

Google Earthで地球・火星・月を観察する

JAMSTEC 平 朝彦

地球の衛星画像や地図情報を集めてヴァーチャルな3D画像で表現するという試みは、20世紀後半から存在していた。当時、米国CIA(中央情報局)の創設したKeyhole社がEarthViewer3Dを開発していた。Googleは、この会社を買収し、衛星画像、航空写真とGISを組み合わせて、2005年に地球表面の3次元イメージを作り出した。これがGoogle Earthであり、これまで進化を続けている。

Google Earthは地球を全体から細部に至るまで、観察し、理解する最高のツールである。これによって、私たちの地球観は一変したと言っても良い。地球全体を見ると、西太平洋・インドネシアの複雑な陸と海の地形、ヒマラヤ・チベット・そしてアフガニスタンからイランにかけての褶曲帯、アフリカ北部の茶、赤道域の緑、両極の白、そして広大な海洋底から構成されているのが一見して分かる。凄い!さらにGoogle Earthでは、各地の写真やリアルタイムの画像(ストリートビュー)、さらに海底の生物や沈船など、ありとあらゆる情報が乗せられており、まさに地球の情報が一覧できる。

また、火星や月のイメージも素晴らしい。火星では、なんと言っても、マリネリス峡谷(10° 19' S、72° W)が巨大である。そして、その深さにも驚かされる。峡谷底では、高度-5000mの場所があり(例えば、12° 41' S、63° 16' W)、北側の壁の比高は、8000mを越している。火星にはクレーターが沢山認められるが、その最大のものの一つが、スキアパレリ・クレーターである(例えば、2° 46' S、16° 40' E)。このクレーターは直径が400km以上ある。ここでは、クレーターの中に新しい小さなクレーターが形成され、クレーター年代学が有効なことが読み取れる。火星の北極を上から見ると、氷冠(二酸化炭素の氷を考えられている)の渦巻きが見事であり、また、さらにその周囲に砂丘状の線状構造が見られる(例えば、68° N、32° W)。太陽系最大の火山の一つと言われるオリンポス山の偉容も圧倒的である(18° N、133° W)。火山の直径は、600km以上、標高は20000mを超え、また、直径70kmを越す複合カルデラが存在する。カルデラの壁の高さは3000m以上であり、この火山の活動の様子は、まさに太陽系最大の天体ショーの一つであったに違いない。

月のイメージも実に興味深い。月は、明るく輝き、無数のクレーターに覆われた灰色の月面と、暗色のクレーターの少ない月面に区分できる。月のクレーターは、月の誕生後、5億年くらいの間でできたものと考えられ、暗い部分は、隕石衝突期の後半に溶岩が流れ出て、クレーターを埋めた溶岩平原であり、月の海と呼ばれている。一方、月の北極と南極には、おどろくべき地形が存在している。そこは巨大なクレーターの“巣”であり、南極のシュレディンガー盆地(75° S、133° E)は、直径300kmの巨大クレーターである。まさに居ながらにして惑星の旅ができる。これらのクレーターの存在は、約40億年前に小天体が激しく月を“爆撃”した証拠である。この時期、太陽系全体で大きな攪乱があり、惑星の軌道の移動などの大事件があったとも考えられている。

Google Earthを使って、新しい教育や芸術も生まれており、その利用は拡大し続けている。本コラムでは、以下に、各章ごとに、特に関連するGoogle Earthの見所の地点について解説してある。緯度・経度でしめた場所は代表的な地点であり、もちろん、その周囲を広く、観察して欲しい。読者においては、本コラムで参照した部分のみならず、Google Earthを活用してもらおうと、理解を深め、新しい発見があるであろう。

