

In-situ Pb isotope analysis applied to investigation into source materials of metals for submarine hydrothermal deposits using drilled cores

戸塚, 修平

<https://doi.org/10.15017/4059998>

出版情報 : 九州大学, 2019, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名 : 戸塚修平

論文名 : *In-situ Pb isotope analysis applied to investigation into source materials of metals for submarine hydrothermal deposits using drilled cores*
 (熱水域掘削コアの局所 Pb 同位体分析：海底熱水鉱床における起源物質の解明に向けて)

区 分 : 甲

論文内容の要旨

海底熱水鉱床における起源物質の解明に向けて、沖縄トラフの海底熱水域で採取された掘削コア試料を用いて局所測定法による鉛 (Pb) 同位体分析を行った。第1部では2つの熱水域を対象にした解析により手法の有用性を検証し、第2部ではこれを応用して海底熱水鉱床と過去の海底熱水鉱床である黒鉱鉱床との比較を行った。

第1部 トレーサーとしてのPb (鉛)同位体比の有用性

熱水鉱床の金属元素の起源推定のツールとして、鉱石のPb同位体比を解析する研究が伝統的に行われ、海底熱水鉱床においても広く適用されてきた。沖縄トラフの熱水域を対象とした研究では Halbach et al. (1997) が、Pbの起源として熱水域を取り巻く火山岩に加えて陸源堆積物の寄与があることを報告している。起源物質の詳細な解明は、鉱床形成モデルを考える上で重要な情報であるが、沖縄トラフの熱水域ではこの研究以降詳細な検討はされてこなかった。本研究では、迅速測定で多数の試料を扱える利点のある局所分析LA-MC-ICP-MS法を用いてPb同位体比測定を行い、その結果から起源物質を推定した。

研究対象とした熱水域は中部沖縄トラフに位置する伊平屋北海丘熱水域と伊是名海穴Hakureiサイトである。2つの熱水域では「ちきゅう」を用いた科学掘削が行われ、海底下深度200mまでの掘削コアが得られた。掘削コア試料の記載から、伊平屋北海丘熱水域の周辺は主に軽石に覆われ、伊是名海穴では軽石と半遠洋性堆積物の互層が見られることが明らかになった。

2つの熱水域の鉱石のPb同位体比は明瞭に異なり、起源物質として火山岩と堆積物の寄与の割合が異なることが示唆された (図1)。軽石に覆われている伊平屋北海丘熱水域では火山岩寄りのPb同位体比、軽石と半遠洋性堆積物に覆われている伊是名海穴

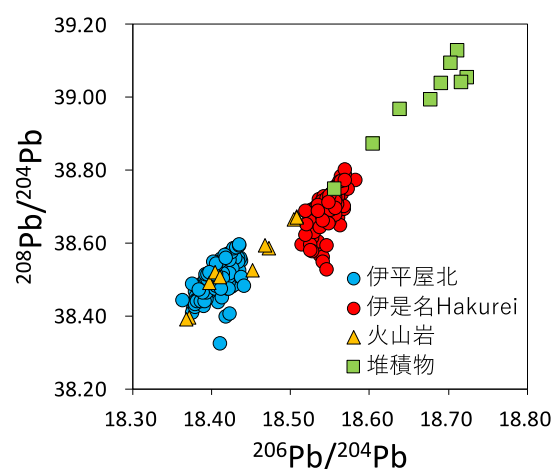


図 1 伊平屋北海丘熱水域、伊是名海穴 Hakurei サイトにおける鉱石と周辺の火山岩、堆積物の Pb 同位体比。火山岩 (Halbach et al., 1997; Shu et al., 2017), 堆積物 (Halbach et al., 1997; Bentahila et al., 2008) より。

