

# 거문고와 가야금, 어쿠스틱 기타의 배음구조에 따른 색청 연구

<sup>†</sup>고수진, <sup>††</sup>김준

## 요약

본 연구에서는 우리나라의 뜯는 현악기인 거문고와 가야금의 음색을 서양 악기인 어쿠스틱 기타 음색과 비교하여 분석하고, 각 악기의 음색적 특징을 찾아 그것을 색청(color-hearing)에 대입해 보았다. 거문고, 가야금, 기타 모두 뜯는 현악기로 진보라(dark-violet)색을 주로 띠고 있으며, 배음들이 음량이 큰 가야금이 가장 밝은 색청을 가지고 있고, 거문고와 어쿠스틱 기타가 비슷한 밝기의 색청을 가지고 있다.

## A Study on Color Hearing of Geomungo, Gayageum and Acoustic Guitar Based on Harmonics Structure

<sup>†</sup>Sujin Ko, <sup>††</sup>Jun Kim

---

● 교신저자 : 고수진, 주소 : 서울시 서초구 방배로9길 23 백석예술대학교 실용음악과, Tel : 02)520-0659, E-mail : [takeluck@hanmail.net](mailto:takeluck@hanmail.net)

접수일 : 2012년 5월31일, 심사일 : 2012년 7월15일, 완료일 : 2012년 7월28일

<sup>†</sup>백석예술대학 실용음악과([takeluck@hanmail.net](mailto:takeluck@hanmail.net)), <sup>††</sup>동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과([music@dongguk.edu](mailto:music@dongguk.edu))

## Abstract

The tone color of geomungo and gayageum which are the plucked string instruments of Korea was compared with that of acoustic guitar, the western musical instrument in this study. It was analyzed and the tone color features of the musical instrument were found and they were substituted into the color-hearing. Geomungo, gayageum and guitar, they are all plucked string instruments which are mainly charged with dark-violet and gayageum is the brightest as it has the biggest harmonics in terms of contrast, geomungo and guitar have similar brightness.

**Key words** : kayagum(가야금), kumungo(거문고), acoustic guitar(어쿠스틱 기타), sound analysis(음색분석), Korean plucked string(국악 뜯는 현악기), color-hearing(색청), synaesthesia(공감각)

## I. 서론

### 1. 연구 목적

가야금과 거문고는 우리나라의 대표적인 뜯는 현악기이다. 가야금은 중국의 악기를 참고하여 만들어진 하였지만 철저히 우리나라화한 악기이고 현재는 25현 등 새로운 방법으로 다양하게 개량이 시도되고 있다. 거문고는 다른 나라에서 볼 수 없는 우리나라만의 악기이다. 이 두 악기는 서양의 기타나 하프와 비견될 수 있다. 본 연구에서는 한국 악기 가야금, 거문고와 서양 악기인 어쿠스틱 기타의 음색을 비교해보고, 그에 따른 색청(Color-hearing)을 각각의 기본주파수와 배음을 중심으로 유추해보도록 한다.

### 2. 연구 방법

Fast Fourier Transform 분석 방식으로 연구하였으며 윈도우 타입은 Hanning으로 적용하였다. 샘플은 객관적이고 일반적인 결과를 얻기 위하여 각 악기를 연주하여 직접 소리파일로 녹음하여 편집하여 사용하였다. 비교를 쉽게 하기 위하여 거문고와 가야금은 Eb(橫), Bb(琳), Eb(橫), Bb(琳)을 샘플로 사용하였고, 어쿠스틱 기타는 음역의 문제로 한옥타브 위인 Eb2, Bb2, Eb3, Bb3을 샘플로 사용하여 FFT를 분석하였다. 배음분석으로 나타나는 음량이 높은 배음들이 떠는 색을 토대로, 각 악기의 음들이 나타내는 공감각적 색청을 비교해보았다.

