

Oral presentation | R6: Plutonic rocks, volcanic rocks and subduction factory

📅 Thu. Sep 16, 2021 9:30 AM - 12:00 PM JST | Thu. Sep 16, 2021 12:30 AM - 3:00 AM UTC | 🖥️ Zoom
Session 2

R6: Plutonic rocks, volcanic rocks and subduction factory

Chairperson: Tatsuhiko Kawamoto (Shizuoka University), Atsushi Kamei (Shimane University), Masao 伴 Ban (Yamagata University)

[Chairperson]

Atsushi Kamei: R6-01 - R6-04

Masao Ban, Tatsuhiko Kawamoto: R6-06 - R6-08

Tatsuhiko Kawamoto: R6-09 - R6-10

9:30 AM - 9:45 AM JST | 12:30 AM - 12:45 AM UTC

[R6-01] Origin of Na/K diversity of basaltic magmas from Rishiri Volcano

*Hajime Taniuchi^{1,2}, Takeshi Kuritani², Mitsuhiro Nakagawa² (1. Shizuoka Univ., 2. Hokkaido Univ.)

9:45 AM - 10:00 AM JST | 12:45 AM - 1:00 AM UTC

[R6-02] Isotope and REE compositions of Miocene basalt in the central Kii Peninsula, Japan

*Takaharu Sato¹, Masataka Aizawa² (1. Osaka Museum Nat. Hist., 2. Ryukyus Univ.)

10:00 AM - 10:15 AM JST | 1:00 AM - 1:15 AM UTC

[R6-03] Petrography of Shikanoshima basic rocks at Itoshima Peninsula.

Mio Ifuku¹, *Tomoharu Miyamoto¹, Kazuhiko Shimada¹ (1. Kyushu Univ. Sci.)

10:15 AM - 10:30 AM JST | 1:15 AM - 1:30 AM UTC

[R6-04] Petrogenesis of the Khangai granitoids, central Mongolia: Implications for the crustal generation

*Dolzodmaa Boldbaatar¹, Yasuhito Osanai¹, Nobuhiko Nakano¹, Atsushi Kamei², Tatsuro Adachi¹ (1. Kyushu Univ, 2. Shimane Univ)

10:30 AM - 10:45 AM JST | 1:30 AM - 1:45 AM UTC

休憩

10:45 AM - 11:00 AM JST | 1:45 AM - 2:00 AM UTC

[R6-05] Gabbro–Diorite–Tonalite complex: Formation of juvenile crust in active continental margin, Cretaceous north Kyushu batholiths, southwest Japan

*Masaaki Owada¹, Shungo Toyama⁴, Atsushi Kamei², Yasuhito Osanai³, Nobuhiko Nakano³, Tatsuro Adachi³ (1. Yamaguchi Uni. Sci., 2. Shimane Uni. Sci., 3. Kyushu Uni. Int. Sci., 4. AI United Eng. Inc.)

11:00 AM - 11:15 AM JST | 2:00 AM - 2:15 AM UTC

[R6-06] Architecture of the lower crust beneath the fast-spreading axis of the Oman Ophiolite deduced from the ICDP Oman Drilling

*Susumu Umino¹, Yuki Kusano², Osamu Ishizuka², Takahiro Fudai³, Akihiro Tamura¹, Tomoaki Morishita¹ (1. Kanazawa Univ., 2. GSJ, AIST, 3. Pacific Cement)

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[R6-07] Intra-segment variation of oceanic crustal structure of the Oman Ophiolite

*Soma Okada¹, Susumu Umino², Yuki Kusano³, Sumio Miyashita⁴, Yoshiko Adachi⁵ (1. Kanazawa Uni. Sci., 2. Kanazawa Uni., 3. AIST, 4. Hokkaido Sogo Chishitsu, 5. CRIEPI)

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[R6-08] Petrology of pumice stone in the 39 ka caldera-forming eruption of Mendeleev volcano (Kunashir Island)

[Presentation award entry]

*Alexey Kotov¹, Sergey Smirnov², Noriyoshi Tsuchiya¹, Masaaki Uno¹ (1. Tohoku Uni, 2. Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[R6-09] Petrological and geochemical studies of igneous rocks in the Nidar ophiolite complex, northwest India

[Presentation award entry]

*Akinori Sato¹, Takeshi Imayama¹, Dutta Dripta², Yasuaki Kaneda³, Shota Watanabe³, Takeshi Hasegawa³, Masayo Minami⁴, Yuki Wakasugi⁴, Shigeyuki Wakaki⁵ (1. Okayama Univ Sci., 2. IIT Bombay., 3. Ibaraki univ., 4. Nagoya univ., 5. Kochi JAMSTEC)

利尻火山における玄武岩質マグマの Na/K 多様性とその成因

谷内 元(静岡大)*・栗谷 豪(北海道大)・中川 光弘(北海道大)

Origin of Na/K diversity of basaltic magmas from Rishiri Volcano

Hajime Taniuchi* (Shizuoka Univ.), Takeshi Kuritani, Mitsuhiro Nakagawa (Hokkaido Univ.)

