

Sat. Sep 21, 2019

Lecture Ia

Oral presentation

R6: Plutonic rocks, volcanic rocks and subduction factory

Chairperson: Atsushi Kamei, Keisuke Eshima, Shogo Kodama

2:00 PM - 4:15 PM Lecture Ia (Lecture)

[R6-01] Shoshonitic-Mugearitic Plateau Lava from

Harguit/Us-Tolgoi volcano, Khangai Mountains, Central Mongolia

*Tsukasa Ohba¹, Takashi Hoshide¹, Takumi Imura¹, MunkhErdene Natsagdorj¹ (1. Akita Univ. IRS.)

2:00 PM - 2:15 PM

[R6-02] Magmatic Processes of volcanic rocks in Chuuk

Islans, Micronesia

*Susumu Kakubuchi¹, Khono Shimose² (1. Saga Univ., 2. Ashikari E.S.)

2:15 PM - 2:30 PM

[R6-03] Magmatic processes and geographical features of

Abu and Aonoyama volcano groups, Yamaguchi Prefecture

*Masaaki Owada¹, Haruka Imachi, Mariko Nagashima¹ (1. Yamaguchi Univ. Sci.)

2:30 PM - 2:45 PM

[R6-04] Salinity map of subduction zone fluids

*Tatsuhiko Kawamoto¹ (1. Shizuoka Univ. Earth Sci.)

2:45 PM - 3:00 PM

[R6-05] Crystallization processes of quartz in a granitic pluton: Cathodoluminescence zonation pattern and TitaniQ thermometer

*Takashi Yuguchi¹, Yasuhiro Ogita², Takenori Kato³, Rintaro Yokota¹, Eiji Sasao², Tadao Nishiyama⁴ (1. Yamagata Univ. Sci., 2. JAEA, 3. Nagoya Univ., 4. Kumamoto Univ.)

3:00 PM - 3:15 PM

[R6-06] Andesitic melt obtained from the melting experiments of mantle peridotite

*Nobutaka Tsuchiya¹, Daisuke Yamazaki² (1. Iwate Univ., 2. Okayama Univ.)

3:15 PM - 3:30 PM

[R6-07] Fractional crystallization of the Daito granodiorite, Eastern Shimane prefecture, Southwest Japan

*Masashi Noguchi¹, Ochi Hiromi¹, Natsuko Kobayashi¹, Kana Okuda¹, Atsushi Kamei¹ (1. Shimane Univ.)

3:30 PM - 3:45 PM

[R6-08] Zircon U-Pb dating of granitoids in northern

Kumamoto, southwest Japan

*Yukiyasu Tsutsumi¹ (1. National Museum of Nature and Science)

3:45 PM - 4:00 PM

[R6-09] Collisional granite with high-K adakitic signature, the Sør Rondane Mountains, East Antarctica

*Atsushi Kamei¹, Masaaki Owada², Kenji Horie³, Toshiaki Shimura², Masaki Yuhara⁴, Kazuhiro Tsukada⁵ (1. Shimane Univ., 2. Yamaguchi Univ., 3. NIPR, 4. Fukuoka Univ., 5. Nagoya Univ.)

4:00 PM - 4:15 PM

Lecture Ib

Oral presentation

R4: Mineral sciences of the Earth surface

Chairperson: Jun Kawano, Tadashi Yokoyama, Satoshi

Utsunomiya

2:00 PM - 4:15 PM Lecture Ib (Lecture)

[R4-01] Remediation mechanisms of uranium mill-tailing site at Ningyo-toge, Japan, under the circumneutral condition

*Keisuke Kawamoto¹, Asumi Ochiai¹, Ayaka Takeda¹, Yuriko Nakano¹, Hiroki Yokoo¹, Takumi Oki¹, Toshihiko Ohnuki², Yoshiyuki Ohara³, Kenjin Fukuyama³, Satoshi Utsunomiya¹ (1. Kyushu University, 2. Tokyo Institute of Technology, 3. Japan Atomic Energy Agency)

2:00 PM - 2:15 PM

[R4-02] Novel Method of Quantifying Radioactive Cesium-Rich Microparticles (CsMPs) at Fukushima and the Application to the Dynamics of CsMPs

*Satoshi Utsunomiya¹, Ryohei Ikehara¹, Mizuki Suetake¹, Eitaro Kurihara¹, Tatsuki Komiya¹, Kazuya Morooka¹, Ryu Takami¹, Masato Takehara¹ (1. Kyushu Univ.)

2:15 PM - 2:30 PM

[R4-03] Dissolution rate measurements of zircon in aqueous solutions by Phase-shift interferometric microscope

*Toru Kitagaki¹ (1. JAEA)

2:30 PM - 2:45 PM

[R4-04] Effect of the difference of wettability of mineral on dissolution behavior

*Tadashi Yokoyama¹, Naoki Nishiyama² (1. Hiroshima Univ., 2. Univ. Tsukuba)

2:45 PM - 3:00 PM

[R4-05] Investigation on the crystal growth/dissolution

mechanisms by using the 2-D visualization technique with fluorescent probes

*Jun Kawano¹, Makoto Yazaki¹, Takashi Toyofuku^{2,3}, Yukiko Nagai^{2,4}, Henry Teng⁵, Takaya Nagai¹ (1. Hokkaido Univ., 2. JAMSTEC, 3. TUMSAT, 4. NMNS, 5. Tianjin Univ.)

3:00 PM - 3:15 PM

[R4-06] Carbonation of wollastonite in the presence of carbon dioxide and water vapor

*Hideo Hashizume¹ (1. NIMS)

3:15 PM - 3:30 PM

[R4-07] Neutron diffraction and Raman spectroscopy of nesquehonite: Which is the correct chemical formula, $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ or $\text{Mg}(\text{OH})(\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

*Gen-ichiro YAMAMOTO¹, Atsushi KYONO¹, Jun ABE², Asami SANO -FURUKAWA³, Takanori HATTORI³ (1. Univ. Tsukuba, 2. CROSS, 3. JAEA)

3:30 PM - 3:45 PM

[R4-08] Mineralogical study of manganese-rich tissue in radular teeth of chitons

*Koji Ichimura¹, Toshihiro Kogure¹ (1. UTokyo)

3:45 PM - 4:00 PM

[R4-09] Quenched indicator of solidified process with carbon: Earth case

*Yasunori Miura¹ (1. Post-Yamaguchi Uni.Sci.)

4:00 PM - 4:15 PM

A-117

Oral presentation

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint session with SRG)

Chairperson: Ikuo Katayama, Takuya Echigo

2:00 PM - 3:45 PM A-117 (East zone 1)

[R7-01] The penetration of the upper oceanic crust off-Hawaii - Toward understanding of the style of extension and the architecture of oceanic crust

*Susumu Umino¹, Tomoaki Morishita¹, Jun-Ichi Kimura², Mikiya Yamashita³, Michael Garcia⁴, Frieder Klein⁵, Nobukazu Seama⁶, Shigeaki Ono², Natsue Abe², Katsuyoshi Michibayashi⁷, Masako Tominaga⁵ (1. Kanazawa Univ., 2. JAMSTEC, 3. AIST, 4. Univ. Hawaii, 5. WHOI, 6. KURCIS, 7. Nagoya Univ.)

2:00 PM - 2:15 PM

[R7-02] Petrological and geophysical implications for Mado Megamullion, Philippine Sea

*Norikatsu Akizawa¹, Kyoko Okino¹, Osamu Ishizuka², Hiroyuki Yamashita³, Shiki Machida⁴, Ohara Yasuhiko^{5,6}

(1. AORI, The Univ. Tokyo, 2. GSJ, 3. Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 4. Chiba Institute of Technology, 5. Japan Coast Guard, 6. JAMSTEC)

2:15 PM - 2:30 PM

[R7-03] Permeability profile in the Oman Drilling Project inferred from onboard measurements of resistivity at drilling vessel "CHIKYU"

*Ikuo Katayama¹, Natsue Abe², Kohei Hatakeyama¹, Yuya Akamatsu¹, Keishi Okazaki², Ole Ivar Ulven⁴, Gilbert Hong⁵, Wenlu Zhu⁶, Benoit Cordonnier⁴, Katsuyoshi Michibayashi³, Marguerite Godard⁷, Peter Kelemen⁸, The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party (1. Hiroshima University, 2. JAMSTEC, 3. Nagoya University, 4. University of Oslo, 5. Seoul National University, 6. University of Maryland, 7. Université Montpellier, 8. Columbia University)

2:30 PM - 2:45 PM

[R7-04] Attenuated Total Reflection Infrared (ATR-IR) Spectroscopy of Serpentine Minerals

*Ilona Sakaguchi¹, Yui Kouketsu¹, Katsuyoshi Michibayashi¹, Simon Wallis² (1. Nagoya University, GSES, 2. The University of Tokyo, EPS)

2:45 PM - 3:00 PM

[R7-05] Mineralogical study of massive sulfide deposits beneath the seafloor at the Gondou field in the Okinawa Trough

*Shuhei Totuka¹, Jun-ichiro Ishibashi¹, Kazuhiko Shimada¹, Takashi Miyamoto¹, Kei Ikehata² (1. Kyushu Univ. Sci., 2. Fac. of Life and Environ. Sci., Univ. of Tsukuba)

3:00 PM - 3:15 PM

[R7-06] Mineralogical examination of white turbidity and arsenic contamination occurring in Kotakigawa Itoigawa region in 2019

*Takahiko Ogawara¹, Yosuke Ibaraki¹, Ko Takenouchi¹, Hiromi Konishi² (1. Fossa Magna Museum, 2. Niigata Univ., Sci.)

3:15 PM - 3:30 PM

[R7-07] Ammonium-bearing K-feldspar in the Ikutahara area, Kitami prefecture, Hokkaido, Japan

*Takuya Echigo¹, Ayaka Kawahara¹, Yasushi Watanabe¹ (1. Akita Univ. Internat. Resour. Sci.)

3:30 PM - 3:45 PM

Sat. Sep 21, 2019

A-presentation space

Poster presentation

R4: Mineral sciences of the Earth surface

9:30 AM - 5:00 PM A-presentation space (East zone 1)

- [R4P-01] Mineralogical characteristics of deep underground granite biosphere
 *Gen Takahashi¹, Yohey Suzuki¹, Michinari Sunamura¹, Toshihiro Kogure¹ (1. Tokyo Uni. Sci.)
 9:30 AM - 5:00 PM

- [R4P-02] Microtextural observation of reef-building coral skeleton: Septum and basal plate
 *Satoko Motal¹, Saki Harii², Yu Kodama³, Naotaka Tomioka¹, Motoo Ito¹ (1. JAMSTEC, 2. Ryukyus Univ., 3. Marine Works Japan Ltd.)
 9:30 AM - 5:00 PM

- [R4P-03] Greenalite synthesis at low temperatures
 *Hiromi Konishi¹, Waleed Anwar¹ (1. Department of Geology, Niigata University)
 9:30 AM - 5:00 PM

A-presentation space

Poster presentation

R6: Plutonic rocks, volcanic rocks and subduction factory

9:30 AM - 5:00 PM A-presentation space (East zone 1)

- [R6P-01] Improved accuracy of micro-Raman mass spectrometry for carbon isotopic composition of carbon dioxide fluid
 *Lena Yokokura¹, Yuuki Hagiwara¹, Junji Yamamoto² (1. Hokkaido Uni. Sci., 2. The Hokkaido Uni. Museum)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R6P-02] Investigation of genetic relationship between Quaternary magmas from Hime-shima and Futagoyama volcanic group in Kyushu
 *Hirayama Takehiro¹, Tomoyuki Shibata¹, Masako Yoshikawa¹ (1. Hiroshima Uni. Sci.)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R6P-03] Diversity of granitic rocks in the North Patagonian Batholith
 *Hirokazu Miura¹, shin-ichi kagashima¹, Toshiro Takahashi², Rikako Nohara² (1. Yamagata Univ., Sci, 2. Niigata Univ., Sci)

9:30 AM - 5:00 PM

- [R6P-04] Petrochemistry of the Sakainokami plutonic body in Kitakami Mountains, Northeastern Japan: Crystallization differentiation deduced from application for the geothermometer-geobarometer
 *Satoshi Suzuki¹, Kazuo Nakashima², Takashi Yuguchi² (1. Yamagata Uni. Sci., 2. Yamagata Uni., Sci.)
 9:30 AM - 5:00 PM

- [R6P-05] Diversity of leucocratic rocks in serpentinite melange in the Omi area, Itoigawa City, Niigata Prefecture
 *Shiori Okuyama¹, Shin-ichi Kagashima¹, Ko Takenouchi², Takahiko Ogawara² (1. Yamagata Univ., Sci, 2. Fossa Magna Museum)
 9:30 AM - 5:00 PM

- [R6P-06] Simultaneously quantitative determination of U-Pb age and titanium concentration: case study of Kurobegawa granite.
 *Kozue Ishibashi¹, Shuhei Sakata², Hayato Yamazaki¹, Takashi Yuguchi¹ (1. Yamagata Univ., 2. Tokyo Univ.)
 9:30 AM - 5:00 PM

- [R6P-07] Magma process of the Ryoke plutonic rocks, Yashiro-jima island, Yamaguchi Prefecture, SW Japan.
 *Shogo Kodama¹, Masaaki Owada¹, Teruyoshi Imaoka¹, Atsushi Kamei², Yuki Ikeda³ (1. Yamaguchi Univ., 2. Shimane Univ., 3. FUKKEN CO., LTD.,)
 9:30 AM - 5:00 PM

- [R6P-08] Whole-rock chemical compositions and zircon U-Pb ages on the granitoids in Ryoke belt, Takanawa Peninsula, northwest Shikoku, southwest Japan
 *Kazuya Shimooka¹, Satoshi Saito¹, Kenichiro Tani² (1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science)
 9:30 AM - 5:00 PM

- [R6P-09] Internal structure of the Shaku-dake diorite body, northern Kyushu
 *Keisuke Eshima¹, Masaaki Owada¹, Atsushi Kamei² (1. Graduate school of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, 2. Department of Earth Science, Shimane University)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-10] Whole-rock chemical compositions of

andalusite-bearing two-mica granite intruded into the Suo metamorphic rocks, eastern North Kyusyu

*Masaki Yuhara¹, Yoshinobu Kawano², Osamu Okano³
(1. Fukuoka Uni. Sci., 2. Rissho Uni. Geo-environment. Sci., 3. Okayama Uni. Sci.)

9:30 AM - 5:00 PM

Poster presentation

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint session with SRG)

9:30 AM - 5:00 PM A-presentation space (East zone 1)

[R7P-01] Mantle-melt interaction at the crust-mantle

boundary in the Wadi Tayin massif, the Oman mantle peridotite

*Eiichi Takazawa^{1,2}, Yumeno Kogure³, keisuke Ishii³, Sayantani Chatterjee¹, Natsuki Oyanagi¹, Katsuyoshi Michibayashi⁴, Yoshihiko Tamura², Oman DP Science Party (1. Niigata Uni. Sci., 2. JAMSTEC, 3. Niigata Univ., Grad. Sch. Sci. Tech., 4. Nagoya Univ.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-02] Serpentinization of peridotite, Oshika Village, Nagano Prefecture, Japan

*Yuya Takeda¹, Seiichiro Uehara¹ (1. Kyushu Uni. Sci.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-03] Chemical compositions of secondary olivine in mantle peridotites from the Hess Deep Rift

*Daisuke Gokan¹, Toshio Nozaka¹ (1. Okayama Univ.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-04] A pseudo-temperature distribution in the oceanic lithosphere caused by cooling rate responsiveness of pyroxene geothermometry

*Koshi Nishimura¹, Junji Yamamoto², Hidemi Ishibashi³
(1. Toyo Univ., 2. Hokkaido Univ., 3. Shizuoka Univ.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-05] Crack-dependent seismic discontinuity at the oceanic Moho

*Yuya Akamatsu¹, Ikuo Katayama¹, Takashi Tonegawa²
(1. Hiroshima Univ. Sci., 2. JAMSTEC)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-06] Application of quantitative EPMA imaging technique for microscale petrography*Kenta Yoshida¹ (1. JAMSTEC)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-07] Mineralogical analysis on the initial formation process of hydrothermal chimney sample from the Okinawa Trough

*Keita Ohmori¹, Toshiro Nagase², Tatsuo Nozaki³, Takahiro Kuribayashi¹ (1. Tohoku Uni. Sci., 2. Tohoku Uni. Museum, 3. JAMSTEC)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-08] Magnetic properties of isocubanite from seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough

*Chie Kato¹, Masao Ohno¹, Yoshihiro Kuwahara¹, Tadahiro Hatakeyama², Yasuhiro Yamada³, Shuhei Totsuka⁴, Kazuhiko Shimada⁴, Jun-ichiro Ishibashi⁴, Toshiro Nagase⁵ (1. Kyushu Univ., 2. Okayama Univ. Sci., 3. Tokyo Univ. Sci., 4. Kyushu Univ., 5. Tohoku Univ.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-09] New capsule to maintain high-oxidation states at high-pressures and high-temperatures

*Toshisuke Kawasaki¹ (1. Ehime Univ)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-10] Glauconite from the Upper Cretaceous Upper Yezo Group in Haboro area, Hokkaido, northern Japan

*Montani Akihiro¹ (1. Ehime Univ.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-11] Microstructure and formation process of pseudotachylyte exposed in Aravalli-Delhi orogenic belt, India

*Junya Okazaki¹, Jun-ichi Ando¹, Kaushik Das¹, Naotaka Tomioka², Yu Kodama³ (1. Hiroshima Uni. Sci., 2. JAMSTEC, 3. Marine Works Japan Ltd.)

9:30 AM - 5:00 PM

Sat. Sep 21, 2019

Geological Society

Lecture II

JAMS General Meeting, Award ceremony, Agreement on Academic Cooperation and Exchange between the Japan Association of Mineralogical Sciences and the Mongolian Economic Geological Society

JAMS General Meeting, Award ceremony,
Agreement on Academic Cooperation and Exchange
between the Japan Association of Mineralogical
Sciences and the Mongolian Economic Geological
Society

8:45 AM - 10:10 AM Lecture II (Lecture)

Sat. Sep 21, 2019

Lecture II

Lectures of JAMS Awardees

Lecture of Awardee (Dr. Takaaki Noguchi)

10:15 AM - 10:45 AM Lecture II (Lecture)

Lectures of JAMS Awardees

Lecture of Awardee (Dr. Daisuke Yamazaki)

10:45 AM - 11:15 AM Lecture II (Lecture)

Lectures of JAMS Awardees

Lecture of Awardee (Dr. Shunpei Yoshimura)

11:20 AM - 11:40 AM Lecture II (Lecture)

Lectures of JAMS Awardees

Lecture of Awardee (Dr. Ayako Shinozaki)

11:40 AM - 12:00 PM Lecture II (Lecture)

Sat. Sep 21, 2019

A-117

1st Board Meeting

一般社団法人日本鉱物科学会第1回定例理事会

4:30 PM - 6:00 PM A-117 (East zone 1)

Sat. Sep 21, 2019

イーストゾーン

Banquet

懇親会

6:10 PM - 8:00 PM イーストゾーン (ビッグスカイ)

Oral presentation

R6: Plutonic rocks, volcanic rocks and subduction factory

Chairperson: Atsushi Kamei, Keisuke Eshima, Shogo Kodama

Sat. Sep 21, 2019 2:00 PM - 4:15 PM Lecture 1a (Lecture)

[座長]

亀井 淳志 : R6-01~R6-03

江島 圭祐 : R6-04~R6-06

児玉 省吾 : R6-07~R6-09

[R6-01] Shoshonitic-Mugearitic Plateau Lava from Harguit/Us-Tolgoi volcano, Khangai Mountains, Central Mongolia

*Tsukasa Ohba¹, Takashi Hoshide¹, Takumi Imura¹, MunkhErdene Natsagdorj¹ (1. Akita Univ. IRS.)

2:00 PM - 2:15 PM

[R6-02] Magmatic Processes of volcanic rocks in Chuuk Islans, Micronesia

*Susumu Kakubuchi¹, Khono Shimose² (1. Saga Univ., 2. Ashikari E.S.)

2:15 PM - 2:30 PM

[R6-03] Magmatic processes and geographical features of Abu and Aonoyama volcano groups, Yamaguchi Prefecture

*Masaaki Owada¹, Haruka Imachi, Mariko Nagashima¹ (1. Yamaguchi Univ. Sci.)

2:30 PM - 2:45 PM

[R6-04] Salinity map of subduction zone fluids

*Tatsuhiko Kawamoto¹ (1. Shizuoka Univ. Earth Sci.)

2:45 PM - 3:00 PM

[R6-05] Crystallization processes of quartz in a granitic pluton: Cathodoluminescence zonation pattern and TitaniQ thermometer

*Takashi Yuguchi¹, Yasuhiro Ogita², Takenori Kato³, Rintaro Yokota¹, Eiji Sasao², Tadao Nishiyama⁴ (1. Yamagata Univ. Sci., 2. JAEA, 3. Nagoya Univ., 4. Kumamoto Univ.)

3:00 PM - 3:15 PM

[R6-06] Andesitic melt obtained from the melting experiments of mantle peridotite

*Nobutaka Tsuchiya¹, Daisuke Yamazaki² (1. Iwate Univ., 2. Okayama Univ.)

3:15 PM - 3:30 PM

[R6-07] Fractional crystallization of the Daito granodiorite, Eastern Shimane prefecture, Southwest Japan

*Masashi Noguchi¹, Ochi Hiromi¹, Natsuko Kobayashi¹, Kana Okuda¹, Atsushi Kamei¹ (1. Shimane Univ.)

3:30 PM - 3:45 PM

[R6-08] Zircon U-Pb dating of granitoids in northern Kumamoto, southwest Japan

*Yukiyasu Tsutsumi¹ (1. National Museum of Nature and Science)

3:45 PM - 4:00 PM

[R6-09] Collisional granite with high-K adakitic signature, the Sør Rondane Mountains, East Antarctica

*Atsushi Kamei¹, Masaaki Owada², Kenji Horie³, Toshiaki Shimura², Masaki Yuhara⁴, Kazuhiro Tsukada⁵ (1. Shimane Univ., 2. Yamaguchi Univ., 3. NIPR, 4. Fukuoka Univ., 5. Nagoya Univ.)

4:00 PM - 4:15 PM

中央モンゴルハンガイ山地ハルグイトーウストルゴイ火山のアルカリ岩台地状溶岩の地質と岩石

大場 司・井村 匠・星出隆志・ナツアグドルジ ムンフエルデネ(秋田大学)

Shoshonitic-Mugearitic Plateau Lava from Harguit/Us-Tolgoi volcano, Khangai Mountains, Central Mongolia

Tsukasa Ohba*, Takumi Imura, Takashi Hoshide, Natsagdorj MunkhErdene (Akita Univ)

Geology and petrology of the plateau lava of Harguit-Us Tolgoi volcano, Central Mongolia, were studied. The northern lava was derived from Us Tolgoi small shield and the southern lava from Harguit cinder cone that consists of agglomerate and scoria lapilli layers. Northern lava and Us Tolgoi are composed of cpx-ol mugearite, whereas the rock of southern lava is shoshonite. The pyroclasts of Harguit cone broadly range from olivine basanite/K trachybasalt to cpx shoshonite. The variation of southern lava and Harguit cone can be accounted for by crystallization from the least differentiated basanite whereas the mugearitic northern lava was derived from an independent magma system.

1. 地質

中央モンゴル、ハンガイ山地に位置する後期更新世～完新世ハルグイトーウストルゴイ火山の地質と岩石を調査した。本火山には新鮮な表面地形を残す溶岩台地が分布し、33km²にわたり広がっている。ハルグイト火砕丘とウストルゴイ小盾状火山が噴出源であり、これら隣り合った火山体から南北に台地状溶岩が広がる。北部の溶岩はウストルゴイ小盾状火山を給源とし、北～北東側に29km²に渡って広がる。南部の溶岩は主にハルグイト火砕丘の側噴火口から噴出し、U字谷を埋積する。

ハルグイト火砕丘は、スコリアと火山弾からなるストロンボリ式噴火堆積物からなる。一方、ウストルゴイ小盾状火山の表面はパホエホエ溶岩で覆われている。溶岩台地は主にパホエホエ溶岩から成り、縄状構造等の典型的な表面構造を呈するものの、溶岩表面はブロック化し **Rubbly pahoe-hoe lava** として産する。台地状溶岩全体にテュムリが発達し、クレフトの内壁にブロックが崩落・落下していることや、平板状空隙と鉛直クラックあるいは冷却節理によって溶岩内部が方状に割れていることから、テュムリの生成に伴ってブロック化したものと考えられる。溶岩内部に気泡が発達することが多い。

2. 岩石

台地状溶岩を構成する岩石は、いずれもかんらん石、普通輝石、斜長石を斑晶として含む玄武岩質粗面安山岩であるが、ハルグイト火砕丘を給源とする南側の溶岩と、ウストルゴイ小盾状火山を給源とする北側の溶岩では化学組成が異なっている。前者は **K** に富むショショナイト組成であるが、後者はやや **K** に乏しく、ミュージアライト組成を示す。それぞれ台地状溶岩内での組成変化は乏しく斑晶組み合わせも変化しない。しかしながら、給源付近では組成変化が大きく、とりわけハルグイト火砕丘を構成する火砕物は未分化なベイサナイトおよびカリ質粗面玄武岩から分化したショショナイトまで、著しい変化が認められる。苦鉄質鉍物組み合わせも未分化な岩石ではかんらん石のみであるのに対し、分化したショショナイトでは普通輝石のみ認められる。

南部溶岩のショショナイトおよびハルグイト火砕丘の組成変化は一連の結晶分化作用で説明可能だが、北方溶岩とウストルゴイ小盾状火山のミュージアライト系列は、ベイサナイトからの一連の分化では説明できず、両火山は独立したマグマ供給系に由来すると考えられる。

Keywords: Mongolian Quaternary volcano, Continental Alkaline Lava Plateau

チューク諸島 Weno 島の火山岩類のマグマプロセス

角縁 進* (佐賀大・教育) ・下瀬 洸也 (芦刈小)

Magmatic Processes of volcanic rocks in Chuuk Islands, Micronesia

Susumu Kakubuchi* (Saga Univ.) and Khoya Shimose (Ashikari E.H.)

チューク環礁は、西太平洋カロリン諸島内に位置する島々で、環礁とそこに位置する複数の火山島群からなる。Stark and Hay(1963)は環礁内の火山島群はかつて一つの大きな火山島を形成していたものが浸食されたものと推定した。今回調査対象とした Weno 島は火山群の中では北東部に位置する比較的大きな島で、火山島の断面を調べることが出来ると考えられる。Weno 島は一辺が約7km の正三角形状で、標高 368m の Tonoken 山が最高峰であり、北東に向かって緩やかに傾斜している。海岸部はマングローブの湿地帯であるが、内陸部は密林で、至る所が溶岩の崖となっている。Weno 島の密林の中をくまなく調査し、岩石試料を採取した。採取した岩石は薄片観察および 70 試料については XRF による主成分元素および微量元素分析および EPMA 測定を行った。

調査の結果、溶岩は 13 層に区分され、これらはほぼ平坦に積み重なる形で分布し、約 10 度の傾斜で北西に傾斜し、最後の溶岩は岩脈である。ごく一部に薄い火山砕屑岩が挟まれる。SiO₂-(Na₂O+K₂O)図ではいずれもアルカリ岩の領域にプロットされ、玄武岩-トラカイトまでの幅広い組成幅を有する。岩脈は SiO₂ 含有量が低く (42.7-44.5wt%) アルカリの含有量が高い (3.7-5.4wt%) ベイサナイトに区別される。

Keating *et al.*, (1984)および Lee *et al.*, (2001)の全岩 K-Ar 年代データと今回の調査結果と合わせると、火山活動は4つのステージに区分される。

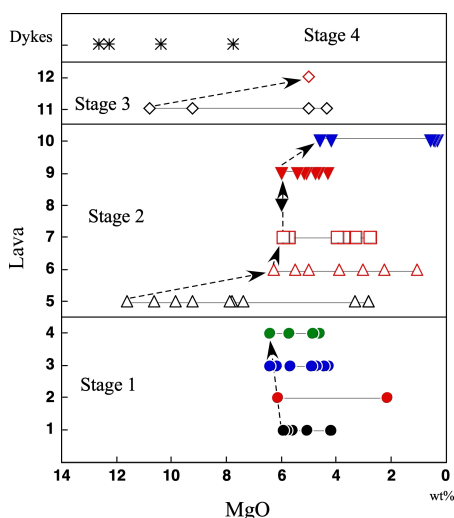
- ・ Stage 1 : 溶岩 1~溶岩 4
(11.29±0.23-10.16±0.21Ma)
- ・ Stage 2 : 溶岩 5~溶岩 10

(9.76±0.21-9.55±0.19Ma)

- ・ Stage 3 : 溶岩 11~12 (6.68±0.29Ma)
- ・ Stage 4 : 溶岩 13 (岩脈) (4.0±0.3-5.4±0.2)

MgOwt%を横軸にとった組成変化図では、最も MgO に富む溶岩 (Cpx-OI Basalt: Lava 5) から連続的に組成を変化させているようにも認められるが、横軸に MgOwt%-縦軸に溶岩の層序 (噴火順序) をとった図では、Stage 1 では MgO=6%の溶岩から順に、MgO=7wt%の溶岩へと変化する。しかし Stage 2 では MgO に富んだ未分化玄武岩から活動を開始し、MgO に乏しいトラカイトへと変化する。Stage 3 でも新たな MgO に富んだ未分化玄武岩から分化した溶岩へと組成を変えることが明らかとなった。

Stage 4 は他の玄武岩類と全く異なる化学組成を有し、異なったマントルに由来すると考えられる。



Keywords: Alkaline basalt, Chuuk, Caroline Islands
kakubuch@cc.saga-u.ac.jp

阿武火山群と青野山火山群のマグマ過程と火山地形

大和田正明*, 井町春花, 永瀧真理子 (山口大学理学部)

Magmatic processes and geographical features of Abu and Aonoyama volcano groups, Yamaguchi Prefecture

Masaaki Owada*, Haruka Imachi, Mariko Nagashima (Fac. Science, Yamaguchi Univ.)

