

アサリのペーパークラフトモデル：

無脊椎動物の体制の学習

北沢千里*・坂口主税**・山中 明***

Paper craft model of the clam: Learning of the body plan of invertebrates

KITAZAWA Chisato*, SAKAGUCHI Chikara**, YAMANAKA Akira***

(Received September 26, 2014)

Abstract

Bivalvia, a class of Mollusca, is an animal group with a body plan covering the soft internal body with a pair of left and right shells. However, it is difficult imagining their internal structures and body plan. In this article, we focused on understanding the body plan of the clam using paper craft to enhance observation and dissection in order to highlight biological diversity for students. In questionnaires regarding the body plan of the clam, *Ruditapes philippinarum*, approximately 40% of teacher training students understood that clams possess anterior-posterior, dorso-ventral and left-right axes, but found it difficult to draw each axis. In particular, there was confusion concerning the fact that the clams possess a pair of shells along the left-right axis. Additionally, as the body plan of clams is very different from that of mammals, many students did not understand the functions of the exhalent and inhalent siphons. Therefore, we created a paper craft model of the clam to demonstrate its body plan in this study. The construction of this model by the student involved the use of colors and attachment of each organ according to the left-right axis, and allowed students to confirm the results of observation and dissection. A small model supports the easy description of animal features as a notebook, whereas a big model is useful for teaching for many students in areas of observation and dissection. Understanding the body plan of animals based on this approach leads to an appreciation of the diversity and evolution of invertebrates.

Key Words: Body axis, Body plan, Clam, Dissection, Invertebrates, Paper craft model, Teacher training students.

緒言

二枚貝類は、柔らかい内部構造を左右の貝殻で包み込んだ体制をとる軟体動物である。二枚貝類が、日本人にとって身近な動物の一つであったことは、歴史的事実からうかがえる。例え

* 山口大学教育学部理科教育教室 ** 人吉市立中原小学校 *** 山口大学大学院医学系研究科応用分子生命科学系専攻

ば、明治時代にアメリカの動物学者 E. S. モースが発見した大森貝塚は、二枚貝類が縄文時代にはすでに重要な食料であったことを物語っている（磯野、2007；梶島、2002）。また、左右対称的で個体ごとに異なる模様をした種の貝殻は、平安時代以降、貝合わせの道具として利用されてきた（梶島、2002）。生物の形態的特徴をもとに個体を識別していく貝合わせは、分類学的要素を取り入れた伝統的な遊びといえる。更に、貝殻（巻貝や二枚貝類も含む）の真珠層を活用した螺鈿細工という装飾技法は、奈良時代に唐から日本に伝来し、日本の伝統工芸の一つとして現在も継承され続けている（河田、1983；小学館国語辞典編集部、2006）。

他方、二枚貝類は、学校教育における理科教材としても活用されてきた。明治後期以降の小学校では、二枚貝類をはじめとする様々な動物の解剖を通して、形態学的・分類学的知識を高める教育が行われていた（鈴木、2013）。更に、昭和40年代頃まで、小・中学校の理科の授業で、フナ等の解剖はごく普通に行われていた。しかしながら、文部科学省が生命尊重の態度を育成することをより重視した方向性を打ち出した結果、平成11年度以降の「中学校指導要領解説-理科編-」には、解剖の記載がなくなった（鳩貝、2001）。その後、平成23および24年度の学習指導要領では、“自然界には様々な動物が生存していることに気付かせ、生命を尊重する態度を育てることが大切である”と改訂され、無脊椎動物の理解を高める学習指導内容へと変更が行われた（文部科学省、2008a-d, 2009a, b）。例えば、中学校ではイカ等の無脊椎動物の解剖により、体の内外の構造の観察を通して、脊椎動物の構造との違いを学習することになった（文部科学省、2008d）。しかしながら、学校教育現場において、十分な量の新鮮なイカを準備することは容易ではないため、イカの代わりに、二枚貝等を用いた実験を提案している教科書や指導書も少なくない [啓林館（2012）、教育出版（2012）、左巻・青野（2010）等]。二枚貝類は、基本的に日本のどの地域においても、十分な量の生きた個体を入手することは可能である。また、二枚貝類は、学校教育現場でも比較的容易に飼育ができ、解剖用教材としてより適していると考えられる。

