

# 中学校理科における軟体動物の体の特徴の理解

## 1. 二枚貝

ロドリゲス マルチネス ペドロ・小 池 啓 一

群馬大学教育実践研究 別刷

第31号 27～32頁 2014

群馬大学教育学部 附属学校教育臨床総合センター



# 中学校理科における軟体動物の体の特徴の理解

## 1. 二枚貝

ロドリゲス マルチネス ペドロ・小 池 啓 一

群馬大学教育学部理科教育講座

### Understanding of the characteristics of the body of the molluscs in junior high school science 1. Bivalves

Rodriguez Martinez PEDRO and Keiichi KOIKE

Department of Science Education, Faculty of Education, Gunma University

キーワード：中学校、理科、軟体動物、二枚貝

Keywords: junior high school, science, molluscs, bivalves

(2013年10月31日受理)

#### はじめに

中学校理科「動物の生活と生物の変遷」の中の「動物の仲間」においては、動物の体のつくりや働き方などの特徴を観察して動物の分類を行う。中学校においては、動物は2つのグループ、内骨格である脊椎の有無からセキツイ動物と無セキツイ動物に分類している。分類するという作業は人間が行うもので、肉眼で見える形態形質を中心とする分類は、必ずしも科学的な分類と一致する訳ではない。

中学校では脊索動物門に属する脊椎動物亜門を、脊椎を持っていないものも含めセキツイ動物と呼び、残りの脊索動物と他のすべての多細胞性の動物を無セキツイ動物と呼ぶ。ヒトを含むセキツイ動物の体は基本的に共通する特徴が多く、その特徴は比較的理解しやすい。しかし、無セキツイ動物として区分されることになる30以上の動物門の多くは水中で生活し、当然のことながらその多様性ははるかに大きく、脊椎をもたないことで特徴付けられる訳ではない。無セキツイ動物の特徴を中学生に理解させるのは大変困難である。

多くの教科書では、無セキツイ動物の代表例として節足動物や軟体動物が扱われている。節足動物の体は左右相称で、体表は外骨格で覆われ、運動器官として関節肢をもち、脱皮して成長する。セキツイ動物とは体の構造や成長のしかたが大きく異なるが、陸上には昆虫やクモ、ムカデ、ヤスデなどたくさんの種が生活しており、比較的その特徴を観察しやすい。一方、軟体動物はカタツムリやナメクジのような一部の巻き貝を除き水中で生活し、多くの種では体表の外套膜から分泌された殻をもっている。殻の形態も多様で、殻の中に体を収納してしまうグループでは、体の特徴を理解するのが困難である。そのため、教科書にはイカの解剖図などが掲載されているものの、軟体動物の体の特徴を十分に理解できるようになっていない。

現生の軟体動物門は溝腹綱(カセミズなど)、尾腔綱(ケハダウミヒモなど)、多板綱(ヒザラガイ)、単板綱(ネオピリナ)、二枚貝綱、頭足綱(オウムガイ、イカ、タコなど)、腹足綱(巻き貝)に分類される(上島、2000)。これらの内、食料品としてもなじみの深い二枚貝、イカ、巻き貝の体の特徴を、生活様式と、体

の前後軸や消化管の配置など体の構造を関連付けて説明し、軟体動物の特徴を中学生に理解しやすいように工夫を行った。

今回は軟体動物の中で特徴的な2枚の殻をもつ二枚貝を対象とし、外部形態と内部構造の観察から、その基本的特徴を明らかにし、中学生に理解しやすく指導できるようにすることを目的とした。

