

は湧き水の研究をやっていませんが、興味があるのでよく歩いてみえています。例えば、世田谷の等々力溪谷も国分寺崖線ですよ。

### <講師プロフィール>

**高橋 修** (たかはしおさむ)

東京学芸大学 宇宙科学分野 助教授

専門は地質古生物学。放散虫化石およびそれを用いた日本列島付加体の構造を研究している。近年は現生放散中のDNA解析を試み、化石と分子の双方の情報から放散虫や真核生物全体の進化を明らかにしようと研究に取り組んでいる。また、野外学習などを通して、自然災害から身を守るための科学的素養（リテラシー）を育成する実践研究も行っている。

### 「動物の繁殖戦略」

**狩野 賢司**

東京学芸大学

生命科学分野・助教授



#### 多摩川の鳥

こんにちは。狩野です。よろしくお願ひします。

今日は、多摩川流域には様々な動物がいるのだということをお話したいと思います。特に、大型でよく目立つ動物ということで、多摩川で見られる鳥のお話をします。

(以下、パワーポイントを使い説明)

例えば、多摩川中流の是政橋の近くでは、シラサギやトビやヒバリ、カワセミを見ることができます。夜になると、オイスギなどがいます。多摩川の河口、羽田空港のすぐ近くでは、アジサシなど主に海を中心として生活している鳥を見ることができます。夏になると絶滅が危惧されているコアジサシ、冬になるとキンクロハジロなどの多くのカモが現れます。このように多摩川では様々な鳥を見ることができます。この鳥たちがどういう生活をしているのか、私の専門である「繁殖」の話を中心にしていきたいと思います。

#### 鳥の繁殖における大きな特徴 ～一夫一妻制、離婚～

鳥の繁殖の大きな特徴は、一夫一妻が多いことです。

つまり両親で子育てをする鳥が多いのです。(図を見せて) これは親のどちらが子育てをするのか、鳥と哺乳類を比較したものです。哺乳類は、雄だけで育てることはありません。90%が雌だけで育て、10%は両親で育てます。両親で育てる種はおもに犬と猿の少数の仲間だけで、それ以外の哺乳類は雌のみで育てます。それに比べ、鳥は90%以上が両親で育てます。雌だけで育てるカモのような鳥は全体の8%を占めます。雄だけで育てる鳥は非常に珍しく、ダチョウなどが2%を占めるだけです。以上のことより、鳥の多くが両親で育てることがわかります。では、それは何故でしょうか。まず、鳥は非常に短いシーズンで子育てをします。また、片親が子どもを温めている間に、片親が餌を取ってくるという分業をしないと、どうしても子育てができない。よって、鳥は子育てを両親保護でおこなう種類が多いのです。

両親保護というと一夫一妻制ですが、人間と同じように、鳥も離婚する種はたくさんあります。(表を見せて) これは鳥の離婚率を表します。日本で言うと大体の鳥は、春から夏にかけて繁殖して、秋から冬にかけて家族と過ごすことはありませんが、グループで過ごしたりします。この表は、昨年の夏に繁殖していたペアが翌年も繁殖していたか、どれくらいの割合で同じペアまたは違うペアで繁殖したかを示しています。例えば、ハクチョウ、カラス、アホウドリは離婚率がほぼ0%、つまり一度つがいになると一生その相手と繁殖し続けます。ハクチョウは10年以上繁殖するので、10年近く一緒に子育てをするということになります。一方、ヒバリの50%は翌年には違う相手と繁殖しています。学芸大学でも見ることができるシジュウカラは、地域によって異なりますが、25%は翌年には違う相手と繁殖しています。最も極端なのは、ニシイワツバメです。この鳥は100%、つまり毎年違う相手と繁殖しているのです。

では、めったやたらに離婚しているのかということ、そうではありません。離れるにはそれなりの理由があります。子育てを一緒にする相手が、子育てが下手であるとか、餌をいっぱい採ってくるができない場合に、さっさと離婚するのです。(図を見せて) これはミユビカモメの離婚率と繁殖経験の相関関係を示した図です。このカモメは、15年くらい繁殖をおこないます。初めての繁殖をしてから、そのうちの40%くらいが離婚します。しかし歳を経るごとに離婚率は減り、15年くらい経つとほとんど離婚しません。初めての繁殖では、相手も初めての繁殖であったり、子育てが下手な

のです。相手の子育てが下手だと離婚しますが、上手だと離婚しません。それをどんどん続けていくと、悪い相手は捨て、良い相手は確保しますから、離婚率が減っていくらしいと言われているのです。

