



「昆虫の体のつくり」の理解を促す教材：
北海道におけるエゾハルゼミの活用

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-10-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 奥寺, 繁 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00006701

「昆虫の体のつくり」の理解を促す教材

— 北海道におけるエゾハルゼミの活用 —

奥 寺 繁

北海道教育大学旭川校生物学研究室（動物学）

Teaching Materials for Studying Morphology of Insects

— Take advantage of Cicada *Terpnosia nigricosta* in Hokkaido —

OKUDERA Shigeru

Laboratory of Biology (Zoology), Asahikawa Campus, Hokkaido University of Education

概 要

昆虫の体のつくり，とくにその内部構造は脊椎動物と比較して，神経系と消化器系が背腹逆転していること，呼吸器系は気門・気管システムであること，心臓は腹部背面に配置され開放血管系であることなど極めて異なる。しかし，昆虫の学習で使用する形態用語は頭，胸，腹など哺乳類と同じため，基本的な体制構造も共通していると誤認しやすい。そこで本研究では，昆虫の体のつくりを簡易的な方法で観察・理解するために，エゾハルゼミを用いた教材を考案した。本種のオス腹部は薄い袋状であるため，光源を当て透かすことで心臓の拍動および筋肉収縮を生きたまま観察することができる。また腹部を切り開くことで，気門から伸びる気管や消化管，神経の配置を観察することも容易である。この観察・実験を，教員養成課程に属する大学生を対象に行ったところ，昆虫の体のつくりの理解に大いに役立つことが示された。

1. はじめに

1-1. 研究の背景と目的

昆虫類は，蛛形類（クモ・サソリ），甲殻類（エビ・カニ），多足類（ムカデ・ゲジ）などとともに節足動物門を構成する分類群であるが，そのなかでも飛びぬけて豊富な種数と多様な生活様式をもったグループである。大洋中を除いたほとんど

すべての環境に生息しており，都市化された空間においてもいくつもの昆虫類を見出すことができる。この身近さや数の豊富さ，扱いやすさから，小・中学校における理科の学習内容や教材としてよく用いられており，その適正についても検討されてきた（矢島，1990；安東，1991；生方，1991ab）。

理科教育において，学習指導要領（文部科学省，

2008a) に基づき最初に昆虫が扱われるのは小学校第3学年の「(1)昆虫と植物」である。この単元の目標は「身近な昆虫や植物を探したり育てたりして、成長の過程や体のつくりを調べ、それらの成長のきまりや体のつくりについての考えをもつことができるようにする」とされ、より具体的には「昆虫の育ち方には一定の順序があり、成虫の体は頭、胸及び腹からできていること」と言及されている。一般的な教科書では、モンシロチョウの卵から幼虫、蛹、成虫に至る成長を、飼育体験を交えて解説している。また、体のつくりについては、昆虫の成体は頭、胸、腹の三つの部分で構成されており、胸に3対6本の脚と2対4枚の翅があることを学び、その他の節足動物との区別点を学ぶ。モンシロチョウをはじめとするチョウ類では飼育に関するデータが豊富で(矢野, 1977)、実験や観察も容易である。体のつくりに関する教材開発も盛んで、実際の昆虫を観察するほかにも、取り扱いが簡単な標本や模型作成、ICTの活用など多岐にわたる授業展開が提案されている(泉, 2006; 隅田・村上, 2007; 小池ほか, 2015; 山野井ほか, 2015)。

中学校理科では、学習指導要領(文部科学省, 2008b)の第2章第4節第2(第2分野)2(3)「ウ動物の仲間」の「(イ)無脊椎動物の仲間」における内容の取扱いとして「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」とされている。この単元の大きな狙いは、脊椎動物の大きな特徴である内骨格という構造に対し、節足動物の外骨格という全く異なる形態を比較させることで、科学的な動物の分類方法やその多様性を学ぶことにある。しかし注意すべき点は、軟体動物門(ハマグリ、イカ)や環形動物門(ミミズ)については、解剖および内部器官の観察をとおして内臓・循環系を含めた体制構造について触れられることが多いが、節足動物に関しては、体が外骨格で覆われ節のある脚をもっている点に留まり、その体のつくりを扱うことは稀なことである。この背景として、昆虫が小型で内部構造が複

雑なため正確な解剖や観察に技術や時間を要すること、また児童・生徒の昆虫に対する抵抗感が強いことなどが考えられる。また、この単元は平成元年、平成10年、平成20年の3度にわたる学習指導要領の改訂で扱われ方が大きく変化し、平成10年学習指導要領では無脊椎動物の内容が削除されていたことも教材としての関心の低さに影響した可能性が考えられる(小池ほか, 2009)。

高校生物では、動物界の多様な神経系における節足動物のはしご型神経系として、また動物界の分類と多様性の例として、節足動物の一般体制(内部構造)が図説資料集に取り上げられている。しかし、実際には小学校から高校までにおいて昆虫の内部形態を学習する機会は極めて少ない。

