

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主論文の要旨

論文題目 真骨魚類の視覚上行路

氏名 萩尾 華子

論文内容の要旨

視覚は脊椎動物が生きていくために重要な感覚の1つであり、中枢視覚神経回路に関する形態学的観点からの知見は脊椎動物の生態や行動を理解するための土台となる。魚の視覚を理解するためには、まず網膜から大脳（終脳）にいたる視覚上行路の解明が重要である。哺乳類などほとんどの脊椎動物では網膜から大脳にいたる視覚上行路は2つ存在することが知られ、膝状体系（網膜から間脳を介して大脳にいたる）および非膝状体系（網膜から中脳を介し、さらに間脳で中継されて大脳にいたる）と呼ばれる。一方真骨魚類では、コイとキンギョは2つの視覚上行路をもつが、進化的に新しいイットウダイでは1つの視覚上行路しか見つかっていない。これまで視覚上行路が調べられた魚種は少なく、イットウダイ類が出現した後すぐ分岐したスズキ系魚類には多くの重要な漁業対象魚が含まれているものの、視覚上行路の研究は皆無である。そこで、本論文ではスズキ系魚類の中でも早い段階で分岐したマハゼとメダカを対象として、トレーサー物質を用いた神経路追跡法によって視覚上行路を明らかにした。本論文は、以下の3つの研究から構成されている。

1) マハゼの視覚上行路

棘鱗上目のイットウダイは膝状体系に相当する視覚上行路を失っていると報告されている。イットウダイのみが特異的に1つの視覚上行路をもつような進化を遂げたのか、それともイットウダイ以降に出現したスズキ系魚類でも視覚上行路は1つなのか不明である。そこで、イットウダイ類が出現した後すぐ分岐したスズキ系魚類に属するマハゼに着目し、視神経、中脳の視蓋、終脳背側野にトレーサーを注入して線維連絡を調べた。その結果、マハゼの網膜から視蓋、さらに間脳の前視床核を介して終脳背側野にいたる視覚上行路の存在が明らかとなった。これはおそらく哺乳類の非膝状体系に相当する。哺乳類の膝状体系に相当する視覚上行路の存在は確認されなかった。

本研究により、棘鱗上目の共通祖先で膝状体系が失われ、イトウダイ類およびその後に分岐したマハゼは非膝状体系に相当する視覚上行路だけをもつようになったことが示唆された。漁業重要種の大半はイトウダイ類以降に分岐したスズキ系魚類に含まれる。マハゼ以降に分岐した多くのスズキ系魚類にもこの形質が引き継がれ、したがって漁業対象魚の多くでも視覚上行路は1つである可能性が高いと考えられる。

2) マハゼの前視床核の線維連絡

視蓋は視覚情報の他にも側線感覚や聴覚などの入力も受けるため、視蓋から前視床核への投射は実際に視覚情報を送っているのかを調べる必要がある。また、1) では終脳背側野の広範な領域へのトレーサー注入実験を行ったため、前視床核からの投射が終脳背側野のどの区画に到達するのか不明である。そこで、マハゼの前視床核に直接トレーサー物質を注入して、前視床核の線維連絡を詳細に調べた。その結果、前視床核に投射する視蓋ニューロンの多くは、細胞体が脳室周囲層にあり、樹状突起を視神経線維層および浅線維灰白層、すなわち網膜投射を大量に受ける層に伸ばしていた。すなわち、視覚情報を受け取る視蓋ニューロンが前視床核へ投射していることがわかり、前視床核は実際に視覚情報を中継することが明らかになった。また、視蓋から前視床核への投射は局所対応性をもつことも示唆された。前視床核は終脳背側野の8つの区画に投射していた。また、マハゼの前視床核の内側領域と外側領域は終脳背側野の異なる区画および領域に投射することがわかった。同様の投射パターンは、哺乳類の非膝状体系でも知られている。さらに、小脳から前視床核にいたる線維の投射経路および軸索終末の領域が明らかになった。小脳から非膝状体系の間脳視覚中継核への投射も哺乳類に存在する回路である。このように魚類であるマハゼと哺乳類の視覚上行路にかなりの共通性があることを本研究は明らかにした。

3) メダカの視覚上行路

膝状体系の欠失はイトウダイ類とハゼ類だけに特異的な表現系である可能性も残されている。このため、ハゼ類よりもさらに後に分岐した他のスズキ系魚類の知見も重要である。また、非膝状体系に相当する視覚上行路だけしかもたないマハゼなどでは膝状体系の機能は失われたのか、それとも非膝状体系に相当する視覚上行路が膝状体系の機能も担うようになったのか、1つの視覚上行路の機能について将来調べる必要がある。本研究ではハゼ類よりも後に分岐した魚種としてメダカに着目した。モデル動物であるメダカは今後の研究を展開していく上で有望な魚種でもある。上記の理由によって、本研究ではトレーサー注入実験によりメダカの視覚上行路を調べた。その結果、メダカの網膜から視蓋、そして前視床核を介して終脳背側野にいたる視覚上行路の存在が明らかになった。一方、膝状体系に相当する視覚上行路は確認されなかった。また、マハゼと同様に小脳から前視床核への投射も確認された。本研究により、メダカも非膝状体系に相当する視覚上行路だけをもつことが明らかになり、他のスズキ系魚類も1つの視覚上行路だけをもつ可能性がさらに高まった。今後、分子遺伝学

的実験を用いた非膝状体系に相当する視覚上行路の機能に関する研究を進めるための土台となる重要な知見が得られたと言える。

本論文により、マハゼとメダカは非膝状体系に相当する視覚上行路だけをもつということが明らかになったことから、スズキ系魚類に属する多くの漁業重要種にもこの形質が受け継がれている可能性が高い。したがって、マハゼは漁業対象魚の視覚を研究するモデル動物となりうる。さらに、分子遺伝学的実験が可能なメダカの視覚上行路も明らかにしたことは、漁業対象魚の視覚系だけでなく魚類一般の視覚上行路の機能についての研究を発展させていく土台となり、魚類の視覚についての理解の前進に寄与することが期待される。