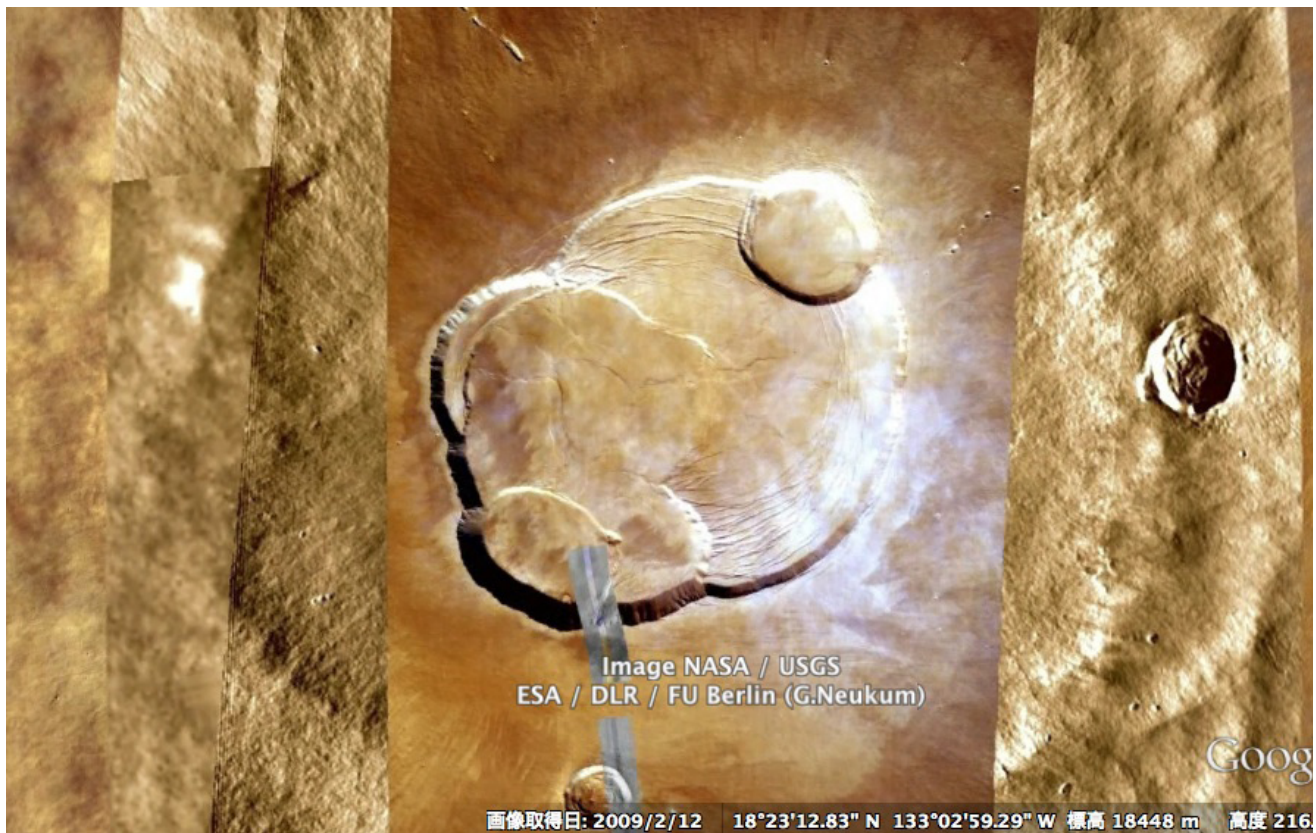


図1 Google Earth で見た火星オリンポス山のカルデラ

第1章

① 衝上断層褶曲帯

衝上断層褶曲帯(Thrust and Fold Belt)の構造は各地で認められる。例えば、パキスタン、アフガニスタンからイランにかけての一带は、全域が凄まじいばかりの衝上断層褶曲帯であると言って良い。とくにイランのペルシャ湾岸の褶曲構造は見事である(27° 39' N、52° 50' E)。このような褶曲構造形成が石油の移動、胚胎に関係していることが理解できる。また、このような褶曲構造形成が岩塩層を滑り層(デコルマ)としており、また、岩塩ダイアピルあるいは岩塩・泥火山を多数伴っていることが読み取れる(例えば、27° 00' N、55° 06' E)。

