

# アフリカとヨーロッパの架け橋, モロッコの地質を訪ねて

## 1. 古生代化石の宝庫, エルフードからアルニフへ

蟹江 康光<sup>1)</sup>・蟹江 由紀<sup>1)</sup>・松島 義章<sup>2)</sup>・上西 敏郎<sup>3)</sup>

サハラ砂漠に面するモロッコ南部のエルフードからアルニフ地域は, 古生代化石の宝庫である。モロッコの三葉虫の産地といえば, この地域であろう。

その2ではモロッコの地質と風物を紹介する。

### エネルギー鉱山省

**地質調査所** 首都ラバトではコンクリート製の巨大な水晶のモニュメントがあるエネルギー鉱山省を訪れた。JICA時代の石垣氏がエネルギーを注いだ併設の博物館は移転作業中であり, ほとんどの標本は梱包され, 恐竜などの大型標本のみが展示されていた。これらは2012年の第34回国際地質学会議(IGC)の開催に立候補しているマラケシュに搬送するのかもしれない(第1図)。

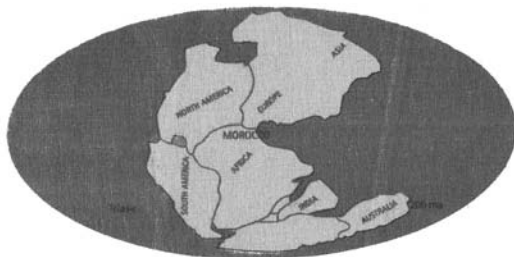
**地質図** 色鮮やかで芸術的なフランス譲りの地質図は, ラバトのエネルギー鉱山省の図書館で入手できる。1/100万は600DH(約7,800円), 1/20万は

300DH(約3,900円)である。

### 地質の概要

**アトラス山脈, ハイアトラス山地・アンチアトラス山地** 地質図で目立つのは, 北東~南西方向に連なるジュラ紀の地層からなるアフリカ地塊のアトラス山脈である。その北方には地中海のジブラルタル海峡をへてヨーロッパアルプスのピレネー山地に連なるユーラシア地塊であるリフ山地が斜行して接している。モロッコがユーラシアとアフリカとのクロスポイントにある(第1図)という, IGC立候補のテーマは理解しやすい。アトラス山脈の最高部は4,000m級に達し, その中軸部はハイアトラス山地と呼ばれている(表紙写真, 第2図)。アトラス山脈の南西側には, 白亜紀の淡水ないし浅海成層からなるアンチアトラス山地がカス

CANDIDATE COUNTRY  
Welcome to the 34<sup>th</sup> IGC



### Morocco - Marrakech 2012

第1図 2012年の第34回国際地質学会議に立候補したモロッコ地質調査所のイラストシンボル。

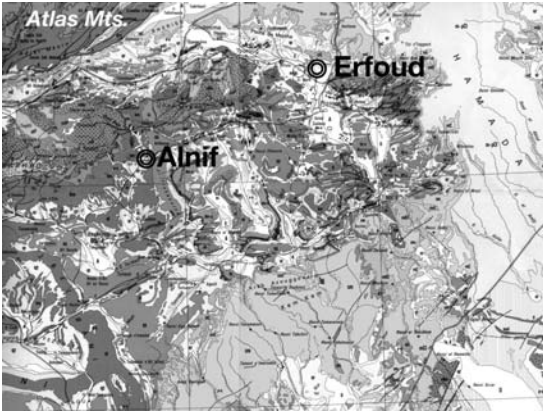


第2図 アトラス山地南部の有名な観光地, トドラ渓谷で全面露出するジュラ紀前期石灰岩層。各種の地質構造が見事。渓谷は観光コースに組み入れられているが, ここまで足を延ばす人たちは少ない。表紙写真の説明も参照。

