Mon. Sep 6, 2021

poster

Poster | T5. [Topic Session] Culture geology

[3poster01-02] T5. [Topic Session] Culture geology

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[T5-P-1] Geology and water quality characteristics of Sake-prepared water

*Ken-ichiro Hisada[1], Shiho YABUSAKI[2], Yukihiko KARATA[3] (1. Bunkyo Univ., 2. Research Institute for Humanity and Nature, 3. Dank Co., Ltd.)

4:00 PM - 6:30 PM

[T5-P-2] Minakata Kumagusu's collection of mineral and fossil specimens

*Takashi Ishibashi[1], Tomoko Doei[2] (1. Masutomi Mus. Geosci. / Minakata K. Mus. / Osaka Univ. / Intl. Res. Ctr. for Japanese Studies, 2. Minakata Kumagusu Archices)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R1 [Regular Session]Plutonic rocks, volcanic rocks and magmatic processes

[3poster03-09] R1 [Regular Session]Plutonic rocks, volcanic rocks and magmatic processes

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R1-P-1] (entry) Contact metamorphic aureoles as a marker of plutons associated with major eruption histories

*Ken Yamaoka[1], Simon Richard Wallis[1], Akira Miyake[2], Catherine Annen[3] (1. The University of Tokyo, 2. Aichi University of Education, 3. Czech Academy of Sciences)

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-2] (entry) Intrusive relation of I type and II type Granite of East-South area of Okayama Prefecture
-Example of Hoden coast outcrop-

*Yuka Enomaru[2], Yousuke noumi[1], Yuta Tsuchiya[1] (1. Okayama University of Science, 2. Okayama University of Science Graduate School)

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-3] Characteristics of granitoids from the Itoshima Peninsula, western part of Fukuoka Prefecture

*Yayoi MURAOKA[1] (1. AIST)

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-4] Igneous activity of the Daito granodiorite in the Un-nan area, San' in zone, Southwest Japan

Masashi Noguchi[1], *Atsushi Kamei[2], Hiromi Suzuki[3], Natsuko Kobayashi[4] (1. Oriental Consultants Co., Ltd., 2. Shimane University, 3. Noguchi Ophthalmology/Internal Medicine/Cardiovascular Medicine, 4. OYO Corporation Co., Ltd.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-5] Homogenization experiments on zircon melt inclusions in plutonic rocks

*Satoshi Saito[1], Yuka TANIWAKI[2], Kazuya SHIMOOKA[1] (1. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ehime University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-6] Petrological characteristics of Pliocene to Pleistocene volcanic rocks in the Itoigawa area, eastern part of Niigata Prefecture, Japan

Takumi Takizawa[2], Naoki Takahashi[1], *Toshiro Takahashi[1] (1. Niigata Univ., 2. Ogata J.H.S.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-7] (entry) Petrography of High-magnesian andesite and Bronzite andesite in Choshi area, Japan

*Akitaka Shibano[1], Toshiro Takahashi[1], Jun'ichi Ohki[2], Naoya Iwamoto[3] (1. Niigata University, 2. Natural History Museum and Institute, Chiba, 3. Choshi Geopark Promotion Council)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R2 [Regular Session]Petrology, mineralogy and economic geology

[3poster10-14] R2 [Regular Session]Petrology, mineralogy and economic geology

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R2-P-7] Mode of occurrence and chemical compositions of end-member kosmochlor from the Yamanobo outcrop in the Renge belt, central Japan

*Akira Takasu[1], Yasumitsu Suzuki[2], Yoshiya Ohki[3], Takahiko Ogawara[4], Shizue Seto (Sakamoto) (1. Shimane University, 2. Masutomi Museum of Geoscience, 3. Nippon Chigaku Kenkyu-kai, 4. Fossa Magna Museum)

4:00 PM - 6:30 PM

[R2-P-8] Petrology and intrusion age of alkali basalt dikes from the Toon City, Ehime Prefecture

Rika Shimada[1], *Shunsuke Endo[1] (1. Shimane

University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R2-P-9] Multiphase "former supercritical" fluid inclusion originated from the high-temperature pre-Sanbagawa metamorphism

*Kenta Yoshida[1], Atsushi Okamoto[2], Yasuhiro Niwa[3], Masao Kimura[3], Ryosuke Oyanagi[4], Hikaru Sawada[1], Sota Niki[5], Kazuki Yoshida[2] (1. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology, 2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 3. Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 4. Kokushikan University, 5. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo)

4:00 PM - 6:30 PM

[R2-P-10] (entry) Protolith of metamorphosed mafic rocks in Kanzaki area, Saga prefecture, north Kyushu, Southwest Japan.

*Yusaku Tanaka[1], Masaaki Owada[1] (1. Yamaguchi University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R2-P-11] Kinetics of net-transfer reactions involving solid solutions

*Tatsu Kuwatani[1], Mitsuhiro Toriumi[1] (1. JAMSTEC)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R4 [Regular Session]Metamorphic rocks and tectonics

[3poster15-23] R4 [Regular Session]Metamorphic rocks and tectonics

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R4-P-10] (entry) Petrogenesis of lawsonite-bearing calcsilicate schist from the Sanbagawa belt in the Namekawa area, Ehime Prefecture, Japan

*Nachi Kurihara[1], Shunsuke Endo[1] (1. Shimane University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-11] (entry) Geological structure of the Sanbagawa metamorphic rocks in the Sakuragi bend of the Median Tectonic Line

*Umito Saki[1], Shunsuke Endo[1] (1. Shimane University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-12] Zircon U– Pb ages of pelitic gneiss and granite from a small outcrop in Kashinomure area in the north of Aso caldera, central Kyushu

*Ippei Kitano[1,2], Yasuhito Osanai[2], Keigo Kitamura[2], Nobuhiko Nakano[2] (1. Tochigi Prefectural Museum, 2. Kyushu University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-13] U-Pb zircon age of Grt-Bt gneiss in Akebono Rock, Prince Olav Coast, East Antarctica

*Sotaro Baba[1], Kenji Horie[2], Tomokazu Hokada[2], Mami Takehara[2], Atsushi Kamei[3], Ippei Kitano[4], Yoichi Motoyoshi[2] (1. University of the Ryukyus, 2. National Institute of Polar Research, 3. Shimane University, 4. Tochigi Prefectural Museum)

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-14] Decompressional texture in pelitic metamorphic rock from Tenmondai Rock, Lü tzow– Holm Complex, East Antarctica

*Toshiaki Shimura[1], Yuki Harada[1,2], Geoffrey Fraser[3], Noriyoshi Tsuchiya[4] (1. Yamaguchi University, 2. i-SHOT Inc., 3. Geoscience Australia, 4. Tohoku University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-15] An attempt to estimate pressure-temperature of Akarui Point, Lü tzow-Holm Complex, East Antarctica

*Takeshi Ikeda[1], Hayato Yodoya[1,2] (1. Kyushu University, 2. Nittetsu Mining Co., Ltd.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-16] Two-stage fluid infiltration during retrograde metamorphism: an example from Perlebandet, Sø r Rondane Mountains, East Antarctica

*Fumiko Higashino[1], Tetsuo Kawakami[1], Tatsuro Adachi[2], Masaoki Uno[3] (1. Kyoto University, 2. Kyushu University, 3. Tohoku University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-17] Gap of the metamorphic condition recognized at Menipa area, Sø r Rondane Mountains, East Antarctica.

*Tatsuro ADACHI[1], Tetsuo KAWAKAMI[2], Fumiko HIGASHINO[2], Masaoki UNO[3] (1. Kyushu University, 2. Kyoto University, 3. Tohoku University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-18] The thermal structure and brittle-ductile transition depth in the Japanese islands

*Masahiro Ishikawa[1] (1. Yokohama National University)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R5 [Regular Session]Regional geology and stratigraphy, chronostratigraphy

[3poster24-33] R5 [Regular Session]Regional geology and stratigraphy, chronostratigraphy

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R5-P-9] Correlation between tuffaceous sandstones of the Morozaki Group and pumiceous lapilli tuff of the Mizunami Group

*Kuniyuki Furukawa[1], Kenichiro Tani[2], Tatsuo Kanamaru[3], Hiroyuki Hoshi[4] (1. Aichi University, 2. National Museum of Nature and Science, 3. Nihon University, 4. Aichi University of Education)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-10] Provenance of the Plio-Pleistocene Nakatsu Group in the central part of Kanagawa Prefecture, central Japan

*Kiyokazu Kawajiri[1], Kenji Kashiwagi[2] (1. Sagamihara City Museum, 2. Faculty of Science, University of Toyama)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-11] Correlation of Miocene igneous rocks in the Kii Peninsula, Japan

*Takaharu Sato[1] (1. Osaka Museum of Natural History)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-12] (entry) Geology along the Hirayama Fault in Yagurasawa area, Minamiashigara City, Kanagawa Prefecture

*Shin'ichiro Narazaki[1], Hiroki Hayashi[1], Kei Odawara[2] (1. Shimane Univ., 2. HSRI, Kanagawa Pref.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-13] (entry) Relationship between two deferent source delta systems and glacio eustatic changes in the Pleistocene Uonuma Group, Niigata sedimentary basin, Central Japan

*Natsumi KASAI[1], Koichi HOYANAGI[1] (1. Shinshu Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-14] (entry) A stress transition in the forearc basin accompanying the change in the subduction direction: example of the upper Miocene to lower Pliocene Sagara Group, central Japan

*Noriaki Abe[1], Katsushi Sato[1] (1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-15] (entry) Stratigraphy and depositional systems of the Neogene strata on the western limb of Takafu Syncline, in the Northern Fossa Magna region: Reconsideration of the stratigraphic relationship between the Ogawa and Shigarami Formations.

*Kodai Kondo[1], Koichi Hoyanagi[1] (1. Shinshu University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-16] Lower Pleistocene age model and calcareous nannofossil biohorizons for the Northwestern Pacific region based on detailed chronostratigraphic analysis in the Kazusa Group, Boso Peninsula, Japan

*Koji Kameo[1], Daisuke Kuwano[2], Soki Hirota[2], Shota Sugizaki[3], Kanako Mantoku[4], Yoshimi Kubota[5] (1. Department of Earth Sciences, Chiba University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 3. Japan Petroleum Exploration Co. Ltd., 4. National Institute of Environmental Studies, 5. National Museum of Nature and Science)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-17] Stratigraphy and age of Goto Islands, Nagasaki Prefecture

*Yuta Ikebata[1], Shoichi Kiyokawa[2], Yukiyasu Tsutsumi[3], Kenji Horie[4], Mami Takehara[4] (1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of sciences, Kyushu University, 3. National Museum of Nature and science, 4. National Institute of Polar Research)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-18] (entry) Chemical weathering and source evolution of Lake Suwa sediments since the last glacial period, based on the chemical composition of the sediments.

*Ritsuho Kawano[1], Nozomi Hatano[2], Kohki Yoshida[1] (1. Shinshu University Graduate School of Science and technology, 2. Nagano Environmental Conservation Research Institute)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R8 [Regular Session]Marine geology

[3poster34-38] R8 [Regular Session]Marine geology

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R8-P-1] (entry) Middle Pleistocene sea surface environment based on the analysis of planktonic foraminifera from the Choshi core in the Choshi area, central Japan.

*Yuma OURA[1], Hiroki HAYASHI[2], Kouzi KAMEO[3] （1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering , 2. Shimane University Academic Assembly, 3. Chiba University Faculty of Science）

4:00 PM - 6:30 PM

[R8-P-2] (entry) Early Pleistocene sea surface environments around the Boso Peninsula based on calcareous nannofossil biostratigraphy in the Otadai and Umegase Formations of the Kazusa Group

*Souki HIROTA[1], Koji KAMEO[2], Daisuke KUWANO[1] （1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering, 2. Chiba University Graduate School of Science）

4:00 PM - 6:30 PM

[R8-P-3] Sedimentation and deformation structure in the near-seafloor of the Sagami Bay plate boundary area

*Juichiro Ashi[1], Ayanori Misawa[2], Ken Ikehara[2], Toshiya Kanamatsu[3], Makoto Yamano[1] （1. UTokyo, 2. AIST, 3. JAMSTEC）

4:00 PM - 6:30 PM

[R8-P-4] (entry) Bottom sediment distribution of southwest-off Tokara Islands

*Yoshiaki Suzuki[1], Takuya Itaki[1], Hajime Katayama[1], Naotomo Kaneko[1], Hirokazu Yamamoto[1], Osamu Ishizuka[1], Mutsumi Iizuka[1,2], Eri Ikeuchi[1,3], Kazuma Oikawa[4], Taiga Nakano[5] （1. AIST, 2. Hokkaido University, 3. University of Miyazaki, 4. Tohoku University, 5. Yamaguchi University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R8-P-5] Submarine geological structure of northern offshore Oshima-Oshima volcano, Hokkaido, estimated from acoustic survey

Jun Arimoto[1], *Seishiro Furuyama[2], Mayu Ogawa[2,3], Hiroaki Koge[1], Osamu Ishizuka[1,4], Ayanori Misawa[1], KH20-7 Exp. Scientists （1. AIST, 2. Tokyo Univ. of Marine Science and Technology, 3. Kyoto Univ., 4. JAMSTEC）

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R13 [Regular Session]Subduction zones and on-land accretionary complexes

[3poster39-46] R13 [Regular Session]Subduction zones and on-land accretionary complexes

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R13-P-1] (entry) Post-Seismic Permeability in Damage Zones Estimated from on-Land Analog of Out-of-Sequence Thrust, Subduction Zone

*Hinako Hosono[1,2], Takato Takemura[1], Daisuke Asahina[2], Makoto Otsubo[2] （1. Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University , 2. Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology）

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-2] (entry) Roughness analysis on a subduction plate interface in Nankai Trough

*wataru Fukubeppu[1], Yoshitaka Hashimoto[1] （1. Kochi University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-3] (entry) Rupture propagation of Roof Thrust and Out-of-Sequence Thrust of subduction zone : The Minami Awa Fault and Mizoochi Fault, The Mugi area in the Shimanto Belt

*Yu Sogawa[1], Arito Sakaguchi[1] （1. Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-4] Deformation and stress cycle during frontal thrust formation of sandbox Coulomb wedges

*Satoshi TONAI[1], Kei KAWAKAMI[2], Takami TACHIBANA[1], Yasuhiro YAMADA[3] （1. Kochi University, 2. Career planning, 3. Kyushu University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-5] Characteristic strain distribution around a fault on shallow portion

*arito Sakaguchi[1], Kanna Yoshimatsu[2] （1. Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University,, 2. NEC Aerospace Systems,Ltd.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-6] (entry) Paleo-stress analysis on a fault zone related to underplating: Mugi melange in the Northnern Shimanto Belt

*Takahiro Hosokawa[1], Yoshitaka Hashimoto[1] （1. Kochi University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-7] (entry) Paleo-stress analysis on deformation structures from log resistivity images to constrain depth distributions of slip and dilation tendencies and stress magnitude in Hikurangi margin, New Zealand

*Yuka Senoo[1], Yoshitaka Hashimoto[1] (1. Kochi Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-8] High density 2D seismic profiling in the Nankai trough off eastern Shikoku and Cape Muroto

*Yasuyuki Nakamura[1], Shuichi Kodaira[1], Gou Fujie[1], Kazuya Shiraishi[1], Yuka Kaiho[1], Gaku Kimura[1] (1. JAMSTEC)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R14 [Regular Session]Tectonics

[3poster47-56] R14 [Regular Session]Tectonics

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R14-P-1] Crustal rotation in the Takato-Moriya area (Nagano Prefecture) associated with arc-arc collision in central Japan

*Hiroyuki HOSHI[1], Tetsuo MIWA[2], Yuichi SUGISAKI[2], Kenta TSUTSUMIDA[2], Hideki IWANO[3], Tohru DANHARA[3] (1. Aichi University of Education, 2. Graduate, Aichi University of Education, 3. Kyoto Fission-Track Co., Ltd)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-2] (entry) Reconsideration of the age and provenance of the Momonoki subgroup in the Koma Mountains: for geological constraints on the initiation age of Izu-Bonin arc collision

*Takashi Hakomori[1], Kenichiro Tani[2], Junichiro Kuroda[1], Asuka Yamaguchi[1] (1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. National Museum of Nature and Science)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-3] Study of Kaminada phase based on geological structure of the Median Tectonic Line, Futami town of Iyo city, Ehime Prefecture, Japan.

*Yasu'uchi Kubota[1], Toru Takeshita[2] (1. OYO Corporation, 2. Hokkaido University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-4] (entry) Late Permian tectonic switch in Maizuru terrane: Evidence from U-Pb detrital zircon geochronology from Tonoshiki Formation

*Larissa NGOMBI MAVOUNGOU[1], Kaushik DAS[1,2], Yasutaka HAYASAKA[1,2], Kenta KAWAGUCHI[3] (1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 2. Hiroshima Institute of Plate Convergence Region Research, Hiroshima, 3. Department of Earth and Environmental Sciences, Jeonbuk National University, Republic of Korea)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-5] Detrital zircon age spectra of the Nankai accretionary wedge

*Rina Fukuchi[1], Hisatoshi Ito[2], Asuka Yamaguchi[3], Gaku Kimura[4] (1. Naruto University of Education, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI) , 3. The University of Tokyo, 4. Japan Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-6] (entry) Estimation of fault formation environment in the eastern part of Yonaguni Island in the Southern Ryukyu Arc by paleotemperture and mineral paragenesis

*Haruya MIYAKI[1], Kiyokazu OOHASHI[1] (1. Yamaguchi Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-7] (entry) OSL signal changes in friction experiments of sedimentary quartz

*Sayaka AKUTSU[1], Kiyokazu OOHASHI[1], Noriko HASEBE[2], Kazumasa MIURA[2] (1. Yamaguchi Univ., 2. Kanazawa Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-8] (entry) The latest slip zone with low density and mineral precipitation from borehole survey of the Neodani Fault

*Kazuma Yatabe[1], Tomoyuki Ohtani[2], Takashi Mori[2] (1. Gifu University, 2. Gifu Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-9] Fault-zone properties and slip-sense inversion of the Yunodake fault and surrounding small faults, Iwaki City, Fukushima Prefecture

*Masao KAMETAKA[1], Rina FUKUCHI[2], Yusuke KOMINE[1], Kotaro AIYAMA[3], Riichiro MIYAWAKI[4], Takahiro IIDA[5] (1. Dia Consultants, 2. Naruto Univ. of Education, 3. CRIEPI, 4. Hanshin Consultants, 5. CERES)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-10] The time-space distribution in Kamikochi Earthquake Swarm and Fault System - Comparison of 1998 with 2020

*Tatsuro Tsugane[1] (1. Shinshu Univ.)
4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R15 [Regular Session]Paleontology

[3poster57-61] R15 [Regular Session]Paleontology

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R15-P-1] Measurement of vertebrate fossils by 3D model using 3D data scale assignment program
*Yoichi Kondo[1], Kiyoshi TANAKA[2], Kazuyuki TAKEMAE[3], Hiroo AZRGAMI[3] (1. Nojiriko Museum, 2. Shinshu Univ., 3. AB.do Co., Inc.)
4:00 PM - 6:30 PM

[R15-P-2] (entry) Mode of Occurrence of siliceous microfossil assemblages from infill of trace fossils: an example of the ichnofossil *Tasselia ordamensis* from the Oligocene Nishinoomote Formation of the Kumage Group on the Tanegashima Island, Kagoshima, SW Japan
*Akihide KIKUKAWA[1], Kazuki KIKUCHI[2], Yoshiaki AITA[3], Nobuhiro KOTAKE[4] (1. ITOCHU Oil Exploration Co., Ltd., 2. Kyoto Univ., 3. Utsunomiya Univ., 4. Chiba Univ.)
4:00 PM - 6:30 PM

[R15-P-3] (entry) Reevaluation of microfossil records during the Carboniferous-earliest Permian marine biodiversification event: An example of Hina limestone, SW Japan
*Ayaka Yokoo[1], Wataru Fujisaki[1], Yui Takahashi[2], Sachico Agematsu[1], Teruyuki Maruoka[1] (1. University of Tsukuba, 2. Keio Yochisa Elementary School)
4:00 PM - 6:30 PM

[R15-P-4] (entry) Morphologic difference between calcareous nannofossils Genus *Dictyococcites* and *Reticulofenestra* group and its meaning
*Nobuhiro Doi[1], Koji Kameo[2] (1. Chiba University, Graduate school of Science and Engineering, Division of Earth and Environmental Sciences, 2. Chiba University, Faculty of Sciences, Department of Earth Sciences)
4:00 PM - 6:30 PM

[R15-P-5] Morphological change of a calcareous nannofossil genus *Sphenolithus* during Eocene–Miocene
*Michihiro MIURA[1], Koji KAMEO[2] (1. Division of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Chiba university, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba university)
4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R16 [Regular Session]The Jurassic +

[3poster62-65] R16 [Regular Session]The Jurassic +

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R16-P-1] (entry) Castles built on a Jurassic accretionary complex in the Kiryu and Ashikaga District, southwestern Ashio Mountains, central Japan
*Tsuyoshi Ito[1], Ysumine Ichizawa[2] (1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Toyota City Museum of Local History)
4:00 PM - 6:30 PM

[R16-P-2] (entry) Stratigraphical changes of sandstone compositions in the Lower Jurassic Kuruma Group along the Odokoro River, Itoigawa City, Niigata Prefecture, central Japan
*Takuma Kawajiri[1], Atsushi Matsuoka[1] (1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University)
4:00 PM - 6:30 PM

[R16-P-4] Middle Jurassic shallow marine invertebrate fossils from the Kaizara Formation of the Kuzuryu Group in the Izumi District, Ono City, Fukui Prefecture, Central Japan
Kazuki Harada[1], Kotohiro Takatsu[2], *Shin-ichi Sano[3] (1. Department of Earth Sciences, School of Science, University of Toyama, 2. Ohno Geoscience Association, 3. Department of Earth System Science, School of Sustainable Design, University of Toyama)
4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R17 [Regular Session]Geoinformatics and its application

[3poster66-68] R17 [Regular Session]Geoinformatics and its application

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R17-P-1] Development and publishing of the MyMap3D Maker
*Yoshiharu NISHIOKA NISHIOKA[1], Kaoru KITAO[2] (1. AIST, Geological Survery of Japan, 2. CubeWorks Inc.)
4:00 PM - 6:30 PM

[R17-P-2] Publication of the revised Geological Map of the

Okayama Prefecture and future revision work

*Yousuke Noumi[1], Nobuo Tanabe[2], Shigeto Nose[3], Shiro Sadakane, Masayuki Mizuno[2], Hajime Tanaka[2], Yuto Oshima[2], Eiji Shimizu[2] (1. Okayama University of Science , 2. Seibu Consultant Co., LTD., 3. Japan Geochronology Network)

4:00 PM - 6:30 PM

[R17-P-3] Creating a lithology extraction and coloring function for Seamless Geological Map V2 using SVG tiles

*Kazuki Naito[1] (1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST))

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R21 [Regular Session]Quaternary geology

[3poster69-76] R21 [Regular Session]Quaternary geology

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R21-P-1] Investigation of the Paleo-Lake Kutchan : Stratigraphy of the late Pleistocene Makkaribetsu Formation in the Kutchan, Hokkaido, Japan

*Tsumoru Sagayama[1,2], Fusa Hoshino[1,3], Yukio Izima, Reisuke Kondo[4], Tatsuo Sekine[1], Takashi Inoue, Ryo Odagiri[5], Yosuke Miyairi[4], Yusuke Yokoyama[4] (1. Hokkaido Research Center of Geology, 2. Earth Science Co. Ltd., 3. Hokkaido University Museum, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 5. Kutchan Museum of Natural History)

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-2] Subsurface geology along the active fault found west of the Lake Nojiri-ko, northern part of Nagano Prefecture

*Yoshihiro TAKESHITA[1], Megumi SEKI[2], Yoichi KONDO[2], Kuniaki HANAOKA, Tadashi MIYASHITA, Chizuko NAKAGAWA[3], Daisuke HIROUCHI[1], Geological Research Group for Nojiri-ko Excavation (1. Shinshu University, 2. Nojiriko Naumann Elephant Museum, 3. Togakushi Junior High School)

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-3] (entry) Paleoenvironmental reconstruction of the Kioroshi Formation, Shimousa Group in the Inzai Districts, Chiba prefecture

*Toshihide Kobuchi[1], Katsura Yamada[1] (1. Shinshu University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-4] Paleoenvironments of the Koshiba Formation, Kazusa Group in the northern part of MiuraPeninsula based on the fossil ostracod assemblages

*Mayuko Kato[1], Katsura Yamada[1], Atsushi Nozaki[2], Masayuki Utsunomiya[3], Ryuichi Majima[4] (1. Shinshu University, 2. Hiratsuka City Museum, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. The Open University of Japan)

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-5] (entry) Paleoenvironments by using ostracod assemblages during the past 3000 years in southwestern Taiwan

*SHUANGNING TANG[1], Ryuji KENMOTSU[1], Katsura YAMADA[1], Andrew Tien-Shun Lin[2] (1. Shinshu Univ., 2. National Central Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-6] (entry) Paleoenvironmental change in Paleo-Tokyo Bay during MIS 5e inferred from fossil foraminiferal and ostracode assemblages of the Pleistocene Kioroshi Formation, Shimosa Group, northern Chiba Prefecture, central Japan

*Mai HARASHIMA[1], Tsutomu NAKAZAWA[2], Hirokazu OZAWA[3], Minoru KANEKO, Hiroyuki ISHIKAWA, Masahiro NOMURA[4], Sachiko AGEMATSU[1] (1. University of Tsukuba, 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Nihon University, 4. Surugadai University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-7] (entry) Stratigraphic correlation of Quaternary marine deposits beneath the Tokushima Plain inferred from electric conductivity and fossil pollen analyses of the Bando observation well core, western Japan

*Yoshiki SATO[1], Misao HONGO[2], Kiyohide MIZUNO[1], Rei NAKASHIMA[1] (1. GSJ, AIST, 2. Alps Technical Research Co.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-8] (entry) Sedimentary processes of diatom valves estimated from the fragmentation rate and coexistence rate of both valves in Lake Kitaura, Ibaraki Prefecture, Japan.

*Kento Kumisaka[1,2], Yusuke Okazaki[1], Naofumi Yamaguchi[3] (1. Kyushu University, 2. National Research Institute of Police Science, 3. Ibaraki University)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R22 [Regular Session]History of the Earth

[3poster77-82] R22 [Regular Session]History of the Earth

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R22-P-1] Abrupt ice sheet thinning during Holocene in central Dronning Maud Land, East Antarctica

*Yusuke Suganuma[1,2], Heitaro Kaneda[3], Takushi Koyama[4], Takeshige Ishiwa[1], Jyun'ichi Okuno[1,2], Motohiro Hirabayashi[1], Moto Kawamata[1,5], Team MDML (1. National Institute of Polar Research, 2. The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), 3. Chuo University, 4. Oita University, 5. CERI)

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-2] (entry) Geochronology and geochemistry of the turbidites in the Flin Flon belt, Canada: Late Paleoproterozoic Earth's surface environmet

*Kento Motomura[1], Shoichi Kiyokawa[1], Kenji Horie[2], Takashi Sano[3], Mami Takehara[2] (1. Kyushu University, 2. National Institute of Polar Research, 3. National Museum of Nature and Science)

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-3] (entry) Formation of modern iron-ooidal sands in a shallow-marine hydrothermal environment at Nagahama Bay, Satsuma Iwo-Jima Island, Japan

*Awalina Aprilia Mitasari[1], Shoichi Kiyokawa[1] (1. Kyushu University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-4] Preliminary results of carbon isotopic compositions of individual graphite grains in the Early Archean sedimentary rocks from Labrador, Canada

*Motoko Igisu[1], Kentaro Tanaka[2], Naoto Takahata[2], Tsuyoshi Komiya[2], Yuji Sano[3], Ken Takai[1] (1. JAMSTEC, 2. University of Tokyo, 3. Kochi University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-5] (entry) Apperance of wet climate during the Eocene recorded in freshwater carbonate from Kyusyu

*Aki Sakuma[1], Akihiro Kano[1], Yoshihiro Kakizaki[1], Hirokazu Kato[1], Sota Niki[2], Takafumi Hirata[2] (1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Geochemical Research Center, The University of Tokyo)

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-6] Oceanic phosphorus inventory and atmospheric O_2 levels during the Proterozoic and Phanerozoic eons constrained by a global redox budget model

*Kazumi OZAKI[1] (1. Toho University)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | R24 [Regular Session]Mineral resources and global material cycles

[3poster83-83] R24 [Regular Session]Mineral resources and global material cycles

4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R24-P-1] (entry) Sr-Nd-Pb isotopic constrains on the polymetallic mineralization at the Toyoha deposit, Hokkaido, Japan

*Mizuki Ishida[1], Yuki Hieda[1], Shuhei Araki[1], Koichiro Fujinaga[2,3], Toru Shimizu[4], Masaharu Tanimizu[5], Hitomi Nakamura[4], Hikaru Iwamori[6,7], Shiki Machida[2,3], Shigekazu Yoneda[8], Kentaro Nakamura[1,2], Yasuhiro Kato[3,1,2,7] (1. Department of Systems Innovation, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation (ORCeNG), Chiba Institute of Technology, 3. Frontier Research Center for Energy and Resources (FRCER), School of Engineering, The University of Tokyo, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 5. Department of Applied Chemistry for Environment, School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University, 6. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 7. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 8. National Museum of Nature and Science, Department of Science and Engineering)

4:00 PM - 6:30 PM

Poster | T5.［Topic Session］Culture geology

[3poster01-02] T5.［Topic Session］Culture geology

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[T5-P-1] Geology and water quality characteristics of Sake-prepared water

*Ken-ichiro Hisada[1], Shiho YABUSAKI[2], Yukihiko KARATA[3]（1. Bunkyo Univ., 2. Research Institute for Humanity and Nature, 3. Dank Co., Ltd.）

4:00 PM - 6:30 PM

[T5-P-2] Minakata Kumagusu's collection of mineral and fossil specimens

*Takashi Ishibashi[1], Tomoko Doei[2]（1. Masutomi Mus. Geosci. / Minakata K. Mus. / Osaka Univ. / Intl. Res. Ctr. for Japanese Studies, 2. Minakata Kumagusu Archices）

4:00 PM - 6:30 PM

Geology and water quality characteristics of Sake-prepared water

*Ken-ichiro Hisada[1], Shiho YABUSAKI[2], Yukihiko KARATA[3]

1. Bunkyo Univ., 2. Research Institute for Humanity and Nature, 3. Dank Co., Ltd.

日本酒は水，米，米麹から造られている．水は重要な原料のひとつであるが，同じ醸造酒でも仕込みに水を使わないワインとは対極の関係にある（Maltman, 2020）．ワイン醸造が盛んな国々では，テロワールの違いによってワインの美味しさを生み出すとされている．Wilson（1998）は隣同士のブドウ畑であってさえも，いろいろな要素（水はけに大きく影響を与える地質や気候など）が組み合わさってワインの違いが生じるとした．一方，日本酒は酒米の栽培技術や発酵技術の改良とともに，豊富な湧き水や井戸水を原料として，その醸造業が発展してきた．湧水や井戸水は水循環の一部を担うことから，地表付近の土壌や地質の影響を受けている．しかしながら，日本酒醸造と地質との関係に関する最近の研究は，舩山（2016）があるのみで，酒蔵が位置する場所の地質とそこで使用する日本酒仕込み水の水質の関係については，不明な点が多い．そこで，国税庁「地質に対応した日本酒仕込み水の水質分析体系化によるテロワール・ブランディング」事業の一環として，日本酒仕込み水の水質と取水地の地質について調査検討を行った．
全国およそ1400ある酒蔵のうち，仕込み水として使用している水274点（地下水200点，その他74点；ひとつの酒蔵から複数試料の場合あり；各50 mL）を入手した．仕込み水以外の参考水試料（9点）をあわせて分析総数は283点である．分析は総合地球環境学研究所にてまずEC（電気伝導率），pHとORP（酸化還元電位）を計測した．主要溶存イオン濃度の測定はイオンクロマトグラフ（ICS-3000またはICS-6000）によりF^-, Cl^-, NO_2^-, Br^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, Li^+, Na^+, NH_4^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}を測定した．HCO_3^-はpH4.2アルカリ度滴定法により求めた．
全水試料について，基本的なイオン成分（陰イオン：Cl^-，HCO_3^-，SO_4^{2-}，NO_3^- の４成分　陽イオン：Mg^{2+}，Ca^{2+}，Na^+，K^+の４成分）の含有量を用いてグラフ化した（ヘキサダイアグラムとトリリニアダイアグラム）．ヘキサダイアグラムでは個々の水試料の水質特性を見ることができる．本研究ではクラスター分析（上述の溶存イオン8成分の濃度を利用）を試み，9つのカテゴリーを見出した．またトリリニアダイアグラムでは，東北日本，西南日本内帯，外帯（以降，内帯，外帯と称する）の分析試料数は，130，147，6であり，アルカリ土類炭酸塩型（Ⅰ型），アルカリ炭酸塩型（Ⅱ型），アルカリ土類非炭酸塩型（Ⅲ型），アルカリ非炭酸塩型（Ⅳ型），中間型（Ⅴ型）のすべての領域に分散している．とくに，東北日本ではI型が50%，Ⅴ型が37%，内帯ではⅠ型が64%，Ⅴ型が24%となっている．
金井他（1998）は，地表付近の地質やより深部の地質と水質との関わりを明らかにし，とくにヘキサダイアグラム上の花崗岩類に関連すると考えられる水質において，CO_3-Ca・Mg型からアルカリ度とNa・Kが増加してゆく水質進化の過程を確認した．藪崎他（2007）は深成岩でできた筑波山における水質分析が$Ca\text{-}HCO_3$型であることを示している．本研究の水質分析結果から，花崗岩がより広く分布する内帯（磯山他，1984；棚倉構造線と糸静線の間の西南日本内帯・外帯東部を東北日本とした）において，内帯の地域に位置する酒蔵の仕込み水は，$Ca\text{-}HCO_3$型がより卓越すると言えよう．一方，東北日本の水質ではより中間型の水が目立つ．これは磯山他（1984）の岩種・時代別分布面積比の第四紀・新第三紀の卓越にも明瞭に表れているように，広く分布するこれらの地層中の地下水流動に起因するものと推定される．今後さらなる解析が必要であるが，本研究の第一次近似的まとめとして，仕込み水と地質（特に花崗岩類）には関係があるといえる．
【引用文献】舩山 淳，2016，日本醸造協会誌，**111**，801－807.　磯山　功他，1984，地質調査所月報，**35**，25－47.　金井　豊他，1998，地質調査所月報，**49**，425－438.　Maltman, A., 2020, The Geology of Wine, Spirits and Beer. In Elias, S. and & Alderton, D., eds., the Encyclopedia of Geology (2nd edition), Elsevier, 627-643. Wilson, J.E., 1998, TERROIR. University of California Press, London, 336p.　藪崎志穂他，2007，地下水学会誌，**49**，153－168.

Keywords: Japanese sake, Sake-prepared water, water quality, geology, Terroir

Minakata Kumagusu's collection of mineral and fossil specimens

*Takashi Ishibashi[1], Tomoko Doei[2]

1. Masutomi Mus. Geosci. / Minakata K. Mus. / Osaka Univ. / Intl. Res. Ctr. for Japanese Studies, 2. Minakata Kumagusu Archices

【 南方熊楠（みなかたくまぐす）**】**
日本の近代化黎明期に活躍し、世界的博物学者と称される。江戸時代末の1867年5月18日（慶応３年4月15日）に紀州に生まれる。旧制和歌山中学校、東京大学予備門を経て、19歳から14年間米国、英国などへ海外遊学する。10数ヶ国語を自由に使いこなして国内外に多くの論文を発表し、日本に「ミナカタ」ありと世界の学者を振り向かせ、自然科学、民族学などに多くの足跡を残す。生涯在野の学者に徹した熊楠の活動や研究範囲は非常に広範で、現在も全容が解明されるには至っていない。業績面では特に粘菌（変形菌）の分類学の基礎を固めた生物学者としてや、柳田国男らと日本における民俗学ソサエティの立ち上げを行ったことで知名度が高い。熊楠については彼自身の人物像についても多くの研究がなされている。

【 熊楠の鉱物化石標本 】
南方熊楠が、少年期から東京大学予備門生時代、渡米期などに鉱物や化石などの地質標本を蒐集していたことは殆ど知られていないが、標本約300点が現存し、南方熊楠記念館（和歌山県白浜町）に収蔵されている。この標本群は熊楠が終生所有していた遺品で、1996年に整理が行われた際に3日間にわたって調査され、再調査の要ありと判断されていたが、以後も詳細な調査は行われていなかった。2019年に標本図録（土永・石橋）が制作され、今回はさらに標本の同定および入手方法や時期についての精査が行われたために内容を報告する。
鉱物および化石標本は、熊楠が渡米前に地質標本蒐集用に製作した黒い箪笥（1886(明治19)年3月21日の日記に記録あり）に収められている。これらの標本の大半は、熊楠が上京した1885（明治18）年から渡米中の1889（明治22）年に収集されている。熊楠は幼少期から『和漢三才図会』『本草綱目』『雲根誌』などを抜書し「本草学」で知識を得た。標本は、江戸期の木村蒹霞堂による「貝石標本」のように、鉱物、化石、考古遺物および貝類を同じ標本箱に保管している。また、標本付属の紙片（ラベル）や日記に、「紫石英」「陽起石」「ツキノサガリ」など熊楠が幼少の頃から抜書をした「本草書」に採録されている、江戸期あるいは中国古来の石の名称が記されているものもみられる。熊楠の鉱物・化石コレクションには「本草学」（≒江戸時代の博物学）の影響が強くみられる。 熊楠は、通称『熊楠日記』とよばれる懐中日記に日常を詳細に記録していたが、そこに入手や採集の記録がある標本が多数現存することも判明した。なかには論文にスケッチが掲載された標本の実物も確認された。『熊楠日記』はそれ自体が研究対象にされ、関連する報告書や書籍が多く出されているが、地質標本に関連する部分については一般的ではない名詞や用語が多く、地質学、鉱物学、古生物学などの専門知識に加えて、江戸期の本草学、蘭学、鉱業などの知識も併せ持って読み解かないと理解が容易ではなく、これまでにあまり注目されていなかった。 熊楠については、前述の通り、生物学者（粘菌等）や民俗学者的側面の活動や業績が特に知られるが、今回行われた鉱物や化石などの地質標本の調査において、少年期の多感な時期から青年期にかけて、親友らと鉱物標本の蒐集や鉱物の洋書を翻訳するなど、地質学鉱物学に強い興味を示し、標本の蒐集を通しての人付き合いが、彼の人格形成に大きく影響を与えた様子を読み取ることができる。

【 引用文献 】
土永・石橋(2019)：南方熊楠の鉱物・化石コレクション展2019．フィールドミュージアム番所山南方熊楠記念館特別展図録, 番所山を愛する会・公益財団法人南方熊楠記念館, 36総頁.

Keywords: Minakata Kumagusu, mineral, fossil

Poster | R1 [Regular Session]Plutonic rocks, volcanic rocks and magmatic processes

[3poster03-09] R1 [Regular Session]Plutonic rocks, volcanic rocks and magmatic processes

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R1-P-1] (entry) Contact metamorphic aureoles as a marker of plutons associated with major eruption histories

*Ken Yamaoka[1], Simon Richard Wallis[1], Akira Miyake[2], Catherine Annen[3] （1. The University of Tokyo, 2. Aichi University of Education, 3. Czech Academy of Sciences）

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-2] (entry) Intrusive relation of I type and II type Granite of East-South area of Okayama Prefecture -Example of Hoden coast outcrop-

*Yuka Enomaru[2], Yousuke noumi[1], Yuta Tsuchiya[1] （1. Okayama University of Science, 2. Okayama University of Science Graduate School）

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-3] Characteristics of granitoids from the Itoshima Peninsula, western part of Fukuoka Prefecture

*Yayoi MURAOKA[1] （1. AIST）

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-4] Igneous activity of the Daito granodiorite in the Un-nan area, San' in zone, Southwest Japan

Masashi Noguchi[1], *Atsushi Kamei[2], Hiromi Suzuki[3], Natsuko Kobayashi[4] （1. Oriental Consultants Co., Ltd., 2. Shimane University, 3. Noguchi Ophthalmology/Internal Medicine/Cardiovascular Medicine, 4. OYO Corporation Co., Ltd.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-5] Homogenization experiments on zircon melt inclusions in plutonic rocks

*Satoshi Saito[1], Yuka TANIWAKI[2], Kazuya SHIMOOKA[1] （1. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ehime University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-6] Petrological characteristics of Pliocene to Pleistocene volcanic rocks in the Itoigawa area, eastern part of Niigata Prefecture, Japan

Takumi Takizawa[2], Naoki Takahashi[1], *Toshiro Takahashi[1] （1. Niigata Univ., 2. Ogata J.H.S.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R1-P-7] (entry) Petrography of High-magnesian andesite and Bronzite andesite in Choshi area, Japan

*Akitaka Shibano[1], Toshiro Takahashi[1], Jun'ichi Ohki[2], Naoya Iwamoto[3] （1. Niigata University, 2. Natural History Museum and Institute, Chiba, 3. Choshi Geopark Promotion Council）

4:00 PM - 6:30 PM

(entry) Contact metamorphic aureoles as a marker of plutons associated with major eruption histories

*Ken Yamaoka[1], Simon Richard Wallis[1], Akira Miyake[2], Catherine Annen[3]

1. The University of Tokyo, 2. Aichi University of Education, 3. Czech Academy of Sciences

プルトンは過去のマグマ溜まりの記録であり、火山下のマグマプロセスを解明する上で重要な情報源となる観察対象である。一方、プルトンの形成は噴火を必ずしも伴うものではないため、プルトンが噴火の履歴をもつかどうかを地質学的に識別することが火山活動とプルトン形成プロセスの関係性を議論することが重要である。しかし、プルトンの露出はより浅い地質構造の侵食による消失のプロセスを伴うために、残されたプルトンから噴火履歴の有無を評価できるケースは非常に限定的である。

本研究では、このような課題を解決するため、プルトンの周囲に形成される接触変成帯に着目する。接触変成帯の熱構造はプルトン領域への熱入力に関係し、接触変成帯を再構成するために必要な熱量と、プルトンの体積から推定される熱量の差が一旦マグマ溜まりに流入しその後流出したマグマの流出程度を表している可能性がある。このため、接触変成帯の詳細な解析によってプルトンの噴火履歴の有無を評価できると思われるが、これを検討した例は。文献に記載のある世界中の珪長質プルトンに伴う接触変成帯の幅や形成時の圧力条件についてコンパイルを行なうと、プルトンの形状や規模、貫入時のマグマ温度のバリエーションでは説明できない範囲で接触変成帯の幅にばらつきが見られることが明らかになった。これらのばらつきを説明可能な未決定パラメータとして、 1)貫入時の周囲の地温勾配、 2)時間あたりのマグマの供給体積、 3)プルトン領域からのマグマ流出が考えられる。

これらの要素を定量的に扱うためには詳細な熱モデリングと接触変成帯の熱構造評価、およびプルトン体積の正確な見積もりが必要となる。本研究ではこれらを実行可能な地域として中部日本の本宮山地域に明瞭な接触変成帯を伴って分布する新城トーナル岩に着目した。推定されている本岩体の定置深度は約9 kmである（遠藤・山﨑，2013）。本接触変成帯は著しい幅広さ(~2 km)をもち、高い貫入時の背景温度による説明がされてきた(Adachi & Wallis, 2008)。しかし、最近の年代学的研究によって、隣接する武節花崗岩もほとんど同時期に貫入したことが明らかとなり(Takatsuka et al., 2018)、この岩体は新城トーナル岩とは対照的にごく狭い接触変成帯を有する(<200 m)ことから、高い背景温度のみではこれらの接触変成帯を説明することが難しく、マグマの流入・流出履歴の差異がより重要であることを示している。本研究では炭質物ラマン温度計やTi石英地質温度計を用いて新城トーナル岩の接触変成帯の熱構造を制約した上で、新城トーナル岩の三次元分布を考慮した貫入岩熱モデリングを実施し、計算結果と観測値を比較することでプルトン内部のマグマの流入・流出履歴の制約を試みた。

その結果、マグマ流出の無いモデルでは、野外で見られる接触変成帯を説明できるほどの温度上昇を達成できず、著しいマグマの流出の履歴があることが示唆された。そこでマグマを同時に流入・流出する熱モデルを構築し、観測される接触変成帯を再現するようなマグマの体積フラックスを求めたところ、$1*10^{-2}$–$4*10^{-4}$ km^3/yrのフラックスを100万年から数100万年の間継続する必要があることが明らかとなった。これは、新城トーナル岩の体積（~100 km^3）を大きく超える1000 km^3オーダーのマグマ体積が貫入領域から流出したことを意味している。また、これらの観測値を説明可能な接触変成帯は、貫入直前の地温勾配が45–50°C/kmに達する成熟した地殻の熱状態でのみ達成された。

より浅部のカルデラ噴火を伴うマグマ溜まりからの噴出物体積は一般的にマグマ溜まりに対して10–50%程度以下と推定されており(Geshi et al., 2014)、本研究の結果と大きな差があるが、これはマグマ溜まりの冷却時間スケールを支配する主要因の一つである地殻の背景温度がプルトンと噴出物の最終的な配分を決定する上で重要であることを示唆している。

【References】 遠藤・山﨑, 2013, doi:10.9795/bullgsj.64.59; Adachi & Wallis, 2008, doi:10.1111/j.1440-1738.2007.00603.x; Takatsuka et al., 2018, doi:10.1016/j.lithos.2018.03.018; Geshi et al., 2014, doi:10.1016/j.epsl.2014.03.059

Keywords: pluton formation, contact metamorphic aureole, Ryoke metamorphic belt, thermal modeling

(entry) Intrusive relation of Ⅰ type and Ⅱ type Granite of East-South area of Okayama Prefecture
-Example of Hoden coast outcrop-

*Yuka Enomaru[2], Yousuke noumi[1], Yuta Tsuchiya[1]

1. Okayama University of Science, 2. Okayama University of Science Graduate School

岡山県中・南部には、山陽帯に属する中生代白亜紀後期の花崗岩類が広く分布している。これらは、濡木（1978）や濡木ほか（1979）によって、構成鉱物などからⅠ～Ⅳ型、および細粒花崗岩に分類されたが、それぞれの貫入関係や前後関係などはいまだ未解明である。山陽帯花崗岩はバソリスとして言及されることが多いが、岡山県中南部のようにいくつかに区分された岩型が、マグマの違いを反映しているならば、それらの前後関係を決めることで、山陽帯バソリスの形成史、ひいては白亜紀後期の珪長質火成活動について重要な知見を与えられる。能美ほか（2013）では、岡山県東南部の瀬戸内市牛窓地域において、MMEを大量に含む花崗岩、花崗斑岩や細粒の珪長質岩からなる岩脈が多数みられるなど、この地域の花崗岩類の産状は非常に複雑な様子を呈していることが報告されている。このため、筆者らは比較的露頭条件が良い岡山県東南部の瀬戸内海沿岸部の岡山市東区正義～瀬戸内市牛窓地域において、花崗岩類の分布や記載の再検討を行っている。
本研究対象地域の花崗岩類は、濡木ほか（1979）では、すべてⅡ型とされている。Ⅱ型花崗岩は、有色鉱物として黒雲母と角閃石を含み、アルカリ長石が集斑状を示す。これらの岩相は、研究対象地域のほぼ中央の岡山市東区宝伝以東において確認された。一方、宝伝より西部の地域の花崗岩には、有色鉱物として角閃石を確認することができなかった。また、無色鉱物の、石英とアルカリ長石の比率が高く、これら西部岩体の岩相は濡木のⅠ型花崗岩の特徴を示している。研究対象地域の西に児島湾を隔てて児島半島があるが、児島半島の花崗岩類はⅠ型に区分されている。本研究対象地域の花崗岩類はⅠ型とⅡ型が分布し、宝伝付近にその境界があると考えられることから、宝伝海岸露頭の記載を中心に報告する。
宝伝海岸露頭の西部には、黒雲母花崗岩が分布し、そこから砂浜を経て細粒の花崗斑岩が出現する。ここから東部に向かうにつれ、花崗斑岩中に角閃石黒雲母花崗岩の捕獲が認められるが、これらの捕獲岩の形状は不定形であり、クリスタルマッシュな角閃石黒雲母花崗岩マグマを花崗斑岩が取り込んだ様子がうかがえる。そして、これらの捕獲岩の量は東部ほど多くなり、やがて細粒花崗岩の出現をみて、東部の宝伝海水浴場付近では、粗粒の角閃石黒雲母花崗岩の分布となる。筆者らは、花崗斑岩～角閃石黒雲母花崗岩に移化する宝伝海岸露頭をⅠ型花崗岩とⅡ型花崗岩の漸移帯と捉え、未固結な状態のⅡ型花崗岩にⅠ型花崗岩マグマが貫入した結果と考察した。

引用文献
濡木（1978）岡山県中南部に産する花崗岩類中のカリ長石の特徴,地質学雑誌,Vol.84.pp201-213濡木輝一・浅見正雄・光野千春（1979）岡山県中・南部の花崗岩類,地質学論集,Vol.17.pp.35-46
能美洋介（2013）岡山理科大学『岡山学』研究会シリーズ岡山学11瀬戸内海を科学するPart1,pp24-46

Keywords: Hoden coast outcrop, Granite, Granite porphyry

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

*Yayoi MURAOKA[1]

1. AIST

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは，福岡県糸島半島と玄界島を区画に含む5万分の1地質図幅「前原及び玄界島」を調査・作成中である．「前原及び玄界島」地域には白亜紀花崗岩類が広く産し，糸島花崗閃緑岩，北崎トーナル岩，志賀島花崗閃緑岩，深江花崗岩及び早良花崗岩の5岩体が分布する(久保ほか，1993)．また，今回の調査で新たに立石山花崗岩(仮称)を区分した．図幅中の花崗岩類の分布域のほとんどは糸島花崗閃緑岩，北崎トーナル岩，志賀島花崗閃緑岩の3岩体で占められているため，本発表では主にこの3岩体と立石山花崗岩(仮称)に注目する．

糸島花崗閃緑岩は図幅中に最も広く産する岩体である．その分布域は図幅範囲外にも広がり，北部九州白亜紀花崗岩類の中でも最大の面積を誇る．北崎トーナル岩は糸島花崗閃緑岩の北側に，変成岩類を挟んで分布する．また，図幅範囲外の福岡県福津市周辺にも産する．志賀島花崗閃緑岩は糸島半島北端部と玄界島，図幅範囲外では志賀島などに産する．志賀島花崗閃緑岩は北崎トーナル岩に貫入しており，累帯深成岩体を形成する(唐木田ほか，1992)．立石山花崗岩(仮称)は糸島半島西端に位置する立石山周辺に産する．

糸島花崗閃緑岩，北崎トーナル岩，志賀島花崗閃緑岩の岩石学的研究は唐木田(1985)や井沢ほか(1994)，矢田・大和田(2003)などで報告されている．また，各種年代データも河野・植田(1966)や唐木田ほか(1994)，Tiepolo et al.(2012)，Miyazaki et al.(2018)などで報告されている．しかしながら，図幅範囲外のサンプルを対象としたものやデータの精度が低いもの，北部九州に産する花崗岩類全体を対象としたデータ収集を目的としたものが多く，糸島半島を対象として詳細な分析・議論を行った報告は少ない．本発表では，糸島半島周辺に産する糸島花崗閃緑岩，北崎トーナル岩，志賀島花崗閃緑岩，立石山花崗岩(仮称)についての記載岩石学的特徴，各種データを示す．

糸島花崗閃緑岩，北崎トーナル岩，志賀島花崗閃緑岩は主に斜長石，石英，カリ長石，黒雲母，角閃石から構成される．糸島花崗閃緑岩と北崎トーナル岩は肉眼では類似しているが，鏡下では糸島花崗閃緑岩の方がやや粗粒で，角閃石の自形性が比較的強い．志賀島花崗閃緑岩は前者2岩体と比較すると苦鉄質鉱物が細粒で，量も少ない．立石山花崗岩は４岩体中で最も優白質な岩相で，角閃石を含まない．SiO_2含有量は北崎トーナル岩，糸島花崗閃緑岩，志賀島花崗閃緑岩，立石山花崗岩の順に増加する．特に主要元素において，4岩体はハーカー図で同一のトレンドを示す．

糸島花崗閃緑岩2試料，北崎トーナル岩1試料についてはジルコンU-Pb・FT年代及び黒雲母K-Ar年代測定を行った．測定はそれぞれ京都フィッション・トラック及び蒜山地質年代学研究所に依頼した．測定の結果，糸島花崗閃緑岩からは106.1±0.9Ma，105.0±1.4MaのジルコンU-Pb年代，96.1±2.1Ma，91.4±2.0Maの黒雲母K-Ar年代，105.1±4.7Ma，101.5±6.1MaのFT年代が得られ，北崎トーナル岩からは111.5±1.3MaのジルコンU-Pb年代，94.3±2.1Maの黒雲母K-Ar年代，100.±6.0MaのFT年代が得られた．いずれのサンプルも黒雲母K-Ar年代が最も若い年代を示しており，各岩体の冷却史については今後慎重な考察が必要である．

【参考文献】

・久保ほか(1993)　20万分の1地質図幅「福岡」，地質調査所
・唐木田ほか(1992)　日本の地質9「九州地方」，共立出版　371p
・唐木田(1985)　日本応用地質学会支部会報，6，2－12
・井沢ほか(1994)　西南学院大学　児童教育論集，20，21－54
・矢田・大和田(2003)　地質学雑誌，109，9，518－532
・河野・植田(1966)　岩石鉱物鉱床学会誌，56，191－211
・唐木田ほか(1994)　地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所，126p
・Tiepolo et al.(2012)　Journal of petrology, 53, 6, 1255-1285
・Miyazaki et al.(2018) International geology review, 61, 649-674

Keywords: North Kyushu, Granitoids

Igneous activity of the Daito granodiorite in the Un-nan area, San’in zone, Southwest Japan

Masashi Noguchi[1], *Atsushi Kamei[2], Hiromi Suzuki[3], Natsuko Kobayashi[4]

1. Oriental Consultants Co., Ltd., 2. Shimane University, 3. Noguchi Ophthalmology/Internal Medicine/Cardiovascular Medicine, 4. OYO Corporation Co., Ltd.

