



“음과 음정에 따른 색청연구”에 대한 분석

1. 공감각(Synesthesia)이란 무엇인가?

1-1

- : 감각영역(感官領域)의 자극으로 하나의 감각이 다른 영역의 감각을 불러일으키는 현상.
- : 어떤 자극에 의하여 일어나는 감각이 동시에 다른 영역의 감각을 일으키는 일 즉 다른 양상의 감각간에 상호 영향이 생기는 것을 공감각이란 한다.

1-2

- : 고대 학자들도 공감각에 대해 큰 관심 (특히 소리와 색)

- 1) 기원전 350년경, 아리스토텔레스(Aristoteles, BC 384~BC322)는 색의 조화는 소리의 조화와 비슷하다고 주장
- 2) 1492년경, 프란치노 가푸리오(Franchino Gaffurio, 1451~1522)는 아래 표와 같이 규정하여 그리스 음악을 유럽에 소개

도리안(dorian)	프리지안(Phrygian)	리디안(Lydian)	믹소리디안(mixolydian)
투명한 색	오렌지	빨강	혼합된 색

- 3) 1580년대 이후에는 화가 주세페 아르침볼도(Giuseppe Arcimboldo, 1527?~1593)가 높은 음은 밝게, 낮은 음은 어둡게 나타내는 기존의 방식과는 반대로, 높은 음을 어둡게 하고 낮은 음을 밝게 나타내기도 하였다.

1-3

- : 19세기 이후 소리의 시각화에 대한 연구가 현실화 (Colour Organ)

1893년에 알렉산더 리밍톤(Alexander Rimington)은 ‘칼라 오르간(Colour Organ)’을 개발

이 악기는 건반의 각 음마다 다른 색의 불빛이 나는 장치를 연결하여 연주하였을 때 음악의 음들을 시각적으로 표현 해주었다.





2. 음(pitch)과 색(color)의 관계

2-1

아이작 뉴턴(Isaac Newton, 1642~1727)은 빛의 스펙트럼에 대하여 실험하였고, 『광학(Opticks, 1704)』에서 스펙트럼의 기초적인 순서인 빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 남색, 보라를 C, D, E, F, G, A, B까지의 음의 순서와 동등하게 연결하여 생각했다.

2-2

프랑스 수도사 루이스 버트랜드 카스텔(Louis Bertrand Castel, 1688-1757)은 저명한 수학자였지만, 그는 미학에 대한 관심도 있었다. 카스텔은 파란색이 C(도)와 유사하다는 것을 믿었고, '시각을 위한 하프시코드(Harpsichord for eyes)'인 '시각 클라브생(Clavecin Oculaire)'을 만들었다.

2-3

1893년, 베인브리지 비숍(Bainbridge Bishop)은 그의 색과 음의 일치성의 사상을 발표했는데 무지개에 의해 배열된 색상이 자연적으로 정확하다고 생각했다.

2-4

작곡가 알렉산더 스크리아빈(Alexander Scriabin, 1872~1915)은 공감각자는 아니었지만 1911년 그의 작품 「프로메테우스(Prometheus)」에서 공감각적인 모티프가 발견된다. 수학적 알고리즘인 5도권에 따라서 아래의 표와 같이 나타냈다.

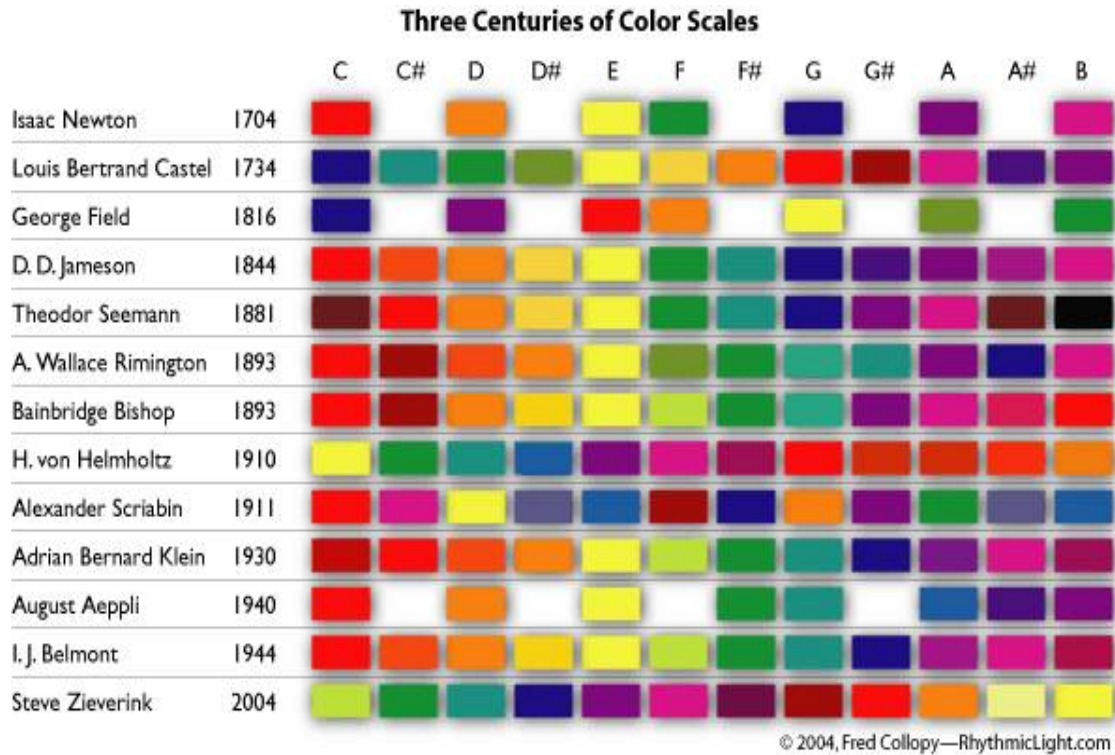
C	G	D	A	E	B	F#	C#	G#	D#	A#	F
빨강	오렌지	노랑	초록	하늘	파랑	밝은파랑 /보라	자주	보라	살색	장미색 /철색	진한빨강

