

豪フリンダース山脈巡検 —エディアカラの地層と化石—

竹内圭史¹⁾

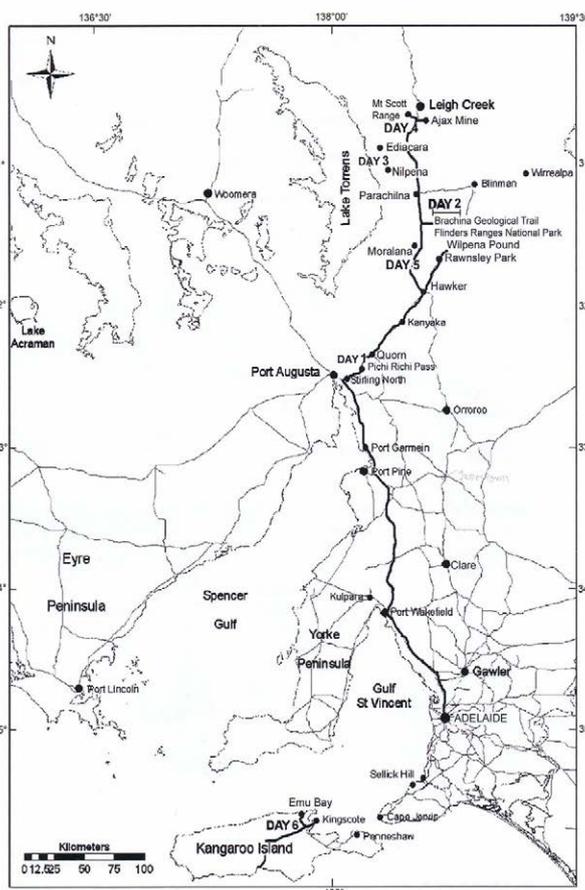
筆者は2012年8月にオーストラリアのブリスベンで開催された第34回International Geological Congress (IGC : 万国地質学会議)の地質巡検で、南オーストラリア州の先カンブリア時代末から古生代カンブリア紀にかけての地層と化石を見学した。

正味6日間の巡検の見学先は、南オーストラリア州の州都Adelaide (アデレード) から北へ約400kmのFlinders Ranges National Park (フリンダース山脈国立公園) 周辺が主で、他にカンガルー島も訪れた。フリンダース山脈は最古の化石動物群として有名なEdiacara Fauna (エディアカラ動物群)の模式産地であり、今回の巡検の眼目もエディアカラ動物群にあった。

以下本稿では、学術的解説は巡検案内書 (Gehling *et al.*, 2012) および案内者の説明による。英語名のカナ表記はなるべく現地発音に忠実に表記する。Ediacaraはイディアカラがより近いが通例に従いエディアカラと表記する。そのアクセントは語の中段のアに置かれる。日本語の発音では外国語の語頭にアクセントを置く発音が苦手なようで、例えばアデレードは日本語では語の中段のレにアクセントが置かれるが、正しくは語頭のアに置かれる。中生代メソゾイックもゾではなく語頭のメに置くのが正しい。しかし今回の巡検で登場する地層名のトレゾナ・エラチナ・ヌツカレーナ・ブラチナ・ユラタナ・パラチルナなどは、語の末尾の～naの直前の母音にアクセントがある。バンキュラーのアクセント「ル」なども同様である。

1. アデレードからフリンダース山脈にかけての風景

8月は南半球では真冬であるが、アデレードからフリンダース山脈にかけての地方では、日本の晩秋のようなさわやかな気候である。快晴の日が多く、日中は気温も十分高く湿度が低いのでたいへん過ごしやすい。空気が澄んでいて視程が良く、夜は満天の星空にさそり座・天の川・南十字星がとても美しい。



第1図 巡検コース図。
主な見学地であるフリンダース山脈は州都アデレードの北400 kmにあり、南北に延びる山脈の西は広大な平地になっていてLake Torrensがある。2日目にGlobal Stratotype Section and Point (GSSP) 露頭のあるBrachina Gorge Geological Trail、3日目にエディアカラ動物群の産地Ediacara・Nilpenaを巡った。図西端のLake Acramanはエディアカラ紀の隕石孔である(巡検案内書Gehling *et al.*, 2012より)。

前日にブリスベンから飛行機で移動しアデレードのホテルに集合した巡検一行は、午後は南オーストラリア博物館とその研究室を見学して、エディアカラ化石や三葉虫の標本を見せてもらった。

巡検初日は、オフロード仕様の強力な小型バスとSUV車(いずれも日本車であった)に乗り、アデレードから国道1号線を北へ進む(第1図)。アデレード近郊には農地が広がっており、羊などの牧畜や菜種栽培が盛んである。北へ約300km、スペンサー湾最奥の町ポートオーガスタ

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：フリンダースレンジ、エディアカラ動物群、GSSP、先カンブリア時代、カンブリア紀、南オーストラリア州、アデレード、カンガルー島