1. はじめに

沈み込み帯の初生玄武岩質マグマは、単一火山においても化学的多様性を示す (e.g., Le Voyer, 2010)。我々は、この化学的多様性 (特に Na/K) の要因を、利尻火山の高 Na/K タイプ玄武岩と低 Na/K タイプ玄武岩の比較研究から検討してきた (谷内ほか, 2020, 火山学会) が、今回新たにマグマ生成条件の推定からその要因を制約したので報告する。

2. 研究対象

利尻火山は千島弧南部の背弧火山である (石塚, 1999)。高 Na/K タイプ玄武岩の代表には活動初期の豊漁沢溶岩流 ($\text{SiO}_2 = 51.9\text{--}53.4 \text{ wt.}\%$) を、低 Na/K タイプ玄武岩の代表には活動末期の野塚溶岩流 ($\text{SiO}_2 = 49.2\text{--}51.8 \text{ wt.}\%$) を選択した。両溶岩流の岩石学的特徴は、両者の最も未分化なマグマが、初生マグマからのかんらん石の分別のみでもたらされたことを示し、両者の化学的多様性は初生マグマの違いに起因すると考えられる。

3. 豊漁沢および野塚溶岩のマグマ生成条件

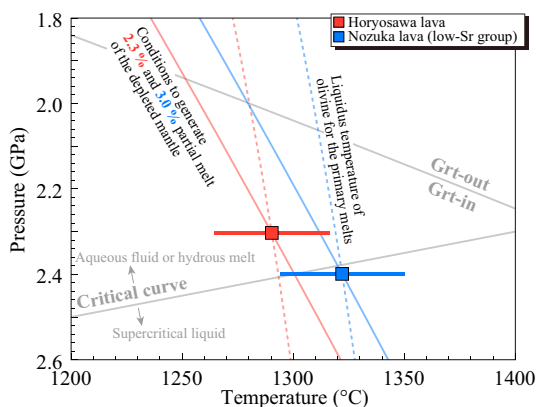
まず、斜長石とメルト間の平衡関係からマグマ含水量を推定し、豊漁沢は 3.0 wt.% 野塚は 2.3 wt.% の結果を得た (Putirka, 2008)。次に、ソースマントルを DMM 組成と仮定し、かんらん石最大分別モデルを用いて推定した初生マグマ組成と、マントル/メルト間の分配係数 (Kelemen et al., 2004) から部分熔融度を推定した。その結果、豊漁沢で 2.3% 野塚で 3.0% の結果を得た。さらに起源マントルの含水量として豊漁沢は 0.102 wt.% 野塚は 0.095 wt.% の結果を得た (Kelley et al., 2006)。

以上から、豊漁沢溶岩流の初生マグマの生成時には、含水量 0.102 wt.% の枯渇マントルが 2.3% 部分熔融する条件 (Katz et al., 2003) および初生マグマがかんらん石と平衡共存

する条件 (pMELTS モデル; Ghiorso et al., 2002) の両者が満たされていたと考えられ、このマグマ生成条件として $T = 1290 \text{ }^\circ\text{C}$, $P = 2.30 \text{ GPa}$ が得られた。同様の手法で野塚溶岩流のマグマ生成条件についても推定した結果、 $T = 1320 \text{ }^\circ\text{C}$, $P = 2.40 \text{ GPa}$ の結果が得られた (図)。

4. 初生マグマの化学的多様性の要因

以上の結果から、1) 部分熔融度は豊漁沢 < 野塚であること、2) 豊漁沢の初生マグマは野塚のそれよりも浅部で生成したこと、が明らかとなった。さらに HMA-H₂O 系における臨界点の温度圧力条件 (Kawamoto et al., 2012) との比較結果は、野塚溶岩流の初生マグマは臨界点より深部で超臨界流体がフラックスとなり生成した一方、豊漁沢溶岩流の初生マグマは臨界点より浅部で超臨界流体から分離した水流体がフラックスとなって生成したことを示唆する (図)。以上に加えて、水流体とメルト間における Na/K の交換分配係数 ($D^{\text{melt}/\text{fluid}}_{\text{Na/K}}$) が 1 より小さい (Shinohara et al., 1989) ことも考慮すれば、利尻火山における初生マグマの化学的多様性 (特に Na/K) の要因として、超臨界流体が水流体とメルトへ分離する際の元素分配が考えられる。



Keywords: Slab-derived supercritical liquid, Primary magma, Rishiri Volcano, Water, Melt

*taniuchi.hajime@shizuoka.ac.jp

紀伊半島中央部に産する中新世玄武岩の 同位体と REE 組成

佐藤隆春* (大阪自然史博)・相澤正隆 (琉球大)

Isotope and REE compositions of Miocene basalt in the central Kii Peninsula, Japan

Takaharu SATO*(Osaka Museum Nat. Hist.) and Masataka AIZAWA (Ryukyus Univ.)