昆虫の学習においては「頭」、「胸」、「腹」など哺乳類と共通の形態用語が使用されるため、体内部の基本的な構造も共通しているといった誤認識を持ちやすいと考えられる。動物の分類階級である“門 Phylum”が異なるということはボディプラン(体構造)が全く異なることを意味する。脊索動物門(脊椎動物亜門)と節足動物門の体のつくりが著しく異なることを正しく理解することは、動物界の多様性を認識することに繋がる。また、学校の学習内容では直接的に扱われないが、これらの昆虫の詳しい形態形質の知識を身に付けておくことは、教員として児童・生徒に教える際に大変役立つものである。

1-2. 昆虫の体制

学校の教員のために、昆虫の体のつくりをはじめ昆虫学一般を解説した文献では、林(1986)や北野(1999)が分かりやすく、さらに詳細な資料としては、内田ほか(1970)、松香ほか(1984)、平嶋ほか(1989)や平嶋・広渡(2017)などが挙げられる。以下の解説もこれらの資料を参考とした。昆虫と脊椎動物の体のつくりでは外骨格と内骨格の違いの他に、本研究においては内部形態の構造が大きく異なる器官系として次の5つ、神経系、消化器系、心臓・血管系、呼吸器系、筋肉系に着目した。

昆虫の神経系は中枢神経系、内臓神経系、末梢神経系に大別されるが、とくに顕著なものが中枢神経系である（図1、2）。体の各体節に1対ずつの神経球をもち、とくに頭部にある食道神経球は脳とも呼ばれる。昆虫の神経系のもう一つの特徴として、大脳から腹部末端に伸びる中枢神経は途中で食道と交叉し、胸部および腹部においては腹側に配列する。

昆虫の消化器系は、頭部口器は腹面側に開口するが、胸部以後から腹部末端の肛門に至るまで中枢神経系に対して背面側に位置する点で、脊椎動物の中枢神経系および消化器系の位置関係と大きく異なる（図1、2）。消化器系の構造は昆虫群

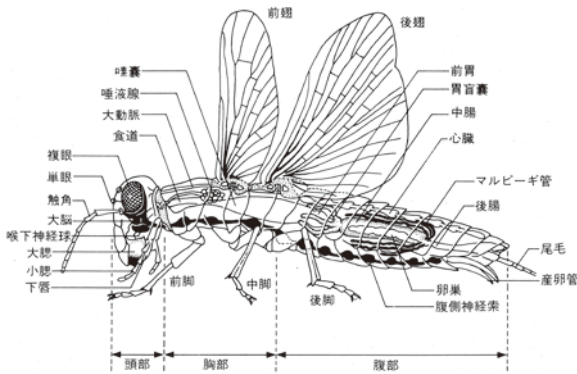


図1 有翅昆虫の一般体制(松香ほか, 1984より転載)

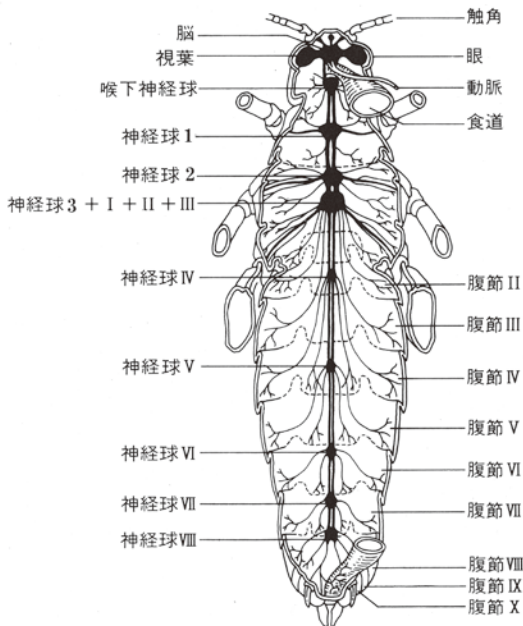


図2 バッタの中枢神経系(松香ほか, 1984より転載)

により多様であるが、セミに関する消化器系の最近の報告ではZhong *et al.* (2015) が参考となる。

昆虫の心臓・血管系は脊椎動物の閉鎖血管系と大きく異なる開放血管系である。血液の循環の原動力となる「心臓」の役割を果たすのは腹部にある背脈管とよばれる動脈である。この動脈の拍動により腹部後方から前方への流れが生じ、動脈先端の開口部から様々な組織へ流れる。腹部では逆に体の前方から後方に、さらに腹面から背面に流れて再び背脈管内に流入する（図3）。

昆虫の一般的な呼吸器は、体全体に分布する気管系であり、気門・気管・毛細気管から構成される（図4）。気門はふつう胸部に2対、腹部に8対がみられ、酸素はおもに自然拡散により入口の気門から気管に入り込み、毛細気管から細胞膜を通して直接ガス交換が行われる。水生昆虫の多くでは、水に溶存する酸素を取り込むための特殊な鰓をもつ。

