

重み付けを決定する方法が開発され、「一般化最節約法」と呼ばれている。この方法の特徴を考察しながら、最節約法を適用する際の注意点について論議する。

b) 距離行列法について

多重置換の補正法が多く報告されているが、どの補正法を採用するのが妥当であるかについて、ミトコンドリアDNAのrRNA領域、制御領域やタンパク質コード領域について考察する。この際、資料として、注目すべき文献の1つである(7)を取り上げ、多重置換の補正法が解析結果に与える影響について考察する。またタンパク質コード領域に距離行列法を適用する際の注意点について述べる。

c) 最尤法については、現在採用されている塩基置換モデルについて若干の考察をしたい。

参考文献

- 1) 上島 勲. 1996. 系統樹をつくる。「生物の種多様性」(岩槻邦男・馬渡峻輔編) 裳華房.
- 2) Li, Wen-Hsiung. 1997. Molecular Evolution. Sinauer Associates, Inc., MA, USA, 487pp.
- 3) Swofford et al. 1996. Phylogenetic Inference. In Molecular Systematics, 2nd ed. Hills, D. M., Moritz, C. and Mable, B. K. (eds.), Sinauer Associates, Inc., MA, USA.
- 4) 三中信宏. 1997. 「生物系統学」東京大学出版会. 458pp.
- 5) 長谷川政美・岸野洋久. 1996. 「分子系統学」岩波書店. 257pp.
- 6) 根井正利. 1987. 「分子進化遺伝学」培風館. 433pp.
- 7) Kitaura, J., Wada, K. and Nishida, M. 1998. Molecular phylogeny and evolution of unique mud-using territorial behavior in Ocypodid crabs (Crustacea: brachyura: Ocypodidae). *Mol. Biol. Evol.* 15: 626-637.
- 8) 宮田 隆 編. 1998. 「分子進化 一解析の技法とその応用一」共立出版. 196pp.

水生生物の異時性研究の実際-1 無脊椎動物

異時性の背後にある生活史特性
—浮遊性エビ類ユメエビ属 (*Lucifer*) などを例として—

橋 詰 和 慶

水産庁日本海区水産研究所

【目的】ユメエビ属 (*Lucifer*) は7種からなり、十脚目根鰓亜目に属し、温帯・熱帯域の内湾から外洋にかけての海洋表層に多産する浮遊性エビ類である。小型 (1 cm 内外) で細長く側偏した特殊な形態からして、同じ上科に属する他の科の成体 (中層性種が多い) より、むしろ幼生と類似する幼生生殖 (hypomorphosis, progenesis) 的なエビである。本属はまさに異時性研究の好材料で、餌は豊富だが水温・塩分において不安定な表層において、暖水時にしばしば大発生する。本研究では系統解析を考慮したユメエビ属内の異時性に着目し、各種の発生段階別の形態・体サイズと、分布・再生産様式との関連を論議する。

【材料と方法】本属の研究には、北西太平洋全域を密に調査した黒潮共同調査 (CSK)、東京水産大学研究練習船海鷹丸の1992年次ペルシャ湾航海の標本、辻 祥子・鈴木秀弥両博士・開洋丸船長より提供されたメキシコ湾・地中海の標本、ハワイ諸島、タイランド湾、ジャワ海で採集された標本などを用いた。飼育には千葉県南部の東京水産大学坂田実習場沖合や館山港で採集した個体を用いた。

【分布】ユメエビ属は北西太平洋において *L. hanseni* が大陸や大陸島嶼の内湾域 (瀬戸内海やベトナム) に、*L. chacei* が大洋島の島影 (小笠原やパラオ) に、*L. penicillifer*, *L. intermedius* が陸棚域 (日本海, 東中国海やマレーシア沖) に、*L. typus*, *L. orientalis* が陸棚域の外海でよく採集された。そこで便宜上各々、強内湾種, 内湾種, 沿岸種, 外洋種と呼んだ (大西洋のみ生息する *L. faxoni* は過去の知見から内湾種とした)。外洋種は沿岸種に比べ、ほぼ20°C以上、34 PSU以上のより狭温、狭塩分下で、

全プランクトン湿重量が40 mg m⁻³以下 (沿岸種では平均90 mg m⁻³以上) の貧栄養環境で多く採集された。

【再生産様式】坂田周辺で採集された5種のうち4種は第3歩脚に卵塊を付着させたが、強内湾種1種のみ卵を放出した (残り2種も過去の知見から抱卵する)。強内湾種の卵は小型 (平均卵径156 μm, 成熟体長約9 mm) であった。全7種の1回産卵数を体長1 cmの個体と比較すると強内湾種は180粒を超え外洋種の6倍以上に達し、内湾種・沿岸種では概してこれらの諸形質が中間的だった。唯一成体までの完全飼育に成功した *L. intermedius* は孵化後ノープリウス6令, プロトゾエア3令, ゴエア2令, メガロパ1~2令の各幼生期を通過し、雄で5段階、雌で3段階の生殖器発達段階を経て、水温約21°Cで約1ヶ月で成体に至った。全種の各幼生段階の標本を参照する限りでは、令期や成熟段階数に種差はみられなかった。

【系統関係】ユメエビ属の全7種の成体や幼生に関する計92形質を検討し、外群には同じ上科に属するサクラエビ科のアキアミ属とサクラエビ属を選定し (ユメエビ属は1科1属)、分岐解析ソフト PAUP で系統関係を推定した。その結果、単一の最節約分岐図に収束し、本属は強内湾種が最も祖先的で、内湾, 沿岸, 外洋種の順に分岐すると推測された。

