꽹과리의 배음구조와 주법에 의한 음색변화 연구

†김 영 민, ††김 준

요 약

사물놀이 악기 중 하나인 꽹과리는 특유의 음색과 주법에 의해 리듬을 주도하는 역할을 한다. 타격의 위치와 세기등 주법에 의해 달라지는 음색의 변화는 꽹과리가 가지는 중요한 특징이다. 본 연구는 꽹과리의 피지컬 모델링 합성을 위한 분석 단계중 기본적인 배음의 구조와 주법에 의해 생성되는 다양한 음색을 결정짓는 요소에 대해 연구한다.

A Study on Harmonic Structure and Timbre of Kkwaenggwari

†Youngmin Kim, ††Jun Kim

Abstract

Kkwaenggwari which is representative of samulnori has unique tone and playing style. So it takes a lead in rhythm. Also it is being modulation of timbre by playing style which are give a blow and good sense. It is main characteristic of kkwaenggwari. This study has been studying fundamental of partial for kkwaenggwari's physical modeling which is phase of analysis and conclusive factor of timbre which is creation by playing style.

Key words : 꽹과리(Kkwaenggwari), 음색분석(sound analysis), 국악 타악기(Korean percussion), 소리 합성(sound synthesis)

● 교신저자 : 김 준, 주소 : 서울시 중구 필동3가 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 Tel : 02)2260-3264, E-mail : music@dongguk.edu
접수일 : 2010년 5월 31일, 심사일 : 2010년 7월 12일, 완료일 : 2010년 7월 26일
†동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과(eyelisten@dongguk.edu), ††동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과(music@dongguk.edu)
● 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0000312).

I. 서론

1.1 연구 목적

국악의 종류 중 가장 서민적이며 일반적으로 많이 보급되어진 음악은 사물놀이이다. 사물놀이는 징, 꽹과리, 북, 장구로 구성되며 다양한 리듬의 변화에 따라 음악적 표현이 발전되는 이 음악은 공연 예술 분야의 한 장르로서 우리나라 국민들에게 흥과 기쁨을 안겨주었다. 본 연구는 이러한 사물놀이를 구성하는 악기들 중 중심이 되어 리듬을 이끌어 나가는 꽹과리의 배음과 주법에 따라 변화하는 음색을 분석한다. 또한 국악 타악기의 피지컬 모델링 합성(physical modelling synthesis)을 시도하고 새로운 가상악기 인터페이스를 제작하기 위한 발전 방향을 제시한다.

꽹과리는 소금(小金)으로 불리기도 하며 방짜유기 방식으로 만들어진 타악기이다.[1] 방짜유기란 구리 16량에 주석 4량을 섞은 후 섭씨1200도 내지 1300도에 달궈서 만드는 방식을 말한다. 합금 비율은 과학적 근거에 의해서 결정 되었다기보다는 전통적인 수공 제작의 경험에 의하여 정해졌다.[2] 이러한 방식으로 만들어진 전통 타악기는 꽹과리와 징이 있다.

두 개 이상의 재료로 제작되어진 꽹과리는 각 재료들의 특징이 강하게 나타남과 동시에 서로 영향을 끼쳐 흥미로운 음색을 만들어 낸다.

또한 꽹과리는 다른 사물놀이 악기에 비하여 다양한 주법을 가지고 있는데 막는 기법(mute)을 통해 표현되는 주법의 종류가 상당히 많다. 본 연구에서는 막는 기법으로 연주 했을 때 생성되는 꽹과리의 다양한 특징을 찾아낸다.

1.2 연구 방법

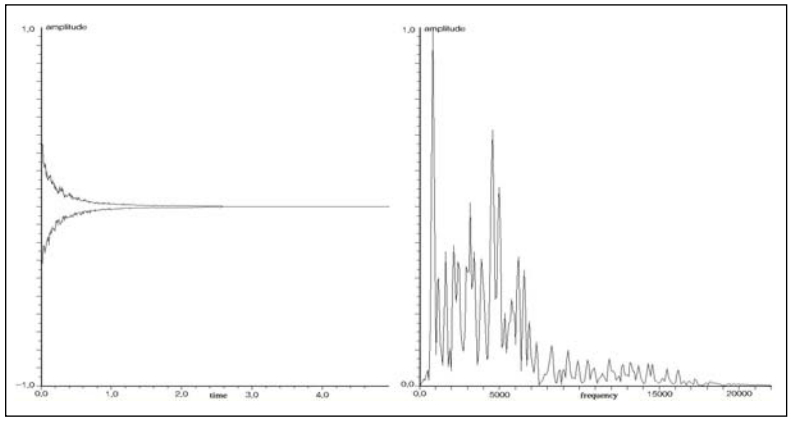
FFT분석 방식으로 연구하였으며 윈도우 타입은 hanning으로 적용하였고, 윈도우 사이즈는 다양한 변수를 측정하기 위해 512~16,384 범위에서 비교 분석하였다. 그리고 정확한 음색 분석을 위해 노이즈가 다량으로 포함된 어택(attack)과 디케이(decay)를 제외한 나머지 부분을 분석샘플로 취하였으며, 객관적이고 일반적인 결과를 얻기 위해 세 종류의 꽹과리를 비교 분석하였다.