までは海沿いの穏やかな気候・風景であるが、そこから北東の内陸へ進むと次第に植生が変化してきた。緑がめっきり減り、赤土が目立つ荒地が多くなる。そしていよいよ outback (アウトバック) と呼ばれる内陸部に入ると、平地には高い木はほとんどなく、saltbush (ソルトブッシュ) と総称される乾燥と高塩分濃度にも耐える背の低い草が生えているのみで、赤茶けた土とあいまってほとんど荒野と呼んでもよい。アデレードの年間降水量は550mmだが内陸では半分以下の250mmに過ぎない。ソルトブッシュの中にはとても固いトゲ実をつけるものがあり、普通に歩いただけで靴の裏にトゲ実がめり込んでしまう。

この地域では主要河川以外のほとんどの支流は、普段は水がなく枯れ川になっている。そのため道路には橋があまり無く、しばしば Flood road といって道路が河原をそのまま横切っている。これは日本では林道が沢を横切るときに見かける方式であり、通常はそれで支障が無いらしい。大雨による洪水は数年に一度くらいだそうであるが、河川敷以外の平地にも散在する河川礫の量から察するに、ひとたび洪水が起こるとその規模はたいへんなものと思われた。

アウトバック地域ではきちんと舗装された道路らしい道路は幹線だけで、あとは荒地の中に轍があるのみと言っても過言でなく、立ち入り禁止で車の往来が無い Ediacara 地区ではとうとう草を踏みつぶして走行するまでになった。以前に通った経験がなくては、怖くてとうてい自動車を持ち入れる気にはなれない。

フリンダース山脈周辺はかつて鉱山・鉱業で栄えた地域で、あちこちに当手を偲ばせる遺物が残っており、今も稼行している鉱山もある。アデレードから北へ向かう途中、鉱山で使用する特大ダンプを載せた大型トレーラーが、豪快に両側2車線とも使って走行しているのに出くわした。パトカーが先導して対向車線の車を路肩へ退避させるのである。日本でなら驚きの光景だが、この地域では珍しいそう。

のちには羊毛のための牧羊が主な産業となり、「〇〇ステーション」と名付けられた羊の集積地がいくつも設けられた。それらが現在ある町々の原型となったのである。2日目から宿泊した小さな町 Parachilna (パラチルナ) の Prairie Hotel は、1876年から続いている由緒あるホテルであり、1980年に廃止された鉄道線が開通したばかりの当時の面影を留めている。

さすがにアデレード近くでは見かけなかったが、アウトバックや牧草地ではしばしばダチョウに次いで大きな野生の飛べない鳥 emu (イミュ) や、ときには kangaroo (キ

ヤンガルー) の姿も見かけられた。これらは2~4匹の群れでいることが多かった。

2. フリンダース山脈の地質

フリンダース山脈の衛星画像を見ると、日本のように植生が密でなく地層が露出している。それぞれの地層のもつ堅さや植生の特徴が地形・色彩にきわめて良く現れており、地層がドーム・ベイスン状の褶曲構造をなしながら延々と連続する様子が手に取るように分かる。このような大地の状況は大陸の乾燥地域ではしばしば見られるもので、実際に野外地質調査などせずとも、累層単位の精度の地質図なら居ながらにしてできてしまう。衛星画像以前には航空写真が利用されていた。

フリンダース山脈の周囲には新生代の地層も存在し、平地・台地の一部は中新世~更新世の扇状地性の正珧岩礫層により覆われている。それらの地形面を基準面に用いて新生代の地殻変動の研究もされている。大陸地域には珍しくフリンダース山脈には地震活動もあり、Hawkerの町のコンビニでは地震計による観測がされていた。

フリンダース山脈の層序総括図(第2図)を見てみよう。下位より順に、先カンブリア時代 Cryogenian (クライジニアン: 地質時代区分の1つでエディアカラ紀の前の時代だが「紀」とは呼ばない) の, Trezona Formation (トレゾナ層) はストロマトライト石灰岩とシルト岩の10m単位の互層, Eratina Formation (エラチナ層) は河川-氷河相・ティライト相の赤色リズマイトである。リズマイトの堆積構造には2週間周期をもつ潮汐性の葉理やウェーブリップル(漣痕)が見られる。

次が Ediacaran (エディアカラ紀) の地層群である。エディアカラ系の基底をなす Nuccaleena Formation (ヌッカレーナ層) は石灰岩, Brachina Formation (ブラチナ層) と Wanoka Formation (ワノカ層) はドロマイト頁岩互層, ABC Range Quartzite (エービーシー レンジ珧岩) の名称は、この地層からなる山稜にアルファベット順に A, B, C 以下の名前を付けたことに由来する。Bunyeroo Formation (バンユルー層) は赤色シルト岩, Bonney Sandstone (ボニー砂岩) は赤色砂岩。そして Rawnsley Quartzite (ローンズレー珧岩) とそれに指交する Chace Quartzite Member (チェース珧岩部層)・Ediacara Member (エディアカラ部層) の、いずれも砂岩からなる3層がエディアカラ動物群の化石を産する。エディアカラ紀の堆積盆は、はるか東300kmの Broken Hill (ブローケンヒル) へ向

