

음성신호 분석에 의한 판소리의 음성학적 특징 연구

김현숙^{1*}

¹협성대학교 예술대학 피아노과

A Study on the Acoustic Characteristics of the Pansori by Voice Signals Analysis

HyunSook Kim^{1*}

¹Department of Piano, Hyupsung University

요약 판소리는 우리나라 전통 성악곡이며 소리, 대화, 몸짓이 어울린 종합 예술로 독창성과 우수성을 세계적으로 인정받은 세계무형유산이다. 특히, 판소리는 소리꾼의 해학적 표현과 청중의 참여도가 높은 점에서 예술적 가치가 있으며 모든 계층이 두루 즐기는 예술로서 사회적 통합의 기능을 담당한 것으로 평가되고 있다. 따라서 본 논문에서는 사회와 시대를 표현한 판소리의 음향학적 특징을 분석하기 위해 판소리 다섯 마당을 대상으로 음성신호 분석 기술을 적용한 상관성 추출 연구를 수행하였다. 이를 위해 판소리 다섯 마당에 대한 스펙트로그램, 피치, 안정도 및 강도 분석을 실험하였다. 실험 결과를 통해 판소리는 청중들에게 집중과 흥미를 지속적으로 유지시키면서 이야기를 풀어나가는 특징을 잘 반영하기 위해 목소리의 파동 및 성대 떨림의 변화 폭이 크고 안정적인이며 음성 에너지가 큰 소리로 표현하고 있는 것으로 분석되었다.

Abstract Pansori is our traditional vocal sound, originality and excellence in the art of conversation, gesture general became a globally recognized world intangible heritage. Especially, Pansori as shrews and humorous representation of audience participation with a high degree of artistic value and enjoy the arts throughout all layers to be responsible for the social integration of functions is evaluated. Therefore, in this paper, Pansori five yard target speech signal analysis techniques applied to analyze the Pansori acoustic features of a representation of a society and era correlation extraction studies were performed. Pansori on the five yard spectrogram, pitch, stability and strength analysis for this experiment. Pansori through experimental results Comical story while keeping the audience focused and interested to better reflect the characteristics of energy for the wave of voice and vocal cord tremor change the width of a large, stable and voice with a loud voice, that expresses were analyzed.

Key Words : Pansori, Spectrogram, Pitch, Degree of Voice Breaks, Intensity.

1. 서론

판소리는 18세기에 발생하여 현재까지 전승되어 온 전통음악 예능의 한 형태이다. 부채를 든 한 명의 창자(唱者)가 고수의 북장단에 맞추어 창(노래, 소리), 아니리(말), 너름새(몸짓)를 섞어가며 이야기를 풀어나가는 극적 음악이다[1,2]. 결론적으로 판소리는 우리나라의 고유한 전통 공연문화로서 지속적으로 계승, 발전시켜야 할 중요한 문화 자산이다. 판소리는 넓은 마당을 놀이판으로

삼고 놀이 순서를 짜서 판을 벌린다는 판놀음으로 연행되는 소리라는 의미로 우리나라 전통 공연예술의 자유분방함과 임의성, 즉흥성이 잘 표현되는 장르이다[1,3].

이러한 판소리가 언제 어디에서 비롯되었는지는 확실치 않지만 마을의 큰 곳 끝에 벌이는 판놀음에서 놀이꾼들이 여러 놀이를 벌이는 동안에 소리 광대가 한 자리 끼어서 소리도 하고, 재담도 하고, 몸짓도 하며 긴 이야기를 엮은 데서 시작되었다고 보는 견해가 많다. 판소리는 조선 왕조 전기에도 불렀을 것으로 짐작되나 이를 뒷받침

*Corresponding Author : HyunSook Kim(Hyupsung Univ.)

Tel: +82-10-9275-1450 email: 0923hsk@naver.com

Received April 3, 2013

Revised April 29, 2013

Accepted July 11, 2013

할 만한 문헌이 없다. 지금까지 발견된 판소리 사설 자료 가운데 가장 오래된 것은 영조 30년(1754) 만화 유진한이 한시로

적은 만화본인 <춘향가>이다. 이를 볼 때 적어도 숙종 무렵에는 판소리가 틀을 잡게 되었을 것이라는 짐작을 하게 되는데, 그때의 판소리는 길어도 짧고, 사설이나 음악이 소박하였을 것으로 짐작되며, 판소리의 예술적 수준이 높아진 것은 조선 말엽의 일이다[4,5].

