

健康文化

音の世界

若栗 尚

私の家は丹沢山脈が近いせいか、朝、目が覚めると最初に耳につくのは、鳥の声である。雀、カラス、鳩、椋鳥等と日によって、季節によって変化はあるもののなにかの鳴き声が聞こえてくる。夜になると、フクロウの鳴き声も聞こえてくる。犬や猫の鳴き声は、年中聞こえる。季節によっては、コオロギ、キリギリス、マツムシ、クツワムシなどの鳴き声もよく聞こえる。

動物たちの鳴き声を聞くたびに不思議に思うのは、なぜ鳴くのかということである。鳴くためには相当なエネルギーが必要になるし、一般に、体から考えられるよりも音量が大きい。小鳥などは、全身の力を込めて鳴いているように見える。なにかの本で、ウグイスは、一日に2000回以上も鳴くと書いてあるのを読んだことがある。

動物が鳴くのは、コミュニケーション、同一種同士の、時には異種間のコミュニケーションのためだというのが普通に言われていることだが、このコミュニケーションの定義が難しい。

コミュニケーションには、聴覚、視覚、触覚、臭覚、味覚等によるものがあるが、コミュニケーションが成立するためには、複数の個体の動物の間に、多角的、多面的な関係が成立していることが大切である。

ここでは、私にとって関心の強い、音響的振動、機械的振動によるものを中心に考えてみる。

何か伝えたい情報を得た動物は、これを鳴き声、振動の形で空気、水、固体中に送出する。この信号は、伝送路に当たる媒体（空気、水、固体）中を通過して情報を受け取る動物のところまで、伝送される。情報を受け取る動物は、この信号を伝送の途中で混入した雑音信号から分離して、受け取ることになる。

1月3日のテレビ番組の中で、視覚と聴覚に障害を受けた人の話を聞いたが、そのなかに「見えないようになったことは大したことはなかった。聞こえなくなってから、コミュニケーションができなくなったことがつらかった。」という言葉があり、音声によるコミュニケーションの重要さが判った気がした。

動物の発音、発声には、種々な方法があつて、その周波数範囲は数Hzから

数百kHzにまで及んでいる。人間は、16Hzから20kHz程度までとされている。この信号には、基音と倍音とがあり、人間は、基音を音の高さとして捕らえ、倍音の周波数、個数、大きさは、音色として知覚している。

一般に、動物は、その種の出す音声の範囲に見合った周波数特性の聴覚を持っているといわれる。

ナガスクジラは20Hz程度のパルス音を海中での通信に使用して、数kmの距離で互いに連絡を取っている。また、アフリカ象も数Hz程度の低い周波数の音で相当な距離の連絡を行っていることが知られている。

コウモリ、齧歯類、クジラの仲間、昆虫等は、超音波を出すことが知られているし、その超音波を聞くこともできる。但し、コウモリやクジラの仲間は、コミュニケーションには可聴周波数帯の音を使用していて、超音波帯の音は視覚にかわる位置、距離、形、大きさなどのセンサーとして使われている。

人間の場合にもこれと似たことがあるようである。お正月のテレビの放送を見ていて、ヴェトナム北部の住民（ローロー族）のコミュニケーションに、小鳥の鳴き声に似た口笛によるものがあることを知った。特定の恋人同士のように、二人だけのコミュニケーションに使用されるものとあるグループ、例えば、家族、同じ農作業に従事しているもの同士のコミュニケーションに使用されるもの、部族全体に通用するもの等があるようであった。小鳥の鳴き声のように書いたが、抑揚、転調、その他、小鳥の鳴き声に比べると、人間の話し声によく似た面も多く聞かれた。通常の会話は、普通の音声によって行っているようであった。器具を使うもので意味は少し異なるが、ジャングルで暮らす人たちの太鼓の音にもコミュニケーションの手段となっているものがある。

先程述べたように、人間にとっては、基音と同じ高さでもその中に含まれる倍音の構成によって、相当に大きく音色が変わることになる。人間でもそうであるが、動物も個体によって、音色は変わる。発声の速さ、一音、一音の区切れ方、変音区間の長さ、変音の幅等色々な要素がさらに加わって個体の識別に役立つものと思われる。

優秀なバードウォッチャーは小鳥の鳴き声のほんの一部でも聞けば、その種別を当てると聞いた。似たように聞こえる鳴き声でも、ソナグラム（音を縦軸に周波数、横軸に時間、グラフの色の種類、又は、色の濃さで強さをしめす方法）に採ってみると、違いがはっきりする。人の声の識別に使われて、声紋と呼ばれるものもこれである。ただ、動物が、どこまでこの違いを関知しているのかは、あまり定かではないのではないだろうか。鳴き声などの分析には、このソナグラムによるか、周波数分析によるかが普通である。最近では、コン

