

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	Elio de Almeida Borghezan
論文題目	Effects of divergent water colours on Amazon fish evolution (水色の違いがアマゾン川の魚の進化に及ぼす影響)		
(論文内容の要旨)			
<p>アマゾン川に生息する小型魚類のセイルフィン・テトラ (<i>Crenuchus spilurus</i>) は、性的二型の大きな種であり、メスに比べてオスは大きく派手な背びれと尻びれを持っている。オスは繁殖行動の際に、この背びれと尻びれをメスに誇示することが知られており、その形態にはメスによる性選択がかかっていると考えられる。この魚は生息地により2つの系統に分かれている。1つは黒い水の水域に生息する系統、もう1つは透明な水の水域に生息する系統である。黒い水は、赤い光を通しやすいため、赤い色、例えば赤い模様が目立つ環境である。一方、透明な水ではこのような色の偏りはない。2つの系統では、オスの背びれと尻びれの色や模様が異なっており、生息地の環境を反映している可能性がある。この興味深い魚をモデルとして、水中の光環境の違いがメスの配偶者選択に影響を与え、オスの形質の進化に影響を与えてきたという仮説を、行動実験と遺伝学的実験を通して検証した。まず魚類における知覚とそれがアマゾン川の魚類の多様性に与えた影響についての総合的なレビューを行った。第一の研究では、黒い水に模した光条件と、透明な水に模した全スペクトル光条件の下で、オスのひれ模様の見え方と、メスによる交尾相手としてのオスの選択を行動実験で明らかにした。黒い水に模した光条件では、オスのひれの赤い模様が目立ったものの、個体差は小さくなった。メスの配偶者選択を実験的に調べたところ、どちらの系統のメスも装飾のあるオスを選択した。透明な水に住むメスは、オスの赤い模様を好む傾向があったものの、黒い水に住むメスはそのような傾向はなかった。黒い水の生息地では、赤い色の個体差が小さくなってしまったため、メスは現在ではそのような特徴を繁殖相手の選択に用いなくなった可能性が示唆された。第二の研究ではメスは生息環境として、黒い水に模した光条件と、透明な水に模した光条件のどちらを好むかについて行動実験を行った。どちらの系統でも、メスは黒い水に模した赤い光の方に好んで滞在したが、透明な水に住む系統のメスのほうが、その傾向がより強かった。この結果は様々な解釈が可能だが、メスが配偶者選択の手がかりとして赤を好む傾向とリンクしている可能性がある。第三の研究では、光受容に関わる遺伝子とその発現量を調べた。その結果、5つの重複する遺伝子があり、どの波長に最も強く反応するか、すなわち、どのような色がよく見えるかが少しずつ異なっていた。ただし、2つの系統の間では、遺伝子は異なっておらず、同じ遺伝子が保存されていると考えられた。しかし、その発現量は系統によって異なっており、発現量を変えることで生息地の光環境に適応していることが示唆された。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

アマゾン川に生息する小型魚類のセイルフィン・テトラ (*Crenuchus spilurus*) は、アマゾン川流域に広く分布している。アマゾン川の水色は流域によってかなり異なり、この種も水色の異なる流域に生息する2系統が知られており、特にオスの形態に大きな変異がある。オスは大きく派手な背びれと尻びれを持ち、繁殖行動の際にこれをメスに誇示する。この装飾的なひれは、同種の中でも生息する環境によってその形態が異なる。これは、メスによる性選択に加えて、生息環境—特に光環境が異なることで、進化してきた可能性がある。従って、光環境の違いが選択をする側のメスの知覚を変化させ、それがさらにオスの装飾を進化させたと考えられる。

本研究ではメスの配偶者選択や、生息地としての光に対する選好性を、生息環境を模して光条件を変えながら行動実験をすることによって検証した。この実験的な研究によって、このような進化過程が十分にありうることを示した。また、このような視覚の遺伝的な基盤を明らかにするために、遺伝的な実験研究を行った。遺伝子の解析によって、遺伝子重複によって視覚に関わる遺伝子が5つあることが分かった。これは、一つの遺伝子の変異によって、視物質の性質が変化するというメカニズムとは異なるものであり、魚類の視覚の進化における重要な発見と言える。当初の予測とは異なり、遺伝子自体は2つ異なる系統で大きな違いはなかった。しかし、遺伝子の発現量を調べると、集団間でその発現量が異なることが分かった。遺伝子が増えることではなく、発現量が増えることで、環境に適応している可能性を示した点も重要である。同種でありながら非常に異なる環境下に生息し、その形態が異なるセイルフィン・テトラは、進化研究において非常に興味深い種である。この種では、まだ研究が多いとは言えないものの、今後、モデル生物になり得る種と言える。このような種を対象に、視覚を中心とした感覚の進化を様々な角度から明らかにしたという点で、高く評価できる。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和6年1月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行い、その結果をもって令和6年1月24日に霊長類学・野生動物系教員会議で合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降