



地球環境激変の記録

しまじょうてっこうしょう ～縞状鉄鉱床～

踏切が開くまで何分待ったでしょうか。ゆっくりと走る長い長い列車は、鉄鉱石を運んでいました。筆者が大学院生だったころ、指導教員の先生とオーストラリアのメルボルンで開催された学会に参加した後、オーストラリア西部ピルバラ地域に広がる太古の地層を観察するために、港町ポートヘッドランドに飛び、レンタカーで内陸に向かいました。その途中で出会った光景です（写真1）。今回は、筆者の大昔の記憶を掘り起こしつつ、オーストラリアで出会った鉄鉱石の元となる地層の秘密を紹介します。



写真1 鉄鉱石を運ぶ列車。2011年、西オーストラリア州ピルバラ地域にて。

地球が「酸素の星」になったことを物語る地層

オーストラリアは世界一の鉄鉱石産出量を誇ります。ここピルバラ地域には「縞状鉄鉱床」と呼ばれる地層が広く分布しており、オーストラリアの鉄鉱石の多くは縞状鉄鉱床およびそれに関連した地層から採掘されています（写真2）。縞状鉄鉱床は、この地域のほか、カナダやブラジル、南アフリカ、ウクライナなどに分布しており、いずれも鉄鉱石の一大産地となっています。鉄鉱石から生成される鉄は、金属の中でも最も多く生産され、建築・土木、自動車・船舶、産業機械、容器などあらゆる分野で利用されています。人間社会を支える縞状鉄鉱床は、実は地球の歴史上、とても重要な事件を記録した地層なのです。



写真2 見渡す限りの縞状鉄鉱床の大地。西オーストラリア・ハマスレーの渓谷。2011年撮影。

縞状鉄鉱床を近くで見てください（写真3）。鉄の酸化物である磁鉄鉱（ Fe_3O_4 ）や赤鉄鉱（ Fe_2O_3 ）の粒が集まっている赤黒い層と、石英（ SiO_2 ）が多い白っぽい層が交互に縞模様を作っています。かけらを手に持ってみると、ずしっと重く、さすが鉄が集まった石という感じです。人間が鉄を得るのに非常に都合なこの石は一体どのようにしてできたのでしょうか。



写真3 縞状鉄鉱床の近接写真

私たちは、生きていくためのエネルギーを作るために、呼吸によって体内に酸素を取り込んでいます。生命を維持するのに不可欠な酸素は、大気中に約21%存在しています。では、酸素はずっと昔から変わらずそこにあったのでしょうか？答えは「いいえ」です。地球が誕生した46億年前、大気中に酸素はほとんど存在しませんでした。（裏へ続く）



写真 4 シアノバクテリアによって形成された岩石「ストロマトライト」。2011年ピルバラ地域にて。浅瀬で砂に埋もれたシアノバクテリアが光を求めて表面に出ることを繰り返すとストロマトライトの層状の構造が成長していくと考えられている。

大気中の酸素が増えたきっかけの一つと考えられているのは、遅くとも27億年前に光合成により酸素を発生するシアノバクテリアという細菌が地球上に登場したことです(写真4)。シアノバクテリアが海の中で光合成をすることで、海に溶け込んでいる酸素の量を増やしていきました。

当時は、海水中に鉄がイオンとしてたくさん溶け込んでいました。ところが、海中の酸素が増えたため、鉄イオンが酸化されて酸化鉄となって大量に沈殿して長い年月をかけて大規模な地層となりました。これが縞状鉄鉱床形成のメカニズムと考えられています。縞状鉄鉱床の多くは、海中の酸素濃度が上昇した27億年前から19億年前に形成されたと考えられています。

