

資料

下総層群産軟体動物化石を用いた授業実践

宮田真也^{*,**}・相田裕介^{***,****}・加藤太一^{*****}

(2021 年 9 月 3 日受理)

Classroom Practice Using Molluscan Fossils from the Shimousa Group

Shinya MIYATA^{*,**}, Yusuke AIDA^{***,****} and Taichi KATO^{*****}

(Accepted September 3, 2021)

Abstract

The Pleistocene of Shimousa Group in Ami, Ibaraki Prefecture, Japan contains well-preserved molluscan fossils. It is useful as teaching material for geology in elementary schools because it is unconsolidated sediment and easy to prepare. As a result of using the sediments of the Shimousa Group in a science class for 6th graders, many of the participating children expressed interest in fossils and geology. Although it is useful as alternative teaching material for field observation, the number of occurrences is decreasing due to road and residential land development. Therefore, in future studies, it is necessary to utilize outcrops where teaching materials can be collected, conduct surveys, and disseminate information to teachers using teacher training programs.

Key words: Earth Science education, Ibaraki Prefecture, molluscan fossils, Science education, Shimousa Group.

はじめに

下総層群は関東平野に広く分布する地層の一つで、茨城県内では主要な台地である常陸台地を構成する(例えば、大井・横山, 2011)。この地層は更新世チバニアン期—後期更新世において古東京湾を埋積した堆積物で、古くから、堆積学、層序学、古生物学の研究が行われている(例えば、O'Hara *et al.*, 1998; 夫馬ほか,

2004; 大井ほか, 2016 など)。

霞ヶ浦周辺に分布する下総層群は保存良好な軟体動物化石が豊富に産出し、研究者や愛好家にも広く知られている。産出化石は軟体動物のほか、マダコ類、板鰐類化石の報告がある(O'Hara *et al.*, 1998; 夫馬ほか, 2004; 藤井ほか, 2010; 相田ほか, 2016)。巡検などにも活用されているほか(西田ほか, 2015)、ミュージアムパーク茨城県自然博物館では、この堆積物を採

*学校法人城西大学水田記念博物館大石化石ギャラリー 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-3-20 学校法人城西大学 東京紀尾井町キャンパス 3 号棟地下 1 階 (Oishi Fossils Gallery of Mizuta Memorial Museum Josai University Educational corporation, 2-3-20 Hirakawacho, Chiyoda, Tokyo 102-0093, Japan).

**城西大学水田美術館 〒350-0295 埼玉県坂戸市けやき台 1-1 (Mizuta Museum of Art, Josai University, 1-1 Keyakidai, Sakado, Saitama 350-0295 Japan).

***坂東市立南中学校 〒306-0624 茨城県坂東市矢作 326 (Bando South Junior High School, 326 Yahagi, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

****ミュージアムパーク茨城県自然博物館 研究協力員 〒306-0622 茨城県坂東市大崎 700 (Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

*****ミュージアムパーク茨城県自然博物館 〒306-0622 茨城県坂東市大崎 700 (Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

取し、館の体験学習などに活用している（相田ほか、2016）。霞ヶ浦地域のなかで、阿見町島津から産出する軟体動物化石は、母岩が柔らかく岩石用ハンマーなどをを用いなくとも容易に化石を取り出すことが可能である。そのため、安全な児童・生徒の実習に最適な教材の一つであるものと考えられる。また、産出する軟体動物化石も複数種含まれているため、児童・生徒が当時の堆積環境や古生態を考えるとといったような発展的な学習にも活用できるものと考えられる。

下総層群の軟体動物化石を学校の理科教育において活用した授業実践例は長森・玉生（2011）がある。これは小学校6年生向けに実施されたもので、実際に児童を露頭へ引率し、指導を行っている。そのほかは、小川（2010）があり、千葉県印西市に分布する木下層産の軟体動物化石を含む堆積物を教員が採取し、中学校の室内学習で活用したものである。これらの先行研究では、授業実践は記述されているものの、アンケートなどを活用した児童・生徒の授業に対するとらえかたなどは記されていない。また、長森・玉生（2011）のように実際に児童・生徒を露頭へ引率する実習を行う場合は、近隣に露頭があるなど、限られた学校のみ実施可能であろう。そのため、教員などが野外で採取した堆積物を室内学習で活用するための授業開発も必要となってくるものと考えられる。下総層群の軟体動物化石を含む堆積物のなかで、印西市周辺では場所によっては固結していることもあり、初等理科教育の実習における取り扱いがやや難しい場合がある。一方、前述のように阿見町島津産の堆積物は未固結で、容易に堆積物を除去しやすく、児童を対象とした実習でも活用できる可能性が高い。

そこで、筆者らは2017年以降、東京都港区立青南小学校6年理科の授業において、「土地のつくりと変化」の授業の一環として阿見町島津に分布する下総層群産軟体動物化石を用いてクリーニング体験学習を行っている。2019年度の実施において、児童にアンケートを配布しこれを回収し、集計した。本研究ではこれまで行ってきた授業例を示し、2019年度の授業で実施したアンケートの結果をもとに下総層群産軟体動物化石の理科教育の有用性について議論を行う。

地質概説

稲敷台地の下総層群は下位から藪層、清川層、木下層、常総層からなり、化石産地付近の下総層群は清

川層-常総層からなる（O'Hara *et al.*, 1998）。化石産地は霞ヶ浦南岸付近の露頭で、造成の際の二次堆積物とされており（西田ほか、2015）、清川層ないし木下層相当層であることが推定されている（相田ほか、2016, 図1）。

本研究で用いた化石試料は相田ほか（2016）のマグロの椎体化石が産出した場所と同じ堆積物を用いており、地質概説については相田ほか（2016）に詳しく述べられているため割愛する。この露頭は2017年の時点では、平坦な露頭で、周辺にはゴイサギガイやウラカガミに富む豊富な軟体動物化石を含む堆積物の分布が認められていた。しかし、2019年以降の段階では工事関係の資材によって埋められており、採取は困難である。

教科、対象学年、教員

化石のクリーニング体験実習は、小学校6年の理科の学習における「大地の成り立ち」の単元の一環で行い、理科室で行った。1学級は30人程度の児童が在籍しており、3学級の児童を対象とした。授業は1グループ4人前後とし7班ないし8班に分けておこなった。指導は宮田（ゲストティーチャー）と寺師純子教諭が行った。

