

中学校理科「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

1. アンモナイト化石を用いた示準化石の授業実践

関市立武芸川中学校	青 井 映 里
同	船 戸 智
岐阜大学	川 上 紳 一
名古屋芸術大学	東 條 文 治

1. はじめに

平成20年1月の中央教育審議会の答申において、理科の改善の基本方針として、「自然に親しみ、目的意識をもった観察・実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養うことができるように改善を図る」という方向性が示された。平成20年6月に発表された新学習指導要領には、その具体的内容が示されている(文部科学省, 2008)。

第2分野の地学分野においては、学習内容の系統性を図りつつ、地学的な時間スケール、空間スケールのなかで事象を捉えさせることが明記され、地層の年代とその推定法として、示準化石を取り上げ、その際に野外での化石採集や博物館等での実物標本の観察を行うような工夫が求められている。

一方、第2分野の動物の生活と生物の変遷では、動物を比較して、共通性や相違点について分析するとともに、地層学習と関連を持たせて、生物が進化してきたことを理解させ、生物を時間的なつながりでもとらえる見方や考え方を身に付けさせる内容が新たに導入されている。本研究は、こうした学習内容につい

て、アンモナイト化石、オウムガイ標本の教材としての可能性を探り、授業実践によってその有効性を調べることを目的としている。アンモナイト標本については、フランス産ジュラ紀標本を多数確保し、第1学年の「大地のつくりと変化」の授業において、事象提示の場面で生徒に配布し、興味・関心を高める手だてとし、示準化石の学習へと展開した。また、第2学年の「動物の生活と生物の変遷」の授業においては、アンモナイトがどのような生物であったかを課題とし、半分にカットしたオウムガイ標本とアンモナイト標本をグループに1セットずつ確保し、アンモナイトとオウムガイの殻のつくりを調べる授業を構想した。

アンモナイトを教材とした科学教育の実践には、進化をテーマにした松川(1984)の研究、示準化石をテーマにした村上(1995)の研究のほか、藤田・川村(2007)などがある。また、小学校理科学習におけるアンモナイト化石やオウムガイの観察の着眼点については、最近田口(2007)が解説している。本研究は、新学習指導要領の内容を踏まえた中学校における授業構想および実践として位置づけられる。



図1. アンモナイト化石標本.

2. 教材開発

アンモナイトは、三葉虫、サメの歯、恐竜化石と並んで人気の高い化石の一つである。一見したところ巻貝のような殻をしているが、イカやタコと同じ軟体動物のなかの頭足類に属している。巻貝は同じく軟体動物であるが、腹足類に属している。すなわち、殻の巻き方は似ているが、分類学的にはアンモナイトと巻貝は全く異なるものである。オウムガイには殻壁と隔壁で隔てられた部屋(気房)があり、海水と気体が含まれている。オウム

ガイは気体の量を調節することで潜水艦のように浮いたり、沈んだりしている。同様にアンモナイトにも殻壁と気房があり、殻壁は曲面になっており縫合線と呼ばれているが、巻貝にはこうした構造はみられない (Benton and Harper, 2008)。すなわち、アンモナイトとオウムガイを比較し、両者には殻壁、縫合線があるが、巻貝には殻壁が存在しないことを観察することで、巻貝、オウムガイ、アンモナイトの仲間わけができる。

こうした殻の形態は、オウムガイの生活様

式と密接に関係している。アンモナイトについては、海底で生活していたものが多いといわれているが、直径が1 mを超えるものもあり、気房の存在は生存にとって重要な役割を果たしていたことは間違いない。



図2. フランス産ジュラ紀のアンモナイト化石.

さて、中学校の理科授業において、こうした形態の観察をじっくり行わせるには、少なくとも学習班に一つずつアンモナイト化石とオウムガイ殻標本が必要となる。また、殻壁や縫合線を観察するには、標本を縦に分割した標本が必要である。オウムガイ標本についてはフィリピン産のものを10個体確保した。また、アンモナイト標本については、時代の異なるものを同じく10個確保した。形態観察に使用するアンモナイト化石標本を図1



図3. アンモナイト図鑑.

に示す。この図には、比較に用いるオウムガイ標本も合わせて示した。

一方、事象提示に用いるアンモナイト化石標本については、フランス産ジュラ紀のものを約2000個確保し、生徒一人一人に配布できるようにした(図2)。同じ場所で採集されたものであるが、形態の異なるものが多数あり、アンモナイト目、リトセラス目、フィロセラス目にまたがり少なくとも30種が含まれている。これらの中から代表的なものを選んで「アンモナイト図鑑」を作成した(図3)。アンモナイト図鑑には、3つの目が含まれており、生徒は自分が手にした標本がどれにいちばん類似しているかを比較できるようにした。

アンモナイトの系統樹(図4)を見ると、古生代オルドビス紀にオウムガイのなかまとの共通の祖先から枝分かれし、古生代シルル紀にバクトリテス目、その後ゴニアタイト目、プロレカニテス目が分岐し、中生代になるとプロレカニテス目から分かれ中生代三畳紀に繁栄したセラタイト目、ジュラ紀、白亜紀にかけて繁栄したリトセラス目、フィロセラス目、アンモナイト目、および異常巻きを示すアンキロセラス目に分岐している。一方、オウムガイ、タコやイカのなかまは、系統樹の根元に近い部分でアンモナイトと別れている。アンモナイトは、オウムガイよりもタコやイカに近いと考えられているが、オウムガイとアンモナイトの殻の構造はよく似ており、中学校レベルでの学習においてはいずれも近縁関係にあるとみなして問題はない。

3. 授業構想／単元指導計画

これらの教材をどの単元に位置づけ、どのような流れで学習を進めたらよいかを検討した。第1学年「大地のつくりと変化」の単元において、アンモナイトとオウムガイの比較

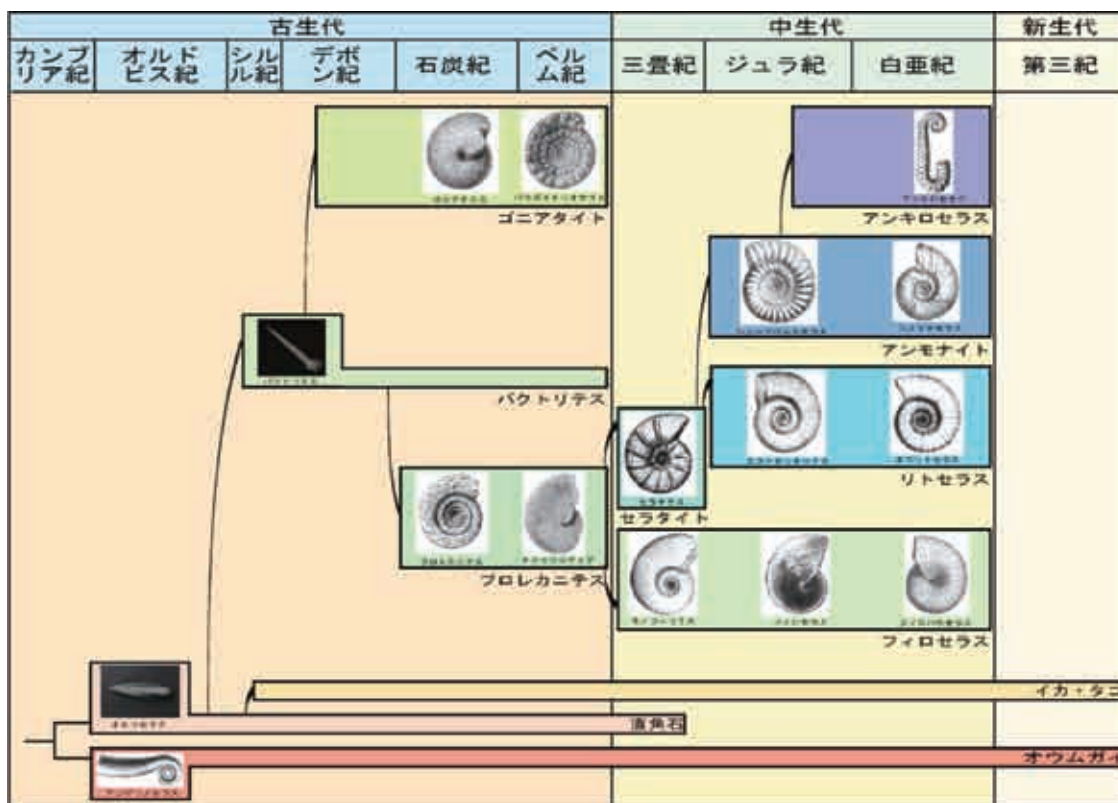


図4. アンモナイトの系統樹. 代表的な化石の形態は Moore (1964) に基づく.

に関する授業1時間と、アンモナイトの進化に関する授業を1時間連続させて行うことは一つの案として浮上したが、進化についての学習を1年生を対象にするのは難しいと判断し、示準化石としてのアンモナイトの学習を第1学年「大地のつくりと変化」で、アンモナイトとオウムガイの形態比較をテーマにした授業を第2学年「動物の生活と生物の変遷」で扱うことにした。以下は、第1学年「大地のつくりと変化」における授業実践について述べる。

授業は、2008年1月の第3学期に行った「大地のつくりと変化」の単元(全14時間)のなかで、単元導入1時間、火山と火山岩の学習、地層の学習に続く第6時間目に位置づけた。

4. 授業前における生徒の実態調査

授業実践前に生徒の化石に対する知識についてアンケート調査を行った。質問内容は化石について知っていることを自由に記述させた。生徒が知っている化石については、アンモナイト、三葉虫が圧倒的に多く、恐竜、貝類(ビカリア)、ナウマンゾウなどがあつた。また、化石はかつて生きていた生物が地層中に埋没して化石になったとするものがあつたが、化石を用いて地層の形成された時代を調べられることや、化石から当時の環境がわかるといった内容については、記述はまったくみられなかつた。

5. 示準化石における授業実践

アンモナイト化石を用いた示準化石に関する授業は、2009年1月29日に関市立武芸川中学校で実践した。1年生2クラスを対象

として、それぞれ1時間ずつ授業を行った。また授業のまとめと感想については、次の理科の時間に記入させた。

(1) 授業の導入

授業の導入では、フランスのセント・ポール・デ・フォン (Saint Paul de Fonts) にある化石産出地の写真とアンモナイト化石の産状を示す写真を提示した (図5)。



図5. フランスのアンモナイト化石の産地。

教師 (青井) が地層には化石が含まれていることを説明し、化石の種類から地層のできた時代がわかるかという質問を提示した。生徒の発言からは、化石がアンモナイトであること、アンモナイト化石だとすれば中生代や古生代の地層であることがわかったといったものがあった。生徒の探究意欲を高めるため、この段階でビニール袋に入った化石を提示し、「ここに写真の地層で採集された化石がありますが、調べてみたいですか?」と問いかけた。すると、多くの生徒から、「調べてみたい!」という声が上がった。そこで、本時の課題として、「地層に含まれていた化石から地層のできた時代を調べることができるだろうか。」とし、黒板に板書した。

(2) 探究活動 1

アンモナイト化石から時代を調べるには、

どの時代にどのようなアンモナイトが生息していたのかに関する知識が必要とされる。そこで、地球史の専門家 (川上) が、系統樹が描かれた資料を提示し (図4)、最近の地球の歴史は、古生代、中生代、新生代に分けられ、新生代の始まりが6500万年前、中生代の始まりが2億5000万年前、古生代の始まりが5億4200万年前であること、(2) アンモナイトのなかまは、古生代のシルル紀ごろに出現し、中生代の終わりまで生息していたこと、(3) アンモナイトのなかまは、古生代のゴニアタイトのなかま、中生代のフィロセラス、リトセラス、アンモナイトなど、いくつかのグループに分けられていることを説明した。そのあとで、各グループに約10~20個ずつアンモナイト化石を配り、系統樹と比較しながら、時代を調べるように促した。図6に、アンモナイトを調べる生徒の様子を示す。



図6. アンモナイト化石を比べる生徒。

生徒たちは、実物のアンモナイト化石を手にしたこともあり、夢中でアンモナイトがどの時代のものかを決めようと、観察に集中していた。観察結果がまとまった段階で、どの時代の化石が何個含まれているのかを集計させ、その結果を黒板の表に記入させた (図7)。

古生代	中生代	中生代	中生代	中生代
4	1	7	14	6
	3	6	8	3
	1	3	13	7
	1	1	7	13
	2	2	5	11
	5		10	13

図7. 結果は班ごとに記録する.

生徒たちは、古生代から中生代にかけての化石であると考えていた。この段階で、生徒の中から同じ地層からでてきたのに、古生代から中生代まで何億年も離れた時代のアンモナイトが一緒にみつかることが疑問である、という発言があった。

(3) 探究活動2

この疑問に対しては、地層は古いものから新しいものへと徐々に積もっていくという意見もあった。そこで、教師（青井）が、「もう少し時代を絞り込むための情報があるといいね。」と語りかけ、それを受けて、川上が、フランス産のアンモナイトの代表的な種を表示したアンモナイト図鑑（図3）を提示した。この図鑑には、たくさんのアンモナイトの画像があるが、殻の巻き方や、表面の模様から、3つのグループ（アンモナイトのなかま、リトセラスのなかま、フィロセラスのなかま）に分けられることを説明した。これら3つのグループの特徴に注目して、もう一度化石を比較するよう促した。その際に、わかりにくい化石も含まれているので、図鑑や系統樹とよく似た代表的なものを手がかりに、確かな考察材料を選ぶように机間指導を行った。再検討の結果、ほとんどのグループは、アンモナイトを中生代（ジュラ紀、白亜紀）のもの

であるとした。しかし、1グループだけは、依然古生代のものも含まれているという結果を提示した。

6. 議論

(1) アンモナイト化石とオウムガイ標本の教材として意義

本研究でとりあげたアンモナイト化石とオウムガイ標本は、新学習指導要領解説—理科編の内容に沿ったものである。まず、アンモナイト化石は、「大地のつくりと変化」の単元において、示準化石の一つとして明記されている。フランス産ジュラ紀アンモナイトを生徒一人一人に与え、アンモナイト図鑑と比較して近縁種を探す活動を通じて、目的意識をもった観察を行わせることが可能となる。フランス産アンモナイト化石には、リトセラス目、フィロセラス目、アンモナイト目に属するものが含まれており、アンモナイト化石の多様性を認識させるきっかけをつくることができる。今回の授業実践から、探究活動をする生徒は、アンモナイト化石と系統樹や図鑑との比較に夢中になっており、学習の動機づけに対しては、大きな効果がみられることが明らかになった。興味・関心の高まりを示す生徒の感想には、次のようなものがあった：

- ・ アンモナイトにもいろいろな種類があることや、化石で地層の年代がわかるなんてすごいと思いました。あまり興味がなかったのだけど、化石にさわったり、自分で年代を特定できたりして興味がもてました。アンモナイトの実物を見て、写真でたくさんの種類があることがわかり、もっと化石の種類を知りたいと思った。

- ・ 化石を種類別に分けることはむずかしかったけど、ある程度地層の年代がしぼりこむことができたので、うれしかったです。このようにして地層の年代を知ることができるのだと実感しました。
- ・ 化石について少し勉強してみて、その化石についてどの年代のものなのかわかって、おもしろかった。今日は本物の化石が見れて楽しく授業ができたし、わかりやすかったです。あまり岩石を見るとということがなかったけど、よく見ると同じような岩石でも、1つ1つが少しずつ違っていることを知りました。それに写真と比較できてわかりやすかったです。
- ・ 実際にアンモナイトを見てみて、小さいアンモナイトだったから分類するのが難しかったです。種類が1万以上あると知ってすごく驚きました。
- ・ 同じように見える化石でも、名前が違ったり、種類が違ったりして年代も違うことに、すごく驚きました。
- ・ 地層を見ると、地層のできた時代に生きていた生き物などが分かるのですごいと思いました。
- ・ 今日の授業で、本物の化石に触ってみたけど、やっぱり何億年も前の生き物が今の時代に残っていると考えるとすごいと思いました。
- ・ アンモナイトで1万種類はがあると知って驚いたし、何より、地層の中の化石（示準化石）で、その年代がわかるなんてすごいと思いました。理科って楽しいと思いました。
- ・ 自分でその化石を見て触って、ふだんできないことができて、すごくいい勉強になりました。また、一度見直すことで、年代を絞ることができることがわかって勉強になりました。

興味・関心の高まりについては、実物標本を用いて探究学習ができたこと、アンモナイトにはたくさんの種類があり、形態にも多様性があること、化石から地層の年代が絞り込めることを実感できたといった要素がプラスに働いていることが読み取れる。また、驚きや感動といった点では、アンモナイトの種類の高さ（多様性）、地球や生物の歴史性、示準化石という年代指標についての記述があった。

さらに、授業のおもしろさについては、示準化石という概念を学習するだけでなく、実際に化石の見分けの作業から化石が産出された地層の年代を絞り込むという活動が有効であった。

(2) 教材の検証

アンモナイト化石標本は、生徒の興味・関心を高めるうえで、有効であったが、系統樹や図鑑と比較する際には、できるだけ保存状態がよく、かつ、容易に判断がつくものを選んで提示すべきであった。今回の授業実践では、無造作に10個程度与えたため、化石によっては小さくて見にくかったり、表面が磨耗して、形態がしっかり観察できなかったりするものが含まれていた。生徒のうちの何人かは、こうした標本までしっかり見分けようと試みており、判断が難しい標本を前に、しっかりとした考えにまとめられないでもどかしい思いでいる生徒の姿がみられた。

一方、系統樹やアンモナイト図鑑についても、どの種、どの標本を掲載するかよく吟味して、標本と資料がよく対応するように改良する必要があることがわかった。こうした教材の改善については、次回までに万全に準備して授業実践をおこなって評価していくことが必要である。

7. おわりに

本研究は、新学習指導要領を念頭においた、アンモナイト化石を教材として用いた授業の実践研究である。その第1歩として、本論文では、アンモナイト化石を用いた示準化石の授業実践について報告した。今後、動物の仲間わけや、生物の変遷をテーマとした授業実践を行い、アンモナイト化石やオウムガイ標本の教材としての意義を明らかにしていきたいと考えている。

謝辞. 本研究は、小野輝雄氏から大量のフランス産ジュラ紀アンモナイト化石を提供していただいたことがきっかけとなった。氏には、縫合線の観察に適したアンモナイトの確保をする際にもお世話になった。ここに記して感謝いたします。

引用文献

Benton, M. J., and D. A. T. Harper (2008) Introduction to Paleobiology and fossil

record. 592p, Wiley-Blackwell.

藤田勝代・川村喜一郎 (2007) 作って楽しむアンモナイトアクセサリー (財) 深田地質研究所一般公開で実施されてきた化石の型取りを通してする地学教育の普及, 財団法人深田地質研究所年報, **8**, 81-88.

松川正樹 (1984) アンモナイトによる「生物進化」の教材化: 同一内容に対する複数教材の開発に関する試み, 地学教育, **37**, 97-108.

文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説—理科編, 149p, 大日本図書.

Moore, R. C. (1964) Treatise of invertebrate paleontology: Mollusca 3., 519p, Geol. Soc. Am./Univ. Kansas Press.

村上浩二 (1995) 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.

田口公則 (2007) アンモナイトは巻貝じゃないよ, 初等理科教育, **41**, No.6, 34-35.