これまでに、著者らは、ミミズの体制に関する授業において、1回限りの実物のミミズの観察や解剖を実施するだけではなく、その動物と類似した大型モデルを演示し、解剖操作の反復練習やその各内部構造の特徴や配置について何度でも復習できる機会を設けることが、動物の体制の理解に効果的であることを示してきた（北沢ら、2013）。ミミズと同様、軟体動物の体制はヒトとは大きく異なっている。そのため、生徒に軟体動物の体制を正しく理解させるためには、授業時間内に解剖実験を行い、単に内外の構造を観察させるだけでは十分とは言い難い。そのため、学校の授業時間内だけでなく、家庭学習でも活用できるシンプルな動物解剖用の学習教材の考案は、子どもたちの生物の多様性についての理解度の向上につながると期待される。

本稿では、はじめに、教育学部の学生に対して、二枚貝類の代表的な種であるアサリ *Ruditapes philippinarum* の体制に関する理解度を調査した。この調査結果をもとに、重ね絵やシャドーボックスという技法を用いたアサリのペーパークラフトを考案・作成し、科学館のイベントで活用した。このペーパークラフトモデルの作製活動から、アサリをはじめとする無脊椎動物の体制を学習する際の視点について考察することを目的とする。

材料および方法

アサリの体制に関する理解度調査

平成21-23年度に本学部で開講された「教科教育法理科」（生物分野）（3年次対象、小学校教諭免許取得のための必修科目）の授業内容の1項目として、『海産生物の体のつくりと多様性』

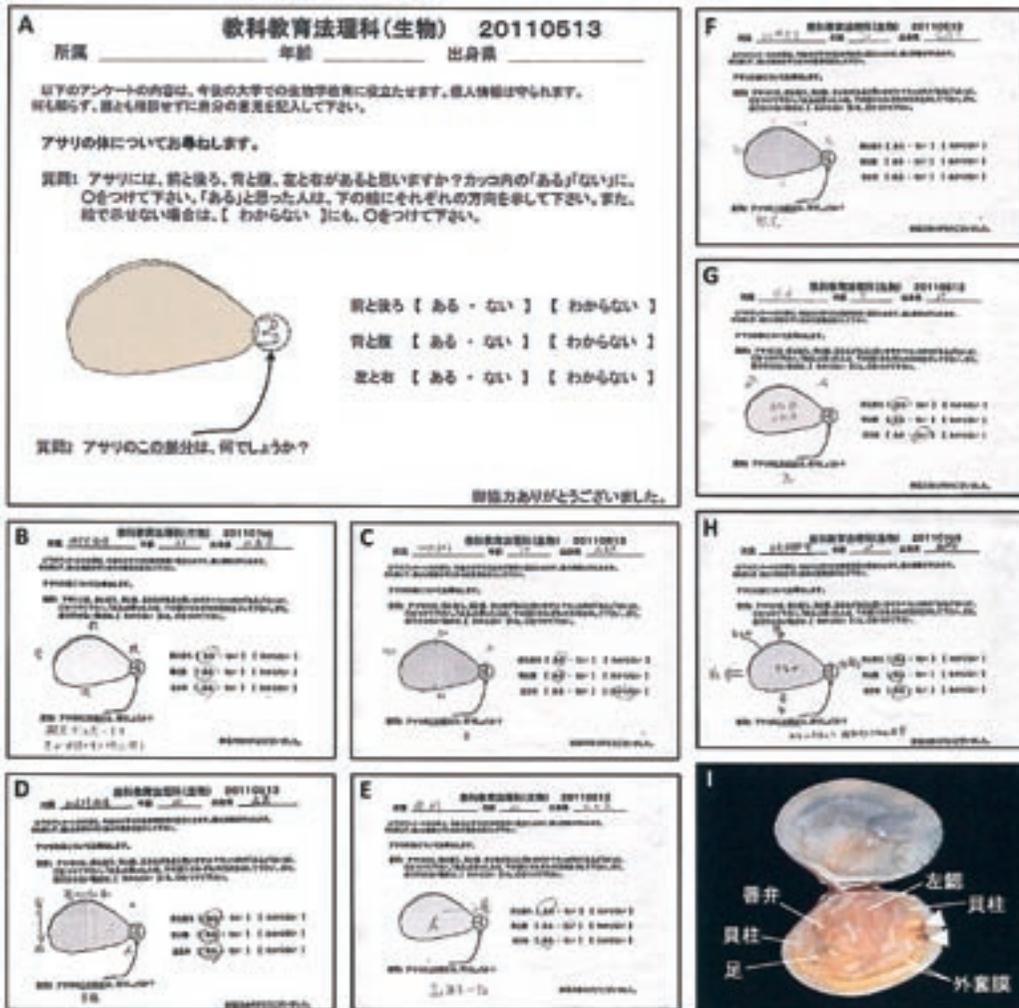


図1 アサリの体制に関する大学生の理解度の調査

(A) 大学生に行ったアンケートの質問用紙。(B-H) 特徴的な回答の例。(I) 実際に解剖したアサリの内部構造(左側外套膜は一部切除)。写真の上部が左殻、下部が右殻の上にある内部器官。矢じりは出水管と入水管を示す。

