

Sun. Sep 11, 2022

poster

Session Poster | T1. [Topic Session] Metamorphic rocks and tectonics

[8poster01-13] T1. [Topic Session] Metamorphic rocks and tectonics

11:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

- [T1-P-1] (Entry) Deciphering the prograde metamorphic evolution of the kyanite-bearing eclogite from the Pohorje Mountains, eastern Alps, Slovenia
*Harui NISHI¹, Tomoki TAGUCHI¹, Tomoyuki KOBAYASHI² (1. Waseda University, 2. Nagoya Gakuin University)
- [T1-P-2] Insights into the role of failed rifts in the Archean tectonics, evidences from the western Dharwar craton, southern India.
*Sreehari Lakshmanan¹ (1. Shimane university)
- [T1-P-3] Spinel-forming reactions of pelitic metamorphic rocks: activity model of spinel-group minerals
*Toshiaki Shimura¹, Kiri Yamane¹, Kakeru Sakamoto^{1,2}, Shoichi Gota^{3,4} (1. Yamaguchi Univ., 2. Electric Power Development Co., Ltd., 3. Niigata Univ., 4. Tetsudokiki Co., Ltd.)
- [T1-P-4] High-temperature metamorphic rocks from western regions of the Lützow-Holm Bay and eastern part of the Prince Olav Coast, East Antarctica
*Sotaro Baba¹, Shin-ich Kagashima², Nobuhiko Nakano³ (1. University of the Ryukyus, 2. Yamagata University, 3. Kyushu University)
- [T1-P-5] The petrography and geological implication of a gneiss discovered from the Ashio belt in west Tochigi prefecture, north Kanto district
*Ippei Kitano^{1,2} (1. The Hokkaido University Museum, 2. Tochigi Prefectural Museum)
- [T1-P-6] (Entry) The metamorphism of metamorphic rocks from Otsu-jima Island, South of Yamaguchi Prefecture
*ZEJIN LU¹, Masaaki Owada¹ (1. Yamaguchi University Graduate School of Sciences and Technology for Innovation)
- [T1-P-7] Late Cretaceous-early Paleogene Ryoke belt and Ryoke marginal zone of the Kanto Mountains in central Japan
*Akira ONO¹ (1. None)
- [T1-P-8] (Entry) Structural and petrological study of

serpentinite mé lange rocks in the Nomo metamorphic rocks, Japan

*Taisei KIMURA¹, Ken-ichi HIRAUCHI¹ (1. Shizuoka university)

- [T1-P-9] (Entry) Quantitative determination of hydrous minerals in serpentinites using TG-DTA
*Shusaku YAMAZAKI¹, Toshiyuki KURAHASHI¹ (1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region)
- [T1-P-10] (Entry) Relative mobility of magnesium and silica at mantle-crust boundaries
*Atsushi Okamoto¹, Kazuki Yoshida¹, Ryosuke Oyanagi² (1. Tohoku University, 2. Kokushikan University)
- [T1-P-11] (Entry) Deformation and hydrothermal alteration processes of the basal peridotites in the Palawan Ophiolite: Effects on subduction initiation process
*Hiyori ABE¹, Ken-ichi HIRAUCHI¹ (1. Shizuoka University)
- [T1-P-12] (Entry/エントリ) Cathodoluminescence and EBSD observations on quartz phenocrysts from a weakly deformed granite porphyry in the Ryoke belt, Awaji Island, SW Japan.
*Chenghan Liu¹, Qi Wang¹, Takamoto Okudaira², Norio Shigematsu³ (1. Department of Geosciences, Osaka City University, 2. Department of Geosciences, Osaka Metropolitan University, 3. Geological Survey of Japan, AIST)
- [T1-P-13] Relationship between the strain and the activity of slip systems in deforming quartz from misorientation and shape-preferred orientation of quartz phenocrysts in a deformed granite porphyry
*Qi WANG¹, Takamoto OKUDAIRA², Norio SHIGEMATSU³ (1. Department of geoscience, Osaka City University, Osaka, Japan, 2. Department of Geosciences, Osaka Metropolitan University, Osaka, Japan, 3. Geological Survey of Japan, AIST)

Session Poster | T2. [Topic Session] Cenozoic SW Japan arc: from forearc accretion to backarc rifting

[8poster14-20] T2. [Topic Session] Cenozoic SW Japan arc: from forearc accretion to backarc rifting

9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

- [T2-P-1] Geochemistry and stratigraphy of Mio-Pliocene

volcanic/sedimentary rocks in the Tango Peninsula, SW Japan arc.

*Taqumi TUZINO¹ (1. Geological Survey of Japan/AIST)

[T2-P-2] (Entry) The paleomagnetic record of the lava flows effused during the opening stage of the Sea of Japan: examples in the Hokutan Group, Tango Peninsula, western Honshu, Japan

*Tomoka NAGASAKA¹, Koji KIYOSUGI², Keiko SUZUKI², Reina NAKAOKA², Masako MIKI² (1. Graduate School of Science, Kobe University, 2. Kobe Ocean-bottom Exploration Center)

[T2-P-4] Revision of the Mio– Pliocene Hoki Flora from the border area between Tottori– Okayama Prefectures, with its implications in paleovegetation, paleoclimate and paleogeography

*Atsushi Yabe¹, Michiyo Shimizu², Takeshi Saito³, Makiko Kobayashi⁴ (1. National Museum of Nature and Science, 2. School of Graduate Studies, Open University of Japan, 3. Meijo University, 4. Chiba Prefectural Government)

[T2-P-5] (Entry) Geology of the Sanbagawa belt and kinematics of the Sakuragi bend around the Chihara mine, Ehime Prefecture

*Umito Saki¹, Shunsuke ENDO¹ (1. Shimane University)

[T2-P-6] Geological structure around offshore Takarajima Island, southern Tokara Islands revealed by seismic profiles

*Saki ISHINO¹, Takahiko Inoue¹, Ayanori Misawa¹, Hiroaki Koge¹, Jun Arimoto¹ (1. Geological Survey of Japan, AIST)

[T2-P-7] Structural features of the northern Okinawa Trough based on high-density survey

*Hiroaki KOGE¹, Taichi SATO¹, Saki ISHINO¹, Ayanori Misawa¹, Jun ARIMOTO¹, Yoshiaki SUZUKI¹, Osamu Ishizuka¹, Yuka YOKOYAMA², Yusuke SATO^{3,2}, Asuka NAGAI², Seishiro FURUYAMA⁴, KANKICHI KAJIHARA², Chiori TAMURA⁵, Ryosuke KOMATSU⁶, Takahiko Inoue¹ (1. AIST, 2. Tokai University, 3. Marine Works Japan, Ltd., 4. Tokyo University of Marine Science and Technology, 5. UTokyo, 6. MOL Marine &Engineering Co.,Ltd.)

Session Poster | T4. [Topic Session] History of the Earth

[8poster21-24] T4. [Topic Session] History of the Earth

9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

[T4-P-1] (Entry) Relationship between extinction magnitude and climate change during major marine/terrestrial animal crises

*Kunio Kaiho¹ (1. Tohoku University)

[T4-P-2] The restoration of sedimentary environment of mudstone sequences in Goto Group, Nagasaki Prefecture, Japan

*Hiroaki Takahashi¹, Shoichi Kiyokawa², Masaru Yasunaga³, Yuta Ikebata^{1,4}, Minoru Ikehara⁵ (1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Goto city office, Goto Islands Geopark promotion group, 4. DIA CONSULTANTS CO., Ltd., 5. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University)

[T4-P-3] (Entry) Early Pleistocene Paleooceanography in the Northwestern Pacific Ocean based on the microfossil analyses of the upper part of the Kiwada Formation in the Kazusa Group

*Daisuke Kuwano¹, Yuki Tsuchiya², Koji Kameo¹, Hiroki Hayashi³, Masayuki Utsunomiya⁴, Yoshimi Kubota⁵, Kanako Mantoku⁶, Yuma Oura⁷, Makoto Okada⁸ (1. Chiba University, 2. Nagoya University, 3. Shimane University, 4. Association for Iron and Steel Technology, 5. National Museum of Nature and Science, 6. National Institute for Environmental Studies, 7. OYO Corporation, 8. Ibaraki University)

[T4-P-4] (Entry) Origins of spherulites observed in reefal microbial crusts in Kumejima, Okinawa

*Yujiro SASAKI¹, Kazuhiko FUJITA², Fumito SHIRAISHI¹ (1. Hiroshima Univ., 2. Ryukyu Univ.)

Session Poster | T6. [Topic Session] The origin of the Japanese Islands revisited

[8poster25-25] T6. [Topic Session] The origin of the Japanese Islands revisited

11:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

[T6-P-1] (Entry) Serpentinite and geologic history of Yusuhara area, Kochi prefecture, Chichibu Belt, Outer Zone of SW Japan

*Kengo Nishikawa¹, Tomohiro Tsuji¹ (1. Graduate School of Yamaguchi University)

Session Poster | T7. [Topic Session] From magma source to magma plumbing system

[8poster26-33] T7. [Topic Session] From magma source to magma plumbing system

9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

[T7-P-1] (Entry) The Middle Miocene Takano Formation (Ishizuchi Group) along the Namekawa gorge,

Toon, Ehime, SW Japan

*Kana Narita¹, Nao Kusuhashi¹, Kenichiro Tani² (1. Ehime University, 2. National Museum of Nature and Science)

[T7-P-2] (Entry) Petrology and geochemistry of meta-granitoids in Oki-Dogo, Shimane, SW Japan

*Satomi HIRAI¹, Atsushi KAMEI¹, Mai FUJIWARA¹, Shunsuke ENDO¹ (1. Shimane Univ.)

[T7-P-3] Ages of granitoids from the Itoshima Peninsula, western part of Fukuoka Prefecture

*Yayoi MURAOKA¹, Kazuhiro MIYAZAKI¹ (1. AIST)

[T7-P-4] Field geological and petrological approaches to the growth process and magma ascent process: the example of the Ushikiri-yama granodiorite body.

*Keisuke ESHIMA¹, Masaaki OWADA¹, Atsushi KAMEI² (1. Yamaguchi Univ., 2. Shimane Univ.)

[T7-P-5] Lithostratigraphy and magnetic susceptibility of deep drill core from the Yakuno Ophiolite in the northern part of the Oshima Peninsula, Japan

*Shinya WADA¹, Takafumi KIMURA², Takahiro OYAMA², Shigeyuki SUZUKI³, Akiyuki IWAMORI¹, Yoshiharu OTSUKA¹, Akihiro ONO¹, Hirofumi KOWARI⁴, Kazunari KIMURA⁴, Makoto YANAGIDA⁴ (1. Kansai Electric Power. Co., 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Okayama Univ., 4. Hanshin Consultants Co., Ltd.)

[T7-P-6] (Entry) Petrological characteristics and genetic relationships of plutonic rocks in the Hakata Island, Ehime prefecture.

*Toko FUKUI¹, Satoshi SAITO¹ (1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)

[T7-P-7] (Entry) Composition of zircon melt inclusions and crystallization pressure estimation of Miocene Miuchi granitoid pluton

*Yuka TANIWAKI¹, Satoshi SAITO¹ (1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)

[T7-P-8] (Entry) Zircon U-Pb ages of Cretaceous igneous rocks distributed in Kajishima, Shisakajima,

Ehime Prefecture, southwest Japan.

*Kazuya Shimooka¹, Satoshi Saito¹, Kenichiro Tani² (1. Ehime Univ., 2. National Museum of Nature and Science)

Session Poster | T12. [Topic Session] 火 Volcanic phenomena deciphered from volcanic products and their application to disaster prevention

[8poster34-35] T12. [Topic Session] 火 Volcanic phenomena deciphered from volcanic products and their application to disaster prevention

9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

[T12-P-1] Magma Activity of the Ryouzaki Area, Southeastern Izu-Oshima

*Kouki Mori¹, Ryota Uchiyama², Sho Yatsuka³, Izumi Sakamoto¹ (1. Tokai Univ., 2. MARINE WORKS JAPAN LTD., 3. Art marine Co.,Ltd.)

[T12-P-2] Stratigraphy and eruptive history of Azumakofuji, Azuma Volcanic Group, Fukushima, Japan

*Kazuma SUZUKI¹, Atsuharu TOMARU², Takeshi HASEGAWA¹ (1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Department of Science, Ibaraki University)

Session Poster | T13. [Topic Session] Urban Geology: Interdisciplinary research on natural and social environments

[8poster36-39] T13. [Topic Session] Urban Geology: Interdisciplinary research on natural and social environments

9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

[T13-P-1] Development of borehole log visualization system for correlation of strata

*Tatsuya Nemoto¹, Susumu Nonogaki², Shinji Masumoto³, Go Yonezawa¹, Venkatesh Raghavan¹ (1. Osaka Metropolitan University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Osaka City University)

[T13-P-2] Three-dimensional geological mapping of the Tsukuba City and its surroundings, Ibaraki Prefecture.

*Kentarō Sakata¹, Susumu Nonogaki¹, Masanori Ozaki¹, Tsutomu Nakazawa¹, Yoshinori Miyachi¹ (1. Geological Survey of Japan, AIST)

[T13-P-3] (Entry) Preliminary report of marine geological survey in shallow part of Tokyo-bay

*Konosuke Terui¹, Seishiro Furuyama¹ (1. Tokyo

University of Marine Science and Technology, Faculty
of Marine Resources and Environment)

[T13-P-4] (Entry) Investigation about the Eastward
Extension of the Idenoguchi Fault Located in
the Western Part of the Aso Caldera, Southwest
Japan:Volcano tectonics in central Kyushu
*Kota KARASHIMA¹, Tomohiro TSUJI¹ (1. Departure
of Geosphere Science, Faculty of Science, Yamaguchi
University)

Session Poster | T8. [Topic Session] Culture geology

[8poster40-40] T8. [Topic Session] Culture geology
9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

[T8-P-1] Provenance study of the granite used for the
gravestones of the feudal lords of the Tosa
Yamauchi family
*Wataru Tanikawa¹, Yoshichika Mochizuki², Hidekazu
Tokuyama², Shota Takagi³, Riko Nakamura², Yuhji
Yamamoto², Yohei Hamada¹, Jun Watanabe³ (1. Japan
Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2.
Kochi University, 3. Kochi Castle Museum of History)

[8poster01-13] T1. [Topic Session] Metamorphic rocks and tectonics

Sun. Sep 11, 2022 11:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

- [T1-P-1] (Entry) Deciphering the prograde metamorphic evolution of the kyanite-bearing eclogite from the Pohorje Mountains, eastern Alps, Slovenia
*Harui NISHI¹, Tomoki TAGUCHI¹, Tomoyuki KOBAYASHI² (1. Waseda University, 2. Nagoya Gakuin University)
- [T1-P-2] Insights into the role of failed rifts in the Archean tectonics, evidences from the western Dharwar craton, southern India.
*Sreehari Lakshmanan¹ (1. Shimane university)
- [T1-P-3] Spinel-forming reactions of pelitic metamorphic rocks: activity model of spinel-group minerals
*Toshiaki Shimura¹, Kiri Yamane¹, Kakeru Sakamoto^{1,2}, Shoichi Gota^{3,4} (1. Yamaguchi Univ., 2. Electric Power Development Co., Ltd., 3. Niigata Univ., 4. Tetsudokiki Co., Ltd.)
- [T1-P-4] High-temperature metamorphic rocks from western regions of the Lützow-Holm Bay and eastern part of the Prince Olav Coast, East Antarctica
*Sotaro Baba¹, Shin-ich Kagashima², Nobuhiko Nakano³ (1. University of the Ryukyus, 2. Yamagata University, 3. Kyushu University)
- [T1-P-5] The petrography and geological implication of a gneiss discovered from the Ashio belt in west Tochigi prefecture, north Kanto district
*Ippei Kitano^{1,2} (1. The Hokkaido University Museum, 2. Tochigi Prefectural Museum)
- [T1-P-6] (Entry) The metamorphism of metamorphic rocks from Otsu-jima Island, South of Yamaguchi Prefecture
*ZEJIN LU¹, Masaaki Owada¹ (1. Yamaguchi University Graduate School of Sciences and Technology for Innovation)
- [T1-P-7] Late Cretaceous-early Paleogene Ryoke belt and Ryoke marginal zone of the Kanto Mountains in central Japan
*Akira ONO¹ (1. None)
- [T1-P-8] (Entry) Structural and petrological study of serpentinite mélangé rocks in the Nomo metamorphic rocks, Japan
*Taisei KIMURA¹, Ken-ichi HIRAUCHI¹ (1. Shizuoka university)
- [T1-P-9] (Entry) Quantitative determination of hydrous minerals in serpentinites using TG-DTA
*Shusaku YAMAZAKI¹, Toshiyuki KURAHASHI¹ (1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region)
- [T1-P-10] (Entry) Relative mobility of magnesium and silica at mantle-crust boundaries
*Atsushi Okamoto¹, Kazuki Yoshida¹, Ryosuke Oyanagi² (1. Tohoku University, 2. Kokushikan University)
- [T1-P-11] (Entry) Deformation and hydrothermal alteration processes of the basal peridotites in the Palawan Ophiolite: Effects on subduction initiation process

*Hiyori ABE¹, Ken-ichi HIRAUCHI¹ (1. Shizuoka University)

[T1-P-12] (Entry/エントリー) Cathodoluminescence and EBSD observations on quartz phenocrysts from a weakly deformed granite porphyry in the Ryoke belt, Awaji Island, SW Japan.

*Chenghan Liu¹, Qi Wang¹, Takamoto Okudaira², Norio Shigematsu³ (1. Department of Geosciences, Osaka City University, 2. Department of Geosciences, Osaka Metropolitan University, 3. Geological Survey of Japan, AIST)

[T1-P-13] Relationship between the strain and the activity of slip systems in deforming quartz from misorientation and shape-preferred orientation of quartz phenocrysts in a deformed granite porphyry

*Qi WANG¹, Takamoto OKUDAIRA², Norio SHIGEMATSU³ (1. Department of geoscience, Osaka City University, Osaka, Japan, 2. Department of Geosciences, Osaka Metropolitan University, Osaka, Japan, 3. Geological Survey of Japan, AIST)

Deciphering the prograde metamorphic evolution of the kyanite-bearing eclogite from the Pohorje Mountains, eastern Alps, Slovenia

*Harui NISHI¹, Tomoki TAGUCHI¹, Tomoyuki KOBAYASHI²

1. Waseda University, 2. Nagoya Gakuin University

プレート収束域に産出する超高压変成岩は、地殻物質がかって地球深部まで沈み込み、その後上昇したことを示す直接的な証拠である (Gilotti, 2013 Elements)。ポホリエ山地は東アルプス・スロベニア北東部に位置し、とりわけ南東部には超高压変成作用を経験した藍晶石エクロジャイトやざくろ石橄欖岩、泥質片麻岩が露出している。これら超高压変成岩類の相平衡岩石学的研究は多く実施されているが (e.g. Janák et al., 2015 JMG; Vrabec et al., 2012 Lithos)、プログレード変成期の詳細については不明な点が多い。また近年、本地域では超高压変成作用を経験した岩体は限定的であり、変成ユニットの多くは超高压変成条件に達していないという指摘もある (Li et al., 2021 JMG)。本研究ではポホリエ山地産の藍晶石エクロジャイトを対象に、そのプログレード変成作用の詳細復元を目的として、ざくろ石の微細組織、化学組成、包有鉱物の特徴を検証した。

当地域の藍晶石エクロジャイトは、後退変成作用の影響が比較的小さく、ピーク変成作用期の情報をよく保持すると考えられている (e.g. Janák et al., 2004 Tectonics)。熱力学的解析により見積もられたピーク変成条件は、 $P/T = 3.0\text{--}3.7$ GPa/ $710\text{--}940$ °Cである (Vrabec et al., 2012)。研究対象の藍晶石エクロジャイトについて、基質ではエクロジャイト相を特徴づける鉱物共生 (Grt + Omp + Ky + Qz + Rt ± Ms ± Zo) が認められる。ざくろ石は半自形の結晶 (数mm–3 cm程度) をなし、その外縁は部分的に角閃石に置換されている。オンファス輝石の外縁は、斜長石と角閃石からなるシンプレクタイトが僅かに発達する。ざくろ石は主要4元素 (Fe · Mn · Mg · Ca) で組成累帯構造を示し、まずスペサルティン成分は周縁部で微増する特徴がある。グロシュラー成分は最外縁部に向かい僅かな単調減少を示す。パイロープ成分は中心部から周縁部に向かい減少した後、最外縁部で再び増加する。一方、アルマンディン成分は周縁部で極大を示し、最外縁部で減少する。今回、これら組成累帯構造の特徴と包有物共生を組み合わせ、コア・マントル・リム部に区分した。ざくろ石コアでは、粗粒な包有物 (150 μ m前後) が多く分布する。その形状と包有物共生 (Zo + Ky) より、原岩に由来する斜長石の初期分解生成物と考えられる。次に、ざくろ石マントルに包有される鉱物共生 (Zo + Ky + Mg-St + Ts + Chl) の中で、典型的なMg十字石 ($X_{Mg} = 0.56\text{--}0.64$) はポホリエ山地で初めて確認された。緑泥石包有物は比較的粗粒かつ角張った形状を示す。今回認められた共生関係 (Mg-St + Ky + Chl) とMg十字石形成に関連する反応 (Simon et al., 1997 Lithos) を考慮すると、このMg十字石の形成時期は超高压変成作用に先立つ可能性がある。なお中村 (2004 岩石鉱物科学) により報告された組成範囲を参照すると、本Mg十字石は高压かつSiO₂不飽和環境下で形成されたことを示唆する。これは、ざくろ石マントルで石英が観察されない事実と矛盾しない。最後に、ざくろ石リムの包有物共生 (Zo + Ky + Ts + Chl + Ms + Qz + Omp) は基質でも一部観察される。ざくろ石リムに取り込まれた包有物の量は、コアやマントルと比べ減少している。また、リム部ではMg十字石が認められないが、放射状亀裂を伴う多結晶質石英 (コース石仮像) は観察される。白雲母は亀裂を伴う包有物が大半を占め、変質が進行している。緑泥石の産状もマントル部と異なり、細粒かつ亀裂が基質と繋がっている。そのため、この緑泥石包有物は、ざくろ石リム成長時に取り込まれた初生的なものではないと判断できる。

今回見出されたざくろ石内の包有物共生の変化は、藍晶石エクロジャイトのプログレード変成進化を記録したものと解釈できる。さらに、ざくろ石リムでのみ石英 (コース石仮像) が観察されたことは、マントルからリム成長にかけてSiO₂不飽和から飽和環境へと移行したことを暗示する。Mg十字石の発見は、東アルプス地域における高压–超高压変成進化とその環境場を読み解く上で有用と考えられる。

Keywords: Ultrahigh-pressure metamorphic rock, Garnet, Compositional zoning, Inclusion, Magnesium staurolite

Insights into the role of failed rifts in the Archean tectonics, evidences from the western Dharwar craton, southern India.

*Sreehari Lakshmanan¹

1. Shimane university

Indian shield has a few Archean cratons and the Dharwar Craton is the largest among them. Based on lithology, age, and geochemical properties the DC is divided into the Western Dharwar Craton (WDC), Central Dharwar Craton (CDC), and Eastern Dharwar Craton (EDC). The WDC preserves the oldest fragments and consist of two generations of volcanosedimentary sequences, –older Sargur Group (>3.0 Ga), younger Dharwar Supergroup (<3.0 Ga)– and multiple generation of granitic rocks ranging from 3.3 to 2.5 Ga. Detailed structural and stratigraphic investigations of the volcano-sedimentary sequences in the WDC are carried out. Especially in the Chitradurga Schist Belt (CSB), Bababudan Schist Belt (BSB) and Shimoga Schist Belt (SSB). Margins of the schist belts which in contact with the basement gneiss are dominated by rift-related conglomerate. Moreover, the schist belts are dominated by sedimentary structures indicating shallow marine sequences and slump deformations. Six stages of deformation events were identified from the study area; among those two events (D2 and D3) were regional-scale deformations. D2 event represents reverse faults and upright folds while D3 event is a strike-slip sinistral fault. The boundaries between schist belt and basement gneiss are also dominated by D2 reverse faults. Most of the rock formation in the WDC is folded during D2 event and the intensity of the folding increases from the west to east. Tightly folded sequences are present in the CSB, that is the eastern margin of WDC. Unfolding of the layers show that the schist belts are narrow, short-lived basins typically resembling aborted-rift settings in the Phanerozoic. Folded layers seem to be sandwiched between reverse faults (D2) represents a fold-and-thrust belt. Results from structural and stratigraphic investigation in the WDC point to the role of failed rifts or half oceans in the Archean. The schist belts distributed at least in the WDC represent the basins formed in the multiple rifting events. These ‘incomplete oceanic’ sequences later amalgamated to each other during regional scale shortening event. The presence of failed rifts also support the absence of complete ophiolitic sequence in the DC.

Keywords: Archean tectonics, Dharwar Craton, Failed rift, Fold-and-thrust belt, Archean basins

Spinel-forming reactions of pelitic metamorphic rocks: activity model of spinel-group minerals

*Toshiaki Shimura¹, Kiri Yamane¹, Kakeru Sakamoto^{1,2}, Shoichi Gota^{3,4}

1. Yamaguchi Univ., 2. Electric Power Development Co., Ltd., 3. Niigata Univ., 4. Tetsudokiki Co., Ltd.

スピネル類, (Mg, Fe, Zn, Mn) Al₂O₄は, 泥質変成岩によく出現する鉱物のひとつである. 泥質変成岩中のスピネル形成反応には, 例えば以下のようなものがある.

- ① Crd = 2(Hc, Spl) + 5Qz
- ② (Alm, Prp) + 2Als = (Hc, Spl) + Crd
- ③ (Alm, Prp) + 2Als = 3(Hc, Spl) + 5Qz
- ④ Alm + 5Crn = 3Hc + 3Als

これらの反応は鉱物増減反応であり, 地質圧力計として利用されている (例えば, Harris, 1981; Perchuk et al., 1989; Bohlen et al., 1986; Shulters & Bohlen, 1989; Nichols et al., 1992など). しかし, 式①の反応曲線は研究者によって傾斜に正負の違いがあったり, これらの圧力計による値が期待される値よりも低圧になる傾向があったりする事などから, スピネルは変成条件の指標鉱物としては, ざくろ石や堇青石などに比べあまり利用されていないようである.

