

動物のコミュニケーション —脳とホルモンのしくみ—

理学系研究科 生物科学専攻 教授 岡 良隆

動物のコミュニケーション —脳とホルモンのしくみ—



岡 良隆
生物科学専攻・動物科学大講座
生体情報学研究室

今回の講演会で話をする研究に登場する動物たち。(左上)メダカ(中央上)熱帯魚ドワーフグーラミー♂(右上)研究対象の一つである GnRH2 と呼ばれるペプチドを作るニューロンが緑色の蛍光を発しているトランスジェニックメダカ(左下)熱帯魚ドワーフグーラミーの脳内で GnRH3 と呼ばれるペプチドを作るニューロンの塊(中央下)そのニューロンの一つから記録された電氣的ペースメーカー活動(右下)熱帯魚ドワーフグーラミーの脳内で GnRH 1 と呼ばれるペプチドを作るニューロンの免疫組織化学標本。赤く見えるのが個々のニューロンで、黄色ないし緑に見える1個が電気記録をしたニューロンの細胞体とその神経突起。

「暑さ寒さも彼岸まで」という言葉がある。春の彼岸(春分の日)が過ぎるところからは、日増しに日が長くなり始め、気温も三寒四温のあと徐々に暖かくなり始める。そして、春の花がほころび始めるころになると、野や山で鳥はさえずり、田んぼの周りではカエルのコーラスが響き渡り、ヒキガエルは産卵池をめがけて移動し一斉に蛙合戦に参戦することになる。動物たちがこうした「春の訪れ」を象徴するようなふるまいをするに至るとき、動物のからだの中ではどのような変化が起きているの

であろうか？ まず、日増しに長くなる日長、水ぬるむ池や川の水温、柔らかな日差しに温められた大気温、などの外界の環境変化は動物たちの視覚系や体性感覚系、時には聴覚、味覚、嗅覚などの感覚器によって受容されるに違いない。しかし、これらの感覚刺激は、個々の刺激に対応した動物の応答を引き起こすだけではなく、何時間、何日、そして何 10 日にもわたって徐々に起きる長期的な環境の変化に対応して、動物の生理状態を徐々に適応的に変化させる、という大事なはたらきをしているのではないだろうか？ 今回の講演では、このような外界の環境の長期的な変化に対応して動物が適応的に行動や内分泌状態を変化させたり、特徴的な行動を発現させたりするしくみについてご紹介したい。そこで主役となる登場人物は、「神経系」と「内分泌系」、そしてそれらのインターフェイスをつかさどる「神経内分泌系」である。ここでは、環境変化の受容と行動・内分泌的適応の仲介をする重要な役割を演じるもののひとつがペプチドニューロン系であるという考えの下に、特に、生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (gonadotropin-releasing hormone、GnRH) と呼ばれるペプチドホルモンに焦点を当て、関連する神経系や内分泌系の機構についてこれまでの研究の具体例をあげながら解説する。

今回対象とする GnRH と呼ばれるペプチドホルモンは 1970 年代にノーベル賞受賞をめぐる熾烈な競争的研究の結果、脳内の視床下部と呼ばれる部位で同定されたものである。その後、これらのホルモンを産生するニューロンの脳内分布や個々のニューロンの形態や神経突起の分布、軸索投射などが次第に明らかになると同時に、それらのペプチドホルモン産生ニューロン

が視床下部外にも多数存在していることも明らかになってきた。さらに、それらのいわゆる「視床下部外」ペプチドニューロンが、正中隆起ではなく脳内に投射する軸索をもっており、脳内において他のニューロンのはたらき (おもにニューロンのもつイオンチャンネルのはたらき、および神経伝達物質の放出など) を修飾する、いわゆる「神経修飾」の担い手としての機能をもつことがわかってきた。この機能は、今回のテーマである、環境に適応した行動を発現させる神経系・内分泌系の仕組みと大変深く関わっていると考えられるので、これについて我々の研究成果も交えて解説する。これまでに多くの脊椎動物において研究がなされ、多少の例外はあるものの、脊椎動物脳内では、形態的・機能的に異なる 3 つの GnRH 神経系が存在しているという基本的コンセンサスが得られている。

- 1) 視索前野 GnRH 神経系；視索前野に細胞体を持ち、正中隆起に軸索投射して下垂体門脈系を介して下垂体からの生殖腺刺激ホルモン放出を促進する。
- 2) 中脳 GnRH 神経系；中脳被蓋に細胞体を持ち、脳内に広く軸索投射して主に神経修飾作用をもつ。
- 3) 終神経 GnRH 系；終脳と嗅球の境界部に塊を形成する細胞体から脳全体に広く軸索投射しており、主に神経修飾作用をもつ。

特に、終神経 GnRH 系については、行動学的実験から、熱帯魚においてはオスの巣作り行動の動機付けに関してその神経修飾が機能しているという作業仮説が得られている。つまり、動物の脳の中で「やる気を出させる」はたらきを担っているのではないかと考えられる興味ある神経系である。