Sat. Sep 4, 2021

poster

Poster | T1. [Topic Session] New perspectives of subduction zone earthquake dynamics through experiments across-scales

[1poster01-02] T1. [Topic Session] New perspectives of subduction zone earthquake dynamics through experiments across-scales

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T1-P-1] Physical properties of the Kumano forearc basin at Site C0025, IODP Expedition 358

*Manami Kitamura[1], Takashi Takehara[1], Xinglin Lei[1] (1. GSJ/AIST)

4:30 PM - 7:00 PM

[T1-P-2] (entry) Impact of Kuroshio meander on the slow slip event in March 2020 detected by borehole and DONET observatories

*Keisuke Ariyoshi[1], Toshinori Kimura[1], Yasumasa Miyazawa[1], Varlamov Sergey[1], Takeshi Iinuma[1], Akira Nagano[1], Joan Gomberg[2,3], Eiichiro Araki[1], Toru Miyama[1], Kentaro Sueki[1], Shuichiro Yada[1], Takane Hori[1], Narumi Takahashi[4,1], Shuichi Kodaira[1] (1. JAMSTEC, 2. USGS, 3. University of Washington, 4. NIED)

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | T2. [Topic Session] Submarine Mass Movements and Their Consequences

[1poster03-04] T2. [Topic Session] Submarine Mass Movements and Their Consequences

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T2-P-1] (entry) Volcanic glasses recovered from piston cores in Yatsushiro Sea taken by Hakuhomaru KH-18-3 Cruise

*Shoichiro MATSUO[1], Yujin KITAMURA[1], Kuniyo KAWABATA[2], Ryo TERASAWA[3], Daigo ITO[3] (1. Graduate school of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute for Comprehensive Education Center for General Education, Kagoshima University, 3. Graduate school of Science and Technology, Kumamoto University)

4:30 PM - 7:00 PM

[T2-P-2] Direction of the marine geological studies

*Kiichiro Kawamura[1], Hideo Nomura[2], Nagakawa Katsuhisa[2], Manabu Takemasa[2], Jun Tanaka[2] (1. Yamaguchi University, 2. Kiso Jiban Co. Ltd.)

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | T3. [Topic Session] Collaboration and advance of geological, experimental, and seismological research on slow earthquakes

[1poster05-07] T3. [Topic Session] Collaboration and advance of geological, experimental, and seismological research on slow earthquakes

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T3-P-1] (entry) Constraint on slip velocity using grain size of dynamic recrystallization of quartz in the Yokonami melange, the Cretaceous Shimanto Belt

*Mako Kawaji[1], Yoshitaka Hashimoto[1] (1. Kochi University)

4:30 PM - 7:00 PM

[T3-P-2] (entry) Generation mechanism of slow stick-slip verified from friction properties of mixed quartz/talc gouges

*Ryota Hibi[1], Ken-ichi Hirauchi[1] (1. Shizuoka Univ.)

4:30 PM - 7:00 PM

[T3-P-3] (entry) Deformation behavior of antigorite serpentinite in deep slow earthquake source regions inferred from field and experimental observations

*Yurina Nagata[1], Ken-ichi Hirauchi[1], Keishi Okazaki[2] (1. Shizuoka University, 2. JAMSTEC)

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | T4. [Topic Session] Reconstructiong modified ancient arc-trench systems: examples of Japan etc.

[1poster08-09] T4. [Topic Session] Reconstructiong modified ancient arc-trench systems: examples of Japan etc.

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T4-P-1] (entry) Reconstruction of the Miocene accretionary complex and oceanic plate stratigraphy in the Tomuraushi area, Hokkaido, Japan

*Michiru Inoue[1], Hayato Ueda[2] (1. Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., 2. Niigata Univ.)

4:30 PM - 7:00 PM

[T4-P-2] Cathodoluminescence measurements of zircons from the Takidani granodiorite in the Northern

Alps.

*Yuta Tsuchiya[1], Kazumasa Aoki[1], Hirotsugu Nishido[1] （1. Okayama University of Science）

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | T7. ［Topic Session］ Advance in geochronology applied for high resolution eruption and evolution history of volcanoes

[1poster10-11] T7. ［Topic Session］ Advance in geochronology applied for high resolution eruption and evolution history of volcanoes

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T7-P-1] (entry) Reconstruction of high-resolution eruptive history of Mount Fuji volcano using lake sediments of Fuji Five Lakes

*Shinya Yamamoto[1], Fumikatsu Nishizawa[2], Mitsuhiro Yoshimoto[1], Kosuke Ota[3], Yosuke Miyairi[3], Yusuke Yokoyama[3,4], Hisami Suga[4], Naohiko Ohkouchi[4] （1. Mount Fuji Research Institute, 2. Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology）

4:30 PM - 7:00 PM

[T7-P-2] K-Ar dates of rocks from Nekoma Volcano, Fukushima Prefecture, Japan using mass fractionation correction procedure

*Naoyoshi Iwata[1], Kouji Iwatare[1,2], Kazuo Saito[1,3] （1. Faculty of Science, Yamagata University, 2. BWR Operator Training Center, 3. Professor Emeritus, Yamagata University）

4:30 PM - 7:00 PM

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

[1poster12-17] R2 [Regular Session]Petrology, mineralogy and economic geology

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R2-P-1] (entry) Effects of temperature and silica on serpentinization and magnetite formation within mantle peridotite: implications for hydrogen generation within oceanic lithosphere

*Shuhei Tanaka[1], Atsushi OKAMOTO[1], Dandar OTGONBAYAR[1], Masaoki UNO[1], Masakazu FUJII[2] （1. Tohoku University, 2. National Institute of Polar Research）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-2] (entry) Bipyramidal quartz formed within chimneys of Kuroko deposits

*Jumpei Sugioka[1], Atsushi Okamoto[1], Ryoichi Yamada[1] （1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-3] Evolution of serpentinite microtextures in the Hayachine-Miyamori Ultramafic Complex

*Tomoyuki Mizukami[1], Fumihiro Ogawa[1] （1. Kanazawa University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-4] (entry) Zircon U-Pb age and trace element composition of metagabbro and psammitic schist of Hatto Formation and its equivalent of Jurassic high-*P/T* schist, Tottori-Okayama area, SW Japan

*Kosuke Kimura[1], Yuichiro Inaba[2], Tatsuya Harada[3], Yasutaka Hayasaka[4], Tomoyuki Shibata[4] （1. National Institute of Technology, Kure College, 2. Hokuden Engineering Consultants Co.,Ltd., 3. OYO Corporation, 4. Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-5] Carbonatite metasomatism in Natash mantle xenoliths from the cretaceous rift-related volcanics in the southern part of the Eastern Desert of Egypt

*Natsue Abe[1,2], Shoji Arai[2], Adel A. Surour[3], Ahmed A. Madani[3] （1. JAMSTEC, 2. Kanazawa University, 3. Cairo University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-6] (entry) The formation process of entablature deduced from the structure and rock textures of the Genbudo Lava in Shizukuishi Town, Iwate Prefecture

*Takashi Hoshide[1], Nao Ishibashi[2], Keisuke Iwahashi[1] （1. Graduate School of International Resource Sciences, Akita University, 2. Sojitz Pla-Net Corporation）

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R3 [Regular Session]Eruption, volcanic evolution and volcanic products

[1poster18-20] R3 [Regular Session]Eruption, volcanic evolution and volcanic products

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R3-P-1] Along-axis variation of eruptive styles on the

spreading ridge inferred from the V1 unit in the northern Oman Ophiolite

*Yuki Kusano[1], Sumio Miyashita[2], Yoshiko Adachi[3], Susumu Umino[4] (1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Hokkaido Research Center of General Geology, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. Kanazawa University)

4:30 PM - 7:00 PM

[R3-P-2] The 7.6 ka eruption of Mashu volcano, eastern Hokkaido, Japan: Explosive caldera-forming processes and generation of low aspect ratio ignimbrite

*TAKESHI HASEGAWA[1], Shohei Shibata[1], Tetsuo Kobayashi[2], Nobutatsu Mochizuki[3], Mitsuhiro Nakagawa[4], Hiroshi Kishimoto[4] (1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 3. Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 4. Faculty of Science, Hokkaido University)

4:30 PM - 7:00 PM

[R3-P-3] (entry) Development of an automatic analysis system for volcaniclastic materials using Convolutional Neural Network: Automatic particle detection using object recognition algorithms.

*Kosuke Ishige[1], Shingo Takeuchi[1], Shimpei Uesawa[1], Kiyoshi Toshida[1] (1. Central Research Institute of Electric Power Industry)

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R4 [Regular Session]Metamorphic rocks and tectonics

[1poster21-29] R4 [Regular Session]Metamorphic rocks and tectonics

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R4-P-1] (entry) Metamorphic condition of the Ryoke metamorphic rocks in Kitsuki area, Kunisaki Peninsula, Oita prefecture, Japan

*Kentaro Mutabaru[1], Toshiaki Shimura[1] (1. Yamaguchi Univ.)

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-2] (entry) Metamorphic zoning and *P*– *T* condition of contact aureole around the Kibe cauldron, Yamaguchi prefecture, Japan.

*Kakeru SAKAMOTO[1], Toshiaki SHIMURA[1] (1. Yamaguchi Univ.)

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-4] Serpentinization of the Takadomari body in the Kamuikotan zone of Hokkaido, Japan: Results of TG-DTA, density and magnetic susceptibility analysis of tunnel boring core

*Shusaku Yamazaki[1], Masakazu Fujii[2], Toshiyuki Kurahashi[1] (1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, 2. National Institute of Polar Research)

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-5] (entry) Evaluation of the thermal effect of intrusion of the Kaikomagatake granitic body by metamorphic temperature estimates and thermal modeling for basement rocks of the Outer Zone of Southwest Japan in the northern part of the Akaishi Mountains area

*Yuki Nobe[1], Hiroshi Mori[1], Hiroki Mizumura[1,2], Ken Yamaoka[3], Yui Kouketsu[4], Tetsuya Tokiwa[1] (1. Shinshu University, 2. Kyowa Sekkei Co., Ltd., 3. The University of Tokyo, 4. Nagoya University)

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-6] Roll-up structure due to the collision of Izu arc revealed from the shear sense of the Sanbagawa metamorphic rocks along the MTL in the Akaishi area

*YUKI AWAYAMA[1], HIDEO TAKAGI (1. Waseda University)

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-7] Oxygen and hydrogen isotope variations of phengite along orogen-perpendicular traverse of the Sambagawa Belt in central Shikoku: A reconnaissance study

*Tatsuki Tsujimori[1], Hironobu Harada[1], Tetsumaru Itaya[2], Daniel Pastor-Galán [1], Antonio M. Álvarez-Valero[3] (1. Tohoku University, 2. Japan Geochronology Network, 3. University of Salamanca)

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-8] (entry) Relation between existence of ca. 1.9–1.85 Ga metamorphic zircons and metamorphic facies in the Yeongnam Massif, South Korea

*Kenichiro IWAMIZU[1,2], Yasutaka HAYASAKA[1], Ji-Hoon KANG[3], Kosuke KIMURA[1,4], Tomoyuki SHIBATA[1] (1. Hiroshima Univ., 2. The Univ. of Tokyo, 3. Andong Nat. Univ., 4. Nat. Inst. of Tech., Kure College)

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-9] Calculation of diffusion profiles using the analytical solution for anisotropic diffusion in a finite cylinder

*Tadashi Usuki[1] （1. Department of Geosciences, National Taiwan University）

4:30 PM - 7:00 PM

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

[1poster30-37] R5 [Regular Session]Regional geology and stratigraphy, chronostratigraphy

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R5-P-1] Early Triassic accretionary unit recognized in the Nedamo Belt and correlation with Southwest Japan

*Takayuki Uchino[1] （1. Geological Survey of Japan）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-2] a trial of new geological maps

*Toshiyuki Yoshikawa[1] （1. Geological Survey of Japan, AIST）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-3] Outline of geology of the Wake District (Okayama Prefecture): Quadrangle Series, 1:50,000

*Daisuke Sato[1], Koji Wakita[2,1], Yoshinori Miyachi[1] （1. GSJ, AIST, 2. Yamaguchi Univ.）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-4] (entry) Radiolarians and detrital zircon U-Pb age from the Hebiki Unit in the Northern Chichibu Belt, the Kanto Mountains, central Japan.

*Kazushi OKABE[1], Yukiyasu TSUTSUMI[2], Yoshihito KAMATA[1] （1. University of Tsukuba, 2. National Museum of Nature and Science）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-5] Middle Jurassic radiolarians from clastic facies interbedded between seamount facies in Kuzu area of the Ashio Belt, central Japan

*Yoshihito Kamata[1], Akitake Uesako[2] （1. The University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences, 2. The University of Tsukuba, College of GEOSCIENCE）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-6] (entry) Intrusion of serpentinite along the Cretaceous and the unconformity of serpentinite in the Chichibu belt, Yusuhara, Kochi Prefecture

*Kengo Nishikawa[1], Tomohiro Tsuji[1] （1. Yamaguchi Univ.）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-7] (entry) The origin of large chert blocks in the western part of the Matsumoto Basin, Nagano Prefecture: altered mineral and ^{10}Be age

*Erika UEYAMA[1], Kohki YOSHIDA[1], Maarten LUPKER[2] （1. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 2. ETH Zürich - Geological Institute）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-8] Lower Cretaceous formations of the Kema Terrane, Primorsky Krai, Russian Far East

*Shigeru Otoh[1], Mitsuhiro Nagata[2], Masashi Aoyama[3], Takuya Harada[2], Koh Kubomi[2], Kohki Bando[4], Jun Sugiyama[4], Alexander Kudymov[5], Mikhail Arkhipov[5], Alexei Didenko[5] （1. Faculty of Sustainable Design, University of Toyama, 2. Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama, 3. Japan Geocommunications Co., Ltd., 4. Faculty of Sustainable Design, Univ. of Toyama, 5. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch, Russian Academy of Science）

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R6 [Regular Session]Geopark

[1poster38-39] R6 [Regular Session]Geopark

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R6-P-1] Survey and research activities of Itoigawa UNESCO Global Geopark in cooperation with research institutes. Efforts to connect research to value discovery, protection and conservation, and outreach activities

*Takahiko Ogawara[1], Takuma Katori[2], Yousuke Ibaraki[1], Ko Takenouchi[1], Takeo Kobayashi[2] （1. Fossa Magna Museum, 2. Itoigawa City Hall Geopark Promotion Office）

4:30 PM - 7:00 PM

[R6-P-2] A practical study of an intensive and experiential undergraduate course in San'in Kaigan UNESCO Global Geopark at the University of Hyogo: Geopark and Community

*Kyohei SANO[1], Noritaka Matsubara[1], Yoshihiro Kikuchi[1,2], Norihito Kawamura[1] （1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 2. National Institute of Technology,Sendai College）

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R7 [Regular Session]Cenozoic geological records of Japan

[1poster40-42] R7 [Regular Session]Cenozoic geological records of Japan

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R7-P-1] Post-rift extensional stresses detected from meso-scale faults in the Miocene Hokutan Group, northern Kami Town, San'in region

*Toshiki Haji[1], Yoshiaki Sugamori[2], Noritaka Matsubara[3], Sota Niki[4], Takafumi Hirata[4] (1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Faculty of Agriculture, Tottori University, 3. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 4. Geochemical Research Center, The University of Tokyo)

4:30 PM - 7:00 PM

[R7-P-2] (entry) Reconstruction of paleoenvironment of Miocene volcaniclastic rocks and clastic rocks in the northern part of hyogo, San' in Kaigan Geopark, based on facies analysis and Zircon fission-track and U-Pb ages

*Noritaka Matsubara[1], Suzuka Kooriyama[2], Kyohei Sano[1], Toshiki Haji[3], Tohru Danhara[4], Takafumi Hirata[5], Hideki Iwano[4] (1. University of Hyogo, 2. Fossa Magna Museum , 3. AIST, 4. KYOTO FISSION-TRACK Co.Ltd, 5. The University of Tokyo)

4:30 PM - 7:00 PM

[R7-P-3] Standardless fission track dating of zircon using laser ablation ICP mass spectrometry and its implications

*Hideki IWANO[1], Tohru DANHARA[1], Takafumi HIRATA[2] (1. Kyoto Fission-Track Co., 2. Geochemical Research Center, The University of Tokyo)

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R9 [Regular Session]Origin, texture and composition of sediments

[1poster43-50] R9 [Regular Session]Origin, texture and composition of sediments

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R9-P-1] Zircon U-Pb Ages from sandstones of the Muro Accretionary sequence (Muro Group) in the Shimanto Superbelt, Kii Peninsula, southwestern Japan

*Takanori Bessho[1], Hiroyuki Suzuki, Toshiya Yamamoto[2], Tohru Danahara[3], Hideki Iwano[3], Takafumi Hirata[4] (1. Osaka Museum of Natural History, 2. Tanabe High School, 3. Kyoto Fission-Track Co., Ltd, 4. Tokyo University)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-2] Storm Surge Deposits from the East Japan Typhoon(2019) at Samejima Beach, Iwata City, Shizuoka Prefecture, Japan

*Akira Aoshima[1], Hiroyuki Kurematsu[1], Takeshi Tostuka[1], Yuya Takahashi[1], Kosuke Arimura[1], Koki Suzuki[1], Syun Ichikawa[1], Rabu Kato[1] (1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-3] Change of sedimentary system in an inland basin in the central part of the Japanese Island during the late Pleistocene-Holocene periods

*Nozomi Hatano[1], Ritsuho Kawano[2], Kohki Yoshida[2] (1. Nagano Conservation Research Institute, 2. Faculty of Science, Shinshu University)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-4] (entry) The reservoir characterization and sedimentary environment of the Pennsylvanian Morrow Formation based on wireline logging data in Vici, Oklahoma, U.S.A.

*Kaito Seki[1], Shun Chiyonobu[1], Hiroyuki Arato[1], Naruhide Takahashi[2], Isao Mita[3] (1. Akita graduated university , 2. Iochem Corporation, 3. Resource. Geo. Env. Lab.)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-5] (entry) Where is the sedimentary environment of the Nakaminato Group, if modern time? Reexamination on the basis of ocean drilling sciences and sequence stratigraphy

*Jumpei SAIGAN[1] (1. Yamaguchi university)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-7] (entry) Microplastic sedimentology of grain size and grain shape

*Kengo Nakano[1], Kiichiro Kawamura[1] (1. Yamaguchi Univ.)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-8] Bayesian estimation of uplift rate of Japan Islands based on bedrock river longitudinal profiles

*Hajime Naruse[1] (1. Kyoto University)

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R10 [Regular Session]Origin of carbonate rocks and related global environments

[1poster51-55] R10 [Regular Session]Origin of carbonate rocks and related global

environments

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R10-P-1] Characteristics of tufa deposits developed near Bonito, Brazil

*Fumito SHIRAISHI[1], Ysaku HANZAWA[1], Jiro ASADA[2], Leonardo Fadel CURY[3], Anelize Manuela BAHNIUK[3] （1. Hiroshima University, 2. INPEX CORPORATION, 3. Federal University of Parana）

4:30 PM - 7:00 PM

[R10-P-2] (entry) Depositional settings and paleoclimates estimated from paleosols in Tetori Group (Lower Cretaceous), Toyama Prefecture

*Kensuke Kuroshima[1,2], Masato Fujita[3], Yoshihiro Kakizaki[4], Akihiro Kano[4], Fumito Shiraishi[2] （1. Hiroshima University Museum, 2. Hiroshima University, 3. Toyama Science Museum, 4. The University of Tokyo）

4:30 PM - 7:00 PM

[R10-P-3] (entry) Stromatoporoids and *Chaetetes* of the Carboniferous (Bashkirian) organic reefs from the Akiyoshi Limestone:
Morphological variations in each reef environment

*Shota SUGAMA[1], Yoichi EZAKI[1], Mitsuru MASUI[1], Tetsuo SUGIYAMA[2], Koichi NAGAI[3], Natsuko ADACHI[1] （1. Osaka City University, 2. Fukuoka University, 3. formerly University of the Ryukyus）

4:30 PM - 7:00 PM

[R10-P-4] (entry) Models of construction of Bashkirian organic reefs in the reef front setting from the Akiyoshi Limestone Group, Southwest Japan

*Koki SHIMIZU[1], Yoichi EZAKI[1], Tetsuo SUGIYAMA[2], Koichi NAGAI[3], Natsuko ADACHI[1] （1. Osaka City Univ., 2. Fukuoka Univ., 3. Formerly Univ. Ryukyus）

4:30 PM - 7:00 PM

[R10-P-5] Construction of calcimicrobial reefs and calcimicrobial diversity in the Zhushadong Formation (Cambrian Series 2), Shandong Province, North China

*Natsuko ADACHI[1], Hiroo NATSUKAWA[1], Yoichi EZAKI[1], Jianbo LIU [2], Zhen YAN[3], Yuxuan CHEN[2] （1. Osaka City University, 2. Peking University, 3. Chinese Academy of Geological Sciences）

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R12 [Regular Session]Deformation and reactions of rocks and minerals

[1poster56-60] R12 [Regular Session]Deformation and reactions of rocks and minerals

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R12-P-1] (entry) Effects of strain on the activity of slip systems in deforming quartz inferred from crystallographic- and shape-preferred orientation of sheared quartz phenocrysts in a granitic porphyry

*QI WANG[1]・Takamoto OKUDAIRA[1] （1. Faculty of Science, Osaka City University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R12-P-2] Stick– slip behavior of a clayey crustal fault

*Jun Kameda[1], Yohei Hamada[2] （1. Hokkaido University, 2. Kochi Institute for Core Sample Research）

4:30 PM - 7:00 PM

[R12-P-3] Development of new Griggs-type rock deformation apparatus targeting the Pc-Pp-T condition of the base of the seismogenic zone

*Keishi Okazaki[1], Jun Muto[2] （1. KCC/JAMSTEC, 2. Tohoku University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R12-P-4] (entry) Effects of host rock on strength and thickness of fault zones

*Momoyo FUKUDA[1], Kiyokazu OOHASHI[1] （1. Yamaguchi University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R12-P-5] Extremely slow grain growth of albite feldspar

*Norio Shigematsu[1], Masanori Kido[1], You Zhou[2], Hideki Hyuga[2], Yu-ichi Yoshizawa[2] （1. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIST, 2. Multi-Material Research Institute, AIST）

4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R18 [Regular Session]Environmental geology

[1poster61-62] R18 [Regular Session]Environmental geology

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R18-P-1] (entry) Underground structures seen from the characteristics of groundwater in northwestern Kagoshima Prefecture

*Yoshimasa Ishitani[1], Yujin Kitamura[1], Kuniyo Kawabata[2], Hitoshi Kodamatani[1] （1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institution for Comprehensive Education

Center for General Education, Kagoshima University)
4:30 PM - 7:00 PM

[R18-P-2] (entry) Monthly variation in Radon concentration from the samples of hot spring water around Aira caldera
*Yujin Kitamura[1], Yamato Tateoka, Yuki Tamachi[4], Kuniyo Kawabata[3], Yoshimasa Ishitani[1], Shoichiro Matsuo[1], Daigo Ito[2], Ryo Terasawa[2] (1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, 3. Center for General Education, Institute for Comprehensive Education, Kagoshima University, 4. Japan Meteological Agency)
4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R19 [Regular Session]Engineering geology and non-tectonic structures

[1poster63-67] R19 [Regular Session]Engineering geology and non-tectonic structures

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R19-P-2] The subsurface geology and site amplification map in Azumino City, Nagano Pref.
*Tatsuro Tsugane[1], Tomoyoshi Kosaka, Yoshinori Furumoto[2], Shinshu-Univ. Ground Motion Research Group (1. Shinshu Univ., 2. Nagano National College of Technology)
4:30 PM - 7:00 PM

[R19-P-3] Silica Mineral Phases of the Paleo-Submarine Landslide Outcrops at Yokote City, Akita, NE Japan
*Hiroki Hayashi[1] (1. Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R))
4:30 PM - 7:00 PM

[R19-P-4] Formation process of crack filling Mn-hydro-oxide by strong weathering
*Eiji Nakata Nakata[1], Takehiro Ohta[2], Motoyuki Suzuki[2] (1. Central Research Institute of Electric Power Industry , 2. Yamaguchi University)
4:30 PM - 7:00 PM

[R19-P-5] (entry) Luminescence dating of feldspar in the fault zone of the active Futagawa fault
*Youji MATSUOKA[1], Kiyokazu OOHASHI[1], Toru TAMURA[2], Sumiko TSUKAMOTO[3] (1. Yamaguchi Univ., 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Leibniz Institute for Applied Geophysics)
4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R20 [Regular Session]Geoscience Education/History of Geoscience

[1poster68-70] R20 [Regular Session]Geoscience Education/History of Geoscience

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R20-P-1] Geology in Japan just after the WWII
*Michiko dvan Yajima[1] (1. Tokyo Metropolitan University)
4:30 PM - 7:00 PM

[R20-P-2] Practice of Earth Science-based Inquiry Activities in High School
*Kazuya Kawakatsu[1] (1. Hyogo Prefectural Himejihigashi Senior High School)
4:30 PM - 7:00 PM

[R20-P-3] Studying field geology in the Himalaya-Highlights of the 9th Student Himalayan Field Exercise Tour in March 2020 and invitation to the 10th exercise tour in 2022
*Masaru Yoshida[1,2], Student Himalayan Field Exercise Project (1. Gondwana Institute for Geology and Environment, 2. Tribhuvan University(Emeritus Professor))
4:30 PM - 7:00 PM

Poster | R23 [Regular Session]Nuclear energy and geological sciences

[1poster71-73] R23 [Regular Session]Nuclear energy and geological sciences

4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R23-P-1] Data Collection and Predictive Analysis of Volcanic Dykes Distribution
*Makoto KAWAMURA[1], Hua JIA[2], Yukiko KOIZUMI[2], Masakazu NIWA[1], Koji UMEDA[3] (1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Mitsubishi Materials Techno Corp., 3. Hirosaki Univ.)
4:30 PM - 7:00 PM

[R23-P-2] (entry) Assessment of the level of activity of advective transport through fractures in Neogene mudstone by comparison between stable isotope compositions of fracture and pore waters
Akihito Mochizuki[1], *Eiichi Ishii[1] (1. Japan Atomic Energy Agency)
4:30 PM - 7:00 PM

[R23-P-3] Age Constraint on the Quaternary Sediments by Terrestrial Cosmogenic ^{10}Be Analyses in the Omaezaki Area

*Hisanori Ominami[1], Koumei Nishimura[1], Eiji Nakata[2], Yuki Matsushi[3] （1. Chubu Electric Power Co.,Inc., 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University）

4:30 PM - 7:00 PM

Sun. Sep 5, 2021

poster

Poster | J1. Junior Session

[2poster01-15] J1. Junior Session

12:00 PM - 2:30 PM poster (poster)

[J1-P-1] A study of Loam undergroud Chusya Oh Torii Togakushi Shrine,Nagano

*Togakushi Junior High School[1] （1. Togakushi Junior High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-2] Discovery of an oscillatory zoning showing the circulation of residual water from amphibole of andesite

*Hyogo Prefectural Himejihigashi Senior High School[1] （1. Hyogo Prefectural Himejihigashi Senior High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-3] Fossil ophiuroid ossicles from the Shimousa Group in Shimazu， Amimachi, Ibaraki Prefecture, central Japan（Ⅱ）

*Gunma Prefectural Ota Girls’ High School[1] （1. Gunma Prefectural Ota Girls’ High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-4] Research on ash fall and seasonal fluctuations in wind at Sakurajima volcano

*Kokubu High School Science Club[1] （1. Kokubu High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-5] Is it useless to attach legs to an underwater snake-shaped robot?

*Tokyo Tech High School of Science and Technology[1] （1. Tokyo Tech High School of Science and Technology）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-6] The Good scenery of Okoshiki Coast

*Kumamoto Prefectural Uto High School[1] （1. Kumamoto Prefectural Uto High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-7] Scientize the Natural Phenomenon called Shiranui 2

*Kumamoto Prefectural Uto High School[1] （1. Kumamoto Prefectural Uto High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-8] Observing the Air Circulation Patterns of the Urban Canopy layer between Buildings at Kakogawa Higashi High School.

*Hyogo Prefectural Kakogawa Higashi High School[1] （1. Hyogo Prefectural Kakogawa Higashi High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-9] Differences in the shell structure of spherical *Spumellaria* (Radiolaria) between low and middle-high latitude oceans

*Ehime Univ. Senior High School[1] （1. Ehime Univ. Senior High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-10] Several characteristic layers at the Toyohama Sakai seashore in Minamichita-town, Chita Peninsula, central Japan

*Nagoya High School Natural Science Club[1] （1. Nagoya High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-11] The relationship between sand grain size and river scale at Shonai beach

*Tsuruoka Minami Senior High School,Yamagata[1] （1. Tsuruoka Minami Senior High School,Yamagata）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-12] Characteristics of high quartz discovered in Miyagi Gakuin

*Miyagi Gakuin Senior High School[1] （1. Miyagi Gakuin Senior High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-13] The survey of Micro-Plastics included in River sediments.

