

中学校理科「大地のつくりと変化」における三葉虫化石の観察を 取り入れた授業実践と効果的な ICT 機器の活用

関市立武芸川中学校 船戸 智
岐阜大学 川上 紳一

1. はじめに

平成10年に発行された学習指導要領では、地層の野外観察を中心とした観察や実験などの体験的な活動を行うことによって、興味・関心を高め、自ら進んで学習する意欲をもたせることが重視されている（文部科学省，1999）。また、地球の歴史や変遷をとらえさせる証拠として、示準化石を取り扱うとしており、その例としては、「古生代のサンヨウチュウ、ボウスイチュウ、中生代のキョウリュウ、アンモナイト、新生代第三紀のピカリア、第四紀のナウマン象など代表的なものを取り上げる」ことになっている（文部科学省，1999）。さらに、化石の学習では、博物館などの実物標本の観察や、過去の環境の推定に現在の生物の生態の観察が有効であることが指摘されている。

本研究は、中学校の理科第2分野「大地のつくりと変化」の単元において、古生代を代表する三葉虫化石の実物を活用し、三葉虫の体のつくりから、どのような環境に生息していたかを類推する授業を構想し、三葉虫化石の授業での位置づけと、三葉虫化石の教材としての有効性を明らかにしようというものである。三葉虫化石を観察し、形態的な特徴から三葉虫がどのような生物だったのかを推理するカリキュラム開発は、京都大学総合博物館の大野照文教授が精力的に取り組んでいる（大野，2003；大野ほか，2003）。本研究は、

大野ほか（2003）のカリキュラムを踏まえ、中学校の理科授業での三葉虫化石の位置づけを行ったものである。この内容は、発展的な取り扱いであると考え、単時間扱いとした。

大野ほか（2003）のカリキュラムでは、小学生を対象に、まず三葉虫化石を一人ひとつずつ与え、体のつくりをじっくり観察し、スケッチをとる時間を十分にとっている。その後、体のつくりについて気づいたことを小学3年の「昆虫の体のつくり」の学習内容との比較から考察し、最終的には三葉虫がどのような生き物だったかを推理している。本研究では授業時間を1時間としたため、スケッチの時間を節約するためにデジタルカメラを用いた三葉虫化石の部位の接写撮影を取り入れた。

なお、ここで紹介する授業実践は、平成15年度～平成18年度科学研究費補助金基盤研究（A）（1）「優れた小中学校理科授業構成要素に関する授業ビデオ分析」（国立教育政策研究所 小倉康 2006）で撮影された授業収録を参考に、まとめている。授業実践は、岐阜県関市立武芸川中学校で行っている（2006年3月15日実施）。

2. 教材開発と教材活用の工夫

ミュージアムショップ等に並んでいる三葉虫化石は、多くが平らになった形をしている。しかし、三葉虫の化石には、実に多くの種類

がある（たとえば, Levi-Setti, 1993）。また, 同一種の三葉虫化石には, ダンゴムシのように丸くなった状態で化石化したもの（図1）, 外敵に襲われ体の一部が欠損しているもの（林, 1998）, 脱皮のしかたがわかるもの（図2）, などがある。これらの化石は, 生徒にとって興味を引く素材であるだけでなく, そのからだの様子を観察することで, 当時の生息環境を知るための手がかりが得られ, 三葉虫の生態をより詳しく知ることができるものと考えた。



図1. 丸くなった状態で化石化した三葉虫化石。



図2. 体の一部が欠損した三葉虫化石。

三葉虫がどのような生き物だったかを探ることは, 専門家でなくてもたいへん興味を惹く研究活動である（フォーティ, 2002）。

まず, 三葉虫が昆虫と同様, 頭, 胸, 腹の

3つの部位に分かれ, 腹部は多数の体節からなることを観察する目的で, エルラシア・キング (*Elrathia kingi*) を生徒に一人1個ずつわたるように40個確保した（図2）。複眼の形態観察や, ダンゴムシのように丸くなった三葉虫化石として, ファコプス・ラナ (*Phacops rana*) を用いた（図1, 3）。ファコプス・ラナについては, 各班に1個ずつわたるようにした。



