

## 示準化石の探究学習へ向けたモロッコ産デボン紀クリメニア化石の教材化と 中学校における授業実践

Application of the Moroccan Devonian fossils Clymeniidae to the study on index fossils and practice in the junior high schools

川上紳一<sup>1</sup>・河合佑里恵<sup>1,4</sup>・片田誠<sup>2</sup>・橋田千寿<sup>3</sup>

Shin-ichi KAWAKAMI<sup>1</sup>・Yurie KAWAI<sup>1,4</sup>, Makoto KATADA<sup>2</sup> and Chizu HASHIDA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岐阜聖徳学園大学 <sup>2</sup>土岐市立土岐津中学校 <sup>3</sup>岡山県立倉敷天城中学校 <sup>4</sup>豊橋市立章南中学校

<sup>1</sup>Gifu Shotoku Gakuen University <sup>2</sup>Tokitsu Junior High School

<sup>3</sup>Kurashiki-Amaki Junior High School <sup>4</sup>Shonan Junior High School

**[要約]** クリメニアはアンモナイト亜綱に属する軟体動物の化石であり、古生代デボン紀末期の限られた地層から産出するため、示準化石の教材化に向いている。本研究では、モロッコ産クリメニア化石を大量に確保し、分類を行って、化石の形態から分類群を絞り込めるものを選び教材とした。一方、アンモナイト亜綱に属する生物の系統図や地質時代年表、化石の同定に用いるアンモナイト図鑑を作成し補助教材とした。中学生を対象にした授業実践では、クリメニア化石の同定を行い、地質時代を決定する活動を通して、アンモナイト類が示準化石であることや、化石を用いて地層の年代が推定できることを、実感を伴って理解させることを目指した。

**[キーワード]** 示準化石、クリメニア、体験学習、地質年代、アンモナイト、デボン紀

### 1. はじめに

グローバル化の進展や技術革新などにより、社会の変化が急激に進むなかで、わが国では少子高齢化が進んでいる。人工知能の飛躍的な進化によって近い将来、人々の働き方も大きく変化することが予想されている。こうした中、学校教育では、児童・生徒が積極的に事物現象に関わり、問題を発見し、解決していくなかで、知識を獲得し、情報を再構築するなどして、新たな価値を生み出す能力を育成することが求められている。こうした目標を達成するために、小中学校の理科の授業においても、不断に教材開発やカリキュラムの開発を行って、新しい時代にふさわしい理科授業を創造していくことが必要である。

中学校理科の第2分野では、生命や地球に関する事物・現象を科学的に探究するために必要な力を育成することが求められている。科学的な探究を行うということは、実際に研究者が研究現場で行っている観察や思考法を疑似体験することを通じて、科学的な問題解決の方法や論理的な思考

法を身につけさせることであろう。本研究では、クリメニア化石を用いて、生徒一人一人が化石を観察し、その形態から分類群を絞り込み、同定した化石の種類から、化石が産出した地層の時代を決定するという学習プログラム(川上ほか, 2010)において、新たな教材を作成し、中学生を対象に授業実践したものである。

### 2. アンモナイト類の教材化における課題

小中学生を対象に示準化石に関する概念を探究的に学習させる授業実践には、村上(1995)や青井ほか(2009)、川上ほか(2010)がある。青井ほかの研究では、フランス産ジュラ紀アンモナイト化石を教材として使用している。教材化のための標本として選んだ理由は、大量に確保できるため、児童・生徒それぞれに1個以上の化石の配布が可能であること、アンモナイト目、フィロセラス目、リトセラス目が共存しており、目のレベルでは比較的分けが容易であること、アンモナイト目に属するダクチリオセラス科、ハーポセラ

ス科, ヒルドセラス科の中には, 殻口の形態や装飾物の有無で分類ができること, それらは同一の地層から産出しているため, 色調が同じであり, 化石の色などで見分けるのではなく, 化石の形態に注目して分類する必要がある, 化石の分類や記載に関する学術的な方法に準拠して探究学習ができるというメリットがあった. 川上ほか (2010) は, 同じ産地の化石について, 同定しやすい化石を選んで教材を洗練させている.