必要な材料および資料

本授業で使用する材料は、おぼん、竹串、歯ブラシ、虫眼鏡を一人一つずつ、1班当たり堆積物のサンプルを2kg程度。堆積物を入れる小さなコンテナボックスまたはおぼん、水を入れておくためのバケツ1つを用いた。同定の際に使用する参考資料として、渋谷ほか（2008）、藤山ほか（1983）、ミュージアムパーク茨城県自然博物館（2004）を必要な頁をコピーしそれらを各班に最低1部ずつ配布した。

貝化石教室の展開

本授業は、45分授業×2限で行うことができるよう組み立てた。本時のねらいは①講義や実際の標本を観察・触察することによって古生物に対する興味関心を向上させること、②貝化石から当時の環境を考察することである。そのため、本時の目標は①触察・観察を通じて化石から何が分かるかを考えること、②貝化石から、現在陸地の場所でも当時は海であったことを理解することを目標とした。授業は最初の1限目で

土地のつくりと変化

講座名：貝化石の観察

日時：2020年2月27日

2コマ（90分）

場所 港区立青南小学校

対象学年：第6学年（1クラス30名程度）

講義や実際の標本を観察・触察することによって古生

講座のねらい：物に対する興味関心を向上させる

貝化石から当時の環境を考察する

本時の目標：触察・観察を通じて化石から何が分かるかを考える

貝化石から、現在陸地の場所でも当時が海だったことを理解する

備考 講師1人＋教諭1人で対応

講義

過程 時間（分）	学習内容	講師の働きかけ	備考
導入 15	化石とは何か？ 化石の役割はなんだろうか？	問いかけ：化石にはどのようなものがあるのだろうか？ 身近な化石の紹介 ・化石の役割：示準化石、示相化石についての説明	・生痕化石、体化石、冷凍保存されたマンモスなどを例示 → 石になっている必要はない、地質時代の生物の遺骸や痕跡＝化石である ・大昔に生きていた生きものについて知る地層がつもった年代を知る：示準化石 地層がつもった環境を知る：示相化石
展開 15	示準化石	問いかけ：大きな時代区分の境界には何があったのだろうか？ ペルム紀末の大量絶滅について（温暖化がおこると何が起るか）	・示準化石の例（中生代型アンモナイトの産出） ・可能な限り現場の写真を交える ・相対年代は各時代に生息していた生物や地球史イベントで定義づけられる。 ・各年代の境界には大量絶滅がおこったことも説明する事 ・過去の地球を知ることによって地球の未来も予測する材料となりうる
10	示相化石	示相化石の説明	・示相化石とは何か？ 目的：環境を示す化石について知ろう（次時に行う実習についての予習） ・サンゴ、アサリなどイメージしやすいものを提示 ・貝化石の示相化石としての意義を説明する
まとめ 5	次時間の実習の目的	・次時で行うことの説明 貝化石から当時の環境を考えよう	・次時の実習で行うこと意義を説明する

休憩

貝化石実習

過程 時間（分）	学習内容	講師の働きかけ	備考
導入 5	これから扱う化石産地についての説明	化石が採取できる場所は現在陸地であることを説明する事	・化石を取り出すことが目的ではない（あくまでもプロセス）であることを強調すること
展開 15	貝化石のクリーニング	・講師は机間巡視を行い、随時質問などを受け付けること ・進捗が早い児童については同定やスケッチを行うよう指導する	・二枚貝化石の穿孔痕、カニ化石なども入っていることに注意する ・次の作業（同定など）は時間がかかることも児童に伝えておくこと ・展開についてはクリーニング、貝化石調べについては各児童の采配によって前後させること
15	同定・スケッチ	・既存の資料を用いて各児童が取り出した貝化石について調べるよう促す	・クリーニングに夢中になっている児童についてはいったん作業をやめさせ、同定やスケッチを行うよう指導する
まとめ 5	まとめ	・各グループでどんな貝が出たかを発表させる（板書させる） 問いかけ：当時はどのような環境だったのだろうか？ ・実習を通じて、化石から環境が分かることを強調させる	・現在は陸地でも、12－20万年前は浅い海であったことが化石から分かる

表 1. 貝化石クリーニング実習の本事案。

Table 1. Teaching plan for fossil shell preparation practice.

は化石に対する基礎知識の座学，2 限目で貝化石のクリーニング実習を実施した。本事案を表 1 に示す。

1 限目（講義）：「化石とはなにか？」

導入

問いかけ「化石になった生き物にはどんなものがある

か?」

導入部分ではこれまで化石に馴染みのない児童がいることも考慮し、化石とは何か?などの基礎部分からの解説を行った。まず導入時に、知っている古生物の例を3人程度の児童に問いかけを行った。児童の答えとしては、恐竜、アンモナイト、三葉虫などであった。

次に化石とは何かについて解説を行った。化石は地質時代に生息していた生物の痕跡であるため、生物遺骸だけでなく、巣穴、足跡、糞などの生痕化石もあること、冷凍マンモスなどのように石になっている必要はないことについても述べた。また、導入部分の最後に首都圏内の身近な化石の例として、多摩川の更新統産の化石を例示した。

展開

問いかけ「大きな時代区分(古生代/中生代/新生代)の各時代の境界に何が起こったのか?」

化石の役割について述べるが、次年度に中学校理科で学習する内容や次時で学習する内容も踏まえ、展開では示準化石・示相化石についても触れた。示準化石の説明では北海道の白亜系の露頭を例とし、地層からアンモナイト(中生代型アンモナイト)が産出すればその地層は中生代であることを例示した。次に、代表的な相対年代として古生代、中生代、新生代に区別されることと主要な示準化石について触れた後、各時代の境界には何が起こったかを問いかけた。その際、解答の足掛かりとして、三葉虫は、中生代以降の地層から産出しないこと、恐竜(非鳥類型恐竜)は新生代以降の地層から産出しないことを述べる。児童の多くは絶滅と回答した。次に古生代、中生代、新生代の各境界に大量絶滅が生じたことを述べた後、古生代末の大量絶滅イベントについて触れた。古生代末の大量絶滅イベントは地球史上最大の大量絶滅イベントで、その原因の1つとして大量の温室効果ガスの放出によって生じた地球の温暖化が挙げられる(例えば、Kaiho *et al.*, 2016 など)。このことと地球温暖化問題との関連性を持たせるため、地球史において地球の気温は変動していることに触れ、過去の地球や生物を研究することは、地球環境が変動した際の予測につながる可能性があることを述べた。