本研究では西南日本弧の山陰帯に産する大東花崗閃緑岩について，野外の産状，岩石記載，帯磁率測定，および全岩化学分析をもとにその火成活動を明らかとした．この岩体は，1）苦鉄質包有岩を普遍的に含むこと，2）自形性の強い普通角閃石もしくは黒雲母を含むこと，3）磁鉄鉱が苦鉄質鉱物に多く伴われること，4）高い帯磁率を有すること（5×10^{-3} SI単位以上）で特徴づけられる．岩相は中～粗粒普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩から中粒黒雲母花崗岩を示し，この変化は斜長石，普通角閃石，および黒雲母の分別結晶作用によって形成されている．本研究により大東花崗閃緑岩の地質図は大幅に改訂され，その結果として貫入時期は約57 Maと判明した．既存研究も含めて火成活動を考察すると，大東花崗閃緑岩は山陰バソリスの因美新期貫入岩類（68～53 Ma）における暁新世の火成岩体に位置づけられる．

The Daito granodiorite is a large plutonic mass in the San'in Batholith, SW Japan. The aim of this study is to clarify the igneous activity on the basis of field and petrographical descriptions, magnetic susceptibility measurements, and whole-rocks chemical analysis. We confirmed that the granodiorite is characterized by 1) ubiquitous distribution of mafic magmatic enclaves, 2) euhedral hornblende and biotite crystals, 3) abundant magnetite associated with mafic minerals, and 4) high magnetic susceptibility (more than 5×10^{-3} SI unit). The lithology varies from medium to coarse-grained hornblende-biotite granodiorite to medium-grained biotite granite. These variations were formed mainly by the fractional crystallization of plagioclase, hornblende, and biotite. The geological map of the Daito granodiorite was significantly revised, and it drew out that the timing of the intrusion was about 57 Ma. Taking into account previous studies, the Daito granodiorite is an important representative of the Paleocene activity in the Younger Inbi intrusive group (68–53 Ma) of the San'in batholith.

Keywords: the Daito granodiorite, Paleocene, San’in zone, SW Japan

Homogenization experiments on zircon melt inclusions in plutonic rocks

*Satoshi Saito[1], Yuka TANIWAKI[2], Kazuya SHIMOOKA[1]

1. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ehime University

深成岩に含まれるジルコンメルト包有物の化学組成情報を得ることを目指した基礎研究として、ピストン-シリンダー型高温高圧発生装置を用いたメルト包有物の均質化実験を行った。実験後の均質化したメルト包有物についてSEM-EDS分析を行い、得られた結果について検討した。

はじめに メルト包有物はマグマ溜まりで成長する鉱物中に周囲のメルトが取り込まれたものであり、メルトの化学組成や含水量といった情報を保持している。ジルコンに含まれるメルト包有物は、物理化学的に安定な鉱物であるジルコンがメルト包有物の変質を妨げるため、メルトの組成情報を復元するために適した研究対象である(Thomas et al., 2003 *Rev Mineral Geochem*)。一方で、深成岩中のメルト包有物はマグマ冷却過程での結晶化により不均質な多相包有物となっており、EPMAやICP-MSなどを用いた化学分析により直接メルト組成を得ることは困難である。そのため分析の前処理として、封圧下でのメルト包有物の均質化実験が有効である(Thomas et al., 2003 *Rev Mineral Geochem*)。そこで本研究では、深成岩中のジルコンメルト包有物の組成情報を得るための基礎研究として、その均質化実験を行った。

実験試料 本研究には、赤石山地北部に分布する中新世甲斐駒ヶ岳岩体から採取された花崗閃緑岩試料を使用した。この試料はSaito et al. (2012 *Contrib Mineral Petrol*)により報告された当岩体の試料のうち全岩SiO_2含有量の最も低いもの(SiO_2 = 67.9 wt%)であり、主成分鉱物として石英、斜長石、カリ長石、黒雲母、普通角閃石を、副成分鉱物としてジルコン、燐灰石、磁鉄鉱、イルメナイト、褐簾石を含む。ジルコンは偏光顕微鏡観察から黒雲母に包有されるものや鉱物粒間に産するものが認められる。ジルコン内部には微細な燐灰石が含まれるほか、不定形の包有物が認められる。この不定形包有物は主として石英と長石類からなり(Fig. 1)、ジルコンの結晶成長中に取り込まれたメルトから結晶化したものと考えられる。なお、当岩体については、角閃石Al地質圧力計により2.4～2.2 kbarの固結圧力が見積もられている(Watanabe et al., 2020 *J Mineral Petrol Sci*)。

実験方法 分離・抽出したジルコン試料をNaClとともに白金カプセルに封入し、ピストン-シリンダー型高温高圧発生装置を用いて0.3GPaで実験を行った。温度条件は全岩化学組成から求めたジルコン飽和温度(Watson and Harrison, 1983 *Earth Planet Sci Lett*)が776℃であることから、780℃を実験温度とした。ただし、実験はメルト包有物を十分に均質化させるために1000℃まで加熱して1時間保持し、その後780℃まで温度を下げて24時間保持した。実験後に試料を急冷し、回収したジルコンを石英スタンダードとともにエポキシ樹脂でマウント後、鏡面研磨を行い、SEM-EDSで観察・分析を行った。

結果と考察 反射電子像観察および組成マップから、本実験によりジルコンメルト包有物が均質化したことが確認できる(Fig. 2)。EDS分析から、メルト包有物のSiO_2含有量は69～79 wt %の範囲を示し、SiO_2の増加に対して、Al_2O_3、CaO、Na_2O、K_2Oが減少する傾向が認められた。また、下司ほか（2017 *火山*）に従い、余剰酸素から含水量を推定したところ、およそ2～８ wt%程度の含水量が見積もられ、これらはSiO_2の増加に対して上昇する傾向が認められた。これらのことから、メルト包有物はマグマの固結過程で組成変化する粒間メルトが様々な段階でジルコンにより取り込まれたものと考えられる。さらに、メルト包有物のうち特に高いSiO_2含有量を持つものの組成を、圧力評価のためにノルムQ-Ab-Or図(Blundy and Cashman, 2001 *Contrib Mineral Petrol*)上に投影したところ、甲斐駒ヶ岳岩体の固結圧力として求められた2.2～2.4 kbarでの平衡圧力よりも有意にAb成分に乏しい領域にプロットされ、これらは0.5 kbar以下の平衡圧力を示す。一方で、余剰酸素から推定した含水量はおよそ6～8 wt%程度となり、この含水量は800℃の花崗岩質メルトの飽和圧力(Hortz et al.,

1995 *Am Mineral*)ではおよそ2.0～3.5 kbarに相当する。このような圧力評価の不一致については、微小領域の電子線照射によるNa損失(Fig. 2e)がメルト包有物のノルムAb成分の減少と余剰酸素の増加の要因となったことなどが考えられるが、これらの問題については今後の検討課題である。

Keywords: melt inclusion, zircon, plutonic rock

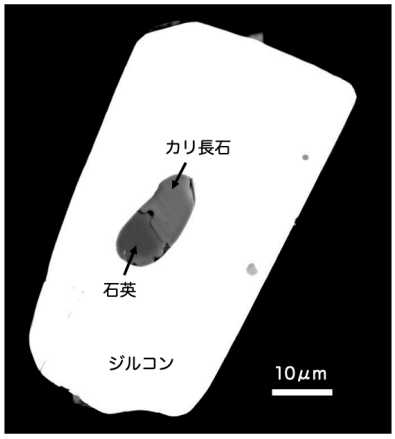


Fig. 1 実験前のジルコンの反射電子像。不定形の多相包有物（メルト包有物）が認められる。

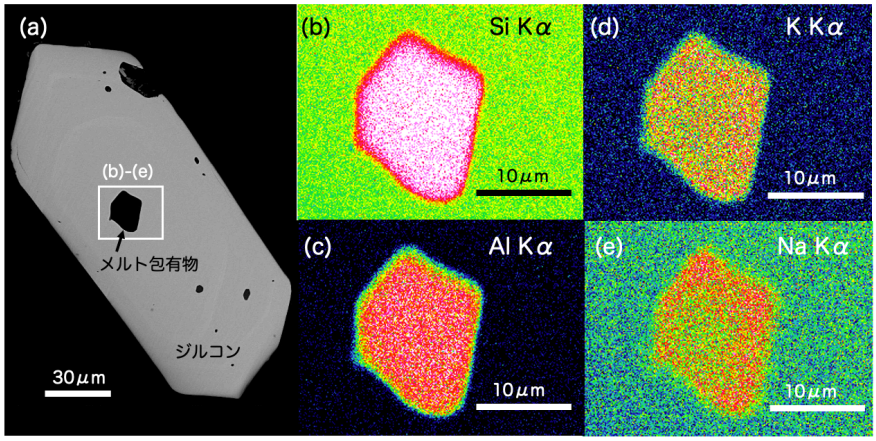


Fig. 2 実験後のジルコンの反射電子像(a)とメルト包有物の組成マップ(b, c, d, e)。均質なメルト包有物が認められる。定量分析後に作成したマップであり、分析領域のNa損失が認められる(e)。

Petrological characteristics of Pliocene to Pleistocene volcanic rocks in the Itoigawa area, eastern part of Niigata Prefecture, Japan

Takumi Takizawa[2], Naoki Takahashi[1], *Toshiro Takahashi[1]

1. Niigata Univ., 2. Ogata J.H.S.

1. 研究背景

北部フォッサマグナ西縁にあたる新潟県糸魚川地域には，中新世以降に形成された堆積岩類および火山岩類から構成される地層が厚く累重している．特に糸魚川地域東部の早川流域から能生川流域には鮮新世以降に形成された地層が分布しているが，これまでこの地域の火山岩類の大部分は鮮新世のものと考えられてきた[1]．近年，層序の見直しと年代測定が行われ，火山岩類は鮮新世～更新世に形成されたことが明らかとなった[2, 3]．本研究では，これら火山岩類について地質調査を行い，岩石学的検討を行った．

2. 地質概説

本調査地域には下位より鮮新世の根知層，名立層，更新世の猿倉層，江星山層，梶屋敷層および高嶺層が累重する．根知層は主に塊状泥岩からなり，砂岩層や安山岩およびデイサイト質の火砕岩層を複数挟在する．また，根知層には複数の貫入岩がみられる．名立層は弱い層理がみられる泥岩からなる．猿倉層は玄武岩質安山岩～安山岩質の凝灰角礫岩からなり，下位層を不整合で覆う．江星山層はデイサイト質凝灰角礫岩からなる．梶屋敷層は円礫岩を主体とする鬼舞礫岩部層と安山岩質火砕岩からなる間脇火砕岩部層から構成される．高嶺層は安山岩質火山礫凝灰岩からなる．

3. 岩石記載

各層を構成する火山岩を斑晶鉱物組み合わせ等の記載岩石学的特徴から以下のように分類される．

根知層：両輝石安山岩，両輝石普通角閃石デイサイト

猿倉層：両輝石玄武岩質安山岩～安山岩

江星山層：石英含有両輝石普通角閃石デイサイト

梶屋敷層：石英含有両輝石普通角閃石安山岩

高嶺層：両輝石安山岩

貫入岩：カンラン石両輝石玄武岩，両輝石安山岩，石英含有普通角閃石デイサイト

各岩石には共通して斜長石斑晶がみられるが，特に江星山層と梶屋敷層および貫入岩の両輝石安山岩には顕著に汚濁帯が観察された．

4. 全岩化学組成

各層を構成する岩石は各酸化物変化図上で，やや散在するものの一つの一連の組成変化傾向を示す．SiO_2量は53.2–67.0wt.%の範囲で玄武岩質安山岩からデイサイトであり，SiO_2 vs K_2O図では全体として中間カリウム系列を示す（根知層と猿倉層の一部が高カリウム系列）．また，各層のK_2O量には若干の差があり，例えば根知層と梶屋敷層の安山岩は高カリウム系列寄りにプロットされるのに対して猿倉層の一部の安山岩と江星山層のデイサイトは低カリウム系列寄りにプロットされる．FeO*/MgO vs SiO_2図では全体としてカルクアルカリ系列の組成変化傾向を示す．各酸化物変化図で示される組成変化傾向の多くは斑晶鉱物（例えば輝石類や斜長石）の分別結晶作用で説明することが出来るが，例えば不適合元素であるNbはSiO_2の増加に対してほぼ一定であり明確な増加を示さない．

5. 考察とまとめ

全岩化学組成および記載岩石学的特徴から，本調査地域の火山岩類は玄武岩マグマからの分別結晶作用だけでなくマグマ混合を被ったマグマから形成された可能性が示唆される．

根知層にみられる貫入岩について，[3]では江星山層に対比しているが，それらの岩石学的特徴から江星山層だけではなく猿倉層に関連する貫入岩も存在することがわかった．

本調査地域南方に位置する第四紀妙高火山群[4]と全岩化学組成を比較すると，本調査地域の火山岩類全体の組成変化傾向はそれと類似した特徴を示し，微量元素組成のN-MORB規格化図ではそれぞれのパターンの特徴はよく一致している．以上のことから，本調査地域周辺では鮮新世以降に類似した火成活動が断続的に繰り返し

発生していたと考えられる.

引用文献

[1] 藤本ほか（1951）地学，3，23–30.
[2] 大場（2009）日本鉱物科学学会年会講演要旨集 75.
[3] 古川・長森（2018）地質調査研究報告，96，115–124.
[4] 早津（2009）妙高火山群-多世代火山のライフヒストリー，424p

Keywords: Volcanic rocks, Pliocene, Pleistocene, Petrology, Fossa magna

(entry) Petrography of High-magnesian andesite and Bronzite andesite in Choshi area, Japan

*Akitaka Shibano[1], Toshiro Takahashi[1], Jun'ichi Ohki[2], Naoya Iwamoto[3]

1. Niigata University, 2. Natural History Museum and Institute, Chiba, 3. Choshi Geopark Promotion Council

はじめに

千葉県銚子地域は，前期中新世に前弧域で噴出した高マグネシア安山岩（HMA）が分布する．銚子HMAの成因は，前期中新世の日本海拡大に先駆ける高温のアセノスフェリックマントルの注入による沈み込むスラブの部分融解に関連すると考えられている[1]．しかし，鉱物化学組成を含めた詳細な岩石記載はなされておらず，マグマ組成進化過程は明らかになっていない．よって，本研究では銚子HMAのマグマ組成進化過程を明らかにすることを目的として，地質調査および記載岩石学的・岩石学的研究手法による調査を行った．本発表では，銚子HMAの記載岩石学的・岩石学的特徴を示し，3タイプに区分された銚子HMAの岩石学的な成因関係について考察を行う．

地質学的背景と産状

本地域はジュラ系愛宕山層群を基盤岩として，下位より白亜系銚子層群，中新統千人塚層，夫婦ヶ鼻層，さらに鮮新統以降が累重する[2]．本研究では千人塚層を構成する火山岩類を対象とした．千人塚層は岩礁として3ヶ所に限定的に露出し，黒生地域および長崎鼻地域には玄武岩質安山岩質溶岩，千人塚地域には安山岩質の溶岩および岩脈とデイサイト質の溶岩および火山角礫岩が分布する．

岩石記載・鉱物化学組成・全岩化学組成

千人塚層火山岩類は記載岩石学的特徴と全岩化学組成に基づき，以下の 3タイプに区分される．

1．単斜輝石カンラン石玄武岩質安山岩（HMA）

斑晶鉱物として，カンラン石（8-12vol%），単斜輝石（＜1vol%），極稀に直方輝石が含まれ，クロムスピネルが微斑晶およびカンラン石包有物として見られる．また，主として石英からなる捕獲結晶が見られる．カンラン石斑晶のコアはFo%=84-88，リムはFo%=72-80を示す．単斜輝石斑晶のコアはMg#=81-85を示す．
本タイプはSiO=55.2-56.8wt%の玄武岩質安山岩質であり
Mg#=63-67，Cr=255-411ppm，Ni=161-294ppmを示し，HMAに分類される．Fe-Mg交換平衡[3]より，カンラン石はHMAのメルト（全岩化学組成を近似）と平衡関係にあると推定されるが，単斜輝石はメルトと非平衡だと推定され[4]，より遅期の晶出を示すと考えられる．

2．直方輝石安山岩

斑晶鉱物として，直方輝石（7-8vol%）のみ含まれる．直方輝石斑晶のコアは古銅輝石の組成を示し，Mg#=82-88の組成範囲を示す． 本タイプはSiO=60.3-61.7wt%を示し，1サンプルを除きMg#=60-61，Cr=140-161ppmを示し，直方輝石はメルトと平衡にあったと推定される[5].

3．直方輝石デイサイト

斑晶鉱物として，直方輝石（6-8vol%）と極稀に斜長石が含まれる．直方輝石斑晶は古銅輝石組成を示し，コアはMg#=84-89，リムはMg#=75-82を示す．斜長石斑晶はOscillatory状の正累帯構造を示し，コアはAn%=80-92を示す．
直方輝石デイサイトはSiO=65.3-67.8wt%を示し，Mg#=34-63， Cr=120-147を示す．これは直方輝石安山岩と同程度の含有量である.また，直方輝石はメルトと平衡にあったと推定される[5].

マグマ組成進化過程

HMAと直方輝石デイサイトの全岩化学組成は，SiO量の増加に伴いMgO，Cr，Ni量が減少傾向を示す．また，斑晶鉱物の化学組成と記載岩石学的に非平衡な特徴が見られないことから，この組成変化は分別結晶作用の影響が示唆される．マスバランス計算とレイリー分別モデルを試行した結果， HMAの化学組成変化はカンラン石を分別することで説明できる．同様に，直方輝石デイサイトの化学組成変化は直方輝石を分別することで説明できる．
各タイプの岩石は高い全岩Mg#を示し，タイプ間における類縁関係が示唆される．しかし，HMAからカンラン

石や単斜輝石を分別しても，直方輝石安山岩を形成することはできない．また，直方輝石安山岩から直方輝石を分別したとしても，より高い全岩Mg# を持つ直方輝石デイサイトを形成することはできないだろう．以上のことから，各タイプ間には分別結晶作用による成因関係はないと考えられ，より詳細な岩石学的・地球化学的検討が必要である．

引用文献

[1]Hanyu et al., 2006, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, **7**, Q08002.
[2]高橋ほか, 2003, 地雑, **109**, 6, 345-360.
[3]Roeder and Emslie, 1970, *Contrib. Mineral. Petrol*, **29**, 275-289.
[4]Topliss and Carroll, 1995, *J. Petrol.*, **36**, 1311-1326.
[5]Rhodes et al., 1979, *Tectonophys*, **55**, 35-62.

Keywords: HMA, Bronzite dacite, Bronzite andesite, Primary andesite, Choshi

Poster | R2 [Regular Session]Petrology, mineralogy and economic geology

[3poster10-14] R2 [Regular Session]Petrology, mineralogy and economic geology

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R2-P-7] Mode of occurrence and chemical compositions of end-member kosmochlor from the Yamanobo outcrop in the Renge belt, central Japan

*Akira Takasu[1], Yasumitsu Suzuki[2], Yoshiya Ohki[3], Takahiko Ogawara[4], Shizue Seto (Sakamoto)
（1. Shimane University, 2. Masutomi Museum of Geoscience, 3. Nippon Chigaku Kenkyu-kai, 4. Fossa Magna Museum）

4:00 PM - 6:30 PM

[R2-P-8] Petrology and intrusion age of alkali basalt dikes from the Toon City, Ehime Prefecture

Rika Shimada[1], *Shunsuke Endo[1] （1. Shimane University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R2-P-9] Multiphase “former supercritical” fluid inclusion originated from the high-temperature pre-Sanbagawa metamorphism

*Kenta Yoshida[1], Atsushi Okamoto[2], Yasuhiro Niwa[3], Masao Kimura[3], Ryosuke Oyanagi[4], Hikaru Sawada[1], Sota Niki[5], Kazuki Yoshida[2] （1. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology, 2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 3. Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 4. Kokushikan University, 5. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo）

4:00 PM - 6:30 PM

[R2-P-10] (entry) Protolith of metamorphosed mafic rocks in Kanzaki area, Saga prefecture, north Kyushu, Southwest Japan.

*Yusaku Tanaka[1], Masaaki Owada[1] （1. Yamaguchi University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R2-P-11] Kinetics of net-transfer reactions involving solid solutions

*Tatsu Kuwatani[1], Mitsuhiro Toriumi[1] （1. JAMSTEC）

4:00 PM - 6:30 PM

Mode of occurrence and chemical compositions of end-member kosmochlor from the Yamanobo outcrop in the Renge belt, central Japan

*Akira Takasu[1], Yasumitsu Suzuki[2], Yoshiya Ohki[3], Takahiko Ogawara[4], Shizue Seto (Sakamoto)

1. Shimane University, 2. Masutomi Museum of Geoscience, 3. Nippon Chigaku Kenkyu-kai, 4. Fossa Magna Museum

コスモクロアは$NaCrSi_2O_6$の単斜輝石で，メキシコに落下したトルカ鉄隕石からはじめて記載された（Laspeyers, 1897)．地球上の岩石からのコスモクロアは，まず，ミャンマーのヒスイ産出地域より記載され（Harlow and Olds, 1983），さらにロシアのサヤン・オフィオライト(Dobretsov and Tatarinov, 1983），イタリア西アルプス（Harlow and Olds, 1987）からも発見された．Sakamoto and Takasu（1996）は岡山県大佐山の蓮華帯超塩基性岩中のトレモラ閃石岩ブロックよりコスモクロアを記載した．これが日本で最初，世界では4番目のコスモクロアの発見となった．その後，蓮華帯（飛騨外縁帯）の青海川及び姫川の河床礫よりコスモクロアが相次いで発見された（阪本・高須, 1997; Takasu and Sakamoto, 1998）．姫川流域の根知で廣川和雄氏により採取されたNa角閃石岩の河床礫は，その中に球顆状にコスモクロアの集合体が形成されている．球顆の中心部においてコスモクロア成分が高い傾向が認められ，Koは最大96 mol%で，当時としは最も端成分に近い化学組成であった．球顆の中心部にはクロム鉄鉱が存在することがあり，コスモクロアの形成に超塩基性岩（蛇紋岩）の関与が考えられた．

鈴木・大木（2019）は新潟県糸魚川市山之坊の飛騨外縁帯の蛇紋岩分布地域の露頭からコスモクロアを発見した．この露頭では，蛇紋岩中に径数10 mのNa角閃石岩が見られ，蛇紋岩と角閃石岩の境界には幅数mの曹長岩が存在する．Na角閃石岩を構成する角閃石は大部分はeckermanniteで，その他glaucophane, magnesio-arfvedsonite, richterite, magnesio-kataphoriteが認められる．主にNa角閃閃石からなる細粒基質中にtremolite, actinolite, magnesio-hornblendeの比較的粗粒の角閃石結晶が存在する（鈴木・大木, 2019; 小河原・植田, 2020; 本研究）．コスモクロアはNa角閃閃石岩中にレンズ状あるいはschlieren様に産する．

山之坊露頭のコスモクロアは，Takasu and Sakamoto (1998)によって記載された根知のコスモクロア同様，Na角閃石岩中に球顆状の集合体として産することが多い．球顆の中心部にはクロム鉄鉱が認められる場合があり（小河原・植田, 2020），その中心部から外側に向かって柱状のコスモクロアが放射状に配列する．Koは球顆の中心部から縁に向かって減少する傾向が見られ，最大Koは98 mol%に達する．これは，これまで報告されたコスモクロアの中で最も端成分に近い組成をである（鈴木・大木, 2019; 小河原・植田, 2020;本研究）．本講演要旨投稿時までの球顆を構成する単斜輝石の予察的な分析結果は，コスモクロア ($Ko_{98}Jd_0Ae_1Q_1$)からひすい輝石($Ko_{31}Jd_{60}Ae_1Q_8$）の広い組成範囲を示す．球顆の単斜輝石の化学組成がKo-Jd間の固溶体関係を示すことは，根知のコスモクロアと同様の傾向である．コスモクロア球顆近傍の角閃石は淡緑色を呈し，最大12 wt%のCr_2O_3（O: 23, C:=1.34 apfu）を含有する．

山之坊露頭のコスモクロアの記載岩石学的産状と化学組成の特徴は，根知のNa角閃石岩中のコスモクロアとの著しい類似性を示す．山之坊露頭は根知のコスモクロアを含むNa角閃石岩礫の原産地のひとつと考えられる．山之坊及び根知のコスモクロアを伴うNa角閃石岩中の角閃石（eckermannite, glaucophane, nyböite）の一部には相当量のCrが含まれており，新鉱物としての認定も考えられる．端成分組成コスモクロアと合わせ，今後，鉱物学的，結晶学的研究の進展が期待される．

本講演で紹介する山之坊露頭は2020年に糸魚川市の天然記念物に指定され、監視カメラや柵が設置され保護保全がなされている．

文献

Dobretsov・Tatarinov (1983) Nauka Press, 122 pp.
Harlow・Olds (1983, 1987) EOS, 64: 353: Am Min, 72: 126-136.
Laspeyers (1897) Kristallograp Minneral, 27: 586-600.

小河原・植田（2020）鉱物科学会2020要旨.
Sakamoto・Takasu (1996) J Geol Soc. Jap, 102: 49-52.
阪本・高須（1997）地質学雑，103: 1093-1096.
鈴木・大木（2019）地学研究，65: 185-187.
Takasu・Sakamoto (1998) Earth Sci, 52: 341-344.

Keywords: jadeite, serpentinite, albitite, eckermannite, Hida Marginal Belt

Petrology and intrusion age of alkali basalt dikes from the Toon City, Ehime Prefecture

Rika Shimada[1], *Shunsuke Endo[1]

1. Shimane University

はじめに　約18 Maの西南日本前弧のアルカリ玄武岩岩脈が愛媛県新宮（Uto et al. 1987）と種子島（小笠原 1997）に産し，新宮の単斜輝石捕獲結晶からはダイヤモンドが報告されている（Mizukami et al. 2008）．深部で発生するアルカリ玄武岩マグマが前弧地殻に貫入する状況は，日本海拡大期のテクトニクスを考える際に重要である．新宮の西方約60 km，愛媛県東温市のMTL桜樹屈曲部の三波川変成岩に，単斜輝石とかんらん石の大型斑晶に富むアンカラマイト様岩脈が貫入しており，この岩脈の記載岩石学的特徴と年代を報告する．

岩脈の産状　東温市落出に東西走向・高角傾斜，幅1 m以下の岩脈を3地点で確認した．これらの岩脈に記載岩石学上の差異はない．岩脈は細粒周縁相をもち，中央部は，単斜輝石（緑色，褐色），かんらん石，石英の大型斑晶（1.5 cm以下）を多量に含む．篩状組織をもつ斜長石斑晶も少量含まれる．また捕獲岩として斑れい岩やホルンフェルス化した珪質岩がみられるが，新宮の岩脈と異なり，かんらん岩は確認していない．

岩石記載　石基は完晶質で，長石，単斜輝石，黒雲母，シリカ鉱物，チタン磁鉄鉱，炭酸塩からなる．長石は長さ1 mm以下の短冊形で顕著な累帯を示し，コアは斜長石（$An_{76}Ab_{23}Or_{1}$~$An_{44}Ab_{49}Or_{7}$），マントルはアノーソクレース（$Ab_{67-70}Or_{15-19}An_{13-15}$），リムはサニディン（$Or_{51-62}Ab_{35-44}An_{3-5}$）である．シリカ鉱物は填間状に存在する．石基全体の化学組成は，粗面玄武岩～玄武岩質粗面安山岩に相当する． 大型斑晶に関して，単斜輝石やかんらん石は結晶ごとに異なる化学組成や累帯構造をもち，一部結晶化したメルト包有物（角閃石，黒雲母，炭酸塩，ガラスなどからなる）を含む．緑色単斜輝石は高Mg#でCrに富む（Mg# 0.88-0.90, Cr_2O_3 < 1.6 wt%）．褐色単斜輝石は低Mg#でTiに富む．すべての単斜輝石大型斑晶は，石基の単斜輝石と同様な組成の薄いリムをもつ．Mgに富むかんらん石は大型自形で，クロムスピネル（Cr# = 0.65-0.72）を包有し，コア（Mg# 0.89, NiO = 0.26 wt%）からリムに向かってMg#とNiOが減少する．一方，褐色単斜輝石と複合結晶をなすかんらん石は比較的Feに富み（コアはMg# 0.80, NiO = 0.07 wt%），逆累帯を示す．両タイプのかんらん石はリム組成が一致する．石英斑晶は高温型石英の形態を示し，炭酸塩の反応縁をもつ． 捕獲岩としてみられる斑れい岩はTiに富む褐色単斜輝石，斜長石（An_{87}），かんらん石仮像からなる．斑れい岩の鉱物化学組成は大型斑晶として見られる褐色単斜輝石・篩状斜長石と同様である．

年代　石基の長石のK-Ar年代として15.70 ±0.45 Maが得られた（蒜山地質年代学研究所に依頼）．年代測定には，ある程度均質な化学組成の長石粒子を集めるため，重液により比重2.60-2.64未満の長石粒子を除去している．

議論　大型斑晶の，結晶ごとの化学組成のばらつきとリムでの収束は，これらが捕獲結晶であることを意味する．一方，石基の化学組成や炭酸塩の存在から，ホストマグマはアルカリ岩質でCO_2に富んでいたと考えられる．その活動年代は15.70 ±0.45 Maで新宮の岩脈より若く，フィリピン海プレートの沈み込みに関係する瀬戸内火山活動の直前である．四国海盆のスラブウィンドウが上昇経路となった可能性が考えられる．

捕獲結晶のうち，大量に存在する緑色単斜輝石，Mgに富む大型かんらん石，高Cr#のスピネルは，地殻マントル遷移帯の非アルカリ玄武岩マグマからの集積岩に由来すると考えられる．一方，褐色単斜輝石，篩状斜長石，Feに富むかんらん石の斑晶の少なくとも一部は斑れい岩捕獲岩と同源の捕獲結晶とみなせる．斑れい岩や褐色単斜輝石などの捕獲結晶は先行するアルカリ玄武岩マグマから結晶化したと考えられ，新宮と同時期のマグマ活動かもしれない． 四国山地の三波川変成岩および四万十付加体の下に斑れい岩下部地殻やかんらん石単斜輝石集積岩層が存在することは地震波探査から示唆されていることと整合的である．

引用文献　Mizukami et al. (2008) Geology, 36, 219-222. 小笠原 (1997) 岩鉱, 92, 454-464. Uto et al. (1987) Geochemical Journal, 21, 283-290.

Keywords: Miocene, Alkali basalt, Shikoku

Multiphase “former supercritical” fluid inclusion originated from the high-temperature pre-Sanbagawa metamorphism

*Kenta Yoshida[1], Atsushi Okamoto[2], Yasuhiro Niwa[3], Masao Kimura[3], Ryosuke Oyanagi[4], Hikaru Sawada[1], Sota Niki[5], Kazuki Yoshida[2]

1. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology, 2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 3. Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 4. Kokushikan University, 5. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo

含水ケイ酸塩メルト（hydrous silicate melt）と水流体（aqueous fluid）の不混和領域が消失する第二臨界終端点（SCEP）よりも高温高圧で存在する，いわゆる超臨界流体は，高い元素運搬能力を持っていることから沈み込み帯での物質移送媒体として注目されている[1]．SCEPはケイ酸塩メルトの組成，すなわち共存する岩石の組成によって温度圧力が変わり，高マグネシウム安山岩や堆積岩と水流体の共存下では700-800℃，2.5-3GPaの温度圧力条件が実験的に見積もられている[2]．天然試料からの超臨界流体の記載は，超高圧変成岩中に見られる多相固体包有物研究があり[3]，ケイ酸塩成分に富む超臨界流体が減圧減温の過程で含水鉱物を含む固相の組み合わせに変化している．
本研究では，四国中央部の三波川変成帯エクロジャイト岩体から見出された先三波川変成作用の高温場（＞1000℃）の情報[4]を記録するチタン石中に，石英と共に包有される流体包有物を見出した．この流体包有物は，5μm程度の大きさで，チタン石中に石英の単相包有物と共に胚胎されており，石英単相包有物（Q型）と石英ー流体包有物（QA型）は組織的に捕獲時期を区別することは出来ない．
QA型包有物に含まれる流体はラマン分光により比較的塩濃度の高い（10mass%NaCl換算程度）水流体である事がわかったが，マイクロサーモメトリーによる成分・濃度決定はその小ささ故に出来なかった．また，ラマン分光では水以外の流体成分は検出されなかった． 流体包有物の詳細な形態記載には，包有物を周囲の母相鉱物ごと集束イオンビーム（FIB）で切り出し，X線CTによる三次元観察を行うことが有効である[5]．本研究ではJAMSTEC横須賀本部設置のFIBでQA型包有物を円柱状に切り出し，高エネルギー加速器研究機構のビームラインAR-NW2Aを用いてX線CT撮影[6,7]を行った．
包有物のCT観察の結果，QA型包有物中の石英は，土台となる石英部分の上に新たに成長してファセットを呈しているように見える突起部を2箇所有することがわかった．
この突起部に関して，CT観察を行った試料を再度FIBで加工し，突起部を含む断面を露出させてカソードルミネッセンス（CL）観察を行った．結果，石英の土台部は明るく，突起部は相対的に暗いCL発光を呈することが分かった．またCLスペクトル観察では，土台部・突起部共に650nm近傍のピークが卓越するものの，突起部では490nm近傍の小さなピークが見られる事が分かった．これらCL発光の違いは，土台部と突起部が異なる条件下で晶出したことを強く示す．
以上の観察からQ型包有物とQA型包有物がチタン石中に共存する産状は以下の形成過程で説明出来る．共存する石英と流体がチタン石の成長に伴い，あるものは石英のみの形（Q）で，あるものは石英と流体が一緒に（QA）捕獲される．その後，QA包有物中では流体中に溶けていたSiO2成分が晶出し，共存していた石英の上に成長して新たな結晶を作った． QA型包有物中の石英突起部と流体部の体積比をCT像から読み取り，水流体の密度を適当に仮定して流体の元の組成を推定すると重量比でSiO2を35～45%程度含む水流体となった．本研究で用いたチタン石が＞1000℃，約2.5GPaで形成されている[4]ことを踏まえると，水流体中に約40%のSiO2が含まれることは実験や熱力学的に予想されるSiO2-H2O系の臨界終端点[8]とも整合的である．
本研究はKEK課題番号2019G569の成果を一部用いている．
[1] Ni, H. et al. (2017) Earth-Science Review, 167, 62-71. [2] Kawamoto, T. et al. (2012) PNAS, 109, 18695-18700. [3] Ferrando, S. Chem.Geol., 223, 68-81. [4] Yoshida, K. et al. (2021) JpGU2021, SMP25-P17. [5] Yoshida, K. et al. (2016) Eur.J.Min. 25, 245-256. [6] Kimura, M. et al. (2019) Sci.Rep. 9, 19300. [7] Niwa, Y. et al. (2019) AIP Conf. Proc. 2054, 050003. [8] Hunt & Manning (2012) GCA, 86,

196-213.

Keywords: pre-Sanbagawa metamorphism, micro X-ray CT, focused ion beam, fluid inclusion, supercritical fluid

(entry) Protolith of metamorphosed mafic rocks in Kanzaki area, Saga prefecture, north Kyushu, Southwest Japan.

*Yusaku Tanaka[1], Masaaki Owada[1]

1. Yamaguchi University

北部九州には白亜紀に活動した花崗岩類の分布域に変成岩類が点在している．これら変成岩類について，唐木田(1969)は高圧低温型変成作用を受けた後，白亜紀花崗岩類による接触変成作用を受けた複変成岩であるとした．一方，小山内ほか(1997)は，雷山地域の変成岩類が変成組織と鉱物組み合わせから接触変成作用を受ける前に低圧高温型の広域変成作用を被ったとした．その後，低圧高温型変成作用を受けた変成岩類が北部九州から多数報告されてきた．また，Adachi et al. (2012) は浮嶽地域に分布する泥質グラニュライトから120–100Maのモナズ石Th–U–Pb化学年代と105±2MaのLA–ICP–MSジルコンU–Pb年代を報告した．天山地域の東方延長に位置する神埼地域にも変成岩類が分布する．
このように北部九州に点在する変成岩類については，変成作用の特徴や変成年代についてのデータは増えつつあるが，原岩の化学的特徴やそれに基づいた形成場については未解決な問題である．こうした課題を解決することで，東アジア東縁における白亜紀以前のテクトニックセッティングはより明確なることが期待される．そこで本発表では神埼地域に分布する角閃岩類を対象に野外での産状，鏡下観察の結果，および全岩化学組成のデータをもとに原岩について議論する．
神埼地域に産する角閃岩類は，一般に東西系の走向で，南北に50～80 度傾斜している．変成岩類は主に角閃岩で岩相の違いから角閃岩IとIIに区分される．角閃岩 I は細粒な鉱物の定向配列が顕著で，石灰珪質岩の薄層を伴う．一方，角閃岩IIは角閃岩Iに比べて粗粒で，石灰珪質岩をほとんど伴わない．また，角閃岩Iはしばしば珪質片岩を伴い，角閃岩IIは集積岩起源の蛇紋岩を伴う． 角閃岩Iは顕著なネマトブラスティック組織を示し，主にホルンブレンドと斜長石から構成され，少量の石英を含む．ホルンブレンドは顕著な累帯構造を示し，コアで淡緑色，マントルで緑褐色，そしてリムでまた淡緑色へと変化する．石灰珪質部には，それらの鉱物に加えて単斜輝石や緑簾石，そしてカルサイトが共存する．副成分鉱物としてイルメナイトとチタン石そしてアパタイトを含む．角閃岩IIは角閃岩Iに比べて粗粒で，鉱物の配列が弱い．主にホルンブレンドと斜長石から構成され，少量の黒雲母とカリ長石そして石英を含む．ホルンブレンドの累帯構造はほとんど認められない．カリ長石はアンチパーサイト状に産する．ホルンブレンドは，しばしば斜長石や石英をポイキリティックに包有する．副成分鉱物としてイルメナイトとチタン石，そしてアパタイトを含む．角閃岩IとIIの関係は不明だが，細粒で石灰珪質岩の薄層を伴う角閃岩Iは表層岩で，粗粒でしばしばポイキリティック組織を示す角閃岩IIは貫入岩起源と考えられる．
角閃岩I 15試料と角閃岩II 15試料を蛍光X線分析装置で全岩化学組成を分析した．角閃岩Iはソレアイト質玄武岩，角閃岩IIはソレアイト質玄武岩～玄武岩質安山岩の組成を示す．測定した試料から集積作用の効果を除き比較的未分化な組成を選定し，HFS元素による各種地球化学的判別図を使って原岩の化学的特徴を検討した．その結果，角閃岩I, IIは主に中央海嶺玄武岩(MORB)組成で，一部火山弧玄武岩組成に類似した特徴を示す．
以上の組成的特徴や構成岩石を考慮すると，角閃岩I, IIはMORBを形成する環境で形成された玄武岩質マグマに由来し，白亜紀以前のオフィオライトを構成していた可能性が高い．

【引用文献】

Adachi, T., Osanai, Y., Nakano, N., and Owada, M. (2012) LA-ICP-MS U-Pb zircon and FE-EPMA U-Th-Pb monazite dating of pelitic granulites from the Mt. Ukidake area, Sefuri Mountains, northern Kyusyu. *Journal of the Geological Society of Japan*, **118**, 39-52.
唐木田芳文・山本博達・宮地貞憲・大島恒彦・井上保 (1969) 九州の点在変成岩類の特徴と構造地質学的位置．地質学論集，**4**，3-21.
小山内康人・濱本拓志・大和田正明・亀井淳志・加々美寛雄・吉原靖 (1997) 肥後変成帯の帰属はなにか？ー東アジアの広域変成岩との関連性についてー．九州テクトニクスワーキンググループ研究連絡誌, **11**, 11-18.

Keywords: Kanzaki area, metamorphosed mafic rocks, MORB, Ophiolite

Kinetics of net-transfer reactions involving solid solutions

*Tatsu Kuwatani[1], Mitsuhiro Toriumi[1]

1. JAMSTEC

反応速度論は，多様な岩石組織の形成を考えるうえで重要である．本研究では，粒間流体を介在した鉱物の溶解析出反応に関する単純な速度論モデルを構築することで，反応メカニズムや反応組織を支配する物理化学的パラメータを理解することを目的とする．具体的には，化学的不均質としての組織形成を生み出す鉱物溶解析出反応の本質を考える最低限の要素として，２種の化学成分の粒間流体中の拡散，および，固溶体を生成する表面反応をモデル化することにより，システムを支配する無次元パラメータを導出し，無次元パラメータの変化に伴うシステムの挙動を明らかにした(Kuwatani and Toriumi, 2020 Earth, Planets and Space)．本講演では，構築した反応速度論モデルの概略を説明し，地殻流体の存在が反応に与える影響を議論するとともに，さらなる拡張モデルによって，コロナや反応帯などの多様な反応組織の形成メカニズムが可能であることを示す予定である．

Keywords: Kinetics, Rock texture, Fluid-rock interaction

Poster | R4 [Regular Session]Metamorphic rocks and tectonics

[3poster15-23] R4 [Regular Session]Metamorphic rocks and tectonics

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R4-P-10] (entry) Petrogenesis of lawsonite-bearing calcsilicate schist from the Sanbagawa belt in the Namekawa area, Ehime Prefecture, Japan

*Nachi Kurihara[1], Shunsuke Endo[1] （1. Shimane University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-11] (entry) Geological structure of the Sanbagawa metamorphic rocks in the Sakuragi bend of the Median Tectonic Line

*Umito Saki[1], Shunsuke Endo[1] （1. Shimane University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-12] Zircon U– Pb ages of pelitic gneiss and granite from a small outcrop in Kashinomure area in the north of Aso caldera, central Kyushu

*Ippei Kitano[1,2], Yasuhito Osanai[2], Keigo Kitamura[2], Nobuhiko Nakano[2] （1. Tochigi Prefectural Museum, 2. Kyushu University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-13] U-Pb zircon age of Grt-Bt gneiss in Akebono Rock, Prince Olav Coast, East Antarctica

*Sotaro Baba[1], Kenji Horie[2], Tomokazu Hokada[2], Mami Takehara[2], Atsushi Kamei[3], Ippei Kitano[4], Yoichi Motoyoshi[2] （1. University of the Ryukyus, 2. National Institute of Polar Research, 3. Shimane University, 4. Tochigi Prefectural Museum）

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-14] Decompressional texture in pelitic metamorphic rock from Tenmondai Rock, Lü tzow– Holm Complex, East Antarctica

*Toshiaki Shimura[1], Yuki Harada[1,2], Geoffrey Fraser[3], Noriyoshi Tsuchiya[4] （1. Yamaguchi University, 2. i-SHOT Inc., 3. Geoscience Australia, 4. Tohoku University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-15] An attempt to estimate pressure-temperature of Akarui Point, Lü tzow-Holm Complex, East Antarctica

*Takeshi Ikeda[1], Hayato Yodoya[1,2] （1. Kyushu University, 2. Nittetsu Mining Co., Ltd.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-16] Two-stage fluid infiltration during retrograde metamorphism: an example from Perlebandet, Sø r Rondane Mountains, East Antarctica

*Fumiko Higashino[1], Tetsuo Kawakami[1], Tatsuro Adachi[2], Masaoki Uno[3] （1. Kyoto University, 2. Kyushu University, 3. Tohoku University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-17] Gap of the metamorphic condition recognized at Menipa area, Sø r Rondane Mountains, East Antarctica.

*Tatsuro ADACHI[1], Tetsuo KAWAKAMI[2], Fumiko HIGASHINO[2], Masaoki UNO[3] （1. Kyushu University, 2. Kyoto University, 3. Tohoku University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R4-P-18] The thermal structure and brittle-ductile transition depth in the Japanese islands

*Masahiro Ishikawa[1] （1. Yokohama National University）

4:00 PM - 6:30 PM

(entry) Petrogenesis of lawsonite-bearing calcsilicate schist from the Sanbagawa belt in the Namekawa area, Ehime Prefecture, Japan

*Nachi Kurihara[1], Shunsuke Endo[1]

1. Shimane University

はじめに　沈み込み帯の水循環において，堆積物・変質玄武岩質海洋地殻・マントル物質の主要岩石組成のほかに，沈み込み境界での交代作用の役割が重要視されている．例えば，沈み込み帯浅部での玄武岩の濁沸石交代作用（Endo and Wallis, 2017）や，沈み込み帯深部の泥質片岩のローソン石交代作用（Vitale Brovarone and Beyssac, 2014）により形成されるCASH系の高含水量交代岩とその脱水分解は，沈み込み境界の吸水・脱水挙動を大きく変化させうる．今回，愛媛県滑川地域の三波川変成岩の地質調査により岩相層序・地質構造・変成分帯を明らかにした．その過程で，見出した新しいタイプの交代岩である石灰珪質片岩について詳しく報告する．

地質背景 愛媛県滑川地域は，MTL桜樹屈曲部の三波川変成岩の分布域である．滑川左岸の標高702 mの山頂周囲2 km四方のマッピングを行った．岩相境界はほぼ水平，片理は低角で地質構造は東西軸のゆるいシンフォームが存在する．標高差350 mの岩相層序は構造的下位から泥質片岩層（無点紋），苦鉄質片岩卓越層（無点紋），珪質・苦鉄質・泥質片岩層（点紋あり）に区分される．泥質片岩の鉱物組合せから，下位の無点紋帯は緑泥石帯，上位の点紋帯はざくろ石帯に相当する．緑泥石帯とざくろ石帯の境界がアイソグラッドであるか構造境界であるかは現時点で判断できない．ざくろ石帯には，蛇紋岩ブロックが含まれる．蛇紋岩はクロムスピネル（Cr# = 0.61-0.92）を含み，変成鉱物組合せは，アンチゴライト＋ブルーサイトで，かんらん石を含まない．

石灰珪質片岩の記載 石灰珪質片岩は，緑泥石帯の厚い苦鉄質片岩層に挟まれて産する（タイプ１）．また，この苦鉄質片岩層と泥質片岩の岩相境界においても形成されている（タイプ２）．タイプ１は方解石に富む一方で，タイプ２は方解石に乏しく炭質物を含む．両タイプの石灰珪質片岩は，残留鉱物として褐色のクロムスピネル（Cr# = 0.36-0.43）を含み，その周囲にCrに富む緑色のフェンジャイトやパンペリー石（Cr_2O_3は最高15.5 wt%）が形成されている． タイプ１は，端成分に近いゾイサイト，緑れん石，方解石，石英を主要構成鉱物とし，少量のフェンジャイト，カリ長石，緑泥石を含む．方解石やゾイサイト斑状変晶中に，初期ステージの鉱物としてローソン石やAlに富むパンペリー石が包有される．

考察 滑川地域は四国中央部の汗見川・白髪山地域と同様に，スラブと前弧地殻ーマントル境界の三重会合点付近がよく保存された地域といえる．蛇紋岩は四国中央部のように変成かんらん石がみられないことから，前弧マントル先端部が保存されていると考えられる．このような形成場は，滑川地域が現世の西南日本の深部スロー地震発生域の地質学的描像を考察するうえで重要なフィールドであることを意味する．西南日本の深部低周波微動発生域においてローソン石の脱水分解を重要視する考えがある（Fagereng and Diener, 2011）．しかし三波川帯の緑泥石帯では，一般に苦鉄質片岩にはローソン石はみられず，泥質片岩ではローソン石は微量であるため，基本的な堆積物・変質玄武岩質海洋地殻の岩石組成を考える限り，ローソン石の脱水分解は重要でない． 一方，今回発見した石灰珪質片岩は，珪酸塩ではゾイサイトと緑れん石が主要構成鉱物であるが，ローソン石のレリックが見いだされたことからプログレード初期にはローソン石が主体であったことを示す．また石灰珪質片岩は，苦鉄質片岩に伴われることと，低Cr#のクロムスピネルを含むことから，苦鉄質片岩（MORB起源）を原岩とする交代岩である．タイプ2の産状と炭質物を含むことから，泥質片岩側からC-H-O流体の流入に伴い，苦鉄質片岩の炭酸塩岩化およびローソン石交代作用がプログレード初期に起こった可能性が高い．ローソン石交代作用は保水機構として効率的であり，それが普遍的に起きているのであれば，交代岩の沈み込みに伴う脱水分解（反応は$3Lws + Cc = 2Zo + CO_2 + 5H_2O$）は深部スロー地震発生域の流体発生メカニズムのひとつとして重要である．

引用文献 Vitale Brovarone and Beyssac (2014) EPSL, 393, 275-284. Fagereng and Diener (2011) GRL, 38, L15302. Endo and Wallis (2017) JMG, 35, 695-716.

Keywords: metasomatism, sanbagawa belt, lawsonite

(entry) Geological structure of the Sanbagawa metamorphic rocks in the Sakuragi bend of the Median Tectonic Line

*Umito Saki[1], Shunsuke Endo[1]

1. Shimane University

はじめに

四国の中央構造線（MTL）は，西条市丹原町から東温市滑川にかけて南北走向・西傾斜を示し，桜樹屈曲と呼ばれている．桜樹屈曲を境にして，四国西部と四国中央部の三波川変成岩の構成要素には違いがみられる．すなわち，四国西部では構造的最上位に唐崎マイロナイト，四国中央部ではエクロジャイト相変成岩がみられる．桜樹屈曲の成因は明らかではないが，桜樹屈曲部の三波川変成岩の地質構造とは表裏一体の問題と考えられる．同地域の詳しい地質図は，Hara et al. (1992)により公表され，横臥褶曲を含む複雑な地質構造が提案されている．著者らは，MTLの活動に関係する脆性変形の観察を含め，桜樹屈曲部の地質構造を再検討する目的でマッピングを開始しており，予察的結果を報告する．

岩相層序と地質構造

構造は基本的には低角であり，構造的下位から泥質片岩層（無点紋），苦鉄質片岩卓越層（無点紋），珪質・苦鉄質・泥質片岩層（点紋あり）と累重し，またMTL沿いには上述の苦鉄質片岩卓越層（無点紋）の構造的上位に泥質片岩層が分布する．古典的層序区分でいえば，大部分は四国中央部の三縄層，MTL沿いの泥質片岩は大生院層に対比される．三縄層相当部の伸長線構造は桜樹屈曲部でも東西で，上盤西ずれの剪断センスを示す．また，石鎚層群の流紋岩と火山角礫岩（砕屑岩脈を含む）が三波川変成岩（大生院層）と和泉層群にまたがって分布し，これらは北落ち正断層に切られている．

変成作用

三縄層相当部はアルバイト斑状変晶（点紋）の出現から構造的上位に向かって変成度が上昇することが野外で認識できる．泥質片岩・苦鉄質片岩の鉱物組合せ・鉱物化学組成の観点からも，四国中央部の緑泥石帯とざくろ石帯の変成作用とは違いがみられない．ざくろ石帯は面木山山頂付近と，滑川左岸の山頂付近に分布する．一方，四国中央部の大生院層がざくろ石帯以上の高変成度を示すこととは異なり，桜樹屈曲部のMTL沿いの泥質片岩には，ざくろ石や点紋は見られず，変成度は緑泥石帯に相当する可能性が高い．

考察

桜樹屈曲部のMTL付近に見られる正断層は，石鎚層群の流紋岩を切っていることから，MTL活動ステージの石鎚時階の正断層運動と考えられる．四国中央部と四国西部での石鎚時階の正断層運動の変位量の差，すなわち三波川変成岩の上昇量の差が桜樹屈曲の形成に関与している可能性があり，さらなる検討が必要である．

引用文献

Hara et al. (1992) Jour. Sci. Hiroshima Univ. Ser. C, vol. 9, p. 495-595.