(図を見せて) これはハクチョウの子育て経験と成功率の図です。ハクチョウは産んだ子をどれだけ育てられたかを表しています。最初の1年、2年というのは0%に近く、卵を産んでも全滅してしまいます。それだけ子育てが下手だということです。年とともに成功率の割合が上がっていき、10年くらい経つと80%、つまり10羽産んだら8羽は育てられるまでになります。

### 雌による選り好み

子育てが上手な相手かどうかは、一緒に子育てしてみないと分からないというわけではありません。配偶する前、つまり相手を選ぶ前に、相手を査察することがあります。その例として、求愛給餌、婚姻給餌というものがあります。例えば、カワセミは配偶する時期になると、雄は魚を採ってきて、餌を雌にプレゼントします。貢物をしないと、雌は雄が近づくことを許さないのです。雌は複数の雄からアプローチを受けるのですが、その中から、たくさん餌をくれた雄を選びます。学芸大学にもいるカワラヒワは、雄の採ってくる餌の質が良くない、あるいは量が少ないと雌はそれではダメだと判断するようです。人間でいう婚約指輪みたいなもので、雌は雄からのプレゼントによって相手の能力をはかっているのです。たくさん餌を採ってこられる雄は子育てが始まっても、子どもの為にたくさん餌を採ってくるができるだろうと判断しているのでしょう。つまり雌は、雄の餌採りの上手さで子育て能力を見極めているといえます。

鳥は一夫一妻制なので、相手をシビアに選びます。人間を含め、多くの動物は雌が雄を選びます。雄が雌を選ぶことはあまりありません。人間だと男性が女性を選ぶ場合もありますが、女性の方が男性の3倍もシビアに相手を選んでいるそうです。これは生物共通の原則です。

雌の選り好みの例としてツバメを挙げます。尾羽が短いのが雌、長いのが雄です。雄の尾羽の長さには個体差があります。どういう雄がもてるのでしょうか。短い尾羽の雄は、巣をつくってから繁殖相手を見つけるまで2週間くらいかかります。尾羽の長い雄は、2、3日で雌を獲得できます。このことより、どうやら雌は尾羽の長い雄を好んでいるらしいということが分かります。では何故、尾羽が長い雄がもてるのでしょうか。(図を

見せて) これは雄親の息子の寿命を表したグラフです。尾羽が短い雄親の息子は寿命が短く、1歳以上はほとんど生きていません。ところが、尾羽が長い雄親の息子は寿命が長くなっています。雌が尾羽の長い雄を選べば、それだけ子どもの寿命が長くなるというわけです。

では、雄親の尾羽の長さと子どもの寿命の関係は、何に由来しているのでしょうか。野生の鳥なので寄生虫がたくさんいます。この場合、ツバメにはダニがいます。そのダニに対する耐性と尾羽の長さが関連していることが知られています。(図を見せて) これは雄の身体に付いているダニの密度と、昨年より尾羽がどれだけ短くまたは長くなったかの関係を表している図です。ダニが多ければ、昨年より尾羽が短くなる。逆に、ダニが少ないと、尾羽が長くなるのだらうということが言えます。

雄の尾羽の長さが本当にダニによるものなのか、実際に実験をしてみました。捕まえたツバメに3通りの処置を行いました。1、殺虫剤をスプレーしてダニを殺す。2、ダニには何の効果もない、ただの水をスプレーする。3、ダニを集めてツバメにたくさん付着させる。翌年、それぞれの処置を行ったツバメを見てみました。そうすると、殺虫剤でダニを殺したツバメは尾羽が長くなったのに対して、ダニを付着させたツバメは尾羽が短くなるという現象が起きました。このことから、尾羽が長いとそれだけ寄生虫に対する耐性が強いということが分かりました。

(図を見せて) これは、寄生虫に対する耐性は雄親から子どもに遺伝するらしいということが分かった実験結果です。尾羽の短い雄の子どもはたくさんダニが付着しているのに対して、尾羽の長い雄の子どもはあまり付いていません。もしかすると、雄親がダニを巣に運んでこない為にその子ども達もダニが少ないという可能性もあります。それを確かめる為に、ツバメの巣からヒナを盗んできて里子に出してしまうという実験を



行いました。里親のもとで育った子どもを調べてみると、実の父親の尾羽が短い場合、ダニがたくさんいるという結果が得られました。つまり育った巣がどうであろうと、実の父親の尾羽が短いとダニが多く、実父の尾羽が長いと子どももダニが少ないのです。このことから、雄親の寄生虫に対する耐性というのは子に遺伝するのだらうということが分かりました。従って、雌は尾羽が長い雄を選ぶことによって、寄生虫に強い子どもをつくることができるのだらうと言えます。