이와 같이 판소리는 소리, 대화, 몸짓이 어우러진 종합 예술이며 영혼으로 부르는 노래라 할 수 있다. 즉, 서양의 노래가 목과 이(齒(치))에서 나오는 아름다운 소리라면 판소리는 이러한 아름다움을 파괴해 버리고 인간 원초의 모습으로 되돌아가는 소리를 표현한 것이다. 따라서 판소리는 기계 명명인 마이크나 기타 음향 장치가 필요 없고 특정한 음정의 고정보다는 자연 그대로를 닮은 소리로 나타내는 특징을 갖고 있다[2,6].

본 논문에서는 이러한 판소리의 자연 그대로를 닮은 소리의 특징을 음성학적으로 분석하여 상관성을 도출하는 연구를 수행하였다. 즉, 음성학적 분석 요소를 적용한 연구를 통해 판소리 명창들의 특징을 도출함으로써 판소리 명창의 반열에 오르기 위한 객관화된 평가 지표를 제시할 수 있는 연구를 수행하였다. 특히, 음성학적 분석 기법은 소리의 흥내가 아닌 고유의 음성 특징을 분류하는 기술로 판소리 명창들 소리의 특징을 추출할 수 있는 방법으로 판단되며 이를 이용한 판소리의 음성학적 특징 추출 연구를 수행하였다. 이를 위해 판소리 명창들의 판소리 다섯 마당(춘향가, 수궁가, 심청가, 흥부가, 적벽가) 소리를 입력 신호로 선정하고 음성분석 프로그램을 이용하여 판소리의 음향적인 특징을 추출하는 연구를 수행하였다.

2. 음악적 특징 연구

2.1 판소리의 음악적 특징

판소리는 우리나라 전통 성악곡이며 소리, 대화, 몸짓이 어우러진 종합 예술이다. 판소리는 고수의 북 반주에 의해 독창자가 여러 역할을 노래하는 방식으로 한 명의 소리꾼이 고수와 함께 벌이는 다양한 창극조의 소리 마당이라 할 수 있다. 즉, 한 명의 창자가 여러 인물의 배역을 소화하며 대담과 소리, 그리고 연극적 몸짓을 행하는 극음악으로 다른 나라에서 찾아보기 힘든 우리 민족만의 독특한 미학과 문화가 반영되어 있는 공연예술이다. 판소리는 여러 가지 조·장단·불입새·시김새·발성(發聲)에 있어서 음악적으로 다채롭고 정교한 표현을 할 수 있을 뿐만

아니라 판소리 사설에 나타난 여러 극적 상황에 따른 음악적 표출을 할 수 있어서 훌륭한 극적 음악으로 꼽히고 있다.

이와 같이 판소리는 음악의 형태나 전체 구성면에서 노래를 중심으로 극적 움직임이 있는 예술 분야로 장단에 의해 음악적 빠르기와 분위기를 이끌어 가는 특징이 있다[1,4].

또한, 판소리는 49가지에 해당하는 목을 사용한다. 저음에서 고음까지 하성에서 상성까지 종과 횡으로 넓혀 가며 목이 쉬도록 소리를 낸다. 오랜 시일을 두고 발성을 계속하다 보면 목이 터지기 시작하고 명량한 음을 얻게 된다. 이와 같이 판소리는 전문적인 훈련을 통해 기능을 습득한 사람만이 할 수 있는 소리, 즉 전문인들이 하는 소리라 표현한다. 판소리는 서정적이며 짧은 것을 가리키는 일반적인 노래와 달리 이야기를 지닌 긴 서사적인 노래를 가리킨다. 따라서 어떻게 청중에게 이해되고 청중에게서 공감을 얻는가의 문제가 판소리의 예술성과 미학적 기술이 될 것이다. 판소리를 잘 하는 전문가들이 상층 구조인 극적 상황을 하층 구조인 음악으로 해석하는 표현 기법은 고정된 것이 아니고 개인의 사고 틀과 음악성에 따라 다르게 나타난다. 그러므로 판소리 전문인의 역량이 깊으면 깊을수록 판소리는 다양하고 변화가 많은 선율 형태로 나타나고 그 역량과 연륜이 깊지 못하면 제 갈 길을 제대로 가지 못하고 단조로운 음악을 구사할 뿐인 이(齒(치))의 소리에 머물게 되는 특징이 있다[5-7].