スピネルの活動度モデルは, 地質温度圧力計や熱力学ソフトでは, 例えば以下のようなモデルが使われている.

<例1> Holland & Powell (2011) など

$$X_{\text{Fe}} = \text{Fe} / (\text{Fe} + \text{Mg}), \quad X_{\text{Mg}} = \text{Mg} / (\text{Fe} + \text{Mg}),$$

$$a_{\text{Hc}} = X_{\text{Fe}}, \quad a_{\text{Spl}} = X_{\text{Mg}}$$

<例2> White et al. (2002) など

$$X_{\text{Fe}} = \text{Fe}^{2+} / (\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}), \quad X_{\text{Mg}} = \text{Mg} / (\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}), \quad Y_{\text{Al}} = \text{Al} / (\text{Al} + \text{Fe}^{3+} + 2\text{Ti}),$$

$$a_{\text{Hc}} = X_{\text{Fe}} Y_{\text{Al}}, \quad a_{\text{Spl}} = X_{\text{Mg}} Y_{\text{Al}}$$

<例3> Harris (1981), Goscombe et al. (1998) など

$$X_{\text{Fe}} = \text{Fe}^{2+} / (\text{R}^{2+} \text{ total}), \quad X_{\text{Mg}} = \text{Mg} / (\text{R}^{2+} \text{ total}), \quad X_{\text{Al}} = \text{Al} / (\text{R}^{3+} \text{ total}),$$

$$a_{\text{Hc}} = X_{\text{Fe}} X_{\text{Al}}^2, \quad a_{\text{Spl}} = X_{\text{Mg}} X_{\text{Al}}^2$$

スピネル類の化学構造式はR²⁺R³⁺O₄と書く事ができ, R²⁺サイトにはFe²⁺, Mn, Mg, Zn, Niなどがはいる. R³⁺サイトにはAl, Cr, Fe³⁺, Vなどがはいる. 前述の式①~④ではFe²⁺とFe³⁺の区別が必要で, 反応によりAlの移動も伴っている. したがってスピネルのR³⁺サイト中のAl含有比も考慮しなければならない. しかし例1ではR³⁺サイトを考慮していない. 例2では2モルあるR³⁺サイトを2乗していない. このため, スピネルが関与する変成反応を解析する際このようなモデルを適用すると, 反応曲線の位置や求めた温度圧力の値にずれが生じる事になる.

スピネルが関与する反応曲線のP-T面上での出現順序は, 接触変成帯のアイソグラッドの出現順序として検証できる. 前述の①~④のほか, Shimura et al. (2016), 志村ほか(2021)などによる以下の鉱物増減反応,

$$\textcircled{5} 5\text{Gr}_s + (\text{Alm}, \text{Prp}) + 12\text{Als} = 3(\text{Hc}, \text{Spl}) + 15\text{An}$$

も含め, 島根県の金成変成岩 (郷田ほか, 2010), 山口県の吉部コールドロン周辺 (坂本・志村, 2021) などの接触変成岩について, スピネル出現アイソグラッドの位置を検証した. その結果, 例3の活動度モデルを適用した場合, アイソグラッドの出現順序と矛盾せず, 圧力計の計算結果も, 従来よりも適切な値が得られることがわかった.

スピネルのEPMA分析においては, 検出限界以上の元素を全て測定し, R²⁺:R³⁺:O = 1:2:4 になるように, かつFe²⁺とFe³⁺も区別した原子比を用いれば, その値はR²⁺の分母を1, R³⁺の分母を2とした時のモル分率として利用できる. スピネルの鉱物増減反応を考える場合は, 例3の活動度モデルを用い, さらにNichols et al. (1992)の過剰相互作用パラメタを考慮してZnの補正をするのが良い. このようにすれば, スピネルの出現・消滅は, 変成度の指標として有効に利用できる.

文献

- Bohlen et al. (1986) *J.Petrol.*, **27**, 1143–1156.
Goscombe et al. (1998) *J.Petrol.*, **39**, 1347-1384.
郷田ほか (2010) 地質学会演旨, P-161.
Harris (1981) *CMP*, **76**, 229–233.
Holland & Powell (2011) *JMG*, **29**, 333-383.
Nichols et al. (1992) *CMP*, **111**, 362–377.
Perchuk et al. (1989) *JMG*, **7**, 599–617.
坂本・志村 (2021) JPGU演旨, SMP25-P13.
Shimura et al. (2016) *Goldschmidt Conf.*, 2833.
志村ほか (2021) JPGU演旨, SMP25-11.
Shulters & Bohlen (1989) *J.Petrol.*, **30**, 1017–1031.
White et al. (2002) *JMG*, **20**, 41-55.

Keywords: pelitic metamorphic rocks, spinel, activity, geobarometer, thermodynamics

High-temperature metamorphic rocks from western regions of the Lützow-Holm Bay and eastern part of the Prince Olav Coast, East Antarctica

*Sotaro Baba¹, Shin-ich Kagashima², Nobuhiko Nakano³

1. University of the Ryukyus, 2. Yamagata University, 3. Kyushu University

東南極のドロンイングモードランド東部(35°E)からエンダビーランド西部(45°E)にかけての地域には、エディアカラ～カンブリア紀の変動帯であるリュツォ・ホルム岩体が分布する(Hiroi et al., 1991; Shiraishi et al., 1994; 2003). この岩体については日本南極地域観測隊によって調査がすすめられ、27編の地質図がまとめられている。2021年11月～2022年3月(第63次南極観測隊)にリュツォ・ホルム岩体の未踏査露岩、近年調査が実施されていない露岩を対象に広域的な地質調査が実施された。その概要を報告する。

観測船「しらせ」が昭和基地付近に滞在する2021年12月下旬から2022年1月下旬までの間に、プリンスオラフ海岸、リュツォ・ホルム湾南岸、同湾西部地域に分布するリュツォ・ホルム岩体についてキャンプを伴う調査を6地点で行った。このうち、プリンスオラフ海岸東部のちぢれ岩、リュツォ・ホルム湾西部のベルナバネは、日本南極地域観測隊が未踏査の露岩である。加えて、これまで露岩の地質情報が無く、岩石試料の採取が行われていなかったヒスタ、インステクレパネ(北西露岩)においても短時間の調査を実施した。今回調査を実施した露岩は、リュツォ・ホルム岩体での下記の問題に対して貢献すると考えている。

リュツォ・ホルム湾沿岸に分布するリュツォ・ホルム岩体については、U-Pbジルコン年代、岩相に基づきいくつかのユニット区分(Takahashi et al., 2018; Takamura et al., 2018; Shiraishi et al., 2019; Dunkley et al., 2014; 2020)が提案されているが、西部地域への延長については十分に理解されていない。今回調査を実施したベルナバネ、ヒスタ、ベストホブデにおける岩相、変成作用、変成年代、原岩構成、原岩年代は現在提案されている区分図を検証する上で重要な位置にある。

Baba et al.(2022)は、プリンスオラフ海岸のあけぼの岩の片麻岩について二次イオン質量分析計を用いて変成年代の解析を行い、ジルコンのTi含有量とその年代値に基づき、角閃岩相の変成作用は937 ±6 Maのトニアンであることを明らかにした。このことはリュツォ・ホルム岩体の変成度がカンブリア紀の広域変成作用で、累進的に上昇したという従来の考えを否定する結果である。また、日の出岬を含むトニアンに活動した変成岩体がまとまって分布することを暗示している。あけぼの岩の東方に位置するちぢれ岩はこれまで未踏査であったが、その変成作用、変成年代、原岩の情報はトニアンの年代を示す変成岩体の延長とその範囲を明らかにするうえで重要である。

以上の二点を踏まえ、今後研究を進めていくが、本講演ではちぢれ岩の地質概略および岩石試料について報告を行う。

引用文献

Baba et al. (2022) *Gondwana Res.* 105, 243–261. Dunkley et al. (2014) 7th International SHRIMP Workshop, Abstract. Dunkley et al. (2020) *Polar Sci.*, 26, 100606. Hiroi et al. (1991) *Geological Evolution of Antarctica*, 83–87. Shiraishi et al. (1994) *Journal of Geology*, 102, 47–65. Shiraishi et al. (2003) *Polar Geosci.*, 16, 76–99. Shiraishi et al. (2019) *Int. Symp. Antarctica Earth Sci.*, Abstract. Takahashi et al. (2018) *Journal of Asian Earth Sciences*, 157, 245–265. Takamura et al. (2018) *Geoscience Frontiers*, 9, 355–375.

Keywords: East Antarctica, Lützow-Holm Complex, High-temperature metamorphic rocks

The petrography and geological implication of a gneiss discovered from the Ashio belt in west Tochigi prefecture, north Kanto district

*Ippei Kitano^{1,2}

1. The Hokkaido University Museum, 2. Tochigi Prefectural Museum

栃木県の地質の基盤は足尾帯のジュラ紀付加体であり、美濃一丹波帯の東方延長とみなされている（矢内, 1972; 竹内, 2008）。足尾帯のジュラ紀付加体はしばしば白亜紀～古第三紀花崗岩類に貫入され、ホルンフェルス化している（河田・大澤, 1955; 矢内, 1972, 2008; 伊藤・中村, 2021）。しかしながら、栃木県北東部の那須町伊王野では、珪線石および堇青石を含む黒雲母片麻岩が2 km四方以上にわたって産出することが報告されている（酒井, 1989）。本研究は、栃木県西部の鹿沼市板荷において片麻状構造および鉱物の配向性を有する片麻岩を見出したので、その岩石学的特徴を報告する。なお、本研究で用いた試料の一部は、標本番号（503081）として栃木県立博物館に登録・収蔵されている。栃木県西部足尾山地では、主に砂岩と頁岩からなる砕屑岩や、珪質頁岩、珪質粘土岩、チャート、緑色岩類および炭酸塩岩類からなるジュラ紀付加体が広く分布している（鎌田, 2008）。花崗岩体の周囲1-2 kmにわたってホルンフェルス化し、自形で1-2 cm大の堇青石または紅柱石を含むことがある（河田・大澤, 1955; 矢内, 2008）。変成泥岩に炭質物温度計を適用して約290-510°Cの変成温度が見積もられている（伊藤・中村, 2021）。鹿沼市板荷では、黒雲母花崗岩が層状チャートに貫入し、気成鉱化作用によりタングステン鉱床を胚胎する（櫻井, 1943; 中沢・物部, 1957; Ishihara and Sakai, 1995）。この花崗岩から64-63 Maの白雲母または黒雲母K-Ar年代が得られている（Ishihara and Sakai, 1995）。採取試料は中沢・物部（1957）で記載されている板荷鉱山の変質帯付近に産し、0.5-1.5 cm厚の珪質層と数mm厚の雲母質層が互層する面構造を有する。この雲母質な面上では、フィブロライトの数mmの集合体が配列し明瞭な線構造をしめしている。その珪線石の大半をランダムに配向した大小の紅柱石が置換している。珪質層は褐色味があり、比較的粗粒で暗褐色の石英が点在している。顕微鏡下では、雲母質層は主に細粒な黒雲母、白雲母、フィブロライト、粗粒な紅柱石から構成される。黒雲母、白雲母およびフィブロライトは定向配列し、紅柱石が部分的にフィブロライトを置き換えている産状や二次的な白雲母に置き換えられている産状が認められる。珪質層は粗粒～細粒な石英と細粒な黒雲母で占められる。粗粒な石英は面構造に沿ってやや扁平した形状を呈し、同方向に配列している細粒な黒雲母や稀にフィブロライトを包有し、その粒間や周囲を包有物のない比較的細粒な石英または黒雲母が充填している。本研究で採取した片麻岩は面構造を有し、定向配列するフィブロライト、黒雲母、白雲母を含む。また、面構造に調和的に配列した黒雲母やフィブロライトを包有する石英の産状も確認された。これらの組織は、上記の変成鉱物が高温条件下で形成し、同時期に延性変形を受けて定向配列した過程を示唆する。定向配列するフィブロライトはランダムな方向性を呈する紅柱石に置換されており、片麻岩形成後に変形を伴わない熱変成を重複して被り、紅柱石安定領域条件下での再結晶化が促されたことが想定される。また、この片麻岩の卓越する珪質層と薄い雲母質層からなる片麻状構造は原岩の構造に由来すると考えられ、板荷周辺では薄層の泥質岩を伴うチャートが卓越していることから、片麻岩の原岩は周囲のジュラ紀付加体の層状チャートであると推察される。つまり、鹿沼市板荷に産する片麻岩は足尾帯ジュラ紀付加体を原岩とし、高温条件下で延性変形を受けて片麻岩となったのち、周囲の付加体とともに白亜紀～古第三紀花崗岩類に貫入されてホルンフェルス化を被った過程が考察される。足尾帯は美濃一丹波帯に相当することから、本研究で見出された栃木県西部の片麻岩は領家帯の一部である可能性が示唆される。この結果は、足尾帯として位置付けられている栃木県には領家帯に相当する片麻岩類が分布する可能性を示唆し、更なる詳細な地質調査および岩石学的解析を踏まえて地体構造区分を再検討する必要がある。引用文献 Ishihara and Sakai (1995) *Resource Geology*, 伊藤・中村 (2021) 地質調査研究報告, 鎌田(2008)「関東地方」朝倉書店, 河田・大澤 (1955) 5万分の1地質図幅説明書「足尾」, 中沢・物部 (1957) 地下資源調査報告書, 酒井 (1989) 日本地質学会第96年学術大会要旨, 櫻井 (1943) 自然科学と博物館, 竹内 (2008)「関東地方」朝倉書店, 矢内 (1972) 岩石鉱物鉱床学会誌, 矢内 (2008)「関東地方」朝倉書店

Keywords: gneiss, fibrolite, andalusite, Ashio belt, Tochigi



The metamorphism of metamorphic rocks from Otsu-jima Island, South of Yamaguchi Prefecture

*ZEJIN LU¹, Masaaki Owada¹

1. Yamaguchi University Graduate School of Sciences and Technology for Innovation

1、地質概要 山口県南部には、三疊紀高圧型変成岩類（周防帯）、白亜紀領家変成深成複合岩体、白亜紀火山岩類が分布する。大津島は周防帯と領家帯の境界部に位置する。大津島に産する変成岩類は主に泥質片岩から構成され、珪質片岩や少量の石灰珪質片岩と変玄武岩を伴う。片理面は東西方向で北南に傾斜し、褶曲構造が認められる。また、南部には走向とほぼ平行で、20–30 北傾斜の衝上断層が発達する。島の北東部には白亜紀の花崗岩が貫入している。

2、岩石記載 野外の産状から3ステージの変形作用が想定される。ステージ1：原岩の層理面とそれに平行な片理面の形成(S1面の形成)、ステージ2：波長数mの閉じた褶曲構造の形成と軸面劈開(S2面の形成)、ステージ3：衝上断層の形成 (S3面の形成)。 泥質岩の鉱物組み合わせは以下の通り。ステージ1：黒雲母(Bt)、白雲母(Ms)、斜長石(Pl)、石英(Qtz)を含み、低変成度では緑泥石(Chl)、高変成度では紅柱石(And)、珪線石(Sil)、ざくろ石(Grt)、堇青石(Crd)、カリ長石(Kfs)とコランダム(Crn)を含む。ステージ2では褶曲軸面に沿ってMsとBtが再結晶し、ステージ3は衝上断層沿いのみ発達し、BtがChlに置換される。

3、変成分帯 ステージ1は最高変成時の組み合わせを示し、鏡下組織と鉱物組み合わせなどからBt zone、And-Crd zoneとSil zoneに区分できる。

Bt zone: Bt+Ms±Chl

And-Crd zone: Bt+Crd+And+Kfs; Bt+Ms+Grt±Kfs; Bt+Crd+Ms+Kfs±Chl; Bt+And+Ms

Sil zone: Bt+Crn+Crd+Sil+Kfs; Bt+Grt+Kfs+Crd

各帯は、北から南へSil zone、And-Crd zoneそしてもっとも低変成度のBt zoneが分布し、向斜軸を挟んで再びAnd-Crd zone、Sil zoneが分布する。そして、ステージ3の衝上断層を挟んでAnd-Crd zoneの変成岩類が最南部に分布する。

4、議論 (1) **変成履歴**：And-Crd zoneでは、Andの中にMsとQtzを包有されることから以下の反応が推定される： $Ms + Qtz = And + Kfs + H_2O$ 。また、Crd中にはChlやMsが包有されることから、 $Chl + Ms + Qtz = Crd + Bt + H_2O$ の反応が想定される。これらは昇温期の変成作用に相当する。

Sil zoneでは、面構造を形成するCrdがBtを含むことから $Sil + Bt + Qtz = Crd + Kfs + H_2O$ の反応が考えられる。Sil zoneはコランダム(Crn)を含むが、CrnはしばしばMsに置換される。これは、 $Crn + Kfs + H_2O = Ms$ が温度低下によって進行したことを示す。すなわち、大津島の変成岩は時計回りのP-T Pathを示すと推察される。

(2) **大津島変成岩の原岩**：大津島の碎屑性ジルコンの最も若いU-Pb年代年代は 249.2 ± 1.3 Maで、原岩の堆積年代はトリアス期であると考えられ、周防帯に相当し、その後、高温低圧型の変成作用を受けたと考えられる。先行研究による碎屑性ジルコン年代と変成作用の類似性から、田川北東地域約250Ma（柚原ほか、2021）、久留米地域260~250Ma（Tsutsumi et al.,2003）、そして大牟田地域約250Ma（Miyazaki et al.,2017）も大津島と同じ地質体に属すると推察される。

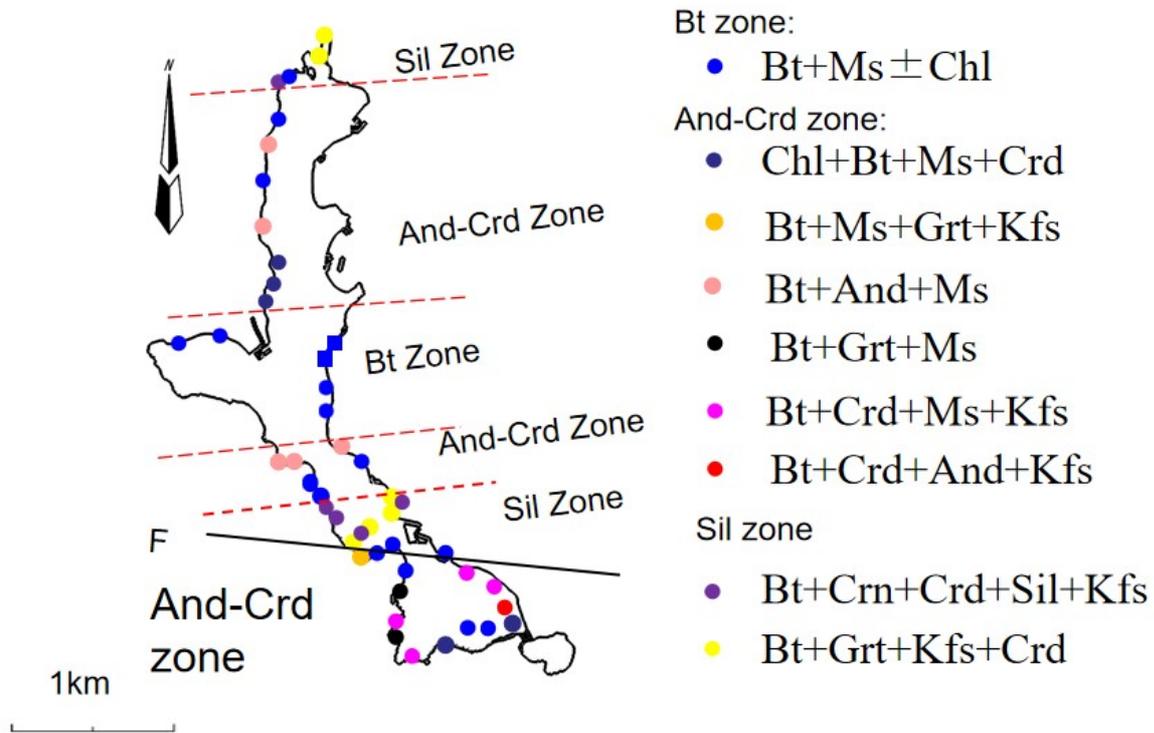
参考文献

Tsutsumi, Y., Yokoyama, K., Terada, K. and Sano, Y., 2003, SHRIMP U-Pb dating of detrital zircons in metamorphic rocks from northern Kyushu, western Japan. *J. Mineral.Petrol. Sci.*, 98, 181–193.

Miyazaki, K., Ikeda, T., Matsuura, H., Danhara, T., Iwano, H.and Hirata, T., 2017, A high-T metamorphic complex derived from the high-P Suo metamorphic complex in the Omuta district, northern Kyusyu, southwest Japan. *Isl. Arc*, 26, e12208, doi: 10.1111/iar.12208.

柚原 雅樹, 清浦 海里, 日高 万莉亜, 外田 智千, 早坂 康隆, 北部九州東部に分布する田川変成岩類の変成作用, 地質学雑誌, 2021, 127 巻, 8 号, p. 447-459

Keywords: High-temperature/Low-pressure type, P-T Path, zircon U-Pb age



図：ステージ1の鉱物組み合わせと変成分帯

Late Cretaceous-early Paleogene Ryoke belt and Ryoke marginal zone of the Kanto Mountains in central Japan

*Akira ONO¹

1. None

三波川変成岩と珪長質火成岩類が関東山地北縁部に分布している。これらは白亜紀後期から古第三紀初期の弧-海溝系において相互にかなり離れて分布していた地質体である。それらが現在同じ地域に分布している理由は、珪長質火成岩類がナップテクトニクスを被って三波川変成岩の分布域に移動したためである。実際、関東山地には跡倉ナップが存在する。中新世前期には跡倉ナップに重なる領家ナップ [1] も存在していた。これらのナップの研究に基づいて、本州中央部の古第三紀初期ごろの弧-海溝系が復元されている [2, 3]。その模式的復元図を少し修正したものがFigure Aである。赤色領域は領家変成岩の分布域で、その南東（海洋側）は領家南縁帯 [4]である。領家南縁帯は領家帯の南縁部と誤認される恐れがあるので、ここでは**領家外縁帯**と呼称する。

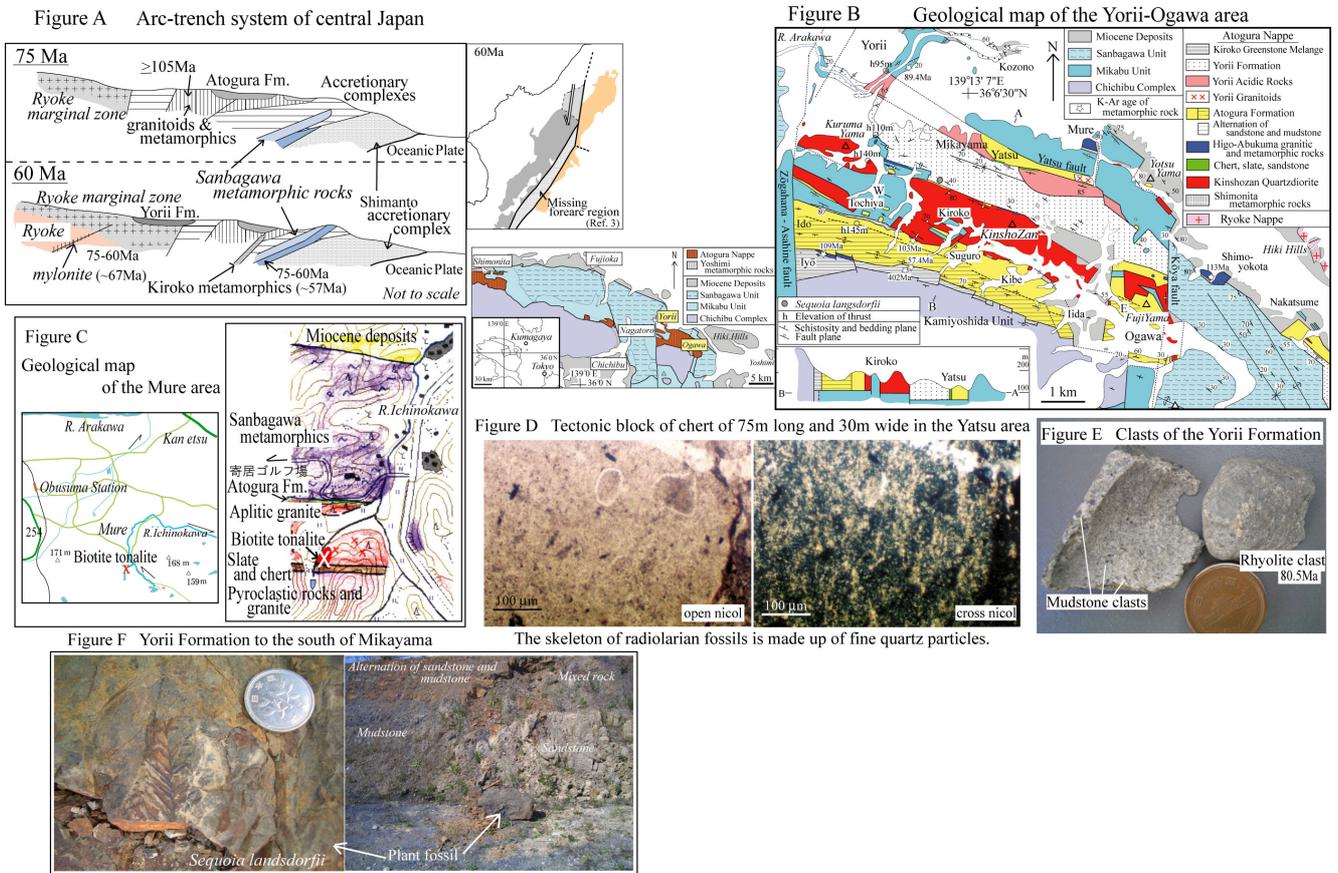
関東山地に領家帯は確認されていないが、領家ナップ由来の礫が小川盆地や秩父盆地の中新世礫岩にみられる [1]。花崗岩礫などの鉱物や全岩のK-Ar年代は、約60-75Maであり、伊那山地の領家帯の年代データと調和している。領家外縁帯には非変成のジュラ紀付加複合体や白亜紀後期の珪長質火成岩類や白亜紀後期-古第三紀初期の堆積岩などが分布している。領家外縁帯の海洋側にはおもに白亜紀前期以前の地質体が分布しており、そこでは白亜紀後期以降にナップテクトニクスが起きている。その更に海洋側では三波川変成岩が上昇している (Figure A)。

群馬県下仁田地域での領家外縁帯の地質体は、ジュラ紀付加体の南蛇井層、約95Maや70Maの花崗岩類、67Maの骨立山凝灰岩、73Maの酸性凝灰岩、白亜紀後期-古第三紀初期の神農原礫岩および83Ma-64Maごろに堆積した赤津層などである。年代値はジルコンのU-Pb年代であり [5, 6]、これらの年代データによって65-75Maごろの火成活動が領家外縁帯で生じていることが判明した。埼玉県寄居-小川地域の領家外縁帯に由来する地質体は、跡倉ナップの寄居層、寄居酸性岩類、寄居花崗岩およびジュラ紀付加体と推定される固結度の高い泥岩や砂岩やチャートの小岩体である (Figures B-F)。チャートはおもに微細な石英粒子と少量のセリサイトからなり、放散虫化石の保存状態はかなり良好である (Figure D)。顕著な変成作用は被っていない。寄居花崗岩は中粒塊状の黒雲母トータル岩で、牟礼の市野川沿いの一か所に露出している (Figure C)。寄居層はおもに砂岩や礫岩から成るが、寄居町三ヶ山や五ノ坪では炭質物に富む黒色泥岩 (Figure F) が広範囲に分布している。寄居層の固結度は低く、礫岩の比較的大きい礫は、ハンマーで軽く叩いて取り出せる (Figure E)。礫岩の礫は、おもに火砕岩、凝灰岩、花崗岩、花崗斑岩、火山岩などであるが、泥岩、砂岩、珪質岩も多い。砂岩や泥岩の礫は固結度が低いものが多く、放散虫化石の骨格は非晶質シリカである。これらの礫の供給源は、角礫が少なくないことからみて、寄居層の近傍にあった白亜紀末期の堆積岩であろう。流紋岩礫と泥質ホルンフェルス礫のK-Ar全岩年代は、それぞれ80.5Maと66.5Maである [7]。このホルンフェルス礫を除いて、変成岩礫は見出されていない。領家帯に由来する領家変成岩、マイロナイト、片麻状トータル岩の礫は発見されていない。

寄居町の荒川沿いにはチャートに類似する細粒の暗黒色凝灰岩が寄居層の西方に分布している。ジルコンのフィッシュトラック年代は60.7Maで、火山活動の年代とされている [8]。この凝灰岩は寄居酸性岩類という見解もあるが、寄居酸性岩類には細粒の暗黒色凝灰岩はどこにも見あたらない。しかも、寄居酸性岩類はジルコンのU-Pb年代が67Maの骨立山凝灰岩に対比されている [4]。したがって、暗黒色凝灰岩は古第三系寄居層の一員と推定される。

[1] 小野, 2004, 地質雑, v. 110, no. 7, 395-402. [2] 小野, 2010, JpGU Meeting, SGL046-P10. [3] 小野, 2014, JpGU Meeting, SMP46-P19. [4] 埼玉総会中・古生界シンポジウム, 1995, 地球科学, v. 49, no. 4, 271-291. [5] 河合ほか, 2022, 群馬県立自然史博物館報 (26), 75-90. [6] 佐藤ほか, 2020, 群馬県立自然史博物館報 (24), 53-70. [7] 小野, 2000, 地質雑, v. 1060, no. 9, 620-611. [8] 大平, 2004, 地団研専報52号, 51-65.

