

## 論文要旨

## 論文題目

深海及び浅海における海底熱水活動の地球化学的研究

Geochemical Studies on the Deep and Shallow Submarine Hydrothermal Activities

## Abstract

Hydrothermal activities are the geochemical processes, which provide a large amount of heat and materials from the deep earth's interior to surface. However, a few investigations were reported on the material and heat flux derived from hydrothermal activities. The purpose of this study is to clarify the materials from hydrothermal activities.

I discussed on the period of hydrothermal fluid venting and the temporal variation of hydrothermal activity based on the precipitation age, chemical composition, and Sr isotope ratio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) determination of hydrothermal barite ( $\text{BaSO}_4$ ) collected from two backarc basins; Okinawa Trough and south Mariana trough. The period of hydrothermal venting were continued at least 40–90 years estimated by precipitation age. And the Sr isotope ratio in hydrothermal barite minerals were imprinted that of the hydrothermal fluid which had interacted with rock, seawater, and sediment in the barite precipitated age, and the barite will be possible to become a good tool to restore the past hydrothermal activities.

Geochemical characteristics of various hydrothermal fields were discussed based on the chemical composition of sulfide ores determined by neutron activation analysis. Okinawa Trough and Suiyo Seamount revealed that contents of precious metal such as gold and silver, and those of arsenic, antimony, gallium, and mercury are higher than the case of mid-ocean ridge hydrothermal ore deposits. In addition, the Mid-Okinawa Trough samples were richer in silver and antimony than those from the Suiyo Seamount. The geochemical differences among these hydrothermal ore deposits are regarded as reflecting both the differences in the chemical composition of the magmatic hosts in hydrothermal fields resulting from plate subduction and the presence of sediments reacting with hydrothermal fluids at their vents.

I conducted the hydrothermal fluid chemistry on the Taketomi submarine hot spring surrounded with subtropical coral reef ecosystem. The end-member chemical composition in Taketomi hot spring, which estimated extrapolated the linear to  $\text{Mg}=0$ , were described as following; Ca: 18.3 mM, Na: 113 mM, Cl: 249 mM,  $\text{SO}_4$ : 0 mM, Si: 2.0 mM,  $\text{NH}_4$ : 1260  $\mu\text{M}$ , total dissolved Fe: 4.2  $\mu\text{M}$ , B: 0.82 mM, and the temperature of hydrothermal fluid reservoir: 147 °C which was calculated based on the equilibrium relationship between the quartz and seawater. The isotopic composition of gas sample from Taketomi hot spring was similar to the Kuroshima knoll cold seep, and it was considered that the fluid and gas was derived from the fresh water exposed by dehydrate reaction of the water containing minerals at deep plate subduction slab. The supplied volume of nutrients (Si,  $\text{NH}_4$ ) and anaerobic materials ( $\text{CH}_4$ , total dissolved Fe,  $\text{H}_2\text{S}$ ) from Taketomi hot spring were estimated as following;  $\text{NH}_4$ :  $1.38 \cdot 10^7$  g, Si:  $5.45 \cdot 10^7$  g,  $\text{H}_2\text{S}$ :  $2.85 \cdot 10^7$  g, total dissolved Fe:  $2.43 \cdot 10^5$  g,  $\text{CH}_4$ :  $3.36 \cdot 10^7$  g. And its venting hydrothermal fluid was estimated to be drifting above the vent by plume sampling and multi-box model.

氏名 野口 拓郎

(様式第 5-2 号) 課程博士

平成 19 年 2 月 16 日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員  
主査 大森 保  
副査 渡久山 章  
副査 大出 茂



