

食卓で学ぶ甲殻類のからだのつくり

— エビ・カニ・シャコ類の教材化に関する研究 —

富川 光・鳥越 兼治

(2007年10月4日受理)

A Method for Observing Crustacean External Morphology on Dining Table
— With a result on prawns, crabs, and squillas —

Ko Tomikawa and Kenji Torigoe

Abstract. External morphologies of three major edible crustaceans, prawns, crabs, and squillas, are described and compared. Additionally, an example of summary of observation results is shown. The possible availability of crustaceans in education is discussed.

Key words: Crustacea, morphology, observation, educational material

キーワード：甲殻類，体制，観察，教材

I. はじめに

エビやカニ、シャコ類は甲殻類と呼ばれる仲間、節足動物門の主要なグループの一つである。これまでに5万種を超える種が記載されている (Forest 2004) ことから、甲殻類が非常に大きなグループであることが分かるであろう。校庭の池に見られるミジンコや植木鉢の下から見つかるダンゴムシなども同じ甲殻類だが、一般的にはクルマエビやイセエビ、ズワイガニ、モクズガニ、ワタリガニそしてシャコといった食卓にのぼる種類の方が馴染み深いのではないだろうか。

エビやカニの仲間は、甲殻類の中の十脚目と呼ばれるグループに属する。十脚目は、甲殻類の中で最も繁栄しているグループである。一方、シャコの仲間は、エビやカニ類が属する十脚目とは別の口脚目としてまとめられている。シャコ類は外見的にはエビ類に似ているが、からだのつくりはエビともカニとも大きく異なる (図1)。

甲殻類のからだのつくりを学習する上で食材として身近なエビ、カニ、シャコ類は、入手が容易であるという点からも有用な教材になると考えられる (降幡 2003)。特に、高校生物の「分類と系統」の単元においてその活用が期待される。実際、これらの教材化を試みた例はいくつかあり、いくつかの種については詳

細な形態の記載がある (広島大学生物学会 1971; 日本動物学会 1990; 降幡 2003; 降幡・渡辺 2005)。しかし、従来の教材化研究は特定の種の解剖学的特徴の概説に留まっており、比較形態学的な視点からアプローチした研究はほとんど行われていない。生物の多様性や類縁関係を理解するためには、多様な種の類似点と相違点の比較・検討が不可欠である。甲殻類が教材として十分に活用されていない要因はそこにあるとの考

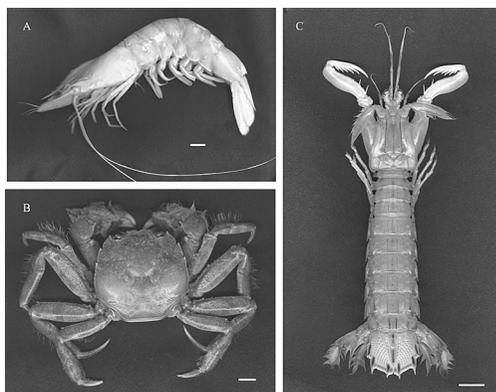


図1. エビ・カニ・シャコの外観. A, ウシエビ (左側面); B, モクズガニ (背面); C, シャコ (背面). スケールは10mm.

えに基づき、本研究では甲殻類の3グループ、エビ、カニ、シャコ類を教材として活用するための基礎的情報の提供を目的とする。

そこで、本稿ではまず、甲殻類の分類と基本的体制について概説する。次に、エビ、カニ、シャコ類の外部形態の観察方法について、それぞれの共通点と相違点に着目しつつ解説し、さらに観察結果のまとめ方の例を示す。最後に、教育の分野で甲殻類を活用することの可能性について言及する。

II. 甲殻類とは

1. 分類

甲殻類は昆虫類と共に節足動物門を構成する主要な動物群で、分類学的には甲殻亜門と呼ばれる。甲殻亜門の分類体系については多くの議論があり一定ではないが、現在のところ次の6綱が比較的広く認められている。