図3. 三葉虫化石の頭部。複眼のつくりがよくわかる。

一方, ICT 機器を有効活用し, より分かりやすく, かつ効率的な交流を行うため, 次のような点に工夫を加え, 授業実践した。

- ①接写機能のあるデジカメ（「SANYO Xacti S3」2 cm までのマニュアルフォーカスが可能）を各班に1台用意して, 三葉虫の特徴的な部分を班ごとに撮影できるようにする。
- ②撮影した画像は, パソコン室の個人サーバに保存する。
- ③全体交流場面では, 保存したサーバ内の画像データをパソコンのディスプレイに表示させ, 発表するようにした。

ただし, 生徒は事前にデジカメで撮影したり, サーバへ保存したりするスキルを習得している。

3. 授業前における生徒の実態調査

授業を構成する上で、生徒がどんな意識を持っているかを事前に調査した。調査した項目は、次の通りである。

- 今までに三葉虫化石（写真・実物）を見たことがありますか？
- 三葉虫化石を持っていますか？
- 三葉虫について何か知っていますか？
- 三葉虫の形を書いてください。

79%の生徒が、三葉虫の化石を以前に見たことがあると回答した。（そのうち、実際に三葉虫の化石をもっている生徒は、11%であった。）また、三葉虫について、何らかの知識をもっていると回答した生徒は、88%にのぼったが、実際にその体型を的確に描くことは、ほとんどの生徒ができなかった。実際に化石をもっている生徒が描いた図（図4）を見ても、確かな知識をもっているとは言い難い。さらに、三葉虫について知っていることの内容をみると、「古生代に生きていた化石」（1人）、「大昔に土の中に埋もれてきた」（3人）と回答した以外は、すべて無回答であった。

また後日、生徒の持っている三葉虫の化石を見せてもらうと、すべて平らな体型をしているものばかりであった。このことから、三葉虫は、平らな体型をしているというイメージをもっているのではないかと考えられる。

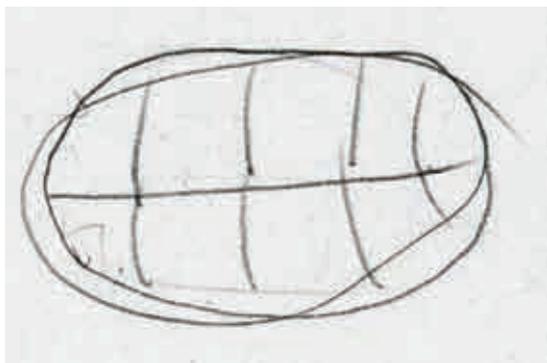


図4. ある生徒が描いた三葉虫。

4. 授業構想

平成10年発行の学習指導要領（文部科学省，1999）では、三葉虫化石は、示準化石として取り上げられている。単元指導計画のなかでは、まず示準化石という概念をおさえ、その具体例として三葉虫、アンモナイト、ビカリアなどを紹介するにとどまるというのが一般的な流れであろう。授業前の実態調査から、生徒のほとんどが、三葉虫の化石についての確かな知識をもっていなかったり、三葉虫は平らな体型をしているといった認識にとどまったりしていることが明らかになった。そこで、三葉虫が示準化石であることを指導計画通り学んだあと、本時では、三葉虫は生きものとして一体どんな特徴をもっていたのかを課題にすることにした。からだの特徴が分かれば、当時の生活環境が類推できる。また、三葉虫は示準化石であるため、同時代に生息していたであろう他の生物（アノマロカリスなど）も特定できる。それらの資料も用意し、他の生物とのかかわりについても推測できるようにした。

さらに、ICT機器を活用し、効率のよい交流方法を工夫した。それにより短縮された時間は、十分な観察時間に当てることができると考えた。

5. 授業実践

事前の実態調査から、平らな体型をした三葉虫を見慣れていることが明らかになった。そこでまず、丸くなった個体を見せることで、意外性を引き出し、生徒の興味・関心を高める。その他にも、からだの特徴を観察することを通して、生活環境を考察するようにした。その後、示準化石であることから、その時代に生きていたその他の生物が特定できるので、三葉虫がそれらの生物がいる中で、どのような生活をしていたのかを推測する、と

