

地球史と石ころ

地球は大きな石ころ

地球は半径 6400km の石ころです。芯には金属鉄が詰まっているし、表面には液体や気体がへばりついてはいますが、体積の大半は岩石です。

地球の歴史も、表層の地殻と呼ばれる部分の岩石の中に記録が閉じこめられています。私たちはそれを読み解くことで、地球史の 90%の期間について、ある程度の情報を得ています。宇宙の歴史は 130 数億年、地球の歴史は 46 億年といわれていますから、宇宙の歴史の最近 3 分の 1 は、地球上に記録が残っていることとなります。宇宙の遠い星を観測するのと同じように、石ころの中には何億年もの時間が閉じこめられていて、巨大な時間の旅へと私たちを誘ってくれます。

隕石 - 太陽系の初期史を記録するもの

隕石は、主に小惑星の破片です。石質隕石、石鉄隕石、鉄隕石に大まかに区分されますが、いずれも形成年代は古く、ほとんどが 45 億年以上前のものです。太陽系の初期の情報を残しているものとして、隕石はとても重要な情報源です。小惑星や彗星は、地球などの大型の惑星と異なり、形成後ほとんど変化せずに太陽系初期に生まれたころの性質や化学組成を残しているからです。

小惑星には探査機によるサンプルを採取するミッションも実現していますが、隕石を調べることで、地球上にいながらそれらのサンプルを手に行ることができるわけです。

太陽系形成前の情報、超新星爆発の痕跡や、星間雲でつくられた有機物の情報も、隕石に含まれています。宇宙空間で生命誕生のための複雑な化学反応を実現するのは難しいと考えられていますが、生命材料としてのアミノ酸などは、惑星外の空間から、隕石によって原始海洋にもたらされたものがあるかもしれません。

斜長岩 - マグマ・オーシャンの記録

地球から見た月の表面の白く明るいところ、月の「高地」は、主に斜長岩という岩石が主体となっていてできていると考えられています。斜長岩という岩石は、体積の 90%以上が、斜長石という鉱物でできている岩石です。斜長石は、地球の地殻で岩石を構成する比率が最大で、多くの岩石に見られる鉱物です。

月の斜長岩には特別な意義があり、惑星形成期に原始惑星の表面を覆っていた融けた岩石の層である、マグマ・オーシャンの痕跡として知られています。微惑星の衝突合体の際に放出される熱と、原始大気による保温効果で、地球を含めた岩石惑星の表面は形成初期にどろどろに融けたと考えられます。その融けた状態から冷えていく過程でマグマ中に斜長石が結晶化して、浮上して集積し、月に斜長岩の地殻をつくりました。

マグマ・オーシャンの痕跡は、地球ではその後の活動が激しかったために残っていません。地球はサイズの大きい天体で、現在も火山活動やプレート運動によって常に表面が作り替えられています。サイズの小さい月は、内部が冷えるのが早く、プレート運動もなく、火山活動も 30 億年前には停止してしまっただけで、その証拠が斜長岩として表面に残っているのです。

月の斜長岩は惑星形成初期に何が起きたかを教えてくれるとともに、地球には残っていない、太陽系の初期の数億年の歴史を語ってくれるものです。月の起源については近年、ジャイアント・インパクト説という仮説が有力になっていますが、地球の一部がちぎれて月になったというその考え方の根拠には、斜長岩などの岩石の存在が深く関わっています。

地球にみられる斜長岩は、月の場合と異なり、断片的で、時代も 30 億年前～10 億年前くらいにマグマから形成されたものがほとんどです。日本では、例えば筑波山の山頂部に、はんれい岩の岩体の一部として斜長岩の存在が知られていますが、時代はずっと新しく、約 0.75 億年前のもので、

写真1：斜長岩（グリーンランド） - 約 30 億年前のマグマだまりで形成されたもの。ほとんどが斜長石からなる。



縞状鉄鉱 - 海洋の存在と光合成活動

地球には他の惑星にない特徴があります。それは表面に大量の液体の水 - 海洋が存在すること、酸素の多い大気組成です。先カンブリア代(約 5.5 億年前以前)の地層に特徴的に見られる岩石に、縞状鉄鉱というものがあります。これは、水中に存在した 2 価の鉄イオンが酸化され、水に溶けない 3 価の鉄となって沈殿したものです。世界の鉄鉱石の大部分は、このようにして海底に堆積した鉄の酸化物の地層です。

縞状鉄鉱はその形成過程に謎の多い岩石ですが、海水の存在と、そこでの酸素の供給を示す点で重要です。グリーンランドには 38 億年前の地層が残っていますが、そこにも縞状鉄鉱があります。その時点で、液体の水が地表を覆っていたことを示しているため、大気の温室効果を逆算して当時の大気組成が求められています。大規模な縞状鉄鉱層が形成されるのは、27~16 億年前頃ですが、これは生物の光合成活動が活発になったことを示していると考えられています。大気や海洋中での酸素の増加は、真核生物の出現や、陸上の赤色風化層の形成につながりました。そして縞状鉄鉱はつくられなくなったのです。