紀伊半島の南東から中央部では中新世中期にはほぼ南北に配列するカルデラ群が形成された[1]。カルデラ群の北端に位置する紀伊半島中央部の奈良県吉野町南国栖に未分化玄武岩の産出が報告され[2]，大峯・大台コールドロン[3]を形成した流紋岩質マグマの熱源となった可能性がある。玄武岩は幅約6mの流紋岩との複合岩脈を構成しており，岩脈の両サイド30~50cm幅に産する（以下，国栖玄武岩・流紋岩）。

本研究では国栖玄武岩と国栖流紋岩のSr, Nd, Pb, Hfの各同位体組成と微量元素組成の特徴を報告する。

国栖玄武岩と国栖流紋岩のSr, Nd同位体比 (ϵ_{Nd} , ϵ_{Sr}) は異なり，両者の起源物質が違うことを示す (Figure)。

国栖玄武岩は肥沃なマントル起源と推定される。瀬戸内区の玄武岩[4]も国栖玄武岩と類似した同位体比を示す。一方，潮岬の玄武岩質岩の同位体比[5]は国栖玄武岩と異なり，また幅がある。

国栖玄武岩のREE組成はEMORBと類似した組成パターンを示す。始原マントルで規格化した不適合元素パターン図ではNbやTaの負異常は認められず，沈み込み流体の寄与を受けずにマ

ントルが部分融解して生成されたマグマであることを示す。

一方，国栖流紋岩はHREEに枯渇せず，Euの負の異常が認められる。このことは，国栖流紋岩は地殻の比較的浅部が部分融解して形成された可能性を示唆する。この特徴は紀伊半島の流紋岩質火成岩に共通する[6]。

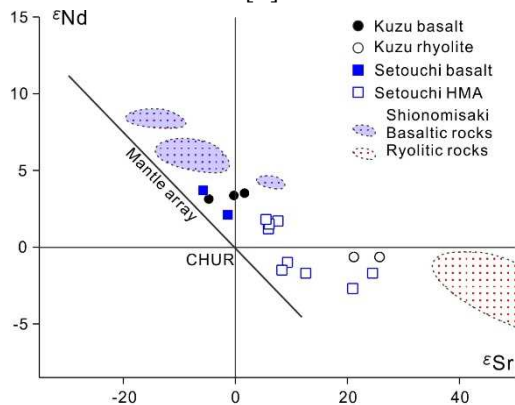


Fig. ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} diagram

Setouchi basalt and HMA data are from [4],
Shionomisaki data is from [5].

文献 [1] Miura and Wada, 2007, JVGR, 167, 271; [2] 佐藤, 2020, 火山学会 2020 年予稿, 94; [3] 佐藤・大和大峯研究 G, 2006, 地球科学, 60, 403; [4] Shimoda et al. (1998), EPSL, 160, 237; [5] 三宅・本間 (1989) 地質学会 96 年要旨, 508; [6] 新正ほか, 2007, 地質雑, 89, 395.

Keywords: Primary basalt, Isotope, REE, Miocene, Kii Peninsula

*Corresponding author: qzt00360@nifty.com

北部九州・糸島半島に分布する志賀島塩基性岩類について

伊福 滯・宮本知治*・島田和彦(九州大学)

Petrography of Shikanoshima basic rocks at Itoshima Peninsula.

M. Ifuku, T. Miyamoto*, and K. Shimada (Kyushu University)

The Shikanoshima basic plutonic rocks are emplaced at the Shikanoshima Is. and Itoshima Peninsula of northern Fukuoka, north Kyushu, associated with Shikanoshima granodiorite (Karakida *et al.*, 1994). The plutonic rocks are characterized by coarse-grained euhedral hornblende. Their occurrence is important to understand their origin and relation between them and surrounded contemporaneous plutonic intrusions. The origin of the basic intrusion on Shikanoshima Is. has been discussed in detail as Yuhara and Uto (2007) and Tiepolo *et al.* (2012), however, there are few studies about the basic intrusion on the Itoshima Peninsula. In order to considering about the origin of the mafic intrusion, it is necessary to understand the situation and detailed relationship of each other in each distribution. Therefore, in this study, the mafic rocks in the Itoshima Peninsula was described for considering the origin of the basic plutonic intrusions.