## 材料

ハマグリ *Meretrix lusoria*

北海道南部から本州、四国、九州、台湾、朝鮮半島、中国大陸沿岸に分布し、潮間帯から水深約20mの砂泥底に生息する。

材料の選定については解剖しやすい大きさであること、市販で手に入りやすいことからハマグリを選んだ。鮮魚店で販売されているものを購入し、使用した。

## 方法

### 1. 殻の外部観察

入水管と出水管のある方が後方で、腹側に殻が開くことから左右を判断し、左殻を上にし、左殻の前後、背腹の特徴を観察する。また、左殻を外した後、殻の内側を観察する。

### 2. 軟体部の観察

腹縁部を開口させるために、500mL容器に50℃のお湯を用意し、そこにハマグリを入れ、殻の腹縁部が開くまで3分ほど待つ。

殻の腹縁部が開いたら、左殻を除去し、軟体部を覆う外套膜、閉殻筋、収足筋、鰓、足、体壁、消化器官、生殖器官、排泄器官、神経系などを観察する。

#### (1) 左殻の除去

軟体部の観察を行うために、ハマグリを容器から取り出し、腹縁部から柄付き針を入れ、左殻の裏面に沿って殻から外套膜をはがしていく。閉殻筋および収足筋と殻の付着部を解剖バサミで切り取り、左殻を取り除き、軟体部の観察を行う。

#### (2) 左殻側外套膜の除去

外套腔の観察を行うために、ピンセットで左側外套膜を持ち上げ、右側外套膜との結合部を解剖バサミで切り取る。また、左右の外套膜が癒合して形成された入水管と出水管も切開し、外套腔を露出させる。

#### (3) 鰓の除去

左側の軟体部を覆っている2枚の大きな鰓をピンセットで持ち上げ、解剖バサミで取り除き、体壁や足の観察を行う。

#### (4) 体壁の除去

内臓諸器官を観察するために、体壁をピンセットでつまみ、解剖バサミで切れ込みを入れ、その切れ込みからピンセットで体壁をはいでいき、生殖器官の観察を行う。その後、生殖器官をピンセットを用いて取り除き、消化器官系や神経系を観察する。

## 結果

### 1. 外形の観察

ハマグリの体は外套膜によって分泌された左右の殻に覆われている。左右の殻は殻頂にある蝶番でつながり、腹側で開口する(図1)。ハマグリを背面から観察すると、殻の前方は膨らんでおり、殻の後方は前方に比べ扁平である。また、左殻の内側は、基本的には白色だが、前後に位置する閉殻筋の付着痕や収足筋の付着痕、外套膜の付着痕が確認できる。また、後方は2本の水管を収める部分に外套痕湾入が確認できる。背腹軸よりやや後方には外靱帯が外在しており、その内側には前側歯、主歯、後側歯の3つの鉸歯が確認できる。この外靱帯と鉸歯により蝶番が形成されている(図2)。また、鉸歯は左殻では凸、右殻では凹となり、かみ合っている。

### 2. 軟体部の観察

#### a. 殻の除去

左殻を取り除くと、左側の外套膜が体全体を覆っている(図3)。また、外套膜は殻の大きさとほぼ等しく、殻を裏打ちするように広がっており、外套縁は外套膜の中心部に比べ厚くなっている。また、前方には殻を閉じるための前閉殻筋と、足の収縮に関わる前収足筋が位置している。後方では同様に、後閉殻筋と後収足筋が位置している。

#### b. 外套膜の除去

体全体を覆っている左側外套膜を取り除くと、外套膜と体壁との間の外套腔に存在する大きな2枚の鰓が観察できる(図4)。鰓は複数の鰓糸が後背方向から前腹方向に走っている。また、2枚の鰓は後閉殻筋のすぐ前方で結合している。鰓の前方で、前閉殻筋と前収



足筋の隣に2つの唇弁が観察できる。また、鰓の後方では後閉殻筋と後収足筋に隣接して桃色をした腎臓が観察できる。軟体部の後方には、海水の取り込み口と吐き出し口として、入水管と出水管が位置している。さらに、体の腹側には、斧足とよばれる斧のような形をし、筋肉の発達した大きな足が観察できる。