*Gifu Prefectural Gizan High School[1] （1. Gizan High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-14] Consideration about the process of forming the dish structure

*Tokyo Gakugei University Senior High School[1] （1. Tokyo Gakugei University Senior High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-15] Origin of iron sand distributed around the mouth of the Gokurakuji River, Kamakura, Japan.
*Komaba Toho High School[1] （1. Komaba Toho High School）
12:00 PM - 2:30 PM

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 | T1.［Topic Session］New perspectives of subduction zone earthquake dynamics through experiments across-scales

[1poster01-02] T1.［Topic Session］New perspectives of subduction zone earthquake dynamics through experiments across-scales

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T1-P-1] Physical properties of the Kumano forearc basin at Site C0025, IODP Expedition 358

*Manami Kitamura[1], Takashi Takehara[1], Xinglin Lei[1] （1. GSJ/AIST）

4:30 PM - 7:00 PM

[T1-P-2] (entry) Impact of Kuroshio meander on the slow slip event in March 2020 detected by borehole and DONET observatories

*Keisuke Ariyoshi[1], Toshinori Kimura[1], Yasumasa Miyazawa[1], Varlamov Sergey[1], Takeshi Iinuma[1], Akira Nagano[1], Joan Gomberg[2,3], Eiichiro Araki[1], Toru Miyama[1], Kentaro Sueki[1], Shuichiro Yada[1], Takane Hori[1], Narumi Takahashi[4,1], Shuichi Kodaira[1] （1. JAMSTEC, 2. USGS, 3. University of Washington, 4. NIED）

4:30 PM - 7:00 PM

Physical properties of the Kumano forearc basin at Site C0025, IODP Expedition 358

*Manami Kitamura[1], Takashi Takehara[1], Xinglin Lei[1]

1. GSJ/AIST

The International Ocean Discovery Program (IODP) Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment (NanTroSEIZE) Expedition 358 penetrated the Kumano forearc basin at Site C0025 to understand the evolution of the accretionary prism and Kumano forearc basin in the Nankai Trough (Tobin et al., 2020, IODP Proceedings). Site C0025, located at ~ 50 –55 km landward from the trench, has been drilled and obtained core samples from 400 –573 mbsf. In this study, we conduct elastic wave velocity (Vp) and porosity measurements and indentation tests on cubic samples and estimate the anisotropy of the samples. Vp at 453 –572 mbsf falls in the range of 1.7 to 2.0 km/s. Vp along horizontal directions show similar values with shipboard data, while Vp along vertical direction tends to be slightly higher than shipboard data (Tobin et al., 2020, IODP Proceedings). The vertical anisotropy of Vp is between -0.3 and 2.3%, which is similar with shipboard data. Porosity of our samples ranges between 42 –49%, which is also consistent with the results of shipboard measurements (Tobin et al., 2020, IODP Proceedings). The unconfined compressive strength (C0) along horizontal direction, which can be obtained by indentation tests (e.g., Kitamura and Hirose, 2017, JSG), generally increases with depth from 0.6 MPa at 433 mbsf to 2.4 MPa at 454 mbsf. After C0 value decreases to 1.4 MPa at 467 mbsf, it gradually increases with depth to 3.0 MPa at 573 mbsf. C0 for vertical direction indicates the similar trend. The vertical anisotropy of C0 decreases with depth from 9.2% at 467 mbsf to -8.4% at 573 mbsf. In addition, we perform permeability measurements on core sample under in-situ pressure condition. The permeability of the sediment collected at 573 mbsf is on the order of 10^{-18} m^2. In the poster, we will discuss the Vp-porosity, Vp-C0 and permeability-porosity relationships in the Kumano forearc basin.

Keywords: IODP, Nankai Trough, Kumano forearc basin

(entry) Impact of Kuroshio meander on the slow slip event in March 2020 detected by borehole and DONET observatories

*Keisuke Ariyoshi[1], Toshinori Kimura[1], Yasumasa Miyazawa[1], Varlamov Sergey[1], Takeshi Iinuma[1], Akira Nagano[1], Joan Gomberg[2,3], Eiichiro Araki[1], Toru Miyama[1], Kentaro Sueki[1], Shuichiro Yada[1], Takane Hori[1], Narumi Takahashi[4,1], Shuichi Kodaira[1]

1. JAMSTEC, 2. USGS, 3. University of Washington, 4. NIED

In our recent study, we detected the pore pressure change due to the slow slip event (SSE) in March 2020 at the two borehole stations (C0002 and C0010), where the other borehole (C0006) close to the Nankai Trough seems not because of instrumental drift for the reference pressure on the seafloor to remove non-crustal deformation such as tidal and oceanic fluctuations. To overcome this problem, we use the seafloor pressure gauges of cabled network (DONET) stations nearby boreholes instead of the reference by introducing time lag between them. We confirm that the time lag is explained from superposition of theoretical tide modes. By applying this method to the pore pressure during the SSE, we find pore pressure change at C0006 about 0.6 hPa. We also investigate the impact of seafloor pressure due to ocean fluctuation on the basis of ocean modeling, which suggests that the decrease of effective normal stress from the onset to the termination of the SSE is explained by Kuroshio meander and may promote updip slip migration, and that the increase of effective normal stress for the short-term ocean fluctuation may terminate the SSE as observed in the Hikurangi subduction zone.

Keywords: slow earthquake, Kuroshio meander, megathrust earthquakes, Nankai trough

Poster | T2.［Topic Session］Submarine Mass Movements and Their Consequences

[1poster03-04] T2.［Topic Session］Submarine Mass Movements and Their Consequences

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T2-P-1] (entry) Volcanic glasses recovered from piston cores in Yatsushiro Sea taken by Hakuhomaru KH-18-3 Cruise

*Shoichiro MATSUO[1], Yujin KITAMURA[1], Kuniyo KAWABATA[2], Ryo TERASAWA[3], Daigo ITO[3]（1. Graduate school of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute for Comprehensive Education Center for General Education, Kagoshima University, 3. Graduate school of Science and Technology, Kumamoto University）

4:30 PM - 7:00 PM

[T2-P-2] Direction of the marine geological studies

*Kiichiro Kawamura[1], Hideo Nomura[2], Nagakawa Katsuhisa[2], Manabu Takemasa[2], Jun Tanaka[2]（1. Yamaguchi University, 2. Kiso Jiban Co. Ltd.）

4:30 PM - 7:00 PM

(entry) Volcanic glasses recovered from piston cores in Yatsushiro Sea taken by Hakuhomaru KH-18-3 Cruise

*Shoichiro MATSUO[1], Yujin KITAMURA[1], Kuniyo KAWABATA[2], Ryo TERASAWA[3], Daigo ITO[3]

1. Graduate school of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute for Comprehensive Education Center for General Education, Kagoshima University, 3. Graduate school of Science and Technology, Kumamoto University

1.はじめに
九州西部に位置する八代海には多数の海底断層群が認められており，日奈久断層帯八代海区間を構成している．またこの海域は閉鎖度が高く，河川からの砕屑物の堆積盆となっている．新しい堆積層と活断層の組み合わせから，潜在的に海底地すべりの発生条件を備えている．井上ほか（2011）により八代海の堆積物ピストンコア中の年代の逆転が報告されており，さらに詳細な海底地すべり履歴の検討のために白鳳丸KH-18-3次研究航海によりピストンコア試料が採取された．
伊藤（2020卒論）で八代海の堆積物試料から姶良Tnテフラを構成する入戸火砕流堆積物の火山ガラスが確認されたが，推定された堆積年代と合致せず，さらなる検証が必要とされた．本研究は，八代海南部で行われたKH-18-3次研究航海で採取されたピストンコア試料に含まれる火山ガラスの屈折率をもとに同定し，層序を考察することを目的とする．
2.手法
KH-18-3次研究航海で採取されたピストンコア試料PC01～PC11の計11本のコアから，伊藤（2020卒論）によりDI001～DI110の合計110試料に分けられた．本研究ではPC03（DI023～DI032）と
PC09（DI081～DI091）の21試料を使用した．21試料を水洗，乾燥，分割し，１つの試料から30粒の火山ガラスの屈折率をRIMS2000を使用して測定した．DI082においては斜方輝石の屈折率も測定した．また，試料分割後のスミアスライドを作成し，偏光顕微鏡を用いて200粒の鉱物組成を割り出した．
3.結果と考察
PC03（DI023～DI032）ではバブル型，軽石型の火山ガラスが見られた．30粒全て姶良Tnの屈折率（1.498～1.501）の火山ガラスであった．PC09（DI081～DI091）も同様にバブル型，軽石型の火山ガラスが見られ，ほとんどが姶良Tnの屈折率と一致した．DI081, DI082，DI084～DI086では1～4粒の火山ガラスが姶良Tnの屈折率とは一致せず，阿蘇4（Aso-4）の屈折率（1.506～1.510）または鬼界アカホヤ（K-Ah）の屈折率（1.508～1.516）に一致した．DI082の斜方輝石はK-Ahの屈折率（1.708～1.713）に一致した．堀（2019卒論）で推定された650±40年前や10910±50年前の層にも連続的に姶良Tnの火山ガラスが見られたため，これらは二次堆積したものだと考えられる．
PC03のスミアスライドではDI023～DI026，DI028～DI030で岩片が顕著に見ら
れ，DI027，DI031，DI032で火山ガラスが顕著に見られた．DI027～DI029では植物片が目立った．PC09のスミアスライドではDI081～DI086で有孔虫や生物片などが25%程度見られ，DI087以降は火山ガラスが顕著に見られた．
4.まとめ
入戸火砕流堆積物は人吉盆地周辺の地質図上ではほとんど残っていない．これについて横山（2000）は，山岳地域の谷底の堆積物が顕著な削剥を受けたとみている．堀（2019卒論）で推定された異なる年代の層にも入戸火砕流堆積物が見られることから，八代海の堆積物中の火山ガラスは河川からの流入による二次堆積物であると考えられる．K-Ahは含まれている可能性はあるが，見つかった粒数が少ないため，今後ほかのコアの火山ガラスや重鉱物を調べることが望まれる．
5.引用文献
伊藤大悟（2020卒論）八代海南部における底生有孔虫群集から推定される堆積環境，鹿児島大学卒業論文，55p.
井上直人・北田奈緒子・越後智雄・久保尚大・一井直宏・林田明・坂本泉・滝野義幸・楮原京子，2011，布

田川・日奈久断層帯海域延長部におけるピストンコア調査，活断層・古地震研究報告，11，295ー308.
堀航喜（2019卒論）日奈久断層八代区間の海底断層群分布海域における浅海表層堆積物の物性から推定される堆積環境，鹿児島大学卒業論文，90p.
横山勝三（2000）入戸火砕流堆積物の分布北限，火山第45巻，第4号，209-216.

Keywords: Volcanic ash, AT tephra, 2016 Kumamoto earthquake

Direction of the marine geological studies

*Kiichiro Kawamura[1], Hideo Nomura[2], Nagakawa Katsuhisa[2], Manabu Takemasa[2], Jun Tanaka[2]

1. Yamaguchi University, 2. Kiso Jiban Co. Ltd.

地質学は不均質性との戦いである。ここに地質リスクが存在しており、複雑な地質を如何に最適モデル化できるかが課題である。最適モデルにするためには、測定・観測要素を適切に抽出する必要があり、その選定は目的にあったかたちで実施されている。最適モデルにするためには、それらの事象の進行プロセスや発生メカニズムを知る必要があり、モデルを裏打ちするような原理原則が必要不可欠である。このように陸上における課題として、地質リスクが存在しているが、海底となるとさらに難しい問題となる。しかし、この難敵は、資源採掘や構造物建設、さらには既存の構造物の沿岸防災において、避けて通れない課題である。近年話題になっている洋上風力発電においては、喫緊の課題であり、津波や構造物を破壊する要因となる海底地すべり、敷設する送電ケーブルを切断する恐れのある混濁流、構造物に直接ダメジを与える恐れのあるシャローガスや泥火山、液状化などの海底地盤でのリスク要素、など事象は知られているが、発生規模や発生頻度、場所を特定困難なものばかりである。これらの海底地質リスク評価は、ある意味日本型であるとも言え、用地選定だけでなく、その後の施工や維持管理において、ボディーブローのように効いてくる問題であることは容易に想像がつく。ここでは、Nitta et al. (2019)で報告された仙台沖の水深1000m程度の海底クリープ現象を報告し、その地質学的な意義について論じる。また、短い発表時間ではあるが、上記のリスク要素の捉え方、浅海域における地質リスク評価のアプローチ法、さらには、それらを検討する国内外組織についてみなさんと議論したい。

引用文献

Sayaka Nitta, Takafumi Kasaya, Kiichiro Kawamura, 2021, Geological Magazine , Volume 158 , Special Issue 1: Subduction zone processes and crustal growth mechanisms at Pacific-Rim continental margins: modern and ancient analogues, pp. 39 - 46. DOI: https://doi.org/10.1017/S0016756818000894

Keywords: Submarine landslide, Offshore wind farm, Marine geological risks, Creep, off Sendai

[1poster05-07] T3. [Topic Session] Collaboration and advance of geological, experimental, and seismological research on slow earthquakes

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T3-P-1] (entry) Constraint on slip velocity using grain size of dynamic recrystallization of quartz in the Yokonami melange, the Cretaceous Shimanto Belt

*Mako Kawaji[1], Yoshitaka Hashimoto[1] (1. Kochi University)

4:30 PM - 7:00 PM

[T3-P-2] (entry) Generation mechanism of slow stick-slip verified from friction properties of mixed quartz/talc gouges

*Ryota Hibi[1], Ken-ichi Hirauchi[1] (1. Shizuoka Univ.)

4:30 PM - 7:00 PM

[T3-P-3] (entry) Deformation behavior of antigorite serpentinite in deep slow earthquake source regions inferred from field and experimental observations

*Yurina Nagata[1], Ken-ichi Hirauchi[1], Keishi Okazaki[2] (1. Shizuoka University, 2. JAMSTEC)

4:30 PM - 7:00 PM

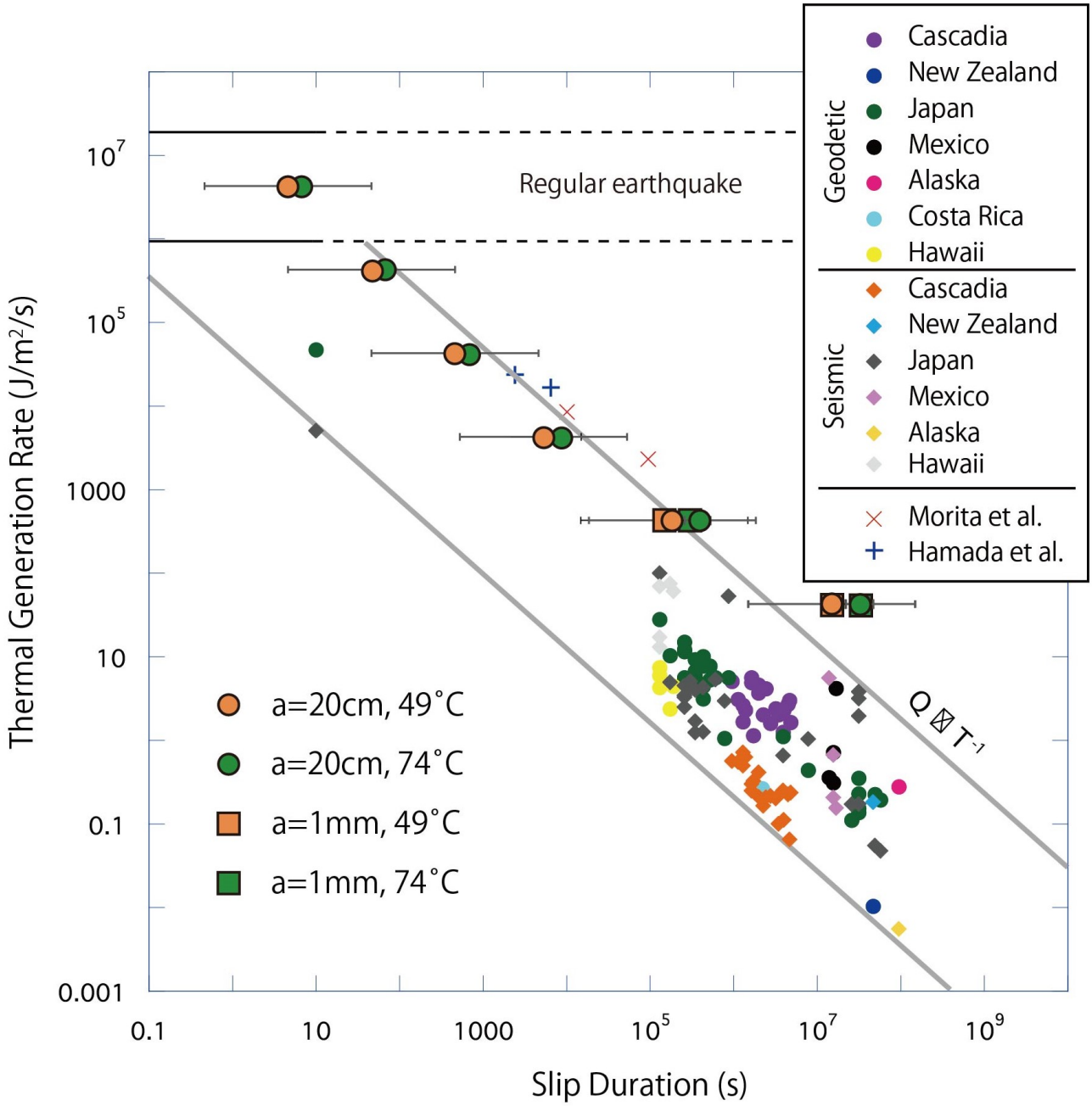
(entry) Constraint on slip velocity using grain size of dynamic recrystallization of quartz in the Yokonami melange, the Cretaceous Shimanto Belt

*Mako Kawaji[1], Yoshitaka Hashimoto[1]

1. Kochi University

近年,地球物理学的手法により発見されたスロー地震は,汎世界的な現象であることが明らかとなり,スロー地震と巨大地震との関連が注目されている. 物理観測では空間的な相互作用を理解することが難しいため,空間分解能が高い地質学的手法でのスロー地震の化石認定が鍵となるが,決定的な証拠は未発見である. そこで,本研究では巨大地震とスロー地震の断層岩が共存していることの認定を目指し, 陸上付加体において遅い変形を示す石英の結晶塑性変形組織が見られる巨大地震の化石を含む断層を対象に,遅い変形を起こした際の被熱温度とすべり速度の定量化を目的とした. 対象の断層は,四国白亜系四万十帯に属する横浪メランジュの北縁断層である五色ノ浜断層で,摩擦発熱による溶融を示すシュードタキライトが見られ,地震断層の化石と認定されている. 地震断層は厚さ約1 ㎜,破砕帯は厚さ約20 ㎝である. 母岩の過去の最高被熱温度はビトリナイト反射率によって約250 ℃と報告されている. 断層岩の微細組織観察から,直線的な断層の周囲で石英質なブロックが泥質な基質に囲まれている変形帯になっており,ブロックは断層とほぼ平行に配列している. また,泥質の基質はブロックを囲むような流動的な変形をしており,石英ブロックの中には波状消光や動的再結晶組織が見られた. 被熱温度の推定には,塑性変形を起こしている石英の粒径を用いるStipp et al.(2002)の手法を採用した. また,同様にStipp et al.(2002)の手法で温度からひずみ速度を推定し,すべり速度を求める計算を行った. ただし,Stipp et al.(2002)の研究対象はほとんどが石英で構成されている岩体であるため,流体圧を無視することでひずみ速度,すべり速度の推定までを行うことができている. 一方,本研究の対象は塑性変形した石英が不均質に分布していることから,流体圧の不均質な分布を示唆しており,流体圧を無視することができない. さらに差応力自体が不均質である可能性もある. よって,得られるすべり速度は流体圧を無視した最低速度の制約となる. 分析の結果,過去の最高被熱温度は299-324 ℃と推定され,母岩の過去の最高被熱温度よりも高く,過去,断層帯に発熱イベントがあったことを示唆する. また,この温度は観察範囲である断層の中心から約15 ㎜の地点までほぼ一定であった. これらの推定被熱温度を用いて計算した推定すべり速度は約10 m/yearで,プレート運動よりも遅かった. なお,このすべり速度は最低速度の制約に過ぎないものの,破砕帯20 cmの泥質基質を含めた全体のすべりが不足分のすべり速度を補っていることを示唆する. ここで,断層から約15 mmに渡って発熱温度が一定である点に着目し,発熱帯の厚さが1 mmと20 cmの場合について,異なるすべり速度での摩擦発熱による熱拡散パターンの時間発展を計算し,この熱拡散パターンが天然の温度分布と一致するときのすべり速度とすべり時間を制約した. 結果,発熱帯が厚さ1 mmの場合すべり速度は10 -10 m/s,すべり時間は10 -10 sと推定され,20 cmの場合すべり速度は10^{1} -10 m/sまで広い範囲が許容され,すべり時間は10 -10 sと推定された. 最後に,本研究の結果を過去に観測された地震データと比較する. まず,これまでに物理学的に観測されている地震のデータは,地震の規模Moとすべり時間Tdで表現することができ,通常地震とスロー地震ではMoとTdの関係が異なっていることが既に明らかとなっている(Ide et al., 2007). このMoは,単位面積・単位時間あたりの熱量Qに変換することができる. また,Qはすべり速度,上載圧,摩擦係数の積であり,制約されたすべり速度に上載圧10 MPa, 摩擦係数10^{1}を与えて地質学的なQを得た. 過去に観測された地震データのTdと,Moを変換することで得られたQの関係を表したグラフに,本研究で得られたTdとQをプロットすると,シミュレーションによって許容されたすべり速度とすべり時間が,過去に観測されたスロー地震と一致する場合が多いことがわかった. 以上のことから,五色ノ浜断層で見られる結晶塑性変形した石英は,スロー地震を記録している可能性が十分あると考えられ,スロー地震と通常の巨大地震が同じ断層で起こっていという可能性も示唆される. ただし,温度の独立決定を行って確度を高めること,断層からさらに離れた地点の温度分布からすべり挙動を制約することが課題である. また,熱源が高温流体である可能性を否定できないため,岩石-流体間反応の検討も必要である.Stipp, M et al., 2002, Journal of Structural Geology: Ide, S et al., 2007, Nature

Keywords: slow earthquake, accretionary complex, dynamic recrystallization, seismogenic fault



(entry) Generation mechanism of slow stick-slip verified from friction properties of mixed quartz/talc gouges

*Ryota Hibi[1], Ken-ichi Hirauchi[1]

1. Shizuoka Univ.

スロー地震は、継続時間と地震モーメントの違いから、スロースリップイベント（以下、SSEとする）、超低周波地震、低周波微動などに区分される(Obara and Kato, 2016)。室内の摩擦実験は、安定すべりやスティック・スリップなどの様々なすべり挙動が発生することから、地震発生メカニズムを理解する上で重要な研究手法である。スティック・スリップには、継続時間が短く、応力降下量が大きいファストスティック・スリップと、継続時間が長く、応力降下量が小さいスロースティック・スリップが存在する。スティック・スリップは、剛性比$K = k/k_c$（kは装置のスティッフネス、k_cは臨界スティッフネス）とすると、$K < 1$で発生することが知られている（例えば、Gu et al., 1984; Rice, 1983）。先行研究では、石英やソーダ石灰など1種類のガウジ試料で摩擦実験を行い、$K \approx 1$の条件でスロースティック・スリップが起こることを明らかにしている(例えば、Scuderi et al., 2016; Leeman et al., 2018)。彼らの実験では、法線応力や載荷速度を変更することでKの値を変化させている。しかし、天然の断層では、石英や長石類からなる破砕岩片の周囲を、スメクタイトや滑石などの層状珪酸塩鉱物が取り囲んで存在する(例えば、Wintsch et al., 1995)。そこで、本研究では、石英と滑石からなる模擬ガウジ物質を使用し、ガウジ組成を変化させて摩擦実験を行った。
摩擦実験は静岡大学設置の一面剪断試験機を使用して行った。実験は、法線応力10 MPa、載荷速度0.66～2.00 μm/s、室温で行った。結果は、滑石含有率が0～2 wt.%のときにファストスティック・スリップが、4～10 wt.%のときにスロースティック・スリップが発生した。また、4～5 wt.%では定常的なスロースティック・スリップが発生した。速度・状態依存摩擦則の$(a-b)$値は滑石含有率0～2 wt.%では−0.0021～−0.0002で速度弱化挙動を示し、滑石含有率4～10 wt.%では0.0001～0.0012でわずかに速度強化挙動を示した。剛性比$K = k/k_c$は、滑石含有率0～2 wt.%では3.4～38.4で $K > 1$となり、理論的な安定条件でファストスティック・スリップが発生した結果となった。
スティック・スリップ発生時の応力降下量は、応力降下継続時間の増加とともに0.592～0.004 MPaへ減少し、ファストスティック・スリップからスロースティック・スリップへ変化した。すべり量も同様に、応力降下継続時間の増加とともに0.0622～0.0001 mmへ減少し、ファストスティック・スリップからスロースティック・スリップへ変化した。以上より、ファストスティック・スリップからスロースティック・スリップへの変化は、急激に起きるものではなく、遷移的に発生していると考えることができる。
実験後の試料の微細構造観察は、滑石含有率0～10 wt.%の試料では、滑石含有率の増加に伴ってR_1面、Y面がともに減少した。よって、ファストスティック・スリップからスロースティック・スリップへ変化すると、R_1面、Y面がともに減少することがわかった。
本研究の結果から、層状珪酸塩鉱物の含有率の数%の違いが、ファストスティック・スリップやスロースティック・スリップ、安定すべり等のさまざまな摩擦挙動を発生させることがわかった。そのため、天然の断層においても、層状珪酸塩鉱物の溶解・析出等により含有量が変化すると、通常の地震から、SSE、安定すべりまで、同一の断層で発生する可能性があると考えることができる。

引用文献：Obara and Kato (2016), *Science*, 353, 253-257. Gu et al. (1984), *J. Mech. Phys. Solids*, 32, 167-196. Rice (1983), *Pure Appl. Geophys*, 121, 443-475. Scuderi et al. (2016), *Nat. Geosci.*, 9, 695-700. Leeman et al. (2018), *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 123, 7931-7949. Wintsch et al. (1995), *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 100, 13021-13032. Summers and Byerlee (1977), *Tectonophysics*, 75, 243-255.

Keywords: slow earthquake, friction sliding experiments, stick-slip, phyllosilicate, rate- and state-friction law

(entry) Deformation behavior of antigorite serpentinite in deep slow earthquake source regions inferred from field and experimental observations

*Yurina Nagata[1], Ken-ichi Hirauchi[1], Keishi Okazaki[2]

1. Shizuoka University, 2. JAMSTEC

南海沈み込み帯のマントルウェッジ先端付近では、プレート境界に沿って深部スロー地震が発生している（例えば、Obara , 2002）。マントルウェッジ先端付近は、海洋プレート中に含まれる含水鉱物の脱水反応に起因して多量の水が高間隙水圧状態で存在すると考えられている（例えば、Shelly et al., 2006）。このような領域では、有効応力の低下に伴って岩石の摩擦・破壊強度が低下するため、高温高圧下においても脆性変形が卓越する可能性がある。そして、マントルウェッジを構成するかんらん岩は、水流体の存在下において蛇紋岩化していると考えられる（例えば、Kato et al., 2010）。以上のことから、高含水率条件下での蛇紋岩の脆性変形が深部スロー地震の発生メカニズムの一つとなる可能性があるが、そのような条件下で蛇紋岩がどのような変形挙動を示すかについては、未だによくわかっていない。また、これまでに高温高圧下でのアンチゴライト蛇紋岩を用いた変形実験が数多く行われているが（例えば、Hilairet et al., 2007; Chernak and Hirth, 2010）、蛇紋岩中の含水量の変化に着目した実験はあまり行われていない。そこで、本研究では、深部スロー地震発生域に相当する温度圧力条件下で形成された天然の蛇紋岩体について構造岩石学的解析を行った。さらに、グリッグス型固体圧式三軸変形装置を用いて、様々な含水量下における蛇紋岩試料の高圧変形実験を行った。

フィールド観察は、四国中央部三波川帯の泥質片岩（ざくろ石帯と曹長石・黒雲母帯の境界）に含まれる蛇紋岩体を対象とした。本地域の三波川帯は温度約500℃、圧力約1 GPaの変成作用を経験している（Aoya et al., 2013）。蛇紋岩はレンズ状のブロックが定向配列するblock-in-matrix構造を呈し、ブロック、マトリックス共にアンチゴライトで構成される。block-in-matrix 構造では、ブロックの伸長方向に平行な開口破壊とこれに斜交する剪断破壊が混合したネットワークを形成していた。このような開口破壊の発生には、間隙水圧の大きさが少なくとも最小主応力（σ_3）と岩石の引張強度の和を超える必要があることから、蛇紋岩のブロック化は静岩圧を超える間隙水圧下で発生したと考えられる。

変形実験は、コア状（直径約6 mm、長さ約13 mm）のアンチゴライト蛇紋岩試料を用い、温度500℃、封圧1.0 GPa、歪速度4.22 ×10^{-6} s^{-1}、含水量0、1.1、3.0 vol.%条件で行った。試料の最大差応力は、含水量の増加に伴って小さくなっていった。含水量0、1.1 vol.%条件では、試料全体を最大圧縮方向（σ_1）に対して約30°斜交する断層が形成され、断層面に沿って粉砕された細粒のアンチゴライトと脱水生成物が形成していた。含水量3.0 vol.%条件では、破壊がネットワークを形成することで最大長さ約6 mmのレンズ状にブロック化し、block-in-matrix構造を呈していた。マトリックスは粉砕されたアンチゴライト粒子と間隙で構成されていた。

実験結果から、深部スロー地震発生域に相当する温度圧力条件下で蛇紋岩中の含水量が増加すると、破壊が断層面に局在化する変形から破壊がネットワークを形成する変形に変化することがわかる。また、フィールドおよび実験的観察は共に、深部スロー地震発生域において蛇紋岩が剪断・開口破壊によってblock-in-matrix構造を形成することを示唆しており、これらの破壊は深部スロー地震の一種である微動として観測されている可能性がある。

引用文献：Aoya et al., 2013, *Geology*, 41, 451-454. Chernak and Hirth, 2010, *Earth Planet Sci. Lett.*, 296, 23-33. Hilairet et al., 2007, *Science*, 318, 1910-1913. Kato et al., 2010, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L14310. Obara, 2002, *Science*, 296, 1679-1681. Shelly et al., 2006, *Nature*, 442, 188-191.

