

鳥の渡りを探る ―衛星追跡の仕組と成果―

樋口 広芳 (慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科)

鳥類がほかの生物と大きく異なる点は、その並はずれた移動能力である。鳥の多くは、そのすぐれた移動能力、飛翔力を生かして、ある地域から別の地域へと数百キロ、数千キロもの距離を移動する。時には、北半球から南半球へと、赤道をまたいで一万キロ以上を移動する。毎年毎年、しかも春秋の二つの季節に、それだけの距離を移動するのである。

鳥類のこの季節移動は、渡りと呼ばれる。鳥は渡りを通じて、経路上の自然をつないでいる。タカ類の 1 種、ハチクマの渡りを衛星追跡した結果を紹介しよう。衛星追跡とは、気象衛星ノアに積み込まれたアルゴシステムを利用して、長距離の移動を追跡する仕組みだ。ひとたび衛星用の送信機を装着すれば、その後の移動の様子をほとんどリアルタイムで追跡することができる。まず、ハチクマの秋の渡り。本州の中部以北の繁殖地を 9 月中下旬に飛び立ったハチクマは、九州の西のはし、五島列島から東シナ海の 700 キロを超えて中国の揚子江河口付近に移動する。その後、中国の内陸部へと少し進んで南下し、ベトナム、ラオス、マレーシアと南下を続け、シンガポールを経てインドネシア、あるいはフィリピンへと渡る。大きく C の字型に迂回する渡り経路で、越冬地に到着するのは 11 月上旬ころ、総延長移動距離は一万キロほどにもなる。

春は越冬地を 2 月に出発する。秋の経路を逆戻りして北上するが、マレー半島の付け根あたりから内陸へと入り、ミャンマー北部で 40 日近くをすごす。その後、中国南部の雲南省、東部の山東半島、遼東半島を経て朝鮮半島の北部まで移動する。秋のように東シナ海は越えない。日本には戻ってきそうもない経路だが、じつは戻ってくる。なんと朝鮮半島の北部から 90 度方向転換し、朝鮮半島を南下して九州に入り、その後、東進して繁殖地である長野県や山形県などに戻るのである。秋とは経路が大きく異なるが、やはり大きな迂回経路をたどりつつ、一万キロを越す長旅を終えるのだ。しかも、戻るところは、人間世界の言葉を使って言えば、何丁目何番地何号まで決まっている。

この春秋の渡りを通して、ハチクマは東アジアのすべての国を一つずつ通過していく。文字通り、東アジアのすべての自然をつないでいると言える。特定地域でハチクマを見ているだけでは、こんなことは予想もできないが、毎年毎年、何千、何万ものハチクマがこうした長距離の季節移動を繰り返しているのである。ハチクマの渡りは一つの極端ともみなすことができるが、ほかの多くの鳥も、いくつもの国にまたがって移動し、各地の自然をつないでいることに変わりはない。

ハチクマをはじめとして鳥たちは、多くの場合、夜も昼もなく移動する。暗闇の中をどう動くのか。夜空の星をながめ、方角を定めていることがわかっている。日中は太陽の位置を体内時計で補正して定位する。地磁気も使い、最終的には視覚情報も利用する。鳥の渡りとは、われわれの想像をはるかに超える不思議な行動だ。プラネタリウムを利用した屋内実験の結果をふくめて、渡りの定位についての謎も紹介したい。今後、野外での衛星追跡と室内での実験科学を結びつければ、地球規模で渡る鳥たちの移動のあり方をさらに克明に解明できるようになるだろう。

地下世界の小哺乳類,モグラを追って

川田 伸一郎 (国立科学博物館)

モグラと聞けばだれもが地下生活の動物であることを知っているだろう。ところがモグラについて生物学的に確かな情報が一般に浸透しているかという点、そうでもない。モグラを見たことがあるという人も少ない。イメージとして存在するのは、工事現場の看板に登場するサングラスにヘルメットを装着し、ツルハシを持った奇妙なキャラクターであろうか。

多くの人がモグラについて正確な情報を持ち合わせていないのと同様に、哺乳類研究者でさえモグラについて知らないことはたくさんある。これはモグラが完全に地中で生活し、その一生を通じて地上に出ることがまれであることによるものであろう。モグラ塚の前でモグラを待ち続けても、モグラはそこから顔を出して歩き回ることにはないのである。このような動物であるから、生きている個体を観察するのは困難である。またモグラは縄張り意識の大変強い動物であるから、複数個体を飼育して繁殖させる、といったこともまだ実現できていない。謎だらけの闇の動物、それがモグラである。

演者は大学院時代からモグラの分類学に携わってきた。哺乳類の分類はもう調べつくされた面があると思われがちであるが、モグラに関しては上記理由により、欧米の博物館にも標本が少なく、また分類の再検討もほとんどなされないままになっている感が強い。その中であって日本では戦後モグラ研究が盛んにおこなわれており、日本のモグラ科食虫類が8種に分類できるということが明らかになっている。日本人のモグラ捕獲の伝統技術は世界随一と言える。