Keywords: Ryoke belt, Ryoke marginal zone, Atogura nappe, Ryoke nappe, Yorii formation, early Paleogene



The skeleton of radiolarian fossils is made up of fine quartz particles.

Structural and petrological study of serpentinite mélange rocks in the Nomo metamorphic rocks, Japan

*Taisei KIMURA¹, Ken-ichi HIRAUCHI¹

1. Shizuoka university

深部低周波微動と短期的スロースリップの同時発生現象であるepisodic tremor and slip (ETS)の一部は、巨大地震震源域の下限以深に沿って帯状に分布していることが明らかとなっている(Rogers and Dragert, 2003; Obara et al., 2004)。近年のETSの発生に関する構造地質学的研究では、レオロジーの不均質性に注目している。例えば、Tarling et al. (2019)では、スラブ・マントル境界域で形成された蛇紋岩メランジュ内での交代作用に着目し、粘性変形が卓越する蛇紋岩マトリックス内部にて、蛇紋岩やロジン岩などからなるブロックとの間で起きた交代作用によって水が放出され、間隙水圧の上昇が起こることで脆性破壊が誘発される可能性を指摘している。そこで、本研究では、蛇紋岩メランジュにおける交代作用がスラブ・マントル境界の力学・変形特性に与える影響について明らかにするために、野母半島の長崎変成岩類を研究対象として構造岩石学的解析を行った。

野母半島長崎変成岩類には塩基性片岩と泥質片岩からなる結晶片岩類と蛇紋岩類、古期変成はんれい岩複合岩類が分布している。結晶片岩類は泥質片岩の鉱物組合せをもとに緑泥石帯、ザクロ石帯、黒雲母帯に分帯されており、そのうち黒雲母帯は緑簾石角閃岩相に相当することが知られている(宮崎・西山, 1989)。本研究では、宮崎町川原木場において蛇紋岩体と黒雲母帯に属する結晶片岩類の境界部に露出した蛇紋岩メランジュ(西山ほか, 1997)に着目した。蛇紋岩メランジュは主に変成塩基性岩と曹長岩から構成される。変成塩基性岩では大きさ数cm~数10 cmの曹長石からなるレンズ状のブロックとそれを囲むアクチノ閃石、緑泥石からなるマトリックスから構成されるblock-in-matrix構造が認められる。マトリックスでは、アクチノ閃石と緑泥石の形態定向配列により、片理が形成されている。また、マトリックス内にはクリノゾイサイトが濃集した部分や緑泥石からなる局所的な剪断帯がみられる。さらに、変成塩基性岩を切るように発達した幅数cm程の緑泥石ーアクチノ閃石片岩が確認される。緑泥石ーアクチノ閃石片岩は、周囲の変成塩基性岩に比べて片理が強く発達しており、剪断帯を形成している。

上記の結果は、スラブ・マントル境界域において曹長岩が高間隙水圧下にて破砕され、ブロック化したことを示唆する。そして、マトリックスがアクチノ閃石や緑泥石、クリノゾイサイトから構成されていたことから、破砕によって形成された間隙にCaやAlに富んだ流体が浸透し、交代作用によって析出したと考えられる。このプロセスは間隙率を低下させることから、再び高間隙水圧条件を促し、曹長岩の破壊を引き起こすことが示唆される。また、マトリックスでのみ片理が認められたことは、ブロックとマトリックスの間で強度差が生じ、レオロジーの不均質化が生じたことを示唆する。さらに、緑泥石ーアクチノ閃石片岩にて剪断帯が形成されていたことから、開口破壊域にアクチノ閃石や緑泥石がより多く析出した領域では変形の局在化が起こると考えられる。以上のように、間隙水圧の上昇による破砕作用とそれに伴う交代作用がスラブ・マントル境界域の力学・変形特性に重要な影響を与える可能性がある。

引用文献：宮崎・西山(1989), 地質学論集, 33, 217-236. 西山ほか(1997), 日本地質学会104年学術大会見学旅行案内書, 131-162. Obara et al. (2004), *Geophysical Research Letters*, 31, L23602. Rogers and Dragert (2003), *Science*, 300, 1942-1943. Tarling et al. (2019), *Nature Geoscience*, 12, 1034-1042.

Keywords: Nagasaki metamorphic rocks, serpentinite mélange, metasomatism, block-in-matrix texture, albite, actinolite, rheological heterogeneity, strain localization

Quantitative determination of hydrous minerals in serpentinites using TG-DTA

*Shusaku YAMAZAKI¹, Toshiyuki KURAHASHI¹

1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region

1. はじめに

沈み込み帯における蛇紋岩化作用は、マントルウェッジを構成するかんらん岩に沈み込むプレートから供給された流体が付加し、かんらん石・輝石が蛇紋石化する変成反応である。形成される蛇紋岩類は、温度圧力条件や関与した流体の組成と、蛇紋岩化の度合いに応じて様々な蛇紋岩化の組織と反応鉱物が形成され、多様な強度、密度や磁性を示す。従って、マントルウェッジにおける蛇紋岩化プロセス、岩石物性、化学組成の多様性を系統的に理解するためには、定性的な岩相・組織の記載に留まらず、蛇紋岩中の構成鉱物量比の定量化が必要であると考えられる。しかしながら、肉眼・偏光顕微鏡観察により蛇紋石種を精細に判別することは難しく、蛇紋岩類の組織や構成鉱物の多様性を定量的かつ簡便に評価する手法は確立されていない。

2. 手法

熱重量・示差熱重量 (TG-DTA) 分析は、試料の加熱に伴う重量変化と基準物質との温度差 (示差熱) を測定する手法であり、含水鉱物種の判別や含有量の推定に用いられる。また、TG測定結果を温度微分したDTG曲線より、リザーダイト、クリソタイル、アンチゴライトのピークを分離することで、蛇紋石鉱物の識別と含有量を推定する手法が提案されている (Viti et al. 2011)。先行研究では、ピーク形状が左右対称のVoigt関数を用いており、TG-DTAでは反応速度の温度依存性から一般にピーク形状が左右非対称となるため、解析結果に誤差を生じる可能性が示唆される。そこで本研究では、DTG曲線のピークフィット解析に、非対称形の関数である指数関数的に改変したガウス関数 (EMG関数) を適用することで、蛇紋岩中の含水鉱物種の識別と含有量の定量化、そして総蛇紋石量に占めるアンチゴライト量比の推定を行った。また、XRD分析による鉱物含有量の分析、岩石薄片を用いた高温・低温蛇紋岩化組織の面積測定結果との対比を行った。

3. 試料と地質背景

測定試料は、北海道の神居古潭帯に分布する鷹泊蛇紋岩岩体の縁辺部を掘削したトンネル建設において採取された水平ボーリング試料であり、蛇紋岩化度が95-100%の非変質な塊状蛇紋岩類を採取し分析した。蛇紋岩類は、リザーダイト+クリソタイル+ブルーサイト+磁鉄鉱のメッシュ状組織からなる低温型蛇紋岩と、一部に、アンチゴライト+クリソタイル+磁鉄鉱+ブルーサイトによる綾織状組織を示す高温型 (アンチゴライト) 蛇紋岩、および両組織が混在する岩相が確認された。また、かんらん石が残存する高温型蛇紋岩試料では、一部に変成かんらん石を伴うものがある。高温型蛇紋岩化作用に伴い、クロムスピネルの縁辺部が磁鉄鉱により交代される。また、蛇紋岩類の源岩はハルツバージャイトが主体であり、一部にダナイトを伴う。鷹泊蛇紋岩岩体は、空知一エゾ帯の幌加内 (空知) オフィオライト下のマントルセクションに相当すると考えられており、白亜紀前弧海盆堆積物の蝦夷層群とその下位の空知層群の玄武岩類に覆われ、構造的な下位で沈み込みスラブを起源とする角閃岩および青色片岩を含む神居古潭変成岩類 (幌加内ユニット) と接する (竹下ほか, 2018)。試料採取地点を含む岩体縁辺部においてアンチゴライト蛇紋岩および混在型蛇紋岩が出現することから (Igarashi et al., 1985)、鷹泊岩体の縁辺部はウェッジマントルにおける蛇紋岩化の反応前線を記録している可能性がある。

4. 測定結果

TG-DTAによる含水鉱物の定量結果として、蛇紋岩10 mgを用いたTGの繰り返し分析から、含有量5 wt%以上では誤差2-5%、含有量2-5 wt%では10-20%の精度で蛇紋岩中の含水鉱物 (ブルーサイトおよび総蛇紋石量) を定量可能であった。また、アンチゴライト+ブルーサイト+磁鉄鉱からなる高温組織の面積率が61%となる蛇紋岩試料を対象に、EMG関数を用いたDTG曲線のピークフィット解析を行ったところ、アンチゴライト含

有量は68%と推定され、XRDによる解析結果とも整合的であった。このように、TG分析により測定される総蛇紋石量に占めるアンチゴライト量比をDTG曲線のピークフィット解析により比較的精度良く推定することが可能であることがわかった。

【引用文献】

竹下ほか (2018), 地質学雑誌, 第124巻, 第7号, 491-515.

Igarashi et al. (1985), Jour. of the Faculty of Sci. Hokkaido Univ., Series 4, 21(3), 305-319.

Viti, C. et al. (2011), American Mineralogist, Vol. 96, 1003-1011.

Keywords: Serpentinite, TG-DTA, Ophiolite, Sorachi-Yezo Belt, Mantle wedge

Relative mobility of magnesium and silica at mantle-crust boundaries

*Atsushi Okamoto¹, Kazuki Yoshida¹, Ryosuke Oyanagi²

1. Tohoku University, 2. Kokushikan University

海洋リソスフェア、または沈み込み帯において最も大きな物質的な境界の1つは地殻とマンツルの境界である。地殻はシリカに富み、マンツルはマグネシウムに富むために、水流体が存在する場合には大きな物質移動を伴った反応、すなわち交代作用が起こる。特に、地殻に石英が存在する場合、その溶解度は非常に高いために、沈み込み帯のプレート境界ではシリカがマンツル側に移動して滑石などができるシリカ交代作用が起こると考えられている(Manning, 1995)。また、マンツルー地殻境界を模擬したかんらん石-石英、かんらん石-斜長石の物質境界を用いた水熱実験(200-300 degreeC, 飽和蒸気圧)においては、石英や斜長石側が一方向的に溶解して、かんらん石側にそれぞれ滑石/蛇紋石/蛇紋石+ブルース石+マグネタイト、Al蛇紋石/蛇紋石/蛇紋石+ブルース石+マグネタイトという反応帯を作ることを報告している(Oyanagi et al., 2020)。一方で、三波川変成帯などで観察される蛇紋岩体と泥質片岩の境界においては、蛇紋岩体側にトレモライト岩が形成し、泥質片岩側に緑泥石岩が形成することがしばしば報告されている(Okamoto et al., 2021)。このことは、マグネシウムがマンツルから地殻へと移動していることを示唆している。本講演では、沈み込み帯におけるマグネシウムとシリカの移動度について、その要因と重要性について検討した結果を報告する。近年、開発が進んでいる、溶液の熱力学モデルを用いて、南海トラフの沈み込み帯の温度構造に沿って、泥質片岩及びかんらん岩と平衡な溶液組成を計算した。その結果、450C, 1GPa程度の条件において、泥質片岩中の水溶液ではシリカの濃度がマグネシウムに比べて4桁以上も高くなる、一方、蛇紋岩化したかんらん岩に平衡な流体は、Mg濃度の方がシリカよりも2桁ほど大きい。また、興味深いことに、マンツル中のMg濃度は泥質片岩中のシリカ濃度と同等、または大きくなることが明らかになった。このことは、沈み込み帯深部の条件において、シリカとマグネシウムの相互の元素移動が起こることを示唆している。このような条件は、沈み込み帯流体のpHやそれによるMg(OH)₂,aqなどの錯体の濃度が高いことに依存すると考えられる。また、シリカが流入しながら蛇紋岩化してマンツルウェッジが膨張する、または、マグネシウムが抜けながら体積収縮しながら交代作用をする、という2つのケースについて離散要素法のシミュレーションをおこなった。その結果、流体圧の上昇の仕方、また亀裂の形成の仕方が大きく異なることが明らかとなった。この沈み込み帯溶液組成の違いを異なる沈み込み帯で比較するとともに、天然の産状との対応を詳細に検討する予定である。Manning, C.E., (1995) *Int Geol. Review*, 337, 1074-1093; Oyanagi et al., (2020) *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 270, 21-42; Okamoto, A. et al., (2021) *Comm Earth Env*, 2:151

Keywords: mantle-crust boundary, subduction zones, metasomatism, magnesium and silica, solution chemistry

Deformation and hydrothermal alteration processes of the basal peridotites in the Palawan Ophiolite: Effects on subduction initiation process

*Hiyori ABE¹, Ken-ichi HIRAUCHI¹

1. Shizuoka University

沈み込み帯域オフィオライトは、海洋プレートの沈み込み開始時におけるマントルウェッジの様子を観察できる天然の例として挙げられる(Prigent *et al.*, 2018b). オフィオライトの下位にみられるメタモルフィックソールはスラブ物質を起源とし、両者の境界は沈み込み開始当時のプレート境界に相当する。したがって、オフィオライトの基底部かんらん岩の変形・熱水変質作用の特徴を調べることは、スラブ直上のマントルウェッジのレオロジックの性質を理解する上で重要である。本研究では、マントルウェッジ基底部における変形・熱水変質作用が沈み込み開始過程に及ぼす影響を理解することを目的として、フィリピン共和国のパラワン島に露出するパラワンオフィオライトの基底部かんらん岩体について構造岩石学的解析を行った。

パラワン島のUlugan Bay東岸にはメタモルフィックソールを構成する角閃岩が分布し、直上に位置する基底部かんらん岩と断層を介して接する(Keenan *et al.*, 2016). Valera *et al.* (2021)は、メタモルフィックソールの角閃岩の変成ピークが約700 °C, 13 kbarであることを明らかにした。Keenan *et al.* (2016)は、オフィオライト構成岩石と角閃岩の年代測定結果から、約34 Maに中央海嶺の拡大軸付近で強制的沈み込みが起こったことを指摘している。

本研究で採取した基底部かんらん岩はダナイトおよびハルツバージャイトまたはレルゾライトから構成され、少なくとも幅約2 kmにわたってかんらん石の動的再結晶による細粒化が進んでいることを明らかにした。細粒化の程度はメタモルフィックソールに近い地点ほど高く、細粒なかんらん岩は、より低温下でのかんらん石の溶解と滑石の析出を経験していた。滑石はネットワーク状に析出しており、かんらん石以外の鉱物はほとんど認められなかった。

オフィオライト基底部において、かんらん石の変形機構が転位クリープであったことが示唆される。また、滑石の析出は、スラブ脱水に由来する水流体の供給に伴って起こったことが示唆される。摩擦係数の低い滑石が片理面に沿ってネットワーク状に析出していることは、基底部かんらん岩の強度を低下させると考えられ、このことから、沈み込み初期のマントルウェッジ基底部における熱水変質作用は、剪断帯を弱体化させ、海洋プレートの継続的な沈み込みを促進していたことが示唆される。

引用文献 : Keenan *et al.* (2016), *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **113**, 7379-7366.
Prigent *et al.* (2018b), *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **123**, 7529-7549. Valera *et al.* (2021), *Journal of Metamorphic Geology*, **40**, 717-749.

Keywords: subduction initiation, Palawan Ophiolite, basal peridotite, mantle wedge, olivine, dislocation creep, talc

Cathodoluminescence and EBSD observations on quartz phenocrysts from a weakly deformed granite porphyry in the Ryoke belt, Awaji Island, SW Japan.

*Chenghan Liu¹, Qi Wang¹, Takamoto Okudaira², Norio Shigematsu³

1. Department of Geosciences, Osaka City University, 2. Department of Geosciences, Osaka Metropolitan University, 3. Geological Survey of Japan, AIST

Introduction: Cathodoluminescence (CL) is sensitive to defects and/or impurities in crystals. CL images have been used to observe microstructures within grains to understand mineral growth and diagenetic processes (Götze 2009). It has also been used in structural geology to observe patterns of healed fractures, subgrain boundaries (SGBs), and twins (Shimamoto et al 1991; Hamers et al 2017). We observed deformed quartz phenocrysts with different degrees in mylonitized granite porphyries reported by Kano and Takagi (2013). In CL images of the deformed quartz phenocrysts, some planar deformation features (PDFs) can be observed. In this study, we analyzed the CL images and EBSD maps of the weakly deformed quartz phenocryst to clarify the formation processes of PDFs observed in CL images. In addition, we will evaluate impurity distribution within quartz phenocrysts by EPMA compositional maps and FT-IR H₂O concentration maps.

Results and Discussion: Quartz phenocrysts exhibit an undulose extinction indicative of internal plasticity under the optical microscope. Kernel Average Misorientation (KAM) maps and orientation difference profile normal to the extension direction of an undulose extinction show misorientation angles between two adjacent pixels are less than 2°. SGBs with a misorientation angle of no less than 0.4° can be assigned to almost all the PDFs. In pole figures, the crystallographic axes and planes of quartz are rotated around the *c*-axis, and the misorientation axes distribute parallel to the *c*-axis, indicating a dominant prism $\langle a \rangle$ slip system. Our observations suggest that SGBs under the optical and EBSD observations can be comparable with the PDFs in CL images, implying that the PDFs in CL images can be derived from the accumulation of defects to SGBs. Furthermore, we estimated the stress applied to quartz phenocryst based on the subgrain size piezometer of Goddard et al (2020). Given the misorientation angle of 1°, the subgrain size is 29 μm , and the estimated stress is 14 MPa.

References: Goddard et al (2020) *Geophys Res Lett* 47:e2020GL090056; Götze (2009) *Mineral Mag* 73:645–671; Hamers et al (2017) *Phys Chem Mineral* 44:263–275; Kano and Takagi (2013) *Geol Soc Japan* 119:776–793; Shimamoto et al (1991) *J Struct Geol* 13:967–973.

Keywords: Planar deformation features, Deformed quartz phenocryst, Cathodoluminescence

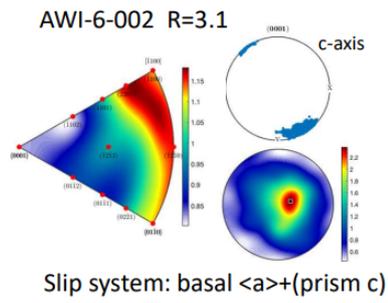
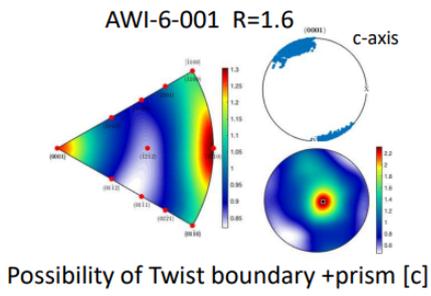
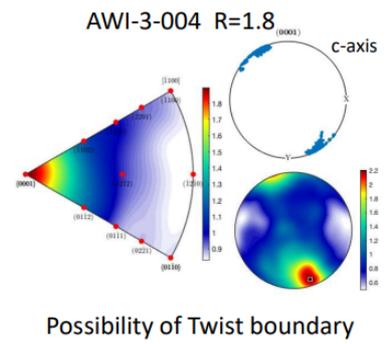
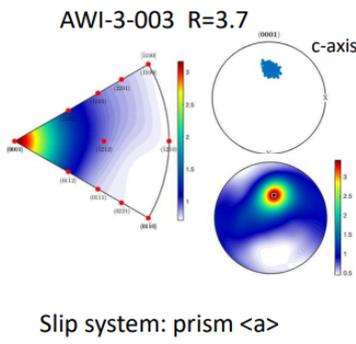
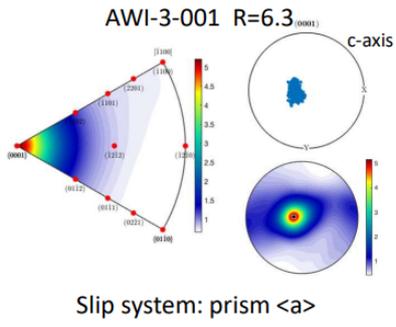
Relationship between the strain and the activity of slip systems in deforming quartz from misorientation and shape-preferred orientation of quartz phenocrysts in a deformed granite porphyry

*Qi WANG¹, Takamoto OKUDAIRA², Norio SHIGEMATSU³

1. Department of geoscience, Osaka City University, Osaka, Japan, 2. Department of Geosciences, Osaka Metropolitan University, Osaka, Japan, 3. Geological Survey of Japan, AIST

During plastic deformation of quartz under the upper crustal conditions, $\langle a \rangle$ slip systems are predominantly active, which has been considered to be temperature-dependent (Law 2014). However, based on a detailed textural analysis of CPOs of experimentally and naturally deformed quartz samples, Kilian and Heilbronner (2017) argued that the basal $\langle a \rangle$ slip system is not the dominant slip system under the upper crustal conditions. To clarify the relative importance of slip systems in quartz, based on optical and EBSD observations, we analyze quartz phenocrysts in deformed granite porphyry samples of different strains reported by Kano and Takagi (2013). The quartz phenocrysts exhibit undulate extinction, commonly elongate and lenticular with different aspect ratios (ARs) (i.e., strain) ranging from 1.2 to 6.3 to identify the dominant active slip system based on misorientation analyses via EBSD data (Lloyd et al. 1997). The misorientation axis of almost all concentrated subparallel to the Y -axis (i.e., rotation axis) of the sample coordinates. Only the phenocryst with AR=1.8 has concentrated in the periphery near the Z -axis of the sample coordinates and also parallel to the $[c]$ axis; the high density distributed around the $[c]$ axis in the crystal coordinates may be twist boundary. Phenocrysts with ARs of 6.3 and 3.7, the misorientation density shows a maximum around the $[c]$ axis, indicative of the activity of prism $\langle a \rangle$. Phenocryst with AR of 3.1, the highest density concentration is close to the $\{m\}$ and perpendicular to the $[c]$ axis, indicative of the activity of basal $\langle a \rangle$ (+ prism $[c]$). The phenocryst with AR of 1.6 has distributed two concentrations around the $[c]$ and $\langle a \rangle$ axes, indicative of twist boundary (basal +basal) and the activity of prism $[c]$. Consequently, the dominant slip systems in the quartz phenocrysts are prism $\langle a \rangle$ and basal $\langle a \rangle$ (+ prism $[c]$). The values of the AR of quartz phenocrysts indicative of the activity of prism $\langle a \rangle$ slip system are higher than those with basal $\langle a \rangle$ slip system, implying that the CRSS for the former is lower than that for the latter. References: Kano and Takagi (2013) J Geol Soc Japan 119:776. Lloyd et al. (1997) Tectonicphysics 279:55. Kilian and Heilbronner (2017) Solid Earth 8:1095. Law (2014) J Struct Geol 66:129.

