

# 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

*Fossil Localities for Problem Solving Study in Geoscience Education by Using Goniaticites*

東條 文治 *Bunji Tojo*

(人間発達学部)

安井 謙介 *Kensuke Yasui*

(豊橋市自然史博物館)

## 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った理解を図ることが重視されている。特に「地学」の分野では、天体の運動や大地のつくりなど空間的・時間的スケールが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」の中では、化石に関する学習があり、実物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。

アンモナイト化石を用いた課題解決型授業の構想は、青井ほか(2009)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。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。このような実物化石を用いた課題解決型授業で使用する教材として、フランスやモロッコで産出するジュラ紀のアンモナイト化石を利用する取り組みがなされている(東條ほか、2013・東條 2015)。

示準化石は、地質時代に起こった出来事についての学習の導入として活用することができる。たとえば中生代の示準化石は、恐竜の繁栄や被子植物の出現など、中生代に起こった地球史の学習と結び付けることができる。一方、地球史上の重大事件という観点では、中生代だけでなく古生代にも重要な事件がいくつも起きている。これら古生代の出来事に関する学習の導入としては、古生代に繁栄し示準化石としても利用可能なアンモナイト亜綱のゴニアタイトの化石を用いた授業展開が効果的であろう。また、博物館における示準化石等を用いた化石に関するワークショップを行う上でも、中生代だけでなく古生代に関連した教材の準備が必要といえる。

本研究では、古生代の示準化石の学習教材としてアンモナイト亜綱に属するゴニアタイト化石を利用することを検討し、教材に適したそれら標本を選定するためにモロッコ国内でゴニアタイト化石の産地の調査を行った。古生代のアンモナイト亜綱の化石を使用する

ことで、すでにあるジュラ紀アンモナイトを使用した教材と合わせた学習の展開が可能となる。化石教材の整備にあたっては、子どもが実際に手に持って観察するのに適した1～3 cm程度のサイズ（ジュラ紀アンモナイト化石教材と同じサイズ）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大量に入手が可能であるもの、そして観察学習で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化石を選定する必要がある。

## 2. 化石教材の検討

教材として候補に挙げた古生代ゴニアタイト化石の産地であるモロッコで、平成26年12月に化石産地調査を行った。モロッコ南東部、サハラ砂漠の入り口の町である Erfoud（図1）の周辺地域では古生代の地層が良好に露出し、ゴニアタイト化石を多産する。砂漠に隣接し、乾燥しているため地層が植生で覆われることなく露出している。数kmにわたって同一の層準を追跡することができるなど、地質や化石の研究に適した場所である（図2）。また、化石を豊富に含む石灰岩は石材として加工されるなど、化石資源は商業的にもさまざまな利用がされている。

今回、合計7か所、Lakrabis、Aguelmous、Lamdawar、Hamalakhdad、Boutachofine、Chankar、Mifisの産地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した。また、教材として利用可能な実物化石があっても、地層の年代を産出化石から特定することが示準化石の学習のポイントであるため、産出した地層が不明で観察することができない、地層の中に化石が含まれている状態が観察できない場合、教材化は非常に難しいので、地層や化石の産状がわかる視聴覚教材が作製可能かもあわせて検討した。



