

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	藤田 純太
論文題目	エビ類の生活史戦略と遺伝的集団構造に関する分子生態学的研究		
(論文内容の要旨)			
<p>エビ類は、節足動物門 甲殻亜門 軟甲綱 十脚目に属する水産上有用な無脊椎動物であり、陸水生態系から深海生態系まで広範な水圏環境に生息する。エビ類は、それぞれの生活圏において異なる生活史戦略を有することが知られている。河川上流域に生息する純淡水性のエビ類は大卵少産型を示し、幼生期を卵内で過ごして、発育ステージの進んだ大型の幼生が産出される。また、河川下流域に分布することの多い両側回遊性のエビ類は、小卵多産型を示し、孵化した小型の幼生は川を流下して海に輸送され、幼生期を海洋域で生活する。一方、海産エビ類においても卵サイズに差異が認められ、浅海性種は小卵多産型を、深海性種は大卵少産型を示す傾向が知られている。このように、エビ類では水域に特徴的な分散性の差異を伴う生活史を有するが、分散性、遺伝的分化、遺伝的多様性について、生活史戦略という観点から調べた研究はごく限られる。そこで、本研究では、エビ類の生息環境を河川上流から深海まで鉛直方向に捉えて、各生活圏におけるエビ類の生活史戦略と遺伝的集団構造の関係を明らかにすることを目的とした。</p> <p>第1章では、研究の背景と目的を示し、第2章では、純淡水性種ミナミヌマエビ <i>Neocaridina</i> sp. と両側回遊性種ミゾレヌマエビ <i>Caridina leucosticta</i> の遺伝的集団構造を比較した。ミトコンドリアDNA (mtDNA) のNADH dehydrogenase subunit 2 (ND2) 遺伝子とNADH dehydrogenase subunit 5 (ND5) 遺伝子 (合計744 bp) をもとに分子系統樹を推定したところ、大卵少産型で純淡水性を示すミナミヌマエビでは、各河川から得られた個体が地域的にまとまったクレードを形成する傾向が示されたのに対し、小卵多産型で両側回遊性を示すミゾレヌマエビは、系統樹上で河川ごとにまとまらない結果となった。これらの違いは、ミゾレヌマエビが幼生期に海洋を分散し、河川間を遺伝的に交流していることによると考えられる。すなわち、本研究により、陸水域で生活するヌマエビ類において、幼生期の海洋生活の有無が遺伝的集団構造に大きな影響を与えることが明らかになった。</p> <p>第3章では、京都府北部を流れる由良川の本流および主要な支流、さらに近隣の伊佐津川、与保呂川、加古川、桂川においてミナミヌマエビの遺伝的組成を詳細に調べた。その結果、由良川に生息する本種は大きく2系統に分かれ、下流部に生息する個体は日本海側に注ぐ河川、中流から上流部に生息する個体は瀬戸内海側に注ぐ河川と同じ系統を示した。すなわち、本種は過去の河川争奪以降も、同じ河川内でほとんど移動していないことが明らかとなり、著しく分散性が低いことがわかった。</p>			

第4章では、両側回遊性のミゾレヌマエビ、トゲナシヌマエビ *Caridina typus*、ヤマトヌマエビ *Caridina multidentata* を対象に、分散性と遺伝的集団構造との関係を種間比較した。南西諸島から日本本土まで同じ河川から3種20個体ずつ採集し、mtDNA cytochrome *c* oxidase subunit I (COI) 遺伝子 (571 bp) により分析した結果、ミゾレヌマエビでは集団間で有意な遺伝的分化が認められるのに対し、トゲナシヌマエビとヤマトヌマエビでは認められなかった。したがって、両側回遊性種の中でも幼生の分散性が異なり、河口域に幼生が留まる種と海洋に広域分散する種に分かれることが示唆された。