Quaternary andesite to dacite of the Abu and Aonoyama volcano groups, Yamaguchi Prefecture, shows distinct geographical features. The andesite to dacite of the Abu group occurs as a plateau, whereas that of the Aonoyama group shows a domal structure. The SiO₂ contents resemble each other from 53 to 65 wt% with a calc-alkaline signature; however, the K₂O and Rb contents of Abu group are relatively higher than those of the Aonoyama group. The andesite to dacite of the Abu group would be produced by magma mixing because of ubiquitously bearing disequilibrium textures between melt and phenocrysts. The magmatic temperature of Abu group reached up to 1050 °C higher than that of the Aonoyama group less than 950 °C based on a hornblende geothermometer. Consequently, the andesite to dacite magmas of Abu volcano group were solidified as lava plateaus because the magmas would be of low-viscosity conditions due to enrichment of alkali contents and high-temperature.

阿武火山群は山口県北部に分布し、約 200 万年前から活動を始めた (角縁ほか, 2000)。火山岩は玄武岩からデイサイトまで幅広いマグマ組成を示す。特に安山岩～デイサイト噴出物 (溶岩) は、台地状の特徴的な火山地形が発達し、溶岩平頂丘と呼ばれている (守屋, 1986)。この安山岩～デイサイト溶岩は玄武岩マグマと流紋岩マグマの混合によって生じたとされ、玄武岩質端成分としてアルカリ玄武岩が想定された (Koyaguchi, 1986)。一方、ほぼ同時代に活動した安山岩～デイサイトが島根県から山口県にかけて分布する。これらは青野山火山群と呼ばれ、ドーム状の火山地形が発達する。こうした地形の違いはマグマの粘性度を反映すると考えられるが、異なる火山地形でも溶岩の組成は、両火山群ともに安山岩～デイサイト質である。そこで、本研究では、記載的・岩石化学的特徴から両火山群のマグマ過程の違いを明らかにし、マグマの粘性に關与する要因を検討した。

阿武火山群の安山岩～デイサイトは、一般に篩状構造や汚濁帯を含む累帯構造の発達する斜長石の存在など、メルトー斑晶間の非平衡組織が顕著である。斜長石は燕の尻尾型を

示すことが多い。玄武岩はカンラン石を含むがしばしば石英を含むなど非平衡組織を示す。一方、青野山火山群の岩石は、斑晶の角閃石や斜長石が正累帯構造を示す。稀に、角閃石斑晶の核部に長石やスピネルを伴うことがある。両火山群ともに安山岩～デイサイトは斑晶に角閃石を含む。角閃石の組成を Ridolfi et al. (2010)の地質温度計に適応した結果、阿武火山群のマグマ温度は 1050 °C に達し、青野山火山群の温度(<950 °C)よりも高い結果となった。

玄武岩はアルカリ岩系、非アルカリ岩系の両領域に区分され、アルカリ玄武岩は K₂O や Rb に富む。安山岩～デイサイトはカルクアルカリ岩系で、両火山群の岩石は共にアダカイト質の特徴を持つ。しかし、阿武火山群の安山岩～デイサイトはより K₂O や Rb に富む傾向を示す。すなわち、阿武火山群の安山岩～デイサイトには、アルカリ玄武岩によるマグマ混合の影響が組成に反映されている。アルカリ玄武岩マグマとアダカイト質マグマが混合した阿武火山群の安山岩～デイサイトマグマは、高い K₂O に加えて高温の状態で噴出した可能性がある。その結果、マグマは粘性に乏しく、台地状の火山地形を形成したと推察される。

Key words: Abu/Aonoyama volcano groups, alkali-basalt, adakite, magmatic process, volcanic landform

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

流体包有物に記録されている沈み込み帯流体の塩濃度

川本 竜彦^{1,*} (¹ 静岡大学・理・地球科学)

Salinity map of subduction zone fluids

KAWAMOTO, Tatsuhiko^{1,*} (¹Department of Earth Science, Shizuoka University)

I summarize salinity data of aqueous fluids in subduction zones and try to explain the variation of Cl/H₂O ratios in arc magmas.

島弧玄武岩に含まれるカンラン石中のガラス質包有物の塩素と水の比は、1-15%の広い範囲を持つ(Wallace 2005, JVGR)。これら広い範囲にわたる変化をうまく説明することは難しく、沈み込み帯流体の塩濃度の統一的理解を困難にしている。一方、マントルカンラン岩や高压変成岩中に含まれる流体包有物の塩濃度は、海水よりもやや高い値を示すものが多かったが、低温・低圧条件でできたと考えられる石英と炭酸塩鉱物からなるリストヴェナイトは、特徴的に低い塩濃度をもつことがわかってきた。

リストヴェナイトは、蛇紋岩中に見られる炭酸塩岩である。蛇紋岩化作用と炭酸塩岩化作用が同時に起こった(エチオピア、Sofiya ほか、2017、IGR) か、炭酸塩岩化に先行して蛇紋岩化作用が起こった (オマーン、Kelemen、2019 年日本地球惑星科学連合大会) と考えられるリストヴェナイト中の炭酸塩鉱物中の流体包有物の塩濃度は低い。これまで観察してきたエチオピアのオフィオライト中では、塩水流体の塩濃度は 2.4%±1.0% NaCl 当量 (川本ほか、2018 年日本鉱物科学会) で、オマーンのオフィオライト中に含まれるリストヴェナイトのそれは、1.0%±0.6% NaCl 当量 (Kawamoto ほか、2019 年日本地球惑星科学連合大会) である。これらの値は海

水(3.5% NaCl)よりも低い。

神崎(2018 年日本地球惑星科学連合大会) は、アンティゴライトの結晶構造内に塩素が入りうることを示しているの、蛇紋岩化にともないアンティゴライトに塩素を奪われてしまったと仮定すると低い塩濃度を説明することができる。今後、アンティゴライトと塩水の間で Cl/H₂O の分配を知ることが重要である。

海水よりもやや高い塩濃度は、最上部マントルカンラン岩 (Kawamoto ほか、2013、PNAS、Kumagai ほか、2014、CMP) や、ヒスイ輝石岩 (Fukuyama ほか、2017、JMPS、Kawamoto ほか、2018、Lithos) で報告してきた。さらに、Brine と呼んでも良いような高濃度の塩水がヒスイ輝石岩中の石英にあり、一つの岩石中の流体の塩濃度をすべて説明することが難しい時がある (Fukuyama ほか、2017、JMPS)。メルト包有物のデータと流体包有物のデータを統一的に説明することで、沈み込み帯流体の塩濃度変化を理解したい。

Keywords: fluid inclusion, salinity, serpentinite, melt inclusion, glass inclusion, dehydration

*Corresponding author: kawamoto.tatsuhiko@shizuoka.ac.jp

花崗岩体の石英の結晶化プロセス：

石英の CL 累帯パターンと TitaniQ 温度計

湯口貴史 (山形大)*・小北康弘 (原子力機構)・加藤丈典 (名古屋大)・
横田倫太郎 (山形大)・笹尾英嗣 (原子力機構)・西山忠男 (熊本大)

Crystallization processes of quartz in a granitic pluton: Cathodoluminescence zonation pattern and TitaniQ thermometer

Takashi Yuguchi (Yamagata Univ.)*, Yasuhiro Ogita (JAEA), Takenori Kato (Nagoya Univ.),
Rintaro Yokota (Yamagata Univ.), Eiji Sasao (JAEA), and Tadao Nishiyama (Kumamoto Univ.)

石英は普遍的に花崗岩体中に産出する鉱物である。石英の岩石学的知見は、花崗岩体中の他の鉱物（斜長石や黒雲母など）と比べ、乏しい。それは石英が偏光顕微鏡像や電子顕微鏡像（組成像）では均質に観察されることや、主成分元素の組成変化が乏しいことに起因する。しかし、近年のカソードルミネッセンス（CL）観察法の普及や、石英中の微量含有元素の定量技術の発展や、微量含有元素を用いた結晶化温度の導出方法の構築（チタンを用いた TitaniQ 温度計）によって新たな研究手法が見出されている。

そこで本研究では、中部日本の土岐花崗岩体を対象とし、①石英の岩石記載と②CL 観察、③チタン濃度定量分析を組み合わせで議論し、石英の結晶化プロセスについて言及を行う。

具体的には、①石英の岩石記載では、結晶の外形や産状に着目し、②CL 観察では、ゾー

ニングの有無や、ゾーニングの様態に応じてパターン分類を行った。③チタン濃度定量分析では、名古屋大学の EPMA を用いて高精度のチタン定量分析を行い、TitaniQ 温度計を用いて結晶化温度を決定した。分析の際には、結晶の形状や産状や CL パターンを考慮しつつ分析点を決定した。その結果、石英の CL パターンにはオシラトリーゾーニングを含む複数のパターンに区分でき、それらは形状や産状そして結晶化温度と関連を持つことが明らかになった。これらの結果から、石英が冷却する花崗岩質マグマ中で、結晶化プロセスの連続的なイベントを持つことを論じる。

また中部日本の土岐花崗岩体は 3 つの岩相を有するが、石英は 3 つの岩相で共通して観察される。このため 3 岩相を通じて産出する石英の結晶化プロセスから、土岐花崗岩体の形成プロセスに関する考察を行う。

Keywords: Quartz; Cathodoluminescence characterization; Oscillatory zonation; TitaniQ thermometer; Toki granite.

*Corresponding author: takashi_yuguchi@sci.kj.yamagata-u.ac.jp

マントルかんらん岩の部分溶融によって生成される 安山岩質メルトについて

土谷 信高*(岩手大, 教育)・山崎 大輔(岡山大, 惑星物質科学研究センター)

Silicic melt obtained from the melting experiments of mantle peridotite reacted with slab melt

Nobutaka TSUCHIYA* (Iwate Univ.) and Daisuke YAMAZAKI (Okayama Univ.)

本研究では、大陸地殻の形成機構の解明に重要な意味を持つスラブメルティングについて検討するために、かんらん岩にスラブメルトを加えた出発物質を使用し、1.5 GPa, 1000°C~1075°C, 水飽和の条件で部分融解実験を行っている。これまでの研究の概要はすでに報告したが(土谷・山崎, 2017; 2018a; b), 今回はマントルかんらん岩の部分溶融で安山岩質メルトが形成される可能性について述べる。実験には岡山大学惑星物質研究所のピストンシリンダー型高压発生装置を使用し、試料は金カプセルに封入して行った。実験を行った出発物質は、天然の変成斜方輝石岩に $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 試薬を加えた合成かんらん岩に天然のアダカイト質花崗岩を40%および20%加えたもの(H_2O の含有量は7-12%), KLB-1組成の合成かんらん岩に合成スラブメルトを40%および5%加えたもの(H_2O 含有量はそれぞれ10-12%, 0.7%), 一の目湯産レルゾライトにアダカイト質花崗岩を40%加えたもの(カプセルに10%以上の H_2O を直接加える)を使用した。

実験の結果、1000°Cではスラブメルトを加えなかった試料ではガラスが認められず、スラブメルトを20, 40ガラスの組成はいずれもデイサイト質であり、無水換算で $\text{SiO}_2 = 67\sim 68\%$, $\text{MgO} = 0.5\sim 1.1\%$ であった。また1050°Cではスラブメルトを加えなかった試料ではガラスが認められず、スラブメルトを5%, 20%, 40%加えた試料ではかんらん石($\text{Fo}_{89-90\%}$), 斜方輝石, 単斜輝石と共存する15%~40%のガラスが得られた。ガラスの量とガラス中の SiO_2 含有量はスラブメルト量と良い相関を示し、スラブメルトを5%加えた試料では $\text{SiO}_2 = 57\sim 59\%$, $\text{MgO} = 2.3\sim 2.7\%$ であり、スラブメルトを40%加えた試料では $\text{SiO}_2 = 61\sim 64\%$, $\text{MgO} = 1.6\sim 4.4\%$ であった。また1075°Cではスラブメルトを5%, 20%, 40%加えた試料ではかんらん石($\text{Fo}_{89-90\%}$), 斜方輝石, 単斜輝石と共存する16%~40%のガラスが得られた。スラブメルトを5%加えた試料では $\text{SiO}_2 = 56\sim 57\%$, $\text{MgO} = 3.2\sim 3.4\%$ であり、スラブメルトを40%加えた試料では $\text{SiO}_2 =$

60~61%, $\text{MgO} = 2.6\sim 3.8\%$ であった。

これらのデイサイト質~安山岩質のメルトはいずれも Fo_{90} 前後のかんらん石と共存している。これらのメルトとかんらん石の Fe/Mg 分配を検討したところ、いずれの実験のガラス試料においても、 FeO/MgO 値の最小値はRoeder and Emslie (1970)による $\text{KD} = 0.3$ の線の近くにプロットされており、そこから FeO/MgO 値が上昇している。このことから、液とかんらん石は元々はほぼ平衡であり、急冷結晶の成長によって液組成が FeO/MgO 比が増大する方向に組成変化したと考えられる。

以上の実験結果から、スラブメルトがマントルかんらん岩と反応した場合、高Mg安山岩ではなくカルクアルカリ質のデイサイト~安山岩質マグマが直接生成されることになる。これまでの先行研究では、マントルかんらん岩の部分溶融による MgO に乏しいデイサイト~安山岩質メルトが生成されることは知られておらず、たとえばHirose (1997)による含水かんらん岩の部分融解実験では、1GPa, 1000°Cで得られた液組成は $\text{SiO}_2 = 60.26\%$ の高Mg安山岩である。今回の実験結果からは、通常のマントルかんらん岩の部分溶融でもカルクアルカリ安山岩質メルトが形成されることが予想される。これらの実験で得られたガラスの組成は、いずれもカルクアルカリ質デイサイト~安山岩であるが、天然の火成岩よりも Al_2O_3 に富む(無水換算で20.3-21.5%)点で大きく異なる。この点を説明するためには、メルトから初期に多量の斜長石が分別されることを仮定する必要がある。

文 献

- Hirose, K. (1997), *Geology*, **25**, 42-44.
土谷信高・山崎大輔 (2017), 日本鉱物科学会 2017 年年会要旨.
土谷信高・山崎大輔 (2018a), 日本地球惑星科学連合 2018 年大会要旨.
土谷信高・山崎大輔 (2018b), 日本鉱物科学会 2018 年年会要旨.

Key words: experimental petrology, slab melting

* Corresponding author: tsuchiya@iwate-u.ac.jp

島根県東部に分布する大東花崗閃緑岩の結晶作用

野口将志・越智博美・小林夏子・奥田佳奈・亀井淳志（島根大学）

Fractional crystallization of the Daito granodiorite,

Eastern Shimane prefecture, Southwest Japan

Masashi NOGUCHI*, Hiromi OCHI, Natsuko KOBAYASHI,

Kana OKUDA and Atsushi KAMEI (Shimane Univ.)

【はじめに】西南日本内帯の山陰帯には、白亜紀～古第三紀の磁鉄鉱系花崗岩類が広く分布している。山陰帯中央部の山陰バソリスには、メタアルミナス花崗岩がいくつか存在し、その中でも最大級の大東花崗閃緑岩が本研究の対象である。既存研究では岩石記載、年代、金属鉱床などに関する報告があるが、成因に関する報告はまだない。そこで今回は、野外調査、岩石記載、帯磁率測定、モード測定、全岩化学分析に基づいて、岩体の結晶作用について検討した。

【地質調査】大東花崗閃緑岩は、普通角閃石－黒雲母花崗閃緑岩で構成されている。本岩体北部では、黒雲母花崗岩から構成される鶴花崗岩と接している。詳細な地質調査の結果、大東花崗閃緑岩と鶴花崗岩の間に普通角閃石－黒雲母斑状花崗岩相の分布が明らかとなった。これらの三者は漸移している。また、このことは既存研究でも一部で報告されており、普通角閃石－黒雲母斑状花崗岩相は鶴花崗岩に分類されている（鹿野ほか、1991）。しかし、この分類はモード組成に依存しており、帯磁率、化学組成などの考慮がなされていない。

【岩石記載】大東花崗閃緑岩は、主に斜長石、石英、カリ長石、黒雲母、普通角閃石から構成される。黒雲母と普通角閃石は自形結晶であり、不透明鉱物を伴う。鶴花崗岩は主にカリ長石、石英、斜長石、黒雲母から構成される。黒雲母は他形結晶であり、不透明鉱物が少ない。普通角閃石－黒雲母斑状花崗岩は主に斜長石、カリ長石、石英、黒雲母、普通角

閃石から構成される。普通角閃石や黒雲母は自形結晶であり、不透明鉱物を伴う。

【帯磁率】大東花崗閃緑岩の帯磁率は、 3.00×10^{-3} SI unit 以上を示す磁鉄鉱系花崗岩である。一方、鶴花崗岩はチタン鉄鉱系花崗岩の帯磁率を示す。普通角閃石－黒雲母斑状花崗岩の帯磁率は、両者の中間的な値である。

【全岩化学組成】各岩石の SiO_2 含有量は、大東花崗閃緑岩、普通角閃石－黒雲母斑状花崗岩、鶴花崗岩の順に増加する。大東花崗閃緑岩と普通角閃石－黒雲母斑状花崗岩は、ハーカー図上ですべての元素が連続するが、鶴花崗岩は Na, K, Th においてこれらと連続しない。

【考察】普通角閃石－黒雲母斑状花崗岩の形成は、①大東花崗閃緑岩と鶴花崗岩のマグマ混合、②鶴花崗岩からの結晶分化、③大東花崗閃緑岩からの結晶分化の可能性が考えられるが、①、②に関しては化学組成のトレンドの不連続などから否定された。一方で、③の可能性は 1) 両者が地質的に漸移している、2) 黒雲母の自形性から両者が含水率の高いマグマ由来である、3) 不透明鉱物と帯磁率より両者が酸化的マグマに由来する、4) 全岩化学組成のハーカー図で連続的なトレンドを示すことにより肯定的となった。そこで、この結晶分化をモード組成と化学組成の変化で解析すると、 SiO_2 の増加に伴い斜長石、黒雲母および普通角閃石が減少する。このことからレイリー分別モデルを用いて結晶作用のベクトル解析を行うと、 $\text{Pl} : \text{Kfs} : \text{Bt} : \text{Hbl} = 66 : 0 : 5 : 29$ の割合で鉱物の分別がおこっていたと推定された。

Keyword: San'in belt, granitoids, fractional crystallization

*Corresponding author: n19m413@matsu.shimane-u.ac.jp

熊本県北部の花崗岩類のジルコン U-Pb 年代

堤 之恭 (国立科学博物館)

Zircon U-Pb dating of granitoids in northern Kumamoto, southwest Japan

Yukiyasu TSUTSUMI* (Natl. Mus. Nat. Sci.)

Zircons U-Pb ages were obtained from granitoids in northern Kumamoto Prefecture. Two samples from the Kikuchi Granite indicate 106.6 ± 0.9 Ma and 105.7 ± 1.2 Ma. Two samples from Tamana Granodiorite indicate 105.7 ± 0.7 Ma and 105.5 ± 0.9 Ma. The sample from Tsutsugatake Granite indicates 106.0 ± 1.0 Ma. Errors are with 95% confidential interval. Ages of all samples concentrate around 106 Ma whereas age data obtained by various dating methods showed various age of 89 to 121 Ma.

熊本県北部に分布する花崗岩類の年代を決定することは、領家帯の西方延長を追跡するうえでも重要である。しかし、これまで様々な手法を用いて得られてきた年代値は、中央値で 89~121 Ma の範囲にわたっている。形成年代と考えられてきた全岩年代だけを見ても、ばらつき及び誤差は小さくない。そこで、これらの花崗岩類の形成年代を検証するためにジルコン U-Pb 年代測定を行った。その結果、菊池花崗岩 2 試料から 106.6 ± 0.9 Ma と 105.7 ± 1.2 Ma, 玉名花崗閃緑岩 2 試料から 105.7 ± 0.7 Ma と 105.5 ± 0.9 Ma, 筒ヶ岳花崗岩 1 試料から 106.0 ± 1.0 Ma の年代が得られ (誤差は 95% conf.), 今回 5 試料全てが 106 Ma 周辺に誤差範囲内で集中し、それぞれの花崗岩類の形成年代に大差がないことが明らかになった。

また、これらの年代は領家帯・山陽帯の一般的な年代である 70~100 Ma より若干古い。しかし、山口県柳井地域の花崗岩質岩体から 105 Ma のジルコン U-Pb 年代が報告されており (Skrzypek et al., 2016), 一概に古いとも言い難い。一方で、約 110 Ma の年代を持つ肥後花崗岩類 (Sakashima et al., 2003) とは区別しうると考えられる。

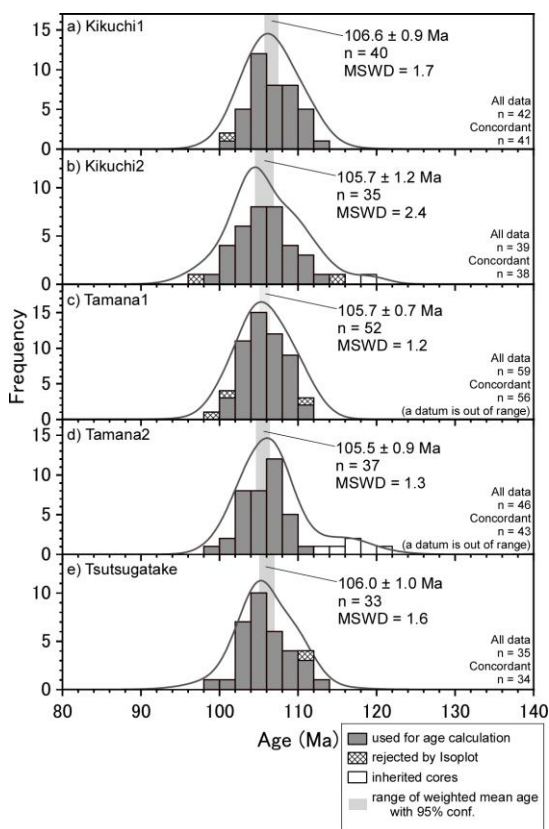


Figure. Histograms of age data of the samples. Errors of weighted mean ages are 95% conf.

Keywords: zircon, U-Pb age, emplacement, granitoid, Kyushu

*Corresponding author: ytsutsu@kakhaku.go.jp

東南極セール・ロンダーネ山地に産する大陸衝突型の 高Kアダカイト質花崗岩

亀井淳志¹・大和田正明²・堀江憲路³・志村俊昭²・柚原雅樹⁴・東田和弘⁵

(¹ 島根大, ² 山口大, ³ 極地研, ⁴ 福岡大, ⁵ 名古屋大)

Collisional granite with high-K adakitic signature, the Sør Rondane Mountains, East Antarctica

A. Kamei¹, M. Owada², K. Horie³, T. Shimura², M. Yuhara⁴, and K. Tsukada⁵

(¹ Shimane Univ., ² Yamaguchi Univ., ³ NIPR, ⁴ Fukuoka Univ., ⁵ Nagoya Univ.)

【はじめに】 アダカイト質マグマは玄武岩質岩石がザクロ石を生じる高压下で融解して生成する(Sen and Dunn, 1994). その最初のモデルは、火山弧下に沈み込んだ若い海洋地殻の部分融解で論じられた(Defant and Durmond, 1990). その後 Atherton and Petford (1993)は、分厚い大陸地殻下部の融解でも同マグマが生じることを示した. 近年、大陸地殻起源のものは海洋地殻起源のものより K に富むことが示された(Wang et al., 2005). したがって、高 K アダカイトは、大陸地殻融解によるという考えが一般的になってきた. 今回我々は、東南極セール・ロンダーネ山地に産する高 K アダカイト質花崗岩の成因や、その火成活動の意義について報告する.

【地質概説】 研究対象は約 5×5km の岩体である. 以前より 525±32 Ma の Rb-Sr 全岩年代が報告され(Takahashi et al. 1990), 我々の U-Pb SHRIMP ジルコン年代では 552±2 Ma が得られた. したがって、ゴンドワナ衝突に関連する活動である. 我々の調査では、南側で新原生代の低 K アダカイト質トナル岩に貫入し、北側の一部で閃長岩とミングリング様の境界で接することを確認した. また、本岩体は岩相の異なる3種の花崗岩で構成されており、灰色を帯びる中粒普通角閃石－黒雲母花崗閃緑岩(以下, Gray Gd)が桃色アルカリ長石を含む中粒黒雲母花崗岩(以下, Pink Gr)と桃色味を帯びる細粒両雲母花崗岩(以下, Fine Gr)に貫かれることを認識した. ただし、Pink GrとFine Grの関係は確認できなかった. また、Gray GdとPink Grには閃長岩マグマの捕獲岩が見られ、様々な程度の混合も確認された. しかし、Fine Grにそのような産状は無かった.

【化学組成】 全岩組成では、ハーカー図上で

3岩相のトレンドが一致せず、それぞれ異なるマグマに由来することが示唆される. これら3岩相はショショナイト～高カリウム系列の K 量を持ち、Sr 量は 600ppm 以上、Sr/Y が 60 以上である. K₂O/Na₂O は 1.3～2.1 と高いことから、大陸下部地殻起源であることが示唆される. MORB で規格化した微量元素パターンは、いずれの岩相も Rb, Ba, および Ce に富み、Nb および Ti に負異常がある.

微量元素を用いたバッチ融解モデルでは、玄武岩質岩石が 2GPa の高压下で融解したときに Fine Gr の組成を上手く説明できることが示された. 一方、Gray GdとPink Grの各組成は、玄武岩質岩石が 2GPa で溶けて出来たメルトに閃長岩マグマが 30%程度混合することで非常によく再現された. この混合現象は露頭での観察結果と矛盾しない.

【火成活動の意義】 高Kアダカイト－閃長岩の同時活動は大陸－大陸衝突場にしばしば報告される(Yuan et al., 2010; Huang et al., 2012). セール・ロンダーネ山地の高Kアダカイト－閃長岩の活動時期には、当地において大規模な地殻衝突が議論されており(Osanai et al., 2013), したがって、この火成活動は大陸衝突に伴う地殻の厚化が約 50km 以上におよんでいたことを示唆するものである.

文献: Atherton and Petford (1993) Nature 362, 144-146. Defant and Durmond (1990) Nature 347, 662-665. Huang et al. (2012) Lithos 140-141, 66-85. Osanai et al. (2013) Precambrian Res. 234, 8-29. Sen and Dunn (1994) CMP 117, 3945-404. Takahashi et al. (1990) Proc. NIPR Symp. Antarctic Geosci 4, 1-8. Wang et al. (2005) Geology 33, 465-468. Yuan et al. (2010) Earth Planet. Sci. Lett. 290, 481-492.