甲殻亜門

- 鰓脚綱：ミジンコ、ホウネンエビ、カプトエビ類
- ムカデエビ綱：ムカデエビ類
- カシラエビ綱：カシラエビ類
- 顎脚綱：ケンミジンコ、フジツボ類
- 貝形虫綱：ウミホタル、カイミジンコ類
- 軟甲綱：エビ、カニ、シャコ、ワラジムシ類

エビ、カニ、シャコ類など、水産上重要な種のほとんどは軟甲綱に属する。

次に、軟甲綱の目までの分類は以下のようになる。

軟甲綱

- コノハエビ亜綱
 - コノハエビ目：コノハエビ類
- 口脚亜綱
 - シャコ目：シャコ類
- 真軟甲亜綱
 - ムカシエビ上目
 - ムカシエビ目：ムカシエビ類
 - アナスピデス目：アナスピデス類
 - フクロエビ上目
 - アミ目：アミ類
 - 端脚目：ヨコエビ、ワレカラ類
 - 等脚目：ワラジムシ類
- 他6目

エビ上目

- オキアミ目：オキアミ類
- 十脚目：エビ、カニ類
- アンフィオニデス目：アンフィオニデス類

エビ、カニ類は真軟甲亜綱エビ上目十脚目に、シャコ類は口脚亜綱シャコ目に属する。

2. 基本的体制と付属肢

甲殻類のからだは頭、胸、腹部の3部からなり、多くの体節に分かれている。各体節には原則として1対の付属肢がついている。甲殻類の付属肢とは、各体節から突出し、運動や感覚などの機能を有する構造をそのように呼ぶ。従って、付属肢には歩行に使われる歩脚から感覚器官である触角なども含まれる。

甲殻類の付属肢は二又に分かれる「二又型」を基本とする(図2)。ただし、からだの部位によって付属肢の形態は大きく異なる。

エビ、カニ、シャコ類では眼が柄の先についているため、これも付属肢のように見えるかもしれないが、眼は発生の際のどの段階でも二又型になることはなく、付属肢ではないとされている。

III. 方法

1. 材料・器具

- ・ウシエビ(ブラックタイガー) *Penaeus* sp.
- ・モクズガニ *Eriocheir japonica* (de Haan, 1835)
- ・シャコ *Oratosquilla* sp.
- ・ピンセット
- ・ハサミ
- ・虫ピン(1~19まで番号をふった紙を付ける)
- ・解剖皿

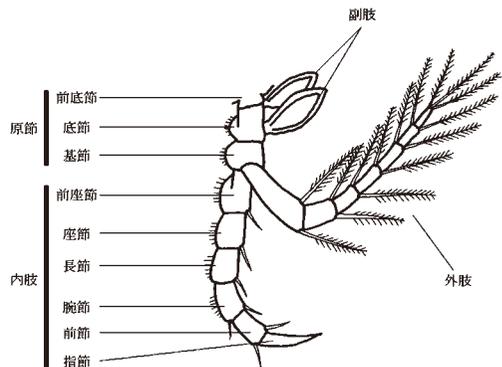


図2. 二又型付属肢の基本形。動物系統分類学7(上)より改変。

2. 観察手順

①解剖前の観察 解剖を行う前に、エビ、カニ、シャコ類の体節構造を詳しく観察する。これらのからだは、すべて頭、胸、腹部の3部から成り、頭部は5節、胸部は8節、腹部は6節に分かれているが、体節は数節が癒合していることも多い。エビとカニ類では頭部と胸部のすべてが(図3A, B)、シャコ類では頭部と胸部の前方4節が大きな外骨格に覆われる(図3C)ため、腹部のように外側には体節構造が現れないことに注意する(外骨格で覆われた部分をエビ類では頭胸甲、カニとシャコ類では背甲と呼ぶ)。各体節には原則として1対の付属肢が付いていることから、体節が確認できる。また、エビとシャコ類では腹部が良く発達する(図3A, C)のに対し、カニ類では縮小し、からだの下側に折り畳まれているが(図3B)、エビ、カニ、シャコ類すべての腹部は6節から成ることを確認する。なお腹節の後方には節のように見える構造がありこれを尾節と呼ぶが、尾節には付属肢が付くことはなく、真の体節ではない。

