

平成21年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A) 特定共同研究(B) 特定共同研究(C) 一般共同研究
 地震・火山噴火予知研究 施設・実験装置・観測機器等の利用
 データ・資料等の利用 研究集会

2. 課題番号または共同利用コード 2009-G-09

3. プロジェクト名、研究課題、集會名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文: 海底熱水鉱床中の In-Sn システマティクス

英文: _____

4. 研究代表者所属・氏名 浦辺 徹朗 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻
(地震研究所担当教員名) 中井 俊一

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日数	旅費支給
浦辺徹朗	東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻・教授	研究の統括			
本田 実	東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻・大学院生	スズの化学分離, ICP 質量分析計による同位体比測定		15	
中井俊一	地震研究所・准教授				

6. 研究内容 (コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入)

キーワード: スズ同位体比, 海底熱水鉱床, ICP 質量分析計

インジウムとスズは熱水鉱床中の硫化物に濃集する不適合元素で、高い濃度相関を持って熱水鉱床中に産することから、その濃集機構が注目されている。元素の濃集機構や鉱物の沈殿機構については、安定同位体比の変化が重要な情報を与える。地殻物質に対するこれらの同位体の研究はこれまで1例しか無く、鉱床起源の試料についてはまったくデータがない。今回、両元素を1-100ppm含む海底熱水鉱床産硫化物の In, Sn 同位体を測定する手法の開発を行うと共に、元素循環のメカニズムを解明し、鉱床の起源の推定を行うことを試みた。

本研究では初めて海底熱水鉱床のスズ同位体組成の分析に成功した。活動中の熱水系で採取したチムニーにおいて $\delta^{124}\text{Sn}$ は熱水の流路からの距離に対応しており、これは温度に依存した流体-鉱物間の同位体分別係数の変化に支配されていると考えられる。一方、熱水活動を休止したチムニーのスズ同位体比は熱水活動がさかんな active chimney に比べて狭い範囲の値となった。これは、再結晶時におけるスズ同位体比の均質化を示唆するものと考えられる。また、マグマから鉱床に固定されるまでの高温のプロセスでスズの同位体分別が起こらないと仮定すれば、EPRの鉱床から推定した海洋地殻と水曜海山の鉱床から推定した島弧地殻の $\delta^{124}\text{Sn}$ はそれぞれ 1.12‰, 0.57‰となる。このようにスズ同位体は、鉱床の起源を推定するト

レーザーになりえる可能性があることがわかった。

7. 研究実績報告（公表された成果のリスト*1または2000～3000字の報告書）

(*1論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無、ポイント数、電子ファイル添付のこと)

本研究では、まず、東太平洋海嶺、ガラパゴス海嶺、沖縄トラフ、マリアナトラフ、北フィジー海盆、伊豆小笠原島弧の海底熱水鉱床からサンプリングされたチムニーと塊状硫化物の化学組成を分析した。ここで62元素について分析を行ったが、その内検出限界を上回った25元素について検討を行った。

組成パターンの比較の結果、島弧の鉱床は中央海嶺のものに比べて、従来陸上の鉱床で指摘されているようにAs, Sb, Au, Pbに富む一方、陸上とは異なってIn, Sn, Te, (Co)に枯渇することが分かった。Incompatible elementであるInとSnは沈み込み帯のイルメナイト系花崗岩、マグネタイト系酸性火成活動に伴う鉱床に濃集すること、InとSnは高い相関を示すこと、またInの起源として堆積物の寄与が指摘されている(Ishihara et al., 2006)。しかし、中央海嶺の鉱床では堆積物に乏しいにも関わらずInとSnが10ppm程度含有されるのに対して、堆積物に富む島弧の鉱床では0.1ppm以下である。さらに縦軸にIn/Cdを、横軸にSn/Cdをとってプロットすると両者に高い相関が存在することが分かった。玄武岩ガラスにおいてもIn-CdとSn-Cdにはテクトニックセッティングによらず高い相関が存在する(Yi et al., 2000)。以上のことから、In, Sn, Cdは三つ組み元素群(ここではCIS元素と呼ぶ)として固体地球内でグローバルなスケールで挙動を共にし、島弧の鉱床におけるCIS元素濃度の特徴はその反映であると考えた方がよい。

インジウムとスズは熱水鉱床中の硫化物に濃集する不適合元素で、高い濃度相関を持って熱水鉱床中に産することから、その濃集機構が注目されている。元素の濃集機構や鉱物の沈殿機構については、安定同位体比の変化が重要な情報を与える。地殻物質に対するこれらの同位体の研究はこれまで一例しか無く、鉱床起源の試料についてはまったくデータがない。海底熱水系の硫化物中のスズの濃度の変化は大きく、沖縄トラフなどの熱水系では数ppmと低いのに対し、マリアナトラフ地域や東太平洋中央海嶺の海底熱水系では100ppmに達するものもある。地域によるスズの濃集にどのようなメカニズムが働いているかは興味をもたれる。今回、海底熱水鉱床産硫化物のIn, Sn同位体を測定する手法の開発を行うと共に、元素循環のメカニズムを解明し、鉱床の起源の推定を行うことを試みた。