<Skrjabin>

<http://www.youtube.com/watch?v=KARiIfbnHDA&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=9CruEBhdxJE&feature=related>

음(pitch)과 색(color)의 관계에 대한 학설 비교



2-5

C, D, E, F, G, A, B를 가시광선 스펙트럼의

빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 남색, 보라에 맞춰 대입시킨 학자들이 많았다

여러 학자들의 의견이 일치하는 음과 색의 관계를, 음의 파장과 색의 파장을

비교 하여 연관성을 알아보고자 한다.

C (도)	D (레)	E (미)	F (파)	G (솔)	A (라)	B (시)
빨강	주황	노랑	초록	파랑	남색	보라



3. 음의 파장과 색의 파장 비교 연관성

3-1

에드워드 마이언(Edward D. Maryon, 1931~)은 각 음의 파장의 비율과 색의 파장의 비율이 유사하기 때문에, 음을 들으면 색을 느낄 수 있고 또 색을 보면 음을 들을 수 있다고 주장한다.

음이름	음	음의 파장(inch, m)	색이름	색	비율
	음의 진동수(Hz)			색의 파장(A)	
B	483.5	27 1/2(0.6985)	Violet-Red	3976	53
A#	456.5	29 1/4(0.74295)	Violet	4104	56
A	430.5	31(0.7874)	Blue-Violet	4241	60
G#	406.5	33(0.8382)	Blue	4555	63
G	384	35(0.889)	Green-Blue	4737	66
F#	362	37(0.9398)	Green	4919	70
F	342	39(0.9906)	Yellow-Green	5233	75
E	322.5	42(1.0668)	Yellow	5601	81
D#	305	44 1/4(1.12395)	Orange-Yellow	5865	85
D	287.5	46 1/2(1.1811)	Orange	6164	89
C#	271.5	48 1/2(1.2319)	Red-Orange	6472	95
C	256	52(1.3208)	Red	6870	100

12개의 건반음 - 평균율에서는 옥타브인 2배수의 12 제곱근인 1.0594631..

A음은 220이라 할때, A#은 220 x 1.0594631 = 약 233.08

음이름	음의 진동수	음의 파장
A	220	1.563
A#	233.08	1.542
B	246.94	1.393
C	261.62	1.314
C#	277.18	1.241
D	293.66	1.171
D#	311.12	1.105
E	329.62	1.043
F	349.22	0.985
F#	369.99	0.929
G	391.99	0.877
G#	415.31	0.828
A	439.99	0.781
A#	466.16	0.737
B	493.87	0.696

Synaesthesia



3-2

음의 파장 = (344m/s) / 음의 주파수

음(pitch)과 음 사이의 음정(interval)이 한 옥타브가 차이나면 주파수는 2배가 된다. 그런데 위의 표에 따르면 각 음의 파장과 빛의 파장이 같은 비율로 정비례함을 알 수 있다. 즉 음의 주파수를 일정한 비율로 옥타브를 계속 올리면 언젠가는 빛의 주파수 값에 도달하게 될 것이다. 즉 어떤 음의 주파수의 2의 n승 배가 빛의 주파수와 같다고 말할 수 있고, 이를 가정할 때 다음과 같은 식을 만들 수 있다.