コンピューターの普及に伴ってFFTなどの信号処理プログラムが簡単に使用できるようになった。

先ほどの太鼓の音ではないが、単純な一様な音であっても、継続時間、休止時間の長さによって情報の伝達ができる。良い例が、モールス信号である。動物では、昆虫類にその例が見られる。ソナグラムで調べると、人間にとって、連続した鳴き声と聞こえるものが、短い休止を挟んだ短音の繰り返しであることはよく知られている。

スズムシの声は人間にはリーンと一音に連続して聞こえるが、実際には、1秒間に50回程度の断続音であることや、カンタンの声は断続する3音からなる一群の音の一秒間に10回の繰り返しのリズムを持つものであるが、人間には、この3連音の区別は付かない。昆虫たちは、この短い休止を知覚しているといわれる。

メシアン(O. Messiaen)は、種々な小鳥の声を採譜していて、いくつもの曲の素材として使ったと言われるが、メロディは、また、前に書いた音色とともに鳥の種類の識別の良い手がかりになるが、個体毎、地方毎、同一個体での違いも大きく、その中のなにが、鳥同士の間で、同一種と見なす基となるのか興味が深い。

これらの動物の音声の大きさについても興味がもたれる。普通、音源の強さは、音源から1mの点での強さで表すことが多い。スピーカー等も1Wの電力を端子に加えた時の1mの点での音圧でその能率を示す(時には、50cmのこともある)。

動物が相手では、1mの点でなどと言ってはいられない。音源が理想的な点音源であれば、適当な距離で測って、換算するという手もあるが、点音源とは、考えにくい。さらに、その時おかれた条件(動物にとっての)により、発声の大きさが変わる。遠くまで伝えたい信号のときは、大きな声になるし、近隣の仲間に対しては小さな声になる。

意識して叫べば人間でも110dBから120dB程度の大きさにはなる。オペラ歌手などはこの大きさに近い声で歌うこともある。動物で言うと、ライオンの吠える声がこのくらいの大きさであるといわれる。

ゾウやクジラの声にも大きなものがあって、クジラが海中で出す声で、船がふるえたという話もよく聞く。共鳴があったとしても大変なものである。

小さい方の声の大きさについてはあまり調べたものがないようである。雑音のなかからの識別が測定系の機能的な制限(主として自己雑音による)を受けるせいであろう。小さい方の声の大きさも発音器官の仕組みを考えれば、それ

ぞれに、ほぼ、決まった大きさがあるはずである。人間では、普通、ささやき声が、20 dB程度といわれる。人の聴力は、1 kHzでの最小可聴レベルが4 dB程度とされるので、周囲雑音を考えると、ささやき声の20 dB程度というのは妥当な線であろう。

我々人間は、声帯を振動させ、口腔や鼻腔の共振も使って、発声する。

動物の発声器官の種別や性質により異なる発声の仕方についてルロワが書いたものによると、特殊な発声器官による音声として、まず、共鳴器のある発声器官によるもののなかに、呼吸気により発声するものと呼吸気によらないものがあり、そのほかに、共鳴器のない発声器官によるものもあるとされている。また、一般的な器官によるものとして普通の器官を使用するものと外部の環境に対して働きかけて、その一部の要素を利用するものがあり、後者には、衝撃を利用するものと環境の一部要素を振動させることによるものがあるとされている。鳥類では、気管や気管支の部分に鳴管と呼ばれる器官があり、呼気で発声することが多い。しかし、スズメ目の小鳥では、発達した鳴管があって、吸気の時にも発声している。また、鳴管を働かせる筋肉が7対もあるものもあり、左右の気管支を使って、同時に2音を出すことができる。気管も共鳴器としても働き、複雑な発声ができる。

昆虫類では、一般に、5種類の発声方法が知られている。コオロギ、キリギリスの類は羽をこすり合わせて、発声し、セミ類は腹部に持っている鼓膜発声器と共鳴洞を使っている。

シロアリ類の雌は、交尾のための雄を呼び寄せる手段として腹部の先端で木質をたたく。以前に書いたように、ウンカ類も同様な方法で、稲の葉を腹部で叩いて発信する。小鳥ではキツツキが木を叩いて音を出す。カやハエの類は、飛ぶときの羽音で雄雌の識別の同様な目的を果たしている。

このように、種々な動物が、種々な方法で発声し、コミュニケーションを行っているが、これらの信号の解読は現状ではほとんどできていない。

信号の内容がわかって、人間の言葉に翻訳ができ、また、人間の言葉もこれらの動物の音声に翻訳できるようになれば、種々な面白いことがわかるようになるし、有益な利用法が出てくるように思うのは私だけであろうか。

((財) 空港環境整備協会・航空環境研究センター)