

국악 피리의 규격화

Standardization of the Peelee

이 성 수*
(Sungsoo Lee*)

*서원대학교 정보통신공학과

(접수일자: 2001년 5월 31일; 채택일자: 2001년 7월 23일)

악학궤범에 명시된 삼분손익법에 따라 음향학적으로 해석한 진동수비와 음정관계를 현행 국악에서 연주되고 있는 황중음 269 Hz에 맞추어 12음율의 진동수를 계산하였고, 계산된 각 율음의 진동수의 음을 취법의 기교없이 쉽게 낼 수 있는 규격화된 피리를 제작하였다. 규격화된 피리를 자연스럽게 연주한 결과 표준진동수에 잘 일치하였다.

핵심용어: 음악 음향학, 피리, 삼분손익법, 피리의 규격화, 12음율, 국악 음계

투고분야: 음악음향 및 음향심리 분야 (8.1)

The pitch of Korean musical scales and intervals were calculated with the method of a One Third More and Less, that described at the AchakKueBum. In this study, the standardized Peelee have been made and its sound frequencies were measured. The measured sound frequencies uniformly played agree well with the Korean musical scales.

Keywords: Musical acoustics, Peelee, One-third more and less, Standardization of Peelee, 12 notes, Korean musical scales

ASK subject classification: Musical acoustic and psychoacoustics (8.1)

1. 서론

피리는 국악 연주에서 대금과 함께 주선율을 담당하며 종류로는 세(細)피리, 향(鄕)피리, 당(唐)피리가 있다. 해장죽으로 만드는 세피리와 향피리는 우리나라 전래의 악기이며, 오죽으로 만드는 당피리는 고려때 당으로부터 당악이 들어올 때 함께 들어온 것으로 아악(雅樂) 연주용으로 사용되고 있다. 죽관악기인 피리는 8개의 지공을 갖는 음관과 서(舌)로 이루어져 있는데 평소에는 서와 음관을 분리 보관하고 연주시에 서를 음관에 끼워 연주한다. 서는 해장죽의 외피를 제거한 내피로 만들며 더

블리드(double reed)의 발전부이다.

그런데 피리의 제작은 기본적인 틀이 수치적으로 정량화되지 못하고 손마디와 같은 신체부위로 지공의 간격, 크기, 음관의 굵기 등이 모호하게 전해지고 있어서 기본적인 악률이 흐트러지게 하는 원인이 되고 있다. 또, 자연산인 대나무의 굵기가 동일한 경우가 많지 않아 필연적으로 악기의 변형이 초래되고 있다. 실제로 기존피리는 지공의 위치를 거의 등간격으로 뚫어 제작되고 있어서 순정률음계[1]의 음을 취법의 조절없이 일정하게 불었을 때 정확한 음을 연주하기가 쉽지 않다. 이런 이유로 능숙한 연주로 음계에 맞는 음을 내기 위해서는 오랜 시일의 연습이 필요하며 서를 꽃아 놓히는 정도, 서를 무는 방법, 취기의 강도 등이 연주자마다 서로 다르게 습관화되고, 일반인이 국악연주에 쉽게 접근할 수 없는 장애가

책임저자: 이성수 (sogog@hanmir.com)
360-742 충북 청주시 흥덕구 모충동 231
서원대학교 정보통신공학과
(전화: 043-299-8770; 팩스: 043-261-8248)

되고 있다. 따라서 피리의 규격화를 통하여 서양악기처럼 취법의 조절없이 일정하게 입김을 불었을 때 지공의 조율만으로도 정확한 음계의 음을 낼 수 있도록 할 필요성이 대두된다.