Keywords: slow earthquake, mantle wedge, serpentinite, deformation

[1poster08-09] T4.［Topic Session］Reconstructiong modified ancient arc-trench systems: examples of Japan etc.

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T4-P-1] (entry) Reconstruction of the Miocene accretionary complex and oceanic plate stratigraphy in the Tomuraushi area, Hokkaido, Japan

*Michiru Inoue[1], Hayato Ueda[2]（1. Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., 2. Niigata Univ.）

4:30 PM - 7:00 PM

[T4-P-2] Cathodoluminescence measurements of zircons from the Takidani granodiorite in the Northern Alps.

*Yuta Tsuchiya[1], Kazumasa Aoki[1], Hirotsugu Nishido[1]（1. Okayama University of Science）

4:30 PM - 7:00 PM

(entry) Reconstruction of the Miocene accretionary complex and oceanic plate stratigraphy in the Tomuraushi area, Hokkaido, Japan

*Michiru Inoue[1], Hayato Ueda[2]

1. Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., 2. Niigata Univ.

はじめに　北海道中央部の日高帯を構成する日高累層群は，暁新世～始新世に形成された付加体とされてきた．最近，同帯のトムラウシ地域から前期中新世を示すジルコンU-Pb年代が報告されたが，それらの地層は日高累層群から区別され，プルアパート堆積盆で形成された被覆層と解釈されている（七山ほか2020）．しかし，後述のとおり，周囲の砕屑岩類からも例外なく漸新世後期～前期中新世の年代が得られており，本研究地域を構成する付加体自体が若いという可能性の検討が必要である．そこで，当発表ではトムラウシ地域の野外調査，ジルコンU-Pb年代測定，緑色岩類の化学分析で得られたデータから，付加体の形成時期と関与した海洋プレートについて議論する．

岩相区分　著者は，トムラウシ地域で新たにマッピングを行い，ユニットA～Eに岩相区分した．（ユニットA：黒色泥岩層， B：砂岩泥岩互層， C：緑色岩類， D：赤色・緑色・黒色泥岩層，E：玄武岩，赤色・黒色泥岩，砂岩泥岩互層の覆瓦ユニット） また、ユニットA，B，Dの砂岩や凝灰岩から漸新世後期，ユニットC，Eの砂岩と凝灰岩から前期中新世のジルコンU-Pb年代を得た．七山ほか（2020）が中新世のジルコンと珪藻化石を報告した地層は，ユニットDに相当する．ユニットAの黒色泥岩からは古第三紀暁新世と始新世，また，ユニットEの赤色チャートから白亜紀中期アルビアン～セノマニアンの放散虫年代が報告されている（Watanabe ＆ Iwata, 1987, 君波ほか, 1990).

原層序の復元　野外での岩石の随伴関係や層序・年代，および鏡下での特徴から，当地域の日高累層群の原層序は以下のように復元される．古い方から，枕間石灰岩を伴うE-MORB枕状溶岩と白亜紀中期アルビアン～セノマニアン赤色チャート・石灰岩（ユニットE），凝灰岩を挟在する暁新世～始新世の半遠洋性黒色珪質泥岩（ユニットA），漸新世～前期中新世の砂岩泥岩互層（ユニットB），前期中新世赤色・緑色・黒色泥岩（ユニットD）とそこに噴出，貫入したN-MORB～T-MORB緑色岩類（ユニットC）となる．

考察　当地域で復元される原層序は，枕状溶岩を覆う白亜紀の赤色チャート・石灰岩に始まり，暁新世～始新世の半遠洋性黒色泥岩を経て，後期漸新世～前期中新世の陸源タービダイトに至る，海洋プレート層序であったと考えられる．そのため，付加体の形成年代は後期漸新世～前期中新世の可能性が高い．Muller et al., (2016)によれば，20Ma頃に日本周辺へ沈み込んだ太平洋プレートの年齢は，およそ100myr と復元されており，これはユニットEチャート岩塊の放散虫年代（アルビアン～セノマニアン）と調和的である．また，DSDPやODPの太平洋プレート上のコア層序では，上部白亜系～下部古第三紀系が欠如しているものがある（DSDP Site 578, ODP Site 1179など）．そのため，トムラウシ地域における白亜系や下部古第三系のきわめて断片的な産出は，太平洋の海底層序の欠如を反映している可能性がある． 以上から，トムラウシ地域では，砂泥互層が堆積した漸新世末～前期中新世頃まで，日高帯は東に開いた海であり，太平洋プレートが沈み込んでいたと考えられる．

引用文献

君波 和雄，川端 清司，宮下 純夫，1990, 日高累層群中からの古第三紀放散虫化石の発見とその意義，特に海嶺沈み込みについて，地質雑，96, 332-326.

Müller, R.D., Seton, M., Zahirovic, S., Williams, S.E., et al. (2016) Ocean basin evolution and global–scale plate reorganization events since Pangea breakup. Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences, 44, 107–38.

七山 太, 渡辺 真人, 山崎 徹, 岩野 英樹, 檀原 徹, 平田 岳史，2020b, 北海道中央部，トムラウシ地域の日高帯分布域に新たに発見された下部中新統とそのテクトニックな意義，地質誌，126, 605-620.

Watanabe, Y. and Iwata, K. 1987, The Hidaka Supergroup in the Tomuraushi Region, Hidaka Belt, Hokkaido, Japan. Earth Sci. (Chikyu Kagaku), 41, 35-47.

Keywords: Early Miocene, Accretionary Complex, Hidaka Belt, Hidaka Supergroup, U-Pb age

Cathodoluminescence measurements of zircons from the Takidani granodiorite in the Northern Alps.

*Yuta Tsuchiya[1], Kazumasa Aoki[1], Hirotsugu Nishido[1]

1. Okayama University of Science

はじめに
カソードルミネッセンス（CL）は、対象鉱物の微量不純物、格子欠陥、結晶歪を高空間分解能で解析できるため、地球科学の分野では、続成作用や後背地解析、さらには変成作用の解析などさまざまな面で利用されている。その中、ジルコンのCLは、成長ドメインごとに異なる特性を示すことが知られており、U–Pb年代測定技術の発展と普及に相まって年代学分野では切り離すことのできない手法の１つとなっている（e.g., Corfu etal.,2003; Grant et al., 2009）。しかし、CL特性が生じる具体的な要因やメカニズムについては不明な点が多い。火成起源ジルコンが示すカラーCL像は、一般に結晶化した年代が古いものほど黄色発光を示す。一方、何もドープしていない合成ジルコンのカラーCL像は、顕著な青色発光を示す。これらのことは、放射性核種からのα線放射による損傷の増加がCLの黄色発光を強める要因であることを示唆する（e.g., Finch et al., 2004; Tsuchiya et al., 2017）。しかし、放射線損傷の少ない天然ジルコンのCL特性を報告した例は少なく、ジルコン年代に応じた放射線損傷の増加もしくは減少がCL発光にどれだけ影響を与えているかはよく分かっていない。そこで本研究では、報告例が少ない若いジルコンのCL特性を明らかにするため、岐阜県および長野県県境の北アルプス南部上高地・西穂高岳周辺に産する滝谷花崗閃緑岩（2–1Ma: Sano et al., 2002; Ito et al., 2017）からジルコンを分離し各種測定を行った。
結果と解釈
・LA-ICP-MS U–Pb年代測定
滝谷花崗閃緑岩から抽出したジルコン（滝谷ジルコン）のU–Pb年代測定から、滝谷ジルコンは~65Maの年代を示すものと、2–1Maの年代を示すものがあることがわかった。前者の古い年代を示すジルコンについてはIto et al. (2017)も報告している。滝谷花崗閃緑岩の周囲には白亜紀花崗岩類が認められることから、滝谷花崗閃緑岩の元となったマグマの定置プロセスの際に周囲の白亜紀花崗岩類の同化作用で取り込んだ際に、混入したと考えられる。
・カラーCL像
ジルコンのカラーCL像は、年代値の違いに関わらず同じ青色発光を示した。先行研究によるジルコンのCL特性結果(Tsuchiya et al., 2017）を考慮すると、2–1Maの若い年代を示すジルコングループは放射線損傷が少ないため、黄色発光の影響を受けず青色発光が強く反映され、一方、~65Maの古い年代を示すジルコングループは、700度以上でアニールされ放射線損傷が解消し青色発光を示したと考えられる（Tsuchiya et al., 2015）。
・スペクトル解析
CLスペクトル分析の結果、グループごとに青色領域の強度差が生じていることが認められたが、スペクトルパターンに大きな違いは認められず、すべてのジルコンから紫外ー青色領域に結晶成長時の際に生じる発光中心（Intrinsic emission）と、希土類元素（Dy^{3+}、Er^{3+}）を発光中心とする~480nmおよび~580nmと~405nmに鋭いピークが検出された。また、黄色領域に放射線損傷に帰属される発光バンドはほとんど認められなかった。これらのことより、カラーCL像観察で認められた顕著な青色発光は、Intrinsic emissionに起因することを示す。一方、グループごとに青色領域の強度差が生じる原因については、現時点ではよくわからないが、おそらくCL強度が温度によって大きく変化することに起因するのかもしれない。今後ジルコンの微量元素組成や角閃石組成などから滝谷花崗閃緑岩の温度圧力条件を推定し、若いジルコンのCL発光の特徴化を進め、ジルコン年代に応じた放射線損傷がCL発光に与える影響について議論する。
引用文献
Corfu et al., 2003, Reviews in Mineralogy and geochemistry, 53, 469-500. Finch et al., 2004, Journal of Physics D: Applied Physics, 37, 2795-2803. Grant et al., 2009, Chemical Geology, 261, 155-171. Ito et

al., 2017, Scientific Reports, 7, (1). Sano et al., 2002, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 117, 285-296. Tsuchiya et al., 2015, Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 110, 283-292. Tsuchiya et al., 2017, Geochronometria, 44, 129-135.

Keywords: Zircon, Cathodoluminescence, Radiation damage

Poster | T7. [Topic Session] Advance in geochronology applied for high resolution eruption and evolution history of volcanoes

[1poster10-11] T7. [Topic Session] Advance in geochronology applied for high resolution eruption and evolution history of volcanoes

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[T7-P-1] (entry) Reconstruction of high-resolution eruptive history of Mount Fuji volcano using lake sediments of Fuji Five Lakes

*Shinya Yamamoto[1], Fumikatsu Nishizawa[2], Mitsuhiro Yoshimoto[1], Kosuke Ota[3], Yosuke Miyairi[3], Yusuke Yokoyama[3,4], Hisami Suga[4], Naohiko Ohkouchi[4] (1. Mount Fuji Research Institute, 2. Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

4:30 PM - 7:00 PM

[T7-P-2] K-Ar dates of rocks from Nekoma Volcano, Fukushima Prefecture, Japan using mass fractionation correction procedure

*Naoyoshi Iwata[1], Kouji Iwatare[1,2], Kazuo Saito[1,3] (1. Faculty of Science, Yamagata University, 2. BWR Operator Training Center, 3. Professor Emeritus, Yamagata University)

4:30 PM - 7:00 PM

(entry) Reconstruction of high-resolution eruptive history of Mount Fuji volcano using lake sediments of Fuji Five Lakes

*Shinya Yamamoto[1], Fumikatsu Nishizawa[2], Mitsuhiro Yoshimoto[1], Kosuke Ota[3], Yosuke Miyairi[3], Yusuke Yokoyama[3,4], Hisami Suga[4], Naohiko Ohkouchi[4]

1. Mount Fuji Research Institute, 2. Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

日本最大の活火山・富士山では、過去3200年間で100余りの火山噴出物が確認されているが、その噴出年代が確定しているものは約３割にも満たない。その要因として、富士山では0.1 km^3 DRE以下の小規模噴火が約8割を占め、高頻度（約30年に1回）で噴火を繰り返すことから、噴出物直下に土壌が発達せず放射性炭素（^{14}C）を用いた年代測定が困難であることが挙げられる。一方、富士山北麓に位置する富士五湖の湖底堆積物中には、富士山由来の降下スコリア層が連続的に保存されており、陸上に比べ時間分解能の高い噴火履歴情報が得られることが期待される。一般に、過去数万年程度の湖沼堆積物の年代推定には、植物遺骸の^{14}C年代測定が用いられるが、これら湖では植物化石が降下スコリア層直下から産出しないこともあり、精度の高い年代モデルの構築が困難であった。そこで本研究では、富士五湖（河口湖・山中湖）の湖底堆積物を対象に放射性炭素年代測定法の再検討を行い、堆積物中に含まれる降下スコリア層の堆積年代の推定を行った。

＜事例研究１：河口湖＞
本研究ではまず、富士山北麓、河口湖の堆積物コア（KA-1）中の大室スコリア（Om）について、その上下層より産出した植物化石（木の葉）の^{14}C年代測定を行い、噴出年代の推定を行った。これまでOmは、陸上露頭で得られた噴出物直下の炭化木の^{14}C年代から約3200年前の噴出物であると考えられてきた（高田ほか, 2016）。一方、KA-1コア中の植物化石の^{14}C年代に基づく年代モデルからは、2938 ±29 cal BPの年代値が得られ、Omが従来に比べ約270年新しい噴火であったことが明らかとなった。更に、本研究では、KA-1コア中の植物プランクトンに由来するC_{16}脂肪酸の化合物レベル^{14}C年代測定を行い、Omの年代推定を試みた。その結果、リザーバー年代補正後のC_{16}脂肪酸の^{14}C年代から推定された噴出年代（2837 ±78 cal BP）が、前述の植物化石から推定される年代（2988–2870 cal BP）とよい一致を示し、植物化石が産出しない場合でも、化合物レベル^{14}C年代法を用いることで精度の高い噴火年代推定が可能であることが明らかとなった。

＜事例研究２：山中湖＞
山中湖は、従来、鷹丸尾溶岩流の堰き止めにより成立したと考えられてきたが（田中, 1921）、ボーリングコア中の珪藻化石群集が湖沼化を示す降下スコリア層が約1890-1830年前の^{14}C年代を示す（遠藤ほか, 1992）など、年代の不一致が指摘されてきた。そこで本研究では、山中湖湖心で採取した表層堆積物中の各種有機物の^{14}C年代測定を行い、湖水中の溶存無機炭素（DIC）の年代と比較した。その結果、TOCの放射性炭素同位体比（$\Delta^{14}C = -73 \pm 2‰$）が、秋の湖水中のDICと整合的な値（−66 ±8‰; Ota et al., 投稿中）を示すことが明らかとなり、リザーバー年代を補正することで、TOCの^{14}C年代から、より正確な堆積物の年代推定が可能であることが示された。そこで本研究では、Yamamoto et al. (2018)で植物化石の^{14}C年代が報告された層準でTOCの^{14}C年代測定を行い、過去のリザーバー年代の変遷を明らかにした。更に、TOCの^{14}C年代を高解像度で測定し、リザーバー年代を補正した上で年代モデルの構築を行った。その結果、前述の降下スコリア層の年代が、646 ±65 cal ADであることが明らかとなった。この年代は、鷹丸尾溶岩中の炭化木の^{14}C年代から推定される年代（687 ±60 cal AD; 田場ほか, 1999）や古地磁気の方位解析から推定されている鷹丸尾溶岩の年代（AD600-700年; 馬場ほか, 2017）とも整合的であり、現在の山中湖の成立が鷹丸尾溶岩流と同時期であったことが示唆された。

＜引用文献（引用順）＞
高田ほか（2016）富士火山地質図（第２版）.

田中（1921）歴史地理37, 445–455.
遠藤ほか（1992）日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」27, 33–36.
Ota et al. (投稿中) Elementa: Science of the Anthropocene.
Yamamoto et al. (2018) Organic Geochemistry 119, 50–58.
田場ほか (1999)日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」34, 121–128.
馬場ほか (2017)地球電磁気・地球惑星圏学会講演会講演要旨.

Keywords: radiocarbon dating, lake sediment, Mount Fuji, Fuji Five Lakes, eruption history

K-Ar dates of rocks from Nekoma Volcano, Fukushima Prefecture, Japan using mass fractionation correction procedure

*Naoyoshi Iwata[1], Kouji Iwatare[1,2], Kazuo Saito[1,3]

1. Faculty of Science, Yamagata University, 2. BWR Operator Training Center, 3. Professor Emeritus, Yamagata University

100万年より若い火山岩のK-Ar年代測定において放射起源^{40}Arを正確に定量しようとする場合，試料がもつ初生Arの同位体比（^{40}Ar/^{36}Ar）が大気のAr同位体比と同一であると仮定できるかどうかが問題になる（高岡，1989など）．^{38}Arスパイクを使用しない感度法（ピーク値比較法ともいう）でAr同位体分析を行い，試料の^{38}Ar/^{36}Ar比と大気の^{38}Ar/^{36}Ar比を比較することで，初生Arの同位体分別の有無を確認することができる．そして同位体分別の大きさが質量差に依存すると仮定することで，初生Arが同位体分別を受けた大気成分であっても，質量分別補正を行うことで正確に放射起源^{40}Arを定量することが可能である（高岡，1989・松本ほか，1989など）．このことから，若い火山で高精度火山噴火史・発達史を作成するためには，質量分別補正を施したK-Ar年代値を利用することが望ましいと考えられる．質量分別補正を行った感度法K-Ar年代測定の例として，東北日本・猫魔火山での結果を紹介する．
猫魔火山の形成史は三村（2002）によってまとめられている．三村（2002）は地質調査と放射年代測定の結果から，猫魔火山の活動を古猫魔火山（>1 Ma-0.7 Ma）と新猫魔火山（0.5 Ma-0.4 Ma）に区分し，両者の間に山体崩壊によるカルデラ形成があったとした．猫魔火山の放射年代はNEDO（1991）と三村（2002）によって報告されている．NEDO（1991）は9試料に対してK-Ar年代測定を行い，1.11 Ma-0.47 Maの年代値を得た．三村（2002）は5試料に対してK-Ar年代測定を行い，そのうち２試料で1.43 Maと0.68 Maという年代値を得た．ただし，NEDO（1991）と三村（2002）にはAr定量方法に関する詳細な記述がないため，示されているK-Ar年代値に質量分別補正が行われていたかどうかは不明である．
猫魔火山の岩石試料に対して，岩垂（1992MS）が感度法によるK-Ar年代測定を行った．その結果を整理してIwata et al. (2021)が報告した．質量分別補正を行って得られたK-Ar年代値は古猫魔火山相当の試料で0.68 Ma-0.40 Ma，新猫魔火山相当の試料で～0.2 Maであり，1 Maを超える年代値は得られなかった．
NEDO（1991）は猫魔火山の古地磁気測定を行っている．猫魔火山の噴出物は，帯磁方向のばらつきが大きい1試料を除いて9試料が正帯磁を示すとし，Brunhes Normal Epoch (0.773 Ma～現在)もしくはJaramillo Event(1.071 Ma-0.990 Ma)に対比できるとした（NEDO，1991；境界の年代値はCohen and Gibbard, 2019）．質量分別補正を行った感度法K-Ar年代値に1 Maより古いものがなかったことは，猫魔火山の噴出物がBrunhes Normal Epochに形成されたということを支持すると考えられる．
引用文献
Cohen, K. M. and Gibbard, P. L. (2019) Quaternary International, 500, 20-31.
岩垂巧二（1992MS） 山形大学理学部地球科学科卒業論文，35 p.
Iwata, N., Iwatare, K. and Saito, K. (2021) Bull. Yamagata Univ. (Natl. Sci.), 19(4),15-25.
松本哲一・宇都浩三・柴田賢（1989） 質量分析，37(6)，353-363.
三村弘二（2002） 火山，47(4)，217-225.
NEDO（1991）広域熱水流動系調査　磐梯地域　火山岩分布・年代調査報告書要旨，201 p.
高岡宣雄（1989） 質量分析，37(6)，343-351.

Keywords: K-Ar dating, Nekoma Volcano, mass fractionation correction procedure

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

[1poster12-17] R2 [Regular Session]Petrology, mineralogy and economic geology

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R2-P-1] (entry) Effects of temperature and silica on serpentinization and magnetite formation within mantle peridotite: implications for hydrogen generation within oceanic lithosphere

*Shuhei Tanaka[1], Atsushi OKAMOTO[1], Dandar OTGONBAYAR[1], Masaoki UNO[1], Masakazu FUJII[2]
（1. Tohoku University, 2. National Institute of Polar Research）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-2] (entry) Bipyramidal quartz formed within chimneys of Kuroko deposits

*Jumpei Sugioka[1], Atsushi Okamoto[1], Ryoichi Yamada[1] （1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-3] Evolution of serpentinite microtextures in the Hayachine-Miyamori Ultramafic Complex

*Tomoyuki Mizukami[1], Fumihiro Ogawa[1] （1. Kanazawa University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-4] (entry) Zircon U-Pb age and trace element composition of metagabbro and psammitic schist of Hatto Formation and its equivalent of Jurassic high-*P/T* schist, Tottori-Okayama area, SW Japan

*Kosuke Kimura[1], Yuichiro Inaba[2], Tatsuya Harada[3], Yasutaka Hayasaka[4], Tomoyuki Shibata[4] （1. National Institute of Technology, Kure College, 2. Hokuden Engineering Consultants Co.,Ltd., 3. OYO Corporation, 4. Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-5] Carbonatite metasomatism in Natash mantle xenoliths from the cretaceous rift-related volcanics in the southern part of the Eastern Desert of Egypt

*Natsue Abe[1,2], Shoji Arai[2], Adel A. Surour[3], Ahmed A. Madani[3] （1. JAMSTEC, 2. Kanazawa University, 3. Cairo University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R2-P-6] (entry) The formation process of entablature deduced from the structure and rock textures of the Genbudo Lava in Shizukuishi Town, Iwate Prefecture

*Takashi Hoshide[1], Nao Ishibashi[2], Keisuke Iwahashi[1] （1. Graduate School of International Resource Sciences, Akita University, 2. Sojitz Pla-Net Corporation）

4:30 PM - 7:00 PM

(entry) Effects of temperature and silica on serpentinization and magnetite formation within mantle peridotite: implications for hydrogen generation within oceanic lithosphere

*Shuhei Tanaka[1], Atsushi OKAMOTO[1], Dandar OTGONBAYAR[1], Masaoki UNO[1], Masakazu FUJII[2]

1. Tohoku University, 2. National Institute of Polar Research

Hydrogen and magnetite are produced within the oceanic lithosphere during interaction between mantle peridotite and seawater (serpentinization). Some ecosystems at deep sea are thought to be sustained by such hydrogen and related hydrocarbons as an energy source [1]. Recently, it has been suggested that the serpentinization proceeds by seawater penetrating to the deep fracture zones at temperatures exceeding 350℃ [2]. However, due to limited experimental studies at high temperatures, it has not been clarified whether hydrogen is produced at the deep parts of the oceanic lithosphere and transported to the microbial life in shallower zone. Hydrogen production is commonly accompanied with magnetite formation [3]. In this study, we conducted the batch type and flow-through type experiments in the systems of olivine (Ol)-H_2O and Ol-orthopyroxene (Opx)-H_2O at temperatures from 200 to 400℃. Based on the thermogravimetric analyses, the chemical composition and magnetic susceptibility, we discussed the effects of temperature and silica on magnetite formation during serpentinization.
In the batch type experiments, the extent of reaction changes systematically with temperature and is greater in the Ol-Opx-H_2O system. The reaction rate in the flow-through type was about 10 times larger. These results indicate that the reaction rate is enhanced by silica derived from orthopyroxene and/or advective mass transfer. The electron microprobe analyses suggest that serpentine minerals contain Fe(III). The magnetic susceptibility of the products related to magnetite amount increases with the extent of reaction in Ol-H_2O system increasing whereas does not increase in Ol-Opx-H_2O system. These results and thermodynamic calculations suggest that in Ol-Opx-H_2O system, magnetite is not produced due to high silica concentration but Fe(III)-serpentine is the dominant host of Fe(III) and the hydrogen production can be higher than that of Ol-H_2O system.
The present study suggests that hydrogen production accompanying serpentinization proceed to orthopyroxene-bearing peridotites (i.e., harzburgite) when seawater circulates in the deep part of the oceanic plate.

Reference

[1] Boetius, 2005, SCIENCE, 307, 1420-1422
[2] Prigent et al, 2020, Earth and Planetary Science Letter, 532, 115988
[3] Klein et al, 2013, Lithos 178, 55-69

Keywords: Serpentinization, Magnetite, Silica, Hydrogen

(entry) Bipyramidal quartz formed within chimneys of Kuroko deposits

*Jumpei Sugioka[1], Atsushi Okamoto[1], Ryoichi Yamada[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Mineral precipitation from the hydrothermal vent fluids has been thought to occur in response to quenching of hydrothermal fluids by mixing with cold seawater, but the mechanism of mineral precipitation still poorly understood. Kuroko deposit is one of the typical massive sulfide deposits. The Kuroko sample with the concentric structures represents the chimneys in submarine hydrothermal deposits (Shimazaki and Horikoshi, 1990). In addition to sulfides, bipyramidal quartz grains have been reported in such chimney-like structure, and is thought to be the key to understanding the physico-chemical conditions within chimneys.
We analyzed two Kuroko-type ore samples containing quartz grains collected from the Hanaoka mine (Doyashiki and Matsumine deposits) in the Hokuroku district, NE Japan. The samples mainly composed of barite, galena, sphalerite, chalcopyrite, pyrite and quartz. The quartz grains show euhedral bipyramidal shape with a long axial length of 0.01-0.52 mm and aspect ratio of ~3, and contained fluid inclusions. We investigate the homogenization temperature, and they suggest that quartz crystals were formed from the high temperature fluids exceeding 300℃.
The silica precipitation experiments were conducted using the flow-through apparatus with vertical flow-path at constant pressure of 25 MPa with using high-silica aqueous solution (~300 ppm). Within the cylindrical vessel, temperature increased from 350℃ to 430℃ along the flow path. We conducted two runs with flow rate of 0.1 ml/min and the different durations 1 h and 11 h, respectively. In the 1 h run, amorphous silica and cristobalite were observed. In the 11 h run, amorphous silica and quartz were observed. The quartz grains showed euhedral bipyramidal shape with size of 5.9-103 micrometers. The Stokes' equation predict that the silica particles smaller than ~14 micrometers can move upward in ascending flow velocity of 0.01 m/s in the experiments, which is consistent with the particle size observed in experiments, suggesting that the bipyramidal quartz formation occurred in suspension. The bipyramidal quartz grains in the Kuroko samples were similar to that produced in the hydrothermal experiments.
References: Shimazaki, H., Horikoshi, E., 1990. Mining Geology, 40, 313-321.

Keywords: submarine hydrothermal vents, bipyramidal quartz, chimney, silica, kuroko

Evolution of serpentinite microtextures in the Hayachine-Miyamori Ultramafic Complex

*Tomoyuki Mizukami[1], Fumihiro Ogawa[1]

1. Kanazawa University

沈み込むプレートによって深部にもたらされるH_2O流体は、プレート境界のゆっくり滑りや塑性カップリングといった力学的挙動の支配要素である。例えば西南日本のゆっくり滑りの挙動や分布の不均質の要因として、上盤の排水性や吸水性、そして水ー岩石反応が引き起こす物性変化が議論されている（Mizukami *et al.*, 2014; Nakajima and Hasegawa, 2016）。マントル中を移動する流体の痕跡は天然のかんらん岩の蛇紋岩化作用として残されており、流体の移動経路、分布、そして反応について直接的な情報が期待される。
南部北上帯の早池峰-宮守超マフィック複合岩体は、岩石学及び地球化学の研究から島弧下のマントルウェッジの断片であることが示されている（Ozawa, 1988; Yoshikawa and Ozawa, 2007)。しかし、オルドビス紀の火成活動ののち花崗岩体の貫入や浅部テクトニクスによる剪断変形などによって二次的な改変を受けている（小澤ほか, 1988; 小澤ほか, 2013）。本研究では、このマントル断片に沈み込み帯における水-岩石反応の痕跡が残されているか否かを検討するため、蛇紋岩化および変成反応の履歴に着目して岩石組織の観察を行なった。この際、蛇紋石を始めとした含水鉱物の同定のために顕微ラマン分光法を用いた。試料は主に宮守岩体のテクトナイトメンバーから採取した。
宮守岩体は西側に接する白亜紀の人首花こう岩体や花こう斑岩の貫入による熱変成作用を考慮し、上書き関係に留意して岩石組織の観察を行なった。その結果、下のように形成ステージを区分した。
ステージ１：アンチゴライト蛇紋岩化作用 アンチゴライト(Atg)メッシュ組織と”劈開”かんらん石（Ol）（"cleavable" olivine）の形成によって特徴づけられる。Atgメッシュ組織では、かんらん石粒界もしくは粒子を横切るクラックから両側へ刃状のAtgが成長し、繊維状のリムを形成する。リム中央には磁鉄鉱が濃集する。
ステージ２：低温蛇紋岩化作用 リザダイト(Liz)のメッシュリムとクリソタイル(Ctl)のコアで構成される低温蛇紋石メッシュ組織によって特徴づけられる。
ステージ３：熱変成作用 熱源からの距離に応じて、変成Ol、滑石（Tlc）、再結晶Atgが生じている（小澤ほか(1988)では直方輝石と直閃石も報告されている）。変成Olの生成量は人首花こう岩体に近いほど多く、再結晶Atgの粒度は増加する。被熱温度が上がるにつれて再結晶Atg組織が放射状結晶が噛み合うinterlockingから、刃状結晶が互いに貫くinterpenetrating、結晶が大きく成長するovergrowingへと変化している。ステージ２の低温蛇紋石の構造変化がラマン分析によって確認できる。花こう岩体近傍では低温蛇紋石の形成が顕著である。
ステージ４：脆性剪断（日詰-気仙沼断層の活動に関連する） すべての組織を切る低温蛇紋石の剪断脈が発達する。
　最も古いステージとして認識されるAtg蛇紋岩化作用がどのような環境で起こったかは興味深い問題である。1試料ではあるが、Atgメッシュ組織の幅と磁鉄鉱の量には異方性が観察され、かんらん岩の構造形成と同様の応力場で形成された可能性を示す。Atgメッシュ組織は、少なくとも、比較的流動性の低いマントルでOl粒界が流体経路となりやすいことを示している。OlのAtg蛇紋石化率とかんらん岩のOpx量の関係を見ると、Opxの少ない岩石でより蛇紋岩化した傾向にある。すなわち、宮守岩体のAtg蛇紋岩化におけるSiO_2源はOpxではなく、流入したH_2O流体であったと考えられる。また、Ol粒界が流体経路となることとも整合的である。劈開Olは岩体に広く見られる（小澤ほか, 2013）のに対してAtgメッシュ組織の分布は局在するように見える。劈開OlとAtgメッシュ組織の両者が同一試料で観察されることは稀で、組織の違いは流体の供給量の違いを反映しているのかもしれない。今後、鉱物化学組成も合わせて蛇紋石組織の形成履歴を検討すると共に、ステージ１の流体移動の実態をより詳細に記載していきたい。
【引用文献】Nakajima and Hasegawa (2016) *Nature Comm.*, **7**, 1–7: Mizukami *et al.* (2014) *EPSL*, **401**, 148–158; Ozawa (1988) *CMP*, **99**, 159-175; 小澤ほか (1988) *岩鉱*, **83**, 150-159; 小澤ほか (2013) *地質雑*,

119補遺, 134-153; Yoshikawa and Ozawa (2007) *Gondwana Res.*, **11**, 234-246.