②付属肢の解剖 ピンセットあるいは小型のはさみを用いて、体の左右どちらかの付属肢を前方からすべて外していく。取り外した付属肢は、白いウレタンの板の上に、体の前方のものから順番に並べ、順番と同じ番号付きのピンでとめる。エビとシャコ類の付属肢は19対あることから1~19(図3A, C)、カニ類のオスの付属肢は15対あることから1~15、メスには17対あることから1~17(図3B)の番号がふれる。エビ、カニ、シャコ類は同じ甲殻類に属するが、生息環境や食性の違いから、同じ番号の付属肢でも形態と機能が異なる。それぞれの付属肢を並べ比較することで、付属肢の基本構造と機能に応じた形態の変化を学ぶ。

i) 頭部付属肢の観察 頭部付属肢は、前方から第1触角、第2触角、大顎、第1小顎、第2小顎の5対である(図4A-E, 5A-E, 6A-E)。第1触角は化学物質の受容、すなわち嗅覚に、第2触角は杖の役割、すなわち触覚の受容に働くと考えられている。大顎と2対の小顎は口の奥にあり、小顎で食物を押しさえ込んだり、大顎へ送り込み、大顎で噛み砕く。

ii) 胸部付属肢の観察 胸部の付属肢の形態は、エビ、カニ、シャコ類で異なる。胸部の8対の付属肢のうち、エビとカニ類では前方の3対(図4F-H, 5F-H)は口の部分にあって、食物を押しさえ、奥に送り込む役目をするため顎脚と呼ばれ、頭部の付属肢である大顎、小顎とともに口器を構成する。

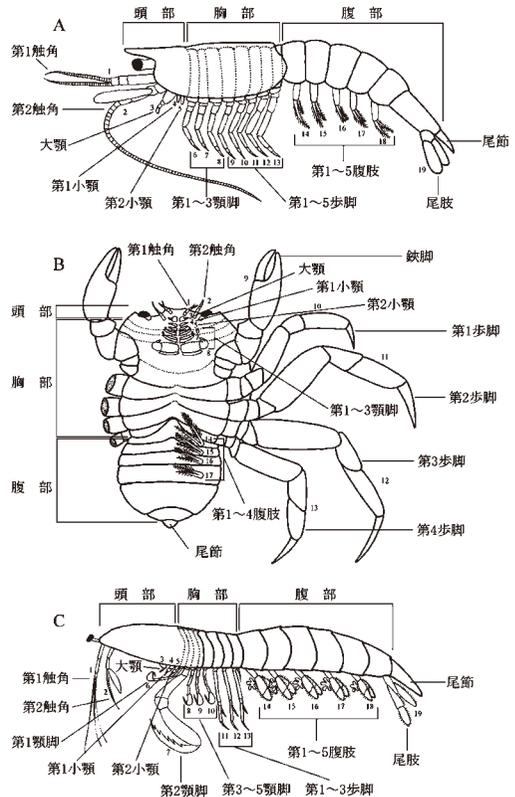


図3. エビ・カニ・シャコ類の基本体制。A, エビ類； B, カニ類； C, シャコ類。

残り5対のうち、カニ類では例外なく前方の1対が鋏状になり、これは鋏脚と呼ばれる(図5I)。一方、エビ類では鋏状になる付属肢の本数および鋏の大きさはグループによって異なる。例えば、クルマエビでは前の3対が鋏状となり、どの鋏も同じくらいの大きさである(図4I-K)。ザリガニやロブスターも前の3対がはさみ状になるが、第1対目が特別に大きく発達する。テナガエビやスジエビでは前方の2対(図4I, Jに相当)が鋏状で、テナガエビのオスでは2番目のもの(図4Jに相当)が体長と同じくらい長くなる。いずれも“鋏”は内肢の前節と指節で形成される。

