

コウイカを用いた無脊椎動物解剖実験の導入について

(教育学部附属中学校) 辻 井 修
(教育学部生物学教室) 家 山 博 史

The introduction of anatomical lecture of invertebrate cuttlefish *Sepia esculenta*

Osamu TSUJII and Hiroshi IEYAMA

(平成 21 年 6 月 5 日受理)

1. はじめに

平成20年3月に新しい学習指導要領が公示されたが、理科では他教科に先駆けて平成21年度より移行期のカリキュラムが実施される。愛媛大学教育学部附属小・中学校では地域の先進校の役割を担うため新しいカリキュラムを踏まえた授業実践を本年度から実施しており、理科教育講座では新指導要領に対応した教材研究や授業実践を附属教員と連携協力のもとに進めている。中学校新指導要領解説¹⁾では具体的な改善事項として、知識や概念の定着を図り、科学的な考え方を育成するため、観察・実験や自然体験、科学的な体験を一層充実する方向で改善すると記されている。中学校2学年の“動物の仲間”の項目では無脊椎動物の仲間が追加された。筆者らは学部・附属学校園共同研究の一環として無脊椎動物の仲間の授業で実際に観察・実験を行い、体のつくりが脊椎動物と異なることや共通点を理解させることをねらいとして、軟体動物コウイカの解剖実験の導入を試みた。

2. 授業の事前指導

平成20年度、附属中学校では新教育課程の授業時数を一部先行実施したため、単元の弾力的な運用が可能であった。そこで、3学年で実施する“生物の細胞と増え方”について2学年で一部先行して学習した。その中で遺伝子とDNAの存在について学習し、無脊椎動物のおおまかな分類についても触れた。また、左右相称動物についても遺伝子やDNAの存在と絡めて触れ、その代表例としてウニやスカシカシパンなどの標本観察を行い、動物の背-腹、右-左、前-後を確認した。これらの情

報をもとに、イカの体制について解剖実験を行うこととし、授業前にイカの絵を描いてもらい、イカの体内にはどのような器官があるか予想させた。授業ではワークシート(課題:コウイカの体のしくみはどうなっているか?, 目的:コウイカを解剖することで軟体動物のなかでも、高度に進化したイカ類のしくみを理解する)を用意した。

3. 授業実践

平成21年3月3日4時限、2学年1クラス35名を9班に分け、各班に1個体のコウイカを準備、バットにキッチンペーパーを敷き、コウイカを背側を上にして配布した。まず、ワークシートでイカの体内の様子を予想させ、本授業の課題、目的、解剖の手順を説明し、外形の観察後、解剖に着手した。墨汁嚢(墨袋)を内臓塊から剥離していくとき、組織をもちあげる者と薄膜を切開していく者が協力している班はスムーズに進行しているが、一人でおそろおそろ切開している班は進行が遅い。また、墨汁が漏れ出ている班はその除去に手間取っていた。切開の途中、墨袋を傷つけてしまい、墨汁があふれ出て、新しいイカと交換する班もあった。生徒は消化系を取り出すことに集中しており、生殖腺については机間巡視で説明するにとどめ、詳しい説明はしなかった。頭蓋軟骨を切開し、脳を確認した後、口球-食道を切り出したが、周りの肝臓を除くのに手間取り、食道を途中で切断してしまう班もあった。一通り消化系が取り出され、醤油を口球から注入し、食道-胃へと流れることを確認した班は半数だった。さらに、眼球を観察、レンズの取り出しま

で進んだ班は1/3であった。最後にワークシートで解剖して分かったことをまとめた。

授業では消化系の観察や口球から醤油をピペットで注入して、食道－胃へ醤油が流れていくことを確認した。また、星状神経節や脳が存在も確認した。手際よく解剖出来たグループでは、さらに眼球からレンズを摘出する班もあった。口のつくり、腕の吸盤などを観察する時間的なゆとりはなかったが、コウイカの体制の特徴－脊椎動物との共通点：左右相称動物、発達した感覚器や神経系、消化器官、循環系がある；相違点：吸盤のある腕、頭部－腹部の位置関係、殻の変化した甲について理解できたと思われる。材料については松山で冬季確実に手に入る新鮮なイカということで、コウイカの解剖となったが、秋期にはケンサキイカが手に入り、これは墨汁嚢や肝臓が小さくて扱いやすい。マツイカ（スルメイカ）は年中出回るが、やや鮮度が落ち、また、肝臓が大きく、食道を取り出していくのに手間がかかる。口球、眼球、吸盤の作りまでを観察するには2時間続きの授業が必要である。

