

## ハードロック掘削でのマッドガスモニタリングとその意義

## Mud gas monitoring for hard rock drilling

\*杉原 孝充<sup>1</sup>、Moe Kyaw Thu<sup>2</sup>、青池 寛<sup>1</sup>

\*Takamitsu Sugihara<sup>1</sup>, Moe Kyaw Thu<sup>2</sup>, Kan Aoike<sup>1</sup>

1.海洋研究開発機構 地球深部探査センター、2.海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター

1.CDEX/JAMSTEC, 2.ODS/JAMSTEC

Mud logging in a riser drilling operation has been powerful tool in the scientific drilling. Since fast and safe drilling are minimum requirements in the deep drilling operation, it is generally difficult that continuous coring is carried out to obtain geological sample (rocks and fluid). Therefore, cuttings survey and mud gas monitoring in mud logging are essentially important in the riser drilling for scientific research. Some hard rock drilling operations by using the Chikyu have been planned (e.g., IBM, MoHole). Since continuous coring in the hard rock drilling is technically more difficult as compared with the drilling for sedimentary rocks and slow rate of penetration results in consuming much of operation time, the cuttings survey is a unique approach for lithological characterization in the hard rock drilling. In addition, fluid sampling from hard rock core is also difficult, even if core sample is obtained. Thus, the mud logging is especially important for the hard rock drilling, not only minimizing operation time but also maximizing scientific result. In this presentation, we will introduce current technology of advanced mud gas monitoring and discuss on potential of the mud gas monitoring for the hard rock drilling.

キーワード：泥水検層、ハードロック掘削、ガスモニタリング、地層流体

Keywords: Mud logging, Hard rock drilling, Mud gas monitoring, Formation fluid

## IODP Exp. 360インド海嶺下部地殻-モホ掘削速報-物性計測と孔内計測結果

Preliminary result of the physical properties and downhole measurements during IODP Exp. 360 Indian Ridge Lower Crust and Moho

\*阿部 なつ江<sup>1</sup>、イルデフォン ブノワ<sup>2</sup>、ブラックマン ドナ<sup>3</sup>、ディック ヘンリー<sup>4</sup>、マックレオド クリストファー<sup>5</sup>、IODP Exp. 360 乗船研究者<sup>6</sup>

\*Natsue Abe<sup>1</sup>, Benoit Ildefonse<sup>2</sup>, Donna K. Blackman<sup>3</sup>, Henry J.B. Dick<sup>4</sup>, Christopher J. MacLeod<sup>5</sup>, Science Party IODP Exp.360<sup>6</sup>

1.国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、2.モンペリエ大学地球科学ラボ、3.カリフォルニア大学サンディエゴ校・スクリプス海洋研究所、4.ウッズホール海洋研究所、5.カーディフ大学地球科学科、6.IODP

1.R&D Center for Ocean Drilling Science Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2.Laboratoire Geosciences Montpellier, Université Montpellier 2, 3.Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, 4.Woods Hole Oceanography Institution, 5.Department of Earth Sciences, Cardiff University, 6.IODP

IODP Expedition 360 Phase I of the Nature of the Lower Crust and Moho at Slower Spreading Ridges (SloMo) project of a Multi-Leg Drilling Project was conducted drilling into the lower crustal gabbroic rocks at Atlantis Bank, and penetrated from the top of ocean floor to 798.7 mbsf. The cored interval is 742.7m and total recovered core length 469.65 m (63.2% recovery). Olivine gabbro is the dominant lithology of the recovered core samples, followed in gabbro, oxide gabbro, and oxide-bearing gabbro. Lithological variation is small in the core samples. In order to understand the petrophysics of the site, we measured physical properties on the whole round and splitted half sections and, discrete samples and also took three runs of wire-line logging; Triple-combo, FMS and UBI.

Phase II of the SloMo has proposed to drill 6 km through MOHO by the CHIKYU. In the meeting, we would like to present the preliminary results, especially of the petrophysical measurements, of IODP Expedition 360 and the future perspective leading to Phase II of the SloMo, a mantle drilling into ultraslow-spreading ridges.

