

## 中学生の無脊椎動物に関する認識調査と 動物分類ワークシートの開発

山野井 貴 浩<sup>1</sup>・高橋 希 実<sup>1</sup>

### 1. はじめに

現行の中学校学習指導要領（文部科学省, 2008）に基づく理科教育では、第2学年の「動物の仲間」において「無脊椎動物の仲間」が扱われている。学習指導要領には「無脊椎動物の観察などを行い、それらの動物の特徴を見出すこと」と書かれており、「内容の取り扱い」には「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」と書かれている。つまり、無脊椎動物の代表として節足動物と軟体動物を扱い、観察を通して、それらの無脊椎動物と脊椎動物との共通点や相違点を学習することが求められている。

この単元の学習に関して、中学校理科のすべての教科書（5社）には、観察・実験として、イカやアサリを用いた軟体動物の解剖が掲載されている。佐伯・沖野（2014）は中学校理科教員対象の質問紙調査の結果、第2学年を担当した多くの教員が、イカやアサリを用いた解剖を実施していると回答したことを報告している。バッタやザリガニ等の節足動物に関する観察もすべての教科書に掲載されているが、教科書での扱いは軟体動物の解剖に比べて小さく、また関連の研究報告も乏しいことから、ほとんど行

---

<sup>1</sup>白鷗大学教育学部  
e-mail : yamanoit@fc.hakuoh.ac.jp

われていない可能性がある。解剖は他の観察・実験よりも記憶に残る傾向があると指摘されているため（大鹿ら，2004）、節足動物に関する観察を行わず軟体動物の解剖のみを行っている場合、無脊椎動物に対する認識が正しく形成されない可能性がある。

そこで本研究では、まず「無脊椎動物の仲間」の授業における観察・実験の実施状況を明らかにするため、中学校理科教員を対象に質問紙調査を行った。それにより、軟体動物の解剖は行われているが節足動物の観察はほとんど行われていないことを確認した。次いで、「無脊椎動物の仲間」の単元全体を通して、生徒の無脊椎動物に対する認識がどのように変化するのかを明らかにするため、「無脊椎動物の仲間」を未学習の第2学年と既学習の第3学年の生徒を対象とした質問紙調査を行った。さらに、イカなどの無脊椎動物の解剖が生徒の無脊椎動物の認識に与える影響を明らかにするため、2年次の軟体動物の解剖実習の直前と直後に質問紙調査を実施した。最後に、これらの調査結果を受けて、「動物分類ワークシート」の開発を行い、高等学校『生物』を履修している高等学校3年生が生物の分類を学ぶ際に、本教材を用いた試行的な授業実践を行った。

## 2. 方法

### (1) 中学校理科教員対象の質問紙調査

第2学年の単元「動物の仲間」の「無脊椎動物の仲間」における無脊椎動物の観察・実験の実施状況を明らかにするため、2015年8月、栃木県内で開催された中学校理科教員対象の研修会において、質問紙調査を実施した。

質問項目は大きく4つである。1つ目は、「無脊椎動物の仲間」の単元の授業における無脊椎動物の解剖の実施状況を尋ねる質問である。イカやアサリを用いた解剖を実施しているかどうかを4件法（毎年実施する・実施する年が多い・実施しない年が多い・実施したことがない）を用いて尋ねた。「実施したことがある」（毎年実施する・実施する年が多い・実施しな

い年が多い、の何れか)と回答した場合は、実施形態(演示実験・生徒実験(グループ)・生徒実験(個人))についても尋ねた。また、イカやアサリ以外にこの単元において解剖を実施したことがある場合、その材料を自由記述形式で尋ねた。

2つ目は、同単元の授業における無脊椎動物の観察の実施状況を尋ねる質問であり、昆虫や甲殻類の観察を行っているどうかを、4件法を用いて尋ねた。「実施したことがある」(毎年実施する・実施する年が多い・実施しない年が多い、の何れか)と回答した場合は、生物名と観察内容を自由記述形式で尋ねた。また昆虫類や甲殻類以外の無脊椎動物の観察を実施したことがある場合は、その材料を自由記述形式で尋ねた。