II. 꽹과리의 음색 분석

2.1 꽹과리의 음색 구조

1) 염영하, "한국전통기술의 국제화에 관한 연구.-청동기 분야", 한국과학재단, p.247, 1995
2) 서도식, "造形", 서울대학교 미술대학, p.99, 1996

사물놀이에서 꽹과리의 경우 일반 타악기의 표현방식과 동일하게 음의 길이와 리듬의 변화, 그리고 세기 등을 이용한 다양한 주법의 변화를 통해 여러 가지 음악적 표현을 가능하게 한다. 또한 꽹과리는 다른 사물놀이 악기와는 다르게 음고를 가지고 있어 더욱 음악적 표현을 넓게 할 수 있다. [그림 1]의 좌측 그림은 시간영역에서의 꽹과리의 파형으로 X축은 시간(time), Y축은 음량 값(amplitude)이다. [그림 1]의 오른쪽 그림은 꽹과리의 스펙트럼으로 X축은 주파수(frequency)이고 Y축은 음량 값이다. 대략적인 특징을 살펴보면 일반적인 타악기의 경우 전음역대에 노이즈로 보이는 불규칙한 배음으로 구성되지만 꽹과리는 음고를 표현 할 수 있는 자연배음을 상당수 가지고 있다. 특히 6,000Hz 이하에서는 자연 배음의 모습이 두드러지게 나타나고 있으며 6,000Hz 이상에서는 노이즈로 구성되어 있다.



[그림 1] 시간영역에서의 꽹과리 파형(좌)과 주파수 영역에서의 FFT 스펙트럼(우)

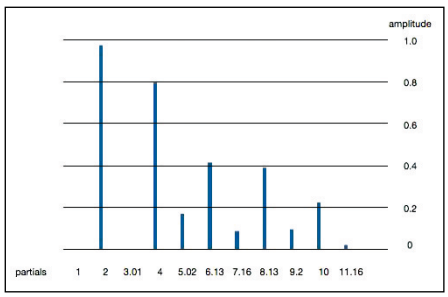
2.2 꽹과리의 배음렬

꽹과리는 두 개의 재료를 이용한 방짜유기 방식으로 제작한다. 이러한 제작 방법은 흥미로운 배음 구조를 발생시켜 꽹과리의 음색에 많은 영향을 끼친다. 일반적으로 많은 악기들은 단일 배음렬을 가진다. 하지만 꽹과리는 두 개 이상의 배음렬을 가지고 있다. [그림 2]와 [그림 3]은 꽹과리에 나타나는 배음렬의 음량 값을 나타낸 표이다. 두 개의 배음렬은 기본 주파수가 낮은 순서대로 배음렬 i ,배음렬 ii 로 이름을 붙였다. X축은 1에서 11까지의 배음을, Y축은 0~1까지의 음량 값을 나타낸 것이다.

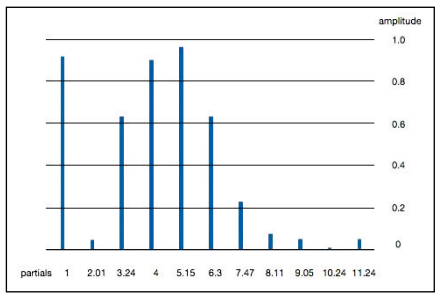
배음렬 i 은 231Hz를 기본 주파수로 가지며 평균률을 기준하여 B♭3에 해당하는 음고를 가지고 있다. 특징을 살펴보면 제1배음과 제3배음의 음량은 굉장히 작은 음량 값을 가지고 있으며 제2배음의 음량 값이 가장 높게 나타났다.