キーワード：国際深海科学掘削計画、モホ、南西インド海嶺、低速拡大海嶺

Keywords: IODP, Moho, SW Indian Ridge, Slow spreading ridge

## 南部マリアナ海溝で採取された海溝カンラン岩の地質学的研究

## Peridotites outcropped in the southern Mariana Trench

\*大家 翔馬<sup>1</sup>、上原 茂樹<sup>2</sup>、道林 克禎<sup>3</sup>、小原 泰彦<sup>4</sup>、石井 輝秋<sup>5</sup>、萬年 一剛<sup>6</sup>\*Shoma Oya<sup>1</sup>, Shigeki Uehara<sup>2</sup>, Katsuyoshi Michibayashi<sup>3</sup>, Yasuhiko OHARA<sup>4</sup>, Teruaki Ishii<sup>5</sup>, Kazutaka Mannen<sup>6</sup>

1.静岡大学大学院総合科学技術研究科理学専攻地球科学コース、2.静岡大学大学院理学研究科地球科学専攻、3.静岡大学学術院理学領域、4.海上保安庁海洋情報部、5.静岡大学防災総合センター、6.神奈川県温泉地学研究所

1.Graduate School of Integrated Science and Technology,Shizuoka University, 2.Graduate School of Science,Shizuoka University, 3.Institute of Geosciences,Shizuoka University, 4.Hydrographic and Oceanographic Department of Japan, 5.Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards,Shizuoka University, 6.Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

伊豆・小笠原・マリアナ弧(IBM弧)は南北3000kmに及び海洋性島弧系である。海溝内に堆積物の付加体を持たず、海溝陸側斜面には地殻物質やマントル物質が露出している。マリアナ弧はIBM弧の南部約1500kmを占め、その海溝軸は小笠原海台とカロリン海嶺の衝突により湾曲している[1]。そのため、グアム島西方からヤップ海溝に至る南部マリアナ海溝はマリアナ島弧やマリアナトラフ(背弧海盆)を横切る特殊な構造を持つ。

これまで、南部マリアナ海溝陸側斜面の地質学的研究はチャレンジャー海淵北東の海溝陸側斜面を対象に行われてきた。北部マリアナ前弧のカンラン岩に類似した高い部分溶融程度のカンラン岩に加えて、肥沃な組成を持つ背弧的なカンラン岩が得られている[3]。一方で、チャレンジャー海淵より西側の海溝陸側斜面を対象にしたマントルカンラン岩の岩石学的な研究例はなく、Hawkins and Batiza (1977)の岩石記載のみである。そのため、南部マリアナ海溝陸側斜面に露出するマントルカンラン岩の全体像はいまだ明らかになっていない。

そこで本研究の目的は、南部マリアナ前弧全域から得られたカンラン岩の岩石学および微細構造的特徴を比較検討することによって、南部マリアナ海溝陸側斜面のマントル領域の全体像を明らかにすることである。研究試料はチャレンジャー海淵より北東の8海域とチャレンジャー海淵西方の2海域で採取されたカンラン岩を用いた。サンプルは研究船白鳳丸の3航海, KH92-1, KH98-1およびKH03-3, 支援母船よこすかの4航海, YK08-08, YK10-12, YK14-13およびYK15-11, R/VThomas WashingtonのMARIANA Expedition in 1978で採取された。

チャレンジャー海淵西方の2海域から採取されたカンラン岩の岩石学的特徴は海域ごとに異なっていた。ヤップ海溝との接続部の近傍(Site1:11°2'N 139°3'E)から得られたカンラン岩は肥沃な組成を持ち、パレスベラ海盆カンラン岩の組成と一致する特徴を示した[4]。Site1より東方のチャレンジャー海淵に近い海域から採取されたカンラン岩は北部マリアナ前弧のカンラン岩に似た枯渇した組成を示した[5]。ポスターでは、これらのデータを加えて、南部マリアナ海溝全域のカンラン岩の特徴について議論する予定である。

## 引用文献

[1] Miller et al., 2006, G3, 7, Q06012 [2] Ohara and Ishii, 1998, Island Arc, 7, 541-558. [3] Michibayashi et al., 2009, G3, 10, Q05X06 [4] Ohara et al., 2003, G3, 4(7), 8611 [5] Ishii et al., 1992, Proc. Ocean Drill. Program Sci. Results, 125, 445-487

キーワード：海溝カンラン岩、南部マリアナ海溝、地球化学、かんらん石ファブリック

Keywords: Trench Peridotite, Southern Mariana Trench, Geochemistry, Olivine Fabric