昆虫の筋肉系は骨格系筋肉と内臓系筋肉に大別される。歩行や飛翔、体節の可動に使われる骨格

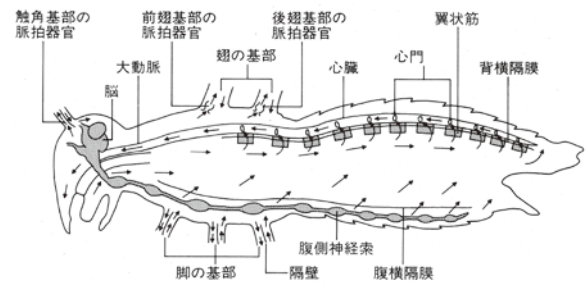


図3 昆虫の血液の循環を示す模式図(松香ほか, 1984より転載) 矢印は血液の方向を示す

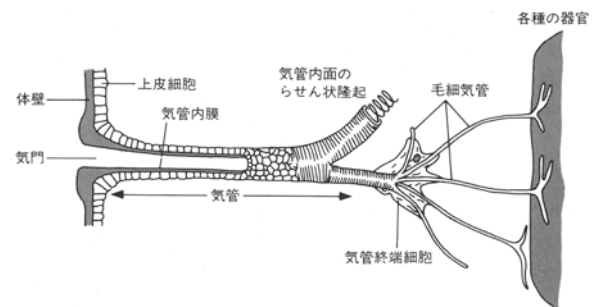


図4 気管の構造(松香ほか, 1984より転載) 気門と気管の関係を模式的に示してある

系筋肉は、平行に走る筋繊維の束よりなる随意筋でその種類は極めて多い。そのなかで主なものとして、体節の背板と腹板を結ぶ背腹筋と、関節間を縦走して隣接する背板間もしくは腹板間を相互に連ねる縦走筋がある（図5）。

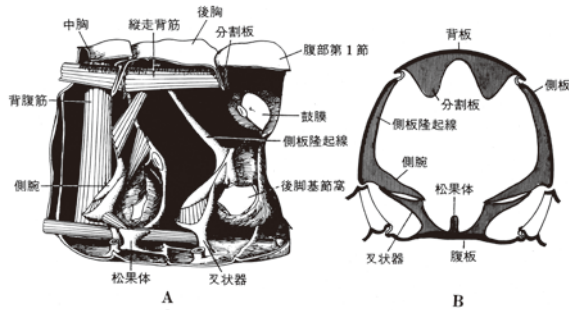


図5 イナゴの胸部(松香ほか, 1984より転載)
A: 内骨格と主要な筋肉を示す断面図。
B: 横断面図

1-3. 教材としてのセミの可能性

カイコ *Bombyx mori* (チョウ目, カイコガ科) の幼虫は、大量に飼育が可能のため生徒の多い学校での解剖教材として活用されてきた(小笠原, 1979; 内山・佐名川, 2007)。とくに最近では、幼虫飼育用の完全人工飼料が開発され飼育がさらに容易になり(森本ほか, 2002)、小学校生活科での教材としても提案されている(花園ら, 2016)。しかしカイコ幼虫の解剖の課題点として、ある程度の技術を要すること、内臓が複雑なため位置関係を把握しにくいこと、幼虫のため外骨格と筋肉の関係が捉えにくいこと、昆虫の解剖に対する児童・生徒の抵抗感が強いことなどが考えられる。そこで本研究では、昆虫の体のつくりを理解する教材として、より扱いが容易で観察しやすいセミを用いた実験を考案した。

セミ類(カメムシ目, 頸吻亜目, セミ科)は、オスの鳴き声が夏の風物詩として最も親しまれている大型昆虫のひとつといえる。セミのオス腹部は発音器として極めて特殊化した構造となり、その一つは腹部全体が空洞状に発達して音を増幅させる共鳴室(気囊)である。このため腹部背板に心臓・血管系と消化器系が、腹部腹板には神経系と呼吸器系がそれぞれ密着しており(図6)、光

を当てて透かし見るとその構造を外側から容易に観察することができる。

日本においてセミ科は16属36種が知られており(林ほか, 2016; Hayashi & Usui, 2017)、本州以南では市街地近郊でクマゼミ、アブラゼミ、ミンミンゼミ、ツクツクボウシ、ニイニイゼミ、ヒグラシなど複数種の鳴き声を聞くことができる。しかし、北海道では道南以外の多くの地域において、普段の生活で耳にする鳴き声はエゾハルゼミの1種のみである。エゾハルゼミ(図7)のオスは体長が約35mmとヒグラシと同程度の大型種で、本州中部以西では700~1,500mの山地(ブナ帯)にみられるが、北海道、東北地方では平地~低山地に見られ、5月中旬から7月末にかけて出現する(林・税所, 2011)。本種のオス腹部は、他種に比べて薄い袋状でとくに大きく、淡い褐色のため光を透過しやすい特徴をもつ。そのため、体制構造の観察のしやすさから本研究の教材対象に適した昆虫である。

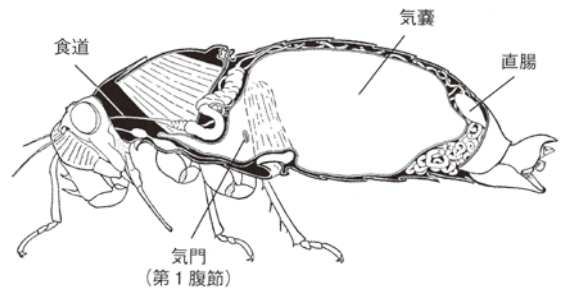


図6 ジュウシチネンゼミ(成虫)の気囊(平嶋・広渡, 2017より転載)