Keywords: adakite; Sør Rondane Mountains; Antarctica

Corresponding author: kamei-a@riko.shimane-u.ac.jp (A. Kamei)

Oral presentation

R4: Mineral sciences of the Earth surface

Chairperson: Jun Kawano, Tadashi Yokoyama, Satoshi Utsunomiya

Sat. Sep 21, 2019 2:00 PM - 4:15 PM Lecture 1b (Lecture)

[座長]

横山 正 : R4-01~R4-03

宇都宮 聡 : R4-04~R4-06

川野 潤 : R4-07~R4-09

[R4-01] Remediation mechanisms of uranium mill-tailing site at Ningyo-toge, Japan, under the circumneutral condition

*Keisuke Kawamoto¹, Asumi Ochiai¹, Ayaka Takeda¹, Yuriko Nakano¹, Hiroki Yokoo¹, Takumi Oki¹, Toshihiko Ohnuki², Yoshiyuki Ohara³, Kenjin Fukuyama³, Satoshi Utsunomiya¹ (1. Kyushu University, 2. Tokyo Institute of Technology, 3. Japan Atomic Energy Agency)

2:00 PM - 2:15 PM

[R4-02] Novel Method of Quantifying Radioactive Cesium-Rich Microparticles (CsMPs) at Fukushima and the Application to the Dynamics of CsMPs

*Satoshi Utsunomiya¹, Ryohei Ikehara¹, Mizuki Suetake¹, Eitaro Kurihara¹, Tatsuki Komiya¹, Kazuya Morooka¹, Ryu Takami¹, Masato Takehara¹ (1. Kyushu Uni.)

2:15 PM - 2:30 PM

[R4-03] Dissolution rate measurements of zircon in aqueous solutions by Phase-shift interferometric microscope

*Toru Kitagaki¹ (1. JAEA)

2:30 PM - 2:45 PM

[R4-04] Effect of the difference of wettability of mineral on dissolution behavior

*Tadashi Yokoyama¹, Naoki Nishiyama² (1. Hiroshima Univ., 2. Univ. Tsukuba)

2:45 PM - 3:00 PM

[R4-05] Investigation on the crystal growth/dissolution mechanisms by using the 2-D visualization technique with fluorescent probes

*Jun Kawano¹, Makoto Yazaki¹, Takashi Toyofuku^{2,3}, Yukiko Nagai^{2,4}, Henry Teng⁵, Takaya Nagai¹ (1. Hokkaido Univ., 2. JAMSTEC, 3. TUMSAT, 4. NMNS, 5. Tianjin Univ.)

3:00 PM - 3:15 PM

[R4-06] Carbonation of wollastonite in the presence of carbon dioxide and water vapor

*Hideo Hashizume¹ (1. NIMS)

3:15 PM - 3:30 PM

[R4-07] Neutron diffraction and Raman spectroscopy of nesquehonite: Which is the correct chemical formula, $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ or $\text{Mg}(\text{OH})(\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

*Gen-ichiro YAMAMOTO¹, Atsushi KYONO¹, Jun ABE², Asami SANO -FURUKAWA³, Takanori HATTORI³ (1. Univ. Tsukuba, 2. CROSS, 3. JAEA)

3:30 PM - 3:45 PM

[R4-08] Mineralogical study of manganese-rich tissue in radular teeth of chitons

*Koji Ichimura¹, Toshihiro Kogure¹ (1. UTokyo)

3:45 PM - 4:00 PM

[R4-09] Quenched indicator of solidified process with carbon: Earth case

*Yasunori Miura¹ (1. Post-Yamaguchi Uni.Sci.)

4:00 PM - 4:15 PM

人形峠ウラン鉱山における坑水自然浄化機構の解明

川本圭佑(九大), 落合朝須美(九大), 岳田彩花(九大), 中野友里子(九大), 横尾浩輝(九大), 沖拓海(九大), 大貫敏彦(東工大), 小原義之(JAEA), 福山賢仁(JAEA), 宇都宮聡(九大)

Remediation mechanisms of uranium mill-tailing site at Ningyo-toge, Japan, under the circumneutral condition

Keisuke Kawamoto (Kyushu Univ.), Asumi Ochiai (Kyushu Univ.), Ayaka Takeda (Kyushu Univ.), Yuriko Nakano (Kyushu Univ.), Hiroki Yokoo (Kyushu Univ.), Takumi Oki (Kyushu Univ.), Toshihiko Ohnuki (Tokyo Tech.), Yoshiyuki Ohara (JAEA), Kenjin Fukuyama (JAEA), Satoshi Utsunomiya* (Kyushu Univ.)

In the Ningyo-toge uranium mine, Okayama, Japan, various toxic elements such as U, As, and Ra are present in the mine wastewaters, of which the concentration except for Ra in the wastewater decrease below the regulatory limit by transport to the slag dumping pond. The mechanisms of decreasing their concentrations in the wastewaters are not fully understood. In order to understand the fundamental processes of natural attenuation at this site, we have investigated the wastewaters and solids from upstream to the pond at the downstream. Wastewater was contacted with oxygenated water and the amount of dissolved oxygen increased. Simultaneously dissolved ferrous iron was oxidized to form ferrihydrite nanoparticles, which are associated with silica colloids, As and U. The ferrihydrite nanoparticles as suspended colloids were transported to the pond in downstream, where the waste stream is completely oxidized. In the slag dumping pond, Mn dioxide, birnessite, dominantly occurs forming a mixture with ferrihydrite+silica colloid, which has a potential to adsorb Ra^{2+} . Consequently, Fe hydroxides nanoparticles and Mn dioxides in Ningyo-toge play a key role on removing U, As and Ra from the wastewater.

岡山県に位置する人形峠ウラン鉱山では、現在も坑水中に U, As, Ra などの有害元素が含まれている。坑水中の有害元素は、表流させることで濃度が減少していることが分かっているが、この自然浄化機構は明らかになっていない。本研究では、U, As, Ra の収着が期待され、かつ人形峠坑水、堆積物中に多く存在している Fe, Mn 酸化物粒子に注目し、その生成過程、表面特性、シリカコロイドとの凝集をナノスケールで明らかにすることで、人形峠における坑水の自然浄化機構を解明することを目的とした。価数同定に XAFS、坑水と堆積物の組成同定に ICP-AES, MS, FIB, TEM、鉱物の同定に SEM, XRD、ゼータ電位、粒径の時間変化に DLS を用いた。なお、DLS は坑水サンプルの酸化を最小にするため現地で行った。

地下水集水井において、溶存酸素量(DO)が低い地下坑水(DO=0.18 mg/L)が地上に放出さ

れることで、DO が増加し(DO=1.65 mg/L)、即座に表面が正に帯びた粒子状 ferrihydrite が生じて、坑水中のアニオン種である As, U 分子を収着した。同時に負に帯電するシリカコロイドも ferrihydrite 上に付着し、ゼータ電位は徐々に減少して、1 日後には ferrihydrite のゼータ電位はシリカコロイドのゼータ電位範囲内の -23 mV になった。その後、吸着速度の遅い Mn^{2+} が吸着し、わずかに溶けている酸素により吸着した Mn の一部が酸化していた。また、この ferrihydrite 粒子は DO がさらに増加する下流地点(DO=3.09 mg/L)にも流れ、沈殿している。上流地点とは異なり、下流地点では Mn の大部分が酸化され、Ra 収着が期待される繊維状の birnessite として凝集していた。本研究で人形峠では ferrihydrite+シリカコロイド凝集体中の Fe, Mn 酸化物が坑水中の U, As, Ra の除去に関与していることが示唆された。

Keywords: natural attenuation, ferrihydrite, birnessite, uranium mine, Ningyo-toge

***Corresponding author:** utsunomiya.satoshi.998@m.kyushu-u.ac.jp

高濃度放射性セシウム含有微粒子の新規定量法(QCP 法) 開発とその移行挙動の解明

宇都宮聡 池原遼平 末武瑞樹 栗原英太郎 小宮樹 諸岡和也
高見龍 武原政人(九大院理)

Novel Method of Quantifying Radioactive Cesium-Rich Microparticles (CsMPs) at Fukushima and the Application to the Dynamics of CsMPs

Satoshi Utsunomiya*, Ryohei Ikehara, Mizuki Suetake, Eitaro Kurihara, Tatsuki Komiya
Kazuya Morooka, Ryu Takami, Masato Takehara(Kyushu Univ.)

Cesium-rich microparticles, which were released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) in March 2011, have high radioactivity per unit mass and contribute to Cs radioactivity in ambient environment near the FDNPP; however, little is known about the amount and distribution of CsMPs in the environment. Here we report new method to quantify CsMPs. The QCP method is based on quantitative autoradiography, in which photostimulated luminescence (PSL) is linearly correlated to the radioactivity. The relation between PSL and the radioactivity was carefully determined to be 0.0523 Bq/PSL/h using isolated microparticles with various radioactivity. In the soil collected from Nagadoro, Fukushima, Japan, CsMPs were only detected in soil sieved with a 114 μm mesh. There was no overlap between the radioactivities of CsMPs and Cs-clay. Based on the distribution of radioactivity of CsMPs, the threshold radioactivity of CsMPs in the size fraction of <114 μm was determined to be 0.06 Bq. In the application of QCP method, the amounts and radioactivity fractions (RF) of CsMPs in 20 surface soils collected from the vicinity of the FDNPP were determined to be 0.869–318 particles per gram and 1.63–80.2%, respectively. The result of the soils of northwest from FDNPP has smaller RF values and greater number of CsMPs than that of southwest. The lower RF values of the soils collected from northwest from FDNPP are ascribed to the wet deposition of the subsequent plumes that contain only soluble Cs species after March 15. Remarkably, a detailed analysis of accident events revealed that the only plumes released from the late afternoon of March 14 until late afternoon of March 15, 2011 contain CsMPs, strongly suggesting that unit 3 is the most plausible source of CsMPs than the other reactor units. This novel QCP method is applicable to the other environmental samples for determination of the RF values and numbers of CsMPs. These information also provide crucial insights into the timing of the formation, release, movement and distribution of CsMPs, which leads to the better understanding of a scenario of the Fukushima nuclear disaster.

2011 年 3 月に発生した東日本大震災後の原発事故により Cs が大気中に放出された。本研究では汚染土壤中の CsMP による放射能の割合を定量化するための新しい手法を開発した。福島県で採取された 20 の表層土壤中の CsMP の数と放射能画分 (RF) は、それぞれグラム当たり 0.869-318 粒子と 1.63-80.2%であると決定された。この範囲の RF 値と CsMP の数は、プルームが移動した場所、プルーム移動中の降水量、および FDNPP からの距離に関与していた。FDNPP

から北西地点の土壤の低い RF 値は、その後の可溶性 Cs 種を含むプルームの影響を示している。3 月 14 日の午後から 15 日の午後までに放出されたプルームには CsMP が含まれており、放出初期には 3 号機が CsMP の供給源であることが示唆された。本研究で得られた CsMP の定量的分布図は、CsMP の動態、ならびに住宅地における潜在的なリスク評価および CsMP に由来する環境影響を理解するのに有用である。

Keywords: Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, CsMPs, QCP method

***Corresponding author:** utsunomiya.satoshi.998@m.kyushu-u.ac.jp

白色干渉計を用いた水溶液中でのジルコン溶解速度測定

北垣 徹 (原子力機構)

Dissolution rate measurements of zircon in aqueous solutions by Phase-shift interferometric microscope

Toru Kitagaki* (JAEA)

Zircon dissolution rates under flowing aqueous solutions of pH 0 (HCl), 7 (H₂O), 14 (NaOH aq) were *in-situ* measured from the zircon surface change by Phase-shift interferometric microscope.

1. 緒言 福島第一原子力発電所(1F)事故時の溶融燃料とコンクリートの相互作用 (MCCI) により生成する溶融プール中において、ジルコンは地質環境と同様に、溶融プールの温度に応じて Ti、酸素分圧に応じて Ce 等を取り込み結晶成長すると推定しており、本特性を用いて、MCCI 生成物中のジルコンから 1F 事故時の溶融プール中の温度や酸素分圧の推移を解析する手法を開発している。一方、MCCI 生成物は 1F 事故後から炉内滞留水中に浸漬しているため、ジルコンの一部は溶解し、溶解した部分のジルコンが結晶成長した時の環境条件は解析不可となる。ここでは、1F 事故以降、原子炉内滞留水中に浸漬するジルコンのおおよその溶解量を推定するため、天然ジルコンの溶解速度を測定した。

2. 実験方法 チタン製その場観察用セル内にスリランカ産ジルコンの(101)面を測定面として設置した後、セル内に pH 0 (HCl)、7 (H₂O)、14 (NaOH aq)の溶液を、HPLC ポンプを用いてそれぞれ送液し、ジルコン表面に付着固定した Au 微結晶を基準高さとした時の 1 次元の凹凸の変化を白色干渉計^[1]を用いて

測定し、溶解速度 (nm/s) を算出した。

別途析出物の有無を確認するため、マラウイ産ジルコンを 70 μm 程度以下まで粉碎し、pH 1 (HCl)、7 (H₂O)、13 (NaOH aq)の水溶液 7 mL 中にそれぞれ 500 mg ずつ 67 日間浸漬した後、表面の SEM 観察を実施した。

3. 実験結果及び考察 pH 0 (HCl)、7 (H₂O)、14 (NaOH aq)の溶液を送液したときの平均の溶解速度はそれぞれ -4.848×10^{-4} 、 -1.470×10^{-4} 、 -4.362×10^{-5} (nm/s)であった。また、ジルコン粉末の浸漬では、NaOH aq 中へ浸漬した試料表面にのみ、針状結晶の生成を確認した。この 2 次生成物により pH14 の溶解速度が見かけ上低下した可能性が考えられる。

本測定結果を用いて pH 7 の炉内水中にジルコンが 10 年間浸漬した場合の溶解量を単純に外挿すると、表面から約 50 μm 程度溶解すると推定できる。

参考文献 [1] Satoh, H. et al., *Ame. Mine.*, 92, 503-509. (2007).

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP18052171 の助成を受けたものである。白色干渉計による測定にご協力頂いた佐藤久夫博士に感謝申し上げる。

Keywords: Fukushima Daiichi NPP, Fuel debris, zircon, *in-situ* measurement, Dissolution

*Corresponding author: kitagaki.toru@jaea.go.jp

鉱物の濡れ性の違いが溶解挙動に及ぼす影響

横山 正* (広大)・西山直毅 (筑波大)

Effect of the difference of wettability of mineral on dissolution behavior

Tadashi Yokoyama* (Hiroshima Univ.), Naoki Nishiyama (Univ. Tsukuba)

岩石内部の空隙に水が浸透すると、水と鉱物の接触部で溶解や沈殿などの反応が起こる。地表付近では、一般に全ての空隙が水で満たされるわけではなく、空隙の一部には空気が入る(図 1)。空気が入った部分にある鉱物は水と反応しないように思われるが、実際には鉱物表面には“水膜”が存在し、この水膜を介して溶解が進むことが指摘されている^[1]。Nishiyama & Yokoyama (2013)は、ほぼ 100%石英からなる Fontainebleau 砂岩を用いて、空隙が水で満たされる割合が 46%(空気が 54%)の不飽和状態と、空隙が全て水で満たされた飽和状態の両方で岩石内部に水を流して、Si の溶解量を測定した。その結果、飽和状態と不飽和状態とで溶解量に違いが認められず、空隙中に空気が存在しても、石英の表面は全て水膜で濡れて溶解が進むことが明らかになった。しかし、同様の現象が石英以外の鉱物でも生じるかは、よくわかっていない。

本研究では、石英の他にカリ長石や炭酸塩鉱物が含まれている Berea 砂岩を用いて、飽和状態と不飽和状態の両方で岩石内部に水を流して、溶出する元素の量を測定した。不飽和状態の実験として乾燥試料に水を流すと、開始後約 8 日間は空隙中に空気がある状態が続き、徐々に空気が減少して最終的には空隙が水で満たされた。飽和と不飽和のそれぞれの実験で得られた溶解速度(単位時間当たりに岩石全

体から溶出するモル数)を比較すると、炭酸塩鉱物から溶出する Ca については、空隙中に空気がある間は溶解速度が飽和状態より小さかった。一方、珪酸塩鉱物から溶出する Si については、空気がある状態でも飽和状態との溶解速度の違いがなくなった。炭酸塩鉱物と比べて珪酸塩鉱物の表面では鉱物表面を濡らす水膜が厚くなりやすいと推定され、このため空気がある状態でも珪酸塩鉱物では水膜を介した溶解が効率よく進んだと考えられる。

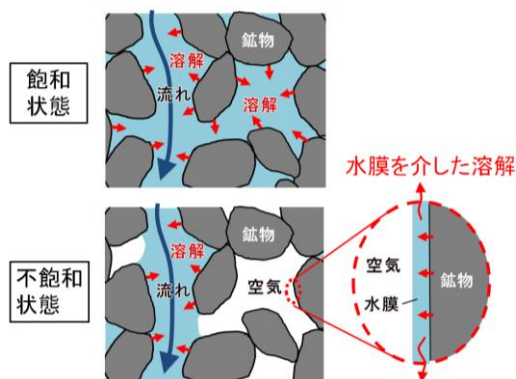


図 1 飽和状態と不飽和状態の空隙中の水・空気の分布と溶解の概念図

Keywords: Dissolution, Pore water, Wetting, Water film

*Corresponding author:

t-yokoyama@hiroshima-u.ac.jp

[1] Nishiyama & Yokoyama, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **122** (2013).

蛍光プローブを用いた2次元可視化手法による 結晶の溶解/成長メカニズムの検討

川野 潤*・矢崎 誠(北大)・豊福高志(JAMSTEC,海洋大)・
長井裕季子(科博, JAMSTEC)・Henry TENG(天津大)・永井隆哉(北大)

Investigation on the crystal growth/dissolution mechanisms by using the 2-D visualization technique with fluorescent probes

Jun Kawano*, Makoto Yazaki (Hokkaido Univ.), Takashi Toyofuku (JAMSTEC, TUMSAT),
Yukiko Nagai (NMNS, JAMSTEC), Henry Teng (Tianjin Univ.), Takaya Nagai (Hokkaido Univ.)

はじめに

水溶液中における鉱物の成長や溶解のメカニズムについて、これまで数多くの研究が行われてきたが、近年そのプロセスが想像以上に複雑であることが明らかになるなど、十分な理解が得られているとは言い難い。私達の研究グループはこれまで、鉱物表面における溶解メカニズムを明らかにするため、炭酸カルシウムを例として、溶解する結晶表面近傍の局所的な溶液環境の変化を2次元イメージングする試みを行ってきた。その結果、無機的な溶解プロセスに伴う結晶表面近傍における pH や Ca イオン濃度の変化の様子を初めて可視化することに成功したが、pH はこの現象にともなう様々な反応や拡散など、複雑なプロセスの影響を受けて変化している。本研究においては、この手法によって得られたプロファイルに基づいて、反応をモデリングすることを試みた。

実験手法

結晶の溶解に伴う pH および Ca イオン分布の変化の可視化は、それぞれの違いによって異なる蛍光を示す試薬(蛍光プローブ)により行った。蛍光試薬には、pH については HPTS を、Ca イオン濃度については Fura-FF を用い、既知の溶液を測定して検量線を作成した。溶液には、NaCl によりイオン強度を 0.1

に調整したものを用いた。これらの溶液に結晶を浸漬させたのち、等間隔で2種類の励起光に対する蛍光像を撮影し、検量線に従って定量化することにより pH および Ca イオン濃度の時間変化を示す連続画像を得た。

結果と考察

HPTS を含有する水溶液中に炭酸カルシウム結晶を浸漬すると、その直後から蛍光の変化が観察され、pH が変化していくことを本学会でも報告している。その pH プロファイルの変化が、炭酸カルシウムの溶解に伴って生成する OH⁻の拡散によるものであると仮定し、Fick の法則により実験結果を再現するように pH プロファイルの計算を行うと、イオンの拡散係数が $D = 1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ のとき実験結果と近いものとなった。この値は、これまで報告されている OH⁻や H⁺などの拡散係数より一桁小さい。この結果は、この現象が、拡散よりも表面反応で律速されている可能性が高いことを示唆している。そのため、より正確なモデリングを行うためには、表面における Ca イオンの脱離速度をあわせて知る必要がある。すなわち Ca イオン濃度と pH を同時に測定・可視化することが望ましいと考えられ、本研究ではその可能性の検討も行っている。講演においては、その試みについても述べる。

Keywords: dissolution, diffusion, fluorescent probe, imaging, calcium carbonate

*Corresponding author: j-kawano@sci.hokudai.ac.jp

二酸化炭素と水蒸気存在下における珪灰石の炭酸塩化

橋爪秀夫（物・材機構）

Carbonation of wollastonite in the presence of carbon dioxide and water vapor

Hideo Hashizume (NIMS)

はじめに：二酸化炭素とカルシウム化合物の反応は化合物中のカルシウムイオンと二酸化炭素から炭酸カルシウムを合成することはよく知られている。地球温暖化防止の対策において、原因となるガスである二酸化炭素を回収し、鉱物等と反応させることにより、二酸化炭素の固定を試みる研究は盛んに行われている。また、構造材料のコンクリートなどのセメントを用いた材料では炭酸塩化による劣化が問題となっており、劣化の防止するための研究も進められている。

本報告では、温湿度制御粉末 X 線回折装置(XRD-RH)を用いて、カルシウム化合物である珪灰石と二酸化炭素の反応を行い、湿度の違いによる反応の速さを調べた。

実験：珪灰石は市販の試薬をそのまま用いた。XRD-RH の乾燥ガスを乾燥二酸化炭素ガスにし、飽和水蒸気と混合することにより、適度な湿度を持ったガス中に珪灰石を放置した。試料室の温度は 30℃で、湿度は 50、80%で珪灰石の炭酸塩化を行なった。X 線による測定は 0, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10, 20 時間行い、その後は 20 時間毎に測定し、200 時間保持した。比較のために、乾燥ガスを乾燥窒素ガスに変更し、温度が 30℃、湿度 80%により 200 時間保持した測定も行なった。

Keywords: wollastonite, carbon dioxide, water vapor, vaterite

(Corresponding author: HASHIZUME.Hideo@nims.go.jp)

結果：珪灰石は湿度 50、80%で二酸化炭素と反応し炭酸カルシウムのバテライトに変化した。湿度が 80%の場合(Fig. 1)、測定開始から 5 時間後にバテライトのピークが現れ、10 時間放置するとそのピークは明瞭になった。また、湿度が 50%の場合では、バテライトのピークは約 100 時間後に現れた。

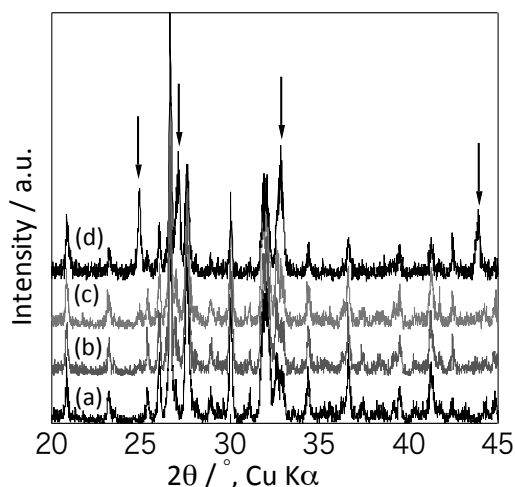


Fig. 1 湿度80%における珪灰石の相変化。
(a) 0h, (b) 5h, (c) 10h, (d) 200h。矢印はバテライト。

また、二酸化炭素ガスの代わりに窒素ガスを用いた場合にはピークプロファイルに変化はなかった。水酸化カルシウムについて同様の実験を行った。水酸化カルシウムの場合には数分で反応が進んだが、合成物はバテライトではなくカルサイトであった。

中性子回折とラマン分光による Nesquehonite の化学式の再検討

山本弦一郎¹, 興野純¹, 阿部淳², 佐野亜沙美³, 服部高典³
(1: 筑波大学, 2: CROSS, 3: JAEA)

Neutron diffraction and Raman spectroscopy of nesquehonite: Which is the correct chemical formula, $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ or $\text{Mg}(\text{OH})(\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

Gen-ichiro YAMAMOTO^{*1}, Atsushi KYONO¹, Jun ABE², Asami SANO-FURUKAWA³,
Takanori HATTORI³ (1: Univ. Tsukuba, 2: CROSS, 3: JAEA)

Neutron diffraction and Raman spectroscopy were performed to determine the structure and chemical formula of nesquehonite. Nesquehonite was prepared from MgCl_2 and Na_2CO_3 solutions of pH 10.9. The crystal structure of deuterated nesquehonite was determined by Rietveld refinement of the time-of-flight neutron powder diffraction pattern. The crystal structure possessed monoclinic space group $P2_1/n$ with lattice parameters of $a = 7.72100(12)$, $b = 5.37518(7)$, $c = 12.1430(3)$ Å, $\beta = 90.165(4)^\circ$, and $V = 503.956(13)$ Å³. The refinement with a final crystal structure model of deuterated nesquehonite converged to $wRp = 4.22\%$ and $Rp = 3.50\%$ (Fig. 1). The positions of six deuterium (D) atoms were successfully determined. The results suggest that the D atoms are coordinated to O1, O2, and O6 atoms as water molecules in nesquehonite. It can be therefore considered that nesquehonite obtained in the study had the chemical formula of $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. The crystal structure is composed of infinite ribbons of corner-sharing MgO_6 octahedra along b -axis. Within the ribbons, Mg atom is coordinated to two O atoms in water molecules and four O atoms in CO_3 groups. The ribbons are interconnected by hydrogen bonds of the water molecules located between the ribbons, forming a three dimensional hydrogen bonding network. The hydrogen bonds are ranged between 1.752(12) Å and 1.953(11) Å, except for the $\text{D5} \cdots \text{O1}$ and $\text{D5} \cdots \text{O2}$ bonds with distance of 2.346(14) and 2.483(13) Å, respectively. Raman spectra of undeuterated nesquehonite were in substantially coincidence with those given by Hales et al. (2008), but Raman bands corresponding to the CO_3 stretching and bending modes were considerably shifted to the higher wavenumbers (Fig. 2). This shifts imply that the CO_3 vibrations are not derived from the bicarbonate (HCO_3) unit, but the carbonate (CO_3) unit. The difference between our study and Hales et al. (2008) strongly indicates that nesquehonite can have two chemical formulas, $\text{Mg}(\text{OH})(\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ depending on the pH in the solution. That is, nesquehonite grown in a solution with pH around neutrality would have the chemical formula of $\text{Mg}(\text{OH})(\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, but that in a strongly alkaline solution results in the chemical formula of $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

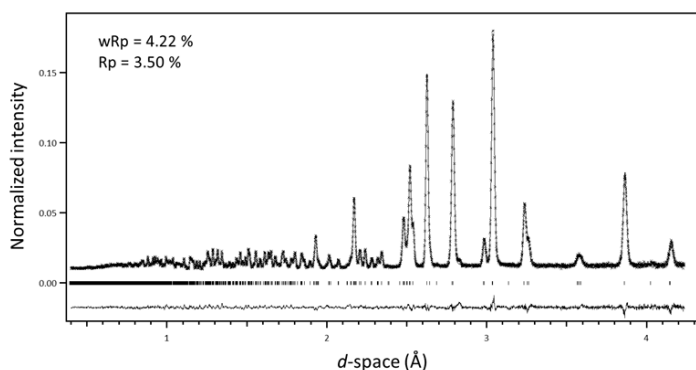


Fig. 1. Neutron powder diffraction pattern and the result of fitting by Rietveld refinement for nesquehonite.