### 学位 (博士) 論文審査及び最終試験の終了報告書

学位(博士)の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

#### 記

申請者	専攻名 海洋環境学 氏名 野口拓郎 学籍番号 <span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>
指導教員名	大 森 保
成績評価	学位論文 <u>合格</u> 不合格 最終試験 <u>合格</u> 不合格
論文題目	深海及び浅海における海底熱水活動の地球化学的研究
審査要旨 (2000字以内)	
<p>本学位論文は、深海及び浅海域における活動的な海底熱水活動について、熱水鉱床の化学組成、同位体組成および生成年代の観点から追究したものであり、以下の課題について明らかにした。</p> <p>第2章では、熱水性重晶石の地球化学について議論した。</p> <p>西太平洋の海底熱水活動域に特徴的に算出する熱水性鉱物である重晶石 (バライト BaSO<sub>4</sub>) に注目し、放射性核種ラジウム <sup>226</sup>Ra とその娘核種である鉛 <sup>210</sup>Pb の放射能非平衡を利用する生成年代の正確な測定方法を確立し、チムニー生成過程の研究に応用した。</p> <p>(1) 過去 150 年前までのチムニー生成の正確な年代を確立し、沖縄トラフにおいて一つのチムニーを形成する熱水噴出の期間はそれぞれ約 40~90 年間継続することを示した。</p>	

(2) 重晶石中の  $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$  同位体比は、試料が採取された熱水域の地質的な特性と海水混合の寄与を反映する。堆積物が厚く堆積する沖縄トラフ HAKUREI サイトで採取されたチムニーは高い  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比 ( $0.709397 \pm 16 \sim 0.709451 \pm 16$ ) を示し、平均海水の値 (0.7092) や南部マリアナ背弧拡大軸 (0.7052) よりも大きく、海底堆積物との相互作用の影響を顕著に反映している。

(3) 重晶石中の Sr/Ba モル比は 0.001~0.024 の範囲で変動した。熱力学的な解析をおこない、熱水中の水温変動および熱水と海水との混合比の変動によって規定されることを示した。さらに沖縄トラフ JADE サイトおよび HAKUREI サイトにおけるチムニーの Sr/Ba 比について解析し、ストロンチウム同位体比 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) と併用することによりチムニー形成過程の水温変動の推定の可能性を示した。

第3章では、深海熱水系にける硫化物チムニーの化学組成について比較検証した。

活動的な深海熱水系である中央海嶺 (大西洋中央海嶺 TAG サイト)、島孤海山 (伊豆小笠原水曜海山) および背弧海盆 (沖縄トラフ、南部マリアナ背弧拡大軸) の熱水噴出口周辺から採集された熱水硫化物鉱床 (チムニー) の放射化分析をおこない、元素含有量が、熱水域の地質構造、岩石の種類および海底堆積物の特性を反映することを明らかにした。

(1) 主成分元素 (鉄、銅、亜鉛) 含有量は、中央海嶺 (TAG)、南部マリアナ背弧拡大軸、ラウ海盆では銅と鉄の含有量が高く、沖縄トラフでは亜鉛に富み、銅が乏しい特徴が明らかにされた。沖縄トラフの熱水活動域は、他の熱水系と比較して水深が浅く、やや低温の熱水活動域であることによる。

(2) 少量成分 (アンチモン、金、銀、ヒ素、カドミウム、ガリウム、水銀) 含有量は、プレートの沈み込み帯に分布し、安山岩質岩石との相互作用を反映する沖縄トラフと水曜海山では、金、銀、アンチモン、ヒ素の含有量が高く、プレートの拡大軸に分布し玄武岩質岩石との相互作用を反映する中央海嶺系の熱水鉱床試料よりも 10~100 倍ほど高い。

(3) 同じ沈み込み帯であっても、背弧海盆の厚い堆積物で覆われた沖縄トラフと堆積物が薄い島孤の水曜海山の熱水鉱床試料を比較すると、前者では銀とアンチモン含有量がそれぞれ 10 倍ほど高い。

#### 第4章 竹富海底温泉の地球化学

石西礁湖のサンゴ礁に湧出する海底温泉の温泉水の化学成分分析と物質フラックスおよび熱源について考察をおこない、熱水とガス成分の起源としてプレートの沈み込みに伴うスラブからの脱水反応の可能性を示した。

平成 19 年 2 月 5 日 (月) 12 時より、提出された学位申請書および博士論文及び参考文献などについて審査し、理工学研究科 (海洋環境学専攻) 内における学位授与に関する申し合わせ及び基準を満たしていることを確認した。また 2 月 15 日 (木) 13 時 30 分より 14 時 30 分まで、理学部複合棟 207 教室に於いて博士論文公聴会および質疑応答による最終試験をおこなった。その結果、野口拓郎君の学位論文最終試験は合格であると結論した。