その後も酸素はどんどん増えていきました(図1)。酸素は有機物を分解する作用があるため、生命体を維持するのに危険な物質でもあります。そこで原核生物(細胞に核をもたない生物)の細胞内に散らばっていた遺伝情報を守る仕組みとして、それらを細胞内にあるもう一つの膜で包み込んだのが真核生物(核をもつ生物)です。さらに、約6億3000万年前の地層中からは最古の多細胞動物と考えられる化石が見つっています。動物は運動能力に優れていますが、そのために非常に大きなエネルギーが必要なので、呼吸によって体に酸素をたくさん取り込まなければなりません。また、約5億年前から、太陽からの紫外線的作用を受けて大気中の酸素の一部からオゾンが作られはじめました。地球の上空を覆うオゾン層は生物にとって有害な紫外線の多くを吸収してくれるので、生物が海の中だけでなく陸上でも生きていけるようになりました。生物の出現時期や進化については様々に議論されており、まだ分からないことが多いですが、大気中の酸素が増えたことが地球上の生物の適応進化に大きな影響を与えたのは確かなようです。

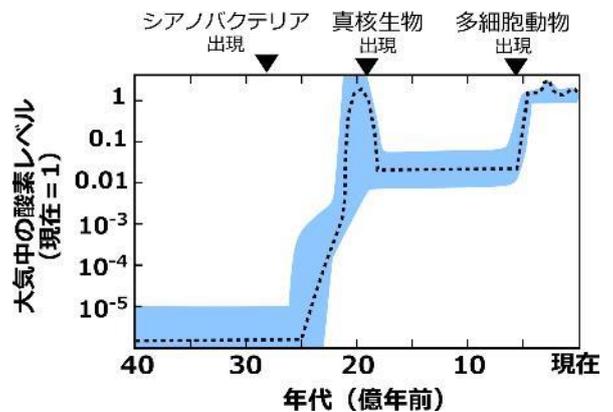


図1 化石や堆積岩中の鉱物から推定された地球の大気中の酸素濃度の変遷(現在の濃度を1とした値)。水色の範囲は推定値の上限~下限。縦軸の 10^{-3} は0.001、 10^{-4} は0.0001、 10^{-5} は0.00001を表している。田近(2022)図2を改変。

縞状鉄鉱床は、地球が生命の星となるきっかけとなった「酸素の登場」を記録する「地球の遺産」だといえるかもしれません。私たちの文明は、この貴重な遺産を消費することで発展してきたのです。

ますます掘り出される縞状鉄鉱床

実は、鉄鉱石の生産は年々増え続けています。鉄は、安価で大量に生産できます。一方で、その原料の鉄鉱石は「地球の遺産」ともいえる縞状鉄鉱床から得られているということ、大量に採掘すればいつかはなくなってしまうということを心に留めておきたいですね(金山)。

※鳥取県立博物館に写真4で紹介した「ストロマトライト」が展示されています。興味のある方は見に行かれてはいかがでしょうか。

[主な参考文献]

川上紳一・東條文治(2013)『図解入門 最新地球史がよくわかる本 第2版』秀和システム。
田近英一(2022)『地球史における酸素濃度の変遷と生物進化』Medical Gases, 24 (1):1-6。

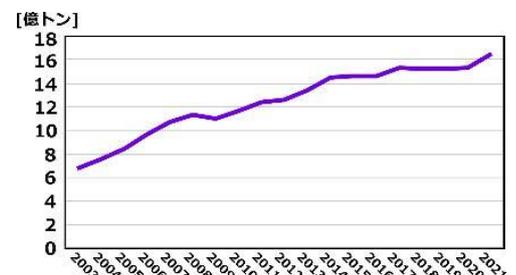


図2 世界の鉄鉱石生産量(2003~2021年)。資料: GLOBAL NOTE、出典: USGS。

♪イベント情報♪

☆夏休みの自由研究の相談も随時受け付けています♪事前にお電話の上、ご来館ください☆

8/10(土) ジオパークの星空観望会

8/25(日) オリジナル和紙をつくろう! ~因州和紙の紙すき体験~

8/17(土) ☆ジオパークの日記念☆琥珀標本をつくろう!

※詳しくは海と大地の自然館のHPをご覧ください。