## II. 색청(Color+Hearing)의 공감각적 연구

서양에서는 공감각(synaesthesia)에 대한 연구가 오랫동안 이어져 왔는데, 그 중 특히 색청에 대한 연구가 주된 관심 대상이었다. 색청이란 어떤 음을 들으면, 음에 수반해 색채적인 직관이 나타나는 반응을 말한다. 예를 들면 C음을 들으면 빨간 색이 연상되는 것을 말한다. 색청은 공감각의 일종으로 일반적으로 청각과 시각의 반응적 미분화에 의한 것으로 짐작된다. 주로 과거의 경험에 의해 알게 되고, 특별한 이유없이 색이나 음이 연상되기도 한다.

많은 학자들이 색청에 대하여 다양한 연구를 하였는데, 다음의 표로 정리하였다.

[표 1] 음과 색에 관계에 대한 학설 비교<sup>1)</sup>

음	학자	페르시아	미즐러 (1739)	카스텔 (1742)	크루거 (1743)	율러 (1760)	르페부르 (1789)	수드르 (1862)	비숍 (1893)	스크리아빈 (1911)
C		blue-black	red	blue	red	purple	blue	red	red	red
C#				Celadon (blue-green)					orange-red	purple
D		violet	orange	green	golden-yellow	red	green	orange	orange	yellow
D#				olive-green					yellow-orange	flesh
E		yellow	yellow	yellow	sulfur-yellow	orange	red	yellow	green-gold/yellow	sky blue
F		black	green	apricot (yellow-orange)	green	yellow	indigo	green	yellow-green	deep red
F#				orange					green	bright blue/violet
G		bright blue	blue	red	skyblue	green	yellow	blue	green-blue	orange
G#				crimson					blue	violet
A		green	indigo	violet	purple	blue	orange	indigo	violet-blue	green
A#				agate					violet	rose/steel
B		rose	violet	indigo	violet	violet	violet	violet	violet-red	blue

표를 보면 알 수 있듯이 주로 무지개 색에 대입시킨 학자들이 많았다. 아드리안 버나드 클레인 (A.B.Klein)은 그의 저서 'Coloured Light : An Art Medium'(1937)에서 다음의 표와 같이 나타냈다.

1) 고수진, “음과 음정에 따른 색청 연구”, 2003 한국디지털미디어협회학술세미나, 2003

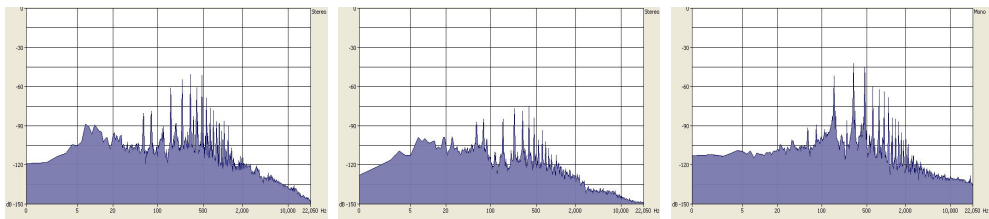
[표 2] A.B.Klein의 음의 진동과 빛의 파장에 따른 비율<sup>2)</sup>

초당 진동수		빛의 파장(nm)		C(Red)와의 비율
C	256	Red(Barely Visible)	736	1:1
C#	273	Red	690	15:16
D	288	Red-orange	652.8	8:9
D#	307	Orange	613.0	5:6
E	320	Yellow	589.0	4:5
F	341	Yellow-green	552	3:4
F#	352	Green	535.2	8:11
G	384	Blue-green	490.6	2:3
G#	410	Blue	460	5:8
A	427	Blue-violet	441.6	3:5
A#	448	Violet	420.4	4:7
B	480	Dark violet	392	8:15
C	512	Invisible	368	1:2

III. 가야금, 거문고와 어쿠스틱 기타의 음색 분석 및 비교

1. 거문고, 가야금의 E♭(横) vs 어쿠스틱 기타의 E♭2

다음은 거문고와 가야금의 E♭(横)과 어쿠스틱 기타의 E♭2을 비교하였다.