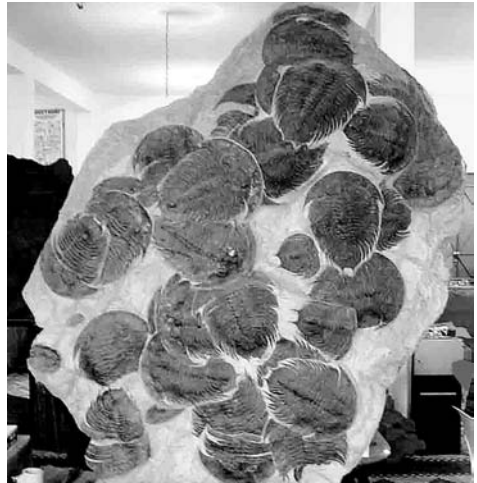
1) あーすコンサル  
2) 放送大学  
3) 海洋開発機構地球深部センター

キーワード: モロッコ, 地質調査, アトラス山脈, サハラ砂漠, 古生代, 中生代, 化石, 鉱物, ツアー

1. 古生代化石の宝庫、エルフードからアルニフへ



第3図 エルフード (Erfoud) とアルニフ (Alnif) の位置を 1/100 万地質図 (Ministere de l'Energie et des Mines, Direction de la Geologie, Royaume du Maroc, 1985) に記入。



第4図 エルフードの化石ショップで展示されているカンブリア紀の三葉虫群。板の大きさは約1.5m。

バ街道 (国道10号線) 沿いまで分布する。この堆積物に挟まれる燐鉍石層から保存の良いモササウルスやサメ類の化石が見つかるのは、アンチアトラス帯からである。カスバ街道の南側にはサハラ砂漠側に続く古生代前期の地層が分布し、きわめて保存の良い三葉虫、ウミユリ、ゴニアタイトやオルソセラスなどの有名な化石産地がひろがっている (第3図)。

**地震** モロッコでは、地震は珍しいことではなく、時々発生する。2004年2月にはアル・ホセイマ地震 (マグニチュード6.5) が地中海で発生し、被害地震となった。1960年には、大西洋側のアガディールで地震が起き、建造物のほとんどは倒壊した。アル・ホセイマ地震とアガディール地震の発生地帯は、海岸部丘陵地を構成する白亜紀以降の堆積岩帯と、ジュラ紀の地層からなるアトラス山脈地塊との境界付近に位置している。構造物のほとんどは、耐震性がほとんど考慮されていないので、今後も地震による大きな被害を生じる可能性が大きい。

### 化石の町、エルフード

サハラ砂漠の入り口であるエルフード (Erfoud) は、西から東に向かう国道9号線 (カスバ街道) と南北に走る国道13号線がクロスする交通の要所でもある。産地から運ばれてきた化石は、大型のテーブルや洗面台などに加工され、世界各国に輸出されている。ここには外国人用の新しいホテルやサハラ砂漠観光



第5図 エルフードの化石加工工場で切り出されたデボン紀のオルソセラスの石板で、テーブルや装飾壁に加工されて出荷される。ゴニアタイトも含まれている。

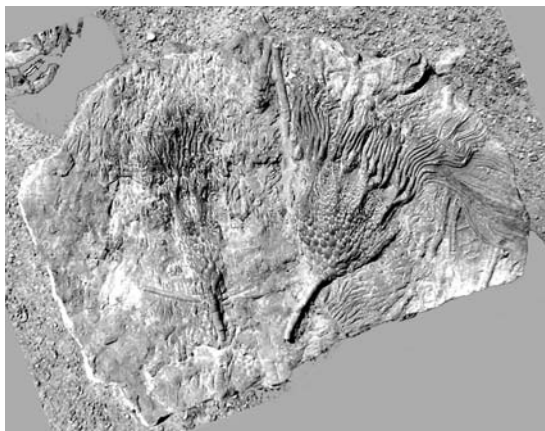
用の四駆自動車もたくさんある。

**化石整形工場とショップ** ここには、大型のテーブルから三葉虫まで見事に作り出す? 化石整形工場兼の店舗がたくさんある (第4図)。大型機械を導入した近代的な工場から、ハンマーとたがねによる手作業のものまで、さまざまである (第5図)。

科学的な裏付けにより整形されたもの、単純に全体の形を真似たもの、商品価値を高めるために欠けている部分を人工的に付け加えたものまでが見事に存在している。バスターミナル近くには、整形工場兼