エビ類では顎脚以降、カニ類では鋏脚以降の胸部付属肢は歩脚と呼ばれる(図4I-M, 5J-M)。

シャコ類の胸部付属肢の形態は、エビ、カニ類と大きく異なる。シャコ類の胸部付属肢は、前方から第1~5顎脚(図6F-J)および第1~3歩脚(図6K-M)である。第1顎脚(図6F)は先端がブラシ様を呈し、体の掃除やオスの場合、繁殖行動に使われる。第2~5顎脚(図6G-J)は鎌状になるが、特に第2顎脚(図

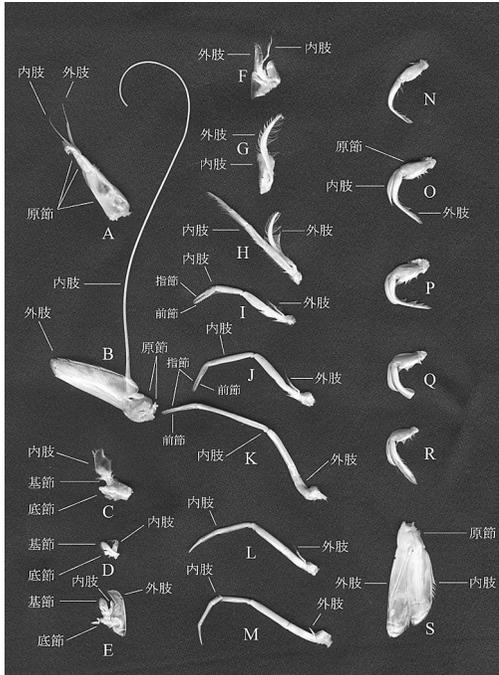


図4. ウシエビの付属肢. A, 第1触角; B, 第2触角; C, 大顎; D, 第1小顎; E, 第2小顎; F, 第1顎脚; G, 第2顎脚; H, 第3顎脚; I, 第1歩脚; J, 第2歩脚; K, 第3歩脚; L, 第4歩脚; M, 第5歩脚; N, 第1腹肢; O, 第2腹肢; P, 第3腹肢; Q, 第4腹肢; R, 第5腹肢; S, 尾肢.

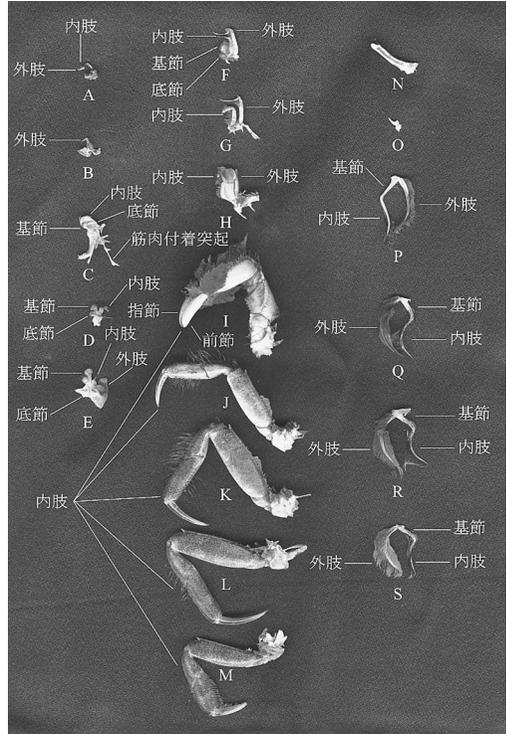


図5. モクズガニの付属肢. A, 第1触角; B, 第2触角; C, 大顎; D, 第1小顎; E, 第2小顎; F, 第1顎脚; G, 第2顎脚; H, 第3顎脚; I, 第1歩脚; J, 第2歩脚; K, 第3歩脚; L, 第3歩脚; M, 第4歩脚; N, 第1腹肢(雄); O, 第2腹肢(雄); P, 第1腹肢(雌); Q, 第2腹肢(雌); R, 第3腹肢(雌); S, 第4腹肢(雌).