図1 調査地であるモロッコの地図。調査地は Erfoud の周辺である。

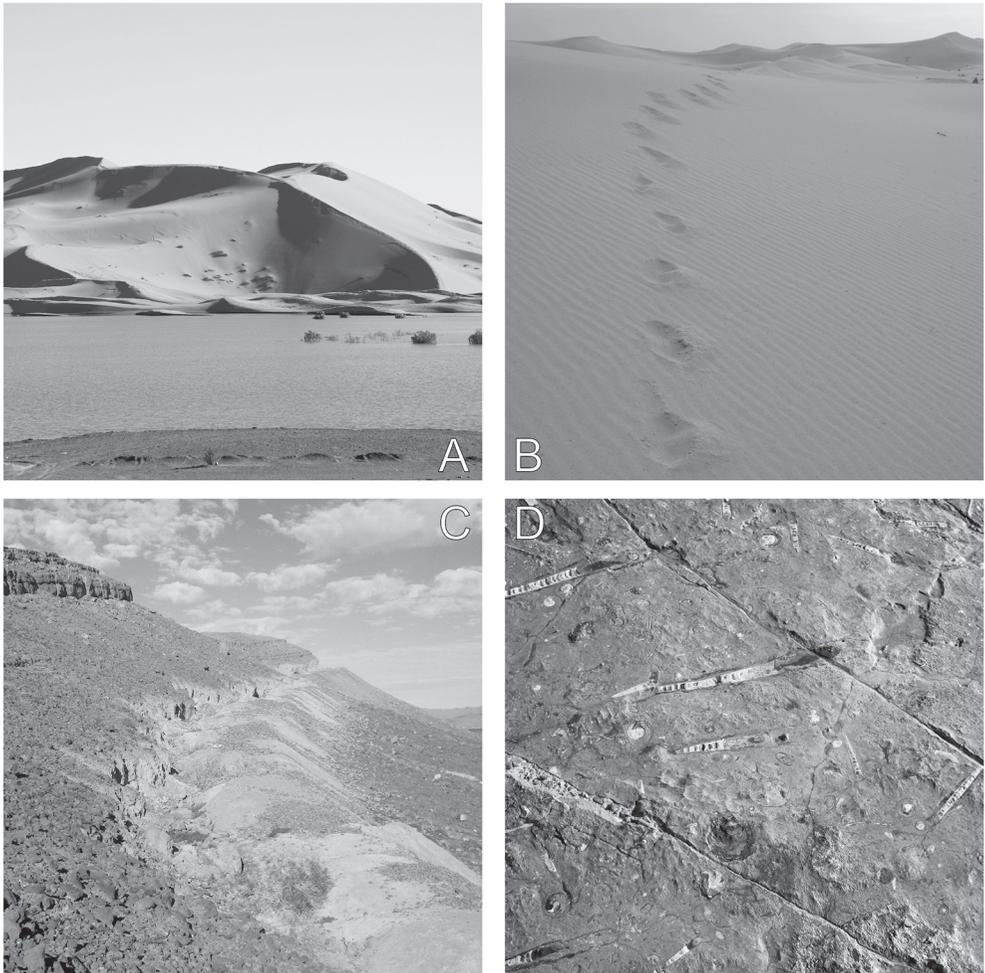


図2 モロッコ南西部 Erfoud の化石産地周辺の様子。A：砂丘が広がる。手前には短期間で消滅する湖が見える。B：砂丘には風が作ったリップルが見られる。中央上下に人の足跡。C：三葉虫の化石が産出する層準が延々と掘られている様子が見える。D：黒色石灰岩。平らな表面に直角石やゴニアタイトなどの化石の断面が見える。石材として利用されている。

### (1) Lakrabis

Lakrabis では、頁岩中に薄い石灰岩の層が挟まれる地層が良好に観察できる (図3 A)。平行葉理の発達した頁岩中に、数 cm 程度の石灰岩層がしばしば挟まれる。ゴニアタイト化石は頁岩中に散在的に含まれており、ゴニアタイト化石の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3 B)。化石は圧密を受けて殻が内側に埋没する形で割れているものが見られるが、変形をあまり受けていない3次元形態を保存したものも多い。ほとんどの場合、光沢がある黒色のヘマタイト化した化石となっていて母岩との分離も良い (図3 D)。また石灰岩層中にも多くのゴニアタイト化石が見られるが (図3 C)、多くの場合、薄くつぶれており、殻が溶けたモールド化石となっているものが多い。石灰