$$C * 2^n = \text{빛의 주파수}$$

↓↓↓

$$\text{빛의 속도} = \text{빛의 주파수} * \text{빛의 파장}$$

↓↓↓

$$\text{빛의 주파수} = \text{빛의 속도} / \text{빛의 파장}$$

↓↓↓

$$\text{빛의 속도} = 3 * 10^8 \text{m/s}$$

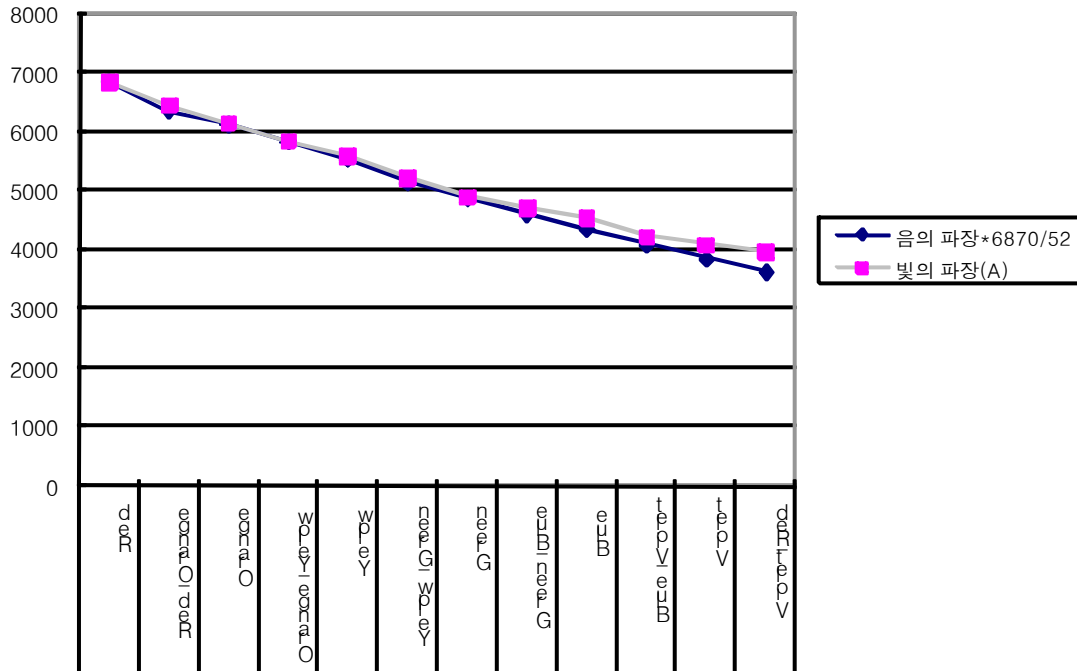
↓↓↓

$$C * 2^n = 3 * 10^8 / L$$

C : 음의 주파수 L : 빛의 파장

음의 주파수와 빛의 파장은 반비례하고 그에 따라 음의 파장과 빛의 파장은 비례한다. 음의 파장과 빛의 파장을 비교하기 위해서 각 음의 파장에 6870(빨간 빛의 파장)/52(C음의 파장)을 곱하면, 각 음에 대입되는 빛의 파장 값에 가까워지는데, 다음과 같은 값을 얻을 수 있다.

음	음의 파장(inch)	음의 파장 * (6870 / 52)	빛의 파장(A)
C	52	6870	6870
C#	48.25	6374.567308	6472
D	46.5	6143.365385	6164
D#	44.25	5846.105769	5865
E	42	5548.846154	5601
F	39	5152.5	5233
F#	37	4888.269231	4919
G	35	4624.038462	4737
G#	33	4359.807692	4555
A	31	4095.576923	4241
A#	29.25	3864.375	4104
B	27.5	3633.173077	3976



3-3

많은 학자들이 음을 들으면 색을 느낄 수 있는가에 관심을 가지고 연구하였는데, 대부분이 한 옥타브의 C, D, E, F, G, A, B를 가시광선의 빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 남색, 보라와 연관 지었다. 음과 색은 주파수와 파장을 가지는데, 한 옥타브 내의 각각의 음 비율과 가시광선 내의 각각의 색 비율은 거의 유사한 수치로 줄어든다. 즉 각 음과 색 간의 비율차로 인해 음을 들으면 그에 대입되는 색을 느낄 수 있고, 또 반대로 색을 보면 그에 대입되는 음을 느끼게 됨을 알 수 있다.



4. 음정과 색의 관계

음과 마찬가지로 음정도 색청을 느낄 수 있다.

음의 간격(intervals)	키르셔(1646)	상브르(1650)	뉴턴(1704)
minor wholetone	gray	white	red
minor second	white		
major wholetone	black		
minor third	gold		orange
major third	bright red		
fourth	brown-yellow	yellow	yellow
diminished fifth	blue		
fifth	gold	red	green
augmented fifth	darkbrown		
minor sixth	red-violet		
major sixth	fire red		blue
seventh	blue-violet		indigo
octave	green	green	violet
eleventh		blue	
twelfth		purple	
double-octave		black	

4-1

음정(interval)과 색(color)에 관한 학설 비교

위의 표를 보면 단3도(minor third)가 키르셔는 골드(gold), 뉴턴은 오렌지(orange)로 비슷하고, 4도(fourth)는 특이하게 세 학자 모두 노랑(yellow)으로 나타냈다. 또 7도(seventh)에서는 키르셔가 푸른 빛의 보라(blue-violet)로, 또 뉴턴은 남색(Indigo)이라 했다. 옥타브(octave)의 음정은 키르셔와 상브르 둘 다 초록(green) 이라고 나타냈다. 그러나 음과 색의 관계와는 달리 음정과 색은 대체적으로 일치 하는 부분이 없고, 보는 관점도 다르다는 것이 잘 나타나 있다.

4-2

순정율에서 C 음을 기준으로 장음계의 진동비를 산출하면 다음과 같다.

1 9/8 5/4 4/3 3/2 5/3 15/8 2

(1) (1.125) (1.25) (1.333) (1.5) (1.667) (1.875) (2)

