

氏 名	はら だ しげ お 雄 原 田 慈 雄
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1498 号
学位授与の日付	平成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	農学研究科応用生物科学専攻
学位論文題目	ウキゴリ属 (<i>Gymnogobius</i> , Gobiidae) 魚類の個体発生と生活史の進化 に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教授 田 中 克 教授 林 勇 夫 教授 中 坊 徹 次
--------	---------------------------------------

論 文 内 容 の 要 旨

ウキゴリ属魚類は、河川中下流域・河口域・湖沼・浅海干潟域など多様な環境に適応して生息し、生活史の進化を考える上で好適なモデルグループである。同時に本属中 6 種は 2003 年環境省編レッドデータブックに入っているように、その大半は人間活動の影響を強く受ける環境に生息するため、環境指標生物としても注目される。

本研究では、ウキゴリ属魚類の生活史および個体発生の多様性とその進化を明らかにすることを目的とし、第 2 章で分子系統、第 3 章で個体発生、第 4 章で仔稚魚期を含む生活史について議論し、第 5 章において個体発生と生活史がどのように関わりあって進化したのかを総合的に考察した。

第 1 章 緒言

ウキゴリ属魚類の分類、系統、個体発生および生活史に関する知見を整理し、本研究の背景と目的を示した。

第 2 章 分子系統推定

解析にはウキゴリ属 13 種と外群 4 種 (アゴハゼ, ドロメ, セジロハゼ, ミミズハゼ属 sp.) を用いた。mtDNA の 16SrRNA および *cyt b* 遺伝子領域の塩基配列を決定し、それぞれ相同性の確認された 1240, 1070 塩基サイトを対象として、近隣結合法、最節約法および最尤法による解析を行った。個体発生および生活史の進化を論じる基盤として、両遺伝子領域を結合した最尤系統樹を採用した。採用された系統関係は、(クボハゼ+キセルハゼ)+((シマウキゴリ+(イサザ+(ウキゴリ+スミウキゴリ)))+(エドハゼ+チクゼンハゼ)+((ニクハゼ+ヘビハゼ)+(ピリンゴ+(シンジコハゼ+ジュズカケハゼ)))) であり、一部を除いて全体的に各クレードは高いブーツストラップ確率により支持された。

第 3 章 個体発生

野外で採集されたアゴハゼ属 2 種とウキゴリ属 12 種の仔稚魚について、識別形質を明確にした上で、詳細な記載を行った。変態様式やそのタイミングを明らかにすることを目的とし、黒色素胞の出現様式、眼上管の形成、プロポーションの変化 (頭長・上顎長・前肛門長・腹鰭長の相対成長)、骨格形成については、特に詳しく記載した。

第 4 章 生活史

ウキゴリ属は、種によって様々な塩分環境に生息し、回遊型の進化を考える上で興味深いグループである。中でも河口域に生息する種類は、淡水への侵入過程を考察する上で重要と考えられるが、これまで「汽水種」としてひとまとめに扱われることが多く、発育に伴った微細生息場間の回遊についてはほとんど言及されていない。そこで兵庫県千種川河口域において詳細な調査を行った結果、8 種のウキゴリ属 (総計 18,955 個体) の出現が認められ、各種の発育に伴う移動が明らかになった。碎波帯や河口域への出現体長やステージは、各河川の河口形態などにより異なることが予想されるため、このように多くの種類が同所的に出現する場所での調査は重要である。また、補足的に北海道・本州・四国・九州の各地で断片的に採集した標本情報と既往の知見を併せて、外群 3 属とウキゴリ属各種の生活史特性を整理し、生活史を浅海岩礁型、内湾型、汽水型、淡水性両側回遊型、河川陸封型、淡水 (低塩分) 湖沼沿岸型、淡水湖沼沖合型の 7 タイプに類型化した。