に関する講義とアサリの解剖実習からなる授業を実施した。平成21・22年度の授業をふまえ、アサリの体制に関する理解度を調べるアンケートを作成し(図1A)、平成23年度の本授業において開始直後の約5分間を用いて、受講学生に対して調査を実施した(図1および2)。

アサリのペーパークラフトの考案と作成

アサリのペーパークラフトの原図は、形山(1999)の解剖図と前述の授業で実施した解剖実習による内部構造の観察(図1I)をもとに作成した(図3A)。アサリは、左右見開き状態にある貝殻を基本とし、その内部器官として、左右に分けた外套膜、左右の鰓、足と消化管部分、貝柱、唇弁および心臓の全てがA4サイズのコピー用紙に収まる大きさで、のりしろ部を付けて描いた。また、立体感を持たせるため、前後の貝柱を複数枚張り合わせられるようにした。

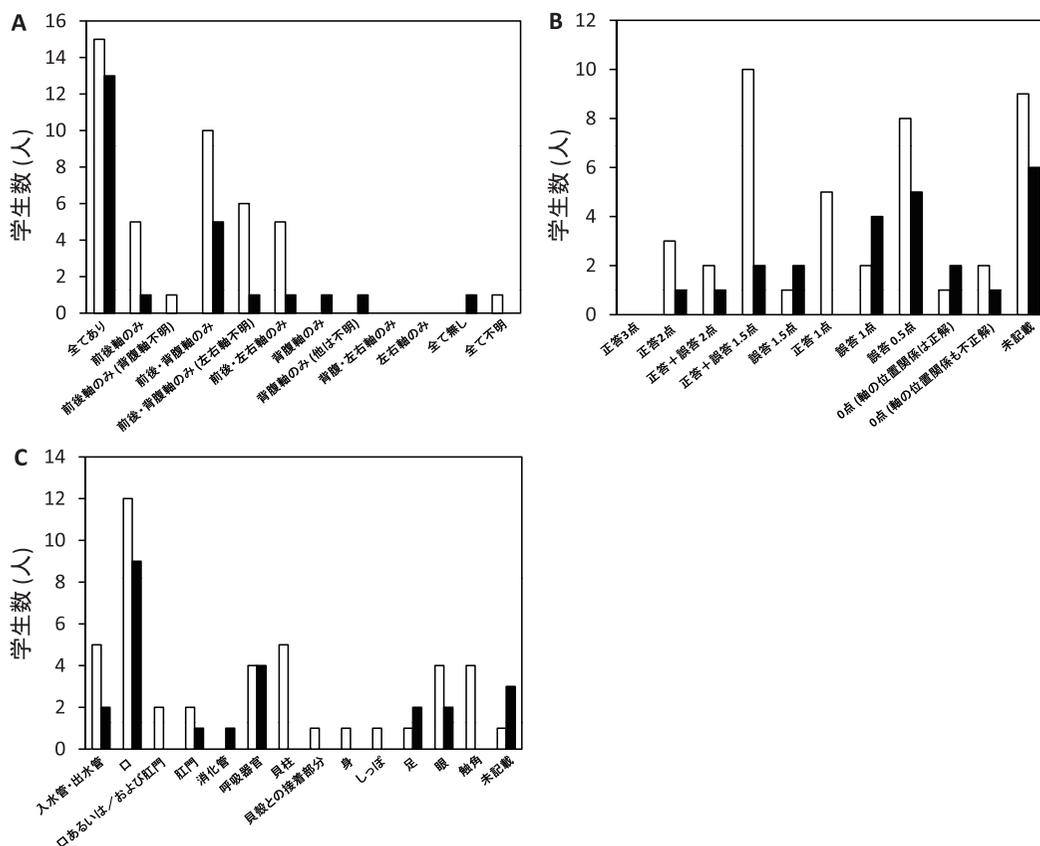


図2 アサリの体制に関する大学生の理解度

(A および B) 図1A に示したアンケートの質問1 に対する前後軸・背腹軸・左右軸の存在の有無についての回答結果 (A) と、模式図に記載された各体軸の正否結果 (B) の集計を、それぞれ示す。(C) 図1A で示したアンケートの質問2の回答結果の集計を示す。□は文系学生 (国語教育・社会科教育・英語教育・美術教育・音楽教育・幼児教育・障害児教育; 合計43名)、■は理系学生 (理科教育・家政教育・技術教育・保健体育・表現情報処理; 合計24名) を、それぞれ示す。縦軸は、学生数を示す。横軸は、(A および C) では回答された項目を、(B) では、図示された各体軸の位置関係が正しければ1点、間違っても方向性が正しければ0.5点として算出した合計点 (正否を含む) を示す。