アンデス山脈の東側の衝上断層褶曲帯も規模が大きい。アンデス山脈は海岸部の砂漠地帯から、アルティプラノ(Altiplano)と呼ばれる火砕流台地(例えば20° 27' S、68° 50' W付近、また下の基盤と火砕流の不整合については、20° 36' 33" S、68° 57' 38" W付近で観察できる)そして火山群をへて東側の衝上断層褶曲帯(その東端は、例えば20° 16' S、63° 10' W)から構成される。

② 横ずれプレート境界の地形

横ずれプレート境界の断層地形としては、トルコの北アナトリア断層、北米のサンアンドレアス断層の例がある。北アナトリア断層は、右横ずれ断層で、横ずれに伴った圧縮応力場で形成された褶曲構造がとくに南側で発達している(例えば、40° 11' N、36° 53' Eあたりを高度500km程度で眺める)。サンアンドレアス断層では、断層に沿って川がオフセットしているのがわかる(例えば、34° 30' 42" N、118° 01' 13" W、高度10km程度から見ると良くわかる)。この地形から、サンアンドレアス断層は右横ずれ断層であることが分かる。

③ 東アフリカ大地溝帯

ジブチ三角地帯からエチオピア高原そしてケニアにいたる東アフリカ大地溝帯の画像は圧巻である。特にケニアのツルカナ湖から南では、リフトの断層と火山活動の様子が良く読み取れる(1° 30' N、37° Eにリフトの東側の断層群)。

④ ベースン・アンド・レンジ

北米のベースン・アンド・レンジ(Basin and Range)は、高度1500km程度からネバダ州を真ん中にしてみると、広

範囲に広がる異様な断層地形帯であることが理解できる。断層崖、扇状地、ベースン中央部の塩湖からなる地帯が広大に広がっている(例えば、38° 53' N、116° 48' W)。グランドキャニオンもぜひ、眺めて欲しい。

⑤ オマーン・オフィオライト

アラビア半島東端、オマーン山脈(標高最大2000m強)に沿って、超塩基性岩類、塩基性岩類が延長500km、幅80kmの広がりを持って分布している。これらの岩体は、もともとは海洋底を構成していた地殻とマンツルの岩石群であり、オマーン・オフィオライト(Oman Ophiolite)と呼ばれている。

オマーン山脈をGoogle Earthで見ながら地質観察を実践してみよう。今、上空500km程度の高度にして全体を眺めると、大きく3つのタイプの岩肌が認められる。まず、暗赤褐色の目立つ岩体(P岩体とよぼう)で10ほどのまとまった分布を示す(例えば、北端の25° 23' N、56° 15' E付近、24° 23' N、56° 10' E付近など)。P岩体に隣接し、あるいは囲まれるようにして、灰色から暗灰色の岩体が存在する(例えば、23° 48' N、56° 23' E、あるいは22° 50' N、58° 31' E付近である)。これをG岩体と呼ぼう。北部のP岩体の東側にも分布している。中央部にこれとは異質の岩体が存在する(例えば、23° 12' N、57° 25' E付近)。この岩体は、黄色がかった部分が多く、地層の構造が良く見える部分があり、中心部では背斜構造を示している。この岩体をB岩体とよぼう。

B岩体とP岩体の境界は、明らかにB岩体の上にP岩体が重なっている(例えば、23° 05' N、57° 10' E)。58° 34' Eの経度線に沿って、23° 07' N(B岩体)から南へと辿ると、P岩体が露出しており(例えば23° 02' N)さらにG岩体に変化する(例えば22° 52' N)。B岩体とその上にあるP岩体とG岩体は明らかに構造が異なっており、これはB岩体の上にスラストでP岩体とG岩体がのし上がった構造(スラストシートをなす)をしている。B岩体は、オマーン地域の基盤岩類であり、変成岩や堆積岩からなる。この基盤岩の上にマンツルを構成していたペリドタイトを主体とするP岩体とその上の海洋地殻を構成していたG岩体(ハンレイ岩と玄武岩)が、約7000万年前にのし上がったのである。B岩体は、スラストシートをなすP岩体とG岩体(これをオフィオライトという)の構造的下位の部分としてテクトニック・ウィンドー(あるいはフェンスター:地窓)から露出している。オマーン山脈は、まさに地質学の聖地である。