第5章 総合考察 個体発生の進化と生活史の進化

第2章の分子系統樹を基盤として、第3章の個体発生と第4章の生活史をつき合わせ、両者がどのように関係しあって進化したかを考察し、以下の結論を得た。

- (1) ウキゴリ属の祖先は浅海岩礁型の生活史を持っていたと考えられ、そこから汽水域に侵入し、汽水型の生活史を獲得したことが本属の始まりであったと推定される。
- (2) 本属において、浮遊性の獲得が多様なマイクロハビタットへの侵入を可能にしたものと推測される。
- (3) 海域から淡水域への侵入は2回にわたって生じており、その際、汽水型の生活史が重要な役割を果たしたと推測される。
- (4) 汽水型において、低塩分域に侵入するほど、分散を抑えるように淘汰圧がかかったと推定される。分散を抑えるための戦略として、変態サイズの小型化より孵化サイズの大型化を選択したことが河川陸封型生活史の出現に繋がったと考えられる。
- (5) 仔稚魚の体外部の黒色素胞分布様式は、黒色型、シラス型および中間型に類型化することができ、本属において黒色型からシラス型および中間型へのシラス化が少なくとも4回は独立に生じたことと推定される。黒色型は、汀線付近の岩礁域において、一定期間滞留しながら浮遊生活を送るのに適応して出現した型と考えられ、本属では、初期生活史が基本的にこの条件から外れているため、シラス化が進行したものと考えられる。
- (6) 消化管背側に分布する体内部の黒色素胞は、上記の黒色型において多く、体外部の黒色素胞分布様式との関連性が強いと言える。また、その分布位置は種間での変異が大きく、識別形質として極めて有用であった。
- (7) 脊椎骨に沿って出現する黒色素胞の出現様式は、体外部の黒色素胞分布様式と関連せず、系統関係をよく反映していた。

論文審査の結果の要旨

ハゼ科魚類には直接漁獲対象となる種は少ないが、沿岸浅海域・汽水域・河川・湖沼などの多様な環境に適応し、それらの生態系の主要な構成要素の一つとして重要な位置を占めている。本論文は、その代表的なグループとして、琵琶湖のイサザなどの馴染み深い種を含むウキゴリ属を取り上げ、これまでの生活史進化に関する研究において不十分であった正確な系統解析を基礎に、精力的な生態調査と詳細な形態発育過程の分析を行い、個体発生と生活史進化の関連を検討を加えたものである。評価される主な点は以下の通りである。

- 1) ウキゴリ属13種と外群4種について mtDNA の 16SrRNA および *cyt b* 遺伝子領域の塩基配列を決定し、全体として各クレードが高いブーツストラップ確率により支持された両遺伝子領域を結合した最尤系統樹を得た。
- 2) 野外調査で採集されたアゴハゼ属2種とウキゴリ属12種の仔稚魚について、変態様式やそのタイミングに関わる黒色素胞の出現様式、眼上管の形成、相対成長、骨格形成を中心に詳細な記載を行い、消化管背側に分布する体内部の黒色素胞分布位置などを用いて、これまで同定が不可能であったウキゴリ属仔稚魚の識別を可能にした。
- 3) 兵庫県千種川河口域を中心に詳細な調査を行い、8種のウキゴリ属仔稚魚が微細生息場に適応して生息することを見出した。これらに、北海道から九州に至る各地での調査結果を加え、生活史型を浅海岩礁型、内湾型、汽水型、淡水両側回遊型、河川陸封型、淡水（低塩分）湖沼沿岸型、淡水湖沼沖合型の7タイプに類型化した。
- 4) 体外部の黒色素胞分布様式を黒色型、シラス型および中間型の3型に類型化し、本属では黒色型からシラス型あるいは中間型へのシラス化が少なくとも4回独立して生じたことを推定した。一方、脊椎骨に沿って分布する黒色素胞の出現様式は、体外部の黒色素胞分布様式とは関連せず、系統を反映することを明らかにした。
- 5) ウキゴリ属の祖先は浅海岩礁型の生活史を持ち、そこから汽水域に侵入し、汽水型の生活史を獲得したことに本属は起源する。この際、浮遊性を獲得したことが微細生息場所への侵入を可能にした。海域から淡水域への侵入は2回にわたって生じており、その際汽水型の生活史が重要な役割を果たしたことを推定した。

以上のように、本論文は多様な生息場に適応したウキゴリ属13種をモデルに、分子系統樹上に個体発生の進化と生活史の進化を投影することにより、系統的側面と適応的側面の現れ方を的確に評価し、浅海岩礁域から汽水域さらには淡水域に至

る生活史の進化過程を解明したものであり、魚類学、進化生物学ならびに環境生物学の進展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成17年2月14日、論文ならびにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。