いう展開で授業を行った。

(1) 授業の導入

まずは、生徒が描いた三葉虫の形を紹介した。その中で、三葉虫は平らな形をしているのではないか、ということを確認した。

その後、学習教室用テキスト「三葉虫を調べよう」(大野, 2003)の資料中にある、脚とえらの復元図(図5)をプロジェクタに提

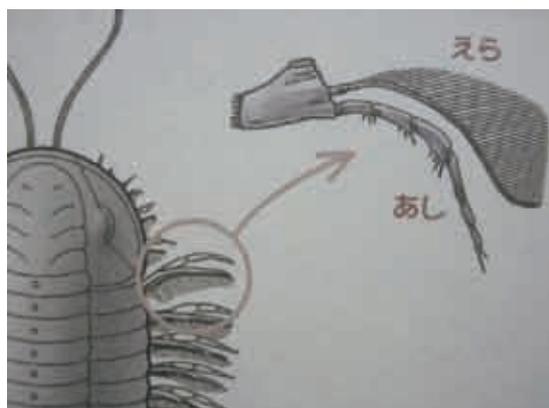


図5. 脚とえらの復元図.

示した。「三葉虫は、どこでどのように生活していたのだろうか」という課題に対し、えらや脚が見られることから、水中で生活していたのではないかと、底を歩いていたのではないかと、という予想が出された。

(2) 探究活動1

生徒は、この予想を確認するために、三葉虫のからだのつくりを、詳しく観察するとよいと考えた。そこで、各班へ平らな形をしたエルラシア・キング標本以外に、目の部分が複眼になっていることが分かるファコプス・ラナ標本、ダンゴムシのように丸い体型をしたファコプス・ラナ標本、からだの一部が欠損したエルラシア・キング標本を渡した。

次のような追究活動が行われた。

- 脚には、関節がある。→昆虫の仲間かな。
- からだには、固そうな甲羅がついている。→なぜそんなからだのつくりをしていたの

だろうか。

- 丸くなっているものもある。→敵から身を守るために丸くなっていたのではないか。
 - かみつかれた跡が残っている。→敵がいたのではないか。
 - 黒板の資料を見ると、脚には昆虫のように関節があった。実物の化石を見ると、目は複眼だった。→昆虫の仲間みたいだ。水中では羽を使って、泳いでいたかもしれない。
- 生徒は、観察から得られた事実をもとに、三葉虫が生息していた当時の環境を推測した(図6)。また、敵がいたのではないかと推測した生徒には、事前に用意しておいた資料を見るように促した。当時、大きな生き物であるアノマロカリスという生物がいたことから、三葉虫はそのような大型の生物に食べられる



図6. 実物の特徴を調べる生徒.



図7. 資料をもとに考察する生徒.

可能性があり、からだの一部が欠損した個体は、これらの生物に、かみつかれた跡ではないかと想像していた（図7）。

(3) 探究活動2

生徒は、自分の予想が正しいかどうかの根拠になる情報を、実際の化石標本や資料から収集し（図7）、まとめた自分の考えをパソコンで処理し（図8）、仲間の前で発表した。その発言内容をみると、三葉虫の体型から、当時の生活の様子を的確に捉えているものが多かった。その一部を紹介すると、以下のようになる。

- 写真にもあるように、三葉虫にも背骨のような甲羅がある。→カブトムシと同じように、殻でからだを守っていると思う。
- 三葉虫は横から見ると、平らな形をしている。→海底に住んでいて、敵が来たときには砂の中に身を隠したのだと思う。→浅瀬にいと流されるけど、海底だとその心配がない。
- 目の位置が上についている。→海底に住んでいたことが分かる。



図8. デジカメで撮影しサーバへ保存。

また、交流後の感想を見ると、交流の結果自分の考えがまとまったことが伺えるものが多くあった。

さらに生徒は、プロジェクタに投影した拮

大写真をもとに話したため、よく分かる説明ができた。時間節約の効果が現れ、多くの生徒の考えを交流することができた点も、非常によかった点である。

6. 議論

(1) 三葉虫化石の教材としての意義

三葉虫化石の観察と、現生生物とを比較するカリキュラムは大野（2003）が精力的に開発し、学習教室を展開している。三葉虫は小学生にとっては魅力的な化石であり、(1) 化石標本をじっくり観察させること、(2) 昆虫との比較から三葉虫が古生代にどのように生活していたのか、どのような生き物だったのかを推理すること、(3) 推理したことを証明できる化石標本を準備しておき、推理が妥当であったという達成感をもたせるように仕組んでおり、学習教室への満足度は非常に高い。