배음렬 ii 는 285Hz를 기본 주파수로 가지며 평균률을 기준하여 D4에 해당하는 음고를 가지고 있다. 특징을 살펴보면 제2배음의 음량 값이 다른 배음들에 비하여 작은 음량 값을 가지고 있으며 제4배음과 제5배음은 제1배음의 음량 값과 비슷한 크기의 음량을 가지고 있다. 상대적으로 배음렬 i 보다 높은 주파수 대역

에서 큰 음량 값을 가지고 있으며, 두 배음렬의 주파수 범위가 전반적으로 높아서 꽹과리의 음고는 다른 타악기에 비하여 높은 음고를 가지게 된다.



[그림 2] 배음렬 i -231Hz(B♭3)



[그림 3] 배음렬 ii -285Hz(D4)

또한 꽹과리와 같이 방짜유기 방식의 제조법을 가진 징에서도 다수의 배음렬을 가지는 현상이 발생한다. 차이점이 있다면 징은 꽹과리에 비해 낮은 주파수 대역에서 기본 주파수를 가지고 있으며 꽹과리의 배음렬에 비해 훨씬 자연배음의 비율과 특징을 잘 갖추고 있다.[3] 이러한 차이점을 이용하여 징은 저음역의 악기로써 다른 사물놀이 악기들을 받쳐주는 역할을 하며, 꽹과리는 고음역을 담당하게 되어 리듬을 이끌어가는 중심 악기로써 사용이 된다.

Ⅲ. 막는 기법(mute)에 의한 음색 변화

3.1 꽹과리 주법의 기초인 막는 기법

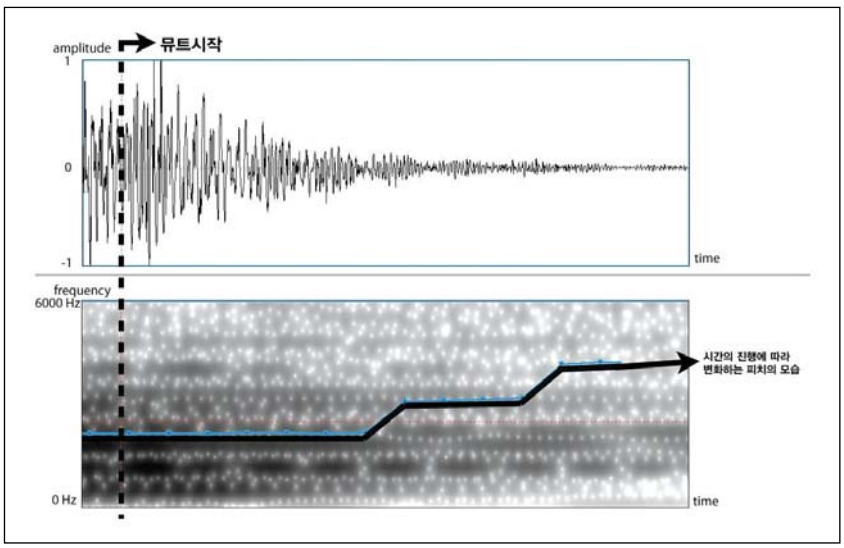
꽹과리는 다른 사물놀이 악기들에 비해 많은 주법을 가지고 있다. 그리고 이러한 주법에 의해 다양한 음색을 발생시키게 되는데, 주목해야 하는 부분은, 이러한 주법의 대부분은 연주자의 왼쪽 손을 꽹과리 면을 막아서 연주하는 막는 기법을 기초로 하고 있다는 것이다. 그렇기 때문에 꽹과리의 음색을 연구하는데 있어 막는 기법으로 연주할 때 변화하는 배음과 스펙트럼 상에서의 여러 가지 변화 요소들에 대해서 반드시 연구가 이루어져야 한다.

3.2 시간의 흐름에 따른 배음의 변화

막는 기법으로 연주 할 때 연주자가 왼쪽 손에 가하는 힘의 세기에 의해 막는 기법이 실행되는 시간의 길이는 달라진다. 그리고 막는 기법을 실행하는 시간의 길고 짧음에 의해 음색의 변화도 다양해진다. [그림

3) 조원주, "징의 배음 구조와 맥놀이 현상에 관한 연구", 한국공학예술학회 p.25, 2009

4]는 막는 기법이 실행될 때 보여지는 시간 영역에서의 모습과 변화되는 배음들의 모습을 스펙트로그램으로 보여주는 것이다. 특히 아래 스펙트로그램에서 점점 위로 올라가는 선은 시간의 흐름에 따라 변화하는 피치의 모습이다. 이러한 현상이 발생하는 이유를 알아보기 위해 시간의 흐름에 따라 스펙트럼을 분석하였다.