さらに, 竹中ほか (2011) は, この教材について, 化石に詳しい研究者ではない一般教師が理科授業で扱えるように, 教師用マニュアルを作成すると同時に, 地質時代に関する概念構築のための補助教材などを作成し, 科学館の学習教室等で授業実践研究を行っている. アンモナイト化石の分類には, 一般的に縫合線の形態を調べる必要があるが, 中生代のアンモナイト類の多くは, 縫合線が複雑になっており, 縫合線の形態を比較して分類作業を行うことは困難である. そこで, これらの研究においては, 巻きのきつさ, 殻口の形状, キールなどの装飾物の有無などに基づいて科のレベルで見分けができるものを選んで教材化が行われている. これらの研究で用いたフランス産ジュラ紀アンモナイト化石は, 採集から 10 年近くの年月が経過し, 表面が酸化するなど, 劣化してしまい, 現在では授業実践に使用できるものが少なくなってしまう. また, 現在では, フランス産ジュラ紀のアンモナイトを確保することも困難になっている.

一方, 山口ほか (2015) は, モロッコ産デボン紀アンモナイト類の化石を大量に確保し, それらを用いて示準化石に関する探究的学習のための教材研究を行っている. 東條・安井 (2016, 2017) は, モロッコ産デボン紀の化石産地を調査し, 現地の状況などを報告している. モロッコ産デボン紀アンモナイト類は, アゴニアタイト目, ゴニアタイト目, クリメニア目に分類される. 山口ら (2015) が研究し, 分類したゴニアタイト類は, このなかのゴニアタイト目に属するもので, その

ほとんどは, 大きさが 1 センチ程度と小さく, 分類作業には, 巻きのきつさや殻口の形状だけではなく, 縫合線の形を調べる必要があった.

本研究では, 化石の大きさが 5 センチ程度と比較的大きく, しかも縫合線の形状がゴニアタイト目のものより単純なクリメニア目の化石を選んで教材開発を行った.

### 3. 教材開発について

#### (1) 観察標本

モロッコ産デボン紀アンモナイト類をアゴニアタイト目・ゴニアタイト目に属するものと, クリメニア目に属するものに分け, クリメニア目に属するもののうち, 巻きのきつさや殻口の形状が分かるものを選びだした. さらに, 表面に縫合線が現れていて, 縫合線の形態から分類群が絞り込めるものを選び出した. このうち, 保存状態のよいものを選んだ. クリメニア化石は, シマクリメニア, コスマクリメニア, ゴニオクリメニアの 3 つの分類群を用いた (図 1). この 3 種類だけでは, 同定作業が簡単すぎると思われたので, ゴニアタイト目に属するディスコクリメニア属とエルフォーディテス属の化石も加え, 全部で 5 種類 120 個とした.

表 1. 観察教材セットに使用した化石

目名	属名	個数
クリメニア目	シマクリメニア <i>Cymaclymenia</i>	40
	コスマクリメニア <i>Kosmoclymenia</i>	17
	ゴニオクリメニア <i>Goniclymenia</i>	8
ゴニアタイト目	エルフォーディテス <i>Erfoudites</i>	9
	ディスコクリメニア <i>Discoclymenia</i>	6



種、フィロセラス目 2 種、アンモナイト目 4 種を選んで図鑑に示した (図 3)。ここで、ディスククリメニアは分類学的にはゴニアタイト目であるが、名前にクリメニアがあることから、学習者の混乱をさけるためクリメニアのなかまとしている。



図 3. 配布したアンモナイト図鑑.

#### 4. 授業実践

開発した教材は、岐阜聖徳学園大学教育学部 1 年生 32 名を対象に試行的に授業実践し、化石の種類や図鑑に掲載する化石の数などが妥当かを調べた。その結果、配布する化石は 120 個から 80 個に減らし、アンモナイト図鑑に掲載する

化石の種類も 24 種から 18 種に減らした。

2017 年 11 月に、土岐市立土岐津中学校 2 年生 61 名を対象に授業実践を行った。地質時代年表にアンモナイトの系統図を完成させた後、アンモナイト図鑑を使って化石を同定し、地質時代の決定を行った。さらに、2018 年 1 月 23 日、24 日に、岡山県立倉敷天城中学校 1 年生 3 クラス 115 名を対象に授業実践を行った。授業は、土岐市立土岐津中学校と同様各クラス 2 時間である。