示相化石の解説では、サンゴ、アサリなどイメージしやすいものを例示し、化石の中には当時の環境を示すものもあることを述べた。次に2限目に行う実習の位置づけとして貝化石が示相化石として役立つことに触れたあ

と、講義の最後に次時の実習の作業と目的を述べた。

2 限目 (実習): 貝化石のクリーニング

導入

実習における導入部では化石産地、地層および時代背景、クリーニング方法について解説した。カニの爪など軟体動物以外の微小な化石も産出する可能性があることについて触れ、小さな化石についても目を配るよう注意を促した。

展開

体験実習時の展開では、クリーニングから同定・スケッチまでの30分程度の時間配分は、可能な限り各児童にゆだねた。クリーニング体験では、化石を取り出すこと自体が目的になりがちだが、本授業では実際に触れた化石をもとに、資料を参照して同定作業を体験することや、当時の堆積環境を推定することを目的とするため、時間配分に気を配るよう注意を促した。

クリーニング作業は原則として歯ブラシもしくは竹串のみで十分に対応できる。児童の中には水道で水につけながらクリーニング作業を行っている者もいた。その際には下水管のつまりを防ぐために、水を入れたバケツのなかで作業し、堆積物は水道に流さないように指導する必要がある。クリーニング作業時にはこまめに机間巡視を行い、児童からの質問に対し可能な限り対応した。その際、再度化石の同定には時間がかかることを述べ、残り5~10分程度になった段階で、クリーニングに夢中になっている児童に対して一旦作業を止めさせ、産出した軟体動物について調べる時間をとらせるよう采配した。

最後に体験授業のまとめとして、各グループでどんな貝が出たかを板書させ、これらの貝化石から現在陸地である稲敷台地が12-20万年前はどのような環境であったかについて問いかけた。

アンケートの結果

本研究では16題の選択式の問いおよび自由記述欄を設定した。アンケートは3クラスで男子52名、女子36名、計88名の児童から事後に回収した。自由記述欄は73名の児童からの回答が得られた(表2)。以下、クラスと性別を問う2題を除く14題のアンケートの内容とねらい、およびその結果を示す。

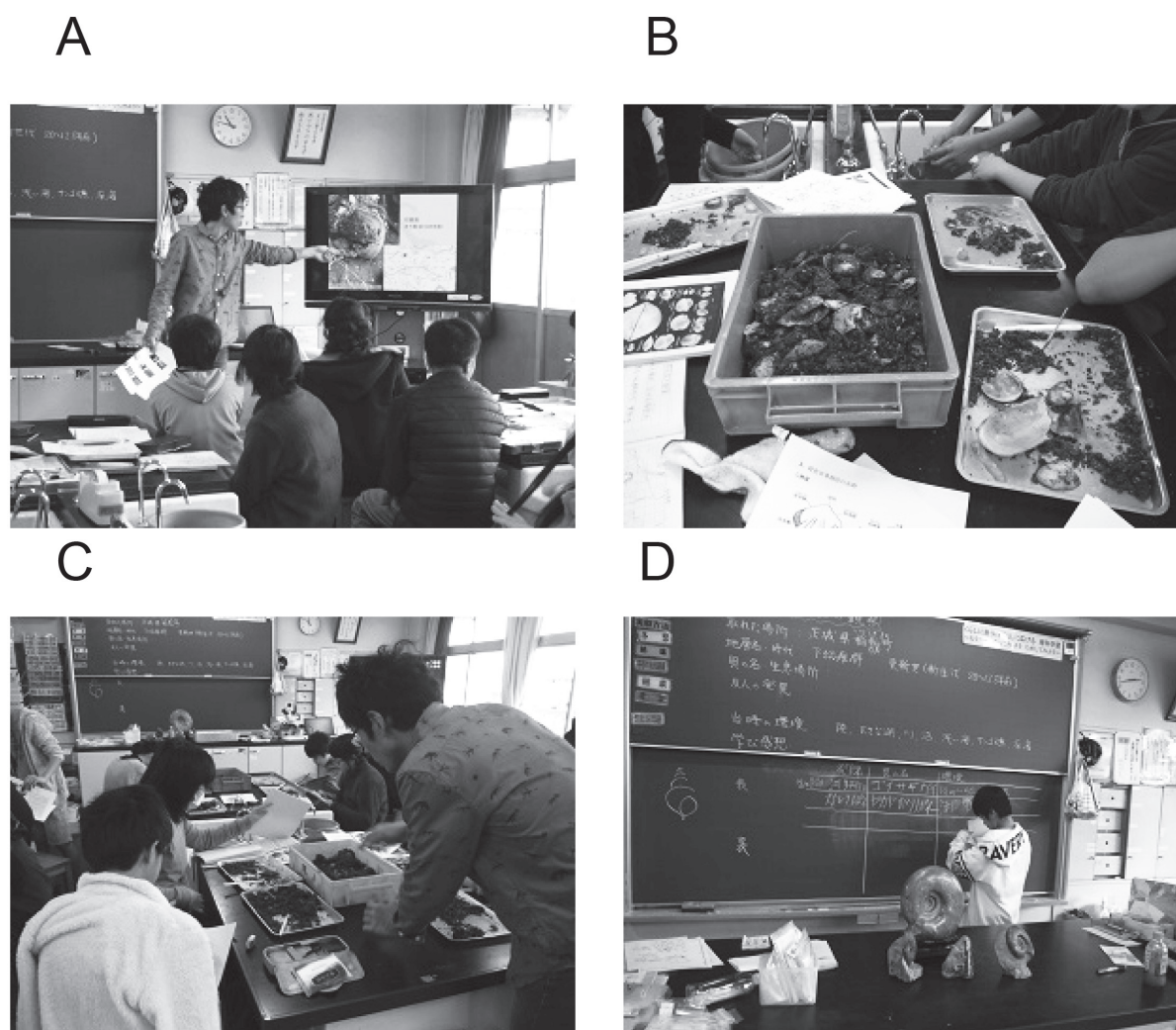


図1. 授業風景 (2019年実施)。A: 講義中, B: 作業風景, C: ゲストティーチャーによる机上巡回指導, D: まとめの板書 (青南小学校 寺師純子教諭撮影)。 https://seinan-es.minato-ky.ed.jp/jopcx6hrh-283/?block_id=283&active_action=journal_view_main_detail&post_id=1766&comment_flag=1 2021年4月7日閲覧)

Fig. 1. Photos of the science class. **A:** lecture time, **B:** preparation work, **C:** guest teacher instruct to students, **D:** summary writing on the board by students (photo by Junko Terashi, Seinan Elementary School; https://seinan-es.minato-ky.ed.jp/jopcx6hrh-283/?block_id=283&active_action=journal_view_main_detail&post_id=1766&comment_flag=1, viewed on April 7, 2021).