中学校学習指導要領解説(文部科学省, 2008)では、無脊椎動物をより身近な生物として生徒に感じさせる工夫として、アルテミアなどの小さい無脊椎動物の飼育が提案されている。そのため3つ目として、同単元の授業における無脊椎動物の飼育の実施状況を4件法を用いて尋ねた(毎年飼育する・飼育する年が多い・飼育しない年が多い・飼育したことがない)。「飼育したことがある」(毎年飼育する・飼育する年が多い・飼育しない年が多い、の何れか)と回答した場合は、生物名を自由記述形式で尋ねた。

最後に4つ目として、上記以外で同単元の授業で実施していることがあるかを自由記述形式で尋ねた。

## (2) 「無脊椎動物の仲間」の学習が中学生の無脊椎動物の認識に与える影響

「無脊椎動物の仲間」未学習者(第2学年)と既学習者(第3学年)の無脊椎動物に対する認識の違いを明らかにするため、2015年6月に栃木県内の中学校2校(私立A中学校・公立B中学校)の第2学年(50名・88名)と第3学年(57名・71名)の生徒を対象に質問紙調査を実施した。

質問は全3問であり、第1問では「これまでに授業などで生物を解剖した経験はあるか」を尋ねた(回答方法は「はい」「いいえ」からの選択式)。「はい」と回答した場合は、解剖した生物名を自由記述形式で尋ねた。第

2問は、選択肢の中から無セキツイ動物（註：質問紙ではカタカナ表記を使用）に分類されると思う生物を選ぶ問題である。選択肢には24種の生物名が書かれている。昆虫類からカブトムシとバッタ、甲殻類からザリガニとカニ、その他の節足動物からクモとムカデ、軟体動物からイカとナメクジとアサリとタコ、その他の無脊椎動物からウニとヒトデを選択肢に含めた。脊椎動物からは無脊椎動物と間違える可能性のある生物として、ヘビとウーパールーパーとウナギを選び、その他、魚類からメダカ、両生類からカエル、爬虫類からカメとワニ、鳥類からスズメとニワトリ、哺乳類からイルカとイヌとウマを選択肢に含めた。第3問では、無セキツイ動物の特徴を自由記述形式で尋ねた。

### (3) イカなどの無脊椎動物の解剖が生徒の無脊椎動物の認識に与える影響

解剖実習の直前と直後で無脊椎動物の認識がどのように変化するかを明らかにするため、2015年11月～12月に栃木県内公立中学校2校（C中学校およびD中学校）の第2学年の生徒を対象に解剖実習の前後で同一の質問紙調査を実施した（C中学校37名、D中学校141名）。

質問は第1問と第2問の計2問であり、それぞれ(2)の調査で用いた質問紙の第2問と第3問と同一である。ただし、第1問の回答方法は選択式ではなく自由記述形式とした。解剖実習前に選択肢の動物名を読むことは、解剖実習後の調査結果に影響を及ぼす可能性があるかと判断したためである。

### (4) 「動物分類ワークシート」の開発と試行的な授業実践の実施

後述する質問紙調査の結果を踏まえ、無脊椎動物には軟体動物に加えて節足動物も含まれることの理解を促進させる教材として「動物分類ワークシート」を開発した（図1）。ワークシートには脊椎動物と無脊椎動物（節足動物および軟体動物）のイラストが描かれている。脊椎動物のイラストにはイヌに加えて、後述する調査結果を踏まえ、無脊椎動物であると誤って判断する傾向があるヘビ、ウーパールーパー、ウナギを採用した。節足

