

腕神経叢の発生機構に注目した
「鰭から四肢への進化」の理解

Deciphering the fin-to-limb evolution
with special attention to
the developmental mechanism of the brachial plexus



東京大学大学院理学系研究科 平沢 達矢

脊椎動物進化 5.2 億年の歴史のうち、鰭から四肢への進化はただ一度だけ、約 4 億年前（中期デボン紀）に起こった。四肢を獲得して以降は、四肢の筋骨格系の形態パターンには大きな変化はなく、現生四肢動物は基本的に同じセットの骨、筋、そしてそれを支配する脊髄神経を備えている。これまで、脊椎動物の鰭から四肢への進化に関して古生物学と進化発生学の両面から理解が進められてきたが、いずれももっぱら骨格形態に注目した研究ばかりであった。それらの研究は、鰭から四肢への移行において骨格形態の進化が漸進的に生じたことを示唆している。これに対し、筋およびそれを支配する神経の形態形成パターンに関しては、鰭から四肢への移行で不連続な変化があった可能性が高い (Hirasawa & Kuratani, 2018)。四肢では肢芽の根元で脊髄神経が神経叢を形成するのに対し、鰭では明瞭な神経叢的構造は生じない。四肢筋を支配する神経叢は、鰭から四肢への移行における「進化的新規形質」なのである。

そこで本研究では、前肢における腕神経叢に注目し、胚や幼生を用いた発生学的研究を通じて、鰭から四肢への進化の背後にあった発生機構の変化を調べ、四肢の進化的起源の理解を進めることを目指した。この研究で鍵となるのは、四肢が進化してきた鰭の形態型、肉鰭の発生過程である。現生脊椎動物で肉鰭を保持しているのは、シーラカンスとオーストラリアハイギョのみであり、うちシーラカンスは卵胎生のため、胚のサンプルを入手することは現実的ではない。そこで、本研究課題では、オーストラリアハイギョ *Neoceratodus forsteri* の胸鰭における筋と脊髄神経の形態形成過程の解析を主軸とし、四肢動物の前肢との比較を進めた。オーストラリアハイギョは絶滅危惧種であり胚サンプルの採取が困難であるため、これまで同様の研究例はなかったが、今回、適切な管理の下、研究に必要な数のサンプルを採取することに成功した。(1 年目は産卵がなく、延長していただいて 2 年目に採取できた。)

これまでの解析によると、オーストラリアハイギョの発生中の胸鰭基部は神経叢の形成の場となる間葉（神経叢間葉）を欠いているようであり (Hirasawa, *et al.*, 2021)、さらなる検証のため遺伝子発現パターンの比較解析を進めようとしている。同時に進めていた古生物学研究により、鰭から四肢への移行過程の詳細も明らかとなりつつあり (Hirasawa, *et al.*, 2022)、本研究はそれらと統合していくことで、どのような祖先動物で四肢を成立させた発生機構の変化が可能であったのかの解明を進めていくことができると期待される。

【キーワード】 形態進化、脊椎動物、進化発生学、古生物学

【参考文献】

- Hirasawa, T. & Kuratani, S. Evolution of the muscular system in tetrapod limbs. *Zoological Letters* 4: 27 (2018). Doi: 10.1186/s40851-018-0110-2
- Hirasawa, T., *et al.* Development of the pectoral lobed fin in the Australian lungfish *Neoceratodus forsteri*. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9: 679633 (2021). Doi: 10.3389/fevo.2021.679633
- Hirasawa, T., *et al.* Morphology of *Palaeospondylus* shows affinity to tetrapod ancestors. *Nature* 606: 109–112 (2022). Doi: 10.1038/s41586-022-04781-3