

地域と連携した理科授業実践 (第4報)

田中 均^{*1}・島田 秀昭^{*1}・飯野 直子^{*1}・渡邊 重義^{*1}
三宅 安^{*2}・西村 幸太^{*3}・渡瀬 洋平^{*3}

The Practice of Science Classes in Cooperation with the Local Community (the Fourth Report)

Hitoshi TANAKA, Hideaki SHIMADA, Naoko INO, Shigeyoshi WATANABE, Yasushi MIYAKE,
Kota NISHIMURA and Youhei WATASE

1. はじめに

地域と連携した理科授業実践は熊本大学教育学部理科教育講座が、その地域の特色を活かした教材開発を行なうとともに地域の実態やニーズに合わせて協力校の教師と授業実践を行なうものである。このような大学、学校および地域が一体となって活動する事業は、地域の活性化や特色ある学校づくりをサポートするのみならず地域を育む人材育成にもつながると期待している。

平成22年度の本事業では、熊本県天草郡市の小学校および中学校において、地域の教材を生かした教材開発ならびに授業実践を行った。

2. 地域連携事業の概要

今回、天草郡市で行なった地域連携授業は、化学、理科教育および地学教室がこれまでにこなされてきた研究成果を用いた内容となっている。それぞれの事業内容の概要および担当者は以下のとおりである。

1) 環境化学分野 (島田秀昭)

環境ホルモンの影響による巻貝 (イボニシ) の形態異常を調べる実験を行った。

2) 小学校理科 (渡邊重義)

種子散布 (小学校3・4年生) と光 (小学校5・6年生) に関する科学体験活動を行った。

3) 環境情報活用分野 (飯野直子)

2010年3月の黄砂現象について、気象衛星画像、天気図、大気環境データを用いて発生から日本付近への飛来過程を調べた。

4) 地学分野 (田中 均)

地層および化石について実際に現場を巡りながら、

また実験装置を用いながら解説した。

3. 実践内容

(1) 環境化学分野

1) 場所 天草郡苓北町立坂瀬川中学校

2) 時期 平成23年1月27日

3) 対象 坂瀬川中学校3年生17名

4) 材料 イボニシ

実験に用いたイボニシは肉食性の巻貝で、カキやフジツボ類が付着する岩場、船着場、コンクリート製の護岸などで観察することができる。イボニシは6月から8月が産卵期であり、この期間は雌の卵巣が成熟を示す鮮やかな黄色を呈するため、雄との判別が容易となる。そのため、雌の生殖異常を調べる実験に使用するイボニシは産卵期に採取する必要がある。そこで今回、実験に用いる試料は平成22年7月に採取しておいたものを実験に用いるまで -20°C で保存した。

5) 授業実践

授業は表1に示すような指導案に基づいて行った。まず、生徒が知っている環境問題について発表させた。次に、環境問題の一つとして環境ホルモンがあることを教え、その内容について簡単に説明した。その後、今回実験に用いるイボニシの生態についてスライドを用いて説明し、環境ホルモンの影響によって雌のイボニシに雄の生殖器が形成される生殖異常が見られることを説明した。次に、イボニシの雌雄の判別方法について説明した後、各グループで解剖実験を行った。試料は、過去の調査結果から、生殖異常のイボニシが多く観察された港と全く観察されなかった港の2箇所から採取したものをを用いて比較させた。実験終了後、得られた結果について考察し、最後にどのような学習効果および学習課題があったのかを調べるために、生徒17名に対してアンケート調査を実施した。