表 2. アンケートの自由回答の結果。

Table 2. Results of free responses to the questionnaire.

化石のことが色々と分かった
 採掘はした事がなかったので楽しかった、凄いものが出るかドキドキした
 今後も化石にふれたいとこの学習で思った、楽しかった
 授業や体験で分かりやすく見たこともないものもあった
 発掘から名前を当てるのが難しかったが少しわかり楽しかった
 とてもわかりやすくおしえてくれたからよかった
 今まであまり貝の化石について知らなかったけれど、奥が深いことを知りとても興味がわきました
 多くの化石のしゅるいからとても詳しく研究しているんだと思った
 初めての発掘して意外に面白かった
 今までやった事がなかったけどとても面白かった
 貝だけでも種類が多いのが分かった
 初めてみる貝が多くて面白かった
 初めて化石を発掘してとても楽しかった
 貝にもいろんな貝がいることが分かりました
 専門的な知識を知れてよかった
 初めて化石を発掘してとても楽しかった
 化石について詳しく知ることができた
 貝の化石について詳しく分かった
 楽しめた
 ものすごくいい経験ができた
 化石の大切さを感じて良かったです
 ウニとサンゴが見つかった
 貝を採取するのは簡単だったけど貝の名前が分からなかった
 いろいろ知れた
 種類を判定するのが難しかった
 化石などをもっと学べて楽しかったです
 これからもっと他の生き物を知りたいと思った
 化石の時代が分かりました
 前よりも化石の興味がわきました
 沢山の発見があつておもしろかった
 初めて実際に採掘できたので面白くてとても感動しました
 とても楽しかった、化石により興味が持てた
 初めての化石について深く体験できたので楽しかった
 とても楽しく興味もわいた
 発掘するという貴重な体験をさせて貰ってうれしかったです。ありがとうございました
 興味がなかったのに深く学習したくなりました
 とても化石に興味がありました
 思ったより結構楽しかった、授業で知らなかったことなどが知れてよかった
 歯ブラシで削るのが楽しかった
 理科の化石のことを深く学べた
 初めてこんなに化石について知ったけど化石を調べるのが難しいと思った
 いろんなかいなどにふれてよかった
 すごかった
 化石とは色々な種類がある
 とても楽しかったです
 丁寧に教えてくれたので分かりやすかった
 化石の環境がすごく面白かった
 興味がわく聞きやすい説明なので長く楽しめた
 最初の説明を聞くのが楽しかった
 とても楽しかったです！
 とても楽しかった
 地層のことを深く勉強できてよかったです
 分からなかったことも楽しく理解できた
 ひさしぶりの化石について調べることができ、改めて楽しさを知った
 今まで知らなかったことやきょうみなかったことをたくさん知れて楽しかった
 博物館の仕事の大変さがより分かった。これからも自分で化石を調べてみたい
 むずかしかったけどたのしかった
 興味深く楽しかった
 いつもといがってとくべつな（きちょうな）ものにふれてきょうみがわいた
 難しいところもあったけどたのしかった
 おもしろい
 今まで化石は絶対に手に入らないものだと思っていたが身近にあるものだを知った
 貝化石の鑑定は難しかったけれど、楽しかったです。興味を持ちました
 とても化石のことが分かって良かったです
 貝の勉強もできたのしくできた！
 いつもは触れないようなものがいろいろあったので学習できた
 ひさびさに化石にふれられたりしてとても楽しかったです！
 普通はできないことができてうれしかったです。もう少し化石に興味を持ちました
 ちょっと難しかったけどたのしかった
 化石について深く知れた
 とても楽しかったです
 たのしかったです
 色々な貝について分かった

問 A1-A2 は児童個々の本来の理科や地学に関する興味関心を調査するためを目的とした設問である。

問 A1：理科は好きですか

この設問は児童が理科に関心があるかを調査することを目的とした設問である。この問いの回答では、「大好き」が29人（33%）、「好き」が37人（42%）の回答が得られ、参加児童の75%は理科全体に関心があることを示す。一方、「あまり好きではない」が10人（11%）、嫌いが5人（6%）、「どちらでもない」が7人（8%）の回答が得られ、理科が嫌い・無関心が児童全体の25%であった。

問 A2：化石や鉱物、石、地層に興味はありますか

この設問のねらいは児童が地学（地質学分野）に関心があるかを調査することである。この問いでは、「興味がある」が46人（52%）で、理科が好きな児童数と比較するとやや減少傾向であるものの、地質学分野に興味を持つ児童が約半数であることを示す。そのほか、「興味がない」が12人（14%）、どちらでもないが29人（33%）、無回答・重複が一人（1%）であった。

問 A3：今までに化石について触れたり、勉強したりしたことがありますか

この設問は児童が過去に化石について触れる機会があったかを調べるための設問である。「採取したことがある」が16人（18%）および、「実際のものを触れたり見たりしたことがある」が49人（56%）で、74%の児童が過去に何らかの機会に実物の化石に触れるもしくは見た経験があることが示された。そのほか、「本などで見たことがある」が15人（17%）、「言葉だけ聞いたことがある」が5人（6%）、「聞いたこともない」が二人（2%）、無回答・重複が一人（1%）で、約25%の児童がこれまでに実物標本に見たり触れたりしたことが無いことが示された。

B1-B6の設問では座学および実習の内容について難易度など児童のとらえ方を調査するためのものである。

問 B1：化石とは何か理解できましたか？

この設問では事前講義で化石そのものに対する理解

ができていたかを確認するためのものである。この問いでは、「理解できた」が82人（93%）および、「少し理解できた」が4人（5%）で、ほとんどの児童が実習前の事前講義において化石について理解していたという結果が得られた。理解できなかったという回答は得られなかったものの、どちらでもないが二人（2%）であった。

問 B2：示準化石・示相化石は理解できましたか？

ここでは化石の役割について理解できたかを確認するためのものである。「理解できた」が64人（73%）、「少し理解できた」が18人（21%）、「どちらでもない」が二人（2%）の回答が得られ、おおむね、80%以上の児童が化石の役割について内容を理解した。また、「あまり理解できなかった」が一人（1%）、「理解できなかった」が一人（1%）重複・無回答が二人（2%）の回答が得られた。