이미 고려시대부터 흐트러진 악률을 바로 잡고자 세종대왕은 박연선생의 건의를 받아들여 12울관을 만들고, 이로써 12음울을 정비하였다. 국악의 정비는 계속되어 성종 24년에 아, 당, 향악을 집대성한 악학궤범을 편찬함으로써 완성을 보게 된다. 악학궤범에 의하면 황해도 해주산 거서(검은 기장) 중치 100알의 길이로 황종척(黃鍾尺)을 만들고 그의 9/10 길이의 황종울관을 만들어 삼분손익법(三分損益法)에 따라 12울관[2]을 만든다 했다. 이렇게 만들어진 12울관의 한쪽을 왼손바닥에 대고 폐관을 만들어 오른손으로 잡고 입김을 불어서 나는 소리를 12음울로 정하게 된다. 후대의 재현성을 위해 자연물인 거서를 황종척의 기준으로 정한다고는 했으나 곡식인 거서의 재배법 및 지역, 시대적인 변화를 감안할 때 이제 와서 곡식을 기준으로 황종척을 재현할 수는 없는 실정이다. 이러한 문제로 국립국악원에서는 1990년 12월 24일에 국악의 황종음을 기준으로 정하고, 성균관과 문묘에 소장된 편경과 편종의 연주음을 측정하여 기본진동수 259 Hz를 황종음의 높이로 공표하였다. 그러나 대금이나 피리의 실제 연주음을 바탕으로 실측한 결과를 보면 269 Hz를 황종음[3]의 기본진동수로 현재 국악계에서 연주되고 있다. 즉, 259 Hz의 황종음은 형식적인 발표일 뿐 실제 국악계에서는 주로 269 Hz의 황종음을 기준으로 현대 정악이 연주되고 있으며 음악이란 시대에 따라 음높이가 변할 수 있고, 그 시대인의 취향에 맞아야 하며, player pitch가 있으므로 지금에 와서 틀이 잡힌 음악의 악률을 과거의 기본음에 맞추는 것은 억지가 있다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 기존피리를 음향학적 관점에서 12음울에 맞추어 규격화하여 일반인도 일정한 취법으로 지공의 조율법만으로 연주가 용이하도록 하는데 목적이 있다.

II. 피리의 구조

2.1. 피리의 구조

피리는 음관과 서의 두 부분으로 구별된다. 서는 해장죽의 내피부로 만들며 더블리드이며 연주시에 음관에 꽂아서 사용한다. 음관에는 각 피리마다 8개의 지공이 있는데 세피리와 향피리는 제1지공이 뒤(後孔)에 있고 당피리는 제2공이 뒤에 있다. 세피리와 향피리는 음관이 비교적 가늘기 때문에 지공이 타원형이고 당피리의 지공은 원형이다. 기존 피리의 규격은 표 1에 주었다. 여기서 지공 사이의 거리는 지공의 중심에서 중심까지가 아니고 지공의 끝에서 최단 끝까지의 길이이다. 피리의 규격이 각기 차이가 있으므로 어느 피리를 기존피리로 할 것인가 하는 문제가 대두된다. 이에 본 연구에서는 현재 피리정악의 대가이며 중요무형문화재 제46호인 J씨가 이전에 사용한 피리를 기존피리의 규격으로 선택하였다.

2.1.1. 음관

관악기가 대부분 그렇듯이 피리의 유효음관의 길이는 서의 끝에서부터 열려진 지공의 최상단 부분까지이므로 지공의 첫 번째 여는 위치와 서의 끝까지의 길이에 따라 피리가 내는 기본음의 높이도 달라지게 된다. 즉, 음관은 기주를 형성시키는 기능이 있기 때문에 서에서 발생하는 퓨리에 스펙트럼 nW , ($n=1,2,3 \dots$)의 1차 기준진동(mode) W_1 이 기주의 1차 기준진동 W_1 에 유사한 작용을 가할 때 서의 $2W_1$, $3W_1, \dots$ 인 고차 기준진동과 기주의 고차 기준진동 W_2 , W_3, \dots 등이 공명하여 서의 배음을 음관이 보강하게 된다.

A. H. Benade[4]에 의하면 위의 조건을 만족시키는 음관은 정점으로부터 측정된 거리 x 인 곳의 단면적이 x^ϵ (ϵ :양의 지수)의 관계를 갖는 Bessel 혼 중에서 $\epsilon=0$ 과 $\epsilon=2$ 인 음관 뿐이다. 피리는 마침 $\epsilon=0$ 인 원통형 음관이기 때문에 악기로서의 음관조건을 만족시킨다고 볼 수 있다.

완전 원통형인 리드(reed) 악기의 배음구조는 일종의

표 1. 기존피리의 규격
Table 1. A scales of current Playing Peelee.