(参考文献)

宮下純夫・川幡穂高編、1990、総特集オマーンオフィオライト。月刊地球、Vol.21,No.6。

宮下純夫・海野進・足立佳子、2002、オフィオライト研究の新しい局面-オマーンオフィオライトを例として。地質学雑誌、108,520-535。

第2章

Google Earth から見た日本周辺の海底地形としては、次のものが顕著である。

① 富山深海長谷

高度750km程度から富山湾から日本海を見てみると、海底に蛇行した深海長谷(チャンネル)が見える。富山深海長谷である。富山湾では、神通川や黒部川の扇状三角州が海底に発達しており(例えば、37° 01' N、137° 30' E)、深海長谷(チャンネル)は能登半島側に発達している(例えば、37° 13' N、137° 30' E)。チャンネルは蛇行しながら北へと流れ、自然堤防とチャンネル壁のガリー(筋状の地すべり)が認められる(例えば、38° 09' N、137° 49' Eから38° 17' N、137° 42' Eの間)。さらに北側では、チャンネルを溢れ出た乱泥流が作ったと思われる波状地形(Sediment Wave)が発達する(例えば、39° 18' N、137° E)。

② 日本海東縁の変動帯

新潟県佐渡島から北海道奥尻島にかけての海底地形は、活断層と褶曲によってできた変動地形である。南北方向に伸びたリッジが10-10km間隔で数列発達しているのが認められる。これらのリッジは、逆断層によってもちあがった基盤とその上の褶曲した地層から構成されている。リッジは、東側で急傾斜であり、西側の斜面はなだらかである。すなわち、西傾斜で東方向への移動を示す逆断層が、リッジを作ったことが読み取れる(例えば、39° 02' N、138° 33' Eや39° 26' N、139° 10' E)。これらのリッジは、日本海形成時の正断層運動による地溝構造が、約300万年前から活発になった日本列島の東西圧縮テクトニクスによって、逆断層・褶曲帯に変化し(インバージョン・テクトニクス)、作られたものである。この逆断層に沿って地震活動が活発であり、津波も発生している。1983年の日本

海中部地震、1993年の北海道南西沖地震がその例である。

③ 千島海溝から日本海溝の地形

これらの海溝と周辺地形を概観してみよう。釧路の沖合には釧路海底谷があり、これは千島海溝へと繋がっている。太平洋プレート側は、海溝にほぼ平行に発達した地溝・地壘地形が顕著である。千島海溝と日本海溝の屈曲地点に位置する襟裳海山(40° 53' N、144° 55' E)は、この地溝・地壘をなす正断層によって変形している。襟裳海山の北側の海溝陸側斜面は、湾入した地形を成している。この湾入部の高まり(41° 18' N、144° 38' E)では、地磁気異常が観測されており、磁性を帯びた玄武岩山体が伏在している可能性がある。したがって、この湾入部は、別な海山が衝突し、潜り込んでいった地形と考えられる。さらに、その東側(例えば、41° 27' N、145° 06' E)や南側(例えば、41° 00' N、144° 28' E)の地形は、海溝陸側斜面に円弧型の斜面およびその下部の乱雑な凹凸からなり立っており、巨大な海底地すべり地形が示唆される。海溝海側斜面での海山の変形、衝突、湾入地形の形成そして斜面崩壊という一連の過程が見えている。

日本海溝においても、海溝海側斜面に地溝地壘地形が発達しており、また、第一鹿島海山(35° 47' N、142° 40' E)が正断層によって変形している。日本海溝の前弧斜面は、平坦であり、大きな海底谷は発達していない。日本海東縁辺の変動地形と比べると大きな違いがある。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震を考えると、日本海溝前弧斜面は、断層による差別的な運動はあまりせずに、ほぼ一枚板のように振る舞ってきたことが示唆される。このような様相は、第一鹿島海山付近から、海底谷の発達をへて、複雑な海溝三重点付近の地形(例えば、32° 24' N、141° 47' E)へと変化する。