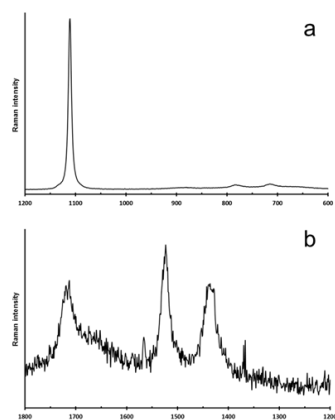


Fig.2 Raman spectra of nesquehonite

Keywords: Nesquehonite, Neutron diffraction, Raman spectroscopy, Hydrogen bonding network

*Corresponding author: g-yamamoto@geol.tsukuba.ac.jp

ヒザラガイ類の歯舌内の マンガンに富む組織の鉱物学的研究

市村康治, 小暮敏博 (東京大学)

Mineralogical study of manganese-rich tissue in radular teeth of chitons

Koji Ichimura*, Toshihiro Kogure (Univ. Tokyo)

R4-08

ヒザラガイ類の歯舌には生体鉱物として磁鉄鉱が含まれることが知られている。昨年我々は EPMA によるヒザラガイ類歯舌内の磁鉄鉱中の $\text{Fe}^{3+}/\Sigma\text{Fe}$ の定量の研究の過程で、複数種のヒザラガイ類の歯の摂餌面の基部でマンガンが濃集する組織を初めて見出した[1]。今回、この組織について化学組成分析と構造観察を試みた。

試料は神奈川県三浦市で採取した *Placiphorella stimpsoni* および数種から摘出した歯舌を乾燥、樹脂包埋、縦断面および横断面で切断、研磨した試料を用いて、歯舌内のマンガンに富む組織の EPMA による元素含有量と $\text{Fe}^{3+}/\Sigma\text{Fe}$ の分析を行った。その後、FIB によりこの組織の薄膜化加工を行い、TEM により観察と分析を行った。

P. stimpsoni のマンガンに富む組織は磁鉄鉱のある摂餌面の基部にあり、反射電子像は磁鉄鉱よりもやや暗く、歯の中心のリン酸塩より明るい (Fig. 1a)。TEM 観察から、この組織は 10–30 nm のスピネル型の結晶の集合体で構成されており、結晶の方位は無秩序であった (Fig. 1b)。この組織は主に鉄、マンガン、銅を含み (Fig. 1c)、鉄を 50–55 wt%, マンガンを 8–9 wt%, 銅を 4–7 wt% を含有していた。鉄価数の解析の結果、摂餌面の磁鉄鉱中の $\text{Fe}^{3+}/\Sigma\text{Fe}$ は 0.69

–0.79 であった一方、この組織の $\text{Fe}^{3+}/\Sigma\text{Fe}$ は 0.89 であった。

このような遷移金属の存在形態の詳細と磁鉄鉱の形成機構との関連、さらに生理的作用などを今後考察していきたい。

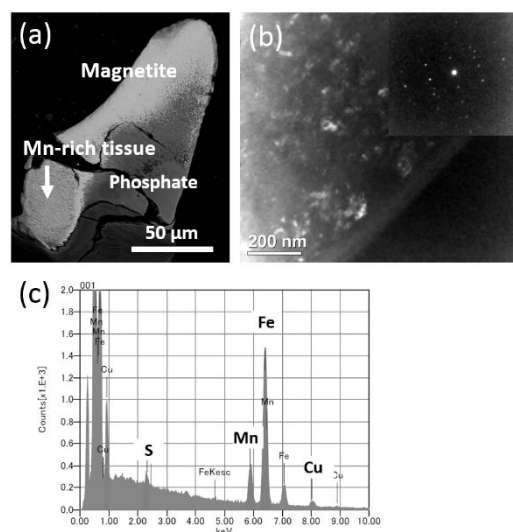


Fig. 1 Observation of manganese-rich tissue in the teeth of *Placiphorella stimpsoni* (a) backscattered image of a vertical cross section of a tooth, (b) diffraction pattern and dark field image, (c) corresponding EDX spectrum

[1] 市村・小暮 (2018) 第 13 回バイオミネラリゼーションワークショップ, #14

Keywords: biomineral, manganese, magnetite, EPMA, FIB-TEM

*Corresponding author: ichimura@eps.s.u-tokyo.ac.jp

急冷指標の炭素含有固化過程：地球上生成物

三浦保範（元山口大）

Quenched indicator of solidified process with carbon: Earth case

Yasunori MIURA (Post Yamaguchi Univ.)

It has been obtained the carbon-bearing solidified grains of the quenched indicator formed by the activity of active Earth (by three major shock wave phenomena of earthquake, volcano and meteoritic impact) contributes in the fundamental processes of the Earth's surface, environment and life activity.

はじめに：地球上で肉眼的に観察できるマクロの物質状態は、徐冷から急冷で固体化形成される組織や岩石・鉱物などで多様化している。これは地球の安定化した三圏の物質状態間での生成であり、別の環境には応用できないことが多い。本件では、地球内外広く（地球内の未解明問題解決も含め）利用できる状態間の固化物質を急冷指標の観点から地球上（本件）、地球外と環境・生命・人工物についてこれまでの成果をまとめる。

急冷指標の現状とその必要性：高温物質からの冷却過程は、大きな岩石・鉱物の形成する徐冷過程と、急冷過程で微小岩石の形成（利用面で制約）がある。他の状態（液体・気体）が消失される前者（徐冷）の固化過程に対して、後者（急冷）では他の状態（液体・気体）を残存する利点がある。急冷過程は、地球上の三圏システム相互間の移動や保持に重要な役目を果たす過程であると考えられる。そのため、地球表層（含深部初期）・環境・生命の未解明の問題も広く議論できる。

三圏間での安定的な循環元素：固体圏での固化過程は岩石・鉱物の主要構成元素であるが、二圏を構成する揮発性元素として、固化しても安定的に存在できる炭素を本件では取り扱う。

Keywords: Quenched indicator, Solidified Process, Carbon-bearing grains yasmiura50@gmail.com

三大衝撃波現象で形成される炭素含有物：活動的な地球上で高温高压状態から急冷する過程は三大衝撃波現象（地震・火山・隕石衝突）である。これまでの地球上でのこれらの生成物には、すべて炭素含有物が FE-EPMA で観察されている。しかし徐冷の岩石・鉱物は、揮発性元素は揮発消失して急冷炭素含有物は観察されていない。

地球環境問題における炭素含有物：地球の活動（三大衝撃波現象）以外に、産業革命以来の人工的な燃焼廃棄物の大気圏放出対策に対して、本件の揮発物の固化過程を応用する事ができる。

生命システムにおける役割：ミニ地球の生命体システムは、炭素源が未解明であり、その生成過程も本件の指標が貢献している。炭素以外に共存元素の水素酸素も海水形成に重要な元素である。

まとめ：地球の活動（三大衝撃波現象の地震・貨損・衝突過程）で形成される急冷指標の炭素含有固化物は、地球表層・環境・生命の基礎的な過程で貢献していることが分かった。

参考文献：三浦保範 (1996) 「衝撃波ハンドブック」 (シュブ・リンガー・フェアラークTokyo), 1073-1209. Miura Y. (2017) Planet. Sci.-2050, 8101 (USA). Miura Y. (2018) IMA-2018 (Melbourne,Australia) 2039.

Oral presentation

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint session with SRG)

Chairperson: Ikuo Katayama, Takuya Echigo

Sat. Sep 21, 2019 2:00 PM - 3:45 PM A-117 (East zone 1)

[座長]

越後拓也 : R7-01~04

片山郁夫 : R7-05~07

[R7-01] The penetration of the upper oceanic crust off-Hawaii - Toward understanding of the style of extension and the architecture of oceanic crust

*Susumu Umino¹, Tomoaki Morishita¹, Jun-Ichi Kimura², Mikiya Yamashita³, Michael Garcia⁴, Frieder Klein⁵, Nobukazu Seama⁶, Shigeaki Ono², Natsue Abe², Katsuyoshi Michibayashi⁷, Masako Tominaga⁵ (1. Kanazawa Univ., 2. JAMSTEC, 3. AIST, 4. Univ. Hawaii, 5. WHOI, 6. KURCIS, 7. Nagoya Univ.)

2:00 PM - 2:15 PM

[R7-02] Petrological and geophysical implications for Mado Megamullion, Philippine Sea

*Norikatsu Akizawa¹, Kyoko Okino¹, Osamu Ishizuka², Hiroyuki Yamashita³, Shiki Machida⁴, Ohara Yasuhiko^{5,6} (1. AORI, The Univ. Tokyo, 2. GSJ, 3. Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 4. Chiba Institute of Technology, 5. Japan Coast Guard, 6. JAMSTEC)

2:15 PM - 2:30 PM

[R7-03] Permeability profile in the Oman Drilling Project inferred from onboard measurements of resistivity at drilling vessel "CHIKYU"

*Ikuo Katayama¹, Natsue Abe², Kohei Hatakeyama¹, Yuya Akamatsu¹, Keishi Okazaki², Ole Ivar Ulven⁴, Gilbert Hong⁵, Wenlu Zhu⁶, Benoit Cordonnier⁴, Katsuyoshi Michibayashi³, Marguerite Godard⁷, Peter Kelemen⁸, The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party (1. Hiroshima University, 2. JAMSTEC, 3. Nagoya University, 4. University of Oslo, 5. Seoul National University, 6. University of Maryland, 7. Université Montpellier, 8. Columbia University)

2:30 PM - 2:45 PM

[R7-04] Attenuated Total Reflection Infrared (ATR-IR) Spectroscopy of Serpentine Minerals

*Ilona Sakaguchi¹, Yui Kouketsu¹, Katsuyoshi Michibayashi¹, Simon Wallis² (1. Nagoya University, GSES, 2. The University of Tokyo, EPS)

2:45 PM - 3:00 PM

[R7-05] Mineralogical study of massive sulfide deposits beneath the seafloor at the Gondou field in the Okinawa Trough

*Shuhei Totuka¹, Jun-ichiro Ishibashi¹, Kazuhiko Shimada¹, Takashi Miyamoto¹, Kei Ikehata² (1. Kyushu Univ. Sci., 2. Fac. of Life and Environ. Sci., Univ. of Tsukuba)

3:00 PM - 3:15 PM

[R7-06] Mineralogical examination of white turbidity and arsenic contamination occurring in Kotakigawa Itoigawa region in 2019

*Takahiko Ogawara¹, Yosuke Ibaraki¹, Ko Takenouchi¹, Hiromi Konishi² (1. Fossa Magna Museum, 2. Niigata Univ., Sci.)

3:15 PM - 3:30 PM

[R7-07] Ammonium-bearing K-feldspar in the Ikutahara area, Kitami prefecture,
Hokkaido, Japan

*Takuya Echigo¹, Ayaka Kawahara¹, Yasushi Watanabe¹ (1. Akita Univ. Internat. Resour. Sci.)

3:30 PM - 3:45 PM

海洋地殻構造が示すプレート拡大モードの解明—

ハワイ沖モホール候補地における上部海洋地殻貫通計画

海野 進^{*1}・森下知晃¹・木村純一²・山下幹也³・Michael Garcia⁴・Frieder Klein⁵・島
伸和⁶・小野重明²・阿部なつ江²・道林克禎⁷・富永雅子⁵

The penetration of the upper oceanic crust off-Hawaii — Toward understanding of the style of extension and the architecture of oceanic crust

UMINO, S.^{*1}, Morishita, T.¹, Kimura, J.², Yamashita, M.³, Garcia, M.⁴, Klein, F.⁵, Seama,
N.⁶, Ono, S.², Abe, N.², Michibayashi, K.⁷ and Tominaga, M.⁵

1. 金沢大, 2. JAMSTEC, 3. 産総研, 4. ハワイ大, 5. ウッズホール海洋研, 6. 神戸大, 7. 名古屋大

We propose to drill a complete upper crustal section and into the uppermost gabbros in 80 Ma crust spread at 8 cm/a on the North Arch off-Hawaii. The overarching goals to be addressed by drilling are to better constrain

- 1) the nature of layer 2/3 transition and its relations with the dike-plutonic transition,
- 2) the relationships between the style of crustal extension and the architecture of the upper crust,
- 3) the styles and vigor of hydrothermal circulation and alteration with declining temperature in the aged oceanic crust,
- 4) the physical and chemical evolution of oceanic lithosphere with special reference to the Moho diversity and the North Arch volcanism,
- 5) the frequency, size and possible failure mechanics of hazardous giant landslides caused by the periodic collapse of Hawaiian shield volcanoes
- 6) the depth limits of microbial life in aged, hydrated, and cold crust where metabolic strategies have remained completely unexplored.

The style of crustal extension differs in fast and intermediate spreading ridges, which makes the distinct density structures of the upper crust. Fast-spread oceanic crust comprises dense sheet flow-dominant extrusive rocks underlain by thin sheeted dikes. This density structure enhances more magma to extrude, allowing the crust to extend solely by magmatic accretion. In contrast, the intermediate-spread crust consists of less dense, pillow-dominant extrusive rocks, yielding a level of neutral buoyancy that traps magma to develop the sheeted dikes below. The crust consequently extends by dike intrusions in the lower levels and by faults in the shallow levels to form axial troughs. The style of crustal extension from magmatic accretion to stretching changes in a spreading rate interval of 7–10 cm/a, which bears a key to understand the relationship between the plate spreading mode and the resulting oceanic crustal architecture.

Previous drilling into tectonically undisturbed oceanic crust is limited and skewed to young and slow-spread crust <4 cm/a, with a wide gap of crustal age between 20 and 110 Ma, including the world average age of 63 Ma and spreading rate of 8 cm/a. Thus, previous drilling of oceanic crust has not sampled representative oceanic crust. The oceanic crust on the North Arch meets the target spreading rate (8cm/a) and the age gap (~80Ma) and is ideal to understand the physical and chemical evolution of aged oceanic lithosphere and the diversity of Moho, including the effect of intraplate volcanism and the history of hazardous landslides.

Key Words: IODP, ocean drilling, North Arch off Hawaii, upper crustal architecture, giant landslides, Layer 2/3 boundary

* sesumin@staff.kanazawa-u.ac.jp

Mado Megamullion に分布する岩石の岩石学的・地球物理学的解釈

秋澤紀克・沖野郷子(東大), 石塚治(産総研),
山下浩之(神奈川県立生命の星・地球博物館), 町田嗣樹(千葉工大),
小原泰彦(海上保安庁/海洋研究開発機構)

Petrological and geophysical implications for Mado Megamullion, Philippine Sea

Akizawa N.*, Okino K. (The University of Tokyo), Ishizuka O. (Geological Survey of Japan),
Yamashita H. (Kanagawa Prefectural Museum of Natural History),
Machida S. (Chiba Institute of Technology), and Ohara Y. (Japan Coast Guard/JAMSTEC)

1. はじめに

中央海嶺では、メルト供給量の違いにより海洋リソスフェアの見かけが大きく異なる。特に、拡大による質量欠損の 50% がメルトで占められる拡大様式では、大規模なデタッチメント断層が発達し、海洋コアコンプレックスが形成されると言われている。海洋コアコンプレックスでは、デタッチメント断層の発達により深部マントル物質が引きずり出されて海底に直接露出するため、マントルプロセスを研究するための恰好のサンプル採取地である。しかし、そのマントル物質がどのような歴史を経てきたのか明らかにしなければ、真にマントルプロセスの評価はできない。そこで本研究では、近年 Mado Megamullion と命名された海洋コアコンプレックスに露出するマントル物質がどのような規模で、どのように海底にもたらされたのか岩石学的・地球物理学的手法を用いて明らかにすることを目標とする。

2. 地質概説・岩石記載

Mado Megamullion は、四国海盆南端部に位置しており、近年実施した 3 回(YK18-07, KH-18-02, YK19-04S)の航海で岩石を採取すると共に、地球物理探査が行われた。採取された岩石のうち、本研究ではカンラン岩 17 個とガブロ～ドレライト 13 個を扱う。

Keywords: Peridotite, Gabbro, Whole-rock chemistry, Gravity data, Oceanic Core Complex

*Corresponding author: akizawa@aori.u-tokyo.ac.jp

カンラン岩は蛇紋石化を被っており、LOI(強熱減量)は 5~13% に達した。しかし、ガブロやドレライトは比較的新鮮であった(LOI = ~3%)。ガブロやドレライトは相当量の Oxide を含んでいる(~10 vol.%)ことが特徴としてあげられる。

3. 全岩化学組成

カンラン岩は CaO や TiO₂ 含有量が少ない(0~4 wt.% CaO, 0~1.5 wt.% TiO₂)が、ガブロ～ドレライトの組成(8~15 wt.% CaO, 0~9 wt.% TiO₂)に向かう傾向が見られた。さらに、他の微量元素でも同様な傾向が見られた。

4. まとめ

本研究で扱ったカンラン岩のうち、少なくとも Ca や Ti が増加しているものは、メルトによる交代作用を被っていることが明らかになった。しんかい 6500 による潜航では、カンラン岩に貫入する岩脈が確認されており、その観察と調和的である。一方で、貫入したメルトはかなり分化が進んでおり、東太平洋海膨のような高速拡大海嶺で報告されている初生的なマグマのカンラン岩への貫入は確認できなかった。本研究で用いたサンプルは、周囲に比べて~20mGal 高いマントルブーゲー異常の場合(~1000 km²)で採取されており、比較的大規模にマントル物質が露出している可能性がある。

ちきゅう船上での比抵抗測定に基づく オマーン掘削プロジェクトでの浸透率プロファイル

片山郁夫^{1*}, 阿部なつ江², 畠山航平¹, 赤松祐哉¹, 岡崎啓史², Ole Ivar Ulven³, Gilbert Hong⁴, Wenlu Zhu⁵, Benoit Cordonnier³, 道林克禎⁶, Marguerite Godard⁷, Peter Kelemen⁸, and The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party

Permeability profile in the Oman Drilling Project inferred from onboard measurements of resistivity at drilling vessel “CHIKYU”

Ikuo Katayama^{1*}, Natsue Abe², Kohei Hatakeyama¹, Yuya Akamatsu¹, Keishi Okazaki², Ole Ivar Ulven³, Gilbert Hong⁴, Wenlu Zhu⁵, Benoit Cordonnier³, Katsuyoshi Michibayashi⁶, Marguerite Godard⁷, Peter Kelemen⁸, and The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party

¹Hiroshima University, ²JAMSTEC, ³University of Oslo, ⁴Seoul National University, ⁵University of Maryland, ⁶Nagoya University, ⁷Université Montpellier, ⁸Columbia University

2016年から2018年にかけて実施されたオマーン陸上掘削では、地殻とマントルセクションを含む計 3200m に渡るコア試料が回収された。そして、そのコア記載が 2017 年と 2018 年の夏に地球深部探査船“ちきゅう”の船内ラボで実施された。我々は、コア試料の物性測定を担当し、ほぼ 3m おきに地震波速度や比抵抗などの測定を行った。今回は、それらのうち比抵抗の測定から、浸透率のプロファイルを推定したので紹介させていただく。なお、浸透率は、海洋プレート内での流体循環を支配し、熱や物質移動そして生命活動にとっても重要なパラメーターである。

ちきゅう船内ラボでは、乾燥状態と含水状態での比抵抗の測定を行った。なお、含水測定では、試料を塩水 (3.5g/L) に飽和させてから測定を行った。乾燥状態での比抵抗は、含水状態に比べ系統的に高い傾向を示す。こ

れは、含水状態では岩石中の空隙を介した流体の連結によって、比抵抗が下がるためであると考えられる。そのため、乾燥状態と含水状態での比抵抗の差から流体の連結、すなわち浸透率を推定することが原理的に可能である。今回は、Hashin-Shtrikman の上限モデルを用い、比抵抗データから輸送空隙率を見積もった。また、浸透率については、空隙がクラック状であることを仮定し、浸透率が空隙の 3 乗に比例する関係則から推定した。

これら一連の測定そして計算から、各ホールでの浸透率プロファイルを作成した。予察的な傾向としては、(1) はんれい岩層がマントルセクションよりも低い浸透率をもつこと、(2) マントル内ではダナイトがハルツバージャイトよりも浸透率が高いこと、

(3) 断層近傍などの破碎帯では浸透率が顕著に高くなること、などが分かってきた。

Key words: permeability, resistivity, Oman Drilling Project, mantle drilling

*Corresponding author: katayama@hiroshima-u.ac.jp

Attenuated Total Reflection Infrared (ATR-IR) Spectroscopy of Serpentine Minerals

Ilona Sakaguchi*¹, Yui Kouketsu¹, Katsuyoshi Michibayashi¹, Simon R. Wallis²

¹Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

²Department of Earth and Planetary Environmental Science, The University of Tokyo

Serpentine minerals antigorite, chrysotile and lizardite, are hydrous sheet silicates, which are formed when ultramafic rocks are hydrated. The formation of serpentine minerals is controlled by *P–T* conditions, kinetic factors and the composition of the metasomatic fluid. Thus, reliable identification and study of microstructural relationships of antigorite, chrysotile and lizardite can provide us with important information about the metamorphic history of serpentinite rocks. Identifying serpentine minerals from a thin section can be challenging due to the similarity of their optical properties and chemical composition. However, since each serpentine mineral has a distinct crystal structure, infrared spectroscopy can be applied to serpentine mineral identification.

Attenuated total reflection infrared spectroscopy (ATR-IR) is a method of infrared spectroscopy that allows for measurements to be made directly from the surface of a normal thin section, which significantly reduces sample preparation time in comparison to other IR methods. We applied the ATR-IR method to characterize the infrared spectra of antigorite, chrysotile and lizardite from samples from the Mt. Shiraga serpentinite body, which is located in the Sanbagawa belt in central Shikoku, SW Japan. We also used the ATR-IR method to map serpentinite samples in order to demonstrate the possibilities of this technique in analyzing thin section scale microstructures.

There were clear differences in the intensities and wavenumber values of the absorbance bands in the ATR-IR spectra of the three serpentine minerals. These spectral differences can be used to distinguish antigorite, chrysotile and lizardite from each other. The knowledge of the characteristic ATR-IR absorbance bands of antigorite, chrysotile and lizardite could also be utilized when analyzing mapping data from areas with multiple serpentine mineral phases.

Keywords: Attenuated total reflection infrared (ATR-IR) spectroscopy, Serpentine minerals, Antigorite, Chrysotile, Lizardite

*Corresponding author: sakaguchi.ilona.talvikki@j.mbox.nagoya-u.ac.jp

沖縄トラフごんどうサイトの海底下における 塊状硫化物の鉱物学的特徴

戸塚修平*・石橋純一郎・島田和彦・宮本堯（九大・理），
池端慶（筑波大・生命環境）

Mineralogical study of massive sulfide deposits beneath the seafloor at the Gondou field in the Okinawa Trough

Shuhei Totsuka*, Jun-ichiro Ishibashi, Kazuhiko Shimada, Takashi Miyamoto

(Sci., Kyushu Univ.) and Kei Ikehata (Fac. of Life and Environ. Sci., Univ. of Tsukuba)

ごんどうサイトは沖縄トラフ第三久米海丘の西麓に位置する海底熱水活動域である。2017年10～11月にかけJM17-04調査航海が実施され、ごんどうサイトのSouthern Areaに当たる海域で海底設置型掘削装置を用いた掘削調査が行われた。この調査で得られた掘削コア中に含まれていた塊状硫化物から、研磨片試料を作製し、反射顕微鏡を用いた観察、X線回折(XRD)による鉱物同定、EPMAを用いた鉱物化学組成分析を行った。

鉱化作用の中心付近であると考えられる掘削点GDUC06から得られた掘削コア試料は、浅部から順に、

- I. 0.00 - 2.52 mbsf (meters below sea floor) : 泥質堆積物,
- II-a. 2.52 - 6.80 mbsf : 黒鉱質の塊状硫化物,
- II-b. 6.80 - 8.62 mbsf : 硫酸塩鉱物に富む黒鉱質の塊状硫化物,
- III. 8.62 - 12.65 mbsf : 鉱染状硫化物,
- IV. 12.65 - 16.15 mbsf : 珪化した火山碎屑物,
- V. 16.15 - 24.93 mbsf : 黄鉄鉱～珪鉄質の硫化物,
- VI. 24.93 - 29.00 mbsf : 珪化した火山碎屑物, かなっていた。II. 黒鉄質の塊状硫化物は、主に閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱、重晶石から構成されており、微細で複雑な組織を示した。これに対してV. 黄鉄～珪鉄質の硫化物は、主に黄鉄鉱、黄銅鉱、石英から構成されており、自形の黄鉄鉱を黄銅鉱が覆っているような組織がよく見られた。また硫化物に不毛

な部分は石英と共にイライトなどの粘土鉱物も多く含んでいた。沖縄トラフで実施された熱水域の掘削調査で、黒鉄鉱床の黒鉄と黄鉄に対比できる特徴をもつ塊状硫化物を含む層がそれぞれ数m程度の厚みをもって観察されたのは初めての例になる。

閃亜鉛鉱のFe含有量は黒鉄上部のII-aで比較的高く(av. 3.01 atm%, n = 19), それ以下のII-bから深部では低かった(av. 0.99 atm% n = 120)。閃亜鉛鉱のFe含有量は硫黄フガシエティ(と温度)によって決まることが知られている。浅部において硫黄フガシエティの低下(より還元的环境)が示唆されたことから、元々比較的高い硫黄フガシエティを持っていた熱水がIの泥質堆積物に含まれる有機物と反応したことにより、硫黄フガシエティが下がった可能性が考えられる。このような閃亜鉛鉱のFe含有量の深度方向に対する変化、また他にも四面銅鉄の鉱物化学組成は黒鉄鉱床(特に東北地方の北鹿地域)で報告されている特徴、値と近く、両者が似通った化学的環境下で生成していることを示唆するものであった。

謝辞

本研究の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議によるSIP課題「次世代海洋資源調査技術」の一環として実施したものです。本研究に用いた堆積物コア試料を提供いただいたJ-MARES(次世代海洋資源調査技術研究組合)に感謝します。

Keywords: Seafloor massive sulfide deposit, Hydrothermal alteration

*Corresponding author: s.totsuka.634@s.kyushu-u.ac.jp

2019 年に新潟県糸魚川市小滝川で発生した白濁と

砒素汚染の鉱物学的研究

小河原孝彦・竹之内耕・茨木洋介(フォッサマグナミュージアム)・
小西博巳(新大・理)

Mineralogical examination of white turbidity and arsenic contamination occurring in Kotakigawa Itoigawa region, in 2019

Takahiko Ogawara*, Ko Takenouchi, Yosuke Ibaraki (Fossa Magna Museum),

Hiromi Konishi, (Niigata Uni. Sci.)

小滝川の流れる新潟県糸魚川市西部には、蓮華帯(Nishimura 1998)と呼ばれる、変成岩を構造岩塊として含む蛇紋岩メランジュが分布する(中水ほか 1989, 松本ほか 2011)。

この蛇紋岩メランジュ地帯は、まれに崩壊を引き起こし、近年では 2017 年 6 月に糸魚川市西部を流れる小滝川で白濁現象が発生している(小河原ほか, 2017)。

今回, 2017 年に引き続き, 2019 年 6 月に同様の白濁現象が小滝川で発生した。また, 白濁した河川水中に 0.084mg/kg の環境基準を上回るヒ素が含有していることが判明したため, 原因物質を鉱物学的に検討し, 結果について報告する。

分析は, フォッサマグナミュージアムの分析 SEM, 新潟大学の XRD, 顕微ラマン分光光度計を用いた。河川水の分析は, 上越環境科学センターに委託した。

その結果, 小滝川の白濁の原因は, 2017 年の白濁現象と同様に河川水に懸濁している粘土鉱物サイズの緑泥石, 滑石, クリソタイル, トレモライトと同定された。

クリソタイル及びトレモライトは, SEM の形態観察からアスベストであることが判明した。

新潟県の防災ヘリコプターによる調査の結果, 小滝川上流の東俣沢付近で蛇紋岩を含む斜面の崩壊が確認され, この場所から白濁物質が供給されていると考えられる。

東俣沢から採取した蛇紋岩中には, 直径 20 μ m 程度の砒素を含むペントランド鉱が含まれており, この鉱物の溶解がヒ素汚染の原因であると考えられる。

7月3日に市内の大気中に含まれるアスベスト含有量を5カ所で調査したが, 検出限界以下であり, アスベストの健康被害は発生しないと考えられる。

河川水へのヒ素汚染についても, 白濁現象の収束に伴い, 7月4日現在では, 0.004mg/kg と環境基準以下である。

蛇紋岩には初生的にペントランド鉱が含まれていることが知られており, 蛇紋岩地帯の崩落の際には, アスベストだけではなく, ヒ素汚染についても注意を払う必要がある。

Keywords: 糸魚川, 蛇紋岩メランジュ, アスベスト, 砒素汚染

*Corresponding author: takahiko.ogawara@city.itoigawa.lg.jp

北海道北見地域生田原周辺の含アンモニウムカリ長石

越後 拓也・河原礼佳・渡辺寧 (秋田大・国際資源)

Ammonium-bearing K-feldspar from Ikutahara, Kitami Province, Hokkaido, Japan.

Takuya Echigo*, Ayaka Kawahara, Yasushi Watanabe (Akita Univ.)