Keywords: Quartz slip system, EBSD, Deformed quartz phenocryst, Misorientation



Session Poster | T2. [Topic Session] Cenozoic SW Japan arc: from forearc accretion to backarc rifting

[8poster14-20] T2. [Topic Session] Cenozoic SW Japan arc: from forearc accretion to backarc rifting

Sun. Sep 11, 2022 9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

フラッシュトーク有り 9:00-10:00頃 / ポスターコアタイム 11:00-13:00

[T2-P-1] Geochemistry and stratigraphy of Mio-Pliocene volcanic/sedimentary rocks in the Tango Peninsula, SW Japan arc.

*Taqumi TUZINO¹ (1. Geological Survey of Japan/AIST)

[T2-P-2] (Entry) The paleomagnetic record of the lava flows effused during the opening stage of the Sea of Japan: examples in the Hokutan Group, Tango Peninsula, western Honshu, Japan

*Tomoka NAGASAKA¹, Koji KIYOSUGI², Keiko SUZUKI², Reina NAKAOKA², Masako MIKI² (1. Graduate School of Science, Kobe University, 2. Kobe Ocean-bottom Exploration Center)

[T2-P-4] Revision of the Mio- Pliocene Hoki Flora from the border area between Tottori- Okayama Prefectures, with its implications in paleovegetation, paleoclimate and paleogeography

*Atsushi Yabe¹, Michiyo Shimizu², Takeshi Saito³, Makiko Kobayashi⁴ (1. National Museum of Nature and Science, 2. School of Graduate Studies, Open University of Japan, 3. Meijo University, 4. Chiba Prefectural Government)

[T2-P-5] (Entry) Geology of the Sanbagawa belt and kinematics of the Sakuragi bend around the Chihara mine, Ehime Prefecture

*Umito Saki¹, Shunsuke ENDO¹ (1. Shimane University)

[T2-P-6] Geological structure around offshore Takarajima Island, southern Tokara Islands revealed by seismic profiles

*Saki ISHINO¹, Takahiko Inoue¹, Ayanori Misawa¹, Hiroaki Koge¹, Jun Arimoto¹ (1. Geological Survey of Japan, AIST)

[T2-P-7] Structural features of the northern Okinawa Trough based on high-density survey

*Hiroaki KOGE¹, Taichi SATO¹, Saki ISHINO¹, Ayanori Misawa¹, Jun ARIMOTO¹, Yoshiaki SUZUKI¹, Osamu Ishizuka¹, Yuka YOKOYAMA², Yusuke SATO^{3,2}, Asuka NAGAI², Seishiro FURUYAMA⁴, KANKICHI KAJIHARA², Chiori TAMURA⁵, Ryosuke KOMATSU⁶, Takahiko Inoue¹ (1. AIST, 2. Tokai University, 3. Marine Works Japan, Ltd., 4. Tokyo University of Marine Science and Technology, 5. UTokyo, 6. MOL Marine &Engineering Co.,Ltd.)

Geochemistry and stratigraphy of Mio-Pliocene volcanic/sedimentary rocks in the Tango Peninsula, SW Japan arc.

*Taqumi TUZINO¹

1. Geological Survey of Japan/AIST

[はじめに]

京都府北部 丹後半島は西南日本背弧側にあつて、火山岩の卓越した中新統・鮮新統が広く分布している。本地域の火山活動・堆積盆発達史の解明は中新世の日本海の拡大の実態の理解に貢献する。ここでは、作成中の地質図に基づき火山岩の主成分分析194点(変質岩を含む)、微量元素分析33点(分析 Actlabs)の結果を考察する。

[地質概説]

本地域の新第三系は宮津花崗岩を基盤として薄い礫岩を基底に下から八鹿層、豊岡層、網野層、丹後層、経ヶ岬層に区分される。八鹿層は玄武岩～安山岩を主体とし、多くは陸成である。豊岡層は陸成・湖成の碎屑岩と火山碎屑岩からなり、一部は熔結する。網野層は海成層で基底礫岩に泥岩が累重し、それに火山碎屑岩が指交・累重する。サージや豆石が認められ浅海化が示唆される。豊岡層と網野層中には流紋岩のドームも発達する。丹後層はデイサイト溶岩・火山碎屑岩・貫入岩が卓越し、浅海・陸上噴火を示す。最上位に玄武岩質安山岩溶岩が累重し、蝙蝠岳部層と呼ぶ。これは丹後層の上位層とされていたが、噴出年代(後述)が同時期なので丹後層に含める。更に上位にデイサイトからなる経ヶ岬層が累重する。

[分析結果]

本地域の火山岩はTAS図では全て非アルカリ岩で、概ねmedium-K領域にある。FeO*/MgO比では八鹿層と蝙蝠岳部層がソレライト(TH)とカルクアルカリ(CA)両側にまたがるが、豊岡層・網野層はTH、丹後層と経ヶ岬層はCAである。八鹿層はSiO₂が49-58%で幅があるが、程度の差はあれ変質している。MgOは2.5-7.5%で、やや富むものもある。豊岡層と網野層のSiO₂は72%以上で、MgOは概ね1%以下である。丹後層のSiO₂は63-74%で、MgOは0.3-2%である。蝙蝠岳部層は54-55%、MgOは4-6%で、八鹿層と似ているが層位が異なり、まったく新鮮である。経ヶ岬層はSiO₂が64%前後で、MgOは1.5-3%である。なお、経ヶ岬層はYが7.1-8.4、Sr/Yが86-115で、アダカイトである。L-Ybでもアダカイトの下限に位置する。

不適合元素では全体にLILEが富みHFSEに乏しい島弧的なパターンを示すが八鹿層はLILEとHFSEの差は10倍程度である。シリカが多い豊岡層・網野層でLILEとHFSEの差が拡大し、PとTiが枯渇する。丹後層のデイサイトは八鹿層と豊岡層・網野層の中間的な組成を示す。蝙蝠岳部層は逆に八鹿層と同じパターンに戻る。経ヶ岬層は丹後層デイサイトと類似するがYに枯渇し、HFSE間の差が乏しいフラットなパターンを示す。N-MORBで規格化した微量元素パターンでは全体としてNb, Taに枯渇しPbに富み島弧的であるが、八鹿層と蝙蝠岳安山岩はZr, Hf, 軽希土類が低めになる。経ヶ岬層は重希土類に枯渇している。

[年代]

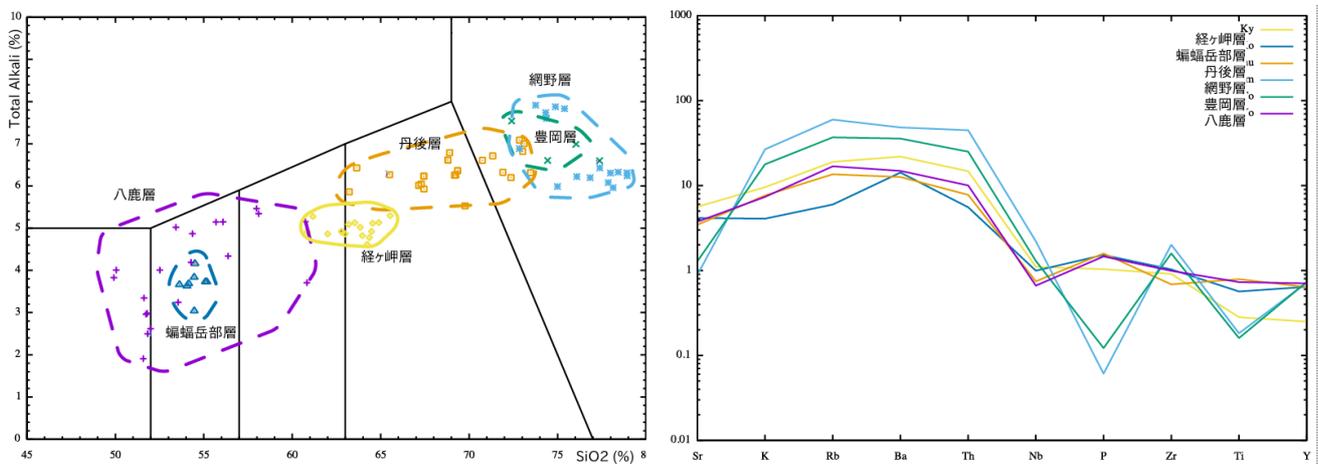
八鹿層は基底付近が約21.5 Ma(1)で前期中新世である、豊岡層上部の熔結凝灰岩基底の非熔結部(網野字郷切畑)から16.6±1.0MaのジルコンFT年代(分析 京都フィッシュントラック)が得られた。この試料のU-Pb年代は60-90Maに集中する(加重平均 72.4±0.65 Ma)。網野層からは全岩及び黒雲母K-Ar年代として約15 Ma(2)を示し、上部の凝灰岩(五色浜の府道)から16.2±1.0 MaのU-Pb年代が得られた(分析 同社)。丹後層は、蝙蝠岳部層以外の全岩K-Ar年代は15~13 Maに集中し(2)、蝙蝠岳部層(新井漁港南0.4kmの海岸)は基質K-Ar年代として14.01±0.80 Ma(分析 蒜山地質年代学研究所)が得られている。経ヶ岬層は3.8 Maの全岩K-Ar年代が得られている(2)。

[地史と考察]

八鹿層はリフト期で苦鉄質火山活動が活発だったが、それが終了して陸成・湖成層の豊岡層が堆積した。この時は熔結凝灰岩をとまなう珪長質な火山活動だが、凝灰岩のU-Pb年代値は異質ジルコンの混入を示唆し、72 Maという年代は基盤の宮津花崗岩(60 Ma頃)より若干古い花崗岩が地下にあることを窺わせる。続く網野層の海進は近隣の但馬地域や内浦湾岸地域と違って急に深くなる。流紋岩の火山活動は続くが浅海化し、丹後層ではデイサイト質になるが、最後に八鹿層と近い組成の蝙蝠岳部層が噴出して、中新世の活動は終了する。これは内浦湾岸地域(青葉山安山岩)と共通する。リフト期にしばしば見られるバイモーダル火山活動は丹後半島では時期がずれている。網野層・丹後層の急速な隆起と火山活動の変質は15 Maころのリフトの中断との関係が示唆される。また、西南日本のアダカイトの東端は氷ノ山(兵庫県)であったが、経ヶ岬も加わる。

[文献] (1) 羽地・山路, 2019, 地質雑, 685-698. (2) 山元・星住, 1988, 地質雑, 769-781

Keywords: Miocene, rifting stage, southwest Japan arc, Tango Peninsula, adakite



The paleomagnetic record of the lava flows effused during the opening stage of the Sea of Japan: examples in the Hokutan Group, Tango Peninsula, western Honshu, Japan

*Tomoka NAGASAKA¹, Koji KIYOSUGI², Keiko SUZUKI², Reina NAKAOKA², Masako MIKI²

1. Graduate School of Science, Kobe University, 2. Kobe Ocean-bottom Exploration Center

はじめに

西南日本は日本海拡大初期（19-18Ma）に回転を伴わずに大陸から分裂・ドリフトし、18-16Maのある時期に約40°回転して現在の位置に移動したと考えられている[1; 2]。これらのテクトニクスのアプローチと共に、そこに噴出するマグマの性質や関連性を明らかにする第一歩として、日本海拡大初期に噴出した玄武岩を含む北但層群八鹿累層と、西南日本の時計回り回転時に形成された北但層群豊岡累層（共に京都府北部丹後半島に分布）の、古地磁気方位測定及び全岩化学組成の分析を行った。

地質概要

八鹿累層は20-17Ma[3]のピクライト質玄武岩～安山岩溶岩と火砕岩からなり、このピクライト質玄武岩は日本海拡大初期に形成されたと考えられている[4]。古地磁気方位はSakamoto[5]により測定されているが、溶岩のクリンカー部を測定しているためかサイト平均にばらつきが見られる。豊岡累層は、下位は溶岩層、上位は堆積層[3]で形成され、丹後半島では不規則な割れ目の入った流紋岩質の塊状溶岩が観察された。また堆積層には15Maの中新統に見られる動物化石群を含む[6]。豊岡累層の古地磁気方位測定結果は、下位の溶岩層が偏角D=23.8°を示し、上位の堆積岩層の偏角がほぼ北向きを示すことから、西南日本の時計回り回転を記録していると考えられている[6]。ただしIshikawa et al.[6]で示された回転量は、[1]による西南日本の総回転量である約40°と比較するとかなり小さい。

手法

本研究では、八鹿累層の塊状溶岩3露頭と豊岡累層の塊状溶岩2露頭から、それぞれ8-10個のサンプルを採取し、段階熱消磁実験による古地磁気方位測定を行った。また同試料を用いて全岩化学組成分析も行った。古地磁気方位測定は、神戸大学のスピナー磁力計（夏原技研製SMM-85）を用い、段階熱消磁実験にはTDS-1を使用した。全岩化学組成分析は、神戸大学の蛍光X線分析装置（リガク製ZSX Primus II）を用い、主成分と微量元素の測定を行った。

古地磁気方位測定結果

八鹿累層は、走向傾斜を得られていないため傾動補正を行っていないが、得られた平均古地磁気方位は下位から上位にかけて偏角D=36.3°, 35.9°, 24.0°と東偏から北偏へ変化していた。伏角はI=68.2°, 15.1°, 57.5°が得られた。豊岡累層は、同地域に分布する豊岡累層の砂礫層から得られた走向傾斜（N16°E, 9°E）を用いて傾動補正を行い、下位から偏角D=40.5°, 33.0°, 伏角I=70.4°, 14.7°を得られた。豊岡累層の古地磁気方位の結果は、現在の磁北の位置より東偏であり、先行研究で得られている古地磁気方位の結果[6]と整合的である。

全岩化学組成分析結果

八鹿累層の3露頭から得られた溶岩の全岩化学組成及び微量元素の測定結果は、下位の溶岩で約50-52 wt%のSiO量を示し、上位の溶岩で約58 wt%のSiO量を示した。またピクライト質玄武岩ではNb値に強い負の異常が見られた。これは石渡、今坂[4]と整合的である。豊岡累層下位の2露頭から得られた全岩化学組成及び微量元素の結果は、SiO量が約68-76 wt%の非アルカリ性のデイサイトから流紋岩を示し、こちらも先行研究[3]と一致する結果が得られた。

議論

本研究において、豊岡累層から得られた古地磁気方位測定の結果は、Ishikawa et al.[6]が測定した豊岡累層の溶岩の古地磁気方位（D=23.8°）より大きな東偏を示した。このことから、本研究で測定した豊岡累層は、Ishikawa et al.[6]が調査を行った豊岡累層の溶岩よりも下位の層に相当すると考えられる。また傾動補正を行っていないものの、八鹿累層の古地磁気方位測定結果からも偏角に変動の兆候が見られた。このこと

は、八鹿累層が日本海拡大初期のみならず、西南日本の時計回り回転も記録している可能性があることを示す。古地磁気方位を物差しとした溶岩層序の再検討を行うことで、テクトニクスに対応したマグマ組成の変遷を明らかにできる可能性がある。

引用文献

1. Otofujii, Y. 1996, *Isl, Arc* 5, 229-249.
2. 星博幸 2018, 地質雑 124, 675-691.
3. 山元孝広, 星住英夫 1988, 地質雑 94, 769-781.
4. 石渡明, 今坂美絵 2002, 地質雑 108, 671-684.
5. Sakamoto, M. 1992, *J Geomag. Geoelectr.*, 44, 55-63.
6. Ishikawa, N., et al. 2017, *Evolutionary Models of Convergent Margins Origin of Their Diversity* Edited by Itoh, Y. 155-176.

Keywords: Japan sea opening, Southwest Japan, tectonic rotation, paleomagnetism, Hokutan Group; Yoka Formation, Toyooka Formation

Revision of the Mio–Pliocene Hoki Flora from the border area between Tottori–Okayama Prefectures, with its implications in paleovegetation, paleoclimate and paleogeography

*Atsushi Yabe¹, Michiyo Shimizu², Takeshi Saito³, Makiko Kobayashi⁴

1. National Museum of Nature and Science, 2. School of Graduate Studies, Open University of Japan, 3. Meijo University, 4. Chiba Prefectural Government

鳥取一岡山県境地域は後期中新世の陸上植物相を代表する三徳型植物群の模式地であり、当時地質調査所に所属していた棚井敏雅と尾上亨によって1961年に報告されて以来、多くの古植物学的研究が行われてきた (Tanai and Onoe, 1961; Ozaki, 1979, 1980a, b, 1981; Uemura, 1986など)。Tanai and Onoe (1961)は、「三徳型」の名前の由来となった三徳植物群 (鳥取県三朝町吉原) とともに、人形峠植物群 (鳥取一岡山県境) と恩原植物群 (岡山県鏡野町) という大型植物化石群集を報告し、それら3つをあわせて伯耆植物群と呼んだ。これらの植物化石群集は温帯性の落葉広葉樹と針葉樹に若干の常緑広葉樹を含む組成で、特に後2者にムカシブナ *Fagus stuxbergi* を多く含むなど組成的類似性があるものの、中期中新世からつづく温暖要素の割合などに違いが認められていた。Tanai and Onoe (1961)は、その原因を化石群集の時代差に求め、中期中新世以降、鮮新世まで一様に寒冷化するという当時の古気候論に沿って、もっとも温暖な組成を持つ三徳植物群を後期中新世に、恩原植物群を中新一鮮新世に、人形峠植物群を鮮新世に対比した。これら鳥取一岡山県境域の中新一鮮新統は主として陸成層 (湖成層) からなり、層序が複雑であることに加え、近年まで信頼性の高い放射年代値も得られずにいたため、その後の地質学的研究の中では、しばしば植物化石にもとづいた化石群集の時代論が参照されていた。しかし、近年得られるようになった年代値や花粉層序学的なデータは、これらの時代論に見直しが必要であることを示唆していた (Yabe and Yamakawa, 2017)。演者らは、日本の温帯林植生の起源を考える上で重要な「三徳型」の時代や環境そして植生の広がりを解明するため、現在、伯耆植物群の再検討を進めている (清水ほか, 2022)。講演では、赤木ほか (1984) で報告され、吉原と同層準と推測される三朝成の化石群集の検討結果と、新たに得られたU-Pb年代の測定結果を報告するとともに、峠を挟んで恩原と対照的な位置にあり、層序学的に対比可能な辰巳峠植物群化石産地での花粉分析結果 (齊藤・市谷, 2007) を踏まえて、伯耆植物群が互いにほとんど時代の変わらない堆積物であり、概ね5-6 Maの年代に集中することを述べる。また、三朝成での研究から、少なくとも同化石群集については、当時成立した内陸湖近傍の植生を反映していると予想されることから、植物化石群集の組成から堆積盆の高度などを議論して、中国地方のテクトニクスの議論に貢献できるデータとなる可能性がある。

<参考文献>

赤木三郎ほか, 1984, 鳥取大教育研報. 自然, 33: 49-70; Ozaki, K., 1979, Sci. Repts. Yokohama Natl. Univ., II, (26), p. 31-56; Ozaki, K., 1980a, Bull. Natl. Sci. Mus., C, 6: 33-58; Ozaki, K., 1980b, Sci. Repts. Yokohama Natl. Univ., II, (27): 19-45; Ozaki, K., 1981, Sci. Repts. Yokohama Natl. Univ., II, (28): 47-75; Uemura, K., 1986, Bull. Nat. Sci. Mus., C, 12: 121-130; 齊藤 毅・市谷年弘, 2007, 日本花粉学会会誌, 53, 29-39; 清水道代ほか, 2022, 鳥取地学会第27回総会・記念講演会・研究発表会講演要旨, 11-12; Tanai, T. and Onoe, T., 1961, Rept. Geol. Surv. Japan, (187): 1-63; Uemura, K., 1986, Bull. Nat. Sci. Mus., C, 12: 121-130; Yabe, A. and Yamakawa, C., 2017, Paleont. Res., 21: 309-328.

Keywords: Mio–Pliocene, Plant macrofossil, Mitoku-type flora, Hoki Flora, Tottori–Okayama Prefectures

Geology of the Sanbagawa belt and kinematics of the Sakuragi bend around the Chihara mine, Ehime Prefecture

*Umito Saki¹, Shunsuke ENDO¹

1. Shimane University

【はじめに】 四国の中央構造線 (MTL) は、西条市湯谷口西方から東温市音田にかけて南北走向・西傾斜となり、桜樹屈曲と呼ばれる。桜樹屈曲南方には、中新統の久万層群や石鎚層群が広く分布し、日本海拡大期の前弧地殻内変形に関する多くの研究が行われている。基盤の地質構造に関して、桜樹屈曲以西の三波川変成岩の構造的上位には唐崎マイロナイトが分布する低角構造が保存されているなど、桜樹屈曲を境に違いがみられる。桜樹屈曲北部は現在の応力場で右横ずれ活断層の重信川断層と川上断層のあいだの圧縮性ジョグに相当する一方、それより南方に貫入する土谷流紋岩体 (14 Ma) は顕著な破碎は受けておらず、桜樹屈曲中部～南部 (千原鉱山周辺) は中期中新世以前の地殻変動史を保存していると考えられる。今回、この地域から新たに見出した桜樹屈曲のMTL露頭と変成斑れい岩について報告する。

【地質】 本地域の三波川変成岩の層序は見かけ下位から、泥質片岩卓越層 (A unit)、苦鉄質片岩卓越層 (B unit)、珪質片岩を挟む泥質片岩層 (C unit) に区分でき、これらはまとめて四国中央部の白滝ユニットに対比できる。この基本層序は、東西軸の横臥褶曲の繰返しによる極めて複雑な地質構造を示す。三波川変成岩の主延性変形は、南北走向の桜樹屈曲近傍でも四国の一般傾向と同じく東西伸長線構造を示す。変成作用は一部の苦鉄質片岩に藍閃石+緑れん石が出現し、泥質片岩はざくろ石を含まない緑泥石帯高温部の変成度が大部分を占めるが、面木山周辺域は泥質片岩が粗粒化し、ざくろ石が出現する。C unitは面木山稜線からMTL沿いに分布する。MTL沿いのC unit最上位にカタクレサイト化した変成斑れい岩を見出した。この変成斑れい岩は、残留鉱物として単斜輝石と褐色～緑色ホルンブレンド、変成鉱物としてアクチノ閃石～フェリウィッチ閃石+緑れん石+アルバイトを含む。桜樹屈曲部のB unitとC unitの境界は西落ち高角正断層となっており、これは千原鉱山坑内で記載された正断層群 (Kanehira 1959) に関係づけられる。土谷流紋岩体の貫入面東側に桜樹屈曲のMTL露頭を2箇所発見した。2箇所のうち北側の露頭は和泉層群由来の未固結破碎帯で、主断層面は中角西傾斜、P-Y複合面構造から上盤南南西ずれを示す。南側の露頭は苦鉄質片岩と和泉層群の泥岩の地質境界で、主断層面は極めて低角な北西傾斜、P-Y複合面構造から上盤南西ずれを示す。

【議論】 本地域の三波川変成岩の構造的最上位を占める変成斑れい岩は、角閃石や単斜輝石の組成から原岩形成後にグラニュライト相～角閃岩相の冷却を経て、周囲の結晶片岩と同等の三波川変成作用を受けている。明確な三波川変成作用の証拠をもたない唐崎マイロナイトの一員と考えるのは難しい。また、四国西部に分布する139-135 Ma火山弧型変成斑れい岩 (Kawaguchi et al. 2022) との関係も明らかでないが、本地域の変成斑れい岩も産状から上盤 (大陸下部地殻) から取り込まれた可能性が高い。千原鉱山の東西に伸長したキースラーガー鉱床は桜樹屈曲に向かい西落ち高角正断層により段階的に変位しており (Kanehira 1959)、本研究により地表でも同様の固結断層を確認した。少なくともある時期に桜樹屈曲は正断層として活動したことを示すと考えられる。また、桜樹屈曲から直接得られた上盤南西～南南西ずれ (左横ずれ～正断層成分を含む左横ずれ断層) の運動は、付近の土谷流紋岩が破碎を受けていないため、14 Ma以前と考えられるが、未固結断層であるため深部のものではない。久万層群および石鎚層群の形成期間 (18~14 Ma) に、弧平行 (ENE-WSW) 伸長テクトニクス (楠橋・山路2001)、弧垂直短縮テクトニクス (砥部衝上)、弧垂直伸長テクトニクス (石鎚時階) の変遷があったとされる。前二者のどちらかの応力場での運動と考えられるが、より詳しい時期の制約や桜樹屈曲の成因との関係は今後の課題である。

引用文献 Kanehira, K. (1959) Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. 2, 11, 308-339. Kawaguchi et al. (2022) Geosci. J. 26, 37-54. 楠橋・山路 (2001) 地質雑誌, 107, 26-40.

