

生物に見られる競争と協同

日本とアフリカの淡水魚を例として

京都大学
理学部教授 川那部浩哉

先ほどは、岩田さんの「清徹の響」というご講演を聞くことが出来まして、大変喜んでおります。私自身大谷派の末裔に生まれまして、しかも音楽は古今東西を問わず聴き入るのは大変好きなものですから、楽しく拝聴し、しかも、経典に言う清徹の響きは仏教音楽には殆ど現れないのだという、お聞きすればなるほどとすぐ納得しますのに、それまでは全く思いも付かなかったご意見を承って、感激を致しました。

実は、二十五日ほど前にハワイの東西センターという所で数理生学者の研究会がございまして、どういうわけか野外での調査ばかりやっております私も呼ばれて、話を致しました。その時と似たような話を今日はさせて頂こうと思っております。その席上話の枕に——いや私のつもりでは枕にしてはかなり力を入れたのですが——ヨーロッパの古典音楽と日本の伝統音楽との対比などというのを致しました。それに続いて連歌・俳諧の話も持ち出したのですが、それはともかくとして、音楽の方についてはとりあえず次のようなことを申しました。

拍子でも音高でも強さでも、ヨーロッパの古典音楽のほうではきっちり決まっているのに対して、日本の伝統音楽ではいわばたいへんルーズである。例えば拍子というのは、西洋では同じ時間間隔できっちり打たれていて、せいぜい節の終わり近くでお

そくなる程度である。それに対して日本のものでは、拍子と拍子の間の時間間隔そのものが動いてしまう。一つの音の高さも一方では決っていて、狭い範囲でヴィブラートがかかる程度であるのに、他方では浮く・沈むなどの言いかたがあるように、一定していない。強さだって、西洋では一つの音はずっと同じか減衰するだけですが、日本では、例えば尺八などですぐわかりますように、途中で強くなったり弱くなったり自由自在であります。

二つ以上の楽器や声が一緒に出るときなどは、大変な違いになります。ヨーロッパの古典音楽では和声が発達していて、一般に協和音で作られる多旋律性で少し、拍子もいつもきちんとして合っています。もちろん「ドン・ジョヴァンニ」の中にあるように、管弦楽席のものは四拍子、舞台上のは三拍子というようなことに強拍が一致しますが、各音は同時に鳴り、また十二拍目ごとに強拍が一致します。これに対して日本の伝統音楽では、和声は余り発達しません、しかし必ずしも単旋律ではなくて異旋律も良く出てきます。そのうえ拍子そのものが常には一致せず、敢えて言えば時々、打楽器が大きくリズムを執るときにだけ一致するのです。

つまり西洋音楽の基本構造は、いつも常に互にきっちりした関係の中にあり、かっちりと組み立てられています。これに対して日本の伝統音楽の基本構造は、いわばルーズに組み立てられており、一見いや一聴しただけでは、まるでなんの構造もないかのように見えるのです。もちろん近年の西洋音楽の中には、日本の音楽その他の影響のもとに、上に挙げたような伝統音楽の特徴を生かしたのも出てきていて、例えば西ドイツのカールハインツ・シュトックハウゼンやアメリカ合州国のジョン・ケージの作品のようなものもあること、ご承知の通りです。

以上は、音楽が好きとは言え、聞く趣味をもつだけの素人の意見ですから、間違えもたくさんあることでしよう。ただ文字も宗教もその他のものを合わせて考えてみますと、今述べたような違いは、どうも二つの文化の間に確かにあるような気がします。

さて、この世には生物というものがいます。たくさん種類がいつしよに住んでおります。ここではそれぞれが自分の好きなことを勝手にしているわけには参りません。同じ所に住みたいと思うものもいるでしょうし、同じものを食べたいと思うものもいるでしょう。その要求する資源がうんとたくさんなければ、自分がないようになるか、相手をいないようにするか、そうでなければ何とか分け合わなければなりません。

一九五五年から六〇年まで私の大学院の学生のときは、アヌの仕事のほかに魚同士のこういう種間関係を調べておりました。

京都あたりではヘエとかヘエジャコとか呼ぶ、オイカワという魚がおります。この魚は、川へアヌが海から上がって来る前の春先あるいは川下へ下ってしまった秋には、流れの速い底石のごろごろした川の瀬に住んでいますが、アヌのいる晩春から夏には、岸寄りの浅いところか、それとも少し流れの緩い平瀬に住みます。オイカワの性質が早春や秋と夏とは違うのかと思って他の川も見てみますと、アヌのいない川では、夏になってもオイカワは流れの速い瀬に住み続けます。つまり、アヌがいるからオイカワの住み場は変わるのです。

アヌは、数がもつと多くなると平瀬にも岸にも住みます。そうするとオイカワは淵に移り、餌も、今までは主に石の上の藻を食べていたのが、水面の上から落ちて来る昆虫を食べるようになり