### 雌の浮気

雌は、採餌や子育てが上手くて寄生虫に対する耐性が強い魅力的な雄とペアになることができると良いのです。しかし性比は大体1:1ですから、魅力的ではない雄とペアになる雌もでてくるわけです。そういう雌はどうしようもないかという、鳥の多くは一夫一妻制ですが、実は鳥も浮気をします。

(図を見せて) この図は、どのような雄とパートナーになったツバメの雌が浮気をするのか、浮気をした相手はどういう雄なのかを調べた結果を示しています。尾羽の短い雄と配偶してしまった雌は、長くて魅力的な雄と浮気をします。実験において、尾羽を切って短くした雄のパートナーは浮気をします。一方、他の雄の尾羽を付け足して尾羽を長くした雄のパートナーは浮気をしません。このことから、ツバメは配偶した雄の良し悪しで浮気するかどうかを決めていると言えます。つまり一夫一妻と言っても、雄は油断できないのです。

雌の浮気に対する雄の抵抗というものがあります。雄は、浮気しないだらう雌を選ぶのです。(棒グラフを見せて) この白い部分が、それまで雄と一緒にいたことのないジュズカケバトの雌。黒い部分が、雄と会う前に他の雄と会っているのを雄に見せた雌。まず、雌に対する雄の求愛行動を比較します。雄は、他の雄と会ったことのない雌には求愛し、他の雄といた雌にあまり求愛しません。次に、雌に対する雄の攻撃行動について比較します。他の雄と会ったことのない雌にはあまり攻撃しません。それに対し、他の雄といた雌が近寄ってくると、あっち行けと攻撃します。このことから、他の雄と浮気したことのある可能性がある雌は排除するのではないかとと言えます。

### 鳥の変わった現象 ～一夫多妻、一妻多夫、托卵～

鳥のほとんどは一夫一妻ですが、なかには一夫多妻の鳥もいます。多摩川でよく見ることが出来るセッカや

オオヨシキリなどがそうです。(図を見せて) これは立教大学の上田先生が調べられたもので、セッカの雄がどれだけ雌を獲得できたかを表しています。一番多い雄で、11羽の雌と配偶していることが分かっています。先程も言いましたように、性比は大体1:1なので、雌を獲得できない雄もでてきます。雄の30%くらいは結婚することができません。このように雄の繁殖の良し悪しは、非常に幅が広いということが分かっています。

一夫多妻は、雄にとってはたくさんパートナーが獲得できるので良いことです。では、雌にとってはどうなのでしょう。一夫一妻では雄が子育てを手伝ってくれますが、一夫二妻の場合、雄が子育てを手伝ってくれる労力が二羽の雌で分けられてしまいます。つまり、一夫多妻では雄の手助けが少なくなってしまうのです。このことから、雌にとっては一夫一妻が良いと言えます。しかしその一方、雄にとってはこのように成功すれば一夫多妻が良いのです。

こうして雄と雌の間に利害の対立がおきるのですが、では何故雌は一夫多妻に甘んじているのでしょうか。質の良い雄の第二妻なのか、それとも質の悪い雄の第一妻なのか、それによって雌の適応度が異なります。雌の適応度とは、どれだけ子育てが上手くいくかです。一夫一妻の雌は、なわばりの餌と雄の手助けを独占し、一夫二妻の雌に比べてたくさん子どもを育てることができます。ところが、ここになわばりの質が関わってくると、雌の適応度は少し変わります。なわばりの質が低い雄の一妻目と、質が高い雄の二妻目では適応度はどのように異なるのかを見ていきます。(図を見せて) なわばりの質が悪い雄の一妻目は5羽くらいしか育てられないのに対して、質が良い雄の二妻目は6羽育てることができます。雌にとって子どもの数は重要ですから、質が悪い雄の一妻目になるより質が良い雄の二妻目になる方がメリットがあるという判断で、一夫多妻が成立しているのだらうと言われていました。

(図を見せて) これは日本の鳥とは異なり、ブラックバードというアメリカの鳥です。この図は、一夫多妻の雄のなわばりにどれだけ雌がいたのか、また一羽の雌が一年で育てられた子どもの数を表しています。一夫一妻では0.5羽くらいしか育てられないのに対して、一夫六妻になると1.5羽を超える子どもを育てることができます。つまり、なわばりの質が悪い雄の一妻目よりも、質が良い雄の六妻目の方がより多くの子どもを育てることができると言えます。このことから雌にとって、コストを上回る利益を得られるのであれば、一夫一妻よりも一夫多妻の方が良いのだらうと考えら