Geochemical characteristics of Izu rear arc magmatism after the cessation of the Shikoku Basin opening: Results from IODP Exp. 350

Geochemical characteristics of Izu rear arc magmatism after the cessation of the Shikoku Basin opening: Results from IODP Exp. 350

\*佐藤 智紀<sup>1</sup>、宮崎 隆<sup>1</sup>、田村 芳彦<sup>1</sup>、堀江 憲路<sup>1</sup>、Gill James B.<sup>2</sup>、仙田 量子<sup>1</sup>、Vaglarov Bogdan S.<sup>1</sup>、常 青<sup>1</sup>、木村 純一<sup>1</sup>、原口 悟<sup>1</sup>

\*Tomoki Sato<sup>1</sup>, Takashi Miyazaki<sup>1</sup>, Yoshihiko Tamura<sup>1</sup>, Kenji Horie<sup>1</sup>, James B. Gill<sup>2</sup>, Ryoko Senda<sup>1</sup>, Bogdan S. Vaglarov<sup>1</sup>, Qing CHANG<sup>1</sup>, Jun-Ichi Kimura<sup>1</sup>, Satoru Haraguchi<sup>1</sup>

1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.University of California, Santa Cruz

1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2.University of California, Santa Cruz

International Ocean Discovery Program Expedition 350 Site U1437 drilled, for the first time, into the rear arc volcanoclastic sediment in the Izu arc. The drilling reached 1806.5 m below seafloor (mbsf) and in-situ lava clasts were recovered in the deepest part of the hole (stratigraphic Unit VII, below ~1460 m) (Tamura et al., 2015).

The U-Pb zircon ages obtained from an intrusive rhyolite sheet of the Unit VI at the depth of ~1390 mbsf showed 13.6±1.6/-1.7 Ma (Tamura et al., 2015) and 13.71±0.25 Ma, thus Unit VII lava clasts suggest magmas erupted after the cessation of the Shikoku Basin opening (~15 Ma) and before onset of the rear arc seamount chain magmatisms (hot fingers).

We have analyzed the major and trace element compositions, and Sr, Nd, Pb and Hf isotope ratios of selected >2 cm lava clasts collected from Unit VII. These show neither rear arc nor Quaternary volcanic front signatures in terms of trace elements and isotopes. The Nd and Hf isotope compositions are similar to those in the Quaternary volcanic front magmas. However, most samples have Sr and Pb isotope compositions similar with those in the rear arc magmas. The isotopes of Unit VII are also similar to samples collected from the active rifts. Most of samples show low Ba/La and La/Sm, and chondritic Sm/Hf ratios, suggesting that the addition of slab derived fluids/melts is small despite the horizontal trend of Nd-Hf isotopes.

Above results show that Izu rear arc magmatism at Site U1437 differed from that in the rear arc seamount chains after cessation of the Shikoku Basin opening. Contribution of the slab flux was small and the source mantle was highly depleted in terms of isotopes.

嶺岡瀬戸川帯深成岩類のジルコンU-Pb年代と地球化学：IBM弧の中部～下部地殻か？

Zircon U-Pb age and geochemistry of plutonic rocks in the Mineoka-Setogawa Belts:

Fragments of middle to lower crust of the IBM Arc?

\*市山 祐司<sup>1</sup>、伊藤 久敏<sup>2</sup>、外西 奈津美<sup>3</sup>、田村 明弘<sup>4</sup>、荒井 章司<sup>4</sup>

\*Yuji Ichiyama<sup>1</sup>, Hisatoshi Ito<sup>2</sup>, Natsumi Hokanishi<sup>3</sup>, Akihiro Tamura<sup>4</sup>, Shoji Arai<sup>4</sup>

1.千葉大学理学研究科、2.財団法人電力中央研究所、3.東京大学地震研究所、4.金沢大学理工研究域自然システム学系

1.Chiba University, 2.Central Research Institute of Electric Power Industry, 3.The University of Tokyo, 4.Kanazawa University

The Mineoka-Setogawa Belts are Paleogene accretionary complexes distributed around the Izu Peninsula. These belts contain the various sizes of detrital and tectonic fragments of serpentinized mantle peridotites, plutonic rocks (gabbro, diorite and tonalite), metamorphic rocks and volcanic rocks (e.g., Arai 1994), which likely show ophiolitic constituents. Although Middle Eocene microfossils were reported from sedimentary rocks in these belts (e.g., Saito, 1992; Sugiyama and Shimokawa, 1990), reliable data of the isotopic age have not been obtained yet. In this study, we determined the precise age of the plutonic rocks in the Mineoka-Setogawa Belts using the zircon U-Pb method, and compared with the current age models proposed for the Philippine Sea and IBM Arc.