次はアジア全体にモグラが何種いるのかを調べる番である。演者はアジア諸国でモグラの捕獲を行い、形態や染色体数の比較によって調査してきた。その結果見えてきたことは、1940年ころまでに欧米の研究者によりなされてきた分類と分布をかなり修正する必要がある、ということである。

新種だって見つかる。まだまだアジアのモグラは未知である。

暗闇に光るヒカリゴケ
樋口 正信 (国立科学博物館)

場所や季節で時間に差はあるが、一日は昼夜を規則的に繰り返している。生物はその明期と暗期の交互の繰り返しに合わせて生活している。概日リズムという。動物にとって生活のリズムに重要な影響を与える光であるが、植物にとっては言うまでもなく光は生存に不可欠である。全く光のない永続的な暗闇の中では植物は生きていけない。ただ、例外的に暗闇と言えほどの弱光下で生育できる植物がある。ヒカリゴケである。洞穴や岩の隙間に生育するヒカリゴケはおそらく最も暗い場所に生えることのできる植物だろう。ヒカリゴケはその名が示す通り体が光ることが最たる特徴であるが、それは光の少ない場所に適応した結果である。ここでは、ヒカリゴケの生存戦略を紹介する。

古くからヒカリゴケは不思議な存在であったようで、西洋では"Goblin's gold"、"cat's eyes"と呼ばれる。おそらく、暗闇で光るヒカリゴケを手につかんで明るい場所で見たら光るものが無くなっていった経験や暗闇では光るが明るい場所では光らない事実などから生まれた呼び名だろう。現在では、ヒカリゴケが光るのはホタルや夜光虫のように自分で光を出す発光ではなく、光の反射であり、エメラルドグリーンと称されるその光は葉緑体で光合成に使われなかった光の一部であることがわかっている。

では、どこが光るのだろうか。コケ植物では孢子が発芽した糸状の細胞列を原糸体と呼ぶが、弱光下で光を効率的に利用するためにヒカリゴケではその一部が電球状になり、凸レンズ状に膨らんだ細胞壁が集光し、反対側の基部に集合した葉緑体に当る。また、その電球状の細胞はちょうど秋田の竿灯や太陽電池パネルのように光の方向に対して垂直になるように平面上に並び、光がすべての細胞に当るようになっている。なお、原糸体の一部に芽ができ、それが発達して普段目になっているコケの本体になるが、ヒカリゴケの本体は他のものとだいぶ異なっている。つまり、多くのものはスギゴケのように葉がラセン状に茎についているが、ヒカリゴケでは葉は茎の両側に二列につき、さらに、隣り合う葉の基部が癒合し、全体として団扇のように平面になっている。おわかりのように、原糸体と同様に、本体も光合成を行う葉の細胞が効率良く光を利用できるように工夫されている。

一方、生物の生物たる所以は子孫を残すことである。コケ植物は孢子で増えるが、その輸送は普通風による。しかし、ヒカリゴケが生える洞窟内は無風である。ではどうやって孢子を分散させるのだろうか。ヒカリゴケの孢子は粘性があり、クモなどの動物に付着して運ばれるらしいという報告があるが、依然不明である。

暗黒が生み出した究極の深海動物の自然史

和辻 智郎 (海洋研究開発機構)

光の届かない深海は微生物と動物の世界であり、海洋の 95%を占める。深海はエサとなる有機物が乏しいため、多くの動物が細々と生活している。しかしながら、微生物と共生関係を築くことでその極限環境に適応した究極の深海動物が存在する。それらは深海の熱水噴出域を主な生息場所とし、宿主動物における共生菌の局在場所から内部共生と外部共生に別けられる。共生菌が宿主動物のエラ組織などの細胞内に局在するのが内部共生であり、共生菌が宿主動物の体毛などに付着して局在するのが外部共生である。内部共生研究は 1980 年代にアメリカの研究者が中心となって進められ、内部共生菌は熱水噴出孔からもたらされる硫化水素やメタンをエネルギー源とする独立栄養性の化学合成細菌であり、宿主の栄養を支える役割をもつことが明らかにされた。また、外部共生研究も 1980 年代から深海研究の先進国であるアメリカやフランスの研究者によって研究され、外部共生菌の機能や役割も内部共生菌と同様であると推測されたが、あることが原因で実験的に証明できなかった。その原因とは“深海動物の生け捕りが極めて難しいこと”であり、宿主動物に外部共生菌を食べさせるという実験が行えなかったのである。また、内部共生菌を宿す深海動物の多くは口や消化管をもたないため、状況から判断して宿主は内部共生菌から栄養を摂取することが明らかであったが、外部共生菌を宿す深海動物は口や消化管をもつため、外部共生菌が宿主の栄養源であるかを判断できなかった。そのため、外部共生研究にブレークスルーをもたらすには宿主動物が外部共生細菌をエサとして食べることを実験的に証明しなければならないというのが世界の共通認識であった。その中で、我々は外部共生菌を宿す深海動物、ゴエモンコシオリエビの生捕り方法を開発し、ゴエモンコシオリエビが外部共生細菌をエサとして食べることを実験的に証明することに成功した。本講演では、そのブレークスルーを導いた深海動物の生捕り方法やその栄養共生の証明方法などを中心に紹介させていただきます。