Keywords: Sambagawa metamorphic rocks, Sakuragi bend

Zircon U–Pb ages of pelitic gneiss and granite from a small outcrop in Kashinomure area in the north of Aso caldera, central Kyushu

*Ippei Kitano[1,2], Yasuhito Osanai[2], Keigo Kitamura[2], Nobuhiko Nakano[2]

1. Tochigi Prefectural Museum, 2. Kyushu University

中部九州には，阿蘇カルデラの形成に伴う大規模噴火活動により広範囲にわたって新生代火山堆積物類が分布しており，西南日本の基盤をなす中生代～古生代変成岩類・花崗岩類の分布連続性を不明瞭にしている．しかしながら，広域地質調査およびボーリング調査により，高温低圧型変成岩類および花崗岩類が地下に分布し，一部地表に露出していることが明らかになった（例えば笹田，1987；三好ほか，2011）．これらの基盤岩類は112–78 Maの白亜紀の黒雲母（一部，白雲母またはホルンブレンド）K–Ar年代をしめすことから，領家帯の延長である可能性が指摘されている（笹田，1987）．そこで，本研究は合戦群(かしのむれ)地域（現，阿蘇市一の宮町）に小規模に露出している変成岩類および花崗岩類から，岩石記載およびジルコンU–Pb年代測定を行い，それらの特徴から帰属を検討した．
阿蘇カルデラ北部に位置する合戦群地域には，東西約600 m，南北約300 mの範囲で変成岩類，花崗岩類および少量の超苦鉄質岩類が地表に露出している（笹田，1987）．笹田（1987）によれば，変成岩類は主に雲母片岩で，一部角閃石片岩が産する．雲母片岩および角閃石片岩の鉱物組合せはそれぞれ黒雲母＋白雲母±菫青石（ピナイト化）＋斜長石＋石英および単斜輝石＋ホルンブレンド＋黒雲母＋斜長石＋石英である．これらの変成岩類は，白雲母含有黒雲母花崗岩，白雲母黒雲母花崗閃緑岩，ペグマタイト，アプライトからなる花崗岩類に貫入されている．超苦鉄質岩は転石としてのみ確認され，主に放射状のトレモラ閃石からなり少量の滑石および不透明鉱物を含む．そのほかに，160 mのボーリングコアから，カリ長石や珪線石（フィブロライト）を含む雲母片岩や片状花崗岩，塊状～片状トーナル岩，片状閃緑岩も認められている．この地域の雲母片岩，弱片状花崗岩は，それぞれ約83 Ma，81 Maの黒雲母K–Ar年代をしめす（笹田，1987）．
合戦群地域から採取した変成岩類は，雲母質層と石英長石質層からなる片麻状構造を有するため，本研究では片麻岩とみなした．片麻岩は，白雲母および黒雲母によるデカッセイト組織で特徴づけられ，多くの場合，菫青石，紅柱石または白雲母の斑状変晶を含む．ただし，菫青石はピナイト化しており，稀に一部残存している．花崗岩類は等粒状組織をしめすが，著しく風化しており大部分が真砂化している．本研究では，菫青石（ピナイト化）含有紅柱石一黒雲母一白雲母片麻岩（53104A）および貫入している黒雲母一白雲母花崗岩（53104B）からジルコンを分離し年代測定した． 両岩相のジルコンの多くは自形で，明瞭～弱い波動累帯構造またはセクター構造を有し，高いTh/U比（> 0.2）をしめした．泥質片麻岩（53104A）のジルコンは1480, 1170, 980-840, 650-220 Maの年代と280–260 Maの年代ピークをしめした．一方，花崗岩（53104B）は集中した年代をしめし，102.5 ±2.4 Maの加重平均年代が計算された．
　合戦群地域の泥質片麻岩は，花崗岩に貫入され，デカッセイト組織の白雲母や黒雲母，斑状変晶の紅柱石，菫青石を含むことから，花崗岩の貫入による高温低圧型の接触変成作用を受けた可能性が強く示唆された．また，1480-220 Maの砕屑性ジルコン年代が得られ，その年代分布は，領家帯の原岩であるジュラ紀付加体よりも近隣の三郡一周防帯の結晶片岩の砕屑性ジルコン年代に類似する（Tsutsumi, 2003；Miyazaki et al., 2017）．分析した両雲母花崗岩は102.5 ±2.4 Maの火成活動年代をしめし，106.0 ±1.0 MaのジルコンU–Pb年代をしめす両雲母花崗岩で特徴づけられる筒ヶ岳花崗岩に対比され得る（唐木田，1992；島田ほか，1999；堤，2019）．筒ヶ岳花崗岩は合戦群地域西方に分布し，三郡一周防帯の結晶片岩類に貫入している（唐木田，1992；島田ほか，1999）．以上の結果から，合戦群地域に産する泥質片麻岩は，大牟田地域と同様に周防帯の変成岩類が白亜紀花崗岩類の貫入により接触変成作用を受けた可能性が指摘できるが，西南日本の地質学的帯状配列を考慮すると，従来からの領家帯の西方延長についても岩石学的解析を含め慎重に再検討する必要がある．

引用文献

唐木田(1992)中部九州「九州地方」共立出版，Miyazaki et al. (2017) Island Arc，三好ほか(2011)地質学雑

誌，笹田(1987)地質調査所月報，島田ほか(1999)熊本地学会誌，Tsutsumi et al. (2003) Journal of Mineralogical and Petrological Sciences，堤(2019)2019年鉱物科学会年会講演要旨

Keywords: pelitic gneiss, granite, zircon U-Pb age, Kashinomure area, central Kyushu

U-Pb zircon age of Grt-Bt gneiss in Akebono Rock, Prince Olav Coast, East Antarctica

*Sotaro Baba[1], Kenji Horie[2], Tomokazu Hokada[2], Mami Takehara[2], Atsushi Kamei[3], Ippei Kitano[4], Yoichi Motoyoshi[2]

1. University of the Ryukyus, 2. National Institute of Polar Research, 3. Shimane University, 4. Tochigi Prefectural Museum

リュツォ・ホルム岩体は東南極プリンス・オラフ海岸からリュツォ・ホルム湾に分布し，角閃岩相からグラニュライト相の高度変成岩類から構成される（Motoyoshi et al., 1989; Hiroi et al., 1991）．リュツォ・ホルム岩体の変成度は,東端の新南岩から南西に向かって累進的に上昇すると考えられ，角閃岩相帯，遷移帯，グラニュライト帯に区分されている(Hiroi et al., 1991)．主要な変成年代は600-520 Maとされるが (Dunkley et al., 2020)，プリンス・オラフ海岸の日の出岬からは600-520 Maの年代は得られず，1073 Maの原岩年代と970Maの変成年代が得られている（Shiraishi et al., 1994; Dunkley et al., 2020)．また，日の出岬は角閃岩相帯に位置するものの，変トーナル岩中の塩基性～中性片麻岩ブロックはグラニュライト相条件を示すことが報告されている(Hiroi et al., 2008)．我々は日の出岬の周辺露岩を含めて，変成変形作用の再検討進めている．

あけぼの岩はプリンス・オラフ海岸の中央部，日の出岬の北東約12 km，角閃岩相帯に属する露岩である．あけぼの岩の西部地域に認められる剪断帯にはマイロナイト及びL-Sテクトナイトが産し，それらから推定された温度圧力条件は650－750℃，4－6 kbarであることが報告されている(Baba et al., 2021)，また，これらの周囲に産するザクロ石角閃岩は650－700℃， 8±0.5 kbarの温度圧力条件を示す．あけぼの岩においてAl$_2$SiO$_5$鉱物を含む泥質片麻岩の産出は少なく， 藍晶石を含むザクロ石-黒雲母片麻岩が1試料のみ採取された．泥質片麻岩は主にザクロ石，黒雲母，石英，斜長石から構成され，カリ長石，藍晶石，グラファイト，イルメナイト，ルチル，ジルコンを伴う．ザクロ石は斑状変晶（～0.8mm)として産し，顕著な組成累帯構造（正累帯構造）を示す．藍晶石は柱状結晶(～0.2mm)として産し，石英や斜長石と接する．ザクロ石，黒雲母，斜長石の組成から求めた温度圧力条件は650－700℃，8±1kbarを示し，シュードセクションモデルから見積もられた条件も概ね一致する．

このザクロ石-黒雲母片麻岩について，SHRIMP-IIを用いてU-Pb ジルコン年代測定を実施した．1121～1014 Maおよび972～904 Ma（n = 65）の2つ年代クラスターが特定され、後者の加重平均年代は937±6Mであった．この年代はジルコンのリムから得られた年代に一致し，Th/U は著しく低い値(< 0.08)を示すことから変成作用の年代であると解釈される．今回得られた年代は，あけぼの岩の角閃岩相変成作用が，リュツォ・ホルム岩体で広く受け入れられている新原生代後期からカンブリア紀の変成作用よりもかなり早い時期に起こったことを示している．この結果はプリンスオラフ海岸地域におけるリュツォ・ホルム岩体の変成イベントについて根本的な見直しが必要であることを示している．

引用文献　Baba et al., 2021, Antarctic Sci. 33, 52–72. Dunkley et al., 2020, Polar Sci. 26, 100606. Hiroi et al., 1991, Geological Evolution of Antarctica, 83-87. Hiroi et al., 2008, Geol. Soc. Sp. Publ., 43, 339-350. Motoyoshi et al., 1989, Geol. Soc. Sp. Pub., 43, 325-330. Shiraishi et al., 1994, J. Geology 102, 47–65.

Keywords: Lützow Holm Complex, East Antarctica

Decompressional texture in pelitic metamorphic rock from Tenmondai Rock, Lützow-Holm Complex, East Antarctica

*Toshiaki Shimura[1], Yuki Harada[1,2], Geoffrey Fraser[3], Noriyoshi Tsuchiya[4]

1. Yamaguchi University, 2. i-SHOT Inc., 3. Geoscience Australia, 4. Tohoku University

リュッツォホルム岩体は、中*dP/dT*変成コンプレックスで、東側から西側へ、角閃岩相～超高温変成岩へ変成度が高くなる累進変成地域である（Hiroi et al., 1991など）。その変成ピーク時期はジルコンU-Pb年代から600～500 Ma頃とされている（Dunkley et al., 2020）。天文台岩はプリンスオラフ海岸の1 km ×3 km程度の露岩で、角閃岩相と、角閃岩相・グラニュライト相漸移部のちょうど境界部にあたる（Shiraishi et al. 1984）。

本研究は、第35次南極地域観測隊の調査において、天文台岩で採取した１個の岩石サンプル（TMD40）の解析結果である。TMD40は肉眼的には均質な岩石で、弱い片麻状構造をもつ。主としてザクロ石、スピネル（ヘルシナイト）、黒雲母、珪線石、斜長石、カリ長石、石英、イルメナイト、ルチルで構成され、少量の白雲母、アパタイト、ジルコンを含む。スピネルは石英と接することはなく、斜長石とシンプレクタイトをなして産する。

鏡下の組織と鉱物化学組成などから、TMD40の変成ステージは、Stage-I（昇温期）、Stage-II（温度ピーク）、Stage-III（後退期）に分けることができる。これをさらに細分し、温度ピーク以降の変成ステージは以下のように区別することができる。

Stage-II:　ザクロ石斑状変晶のマントルの高X_{Mg}部と、Grt + Sil + Kfsの共生時期。

Stage-IIIa:　Grt + Kfs + H_2O = Bt + Sil、およびGrt + Rt = Ilm + Sil + Qzの反応により、ザクロ石斑状変晶が分解され始める時期。

Stage-IIIb:　スピネルの出現で定義され、Grt + Sil + Spl + Plの4相が共存する時期。

Stage-IIIc:　ザクロ石の消滅で定義され、ザクロ石に隣接するpressure shadowにBt + Msが形成される時期。

Stage-IIの温度圧力条件は、ザクロ石斑状変晶とその包有物などとの共生関係に基づき、GASP圧力計やGRIPS圧力計などから得られ、800～840 ℃で800 MPa程度の圧力である。Stage-IIIaの圧力は、ザクロ石斑状変晶にIlm + Sil + Qzのドメインが湾入して形成されている組織に基づいて得られ、GRAIL圧力計により求めることができる。800 ℃で650 MPa程度である。Stage-IIIbの圧力は、Spl + Plシンプレクタイトの形成時期として、Grt-Sil-Spl-Pl圧力計（Shimura et al, , 2016; 志村ほか, 2021）から求めることができる。750 ℃で450 MPa程度である。

Stage-IIIaの減圧組織は、もともとザクロ石とルチルが接していた場所に、

Grt + Rt = Ilm + Sil + Qz　・・・・・①

の反応が起きて形成されたことが読み取れる。一方、Stage-IIIbの減圧組織は、もともとザクロ石と珪線石が接していた場所に、

Grt + Sil = Spl + Pl　・・・・・②

の反応が起きて形成されたことが読み取れる。①の反応が起きたドメインでは、ザクロ石斑状変晶は“薄膜状の石英”に囲まれ、ザクロ石と珪線石は直接には接しなくなり、基質から隔離されている。これにより、後の②の反応は起きていない。一方、②の反応が起きたドメインでは、ザクロ石やスピネルは斜長石に完全に囲まれ、基質から隔離されている。このためより後にザクロ石に接して白雲母や黒雲母が形成されていることはない。

天文台岩の変成履歴は、Takamura et al. (2020)が苦鉄質変成岩で解析したように、時計回りの変成*P-T-t*経路であることが、泥質変成岩からも支持される。サンプルTMD40は、肉眼的にはほぼ均質な岩石にみえるが、ごく狭いドメイン内の反応前の組織や化学組成の違いにより、事後に形成される減圧組織が異なっている。この試料には、様々な段階の減圧プロセスが記録されている。

文献

Dunkley, D. J. et al. (2020) Polar Science, 26, 100606.
Hiroi, Y. et al. (1991) *In*: Geological evolution of Antarctica. Cambridge Univ. Press, 83–87.
Shimura, T. et al. (2016) Goldschmidt Conference 2016, abstract 2833.
志村俊昭 ほか (2021) 日本地球惑星科学連合2021年大会, SMP25-11.
Shiraishi, K. et al. (1984) Memoirs of NIPR Spec. Iss., 33, 126–144.
Takamura, Y. et al. (2020) Precambrian Research, 348, 105850.

Keywords: East Antarctica, Lützow–Holm Complex, Tenmondai Rock, metamorphic P-T-t path, spinel

An attempt to estimate pressure-temperature of Akarui Point, Lützow-Holm Complex, East Antarctica

*Takeshi Ikeda[1], Hayato Yodoya[1,2]

1. Kyushu University, 2. Nittetsu Mining Co., Ltd.

ザクロ石，黒雲母，斜長石，石英（±珪線石）の鉱物組合わせは，角閃岩相高温部の泥質片麻岩に広く見られる。この組合せの安定な温度圧力領域が広いことは，変成分帯を困難にし，共生関係から温度圧力を限定することを妨げる。一方で，同一の地質温度圧力計を適用することで，相対誤差の少ない温度圧力構造を検知できる可能性がある。しかし，これらの鉱物が共存していた時の化学組成が，高温の最高変成条件を含む温度圧力経路を経験したのちの現在の鉱物中に保存されているか，という根本的な問題は残されたままである。

本研究では問題解決の糸口を探るため，手法ごとに様々な温度圧力条件が見積もられている東南極リュツォ・ホルム岩体の明るい岬という狭い露岩地域（約2 km×2 km）を対象とした。上記の鉱物組合わせをもつ泥質片麻岩に限定し，７試料に同一の地質温度圧力計を適用した。通常の基準，即ち，ザクロ石の均質な内部，ザクロ石から離れた黒雲母，Caに富む斜長石を用いると，760 ℃，7.0 kbarから1000℃，10.5 kbarの広い範囲の"値"を得た。問題は，この"値"が温度，圧力かどうかである。

微細構造をみると，ザクロ石の形態は細粒包有物を伴う半自形と，粗粒包有物を伴う不定形に大別される。前者にはP（リン）の累帯構造がみられルチルが包有されるのに対し，後者にはそれらはみられない。マトリクスにはルチルがなく，構成鉱物も粗粒であることから，ザクロ石の核形成時期および周囲を包有しながら成長する時期が異なっていることが推測される。ところが，この違いは上記の"値"の変動と相関を持たない。

ザクロ石の近隣かどうかを問わず，１枚の薄片から万遍なく選んだ100点以上の黒雲母の分析値が示す組成幅を考慮しても"値"の幅は説明できない。

以上の情報から，現段階では以下の２つの可能性が考えられる。１）構成鉱物中には共存時の化学組成が保存されていない（ので地質温度圧力計は適用できない）。２）明るい岬の温度圧力の不均一性をあらわしている。後者の場合，採集地点間の距離をそのまま深さの差に換算した静岩圧の差は，推定圧力の差よりも小さい。温度圧力を凍結した時刻が等しいと仮定すると，凍結後に両者の距離が短縮するような変形があったことを意味する。

Keywords: geothermobarometry, Lützow-Holm Complex

Two-stage fluid infiltration during retrograde metamorphism: an example from Perlebandet, Sør Rondane Mountains, East Antarctica

*Fumiko Higashino[1], Tetsuo Kawakami[1], Tatsuro Adachi[2], Masaoki Uno[3]

1. Kyoto University, 2. Kyushu University, 3. Tohoku University

CO_2や塩素を含むH_2Oアクティビティ(a_{H2O})の低い流体の存在は、中部～下部地殻からたびたび報告されてきた (例えば Newton et al., 1998 *Precam. Res.*; Touret & Huizenga, 2011 *GSA Memoir*)。H_2O-CO_2-NaCl(KCl, $CaCl_2$)系において、CO_2に富む流体と塩素に富む流体は、高温下でも不混和領域が大きく、二相共存可能である (Shmulovich & Graham, 2004 *CMP*)。そのため、天然試料から一方の流体組成が認識できた場合でも、両者が共存していた可能性を考慮する必要がある。
東南極セール・ロンダーネ山地では、原生代後期からカンブリア紀の中部～下部地殻に相当する高温変成岩類が広く露出する (例えば Shiraishi et al., 2008 *GSL Sp. Pub.*; Osanai et al., 2013 *Precam. Res.*)。同山地では、塩素に富む黒雲母および角閃石が東西 200 km に渡って産することが報告され、大規模な塩水活動が示唆されている (Higashino et al., 2013 *Precam. Res.*; 2019 *J. Pet.*)。しかし、塩素に富む流体とCO_2を含む流体の共存関係はこれまで議論されてこなかった。パーレバンデは、同山地最西部に位置する、約10km規模のヌナタクである。北部のザクロ石ー珪線石ー黒雲母片麻岩からは反時計回りの温度圧力履歴が報告され、昇温期に塩素に富む流体流入が起きたと報告されている (Kawakami et al., 2017 *Lithos*)。本研究では、パーレバンデ南部に産するザクロ石ー珪線石ー黒雲母片麻岩を用いて、流体活動を読み解き、CO_2と塩素に富む流体の共存関係の制約を試みた。
本研究試料の主要構成鉱物は、ザクロ石＋珪線石＋黒雲母＋斜長石＋カリ長石＋石英であり、片麻状構造を切る幅 < 1㎜の黒いクラックが存在する。クラックは塩素に富む黒雲母 (~0.7 wt% Cl) から成り、後退変成期に塩素を含む流体が局所的に流入することで形成されたと考えられる。また、母岩のザクロ石のリムには菫青石と黒雲母 (0.2-0.3 wt% Cl) のインターグロウスが観察され、以下の反応が起きたと考えられる。
ザクロ石＋カリ長石＋H_2O→菫青石＋黒雲母　(1)
反応(1)の温度圧力条件は、ザクロ石がX_{Fe} = ~0.8の組成を持つことから、NaKFMASH系で~750 ºC、~0.3 GPa と見積もられた (Spear et al., 1999 *CMP*)。インターグロウス中の菫青石には、ラマン分光分析でH_2OとCO_2のピークが見られ、H_2O-CO_2流体共存下で菫青石が形成したことを示唆する。また、同組織内の黒雲母に塩素が含まれることから、反応(1)は、H_2O-CO_2-Cl流体の流入で起きたと考えられる。Kaindl et al. (2006 *EJM*) の手法を用いると、菫青石に含まれるCO_2濃度はラマン分光分析により1.3-1.7 wt% と見積もられた。これは、Harley et al. (2002 *JMG*) で報告された流体中のa_{CO2}が1の場合に菫青石に入り得るCO_2濃度よりも高く、より精査する必要はあるものの、菫青石がa_{CO2}の高い流体と共存したことを示す。さらに、インターグロウス中に産する黒雲母と共存する流体組成は、メルト不在下でX_{NaCl} = ~0.06と見積もられた (750 ºC、0.5 GPa; Aranovich, 2017 *Petrology*)。個々に見積もったCO_2および塩素を含む流体組成をH_2O-CO_2-NaCl系の相図 (Shmulovich & Graham, 2004 *CMP*) と比較すると、~750 ºC、~0.3 GPaの条件下では、両者は一相で存在していた可能性がある。
また、片麻状構造を切る黒いクラックの一部には、黒雲母＋カリ長石＋紅柱石から成るインターグロウス組織が見られる。これは、反応(1)で形成した黒雲母よりも低温で、反応(1)よりも塩素濃度の高い黒雲母が形成したことを示す。メルト不在下における流体ー黒雲母間の塩素の分配係数の温度依存性は不明であるが、おそらく高a_{Cl}の流体共存下で形成したのであろう。以上より、本試料では後退変成期にH_2O-CO_2-Cl流体の流入によってザクロ石の分解反応が起きた後、より低温で塩素を含む流体が流入するという、複数段階の流体活動が記録されていると分かった。

Keywords: metamorphic fluid, high-temperature metamorphic rock, CO2- and Cl-bearing fluid

Gap of the metamorphic condition recognized at Menipa area, Sør Rondane Mountains, East Antarctica.

*Tatsuro ADACHI[1], Tetsuo KAWAKAMI[2], Fumiko HIGASHINO[2], Masaoki UNO[3]

1. Kyushu University, 2. Kyoto University, 3. Tohoku University

東南極セール・ロンダーネ山地は，ゴンドワナ超大陸形成に伴う造山活動によって形成された高度変成岩類や貫入岩から構成される（Shiraishi, 1997 Antarctic Geol. Map Ser.）．当山地を構成する変成岩類は，変成履歴および砕屑性ジルコンの年代分布によって北東テレーンと南西テレーンに区分されており，両テレーンはMain Tectonic Boundaryを境界として接していると考えられている（Osanai et al., 2013 Precambrian Res.）．北東テレーンは時計回りの，南西テレーンは反時計回りの*P-T*パスでそれぞれ特徴づけられ，650-600Maに北東テレーンが南西テレーンに衝上することで形成されたと考えられている（Osanai et al., 2013 同上）．両テレーンには，グラニュライト相に達する変成条件の痕跡を残す岩石と，角閃岩相以下のピーク変成条件を示す岩石が分布している．これまで後者は前述の衝上運動時に地殻浅部にあったためにグラニュライト相変成作用を免れたと考えられてきたが，最近前者が後者の構造的上位に分布し，さらに両者の*P-T*パスと変成年代が異なる例がブラットニーパネ地域で見いだされた（Adachi et al., 2020 NIPR sympo., 2021 JpGU）．本研究では，ブラットニーパネ地域の東方に位置するメーニパ地域において，同様の関係性が認められるかを検証した．

メーニパ地域は山地中央部に位置する露岩域であり，珪長質変成岩や泥質変成岩が分布し，全体として東西方向の走向と低角の傾斜を示す．本発表では，メーニパ地域において構造的上位に位置する泥質片麻岩２試料（ザクロ石ー黒雲母ー珪線石片麻岩（試料番号1302B）およびザクロ石ー黒雲母片麻岩（1301B））と，構造的下位に分布するザクロ石ー黒雲母片麻岩（1901A-1）の解析結果を示す．

構造的上位に分布する1302Bはザクロ石，黒雲母，珪線石，斜長石，石英からなり，少量のルチル，燐灰石，ジルコン，モナズ石を含む．石英は離溶起源と考えられる多量の針状ルチルを含む．ザクロ石は核部から縁辺部にかけてMnが減少しMgが増加する明瞭な組成累帯構造を示す．さらにこの組成変化に伴って，包有物の鉱物組み合わせや鉱物組成が変化する．Mgが低い核部にはチタン鉄鉱，ルチル，斜長石（An＝55-65）が含まれるが，Mgが高い縁辺部ではチタン鉄鉱が消失し，ルチルと斜長石（An＝35-60）のみとなる．これらの変化は，

チタン鉄鉱＋灰長石＋石英⇒鉄ばんザクロ石＋灰ばんザクロ石＋ルチル　（１）

の反応でザクロ石の縁辺部が形成されたことを示唆する．この反応は*dP/dT*が小さく，左辺側の鉱物組み合わせが低圧側に位置する反応である（Ghent＆Stout, 1984）ため，この岩石が圧力上昇を経てピーク変成条件に達したことを示唆する．

1301Bはザクロ石，黒雲母，斜長石，石英からなり，少量のチタン鉄鉱，燐灰石，ジルコン，モナズ石を含む．この試料でも石英は多量の針状ルチルを含む．ザクロ石は縁辺部やクラックに沿って細粒の斜長石や黒雲母に置換されることがある．またザクロ石はほぼ均質な組成を示すが，縁辺部でわずかにCaが増加する．

構造的下位に分布する1901A-1は，ザクロ石，黒雲母，斜長石，微斜長石，石英からなり，少量のチタン鉄鉱，燐灰石，ジルコン，褐簾石を含む．この試料の石英は包有物を含まない．ザクロ石は縁辺部やクラックに沿って黒雲母に置換されることがあるが，全体的に後退変成作用の影響は軽微である．ザクロ石はほぼ均質な組成を示すが，縁辺部でCaが増加する．

これらの岩石に，ザクロ石の縁辺部，マトリックスの黒雲母および斜長石の核部の化学組成を用いてザクロ石ー黒雲母地質温度計（Holdaway, 2000 Am. Mineral.）およびザクロ石ー黒雲母ー斜長石ー石英地質圧力計（Wu et al.，2004 J. Petrol.）を適用したところ，1302Bは730-790℃，8.1-9.9kbar，1301Bは800-840℃，10.3-11.3kbarを示すのに対し，1901A-1は720℃，8.0kbar程度を示す．

見積もられた結果はピーク変成作用付近の条件であると考えられ，構造的上位に分布する岩石が下位の岩石より相対的に高い変成温度条件を示すように見える．また構造的下位の岩石は微斜長石を含み，石英中の離溶ルチルが認められないなど，構造的上位の岩石とは変成条件が異なることが記載岩石学的にも示唆される．こ

れらのことは，ブラットニーパネ地域で認められたものと同様の地質学的関係がメーニパ地域にも分布する可能性を示唆する．

Keywords: Metamorphism, Menipa, Sør Rondane Mountains, East Antarctica

The thermal structure and brittle-ductile transition depth in the Japanese islands

*Masahiro Ishikawa[1]

1. Yokohama National University

地殻内部は深くなるにつれて温度が上昇し、ある深さを超えると固体のまま流動する。この深さより浅い部分は岩石の脆性破壊領域であり、断層運動によって地震が発生する。脆性塑性境界は高地温勾配の地域では相対的に浅くなり、低地温勾配の地域では深くなると期待される。また、脆性塑性境界の深さは構成岩石によっても影響を受けるであろう。脆性塑性境界の深さを推定するためには地殻内部の温度分布と構成岩石の分布を解明する必要がある。本研究では日本列島の地殻深部の温度を地震波速度から見積もり、脆性塑性境界の深さ分布を推定した。
地殻深部相当の温度圧力条を高温高圧発生装置で再現して岩石や鉱物の弾性波速度を測定すると、P波速度（Vp）やS波速度(Vs)は岩石種と温度に大きく依存すること、一方、Vp/Vs比は温度依存性が極めて小さく、岩石種に大きく依存することがわかります。これらの特徴から二つのことが言える。まず、Vp/Vs構造から地殻を構成する岩石の分布を読み取れるということである。次に、Vp/Vs構造から同一岩石種が分布する領域の速度データを抽出することで、P波速度構造またはS波速度構造から温度成分を抽出することが可能である。
本研究では、防災科学技術研究所の三次元地震波速度構造の地震波速度データから一定のVp/Vs比の領域の速度データを用いることで、地震波速度データから温度成分を抽出し、地下の温度分布、地温勾配、300℃の深度、脆性塑性境界深度を推定した。さらに、ここで推定した温度構造や脆性塑性境界深度と地震発生層下限を比較した。例えば、脊梁周辺や朝日山地周辺で脆性塑性境界の深さが浅く、日本海沿岸では深い傾向が読み取れ、大局的には地震発生層下限と類似した傾向を示した。日本海東縁の中新世リフト活動部位では地震発生層下限が深くなる傾向があるが、その理由は、地下の温度が低いことに加えて、上部地殻・下部地殻とも苦鉄質岩で構成されていることによると結論される。四国・中国・近畿地域については、深度15㎞の地震波速度データを使用して、温度構造と脆性塑性境界分布を求めた。その結果、300℃深度は中央構造線付近に沿って浅く、その北側と南側は300℃深度が深くなる特徴が読み取れた。脆性塑性境界深度の傾向は地震発生層下限分布と類似している。九州地域については深度15㎞のデータを使用して、温度構造と脆性塑性境界分布を求めた。鹿児島周辺や大分周辺では300℃深度や脆性塑性境界が浅く、地震発生層下限分布と傾向が類似している。
地殻内部の温度構造は、マントルからの熱伝導と地殻内部の熱伝導と熱生成によって規制されているであろう。本発表では北海道南西部から九州にいたる日本列島の地殻内部の温度構造を推定し、マントルからの熱伝導、地殻内部の熱拡散、メルト・流体による熱移流、放射壊変熱が各地域でどのように温度構造に影響を及ぼしているのかについて議論を行う。

Keywords: thermal structure, briitle-ductile transition, Japanese Islands, crust

Poster | R5 [Regular Session]Regional geology and stratigraphy, chronostratigraphy

[3poster24-33] R5 [Regular Session]Regional geology and stratigraphy, chronostratigraphy

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R5-P-9] Correlation between tuffaceous sandstones of the Morozaki Group and pumiceous lapilli tuff of the Mizunami Group

*Kuniyuki Furukawa[1], Kenichiro Tani[2], Tatsuo Kanamaru[3], Hiroyuki Hoshi[4] (1. Aichi University, 2. National Museum of Nature and Science, 3. Nihon University, 4. Aichi University of Education)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-10] Provenance of the Plio-Pleistocene Nakatsu Group in the central part of Kanagawa Prefecture, central Japan

*Kiyokazu Kawajiri[1], Kenji Kashiwagi[2] (1. Sagamihara City Museum, 2. Faculty of Science, University of Toyama)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-11] Correlation of Miocene igneous rocks in the Kii Peninsula, Japan

*Takaharu Sato[1] (1. Osaka Museum of Natural History)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-12] (entry) Geology along the Hirayama Fault in Yagurasawa area, Minamiashigara City, Kanagawa Prefecture

*Shin'ichiro Narazaki[1], Hiroki Hayashi[1], Kei Odawara[2] (1. Shimane Univ., 2. HSRI, Kanagawa Pref.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-13] (entry) Relationship between two deferent source delta systems and glacio eustatic changes in the Pleistocene Uonuma Group, Niigata sedimentary basin, Central Japan

*Natsumi KASAI[1], Koichi HOYANAGI[1] (1. Shinshu Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-14] (entry) A stress transition in the forearc basin accompanying the change in the subduction direction: example of the upper Miocene to lower Pliocene Sagara Group, central Japan

*Noriaki Abe[1], Katsushi Sato[1] (1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-15] (entry) Stratigraphy and depositional systems of the Neogene strata on the western limb of Takafu Syncline, in the Northern Fossa Magna region: Reconsideration of the stratigraphic relationship between the Ogawa and Shigarami Formations.

*Kodai Kondo[1], Koichi Hoyanagi[1] (1. Shinshu University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-16] Lower Pleistocene age model and calcareous nannofossil biohorizons for the Northwestern Pacific region based on detailed chronostratigraphic analysis in the Kazusa Group, Boso Peninsula, Japan

*Koji Kameo[1], Daisuke Kuwano[2], Soki Hirota[2], Shota Sugizaki[3], Kanako Mantoku[4], Yoshimi

Kubota[5] （1. Department of Earth Sciences, Chiba University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 3. Japan Petroleum Exploration Co. Ltd., 4. National Institute of Environmental Studies, 5. National Museum of Nature and Science）

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-17] Stratigraphy and age of Goto Islands, Nagasaki Prefecture

*Yuta Ikebata[1], Shoichi Kiyokawa[2], Yukiyasu Tsutsumi[3], Kenji Horie[4], Mami Takehara[4] （1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of sciences, Kyushu University, 3. National Museum of Nature and science, 4. National Institute of Polar Research）

4:00 PM - 6:30 PM

[R5-P-18] (entry) Chemical weathering and source evolution of Lake Suwa sediments since the last glacial period, based on the chemical composition of the sediments.

*Ritsuho Kawano[1], Nozomi Hatano[2], Kohki Yoshida[1] （1. Shinshu University Graduate School of Science and technology, 2. Nagano Environmental Conservation Research Institute）

4:00 PM - 6:30 PM

Correlation between tuffaceous sandstones of the Morozaki Group and pumiceous lapilli tuff of the Mizunami Group

*Kuniyuki Furukawa[1], Kenichiro Tani[2], Tatsuo Kanamaru[3], Hiroyuki Hoshi[4]

1. Aichi University, 2. National Museum of Nature and Science, 3. Nihon University, 4. Aichi University of Education

はじめに

本州における中期中新世の地層は、背弧海盆の拡大テクトニクスを明らかにする上で重要な鍵を握っている。そのため、それらの詳細な年代や堆積環境、地層の対比関係を明確にすることが求められる。中部地方には、中新統が広く分布しており、これまで多くの研究が行われてきた。しかし、地層間の対比についての検討は進んでいない。そこで本研究では、中新統、師崎層群の軽石を多く含む凝灰質砂岩と、年代的に近い瑞浪層群狭間層に分布する軽石火山礫凝灰岩の対比を火山ガラス組成、斜長石組成、U-Pb年代、古地磁気極性から試みた。

地質概略

愛知県、知多半島に分布する中新統の海成層である師崎層群は、下部より、日間賀層、豊浜層、山海層、内海層に分けられる (近藤・木村, 1987)。師崎層群はこれまで、凝灰岩中のジルコンのFT (土井, 1983)や珪藻化石 (伊藤ほか, 1999)により概ね16-18 Maの年代が得られている。本研究では、日間賀層と山海層下部から確認された軽石を多く含む凝灰質砂岩を対象とした。瑞浪層群狭間層は層厚10m以上の軽石火山礫凝灰岩で構成されており、17.8±0.4 MaのジルコンU-Pb年代が得られている (笹尾ほか, 2018)。これら3試料の斑晶は主に斜長石、石英、わずかに直方輝石、普通角閃石、黒雲母、Fe-Ti酸化鉱物、ジルコンから構成され、山海層下部ではガーネットも含まれる。またこれら3試料には炭化木が含まれる。

火山ガラスおよび斜長石の組成分析結果

EPMA分析には日本大学文理学部付設のEPMA(JXA-8800)を用いた。日間賀層の火山ガラスは変質により分析することができなかった。山海層下部と狭間層については、SiO_2量は72-78 wt.% (分析値100wt.%換算)の範囲を示し、各主要元素のハーカー図では両層準は概ね単一の組成変化トレンドを形成する。斜長石斑晶組成については、日間賀層、山海層下部、狭間層の全てにおいてAn値が概ね25-65の間で変化する。またAn-FeO*図とAn-MgO図において、これら3試料は同じ組成範囲に含まれる。

ジルコンのU-Pb年代

ジルコンのU-Pb年代の分析には国立科学博物館付設のICPMS (Agilent 7700x)を用いた。日間賀層では4粒、山海層下部では7粒のジルコン粒子から17-18 Maの中期中新世の年代値が得られた。また後期白亜紀を示す年代が日間賀層では29粒、山海層下部では43粒のジルコン粒子から得られた。

古地磁気極性

狭間層および山海層下部ついては、古地磁気分析により逆帯磁を示すことが報告されている (Hayashida, 1986; Hiroki and Matsumoto, 1999)。本研究では、古地磁気極性が明らかでない日間賀層の古地磁気分析を高知コアセンターの超伝導磁力計により行った。その結果、日間賀島内の3サイトで逆帯磁を示すことが明らかとなった。

議論

以上の結果および先行研究から、これら3つの層準は全て古地磁気層序のC5Dr (18.007–17.533 Ma; Ogg, 2020)に対比されると考えられる。また3層準の火山ガラスおよび斜長石の組成範囲や鉱物組合せの類似から、瑞浪層群狭間層が師崎層群の後背地であったと考えられる。山海層のガーネットは、後期白亜紀の領家深成岩類から取り込まれたと解釈される。

引用文献

土井 (1983) 大阪微化石研究会誌, **10**, 14-21. Hayashida (1986) Jour. Geomag. Geoelectr., **38**, 295-310. Hiroki and Matsumoto (1999) Jour. Geol. Soc. Japan, 105, 87-107. 伊藤ほか (1999) 地質学雑誌, **105**, 152-155. 近藤・木村(1987) 師崎地域の地質. Ogg (2020) Geologic Time Scale, Elsevier. 笹尾ほか (2018) 地質学雑誌, **124**, 141-150

Keywords: Morozaki Group, Mizunami Group, Miocene

Provenance of the Plio-Pleistocene Nakatsu Group in the central part of Kanagawa Prefecture, central Japan

*Kiyokazu Kawajiri[1], Kenji Kashiwagi[2]

1. Sagamihara City Museum, 2. Faculty of Science, University of Toyama

はじめに

関東平野西縁部には上部鮮新～下部更新統の海成～河成層が分布し，鮮新世以降の関東平野西部の地形発達史を考察する上で重要な鍵を握る．これらの地層のうち，中津層群は最も南に分布する海成層であり，伊豆-小笠原弧と本州弧の会合部の近くに位置するため，伊豆-小笠原弧北端部の衝突・付加過程の解明にも重要な役割を果たすと考えられる．演者らは中津層群の礫岩の後背地解析を進めてきたが（例えば，河尻・柏木，2012；河尻，2014），本発表ではこれまで得られたデータを再検討し，中津層群の後背地について考察する．

地質概説

中津層群は神奈川県中央部，相模川および中津川沿いにみられ，古第三紀の四万十累帯相模湖層群を不整合で覆い，後期更新世の段丘堆積物に不整合に覆われる．下位より，小沢層，神沢層，清水層，大塚層，塩田層に区分される（Ito, 1985）．下部は礫岩を挟在する砂岩を主体とし，上位に向かって細粒となり，上部はパミスやスコリア質のテフラ層を頻繁に挟在する泥岩を主体とする．堆積年代は，石灰質ナンノ化石などにより後期鮮新世（岡田，1987；斉藤，1988），古地磁気層序より3.4～1.8 Maとされている（植木，2007）．

礫種組成と主な礫の特徴

本研究では小沢層と神沢層の礫岩について検討した．小沢層の礫種組成は砂岩（約62 %），チャート（約25 %），珪長質凝灰岩類（約9 %）で，礫岩，砂岩頁岩細互層，花崗斑岩，花崗岩質岩，石英脈岩，千枚岩，ホルンフェルスがごく少数認められる（河尻，2016）．一方で，神沢層の礫種組成は砂岩（約65 %），粘板岩（約19 %），チャート（約9 %）で，礫岩，凝灰岩，流紋岩，珪岩が少数含まれる（長谷川ほか，1991）．

小沢層の砂岩礫は主に石英，斜長石，カリ長石，珪長質火山岩片により構成される．石英に富むグループと岩片に富むグループに分けられる（河尻，2014）．小沢層のチャート礫からは，三畳紀中世Ladinian最前期，ジュラ紀中世Bajocian～Bathonian，および，ジュラ紀中世Callovian末～新世Oxfordianを示す放散虫化石が，神沢層の泥質チャート礫からは，ジュラ紀中世Callovian末～新世Oxfordianを示す放散虫化石が得られている（河尻・柏木，2012）．珪長質凝灰岩には，二次鉱物としてセラドン石を含むものが認められ，また，火山ガラスは完全に石英化していないものが多い（河尻，2016）．

礫の後背地

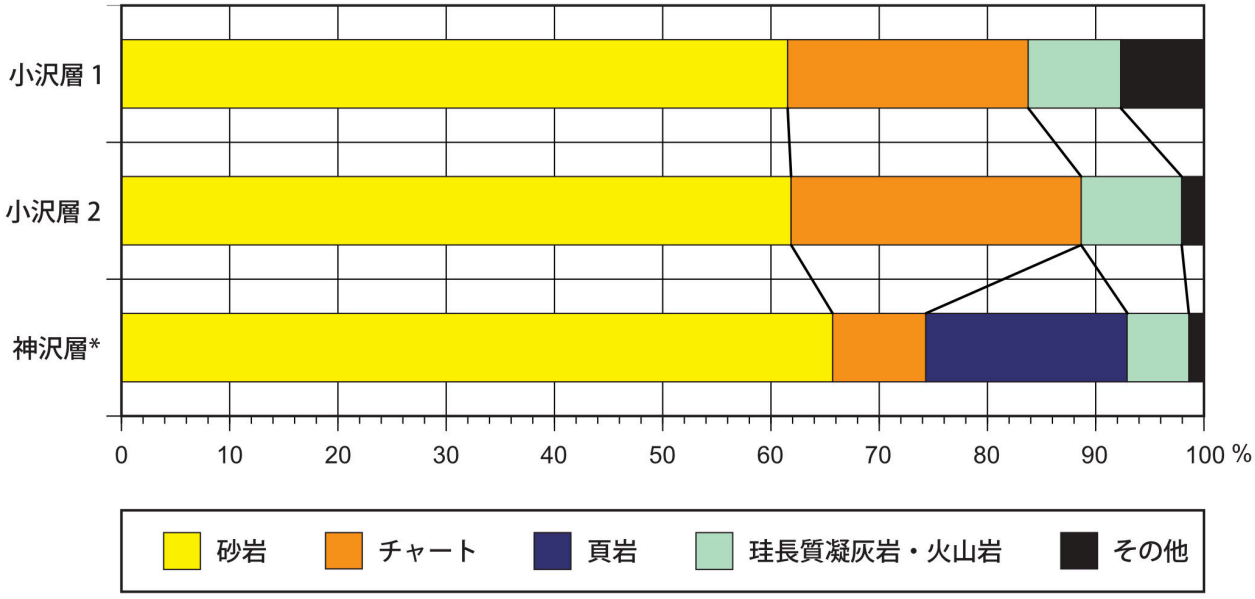
中津層群小沢層のチャート礫および神沢層の泥質チャート礫の供給源は，放散虫化石年代より秩父南帯斗賀野ユニットまたは三宝山ユニットと考えられる（河尻・柏木，2012）．小沢層の砂岩礫のうち，石英に富むグループは秩父南帯もしくは四万十累帯相模湖層群から，岩片に富むグループは四万十累帯小河内層群または小仏層群より供給された可能性が高い（河尻，2014）．一方で，中津層群に含まれる珪長質凝灰岩礫は完全に石英化していない火山ガラスやセラドン石を含む．このような珪長質凝灰岩は，伊豆-小笠原弧北端部の新第三系に認められる．また，ホルンフェルス礫と花崗岩質岩礫が少量含まれる．甲府盆地西方の甲斐駒ヶ岳岩体は3.3 Ma以降に急上昇したとされている（Watanabe et al., 2020）．また，富士川流域の後期中新世の身延層には，砂岩礫，頁岩礫，花崗岩質岩礫が含まれ，関東山地から供給されたとされている（尾崎，2018）．したがって、中津層群堆積時に甲府盆地周辺の花崗岩質岩体は露出していた可能性が高い．以上のことから，中津層群の後背地は四万十累帯と秩父南帯を主体とし，これらに貫入した深成岩および伊豆-小笠原弧北端部を一部に含んでいたと推定される．

引用文献

長谷川ほか, 1991, 神奈川県博調査研報（自然科学）, No.6, 1-98. Ito, 1985, Jour. Geol. Soc. Japan, 91, 213-232.

河尻, 2014, 相模原市博研報, No.22, 109-115.
河尻, 2016, 相模原市博研報, No.24, 16-23.
河尻・柏木, 2012, 相模原市博研報, no. 20, 65-74.
岡田, 1987, 化石, 43, 5-8.
尾崎, 2018, 身延地域の地質. 地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）, 78-109.
斉藤, 1988, 昭和62年度文部省科学研究報告書, 日本産海生哺乳類化石の研究, 140-148.
植木, 2007, 日本第四紀学会演旨, 37, 66-67.
Watanabe et al., 2020, Jour. Mineral. Petrol. Sci., 115, 276-285.

Keywords: provenance, conglomerate, clast composition, Nakatsu Group, Kanagawa Prefecture



*長谷川ほか（1991）のデータを基に作成

Correlation of Miocene igneous rocks in the Kii Peninsula, Japan

*Takaharu Sato[1]

1. Osaka Museum of Natural History

紀伊半島の中新世火成岩類は半島南端の潮岬火成複合岩類[1]から北に，熊野酸性岩類[2]，大峯花崗岩質岩[3]，室生火砕流堆積物[4]，二上層群[5, 6]，および，奈良市春日山の地獄谷・春日山累層[7]など，各地に点在する[8, 9]．これらの数値年代は15～13 Maの短期間に集中している[10など]．また，層序，貫入関係および，岩石学的な特徴をもとに対比が進められてきた（Figure）．ここでは層序対比を進めるうえで，広域テフラとして室生火砕流堆積物が位置づけられることと，火山岩に中奥火砕岩岩脈[11]との前後関係が明らかになったものがあることを述べる．

室生火砕流堆積物は，基底部に含まれる異質岩片からジュラ紀付加体分布域に火道を形成した，大台カルデラ[12]が供給源の一つとして推定されている[13]．中奥火砕岩岩脈は大台カルデラの噴出火道と位置づけられており[11]，火砕岩岩脈と室生火砕流堆積物の基底部に含まれるアパタイトの微量元素の特徴が共通する[14]ことでも両者の対比は支持される．また，室生火砕流堆積物は玉手山凝灰岩，石仏凝灰岩に対比されている[15; 16など]．

中奥火砕岩岩脈は玄武岩-流紋岩複合岩脈と玄武岩質単純岩脈（武木弧状岩脈群[12]）に貫入される[17]．一方，中奥火砕岩岩脈は壁岩を構成する砕屑岩の岩片ほかに，安山岩，玄武岩などの本質岩片が含まれる[18]．また，火砕岩岩脈が珪長質岩脈に貫入する地点も認められる．さらに，大峯カルデラの南方では花崗岩岩体に火砕岩岩脈が貫入する[19]．

このように，玄武岩・安山岩質の火山活動は室生火砕流堆積物に対比されるテフラ（大台-室生テフラ：Od-Mrと仮称）を挟んで，前後の2層準で認められる．

引用文献：[1]三宅，1981，地質雑，87，383；[2]Miura, D., JVGR, 92, 300；[3]村田，1982，岩鉱，77，267；[4]西岡ほか，1998，地調図幅；[5] 森本ほか，1953，地球科学，11，1；[6]二上山地学研究会，1986，地球科学，40，89；[7]佐藤ほか，2013，大阪自然史博，67，27；[8]佐藤，1985，地団研専報，29，143；[9]和田・荒木，1997，奈良教大，46，1；[10]星ほか，2003，地質雑，109，139；[11]和田・岩野，2001，火山，46，107；[12]佐藤・大和大峯研究G，2006，地球科学，60，403；[13] 室生団研・八尾（2008）地球科学，62，97；[14]高嶋ほか，2016，地質学会123大会要旨；[15]横田ほか，地球科学，32，133；[16]新正ほか，2010，地質雑，116，447；[17]佐藤，2013，火山学会講演要旨，83；[18]和田ほか，2004，奈良教大自然環境，6，7；[19]和田・長澤，2008，月刊地球号外，60，91．

Keywords: kii Peninsula, Miocene, Igneous rocks, correlation

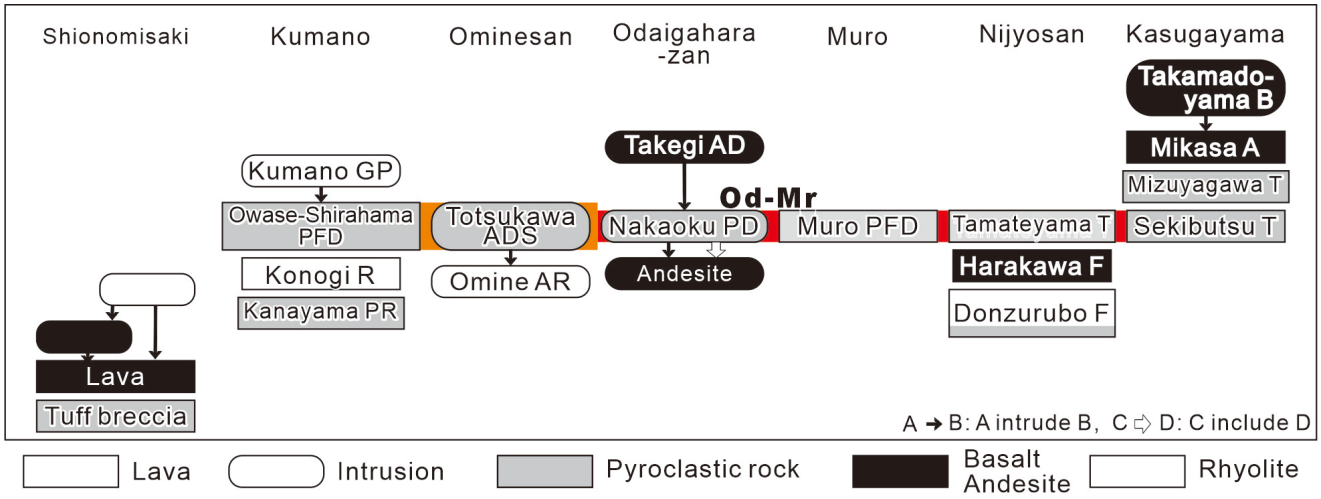


Figure: **Correlation of representative igneous rock body and volcaniclastic beds.**
A: Andesite, ADS: Arcuate dike swarm, AR: Acidic rocks, B: Basalt, F: Formation, GP: Granite-porphyry, PD: Pyroclastic dike, PFD: Pyroclastic flow deposit, PR: Pyroclastic rock, T: Tuff bed, R: Rhyolite

(entry) Geology along the Hirayama Fault in Yagurasawa area, Minamiashigara City, Kanagawa Prefecture

*Shin'ichiro Narazaki[1], Hiroki Hayashi[1], Kei Odawara[2]

1. Shimane Univ., 2. HSRI, Kanagawa Pref.

日本中央部の神奈川県西部から静岡県東部にかけての地域には，本州弧と伊豆ー小笠原弧の衝突帯が位置しており，多くの活断層が分布する．このうち， 平山–松田北断層帯は， 神奈川県南足柄市から足柄上郡山北町，開成町，松田町，大井町にかけて分布する断層帯である．本断層帯が一つの区間として活動する場合，M6.8程度の地震が発生する可能性があるとされる．また，今後30年の間に地震が発生する確率が，日本の主な活断層の中ではやや高いグループに属する（地震調査委員会，2015）．
平山断層は，平山ー松田北断層帯を構成する断層の一つであり，山崎（1971）により，神奈川県山北町平山の酒匂川右岸の露頭において最初に報告された．その後，Ito et al. (1987)は，平均垂直変位速度が約1 m/ky.であること，5回のイベントの年代と変位量を明らかにした．しかし，この平山の露頭以外では，運動像に制約を与えるようなデータが得られていない．一方で，天野ほか(1984)や今永(1987)は，平山断層南部の方がより変位量が大きいと推察しており，その詳細な実態について課題が残されている．
本研究では，平山断層の南部が分布する南足柄市矢倉沢周辺地域にて地質調査を行い，その層序や地質構造及び平山断層南部の運動像を明らかにすることを目的とした．地質調査と試料分析より以下の結果を得た．1)南足柄市矢倉沢周辺における平山断層，定山断層，内川断層の位置を厳しく制約した．内川断層のすぐ北側には内川断層と調和的な軸面を有する背斜を認め，内川断層の活動に伴う断層関連褶曲と推定した．2)定山断層以南，狩川支沢に分布する足柄層群畑層における石灰質ナノ化石分析より，CN13b帯 (1.73~1.04 Ma)の年代が得られた．この結果は先行研究と比較すると，Imanaga (1999)の結果とは概ね調和的であるが，Huchon and Kitazato (1984)の結果（CN14a帯）よりやや古い．これは調査対象としたルートが異なることによる可能性がある．3)畑層上部で*Nonionellina labradorica*が卓越する上部漸深海帯の底生有孔虫群集を認めた．上位の塩沢層では，内側陸棚～潮間帯を指標する貝化石 (松島，1982のLoc.7；Imanaga，1999のLoc.I)および生痕化石が産出するため，層厚との比較から，この地域では畑層から塩沢層にかけて堆積基盤が隆起に転じていたことが示唆された．
謝辞：本研究は令和元年度箱根ジオパーク学術研究助成により実施された．島根大学　向吉秀樹博士には断層岩試料の処理及び観察方法をご教授いただいた．以上の関係する方々に御礼申し上げます．
引用文献：天野ほか(1984)，箱根古期外輪山を切る平山断層．地質雑，90, 849-852; Huchon and Kitazato (1984),Collision of the Izu block with central Japan during the Quaternary and geological evolution of the Ashigara area．Tectonophysics, 110, 201-210; 今永(1987)，山北町日向付近の地質と地質構造．神奈川自然誌資料，8, 23-26; Imanaga (1999), Stratigraphy and Tectonics of the Ashigara Group in the Izu Collision Zone, Central Japan. 神奈川県博研報（自然科学）28, 73-106; Ito et al. (1987), Analytical method for evaluating superficial fault displacements in volcanic air fall deposits: case of the Hirayama Fault, south of Tanzawa Mountains, central Japan, since 21,500 years B.P. Jour. Geophys. Res., 92, 10683-10695; 地震調査委員会（2015）, 塩沢断層帯・平山–松田北断層帯・国府津–松田断層帯（神縄・国府津–松田断層帯）の長期評価（第二版）; 松島義章(1982)，足柄層群中部・上部層の貝化石群集について．国立科学博専報，no15, 53-63; 山崎（1971），山北から洒水の滝へ．神奈川県地学のガイド，コロナ社，67-72.