Keywords: Median Tectonic Line, Sakuragi bend, Sambagawa metamorphic rock

Geological structure around offshore Takarajima Island, southern Tokara Islands revealed by seismic profiles

*Saki ISHINO¹, Takahiko Inoue¹, Ayanori Misawa¹, Hiroaki Koge¹, Jun Arimoto¹

1. Geological Survey of Japan, AIST

琉球孤は典型的な海溝一島弧一背弧海盆系を形成しており、琉球孤東方の琉球海溝ではフィリピン海プレートが北西方向に沈み込み、また西方の沖縄トラフでは背弧拡大が進行している。琉球孤の海域を対象とした研究は、東シナ海陸棚及び沖縄トラフの地質構造発達史を広域的に理解しようとしたものや、熱水活動が多く発見された沖縄トラフ南部海域における精密地質調査に関するものが多い（例えば、Nishizawa et al., 2019; Fang et al., 2020; Ishibashi et al., 2015; Arai et al., 2017）。一方で、トカラ列島を中心とした琉球孤北部のローカルなテクトニクスに関する知見は南部に比べて少ない。産業技術総合研究所では、地質情報整備の一環である海洋地質図の作成を目的として、2021年より琉球孤北部・トカラ列島周辺の海底地質調査を実施している。本発表では、2021年までに実施した宝島周辺海域の音波探査記録によって得られた音響層序や火山・断層の特徴について報告する。

マルチチャンネル反射法音波探査には、東海大学海洋調査研修船「望星丸」および東京海洋大学海洋調査船「神鷹丸」を使用した。測線は、口永良部島から悪石島に至る第四紀の火山弧に対して直交する西北西一東南東方向に2マイル（約3.7 km）間隔で、火山弧に並行する北北東一南南西方向に4マイル（約7.4 km）間隔で設定し、およそ100 km四方に渡って探査を実施した。音源はGIガン（Sercel社製、355 cu. in.）を、受波は200mデジタルストリーマーケーブル（Geometrics社製GeoEel：受信点8 ch / 100 m）を用いた。発振点間隔は約25 m、共通反射点間隔（CMP）は約6.25 mとなるよう設定した。収録したデータは、バンドパスフィルタリング、球面発散補正、デコンポリューション、速度解析を行なった上で、重合処理をした。なお、本航海では反射法音波探査の他に、サブボトムプロファイラーによる高分解能音波探査、海底地形調査、重磁力調査、海底試料採取も行っている。

本研究では、宝島の東部および西部海域で分け、主要な構造運動によって形成されたと考えられる不整合面に従って地層を区分した。

調査海域西部では、宝島西方の堆積層中に3面の不整合面が認められ、地層を4層に区分した。反射断面に見られる地層の変位と同航海で観測した海底地形に認められる線状構造（高下ほか、2022）を照らし合わせた結果、北東一南西および東北東一西南西走向の正断層が複数分布することがわかった。音響層序ごとの変位・変形と対比した結果、これらの正断層は沖縄トラフ東縁部に沿った構造運動で形成されたもの（北東一南西走向）と、沖縄トラフ内部および宝島南西沖の比較的新しい構造運動で形成されたもの（東北東一西南西走向）に識別された。

調査海域東部では、音響的な層相の違いおよび不整合面から地層を5層に区分した。この海域では調査海域西部とは異なり、東西走向の正断層が卓越して分布する。奄美トラフやトカラ海峡付近では、断層による累積性のある変位が反射断面で区分した複数の地層に認められることから、断続的に南北方向の伸張を受けていると考えられる。一方で、宝島東側の一部の斜面では全ての地層が正断層によって同様の変形を伴っており、トカラ海峡周辺に分布するものより新しく活動を開始した断層の存在が示唆された。

[引用文献]

Arai, R. et al. (2017) *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **122**, 622–641.

Fang, P. et al. (2020) *Marine and Petroleum Geology*, **111**, 662–675.

Ishibashi, J. et al. (2015) In: J. Ishibashi, K. Okino, and M. Sunamura (eds.) *Subseafloor biosphere linked to hydrothermal systems*. Springer, 337–359.

高下ほか (2022) 地質調査研究報告, in press.

Nishizawa, A. et al. (2019) *Earth, Planets and Space*, **71**, 1–26.

Keywords: seismic survey, Tokara Islands, Ryukyu Arc, Okinawa Trough

Structural features of the northern Okinawa Trough based on high-density survey

*Hiroaki KOGE¹, Taichi SATO¹, Saki ISHINO¹, Ayanori Misawa¹, Jun ARIMOTO¹, Yoshiaki SUZUKI¹, Osamu Ishizuka¹, Yuka YOKOYAMA², Yusuke SATO^{3,2}, Asuka NAGAI², Seishiro FURUYAMA⁴, KANKICHI KAJIHARA², Chiori TAMURA⁵, Ryosuke KOMATSU⁶, Takahiko Inoue¹

1. AIST, 2. Tokai University, 3. Marine Works Japan, Ltd., 4. Tokyo University of Marine Science and Technology, 5. UTokyo, 6. MOL Marine & Engineering Co.,Ltd.

大陸縁辺の沈み込み帯で初期背弧拡大が活動的な場所は、地球上に沖縄トラフと南極半島・フランスフィールド海峡のみである。両海域は沈み込み帯縁辺での背弧拡大が始まるメカニズムを理解するための重要な研究対象地域であるため、現在も活発な研究や議論が行われている。沖縄トラフは後期中新世から現在に至るまでリフティングが継続する活動的な背弧海盆として知られ、地形的な凹地であるトカラギャップ及び慶良間海裂により北部・中部・南部の3つに区分される。この3区画ではリフティングの進行過程が異なることが明らかになっており、同じ海域内でリフト形成過程の時間変化を調査することができる特徴を持つ。産業技術総合研究所では、地質情報整備の一環である海洋地質図の作成を目的として、2021年よりトカラ列島周辺の海底地質調査を実施しており（神鷹丸GS21, GS22; 望星丸GB21-1, 2, 3, GB22-1）、本研究ではそれらのデータに加え、白鳳丸KH-22-2のデータも加えて、沖縄トラフ内でも最も若いリフティング域として知られる北部海域のトカラ列島周辺海域で最も高密度な地球物理学データ（地形・磁気）を観測し、コンパイルを行った。また、コンパイルした地形データを基にブーゲー重力異常の計算を行った。これらの地球物理学的データの集積により、沖縄トラフ北部内では活発な断層・火成活動が認められた。まず、調査海域内に2系統のリニアメント（N24°E及びN73°E方向）が混在することが明らかになった。これらのうちN73°Eのリニアメントで構成される海丘群を横当雁行海丘群と名付け、その地形学的記載を行った。横当雁行海丘群は磁気異常の特徴から火山性の構造が示唆され、かつ周囲に存在するグラーベンも同様のリニアメントを示す。このことから、横当雁行海丘群および周辺海域の一部ではN73°Eのリニアメントを形成するようなローカルな伸長場が存在し、この伸長速度と地下からのメルト供給のバランスで海丘群が形成されたと考えられる。本海域は沖縄トラフの拡大・トカラギャップの形成という2つのテクトニクスの影響を強く受けた海域であり、今後の課題として横当雁行海丘群や周辺の海底火山群の地形探査を進め、さらにそれらの形成年代を海底岩石調査などで調べて相互に比較することが背弧リフト形成史の理解につながると考えられる。

Keywords: Okinawa Trough, bathymetry, magnetic anomaly, Back-arc

Session Poster | T4. [Topic Session] History of the Earth

[8poster21-24] T4. [Topic Session] History of the Earth

Sun. Sep 11, 2022 9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

フラッシュトーク有り 9:00-10:00頃／ポスターコアタイム 11:00-13:00

[T4-P-1] (Entry) Relationship between extinction magnitude and climate change during major marine/terrestrial animal crises

*Kunio Kaiho¹ (1. Tohoku University)

[T4-P-2] The restoration of sedimentary environment of mudstone sequences in Goto Group, Nagasaki Prefecture, Japan

*Hiroaki Takahashi¹, Shoichi Kiyokawa², Masaru Yasunaga³, Yuta Ikebata^{1,4}, Minoru Ikehara⁵ (1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Goto city office, Goto Islands Geopark promotion group, 4. DIA CONSULTANTS CO., Ltd., 5. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University)

[T4-P-3] (Entry) Early Pleistocene Paleoceanography in the Northwestern Pacific Ocean based on the microfossil analyses of the upper part of the Kiwada Formation in the Kazusa Group

*Daisuke Kuwano¹, Yuki Tsuchiya², Koji Kameo¹, Hiroki Hayashi³, Masayuki Utsunomiya⁴, Yoshimi Kubota⁵, Kanako Mantoku⁶, Yuma Oura⁷, Makoto Okada⁸ (1. Chiba University, 2. Nagoya University, 3. Shimane University, 4. Association for Iron and Steel Technology, 5. National Museum of Nature and Science, 6. National Institute for Environmental Studies, 7. OYO Corporation, 8. Ibaraki University)

[T4-P-4] (Entry) Origins of spherulites observed in reefal microbial crusts in Kumejima, Okinawa

*Yujiro SASAKI¹, Kazuhiko FUJITA², Fumito SHIRAISHI¹ (1. Hiroshima Univ., 2. Ryukyu Univ.)

Relationship between extinction magnitude and climate change during major marine/terrestrial animal crises

*Kunio Kaiho¹

1. Tohoku University

Major mass extinctions in the Phanerozoic Eon occurred during abrupt global climate changes accompanied by environmental destruction driven by large volcanic eruptions and projectile impacts. Relationships between land temperature anomalies and terrestrial animal extinctions as well as the difference in response between marine and terrestrial animals to abrupt climate changes in the Phanerozoic have not been quantitatively evaluated. My analyses show that the magnitude of major extinctions in marine invertebrates and that of terrestrial tetrapods correlate well with the coincidental anomaly of global and habitat surface temperatures during biotic crises, respectively, regardless of the difference between warming and cooling (correlation coefficient $R = 0.92-0.95$). The loss of more than 35 % of marine genera and 60 % of marine species loss corresponding to major mass extinctions so called “big five” correlate with a > 7 °C global cooling and a $7-9$ °C global warming for marine animals, and a > 7 °C global cooling and a $> \sim 7$ °C global warming for terrestrial tetrapods, accompanied with ± 1 °C error in the temperature anomalies as the global average, although number of terrestrial data is small. These relationships indicate that (i) abrupt changes in climate and environment associated with high energy input by volcanism and impact relate to the magnitude of mass extinctions and (ii) the Anthropogenic future extinction magnitude will not reach the major mass extinction magnitude, when the extinction magnitude parallelly changes with global surface temperature anomaly. In the linear relationship, I found lower tolerance of terrestrial tetrapods than that of marine animals for the same global warming events and a higher sensitivity of marine animals to the same habitat temperature change than terrestrial animals. These phenomena fit to the ongoing extinctions.

Keywords: Mass extinctions, Climate change, volcanism, asteroid impact, climate control aerosols and gas

The restoration of sedimentary environment of mudstone sequences in Goto Group, Nagasaki Prefecture, Japan

*Hiroaki Takahashi¹, Shoichi Kiyokawa², Masaru Yasunaga³, Yuta Ikebata^{1,4}, Minoru Ikehara⁵

1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Goto city office, Goto Islands Geopark promotion group, 4. DIA CONSULTANTS CO., Ltd., 5. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

五島列島は日本列島の最北西に位置し、日本海拡大時に関連する下部-中部中新世の五島層群からなる。五島層群は層厚2000-3000mとされ、下部ユニット、中部ユニット、上部ユニットの3つに分類される。下部ユニット：玄武岩質の火山性物質からなる緑色火山砕屑岩。中部ユニット：泥岩主体の砂岩泥岩互層からなり、リップラミナや氾濫原泥岩層を含む。上部ユニット：大型の斜交層理からなる砂岩主体の砂岩泥岩互層。五島層群は陸生層として知られており、中新世における環境変動の鍵となる、温暖性を示す台島型植物化石群が報告されている（植田，1961）。しかし台島型よりも涼しい環境を示す植物化石も発見されている（安永ほか，2007）。植物化石の詳細な研究は4か所しかなく、3000mに及ぶ地層層序の変化に伴う環境変化についての情報は得られていない。本研究では有機物を伴う泥岩層について、詳細な柱状図作成/ファシス解析によりどのような堆積場かを認定し、五島層群における下位から上位にかけての泥岩層の変化を観察した。

調査場所

下部ユニット(カヤバ浦)：緑色の火山砕屑岩からなる。20-50cmの火山角礫岩を含むが、上方になるにつれ細粒化し、平行葉理が発達する。火山砕屑層には数10cmの泥岩を挟む。鏡下観察ではマトリックスの中にシルトサイズの石英粒子や30 μ mの棒状黒色有機物が確認された。中部ユニット中部(戸岐一久賀島)：厚い泥岩勝ちの砂岩泥岩互層からなる。5-10cmの互層が規則的に繰り返す、薄い砂岩層を挟む。砂岩層にはリップラが発達する部分もある。泥岩層にはシルトサイズの石英を含んでおり、シリカやアルミニウムに富む粘土鉱物や有機物の粒子も多く含まれる。層内ではコンポリューションが発達する層も見られる。中部ユニット上部(戸楽)：リップラや地域的な斜交層理を伴う砂岩主体の砂岩泥岩互層からなる。戸楽海岸では、3次元的に砂岩層中にチャンネル構造が見られ、ラグプレッチャーを伴うカットバンク構造も顕著に残る。厚い砂岩層の間に厚さ50cmの泥岩層を挟む。この泥岩層はカットバンクの外側に分布しており、砂岩層を挟まない事より氾濫原堆積物であると思われる。鏡下観察ではほとんど石英粒子が入らない粘土であり、10-40 μ m黒色の紐状の有機物が確認された。上部ユニット(打折)：5-10mの厚い砂岩主体と50cm-1mの泥岩層が繰り返す、上方粗粒化が少なくとも3回観察される。鏡下観察ではシルトサイズの石英粒子は少なく、10-30 μ m棒状黒色有機物を多く含む。

堆積場復元

下部ユニットは基本火山砕屑岩であり、薄い泥岩層は火山砕屑岩の供給がなくなる時に火山周辺にできる氾濫原などで堆積していたと思われる。中部ユニットは、少なくとも数キロ規模の湖に堆積した可能性があり、泥岩に挟まれる規則的な砂岩層から、湖の周囲からの流れ込み(季節による可能性)が示唆される。そこに見られる石英を含まない泥岩と細かいラミナを持つ泥岩層は、湖の周辺部の河川部分と湖本体の地層との違いであると思われる。上部ユニットの泥岩層は厚い砂岩層に挟まれており、石英が少なく植物片を含む泥岩層から厚い砂岩層への上方粗粒化を示す。河川システムに残る氾濫原もしくは三日月湖のような泥の堆積場に河川の氾濫により徐々に砂が供給されて、最終的に斜交層理が発達する厚い砂を供給できる巨大な河川に移行するものであると考えている。このように五島層群は火山体近傍の火山砕屑物層から湖、湖に流れ込む河川、最後に巨大河川へと変化したと考えられる。

<引用文献>

植田芳朗，1961，五島層群の研究.九州大学理学部研究報告, vol.5, p.51-61

安永雅・清川昌一・植村和彦, 2007, 長崎県五島列島中部(若松島及び中通島西部)の新第三系五島層群の岩相層序と植物化石の産出について. 地質学研究, **no.64**, p.151-161

Keywords: Late-Middle Miocene, Goto group

Early Pleistocene Paleoceanography in the Northwestern Pacific Ocean based on the microfossil analyses of the upper part of the Kiwada Formation in the Kazusa Group

*Daisuke Kuwano¹, Yuki Tsuchiya², Koji Kameo¹, Hiroki Hayashi³, Masayuki Utsunomiya⁴, Yoshimi Kubota⁵, Kanako Mantoku⁶, Yuma Oura⁷, Makoto Okada⁸

1. Chiba University, 2. Nagoya University, 3. Shimane University, 4. Association for Iron and Steel Technology, 5. National Museum of Nature and Science, 6. National Institute for Environmental Studies, 7. OYO Corporation, 8. Ibaraki University

前期-中期更新世には、Mid-Pleistocene Transition (MPT) と呼ばれる気候の移行期が存在し、この間に氷期・間氷期の周期が約4万年から約10万年へと変化したことが知られている (e.g., Clark et al., 2006)。これまで、北西太平洋海域においても、多くの古海洋学的な研究が進められてきたが (e.g., Matsuzaki et al., 2015)、高い時間分解能での古海洋環境の復元は下部-中部更新統境界付近などの限られた層準でのみ行われている (e.g., Kubota et al., 2021)。本研究では、MPTの開始付近 (MIS 36-40) をターゲットとし、房総半島中央部に分布する上総層群黄和田層から産出する微化石群集の検討、および有孔虫化石の同位体分析をもとに古海洋環境の復元を行った。

得られた微化石群集と酸素同位体比の変動は、概ね氷期・間氷期のスケールでの変化が卓越しており、房総半島沖の海洋環境は、黒潮水域から黒潮フロントに近い混合水域の影響を受けていたと考えられる。また、微化石群集によって復元された表層海水温は、現在の房総半島沖と比較しても約2℃ほど高く、現在よりも温暖な海洋環境であったことが示唆される。しかし、MIS 38の後期 (約125万年前) では、いずれのプロキシにおいても寒冷化が記録されており、このことから黒潮フロントの一時的な南下が発生したことが推定される。MIS 38では、中国内陸のレス堆積物が粗粒化し、東アジア冬季モンスーンの強化が推定されていることから (Sun et al., 2010)、黒潮フロントの南下は東アジア冬季モンスーンとリンクしていた可能性が高いと考えられる。さらに、こうした大規模な黒潮フロントの南下は、MIS 38以降の氷期に発生することから、MPTに伴う寒冷化はMIS 38以降に開始したことが示唆される。

[引用文献] Clark et al., 2006, *Quat. Sci. Rev.* 25, 3150-3184. Kubota et al., 2021, *Prog. Earth Planet. Sci.* 8, 29. Matsuzaki et al., 2015, *Mar. Micropaleontol.* 118, 17-33. Sun et al., 2010, *Earth Planet. Sci. Lett.* 297, 525-535.

Keywords: Paleoceanography, Pleistocene, Calcareous nannofossil, Planktonic foraminifera, Kazusa Group

Origins of spherulites observed in reefal microbial crusts in Kumejima, Okinawa

*Yujiro SASAKI¹, Kazuhiko FUJITA², Fumito SHIRAIISHI¹

1. Hiroshima Univ., 2. Ryukyu Univ.

微生物岩は過去37–35億年間の生命活動や地球環境を記録しており、近年では石油貯留岩など資源的な観点からも注目されている。微生物岩は、先カンブリア時代では広く見られた一方で、現在の海洋環境にはほとんど見られないことから、モダンアナログを用いた形成過程の研究はあまり進んでいなかった。しかしながら近年、サンゴ礁石灰岩の空隙中に礁性微生物皮殻 (RMC; reefal microbial crusts) や骨格内・穿孔充填微生物岩 (IBFM; intra-skeletal and boring-filling microbialite) が発見され、微生物岩のモダンアナログとして注目を集めている。そこで本研究は、沖縄県久米島の完新統サンゴ礁石灰岩中に見られるRMCおよびIBFMの特徴を調べた。RMCは主に無節サンゴモの表面を被覆しており、一方のIBFMはサンゴモ中に形成された穿孔内を部分的に充填していた。これら微生物岩の内部またはその近傍にはスフェルライトが見られた。一般的にスフェルライトは微生物岩中によくみられるため、しばしば微生物起源とされる。しかしながら、顕生代ではホヤが骨片としてスフェルライトを形成することから、それらの解釈には注意が必要である。そこで本研究は、久米島に生息する現生ホヤも採集し、偏光顕微鏡などを用いてRMCおよびIBFMに含まれるスフェルライトと比較した。観察したホヤ骨片は球状または突起を持った金平糖状の外形を呈し、内部は針状結晶の太い束が複数集合して構成されていることが薄片上の消光パターンとして確認された。同様の特徴を示すスフェルライトはRMCおよびIBFMにも含まれており、それらはホヤ骨片起源であると考えられる。しかしながら、RMCおよびIBFM近傍の空隙中のスフェルライトは、細い針状結晶が放射状に配列しており、隣接するスフェルライトと密接しているためにその外形は他形を示した。さらには、内部には直径約1ミクロンのフィラメント状構造がしばしば認められ、中心部から放射状に配列する場合もあった。このような特徴はホヤ骨片とは明らかに異なっていることから、微生物起源である可能性が考えられ、今後の検討によってその成因が特定できると期待される。

Keywords: microbialites, reefal microbial crusts, spherulites, ascidian spicules

Session Poster | T6. [Topic Session] The origin of the Japanese Islands revisited

[8poster25-25] T6. [Topic Session] The origin of the Japanese Islands revisited

Sun. Sep 11, 2022 11:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

[T6-P-1] (Entry) Serpentinite and geologic history of Yusuhara area, Kochi
prefecture, Chichibu Belt, Outer Zone of SW Japan

*Kengo Nishikawa¹, Tomohiro Tsuji¹ (1. Graduate School of Yamaguchi University)

Serpentinite and geologic history of Yusuvara area, Kochi prefecture, Chichibu Belt, Outer Zone of SW Japan

*Kengo Nishikawa¹, Tomohiro Tsuji¹

1. Graduate School of Yamaguchi University

【はじめに】 蛇紋岩層は、沈み込み帯の形成史を語るうえで重要な岩石であり、地帯構造区分境界の分類において、最も重要とされるものの一つとされている（磯崎ほか，2010）。対象地域である高知県高岡郡梶原町は、西南日本外帯で最大級の層厚を持つ蛇紋岩層とペルム紀の付加体から白亜紀の堆積岩類までといった幅広い年代の地層を持つ。本地域の地質構造は、広域的に、辻(2014)、村田・前川(2013)、Ishizaki(1962)によって明らかにされており、白亜紀堆積岩類に関しては、香西ほか(1991)および甲藤ほか(1994)によって議論されている。しかし、蛇紋岩層の記述および蛇紋岩層から見た本地域の地質学的見解は乏しい。そのため、蛇紋岩層と周辺地層の構造関係の理解を目的とし、蛇紋岩中クロムスピネルの化学組成分析および地質調査を行った。

【地質概要・手法】 本調査地域は、北域からペルム紀付加体である大野ヶ原ユニット、トリアス紀変成岩類である四万川ユニット、中央域に白亜紀堆積岩類、田野々断層を挟みジュラ紀付加体である大平山ユニットとその南域にジュラ紀堆積岩類の鳥巢層群が分布する。このうち、蛇紋岩層は、大野ヶ原ユニットの南限断層付近、四万川ユニットの中央部、白亜紀堆積岩類の境界部に位置する。

クロムスピネルの化学組成分析は、山口大学機器分析センターにある電子マイクロアナライザ（EPMA：JXA-8230）の波長分散型分光器（WDS）を用いて行った。

【結果】 本地域の蛇紋岩層を、単斜輝石岩、かんらん石輝石岩、結晶片岩のブロックを含むタイプAと、それらを含まないタイプBに区分した。タイプAは、東側蛇紋岩体と田野々断層沿いの蛇紋岩層である。タイプAの一部である東側蛇紋岩体はデュープレックス構造を形成しており、大野ヶ原ユニットの緑色岩やチャートの一部と同調した分布、白亜紀堆積岩類の東西方向への不連続性、そして白亜紀堆積岩類の東へのプランジ（礫岩の分布）が確認できる。タイプBは、西側蛇紋岩体と四万川ユニット中の蛇紋岩、白亜紀堆積岩類北限・南限断層に沿って分布する蛇紋岩が対象である。その一部である西側蛇紋岩体で一貫した複合面構造のTop-to-the-Southの剪断センス成分を観察した。また、これらのクロムスピネルの分析結果としてCr# = 0.67-0.78, Mg# = 0.33-0.45, TiO₂ < 0.3 w%という値を得た。これらに加えて、タイプAに属する東側蛇紋岩体付近で、蛇紋岩礫を含む泥質碎屑岩の露頭を観察した。露頭位置は、太田戸川中流付近に分布する。黒色の泥質な基質であり、蛇紋岩岩片を含むことが特徴である。露頭位置は白亜紀堆積岩類中であるが、黒色の泥質基質を持つ特徴から、白亜紀堆積岩類との違いを確認した。

【考察】 本地域の形成史の考察を以下に示す。1) ペルム紀付加体である大野ヶ原ユニットが付加した後、トリアス紀変成岩類である四万川ユニットの接合。2) 横ずれ断層によるプルアパートベイジンの形成により白亜紀堆積岩類の堆積。3) 褶曲および白亜紀堆積岩類の北限・南限を切る断層の形成。同様の断層運動により圧砕花崗閃緑岩および石英に富む花崗質岩が併入。4) タイプBの蛇紋岩がTop-to-the-Southの剪断センス成分を伴い定置。5) 大野ヶ原ユニットが調査地域中央部でデュープレックスを形成し、タイプAの蛇紋岩が定置。6) デュープレックス構造の形成による変動により、蛇紋岩片を含む泥質碎屑岩を形成したと考えられる。また、本地域の蛇紋岩の原岩形成のテクトニックセッティングは、島弧から前弧域で形成された可能性が高く、それらが、本地域の地形形成後に貫入および併入したと考えられる。

【参考文献】 Ishizaki (1962) Strati graphical and Paleontological Studies, Tohoku University. 134-136. 磯崎ほか.(2010) 地学雑誌, **119**, 1022-1026. 甲藤ほか(1994) 高知大学学術研究報告, **32**, 193-199. 香西ほか(1991) 高知大学学術研究報告, **40**, 223-236. 辻(2014) 博士論文 23-25. 村田・前川(2013) 徳島大学ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部, **27**, 89-98.

Keywords: Serpentinite, Chichibu Belt, Duplex structure, chromian spinel

Session Poster | T7. [Topic Session] From magma source to magma plumbing system

[8poster26-33] T7. [Topic Session] From magma source to magma plumbing system

Sun. Sep 11, 2022 9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

フラッシュトーク有り 9:00-10:00頃／ポスターコアタイム 11:00-13:00

[T7-P-1] (Entry) The Middle Miocene Takano Formation (Ishizuchi Group) along the Namekawa gorge, Toon, Ehime, SW Japan

*Kana Narita¹, Nao Kusuhashi¹, Kenichiro Tani² (1. Ehime University, 2. National Museum of Nature and Science)

[T7-P-2] (Entry) Petrology and geochemistry of meta-granitoids in Oki-Dogo, Shimane, SW Japan

*Satomi HIRAI¹, Atsushi KAMEI¹, Mai FUJIWARA¹, Shunsuke ENDO¹ (1. Shimane Univ.)

[T7-P-3] Ages of granitoids from the Itoshima Peninsula, western part of Fukuoka Prefecture

*Yayoi MURAOKA¹, Kazuhiro MIYAZAKI¹ (1. AIST)

[T7-P-4] Field geological and petrological approaches to the growth process and magma ascent process: the example of the Ushikiri-yama granodiorite body.

*Keisuke ESHIMA¹, Masaaki OWADA¹, Atsushi KAMEI² (1. Yamaguchi Univ., 2. Shimane Univ.)

[T7-P-5] Lithostratigraphy and magnetic susceptibility of deep drill core from the Yakuno Ophiolite in the northern part of the Oshima Peninsula, Japan

*Shinya WADA¹, Takafumi KIMURA², Takahiro OYAMA², Shigeyuki SUZUKI³, Akiyuki IWAMORI¹, Yoshiharu OTSUKA¹, Akihiro ONO¹, Hirofumi KOWARI⁴, Kazunari KIMURA⁴, Makoto YANAGIDA⁴ (1. Kansai Electric Power. Co., 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Okayama Univ., 4. Hanshin Consultants Co., Ltd.)

[T7-P-6] (Entry) Petrological characteristics and genetic relationships of plutonic rocks in the Hakata Island, Ehime prefecture.