2.2 음악적 특징 선행 연구

본 논문에서는 판소리의 음향학적 특징을 분석하고 상호간의 상관성을 도출하는 연구를 수행하기 위해 선행 연구로 한국 가요의 음악적 특징을 분석한 실험에 대해 기술하고자 한다.

한국 가요의 음악적 특징에 관한 선행 연구에서는 K-POP에 관한 열풍 이유를 IT 기술과 음악의 융합기술 분야로 이유를 분석해 내는 방법을 적용하였다. 또한 기존의 우리 가요의 인기 요인도 IT 기술을 음악에 적용하여 그 원인을 공학적으로 규명하는 작업을 수행하였다. 이를 위해 1960년부터 2000년대까지 유행했던 여자 가수들의 노래를 선정하고 여기에 최근 K-POP 가수들의 노래를 함께 분석 대상 곡으로 선정하였다. 우리 가요의 인기 요인을 공학적으로 규명하기 위해 IT기술 중 음성 분석 요소를 적용하였는데 그 적용 요소로는 초당 성대의 떨림인 피치 값의 변화폭, 인체 공명기관 등 소리를 만드는 인체 기관을 얼마나 잘 사용하는 가를 측정하기 위한 스펙트로그램 등을 분석 도구로 사용하였다[8].

실험 결과를 기반으로 시대별로 선호도 높은 대표 여

가수들의 노래의 특징을 분석하면 호소력 있고 호감 있는 노래 및 목소리가 반영된 것으로 분석된다. 즉, 대부분의 여가수들이 사용하는 스펙트로그램 주파수가 16,000Hz대 이상으로 가창력이 좋고 호소력이 깊은 목소리로 노래를 한다는 특징을 알 수 있으며 피치값 및 음성 에너지의 크기 변화가 크게 측정되는 것으로 감정 이입이 큰 호감 있는 목소리로 특징을 분석할 수 있다. 결과적으로 선호하는 노래의 유형 변화는 60년대부터 80년대까지는 서정적인 형태, 90년대는 다양한 패턴의 형태, 2000년대 이후는 후크송 형태로 구분할 수 있다[9].

따라서 본 논문에서는 음성신호 기법을 적용한 음악적 특징 분석 선행 연구를 기반으로 판소리의 음향학적 특징을 분석하고 상관성을 도출하는 실험을 수행하였다.

3. 음성신호 분석 기법의 적용

(1) 스펙트로그램(Spectrogram)

스펙트로그램은 소리나 파동을 시각화하여 파악하기 위한 음성 분석 요소로 파형과 스펙트럼의 특징이 조합된 것이다. 즉, 음성 파형에서는 시간 축의 변화에 따른 진폭 축의 변화를 볼 수 있으며 스펙트럼에서는 주파수 축의 변화에 따른 진폭 축의 변화를 볼 수 있다. 그러나 스펙트로그램에서는 시간 축과 주파수 축의 변화에 따라 진폭의 차이를 인쇄 농도 및 표시 색상의 차이로 나타내는 특징을 보이는 음성학적 분석 요소이다[10].

스펙트로그램 개체는 소리의 음향 시간 주파수 표현을 나타내며 스펙트로그램의 밀도 $PSD(f,t)$ 는 Pa^2/Hz 로 표시한다. 결과적으로 균등한 간격 시간 t_i 및 주파수 f_j 를 중심으로 포인트 번호로 샘플링 한다.

