

動物が季節情報を読み取る仕組み 多様性生物学研究室(四宮)



メダカが生息する水路の夏の様子(宮崎県宮崎市)と水路を泳ぐメダカの群れ(愛知県豊橋市)

日長や日射量、気温、降水量といった自然環境は、春夏秋冬の季節を伴った1年のリズムを刻んでいる。動物は、繁殖、換毛、渡り、冬眠など、季節変化に応じて生理機能や行動を変化させるが、季節を感知する仕組みはまだ不明な点が多い。当研究グループは、メダカをモデル動物として、動物が日長や温度の季節変化を読み取る分子メカニズム、また環境の季節情報の受け取りと生物の応答の関係を研究している。

各地のメダカを用いた研究

自然環境に生息するメダカは、季節の変化を敏感に感じ取り、日が長くなり暖くなる春に繁殖を開始し、夏の終わり頃に繁殖を停止することが知られています。高緯度地域のメダカは、沖縄県などの低緯度地域のメダカに比べて、日長の変化に敏感に反応することがこれまでに報告されてきましたが、その詳細は不明でした。私たちは、メダカバイオリソースプロジェクトの維持系統や野外採集で得た、日本各地に由来するメダカを使った研究から、メダカが由来する緯度によって日長への応答性が異なることを明らかにしました(図1)。さらに、温度への応答性も地域によって異なることを発見し、メダカが環境温度の変化を感知して季節に適応する「温周性」の研究にも適した動物であることを示しました。

季節変化をどのように感知するのか? 解明に向けたアプローチ

繁殖に必要な日長が異なるメダカ集団を用いて、量的形質遺伝子座(QTL)解析を行い、日長に応答した繁殖の開始および停止に関する染色体領域を明らかにしました。同様に、温度応答に関する染色体領域も同定しました。同定された領域のDNA塩基配列および遺伝子発現を集団間で詳細に比較し、ゲノム編集技術を駆使した遺伝子改変メダカを解析することから、季節変化の感知に働く遺伝子とその働きを解明を目指しています。

繁殖のリズムと環境情報の関係を情報学的に解析する

生物は、心臓の拍動など秒単位のリズムから、1日周期の概日リズム、1年周期の概年リズムなど、様々な周期のリズムを発振しています。一方、自然環境は、昼夜の1日の変化、季節の1年の変化など周期的な環境変動を生物に与えていますが、環境情報と生物のリズム発振の関係については理解

が進んでいません。私たちは、メダカの季節繁殖の生物応答データと、日長、日射量、水温などの環境情報データを用いて、環境情報と生物の応答の関係について、統計・情報理論的な解析に取り組んでいます。

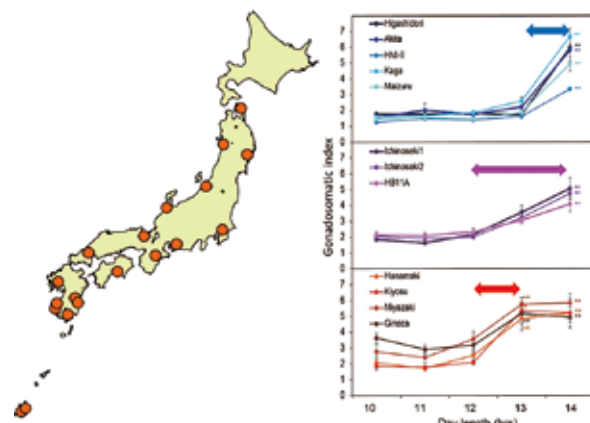


図1. 研究に用いている日本各地のメダカの由来(左)および繁殖に必要なとする臨界日長の解析(右)。メダカの日長応答には地域差が見られる。

参考文献

- Yasumoto, T.I., Nakatsukasa, M., Nagano, A.J., Yasugi, M., Yoshimura, T., Shinomiya, A. (2020). Genetic analysis of body weight in wild populations of medaka fish from different latitudes. *PLoS ONE* 15, e0234803.
- Nakayama, T., Shimmura, T., Shinomiya, A., Okimura, K., Takehana, Y., Furukawa, Y., Shimo, T., Senga, T., Nakatsukasa, M., Nishimura, T., Tanaka, M., Okubo, K., Kamei, Y., Naruse, K., Yoshimura, T. (2019). Seasonal regulation of the lncRNA LDAIR modulates self-protective behaviours during the breeding season. *Nat. Ecol. Evol.* 3, 845-852.
- Shimmura, T., Nakayama, T., Shinomiya, A., Fukamachi, S., Yasugi, M., Watanabe, E., Shimo, T., Senga, T., Nishimura, T., Tanaka, M., Kamei, Y., Naruse, K., Yoshimura, T. (2017). Dynamic plasticity in phototransduction regulates seasonal changes in color perception. *Nat. Commun.* 8, 412.
- Shinomiya, A., Shimmura, T., Nishiwaki-Ohkawa, T., Yoshimura, T. (2014). Regulation of seasonal reproduction by hypothalamic activation of thyroid hormone. *Front Endocrinol.* 5, 12.

特任助教
四宮 愛

技術支援員
鶴田 恵美子

