

太古代の熱水系堆積相：35億年前マーブルバーチャート vs. 32億年前デキソンアイランド層

Hydrothermal sequence of the Archean time: 3.5Ga Marble bar chert vs. 3.2 Ga Dixon Island Formation

清川 昌一[1]; 伊藤 孝[2]; 池原 実[3]; 北島 富美雄[4]; 根建 心具[5]

Shoichi Kiyokawa[1]; Takashi ITO[2]; Minoru Ikehara[3]; Fumio Kitajima[4]; Munetomo Nedachi[5]

[1] 九大・理・地惑; [2] 茨大・教育・理科教育; [3] 高知大・海洋コア; [4] 九大院・理・地球惑星; [5] 鹿大・理・宇宙

[1] Earth & Planetary Sci., Kyushu Univ.; [2] Fac. Education, Ibaraki Univ.; [3] Center Adv. Marine Core Res., Kochi Univ.; [4] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [5] Space Sci., Kagoshima Univ.

地球史における太古代の位置づけとして、惑星地球が急激に冷却されていく時代にあたると考えられており、地質学的にも表層から熱を放散していた証拠が多くみられる。太古代の海底表層(多分深海底)には熱水噴出が関連したと思われる、チャートを主体としたケイ質堆積物が非常に多く、その成因を調べることは当時の熱放散様式やそれに伴う表層環境(初期生物の活動)を解く鍵になる。チャートについては後のケイ化作用できた岩石とされていたが、近年の調査でそれらは、当時の熱水系によってできた堆積当初の記憶を残す地層であることが明らかになってきた(eg. Lowe 1999, Kiyokawa et al., submit)。筆者らは太古代の熱水系に関連する2カ所の地層(35億年前マーブルバーチャート、32億年前デキソンアイランド層)について詳細なマッピング(1/100~1/500)を行うことにより、非常に類似している点を発見した。この2カ所はピルバラを代表する好露頭が露出し、地層境界を連続的に観察できる非常にまれな場所である。ここでは、それらの地層の層序的特徴について考え、当時の地球表層について考察する。

「地質概略」

マーブルバーチャートは約35億年前の玄武岩類に挟まれた連続性の良いチャートで、緑色変岩相以下の弱い変成作用しか被っていない地層である。層序的に約100m上位には現在問題になっている世界最古の化石の産出地(Schop, 1993, Brassier et al. 2002)がある。デキソンアイランド層は32億年前の海洋性島弧起源の地質帯中の火山・砕屑岩層であり、火山岩とケイ質堆積物が繰り返す層のうちの一つである。ぶどう石パンペリー石相以下の変成作用しか被っておらず、非常に堆積時の記録を残した地層である。この2つの地域の地層は以下のような共通した熱水環境を示す層序を持ち、ほかの地域にも当てはまることより太古代の模式的な熱水系層序と考えた。

「太古代の熱水系層序」

1) 火山岩層: 基盤をなす火山岩類。マーブルバーでは枕状溶岩(約500m)、デキソンアイランド層では流紋岩溶岩・流紋岩質凝灰岩からなる。

2) 熱水変質層: 基盤火山岩類最上部の変質帯。層厚約50mからなり特徴的に炭素物質を含む黒色ケイ質脈をはさむ。火山岩類は変質し粘土鉱物が卓越する。部分的に組織を残すところがあり、元々の岩石を区分できる。

3) 黒色チャート層: 熱水変質層上に整合的に重なり、下位ほど厚い黒色チャートからなり、上部ほど平行ラミナの発達したチャート層に移行する。層厚約10~20m。チャート層には、ケイ化したバライト・硬石膏などの偽晶を含み、熱水系の沈殿物堆積層と考えられる。特にデキソンアイランド層では、バクテリアの化石?も見つかっており(清川ほか2002, 2003, Ito et al., 2001)。また、黒色チャート中のより炭素が多い部分の炭素濃度がTOC 0.05~0.1wt%、炭素同位体比は-32~28‰であることより、本地層は生物起源物質を多く含むことがわかった。

4) 多色チャート層: いろいろな色の層状チャートからなり、上部ほど鉄に富んだ赤色チャート/縞状鉄層が顕著になる。層厚50~200m。下位の地層に見られたケイ質脈はこの地層の途中で消滅し、最上部まで貫いていない。これは、ケイ質脈によってこれらのチャート物質が供給されてきたことを示している。これらのチャート層は整合的に次の火山岩類に覆われる。

以上の層序は、太古代の比較的火成活動が穏やかな時期・場所でおこったと思われる、低温熱水の噴出により、まわり(黒色チャート部分)には大量のバクテリアが繁茂し、何らかの形(表層での光合成・海底での酸素供給作用)で酸素が供給されFeが沈殿したと思われる。これは、チャイナマンクリークなどのチャート層が薄い(10~20m)のところでは上部の鉄に富む赤色部分はあまり見られないことから、堆積時間と火山活動と関連により鉄層の堆積たまらないことが示唆される。

このような熱水系に関連する縞状鉄層は、以前からアルゴマ型BIFと呼ばれていたが、具体的な当時の熱水活動の場における堆積作用・生物活動・酸素供給作用が明らかになってきた。