

## 第 10 回 国立環境研究所琵琶湖分室セミナー

### 「固有種を中心とした琵琶湖産魚類の歴史とミトゲノム進化」

日時：2018 年 2 月 15 日（木）15：00 -16：00

セミナー講師：田畑 諒一（滋賀県立琵琶湖博物館）

温帯域の古代湖・琵琶湖とその周辺域には、約 60 種の淡水魚をはじめとする 1000 種以上の動植物が生息しており、そこは日本列島において顕著に種多様性が高い地域の一つとされている。その中で魚類は、脊椎動物では唯一、琵琶湖固有種を含む分類群であり、その形態や生活史は多様性に富んでいる。本発表では、琵琶湖の固有魚類相の起源および形成史の解明を目指し進めてきた、琵琶湖産魚類の多数種を対象とした分子系統解析および集団遺伝解析の結果を紹介した。さらに、琵琶湖への適応進化の遺伝的基盤の解明を目指し行った研究の一つである、ミトコンドリアゲノムでの自然淘汰に関する研究の結果についても合わせて紹介を行った。

沖合の深部を利用する典型的な琵琶湖固有種のはぜ科イサザについての分岐年代推定と集団遺伝解析、歴史人口学的解析の結果を紹介した。この研究の結果では、イサザと近縁種との分岐が、琵琶湖が現在のような広く深い湖環境を形成し始めた年代よりも前に生じたという説が支持され、さらにイサザには 2 つのミトコンドリア DNA (mtDNA) 系統が含まれることが分かった。これらの結果とイサザの生活史から、イサザはかつて琵琶湖以外の地域で近縁種から分岐し、生息していたが、現代の琵琶湖に 2 つの地域個体群が侵入し、それらが混合し、現在の集団が形成されたものと推察された。

次に、ほぼ全ての琵琶湖固有種（11 種）を対象とした mtDNA 部分塩基配列に基づく系統解析と固有種を含めた琵琶湖産魚種 44 種を対象とした集団遺伝解析を行った。その結果、①琵琶湖が現代型の広く深い湖として発達し始めた約 40 万年前よりも、かなり以前に分化した種群とそれ以降に分化した種群があること、②さらにその分岐の新旧に関わらず、多くの種が、現代型琵琶湖の形成以降に急速な集団の拡大を経験したことが示唆された。一方、一部の種では、集団内に遺伝的に分化した複数の mtDNA 系統が見られた。これは琵琶湖での二次的接触に起因するものと推定され、琵琶湖魚類群集の複雑な成立過程や、西日本の淡水魚類の多様性創出に琵琶湖が大きく関わったことが示唆される。

最後に複数の固有種や固有生態型におけるミトコンドリアゲノム（ミトゲノム）の分子進化パターンと適応に関する研究を紹介した。次世代シーケンサーを用いた複数種群多数サンプルのミトゲノム解析の結果、一部の種群の固有系統で、アミノ酸置換の蓄積程度が近縁系統と異なり、増加または減少していた。これらの固有種のほとんどが、沖合を恒常的に利用し、分岐が比較的深い種であったことから、この結果は、琵琶湖の沖合環境への適応進化によりミトゲノムに自然選択が生じたことを支持すると考えられる。さらに一部の種では、生理化学的に非常に大きな変化を起こすアミノ酸置換など注目すべきアミノ酸置換が生じていた。こうしたアミノ酸置換がランダムに生じる確率は低く、強い自然選択による適応進化の結果である可能性がある。

今後は、本研究で得られた系統的枠組みや集団形成史を踏まえた上で、次世代シーケンシングなどの情報も使い、より古い時代（古琵琶湖など）および新しい時代（数万年前以降）における集団動態、琵琶湖、西日本を中心とした日本列島、大陸の間の魚類相の関わり、現在の琵琶湖において生じたと考えられる適応進化の遺伝的基盤の解明を進めていきたい。

#### <主な参考文献>

- ・ Tabata, R., & Watanabe, K. (2013). Hidden mitochondrial DNA divergence in the Lake Biwa endemic goby *Gymnogobius isaza*: implications for its evolutionary history. *Environmental biology of fishes*, 96(6), 701-712.
- ・ Tabata, R., Kakioka, R., Tominaga, K., Komiya, T., & Watanabe, K. (2016). Phylogeny and historical demography of endemic fishes in Lake Biwa: the ancient lake as a promoter of evolution and diversification of freshwater fishes in western Japan. *Ecology and evolution*, 6(8), 2601-2623.