

2 研究の目的

中学校地学分野「大地の成り立ちと変化」において、単元「貝は何を語るか」を構想し、教材と学習過程を工夫して実践することで、生徒は学習意欲を高め、大地の変化についての認識を深めることができる。

なお、「大地の変化についての認識を深める」とは、基礎的・基本的な知識・技能を習得し、思考力、判断力、表現力を高めながら大地の変動について時間のながれと空間の広がりをも科学的な知識と概念に関連付けて表現することとした。

3 研究の方法

(1) 研究の方法

本研究において、教材や学習過程の観点から、以下の手立てと具体的な工夫を行う。

① 生徒の内的必要感・内的関係性を高める教材を用いる。

生徒の興味・関心を引き出し、学習意欲を高めることができるよう、生徒にとって物理的・心理的距離が近い具体物を教材として用いる。具体的には、地域の自然事象や自然物を教材に用いたり（物理的距離）、生徒にとっておもしろく感じ、ほとんどの生徒が知っており共通な話題となり得る事物・事象を教材に用いたりする（心理的距離）。

本単元では、身近な地域の「大地の成り立ち」について、上越地域の海岸に打ち上げられた現生の貝と、その付近の地層から採取できる貝化石がもつ科学的な情報を基にして、総合的に考えることができるようにした。さらに、生徒の学習意欲を継続させるよう、ほとんどの生徒にとって馴染みのある漫画を用いた。

② 体験的な活動の場を設定する。

生徒が実感を伴って理解することができるよう、観察を重視した体験的な活動の場を設定する。体験的な活動とは、「生徒が、教材に用いた自然の事物・事象に直接的にかかわること」と定義した。本単元では、現生の貝（貝殻）と灰爪層に挟まれる貝化石を取り出す活動を位置付けた。

③ 推論を働かせながら思考、判断し、表現する場を設定する。

教材がもつ、時代や環境などの科学的情報を基にして、大地の成り立ちを論理的に説明することができるよう、比較や類似点を見いだす活動、貝や化石といった具体的な情報と図鑑や資料がもつ抽象的な情報を結び付ける活動、生徒同士が意見交換する活動を位置付けた。

④ アブダクション的思考の場を設定する。

生徒の自由な発想を基にした探究活動が可能となるよう、生徒の原体験や既習事項などから仮説を形成するアブダクション的思考を行う場を設定する。

(2) 検証方法

生徒の「①基礎的・基本的な知識・技能の習得、②知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等、③学習意欲」の三つの観点について、以下の方法で評価を行い、手立てや単元の有効性を検証する。

- ワークシートなどの記述
- 活動する生徒の様子（観察法）
- アンケート
- 形成テスト（NRT学力調査）

4 研究の実際

(1) 単元名 『貝は何を語るか -200万年前から大地はどのように変動しているのか-』

(2) 単元の目標

身近な地域における原生の貝と、その付近に産出する貝化石がもつ科学的な情報を基に、大地が変動していることを根拠をもって説明することができる。

(3) 生徒の現状・実態

本実践は、平成24年11月から上越市立城北中学校1年生の1学級（32名）を対象に行った。

単元の導入を前に、地学分野の調査活動について、どの程度体験しているかについて調べた結果、表1のようになった。生徒は、これまでに授業で化石について学習しておりその言葉と意味は理解しているが、実際に地層には含まれているものを観察したり、取り出したりする活動はほとんどの生徒が未経験だった。しかし、化石を取り出す活動につい

では、全生徒が「やってみたい」と答えている。これらの結果から、生徒は化石に対して、高い興味や関心をもっていることが分かる。その理由として、「見てみたい」「やってみたい」「何となく」「楽しそうだから」など、感覚的な回答が多かったが、理科の題材の中で、化石は生徒に興味を奮い立たせ、学習意欲として生徒の学習を継続させることが可能な教材であることを確信した。