#### c. 鰓の除去

左側の体を覆っている2枚の鰓を除去すると、体壁が現れる(図5)。体壁は盛り上がり、腹側の足へつながっている。また、背側後方の腎臓の隣には心臓も確認できる。心臓は囲心膜とよばれる薄い膜に囲まれた、囲心腔内に位置しており、囲心腔はケーベル器官につながっている。心臓はまた囲心膜を介して腎臓と連絡している。解剖後数分程度であれば心房、心室の順で心臓が拍動していることを確認できる。囲心膜を除去すると心房と心室が確認できる。心室の前方

と後方は動脈につながっている。

#### d. 体壁の除去

体壁を注意して除去すると、繁殖期には、体壁のすぐ内側に乳白色の生殖腺が観察できる(図6)。生殖腺ははっきりした形がわかりにくい、乳白色を呈していることから体壁の筋肉と区別できる。また、色や形状からでは雌雄を判別することは難しい。ハマグリは神経系は脳神経節、足部神経節、内臓神経節の3つの神経節とそれらをつなぐ神経連鎖からなっており、神経節は赤色を呈しているため、観察しやすいが生の材料では、神経連鎖を観察することは困難である。内臓神経節を柄付き針で刺激すると、ハマグリの体の収縮が確認できる。

さらに解剖を進めていき、生殖器官を除去すると消化管が現われる(図7)。消化管は黄褐色を呈していて、確認しやすい。また、口はとても小さく、見つけにく



図1 ハマグリの左殻

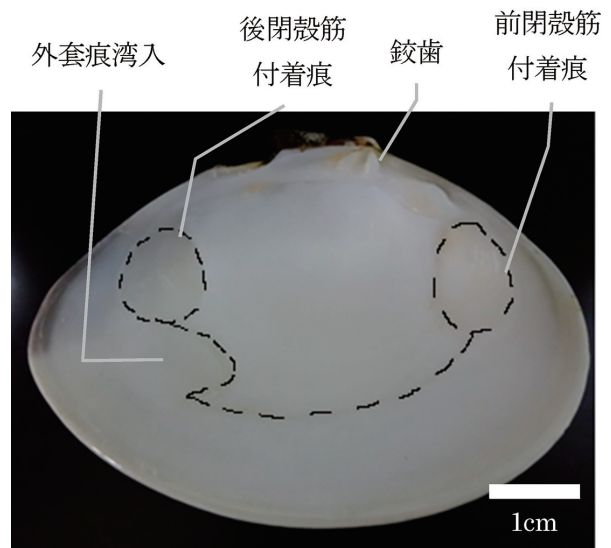


図2 ハマグリの左殻(裏面)

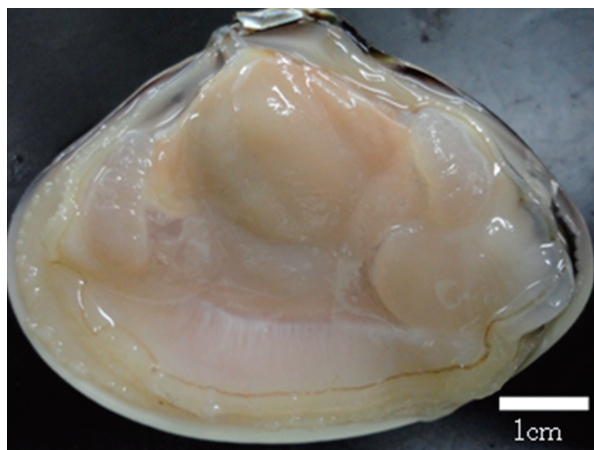
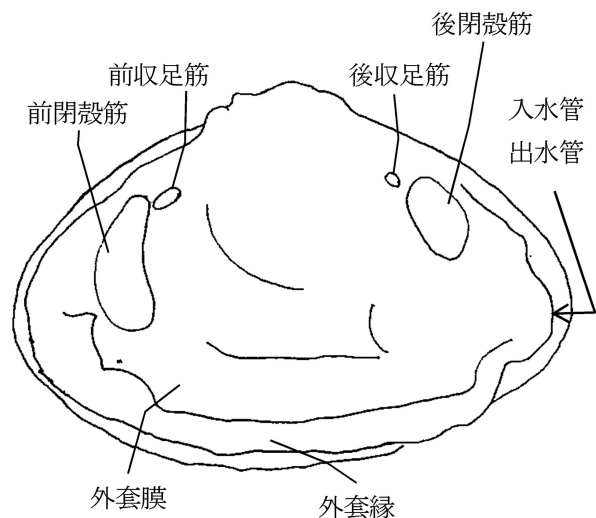