The U-Pb age was measured from zircon grains collected from 10 samples of gabbros, diorites and tonalites using LA-ICP-MS (Thermo Fisher Scientific ELEMENT XR). The zircon U-Pb ages obtained from all samples concentrate at approximately 35 Ma, regardless of the rock types. These ages are coeval with the Eocene to Oligocene arc magmatism in the IBM Arc.

The whole-rock chemistry of the plutonic rocks from the Mineoka-Setogawa Belts shows calc-alkali affinity and distinct negative anomalies of Nb and Ta in their trace element patterns, which indicates that these plutonic rocks were formed by arc magmatism. Comparing the plutonic rocks with the possible analogues of the IBM middle crust, the Tanzawa Plutonic Complex and the Komahashi-Daini Seamount (Tamura et al., 2009), the major and trace elements of the plutonic rocks from the Mineoka-Setogawa Belts are very similar to those of the Tanzawa Plutonic Complex and the Komahashi-Daini Seamount.

The zircon U-Pb ages and geochemistry of the plutonic rocks in the Mineoka-Setogawa Belts probably indicate that the ophiolitic fragments in the Mineoka-Setogawa Belts are derived from the crust and upper mantle of the IBM Arc. More thorough investigations of the ophiolitic fragments in the Mineoka-Setogawa Belts will help us to understand the petrological evolution of the crust and upper mantle beneath the IBM Arc.

キーワード：嶺岡・瀬戸川帯、ジルコンウラン鉛年代、深成岩

Keywords: Mineoka-Setogawa Belts, Zircon U-Pb age, Plutonic rocks

## オマーンオフィオライトFizh岩体北部における蛇紋岩化プロセスの推定

Estimate of the serpentinization process in the northern Fizh block, the Oman ophiolite

\*吉田 有希<sup>1</sup>、高澤 栄一<sup>2</sup>、植田 勇人<sup>2</sup>、田村 芳彦<sup>3</sup>\*Yuki Yoshida<sup>1</sup>, Eiichi TAKAZAWA<sup>2</sup>, Hayato Ueda<sup>2</sup>, Yoshihiko Tamura<sup>3</sup>

1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部地質科学科、3.海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター

1.Graduate school of science and technology, Niigata university, 2.Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University, 3.R &amp; D Center for Ocean Drilling Science, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

オマーンオフィオライトのマントルセクションは、蛇紋岩化したハルツバーチャイト、ダナイト、レルゾライトで構成される。オマーンオフィオライトは高速拡大軸の海洋リソスフェアの断片が衝上することで形成されたと考えられており、マントルセクションのかんらん岩は海洋底下での熱水活動を保存している可能性が高い。また、オマーンオフィオライト下底部分にはメタモルフィックソールと呼ばれる接触変成岩が分布しており、基底スラスト直上のかんらん岩は衝上時に流体の供給を受けた可能性がある。したがって、本研究ではオマーンオフィオライトのかんらん岩は複数の段階を経て熱水変質を被っていると考え、オマーンオフィオライトFizh岩体北部地域から採取したかんらん岩の蛇紋石鉱物の産状及び鉱物化学組成に基づき、オマーンオフィオライトが被った蛇紋岩化のプロセスを推定した。

オマーンオフィオライトでは、マントルセクション全域に渡って低温型蛇紋石であるリザダイトがメッシュ状、あるいは脈状に観察できる。さらに、一部の単斜輝石がトレモライトに変質していることと、高温型蛇紋石であるアンチゴライトが観察されないことから、約600~900°C程度の温度下で流体が供給されたと推定される。従来、海洋底における蛇紋岩化は400~500°C以下の低温で進行すると考えられてきたが、本研究結果はオマーンオフィオライトのような高速拡大軸における海水の浸透がより高温で起きている可能性を示唆する。