(4) 指導計画 (全5時間) 単元名「貝は何を語るか」

時	学習内容	手立て(○) 評価(観点□) [方法]
1	①「身近な大地の変化」の学習の見通しをもとう ・単元の目標や学習の流れを確認する。 ・化石はどうやってできるのかを確認する。	
1	②上越の海岸にはどんな貝殻が打ち上げられてるのだろうか？ ・身近な海岸で採集できる貝殻を観察し、図鑑シートで同定を行う。 ・観察した貝は、どのような環境で生きているのか、について上越地域の海の環境を基に、科学的情報を出し合う。	○能生海岸、谷浜海岸、柿崎海岸、石地海岸で採集した数種類の貝殻と図鑑をコピーしたものをグループに配付し、協力して同定作業をする場を設定する。 ■積極的に観察したり、他とかかわり合ったりしようとしている。 [活動の様子]
1	③貝化石を取り出そう ・砂岩に含まれる貝化石を、歯ブラシやピンセットを用いて丁寧に取り出す。 ・取り出した貝化石は、グループで自由に設定した視点で分類する。	○出雲崎町小木の灰爪層から産出されるエゾタマキガイや <i>Mizuhopecten yessoensis</i> などの小型ホタテ貝類を含有する砂岩のブロックを用意し、特徴ごとに分類する場を設定する。 ■貝化石を適切に取り出している。 [活動の様子]
2	④貝化石は何を物語っているのだろうか？ ・貝化石が生きていた時代、環境などを知る。 ・貝化石が生きていた時代から現在まで、どのような大地の変化があったのか推論する。	○貝化石がもつ科学的な情報を基にして、大地の変動について推論を働かせながら思考、判断し、表現する場を設定する。 ■原生の貝、貝化石がもつ地学的な情報を基に、古代の地理を科学的に考察し、表している。 [ワークシート、生徒の発言]

(5) 学びの実際

①「身近な大地の変化」の学習の見通しをもとう

まず始めに、単元の目標を確認し、活動の見通しをもたせた。説明を聞いた生徒は、化石に触れることに対して期待をふくらませていた。

生徒が認識している化石の知識を把握することと、「過去を知るためには現在を知る」ことの必要性を説くために、生徒にとって身近な漫画のページをスクリーンに映し出し、説明を加えた。

【提示した漫画のストーリー】

主人公の猫型ロボットDと小学生Nとのやりとりである。小学生Nが化石を持って「大発見」と叫びながら自宅の部屋に戻ってくる。Nは学校の裏山でさかなと貝の化石を見つけた。Nは、興奮しながら大昔の環境について次のようにDに説明している。

「見つけた場所は、海から何十kmも離れているんだよ。そこにさかなや貝がいたということは、はるかな大昔、さかなや貝は陸の生き物だった！それが、なぜ今は海にすんでいるのか？それは、今日みたいに暑い日に、海水浴かなんかに出かけて、あんまり気持ちが良くてそのまま住みついたという…」それを聞いたDは、大笑いしてNの仮説を否定する。

これを見た生徒は、すぐに「魚や貝は昔、水の中で生きてきた生物」「昔は海の底だった」などと当たり前のように発言した。しかし、主人公Nがアブダクション的な思考によって仮説をつくることができたこと、Nの経験や学習内容を一生懸命に駆使して科学的な情報を整理したことは賞賛に値することを確認した。そして、Nが表現した稚拙な仮説としないためには、化石を基にして地史を考察する際は、現存の生物やその環境などの特徴を科学的な情報とし、考察の根拠とすることが重要なこととおさえた。

この時間の最後にあらかじめ採取しておいたいくつかの貝化石を提示し、「実は、この貝化石をあるところで見つけました。さて、この貝が生きていた時代はどんな場所だったのでしょうか？」と問題を投げ掛けた。「どこで採ったの？」「本物？」など、興味津々に化石に注目した。続けて、「これからは、科学的な根拠をしっかりとさせ、みんなが納得できる説明ができるようになること」を目標に掲げるとともに、全体で活動の内容を共有してこの時間を終えた。

表1 生徒の「化石についての原体験・理解度」の実際 (n=32)

質問項目	人	%
化石を知っている	30	94
化石とは何か、自分なりに説明できる	24	75
実際に地層に化石がはさまれているのを見たことがある	2	6
実際に土の中から化石を取り出したことがある	1	3
化石を取り出す活動をやってみたい	32	100

② 上越の海岸にはどんな貝殻が打ち上げられてるのだろうか？ —現生の貝がもつ科学的な情報の整理—

上越地域の海岸に打ち上げられた貝殻を観察し、どんな貝が現在生息しているのかを知る活動に入った。生徒は、「これ見たことある」「こんなの見たことない」など、ラミネート加工された「図鑑シート」(『上越市史』資料編1第4章第7節 pp.477-pp.481を著者の承諾を得て複写したもの)を貝殻と照らし合わせながら大まかな同定作業を行った。生徒は、サルボウガイやミタマキガイ、ツメタガイなどを手に取り、グループで協力しながら作業を進めていった(図2)。