4. 授業アンケート結果

授業前と授業後のアンケート結果は以下のようになった。

知識・理解の観点から、“軟体動物（イカ）の体の中の様子を知っている”についての5段階評価結果は授業前平均で1.46、授業後4.33。“軟体動物（イカ）も私たちヒトと同じように左右相称であることを知っている”については授業前平均2.36、授業後4.95であった。興味・関心の観点から、“動物の体の構造について興味があった”について授業前平均3.23、授業後4.08であった。“魚や貝を食べるときに、体の様子がどうなっているのか考えたことがある”については授業前平均3.23、授業後“魚や貝などを食べるときに体の様子がどうなっているのか考えながら食べてみようと思う”が4.08であった。授業前後で知識・理解については評価が2段階上がっているが、興味関心については1段階しか上がっていない。

解剖後の感想では、集約すると、体のしくみがよく分かったと述べている生徒は26名、解剖は難しい5名、解剖は面白い、またしてみたい4名となった。

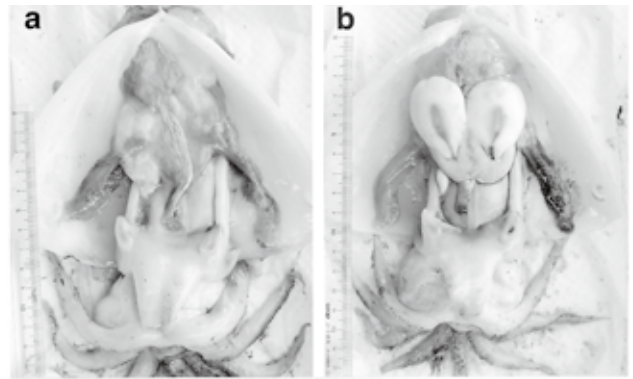


図1 コウイカの外套を切開し、内臓を裸出 (a:雄, b:雌)

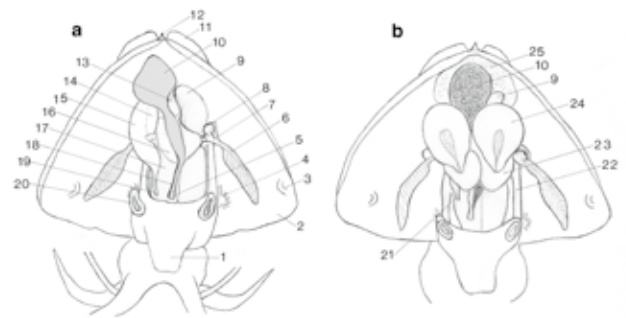


図2 図1の模式図 (a:雄, b:雌)

5. コウイカ解剖の手順

授業実践を通して、改良した解剖の手順を記す。

実験器具など：バット、キッチンペーパー、ハサミ、ピンセット、たこ糸、ピペット、醤油、ペーパータオル

①バットにキッチンペーパーを敷き、コウイカを背側を上にして置く。コウイカの体は腕（足）－頭－胴からできていること、頭胴の部分は色素班があって、皮下には硬い甲がある側（背側）と漏斗がみえる側（腹側）の区別があり、腕も左右対になっていることを確認し、腹側を上にして置き直す。

②胴を包む外套を中央で、先端（嘴部）へ向かって切開し（ハサミの先端で墨汁嚢（墨袋）を傷つけないように注意する。外套をもちあげながら切るとよい）、左右に広げる。このとき、外套が漏斗の付け根で外套軟骨器（ボタン）と漏斗軟骨器（ボタン穴）でしっかり付着していることが確認できる。また、ボタン穴すぐ上の外套に放射状に走る星状神経節が確認できる（図1, 2 a）。