(2) 피치(Pitch)

음성 파형의 정보는 일정 구간에서 유사한 모양이 계속적으로 반복되는 형태를 나타낸다. 이러한 반복 주기는 음성 파형을 특징화하는데 가장 중요한 정보를 제공하며 이를 음성 정보의 기본 주기인 피치(pitch)라 한다. 음성 신호의 경우 일정한 주기를 반복적으로 보유하게 되므로 자기상관계수를 구하게 되면 일정한 반복주기 후에는 다시 자신의 값과 매우 유사한 값을 갖는 주기적인 형태를 취하게 된다. 이 때 반복되는 주기를 구하게 되면 통계적 특성에 바탕을 둔 피치 결과 값을 추출하게 된다. 그러나 음성 분석 구간을 무한대로 하는 것은 이상적일 뿐, 실제로는 유한한 범위 내에서 결과 값을 구해야 한다. 따라서 모든 음성 신호에 대해 동일한 방식의 평가가 이루어지

기 위해서 아래 식 (1)과 같이 자기상관계수를 정규화 하여 분석에 필요한 피치 결과 값을 측정한다[10,11].

$$A(k) = \frac{\sum_{n=1}^{n=N-k} x(n)x(n+k)}{\sum_{n=1}^{n=N-k} x(n)^2} \quad (1)$$

(3) 안정도

안정도(degree of voice breaks)란 어떤 음성 신호에 있어 전체적 유성음과 무성음의 비율이 어느 정도인지를 나타내는 분석요소이다. 이것은 음성 신호의 전체 시간에서 신호의 표현 부분 사이의 쉬는 총 시간을 나타내고 단위는 %를 사용하며 그 수식은 다음과 같다[8,11].

$$\text{Degree of voice breaks} = \frac{\text{voiceless time}}{\text{total time}} \quad (2)$$

(4) 강도 추출

음성 파형에서 에너지의 크기를 측정하는 요소 기술이 강도이며 이의 측정은 시간 점에 대한 선형 간격의 적용으로 결과 값을 추출한다.

강도는 선형적으로 분포된 시간 점들에 대한 음성 에너지의 궤적을 의미한다. 즉, 아래 식 (3)과 같이 t_1 시간에서부터 일정한 간격으로 t_1, t_2, t_3, \dots 의 음성 소스로부터 생성된 음성 에너지를 나타낸 것이다[10,12].

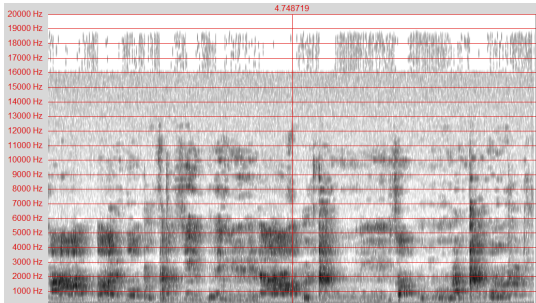
$$t_i = t_1 + (i-1)dt \quad (3)$$

4. 실험 및 고찰

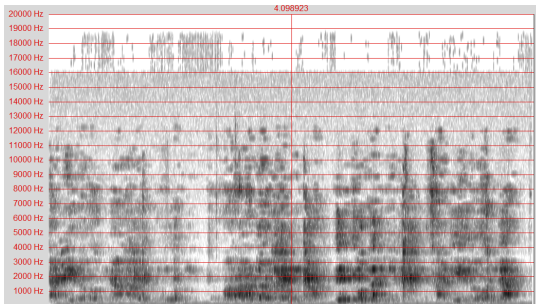
본 논문에서는 한국 가요의 음악성 분석에 관한 선행 연구를 기반으로 판소리의 자연 그대로를 닮은 소리의 특징을 음성학적으로 분석하여 상관성을 도출하는 연구를 수행하였다. 이를 위해 판소리 명창들의 판소리 다섯 마당(춘향가, 수궁가, 심청가, 흥부가, 적벽가) 소리를 입력 신호로 선정하고 음성분석 요소 중 스펙트로그램, 피치, 안정도 및 강도 분석을 적용하여 판소리의 음향적인 특징을 추출하는 연구를 수행하였다.

Fig. 1에서 Fig. 5는 판소리 다섯 마당의 스펙트로그램 분석을 수행한 결과를 나타낸 것이다. 판소리 다섯 마당을 대상으로 소리꾼과 공연 장소가 모두 다름에도 불구하고 스펙트로그램이 16,000Hz를 기본으로 나타내고 있

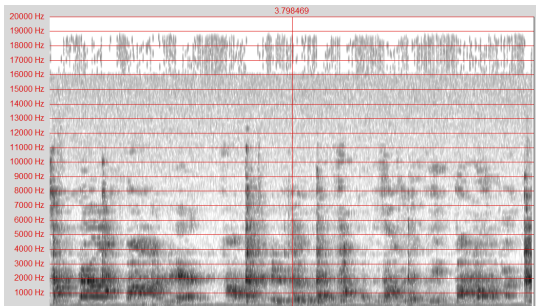
으며 소리가 열리는 단계에서는 19,000Hz까지 동일하게 나타나고 있다.