	서길이	서외쪽	관내경	관외경	지공 장반경	지공 단반경	관두와 1공거리	관두와 2공거리	2-3 공거리	3-4 공거리	4-5 공거리	5-6 공거리	6-7 공거리	7-8 공거리	음관과 관단	음관 장차
세피리	67.9	11.6	4.8	9.0	5.2	4.0	23.6	57.8	21.5	19.6	17.6	18.5	17.6	14.8	30.9	234.7
향피리	75.7	15.5	6.5	11.8	5.7	4.9	25.1	61.9	22.2	21.2	19.8	19.3	16.8	17.0	33.4	251.5
당피리	74.2	15.5	10.1	16.6	6.2	6.2	56.0	69.8	23.0	20.4	15.7	15.9	16.3	15.1	36.1	241.9

폐관진동으로 간주할 수 있으므로 기본진동의 3배음, 5배음 등 홀수 배음이 발생해야 할 것이다. 즉, n차 진동모드에 대응하는 진동수는 다음과 같은 구조를 가질 것이 예상된다. $W_n = \frac{\pi C}{2l}(2n-1)$, $n=1,2,3, \dots$ 여기서 C는 관내 음속이며, l은 음관의 유효길이이다. 그러나 서가 진동할 때 강한 기류가 흐르기 때문에 이상적으로 한 쪽이 완전히 밀폐된 폐관으로 간주할 수 없다. 실제 측정에서도 약하기는 하지만 2, 4, 6--의 배음도 함께 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 따라서 피리의 기주진동은 기본적으로 폐관적인 진동모드를 고려할 수 있으나 개관적인 요소를 무시할 수 없는 복합적인 구조로 이해할 수 있다. 즉, 실제의 피리는 길이가 짧기는 하지만 길이에 비하여 음관의 내직경이 작으므로 1차원적 기주진동 약기로 볼 수 있으며 n차 진동모드의 진동수는 다음과 같이 표현된다.

$$W_n = \frac{n\pi C}{2l} \quad (1)$$

여기서 n은 자연수이며, l은 관구보정치[5]를 포함한 음관의 유효길이이다. 공명을 일으키는 실제의 기주길이와 음관의 길이차이를 관구보정치라 하는데 엄밀히는 음관의 두께와 재질에도 의존하지만 일반적으로 0.3D로 주어진다. D는 음관의 안쪽 직경이다.

2.1.2. 지공

지공은 악기에서 기주의 길이를 변화시켜 음계에 맞는 기준진동모드를 형성시킨다. 다지공계에 대한 임피던스 이론[6]에 의하면 악기의 모든 음에서 기준진동모드 사이에 정수배의 관계가 성립해야 한다. 즉, 배음들 사이에는 하모닉(harmonics)이 성립해야 한다. 그러나 지공의 부적당한 크기와 무분별한 배열은 관구보정치에도 큰 영향을 미치며 공명을 일으키게 하는 조건을 만족시키지 않는다.

지공의 간격은 음계의 기본진동수와 관련있게 정해져야 하며 지공의 크기도 적절하게 만들어져야 할 것이다. 서양악기에서 지공의 크기를 결정하는 방법이 연구되어 있기는 하지만 국악 피리는 음관이 짧고 두께가 비교적 얇으며 순정률음계용 악기이기 때문에 단순히 서양악기에 맞추어진 방법에 따라 지공의 크기를 결정할 수는 없다. 그러므로 오랜 경험에 의하여 고정된 지공의 크기를 그대로 이용하는 것이 오히려 무방하다고 판단되며 실제로도 그러하다.

2.1.3. 서

서는 피리의 한쪽 끝을 막는 역할, 즉 서의 끝부분 근처에 기주진동의 마디가 되게 하며 음관기주에 일정한 주기의 작용이 가해지도록 하는 발진기 역할을 한다.

서의 진동은 처음에 두 개의 리드가 약간 벌어진 상태로 있다가 입김을 불면 곧바로 닫히고 다시 리드의 탄성에 의하여 열리면서 공기가 들어가고 다시 닫히고 하면서 진동을 하게 된다. 이러한 과정이 반복되면서 음관내에 압력이 주기적으로 변동하여 기주의 공명진동을 유발시켜 음이 발생하게 된다. 서의 공명 각진동수는 다음 식과 같은 표현될 것으로 예상된다.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{R_m^2}{2m^2}} \quad (2)$$

여기서 m_n 은 서의 진동부분 유효질량이며, k는 서의 탄성계수이고, R_m 은 입술에 의한 역학적 저항이다. 실제로 피리를 연주할 때 저음역일수록 입술로 서를 세게 물어 R_m 이 커지게 하는데 식 (2)의 이러한 사실과 잘 부합된다. 그리고 실험적으로 확인한 바에 의하면 서는 음관의 연장으로 해석할 수 있다. 그러므로 원래 지공에 의해 결정되는 음관의 길이에 서의 길이를 더하여 음관의 유효 길이를 주어야 한다.