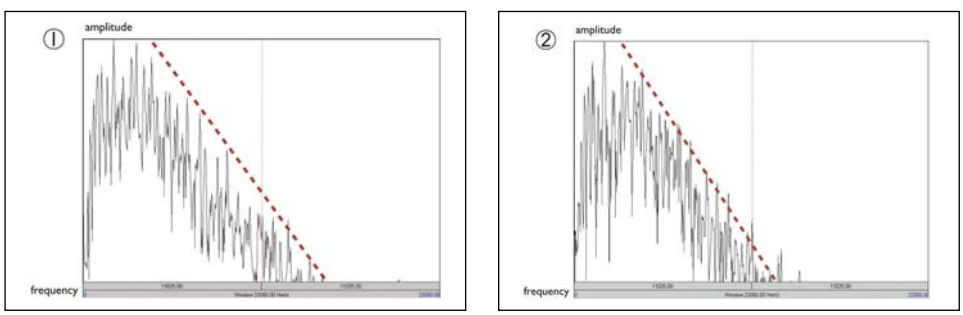


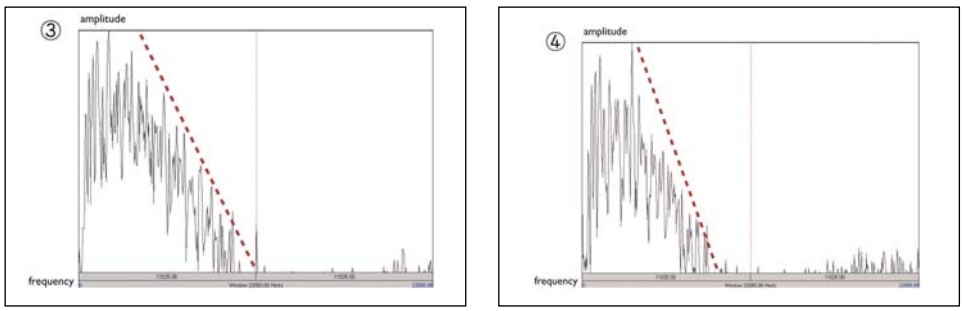
[그림 4] 막는 기법으로 연주시 꽹과리의 파형(위)과 시간의 흐름에 따른 스펙트로그램(아래)

3.2.1 노이즈 성향을 가지는 고음역 배음들의 필터링

꽹과리는 타격을 가했을 때 고음부분에서 노이즈가 많이 생성된다. 이러한 노이즈와 고음의 배음렬 i , ii 에 의해 고음을 띄는 음색을 가지게 된다.

하지만 고음의 노이즈는 꽹과리의 막는 기법으로 연주하게 되면 변화를 일으킨다. [그림 5]는 꽹과리를 치고 난 후에 막는 기법을 실행하는 과정에서 나타나는 스펙트럼이다. 0.02초 간격으로 관찰한 모습으로 스펙트럼상에서 특이한 변화를 찾아낼 수 있다.





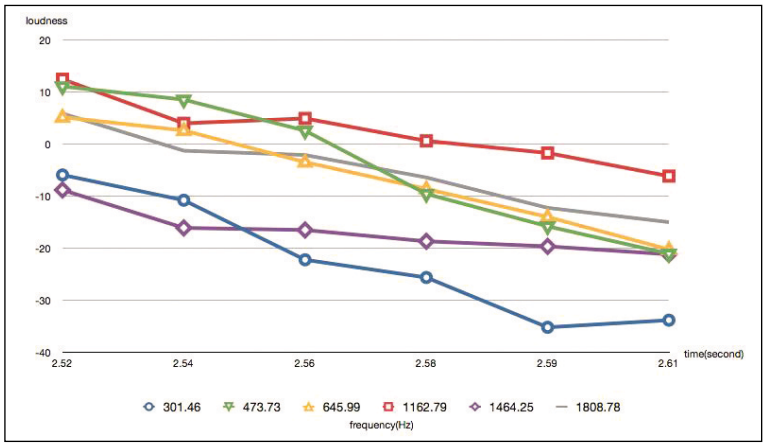
[그림 5] 막는 기법으로 연주시 시간의 흐름에 따른 고음역 배음의 필터링 현상