図3 左殻除去後の軟体部



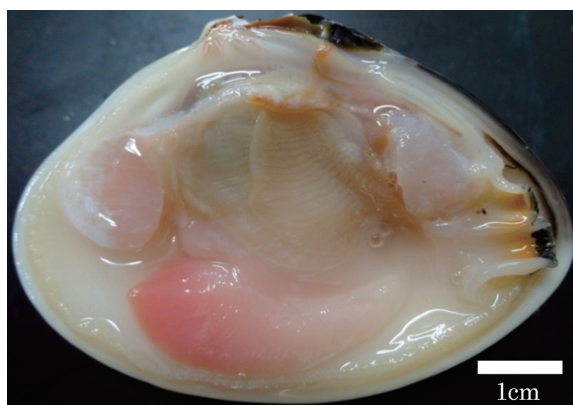


図4 外套膜除去後の軟体部

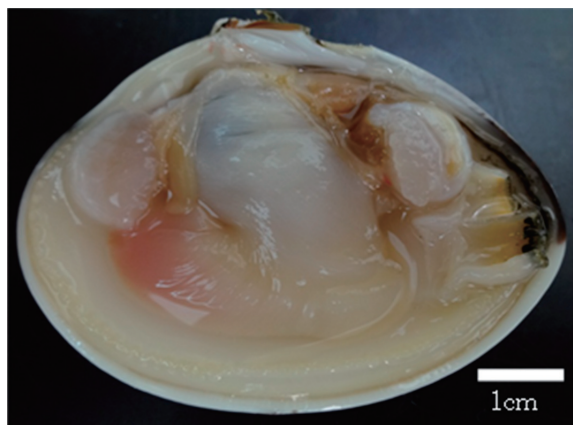


図5 鰓除去後の軟体部

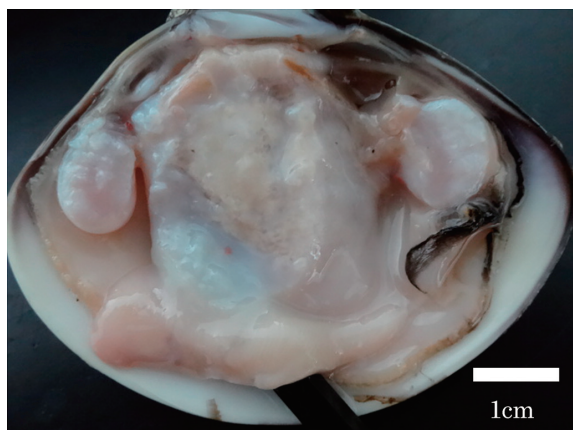
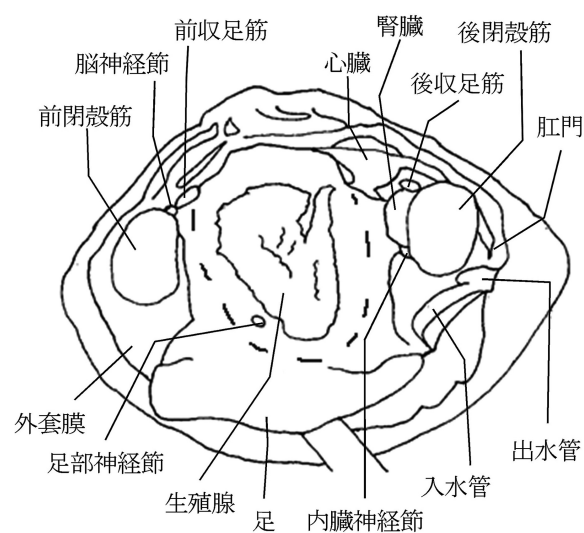
