

回遊・渡り・帰巢（全12回）

第12回 動物の心・人の心

浦野明央（北海道大学名誉教授）

これまで、さまざまな動物の回遊や渡りなどの「移動」、および神経系と内分泌系による「移動」行動の基本的な制御機構を見てきた。そこで繰り返し述べてきたことは、「移動」という本能行動の共通点が、移動距離に関わらず、食物を求めての、あるいは繁殖のための、定期的（多くの場合、季節的）な往復であるということであった。なお、前回は、視床下部のペプチドニューロンによって動機づけられた視蓋の感覚系や運動系が、どのようにして情報を処理し、「移動」を制御しているのかについても述べたが、記憶と移動経路すなわち航路の決定との関係についてはあまりふれなかった。そこで、前回の最後に書いたように、今回はまずこの問題について情報を集めてみた。

「移動」のための航路の決定では、いつ、どの方向に、どれだけ移動するのか、という情報が必要である。‘いつ’という情報は、気温や水温のような外界の温度、雨季なのか乾季なのか、昼夜の長さといった外部環境の季節変動によってもたらされる。環境の変化は、動機づけ系を活性化する外部刺激にもなっているのだが、実は、その刺激は動物にとって必ずしも好ましいものとは言えないのだという（Willmer et al., 2005）。

アリストテレスの動物誌にあるように「或る動物は、秋分の後には来るべき冬を避けて寒い地方を離れ、春分の後には暑熱を恐れて暑い地方から涼しい地方に出かける」ということになると、動物は、自発的に「移動」しているのではなく、生存にとって不都合なことが起きるのを防ぐために「移動」しているので、「移動」はストレスを事前に回避するための行動であるとも言える。移動せず、冬眠あるいは夏眠によって季節変動に対処している動物もいるが、それらも含めて、どれだけの距離を移動するのかは、動物の大きさと移動方法に依存している（図1）。「移動」のメカニズムを理解するためには、やはり、移動する方向をどのようにして決めているのか、すなわち感覚系が知覚した情報を用いて、動物がどのように定位し、航路を決定しているのかということが重要な問題なのである。

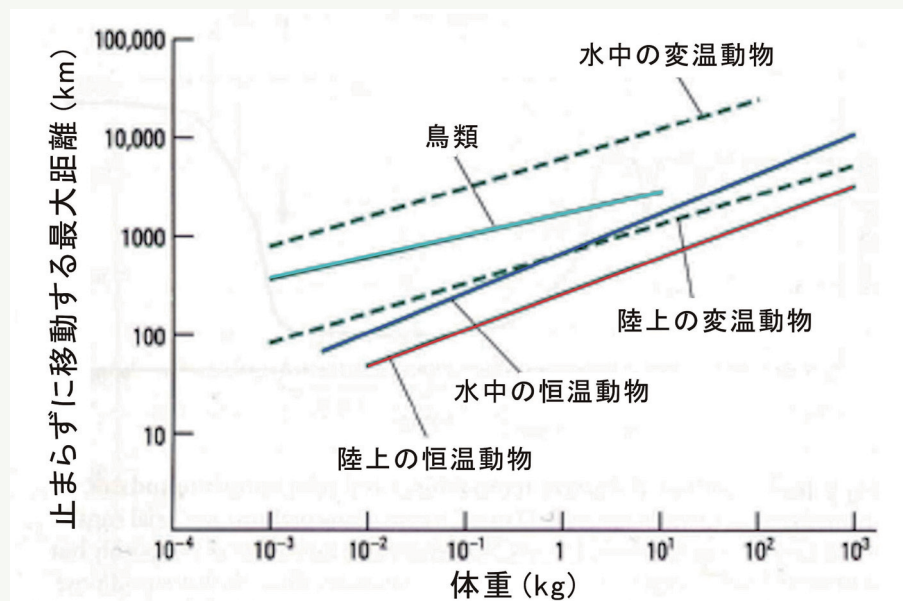


図1 動物の移動様式およびサイズと止まらずに移動できる距離の関係を示す両対数グラフ。空を飛行する鳥類は、体が小さくても移動距離が大きい、陸上を歩行する哺乳類は、移動を苦手としている。また、水中の移動は動物にとって負担が少ないので、同じ体重の個体が移動できる距離が大きい。(Willmer et al, 2005 を改変)