The Shikanoshima basic rocks on the Itoshima Peninsula were grouped following with a maximum grain size of hornblende into to coarse (> 5 mm), medium (1 - 5 mm), and fine (< 1 mm) groups. At the southwest of Itoshima Peninsula, the mafic rocks with fine to medium lithology were observed in contact with the Shikanoshima granodiorite. The boundary between mafic and granodiorite changed gradually, and no clear discontinuous boundary could be found. On the northern side, coarse grained mafic rocks were also found with the medium to fine mafic rocks and granodiorite. These mafic plutonic rocks were commonly composed mainly of hornblende (Hbl), plagioclase (Pl), and quartz (Qtz), with minor amount of biotite (Bt) and microcline (Mc) subsequently. The Hbl in the fine-grained mafic rocks showed an equigranular structure together with Pl and Qtz of the same grain size. In the medium and coarse grain mafic rock, some euhedral Hbl were colored green uniformly and others had a brown color near the core and a light green color on the rim side. They were commonly surrounded by Pl, Qtz, and Mc, and sometimes contained Bt and Pl in them. In some samples, Clinopyroxene (Cpx) was found in matrix and inclusion in Hbl. The chemical compositions were analyzed for medium to coarse-grained mafic rocks for monitoring between color change and composition of coarse Hbl. For all Hbl, the brown part tended to have more Al and Ti and lower #Mg ($= \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}_{\text{tot}})$) than green ones. Also, temperature and pressure were estimated approximately to 1.8-2.0 kbar and approximately 650-710°C following to Hbl geothermo-barometry of Mutch *et al.* (2016) and Holland and Blundy (1994). Therefore, it is considered that Hbl was crystallized from host magma under these temperature and pressure conditions, then other felsic minerals were substantially crystallized in the emplacements from the Itoshima Peninsula. In addition, the difference in lithofacies characterized by constituent minerals, especially grain size of Hbl, were possibly influenced by the composition of the host during their crystallization.

References; Holland and Blundy (1994): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 116, 433-447. Karakida *et al.* (1994): *Geology of the Fukuoka district. 1:50000*, Geological Survey of Japan, 192p (in Japanese with English abstract). Mutch *et al.* (2016): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 171, 85. Tiepolo *et al.* (2012): *Journal of Petrology*, 35, 6, 1255-1285. Yuhara and Uto. (2007): *Jour. Geol. Soc. Japan*, 113, 519-531.

Keywords: Shikanoshima Basic rocks, Hbl geothermobarometry, whole rock compositions.

*Corresponding author: miyamoto@geo.kyushu-u.ac.jp

Petrogenesis of the Khangai granitoids, central Mongolia: Implications for the crustal generation

Boldbaatar Dolzodmaa* (Kyushu Univ), Yasuhito Osanai (Kyushu Univ),

Nobuhiko Nakano (Kyushu Univ), Atsushi Kamei (Shimane Univ),

Tatsuro Adachi (Kyushu Univ)

Mongolia is the heartland of the Central Asian Orogenic Belt (CAOB) and that CAOB is renowned for the massive generation of juvenile crust in the Phanerozoic. In central Mongolia, the Khangai basin filled by Devonian to Carboniferous sedimentary rocks (Kelty et al., 2008; Purevjav and Roser, 2012; Erdenechimeg et al., 2018) and intruded by voluminous granitoid plutons in the Late Permian–Early Triassic of 269–237 Ma (Jahn et al., 2008; Yarmolyuk et al., 2016; Dolzodmaa et al., 2020). We present new whole-rock Sr–Nd isotopic data and combining with previous our published geochemical, geochronological data set on the Khangai granitoids (Dolzodmaa et al., 2020) emplaced in central Mongolia. The Khangai granitoids have unique geochemical and isotopic features, to know the origin(s) of them is important for understanding crustal generation. The Khangai granitoids can be divided into two stages magmatism: (1) 269–248 Ma granitoids that consist of Bt–Hbl granodiorite with mafic microgranular enclave and Bt granite have high-K calc-alkaline, I-type granite affinity, on the other hand (2) associated 238–237 Ma granitoids consist of pegmatitic granite have a post-orogenic A-type affinity. Both Bt–Hbl granodiorite and Bt granite have SiO₂ content ranging from 54.44 to 75.93 wt% and both define a single trend on silica vs. major and trace elements diagrams that likely reflects fractional crystallization processes (Dolzodmaa et al., 2020). Using whole-rock chemical data, Bt–Hbl granodiorites and Bt granites plotted on the hornblende, biotite, and plagioclase vector diagram indicates that these two suites of granitoids can be linked by the fractionation of plagioclase and hornblende (Dolzodmaa et al., 2020).

Newly obtained whole-rock Sr–Nd isotopic data of (1) granitoids have a low variation of initial ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratios between 0.7062 and 0.7283 and characterized by near-zero ε_{Nd}(T) values of –2.13 ~ +1.11 suggests that granitoids may have been derived from a source composed of juvenile material involving crystal fractionation and assimilation processes supported by above geochemical features whereas (2) granitoids have high initial ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratios between 0.7128 and 0.7576 and show near-zero ε_{Nd}(T) values of –1.68 ~ –1.52 suggests that the (2) granitoids may be formed by assimilation fractional crystallization processes with the interaction between lower crust derived magma and meta-sedimentary rocks supported by their high silica concentration ranging from 71.46 to 78.32 wt% and have high TFe₂O₃/MgO, Ga/Al values, strong depletions in Ba, Sr, relatively flat REE patterns, significant negative Eu anomalies, and high-K calc-alkaline compositions (Dolzodmaa et al., 2020).