④ 伊豆・小笠原島弧－海溝系の地形

ここでは、青ヶ島付近を東西に横切る測線で海底地形を見て行こう。青ヶ島の南の明神海丘(32° 05' N、139° 51' E)は、火山フロントのカルデラである。その西側には、南北に列をなす小海丘群が存在する(例えば、32° 07' N、139° 36' Eなど)。これは、東西方向に拡大している背弧凹地(リフト帯)の中で、南北方向の正断層に沿って活動した割れ目噴火による海底火山群である。リフト帯の西端には顕著な正断層がある(例えば、32° 12' N、139° 28' E)。その西側には、北東－南西方向に連なる雁行火山列が存在している(例えば、31° 36' N、139° 19' E付近から、31° 08' N、138° 11' Eにかけての列。その南北にも顕著な列が存在する)。雁行火山列の活動は、四国海盆の拡大停止後から現在の火山フロントの活動開始頃まで続いたと推定される。なぜ、雁行状の配列をするのかについては、よく分かっていない。さらに西側は、四国海盆の海洋底の地形配列(ファブリック: Fabricとも言う)が顕著に認められる。それは、九州－パラオ海嶺から東に辿ると良く認められる。九州－パラオ海嶺の東端は、正断層によって形成された急崖からなる(例えば、29° 21' N、134° 13' E)。四国海盆にも同様に南北方向のリニアメント(断層や海丘が連続して列をなしている構造)が認められる(例えば、29° 17' N、135° 17' E)。一方、四国海盆のより中央部をなす海洋底では、これらのリニアメントの方向は、北西－南東方向のリニアメントに変化しており(例えば、28° 44' N、137° 12' E)。このリニアメントは、四国海盆中心部では、東西方向であり、紀南海山列も同様な方向に連なっている(例えば、31° 25' N、135° 32' E)。このような地形ファブリックの変化から、四国海盆は、3段階の拡大(東西方向、北東－南西方向、南北方向)を経て形成されたことがわかる。

青ヶ島付近から、さらに東側(海溝側)に地形を見て行こう。火山フロントから東には大きな海底峡谷が発達しており、その上流部ではセジメントウェーブが認められる(例えば、32° 22' N、140° 08' E)。海底峡谷は、ガリーが多数発達した海溝内側斜面の急崖を流れ下る(例えば、32° 08' N、141° 23' Eで水深4700mから32° 01' N、141° 42' Eで水深6600m)。海底峡谷はここで途切れ、その東側には、平坦部あるいは一部海丘(例えば、31° 54' N、141° 53' E)を作っている部分が南北に連なっている。これは、蛇紋岩海山群と呼ばれる所であり、プレート境界に沿って、おそらく数10kmの深さから変成岩を含む蛇紋岩体がダイアピル状態で上昇してきたものである。その東側には、水深9000mを越す小笠原海溝が存在する。伊豆小笠原海溝・島弧・背弧海盆システムは、プレート沈み込み帯のテクトニクスを学ぶ最高の場所の一つである。

(参考文献)

平朝彦・篠原雅尚・倉本真一、1992、北部伊豆・小笠原“島弧-海溝系”. 科学、62,335-336.

Google Earthにおいては、堆積環境に関しても、楽しい観察の体験ができる。

① タリム盆地の扇状地と砂丘

崑崙山脈の北側には、扇状地群が発達し、その先端から地下水がわき出してオアシスを作っている。シルクロードはこのオアシスを結んでいた。特に、(37° 27' N, 84° 22' E)の扇状地は形が美しい。表面には、無数の網状河川の流路があり、また、先端部では、古期の扇状地面がある。扇状地から砂丘へと移行している部分も認められる。砂丘群は、階層的な構造を形成している。大小のバルカン(三日月型)砂丘群が重なりあって、さらに大きな横列や縦列の砂丘を作っている。特に(37° 49' 20" N, 81° 48' E)付近には大小の重なり合った砂丘群の詳細が見事に捉えられている。