Keywords: serpentinization, subduction zone, microtexture

(entry) Zircon U-Pb age and trace element composition of metagabbro and psammitic schist of Hatto Formation and its equivalent of Jurassic high-*P/T* schist, Tottori-Okayama area, SW Japan

*Kosuke Kimura[1], Yuichiro Inaba[2], Tatsuya Harada[3], Yasutaka Hayasaka[4], Tomoyuki Shibata[4]

1. National Institute of Technology, Kure College, 2. Hokuden Engineering Consultants Co.,Ltd., 3. OYO Corporation, 4. Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

SIMSやLA-ICP-MSを用いたジルコンのU-Pb局所年代測定は，数十年に渡る開拓と改良の結果，高い信頼性を勝ち得て，歴史科学としての地質学にとって欠かせないものとなっている．近年では珪長質岩だけでなく苦鉄質岩についても少しずつジルコンU-Pb法の適用例も増えており，再現性の良い正確な原岩形成年代が得られてきている．また，砕屑岩に含まれる砕屑性ジルコンのU-Pb局所年代法は，堆積年代および後背地を推定する上でも重要なツールとなっており，膨大なデータが蓄えられつつある．本研究では，鳥取県東部に分布するジュラ紀高圧型変成岩である八東層の変斑れい岩についてジルコンのU-Pb年代および微量元素組成の分析を行ない，同時に八東層および八東層以西に分布するジュラ紀高圧型結晶片岩の砕屑性ジルコン年代測定を行なった．

鳥取県八頭郡若桜町茗荷谷から採取した八東層の変斑れい岩は，主にソーシュライト化した斜長石，アクチノ閃石，ホルンブレンドからなり，縞状組織を示す．単斜輝石は残されていない．約3 kgの試料から分離された40粒程のジルコン粒子は破片状の外形を示し，CL像では波動累帯構造を示す．ウラン濃度は大部分が100 ppm未満と低いため誤差は大きいが，ディスコーダンスが10%未満の6点から約273 ±4 Maの重み付き平均年齢が得られた．またジルコンの微量元素組成は，Hf vs. U/Yb図およびY vs. U/Yb図 (Grimes et al., 2007)ではいずれもocean crust領域に，またSc, Nb, U, Ybを用いた判別図(Grimes et al., 2015)ではいずれもmid-ocean ridge領域からocean island領域にプロットされる．

八東層の砂質片岩2試料の砕屑性ジルコンU-Pb年代組成は，いずれも185–200 Maと250–260 Maの2ヶ所に大きなピークを持ち，400–500 Maにも小さなピークがそれぞれ見られる．また1試料には960–2050 Maの年代が数点認められる．八東層以西に分布するジュラ紀高圧型変成岩も，主要な2つのピークと400–500 Maのピークで構成されることは共通しているが，先カンブリア代のジルコン年代にはバリエーションがあり，1800–2500 Maのピークが目立つものや800 Ma前後のピークが目立つものなどもある．

今回八東層の変斑れい岩から得られた約273 Maは，そのTh/U比やジルコンの内部構造から火成年代と考えられる．茗荷谷の八東層の変斑れい岩からは西村・柴田(1989)によってジルコンU-Pb年齢よりも若い220 MaのK-Ar年代が報告されているが，これは冷却年代ないしジュラ紀の高圧型変成作用による若返りを反映していると考えられる．更に，丹波帯の緑色岩類からは約280–340 MaのSm-Nd年代が報告されており(佐野・田崎，1989)，この中では若いものと近い年代を示す．また，丹波帯の緑色岩には海山起原のものや海台起原のものが報告されているが，ジルコンの微量元素組成が大江山オフィオライトの粗粒斑れい岩(Kimura and Hayasaka, 2019)や御荷鉾緑色岩の苦鉄質岩(Sawada et al., 2019)中のジルコンと類似することを考慮すると，八東層の変斑れい岩はMORB，海山，あるいは海台起原であることが示唆される．

一方，今回得られた八東層およびジュラ紀高圧型変成岩の砕屑性ジルコン年代組成は，従来広く知られていた丹波-美濃-足尾帯の堆積年代付近と1800 Ma付近に大きなピークがあるという砕屑性ジルコン年代パターンとは異なるものが多い．しかしながら最近，岡山県南東部に分布するジュラ紀付加体から今回の八東層と類似した砕屑性ジルコン年代組成が報告されており(佐藤・脇田，2021)，ジュラ紀付加体およびジュラ紀高圧型変成岩の後背地を解明するためにも，今後より広くこれらの砕屑性ジルコン年代組成を把握する必要がある．

参考文献: 西村・柴田(1989) *地質学論集*, **33**, 343–357. Grimes et al. (2007) *Geology*, **35**, 643–646. Grimes et al. (2015) *Contrib. Mineral. Petrol.*, **170**, 46. Kimura and Hayasaka (2019) *Lithos*, **342–343**, 345–360. Sawada et al. (2019) *J. Asian Earth Sci.*, **169**, 228–236. 佐野・田崎(1989) *地質学論集*, **33**, 53–67. 佐藤・脇田(2021) *地質雑*, **127**, 245–250.

Keywords: Hatto Formation, Zircon U-Pb age, Zircon chemistry, detrital zircon, Inner Zone of Southwest Japan

Carbonatite metasomatism in Natash mantle xenoliths from the cretaceous rift-related volcanics in the southern part of the Eastern Desert of Egypt

*Natsue Abe[1,2], Shoji Arai[2], Adel A. Surour[3], Ahmed A. Madani[3]

1. JAMSTEC, 2. Kanazawa University, 3. Cairo University

エジプト東部沙漠地方南部のワディ・ナタッシュ地域にある地溝帯アルカリ玄武岩中に、激しく炭酸塩岩化したマントル捕獲岩が発見された。かんらん石と直方輝石の大部分が炭酸塩や石英に置換されているが、その微細組織と初生鉱物の化学的特徴から、これらが斜長石を含まないスピネルかんらん岩（レルゾライト～ハルツバージャイト）であることがわかった。Cr-spinelのCr#とMg#はそれぞれ0.06～0.45、0.73～0.81である。Cr-spinelのCr#とMg#の間には弱い負の相関がある。 直方輝石および単斜輝石の化学組成は，それぞれエンスタタイトおよびクロムディオプサイドの組成を示し，単斜輝石のTiO2含有量は、メルトの貫入を受けていない海洋底かんらん岩よりもわずかに高い。単斜輝石のNa2O含有量（>1.0 wt%）とAl(VI)/Al(IV)比（1.2-2.6）は大陸下のリソスフェリック・マントル起源であることを強く示唆している。 両輝石鉱物温度計を用いた平衡温度は約900℃で，これは他の地溝帯からの通常のスピネルかんらん岩捕獲岩の温度よりもわずかに低いことから、これらの試料が、海洋底かんらん岩よりも高い圧力下でマントルプロセス（減圧融解、マグマ上昇、交代作用など）を経験したことを示している。単斜輝石の微量元素化学的性質は、高いLREE/HREE比{(Ce/Yb)n=7}、高いLREE含有量(3.6ppm~30.0ppmのCe)、85.6ppm以上466ppm以下の高いSrなどは、典型的なマントル交代作用の特徴を示している。 また、非常に低いTi/Euと高いLREE/HREE比{>(Ce/Yb)nが3-4}，Ti/Eu比が1500より低い単斜輝石は，母岩である玄武岩に取り込まれる前に，炭酸塩または炭酸塩に富むメルトによる交代作用を受けた可能性がある。 玄武岩は殆ど炭酸塩岩化していないことから、研究対象となったマントルカンラン岩は玄武岩マグマの生成前に炭酸塩岩化したと考えられる。しかし、フロゴパイトの存在が示すとおり、K-交代作用より以前に炭酸塩岩化が起こったと考えられる。ワディ・ナタッシュ地域のかんらん岩は、地溝帯拡大の段階で炭酸塩に富むメルトによって変質したものである。本論文の結果は、ナタッシュ玄武岩がマントルかんらん岩の捕獲岩を伴って、エジプト東部沙漠地方南部の西端に位置するヌクラ-コム-オンボ-カリット大陸リフティングに伴う割れ目に沿って押し出されたことを示唆している。

Keywords: mantle metasomatism, Natash mantle xenoliths, Continental rift, Carbonatite

(entry) The formation process of entablature deduced from the structure and rock textures of the Genbudo Lava in Shizukuishi Town, Iwate Prefecture

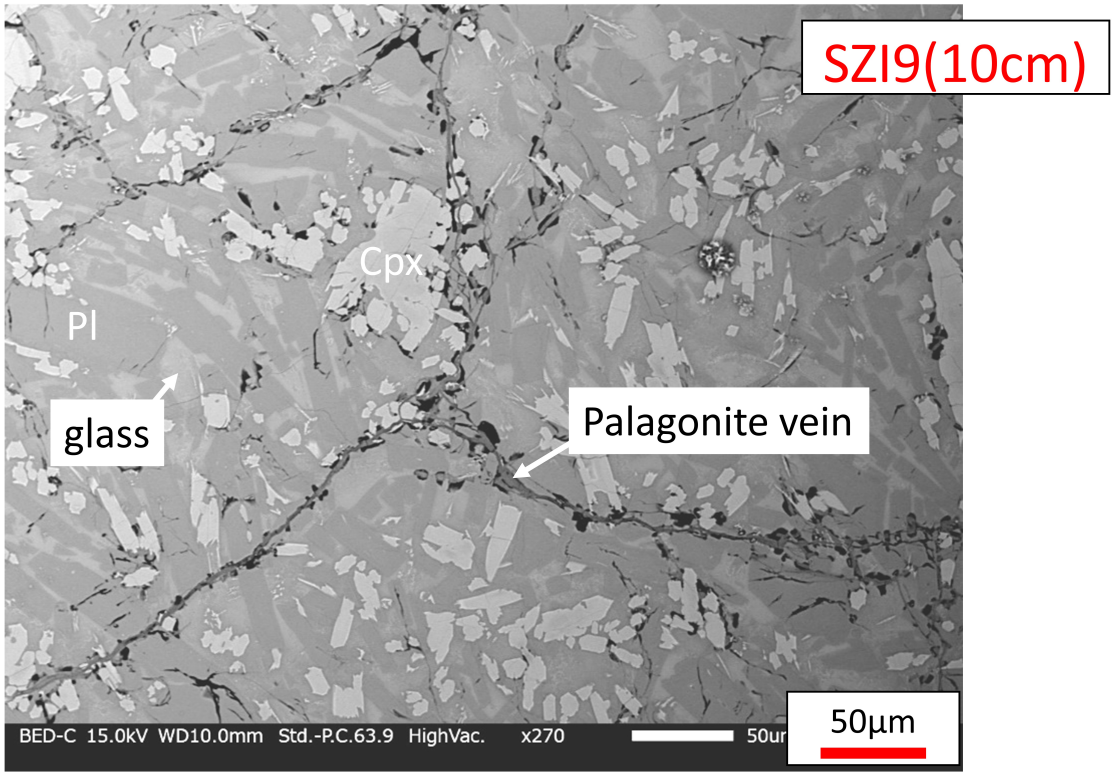
*Takashi Hoshide[1], Nao Ishibashi[2], Keisuke Iwahashi[1]

1. Graduate School of International Resource Sciences, Akita University, 2. Sojitz Pla-Net Corporation

厚い溶岩や溶結凝灰岩に発達する柱状節理には，colonnadeとentablatureと呼ばれる２つの構造が認められることがある。colonnadeでは，節理がつくる柱の幅が大きく直線的であるのに対し，entablatureでは柱の幅が小さく曲がっている。柱状節理の発達する岩体にこうした2つの構造が生じる原因については長年議論されているが，colonnade-entablature間の急激な構造転位の要因など，未だ明らかでないことが多い。そこで我々は，colonnadeとentablatureの両構造を有する岩体である岩手火山の玄武洞溶岩流（葛根田の大岩屋）を対象に，溶岩の内部構造観察，節理の形態観察，岩石組織観察を行い，entablatureの成因を考察した。
岩手火山の南西部に分布する玄武洞溶岩流は，新期網張火山群（中川，1987）の噴出物に属する玄武岩質安山岩溶岩である。岩手県雫石町の葛根田川沿いの「葛根田の大岩屋」には同溶岩流の末端が露出し，下位の火山礫凝灰岩との境界から溶岩流の上面までの厚さは約40-50 mである。溶岩流の下部10 mはcolonnade，中部25 mはentablature，凹凸のある最上部（5-10 m）からなる。colonnadeの柱の幅は50-70 cm程度である。柱の側面をつくるフラクチャーには，フラクチャーの段階的な伸展を示すchisel-mark（stria）が柱にほぼ垂直な方向に生じている。 entablatureに発達するフラクチャーがつくる構造は，見る方向によっては柱のように見えるが，複数の方向から観察すると厚さが5-10 cm程度の板状であることがわかる。この板状構造は2方向のフラクチャーによって形成されている。1つは広範囲にわたってほぼ平行に発達し表面が滑らかなメインフラクチャー，もう1つはメインフラクチャーにほぼ垂直に発達し凹凸の著しい表面をもつサブフラクチャーである。このサブフラクチャーの近傍は他の部分に比べて黒色緻密であり，サブフラクチャーの面にほぼ垂直に間隔2-3 cm，長さ5 cm程度の細かいミニフラクチャーが生じている。 溶岩流最上部には，溶岩本体から上方へ伸びる径1-5 m程度の突起状構造が発達し，突起と突起の間には同質の火砕岩が堆積している。突起状構造の表面に垂直な方向に多数のフラクチャーが発達する。突起状構造に隣接して同質の岩片からなるpyroclastic breccia が周囲を取り囲み，さらにその外側にtuff breccia が分布する。これらpyroclastic rockに含まれる岩片にはジグソーフィット構造が認められることがある。また，突起と突起の間にpsuedo-pillow structureをもつ球状の溶岩が認められた。
玄武洞溶岩の岩石組織を偏光顕微鏡とSEM-EDSを用いて観察した。Colonnadeや，Entablatureのサブフラクチャーから離れた部分の試料では，石基の結晶度が高く，斜長石や普通輝石のほかに磁鉄鉱や石英が生じ，ほぼ完晶質であった。それに対し，Entablatureのサブフラクチャー近傍の試料では，石基の結晶度が低く，火山ガラスが残存し，磁鉄鉱や石英はほとんど生じていなかった。また石基の普通輝石マイクロライトには，粒径数10 μmの半自形結晶と，粒径10 μm程度の樹枝状結晶の2種類が認められた。また，このEntablatureのサブフラクチャー近傍には，幅10 μm以下のpalagonite脈が網目状に分布し，palagonite脈に面した火山ガラスとの間には球状の気泡が生じていた。これらの観察から，玄武洞溶岩流のEntablatureに発達するサブフラクチャー近傍では，マグマが未固結の時期に，サブフラクチャーやそこから派生した薄いフラクチャーに沿って水が浸入し，そのことにより急冷が起きたと考えられる。溶岩流最上部の突起状構造や同質火砕岩は，溶岩流の上面に生じた鉛直方向のフラクチャーに沿って水が浸入し，水冷破砕が発生したことでできたと考えられる。

【引用文献】中川 光弘, 東北日本,岩手火山群の形成史, 岩石鉱物鉱床学会誌, 1987, 82 巻, 4 号, p. 132-150

サブフラクチャー近傍試料に見られるパラゴナイト脈



Poster | R3 [Regular Session]Eruption, volcanic evolution and volcanic products

[1poster18-20] R3 [Regular Session]Eruption, volcanic evolution and volcanic products

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R3-P-1] Along-axis variation of eruptive styles on the spreading ridge inferred from the V1 unit in the northern Oman Ophiolite

*Yuki Kusano[1], Sumio Miyashita[2], Yoshiko Adachi[3], Susumu Umino[4] （1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Hokkaido Research Center of General Geology, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. Kanazawa University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R3-P-2] The 7.6 ka eruption of Mashu volcano, eastern Hokkaido, Japan: Explosive caldera-forming processes and generation of low aspect ratio ignimbrite

*TAKESHI HASEGAWA[1], Shohei Shibata[1], Tetsuo Kobayashi[2], Nobutatsu Mochizuki[3], Mitsuhiro Nakagawa[4], Hiroshi Kishimoto[4] （1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 3. Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 4. Faculty of Science, Hokkaido University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R3-P-3] (entry) Development of an automatic analysis system for volcaniclastic materials using Convolutional Neural Network: Automatic particle detection using object recognition algorithms.

*Kosuke Ishige[1], Shingo Takeuchi[1], Shimpei Uesawa[1], Kiyoshi Toshida[1] （1. Central Research Institute of Electric Power Industry）

4:30 PM - 7:00 PM

Along-axis variation of eruptive styles on the spreading ridge inferred from the V1 unit in the northern Oman Ophiolite

*Yuki Kusano[1], Sumio Miyashita[2], Yoshiko Adachi[3], Susumu Umino[4]

1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Hokkaido Research Center of General Geology, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. Kanazawa University

はじめに

1990年代以降，水深500 m以上の深海底で発生した爆発的な噴火が直接観察され，大洋中央海嶺でも噴火発生から間もなく観察することができるようになった（e.g. Rubin et al., 2012）．これらの深海底における噴火活動の観測は，1回の噴火における噴出物の産状とその分布を描き出すことを可能にし，噴火の継続時間，噴出量や噴出率をより詳細に明らかにしてきた．しかし，これらの溶岩の層厚や噴火履歴，すなわち海洋地殻の成長発達過程を現代の深海底で明らかにすることは非常に難しい．そこで我々は，中生代の海洋リソスフェアが陸上に衝上することによって形成された中東のオマーンオフィオライトにおいて，溶岩層序を地質学的・岩石学的に解析し，海嶺軸上及びその周辺の噴火活動を復元した．

火山岩の産状

Wadi Fizh地域におけるV1層の火山岩層序はKusano et al. (2012)で報告され，溶岩の産状に基づく岩相組み合わせによって，これらが海嶺軸上で形成され，その後海嶺拡大に伴って海嶺翼部に移動し，オフアクシス火山活動によってさらに上部地殻の層厚を増していたことが明らかになった．

Bani Ghayth地域では，層厚約900 mのV1層が確認できる．溶岩は，パホイホイ溶岩，ロベートシート溶岩，シート溶岩，マシブ溶岩に区分される．溶岩層の下部では，パホイホイ溶岩が上下方向に圧縮・癒着したレンズ上の形態で産し，遠目にはマシブ溶岩のように見える．ここではマシブ溶岩に伴われるごく薄い枕状溶岩を除くと，枕状溶岩は確認されない．海底で噴出した溶岩の産状は主に原地形（斜度），噴出率と冷却率によって変化する（White et al., 2015）ので，この地域の溶岩はかなり平坦な地形に噴出したことが推定される．そこで，パホイホイ溶岩が袋状に産する層厚を，枕状溶岩が形成される噴出率に疑似近似して，Wadi Fizh地域で確認された岩相組み合わせを適用する．その結果，下部は海嶺軸部で，上部は海嶺翼部～オフアクシスで形成されたと考えられる．最上部の層厚400 mは，溶岩層下部との化学組成の違いからオフアクシス火成活動によって形成された可能性が高い．

海嶺セグメントによる溶岩の産状変化

Wadi Fizh地域とBani Ghayth地域は， 2～3次の海嶺セグメント（Adachi and Miyashita, 2003; Miyashita et al. 2003; Umino et al. 2003）の境界部と中心部に相当する．プレート拡大速度を一定とみなすと，マグマ供給率の高いセグメント中心部ではマグマの貫入・噴出が拡大を担い，供給率が低い境界部ではマグマの貫入よりも構造的な拡大が先行すると考えられ，この違いは火山岩の産状の変化などに現れると期待される．

両地域の溶岩の産状を比較すると，1）溶岩層序における枕状溶岩の比率の違い，2）1枚の溶岩の厚さの違い，3）どちらにもオフアクシス火成活動が起こっていることが認められる．これらの違いから海嶺セグメント位置による火成活動の系統的な変化を推定してみる．セグメント境界部では枕状溶岩が全体の30%を占めるが，中心部ではほとんど形成されていないことから，セグメント境界部のほうがより地形の起伏に富み，相対的に噴出率が低かったと考えられる．また，セグメント境界部では溶岩ユニット1層が厚くユニット数は少ないが，中心部では溶岩ユニット1層が薄く，ユニット数は多い．これは，噴出イベントの規模と頻度の違いによると考えられ，セグメント境界部では噴出イベントは少ないものの1回のイベントは大規模になる一方，中心部では小規模な噴出イベントが頻繁に発生することを示唆している．

双方でオフアクシス火成活動が認められるものの，セグメント境界部では軸上火成活動とは異なる化学組成の溶岩を噴出しているのに対して，中心部はほとんど化学組成に変化がない．マグマ供給率が低いセグメント境界部では，海嶺軸下マグマ溜まりを経由しなかったマグマがオフアクシスで噴出するのに対して，供給率が

高いセグメント中心部では海嶺軸部で噴出できなかった余剰のマグマをオフアクシスで噴出させているのかもしれない.

引用文献

Adachi and Miyashita, 2003, G^3.,4, 8619.
Kusano et al., 2012, G^3., 13, Q05012.
Miyashita et al. 2003, G^3.,4, 8617.
Rubin et al., 2012, Oceanography, 25, 142-157.
Umino et al. 2003, G^3.,4, 8618.
White et al., 2015, In The Encyclopedia of Volcanoes, 2nd Ed, 363-375.

Keywords: Pillow lava, Ridge segment, Oman Ophiolite, Volcanic stratigraphy

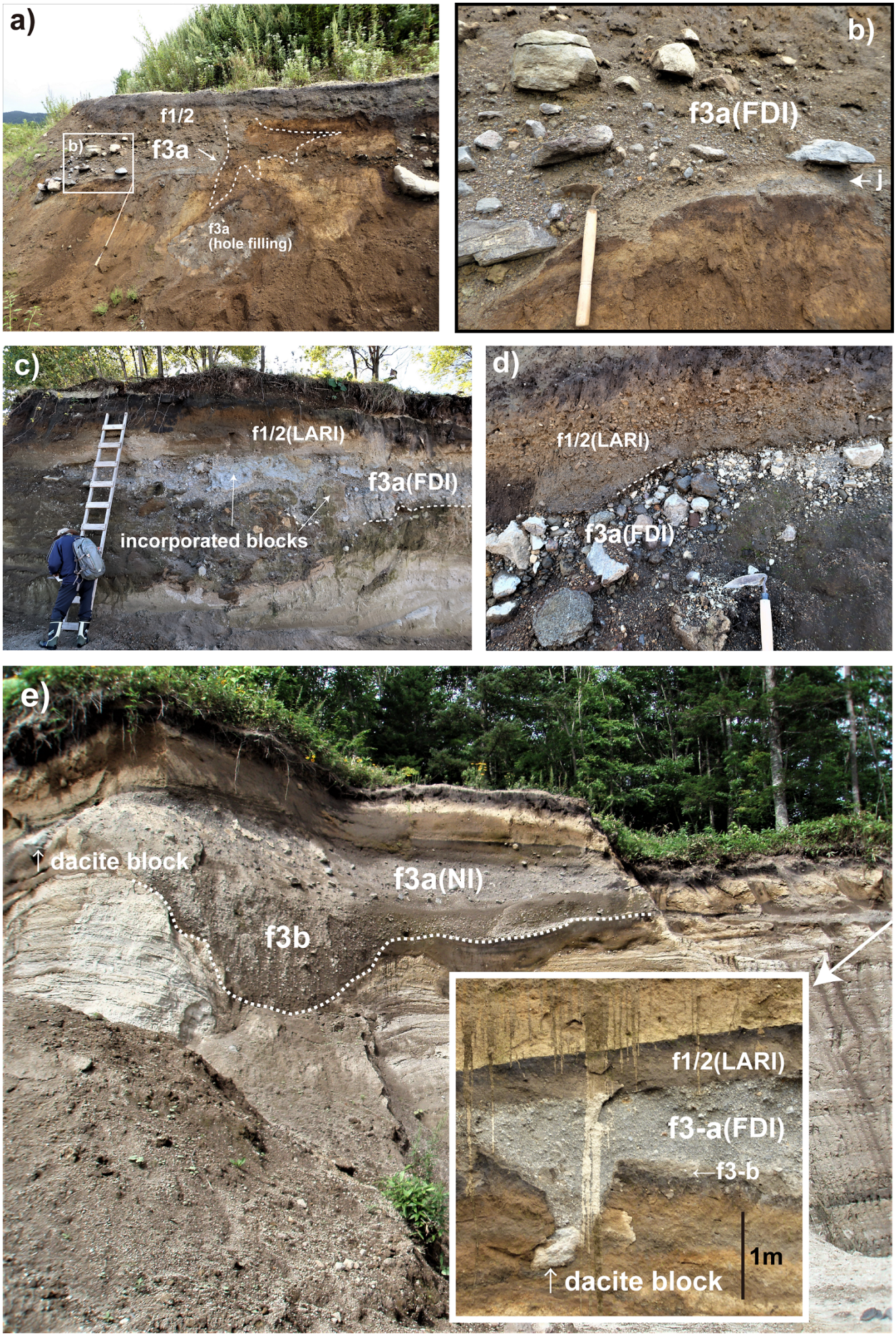
The 7.6 ka eruption of Mashu volcano, eastern Hokkaido, Japan: Explosive caldera-forming processes and generation of low aspect ratio ignimbrite

*TAKESHI HASEGAWA[1], Shohei Shibata[1], Tetsuo Kobayashi[2], Nobutatsu Mochizuki[3], Mitsuhiro Nakagawa[4], Hiroshi Kishimoto[4]

1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 3. Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, 4. Faculty of Science, Hokkaido University

We present a stratigraphy of the 7.6-ka eruption at Mashu volcano and the formation process of its summit caldera based on geological, petrological and paleomagnetic investigations. The eruption products consist of an initial phreatomagmatic unit (Ma-j) and the overlying three pumice-fall layers (Ma-i, -h, and -g), which are in turn overlain by pyroclastic-flow deposits (Ma-f) as previously described (Katsui et al., 1975). We divide Ma-f into 4 subunits: Ma-f1/2, Ma-fAc, Ma-f3a and Ma-f3b in descending order. Ma-f3b is a valley-ponding, pumice-flow deposit with limited distribution. Ma-f3a comprises fines-depleted facies (FDI) and normal matrix-supported facies (NI), the two changing across topography. The FDI is characterized by a gray, clast-supported and lithic-breccia-rich layer with materials incorporated from the substrate. Impact sag structures from large (> 50 cm) dacite ballistic blocks were recognized at the base of the Ma-f3a within 10 km from source. Ma-fAc is a minor eruption unit consisting of accretionary lapilli. Ma-f1/2 is a most voluminous (8.8 km^3), widely distributed and weakly stratified ignimbrite. Both Ma-f3a and Ma-f1/2 can be classified as low aspect ratio ignimbrite. Dacite lithic fragments are ubiquitously observed throughout the sequence and are not considered to be juvenile; they have distinctly different chemical compositions from the pumice fragments in the early pumice-fall (Ma-g~Ma-i) and pyroclastic-flow (Ma-f3b) deposits. The caldera-forming eruption of the Mashu volcano was initiated by Plinian fall (Ma-j ~ -g), and then, a small-volume ignimbrite (Ma-f3b) was deposited by a valley-confined pyroclastic flow from partial column collapse. After that, a violent pyroclastic flow was generated during a strong explosion of a dacite lava edifice on the summit of Mashu volcano. Ma-f3a flow was extremely fast. Ma-f1/2 flow was related to sustained flow due to low settling velocity and high discharge volume. These are supported by field observations and numerical simulation that shows the ability of the flow to surmount high topographic obstacles and spread widely. The caldera-forming process of Mashu volcano was driven not only by subsidence of roof block but also by violent explosions.
Katsui, Y., Ando, S. and Inaba, K. (1975) *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, **16**, 533-552.

Keywords: Mashu volcano, caldera, low aspect ratio ignimbrite, paleomagnetical investigations, chemical compositions



(entry) Development of an automatic analysis system for volcaniclastic materials using Convolutional Neural Network: Automatic particle detection using object recognition algorithms.