Synaesthesia

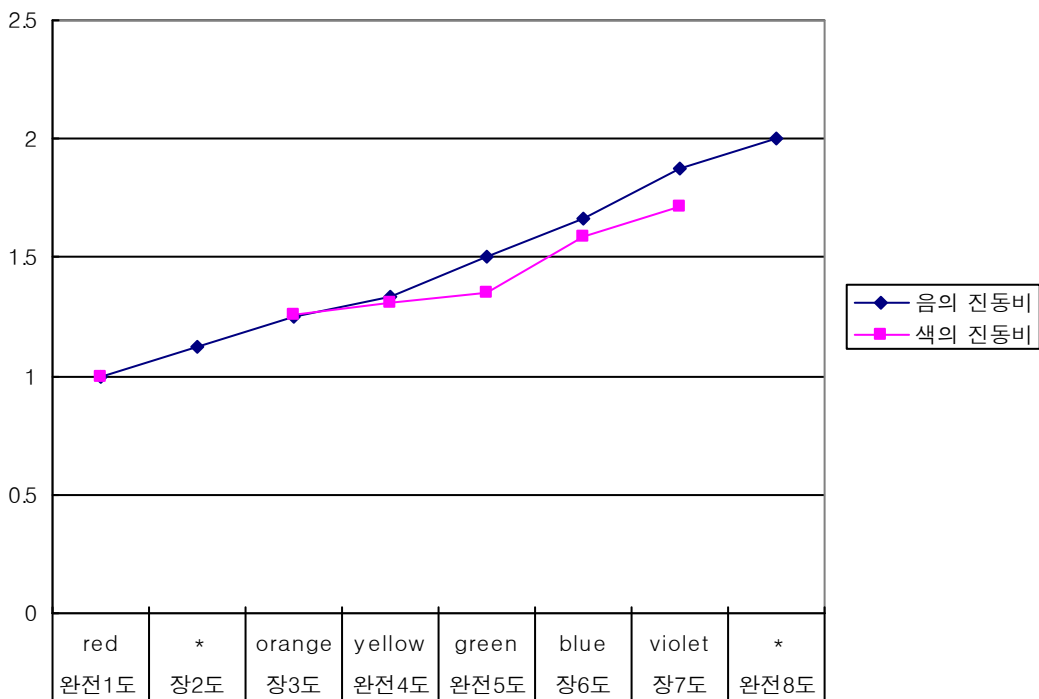


색(color)	진동수(THz)
Red	384~482
Orange	482~503
Yellow	503~520
Green	520~610
Blue	610~650
Violet	659~769

색의 진동수

음정(interval)과 색(color)	음의 진동비	색의 진동비
완전1도(red)	1	1
장2도	1.125	
장3도(orange)	1.25	1.25520833
완전4도(yellow)	1.333333333	1.30989583
완전5도(green)	1.5	1.35416667
장6도(blue)	1.666666667	1.58854167
장7도(violet)	1.875	1.71614583
완전8도	2	

음정의 진동비와 색의 진동수



음정의 진동비와 색의 진동비 그래프



4-3

위의 그림을 보아 알수 있듯이 음정의 범위보다 색의 범위가 작다는 것을 뜻한다. 그리하여 본 연구는 빨강을 1로 보았을 때 각 음정의 진동비를 색에 대입하여 색의 진동비를 음정의 진동비와 같게 맞추었다. 음정의 진동비와 색의 진동비는 정확히 일치하게 되며 빨강에서 보라에 한정된 색의 범위보다 보 다 넓은 범위를 음정에 대입시킬 수 있다.

음정 [♯]	음정의 <u>진동비</u> [♯]	색의 진동수(THz) [♯]	색 [♯]
완전 1 도 [♯]	1(1:1) [♯]	384	Dark Red [♯]
단 2 도 [♯]	1.0625(15:16) [♯]	409.6 [♯]	Red [♯]
장 2 도 [♯]	1.125(8:9) [♯]	432 [♯]	Red [♯]
단 3 도 [♯]	1.1875(5:6) [♯]	460.8 [♯]	Red-Orange [♯]
장 3 도 [♯]	1.25(4:5) [♯]	480 [♯]	Orange [♯]
완전 4 도 [♯]	1.333333333(3:4) [♯]	512 [♯]	Yellow [♯]
증 4 도 [♯]	1.416666667(8:11) [♯]	528 [♯]	Yellow-Green [♯]
완전 5 도 [♯]	1.5(2:3) [♯]	576 [♯]	Green [♯]
단 6 도 [♯]	1.583333334(5:8) [♯]	614.4 [♯]	Green-Blue [♯]
장 6 도 [♯]	1.666666667(3:5) [♯]	640 [♯]	Blue [♯]
단 7 도 [♯]	1.770833334(4:7) [♯]	672 [♯]	Blue-Violet [♯]
장 7 도 [♯]	1.875(8:15) [♯]	720 [♯]	Violet [♯]
완전 8 도 [♯]	2(1:2) [♯]	768 [♯]	Dark Violet [♯]

음정의 진동비와 빛의 주파수에 따른 색 대비

위와 같이 색의 주파수를 대입하면 음정의 진동비와 색의 진동비가 일치할 뿐만 아니라 색의 범위를 더욱 폭넓게 포용하게 된다.

아드리안 버나드 클레인(A. B. Klein) 은 그의 저서 『Coloured Light : An Art Medium』에서 밑의 그림과 같이 나타냈다. 단순히 빨강부터 보라까지가 아니라, 인간이 볼 수 있는 가시광선의 한계점까지 포함하여 음정과 색을 연결시켰다.

즉 빨강보다 더 빨간 색, 보라보다 더 진한 보라색 등 인간이 볼 수 있는 한계점까지 넓혀 음정을 대입해야 한다.

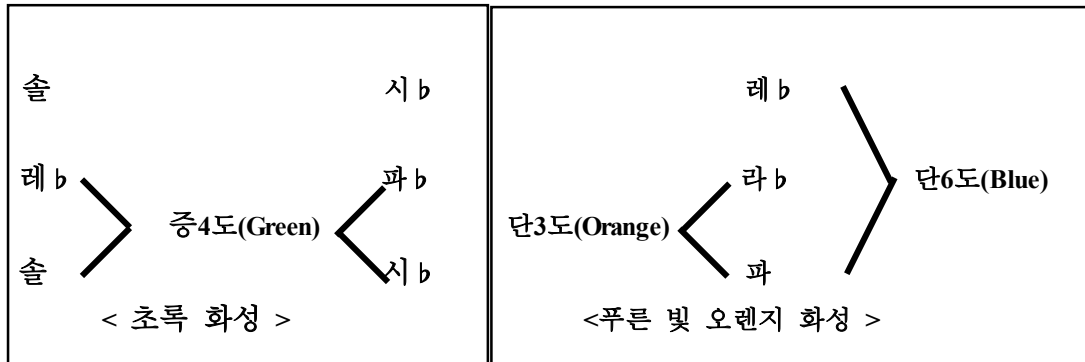
Sound Vibrations/second		Light Wavelength(nm)		Ratio to C or Red
C	256	Red(Barely Visible)	736	1:1
C#	273	Red	690	15:16
D	288	Red-Orange	652.8	8:9
D#	307	Orange	613.0	5:6
E	320	Yellow	589.0	4:5
F	341	Yellow-Green	552	3:4
F#	352	Green	535.2	8:11
G	384	Blue-Green	490.6	2:3
G#	410	Blue	460	5:8
A	427	Blue-Violet	441.6	3:5
A#	448	Violet	420.4	4:7
B	480	Dark Violet	392	8:15
C	512	Invisible	368	1:2