② アマゾン川中流域の蛇行河川

河川の争奪、流路の放棄、ポイントバーの移動などの痕跡が保存されている(例えば、3° 02' S, 68° 14' Wの一带)。

③ ロシア、レナ川のデルタ

極めて複雑な河川流路と永久凍土の溶解による湖沼群が特異な景観を作り出している(72° 43' N, 127° 30' Eの一带)。シベリアの凍土地帯には、見事な蛇行河川の地形が存在するので、広く、この一带を観察して欲しい。

④ ガンジスデルタ

無数のチャンネルとバーによって形成されている。開拓が進んでいる場所では、チャンネル沿いの自然堤防や浜堤上に家屋を作っている。これは水上交通の便や、水害の被害から少しでも安全な微高地を選んでいるからと推測される(例えば、21° 48' 40" N, 90° 09' 40" E)

⑤ カナダ、ファンディー湾

潮汐によって形成されたベッドフォームと潮汐チャンネル(45° 44' N, 64° 40' W)。ファンディー湾は世界最大級の潮汐差を持つ。

⑥ バハマ海台のサンド・ウェーブ

タンク・オブ・オーシャン(Tongue of Ocean)からの潮流が作った、炭酸塩粒子(たとえばウーライトなど)から構成されるサンドウェーブが見事である(23° 30' N, 76° 30' W)。大規模な縦列タイプと小規模な横列タイプが認められる。

第4章

本文で記した以外の日本列島火山のいつかの見所をメモしておく。

① 北海道樽前山の溶岩ドーム

1909年の噴火で形成された溶岩ドームが山頂にそびえる(42° 41' 23" N, 141° 22' 41" E)。今でもスチームの噴気が出ている。このように溶岩ドームがほぼ原型のままに残されている例は珍しい。

② 鳥海山

鳥海山は実に雄大な火山であり、裾野の差し渡しは20kmほどで富士山クラスの山と言って良い。本体は、ほとんどが溶岩流で覆われている。火砕流やスコリアなどに覆われた他の日本の火山と異なっている。鳥海山は、更新世後期の古期山体の上に約16万年以降の2つのステージ活動に編年されている。最近の活動は、数1000年前から後のものであり、非常に良く保存された溶岩流が、幾つかの地点で認められる。例えば、北側では複数の溶岩流が認められる(39° 07' 08" N, 140° 02' 08" E)。

また、西側には、長大な溶岩流があり(例えば39° 06' 42" N, 139° 56' 51" E)、その先端は溶岩チャンネルを構成し海に到達して溶岩扇状地を作っている。山頂付近では、1801年の噴火によって形成された鍋森溶岩ドーム(39

° 05' 57" N、140° 02' 57" E)が目立つ。溶岩ドームから北側には馬蹄形カルデラが開けている。その中には複数の溶岩流があり、さらにその先はチャンネル状の地形をへて象潟へと続く。象潟は、多数の流れ山からなる地形をなす。象潟の岩屑なだれの発生は約2600年前と言われ、岩屑なだれは、海へと到達し、多数の小島を浮かべた松島(宮城県)のような風景を作った。1804年の象潟地震によって、一帯は隆起し現在のような景色となった。まさに火山と地震の作った独特の風景と言える。

③ 磐梯山の崩壊地形と会津盆地の断層地形

福島県の磐梯山は、1888年の山体崩壊によって、爆発的噴火と同時に北側への岩屑なだれが流出した。特に、磐梯山北側の小磐梯山が、ほぼ完全に崩壊した。崩壊跡は急崖をなし、岩屑なだれは、ローブ状地形を残し(例えば、37° 38' 46" N、140° 04' 40" E)、さらに多数の流れ山を押し出した(例えば、37° 39' 55" N、140° 03' 41" E周辺)。画像から明瞭のように、この流れ山群により、長瀬川流域がせき止められ、檜原湖や五色沼などの湖沼群が出現した。

この地域では、典型的な活断層の地形も認められる。会津・喜多方盆地に目を向けてみよう。この盆地の西縁は、西側の山地と極めて直線的な境界で接している。さらに縁辺部の山地の地形を見ると、尾根と谷が切断されたような面(尾根の部分をも三角末端面という。例えば37° 33' 13" N、139° 47' 48" E)を示し、活断層による地形の隆起によるものである。同様な直線的地形は、猪苗代湖の東側にも認められる。磐梯山・会津地域もまた、火山と活断層・地震が作った地形である。