ます。このとき、オイカワの近い親戚のカワムツ（これはモトとかアカハエとか呼ばれ、おもに落下昆虫を待ち受けて食べます）というのが瀬にやってきて、アヌと一緒に住みます。アヌとカワムツとは餌が違っているので、同じ所に住んでも問題は少ないのです。

似たことは底魚の間でも起こります。京都府の北端にある丹後半島は、生粋の淡水魚の極めて貧弱なところで、タナゴつまりボテジャコの仲間も、カマツカなどの底魚も、ナマズやギギの仲間も全くいません。こういう川で水生昆虫を食べているのは、シマドジョウとかヨシノボリの類などの比較的小さい底魚です。しかし、例えば京都府でいえば桂川とか由良川とかになると、水生昆虫を主に食べるのはムギツク・ズナガニゴイ・カマツカといった底魚で、シマドジョウやヨシノボリのような小さい底魚は餌を食べるようになりません。詳しいことは申しませんが、これもまた実は、魚の種類の間の関係によって起こることなのです。こういうことを私どもは、「住み分け」とか「食い分け」とか呼ぶことにしております。

じつは、ほとんどすべての動物は住み分けたり食い分けたりしながら互いの生活を営んでいるのです。そして、こういうやりかたをする典型的な動物が淡水魚であるということは、一九五〇年代に日本だけでなく、ロシアやヨーロッパやアメリカの研究によって独立に明らかにされました。

それでは、なぜ淡水魚ではこういうことが典型的に見られるのでしょうか。

それは淡水という環境が、千年・万年あるいはそれ以上もの地質学的な長さで考えると極めて不安定な環境であること、また淡水魚は、空を飛ぶことも海を通ることも乾燥に耐えることも出来

ない、淡水以外ではまったく生きられない動物であること、そのために、淡水の中でさえあればどこにでも住み、なんでも食べるのでできる広い性質を持っていなければならぬというせいなのです。もしある速さの所にしか住めないというふうに性質を狭く決めてしまうと、その川にその速さの場所がなくなれば死んでしまわなければなりません。これしか食べないというほど好き嫌いがはげしければ、それが無い間は何も食べものがなくて死んでしまうことになりました。

ところですべての魚が、どんなところにでも何とか住め、またなんでも何とか食べることができるとなると、お互いの要求はかさなってきます。物の量が足りなくてしかも要求が重なっていれば、いつも争うか、それともいつも分け合わねばなりません。じつは、長い間いっしょに住んで進化してきた動物同士の間には、住み分けや食い分けをする性質が遺伝的に出来上がっているのです。

*

さて、私はここ十年ばかりアフリカの湖へ遊びに行っております。タンガニカという湖の北西の端に、ザイルン国の研究所があつて、そこで向こうの人たちと共同で調査をしているのです。来月の今ごろはまた向こうにいくことでしょう。

此の湖は、広さが九州島と同じぐらいあつて、しかも深さは一四七メートル、シベリアのバイカル湖に次いで世界で二番目に深い湖です。こういう大きい所ですから、もちろん全体を見ることはできません。そのごく一部の水の中に潜って調べているのです。ここには魚だけでも二〇種以上います。日本全体の、しかもサケやアユなど海と往復するすべてを集めた数と大体同じです。

この内の三分の二以上は、最近ではチカダイなどと言う名もついていないテラピアの仲間、すなわちカワスズメダイというグループの連中で占められています。水面のある地点にボカンと浮かんで水の中を眺めまわしますと、なんと三十種類以上が一目で見えます。数はというと、岩の上などでは一平方メートルあたり二十五尾以上になります。その中には何十センチにもなるようなものもいますから、まあ、かなり巧く管理された水族館の水槽の中にそっと入ったと想像して頂いて、大体の見当は間違えないでしょう。

これほど多くの種類の魚がこんなになくさんいるのですから、そのお互いの間の関係がどうなっているかということは、少々ならず気になるところです。

この湖は数百万年は続いていて、しかもかなり安定していますから、一つ一つの種の性質は比較的狭いのです。例えばおとなになると、他の魚の横腹へとびついて鱗をはがして食うのを本職にしている魚がいます。鱗は胃袋の中では一枚一枚きれいに重ねられて、丁度、バケットというパンのような固まりになって、それが三四本並んで袋に詰めたようなかたちで納められています。

繁殖のほうの習性になれば、この湖に一番多いカワスズメ科の魚は、すべて卵だけでなく稚魚も保護します。底や穴の中に産み付けて夫婦でそれを守るものもあれば、口の中へ入れて保護するものもいます。サカサナマズと言われるものの仲間の中には、私どもの所にいる佐藤哲さんがみつめたように、自分の卵をこのカワスズメの数種の口の中にくわえさせ、その卵は速くかえってその親の本当の子供を食べて大きくなり、その後もしばらくは外で餌を食べ、危険が迫るとその口の中へ隠れるといった、鳥のカッコウ顔負けのものもいます。