赤色砂岩 - 砂漠と大陸移動の証拠

スコットランドの首都・エディンバラの市街は、石造りの街並みが世界遺産に指定されています。この街をつくる石材は、旧赤色砂岩と呼ばれる、4 億年くらい昔の砂漠の砂の固まった岩石です。現在、エディンバラで北緯 56 度と、かなり高緯度にあるスコットランドですが、4 億年前には赤道付近に位置していて、北米とヨーロッパの衝突によってできた大山脈のふもとに、ちょうどいまのサハラ砂漠のような大規模な砂漠が形成されていました。長期間の風化で岩石が砕かれ、風で運ばれた赤い砂が、分厚い地層をつくったのです。現在、その砂漠の砂の地層は、スコットランドの低地地方に広く分布し、石材として古くから切り出され利用されています。

スコットランド北部の高地と、海を隔てた北米のアパラチア山脈は、4 億年前にいまのひとつ前の北米とヨーロッパが衝突した痕跡です。衝突で二枚の地殻が重なり、分厚くなった部分が浮上して大山脈をつくりました。4 億年にわたる浸食で、その衝突部分の深部にあった変成岩が、この 2 つの地域では広く露出しています。スコットランドでも高地に近くなると、石材に薄く割れる変成岩を使っているところが目立ち始めます。大陸の衝突と赤道付近の砂漠がつくった岩石が、美しい街並みをつくる材料になっているのです。

写真2：赤色砂岩の建物（エディンバラ）



石灰岩 - 現代都市は造礁生物がつくる

熱帯・亜熱帯の海に発達するサンゴ礁の美しい風景。最初の生物礁が形成されたのは 5.5 億年ほど前のカンブリア紀という時代だと考えられています。サンゴの仲間が礁をつくるようになるのは、4.5 億年前頃からですが、その時代から石灰岩という岩石はほとんどがサンゴなどの生物の骨格や殻でつくられるようになり、世界中の浅い海にサンゴ礁が発達するようになりました。

日本でほとんど唯一、自給できる地下資源は、セメント用の石灰岩（石灰石）です。これは太平洋側の海洋プレート上に存在した、海洋島の上に発達したサンゴ礁の石灰岩が、プレートの移動で運ばれ、海溝で沈み込む際に日本列島の地層に挟み込まれ、残ったものです。ですからセメント用に採掘している石灰岩の中には 3 ~ 2 億年前頃に生きていた、当時のサンゴ礁の生物たちが化石として見られることがあります。

鉄とコンクリートでできた現代都市の材料（セメント）は、3 億年前のサンゴ礁の生物によってつくられたものなのです。

写真 3：造礁サンゴ（フィジー、大町忠敏氏撮影）



石炭 - 上陸した植物が地球を変えた

酸素の多い大気をつくった立役者のひとつは、5 - 4 億年前に陸上に進出した植物たちです。陸上植物が森林をつくることで、動物たちの生息環境が生まれました。土壌という無機栄養のリサイクルシステムが形成されたことも重要です。陸上

に進出した植物は、光を確保する競争のなかで、丈夫な分解されにくい身体を発達させました。それはシダ植物の生息した湿地や、三角州のような場所で、植物体が完全に分解されないまま堆積し、石炭の地層をつくることにつながりました。光合成で大気から二酸化炭素を吸収し、その炭素を石炭として地中に埋没させ、除去することで、大気中の酸素濃度は上昇し、二酸化炭素濃度は低下しました。そして、高い酸素濃度と食物の存在する森林環境の中で、我々の祖先である脊椎動物たちが陸上生活に適応し、進化していったのです。

写真 4：石炭の打ち寄せる浜辺。沖合の石炭層が浸食されて石炭のレキを海岸に集めている。（スコットランド・キルカルディ）



迷子石 - 最終氷期の忘れ物

第四紀・人類の時代の地球は、氷期と間氷期を約十万年周期で繰り返す、気候変動の激しい時代にあたっています。地球温暖化による気候変動が憂慮されているのも、それと関係があります。過去 1 万年にわたる、温暖で安定した間氷期の気候の中で、人類は文明を発展させてきたわけで、この微妙なバランスが崩れることは非常に危険なことです。

1 万年前以前は、氷期と呼ばれる、寒冷な気候が地球を覆っていました。その痕跡は、ニューヨークなど北米や北ヨーロッパの大都市に、氷が削った地形や、氷が運んだ迷子石という形で残っています。

迷子石というのは岩石の種類ではなく、その土

地にはない岩石が、ぼつんと岩盤の上に取り残されているようなものです。かつて氷期に分厚い氷が覆っていた時代、氷は自らの重みで流れ出し、氷河となって海に戻っていました。その際に、氷河の上流で削り取られた岩石が、氷に乗って海に運ばれていたわけなのですが、氷期の終了で温暖化して、氷河が融けて後退していくと、途中まで運ばれていた岩石が運び手を失い、見知らぬ土地で取り残されてしまう、という事態が起きます。それが迷子石です。数千km離れたところの岩石が見つかる場合もあります。

迷子石は氷期の終了から約1万年、風雪に耐え、ずっとそのままそこに存在しています。人類の文明の発展や国家の興亡をよそに、1万回の季節の変化のなかで、変わらずにじっとそこに在り続けていたわけです。もし何かの機会に迷子石に出会う機会があったら、耳をつけて石の声を聞いてみても面白いかもしれません。

写真5：迷子石（グリーンランド）



萩谷 宏 はぎや ひろし

東京都市大学(旧武蔵工業大学)知識工学部自然科学科准教授。1967 茨城県水戸市生まれ。専門は地質学・岩石学・地球史。地殻の進化を読み取ることを目的に、岩石や砂の微量元素を分析している。2009 新設の自然科学科の学生たちと地質を見て歩く日々。 <http://www.h-hagiya.com/>