2.2. 국악의 음율

악학궤범에 의하면 국악의 음계는 황종울관을 기준으로 삼분손일(三分損一)과 삼분익일(三分益一)을 반복적으로 시켜 12음율을 낼 수 있는 율관을 만든다 했다. 삼분손일이란 1/3의 길이를 제거하는 것이고, 삼분익일이란 1/3의 길이를 더하는 것을 의미한다. 즉, 황종울관의 길이를 L이라 할 때 삼분손일을 적용하면 (2/3)L의 임종울관, 임종울관에 삼분익일을 하여 (8/9)L의 태주율관, 태주율관에 삼분손일을 하여 (16/27)L의 남려율관, 남려율관에 삼분익일을 하여 (64/81)L의 고선율관, 고선율관에 삼분손일을 하여 (128/243)L의 웅종율관, 웅종율관에 삼분익일을 하여 (512/729)L의 유빈율관, 그런데 유빈율관을 삼분손일하면 황종율관의 반길이 보다도 작아지기 때문에 다시 2배 길이인 (2048/2187)L을 대려율관으로 정하고, 대려율관에 삼분손일을 하여 (2/3)(2048/2187)L의 이척율관, 이척율관에 삼분익일을 하여 (8/9)(2048/2187)L의 협종율관, 협종율관에 삼분손일을 하여 (16/27)(2048/2187)L의 무역율관, 무역율관에 삼분익일을 하여 (128/243)(2048/2187)L의 중려율관이 만들어지며 중려율관에 삼분손일을 하면 황

표 2. 국악 음계

Table 2. Korean musical scales.

음명	진동수비	259Hz기준	269Hz기준	기명	대수치	음정차	센트
황종	1	259.0	269.0	궁	0	51.2	204
대려	2187/2048	276.6	287.3	상	51.2		
태주	9/8	291.4	302.6			각	102.3
협종	(9/8)(2187/2048)	311.2	323.2	(각)			
고선	81/64	327.8	340.5			73.8	294
중려	(81/64)(2187/2048)	350.0	363.6	치	176.1		
유빈	729/512	368.8	383.0			51.1	204
임종	3/2	388.5	403.5	우	227.2		
이척	(3/2)(2187/2048)	414.9	430.9			73.7	294
남려	27/16	437.1	453.9	궁	301.0		
무역	(27/16)(2187/2048)	466.7	484.7				
응종	243/128	491.7	510.7				
청황종	2	518.0	538.0				

종울관의 (1/2)L인 청황종 울관이 만들어져 한 옥타브 (octave) 내에 12음울관이 완성된다. 이들 울관을 한쪽을 막고 불어서 나는 소리를 12음울이라 한다. 폐관공명의 기본진동식으로부터 계산된 각 울음의 진동수비와 국악 원에서 발표한 황종음 259 Hz를 기준으로 계산한 각 울음의 진동수, 현행 국악에서 연주되고 있는 269 Hz를 기준으로 계산한 각 울음의 진동수, 각 울음의 대수치 및 음정차를 표 2에 주었다.

표 2에서 대수치란 사람의 음감에 맞추어 정의된 값으로 $1000 \times \log$ (진동수비)로 주어진다. 황종음을 기준으로 5음 음계의 음정관계를 살피는데 편리한 정의로서 대수치의 차가 곧 음정차라고 볼 수 있다. 5음 음계는 12울음 중에서 진동수비가 간단한 황종, 태주, 고선, 임종, 남려를 택하여 각각 궁(宮), 상(商), 각(角), 치(徵),

우(羽)라 이름을 붙여 만든 것이다. 5음 음에 대한 음정차를 맞추어 보면 연주곡의 음정이 기본구조에서 얼마나 변화되어 있는가를 알 수 있다. 표 2에 주어진 센트 (cent)는 서양의 옥타브 이론[7]에서 주어지는 것으로 한 옥타브를 1200센트로 정의한 것이다. 즉, $3986 \times \log$ (진동수비)로 정의되며, 한 음계의 진동수에 대한 인접한 높은 음계의 진동수비를 구하여 센트를 계산할 수 있고, 이는 서양악에서 음정 (interval)이라고 부르는 진동수비를 음감에 맞추어 정의한 것이라고 볼 수 있다. 센트는 다른 구조의 음계와 비교할 때 적절히 이용될 수 있다.