클레인의 음의 진동과 빛의 파장에 대한 비율

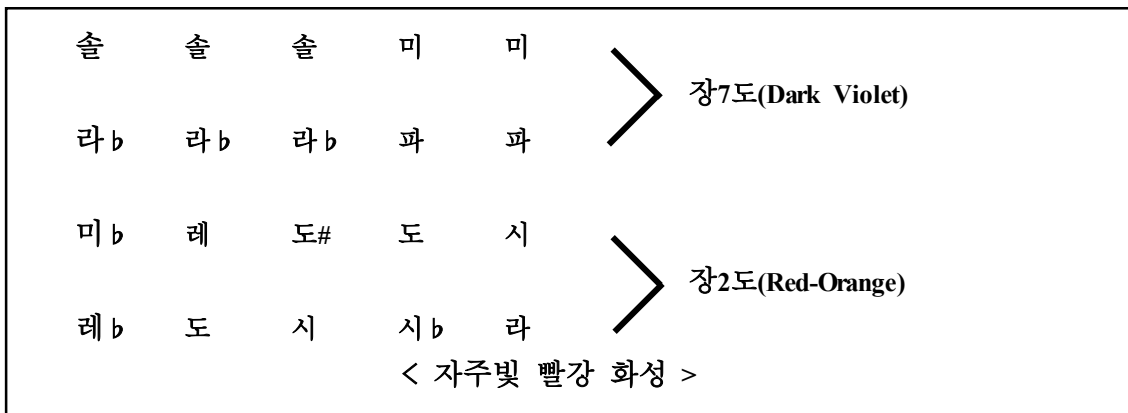
올리비에 메시앙(Olivier Messiaen, 1908~1992)도 그의 작품에서 음정과 색의 관계를 표현하고자 노력하였는데 그의 작품에 쓰인 해설에 따라 분석하여 보면 위 의 주장을 뒷받침 할 수 있다.

<시간의 종말을 위한 4중주곡 (Quatuor pour ls fin du Temps)> 중 2악장 '시 간의 종말을 고하는 천사들을 위한 보칼리즈 (Vocalise, pour l'Ange qui annonce l a fin du temps)'에서 피아노 부분을 메시앙은 '파랑과 자주, 또는 초록, 자줏빛 빨 강, 푸른빛 오렌 지에 따른 감미로운 폭포' 라 묘사했다.

<http://www.youtube.com/watch?v=tVHoAOJ4Lqk>



위의 악보 오른손 2,5번째 화성과 왼손 2번째 화성의 색 분석



악보 8,9,10,11,12번째 화성의 색 분석

음정과 색의 관계에 대한 본 연구는 먼저 음정의 진동비와 색의 진동비를 비교하여 음정에 따른 색을 구하고자 하였으나, 오차가 많아 음과 색을 연결지을 수 없었다. 이에 방법을 바꾸어 각 음정의 진동비를 색에 대입하여 색의 진동비를 음정의 진동비와 같게 맞추었다. 이렇게 하면 단순히 빨강에서 보라까지가 아니라 인간이 볼 수 있는 가시광선의 한계점까지 색의 범위가 넓어지게 된다. 이 이론을 공감각을 가지고 있으며 음과 색을 많이 접목시킨 메시앙의 작품으로 증명해보아 알 수 있듯이, 인간의 감각은 음 뿐만 아니라 음정에서도 색을 느낄 수 있다.



“음악의 시각화를 위한 악기음색과 색청의 공감각적 연구” 에 대한 분석

1. 연구 목적

1-1

멀티미디어 시대에 접어들면서 여러 분야에서 멀티미디어적인 요소가 요구되어지고 있다.

1-2

음악적 측면에서의 5감 중 두 가지 이상의 감각을 동시에 느끼는 공감각에 관한 연구를 해보고자 한다.

2. 연구 방법

2-1

FFT를 통해 분석 되어진 배음을 분석해 각 악기음색의 특징을 살펴본다.

2-2

그 배음들이 색의 3요소(색상, 명도, 채도)에 따라 어떻게 달라지는지 알아본다.

2-3

색과 음색에서 느껴지는 감정을 비교해 음색과 색청 그리고 음색과 감성과의 상관관계를 알아본다.

3. 분석

3-1

악기별 색청 비교

	플룻	오보에	바순	트럼펫	바이올린	첼로
칸딘스키	하늘색	초록색	적보라/ 갈색	황색	밝은 적색	어두운 청색
라비냐크	하늘색	초록색	어두운 갈색	주황	적갈색	어두운 청색
쇤베르크	하늘색				밝은 적색	청색
림스키 코르사코프	찬음색		조소적/ 슬픈	명량한 음색	광채	부드러우며 탁한 음색

칸딘스키와 라비냐크, 그리고 쇤베르크가 주장한 색청이 서로 공통점을 가지는 것을 알 수 있다. 또한 림스키 코르사코프의 경우에는 색청은 아니지만 각각의 음색에 따른 감성을 표현하고 있다.