比較 xxx 学—系統発生的な視点

「移動」は、無脊椎動物、脊椎動物を問わず、多くの動物に見られる本能行動なので、それを制御するメカニズムにも共通性があると考えられる。第2回で述べたように、社会性のミツバチは、自分の巣の周囲の光景を熟知の地域として記憶し、地図を作っていると考えられている。世代を越えて渡るオオカバマダラなどの無脊椎動物は別として、回遊や渡りをする脊椎動物は、出発点と終点、そしておそらくは途中の中継地を、熟知の地域としており、それぞれの種は自身を持つ知覚の能力に見合った地図を作っていると考えられる。

地図（海図というべきか）の一例として、外洋を舞台に生息しているミズナギドリ目のアホウドリ、フルマカモメ、ミズナギドリなどが、海上のジメチルスルフィドの分布を指標として作っている嗅覚地図がある (Nevitt, 2008)。ミズナギドリの仲間の海鳥は、よく発達した嗅覚系を持っている。一方、ジメチルスルフィドは、主に植物プランクトンが合成している化学物質で、湧昇流や海山、大陸棚の落ち込みなど、植物プランクトンが多く分布している海域に、高濃度に分布している。これらの海域には、植物プランクトンを餌としている動物プランクトンやオキアミ、さらにそれらを餌とする魚類が集まって、濃密

な食物連鎖の場を形成しているのので、営巣地から飛び立った鳥は、無駄に餌を探して飛び回ることなく、地図を頼りに、餌の豊富な海域に直行するという。

第5回では、イモリやカエルなどの両生類が、生まれた水辺のにおいに向かって直線的に移動するのではなく、陸上の生活の場から水辺までの要所のにおいを順に追って、生まれた水辺にたどり着いていると書いた。図2は第3回で示した日本系のサケの回遊経路であるが、日本に帰ってくるサケはアラスカ湾を旅立った後、直接にではなく、ベーリング海を経て日本に向かう。しかもその時、若い時にベーリング海まで到達するために通り過ぎた海域を通っているのである。日本から北に帰るハクチョウやガン・カモも、例えば北海道の宮島沼に集結し、熟知の地域と言ってもよいであろう周辺の田畑で腹ごしらえをしてから、北に向かって飛び立つ。このように、回遊や渡りでは、出発点から旅立つ時、終点ではなく、中継地に向かって定位し、航路を決めていることが少なくない。両生類と同じように、魚類も鳥類も、記憶を順にたどって「移動」の航路を決めているに違いない。

ここで、私たちが職場や学校に向かう時、あるいはそこから帰ってくる時の行動パターンを考えてみたい。家を出る時、目的地の方向を見定め、そこに向かって直線的に移動しようとはしないだろう。おそらくは最初の中継地であるバス停とか駅に向かうだろうが、その道筋も一直線とは限らない。あの角を曲がったら、信号を渡って、というように、記憶を順に呼び出して行動している

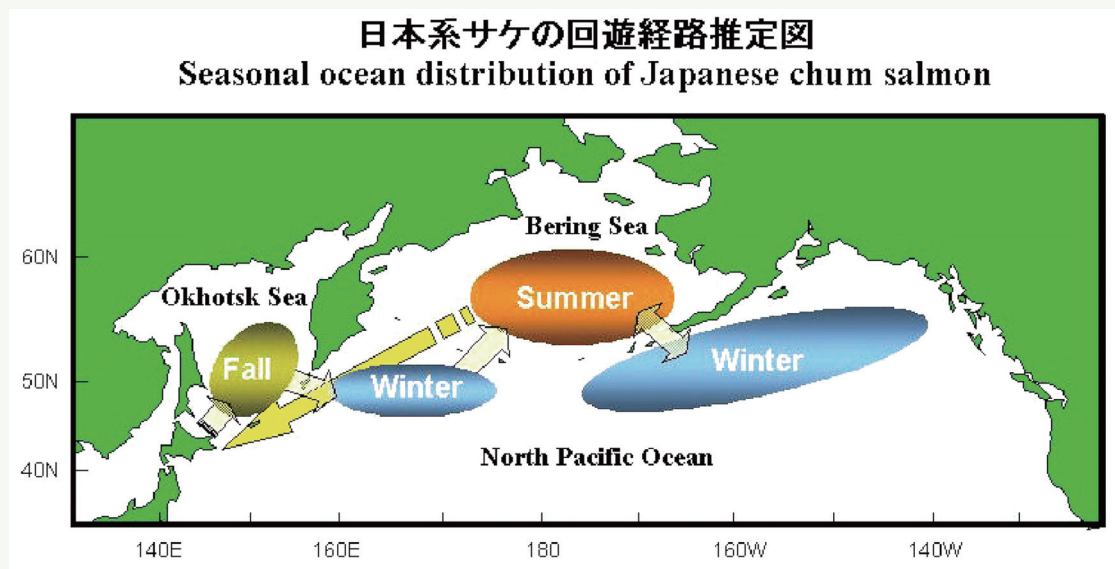


図2 日本系サケの回遊経路の推定図。説明は本文。(Urawa, 2000)