それはともかく、このカワスズメたちの種間で奇妙なことがいろいろ見つかりました。いくつかを紹介しましょう。

石の上の藻を食う仲間がここにはたくさんいます。大きく二つのグループに分けられまして、一方は顎をあてて櫛のような歯で藻を削り取るもの、他のは上下の歯を缺くように合わせて藻を刈り取るものです。この連中はたいてい喧嘩っばやくって、種間ではなわばりを持つものも多く、あるものが占領している場所へは、他の個体は入れません。いまここで、削り取るものの内一番強い種をA、刈り取るものの内一番強い種をBとしましょう。本当の名まえは、ペトロクローミス・ポリオドン、トロフェウス・モーレイというのですが、それはいまはどうでもよろしい。

いまある岩場から、Aを取り除いてやります。そうすると、藻を食ういろいろな種は、強いAがいなくなつたのですから、この空いた場所へやってきました。ところが、どうしたのか、BはAがいなくなると自分もいなくなってしまうのです。これを見つけたのは、いまは国立公害研究所にいる高村健二さんで、彼は餌を食う場所を詳しく調べて、Bは、Aが藻を削り取ってその量の減つた所を、わざわざ選んで食うことを明らかにしました。結局のところ、Aが藻を櫛削るときには藻の量が減るのは当然ながら、そこについている小さい砂粒などの言わばごみを取り除いてもくれ——つまりAはBにとって、藻の量をおる程度減らすものだけども、同時に藻の質を高めてくれるたいへん有難いものであったのです。

このようにAはBにとって役立つものだったので、BはAにとってどういふ役割を果たしているのでしょうか。高村さんは一度だけ、BがAのえらのところから何かを取っているのを見た

というのですが、私はいささか首をかしげています。それというのが、彼の観察は千時間近くも少ないのです。千時間に一回というのは、お返しとしてはあまりにも少ないのではないのでしょうか。しかし考え直してみれば、人間でも、いつも仲良く見えるのは本当の友達とは限らず、一生のうち一度でも、大変なときに助けたり教えたりしてくれるのが本物の友達でしょう。そう思えば、あながちBのお返しが十分でないとは言えません。ただこれは、科学的資料には今のところちょっとなりそうもないのです。

和歌山医科大学の堀道雄さんは、小魚を食うカワスズメについて、これまた奇妙なことを見つけました。

先に私は、水の中で多くの魚が見えると申しましたが、それは水がきれいで透明だということでもありません。魚が餌を目で見つけることも容易ですが、逆に言えば餌のほうも襲って来る敵をすぐ見つけることが出来るわけで、そのせいもあるって、小魚食いの連中はさまざまな特別の食いかたを持っています。いま三種類の魚をC・D・Eとしましょう。Cはトゲウナギという魚がエビなどを食いにニョロニョロと動くあとについて行き、驚いて飛び出す小魚を食うのが得意です。Dは小魚などは食べない大きい魚、例えば先のAのようなものの横について行き、その陰から急に小魚を攻撃するのが得意です。Eはもつと芸が細かくて、石の、例えば左の陰にいる小魚を攻撃するには、先ず右上へ行って体を横倒しにし、そろそろと石の上を横倒しのまま右から左へ行き、片側の目で小魚を再び見つけた瞬間、体を弓なりに曲げ、急降下爆撃をします。ところが小魚のほうもさるもの、Eが右から左へ石の上の面を動いている間に、手前なり向こうなりあるいは右なりへ動いて逃げてしまいます。

ところでC・D・Eの三種類の魚が、それぞれ一尾で小魚を攻撃しますと、見つけたものうちその食える比率、いわば成功率は、それほど高くありません。おなじ種類が二個体で攻撃しやすと率は確かに大きくなりますが、一個体当たりですればそれほどでもありません。しかし、違った種類のもので一緒に攻撃をかりますと、驚いたことに成功率はうんと高くなるのです。

私は、二十年ばかり前のいわゆる大学紛争の時を思い出します。ご多分にもれず学生諸君の団交なるものを私も受けましたが、全部の諸君が同じやりかたで同じ点を突いてくる時には、実はたいたことはありませんでした。しかしそれぞれ違ったやり方で違った点を突いてくるとき、これに対応するのは本当にたいへんでした。攻撃される小魚にとっての状態は、正にあの時の私と同じなのではないかと思うのです。もしそうなら、いま先き「驚いたことに」と申しましたが、それは誤りで、むしろごく当然のことだったかも知れません。