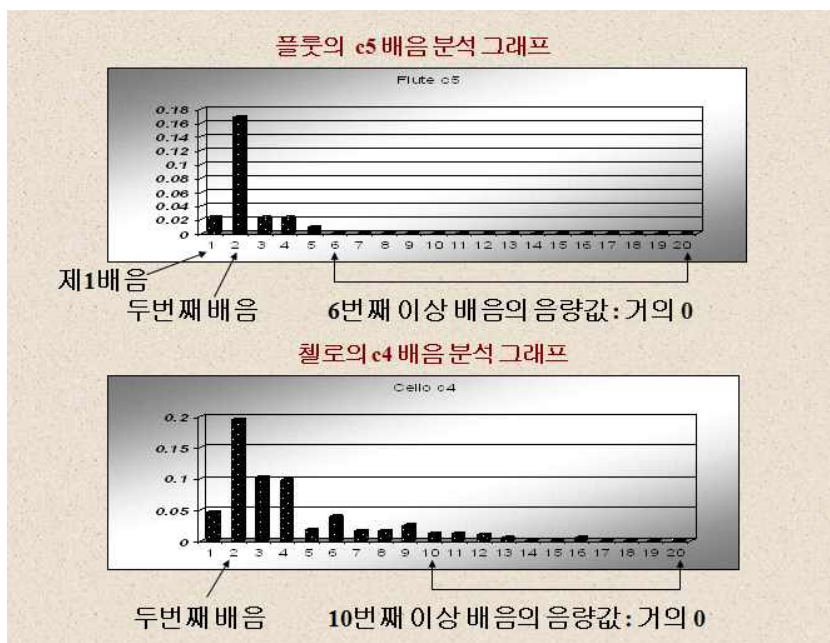
4. 악기음색과 색의 명도와의 관계 분석

명도란 색의 밝기를 말한다.

예를 들면 어두운 적색과 밝은 적색을 구별하는 성질을 말한다.

4-1

하늘색과 청색으로 명도의 차이가 나타나는 플룻과 첼로의 배음을 분석



Synaesthesia



4-2

플룻과 첼로의 배음의 공통점

- # 두 번째 배음이 가장 큰 비중을 차지한다.
- # 네 번째 이후의 배음들은 음량 값이 매우 작다.

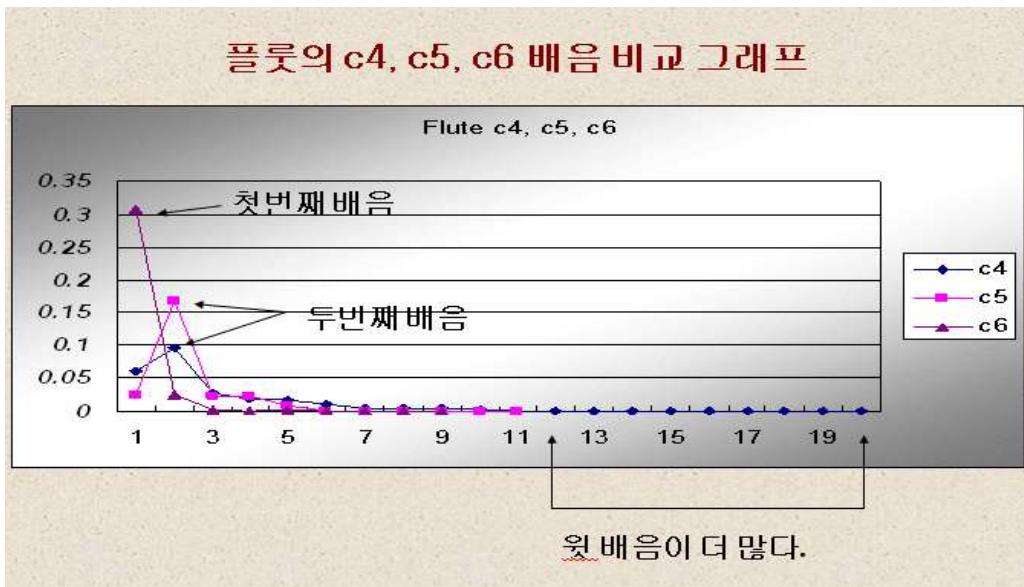
4-3

플룻과 첼로의 배음의 차이점

- # 플룻: 6번째 이후 배음의 음량 값이 거의 나타나지 않는다.
- # 첼로: 10번째 이후까지도 아주 작은 음량 값을 가진 배음들이 존재한다.
- # 첼로가 플룻에 비해 윗 배음의 개수가 많다.
- # 색청의 명도의 차이는 윗 배음들의 개수에 따라 달라짐을 유추해 볼 수 있다.

4-4

플룻과 첼로의 다른 음역대 분석 (플룻의 c4, c5, c6 배음 분석)



c4와 c6를 분석해 보면 c4의 경우에는 8-9개정도의 배음이 나타나는데 반해 c6의 경우에는 겨우 3-4개 정도의 배음만을 가지고 있다. 첫번째 배음이 가장 크고 나머지 배음들의 음량은 매우 작다. 이러한 배음들의 특성으로 알 수 있듯이 소리가 맑으면서 맑은 소리를 가질수록 배음수가 적으며 기본음이 중요한 역할을 하는 것을 알 수 있다.