問 B3：クリーニングは簡単でしたか？

この設問ではクリーニング作業の難易度が児童によってどのようにとらえられたかを知るためのものである。得られた回答は、「簡単だった」が39人（44%）、「少し簡単だった」が23人（26%）で、約70%の児童がクリーニング作業を容易であると感じた。一方で、「どちらでもない」が8人（9%）、「少し難しかった」が13人（15%）、「難しかった」が5人（6%）、重複・無回答が二人（2%）で21%の児童がクリーニング作業を難しいと感じた。

問 B4：貝化石の鑑定は簡単でしたか？

この設問は児童が化石を同定する際の難易度、すなわち教員に頼らずにどれだけ自力もしくは児童同士で議論して作業を達成したかを把握するためのものである。得られた回答は、「一人でできた」が13人（15%）、「友達と相談してできた」が30人（34%）の回答が得られ、49%が教員に頼らず、同定作業を達成できたことを示す。また、「友達と教員に聞いて鑑定できた」が22人（25%）、「教員に聞いて鑑定できた」が19人（22%）で計41%の児童が教員からの指導も受けて達成した。また、「鑑定できなかった」3人（3%）、重複・無回答が一人（1%）であった。

問 B5：貝化石から当時の環境を想像できましたか？

この設問は教員に頼らずとも、クリーニング体験を通じて実物の貝化石に触れ、資料などで調べることにによって当時の環境を推定できたかを把握するためのものである。

得られた回答のうち、「一人でできた」が44人(50%),「友達と相談してできた」が28人(32%)で、計82%の児童が教員に頼らずとも自ら触れた化石から当時の環境を推定できた。また、「友達と教員に聞いて想像できた」が8人(9%),「教員に聞いて想像できた」が3人(3%)で教員に頼った児童は12%程度であった。また、「想像できなかった」が4人(5%),重複・無回答が一人(1%)であった。児童のみで化石から当時の環境を推定する作業は、同定作業よりはおおむね難易度が下がる傾向があった。

問 B6：化石が大昔の環境を反映するというのが理解できましたか

この設問では授業での体験を通じて化石が過去の環境を示すことを理解したかを調べるためのものである。得られた回答のうち、「理解できた」が68人(77%),「少し理解できた」17人(20%)で、多くの児童において化石が環境を反映することをおおむね理解できたことを示す。また、「理解できなかった」または「少し理解できなかった」を回答した児童はいなかったものの、どちらでもない(一人, 1%), 重複・無回答(二人, 2%)であった。

C1-C5の設問では授業全体の児童のとらえ方を調べるためのものである

C1：時間配分

この設問は「長かった」が3人(3%),「少し長かった」が8人(9%),「ちょうどよかった」が55人(63%),「少し短かった」が14人(16%),「短かった」が6人(7%), 重複・無回答が二人(2%)の回答が得られた。本時の時間配分は6割程度の児童がちょうどよい時間配分であると感じられたが、4割の児童にとっては授業時間が長い、もしくは短いと感じられた。

C2：この授業は分かりやすかったですか？

この設問は、児童における本時の難易度のとらえ方を調べるものである。「分かりやすかった」が63人(72%),「少し分かりやすかった」が16人(18%), ど

ちらでもないが4人(4%),「少し難しかった」が4人(4%),「難しかった」が6人(7%), 重複・無回答一人(1%)であった。概ね児童の9割から分かりやすかったとの回答が得られた。

C3：この授業は楽しかったですか

この設問は児童が授業に対し、どれだけ楽しめたかを調べるものである。「楽しかった」が72人(82%),「少し楽しかった」10人(11%),「どちらでもない」が4人(5%),「つまらなかった」が一人(1%), 重複・無回答が一人(1%)であった。参加児童のうち9割以上がおおむね授業を楽しんでいたことを示す。

C4：実物の化石にふれて興味がわきましたか

この設問は児童が授業を通じて化石についての程度刺激を受けたか、関心がわいたかを問うものである。結果、「ますます興味がわいた」が43人(49%),「初めて触って感動した」が12人(14%),「貝化石以外の化石も触れてみたい」が24人(27%),「現在の貝と区別がつかなかった」が5人(6%), つまらなかった4人(4%)の回答が得られ、児童の9割が授業を通じて化石に興味関心がわいた、または刺激を受けたことを示す。

C5：この授業を通じて化石や地層に興味がありましたか

この設問は児童が授業を通じて地質・古生物学分野に対し、探求心が深まったかを調べるためのものである。「深く学習したい」が43人(49%),「もう少しだけ学習したい」が31人(35%)であった。おおそ8割以上の児童で探求心が深まったという回答が得られた。そのほか、「今日の授業で十分」が11人(13%),「あまり学習したいとは思わない」が一人(1%),「学習したいとは思わない」が二人(2%)であった。