第6図 エルフード南東約10kmの崖に白いアンモナイトの巨大な看板？が見える。矢印に沿って進むとケルンを積んである小高い丘に化石ミネラルショップがある。



第7図 「花」の部分まで保存されているデボン紀のウミユリ化石。エルフード南部産。

のショップが集まっている。中でも透明な石膏をくりぬいた卵形の照明は、千夜一夜物語を思わせる魅惑的な光を放っているが、その重さとこわれやすさで購入をあきらめた。

### オルドビス紀～デボン紀のウミユリと頭足類化石

**ウミユリの化石** エルフード南東の濁流となった川の南約10kmの崖に巨大な白いアンモナイト(ゴニアタイト)が数カ所に描かれている(第6図)。矢印に沿って進むとケルンを積んである小高い丘に化石ミネラルショップがある。オーナー(Mohamed T.)自らクリーニングを手がけるこの店の看板は、素晴らしいウミユリの化石。保存状態がよく、「花」と茎の部分も完全に残っている(第7図)。購入する標本が決まると最終仕上げをしてくれる。苛性カリをつけて有機物を溶かし、細かい部分を整形する。

**オルソセラスとゴニアタイトの露頭** ショップが建っている地面は、デボン紀の地層と思われるオルソセラスとゴニアタイトの化石がいたるところに含まれる黒色石灰岩が露出する全面露頭となっている。この景観による感激は、実際に行ってみなければ、体験できない。

### 三葉虫の村、アルニフ

2004年2月20日 昨夜から砂嵐の舞う中、エルフード在住の松任谷 滋氏から英語のできるジオロジ



第8図 アルニフ村は、サハラ砂漠に面する田舎町である。化石ショップの看板が目につく。

ストがアルニフ(Alnif)にいるという情報を頼りに、エルフードから80km南西のアルニフへ向かった。到着したアルニフ村は、サハラ砂漠に面する、5分もあれば通過できる小さな田舎町であるが、化石ショップの看板が目立った(第8図)。その中で、地質断面図と柱状図のある三葉虫の看板を掲げたショップ(第9図)には、英語でフィールドガイドをしますと記されていた。砂嵐に寒いという最悪の条件であったが、三葉虫の産状を観察できるチャンスはめったにないので、店主のイフマディ(Ihmadi, アルニフ出身の化石青年で、ラバトの大学で地質学を専攻)氏に案内をお願いした。滞在時間が惜しいので、10分後にくたびれたルノーの貨物車でフィールドへ出発した。アルニフ全体の地質構造を聞きながら、持参したパンと果物を食べて昼



1. 古生代化石の宝庫、エルフードからアルニフへ



第9図 アルニフ在住のイフマディ氏が経営する三葉虫センターの手書き看板。層準ごとの三葉虫の種類も記述されている。そして、地質巡検をしますとの表示が魅力的。

食とした。地質図を見ながら地層の層準を確認し、見学する露頭の位置を示していただいた。砂嵐は、徐々におさまり、全山露頭のオルドビス紀層もピンク色に染まってきた。部分的にオルドビス紀とシルル紀の地層も見えた。

前日の雨でぬかるんだ場所をさけながら、時には車を押して目的の露頭に向かった。途中の小さな村に立ち寄り、自給自足に必要な灌漑設備・お墓や住居・井戸など、ベルベル人の暮らしぶりや習慣・音楽「神に捧げる歌」のテープを聞かせてくれた。それはコーランとちがう「低音のスローテンポの祈りの歌」であった。

最初の露頭では、化石のズリ山でデボン紀の三葉虫を探した。腕足類はたくさんあるが、三葉虫はなかなか見つからなかった。風が強く、体感温度はかなり低い。座り込んで探してみると、2cmほどの三葉虫化石を発見できたが、期待にはほど遠い、保存状態も良くない小さな三葉虫であった。次の場所は、30kmも連続している帯青色の雄大な規模の地層に向かっ

