

動物の行動／環境／保全

瀬野 裕美



動物の行動はおもしろい。人間のようにあーでもないこーでもないと考えてからの行動ではなく、与えられた環境の中で個々が生き残ってゆくための適応に迫られた必然の結果のひとつと考えられるのになんだかものすごく「巧妙」なことをやっている。人間が習うべき、あるいは、反省すべき点を気づかされることも少なからずある。数理生物学というなんとなくやくざな分野に足を踏み入れて、生物一般、もしくは、生物に特異的なさまざまな生態を科学的に理解するための、現象の数理モデリング、数理モデル解析、その解析結果の生物学的議論、という研究に手を染めつつ、いわゆる生物学者たちと比べると、実際の動物たちからはより遠いところにいる、それらの研究が動物たちの行動の巧妙さをより際立たせ、彼らの生き方に畏敬の念に似た感じすら持ってしまうこともしばしばである。

近年、様々な生物学者によって多角的に研究されてきた動物行動のひとつが「托卵」である。要するに、自分の卵もしくは子の「世話」を親自身がやらないで他の個体にやらせてしまおう（寄生）という行動を指している。托卵には、同種の個体に寄生する種内托卵と、他種の個体に寄生する種間托卵があり、それぞれの動物がとる托卵の行動様式の特徴はそれぞれの動物の生態の特異性として研究される。また、種間托卵は種内托卵の状態を経て進化してきたのではないかという仮説に代表される、托卵行動の進化の問題も議論されている。

東アフリカのタンガニーカ湖には、親が自分の卵や稚魚を口の中で保護するカワスズメ科の魚がいる。口内保育による親の保護により、その稚魚の生存率は非常に高いものと考えられる。ところが、同じ環境に生息するサカサナマズ科の魚は、カワスズメに托卵し、しかも、托卵することによってのみ繁殖を行う種として知られており、托卵を受けたカワスズメの卵もしくは稚魚は、ほとんどの場合、先に孵ったナマズの稚魚にほぼ完全に喰い殺される。つまり、ほとんどの場合、托卵を受けたカワスズメの子は托されたナマズの子によって絶滅させられてしまうのである。一見、カワスズメの繁殖にとって害を及ぼ

すのみの存在であるナマズであるが、カワスズメは托卵を100%受け入れ、この2種の魚は長い年月の間、安定に共存してきたと考えられている。この生態に対する数理モデルを構成し、解析した結果、この托卵関係がカワスズメの個体数変動における最小値を引き上げている可能性が示唆された。つまり、托卵ナマズが存在しない場合、カワスズメの個体数は大きな変動をする性質があり、ある時期には個体数がかかなり小さくなる。その時の個体数が小さければ小さいほど、そのときに何らかの環境変動（生態的攪乱）が起こった場合の絶滅の危険がより大きいわけであるが、托卵ナマズの存在によって、結果的に、この最小となる個体数がより大きくなっているという結果が得られたのである。したがって、このカワスズメが、長い存続の歴史におけるたびたびの生態的攪乱による絶滅の危機を乗り越えて現在まで存続することができたのは、ナマズとの托卵関係のおかげであったと考えることができるかも知れない。

さて、托卵といえば、特に鳥類の托卵は、昨今、しばしばテレビや科学雑誌に取り上げられたりして研究者以外にもずいぶん知られるようになった。特にカッコウの托卵は最もよく研究されており、有名でもある。カッコウは自分の卵全てを他の種の鳥の巣に産みつける（種間托卵）。托卵される相手の鳥にとっては、異種の子を育てることにより、自分の子の餌を奪われたり、あるいは、前述の托卵ナマズの場合のように、預けられた異種の子によって自分の子が殺されたりする被害を被るのであるからたまたまのものではない。カッコウの托卵相手となる鳥は、カッコウの生息地の環境や、そこで共存する他の鳥の種類によって様々であるが、ヨーロッパヨシキリのように、対抗手段として、カッコウの卵を認識して排除する行動をとる鳥もいる。実際、それらの鳥の卵の大きさ、殻の模様や色などはカッコウの卵のそれらとは確かに異なっている。托卵相手がこのような対抗手段を持つような場合には、カッコウにとっては、より見分けがつきにくい卵を産むほうが自分の子をより残しやすいわけであるから、そのようなカッコウが集団中に増えていくと考えられる。その