議論

下総層群産軟体動物化石の理科教育に対する有用性 —アンケートの結果から—

児童による軟体動物化石のクリーニング作業

先述のように約70%の児童が下総層群産の軟体動物化石のクリーニングが概ね容易であると感じている。このことは、ハンマーやタガネを用いなくとも歯

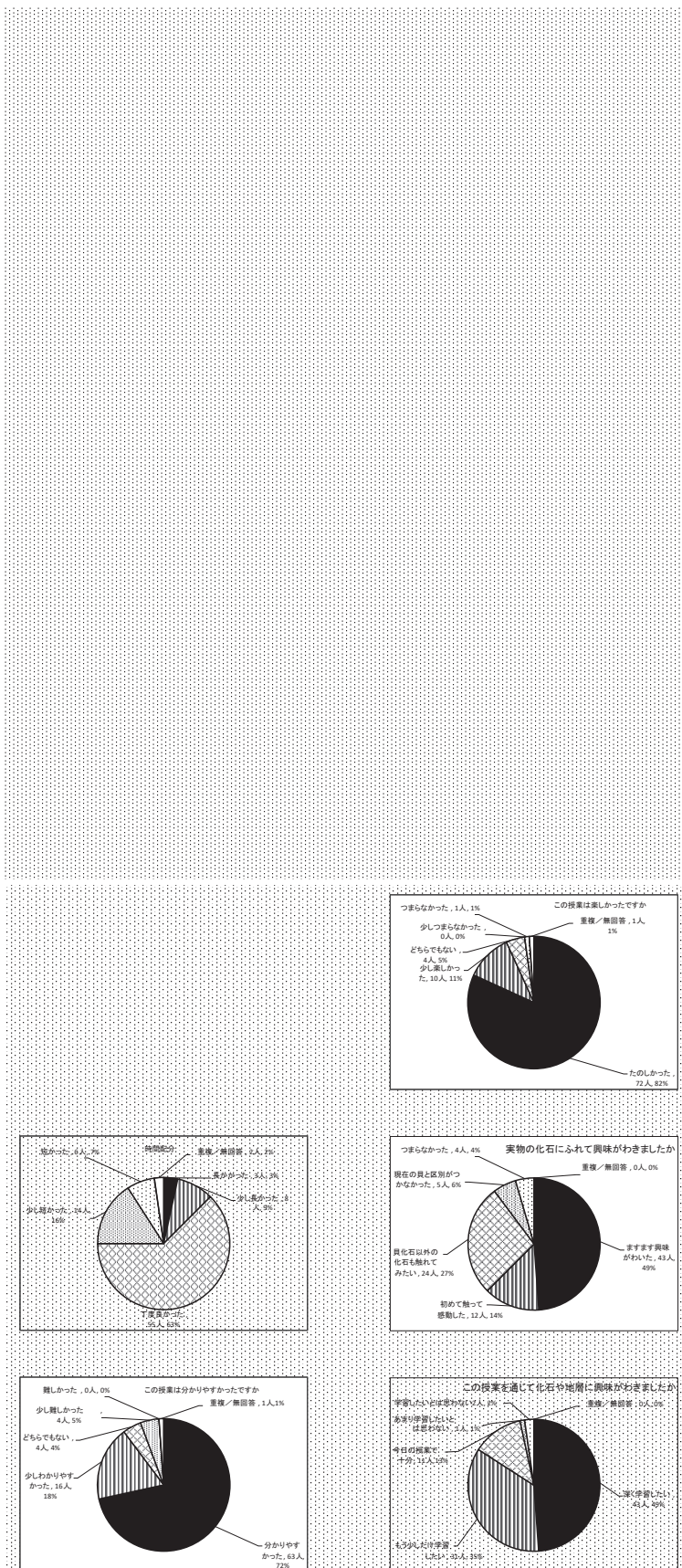


図 2. 貝化石クリーニング実習のアンケート結果。

Fig. 2. Questionnaire results of fossil shell preparation practice.

ブラシで容易に堆積物を除去できる点が反映されているものと解釈される。一方で、21%の児童がクリーニング作業を難しいと感じているという回答が得られた。実習中での児童観察では児童が軟体動物化石を堆積物から探し出すところで見つめている場合もあり、保存状態良好な貝殻化石が見ているのにもかかわらず、破片をクリーニングおよび観察している者もいた。また、クリーニングが十分にも関わらずひたすら歯ブラシで堆積物を取り除く作業を続けている児童も見られた。これを踏まえると、軟体動物化石のクリーニングより前の段階で、児童が堆積物中に含まれている化石そのものを識別することが困難であったことや、どの段階で作業を終了すべきかが判断できなかったため難しく感じたものと考えられる。

貝化石同定の難易度

貝化石の同定作業については、教員に聞いて同定できた児童と、教員に聞かずとも同定できたと回答した児童はそれぞれ約5割程度であった。化石の同定作業は分類群ごとに熟練した経験と知識が必要になることが多い。また、すべての化石が完全な状態で保存・剖出されとは限らないため、同定作業は容易ではない。例えば相場（2015, 2016）の栃木県宮島層産植物化石を用いた同定を伴う実習の対象としては高校生・一般向けを提案している。

本実践における自由記述欄でも「化石の同定が難しかった」といった回答が複数得られている。また本論以外にも相場（2016）による栃木県宮島層産植物化石を用いた児童向け体験学習では約60%の児童が少し難しかった、難しかったとの回答が得られている。この理由の一つとして、自由記述欄に「種類が多い」、「初めて見る貝が多い」などの感想が得られており、貝類化石に対して形のとらえ方などが困難であったものと考えられる。また、下総層群は産出する軟体動物化石の種数が多岐にわたり、実際にO'hara（1998）によれば霞ヶ浦周辺に分布する木下層に含まれる軟体動物においても190種類以上識別されている。さらに、配布資料に図示されている化石も実際に得られやすい種よりも多く掲載されるだけでなく、類似する化石も多くみられたために、資料との比較に迷いが生じていた可能性もある。伊藤ほか（2020）では初学者が生物の同定を困難にさせる要因として、実際に得られる生物種より図鑑に掲載されている種数の方が多いこと、類

似した形態種が見られること、専門的な知識を持ち合わせていないことなどを挙げている。ただし、相場（2016）における宮島層産植物化石の同定実習の実践例では、相場（2015）などの教育活用を念頭に置いた図鑑の活用や同定のための資料を工夫することによって、児童でも7割が自らの力で同定できたことを示している。これまで下総層群の化石群が掲載されている図鑑は、例えば渋谷ほか（2008）、藤山ほか（1982）、ミュージアムパーク茨城県自然博物館（2004）などがあるが掲載種が網羅的ではなく、同定の際に重要な形質の記述も充実しているとは限らない。そのため下総層群産の軟体動物化石群を教材としてより充実させるために、教育目的とした図鑑の作製、出版が望まれるであろう。このことは初等―高等学校における教育だけでなく大学生を対象とした実習や下総層群の古生物学的な研究にも有用になることが期待されるであろう。

事前学習の効果

先述のようにアンケート結果や自由記述欄のコメントから化石の同定を難しいと感じた児童が約半数見られたものの、貝化石から当時の環境を児童のみで想像できたと回答した児童が約80%、化石が環境を示すことが理解できたと回答した児童は約90%であった。このことは、本時の目標の一つである貝化石から、現在は陸地の場所でも当時は海であったことを理解する点はおおむね達成できたものと解釈される。また、化石とは何かについて理解できた、または少し理解できたと回答した児童が98%見られ、示準化石・示相化石について理解できた、または少し理解できたと回答した児童が約90%見られた。以上の点を踏まえると、実習の事前学習で化石の役割について詳しく触れていたため（表1）、示相化石の意味を理解していたことによるものと考えられる。もしくは、種類は多いものの食材でも身近な貝類の化石を取り扱った点も児童にとっては環境を推定しやすい点であった可能性も考えられる。