北海道北見地域生田原周辺には古第三紀晩新世から新第三紀中新世の地層が分布しており、基盤岩である湧別層群（砂岩泥岩互層）の上位に、シルト岩・礫岩・デイサイトからなる豊原層および流紋岩層と凝灰角礫岩からなる生田原層が位置する。生田原層には複数の低硫化系浅熱水性金銀鉱床が胚胎されており、最近新たに行われた地表調査および地化学探査の結果、高いポテンシャルを有することが明らかになりつつある。また、これら一連の探査活動において、複数の試料からアンモニウムイオン (NH_4^+) を含む鉱物が発見された。 NH_4^+ は赤外線分光分析によって野外でも同定可能であることや、ASTERデータで検出可能であることから、浅熱水性鉱床の探査に NH_4^+ の分布を利用する試みが報告されている。

本研究では、生田原周辺における NH_4^+ 含有鉱物の同定および産状記載と空間分布に関する調査を行い、金銀鉱床形成や熱水変質作用との関連を考察した。分析試料は、北ノ王・昭和・曙の3地域において地表で採取された58試料とJapan Gold社から提供されたボーリングコア試料IKDD001を用いた。これらの試料について、粉末XRD分析・カリウム含有鉱物の染色・薄片観察・赤外線分光分析・顕微ラマン分光分析・CHN元素分析を行った。

XRD分析の結果、熱水変質鉱物として石英・カリ長石・イライトが同定されたが、最も普遍的に含まれていたのはカリ長石であった。特に、北ノ王東部で採取された凝灰角礫岩（試料ID: 570）にはカリ長石が多く含有されており、ヘキサニトロコバルト酸ナトリウムによる染色でも多くの部分にカリ長石の存在が認められた。赤外線分光分析の結果、北ノ王・昭和の地表試料58試料中33試料から NH_4^+ が検出され、曙のコア試料からも NH_4^+ が普遍的に検出された。比較的高濃

度の NH_4^+ が検出された北ノ王東部の試料ID570の薄片を作成し、偏光顕微鏡で観察した結果、粒径20 μm 前後の微細な石英結晶に囲まれるように粒径300 μm 程度の自形カリ長石が観察された。顕微ラマン分光分析装置を用いてこのカリ長石結晶を分析したところ、California州Menlo Park産 buddingtonite $[(\text{NH}_4)\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ と類似したスペクトルが得られたので (Fig. 1), 本研究地域における NH_4^+ 含有鉱物はイライト等の含水層状珪酸塩鉱物ではなく、カリ長石であると結論づけた。さらに、 NH_4^+ 含有鉱物の分布は調査地域北部の北ノ王および曙に偏っており、基盤岩である湧別層群から NH_4^+ が熱水に供給されたことを示唆する。金銀鉱床の分布と NH_4^+ 含有鉱物の分布に明確な相関は認められないが、生田原周辺の金銀鉱床を形成した熱水に基盤岩由来の有機物が作用した可能性が示された。

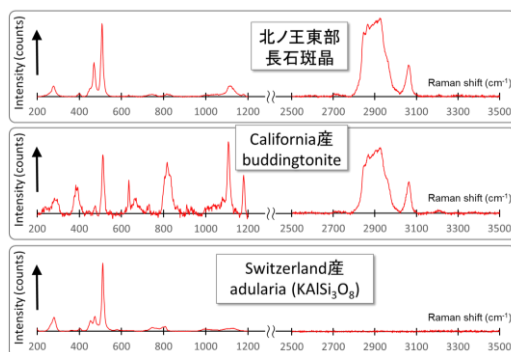


Fig 1. 生田原地域北ノ王鉱床東部で採集された凝灰角礫岩中の長石斑晶、カリフォルニア州Menlo Park産 buddingtonite $[(\text{NH}_4)\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 、スイス産氷長石 (KAlSi₃O₈) の顕微ラマンスペクトル比較。200-1200 cm^{-1} の領域にはカリ長石のテクト珪酸塩フレームワークに起因するピークが現れ、2800-3100 cm^{-1} の領域にはアンモニウムイオンに起因する N-H バンドのピークが現れる。

Key words: ammonium ion, K-feldspar, Ikutahara, epithermal Au deposit, Raman spectrum

Corresponding author: echigo@gipc.akita-u.ac.jp

Poster presentation

R4: Mineral sciences of the Earth surface

Sat. Sep 21, 2019 9:30 AM - 5:00 PM A-presentation space (East zone 1)

[コアタイム] 12:00~14 : 00

[R4P-01] Mineralogical characteristics of deep underground granite biosphere

*Gen Takahashi¹, Yohey Suzuki¹, Michinari Sunamura¹, Toshihiro Kogure¹ (1. Tokyo Uni. Sci.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R4P-02] Microtextural observation of reef-building coral skeleton: Septum and basal plate

*Satoko Motai¹, Saki Harii², Yu Kodama³, Naotaka Tomioka¹, Motoo Ito¹ (1. JAMSTEC, 2. Ryukyus Univ., 3. Marine Works Japan Ltd.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R4P-03] Greenalite synthesis at low temperatures

*Hiromi Konishi¹, Waleed Anwar¹ (1. Department of Geology, Niigata University)

9:30 AM - 5:00 PM

地下深部花崗岩内生物圏の鉱物学的特徴

高橋玄, 鈴木庸平, 砂村倫成, 小暮敏博 (東京大・院理)

Mineralogical characteristics of deep underground granite biosphere

Gen Takahashi*, Yohey Suzuki, Michinari Sunamura and Toshihiro Kogure (Tokyo Univ. Sci.)

Microbial ecosystem exists in the groundwater in the deep granite of the Mizunami Underground Research Laboratory, but how the groundwater and granite provide habitable environment is unclear. To investigate this problem, we characterized in detail altered granite in this area by multiple analyses using SEM, TEM, and STEM. Calcites of various occurrence and fine pyrite particles embedded in clay minerals were found. They may be generated from methane oxidation and sulfate reduction by microorganisms. Petrographic thin sections were stained with SYBR Green I and analyzed by fluorescence microscopy. As a result, concentration of DNA was observed in altered plagioclase and on fractured surfaces.

日本原子力研究開発機構瑞浪超深地層研究所の深部花崗岩内に形成された割れ目中の地下水には、ANME-2d という古細菌群を主要な構成種とする微生物生態系が存在し、マグマ由来のメタンを硫酸還元していると考えられている(Ino et al., 2018)。しかし、地下水中の硫酸濃度は微生物の硫酸還元が可能な条件(LaRowe et al., 2008)よりも低く、極貧栄養の深部花崗岩内が如何にして微生物の生息しうる環境条件となっているかは未だ不明である。地下水の情報だけでは推測できない深部花崗岩内の局所的な環境が、微生物の生存に如何に寄与するかを考察するため、瑞浪超深地層研究所の深度 300m の花崗岩コアサンプルから、地下水によって変質し

た部分を取り出し、その表面や微小空間の微細な鉱物を観察した。

複数種の電子顕微鏡(SEM, TEM, STEM)を併用した解析の結果、様々な産状の方解石や粘土鉱物に埋もれた微小な黄鉄鉱が見つかり、これらは微生物のメタン酸化と硫酸還元から生ずる重炭酸イオンや硫化水素から生成した可能性がある。

花崗岩変質部内で鉱物と生物が直接関わる領域を探索するため ds-DNA の選択的蛍光剤である SYBR Green I により岩石薄片を染色し蛍光顕微鏡による解析を行った結果、変質した斜長石内や、変質した割目面を覆う暗緑色の粘土鉱物中に DNA の濃集が観察された。

Keywords: Granite; Microorganism; Clay mineral; Sulfate reduction; DNA

*Corresponding author: gen_takahashi@eps.s.u-tokyo.ac.jp

造礁サンゴ骨格の構成要素ごとの微細組織観察

甕聡子 (JAMSTEC), 波利井佐紀 (琉大・熱生研),

兒玉優 (マリン・ワーク・ジャパン), 富岡尚敬, 伊藤元雄 (JAMSTEC)

Microtextural observation of reef-building coral skeleton
: Septum and basal plateSatoko Motai *(JAMSTEC), Saki Harii (Ryukyus Univ.), Yu Kodama (Marine Works Japan Ltd.),
Naotaka Tomioka, Motoo Ito (JAMSTEC)

造礁サンゴは熱帯・亜熱帯の浅海に生息する。炭酸塩カルシウムで構成される外骨格は生体部のポリプを支える、複雑な構造を持つ。これらの構造は、アラゴナイト結晶の集合体である球状の基本構造(中心部:石灰化中心、周辺部:繊維状組織)の積み重なりであると考えられている(e.g., Ogilvie, 1896; Bryan and Hill, 1941; Gilis et al., 2015)。本研究では、骨格構成要素ごとのナノ-マイクロオーダーで微細組織観察を行い、それぞれの要素が基本構造で形成されうるかを検証した。

複数のポリプから形成される成体サンゴでは骨格要素の一部は骨格内部に存在し観察が容易ではないため、単体のポリプ(稚ポリプ)を試料として用いた。サンゴ(*Acropora* sp.)の幼生に試薬(Hym-248)を添加し稚ポリプへ変態させ、1~2週間飼育した。生体部は次亜塩素酸ナトリウムで除去した。得られた骨格は光学顕微鏡で6回対称の隔壁からなる典型的なコアライト(corallite)と底盤を持つ骨格構造を有していることを確認した。さらに、マイクロフォーカスX線CTで全体の骨格構造と表面形状の観察を行った。集束イオンビーム装置で隔壁と底盤から超薄切片を作製し、透過型電子顕微鏡(TEM)で骨格の微細組織を観察した。

Keywords: reef-building coral, biomineralization

*Corresponding author: smotai@jamstec.go.jp

X線CTによる三次元画像から、底盤と隔壁の表面には、およそ10 μm 間隔の凹凸が存在することが確認された。

TEM観察では、隔壁に粒状のアラゴナイト結晶(数十~数百 nm、結晶方位ランダム)が集合し、その領域を中心として針状結晶(幅数十 nm、長さ~1 μm 、*c*軸伸長)が放射状に広がっている様子が観察された。この組織は成体のサンゴ骨格を形成する基本構造の石灰化中心と繊維状組織の特徴と一致する。底盤には層状構造が観察された。アラゴナイト結晶は粒径数十~数百 nmであり、層ごとに粒径が異なる。これらのアラゴナイト結晶の*c*軸は、骨格の成長方向にほぼ垂直に配向しており、上述のサンゴ骨格の基本構造とは異なっている。骨格形成のごく初期には、球体の骨格基本構造の前駆体として紡錘状組織やダンベル状組織が観察されることがあり、これらの組織ではアラゴナイトの*c*軸が一方向に揃っていると推測される(Gilis et al., 2015)。底盤はこれら前駆体が積み重って形成されたと考えられる。

Ogilvie, 1896, Proc. R. Soc. Lond. Philos. Trans., 187B, 83–345

Bryan and Hill, 1941, Proc. R. Soc. Queensl., LII (1), 78–91

Gilis et al., 2015, J. Morphol., 276(6), 1156–1156

Greenalite の低温合成

小西博巳・Waleed Anwar（新潟大学・理・地質科学）

Greenalite synthesis at low temperatures

Hiromi Konishi* and Waleed Andwar (Dept. of Geology, Niigata University)

R4P-03

greenalite は、蛇紋石－カオリナイト族の 3 八面体型の層状ケイ酸塩鉱物であり、2 価の Fe に富む。多くの縞状鉄鋼層（BIF）から産出し、BIF の初生的な鉱物であると考えられている。一般には、BIF の沈殿時に greenalite が生成したと考えられているが、green rust が最初に沈殿したとの説もあり、BIF 生成の初期の様相については議論がある。

Mizutani et al., 1991 は 100°C から 200°C で greenalite を合成した。Hrader 1978 は、常温での greenalite の合成を報告した。いずれの実験も、pH 条件は考慮されていない。

本研究では、pH 条件を変えて、低温での greenalite の合成を行った。greenalite が BIF の沈殿時に生成したとする説の妥当性を検討した。

出発物質には、50mM の $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ と 112.5mM の $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、さらに、還元剤として 0.1M の Na_2SO_4 を 0.5M の硫酸に溶かした溶液に、350mM の NaOH を加えた。NaOH を加えると、直ちに沈殿物が生成した。最後に、NaOH と硫酸で pH を調整した。合成実験には、水熱合成オートクレーブ（150°C）およびバイアルチューブ（50°C）を用いた。

150°C の実験（6 日間反応）では、pH9～13 で、greenalite と Si-magnetite が生成した。pH13 ではほぼ単相の greenalite が生成した。pH が低くなると Si-magnetite がより多く生成し、pH9 では、わずかに greenalite を含むがほぼ単相の Si-magnetite であった。50°C の実験（9 日間反応）では、pH11 以上で、greenalite と Si-magnetite が生成した。

greenalite の合成には、pH9 以上のアルカリ性条件が必要であり、単相の greenalite の合成には、さらに強いアルカリ性条件が必要であった。海水の pH は、Archean から Phanerozoic まで、~6.5 から ~9 まで増加したという推定がある（Halevy and Bachan 2017）。海水の pH の見積もりは議論があるが、Halevy and Bachan 2017 が推定した pH 条件は、greenalite の生成に適した条件より低い。

Keywords: greenalite, Si-magnetite, BIF
Corresponding Author: hkonishi@geo.sc.niigata-u.ac.jp

Poster presentation

R6: Plutonic rocks, volcanic rocks and subduction factory

Sat. Sep 21, 2019 9:30 AM - 5:00 PM A-presentation space (East zone 1)

[コアタイム] 12:00~14 : 00**[R6P-01] Improved accuracy of micro-Raman mass spectrometry for carbon isotopic composition of carbon dioxide fluid***Lena Yokokura¹, Yuuki Hagiwara¹, Junji Yamamoto² (1. Hokkaido Uni. Sci., 2. The Hokkaido Uni. Museum)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-02] Investigation of genetic relationship between Quaternary magmas from Hime-shima and Futagoyama volcanic group in Kyushu*Hirayama Takehiro¹, Tomoyuki Shibata¹, Masako Yoshikawa¹ (1. Hiroshima Uni. Sci.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-03] Diversity of granitic rocks in the North Patagonian Batholith*Hirokazu Miura¹, shin-ichi kagashima¹, Toshiro Takahashi², Rikako Nohara² (1. Yamagata Univ., Sci, 2. Niigata Univ., Sci)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-04] Petrochemistry of the Sakainokami plutonic body in Kitakami Mountains, Northeastern Japan: Crystallization differentiation deduced from application for the geothermometer-geobarometer*Satoshi Suzuki¹, Kazuo Nakashima², Takashi Yuguchi² (1. Yamagata Uni. Sci., 2. Yamagata Uni., Sci.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-05] Diversity of leucocratic rocks in serpentinite melange in the Omi area, Itoigawa City, Niigata Prefecture*Shiori Okuyama¹, Shin-ichi Kagashima¹, Ko Takenouchi², Takahiko Ogawara² (1. Yamagata Univ., Sci, 2. Fossa Magna Museum)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-06] Simultaneously quantitative determination of U-Pb age and titanium concentration: case study of Kurobegawa granite.*Kozue Ishibashi¹, Shuhei Sakata², Hayato Yamazaki¹, Takashi Yuguchi¹ (1. Yamagata Univ., 2. Tokyo Univ.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-07] Magma process of the Ryoke plutonic rocks, Yashiro-jima island, Yamaguchi Prefecture, SW Japan.*Shogo Kodama¹, Masaaki Owada¹, Teruyoshi Imaoka¹, Atsushi Kamei², Yuki Ikeda³ (1. Yamaguchi Univ., 2. Shimane Univ., 3. FUKKEN CO., LTD.,)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-08] Whole-rock chemical compositions and zircon U-Pb ages on the granitoids in Ryoke belt, Takanawa Peninsula, northwest Shikoku, southwest Japan*Kazuya Shimooka¹, Satoshi Saito¹, Kenichiro Tani² (1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-09] Internal structure of the Shaku-dake diorite body, northern Kyushu

*Keisuke Eshima¹, Masaaki Owada¹, Atsushi Kamei² (1. Graduate school of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, 2. Department of Earth Science, Shimane University)

9:30 AM - 5:00 PM

[R6P-10] Whole-rock chemical compositions of andalusite-bearing two-mica granite intruded into the Suo metamorphic rocks, eastern North Kyusyu

*Masaki Yuhara¹, Yoshinobu Kawano², Osamu Okano³ (1. Fukuoka Uni. Sci., 2. Rissho Uni. Geo-environment. Sci., 3. Okayama Uni. Sci.)

9:30 AM - 5:00 PM

CO₂流体の非破壊 $\delta^{13}\text{C}$ 測定の向上

*横倉伶奈(北大・院理), 萩原雄貴(北大・院理), 山本順司(北大・博)

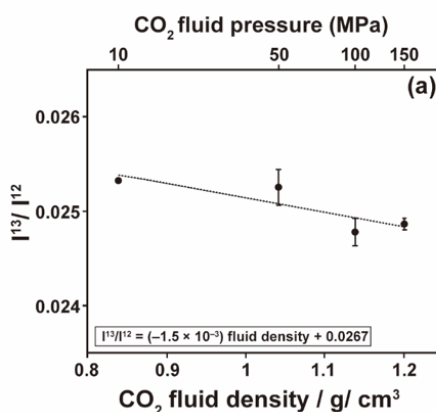
Improved accuracy of micro-Raman mass spectrometry for carbon isotopic composition of carbon dioxide fluid

*Lena Yokokura (Hokkaido Uni.), Yuuki Hagiwara (Hokkaido Uni.), Junji Yamamoto (Hokkaido Uni.)

We investigated fluctuation of the Raman intensity ratios and area ratio of peaks of $^{13}\text{CO}_2$ to $^{12}\text{CO}_2$ by changing fluid pressure. When changing fluid pressure, from 10 MPa to 150 MPa. To evaluate the effect of the peak shift on Raman intensity ratio, which is induced by changing fluid pressure, we conducted repeated measurements of intensity ratio with moving the grating center, which is defined as the center value of analyzing wave number range, at constant fluid pressure, 10 MPa.

ラマン分光分析は、鉱物粒子中に閉じ込められた直径 1 μm の CO₂ 流体の炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) を、 $^{12}\text{CO}_2$ と $^{13}\text{CO}_2$ のスペクトルピークの強度比またはエリア比を利用して非破壊で測定できる可能性を持つ。しかし先行研究においてはスペクトルピークの位置がずれると同位体比が同じでも著しく測定確度が低下していた(20%)。その原因は波数分解能と考察されたが、流体の圧力変化に沿って値が変動した可能性もある。これらの検証のために、従来の 5 倍の波数分解能の分光器を使用し流体の圧力を 10 MPa から 150 MPa まで変化させ、その傾向を観察した。結果圧力と強度比エリア比は負の圧力依存性を示す(図: 強度比)。ただしこの圧力の変化によって $^{12}\text{CO}_2$ スペクトルのピーク位置が約 1 cm^{-1} 変化するので、純粋なピーク位置の変化による確度への影響を検証するため流体の圧力 10

MPa で測定中心を左右に 1.5 cm^{-1} 変化させて測定を行なった。結果、測定中心をずらしても一定の測定中心の繰り返し測定と偏差がほぼ変わらない(強度比: ~7.5%) ため純粋なピーク位置変化の影響は存在しない。圧力変化による強度比エリア比の変動は直線的であり、ラマン分光分析で同時に圧力が測定できるため校正が可能である。そのためこの圧力依存性はラマン分光分析による炭素同位体比測定の障害とはならないであろう。



Key words: Raman spectroscopy, CO₂ fluid, carbon isotopic ratio, fluid inclusion

*Corresponding author. E-mail address: l_yokokura@eis.hokudai.ac.jp

九州に分布する姫島火山群と両子山火山群の第四紀マグマ の成因関係の検討

平山剛大*, 柴田知之, 芳川雅子 (広島大)

Investigation of genetic relationship between Quaternary magmas from Hime-shima and Futagoyama volcanic group in Kyushu

T. Hirayama*, T. Shibata, M. Yoshikawa (Hiroshima Univ.)

流紋岩質マグマの成因として、近年地殻物質の再溶融が注目されている (e.g. Parker, 2005). しかしながらこのような研究の多くは、地殻物質の同化分別結晶作用や親マグマからの結晶分化作用で流紋岩の化学組成変化説明が困難であることを根拠としており、流紋岩と地殻物質そのものの地球化学的特徴を基に議論している研究は少ない。姫島火山群は九州国東半島沖合に位置し、デイサイトと流紋岩から構成されている (伊藤, 1990). 一方、同じ九州内では熊本県の阿蘇山でも流紋岩が確認されているが、阿蘇山は玄武岩から流紋岩といった、姫島火山群と比較すると幅広い組成の溶岩が噴出しており、阿蘇山は複雑なマグマ進化過程を持つ可能性が指摘できると考えられる。よって、この姫島火山群の流紋岩の地球化学的特徴を基にすれば、単純なモデル計算によって流紋岩質マグマの成因を議論できる可能性が高い。一方、両子山火山群は中部九州の国東半島主要部を占めており、姫島火山群の南西部に位置している。両子山火山群は安山岩・デイサイトから構成されており (松本・成重, 1985), 姫島火山群、由布・鶴見岳、阿蘇山等とともに火山フロントを形成している。伊藤 (1989) は、姫島と国東半島を隔てる姫島水道に認められる地形の高まりが姫島火山群に含められる可能性を指摘している。このことから、姫島火山群が両子山火山群の側火山に位置づけ

られる可能性が指摘でき、その成因関係も類似している可能性が高いと考えた。そこで、本研究では Shibata et al. (2014) で公表された両子山火山群・姫島火山群のマグマの地球化学的データに加え、新たに姫島火山群の流紋岩質マグマの全岩微量元素組成を分析し、両子山火山群・姫島火山群のマグマ進化過程について解析した。

両子山火山群のデイサイトマグマは、脱水流体の付加によるマンツルの部分溶融を起源とする由布岳・鶴見岳 (Sugimoto et al. 2007) に類似した安山岩・デイサイトと、沈み込むスラブの部分溶融を起源とするデイサイトマグマとの混合によって形成された可能性が高い。姫島火山群のマグマ進化過程は、岩石学的研究から、デイサイト質マグマと、流紋岩質マグマとの混合によって形成された (伊藤, 1990) と考えられており、本研究で行った微量元素組成を基にしたマグマ混合のモデル計算結果からも同様の結果が得られた。これらのことから両子山および姫島火山群のデイサイト質マグマは、高 Sr/Y 比 (約 70), 低 Y 濃度 (< 14.3 ppm) といった類似した化学的特徴を示し、共通の成因を持つ可能性が高い (Shibata et al., 2014) のに対し、両子山および姫島火山群のマグマ進化過程は異なる可能性を指摘できる。また姫島火山群の流紋岩質マグマ端成分における地殻物質の影響についても議論を行った。

Keywords: Hime-shima volcanic group, Futagoyama volcanic group, magma genesis

*Corresponding author: takehiro-hirayama@hiroshima-u.ac.jp

ノースパタゴニアバソリスに産する花崗岩類の多様性

三浦大和, 加々島慎一 (山形大), 高橋俊郎, 野原里華子 (新潟大)

Diversity of granitic rocks in the North Patagonian Batholith

Hirokazu Miura*, Shin-ichi Kagashima (Yamagata Univ.),

Toshiro Takahashi and Rikako Nohara (Niigata Univ.)

The North Patagonian Batholith was formed by plutonic events that took place between the Jurassic Period and the Miocene Epoch. The Miocene granitic rocks from Puerto Cisnes distributed in north Chilean Patagonia are divided into three parts : Puerto Cisnes Granites, Queulat Diorites and Tonalites, Queulat Diorites and Porphyries. Initial Sr and Nd ratios of these rocks are 0.70351 - 0.70549 and 0.51264 - 0.51287, respectively. Sr/I of metasedimentary rock is 0.70525. Some of the granitic rocks in this area show similar values to the Sr/I of the metasedimentary rock, which suggests the possibility of their assimilation with crustal materials.

チリ・パタゴニアには、ジュラ紀から中新世にかけて形成したと考えられているパタゴニアバソリスが分布する。パタゴニア地方北西部のタイタオ半島では現在、チリ海嶺の沈み込みが起きている。本研究地域はタイタオ半島の北方にあたるプエルトシスネス周辺である。本研究地域に分布するパタゴニアバソリスは、Puerto Cisnes Granites (PCG), Queulat Diorites and Tonalites (QDT), Queulat Diorites and Porphyries (QDP)に区分されている (Parada et al., 2000)。PCG の年代値や上昇速度に関する研究は行われているが岩石成因論はなされていない。若い海洋地殻の低角沈み込みに伴う珪長質火成活動は、初期大陸地殻の形成過程の理解につながると考えている。このためパタゴニアバソリス周辺部に分布する花崗岩類、変堆積岩について全岩化学組成、希土類元素分析、Sr・Nd 同位体比分析を行った。また、プエルトシスネス北部に広く分布する角閃石トーナル岩のジルコン U-Pb 年代測定を行なった。これらの結果から本研究地域の花崗岩類の多様性について考察を行う。

プエルトシスネス南部に位置する PCG の岩体で約 1km 渡る連続露頭が存在し、不均質な斑れい岩がみられる露頭、マフィック部とフェルシッ部が不均質であり角閃石のメガクリストがみられる露頭が近接している。同様の岩体では、細粒～粗粒の閃緑岩がみられる不均質な露頭もあり、狭い範囲に 3 つの岩相が密集している。プエルトシスネス

東部では閃緑岩質のマフィック部とざくろ石を含有する花崗岩のフェルシッ部が不均質に混在している。このざくろ石を含有する花崗岩は Rb-Sr 全岩アイソクロン法で 9.6 ± 0.4 Ma が報告されている (Hervé et al., 1993)。さらにこの大規模な露頭は約 1 km に渡って存在し、一部にシンプレクティックダイクがみられる。QDT の岩体では約 3 km ほど連続露頭を観察でき、トーナル岩の随所に 10 ~ 50 cm の球状のエンクレープが多数存在する。また、Queulat Diorite は角閃石 Ar-Ar 年代で 17.9 ± 0.2 Ma が報告されている (Parada et al., 2000)。本研究においてトーナル岩からジルコンを抽出し、 15.3 ± 0.23 Ma の U-Pb 年代値を得た。

Sr・Nd 同位体比初生値は $Sr/I = 0.70351 \sim 0.70549$, $Nd/I = 0.51264 \sim 0.51287$ を示す。プエルトシスネス周辺の花崗岩類は一般的な花崗岩の Sr/I より低く、岩相としては閃緑岩～ざくろ石を含有する花崗岩までバリエーションに富んでいる。研究地域の花崗岩類の Sr/I, Nd/I の変化幅は小さく、変堆積岩の Sr/I は他の岩体よりやや高い 0.70525 を示す。Sr/I vs Nd/I の図においてほとんどの試料は Mantle array 上にのり、比較的まとまってプロットされるため、同一のマグマ起源物質が示唆される。さらに、プエルトシスネスの花崗岩類の一部は変堆積岩の Sr/I に近い値を示すことから地殻物質との同化により多様性が生じたと考えられる。

Keywords: Patagonian Batholith, Miocene granite,
Corresponding author: s181510m@st.yamagata-u.ac.jp

北上山地，堺ノ神深成岩体の岩石化学的研究： 結晶分化作用と地質温度計・圧力計の適用

鈴木哲士 (山形大学院)・中島和夫・湯口貴史 (山形大学)

Petrochemistry of the Sakainokami plutonic body in Kitakami mountains,
Northeastern Japan: Crystallization differentiation deduced from
application for the geothermometer-geobarometer

Satoshi Suzuki*, Kazuo Nakashima, Takashi Yuguchi (Yamagata University)

北上山地は中古生界の堆積岩類とそれを貫く火成岩類に大きく分類することができる(生田ほか, 1989)。北上山地の深成岩類はその岩相変化、鉱物のモード比、全岩化学組成などに基づいてI～VI帯に区分されている(片田ほか, 1971; 蟹沢・片田, 1988)。本研究対象である堺ノ神深成岩体はこのIII帯に属する。III帯の特徴としては、岩体が小さく、岩相が顕著に変化し、斑レイ岩～花崗岩まで幅広く岩相が変化するなどの特徴がある(Kato and Hama, 1976)。

堺ノ神深成岩体は全岩の化学組成に基づいて、一連の結晶分化作用によって生じた岩体とされており、野外と鏡下観察から3つの岩相に分類される(Kato and Hama, 1976)。しかしながら、浅井 (1992MS)ではモード分析と先行文献の地質分布、鉱物組み合わせから4つの岩相に区分している。そのため、本研究では浅井 (1992MS)の岩相区分を踏襲した。本岩体での造岩鉱物の化学分析を行うことは岩体の貫入定置プロセスを議論する上で有用となる。また、地質温度計・圧力計を

用いた研究は鉱物の形成環境を知る上で重要である。そこで本研究では全岩化学組成、造岩鉱物の化学分析を行い、地質温度計・圧力計を用いて形成過程について言及する。

全岩化学分析の結果、4つの岩相を通じてSiO₂は49～66 wt%の広い範囲を示す。ハーカー図の主成分元素、微量元素の多くは1つのトレンドを示しながらも、一部主要元素であるAl₂O₃とP₂O₅が、微量元素であるCr、Ni、Zrが大きくばらつき、同岩相内でも大きくばらついた試料があった。この傾向は4つの岩相の単純な結晶分化プロセスをたどったとは言えず、異なるマグマが貫入している可能性も示唆する。

造岩鉱物化学分析から、Schmidt (1992)のAl-in-角閃石圧力計、Blundy and Holland (1990)の斜長石・角閃石温度計を用いてそれぞれコアとリムに分け、温度・圧力を求めた。P-T図に得られた温度・圧力をプロットした結果、花崗岩のソリダス線との位置関係から、結晶分化作用が進むにつれてマグマ中の水の飽和度に変化が推定される。

Keywords: Sakainokami plutonic body, Geothermometer, Geobarometer, Crystallization differentiation

*Corresponding author: s191508m@st.yamagata-u.ac.jp

新潟県糸魚川市青海地域の蛇紋岩メランジュ中の 優白質岩の多様性

奥山史織・加々島慎一（山形大学）,

竹之内耕・小河原孝彦（フォッサマグナミュージアム）

Diversity of leucocratic rocks in serpentinite melange in the Omi area, Itoigawa City, Niigata Prefecture

Shiori Okuyama, Shin-ichi Kagashima (Yamagata Univ.),
Ko Takenouchi, Takahiko Ogawara (Fossa Magna Museum)

The Omi area of Niigata Prefecture is located near the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line (ISTL), where a variety of leucocratic rocks are distributed in the serpentinite melange. From the petrography results, leucocratic rocks are divided into three types as follows, two mica-bearing, zoisite-bearing, and amphibole-bearing. As a result of the Sr content indicates the presence or absence of metasomatism. Therefore, zoisite-bearing and amphibole-bearing rocks underwent metasomatism, whereas other granitic rocks indicate primitive values.