実はこれは、生物学のほうではいままでも誰も気づかなかったことなのです。おなじ資源を要求する種は、互いに相手がいないほうが得である——皆々そう思っていました。先ほどの住み分けや食い分けだって、その場その場の争いは解消するもの、住み分けの場所の全部には住めず、食いたいものをすべて食うわけにはいかないのですから、相手がいないほうが良いに違いないという考えから一歩も出てはいません。つまり、タンガニーカ湖で見つかったおなじ資源を要求する種の間は協同関係は、私どもとザイルの研究との共同研究の中で初めて見つけたものなのです。

底生動物を食う魚の間の似たような関係は、私どもの所にいる遊磨正秀さんが見つけていますし、たがいに近くで稚魚を守る種

の違う個体同士の間でも、相手がいるほうが敵から守りやすいことを、同じく中井克樹さんが見つけています。このあとのほうでは特に簡単に分かって頂けるかと思いますが、産卵場所そのものをめぐっては明らかに競争をしており、そのことがとりもなおさず稚魚を食いにくる敵からの守りという点では、協同になるのです。この内容は、いずれも未だ正式には発表されていませんので、ここではこの程度で止めておきますが、こうした協同関係は、思いの他に多いのでして、しかもタンガニーカ湖に限らず、日本の淡水魚でもたくさんあるのではないかと信じておられます。

*

食う食われるの関係といえ、三十年ばかり前には、何が何を食うかのはっきりしたものが主な対象になっていました。食い分けの話をしたとき、そのように変わり得るものならそれは結局のところどうでも良いことなのではないかと言われたのを、今も思い出します。タンガニーカ湖で見られた協同関係も、それがなければ絶対に生きていけないような、例えばサンゴとその細胞の中に住む褐虫藻との関係であるとか、ある種のランとある種のハチのような関係ではありません。なければ絶対にやっていたりしないわけではないけれども、あればたいへん喜ばしい関係であります。

思い直してみますと、生物と生物との関係あるいは生物と環境との関係は、こういうものなのではないか。きっちりした関係を持つのは特別のところなのであって、それ以外の多くは、いつもは言わばだらしないかたちで関係を持っており、何かの時にだけ生きるか死ぬかといったはっきりした問題になるのではないかと。生物学ないしは生態学の御本職の方が殆ど居られないところ、こういうことを申すのはいささか不謹慎かも知れませんが、少々

お許しを頂きますと、あるところに住んでいる生物の集まりをその間のすべての相互関係をも含めて「群集」と呼んでおります。そして、群集をいかに捉えいかに解析するかは、生態学の最も大きい目標の一つであります。生物は決して単独では存在せず、また相互の関係の中で互いに進化して来たものだからです。

動物は植物を食うけしからん存在である——こういう笑話がございますが、虫がいなければ多くの花に実がならないのはもとより、動物や微生物がそれを食わなければ、植物の栄養もなくなり、枯れ木が一切腐らずに地面の上を覆えば、植物の生える場所すらなくなってしまう。生物の群集全体は、大きくしかるも時間を長くとってみれば協同的なものであること、少し考えればすぐに分かることであって、それに疑いは全くありません。

しかしその内部を、もう少し細かく見て行けばどうかと言うことになる、さまざま意見がありました。それは大きくは二つに分かれ、完全に対立しているように思われていました。すなわち、隅から隅まで組織づけられた見事な構造物であるという意見が一方にあり、いや、そうではなくて各々の種が勝手にばらばらに住んでいる、それだけのものだという考えが他方にあったのです。この二つの考えは、ほぼ二十年から二十五年の周期で、形を変えながら繰り返し現れてきています。

だが生物間の関係は実はそのようにはなっていないのではない

か。先に申しましたとおり、多くの時と場所では言わばだらしない関係しており、しかも一つのことが競争でもあり協同でもあると言ったものではないのか。いつもはその区別も曖昧であり、何かの時に、ある場合には例えば競争的側面が、他の場合には協同的側面が出るだけのことではないのか。したがって問題は、一つにはその曖昧さをいかに科学の言葉に乗せるかであり、一つにははっきりする局面がどういふときにどのように現れるかを明らかにすることである——そのような気がしてならないのです。

最初にヨーロッパの古典音楽と日本の伝統音楽との違いについて、全くの素人意見を申し述べました。そこへ戻って言えば、生物の群集は西洋音楽のように成り立っているのではなくて、日本音楽のように成り立っているのではないか。そしてこのような在りかたは、あなたがち生物の群集に限らないのではないか。もしそうだとすると、科学の方法論についても、他の人々とは異った、われわれなりの考えを提出してみても、いろいろな考えを持つて、世界のいろいろな人々と討論するのが良いのではないか。アフリカで、さらにまた違った文化に接しまして、私は自分に染み付いてしまっている日本の文化の考えを、科学方法論としてもまず、提出してみなければならぬのではないかと、思い悩んでるところでございます。

(一九八八年五月二〇日講演)