6G) が良く発達し独特の捕脚となる。これらはいずれも食物を捕らえるのに用いられると考えられ、歩行用に使われる後方の3対の歩脚(図6K-M)とは機能的にも形態的にも異なることを確認する。シャコ類のオスの第3歩脚付け根には、長い生殖脚があることを観察する。

iii) 腹部付属肢の観察 エビとシャコ類では腹部に6対の付属肢(腹肢)を持つ。腹肢は遊泳肢とも呼ばれ、浮遊生活をする種で良く発達する。シャコ類の第1~5腹肢(図6N-R)には基部に鰓が付くことを観察する。カニ類では腹肢の数は退化傾向にあり、雌雄でその数が異なることを観察する。すなわち、カニ類のオスでは前方の2対(図5N, O)のみ、メスでは4対(図5P-S)のみである。カニ類のオスの第1腹肢は交尾器、第2腹肢は交尾補助器として機能する。メスは、腹肢に卵を付着させ保護する。エビおよびシャコ類の

最後方の第6腹肢の腹肢は、構造や大きさ、その位置が他の腹肢と著しく異なるため、尾肢と呼ばれ区別される(図4S, 6S)。

3. 観察結果のまとめ

i) 例えば、表1のようなシートをつくり、観察結果をまとめる。

ii) 上記の表から、「エビ、カニ、シャコ類に共通の形質」と「それぞれのグループに特有の特徴」などの観点から観察結果のまとめを行う。

IV. 教育の分野での活用

高等学校「生物Ⅱ」の「生物の分類と進化」の単元では、「生物の分類と系統及び進化の過程とその仕組みを観察、実験などを通して探求し、生物界の多様性

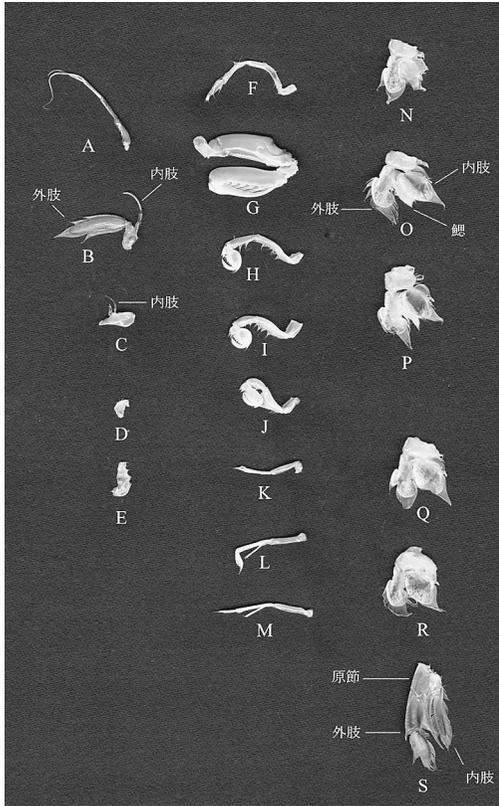


図6. シャコの付属肢。A, 第1触角; B, 第2触角; C, 大顎; D, 第1小顎; E, 第2小顎; F, 第1顎脚; G, 第2顎脚 (補脚); H, 第3顎脚; I, 第4顎脚; J, 第5顎脚; K, 第1歩脚; L, 第2歩脚; M, 第3歩脚; N, 第1腹肢; O, 第2腹肢; P, 第3腹肢; Q, 第4腹肢; R, 第5腹肢; S, 尾肢。