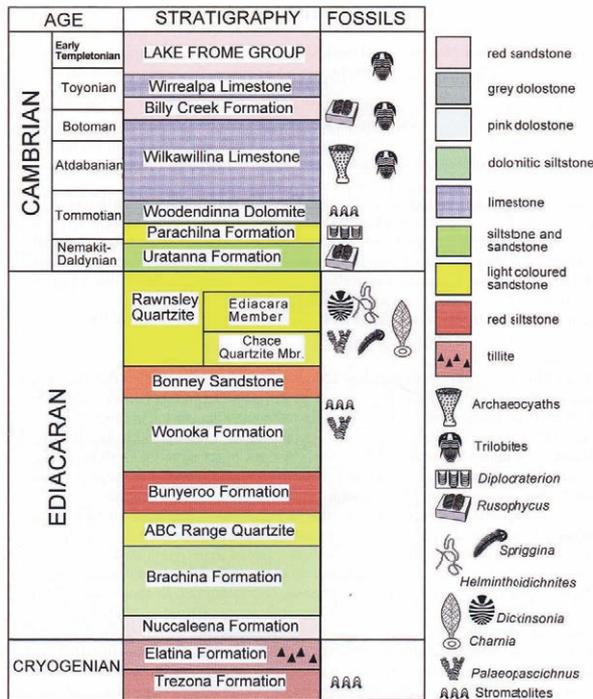


Fig. 9. Stratigraphic succession of the mid- to late-Cryogenian, Ediacaran and Cambrian of the Flinders Ranges South Australia.

第2図 フリンダース山脈の層序総括図。

エディアカラ動物群は図の中程のエディアカラ部層及びローンズレー珪岩から産する（巡検案内書Gehling *et al.*, 2012より）。

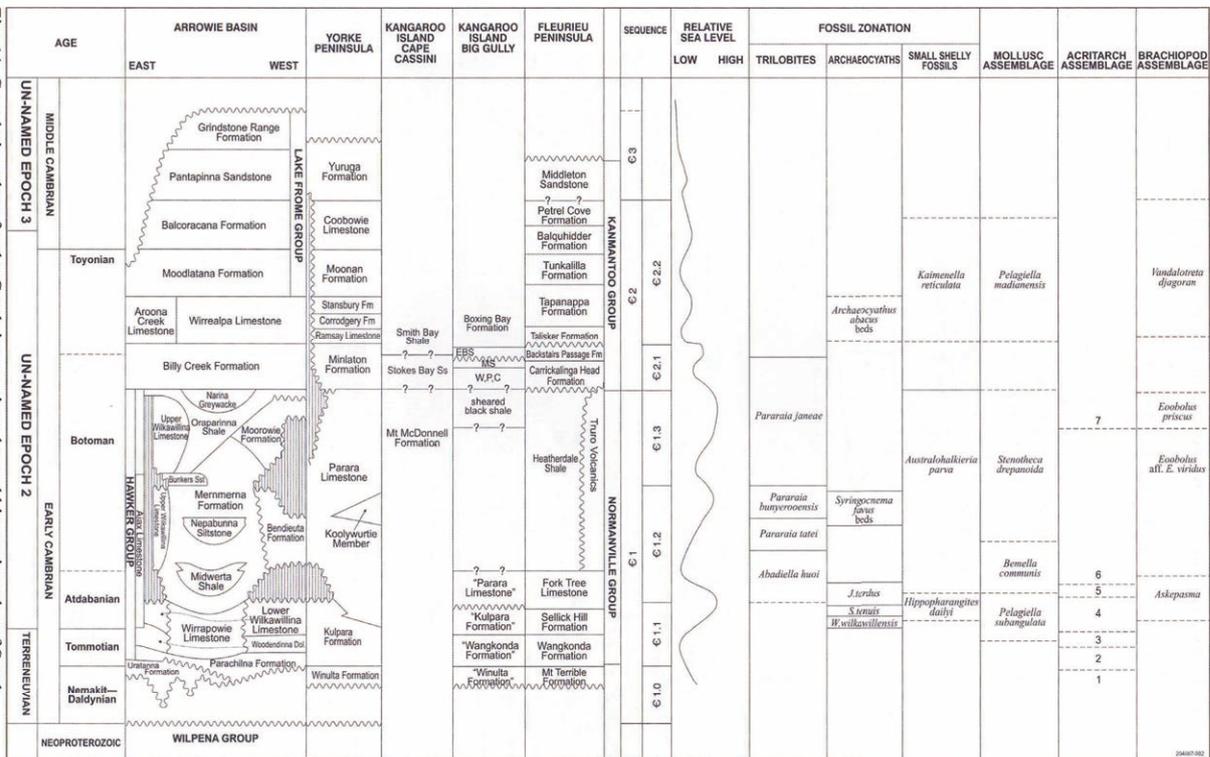
け水深が深くなっており、碎屑物は西または北から堆積盆へ供給されていた。ブローケンヒルはかつて銀・鉛・亜鉛鉱床で大いに栄えた都市である。

エディアカラ系の上に古生代カンブリア系が整合に重なる。最下部のUratana Formation（ユラタナ層）は泥岩砂岩互層、Parachilna Formation（パラチルナ層）は砂岩からなる。Woodendinna Dolomite（ウッデンディナドロマイト）、Wikawillina Limestone（ウィカウィリナ石灰岩）およびWirrealpa Limestone（ウィリアパ石灰岩）は石灰質岩からなり、このうちウィカウィリナ石灰岩はAjax Limestone（アイジェックス石灰岩）とも呼ばれ古杯類化石を多産する。Billy Creek Formation（ビリークリーク層）は厚さ400～500mで赤色のカレントリップル砂岩が特徴である。最上位のLake Frome Group（レイクフロム層群）は赤色砂岩である。

カンブリア系をもう少し広域に詳しく見てみると、前期カンブリア紀のパラチルナ層からビリークリーク層の下部までのHawker Group（ホーカー層群）は、局地的な不整合を含む複雑な同時異相関係にあり、多くの地層に細分されている（第3図）。

フリンダース山脈国立公園の南部では、地層はWilpena

Fig. 11. Correlation chart for the Cambrian stratigraphy and biostratigraphy of South Australia (after Iago *et al.* 2002).