③内臓中央を墨袋が縦に長く走っており、その末端は直腸の末端（肛門）近くで直腸と結合するので、この直腸と墨袋の末端部分をタコ糸などで結索する。この糸で

墨袋をもちあげながらその周囲の薄膜を切り、墨袋を丁寧に剥離させていく。墨汁が漏れ出ているものも結索し、墨汁を洗い流して解剖する。墨袋が破損している場合は新しいものと交換する。

雌の場合は墨袋の上に1対の卵嚢腺・副卵嚢腺があるので(図1, 2 b), まずこれを切除し(墨袋の左側に生殖門-卵管がみえる。雄の場合は同じ場所に大きな精夾腺がみえる。), 次いで墨袋を剥離していく。

雄の場合は墨袋を先に剥離していく。

④生殖器官(卵巣-卵管, あるいは精巣-精夾囊)を外套から切り離す。

⑤1対の鰓とそれをつないでいる心臓を取り出す。

⑥これで、墨袋と直腸の付着した部分から左の方へ直腸は離れていき、盲嚢-胃へとつながっているのが確認できる。これらを周辺の薄膜から切り離す。食道は背側を通っているの、漏斗下制筋(ボタン穴の上方, 縦に走る1対の筋肉)を切断し、腕-頭部-内臓(茶色の肝臓部分)をもちあげ、外套からはがして、1回転させ、これらの部分を上側にする(左右に開いている外套と直

腸-胃はそのまま)。こうすると胃から食道が肝臓表面から徐々に頭に向かって沈み込んでいく様子を観察できるので、食道を肝臓から切り離していく(図3 a,b)。

⑦頭部には頭蓋軟骨があって、脳、足部、内臓の各神経節を保護し、眼球を支持している。この軟骨を背側中央で切断し、左右に開くと唾液腺と神経節の塊がみえる。神経節を除き、口球を周囲から食道へ向かってはがしていく(図3 c)。これで消化系-墨袋、鰓-心臓、生殖器官が頭胴部から取り出されたことになる。

解剖の参考には池田・稲葉(1971)²⁾の日本動物解剖図説を主に用いた。また、廣瀬(2008)³⁾には循環系や神経系が丁寧に示されており、スルメイカの解剖図もある。時間があれば口球(唇, 上顎, 下顎, 歯舌), 眼球(軟骨板で強化された強膜, 瞳孔と虹彩, レンズ(水晶体), 硝子様液, 網膜(視細胞は前を向いている), 神経繊維), 吸盤(内側に角質の輪状支持組織(角質環)があり, これはタコにはない)など個別に観察することも比較的容易にできる。

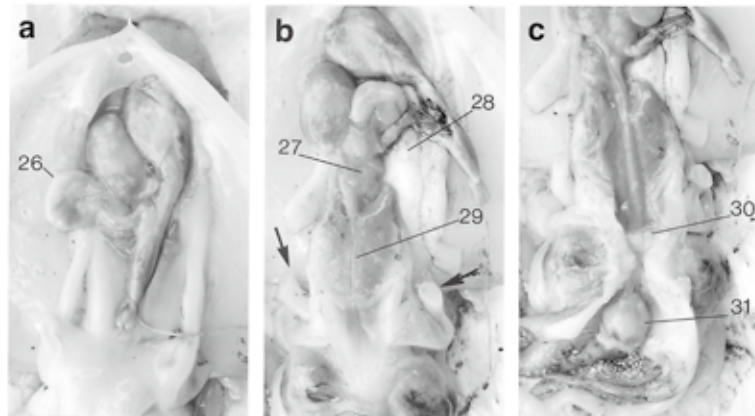


図3 消化管を取り出す手順

- a: 生殖腺と鰓-心臓を除いたところ,
- b: 漏斗下制筋を切断し、頭-内臓を反転したところ(矢印は切断した下制筋),
- c: 頭蓋軟骨を切断し、口球を露出させたところ

6. おわりに

西川・鳩貝(2007)⁴⁾は小・中学校理科授業における動物解剖の現状について調査し、中学校で(教師が)解剖を行わない理由について、生命尊重の立場から(37.7%), 視聴覚教材で代用できる(27.9%), 教材入手が困難(21.3%), カリキュラムにない(18.9%), 自分