음악이 협화 (harmony)에 있어서 진동수비가 1:2일 때 옥타브 또는 완전8도라 하고, 진동수비가 2:3일 때 완전5도라 하며, 진동수비가 3:4일 때 완전4도라 하고 이들 조합으로 이루어진 음계를 순정률 (純正律) 음계라 한다. 국

표 3. 피리의 음역과 표준진동수 및 음정에 맞춘 측정진동수

Table 3. Sound range of the Peelee and standard frequencies and measured frequencies which are controlled by blow (단위: Hz).

조율법	세 피리			합 피리			말 피리		
	음명	표준 진동수	측정 진동수	음명	표준 진동수	측정 진동수	음명	표준 진동수	측정 진동수
xxxxxxx	배임종	242.4	232.3	배중려	215.5	219.3	황종	269.0	264.1
xxxxxxx0	배남려	272.7	262.9	배임종	242.4	242.6	태주	302.6	288.4
xxxxx00	배무역	287.3	238.8	배남려	272.7	270.1	협종	323.2	316.4
xxxx0x0	황종	323.2	314.5	배무역	287.3	291.2	중려	363.6	348.3
xxxx00x0	태주	363.6	346.7	황종	323.2	321.5	임종	403.5	382.3
xxx00x0	고선	409.0	380.5	태주	363.6	357.3	남려	453.9	427.9
xx000x0	중려	430.9	420.8	중려	430.9	435.1	무역	484.7	464.0
x0x000x0	임종	484.7	469.2	임종	484.7	479.4	청황종	538.0	517.0
00x000x0 (당 0xx000x0)	남려	545.3	525.3	남려	545.3	530.3	청태주	605.3	575.2
00x000x0 (역취)	무역	574.5	562.3	무역	574.5	573.8	청협종	646.3	

표 4. 자연스럽게 연주한 기준피리의 측정진동수
Table 4. Measured frequencies by playing with uniformly blow (단위: Hz).

	세피리			향피리			당피리				
	K	P	J	K	P	J	K	P	J		
배임종	234.3	228.6	231.8	배중려	219.0	213.1	211.9	황중	271.8	266.0	268.4
배남려	259.5	253.8	255.0	배임종	240.7	235.8	232.6	태주	299.5	292.9	293.2
배무역	282.2	274.2	272.0	배남려	261.5	256.3	252.3	협중	319.3	317.8	324.8
황중	307.0	296.6	299.7	배무역	280.0	273.7	273.2	중려	358.0	349.4	363.6
태주	335.3	322.9	327.3	황중	305.0	300.8	300.2	임중	388.8	385.4	403.0
고선	367.8	353.2	360.8	태주	333.2	325.4	326.8	남려	433.3	425.6	457.8
중려	397.8	386.9	399.5	중려	389.3	381.8	384.0	무역	468.0	458.8	531.3
임중	452.8	446.6	451.7	임중	424.8	422.6	429.3	청황중	520.7	520.0	548.1
남려	544.0	524.8	539.3	남려	506.7	512.5	519.1	청태주	570.5	565.4	596.3
무역	595.0	554.3	580.4	무역	533.4	542.6	568.3	청협중	617.5	610.3	640.6

악의 12음음은 삼분손익법에 의하여 만들어진 율관의 폐관공명음으로 나타나므로 삼분손익일 때의 진동수비가 2:3이며, 삼분익일 때의 진동수비가 3:4이므로 국악은 순정률음계에 기본을 두고 있다고 할 수 있다.

III. 측정 및 피리의 규격화

세피리, 향피리, 당피리의 진동수를 측정하기 위하여 20m³의 무향실에서 연주자와 1m 거리를 유지하여 녹음하였다. 다시 녹음된 음을 재생시켜 오실로스코프의 상이 안정된 순간의 진동수를 진동수 측정기로 측정하였다.