第3図 アデレード周辺のカンブリア系の層序総括図。

フリンダース山脈地域は図左欄のArrowie Basinの中央部にあたる。前期カンブリア紀のHawker Groupの石灰岩・碎屑岩各層は、局地的な不整合も交えながら複雑な指交関係にある（巡検案内書Gehling *et al.*, 2012より）。



写真1 Wilpena Pound向斜東端のRawnsley Bluff。
地層は手前の下位側より、平坦部は石灰質のワノカ層で立木が少ない。崖下の緩斜面は赤色砂岩のボニー砂岩。崖は砂岩3層からなり、下部はチェース砂岩部層、中部の厚さ90mはチェース砂岩部層を削り込むエディアカラ部層、崖上部は上部ローンズレー珪岩。

Pound (ウィルペナ パウンド) と呼ばれる北西-南東に延びた盆状向斜構造を形成している。その東端から西方のRawnsley Bluff (ローンズレー崖) を遠望するとエディアカラ紀の地層が良く見える (写真1)。このような山稜は、〇〇珪岩と名称がついている地層がその堅さゆえに形成している構造地形であることが多く、山稜は地層の走向方向に北方へ連なってゆく。

Bunyeroo Gorge (バンユルー峡谷) のエディアカラ紀バンユルー層の赤色頁岩中には、Acraman Ejecta layer (アクラマン隕石衝突層) が挟在する。これは582 Ma (5億8千2百万年前) の氷河期にアクラマン隕石が落下した際の飛散物質層と津波堆積物である。この衝突層は長石質赤色砂岩層を挟む緑色頁岩で、基底部にはGawler Cratonの基盤岩の破片や衝撃石英を含む角礫岩も見られる。隕石の落下地点であるAcraman Crater (アクラマン隕石孔) は西350 kmにあり (第1図のLake Acraman)、アクラマン隕石衝突層はフリンダース山脈から北西へ500 km以上にわたり連続する。

3. ブラチナ峡谷地質見学コース

巡検2日目午後は巡検ハイライトの一つ、Brachina Gorge Geological Trail (ブラチナ峡谷地質見学コース) を見学した。ここは東から西へ流れるEnorama Creek (エノラマ川) 沿いに、西傾斜したエディアカラ系から古生代カンブリア系が連続して露出しており、地質巡検ルートや案内板が整備されている (第4図)。峡

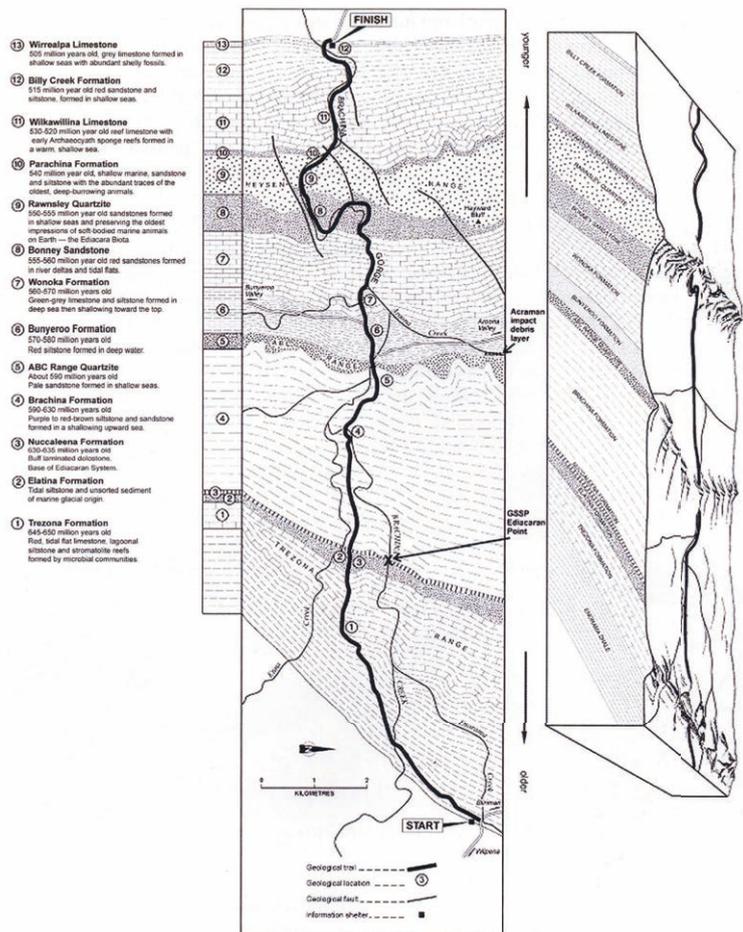


Fig. 6. Map and block diagram of the Brachina Gorge Geological Trail; modified from Mines and Energy, South Australia.