<거문고>

<가야금>

<기타>

[그림 1] E♭(横)과 E♭2 음의 배음분석

먼저 거문고의, 귀로 들리는 음고(pitch)는 약 80Hz의 E♭을 연주하고 있지만 구성하고 있는 배음들

2) A.B.Klein, “Coloured Light : An Art Medium”, London: Crosby Lockwood & Son,, 1937

(partials)은 다른 양상을 나타낸다. 먼저 159.82Hz가 네번째 음량 순위를 갖고 나타나고 있으나, 구성되는 배음들은 159.82Hz의 한 옥타브 아래인 약 80Hz의 배음들로 구성되어 있다. 80Hz의 세번째 배음인 약 240Hz의 배음이 두 개가 올리고, 네번째 배음인 319.97Hz가 가장 큰 음량으로 올리고 있다. 다섯번째 배음은 음량이 작았고, 여섯번째 배음인 480.46Hz가 두번째로 크게 올리고 있다. 표3에 따른 색청은 음이 E♭임에도 불구하고, dark-violet계열을 띠고 있다. E♭이 나타내는 yellow도 약간 나타난다.

가야금을 보면, 기본주파수는 77Hz이나 음량이 매우 작다. 구성된 배음들이 올려 기본주파수가 들리는 구조이다. 다섯번째 배음인 387.6Hz가 가장 음량이 크다. 색은 dark-violet, orange, blue-green 등 다양하게 나타나고 있다.

기타는 실제로 들리는 소리는 155.78Hz이고 두번째 배음이 음량이 가장 크다. 주로 orange를 띠고 dark-violet도 약간 가지고 있다.

[표 3] 거문고, 가야금의 E♭(徵)과 어쿠스틱 기타의 E♭2의 배음구조와 색청

거문고			가야금			어쿠스틱 기타		
주파수(Hz)	음량순위	색	주파수(Hz)	음량순위	색	주파수(Hz)	음량순위	색
159.82Hz	4	yellow	231.82Hz	2	dark-violet	155.78Hz	3	orange
239.22Hz	5	dark-violet	309.88Hz	3	orange	312.23Hz	1	orange
239.56Hz	3	dark-violet	387.60Hz	1	blue-green	468.01Hz	2	dark-violet
319.97Hz	1	yellow	465.66Hz	4	dark-violet	624.13Hz	5	orange
480.46Hz	2	dark-violet	623.79Hz	5	orange	936.69Hz	4	orange

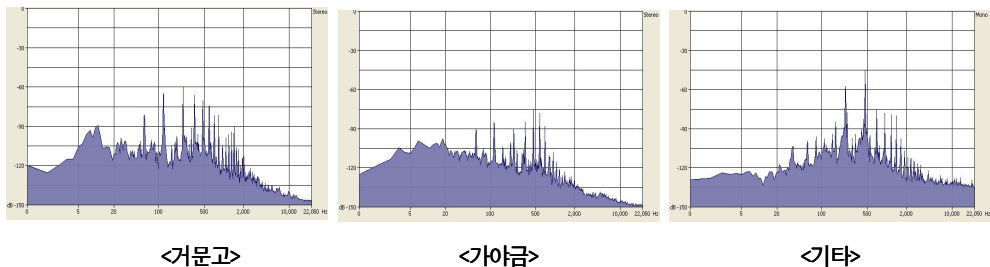
E♭의 음정을 갖고 있기 때문에 dark-violet 이외에 가야금과 어쿠스틱 기타는 orange가 나타나고 있다. 거문고도 비슷한 색인 yellow가 나타나고 있다. 가야금의 E♭(徵)과 기타의 E♭2가 비슷하다고 볼 수 있다.

## 2. 거문고, 가야금의 B♭(羽) vs 어쿠스틱 기타의 B♭2

다음은 거문고와 가야금의 B♭(羽)과 어쿠스틱 기타의 B♭2를 비교하였다.

거문고는 들리는 음정은 약 120Hz의 기본주파수이고 그에 따라 배음이 구성된다. 기본음은 음량이 네번째로 크고, 세번째 배음인 357.65Hz가 제일 음량이 크다. 각 배음들이 dark-violet을 주로 나타내고 있고 green도 간혹 나타난다.

가야금을 보면, 실제로 들리는 약 115Hz가 기본 주파수로 잡혀 있으나 음량 역시 작다. 네번째 배음인 약 460Hz 대역 배음이 음량이 크다. dark-violet, yellow-green, red-orange 등 다양한 색을 나타내고 있다.