4-5

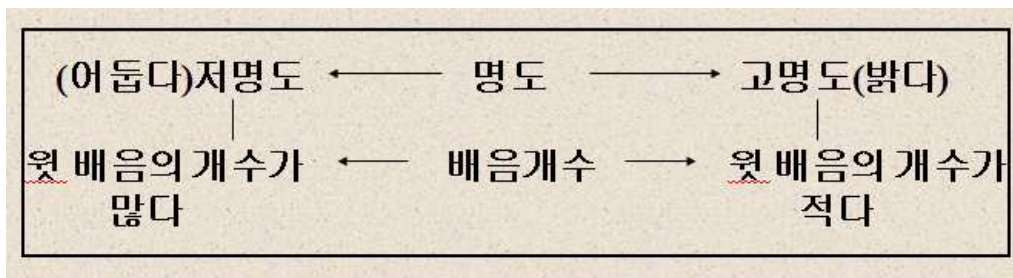
플룻과 첼로의 다른 음역대 분석 (첼로 c5와 플룻 c6 배음 분석)



첼로의 경우에도 첼로의 고음역대인 c5를 분석해 보면 플룻과 마찬가지로 첫번째 배음(first partial)이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 4번째 배음 이후의 배음은 거의 0에 가까운 수치를 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 하지만 플룻에 비해서는 아랫 배음의 개수가 더 많은 것을 알 수 있다.

4-6

악기음색과 색의 명도와의 관계 결론



5. 악기음색과 색의 채도와의 관계 분석

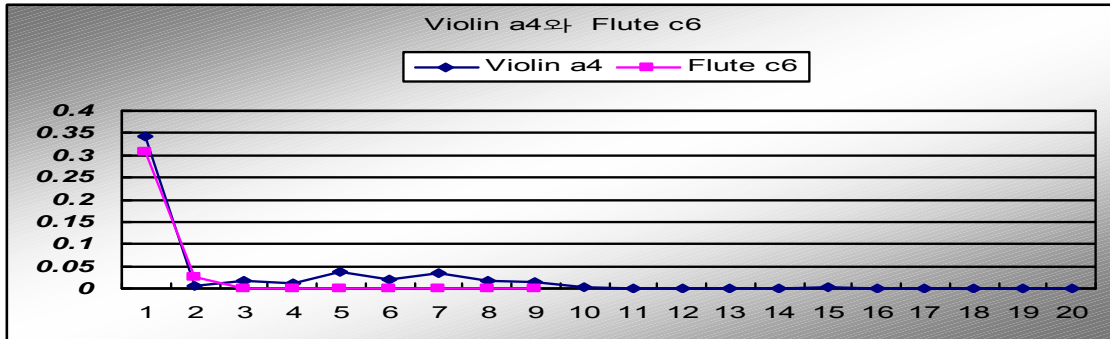
- # 채도란 색채가 가지는 순수성의 정도를 말한다.
- # 색깔이 연하다, 진하다, 탁하다 하는 등의 정도를 나타내는 말이다.
- # 채도는 무채색에는 없으며 순색에 가까운 것은 채도가 강하고(고채도) 순색의 색기가 약한 것을 저채도라 한다.

Synaesthesia



5-1

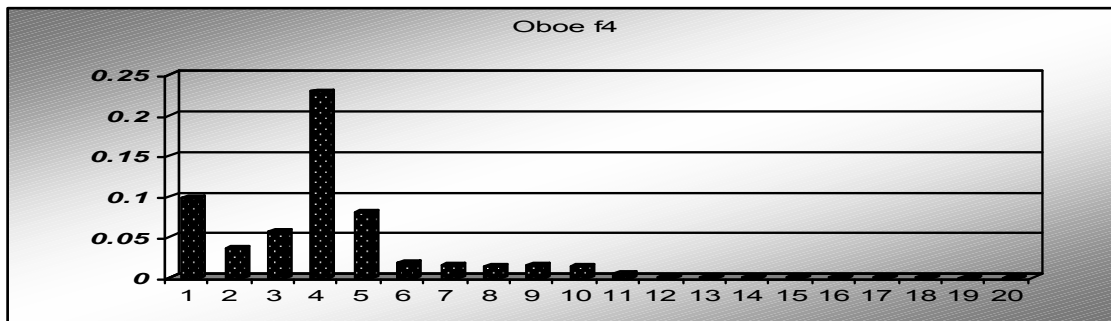
적색과 하늘색의 고채도를 나타내는 바이올린과 플룻의 배음 분석



밝은 적색이 나타나는 바이올린의 경우에는 플룻과 마찬가지로 첫번째 배음이 큰 비중을 차지 하고 있으며 나머지 배음들의 음량값은 비중이 적으며 10번째 이후로의 배음들은 거의 나타나지 않는다.

