

「軟骨魚類のライフサイクルを通じた生理学的研究」

兵藤 晋（東京大学大気海洋研究所）

私はもともと、動物の生息環境への適応機構、特に海水・淡水・陸上といった異なる環境での体液調節機構とその進化に興味を持って研究を行ってきました。浦野明央先生の研究室でバソプレシン族ホルモンに関する研究で学位を取得後、東京大学教養学部（現総合文化研究科）に職を得て肺魚類の夏眠に注目したこと、さらに 1999 年に東京大学海洋研究所（現大気海洋研究所）に戻った後はサメ類の腎機能の研究を開始したのも、その一環でした。しかし、海洋生物を扱う研究所で軟骨魚類（サメ・エイ・ギンザメ類）に深く関わっていく中で、軟骨魚類という動物群に特化した研究スタイルに変えました。近年の研究では、現象を解明するために最適な動物群を選定するのが普通であり、特定の動物群にこだわり、そのライフサイクルを通じた理解を目指す方向性は珍しいと思います。以下に記す通り、軟骨魚類は重要な動物群であるにも関わらず、飼育下での研究は容易ではなく、遺伝学など先端的な研究手法も確立されていませんが、様々な出会いと幸運によりここまで研究を進めることができた、あらためて感じています。

軟骨魚類は、進化・海洋生態系・資源・生理など様々な観点から重要な動物群です。海という高塩分環境に適応するために、軟骨魚類は体液の塩濃度を海水の約 1/2 に調節して独立させる一方で、体内に高濃度の尿素を保持することで体液浸透圧は環境に順応させるという、無脊椎動物の順応型と真骨魚類の調節型の中間的な戦略を取ります。そして同様の尿素浸透圧性戦略はシーラカンス、両生類にもみられ、哺乳類の腎臓での抗利尿機構も広義の尿素浸透圧性だと考えています。軟骨魚類が体内に尿素を保持するための重要な器官が腎臓であり、ここでは糸球体で濾過されてしまう尿素の 90%以上を再吸収して体内に保持します。その腎ネフロンは 4 回のループ構造を有する極めて複雑なものであり、このメカニズムを理解するために膜輸送分子のマッピングを進めました。ここでの出会いはオーストラリアのゾウギンザメであり、Venkatesh 博士から遺伝子配列情報を得られるようになったことで研究は加速し、尿素再吸収モデルの提唱に至りました。オオメジロザメやアカエイのような広塩性種での研究が腎機能の解明をさらに進め、そこでは水族館との連携も重要な出会いでした。Squalomix（軟骨魚類のオミクス情報を整備・活用するプロジェクト）を推進する工樂博士との連携は分子レベルでの研究をさらに加速させ、ゾウギンザメはさらに発生研究にも視野を拡げてくれました。

軟骨魚類は生殖様式も極めて特徴的で、すべての種が交尾を行う体内受精であり、半数以上が大型の胎生種です。少数の子を大事に育てる K 戦略であり、近年の絶滅危惧種の増加や資源量の減少からも、その生殖制御機構の理解は急務でした。発生研究のために卵を集めようとトラザメを飼育していると、2-4 週間の間隔で産卵します。目の前に生殖制御研究の良いモデルになりそうな動物がいるのですが、トラザメの雌個体は精子を体内に貯蔵し、卵成熟から受精・産卵までを雌個体単独で繰り返し行うことができ、外見からはその過程を追跡できないことが研究を阻みます。そこで訪問診療でも用いられる簡易型のエコー装置を用いたところ、体内での卵殻形成から産卵までを可視化することに成功し、産卵周期における血中ホルモンの変動を見出したことで、生殖制御に関する生理学研究を進めることができるようになりました。現在では培養下で排卵させることにも成功しており、生殖制御研究にとどまらず、さらなる新たな展開も期待できます。

今回の学会賞受賞は、先生・先輩方、共同研究者、共に研究を進めてくれた研究室メンバー、そして様々な動物との出会いがもたらしてくれたものであり、心から感謝いたします。