Keywords: central Mongolia, granitoid, whole-rock Sr–Nd isotopes, Assimilation fractional crystallization (AFC) process

*Corresponding author: odmaa390b@gmail.com

はんれい岩－閃緑岩－トータル岩複合岩体：アジア大陸東縁，前期白亜紀沈み込み帯の地殻形成，北部九州の例

大和田正明 (山口大学)，砺山駿吾 (アイ総合技術)，亀井淳志 (島根大学)
 小山内康人，中野伸彦，足立達朗 (九州大学)

Gabbro–Diorite–Tonalite complex: Formation of juvenile crust in active continental margin, Cretaceous north Kyushu batholiths, southwest Japan

M. Owada* (Yamaguchi Univ.), S. Toyama (AI United Eng. Inc.), A. Kamei (Shimane Univ.)

Y. Osanai, N. Nakano, T. Adachi (Kyushu Univ.)

The magmatic processes in subduction zones are one of important issues to understand the evolution of continental crust through the earth's history. The gabbro–diorite–tonalite complex in the Sefuri Mountains, north Kyushu geochemically resembles high-Nb basalt, high-Mg andesite, and adakite, respectively, and shows juvenile character with positive epsilon Nd isotopic compositions. These rocks were produced by partial melting of metasomatized wedge-mantle and already underplated mafic lower crust during 115 to 105 Ma. Considering the early Cretaceous tectonic setting, the magmatism occurred as an unusual heat flow due to mantle upwelling affected by the slab rollback.

沈み込み帯における火成活動は大陸地殻の形成と分化を担い、大陸成長と安定化を促す。北部九州には、白亜紀に活動した花崗岩バソリスが分布し、散点的であるが苦鉄質岩を伴う。最近のジルコン U–Pb 年代測定によると、バソリスは 105 Ma から 95 Ma の約 1000 万年の間に起こった”magmatic flare-up”によって形成した。バソリス西部の浮嶽周辺には、花崗閃緑岩のブロックとしてグラニュライト相の変成岩類を伴うはんれい岩－閃緑岩－トータル岩複合岩体が産する。泥質変成岩の変成年代はモナズ石 Th–U–Pb 年代とジルコン U–Pb 年代によって 115–105 Ma が報告されている。産状と組織・鉱物組み合わせから複合岩体は変成作用のピーク時に貫入した。

複合岩体はそれぞれ貫入－貫入関係や包有－包有関係を示す。はんれい岩はホルンブレンドを含むのに対して、閃緑岩とトータル岩は主に輝石を含み、含水鉱物をほとんど伴わない。はんれい岩は中～高 K 系列に属すのに対して、閃緑岩は主に低 K 系列の特徴を示す。トータル岩ははんれい岩と閃緑岩の中間的な

特徴を持つ。そして、はんれい岩、閃緑岩およびトータル岩の化学組成は、それぞれ高 Nb 玄武岩、高 Mg 安山岩、アダカイトの特徴に類似する。105 Ma で年代補正した ϵNd 同位体組成は 0 以上で、マントル由来の特徴を示す。最も MgO の高い閃緑岩の Sr–Nd 同位体組成は、はんれい岩のそれより肥沃的である。はんれい岩と閃緑岩の MgO, Cr, Ni 含有量はほぼ同じだが SiO₂ 含有量は異なり、ハーカー図で異なるトレンドを示す。また、トータル岩の同位体組成は bulk earth に近く、沈み込み帯アダカイトと類似する。マントル組成で規格化したスパイダー図で、はんれい岩と閃緑岩のパターンは類似する。

前期白亜紀のテクトニックセッティングを考慮すると、はんれい岩と閃緑岩は、沈み込み帯の汚染されたウェッジマントルに由来し、溶融の熱源はスラブロールバックによって上昇した高温のアセノスフェアと推察される。また、トータル岩マグマはすでに底付けされた苦鉄質下部地殻の部分溶融によって形成され、地殻成長を促したと考えられる。

Keywords: High-Nb basalt, High-Mg andesite, adakite, slab rollback

*Corresponding author: owada@yamaguchi-u.ac.jp

ICDP オマーン掘削計画による高速海嶺系の下部地殻構造

海野 進 (金沢大)・草野有紀・石塚 治 (産総研)・普代貴大 (太平洋セメント)・田村明弘・森下知晃 (金沢大)

Architecture of the lower crust beneath the fast-spreading axis of the Oman Ophiolite deduced from the ICDP Oman Drilling

Susumu Umino (Kanazawa Univ.), Yuki Kusano, Osamu Ishizuka (AIST), Takahiro Fudai (Pacific Cement, Co. Ltd.), Akihiro Tamura and Tomoaki Morishita (Kanazawa Univ.)