[그림 2] Bb (♭)과 Bb2 음의 배음분석

어쿠스틱 기타를 살펴보면, 232.83Hz와 234.51Hz가 기본 주파수를 담당하고 있고, 세번째 배음인 467.67Hz가 음량이 가장 크다. 표4에 따른 색청은 주로 dark-violet을 나타내고 있고, 고배음 영역에서 green을 나타내고 있다.

위의 음에서도 dark-violet이 거문고, 가야금, 어쿠스틱 기타 모두 강하게 나타나며, 거문고와 어쿠스틱 기타는 green이 나타나고 가야금은 비슷한 색인 yellow-green이 나타난다. 표2의 A.B.Klein의 표에서 보면 Bb은 violet을 나타내고 있음을 보아, 음고를 나타내는 색이 dark-violet인데, 그 외로 특이하게 green이 추가로 나타나고 있다.

[표 4] 거문고, 가야금의 Bb (♭)과 어쿠스틱 기타의 Bb2의 배음구조와 색청

거문고			가야금			어쿠스틱 기타		
주파수(Hz)	음량순위	색	주파수(Hz)	음량순위	색	주파수(Hz)	음량순위	색
119.27Hz	4	dark-violet	347.90Hz	3	yellow-green	232.83Hz	3	dark-violet
238.38Hz	2	dark-violet	462.96Hz	1	dark-violet	234.51Hz	2	dark-violet
357.65Hz	1	green	466.66Hz	5	dark-violet	467.67Hz	1	dark-violet
477.77Hz	3	dark-violet	580.05Hz	2	red-orange	701.17Hz	4	green
715.98Hz	5	green	696.46Hz	4	yellow-green	1403.70Hz	5	green

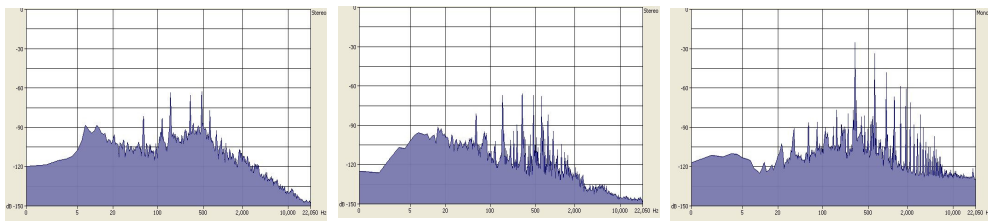
3. 거문고, 가야금의 Eb (E-flat) vs 어쿠스틱 기타의 Eb3

세번째로 거문고와 가야금의 Eb (E-flat)과 어쿠스틱 기타의 Eb3을 비교하였다.

거문고를 보면, 들리는 음은 158.47Hz로 기본음으로 음량이 제일 크며, 세번째 배음인 약 480Hz가 두개의 배음으로 구성되어 음량이 가장 크다. 표 5에 따른 색청은 주로 yellow를 나타내고 있으며 배음 중에 dark-violet도 약간 나타내고 있다.

가야금은 실제로 들리는 음은 기본 주파수 155.11hz이다. 두번째 배음인 약 320hz 대역에 큰 음량의 배음이 2개가 있다. 네번째 배음인 623.12Hz가 가장 음량이 크다. 표 5에 따른 색청은 주로 orange

를 나타내고 있고 dark-violet도 약간 나타난다.



<거문고>

<가야금>

<기타>

[그림 3] E $\flat$ (横)과 E $\flat$ 3 음의 배음분석

어쿠스틱 기타를 보면, 기본주파수는 314.25Hz와 315.26Hz가 담당하고 있고, 실제 들리는 소리와 일치한다. 기본주파수 음량이 가장 크고 두번째 배음이 그 다음으로 크다. 표 5에 따른 색청은 주로 yellow를 나타낸다.