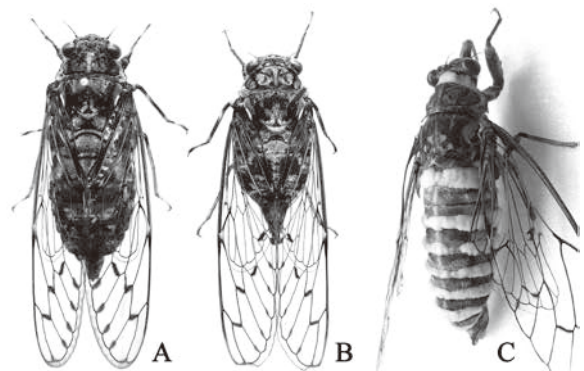


図7 エゾハルゼミ
A: オス B: メス C: カビに感染したメス

1-4. 研究の目的

本研究では、北海道において採集しやすいエゾハルゼミを活用して、昆虫の体のつくり、とくに内部構造の理解を深める教材の有用性を検討する。本教材の活用対象として(1)中学校の理科実験を想定した腹部の外部からの簡易観察(2)理科の教員を目指す大学生を対象とした腹部切開による解剖観察、の二つの場面を検討する。

2. 方法

2-1. 材料

エゾハルゼミ *Terpnosia nigricosta* (Motschulsky, 1866) [分布：千島，北海道，本州，四国，九州；中国，極東ロシア]

北海道においてはミズナラやシラカバなどの樹林でよくみられ、群生することも多い。本研究では旭川市街から車で一時間ほどにある北海道上川郡美瑛町の忠別ダム湖畔で採集を行った(図8)。エゾハルゼミは気温の低い午前中には飛翔能力が著しく低下するため、樹木に振動をあたえたと地面に落下し素手で採集することができる。しかし、個体群密度の高い場所では糸状菌(カビ)に感染している個体も多く(本採集ではおよそ10個体に1個体は感染していた)、採集後1~2日で菌糸に覆われて体が崩れ落ちてしまうため(図7c)、個体数は余裕をもって確保することが必要である。捕獲後は室温もしくは冷蔵庫で餌をあたえずとも数日は生かしておくことができるため、本研



図8 エゾハルゼミの生息環境

究では実験日の前日に採集し準備した。実験には生徒一人に対してオス1個体(および予備個体)を用意した。

2-2. 対象

本研究では北海道内の教員養成課程に属する大学2~4年生56名(男41名，女15名)を調査対象とした。調査対象のうち北海道出身者が47名で、北海道以外の出身者が9名であった。90分の講義内で事前アンケート、セミの観察・解剖、事後アンケートを行った。

3. 結果

3-1. 事前アンケート

事前アンケートでは、学生に(1)セミに関する体験(2)セミに関する知識(3)昆虫の体のつくりに関する知識、の3つの観点から質問を行った。セミに関する体験については、道内出身者と道外出身者で違いが見られたため、それぞれの回答割合を示した。それ以外の項目については大きな差は見られなかったため、全体での回答割合を示した。

(1) セミに関する体験(表1)

道内出身の学生は道外出身者と比較してセミに関する体験が低い傾向にあった。本州以南では複数種のセミが市街地の街路樹や公園、家の庭にも集まり日頃から接する機会が多い。しかし北海道のエゾハルゼミは山地やその近隣の緑地に生息し、公園などにおいても少数個体が樹木の高所で鳴くため、日常的に直接目にする機会が少ないためと考えられる。

(2) セミに関する知識(表2)

セミに関する一般的な知識は大半の学生がもっているが、エゾハルゼミの種名を解答できた学生は全体のうち2名のみと極めて少なかった。また鳴き声についても、約4割の学生が近隣に生息していない他種のセミと混同していた。本種の鳴き声は独特で、“ミョー——キン・ミョー——キン……ミョー——ケケケケ……！！”と高潮音(合唱)はカエルの声に似る(林・税所, 2011)。し

表1 セミに関する体験

項目	回答(%)				
セミを捕まえたり触ったりしたことがある	①何回もある	②一度だけある	③触ったことはない	④実物を見たことがない	
	全体	41	25	27	7
	道内	34	30	28	9
	道外	78	0	22	0
セミの抜け殻を拾ったことがある	①何回もある	②一度だけある	③見たことはある	④実物を見たことはない	
	全体	55	14	23	7
	道内	47	17	28	9
	道外	100	0	0	0
セミの羽化を見たことがある	①何回もある	②一度だけある	③映像や本で見た	④見たことない	
	全体	9	7	61	23
	道内	4	4	64	28
	道外	33	22	44	0
セミに触ることに抵抗がありますか	①とてもある	②すこしある	③あまりない	④全くない	
	全体	31	31	23	14
	道内	28	31	28	14
	道外	50	33	0	17

表2 セミに関する知識

項目	回答(%)				
このセミの名前はなんというか [セミの名前:]	①エゾハルゼミ	②アブラゼミ	③ミンミンゼミ	④その他(7種類)	⑤無回答
	全体	4	39	25	13
旭川にいるセミの鳴き声を知っている *4種類の鳴き声を聞かせる	①クマゼミ	②エゾハルゼミ	③ツクツクボウシ	④ミンミンゼミ	
	全体	13	57	14	16
オスとメスのセミの鳴き声について	①両方が鳴く	②オスのみが鳴く	③メスのみが鳴く	④両方鳴かない	
	全体	7	84	4	5
セミの幼虫はどこで生活していますか	①植物のうえ	②地表	③水中	④地中	
	全体	5	0	2	93
セミに最も近縁な昆虫はどれですか	①ハチ	②カブトムシ	③カメムシ	④ハエ	
	全体	22	13	38	29