また、基底部のかんらん岩とマントルセクション内部~モホ遷移帯のかんらん岩を鏡下で比較した結果、基底スラスト直上の蛇紋石中にはその他の地域と比較して多量のマグネタイトが形成されていること、基底スラスト直上の斜方輝石の周囲に滑石が生じていることが明らかとなった。先行研究では蛇紋岩化作用は少なくとも二段階のプロセスを経て進行すると考えられており、マグネタイトの形成は蛇紋岩化の後期に起こるとされている。また、650~750°C(>6kbar)で斜方輝石に流体が供給されると滑石とフォルステライトが形成されることから、基底部のかんらん岩はオフィオライトの衝上の初期に比較的高温下で多量の流体の供給を受けたと推定される。

本研究では先行研究を参考にマグネタイトの形成とSiO<sub>2</sub>活動度に関係があると仮説を立て、基底部とマントルセクション内部~モホ遷移帯の蛇紋石の組成をマグネタイトの有無や蛇紋石の組織(メッシュ組織・脈状組織)で比較した。マントルセクション内部のハルツバーチャイトにおいては、蛇紋石のメッシュ組織にはマグネタイトはほぼ見られず、蛇紋石の脈中にのみまれにマグネタイトが形成されている。これをEPMAで測定した結果、マグネタイトを形成する脈はマグネタイトを形成しない脈・メッシュ組織よりもSi+Al(O=7)の値が高く、Fe+Mg(O=7)の値が低い傾向が示された。これは、Bach et al. (2006)における高いSiO<sub>2</sub>アクティビティ下でブルーサイトから蛇紋石とマグネタイトが形成(9Fe(OH)<sub>2</sub>+SiO<sub>2</sub>=2Fe<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>+Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>+4H<sub>2</sub>O+H<sub>2</sub>)するという仮説と調和的である。また、基底部におけるマグネタイトと共存する蛇紋石のMg#は、マントルセクション内部におけるマグネタイトと共存する蛇紋石のMg#よりもやや低い値を示す。基底部では蛇紋岩化がマントルセクション内部よりもFe, Mgの拡散速度が速い高温下で起きたために、マグネタイトの形成に必要なFeをより広範囲の蛇紋石から得ることができたと考えられる。マントルセクション内部には一様にリザダイトが存在し、モホ面からの距離と蛇紋岩化の程度や産状に相関が認められないことから、低温下(<300°C)の蛇紋岩化作用は衝上後から現在にいたるまで天水等の浸透により進行したものと推測する。

キーワード：オマーンオフィオライト、蛇紋岩化作用、蛇紋石、リザダイト、磁鉄鉱  
Keywords: Oman ophiolite, serpentinization, serpentine, lizardite, magnetite

オマーンオフィオライトのメタモルフィックソールの原岩としてのHaybi火山岩類の地球化学的検証  
Geochemical evaluation of Haybi volcanic rocks as a protolith of amphibolites in the  
metamorphic sole of Oman ophiolite

\*坂下 雅<sup>1</sup>、森 菜美子<sup>1</sup>、高澤 栄一<sup>2</sup>、野原 里華子<sup>2</sup>、高橋 俊郎<sup>2</sup>、田村 芳彦<sup>3</sup>

\*Miyabi Sakashita<sup>1</sup>, Namiko Mori<sup>1</sup>, Eiichi TAKAZAWA<sup>2</sup>, Rikako Nohara<sup>2</sup>, Toshiro Takahashi<sup>2</sup>, Yoshihiko Tamura<sup>3</sup>

1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部地質科学科、3.海洋掘削科学研究開発センター、海洋開発研究機構

1.Graduate School of Science & Technology, Niigata University, 2.Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University, 3.R & D Center for Ocean Drilling Science, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

本研究は、オマーンオフィオライト北部Fizh岩体Sumeini WindowのAsh Shiyah地域から得られたHaybi火山岩類とメタモルフィックソールの角閃岩の主成分および微量元素組成およびNd同位体を比較し、メタモルフィックソールの原岩の検討を行った。Haybi火山岩類は枕状溶岩とシート状溶岩の互層からなる。一部の火山岩類は、メタモルフィックソールの下位に分布する赤色チャートに包有されたブロック状の枕状溶岩として産する。一方、メタモルフィックソールは、角閃岩相から緑色片岩相の変成岩類からなる。これらの変成岩類の原岩は、メタモルフィックソールの下位に位置するHaybiコンプレックスとされている。