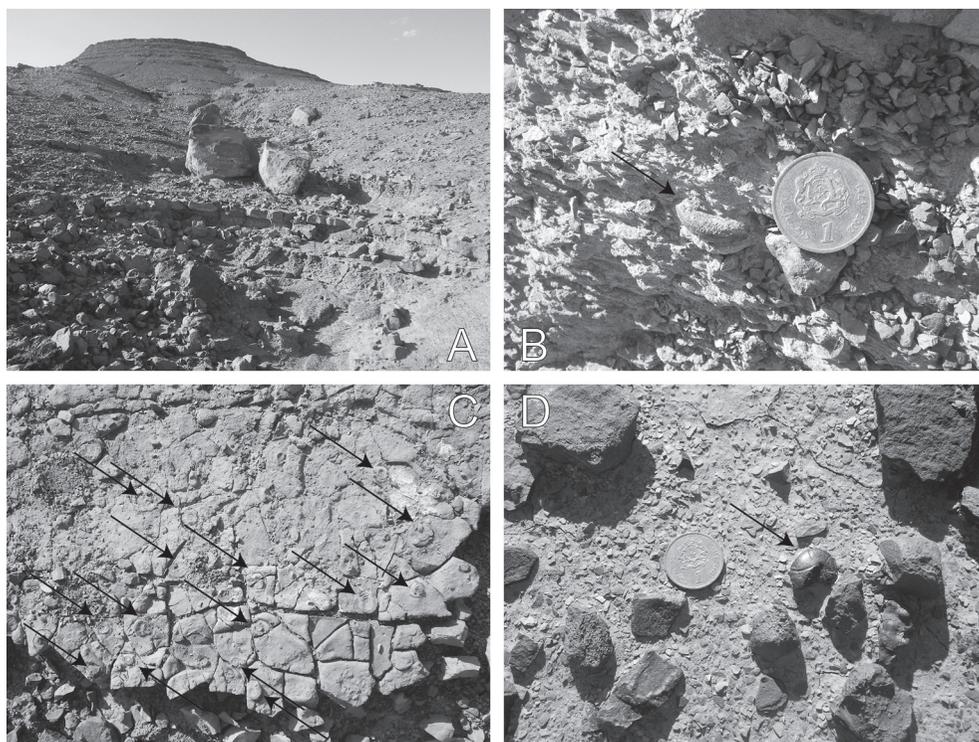


図3 モロッコのゴニアタイト化石産地、Lakrabis。A：Lakrabisの露頭遠景。頁岩と石灰岩の地層がほぼ水平に堆積している。B：頁岩中に埋まっているゴニアタイト化石（矢印）コインは直径約2 cm。C：石灰岩表面に見られるゴニアタイト化石（矢印）。層理面を上から撮影。D：転石として見られるゴニアタイト化石（矢印）。黒く光沢がある。

岩層の化石はタービダイトと思われる層の上面に正中線が層理面に平行になるように埋没しており、化石が密集して観察されることも多い。ともにゴニアタイト化石のサイズは1 cm～3 cm 程度のもので多く、教材としての利用が期待できる。頁岩中のゴニアタイトの方が形態的には良い。

教材に適した化石が多く、地層が観察でき、かつ化石の産状も良好に確認できるために古生代ゴニアタイト化石の教材化に適した露頭である。

## (2) Aguelmous

Aguelmousでは、石灰岩の地層が観察できる（図4A）。しかし露出はあまり良くなく、砂や小さな礫によって露頭の下部はほとんど覆われてしまっている。地層に化石が埋まっている状態は、観察できなかった。ゴニアタイト化石は、露頭下部からその周辺の平地に転石として散見される（図4B）。数はそれほど多くなく、直角石なども産する。化石の直径は1 cm～5 cm 程度でサイズは良い。