新潟県糸魚川市は、糸魚川－静岡構造線が南北を通っており、構造線の西側には太古代～中生代の地質体、東側には新生代の若い地質体からなる地質学的に多様性のある地域となっている。糸魚川市の青海川上流には、300 Ma の高圧型結晶片岩、300 Ma 以前の年代を示す角閃岩・ヒスイ輝石岩・アルビタイト・ロディン岩などの岩塊を含む蛇紋岩メランジュが分布する（竹内ほか、2010）。アブキ谷・アイサワ谷分岐点のやや下流の河床には現地性の優白質な巨石があり、花崗岩質岩石とされているが地球化学的特徴・成因・年代などは不明である。そのため、本研究では花崗岩質岩石について、岩石記載、全岩化学分析、ジルコンの U-Pb 年代測定等を行い、その結果をもとに成因を明らかにすることを目的とする。

現地調査では花崗岩質岩石のほか、比較のためのアルビタイト、ロディン岩も採取した。計 13 試料について薄片を作製し、岩石記載、モード測定、全岩・鉱物化学分析を行った。

花崗岩質岩石は肉眼観察、岩石記載の結果より、3 タイプに分けることができ、①白雲母・黒雲母（緑泥石）を含むもの、②ゾイサイトを含むもの、③巨晶の角閃石を含むものがある。

岩石記載の結果、①、②は石英、斜長石、

白雲母、ザクロ石、緑泥石からなり、一部の岩石では黒雲母が認められる。また、斜長石のソーシュライト化が著しい。石英は普遍的に認められるが、カリ長石はほとんど認められない。②では二次的にゾイサイトが生成し、方解石も含まれており、①と比較すると変質が強い傾向にある。③は、石英、斜長石、角閃石からなり、一部白雲母も認められる。副成分鉱物はジルコン、ゾイサイト、アパタイトがみられ、斜長石脈や石英脈がみられる。この岩石は巨晶角閃石ゾイサイト岩と呼ばれるもので、交代作用によって形成したと考えられている（中水ほか、1989）。

全岩化学組成の結果では、Sr 含有量が①約 200～400 ppm、②約 650 ppm、③約 3000 ppm と岩相の違いによって値が大きく異なる。また、鉱物化学組成の結果より、③に含まれるゾイサイトには Sr に非常に富むリムが形成されていることが確認された。

これらの結果より、交代作用を受けた岩石は、Sr に富む流体が関与することによってその含有量に差が出たと考えられる。したがって、①の花崗岩質岩石は交代作用を受けず、初生的な値を示しており、②および③は交代作用を被ったことで Sr 含有量が①よりも高い値を示し、初生的な組成を保持していないといえる。

Keywords : serpentinite melange, metasomatism

Corresponding author : s191503m@st.yamagata-u.ac.jp

In-situ ジルコンの U-Pb 年代と Ti 濃度の同時取得: 世界で最も若い黒部川花崗岩体を用いたアプローチ

石橋梢(山形大), 坂田周平(東京大・地震研), 山寄勇人(山形大),
湯口貴史(山形大)

Simultaneously quantitative determination of U-Pb age and titanium concentration: case study of Kurobegawa granite.

Kozue Ishibashi (Yamagata Univ.), Shuhei Sakata (Tokyo Univ.),

Hayato Yamazaki (Yamagata Univ.), Takashi Yuguchi (Yamagata Univ.)

本研究では、薄片中ジルコン(鉱物分離を行わない In-situ ジルコン)の U-Pb 年代とチタン(Ti)濃度を、レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法(LA-ICP-MS)を用いて同時定量する手法の構築を目的とする。

研究対象である黒部川花崗岩体は、富山県の黒部川流域に位置する新第三紀花崗岩類であり、地球上で露出している深成岩類の中では最も若い結晶化年代を持つ(Ito et. al., 2013)。U-Pb 年代の誤差は相対誤差で算出されるため、このような若い年代の岩石を用いることでより効果的にジルコン内部の U-Pb 年代及び Ti 濃度のバリエーションを把握することができる。

U-Pb 年代と Ti 濃度の同時定量を行うにあたり、カソードルミネッセンス(CL)像を元に、合計 16 個のジルコンから 21 点の分析点を選定した。そのうち 1 つの結晶から 2 つの分析点を取り、U-Pb 年代と Ti 濃度を取得することができたジルコンは 4 試料であった。LA-ICP-MS による分析は、学習院大学理学部のレーザーアブレーション装置(NWR213)及び ICP-QMS(Agilent8800)を使用し、レーザー径:30 μm あるいは 25 μm , 発振周波数:5 Hz, Shot count:150 shot, レーザーのエネルギー密度:2.5 J/cm², レーザーの種類:Nd: YAG レーザー, 校正用標準物質:NIST SMR610 および 91500 ジルコンという条件で行った。分析の結果、ジルコンの U-Pb 年代

は 1.07 ± 0.09 Ma から 0.63 ± 0.12 Ma であった。これは先行研究である Ito et. al. (2013) で報告されていた黒部川花崗岩体の年代と整合的な値である。このことから、Ti 濃度と同時に定量を行っても U-Pb 年代の信頼性は失われないことが確認できた。

Ti 濃度は 0.92 ± 0.08 ppm から 16.99 ± 0.84 ppm であった。チタンの活動度を 1 として、Watson et al. (2006) の温度計に Ti 濃度を代入して結晶化温度を算出すると最低温度がソリダス温度を下回ってしまうが、活動度が 0.3 以下と仮定すれば最低温度がソリダス温度を上回ることが確認できた。黒雲母の結晶化温度から活動度を 0.3 と仮定して計算を行うと、ジルコンの結晶化温度は 646.8 ± 6.9 °C から 918.1 ± 1.0 °C であった。

1 つの結晶から 2 つの分析点を取り、U-Pb 年代と Ti 濃度を取得することができたジルコンは 4 試料の結晶内で温度と年代を比較すると、コアの方がリムよりも U-Pb 年代が古く Ti 濃度が高い傾向にあることが確認できた。これは CL 像から推定できる結晶の成長方向と整合的である。また、結晶化の速さの違いや急激な温度変化を引き起こす冷却イベントの存在も推定できた。よってこの手法はジルコンの結晶が成長した時の温度・時間履歴の推定において有効である。

Keywords: zircon, U-Pb age, Ti in zircon thermometer, CL image, LA-ICP-MS

Corresponding author: s191501m@st.yamagata-u.ac.jp

山口県，屋代島に産する領家帯深成岩類のマグマ過程

児玉省吾，大和田正明，今岡照喜（山口大学），亀井淳志（島根大学），池田雄輝（復建調査設計株式会社）

Magma process of the Ryoke plutonic rocks, Yashiro-jima island, Yamaguchi Prefecture, SW Japan.

Shogo Kodama*, Masaaki Owada, Teruyoshi Imaoka (Yamaguchi Univ.), Atsushi Kamei (Shimane Univ.), Yuki Ikeda (FUKKEN CO., LTD.,)

The granitoids of the Ryoke Belt in Yashiro-jima island are made up of the Towa Granite (Ryoke younger granite) and Gamano Granodiorite (Ryoke older granite). Both the Towa Granite and Gamano Granodiorite have the geochemical character similar to Volcanic Arc Granite. In addition, their Sr-Nd isotopic compositions resemble each other, thereby suggesting that the granitoids from Yashiro-jima island are originally derived from the similar source materials.

西南日本には白亜紀-古第三紀に活動した火成岩類が広く分布し、花崗岩類は記載的・地球化学的特徴により、北～南へ山陰帯、山陽帯、領家帯に区分される(Ishihara, 1977). 山口県東部に分布する領家帯花崗岩は産状や貫入関係から領家帯新期花崗岩と領家帯古期花崗岩に分けられ、屋代島では蒲野花崗閃緑岩と東和花崗岩がそれぞれ古期花崗岩類と新期花崗岩類に相当するとされた。屋代島中央部から東部にかけて分布する東和花崗岩は、塊状で斑晶状のカリ長石を含み、産状から新期花崗岩に分類された(岡村, 1957). また、同様の岩相は屋代島西武に分布する蒲野花崗閃緑岩中にも産する(池田ほか, 2019). しかし、屋代島に産する花崗岩類、特に東和花崗岩は成因関係の理解に乏しく、記載的特徴が述べられているにすぎない。本研究では東和花崗岩のマグマ過程について検討し、蒲野花崗閃緑岩との成因関係を議論する。

東和花崗岩(SiO_2 wt.% = 67.3~76.9, K_2O

wt.% = 2.6~7.2) は、中粒～粗粒の黒雲母花崗岩である。主な構成鉱物は石英、斜長石、カリ長石および黒雲母で、最大5cmに達するカリ長石斑晶を含む。蒲野花崗閃緑岩(SiO_2 wt.% = 64.6~69.8, K_2O wt.% = 1.3~3.5) は中～粗粒で黒雲母の配列による弱い面構造を示す。主な構成鉱物は石英、斜長石、黒雲母および少量のカリ長石である。両者は地球科学的判別図において火山弧花崗岩の領域にプロットされる。また、共通したコンドライトで規格化したREEパターンを示すが、東和花崗岩の方がより強いEuの負異常を示す。

東和花崗岩と蒲野花崗閃緑岩は $\epsilon\text{SrI}-\epsilon\text{NdI}$ 図においてほぼ同じ領域にプロットされる。これは、共通の同位体組成を持つ起源物質に由来した可能性が高いことを示唆する。記載や化学的特徴を考慮すると、東和花崗岩はより分化したマグマに由来し、蒲野花崗閃緑岩との岩相の違いは、冷却時のマグマ組成(特に K_2O 量)に起因すると推察される。

Key words: Southwest Japan, Cretaceous, Ryoke Belt, Granite, magma process

corresponding E-mail address: i002wb@yamaguchi-u.ac.jp

四国北西部高縄半島に分布する領家帯花崗岩類の 全岩化学組成とジルコン U-Pb 年代

下岡和也*、齊藤哲(愛媛大学)、谷健一郎(国立科学博物館)

Whole-rock chemical compositions and zircon U-Pb ages on the
granitoids in Ryoke belt, Takanawa Peninsula, northwest Shikoku,
southwest Japan

Kazuya SHIMOOKA*, Satoshi SAITO (Ehime Univ.)

Kenichiro TANI (National Museum of Nature and Science)

1.はじめに 四国北西部に位置する高縄半島には、多様な岩相からなる領家帯花崗岩類が分布している。当地域の花崗岩類についてはこれまで宮久・平岡(1970)、越智(1982)などにより岩石記載や岩相区分が行われている。本地域の花崗岩類について、越智(1982)は貫入形態から、Kagami et al. (1988)は Rb-Sr 全岩アイソクロン年代から、吉倉ほか(2004)はジルコン(単粒子)U-Pb 年代測定から、それぞれ岩体形成の前後関係を考察したが、見解が異なっておりさらなる検討が必要である。一方、当地域の花崗岩類の全岩化学組成についての報告は限られている。そこで本研究では、野外調査、全岩化学組成分析、ジルコン U-Pb 年代測定を行い、高縄半島領家帯花崗岩類の地球化学的特徴およびマグマ形成年代の検討を行なった。

2.全岩化学組成 本研究では、越智(1982)の岩体区分に基づき、岩石試料採集と全岩化学組成分析を行った。ノルム An-Ab-Or 花崗岩分類図上での分類では、越智(1982)のトーナル岩質岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗閃緑岩質岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗岩質岩は多くが花崗岩の組成を持つことが確認された。SiO₂含有量については、トーナル岩質岩は 61～68 wt%、花崗閃緑岩質岩は 67～76 wt%、花崗岩質は 70～80 wt%の組成範囲を持つ。ハーカー図上では、岩体ごとに固有の組成トレンドを示し、一部の岩体では微量元素について

岩体内に異なる組成トレンドが認められる。

3. ジルコン U-Pb 年代 トーナル岩質岩 (1 岩体)、花崗閃緑岩質岩 (1 岩体)、花崗岩質岩 (4 岩体) 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、トーナル岩質岩から約 94 Ma、花崗閃緑岩質岩から約 89 Ma、花崗岩質岩から約 97 Ma と約 94 Ma の年代が得られた。

4. 議論 本研究でおこなった全岩化学組成に基づく花崗岩の分類は、越智(1982)の結果と概ね一致する。全岩化学組成における異なるトレンドの存在は、組成の異なる複数のマグマの存在を示唆する。本研究でのトーナル岩質岩(約 94 Ma)、花崗閃緑岩質岩(約 89 Ma)、花崗岩質岩(約 97 Ma と約 94 Ma)の年代値は、越智(1982)、Kagami et al. (1988)、吉倉ほか(2004)がそれぞれ考察したどの前後関係とも不調和である。全岩化学組成における異なるトレンドの存在と約 97～89 Ma の範囲にわたるジルコン U-Pb 年代から、高縄半島に分布する領家帯花崗岩類の形成には、活動年代と化学組成の異なる複数のマグマが関与したものと考えられる。

引用文献: Kagami et al. (1988) *Geochem J* 22, 69-79. 宮久・平岡(1970) 愛媛大学紀要 自然科学 Ser. D(地学) 4, 59-70. 越智秀二(1982) 地質学雑誌 88, 511-522. 吉倉ほか(2004) 日本岩石鉱物鉱床学会学術講演会講演要旨集 215.

Key word: Takanawa Peninsula, Granitoids in Ryoke belt, Whole-rock chemical compositions, Zircon U-Pb ages

*Corresponding author: shimooka19961213@yahoo.co.jp

北部九州，尺岳閃緑岩体の内部構造

江島圭祐・大和田正明(山口大学)・亀井淳志(島根大学)

Internal structure of the Shaku-dake diorite body, northern Kyushu

Keisuke ESHIMA*, Masaaki OWADA (Yamaguchi Univ.) and Atsushi KAMEI (Shimane Univ.)

【はじめに】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言われ(Wibe, 1994), マグマ溜まりの状態, マグマの挙動および固結時までの活動記録を保存している. 北部九州には, 白亜紀に活動した花崗岩バソリスが東西約 100 km 南北約 50 km の範囲に分布し, 17 岩体に区分される. また, 近年花崗岩バソリスを構成する少岩体の中から高 Mg 安山岩(HMA)組成の貫入岩が報告されている(Kamei et al., 2004; 江島・大和田, 2018; 江島ほか, 2019). さらに, HMA 組成の岩石は珪長質マグマと密接に関連していることが知られており(巽, 2003), 地殻の進化過程においても非常に重要な岩石である. したがって, HMA 組成に類似する尺岳閃緑岩体を詳細に検討することにより, その岩体の内部構造のほか, 他の岩体との関係性まで検討することができる. そこで本研究では尺岳閃緑岩帯において高密度サンプリングを実施し, 岩体の内部構造(岩相変化)や定置過程などを明らかにする. このような研究は北部九州におけるHMA 組成の岩石の精密解析としてケーススタディになることが期待される.

【地質概要】尺岳周辺の地質は, 脇野垂層群を母岩とし, それを貫く尺岳岩体と岩脈類から構成される. 尺岳岩体は尺岳西斜面に 1.9 × 1.5 km の楕円状に産し, 脇野垂層群に接触変成作用を与えている. 貫入境界部では, 脇野垂層群と石灰岩を捕獲岩として包有することもある. また, 黒雲母 K-Ar 年代として 106.3 ± 5.3 Ma が岩体西部の花崗閃緑岩から報告されている(村上, 1989). 尺岳岩体の貫入時期は北部九州に産する白亜紀深成岩類とほぼ同時期である. 尺岳岩体主岩相の閃緑岩は塊状で, 細粒～中粒の岩相を示す. 岩脈類はドレライト, 斑状細粒トーナル岩, 単斜輝石花崗閃緑岩, ホルンブレンド-黒雲母花崗閃緑岩および細粒黒雲母花崗岩の 5 岩相に区分される. 【両輝石閃緑岩の産状】岩相の特徴は全体的に暗灰色～黒色で, 有色鉱物として 0.5–1.5 mm の直方輝石と単斜輝石が岩石の大部分を占めている. 粒度は細粒～粗粒まで多様であ

り, 粗粒な岩石は標高の高い場所に産する. 有色鉱物や斜長石の定向配列による流理構造は発達しない. 一方, 漸移的に岩相の色合い(珪長質～苦鉄質)が変化している岩石(サージ)や優黒質なシュリーレンが観察される. 貫入境界部では, 脇野垂層群や石灰岩を捕獲岩として包有することもある.

【尺岳閃緑岩体のモード組成と全岩化学組成による高度・平面変化の検討】各組成による高度変化の検討では標高約 300 m 以下, 300–450 m および 450–550 m で組成差が顕著に現れた. 標高約 300–450 m の範囲では珪長質鉱物と黒雲母量, SiO₂, K₂O (wt%) が多く, 分化した組成である. 一方, 標高 300 m 以下と 450–550 m の範囲では苦鉄質鉱物量, Fe₂O₃, MgO, Cr および Ni (wt%, ppm) が多い. 一方, 平面変化の検討では岩体の周縁部では岩体中心部に比べ苦鉄質鉱物と Fe₂O₃, MgO (wt%) が多い. しかし, 岩体南部の周辺部に関しては逆に少ない傾向にある. また, 液相濃集元素の含有量は母岩との接触域や岩脈貫入域に多い. 以上から尺岳閃緑岩体は高度変化と平面変化の 2 つの変化が組み合わさっていることと母岩のゼノリスから推察されるように液相濃集元素の移動を含む同化分別結晶作用や混合作用を経ている可能性が高い.

【岩相変化モデルと定置モデル】これまでの検討結果から尺岳閃緑岩体の岩相変化は, 主に岩体の三次元的中心部に向かい直方輝石と単斜輝石が取り去られる分別結晶作用が, 岩体外縁部(母岩接触域)と岩脈貫入域では液相濃集元素を移動させる同化分別結晶作用や混合作用が起こったと考えられる. 一方, 尺岳閃緑岩体の定置モデルは野外産状から確認されるサージや優黒質シュリーレンなどの組織から sheet on sheet model (Menand, 2008, 2011) が考えられる. 定置モデルの検討に関してはマグマの粘性や密度も考慮すべきであるのでこれからの課題として取り組んでいく.

Keyword: HMA, magma chamber, magma process
Corresponding author: kesuikemashie@gmail.com

周防変成岩に貫入する紅柱石含有両雲母花崗岩の化学組成

柚原雅樹* (福岡大・理)・川野良信 (立正大・地球環境)・岡野 修 (岡山大・理)

Whole-rock chemical compositions of andalusite-bearing two-mica granite intruded into the Suo metamorphic rocks, eastern North Kyusyu

Masaki Yuhara* (Fukuoka Univ.), Yoshinobu Kawano (Rissho Univ.) and Osamu Okano (Okayama Univ.)

Andalusite-bearing two-mica granite intruded into the Suo metamorphic rocks in the Asakura area, eastern North Kyusyu. The two-mica granite consists of fine- to medium-grained two-mica granite, and contains andalusite and garnet. This granite is characterized by peraluminous compositions. Sr isotopic ratios of the granite calculated by 103.73 Ma range from 0.70668 to 0.70686, and are lower than those of the Suo metamorphic rocks (0.71025-0.71197), and slightly higher than initial Sr isotopic ratios of Cretaceous Granitic rocks in North Kyusyu. Thus, andalusite-bearing two-mica granite magma was produced by melting of Cretaceous tonalite-granodiorite.

九州北部、朝倉地域の周防変成岩中に貫入する紅柱石含有両雲母花崗岩の全岩化学組成分析と Sr 同位体比測定を行い、その成因について考察した。

本花崗岩は、英彦山団研グループ (1992) によって優白質花崗岩とされた岩体に相当する。しかし、久保ほか (1993) や北野・池田 (2012) では真崎花崗岩とされている。岩体は東西約 1 km の幅を持ち、東側の貫入境界は周防変成岩の面構造にほぼ平行で、西北西-東南東走向で高角である。西側の境界は北北西-南南東走向で、変成岩の面構造を切る。さらに変成岩中に南北走向で傾斜が高角な厚さ 2.7~50 m の岩脈としても貫入する。

本花崗岩は、細~中粒の両雲母花崗岩からなる。鏡下では半自形粒状組織あるいは斑状組織を呈し、主に石英、カリ長石、斜長石、白雲母、黒雲母からなり、副成分鉱物として不透明鉱物、紅柱石、ざくろ石、燐灰石、ジルコンを含む。紅柱石は無色~淡いピンク色を呈し、他形で、単独には存在せず、多くの場合、白雲母に包有される。薄い白雲母で縁取られている場合もある。ま

れに斜長石に包有される。

本花崗岩の SiO_2 含有量は、70.4~74.5 wt.% で、A.S.I. = 1.10~1.23 と、パーアルミナスな化学組成を有する。化学組成の違いから、主に黒雲母花崗岩からなる真崎花崗岩や黒雲母花崗岩~両雲母花崗岩からなる油須原花崗岩とは異なるマグマから形成されたと考えられる。真崎花崗岩の U-Pb ジルコン年代 (103.73 Ma) で年代補正した本花崗岩の Sr 同位体比は、0.70668~0.70686 であり、周辺の北部九州白亜紀花崗岩類に比べ若干高いが、周防変成岩の泥質片岩 (0.71025~0.71197) に比べるとかなり低い。したがって、Kamei (2002) によって指摘されているように、Sr 同位体比が低く、パーアルミナスな本花崗岩も、トータル岩~花崗閃緑岩の部分溶融によって形成された可能性がある。

文献：英彦山団研グループ (1992) 地質雑 98, 571-586. Kamei (2002) Gondwana Res. 5, 813-822. 北野・池田 (2012) 地質雑 118, 801-809. 久保ほか (1993) 20 万分の 1 地質図 福岡。

Keywords: Andalusite-bearing two-mica granite, Whole-rock chemical composition, Sr isotopic ratio, Cretaceous granitic rocks, North Kyusyu

*Corresponding author: yuhara@fukuoka-u.ac.jp

Poster presentation

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint session with SRG)

Sat. Sep 21, 2019 9:30 AM - 5:00 PM A-presentation space (East zone 1)

[コアタイム] 12:00~14:00

- [R7P-01] Mantle-melt interaction at the crust-mantle boundary in the Wadi Tayin massif, the Oman mantle peridotite
 *Eiichi Takazawa^{1,2}, Yumeno Kogure³, keisuke Ishii³, Sayantani Chatterjee¹, Natsuki Oyanagi¹, Katsuyoshi Michibayashi⁴, Yoshihiko Tamura², Oman DP Science Party (1. Niigata Uni. Sci., 2. JAMSTEC, 3. Niigata Univ., Grad. Sch. Sci. Tech., 4. Nagoya Univ.)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R7P-02] Serpentinization of peridotite, Oshika Village, Nagano Prefecture, Japan
 *Yuya Takeda¹, Seiichiro Uehara¹ (1. Kyushu Uni. Sci.)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R7P-03] Chemical compositions of secondary olivine in mantle peridotites from the Hess Deep Rift
 *Daisuke Gokan¹, Toshio Nozaka¹ (1. Okayama Univ.)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R7P-04] A pseudo-temperature distribution in the oceanic lithosphere caused by cooling rate responsiveness of pyroxene geothermometry
 *Koshi Nishimura¹, Junji Yamamoto², Hidemi Ishibashi³ (1. Toyo Univ., 2. Hokkaido Univ., 3. Shizuoka Univ.)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R7P-05] Crack-dependent seismic discontinuity at the oceanic Moho
 *Yuya Akamatsu¹, Ikuo Katayama¹, Takashi Tonegawa² (1. Hiroshima Univ. Sci., 2. JAMSTEC)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R7P-06] Application of quantitative EPMA imaging technique for microscale petrography
 *Kenta Yoshida¹ (1. JAMSTEC)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R7P-07] Mineralogical analysis on the initial formation process of hydrothermal chimney sample from the Okinawa Trough
 *Keita Ohmori¹, Toshiro Nagase², Tatsuo Nozaki³, Takahiro Kuribayashi¹ (1. Tohoku Uni. Sci., 2. Tohoku Uni. Museum, 3. JAMSTEC)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R7P-08] Magnetic properties of isocubanite from seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough
 *Chie Kato¹, Masao Ohno¹, Yoshihiro Kuwahara¹, Tadahiro Hatakeyama², Yasuhiro Yamada³, Shuhei Totsuka⁴, Kazuhiko Shimada⁴, Jun-ichiro Ishibashi⁴, Toshiro Nagase⁵ (1. Kyushu Univ., 2. Okayama Univ. Sci., 3. Tokyo Univ. Sci., 4. Kyushu Univ., 5. Tohoku Univ.)
 9:30 AM - 5:00 PM
- [R7P-09] New capsule to maintain high-oxidation states at high-pressures and high-temperatures
 *Toshisuke Kawasaki¹ (1. Ehime Univ.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-10] Glauconite from the Upper Cretaceous Upper Yezo Group in Haboro area, Hokkaido, northern Japan

*Montani Akihiro¹ (1. Ehime Univ.)

9:30 AM - 5:00 PM

[R7P-11] Microstructure and formation process of pseudotachylyte exposed in Aravalli-Delhi orogenic belt, India

*Junya Okazaki¹, Jun-ichi Ando¹, Kaushik Das¹, Naotaka Tomioka², Yu Kodama³ (1. Hiroshima Uni. Sci, 2. JAMSTEC, 3. Marine Works Japan Ltd.)