と歴史的変遷を理解させ、分類と進化についての見方や考え方を身に付けさせる」ことを目標としている(文部省 1999)。この分野を授業で扱うにあたり、生物の分類体系や進化過程を説明するだけでは、生徒は暗記することだけに終始してしまい、生物多様性を理解し、分類と進化についての見方や考え方を身に付けることは難しいであろう。生物の多様性や類縁関係を理解するためには、多様な種の類似点と相違点の比較・検討が不可欠である。エビ、カニ、シャコ類は共に甲殻類に属するが、外見は全体的に随分異なる。例えば、エビやシャコ類は体の後半部(腹部)が良く発達するのに対し、カニ類では腹部が体の下側に折り畳まれているため、一見、腹部がないように見える。また、食性や生息環境の分化に伴い、付属肢の形態もグループによって大きく異なっている。このような外形の相違がある一方、これらの体節および付属肢の数は基本的に同じであり、このような共通性はエビ、カニ、シャコ類が共通の祖先を持つことに由来すると考えられる。実物の観察を通して形態の類似点と相違点を認識し、祖先から受け継いだ形質と現在の生活環境への適応の産物と考えられる様々な特徴を理解することは、甲殻類の体のつくりの学習に留まらず、広く生物の分類と進化を学ぶ上で重要なポイントであると考えられる。具体的には、観察結果のまとめをもとに形態が生息環境や食性の違いによってどの様に変化するかを、機能も考慮しつつ、以下に述べるような点に着目して考察を行うと良いだろう。

i) エビ、カニ、シャコ類に共通の特徴として、からだはたくさんの体節から成り、それぞれに運動器官・感覚器官として1対の付属肢がついていることが挙げられる。すべての付属肢は、図2に示したような「二

表1. 観察結果のまとめ

付属肢番号	ウシエビ			モクズガニ			シャコ		
	付属肢の名称	主要な機能		付属肢の名称	主要な機能		付属肢の名称	主要な機能	
頭部	1	第1触角	感覚	第1触角	感覚		第1触角	感覚	
	2	第2触角	感覚	第2触角	感覚		第2触角	感覚	
	3	大顎	食物の粉碎	大顎	食物の粉碎		大顎	食物の粉碎	
	4	第1小顎	食物を口へ運ぶ	第1小顎	食物を口へ運ぶ		第1小顎	食物を口へ運ぶ	
	5	第2小顎	食物を口へ運ぶ	第2小顎	食物を口へ運ぶ		第2小顎	食物を口へ運ぶ	
胸部	6	第1顎脚	食物を口へ運ぶ	第1顎脚	食物を口へ運ぶ		第1顎脚	体の掃除・生殖(オス)	
	7	第2顎脚	食物を口へ運ぶ	第2顎脚	食物を口へ運ぶ		第2顎脚 (=捕脚)	採餌・防衛・攻撃	
	8	第3顎脚	食物を口へ運ぶ	第3顎脚	食物を口へ運ぶ		第3顎脚	採餌	
	9	第1歩脚 (鋏脚)	採餌・歩行	鋏脚	採餌・防衛・攻撃		第4顎脚	採餌	
	10	第2歩脚 (鋏脚)	採餌・歩行	第1歩脚	歩行		第5顎脚	採餌	
	11	第3歩脚 (鋏脚)	採餌・歩行	第2歩脚	歩行		第1歩脚	歩行	
	12	第4歩脚	歩行	第3歩脚	歩行		第2歩脚	歩行	
	13	第5歩脚	歩行	第4歩脚	歩行		第3歩脚	歩行	
腹部	14	第1腹肢	遊泳	第1腹肢	生殖		第1腹肢	遊泳	
	15	第2腹肢	遊泳	第2腹肢	生殖		第2腹肢	遊泳	
	16	第3腹肢	遊泳	第3腹肢	生殖(雄では退化)		第3腹肢	遊泳	
	17	第4腹肢	遊泳	第4腹肢	生殖(雄では退化)		第4腹肢	遊泳	
	18	第5腹肢	遊泳	退化	—		第5腹肢	遊泳	
19	尾肢 (=第6腹肢)	遊泳	退化	—		尾肢 (=第6腹肢)	遊泳		