*1 熊本大学教育学部

*2 天草市立本渡東中学校

*3 熊本大学大学院教育学研究科

表1 環境学習指導案

過程	時間	学習内容	教師の支援	備考
導入	3	1.知っている環境問題を発表する.	・身近な環境問題にはどのようなものがあるか聞く.	
展開	5	2.1. 環境ホルモンやイボニシについて知る. 2.2. 生殖異常のイボニシの存在を知る.	・環境ホルモンやイボニシについて説明する. ・生殖異常のイボニシを見せ、環境ホルモンが原因であることを説明する.	・パソコン ・プロジェクター
	4	3.実験方法を聞く.	・殻の割り方を説明する.	・パソコン ・プロジェクター ・プライヤー ・ピンセット ・シャーレ ・新聞紙 ・ビニール袋
	23	4.1.実際にイボニシの殻を割り、異常な個体がないか観察実験を行う. 4.2.片づけを行う	・道具を取りに来させる. ・机間支援を行う. ・異常な個体がない班には、他の班の結果を見に行くように促す.	
まとめ	5	5.結果を発表する.	・結果を発表させる.	
	10	6.1.結果をふまえて、環境保全の重要性を考える. 6.2.自然と人間とのかかわりについて考える.	・得られた結果をもとに、なぜ自然を守らなければならないのかを考えさせる. ・今後我々は、自然とどのように向き合っていくべきかをそれぞれ考えさせる.	

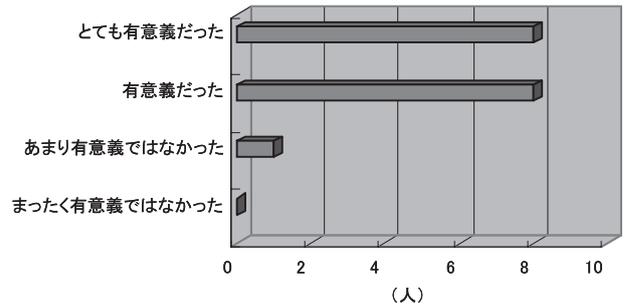


図2 授業は有意義だったか

表2 授業で一番印象に残ったこと

- ・イボニシの解剖
- ・オスとメスの区別をしたこと
- ・異常なイボニシ
- ・メスには本来ないオスのペニスがあったこと
- ・イボニシの中身を見たこと
- ・有機スズ化合物が少し入るだけでメスが異常を示すこと

「以前と比べて環境問題について関心を持てるようになりましたか?」という問いに対しては、全員が「とても持てるようになった」、「持てるようになった」と回答した(図3)。したがって、今回行ったイボニシを用いた環境学習は、生徒の環境に対する関心を喚起させるのに有効であると思われる。

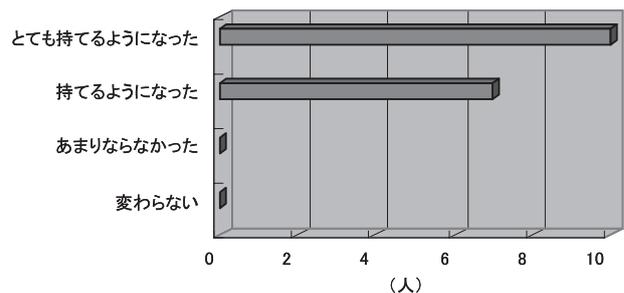


図3 以前と比べて環境問題について関心が持てるようになったか

6) 結果と考察

アンケートの結果、「授業内容は理解できましたか?」という問いに対して、すべての生徒が「よく理解できた」、「理解できた」と回答し、授業内容については全員が理解できていることがわかった(図1)。また、「授業(実験)は有意義でしたか?」という問いに対しては、ほとんどの生徒が「とても有意義だった」、「有意義だった」と回答した(図2)。

「今日の授業で一番印象に残ったことは何ですか?」という問いに対しては、「イボニシを解剖したこと」が最も多く、「オスとメスの区別をしたこと」、「異常なイボニシ」などの意見があった(表2)。

