

タンガニイカ湖の鱗食魚にて明確な行動の左右性を世界で初めて発見
ー右利きと左利きの神経基盤解明につながると期待ー

【ポイント】

- ・獲物の魚のうろこを狙う鱗食性シクリッド(鱗食魚)の捕食行動は、右か左に素早く体を屈曲する動作を含む、5つの行動成分で構成されていた。
- ・獲物の魚をどちらから襲うかが個体ごとにほぼ決まっており、その方向は口の開く方向と合致していた。
- ・利き側から襲った場合は、逆側から襲った場合に比べて、胴を素早く大きく屈曲させて相手の魚に噛みつくので、捕食成功率が高かった。
- ・捕食行動時の胴の屈曲動作は、逃避行動時の屈曲動作と酷似しているため、同じ神経回路が働いている可能性が考えられる。

【背景】

ヒトの利き手をはじめとして、行動の左右性(利き)は数多くの動物で見られ、様々な局面で左右対称よりも有利であると考えられています。それらの行動は脳によって制御されています。行動の左右性を司る脳の神経機構の理解のため、これまでに様々な研究が行われてきましたが、その回路の複雑さが妨げとなり、まだ十分な理解が得られていません。この問題に対して、明確な左右性を示し、コンパクトな脳をもつ鱗食魚を研究モデルとすることで、「利き」の脳内機序が明らかになると期待されます。

進化の実験室として有名であり、NHKスペシャルの「ホットスポット 最後の楽園」でも取り上げられたアフリカ・タンガニイカ湖には、泳ぐ魚の鱗をはぎ取って食べるシクリッド科魚類が生息しています(図1)。彼らの口は、左右どちらかに少し曲がって開き(図2)、その形態は捕食行動と関係すると考えられていましたが、捕食行動が俊敏すぎて、動作の詳細は不明でした。

【研究の内容】

私たちは鱗食魚(ペリソーダス ミクロレピス)の捕食行動を詳しく調べるため、アフリカから魚を輸送し、実験室の水槽内でこの鱗食魚の捕食行動を高速度カメラ(500 フレーム毎秒)で撮影し、運動解析を行いました。典型的な捕食行動は、①被食魚後方への接近、②側方への回り込み、③S字状の構え、④左か右への胴の屈曲を伴う噛みつき、⑤体の捻り、の5過程で構成されていることを見出しました(図3)。鱗食魚は被食魚の背後から接近し左右いずれかの体側に忍び寄り、被食魚の胴に向かって体を屈曲して噛みつきますが、その方向に著しい偏りを示し、よく好む屈曲方向(利き側)は口の開く方向と合致していました(図4)。また、利き側の襲撃の方が、その逆側の襲撃よりも、胴を約1.7倍素早く、約1.5倍大きく屈曲させていました。結果として、利き側の捕食成功率は逆側よりも約3倍高いことが分かりました。その素早い胴の屈

曲動作は、後脳のマウスナー (M) 細胞で駆動される逃避行動の屈曲動作と酷似していること (図5) から、共通の神経回路が用いられていると考えられます。これまでの解析の結果、M細胞から下位の脊髄や胴筋に左右差はなく、M細胞より上位中枢に左右差があると推察されます。以上より、鱗食魚は素早く大きく屈曲できる利き側を認識して獲物の魚を襲うこと、おそらく視覚入力から運動出力を出す上位中枢までの間に、利きの左右差をうみだす仕組みがあると考えられます。

【成果の意義】

「右利きのヒトは、主に右手で字を書くが、左手では右手のようによく字が書けない」というような行動の左右性を、アフリカの魚で発見しました。また、同じ種の中で右側からの襲撃を好む魚と左側からの襲撃を好む魚の2タイプが存在することから、それはまさにヒトの右利きと左利きに相当する現象であると言えます。今後、鱗食魚の行動の左右性を司る神経機構を特定することができれば、右利きと左利きの脳神経系における違いだけでなく、脳の左右性の構築原理を解明する基礎的知見が得られると期待されます。

【用語説明】

- ・行動の左右性: 「利き腕」や「利き足」など行動において、左右どちらかの四肢を好んで使ったり、どちらか一方向から行動する現象のこと。一般に、利き側で行動した方が、結果として得られるパフォーマンス(たとえば成績)や反応速度が高い。
- ・マウスナー細胞: 魚類の後脳に位置する左右一対の網様体脊髄路ニューロン。逃避時の素早い屈曲運動に関与することで知られている。例えば、左側から侵害刺激があった場合、左体側のマウスナー細胞が発火し、その情報は右体側の運動ニューロンへと伝わり、右体側全体の胴筋を収縮させ、結果的に魚は右側に屈曲(C字状)する。魚類の脳には数百万個のニューロンが存在するが、マウスナー細胞 1 対を失うと、素早い逃避運動ができなくなる。

【論文名】

Lateralized kinematics of predation behavior in a Lake Tanganyika scale-eating cichlid fish.

著者: 竹内勇一(名古屋大学)、堀道雄(京都大学)、小田洋一(名古屋大学)



図1. タンガニカ湖に生息する鱗食性シクリッド (ペリソダス ミクロレピス) (撮影者: 太田和孝)。



図2. 鱗食魚の口部形態における左右二型。左あごが大きい個体が「左利き」、右あごが大きい個体が「右利き」と定義される。黄線は左右の唇端を結び、体軸に対し傾いている。下写真は左利きの下顎骨で、左の方が約10%大きい。スケールバーは5mmを示す。骨の左右により、口は一方に捻れて開く。

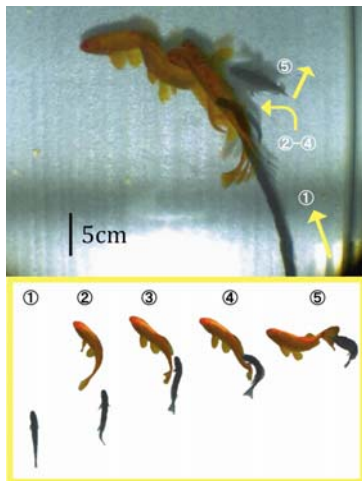


図3. 鱗食魚(右利き)の捕食行動を捉えた連続写真(48msごと)。捕食行動は5つの行動成分で構成される。

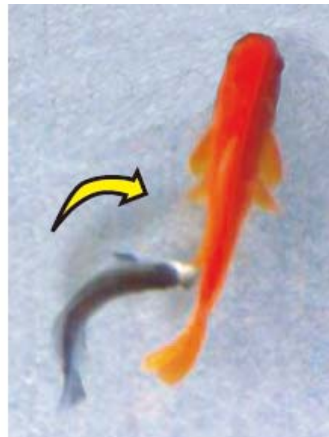


図4. 鱗食魚(左利き)がキンギョの体側をめがけて襲う瞬間。この個体は左側から襲うことが多く、右側から襲ったとしても、捕食は成功しにくい。



図5. 捕食行動時(左)と逃避行動時(右)でみられる素早い胴の屈曲。これらの屈曲動作は、よく似ていることから、共通の神経基盤で制御されていると考えられる。