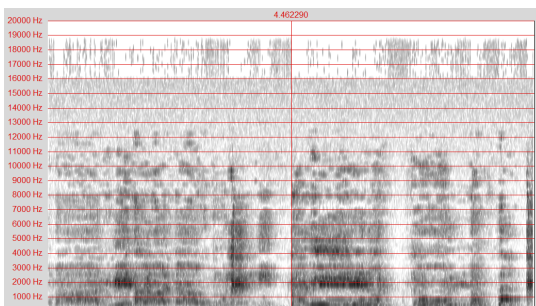
[Fig. 1] Spectrogram result (Chunhyan-ga)



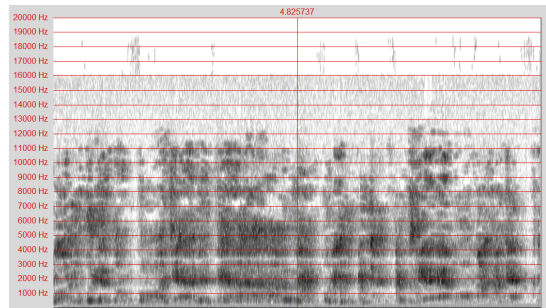
[Fig. 2] Spectrogram result (Sugung-ga)



[Fig. 3] Spectrogram result (Simcheong-ga)



[Fig. 4] Spectrogram result (Hungbu-ga)



[Fig. 5] Spectrogram result (Jeokbyeok-ga)

또한, Table 1은 판소리 다섯 마당에 대한 소리꾼들의 초당 상대 떨림을 나타내는 피치의 최대값, 최소값 및 평균값을 분석한 것이다.

실험 결과와 같이 피치의 변화가 크고 평균값이 높다는 것은 일반인들의 소리에 비해 소리꾼들의 소리 떨림이 심하고 주파수가 크다는 것이다. 이러한 결과는 소리꾼들이 이야기를 풀어가는 소리만으로도 피치의 변화를 자유롭게 줄 수 있다는 것이며 떨림과 주파수 자체가 큰 소리는 청중들의 관심을 집중시키는 효과를 나타낼 수 있기 때문에 이와 같은 소리가 판소리의 음성적 특징을 표현하는 소리로 분석할 수 있다.

[Table 1] Pitch analysis result

Pitch(Hz)	Max	Min	Average
Simcheong-ga	498.550	111.384	325.337
Hungbu-ga	494.401	70.932	164.505
Sugung-ga	498.608	89.855	275.215
Chunhyan-ga	523.767	99.950	290.089
Jeokbyeok-ga	522.981	80.325	380.021

마지막으로 Table 2는 판소리 다섯 마당에 대한 소리꾼들의 안정도와 음성 에너지의 크기인 강도를 분석한 것이다.

실험 결과와 같이 안정도가 30% 내외의 범위에서 유지되며 적벽가 소리꾼의 경우 50%까지 유지된다는 것은 소리를 길게 끌면서 느리고 안정적으로 표현한다는 것을 나타낸다. 이것은 청중들로 하여금 편안하게 들을 수 있는 패턴을 구사하면서 소리를 길게 끌어 다음 소리에 대한 관심을 증대시키는 판소리의 음성적 특징을 표현하는 소리로 분석된다.

또한, 음성 에너지의 크기가 70dB 이상으로 일반적인 소리보다 크게 표현하는 것을 알 수 있다. 이러한 음성분석 결과는 판소리가 소리만으로 집중과 흥미를 유발시키는 장르이기 때문에 음성 에너지를 평소보다 크게 표현

하여 판소리의 효과를 극대화시키는 특징적 요소로 분석할 수 있다.