9:30 AM - 5:00 PM

オマーンオフィオライト Wadi Tayin 岩体における地殻-マントル境界にみられるマントル-メルト相互作用

高澤栄一* (新潟大・理/ JAMSTEC)・木暮優芽斗・石井慶佑 (新潟大院)・Chatterjee Sayantani・小柳夏希 (新潟大理)・道林克禎 (名古屋大)・田村芳彦 (JAMSTEC)・The Oman Drilling Project Science Party

Mantle-melt interaction at the crust-mantle boundary in the Wadi Tayin massif, the Oman mantle peridotite

Eiichi Takazawa* (Niigata Univ/ JAMSTEC), Yumeto Kogue, Keisuke Ishii, Sayantani Chatterjee, Natsuki Oyanagi (Niigata Univ), Katsuyoshi Michibayashi (Nagoya Univ), Yoshihiko Tamura (JAMSTEC)

オマーンオフィオライトの地殻およびマントル相当層の境界には地殻-マントル遷移帯 (あるいはモホ遷移帯) と呼ばれるダナイトを主体とする厚さ数十~数百メートルの特異な岩層が存在する[1]。このダナイトを主体とする遷移帯の形成は MORB メルトから晶出したかんらん石の集積や、輝石に不飽和な MORB メルトとハルツバージャイトとの反応[2-5] で説明されている他、熱水の関与も指摘されている[7-8]。ICDP Oman Drilling Project は、地殻-マントル遷移帯の形成過程及び海洋モホロピッチ不連続面との対応関係を明らかにすることを目的に、オマーンオフィオライト Wadi Tayin 岩体 Wadi Zeeb の地殻-マントル境界部で掘削された Hole CM2B (UTM: 40Q 637000E, 2534270N) の Crust-Mantle Transition と Mantle Sequence の境界部における岩相変化と主成分および微量元素の全岩化学組成の対応関係について報告する。Hole CM2B では全長 300.00m のコアが採取され、最上部は Crust-Mantle Transition の最上部付近に相当する。0-12m は沖積層、12-74m は Dunite Sequence, 74-121m は Dunite with Gabbro Sequence, 121-300m は Mantle Sequence と区分された。下位の Mantle Sequence のハルツバージャイトから上位の Crust-Mantle Transition のダナイトへ向かって直方輝石の消滅が認められる。それに伴い、全岩組成の CaO wt% もハルツバージャイトの 0.7-0.9wt% から 0.3-0.6wt% の Dunite with

Gabbro Sequence のダナイトを経て、Dunite Sequence の 0.2 wt % 以下の均質なダナイトへと変化する。Crust-Mantle Transition の下部、すなわち Mantle Sequence との境界部に中間組成のダナイトが存在し、ガブロや含斜長石ウェルライトのレイヤーをしばしば伴うことは Crust-Mantle Transition のダナイトの成因に対する制約を与える。一方、全岩の希土類元素のコンドライト規格化パターンでは、Mantle Sequence の中希土類元素に枯渇したスプーン型のパターンと対象的に、最上部のハルツバージャイトは軽希土類元素から中希土類元素においてよりエンリッチしている。すなわち、Mantle Sequence 最上部のハルツバージャイトでは、主成分元素よりも先に、不適合元素にメルト-マントル反応の影響が現れている。このことは、Crust-Mantle Transition の下部にメルトの存在が示唆されることと調和的で、Mantle Sequence 最上部でハルツバージャイトをダナイトに変換する反応が活発に進行したことを示唆する。

引用文献: [1] Boudier and Nicolas (1995) J. Petrol., 36, 777-796. [2] Kelemen et al. (1995) Nature, 375, 747-753. [3] Korenaga and Kelemen (1997) JGR, 102, 27729-27749. [4] Collier and Kelemen (2010) J. Petrol., 51, 1913-1940. [5] Abily and Ceuleneer (2013) Geology, 41, 67-70. [6] Kelemen et al. (2013) Sci. Drill., 15, 64-71. [7] Koga et al. (2001) G-cubed, 2, 2000GC000132. [8] Rospabé et al. (2017) Geology, 2017139.

Keywords: Oman ophiolite, ICDP, Oman Drilling Project, Crust-mantle boundary, Moho

*Corresponding author: takazawa@geo.sc.niigata-u.ac.jp

長野県大鹿村のカンラン岩の蛇紋岩化作用

武田侑也・上原誠一郎（九大・理・地惑）

Serpentinization of peridotite, Oshika Village, Nagano Prefecture, Japan

Yuya Takeda* and Seiichiro Uehara (Dept. Earth and Planet. Sci., Fac. Sci., Kyushu Univ.)

1. はじめに 蛇紋岩化作用はカンラン石と熱水から蛇紋石を生成する反応で、カンラン石中の2価鉄から磁鉄鉱が生成するため2価鉄の一部が3価鉄になる。そのときに水素が発生し、より還元的な環境が形成され、自然鉄、アワルワ鉱などが形成される場合がある(Frost, 1985)。

長野県大鹿村のカンラン岩は入沢井と大河原にあり、その中の蛇紋石脈に日本で初めて蛇紋岩化作用で生じる自然鉄が報告された(岡本ら, 1981; Sakai & Kuroda, 1983)。蛇紋石脈はその前後関係から3段階あり、自然鉄は2段階目のクリノクリソタイルとブルース石からなる脈に見られるとされた。本研究では蛇紋石脈の形成時の環境の解明を目的とし、この特異な蛇紋石脈の再検討を行った。

2. 実験手法 長野県大鹿村のカンラン岩体を野外調査し、ダナイト、ウェールライト、蛇紋岩について肉眼観察及び偏光顕微鏡観察、組織観察と化学分析(SEM-EDS, 日本電子製 JSM-7001F), X線回折実験(リガク Ultima IV)を行った。

3. 結果 研究で用いたカンラン岩はカンラン石、クロム鉄鉱で構成されていた。蛇紋石

脈は主にリザーダイト、クリノクリソタイル、ブルース石、磁鉄鉱、自然鉄で構成されていた。今回の観察から、脈の前後関係は4方向のものが見られ、蛇紋石の種類はクリノクリソタイルのみ、リザーダイトのみ、2種類が混在しているものがあった。また、多くの脈に自然鉄がみられるが、その量には脈の方向や組織による違いがあった。脈の組織は全体が蛇紋石とブルース石で部分的にブルース石が多く(Fig.1), 金属鉱物として自然鉄が多いものや、脈の中心から鉱物種が対称的に分布し、磁鉄鉱が多く、自然鉄の少ない脈があった。自然鉄は150 μm以下の楕円形で、ブルース石と蛇紋石が共存している部分に多く、蛇紋石部分には少ない傾向があった。Fig.1の脈は初生のもので、対称的な脈は何度かの蛇紋石化を経てできた脈と考えられる。

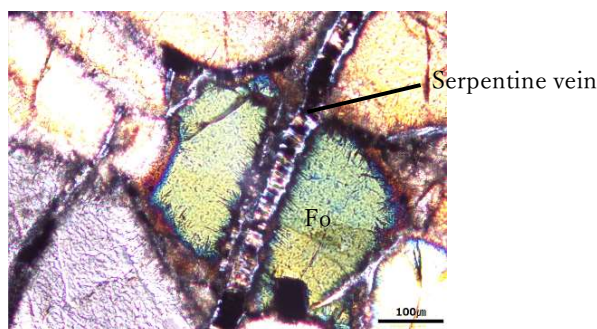


Fig.1 Polarizing microscope image of serpentine vein

Keywords: Serpentinization, native iron *Corresponding author: takeda.yuya.767@s.kyushu-u.ac.jp

Hess Deep マントルかんらん岩に産する 二次的かんらん石の化学組成

後神大輔・野坂俊夫* (岡山大学)

Chemical compositions of secondary olivine in mantle peridotites from the Hess Deep Rift

D. Gokan and T. Nozaka* (Okayama Univ.)

We found secondary olivine in mantle peridotites from ODP Site 895, the Hess Deep Rift. The secondary olivine occurs as veins a few μm to hundreds μm wide, cutting primary olivine, coexisting with tremolite, and cut by serpentine. Optimized microprobe analyses revealed that the primary olivine has compositions (e.g., Fo = 90-91) of typical mantle olivine from residual peridotites whereas the secondary olivine has lower Fo (79-83), Ni (<2100 ppm), Ca (<70 ppm) and Al (<2 ppm) contents and higher Mn (>3000 ppm) and Co (>200 ppm) contents than the primary olivine. These peculiar compositions may be the characteristics of olivine formed by amphibolite-facies alteration.

Hess Deep Rift には東太平洋海膨で形成された下部地殻や上部マントルの岩石が露出している。今回我々は、ODP Site 895 で掘削・採取されたマントルかんらん岩中に、二次的に生じたかんらん石を発見した。その成因は、高速拡大軸近傍における地質作用の実態を理解するための重要な鍵になるかもしれない。そこでかんらん石の化学分析を行った。

二次的かんらん石は、ハルツバージャイト中の初生かんらん石を貫く幅数 μm から数100 μm の脈として産する。多くの場合、二次的かんらん石の周辺にはトレモラ閃石が生じている。また二次的かんらん石は隣接する初生かんらん石と同一の蛇紋石脈に貫かれていることから、蛇紋石化作用よりも前に生成したものと考えられる。

微細で不均質な脈状かんらん石の化学組成を分析するために、岡山大学の EPMA JEOL JXA-8230 を使用した。分析条件は主要成分(Si, Mg, Fe)については加速電圧 20 kV, 照射電流 20 nA とし、測定時間はピーク 60 sec, バックグラウンド 20 sec とした。一方、微量元素 (Ni, Mn, Ca, Co, Al, Cr, Ti, Zn, Na, P)

の分析条件は、加速電圧 20 kV, 照射電流 200 nA, プローブ径 5 μm , ピーク 120-300 sec, バックグラウンド 60-150 sec 測定とし、バックグラウンド測定の分光結晶位置は元素ごとに最適値を決定した。これらの条件設定により、検出限界は 2-7 ppm となった。また実用標準試料 San Carlos かんらん石の LA-ICPMS 分析と比較して再現性を確認した。

初生かんらん石の Fo 値 (90-91) は典型的な溶け残りマントルかんらん岩と同様である。初生かんらん石に比べて二次的かんらん石は Fo 値が低く (79-83), Ni (<2100 ppm), Ca (<70 ppm), Al (<2 ppm) に乏しい一方, Mn (>3000 ppm), Co (>200 ppm) に富む。またばらつきが大きい, Ti に富み Cr に乏しい傾向も認められる。このような特異な組成は、角閃岩相の変質作用によって生じたかんらん石の特徴かもしれない。

謝辞：金沢大学の森下知晃博士、田村明弘博士には LA-ICPMS 分析のご協力を賜った。

Keywords: Hess Deep Rift, mantle peridotite, alteration, secondary olivine, trace elements

*Corresponding author. nozaka@cc.okayama-u.ac.jp

輝石温度の冷却速度応答性による海洋リソスフェアの見かけ温度分布

西村光史* (東洋大)・山本順司 (北大)・石橋秀巳 (静岡大)

A pseudo-temperature distribution in the oceanic lithosphere caused by cooling rate responsiveness of pyroxene geothermometry

Koshi Nishimura* (Toyo Univ.), Junji Yamamoto (Hokkaido Univ.),
Hidemi Ishibashi (Shizuoka Univ.)

海洋リソスフェア内で単斜輝石と斜方輝石が接している場合、温度が変化すると両輝石の界面元素分配関係が変化し、接触部の平衡化学組成 (Ca 等) は熱力学的に一意に決まる。しかしそれぞれの輝石内部の組成変化は結晶のコアー・リム間の化学組成差に起因する拡散過程に依存するため、冷却速度の大きい浅部の単斜輝石はリム付近を除き非平衡組成を維持すると考えられる (Yamamoto et al., 2017)。

本研究では海洋リソスフェアの温度の時空間変化を輝石の元素拡散モデルと組み合わせることにより、複数深度における単斜輝石の組成累帯構造の時系列発達過程を定量的に検討した。海洋リソスフェアの温度変化を半無限体冷却モデル (half-space cooling model) で近似し、熱伝導方程式の解析解 (Crank, 1975; Turcotte and Schubert, 1982) を用いて計算した。温度変化に伴う単斜輝石の組成変化は Yamamoto et al. (2017) の方法に従って計算している。輝石の組成として単純な CaO-MgO-SiO_2 系を考え、共存する単斜輝石と斜方輝石の界面局所平衡を仮定し、平衡組成-温度関係を Lindsley and Davidson (1980) の熱力学モデルに基づいて計算した。結晶内部の Ca の元素拡散の拡散係数は温度依存性を考慮した。結晶は粒径 2 mm と

し、粒成長しないと仮定している。

海嶺軸と垂直な断面において単斜輝石のコアが示す見かけ温度分布を図1に示す。リソスフェア深部では水平移動とともに輝石のコアの示す温度が高温から低温にゆっくりと変化していくのに対し、浅部では高温を示したまま変化しなくなっているのがわかる。この結果は、深部ほど高温で冷却が緩やかに進むため輝石の元素拡散が温度変化に追従するのにに対し、浅部では急冷されるため、元素拡散が追いつかないうちに閉鎖温度に達してしまうことを意味している。

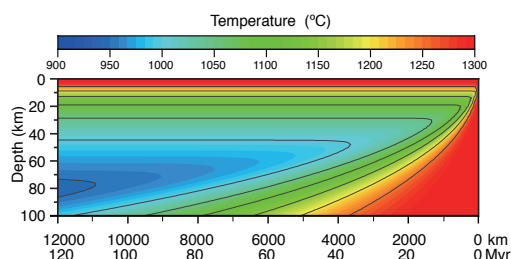


図1. 単斜輝石コアが示す海洋リソスフェアの見かけ温度構造。ここでは中央海嶺で形成された海洋リソスフェアが 10 cm/yr で水平移動すると仮定しているため、横軸は海嶺からの距離とともに形成年代を表す。

Keywords: two-pyroxene thermometer, oceanic lithosphere, mantle, cooling-rate responsiveness, Project Mohole

*Corresponding author's E-mail address: k-nishimura@toyo.jp

クラックの発生頻度の違いによる 海洋モホ面での地震波不連続性

赤松祐哉*, 片山郁夫 (広島大・院理・地球惑星システム学専攻),
利根川貴志 (JAMSTEC)

Crack-dependent seismic discontinuity at the oceanic Moho

Yuya Akamatsu*, Ikuo Katayama (Hiroshima Univ. Sci. DEPS),
Takashi Tonegawa (JAMSTEC)

近年の海底下の地震波探査では、同一の海洋プレート内においてもモホ面での地震波の反射強度に地域性があることが報告されており、観測結果を説明する海洋プレートの物質モデルの構築が求められている。地震波速度は岩石中のクラックの存在に敏感であるため、それらの地震波異常にクラックが寄与している可能性がある。かんらん岩は、はんれい岩に比べ脆性変形中に生成されるクラックの体積が小さいことがわかっており、モホ面を境としてクラックの発生頻度が異なることで地震波反射の異常をもたらしている可能性がある。そこで本研究は、かんらん岩とはんれい岩の脆性変形中の地震波速度を測定し、クラックがモホ面での地震波速度と反射強度に与える影響について考察した。

試料には幌満かんらん岩体に産するはんれい岩とかんらん岩を用い、三軸変形試験中に地震波速度の測定を行った。実験は広島大学の容器内透水変形試験機を用い、室温、歪み速度 $\sim 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 、封圧 20 MPa の無水条件で行った。

はんれい岩は破壊に近づくにつれて P 波、S 波速度ともに大きく低下した (30–

40%)。一方、かんらん岩の V_p , V_s の低下ははんれい岩に比べて小さい傾向を示した (<20%)。これらの違いははんれい岩とかんらん岩で変形中に形成されるクラックの性質が異なることを示しており、先行研究の体積歪みの測定結果とも整合的である。また、測定した地震波速度から算出したはんれい岩とかんらん岩の反射係数は、脆性変形が進行するほど増加する傾向を示した。

脆性変形の進行度によってモホ面での地震波の反射波がどのように変化するかを検証するため、実験結果に基づいて海洋プレートの地震波速度構造を設定し、理論波形計算からモホ面での反射波形を推定した。脆性変形の進行度が異なる 3 つの速度構造モデル (No damaged model, Relatively damaged model, Highly damaged model) を設定しそれぞれ波形の計算を行なった。その結果、脆性変形が進行しているモデルほど、モホ面での反射波の振幅が大きくなる傾向を示した。以上の結果から、海洋モホ面での地震波の反射強度の地域性は、脆性変形の進行度の違いを反映している可能性がある。

Key words: Moho, seismic wave velocity, brittle deformation, synthetic waveform

*Corresponding author: y-akamatsu@hiroshima-u.ac.jp

岩石微細組織観察に於ける EPMA 定量イメージング技術の活用

吉田健太 (JAMSTEC)

Application of quantitative EPMA imaging technique for microscale petrography

Kenta YOSHIDA (JAMSTEC)

記載岩石学で広く使われている電子線マイクロアナライザー (EPMA) には主に 2 種類の用途がある。一つは特定の点座標を数十秒～数百秒の分析時間で測定して精度良く化学組成を決定する定量分析であり、他方分析領域を等間隔のマス目に区切りそれぞれのマス目をミリ秒程度の分析時間で測定することにより元素の面的な分布を定性的 (半定量的) に可視化する面分析である。この基本的な運用スキームは四半世紀以上変わっていないものであると思われるが、近年コンピュータによるデータ解析技術の進歩に伴って、定量分析値と面分析のデータを統合し、高精度で定量的な分析値の面的分布を計算する研究手法が確立され、簡便に計算可能なソフトウェアの配布も行われ始めている (XMapTools: Lanari et al., 2014; Qntmap: Yasumoto et al., 2018)。これらの技術は計算過程に差異はあるものの、基本的には面分析で得られた X 線データが元素濃度と比例していることを生かし、面分析領域内で得た定量分析点のデータで校正曲線を引くことで定量イメージングを実現している。すなわち、定量イメージングの空間分解能は面分析の加速電圧と電流値によって決まっている。

EPMA を用いた岩石の組織観察では後方散乱電子像 (BSE 像) が広く用いられるが、BSE の励起範囲は一般的に特性 X 線のそれより遥かに小さく、強度は正相関するとされている。BSE 放射係数 (η) と原子番号の関係式は 1950～60 年代には定式化されている

Keywords: quantitative X-ray map, EPMA imaging

Corresponding author: yoshida_ken@jamstec.go.jp

が (例えば Heinrich, 1964)、造岩鉱物のような複雑な組成幅を持つものに関して実際の化学組成推定に使えるレベルでの実用化はされていない。BSE 強度を用いて定量的なイメージングが出来るようになる

- ①従来のイメージング空間分解能 (3～5 μ m) の限界を突破した微細構造の定量的解析
- ②FIB-SEM と組み合わせた三次元定量イメージング

が出来るようになることが期待される。本研究では、EPMA 定量イメージングで得られる膨大な量の定量分析値を用いて、BSE 像から高分解能定量イメージングを行う技術の開発を行う。

分析対象とする EPMA データは、Lanari et al. (2014) 及び Yasumoto et al. (2018) で提唱されている分析条件を参考として取得し、Qntmap (Yasumoto et al., 2018) により解析する。解析により得られるデータは以下の通りである。

- ・各ピクセルを構成する鉱物種
- ・各ピクセルの化学組成
- ・各ピクセルの BSE 強度

これらに基づき、鉱物種毎に BSE 強度と化学組成の関係を調べ、イメージングと同じ範囲で高解像度で取得した BSE 像の定量値変換を行う。

発表では、高分解能定量イメージングの活用出来る解析事例などとも紹介すると共に、今や汎用分析装置となった EPMA の更なる活用方法について議論する。

沖縄トラフ海底熱水サイトのチムニー 初期生成過程に関する鉱物学的解析

大森敬太(東北大・院理), 長瀬敏郎(東北大・総科博), 野崎達生(海洋機構),
栗林貴弘(東北大・院理)

Mineralogical analysis on the initial formation process of hydrothermal chimney sample from the Okinawa Trough

K. Ohmori (Tohoku Univ.), T. Nagase (Tohoku Univ.), T. Nozaki (JAMSTEC),
T. Kuribayashi (Tohoku Univ.)

【はじめに】 現世の海底熱水鉱床は、陸上の大規模黒鉱鉱床のモダンアナログとして長く比較研究がされてきた。黒鉱中には、現在の海底熱水鉱床で認められるチムニー組織に類似したものがみつまっている(例えば、Shimazaki and Horikoshi, 1990)。しかし、これら陸上黒鉱試料と現在の深海底に存在するチムニーについて、電子線後方散乱(EBSD)を含めた鉱物学的比較は行われていない。沖縄トラフにおける海底熱水鉱床の調査は、2010年のIODP Exp. 331による掘削調査をはじめ、2014~2018年度のSIPによる調査など、近年さらに精力的に実施されている(Takai *et al.*, 2011; Kawagucci *et al.*, 2013; Nozaki *et al.*, 2016)。2018年10月には、深海調査研究船「かいれい」によって、上記掘削孔の調査航海が行われ(KR18-14 Leg 1航海)、形成期間の異なる複数のチムニー試料が採取された。本研究では、チムニーを構成する鉱物組織の時間変化と、これに付随する特徴的な鉱物組織を検証するため、詳細な鉱物学的解析を行った。

【観察方法】 中部沖縄トラフ伊平屋北海丘オリジナルサイトおよびアキサイトから得られたチムニー試料について、研磨薄片および研磨片を作成した。反射顕微鏡ならびに走査型電子顕微鏡(SEM)によって構成鉱物の組織観察を行い、鉱物同定および組成分析にはSEMに付随したエネルギー分散型X線分光装置を用いた。方位解析には、SEMに付

随した電子線後方散乱回折装置(OXFORD, Aztec EBSD system)を用いた。

【結果ならびに考察】 チムニーは以下のようないくつかの組織分帯に区分される; ①微小な閃亜鉛鉱+硬石膏+方鉛鉱、②閃亜鉛鉱と方鉛鉱の樹枝状組織、③フランボイダル状またはコロフォーム状黄鉄鉱+微小な閃亜鉛鉱+方鉛鉱、④自形の白鉄鉱および黄鉄鉱+閃亜鉛鉱+方鉛鉱+黄銅鉱、⑤粗粒な閃亜鉛鉱+黄銅鉱、⑥黄銅鉱と閃亜鉛鉱からなる樹枝状組織 ⑦粗粒な黄銅鉱。この中でも⑥はチムニーに特徴的な組織である。この組織は、これまでもチムニー試料から報告されている(例えば、Barton, Jr and Bethke, 1987)。この樹枝状組織はフラットな{111}面からなる正四面体の形態をもつ閃亜鉛鉱の結晶集合体からなる。EBSDによる結晶方位解析の結果、樹枝状組織の伸長方向は、閃亜鉛鉱の<111>方向に一致し、閃亜鉛鉱と共生する黄銅鉱の伸長方向は閃亜鉛鉱の<100>方向に一致する。この樹枝状組織では、黄銅鉱は閃亜鉛鉱結晶の稜に優先的に付着している。閃亜鉛鉱が、等方的に成長せず、異方性の強い樹枝状組織を呈するのは、黄銅鉱によって稜部分を覆われ、等方的な成長を妨げられるためである。組織を形成する閃亜鉛鉱結晶は、高過飽和度で形成されるようなラフな面をもたず、スムーズな面のみを有することから、この組織は高過飽和度で形成された樹枝状晶ではないことが明らかとなった。

Keywords: Chimney, EBSD, Dendritic texture, Sphalerite, Chalcopyrite

*Corresponding author: keita.omori.s6@dc.tohoku.ac.jp

沖縄トラフ熱水鉱床に産する isocubanite の磁気特性

加藤千恵*、大野正夫、桑原義博（九大比文）、畠山唯達（岡山理大）、山田康洋（東京理大）、戸塚修平、島田和彦、石橋純一郎（九大理）、長瀬敏郎（東北大博物館）

Magnetic properties of isocubanite from seafloor hydrothermal deposits in the Okinawa Trough

Chie Kato*, Masao Ohno, Yoshihiro Kuwahara (Kyushu Univ.), Tadahiro Hatakeyama (Okayama Univ. Sci.), Yasuhiro Yamada (Tokyo Univ. Sci.), Shuhei Totsuka, Kazuhiko Shimada, Jun-ichiro Ishibashi (Kyushu Univ.), Toshiro Nagase (Tohoku Univ.)

Seafloor hydrothermal deposits often contain minerals exhibiting characteristic magnetism. Rock-magnetic measurements are promising technique to detect such minerals quickly. In this study we aim to describe the magnetic properties of isocubanite and elucidate the mechanism of its magnetic transition.

We conducted low-temperature magnetometry on samples collected from hydrothermal chimneys and drilled core sediments from Noho site and Hakurei site in the Okinawa Trough. Results show that either of the samples contain Cu-Fe-S mineral which undergoes a magnetic transition at near 100 K. This transition was most clearly observed in a fragment of the Noho site chimney which consists of isocubanite. Therefore, isocubanite should be responsible for the transition. In addition to these hydrothermal deposit samples, magnetic measurements were performed on isocubanite synthesized by heating a cubanite crystal (Henderson No.2 mine, Chibougaman, Quebec, Canada) at 310 °C in vacuum. Magnetic transition at near 100 K was also observed in this 'synthesized' isocubanite, but magnetization at low temperature was about fifty times as weak as the chimney sample.

To investigate the cause of such different magnetic behavior, we performed Mössbauer spectroscopy at 295, 225, 120 and 3 K. Results of the 'synthesized' isocubanite exhibit a broad spectrum at 225 and 120 K, suggesting that the iron atoms are disordered. The spectrum measured at 3 K showed three sets of sextet with broad peak widths, indicating that the 'synthesized' isocubanite suffered the effects of disorder even at 3 K. On the other hand, the Mössbauer spectra of the Noho site chimney sample can be separated into three signals which are consistent with those of chalcopyrite and two iron sites in the 'Cu_{1-x}Fe_{3+x}S₄' phase reported by Wintenberger et al. (1994). According to this result, the iron atoms should be ordered at all measured temperatures, and isocubanite might be broken down to chalcopyrite and 'Cu_{1-x}Fe_{3+x}S₄' phase in a submicroscopic scale. Following Wintenberger et al. (1994), the magnetic transition of the chimney sample might be a Verwey transition.

Keywords: isocubanite, low-temperature magnetometry, Mössbauer spectroscopy, seafloor hydrothermal deposits

*Corresponding author: c.kato@scs.kyushu-u.ac.jp

高温高压下で高酸化状態を保持するための試料容器

川崎智佑* (愛媛大学)

New capsule to maintain high-oxidation states at high-pressures and high-temperatures

Toshisuke Kawasaki (Ehime University)

高温高压実験で酸素分圧を制御するために Fig. 1 のような二重試料容器がよく使われている (e.g., Matjuschkin et al 2015). ところが, 外部容器内では比較的粗粒な結晶が晶出するが,

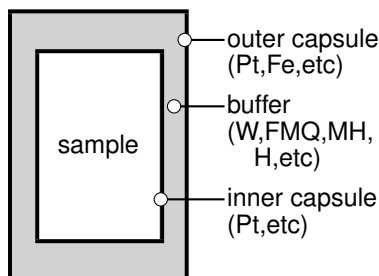


Fig. 1. Double capsule (schematic diagram).

内部容器では結晶成長が悪く, WDS 分析可能な粒径の結晶を得る事が困難である. Fig. 2 は赤鉄鉱を緩衝材として外部容器に封じ,

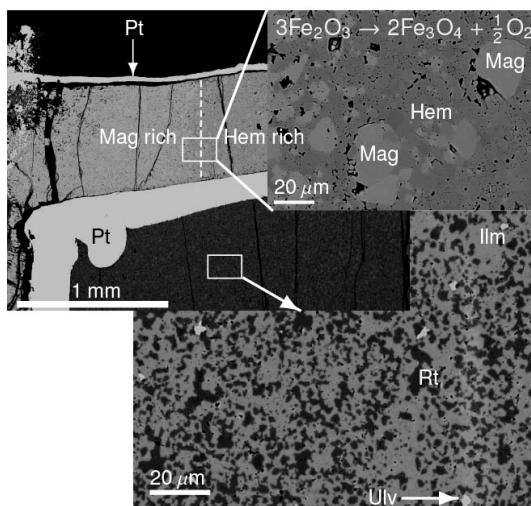


Fig. 2. Pt-Hematite-Pt double capsule.

は, 比較的粗粒な赤鉄鉱が再結晶したが, 内部容器内では, 微細なルチル Rt, ウルボスピネル Ulv, チタン鉄鉱 Ilm が晶出した.

このような二重容器を用いると, 試料と内部容器の Pt とが反応し, 鉄酸化物 → 金属鉄 + 酸素の反応により試料中の Fe 成分の一部は内部容器の Pt に固溶し試料部分の酸素分圧が上昇する. 同時に試料の Fe 量は減少し, 試料の総化学組成が変化する. この様な問題を解決するために鉄酸化物 (Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeO) の試料容器を試作した. Fig. 3 は赤鉄鉱の試料容器である.