第4図 Brachina Gorge Geological Trail の地質図。

このルートでは西傾斜の一連の先カンブリア系～下部カンブリア系の各地層がよく観察される。Ediacaran Global Stratotype Section and Point(GSSP) は図中央下寄りに位置する。この図ではローンズレー珪岩の一部を占めるエディアカラ部層は同珪岩に一括されている。カンブリア系最下部のユラタナ層はこのルートには分布しない (巡検案内書 Gehling et al., 2012 より)。

谷といっても、川には多少の水溜まり以外には流水はなく、河床は河川礫で埋め尽くされていて平坦な河原なので、日本の沢歩きのイメージではない。

最初の観察地点である第4図地点1には、エディアカラ紀より前のクライジニアンのトレゾナ層が露出する。トレゾナ層は650Ma（6億5千万年前）頃の潮間帯に堆積した緑灰色～赤色の石灰岩と頁岩の互層で、その中には厚さ1mのストロマトライトの層が挟在する（写真2）。

第4図地点3は、エディアカラ系基底のGSSP (Ediacaran Global Stratotype Section and Point) の露頭地点である（写真3）。GSSPとはIUGS（国際地質科学連合）が認定する国際模式境界のことで、この露頭は2004年に指定された。ここではエラチナ層の氷河成ダイアミクタイトの上位にヌッカレーナ層の石灰岩が整合に重なる（写真4）。ヌッカレーナ層は厚さ僅かに9mで、上位にブラチナ層のドロマイト頁岩互層が重なる。この氷河成層から石灰岩への堆積環境の変化は、全地球凍結が起こったマリノ氷河期の終わりを示しており、その年代は635 Ma（6億3千5百万年前）とされている（鈴木訳，2012）。ただし、GSSPは最も権威ある模式境界であるとはいえ、エディアカラ系基底のより厳密な定義・層準についてはなお議論が続けられているそうである。

第4図地点9では、ローンズレー珪岩中に指交して挟在する厚さ130mのエディアカラ部層（第4図ではローンズレー珪岩に一括されている）の上部から、エディアカラ化石が多産する。翌日見学したエディアカラ部層の模式地と異なり地層が急傾斜しているのので、砂岩層の下面にある印象化石を観察しやすい。ローンズレー珪岩はトラフ型斜交層理やカレントリップルが見られる潮間帯の地層であるが、エディアカラ化石を多産する層準は暴風時の波浪限界に近い多少水深が深い環境だったらしい。

第4図地点10では先カンブリア時代-古生代境界が見られる。白色のローンズレー珪岩に、生痕のあるパラチルナ層の砂岩が重なる。カンブリア系最下部のユラタナ層はフリンダース山脈北部にのみ分布しこのルートには出現しない。生痕（虫食い状の食べ進みアト）を作る生物はエディアカラ紀にはまだおらずカンブリア紀に出現したと考えられており、生痕の有無は層準判定の重要な指標とされる。ただし、乾裂・節理など生痕によく似た構造も存在するので注意が必要である。このローンズレー珪岩とパラチルナ層とのエディアカラ紀-カンブリア紀境界は、5日目にパラチルナの50km南のMernmerna（メルメルナ）で再び見学した（写真5）。



写真2 ブラチナ峡谷のトレゾナ層のストロマトライト。トレゾナ層の緑灰色～赤色の石灰岩と頁岩の互層の中に、厚さ1mのストロマトライトの層が挟在する。一つ一つのストロマトライトは直径15～50cmである。



写真3 ブラチナ峡谷の Global Stratotype Section and Point (GSSP) 露頭。写真中央にエディアカラ系基底の地層境界があり、下位はエラチナ層のえび茶色の氷河成ダイアミクタイト、上位はヌッカレーナ層の石灰岩。人物は案内者リーダーの Gehling 博士。鈴木訳 (2012) の p.32 掲載の写真にはエディアカラ系 GSSP の説明板が写っているが、これは先年の大水で流失していた。



写真4 GSSP の銘板。このGSSPは2004年に決定された。エラチナ層とヌッカレーナ層の境界を示す銘板の十字線の位置にもコア穴があったとのこと。ここを訪れた見学者は銘板をワックスで磨くことが伝統の儀式とされている。



写真5 Mernmernaのエディアカラ紀-カンブリア紀境界。地層は左が上位で、写真右半部のローンズレー珪岩に、パラチルナ層の生痕のある砂岩が重なる。露頭に置いた巡検案内書の60cm(案内書縦長の約2倍)左が境界とされるが、上下の砂岩は似ており正確な層準については議論がある。



写真6 Ediacara Conservation ReserveのGreenwood Cliff。エディアカラ動物群の産地として古くより知られた場所である。ここではエディアカラ部層はほぼ水平で全層厚は約30mである。崖をなしているエディアカラ部層頂部の白色塊状石英砂岩はまるで優白質花崗岩のようにも見える。砂岩層にはウェーブリップルが見られる。周囲には、saltbushと呼ばれる乾燥・高塩分濃度に強い草以外にはほとんど植生が無い、典型的なアウトバックの荒野が広がる。平原には所により新第三紀以降の汎濫原礫層が分布するが、ここでは見られない。