地層は観察できるものの、化石が地層中に埋没している状態は観察が難しい。また石灰

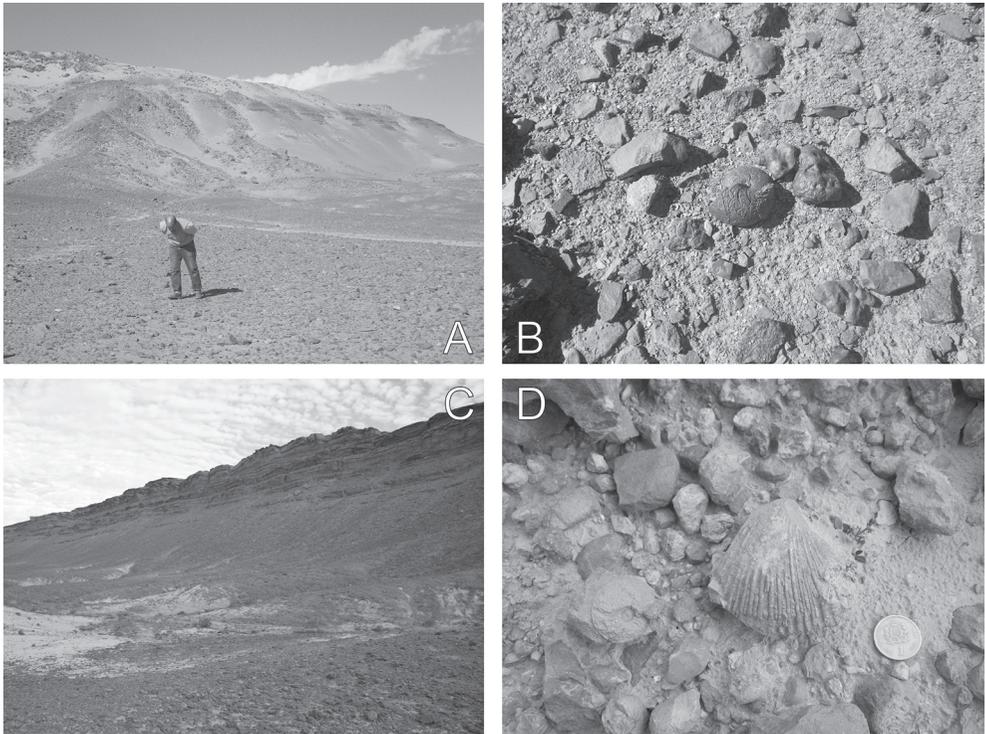


図4 モロッコのゴニアタイト化石産地。A：Aguelmousの露頭遠景。石灰岩の地層が見えるほぼ水平の層理面が見える。B：Aguelmousで転石として見られるゴニアタイト化石。直径1 cm程度。C：Lamdawarの露頭遠景。石灰岩の地層が見えるほぼ水平の層理面が見える。D：Lamdawarの転石として見られるゴニアタイト化石（左）。中央は大型の二枚貝の化石。コインは直径約2 cm。

岩なので化石表面と母岩との分離が悪く、一部が母岩に覆われているものや破片化しているものが多い。古生代ゴニアタイト化石の教材化にはあまり適さない露頭である。

### (3) Lamdawar

Lamdawarでは、石灰岩の地層が観察できる（図4C）。しかし露出はあまり良くなく、砂や小さな礫によって露頭の下部はほとんど覆われてしまっている。地層に化石が埋没している状態は観察できなかった。ゴニアタイト化石は、露頭下部からその周辺の平地に転石として散見される（図4D）。化石の直径は1 cm～10 cm程度で、サイズはやや大きめのものが多い。また風雨による化石表面の風化がやや強く、表面の殻が失われ隔壁まで見えてしまっている化石が多い（図4D）。

地層は観察できるものの、化石が地層中に埋没している状態は観察が難しい。石灰岩であるが化石表面と母岩との分離はやや良いものの、表面は風化で失われている部分が多い。古生代ゴニアタイト化石の教材化にはあまり適さない露頭である。

