太古代の海底表層環境 3.2Ga Dixon Island 層 vs. 3.5 Ga Marble Bar Chert

Environments of Archean Ocean floor: 3.2 Ga Dixon Island Formation vs. 3.5Ga Marble bar chert

清川 昌一[1]; 片上 亜美[2]; 伊藤 孝[3]; 池原 実[4]; 北島 富美雄[5]; 根建 心具[6]

Shoichi Kiyokawa[1]; Ami Katagami[2]; Takashi ITO[3]; Minoru Ikehara[4]; Fumio Kitajima[5]; Munetomo Nedachi[6]

[1] 九大・理・地惑; [2] 茨城大・教育; [3] 茨大・教育・理科教育; [4] 高知大・海洋コア; [5] 九大院・理・地球惑星; [6] 鹿大・理・宇宙

[1] Earth & Planetary Sci., Kyushu Univ.; [2] Education, Ibaraki Univ.; [3] Fac. Education, Ibaraki Univ.; [4] Center Adv. Marine Core Res., Kochi Univ.; [5] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [6] Space Sci., Kagoshima Univ.

http://minmin.geo.kyushu-u.ac.jp/

太古代の海底表層の状態を知ることは、当時の表層環境・生物活動などを類推する上で、非常に重要である。太古代､特にグリーンストーン帯中の地層には火山岩類上にチャートを主体としたケイ質堆積物が非常に多くその堆積状態や内容物を具体的に観察し、実際のどのような痕跡が残っているかを調べることが、当時の環境復元の第一歩となる。筆者らはピルバラを代表するチャートが露出する 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）を行い、層序の類似点を明らかにした。ここでは、それらの地層の層序的特徴・岩石記載・炭素同位体組成などから、当時の海洋表層について考察する。

[地質概略]ピルバラクラトンは、世界的にまれな高い変成作用や後の変形が少ないグリーンストーン・花崗岩帯からなり、30 億年以前の太古代の地球表層環境情報を残している。この地質帯には枕状溶岩や流紋岩質火山岩上に珪質堆積物が重なる層序がよく見られ、その堆積物には当時の堆積組織や変形構造が保存されている。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。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、堆積時の堆積組織を残した地層である。詳細なマッピングにより、これらの地層には熱水環境を示す層序が残されていることが明らかになった。

[太古代の熱水系層序] 1: 火山岩層：基盤をなす火山岩類。マーブルバーチャートでは枕状溶岩（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 10～20 m。チャート層には、ケイ化したバライト・硬石膏・アラゴナイトなどの偽晶を含み、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、黒色チャートは、熱水脈起源の堆積層と細かな葉理をもつチャートからなる。レーザーラマン法による解析で細かな黒色のものは炭素物質であることが明らかになった。この炭素を含むチャート層は炭素濃度が TOC 0.05-0.1wt%、炭素同位体比は-38～28 パーミルである。特にバイオマット周辺部では-40 パーミルを超える低い値がみられ、最も炭素濃度が濃い最下部の炭素同位体比よりも低い値を示す。4: 多色チャート層：黒・白・緑・赤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／縞状鉄鉱層が顕著になる。黒色チャート層は少なくなるが、1m 間隔で 10-20cm ほどの層を挟む。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、最上部まで貫いておらず、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、まず、脈から大量の炭素物質を含む熱水脈が噴出し、当時の海底をゲル状に覆う。その上に静かに沈殿して炭素物質とともにバクテリアが繁茂し、所々バイオマットを形成していった。また、上位ほどラミナの多いチャートになり、炭素物質が少なくなり鉄物質が多くなることより、海表層付近にもバクテリアが繁茂し、沈積していたと考えられる。これら海底（熱水系のバクテリア）/海表（シアノバクテリア）での生物活動により、ある程度の時間をかけて酸素が供給され Fe が沈殿したと思われる。

以前から熱水系に関連する縞状鉄鉱層は、アルゴマ型 BIF と呼ばれていたが、マッピングおよび詳細な層序復元から、太古代当時の熱水活動の場での一般的な堆積作用・生物活動・酸素供給作用が明らかになってきた。