図2 図鑑シートを用いた貝の同定

後半は、これらの貝が生きている環境はどんな環境なのかを挙げる活動を行った。この「どんな環境」とは、現生の貝がもつ科学的な情報である。生徒は、下記のように現在の海の状態を自由に挙げていった。

【生徒が挙げた「現生の貝が生きている環境」】

◦海 ◦どちらかというとあたたかい海 ◦冬は寒い ◦波がある ◦砂浜 ◦波打ち際から浅い海の底

③ 貝化石を取り出そう

再び、1時間目に使用した漫画の1ページを提示した後、「先生はある裏山でこの化石を見つけました」と言いながら化石を含む砂岩の塊を提示した。生徒は、早く手に取って観察したいという気持ちを抑えきれない様子であったが、この化石が採取できた場所(図3)について、画像をスクリーンに投影しながら説明を聞き、メモをとっていた。

【化石採取場所の情報】

◦新潟県出雲崎町小木集落の露頭
◦露頭は柏崎市石地海岸から直線距離で約3 km内陸に入った所 ◦標高は約50m



図3 化石採取場所

そして、1時間目に使用した漫画の1ページを再提示し、「みんなが、これから配る化石を、この場所から取り出したとします。D(漫画の主人公である猫型ロボット)は、先生でありみんなの仲間です。みんななら、どのような説明をしますか?」と問い掛けた。生徒は、次々に「海の底だった」「川(池)かもしれない」と声を上げた。それ以上の深まりが生徒の発言から感じられなくなったのを機に、「では、この化石が生きていた時代の環境を推理してください、そして、みんなを納得させてください」と指示を出した。産出する貝化石のイメージがもてるように、「新潟県西山油帯における灰爪層層の軟体動物化石群」(1985 日本地質学会)を基にして作製した化石図鑑シートを配付した(図4)。

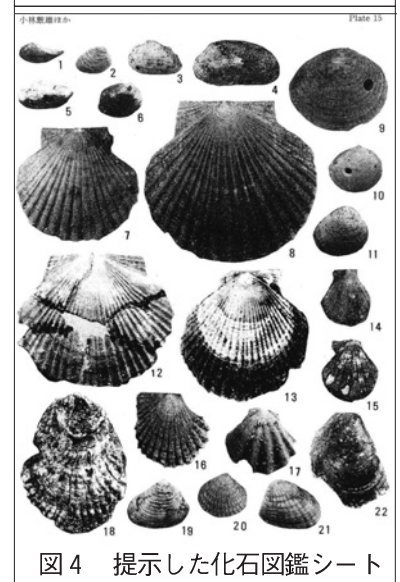


図4 提示した化石図鑑シート

いよいよ、貝化石が含まれる砂岩のブロックをグループに配付した。破片になった貝化石が所々に見えているブロックを目の前にして、生徒はブラシやピンセットを用いて化石を取り出していった。取り出された化石のほとんどは破片であるが、その模様を手がかりに化石図鑑シートの中にある貝と結び付けていった。生徒はエゾタマキガイや小型のホタテ類の貝化石や、前時に行った現生の貝の観察で見られたサルボウガイやミタマキガイなど現存の貝の化石も多く見つけることができた。(図5, 図6)

【生徒の感想】

◦あっという間に時間が過ぎた。 ◦初めてだったので楽しかった。
◦くずれやすくて大変だった。 ◦完全なのがなかった。
◦始めて見るものや今でも生きている貝がいた。
◦大昔に生きていた貝が化石になっているのは不思議だと思った。
大昔に生きていたとは信じられない。



図5 化石の取出し活動



図6 取出した貝化石

④ 貝化石は何を物語っているのだろう？

まず始めに、前時に確認できた貝化石を図鑑シートを用いながら挙げていった。その後、「貝化石が生きていた時代は、どんな環境だったのだろうか？」という課題を確認するとともにアブダクション的思考を促す質問として生徒に問い掛けた。すると、以下のような発言とその根拠が生徒から返ってきた。

【生徒の「発言」とその（根拠）】

- 「浅い海から波打ち際」(ミタマキガイやサルボウガイなど、現在でも生きている貝の化石があったから)
- 「約80万年前から200万年前に生きていた」(化石図鑑シートに書いてあったから)
- 「寒かった」(氷河期だったから)