第 1 時の授業では、アンモナイト化石とオウムガイの殻のつくりが似ていることを調べる授業を行った (川上ほか, 2010)。導入の事象提示で、オウムガイやカタツムリ、巻貝の殻を提示し、これらが水に浮くかを質問した。生徒の予想を受けて、実際に水槽に入れ、カタツムリとオウムガイの殻が水に浮くことを示した。その理由を考察させたあと、殻の内部を観察するため、オウムガイの殻の 2 面カット標本を観察させた。同様に、アンモナイト化石についても二面カット標本を提示し、殻の作りの相違点を調べさせた。

第 2 時の授業では、アンモナイトは約 4 億年前に出現し、6600 万年前に恐竜とともに絶滅するまで、3 億年以上も繁栄し、その種類も 1 万種を超えることを説明した。地層から発掘したアンモナイト化石の種類が分かれば、地層の堆積した時代が分かることを説明し、実際にやってみることを説明した。

生徒は、地質時代区分やアンモナイト類の進化に関する詳しい知識がないことを想定し、図 2 に示した地質時代年表を示した資料を配布し、文字が抜けている部分に語句を入れて、地質時代名やアンモナイトの分類群の名前を印象づけた。

次に、化石が 2 個ずつ入ったビニール袋を生徒に 1 つずつ配布し観察を行うこと、形態から名前を決定するための資料として、アンモナイト図鑑 3 枚とワークシート 1 枚を配布した。

化石の名前を決定するには、まず巻きのきつさ、殻口の形状に注目した後、殻の側面にある縫合線の模様を比較するよう促した。縫合線については、

第1時の授業で観察したオウムガイやアンモナイト化石の内部にある部屋を区切る壁が殻の表面と交わりを示すことを説明した。生徒は、観察したクリメニア化石の形態をスケッチし、名前をつけたあと、班ごとに結果を交流するように促した。授業の終末では、観察した2個のクリメニア化石のうち、どちらか1つについて、同定した化石の名前を発表し、クラス全体で集計した。化石の同定に関しては、ほとんどの生徒が与えられた化石を正しく分類することができていた。また、観察してつけた化石の名前から、これらの化石を採集した地層の堆積した年代が古生代デボン紀であることを結論づけることができた。

## 5. アンケート調査の結果

授業実践後に、オウムガイの殻とアンモナイト化石の比較や、化石の同定と地質時代の決定に関する探究学習に関する学習者の意識調査を実施した。

化石の分類は楽しかったかという質問に対しては、115人中96人が楽しかった、16人がやや楽しかったと回答しており、その割合は80%を超えた。しかし、化石の分類は難しかったかという質問では、難しい16人、やや難しい71人で、簡単あるいはやや簡単と回答した生徒は22人(20%)であった。化石を用いて地層の年代を決める方法がわかったかという質問では、111人がわかったあるいは、ややわかったと回答している。

自由記述では、

- ・実物を観察することができ理解が深まった
- ・楽しく学ぶことができた
- ・アンモナイトにはたくさんの種類があり、  
模様(縫合線)で名前がわかる
- ・化石の分類にはたくさんの知識と情報が必要であることがわかった
- ・化石の見分け方がなれてくると、達成感が大きい

などの記述があった。化石の同定が簡単、やや簡単と回答した生徒は土岐津中学校では14名(23%)であり、いずれも全体の2割程度である。

## 6. 議論

### (1) 探究学習に適したアンモナイト化石とは

筆者らは、2009年からアンモナイト類の化石を大量に確保し、それらの分類群を同定する活動を通じて、探究的に示準化石の概念を学ぶことを目指し、教材研究と授業実践を行ってきた。青井ほか(2009)では、破損したり、磨耗している化石も授業に使ったため、学習者に分類が難しいという印象をもたせてしまった。そこで、保存状態がよく、形態の違いが分かりやすいものを選んで実践を重ねてきた(川上ほか、2010、竹中ほか、2011)。フランス産ジュラ紀のアンモナイトの分類では、縫合線の観察は難しく、巻きのきつさや殻口の形態によって分類を行っているため、化石の分類をしたことがない生徒にとっては、やはり分類作業が難しいという印象を与えてしまっていた。その理由は、ジュラ紀のアンモナイト類は形態がよく似ており、じっくり観察したにも関わらず、かなりの生徒が与えられた化石を正しく同定することができなかったことが背景にあると考えられる。