5-2

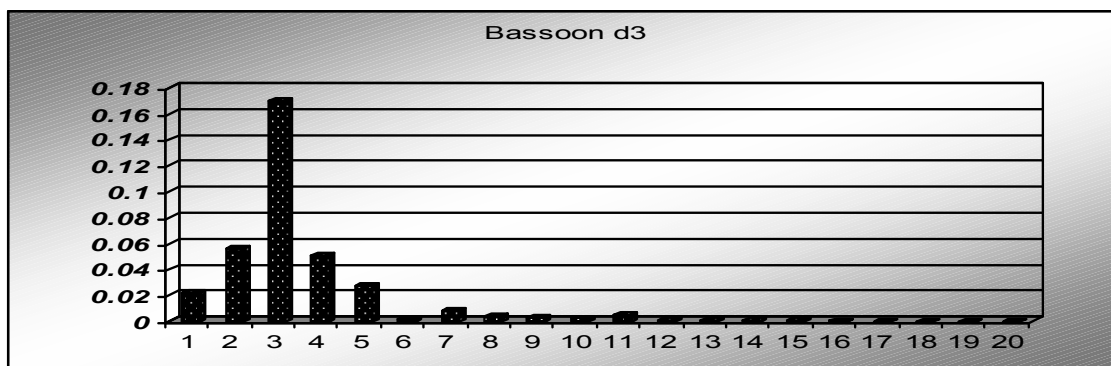
초록색의 저채도를 나타내는 오보에의 배음 분석



오보에의 경우에는 f4를 분석해 보면 플룻과 마찬가지로 아랫쪽의 배음으로 주로 이루어져 있는데 플룻이 첫번째나 두번째 배음이 큰 비중을 차지 하는 것에 비해 네번째 배음이 가장 큰 비중을 차지하며 첫번째 배음 외에 다른 배음들의 음량도 큰 것을 알 수 있다.

5-3

어두운 갈색의 저채도를 나타내는 바순의 배음 분석



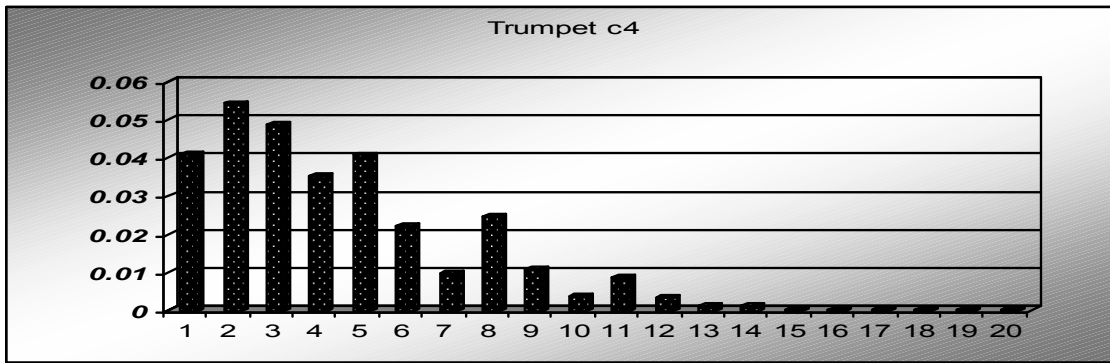
Synaesthesia



어두운 갈색이 나타나는 바순의 경우도 세번째 배음의 음량값이 가장 크며 2번째와 네번째 배음도 비교적 높은 음량 값을 가지고 있다.

5-4

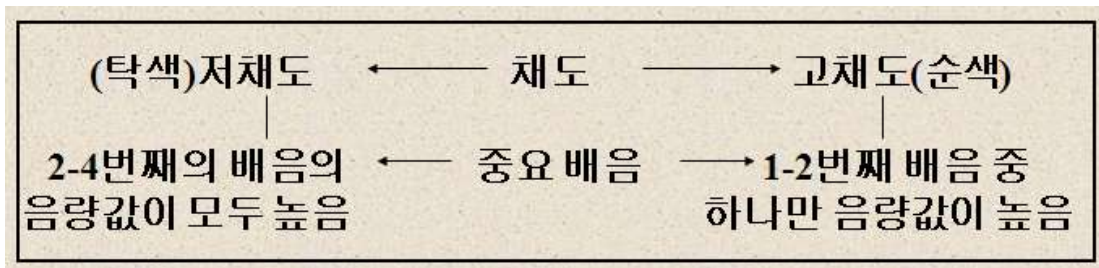
오렌지색의 저채도를 나타내는 트럼펫의 배음 분석



트럼펫의 경우에도 첫번째나 두번째 중 하나의 배음이 중요한 음량을 차지하고 있는 플룻에 비해 두 번째와 세번째 배음이 더 많은 비중을 차지하고 있으며 그 외의 10번째 내의 아랫 배음들의 음량값이 높다.

5-5

악기음색과 색의 채도와의 관계 결론





6. 악기음색과 색상, 그리고 감성의 관계

악기	음색	색	이미지
바이올린	화려하고 예리하며 감성적이고 섬세	적색	자극성이 아주강하며 열광적이며 호전적인 정열적인 이미지
트럼펫	명쾌하고 감동적이며 화려하고 자극적인 음색	주황색	에너지원의 상징, 발랄, 명예를 상징하는 이미지
첼로	부드럽고 포근하면서도 어둡고 탁한 음색	청색	장엄, 숭고, 숙연함, 암흑 초현실적 세계를 지향하는 색
플룻	차가운 음색 평온하고 투명한 음색	하늘색	청명하고 수동적이고 고요한 이미지
오보에	장조에서는 꾸밈없고 쾌활하며 단조에서는 애수적이고 구슬프다	초록색	자연을 대신하는 색 안정감, 휴식, 위안, 평화를 연상하는 반면 고독하고 냉정함을 갖는다
바순	연약하고 수줍은 면과 흐릿한 음색을 가진 저음 악기	갈색	불굴의 정신, 현실적, 건실한 이미지, 건강한 색, 경직되지 않은 안정되고 차분한 느낌

7. 결론

- 1)
악기음색과 색의 명도와의 관계는 배음의 개수와 상관 관계가 있다.
- 2)
악기음색과 색의 채도와의 관계는 중요 배음의 개수와 몇 번째 배음이
가장 큰 음량을 가지는가와 상관관계가 있다.
- 3)
악기음색의 감성과 색상의 감성이 일치한다.