これらの発言は、生徒がこれまでに学んだり経験したりした知識によってアブダクション的思考を経て絞り出された予想である。このアブダクション的思考によって導かれた予想をさらに科学的根拠に裏付けられるようにするために、予め用意された二つの図を提示した(図7, 図8)。図7は、約80万年前から200万年前の日本付近の古地理図であり、中国・九州地方と朝鮮半島が地続きでつながっていること、上越から中越の海岸線はわずかに海進を表しており、海岸から浅い海であったことを表している。図8は、日本近海の流れを表しているが、南からは暖流の対馬海流が、朝鮮半島と九州の海峡から日本海に流れ込んでいることが分かる。これらの図を見た生徒は、「歴史の教科書の縄文時代の日本地図も同じような形だった」と声を挙げた。

続けて、ホタテの形に似ている貝化石に着目させ、2時間目に行った現生の貝の観察ではホタテ貝に類似しているイタヤガイ科の二枚貝はイタヤガイ1種のみだったのに対し、化石では多くの種と個数が見つかったことを確認した。「今よりも、ホタテガイの種や個数が多いことから何が分かるだろうか？」という問いに対して生徒はすぐには反応を示さなかったが、「ホタテの名産地はどこだろう」との追質問で「北海道だ」という声が上がった。生徒は北海道の海を想像したところで、グループで意見交換を行った。

意見交換を経て、「どんな海だったか」についてそれぞれのグループで発表し合ったところ、すべてのグループで「今よりも冷たい海」と結論づけた。全体での結論である「今よりも冷たい海」だったことを裏付ける根拠について、個人でワークシートに書き表す活動に入った。生徒は図7と図8の図を参考にして、古地理図と海流の関係を書き表していった(図9)。

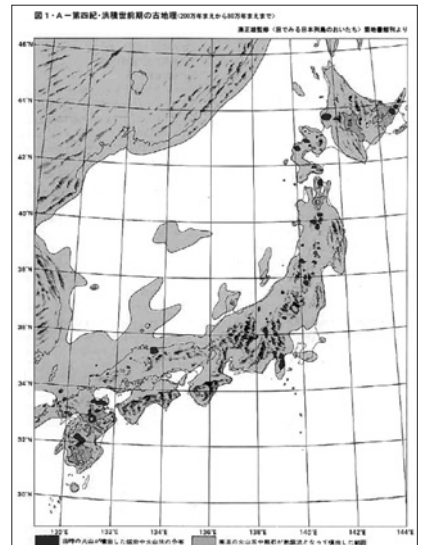


図7 約80-200万年前の古地理図



図8 日本近海の流れ図

【根拠としてあげた項目】

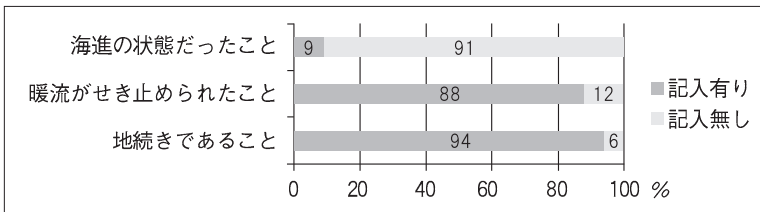


図10 根拠としてあげた項目の割合 (n=32)

貝化石から、今から80万年前まではこの地域は、今よりも冷たい海だったことが分かりました。右の図を見て分かるように、朝鮮半島と中国地方が地続きになっていて、日本海も流れて「暖流」である。対馬海流がせき止められることにより、日本海に「寒流」である流れが、方的に流れこむため日本海の水温は低くなります。

図9 生徒の説明文

図10から根拠として、「地続きであったこと」と「暖流がせき止められていたこと」についてほとんどの生徒が挙げることができていた。しかし、海進の状態であったことについては、図が不明であったことや「冷たい」根拠のみに着目してしまったことが原因で、記述する生徒が少なかったと考えられる。アブダクション的思考によって導き出された「冷たい海だった」という仮説が、2枚の絵とホタテガイの現在の分布という科学的な根拠によって結論付けられたことが感じられた。

5 研究の成果

本実践で設定した評価項目について、図11を参考に考察する。

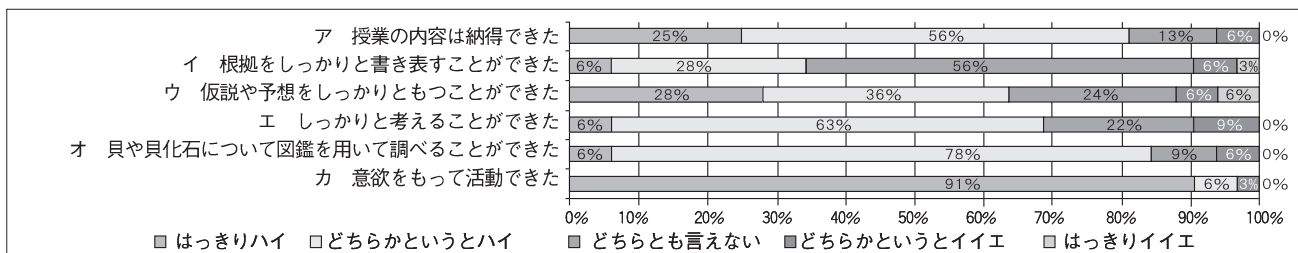


図11 学習後の生徒アンケート調査の結果 (n=32)