[Table 2] Degree of voice breaks & Intensity analysis result

	Degree of voice break(%)	Intensity(dB)
Simcheong-ga	32.532	71.075
Hungbu-ga	27.139	73.509
Sugung-ga	47.092	73.989
Chunhyan-ga	31.959	71.762
Jeokbyeok-ga	53.638	76.542

5. 결론

판소리는 우리 역사와 희로애락을 함께해온 우리문화의 정수로 그 독창성과 우수성을 세계적으로 인정받은 종합 예술 분야로 2003년 11월 7일 유네스코 '인류구전 및 세계무형유산결작'으로 선정되어 세계무형유산으로 지정되었다. 특히, 판소리는 서민들의 삶과 현실을 생생하게 드러내고 소리꾼의 해학적 표현과 청중의 참여도가 높은 점에서 예술적 가치가 있으며 모든 계층이 두루 즐기는 예술로서 판소리를 통해 서로의 생각을 조절하였다는 점에서 사회적 통합의 기능을 담당한 것으로 평가되고 있다.

따라서 본 논문에서는 사회와 시대를 표현한 판소리의 음향학적 특징을 분석하기 위해 판소리 다섯 마당을 대상으로 음성신호 분석 기술을 적용한 상관성 추출 연구를 수행하였다. 이를 위해 판소리 다섯 마당에 대한 스펙트로그램, 피치, 안정도 및 강도 분석을 실험하였다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 판소리 다섯 마당에 대한 소리꾼과 장소가 모두 달랐지만 스펙트로그램은 기본 16,000Hz에서 소리가 열릴 때는 19,000Hz까지 동일하게 표현되는 것으로 나타났으며 피치 변화 폭이 크고 소리가 안정적이면서 음성 에너지의 크기가 크게 나타나는 유의성을 보였다. 결과적으로 판소리는 청중들에게 집중과 흥미를 지속적으로 유지시키면서 이야기를 풀어가는 특징을 잘 반영하기 위해 목소리의 파동 및 성대 떨림의 변화 폭이 크고 안정적이며 음성 에너지가 큰 소리로 표현하고 있는 것으로 분석된다.

References

[1] Dong Hyun Choi, *Pansori Story*, Indong Publishing Co.,

pp.44-49, 1999.

[2] Yun Jeong Jang, "A Study on the Pansori Guidance Plan of Topic Including," *The Society of Study for Korean Music Education*, The 3rd Regular General Meeting and Conference Seminar, pp.129~149, 2009.

[3] Pansori Society, *World of Pansori*, Literature & Intelligence Publishing Co., 2000.

[4] Gi Hyeong Kim, "The Correlation between Pansori and Changguk," *Journal of Pansori Society*, Vol31, pp.123-146, 2011.

[5] Jong Mun Seo, "Shin-Jae Hyo and modern Pansori," *Journal of Pansori Society*, Vol31, pp.5-22, 2011.

[6] Dong Hyun Choi, *Pansori Tutorials*, Minsokwon Publishing Co., 2009.

[7] Hye Jeong Kim, *Pansori Musicology*, Minsokwon Publishing Co., 2009.

[8] Do Heung Ko, *Speech and Language Analysis Instruments Use Method*, Hankook Munhwasa, 2001.

[9] Dong Uk Cho, Bong Hyun Kim, "An Analysis of Preference for Korean Pop Music By Applying Acoustic Signal Analysis Techniques," *Journal of Korea Information and Communications Society*, Vol19 No3, pp.211-220, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3745/KIPSTD.2012.19D.3.211>

[10] Byeong Gon Yang, *Theory and Reality of Voice Analysis Using Praat*, Mansu Publishing Co., 2003.

[11] Do Heung Ko, "A Study of Extracting Acoustic Parameters for Individual Speakers," *Journal of Korean Society of Speech Sciences*, 2003.

[12] Ok Ran Jeong, "Speech Overall Evaluation," *Journal of Korean Society of Laryngology Phoniatrics Logopedics*, 1994.

김 현 숙(Hyun Sook Kim)

[정회원]



- 1973년 3월 ~ 1977년 2월 : 청주대학교 (음악학사)
- 1977년 3월 ~ 1979년 8월 : 연세대학교 (음악교육학석사)
- 1994년 3월 ~ 1996년 2월 : 폴란드 쇼팽 국립음악원 석사과정 수료
- 1996년 3월 ~ 1998년 2월 : 불가리아 소피아 국립음악원 박사과정
- 1984년 3월 ~ 현재 : 협성대학교 피아노과 교수

<관심분야>

음악교육, 사회적 기업, 재능 나눔