[그림 5]의 그래프 안에서 점선의 움직임을 살펴보면 완만한 각도가 점점 가파르게 변하는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 고음의 노이즈가 필터링(filtering) 되어 점점 사라지고 있음을 말하며, 필터링 되는 주파수 대역도 저음역대로 움직이고 있음을 말한다. 발생하는 배음 중에서 6000~10000Hz 사이의 노이즈는 시간이 흐르면서 급격한 속도로 필터링 되어 에너지를 잃어 소멸하고 있으며 5000Hz 이하의 배음들은 에너지의 소멸 속도가 고배음에 비해 느린것을 볼 수 있다. 이러한 필터링에 의해 꽹과리는 고음의 성향을 잃게 되어 둔탁한 소리로 변하게 된다.

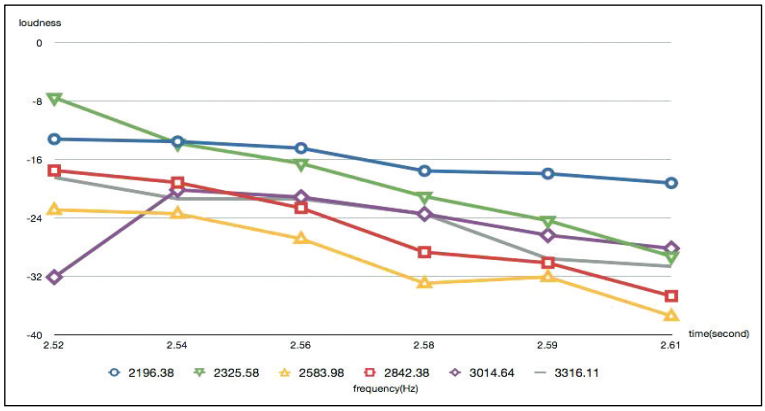
이러한 필터링은 꽹과리를 막는 주법으로 연주할 때 발생하는 음고 변화에는 영향을 끼치지 못하며 꽹과리가 활발한 진동을 하지 못해 생성되는 현상으로 볼 수 있다.

3.2.2 막는 기법에 의한 배음들의 음량 값 변화

막는 기법으로 연주 할 경우 배음들의 음량 값은 시간의 흐름에 따라 변화 한다. 여기서 흥미로운 것은 모든 배음들이 동일한 형태로 음량 값이 변화하고 있지 않다는 것이다.



[그림 6] 막는 기법으로 연주시 시간의 흐름에 따른 저음역 배음들의 음량 값 변화



[그림 7] 막는 기법으로 연주시 시간의 흐름에 따른 고음역 배음들의 음량 값 변화

[그림 6]은 저음역인 0~2000Hz 사이의 배음들을, [그림 7]은 고음역에 해당하는 2000~4000Hz 사이에 존재하는 배음들의 시간별 음량 변화를 비교한 것이다. X축은 시간을 나타낸 것이고 Y축은 음량 값을 나타낸 것이다. 특징을 살펴보면 저음역의 경우 음량 값이 급격하게 감소하고 있고 있음을 볼 수 있다. 막는 기법으로 연주하지 않을 경우 저음역 배음들은 상당히 큰 음량 값을 가지고 있다. 하지만 막는 기법으로 연주 했을 때 음량 값이 상당히 많은 비율로 줄어들고 있다. [그림 6]을 보면 평균적으로 20~30dB 정도 감소하고 있다. 그에 비해 고음역의 경우는 저음역의 배음 보다 훨씬 완만하게 음량 값이 감소하고 있다. 막는 기법으로 연주하지 않을 경우 고음역 배음들은 저음역 배음들 보다는 작은 음량 값을 가지고 있지만 막는 기법으로 연주하면 저음에 비해 적은 비율로 줄어들고 있음을 볼 수 있다. [그림 7]을 보면 평균적으로 10~20dB 정도 감쇠 하고 있음을 확인 할 수 있다.

위에서 언급한 두 가지 특징. 고음역의 필터링과 배음들의 시간별 음량 변화는 꽹과리의 주법, 특히 막는 기법으로 연주 할 경우 발생하는 흥미로운 특징이다. 하지만 3.2의 [그림 2]에서 보여 주고 있는 음고의 변화에는 직접적인 영향을 끼치지는 못한다.