*Kosuke Ishige[1], Shingo Takeuchi[1], Shimpei Uesawa[1], Kiyoshi Toshida[1]

1. Central Research Institute of Electric Power Industry

【はじめに】
火砕物を構成する粒子は，噴火様式やマグマの性状などの情報を保持すると考えられており，その構成分率解析や形状解析は地質調査において基本的かつ重要な作業である．しかし，解析における粒子種別の肉眼鑑定作業は判断の標準化が難しく労力がかかる為，効率化が求められている．
近年，機械学習による画像処理をベースとした火山灰解析の自動化を目指す研究が行われている（例えば, Shoji *et al.*, 2018）．このような研究の多くは粒子解析装置を用いて，大量の粒子を含む画像から個々の粒子画像を効率的に収集し利用している．しかし，先行研究では粒子画像の色情報が失われている為，後工程の画像処理において肉眼鑑定と同様の判断を紐付ける事が困難であった．また装置の特性上，粒子の上限サイズに制約があり，火山礫サイズ以上の解析は依然，手作業の置換が難しい．
そこで本研究では，光学設計の自由度が高く，粒子の密集や接触，小さな粒子に対しても堅牢で効率的に粒子解析を行える手法を検討した．その結果，畳み込みニューラルネット（CNN)をベースとする，粒子検出モデルと粒子分類モデルを組み合わせた画像解析システムを開発した．本発表では，当該システムの中核となる粒子検出モデルの構築と評価結果について報告する．

【システム概要】
開発した画像解析システムは，スキャナやカメラで取り込んだ大量の粒子を含む画像から，物体検出CNNを用いて個々の粒子の位置を自動で検出し，RGB情報を保持した個別の粒子画像を生成する機能を有する．
ここで，画像認識問題における物体検出は，画像内に含まれる関心対象の物体を自動的に背景から区別して位置を特定する手法であり，現在まで様々なアルゴリズムが提案されている．近年では大量の画像データからパターンやルールを学習し，予測に用いるCNNアルゴリズムの精度向上が著しい．
本研究では， You Only look once (YOLO)と呼ばれる，精度を保ちつつ高速処理が可能なCNNベースの物体検出アルゴリズムに注目し，YOLOシリーズの中でも比較的新しいYOLOv3，YOLOv3-spp，YOLOv4及びYOLOv4-cspのモデルについて検討を行った．

【データセットと学習】
本研究では，粒子検出に特化した画像データセットを作成した．粒子として，霧島山(新燃岳)2011年1月噴火，浅間山1783年噴火の降下火山灰，富士山1707年噴火の降下火砕物及び姶良カルデラ噴火大隅降下軽石の人工粉砕物を用いた．粒径は500 μm～4,000 μm である．画像撮影には家庭用のスキャナを用い，画像一枚当たり数粒～約550粒の粒子を分散するよう配置し撮影した．得られた画像に対しては策定したルールに基づいた手作業による粒子の注釈付けを実施した．
このようにして780枚の注釈済み画像を準備した．このうち524枚を学習用とし，128枚の2セットを検証用及びテスト用とした．また，学習用データについては画像水増し処理を実施し，データセット
L，M，S（4,200枚，480枚，48枚）を作成した．
これらのデータセットを基に，C言語ベースの深層学習フレームワークであるDarknetを利用して粒子検出モデルを構築した．

【結果と考察】
まずデータセットLを用いてモデル別に学習を実行した結果，最新モデルであるYOLOv4-cspが最もスコアが良

く，信頼度閾値0.5における再現率が99.58%，平均IoUが92.63%となった．YOLOv4は僅差で次点となり，YOLOv3及びYOLOv3-sppはYOLOv4-cspに対して再現率が約0.４％，平均IoUが約１％低い結果となった．これは，YOLOv4におけるネットワークの改良が精度向上に寄与したと考えられる．
次に，YOLOv4-cspを用いて学習データサイズの違いによる精度を比較した結果，データセットLを用いた場合が最も精度が良く，データセットMは若干の精度悪化が認められた．データセットSは学習途中で過学習による精度悪化が観察された．
以上のことから，YOLOv4-cspを数千枚規模のデータで学習することによりベストモデルが得られることが分かった．このベストモデルの検出精度は，後工程の粒子分類モデルによる処理や形状測定に十分と判断している．今後は得られた個別の粒子画像を用いて，専門家の判断を紐付けた粒子分類モデルを開発し，鑑定作業全体の標準化及び効率化を目指す．

引用文献

Shoji, D., Noguchi, R., Otsuki, S. and Hino, H. （2018） Classification of volcanic ash particles using a convolutional neural network and probability. Scientific Reports.

Keywords: Machine Learning, Volcano, Convolutional Neural Network, particle, image analysis

Poster | R4 [Regular Session]Metamorphic rocks and tectonics

[1poster21-29] R4 [Regular Session]Metamorphic rocks and tectonics

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R4-P-1] (entry) Metamorphic condition of the Ryoke metamorphic rocks in Kitsuki area, Kunisaki Peninsula, Oita prefecture, Japan

*Kentaro Mutabaru[1], Toshiaki Shimura[1] （1. Yamaguchi Univ.）

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-2] (entry) Metamorphic zoning and *P*– *T* condition of contact aureole around the Kibe cauldron, Yamaguchi prefecture, Japan.

*Kakeru SAKAMOTO[1], Toshiaki SHIMURA[1] （1. Yamaguchi Univ.）

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-4] Serpentinization of the Takadomari body in the Kamuikotan zone of Hokkaido, Japan: Results of TG-DTA, density and magnetic susceptibility analysis of tunnel boring core

*Shusaku Yamazaki[1], Masakazu Fujii[2], Toshiyuki Kurahashi[1] （1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, 2. National Institute of Polar Research）

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-5] (entry) Evaluation of the thermal effect of intrusion of the Kaikomagatake granitic body by metamorphic temperature estimates and thermal modeling for basement rocks of the Outer Zone of Southwest Japan in the northern part of the Akaishi Mountains area

*Yuki Nobe[1], Hiroshi Mori[1], Hiroki Mizumura[1,2], Ken Yamaoka[3], Yui Kouketsu[4], Tetsuya Tokiwa[1] （1. Shinshu University, 2. Kyowa Sekkei Co., Ltd., 3. The University of Tokyo, 4. Nagoya University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-6] Roll-up structure due to the collision of Izu arc revealed from the shear sense of the Sanbagawa metamorphic rocks along the MTL in the Akaishi area

*YUKI AWAYAMA[1], HIDEO TAKAGI （1. Waseda University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-7] Oxygen and hydrogen isotope variations of phengite along orogen-perpendicular traverse of the Sambagawa Belt in central Shikoku: A reconnaissance study

*Tatsuki Tsujimori[1], Hironobu Harada[1], Tetsumaru Itaya[2], Daniel Pastor-Galán [1], Antonio M. Á lvarez-Valero[3] （1. Tohoku University, 2. Japan Geochronology Network, 3. University of Salamanca）

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-8] (entry) Relation between existence of ca. 1.9–1.85 Ga metamorphic zircons and metamorphic facies in the Yeongnam Massif, South Korea

*Kenichiro IWAMIZU[1,2], Yasutaka HAYASAKA[1], Ji-Hoon KANG[3], Kosuke KIMURA[1,4], Tomoyuki SHIBATA[1] （1. Hiroshima Univ., 2. The Univ. of Tokyo, 3. Andong Nat. Univ., 4. Nat. Inst. of Tech., Kure College）

4:30 PM - 7:00 PM

[R4-P-9] Calculation of diffusion profiles using the analytical solution for anisotropic diffusion in a finite cylinder

*Tadashi Usuki[1] （1. Department of Geosciences, National Taiwan University）

4:30 PM - 7:00 PM

(entry) Metamorphic condition of the Ryoke metamorphic rocks in Kitsuki area, Kunisaki Peninsula, Oita prefecture, Japan

*Kentaro Mutabaru[1], Toshiaki Shimura[1]

1. Yamaguchi Univ.

杵築地域は大分県国東半島の南部に位置する地域である。この地域には領家変成岩類が分布している(唐木田ほか, 1968；森山ほか, 1983；石塚ほか, 2005)。杵築地域は中新世以降の火山岩類及び火砕流堆積物に広く覆われており、より下位の白亜紀領家変成岩類の露出は小規模である。石塚ほか(2005)では本地域の領家変成岩類の変成度について、山口県柳井地域における珪線石–カリ長石帯に相当するのではないかという指摘をした。本研究では、この地域における領家変成岩類の変成履歴について検討した。
杵築地域の領家変成岩類は本地域北西部の太田俣水、波多方、小武に点在している。主として泥質片麻岩及び珪質片麻岩、一部で角閃岩が分布しており、片理面の走向傾斜は主に東西方向、北傾斜である。深成岩類は牛屋敷周辺に白雲母黒雲母花崗岩、倉成周辺に角閃石黒雲母花崗閃緑岩が分布している。角閃石黒雲母花崗閃緑岩は面構造が発達しており、一部で泥質片麻岩を捕獲している。
杵築地域に分布する泥質片麻岩の主な鉱物組合せは以下のとおりである。
鉱物組合せI： Sil + Ms + Kfs + Grt + Bt + Pl + Qz (± And)
鉱物組合せII： Sil + Kfs + Grt + Bt + Pl + Qz
なお、鉱物組合せIは本地域内に広く見られ、副成分鉱物として電気石を含む。鉱物組合せIIは北東部、及び南東部の一部で見られる傾向がある。黒雲母のチタン含有量は鉱物組合せIIがより高く、X_{Mg}は鉱物組合せIがより高い値を示す。またざくろ石は、*Alm*成分に富み、鉱物組合せIIは*Sps*成分と*Grs*成分にわずかに富む組成を示す。また、コアからリムにかけて*Alm*成分の減少、*Sps*成分の増加が見られる。
鉱物組合せからみて、本研究地域では、次の２つの変成反応が重要であろう。
（１） And = Sil
（２） Ms + Qz = Als + Kfs + H_2O
ここで、*P–T*図上で反応（１）は負の傾斜を、反応（２）は正の傾斜をもち、両者は互いに交差する。したがって2つのバソゾーン（例えばCarmicheal, 1978）を定義することができる。本研究地域では、２つのバソゾーン（以下のAとB）を認識できる。そしてそれらのバソゾーンはさらに、温度条件から３つの*P–T*領域（以下の１・２・３）に区分できる。
バソゾーン A（低圧条件、P < 約2.2 kbar）
*P–T*領域 A-1 (より低温条件)、And + Msが共存
*P–T*領域 A-2 (中間的条件)、And + Kfsが共存
*P–T*領域 A-3 (より高温条件)、Sil + Kfsが共存
バソゾーン B (高圧条件、P > 約2.2 kbar)
*P–T*領域B-1 (より低温条件)、And + Msが共存
*P–T*領域 B-2 (中間的条件)、Sil + Msが共存
*P–T*領域 B-3 (より高温条件)、Sil + Kfsが共存

鉱物組合せIについて、鏡下の組織において以下の2つの昇温期の変成反応が、以下の順に起きたことが認識できる。
And →Sil
Ms + Qz →Sil + Kfs + H_2O
また、後退期においては、変成反応組織として以下の2つが認識できる。
Sil →And
Sil + Kfs + H_2O →Ms + Qz
以上のことを踏まえると、鉱物組合せ I において、昇温期にはより高い圧力条件(バソゾーンB：P > 2.2

kbar)で温度上昇したが、後退期にはより低い圧力条件(バソゾーンA：$P < 2.2$ kbar)で温度低下したといえる。したがって、本研究地域の領家変成岩類は、時計回りの変成*P–T–t*経路を経験している。鉱物組合せIIは、バソゾーン区分Bにおける領域B-3に相当する温度圧力条件を経験したといえる。また鉱物組合せIIが見られる岩石の分布から、鉱物組合せIIは一部接触変成作用を被ったことによるものである可能性がある。

引用文献

Carmichael, D. M. (1978) *Amer. Jour. Sci.*, **278**, 769–797.
石塚吉浩ほか(2005)　5万分の1地質図幅　「豊後杵築地域」　産総研，11–18.
唐木田芳文ほか(1968) 地質学論集, **4**, 3–21.
森山善蔵ほか(1983)　大分大学教育学部，29–62.

Keywords: Kitsuki area, Ryoke metamorphic belt, metamorphic condition, bathozone

(entry) Metamorphic zoning and *P–T* condition of contact aureole around the Kibe cauldron, Yamaguchi prefecture, Japan.

*Kakeru SAKAMOTO[1], Toshiaki SHIMURA[1]

1. Yamaguchi Univ.

はじめに　山口県宇部市と美祢市の境界付近の先白亜系は、周防変成帯に属している。岸ほか(2007)は、この地域に天郷深成貫入岩類、黒五郎深成岩類、岩郷山花崗岩類からなる白亜紀深成複合岩体が貫入していることを報告した。それぞれのK–Ar年代は97.9 ±2.2 Ma、94.0 ±4.8 Ma、92.8 ±2.0 Maであり、全体として「吉部コールドロン」を形成していたとしている。この深成複合岩体の貫入により、周囲の周防変成岩類は接触変成岩になっている(瀬尾, 1976)。本研究では、この接触変成岩類について、鉱物組合せ･変成分帯･変成*P–T*条件について検討した。

地質概要　本研究地域には主に変成岩類と花崗閃緑岩類が分布している。変成岩類は接触変成岩類(主として泥質片岩で、少量の石灰珪質片岩を伴う)と、源岩の周防変成岩類で構成され、花崗閃緑岩類は黒雲母-単斜輝石-角閃石花崗閃緑岩、単斜輝石-黒雲母-角閃石花崗閃緑岩の2種類に区分できる。地域中央部には花崗閃緑岩が分布する。花崗閃緑岩類の周縁部には幅約500 mの接触変成岩類が分布し、ほとんどが泥質片岩であるが、石灰珪質片岩が厚さ10 cm～30 cm程度のレンズ状をなして産する。さらにその周縁部には接触変成作用を被っていない周防変成岩類が分布する。

変成分帯　泥質片岩について鉱物出現･消滅アイソグラッドを検討し、以下のように変成分帯を行った。泥質片岩の主要な鉱物組合せは以下の通りである。

Zone Ⅰ(菫青石帯) : Qz + Pl + Ms + Bt + Crd + (Chl)
Zone Ⅱ(紅柱石帯) : Qz + Pl + Ms + Bt + And + Crd
Zone Ⅲ(カリ長石帯) : Qz + Pl + Bt + Ms + Kfs + Crn +And + Crd + Ilm
Zone Ⅳ(ざくろ石帯) : Qz + Pl + Bt + Kfs + Opx + Crd + And + Spl + Alm
Zone Ⅴ(スピネル帯) : Qz + Pl + Bt +Kfs + Opx + Crd + And + Spl
Zone Ⅵ(珪線石帯) : Bt + Opx + Pl + Kfs + Crd + Qz + Spl + Sil + Ilm

また、Zone Ⅰ、Zone Ⅵにみられる石灰珪質片岩の主要な鉱物組合せは以下の通りである。

Zone Ⅰ(菫青石帯) : Ep + Amp + Pl + Qz
Zone Ⅵ(珪線石帯) : Pl + Cpx + Cal + Qz + Grs

鉱物化学組成　泥質片岩の構成鉱物の化学的特徴は以下の通りである。なお、本要旨ではX_{Mg} = Mg / (Fe^{2+} + Mg)、X_{Mg}* = Mg / (total Fe + Mg)、*An* = 100 ×Ca / (Ca + Na + K) とする。なおスピネル類のFe^{2+}とFe^{3+}は化学量論を用いて計算した。斜長石は*An* = 2.0～43.9 %を示し、Zone ⅠからZone Ⅵにかけて*An*成分が増加する。黒雲母はX_{Mg} = 0.34～0.62であり、Ti含有量にはばらつきがみられる。白雲母はX_{Mg} = 0.53～0.61であり、Al含有量にはばらつきがみられる。直方輝石はX_{Mg} = 0.42～0.43である。スピネルはX_{Mg}* = 0.29～0.33で、Zn = 0.002～0.007 apfu、Cr = 0.005～0.020 apfu である。Zone Ⅳのざくろ石の組成は$Alm_{55.4\sim58.7}Prp_{41.0\sim44.3}Sps_{0.2\sim0.5}Grs_{0.1}$を示し、almandine成分に富む。 なお、石灰珪質片岩の構成鉱物の化学的特徴は以下の通りである。斜長石は*An* = 85.2～99.0 %を示す。単斜輝石はX_{Mg} = 0.68～0.79で、diopsideの組成を示す。ざくろ石の組成は$Alm_{10.5\sim16.8}Prp_{1.3\sim2.2}Sps_{0.4\sim1.3}Grs_{80.1\sim87.5}$を示し、grossular成分に富む。

変成*P-T*条件　上記のデータをもとに接触変成作用のピーク時の変成*P–T*条件を計算すると、変成圧力条件は約80 MPaで、変成温度条件は、Zone Ⅰで約500 ℃、Zone Ⅱで500～550 ℃、Zone Ⅲで550～600 ℃、Zone Ⅳ･Zone Ⅴで約600～750 ℃、Zone Ⅵは750 ℃程度以上という結果が得られた。すなわち、最高変成度は輝石ホルンフェルス相の条件に達していると推測される。吉部コールドロンのマグマ溜まりの深度は、約2.4 kmであったと推定できる。

引用文献

岸 司ほか (2007) 地質雑, **113**, 479-491.
瀬尾孝文 (1976) 小島丈兒先生還暦記念論文集, 276-285.

Keywords: Kibe cauldron, contact metamorphism, metamorphic zoning, mineral chemistry

Serpentinization of the Takadomari body in the Kamuikotan zone of Hokkaido, Japan: Results of TG-DTA, density and magnetic susceptibility analysis of tunnel boring core

*Shusaku Yamazaki[1], Masakazu Fujii[2], Toshiyuki Kurahashi[1]

1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, 2. National Institute of Polar Research

北海道の神居古潭帯を代表とするかつてのプレート沈み込み運動で形成された地質帯には、沈み込む海洋地殻の脱水に伴い、その上部のマントルウェッジかんらん岩が蛇紋岩化し上昇したと考えられる大小様々な蛇紋岩岩体が露出している。しかしながら地表部では土壌・植生に覆われ、また、蛇紋岩類は風化の影響が強く、マントルウェッジかんらん岩、蛇紋岩化帯、高圧変成岩の組み合わせを空間的かつ連続的に観察・解析することは困難である。そこで本研究では、神居古潭帯の低温高圧型の変成岩類（幌加内ユニット）に近接する、幌加内オフィオライトのマントルセクション（鷹泊蛇紋岩岩体）の縁辺部に建設された幌加内トンネル(延長1241m）の2009年建設時に採取された水平（先進）ボーリングコア試料から地表の風化作用を受けていない蛇紋岩類を採取し、マントルウェッジかんらん岩～スラブ境界付近に相当する領域で形成されたと考えられる蛇紋岩化帯の形成プロセスの解明を試みた。解析手法としては、塊状蛇紋岩を対象とした岩石薄片の記載、XRDによる鉱物相の解析、磁化率計による測定、ガス置換法による真密度測定、TG-DTAによる示差熱重量分析を行い、蛇紋岩類の分類を行った。

幌加内トンネルに沿って採取された延長約1240ｍの連続水平ボーリングコア試料には、全体に葉片状の蛇紋岩をマトリックスに、大小さまざまな塊状蛇紋岩ブロックを伴う産状が認められた。採取した塊状蛇紋岩50試料の薄片観察から、かんらん石・斜方輝石がわずかに残る1試料を除き、すべての試料が100％の蛇紋岩化を被っており、初性鉱物としてクロムスピネルのみが残存している。塊状蛇紋岩類はハルツバージャイト・ダナイトを源岩としており、神居古潭帯の変成岩類（角閃岩・緑色片岩・青色片岩を主体とする幌加内ユニット）との境界との距離に対応して、蛇紋岩化の様式に違いが認められた。境界から離れた鷹泊岩体側の蛇紋岩は初性的なかんらん岩の組織を残し、リザーダイト・クリソタイルによるメッシュ状の蛇紋岩組織で特徴づけられる。次に、源岩・メッシュ状蛇紋岩組織の一部が繊維状・放射状のアンチゴライトに置換された蛇紋岩が出現し、岩体の最縁辺部で全体が繊維状・綾織状のアンチゴライトに交代され源岩組織が消失したアンチゴライト蛇紋岩へと遷移する。アンチゴライト蛇紋岩はメッシュ状蛇紋岩に比べて豊富に磁鉄鉱を含み、クロムスピネルの全体あるいは一部を磁鉄鉱が交代する、また、一部にパッチ状の炭酸塩鉱物（ドロマイト・マグネサイト）を伴う。また、アンチゴライト蛇紋岩の分布箇所に限り、神居古潭帯の変成岩類をブロックとして伴っている。この蛇紋岩化様式の変化からは、沈み込み帯におけるスラブ起源流体によるマントルかんらん岩の交代作用の前線を捉えている可能性が示唆される。

塊状蛇紋岩類の物性測定結果として、真密度は2.45-2.78 g/cm^3、磁化率は0.05–0.28 χ cm^3/gの幅を示し、真密度が増加すると磁化率が増加する直線的な相関関係を示した。また、上記の岩相変化に対応して、メッシュ状蛇紋岩は低密度・低磁化率側に、綾織状アンチゴライト蛇紋岩は高密度・高磁化率側にプロットされる。これは蛇紋岩化の程度に加えて、蛇紋岩化のタイプ・遷移関係を密度あるいは磁化率測定により判別可能であることを示している。また示差熱重量分析の結果、320-420℃にブルーサイトの脱水反応、450-550℃に炭酸塩鉱物（あるいは緑泥石）の分解（脱水）反応が、蛇紋石類の脱水反応として500-700℃にリザーダイト＋クリソタイルの低温側の脱水反応が、680-790℃にアンチゴライトの高温側での脱水反応が確認された。また、820℃付近にカンラン石・斜方輝石の結晶化の発熱反応が認められた。320-420℃の重量変化から推定されるブルーサイト含有量は0.3-19.4wt%となり、大まかな傾向としてメッシュ状蛇紋岩で高い含有量（>5wt%）を示し、アンチゴライト化試料で比較的低含有量である。また、蛇紋石の低温側・高温側の脱水反応による重量変化の比から、アンチゴライト化の大まかな交代比が推定可能であると考えられる。

このように、100％蛇紋岩化した蛇紋岩類を対象に熱重量分析・密度・磁化率測定を組み合わせた解析を行

うことで、アンチゴライト・リザーダイトの量比、ブルーサイト含有量、炭酸塩鉱物、磁鉄鉱含有量の推定が可能となり、磁化率変化、密度、含水量の変化範囲と岩相変化の対応関係を精度良く説明でき、また蛇紋岩類の幅広い物性値幅の解釈が可能となると考えられる。

Keywords: Serpentinite, Thermal analysis, Magnetic susceptibility, Kamuikotan zone, Boring core sample

(entry) Evaluation of the thermal effect of intrusion of the Kaikomagatake granitic body by metamorphic temperature estimates and thermal modeling for basement rocks of the Outer Zone of Southwest Japan in the northern part of the Akaishi Mountains area

*Yuki Nobe[1], Hiroshi Mori[1], Hiroki Mizumura[1,2], Ken Yamaoka[3], Yui Kouketsu[4], Tetsuya Tokiwa[1]

1. Shinshu University, 2. Kyowa Sekkei Co., Ltd., 3. The University of Tokyo, 4. Nagoya University

【はじめに】中期中新世以降の日本海拡大と伊豆–小笠原弧の本州弧への衝突（Hyodo & Niitsuma, 1986）に関連して，中部地方・赤石山地における西南日本外帯の基盤地質構造は大きく改変され，三波川帯，秩父帯および四万十帯の帯状配列が南北走向に屈曲するとともに，大規模な“ねじ曲がり構造”の存在も推定されている（e.g. 松島, 1997）．このことは，赤石山地の西南日本外帯基盤岩が一体となって深部から上昇してきたことを示しており，同地域の基盤岩研究は，中期中新世以降のテクトニクスに関する深部活動履歴の究明に重要であるといえる．ねじ曲がり構造の軸部にあたる小渋川地域では，炭質物ラマン温度計を用いた変成温度解析が行われ，秩父帯から四万十帯にかけてねじ曲がりに起因した温度上昇も検出されている（森ほか, 2021）．一方，小渋川地域より北の赤石山地北部では，ねじ曲がり構造の影響が顕著であると考えられるものの，甲斐駒ヶ岳花崗岩体が大規模に貫入しており，温度構造解析に基づく基盤岩評価には，この貫入熱影響を考慮する必要がある．そこで本研究では，赤石山地北部・黒川地域の西南日本外帯基盤岩を対象に，変成温度解析と熱モデリングを併用した貫入熱影響評価を行った．

【地質概要】黒川地域では，西から三波川帯，戸台層，秩父帯，および四万十帯が分布し，三波川帯，秩父帯，および四万十帯は主に付加体構成岩類もしくは付加体起源の変成岩類，戸台層は浅海性堆積岩類からなる．また，四万十帯東部では，中期中新世の定置年代をもつ甲斐駒ヶ岳花崗岩が貫入する（e.g. Watanabe et al., 2020）．

【アプローチの概要】変成温度解析では，炭質物ラマン温度計（Aoya et al., 2010; Kouketsu et al., 2014）を用いて，甲斐駒ヶ岳花崗岩周辺の最高到達温度を推定し，温度分布の詳細を把握する．また，熱モデリングでは，瞬間的なマグマ貫入を仮定した１次元の熱伝導方程式に基づく熱計算を用いて，炭質物ラマン温度計により見積もられた温度分布に対するフィッティングを行い，貫入時のマグマの初期温度（マグマ温度）を制約する．そして，制約されたパラメータの妥当性を評価することで，天然に記録された温度分布を貫入熱影響で説明可能か否かを検証する．

【結果・考察】変成温度解析のために，三波川帯の4地点，戸台層の2地点，秩父帯の5地点，および四万十帯の4地点において岩石試料を採取した．炭質物ラマン温度計により見積もられた最高到達温度は，三波川帯で332～417 ºC，戸台層で275～284 ºC，秩父帯で276～316 ºC，四万十帯で317～492 ºCを示す．また，大局的な温度構造としては，貫入境界に近づくにつれて，三波川帯では温度低下を示す一方，戸台層から四万十帯にかけては地質帯をまたいで連続的な温度上昇が認められ，後者の温度上昇は，貫入熱影響により形成された可能性を示唆する．そこで，戸台層～四万十帯の温度データを対象とし，マグマおよび母岩の初期温度を未決定パラメータに設定して貫入熱モデリングによるフィッティングを行ったところ，マグマ温度は約1000 ºC，母岩温度は約180 ºCと制約された．
また今回，フィッティングにより制約されたマグマ温度の妥当性を評価するため，甲斐駒ヶ岳花崗岩の全岩化学組成（佐藤・柴田, 2017）を入力値としたrhyolite-MELTS（Gualda & Ghiorso, 2015）による熱力学計算との比較を行った．熱力学計算結果は，リキダス温度が約1090 ºC，ソリダス温度が約720ºCを示し，フィッティング結果と整合的である．この整合性は，戸台層から四万十帯にかけての温度構造が甲斐駒ヶ岳花崗岩体の貫入熱影響により説明可能であるとともに，変成温度解析に基づく中部地方・西南日本外帯

の広域的な議論においても貫入熱影響の考慮が必要であることを示唆する.

【引用文献】 Aoya et al., 2010, *J. Metamorph. Geol.*, **28**, 895-914; Gualda & Ghiorso, 2015, *Geochem., Geophys., Geosyst.*, **16**, 315–324; Hyodo & Niitsuma., 1986, *J. Geomag. Geoelectr.*, **38**, 335–348; Kouketsu et al., 2014, *Island Arc*, **23**, 33–50; 松島, 1997, 飯田市美術博物館研究紀要, **7**, 145–162; 森ほか, 2021, 地学雑誌, **130**, 85–98; 佐藤・柴田, 2017, **21**, 19–28, 群馬県立自然史博物館研究報告; Watanabe et al., 2020, *J. Mineral. Petrol. Sci.*, **115**, 276–285.

Keywords: Akaishi Mountains, Outer Zone of Southwest Japan, Kaikomagatake granitic body, Raman carbonaceous material geothermometry, thermal modeling

Roll-up structure due to the collision of Izu arc revealed from the shear sense of the Sanbagawa metamorphic rocks along the MTL in the Akaishi area

*YUKI AWAYAMA[1], HIDEO TAKAGI

1. Waseda University

目的：中部日本に存在する三波川帯，秩父帯，および四万十帯は赤石山地を境として屈曲しており，さらに一般走向傾斜は赤石岳付近を境界として赤石山地南部では北東ー南西走向・北西傾斜，北部では南ー北走向・東傾斜に変化している．松島 (1973, 1997) によると，日本海の開裂に引き続く伊豆ー小笠原孤の衝突により，これら3帯は“逆くの字型”にねじり曲がるだけでなく，北部がまくれ上がったとしている．まくれ上がりが起こっているとすると，中央構造線に近接する三波川帯に記録されている変成時の延性剪断作用のセンスも北部では逆転しているはずである．そこで本論では，長野県伊那地域と静岡県天竜地域の両地域に存在する三波川変成岩の延性剪断変形について調査を行ったので，その結果をここに報告する．
方法：各地域で採取した三波川結晶片岩類である泥質片岩・緑色片岩に見られる片理面に直交かつ伸長線構造に平行なXZ薄片を作成し，鏡下観察に基づいて剪断センスを決定した．剪断センスを決定するのに用いた主な剪断指標は，泥質片岩はシアバンド，石英形態ファブリック，そして白雲母フィッシュ，緑色片岩はシアバンドのみである．
結果と結論：伊那地域では24試料の中で剪断センスが観察できた22試料のうち，17試料が上盤北ずれ，5試料が上盤南ずれであり，全体として上盤北ずれが優勢であった．またピッチの範囲はおおよそ10〜30°に収まった．同様に静岡県天竜地域では34試料の中で剪断センスが観察できた29試料のうち，22試料が上盤西ずれ，7試料が上盤東ずれであった．ピッチの範囲は沢ごとによってばらつきが見られたものの，全体としては上盤西ずれが優勢であり，これは四国や関東の三波川帯で報告されている剪断センスの結果と調和的である (例えば, Wallis et al., 1992; 阿部ほか, 2001)．また，伊那地域の外帯構成層の大部分は基本的に東傾斜であり，上下判定できる四万十帯の砂岩泥岩互層部は逆転していることが知られている（河内ほか，1983）．以上の結果と先行研究の報告から，赤石山地のまくれ上がりモデルは，三波川変成岩の剪断センスから見ても妥当なものであると考えられる．

参考文献

阿部龍巳・高木秀雄・島田耕史・木村慎治・池山恵介・宮下 敦, 2001, 関東山地三波川変成岩類の延性剪断変形．地質雑，**107**，337-353.
河内洋祐・湯浅真人・片田正人，1983，市野瀬地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）．地質調査所，70p.
松島信幸（1973）：赤石山地の中央構造線. 「中央構造線」(杉山隆二編), 9-27, 東海大学出版会
松島信幸（1997）：赤石山地形成論ーポスト和田変動と中央構造線のまくれ上がりについてー. 飯田市美術博物館研究紀要, **7**, 145-162.
Wallis, S.R., Banno, S. and Radvanec, M, 1992, Kinematic, structure and relationship to metamorphism of the east-west flow in the Sambagawa Belt, southwest Japan. *The Island Arc*, **1**, 176-185.