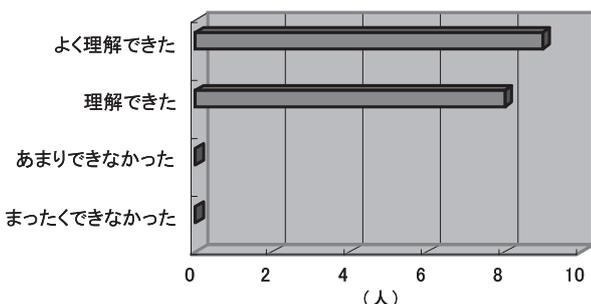


図1 授業の理解度

「今後環境を守るために何か自分で行ってみたいと思いますか?」という問いに対しては、多くの生徒が「行ってみたい」と回答し、生徒はイボニシを用いた環境学習を通して環境保全に対する意識が高まった様子が見られた(図4)。

さらに、「行ってみたい」と回答した生徒に対し、実際に環境を守るために行ってみたいと思うことを自由に表記させた結果を表3に示す。具体的な内容

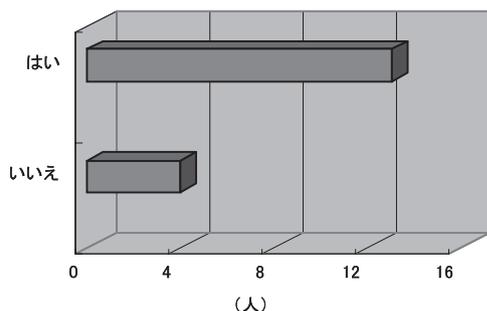


図4 今後環境を守るために何か自分で行ってみたいか

表3 環境を守るために今後行ってみたいと思うこと

- ・ゴミ拾い
- ・ゴミをなるべく出さないようにする
- ・リサイクル
- ・エコ活動に参加したい
- ・生物がよりよい環境で暮らすことができるように身の回りから改善したい
- ・ゴミのポイ捨てをしない
- ・水をきれいに使いたい

の回答が多く見られ、これは環境を守るためにできることを自主的に考えるようになったためと推察された。

生徒の実験に対する感想を表4に示す。環境ホルモンの影響によりイボニシの雌に雄の生殖器が形成されてしまうことへの驚きや、身近な環境問題としての環境ホルモンについて知ることができたことへの充実感などの声が聞かれた。

以上の結果から、イボニシを教材とした環境学習は、生徒が興味・関心・意欲を持って取り組むことができる内容であることがわかった。また、今回の実験を通して生徒は環境保全の重要性を認識し、自然保護の意識が高まった様子が見られたことから、イボニシは環境教育の教材として有効であると考えられた。

表4 授業の感想

- ・臭かったけど、イボニシのおかげで環境を大切にしたいという気持ちが生まれた。
- ・実際にイボニシを割るのが緊張した。性別を見分けるのは手が汚れて大変だったし、少し難しかった。
- ・イボニシの解剖が気持ち悪かったけど、環境ホルモンについて考えさせられた。
- ・環境ホルモンなど知らないことを教えてもらったので、とても勉強になった。
- ・もっと環境についても、理科についても調べたい。
- ・イボニシの解剖は初めてだったので、ドキドキした。環境問題について前より関心を持った。
- ・生き物の殻を割って調べるのはインパクトがあつて、心に残りやすかった。教科書に載っている結果を見るより、生き物に対しての考え方を見直しやすかったのでよかったと思う。

(2) 小学校理科

1) 場所 天草市立手野小学校

2) 時期 平成22年12月16日

3) 対象 手野小学校3・4年生：21名、5・6年生：24名

4) 授業実践のための準備

小学校における連携事業は本年度が最初であり、大学の教員が実施する出前授業の内容について、①普段の理科授業とは違った科学体験活動3テーマ、②各学年の理科学習との関連づけた発展的な理科の観察・実験13テーマから小学校の希望する内容を選択してもらった。その結果、普段とは違った科学体験活動から、小学校3・4年生は「種子散布の不思議」、5・6年生は「光の不思議」が選ばれた。出前授業を実施した手野小学校は小規模校であるため、2学年合同で各2時間の活動を行った。

5) 授業実践

種子散布の不思議 (小学校3・4年生)

「種子散布の不思議」は、身の回りの果実・種子を観察したり、少し特徴的な果実・種子に関するクイズを解いたり、果実・種子のモデルを作ったりすることを通して、植物が果実・種子を散布するための工夫、その不思議さ、巧みさを実感してもらうこと