*Toko FUKUI¹, Satoshi SAITO¹ (1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)

[T7-P-7] (Entry) Composition of zircon melt inclusions and crystallization pressure estimation of Miocene Miuchi granitoid pluton

*Yuka TANIWAKI¹, Satoshi SAITO¹ (1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)

[T7-P-8] (Entry) Zircon U-Pb ages of Cretaceous igneous rocks distributed in Kajishima, Shisakajima, Ehime Prefecture, southwest Japan.

*Kazuya Shimooka¹, Satoshi Saito¹, Kenichiro Tani² (1. Ehime Univ., 2. National Museum of Nature and Science)

The Middle Miocene Takano Formation (Ishizuchi Group) along the Namekawa gorge, Toon, Ehime, SW Japan

*Kana Narita¹, Nao Kusuhashi¹, Kenichiro Tani²

1. Ehime University, 2. National Museum of Nature and Science

中期中新世の西南日本では、活発な火成活動により瀬戸内火山岩類や外帯珪長質火成岩類が形成された。この火成活動はその直前に起こっていた日本海や四国海盆の拡大と関連して生じたと考えられている (例えば, Shimoda et al., 1998)。四国北西部の石鎚山周辺からその西方に分布する石鎚層群 (堀越, 1957) もまた、この時期の火成活動の産物である。

石鎚層群は下部～中部中新統の久万層群を傾斜不整合に覆い、下位から高野層・黒森峠層・皿ヶ峰層・天狗岳層で構成される (例えば, 吉田ほか, 1993)。しかしながら、これまでの石鎚層群の研究は石鎚コールドロンを中心に、同層群最上部の天狗岳層を主に扱っていて (例えば, Yoshida, 1984)、それより下位の層については研究があまり進んでいないのが現状である。同層群を形成した石鎚火成活動全体を理解するためには、下位層に関する詳細な層序学的・岩石学的研究が必須である。そこで本研究では、石鎚火成活動の初期の様子を明らかにすることを目的し、愛媛県東温市の滑川溪谷において、同層群の最下部を構成する高野層の調査をおこなった。

調査地域の高野層は層厚が 300 m ほどで、滑川溪谷では最下部と最上部を除き、全層厚にわたってほぼ連続して露出する。この地域の同層は、全体が一連の cooling unit を構成する流紋岩質火砕流堆積物からなる。また、同層は結晶片岩の細片を異質岩片として含む中程度ないし強く溶結した火山礫凝灰岩からなる下部 (層厚約 80 m) と、高温石英・黒雲母を多く含む溶結の弱い結晶質凝灰岩からなる上部 (200 m) の大きく二つの岩相に分けられ (堀越, 1957)、下部から上部へは層厚 25 m 程度の漸移部を挟んで漸移する。一方で、下部に上部の岩相が、あるいは上部に下部の岩相が挟まることはない。溶結の程度の急激な変化や異質岩片の量などに基けば、少なくとも下部は 5 つ、上部は 3 つの flow unit に区分することができる。下部から上部まで全体的にザクロ石が含まれ、下部はそれ以外に石英・黒雲母・斜長石を、上部は石英 (特に高温石英)・黒雲母・斜長石・サニディンを多く含んでいる。

高野層の上位には、黒森峠層が露出する。この地域の黒森峠層は、層厚 170 m 以上で、最下部に側方へ連続しない礫岩を挟むほかは、安山岩質な火砕流堆積物 (block and ash flow 堆積物を含む) からなる。斜長石・角閃石・直方輝石が多く含まれる。

流紋岩質でザクロ石を含むという高野層の特徴は、瀬戸内火山岩類の流紋岩と類似する (例えば, Shimoda and Tatsumi, 1999)。全岩化学組成についても、瀬戸内火山岩類や外帯珪長質火成岩類のものによく似ている。ただし、瀬戸内火山岩類よりも Y や Nb に富むという点では外帯珪長質火成岩類に近い (新正ほか, 2007)。また、高野層の最上部では全岩化学組成が流紋岩質からデイサイト質へとわずかに苦鉄質に変化するようである。このことは、上位の黒森峠層を形成した安山岩質マグマの活動が高野層堆積末期にはすでに始まりつつあったことを示しているのかもしれない。

滑川溪谷に露出する高野層最上部の結晶質凝灰岩について、LA-ICP-MS を用いたジルコンU-Pb年代測定をおこない、約 14.6 Ma の加重平均年代を得た。また、調査地域南方の久万高原町で割石川に露出する久万層群明神層最上部の凝灰岩からは約 15.2 Ma の年代を得ている。これらの年代からは、明神層と高野層とが構造的には傾斜不整合でありながら、両者の間の時間間隙は短かったことを示している。

引用文献

堀越 (1957) 愛媛大紀要, **2**, 127–137; Shimoda and Tatsumi (1999) *Island Arc*, **8**, 383–392; Shimoda et al. (1998) *EPSL*, **160**, 479–492; 新正ほか (2007) 地雑, **113**, 310–325; Yoshida (1984) *JGR*, **89**, 8502–8510; 吉田ほか (1993) 地質学論集, **42**, 297–349.

Keywords: Miocene, Ehime, Takano Formation, Ishizuchi Group, Felsic igneous rocks of the Outer zone , Setouchi volcanic rocks

Petrology and geochemistry of meta-granitoids in Oki-Dogo, Shimane, SW Japan

*Satomi HIRAI¹, Atsushi KAMEI¹, Mai FUJIWARA¹, Shunsuke ENDO¹

1. Shimane Univ.

隠岐変成岩類の地質学的位置づけは中国大陸－韓半島－日本列島を含めた北東アジアの地質基盤構造の理解やペルム紀－三畳紀以前の当地のテクトニクスを議論するうえで重要である。最近、その位置づけに関して2つの説がある。1つ目は、隠岐変成岩類中の古原生代の変花崗岩（約1.97-1.81Ga）が火山弧型の化学組成を有するために韓半島のYeongnam massifに対比される説である（Cho et al., 2021）。2つ目は、隠岐変成岩類が古原生代（約1.85Ga）のグラニュライト相に達する変成作用を被っていることからGyeonggi massif北部に対比される説である（Kawabata et al., 2021）。これらの説に関しては、いくつか解決すべき問題点もある。前者では、まず変花崗岩の検討試料数が少ないことがあげられる。さらに地球化学的判別図により火山弧型花崗岩としているが、マグマの起源物質を堆積岩と推定しているためにテクトニクス背景を限定できるかは要注意である。また後者では、Gyeonggi massif北部に対比しているが、ここに普遍的とされる衝突帯型花崗岩（Lee et al., 2014）の存在がまだ隠岐島後に確認できていない。このような背景から、本研究では隠岐島後の変花崗岩に注目し、地質調査、岩石記載、および全岩化学分析を行った。

隠岐島後の北東部には新生代火山岩類の基盤岩として円環状に隠岐変成岩類が露出する。岩相はミグマタイト質片麻岩が多くを占め、角閃岩や変花崗岩を伴う（例えば、山内ほか, 2009）。これまで隠岐片麻岩類の変花崗岩に注目した調査報告は少ないが、本調査によって大小さまざまな規模で普遍的に産することが確認された。変花崗岩には2つの産状が認められ、ひとつは片麻岩の片理を切る不調和タイプ、もう1つは塊状のブロックタイプである。大多数は不調和タイプの産状を示し、ブロックタイプは今のところ1露頭である。薄片観察では両タイプの鉱物組合せに大きな違いはなく、主に石英、斜長石、アルカリ長石、黒雲母を含み、少量のザクロ石を伴うことがある。

全岩化学分析の結果から、コンドライトで規格化したREEパターン図の検討を行った。不調和タイプでは、高REE量かつEuの負異常を持つものと、低REE量かつEuの正異常を持つものが認められた。高REE量のもは相対的に「高HFS量」である傾向があり、低REE量のもは「低HFS量」である傾向がある。また、不調和タイプはPearce et al. (1984) のY+Nb vs Rbの判別図で、火山弧型、衝突帯型、プレート内型の幅広い特徴を示す。高HFSタイプは火山弧型～プレート内型の傾向があり、低HFSタイプは火山弧型～衝突帯型の傾向がある。一方、ブロックタイプの地球化学的特徴に関しては現在検討中である。

今回は不調和タイプの変花崗岩の検討を中心に紹介する。上述のように高HFSタイプと低HFSタイプのREEパターンには違いがあり、そのEu異常とREE含有量の傾向から長石類の分別効果が疑われる。そこで平衡結晶作用のモデル計算を試みた。その結果、主に斜長石とアルカリ長石が結晶化した際に、高HFS量のメルトと低HFS量の集積岩とに分離したことが示唆された。したがって、地球化学的判別図の使用や成因の検討には、メルト相に区分される試料を扱うことが好ましい。メルト相の試料（高HFSタイプ）をPearce et al. (1984) の判別図で確認すると、長石の分別が進行するにつれて火山弧型からプレート内型に組成が変化していることが示唆された。このことから、不調和タイプの変花崗岩は、火山弧型の特徴をもつ親マグマから生成されたと解釈できる。ただし、マグマの起源物質が火山弧型であると解釈されるものの、その活動場を火山弧に断定できるとは限らず、今後の更なる検討を要する。

引用文献：Cho et al. (2021) *Lithos*, 396, 106217; Kawabata et al. (2021) *Journal of Metamorphic Geology*, 40(2), 257-286; Lee et al. (2014) *Precambrian Research*, 248, 17-38; 山内ほか(2009) 地質調査総合センター, 14-19; Pearce et al. (1984) *Journal of petrology*, 25(4), 956-983.

Keywords: Oki belt, Oki-Dogo Island, Meta-granitoids, Paleoproterozoic, Northeast Asia

Ages of granitoids from the Itoshima Peninsula, western part of Fukuoka Prefecture

*Yayoi MURAOKA¹, Kazuhiro MIYAZAKI¹

1. AIST

北部九州には白亜紀に活動した花崗岩類が広く分布しており、現在17岩体に区分されている（大和田・亀井, 2010など）。福岡県西部に位置する糸島半島周辺には、糸島花崗閃緑岩、北崎トータル岩、志賀島花崗閃緑岩及び深江花崗岩の4岩体が分布する。本発表では、糸島花崗閃緑岩2試料、北崎トータル岩1試料、志賀島花崗閃緑岩1試料、深江花崗岩1試料の年代測定の結果を報告するとともに、冷却史についても考察する。一部の年代データは昨年の地質学会にて発表した¹が、新たに得られた年代データとあわせて改めて報告する。

糸島花崗閃緑岩は北部九州で最も広く産する白亜紀花崗岩体で、東西約60km、南北約35kmの分布面積を誇る。また、同地域で最も初期に活動した花崗岩体ともされ、深江花崗岩、佐賀花崗岩、早良花崗岩、福岡花崗岩、三瀬花崗岩に貫かれる。北崎トータル岩は糸島花崗閃緑岩とは変成岩のルーフを挟んで北側に分布し、さらに北側には志賀島花崗閃緑岩が分布する。志賀島花崗閃緑岩は北崎トータル岩を貫き、累帯深成岩体を形成する。深江花崗岩は脊振山地南部に広く産するほか、糸島花崗閃緑岩に伴って散点的に産する。

糸島花崗閃緑岩、北崎トータル岩及び志賀島花崗閃緑岩については、同一露頭のサンプルを用いて、ジルコンU-Pb年代、黒雲母K-Ar年代及びジルコンFT年代を測定した。また、深江花崗岩はジルコンU-Pb年代のみ測定した。糸島花崗閃緑岩からは106.1±0.9Ma, 105.0±1.4MaのジルコンU-Pb年代, 96.1±2.1Ma, 91.4±2.0Maの黒雲母K-Ar年代, 105.1±4.7Ma, 101.5±6.1MaのFT年代が得られ、北崎トータル岩からは111.5±1.3MaのジルコンU-Pb年代, 94.3±2.1Maの黒雲母K-Ar年代, 100.±6.0MaのFT年代, 志賀島花崗閃緑岩からは110.1±0.5MaのジルコンU-Pb年代, 92.9±2.0Maの黒雲母K-Ar年代, 100.8±6.0MaのFT年代が得られた。深江花崗岩からは100.3±0.5MaのジルコンU-Pb年代が得られた。

年代測定の結果、北崎トータル岩のジルコンU-Pb年代が最も古く、最初期に活動した可能性が示された。さらに、北崎トータル岩に貫入する志賀島花崗閃緑岩も糸島花崗閃緑岩より古い年代を示すため、累帯深成岩体を形成した一連のマグマ活動が、糸島花崗閃緑岩マグマの活動に先立って起こった可能性が考えられる。

一方、一般的な各年代測定の閉鎖温度はジルコンU-Pb年代が約900°C、黒雲母K-Ar年代が約300-350°C、FT年代が約250°Cとされる。このことを踏まえるとFT年代が最も若い年代を示すと推測されるが、糸島花崗閃緑岩、北崎トータル岩、志賀島花崗閃緑岩の3岩体4試料については、黒雲母K-Ar年代が最も若い値を示したため、年代値の扱いや冷却史の解釈には慎重な考察が必要である。この点について本発表では、測定鉱物の粒径と閉鎖温度の関係から検討を行う。

【引用文献】大和田・亀井(2010) 日本地方地質誌 8, 朝倉書店, 304-311.

Keywords: North Kyushu, Granitoids

Field geological and petrological approaches to the growth process and magma ascent process: the example of the Ushikiri-yama granodiorite body.

*Keisuke ESHIMA¹, Masaaki OWADA¹, Atsushi KAMEI²

1. Yamaguchi Univ., 2. Shimane Univ.

花崗岩や閃緑岩などの深成岩体はマグマ溜まりの化石と称され (Wibe, 1994), マグマ溜まりの状態, その中でマグマの挙動および深成作用 (分化, 同化および混合) の影響などマグマが固結するまでの様々な活動履歴を保存している. また, これらの情報はマグマがどのようにして形成, 上昇または定置したのかというマグマの「空間問題」に対しても様々な知見を与えてくれる. 最近ではアナログ実験 (Kavanagh et al., 2006) や数値シミュレーション (Melkin et al., 2021) などラボスケールでの再現実験やデータ駆動型の検討が多くなっている. しかしながら, このような解析結果を野外地質や岩石の特徴または岩石の化学組成を用いた検討, 特に岩体のマグマプロセスを反映した検討は少ない. そこで, 本発表では詳細な野外調査から得られたマグマの流動データ (面構造, 線構造), 高密度サンプリングによる岩体規模の鉛直・平面化学組成変化および岩体固有のマグマプロセスを統合し, 岩石学的なアプローチで岩体成長過程とマグマの上昇過程を明らかにする. また, 再現実験や数値シミュレーションの解釈を検証し, 適応することでより詳細な岩体成長過程を編む. 対象岩体の牛斬山花崗閃緑岩体が分布する北部九州花崗岩バソリスは17または18個の小規模岩体で構成される (大和田・亀井, 2010). この花崗岩バソリスの中で牛斬山岩体は他の花崗岩類と接しておらず独立した小規模岩体であるという特徴を持つ. この特徴は一つのマグマ溜まりの詳細や岩体の成長過程を考える上で大きなアドバンテージとなる. そして, 牛斬山周辺の地質は, 石灰岩・変成岩とそれらを貫く牛斬山花崗閃緑岩及び小規模な岩脈から構成され, 牛斬山花崗閃緑岩は, 牛斬山山頂部から東西に延びる細粒相を境に北部岩体と南部岩体に区分される. 南部岩体は北部岩体とは異なり, 母岩の捕獲岩, 岩脈類の貫入および火成起源の緑簾石の存在が確認できる. 一方で北部岩体は一部斑状を呈する花崗岩が存在する. また, 牛斬山岩体全体では岩体の外形に沿うようなホルンブレンドと斜長石の定向配列による面構造 (流理構造) と付随するドーム型の形状を示す線構造が発達する. 一般にどちらも弱い構造であるが南部岩体と細粒相では多く確認できる. モード組成と全岩化学組成データは細粒相を境界に南北に2つの累帯組成変化を示し, この平面変化は岩体の面構造の形態と調和的である. さらに, 南北両岩体の活動年代はホルンブレンドのK-Ar年代測定から南部岩体105.3 ± 3.2 Ma, 北部岩体100.9 ± 2.9 Maとされ, 活動時期の少し異なる2つのマグマの上昇が考えられる. また, 南部岩体のみに含まれる自形かつ火成起源の緑簾石の存在から南部岩体マグマは固結時の定置P-T条件よりも深い地下深部で一度マグマ溜まりを形成したことが予想され, そのことと調和的に北部岩体に比べ南部岩体のホルンブレンドのコアのAl含有量は高い. そして, 南部岩体の母岩を捕獲岩として含む産状, 北部岩体より肥沃な同位体組成および古いK-Ar年代値から, 南部岩体マグマが先に母岩を捕獲または同化しながら上昇し, 一度安定し再び上昇するというプロセスが編まれる. 一方で, 北部岩体は南部岩体と同じ火道 (通路) を使用することで, Vent cleaning (Harris et al., 1999) が作用し, 母岩との反応が抑えられたマグマとして上昇・定置したと考えられる. 北部岩体には斑状組織を呈する岩石も産することから上昇速度も速かったと予想できる. また, 牛斬山花崗閃緑岩体は変成岩とその上部の石灰岩との低角度境界部に貫入しており, 牛斬山山頂部では変成岩のルーフが確認できる. このことはアナログ実験で検証された岩体 (シル) の形成過程と類似する. 加えて, 両岩体に発達する面構造はマグマが供給口から半円状のローブとして流れ, 壘重したものと解釈できる. これらのことから, マグマの上昇過程や成長過程の岩石学的な検討は1種類の事象や1種類のデータでは難しいが, 岩体の分布条件や岩石の露出状況などを考慮し, 複数個の岩石学的データを用いることで検討可能である. 【引用文献】 Wiebe (1994) *Jour. Geol.*, 102, 423–437. Harris et al. (1999) *Jour. Petrol.*, 40, 1377–1397. Kavanagh et al. (2006) *EPSL*, 245, 799–813. 大和田・亀井 (2010) 日本地方地質誌8, 朝倉書店, 304–311. Melkin et al. (2021) *JGR, Solid Earth*, e2021JB023008.

Keywords: Cretaceous, Northern Kyushu batholith, Horizontal variation, Vertical variation, Double cell zoning

Lithostratigraphy and magnetic susceptibility of deep drill core from the Yakuno Ophiolite in the northern part of the Oshima Peninsula, Japan

*Shinya WADA¹, Takafumi KIMURA², Takahiro OYAMA², Shigeyuki SUZUKI³, Akiyuki IWAMORI¹, Yoshiharu OTSUKA¹, Akihiro ONO¹, Hirofumi KOWARI⁴, Kazunari KIMURA⁴, Makoto YANAGIDA⁴

1. Kansai Electric Power. Co., 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Okayama Univ., 4. Hanshin Consultants Co., Ltd.

はじめに：夜久野オフィオライトは、岡山県の井原地域から福井県の大島半島にわたって分布する、上部地殻からマントルまでの層序を保った、古生代後期の複合火成岩体である[1]。オフィオライト最下部のマントルかんらん岩は、大島半島の南部と東端部に、大島岩体、待ちの山岩体として分布する[1]。2014 - 2018年、大島半島北部の大飯発電所敷地内において実施された深度1000 mを超えるボーリングにより、かんらん岩まで到達する連続的なコア試料が得られた。本発表では、これらの岩相記載と、コア試料の帯磁率およびX線CTの結果から得られた知見について報告する。

岩相記載：本コアの岩相は、深度0 - 623 mの地殻セクション、623 - 1005 mのマントルセクションに大別される。地殻セクションでは、浅部に頁岩、玄武岩-ドレライト（以下、ドレライト類と呼称）、中部にドレライト類、深部に斑レイ岩が認められた。ドレライト類には、ドレライトゼノリスを含む珪長質～苦鉄質貫入岩や、変質によって二次的に形成されたと考えられるエピドーサイトが認められた。例えば、中部のドレライト類の鉱物組み合わせは、主に斜長石、緑簾石、マグネタイト、石英、緑泥石であったが、エピドーサイトでは主に緑簾石、石英に変化していた。斑レイ岩には、塑性および脆性変形を被った剪断変形組織が認められた。これらの地殻セクションは、上位から下位にむかって温度の上昇する中圧型の変成作用を被っており、緑色片岩相から緑簾石角閃岩相をへて、角閃岩相に到達していることが観察された。マントルセクションでは、浅部にハルツバーナイト、ダナイト、輝石岩、深部にウェールライトおよび輝石岩が認められた。かんらん岩類には、かんらん石が保持された新鮮部が認められる一方で、一部、二次的な蛇紋岩化作用が認められた。例えば、ウェールライトの鉱物組み合わせは、主にかんらん石、単斜輝石、クロムスピネルであるが、蛇紋岩化作用を強く被ると、主に蛇紋石、マグネタイト、角閃石となっていることが観察された。

物性値の測定結果：コア試料の帯磁率測定の結果、地殻セクションのドレライト類は $0.222 - 186 \times 10^{-3}$ SIであり、変質部は新鮮部よりも低い値を示した。珪長質～苦鉄質貫入岩は $0.04 - 0.518 \times 10^{-3}$ SIであった。斑レイ岩は $0.134 - 0.258 \times 10^{-3}$ SIであった。マントルセクションのハルツバーナイトは $5.34 - 16.4 \times 10^{-3}$ SI、ダナイトは $18.4 - 44.7 \times 10^{-3}$ SI、輝石岩は $2.17 - 39.9 \times 10^{-3}$ SIであった。蛇紋岩は $10.1 - 96.1 \times 10^{-3}$ SIであった。変質した試料の一部には、数cmスケールの帯磁率の不均質性が認められた。X線CTの結果、変質した試料には幅数mmのマグネタイトの濃集脈などが、三次元的に発達していることが観察された。CT値と密度の関係式[2]から、コア試料の三次元的な密度変化を1ピクセル0.07 mmの画素サイズのCT画像を用いて決定した。

考察：帯磁率に対する二次的な変質作用の影響を評価するため、新鮮部と変質部が共存するドレライト類およびウェールライト試料を対象に、帯磁率と岩石組織の関係について考察した。変質程度が異なる試料について、帯磁率と薄片観察より得られた各鉱物の体積比との相関をとると、帯磁率とマグネタイトの体積比に強い正の相関が認められた。従って、ドレライト類が変質すると、マグネタイトが緑簾石の形成のために消費されることで、帯磁率が低下すると考えられる。また、かんらん岩が変質すると、かんらん石の分解によってマグネタイトが増加するために、帯磁率が増加すると考えられる。変質した試料でみられた帯磁率の不均質性は、X線CTの結果から、三次元的に発達するマグネタイトなどの濃集脈の影響と考えられる。これらにもとづき、全てのボーリングコアの帯磁率層序から貫入岩や変質作用の影響を取り除くと、帯磁率の一部に周期的な変化が認められた。この変化は、火成作用によって形成された鉄酸化物などの量比と相関する可能性があり、オフィオライトを形成したマグマの化学組成の変化と対応する可能性がある。

まとめと今後の展望：大島半島北部において、オフィオライト層序を保持した連続的なボーリングコアが得ら

れた。本研究では、当該コアの岩相記載を実施し、帯磁率やX線CTを組み合わせることで、岩石が被った代表的な変質作用と帯磁率の関係を議論した。二次的な影響を減じた帯磁率層序に認められる周期的な変化は、マグマ組成の変化に対応する可能性がある。今後、これらの岩石の化学分析を実施し、本オフィオライトを形成したマグマ組成の経時変化について議論したい。

[1] Ishiwatari, 1985, *Journal of Petrology*;

[2] 岩森ら, 2020, *岩石鉱物科学*

Keywords: Yakuno Ophiolite, Oshima peninsula, drill core, magnetic susceptibility, X-ray CT

Petrological characteristics and genetic relationships of plutonic rocks in the Hakata Island, Ehime prefecture.