Keywords: Roll-up structure, shear sense, Sanbagawa schists, Akaishi area

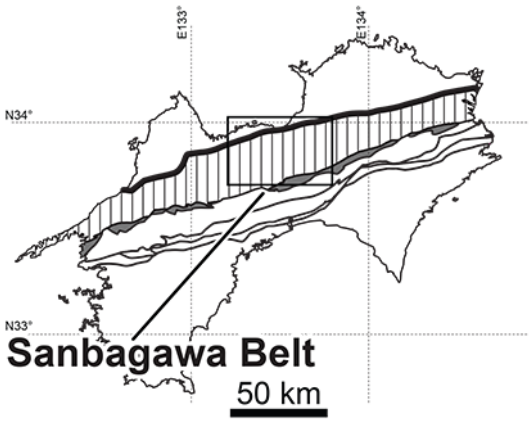
Oxygen and hydrogen isotope variations of phengite along orogen-perpendicular traverse of the Sambagawa Belt in central Shikoku: A reconnaissance study

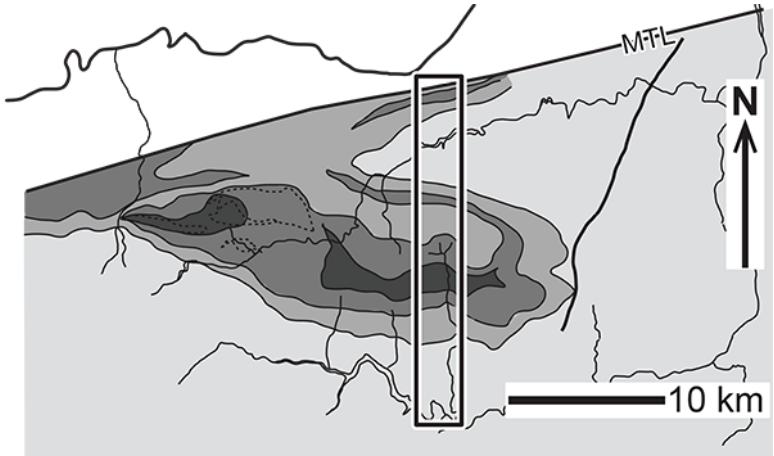
*Tatsuki Tsujimori[1], Hironobu Harada[1], Tetsumaru Itaya[2], Daniel Pastor-Galán [1], Antonio M. Álvarez-Valero[3]

1. Tohoku University, 2. Japan Geochronology Network, 3. University of Salamanca

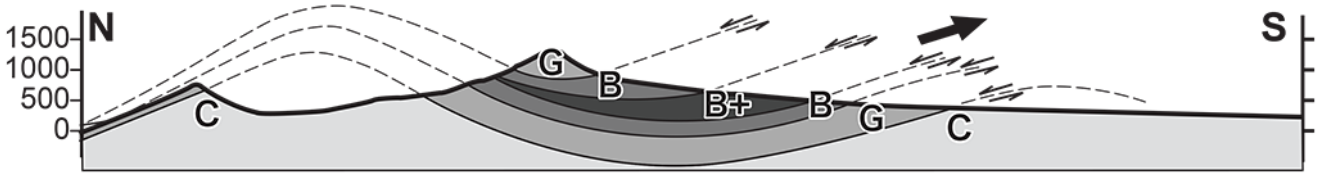
プレート沈み込み帯はマントル内部の化学的不均質性を生み出す地殻物質と水のインプットの場として機能する。沈み込むスラブは前弧域から火山フロント直下に達するまでに連続的に脱水し、放出される水流体（スラブ起源流体）は様々な空間スケールの元素移動をもたらす。近年、スラブ内部での元素移動やスラブ直上に供給される元素の挙動について、天然試料の岩石学・地球化学と実験岩石学双方のアプローチから素過程を理解する試みがなされている。しかしながら、スラブ由来元素のマントルへの影響を追跡する場合、連続的な同位体比分別が期待できるような同位体があったとしても、スラブ内部でのバリエーションが明らかでないために、スラブを代表する値は曖昧である。マントル深部へ沈んで行くスラブ全体の安定同位体比がどの程度の幅を持つのか？それは地表に露出した高圧変成岩を解析することで把握可能であろうか？我々はスラブを代表する酸素・水素同位体比のリファレンス値（スラブ値）を決めたいという動機のもと、コヒーレントな高圧変成帯の世界標準としての四国中央部三波川帯において、南北横断方向でのフェンジャイトの酸素・水素同位体比の変化を評価した。　沈み込んでいくスラブのリファレンス値を決定したいものの、コヒーレントな変成帯は上昇時に著しく加水・変形再結晶を被っている。従って、その二次改変の影響は変成帯のなかの代表的な標本を選んで評価するだけでは不十分であり、変成帯の温度構造に直交するような横断線において変成帯内部のバリエーションを十分に把握する必要がある。我々は、スラブを構成する変成地殻起源物質のなかで、岩相に関わらず普遍的に出現し、多角的な評価が可能な唯一の鉱物としてフェンジャイトに着目した。そして、Itaya and Takasugi (1988) https://doi.org/10.1007/BF00379739がK-Ar年代測定を行った汗見川−銅山川ルートのフェンジャイト（主に泥質片岩から分離したもの）を再利用し、84試料（緑泥石帯31試料、ざくろ石帯21試料、アルバイト黒雲母帯22試料、オリゴクレース黒雲母帯10試料）の水素・酸素の安定同位体比を測定し、変成帯内部の変化傾向を調べた。フェンジャイトのK含有量（既知）とH_2O量（実測）にもとづき不純試料のデータを間引いた残り63試料のδ^{18}O[SMOW]とδD[SMOW]のバリエーションは、それぞれ+9.6 to +19.3‰ (平均値+14.0‰)、−82.8 to −45.2‰ (平均値−59.0‰)と大きい。両者は相関せず、K-Ar年代（64.3−83.8 Ma）とも明瞭な相関は示さない。δ^{18}Oが+10‰を下回るフェンジャイトは全て塩基性片岩であるが、塩基性片岩のフェンジャイト全てが低い値を示すことはない。δ^{18}Oの振れ幅は同位体比分別よりも原岩の幅を反映すると考えられる。オリゴクレース黒雲母帯のδDはやや高い値をもつ。従来から大歩危地域の緑泥石帯では変成帯の上昇時の著しい変形に伴うK-Ar年代の若返り（64.3−65.8 Ma）が知られていたが、同地域の４試料でのみδ^{18}Oとδ D値が負の相関を示し、その地域に関しては年代若返りに関与した流体の影響を反映したものと考えられる。　汗見川−銅山川ルートで同位体比の振れ幅を評価するために、四国中央部三波川帯の他地域（猿田川）と、別の変成帯との比較を行ったところ、猿田川のざくろ石帯8試料は低いδD値（−91.2 to −73.4‰）が多いものの、銅山川のざくろ石帯でも−82.8‰に達する試料が存在する。ところが、時代も場所も全く別の変成帯として、蓮華帯の大佐山産の試料14試料（δD = −113 to −88.3‰、δ^{18}O = +12.9 to +14.6‰）と比較すると、四国中央部のフェンジャイトは高いδD値で特徴付けられる。大佐山の試料は青色片岩相の情報を残しており、四国中央部三波川帯の結晶片岩とは上昇時期の後退変成作用の性質は大きく異なる。三波川のδD値は上昇時期の加水再結晶に関与した流体の性質を反映したものかもしれないが、その安定同位体比の平均値は地表に露出した高圧変成岩のフェンジャイトのリファレンス値として提案できる。

Keywords: phengite, oxygen isotope, hydrogen isotope, exhumed metamorphic rocks, Sambagawa Belt

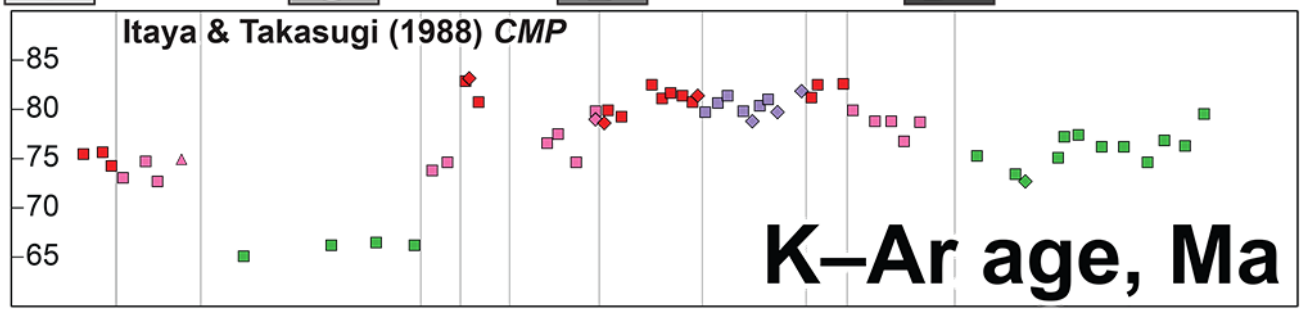


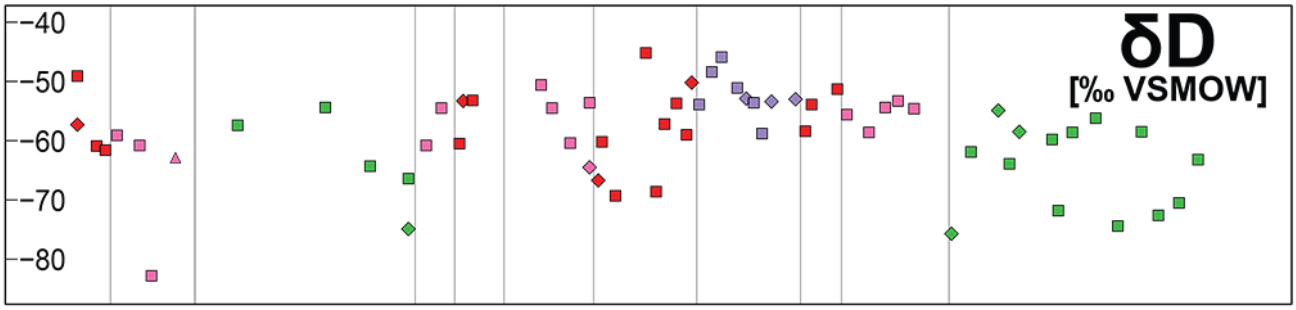


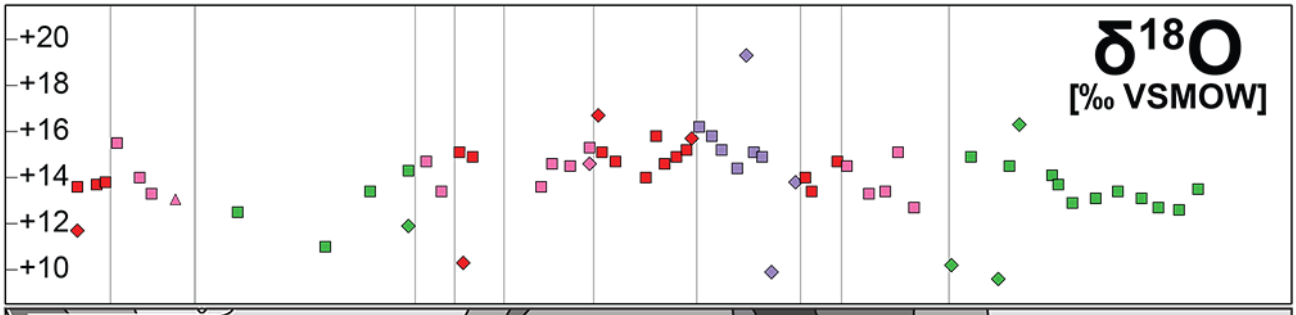
Modified after Itaya & Tsujimori (2015) *IGR*

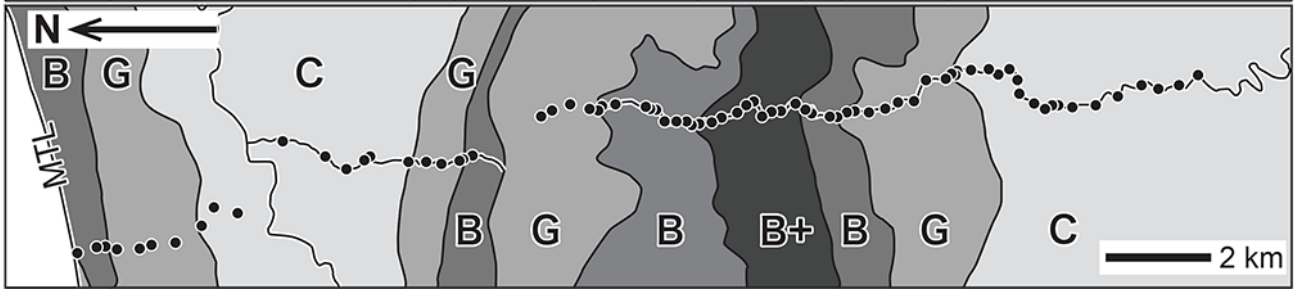


C Chlorite zone | G Garnet zone | B Albite-biotite zone | B+ Oligoclase-biotite zone









(entry) Relation between existence of ca. 1.9–1.85 Ga metamorphic zircons and metamorphic facies in the Yeongnam Massif, South Korea

*Kenichiro IWAMIZU[1,2], Yasutaka HAYASAKA[1], Ji-Hoon KANG[3], Kosuke KIMURA[1,4], Tomoyuki SHIBATA[1]

1. Hiroshima Univ., 2. The Univ. of Tokyo, 3. Andong Nat. Univ., 4. Nat. Inst. of Tech., Kure College

背景

韓国の先カンブリア時代の基盤岩は、北西部の京畿地塊と南東部の嶺南地塊に分布する。嶺南地塊の基盤岩の変成相の大部分は低圧型の角閃岩相だが、南西部・北中部にはそれぞれ、低圧型のグラニュライト相・緑色片岩相の領域が広く分布する（Lee, S.-M., 1973）。嶺南地塊の基盤をなす約 2–1.96 Ga の花崗岩類はいずれも、約 1.9–1.85 Ga の変成年代を持つ（Kim, N. et al., 2014; Lee, B.-C. et al., 2019; Cho, D.-L. et al., 2020）。この約 1.9–1.85 Ga の変成年代は、嶺南地塊における、約 1.9–1.85 Ga の優白質花崗岩の貫入を伴う角閃岩相の広域変成作用の時期を示す（Cho, M. et al., 2017）。また、嶺南地塊・南西部において、約 1.88 Ga の貫入岩は、約 1.86 Ga のグラニュライト相の変成年代を持つ（Lee, B.-C. et al., 2017）。これら約 1.9–1.85 Ga の変成年代はいずれも、ジルコンの変成リムから得られている。
一般にジルコンの変成リムは、角閃岩相以上の高温の変成作用に伴って形成される（早坂, 2011; 猪川, 2016）。よって、嶺南地塊における角閃岩相～グラニュライト相の変成作用に伴うジルコンの変成リムの形成は、前文と整合的である。

目的

早坂 (2011); 猪川 (2016) に基づくと、緑色片岩相の変成作用では、ジルコンの変成リムは形成されないと考えられる。よって、緑色片岩相が広く分布する嶺南地塊・北中部の雪川地域においては、約 2–1.96 Ga の花崗岩類のジルコンは、約 1.9–1.85 Ga の変成リムを持たないと予想されるが、先行研究は無い。よって我々はこの問題に取り組むため、嶺南地塊の雪川地域で花崗岩を採取した。

手法

花崗岩からジルコンを分離し、SEM を用いてジルコンの CL 像を撮影し、分析点を選定した。その後、LA-ICP-MS を用いてジルコン U–Pb 年代を測定した。本システムは勝部ほか (2012) に基づく。また、薄片の観察と全岩化学組成の分析を行った。一連の分析は広島大学で行った。

結果

主要造岩鉱物は、石英・斜長石・アルカリ長石・角閃石である。花崗岩は全体的に優白質である。全岩化学組成について、花崗岩は metaluminous の領域に存在する。これは、嶺南地塊の約 2–1.96 Ga の花崗岩類を全て peraluminous とする先行研究（Kim, N. et al., 2014; Lee, B.-C. et al., 2019; Cho, D.-L. et al., 2020）と異なる。
ジルコンは、コア・マントルの 2 層構造を示すものと、マントルのみの 1 層構造を示すものに大別される。コアは、均質または縞状の内部構造を示し、約 2.5–2.4 Ga のコンコーダントな U–Pb 年代を示し、Th/U 比が全て 0.1 以上と高い。マントルは、波動累帯構造または縞状構造を示し、約 2 Ga 付近にコンコーダントな U–Pb 年代が集中し、Th/U 比が全て 0.1 以上と高い。約 2 Ga に集中するコンコーダントなマントルの年代の加重平均は 1997 ±10 Ma である。ジルコンのリムは確認できなかった。

考察

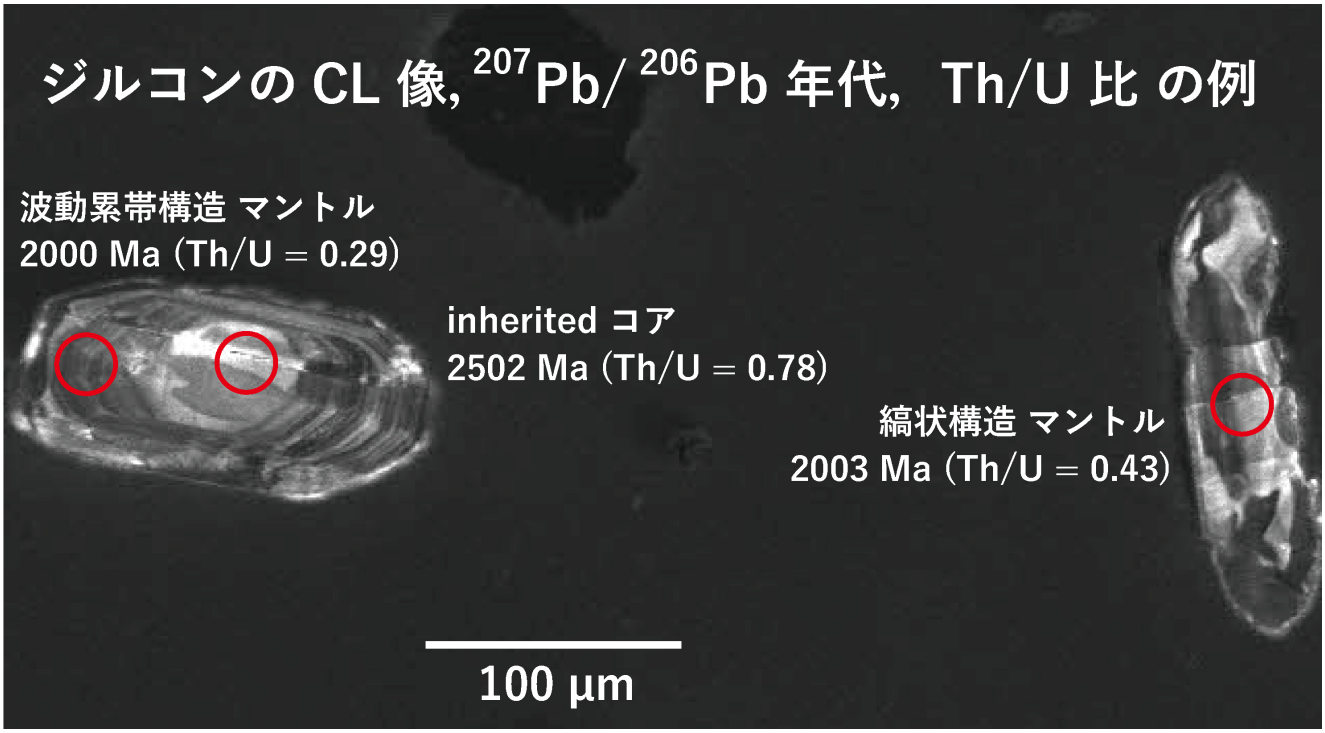
全岩化学組成が例外的に metaluminous である原因は不明である。
前述の加重平均（1997 ±10 Ma）が、マグマの固結年代だと考えられる。よって、約 2.5–2.4 Ga のコアは、inherited ジルコンだと考えられる。実際、嶺南地塊の inherited ジルコンの U–Pb 年代分布は、約 2.5

Ga 付近に最大の極大値を持つ（Kim, N. et al., 2014）。嶺南地塊に広く分布する約 2–1.96 Ga の花崗岩としては例外的に、約 1.9–1.85 Ga の変成年代（ジルコンの変成リム）が得られなかった。その原因は、嶺南地塊・雪川地域の変成相が緑色片岩相であるため、ジルコンの変成リムの形成に必要な 530 ℃ 以上の温度（猪川, 2016）に達しなかったからだと考えられる。

文献

Cho, D.-L. et al., 2020, *Precambrian Res.*, **340**, 105631.
Cho, M. et al., 2017, *Geosci. J.*, **21**, 845–865.
早坂 康隆, 2011, 日本地質学会 第118年 学術大会 講演要旨, R7-O-3.
猪川 千晶, 2016, 総研大 修士論文
勝部 亜矢ほか, 2012, 地質雑, **118**, 762–767.
Kim, N. et al., 2014, *Precambrian Res.*, **242**, 1–21.
Lee, B.-C. et al., 2017, *Precambrian Res.*, **298**, 439–461.
Lee, B.-C. et al., 2019, *Gondwana Res.*, **72**, 34–53.
Lee, S.-M., 1973, *J. Geol. Soc. Korea*, **9**, 11–23.

Keywords: South Korea, Yeongnam Massif, greenschist facies, granite, zircon



Calculation of diffusion profiles using the analytical solution for anisotropic diffusion in a finite cylinder

*Tadashi Usuki[1]

1. Department of Geosciences, National Taiwan University

岩石学や構造地質学、同位体年代学の進歩とともに、従来考えられてきたいくつかの造山イベントの時間スケールは一桁以上短くなった(例えば>20Myrから<2Myrへ、Caddick et al., 2010)。さらに最近では、Sm-NdやLu-Hf高精度年 代測定により、沈み込み帯でのザクロ石成長が1Myr以内に起こった例も示されている(Dragovic et al., 2012, 2015)。これらの事実は、数Myrから<1Myrの時間スケールを計測する技術の確立が重要になってきたことを示している。近年、同位体年代学を用いた時間スケールの推定とともに、diffusion chronometerを用いた時間スケールの計測が広く利用されるようになった (Chakraborty, 2006, 2008)。Diffusion chronometerが実用化されてきた背景として、ここ20年でさまざまな鉱物の主成分や微量成分拡散係数の実験データが充実してきたこと、EPMAやSEM-EDS, LA-ICPMS、SIMSを用いた主要元素や微量元素拡散プロファイル測定の解像度と精 度の向上がしてきたことなどが挙げられる。 Crank (1975)には板、球、無限円筒についての拡散方程式の解が示されている。拡散に異方性がなければ、これらの解析解を用いて、測定プロ ファイルからおおよその変成作用の継続時間を比較的簡単に推定することができる。しかし、一般の多くの鉱物では強い拡散異方性があることが知られている。例えば、カンラン石のFe-Mg相互拡散ではc軸方向の拡散はa軸、b軸の方向の拡散の約６倍(Tachibana et al., 2013)、ルチルのHf拡散ではc軸方向の拡散は垂直方向の拡散の5倍から10倍の違いがある(Cherniak et al., 2007)。このような鉱物に球モデルや板モデルを適用するのは一般には不適切である。このため、Watson et al. (2010)はaxialとradial方向について異なる拡散係数もつ場合の有限円筒内の拡散の解析解を導いた。Watson et al. (2010)の解析解では拡散係数を時間依存の関数としているが、本発表では単純化して定数とし、さらに、初期条件C0、境界条件C1の場合に変形した式を紹介する。この有限円筒内の解析解を用いると、axial方向(c軸に平行)とradial方向（c軸に垂直）の２つの異なる拡散係数を用いて円筒内の任意の方向の拡散プロファイルを計算できる。 本発表では、この有限円筒内拡散の解析解をもちいて、結晶の短軸・長軸比や拡散異方性の大きさの違い、測定プロファイル方向とc軸とのなす角が拡散プロファイルに与える影響についての計算結果を紹介する。また、この解析解の天然の岩石への適用例として、北ベトナムのソンマ縫合帯からのルチルのZrプログレード累帯構造を用いてエクロジャイト相の時間スケールを制約した研究を紹介する。

References

Caddick MJ, Konopásek J, Thompson AB (2010) J Petrol 51, 2327–2347. Chakraborty S (2006) Mineralogy and Petrology 88, 7-27. Chakraborty S (2008) Ann Rev. Earth Planet Sci 36, 153–190. Cherniak DJ, Manchester JE, and Watson E (2007) Earth Planet. Sci. Lett. 261, 267–279. Crank, J (1975) The Mathematics of Diffusion. Oxford University Press, Oxford. Dragovic B, Samanta LM, Baxter EF, Selverstone J (2012) Chem Geol 314–317, 9–22. Dragovic B, Baxter EF, Caddick MJ (2015) Earth Planet Sci Lett 413, 111–122. Tachibana S, Tamada S, Kawasaki H, Ozawa K, Nagahara H (2013) Phys Chem Minerals 40, 511–519. Watson, EB, Wanser, KH, Farley, KA (2010) Geochimica et Cosmochimica Acta 74, 614-633.

Keywords: diffusion in a finite cylinder, anisotropic diffusion, analytical solution, rutile, zirconium

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

[1poster30-37] R5 [Regular Session]Regional geology and stratigraphy, chronostratigraphy

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R5-P-1] Early Triassic accretionary unit recognized in the Nedamo Belt and correlation with Southwest Japan

*Takayuki Uchino[1] （1. Geological Survey of Japan）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-2] a trial of new geological maps

*Toshiyuki Yoshikawa[1] （1. Geological Survey of Japan, AIST）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-3] Outline of geology of the Wake District (Okayama Prefecture): Quadrangle Series, 1:50,000

*Daisuke Sato[1], Koji Wakita[2,1], Yoshinori Miyachi[1] （1. GSJ, AIST, 2. Yamaguchi Univ.）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-4] (entry) Radiolarians and detrital zircon U-Pb age from the Hebiki Unit in the Northern Chichibu Belt, the Kanto Mountains, central Japan.

