먼트는 스펙트로그램 포락선 상에서 성악가의 경우 3 kHz대에 나타났으나 소리꾼의 음악 포먼트는 성악가의 음악 포먼트가 나타나지 않고 저 주파수대에 높은 음성 강도를 나타내는 특징을 보였다. 또한 성악가의 아름다운 노래 소리의 음향 실마리로 알려진 비브라토는 성악가의 경우 스펙트럼 포락선 및 배음의 진동 폭이 크게 나타났으나 소리꾼의 비브라토는 배음의 진동에서 만약하게 나타나는 차이점을 보였다.

이상의 연구 결과를 종합하여 보면 성악 발성법 및 판소리 발성법은 호흡 기저 및 발음법에서는 동일한 양상을 보이는 음원인 성대의 형태가 소리꾼은 비대칭적으로 형성되어 쇠 소리와 같은 판소리 기식성음이 특징적인 소리로 음향 발현되어 나타난다. 그러므로 이러한 생리학적이고 음향학적인 특성을 중심으로 판소리 발성 기법 및 이론을 정립하여 활용한다면 판소리 교육의 대중화와 세계화에 기여할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 김선숙, 김현기, 홍기환. 1998. 전문성악인 교육 평가 방법 연구: 음향분석 컴퓨터 시스템 및 후두 회신경을 사용하여. *음성과학*, 제 4권 제 2호, pp.115-139.
- 김경임. 1991. 성악 기법 원리. 서울: 청우출판사.
- 김기호, 양병곤, 고도홍, 구희산. 2000. *음성과학*. 서울: 한국문화사.
- 홍기환, 양윤수, 김현기. 1996. 판소리 가수의 발성 기능 및 후두 병변에 대한 연구. *대한이비인후과학회지*, 제 39권 제 10호, pp:1622-1632.

- Akira, T. 1995. Musiques traditionnelles du Japon des origines au XVIe siècle. Cité de la musique. France, NP.
- Cornut, G. 1983. La voix. Que sais-je?. Puf. Paris.
- Dejonckere, P. H. Miller, R., Wieneke, G. 1990. Vibrato in duet singers. Proceedings CoMaT congress, Cairo.
- Hirano, M. 1989. Clinical examination of voice. New York. Springer-Verlag.
- Leipp, E. 1980. Acoustique et Musique. Masson. Paris.
- Mattheson, J., Der vollkommene Capellmeister, Hamburg. 1973. Cited by P. H. Dejonckere, M. Hirano, J. Sundberg, Vibrato, Singular publishing Group, INC, San Diego, 1995.
- Sundberg, J. 1991. The Science of Musical Sounds, Academic Press, San Diego.
- Sunberg, J. 1991. The Science of Musical Sounds, Academic Press, Inc.
- Sunberg, J. 1987. The Science of the Singing Voice. Northern Illinois University Press.
- Sataloff, R. T. 1991. Professional Voice. The Science and Art of Clinical Care. New York: Raven Press.
- Sataloff, R. T. 1992. The Human Voice. Scientific American, December, 64-71.
- Seashore, C. 1967. Psychology of the music. Dover, new York.

접수일자: 2003. 7. 30

게재결정: 2004. 3. 15

▲ 김선숙

대전광역시 유성구 궁동 220 (우: 305-764)

충남대학교 예술대학 음악학과

Tel: +82-42-821-6927(O)

E-mail: sunkim@cnu.ac.kr

<부 록>

표 2. 성악 및 판소리의 발화 및 발성 시 모음 포먼트 평균 값

모음		/이/			/에/			/우/			/오/			/아/			/어/			/으/		
		F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
성악	발남	259	2084	2847	461	1762	2502	334	821	2408	421	733	2458	674	1120	2633	562	943	2644	374	1207	2422
	화여	271	2775	3550	480	2470	2952	386	883	2699	434	758	2732	964	1461	3038	648	979	2920	445	1606	2684
	발남	435	1924	2669	587	1548	2425	477	875	2485	565	895	2599	660	1096	2661	607	1009	2631	531	1078	2502
	성여	404	2349	2968	575	2226	2771	413	900	2755	425	795	2899	793	1187	3120	768	1172	3273	446	1759	3073
	발남	298	1978	2812	464	1683	2430	369	889	2576	398	729	2698	751	1163	2503	535	947	2722	361	1423	2480
	화여	356	1927	2852	560	1657	2599	349	828	2887	484	1294	2958	911	1327	2247	701	1088	2721	436	1371	2820
판소리	발남	355	1953	2617	466	1746	2431	448	1093	2869	451	805	2743	750	1125	2445	475	956	2599	395	1083	2382
	성여	424	1472	2358	764	1356	2294	423	1042	2945	627	1392	3084	1007	1390	2399	742	1425	2455	425	1533	2862