第5章と第6章では、ヌマエビ類で示された生活史戦略と遺伝的集団構造の関係を深海性エビ類で検証するために、日本海に分布するクロザコエビ *Argis lar* とトゲザコエビ *Argis toyamaensis* に着目した。クロザコエビ (水深200~250 m) とトゲザコエビ (水深250~1250 m) は、水深帯を分かちようように棲み分けており、体サイズが同程度であるにもかかわらず、卵サイズと卵数に違いが見られる (クロザコエビ: 平均1.5 mm×1.2 mm, 1575個、トゲザコエビ: 平均2.2 mm×2.0 mm, 124個)。本研究では、日本海の複数地点からクロザコエビとトゲザコエビを同所的に採集し、DNA変異量の多いmtDNA control region (552 bp) をもとに集団間の分散性を評価したところ、クロザコエビでは遺伝的分化が認められないのに対し、トゲザコエビは統計的に有意な遺伝的分化が検出された。したがって、トゲザコエビは卵を大型化することによって、発生ステージの進んだ段階で稚仔を産出し、分散性が低下したことが示された。トゲザコエビは、太陽光が全く届かないために一次生産がほとんど無く、沈降有機物に依存する深海性の底生無脊椎動物である。深海環境では餌生物が少ないため、トゲザコエビは卵サイズを大型化することで生活史初期の飢餓耐性を高める繁殖・生き残り戦略をとっていることが考えられた。

以上の結果より、エビ類は沿岸性で小卵多産型の種が起源となり、河川上流域や深海環境に進出して、各生活圏で飢餓耐性を高めるために大卵化が進み、遺伝的分化が促進されたと考えられる。今後は、エビ類の卵サイズ変異を生み出す遺伝子を特定し、遺伝子レベルで自然選択がどのように働くかを系統ごとに調べ、マクロな視点で遺伝的多様性を捉える研究を進めて行く必要がある。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

エビ類は水産上重要な資源生物であるとともに、水圏生態系の食物網において重要な位置を占め、水域における生物生産構造と生物多様性の保全において鍵となる生物群である。本研究は日本海とそこに注ぐ河川を主要な研究フィールドに設定し、エビ類の生息環境を河川上流から深海底まで鉛直方向に捉え、卵サイズの変異を伴う生活史戦略と遺伝的集団構造との関係を分析して、エビ類の生物多様性保全のための知見を整備することを目的とした。本研究の結果、エビ類の生息環境が河川上流－下流－沿岸－深海底と移行するにつれて、卵サイズ・卵数は、大卵少産型－小卵多産型－大卵少産型と変化する傾向が認められ、それらは遺伝的多様性の特徴と深く関係することが明らかとなった。本論文の評価すべき点は以下の通りである。

1. ミトコンドリアDNAをもとにした分子系統樹から、河川下流域に生息する小卵多産型・両側回遊性のミゾレヌマエビは、幼生が沿岸域に分散して河川間を遺伝的に交流するのに対して、純淡水性で大卵少産型のミナミヌマエビは、河川間の遺伝的分化が高いことが明らかになった。

2. 分散性が低いミナミヌマエビは、京都府由良川において大きく2つの系統に分かれ、下流部に生息する個体は日本海側に注ぐ他の河川、中流から上流部の個体は瀬戸内海側に注ぐ河川と同じ系統を示し、由良川における河川争奪の地史と対応した。

3. 両側回遊性のミゾレヌマエビ、トゲナシヌマエビ、ヤマトヌマエビの生活史の差異と遺伝的集団構造の関係から、幼生期の長さ、幼生発育に好適な塩分、地理的分布の広がり、幼生分散の遺伝的評価と密接に関連することを示した。

4. 遺伝的集団構造解析により、日本海の浅所に生息する小卵多産型のクロザコエビと、より深海性で大卵少産型のトゲザコエビにおいても、幼生の分散性は河川性エビ類と同様に小卵多産型で高いことが明らかになった。

以上のように、本論文は河川から海洋の深海域までに生息するエビ類の遺伝的多様性が、生活史初期の分散生態と密接に関係することを明らかにしたものであり、水産生物学、水圏生態学、保全生態学の発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29年12月14日、論文並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。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以

内)