第4図地点11はウィカウィリナ石灰岩で、archaeocyath-calcimicrobe reef(古杯類(造礁海綿)-石灰質微生物礁)の化石が見られる。これは北部のAjax Mineで見られる地層の続きである。

夕暮れ迫る頃、ビリー クリーク層の分布域を経て至った第4図地点12は、見学コースの終点であり休憩所と説明板が設けられている。このウィリアパ石灰岩からは三葉虫と腕足類の化石が産する。ここはフリンダース山脈の西端にあたり、西方は新生代の扇状地・河川堆積物からなる平原がLake Torrens(トーレンス湖)まで続く。平原に沈む夕陽が美しい。

4. エディアカラ化石動物群

3日目はエディアカラ化石の模式産地であるエディアカラ部層のEdiacara露頭とNilpena(ニルペナ)の発掘現場を見学した。これらの地域はフリンダース山脈の西側の平原に位置し、それぞれEdiacara Conservation Reserve, National Heritage Listed Ediacara fossil siteとして立ち入りが禁止され保護されている。

Ediacaraの露頭は、Greenwood Cliff(グリーンウッドクリフ)と呼ばれる低い崖である(写真6)。西方は立木ひとつない平原が広がっている。このエディアカラ部層は水平で厚さは30mで、ウェーブリップルをもつ厚さ1~数cmの細粒砂岩層からなっており、ごく浅海の波浪堆積物と解釈されている。かつて近くで銅・銀-鉛硫化物が採掘され、その集積・処理場がここに置かれていたため、鉛・銅・銀の痕跡がわずかに残されている。鉛床はパラチルナ層と上位のウッデンディナドロマイトの境界部に濃集しているとのこと。

ニルペナ地域では、エディアカラ部層は下位のチェース珪岩部層からボニー砂岩までを削り込んで2つの海底谷を形成し、それらを充填して堆積している。ローンズレー崖でも観察されたようにエディアカラ部層はしばしば下位層を数十m削り込んでおり、その堆積相はごく浅海から海底谷充填堆積物まで意外に多様である。海底谷堆積物はタービダイト砂岩であるが、エディアカラ化石を産するのは主に上半部の浅海相である。

ニルペナ発掘現場では、いくつかの砂岩層がそっくり掘り出されて裏返しにされている(写真7)。化石の発掘は冬季のみ実施されており、夏は酷暑・乾燥に加え蛇がすごいので作業困難だそう。

エディアカラ化石は、主にエディアカラ部層の上半部の



写真7 Nilpenaの化石発掘現場。
そっくり上下を裏返した厚さ約10cmのリップル砂岩層の下底面に、各種のエディアカラ動物の印象化石が見られる。

特定の数層準から産し、厚い砂岩層ほど化石が多産する。化石は、厚さ数cmの砂岩層の下底面に保存された、底生生物の印象化石である(写真8)。したがって化石表面の凹凸は生物の形状の雌型であり、化石にパテを押し付けて型を取ると実際の生物の形状が得られる。砂岩層は上面にウェーブリップルをもつ、暴風時に波浪の影響が及ぶ浅い海で堆積した波浪堆積物であり、エディアカラ動物は浅海の高エネルギー環境下で棲息していた。

エディアカラ化石の産出は、はるか1890年代に鉱山労働者により知られていたようであるが、化石として報告されたのは1946年のことであった。そして1960年代に先カンブリア時代のエディアカラ化石の意義が認識されていた。現在はエディアカラ化石は厳重に保護管理されており、化石の採取が禁じられているのはもちろん、むやみに岩石を動かすこともいけない。もし野外で学術的価値の高い化石を見つけた場合は、その位置が記録されて化石の移動が禁じられる。これはエディアカラ化石の研究が既に、個々の化石を記載する段階からエディアカラ動物の古生態や堆積層との関係を研究する段階に進んでいるからである。そのため、化石がどの砂岩層のどの地点から産出した



写真8 エディアカラ砂岩層の標本。
発掘した砂岩層を立てて展示してある。砂岩単層の厚さは約10cm。写真は砂岩層の下面であり、密に所在する各種のエディアカラ化石が白丸印で示されている。裏側の砂岩層上面には見事な直線状リップルが見られる。南オーストラリア博物館のエディアカラ展示室。

のかが詳しく記録される。

エディアカラ動物は多細胞生物と考えられているが、口や消化器官などは無く、体表から直接栄養を摂取していたらしい。エディアカラ動物群の代表として有名な*Dickinsonia* (ディッキンソニア)は、楕円形のフロアマットのような形状をしている(写真9)。最大1m以上に達する大きさに比べ、厚さは数mmと布のように薄い。これは埋積後の圧密によるものではなく生物本来の厚さである。そのことは、ディッキンソニアが踏んだ小さな管生物の形がディッキンソニアの表面に浮き出ていることから証明された。しかし径40cmの同心円状の*Sycolmedusa* (シクロメデューサ)の仲間は数cm程度の高さを有する。現在、「3D」すなわち昆布状などではなく真に立体的な形状をもった最初の生物がどのようなものであったかが探求されている。