本研究でも、生徒たちは興味・関心をもって三葉虫化石を観察し、どのような生き物だったかを推理している。推理の根拠となった観察事実をデジカメで撮影し、根拠を明確に自分の考えを発表することができていた。大野（2003）のカリキュラムでは、まずエルラシア・キングを観察し、追究の部分で子どもたちの推理を裏づけるような化石を提示するような学習の流れが構築されており、完成度が高いカリキュラムとなっている。生徒に観察させる三葉虫化石の種類や形態をもっと多くし、生徒の思考に沿って推理した内容を化石標本の形態を詳しく調べて、裏づけるような改善が必要である。

また、新学習指導要領では、示準化石の扱いが「地球の歴史や変遷を捉えさせる証拠として取り扱う」から「地層の生成年代の推定には示準化石を用いる」と、積極的な扱いをするように表記されている（文部科学省、

2008). このことから、本実践を単元指導計画の1時間として位置づけることは、意義のあることと思われる。

(2) ICT 機器の活用について

化石などの観察では、対象の特徴を掴むために精密なスケッチを描く力をつけることは重要な課題である。それには、スケッチの描き方の指導はもちろん、スケッチのための時間を十分とることが求められる。今回は単元指導計画のなかで、三葉虫化石の観察のための時間を十分確保することが困難であり、ICT 機器の活用による時間的節約を行った。結果的にみると、スケッチをする時間を省いたことで、観察の時間を十分確保することができた。そのため、多くの事実を見つけることができた。また、見てもらいたい部分を拡大してパソコンのディスプレイに示すことで、客観的で非常に分かりやすい発表をすることができた。聞く側の理解を助けるためには、効果的な学習方法であり、スケッチをとる活動と ICT 機器をうまく活用することで大きな学習効果ができるものと期待された。

7. おわりに

実物標本を使い、実際に自分の手で確かめることは、興味・関心を高め、理解を深める上で非常に重要なことである。三葉虫やアンモナイト化石を、学習指導要領を踏まえた単元指導計画の中に位置づけ、必要な化石標本を確保して、実感をともなった学習へと生徒を導くためには、適切な化石標本の確保が不可欠である。本研究で確保した三葉虫化石は、周辺の小中学校と連携して活用するなど、教材を共有できるようなネットワークの構築が

今後の重要な課題である。

謝辞. 三葉虫化石の確保では、小野照雄氏にお世話になった。また、カリキュラム開発では、京都大学総合博物館大野照文教授にアドバイスをいただいている。ここに記して感謝いたします。

引用文献

- フォーティ, R. (2002) 三葉虫の謎, ハヤカワ書房, 342p.
- 林久人 (1998) 三葉虫を喰う動物がいた, 鑛業博物館, 31, 33-43.
- 文部科学省 (1999) 中学校学習指導要領 (平成10年12月) 解説-理科編-, 大日本図書.
- 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説 - 理科編, 平成20年9月, 大日本図書.
- Levi-Setti, R. (1993) Trilobites, 2nd ed., Chicago University Press.
- 小倉康 (2007) 平成15~18年度科学研究費補助金基盤研究 (A) (1) 「優れた小中学校理科授業構成要素に関する授業ビデオ分析とその教師教育への適用」研究成果報告書 (国立教育政策研究所) pp.320-323.
- 大野照文 (編) (2003) 平成14年度文部科学省科学系博物館教育機能活用推進事業による委託事業「三葉虫を調べてみよう-大学博物館でつける仮説から検証への科学的考え方の基礎能力」報告書, 京都科学系博物館教育機能活用推進実行委員会.
- 大野照文・川上紳一・田口公則ほか (2003) 小学生を対象とした化石教室「三葉虫を調べよう」のねらいとその実践, 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), 27, 131-137.