#

ICDPオマーン掘削計画では、Ibra北方のWadi Gideahでオマーン・オフィオライトの地殻下部を掘削し、GT1A孔とGT2A孔からそれぞれ400 mのコアを採取した。われわれは地殻の厚さと掘削コアの層準を明らかにするために、フィールド調査と衛星画像・標高モデルを用いてモホ面の3次元構造をマッピングした。その結果、下部地殻の厚さは3.5 km、GT1A孔とGT2A孔の層準はモホからそれぞれ0.4~0.8 kmと2.0~1.6 kmとなることがわかった。下部地殻ガブロには普遍的に面構造とハイパーソリダス変形構造が発達する。モード層状構造も見られるが、局所的である。モード層状構造の発達した層状ガブロはモホ面から高さ125 mまでの下部地殻最下部に限られる。

掘削コア試料は主としてカンラン石ガブロからなり、伸張したカンラン石集合体や四半構造をした単斜輝石、汚濁したコアを包有する大きな自形斜長石が、グラノブラスティック組織を示す細粒の斜長石に取り囲まれた組織を示す。これらの組織はメルトの存在下での変形を示唆しており、細粒の斜長石の再結晶とマグマ性の斜長石コアの周りに自形リムが成長することで、歪みを解消している。また、GT1A、GT2Aを通してポイキリティックやオフィティック組織を示す単斜輝石が存在する。ハイパーソリダス変形の痕跡は層準にかかわらず、偏在する。

ガブロの全岩化学組成は、主に斜長石、カンラン石、斜方輝石の集積と間隙メルトの混合によって支配される。GT1A下部とGT2A上部の岩石全体のMg#はそれぞれ72-83と68-79であり、最も低いMg#はシート状岩脈群と重なる。集積鉱物はシート状岩脈

群の全岩化学組成で代表されるメルトと平衡であったと考えられる()。そこで間隙メルトのLa, Pr, Ce組成濃度が平衡なシート状岩脈群のそれらと等しいと仮定し、ガブロとシート状岩脈群の全岩La, Pr, Ce濃度からマスバランス計算によって、ガブロ中の間隙メルト量を推定した。間隙メルト量はGT1A、GT2Aともに5-10 mass%、最大でも15 mass%である。平均値はGT2Aで6 mass%、GT1Aで5 mass%と、層準が下位の方がやや少ない傾向がある。

GT1A、GT2Aともに掘削コアは、ハイパーソリダス変形によって鉱物が配列して面構造をなすフォリエーションが発達する。掘削孔と同層準の露頭観察でもモード層状構造の発達は乏しい。全てのコアに普遍的に見られる集積鉱物の単斜輝石と斜長石の累帯構造、高い過冷却度のもとでの晶出を示すオフィティックな単斜輝石、5 mass%を越える間隙メルトは、いわゆるフォリエーティッドガブロの特徴に一致する。

以上のことから、GT1A孔とGT2A孔はいずれもフォリエーティッドガブロを掘削したと結論される。このようにWadi Gideahセクションでは上部ガブロとされる厚いフォリエーティッドガブロが発達している。これは、海嶺軸セグメント中央にあったとされるWadi Gideahの下部地殻はマグマ供給率が高く、長期間に渡って高温状態であったために、マッシュ状のガブロ氷河が厚く発達し、メルトレンズの底で晶出した集積鉱物が、下部地殻深部にまで輸送されたと考えられる。

オマーンオフィオライトの古拡大軸セグメント構造

岡田颯馬・海野 進（金沢大）・草野有紀（産総研）・宮下純夫（北海道総

合地質研）・足立佳子（電中研）

Intrasegment variation of oceanic crustal structure of the Oman Ophiolite

Soma Okada, Susumu Umino (Kanazawa Univ.), Yuki Kusano (AIST), Sumio Miyashita (Hokkaido

Sogo Chishitsu), Yoshiko Adachi (CRIEPI)

はじめに 北部オマーンオフィオライトの Wadi Fizh~Wadi Sadam間の古拡大軸セグメントにおける海洋地殻構造及び岩脈組成について報告する。従来、厚いモホ遷移帯、未分化な岩脈群及びガブロの鉍物組成から、同セグメント中央に位置する Wadi Thuqbah付近にセグメント中心があり、北端の Wadi Fizhへ向けて岩脈群の組成幅が広がり、噴出岩層とシート状岩脈群からなる上部地殻が繰り返す二階建て構造の存在が知られていた (Adachi and Miyashita, 2003; Umino et al., 2003; Miyashita et al., 2003)。今回、われわれはセグメント南端と考えられる Wadi Sadamにおいて Fizhと同様の上部地殻の二階建て構造を確認した。そこで、同セグメント南半部の地殻構造と岩脈群の全岩組成のセグメント内変化について調査した。