5. フリンダース山脈のカンブリア紀石灰岩

4日目は今回の巡検での最北端地域でカンブリア系を見学した。Mt Scott RangeでAroona Creek (アルーナ川)そばの小高い山に登り、前期カンブリア紀のアイジェックス石灰岩中に見られるチャンネル構造とそれを充填する石灰岩を見学した。炭酸塩岩の堆積相については以前にも北米などで石灰岩タービダイトなどを見学したことがあるのだが、やはり難しくてなかなかイメージが湧かない。午後はAjax Mineのアイジェックス石灰岩を見学した。ここは稼

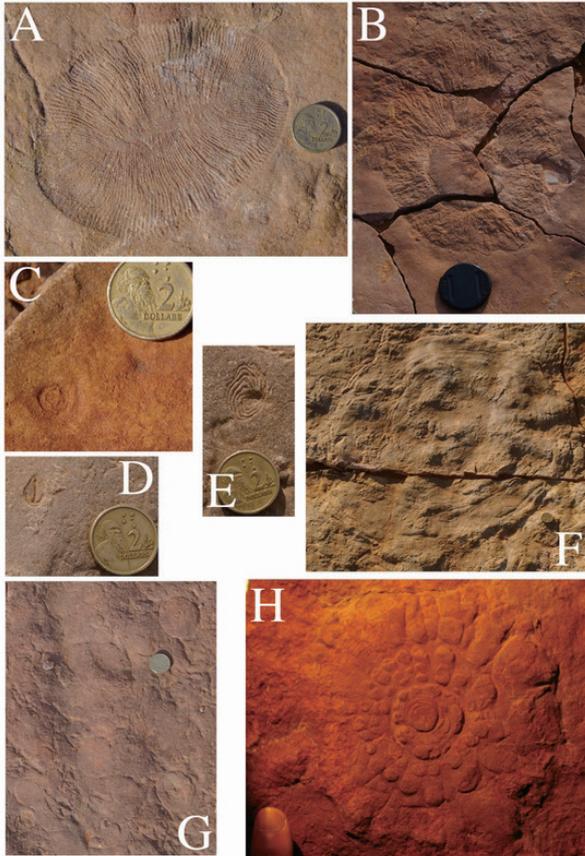


写真9 エディアカラ動物群の化石たち。
エディアカラ化石は印象化石なので、パテを押しつけて型を取ると生物の立体的形状が復元できる。

- A: *Dickinsonia costata* ディッキンソニアはエディアカラ動物群で最もよく見られる化石である。楕円形のフロアマットのような、厚さ2~3 mmの布のように薄い底生生物で、大きさは大小さまざまなものが普通に見られる。前後の区別があり、この写真では左が前のようなものである。海底を這って移動もしていた。パラチルナのホテルに飾られているディッキンソニアの1種は、大きさ約1 mに達し体表の文様ももっと複雑だった。
- B: *Aspidella* アスピデラは円盤状の化石の総称で、写真の化石は大型で二重構造と放射状模様を有する *Eoporpita* (エオポーピタ)。この写真のみレンズキャップの径55 mm。
- C: *Tribrachidium* トリブラキディウムは小型の三つ巴。写真の化石は小さくやや不鮮明。ヒトデなど5回回転対称の生物は多いが、3回対称の生物は地球の生物史上極めてまれである。
- D: *Parvancorina* パルバンコリナは小型の旧もみじマーク。
- E: *Eoandromeda* エオアンドロメダは小型で渦巻き状の円錐。
- F: *Cyclomedusa* シクロメデューサなど円盤状のエディアカラ生物は、従来の復元図ではクラゲのような浮遊性生物として描かれることが多かった。しかし化石はどれも真円状であるので浮遊性生物が海底に押し付けられた姿とは考えにくく、近年では底生生物と考えられている。
- G: *Aspidella* このアスピデラは小型の同心円状で厚みはほとんど無い。
- H: *Mawsonites* このモーソニテス標本は南オーストラリア博物館 Science Centre 所蔵のもの。左下は筆者の人差し指の先。



写真10 アイジェックス石灰岩の古杯類化石。
ピアグラスの形状をした珪化した古杯類のさまざまな断面が見られる。大きなものは杯の長径10 cm以上に達する。

行鉱山で、鉱床はwillemite (Zn_2SiO_4 ; 珪亜鉛鉱) である。アイジェックス石灰岩からは非常に保存の良い珪化した archaeocyaths (古杯類: 造礁海綿) が産する (写真10)。「産する」というより、アイジェックス石灰岩全体が古杯類化石からできているという表現のほうがよほど正確である。古杯類は日本ではあまりなじみのない化石であるが、名前のおりピアグラスのような形をしており、前期カンブリア紀の生層序区分にも用いられる (第3図)。

6. カンガルー島の三葉虫

フリンダース山脈からアデレードに戻った巡検一行は、巡検最終日にアデレード近辺の観光地として名高い Kangaroo Island (カンガルー島) へ飛行機で渡った。北岸の Emu Bay (イミュー湾) 東部の Big Gully で、前期カンブリア紀 Emu Bay Shale (イミュー ベイ頁岩) の Buck Quarry 発掘現場を見学した。この周辺の海岸の崖には、前期カンブリア紀の White Point 礫岩・Marsden 砂岩を不整合に覆ってイミュー ベイ頁岩・Boxing Bay Formation (ボクシング ベイ層) が露出している。海岸沿いは保護区であり化石の採集が禁じられている。イミュー ベイ頁岩はフリンダース山脈のピリー クリーク層に対比される (第3図)。頁岩と呼ばれてはいるが、粒度は雲母片が肉眼で見える程度の粗さのシルト岩であり、全体に非常にはっきりした平行葉理を示しつつ極細粒砂層と互層している (写真11)。ここでは三葉虫などの化石が非常に多産し、そのうち4分の3は三葉虫 *Estaingia bilobata* (写真12) で、ほか数種が産する。頁岩を層理面に沿って剥がすと体長2 cmほどの *bilobata* がいくらかでも見つかるので、ほどなく食傷気味になった巡検参加者は *bilobata* 以外の大型種を探