ペーパークラフトを発展させた大型モデルの作製

前述のペーパークラフト (図3) を参考に、アサリの大型モデルを作製した (図4)。A4サイズのケント紙に、貝殻が収まる大きさで、図3A ののりしろ部を除く各器官を別々のケント紙に描き、クレヨンで色付けした。その後、ケント紙に描かれた各器官を輪郭に沿って切り取り、ラミネートした。余分なラミネートフィルム部分は蝶番とする部分を除いて、できる限り切り離した。全ての器官を順に重ね、蝶番部として残したラミネートフィルムにパンチャーで一度に穴をあけ、市販のカードリングを通して全てを束ねた。

博物館での活動

平成23年7月26日から2日間、防府市青少年科学館ソラールの主催する科学の祭典 (おもしろサイエンス in ソラール 2011〜がんばろう! 日本の科学!〜) にて、随時受入型の演示プー



図3 アサリのペーパークラフト

(A) 科学館のイベントで配布した A4 サイズのアサリのペーパークラフト作製用紙。作製手順は以下の通りである。各器官に色付けした後、輪郭に沿って切り取る。右殻を台紙として、その内側の蝶番付近に記された①の点線領域に外套膜 (①) ののりしろ部を折りたたんで張り付ける。その後、外套膜 (①) に記された②の点線領域に、右鰓 (②) ののりしろ部を同様に張り付け、更に外套膜と右鰓 (①+②) を覆うように消化管部分 (③) ののりしろ部を、蝶番付近に張り付ける。これらよりやや前方に唇弁を張り付ける。次に、右鰓と同様の位置に左鰓 (④) ののりしろ部を、更に、張り付けた各構造を覆うように、もう 1 枚の外套膜 (⑤) を張り付ける。一方、右殻の前後領域に記された各円に 2 枚の貝柱を重ねて張り合わせて、立体感を出す。最後に、背側後方領域に心臓を張り付ける。(B-D) 完成したアサリのペーパークラフトの外観像 (B および C) および内観像 (C および D、C は左殻と左側外套膜をめくった像、D は左殻と左側外套膜をめくり、左鰓を除いた像)。

ス [“海の動物 前後左右？どっち？” (北沢ら、2011) と “陸の動物 表？裏？どっち？” (山中ら、2011) とを対のイベントとして、同時開催した。] を開設した。期間中、前述のアサリのペーパークラフトの作製を、参加者に対して、適宜、指導するとともにアサリの体制についての解説も行った。

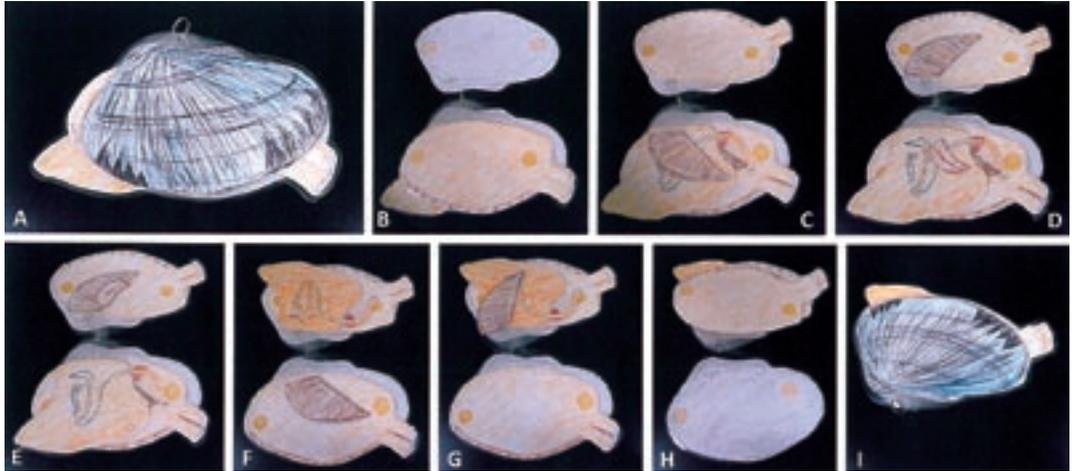


図4 アサリの大型モデル

(A) 大型モデルの左側像。全長はおよそ30 cm。(B-I) 各器官を示したケント紙を1枚ずつめくっていった像。左側外套膜 (B)、左鰓 (C)、唇弁 (D)、足 (E)、右鰓 (F)、右側外套膜 (G)、右殻の内側 (H) および外側 (I)。