従って、本時の目標を達成させるためには目的に沿った事前学習の実施が重要であるものと考えられる。

実習活動を通じた探求心の芽生え

長森・玉生（2011）による牛久沼周辺の露頭を活用

した実践においては、児童が生き生きとした顔をしたり、熱中したりする児童もいたことが記されている。一方、川上ほか（2014）ではモロッコ産の三葉虫を含むノジュールを用いた室内における体験学習を行った。その結果、ノジュールを割って化石を取り出す体験が児童にとって新鮮な経験となったことを示している。本実践では、理科に関心がある児童が75%、化石や地層に興味がある児童が52%であった。一方、室内における体験学習を通じて、約90%の児童が化石に興味や刺激を受け、約84%の児童が化石や地層のことを深く学びたいと回答した。また、自由記述欄では「初めて化石を発掘してとても楽しかった」「歯ブラシで削るのが楽しかった」などの回答も得られた（表2）。以上のことから実際に標本をクリーニングすることや、観察・触察することによって古生物に対する興味関心を向上させることは概ね達成されたと考えられる。また、参加児童のうち80%がこれまで化石採取が未経験であることを考慮すると、下総層群産の教材を用いた本実践は、地質・古生物学分野における学習の導入や探求心の向上につながったものと考えられる。

野外観察の代替教材として

小学校学習指導要領解説における地質分野の単元である「土地のつくりと変化」および中学校学習指導要領解説理科編の「大地の成り立ちと変化」では野外観察の実施が求められている（文部科学省，2017a, b）。野外観察は、教室における学習を踏まえつつ自然現象や事物を直接観察して興味・関心を高めること、科学的な見方や考え方を身につけるなどの意義があるとされている（上栗ほか，2013）。しかし、多種多様な地質で構成されている日本列島では、学校周辺の野外において、指導要領で取り扱うような地層があるとは限らないことや、市街地などでは露頭が限られている現状がある（三次，2008）。三次（2008）によれば野外の地層観察実習を行っている小学校は33.3%、中学校で11.1%と低い水準で、その主な原因は、野外観察を行う露頭がないことや授業時間の確保のしにくさを示している。

一方、授業に活用できる可能性のある都市部の露頭も報告されるようになり、さらに、野外観察の代替教材としての剥ぎ取り標本や栃木県宮島層産の植物化石の教材なども開発されるようになった（例えば、馬

場・松川（編），2002；伊藤ほか，2011；相場2016；松川（編），2016など）。特に野外観察の代替教材では指導者が直接採取したものでも、室内において野外に近い状態で試料に触れることができる。相場・小林（2008）によれば、室内学習における野外採取標本の観察等の直接経験は、野外観察と同等の興味・関心・理解力を得られることを指摘している。アンケートの結果からは90%の児童から本時に対して、「楽しかった」または「少し楽しかった」の好意的な回答が見られ、実物の化石に触れて興味がわいた、ほかの化石も触ってみたい、感動したといった回答が90%を占める結果が得られた。また、自由記述欄においても、同様なコメントが得られた。以上の点を踏まえると、野外観察で目指す自然の事物を直接観察すること、また、それによって興味関心を向上させるといった事項は本実践で効果的に野外観察と代替できるものと考えられる。このことは相場・小林（2008）の議論と矛盾しない。一方、同定作業を難しく感じた児童が多くみられたが、実際の研究現場でも化石の同定は容易ではない。そのため、本実践は地質・古生物学を研究する際の作業の一端を体験したり、考察したりすることを目的とした教材としても効果的であろうと考えられる。

本実践における下総層群産軟体動物化石を取り扱った実習では、二次堆積物であるため、剥ぎ取り標本や宮島層産の植物化石教材で観られるような堆積構造を室内で観察することはできないものの、本論のような実践においても可能であれば現地における採取を行った後に室内で作業を行うことが望ましい。しかし、実際には近隣に露頭がある学校が限られることのほか、野外に出向くまでの授業時間の確保が困難であることや、1学級の児童生徒が十分に観察できる露頭も限られるため、あまり現実的ではない。したがって、今後も野外で採取された標本の授業へ活用や教材の充実が求められるであろう。

先述のように阿見町島津に分布する下総層群は、未固結であるため、児童生徒が安全に化石や堆積物に触れ、簡便な道具で化石の処理を体験することが可能である。また、化石の保存状態が良く、ほとんどが現生種に同定されるため、現生種の情報を元に古環境をイメージしやすく、古環境推定などの発展的な学習にも有効であるものと考えられる。さらに、下総層群は首都圏が位置する関東平野の地質を構成する主要な地層であることを考慮すると、阿見町の下総層群の堆積物

は特に関東近辺の学校教育における野外観察の代替教材の1つの選択肢となりうるものと考えられる。ただし、現状では造成や道路などの開発によって、観察可能な下総層群の露頭が減少する傾向があり、教材用資料を採取するために適した露頭を知る者が限られている。三次（2008）によれば、研究者に対して臨む支援として、観察ができる場所の紹介が求められている。これを踏まえると、今後は茨城県内を含む関東近郊の下総層群を含む教材が採取できる可能性がある露頭に対して、理科教材への活用を目的とした地質情報の精査、教員に対する告知や教員研修などの機会を利用した普及活動が望まれる。また、先述のように化石の同定作業は容易ではなく、ある程度の慣れや経験が必要となり、活用に不安な教員が授業で使用する際には、専門家が助言することが望ましいと考えられる。三次（2008）で示されているようにゲストティーチャーによる講師も求められることから、本実践のように学芸員や大学教員などの各研究者と学校間で協力し、出前講座を利用した指導などの充実を図ることも重要である。

まとめ

本研究では、小学校6年の理科の学習における「土地のつくりと変化」の単元の一環で阿見町島津の下総層群産軟体動物化石を用いた体験学習の実践を行った。本産地の堆積物は未固結であるため歯ブラシなどでクリーニングしやすい。アンケートの結果、着目すべき点としては同定が難しく感じた児童が多数見られたことから、今後、下総層群産の軟体動物化石を総括的に図示した教育目的の図鑑などの作成が必要であるものと考えられる。