本研究では初めて海底熱水鉱床のスズ同位体組成の分析に成功した。

まず、同位体比測定のための化学分離の方法を確立した。分析に用いた試料は、閃亜鉛鉱や黄銅鉱を主成分とする硫化物鉱物である。これらを、塩酸、硝酸の混酸で分解し、浮遊する硫黄をフィルターによって除去し、eichrom社の溶媒抽出クロマトグラフィー樹脂のTRUを用いてスズを亜鉛、銅などから分離した。分離精製したスズにアンチモンを質量分析計内で起こる同位体分別効果の補正のために加え、地震研究所に設置されているGV-instruments社のICP質量分析計IsoProbeで同位体比測定を行った。同位体比測定は未知試料の前後に標準試薬を希釈した溶液を用いて同位体比を規格化することにより行った。同位体比を $\delta \text{ } ^{124}\text{Sn} = [(\text{ } ^{124}\text{Sn}/\text{ } ^{120}\text{Sn})_{\text{sample}} / (\text{ } ^{124}\text{Sn}/\text{ } ^{120}\text{Sn})_{\text{standard}} - 1] \times 10^3$ で定義すると、同位体比の測定精度は $\delta \text{ } ^{124}\text{Sn}$ で $\pm 0.2\%$ 程度であり、自然界の変動が検出可能になった。

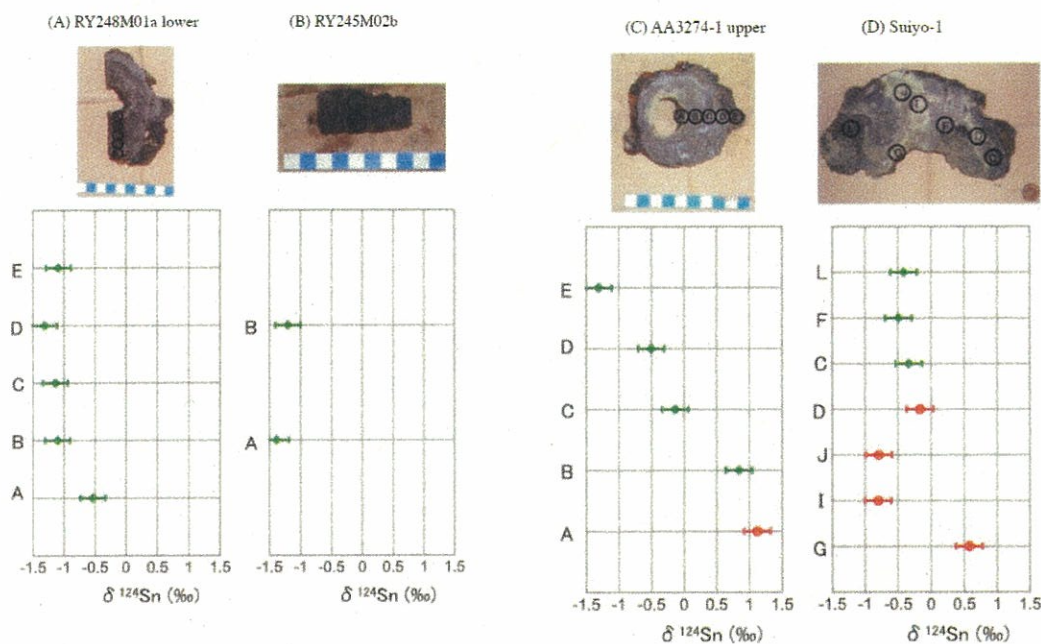
ただし、スズ濃度が低い沖縄トラフの試料では同位体比測定に成功していない。スズの化学的精製法の更なる改良が必要である。

東太平洋中央海嶺と水曜海山の鉱床の硫化物鉱物の $\delta^{124}\text{Sn}$ はそれぞれ 1.12‰, 0.57‰だった。また、マグマから鉱床に固定されるまでの高温のプロセスでスズの同位体分別が起こらないと仮定すれば、鉱床鉱物中のスズの供給源である海洋地殻と島弧地殻のスズ同位体比は、それぞれ東太平洋中央海嶺と水曜海山の測定結果から、それぞれ 1.12‰, 0.57‰となる。このようにスズ同位体は、鉱床の起源を推定するトレーサーになりえる可能性があることがわかった。

また、本研究では金属元素の鉱物内での挙動について重要な知見が得られた。

東太平洋中央海嶺と水曜海山の活動中の熱水系で採取したチムニーにおいて $\delta^{124}\text{Sn}$ は熱水の流路からの距離に対応して変化しており、これは温度に依存した流体-鉱物間の同位体分別係数の変化に支配されていると考えられる。一方、東太平洋中央海嶺で採取した熱水活動を休止したチムニーのスズ同位体比は熱水活動がさかんなチムニーに比べて同位体比は狭い範囲の値となった。これは、再結晶時におけるスズ同位体比の均質化を示唆するものと考えられる。

当初目的としていた、スズの濃集プロセスの解明のためには、今回、濃度が低いため分析に成功しなかった沖縄トラフの試料の分析が必要であり、現在、分離法を検討している。しかし、海洋地殻と島弧地殻の間にスズ同位体比の差がある可能性が示されたことと、スズ同位体比がチムニー内で鉱物沈殿後の二次過程で均質化される可能性が示されたなど、重要な知見が得られた。



チムニー内での鉛同位体比の変化

(A),(B)の試料は活動をやめた熱水系から採取したチムニー、スズ同位体比は均質化している。(C)(D)は活動中の熱水系から採取したチムニー。スズ同位体比は熱水の通り道に近い方が軽い傾向を示す。

関連する学会発表

本田実, 浦辺徹郎, 中央海嶺系および島弧系の海底熱水鉱床における微量元素の特徴, 資源地質学会, 2009年6月24, 25, 26日, 東京大学小柴ホール