結果および考察

アサリの体制に関する理解度を把握するために、図1Aに示すアンケート調査を、本学部の授業科目「教科教育法理科」の受講学生に対して行った。実際、二枚貝類の2枚の貝殻は、左右で対をなしており、また、蝶番を中心に前後軸が存在し、水管側が後方となる。アサリの場合、蝶番は前方に偏在している。また、背腹軸については、蝶番のある側が背側、貝が開く側が腹側である。図1B-Hおよび2Aで示すように、アサリが前後・背腹・左右軸の3つ全てを有する動物であることを、4割程度の学生しか認識していなかった。アサリが少なくとも前後・背腹軸をもつと認識していた学生は74.6%で (図2A)、各体軸の認識度合いは、前後・背腹・左右軸の順で低下する傾向がみられた (図2A)。更に、アサリの外観の模式図に各体軸の方向を図示させたところ、その回答は様々であった (図1B-H)。残念ながら、アサリの体軸の方向関係を完全に理解していた学生はいなかった (図2B)。本調査では、実際に体軸方向を図示させることで、視覚的に各軸関係を確認できるようにしているにも関わらず、多くの学生は、前後・背腹軸の2軸を有すると、結果的に左右軸が生じるという考えに至っていないことが明らかとなった (図2A)。つまり、学生は、多くの動物が前後・背腹・左右軸を持っている、ということ漠然とした知識として身につけてはいるが、実際の動物に対して、各体軸の位置・方向関係を空間的に正しく当てはめることはかなり困難であることを意味している。

更に、学生がどの程度、二枚貝の特徴的な体の構造を理解しているかを判定するため、質問2として「アサリのこの部分は、何でしょうか?」という問いかけを行った (図1A)。この質問の正答は、「出水管と入水管」あるいは「水管」である。しかしながら、出水管や入水管が体外に開いた管状の構造であることから、大半の受講学生の回答は、「口」や「肛門」を含む消化管や「呼吸器官」であった (図1Hおよび2C)。また、外部刺激を受容する器官であろうとして導き出された「眼」や「触角」という回答もあった (図1CおよびF)。更には、「貝柱」 (図1Dおよび2C) あるいは「しっぽ」や「足」 (図1B、E、G、Hおよび2C) という回答もあった。前者は、ホタテ *Mizuhopecten yessoensis* のような二枚貝類の貝柱を食べた経験により、貝殻

の中身＝貝柱であるとの思い込みから、一方、後者は貝殻から突出した構造であることから導き出された回答であると推察される。つまり、小・中・高等学校の授業で解剖学習の機会がほとんどなかったであろう多くの学生にとって、アサリが身近な二枚貝類であるにも関わらず、これまでの経験や知識をもとにしただけでは、この正答を導き出すことは難しいということを示している。興味深いことに、文系学生の回答は、理系学生のものよりも多岐にわたっていた(図1C)。本授業科目を受講している文系学生の多くは、小学校教員を目指していることから、児童からの素朴な疑問を幅広く受け止め、動物の体のつくりを正しく解説していくためにも、様々な動物の体制や特徴を正確に理解しておくことは必要不可欠である。特に、理科分野の講義や実験を受講する機会が限られている文系学生に対する大学での理科教育の重要度は、一層高まっていくと考えられる。それゆえ、生物の特性を正しく理解できる効果的な授業の構成や補助教材の活用は、初等中等教育にとどまらず、高等教育においても重要である。

アンケート終了後の授業では、砂と海水の入った大型バット内にアサリを用意しておき、足を使って体の前方から砂の中に潜っていくアサリの姿を各学生に確認させた。その後、学生自身の手でアサリを海水入りの小型容器に移し、アサリの生態的特徴を各自観察させた。その際、運よく、後方に伸びた出水管と入水管から、海水を噴出したり吸い込んだりしているアサリを観察することができた学生は、アサリが海水の出し入れを行う器官をもつということを認識できたようであった。