また、参加児童の多くが本時を通じて化石に対する興味関心の向上が認められたことから、自然物の直接観察を行ったり、興味関心を向上させたりするといった事項は本実践で効果的に野外観察と代替できるものと考えられる。現在は開発などにより有用な産地が減少しつつあるが、今後は教材が採取可能な露頭の活用や調査、教員研修などを利用した教員への周知などが必要であるものと考えられる。

謝 辞

本実践にあたり港区立青南小学校の寺師純子教諭は

出前講座を行う機会を与えてくださった。参加児童はアンケートに協力してくださった。2名の匿名査読者には建設的なご意見、ご指導を承り粗稿が大幅に改善された。以上の方々に心より感謝申し上げます。

引用文献

- 相場博明. 2015. 塩原木の葉石ガイドブックー実習・同定の手引きと植物・昆虫化石図鑑ー. 108 pp., 丸善プラネット.
- 相場博明. 2016. 塩原産「木の葉石」の教材化と新たな工夫ー20年間の実践を通してー. 地学教育, **68** (4): 185-195.
- 相場博明・小林まり子. 2008. 地層を野外で教えた場合と室内で教えた場合ではどのように違うか. 地学教育, **61**: 141-155.
- 相田裕介・宮田真也・加藤太一・遠藤好. 2016. 茨城県稲敷郡阿見町の更新統下総層群からのマグロ属椎体化石の産出. 茨城県自然博物館研究報告, (19): 37-44.
- 馬場勝良・松川正樹 (編). 2002. 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発. 282 pp., 公益財団法人とうきゅう環境財団.
- 藤井孝二・碓井和幸・清水 勝・小林春樹・遠藤信也・清水健治・水原 猛. 2010. 茨城県阿見町の化石 その壱 サメ・エイ. 葛袋地学研究会研究報告, (5): 1-42.
- 藤山家徳・浜田隆士・山際延夫 (監修). 1982. 学生版日本古生物図鑑. 574 pp., 北隆館.
- 夫馬貴央・安藤寿男・横山芳春. 2004. 茨城県南部稲敷台地における第四系下総層群の堆積相と軟体動物化石相. 茨城県自然博物館研究報告, (7): 1-22.
- 伊藤 玄・田丸理恵・草留大岳・長屋美希・古屋康則. 2020. 小・中学生を対象とした水生生物の同定をサポートする「生き物シート」の有効性の検討. 岐阜大学教育学部研究報告 自然科学, **44**, 23-31.
- 伊藤 孝・植木岳雪・中野英之・小尾 靖・牧野泰彦. 2011. 「地層を見る・はぎ取る・作る」. 地質学雑誌, **117** 補遺: 153-166.
- Kaiho, K., Saito, R., Ito, K., Miyaji, T., Biswas, R., Li, T., Sano, H., Shi, Z., Takahashi, S., and Tong, J. 2016. Effects of soil erosion and anoxic-euxinic ocean in the Permian-Triassic marine crisis. *Heliyon*, **2**: e00137.
- 上栗伸一・伊藤 孝・郡司晴元・大辻 永・三田直樹・岡崎智鶴子. 2013. 北海道十勝周辺を対象とした「地質野外実習」の授業報告. 茨城大学教育学部紀要 教育科学, **62**: 62-71.
- 川上紳一・小野輝雄・大野照文. 2014. 小学生向け学習教室「三葉虫を調べよう」におけるモロッコ産三葉虫ノジュールの活用. 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), **38**: 3-76.
- 三次徳二. 2008. 小・中学校理科における地層の野外観察の実態. 地質学雑誌, **114** (4): 149-156.
- 文部科学省. 2017a. 中学校学習指導要領(平成29年告示)

- 解説. 183 pp. (https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387016.htm. 2021 年 3 月 16 日閲覧)
- 文部科学省. 2017b. 小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 理科編. 167 pp. (https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm. 2021 年 3 月 16 日閲覧)
- 松川正樹(編). 2016. 多摩川中流域に分布する上総層群の残された問題の解決, 総括的研究と地質野外実習教材の改訂. 120 pp., 公益財団法人とうきゅう環境財団.
- ミュージアムパーク茨城県自然博物館. 2004. 霞ヶ浦周辺の貝化石(第二版). 博物館での野外観察シリーズ, 5, 1-19.
- 長森 英明・玉生 志郎. 2011. 化石の小学校理科授業への活用例. 地質ニュース, (679): 65-73.
- 西田 梢・中島 礼・矢部 淳・齋藤めぐみ・久保田好美・利光誠一・関口 晃・石飛昌光・田上公恵. 2015. 2014 年度自然観察会「地層と化石の観察会: 霞ヶ浦周辺の化石産地を訪ねて」. GSI 地質ニュース, 4 (3): 75-80.
- 小川政之. 2010. 貝化石の名前付け(私の教材). 地学教育と科学運動, 64: 82-83.
- O' Hara, S., M. Sugaya and K. Endo. 1998. Molluscan Fossils from the Kioroshi Formation of the Kasumiga-ura District in the Central Kanto Plain. *Bull. Ibaraki Nat. Mus.*, (1): 19-32.
- 大井信三・西連地信男・横山芳春・安藤寿男. 2016. 常陸台地中部における第四系更新統下総層群の層序と堆積相: 行方市平須賀と周辺の露頭での再検討. 茨城県自然博物館研究報告, 19, 7-26.
- 大井信三・横山芳春. 2011. 常陸台地の第四系下総層群の層序と堆積システムの時空変化. 地質学雑誌, 117 (Supplement): 103-120.
- 渋谷正通・三谷 豊・南波鑑四郎・野中義彦. 2008. 地学ハンドブックシリーズ 18 下総層群産貝化石図鑑. 59 pp., 地学団体研究会.

(要 旨)

宮田真也・相田裕介・加藤太一. 下総層群産軟体動物化石を用いた授業実践. 第 24 号 (2021) pp. 97-109.

茨城県阿見町の更新世の堆積物である下総層群は豊富に軟体動物化石を含む. また, 未固結の堆積物で, クリーニングしやすいため小学校の地質学分野の教材としても有用である. 小学校 6 年生の理科の授業で下総層群の堆積物を使用した結果, 参加した子どもたちの多くが化石や地質に興味を示した.

下総層群産の軟体動物化石は野外観察の代替教材として有用であるものの, 現在は開発などにより産地が減少しつつある. したがって, 今後は教材が採取可能な露頭の活用や調査を行い, 教員研修など利用した教員への周知などが必要である.

(キーワード): 地学教育, 茨城県, 軟体動物化石, 理科教育, 下総層群.