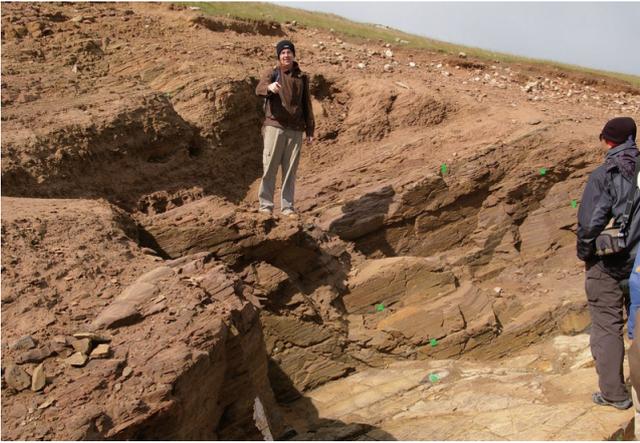


写真 11 カンガルー島の Buck Quarry 発掘現場。
前期カンブリア紀 Emu Bay Shale (イミュー ベイ頁岩) から三葉虫などの化石を発掘している。地層名は「頁岩」だが、地層はシルト岩と極細粒砂岩の互層である。中央は案内者の一人 Paterson 博士。



写真 12 三葉虫化石 *Eostaingia bilobata*。
この三葉虫の小型の化石はイミュー ベイ頁岩の層理面上に非常に密度で産出する。これが棲息密度だとすると相当な過密状態のように思える。

すことに関心を移したほどである。ここからはカナダが模式地の Burgess Fauna (バージュス動物群) の代表種である *Anomalocaris* (アノマロカリス) の眼の化石も報告されている。地層の堆積時にシアノバクテリアの働きで還元的环境にあったためこれらの化石が保存されたい。海岸への歩道の途中の砂岩にも中型三葉虫の足跡化石が見られた。

7. 巡検雑感

今回の巡検でとりわけ印象的だったのは、エディアカラ化石動物群が保存されている地層がリップル砂岩であることであった。硬組織をもたない生物の化石が残るくらいだから、さぞかし平穏な環境下で堆積した細粒な泥岩であろうと思っていたのだが、見事に違った。エディアカラの地層は上面に漣痕を有する単層の厚さ数 cm の砂岩層で、肉

眼で雲母粒が認められる粒度の細粒砂である。そのやや粗い粒度でも印象化石は細部まで驚くほど良く保存されている。また、砂による生物の速やかな埋没という埋積過程自体は納得できるものの、それだけで化石が残るのなら日本の中新世タービダイトなどは化石で溢れかえっていてよいはずである。実際はそうでないので、化石の保存には砂層による埋没以外の要素が重要な役割を果たしていたに違いない。エディアカラの地層は生物遺体を分解する微生物がない堆積環境だったらしく、またその後の続成作用や構造運動でも地層中の印象化石が分解されたり鉱化されたりしなかったため、今日これほど繊細な化石を目の当たりにすることができるのである。

野外地質調査のマナーも気になった点である。必ずしも全員が地質屋ではなかったとはいえ、巡検一行の中に、まさにこれから観察する化石が出ている露頭面の上を土足で歩いた人たちがいて、これには筆者は思わず絶句してしまった。さすがに案内者が「化石の上を歩くんじゃない。初心者の学生に向けてするような注意を、私にさせないでくれ」と怒鳴っていた。以前に日本の大学教授が、露頭に無残に残された古地磁気用コア穴について嘆かれていたが、豪ではこの点への配慮がされており、コア穴はしばしば岩石と似た色のパテで埋め戻してあった。

巡検参加者は案内者 3 人のほか 14 人で、中国人が 6 人で最も多く日本からは筆者 1 人であった。日本でもよく知られているようにオーストラリア英語では「A」は「アイ」と発音するので、地層の age (年代) は「エージ」でなく「アイジ」だし、また eight も「エイト」でなく「アイト」なのだが、慣れないととっさに何のことやら分からない。自然と、同じく英語の苦手な年配のロシア人と二人で話すことが多くなり仲良くなった。「同病相憐れむ」である。

文献

- Gehling, J., Jago, J., Paterson, J., Brook, G. and Droser, M. (2012) *Ediacaran-Cambrian of South Australia*. 34th International Geological Congress, Field Trip S-4, Geological Society of Australia, 36p.
- 鈴木寿志訳 (2012) 要説地質年代. J. G. オッグ・G. M. オッグ・F. M. グラッドシュタイン著, 京都大学学術出版会, 184p.

TAKEUCHI Keiji (2013) *Geologic excursion in the Flinders Ranges, Australia—Ediacaran strata and fossil—*.

(受付: 2012 年 10 月 9 日)