

研究種目：基盤研究 (B)
研究期間：2006～2009
課題番号：18405007
研究課題名 (和文) シクリッドの適応放散メカニズム

研究課題名 (英文) The mechanism of adaptive radiation in cichlid fishes

研究代表者

岡田 典弘 (OKADA NORIHIRO)
東京工業大学・大学院生命理工学研究科・教授
研究者番号：60132982

研究分野：生物学
科研費の分科・細目：生物科学・進化生物学
キーワード：進化生物学一般

1. 研究計画の概要

適応放散はこれまでに生物の進化で頻繁に起こってきた現象であり、生物が多様性を獲得する過程で非常に重要な生物学的現象である。しかし、これまでに知られている適応放散の多くは過去に起こった現象であり、化石記録などからはそのメカニズムを明らかにすることは困難であった。本研究の目標は、適応放散のメカニズムを分子レベルで明らかにすることである。それを可能にするには非常に最近に適応放散を起こした生物を研究することが必須であり、アフリカの湖で適応放散を起こしてきたシクリッドは理想の生物の系である。本研究では成立年代の異なる2つの湖 (1) ビクトリア湖と (2) タンガニイカ湖で並行的に適応放散を起こしてきたシクリッドの生態情報、生息環境、DNA抽出用のサンプルを収集し適応放散のメカニズムを明らかにする基礎を築くことを目的としている。

2. 研究の進捗状況

(1) ビクトリア湖野外調査

ビクトリア湖の調査は平成18年度から現在まで毎年行われ、これまでに計1万個体以上の写真、生態情報、生息環境、DNA抽出用のサンプルが集められた。とくに生息環境では光ファイバーを用いてスペクトルメーターで環境光の測定を詳しく行った。これらの生態情報、生息光環境の情報を基礎にして、オプシン遺伝子の解析を行い、世界で初めて適応放散の分子メカニズムを明らかにすることに成功した。それは、始めに視覚の適応的進化が起こり、次いで適応した視覚に感度良く受容される婚姻色が進化することにより種分化が

起こり、これが繰り返されることにより適応放散が起きるという機構である。またビクトリア湖の種ばかりでなく、周辺の小さな湖や河川の種を調べることにより、より詳細に適応放散のメカニズムを明らかにしようとしている。研究発足当初に分担者であった渡邊正勝講師 (東京工業大学) は担当変更により二階堂雅人助教 (東京工業大学) と平成19年に入れ代わった。また、二階堂助教も担当変更により平成20年度に分担から外れた。

(2) タンガニイカ湖野外調査

タンガニイカ湖の調査は平成18、19年度に行われた。タンガニイカ湖はビクトリア湖より水深が深いため、幅広い深さから4つの族 (科と属の中間の分類群) の種を数多く採集し個体の写真、生態情報、生息環境、DNA抽出用のサンプルが集められた。この調査によりタンガニイカ湖に生息する約250種のシクリッドすべての収集を網羅することができた。これらの生態情報、生息光環境の情報を基礎にして、薄明視に重要なRH1 オプシン遺伝子の解析を行った。その結果、4つの族がそれぞれ異なった適応の過程を経て進化してきたことが明らかになり、またそれぞれの族で独立にRH1 遺伝子の適応的なアミノ酸置換が起こったことが明らかになった。この研究は脊椎動物で最も際立った適応的平行進化の例として論文を投稿中である。研究発足当初に分担者であった堀道雄教授 (京都大学) はタンガニイカ湖調査研究が一段落したため、平成20年度に分担から外れた。

3. 現在までの達成度

① 当初の計画以上に進展している。

(理由)

研究発足当初は適応放散の分子メカニズムまで明らかにできるとは予想していなかったが、実際にそのメカニズムを論文として発表できたことが当初の計画以上に進展していると考えられる理由である。またそれに加え、適応放散の過程で重要な適応的平行進化のメカニズムを明らかにしたことも理由として挙げられる。

4. 今後の研究の推進方策

本研究計画の期間はあと平成21年度のみであるので以下のように野外調査を続けつつ、研究のまとめを行う予定である。

(1) ビクトリア湖野外調査

ビクトリア湖シクリッドを用いた研究では、ビクトリア湖の種ばかりでなく、周辺の小さな湖や河川の種を調べることにより、ビクトリア湖の適応放散の起源や適応放散の詳細な機構を明らかにしようとしている。

(2) タンガニイカ湖シクリッド研究

これまでに収集した個体の写真、生態情報、生息環境、DNA抽出用のサンプルを元に更なる解析を行い、結果を論文として出版する予定である。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5件)

① Seehausen O, Terai Y, Magalhaes IS, Carleton KL, Mrosso HD, Miyagi R, van der Sluijs I, Schneider MV, Maan ME, Tachida H, Imai H, Okada N. Speciation through sensory drive in cichlid fish. *Nature* (Article). 455:620-6 (2008) 査読有

② Fujimura K, Terai Y, Ishiguro N, Miya M, Nishida M, Okada N. Heterotypy in the N-terminal region of growth/differentiation factor 5 (GDF5) mature protein during teleost evolution. *Mol Biol Evol*. 25:797-800 (2008) 査読有

③ Terai Y, Seehausen O, Sasaki T, Takahashi K, Mizoiri S, Sugawara T, Sato T, Watanabe M, Konijnendijk N, Mrosso HDJ, Tachida H, Imai H, Shichida Y, Okada N. Divergent selection on opsins drives incipient speciation in Lake Victoria cichlids. *PLoS Biology* 5:e433 (2006) 査読有

④ Iwashita M, Watanabe M, Ishii M, Chen T,

Johnson SL, Kurachi Y, Okada N, Kondo S. Pigment Pattern in jaguar/obelix Zebrafish Is Caused by a Kir7.1 Mutation: Implications for the Regulation of Melanosome Movement. *PLoS Genetics* 24:e197 (2006) 査読有

⑤ Watanabe M, Iwashita M, Ishii M, Kurachi Y, Kawakami A, Kondo S, Okada N. Spot pattern of leopard Danio is caused by mutation in the zebrafish connexin41.8 gene. *EMBO Rep*. 9:893-897. (2006) 査読有

[その他]

ホームページ

<http://www.evolution.bio.titech.ac.jp/>

<http://ecol.zool.kyoto-u.ac.jp/>