ような過程は、カッコウとその托卵相手の鳥との間の軍拡競争的共進化と呼ばれる。一方、カッコウに托卵されているが、その卵をそのまま受け入れ、育ててしまうような托卵相手も少なからずいる。ヨーロッパカヤグリやヨーロッパコマドリがその例である。そのような鳥は一方的に損をしていることになるから、何にもいいことがないはずなのに托卵を全面的に受け入れる。進化生物学的には、これらの鳥の場合には、対抗手段を進化させることによるしわ寄せで自ら損をする分（コスト）が大きすぎ、対抗手段を持った個体のほうが子を残しにくいという結果になるからだといった解釈がなされる。私の同僚の高須は、集団遺伝学的数理モデルを構成し、解析した結果、前述の軍拡競争的共進化の考え方をもとにして様々な種間托卵関係を体系的に理解できることを示している。

托卵が托卵相手の繁殖にとって一方的な損を与える、というのは事実である。托卵が起因となって絶滅に瀕していると考えられている鳥類の例もある。北米のコウウチョウも托卵行動をとる鳥である。この鳥は、草原性の鳥で、森林域をその生息域としない。一方、アメリカムシクイは、同じ地域に生息するが、森林性の鳥である。したがって、元来、これら2種の鳥は同じ地域に生息していても、前者は草原域、後者は森林域で生息することによる、空間的な棲み分けによって共存できるはずであった。しかし、20世紀、人間による森林開発がこの棲み分けのバランスを大幅に崩した。森林開発によって、森林域内にオープンスペース（コウウチョウの別荘!）ができる、あるいは、森林域が断片化されること（コウウチョウの通路開発!）によって、これら2種の鳥それぞれの生息域が複雑に入り組むようになり、その結果、コウウチョウが森林域内に侵入することが頻繁になった。こうして棲み分けしていた2種の生息域に空間的な重なりが生じ、ついに、アメリカムシクイがコウウチョウの托卵相手となってしまったのである。もともとは棲み分けしていた2種であったから、アメリカムシクイは前述のように托卵に対抗する手段を持たなかった。アメリカムシクイはコウウチョウに托卵された卵を100%受け入れたのである。果たして、コウウチョウの托卵によるアメリカムシクイの繁殖へのインパクトはかなり大きく、生息域である森林域の断片化の影響と相まって、現在、アメリカムシクイは絶滅の危機に瀕しており、保全プロジェクトが組まれている。この例は、森林開発が生息域を減少させるという直接的な効果よりも、複数の生物種の間関係のバランスをくずすと

いう間接的な効果によって絶滅への道が導かれたものといえる。

北海道のシマフクロウも森林開発を起因として絶滅の危機に瀕している鳥類のひとつである。このシマフクロウの場合には、営巣のための巨木の減少がその存続に対して深刻な影響を及ぼしていると考えられており、環境庁による保護増殖事業による巣箱設置が成果をあげているそうである。この例は、森林開発による生息域の減少が、直接、生物種の存続に影響を与えた例である。では、保全プロジェクトとしては、生物種の生息域として利用できる空間を拡げてさえやれば効果的に個体数を増やすことができるものかということ、必ずしもそうはいえないかも知れない。シマフクロウの場合を例として、私が学生とやった数理モデル解析の結論では、個体数増加がもっとも期待できるのは、適当に広いけれども広すぎない程度の空間の場合で、広すぎる空間では逆に正味の増殖率が落ちてしまうということが導かれた。これは、生息空間が広がれば、営巣に利用できる場所が増える一方で、前述のコウウチョウの托卵の例のように、生息環境に生物種の増殖にとって不利な要素が入り込む可能性も大きくなるということを示唆していると考えることができる。

このように、環境の改変によって起こる生物種の絶滅問題が一般的な社会問題のひとつとして取り上げられるようになって久しい。近年、様々な生態系保全プロジェクトも組まれている。しかし、人智が問われるのは、保全プロジェクトを組むことそのものではなく、保全プロジェクトとしてどのような活動をするか、という点である。前述の例のように、環境の改変の生態系への影響は、そこに既存の生態系のもつ性質（その中には、もちろん、動物の行動生態も含まれる!）と無関係に議論できるものではないし、さらに、直接的な関係のみだけで議論できるとも限らない。同じ量の環境改変、例えば、同じ面積の土地開発、あるいは、同じ面積の保全地域指定であっても生態系へ与える影響が違いうことは、基礎的な数理モデル解析からも明確に導かれる結論のひとつである。これは、保全プロジェクトとして行われる活動も逆に生態系にとって致命的な結果を導く要因となりうる危険性を意味している。だから、保全プロジェクトを組んだからといって決して安心していいものではない。人間よ驕ることなかれ、といったところであろう。

（せの ひろみ 理学部助教授
情報科学科 数理生物学）