かし、エゾハルゼミは他のセミと比べてテレビなどの映像や音声に登場する機会が少ないことが低い認識の一因とも考えられる。これらの要因から、北海道のセミに対する関心や知識は道外に比べて低いものと考えられる。

(3) 昆虫の体のつくりに関する知識 (表3)

エゾハルゼミのオスを学生に観察させてから、①神経②消化管③心臓・大動脈④呼吸器⑤腹部の筋肉の配置を予想させ、昆虫(セミ)の模式側面図(図9)にそれぞれ描き込みさせた。各項目に対する回答の正答率はどれも3割以下であり、回答内容の傾向は以下の通りである。各項目に対する描き込みの回答のなかから、典型的に見られた

表3 昆虫の体のつくりに関する知識

項目	回答[割合]
昆虫の「神経」の配置を図示しなさい	[正答率: 7%]
昆虫の「消化管」の配置を図示しなさい	[正答率: 2%]
昆虫の「心臓・大動脈」の配置を図示しなさい	[正答率: 2%]
昆虫の「呼吸器」の配置を図示しなさい	[正答率: 28%]
昆虫の「腹部の筋肉」の配置を図示しなさい	[正答率: 23%]

パターンを4例ずつ選び図10から図14に示す。

①昆虫の「神経」の回答

神経が頭部では背面側に、そのあと腹端へ向かうにつれて腹面側に位置する図示を正解とした(図10a, 7%)。その他に多く見られた回答としては、頭部から腹端まで背面側にある(図10b,

37%), 頭胸部の背面側のみにある (図10c, 28%), 体の中央を通る (図10d, 19%) がみられた。回答全体としては, 中枢神経が体軸中央もしくは背側に偏って配置されているものが多く, 脊椎動物の体制構造と混同しているものと考えられる。

②昆虫の「消化管」の回答

頭部から腹端まで伸びる消化管が体軸の中心に位置するもの (図11a, 51%) が最も多く, 次いで消化管が腹面側に位置するもの (図11b, 20%) が多かった。また消化管の位置に関係なく, 腹部の末端以外に肛門が示された回答 (図11c, 22%) も多数見られた。想定していた正解の消化管が背面側に位置するもの (図11d, 2%) は極めて少なかった。しかし, セミのオスでは消化管が背板に密着しているが, 昆虫一般でみると消化管が神経の背面側にあるが体軸の中心に位置することもあるため, 設問の設定にも不備があったと考えられる。

③昆虫の「心臓・大動脈」の回答

大動脈は背面側を通り心臓 (背脈管) が腹部に

ある (図12a, 2%) 正答は少なく, 心臓が胸部にありそこから様々な経路で体中を巡る回答 (図12b-d) が大分部であった。とくに, 大動脈の位置とは関係なく心臓が胸部に存在する回答は全体の7割に及び, ここにも脊椎動物との体制構造の混同が顕著であった。

④昆虫の「呼吸器」の回答

腹部や胸部の気門から気管を通して呼吸する仕組み (図13a, 28%) は他器官に比べて正しく認識している学生が多かった。しかし, その循環の原動力に胸部や腹部の肺が関わっているといった誤認識も同程度みられた (図13b, 26%)。そのうちの一部には, 口から口へ (図13c) や口から他部位へ (図13d) の通気など, 呼吸に口が関わる回答が3割程度見られた。

⑤昆虫の「腹部の筋肉」の回答

想定した正解は, 腹部の縦走筋の配置 (図14a, 23%) であったが, 関節間を結ぶもの (図14b) や背腹筋 (図14c), 複数節を貫通する筋 (図14d) など様々なものが見られた。どの回答も,