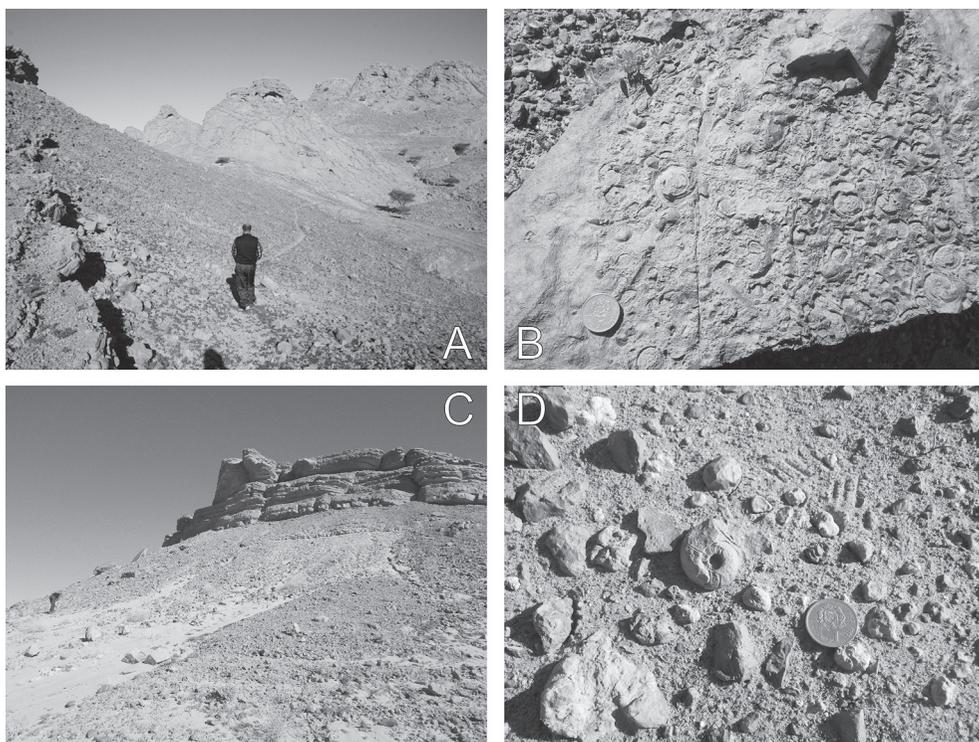


図5 モロッコのゴニアタイト化石産地。A：Hamalakhdadの露頭遠景。B：Hamalakhdadで露頭に石灰岩中に見られるゴニアタイト化石。コインは直径約2 cm。C：Boutachoafineの露頭遠景。石灰岩の地層が見えるほぼ水平の層理面が見える。D：Boutachoafineで転石として見られるゴニアタイト化石。コインは直径約2 cm。

#### (4) Hamalakhdad

Hamalakhdadでは、石灰岩の地層が観察できる(図5A)。露出も良く、地層に化石が埋まっている状態も観察できる。しかし石灰岩の地層なので、母岩中の化石の多くはらせん状の殻の断面として観察される(図5B)。単離したゴニアタイト化石は、露頭下部からその周辺に転石として散見される。化石の直径は数mm～3cm程度で、1cm前後の小さいものが多く形態保存もよい。単体サンゴ、腕足類、三葉虫、巻貝など、共産する化石の種類が豊富で面白い。

教材に適した化石があり、地層が観察できる。しかし、地層中の化石が断面として観察されるものが多いので、直感的にゴニアタイトであることがわかりにくいことが予想される。また母岩からの分離が悪いので、転石として単離しているゴニアタイト化石を集める必要があり、十分な数を集めるのは難しい可能性がある。古生代ゴニアタイト化石の教材化にはおおむね適している露頭である。

(5) Boutachoafine

Boutachoafine では、石灰岩の地層が観察できる (図 5C)。しかし露出はあまり良くなく、砂や小さな礫によって露頭の下部はほとんど覆われてしまっている。地層に化石が埋まっている状態は観察できなかった。ゴニアタイト化石は露頭下部からその周辺の平地に転石として散見される (図 5D)。化石の直径は 1 cm～5 cm 程度のものが多い。また風雨による化石表面の風化がやや強く、表面の殻が失われ隔壁まで見えてしまっている化石や母岩が化石の一部を覆っているものが多い。