[표 5] 거문고, 가야금의 E $\flat$ (横)과 어쿠스틱 기타의 E $\flat$ 3의 배음구조와 색청

거문고			가야금			어쿠스틱 기타		
주파수(Hz)	음량순위	색	주파수(Hz)	음량순위	색	주파수(Hz)	음량순위	색
158.47Hz	1	yellow	155.11Hz	3	orange	314.25Hz	3	yellow
317.95Hz	3	yellow	308.37Hz	2	orange	315.26Hz	1	yellow
475.08Hz	5	dark-violet	311.08Hz	5	orange	630.18Hz	2	yellow
477.10Hz	2	dark-violet	464.98Hz	4	dark-violet	945.11Hz	4	yellow
635.90Hz	4	yellow	623.12Hz	1	orange	1893.20Hz	5	dark-violet

E $\flat$ (横)과 E $\flat$ 3에서도 dark-violet이 나타나고 있으며, 거문고와 어쿠스틱 기타에서는 yellow가 강하게 나타나고 있고, 가야금도 그와 비슷한 색인 orange가 강하게 나타나고 있다. yellow와 orange는 음고가 E $\flat$ 이기 때문에 강하게 나타나는 것으로 보인다.

#### 4. 거문고, 가야금의 B $\flat$ (ㄹ) vs 어쿠스틱 기타의 B $\flat$ 3

네번째로 거문고와 가야금의 B $\flat$ (ㄹ)과 어쿠스틱 기타의 B $\flat$ 을 비교하였다.

거문고는 앞의 음들과 마찬가지로 기본주파수는 237.54Hz인데 음량이 가장 크고 앞의 음들과 다르게 두번째 배음인 약 480Hz에 음량이 큰 배음들이 몰려 있다. 세번째 배음이 3번째로 큰 음량으로 나타나고 있다. 표 6에 따른 색청은 주로 dark-violet을 나타내고 있고, 세번째 배음이 green을 나타난

가야금을 살펴보면 실제로 들리는 음고인 기본주파수는 231.15Hz이고 기본주파수 대역에 두개의 배음이 있지만 음량이 크지는 않다. 세번째 배음인 695.48Hz, 697.47Hz가 특히 음량이 크다. dark-violet과 yellow-green이 나타나고 있다.



[그림 4] B♭(ㄹ)과 B♭3 음 배음분석

[표 6] 거문고, 가야금의 B♭(ㄹ)과 어쿠스틱 기타의 B♭3의 배음구조와 색청

거문고			가야금			어쿠스틱 기타		
주파수(Hz)	음량순위	색	주파수(Hz)	음량순위	색	주파수(Hz)	음량순위	색
237.54Hz	1	dark-violet	231.15Hz	5	dark-violet	467.34Hz	1	dark-violet
473.06Hz	4	dark-violet	231.82Hz	4	dark-violet	935.35Hz	2	dark-violet
475.75Hz	2	dark-violet	463.30Hz	3	dark-violet	1403.40Hz	3	green
483.82Hz	5	dark-violet	695.48Hz	1	yellow-green	1870.40Hz	5	dark-violet
715.31Hz	3	green	697.47Hz	2	yellow-green	2807.40Hz	4	dark-violet

#### IV. 결론



한국의 악기인 거문고, 가야금과 서양 악기인 어쿠스틱 기타의 배음을 분석하여 색에 대입해 본 결과는 다음과 같다.

[표 7] 각 악기의 음정별 최고음량배음, 공통색 및 그 외에 나타나는 색

악기	음정	최고음량배음	공통색	그 외의 색
거문고	E b (横)	제 3배음	dark-violet	yellow
	B b (琳)	제 3배음		green
	E b (横)	제 3배음		yellow
	B b (琳)	제 3배음		green
가야금	E b (横)	제 5배음		orange
	B b (琳)	제 4배음		yellow-green
	E b (横)	제 4배음		orange
	B b (琳)	제 3배음		yellow-green
기타	E b 2	제 2배음		orange
	B b 2	제 2배음		green
	E b 3	기본주파수		yellow
	B b 3	기본주파수		green

거문고의 음색 및 색청 분석을 정리하면, B b 높은 음을 제외하고 나머지 음들이 공통적으로 세번째 배음이 음량이 특히 높았다. 4가지 모든 음들이 dark-violet을 가지고 있었고, E b 음은 yellow, B b 음은 green을 조금 나타낸다.