上記のアサリの体制に関する理解度の調査結果をもとに、アサリの体制の理解を容易にするための教材を考案した(図3および4)。第一に、子どもたちでも簡単に作製できる単純な構造のモデルで、完成後も様々な場面で活用できることを考慮した結果、A4サイズの紙から手のひらにのる大きさのモデルを作り上げるようにした。特に、アサリの体が、左右対称の構造が階層状に配置されてできていることを意識させるため、内部構造を台紙となる貝殻に各器官を重ねて貼り付けていくことができるようにした(図3)。また、主要な内部器官には名称を記しておいた(図3A)。子どもたち自身が、各内部器官の名称を確認しながら1つ1つ切り取り、正しい位置に貼り付けていくことで、アサリの体のつくりを学習していくことが可能である。更に、前後の貝柱は、複数枚重ね合わせることで、貝の立体感を表現した(図3B)。このモデルは紙製にしたことで、アサリ特有の各器官の色彩を色鉛筆などで表現したり、実際にアサリを観察して気づいたことを言葉で書き込むことも可能である。特に、左右対称的で個体ごとに異なる貝殻の模様をこのペーパークラフトモデルに描かせることは、学習者の観察力の程度や、生物の特性を正しくとらえているかの理解度を知る手立てとなり得る(図3B-D)。

最後に、科学館(防府市青少年科学館ソラール)のイベントに参加した子どもたちに対して、このペーパークラフトモデルの活用を試みた。科学館では、随時参加形式のブース内に、アサリの生態観察、解剖実験、他の生物との比較観察、貝合わせやマグネット作製コーナーに加えて、今回考案したペーパークラフト作製コーナーを設けた。アサリの生態や体内・外部の構造を観察した参加者は、実際の生物の姿を思い出しながらこのペーパークラフトを作製することで、アサリの構造を効果的に復習することが可能となった。今回、アサリのペーパークラフトを作製した参加者の多くは、“理科”の授業を受けたことのない小学校低学年未満の子どもたちであった。参加した子どもたちからは、この小型モデルを自分の手で完成させたいという意欲がうかがわれ、アサリの体の構造について繰り返し説明を加えペーパークラフトの作製を行わせた結果、子どもたちはアサリの各構造についても理解を深めた様子が認められた。

一方、アサリの大型モデルは、大人を含む多くの参加者に対してアサリの体の構造や解剖手

順を説明する際に、大変有効であった（図4）。平面タイプのモデルであるため、場所をとらず、展示コーナーごとに複数体のモデルが展示可能であり、参加者が大型モデルの内部構造を1枚ずつめくって、内部器官の形や配置を単独で学ぶことも容易であった。このように、大型モデルに触れていく活動から、普段、動物の体制について意識していない参加者であっても、その体軸関係について気づかせることは可能であると考えられた。更に、各器官が描かれたレント紙をラミネートしたことにより耐久性が備わり、アサリの生態観察や解剖実験で水が飛沫しやすい場所であっても、繰り返し活用することが可能であった。

まとめ

地球上には、多種多様な無脊椎動物が生息している。無脊椎動物の体制や生態系における役割について初等教育から学習していくことは、ヒトが地球上の様々な生物と絶えず共存していかなければならないという概念を身につけさせる第一歩となる。なかでも、節足動物門の昆虫類は、子どもたちにとって最も身近に存在する無脊椎動物であり、外骨格が発達し、体節性が顕著な左右相称の体制をとることが一つの特徴である（松香ら、1992等）。そのため、理科分野の内容を学習し始める小学校第3年学年において、昆虫の外観から体節構造を学び、昆虫の体が頭部・胸部・腹部という大きな領域からなることを学習する（文部科学省、2008a, b）。これを踏まえて、中学校では、軟体動物門に属するイカ等を用いて、無脊椎動物の内部構造の特徴について実際に観察しながら学習する（文部科学省、2008c, d）。昆虫の内部構造については、高等学校で開放血管系を持ち、内分泌系が発達していること等を発展的に学習するが（吉里ら、2013；久力ら、2012等）、子どもたちに動物の体制を理解させるための解剖材料としては、昆虫類の多くは小型であるがゆえに不向きであると考えられる。一方、イカは、解剖を施すのに十分な大きさである。しかしながら、イカは食材として広く流通しているが、体の領域ごとに切り分けられて販売されていることも多く、新鮮で完全体の個体を大量に入手することは容易ではないため、学校教育現場で活用するには魅力的な解剖材料とは言い難い。