Ⅲ. 결론 및 문제점

본 연구는 사물놀이의 구성 악기 중 하나인 꽹과리의 배음과 주법에 의한 음색 변화에 관한 연구로서 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 꽹과리는 두 개 이상의 배음렬을 가지고 있다. 꽹과리는 재료의 종류가 두 가지 이상인 방짜유기 방식으로 제작되고 있으며, 재료들의 개수가 배음렬의 개수에 영향을 끼치고 있다. 이러한 특징은 동일한 방짜유기 방식으로 제작되어지는 징에도 같은 현상을 일으키고 있다. 두 개 이상의 배음렬의 존재는 단일 배음렬 악기에 비해 배음의 개수가 많이 존재하고 있으며 그 결과 풍부한 음향이 만들어 진다.[4)]

둘째, 꽹과리 주법의 변화를 주기 위한 막는 기법으로 연주 했을 경우 6000~10000Hz 사이의 고음역 배

음에 필터링이 일어난다. 이러한 필터링은 고음역대에 위치하고 있는 많은 노이즈를 빠른 시간 안에 소멸시켜 소리를 둔탁하게 만든다.

셋째, 막는 기법으로 연주 할 경우 0~2000Hz 사이에 존재하는 배음들의 음량 값은 2000~4000Hz 사이에 존재하는 배음들의 음량 값 보다 급격히 줄어든다. 이러한 현상을 통해 시간이 흐를수록 2000~4000Hz 사이의 배음들의 음량 값이 상대적으로 오래 지속되어 꽹과리의 음고가 올라가는 듯하게 들리게 된다.

넷째, 막는 기법으로 연주 할 경우 시간의 흐름에 따른 음고의 변화는 위의 둘째와 셋째 결론에 비추어 봤을 때 물리적으로 일어나는 음고의 변화로 볼 수 없으며 배음들의 음량 값 변화에 의해 일어나는 상대적인 현상으로 볼 수 있다. 시간이 흐를수록 저음역의 배음들에 비해 상대적으로 고음역의 배음들이 오래 지속되고 있어 인간이 듣기에 고음역의 배음들이 오래 더 잘 들린다. 이러한 이유로 인해 음고가 올라가는 듯이 들리지만 물리적으로 기초음이 소멸되지 않고 여전히 다른 배음에 비해서는 큰 음량 값을 가지고 있어 음고의 변화는 일어나지 않는다.

마지막으로 본 연구를 진행 하는데 있어 가장 큰 어려움은 무수히 많은 불규칙한 배음들의 존재이다. 두 가지 이상의 배음렬이 서로 영향을 끼쳐 맥놀이[5]를 발생 시키고 이러한 현상을 통해 불규칙한 배음들이 생성되었기 때문이다.[6] 더 깊은 연구를 통해 맥놀이 현상에 의해 생성되는 배음에 대한 연구가 지속되어 본 연구의 목표인 피지컬 모델링을 실현 하는데 있어 더욱 가까이 갈 수 있기를 기대한다.

참고문헌

[1] Bradski, G., Kaehler, A. "Tuning, Timbre, Spectrum, Scale" (Springer, 1998)
[2] Beauchamp, J. "Analysis, Synthesis, and Perception of Musical Sounds" (Springer, 2006)
[3] Pierce, J. "The Science of Musical Sound" (W.H Freeman and Company New York, 1992)
[4] Rossing, T. "Science of Percussion Instruments" (World Scientific, 2000)
[5] Rossing, T. " The Science of Sound" (Addison Wesley, 2001)
[6] Road, C. "Micro Sound" (The MIT Press, 2004)
[7] Road, C. "The Computer Music Tutorial" (The MIT Press, 1996)
[8] Rossing, T., Morrison. A "Acoustics of percussion instruments " (Northern Illinois University)
[9] 염영하, “한국전통기술의 국제화에 관한 연구.-청동기 분야” (한국과학재단,1995)
[10] 서도식, “造形”, (서울대학교 미술대학, 1996)
[11] 조원주, “징의 배음 구조와 맥놀이 현상에 관한 연구” (한국공학예술학회, 2009)

4) 조원주, “징의 배음 구조와 맥놀이 현상에 관한 연구”, 한국공학예술학회 p.25, 2009
5) 주파수가 비슷한 두 파동의 간섭에 의해 두 주파수 차이만큼 주파수 폭이 일정한 주기로 변하는 것. http://en.wikipedia.org/wiki/Beat_(acoustics)
6) 조원주, “징의 배음 구조와 맥놀이 현상에 관한 연구”, 한국공학예술학회 p.26, 2009