を目的とした自然体験であり、次のような活動を実施した。

- ①五感を使ったイントロダクション／身の回りの果実・種子の配布と観察
- ②ヤドリギの不思議：種子散布の種類と方法
- ③巨大なタネの不思議：モダマ（図5）
- ④空飛ぶタネの不思議：アルソミトラ・ラワンのモデルづくりと飛行実験（図6、図7）
- ⑤まとめ：ひっつきむしはすごい！

光の不思議（小学校5・6年生）

「光の不思議」は、光に関連した実験を行ったり、光の色について考えたり、光を楽しむものづくりをしたりすることを通して、光に関連した現象と視覚に関連した不思議や面白さを実感してもらうことを目的とした科学体験であり、次のような活動を実施した。

- ①五感を使ったイントロダクション：電気が体を通る？（図8）／錯視／不思議なレンズと鏡
- ②光の反射の実験
- ③虹の実験：浮かぶ虹1（虹シート）／浮かぶ虹2（回転するCD）
- ④虹カードの作成／虹眼鏡での観察／ホロスペック眼鏡での観察
- ⑤光の万華鏡づくり



図6 種子散布の不思議2：アルソミトラのモデルの滑空実験



図7 種子散布の不思議3：ロケットラワンの滞空実験



図5 種子散布の不思議1：巨大マメ「モダマ」の提示



図8 光の不思議：イントロダクション：電気が人を通る？

6) 児童の授業に対する感想の例

授業実践後、小学校の教員から児童の感想が送られてきた(図9)。以下に感想の一例を示す。

- ・いろいろなねががたくさんあって、はじめてみたのがたくさんあってびっくりでした(3年生)。
- ・帰ってからお兄ちゃんに、こんなの作ったんだよとじましました(3年生)。
- ・いろいろなねをさがしてみたいです(3年生)。
- ・クルクルまわって飛ぶたねとかあったので植物ってすごいなあと思いました(4年生)。
- ・人(のした)のを見ていると、ちがう所に虹ができていているけど、自分がしてみると、頭の上にあったのでびっくりしました(5年生)。
- ・次はむずかしいけど、オーロラはどうやってできるのかを本などで調べたいです(5年生)。
- ・紙コップのまんげきょうは作っている時も楽しかったし、今も大切にしています。これからも空を見ていきたいと思います(6年生)。
- ・光の万華鏡をつくるのがとても楽しかったです。家の人もびっくりしていました(6年生)。

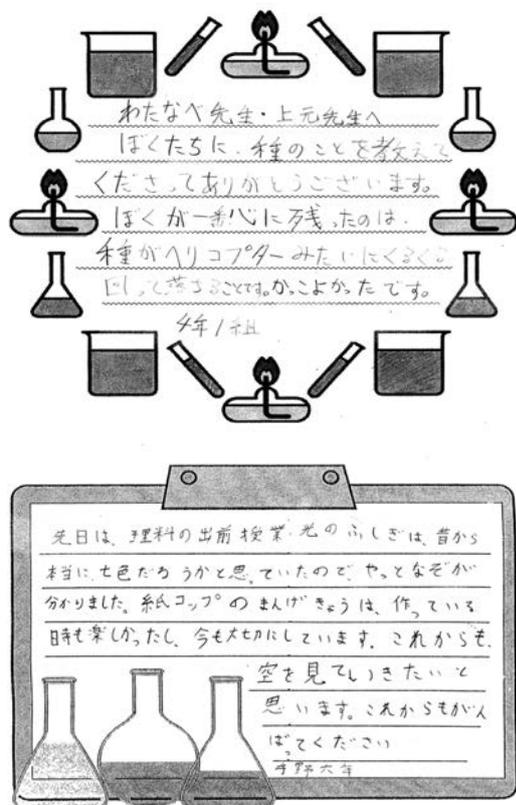


図9 児童の感想：4年生(上)と6年生(下)