それに対して、解剖材料としてのアサリの利点は、生きた個体を全国的に手に入れやすい種であること、季節を問わず個体数を確保しやすいこと、そして、やや小型ではあるが、貝柱の切断あるいは温めるといった単純な手法でその内部構造を肉眼で観察できることである。むき身の冷凍食品等を用いたとしても、その観察は家庭内においても可能である。しかしながら、今回のアンケート調査によると、身近な食材であるがゆえに、アサリに対する“生物”としての認識は高いとはいえないという現状が浮き彫りとなった。学校教育現場での生活科や家庭科における食育等においても、食材となる生物を扱う際に理科を見据えた指導を行っていくことで、子どもたちの観察眼や総合的に対象をとらえる力を早期から育成することが可能となる。

しかしながら、硬い貝殻で覆われた二枚貝類は、内部構造を直接観察できないだけでなく、その体制は脊椎動物のものとは大きく異なっており、これらに対比させてイメージできるようになるためには、単に、解剖を授業に取り入れるだけでは十分とは言えない。内部器官の配置や特徴を着実に理解するためには、外部形態の観察から各体軸を確実に捉え、その特性を認識することが基盤となる。著者らは、動物の体制の規則性や多様性を学習する際に、様々な動物の解剖模型を様々な場面で活用できることの重要性について提案してきた（北沢ら、2013）。近年、軟体動物の内部構造を示す大型モデルが市販されつつあるが、非常に高価であることから、学校教育現場での普及は現実的に難しい。一方、本研究により考案されたペーパークラフトモデルや大型モデルは、身の回りの材料で作製でき、教員自身にとって準備を行う労力はほ

とんど必要としない。特に、ペーパークラフトは子どもたち自身が作製できることから、予習・復習教材として活用することも可能である。更に、自分自身で作製したクラフトを繰り返し活用するためには、耐久性に加えて保管しやすい大きさや展示できる見栄えのするつくりであること等にも配慮する必要がある。

また、今回のアンケート調査から、アサリが体軸をもつという概念はあるものの、それを正しく理解し表現できる大学生がほとんどいないという事実が明らかとなった（図1および2）。更に、一部の大学生に、脊椎動物である自分自身の体軸について尋ねたところ、前後軸の定義があいまいである傾向がみられた（データは示さず）。おそらく、その原因として、二足歩行をするヒトの“前”と“後ろ”（頭尾）という概念について、実生活であまり意識したことがなく、進行方向や顔のつき方で判断し、前後軸と背腹軸とを混同してしまうためではないかと推察される。それに対して、アサリの体軸の認識度は前後軸がもっとも高かった（図2A）。これらの点から、学習者がこれまでに培った体軸の理解を動物ごとに整理するとともに、再度、各体軸の特性を定義し、誤った概念を訂正していくことで、多様な動物の体制を系統立てて把握することにつながると考えられる。

つまり、体軸の概念と各体軸の位置関係を論理的に理解することが、未知の動物の体制についてもイメージできる力の育成に発展しうる。生物学分野における体軸の理解は、単にその生物の体制を捉えるだけでなく、その進化過程を系統的に理解する上で重要な要素となる。特に、無脊椎動物の体制の進化において、体軸や対称性と動物の生活様式や運動能との関係は非常に強い（相原ら、1999；白山、2005）。この点については、同じ軟体動物門においても二枚貝類やイカ等は大きく体制が異なっており、解剖教材として両者を併用することで生物の多様性を認識させることも可能となる。また、動物の発生過程における各体軸の決定機構が細胞・分子レベルでも明らかにされつつある（Kitazawa and Amemiya, 2007等）。近年、18S rDNA等の分子データに基づく無脊椎動物の系統解析は、無脊椎動物の中でも前口動物の系統が、発生過程における体制の違いを反映し、トロコフォアという環状の繊毛帯を持つ幼生期を経る冠輪動物と脱皮を繰り返して発生する脱皮動物とに大別され、軟体動物門や環形動物門等は冠輪動物に、節足動物門等は脱皮動物に含まれることを支持している（Aguinaldo *et al.*, 1997；上島、2005；藤田、2010等）。高等学校においても、生物の発生過程における体軸の形成過程や形態形成と進化との関わりについて学習することとなっており（文部科学省、2009a, b）、このような発生学的側面や進化・系統関係の学習を見据えた、小・中学校から動物の体制の学習や教材開発への積極的な取り組みが、今後、必要であると考えられる。

謝辞

防府市青少年科学館ソラールで行われた科学の祭典（おもしろサイエンス in ソラール 2011～がんばろう！日本の科学！～）において、私たちの展示ブースにご来場くださいました子どもたちに感謝申し上げます。また、本論文を作成するにあたり、当研究室所属の学生の皆さんに御協力を賜り深く感謝いたします。

引用文献

Aguinaldo, A. M. A., Turbeville, J. M., Linford, L. S., Rivera, M. C., Garey, J. R., Raff, R. A. and Lake, J. A. (1997) Evidence for a clade of nematodes, arthropods and other

moulting animals. *Nature* 387: 489-493.

