なぜ魚のきょうだい喧嘩は起きるのか?

―アフリカの古代湖で多様化したカワスズメ科魚類の大規模行動観察―

概要

京都大学白眉センター・大学院理学研究科の佐藤駿特定助教を中心とする国際研究グループは、アフリカの古代湖であるタンガニイカ湖※1とマラウイ湖で多様化したカワスズメ科魚類(シクリッド※2)52種、計1,892個体の稚魚を野外で調査し、きょうだい間で起こる攻撃行動の系統的分布と、その生態的・社会的背景の影響を明らかにしました。意外なことに52種の行動観察の結果、明瞭なきょうだい間で攻撃行動が確認されたのは、タンガニイカ湖に固有のランプロローグス族※3だけでした。さらに同族30種を詳細に比較すると、湖底の餌に強く依存する種・個体ほど攻撃が多く、巣の周囲に稚魚が密集するほど攻撃が少ない傾向が見られました。また、集団生活をする種では、成長の初期に攻撃が比較的多い一方、後期には少なくなり、攻撃が起こる時期そのものが社会構造と結びついていることが示されました。きょうだい間の争いを、単に「攻撃的かどうか」ではなく、「いつどのように争うか」という成長過程から捉えることで、家族内の競争と協力がどのように進化するのかを理解する新たな手がかりが得られました。

本研究成果は11月18日、英国王立協会の国際学術誌「*Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*」に掲載されました。





図1: 研究対象種の一種である *Neolamprologus meeli*（左、以下メーリー）と *Perissodus microlepis*(右、以下ペリソウダス)。両種ともにタンガニイカ湖の沿岸域に暮らしていますが、メーリーは激しいきょうだい喧嘩が観察される一方、ペリソウダスではほとんど観察されません。(佐藤駿特定助教撮影)

１．背景

動物のきょうだい達は、ときに激しく喧嘩し、殺し合う場合すらあります。同じ親から生まれたきょうだいは、遺伝的に近い存在である一方、限られた餌や安全な場所をめぐる競争相手でもあるからです。このような親保護下でのきょうだい喧嘩は、行動生態学や進化生物学では「きょうだい間対立」として、鳥類を中心に、盛んに研究が行われてきました。しかし、きょうだい喧嘩が、なぜある種で発達し、別の種では見られないのかについての比較研究が限られていました。

また、これまでの数少ない比較研究では種ごとの平均的な攻撃の強さや攻撃の有無に注目することが多く、成長につれて喧嘩がいつ始まり、いつ激しくなり、いつ収まるのかという種間の違いは、十分に検討されていませんでした。しかし、成長過程を加味したきょうだい喧嘩の比較研究を展開するためには、標準化された観察基準に基づいて各成長段階ごとに、いつどのくらいきょうだい喧嘩が発生するかを記録したデータセットが必要になります。

そこで佐藤駿特定助教を中心とした研究グループは、アフリカの古代湖のカワスズメ科魚類（以下、シクリッド）52 種・1,892 個体のきょうだい間の争いとその発達過程を潜水調査で直接観察しました。このような潜水調査に基づき、成長段階を加味した大規模な種間比較は、世界でも類を見ない試みです。

２．研究手法・成果

研究チームは、シクリッドが適応放散※4 していることで知られるタンガニイカ湖（ザンビア共和国）とマラウイ湖（マラウイ共和国）で潜水調査を行い、52 種・1,892 個体の子育てされているシクリッドの稚魚の行動を撮影しました。個体ごとに５分間の観察から、きょうだいに対する突進や身体接触などの攻撃行動、湖底や水中での採餌、周囲の稚魚の密度、体の大きさを記録しました。その結果、明瞭なきょうだい間の攻撃が観察されたのは、タンガニイカ湖固有のランプロローグス族に限られました。

次に、同族 30 種・1,312 個体のデータを用い、種同士の近縁さを考慮した統計解析（系統種間比較解析※5）を実施しました。その結果、湖底に付着する餌を利用する割合が高いほど攻撃頻度が高い一方、同じ巣の周囲の稚魚密度が高いほど攻撃頻度が低い傾向が示されました。これは、稚魚が湖底の採餌場所を守る利益と、混み合った場所できょうだいを追い払う負担との釣り合いが、争いに関係するという解釈と整合的です。また、群れをつくって生活する種とそうでない種では、攻撃頻度の平均的な差は明瞭ではありませんでしたが、集団生活をする種では発達初期に喧嘩が多く、集団生活をしない種では後期に喧嘩が多い傾向がみられました。