7) 考察

テーマに関連した活動を積み重ねるように実施し、児童が考えたり、手を動かしたり、ものを作ったり

したことで、ストーリーが生まれ、児童は集中して2時間の活動に取り組んでいた。数名の児童の感想に、活動の内容や作成したものを家で家族に見せたり、さらに作り直したりした記述があった。科学体験活動が授業の時間で終結せず、家庭での会話につながったことは、子どもの興味・関心の高まりを示す結果として評価できる。

天草地方は豊かな自然に囲まれていて、自然体験の場には恵まれているが、熊本市などにある博物館で開催される科学体験イベントに参加する機会は少ないのではないかと考えられる。したがって、大学の教員や学生が小学校において科学体験の出前授業を行うことが、科学体験学習に関する地域格差の解消に結び付けば、本研究の取組みの意義が高まるのではないかと考えられる。

(3) 環境情報活用分野

- 1) 場所 天草郡苓北町立坂瀬川中学校
- 2) 時期 平成23年1月27日
- 3) 対象 坂瀬川中学校3年生17名
- 4) 材料 衛星画像, 天気図, 大気環境データ

2010年3月の黄砂現象を対象とした。1時間ごとの運輸多目的衛星MTSATの熱赤外差画像により黄砂を可視化した。地上天気図は気象庁による3, 6, 9, 12, 15, 18, 21時の実況天気図を使用した。環境省による1時間ごとの九州における浮遊粒子状物質(SPM)濃度分布図を使用した。

5) 授業内容

授業は表5に示す指導案に基づいて行った。MTSAT熱赤外差画像を用いて可視化した黄砂の時系列画像と地上天気図を配布して黄砂の発生・水平方向の移流を調べる活動と、それらに加えてSPM濃度分布の時系列画像も見て寒冷前線付近の黄砂の鉛直方向の動きについて考察する活動を行った。二人一組で活動した。MTSATの解析領域を図10, 熱赤外差画像の例として、2010年3月21日3時の画像を図11に示す。授業終了後、どのような効果や課題があったのかを調べるために、アンケート調査を行った。

6) 結果と考察

今回使用したMTSAT熱赤外差画像は白黒濃淡画像であり、黄砂以外の情報も含まれているため、中学生には読み取りが難しいのではないかと考えられたが、事後アンケートでは全員が衛星画像を使って黄砂の動きを調べることができたと回答していた。また、全員が今日の授業を理解できたと回答していた。事前アンケートで「越境大気汚染という言葉聞いたことや見たことがありますか?」と尋ねたところ、17名中6名の生徒が「ある」と回答していた。「ない」

表5 環境学習指導案

過程	時間	学習内容	教師の支援	準備物
導入	10	1. 芥北町に飛来した黄砂の写真を見て、日常生活との関わりや黄砂はどこから飛来したのかを考える。	・黄砂現象について説明する。 日本における黄砂の影響について説明する。	・パソコン ・プロジェクト ・ワークシート
		2. 黄砂はアジア大陸内陸部の乾燥地帯で発生していることを知る。	・黄砂の発生場所や条件を説明する。 発生源近くや韓国などにおける黄砂の影響を説明する。	
黄砂はどのように日本に飛来するのだろうか				
展開	30	3. 黄砂がどのように日本に飛来するの予想する。	・低気圧と関わっていることに気づかせる。	・衛星画像と天気図の時系列画像 (黄砂の動き①)
		4. 黄砂の衛星画像の見方を知る。	・衛星画像(熱赤外差画像)では、白く映る部分が黄砂気塊であることを伝える。	
閉	10	5. 黄砂の動き①を見て気づいたことをワークシートに書いて、グループで話しあう。	・黄砂の動き①の黄砂部分を蛍光ペンでマークさせる。 ・わかることをワークシートに書かせて発表させる。 ・黄砂の発生・移流は、低気圧の動きに関わっていることを確認する。	・日本付近の衛星画像、天気図、九州のSPM 地図の時系列画像(黄砂の動き②)
		6. 前線付近での大気の流れをワークシートに書き、黄砂が一番濃い場所を予想して、グループで話し合う。	・既習の寒冷前線は寒気が暖気の下へもぐるようして移動することを確認する。 ・地表付近で黄砂が一番濃い場所を予想させ、発表させる。	
まとめ	10	7. まとめをワークシートに書く	・黄砂の発生から日本までの輸送についてのまとめを確認する。	
		・アジア大陸内陸部の乾燥・半乾燥地域において、低気圧などによる強風によって上空に舞い上がった黄砂は、低気圧の移動に伴って日本まで輸送される。 ・寒冷前線通過時には、寒気が暖気の下にもぐりこむ動きに伴って、上空の黄砂が地表付近に運ばれる。		