た。遠くから見ると凝灰岩層の鍵層かと見間違うが、これが三葉虫を含むコンクリーションを掘った粘土のズリであった。このコンクリーションを大型のハンマーで割ると、期待通りの三葉虫が現れた。堅くしまったノジュールは、小型のハンマーでは歯が立たない。さらに、丸まった特徴をもつファーコプスが丸のまま掘り出された。目や刺も完全である。帰りの時間も近づいてきたが、最後にと、掘り出し作業中の場所へ案内され、掘り出された三葉虫の欠損部分やクリーニングをする時の注意なども教えていただいた。雲行きが怪しくなってきたので、アルニフに戻り、おみやげに三葉虫をわけていただき、急いでエルフードに向かった。間もなく暗闇となり、土砂降りの雨となった。枯れ川(ワジ)は増水して道路は冠水。やっとの思いで、リッサニの分かれ道にたどりついたのは、22時すぎであった。さらに1時間走ってホテルへ戻った。大雨がなければアルニフにもう一日滞在したかった、強烈な印象の1日であった。帰ってから、判明したことがあるが、イフマディ氏は数々の三葉虫の新種を世に知らせた有名な研究者でもあった。

2005年3月21～23日 エルフードで一段とたくましくなったイフマディ氏と再会する。今度は2台の四駆車に分乗してアルニフへ出発し、古生代の下部層から中部層へ順番に案内していただいた。

**オルドビス紀の三葉虫が散乱するワジ** アルニフの南東にある河原で卵型のジュールを拾う。上流の山には、たくさんの三葉虫が眠っているはずである。大型のハンマーでコンコンとたたいて三葉虫が現ればラッキーである。採集は洪水の後がねらい目だそうだが、ジュールが割れて片割れとなった三葉虫もたくさん落ちていた。大きい物は8cmほど。腕足類はいくらでもある。どこからかやってきた子供達はたくさん拾っている。ジュール探しはとてもおもしろく、一日いてもあきない。

イフマディ氏が新しく発見したオルドビス紀の露頭彼が自慢する海拔934mにあるオルドビス紀上部の石灰質泥岩には、珍しい種類の三葉虫がたくさん眠っている。その多くは新種であるという。用意したサンプル袋はあっという間に化石でいっぱいになった。この山は、ワジへ化石を供給する宝の山である。

**オルドビス紀とシルル紀を分ける断層** アルニフの東2kmで国道脇にひろがる露頭であった。シルル紀の泥岩がオルドビス紀の砂岩を東西方向の逆断層で



第10図 アルニフ南東のデボン紀層に挟まれる、凝灰岩層に見えた淡緑色の層は、近づくと化石を採集するために掘られたズリの層である。この層準は30kmも追跡できる。

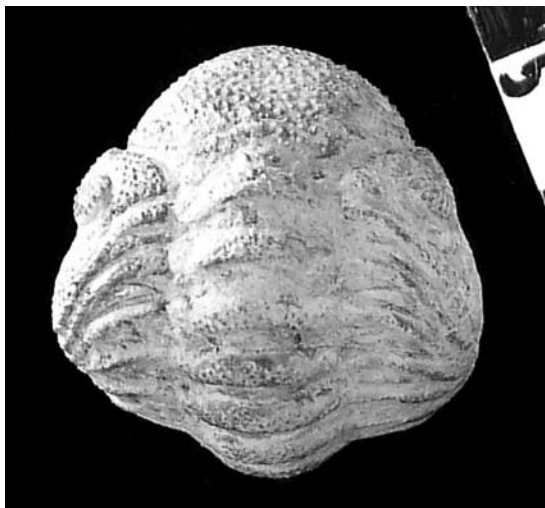


第11図 デボン紀層に含まれるノジュール。化石ハンターの手にかかると、完全な三葉虫の個体になりそうなノジュールが現れる。

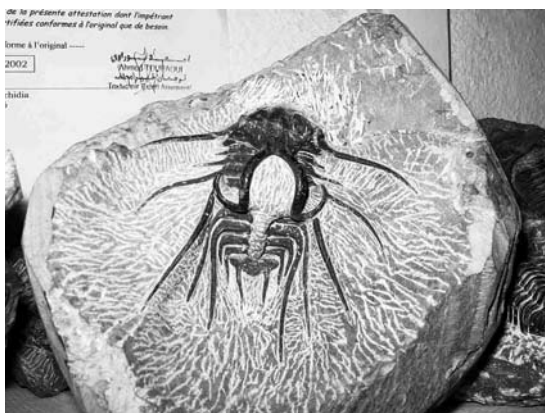
接していた。シルル紀の泥質岩には小形のウミユリが、またオルソセラスがころがっていた。