又型」を基本形とするが、からだの部位によりそれぞれ機能的に形態を変化させている点に注目する。

ii) 頭部の前方2対の付属肢は触角となり、感覚器官として働く。周囲の様子を探るための感覚器官がからだの前方に位置することは、自然なことである。特にエビおよびシャコ類においては、第2触角が良く発達し、杖のようにまわりの様子を探るのに役立っている。一方、カニ類の第2触角は著しく退化しているため、触覚としての機能はもたない。なぜ、カニ類では第2触覚が退化したのか、その理由は明らかではないが、カニ類が石の隙間などで隠蔽的な生活を送るようになったことと関連があるのかもしれない。

iii) エビ、カニ類に共通の非常に興味深い特徴のひとつに、鋏を使うことが挙げられる。鋏は採餌、防衛や攻撃、求愛など様々に使われる。鋏の形は種類ごとに大体決まっていて、鋭い歯や奥歯のような形であったり、鋏全体がスプーン状であったり、餌との関係があると考えられている。そのため、鋏の形状から餌が分かることがある(武田 2003)。シャコの仲間は鋏を持たないが、その代わりに強大な捕脚を使って餌を捕らえる。捕脚の破壊力は大きく、アサリの殻を叩き割って軟体部を食べることもできる。下関水産大学の浜野龍夫博士はこれをプロレスの技「エルボースマッシュ」に見立てている。捕脚は第2顎脚に相当し、エビ、カニ類の鋏脚とは相同ではない点も重要である。

iv) 腹部付属肢の腹肢は基本的に遊泳に使われるが、多くのエビ、カニ類のメスは卵をつけて保護するのにも使う。腹部付属肢が退化傾向にあるカニ類において、オスよりメスに多くの腹肢が残っている理由の1つと

して、メスは卵の保護に腹肢が必要であることが考えられる。なお、ウシエビやクルマエビのメスは、エビ類の中では例外的に卵を海中に産み放し、保護しない。シャコ類のメスは卵をまとめた卵塊をつくり、第3～5顎脚で抱えて保護する。シャコ類は腹肢の基部に鰓があり腹肢に卵をつけると呼吸困難になってしまうため、顎脚で卵を抱えるように進化したのかもしれない。

【引用文献】

- Forest, J. 2004. The Crustacea: definition, primitive forms, and classification, pp.3-12. In Forest, J. and Klein, J. C. V. (eds.) *The Crustacea revised and updated from the Traité de Zoologie*, pp.1-444, Brill, Leiden.
- 降幡高志. 2003. ブラックタイガーの付属肢の観察 — “動物分類” で取り組みやすい観察実習 —. 遺伝, 57, 92-96.
- 降幡高志・渡辺探朗. 2005. ブラックタイガーの付属肢の観察マニュアルと図譜. 遺伝, 別冊, 18, 109-114.
- 広島大学生物学会 編. 1971. 日本動物解剖図説, pp.1-11, pl.1-113. 森北出版.
- 文部省告示第58号. 1999. 高等学校学習指導要領. 大蔵省印刷局.
- 日本動物学会 編. 1990. 動物解剖図, pp.1-137. 丸善.
- 武田正倫. 2003. 第4章 甲殻類および棘皮動物・原索動物, pp.177-243. 東大講座すしネタの自然史, pp.1-284. 日本放送出版協会.
- 内田 亨 監修. 1964. 動物系統分類学7 (上) 節足動物 (I) 総説・甲殻類. 中山書店.