가야금의 음색 및 색청 분석을 정리하면, E b (横)는 다섯번째 배음, B b (琳)와 E b (横)는 네번째 배음, B b (琳)는 세번째 배음 등 기본주파수보다 배음들이 음량이 훨씬 커서 거문고보다 음색이 밝았다. dark-violet을 띄고는 있지만 거문고만큼 많이 나타나지는 않고, E b 은 orange, B b 은 yellow-green을 나타내고 있다.

어쿠스틱 기타의 음색 및 색청 분석을 정리하면, E b 2, B b 2는 두번째 배음이 음량이 가장 크고, E b 3, B b 3는 기본주파수가 음량이 가장 컸다. 가야금보다 음색이 더 어둡다. 역시 dark-violet을 모든 음들에서 포함하고 있고, E b 2는 orange, E b 3는 yellow, B b 2, B b 3는 green을 포함하고 있다. 거문고, 가야금, 어쿠스틱 기타의 음색을 소리로 들어볼 때, 가야금이 밝았고, 거문고와 어쿠스틱 기타가 비슷하게 어두운 음색을 가지고 있었는데, 연구 결과에 따르면, 어두운 음색의 거문고와 어쿠스틱 기타가 dark-violet를 띠는 배음들이 많았고, 가야금은 상대적으로 다른 색을 띠는 배음들이 많았다. 그리고 악기의 음색을 나타내는 dark-violet 이외에도 악기의 음고를 나타내는 E b 의 yellow, orange가 나타났고, B b 에서는 표 2의 A.B.Klein의 표에서 말하는 dark-violet 이외에도 green이 공통적으로 나

타났다.

결과적으로 뜯는 현악기는 공통적으로 dark-violet을 주로 나타내고 있고, 가야금이 가장 밝고, 거문고와 어쿠스틱 기타가 비슷한 밝기를 가진 것으로 볼 수 있다.

본 연구를 진행하면서, 색청의 정의가 내려진 특정 계이름이 있을 때 모든 악기들이 그 계이름에 따른 색청만을 느끼는 것이 아니라는 것을 발견하였다. 악기의 음색은 결코 단순하지 않으며, 음을 구성하고 있는 여러 배음들과 그것의 음량들의 차이에 따라 전혀 다른 색을 나타낼 수 있다는 것을 알 수 있다. 또 뜯는 현악기는 활로 연주하는 악기나 관악기, 건반악기, 타악기들보다 상대적으로 음색이 어둡고 작은 편인데, 본 연구에서 dark-violet으로 결론이 도출된 것을 보면서 악기들 마다 분명 나타내고 있는 색이 있음을 느낄 수 있다.

본 논문의 연구는 하나의 가설이며 앞으로 이 연구를 확대하여 다양한 국악기들의 한국적인 공감각적 색청을 연구해 보려 한다.

## 참고문헌

- [1] Bradski, G., Kaehler, A. "Tuning, Timbre, Spectrum, Scale" (Springer, 1998)
- [2] Pierce, J. "The Science of Musical Sound" (W.H Freeman and Company New York, 1992)
- [3] Rossing, T. "The Science of Sound" (Addison Wesley, 2001)
- [4] Road, C. "The Computer Music Tutorial" (The MIT Press, 1996)
- [5] A.B.Klein, "Coloured Light : An Art Medium", (Crosby Lockwood & Son,, 1937)
- [6] John Powell, 장호연 역, "과학으로 풀어보는 음악의 비밀"(뮤진트리, 2012)
- [7] 김해숙 외, "전통음악개론"(어울림, 1999)
- [8] 음악세계 편집부, "음악의 지각과 인지 1"(음악세계, 2005)
- [9] 고수진, "사물놀이 악기와 한국 오방정색의 색청적 연구" (한국공학예술학회, 2011)
- [10] 고수진, "음과 음정에 따른 색청 연구"(한국디지털미디어협회, 2003)
- [11] 장사익, "최신 국악총론"(세광음악출판사, 1985)