東北地方全体を見ると、会津盆地、米沢・山形盆地、横手盆地と配列しており、これらの盆地もまた、その東西縁辺が活断層で区切られており、300-200万年前から始まった日本列島東西圧縮テクトニクスの結果を表している。

④ 霧島火山

この火山も非常にユニークである。周辺は盆地状の地形をなし、これは、巨大カルデラの地形(加久藤カルデラ)である。霧島火山は、10数個の火山からなる連山であり、近年、活動が活発化した新燃岳では、スコリアの堆積の様子が良く見える(例えば、31° 54' 45" N、130° 53' 15" E)。火口の多くは、火口湖となっており、全体として、北西-南東方向に連なっている。この方向は、フィリピン海プレートの押しの方向と一致している。南九州には、この他に始良カルデラ、阿多カルデラなどの巨大カルデラが存在し、その周囲には火砕流台地が形成されている。火砕流台地は、平坦なので、編み目状の河川浸食を受け、空中からは非常に特異な河川網を成す様子が見取れる。例えば、いわゆるシラス台地(例えば、31° 35' N、130° 57' E付近)がそうである。同様な地形は阿蘇カルデラ周辺にも広く認められる。

第5章

① マクラン付加体(Makran Accretionary Wedge)の地質

インド衝突帯の西端は、パミール高原・カシミール山脈を構成しており、そこからインダス川が流れ出している。インダス川の堆積物は、インダス三角州、さらにインド洋海洋底には、インダス海底扇状地(Indus Deep-sea Fan)を作っている。インダス海底扇状地は、インド洋プレートの運動で、パキスタンからイランにかけて付加され、マクラン付加体を形成している。ここでは、活動的な付加体が陸上に広く露出している世界でも希有な例の一つである。マクラン海溝から海岸線までは約100kmであり、そこから内陸は、最大230kmの幅を持つ、巨大な褶曲帯が存在している。これは、海岸付近では、中新世より新しい付加体、内陸では、主に前期中新世~漸新世の付加体から構成されている。マクラン付加体は、大きく見ると、パキスタン側とイラク側で構造が異なっている。パキスタン側は直線的な褶曲構造が発達し、イラク側は、凸凹が多く認められる。パキスタン側の褶曲構造では、背斜・向斜の構造が明瞭に判断できる箇所も多い(例えば25° 28' N、64° 51' E)。ここでは楕円形の構造が認められ、地層は北側では南傾斜を示し(たとえば、25° 30' 02" N、64° 48' 20" E)、これが向斜構造であることがわかる。

パキスタン側のマクラン付加体は、東縁は、より古い時代の付加体と南北方向の断層(例えば、27° 06' 42" N、66° 06' 21" E)で接している。イラン側では、地層は不連続なドーム状、あるいはベースン状の構造が発達し、それを覆って堆積物が流れ出した跡を示す丘状の地形が存在する(たとえば、25° 43' 55" N、59° 54' 27" E)。ここでは、東麓で褶曲した地層を被覆し、西側では、堆積物が流動を起こした地形を示す。この丘や、多くの周辺の同様な丘は、泥火山(Mud Volcano)である。マクラン付加体では、パキスタン側は、海洋底のタービダイト、イラン側は、岩塩

層を含む大陸棚の堆積物が付加されており、両者の違いを形成していると考えられる。

マクラン付加体は、第1章の例で述べてイランの衝上断層褶曲帯へと連続している。付加体とはその成因(プレート沈み込み帯での海洋プレート上の堆積物と基盤岩の付加)から呼んでいる名称で、地質構造の形態は衝上断層褶曲帯と同じである。

第6章

① 隕石衝突クレーター

地球には、後のテクトニクスや活発な侵食作用によって、火星、月ほど巨大なクレーターは残存していない。隕石衝突によって形成されたクレーターとしては、例えば次ぎの地点がある。アメリカ・アリゾナ州バリンジャー隕石孔(メテオールクレーター) (35° 01' 39" N、111° 01' 20" W)。カナダのマニクアガン・クレーター (51° 23' N、68° 40' W : 差し渡し60kmほどある。高度200kmくらいから見ると良い)。

