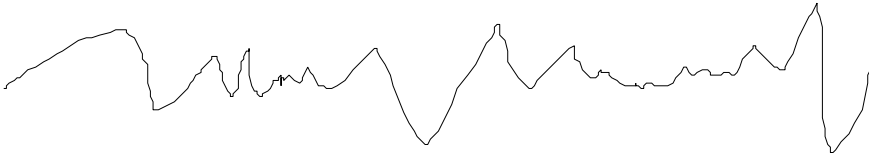


## 2 音とは～音響学的な理解

### 《物理現象としての音》

音の三要素として、音の高さ、強さ、音色をいうことは周知のことである。

しかし音を物理現象として考えると、空気密度の疎密状態が発生し波動として拡散・伝搬し、それを聴覚を通して感じる現象である。この空気の疎密の変動を、時間軸と空間の一点における音圧の変化によってグラフにすると、たとえば以下のような振動波形に表わせるであろう。



ところでこの振動波形の時間軸上に一定のくり返しが見られるとき、その音には音律、高さ（Pitch）が感じられる。このくり返しの回数、つまり振動波形の周期が一定時間に何回あるかを振動数と呼び、これが普通その音の基音となる。

またこの波形の振幅が音圧エネルギーの強さ、つまり音の強さを表わし、波形の形状が音色を表わしている。



### 《高さ、音色、強さ（大きさ）》

#### ○ 音の高さ

音の高さは毎秒の振動数であらわされ、その単位には、振動数の国際単位で

## 2 音とは～音響学的な理解

あるHz（ヘルツ）<sup>1)</sup>を使う。音の高さに関して、人間の可聴振動数（音域）に概ね次のような限界がある。

12Hz～20,000Hz

しかし、たとえばオーケストラのもっとも低い音域楽器であるContrafagottoの最低音Bが29Hz、もっとも高い音域楽器であるPiccoloの最高音Cは4186Hzであり、このPiccoloの最高音は上記の可聴音域より2オクターブ程低い。実際は、この最高音より高い音域に含まれる倍音も同時に聴いているのである。

### ○音色

音色に関しては、調和倍音の理解が必要である。その音の高さを感じる基音と整数比をなす倍音による音列を、調和倍音列という。つまり一つの楽音が響く時、振動数の異なるいくつかの音が同時に鳴り響いている。Helmholtz（ヘルムホルツ）<sup>2)</sup>はこの同時に鳴っている音群を成分として分離し、部分音と名付けた。言い換えると、部分音は基音とその倍音群の総称である。この部分音のうち何番目の部分音が強いかわ弱いか、音色を決定する主な要因なのである。

#### 【基音とその調和倍音列の例】



逆に基音以外の部分音を含まない音を、純音という。純音の振動波は、もっとも単純な波形である正弦波（sine curve）となる。「音さ」や「時報」がこの純音である。

<sup>1)</sup> 振動数を表わす国際単位。ドイツの物理学者H.R Hertz（1857～1894）の名に因む。

<sup>2)</sup> ドイツの物理学者H.von Helmholtz（1821～1894）の研究。

” A pure tone is poor tone” (D.C.Miller)

多彩な部分音によって特徴づけられる楽音に、純音はない。

” 水清ければ魚棲まず”

しかし、いかに多彩な部分音をふくむ楽音（つまり複雑な振動波）も、この純音（つまり正弦波）の重ね合わさったものとして、分析できるのである。これは音波に限らず、あらゆる波形—さらに言い換えれば変動現象—の分析に適用される「フーリエ変換」によっている。

近年の電子楽器の疑似楽音などは、楽音のこのような解析をコンピュータで行い、これをもとに電氣的に音波を発生させているのである。

#### ○音の強さ（大きさ）

音の強さは、B（ベル）<sup>3)</sup> という単位に基づくdB（デシベル）—1/10Bにあたる—を使う。dBはHzのように絶対値を表わすのではなく、対数による相対値を示している。例えば人間の聴き取れるもっとも小さな音は1000Hzの純音で十数dBとされ、これに対して大編成オーケストラのトゥッティは、百dBを越えると言われる。音の強さは実は数倍ではなく、エネルギー比で数億倍になる。

このように音の強さについて、人間の聴覚は極めて広い音の振幅を感じることができが、この能力は音の高さによって異なり、さらに音色によってもその感じ方は変化する。音響学では、感覚上の大きさを音の「大きさ」といい、物理的な音の「強さ」と区別している。

#### 《音の波長について》

音の振動波の一周期の長さを、音の波長という。

---

<sup>3)</sup> アメリカの物理学者・発明家A.Graham Bell (1847～1922) の名に因む。

## 2 音とは～音響学的な理解

空気中の音の速さは毎秒340mとされるが、実際は次の式の通り大気温によって変化する。

$$\text{空気中の音速 } c \text{ (m/sec)} = 331.5 + 0.6 t \text{ ( } t \text{ は摂氏の温度)}$$

また音の波長は、次の式により算出できる。

$$\text{音波の1波長 } \lambda \text{ (単位m)} = c / f \text{ ( } f \text{ は毎秒振動数)}$$

たとえば、気温が摂氏20°Cの時、

$$\text{音速 } c = 331.5 + 0.6 \times 20 = 343.5 \text{ m/sec}$$

$$\text{a}^1 \text{音 (440Hz) の波長 } \lambda = 343.5 / 440 = 0.78 \text{ m}$$

となるわけである。

この波長の問題は、後述する管楽器やPipe Organにおける音高の形成に深く関わってくる。