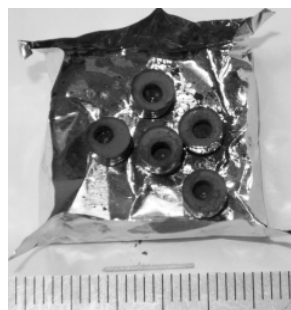


Fig. 3. Hematite capsules.

Fig. 4 に赤鉄鉱容器を用いた高温高压実験での試料周りの組み立て部品を示した.

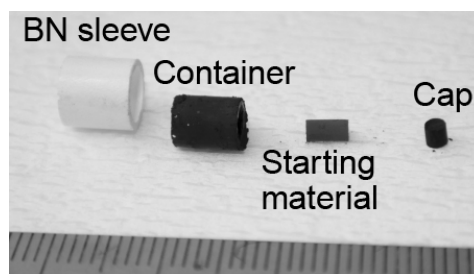


Fig. 4. Assembly around sample.

学会では鉄酸化物の試料容器を用いた高温高压実験の結果について公表する予定である.

References

Matjuschkin et al 2015 Contrib Mineral Petrol 169 9

Keywords: iron oxide capsule, oxygen pressure, high-pressure and high-temperature experiment

*Corresponding author: toshkawa_kuma@yahoo.co.jp

北海道羽幌地域の上部白亜系上部蝦夷層群中に見られる

海緑石

門谷明弘*・大藤弘明・楠橋 直・岡本 隆（愛媛大）

Glaucinite from the Upper Cretaceous Upper Yezo Group
in Haboro area, Hokkaido, northern JapanAkihiro MONTANI*, Hiroaki OHFUJI, Nao KUSUHASHI,
and Takashi OKAMOTO (Ehime Univ.)

海緑石は緑色の雲母族の粘土鉱物で、堆積速度の遅い浅海で主に形成されると考えられている。自生の海緑石密集層はコンデンス・セクションを認める 1 つの指標となるなど、層序学的に有用である。

北海道中軸帯に分布する上部白亜系上部蝦夷層群中には、各地で“海緑石”が報告されている。しかしながら、これらの“海緑石”についてはいくつかの鏡下観察がおこなわれたのみで、ほとんどすべての記載が野外での観察だけにとどまっている。そのため、それらの“海緑石”が鉱物学的に海緑石であるかどうかは十分に検討されていないのが現状である。海緑石を層序学的に利用するためには、まずそれが本当に海緑石かどうかを確認する必要がある。そこで本研究では、羽幌地域の上部蝦夷層群において同一層準に広く分布する“含海緑石砂岩層”中の緑色粒子について、その産状観察と鉱物学的分析をおこない、緑色粒子が鉱物学的に海緑石かどうかを検討した。

羽幌地域の上部蝦夷層群は下位から下部羽幌川層 (Ua, Ub-c, Ud-c, Uf), 上部羽幌川層 (Ug, Uh), 流矢層 (Ui-j, Uk) からなる (岡本ほか, 2003)。そのうち、上部羽幌川層を構成する岩相ユニットの 1 つである Uh の最上部には、“海緑石”と呼ばれる緑色鉱物を含む特徴的な砂岩層が発達し、本地域においての良好な鍵層とされている (岡本ほか, 2003)。

本研究では、Uh 最上部の緑色砂岩層を中心に、Uh 上部の石灰質ノジュール、Uh の上位に重なる Ui-j 最下部の緑色砂岩、さらに Ub 中の緑色砂岩などを試料として採取した。試料に含まれる緑色粒子の同定には、肉眼観察、偏光顕微鏡観察、および電界放射型走査型電子顕微鏡観察と、顕微ラマン分光装置、および走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分光器による分析をおこなった。その結果、いずれの試料中にも、海緑石が含まれていることがわかった。

Keywords: Upper Cretaceous, glauconite, Haboro area, Upper Yezo Group

*Corresponding author: montray9900@gmail.com

インド Aravalli-Delhi 造山帯に露出する シュードタキライトの微細組織とその形成過程

岡崎淳哉* (広島大), 安東淳一 (広島大), Das Kaushik (広島大),
富岡尚敬 (JAMSTEC), 兒玉優 (マリン・ワーク・ジャパン)

Microstructure and formation process of pseudotachylyte exposed in Aravalli-Delhi orogenic belt, India

Jun-ya Okazaki* (Hiroshima University), Jun-ichi Ando (Hiroshima University), Kaushik Das
(Hiroshima University), Naotaka Tomioka (JAMSTEC), Yu Kodama (Marine Works Japan)

＜はじめに＞ シュードタキライトは非顕晶質で黒色の岩石であり、断層の高速すべり運動に起因する摩擦溶融によって形成される。従って、シュードタキライトは過去の地震活動の情報を保持する重要な岩石である。シュードタキライトは主に、地殻浅部における岩石の変形挙動が脆性的な領域で発生することが知られているが、地殻深部領域でのマイロナイト（塑性変形領域）に関連して形成されているものも世界各地で報告されている。本研究では、インドの Aravalli-Delhi 造山帯に露出する塑性変形を受けた片麻岩中に認められるシュードタキライトを対象に、微細組織から塑性変形領域でのシュードタキライトの形成過程を明らかにし、塑性変形領域での断層運動の発達を明らかにすることを目的とする。

＜手法＞ これまでの所、シュードタキライトと母岩の露頭観察、偏光顕微鏡、走査型電子顕微鏡 (SEM)、透過型電子顕微鏡 (TEM) による微細組織観察、EPMA、TEM-EDS による構成鉱物の化学組成分析を行った。

＜結果と考察＞ 露頭観察では、母岩の面構造に対して、“平行な脈”と“大きく斜交す

る脈”の2種類の系統的なシュードタキライトを確認した。“平行な脈”は、母岩の面・線構造と同じ応力場、すなわち塑性変形領域で形成されたと考えられる。一方、“大きく斜交する脈”は母岩の上昇過程に脆性領域において形成されたと考えられる。

微細組織観察から、シュードタキライトは破碎された岩片と細粒な基質から構成されており、摩擦溶融現象を強く示唆する円形の岩片や基質部の特徴的な構造が発達している。また基質部は多量の細粒（約 $0.5\mu\text{m}$ ）な結晶粒子で構成されており、非晶質物質はほとんど確認されなかった。

これらの観察結果から考えられるシュードタキライトの成因は以下である。1) 地震性断層運動によって母岩が断層面に沿って破壊される。2) 断層の高速すべりに起因する摩擦溶融により、細粒化した岩片や融点に低い鉱物が選択的に溶融しメルトを形成する。一方で、粗粒な岩片や高い融点を持つ鉱物は溶融せず残る。3) メルトが急冷され多量の細粒な粒子が晶出し、基質部を形成する。基質部の特徴的な構造はメルトの冷却過程で形成されたと考えられる。

Keywords: Pseudotachylyte, Fault activity, Frictional melting, Plastic deformation

*Corresponding author. E-mail: m181183@hiroshima-u.ac.jp

JAMS General Meeting, Award ceremony, Agreement on Academic Cooperation and Exchange between the Japan Association of Mineralogical Sciences and the Mongolian Economic Geological Society

JAMS General Meeting, Award ceremony, Agreement on Academic Cooperation and Exchange between the Japan Association of Mineralogical Sciences and the Mongolian Economic Geological Society

Sat. Sep 21, 2019 8:45 AM - 10:10 AM Lecture II (Lecture)

Lecture of Awardee (Dr. Takaaki Noguchi)

受賞題目：「原始太陽系における物質進化に関わる岩石鉱物学的研究」

Sat. Sep 21, 2019 10:15 AM - 10:45 AM Lecture II (Lecture)

受賞理由

野口高明会員は大学院時代より隕石の岩石学的研究に着手し、透過電子顕微鏡を使った鉱物学的な研究手法を習得した。さらに、世界に先駆けて地球外物質試料の超薄切片作成法の開発にも共同研究者とともに尽力した。その結果、薄片スケールの岩石鉱物学的特徴からナノメートルスケールの微細構造までの観察を一連のものとして取り扱う電子顕微鏡岩石学とも呼べる手法を使って研究を進めてきた。1990年代後半からは、こうして独自に確立した手法・技術を駆使し、電子顕微鏡を用いた宇宙塵の岩石学的研究を開始し、微小地球外物質の研究を牽引してきた。近年では、探査機「はやぶさ」の回収試料をはじめとする多くの地球外由来の試料の記載研究を推し進め、国際的に高い評価を得ている。また、自身で開発・改良した観察試料作成法を他大学の学生などへも教授するなど、電子顕微鏡を用いた隕石の岩石鉱物学的研究の普及と発展に大きく貢献している。以下に受賞対象となった研究の概要を記す。

1) 地表における彗星塵の発見

南極の表層雪中に宇宙塵が含まれていることを示した。そのような宇宙塵の中には、NASAが成層圏から回収した彗星塵と同様の物質が含まれていることを明らかにした。この発見は宇宙塵のサンプリング方法に大きな変革をもたらし、現在も国立極地研究所の南極観測プロジェクトとして宇宙塵研究を継続している。

2) 南極宇宙塵の鉱物学と有機物の研究

上記の彗星塵にはGEMSと呼ばれる特徴的な物質がある。この物質は大きさ数百ナノメートルの非晶質ケイ酸塩微粒子で、金属鉄、硫化鉄そして有機物を含む。このような宇宙塵から水質変成作用の組織を見出し、彗星に似た天体において氷が融解することによる水質変成作用の進行過程を提案し、共存する有機物の特徴を明らかにした。

3) イトカワ粒子の宇宙風化の研究

探査機「はやぶさ」によってイトカワから回収された微粒子試料の特徴について、透過電子顕微鏡で検討した。その結果、粒子の表面組織に太陽風による照射損傷組織があることを見出し、イトカワ試料に宇宙風化の痕跡が認められることを示した。

4) 炭素質コンドライト隕石の分類学的研究

CRコンドライトのコンドリュールの縁にシリカ鉱物を含む分別凝縮物の付着物を発見するなど、隕石の分類学上重要な成果を挙げている。また、世界中で読まれている隕石関係の書籍を分担執筆するなど、隕石分類学における貢献は大きい。

このように野口会員は、地球外に由来する貴重な研究試料を調べるために独自の手法開発や技術改良に取り組み、精力的な記載研究を通して多くの新知見を得てきた。また、多数の共同研究を通じて宇宙鉱物学分野の活性化や若手育成にも大きく貢献されている。以上から野口会員は日本鉱物科学会賞の候補者として相応しいと判断され、ここに推薦する。

主要論文

1. Noguchi, T., Yabuta, H., Itoh, S., Sakamoto, N., Mitsunari, T., Okubo, A., Okazaki, R., Nakamura, T., Tachibana, S., Terada, K., Ebihara, M., Imae, N., Kimura, M., Nagahara, H. (2017) Variation of mineralogy and organic matter during the early stages of aqueous activity recorded in Antarctic micrometeorites. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 208, 119-144. doi: 10.1016/j.gca.2017.03.034.
2. Yabuta, H., Noguchi, T., Itoh, S., Nakamura, T., Miyake, A., Tsujimoto, S., Ohashi, N., Sakamoto, N., Hashiguchi, M., Abe, K., Okubo, A., Kilcoyne, A. L. D., Tachibana, S., Okazaki, R., Terada, K., Ebihara, M., and Nagahara, H. (2017) Formation of an ultracarbonaceous Antarctic micrometeorite through minimum aqueous alteration in a small porous icy body. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 214, 172-190. doi: 10.1016/j.gca.2017.06.047.

3. Noguchi, T., Ohashi, N., Tsujimoto, S., Mitsunari, T., Bradley, J. P., Nakamura, T., Toh, S., Stephan, T., Iwata, N., and Imae, N. (2015) Cometary dust in Antarctic ice and snow: Past and present chondritic porous micrometeorites preserved on the Earth's surface. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 410, 1-11. doi: 10.1016/j.epsl.2014.11.012.
 4. Noguchi, T., Kimura, M., Hashimoto, T., Konno, M., Nakamura, T., Zolensky, M. E., Tsuchiyama, A., Matsumoto, T., Matsuno, J., Okazaki, R., Uesugi, M., Karouji, Y., Yada, T., Ishibashi, Y., Shirai, K., Abe, M., and Okada, T. (2014) Sylvite and halite on particles recovered from 25143 Itokawa: A preliminary report. *Meteoritics Planet. Sci.*, 49, 1305-1314. doi: 10.1111/maps.12333.
 5. Noguchi, T., Kimura, M., Hashimoto, T., Konno, M., Nakamura, T., Zolensky, M. E., Okazaki, R., Tanaka, M., Tsuchiyama, A., Nakato, A., Ogami, T., Ishida, H., Sagae, R., Tsujimoto, S., Matsumoto, T., Matsuno, J., Fujimura, A., Abe, M., Yada, T., Mukai, T., Ueno, M., Okada, T., Shirai, K., Ishibashi, Y. (2014) Space weathered rims found on the surfaces of the Itokawa dust particles. *Meteoritics Planet. Sci.*, 49: 185-214. DOI: 10.1111/maps.12111.
 6. Noguchi, T., Nakamura, T., Kimura, M., Zolensky, M. E., Tanaka, M., Hashimoto, T., Konno, M., Nakato, A., Ogami, T., Fujimura, A., Abe, M., Yada, T., Mukai, T., Ueno, M., Okada, T., Shirai, K., Ishibashi, Y., and Okazaki, R. (2011) Incipient space weathering observed on the surface of Itokawa dust particles. *Science*, 333, 1121-1125.
 7. Noguchi, T., Hirata, N., Demura, H., Nakamura, R., Miyamoto, H., Yano, H., Nakamura, T., Saito, J., Sasaki, S., Hashimoto, T., Kubota, T., Ishiguro, M., and Zolensky, M. E. (2010) Surface morphological features of boulders on asteroid 25143 Itokawa. *Icarus*, 206, 319-326.
 8. Noguchi, T., Nakamura, T., Misawa, K., Imae, N., T. Aoki, and S. Toh (2009) Laihunite and jarosite in the Yamato 00 nakhlites: alteration product on Mars? *J. Geophys. Res. Planets*, 114, E10004, doi: 10.1029/2009JE003364.
 9. Noguchi, T. (1995) Petrology and Mineralogy of the PCA 91082 (CR) chondrite and its comparison with the Yamato-793495 (CR) chondrite. *Proc. NIPR Symposium of Antarctic Meteorites*, 8, 33-62.
 10. Noguchi, T. (1993) Petrology and Mineralogy of CK chondrites: Implications for the metamorphism of the CK chondrite parent body. *Proc. NIPR Symposium of Antarctic Meteorites*, 6, 204-233.
-

Lecture of Awardee (Dr. Daisuke Yamazaki)

受賞題目：「構成物質のレオロジーに基づく核・マントルのダイナミクスの研究とそのための高圧実験技術開発」

Sat. Sep 21, 2019 10:45 AM - 11:15 AM Lecture II (Lecture)

受賞理由

山崎大輔会員は、超高圧発生装置を用いた実験的研究に基づき、主に高温高圧下における鉱物の塑性変形機構を明らかにし、マントルの流動特性の理解に大きく貢献する優れた研究成果を挙げてきた。これら一連の研究成果は、地球深部における物質の状態やダイナミクスを論じる上で重要な知見を与えるとして、国際的に高く評価されている。以下に受賞対象となった研究の概要を記す。

1) 超高圧発生技術開発

大きな地震波速度異常と異方性が観測されるマントル最下部の構成物質の流動則の解明は、全マントルダイナミクスを理解する上でも重要である。山崎会員は焼結ダイヤモンドを用いたマルチアンビル高圧発生実験の技術開発に長年尽力し、近年、マントル最下部に相当する120 GPaの高圧発生に世界で初めて成功した。この技術によって、マントル最下部に存在すると予想されるポストペロブスカイト (pPv) の実験的研究の幅が大きく広がる可能性が出てきた。また、下部マントル条件下で差応力を発生させる高圧装置の開発にも成功し、下部マントル条件での変形実験を可能にした。

2) 二相構成物の流動則

マントル遷移層の主要構成鉱物であるリングウッドイト (Rw) は、下部マントル条件においてはブリッジマナイト (Brg) とフェロペリクレス (fPc) に分解相転移する。これら二相構成物における各結晶相の粒成長速度を測定し、地質学的時間スケールでは、Brg-fPc界面での拡散クリープによって下部マントルが流動することを明らかにした。さらに、沈み込む低温のスラブにおいては、少量存在するfPcが岩石全体の流動を支配する可能性が高いことも指摘した。

3) 鉄高圧相のレオロジー

地球の内核は六方晶鉄で構成されたと考えられているが、東西半球で六方晶鉄の結晶粒径に大きな差があることが地震学的研究から示唆されている。山崎会員は自ら技術開発を重ねた焼結ダイヤモンドを用いたマルチアンビル高圧実験によって六方晶鉄の粒成長速度を測定し、内核東西での結晶粒径差が西から東への流動モデルでは説明できないことを明らかにし、内核の進化を議論する上での重要な知見を与えた。

4) その他の下部マントルに関する研究

下部マントルの主要構成相であるBrg中のSi拡散係数を測定し、流動則とその温度・圧力・含水量依存性を決定した。また、Brgの変形実験を行い、沈み込んだスラブの流動特性が地震学的観測から予想されるモデルに矛盾しないことを突き止めた。さらに、RwとBrgの転位回復実験によって、マントル遷移層が水に飽和していることも明らかにしている。一方、マントル最下部に存在すると予想されるpPvにおいても、アナログ物質を使った変形実験を実施し、D”層の地震波異方性のメカニズムについて詳しく説明している。

このように、山崎会員は独自の創意工夫と粘り強い努力によって高圧実験技術を格段に進歩・発展させ、その技術開発を通してマルチアンビル実験では未踏であった圧力領域へのアクセスを可能とした。そして特に下部マントルのレオロジー研究において他の研究者が得たくても得られなかった多くの優れた実験結果を出版し、地球内部の構造と進化、ダイナミクスの理解に多大な貢献を果たしている。よって山崎会員は日本鉱物科学会賞の候補者として相応しいと判断され、ここに推薦する。

主要論文

1. Yamazaki, D., Ito, E., Yoshino, T., Tsujino, N., Yoneda, A., Gomi, H., Vazhakuttiyakam, V., Sakurai, M., Zhang, Y., Higo, Y., Tange, T. (2019 in press) High-pressure generation in the Kawai-type multianvil apparatus equipped with tungsten-carbide anvils and sintered-diamond anvils, and X-ray observation on CaSnO₃ and (Mg,Fe)SiO₃. *Comptes Rendus Geoscience*.
2. Fei, H., Yamazaki, D., Sakurai, M., Miyajima, N., Ohfuji, H., Katsura, T., Yamamoto, T. (2017) A nearly water-saturated mantle transition zone inferred from mineral viscosity. *Science Advances*, 3, e1603024.

3. Yamazaki, D., Tsujino, N., Yoenda, A., Ito, E., Yoshino, T., Tange, Y., Higo, Y. (2017) Grain growth of ϵ -iron: Implications to grain size and its evolution in the Earth's inner core. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 459, 238-243.
 4. Tsujino, N., Nishihara, Y., Yamazaki, D., Seto, Y., Higo, Y., Takahashi, E. (2016) Mantle dynamics inferred from the crystallographic orientation of bridgmanite. *Nature*, 539, 81-84.
 5. Yamazaki, D., Yoshino, T., Nakakuki, T. (2014) Interconnection of ferro-periclase controls subducted slab morphology at the top of the lower mantle. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 403, 352-357.
 6. Yamazaki, D., Ito, E., Yoshino, T., Tsujino, N., Yoneda, A., Guo, X., Xu, F., Higo, Y., Funakoshi, K. (2014) Over 1 Mbar generation in the Kawai-type multianvil apparatus and its application to compression of (Mg_{0.92}Fe_{0.08})SiO₃ perovskite and stishovite. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 228, 262-267.
 7. Yamazaki, D., Yoshino, T., Ohfuji, H., Ando, J., Yoneda, A. (2006) Origin of seismic anisotropy in the D" layer inferred from shear deformation experiments on post-perovskite phase. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 252, 372-378.
 8. Yamazaki, D., Karato, S. (2001) Some mineral physics constraints on the rheology and geothermal structure of Earth's lower mantle. *Am. Mineral.*, 86, 385-391.
 9. Yamazaki, D., Kato, T., Yurimoto, H., Ohtani, E., Toriumi, M. (2000) Silicon self-diffusion in MgSiO₃ perovskite at 25 GPa. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 119, 299-309.
 10. Yamazaki, D., Kato, T., Ohtani, E., Toriumi, M. (1996) Grain growth rates of MgSiO₃ perovskite and periclase under lower mantle conditions. *Science*, 274, 2052-2054.
-

Lecture of Awardee (Dr. Shunpei Yoshimura)

研究対象：「火山噴火現象の実験的・理論的研究」

Sat. Sep 21, 2019 11:20 AM - 11:40 AM Lecture II (Lecture)

受賞理由：

吉村俊平会員は、火山の噴火現象に関わる様々なプロセスを対象に、主に実験的・理論的手法に基づいた研究を進め、数多くの顕著な研究成果を挙げてきた。例えば、マグマの開放系脱ガスについての研究では、流紋岩ガラスを加熱発泡させる実験を行い、発泡したマグマ中ではマグマの脱水と気泡の溶解が組み合わされた拡散脱ガスが進行すること、そしてマグマ中に形成される開放的クラックの周囲では気泡を含まないメルト層が形成されることを見出した。この結果に基づき、成因（特に気泡を含まない特徴）が未解明であった黒曜石について、拡散脱ガスがその形成に重要な役割を果たしていた可能性を提示した。

さらにマグマの脆性破壊面における焼結メカニズムの解明にも貢献した。この研究では、接触並置した含水流紋岩質ガラスを加熱する実験を行い、焼結過程を温度の関数として定式化した。その結果、焼結時間は火山性地震の周期にほぼ一致することを示し、火山性地震がマグマの破壊・焼結の繰り返しで生じているとの仮説を裏付けた。

また、近年多くの火山で観測されている、マグマとCO₂流体との相互作用の詳細な過程を調べるための実験的・理論的研究を進めた。この研究では、水熱合成装置を用いてCO₂流体とメルトの化学的相互作用を再現する実験を行い、水に富むメルトにCO₂に富む流体が接触するとメルトが脱水して流体の体積分率が急上昇する現象を見出した。このことから、CO₂に富む少量の流体が水に富むマグマ溜りに導入されることでマグマの密度が劇的に低下し、噴火が引き起こされる可能性が示された。また、マグマ供給系におけるCO₂流体の輸送モデルを構築し、火山噴出物の分析に基づいて火山からのCO₂放出量を定量化する新しい方法を提案した。

最近では、爆発的噴火から非爆発的噴火への遷移プロセスを明らかにするために、メルト中の拡散が適度に遅い塩素に着目し、新島の流紋岩試料を対象に塩素濃度分布を詳しく解析した。その結果、発泡したマグマが流動する際に気泡同士が連結して長い通路を作り、そしてガスの移動後に通路が潰れて気泡を含まないマグマに変化するという過程が繰り返し起きていた痕跡が見出された。この発見により、実験的に提案されていた、気泡同士の合体で形成された通路が脱ガスに重要な役割を果たし、上昇中のマグマの爆発性が次第に失われていく、という概念が実証された。

吉村会員の研究は全て、火山噴火の諸現象の解明における着眼点の独創性、創意工夫に満ちた実験装置や実験システムの構築、そして天然試料や実験試料に対する卓越した洞察力でもって成し遂げられてものであり、これらの研究が当該分野へ与えたインパクト、貢献ともに非常に大きく、日本鉱物科学会研究奨励賞受賞者として相応しいと考え、ここに推薦する。

1. Yoshimura, S., Kuritani, T., Matsumoto, A., Nakagawa, M. (2019) Fingerprint of silicic magma degassing visualised through chlorine microscopy. *Scientific Reports* 9, 786, doi:10.1038/s41598-018-37374-0
2. Yoshimura, S. (2018) Chlorine diffusion in rhyolite under low-H₂O conditions. *Chemical Geology* 483, 619-630.
3. Yoshimura, S., Nakamura, M. (2013) Flux of volcanic CO₂ emission estimated from melt inclusions and fluid transport modelling. *Earth and Planetary Science Letters* 361 497-503.

Lecture of Awardee (Dr. Ayako Shinozaki)

研究対象：「地球深部・氷天体深部での炭素、水素、窒素関連物質の振る舞いの解明」

Sat. Sep 21, 2019 11:40 AM - 12:00 PM Lecture II (Lecture)

受賞理由：

篠崎彩子会員は、鉱物物理化学を基軸として、有機地球化学と物理化学に広がる学際的なアプローチから、地球深部・氷天体深部での炭素、水素、窒素などの軽元素関連物質の振る舞いの解明に向けて重要な研究成果を挙げた。

同会員は地球深部における代表的な還元的流体の候補である水素、メタンに着目し、これらの流体がマントル主要構成鉱物である珪酸塩鉱物の結晶構造や相関係に与える影響を、レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルを用いた高温高压実験および放射光X線回折、ラマン・赤外吸収スペクトル測定、回収試料の電子顕微鏡観察などの複数の手法を駆使して明らかにしてきた。例えば、上部マントルに相当する温度圧力下で、カンラン石や輝石のSiO₂成分と水素流体が反応しSiH₄, H₂Oが生成する、つまり珪酸塩鉱物中のSiO₂成分が選択的に水素流体中に溶けることを明らかにした。類似の現象が窒素流体とかんらん石との高温高压下での反応においても見いだされている。これらの結果は、還元的な深部マントルでは、流体と鉱物間の元素分配が従来考えられてきたよりもはるかに複雑であることを示唆する重要な成果である。

また、地球、氷天体深部環境や隕石中で水素や炭素などのリザーバーとなりえる有機物について、その有機物の室温高压、高温高压下での安定性や化学反応を高圧実験や有機質量分析などを駆使して明らかにしてきた。例えば、ベンゼンやナフタレンなどの芳香族化合物が13-15GPa以上で圧力誘起重合反応を起こし、様々な構造を持つ二量体、三量体が生成することを明らかにした。同会員が明らかにした氷天体内部を模擬した室温静水圧下での化学反応は、大規模な脱水素反応を伴わない。この結果は、これまで惑星表面での衝突現象を模擬するために行われてきた衝撃実験の結果とは大きく異なる。これら以外にも、篠崎会員はアミノ酸が高压下で脱水縮合してペプチド化することや、中性子回折実験を利用することで高压下でのアミノ酸の水素結合相互作用などを明らかにしてきた。

以上のように、篠崎会員は地球、氷天体内部に存在する軽元素とその振る舞いについて、先端的な実験、分析手法を用いた独創的な研究を進め、重要な成果を得てきた。また、その成果の中には新しい研究分野の開拓へつなげる可能性のある興味深い成果も含まれており、今後の鉱物科学分野において一層の活躍が期待される。よって、篠崎彩子会員を日本鉱物科学会研究奨励賞受賞者として相応しいと考え、ここに推薦する。

主要論文

1. A. Shinozaki, H. Hirai, H. Ohfuji, T. Okada, S. Machida, T. Yagi, Influence of H₂ fluid on the stability and dissolution of Mg₂SiO₄ forsterite under high pressure and high temperature, *American Mineralogist*, 98, 1604-1609 (2013)
2. A. Shinozaki, K. Mimura, H. Kagi, K. Komatsu, N. Noguchi, H. Gotou, Pressure-induced oligomerization of benzene at room temperature as a precursory reaction of amorphization. *The Journal of Chemical Physics*, 141, 084306 1-7 (2014)
3. A. Shinozaki, H. Kagi, H. Hirai, H. Ohfuji, T. Okada, S. Nakano, T. Yagi, Preferential dissolution of SiO₂ from enstatite to H₂ fluid under high pressure and temperature, *Physics and Chemistry of Minerals*, 43, 277-285 (2016)

1st Board Meeting

一般社団法人日本鉱物科学会第1回定例理事会

Sat. Sep 21, 2019 4:30 PM - 6:00 PM A-117 (East zone 1)

Banquet

懇親会

伊都キャンパスに移転を完了した九州大学の中でも竣工間もないイーストゾーンの食堂で懇親会を催します。高台に位置する明るく開放的な、時には夕焼けの綺麗な会場で、福岡や九州を名産とする食事とお酒を楽しみながら、夕刻まで続けた鉱物学・岩石学・鉱床学の議論を続けてみませんか？

Sat. Sep 21, 2019 6:10 PM - 8:00 PM イーストゾーン (ビッグスカイ)
