

論文の内容の要旨

論文題目 沖縄トラフ熱水噴出域における熱水性甲殻類ゴエモンコシオリエビの集団構造と生活史および幼生分散
(Population structure, life cycle and larval dispersal of a hydrothermal vent galatheid crab *Shinkaia crosnieri* in the Okinawa Trough, Japan)

氏 名 徐 美恵

熱水噴出域（熱水域）は暗黒・高圧条件に加えて通常生物に有害とされる重金属や硫化水素等にさらされた環境で、その周辺には多様な生物（以下、熱水種とする）が生息していることが知られている。これまでに熱水種のおよそ 90%、550 種以上が熱水域固有種として報告されており（Desbruyères et al. 2006; Van Dover 2000; Watanabe et al. 2010）、熱水種は海洋の生物多様性を考える上で重要な構成要素と考えられる。また特殊な環境に生息する熱水種は、非熱水性の近縁種とは異なる生態や生存戦略を持つ事が予想され、進化生態学的に適した研究モデルであると言える。その一方で、近年熱水域周辺の資源開発が熱水域生態系に及ぼす影響が強く懸念されており、熱水種の遺伝・生態学的知見の収集が強く求められている。

このように利用価値が高く、保全研究が求められる熱水種だが、その生息域である熱水域は不連続かつ不安定な環境である。多くの熱水域は断続的かつ不規則に分布しており、熱水を噴出する熱水噴出孔の寿命は長くて数十年程度だと言われている（Holm and Hannet 1992）。熱水種の多くは成体の移動能力が乏しいため、卵や幼生の時期に熱水域間の長距離分散が行われていると考えられるが、熱水種の中には幼生形態や生態が知られていない種も多く、実際に海洋中を浮遊している熱水種幼生を採集することは困難である。

1970 年代後半に熱水域が発見されて以来、熱水種の集団形成や維持に重要な幼生分散に関する数々の研究がおこなわれて来た。しかしながら、それらの研究の多くは遺伝学的手法を用いた間接的な幼生分散の推定であり、幼生生態に関する研究や海流等の海洋物理情報を考慮した複合的な研究の事例はまだ少ない。本研究では、資源開発の有力な候補地である沖縄トラフを代表する熱水種であるゴエモンコシオリエビを対象とし、1) 沖縄トラフ内の全生息域の集団を対象とした遺伝的構造と生活史の解析、2) 新たな加圧実験装置の開発による本種幼生の圧力応答の観察、3) 沖縄トラフの海流モデリングと幼生分散の推定を行い、熱水域のモデル種として幼生分散機構の解明を目指した。

修士研究ではミトコンドリア DNA の COI 領域を用いて本種の 4 つの地域集団の遺伝的集団構造の解析を行ったが、博士研究では新たに 16S rRNA 領域と核 DNA の ITS2 領域を加え、沖縄トラフ内の本種の生息が確認されている全 7 ヶ所の地域集団の遺伝的集団構造の把握を行った。さらに、体長組成および雌雄・抱卵比を見ることで、幼生分散に関わる生態情報である産卵の季

節性の有無を推定した。集団解析の結果、本種は高い幼生分散能力を持つ事が示唆された。地域集団間に遺伝的な偏りが見られなかったことから、生息する熱水域の分布水深や距離に関わらず、相互的に幼生が行き来していることが示唆された。熱水域の水深は 600m から 1650m と幅広く、この結果は幼生が海底付近ではなく、ある程度の水深帯を分散している可能性を示した。また、採集時期に関わらず抱卵雌の存在が確認されたことから、本種は 1 年を通して産卵を行うことが確認された。

次に、ゴエモンコシオリエビの幼生生態の観察実験を行なった。水圧は水深に正比例して増加する唯一の環境パラメーターであるため、幼生の水圧に対する耐性を確認することは幼生分散の水深を探る上で重要である。しかし、これまで行われてきた加圧実験には観察手法や取り扱いに関する問題点が多く、加圧下で幼生を観察する手法は未だ確立されていない現状にある。そのため、本研究では対象種の幼生に適した加圧実験機器を開発し、幼生の水圧に対する応答を観察した。アルテミアを用いた試行の結果、新たに開発した加圧実験機器は簡単な操作で段階的な加圧観察が行えることが確認された。実験対象をリアルタイムで観察が可能であり、圧力実験を行う上で効果的な実験機器であると言える。この加圧実験機器を用いた実験の結果、ゴエモンコシオリエビの幼生は 10MPa 以上の水圧がかけられた際に激しい腰折運動を行うことが確認された。この反応は不適切な環境における逃避行動と考えられ (Wilcock et al. 1978)、本種幼生が 1000m 以浅の環境を好むことが確認された。また密度測定の結果、卵と幼生が海水より低い密度を持つ事が確認された。

最後に、沖縄トラフの海流をモデリングすることにより、幼生分散の推定を行なった。沖縄トラフ表層には北東へ流れる黒潮海流があることが知られているが、黒潮の下には南向きに流れる深層海流が存在することが報告されている (Andres et al. 2008)。水深や場所によって海流の方向・流速は変化することが想定されるが、沖縄トラフ内の鉛直的な海流情報は係留計による局所的な情報に限られるため、ROMS データを用いた海流モデリングにより本種の幼生分散を推定した。モデリングの結果、沖縄トラフ内では水深 500m から 800m の間に黒潮と深層海流の境界があることが確認された。また水深帯ごとの 2 次元的な流体シミュレーションの結果、幼生は水深 500m では 30 日以上、水深 750m 以深では 120 日以上沖縄トラフ内に留まることが推定された。先行研究から本種幼生は 31 日以上幼生期を持つと考えられるため、幼生の大部分が沖縄トラフ内に留まる水深 500m 以深で分散する可能性が高いと考えられる。

以上の結果を総合的に考察すると、本種の幼生の分散は沖縄トラフに長期間留まる事のできる 500m 以深かつ、幼生の逃避行動の起こらない 1000m 以浅の水深帯で行われていると考えられる。この水深範囲で正の浮力を持つことから、幼生が能動的に定位していることが示唆される。この結果は沖縄トラフの熱水種で遺伝的集団構造・生態情報・海洋物理情報を総合的に検討した初めての例であり、熱水種の幼生分散を研究する上で非常に有用であると言える。