*Toko FUKUI¹, Satoshi SAITO¹

1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

はじめに

白亜紀後期のユーラシア大陸東縁では大規模火成活動がおり、西南日本内帯の領家帯と山陽帯を構成する花崗岩類を形成した。この大規模火成活動に伴う大陸地殻の成長過程を理解するためには、花崗岩類を形成した火成作用やそれに引き続く交代変質作用などの地殻深部プロセスについて明らかにする必要がある。愛媛県北部伯方島は西南日本内帯に位置し、多様な岩相を示す深成岩類がみられることから、白亜紀後期における地殻深部プロセスの検討に適した研究地域である。当地域について、越智(1991)、桃井ほか(1991)、松浦ほか(2002)などの先行研究では、それぞれ花崗岩類の岩相区分などの記載岩石学的研究がなされてきた。しかしながら、火成作用や交代変質作用の考察に必要な全岩化学組成や鉱物化学組成などについての検討はこれまでなされていない。そこで本研究では、伯方島の深成岩類を形成した地殻深部プロセスを明らかにするために、野外調査、岩石記載、全岩化学組成分析、鉱物化学組成分析をおこない、当地域の深成岩類の岩石学的特徴を検討するとともに、その成因関係を考察した。

岩相区分と岩石記載

野外産状、構成鉱物及びモード組成から、当地域の深成岩類は黒雲母花崗岩、黒雲母花崗閃緑岩、角閃石閃長岩、苦鉄質岩脈、花崗斑岩脈の5岩相に区分できる。黒雲母花崗岩および黒雲母花崗閃緑岩中には苦鉄質包有物が多数みられ、鏡下ではいずれもカリ長石にポイキリティック組織がみられる。また黒雲母花崗岩中にはしばしば優黒質な岩相がみられ、それらは角閃石黒雲母トータル岩の組成を持つ。鏡下ではこれらの優黒質部には、斜長石の汚濁帯やポイキリティック組織がみられる。一方、角閃石閃長岩は、周囲の黒雲母花崗岩との境界域に漸移的な岩相変化がみられる。鏡下では構成鉱物としてアルカリ長石、斜長石、角閃石、石英、燐灰石、ジルコン、柘榴石、スフェーンなどが認められ、角閃石には粒状集合組織がみられる。

全岩化学組成と鉱物化学組成

全岩化学組成については、深成岩類及び岩脈類でSiO₂含有量が52~80 wt%と組成範囲が広く、ハーカー図上で単一の組成トレンドを形成しない。特に角閃石閃長岩はNa₂O含有量が6.1~6.5 wt%と他の岩相(4.2 wt%以下)に比べ著しく高い。また、黒雲母花崗閃緑岩中の苦鉄質包有物については、ノルムAn-Ab-Or花崗岩分類図でトータル岩の組成を示す。一方、黒雲母花崗岩については、固有の組成トレンドを形成する。鉱物化学組成については、角閃石黒雲母トータル岩中の汚濁帯をもつ斜長石のAn成分が、汚濁帯付近で急激に増加する特徴がみられる。

考察

当地域の黒雲母花崗岩には、トータル岩の組成を持つ優黒質部がみられ、花崗岩質マグマとトータル岩質マグマの共存及び混合を示唆する。また、優黒質部にみられるAn成分に富む汚濁帯をもつ斜長石は、高温のマグマとの接触を示唆している(例えば、池田ほか, 2019)。さらに、黒雲母花崗閃緑岩とその苦鉄質包有物が、黒雲母花崗岩と優黒質部との中間的な組成を示すことから、これらが上記の2つのマグマの混合により形成されたことが示唆される。このような野外産状と岩石記載の特徴から、当地域の花崗岩類について、「花崗岩質マグマとトータル岩質マグマとの混合による花崗閃緑岩質マグマの形成」の成因関係が考えられる。一方、黒雲母花崗岩にみられる主要元素の組成トレンドについては、マスバランス計算から、黒雲母、斜長石、カリ長石、燐灰石の分別により説明でき、黒雲母花崗岩のマグマ過程として結晶分化作用がおきたと考えられる。角閃石閃長岩については、周囲の黒雲母花崗岩からの漸移的な岩相変化や角閃石の粒状集合組織、Na₂Oに富む特異な全岩化学組成といった特徴が交代変質作用による花崗岩質岩の変化が示唆される(村上, 1976)。また、当地域の角閃石閃長岩は構成鉱物や組成的特徴から、村上(1958)に記載されたType Bの閃長岩に相当すると考えられる。以上のことから、角閃石閃長岩の成因は黒雲母花崗岩に高温でNa₂Oに富むアルカリ揮発性成分が関与した交代変質作用であると考えられる。

まとめ

伯方島にみられる多様な深成岩類を形成した地殻深部プロセスとして、①結晶分化作用(花崗岩質マグマの結晶分化)、②マグマ混合(花崗岩質マグマとトータル岩質マグマの混合)、③交代変質作用(Na_2O 流体による交代変質)の3つが関与したと考えられる。

引用文献

池田ほか 2019 地雑 125 167-182. 松浦ほか 2002 20万分の1地質図幅「岡山及丸亀」産総研. 桃井ほか 1991 愛媛県地質図(20万分の1)第4版 トモエヤ. 村上 1958 岩鉱 42 309-318. 村上 1976 岩石鉱物鉱床学会誌 特別号 1 261-281. 越智 1991 日本の地質8 四国地方 共立出版 6-12.

Keywords: Hakata Island, Granite, Syenite

Composition of zircon melt inclusions and crystallization pressure estimation of Miocene Miuchi granitoid pluton

*Yuka TANIWAKI¹, Satoshi SAITO¹

1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

はじめに 花崗岩質マグマの固結圧力は、造山帯の構造発達史や個々の花崗岩体のマグマ過程など、広い範囲の地質現象の理解に欠かせない基本情報である。花崗岩体の固結圧力を岩石学的に制約する方法として、角閃石Al地質圧力計が広く用いられているが、角閃石を含まない花崗岩類には適用できない問題がある。一方、流紋岩などの火山岩類ではガラス(メルト)組成とQz-Ab-Or系の相平衡関係からマグマ溜まりの深度が検討されている。従って、花崗岩類についてもメルト組成を得ることができれば、マグマの固結圧力を制約することができると考えられる。しかしながら、花崗岩類にはガラスが含まれないため、直接メルト組成を得ることは困難である。本研究では、新たに花崗岩類に普遍的に含まれる鉱物であるジルコンに着目し、そのメルト包有物の均質化実験と組成解析を試み、花崗岩質岩体の固結圧力の検討を行った。

実験試料 本研究では、西南日本外帯酸性岩体の1つである中新世御内岩体を対象にジルコンメルト包有物の解析を行った。御内岩体の花崗岩類は石英・斜長石・カリ長石・黒雲母から構成され、ジルコン・燐灰石・スフェーン・電気石を副成分鉱物として含む。鏡下観察からジルコンは自形を呈し、主成分鉱物の粒間に認められた。全岩化学組成分析を行った10試料のうち、比較的Zr含有量の高い試料からジルコンを抽出し、SEM-EDSによりジルコンの内部構造を観察したところ、微細な石英・長石類からなる不定形の多相包有物(メルト包有物)が認められた。

実験方法 ジルコンメルト包有物の均質化実験はピストン-シリンダー型高温高圧発生装置を用いて0.3GPaで行った。まずメルト包有物を十分に均質化させるために1000°Cまで加熱して1時間保持し、その後、試料の全岩化学組成から見積もったジルコン飽和温度(Watson & Harrison 1983 CMP)より、840°Cで24時間保持した。実験後の試料は室温まで急冷させたのち回収し、SEM-EDSにより反射電子像観察、化学組成分析を行った。

結果 御内岩体のメルト包有物のSiO₂含有量は75~80 wt%の範囲であり、SiO₂含有量の増加に対してAl₂O₃、CaO、Na₂O、K₂O含有量は減少する。また、岩体の全岩化学組成とメルト包有物組成を比較すると、ハーカー図においてNa₂OとK₂Oについては両組成トレンドが斜交する。さらに、御内岩体の全岩化学組成はMgO含有量が2.0~0.1 wt%、FeO含有量が4.0~0.3 wt%であるのに対し、メルト包有物組成についてはMgOは検出されず、FeO含有量も1.2 wt%以下と低く、全岩化学組成とメルト包有物組成のトレンドは大きく異なる。

考察 メルト包有物の組成は岩体の全岩化学組成トレンドのSiO₂含有量の高いところに位置する。従って、ジルコンは結晶成長時に鉱物粒間の分化したメルトを包有物として取り込んだものと考えられるが、このことは鏡下観察からジルコンが主成分鉱物粒間に認められることと調和的である。メルト包有物組成はSiO₂の増加に対して、Na₂OとK₂O含有量が減少するトレンドを示す。この組成トレンドの解釈として、(1)マグマ固結過程で組成変化するメルトが示すトレンド、(2)ジルコンがメルトとともに微細結晶を取り込んだ包有物を、実験により均質化させたことによる混合トレンド、の2つが考えられる。(1)については、マグマ固結過程でのメルトの組成変化は、岩体の全岩化学組成変化と同様の傾向を持つことが予想されるが、ハーカー図上において、Na₂O、K₂O、FeO、MgOはメルト包有物の組成トレンドが全岩化学組成トレンドとは大きく斜交している。これに対し、ハーカー図上にアルカリ長石の組成をプロットしたところ、メルト包有物の組成はアルカリ長石(Or:Ab=3:2)との混合線上に並ぶ。このことから、メルト包有物のうち、SiO₂含有量が低く、Na₂OとK₂O含有量が高いものについては、メルトとアルカリ長石の微細結晶が混合したものである可能性が高い。このこと

は、 SiO_2 含有量の低いメルト包有物がFeOやMgOをほとんど含まないことも調和的である。次に、固結圧力検討のために、メルト包有物組成の中でも特に微細結晶を含んでいる割合が低いと考えられるデータをノルムQz-Ab-Or図(Blundy & Cashman 2001 CMP)に投影した。その結果、メルト包有物組成はおよそ180~50 MPaの圧力範囲にプロットされる。御内岩体の産状のうち、貫入母岩との境界部近傍に見られる発泡痕や、変成岩ゼノリス中に含まれる紅柱石は、比較的圧力の低い地殻浅部への貫入を示唆する。御内岩体のメルト包有物組成から得られた固結圧力は、これらの低圧を示唆する産状と調和的である。

Keywords: melt inclusion, zircon, granite, crystallization pressure

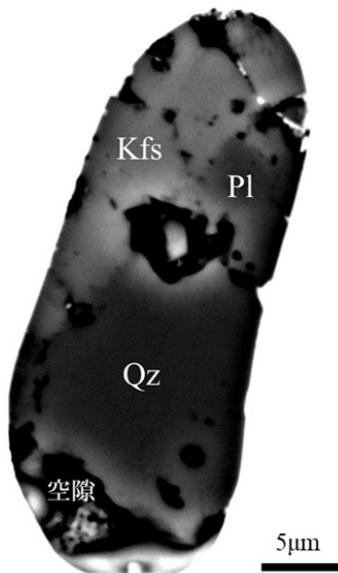


Fig. 1 均質化実験前ジルコンに含まれる多相包有物(メルト包有物)の反射電子像 (Qz:石英 Pl:斜長石 Kfs:カリ長石)

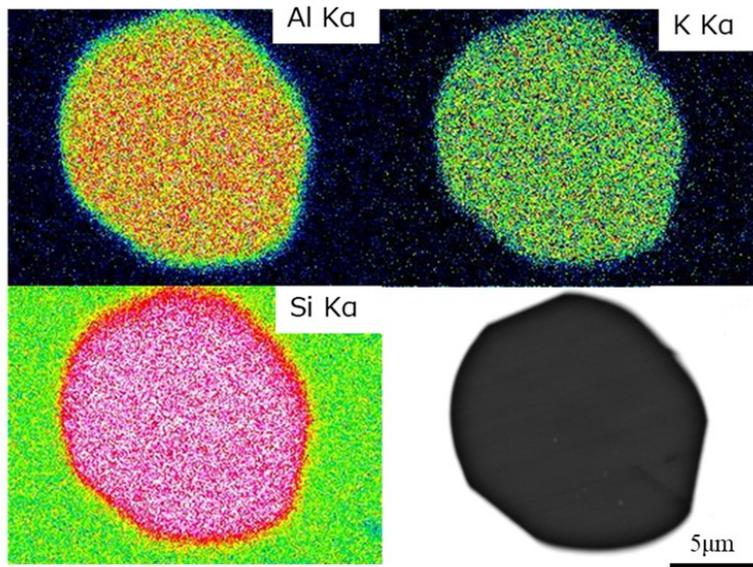


Fig. 2 均質化実験後ジルコンに含まれるメルト包有物の組成マップおよび反射電子像。実験により均質化したことが認められる。

Zircon U-Pb ages of Cretaceous igneous rocks distributed in Kajishima, Shisakajima, Ehime Prefecture, southwest Japan.

*Kazuya Shimooka¹, Satoshi Saito¹, Kenichiro Tani²

1. Ehime Univ., 2. National Museum of Nature and Science

1. はじめに 近年、大陸地殻の成長を解明するための鍵として火山弧でのマグマの異常発生期である“フレアアップ”が注目されている。西南日本内帯に分布する花崗岩類をはじめとした珪長質岩類は白亜紀フレアアップによって形成され、近年の同位体岩石学をはじめとした研究から、苦鉄質下部地殻の部分溶融によるものであると考えられている(例えば, Nakajima 2004)。しかしながら、そのメカニズムについては未だ明らかにされておらず、苦鉄質岩および珪長質岩類の産状と年代学データを紐づけた議論が必要不可欠である。四阪島梶島は愛媛県北東部に位置する南北800 m、東西500mの小島であり、全島が斑れい岩類により構成され、岩脈状に珪長質岩が分布する。堀内(1985)は当地域に分布する斑れい岩類について詳細な記載岩石学研究を行い、鉱物組成の特徴から当地域の斑れい岩類が同一のマグマから形成されたことを示唆した。一方で、Kagami et al. (1985; 2000)は梶島の斑れい岩類を含む西南日本白亜紀深成岩類の同位体岩石学研究から苦鉄質岩と珪長質岩の成因的関連性を示唆した。Okano et al. (2000)は梶島の斑れい岩についてSr-Nd同位体組成分析を行い、101.9±3.2 MaのRb-Sr鉱物アイソクロン年代と、220±46 MaのSm-Nd鉱物アイソクロン年代を報告している。しかしながら、珪長質岩についての研究は極めて少なく、堀内(1985)で僅かに触れられた岩石記載研究に限られる。そこで本研究では、梶島に分布する深成岩類について新たに岩石記載とジルコンU-Pb年代測定を行い、その特徴を明らかにするとともに、西南日本に分布する白亜紀深成岩類との比較を行った。

2. 岩石記載 梶島の苦鉄質岩類は、野外産状および記載岩石学的特徴から、含かんらん石優白質輝石角閃石ノーライト、含角閃石トロクトライト、優白質輝石角閃石斑れいノーライト、優白質輝石角閃石斑れい岩、含かんらん石優白質角閃石斑れい岩、苦鉄質岩脈に大別できる。珪長質岩は野外産状により片状なものと塊状なもの2岩相に分けることができる。片状な岩相は、異なる斑れい岩相どうしの境界域に産し、岩脈中心部では岩脈の貫入方向と調和的な変形構造を示すが、周縁部では塊状に変化する。鏡下ではカリ長石および斜長石のポーフィロクラストとサブグレイン化した石英・斜長石を観察でき、黒雲母は岩脈の示す変形構造に調和的に配列する。塊状な岩相は斑れい岩相内部に産し、石英、斜長石、および黒雲母からなり、しばしば他形のカリ長石を含む。このカリ長石は鏡下で融食縁を示す斜長石、球状の石英・自形～半自形の黒雲母をポイキリティックに内包する。

3. ジルコンU-Pb年代 優白質輝石角閃石斑れいノーライト、含かんらん石優白質角閃石斑れい岩、珪長質岩の片状岩相、塊状岩相の試料からジルコンを分離し、U-Pb年代測定を行った。その結果、優白質輝石角閃石斑れいノーライトから約92 Ma、含かんらん石優白質角閃石斑れい岩から約91 Ma、珪長質岩の片状岩相から約84 Maと塊状岩相から約91 Maの年代が得られた。

4. 議論 斑れい岩類は92~91 MaのジルコンU-Pb年代を示し、約91 Maの年代値を示す珪長質岩塊状岩相と同時期に形成されたと考えられることから、両者の成因的関連性が強く示唆される。一方で、珪長質岩からは約91 Maと約84 Maの岩相によって異なる年代値が得られており、この地域に少なくとも2つの異なる珪長質岩形成時期があったことを示している。珪長質岩のジルコンU-Pb年代値について、約91 Maを示す塊状岩相は、近傍の高縄半島に分布する花崗岩類の年代値(99~89 Ma; Shimooka et al., 2019)に類似するが、約84 Maを示す片状岩相はこれらに類似しない。しかしながら、本研究で得られたジルコンU-Pb年代は西南日本に分布する白亜紀深成岩類の年代分布範囲に収まることから、梶島の深成岩類は西南日本内帯の白亜紀深成岩類を代表するものと考えることができ、苦鉄質下部地殻での珪長質マグマ形成過程を記録した地質体と捉えることができる。

引用文献 : Kagami et al. (1985) *Geochem. J.* 19, 237-243. Kagami et al. (2000) *Island Arc* 9, 3-20. 堀内 (1985) *岩石鉱物鉱床学会誌*, 80, 104-112. Nakajima (2004) *Transactions of the Royal Society of*

Edinburgh: Earth Sciences, 95, 249-263. Okano et al. (2000) *Island Arc*, 9, 21-36. Shimooka et al. (2019) *JMPS*, 114, 284-289.

Keywords: Shisakajima, Kajishima, Zircon U-Pb ages, Cretaceous igneous rocks, southwest Japan

Session Poster | T12. [Topic Session] 火 Volcanic phenomena deciphered from volcanic products and their application to disaster prevention

[8poster34-35] T12. [Topic Session] 火 Volcanic phenomena
deciphered from volcanic products and their application
to disaster prevention

Sun. Sep 11, 2022 9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

フラッシュトーク有り 9:00-10:00頃 / ポスターコアタイム 11:00-13:00

[T12-P-1] Magma Activity of the Ryouzaki Area, Southeastern Izu-Oshima

*Kouki Mori¹, Ryota Uchiyama², Sho Yatsuka³, Izumi Sakamoto¹ (1. Tokai Univ., 2. MARINE WORKS JAPAN LTD., 3. Art marine Co.,Ltd,)

[T12-P-2] Stratigraphy and eruptive history of Azumakofuji, Azuma Volcanic Group, Fukushima, Japan

*Kazuma SUZUKI¹, Atsuharu TOMARU², Takeshi HASEGAWA¹ (1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Department of Science, Ibaraki University)

Magma Activity of the Ryouzaki Area, Southeastern Izu-Oshima

*Kouki Mori¹, Ryota Uchiyama², Sho Yatsuka³, Izumi Sakamoto¹

1. Tokai Univ., 2. MARINE WORKS JAPAN LTD., 3. Art marine Co.,Ltd,

伊豆大島は、伊豆-小笠原-マリアナ弧の最北端に位置する活動的な火山島である。3つの旧火山体（岡田・筆島・行者窟）を基盤とし、下位から泉津層群、古期大島層群(Older Oshima Group；以下OOG)、新期大島層群(Younger Oshima Group；以下YOG)に区分されている[1]。

本研究では、伊豆大島南東部龍王崎域の火山噴出物の分布・特性から、同地域の火山活動様式について考察した。龍王崎域に分布する海食崖には、下位から龍王崎溶岩、龍王崎火山礫凝灰岩層(以下RLT層)、波浮火山礫凝灰岩層(以下HLT層)が露出する。それぞれの火山礫凝灰岩層(Lapilli Tuff層；以下LT層)には、周期数cmから数m規模のさまざまなクロスラミナを伴うサージ堆積物が認められ、岩相の違いから下部、中部、上部に細分した。

本地域の最下部には、龍王崎溶岩が露出する。溶岩表面は、暗赤色又は黒色を呈し、アアクリンカーが観られる。

RLT層(最大層厚は約20 m)は、龍王崎溶岩の上位に堆積するLT層で、基質は細粒な灰色火山灰から構成される。また、RLT層が龍王崎から離れるに従い薄層化することに加えて、2010年度に東海大学海洋地質研究室が行った海底精密地形探査より、龍王崎沖の海底にて計5つの火口がみとめられているため、この爆発が龍王崎沖での活動であったと推定した。本層に含まれる岩片を、記載岩石学的特徴及び全岩化学分析の結果より、(1)Mg値46~53、Al₂O₃が16~22wt.%のグループ、(2) Mg値が43~45、Al₂O₃が14~16wt.%のグループ、(3) Mg値が40~44、Al₂O₃が18~20wt.%のグループに分類した。(1)、(2)グループは、それぞれ基盤である筆島溶岩とOOG相当である龍王崎溶岩と類似の組成or岩石学的特徴を示し、それらを起源とする可能性が示唆されるが、(3)グループに類似する溶岩は本調査地域で確認されておらず、岩片の起源については不明である。

HLT層(最大層厚25 m)は、RLT層の上位に堆積する。9世紀[1]のスリバチ火口近傍から玄武岩スパター[2]及び波浮溶岩[3]([2]のN3部層に相当)を噴出する陸上での活動から始まり、この波浮溶岩流が現在の波浮港付近で海水と接触し、マグマ水蒸気爆発を起こし、HLT層は堆積したと考えられている。本層に含まれる岩片は記載岩石学的特徴及び全岩化学分析の結果より、上記の(1)、(2)、(3)グループに加えて、OOG溶岩(カキハラ溶岩[5]、下原溶岩[4])、および波浮溶岩起源岩片等、下位に分布する全ての溶岩の岩石が観られた。

以上のことから、伊豆大島南東部龍王崎周辺では、火砕サージや巨大な噴石を伴ったマグマ水蒸気爆発が複数回起こった可能性が示唆される。

RLT層とHLT層で観察された岩片のうち、グループ(3)については、本調査地域における陸上溶岩流としては観察されていない。本研究では、龍王崎溶岩と同じマグマだまり内で生じた分化、または筆島溶岩の分化が進んだ溶岩を起源とするものと推定した。一方で、伊豆大島では、[6]によって、カルデラ活動期前後に噴出したいくつかの溶岩についてplagioclase controlled magma(以下PI-magma)とdifferentiated magma(以下D-magma)という二つのタイプへの分類および、2つのマグマが山頂もしくは山腹噴火起源なのかについての研究がなされている。これもふまえて、本研究では伊豆大島南東部というローカルな範囲でもPI-magmaとD-magmaという二つのマグマタイプへの分類が適用できるかどうかの検討を行った。検討を行う際の値として、[6]のNo.R26303のデータを用いた。その結果、伊豆大島南東部の溶岩の内、旧火山体の筆島溶岩を除いて、カキハラ溶岩と龍王崎溶岩、グループ(3)はPI-magma、下原溶岩と波浮溶岩はD-magmaに分類できることが示唆された。

引用文献

[1] Nakamura (1964) Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 42, 649-728.[2] 一色 (1984) 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 133 p.[3] 西尾・大坪 (2018MS) 東海大学海洋学部海洋地球科学科2018年度卒業論文.[4] 田沢 (1980) 火山, 25, 137-170.[5] 田沢 (1981) 火山, 26, 249-261.[6] Nakano and Yamamoto (1991) Bull Volcanology, 53, 112-120

Keywords: Izu-Oshima , satellite cone, plagioclase control, crystallization differentiation

Stratigraphy and eruptive history of Azumakofuji, Azuma Volcanic Group, Fukushima, Japan

*Kazuma SUZUKI¹, Atsuharu TOMARU², Takeshi HASEGAWA¹

1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Department of Science, Ibaraki University

1. はじめに 吾妻火山群は福島県と山形県にまたがる大型の複合火山群であり、最新の活動は、約7,000年前から活動したとされる浄土平火山で発生している（山元, 2005；松本他, 2018）。浄土平火山は吾妻火山群東部に位置し、吾妻小富士火砕丘を代表とする複数の火口と溶岩流で特徴づけられている。本火山のテフラ層序は山元（2005）により報告されており、溶岩流を含めた吾妻小富士噴出物（Az-KF）は全体の99%以上を占めるとされている。しかし、溶岩流については年代や層序関係を示す地質学的証拠に乏しいため、本火山全体の層序に組み込まれていない。そのため、吾妻小富士火砕丘については、東麓に流出する溶岩流（以降、吾妻小富士溶岩）とテフラ層との時間的關係は不明であり、浄土平火山全体の噴火層序も不完全であった。今回、浄土平火山を調査し、室内分析の結果も参考にして溶岩流を含めた吾妻小富士の新たな層序と形成史を検討した。

2. 露頭記載 吾妻小富士溶岩上に位置する登山道沿いの露頭（loc.2）では、浄土平火山由来のテフラ層が7層（下位からL2-1～L2-7）確認できる。L2-5の直上には層厚1 cmの黄色細粒火山灰層が、L2-7上位にはロームを挟み層厚2 cmの白色軽石層が存在する。これらは層相・岩質と火山ガラス組成から、それぞれ、十和田一中礫テフラ（To-Cu：6 ka）、沼沢一沼沢湖テフラ（Nm-NK：5.4ka）と認定できる。L2-1は層厚2 m以上で基質支持の火山灰火山岩塊層である。本層は淘汰が悪く、発泡した溶岩片と同質の粗粒火山灰からなり、流理構造をもつ溶岩岩塊も含まれる。この層相はHasegawa・Suzuki（2021）が吾妻小富士で報告した溶岩流末端崩壊型の火山岩塊火山灰流堆積物（loc.3）に酷似しており、本層も同様の発生機構が示唆される。両者の分布域を考慮すると同一のユニットではなく、異なる溶岩ローブの崩壊に由来すると考えられる。L2-2～L2-7（L2-4を除く）は層厚5 cm～23 cmで淘汰の良い火山灰または火山礫からなる層で、構成粒子は最大粒径約4 cmの角ばった安山岩質溶岩片であり、ブルカノ式噴火に由来する降下テフラと解釈できる。L2-4は層厚が50 cmで比較的淘汰が悪く、炭化木片も含まれることからブルカノ式噴火に伴う火砕流堆積物である可能性がある。

3. 議論 これまで吾妻小富士溶岩の層序・年代は不明であったが、その末端崩壊による火山岩塊火山灰流堆積物がTo-Cuに覆われることから6 ka以前と結論できる。その上位のブルカノ式噴火堆積物を主とするテフラ層については、山元（2005）で報告されている露頭（loc.1）と比較すると、To-Cu直下のL2-5と、To-CuとNm-NKに挟まるL2-6、L2-7はAz-KFに対比されると考えられる（Fig.）。L2-2～L2-4については既報のテフラとの対比が不明であるが、層序や分布域、層相や岩石学的特徴（全岩化学組成等）の類似性から吾妻小富士由来の可能性が高い。これらのデータを統合すると吾妻小富士火砕丘の活動は、大きく①溶岩流ステージと②爆発的噴火ステージに分けることができる。溶岩流ステージでは、安山岩質の塊状溶岩（吾妻小富士溶岩）を広範囲に流出し、吾妻小富士火口東麓に溶岩台地を形成した。この活動では溶岩流末端崖の崩壊により、複数の火砕流も発生した。溶岩流の流出が終息した後は、ブルカノ式噴火を主な噴火様式としてテフラを生成する爆発的噴火を頻発した。

4. 今後の課題 観察した露頭数が少ないことや、既報のAz-KFとの対比が完全ではないことから、溶岩流ステージ以前、または同時期に爆発的噴火が発生していた可能性は否定できない。一方で、既報のAz-KF以外のテフラが、吾妻小富士由来である可能性についても再検討が必要である。また、吾妻小富士火砕丘内ではストロンボリ式噴火堆積物が露出しており、火砕丘を構築している主要な堆積物であると考えられるが、こちらもAz-KFとの対比はされていない。したがって、火砕丘を構成する堆積物と、溶岩流・ブルカノ式噴火堆積物との前後関係は不明であり、今後の課題である。今後は火砕丘内の調査を行い、地質学的・岩石学的な対比により吾妻小富士全体の噴火履歴を構築する。

引用文献

Hasegawa · Suzuki (2021) 日本地球惑星科学連合2021年大会講演要旨

松本 · 中野 · 古川 · 山元 (2018) 地質調査報告, 69, 153-163.

山元 (2005) 地質学雑誌, 111, 94-110.