Keywords: Ashigara Group, Hirayama Fault, Kanagawa Prefecture, Minamiashigara City, Hakone Geopark

(entry) Relationship between two deferent source delta systems and glacio eustatic changes in the Pleistocene Uonuma Group, Niigata sedimentary basin, Central Japan

*Natsumi KASAI[1], Koichi HOYANAGI[1]

1. Shinshu Univ.

研究地域は新潟県長岡市南部の渋海川西岸に位置し，厚い第三系-第四系が分布する．この地域周辺には鮮新世から続く構造運動によって褶曲構造が形成されている．研究対象としたのは更新統の魚沼層群で，非海成層と海成層の繰り返しで形成され，シーケンス層序学を用いた考察に適している．本研究では魚沼層群における堆積システムの考察を行い，堆積シーケンスの設定とその広域対比から，堆積システムの変遷と海水準変動との関連を明らかにすることを目的とした．
野外調査によって岩相を21に区分し，11の堆積相を設定して堆積システムと堆積シーケンスを考察した．その結果，研究地域北部・中部・南部ではシステムの累重が異なり，北部では下位からデルタシステム，海岸平野システム，内湾環境・デルタシステムが累重し，中部では下位から海岸平野システム，内湾環境・デルタシステムが累重し，南部では下位に一部海岸平野システムが存在するが，主に内湾・河川システムが繰り返し累重することが示された．
堆積システムの変遷と礫種・古流向に周辺地域の既存研究を参考にして古地理の復元を行った．これにより研究地域には2つの異なる給源をもつ河川が影響しており，北部では東から西へ前進するデルタシステムが，南部では南から北へ前進するデルタシステムがそれぞれ発達していることが示された．約1.7 Maにおいて，調査地域北部では西進するデルタによる埋積が行われ，中部は陸棚環境が優先的であり，南部には北進するデルタが活動していた．その後約1.3 Maから調査地域中部・北部が内湾化し，北部の西進するデルタと南部の北進するデルタの2つが同時に前進した．約1.1 Maからは，北進するデルタの影響が支配的となり，調査地域全域で河川システムが卓越して堆積盆の埋積が進んだ．
研究地域において広範囲に追跡可能な不連続面をシーケンス境界（SB-1～SB-13）として，堆積シーケンスDS-1～DS14を設定した．これらの堆積シーケンスは火山灰鍵層・石灰質ナンノ化石の年代から第4オーダーの堆積シーケンスであると考えられる．また，SB-8は広範囲に分布する河川成堆積物の基底に位置する．
次に汎世界的海水準変動の指標として用いられるLR04 stack（Lisiecki and Raymo，2005）とシーケンス境界との対比を行った．その結果，SB-1～SB-13は酸素同位体ステージ（MIS）70，62，58，54，46，40，36，34，30，26，22，20，16の氷期に対応して形成され，それらの周期は約10万年であると考えられる．したがって，形成要因はミランコビッチサイクルによる氷河性海水準変動である可能性が高い．また，広範囲に礫層を形成するSB-8については，約1.1 Maからの長周期の寒冷化傾向への転換点に対応し，その形成は長周期の気候変動と調和的である．よってこれらを長周期の第3オーダー堆積シーケンスのシーケンス境界とした．
以上より，堆積盆地を埋積した2つのデルタシステムは約1.7 Maまでの寒冷化傾向においては高海水準期から低海水準期の間に形成され，堆積空間の減少によって前進した．約1.7～1.3 Maの海進期にはデルタシステムは後退し，海岸平野システムやエスチュアリーシステムが卓越した．再び約1.1 Maからの寒冷化傾向によって高海水準期から低海水準期にかけてデルタシステムは前進し，堆積盆の埋積を進めたと考えられる．このような長周期的傾向は，数10万年から数100万年の第3オーダーの気候変動周期と一致する．
さらに，本研究地域の北側に接続する保柳ほか（2000），研究地域南側とより南方を調査地域としたト部ほか（1995），蒲原地域，北蒲原地域で設定された各堆積シーケンスと，本研究における堆積シーケンスを比較検討した．その結果，SB-8(約1.1 Ma)におけるシーケンス境界は参照した全ての地域で一致しており，広範囲で海水準が低下したことを示唆する．さらにSB-4（約1.57 Ma）においても広域での比較的良い一致を確認した．一方，約SB-3（1.65 Ma），SB-6（約1.3 Ma）のシーケンス境界は東頸城丘陵地域でのみ追跡可能で

ある．SB-6については，境界上位の堆積環境が調査地域中部から北に隣接する保柳ほか（2000）の研究地域まで連続して内湾化することから，気候変動だけではなく，地域的な構造運動の影響を受けて形成された堆積シーケンスである可能性も考えられる．

＜文献＞

保柳ほか，2000，地球科学，54，393-404
Lisiecki, L. E. and Raymo, M. E.，2005，Paleoceancgraphy，20.
卜部ほか，1995，地質学論集，45，140-153

Keywords: Uonuma Group, Pleistocene, Delta systems, Sequence stratigraphy, Sea-Level change

(entry) A stress transition in the forearc basin accompanying the change in the subduction direction: example of the upper Miocene to lower Pliocene Sagara Group, central Japan

*Noriaki Abe[1], Katsushi Sato[1]

1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

フィリピン海プレートの沈み込み方向は3～1 Ma頃に転換したとされている．静岡県中部にはこの時期の前後の前弧海盆堆積物が連続して分布している．この地域に働いた古応力の変化を明らかにすることで，プレートの沈み込み方向の転換に伴って前弧海盆に働く応力がどのように変化するかを明らかにすることができる．Yamaji et al. (2003) は上部鮮新統～下部更新統掛川層群の小断層を利用して古応力解析を行い，2 Maに圧縮場からトランステンション場へ変化したとしている．しかし2 Ma以前の地層の小断層データが少なく，この時期に応力場が変化したとする根拠としては不十分である．また，Hirono (1998) は上部中新統～下部鮮新統相良層群，掛川層群および下部～中部更新統小笠層群の小断層を解析し，3.5 Maに北北西ー南南東圧縮応力から西北西ー東南東圧縮応力に変化したとしている．しかし解析に用いた手法は，複数の異なる応力下で形成された小断層群を想定していないため，意味のない応力が検出される，または応力の時空間変化を検出できない可能性がある．そこで本研究では，静岡県中部の後期中新世～鮮新世の古応力を明らかにするため，相良層群において小断層を測定し，最新の手法を用いて古応力解析を行った．

相良層群には北東ー南西方向の褶曲軸を持つ褶曲が多数発達している．本研究ではこれら褶曲のうち，相良層群分布域中部の向斜軸周辺と南部の褶曲群の周辺で小断層を測定した．各褶曲の両翼で地層は30～40°程度傾斜している．地層の傾動を補正すると最適応力の断層データへの適合度が小さくなることから，小断層は主に褶曲形成後に形成されたと考えられる．よって傾動補正を行わずに小断層を解析し，検出された応力を結果として用いる．中部では31条の小断層を測定し，北東ー南西引張の正断層型・横ずれ断層型応力，および北西ー南東引張の正断層型応力が検出された．南部では23条の小断層から，北西ー南東圧縮の逆断層型応力および東西圧縮の逆断層型応力が検出された．

中部で検出された北西ー南東引張の正断層型応力は，掛川層群に記録された2 Ma以降の応力 (Yamaji et al., 2003) と類似している．σ_{Hmax}軸が北西ー南東方向の応力は，中部と南部の両地域で検出された．これらの応力の型は地域間で異なっているものの，σ_{Hmax}軸の方向は褶曲構造と整合的である．また，この応力は掛川層群の2 Ma以降の地層では検出されないことから，掛川地域では2 Maより前にσ_{Hmax}軸の方向が北西ー南東から北東ー南西に変化したと考えられる．

参考文献

Hirono, 1998, *The Journal of the Geological Society of Japan*, **104**, 137-142.
Yamaji, A., Sakai, T., Arai, K., Okamura, Y., 2003, *Tectonophysics*, **369**, 103-120.

Keywords: Sagara Formation, fault-slip analysis, forearc basin, subduction direction

(entry) Stratigraphy and depositional systems of the Neogene strata on the western limb of Takafu Syncline, in the Northern Fossa Magna region: Reconsideration of the stratigraphic relationship between the Ogawa and Shigarami Formations.

*Kodai Kondo[1], Koichi Hoyanagi[1]

1. Shinshu University

はじめに：調査地域が位置する, 北部フォッサマグナ地域の層序については, 本間（1931）による標準層序の確立（下位より, 守屋層，内村層，別所層，青木層，小川層，柵層）以来, 多くの研究がなされてきた. 特に, 本地域に分布する小川層については, 大別すると2通りの層序区分がなされている. 加藤ほか（1989）に代表される層序区分では, 小川層相当層を下部と上部に区分し, 両者を整合関係で示した. これに対し, 中野ほか（2002）や関・保柳（2015）など, 近年の研究では, 卓越する岩相に基づき区分を行うことで, 小川層相当層を砂岩が卓越する岩相と泥岩が卓越する岩相の周期的な繰り返しからなるものとして表現した.
しかし, いずれの層序区分においても, 小川層とその上位の柵層の境界は, 砂岩ないし礫岩といった粗粒な岩相（柵層権田砂岩礫岩部層）の出現をもって定義され, 両者は整合関係にあるとされてきた. 本研究では, 小川層で近年行われている岩相に基づく層序区分を取り入れ, 小川層–柵層境界付近を調査することで, 両者の層序的関係を再考察することを目的とする. また, 研究地域周辺の小川層–柵層境界付近では, 有効な年代指標は得られていない. そこで本研究ではシーケンス層序学の概念をもちいて同時間面を認定し, 両層の関係を明らかにする.

研究手法：野外にてルートマップを作成し, 各沢柱状図, 対比柱状図, 地質図を作成した. 加えて, 岩相の累重様式や組み合わせ, その対比に基づき堆積相を認定, 堆積環境および堆積システム, 堆積シーケンスを考察した.

岩相に基づく層序関係の再検討：小川層は, 関・保柳（2015）などの層序区分にならい, 主に砂岩からなる砂岩卓越部（千見砂岩部層）と, 泥岩ないし砂岩泥岩互層からなる泥岩卓越部（境ノ宮砂岩泥岩部層）に区分した. 小川層内では千見砂岩部層と境ノ宮砂岩泥岩部層が交互に繰り返し分布し, 柵層内では権田砂岩礫岩部層と高府泥岩部層が大規模な指交関係をなして分布する. 加えて, 小川層–柵層境界付近の岩相の詳細な追跡調査をおこない, 調査地域中部から北部にかけて, 小川層最上部を構成する境ノ宮砂岩泥岩部層と柵層最下部の権田砂岩礫岩部層が指交関係にあることが明らかとなった.

堆積環境と堆積システム：地表踏査にて観察された岩相を29に区分し, それらの累重様式および遷移関係に基づき, 16の堆積相を認定した. その結果, 調査地域の小川層内では下位から, 陸棚斜面チャネル・ローブシステム, ファンデルタスロープに連続する粗粒タービダイトシステム, プロデルタタービダイトシステム, ファンデルタシステムが累重し, 最上部では外側陸棚相当のプロデルタ環境へと遷移する. 一方, 柵層では, ファンデルタシステム, プロデルタタービダイトシステム, ファンデルタシステムの順に累重する.
上記の通り, 小川層–柵層境界付近の地層は, ファンデルタシステムによって堆積したと解釈される. このファンデルタシステムは砂岩相や礫岩相からなるデルタフロントと水中チャネル, それに連続し, 泥岩相および砂岩泥岩互層相からなるファンデルタスロープないしプロデルタから構成される. つまり, 柵層権田砂岩礫岩部層を特徴づける粗粒な岩相の堆積時にも, その沖側では小川層境ノ宮砂岩泥岩部層に相当する細粒な堆積物が堆積しており, ファンデルタシステムの前進–後退により前述のような岩相分布が形成されたと考えられる.

シーケンス境界：堆積システムの変遷と各ルートでの観察結果から, 調査地域全域で追跡可能な4つの不連続面を見いだし，シーケンス境界とした. これらは地層累重の傾向や層序的位置から, 保柳ほか（1998）で高府向斜東翼地域を中心に広く追跡された, SB2～SB5に相当するものと考えられる. このうち, 小川層–柵層の境界付近に見られる不連続面はSB4に相当し, 調査地域南部から中部にかけて柵層の礫岩層の下底を通り, 北部では小

川層境ノ宮砂岩泥岩部層中の炭質物を伴う砂岩泥岩互層と泥岩層との境界へと連続する. 加えて, その上位に認められる最大氾濫面は調査地域中部にかけて追跡される境ノ宮砂岩泥岩部層中に設定され, 南部に向かいより砂質な岩相へと漸移する傾向が認められることから, さらに南方では柵層相当の岩相へと漸移すると考えることができる. こうして, これら2枚の同時間面の連続性からも, 小川層–柵層の関係は同時異相の関係, すなわち指交関係にあることが示される.

引用文献：本間, 1931, 信濃中部地質誌, 古今書院; 保柳ほか, 1998, 日本地質学会第105年学術大会見学旅行案内書, 143-164; 加藤ほか, 1989, 大町地域の地質 (1/5万地質図幅); 中野ほか, 2002, 白馬岳地域の地質 (1/5万地質図幅); 関・保柳, 2015, 地質学雑誌, 121, 279–292.

Keywords: Norther Fossa Magna, Fan-delta, Sequence Stratigraphy

Lower Pleistocene age model and calcareous nannofossil biohorizons for the Northwestern Pacific region based on detailed chronostratigraphic analysis in the Kazusa Group, Boso Peninsula, Japan

*Koji Kameo[1], Daisuke Kuwano[2], Soki Hirota[2], Shota Sugizaki[3], Kanako Mantoku[4], Yoshimi Kubota[5]

1. Department of Earth Sciences, Chiba University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 3. Japan Petroleum Exploration Co. Ltd., 4. National Institute of Environmental Studies, 5. National Museum of Nature and Science

地層の年代を決定するための「基準」として，さまざまな年代層序学的手法および年代学的手法が用いられていることは周知の通りであるが，化石，古地磁気，同位体および放射年代測定などのうち，どの手法に重点が置かれているかは取り扱う時代によって異なる（Gradstein et al., 2020）．とくに白亜紀以降の年代決定に有効な石灰質ナノ化石では，東部赤道太平洋と赤道大西洋の深海底コア，そして地中海の陸上セクションを用いて評価された基準面がよく用いられる．しかしながら，そうした年代決定基準のすべてが汎世界的とは限らないので，それらの基準面を基本としながらも，対象とする地域における時間の物差しとなる年代尺度を確立する必要がある．ところが，本邦を含む北西太平洋地域ではそうした尺度を構築するために適切な深海堆積物もごくわずかで，基準面そのものの時間分解能が高いわけではない．そこで本研究では，房総半島の上総層群を用いて，千年もしくはそれより短い時間間隔という，高い時間分解能での年代層序学的解析を実施し，本邦を含む北西太平洋地域における詳細な年代決定を可能にする下部更新統の標準的な年代モデルを構築することを目的として，酸素同位体層序，石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫化石の検討を行っている．これまで我々の研究グループでは，上総層群国本層，梅ヶ瀬層，大田代層，黄和田層の一部分を研究対象とし，130万年前から80万年前を集中的に検討してきた．その結果，詳細な酸素同位体層序を年代モデルのリファランスとして設定し，それと石灰質ナノ化石基準面との対応を詳細に明らかにすることができたので報告する． 取り扱ったセクションはいずれも豊富に石灰質微化石を含み，詳しい年代層序学的検討が可能である．これまでに明らかにできた石灰質ナノ基準面と対応する同位体ステージ（MIS）は以下の通りである．
*Reticulofenestra asanoi*の産出上限：梅ヶ瀬層上部，MIS 24（椙崎・亀尾, 2018）
*Gephyrocapsa parallela*の産出下限：大田代層上部，MIS 30（廣田ほか，2021；本研究）
Large *Gephyrocapsa*の産出上限：黄和田層最上部，MIS 37（Kuwano et al., 2021）
*Helicosphaera sellii*の産出上限：黄和田層上部，MIS 40（Kuwano et al., 2021）
これらを年代値に換算すると，いずれも千年もしくはそれ以下の誤差範囲で化石基準面の年代を決定できるので，基準面は極めて高い時間決定精度を持つ．この結果は，佐藤ほか（1988），佐藤ほか（1999）辻ほか（2005）の結果をおおむねサポートするだけでなく，その精度をより高めたものとなった．また，下部ー中部更新統の境界に設定された「千葉セクション」の検討結果によれば，Matuyama–Brunhes境界付近に中型（4μm以上）の*Gephyrocapsa*属の一時的な消滅という，新しいイベントが存在する可能性が示唆されている（Kameo et al., 2020）．このイベントは現在型の*Gephyrocapsa*属の出現と関係する可能性があるので，グローバルに追跡できるかどうかを検討する必要がある．さらに今後は，鮮新世型から更新世型の微化石タクサへの移り変わりの時期に相当し，現在型の海洋浮遊性生物の成立過程を明らかにする上で重要な時代であるにもかかわらず，十分な年代尺度が確立された例が極めて少ない130万年前から200万年前までの時代の検討が必要である．
謝辞：本研究の一部に研究坑井JNOC TR-3号井の試料を利用した．独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構には同坑井の利用を許可していただいた．石油資源開発株式会社辻隆司氏にはコアの深度等についてご教示いただき，元日本天然ガス株式会社三田勲博士には試料の利用に関してご協力いただいた．以上の方々に深く謝意を表する次第である．

文献：Gradstein et al., 2020, Geologic Time Scale 2020. 1357 pp., Elsevier. 廣田ほか，2021，日本地質学会第128年学術大会講演要旨． Kameo et al., 2020, *Prog. Earth Planet. Sci.*, 7:36. https://doi.org/10.1186/s40645-020-00355-x Kuwano et al., 2021, *Stratigraphy*, 18, 103–121. 佐藤ほか，1988，石技誌，53，475–491. 佐藤ほか，1999，地球科学，53，265–274． 椙﨑翔太・亀尾浩司，2018．日本地質学会第125年学術大会講演要旨． 辻ほか，2005，地質学雑誌，111，1-20.

Keywords: Pleistocene, age model, Calcareous nannofossils

Stratigraphy and age of Goto Islands, Nagasaki Prefecture

*Yuta Ikebata[1], Shoichi Kiyokawa[2], Yukiyasu Tsutsumi[3], Kenji Horie[4], Mami Takehara[4]

1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of sciences, Kyushu University, 3. National Museum of Nature and science, 4. National Institute of Polar Research

五島列島は長崎県本土の西方約100kmに位置し，北東-南西方向に配列する5つの島（福江島，久賀島，奈留島，若松島，中通島）と約140余りの小島からなる．五島列島の基盤岩類は中新世の堆積岩類からなる五島層群（植田，1961）とそれを覆う流紋岩類（五島酸性凝灰岩類）と15Maの花崗岩類（河田ほか，1994）からなる．我々は，五島層群および五島酸性凝灰岩類についての柱状図作成および年代測定により全体の層序を復元した．五島層群下部層（層厚300m+）は緑色火山砕屑岩，中部層（層厚約1000m）は泥岩優勢で，リップルラミナをもつ砂岩泥岩互層，上部層（層厚約1500m）は斜交層理を多く含む厚い砂岩を主体とする砂岩泥岩互層からなり，それを不整合で五島酸性凝灰岩（層厚およそ500-3000m）が覆う．
本研究では，五島層群中の凝灰岩や五島酸性凝灰岩中の流紋岩溶岩や火山砕屑岩についてジルコンのU-Pb年代測定を行った．また，斜交層理の発達する五島層群中の砂岩層において，Dickinson(1983)に基づく砂岩モード組成の測定と古流向測定を行い，堆積物の供給方向を推定した．
（U-Pb年代）五島層群下部層は塊状緑色火山砕屑岩を主体とし，下部は角礫を豊富に含み，上部ほど斜交層理を伴う火山砕屑岩に移り変わる．この火山砕屑岩中には18億から1億年前の年代を示す円磨されたジルコンが多く含まれる．そのうち角張った小さいジルコンから21.7±0.5Ma，22.6±0.5Maが得られた．奈留島では，五島層群中部層の砂岩泥岩互層中の酸性火山灰層が17.66±0.19Maを示した．福江流紋岩類は，流紋岩質の凝灰角礫岩と白色流紋岩を測定し，それぞれ16.36Ma±0.09Ma，16.80±0.36Maを示した．
（砂岩組成）モード組成は五島層群中部層の砂岩は石英約80%，長石約20%，岩片数%，五島層群上部層の砂岩は石英約90%，長石約10%，岩片数%であり，上部層は石英の量比が増加する．
（古流向）五島層群中部層の砂岩は砂泥互層中の比較的薄い砂岩層が多く，リップルラミナを持つものが多い．比較的厚い砂岩は，波高5 cm~30 cmの斜交層理を保存しており，古流向はNWからNEの範囲を示した．五島層群上部層は，厚い層厚をもつ砂岩層が卓越しており，そこで見られる波高20 cm~1,2mの斜交層理が示す古流向はほとんど南から北方向の流れを示した．
（まとめ）五島層群下部層の火山性砕屑岩は，20-18Ma頃，中部層の砂岩泥岩互層は17.5-17Ma，上部層は17-16.5Maに堆積したと考えられる．五島酸性凝灰岩（福江流紋岩類）は2カ所で16.5Maの年代が取得でき，五島層群の砂岩層堆積後に火山活動により形成したと考えられる．また，砂岩モード組成から中部層から上部層にかけて石英の量が増加し，厚い砂の層が形成する．中部層は北方向に幅広い方向の流れでできるが，波高の大きい上部層は南から北への方向を示した．つまり，丁度西南日本の回転時期（星，2018）に堆積場が大きく変化しており，蛇行河川から網状河川ー河口デルタ環境への変化が起こったと考えられる．

〈引用文献〉
植田, 1961, 九州大学理学部研究報告 地質学, 5 (2), 51-61. /河田ほか, 1994, 5万分の1地質図幅「福江」調査報告, 地質調査所, 4-32. /Dickinson et al., 1983, GSA Bulletin, 94 (2), 222–235. /星, 2018, 地雑, 124 (9), 675-691.

Keywords: Late-Middle Miocene, Goto Islands

(entry) Chemical weathering and source evolution of Lake Suwa sediments since the last glacial period, based on the chemical composition of the sediments.

*Ritsuho Kawano[1], Nozomi Hatano[2], Kohki Yoshida[1]

1. Shinshu University Graduate School of Science and technology, 2. Nagano Environmental Conservation Research Institute

諏訪湖とその沿岸ではこれまで安間ほか(1990)，大嶋ほか(1997)などによりボーリングコアが掘削されている．安間ほか(1990)では花粉化石群集，珪藻化石群集を用いて古環境の推定がなされた．これらの研究からは，化石群集による古植生や珪藻の生息環境の推定と，それに伴う気候の推定がなされてきた一方で，化学組成による古環境復元は検討されていない．堆積物の化学組成からは風化の強度や供給源の推定が可能性である．よって本研究では諏訪湖南岸でボーリングコアを掘削し，堆積物の化学分析の結果から風化と起源についての検討を行った． 本研究で用いるボーリングコア(ST2020)は長野県中央部に位置する諏訪湖の南岸にて掘削され，採取された深度30mのうち上部4.8mは人工物であった．掘削されたコアの岩相からは，堆積場は河川チャネル・氾濫原から湖底，再び河川チャネルと変化した．コアの年代については^{14}C年代法から最下部で約22000年前と推定される．岩相変化から5つのunitが認識され，それぞれの堆積年代は^{14}C年代法で得られた結果から，unit1(22627年前～13800年前)，unit2(13800～11700年前)，unit3(11700年前～10500年前)，unit4(10500年前～6000年前)，unit5(6000年前～現在)と推定される．コアから採取した110試料を用いて蛍光X線分析による化学組成分析，25試料を用いてX線回折分析による粘土鉱物の同定を行った． X線回折分析の結果，unit3以外ではX線回折線の強度は低く，非晶質の物質が卓越していた．このことからunit3を除く堆積物は集水域の表層の土壌に由来したと考えられ，ガラス質な火山岩片をより多く供給する現在の上川が主な供給源であると推測される．化学分析により堆積物の起源と風化についてそれぞれ検討した．それぞれ化学的風化の過程で流失しない元素であるAl/Ti比は供給源の変化の指標として考えることができる．また，風化の指標としては風化の過程で流失しにくいAlに対して，流失する元素としてCa，Na，Kを用いたCIA値(Nesbitt and Young, 1982)を指標とした．コアのAl/Ti比の大部分は一般的な玄武岩～安山岩に近い値を示したが，Unit4のみ玄武岩～花崗岩・流紋岩付近の値までばらついた値を示した．また，Unit4のCIA値はAl/Ti比と一致した変化を示すが，Unit4全体で他のUnitよりも高い傾向を示す．よってUnit4以外では供給源はおよそ一定であり，CIA値からみられるように風化の強度が変化していたと考えられ，Unit4では供給源の変動が多く，より珪長質な堆積物が流入し，強い風化を受けていると推測できる．A-CNK-FM図(Nesbitt and Young, 1982)においてもUnit4は他と異なるトレンドを示し，供給源が他と異なることを示している．さらに，Unit3はCIA値が高かったことに加え，X線回折分析において他の層準と比較してカオリナイトのX 線回折線の強度が高く，供給源がより珪長質な岩石であったことが推測される．上下の層準で類似したX線回折線が得られなかったことからも，この時期に一時的な気候変動や供給源変化が推測される．また、供給源の変動が激しく，強い風化を受けていたUnit4の時期について，中国のチャイダム盆地で推定された気温(Xiaoping et al., 2004)は同時期に比較的高い値を示しており，グローバルな気候変動と連動したものであると言える．

引用文献

安間　恵・長岡正利・丹羽俊二・関本勝久・吉川昌伸・藤根久, 1990, 諏訪湖湖底の構造調査と環境地質, 地質学論集, 36, 179-194. H. W. Nesbitt and G. M. Young, 1982, Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites, Nature, 299, 715-717. 大嶋秀明・徳永重元・下川浩一・水野清秀・山崎晴雄, 1997, 長野県諏訪湖湖底堆積物の花粉化石群集とその対比, 第四紀研究, 36(3), 165-182. Xiaoping Yanga, Karl Tilman Rostb, Frank Lehmkuhlc, Zhu Zhendad, John Dodson, The evolution of dry lands in northern China and in the Republic of Mongolia since the Last Glacial Maximum, Quaternary International, 118–119, 2004, 69-85.

Keywords: chemical composition analysis, chemical weathering, paleoenvironmental restoration

Poster | R8 [Regular Session]Marine geology

[3poster34-38] R8 [Regular Session]Marine geology

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R8-P-1] (entry) Middle Pleistocene sea surface environment based on the analysis of planktonic foraminifera from the Choshi core in the Choshi area, central Japan.

*Yuma OURA[1], Hiroki HAYASHI[2], Kouzi KAMEO[3] （1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering , 2. Shimane University Academic Assembly, 3. Chiba University Faculty of Science）

4:00 PM - 6:30 PM

[R8-P-2] (entry) Early Pleistocene sea surface environments around the Boso Peninsula based on calcareous nannofossil biostratigraphy in the Otadai and Umegase Formations of the Kazusa Group

*Souki HIROTA[1], Koji KAMEO[2], Daisuke KUWANO[1] （1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering, 2. Chiba University Graduate School of Science）

4:00 PM - 6:30 PM

[R8-P-3] Sedimentation and deformation structure in the near-seafloor of the Sagami Bay plate boundary area

*Juichiro Ashi[1], Ayanori Misawa[2], Ken Ikehara[2], Toshiya Kanamatsu[3], Makoto Yamano[1] （1. UTokyo, 2. AIST, 3. JAMSTEC）

4:00 PM - 6:30 PM

[R8-P-4] (entry) Bottom sediment distribution of southwest-off Tokara Islands

*Yoshiaki Suzuki[1], Takuya Itaki[1], Hajime Katayama[1], Naotomo Kaneko[1], Hirokazu Yamamoto[1], Osamu Ishizuka[1], Mutsumi Iizuka[1,2], Eri Ikeuchi[1,3], Kazuma Oikawa[4], Taiga Nakano[5] （1. AIST, 2. Hokkaido University, 3. University of Miyazaki, 4. Tohoku University, 5. Yamaguchi University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R8-P-5] Submarine geological structure of northern offshore Oshima-Oshima volcano, Hokkaido, estimated from acoustic survey

Jun Arimoto[1], *Seishiro Furuyama[2], Mayu Ogawa[2,3], Hiroaki Koge[1], Osamu Ishizuka[1,4], Ayanori Misawa[1], KH20-7 Exp. Scientists （1. AIST, 2. Tokyo Univ. of Marine Science and Technology, 3. Kyoto Univ., 4. JAMSTEC）

4:00 PM - 6:30 PM

(entry) Middle Pleistocene sea surface environment based on the analysis of planktonic foraminifera from the Choshi core in the Choshi area, central Japan.

*Yuma OURA[1], Hiroki HAYASHI[2], Kouzi KAMEO[3]

1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering , 2. Shimane University Academic Assembly, 3. Chiba University Faculty of Science

房総半島北東部の銚子地域に分布する鮮新–更新統犬吠層群は微化石を豊富に含む半遠洋性堆積物であり，これまでいくつかの年代層序学的研究が行われてきた（酒井，1990）．この犬吠層群を対象として1998年に陸上ボーリングコアが東京大学海洋研究所によって掘削され，微化石層序，古地磁気，酸素同位体比から年代層序が確立され, 海洋酸素同位体比ステージ（MIS）11～24であることが明らかになっている (Kameo et al., 2006)．このコアには，いわゆるEarly-Middle Pleistocene Transition (EMPT)を含み，氷期・間氷期サイクルが4万年周期から10万年周期へと変動する時代の環境変化を研究するためには非常によい試料である．特にMIS 19については離心率が現在と同じような状況に近いことから将来の気候変動予測に重要な時代であり（Head and Gibbard, 2015），気候変動と関連した海洋循環の消長を考える上で重要な地域といえる．そこで本研究では，浮遊性有孔虫化石群集を用いることによって，数千年スケールでの古海洋環境変動を推定することを試みた．本研究では犬吠層群に相当する地層のうち，横根層上部に相当する深度130～160 mを使用した．この層準に該当する年代は，MIS 17～19である．検討した試料間隔は，約1 mで，時間分解能は約2000～3000年である．乾燥させた各試料を熱湯で処理，ボロン法を用いることで泥化処理を行った. その後125 μmのふるいにかけて浮遊性有孔虫化石が200個体程度になるまで分割して顕微鏡下で全て拾い出し, 種の同定を行った.
検討を行った試料から15属42種の浮遊性有孔虫化石が認められた．全層準を通じて,*Neogloboquadrina incompta*が高い産出頻度を占めし，次いで, *Globigerinita glutinata*, *Turbolotalita quinqueloba*, *Globorotalia inflata* などが高い産出頻度を示す．このことから, 銚子地域は当時ほとんど混合水域の環境下にあったと考えられる．しかし，黒潮水域に優勢な*Globigerinoides ruber*, *Pulleniatina obliquiloculata*については酸素同位体比曲線の温暖なピークと概ね一致することから，温暖時には黒潮の影響を強く受けていたことが考えられる．一方，親潮水域に優勢な*Neogloboquadrina pachyderma*の左巻も寒冷のピークと概ね一致するが, 産出頻度はそこまで高くないことから，銚子地域では親潮の影響は寒冷な時でもそこまで強い影響はなかったと考えられる. *T. quinqueloba*については混合水域だけでなく塩分の低い沿岸水の指標とされている (Takemoto and Oda, 1997). *T.quinqueloba*が高い産出頻度を示した層準は，氷期への移行期に相当するように見えるので，寒冷化に伴って海水準の低下が起こり，その結果，西方からの沿岸水の影響が強くなったことが考えられる．以上より氷期・間氷期サイクルより短い時間スケールでの黒潮・親潮の南北振動が銚子地域で起こっていたと考えられる.

引用文献

Head and Gibbard,2015,*Quat.Int.*,**389**,7-46
五十嵐ほか，2002,*地質学会講演要旨*
Kameo et al.,2006,*Island Arc*,**15**,366-377
Takemoto and Oda,1997, *Paleontolog. Res.*,**1**,4,291-310
酒井,1990,*宇都宮大教育紀要*,**23**,1-34

Keywords: Kuroshio, Inubo Group, Planktonic Foraminifera, Middle Pleistocene

(entry) Early Pleistocene sea surface environments around the Boso Peninsula based on calcareous nannofossil biostratigraphy in the Otadai and Umegase Formations of the Kazusa Group

*Souki HIROTA[1], Koji KAMEO[2], Daisuke KUWANO[1]

1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering, 2. Chiba University Graduate School of Science

房総半島中央部に分布する上総層群は，前期–中期更新世に相当する地層群であり，保存の良い様々な微化石を含む（例えばOda, 1977 ; 佐藤・高山，1988）ことで知られている．本層群の各層は，堆積速度が大きいことから，高い時間分解能での層序学的研究に適している．また，前弧海盆である上総海盆は，暖流である黒潮と寒流である親潮との会合域に位置していたと考えられるため，上総層群を構成する各層には，これらの海流の変化が記録されていると考えられる（例えば五十嵐，1994）．これらのことから，上総層群に属する地層群を詳しく解析することにより，かつての海洋環境を明らかにしようとする研究が行われるようになった（Suganuma et al., 2021；桑野ほか，2019）．以上のことを踏まえ，本研究では，石灰質ナノ化石群集の層位変化に基づき，上総層群大田代層・梅ヶ瀬層堆積当時における房総半島周辺海域の海洋表層環境の変遷をおおむね数千年スケールで推定することを目的とした．
本研究では，研究坑井JNOC TR-3から得られたコア（以下TR–3コア）の試料を用いて研究を行った．TR-3コアは，辻ほか（2005）によって高精度年代軸が設定されており，本研究ではそれをLisiecki and Raymo (2005) のLR04スタックカーブを用いて，年代軸の再構築を行った．石灰質ナノ化石分析は，①石灰質ナノ化石群集の層位分布の検討，②環境指標となる化石種の層位分布の検討をそれぞれ65試料行った．①は200個体，②は100個体を無作為に抽出し同定を行い，各種の相対産出頻度を求めた．
検討した65試料において，16属20種以上の石灰質ナノ化石の産出が認められた．検討層準を通して*Gephyrocapsa*属，*Reticulofenestra*属が化石群集の大半を占め，その他の化石種の産出頻度は極めて低い．また，本邦周辺海域における環境指標種の分布は，Tanaka (1991) で明らかにされており，本研究の環境指標種の層位変化に基づくと，黒潮指標種である*Umbilicosphaera sibogae*の産出頻度は，親潮指標種である*Coccolithus pelagicus*の産出頻度よりも検討層準を通して高くなっている．したがって，上総層群大田代層・梅ヶ瀬層堆積当時における表層海洋は，概して現在の黒潮水域または黒潮フロントのような環境であったと考えられる．その中でも，*U. sibogae*の産出頻度が氷期・間氷期スケールよりも短い時間スケールで変動していることから，黒潮の南北移動はミランコビッチスケールよりも短い周期で引き起こされていたことが明らかになった．また，TR–3コアの酸素同位体比とLR04カーブのそれとの差が大きいことから，地域的な影響が黒潮の南北移動に大きく貢献していると示唆される．

謝辞
本研究を進めるにあたり，独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構にはTR-3号井の試料の利用を許可していただいた．石油資源開発株式会社辻隆司氏にはコア試料の深度および岩相についてご教示いただいた．元日本天然ガス株式会社三田勲博士には試料の利用に関してご協力いただいた．以上の方々に深く謝意を表する次第である．

引用文献
五十嵐，1994, *地質学雑誌*, **100**, 348-359.
桑野ほか，2019, *日本地質学会第126年学術大会講演要旨*，R23-P-2.
Lisiecki and Raymo, 2005, *Paleoceanography*, **20**, PA1003.
Oda, 1977, *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, **48**, 1–76.
佐藤・高山，1988, *地質学論集*, **30**, 205-217.
Suganuma et al., 2021, *Episodes J. Int. Geosci.*, 1–31.

Tanaka., 1991, *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, **61**, 127-198.
辻ほか，2005, *地質学雑誌*，**111**, 1–20.

Keywords: Early Pleistocene, calcareous nannofossil, Kazusa Group, Kuroshio

Sedimentation and deformation structure in the near-seafloor of the Sagami Bay plate boundary area

*Juichiro Ashi[1], Ayanori Misawa[2], Ken Ikehara[2], Toshiya Kanamatsu[3], Makoto Yamano[1]

1. UTokyo, 2. AIST, 3. JAMSTEC

相模湾の中央部には，水深1300m以深の相模トラフのトラフ軸が北西ー南東方向に分布し，東側にはそれに平行して海丘群（沖ノ山堆列）が並ぶ．海丘群の西側斜面の麓をつないだ線は相模構造線と呼ばれ（木村, 1973, 科学），活断層が推定されている（活断層研究会，1991, 新編日本の活断層）．その深部構造については，東傾斜のプレート境界断層とそこから派生する断層が大規模反射法地震探査により捉えられている（佐藤ほか，2010，科学）．これら派生する断層の浅部の構造の報告はあるが（Yamashita et al., 2013, JAMSTEC-R; No et al., 2014, EPS），1923年大正地震，1703年元禄地震などの最近の海底変動との対応を議論できる海底面近傍の構造と試料に基づく年代の報告は無い．海底下浅部は一般的にサブボトムプロファイラー（以下SBP）などの高周波の音波を用いて探査されるが，複雑な地形の所では音波が散乱・減衰して構造を捉えることが困難である．そこで無人探査機に搭載したSBPを用い海底近傍での発振・受信で高解像度の断面記録を得る探査を白鳳丸KH-10-3，KH-11-9, KH-16-5次航海において行った．また，無人探査機による海底観察とピンポイントでの試料採取を行った．
調査域は三浦海丘の西側斜面および相模海丘の南側斜面である．三浦海丘は水深1000 m付近の小さな平坦面を除き海丘頂部の水深600 mから1100 mまで急崖が連続する．急崖は北西ー南東方向に連続するため，海底下に同方向の断層の存在が推定でき，大河内（1990, 地学雑誌）では崖の麓付近に活断層が推定されている．本研究では，この崖を横断する方向のSBP探査を5測線において行い，3点において海底面に達する反斜面を確認した（Misawa et al., 2020, Geo-Marine Lettersで一部公表）．崖下の平坦面におけるピストンコア採泥では，暗緑色のシルトに細粒砂の薄層を複数挟む試料が得られており，浮遊性有孔虫の放射性炭素年代測定の結果，千年で約1ｍの堆積速度が得られている．断層が海底面に達する位置は，急崖から平坦面への傾斜の変換点に一致すること，早い堆積速度の場であるにも関わらず断層が埋積されていないことから，平均変位速度の大きな断層の存在が推定される．北西ー南東方向に連続する急崖の基部を結んだ線は右雁行配列を示し，400 mずれたステップ部を横断するSBP記録には他と異なりフラワーストラクチャーとみられる高角の断層が認められる．これは地下で雁行配列する断層のジョグに相当し横ずれ変位よる構造である可能性が高い．無人探査機を用いた急崖基部の柱状試料には，海丘側に傾斜した断層とみられる面構造が認められたが，年代の逆転はほとんど無く副断層とみられる．試料には暗緑色のシルト質粘土とシロウリガイの貝殻片を含んだ含礫泥層の互層が深度1.2 mまで認められ，断層に沿った湧水にともなうシロウリガイコロニーの発達と崖錐性の堆積作用の繰り返しを示しているものと考えられる．白鳳丸KH-19-5次航海では，無人探査機のカメラにより崖基部に生きたシロウリガイが広く分布し，シンカイヒバリガイの生息も確認された．このような化学合成生物群集は崖基部に沿って北西ー南東方向に連続していることから，断層に沿った活発なメタン湧水が行われているものと考えられる．同地点では，湧水変動を調べるため自己浮上式熱流量計を設置し約1年間の長期観測を実施した．白鳳丸KH-20-8航海で回収を試みたが機器の切り離し装置の不調により現在のところ回収には至っていない．

Keywords: active fault, talus, cold seep, accretionary prism

(entry) Bottom sediment distribution of southwest-off Tokara Islands

*Yoshiaki Suzuki[1], Takuya Itaki[1], Hajime Katayama[1], Naotomo Kaneko[1], Hirokazu Yamamoto[1], Osamu Ishizuka[1], Mutsumi Iizuka[1,2], Eri Ikeuchi[1,3], Kazuma Oikawa[4], Taiga Nakano[5]

1. AIST, 2. Hokkaido University, 3. University of Miyazaki, 4. Tohoku University, 5. Yamaguchi University

日本周辺海域における20万分の1海洋地質図の網羅的な作成を目的とした海域地質図プロジェクトの一環として、2021年３月に東海大学の調査実習船「望星丸」を使用してトカラ列島周辺海域において海底地質調査航海（GB21-1）を実施した。本航海で表層堆積図作成のため採取された堆積物試料に関して予察的な分析結果を報告する。

＜グラブ採泥＞トカラ列島南部に位置する宝島、横当島周辺および西方海域と、諏訪之瀬島周辺海域において、木下式グラブ採泥器による表層採泥を61地点で実施した。採泥器には海底カメラ、CTD、方位傾斜計、音速度計（一部地点）を装備し、海底面撮影や水質データ取得を行った。採取した試料は船上で写真撮影や肉眼記載、生物遺骸等の採取を行った。砂質・泥質堆積物が採取できた地点では有田式サブコアを分取し、軟X線像の撮影と、医療用X線CTスキャナー（CT）による三次元構造の取得を行った。 調査海域では、島嶼部及び地形的な高まりの周辺では火成岩質の礫、砂が卓越し、トカラ峡谷および沖縄トラフ底部には泥質堆積物が卓越する。本海域の底質粒径は水深（陸域からの距離）だけでなく、海底に多数分布する海底火山など周辺地形の起伏や傾斜にも制約されていると考えられる。礫、砂の粒子組成は地点により大きく異なり、基本的には周辺の火山岩体の有無やその組成、周辺海域の生物相を反映しているとみられる。ただし、リップルが確認される地点では翼足類などの生物遺骸や鉱物組成の異なる砂粒子が互層を成す様子も観察され、局地的には流れの影響が底質組成を力学的に規定している場合も多いと考えられる。砂質堆積物には、海底写真上で認識できる数十cmスケールのリップルや、海底地形データで認識できる数百mスケールの波長を持つサンドウェーブ、堆積物断面にみられる斜交層理など、流れの影響を受けた地形や構造が多く見られた。こうした構造はとくにトカラ峡谷の南側斜面で卓越し、トカラ列島周辺で蛇行する黒潮が影響していると考えられる。泥質堆積物からは、CT像、軟X線像において生痕が発達する様子が海域全体で観察された。 諏訪之瀬島西方のサイトg197からは、砂サイズの火山灰層の中に級化構造を示す泥質堆積物が挟在する様子が観察された。このサイトは海底面のリップルの存在から底層流の影響が示唆されるため、この泥質堆積物は斜面崩壊などのイベントを起源として短時間で堆積した可能性が高い。本地点周辺でより長尺の柱状試料を採取すればこうしたイベントの履歴を復元できる可能性がある。

＜柱状試料採泥＞本海域での典型的な堆積速度や堆積物供給源の時代変化を把握するため、沖縄トラフ東縁のサイトc11と宝島西方の海盆に位置するサイトc05において大口径グラビティコアラーでの柱状試料採泥を行い、それぞれ389cm、227cmの試料を採取した。採取時に欠落するコア最上部を擾乱なく採取するため、パイロットとしてアシュラ式採泥器を用いた。試料は船上で半割し、2.2cm間隔でのキューブ、スライス試料の分取と分光測色計による1cm間隔での色測定を行った。またスラブ試料を用いた軟X線像の撮影と、半割試料を用いたCT像の取得を行った。 得られたコア試料はいずれも火山灰や有孔虫を多く含む極細粒砂からシルト質の堆積物で構成されている。両サイトにおいて、コア上部1.8~2mまでは強い生物擾乱を受けている。深度約2mより下位では生物擾乱は少なく、とくにc11では数十cm間隔で火山灰質のパッチや薄層が見られた。

今後はグラブ試料について粒度分析、粒子組成解析、生物群集解析などの定量分析、柱状試料に関しては放射性炭素年代測定や火山灰層の同定を行い、表層堆積図作成のための情報を整備していく予定である。

Keywords: Tokara Islands, Sedimentological Map

Submarine geological structure of northern offshore Oshima-Oshima volcano, Hokkaido, estimated from acoustic survey

Jun Arimoto[1], *Seishiro Furuyama[2], Mayu Ogawa[2,3], Hiroaki Koge[1], Osamu Ishizuka[1,4], Ayanori Misawa[1], KH20-7 Exp. Scientists

1. AIST, 2. Tokyo Univ. of Marine Science and Technology, 3. Kyoto Univ., 4. JAMSTEC

活動的な火山体の崩壊は，内部の圧力変化を通じてマグマ供給系や噴火様式に影響を及ぼすと考えられている（Longpré et al., 2009, *Geochem. Geophys. Geosys.* ほか）．また，火山島の山体崩壊は津波災害発生の引き金となる場合があり（Paris et al., 2020, *Earth Sci. Rev.*），重要な地質現象である．北海道南西沖に位置する渡島大島火山では，1741年の噴火の際に北側斜面で山体崩壊が発生し，その際に発生した津波は周辺の日本海沿岸各地に大きな被害をもたらした（川上ほか, 2017, 地質雑）．渡島大島北側の海底斜面には，海底観察により山体崩壊堆積物の存在が確認されている（加藤, 1997, JAMSTEC深海研究）．しかしその空間分布や山体崩壊量の見積もりは，津波挙動の数値計算などの境界条件として重要にも関わらず，地質学的に十分制約されているとは言えない．
以上を踏まえて，火山体崩壊のマグマ供給系への影響と津波発生モデルに地質学的制約を与えるため，2020年8月に海洋研究開発機構所有の学術研究船「白鳳丸」を用いた調査航海が実施された（本学会，石塚ほか，針金ほかを参照）．渡島大島北方海域において海底地形調査，磁気探査，マルチチャンネル反射法音波探査，サブボトムプロファイラー（SBP）による高分解能音波探査，および堆積物・岩石試料採取が実施された．本講演では，主に反射法音波探査により明らかになった調査海域の海底下地質構造，および新たに推定された山体崩壊堆積物の空間分布について紹介する．
反射法音波探査には，音源として355 cu. inchのG.I.ガン（Sercel社製）を，受信部として32チャンネル・400 m長のストリーマケーブル（Geometrics社製）をそれぞれ用いた．調査海域内に設定されたN–S系，E–W系およびNW–SE系の測線（総延長約270 km）において，発震間隔は概ね12.5 m（NW–SE系のみ25 m），収録長6秒（NW–SE系のみ9秒）で探査を実施した．取得したデジタルデータは，ジオメトリ編集，バンドパスフィルタ，ゲイン補償，デコンボリューション，速度解析，NMO補正，CMP重合，マイグレーションの順で波形処理を行った．調査海域の海底下には，渡島大島北側の斜面部から水深2000 m以深の平坦部にかけて連続する，音響的散乱によって特徴付けられる音響基盤と，最大往復走時1.6 秒程度の層厚でそれを覆う，堆積層と考えられる複数枚の成層した内部反射面が認められる．これらの内部反射面は部分的に不整合を示す接触関係をもつことから，堆積層は少なくとも2つ以上のユニットに区分できると考えられる．堆積盆内部には東西走向の正断層系が広く認められ，下位のユニットは変形構造を伴うのに対し，上位のユニットは比較的変形が少なく，水平な内部反射面を特徴とする．一方で表層に撓曲構造をもたらしている，活構造と考えられる逆断層系も部分的に認められる．
本調査の音波探査記録と海底地形データから，1741年の山体崩壊に伴う渡島大島北側斜面部の浸食域と粗粒な崩壊堆積物（流れ山，巨礫）の分布域が推定され，既往研究（Satake and Kato, 2001, *Geophys. Res. Lett.* ほか）とも整合的である．さらに本調査により，細粒部は斜面下部から北方の堆積盆中央部にかけて，表層に薄く広がりをもつ可能性があることが示唆された．今後，堆積物試料の分析結果と総合して検討していくことにより，山体崩壊に関連する物質移動・堆積過程をより詳細に解明できることが期待される．

Keywords: sector collapse, Oshima-Oshima, Tsunami, Reflection seismic survey

Poster | R13 [Regular Session]Subduction zones and on-land accretionary complexes

[3poster39-46] R13 [Regular Session]Subduction zones and on-land accretionary complexes

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R13-P-1] (entry) Post-Seismic Permeability in Damage Zones Estimated from on-Land Analog of Out-of-Sequence Thrust, Subduction Zone

*Hinako Hosono[1,2], Takato Takemura[1], Daisuke Asahina[2], Makoto Otsubo[2] (1. Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University , 2. Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology)

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-2] (entry) Roughness analysis on a subduction plate interface in Nankai Trough

*wataru Fukubeppu[1], Yoshitaka Hashimoto[1] (1. Kochi University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-3] (entry) Rupture propagation of Roof Thrust and Out-of-Sequence Thrust of subduction zone : The Minami Awa Fault and Mizoochi Fault, The Mugi area in the Shimanto Belt

*Yu Sogawa[1], Arito Sakaguchi[1] (1. Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-4] Deformation and stress cycle during frontal thrust formation of sandbox Coulomb wedges

*Satoshi TONAI[1], Kei KAWAKAMI[2], Takami TACHIBANA[1], Yasuhiro YAMADA[3] (1. Kochi University, 2. Career planning, 3. Kyushu University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-5] Characteristic strain distribution around a fault on shallow portion

*arito Sakaguchi[1], Kanna Yoshimatsu[2] (1. Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University,, 2. NEC Aerospace Systems,Ltd.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-6] (entry) Paleo-stress analysis on a fault zone related to underplating: Mugi melange in the Northnern Shimanto Belt

*Takahiro Hosokawa[1], Yoshitaka Hashimoto[1] (1. Kochi University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-7] (entry) Paleo-stress analysis on deformation structures from log resistivity images to constrain depth distributions of slip and dilation tendencies and stress magnitude in Hikurangi margin, New Zealand

*Yuka Senoo[1], Yoshitaka Hashimoto[1] (1. Kochi Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R13-P-8] High density 2D seismic profiling in the Nankai trough off eastern Shikoku and Cape Muroto

*Yasuyuki Nakamura[1], Shuichi Kodaira[1], Gou Fujie[1], Kazuya Shiraishi[1], Yuka Kaiho[1], Gaku Kimura[1] (1. JAMSTEC)

4:00 PM - 6:30 PM

(entry) Post-Seismic Permeability in Damage Zones Estimated from on-Land Analog of Out-of-Sequence Thrust, Subduction Zone

*Hinako Hosono[1,2], Takato Takemura[1], Daisuke Asahina[2], Makoto Otsubo[2]

1. Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University , 2. Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology

南海地震をはじめとするプレート境界で起こる地震はある一定の周期で発生しており，その発生サイクルは断層沿いの流体圧と剪断強度の変動によって説明されている（Sibson, 1990）．近年の観測技術の発展に伴い，プレート境界周辺での間隙流体圧分布は，地震波トモグラフィーなどにより数km以上のスケールで把握されている（Tsuji et al., 2014）が，露頭スケール以下の間隙流体圧や流体の移動特性はよくわかっていない．そこで我々は震源断層として活動していた時の断層面近傍の流体特性を記録している鉱物脈に注目した．本研究では，断層面近傍の流体特性を明らかにすることを目的とし，過去の巨大分岐断層のダメージゾーンに発達する石英脈について露頭で観察できるデータに基づき固有透水係数とその流動方向を推定した．調査対象とした延岡衝上断層は，南海トラフの震源断層である巨大分岐断層の陸上アナログとして研究されている（例えばTsuji et al., 2006; Kondo et al., 2005）．上盤と下盤はそれぞれ最高被熱約320℃の砂岩泥岩互層と250℃の泥質メランジュで構成されており，9.1～7.0 kmの深さにあったと推定される（Kondo et al., 2005）．また，ダメージゾーンには引張亀裂を充填する石英脈が多数観察できる．この延岡衝上断層を対象に以下の2つを実施した．**a）石英脈の測定**：延岡衝上断層を挟む下盤7ヶ所，上盤1ヶ所の計8ヶ所で，石英脈群の幾何情報（走向傾斜・幅・長さ）の測定と露頭から石英脈の密度を推定するためのトレース図の作成を行った．ここで，計測時に設定するグリッドの長さは，断面に見える亀裂の平均長さの10倍とすることで代表要素となる（Takemura and Oda., 2004）ため，グリッドの一辺はこれを満たした2.5 mと設定した．**b）固有透水係数の推定**：Oda(1983)による透水テンソルの手法を用いて**a）**で測定した幾何情報から，石英脈が流体の移動経路であった時の固有透水係数k_{ij}と最大・中間・最小固有透水係数k_1，k_2，k_3の流動方向を算出した．また，露頭から得られる幾何情報に基づいた三次元固有透水係数の推定法の検証を行った．走査線の総長さを2.5 mグリッドに対して一方向につき12本と設定したところ，三次元固有透水係数の推定には十分であった．

解析の結果，最大固有透水係数k_1は10^{-9}から10^{-10} m^2のオーダーであった．これは，断層コアに近づくほど大きく，離れるほど小さい値を示した．最大固有透水係数k_1の流動方向は延岡衝上断層断層に対して高角な方向であり，断層にほぼ垂直方向に流体が流れやすかったことがわかった．求めた固有透水係数は，過去の地震イベントで形成された石英脈の累積のデータを基にしているため，母岩の透水係数よりも遥かに高い値になっている．今後はこれを地震の発生回数等を考慮して，一回の地震イベント時の固有透水係数を検討したい．

[引用文献]Kondo, H. et al., 2005. Tectonics 24 (6), TC6008; Oda, M., 1983. Mech. Mater. 2 (2), 163–171; Sibson, R. H., 1990. Geological Society, London, Special Publications, 54, 15-28; Takemura and Oda., 2004. Techtonophysics, 387(1-4), 131-150; Tsuji, T. et al., 2006. Geophysical Research Letters, 33(18), L18309; Tsuji, T. et al., 2014. Earth and Planetary Science Letters, 396(15), 165-178.