Hakureiサイトでは堆積物と火山岩の間のPb同位体比が得られた。よって熱水域間のPb同位体比の違いは熱水循環経路になっている周辺の地質の違いを反映していると考えられる。また局所分析を行う過程で、Pb同位体比と鉱物組織・組み合わせとの関係を詳細に検討したが、同一試料中での差異は認められなかった。さらに同一掘削孔から得られた掘削コアにおいても鉛直方向におけるPb同位体比の差異がなく、逆に掘削地点間のわずかなPb同位体比の差異を確認することができた。掘削地点周辺の地質環境の違いを考慮すると、熱水域内で見られたPb同位体比の差異も、熱水循環経路の地質の差異を反映すると考えられた。このような詳細なPb同位体比の差異を確認できたのは、LA法により多数のデータを迅速に得られる利点によるものであり、この測定で得られるPb同位体比は、起源物質の微妙な差異も鋭敏に検出する優秀なトレーサーである。

第2部 海底熱水鉱床と黒鉱鉱床の起源物質

中部沖縄トラフに位置する熱水域であるごんどうサイトは、周囲を軽石等の珪長質な火山岩に覆われている。ごんどうサイトにおいて「新潮丸」の海底着座型掘削装置によって行われた科学掘削で、海底熱水鉱床で初めて黒鉱/黄鉱というタイプの異なる鉱石の分布が確認された。そこでごんどうサイトの黒鉱/黄鉱についてLA法によるPb同位体比の測定を行ったところ、図2に示すようにごんどうサイトの黒鉱/黄鉱間にはPb同位体比の差異は認められなかった。

ところで、1500万年前の海底熱水鉱床が陸上に上がったとされる東北地方の黒鉱鉱床では黒鉱/黄鉱の間にPb同位体比の差異があることが以前より報告されている (Fehn et al., 1983)。この論文で研究対象地域となっていた小坂鉱山の黒鉱/黄鉱のPb同位体比測定をLA法を行い再検討したところ、報告値と同じように明瞭な差異が確認された。

Fehn et al. (1983)は、熱水循環経路が鉱床下位の火山性碎屑物層とさらに下位の堆積岩層の間で変化することで黒鉱/黄鉱のPb同位体比の差異が生じるとするモデルを提唱した。ごんどうサイトでは堆積物層はほとんど確認できず、鉱石のPb同位体比も火山岩のPb同位体比に非常に近く、堆積物からの寄与がほとんど見られない。そのため、Fehn et al. (1983)のモデルで鉱床の下位に堆積物層がない場合がごんどうサイトに該

当すると考えれば、上記のモデルでもごんどうサイトの黒鉱/黄鉱の均質なPb同位体比の説明が可能である。またごんどうサイトの海底下で黒鉱/黄鉱が厚みを持って確認されたことから、鉱体より下位に位置する堆積物層 (火山岩よりPb濃度が高い)は、黒鉱/黄鉱の生成にとって必要条件ではないことも明らかになった。

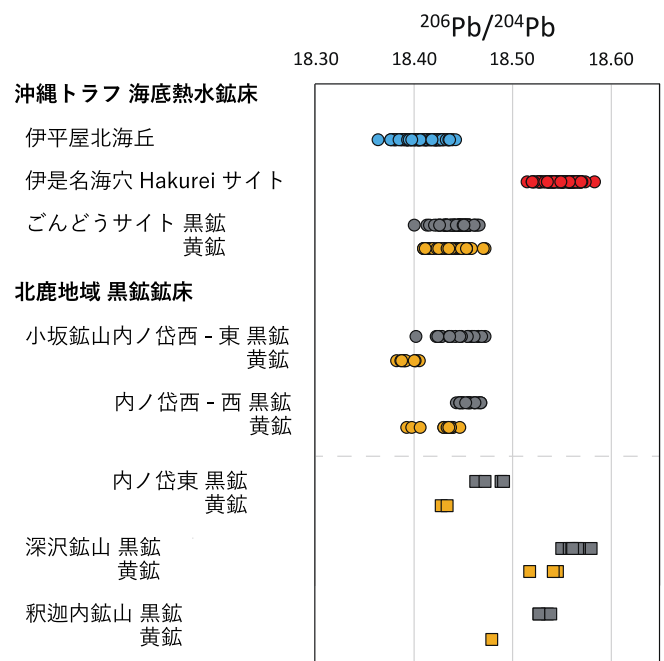


図 2 沖縄トラフ海底熱水鉱床と黒鉱鉱床の鉱石の Pb 同位体比。丸印は本研究，四角は Fehn et al. (1983)の報告値