*Kazushi OKABE[1], Yukiyasu TSUTSUMI[2], Yoshihito KAMATA[1] （1. University of Tsukuba, 2. National Museum of Nature and Science）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-5] Middle Jurassic radiolarians from clastic facies interbedded between seamount facies in Kuzu area of the Ashio Belt, central Japan

*Yoshihito Kamata[1], Akitake Uesako[2] （1. The University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences, 2. The University of Tsukuba, College of GEOSCIENCE）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-6] (entry) Intrusion of serpentinite along the Cretaceous and the unconformity of serpentinite in the Chichibu belt, Yusuhara, Kochi Prefecture

*Kengo Nishikawa[1], Tomohiro Tsuji[1] （1. Yamaguchi Univ.）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-7] (entry) The origin of large chert blocks in the western part of the Matsumoto Basin, Nagano Prefecture: altered mineral and ^{10}Be age

*Erika UEYAMA[1], Kohki YOSHIDA[1], Maarten LUPKER[2] （1. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 2. ETH Zürich - Geological Institute）

4:30 PM - 7:00 PM

[R5-P-8] Lower Cretaceous formations of the Kema Terrane, Primorsky Krai, Russian Far East

*Shigeru Otoh[1], Mitsuhiro Nagata[2], Masashi Aoyama[3], Takuya Harada[2], Koh Kubomi[2], Kohki Bando[4], Jun Sugiyama[4], Alexander Kudymov[5], Mikhail Arkhipov[5], Alexei Didenko[5] （1. Faculty of Sustainable Design, University of Toyama, 2. Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama, 3. Japan Geocommunications Co., Ltd., 4. Faculty of Sustainable Design, Univ. of Toyama, 5. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch, Russian Academy of Science）

4:30 PM - 7:00 PM

Early Triassic accretionary unit recognized in the Nedamo Belt and correlation with Southwest Japan

*Takayuki Uchino[1]

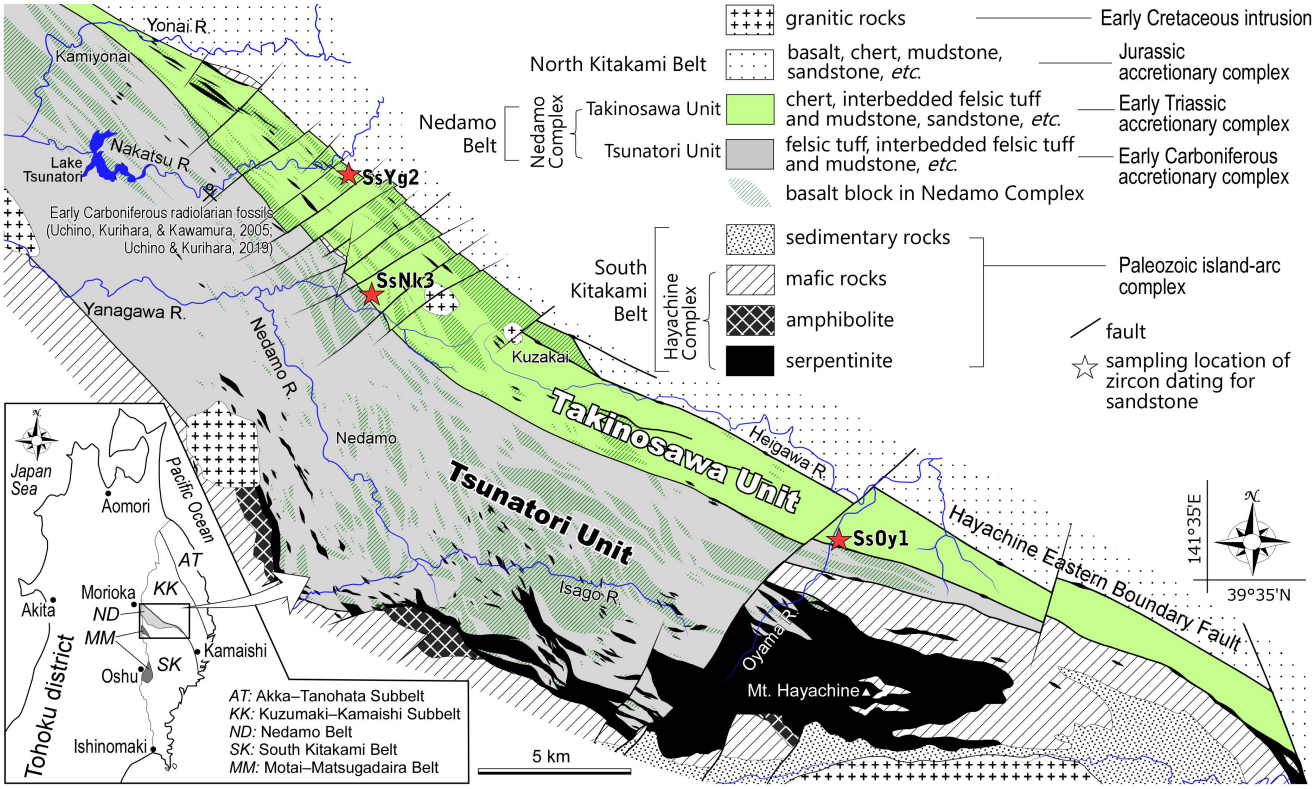
1. Geological Survey of Japan

北上山地中西部に位置する根田茂帯は，かつては南部北上帯と北部北上帯を境する構造帯と考えられ，早池峰構造帯と呼ばれていた（例えば，吉田・片田，1964）．しかし，21世紀に入り，岩相の特徴や泥岩より見出された放散虫化石から，根田茂帯に分布する地質体は前期石炭紀の付加体と考えられるようになった（内野ほか，2005；永広ほか，2005）．この付加体は根田茂コンプレックスと定義され，更に岩相の違いから南西部の綱取ユニットと北東部の滝ノ沢ユニットに区分された（内野ほか，2008）．滝ノ沢ユニットからは化石を含め年代が得られておらず，同ユニットは前期石炭紀根田茂コンプレックスの下位階層に属するものの，前期石炭紀とジュラ紀の付加体間に位置することから，ペルム紀付加体の可能性も指摘されていた（内野ほか，2008）． 綱取ユニットは，泥岩珪長質凝灰岩互層，珪長質凝灰岩，玄武岩が卓越し，チャートや石灰岩，石英長石質砂岩をほとんど含まないことを特徴とする．滝ノ沢ユニットは綱取ユニットと似た岩相を示すが，層状チャートや石英長石質砂岩，砂岩泥岩互層を含んでくる．なお，両ユニットの分布域（根田茂帯）には，高圧変成岩の岩塊や南部北上帯基盤と考えられる蛇紋岩・角閃石斑れい岩・石英閃緑岩の岩塊が産する．本公演では，滝ノ沢ユニットの珪長質凝灰岩2試料と砂岩3試料から得られたジルコンのU–Pb年代を報告する（一部は，内野・大藤，2014で発表）．結果としては，前者からは前期ペルム紀の，後者からは後期ペルム紀～前期三畳紀の最若クラスター年代が得られた．珪長質凝灰岩の方が有意に古い値を示すが，本岩には砂岩が堆積した際の堆積同時性ジルコンが含まれなかったと解釈し，滝ノ沢ユニットの付加年代を前期三畳紀と判断した（Uchino, 2021）． 日本列島において，前期三畳紀の付加体はほとんど知られておらず，同時代の付加体がマッパブルに示せるのは根田茂帯のみである．近年，四国黒瀬川帯の後期ペルム紀付加体（新改ユニット及び檜曽根ユニット）の砂岩から後期ペルム紀のみならず前期三畳紀の砕屑性ジルコンが見出され（Hara et al., 2018; Ohkawa et al., 2021），黒瀬川帯にも滝ノ沢ユニットと同様の年代の付加体が分布する可能性がある． 北上山地には南から南部北上帯の中古生代島弧陸棚層およびオルドビス紀～シルル紀火成岩基盤岩類，母体–松ヶ平帯の高圧変成岩，根田茂帯の前期石炭紀および前期三畳紀付加体，北部北上帯の前期ジュラ紀～最前期白亜紀付加体が分布する．また，釜石地域の北部北上帯南西端部では後期ペルム紀付加体の存在が指摘されている（Nakae and Kurihara, 2011）．黒瀬川帯には，前期石炭紀付加体は認められていないが，それ以外は北上山地の地質体と同様の組み合わせを示している．今回の前期三畳紀付加体の認定は，磯崎・丸山（1991）などによってかねてから指摘されていた東北日本と西南日本の対比について，よりサポートできる材料となった．また，データが少ない前期三畳紀の島弧海溝系テクトニクスについても貴重な情報をもたらすと考えられる．

［引用文献］

永広ほか（2005）日本の地質増補版編集委員会編，日本の地質増補版，49–50，共立出版．
Hara et al. (2018) *J. Asian Earth Sci.*, **151**, 112–130. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2017.10.025
磯崎・丸山（1991）地学雑誌，**100**，697–761．https://doi.org/10.5026/jgeography.100.5_697
Nakae and Kurihara (2011) *Palaeoworld*, **20**, 146–157. https://doi.org/10.1016/j.palwor.2010.12.003
Ohkawa et al. (2021) *J. Asian Earth Sci.*, **212**, 104724. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2021.104724
Uchino (2021), *Island Arc*, **30**, e12397. doi:10.1111/iar.12397
内野・大藤（2014）日本地質学会第121年学術大会講演要旨．228.
内野ほか（2005）地質雑，**111**, 249–252．https://doi.org/10.5575/geosoc.111.249
内野ほか（2008）地質雑，**114**, S141–S157． https://doi.org/10.5575/geosoc.114.S141
吉田・片田（1964）1/5万地質図幅「大槌・霞露岳」．

Keywords: Nedamo Belt, Takinosawa Unit, U-Pb age, zircon, Early Triassic



a trial of new geological maps

*Toshiyuki Yoshikawa[1]

1. Geological Survey of Japan, AIST

近年、地質図のデジタルトランスフォーメーションの進展や政府のSociety 5.0の提唱など、近い将来の地質図・地質情報利用をイメージする機会が格段に増えた。2021年3月に閣議決定された科学技術・イノベーション基本計画および2021年5月に経済産業省から公表された知的基盤整備計画では、サイバー空間に質の高い信頼できるデータを集積し、デジタルツインを構築することが謳われている。

これからの少子高齢化社会では、今まで以上に専門家不足・予算減少が予想され、従来型の研究進展や社会サービスの維持は困難が予想される。しかし、地質学の場合はスクラップアンドビルドではなくデータ蓄積型の学問であり、デジタルツインを実現することにより研究成果やサービスの質的・量的低下を防止し、むしろ新たな学問や産業の活性化を促進できると期待される。ただし、サイバー空間へのデータ集約への具体的な取り組み例はまだなく、絵に描いた餅に過ぎない。

筆者は、栃木県を例として、過去の地質図・地質情報 (位置情報をもつデータ) の集約を試みたので報告する。具体的には、GSJ発行の「栃木県シームレス地質図 (参考資料1、2)」を基に、過去のデータを集約した「栃木県シームレス地質図 第2版」を制作中である。地質図は細分が可能となり、岩石・化石等の試料採取地点や露頭観察地点、走向・傾斜等の各種点データ、リニアメントやルートマップ・柱状図作成位置等の各種線データも表示できるようになる。例として、図には高原火山から塩原カルデラ付近の新旧地質図の比較を示す。属性情報には必ず出典表記を含むようにしてあるので、検索等の手段を通じてオリジナルデータを参照すれば詳細な情報を確認できるよう配慮している。したがって、従来の地質図と比べると、地質情報の地理空間索引図（ポータル機能）の性格が強くなる。

このほか、現在仮実装中の特徴としては以下のようなものがある。

・地質図の凡例は20万分の1日本シームレス地質図V2の凡例 (参考資料3)を基本とし、細分化された地質区分にも対応できるよう、層群・層・部層の属性も用意している。
・古い成果であっても、現地で確認した証拠であるオリジナルの点データ (岩石・化石等の試料採取地点、走向・傾斜データ等) は可能な限り採録している。
・断層データおよび走向・傾斜データは、それぞれ他の線データ・点データとは分け、独自のレイヤーにしている。このため断層および走向・傾斜に固有のスタイル設定が容易。
・ファイルはOGC標準のGeoPackage形式で作成しているので特別なソフトを必要とせず、一般的なGISで編集可能。

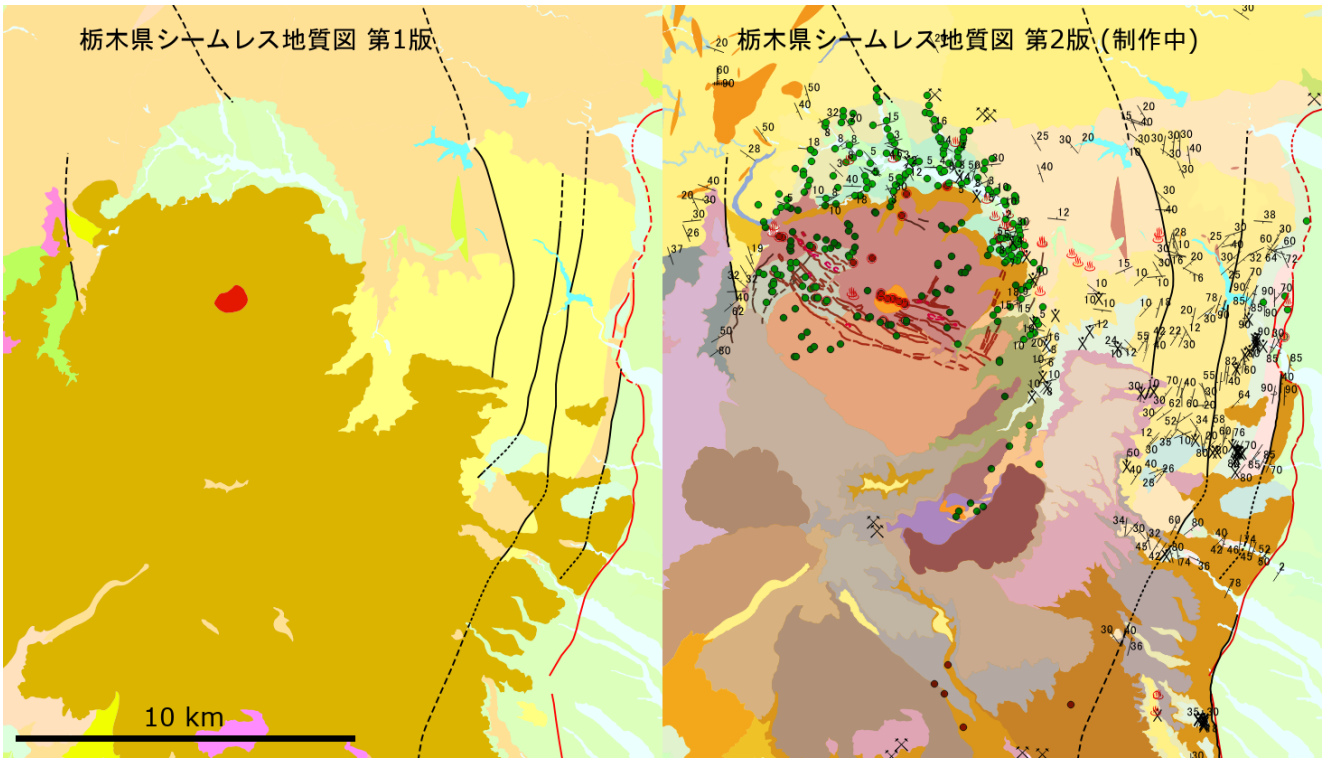
現在、科学技術・イノベーション基本計画等ではオープンサイエンスとデータ駆動型研究の普及も推進されている。地質のデータといえば位置情報をもち、共有されることがスタンダードになる日も遠くないかも知れない。それら位置情報付きオープンデータを重ね合わせるのは一瞬である。そうすれば新しいデータを反映した地質図の更新も容易である。こうして多くの人が一部を分担することにより大きな成果物を完成させるしくみは、オープンソースソフトウェア等で既に実績がある。近い将来、様々な分野でデジタルツインが作られることが予想されるが、地質の分野でも最新・最良の地質図を構築・共有し、専門家や一般ユーザーでさえも広く改良・更新に貢献できるしくみが確立されることを期待したい。

参考資料

1: 特殊地質図41 栃木県シームレス地質図. 地質調査総合センター.
https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/misc_doc/misc_41.htm
2: 吉川敏之 (2020) 栃木県シームレス地質図 〜新たな地質図の試み〜. GSJ地質ニュース, vol. 9, 83-89.
https://www.gsj.jp/data/gcn/gsj_cn_vol9.no4_p83-89.pdf

3: 日本シームレス地質図V2凡例
https://gbank.gsj.jp/seamless/v2/legend.html

Keywords: geologic map, Tochigi Prefecture, DX, digital twin, open access, NSDI Act, cloud sourcing



Outline of geology of the Wake District (Okayama Prefecture): Quadrangle Series, 1:50,000

*Daisuke Sato[1], Koji Wakita[2,1], Yoshinori Miyachi[1]

1. GSJ, AIST, 2. Yamaguchi Univ.

岡山県南東部の「和気」地域（行政区：岡山市，赤磐市，和気郡和気町，瀬戸内市，備前市）について，2015年から4年間実施した地質調査に基づき，5万分の1地質図幅を作成した．本地域の地質は，ペルム紀の舞鶴帯及び超丹波帯，ジュラ紀の丹波帯，後期白亜紀火山岩類及び貫入岩類，古第三紀の吉備層群及び第四紀堆積物から構成される．
本地域の舞鶴帯は，苦鉄質岩を主体とし，砂岩及び泥岩を僅かに伴っている．これらの岩石からなる地層を，ペルム系舞鶴層群下部に対比にし，大盛山層と命名した．

超丹波帯は，万富ユニット・江尻ユニット・虫明ユニットからなる．万富ユニットは，北側の舞鶴帯大盛山層と断層で接し，南側の江尻ユニットとも断層で接する．チャートを伴い，剥離性が強く発達している泥質混在岩からなる混在相が主体で，砂岩泥岩互層や塊状砂岩からなる整然相を伴う．江尻ユニットは，砂岩泥岩互層や塊状砂岩からなる整然相が主体で，泥質混在岩を僅かに伴うが，チャートは挟在しない．砂岩はしばしば緑がかった灰色を特徴的に呈する．虫明ユニットは，剥離性が発達していない泥質混在岩からなる混在相が主体で，砂岩泥岩互層や塊状砂岩からなる整然相を伴う．スランプ褶曲などの未固結時変形が顕著で，礫岩を伴う．チャートは挟在しない．放散虫化石及びジルコンU–Pb年代から，これらの堆積時期は中～後期ペルム紀と推定される．

丹波帯は，本地域北東端部と東端部に僅かに分布し，隣接図幅に連続する五石川ユニットからなる．剥離性の発達した泥質混在岩を主体とし，チャートの小岩体を挟有する．本地域北隣の「周匝」地域内で採取された砂岩中の砕屑性ジルコンのU–Pb年代は，前期ジュラ紀を示す[1].

本地域の後期白亜紀火山岩類は，岡山県南東部から兵庫県南西部にかけて連続的に分布するものの一部で，主に陸上堆積の火砕流堆積物からなり，溶岩や湖成堆積物を伴う．分布，岩相，層序関係及び年代測定に基づいて，活動時期の古い方からシャシャ木山層，高砂山層，日生層，道々山層，和気層，鴨前層及び邑久層の7つに区分される．層序・貫入関係及びジルコンU–Pb年代から推定されるこれらの形成年代は95～72 Maである．本地域の火山岩類について，各層の地層境界は下位層と高角で接するか地層境界に岩脈が貫入することが多く，火山地形を残してはいないが一部は当時のカルデラ（コールドロン）をなしていたと推定される．

後期白亜紀貫入岩類は，分布，岩相，貫入・被覆関係から，四辻山花崗岩，長島花崗岩，操山花崗岩，仁堀花崗岩，百枝月石英閃緑岩，長船花崗岩及び妙見山花崗閃緑岩の7つの花崗岩類岩体と岩脈類に区分される．これらは，先白亜紀の岩石や後期白亜紀火山岩類に貫入するが，一部は火山岩類に覆われる．そこで，本地域の貫入岩類を貫入時期及び岩相から貫入岩類I，II，IIIの3つに大別した．貫入岩類Iは，後期白亜紀火山岩類及び花崗岩類に被覆又は貫入される岩体及びこれらと同時期と推定される岩体からなり，四辻山花崗岩，長島花崗岩，操山花崗岩及び仁堀花崗岩がこれに含まれる．貫入岩類IIは，貫入岩類Iを被覆する後期白亜紀火山岩類に貫入する岩体，貫入岩類Iに貫入する岩体及びこれらと同時期と推定される岩体で，百枝月石英閃緑岩，長船花崗岩及び妙見山花崗閃緑岩からなる．貫入岩類IIIは，岩脈類で貫入岩類I，IIに貫入し，一部は貫入岩類IIに貫かれる．

吉備層群は，中国山地から瀬戸内海沿岸にかけて点在する礫岩主体の河川成堆積物のうち，吉備高原周辺に分布する礫岩層について命名された[2]．吉備層群は，当時の谷地形を埋積する堆積盆ごとに地層区分されており，本地域の礫岩層は岡山県東部の吉井川と並行して南北数10 kmにわたり分布する周匝層[2]に属する．本層の岩石は，大規模な宅地造成により，露頭の多くが失われている．周匝層の堆積年代は，礫岩層に挟在する凝灰岩層から34.3 Ma（FT年代）[2]及び32.61 Ma（U–Pb年代）[3]のジルコン年代が報告されており，始新世末期～漸新世初頭頃と考えられる．

本地域の第四系は，後期更新世～完新世の扇状地堆積物と完新世の緩斜面堆積物及び沖積層からなる．沖積層は，吉井川などの河川沿いに分布し，層厚は本地域南西部で5～10 m程度である．

引用文献
[1] 佐藤・脇田（2021）地質学雑誌，127，245–250.
[2] Sonehara et al. (2020) Scientific Reports, 10, doi: 10.1038/s41598-020-60448-x.
[3] 鈴木ほか（2003）地学雑誌，112，35–49.

Keywords: Areal geology, geological map, Wake, Okayama

(entry) Radiolarians and detrital zircon U-Pb age from the Hebiki Unit in the Northern Chichibu Belt, the Kanto Mountains, central Japan.

*Kazushi OKABE[1], Yukiyasu TSUTSUMI[2], Yoshihito KAMATA[1]

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

はじめに

関東山地に分布するジュラ紀の付加体である北部秩父帯は，傾斜角度などの構造的な特徴から主部と南縁部に区分されてきた（例えば，大久保・堀口，1969）．久田ほか（2016）は，蛇紋岩が欠如するといった黒瀬川帯との相違点を挙げながらも，南縁部が黒瀬川帯に属する可能性を指摘している．つまり北部秩父帯内における主部と南縁部の境界は，地質学的に大きな境界である可能性がある．

南縁部の住居附ユニットはKamikawa et al. (1997)により構成岩の堆積年代が求められている一方，同じく南縁部を構成する蛇木ユニットからは，ジュラ紀前期を示す放散虫化石が数か所報告されているのみである（久田・岸田，1987；Kamikawa et. al., 1997；松岡ほか，1998）．蛇木ユニットは，主部や南縁部の他のユニットと比較し，構成岩の年代報告が少なく，他のユニットとの比較やその境界の議論は不十分である．そこで本研究では，群馬県上野村から埼玉県小鹿野町にかけて分布する北部秩父帯蛇木ユニットを対象として，放散虫化石と砕屑性ジルコンのU-Pb年代を用いた構成岩の堆積年代の推定を行った．

手法

蛇木ユニット中の珪質頁岩 5 試料（久田・岸田，1987の珪質頁岩を含む）と，チャート 28 試料，頁岩 26 試料をフッ酸処理し，放散虫化石の抽出を試みた．

砕屑性ジルコンは，蛇木ユニット中の砂岩 2 試料から分離し，国立科学博物館のLA-ICP-MSにより年代測定を行った．採取した試料はいずれも岩片の少ないアレナイトで，鉱物比（組成）が類似する．

結果

蛇木ユニット中の珪質頁岩 5 試料からは，Sinemurian～Pliensbachianを示す放散虫化石を得た．チャートの 4 試料からは三畳紀後期のCarnian～Norianを示す放散虫化石が，1 試料からはペルム紀後期を示す放散虫化石が得られた．頁岩からは放散虫化石を得られなかった．

砕屑性ジルコンが示すU-Pb年代の結果は，2 試料とも約 230-280 Maのピークが顕著であった．また，最も若い単一粒子の年代はそれぞれ 223.4±3.5 Ma，230.4±2.9 Maであった．

考察

通常ジュラ紀付加体の構成岩から復元される海洋プレート層序では，砕屑岩の堆積年代は半遠洋性～遠洋性の堆積年代よりも若くなることが一般的である（例えば，脇田，1997）．したがって，蛇木ユニットの砕屑岩類（砂岩や頁岩）の堆積年代は，Sinemurian以降と期待される．しかし，砂岩中の砕屑性ジルコンによって求められた年代は，放散虫化石によって求められた珪質頁岩の堆積年代よりも古い．

中間ほか（2010）によると，日本列島では，400-520 Ma，210-280 Ma，160-190 Ma，90-110 Ma，60-80 Maの 5 回の断続的な花崗岩バソリス帯が形成された．蛇木ユニット中の砕屑性ジルコンに見られる 225-280 Maのピークは，このうち，210-280 Maの花崗岩バソリス帯の影響を受けたと考えられる．一方で蛇木ユニットの砂岩には 160-190 Maの粒子が全く含まれない．これは何らかの地形的バリアーの影響により蛇木ユニットに 160-190 Maを示す砕屑性ジルコンが堆積しなかったか，または，蛇木ユニットが 160-190 Maを示す砕屑性ジルコンが堆積する前に沈み込んだことが考えられる．

今後は得られた構成岩の堆積年代とそれに基づき復元された海洋プレート層序を用いて，蛇木ユニットと同じく南縁部の住居附ユニット，主部の上吉田ユニット・柏木ユニットとを比較検討していく予定である．

引用文献

大久保・堀口（1969），5万分の1地質図幅「万場」.
久田ほか（2016），地質学雑誌，122，325–342.
Kamikawa et al. (1997), *Sci. Rep. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba Sec. B*, 18, 19–38.
久田・岸田（1987），地質学雑誌，93，521–523.
松岡ほか（1998），地質学雑誌，104，634–653.
脇田（1997），地球科学，51，300–301.
中間ほか（2010），地学雑誌，119，1161–1172.

Keywords: Chichibu Belt, Jurassic accretionary complex, radiolarian fossils, zircon

Middle Jurassic radiolarians from clastic facies interbedded between seamount facies in Kuzu area of the Ashio Belt, central Japan

*Yoshihito Kamata[1], Akitake Uesako[2]

1. The University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences, 2. The University of Tsukuba, College of GEOSCIENCE

栃木県佐野市周辺はジュラ紀付加体の構成岩類が分布し足尾帯南部に相当する．当地域は馬蹄形に分布するペルム系玄武岩類–石灰岩を特徴とし，周辺には三畳系ージュラ系のチャートー砕屑岩相が分布する．これらはユニット1～3に区分され，ユニット1および3はチャートー砕屑岩相から，ユニット2はペルム系玄武岩–石灰岩からなり（鎌田，1997），後者のペルム系玄武岩類–石灰岩は海山相に相当する（例えば, Muto et al., 2021）．ユニット2の最上部では石灰岩の裂罅を埋めるように，また石灰岩を覆うように重なる珪質頁岩が知られ，中期ジュラ紀放散虫が報告されている（指田ほか，1982など）．最近演者らの調査において，ユニット2の中部で石灰岩および玄武岩類に挟まれた珪質頁岩および砂岩頁岩互層が確認され，珪質頁岩から放散虫化石を得られた．本発表ではその年代と産出意義について検討する． 調査地域は佐野市会沢町の住友大阪セメント（株）栃木工場唐沢鉱山で，鉱内には層序的下位から①苦灰岩質石灰岩（層厚50m以上）–②珪質頁岩（層厚約1m）–③砂岩泥岩互層（層約厚20m）–④凝灰岩（層約厚20m）–⑤層状石灰岩（層厚60m以上）が露出する．⑤層状石灰岩は④凝灰岩に整合に重なる．②珪質頁岩はやや凹凸のある面を覆うように重なり，粒径数cm～10cm程度のレンズ状岩塊を含む．②–③，③–④は断層で接する． 最下位の苦灰岩質石灰岩は塊状，一部結晶質で化石片をほとんど含まない．珪質頁岩は暗緑色～黒色で弱いへき開が発達する．薄片観察では細粒の石英や黒雲母片が極細粒の粘土鉱物の基質に含まれ，後述する放散虫化石を含んでいる．砂岩頁岩互層は破断し，泥質部にへき開面が発達する．砂質部は細粒で淘汰の良い石英アレナイトで，その岩相はユニット1の砂岩頁岩互層に類似している．凝灰岩は赤色・赤紫色の固結度の低い基質中に，様々な粒径（直径数cm～数m）の玄武岩岩塊および少量の石灰岩岩塊も含む．最上位の層状石灰岩は単層の厚さ5～20cm程度で成層した薄褐色・灰褐色石灰岩で，化石片を多数含む． 挟在する珪質頁岩からは，保存良好の放散虫化石が多数産出した．主要なものは*Striatojaponocapsa plicarum* Yao, *Striatojaponocapsa synconexa* O'Dogherty, Goričan and Dumitrica, *Japonocapsa fusiformis* Yaoなどで，Matsuoka and Ito （2019）によれば，ジュラ紀中世の*Striatojaponocapsa plicarum* 帯(JR4)に相当し，その堆積年代はBajocian～early Bathonianと推定される． 前述の各岩相の特徴から，①苦灰岩質石灰岩は羽鶴苦灰岩部層(藤本，1961)に，⑤層状石灰岩は山菅石灰岩部層(藤本，1961)に比較される．③砂岩泥岩互層の特徴は，ユニット1の砂岩泥岩互層（会沢層）に類似する．従ってペルム系石灰岩の間にジュラ系珪質頁岩および砂岩泥岩互層が挟在する．これまで羽鳥（1965）を始め，柳本（1973），猪郷ほか(1976),およびAono (1985)などでペルム系石灰岩に挟在する砕屑岩相が地質図に図示されている．しかしその層序関係や年代論は十分ではない．本研究で明らかになったジュラ系中部の珪質頁岩は，これまで石灰岩層の最上位に報告されていた放散虫を含む珪質頁岩に対比されるものであり，玄武岩類（出流層）-石灰岩層（鍋山層）-中部ジュラ系珪質頁岩から構成される海山相が構造的に重複していることを示すと考えられ，挟在する砕屑岩相と海山相の層序関係を明らかにすることは，ジュラ紀付加体における海山付加の様子を検討する上で重要と考えられる． 文献：Aono, H., 1985, *Sci. Rep. Univ. Tsukuba*, Sec. B (Geological Sciences), 6, 21-57. 藤本治義, 1961, 5万分の1地質図幅「栃木」同説明書, 地質調査所, 62p. 羽鳥晴文, 1965, 地質雑, 71, 247-256. 猪郷久治・青木利枝子・細井さちゑ, 1976), 東京学芸大学紀要，第4部門, 数学・自然科学, 28, 226-236.　鎌田祥仁, 1997, 地質雑, 103, 343-356. Matsuoka, A. and Ito, T., 2019, *Sci. Rep., Niigata Univ.* (Geology), no.34, 49-57. Muto, S., Okumura, Y. and Mizuhara, T., 2021, Paleontological Research, 25, 105-119.　指田勝男・猪郷久治・猪郷久義ほか, 1982, 大阪微化石研究会誌, 特別号, 5, 51-66.　柳本 裕, 1973, 地質雑, 79, 441-451.