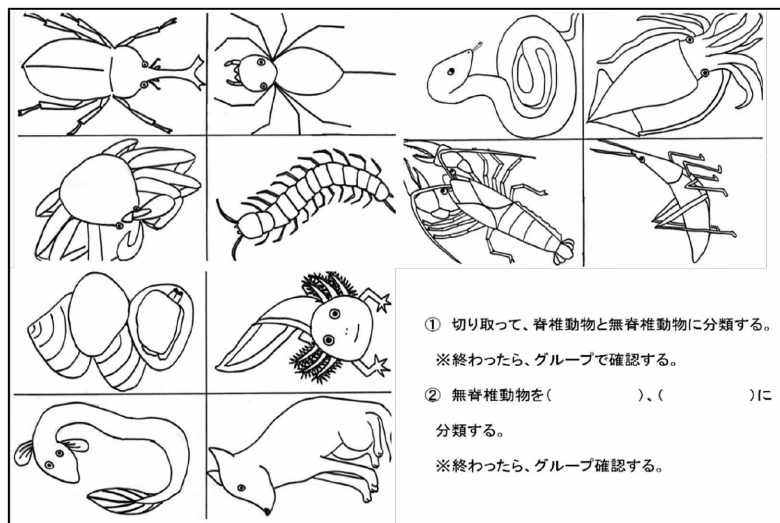


図1 動物分類ワークシート

動物のイラストは、昆虫類からバッタとカブトムシ、甲殻類からザリガニとカニ、その他の節足動物からクモとムカデを採用した。軟体動物からはイカとアサリを採用した。

「動物分類ワークシート」を用いた授業実践を高等学校3年の理系生物選択者(19名)を対象に2016年11月に実施した。高等学校『生物』の「(5) 生物の進化と系統」では、動物の分類が扱われるため(文部科学省, 2009)、この単元の導入として本教材を利用した。授業は著者のうち山野井が担当した。ワークシートに書かれた指示に従い、12種の生物をまず脊椎動物と無脊椎動物に分類し、次いで無脊椎動物を2つのグループ(節足動物と軟体動物)に分類するよう指示した。まず個人で分類活動を行い、終わったらグループで互いの分類結果を確認するよう指示した。ワークシートを用いた活動は約10分間で行った。授業中の生徒の様子の観察、および授業後に生徒が書いた感想の内容から本教材の教育効果を評価した。

### 3. 結果

#### (1) 教員対象質問紙調査

調査対象の中学校理科教員は12名（男性5名、女性6名、無記入1名）であり、教員歴は4～35年（平均18.3年）であった。いずれの教員も第2学年の理科の授業を担当したことがあると回答した。

解剖、観察、飼育の実施状況の結果を表1に示す。イカの解剖の実施頻度は高いものの、昆虫や甲殻類の観察や無脊椎動物の飼育はほとんど実施されていない状況が窺える。イカの解剖の実施形態は「生徒実験（グループ）」の回答が11名、「演示実験」の回答が1名、アサリの解剖の実施形態は「生徒実験（グループ）」の回答が2名、「生徒実験（個人）」の回答が3名であった。無脊椎動物の観察の材料および観察内容では、甲殻類については、アメリカザリガニが材料として挙げられ、「体のつくり（あし・えら・節）を観察する」という回答があった。昆虫類については、セミ、クワガタ、カブトムシが材料として挙げられ、「双眼実体顕微鏡で口、ルーペで体のつくりを観察」という回答があった。甲殻類や昆虫類以外の無脊椎動物の観察材料として、マイマイとミミズという回答があった。飼育したことがある無脊椎動物として、アリジゴクとダンゴムシの回答があった。4つ目の質問に対しては、回答がなかった。

表1 無脊椎動物の単元における解剖、観察、飼育の実施状況

	毎年実施する	実施する年が多い	実施しない年が多い	実施したことがない
イカの解剖	9人	2人	1人	0人
アサリの解剖	0人	1人	4人	7人
昆虫や甲殻類の観察	0人	0人	3人	9人
無脊椎動物の飼育	0人	0人	1人	11人

(2) 「無脊椎動物の仲間」の学習が中学生の無脊椎動物の認識に与える影響

授業などでの解剖経験は、第2学年の生徒は、A中学校では50名中12名(24%)が、B中学校では、88名中21名(24%)が「はい」と回答した。一方、第3学年の生徒は、A中学校では57名中56名(98%)が、B中学校では71名中65名(92%)が「はい」と回答した。

解剖経験のあると回答した生物名を表2に示す(複数回答可)。昆虫類の回答にはトンボ、カブトムシ、クワガタ、アリ、スズメバチが、甲殻類の回答にはザリガニ、カニが、魚類の回答にはフナ、コイ、ニジマス、ヤマメ、アジ、シシャモが、両生類の回答にはカエルが、爬虫類の回答にはトカゲ、ヘビが、哺乳類の回答にはブタ(心臓)、ネズミが、鳥類の回答にはニワトリが書かれていた。