今回は、化石がやや大きく、縫合線が単純なモロッコ産デボン紀クリメニア化石を用いて教材開発ならびに授業実践を行った。岡山県立倉敷天城中学校の1年生115人に対して行った実践のアンケート結果について、分析結果を示したが、クリメニア化石を用いたことにより、分類作業が難しかったという生徒の割合は、従来の実践に比べて低いことが明らかになった。また、化石の分類は慣れていないため難しかったが、ほとんどの生徒は縫合線に着目することで、正しく同定することができたため、授業自体は楽しかったとか、面白かったといった感想

が多かった。このことから、フランス産ジュラ紀アンモナイトやモロッコ産デボン紀ゴニアタイト化石よりも、クリメニア化石のほうが、正しく分類作業を行えるという点に関して、教材として適しているといえよう。

## (2) 学習プログラムについて

中学生を対象にした授業実践で、示準化石の学習をどのように進めたらよいか。これについては、2009年にフランス産ジュラ紀アンモナイトの教材開発を行ったときから、第1時に、オウムガイの殻とアンモナイト化石の殻のつくりについて比較する授業を行ったあと、2時間目にアンモナイト化石の分類と地層の堆積した時代名を決める活動を行っている。アンモナイト化石を地質時代の決定に用いるツールとしての活用の前段階で、アンモナイトがどのような生き物なのか、どのような生活をしているのかに関して疑問をもち、探究的な学びによって知識を獲得したうえで、知識の活用とさらなる探究という形で、学ぶことが有意義であることや、学んだ知識が役に立つことも実感できるのではないかと考えられる。

## 7. おわりに

本研究は、中学校理科授業における示準化石に関する学習を探究的に実践するための標本の確保と、補助教材を作成し、中学生を対象にした授業実践で検証し、広く学校現場へと普及させることを目的としている。大学生を対象とした試行的な実践のあと、岐阜県土岐市立土岐津中学校で実践し、さらに倉敷天城中学校で実践した結果、アンモナイトを用いた地層の年代決定の方法について、探究的に学習させる教材として、クリメニア化石が適切であることを示すことができた。モロッコ産デボン紀クリメニア化石については、2013年に約500kg入手しており、同様の教材を多数作成できる目処が立っている。今後、教員研修の場などで、アンモナイト類の進化や見分けのこつなどについて講習を

行い、生徒一人ひとりが手にとって分類作業ができるよう、1セット40個の教材セットを作成して中学校教員に配布する予定である。

謝辞. アンモナイト類の化石産地の地調査では、名古屋芸術大学の東條文治准教授に大変お世話になった。これまでの研究で使用した化石の入手は、化石研究家小野輝雄氏の協力で実現したものである。また、土岐津中学校での授業は、岐阜信用金庫環境学習事業として実施している。ここに記して深謝する。

## 文献

- 青井映里・船戸智・東條文治・川上紳一: 中学校『大地のつくりと変化』と『動物の生活と生物の変遷』におけるアンモナイト化石とオウムガイ標本の教材としての活用の試み。岐阜大学教師教育研究, 第5号, 81-88, 2009.
- 川上紳一・東條文治・吉田裕之・小野輝雄: アンモナイトとオウムガイ標本を用いた課題解決型特別授業の実践, 岐阜大学教師教育研究, 第6号, 31-37, 2010.
- 村上浩二: アンモナイトで示準化石の意義に迫る授業実践, 熊本地学会誌, 110, 6-9, 1995.
- 竹中諒・東條文治・川上紳一・山中敦子: アンモナイト化石を用いた課題探求方 理科学習の展開, 日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集, 57, A11, 2011.
- 東條文治・安井謙介: 課題解決型授業の実践のためのモロッコ産ゴニアタイト化石産地について, 名古屋芸術大学研究報告, 37, 241-249, 2016.
- 東條文治・安井謙介: 示準化石教材に使用するゴニアタイト化石の分類群について, 名古屋芸術大学研究紀要, 38, 195-200, 2017.
- 山口太志・大村恵里華・山田しおり・川上紳一: モロッコ産デボン紀後期ゴニアタイト目化石の分類と教材開発: 示準化石をテーマにした課題解決型授業に向けて, 日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集, 61, C1045, 2015