と答えた生徒のなかにも「大気汚染(空気のよごれ)」という言葉を見たとき、どのようなことが思い浮かびますか?」との問いに「黄砂」「中国」といった越境大気汚染に関わりの深い言葉を回答した生徒が2名いた。熊本では2006年に観測史上初めて光化学オキシダント注意報が発令された。翌年の5月8日から9日には九州から東日本の広い範囲で光化学オキシダント注意報が発令され、大きな社会問題となった。天草は九州の西部に位置するため大陸からの影響を受けやすいことから、生徒たちの大気環境や越境大気汚染に対する関心が比較的高かったためではないかと考えられる。事後アンケートの「以前と比べて越境大気汚染について関心を持てるようになりましたか?」という問いには全員が「持てるようになった」と回答していた。「越境大気汚染対策として、今後どのような取り組みが必要だと思いますか?」という問いに対しては、「砂漠化を防ぐ」「木を植える」といった回答が多く見られた。環境保全に対する意識が高まったと思われる。生徒の感想では「黄砂について詳しく知ることができてよかった」「いつもは注目しない点について、自分たちが実際に調べたり、データを見たりしながら問題を深めていけてよかった。自分たちで体験すると聞くだけよりも、印象に残りやすくてしっかり考えることができてよかった」「大気汚染について、さらに興味を持てるようになったのでよかった」といった肯定的な感想が多く見られた。

以上の結果から、MTSATの熱赤外差画像により可視化した黄砂の時系列画像は、中学校の環境学習教材として利用可能であることがわかった。また、衛星画像、天気図、大気環境データといった環境情報を活用して越境大気汚染の一種である黄砂現象について調べる学習は、生徒が興味・関心を持って取り組むことができる内容であり、生徒の越境大気汚染への関心や環境保全に対する意識を高めることができることがわかった。

(4) 地学分野

- 1) 場所 天草青年の家近くの千巖山
- 2) 時期 平成22年7月9日
- 3) 対象 坂瀬川中学校2年生22名
- 4) 野外授業の内容

野外授業の目的は、子ども達に直接地層を見せて触って、岩石をハンマーで割って化石を採集させるなどの体験を通して、子ども達が何に疑問を感じているのかを明らかにするとともにその疑問に堆積実験装置等を用いて解答のヒントを与えることにある。子ども達の主な疑問とその説明を記す。

