

# 음계와 음파의 주파수

## 1. 소리의 3요소

### (1) 소리의 높낮이(크기)

- ① 음파의 진동수와 관련
- ② 음악에서 음계에 해당
- ③ 단위는 Hz를 사용
- ④ 진동수가 클수록 고음이 남
  - 여자가 남자보다 음이 높은 것은 진동수 때문임
- ⑤ 가청주파수 : 들을 수 있는 주파수 (사람의 경우는 20~20000Hz)

### (2) 소리의 세기(강도)

- ① 음파의 진폭과 관련
- ② 음악에서 셈여림에 해당
- ③ 단위는 dB(데시벨)를 사용하며, log 척도임
- ④ 스피커에서 크기(volume)에 해당
- ⑤ 들을 수 있는 가장 작은 소리는 0dB이며, 보통 130dB까지 견딜 수 있음

### (3) 소리의 맵시(음색)

- ① 음파의 파형(파의 모양)과 관련
- ② 악기들마다 다른 소리가 나는 것이 맵시가 다르기 때문

## 2. 소리의 높낮이와 음계

### (1) 게이름의 유래

- ① '성요한 세례자 축일의 찬미가 - 너의 시종들이 마음껏'이라는 노래 가사

<u>U</u> t quant laxis	당신의 종들이
<u>R</u> esonare fabris	자유로이 찬양할 수 있도록
<u>M</u> ira gestorum	기적을 행하시는
<u>F</u> amuli tuorum	당신의 역사로써
<u>S</u> olve polluti	정결케 하소서 모든 흠을
<u>L</u> abii reatum	그들의 더러운 입술로부터
<u>S</u> ancte Iohannes	성요한이여

- 처음에는 윗트(Ut), 레(Re), 미(Mi), 파(Fa), 솔(Sol), 라(La)
- ② 윗트(Ut)는 나중에 발음하기 어려워져 주님(라틴어로 Dominus)의 첫 글자인 Do로 사용
  - 프랑스에서는 아직도 '도'를 '윗트'라고 발음
- ③ 나중에 7음계로 바뀌면서 시(Si)가 생김
  - 이탈리아에서 j가 사라지면서 j가 i로 바뀌게 되어 오늘날과 같은 시(Si)가 됨

### (2) 음계의 표현 방법

- ① '도레미파솔라시'의 순서로 'CDEFGAB'로 표현한다.
- ② 반음을 올리는 경우에 게이름에 #을 붙인다. 예) 도의 반음 위 'C#'
- ③ 한 옥타브 올라갈 때는 뒤에 숫자가 하나씩 올리고, 옥타브를 내리면 숫자를 내린다.

- ④ 우리가 보통 사용하는 것을 C4(가온다)~B4로 기준으로 하여서 사용한다. 예) 한 옥타브 올라간 도는 'C5'

### (3) 음계의 기본 원리

- ① 피타고라스가 12음계를 확립
- ② 한 옥타브가 올라가면 진동수는 2배가 된다.
- ③ 장화음(도미솔, 파라도, 솔시레)의 진동수의 비율은 4 : 5 : 6이다.
- ④ 기준이 되는 음인 A4(라)는 440Hz이다.

### (4) 음계의 진동수

위의 (2), (3)에서 언급한 내용을 종합적으로 볼 때 보통 사용하는 장화음

	도 (C4)	레 (D4)	미 (E4)	파 (F4)	솔 (G4)	라 (A4)	시 (B4)	도 (C5)	레 (D5)
장화음	4	:	5	:	6	:	(8)		
				4	:	5	:	6	
					4	:	5	:	6
기준음	440Hz								

- ① 도미솔의 진동수의 비는 4 : 5 : 6이며, 1옥타브가 올라가면 1 : 2

$$\Rightarrow \text{도} : \text{미} : \text{솔} : \text{도} = 4 : 5 : 6 : 8$$

- ② 나머지의 비율은 비례식을 통해서 구할 수 있음

- 파라도에서 진동수를 구하기

$$\text{파 구하기} : 6 : 8 = 4 : x \Rightarrow x = \frac{16}{3}$$

$$\text{라 구하기} : 6 : 8 = 5 : x \Rightarrow x = \frac{20}{3}$$

- 솔시레에서 진동수를 구하기

$$\text{시 구하기} : 4 : 6 = 5 : x \Rightarrow x = \frac{15}{2}$$

$$\text{레 구하기} : 4 : 6 = 6 : x \Rightarrow x = 9$$

이 때 '레'의 경우에는 높은 레가 9이므로,  $\frac{9}{2}$ 가 된다.

	도	레	미	파	솔	라	시	도	레
주파수비	4	$\frac{9}{2}$	5	$\frac{16}{3}$	6	$\frac{20}{3}$	$\frac{15}{2}$	8	9

- ③ 실제 음계의 진동수

- 기준이 되는 라가 440Hz를 통해 비례식으로 구함

$$\text{예를 들어, 도의 경우는 } \frac{20}{3} : 4 = 440 : x \text{로 해서 } x = 261.63\text{Hz}$$

	도	레	미	파	솔	라	시	도	레
주파수비	4	$\frac{9}{2}$	5	$\frac{16}{3}$	6	$\frac{20}{3}$	$\frac{15}{2}$	8	9
진동수	261.63	293.66	329.63	349.23	392.00	440.00	493.88	523.25	587.33

### (5) 순정률과 평균율

- ① 순정률 : 각 음의 비율이 유리수가 되도록 하는 음률  
 - 간격이 일정하지 않고, 일부 음에서 불협화음이 됨
- ② 평균율 : 12개의 음을 균일한 간격으로 균등하게 만든 음률

	도	레	미	파	솔	라	시	도	레
주파수비	4	$\frac{9}{2}$	5	$\frac{16}{3}$	6	$\frac{20}{3}$	$\frac{15}{2}$	8	9
앞음과 차이 (뒤/앞)		$\frac{9}{8}$ (1.125)	$\frac{10}{9}$ (1.111)	$\frac{16}{15}$ (1.067)	$\frac{9}{8}$ (1.125)	$\frac{10}{9}$ (1.111)	$\frac{9}{8}$ (1.125)	$\frac{16}{15}$ (1.067)	$\frac{9}{8}$ (1.125)

- 1음 사이의 간격은 1.05946배의 차이가 남