変質の影響を受けにくい元素を用いた組成判別図と希土類元素(REE)のC1コンドライト規格化パターンによる検討の結果、本地域の火山岩類は海洋島玄武岩(OIB)とEタイプ中央海嶺玄武岩(E-MORB)に分けられることが明らかになった。層序的に、OIBが下位に、E-MORBが上位に位置し、前者が枕状溶岩とシート状溶岩に、後者が赤色チャートに包有されたブロック状の枕状溶岩に対応する。一方、同様な検討の結果、角閃岩の原岩は、Nタイプ中央海嶺玄武岩(N-MORB)とE-MORBに分けられることが明らかになった。E-MORB的な角閃岩はE-MORB的な枕状溶岩と組成が似ている。Sumeini Windowを横断するワジに沿った角閃岩の分布では、タイプごとの系統性はとくに認められず、N-MORBとE-MORBが混在するところもある。また角閃岩の $\epsilon_{Nd(96Ma)}$ とLa/Yb比は緩やかな負の相関を示し、その分布はケルゲーレン諸島の玄武岩類と似ている。このような組成の玄武岩は、MORBソースマントルとNd同位体にエンリッチしたマントルを様々な割合で混合し、それらを様々な割合で溶融させることによって説明が可能である。

本研究の結果から、オマーンオフィオライトの下位に沈み込んだ海洋地殻上には、N-MORB、E-MORB、OIBが分布していたことが明らかとなった。これらのうち、N-MORBとE-MORBは深部まで沈み込み、オフィオライトの余熱による接触変成作用によって角閃岩に変成しつつ、オフィオライトの衝上によって基底部に付加した。OIBは接触変成作用を被っていないことから、N-MORBやE-MORBよりもあとに、低温でメタモルフィックソールの下位に付加し、Haybiコンプレックスを形成したと考えられる。

キーワード：オマーンオフィオライト、メタモルフィックソール、Haybi火山岩類、OIB、N-MORB、E-MORB

Keywords: Oman ophiolite, metamorphic sole, Haybi volcanics, OIB, N-MORB, E-MORB

オマーンオフィオライト, フィズ岩体底部で採取した軽希土類元素に富むかんらん岩の岩石学  
Petrology and geochemistry of LREE-enriched fresh peridotite boulders from the basal part  
of the Fizh block, the northern Oman ophiolite

\*石丸 聡子<sup>1</sup>、荒井 章司<sup>2</sup>

\*Satoko Ishimaru<sup>1</sup>, Shoji Arai<sup>2</sup>

1.熊本大学大学院自然科学研究科理学専攻地球環境科学講座、2.金沢大学理工研究域自然システム学系  
1.Department of Earth and Environmental Science, Graduate School of Science and Technology,  
Kumamoto University, 2.Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University

Oman ophiolite, showing a great exposure (~ 500 km long), is one of the most famous ophiolites in the world. Whole ophiolite sequence is well preserved and the emplacement age has been determined as Cretaceous, based on the K/Ar dating on hornblendes from underlying metamorphic-sole amphibolite (e.g., Searle & Cox, 2002). There have been reported island-arc related volcanic rocks mainly in the northern part of Oman ophiolite, and in the meanwhile, volcanic rocks comparable to typical N-MORB are dominant in the southern part of the Oman ophiolite (e.g., Alabaster et al., 1982). It is still debated that the Oman ophiolite is of mid-ocean ridge origin or of ridge axis on supra-subduction zone origin. Recently, highly depleted harzburgites have been reported in the northern Oman ophiolite (Kanke & Takazawa, 2004); they were interpreted as products of the secondary partial melting of residual harzburgites beneath the mid-ocean ridge, induced by H<sub>2</sub>O-induced flux during detachment and intra-oceanic thrusting.