【異時性】外洋種2種は全幼生段階において体サイズが強内湾種より大きく、残りの内湾・沿岸種は中間的であった。種間の成長速度の差が小さいと仮定すると、派生的な外洋種は成熟体長が大きく成熟遅滞 (hypermorphosis) 的だった (飼育によれば水温約28°Cにおける外洋種 (*L. typus*) のノープリウス期の持続時間は強内湾種の約1.2倍の26.5時間で、その終令にあたるノープリウ

ス6令の体長は約1.3倍の281 μm であった。この結果は両種の成長速度が近いことを示す。続いて外洋種は残りの種に比して体長あたりの複眼・眼柄長の比が、眼柄が出現するゾエA以降から、ほぼ一定の割合を維持して成体に至り幼形（発育遅滞、Deceleration, Neoteny）的だったが、残りの種は成長と共にその比が減少した。

【結論】外洋種は陸から離れ比熱や陸水の影響を受けない安定な環境予測性の高い水温・塩分下で成熟を遅滞

させ大型化し、陸からの栄養塩が流入しにくい貧栄養環境下で抱卵や大卵少産化を獲得したと推測された。さらに長い眼柄を維持した幼形の形質は、外洋の貧栄養だが安定な環境において成長に優先的に投資するための発育変化コストの抑制が生じやすくなることと関わるほか、海水の透明度の高い環境で有用と推察された。今後は形態的異時性に留まらず、比較群間の成長速度を考慮した生態的異時性の検討が求められる。

貝形虫類の背甲形質にみられる異時性—特に蝶番構造を例として—

塚越 哲

東京大学総合研究博物館

貝形虫類の発達した背甲を形成する左右2枚の殻は、ちょうど二枚貝と同じように背中部分に開閉のための蝶番構造があり、その連結部の内側には左右が互いに補い合う「歯」列が発達している。古生代初期に現れた貝形虫類の祖先と目される節足動物には、一続きの背甲が「折り目」を作って左右に分かれているだけで蝶番構造はなかった。また、古生代型の「生きている化石」といわれる貝形虫類（Manawa）は、幼体期には「折り目」すらない一続きの背甲を持ち、成体でも蝶番構造はほとんど機能せず、殻を閉じることはないことが近年確認された。これに対し、中生代以降爆発的に多様性を増したPodocopina貝形虫類の蝶番構造は、複雑な歯式を持ちながらも同一分類群内では変化が少なく、高次分類の際には、最も重要な形質の一つとみなされている。

蝶番構造は、歯列の構成要素の数から、アドント式、メロドント式、アンフィドント式に大別される。古生代の貝形虫類に見られる蝶番構造は、ほとんど1要素のアドント式の構造であるが、中生代の初期に3要素のメロドント式が現れ、同じく中生代末までには4要素のアンフィドント式構造を持つ分類群が生まれた。さらに、メロドント式、アンフィドント式構造の中に多くのバリエーションが生まれ、中生代末までに、現生貝形虫類が持つ蝶番構造のすべてのデザインが出尽くしたことが化石記録からうかがえる。

貝形虫類の蝶番構造は、脱皮による個体発生を通してその構造を変化させる。例えば成体でアンフィドント式の歯式を持つ分類群でも、初期幼体は、ほとんどの分類群でアドント式の単純な歯式をもち、最終脱皮を終えて

はじめてアンフィドント式の複雑な歯式が現れる。ここで多くの分類群について、特に個体発生の後期、成体に至るまでの形態変化を調べてみると、最終脱皮の前と後で蝶番の歯式をほとんど変化させない分類群と、複雑で頑丈な歯式へと大きく変化させる分類群とが認められる（ここでは前者を漸進型、後者を跳躍型と呼ぶ）。いくつかの分類群間で、歯式を比較してみると、主に同科（または同亜科）異属間で、漸進型分類群の成体の歯式と全く同じものが、跳躍型分類群の幼体の歯式に見られるという組み合わせが認められた。

一方の成体形質と他方の幼体形質が類似する現象は、収斂による見かけ上の類似なのか、それとも近縁の分類群間で生じた個体発生のタイミングのずれによるものなのかは、他の形質によるクロスチェックが必要である。ここではポア・システムと呼ばれる背甲に開口する感覚器官の分布を用い、後者であることを実証する。

化石情報は、跳躍型が漸進型よりも常に先行して出現していることを示しており、さらに漸進型の進化は、もっぱら中新世以降の浅海域で起きていることも明らかにしている。つまり貝形虫類の蝶番構造は、中世代末までに促進的進化による主なデザインが出揃い、新生代後半からはもっぱら遅滞的進化によってこれまでのデザインの一部を再現する、というような進化のパターンを読み取ることができる。

貝形虫類から読み取られたこのような進化の傾向が、同様な現象として、他の分類群にも共通して見られるものなのか、今回発表される研究例を参考にして検討したい。

水生生物の異時性研究の実際-2 脊椎動物

硬骨魚類に見られる幼形進化—シラウオ科魚類を例に—

猿渡 敏郎

東京大学海洋研究所

シラウオ科（Salangidae）魚類は極東域に固有な、沿岸水域、汽水域、そして淡水域に生息する体長50–150 mm程度の小型魚類である。現在4属11種が知られ

ている。日本列島には、3属4種が生息している。日本、中国、韓国において食用にされ親しまれている。シラウオ科魚類は古くから幼形進化的であるといわれてきた。