はずである。

動物の心

動物の行動を研究しようとする時、かつては客観性を強調するあまり、「動物の心」とか「本能」という言葉は禁句で、本能行動は本能的行動あるいは定型行動といわなければいけないのだとされていた。しかし、研究が進み、データが蓄積されてくると、無脊椎動物の神経系内でも、哺乳類の脳内でも、ニューロンは同じ情報分子を用い、同じような分子機構で情報を伝達しているし、記憶も司っていることが明らかになってきた。多くの研究者がモデル動物として用いている線虫 (*C. elegans*) ですら、あるにおいを選ぶと不快な目に遭うという嗅覚嫌悪学習が、可能であることが示されている (Chen et al., 2013)。また、無脊椎動物でも脊椎動物でも、特定のにおい物質を他のものと区別して知覚するためには、そのにおいを学習し記憶することが必要であることが分かってきた (Wilson and Stevenson, 2006)。

定型的で柔軟性がないと信じられていた動物の行動の多くが、柔軟で可塑性に富んでいることも分かってきた。動物が、一様ではない外部環境の変動に直面した時、定型的にしか対処できなければ、生存が脅かされるので、遺伝子の働きという根本的なところから柔軟に対応しているのである。このような流れを先取りするかのように刊行されたのが“動物の心 (Griffin, 1992)”という本であったが、最近刊行された“動物に心はあるだろうか (松島俊也, 2012)”という本の中では、ひよこやハトが損得計算をすることが書かれている。これらの本は、回遊や渡りなどの「移動」に、本能行動という枠をはめて眺めていたのでは本当の姿が見えなくなるぞ、と警告しているようである。

人の心に潜む動物の心

古くから、厳密に研究を進めようとしてきた神経生理学分野の研究者は、言葉は使っている人によって意味合いが違うので、それをもとに人の心は理解できないと言ってきた。しかし、人は長い年月にわたる進化の歴史を踏まえて出現した動物であり、上に“比較 xxx 学”と書いたように、進化の歴史すなわち系統発生を踏まえて、証明可能な事実に基づいた議論をすることは可能であるし、それによって人の心を客観的に記述することも可能なのだと思われる。

これまで、本能行動を制御する脳内の神経回路が、行動を引き起こすには、その回路を作っている感覚系と運動系が動機づけられている必要がある、と述べてきた。個体としての動物の生存と種の保存に関わる本能行動の神経回路はたいへん重要であり、比較神経解剖学的には、すべての脊椎動物の脳内にあるのと同じような神経回路が、ヒトの脳内にもあると断言できる。これは、摂食あるいは生殖行動といった本能行動を動機づけるための神経回路が、ヒトの脳内にもあるということである。としたら、摂食や生殖だけでなく、人の心の中にあるいろいろな欲求が、実は動物ももっている脳の機能かもしれない。

現在、精神疾患が増えてきている、とは言っても、人間を実験に用いるのは倫理的に許されない。そこに、進化の歴史を踏まえた“比較xxx学”の意義があるのだし、それを踏まえた「移動」の研究から、人の心の奥底にある煩悩の科学的な記述が可能になるかもしれない。

参考文献

松島俊也：動物に心はあるだろうか？ 朝日学生新聞社（2012）

Griffin D.R. 訳 長野敬，宮本陽子：動物の心. 青土社（1995）

Wilson D.A. and Stevenson R.J. 監訳 鈴木まや，榎木隆寿：においオブジェクトを学ぶ. プレグランスジャーナル社（2012）

Chen Z., Hendricks M., Cornils A. et al.: Two insulin-like peptides antagonistically regulate aversive olfactory learning in *C. elegans*. *Neuron* 77: 572-585 (2013)

Nevitt G.A.: Sensory ecology on the high seas: the odor world of the procellariiform seabirds. *J Exp Biol* 211: 1706-1713 (2008)

Willmer P., Stone G., Johnston I.: *Environmental Physiology of Animals*. Blackwell, Malden (2005)

本稿へのコメント・質問は aurano@sci.hokudai.ac.jp でお待ちしています。