Keywords: Crack tensor, Out-of-Sequence Thrust, Nankai Trough, Subduction zone

(entry) Roughness analysis on a subduction plate interface in Nankai Trough

*wataru Fukubeppu[1], Yoshitaka Hashimoto[1]

1. Kochi University

近年、沈み込みプレート境界面でプレート収束運動より速く、通常地震より著しく遅いすべりである「スロー地震」という現象が発見され、世界中で通常地震との関係性について追求されている(Obara and Kato., 2016)。このことから、沈み込みプレート境界面では、通常地震と「スロー地震」のように、すべり速度に多様性があることが明らかとなった。
先行研究では、この多様性を生むモデルとして、物性分布の空間スケールが階層的であることを原因とする提案が出されたが(Ide et al., 2014)、これはあくまで概念的であり、その物性分布そのものの要因については考慮されていない。
そこで、本研究では、東西約11㎞、南北約26㎞を範囲とした南海トラフ紀伊半島沖三次元地震波反射断面による実際の沈み込みプレート境界を対象とし、天然における地形という要素の不均質分布をラフネス解析で階層的に明らかにした上で、概念的モデルを検証する。具体的には、天然のデコルマ地形のラフネス解析により得られた地形の振幅分布を図示し、セグメント長さの違いによる多様な要素の階層的な分布の比較、高振幅領域の面積を破壊領域としたときのモーメントマグニチュードの累積頻度とグーテンベルク・リヒター則との対比を行い、スロー地震との関係について議論した。
本研究地域は、3次元音響反射断面が得られているだけでなく、同地域の浅部デコルマ域においてVery Low Frequency Earthquake(VLF)やスロースリップイベント(SSE)といったスロー地震が観測されていることから(Nakano et al., 2018, Araki et al., 2017)，天然の対象としてふさわしい地域と考えられる。
本研究ではセグメント長さを変えながら地形波形のフーリエ変換で得た波長とPSD間の両対数グラフを用いてラフネス解析を行い、右肩上がりの直線関係を持っていることが確認できた。このことから、波長と振幅には冪乗の関係が成立していると言える。
小さいセグメント長さでは、振幅の変化を空間的に細かくとらえており、面積の小さいパッチ状のものが所々で確認できた。また、大きいセグメント長さでは、高い振幅の領域が比較的広範囲に分布する。 様々な検証によってこのセグメント長さに応じたパッチのサイズ変化は天然の特性であると考えられる。これは、セグメント長さが大きいことによって、振幅の数値を平均する範囲が広くなるため、波の中でも比較的大きな範囲で見た波長をとらえることができたと推定した。
これを踏まえると、セグメント長さが小さくなるにしたがって、振幅の変化を細かくとらえていることが確認できたことも、振幅の数値を平均する範囲が狭いため、微小な波長や、細かい振幅の変化もとらえることができたと考えられる。
以上のことから、セグメント長さの変化に応じて、地形の効果として高い振幅領域の階層的な分布が見られたと言える。
このパッチサイズを破壊領域として求めたモーメントマグニチュードの累積頻度のグラフでは、一部を除き、両対数グラフで直線関係（べき乗関係）を得ることができた。また、破壊面積が小さいほど発生頻度が多くなることが分かった。この関係からb値的なものを得ることができる。しかし、このb値は、グーテンベルク・リヒター則とは一致しておらず、高振幅領域パッチの分布と観測されているスロー地震の領域とも不一致であった。
この要因として、本研究が、南海トラフ沈み込みプレート境界全域から見て、相対的に小さい対象を範囲としている可能性が考えられる。現段階では、反射法探査の解像度の限界から、極小規模な地震の確定的な地震の発生頻度と規模の関係を得ることが困難である。このことから、グーテンベルク・リヒター則の関係から逸脱してしまったと考えられる。
これらを踏まえると、本研対象地域である紀伊半島沖南海トラフ3次元地震波反射断面の地震計の観測の精度が上がれば、高振幅領域の面積の分布にも異なるしきい値ごとに階層性が見られることが期待できる。ま

た、本研究で求めたモーメントマグニチュードの累積頻度のグラフにおいても、グーテンベルク・リヒター則と非常に近いb値が導き出されるかもしれない。

引用文献

Obara, K., Kato, A., 2016. Science 353, 253-257.

Ide, S., 2014. Proceedings of the Japan Academy, Series B 90, 259-277.

Nakano, M., Hori, T., Araki, E., Kodaira, S., Ide, S., 2018. Nature communications 9, 984.

(entry) Rupture propagation of Roof Thrust and Out-of-Sequence Thrust of subduction zone : The Minami Awa Fault and Mizoochi Fault, The Mugi area in the Shimanto Belt

*Yu Sogawa[1], Arito Sakaguchi[1]

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

【はじめに】
近年, プレート境界の巨大地震の際の破壊はどのように伸長し, どの程度の深度まで伝播するのか盛んに議論されている(Sakaguchi et al., 2011 など). 本研究地, 白亜系牟岐メランジュには震源断層としてのルーフスラストとOSTの地表露頭が報告されており(Onishi and Kimura., 1995; Hashimoto and Kimura., 1999; Ujiie et al., 2000など), 同一メランジュ中の同レベルの埋没深度における２つの主要な断層を比較するのに最適である. 一般的に地震発生の直前には震源核から破壊が周囲に伝播するが, その際に断層近傍には高い応力集中が発生する. 本研究ではカルサイト応力計を用いて, ルーフスラストとOSTの応力集中の違いの考察, 及びビトリナイト反射率を用い断層近傍から遠地に至る古地温・熱拡散を推定, それらの結果から破壊抵抗の程度を考え, 巨大地震断層における破壊伝播の仕方を議論することを目的とする.
【地質概要】
本研究地牟岐メランジュは四国南東部に位置し, 四国四万十帯北帯南縁に属する. 牟岐メランジュは地表に現れたプレート境界岩であるテクトニックメランジュとされる (Onishi and Kimura., 1995; Hashimoto and Kimura., 1999; Ujiie et al., 2000など). 上位にタービダイト相の日和佐層があり, 境界断層である南阿波断層を挟んで牟岐メランジュとなる. 牟岐メランジュは大規模なデュープレックス構造で特徴づけられ, 南阿波断層はそのルーフスラストにあたり, シュードタキライトを含む震源断層である(Kitamura et al., 2005; Ujiie et al., 2007b). 牟岐メランジュはOSTである水落(みぞおち)断層によりUpper sectionとLower sectionに分けられる．このOSTは堆積年代や古地温に大きな差異が生じるほど累積変位量が大きい.
【研究手法】
・カルサイト双晶応力計：岩石中のカルサイトが歪みを受けると双晶として記録する性質を利用した地質応力計である. 本研究ではブーディン中のクラック充填をするカルサイトを用いた.
・ビトリナイト反射率温度計：植物片が熱成熟し石炭化する過程で, マセラルの一種であるビトリナイトは最大被熱を記録する性質がある. その性質を利用した地質温度計である.
【結果】
南阿波断層近傍の古応力は約146±27MPa~183±24MPaであった．水落断層の古地温は上盤が約200-244℃，下盤が150-185℃と温度差が確認され，断層周辺の古応力は約135±16MPa~約179±22MPaであった. これが断層から遠地では123±18MPa~139±17MPaに減衰する．応力値が断層から遠地に向かうにつれ減少し一定になる箇所は剪断運動に伴う瞬間的な応力ではなく広域的な地殻内応力であると考えられる. 断層近傍での高い剪断応力は, 破壊伝播時の応力集中によるものであると考えられ, その応力集中のレベルは測定結果から, 両断層ともに同程度であった.
【議論】
ルーフスラストとOSTは, 両者のセッティングが異なるにもかかわらず応力集中レベルが同等になった理由として, 以下のことが考えられる. プレート境界付近のアクティブな領域では多数の分岐断層が発達し, 巨大地震の際にどの面を用い破壊が伝播したのかは明白ではない。言い換えれば, 破壊核からの破壊伝播はプレート境界で選択的ではなく力学的な弱面に伝播すると考えられる. 本研究の結果から牟岐メランジュに発達するルーフスラストとOSTにおいて破壊伝播にかかる応力集中のレベルに差異はなく, どちらも同じくらいの破壊抵抗が生じたものと考えられる. これがルーフスラストとOSTのどちらにも伝播し得る理由なのだろうと考える.
【文献】

Ujiie et al., 2000 Journal of Geophysical Research 105, 25729–25741
Ujiie et al., 2007 Journal of Structural Geology, 29, 599-613 Kitamura et al., 2005 Tectonics, 24, TC5012
Sakaguchi et al., 2011 Geophysical Research Letters, 38
Sakaguchi et al., 2011 Geology published online
Sweeney, J.J. and Burnham, A.K., 1990, The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 74, No.10 Hashimoto et al., 1999 Tectonics, V.18, No.1, 92-107

Keywords: Calcite, Shimanto belt, Vitrinite, Accretionary complex, Roof thrust, Out of sequence thrust, Rupture propagation

Deformation and stress cycle during frontal thrust formation of sandbox Coulomb wedges

*Satoshi TONAI[1], Kei KAWAKAMI[2], Takami TACHIBANA[1], Yasuhiro YAMADA[3]

1. Kochi University, 2. Career planning, 3. Kyushu University

プレート沈み込み帯にできるクーロンウェッジの特徴の一つは，変形に伴ってウェッジ内部に新しい剪断帯ができていくことである．剪断帯の変位速度の減少（あるいは停止）から新規剪断帯形成への仕組みを理解することは，ウェッジ内部および周辺で起こる地殻変動や物質循環を把握する上で重要である．模型実験を使ってクーロンウェッジ先端部の変形を調べた研究例としては，粒子画像流速測定法（PIV）を用いた例（Adam et al., 2005），デジタル相関法によりフロンタルスラスト形成時の変形過程を詳細に調べた例（Dotare et al., 2016），フロンタルスラストの形成周期に伴う荷重のサイクルを調べた例（Ritter et al., 2018），などがある．本研究では，乾燥砂で作ったクーロンウェッジをX線CTスキャナで連続撮影し，変形時の荷重データと比べることで，新しいフロンタルスラストができる過程で起こる砂層の変形と荷重の関係について調べた．

クーロンウェッジは，シートを敷いたアクリル容器（幅118 mm，長さ693 mm，高さ158 mm）に豊浦硅砂（径106-300μm）を厚さ20 mmで敷き詰め，シートを水平に250 mm引いて砂を固定壁に押し付けて作った．変形の様子は写真で連続撮影して記録した．また，一部の実験は，写真撮影と並行して海洋コア総合研究センターにてX線CTを撮影して，ウェッジの内部変形を観察した．さらに，ロードセルを使ってシートを引っ張るときにかかる水平荷重も記録した．

計9回行った全ての実験で，複数の剪断帯が次々と形成されながらクーロンウェッジが大きくなっていった．一つの条件について2回以上の実験を行った結果，全ての条件において地質構造や変形過程に目立った違いは認められず同様の結果を示した．よって，今回行った実験は再現性があると判断した．

砂を自由落下させて敷き詰めた実験では，変形と荷重において特徴的な周期性が認められ，一つの周期をステージI, II, III, IVの4つの期間に分けた．ステージIは，ウェッジ先端部に新しい剪断帯ができた直後で，荷重は一定あるいは緩やかに増加する．ステージIIは，開始時期がウェッジの最高地点の上昇開始とおおよそ一致し，荷重の増加率が大きくなる．ステージIIIでは，荷重の増加率がさらに大きくなる．このときは，クーロンウェッジ全体あるいは一部で砂粒子間にかかる荷重が大きくなり，一部ではコントラクタンシーが起こっているかもしれない．ステージIVでは荷重が減少し，このときにクーロンウェンジの先端部でCT値が下がり，デコルマンが伝播して新しい剪断帯ができる様子をX線CT画像で観察できた．荷重の減少は剪断帯の新規形成による歪み弱化に起因すると考えた．これらの挙動は，先行研究の結果や解釈が示す変形や荷重のパターンとも概ね調和的である．

引用文献

Adam et al., 2005, Jour. Struct. Geol., 27, 283–301.
Dotare et al., 2016, Tectonophysics, 684, 148–156.
Ritter et al., 2018, Tectonophysics, 722, 400–409.

Keywords: accretionary complex, subduction zone, fault, sandbox experiment

Characteristic strain distribution around a fault on shallow portion

*arito Sakaguchi[1], Kanna Yoshimatsu[2]

1. Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University,, 2. NEC Aerospace Systems,Ltd.

震源断層の表面は複雑であり，それぞれの場所は，深度や力学的配置に応じた挙動をしていると考えられる．過去の断層を調査する際に，その露頭が震源断層のどこで，どんな役割を果たした部分なのか知ることは容易ではなかった．断層の各部分は，それぞれの場所に応じた歪みと応力を経験していると予想される．そのため断層と周辺の母岩の歪みと応力分布から，その断層のセッティングを推測することができるだろう．本発表では，野島断層の浅部掘削コアの分析結果から，地表付近における断層近傍の母岩の歪みパターンを示す．
カルサイトは外力によって結晶内部に双晶変形が生じる特性がある．断層岩のように様々な鉱物粒子からなる多鉱岩であっても，散在するカルサイトを多数測定することで，双晶密度は試料全体の歪みと比例する（Sakaguchi et al., 2011；坂口・安藤，2020）．母岩が弾性体である場合は，そのヤング率から最大応力を定量評価することもできる．
淡路島の野島断層および愛媛県西部の中央構造線において，断層帯のボーリング掘削が原子力規制庁によって行われた．淡路島小倉地区にて地表から約1000mまでNFD-1コアが採取された．野島断層の主剪断面が529mで確認され，上盤および下盤はどちらも花崗岩で，断層の影響で破砕を受けており，そこにカルサイトが脈として含まれている（坂口，2018）．主剪断面を挟んで9試料が分析された．カルサイトの双晶密度は主剪断面の約200.2本/mmをピークに，上盤および下盤ともに主剪断面から離れると双晶密度は徐々に減衰し，150-200ｍほど離れると半分以下に低下していく．その減衰カーブは直線的であり，かなり緩やかである．
　愛媛県西条市湯屋口付近にて地表から約102mのH30MTLD-1コアが採取された．このコアは深度約70mの中央構造線を挟んで上盤の和泉層群は砂岩および泥岩からなり，下盤は三波川帯の泥質片岩，砂質片岩，緑色片岩から構成される．このコアの15試料のカルサイト双晶密度が分析された．その結果，双晶密度は中央構造線近傍の144本/mmをピークに上盤へは約50mかけて，下盤には約30m以上かけて緩やかに低下することがわかった．
　これらに対して四国四万十帯の興津断層は，シュードタキライトを含むプレート沈み込み帯の過去の震源断層であり（Ikesawa et al., 2003），そこのカルサイト双晶密度は主剪断面から15ｍ程度で指数関数的に急減することがわかっている．この減衰カーブは距離の平方根の逆数に近いため，興津断層の高い双晶密度は，弾性体における亀裂尖端の応力集中によるものと考えられる．その一方で，野島断層および中央構造線の減衰カーブは，亀裂先端の応力集中によるものとは大きく異なる．
　浅い領域の断層変位分布としては，例えば人工衛星の合成開口レーダーによる活断層周辺部の変位が観測されており，変位量が断層から離れるにつれて緩やかに減衰する様子が報告されている（例えばFijiwara et al., 2016）．野島断層で見られた緩やかで広範な歪み分布は，地表付近の断層による母岩の変形によるものと考えられる．断層周囲の緩やかな歪み分布は浅部断層の特徴なのかもしれない．
引用文献 Fujiwara et al., EPS, 2016. Ikesawa et al., Geology, 2003 坂口・安藤，特願2020-118208，2020 坂口，京都大学編：平成29年度原子力規制庁委託成果報告書，2018 Sakaguchi et al., GRL, 2011

Keywords: Active fault, Strain, Fault characterization

(entry) Paleo-stress analysis on a fault zone related to underplating: Mugi melange in the Northnern Shimanto Belt

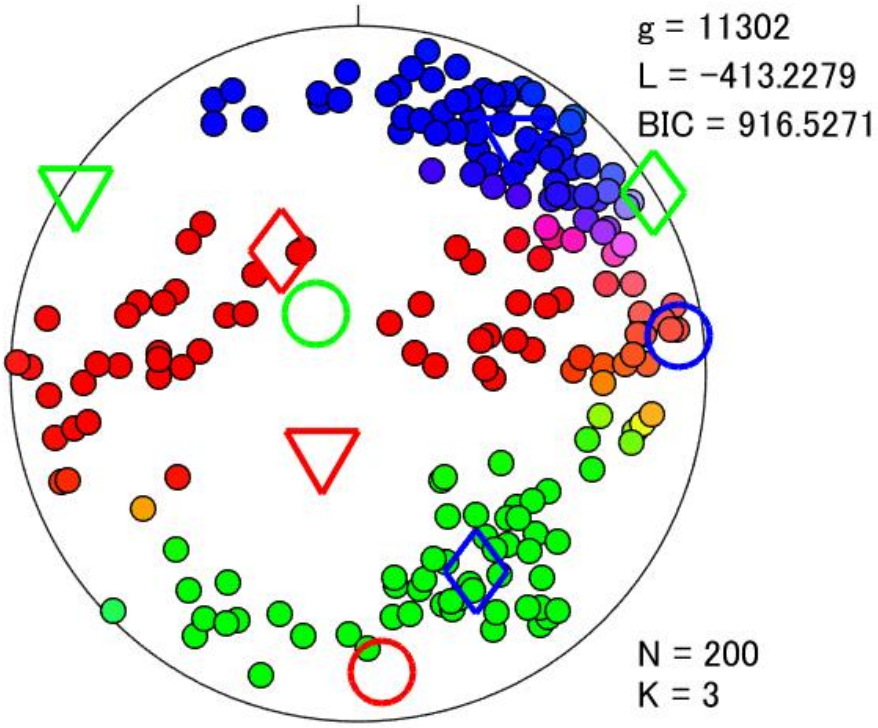
*Takahiro Hosokawa[1], Yoshitaka Hashimoto[1]

1. Kochi University

地震サイクルに伴い沈み込み帯の応力場が逆断層と正断層で入れ替わることが東北地方太平洋沖地震で観測された(e.g., Asano et al.,2011; Hasegawa et al.,2011, 2012)。陸上付加体におけるメランジュ相から地震断層帯までを対象とした古応力解析からも、同様の変化が得られている(Hashimoto et al., 2014)。しかし、底付け断層帯を対象とした例はない。そこで本研究では、底付け断層帯を対象に古応力解析を行い、陸上付加体での応力場の変化を付加体断層発達史の中で包括的に理解することを目的とする。 牟岐メランジュは四万十帯北帯に属しており、赤色頁岩、チャート、酸性凝灰岩と玄武岩、砂岩および黒色頁岩で構成されている。牟岐メランジュは、水落断層を境に、上部セクションと下部セクションに分けることができ、堆積年代は、上部セクションは白亜紀末期、下部セクションは古第三紀初頭の年代を示す(Shibata et al., 2008)。又、最高被熱温度は上部セクションで約170ー200℃、下部セクションで約130ー150℃である(Ikesawa et al., 2005)。玄武岩を基底とする海洋底プレート層序が繰り返す底付け付加体であり、本研究ではユニット境界断層の一つを対象に行った。ユニット境界では、東北東に走向を持ち、北又は南に急傾斜する厚さ約20mの主に玄武岩類からなる断層帯が見られる。この断層帯によって海洋底プレート層序が繰り返すデュープレックス構造が復元されていることから、この断層帯は底付け付加に関連していると考えられる(Ikesawa et al., 2005)。断層帯境界付近のメランジュでは、伸張クラックを充填する鉱物脈の濃集帯が見られる。この鉱物脈は、メランジュ構造を切り、頁岩が優勢なメランジュ部分でネットワーク状に発達している。このネットワーク状鉱物脈はその位置関係から底付け断層に強く関連していることが示唆される。この鉱物脈から流体包有物で温度・圧力は、135ー245℃、107ー149MPaと推定されている(Matsumura et al.,2003)。 Yamaji and Sato,(2011)、Yamaji,(2016)は、伸張クラックの極の混合ビンガム分布を検出することで、複数の古応力を自動的に復元することを可能にした。本研究では、この手法を伸張クラックであるネットワーク状鉱物脈に適応した。クラスター数を1から5まで設定し、各5回計算を行った。その結果、クラスター数が３のときベイズ情報基準が最も小さい値を示すため、3つのクラスター数の結果が他のクラスター数の結果よりも最適であると言える。その3つのクラスターを応力１、応力２、および応力3とする。応力１は、 σ1: 175.4/14.9, σ2: 325.3/72.9, σ3: 83.2/8.2,　応力比(Phi)=0.0508、応力２は、 σ1: 327.9/55.7, σ2: 58.6/0.5, σ3: 149.0/34.3, Phi=0,1263, 応力３は、 σ1: 204.7/69.9, σ2: 303.1/3.0, σ3: 34.2/19.8, Phi=0.1583であった。底付け断層は、水平なデコルマと平行であったと考えるとメランジュ及び断層帯を走向の東北東を軸とし、面構造を水平にするように回転させ、鉱物脈が形成された当時の応力場を推定した。その結果、応力１は高角なσ1、東北東に水平なσ3を持ち、正断層の応力場であり、応力2は南南東に水平なσ1、北東に水平なσ2、高角なσ3の逆断層応力場、応力3は南南東に水平なσ1、高角なσ2、北東に水平なσ3の横ずれ断層の応力場となる。応力２と応力３は共通のσ1を持ち、σ２とσ３が交換されている関係にある。これは応力比が小さいため、簡単に交換が起きたのではないかと考える。すなわち応力2と応力３は付加体に一般的な逆断層応力場と解釈できる。一方、応力1は正断層応力場であることから、ネットワーク状鉱物脈は逆断層場と正断層場の両方を記録していると言える。以上のことから、地震発生後の応力降下によって逆断層の応力場から正断層の応力場に変わる地震サイクルが底付け断層でも起きていることが示唆される。

引用文献 Asano et al., 2011, EPS; Hasegawa et al., 2011, EPS; Hasegawa et al.,2012, EPSL; Hashimoto et al., 2014, Tectonics; Shibata et al., 2008, Isl. Arc; Ikesawa et al., 2005, Tectonophysics; Matsumura et al., 2003, Geology; Yamaji and Sato., 2011, J. Struct. Geol.; Yamaji., 2016, Isl. Arc

Keywords: Paleo stress, Subduction zone, Fault related to underplating, Stress change



(entry) Paleo-stress analysis on deformation structures from log resistivity images to constrain depth distributions of slip and dilation tendencies and stress magnitude in Hikurangi margin, New Zealand

*Yuka Senoo[1], Yoshitaka Hashimoto[1]

1. Kochi Univ.

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震の震源域では,地震発生後に正断層型の地震が多くなっていることが確認されているが,これは水平方向の圧縮応力が伸張応力に変化したことを表している.このような地震サイクルに伴う応力変化は,過去の付加体である陸上四万十帯とニュージーランド・ヒクランギ海溝先端部における小断層古応力解析で確認されているが,厚さ数mmスケールの小断層のみを対象としているため,局所的な応力の影響を強く受けている可能性がある.本研究では,ニュージーランド・ヒクランギ海溝の比抵抗画像による断層を用いて,より大きいスケールの断層を対象に古応力解析を行い,地震サイクルに伴う応力変化の有無を明らかにし,広範囲の応力の変化を見ることを目的とした.本研究では,IODP第375次航海によって得られた海溝先端部に位置するU1518と前孤海盆に位置するU1519の検層データを使用した.検層比抵抗画像で決定された構造であるconductive fracture(CF),resistive fracture(RF),faultの３つを対象とした.本研究では,伸張クラックの極の方向から,その形成時の応力を推定する岩脈法(Yamaji et al., 2010)を用いて応力解析を行った.次に個々の断層面に推定された応力を与え,差応力で規格化された剪断応力と垂直応力を得る.この剪断応力と垂直応力から各断層のすべりやすさを示すslip tendency(Ts)と断層の開きやすさを示すdilation tendency(Td)を求めた.そして,水平最大応力および水平最小応力の空間で,逆断層,横ずれ断層,正断層を示す領域から構成されたストレスポリゴンで,復元されたそれぞれの古応力の大きさの取り得る範囲と応力状態を推定し比較した.このとき,垂直応力は300 mの深度, 2.0 g/の密度と流体圧比を変化させて求めた.また,摩擦係数を0.6とした.岩脈法のソフトウェアGArcmB(Yamaji et al.,2010)を用いる際、クラスター数を１～４に変えて解析を行った.ソフトウェアの判定パラメータを用いた結果,今回の解析で最適な応力の個数は,CFでは１つ,RFでは１つあるいは２つが最適解であることが分かった.応力解析で得られた最小主応力と最大主応力の方向の結果から, 主応力軸は一定で,一部σ1とσ3が交換されているものがあることが分かった.また,水平方向の圧縮応力が水平方向の伸長応力に変化したことを示しているので,地震サイクルに伴う応力変化であることが示唆される.Ts,Tdの深度分布と方位分布についてはっきりとした傾向は見られず,不均質な分布であった.このTsおよびTdの不均質分布は,応力の不均質か物性の不均質の2つの可能性が考えられる. Yamaji et al.（2010）の岩脈法は自動的に複数の応力場を分離しようとする手法にもかかわらず,今回得られた結果では、最適な応力の数が1つまたは2つであり,かつ2つのとき応力が交換される関係にあり軸方向は一定なので,不均質な応力ではなく広域応力であると解釈できる.このことから,深さ方向にクラック方向が不均質にバラバラであっても,応力は一様であったと考えられる.よって応力の不均質は考えにくく,物性の不均質がTs, Tdの不均質分布に影響している可能性が高いと考える.ストレスポリゴンを用いて地震前後の応力サイズの変化を見た結果, 主応力が交換されたペアのそれぞれの応力サイズの条件の線分は途中で交差しており,どちらの応力も地震前あるいは地震後になりうる.すなわちどちらが地震前あるいは地震後と決定することができないことを示している.これは,主応力が交換されたペアの一つの応力を応力１,他方を応力２としたときに,応力１から応力２へ地震サイクルに伴って変化するシナリオとその逆がありうる.それぞれの制約された応力サイズの条件のうち,地震前の初期条件を与えることで,地震後の応力サイズの変化量がより制約できる.いずれにしても,およそ最大で1-3MPa程度の最大剪断応力の変化が期待できる.この値は最大値であり,シナリオによってはより小さい最大剪断応力の変化もあり得る.この結果は,通常地震やスロー地震の両方を含んでいることを意味し,どちらかを制約することには至っていない.　謝辞：検層構造データはDavid McNamara氏から提供いただいた。引用文献：Yamaji, A., Sato, K. and Tonai, S., 2010, *Journal of Structural Geology*

Keywords: subduction zone, IODP, paleo stress, Hikurangi margin

High density 2D seismic profiling in the Nankai trough off eastern Shikoku and Cape Muroto

*Yasuyuki Nakamura[1], Shuichi Kodaira[1], Gou Fujie[1], Kazuya Shiraishi[1], Yuka Kaiho[1], Gaku Kimura[1]

1. JAMSTEC

室戸岬から四国東部沖の南海トラフは1946年南海道地震の震源域と考えられている。この海域には海山が沈み込んでいることが指摘されている（Kodaira et al. 2000, Park et al. 2002）が、近年では浅部超低周波地震の活動も報告されており(Obara and Ito 2005, Nakano et al. 2018, Takemura et al. 2019)、沈み込み帯のプレート間滑り現象を研究する上で興味深い場所である。
我々は、この海域において沈み込む海山を含むプレート境界近傍の地下構造を3次元的に把握することを目的として、2019年12月から2020年1月にかけてこの海域において稠密測線による反射法地震探査を実施した。プレート沈み込み方向に4km間隔の２１測線と、それらに直交する方向（トラフ軸走向方向）に取得された6測線でデータを取得した。取得したデータに2次元重合前深度マイグレーション処理を実施し深度断面を作成した。 得られた深度断面を解釈することで沈み込むフィリピン海プレートの形状を3次元的に把握することができる。Kodaira et al. (2000)が指摘した沈み込む海山は、幅30-40kmの高まりの上にさらにいくつかのピークを持つことが示唆される。
上盤側の構造に着目すると、調査海域の西部（室戸岬側）では、浅部に斜面堆積物が明瞭に見られる箇所が分布するのに対し、東部（紀伊水道側）ではそのような堆積層があまり見られない。また、西部の斜面下には過去の3次元反射法探査でも指摘されたような(たとえばMoore et al. 2005)明瞭な陸側傾斜の反射面を持つthrust sheetが見られるのに対し、東部の斜面下にはそのような構造が見られない。海底地形に関しても、東部では西部に比べると起伏が激しい。これらの差は、海山の沈み込みの影響の有無と関連しているように思われる。海山の沈み込みによって引き起こされるプレート境界近傍や上盤プレート内で応力状態の変化はプレート間滑り現象と密接に関連していると考えられている。上記した構造や地形の不均質性は、上盤側プレート内の応力不均質をも表している可能性がある。今後、ゆっくり地震の活動域と地下構造の対比を行い、プレート間滑り様式の違いと地下構造との関連に関して議論する。

参考文献

Kodaira et al. (2000) Subducted Seamount Imaged in the Rupture Zone of the 1946 Nankaido Earthquake, Science, 289 104-106
Park et al. (2002) A deep strong reflector in the Nankai accretionary wedge from multichannel seismic data: Implications for underplating and interseismic shear stress release, JGR, 107, ESE3-1 –ESE3-16
Obara and Ito (2005) Very low frequency earthquakes excited by the 2004 off the Kii peninsula earthquakes: A dynamic deformation process in the large accretionary prism, EPS, 57, 321-326
Nakano et al. (2018) Shallow very-low-frequency earthquakes accompany slow slip events in the Nankai subduction zone, Nature Comm., DOI: 10.1038/s41467-018-03431-5
Takemura et al. (2019) Structural Characteristics of the Nankai Trough Shallow Plate Boundary Inferred From Shallow Very Low Frequency Earthquakes, GRL, 46, https://doi.org/10.1029/2019GL082448
Moore et al. (2005) Legs 190 and 196 synthesis: deformation and fluid flow processes n the Nankai Trough accretionary prism, Proc. ODP, Sci. Results, 190/196, 1–26

Keywords: Nankai Trough, seismic reflection survey, subducting seamount

Poster | R14 [Regular Session]Tectonics

[3poster47-56] R14 [Regular Session]Tectonics

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R14-P-1] Crustal rotation in the Takato-Moriya area (Nagano Prefecture) associated with arc-arc collision in central Japan

*Hiroyuki HOSHI[1], Tetsuo MIWA[2], Yuichi SUGISAKI[2], Kenta TSUTSUMIDA[2], Hideki IWANO[3], Tohru DANHARA[3] (1. Aichi University of Education, 2. Graduate, Aichi University of Education, 3. Kyoto Fission-Track Co., Ltd)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-2] (entry) Reconsideration of the age and provenance of the Momonoki subgroup in the Koma Mountains: for geological constraints on the initiation age of Izu-Bonin arc collision

*Takashi Hakomori[1], Kenichiro Tani[2], Junichiro Kuroda[1], Asuka Yamaguchi[1] (1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. National Museum of Nature and Science)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-3] Study of Kaminada phase based on geological structure of the Median Tectonic Line, Futami town of Iyo city, Ehime Prefecture, Japan.

*Yasu'uchi Kubota[1], Toru Takeshita[2] (1. OYO Corporation, 2. Hokkaido University)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-4] (entry) Late Permian tectonic switch in Maizuru terrane: Evidence from U-Pb detrital zircon geochronology from Tonoshiki Formation

*Larissa NGOMBI MAVOUNGOU[1], Kaushik DAS[1,2], Yasutaka HAYASAKA[1,2], Kenta KAWAGUCHI[3] (1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 2. Hiroshima Institute of Plate Convergence Region Research, Hiroshima, 3. Department of Earth and Environmental Sciences, Jeonbuk National University, Republic of Korea)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-5] Detrital zircon age spectra of the Nankai accretionary wedge

*Rina Fukuchi[1], Hisatoshi Ito[2], Asuka Yamaguchi[3], Gaku Kimura[4] (1. Naruto University of Education, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI) , 3. The University of Tokyo, 4. Japan Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-6] (entry) Estimation of fault formation environment in the eastern part of Yonaguni Island in the Southern Ryukyu Arc by paleotemperture and mineral paragenesis

*Haruya MIYAKI[1], Kiyokazu OOHASHI[1] (1. Yamaguchi Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-7] (entry) OSL signal changes in friction experiments of sedimentary quartz

*Sayaka AKUTSU[1], Kiyokazu OOHASHI[1], Noriko HASEBE[2], Kazumasa MIURA[2] (1. Yamaguchi Univ., 2. Kanazawa Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-8] (entry) The latest slip zone with low density and mineral precipitation from borehole survey of the Neodani Fault

*Kazuma Yatabe[1], Tomoyuki Ohtani[2], Takashi Mori[2] (1. Gifu University, 2. Gifu Univ.)

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-9] Fault-zone properties and slip-sense inversion of the Yunodake fault and surrounding small faults, Iwaki City, Fukushima Prefecture

*Masao KAMETAKA[1], Rina FUKUCHI[2], Yusuke KOMINE[1], Kotaro AIYAMA[3], Riichiro MIYAWAKI[4], Takahiro IIDA[5] （1. Dia Consultants, 2. Naruto Univ. of Education, 3. CRIEPI, 4. Hanshin Consultants, 5. CERES）

4:00 PM - 6:30 PM

[R14-P-10] The time-space distribution in Kamikochi Earthquake Swarm and Fault System - Comparison of 1998 with 2020

*Tatsuro Tsugane[1] （1. Shinshu Univ.）

4:00 PM - 6:30 PM

Crustal rotation in the Takato-Moriya area (Nagano Prefecture) associated with arc-arc collision in central Japan

*Hiroyuki HOSHI[1], Tetsuo MIWA[2], Yuichi SUGISAKI[2], Kenta TSUTSUMIDA[2], Hideki IWANO[3], Tohru DANHARA[3]

1. Aichi University of Education, 2. Graduate, Aichi University of Education, 3. Kyoto Fission-Track Co., Ltd

Miocene rocks in central Honshu should provide paleomagnetic data used to analyze crustal rotation associated with the collision of the Izu and Japan arcs. Here we present paleostress, U–Pb, and paleomagnetic data from Miocene igneous rocks of the Takato-Moriya area in the eastern part of SW Japan. We mapped numerous dolerite dikes, and a paleostress analysis suggests two different sets of extensional stress conditions with a NE–SW least principal stress axis. The dikes intrude the extrusives of the Moriya volcanic rocks (MVRs) (Makimoto et al. 1996) and the late Cretaceous granites and metamorphic rocks of the Ryoke belt. We obtained a U–Pb zircon date of 15.8 ±0.2 Ma for an upper stratigraphic site of the MVRs, which is compatible with published fission-track zircon dates for baked granites adjacent to the dolerite dikes (ca. 16 Ma: Hoshi et al. 2015). Thus, the igneous rocks of the study area were formed immediately after the clockwise rotation of SW Japan associated with the Japan Sea opening (Hoshi 2018). We collected igneous rocks for magnetic measurements from more than 30 sites and obtained 29 site-mean magnetization directions. All the directions for the dolerites have reverse polarity, while the directions for the MVRs have both normal and reverse polarities. Overall, the directions are counterclockwise deflected from the expected direction, indicating counterclockwise rotation in the study area relative to the main part of SW Japan. The counterclockwise rotation can be associated with the collision of the Izu arc with the Japan arc. Comparison of the paleomagnetic direction for the study area with those for the main part of SW Japan implies the onset of the formation of curvature of the Median Tectonic Line in central Honshu before 16 Ma.

Ref.

Hoshi (2018) *J. Geol. Soc. Japan* **124**, 675–691; Hoshi et al. (2015) *Island Arc* **24**, 221–231; Makimoto et al. (1996) *Geology of the Takato District, with Geological Sheet Map at 1:50000*, Geol. Surv. Japan.

Keywords: crustal rotation, Miocene, tectonics, arc-arc collision, paleomagnetism, U-Pb date, paleostress, Moriya volcanic rocks, dike swarm, Nagano Prefecture

(entry) Reconsideration of the age and provenance of the Momonoki subgroup in the Koma Mountains: for geological constraints on the initiation age of Izu-Bonin arc collision

*Takashi Hakomori[1], Kenichiro Tani[2], Junichiro Kuroda[1], Asuka Yamaguchi[1]

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. National Museum of Nature and Science

【緒言】
伊豆弧は太平洋プレートのフィリピン海プレートに対する沈み込みに関連した火成活動で形成されるため、伊豆弧が本州弧に衝突を開始した年代はその時代のプレート配置を制約する。このプレート配置の復元について、フィリピン海プレートが約15 Maから現在と同じ位置にあったとする説(Kimura *et al.*, 2005, *BGSA*など)が日本では広く支持されているが、古地磁気学的研究に基づきフィリピン海プレートは5 Maまで時計回り回転を継続したとする Hall *et al.* (1995, *Tectonophysics*)の推定が世界的には広く支持されており (Mahony *et al.*, 2011, *BGSA*,; Clift *et al.*, 2013, *Tectonics*など)、伊豆弧の衝突開始年代に関して議論が続いている (Kimura *et al.*, 2014, *Tectonics*など)。
【目的と手法】
本研究では、中新世の日本周辺のプレート配置復元のために、伊豆弧が本州弧に衝突を開始した年代を伊豆衝突帯を対象とした地質学的研究から制約することを目的とした。具体的には、伊豆衝突帯で最初に衝突したとされる櫛形山ブロックに着目して地質調査を行い、トラフ充填堆積物 (衝突に伴い海溝を充填した堆積物)と考えられている桃の木亜層群の後背地と堆積年代を、薄片観察およびジルコンU-Pb年代測定から明らかにすることを試みた。桃の木亜層群の試料は、貫入岩の影響が比較的少ないと考えられる丸山林道および仙城沢から採取し、ジルコンU-Pb年代測定は国立科学博物館つくば研究施設のLA-ICP-MSで行った。
【地質概説】
櫛形山ブロックは安山岩～玄武岩質の溶岩および火山砕屑岩を主とした櫛形山亜層群と、その上位に累重し、ほとんど砕屑岩類で構成される桃の木亜層群からなり(小山, 1993, *地質学論集*)、後者がトラフ充填堆積物と考えられている(青池, 1999, *神奈川県博調研報*)。桃の木亜層群は層序や構造が複雑で研究者間で一致した見解が得られていないが、本研究では詳細な堆積相解析を行った黒田 (2000, B.S.)に基づき、礫岩主体の上部層、砂岩泥岩互層・泥岩からなる中部層、砂岩泥岩互層・礫岩からなる下部層に区分されると解釈した。
【結果】
桃の木亜層群下部層に挟在する凝灰岩中のジルコンU-Pb年代は23.5 Maに集中した。下部層の砂岩中のジルコンからは20~2300 Maに及ぶ広範囲の年代が得られた。下部層の砂岩の薄片観察によるモード組成は Dickinson *et al.* (1983, *GSA Bull.*)の造構場識別図において”Transitional Recycled”に該当した。一方、中部層に挟在する砂岩中のジルコンからは13~2300 Maに及ぶU-Pb年代データが得られたが、測定した29点中17点が14.6 Ma付近に集中した。中部層の砂岩モード組成は”Mixed”に該当した。
【議論】
桃の木亜層群下部層の砂岩が示したジルコンU-Pb年代頻度分布は、西南日本に分布するジュラ紀～白亜紀付加体のジルコン年代頻度分布 (Fujisaki *et al.*, 2014, *JAES*; Shimura *et al.*, 2019, *Island Arc*; 常盤ほか, 2018, *地雑*)と類似しており、後背地は本州弧の付加体であったと考えられる。若い年代を示したジルコン粒子が極めて少数であったことや薄片に火山岩片がほとんど存在しなかったことから、下部層堆積時には伊豆弧の影響はほとんどなかったと考えられる。中部層も同様の傾向を示唆する。上部層の礫種は大部分が堆積岩であったため伊豆弧の影響は小さいと考えられる。これらを統合すると、伊豆弧の衝突は少なくとも14.6 Ma以降であることが示唆される。桃の木亜層群の堆積年代は微化石層序や貫入岩の冷却年代に基づいて15~13.5 Ma (青池, 1999)とされた。今回分析した下部層中の凝灰岩は産状から降下火山灰と考えられるため、下部層の一部は23.5 Maに堆積した層準を含むと考えられる。一方で中部層の砂岩の堆積年代は約14.6 Maと推定されるため、下部層と中部層が一連とすると、日本海拡大をはさむ900万年間堆積を続けたことになる。その場合の平

均堆積速度は10 cm/kyのオーダーとなり、トラフ充填堆積物としては小さいため、桃の木亜層群はその内部にこれまで未確認の不連続が存在する可能性がある。

【結論】

桃の木亜層群下部層の堆積年代は15~13.5 Ma (青池, 1999)よりも古い23.5 Maを含むことが明らかになった。伊豆弧の衝突開始は少なくとも14.6 Ma以降出逢ったと考えられる。今後桃の木亜層群やより上位の層準について詳細な地質調査・分析を行うことで、伊豆弧衝突の変遷が明らかになると期待される。

Keywords: Izu Collision Zone, zircon, U-Pb

Study of Kaminada phase based on geological structure of the Median Tectonic Line, Futami town of Iyo city, Ehime Prefecture, Japan.

*Yasu'uchi Kubota[1], Toru Takeshita[2]

1. OYO Corporation, 2. Hokkaido University

１．上灘フェーズの研究経緯

中央構造線の運動史のうち後期白亜紀以降の既往研究によれば，市之川フェーズ(59 Ma)と先砥部フェーズ（47-46Ma），砥部フェーズ（15Ma），石鎚フェーズ（14-10Ma），菖蒲谷フェーズ（2-0Ma）に区分される（Kubota and Takeshita 2008, Kubota et al. 2020）．特に古第三紀の運動像は詳細な研究により，市之川フェーズは中央構造線が大規模な正断層運動を行う運動時相であること，その後の先砥部フェーズは，中央構造線に平行～雁行配列する内帯の断層群が左横ずれ逆断層運動により形成された運動時相であることが示された（Kubota and Takeshita 2008; Kubota et al. 2020）． これに対して永井(1971, 1973)が示した上灘フェーズは、上部白亜系和泉層群の堆積後、始新統久万層群堆積前の時期に、南から北への衝上断層の運動時階であるとされる。これは、愛媛県伊予市双海町内に分布する中央構造線よりも北側の内帯側において和泉層群の上位に三波川変成岩類が位置する露頭関係から考察されたものである。この研究以降に上灘フェーズに関する研究は行われておらず、詳細な地質学的な情報がない。近年に再構築された中央構造線の運動史において、上灘フェーズは未解明の運動であるため、詳細な研究を実施した。研究方法は現地踏査、研磨片・薄片による構造地質学的な手法による変形構造の解析を行った。

２．検討結果

永井（1971）が上灘フェーズの根拠として示した３地区の他、周辺まで現地踏査をおこなって地質構造を検討した。3地区の地質構造の概要は以下の通りである。

・高野川地区　緑色片岩からなる三波川変成岩類は厚み10ｍ程度の岩体が北へ約30°程度で傾斜して分布しており、上位に和泉層群が分布する。和泉層群との接触面は認められない。三波川変成岩類の下位は貫入した中新統の安山岩が分布する。

・小網地区　緑色片岩および結晶質石灰岩からなる三波川変成岩類は厚み10ｍ程度の岩体が北へ約30°程度で傾斜して分布しており、上位に和泉層群が分布する。接触面は幅0.5m程度のカタクレーサイトからなる破砕帯である。N30°E 30°Wの断層面に対して、top to the westの変形構造が解析される。三波川変成岩類の下位は貫入した中新統の安山岩が分布する。

・岡地区　三波川変成岩類の緑色片岩が上灘川の右岸側に河床より比高差30ｍ付近の位置に厚さ20ｍ以下の層厚で水平に分布する。この岩体の上下盤側は中新統の安山岩に貫入を受けており、和泉層群との接触関係は認められない。

３．考察

中央構造線より北側に位置する三波川変成岩類は、いずれもその下位に和泉層群が分布する露頭関係は認められなかった。特に永井（1971）が示した露頭関係の高野川・小網地区では、三波川変成岩類の岩体が北へ30度程度で傾斜して分布する状況を周辺の露頭を追跡して確認したことから、三波川変成岩類の下位は中新統の安山岩が分布するのみであると把握した。このため、永井（1971）が考察した三波川変成岩類が和泉層群の上位に分布する構造は認められなかった。 三波川変成岩類の岩体が上灘川沿いの中央構造線より北側に位置する点については、中新統の安山岩に貫入を受ける以前の時期に、断層運動により中央構造線の形状が改変されている可能性も考えられるため、今後詳細な研究を進める予定である。

（引用文献） Kubota, Y., & Takeshita, T., 2008, *Isl. Arc*, 17, 129-151. https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.2007.00607.x; Kubota, Y., Takeshita, T., Yagi, K., & Itaya, T., 2020, *Tectonics*, 39, e2018TC005372. https://doi.org/10.1029/2018TC005372; 永井浩三, 1971, 四国西部の中央構造線についての新事実, 地学雑誌, 80, 1-10.; 永井浩三, 1973, 愛媛県の中央構造線, 杉山隆二編, 中央構造線, 東海大学出版会, 東京, 197-207.

Keywords: Median Tectonic Line , Paleogene, Kaminada Phase, Kinematic history

(entry) Late Permian tectonic switch in Maizuru terrane: Evidence from U-Pb detrital zircon geochronology from Tonoshiki Formation

*Larissa NGOMBI MAVOUNGOU[1], Kaushik DAS[1,2], Yasutaka HAYASAKA[1,2], Kenta KAWAGUCHI[3]

1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 2. Hiroshima Institute of Plate Convergence Region Research, Hiroshima, 3. Department of Earth and Environmental Sciences, Jeonbuk National University, Republic of Korea

Tonoshiki Formation (TF) deposited in Maizuru back-arc basin (Mz.BAB) which closed during Late Permian (Hayasaka et al.,1996). It is a breccia-dominated unit occurring exclusively in the central zone of Maizuru terrane (Mz.T). The breccia was so far described as mostly made up of Yakuno ophiolitic mafic rocks clasts-derived materials, suggesting its deposition directly on top of Early Permian Yakuno Ophiolite (Tokuoka et al., 1987). Here, we report new petrological characteristics, revealing the presence of felsic shallow crustal blocks in Tonoshiki breccia (TB). These different types of TB might have deposited at different ages. A proper constraint on the sedimentation age of TF and surrounding rocks is important to understand its evolution in Mz.BAB. The U-Pb detrital zircon geochronology conducted on 2 samples of TB yielded 2 dominant probability peaks at 275 and 268 Ma for the mafic rock clasts-rich unit and the felsic crustal material-dominated type, respectively. This suggests two major possible sources for TB. Major source provenance of mafic rock clasts-rich breccia is considerably the Yakuno ophiolite of southern zone where the mafic-dominant island arc magmatism occurred during ~285¬-275 Ma (Herzig et al., 1997). Whereas the crusts of felsic materials-dominated unit were possibly sourced from the East Asian continental arc of northern zone of Mz.T, such as the Korean Peninsula where the Permian arc-magmatism initiated at ~272 Ma until Late Triassic (Kim et al., 2021). TB possibly formed by debris flow during two episodes of tectonic activity occurring in and around Mz.BAB. The detrital zircon data obtained from 3 samples of sandstone outcroping in Mz.BAB showed different age populations with 3 major probability peaks at 275, 269, and 268 Ma. The breccia and sandstone samples revealed Latest Permian maximal depositional ages. The Latest Permian sedimentation in Mz.BAB was characterized by the deposition of coarse-grained material, sandstone and collapse breccia, supplied from both southern and northern zone of Mz.T, implying a switch of provenance and intense tectonic activity that affected Mz.BAB before its closure.

Hayasaka et al. (1996) Tectonics and Metamorphism.
Herzig et al. (1997) Island Arc.
Kim et al. (2021) Gond. Res., in press.
Tokuoka et al.(1987) In Memoir of the Fac. of Sci. Shimane Univ.

Keywords: Late Permian, Maizuru back-arc basin, Maizuru terrane, Tectonic and provenance switch, Tonoshiki breccia, Tonoshiki Formation

Detrital zircon age spectra of the Nankai accretionary wedge

*Rina Fukuchi[1], Hisatoshi Ito[2], Asuka Yamaguchi[3], Gaku Kimura[4]

1. Naruto University of Education, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI) , 3. The University of Tokyo, 4. Japan Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

現世付加体深部の起源やその構造発達史は，沈み込み帯における地震活動や物質循環を理解するために重要な基礎情報である．南海トラフは，世界にある付加体を持つ沈み込み帯の中で，最もよく調べられている場所の一つであり，分岐断層より陸側（インナーウェッジ）の古い付加体は約6 Ma以降，海側（アウターウェッジ）では約2 Ma以降に急速に成長したとされる（Kimura et al., 2018ほか）．しかし，これらの構造は反射法地震探査断面によって描かれることが多く，それだけでは時空間的な情報を解明できない.粘土鉱物分析から，陸側付加体は太平洋プレート上の半遠洋性堆積物を起源とする考えもあるが（Underwood 2018），不確定な要素も多い．本研究では，熊野海盆の基盤をなす陸側付加体深部の起源と構造発達史の復元を目的に，砕屑性ジルコンU-Pb年代測定を行った．
本研究では，統合国際深海掘削計画(Integrated Ocean Drilling Program; IODP) (現・国際深海科学掘削計画: International Ocean Discovery Program)の一環として南海トラフの地震発生メカニズムやプレート境界断層沿いの破壊伝播の理解を目的として行われた南海トラフ地震発生帯掘削計画 (Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment; NanTroSEIZE)により採取された試料を用いた．
2013年度に実施された IODP第348次研究航海では，紀伊半島沖，熊野海盆内の掘削点Site C0002においてライザー掘削が海底下870.5 m から3058.5 mまで行われ，カッティングス（掘り屑）が連続的に採取された．Site C0002は付加体のインナーウェッジにあたり，プレート境界断層から派生した分岐断層より陸側に位置する．このカッティングスを用いて，ジルコンを分離し，電力中央研究所のLA-ICP-MSにて U-Pb年代を測定した．用いた付加体堆積物試料の堆積年代は石灰質ナンノ化石より4–11 Maの間を示す（Tobin et al., 2015; Kitajima et al., 2020）．
付加体堆積物（Unit IV・UnitV）の試料の年代頻度分布は，70-100 Maのジルコンを多く含み，原生代のジルコン粒子は稀であった．白亜紀のジルコンの加重平均年代は，Unit IVA，Unit IVB, Unit Vで，それぞれ94±4Ma，97±3Ma，97±4 Maを示した．付加体堆積物中の海底下1–3kmの砕屑性ジルコンの年代頻度分布は深度によらず類似する．また，この年代頻度分布の傾向は，Site C0002の後背地が本州弧の白亜紀火成岩，及びそれらがリサイクルした付加体堆積岩であることを示唆する．
原生代のジルコン粒子が稀であることは，足摺沖ODP Site 1177の試料が揚子地塊起源と推定される原生代ジルコンを多く含むこと (Clift et al., 2013) と対照的である．約70 Maにピークを示す前弧海盆堆積物試料（Site C0002 Unit III ; Ramirez, 2017）や熊野沖のアウターウェッジの前縁付加体試料（Site C0006・Site C0007）ともピークが異なる．これは，アウターウェッジ形成時（約2Ma以降）には南海トラフ熊野沖に供給される砂の起源が変化したことを示すと考えられる．約２Ma以降の陸域では西南日本の隆起，伊豆弧の衝突，中央構造線の活動など，堆積物の供給源に変化をもたらす流路の転換や削剥を伴うイベントが多い．発表では，紀伊半島を中心とした西南日本の約2Maより前の陸域の隆起削剥史を考慮して議論する．

Clift et al. (2013). Tectonics, 32(3), 377-395. Kimura et al. (2018). Progress in Earth and Planetary Science, 5(1), 1-12. Kitajima, H. et al. (2020). Site C0002. IODP Proceedings. Ramirez, S. G. (2017). Doctoral dissertation. Tobin et al.(2015) Site C0002. IODP Proceedings. Underwood, M. B. (2018). Island Arc, 27(3), e12252.

