

論文審査の結果の要旨

氏名 松本 圭史

本論文は3章からなり、第1章はニホンメダカの視物質オプシン遺伝子のレパートリーの解明について、第2章は外国メダカの視物質オプシン遺伝子のレパートリーの解明について、第3章はメダカ属全体における緑型オプシンの吸収波長の進化的変遷過程とそこに働いた自然選択の検証について述べられている。

色覚は動物の重要特徴であり、その進化過程の研究は動物の環境適応の仕組みを明らかにする上で究めて重要である。そのなかでも魚類の色覚は水中という多様性に富む光環境を反映して多様であることがこれまでに明らかにされてきており、動物の色覚進化研究の優れたモデルである。脊椎動物の視物質遺伝子は進化系統的に5タイプに分類される。これらは桿体に発現し薄明視を担う桿体タイプ(RH1)と、錐体に発現し色覚を担う赤タイプ(LWS)、緑タイプ(RH2)、青タイプ(SWS2)、紫外タイプ(SWS1)である。高等霊長類以外では魚類にのみ5タイプ内にさらにサブタイプの形成による視物質多様化が見られ、多様な水中光環境への適応と考えられる。しかしこれまでゼブラフィッシュ以外の魚種ではゲノム中のすべての視物質オプシン遺伝子のレパートリーとそれらの吸収波長及び発現パターンは完全に明らかにされておらず、その実像と意義は不明なことが多かった。メダカはゼブラフィッシュと約3億年前に分岐したゼブラフィッシュとは進化的に遠い種である一方でメダカ属内の多くの近縁種はアジアの多様な気候に広く分布している。したがってメダカはゼブラフィッシュとの比較から魚類全体での視物質オプシン遺伝子レパートリーの進化に関する知見を提供するだけでなく、メダカ属近縁種間の比較から視物質オプシン遺伝子レパートリーと環境適応との関連についても重要な知見を提供しうる。さらに、メダカ属内種は様々な研究機関で飼育されており入手が容易であり、飼育・繁殖が容易で遺伝学的・発生学的研究技術も適用しやすく、ゲノムデータベースも充実している。論文発表者がこのようなメダカの研究対象としての優れた特性に着目した点がまず秀逸といえる。

論文第1章で論文提出者はニホンメダカには単一コピーの桿体型オプシン遺伝子と紫外線型オプシン遺伝子の他、3種類の緑型オプシン遺伝子、2種類の青型オプシン遺伝子、そして2種類の赤型オプシン遺伝子が存在することを示し、それらの進化的起源を分子系統樹解析から明らかにした。これにより魚類の進化の過程で遺伝子重複によるオプシン遺伝子の多様化が繰り返し生じてきたことが明らかになった。さらに緑型の3つのサブタイプ間、青型の2つのサブタイプ間で吸収波長が大きく分化してきたことを明らかにした点も新規性が高い。

論文第2章ではニホンメダカを含む様々なメダカ属内種の視物質オプシン遺伝子レパートリーの種間での保存性と多様性を明らかにすることができた。その生態的意義には

未解決な部分が多く残されてはいるものの、今後の研究展開のための必要な強固な土台を構築した業績は高く評価すべきである。

論文第3章では3種類の緑型オプシン遺伝子の吸収波長の進化的変遷の原因となるアミノ酸置換を分子進化学的方法により推定し、その効果を視物質再構成実験により検証した。これは進化の過程を実験室で再現した点で学術的意義が深い。さらに、分子進化学的方法により、それらのアミノ酸置換に正の自然選択が働いたことを示した。この点も従来の研究にない画期的な成果といえる。

これらの成果はメダカをモデルとした魚類さらには脊椎動物の視覚研究に強固で新たな基盤をもたらす重要な成果である。

なお、本論文第1章の内容は深町昌司、三谷啓志、河村正二との共著論文として学術誌に発表されているが論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（生命科学）の学位を授与できると認める。