れています。

鳥は主に一夫一妻ですが、先程言いましたように一夫多妻もいます。ということは、一妻多夫の鳥もいます。これは動物界を通して、非常に稀な現象です。多摩川の上流で見られるであろうタマシギは、雄が子育てをします。雌は卵を産む間だけ雄と一緒にいますが、卵を産み終わると、雌は雄を捨ててどこかに行ってしまう。他の雄の所に卵を産みに行くのです。そうして残された雄は、単独で子どもを育てます。普通の鳥では、クジャクのように雌に選ばれる雄の方が派手ですが、タマシギの場合は、子育てをする雄が地味で、たくさんの雄に気に入られたい雌の方が派手になっています。これは珍しいことです。また綺麗な雌は、一度に卵を産む数などが多くと言われています。

鳥のかわった現象のもう一つの例としては、カッコウやホトトギスなどの托卵があります。カッコウは自分で巣をつくることはなく、他の鳥が巣に卵を産むとそこに自分の卵を産みます。そうして他の鳥の所に里子を出して、自分の子どもを育ててもらいます。(図を見せて)これはモズに育てられているカッコウの子です。カッコウやホトトギスの子は、宿主の子より大きいので、宿主の子の分の餌をもらわなければなりません。従って、宿主にとっては非常に厄介な存在と言えます。宿主が、これは自分の子ではないと気がつけば里子を捨てる可能性があります。しかし、カッコウやホトトギスは自分で子どもを育てることはしないので、様々な方法で里親を騙しています。例えば、卵の色を宿主の卵と似せたり、またヒナの口の模様を宿主のヒナのものと非常に似せたりしています。ただ、カッコウやホトトギスが何故、宿主に合わせて卵を産めるようになっているのかは、今研究がなされているところで、まだはっきりとはわかっていません。

以上、お話ししてきましたように、鳥には、自分で大変な子育てをするものもあれば、パートナーを選ぶのにシビアなものもあれば、他の鳥に子育てを任せてしまうものもある、という様々な繁殖戦略があります。今日の話を通じて、鳥に興味を持っていただけたらと思います。どうもありがとうございました。(会場、拍手)

#### <質疑応答>

質問者A：たくさんの事例を紹介して頂き、ありがとうございました。とても面白かったです。始めの方で、尾羽の長い雄と子どもの丈夫さの関係を示すグラフがでてきましたが、それはたくさんのデータをとったうえで、雌は尾羽が長い雄を選ぶと判断されているのでしょ

うか？

狩野：はい、そうです。自然状態の場合、そして先程お話しした人為的に尾羽を短くしたり長くしたりする実験の場合、どちらの場合についても雌は尾羽が長い雄を選ぶという結果が得られているので、そのように判断しています。

質問者B：私は以前、小学生の子ども達に、総合学習などで体験学習を行っていたことがあります。狩野先生がこの専攻を選んだきっかけ、例えば子ども時代にこんなことに興味があったなど教えてください。

狩野：私は子どもの頃から、生き物が好きで色々な動物を飼っていました。ただ飼うだけだといつか死んでしまうので、繁殖させることに興味をもっていました。飼っている動物の繁殖に挑戦しているうち、自然状態ではどうなのだろうかと不思議に思ったことが、今の研究に至ります。

#### <講師プロフィール>

狩野賢司 (かりのけんじ)

東京学芸大学生命科学分野・助教授

動物の繁殖生態、特に雌の配偶者選択を中心とした性淘汰に関する研究を行っている。その他の研究としては、雄の代替繁殖戦略・戦術、親による子の保護、性転換。近年は、雌の配偶者選択とそれに対する雄の騙し戦術、及び親による適応的な子の性比調節などが主な研究テーマである。

#### 「植物雑学」

犀川政稔

東京学芸大学

環境科学分野・教授



シモバシラの霜柱

皆さん、こんにちは。私はこの大学に勤めて30年になります。ずっとカビの研究をしてまいりました。しかし、花を咲かせる植物も好きです。授業では「植物学野外実習」を担当し、毎年学生たちと山野を歩いています。そのおかげで私はカビのほかに植物についても研究したいと思うようになりました。きょうはその1例で、私の「シモバシラの霜柱」の研究を紹介します。