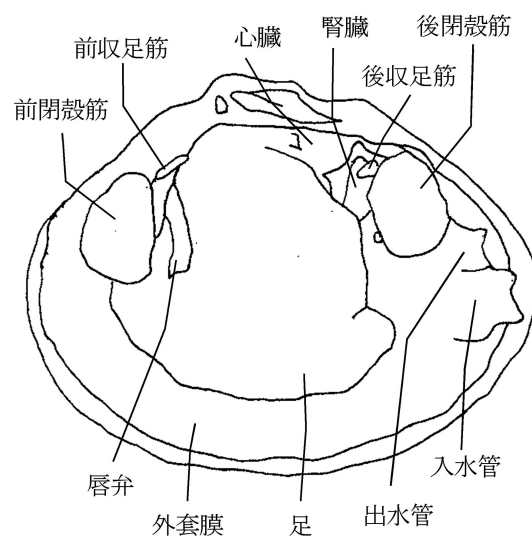
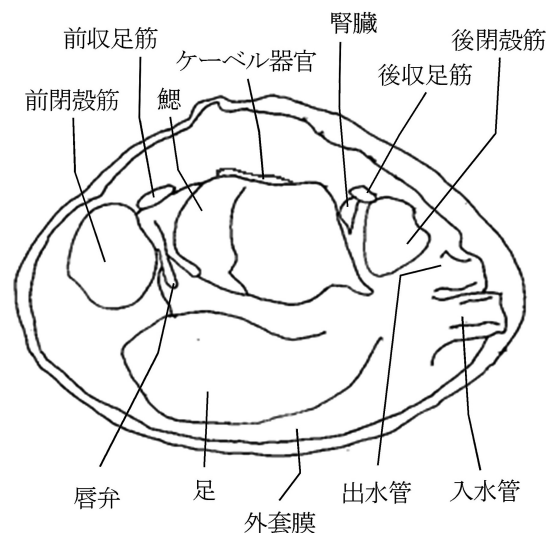


図6 体壁除去後の軟体部



いが、唇弁の付け根に位置している。消化管は口から後方に向かい胃へとつながっている。胃は袋状に膨らんでおり、胃を切開すると、中にはゼリー状の細長い晶体がある(図8)。また、胃は濃緑色の中腸腺ともつながっている。消化管は胃の後方で腹側に伸びる腸へ