Keywords: Accretionary prism, Nankai Trough

(entry) Estimation of fault formation environment in the eastern part of Yonaguni Island in the Southern Ryukyu Arc by paleotemperture and mineral paragenesis

*Haruya MIYAKI[1], Kiyokazu OOHASHI[1]

1. Yamaguchi Univ.

はじめに

琉球列島はユーラシアプレートとフィリピン海プレートの間に位置し，フィリピン海プレートの沈み込み域に琉球海溝が分布する．また，琉球列島の南西部は台湾との衝突が認められる．与那国島周辺には琉球海溝，沖縄トラフと大規模なテクトニクスが発達し，島内には断層・傾動などの地質構造が発達している(坂井ほか，1978)．与那国島の傾動は第四紀以降の変動地形であり，断層の一部は更新世後期に形成された地形面を明瞭に変位させ，正断層地形が顕著に発達する．本研究の目的は，これら与那国島の断層の構造発達史を明らかし，島周辺のテクトニクスとの関係性を議論することである．そこで，断層が広域的に露出する島の東部(サンニヌ台周辺)で，断層帯構造と熱構造，鉱物組合せを明らかにし，発達史や形成環境の解明を試みた．

研究手法

断層帯構造を調べるため，断層中軸部からクラック密度，断層岩分布，各面構造の走向傾斜を測定・記載した．また，周辺の被熱構造を調べるため，八重山層群からビトリナイトを含む岩石試料の採取とビトリナイト反射率(Ro%)の測定を行い，最高被熱温度の推定にはEASY%Ro (Sweeney & Burnham, 1990)を用いた．断層岩および母岩の鉱物組合せを調べるため，XRD測定およびRockJock (Eberl, 2003) を用いた定性分析と定量分析を行った．

結果

断層帯の記載　与那国島東部の断層帯は，断層ガウジと断層角礫は断層中軸部から南側に20 mの幅で局所的に分布しており，カタクレーサイトは断層中軸部から南側に50 mの広範囲に分布している．

ビトリナイト反射率測定結果　八重山層群のRo(%)は断層中軸部付近の値が高く，断層帯から約60 m離れると最高被熱温度が一定値(バックグラウンド)を示した．上盤側のバックグラウンドはRo(%) = 0.72（最高被熱温度に換算すると134 ℃）を示し，下盤側ではRo(%) = 0.97（同163 ℃）を示した．

XRD測定およびRockJock結果　断層岩(断層ガウジ)および母岩(弱変形および非変形)の鉱物組合せは，石英，アルバイト，緑泥石，サニディン，イライトであった．カタクレーサイトはこれらに加え方解石が認められた．

考察

固結度のちがいや現地形面に変位を与えているかどうかを考慮し，カタクレーサイトが広範囲に分布する断層帯を古期の変形(ステージ1)，断層ガウジ・断層角礫を伴う断層帯を新期の変形(ステージ2)に区分した．ステージ1とステージ2の断層コアの構造は，それぞれmultiple fault coreとsingle fault core (Mitchell and Faulkner, 2009)に区分でき，ステージ1で形成された複数の断層コアの一部を再利用する形でステージ2の断層コアが形成されたと考えられる．また，ビトリナイト反射率測定より，上盤側と下盤側での断層の変位による温度差は約29 ℃であった．仮に地温勾配が40 ℃/kmであると仮定すると変位量は約725 m必要であるのに対し，琉球層群–八重山層群の不整合面の鉛直隔離は約70 mである．これは，後期更新世の琉球層群堆積以前から断層運動が繰り返されたことに起因すると考えられる． また，断層中軸部の高被熱温度が認められる範囲はカタクレーサイトの分布域と重複しており，カタクレーサイト中にのみ方解石脈が認められることから，下盤側に高温流体が流れ込み，熱構造を改変した可能性が考えられる．

以上をふまえると，与那国島東部の断層帯は，八重山層群の堆積以降multiple fault core の構造を有するカタクレーサイト帯が形成(ステージ1)した．その後，single fault coreの構造を有する断層ガウジ帯の形成(ステージ2)が開始し，ステージ2は琉球層群の堆積以降も変形が続く．また，東部の断層露頭はNE-SW走向の正断層であるため，沖縄トラフ拡大によるNW-SE引張(10-2 Ma; 古川, 1991)によって初生的な構造が形成された

可能性がある．

謝辞

本研究の実施にあたり，産業技術総合研究所の大坪 誠博士に助言や資料提供をいただきました．記して感謝申し上げます．

引用文献

Mitchell, T. and Faulkner, D. (2009) *J Struct Geol*, v. 31, no. 8, 802-816.

古川雅英 (1991) *Jour of Geograph*, 100(4), 552-564 1991.

Sweeney, J. and Burnham, K. (1990) AAPG Bulletin (1990) 74 (10): 1559–1570.

Eberl, D. (2003) USGS Report 2003-78.

坂井卓・浜田正平・辻和毅・鈴木勲・黒川睦生(1978) 八重山群島与那国島の地質．琉球列島の地質学研究，3，p．61-79.

Keywords: fault, Yonaguni Island, paleotemperture, Okinawa Trough, mineral paragenesis

(entry) OSL signal changes in friction experiments of sedimentary quartz

*Sayaka AKUTSU[1], Kiyokazu OOHASHI[1], Noriko HASEBE[2], Kazumasa MIURA[2]

1. Yamaguchi Univ., 2. Kanazawa Univ.

光刺激ルミネッセンス（OSL）年代測定法は，地球上に普遍的に存在する石英や長石を対象とし，数十年前からの年代測定範囲をもつため，断層物質を用いた第四紀断層の活動年代測定に適していると考えられている（鴈澤ほか, 2013）．この手法では，自然放射線によって鉱物中に蓄積した捕獲電子が，熱や光などの外部刺激によってリセットする作用を用いているが，断層運動に関係するどのような刺激で年代値がリセットするかはまだ未解明な点が多い．Oohashi et al. (2020)は，粉末石英に対してすべり速度を多様に変化させた摩擦実験を行い，OSL信号がすべり速度の増加と摩擦発熱の増大に伴って指数関数的に減少することを報告した．しかし，一般にOSL年代測定には不適切であるとされる花崗岩から抽出した石英（Guralnik et al. 2015; Jeong and Choi, 2012）を用いたため，通常OSL年代測定に用いられる堆積物中の石英の摩擦と信号減少との関係性は明らかにされていない．そこで本研究では，国内の海浜砂から抽出した石英粒子を出発物質とし，摩擦実験を実施した．また，日本の石英はOSL感度が低く，fast成分がないことが多い（Preusser et al. 2009; Westaway et al, 2009）ため，人工蓄積線量を少なくし，そのような石英でも高速摩擦に伴う信号変化が検出可能かどうかを調べた．

山口県笠戸島のはなぐり海岸で採取した海浜砂から粒径150-250 μmの石英を抽出し，線量を人工蓄積させてから摩擦実験を行った．実験は，速度を変化させたもの（速度；0.0002－1.3 m/s，垂直応力；1.0 MPa，変位量；10 m）と垂直応力を変化させたもの（垂直応力；0.5－5.0 MPa，速度；0.65 m/s，変位量；2.1 m）の2通り行った．回収試料のOSL測定には，破砕の影響を最小限にするために粒径150 μm以上の石英を用いた．

測定の結果，花崗岩から抽出した石英の実験結果（Oohashi et al., 2020）と同様に，OSL信号はすべり速度および垂直応力の増加と摩擦発熱の増大に伴って指数関数的に減少した．速度可変実験では0.40 m/sで部分リセット，0.65 m/s以上で完全リセットが認められた．Oohashi et al. (2020)で部分リセットが認められた0.25 m/sにおいて，OSL信号減少の傾向は見られたが，部分リセットには至らなかった．したがって，蓄積線量が少ないとリセットまでのOSL信号減少量が小さくなり，部分リセットの見極めが困難になると考えられる．垂直応力可変実験では2.0 MPaで部分リセット，3.0 MPa以上で完全リセットが認められた．そこで，OSL信号が完全リセットするときの深度を，すべり速度0.65 m/s，変位量2.1 m（継続時間約3秒），垂直応力3 MPaの断層運動が垂直な横ずれ断層で起きたと仮定して求めた．その結果，深度116 mの静岩圧下でOSL信号は完全にリセットすると推定できる．しかし，天然の断層では，粘土鉱物による摩擦係数低下や含水の影響で摩擦発熱が小さくなることが予想される．したがって，粘土鉱物や水が含まれる天然の断層では，今回求めた深度よりも深部でないとリセットが起こらない可能性がある．

【引用文献】

鴈澤好博・高橋智佳史・三浦知督・清水聡（2013）地質学雑誌, 第119巻, 第11巻, 714-726.
Guralnik, B., Ankjærgaard, C., Jain, M., Murray, A.S., Müller, A., Wälle, M., ... Herman, F.（2015）Quaternary Geochronology, 25, 37-48.
Jeong,G.Y. and Choi, J.H.（2012）Quaternary Geochronology, 10, 32-326.
Oohashi et al. (2020) Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 125.
Preusser, F., Chithambo, M. L., Götte, T., Martini, M., Ramseyer, K., Sendezera, E. J., Susino, G. J., and Wintle, A. G.（2009）Earth-Science Reviews 97, 184-214.
Westaway, K, E.（2009）Radiation Measurements 44, 462-466.

Keywords: optically-stimulated luminescence, friction experiments, active fault

(entry) The latest slip zone with low density and mineral precipitation from borehole survey of the Neodani Fault

*Kazuma Yatabe[1], Tomoyuki Ohtani[2], Takashi Mori[2]

1. Gifu University, 2. Gifu Univ.

原子力規制庁が根尾谷断層で行った活断層ボーリングにより，1891年濃尾地震で変位を生じた最新すべり面を含むコア試料が得られている．これを用いて，X線CT観察と粉末X線回折分析を行い，根尾谷断層の地下における最新すべり面の特徴を明らかにすることが本研究の目的である．
根尾谷断層は岐阜・福井県境の能郷白山付近から岐阜県本巣市根尾水鳥をへて岐阜市北西部付近にかけて分布する全長35 kmの左横ずれ断層である．このうち，根尾水鳥では断層が2本に分岐する断層ジョグにおいて，1891年に起きた濃尾地震の際に6 mの縦ずれ変位を生じた地域である．この根尾水鳥において，原子力規制庁により根尾谷断層を貫く2本のボーリング孔が2019年に掘削された（原子力規制庁，2019）．ボーリング孔のうち１本はパイロット孔であるNDFP-1である．NDFP-1は傾斜井であり，掘削長140.0 m，孔底深度106.8 mである．もう１本は本孔であるNDFD-1，及びそのサイドトラック孔井であるNDFD-1-S1である（以下，両者をあわせてNDFD-1と呼ぶ）．NDFD-1はほぼ鉛直に掘削された孔井であり，掘削長524.8 m，孔底深度516.9 mである．いずれの孔井もジュラ紀付加体の美濃帯付加コンプレックスである泥岩基質メランジュを貫いており，最新すべり面は，NDFP-1では掘削深度110.75mと想定され玄武岩と泥岩の両方を起源とする断層ガウジが，NDFD-1では掘削深度387.7mと想定され玄武岩起源断層ガウジが認められる．
ボーリングコアのＸ線CT撮影を行い，CT画像ビューワーソフトHorosによる任意の2次元断面の観察を行った．比較的変形の弱い泥岩，チャート，玄武岩の平均CT値はそれぞれ1799，1777，2248であり，有色鉱物を多く含む玄武岩のCT値が比較的高い．一方で，NDFP-1の最新すべり面である泥岩起源断層ガウジでは平均CT値が1362，NDFD-1の最新すべり面である玄武岩起源断層ガウジでは平均CT値が1286ときわめて低い．
NDFP-1およびNDFD-1で51試料の粉末Ｘ線回折分析を行った．その結果，NDFP-1とNDFD-1の最新すべり面では，いずれもスメクタイトと方解石が含まれる．ただし，NDFD-1の最新すべり面の方が，スメクタイトと方解石をより明瞭に確認することができる．また，最新すべり面ではない玄武岩起源断層ガウジでも同様に，スメクタイトと方解石を含む．一方で，泥岩起源断層ガウジでは，スメクタイトがわずかに認められ，方解石は検出されない．よって，最新すべり面のみに着目すると，NDFD-1の玄武岩起源断層ガウジでは，スメクタイトと方解石が明瞭に認められるのに対して，NDFP-1では玄武岩と泥岩の両方を起源とする断層ガウジであり，泥岩起源断層ガウジが混入することにより，スメクタイトと方解石のピークがやや不明瞭になると考えられる．
最新すべり面ではCT値がきわめて低くなっている．これは，せん断面内部では密度が低くなっていることを示唆している．Scaringi et al.（2018)は，低封圧下での地すべり粘土のリングせん断試験より変位量が大きいほど地すべり粘土の体積膨張が大きくなることを示している．また，津留ほか（2020）は根尾谷断層破砕帯の地表露頭2地点で基盤岩中に認められる最新すべり面の直上に分布する礫が混入し配列することを報告している．よって，濃尾地震の際に最新すべり面に沿って断層ガウジの体積膨張が生じ，密度が低くなったとともに，地表付近では開口が生じて礫が混入したと考えられる．断層ガウジでは，最新のすべりの有無にかかわらずスメクタイトと方解石が検出された．断層ガウジの形成に伴ってスメクタイトと方解石の晶出が生じたと考えられる．最新すべり面である断層ガウジでは密度が低いことから，掘削時点では濃尾地震から128年が経過しているものの，鉱物による間隙の充填がまだ十分に行われておらず，今後さらなる間隙の充填により密度が回復し，断層の強度回復が進んでいくと考えられる．また，最新すべり面である断層ガウジからもスメクタイトと方解石が見いだされることから，ここでは過去にもすべりを生じ，間隙をスメクタイトと方解石が充填した後に，再度濃尾地震のときにすべりを生じたものと考えられる．

引用文献：

Scaringi *et al.* (2018) *GRL*, 45, 767-777.
津留ほか(2020) JpGU-AGU Joint Meeting講演要旨集，SSS16-P05.
原子力規制庁（2019）平成30年度原子力規制庁請負成果報告書, 断層活動性評価手法の構築に係る破砕帯掘削調査.

Keywords: latest slip zone, X-ray Diffraction, X-ray CT, Neodani Fault, mineral precipitation, fault gouge

Fault-zone properties and slip-sense inversion of the Yunodake fault and surrounding small faults, Iwaki City, Fukushima Prefecture

*Masao KAMETAKA[1], Rina FUKUCHI[2], Yusuke KOMINE[1], Kotaro AIYAMA[3], Riichiro MIYAWAKI[4], Takahiro IIDA[5]

1. Dia Consultants, 2. Naruto Univ. of Education, 3. CRIEPI, 4. Hanshin Consultants, 5. CERES

福島県いわき市のNW-SE系の湯ノ岳断層に沿って，2011年福島県浜通りの地震（2011年4月11日，Mj7.0）によって，N-S系の塩ノ平断層と共に正断層センスの地表変状が出現した．湯ノ岳断層では，いわき市田場坂のボーリングやトレンチ調査の結果から，MIS5e相当の中位段丘面を構成する段丘堆積物に，断層活動の累積を示す変位が認められている（東京電力，2011）．同地点において，活断層と非活断層を区別する指標を抽出する目的で，2018年にトレンチの再掘削調査が行われた（佐伯ほか，2019）．今回は，このトレンチから採取した湯ノ岳断層及びその周辺に分布する小断層の研磨片・薄片の観察結果を中心に報告する．

【トレンチの地質】

2018年田場坂トレンチでは湯ノ岳断層を介して，下盤側に古第三系白水層群石城層の細粒砂岩，上盤側に下部中新統湯長谷層群水野谷層のシルト岩が分布している様子が観察された．湯ノ岳断層の破砕帯は幅約1m弱で，断層ガウジ及び断層角礫からなる．主断層のF1断層は段丘礫層の基底面を数十cm程度正断層センスで変位させているが，破砕帯及びF2断層は段丘礫層に覆われている．破砕帯内部では，主に断層角礫において逆断層センスを示す複合面構造が観察されるが，これらは正断層センスのR1面に切られている．このほか，水野谷層のシルト岩や砂岩を切り段丘礫層に覆われる複数の小断層（F3断層～F7断層）が確認された．

【観察試料】

各断層の断層面を含む定方位試料を採取し，研磨片及び薄片観察を実施した．研磨片はF1断層，F2断層，F6断層及びF7断層を観察対象とし，薄片は全ての断層の試料を観察した．また，F1断層の試料では，micro-CTを用いて破砕帯の内部構造を立体的に観察した．

【湯ノ岳断層の変位センス】

観察結果から，F1断層は幅20cm程度で積層構造を持つ断層ガウジを伴い，断層面はシャープで連続性が良く，直線的かつ明瞭である．最新活動面付近では正断層センスを示し，断層面から離れた部分では逆断層センスを示す変形組織も認められた（図1）．micro-CT観察の結果から，逆断層センスを示すP面は鉛直方向で最も明瞭であり，逆断層センスの運動時に水平成分がほとんど伴われていなかったと考えられる． F2断層は破砕帯と水野谷層を境する断層であるが，断層面は大きく屈曲し，それ自体が正断層センスのR1で切られているような形態を示す．研磨片・薄片観察の結果では，幅約5mmの断層ガウジを伴い，正断層センスの変形組織が認められた．

【周辺の小断層の変位センス】

小断層のうちF3断層，F4断層及びF6断層は高角断層，F5断層及びF7断層は層面すべり断層で，いずれも幅数mm程度の薄いガウジを伴う．研磨片・薄片観察の結果から，高角断層のF3断層とF4断層では正断層センスと逆断層センスの両方の変形組織が観察された．一方，層面すべり断層のF5断層とF7断層，及びF7断層と共役とみられるF6断層では，逆断層センスの変形組織が卓越していた．

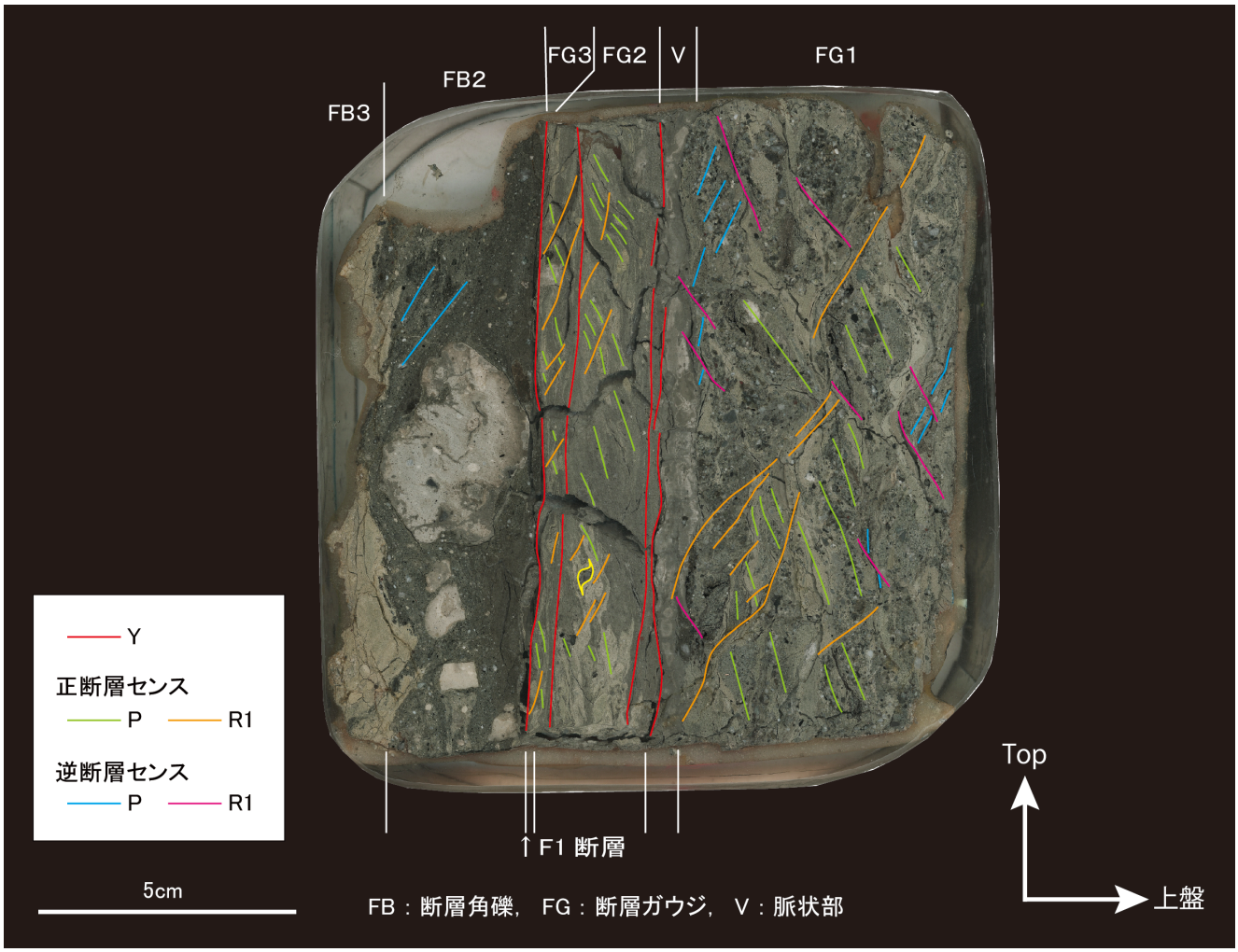
【湯ノ岳断層の活動史】

観察結果から，湯ノ岳断層は逆断層から正断層へ運動方向が反転し，いずれの運動も水平成分を伴わない純粋な縦ずれであったと考えられる．Lin et al.（2013）は，藤原町阿良田北西の湯長谷層群平層と水野谷層が湯ノ岳断層で接する露頭（東京電力，2011）の構造観察を行い，正断層センスの変形構造のみを記載していることから，湯ノ岳断層は新第三系堆積後には主に正断層センスの活動だった可能性がある．一方で，青木ほか（2021）は塩ノ平断層において前期中新世の礫岩が逆断層センスの変形を被っているとしており，運動方向の反転は前期中新世に限定できる可能性がある． また，最近活動していない小断層にも，運動方向の反転が認められる事例が見つかった．これらの小断層の活動も広域応力場の変化を反映していると考えられるが，湯ノ

岳断層の近傍に位置していることから，湯ノ岳断層の活動に伴って形成された局所的な応力場の影響を受けた可能性も否定出来ない． 今回観察したトレンチは新第三系と古第三系が湯ノ岳断層で接する場所であるため，それ以前の活動はこの破砕帯には記録されていない．湯ノ岳断層の活動を総括するためには，より古い基盤岩中の破砕帯を観察する必要がある．

【引用文献】
青木和弘ほか，2021，応用地質，62，64-81．
Lin A. et al., 2013, Bull. Seismo. Soc. Amer., 103, 1603-1613.
佐伯 健太郎ほか，2019，日本地質学会第126年学術大会講演要旨，R15-P-5.
東京電力株式会社，2011，湯ノ岳断層に関する追加調査結果の報告．82p.

Keywords: Yunodake fault, active fault, fault-zone properties, slip-sense, inversion



The time-space distribution in Kamikochi Earthquake Swarm and Fault System - Comparison of 1998 with 2020

*Tatsuro Tsugane[1]

1. Shinshu Univ.

■群発地震域■

2020年4月22日未明,松本市西部の徳本峠の付近でM3.8の地震が発生し，微小な余震がおさまりつつあった翌日昼過ぎM5.5の地震が発生した．その13分後，六百山の南で起こった地震(M5.0)から震源域は上高地付近へと広がり，群発地震の様相が強くなった．上高地周辺では1998年にも群発地震が発生しており，8月7日に六百山の東で発生したM2.2の地震からはじまり，その東西の領域で，最大M5.0の地震を起こすなど1週間ほど活動した後，震源域が穂高岳の西方へ飛び，のちその南北に広がった．その領域は，北は野口五郎岳付近まで及び，群発領域は南北23kmに達した．2020年の群発域は樅沢岳付近から霞沢岳南部までの21kmの範囲で，1998年より南にシフトしたが，両者ともに特に地震が集中したのは上高地周辺であった．

■活動推移の比較■

[1998年/2020年]群発地震を発生から1年間の期間で比較する．両群発地震の地震数の時間推移は，前震･本震･余震型が重なり合うような形で，多数の断層活動が示唆される．総観測回数は設定範囲(30km以浅)で[6900/42014]回に及ぶ．極微小な地震を除いたM1以上の回数は[3721/6824]回となる．最大Mは[5.6/5.5]であるが，総地震エネルギーをM換算すると，[5.757/5.855]となり，2020年は1998年の約1.4倍であった．エネルギー放出過程を見ると，エネルギーの99%を放出するのにかかった時間は群発地震開始から約[43/75]日であるが，M1以上の地震回数が95%に達する時間は約[105/175]日となり，小規模な地震の数が減るには時間がかかることがわかる．収束を群発前の地震活動度(平均的地震数)まで戻ることと考えると1998年は680日を要するが，活動度がやや上がったと解釈すると，230日程度と見ることもできる．2020年群発地震は開始から324日後(2021/3/11)にM4.3の地震が発生するなど，群発以前より活動度がかなり高い状況が継続しており収束はまだかなり先になりそうである．

■断層面の認識■

津金(2018)は長野県中北部で震源の3D分布から多くの活動的な断層面を認識した．上高地を含む北アルプス地域でも断層面を見出したが，1998年群発地震の領域は震源集中域そのものが広く，面としての認識が困難であったため解析対象から外した．2020年群発地震も同様であったが，その端緒となった地震の断層面の認識が比較的容易であったため，さらなる探索を試みた．具体的には3Dプロットする地震の期間を数日から数ヶ月まで変化させ，かつ期間をスライドさせて断層面を検出した．その結果2020年群発地震は上高地付近で東西走向の長さ1.5～5㎞ほどの垂直に近い断層面10枚を認識した．1998年群発地震は同地域で東西走向1～4㎞の垂直に近い断層面6枚を認識した．そのうち1つの断層面は2020年にも活動している．

井上・原山(2012)は地表踏査の結果，上高地地域で3-4本の活断層を発見しており，本合ほか(2015)はこれを上高地断層と呼び，1998年の群発地震震央集中域と関係を述べている．3D震源分布から認識した2020年地震の断層の地表投影は上高地断層に重なるものもあるので，両者の一部は同一であると考える．なお両群発地震で地表変位の報告はないので，上高地断層が地表で認識できるのは，より古い時期の地震による変位のため，或いは北アルプスの隆起と浸食によって地下の断層面が地表に現われたためであろう．

■群発地震と地殻内流体■

日本の火山近傍では15km以深で希に地震が起こる領域が多くあり，その震源を集積すると平面ではクラスター状の分布となる．これをここでは深部震源クラスター(DHC)と呼ぶ．北アルプスには乗鞍火山列に沿ってDHCが白馬大池火山から乗鞍火山にかけて7ヶ所存在する．そのうちの焼岳北方で上高地西方のDHCは北アルプスのDHCのうち最も多くの地震が観測されている．地震観測網の拡充の影響*で，この地域で15km以深の地震が観測されるのは1999年以降で，数多く観測されるようになるのは2004年以降である．1998年時点ではDHCは見えないが，2018年3月から焼岳北方のDHCでの活動が観測史上最も活発で，群発地震開始以降さらに活動度を上げている．DHCの最浅所はコンラッド面付近のマグマ集積域と考えられるのでDHCでの活動には

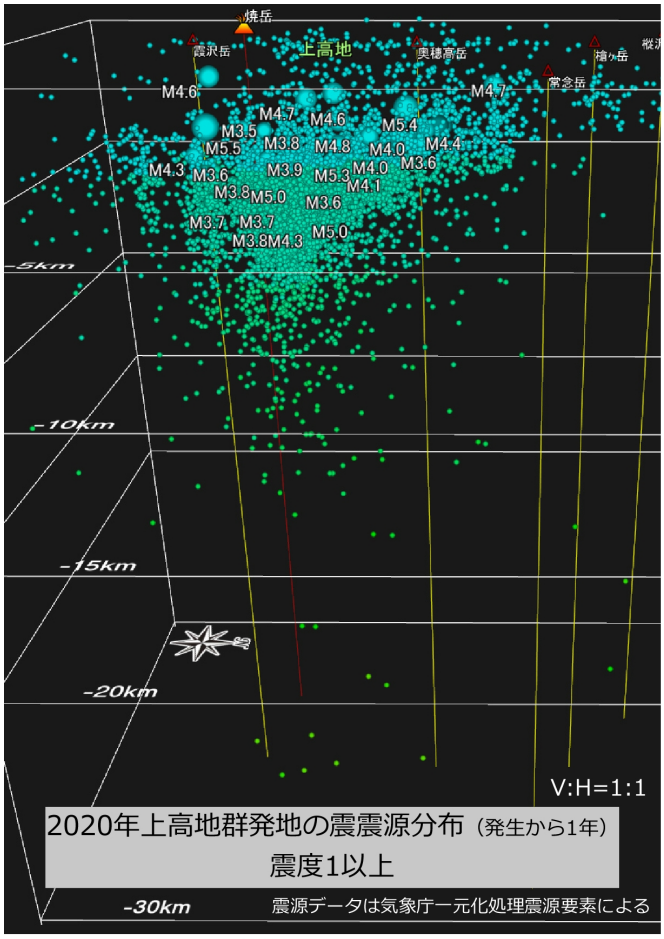
地殻流体が関わっていると予想され，この地殻流体が群発地震の消長に関係している可能性がある．

◇文献

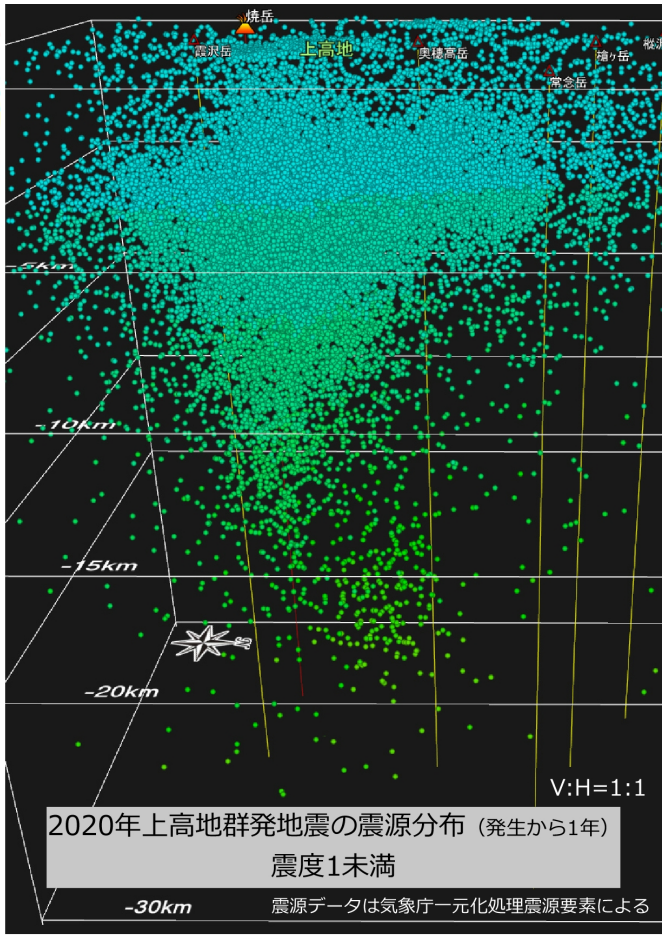
本合弘樹・井上 篤・原山 智(2015)地質学会演旨.
井上 篤・原山 智(2012)地理学会演旨.
津金達郎(2018)地質学会演旨.

震源データは気象庁地震月報，気象庁一元化処理震源要素による．

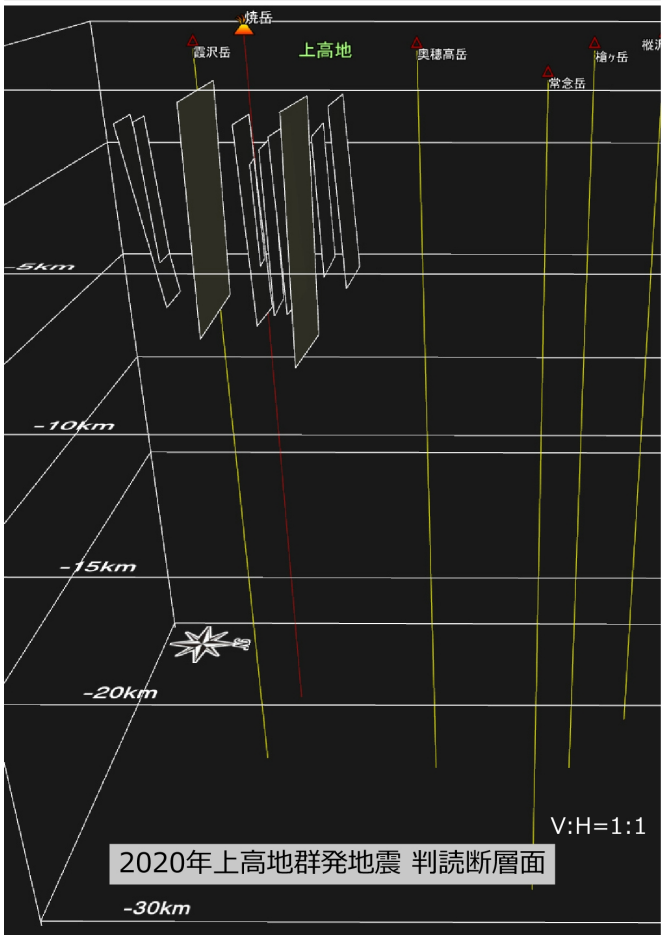
Keywords: 3D fault model, Kamikochi Fault, geofluid, Conrad discontinuity



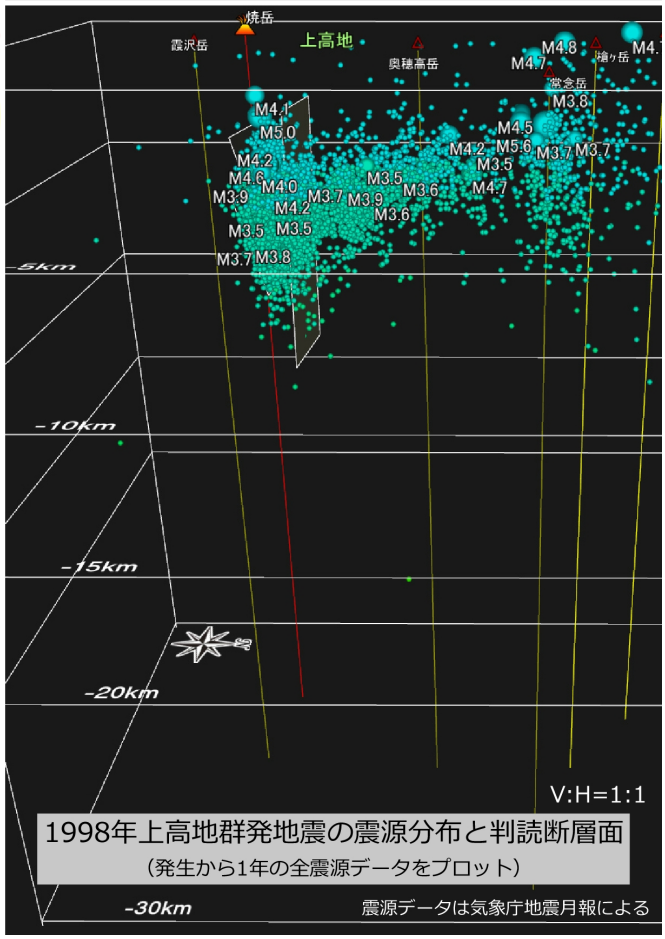
2020年上高地群発地の震震源分布（発生から1年）
震度1以上



2020年上高地群発地震の震源分布（発生から1年）
震度1未満



2020年上高地群発地震 判読断層面



1998年上高地群発地震の震源分布と判読断層面
（発生から1年の全震源データをプロット）

Poster | R15 [Regular Session]Paleontology

[3poster57-61] R15 [Regular Session]Paleontology

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R15-P-1] Measurement of vertebrate fossils by 3D model using 3D data scale assignment program

*Yoichi Kondo[1], Kiyoshi TANAKA[2], Kazuyuki TAKEMAE[3], Hiroo AZRGAMI[3] （1. Nojiriko Museum, 2. Shinshu Univ., 3. AB.do Co., Inc.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R15-P-2] (entry) Mode of Occurrence of siliceous microfossil assemblages from infill of trace fossils: an example of the ichnofossil *Tasselia ordamensis* from the Oligocene Nishinoomote Formation of the Kumage Group on the Tanegashima Island, Kagoshima, SW Japan

*Akihide KIKUKAWA[1], Kazuki KIKUCHI[2], Yoshiaki AITA[3], Nobuhiro KOTAKE[4] （1. ITOCHU Oil Exploration Co., Ltd., 2. Kyoto Univ., 3. Utsunomiya Univ., 4. Chiba Univ.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R15-P-3] (entry) Reevaluation of microfossil records during the Carboniferous-earliest Permian marine biodiversification event: An example of Hina limestone, SW Japan

*Ayaka Yokoo[1], Wataru Fujisaki[1], Yui Takahashi[2], Sachico Agematsu[1], Teruyuki Maruoka[1] （1. University of Tsukuba, 2. Keio Yochisa Elementary School）

4:00 PM - 6:30 PM

[R15-P-4] (entry) Morphologic difference between calcareous nannofossils Genus *Dictyococcites* and *Reticulofenestra* group and its meaning

*Nobuhiro Doi[1], Koji Kameo[2] （1. Chiba University, Graduate school of Science and Engineering, Division of Earth and Environmental Sciences, 2. Chiba University, Faculty of Sciences, Department of Earth Sciences）

4:00 PM - 6:30 PM

[R15-P-5] Morphological change of a calcareous nannofossil genus *Sphenolithus* during Eocene– Miocene

*Michihiro MIURA[1], Koji KAMEO[2] （1. Division of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Chiba university, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba university）

4:00 PM - 6:30 PM

Measurement of vertebrate fossils by 3D model using 3D data scale assignment program

*Yoichi Kondo[1], Kiyoshi TANAKA[2], Kazuyuki TAKEMAE[3], Hiroo AZRGAMI[3]

1. Nojiriko Museum, 2. Shinshu Univ., 3. AB.do Co., Inc.

脊椎動物化石の研究では，正確な計測値が重要であることは論を待たない．従来から計測法については多くの解説があるが，そのほとんどは化石に計測ポイントを決めておき，ポイント間の長さをノギスや棹状計などで計測する方法である．長さの測定には必ず誤差が生ずるが，化石の計測の場合，機械誤差や自然誤差より個人誤差が大きいとされる．たとえば，長鼻類の臼歯の計測の場合，ミリ単位での計測値では大きな問題にはならないが，エナメルの厚さの計測値では小数点１桁単位の数値の違いでは，この個人誤差は大きくなる．近年，自然史系博物館資料におけるデジタル化がすすみ，３Dデータを作成するにあたりさまざまな手法が開発されてきた．その主なものは，CTスキャン，３Dスキャナ，フォトグラメトリーなどである．CTスキャンは機器が高価であまり大きな化石には使えない．３Dスキャナでは機器が高価でなおかつ解像度が低いという課題がある．そこでフォトグラメトリーを用いた標本の３Dモデル化が多く用いられるようになってきた．日本では古生物の復元（新村，2020）や足跡化石研究（柴田ほか，2021）などに利用されてきている．しかし，三次元画像による計測は絶対的なスケールが存在しないため，画像上のスケールから計測し実際の計測値との比較を行う必要があるが，それでも数％の誤差が生じる．これは３Dモデルにスケールを与えるための目盛りの選択を人間がおこなっているため，選択誤差が生じるためである． 信州大学と株式会社Ab．doでは，３Dモデルにコンピューターによる論理的で正確なスケール付与をあたえるプログラムを共同で開発して，特許を出願中である．このプログラムを使用し，実際にナウマンゾウの臼歯化石を使って化石を計測し，実際の計測値との違いについて検討してみたので報告する．

１　資料　野尻湖産ナウマンゾウ臼歯化石

２　方法　１）標本を撮影する際，標本を取り囲むように２個１組のマーカーを複数配置する．２）写真撮影を行う．撮影にはデジタルカメラCanonEOSKissX2を使用した．３）標本を頬側面，舌側面，歯根側面の３方向から，なるべく画像が重複するように注意して撮影した．総計で298枚の写真を撮影した．４）３Dモデルの作成　撮影した写真からフォトグラメトリーソフトウェアAgisoft Metashape Professional v1．7．2を使用して，３Dモデルを作成する．５）三次元データスケール付与プログラムで，2個1組のマーカーごとに，中心点間の距離を11ｃｍになるようにスケールを与える．６）作成した３DモデルをAgisoft Viewerで計測し，実物を計測した値と比較する．

３　結果　ノギスで実物の標本を測定した値と３Dモデルをコンピューター上で計測した値は，１％以内の誤差で一致した．この誤差は測定ポイントを手動で設置するために生じるものと考えられる．測定ポイントを決定するために，コンピューター上の画像位置のX軸，Y軸，Z軸を求めて，その間の値を測定するようにすれば誰が測定しても測定値は一意的に決まることになる．

４　三次元データスケール付与プログラムによる測定の意義と課題

メリットとしては，デジタルカメラのデータで３Dモデルを作成することは費用も少なくすみ時間もかからない．また，貴重な標本を非接触で観察することができ，必要なところの詳細な観察が可能である．カメラとソフトとコンピューターがあれば，計測したいところが自由に計測・観察ができる．とくに詳しく知りたい部位は撮影枚数を増やすことにより詳細な観察が可能となる．課題としては，当然ながら写真に写らない映像のデータは反映されない．化石の凹凸が激しく，奥まで光が届かないような部位の映像データは空白になる．少なくても化石の3方向からの撮影が必要で，この時の撮影の方法については今後改良する必要があろう．撮影された画像データの変換に人的な作業が必要で，そのための費用はかかるが，今後撮影の方法などを工夫することで低価格での使用も可能となるだろう．このプログラムは古生物学の研究に有用な方法であると考えられる．

引用文献 新村・田中・甲能・山田・佐々木（2016）北海道産鰭脚類化石のデジタル生体復元ーフォトグラメトリーおよび３D CGソフトによる制作ー．化石，99，85-92． 柴田・松川・ロックレイ・ミル

ナー（2021）SfM多視点ステレオフォトグラメトリーによる恐竜化石の三次元的な記録．横須賀市博研報（自然）（68）1-13.

Keywords: Photogrammetry, data scale assignment program, Measurement , vertebrate fossils

(entry) Mode of Occurrence of siliceous microfossil assemblages from infill of trace fossils: an example of the ichnofossil *Tasselia ordamensis* from the Oligocene Nishinoomote Formation of the Kumage Group on the Tanegashima Island, Kagoshima, SW Japan

*Akihide KIKUKAWA[1], Kazuki KIKUCHI[2], Yoshiaki AITA[3], Nobuhiro KOTAKE[4]

1. ITOCHU Oil Exploration Co., Ltd., 2. Kyoto Univ., 3. Utsunomiya Univ., 4. Chiba Univ.

生痕化石の充填物から保存良好な微化石が産出する例はこれまでも報告され，地質年代決定に用いられてきた（芳賀・小竹，1996など）．しかし，生痕内部での微化石の分布パタンや産状の詳細を報告した例は知られていない．また，母岩から産出した微化石群集と生痕中のそれとを比較し，微化石の保存状態や種組成の違いを検討した研究も知られていない．そこで本研究では，鹿児島県種子島に分布する漸新統熊毛層群西之表層大久保泥岩部層から産出した生痕化石*Tasselia ordamensis*の充填物から豊産する放散虫化石群集の種構成を明らかにすると共に，産状を観察・記載した．そして，母岩の泥岩に含まれる放散虫化石群集とそれらを比較した．その結果，生痕中に保存された放散虫化石群集は，母岩に含まれるそれに比べて保存状態が良く，種の多様性も高いことが判明した．これらの結果に基づき，放散虫化石群集の種構成と保存状態が，生痕内部と外部の母岩とで明瞭な差異が生じた理由を検討した．
生痕化石*Tasselia*は，層理面にほぼ垂直なlined inner tubeと，それを取り巻くinner fill（以下IF）とouter fill(以下OF)から構成され，その外形は洋梨型が多い．*Tasselia*は深海堆積物から産出し，多毛類の摂食・排泄・居住痕と解釈されている（Olivero and López Cabrera，2010）．本研究で検討した*Tasselia*は，石灰質コンクリーションとして泥岩から発見された．
試料の処理と検討は以下の手順で行った．酸処理を施した生痕の断面を走査型電子顕微鏡で撮影した後，内部構造を観察すると共に珪質微化石の個体数をカウントした．また，保存状態と種組成を比較するため，生痕の酸処理の過程で得られた残渣と大久保泥岩部層の泥岩4試料から得られた残渣からそれぞれ100個体を目安に放散虫化石を拾い上げ，電顕で撮影し，種レベルで同定した．試料間の総個体数の違いを補正するため，種毎の個体数から相対産出頻度を求め，定足率充足法（Alroy，2010）による種豊富度の比較を行った．
観察の結果，*Tasselia*の内部構造の部位毎で珪質微化石の分布に違いが認められた．放散虫と珪藻化石はIFやOFに取り囲まれた母岩部分から多産する一方，OFからの産出は少ない．特に，珪藻化石はOFに取り囲まれた母岩部分に密集部が観察された．生痕の残渣からは微細構造が良く保存された16属28種の放散虫化石が産出した．一方，泥岩4試料からは，それぞれ7属7種，9属12種，10属11種，13属15種の放散虫化石が産出した．定足率充足法による解析の結果，サンプルサイズ効果を補正したとしても，生痕から産出した微化石群集の種豊富度が泥岩試料に比べて高いことが分かった．
生痕内部における珪質微化石の分布の偏りは，堆積物の充填様式の違いに起因する可能性がある．微化石が多産したIFは海底面上の堆積物が構造内部に受動的に充填されたと考えられている（Olivero and López Cabrera，2010）．一方，OFは形成者が排泄によって積極的に充填した堆積物と考えられる．すなわち，OFに取り囲まれた母岩部分とIFは，形成者による堆積物食行動を受けていない当時の海底面付近の堆積物と解釈できる．これら保存良好な微化石を含む部位は，OFがコンクリーション化することで続成作用に伴う破壊や溶解から保護され，オリジナルの種構成を保持したまま化石化した可能性が高い．これらを考慮すると，*Tasselia*内部と外部の泥岩試料に含まれる微化石の保存状態や種豊富度の違いは，生痕部がコンクリーション化したことによる保存ポテンシャルの上昇という点から説明できる．一般に，砕屑岩に含まれる珪質微化石の保存状態は，埋没続成作用によって悪化すると考えられ，陸上地質体の堆積年代や層序の検討に際して可能な限り保存良好な微化石を抽出することが求められてきた．本研究における結果を考慮すると，放散虫化石の検討を行う際には，母岩に比べて明らかに続成作用の影響を受けていない生痕化石起源の石灰質コンクリーションを試料として用いることがより望ましいことが判明した．

引用

Alroy, J.，2010，*in* Alroy，J. and Hunt，G.，eds.，Quantitative Methods in Paleobiology，55-80，The Paleontological Society，Boulder.
芳賀・小竹，1996，地質雑, **102**，758-760.
Olivero E.B. and López Cabrera，M.I.，2010，Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.，**292**，336-348.

Keywords: Tasselia ordamensis, radiolarian fossil, diatom fossil, preservation potential, Oligocene, calcareous concretion

(entry) Reevaluation of microfossil records during the Carboniferous-earliest Permian marine biodiversification event: An example of Hina limestone, SW Japan

*Ayaka Yokoo[1], Wataru Fujisaki[1], Yui Takahashi[2], Sachico Agematsu[1], Teruyuki Maruoka[1]

1. University of Tsukuba, 2. Keio Yochisa Elementary School

顕生代には複数回の氷河時代が生じたことが知られているが、その中でも古生代後期の氷河時代(Late Paleozoic Ice Age; LPIA)は、超大陸パンゲアの形成、大気中の酸素/二酸化炭素濃度の増加/減少、熱帯雨林の進化と拡大といった様々な地質イベントで特徴付けられる(e.g., Berner, 2006; Montañez et al., 2007; Montañez and Poulsen, 2013)。さらに近年LPIAの期間、特に前期石炭紀(mid-Visean)から前期ペルム紀(late Asslian)の間に、生物種が急激に増加(10.75%/Myr)した生物多様性イベント(Carboniferous–earliest Permian Biodiversification Event; CPBE)が報告されている(Fan et al., 2020; Shi et al., 2021)。この生物種の増加率は、中期から後期オルドビス紀にかけて生じた生物多様性イベント(Great Ordovician Biodiversification Event; GOBE)に匹敵する(11.60%/Myr)と推定されており、CPBEの全容解明は古生代に生じた生物多様性を包括的に理解する上で非常に重要な研究課題である。CPBEによる生物種の増加は大きく2回のイベントに分けられ、1回目は前期石炭紀(mid-Visean)から後期石炭紀(early Bashkirian)、そして2回目は後期石炭紀(early Bashkirian)から前期ペルム紀(Late Asselian)に相当する(Fan et al., 2020; Shi et al., 2021)。これらの期間では、コノドントや頭足動物といった生物群は緩やかに減少する一方で、有孔虫や腕足動物といった生物群は急激に種の数を増やしていったことが報告されている。しかし、これらの議論は、主に中国、インドネシア、カザフスタンといったテチス海を囲む大陸縁辺部の化石記録に基づいて展開されており、当時の海洋の大部分を占めていたパンサラッサ海での化石記録はほとんど含まれていない。　そこで本研究では、超海洋パンサラッサ中央部にて堆積した古海山頂部起源の環礁複合体と考えられる岡山県井原地域に産する日南石灰岩に着目した。先行研究では、層厚約50ｍに及ぶ一連の石灰岩セクションから約1 m間隔でコノドント化石が抽出・記載され、前期–後期石炭紀境界(Mississippian-Pennsylvanian Boundary; MPB)を跨ぐ6属16種のコノドント相が報告されている(Mizuno, 1997)。一方で、我々が新たにcmスケールの詳細な地質柱状図の作成及び岩石記載を行った結果、同セクションから先行研究では記載されていなかった断層が新たに2箇所確認された。本研究では、これら断層間の年代ギャップの評価に加え、これまで主にテチス海浅海部の化石記録から評価されていたCPBEに、新たにパンサラッサ海中央部での化石記録を加えることで、CPBEの中でも1回目の生物種増加イベントが生じたMPB近傍での全球的な描像を捉えることを目標としている。今回の発表では、これまでに行った日南石灰岩の露頭記載に加え、コノドントやフズリナといった化石記録の最新の結果を紹介する予定である。

Keywords: Late Paleozoic, Biodiversification Event, Mississippian-Pennsylvanian Boundary, conodont, Hina Limestone

(entry) Morphologic difference between calcareous nannofossils Genus *Dictyococcites* and *Reticulofenestra* group and its meaning

*Nobuhiro Doi[1], Koji Kameo[2]

1. Chiba University, Graduate school of Science and Engineering, Division of Earth and Environmental Sciences, 2. Chiba University, Faculty of Sciences, Department of Earth Sciences

新生代を通して最も普遍的に産出する石灰質ナノ化石*Reticulofenestra*属と，それに近縁な分類群である*Dictyococcites*属は，短冊形の方解石結晶からなる微小なエレメントが楕円上に配列した円盤2枚を重ねた構造を持っている．両者の円盤の中央部には中央開口部という穴があり，*Dictyococcites*属はその穴を覆う方解石の構造物をもつ点で*Reticulofenestra*属と区別される．ただし，この構造物は*Reticulofenestra*属の円盤に方解石結晶の装飾が付加したものという考えもあり（Bown and Young, 1997），同じ属として扱われることもある．実際，新第三系で見られる両者の円盤の大きさや形は非常に似ていることが，計測結果から明らかにされている（Henderiks, 2008）．一方，古第三系，特に始新統で産出する両者の形状は近いものの，大きさにやや違いが見られることがわかっており，この時代の両者の関係性は良く分かっていない．これに対し，筆者らは始新統の*Reticulofenestra*グループ（*Reticulofenestra*属とその近縁種）の形態を調べ，中央開口部の形状が両者では明確に異なる可能性が高いことを明らかにしたので，その結果を報告する．
本研究ではインド洋，南大西洋で実施された国際深海掘削計画（Leg 115，208）の深海底コアを用いて，*Dictyococcites*属が多産する上部始新統を重点的に検討した．一層準につき*Dictyococcites*属50個体を電子顕微鏡で無作為抽出して，観察および撮影を行った後，画像解析ソフトImageJで円盤の外形と中央開口部について楕円解析（長軸，短軸の計測）を行い，その形状を示す指標として扁平率も算出した．また，比較対象として同時に産出する*Dictyococcites*属以外の*Reticulofenestra*グループ50個体にも同様の計測を行った．
本研究の結果に基づくと，*Dictyococcites*属のサイズ分布は同時期の*Reticulofenestra*グループが小さいものから超大型の個体まで様々であるのに対し，比較的大型のものに偏っていたが，その扁平率はほぼ同一である．一方で，*Dictyococcites*属の中央開口部の長軸の長さは3–5 μmでほぼ一定であったが，*Reticulofenestra*グループは2–7 μmと幅広い値を示した．また，中央開口部の扁平率は*Dictyococcites*属の方が比較的大きい傾向にある．しかし，両者が最も大きく異なる点は円盤の大きさと中央開口部の大きさとの関係であり，*Dictyococcites*属の中央開口部は，その円盤の大きさに関わらずほぼ一定であった．一方で，この時の*Reticulofenestra*グループは円盤の大きさと中央開口部の大きさがほぼ比例的に分布していた．これらのデータを踏まえると，*Dictyococcites*属の中央開口部の形状はどのような個体も近いものになることが示唆される．この結果はインド洋や大西洋でほぼ同じであって，海域ごとの違いはあまり見られなかった．
従って，少なくとも後期漸新世における*Dictyococcites*属は同時代の*Reticulofenestra*グループとは中央開口部の形状が異なっていることは明らかで，石灰質殻，すなわちココリスの形成は中央開口部における結晶配列から始まると考えられていることを考慮すると，両属の結晶化プロセスは明らかに異なっている．これはこの時代における両者が明確に異なる分類群であることを示す根拠となり得る．今後は*Dictyococcites*属が存在していた時代全域に研究対象を広め，その形態的特徴に変化があるのか明らかにする必要がある．

引用文献

Bown, P. R., and Young, J. R., 1997. Proposals for a revised classification system for calcareous nannoplankton. *Journal of Nannoplankton Research*, 19(1), 15-47.
Henderiks, J., 2008. Coccolithophore size rules—reconstructing ancient cell geometry and cellular calcite quota from fossil coccoliths. *Marine micropaleontology*, 67(1-2), 143-154.