(1) 基礎的・基本的な知識・技能の習得

この単元における基礎的・基本的な知識の習得について、全国標準診断的学力調査 (NRT) では、中領域「地層」における正答率が全国比100に対して120であり、大変高い値を示していると受け止めている。また、アンケートの質問アにおいて、81%の生徒が授業の内容を理解できたと感じている。一方、技能についてはアンケートの質問オの結果や、貝または化石をブラシやピンセットなどを用いて丁寧に取り出しているなどの生徒の様子から、概ね達成できたと判断した。

(2) 知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等

アンケートの質問イ、ウから、他の質問に対する結果と比べ肯定的に感じている生徒の割合は少ないものの、アブダクション的思考での予想の設定やそこから導かれる気付き、仮説検証のための資料活用の状況、さらに全生徒が説明文を書くことができたことから、生徒が「アブダクション的思考→仮説設定→仮説を裏付ける科学的な知識や概念と根拠の収集→結論」というプロセスを経て、「観察の結果を科学的に分析し、得られた科学的な知識や概念に基づいて筋道を立てて説明する」ことが概ね達成できたと判断した。

(3) 学習意欲

図11のカでは97%と高い数値を表している。加えて、生徒の活動の様子から、生徒は意欲をもって学習したと判断した。この学習意欲を喚起した要因として図12のような結果を得ることができた。これについて、体験的な活動を位置付けたことや生徒にとって物理的距離や心理的距離が近い教材を用いたことが効果的に働いたといえる。

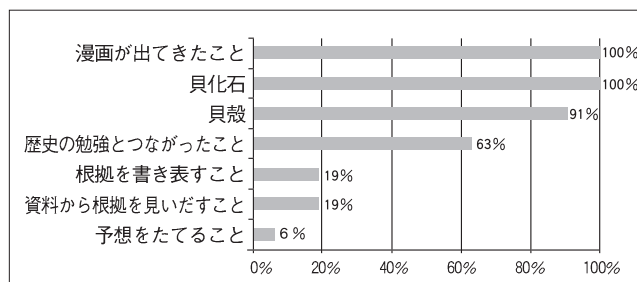


図12 楽しい・良かったと感じたこと (n=32)

6 おわりに

本実践において、単元「貝は何を語るか」を構想し、教材と学習過程を工夫して実践することで、生徒は学習意欲を高め、大地の変化についての認識を高めること、生徒の自由な発想を科学的な表現にまで高めることができた。しかし、いくつかの課題も残されている。それは、生徒の思考力・判断力・表現力の高まりについての生徒の自己評価が低い点である。これについては、アブダクション的思考を重視した探究活動、表現活動を繰り返すことで身に付き、高まっていき、生徒の自己評価も高まっていくと考えられる。

最後に、この単元を構想するにあたり、上越教育大学天野和孝教授からはフィールド調査、貝の同定など多くのご指導をいただいた。加えて、地層観察や地学巡検を縮小、または行っていない中学校が増加する中、本実践は大地の変化の認識を深めるために有効な教材となり得ると感じた。

7 引用および参考文献

文部科学省 『平成24年度 全国学力・学習状況調査【中学校】報告書』2012年
 小林辰至 『小学校の先生をめざす学生のための理科』上越教育大学 2012年 pp.1-pp.6
 下田好行 『「キーコンピテンシー」に基づく学習指導法のモデル開発に関する研究』国立教育政策研究所基盤研究報告 2009年
 田中哲也 『現生および化石貝類の中学校地学領域における教材化ーホタテガイ属化石を中心としてー』教育実践研究 第10集 2000年 上越教育大学 学校教育研究センター
 品田やよい 天野和孝 『上越地域の貝類図鑑』上越市史資料編1より抜粋
 湊正雄 監修 『目で見る日本列島の生き立ち』築地書館 1973年
 小林巖雄 他 『新潟県西山油帯における灰爪累層の軟体動物化石群』日本地質学会 1985