We found quite hard and fresh (LOI < 1.0) peridotite boulders at the southern basal zone of the Fizh block (e.g., Wadi Hayl). The texture is variable (mylonitic, porphyroclastic, equigranular, and coarse protogranular) and some porphyroclastic samples contain highly deformed fine-grained zones. It is difficult to determine the modal proportion of minerals due to the presence of fine-grained zone, but we can judge that they are mostly harzburgites and subordinately lherzolites, based on petrography of coarse-grained part of the samples and their whole-rock major-element compositions (SiO<sub>2</sub> = 43.5-46.4 wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0.38-1.10 wt.%, and CaO = 0.49-1.68 wt.%). Chondrite-normalized (the values showing with subscript CN hereafter) whole-rock REE concentrations show LREE-enriched U-shaped patterns, and the (La/Sm)<sub>CN</sub> and (La/Yb)<sub>CN</sub> are variable: 3.5-10.3 and 2.0-11.0, respectively. These values are quite high relative to the reported harzburgites (0.02-0.11 and 0.44-0.70; Godard et al., 2000) and fertile lherzolite (0.09-0.11 and 0.04-0.06; Takazawa et al., 2001; 0.28-1.15 and 0.09-0.53; Khedr et al., 2014) from other localities of the Oman ophiolite. The U-shaped REE pattern of ophiolitic peridotites has been interpreted as a result of secondary processes, such as serpentinization, ocean-floor alteration, or contamination of crustal materials during ophiolite obduction (Gruau et al., 1998). Low LOI value (< 1.0) of our samples denies the contribution of serpentinization and alteration to their enrichment of LREE, and indicates possible metasomatic addition of LREE to the mantle tectonite during/before ophiolite obduction (at high-temperature stage).

キーワード：かんらん岩、インコンパティブル元素、マントル交代作用、オマーンオフィオライト

Keywords: fresh peridotite, incompatible trace elements, mantle metasomatism, Oman ophiolite

## オマーンオフィオライトの初期島弧火山発達過程

Evolutionary processes of submarine volcano in an incipient arc reference from the Oman Ophiolite

\*草野 有紀<sup>1</sup>、海野 進<sup>2</sup>、北村 啓太郎<sup>3</sup>、金山 恭子<sup>4</sup>

\*Yuki Kusano<sup>1</sup>, Susumu Umino<sup>2</sup>, Keitaro Kitamura<sup>3</sup>, Kyoko Kanayama<sup>4</sup>

1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、2.金沢大学理工研究域自然システム学系、3.アジア航測株式会社、4.鳥取県山陰海岸世界ジオパーク推進室

1.Geological Survey of Japan, 2.Department of Earth Sciences, Kanazawa University, 3.Asia Air Survey Co., Ltd., 4.San'in Kaigan Global Geopark Promotion Office, Tottori Prefectural Government

The Oman ophiolite belonging to the Tethys ophiolite zone is one of the best places to investigate magmatic and volcanic developing processes of an infant arc. The Ophiolite had formed on a spreading axis and followed by subduction stage magmatism at approximately 100 Ma. The volcanostratigraphy is similar to that of the Izu-Bonin-Mariana Arc (e.g. Starn, 2004). However, the latest U-Pb age of zircon in plutonic bodies shows that there is only 0.5 m.y. time gap between the spreading and subduction stages (Riuox et al., 2014), therefore, it seems to record short-spanned island arc magmatism. Progressive geochemical change from island arc tholeiite (LV2) to boninite (UV2) in this period showed us the evolutionary process of the high-T and ephemeral subduction zone (Kusano et al., 2015). To reveal the stress history during the subduction stage, we reconstructed accretionary process of the arc magmas at the northern Oman ophiolite.

The subduction stage volcanic rocks (V2) extend >350 km along the Oman Ophiolite. In Wadi Salahi area, the V2 consist of the 600-970 m thick lower LV2 and 0-140 m thick upper UV2. Pahoehoe and sheet flows are dominate in the LV2, while 50 m thick pyroclastic rocks are partly distributed upward. Plural flow units and sporadically distributed plugs and dikes at 1-3 km spaces are recognized in the LV2. These plugs are 1.5-3 m in diameter with cylindrical layering of fine-grained and coarse-grained parts. The distribution of plugs and dikes look unbiased in the stratigraphic horizon. Because the LV2 was erupted through cone sheets (Alabaster et al., 1982), these plugs might be distributed along the "ring conduit". Similar bulk rock compositions of the LV2 including lava flows and pyroclastic rocks suggest the share in the magma chamber. However, E-W concentration of strike of plugs and dikes would be resulted from the regional E-W compression (Umino et al., 1990).

キーワード：沈み込み帯発生、高温沈み込み帯、無人岩、オマーンオフィオライト、海底火山地質

Keywords: Subduction initiation, high-T subduction zone, Boninite, Oman Ophiolite, submarine volcano geology