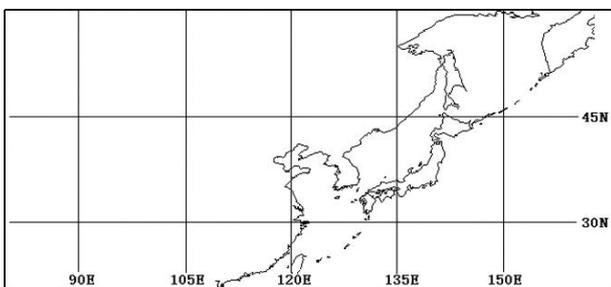


図10 MTSAT解析対象領域

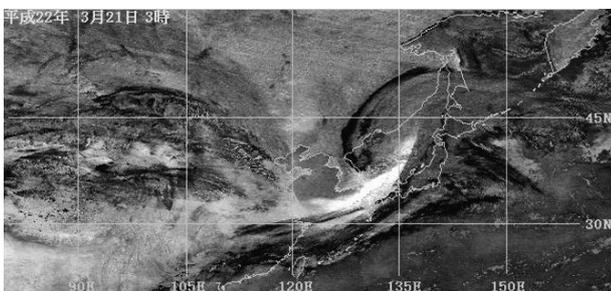


図11 2010年3月21日のMTSAT熱赤外差画像。白く映っている部分が黄砂領域。

① 地層にはなぜ縞模様があるのか？

崖などが縞模様になって見えるのは、礫、砂、泥などの粒の大きさが違うものが層になって重なっているからである。このように層になって重なりあって広がっているものを地層という。

② 地層はどのようにしてどこまでできるか？

地層は流れる水の働きで運ばれた礫、砂、泥が湖や浅い海などで次々に積み重なってできたものです。

③ 化石とは何だろうか？

化石とは“大昔（地質時代）に生きていた生き物とその生活の跡”のこと。恐竜の足跡や糞も化石です。

④ どうして化石ができるのだろうか？

生物は死ぬと、その瞬間から腐り始める。さらに、風雨にさらされると風化が始まる。そのままだと、遺骸はなくなってしまうので、化石にはなれない。生物が死んで、その遺骸が化石になるためには、死んでからすぐに土砂に埋められる必要がある。

⑤ この地層は傾いているけどどうして傾いているのか？

水の中で形成された地層は、長い年月の間に大きな力を受け、斜めに傾いたり、曲がったり、ずれたりする。

⑥ 礫岩、砂岩、泥岩があるけど、どうしてこのような違いができるのだろうか？

土砂が静かな海や湖に流れ込んだ場合、粒が大きいものほど早く沈むため、層の下の方には粒の大きなものが、上の方には粒の細かいものが堆積する。また、河川で運ばれた土砂は海岸の近くには礫や砂などの粒の大きいものが堆積するが、泥などの細かいものは沖合に堆積する。

⑦ 化石を調べて何がわかるのか？

生物は種類によって生活する環境が違うので、化石と同じ仲間の生物が現在どのような環境で生活しているのかが判れば化石を含む地層が当時どのような環境でできたのか推定できる。

アサリやカキなどの化石は、堆積した海が浅かったことを、シジミの化石は河口や湖で堆積したことを示す。

5) 野外授業を受けた後の子ども達の主な感想

- ・ただの石ころと思っていましたが、この石には人類誕生以前の大昔の歴史が隠されていることを知って驚きました。
- ・化石採集と言っても、運の良い人だけが取れると思っていましたが、全員が二枚貝や巻貝の化石を採集できて嬉しかったです。
- ・初めて地層というものを近くで見て、粒の大きさの違いで縞模様になっていることが判りました。しかし、なぜ粒が小さくなると黒くなるのか説明がなかったことが残念でした。

6) 総評

野外授業を実施して子ども達には非常に好評であった。野外で地層や岩石を見たり、触ったり、ハンマーで石を砕いたりする過程で、一つのことが理解できると次の疑問が沸き上がる生徒もいて野外活動の重要性を再認識しました。

今後はより子ども達に細かい指導をするために学生のTA支援体制を整える必要があると感じた。

参考文献

- 1) 島田秀昭, 楠本功一, 中村恭介, 中田晴彦. 熊本県沿岸域の巻貝における環境ホルモンの影響評価とその環境教育教材としての有用性. 熊本大学教育学部紀要 自然科学 53, 45-50 (2004).
- 2) 島田秀昭, 川辺理恵, 楠本功一, 中村恭介. 有明海の巻貝を利用した環境教育実践から生じた問題点とその改善策の検討. 理科の教育 54, 634-637 (2005).
- 3) 島田秀昭. 中学校理科における巻貝を教材とした環境教育. 熊本大学教育学部紀要 自然科学 58, 1-6 (2009).