표 1에 주어진 기준피리를 J씨가 자신의 취법대로 음정에 맞게 연주한 각 음음의 진동수는 표 3과 같다. 표 3을 보면 먼저 조율법과 표준음을 통하여 각 피리의 음역이 다를 수 있다. 그리고 당피리는 황중음이 269 Hz이지만 세피리와 향피리는 황중음이 323 Hz로 주어지고 있다. 이는 기준피리의 연주에 기초하여 세피리, 향피리의 연주가 협중음을 황중으로 치켜잡아 연주되고 있다고 보고 삼분손익법에 따라 계산된 값이다. 실제로 대금에 대한 연구에서도 이런 현상은 이미 지적되고 있다. 표

3의 연주음을 보면 향피리와당피리는 표준음에 잘 근사하지만 세피리는 대체로 낮은 진동수로 연주되고 있다. 즉, 향피리와 당피리는 황중음을 269 Hz로 기준을 잡은 표준음에 잘 일치하며, 세피리는 황중음을 259 Hz에 기준을 잡은 표준진동수에 잘 일치되는 연주가 이루어지고 있음을 보여준다. 그러나 본 연구에서는 현행 연주음을 중시하여 황중음의 기준진동수를 269 Hz에 맞추어 피리의 규격화를 하고자 함은 이미 밝힌 바 있다.

피리를 규격화함에 있어 항상 자연산인 대나무로 음관을 만들면 동일한 음관 조건으로 제작할 수 없는 점을 감안하여 기준피리와 동일한 동관피리를 제작하여 지공의 위치만을 바꾸는 방법으로 접근하였다. 표 4는 동관피리를 자연스러운 입김으로 즉, 조율법만으로 J씨, P씨, K씨가 불어서 나는 소리의 측정진동수를 준 것이다.

표 4를 보면 취법을 구사하지 않으면 표준음과 세피리는 20~30 Hz, 향피리의 경우는 10~20 Hz 정도의 큰 차이가 나는 것을 알 수 있다. 또 개인적인 취법이나 입김의 정도가 달라서 아무리 자연스러운 입김으로 연주를 할지라도 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 피리의 구조적인 문제로서 아무리 음관이나 서를 규격화할지라도 입으로 서를 물고 연주해야 하기 때문에 연주자의 개인적인 차이

표 5. 규격화된 피리
Table 5. Standardized Peelee (단위: cm).

	서길이	서외폭	관내경	관외경	지공상단경	지공단단경	관두의 1공거리	관두의 2공거리	2-3공거리	3-4공거리	4-5공거리	5-6공거리	6-7공거리	7-8공거리	8공과 관단	음관 전장
규격화 세피리	67.9	11.6	4.8	9.0	5.2	4.0	17.7	43.7	19.4	12.8	12.1	25.4	23.8	12.7	46.1	232.4
규격화 향피리	75.7	15.5	6.5	11.8	5.7	4.9	14.1	37.8	19.8	21.9	23.1	24.3	7.9	26.2	44.3	245.2
규격화 당피리	74.2	15.5	10.1	16.6	6.2	6.2	42.8	62.4	30.1	12.2	20.5	14.1	22.5	9.6	43.9	239.1

표 6. 규격화된 피리의 연주음

Table 6. Playing sound frequencies of standardized Peelee (단위: Hz).