**デボン紀のウミユリとオルソセラス** 次に行った一面の露頭は、風化した砂利に覆われていた。砂利は、ほとんど全てが小型のウミユリの茎とオルソセラスの化石であった。いくら拾っても飽きさせない砂利の丘であった。

**30kmも続く三葉虫のズリ層** 昨年訪れたデボン紀の露頭(第10図)と、そこから5km南東に移動した。この地点から掘り出した岩石のブロックを割って化石の保存状態を確認する。三葉虫の産出量は多いが、完全な状態の標本は少なかった。しかし、地元の化石ハンターの手にかかると、ていねいなクリーニング



第12図 蟹江由紀が採集したお気に入りの三葉虫 *Phacops* 類。丸まっているのが特徴。大きさは2.5cm。



第13図 イフマディの指導による三葉虫のクリーニング。彼の店に並べられていたデボン紀の *Dicranurus*。

をすれば、完全な個体となるノジュールが現れる(第11図)。彼らのアドバイスがあれば、私たちでも見つけることができた(第12図)。

**こだわりの化石クリーニング** 彼の指導による化石クリーニング場を見学。完全な化石がわずかなことや、どの部分をどこまでクリーニングするかなどを行っている作業現場を実際に見学した。彼の頭脳には立体的な三葉虫の姿が常に復元されていることが理解できた。立体的にクリーニングされた素晴らしい模式標本を見せていただき、私たちの目にしっかり焼き付けてきた。彼の店に並ぶ商品は、すべて地質古生

1. 古生代化石の宝庫，エルフードからアルニフへ



第14図 カンブリア紀下部の上部層と中部層の全面露頭。アルニフからカスバ街道へ抜ける海拔約1,000mの峠付近。

物学研究者のこだわりの標本であった(第13図)。蟹江由紀は、一夜漬けの教科書であった、大学の恩師と同級生の本「世界の三葉虫」をプレゼントした。彼は、私たちにオリジナルのおしゃれなターバンをプレゼントしてくれて、うれしかった。最後に彼の店で素晴らしい三葉虫を購入した。ここでの経験は忘れがたいもので、私たちを200%満足させてくれた。

カンブリア紀の露頭 3日目の朝、イフマディ氏に再会を約束して別れを告げた。四駆車は砂塵を巻き上げて5億年前以前の地層が露出する峠に向かった。帰路に露出しているカンブリア紀下部の上部層と中部層の全山露頭の峠付近を見学した。久しぶりの澄み切った青空で、きれいな写真がたくさん撮れた(第14図)。高度計による海拔高度は1,031mを示してい

た。今回は通過しただけのカンブリア紀層で、2006年3月にはアンダルシアタイプのレドリキア類とパラドキシデス類の大型三葉虫の産状の見学と採集を計画し、今から期待している。峠からは、遙か北方に位置するカスバ街道を望める絶景ポイントであった。

謝辞：私たちがモロッコに行くきっかけをつくって下さったのは、松任谷 滋氏(セマム・ジャパン)のJICA活動での豊富な経験、および同氏と鉱物採集に行かれた寺島靖夫氏のアドバイスがあったからである。また、三葉虫クラブの三船忠良氏のご助言はたいへん有効であった。JICAラバト事務所長の中川直人氏には、さまざまな便宜をはかっていただいた。

参 考 文 献

- Brandsstaetter, B. von F., Fischer, W. und PFEIFFER, J. (2003) : Marokko, Lands der shoenen Mineralien und Fossilien. Bode, Haltern, .535 pp.
- 近藤典生・吉田 彰(1996) : 世界の三葉虫, 改訂増補版. 95 pp. 進化生物学研究所・東京農業大学育種学研究所.
- Ministere de l'Energie et des Mines, Direction de la Geologie, Royaume du Maroc (1985) : Carte Geologique du Maroc, 1/1,000,000.
- Pique, A. et Booabdelli, M. (2000) : Histoire Geologique du Maroc. Edition du Service Geologique du Maroc-Rabat. 113 pp., Royaume du Maroc, Ministère de l'Energie et des Mines, Direction de la Geologie.

KANIE Yasumitsu, KANIE Yuki, MATSUSHIMA Yoshiaki and KAMINISHI Toshiro (2005) : Morocco, the crossroads between Africa and Europe. Part 1. Treasure warehouse of the Paleozoic fossils along Erfoud to Alnif.

<受付：2005年11月25日>