Keywords: Calcareous nannofossil, Morphology, Microfossil

Morphological change of a calcareous nannofossil genus *Sphenolithus* during Eocene–Miocene

*Michihiro MIURA[1], Koji KAMEO[2]

1. Division of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Chiba university, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba university

石灰質ナノ化石*Sphenolithus*属は新生代を代表する石灰質ナノ化石のグループである．この分類群は，暁新世に出現して鮮新世に絶滅するが，様々な形態の種が出現し，新生代を区分する標識種とされる（例えばOkada & Bukry, 1980）．この*Sphenolithus*属の形態は塊状，あるいは棘状の方解石結晶が放射状に配置された円錐形であり，proximal cycle, lateral cycle, apical cycleの３つの要素で構成され，中にはapical spineと呼ばれる大型の突起物が発達している個体もある．原則として，これらの結晶の形状と組み合わせの特徴に基づいて分類が行われるが（Young, 1998），しばしば偏光顕微鏡での観察だけでは微細な構造の認識が難しい場合もある（例えばRio et al., 1990）．そこで本研究では始新世–中新世において，*Sphenolithus*属の微細構造と変化を明らかにすることを目的として，走査型電子顕微鏡の詳細な観察による結晶の計測とそれによる分類を考察した．研究試料は国際深海掘削計画（Ocean Drilling Program: ODP）で得られた深海底コアのうち Hole 1265A（大西洋）, Hole 711A（インド洋）およびHole 1209A（太平洋）の約45–10 Maに相当する堆積物を使用した．対象の試料に含まれる*Sphenolithus*属を無作為に50個体抽出し，走査型電子顕微鏡で観察・撮影した．撮影した画像からImage Jを用いて観察した個体の全長，base（lateral cycleとproximal cycle）の幅，proximal cycleの長さを計測した．

本研究の結果に基づくと，*Sphenolithus*属は前期漸新世と前期中新世にそれぞれ大型の個体が現れる傾向がある．大型化する層準では個体の全長とbaseの幅が6 μmを越える個体が増加し，特に前期中新世において個体の大きさは最大である．前期中新世以降は小型化する傾向にあるが，後期中新世にこれが顕著になり6 μm未満の個体だけが産出する．形態上の特徴としては，*Sphenolithus*属はapical spineがある個体とない個体とに分類される．apical spineがある個体はspineの構造と産出する年代によって特徴的な個体が確認できる．一方，apical spineがない個体は方解石結晶の形・配列によって分類され，層準によって異なる形態が観察された．始新世では塊状の方解石結晶をもつ個体が優勢だが，漸新世と中新世では棘状の方解石結晶をもつ個体が観察される．特に中新統から産出する個体はapical spineを持たない多様な形態が出現し，10種類の形態に分類することができる．これらの形態の分類基準に従うと，前期漸新世・前期中新世の大型化の際に出現した個体は方解石結晶の配列の違いによって区別できる．さらに，後期中新世における小型化は，規則的に配列された塊状の方解石結晶が特徴の大型個体が消滅し，棘状の方解石結晶をもつ小型個体が優勢になることで特徴付けられ，特定の形態の出現・消滅が*Sphenolithus*属のサイズ変化に関連していると考えられる．

引用文献

Okada, H. & Bukry, D., 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphy (Bukry, 1973; 1975), *Marine Micropaleontology*, **5**, 321–325

Rio, D., Fornaciari, E., and Raffi, I., 1990, Late Oligocene thorough early Pleistocene calcareous nannofossils from western equatorial Indian Ocean. *In Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **115**, 175–235, College Station, TX

Young, J. R., 1998, Neogene. *In* P. R., Bown ed., *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*, Kluwer Academic Publishers, **8**, 225–265

Keywords: calcareous nannofossil, genus Sphenolithus, morphology, Cenozoic

[3poster62-65] R16 [Regular Session]The Jurassic +

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R16-P-1] (entry) Castles built on a Jurassic accretionary complex in the Kiryu and Ashikaga District, southwestern Ashio Mountains, central Japan

*Tsuyoshi Ito[1], Ysumine Ichizawa[2] （1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Toyota City Museum of Local History）

4:00 PM - 6:30 PM

[R16-P-2] (entry) Stratigraphical changes of sandstone compositions in the Lower Jurassic Kuruma Group along the Odokoro River, Itoigawa City, Niigata Prefecture, central Japan

*Takuma Kawajiri[1], Atsushi Matsuoka[1] （1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R16-P-4] Middle Jurassic shallow marine invertebrate fossils from the Kaizara Formation of the Kuzuryu Group in the Izumi District, Ono City, Fukui Prefecture, Central Japan

Kazuki Harada[1], Kotohiro Takatsu[2], *Shin-ichi Sano[3] （1. Department of Earth Sciences, School of Science, University of Toyama, 2. Ohno Geoscience Association, 3. Department of Earth System Science, School of Sustainable Design, University of Toyama）

4:00 PM - 6:30 PM

(entry) Castles built on a Jurassic accretionary complex in the Kiryu and Ashikaga District, southwestern Ashio Mountains, central Japan

*Tsuyoshi Ito[1], Ysumine Ichizawa[2]

1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Toyota City Museum of Local History

人間の活動は，しばしば地質や地形と関連する．日本の歴史では多くの城郭が築かれ，その建築に関しては地質学・地形的要素が考慮されたと考えられる．演者の1人伊藤は，足尾山地南西部「桐生及足利」において5万分の1地質図幅を作成中である．城郭と地質の関係を検討するために，「桐生及足利」地域の地質図上に，城郭29城（山城及び平山城）の位置をプロットした．このうち24城が足尾帯ジュラ紀付加体の分布域に位置しており，この中で13城はチャートの上に築かれている．またチャート以外の分布域に位置する城郭についても，本丸周辺ではチャートがみられる例がみられた．築城に当たり，チャートが他の岩石より硬く急峻な地形を形作ることが利用されたと考えられる．

Keywords: castle, chert, Ashio Mountains, accretionary complex, geography

(entry) Stratigraphical changes of sandstone compositions in the Lower Jurassic Kuruma Group along the Odokoro River, Itoigawa City, Niigata Prefecture, central Japan

*Takuma Kawajiri[1], Atsushi Matsuoka[1]

1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University

【はじめに】砕屑岩の組成は後背地の検討において重要な指標となるが, 砕屑物の運搬過程や堆積環境などの要因によって組成が変化することが知られている (千々和, 1992).
富山県・長野県・新潟県の三県にわたって分布する下部ジュラ系来馬層群について, 砂岩組成の層位変化について報告する. 来馬層群は, 犬ヶ岳地域,小滝・大所地域, 来馬地域の3地域に分かれて分布する. 白石 (1992) は小滝・大所地域と来馬地域の本層群を下位より, 蒲原沢層, 大所川層, ヨシナ沢層に区分した. 長森ほか (2010) は, 大所川流域の岩相から白石 (1992) がヨシナ沢層と区分した部分が大所川層にあたるとし, 大所川層を下部, 中部, 上部に細分した.
新潟県糸魚川市に分布する来馬層群は, 堆積相の検討により河川成堆積物からなるとされている (長森ほか, 2010). しかしながら, Hayami (1957) は小滝川流域および大所川流域より海生二枚貝化石の産出を報告しており, 本地域において海成層が存在することは明らかである. 本報告では大所川流域の大所川層に着目して砕屑物組成の層位的変化を示すとともに, 産出化石により推定される堆積環境との関連について議論する. 砂岩のモード組成については, Gazzi-Dickinson法を採用し, 一枚の薄片につき500ポイント測定した. 砂岩のモード組成の測定結果をもとにQm-F-Ltダイアグラムを作成した.
【調査結果】大所川流域の来馬層群について柱状図を作成し, 下位から蒲原沢層, 大所川層下部, 大所川層中部, 大所川層上部に区分した. また, 汽水生二枚貝化石の密集層を大所川層下部より1層準, 大所川層上部より2層準発見した. Hayami (1957) による海生二枚貝化石の産出層準は, 大所川層中部に相当する. 本地域の砂岩は, Qm-F-Ltダイアグラム上ではTransitional Arc からDissected Arcにプロットされる. 砂岩のモード組成における層位的変化は以下の通りである. 蒲原沢層から大所川層下部にかけてはLtが減少し, QmとFが増加する. 大所川層下部から中部にかけてはQmとFがやや減少し, Ltがやや増加する. 大所川層中部から上部にかけてはFがやや減少し, QmとLtが増加する.
【考察】蒲原沢層から大所川層下部にかけての組成変化は, 火成弧の削剥の進行を示す. 大所川層下部から中部にかけての堆積環境は, 上位に向かって氾濫原堆積物 (長森ほか, 2010) から汽水生二枚貝化石密集層, 海生二枚貝産出層準付近 (Hayami, 1957) へと変化することから, 河川, 汽水, 浅海と移り変わっていったと考えられる. 砂岩組成変化はQmとFがやや減少し, Ltがやや増加する. ところが, この変化は後背地の成熟にともないQm, Fが増加する (Dickinson et al. 1983) というとらえ方では説明できない. 加えて, 高エネルギー環境下ではLtが減少しQm, Fが増加することが報告されているが (千々和, 1992), この結果とは逆の傾向を示している. よって, 本検討の結果は堆積環境が砂岩組成に与える影響よりもテクトニックな要因が強くはたらいていることを示唆している. 竹内ほか (2017) は来馬層群の堆積速度が速いことを指摘しており, 高エネルギー環境下で物理的に不安定な岩片が石英・長石に分解されるよりも速く砕屑物が供給されたと考えられる. 大所川層中部から上部にかけての組成変化は, Dickinson et al. (1983) や千々和 (1992) のとらえ方では説明できない.

千々和, 1992, 地質雑, **38**, 311-327. Dickinson et al., 1983, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **94**, 222-235. Hayami, 1957, *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, **28**, 119-127. 熊崎・小嶋, 1996, 地質雑, **102**, 285-302. 長森ほか, 2010, 図幅「小滝」, 産総研地質調査総合センター, 134p. 白石, 1992, 地球科学, **46**, 1-20. 竹内ほか, 2017, 地質雑, **123**, 5, 335-350.

Keywords: Kuruma Group, Lower Jurassic, depositional environments, sandstone compositions, stratigraphy, Itoigawa City, Niigata Prefecture

Middle Jurassic shallow marine invertebrate fossils from the Kaizara Formation of the Kuzuryu Group in the Izumi District, Ono City, Fukui Prefecture, Central Japan

Kazuki Harada[1], Kotohiro Takatsu[2], *Shin-ichi Sano[3]

1. Department of Earth Sciences, School of Science, University of Toyama, 2. Ohno Geoscience Association, 3. Department of Earth System Science, School of Sustainable Design, University of Toyama

福井県大野市九頭竜地区に分布する，中部ジュラ系九頭竜層群貝皿層からは多様なアンモノイドを産し，バトニアン～カロビアンのアンモノイド群集帯が設定されている（Sato and Westermann, 1991）．九頭竜地区下山地域には，貝皿層の主要な岩相である暗灰色頁岩層のほかに，ウミユリや二枚貝などの無脊椎動物化石を多産する粗粒砂岩層が分布するが，その層序学的・古生物学的検討は十分には行われていなかった．今回，大野地球科学研究会によって採集・保管されていた，ウミユリや二枚貝などの無脊椎動物化石の分類学的検討を行うとともに，粗粒砂岩の堆積環境に着目して現地調査を実施した結果，化石を多産する粗粒砂岩部は貝皿層の一部で，ウミユリなどが生息する浅海域に一度堆積した粗粒砂が, 何らかのイベントによって, より低エネルギーの陸棚環境へと運搬され, 再堆積してできたと考えられることがわかったので，予察的に報告する．

本地域の貝皿層は主に暗灰色頁岩からなるが，まれに粗粒砂岩部を挟在する．粗粒砂岩部は，様々な形状の頁岩の同時礫を含む層（厚さ約３ｍ）のほか，礫状の砂岩部と頁岩部が混在した層（厚さ約８ｍ）をなすものがある．粗粒砂岩部にはウミユリや内在性二枚貝，腕足類などの化石をしばしば産するが，これらの化石は頁岩部には見出されない．これらのことから，ウミユリや二枚貝は頁岩の堆積場に生息していたのではなく，元来はより浅海の粗粒砂が堆積する環境に生息していたものが，砂とともに，より深い，頁岩が堆積する環境（陸棚）へと運搬され，再堆積したものだと考えられる．なお，鹿澤ほか（2016）は，貝皿層上部に，三角貝*Myophorella*などの二枚貝化石を含む，側方への連続性が悪い礫岩層の存在を報告し，その堆積機構に関して同様の解釈を行っている．

今回検討した化石標本は, 貝皿層の粗粒砂岩部から採集されたゴカクウミユリ類の骨片73点, アンモノイド類１点, 二枚貝類53点で，全て殻は溶解しており，雌型として産する．ゴカクウミユリには２種あり，それぞれ*Seirocrinus* sp.と*Isocrinus* (*Isocrinus*) sp.に同定された. 両属とも，日本からの産出記録は既に存在するが，中部ジュラ系からは初めての記録となる．アンモノイドは，貝皿層の頁岩層中 に多産する*Pseudoneuqueniceras yokoyamai* に同定され，粗粒砂岩部が貝皿層に対比されるという解釈を支持する．二枚貝は離弁で，しばしば破片化しているが，*Palaeonucula makitoensis*，*Mesosaccella morrisi*，*Myophorella sugayensis*，*Fimbria somensis*が予察的に同定された．*My. sugayensis*や*F. somensis*は南部北上地域の相馬中村層群山上層との共通要素である点で注目される．

貝皿層における浅海棲化石群集の発見は，貝皿層の堆積場や堆積環境についての新たな知見をもたらすばかりでなく，日本では稀な，中期ジュラ紀の浅海棲無脊椎動物相の存在を示すもので，更なる分類学的・古生物地理学的な検討が期待される．

（謝辞）

野外調査実施にあたり，令和２年度深田野外調査助成の支援を受けた．大野地球科学研究会には収蔵標本を研究に利用させていただくとともに，採集時の未公表調査資料を提供していただいた．アンモノイドの同定や野外調査実施にあたり，中田健太郎博士，酒井佑輔氏，海野　奏氏の協力を得た．これらの方々に心より感謝申し上げる．

（文献）

Sato, T. and Westermann, G. E. G., 1991. Newsletters on Stratigraphy, 24, 81-108.
鹿澤優祐・半田直人・酒井佑輔・松岡　篤, 2016. 日本地質学会学術大会講演要旨, 539.

Keywords: Middle Jurassic, Kuzuryu Group, crinoids, bivalves, Fukui Prefecture

Poster | R17 [Regular Session]Geoinformatics and its application

[3poster66-68] R17 [Regular Session]Geoinformatics and its application

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R17-P-1] Development and publishing of the MyMap3D Maker

*Yoshiharu NISHIOKA NISHIOKA[1], Kaoru KITAO[2] （1. AIST, Geological Survery of Japan, 2. CubeWorks Inc.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R17-P-2] Publication of the revised Geological Map of the Okayama Prefecture and future revision work

*Yousuke Noumi[1], Nobuo Tanabe[2], Shigeto Nose[3], Shiro Sadakane, Masayuki Mizuno[2], Hajime Tanaka[2], Yuto Oshima[2], Eiji Shimizu[2] （1. Okayama University of Science , 2. Seibu Consultant Co., LTD., 3. Japan Geochronology Network）

4:00 PM - 6:30 PM

[R17-P-3] Creating a lithology extraction and coloring function for Seamless Geological Map V2 using SVG tiles

*Kazuki Naito[1] （1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)）

4:00 PM - 6:30 PM

Development and publishing of the MyMap3D Maker

*Yoshiharu NISHIOKA NISHIOKA[1], Kaoru KITAO[2]

1. AIST, Geological Survery of Japan, 2. CubeWorks Inc.

１．概要

MyMap3D Makerは，極めて簡単に3Dウェブページを作成，公開するためのウェブアプリケーションである．MyMap3D Makerでは，各種パラメータ等をグラフィカルユーザーインターフェイスを用いて設定でき，効果をその場で確認できる．設定の完了後は結果をURLとして生成するので，そのURLを他のユーザに紹介するこより完成した3Dウェブページを共有できる．そのURLを自サイトに埋め込むことも可能である．

MyMap3D Makerは3D表示エンジンとしてMyMap3D APIを利用する．MyMap3D APIは，パソコンのGPUを直接制御するWeb GLを介して3D描画を行い，高速化を図っている．JavaScriptライブラリとしてはthree.jsを使用している．

MyMap3D Makerは，本稿執筆時点では公開準備中ではあるが，以下のURLから近日中に正式公開予定である．

https://gbank.gsj.jp/seamless/mymap3d/maker/

２．操作法

MyMap3D Makerは画面左側に操作パネル，右側にプレビュー部を持つ．操作パネルにおける各操作項目はグループに分類され、グループごとに操作項目の開閉を可能としている．アプリケーション起動時はすべての項目が閉じた状態である．操作項目の下にはテキストボックスを配置し，生成されたURLが表示される．URLは操作の都度自動で書き換えられる．操作パネル下段には各種ボタンを配置し，それぞれ対応した機能を提供する。

プレビュー部は操作に応じて自動で書き換えられ，常に設定に応じた描画となっている．ただし，最終的に生成されるページではボタン操作，マウスによる視点移動，3D地形クリックによる凡例表示機能を装備するが，それらの挙動は本件アプリケーションの操作項目の反映と相容れないため，プレビュー部でのイベント処理は無効化している．

また，2D地図による値設定機能を装備している．2D地図部は操作項目内のボタン操作により，プレビュー部の画面を切り替えて表示する．起動時はMyMap3Dのデフォルト設定（富士山を南の空から俯瞰表示）でプレビュー画面を描画する．

３．特徴

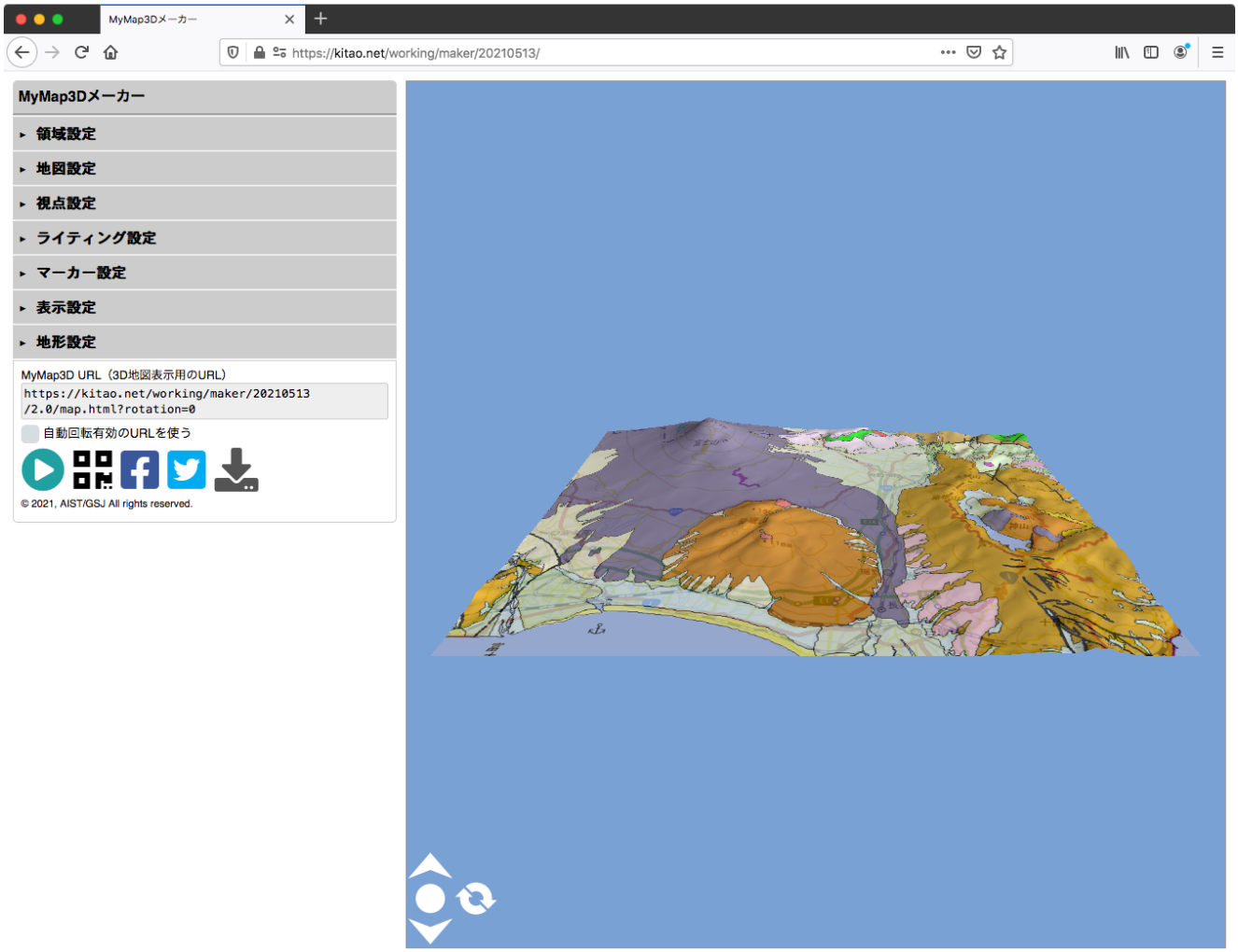
MyMap3Dでは，公開されている任意の地図タイルを背景やオーバーレイとして使用できる．また，地形データも変更できる．それらはドラッグ&ドロップマップ（西岡, 2019）の仕様にも対応している．地形データとしては，シームレス標高タイル(https://gbank.gsj.jp/seamless/elev/)として公開されている様々なデータも利用可能である．

地質図の理解には3D表示機能が有効である．本研究は地質情報利活用を促進することを目的として進められている．関係者のご助言をいただければ幸いである．

・引用文献

西岡(2019)　ドラッグ&ドロップマップの考案と試験実装，情報地質，30，111-114

Keywords: website, 3D, elevation, terrain, Web API



Publication of the revised Geological Map of the Okayama Prefecture and future revision work

*Yousuke Noumi[1], Nobuo Tanabe[2], Shigeto Nose[3], Shiro Sadakane, Masayuki Mizuno[2], Hajime Tanaka[2], Yuto Oshima[2], Eiji Shimizu[2]

1. Okayama University of Science , 2. Seibu Consultant Co., LTD., 3. Japan Geochronology Network

2003年（平成15年）に，“岡山県内地質図5万分の1および同説明書”が公開された．この地質図は，故光野千春岡山大学名誉教授と彼の研究室の卒業生たちが岡山県内地質図作成プロジェクトチームを組織して，西部技術コンサルタント株式会社のサポートを得ながら，卒業研究等の資料を再調査・再構成して完成させたもので，PDFファイル化したものが公開された．一つの都道府県で，その県内全域の地質を5万分の1の縮尺でまとめた例は無く，岡山県内地質図は公開後多くの人に利用されてきた．

岡山県内地質図の公開後，吉備高原地域の各所に分布していた時代未詳の”山砂利層”の年代が明らかにされ，古第三系吉備層群として再記載されるに至ったこと（田中他,2003）や，県西南部の金光町で道路工事中に，古第三系吉備層群にペルム系超丹波層群の泥質岩が衝上している断層が発見されたこと（西部技術コンサルタント,2020）など，当地に関する地質学上の重要な知見の追加があった．また，利用者から地質図の記載事項についての指摘が寄せられた．これらを受けて岡山県内地質図の改訂作業が岡山大学の鈴木茂之教授の監修で進められ，2020年（令和2年）7月に“改訂版岡山県地質図”が完成し，西部技術コンサルタントのホームページで公表され現在に至っている．

インターネットを媒介として地質図を公開している例としては，産業技術総合研究所の”20万分の1日本シームレス地質図”があり現在V2版が公開されている．改訂版岡山県地質図や日本シームレス地質図は，原図の作成時からCADが使用され，記載変更・修正などの改訂作業はもとより，公開用に作成するPDFへの変換や，サーバーへのアップロードなどの作業が発生するものの，従来の紙ベースの地質図と比べると公開に至るまでの作業が容易である．このため，改訂版岡山県地質図は，新たな露頭の発見情報や利用者からの指摘事項などを元に，現地調査を加えながら今後も加筆・修正を重ね，より高い精度の地質図を目指して公開していく予定である．そのためには，利用者からの意見を収集するための仕組みつくりが重要である．また，公開した地質図の利用に関する権利・制限事項の検討，改訂LOGの公開，GISでの利用を前提としたファイル形式での提供などの作業が必要であり，筆者らによってこれらの作業が進められている．

文献・URL

田中元，鈴木茂之，室谷周，山本裕雄，檀原徹（2003）吉備高原周辺の古第三系に関する最近の知見とその古地理学的意義．岡山大学地球科学研究報告，10,1,pp.15-22.
西部技術コンサルタント（2020）改訂版岡山県地質図（5万分の1・岡山県全域／21図幅）説明書．西部技術コンサルタント，124p.
20万分の1日本シームレス地質図．https://gbank.gsj.jp/seamless/，産業技術総合研究所.
岡山県地質図，http://seibuct.co.jp/chishitsuzu/index.html，西部技術コンサルタント.

Keywords: Okayama Prefecture, Geological Map, Revised Version

Creating a lithology extraction and coloring function for Seamless Geological Map V2 using SVG tiles

*Kazuki Naito[1]

1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

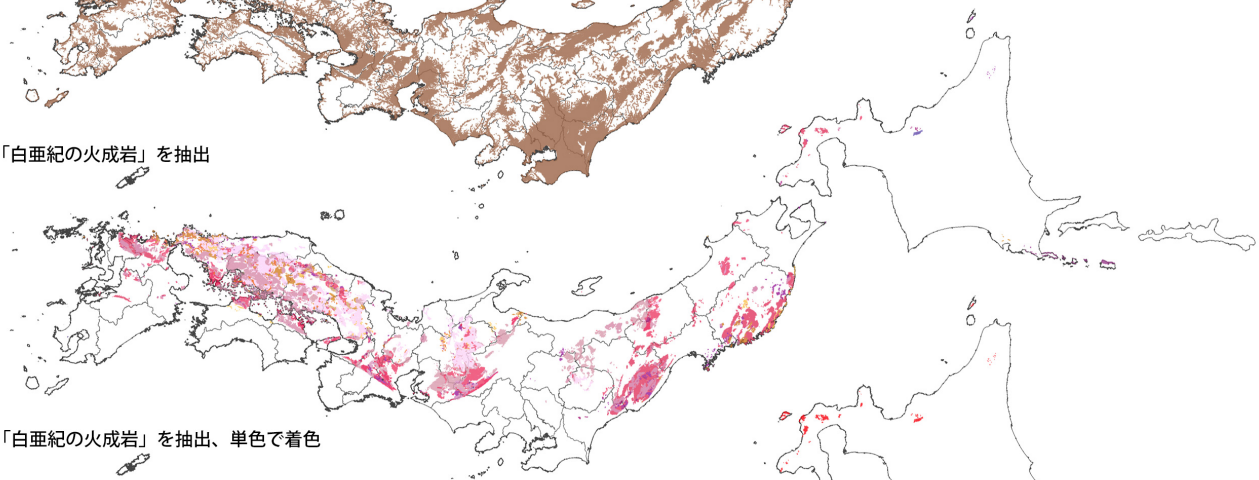
地質図を利用する際、利用目的に応じて、地質図の中から特定の年代及び特定の岩相を抜き出して表示したいことがある。
産業技術総合研究所地質調査総合センター(GSJ)が公開する国内を網羅したデジタル地質図である日本シームレス地質図V2のビューア(1)には、主な岩相・時代を条件として表示を絞り込む機能があるが、凡例情報の持つさらに詳細な情報を基にした絞り込みと、絞り込み結果の分かりやすい表示方法を実現するため、新たな表示機能の作成を行った。この表示機能は、GSJの公開する地質図ビューア「地質図Navi」(2)に組み込み、一般に利用可能となっている。
地質図のデータとしては、日本シームレス地質図V2のシェープファイルから出力したSVGタイルを利用した。SVGデータは、多くのウェブブラウザの標準機能で利用できるため比較的手軽に扱うことができる。SVGタイルの構成要素（岩相）には、岩相や形成年代などの凡例情報が属性情報として付属しており、これを利用したキーワード検索が可能である。また、タイル構成要素には、スタイルシート(CSS)により塗色や境界線のスタイル設定が行えるため、地質図全体や抽出した岩相に対する塗り分けをCSSにより操作することが可能である。
これらの機能（フィルター機能）を実装し、SVGタイルでシームレス地質図V2の岩相抽出及び塗色を実現した。岩相の抽出としては、地質年代の範囲、年代・岩相名のキーワード検索による抽出機能を作成した。岩相の塗色機能としては、抽出された岩相を指定色で塗色し表示する機能を作成した。また、岩相属性を条件分けして塗り分ける機能を作成した。具体例としては、年代値による塗り分けなどがある。
このフィルター機能を利用可能なシームレス地質図V2は、地質図ビューア「地質図Navi」の、シームレス地質図の種類を選択するプルダウンメニューから「V2(f)」を選択することで利用できる。フィルター機能付きのシームレス地質図V2が表示された地図画面で、任意の地点をクリックすることで、凡例情報表示ウインドウが表示される。このウインドウには、岩相や形成時代、凡例IDの表示に加えて、それぞれの項目にフィルタ実行ボタンが配置されている。このボタンにより、それぞれの凡例項目に対する抽出が実行され、抽出結果となる地図が表示される。同ウインドウ下部の「ツール」表示を展開すると、岩相や年代をキーワードで抽出するための入力フォームが表示される。これを利用することで、任意のキーワードで年代と岩相を抽出した地図の表示ができる。また、抽出結果を指定色で塗色することも可能であり、これを使うことで、例えば、第四紀の堆積岩の分布域を一色で示す地図の表示を行うことができる。
授業の教材として「白亜紀の火成岩」などの特定の地質の分布を示したり、市民への説明資料に「第四紀の堆積岩」の分布域を示すなど、シンプルで分かりやすい地図が効果的な場面は多くある。そのような場面において、今回作成した表示機能は有用であると考えられる。

(1) 日本シームレス地質図V2, https://gbank.gsj.jp/seamless/v2/viewer/
(2) 地質図Navi, https://gbank.gsj.jp/geonavi/

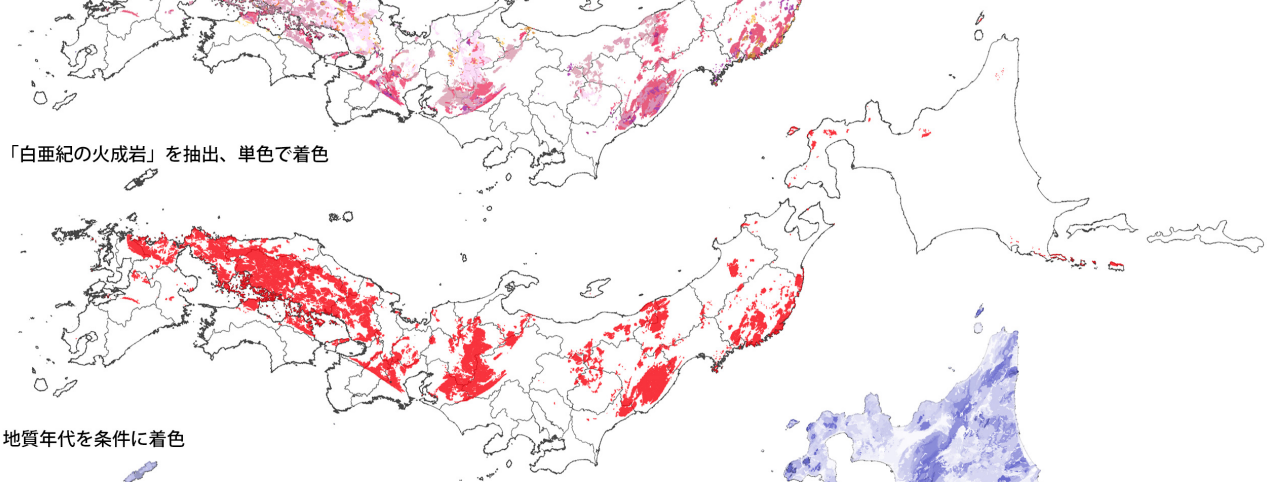
Keywords: Seamless Geological Map V2, Web Map, SVG

A) 「第四紀の堆積岩」を単色で着色

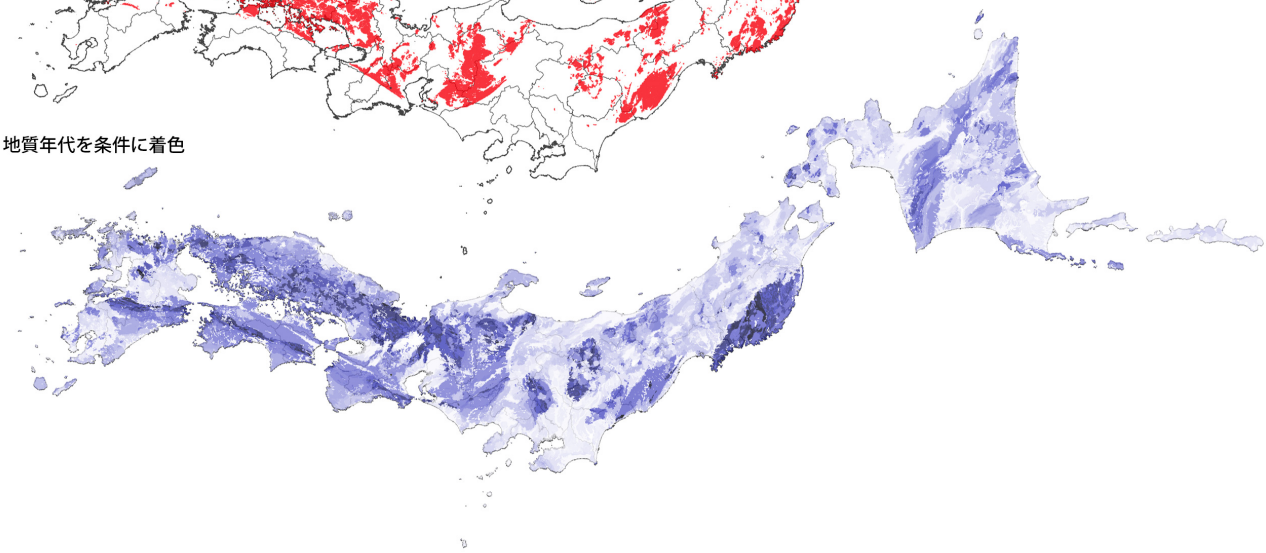
B) 「白亜紀の火成岩」を抽出



C) 「白亜紀の火成岩」を抽出、単色で着色



D) 地質年代を条件に着色



Poster | R21 [Regular Session]Quaternary geology

[3poster69-76] R21 [Regular Session]Quaternary geology

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R21-P-1] Investigation of the Paleo-Lake Kutchan : Stratigraphy of the late Pleistocene Makkaribetsu Formation in the Kutchan, Hokkaido, Japan

*Tsumoru Sagayama[1,2], Fusa Hoshino[1,3], Yukio Izima, Reisuke Kondo[4], Tatsuo Sekine[1], Takashi Inoue, Ryo Odagiri[5], Yosuke Miyairi[4], Yusuke Yokoyama[4] （1. Hokkaido Research Center of Geology, 2. Earth Science Co. Ltd., 3. Hokkaido University Museum, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 5. Kutchan Museum of Natural History）

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-2] Subsurface geology along the active fault found west of the Lake Nojiri-ko, northern part of Nagano Prefecture

*Yoshihiro TAKESHITA[1], Megumi SEKI[2], Yoichi KONDO[2], Kuniaki HANAOKA, Tadashi MIYASHITA, Chizuko NAKAGAWA[3], Daisuke HIROUCHI[1], Geological Research Group for Nojiri-ko Excavation （1. Shinshu University, 2. Nojiriko Naumann Elephant Museum, 3. Togakushi Junior High School）

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-3] (entry) Paleoenvironmental reconstruction of the Kioroshi Formation, Shimousa Group in the Inzai Districts, Chiba prefecture

*Toshihide Kobuchi[1], Katsura Yamada[1] （1. Shinshu University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-4] Paleoenvironments of the Koshiba Formation, Kazusa Group in the northern part of MiuraPeninsula based on the fossil ostracod assemblages

*Mayuko Kato[1], Katsura Yamada[1], Atsushi Nozaki[2], Masayuki Utsunomiya[3], Ryuichi Majima[4] （1. Shinshu University, 2. Hiratsuka City Museum, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. The Open University of Japan）

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-5] (entry) Paleoenvironments by using ostracod assemblages during the past 3000 years in southwestern Taiwan

*SHUANGNING TANG[1], Ryuji KENMOTSU[1], Katsura YAMADA[1], Andrew Tien-Shun Lin[2] （1. Shinshu Univ., 2. National Central Univ.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-6] (entry) Paleoenvironmental change in Paleo-Tokyo Bay during MIS 5e inferred from fossil foraminiferal and ostracode assemblages of the Pleistocene Kioroshi Formation, Shimosa Group, northern Chiba Prefecture, central Japan

*Mai HARASHIMA[1], Tsutomu NAKAZAWA[2], Hirokazu OZAWA[3], Minoru KANEKO, Hiroyuki ISHIKAWA, Masahiro NOMURA[4], Sachiko AGEMATSU[1] （1. University of Tsukuba, 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Nihon University, 4. Surugadai University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-7] (entry) Stratigraphic correlation of Quaternary marine deposits beneath the Tokushima Plain inferred from electric conductivity and fossil pollen analyses of the Bando observation well core, western Japan

*Yoshiki SATO[1], Misao HONGO[2], Kiyohide MIZUNO[1], Rei NAKASHIMA[1] （1. GSJ, AIST, 2. Alps Technical Research Co.）

4:00 PM - 6:30 PM

[R21-P-8] (entry) Sedimentary processes of diatom valves estimated from the fragmentation rate and coexistence rate of both valves in Lake Kitaura, Ibaraki Prefecture, Japan.

*Kento Kumisaka[1,2], Yusuke Okazaki[1], Naofumi Yamaguchi[3] （1. Kyushu University, 2. National Research Institute of Police Science, 3. Ibaraki University）

4:00 PM - 6:30 PM

Investigation of the Paleo-Lake Kutchan : Stratigraphy of the late Pleistocene Makkaribetsu Formation in the Kutchan, Hokkaido, Japan

*Tsumoru Sagayama[1,2], Fusa Hoshino[1,3], Yukio Izima, Reisuke Kondo[4], Tatsuo Sekine[1], Takashi Inoue, Ryo Odagiri[5], Yosuke Miyairi[4], Yusuke Yokoyama[4]

1. Hokkaido Research Center of Geology, 2. Earth Science Co. Ltd., 3. Hokkaido University Museum, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 5. Kutchan Museum of Natural History

はじめに　蝦夷富士とも称される羊蹄山（標高1,898 m）の周辺では，古くから淡水生珪藻土の分布が報告されている（河島・素木，1941など）．既存報告から，更新世の時代の異なる2つの湖が存在した可能性があり，新しい湖（古倶知安湖）は上部更新統の真狩別層堆積時である．形成時代などを検証するために，放射性炭素年代（以下，^{14}C年代）測定と火山灰，花粉および珪藻の分析を行った．

地質露頭と試料　調査した地質露頭はG-1，G-2，G-3およびG-4である．G-1は嵯峨山ほか（2020）で報告された倶知安町市街の約3 km南の露頭で，^{14}C年代測定用の試料KC-1（木片）はスコリア（層厚40 cm）直上の泥炭から採取した．G-2は尻別川左岸に位置し，全体の厚さは約4.5 mで，下位より砂礫，泥炭および粘土がほぼ一連に堆積し，それらを不整合で氾濫原堆積物の砂礫が覆う．^{14}C年代測定の試料KC-2（木片）は上記泥炭から採取した．粘土から花粉分析用試料のP20-1，P20-2およびP20-3を，珪藻分析の試料D19-1とD19-2をそれぞれ採取した．G-3はポンクトサン川左岸に位置する露頭で，標高は約210 mである．下位より厚さ約1.5 mの凝灰質粘土，スコリア薄層を挟在する厚さ1.85 mの泥炭，厚さ約3 mの軽石質砂・細砂互層が累重する．粘土から珪藻分析用試料D20-1を，泥炭のほぼ中央部から^{14}C年代測定の試料KC-3（木片）と花粉分析用試料のP20-5をそれぞれ採取した．G-4は羊蹄山北麓に位置し，露頭G-1の1.2 km東方の土取場で，作業広場面の標高は199 mである．火山灰と軽石からなり，斜層理を呈する堆積物で，層厚は約15 mである．火山灰分析用試料は作業広場面より約1 m上で採取した．

測定・分析の結果と考察　^{14}C年代測定値（1 σ range）は露頭G-1のKC-1（採取標高178.3 m）で45,750-45,000 cal BP（42,042±385 yr BP），露頭G-2のKC-2（採取標高169 m）で48,050-46,750 cal BP（44,175±472 yr BP），露頭G-3のKC-3（採取標高208.9 m）で44,500-43,750 cal BP（40,578±336 yr BP）が得られた．火山灰分析では露頭G-4の試料は火山ガラスがほぼ80 %を占め，起原は支笏軽石流堆積物（Spfl；支笏火砕流）の可能性が高い．花粉分析では下位よりA帯は*Picea*が74 %，*Abies*が24 %で，B帯は*Picea*が84～85 %で，*Alnus*と*Betula*を伴う．C帯は*Picea*が29～48 %で，CYPERACEAEが8～35%の出現となり，D帯では*Picea*が48～86 %，E帯では*Picea*が57%で，*Pinus*（*Hap.*），*Larix*，*Quercus*を伴いCYPERACEAEが14 %出現する．^{14}C年代値から得られた約3,280年間は冷涼な環境が続いたと推定される．珪藻分析では，露頭G-2の粘土からは湖沼沼沢湿地指標種群の浮遊性淡水生種*Aulacoseira ambigua* (Grun.) Simonsenが多産する．堆積環境は*Cyclotella comta* (Ehr.) Kützが多く産したG-1の縞状堆積物と同様に流れの静かな湖沼と考えられ，G-2からG-1にかけてはほぼ一連の堆積環境であったと推定される．一方，露頭G-3の粘土からは浮遊性は少なく，ほとんどが付着性淡水生種で，流れのある堆積環境が想像される． 上澤・中川（2009）は羊蹄山西麓に分布する羊蹄岩屑なだれ堆積物は支笏火砕流（約4.1万年前）の後に形成されたと述べている．更に上澤ほか（2016）は，約5万年前に始まった羊蹄山の火山活動では2回の山体崩壊が発生し，古い方は約3.8万年前としている．今回の検討では，最も古い^{14}C年代値は露頭G-2の湖沼性堆積物直下の泥炭が約47,400 cal BPで，古倶知安湖の形成開始はこれ以前の時代と推定される．このため，羊蹄山の崩壊（約3.8万年前）は古倶知安湖出現の原因とは考えられず，他の地質現象を考える必要がある．なお，中川・星住（2010）では，「岩屑なだれ堆積物を支笏火砕流が覆う」としているが，上澤・中川（2009）に従えば正しくは「岩屑なだれ堆積物が支笏火砕流を覆う」である．

文献　河島千尋・素木洋一（1941）大日本窯業協會雑誌，**49**，209-222．中川光弘・星住リベカ（2010）日本地方地質誌1「北海道地方」，朝倉書店，302-303．嵯峨山 積ほか（2020）総合地質，**4**，1-7．上澤真平・中川光弘（2009）日本火山学会講演要旨集，42．上澤真平ほか（2016）日本地質学会第123年学術大会講演要旨，65．

Keywords: Paleo-Lake Kutchan , Late Pleistocene, Makkaribetsu Formation, Stratigraphy

Subsurface geology along the active fault found west of the Lake Nojiri-ko, northern part of Nagano Prefecture

*Yoshihiro TAKESHITA[1], Megumi SEKI[2], Yoichi KONDO[2], Kuniaki HANAOKA, Tadashi MIYASHITA, Chizuko NAKAGAWA[3], Daisuke HIROUCHI[1], Geological Research Group for Nojiri-ko Excavation

1. Shinshu University, 2. Nojiriko Naumann Elephant Museum, 3. Togakushi Junior High School

長野県信濃町にある野尻湖西方において，西側隆起西傾斜の活断層露頭と変動地形が発見された（竹下ほか，2020；廣内・竹下，2020）．この露頭では約68～43kaに噴出堆積した黒姫・妙高火山起源のテフラ層が明瞭に断ち切られている．池尻川岩屑なだれ堆積物で構成される断層隆起側の丘陵を池尻川が先行谷化して流れており，明瞭な変動地形が認められる．

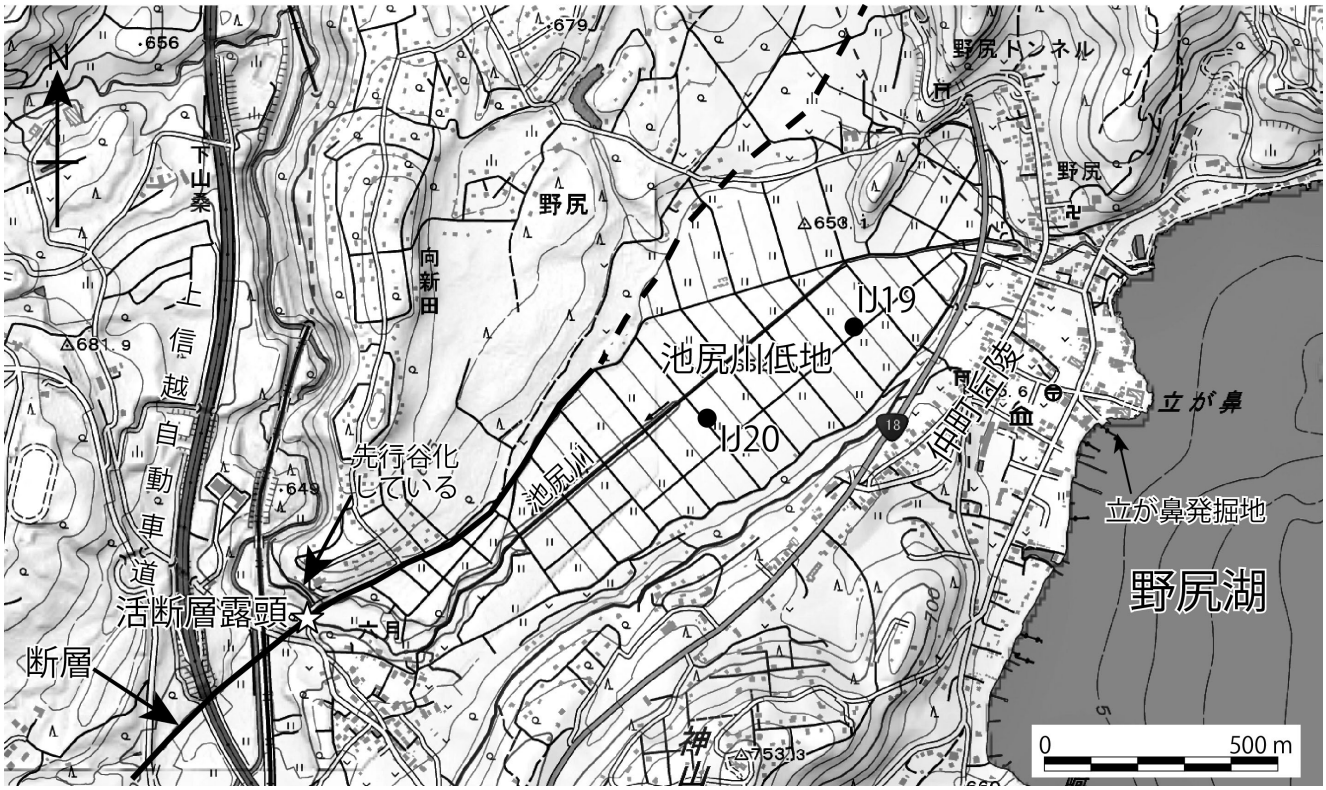
本研究では断層下盤側の池尻川低地において2地点のボーリング掘削調査を実施し，２本のコア（IJ19・IJ20）を採取した．その結果，池尻川低地には池尻川岩屑なだれ堆積物の上位にテフラ層を挟む水成層が最大で約14m堆積していること，さらに池尻川低地における堆積環境の急激な変化が4回あったことが明らかになった．本報告では池尻川低地の堆積環境を変化させた要因について議論する．

採取した2本のコアを半割し，柱状図を作成した．IJ19は層相に基づき5層準に区分できる．1）地表から深度1.16mは主に泥炭層からなる．2）深度1.16-1.76mは主に灰褐色シルト層からなる．3）深度1.76～5.58mは主に泥炭層からなる．4）深度5.56-8.97mは主に砂礫層からなる．5）深度8.97-20.00mは安山岩礫を含む凝灰角礫層からなる．IJ20も層相に基づき 5層準に区分できる．1）地表から深度2.22mは主に泥炭層からなる．2）深度2.22-4.84mは主に明灰褐色シルト層からなり，基底部は粗い砂層からなる．3）深度4.87-8.00mは主に泥炭層からなり，ガラス質火山灰層と火山灰の薄層を数枚の挟み，基底部にはスコリア質火山礫が多く混じる．4）8.00-13.81mは主に砂礫層からなり，テフラ層やその再堆積物が挟まれる．5）深度13.81-18.00mは安山岩礫を含む凝灰角礫層からなる．
両コア中に挟まれるテフラ層について，野尻湖地質グループ（1984）で記載された野尻湖周辺のテフラ層（［　］で囲んだ名称）との対比を試みた．その結果，IJ19の深度1.98-2.03mのガラス質火山灰層は［ヌカⅠ］に，深度5.31-5.41mと5.42-5.53mの黒色スコリア層は［赤スコ］と［青ヒゲ］に，深度8.49-8.64mの灰色粗粒火山灰層と深度8.68-8.88mの赤褐色粗粒火山灰は，［灰ザラ］と［レンガ］にそれぞれ対比される．IJ20の深度5.68-5.63mのガラス質火山灰層は［ヌカⅠ］に，スコリア質火山礫が多く混じる層準（深度7.62-8.00m）は［赤スコ］と［青ヒゲ］に，深度8.25～8.08mの暗灰色スコリア質粗粒火山灰層は［ドライカレー］に，深度8.41～8.25mの紫灰色火山灰層は［粉アズキ］に，深度8.76～8.53mの黄灰色火山礫層は［ブレッチャーゾーン］に，深度9.73～9.15の灰色火山灰層と暗灰色スコリア層の互層は［三点セット］に，深度9.87～9.84mの黄白色軽石質火山灰層は［黄ゴマ］に，深度10.20～10.14ｍの黒色スコリア層は［ノミ］にそれぞれ対比される．また，IJ19とIJ20の凝灰角礫層は，池尻川岩屑なだれ堆積物に対比される．以上の対比からIJ19とIJ20の層相境界は同層準であり，堆積環境の変化が4回あったことを示している．

もっとも明瞭な層相境界は，IJ19の深度5.58mとIJ20の深度8.00mにある砂礫主体の地層と泥炭層の境界である．この境界は長橋・石山（2009）により約4.4万年前と推定された［青ヒゲ］の直下に位置する．砂礫が堆積する流水環境から泥炭の堆積する湿地の環境に変化する要因としては，岩屑なだれ，土石流，溶岩，火砕流，地すべりなどの堆積物による塞き止めや断層活動による下流部の隆起が考えられる．早津（2008）によると池尻川低地周辺には池尻川ラハール堆積物と駒爪岩屑なだれ堆積物が分布するが，池尻川ラハール堆積物は約6.1万年前の［三点セット］に対比される黒姫-大平スコリアの噴出にともなう堆積物，駒爪岩屑なだれ堆積物は完新世の堆積物であるため，［青ヒゲ］直下の層相境界と年代が異なる．また，池尻川流域には顕著な地すべり地形も認められない．このため池尻川低地において［青ヒゲ］直下で起きた堆積環境の変化は，堆積物や地すべりによる塞き止めではなく，断層による隆起が主な要因であると考えられる．

引用文献：早津（2008）妙高火山群，実業公報社，424p．廣内・竹下（2020）日本活断層学会2020年度秋季学術大会講演予稿集，24-25．長橋・石山（2009）野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告，17，1-57．野尻湖地質グループ（1984）地団研専報，27，23-44．竹下ほか（2020）日本活断層学会2020年度秋季学術大会講演予稿集，22-23．

Keywords: Active fault, Lake Nojiri-ko, Subsurface geology, Tephra, Depositional environment



(entry) Paleoenvironmental reconstruction of the Kioroshi Formation, Shimousa Group in the Inzai Districts, Chiba prefecture

*Toshihide Kobuchi[1], Katsura Yamada[1]

1. Shinshu University

〔はじめに〕千葉県北部には古東京湾（岡崎・増田，1992）と呼ばれる内湾で堆積した更新統下総層群が広く分布している．本層群の各層は海洋酸素同位体ステージ（MIS）に対比されており，木下層はMIS 5.5前後に相当すると考えられている（中里・佐藤，2001）．MIS 5.5は現在よりも温暖であった直近の期間である事から，様々な手法を用いて古環境推定がなされてきた（岡崎・増田，1992など）．しかし，具体的な水深や地域的な古環境変遷は不明な点が多い．そこで本研究では堆積相と貝形虫化石群集に基づき，木下層堆積時の古東京湾の古環境変遷を明らかにする事を目的とする．

〔地質概説および堆積相〕本研究地域は千葉県印西市南部である．ここには下位より，清川層，木下層，常総粘土，新期関東ローム層が分布する．清川層は調査地域東部にわずかに見られ，他の地層は全域に分布する．また，木下層は泥主体の木下層下部と砂主体の木下層上部に細分される．清川層と木下層は最大層厚約2 mの化石密集層が各1枚含まれる。 岩相の特徴に基づいて清川層と木下層を区分し，堆積相Ⅰ～Ⅴの計5つ が認識された．内湾性の貝化石が散在する泥主体の堆積相Ⅰは潟湖の湾央相，泥優勢の砂泥互層主体の堆積相Ⅱは三角州前置面下部相，大量の貝化石を含む化石密集層から構成される堆積相Ⅲは三角州前置面上部相，分級の良い中粒砂主体の堆積相Ⅳはデルタ頂置面相，無構造の泥からなる堆積相Ⅴは塩水湿地相とした．堆積相Ⅴは調査地域西部のみに見られる．清川層は下位より堆積相Ⅱ～Ⅳ，木下層は下位より堆積相Ⅰ～Ⅴに区分され，側方の変化より，三角州が東側（太平洋側）から西側（陸側）に前進する様子が確認された．

〔貝形虫化石群集〕調査地域内の10地点から合計48試料を採取し，31試料から38属91種の貝形虫化石が産出した．この中で，50個体以上産出した17試料を用いて，Q-modeクラスター解析を実施した．その結果，化石相 A，Bが認識され，さらに，亜化石相A-1, A-2とB-1, B-2の4相に細分された．*Spinileberis furuyaensis*等の汽水種から構成されるA-1は水深2 m程度の汽水環境， *Spinileberis quadriaculeata*が多産するA-2は汽水域の水深2～7 m程度の潟湖，*Pontocythere subjaponica*などの河口～沿岸砂底種が卓越するB-1はB-2と比較して藻場が少ない湾沿岸砂底，*Sinoleberis tosaensis*等の沿岸種が優勢であるB-2は藻場が周囲に存在する外洋に近い浅海域であると推定された．亜化石相B-1は清川層に，亜化石相A-1とA-2は木下層下部, 亜化石相B-2は木下層上部に見られた．

〔考察〕MIS7.3（温暖期）に堆積した清川層は産出貝形虫より，後述する木下層に比べ，周辺に藻場と岩礁地帯が少ない浅海砂底と推定される．貝化石が*Mizuhopecten tokyoensis*など木下層から産出する貝化石と比較して寒流系の種が多い点から，木下層堆積時よりも寒冷な気候であったと考えられる．その後， MIS6の海面低下に伴って清川層は陸化し，谷地形が形成され，MIS7からMIS6の海退期の堆積物がこの陸化の時に削剥された可能性が考えられる．MIS5では再び海が東部地域で形成されていた谷地形を埋めるように侵入し，谷埋め分布を示す木下層下部が堆積した．本層下部は堆積相Ⅰとなり，産出貝形虫から堆積環境は下位より汽水域の卓越する水深2 m 程度から水深2～7 m程度と上方へ古水深の増加があったと推定できる．木下層上部は清川層堆積時と同様に三角州が前進する様子が見られる．産出した貝形虫化石から潮流の影響を受ける藻場と岩礁地帯が近傍に存在する湾央砂底と推定された． 以上より，印西地域の木下層は潟湖から三角州と変化する点は岡崎・増田（1992）と一致する．これまで千葉県内の木下層下部の古水深は不明であったが，本研究によって初めて明らかとなった．

〔引用文献〕中里裕臣・佐藤弘幸（2001）第四紀研究，40，251–257．岡崎浩子・増田富士雄（1992）地質学雑誌，98，235–258.