図9 アンケートで提示した昆虫模式図

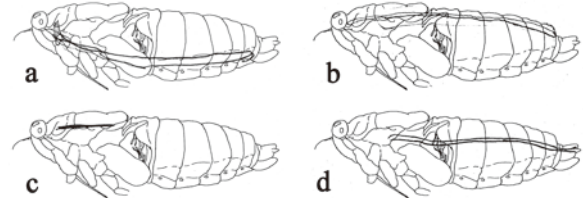


図10 昆虫の「神経」の回答例

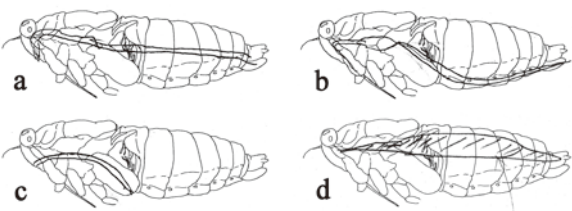


図11 昆虫の「消化管」の回答例

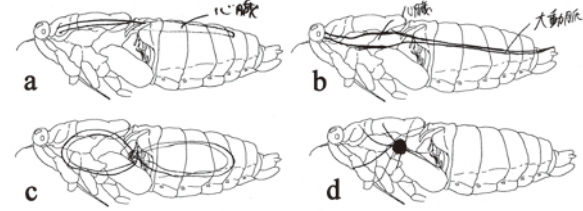


図12 昆虫の「心臓・大動脈」の回答例

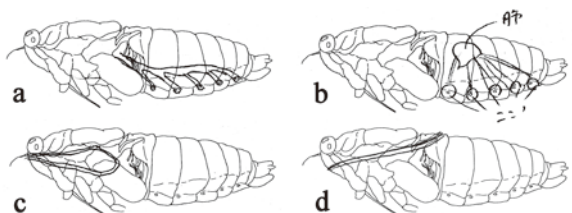


図13 昆虫の「呼吸器」の回答例

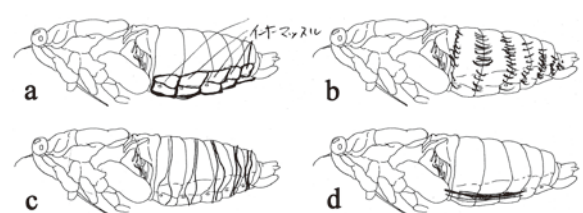


図14 昆虫の「腹部の筋肉」の回答例

筋繊維が節と節を結ぶイメージを持っており、内部骨格などの回答は見られなかった。

3-2. エゾハルゼミの観察・解剖

(1) 懐中電灯の透過による外部からの腹部観察

昆虫一般およびセミの体のつくりを解説したあと、生きたエゾハルゼミのオスを学生に一匹ずつ与え、懐中電灯で腹部を透かし観察を行った(図15a)。セミが飛翔して逃げたり、脚や翅が邪魔で観察がしにくい場合には、ハサミで脚と翅を除去した。スマートフォンのライトの上にセミを置くと、ルーベや双眼実体顕微鏡での観察がしやすい(図15b)。

(2) 解剖による内部観察

腹節の節間膜に針で穴をあけてあげてあげ(図15c)、小型の解剖ばさみで腹部外骨格を切り開く。側板を切り開くと、腹板の縦走筋の収縮を観察することができる(図15d)。また、腹部背板の全体を取り除くと、腹面側の神経系と気管系を観察できる(図15e)。切り取った背板には消化管と背脈管(心臓)が確認でき、背脈管は切除後30分ほど拍動を続けた(図15f)。解剖時には腹部から内容物や体液の流出はほとんどみられなかった。また、

本実験の趣旨からは外れるが、セミの発音筋と鼓膜の振動による鳴き声のしくみについても観察できた。

3-3. 事後アンケート

事後アンケートでは、(1)昆虫の体のつくりに対する理解(2)本実験の感想の2つの観点から質問を行った。

(1) 昆虫の体のつくりに対する理解(表4)

観察した5項目のうち、「神経」「消化管」「心臓・血管」については9割以上の学生が理解に対して肯定的な回答であった。これは、「神経」は薄橙色で多少の立体感があること、「消化管」は太長く他組織と比較して色彩も異なり区別しやすいこと、「心臓・血管」の背脈管は拍動していることから、これらは肉眼やルーベでも観察が十分容易であったためと考えられる。これら3項目と比較し、「呼吸器」および「腹部の筋肉」ではよく分からないと回答する学生が多かった。「呼吸器」のうち、気門は腹部外側から黒色点として肉眼で識別が可能であり、気管は気門から腹部内部に伸びる白い繊維として確認できる。しかし、昆虫の呼吸に「肺」のような構造が関わっていると