表2 中学生が授業等において解剖したことのある生物

		軟体動物			昆虫類	甲殻類	魚類	両生類	爬虫類	哺乳類	鳥類
		イカ	アサリ	タコ							
2年生	A中学校	7				1	6	6		1	1
	B中学校		1		13	5	13	10	3		
	合計	7	1	0	13	6	19	16	3	1	1
3年生	A中学校	54			10	5	7		2	11	
	B中学校	20	63	1							
	合計	74	63	1	10	5	7	0	2	11	0

注) 表中の数字は人数を示す

中学生が無脊椎動物であるとして選んだ生物の結果を図2に示す(A、B両中学校の生徒の回答を合計)。すべての生物において、2年生より3年生の方が正答率は高かった。2、3年生ともに「節足動物」の平均選択率(2年生32%、3年生57%)は、「軟体動物」の平均選択率(2年生61%、3年生91%)に比べて低かった。脊椎動物のうち、3年生の「無脊椎動物と間違える可能性のある脊椎動物」(ヘビ、ウナギ、ウーパールーパー)の平均選択率は23%であり、その他の脊椎動物の平均選択率(4%)に比べて

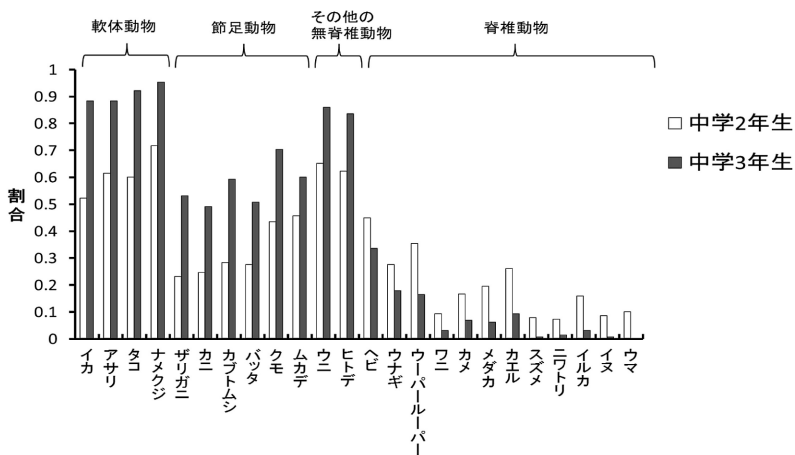


図2 各生物が「無脊椎動物」として選ばれた割合

高かった。その中でも特に、ヘビの選択率が高かった（2年生45%、3年生34%）。

無脊椎動物の特徴について多様な回答が得られたが「脊椎がない（背骨・骨がないも含む）」、「やわらかい（軟体動物、くにやくにや、くねくね、によるよるなどを含む）」、「その他」の3項目に分けた。「その他」には、節足動物（節がある）、かたい（外骨格・殻をもつ）、昆虫（虫）、水中にいる、筋肉で動くなど、多様な回答が含まれる。「脊椎がない」に加えて「やわらかい」と回答した人数の割合は3年生の方が高かった（「脊椎がない」3年生87%、2年生30%；「やわらかい」3年生21%、2年生7%）。

### (3) イカなどの無脊椎動物の解剖が生徒の無脊椎動物の認識に与える影響

第1問への回答は、「軟体動物」、「甲殻類」、「昆虫類」、「クモ類」、「多足類」、「その他」、「脊椎動物」に分類した。各生徒の各分類群の回答数の割合を求め（各分類群の回答数／全回答数）、その割合の全生徒の平均値を解剖前後で比較した。