の拒否反応(16.4%), 児童・生徒の拒否反応(11.5%)を上位項目として挙げている。動物の構造理解に解剖は必然なのか, 生命尊重の立場からみて, なくてはすむものなら敢えて導入しなくともよいのではということの上位2項目がきているのだろう。また, 解剖授業を実際に行った後の生徒の感想では, 嫌悪感(43.3%), 構造理

解 (33.3%)、動物同情 (22.5%) が上位項目となったとし、動物解剖は中学生にとって受け入れにくい教材であることは間違いないとしている。動物解剖に使用された動物はマウス3、カエル57、フナ1、コイ17、その他の魚類18、ミミズ2、ブタ内臓21、眼球6、ウシ内臓4、眼球14で生体解剖が死体解剖よりやや多く、また、死体利用では部分利用が多いと表記されていることから嫌悪感や同情の感想が上位に来たように思われる。脊椎動物の解剖、特に生体解剖は生命尊重や同情の意識が高く、解剖に抵抗感が強くなるようである。新指導要領に無脊椎動物が追加され、解説で解剖が勧められているので、カリキュラム上、導入は可能となった。また、食用として店頭に並ぶ無脊椎動物 (死体) であれば生命尊重へのこだわりは軽減されるだろうし、同情といった感想はあまり出てこないだろう。イカのように脊椎動物の形からは一見かけ離れている体を解剖することによって、構造への興味関心や解剖技術習得をはかることができないだろうか。もし、脊椎動物の解剖を望むなら、無脊椎動物の解剖の後で実践すると拒否反応は少なくなるのではないだろうか。本授業では事前に左右相称動物の基本的な体のつくりについて考えさせ、ウニ類のように一見左右相称とは思えない動物を用いて体のつくりへの興味関心を高め、ではイカはどうなのか、解剖してみようと言進めた。生徒の感想には単に気持ち悪いと述べた生徒が1名あったが、今まで知らなかったことが知れてよかったとも述べており、嫌悪感や同情を示すものはなかった。構造の理解についての評価はかなり高かったが、もっと解剖してみたいと意欲を示す生徒は4名とあまり多くはなかった。魚屋さんや主婦が魚をさばく感覚で解剖に臨んだ生徒が多かったのかもしれない、生命の実感や生命の尊重という目的からは遠い教材で、生徒に強く印象の残る授業とするにはさらに工夫が必要であると実感された。

図の用語

1. 漏斗 funnel,
2. 外套 mantle,
3. 外套軟骨器 (ボタン) mantle cartilage,
4. 星状神経節 stellate ganglion,
5. 肛門 anus,
6. 鰓 gill,

7. 鰓心臓 branchial heart,
8. 鰓腺 branchial gland,
9. 胃 stomach,
10. 墨汁嚢 ink-sac,
11. 鰭 fin,
12. 嘴部 rostrum,
13. 精巣 testis,
14. 摂護腺 prostate gland,
15. 精夾嚢 spermatophoric sac,
16. 静脈小嚢 vein saccules,
17. 肝臓 liver,
18. 直腸 rectum,
19. 雄性生殖門 male genital opening,
20. 漏斗軟骨器 (ボタン穴) funnel cartilage,
21. 雌性生殖門 female genital opening,
22. 漏斗下制筋 funnel depressor muscle,
23. 副卵嚢腺 accessory nidamental gland,
24. 卵嚢腺 nidamental gland,
25. 卵巣 ovary,
26. 盲嚢 caecum,
27. 膵臓 pancreas,
28. 甲 shell,
29. 食道 esophagus,
30. 唾液腺 salivary gland,
31. 口球 buccale bulbe

参考文献

- 1 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説 理科編. 大日本図書.
- 2 池田嘉平・稲葉明彦 (1971) 日本動物解剖図説. 広島大学生物学会編. 森北出版.
- 3 廣瀬一美, 鈴木伸洋, 岡本信明 (2008) 新版水産動物解剖図譜. 成山堂書店.
- 4 西川浩輔・鶴岡義彦 (2007) 小・中学校理科授業における動物解剖の現状. 生物教育, 47 (4) : 146-156.