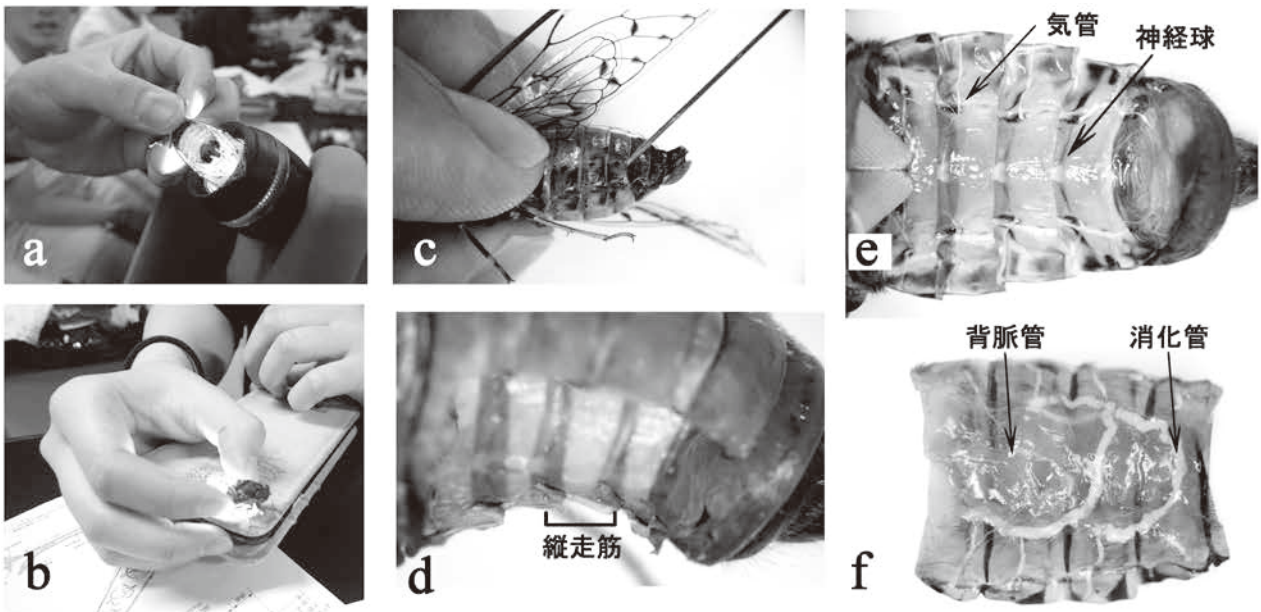


図15 エゾハルゼミの腹部観察と解剖

a: 懐中電灯による腹部観察, b: スマートフォンのライトによる観察, c: 節間膜を針で割く, d: 腹部側板の除去, e: 腹部背板を切除した腹部内部, f: 切除した腹部背板

誤認識している学生にとっては、そのイメージを修正できない限り理解へ結びつかないと考えられる。「腹部の筋肉」は、筋肉が透明で小さいため、実体顕微鏡（倍率20倍ほど）でなければ筋繊維の収縮の様子が観察できなかつたことが原因と考えられる。

(2) 本実験の感想（表5）

本実験の観察・解剖の簡単さと経験の有用性については9割ほどの学生が肯定的な意見を示した。しかし、この実験を小・中学校の授業として取り組むことには否定的な意見も見られ、外部からの観察については約3割が、内部の解剖観察については6割の学生が学校での実験に向かないと回答した。実験前に6割の学生がセミに対する抵抗

感を持っていたことに対し、実験後には4割弱とやや減少したが、記述感想にはセミに触れることや生きたまま解剖することへの強い抵抗感が多数記されていた。

4. まとめと今後の課題

アンケート調査の結果から、道外と比べて北海道においてセミはそれほど身近な生き物ではなく、経験や知識が低い傾向がみられた。また、大学生の多くが昆虫の体のつくりについて、神経は体の中央もしくは背面側を通る、食道は体の中央もしくは腹面側を通る、心臓は胸部にある、呼吸には口や肺が関わっている、など脊椎動物の体の

表4 昆虫の体のつくりに対する理解度

項目		回答[割合]			
		①良く出来た	②できた	③あまりよく分からない	④全く分からない
節足動物の神経の配置が理解できましたか	全体	27	66	7	0
節足動物の消化管の配置が理解できましたか	全体	25	68	7	0
節足動物の心臓・血管の配置が理解できましたか	全体	38	55	7	0
節足動物の呼吸器の配置が理解できましたか	全体	36	48	16	0
節足動物の腹部の筋肉の配置が理解できましたか	全体	19	54	27	0

表5 実験の感想

項目		回答[割合]			
		①とても	②まあまあ	③あまり	④全く
この実験は観察が簡単でわかりやすかったですか	全体	29	63	5	2
この実験の経験は生徒に教えるときに役立ちますか	全体	43	46	11	0
この実験(外部観察のみ)を学校で試そうと考えますか	全体	36	31	22	11
この実験(内部の観察)を学校で試そうと考えますか	全体	11	29	49	11
セミの腹部を解剖することに抵抗がありましたか	全体	31	31	18	20
実験後では、セミに触ることに抵抗がありますか	全体	19	19	22	39

つくりと混同したイメージをもっていた。昆虫は小・中学校の理科学習において重要な教材であるため、教師が正確な昆虫の知識をもち児童・生徒の指導に当たることが望ましい。また、昆虫の体のつくり、とくに内部構造に関する学習内容や教材が乏しいなかで、児童・生徒が昆虫と脊椎動物との著しい体制構造の違いを知ることは、大きな驚きから動物に対する深い興味へと転じさせることができる。今回考案した教材は、外部からの腹部観察は懐中電灯で透かすのみであり、また腹部の解剖は針とハサミを使い数分間の簡単な作業で各器官を観察できることから、授業内の短い実験時間でも十分に実地可能である。また、セミのオスの内臓は背板側と腹板側に明確に分かれるため、本来なら複雑な器官同士の位置関係も明瞭に観察できる。腹部筋肉は無色のため筋収縮の観察が難しいが、染色液等で着色することで改善できるものとする。以上の点からも、実験方法の簡単さと観察・理解のしやすさについて、従来の昆虫教材の課題点を改善できるものと考えられる。しかし、学校で本実験を行うことには、児童・生徒の昆虫に対する抵抗感が強いと懸念されることから消極的な意見も多かった。児童・生徒の昆虫に対する関わりや意識に関する調査からもネガティブな傾向にあることが報告されている（竹下，1991；佐伯，2008；堀田・千葉，2012）。しかしこの懸念は、児童・生徒のみならず教える側の教員自身が昆虫に対する苦手意識を持つことの表れとも考えられる。教員が昆虫教材に対する知識だけでなく、自己の考えや態度をよく認識したうえで冷静に指導できることが、虫嫌いな相手に対する適切なアプローチに必要不可欠である。本実験の経験が将来の学校現場で役立つと考える学生も多いことから、まずは教員養成大学における解剖実験として内容を充実させるべきであろう。この教材を自信を持って指導できる教員が育成された将来において、はじめて学校現場での活用が期待できる。その他に本教材の課題点としては、入手時期が限られていること、生徒分の数を揃えるためには採集地の情報収集や採集技術が必