古海嶺軸走向の復元 古海嶺軸の走向の変化を明らかにするため、オフィオライトの褶曲と傾動を補正し、拡大軸下にあった時のシート状岩脈群の姿勢を復元した。まず、拡大軸期の V1 噴出岩の走向傾斜の分布に基づいて、南東にプランジした褶曲軸を推定した。褶曲軸に直交する回転軸まわりにプランジを水平に戻した後、左ずれ断層で南北に隔てられた西翼部のシート状岩脈群について、傾斜を鉛直に戻した。断層の西側のブロックはセグメント北半部と連続しているが、東側は相対的に北方にずれている。そこで、東側のブロックを断層に沿って南方にスライドさせ、断層の西側に対する原位置に戻した。その結果、セグメント南半部のシート状岩脈群はセグメント南端の北 10 km の Wadi Salahi 付近で約 20° 屈曲し、北側は ~160°、南側は ~0° 走向であった。

シート状岩脈群の全岩化学組成 セグメント南半部の岩脈組成は北半部と同様の組成範囲にある。南半部の岩脈のほとんどは Mg#35-60, TiO₂ 0.5-3 wt%, P₂O₅ 0.04-0.37 wt% である。セグメント半部中央付近の Wadi Bidi 付近に最も未分化な岩脈が多く、その南の Wadi Hilti 付近に最も分化したものが出現する。セグメント全体では、南半部の岩脈群の方が北半部よりもやや分化したものが多。

議論 セグメント南半部のシート状岩脈群の走向は 10-15 km 長の 2 つの小セグメントに分けられ、両者の間には断層や相互に貫入する走向の異なる岩脈は存在しないことから、古海嶺軸の折れ曲がり (DEVAL) に相当すると考えられる。小セグメントの規模は、セグメント北半部と同程度である。DEVAL 付近は上部フォリエーティッドガブロが薄く、下部地殻ガブロの層状構造の乱構造帯の分布域に対比される (戸松, 2004MS)。また DEVAL 付近のフォリエーティッドガブロの単斜輝石の Mg# は 70-88 と組成幅が大きいことが報告されている (野川, 2011)。以上より、DEVAL 付近はマグマ溜まりのメルトレズが薄いか、途切れた部分に相当し、マグマが冷却しやすく、分化した集積鉍物や岩脈が形成されたと考えられる。

Petrology of pumice stone in the 39 ka caldera-forming eruption of Mendelev volcano (Kunashir Island)

Alexey Kotov^{1*}, Sergey Smirnov², Noriyoshi Tsuchiya¹, Masaaki Uno¹

(¹Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, ²Institute of Geology and Mineralogy, Siberia Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk)

Caldera eruption of Mendelev volcano occurred about 39 thousand years ago on Kunashir Island. The volume of pyroclastic material is estimated at 60 km³, which makes this eruption one of the largest eruptions of the Upper Pleistocene in the Southern Kuril Islands.

The pumice stones of the caldera eruption are dacitic. The proportion of porphyry phenocrysts in pumice is not higher than 20 vol. %. Phenocrysts are represented by plagioclase, augite, hypersthene, quartz, magnetite, and ilmenite, immersed in glassy groundmass. Amphibole was found only in the form of crystalline inclusions in pyroxenes. Amphibole is Mg-Fe³⁺ hornblende (Al₂O₃ 7 - 11 wt. %). To estimate pressures, we used an amphibole geobarometer (Ridolfi et al., 2010). We argue that the amphibole is a relic of a mineral association which formed during the partial melting of crustal metabasites of Kunashir Island. Thus, the estimates of the PT parameters correspond to the process of generation of the melt that participated in the formation of the upper crustal magmatic chamber. The maximum estimates of the PT parameters were about 3 kbar and 920°C. Most of the compositions of amphibole correspond to 1-2 kbar and temperatures of 780 - 890°C. Melts were formed at high fO₂ corresponding to the NNO +0.1-1.9 buffer.

Pumice phenocrysts often contain primary glassy melt inclusions (MI). Sometimes these MI's contain empty shrinkage bubbles. The composition of MI corresponds to low-K₂O dacite-rhyodacite. MI's differ from the bulk rocks by a higher SiO₂ content and do not differ in alkali content. The most important part of this study is to determine the content of volatile components in the melts that participated in the caldera eruption. By combining the methods of Raman spectroscopy and the measurement of oxygen by the EMPA EDS, we found that MI's contain from 4.2 to 7.4 wt. % H₂O. At the same time, the water content in the glass of the groundmass does not exceed 4.5 wt% H₂O, which indicates significant losses of volatile melts during a caldera eruption. Comparison of the content of volatile components in glasses of the groundmass and in melt inclusions allows us to estimate the amount of volatile components emitted into the atmosphere during a caldera eruption.