	규격화 세피리					규격화 향피리					규격화 당피리			
	동관			죽관		동관			죽관		동관			죽관
	K	P	J	평균		K	P	J	평균		K	P	J	평균
배임종	238.7	233.0	226.8	236.0	배중려	224.5	219.4	218.8	214.8	황중	273.3	269.0	267.4	270.8
배남려	270.3	264.8	256.8	270.3	배임종	252.0	248.3	241.8	243.3	태주	304.8	301.0	297.2	298.7
배무역	288.5	279.6	280.4	291.5	배남려	280.4	276.0	271.0	272.6	협종	323.6	321.8	320.7	312.8
황중	320.7	322.4	312.4	328.2	배무역	296.5	290.3	288.0	290.4	중려	368.0	362.0	358.0	347.8
태주	355.3	359.7	345.0	364.4	황중	328.3	322.7	319.9	324.9	임종	401.4	397.4	391.8	379.2
고선	384.7	391.0	375.8	397.3	태주	363.6	358.9	352.8	359.7	남려	445.6	436.0	437.8	412.8
중려	418.0	427.0	405.0	431.2	중려	430.0	429.0	416.8	426.2	무역	471.0	472.7	471.8	437.5
임종	453.7	474.0	453.3	468.4	임종	475.3	475.1	464.8	469.8	청황중	529.3	534.3	516.0	494.0
남려	503.8	529.7	504.0	515.1	남려	515.0	527.6	513.8	515.0	청태주	587.0	587.8	558.4	540.0
무역	542.0	568.8	533.0	554.1	무역	554.0	574.2	544.0	551.0	청협종	630.3	629.7	618.9	589.7

를 극복하기가 어렵다는 것을 의미한다. 고음부에서는 더욱 센 입김으로 불어야 하기 때문에 그 차이는 더 심해진다.

표 5에 식 (1)에 따라 계산된 규격화된 피리의 규격을 주었다. 서는 기존피리의 서를 그대로 사용하기로 했으며 음관의 지공 위치만을 계산된 값대로 변화시킨 규격화된 피리의 연주음의 진동수를 표 6에 주었다.

표 6을 보면 규격화된 동관피리나 규격화된 죽관피리나 모두 자연스럽게 연주하더라도 표준음에 잘 일치함을 알 수 있다. 진동수에 따라 다르기는 하지만 대체로 사람이 그 변화폭을 느낄 수 있는 최소의 음정인 13센트를 벗어난다든가, 개인적인 차이를 다소 보어는 정도는 충분히 어느 정도의 연습으로 쉽게 극복될 수 있으리라고 생각된다. 이로서 일반인도 규격화된 피리를 사용하면 특별한 취법을 따로 습득하지 않아도 쉽게 피리연주를 할 수 있으리라고 생각된다.

IV. 결론

기존 세피리, 향피리, 당피리의 연주음을 분석하여 피리가 황중음 269 Hz에 맞추어 연주되고 있음을 확인하고, 기존피리와 동일한 동관피리를 제작하여 자연스러운 입김으로 연주한 결과 개인적인 차이가 크게 나타나며 연주자에 따라 전래되는 피리의 구조적인 결함을 극복하고 제 음정을 내기위해 독자적으로 타당한 취법으로 연주하고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 이유로 일반인이 국악 관악기인 피리에 용이하게 접근할 수 없다고 보고 피

리를 폐관진동모드로 진동하는 악기로 간주하여 자공의 위치를 국악의 순정률음계에 맞춘 규격화된 피리를 동관과 죽관으로 만들었다. 규격화된 피리를 자연스러운 입김으로 불어 연주한 음을 측정된 결과 국악 음율의 음정에 잘 일치하는 것을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

1. 박홍수, "국악 음계의 사적인 연구," 성균관대학교 논문집 제11집, pp. 501, 1966.
2. 악학취법, 서문, 권지 1-9 장.
3. 박홍수, "국악의 기본음의 절대고도에 관한 연구," 도량형과 국악논총, 대방문화사, pp. 389, 1980.
4. A. H. Benade, "On woodwind instrument bores," *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 31, 1959
5. N. Subrahmanyam and Brij Lal, A textbook of sound, Vikas publishing house PVT LTD, Chap. 7, 1980.
6. A. H. Benade, "On the mathematical theory of woodwind finger holes," *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 32, 1960.
7. J. Backus, The Acoustical Foundations of Music, Great Britain, London, pp. 292, 1970.

저자 약력

• 이 성 수 (Sungsoo Lee)



1983년 2월 25일: 성균관대학교 대학원 물리학과 (응용물리학)
 1989년 2월 25일: 이화박사 학위 수여 (응용물리학 전공)
 1984년 3월~1989년 2월: 성균관대학교 물리학과 강사
 1989년 3월~1994년 2월: 제주대학교 물리학과, 물리광학과 강사
 1994년 3월~1998년 2월: 김재천 특허법률사무소 근무

1998년 3월~현재: 서원대학교 정보통신공학과 강사
 * 주관심분야: 음악음향학, 초음파, 물리음향