要なことも挙げられる。道外に比べ北海道ではエゾハルゼミが採集しやすいとはいえ、教員個人にたいする材料準備の負担は大きい。そのためには、これらに詳しい地域の住人、児童・生徒やその家族との繋がりや協力によって補うことも可能である。北海道ではセミの認知度が低いことから、この地域でエゾハルゼミの教材を活用することは、身の周りの特色ある生き物に改めて目を向ける地域教育としての有効性も考えられる。

参考文献

- 安東久幸 (1991) 「日本における昆虫の教材史について」『理科の教育』40(6)：16-19
- 花園誠・島田聡・片平由紀・花園美樹 (2016) 「教材としてのカイコガ (*Bombyx mori*) の有用性について」『帝京科学大学教職センター紀要』1(1)：209-215
- 林正美 (1986) 「教師のためのやさしい昆虫学(1)~(3)」『理科の教育』35(7)：52-57；35(8)：58-63；35(9)：1-6
- 林正美・友国雅章・吉澤和徳・石川忠 共編 (2016) 「日本昆虫目録第4巻準新翅類」権歌書房，福岡
- 林正美・税所康正 編著 (2011) 「日本産セミ科図鑑」誠文堂新光社，東京
- Hayashi, M. & T. Usui (2017) New Record of an Alien Cicada, *Platylomia pieli* (Hemiptera: Cicadidae) from Japan. *Japanese Journal of Systematic Entomology*, 23 (1): 101-102
- 平嶋義宏・広渡俊哉 編著 (2017) 「教養のための昆虫学」東海大学出版部，神奈川
- 平嶋義宏・森本桂・多田内修 (1989) 「昆虫分類学」川島書店，東京
- 堀田のぞみ・千葉和義 (2012) 「小学校教員養成課程における動物教材の扱いに関する基礎的研究：女子学生の身近な生物，特に昆虫を中心として」『生物教育』52(4)，152-164
- 泉葉子 (2006) 「昆虫の模型づくり」『理科の教育』55(4)：36-37
- 北野日出男 (1999) 「教師のためのやさしい“昆虫学”(I)~(VI)」『理科の教育』48(1)：56-59；48(2)：52-55；48(3)：54-57；48(4)：60-63；48(5)：62-65；48(6)：60-63
- 小池啓一・小山千里・野原由香 (2009) 「中学校理科における分類群としての動物の扱い」『群馬大学教育実践研究』26：39-45
- 小池守・鴨下央・小松田勇樹・佐藤仁紀・永沼充・高津戸秀 (2015) 「昆虫形態の基本概念を児童が形成するためのICTを活用した教材開発に関する研究」『科学教育

- 研究』39(1): 19-31
- 松香光夫・大野正男・北野日出男・後閑暢夫・松本忠夫
(1984)「昆虫の生物学」玉川大学出版部, 東京
- 文部科学省 (2008a)「小学校学習指導要領解説」大日本
図書株式会社, 東京
- 文部科学省 (2008b)「中学校学習指導要領解説」大日本
図書株式会社, 東京
- 森本弘一・岩地晶恵・田中裕子 (2002). 「生活科におけ
るカイコの教材としての可能性」『奈良教育大学紀要.
人文・社会科学』51(1): 61-67
- 小笠原英明 (1979)「カイコの学習と飼育」ニュー・サイ
エンス社, 東京
- 佐伯英人 (2008)「児童・生徒の昆虫に対する意識」『山
口大学教育学部研究論叢. 第3部, 芸術・体育・教育・
心理』58: 67-73
- 隅田学・村上圭司 (2007)「夢のこん虫づくり—小学校第
3学年A区分: 昆虫のつくりとはたらき—」『理科の教
育』56: 24-27
- 竹下政範 (1991)「今日の“子ども”と“昆虫”とのかか
わりについて」『理科の教育』40(6): 12-15
- 生方秀紀 (1991a)「生物教材としての昆虫の適性」『理科
の教育』40(6): 20-23
- 生方秀紀 (1991b)「昆虫: 生物教材としての諸特性」『日
本理科教育学会北海道支部会報』40: 12-17
- 内田亨監修 (1970)「動物系統分類学7下A (節足動物
3a) 昆虫類 (上)」中山書店, 東京
- 内山裕之・佐名川洋之 編著者 (2007)「解剖・観察・飼
育大辞典」星の環会, 東京
- 山野井貴浩・大坂里奈・及川貴也 (2015)「昆虫の体のつ
くりの理解を促すとともに進化的視点から考察を行う
機会を提供する生物教材の開発～アリとアリグモの比
較を通して～」『科学教育研究』39(4): 367-379
- 矢島稔 (1990)「教材の条件とその管理ポイント」『理科
の教育』39(2): 8-11
- 矢野幸夫 (1977)「チョウの実験と観察—モンシロチョ
ウ・アゲハチョウ—」東洋館出版社, 東京
- Zhong H., Zhang Y., & C. Wei (2015). Morphology and
ultrastructure of the alimentary canal of the cicada
Platypleura kaempferi (Hemiptera: Cicadidae).
Entomological Science, 18: 340-352

(旭川校講師)