Keywords: eruption history, pyroclastic cone, lava flow, Azuma volcano group, Jododaira volcano,
Azumakofuji

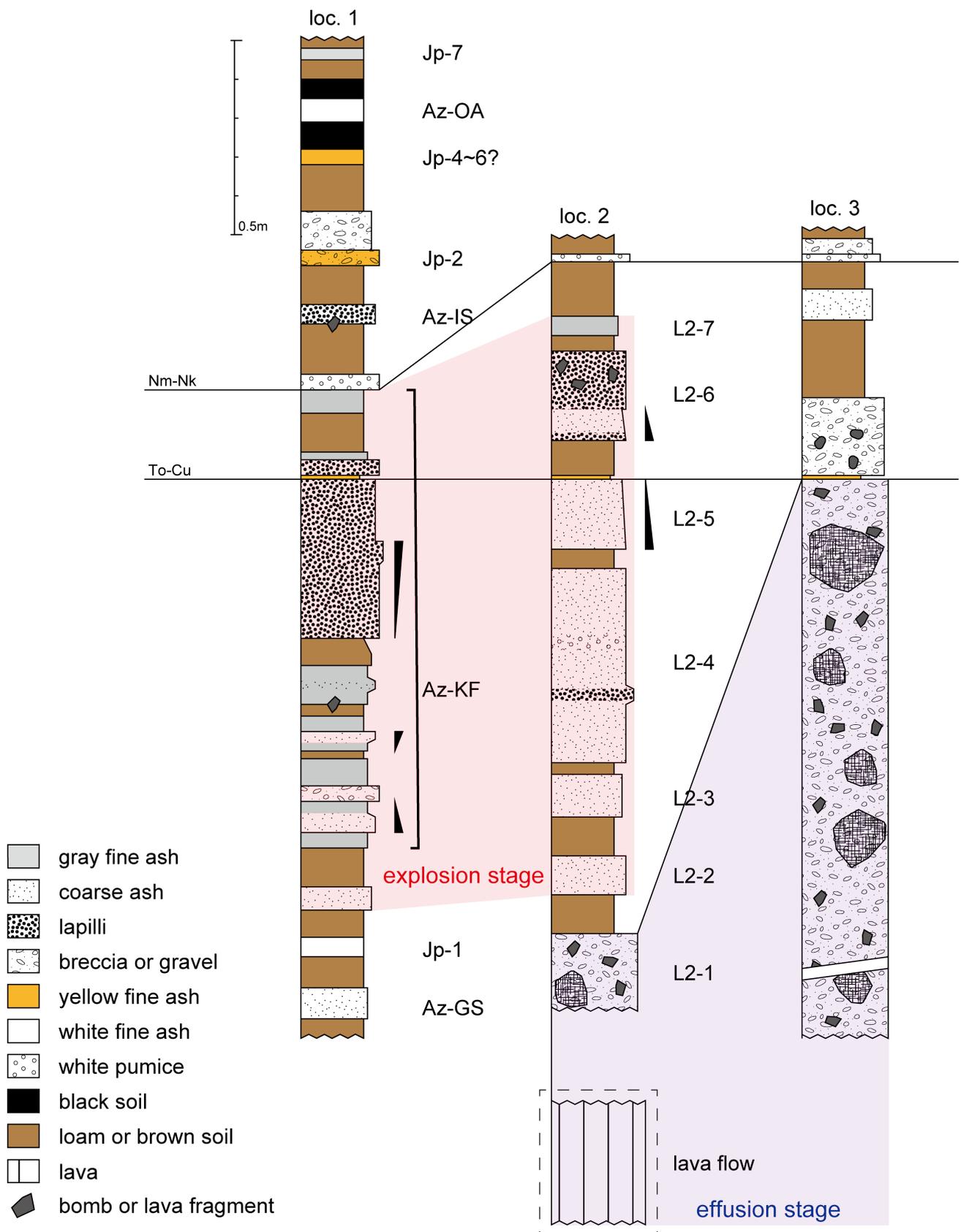


Fig. Correlations of geologic sections around Azumakofuji. Abbreviations of tephra units on loc.1 are from Yamamoto (2005) ; Az-GS = Goshikinuma unit, Az-KF = Kofuji unit, Az-IS = Issaikyo unit, Az-OA = Oana unit, Az-JP1~Az-JP7 = Jododaira Phreatic 1~7. Nm-NK = Numazawa-Numazawako tephra, To-Cu = Towada-Chuseri tephra. Tephra units described at loc.2 are named L2-1~7 in ascending order.

Session Poster | T13. [Topic Session] Urban Geology: Interdisciplinary research on natural and social environments

[8poster36-39] T13. [Topic Session] Urban Geology: Interdisciplinary research on natural and social environments

Sun. Sep 11, 2022 9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

フラッシュトーク有り 9:00-10:00頃／ポスターコアタイム 11:00-13:00

- [T13-P-1] Development of borehole log visualization system for correlation of strata
*Tatsuya Nemoto¹, Susumu Nonogaki², Shinji Masumoto³, Go Yonezawa¹, Venkatesh Raghavan¹
(1. Osaka Metropolitan University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Osaka City University)
- [T13-P-2] Three-dimensional geological mapping of the Tsukuba City and its surroundings, Ibaraki Prefecture.
*Kentarō Sakata¹, Susumu Nonogaki¹, Masanori Ozaki¹, Tsutomu Nakazawa¹, Yoshinori Miyachi¹
(1. Geological Survey of Japan, AIST)
- [T13-P-3] (Entry) Preliminary report of marine geological survey in shallow part of Tokyo-bay
*Konosuke Terui¹, Seishiro Furuyama¹ (1. Tokyo University of Marine Science and Technology, Faculty of Marine Resources and Environment)
- [T13-P-4] (Entry) Investigation about the Eastward Extension of the Idenoguchi Fault Located in the Western Part of the Aso Caldera, Southwest Japan:Volcano tectonics in central Kyushu
*Kota KARASHIMA¹, Tomohiro TSUJI¹ (1. Departure of Geosphere Science, Faculty of Science, Yamaguchi University)

Development of borehole log visualization system for correlation of strata

*Tatsuya Nemoto¹, Susumu Nonogaki², Shinji Masumoto³, Go Yonezawa¹, Venkatesh Raghavan¹

1. Osaka Metropolitan University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Osaka City University

はじめに

3次元地質モデルは地下の3次元空間の地層分布を表す代表的な地質情報であり、地震動や地下水流動のシミュレーション、地すべりのリスク評価など、地質構造が関係する様々な研究分野（環境保全、都市開発、資源開発、廃棄物処理、災害の被害軽減）において必要不可欠である。国内外で様々な3次元地質モデラーが開発されているが、大量のボーリングデータから地層を対比・区分する作業は作成者が手作業で行うため、膨大な時間がかかるのが一般的である。

効率的に地層を対比するために、深層学習を用いた地層区分の検討を開始した。本発表では、その一環として開発したボーリング柱状図表示システムを紹介する。

システム概要

ボーリング柱状図表示システムはサーバ/クライアント環境で動作する。対象とするボーリングデータは、地質・土質調査成果電子納品要領のボーリング交換用データ（国土交通省, 2016）である。

本システムでは、ボーリング柱状図を2次元および3次元で表示できる。2次元表示では、HTTPリクエストを送ることにより、任意側線の近傍にある複数のボーリングデータを断面に投影して表示する。柱状図に表示するのは、地質区分とN値である。3次元表示では、WebGLを用いて複数のボーリング柱状図を表示する。マウス操作により拡大、縮小、視点の変更が可能である。

おわりに

地層対比システムの一環として、複数ボーリング柱状図の表示システムを開発した。今後は、機械学習による対比結果の表示と対比結果の修正機能を追加する予定である。本研究はJSPS科研費JP21K11905の助成を受けたものである。

文献

国土交通省, 2016, 地質・土質調査成果電子納品要領. 国土交通省, 50p.

Keywords: Borehole data, Correlation of strata, Three-dimensional geologic model, Visualization

Three-dimensional geological mapping of the Tsukuba City and its surroundings, Ibaraki Prefecture.

*Kentaro Sakata¹, Susumu Nonogaki¹, Masanori Ozaki¹, Tsutomu Nakazawa¹, Yoshinori Miyachi¹

1. Geological Survey of Japan, AIST

これまで地質図といえば地質構造を平面図と断面図という2次元図面で表現することが一般的であった。しかし、都市平野部においてはその地形の平坦さゆえに2次元での表現には限度があった。一方、近年の情報技術の進歩を考慮すれば3次元的な地質図の表示や、それをウェブで配信することは技術的に十分可能と考えられる。これらを踏まえ、よりわかりやすく使いやすい地質情報の整備を目的として産業技術総合研究所地質調査総合センター（以下、産総研）は3次元地質地盤図を作成した。これはその名が示す通り対象地域の地質構造をコンピュータ上に3次元地質モデルで表現した地質図である。この3次元地質モデルは産総研が実施した層序ボーリング調査のデータ（基準ボーリングデータ）を基準に、自治体などが公開している公共工事等のボーリングデータを用いて地層の広域な対比を行い、さらにコンピュータ処理により3次元分布形態を解析することで作成される（中澤ほか、2016）。またウェブを用いて容易に閲覧および利用することが可能であり、現在のところ千葉県北部および東京都区部の2つの地域が公開されている[URL1]。

茨城県南部に位置するつくば市およびその周辺地域の地質構造もまた上記の2つの地域と同様に都市平野部の特徴を持ち、そのため従来の2次元表現ではその詳細を把握することは難しかった。現在演者らは本地域の地質構造の理解を深める目的で3次元地質地盤図の作成を試みている。検討したのは茨城県南部のつくば市および土浦市の市街地を含む範囲で、主に筑波台地と桜川低地からなる。本地域の地質については宇野沢ほか（1988）により調査が行われており、その報告によれば筑波台地の地下浅部には更新統下総層群が分布し、下位より地蔵堂層、菼層、上泉層、上岩橋層、木下層、常総層の6層に区分されている。また、つくば市真瀬付近から土浦市街地を經由し霞ヶ浦方面に向かい東西に分布する埋没谷の存在が示され、この谷は上岩橋層（清川層）の堆積物が充填するとした。一方、坂田ほか（2018）は宇野沢ほか（1988）が基準ボーリングとして利用したGS-TS-1およびGS-TS-2コアと新たに掘削したGS-GM-1コアについてテフラおよび花粉分析を用いて本地域の地質層序の再検討を行い、菼層、上泉層および常総層においては概ね宇野沢ほか（1988）の層序区分を踏襲したものの、上岩橋層（清川層）および木下層については異なる解釈を提示した。坂田ほか（2018）は宇野沢ほか（1988）が上岩橋層（清川層）とした深度についてGS-TS-1では全て、GS-TS-2では一部を木下層とし、筑波台地地下に分布する谷埋め堆積物は上岩橋層（清川層）ではなく木下層に相当するものとした。木下層の谷埋め堆積物は近辺では千葉県柏市から成田市にかけての地域などにもみられ、更新統であるにもかかわらずN値の低い軟弱な泥層を含み、台地の軟弱地盤として懸念が持たれている（中澤ほか、2014; Nakazawa et al., 2017）。よって本地域の木下層の谷埋め堆積物の分布を詳細に把握することは地質の理解にとどまらず、工学的な地盤リスク評価においても有用な情報となる。

つくば市域の3次元地質地盤図の作成にあたっては、坂田ほか（2018）の層序区分を基準として、宇野沢ほか（1988）が報告したボーリングデータやウェブで公開されている公共工事のボーリングデータを見直して層序対比作業を行うことで、最新の層序区分に基づく、本地域の全く新しい3次元地質モデルの作成を試みている。数値データとして供与される3次元地質モデルは、スマートシティ等の都市DXに親和性の高いデータであり、地質地盤情報の社会実装をより効果的に推進するものとする。このような3次元地質地盤情報が、災害リスク評価やインフラメンテナンス、また市民や行政担当者といった非専門家のステークホルダーへの地質・地盤の理解の向上に資するだろう。

文献

中澤ほか（2014）地質調査総合センター速報, **66**, 207-228.

中澤ほか（2016）*Synthesiology*, **9**, 73-85.

Nakazawa et al. (2017) *Quat. Int.*, **456**, 85-101.

坂田ほか (2018) 地質雑, **124**, 331-346.

宇野沢ほか (1988) 2万5千分の1筑波研究学園都市及び周辺地域の環境地質図説明書

[URL1] 都市域の地質地盤図, <https://gbank.gsj.jp/urbangeol/>

Keywords: 3D geological model, Quaternary, Buried valley, Tsukuba

Preliminary report of marine geological survey in shallow part of Tokyo-bay

*Konosuke Terui¹, Seishiro Furuyama¹

1. Tokyo University of Marine Science and Technology, Faculty of Marine Resources and Environment

関東平野中央部に広がる低地は、中川、荒川、多摩川といった河川によって形成された沖積低地である。沖積層は、地震動の増幅や地盤沈下といった災害に関連することが知られているうえ、人口密集地が広がっており、その構造を研究する意義は大きい。関東平野中央部では1923年の大正関東地震以降多くの研究が重ねられている。例えば田辺(2021)は、2万本以上のボーリング柱状図を利用した沖積層とその基盤の復元を行っている。しかし、関東平野中央部と連続する東京湾の沖積層については、輻輳する海上交通に妨げられ、十分な調査が行われていない。そこで本研究では、東京海洋大学が所有する練習船「神鷹丸」に搭載されたサブボトムプロファイラ(SBP)を用いて、東京湾海底下の反射断面を取得し、層序学、堆積学の見地から解釈を試みた。東京海洋大学練習船「神鷹丸」搭載のSBP TOPAS PS18(Kongsberg社製)を使用した。発振間隔は、水深に合わせて変更したが、主に300~350 msである。サンプリングレートは32 kHz、発振波形は主にチャープ波を使用した。なお、神鷹丸は、船体の大きさが50 m以上あり、東京湾においては航路以外の場所をほとんど航行できないため、SBP断面は主に航路上にて取得した。調査の際の船速は約9 knotである。SBPで取得された反射断面の特徴から、本研究では東京湾を、東京湾北部、東京湾南部、南房総沖に分けて記載する。東京湾北部は羽田空港北東沖から東扇島公園沖にかけての海域である。ここでは音響的散乱層が卓越しており内部構造をほとんど観察できないが、成層構造を観察できた羽田空港沖の一部では、不整合を境に地層を2層に区分できた。海底に起伏はほとんど認められない。本研究では下位からそれぞれ羽田沖A層、羽田沖B層とした。東京湾南部は横浜市本牧沖から富津市浜金谷沖にかけての海域である。海域の南側は東京海底谷の谷頭付近に相当するため海底地形は起伏に富むが、それ以外の場所で海底に起伏はあまり認められない。不整合と音響的層相に基づき東京湾南部の地層を、下位から本牧沖A層、本牧沖B層の2層に層序区分した両層とも成層構造が発達する。このうち本牧沖B層は基本的に傾斜する地層で特徴づけられるが、一部でカオティックな反射面が認められる。またこの海域においても一部で音響的散乱層を認めることができる。南房総沖は、富津市浜金谷沖から館山沖にかけての海域とした。不整合にもとづいて、南房総沖A層と南房総沖B層に区分した。南房総沖A層は成層構造が発達した地層が褶曲を受けて変形していることで特徴づけられる。南房総沖B層もまた成層構造が発達した反射面で特徴づけられるが、南房総沖A層には変形は認められない。本発表では、これらの結果に加え、海上保安庁水路部が反射法音波探査により取得した東京湾の反射断面を、海上保安庁海洋情報部の許可を得て使用した。

Keywords: Tokyo Bay, Sub-Bottom Profiler, Seismic Profile, Alluvium

Investigation about the Eastward Extension of the Idenoguchi Fault Located in the Western Part of the Aso Caldera, Southwest Japan: Volcano tectonics in central Kyushu

*Kota KARASHIMA¹, Tomohiro TSUJI¹

1. Departure of Geosphere Science, Faculty of Science, Yamaguchi University

【はじめに】熊本県中部に発達する出ノ口断層は2016年熊本地震を引き起こした布田川断層帯とSlip partitioningの関係であると解釈されている(Toda et al., 2016)。布田川断層帯は大分-熊本構造線の一部とされており(鎌田, 1992)、別府-島原地溝の南限を担う(松本, 1993)ことや地溝と横ずれ断層の複合体を基本構造とする中部九州剪断帯の南限を布田川断層帯が成している(大橋ほか, 2020)ことが指摘されている。また、カルデラ形成のマグマ供給系と断層は深く関わりとされており、Miyoshi et al., 2013では阿蘇カルデラ形成時のマグマ供給系に対し、大分-熊本構造線に沿うように阿蘇カルデラ中心から20km以上マグマが移動したと述べられている。これらのことから、大分-熊本構造線は九州中部の地質構造を語るうえで必要不可欠な構造線及び断層であるといえる。布田川断層帯は2016年熊本地震の影響により、阿蘇カルデラ内部にて新たに約3.5kmにわたって地表地震断層が表れた(遠田ほか, 2019)。しかし、布田川断層帯とSlip partitioningの関係である出ノ口断層に関しては、2016年熊本地震において布田川断層帯に沿うように約10kmにわたって活動が確認されたが、依山北部を東限に、阿蘇カルデラ西壁・阿蘇カルデラ内部では確認されていない。そのため、出ノ口断層の東方延長を発見・観察することで、大分-熊本構造線を明確にし、九州中部に発達する阿蘇カルデラの形成・発達や別府-島原地溝などの詳細な検討を行うことができる。本研究では熊本県西原村地域で東限となる出ノ口断層の阿蘇カルデラ西壁においての分布と構造について考察する。

【研究手法】南阿蘇村地域の阿蘇カルデラ西壁において、地表の土壌分布を詳細に記載した。また、地形判読を用いて当該地域の地形区分を行った。

【結果】阿蘇カルデラ西壁にあたる南阿蘇村柏野地域において、沢沿いに~60cm程の小段が観察された。小段は走向N40~70°Eで連続して露出し、中角~高角な北傾斜を成しており、北側が低下する正断層として発達していた。撓曲のようになだらかに地表高が変化する場所もあったが、新鮮な土壌が露出するように小段が形成されている場所も観察することができた。

【考察・今後の課題】今回観察された小段は新鮮な土壌が露出している、新鮮な土壌中に草や木の根がむき出しになっているなどの観察結果と地形判読の結果から、2016年熊本地震に伴って形成された小段であると考えられる。また、出ノ口断層の延長上で出ノ口断層と調和的な走向傾斜・変位方向を持つ小段が形成されたことを考慮すると、本研究によって確認された小段は出ノ口断層の延長であると推定できる。このように阿蘇カルデラ西壁で出ノ口断層の延長を観察されたため、大分-熊本構造線が阿蘇カルデラ中心・阿蘇カルデラ東壁でも観察される可能性がある。今後の課題として、出ノ口断層を阿蘇カルデラ東壁にて発見・観察を行うとともに、大分-熊本構造線を成す断層が阿蘇カルデラの形成・発達や別府-島原地溝などの地質構造発達にどのように関係しているかなどが挙げられる。

【引用文献】 鎌田浩毅 (1992) 地質学論集, **40**, 53-63. 松本夫 (1993) 地質学論集, **41**, 175-192. Miyoshi et al. (2013) *Chemical Geology*, **352**, 202-210. 大橋ほか (2020) 地学雑誌, **129**(4), 565-589. Toda et al. (2016) *Earth, Planets and Space*, **68**: 188. 遠田ほか (2019) 活断層研究, **51**, 13-25.

Keywords: Oita-Kumamoto Tectonic Line, Beppu-Shimabara graben, 2016 Kumamoto earthquake, Aso caldera, active fault

Session Poster | T8. [Topic Session] Culture geology

[8poster40-40] T8. [Topic Session] Culture geology

Sun. Sep 11, 2022 9:00 AM - 1:00 PM poster (poster)

フラッシュトーク有り 9:00-10:00頃／ポスターコアタイム 11:00-13:00

[T8-P-1] Provenance study of the granite used for the gravestones of the feudal lords of the Tosa Yamauchi family

*Wataru Tanikawa¹, Yoshichika Mochizuki², Hidekazu Tokuyama², Shota Takagi³, Riko Nakamura², Yuhji Yamamoto², Yohei Hamada¹, Jun Watanabe³ (1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kochi University, 3. Kochi Castle Museum of History)

Provenance study of the granite used for the gravestones of the feudal lords of the Tosa Yamauchi family

*Wataru Tanikawa¹, Yoshichika Mochizuki², Hidekazu Tokuyama², Shota Takagi³, Riko Nakamura², Yuhji Yamamoto², Yohei Hamada¹, Jun Watanabe³

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kochi University, 3. Kochi Castle Museum of History

全国各地には江戸時代に造営された荘厳な大名墓所が存在し、その墓所内には数メートル規模の巨石で制作された墓石が奉られており、その巨大な墓石は当時の世相を映す鏡となっている。また、大名の墓石に使用されている石材の産地、および運搬工程は当時の文化産業を知る手がかりとなりうるが、石材産地に関する文献記録が少なく、産地不明の墓石が多い。高知市筆山の北麓にある土佐藩主山内家大名墓所には花崗岩で制作された大名墓石（一代、二代、九代藩主）があるが（高知県、2015）、その産地については議論が残されていた。そこで本研究では、山内家の大名墓所の墓石を対象に非破壊岩石分析によりカリ長石の色、帯磁率、有色鉱物の粒径を計測した。非破壊分析で得られた墓石の特徴について、高知県南西部で産出される花崗岩と瀬戸内海で石材用として採取されてきた13地域の山陽花崗岩と比較を行い、石材産地の推定を試みた。花崗岩に含まれるカリ長石は白色から赤色を示すが、墓石のカリ長石は肉眼観察では白色を示した。帯磁率の平均値はいずれの大名墓碑も $0.3\sim 0.5\times 10^{-3}$ SIを示し、ガウス分布に従った。また、花崗岩に含まれる有色鉱物の粒径は対数正規分布に従うとともに、全鉱物に対して有色鉱物の占める割合（含有率）と粒径は他の花崗岩と比較して大きい特徴を示した。以上の3つの特徴は高知県南西部大月町（頭集・古満目地区）で産出する花崗岩にも認められた（図1）。一方、山陽花崗岩についてはすべての特徴が合致する花崗岩は確認できなかった。本研究の結果、山内家大名の墓石は高知県南西部の大月町産の花崗岩から制作されたものである可能性が高いことが分かった。江戸時代以前の中世に造られた高知県の石造物はおおむね六甲御影石（山陽花崗岩）由来だと言われている（市村、2013）。本研究結果は江戸時代前後に高知県の石材の流通ルートの変遷とその原因について重要な示唆を与える。

[文献]

高知県（2015）土佐藩主山内家墓所調査報告書、高知県文化生活部文化推進課、167p

市村高男（2013）御影石と中世の流通、高志書院、282p

Keywords: granite, magnetic susceptibility, grain size, Tosa Yamauchi Family, gravestone

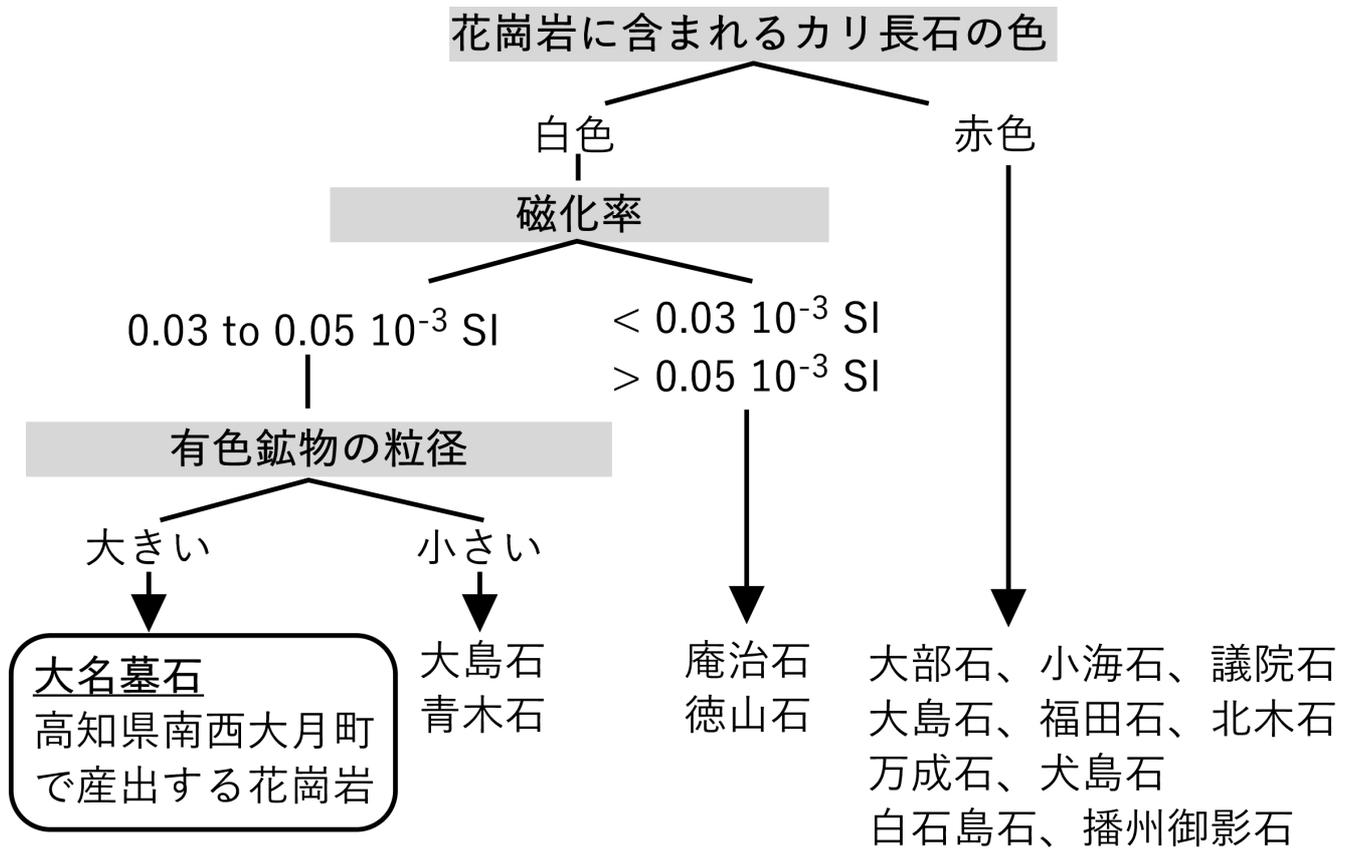


図1. 非破壊科学分析による大名墓石と分析した花崗岩の類似性