地層は観察できるものの、化石が地層中に埋没している状態の観察は難しい。石灰岩であるが化石表面と母岩との分離はやや良いものの、表面は風化で失われている部分が多い。古生代ゴニアタイト化石の教材化にはあまり適さない露頭である。

(6) Chankar

Chankar では、石灰岩の地層が砂礫で覆われていて明瞭な露頭は確認できない (図 6A)。砂や小さな礫に混ざってゴニアタイト化石が散見される。露頭全体が砂に埋もれかけている (図 6B)。化石の数も少なく、地層中にどのように化石が埋没していたかは不



図 6 モロッコのゴニアタイト化石産地。A : Chankar の露頭遠景。かなり砂に埋もれている。B : Chankar の露頭周辺の転石中に化石が散在する。C : Mifis の露頭遠景。かなり砂で埋もれている。D : Mifis で転石として見られるゴニアタイト化石。レンズキャップは約 5cm。

明である。

地層自体や化石の産状については、観察が難しい。古生代ゴニアタイト化石の教材化にはあまり適さない露頭である。

#### (7) Mifis

Mifis では、石灰岩の地層が砂礫で覆われていて明瞭な露頭は確認できない (図 6 C)。砂や小さな礫に混ざって、ゴニアタイト化石が散見される (図 6 D)。露頭全体が砂に埋もれかけているといった状態である (図 6 B)。化石の数はやや多いが、地層にどのように化石が埋没していたかは不明である。

地層自体や化石の産状については観察が難しい。古生代ゴニアタイト化石の教材化にはあまり適さない露頭である。

### 3. 考察

古生代ゴニアタイト化石を用いた示準化石の学習プログラムを開発することで、それを導入として古生代という地質時代の学習を効果的に行うことができると期待される。また、すでに開発されている中生代ジュラ紀アンモナイトを使った教材と融合させることで、より多様な学習に対応した教材とすることが可能である。ジュラ紀アンモナイト化石と併用する場合、ゴニアタイト化石のサイズはそれらと同サイズが良く、また化石を産出する地層や化石産状を視聴覚教材として示せる産地のものが好ましい。今回、モロッコ南西部 Erfoud 周辺で7か所のゴニアタイト産地を訪れ、化石産地の調査を行った。この中でとりわけ Lakrabis と Hamalakhdad から産出するゴニアタイト化石が、教材として良好であることがわかった。とくに Lakrabis では地層中の生々しい産状を直接観察することができ、そこから化石が産出すること、化石から地層の形成時代を推定する過程がつかったものとして理解できる。またハマタイト化したゴニアタイト化石は母岩との分離も良く、表面形態の保存が良い1~3cm程度の試料を集めやすい。これはジュラ紀アンモナイト化石に近い、質感とサイズである。一方で Hamalakhdad は共に産出する化石が豊富である点が特徴的で、古生代の多様な古生物の学習との連携という点で有用であると思われる。

今後は、両産地を中心に化石教材とする化石標本の十分な量の確保と、古生代のアンモナイト図鑑を作成するとともに、同定に適した種を選定するなどの教材開発が必要である。

### 4. 結論

モロッコ南西部 Erfoud 周辺のゴニアタイト化石の産地において調査を行い、古生代ゴニアタイト化石を用いた示準化石の課題解決型授業に必要な化石産地を選定した。教材化

に適した化石産地として、Lakrabis と Hamalakhdad を選定し、それぞれの産地の特徴を明らかにした。

**謝辞** この研究は科学研究費助成事業、課題番号：26350205を使用させていただいた。ここに深く感謝したい。

## 引用文献

- 青井映里・船戸智・東條文治・川上紳一（2009）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・竹中諒・川上紳一（2013）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，名古屋芸術大学研究紀要，第34巻，185-192.
- 東條文治（2015）フランス St. Paul-des-Fonts におけるジュラ紀アンモナイト化石の産状についての予察的研究，名古屋芸術大学研究紀要，第36巻，145-151.