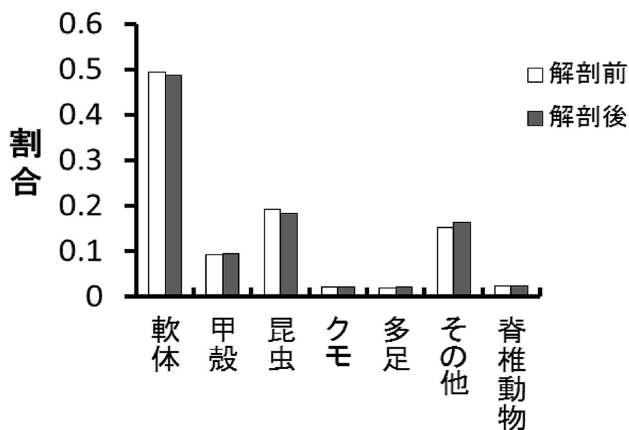


図3 生徒が無脊椎動物であると回答した生物

解剖実習の前後において、生徒の回答にほとんど変化は見られなかった(図3)。解剖前後ともに、軟体動物の生物名を書いた生徒が最も多かった。

(2)の調査結果と同様に、無脊椎動物の特徴について多様な回答が得られたが、回答を「脊椎がない(背骨・骨がないも含む)」、「やわらかい(軟体動物、くにやくにゃ、くねくね、によろによろなどを含む)」、「その他」の3項目に分けた。「脊椎がない」および「やわらかい」と回答した人数の割合は解剖実習前後でほとんど変わらなかった(「脊椎がない」前83%、後79%;「やわらかい」前26%、後29%)。「その他」に分類された記述には解剖前後で変化が見られ、解剖後には血が青い、水晶体がある、目と脳が繋がっている等の回答が見られた。

#### (4) 「動物分類ワークシート」を用いた試行的な授業実践

高等学校3年生であってもこの活動は簡単ではなかったようで、どのように分類すべきか悩んでいる様子であった(図4a)。脊椎動物と無脊椎動物とに分類する活動①では、ヘビ、ウーパールーパーはどちらに分類すべきかを悩んでいる生徒が見られた。無脊椎動物を節足動物と軟体動物に分類

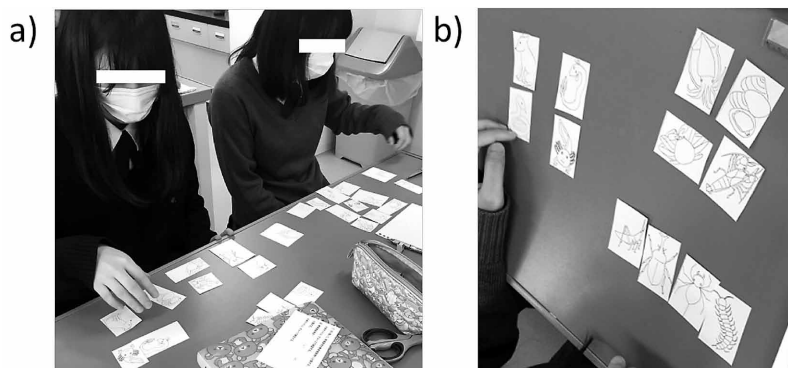


図4 授業中の生徒の様子

する活動では、カニやザリガニを軟体動物に分類している生徒が見られた(図4b)。グループで相談しながら行っていたため、苦戦しながらも、楽しそうに行っていた。

授業後の生徒の感想には、「動物の分類くらいはできるだろうと思ってしたが悩ましかった…」や「脊椎動物と無脊椎動物の分類はできると思っていたけど間違っていたことに気がきました」など、分類活動が難しかった、あるいは正しく分類できなかったと感想に書いた生徒が11名(58%)いた。一方で、「動物分類のカードが面白かったです」など、面白かったや楽しかったという感想を書いた生徒が3名(16%)いた。その他に「脊椎がないものがこんなに多かったとは知らなかった」、「節足動物が無脊椎であることを初めて知った」、「へびはどちらに分類されるか分からなかった」などの感想があった。

#### 4. 考察

中学校理科教員対象の質問紙調査の結果から、中学2年次の「無脊椎動物の仲間」の授業において、イカやアサリなどの軟体動物の解剖実習は多くの学校で実施されているものの、節足動物の観察や無脊椎動物の飼育は