とつながる。腸は腹側で屈曲し、再び背側へと伸び心臓の心室を貫通した後、後方の肛門へと開口している。

今回は左殻を上面にして、左側からの観察の結果を記したが、左殻を上面にする利点としては、口や肛門が観察しやすいこと、心臓が容易に観察できることで



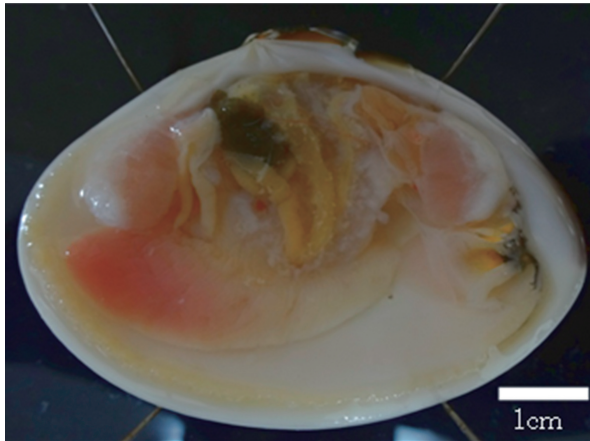


図7 消化管の観察



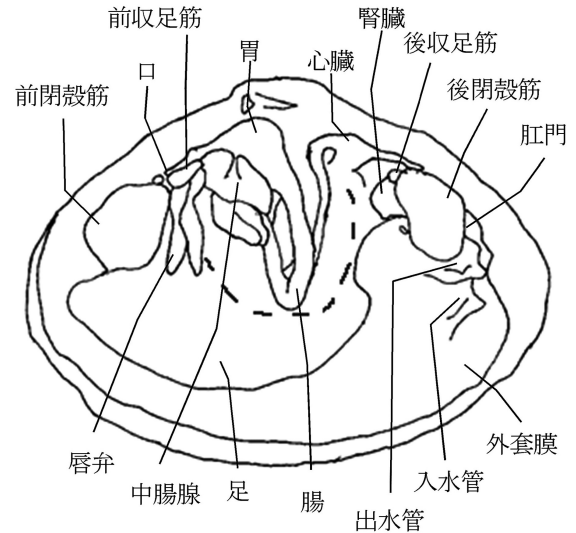
図8 晶体

ある。一方で、右殻が上面の場合、消化管が全体的に右側に寄っているため、消化管の観察が容易になる。そのほかの構造に関しては、右殻の特徴も含め、基本的に左殻除去の際の結果と同様である。

## 考察

軟体動物の一部は陸上に進出しているが、古生代始めに出現して以来、主に海で生活している動物である。体は内骨格をもたず、海底の基盤の上を腹側の筋肉質の足で匍匐するのが基本的な運動様式である。しかし、重力の影響の少ない海中で、軟体動物出現の早い時期から多様な生活様式を獲得したと考えられる。溝腹綱、尾腔綱、多板綱、单板綱、多くの腹足綱では、現在も基本的に同じ運動様式をもつ。しかし、頭足綱では足の機能は多様化し、さらにジェット推進による活発な遊泳能力を獲得した。二枚貝綱、掘足綱は底質に潜るための能力を獲得した。

同じように進化の初期には海中で生活していた脊索動物は、脊索由来の内骨格を獲得してから陸上に進出



し、さらに空中にまで進出した。しかし、その結果、軟体動物のように体の基本構造が多様化することにはなかった。

軟体動物の特徴として、体を覆う外套膜や、多くのグループでそこから分泌される殻の特徴が取り上げられることが多い。一方、上述したように、生活様式や運動様式は脊索動物、特にその中の脊椎動物とは大きく異なっている。軟体動物の特徴を理解するためには、生活様式、特に摂餌様式とそれを可能にしている摂餌・運動器官、生活様式の変化に伴う体軸の大幅な変化などに注目する必要がある。

二枚貝の場合は、ハマグリ（ハマグリ）の外形の観察や解剖による内部構造の観察により、以下の特徴が理解される。

ハマグリは左右2枚の殻で体を覆い、腹側に開いた殻の間から大きな斧のような形をした足を伸ばす。左右の殻は前後の閉殻筋により開閉され、足は収足筋により伸縮する。また、後方では、左右両殻の隙間から、左右の外套膜の癒合により形成された出水管と入水管を伸ばす。二枚貝は軟体動物の適応放散の初期に濾過食による摂餌様式と殻と足を使った底質への潜り込み運動を進化させた。餌は底質に潜り込ませた体から入水管・出水管を基盤表面まで伸ばし、体後方の入水管から外套腔の拡張により吸い込んだ海水を体の左右の大きな鰓で呼吸に使うとともに、水中の有機物やプランクトンをその鰓で濾し取り、出水管から濾過した海水や排泄物を放出する濾過食を行う。そのため頭部は退化し、後方から順次濾過された餌は前方の口に運ばれる。口から始まる消化管は胃につながり、そこで消

化酵素を含む晶体による消化と、中腸腺からの消化液による消化が行われる。栄養分を吸収するため、腸は腹側に長く伸び、反転して背側に向かい、背面後方で心臓を貫通し、出水管のそばで肛門が開く。軟体動物の循環器系は頭足類を除き開放血管系で、心臓は消化管より背面にある。二枚貝の消化管と心臓の配置は特徴的である。また心臓と腎臓は近接して存在する。囲心腔につながるケーベル器官は排泄機能をもつ。二枚貝は雌雄異体で大量の卵や精子を形成し、出水管から放出し、体外受精を行う。そのため雌雄の生殖腺は大きく発達する。二枚貝は脊椎動物などと異なり、内臓諸器官を収めておく体腔が囲心腔など一部を除き残っていない。各器官は体内に埋もれた状態で存在するため、器官の判別が難しい。