さらに、子育てを行う親個体の存在がきょうだい喧嘩の発生には重要であることがわかってきました。母親だけが子育てを行う種類では、稚魚は湖底に溜まった餌に依存し、きょうだい喧嘩は激しくなります。一方で、母親と父親が協力して子育てする種で稚魚たちは、捕食圧の高い水中に浮かび上がり、プランクトンを食べることができます。すると、きょうだい喧嘩は発生しません。つまり、子育て方法が稚魚の摂餌する空間利用方法を決定し、間接的にきょうだい喧嘩の進化に影響している可能性が示されました。

３．波及効果、今後の予定

これまで鳥類を中心に多くの「きょうだい間対立」研究が行われてきましたが、喧嘩の発達を加味した種間比較研究はありませんでした。本研究は、きょうだい間の競争が「起こるか」「どれほど強いか」だけでなく、「成長のどの段階で起こるか」も生態や社会構造と結びついて、種ごとのきょうだい喧嘩の発達パターンを形成していることを示しました。きょうだい間の争いが目立つ鳥類や哺乳類を含め、家族内

の競争を比較する際にも、子ども達の発達段階を考慮する重要性を示唆しています。

一方、今回の研究は野外での種間比較であり、観察された差がその場の環境に応じた柔軟な行動の変化なのか、種間での表現型の違いによるのかは区別できません。今後は飼育条件や餌、個体密度をそろえた比較実験などにより、争いの発達過程を生み出す仕組みを検証する必要があります。

４．研究プロジェクトについて

本研究は京都大学白眉プロジェクトおよび日本学術振興会科学研究費助成事業（課題番号：21K06346、23KK0131、25K02309）の支援を受けて実施されました。この研究は、大阪公立大学（旧大阪市立大学）、愛媛大学、龍谷大学、琉球大学、ザンビア共和国水産局、マラウイ大学との共同研究として、実施されました。

＜用語解説＞

※1 タンガニイカ湖：アフリカ大陸の東アフリカ大地溝帯に位置する古代湖です。一般に、湖は河川からの土砂流入などによって次第に埋まり、地質学的には比較的短期間で消滅してしまいます。しかし、タンガニイカ湖はアフリカ大陸の地殻が引き伸ばされることで形成された深い窪地に位置しており、地殻変動による湖底の沈降などによって、数百万年にわたって湖として存続してきました。

※2 シクリッド（カワスズメ科魚類）：中南米、アフリカ、アジアの一部に生息する比較的小型の魚類であり、全ての種が子育てを行います。特にアフリカの湖などでは、著しく多様化したことが知られています。子を口内で守る種や、湖底の巣などで保護する種がいます。

※3 ランプロローグス族（Lamprologini）：タンガニイカ湖に固有種を中心としたシクリッドの一群。岩場や貝殻などの繁殖場所を利用する種が含まれます。

※4 適応放散：共通の祖先から進化した生物が、異なる環境や生態的な役割に適応することで、多様な種へと分かれていく進化現象です。タンガニイカ湖のシクリッドはその代表例で、餌の種類や生息場所などに応じて多様な種へと進化してきました。

※5 系統種間比較解析：種同士が共通の祖先を持つ影響を考慮して、生物の特徴と環境の関係を調べる統計的手法。

＜研究者のコメント＞

とにかく、ひたすら稚魚を観察し続けました。一時期は、夢にまで喧嘩をする稚魚が出てくるほどでした。タンガニイカ湖で稚魚を観察していると、同じように親に守られているにもかかわらず、きょうだい同士で激しく喧嘩する種もいれば、ほとんど争わない種もいることに気づきます。こうした野外での素朴な気づきを、種間比較による研究成果として結実させることができたのは、共著者の皆さまはもちろん、長年にわたって私の研究活動を支え、研究環境を整えてくださった多くの方々のおかげです。今後は、きょうだい間の争いが、生物のさまざまな形質の進化とどのように関わっているのかを、さらに明らかにしていきたいと考えています。（佐藤駿）

＜論文タイトルと著者＞

英文：Socio-ecological factors shaping the ontogenetic trajectories of sibling conflict among Lamprologine cichlids

和訳：ランプロローグス族シクリッドにおけるきょうだい間の争いの発達過程を形づくる社会生態学的

要因

著者：Shun Satoh, Yuki Yoshio, Makasa Lawrence, Bosco Rusuwa, Richard Zatha, Hiroki Hata, Atsushi Maruyama, Taiga Saeki, Masaya Morita, Seiya Okuno

掲載誌：Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences