

アンモナイト化石を用いた課題解決型授業の実践のための化石 産地と標本の確保について

*Fossil localities and specimens for problem solving study in geoscience education by
using ammonites*

東條 文治 *Bunji Tojo*

(名古屋芸術大学 人間発達学部)

竹中 諒 *Ryo Takenaka*

(岐阜大学 教育学部)

川上 紳一 *Shin-ichi Kawakami*

(岐阜大学 教育学部)

1. はじめに

学習指導要領の改訂後、理科の学習においては、見通しをもって実験・観察を行い、問題解決の能力を高めるとともに、自然の事物・現象についての実感をもとにした理解を図ることが重視されている。理科教育における「地学」の分野においては、天体の運動や大地のつくりなど空間的にも時間的にもスケールの大きな対象に取り組むため、このような学習において実感を伴った理解の助けとなる教材開発が必要と考えられる。小学校理科における「土地のつくりと変化」、中学校理科における「地層の重なりと過去の様子」では、化石の学習があり、実際の地層や化石の産状についての視聴覚教材や、実物の化石を教材として使うことによって学習効果を高める試みがなされている。

アンモナイト化石やオウムガイ標本を用いた課題解決型授業の構想は、東條ほか (2008) で論じられ、中学校第1学年の「大地のつくりと変化」の単元において、アンモナイト化石を調べて、その化石が産出した地層の時代を調べる授業実践が行われている (青井ほか、2009)。また、同様の学習計画を小学生を対象に再編したものについては、川上ほか (2010) が論じている。このような実物の化石を用いた課題解決型授業の成果を踏まえ、本研究では、授業に適した化石教材、視聴覚教材の整備について検討を行った。

化石教材の整備については、子どもが実際に手に持って観察するのに適した1～3cm程度のサイズの軽いもので、一人一人に実物の化石がわたって学習ができるように安価で大量に入手が可能であるもの、そして観察学習が必要となる、種の同定が容易な外部形態の保存状態の良いアンモナイト化石を選定する必要がある。市場に出回っている化石などを基に、候補となる化石産地としてフランスとモロッコを選定し、現地調査を行った。教材用の化石試料を確保するとともに、化石を産出する地層や化石の産状についての視聴覚教材などの作成も同時に行った。

2. アンモナイト化石を用いた課題解決型授業の流れ

アンモナイト化石を用いた課題解決型授業の流れについては川上ほか (2010) で提案されているものを手本とした。このプログラムには大きく 2 つ学習内容が設定されている。一つは、示準化石に関する学習であり、アンモナイト化石を同定し地層の時代を探求するテーマである。もう一つは、動物の仲間わけの学習であり、アンモナイトがどのような生物であったのかを、オウムガイや巻貝など (田口、2007) 現生のさまざま生物と比較し探求するテーマである。川上ほか (2010) は、この二つを一連のものとして流れを作ることによって、両者の理解の深化と定着を図るプログラムを提案している。

2-1 示準化石に関する学習

授業の導入：化石や地層に関する既存知識を確認するために、化石や地層の映像や図表などを示しながら質問を行う。そのなかで、化石が過去の生物が石になったものであること、化石によって生きていた時代が違うことなどを確認しながら、化石から地質時代がわかることを説明する。

課題づくり：アンモナイト化石の産状の映像を見せ、アンモナイト化石の種類を調べて地層の時代を決める課題を提示する。化石の同定に用いるアンモナイト図鑑と、地層から産出した化石標本のセットを各グループに配布する。アンモナイト化石をスケッチし、特徴を観察しながら図鑑を基に名前を決める作業をする。

地質時代の決定：配られた化石のスケッチと名前を付ける作業を終えた段階で、アンモナイトの系統樹を示した資料を配布し、時代による化石の種類の変遷から地層の時代を決めるように促す。グループごとに同定した化石の種類や推定した地層の時代について発表・交流する。

2-2 動物の仲間わけの学習

授業の導入：示準化石に関する学習によって高まったアンモナイトに関する興味関心から、アンモナイトがどのような生き物だったかについて質問し、発言を促す。アンモナイトと比較するために、巻いた形の生物を複数映像資料で提示する。形態の比較から、オウムガイと巻貝が候補であることを引き出す。

オウムガイの生態：オウムガイは身近な生物ではなく、巻貝との違いを示すために、オウムガイと巻貝の殻を水の入ったビーカーに入れる演示実験をする。また、オウムガイの生態動画を示し、オウムガイが浮遊して生息していることを学習する。オウムガイが浮く理由を考えさせるために、オウムガイの殻断面と巻貝の断面をスケッチさせ、違いを見つける。

アンモナイトの形態観察：オウムガイと巻貝の殻の違いをはっきりさせ、アンモナイト

の仲間がどちらであるか予想させる。アンモナイトを正中断面で切断・研磨した試料を配布し、スケッチさせる。観察結果を交流しながら、アンモナイトの殻にはオウムガイのように仕切られた部屋がたくさんあることを確かめ、オウムガイの仲間であることを理解する。

3. 化石教材の作成

3-1 化石産地調査

教材として候補に挙がった、アンモナイト化石の産地であるフランス、モロッコで、平成24年3月に化石産地調査を行った。アンモナイト化石（アンモナイト亜綱）の産地、フランスでは2か所 St.Paul-des-Fonts、La Clavier、モロッコでは4か所 Imsouane、Goulmima、Fezzou、Midelt の地層を調査することができた。各産地の化石試料を教材として検討するとともに、地層や化石の産状についての視聴覚教材も作成した。

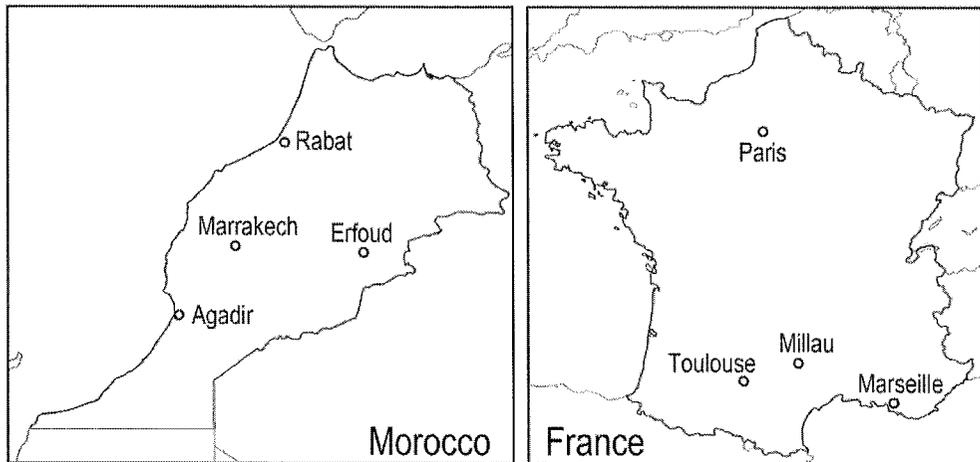


図1 調査地であるフランスとモロッコの地図。調査地はフランス Millau の近郊、モロッコ Agadir、Erfoud の近郊である。

(1) St.Paul-des-Fonts

フランス南部の中央山岳地帯（Massif Central）に位置する Millau（図1）近郊の町、St.Paul-des-Fonts では、中生代ジュラ紀のトアルシアン（Toarcien）の地層が露出している。この地域で露出している地層は灰色のシルト質泥岩からなる（図2A）。堆積構造は不明瞭であり、表面は風化で軟泥化している。このシルト質泥岩を母岩として直径が1～3cm程度のサイズのアンモナイトが、巻貝やベレムナイトなどとともに産出する。化石は変形をあまり受けておらず、正中線が層理面に平行になるような状態で地層に埋没している（図2C）。地層の傾斜は水平に近く、露出している100m程度の厚さの地層の上位は白亜紀の石灰岩によって覆われている。*Grammoceras* や *Calliphylloceras*、*Catacoeloceras*、*Pleydellia* など、主要なものでも20種類以上の小型のアンモナイト化石を産出する。周辺では、近年化石採集がされていないようで新たに市場に豊富に供給される可能性は少ないようだ。

(2) La Clapier

St.Paul-des-Fonts の近郊に位置し、地層も同時代である中生代ジュラ紀のトアルシアン
の地層が露出している。下部は平行葉理の発達した灰色から褐色の頁岩 (図 2B) で、上
部は St.Paul-des-Fonts で見られる地層と同様の堆積構造が不明瞭な灰色のシルト質泥岩
である。頁岩からは *Dactykioceras* や *Hildaites* が産出する (図 2D)。化石の直径は
数 cm ~ 10 数 cm のものが多い。化石は正中線が層理面に平行になるように地層に埋没し、
数 mm の薄さまで平たくつぶれた状態で産する。上位の堆積構造が不明瞭なシルト質泥
岩からは、直径が 1 ~ 3 cm 程度のサイズのアンモナイトが、巻貝やベレムナイトなどと
ともに産出する。アンモナイトの種類、産状は St.Paul-des-Fonts と同様である。

(3) Imsouane

モロッコ西部の大西洋に面した都市 Agadir (図 1) の近郊に位置する Imsouane では、
中生代白亜紀のセノマニアン
の地層が露出している (図 3A)。この地域では、泥がちの
砂泥互層がみられ、おもに泥岩中のノジュールの中から大型のアンモナイトが産出する。
Calycoceras や異常巻きアンモナイトと呼ばれる、安全ピンのように螺旋から殻が直線に
伸びる部分を持つ *Ancyloceras* など、数 10cm ~ 1 m という大型の化石を豊富に産する。
この地域では化石を掘り、クリーニングを行って化石を販売している業者があり、化石の
種類を同定する表面形態の良好な化石試料を複数入手することが可能である。

(4) Goulmima

モロッコ南東部、サハラ砂漠の入り口の町である Erfoud (図 1) の西およそ 80km に
位置する Goulmima では、中生代白亜紀のチューロニアン
の地層が露出している (図 3B)。この地域では、砂泥互層の地層がみられ、おもに地層に挟まるノジュールからアンモナイ
トや魚類などの化石を産出する。アンモナイト化石としては *Mammites*、*Choffaticeras*
などの数 10cm ~ 1 m という大型の化石を豊富に産する。この地域では化石を掘り、クリー
ニングを行って化石を販売している業者があり、化石の種類を同定する表面形態の良好な
化石試料を入手することは可能であるが、Imsouane などに比べると確保できる数量は少
ない。

(5) Fezzou

モロッコ南東部、サハラ砂漠の入り口の町である Erfoud (図 1) の南西およそ 80km
に位置する Fezzou 近郊では、古生代デボン紀の地層が露出している (図 3C)。この地域
では黒色石灰岩がみられ、ゴニアタイト (アンモナイト亜綱ゴニアタイト目) やオルソセ
ラス (直角石)、ウミユリの化石などが豊富に産出する。露頭は露出が良好であり、広範
囲にわたって化石を豊富に含む層準を追跡することができる。石灰岩の磨かれた表面には

化石の断面が観察され、地層の中に化石が豊富に含まれる様子がはっきりとわかる。ゴニアタイトの大きさは1～10cm程度と手ごろな大きさである。また転石として単離したゴニアタイトの化石も散見されるが、表面の形態は風化によって保存が悪く十分な選定が必要である。しかしながら、化石業者を介すれば状態の良い化石試料をゴニアタイトについて十分な数量入手可能である。

(6) Midelt

モロッコ南東部、サハラ砂漠の入り口の町である Erfoud (図1) の北およそ150kmに位置する Midelt 近郊では、中生代ジュラ紀の地層が露出している (図3D)。河川が浸食した溪谷に沿って砂泥互層の露頭が広く連続して露出している。二枚貝、腕足類の化石などとともにアンモナイトの化石が産出する。部分的に二枚貝の密集層を挟み、風化面で

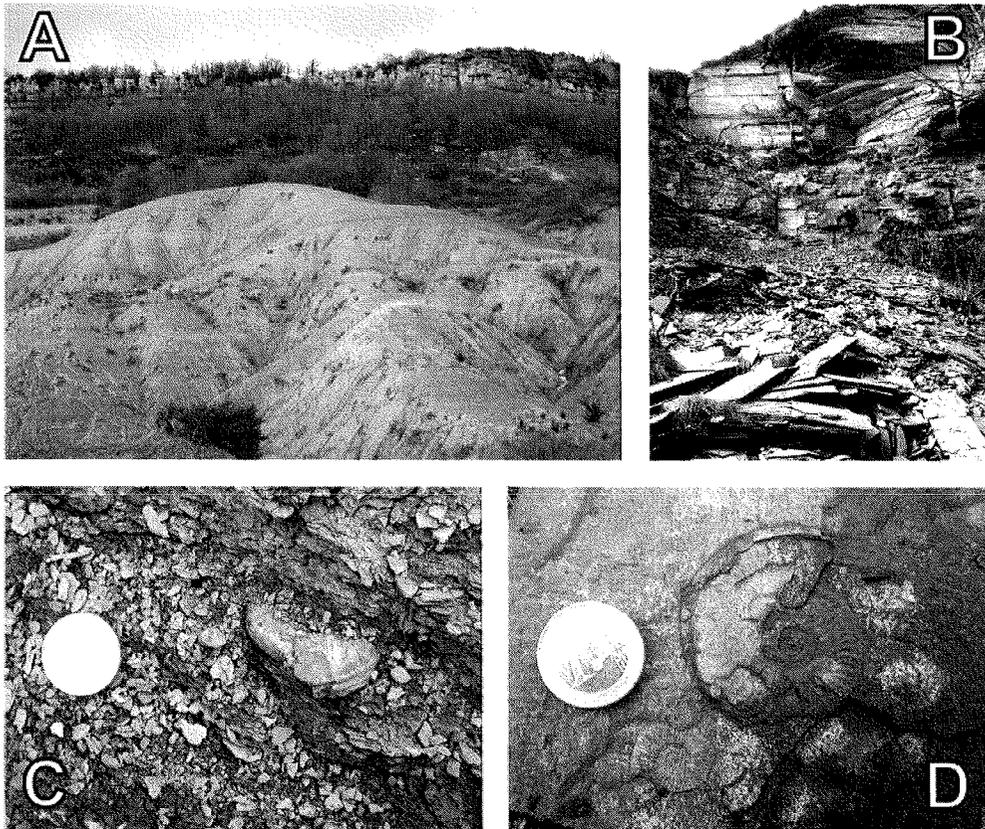


図2 フランスのアンモナイト化石産地。A: St. Paul-des-Fonts の露頭。手前に灰色のシルト質泥岩の露頭が見える。奥には上位の石灰岩層が見える。B: La Clavier の下部、アンモナイト化石を含む頁岩の露頭。C: St. Paul-des-Fonts の化石産状。泥岩中の葉理に沿って水平にアンモナイト化石が埋没している。コインは直径約2cm。D: La Clavier の下部アンモナイト化石を含む頁岩での化石産状。数 mm の厚さまで化石はつぶれている (*Hildaites subserpentinum*)。コインは直径約2cm。

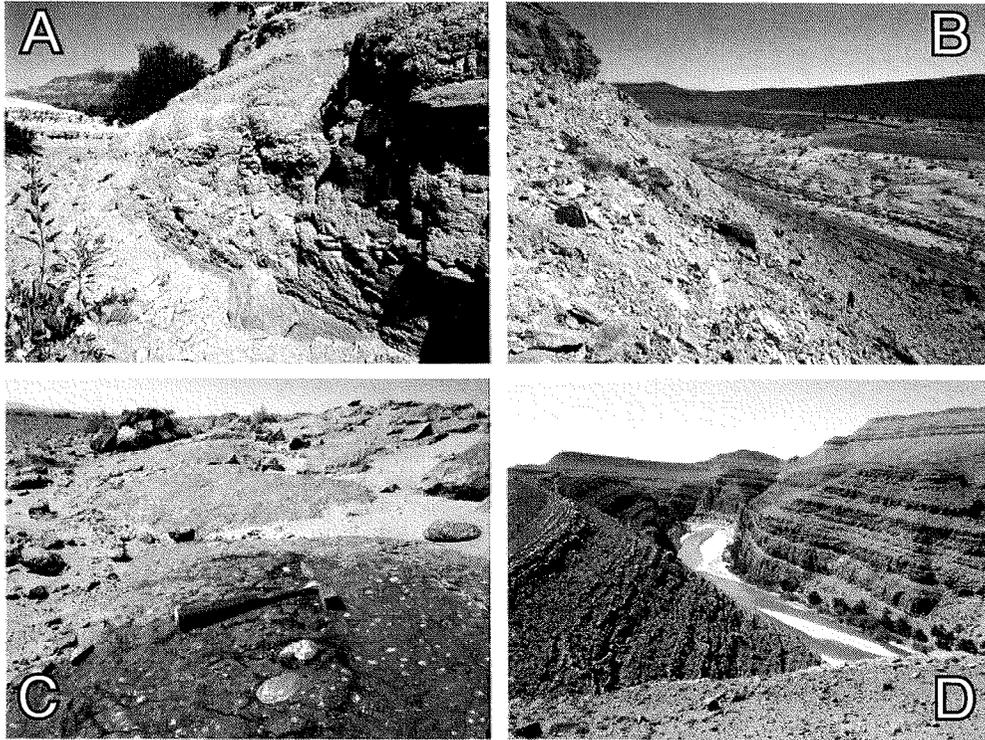


図3 モロッコのアンモナイト化石産地。A: Imsouane の白亜紀セノマニアン の露頭。砂泥互層の地層がほぼ水平に堆積している。B: Goulmima の白亜紀チューロニアン の露頭。山の上に露頭がある (写真左上のステップに沿って露頭が観察できる)。C: Fezzou 近郊の古生代デボン紀の黒色石灰岩。数 cm のゴニアイトの断面が露頭に見られる。化石を豊富に含んだ層準を延々と追跡することができる。ハンマーは約 30cm。D: Midelt 近郊のジュラ紀の地層。渓谷に沿って地層が露出している。

も化石を豊富に含むことを確かめることができる。アンモナイト化石はサイズが小型で種類も多く、フランスの St.Paul-des-Fonts とほぼ同様のものが産出する。

3-2 教材として適した化石の選定

化石教材として選定するにあたっては、いくつかの条件があげられる。一つ目は、大きさについてであるが、小中学生が取り扱うことを考えるとサイズが小型で軽量のものが好ましい。手にとって観察するため 10cm を超える大きさのものは重くなり、落下等の危険性も高まる。二つ目は、試料の数量確保についてである。生徒一人一人に、実物のアンモナイト化石を複数観察させ、形態の違いや種の同定を体験させるには十分な数と種類が必要である。さらに、数量を確保することを考えると市場で豊富に流通するなど、価格も比較的安価なものが好ましい。三つ目は、表面形態の保存状態についてである。アンモナイト化石の種の同定を行うためには表面形態の特徴を利用する必要がある。螺旋の巻き方のきつさや、殻の厚みなどに加えて表面の肋深さや細かさ、湾曲などの特徴が重要な手掛か

りになるからである。

調査で得られた化石試料について、上記の教材としての条件を見ると、サイズの好ましい産地はフランスのものと、モロッコでは Fezzou と Midelt のものである。それぞれの産地で表面形態も良好のものがある。数量確保という点ではモロッコの Fezzou と Midelt が良好である。また、これまでの学習プログラムではジュラ紀のものを使っていたため、同定のための図鑑がすでに用意されていた Midelt のものを使用することにしたが、Fezzou で産出する古生代のゴニアタイトについても教材としての化石試料の確保が可能であることがわかり、古生代のアンモナイトについても教材化が可能である感触を得た。

3-3 視聴覚教材の作成

課題解決型学習では学習内容の導入や、課題設定のために学習内容に関連した視聴覚教材が必要である。アンモナイトはどのようなものなのか、地層からどのように化石が産出するのかなど、自発的な問題意識を引き出すための材料として重要な役割を果たす。

今回の各化石産地の調査において、視聴覚教材の作成も行った。現地の地層の様子、広がり、化石の産状について、動画や写真で記録した。また、地層の縞模様が水平方向に広く連続することや、それぞれの地域での地層や化石の特徴について解説を行った動画を撮影した。さらに、授業で使用できるように、現地で質問を投げかけたり、課題を提示するような動画も教材として作成した。

フランスの St.Paul-des-Fonts では、現地の化石研究者による地層と化石の解説動画、発掘作業の映像を撮影し、モロッコの Imsouane や Goulmima では、現地の化石業者の人たちが、どのようにして化石をクリーニングしているかなど、化石に関わる現地の人たちの活動も映像資料とすることができた。

4. 考察

課題解決型学習のために、必要なことは、産地情報と豊富な化石試料である。アンモナイト化石を用いた課題解決型授業の実践のための化石産地と標本の確保についてフランス、モロッコで現地調査を行い検討を行った。各産地によって地層の時代、産出する化石の種類、産状、化石試料の大きさや確保のしやすさなどに違いがあった。現地で地層や化石の産状などの映像を撮影し、視聴覚教材を作成するとともに、適した化石試料の選定を行った。

とりわけ、フランスの2か所 St.Paul-des-Fonts、La Clavier とモロッコの Midelt のジュラ紀のアンモナイト化石が教材として良好であることがわかった。これまでの実践では化石試料としてフランスの St.Paul-des-Font の化石を使用していたため、教材として同定がしやすい種の選定や、化石図鑑の作成など、これらの産地の化石については教材化が行われており、化石の確保によって実践の展開が可能である。しかし、フランスの St.Paul-des-Fonts、La Clavier の化石については現地調査によって現地で入手することはできる

が、化石業者の方が近年亡くなられたため日本で業者を介して入手することが難しくなりつつある。モロッコの Midelt のジュラ紀のアンモナイト化石については十分な数量の確保が可能で、教材化も行われているため有望である。

また、モロッコの Fezzou では古生代のゴニアタイトがたくさん産出し、化石試料は化石教材としての条件もよく整っている。化石試料の入手は容易であるため、化石教材として活用できることが見込まれるが、古生代のアンモナイト図鑑を作成したり、同定に適した種を選定するなどの教材開発が、今後必要である。

5. 結論

フランスとモロッコのアンモナイト化石の産地において現地調査を行い、課題解決型授業に必要な化石試料を選定した。また課題解決型授業に必要な視聴覚教材の作成も行った。教材に適した化石産地として、ジュラ紀のアンモナイトについてはフランスの St.Paul-des-Fonts、La Clavier、モロッコの Midelt 近郊を選定した。古生代デボン紀のゴニアタイトについてもモロッコの Fezzou 近郊の化石産地を使い、教材化が可能であることがわかった。

謝辞. 本研究の実施には、文部科学省科学研究費補助金基盤研究 (C) フランス産ジュラ紀アンモナイト化石の分類学的研究と教材開発 (研究代表者・東條文治、研究課題番号: 23501033、平成 23-25 年度) による支援を受けている。ここに記して深謝する。

引用文献

- 青井映里・船戸智・東條文治・川上紳一 (2009) 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の授業実践, 岐阜大学教師教育研究, 第 5 号, 81-88.
- 川上紳一・西田香 (2009) 地層の縦模様のでき方と地学的時間スケールをテーマにした実験・観察学者 - 洗足池小学校で実践, 岐阜大学教育学部研究報告 6 (自然科学), 33, 31-37.
- 川上紳一・東條文治・吉田裕之・小野輝雄 (2010) 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, 165-170.
- 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.
- 東條文治・船戸智・青井映里・川上紳一 (2008) 現職教員と大学教員の連携による課題解決型学習の構想 - 中学校理科授業におけるアンモナイト化石を用いた地層の年代推定 -, 科教研報, vol.23, No.5, 53-58.