ハマグリを観察からわかるように、二枚貝は前方に口があるものの、頭部が退化しており前方の確認が難しい。消化管は後方に開口しているものの、入水管・出水管が後方にあり、前後の判別をわかりにくくさせている。さらに、体腔の消失により、内臓諸器官の配置の確認も難しい。

無脊椎動物は、現行の学習指導要領の「動物の生活と生物の変遷」の中の「動物の仲間」で取り上げられ、動物の体のつくりや働き方などの特徴を観察し、その観察記録に基づいて、それらの動物の特徴を見いだすことと記されている。また、内容の取扱いに関しては、節足動物や軟体動物の観察を行い、それらの動物と脊椎動物の体のつくりの特徴を比較することを中心に扱うことになっている（文部科学省、2008）。

脊椎動物には水中生活し、鰓による濾過食を行う動物もいるし、陸上で歩行運動するものや、一部は空をとぶものもいる。また、二次的に基盤に潜り、孔を掘って生活するものもいる。しかし、共通する特徴として、体の前後に伸びる支柱として脊索あるいは内骨格としての脊椎をもっている。消化管の開口部である口は、体前方の頭部先端に開口し、多くの脊椎動物では肛門は体の後方に開口している。神経中枢は体の前後を消化管の背面に伸び、心臓は消化管の腹側前方にある。さらに、消化器官、心臓、排泄器官、生殖器官は胴部腹側の大きな体腔に収まっている。2対の足あるいは鰭を胴部腹側にもち、運動器官として用いるものが多い。

これら脊椎動物と軟体動物の二枚貝を比較すると、同様に左右相称の動物であるが、濾過食を行う二枚貝は、体の後方の入水管から水を取り込み、外套腔を通過させ、後方の出水管から放出する。そのため、脊椎動物同様、口が前方に、肛門が後方に位置しているにもかかわらず、前後の判断がわかりにくい。同様に水中生活する魚類が、呼吸あるいは摂餌のために直接口から水を取り込み、消化管前方部の咽頭内の鰓で呼吸・摂食（濾過食）し、鰓孔から水を排出するシステムと大きく異なることが原因である。内骨格をもつことがなかった軟体動物の共通祖先から、海底に潜って濾過食を行う生活様式に進化した二枚貝は、匍匐に使っていた付着面の広い足を、底質に潜るために左右に扁平な斧のような形にし、体を保護する殻を運動器官としても使い、脊椎動物の消化管に開いた鰓孔の代わりに内臓塊を覆う左右の外套膜の縁を癒合させ、入水管・出水管を形成した。

軟体動物の基本形は、大きな足の上に内臓塊をのせ、その表面を覆う外套膜から分泌された殻で体全体を保護している。一方、脊椎動物のように、体が前方の頭と、それに続く内臓を入れておく大きな胴からなる動物では、脊椎の腹側に大きな体腔が発達し、そこに内臓諸器官を収めている。このように脊椎動物と軟体動物の体の基本構造の違いを中学生に理解させ、その上で、さらに底質に潜り濾過食を行う二枚貝の生活様式の変化をハマグリを観察から確認することで、軟体動物としての二枚貝の特徴の理解が可能になると考えられる。

## 引用文献

- 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説理科編 75-77 大日本図書  
上島 励 (2000) 無脊椎動物の多様性と系統 169-190 裳華房

## 参考文献

- 波部 忠重ほか (1994) 軟体動物学概説上巻 273pp サイエンス・エディタ  
波部 忠重ほか (1999) 軟体動物学概説下巻 322pp サイエンス・エディタ