- 相原瑞樹・北沢千里・雨宮昭南 (1999) 系統発生の中に左右性をみる, 遺伝, 53巻: 37-42.
- 藤田俊彦 (2010) 『新・生命科学シリーズ 動物の系統分類と進化』, 裳華房.
- 鳩貝太郎 (2001) 疑似体験世代とカエルの解剖, 予防時報, 204巻: 20-25.
- 磯野直秀 (2007) Chapter1日本における動物学の黎明期, 『日本の動物学の歴史』, 毛利秀雄・八杉貞雄共編, 培風館, p. 9-29.
- 梶島孝雄 (2002) 『資料 日本動物史』, 八坂書房.
- 形山嘉寿子 (1999) アサリ, 『動物解剖図』, 日本動物学会編, 丸善, p. 96-98.
- 河田貞 (1983) 螺鈿 (らでん), 日本の美術, 第211号, 河田貞編, 至文堂.
- 啓林館 (2012) 『未来へひろがるサイエンス2 中学校理科教科書』, 塚田捷ら編, 啓林館.
- Kitazawa, C. and Amemiya, S. (2007) Micromere-derived signal regulates larval left-right polarity during sea urchin development. *J. Exp. Zool.* 307A: 249-262.
- 北沢千里・三浦慎一郎・坂口主税・山中明 (2011) 海の動物 前後左右?どっち?, 『おもしろサイエンス in ソラール 2011〜がんばろう!日本の科学!〜実験解説集』, p. 2.
- 北沢千里・笠原麻未・山中明 (2013) 無脊椎動物の体のつくり-ミミズの解剖実験-, 山口大学教育学部研究論叢, 62巻: 95-104.
- 久力誠・小林秀明・小林裕光・中村雅浩 (2012) 『ダイナミックワイド図説生物-総合版-』, 石川統他編, 東京書籍.
- 教育出版 (2012) 『自然の探求 中学校理科2』, 細矢治夫ら監修, 教育出版.
- 松香光夫・北野日出男・松本忠夫・大野正男・後閑暢夫 (1992) 『昆虫の生物学』, 玉川大学出版部.
- 文部科学省 (2008a) 『小学校学習指導要領』.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/index.htm
- 文部科学省 (2008b) 『小学校学習指導要領解説 理科編』.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/12/28/1231931_05.pdf
- 文部科学省 (2008c) 『中学校学習指導要領』.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/index.htm
- 文部科学省 (2008d) 『中学校学習指導要領解説 理科編』.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2011/01/05/1234912_006.pdf
- 文部科学省 (2009a) 『高等学校学習指導要領』.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2011/03/30/1304427_002.pdf
- 文部科学省 (2009b) 『高等学校学習指導要領解説 理科編』.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/01/29/1282000_6.pdf
- 左巻健男・青野裕幸 (2010) 『最新中2理科授業完全マニュアル』, 学研教育出版.
- 白山義久 (2005) 1章 総合的観点からみた無脊椎動物の多様性と系統, 第I部 無脊椎動物の多様性と系統, 『無脊椎動物の多様性と系統』, 白山義久編, 裳華房, p. 2-46.

- 小学館国語辞典編集部（2006）『精選版 日本国語大辞典3』，小学館。
- 鈴木哲也（2013）明治後期における小学校理科の動物解剖の位置づけ，東京未来大学研究紀要，6巻：75-83.
- 上島励（2005）21. 軟体動物門，第II部 動物群ごとの特徴 -図版解説とコラム-，『無脊椎動物の多様性と系統』，白山義久編，裳華房，p. 169-191.
- 山中明・森山知草・伊藤正俊・柳原大輝・北沢千里（2011）陸の動物 表？裏？どっち？，『おもしろサイエンス in ソラール 2011～がんばろう！日本の科学！～実験解説集』，p. 3.
- 吉里勝利ら（2013）『高等学校 生物基礎』，第一学習社.