② 西オーストラリア・ピルバラ楯状地

先カンブリア時代の地質地帯は、一般に楯状地(Shield)あるいは安定地塊(Craton)と呼ばれることが多い。地殻誕生の後、長い間変形を受けておらず、平坦で安定した地帯をなしているからである。その一つに西オーストラリアのピルバラ楯状地(Pilbara Craton)がある。ここでは、大きく2つの地質からなりたっている。一つは、花崗岩とそれを取り巻くように存在するグリーンストーンからなるグリーンストーン花崗岩(Greenstone Granite Belt)地帯であり、もう一つは、それを被覆しているマントブルース超層群(Mt. Bruce Supergroup)が分布する地帯である。前者には、まず、10以上の花崗岩体が認められる。例えば、21° 10' S、120° 04' Eを中心とする岩体は、直径が50km以上ある。それを取り囲むグリーンストーン帯は、玄武岩などの火山岩やチャートなどの弱変成岩と、高度に変成した塩基性から超塩基性岩などが褶曲や断層で変形し、その構造に花崗岩も巻き込まれている部分がある(例えば、21° 38' S、119° 11' E)。ピルバラ楯状地のグリーンストーン・花崗岩帯は、島弧、海台などの海洋性火山帯の衝突、衝突帯における花崗岩の貫入と変形、衝突によってできた小地塊の最衝突とさらなる花崗岩の貫入によって形成されたと推定される。時代は35億年前から31億年前である。それを不整合に被覆して洪水玄武岩が重なる(例えば、22° 06' S、119° 23' E)。さらに砂岩層、2層の洪水玄武岩などをへて、その南側のごつごつした山岳地帯はハマスレー層群の縞状鉄鉱層である(例えば、22° 21' S、118° 18' E)。これらは、27億年前から24億年前にピルバラ楯状地のリフト内部で噴火し、堆積した地層群であり、地球の歴史を保存した極めて貴重は地質体を構成している。

③ シベリア・トラップ(Siberian Traps)

ペルム紀末の生物大絶滅のイベントの原因の一つとして有力視されているのが、中央シベリア高原を中心に広がる巨大火成岩岩石区(Large Igneous Province)を形成した巨大噴火である。噴火の時期は、250Ma (Ma=100万年前)であり、噴出期間は200万年間以内と推定されており、この時期は、地層でのペルム紀—三畳紀境界と一致する。分布の範囲は巨大で、地表に露出する中央シベリア高原から、さらに西の西シベリア盆地の地下さらにウラル山脈へと広がり、東西3000km、南北2500km、総面積500万平方km、層厚は3.5kmに達する。オントンジャワ海台の総面積が200万平方kmであるから、分布面積は2倍以上ということにある。顕生代に起った陸上最大級の巨大噴火であった。最も良く観察できるのは、中央シベリア高原の北部であろう。70° 18' N、89° 43' E付近に注目してみよう。ここでは、北側には、多数の湖を伴うツンドラ地形が広がっている。一方、南側では、地表の色が灰色に変化し、地形の様子は一変する。地表はなだらかな高原をなし、高度30km程度に見ると水平に成層した地層が年輪のように見える。これがSiberian Trapsの玄武岩溶岩流の地層である。このような平に成層した地層が分布する場所では、河川系は、樹枝状の分布を成す。例えば、69° 54' N、96° 16' E付近の河川系は顕著である。中央シベリア高原が、何枚もの溶岩流が積み重なった地層からなることは、谷筋の露頭を見てみると良く理解できる。例えば、69° 46' 30" N、91° 38' Eの崖では、成層の様子が観察できる。巨大火成岩岩石区の活動と地球環境変動、生物の絶滅との関連は、地球史の中でも最大級の研究課題の一つである。

(参考文献)

Reichow, M. et al., 2009, The timing and extent of the eruption of the Siberian Traps large igneous province: Implications for the end-Permian environmental crisis. *Earth Planet. Sci. Letters*, 277, 9-20.