ほとんど行われていないことが確認できた。「無脊椎動物の仲間」を未学習の2年生と既学習の3年生を対象とした質問紙調査において、2年生に比べて3年生は、多くの生徒が授業等で解剖した経験があると回答し、また多くの生徒が解剖したことがある生物として、イカやアサリなどの軟体動物を挙げたことから、イカやアサリなどの軟体動物の解剖実習は多くの学校で実施されていることが確認できた。

「無脊椎動物の仲間」を既学習の3年生は未学習の2年生に比べて、無脊椎動物を正しく選択できる傾向が見られたものの(図2)、3年生であっても、節足動物を選択する割合(57%)が軟体動物を選択する割合(91%)よりも大幅に低かった。未学習の2年生であっても、節足動物よりも軟体動物の方が無脊椎動物として選択される割合が高かったことから(節足動物32%、軟体動物61%)、多くの生徒は「無脊椎動物の仲間」を学習する以前から、軟体動物は無脊椎動物であると認識しているが、節足動物は無脊椎動物であると認識していないと言える。解剖実習の前後で、無脊椎動物として生徒が書いた生物名および無脊椎動物の特徴の記述にほとんど変化は見られなかったことから、解剖実習の影響は確認されなかった。

つまり、本研究の結果を総合すると、以下のような考察が可能である。『多くの生徒は「無脊椎動物の仲間」を学習する前から、軟体動物は無脊椎動物であると認識しているものの、節足動物は無脊椎動物であると認識していない。授業では、節足動物の観察はほとんど行われないが、イカやアサリなどの軟体動物の解剖は行われている。軟体動物の解剖を含む「無脊椎動物の仲間」の単元全体を通して、軟体動物および節足動物が無脊椎動物であると認識する生徒は増えるものの、節足動物を無脊椎動物であると認識する生徒は半数程度に止まる。また、この単元全体を通して、無脊椎動物の特徴として「やわらかい」を挙げる生徒が増加する。』本研究で行った中学生対象の2つの質問紙調査は、それぞれ別の中学校の生徒を対象に行ったものであり、上記の考察は早急であろう。この考察が妥当であるかを確認するには、同一の中学校の生徒を対象に、「無脊椎動物の仲間」

の学習全体を通して、無脊椎動物の認識がどのように変化していくかを経時的に調査することが必要である。また、中学校理科教員対象の質問紙調査も特定の地域の少人数に対して実施したものであり、全国的に同様の結果があるかどうかを確認するには、大規模な調査が必要である。

上記の考察から、中学生の無脊椎動物の認識を改善するには、教師が「生徒の多くは、軟体動物は無脊椎動物であると認識しているものの、節足動物は無脊椎動物であると認識していないこと」を踏まえ、観察・実験の充実など節足動物の授業方法を工夫することが必要と言える。ちりめんじゃこに含まれる生物（混獲物）を分類することで脊椎動物と無脊椎動物の分類について学習する提案がなされているが（丸山ら，2011；佐伯ら，2013）、「無脊椎動物の仲間」に関する観察・実験教材の開発はあまり進んでいないのが現状である。試行的な授業実践の結果から、本研究において開発した「動物分類ワークシート」は、一定の難しさはあるものの楽しみながら実施でき、脊椎動物と無脊椎動物の分類に加えて、節足動物の多様性に気付くことができる教材であることが示唆された。中学校2年次の「無脊椎動物の仲間」においても、本教材は有用な教材になるだろう。無脊椎動物の中でも節足動物の分類や体のつくりの理解に焦点化した教材は特に少ない。本研究がきっかけとなり、今後、多くの教材が開発されることを期待している。富川・鳥越（2010）は校庭で見つけることのできる節足動物門の4亜門（多足亜門、六脚亜門、甲殻亜門、鋏角亜門）の体のつくりの特徴と観察のポイントについて分かり易く解説をしており、節足動物の多様性を学ぶ教材を開発する上で参考になるだろう。

内山（2002）は中学1年生に動物の名前を5つ答える問いを出したところ、多くの生徒は哺乳類の名前を挙げ、軟体動物や節足動物の名前を挙げた生徒は少なく、それら以外の無脊椎動物の名前を挙げた生徒はいなかったことを報告している。本研究の、イカの解剖実習前後に行った質問紙調査においても、無脊椎動物として軟体動物や節足動物以外を挙げた生徒は少なかった（2年生15%、3年生16%）。中学校学習指導要領（文部科学