Phenocrysts of plagioclase and clinopyroxene also contain primary and pseudo-secondary fluid inclusions (FI). The features of the composition and location of FI's show that during the evolution the melt degassed. And this degassing is not associated with the final large eruption, as indicated by the presence of pseudo-secondary FI. Also, combined melt inclusions were found. They are represented by melt, trapped non-daughter crystals and two-phase fluid segregations (liquid H₂O and gaseous CO₂). These inclusions indicate that the fluid pressure in the chamber could have exceeded the lithostatic one. An additional drop in lithostatic pressure (for example, due to the rise of magma) allowed additional portions of fluid to migrate from the glass of the melt inclusion into these segregations. The data obtained make it possible to accurately describe the evolution of magma from Mendelev volcano before the caldera eruption and to compare it with other Pleistocene-Holocene calderas of the Southern Kuriles.

References

1. Ridolfi F., Renzulli A., Puerini M. Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations and application to subduction-related volcanoes, 2010, *Contrib. Mineral Petrol* 160:45–66

Keywords: Melt inclusions, Caldera eruptions, Dacite

*Corresponding author: kotov.alexey.sl@dc.tohoku.ac.jp

北西インド Nidar オフィオライト層火成岩類の 岩石学的・地球化学的研究

佐藤成修, 今山武志(岡山理大), Dutta Dripta (インド工科大学ボンベイ校),
金田泰明, 渡部将太, 長谷川 健(茨城大), 南 雅代, 若杉勇輝 (名古屋大),
若木重行 (JAMSTEC 高知コア研)

Petrological and geochemical studies of igneous rocks in the Nidar ophiolite complex, northwest India

Akinori Sato*, Takeshi Imayama (Okayama Univ. of Sci.), Dutta Dripta (IIT Bombay.),

Yasuaki Kaneda, Shota Watanabe, Takeshi Hasegawa (Ibaraki Univ.),

Masayo Minami, Yuki Wakasugi (Nagoya Univ.), Shigeyuki Wakaki (Kochi JAMSTEC)

北西インド Ladakh 地域の Nidar オフィオライトは、インドーアジア大陸衝突の地質学的境界であるインダスーツァンポ縫合帯内部の西側に分布し、大陸衝突前に形成された白亜紀前期の海洋地殻の断片である。本オフィオライトは、沈み込み初期の島弧の前弧域で形成されたとされる (Ahmad et al., 2008)。このようなテクトニクス場では、沈み込み開始時に上盤側のプレートで海底拡大が起こり、島弧的マグマだけでなく海嶺的マグマが生成される (van Hinsbergen et al., 2015)。しかし、これらの異なる組成を示す複数のマグマがどのように同一場で生じるのか、あるいは本当に同時期に生成したマグマなのかは、明らかではない。Nidar オフィオライト斑レイ岩は、単斜輝石と斜長石から主に構成され、少量の緑簾石と緑泥石を含む。粗粒玄武岩と玄武岩は、角閃石と斜長石から主に構成され、少量の単斜輝石、緑簾石、緑泥石、石英を含む。単斜輝石の Mg# $[Mg/(Mg+Fe^{2+})]$ 比は、斑れい岩(0.85-0.92)、粗粒玄武岩(0.79)、玄武岩(0.66-0.77)と層序的上位に向けて、Mg# が低下する。粗粒玄武岩の角閃石は普通角閃石で、コア (Mg#: 0.73-0.90) からリム (Mg#: 0.54-0.71) にかけて Mg が減少し、一部アクチノライトによって置換される。斑レ

イ岩の斜長石は亜灰長石 (An: 70-90 %) である。玄武岩の自形の斜長石は、灰長石 (An: 94-99 %) であるが、緑簾石と緑泥石と共存する斜長石は曹長石 (An: 0.2-2.2 %) である。これらの結果は、単斜輝石と An 成分に富む斜長石は火成鉱物であるが、曹長石、アクチノライト、緑簾石、緑泥石は緑色片岩相～角閃岩相下部の変成作用によって生成したことを示唆する。粗粒玄武岩と玄武岩は、平坦な希土類元素パターンを示し、先行研究 (Ahmad et al., 2008) で報告された島弧的マグマと類似している。一方で、斑レイ岩は希土類元素濃度が低く、軽希土類元素に著しく乏しく、枯渇したマントルから由来した海嶺的マグマの特徴を示す。Th/Yb-Nb/Yb 図では、Nidar オフィオライト火成岩類は、海嶺型から島弧ソレアイトの領域にプロットされる。Nd 同位体比は 0.513022-0.513191 の狭い範囲で、枯渇した海嶺起源マントルに比較的類似する。一方、Sr 同位体比は、0.702957-0.706713 の間で幅広い値を示し、熱水変質などの影響を被っている。Ladakh 地域の他オフィオライトの岩石学的・年代学的データも考慮すると、沈み込み開始時に海底拡大に伴う海嶺的マグマが生成し、沈み込み帯の発達に伴い島弧ソレアイト質から島弧カルクアルカリ質マグマへ変化した可能性がある。

Keywords: Nidar ophiolite, subduction initiation, petrology, geochemistry

*Akinori Sato: s21sm03oy@ous.jp