Keywords: Shimousa Group, ostracod, Chiba prefecture, Kioroshi Formation, Quaternary

Paleoenvironments of the Koshiba Formation, Kazusa Group in the northern part of MiuraPeninsula based on the fossil ostracod assemblages

*Mayuko Kato[1], Katsura Yamada[1], Atsushi Nozaki[2], Masayuki Utsunomiya[3], Ryuichi Majima[4]

1. Shinshu University, 2. Hiratsuka City Museum, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. The Open University of Japan

はじめに

房総半島や三浦半島，多摩丘陵などには，後期鮮新世から中期更新世（2.65 Ma～0.45 Ma）の前弧海盆堆積物である上総層群が分布する．上総層群は堆積速度が非常に大きく，古環境の変化を高い時間分解能で検討することが可能である．房総半島に分布する上総層群はこれまで多数の研究がある一方で，三浦半島に分布する上総層群は分布範囲も狭く露出も限られることから研究は限られていた．しかし，近年の研究では，三浦半島に分布する上総層群の堆積年代が従来より最大で50万年程度古くなること（藤岡ほか，2003）や，浮遊性有孔虫殻の酸素同位体を用いた分析により同位体比ステージ64～49に形成された地層が存在することが示された（Nozaki et al., 2014; 楠ほか, 2014）．しかしながら，同地域の古環境変遷は氷期・間氷期スケールでは復元されていない．そこで，本研究では三浦半島南部に分布する大船層と小柴層について，貝形虫化石群集を用いて，氷期・間氷期スケールでの古環境変化を明らかにすることを目的とした．

調査地域および手法

本研究地域は神奈川県横浜市南部に位置する「瀬上市民の森」自然公園である．当地域には，上総層群の下部から中部に相当する野島層，大船層，小柴層が東西に広がって分布する．当地域で掘削され酸素同位体比層序の確立に用いられたコアJ（Nozaki et al., 2014）より29試料，当地域の露頭から12試料の計41試料を用いた．ルートから得た試料は硫酸ナトリウム法およびナフサ法を用いて処理し，200個体を目安に貝形虫化石を拾い出した．

結果および考察

26試料から少なくとも34属67種の貝形虫化石が確認され，このうち15試料から30個体以上の貝形虫化石が産出した．優占種は，主に暖流影響下の沿岸砂底に普遍的に見られる（山田ほか，2001；Irizuki，2004など）*Schizocythere kishinouyei*や，現在の北海道西方沖およびオホーツク海沿岸などの底質堆積物から産出する好冷種の（小沢，2006）*Laperousecythere robusta*などである．30個体以上産出した15試料を用いてクラスター解析を行った結果，類似度およそ0.78の水準で3つの化石相に分けられた．化石相Aは*L. robusta*が41%を占め，次いで*S. kishinouyei*が産出し，寒冷な下部浅海帯を示唆した．化石相Bは*S. kishinouyei*が46%，*Neonesidea oligodentata*が12%，*Cytheropteron miurense*が9%を占め，温暖な上部浅海帯を示した．化石相Cは*S. kishinouyei*が37%，*Baffinicythere*属が12%，*N. oligodentata*が9%を占めることから，寒冷な上部浅海帯を示すと考えられた．MIS 57～49の当地域の堆積環境は全体を通して上部浅海帯であり，少なくとも3回の古水温変動が確認された．浮遊性有孔虫化石の酸素同位体曲線によるMIS と比較すると，間氷期のピークでは温暖な環境が見られた．一方，氷期については，MIS54と52は寒冷，MIS50は温暖な環境が上部浅海帯に卓越していたことが推察された．

引用文献

藤岡導明・亀尾浩司・小林信宏，2003，地質学雑誌，109，166–178.
Irizuki, T., 2004. Geoscience Reports of Shimane University, 23, 65–77.
楠　稚枝・野崎　篤・岡田　誠・和田秀樹・間嶋隆一, 2014, 地質学雑誌, 109, 53-70.
Nozaki, A., Majima, R., Kameo, K., Sazai, S., Kouda, A., . . .Kitazato, H., 2014, Isl. Arc, 23, 157–179.
小沢広和，2006，タクサ， 20，26–40.
山田桂・入月俊明・中嶋祥江，2001，地質学雑誌，107，1–13.

Keywords: Ostracoda, Early Pleistocene, Miura Peninsula

(entry) Paleoenvironments by using ostracod assemblages during the past 3000 years in southwestern Taiwan

*SHUANGNING TANG[1], Ryuji KENMOTSU[1], Katsura YAMADA[1], Andrew Tien-Shun Lin[2]

1. Shinshu Univ., 2. National Central Univ.

Ⅰ．はじめに：
完新世の気候は比較的安定で穏やかであると考えられてきたが，近年では4.2 kaイベントや小氷期などの数百年から数千年スケールでの急激な気候変動(RCC : Rapid Climate Change)が起きていたことが知られつつある（平林・横山，2020）．台湾ではRCCを念頭においた研究が少なく，また貝形虫を用いた詳細な古環境復元がほとんど行われていない．台湾南部における完新世の古環境については，花粉記録を用いたバイオーム復元(Lee and Liew, 2010)がなされているが，過去2000年間のデータがまだ不十分である．そこで，本研究は台湾南部大鵬湾のボーリングコアを使い，貝形虫の群集変化から過去3000年間の台湾南部の古環境の復元を目的とした．
Ⅱ．研究地域の位置と試料：
大鵬湾は台湾南西部・屏東県に位置し，湾の東を流れる林辺川と西を流れる東港川の堆積物によって発達した砂州を持ち，台湾海峡と接続する閉鎖型ラグーンである．使用したコアは湾北部のDPW02とDPW05である．コアDPW02はコア長15 mで，下位からシルト，細粒砂，細粒砂と泥の互層，シルト，細粒砂と粘土から構成され，生物砕屑と炭質物を多く含む．炭質物の14C年代測定により，コア深度7.05 mで 535 cal. yr BP，コア深度14.70 mで 2,230 cal. yr BP の年代が得られた．コアDPW05はコア長約10 mで，下位から細粒砂，シルト，細粒砂とシルトから構成される．炭質物が多く見られ，14C年代測定により，コア深度9.36～9.40 m で 1,040 cal. yr BP，コア深度12.33 mで 1,875 cal. yr BPの年代が得られた．
Ⅲ．結果と考察：
DPW02から22試料，DPW05から23試料を使用して貝形虫群集解析を行った．DPW02の９試料とDPW05の19試料から12属17種の貝形虫が産出した．主に卓越する種は*Bicornucythere bisanensis*, *Hemicytheridea reticulata*, *Loxoconcha malayensis*, *Loxoconcha zhejiangensis*, *Sinocytheridea impressa*と*Paracypria inujimensis*である．*B. bisanensis*は中国と日本の沿岸地域の水深10 m前後の汽水環境(Hong et al., 2019)や内湾泥底（池谷・塩崎，1993）に生息している．*H. reticulata*はインド太平洋地域～東シナ海の非常に浅い海域で生息している(Hong et al., 2019)．*S. impressa*は本研究で最も多く産出した種である．この種は現在，インド沿岸～東シナ海の水深20 m以浅の低塩分で栄養豊富の環境に生息している(Hong et al., 2019)．*L. malayensis*はインド太平洋で知られる典型的な熱帯種である(Hong et al., 2019)．*L. zhejiangensis*と*P. inujimensis*は潮間帯種である(Hong et al., 2019 ; Smith and Kamiya, 2003)．DPW02ではコア深度730～731㎝で*H. reticulata*，コア深度1,281～1,282㎝で*S. impressa*が多産した．DPW05では，コア深度1,000～1,090㎝（約1,300～1,100年前）で，*B. bisanensis*, *S. impressa*, *L. malayensis*と*L. zhejiangensis*が多産し，温暖な内湾環境であったと考えられる．また，コア深度590～591㎝（約500年前）では*P. inujimensis*が多産し，水草が繋茂する浅いラグーン環境であったと考えられる．このことから，大鵬湾は過去3000年間で温暖の内湾環境から浅いラグーン環境に変化したと考えられる．
引用文献：
平林頌子，横山祐典，2020．第四紀研究，59, 129-157.
池谷仙之，塩崎正道，1993．地質学論集，39，15-32.
Lee, C.Y., Liew, P.M., 2010. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 287, 58-66.
Hong, Y., Yasuhara, M., Iwatani, H., Mamo, B., 2019. Biogeosciences, 16, 585-604.
Smith, R. J. and Kamiya, T., 2003. Species Diversity, 8, 79-91.

Keywords: Quaternary, ostracod, Taiwan, alluvium, core research

(entry) Paleoenvironmental change in Paleo-Tokyo Bay during MIS 5e inferred from fossil foraminiferal and ostracode assemblages of the Pleistocene Kioroshi Formation, Shimosa Group, northern Chiba Prefecture, central Japan

*Mai HARASHIMA[1], Tsutomu NAKAZAWA[2], Hirokazu OZAWA[3], Minoru KANEKO, Hiroyuki ISHIKAWA, Masahiro NOMURA[4], Sachiko AGEMATSU[1]

1. University of Tsukuba, 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Nihon University, 4. Surugadai University

更新統下総層群木下層は最終間氷期（MIS5e）の浅海性堆積物からなり，谷埋め状に分布する泥層主体の下部と広範囲に分布する砂層主体の上部に分けられる（中澤・遠藤，2002；中澤・田辺，2011）．下部は開析谷システム，上部はバリアー島システムで形成されたことが明らかにされている（岡崎・増田，1992；中澤ほか，2006）．Nakazawa et al.（2017）は下総台地の木下層の堆積環境について明らかにするとともに，花粉化石からMIS5eを3期に分けた堆積年代を示した．そこで本研究では，木下層の古環境変遷をより詳細に推定するため，有孔虫化石および貝形虫化石を用いた古環境推定を行った．
使用した試料はNakazawa et al.（2017）で使用されたボーリングコア試料のうち，千葉県成田市松崎で掘削されたGS-NT-1（以下，成田コア）と，千葉県流山市西初石で掘削されたGS-NY-1（以下，流山コア）の2つのコアである．これらのコアは同一の開析谷内で掘削され，成田コアは外洋側，流山コアは河口側に位置している（Nakazawa et al., 2017）．成田コアについては41試料を処理し，このうち有孔虫化石は37試料から，貝形虫化石は34試料から産出した．底生有孔虫は60属108種，浮遊性有孔虫は8属35種，貝形虫化石は33属81種の産出が認められた．流山コアは40試料を処理し，このうち有孔虫化石は22試料，貝形虫化石は19試料から産出した．底生有孔虫化石は31属54種，浮遊性有孔虫は5属9種，貝形虫化石は38属77種の産出が認められた．有孔虫・貝形虫化石の産出状況から，成田コアおよび流山コアのそれぞれについて化石帯を区分し，古環境推定を行った．
成田コアは下位から上位に向かって，有孔虫化石群集はNTFo-I帯～NTFo-VII帯，貝形虫化石群集はNTOs-I帯～NTOs-V帯に分けられる．有孔虫，貝形虫ともに木下層の下部では内湾環境を示し，湾奥部の環境から上位に徐々に水深が増加し湾央部に近くなるが，その後，一旦浅海化した．そして再び上位に向かって水深が増加したことが推定される．木下層上部では沿岸部の環境が推定され，有孔虫化石と貝形虫化石から推定される古環境変遷はおよそ一致する．堆積相と比較すると，下部で浅海化した層準はNakazawa et al.（2017）の砂州相にあたり，砂州の後退による埋め立てが影響している可能性が考えられる．
流山コアは下位から上位に向かって，有孔虫化石群集はNYFo-I帯～NYFo-V帯，貝形虫化石群集はNYOs-I帯～NYOs-IV帯に分けられる．木下層の下部では単調に湾が大きくなり，上部になると内湾環境から沿岸部の環境へ変化したことが有孔虫化石と貝形虫化石の両者から推定される．Nakazawa et al.（2017）の堆積相と比較すると，化石群集より内湾から沿岸部へ環境が変化したことが推定される時期は，堆積相では開析谷システムの中央盆相からバリアー島システムの上げ潮デルタ相へ変化する時期と一致する．また，化石群集の解析により，中央盆相内をさらに3つに区分することができた．
全体的に有孔虫化石と貝形虫化石で推定される古環境，特に古水深はおおよそ一致し，堆積相とも矛盾のない結果となった．しかしながら，寒流の影響を示唆する有孔虫化石*Buccella frigida*と，暖流の影響を強く受ける亜熱帯種の貝形虫化石*Neomonoceratina delicata*の両者が多産する層準があり，古水温に矛盾が生じた．これは，木下層堆積時の千葉県沖が寒流と暖流が混じる環境であったため，寒暖の混じる群集になった可能性が考えられる．
成田コアと流山コアを比較すると，亜熱帯種の貝形虫*N. delicata*が多産する層準が両者に認められ，成田コアのNTOs-IV帯と流山コアのNYOs-II帯が比較できる．Nakazawa et al.（2017）によれば，この層準は花粉化石群集からMIS5e前期と中期の境界付近に相当する．花粉化石群集からもこの時期は温暖な環境であることが推定されており，本研究の結果は花粉化石から得られる古環境とも矛盾しない．

文献

中澤ほか（2006）地質雑，112，349–368.
中澤・遠藤（2002）大宮地域の地質．5万分の1地質図幅.
中澤・田辺（2011）野田地域の地質．5万分の1地質図幅.
Nakazawa et al.（2017）Quat. Int., 456, 85–101.
岡崎・増田（1992）地質雑，98，235–258.

Keywords: foraminifers, ostracodes, Kioroshi Formation, MIS 5e, Paleo-Tokyo Bay

(entry) Stratigraphic correlation of Quaternary marine deposits beneath the Tokushima Plain inferred from electric conductivity and fossil pollen analyses of the Bando observation well core, western Japan

*Yoshiki SATO[1], Misao HONGO[2], Kiyohide MIZUNO[1], Rei NAKASHIMA[1]

1. GSJ, AIST, 2. Alps Technical Research Co.

はじめに

徳島平野は最大幅約10 km，奥行き約75 kmの大きさを有する海岸平野である．大局的にみて，同平野は，北縁の中央構造線断層帯の活動で生じた堆積盆を，吉野川などの供給した土砂が埋積して形成されたと捉えられる．同平野の第四系地下地質は上位から順に徳島層と北島層の2層に大別され，それぞれ沖積層と，それ以前の更新統に対比されている（Kawamura, 2006; 川村・西山, 2019）．このうち，北島層は貝化石の有無から複数の海成層が含まれる可能性が指摘されているものの，これまで詳しい堆積年代や堆積環境は明らかにされていない．そこで，本研究では，徳島平野で掘削された長尺のボーリング・コア試料を用いて，堆積物懸濁液の電気伝導度（EC）測定と，花粉化石組成とに基づき，北島層中に含まれる海成層の認定と，それぞれの堆積時期について考察した．

試料と方法

本研究では板東観測井コアを対象とした．このコアは地質調査所によって1995年に掘削された掘削深度502 mの試料である．掘削当時に層相記載，花粉分析（計14点）および古地磁気測定（計14点）が実施されており，その結果からコア試料中に複数の氷期・間氷期サイクルが保存されている可能性と，深度339～440 mにBrunhes-Matsuyama境界が位置する可能性が指摘されている（松本・荒井, 2021）．本研究では，掘削深度90 m以深の地層から採取した計64点のEC測定と，計8点の追加の花粉化石分析を実施した．

結果と考察

EC測定の結果，海成層（0.6 mS/cm以上の測定値が連続的に得られた層準）が計5層準（M1: 深度93.4～102.45 m，M2: 228.08～237.00 m，M3: 258.83～263.98 m，M4: 288.06～288.60 m，M5: 305.50 m）で見いだされた．また，これよりもさらに下位には，連続性が悪いものの0.6 mS/cm以上の測定値を示す層準が計4層準（深度326.48 m，339.43 m，368.98 m，437.92 m）で見いだされた．

次に，既存・新規の花粉分析結果に基づき，大阪湾周辺の花粉化石層序（本郷, 2009など）との対比から，これらの海成層の堆積年代を検討した．まず，M1層準は，サルスベリ属*Lagerstroemia*の花粉化石が最大で約15%と多産することから，海洋酸素同位体ステージ[MIS]5に堆積したと考えられる．また，M3層準ではコナラ属アカガシ亜属*Quercus* (Subgen. *Cyclobalanopsis*) が約76%と極めて高率で産出することから，MIS11に対比される．

仮にこれらの層序対比が正しいとすると，両層準に挟まれるM2層準はMIS7または9に対比される．M2層準では下部から上部に花粉化石組成が変化し，下部ではトウヒ属*Picea*やモミ属*Abies*など，上部ではマツ属*Pinus*，クマシデ属*Carpinus*/アサダ属*Ostrya*，ブナ属*Fagus*が多く産出する．また，スギ属*Cryptomeria*なども低率ながら随伴する．これらの組成の特徴は本郷（2009）のPinaceae －*Cryptomeria*超帯下部と類似し，M2層準がMIS9に対比される可能性を示唆する．他方，M4およびM5層準は，いずれもB-M境界よりも上位であることを考慮すると，MIS13，15，17のいずれかに対比されると考えられる．このうちM4層準は，*Q.* (Subgen. *Cyclobalanopsis*) がほとんど産出せず，*Picea*，*Cryptomeria*，ヒノキ科Cupressaceaeが多産する特徴から，MIS13に対比される可能性が高い．M5層準は花粉化石の産出数が少ないものの，メタセコイア属*Metasequoia*や*Q.* (Subgen. *Cyclobalanopsis*) を低率ながら伴うこと，*Cryptomeria*が多産すること，下位に比べてコナラ属コナラ亜属*Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*)が低率であることから，MIS15に対比される可

能性が示唆される．深度437.92 mは*Q.* (Subgen. *Lepidobalanus*) が優勢で逆帯磁することから，MIS19より古い可能性が高い．

引用文献

本郷美佐緒 (2009) 地質学雑誌 **115**, 64–79.
Kawamura, N. (2006) *Journal of Geosciences, Osaka City University* **49**, 103–117.
川村教一・西山賢一 (2019) 地質学雑誌 **125**, 87–105.
松本則夫・荒井　正 (2021) 地質調査総合センター研究資料集, no. 713, 地質調査総合センター.

Keywords: Median Tectonic Line Fault Zone, pollen biostratigraphy, electric conductivity analysis, Kitajima Formation, Yoshino River

(entry) Sedimentary processes of diatom valves estimated from the fragmentation rate and coexistence rate of both valves in Lake Kitaura, Ibaraki Prefecture, Japan.

*Kento Kumisaka[1,2], Yusuke Okazaki[1], Naofumi Yamaguchi[3]

1. Kyushu University, 2. National Research Institute of Police Science, 3. Ibaraki University

植物プランクトンの珪藻は，陸水から海洋までの幅広い水環境に汎世界的に分布している．種ごとに形態の異なる珪藻の生物源オパール殻は堆積物中に保存され，珪藻遺骸群集は過去の水環境を反映する．ただし，珪藻遺骸群集から古環境を復元する際には，珪藻殻の現地性・異地性を評価する必要がある．特に，陸水域や沿岸域の珪藻遺骸群集に異地性の個体が含まれることが知られているが，その運搬・堆積過程に関する知見は限られている．本研究では，陸水域における珪藻殻の運搬・堆積過程を理解するため，茨城県北浦の珪藻殻の現地性・異地性の評価を行った．珪藻殻の現地性・異地性の指標として，殻の破片化率（小杉，1986）と両殻共存率（Sawai, 2001）を用いた．破片化率は種の総殻数のうちの破片の割合で表し，両殻共存率は珪藻1個体が有する2個の殻（上半被殻と下半被殻）が共に産出する割合である．
北浦において2014年8月から9月に重力式採泥器により採取した計22地点の表層堆積物を使用した．各堆積物試料は，有機物分解後に，懸濁液をカバーガラス上に滴下し自然乾燥した後，マウントメディアで封入しプレパラートを作製した．プレパラートを光学顕微鏡（倍率1000倍）で観察し，種ないし属を同定した上で各試料につき300殻の珪藻殻を計数し，出現頻度，破片化率，両殻共存率を算出した．このとき，出現した珪藻を浮遊性，一時浮遊性，付着性の3グループに分けた．
顕微鏡観察の結果，流入河川である巴川，鉾田川，山田川および雁通川の河口周辺で付着性種が増加していた．北浦で出現頻度が高かった珪藻は，湖水中に群体を形成する*Aulacoseira*属を中心とした浮遊性種であった．*Aulacoseira*属の破片化率は流入河川の河口付近で増加したものの，全測点で20 %以下であった．種別では*A. granulate*の破片化率は，水深および湖岸からの距離に負の相関を示した．その理由として，湖岸から離れた水深の比較的深い場で生息した*A. granulata*の殻が湖岸の浅い場へ運搬されたことで破片化したと考えた．湖心付近において*Aulacoseira*属の破片化率が減少したことは，湖水の鉛直混合が破片化率を増加させないことを示唆している．
流入河川の河口周辺で付着性種の出現頻度が増加したことは，珪藻殻の運搬過程における河川の重要性を示している．そこで，上下殻で殻構造の異なる*Cocconeis placentula*および*Planothidium lanceolatum*に着目し，河川から流入する付着性珪藻殻の運搬過程を明らかにするために両殻共存率を調べた．その結果，両殻共存率は種によって異なる傾向を示した．すなわち，*C. placentula*の両殻共存率は，流入河川から離れるにしたがって増加し，さらに距離が離れると減少に転じた．一方で，*P. lanceolatum*の両殻共存率は流入河川の河口域で最も高かった．また，*C. placentula*の破片化率・両殻共存率と平均粒径，水深，湖岸からの距離との相関係数のうち，破片化率と湖岸からの距離の間に正の相関が示された．一方，*P. lanceolatumu*は破片化率・両殻共存率ともに平均粒径，水深，湖岸からの距離との相関を示さなかった．この違いは，両種の形態と付着の状態によって説明できる．*Cocconeis placentula*は下半被殻で基質に付着するため，下半被殻は基質付近に残存しやすく，上半被殻は流されやすい．このため，生息場から離れるにしたがい両殻共存率は低下した．一方，*P.* lanceolatumは細胞から分泌した粘着質の茎で基質に付着するため，被殻が容易に分離し選択的に下半被殻が残る傾向がなかった．また、*C. placentula*の両殻共存率が高い試料のスミアスライドの観察から，植物片に付着した被殻が多く見つかった．上記の結果から，植物片に付着した*C. placentula*が，河口付近の強い水流で流されて両殻共存率が低下したことが示唆された．この時，運搬距離の増加に伴い破片化が促進されたことが，破片化率と湖岸からの距離の正の相関が認められた理由であろう．*Planothidium lanceolatum*は巴川および鉾田川の河口で特に多産するため河口付近でのみ両殻共存率が高く，運搬距離の増加にしたがって被殻が容易に分離し，両殻共存率が低下した．また，巴川および鉾田川河口から離れると稀産となり，湖岸から距離等との相関が認められなかった．

参考文献
小杉．1986．*Diatom*，**2**，169-174．
Sawai, Y. 2001. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **173**, 125-141.

Keywords: Diatom, Lake Kitaura, Autochthonous, Allochthonous

Poster | R22 [Regular Session]History of the Earth

[3poster77-82] R22 [Regular Session]History of the Earth

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R22-P-1] Abrupt ice sheet thinning during Holocene in central Dronning Maud Land, East Antarctica

*Yusuke Suganuma[1,2], Heitaro Kaneda[3], Takushi Koyama[4], Takeshige Ishiwa[1], Jyun'ichi Okuno[1,2], Motohiro Hirabayashi[1], Moto Kawamata[1,5], Team MDML （1. National Institute of Polar Research, 2. The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), 3. Chuo University, 4. Oita University, 5. CERI）

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-2] (entry) Geochronology and geochemistry of the turbidites in the Flin Flon belt, Canada: Late Paleoproterozoic Earth's surface environmet

*Kento Motomura[1], Shoichi Kiyokawa[1], Kenji Horie[2], Takashi Sano[3], Mami Takehara[2] （1. Kyushu University, 2. National Institute of Polar Research, 3. National Museum of Nature and Science）

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-3] (entry) Formation of modern iron-ooidal sands in a shallow-marine hydrothermal environment at Nagahama Bay, Satsuma Iwo-Jima Island, Japan

*Awalina Aprilia Mitasari[1], Shoichi Kiyokawa[1] （1. Kyushu University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-4] Preliminary results of carbon isotopic compositions of individual graphite grains in the Early Archean sedimentary rocks from Labrador, Canada

*Motoko Igisu[1], Kentaro Tanaka[2], Naoto Takahata[2], Tsuyoshi Komiya[2], Yuji Sano[3], Ken Takai[1] （1. JAMSTEC, 2. University of Tokyo, 3. Kochi University）

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-5] (entry) Apperance of wet climate during the Eocene recorded in freshwater carbonate from Kyusyu

*Aki Sakuma[1], Akihiro Kano[1], Yoshihiro Kakizaki[1], Hirokazu Kato[1], Sota Niki[2], Takafumi Hirata[2] （1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Geochemical Research Center, The University of Tokyo）

4:00 PM - 6:30 PM

[R22-P-6] Oceanic phosphorus inventory and atmospheric O_2 levels during the Proterozoic and Phanerozoic eons constrained by a global redox budget model

*Kazumi OZAKI[1] （1. Toho University）

4:00 PM - 6:30 PM

Abrupt ice sheet thinning during Holocene in central Dronning Maud Land, East Antarctica

*Yusuke Suganuma[1,2], Heitaro Kaneda[3], Takushi Koyama[4], Takeshige Ishiwa[1], Jyun'ichi Okuno[1,2], Motohiro Hirabayashi[1], Moto Kawamata[1,5], Team MDML

1. National Institute of Polar Research, 2. The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), 3. Chuo University, 4. Oita University, 5. CERI

近年，衛星観測などによって南極氷床の融解や流出の加速が相次いで報告され，近い将来の急激な海水準上昇が社会的に強く懸念されている．しかし，近年融解傾向の加速が顕著な西南極氷床や東南極氷床の一部に対して，東南極ドロンイングモードランド域は氷床質量の増加傾向を示すなど，その動態は南極全体において一様ではない．そもそも，南極氷床の質量収支は，降雪による涵養と沿岸での融解・崩壊によって主に支配されるが，そのメカニズムの理解と定量的な観測は容易ではなく，気候変動予測精度向上における課題となっている．一方，南極氷床周辺や内陸の露岩域から得られる地質学的なデータは，断片的ではあるものの，長期的な南極氷床の質量収支を理解する上で貴重な情報を提供する．その観点において，最終氷期における氷床量やその後の氷床変動過程の復元，そして氷床変動メカニズムの解明は重要な研究課題である． そこで我々は，東南極中央ドロンイングモードランドを対象として，とくに最終氷期以降の氷床変動の復元を試みた．その結果，現地での氷河地形調査と採取試料の表面露出年代から，当該地域における東南極氷床が約8～6 kaにかけて急激に高度を減じたことが明らかになった．この氷床量減少の規模とタイミングは，ドロンイングモードランド東端のリュツォホルム湾における氷床高度低下データ（9~6 ka）（Kawamata et al., 2020）ともおおよそ一致することから，ドロンイングモードランドにおける普遍的な傾向であると考えられる．つまり，東南極ドロンイングモードランドでは，最終氷期では現在よりも氷床が厚く，広く分布しており，その後約9 kaから急激に氷床高度が低下し，約6 ka頃にはこの急激な氷床融解が停止したと考えられる．今回得られた東南極氷床変動データは，氷床モデルや気候・海洋モデルの較正や，これらを用いた将来予測の高精度化に資するものとなる．

Keywords: Antarctica Ice Sheet and Southern Ocean, Giant Reservoirs - Antarctic

(entry) Geochronology and geochemistry of the turbidites in the Flin Flon belt, Canada: Late Paleoproterozoic Earth's surface environmet

*Kento Motomura[1], Shoichi Kiyokawa[1], Kenji Horie[2], Takashi Sano[3], Mami Takehara[2]

1. Kyushu University, 2. National Institute of Polar Research, 3. National Museum of Nature and Science

古原生代（25－16億年前）は地球表層環境が大きく変化した時代の１つである．中でも約24億年前に始まった大酸化事変（Great Oxidation Event; GOE）は地球史上最大の大気酸素濃度急上昇イベントであり，地球表層環境を大きく変えた(Lyons et al., 2014)．また22–20億年前の炭酸塩堆積物などからは，一次生産の活発化による+10‰に及ぶ炭素同位体比の正異常（Lomagundi Event）が報告されており(e.g. Melezhik et al., 2007)，当時の海洋は酸化的環境であったことが示唆されている．しかしLomagundi Eventの終焉とその後の地球環境変動については未だ不明である．そこで本研究では，カナダ・フリンフロン帯から得られた黒色頁岩を含むコア試料（TS07-01）について，ジルコンU-Pb年代分析による堆積年代の制約と，黒色頁岩中微量元素濃度分析による酸化還元状態の推定を行った．
研究対象のフリンフロン帯には約19.2–18.4億年前に形成された火成岩・堆積岩が保存されている（Lucas et al., 1996）．約18.8億年前の島弧ー島弧衝突を境に，衝突前の海洋プレート，島弧火成岩，堆積岩などから構成されるAmisk collage(19.2–18.8億年前)と衝突後の陸上堆積岩から構成されるMissi Group(~18.4億年前)が識別されている．また，フリンフロン帯には断層に挟まれたタービダイトが各地に点在する．本研究で分析試料とした掘削コアはマニトバ州フリンフロン北東に位置するEmbury湖から得られており，約440mのタービダイト性砂岩ー黒色頁岩互層部と約10mの流紋岩（Rhyolite unit）から構成される．先行研究において，Embury湖に分布する砂岩ー黒色頁岩互層は衝突に伴って形成された背弧海盆の堆積物（18.4億年前；Burntwood Group）のクリッペであると考えられてきた（Ordóñez-Calderón et al., 2016）．また Motomura et al. (2020)では，コア試料（TS07-01）に含まれる黒色頁岩中の全硫黄–全有機炭素比（TS/TOC）が現世の淡水堆積物の値と同等である事から（~0.04），硫酸イオンに乏しく，硫酸還元菌の活動が著しく制限された環境であったことを示した．
コア試料（TS07-01）中の砂岩ー黒色頁岩互層部は褶曲により上下が大きく４度入れ替わっており，それぞれN1 (~20 m), R1 (~240 m), N2 (~10 m), R2 (~50 m), N3(~120 m) unitを識別した．Rhyolite unitとN3 unitの境界付近は約30mにわたって強い変形を被っている．砂岩は主要鉱物として石英や斜長石を含み，副成分鉱物としてジルコン，アパタイト，チタン酸化物等を含む．黒色頁岩はシルトサイズの石英粒子と粘土鉱物，微量の黄鉄鉱を含む．
U－Pb年代分析の結果，流紋岩から分離したジルコンについて，1880.4±3.7Ma (n=81，MSWD=0.92)，1882.6±4.8 Ma (n=49，MSWD＝0.94)の年代を得た．流紋岩と接するN3 unit中の砂岩から分離されたジルコンは1862.2±2.6Ma（n=151，MSWD =0.77）を示した．
N1 unit中の黒色頁岩の元素濃度分析（Mn, V, Cr, Ni, U）により，それぞれMn: 200–500 ppm, V: 80–200 ppm，Cr: 60–200 ppm，Ni: 20–60 ppm，U: 2–6 ppmの結果を得た．これらのRedox-sensitive elements（特にV, Cr, U）は砕屑物指標としたAlとの強い相関を示す（R^2＞0.7）．一方でMnやNiはPAASに比べて低い濃集度（Mn_{EF}, Ni_{EF} < 0.8）を示す．このことから，堆積環境はMnの酸化や，V，U等 の還元が起こらない貧酸素環境（suboxic）であると推定した．この結果はLomagundi Event後に大気酸素濃度が減少した可能性を示す．

参考文献

Lucas et al., 1996, *GSA Bulletin*, **108**, 602–629.
Lyons et al., 2014, *Nature*, **506**, 307–315.
Melezhik et al., 2007, *Geology*, **35**, 655–658.
Motomura et al., 2020, *Island Arc*, **29**, e12343.

Keywords: Paleoproterozoic, U-Pb geochronology

(entry) Formation of modern iron-ooidal sands in a shallow-marine hydrothermal environment at Nagahama Bay, Satsuma Iwo-Jima Island, Japan

*Awalina Aprilia Mitasari[1], Shoichi Kiyokawa[1]

1. Kyushu University

Modern iron-ooidal sands have been considered as one of the most important tools for investigating the history of the earth as its capacity to provides the analogy of the granular iron sedimentation in the ancient ocean. Interestingly, we found that such an ongoing formation process of iron-ooidal sands can be observed at Nagahama Bay of Satsuma Iwo-Jima Island, 38 km south of Kyushu Island, Japan. The minimum influence from seawater (e.g. waves) due to the occurrence of breakwaters and the intense hydrothermal activities causes the water to become orange-brown in color with acidic (low pH), hot (high temperature), and containing a large amount of dissolved iron (generated by mixing volcanic fluids and seawater). These conditions lead to the precipitation of Fe-oxyhydroxide sediments on the floor of the bay; and iron-coated sands on the wharf and along the beach. Therefore, in order to understand the characteristics and formation of iron-ooidal sands, we collect unlithified sand samples from 15 locations: west and east site of the fishing port, original river, the mouth of the river, 9 samples from the sandy beach, and 2 samples from the rocky beach. Sand grains are spheroidal in shape (ooids) with a rust black-brown color, vary from 0.2 to 2 mm in diameter, and exhibit roundness from sub-angular to sub-rounded. Based on our petrography and FE-SEM/EDS data, we found that ooidal sands are consist of volcanic rock fragments (basaltic and rhyolitic rocks) and free crystals (plagioclase, quartz, biotite) on the nucleus; and covered by concentric amorphous Fe-oxide cortex. Three types of Fe-oxide were observed: (1) covering the granules, (2) fracture filling, and (3) void filling. EDS analysis indicates that most of the amorphous Fe-oxide particles are mainly composed of Fe (~58-64%) and Si (~6-9%). Element mapping using FE-EPMA shows that the cortex is composed of Fe-rich which is almost uniform in each layer. Furthermore, high-Ca mineral inclusions in one layer can be a key layer for correlation. The microbial community is well documented in the form of cocci, rod, and filamentous morphology, which responsible for triggering the chemical precipitation of Fe-oxide through their metabolic activity hence results in the formation of iron-ooidal sands.

Keywords: Ooids, Iron Ooidal Sands, Granular Iron Formation, Modern Analogy, Satsuma Iwo-Jima

Preliminary results of carbon isotopic compositions of individual graphite grains in the Early Archean sedimentary rocks from Labrador, Canada

*Motoko Igisu[1], Kentaro Tanaka[2], Naoto Takahata[2], Tsuyoshi Komiya[2], Yuji Sano[3], Ken Takai[1]

1. JAMSTEC, 2. University of Tokyo, 3. Kochi University

太古代（25億年前以前）堆積岩中の炭質物の研究は、地球の初期生命史を解明するための最も直接的かつ確実な方法である。地質記録から生命の痕跡を探索する強力な手段の一つは、堆積岩に保存された炭質物の化学組成を解読することである。従来、太古代堆積岩中の炭質物から生命活動を認定する指標として炭素の安定同位体比が用いられてきた（例えばSchidlowski, 2001）。 Tashiro et al. (2017)は、カナダ・ラブラドル地域から採取された約39.5億年前の堆積岩中の炭酸塩と炭質物間に安定炭素同位体比のシフトがあること、炭質物から見積もった熟成温度が周囲の鉱物から得た変成温度と調和的であることを報告した。この報告は、地球最古の生命の痕跡を示唆するものとして注目を浴びた。しかし、炭素同位体比は主に全岩から得られたものであり、個々の炭質物については２試料からしか得られておらず、後の時代の有機物混入の問題がある。また、炭質物が堆積時に存在したか否かを判定するために重要な炭質物の熟成温度について、炭素同位体比を得た試料全ての熟成温度を算出した訳ではなく、データに不十分な点があった。
本研究では、地球最古の生命の痕跡を保持し得るカナダ・ラブラドル地域の炭質物に対し、薄片内での空間分布やラマンスペクトルを考慮し、初生的な炭質物の炭素同位体比を得ることを目的とする。演者らは、Tashiro et al. (2017)において全岩の炭素同位体比が報告された堆積岩29試料中のうち、ラマンスペクトルのデータが欠如していた22試料の顕微ラマン分光分析を行い、炭質物の熟成温度が母岩から見積もられた変成温度と調和的な炭質物と、それらより低い値をもつ炭質物が存在することを明らかにした（伊規須ほか，2019）。本発表では、光学顕微鏡観察と顕微ラマン分光分析の結果から初生的な炭質物、すなわちグラファイトと判断した粒子に対し、二次イオン質量分析計（NanoSIMS）による炭素同位体比（δ^{13}C）分析を行った予察的結果を報告する。
上述の堆積岩29試料の光学顕微鏡観察を行い、グラファイトを鉱物に包有されるもの・鉱物粒間に存在するものの２つに分類した。泥質岩４試料、チャートノジュール１試料、炭酸塩岩２試料を選定し、NanoSIMSでスポット分析した。その結果、鉱物粒間に存在するグラファイトのδ^{13}Cは、基本的に全岩のそれを支持した。NanoSIMS分析ではプレスパッタリングによって試料表面を洗浄し、スパッタリングによって試料表面から放出される二次イオンを検出するが、包有されるグラファイトでは、分析中に炭素のイオン強度が減少することがあった。これはグラファイトのサイズが長さ数μm幅1μm程度と極めて小さいためと考えられる。そのため、イメージング分析を適用し、プレスパッタリングによる試料の消失を避け、イオンイメージの経時変化をもとに、イオン強度が安定した後のデータを取得することを試みた。イメージング分析の結果、包有されるグラファイトのδ^{13}Cは-5‰から-30‰と見積もられた。包有されるグラファイトは泥質岩で観察される。泥質岩中で、粒間に存在するグラファイトのδ^{13}Cは-15‰から-25‰であるため、包有されたグラファイトの方がより不均質な可能性がある。ただし、イメージング分析では、データ処理の設定を変更することでδ^{13}Cの値に10‰以上の差が生じる粒子や、繰り返し測定においてδ^{13}C値が安定しなかった粒子がある。今後、より正確なδ^{13}C値を決定し、グラファイトの起源を推定するために、試料の再測定やデータ処理法の再検討等を行う必要がある。

Keywords: graphite, Early Archean, carbon isotopic compositions, NanoSIMS

(entry) Apperance of wet climate during the Eocene recorded in freshwater carbonate from Kyusyu

*Aki Sakuma[1], Akihiro Kano[1], Yoshihiro Kakizaki[1], Hirokazu Kato[1], Sota Niki[2], Takafumi Hirata[2]

1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Geochemical Research Center, The University of Tokyo

新生代におけるアジア地域の気候変動は、約5000万年前に起きたインド亜大陸とユーラシア大陸の衝突によるヒマラヤ・チベット高原の隆起と関係することが示唆されてきた(e.g., Manabe and Terpstra, 1974)。東アジア夏季モンスーンの成立によって、東アジア沿岸地域は白亜紀の帯状気候分布から現在のアジアモンスーンの影響下にある気候分布へ変化し、湿潤化したと考えられるが、その時期は曖昧である。最近では、中国南部の低緯度地域において堆積物中の花粉群集や岩相の変化から始新世前期に湿潤化が起きたことが示された(Xie et al., 2020)。しかし、低緯度地域における気候変動は全球的な熱帯収束帯の影響も受けるため、始新世における東アジア沿岸地域の湿潤化とヒマラヤ・チベット高原の隆起の関係を評価するためには、中緯度地域での気候記録が必要である。
本研究では、始新世に東アジア沿岸域中緯度地域に位置していた九州地方の陸成層から産出する淡水成炭酸塩の産状と同位体比を調べ、その形成プロセスと気候条件を推定した。研究対象は、熊本県天草地方に分布する始新世初期の赤崎層と、佐賀県唐津地方に分布する始新世後期の芳の谷層である。これらの地層の野外調査を行って分析に用いる炭酸塩ノジュール試料を採取し、XRD分析による鉱物種の同定、薄片観察・EPMA分析による構造観察、酸素・同位体比分析による環境水の復元を行った。赤崎層は凝灰岩中のジルコン粒子の年代から始新世前期に堆積したことが分かっているが(Miyake et al., 2016)、芳の谷層は詳細な年代が不明なため、新たに凝灰岩試料を採取してジルコンのウラン–鉛年代測定から堆積年代を推定した(予察分析: 37 Ma)。赤崎層のノジュール試料はカルサイト・ドロマイト・石英が主な構成鉱物である。EPMAを用いて微細組織を観察したところ、ドロマイトは粒状のものと、皮膜状のものの2つのタイプがあることが分かった。いずれの場合でもドロマイトの沈殿の後にスパー状カルサイトが空隙を埋めるように沈殿しており、ドロマイトが二次沈殿物である可能性は低い。炭素同位体比は約–10±1‰の範囲に集中しており、炭素の起源は土壌有機物と大気二酸化炭素の混合であることが分かった。一方で、酸素同位体比は–12~–4‰と幅広い値をとり、ドロマイトとカルサイトの構成比率と相関を示した。ドロマイトが多いほど同位体比が高くなるという関係は、土壌中の蒸発作用の過程で最初にカルサイトが沈殿し、土壌水中の^{16}Oの優先的な蒸発とMg/Ca比の上昇が起こっていたと推測される。これらのノジュールの特徴や堆積構造からは、赤崎層のノジュールは土壌中で形成したものであると解釈される。一般に土壌成炭酸塩は年間降水量が1000mm以下の半乾燥～乾燥条件で形成することから(Zamanian et al., 2016)、始新世前期における天草地域は乾燥気候下に位置していたと考えられる。
一方、芳の谷層のノジュール試料は主に石英・長石・シデライトを含み、鉄酸化物やパイライトも少量含んでいることが分かった。炭素同位体比が1~13‰に達することが大きな特徴で、このような高い炭素同位体比は、メタン生成によって放出された高い炭素同位体比を持つ二酸化炭素を反映していると解釈される。酸素同位体比は–6~–2‰の範囲で変化し、シデライトの温度変換式から計算される環境水の同位体比は降水起源の同位体比であることを示す。このような特徴は湿地帯で沈殿するノジュールのものと一致しており(e.g., Pye et al., 1990)、石炭層の存在とも整合的である。したがって、始新世後期の唐津地域は年間を通じて湿地帯が存在するような湿潤気候下にあったことが示唆される。2つの地層のノジュールの鉱物・同位体的な特徴は、東アジア沿岸域中緯度地域においても始新世中期から後期にかけて湿潤化が起きたことを示唆する。

＊参考文献

Manabe and Terpstra (1974). *Journal of the Atmospheric Sciences*, 31(1), 3–42.
Xie et al. (2020). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 278, 104226.
Miyake et al. (2016). *Paleontological Research*, 20(4), 302-311
Zamanian et al. (2016). *Earth-Science Reviews*, 157, 1-17

Pye et al. (1990). *Sedimentology*, 37, 325-343

Keywords: Eocene, freshwater carbonate, Kyusyu

Oceanic phosphorus inventory and atmospheric O_2 levels during the Proterozoic and Phanerozoic eons constrained by a global redox budget model

*Kazumi OZAKI[1]

1. Toho University

近年の地質学的・地球化学的手法の進展により、地球史を通じた大気中酸素濃度の変遷について大局的な描像が描かれるようになってきた．しかしながら、地質記録に基づく推定値には依然として大きな不確定性が残っており、オーダーレベルの議論に留まっているのが現状である．たとえば、原生代中期の時代（およそ18億年前から8億年前）の大気中酸素濃度については現在の0.1%~10%という程度でしか制約ができておらず、活発な議論が続いている．また、古生代カンブリア紀からオルドビス紀の酸素濃度についても、現在よりも有意に低かったという議論と現在と同程度であったという議論が対立している．氷床コアの存在しない100万年前よりも古い時代の大気組成を地質記録から復元することは難しく、また、たとえ正確な推定が可能になったとしても、その背後にある物質循環全体としての振る舞いを明らかにすることはできない．この点で、大気組成を規定する物質循環過程に着目した定量的研究が必要とされている．
大気中酸素濃度は、生成と消費の動的なバランス（酸化還元収支）によって決まっている．本研究では、大気中酸素量を規定する大気ー海洋ー地殻間での物質循環過程を包括的に考慮した数値モデルを開発し、酸素生成を規定するリン循環についての系統的な感度実験を行うことで、水圏でのリン濃度と大気中酸素濃度の間にどのような関係があるのかを定量的に調べた．開発された数値モデルは、海洋での生物地球化学過程を組み込んだモデルに大気光化学反応過程や陸域風化作用、および地殻リザーバーの応答が結合された全球酸化還元収支モデルである．このモデル開発によって、億年スケールで生じる地球表層環境の酸化還元状態を議論することが初めて可能となった．
陸域でのリン風化フラックスについての感度実験を行った結果、海洋リン濃度が低い状況ほど大気中酸素濃度が低くなることが示された．特に、両者の間には非線形関係が存在し、海洋中リン濃度が現在値の10%となる条件では大気中酸素濃度が現在値の1%程度にまで低下することが示された．また、海洋リン濃度が現在の3%を下回ると大気中酸素濃度が太古代レベルにまで低下することが示された．こうした結果は、海洋中リン濃度と大気中酸素濃度の間の関係を定量的に示した初めての結果であり、今後、地質記録から海洋中リン濃度の制約が進めば大気中酸素濃度に制約を与えることが可能となる． また、モデルの含むパラメータについてのモンテカルロシミュレーションを行った結果、大気中酸素濃度には典型的な二つの安定状態が存在する可能性が示された．一つは顕生代に対応する富酸素な大気海洋環境に対応しており、もう一つは現在の1%程度の大気酸素濃度に対応する．後者は原生代に想定される大気中酸素濃度に一致しており、原生代の低大気酸素濃度の状況が地球表層圏の物質循環の特性として説明できる可能性を示している．
発表では、上記結果に基づいて原生代から顕生代にわたる大気中酸素濃度変遷史について議論する予定である．

Keywords: Atmospheric O2 level, Global redox budget, Biogeochemical cycles, Proterozoic, Phanerozoic

Poster | R24 [Regular Session]Mineral resources and global material cycles

[3poster83-83] R24 [Regular Session]Mineral resources and global material cycles

Mon. Sep 6, 2021 4:00 PM - 6:30 PM poster (poster)

[R24-P-1] (entry) Sr-Nd-Pb isotopic constrains on the polymetallic mineralization at the Toyoha deposit, Hokkaido, Japan

*Mizuki Ishida[1], Yuki Hieda[1], Shuhei Araki[1], Koichiro Fujinaga[2,3], Toru Shimizu[4], Masaharu Tanimizu[5], Hitomi Nakamura[4], Hikaru Iwamori[6,7], Shiki Machida[2,3], Shigekazu Yoneda[8], Kentaro Nakamura[1,2], Yasuhiro Kato[3,1,2,7] (1. Department of Systems Innovation, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation (ORCeNG), Chiba Institute of Technology, 3. Frontier Research Center for Energy and Resources (FRCER), School of Engineering, The University of Tokyo, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 5. Department of Applied Chemistry for Environment, School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University, 6. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 7. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 8. National Museum of Nature and Science, Department of Science and Engineering)

4:00 PM - 6:30 PM

(entry) Sr-Nd-Pb isotopic constrains on the polymetallic mineralization at the Toyoha deposit, Hokkaido, Japan

*Mizuki Ishida[1], Yuki Hieda[1], Shuhei Araki[1], Koichiro Fujinaga[2,3], Toru Shimizu[4], Masaharu Tanimizu[5], Hitomi Nakamura[4], Hikaru Iwamori[6,7], Shiki Machida[2,3], Shigekazu Yoneda[8], Kentaro Nakamura[1,2], Yasuhiro Kato[3,1,2,7]

1. Department of Systems Innovation, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation (ORCeNG), Chiba Institute of Technology, 3. Frontier Research Center for Energy and Resources (FRCER), School of Engineering, The University of Tokyo, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 5. Department of Applied Chemistry for Environment, School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University, 6. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 7. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 8. National Museum of Nature and Science, Department of Science and Engineering

産業上重要な金属元素の中には、鉛、亜鉛などのベースメタルの鉱石の副産物 (by-product) として産するものがある（たとえば、インジウム、カドミウム、テルルなど）。副産物の元素は、すべてのベースメタルの鉱床に濃集しているわけではなく、資源量の評価や効率的な探査が難しいことが知られている。したがって、これらの副産物元素が、なぜ、どのような場合に鉱床に濃集するかのメカニズムの解明が、重要な課題となっている [1]。
レアメタルの1種であり、液晶や半導体に利用されるインジウムも、ベースメタルの副産物として産する元素の1つである。浅熱水性の鉛-亜鉛鉱床である北海道西部の豊羽鉱床は、1990年代には世界最大のインジウム鉱床として知られていた [2]。豊羽鉱床の鉱脈は、その走向や鉱物組み合わせにより前期脈と後期脈に分けられており、このうち後期脈は鉛-亜鉛に加えて、銀、銅、スズ、インジウムなどを産する [3]。豊羽鉱床の成因について、これまで様々な議論が行われてきたものの、後期脈の多金属鉱化作用の原因については不明な点が多い。後期脈に産する鉛、亜鉛、銀、銅、インジウムは全て親銅元素であり、これらの元素の起源物質の指標として、Pb同位体比は適していると考えられる。そこで本研究は、豊羽鉱床の鉱石中の硫化鉱物のPb同位体比と、豊羽鉱床周辺地域の岩石のSr-Nd-Pb同位体比を組み合わせることで、豊羽鉱床の鉱石中の金属元素の起源について制約することを目的とする。
豊羽鉱床の鉱石中の硫化鉱物（方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱など）のPb同位体比は、前期脈後期脈ともに、豊羽地域の基盤岩である薄別層よりも低い$^{207}Pb/^{204}Pb$および$^{208}Pb/^{204}Pb$比を示した。したがって、鉱石中のインジウムは、基盤岩に由来するものではないことが示唆される。また、前期脈のPb同位体比は、豊羽鉱山南方の無意根山溶岩の同位体比の範囲とほぼ一致することから、無意根山と同様の同位体比を持つマグマが、前期脈に金属元素を供給したと考えられる。これに対して後期脈は、前期脈や無意根山よりも幅広い$^{206}Pb/^{204}Pb$同位体比を示し、前期脈とは異なる金属元素のソースを持っていた可能性が高い。発表においては、後期脈に特徴的なこの金属元素のソースの候補について、周辺岩石のSr-Nd-Pb同位体比に基づいて制約するとともに、後期脈に多金属鉱化作用が生じた要因について考察を行う。

[1] Jowitt, S. et al. 2018. Econ. Geol. Spec, Publ. 21, 25-38.
[2] Ohta, E., 1991. Min. Geol. 41, 279–295.
[3] Yajima, J., Ohta, E., 1979. Min. Geol. 29, 291–306.

Keywords: epithermal deposit, indium, Jozankei district, lead isotope, magma