省, 2008) では「節足動物や軟体動物の観察を行い」と書かれているため、教科書では節足動物と軟体動物が中心に扱われている。教科書に「その他の無脊椎動物」に関する記載もあるものの、扱いは小さく、写真とともに生物名が羅列されているだけである。無脊椎動物は、脊椎動物を除いた動物の総称であり、既知の動物種の95%にも及ぶ多様な生物が含まれる(Reece et al. 2011)。キャンベル生物学(原書9版)によると、節足動物の種がそのほとんどを占め(100万種以上)、次いで軟体動物の種が多いが(9万3000種)、線形動物門(2万5000種)、扁形動物門(2万種)、環形動物門(1万6500種)など多くの種を含む分類群が複数存在する(Reece et al. 2011)。高等学校『生物』の生物の分類ではこれらの動物門を扱うが、今回の授業実践の後に動物界の系統関係を扱った際の生徒の感想に「生き物はとても細かく分かれていて分類するとたくさんの類に分かれるので覚えるのが大変」という意見があったことから分かるように、中学校理科では2つの分類群しか扱わなかった無脊椎動物が高等学校生物になると扱う分類群の数が大幅に増えるため<sup>1)</sup>、生徒にとって負担が大きい。そのため、中学校理科において「無脊椎動物はすべての動物のうち95%を占める多様な動物の集まりであること。教科書では、その中でも種数の多い節足動物や軟体動物を中心に扱うが、その他にも多様な生物がいること」を各分類群の種数の比率を示した円グラフなどを利用して説明し、理解させることが必要である。高等学校生物の授業においても、生物の分類を扱う前の単元において多くの無脊椎動物が扱われるため(例えば、棘皮動物・ウニの発生、刺胞動物・ヒドラの出芽、扁形動物・プラナリアの再生)、その都度、分類についても扱うことで、生徒が無脊椎動物の多様性を段階的に理解できるだろう。

---

1) 例えば、東京書籍の高等学校生物の教科書(浅島ら, 2012)では無脊椎動物として9つの動物門(節足動物と軟体動物に加えて海綿動物、刺胞動物、扁形動物、環形動物、線形動物、棘皮動物、原索動物)が扱われている。

## 謝辞

質問紙調査および授業実践に協力いただいた中学校および高等学校の先生方、生徒諸君に御礼申し上げます。なお本研究の一部は、平成28～30年度文部科学省科学研究費補助金・若手研究（B）（課題番号：16K21321、研究代表者：山野井貴浩）の助成を受けて行った。

## 参考文献

- 浅島誠ら他20名（2012）『生物』，東京書籍
- 丸山直生・岸野哲也・酒井勇太・香西武（2011）中学校理科における「ちりめんじゃこ」を用いた「進化」「生物多様性」の学習．鳴門教育大学学校教育研究紀要，26：79-83.
- 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
- 文部科学省（2009）『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』，実教出版
- 大鹿聖公・佐藤崇之・向平和・竹下俊治・鳥越兼治（2004）高等学校までの生物に関する実験観察および飼育栽培経験についての調査分析．広島大学大学院教育学研究科紀要第二部，53：455-462.
- Reece J. B. et al. (2011) Campbell Biology 9<sup>th</sup> edition. Pearson Education, Inc., USA. 池内昌彦・伊藤元己・箸本春樹（監訳）『キャンベル生物学 原書9版』丸善出版
- 佐伯英人・今村大志・松永武・水野晃秀（2013）チリメンモンスター（チリメンジャコの混獲物）の教材化と教育効果．理科教育学研究，54（1）：27-36.
- 佐伯英人・沖野公祐（2014）中学校理科における解剖実習の実態と第2学年「動物の仲間」における解剖実習．理科教育学研究，54（3）：347-356.
- 富川光・鳥越兼治（2010）校庭で学ぶ節足動物の体のつくり．広島大学大学院教育学研究科紀要第二部，59：23-28.
- 内山裕之（2002）中学校で学ぶべき「動物の多様性」と「進化」の見方・考え方．理科教室，2002年5月号，28-33.