Keywords: Jurassic accretionary complex, radiolarians, Ashio Belt

(entry) Intrusion of serpentinite along the Cretaceous and the unconformity of serpentinite in the Chichibu belt, Yusuhara, Kochi Prefecture

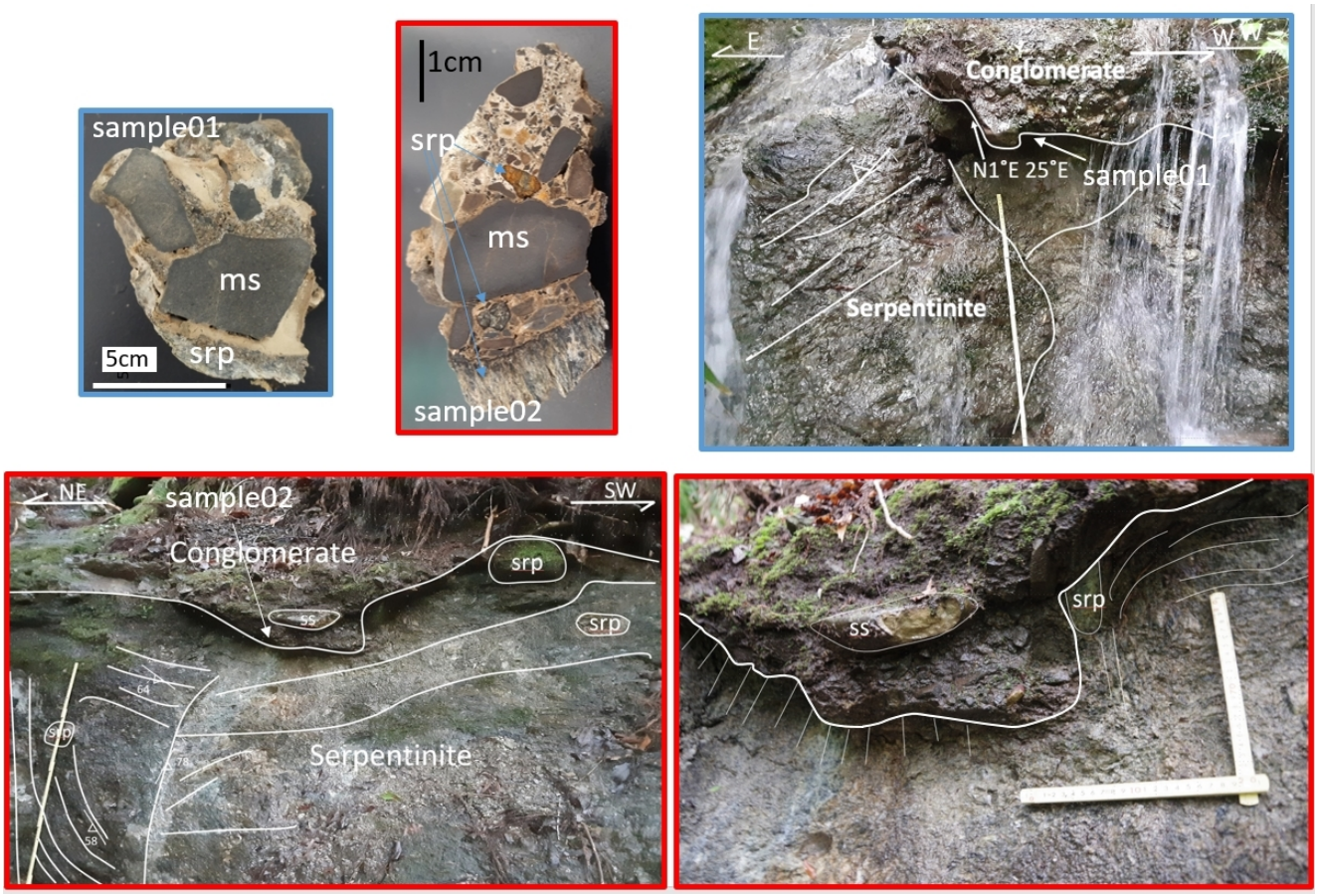
*Kengo Nishikawa[1], Tomohiro Tsuji[1]

1. Yamaguchi Univ.

【はじめに】高知県北西部に位置する梼原町では西南日本外帯において最大級の蛇紋岩層が分布する．その中でも，本調査地域の田野々-横貝地域ではペルム紀からジュラ紀の付加体および白亜紀堆積岩類（香西ほか，1991)の幅広い年代の地層が複雑な構造運動を経て存在している．そのため，同地域に分布する蛇紋岩層の定置時期を制約するうえで適している．本調査地域はIshizaki(1962), 村田・前川(2013), 辻(2014)などにより地質調査が行われている．これらの論文より，構造的な解釈はされているものの，蛇紋岩に注目した研究はされていない． また，秩父帯内および黒瀬川帯に属する地域での蛇紋岩は，九州ではペルム紀堆積岩類（有田ほか，2001），四国，関東では物部川層相当層の白亜紀堆積岩類中に蛇紋岩礫（土谷, 1982；久田・荒井, 1986；石田ほか, 1996)および不整合露頭が複数発見されている(平内ほか, 2006）．これらの研究では蛇紋岩の定置時期は物部川相当層の堆積時期である前期白亜紀以前としてる．一方，同白亜紀堆積岩類を蛇紋岩が構造的に切っているという報告もある（甲藤ほか，1960；Hirauchi，2006）．その中でも，（土谷 1982，平内ほか 2006）は複数回の蛇紋岩の定置イベントがあったとしている．
【研究目的】本研究では蛇紋岩層と周辺地層の構造的関係を紐解くことより，調査地域での蛇紋岩の定置年代を制約することを目的とする．
【研究手法】白亜紀堆積岩類を含む田野々層および太田戸層の分布域を含む東西5km×南北4km程度の範囲で地表踏査を実施した．具体的には，岩相，分布の把握，構造データの取得を行い，ルートマップ，地質図，地質断面図を作成した．また，試料採取，薄片観察により岩石鑑定，構成鉱物の同定を行った．特に,蛇紋岩の変形構造や断層が見られた場合には，剪断センスの決定を試みた．
【地質概要】本調査地域を，北から南にかけて，混在岩主体であるUnitA，準片岩類主体のUnitB，白亜紀堆積岩類，混在岩主体であるUnitC, 鳥巣石灰岩が分布するUnitD,その南側のUnitEに区分した．また，白亜紀堆積岩類とUnitCとの境界に推定断層を設けた．
【結果】地質調査の結果，東西方向に連続して続き，白亜紀堆積岩類を構造的に切るように分布する蛇紋岩と，蛇紋岩と礫岩の不整合露頭を発見した．不整合露頭は境界上部が礫岩，下部が蛇紋岩である．この境界では，礫岩が下位的構造である蛇紋岩を削剥するチャネル構造が見られた．礫種としては，砂岩，泥岩，チャート，蛇紋岩を含むマトリックスサポートであり，淘汰は悪い．角礫～亜円礫，1-3cmの礫，および，大礫も存在する．基質は細粒で暗灰色から明灰色を呈すものである．対して，蛇紋岩は複数のブロックを含む構造である．
蛇紋岩の剪断センスとして，UnitAとの接合面では一概にTop to Southのスラストセンスを示し，不整合付近では，剪断センスは不揃いであるが，高角な南傾斜を示した．
【考察】白亜紀堆積岩類を切るように蛇紋岩が分布していることから，蛇紋岩の定置時代は前期白亜紀以降と考えられる．一方，蛇紋岩と礫岩の不整合露頭からは，礫岩の形成年代を詳細に決定することにより，蛇紋岩の定置時代の特定が検討できる可能性がある．他地域同様，不整合露頭の分布としては，白亜紀堆積岩類の基底部付近であるため，蛇紋岩の定置時代は前期白亜紀以前と予察できるが，露頭観察の結果としては，別環境下で形成された可能性がある礫岩という結果を得たため，蛇紋岩の定置時代は現段階では不詳であるとしている．この礫岩の年代次第では，複数回の蛇紋岩の定置を考察している土谷（1982）と平内ほか（2006）の見解と類似した検討が可能である．さらに，その詳細な定置時代は本研究でより詳細に明らかになると思われる．
引用文献
有田ほか (2001)　地質学雑誌,107,749-754. 石田ほか (1996)　徳島大総合科学自然科学研究, 9, 23-47.

Ishizaki (1962)　Science reports of the Tohoku University, Second series. 134-136. 甲藤ほか (1960) 20万分の1高知県地質鉱産図及び同説明書．　香西ほか(1991)　高知大学学術研究報告, 40. 辻 (2014)　愛媛大学大学院理工学研究科数理物質科, 博士論文. 土谷 (1982)　地質調査所月報, 33, 381-387．久田・荒井 (1986)　地質学雑誌．92, 391-394. 平内ほか (2006)　地質学雑誌, 112, 452-45．Hirauchi (2006)　Island Arc, 15, 156–164．村田・前川 (2013)　徳島大学ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部,27 ,89-98 .

Keywords: serpentinite, Chichibu Belt, Intrusion, unconformity, Yusuhara



(entry) The origin of large chert blocks in the western part of the Matsumoto Basin, Nagano Prefecture: altered mineral and ^{10}Be age

*Erika UEYAMA[1], Kohki YOSHIDA[1], Maarten LUPKER[2]

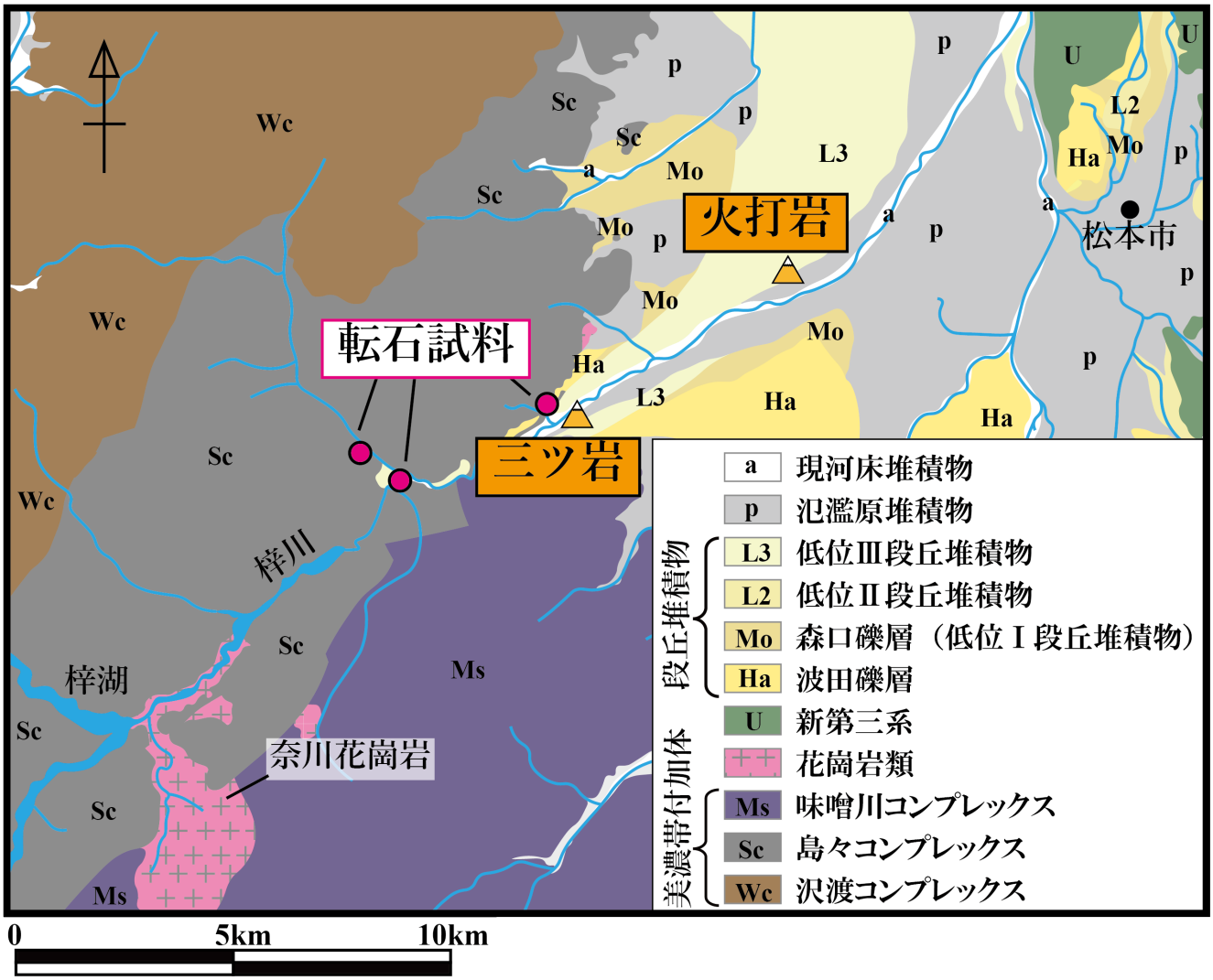
1. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 2. ETH Zürich - Geological Institute

長野県松本盆地西部の梓川沿いには, 長径数メートル以上の巨大岩塊が複数分布している. 特に, 松本盆地の中央, 松本市梓川倭には長径約7メートルのチャート岩塊が定置しており, これは火打岩として知られている(原山ほか, 2009). また, 松本市波田には三ツ岩と呼ばれる長径約8メートルのチャート岩塊が位置している. どちらも美濃帯付加コンプレックスのチャートとされる (原山ほか, 2009). これらの岩塊の起源について, 基盤岩の高まりであるのか, または運搬された転石であるのか議論が続いている. 梓川村誌編さん委員会（1993）では火打岩について, 推定される河川流量では運搬されないほどの岩体の規模であることから基盤岩の高まりであると結論付けた. しかし, 地震による斜面崩壊や, 現在推定される流量を上回る洪水などを考慮した場合, 運搬された転石である可能性についても否定はできない. また, 三ツ岩についても基盤岩の高まりであるとされている（松本市特別天然記念物指定内容より）が,　明確な根拠は挙げられていない. 以上より, 本研究ではこれら二つの岩塊について, 基盤岩の高まりと転石の可能性を踏まえ起源を推定するため, 二つの岩塊の薄片観察に加え, 岩塊との比較のため梓川上流で採取した転石試料の薄片観察, エネルギー分散型X線分析, さらに宇宙線生成核種である^{10}Beを用いた露出年代の測定を用いて検討を行った.
チャート岩塊について薄片を作成し観察した結果, どちらもの岩塊も熱変成作用を受けていることがわかった. 火打岩では放散虫仮像の長径が大きく, 小型の放散虫仮像が消失していたが, 三ツ岩では大小さまざまな放散虫仮像が認められた. またEDS分析の結果, 火打岩の脈鉱物としてカリ長石が含まれていることがわかった. これらのことから火打岩は三ツ岩より高温の変質を受けたと考えられる.
チャート岩塊との比較のため, 梓川において礫サイズのチャートの転石を3地点で採取し, 薄片を作成した. 鏡下観察の結果, これらの転石には変成鉱物として黒雲母や方解石, チタン酸化物が認められた. よって, これらのチャートの転石はより強い熱変成作用を受けているといえる.
さらに, チャート岩塊が現在の地点に露出した年代を推定するため, 宇宙線生成核種による分析を行った. この測定は, 宇宙から降り注ぐ放射線が岩石や堆積物の表面と反応し作り出す宇宙線生成核種を測定するものである. 測定の結果, 火打岩では6.95±0.74(Ka), 三ツ岩では4.13±0.5(Ka)という年代が得られた.
周辺の地質を考慮すると, チャート岩体に熱変成作用を与えたのは梓川上流に位置する奈川花崗岩体であると考えられる. しかし三ツ岩は火打岩より花崗岩に近いにもかかわらず, 高温の変質鉱物が出現することは説明できない. このことから, 二つの岩塊は, どちらも異地性の岩塊, 一方が異地性の岩塊である可能性がある.
一方, ^{10}Beが示す露出年代は4~7Kaと推定される. 青木(2000)は木曽山脈において最終氷期での地形形成を報告したが, これと比べても本研究での露出年代は有意に若いといえる. 基盤岩の高まりである場合, 最終氷期の下刻作用で露出しなかったこれらの岩塊が4~7Ka頃に, なんらかの浸食作用を受け露出したと考えられる. また異地性の岩塊である場合, 4~7Ka頃に長径数メートル以上の巨大岩塊を運搬するような大規模な斜面崩壊や重力流が生じたと考えられる.

引用文献

青木賢人, 2000, 10Be露出年代法を用いた氷成堆積物の形成年代の測定ー木曽山脈北部, 千畳敷カール・濃ヶ池カールの事例ー, 第四紀研究, 39(3) 189-198.
梓川村誌編さん委員会, 1993, 梓川村誌　自然・民族編, 第1章　地形・地質, 7-54.
原山　智・大塚　勉・酒井潤一・小坂共栄・駒澤正夫, 2009, 松本地域の地質　地域地質研究報告. 5万分の一地質図幅　金沢 (10) , 第46号NJ-53-6-3, 独立行政法人, 産業技術総合研究所, 地質調査総合センター.

Keywords: Mass movement, Debris flow, Mino accretionary complex, 10Be age



火打岩・三ツ岩・転石試料の採取位置

Lower Cretaceous formations of the Kema Terrane, Primorsky Krai, Russian Far East

*Shigeru Otoh[1], Mitsuhiro Nagata[2], Masashi Aoyama[3], Takuya Harada[2], Koh Kubomi[2], Kohki Bando[4], Jun Sugiyama[4], Alexander Kudymov[5], Mikhail Arkhipov[5], Alexei Didenko[5]

1. Faculty of Sustainable Design, University of Toyama, 2. Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama, 3. Japan Geocommunications Co., Ltd., 4. Faculty of Sustainable Design, Univ. of Toyama, 5. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch, Russian Academy of Science

1．はじめに　ケマ帯は，極東ロシア沿海地方～ハバロフスク地方の日本海側に位置し，前期白亜紀バレミアン期からアルビアン期の陸源堆積岩層より構成される．これらバレミアン～アプチアン階は，北海道の礼文ー樺戸帯を含む，モネロンーサマルガ島弧系の背弧海盆の堆積岩層と位置付けられている（Malinovsky et al., 2005, 2008）．筆者らは，2019年7月に，沿海地方ケマ川沿いの本帯の模式ルートを概査する機会を得て，採取した砂岩試料の砕屑性ジルコン年代分析を開始した．本発表では，その調査及び分析の概要を報告する．

2．地質概説および試料　ケマ川沿いのケマ帯の地層は，概ね東西～北東走向で，大局的に南傾斜・南上位の構造をとる．調査した地層は，見かけ下位よりメアンドロフスカヤ層（Meandrovskaya Formation）とケムスカヤ層（Kemskaya Formation）に区分される（Malinovsky et al., 2005, 2008）．岩相層序の詳細は，Malinovsky et al. (2005, 2008) に譲る．産出する二枚貝及びアンモナイト化石より，メアンドロフスカヤ層はバレミアン？～下部アプチアン階に，ケムスカヤ層は下部アプチアン～上部アルビアン階にそれぞれ対比される（Markevich et al., 2000 in Malinovsky et al., 2005, 2008）．ケマ川沿いのメアンドロフスカヤ層から砂岩２試料（試料M1：45° 51' 56.5" N, 136° 49' 12.0" E；試料M2：45° 50' 55.8" N, 136° 48' 58.1" E），ケムスカヤ層下部層から砂岩１試料（試料K1：45° 47' 02.6" N, 136° 47' 29.2" E），およびケムスカヤ層上部層から砂岩１試料（試料K2：45° 40' 18.8" N, 136° 45' 46.7" E）をそれぞれ採取した．

3．手法　採取した砂岩試料よりジルコンを抽出し，名古屋大学大学院環境学研究科設置のレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置（LA-ICPMS）でジルコンのU–Pb同位体分析を行った．測定したジルコン年代より算出した(^{206}Pb/^{238}U age)/(^{207}Pb/^{235}U age)値が0.9～1.1に収まるものをコンコーダント粒子と判断した．

4．結果

試料M1　ジルコン96粒子を分析し，内66粒子のデータをコンコーダントと判断した．320–176 Ma及び860–620 Maのジルコンが見られ，コンコーダント粒子の約75%が2600–1500 Maの年代となった．最若粒子の^{206}Pb/^{238}U年代（YSG）は176.1±5.1 Maであった．

試料M2　ジルコン94粒子を分析し，内75粒子のデータをコンコーダントと判断した．コンコーダント粒子の約25%が260–170 Ma，約60%が2350–1500 Maとなった．また，300–100 Maのジルコンも見られた．YSGは170.1±4.8 Maであった．

試料K1　ジルコン95粒子を分析し，内72粒子のデータをコンコーダントと判断した．コンコーダント粒子の約37%が280–116 Ma（150–100 Maはコンコーダント粒子の10%），約50%が2150–1500 Maとなった．また，1250–800 Ma，2300–2200 Ma，2500–2400 Maのジルコンも見られた．YSGは116.1±4.2 Maであった．

試料K2　ジルコン119粒子を分析し，内86粒子のデータをコンコーダントと判断した．コンコーダント粒子の約45%が320–105 Ma（150–100 Maはコンコーダント粒子の6%），約37%が2150–1500 Maとなった．また，1520–480 Ma，2350–2200 Ma，3350–2650 Maのジルコンも見られた．YSGは105.3±2.5 Maであった．

5．考察　今回の砕屑性ジルコン年代のYSGは，従来化石から推定されていた各層の時代に矛盾することはなく，ケマ川沿いの下部白亜系に付加体に見られるような逆転構造は今のところ検知されない．また，150–100 Maの砕屑性ジルコンの含有比率が10%以下だったことから，今のところ，礼文ー樺戸帯を含むモネロンーサ

マルガ島弧系からの砕屑性ジルコンの供給は限定的だったと解釈している.

引用文献　Malinovsky et al., 2005: *Lithology Mineral Resour.*, **40**, 429–447／Malinovsky et al., 2008: *Isl. Arc*, **17**, 285–304／Markevich et al., 2000: *Early Cretaceous Deposits in the Sikhote-Alin Region.* Dalnauka (in Russian).

Keywords: Russian Far East, Lower Cretaceous, Kema Terrane, detrital zircon, U-Pb age

Poster | R6 [Regular Session]Geopark

[1poster38-39] R6 [Regular Session]Geopark

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R6-P-1] Survey and research activities of Itoigawa UNESCO Global Geopark in cooperation with research institutes. Efforts to connect research to value discovery, protection and conservation, and outreach activities

*Takahiko Ogawara[1], Takuma Katori[2], Yousuke Ibaraki[1], Ko Takenouchi[1], Takeo Kobayashi[2] （1. Fossa Magna Museum, 2. Itoigawa City Hall Geopark Promotion Office）

4:30 PM - 7:00 PM

[R6-P-2] A practical study of an intensive and experiential undergraduate course in San'in Kaigan UNESCO Global Geopark at the University of Hyogo: Geopark and Community

*Kyohei SANO[1], Noritaka Matsubara[1], Yoshihiro Kikuchi[1,2], Norihito Kawamura[1] （1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 2. National Institute of Technology,Sendai College）

4:30 PM - 7:00 PM

Survey and research activities of Itoigawa UNESCO Global Geopark in cooperation with research institutes. Efforts to connect research to value discovery, protection and conservation, and outreach activities

*Takahiko Ogawara[1], Takuma Katori[2], Yousuke Ibaraki[1], Ko Takenouchi[1], Takeo Kobayashi[2]

1. Fossa Magna Museum, 2. Itoigawa City Hall Geopark Promotion Office

新潟県糸魚川市は，国石に認定された宝石「ヒスイ」や，日本列島を東西に分断する大断層である糸魚川-静岡構造線など，地質資源に恵まれた町である．2009年には，日本初の世界ジオパークに認定され，地質資源を活かした研究・教育を基礎にした地域社会づくりを実践している．

糸魚川市には，地質系の学芸員が５名在席し，各々の専門分野を活かした研究活動を推進している．専門分野の内訳は，構造地質学２名，古生物学１名，堆積学１名，鉱物学１名であり，年齢層は，50代が１名，40代が1名，30代が１名，20代が２名と専門分野の多様性とともに，年齢層においても重複がないよう計画的に雇用し，持続的な研究活動が推進できる体制を構築している．

糸魚川ジオパーク協議会では，研究活動において，研究機関との連携を強化してきた． 2013年には，新潟県内の上越教育大学と包括連携協定を締結し，０才から18才までの子ども一貫教育方針のもとでのジオパーク学習の推進において連携している．環境省信越自然環境事務所とは2013年に連携協定を締結し，記念講演会や国立公園写真展の開催，体験イベントや体験学習などで連携している．新潟大学とは，2016年に包括連携協定を締結し，さらに2020年に糸魚川フォッサマグナミュージアムが新潟大学理学部のサテライトミュージアムとなった．恐竜化石の発見をめざした中生界の地質・化石調査やダブルホーム活動，シンポジウムの開催，こども学迎員による糸魚川ジオパークの解説パネルの理学部サイエンスミュージアムへの展示，理学部のインターン生の受入など幅広い分野で連携を深めている．
本稿では，研究機関と協力した調査研究活動によって生まれた新発見が，その後の保護保全活動やアウトリーチ活動に繋がった例を紹介する．

2020年に，糸魚川市内でコスモクロア輝石と呼ばれる貴重な鉱物の露頭が発見された．この露頭は，アマチュア鉱物研究家の大木氏と鈴木氏により発見され，糸魚川ジオパークにもその情報がもたらされた．フォッサマグナミュージアムでは，露頭の現場を確認し，島根大学の高須名誉教授，新潟大学の植田准教授とともに，露頭の科学的価値を検討した．

その結果を踏まえて，2020年７月３日に市の天然記念物に露頭を指定し，監視カメラや柵の設置を実施した．今回のコスモクロア輝石の露頭の発見では，大学の研究者とうまく連携することにより，露頭の科学的価値を解明し，迅速に保護保全活動に結びつけることができた．

この露頭では，現在でも大学による調査研究活動が続けられており，その成果の一部は糸魚川フォッサマグナミュージアムでの講演会や現地見学会にも活かされている．

2021年は，糸魚川市内の日本海に面する親不知から北アルプスの朝日岳や白馬岳へと続く，縦走路「栂海(つがみ)新道」が開通し50周年の節目の年となる．糸魚川ジオパーク協議会と糸魚川フォッサマグナミュージアムは，文化庁の「地域と協働した博物館活動助成事業」に採択され，栂海岳友会など地元山岳団体や糸魚川市観光協会，新潟大学，上越教育大学，糸魚川市理科教育センターと協力し，博物館での特別展の開催と，栂海新道の学術調査を実施している．

栂海新道の朝日岳(標高2,418m)付近は，急峻な地形のため，地質調査や動植物の調査がほとんど実施されていない．今回，文化庁の補助事業を活用し，新潟大学，上越教育大学，産業技術総合研究所，糸魚川市理科教育センター，糸魚川フォッサマグナミュージアムでの合同調査を実施することができた．これは，糸魚川ジオパーク協議会が締結してきた連携協定の成果であり，調査結果は，地域の保護保全活動やジオサイトの認定に

活用される予定である．

　ジオパーク活動は，学術的知見をジオサイトや発行する印刷物や展示物，講演会など幅広い内容で活用し，多くの方に普及できる仕組みがある．また，地域の博物館など研究施設には，地元住民やアマチュア研究者を含めたコミュニティが形成されており，分野を問わず地域課題を探求し蓄積していくことができ，天然記念物や国立公園の範囲など，研究をする上で必要な許可申請についても豊富な知識を持つ．
　ジオパークが進めている活動は，研究機関の調査研究活動の助けになるだけではなく，アウトリーチ活動の場としても研究機関にとって重要であるといえる．

Keywords: Itoigawa UNESCO Global Geopark, Fossa Magna Museum, Kosmochlor, Mt. Asahi

A practical study of an intensive and experiential undergraduate course in San'in Kaigan UNESCO Global Geopark at the University of Hyogo: Geopark and Community

*Kyohei SANO[1], Noritaka Matsubara[1], Yoshihiro Kikuchi[1,2], Norihito Kawamura[1]

1. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 2. National Institute of Technology,Sendai College

本発表では山陰海岸ジオパークエリア内にて兵庫県立大学の集中・全学共通科目として実施した「ジオパークと地域」の教育的効果を統計的手法に基づき検討するため，実践内容と，授業によって学生にどのような変化が生じたのかをまとめ，報告する．

本授業の実習地がある山陰海岸ジオパークは，山陰海岸国立公園を中心に，京都府京丹後市の東端から鳥取県鳥取市の西端にまたがるエリアで構成される．地域を理解する実習地としてジオパークを用いることで，大学生が環境システムを構成する要素間の関連性を学習することが期待できる．本授業は夏期休業中の集中・全学共通科目であり，第1日と第4日の2日間の大学における授業（講義と実習）と，第2日から第3日の山陰海岸ジオパーク（兵庫県豊岡市，香美町）における野外実習2日間で構成した．本授業の目的は，学生がジオパークの景観を観察し活動の現場に接することで，（Ⅰ）地質・地形と文化・産業等との関係性を理解すること，（Ⅱ）地域におけるジオパーク活動の意義を理解することである．

授業前後の学生の変化を調べるため，授業の第1日および第4日の授業の終わりにイメージマップを作成させた．イメージマップは，テーマとなるラベル（刺激語）を中心に関連付けられる特定の事柄やキーワード，イメージ，概念に関する思考の広がりを図示することで，学習者の知識獲得状況を捉える方法である（三宅，1987）．授業中に学生が作成したイメージマップを解析したところ，授業の前後で地質・地形および産業・文化に関するラベル数が有意に増加した.また，地質・地形と産業・文化のリンク数については有意傾向があり，ポストマップでの増加が見られた.野外実習でのレポートの分析からは，地質・地形と文化・産業等に関係した言葉が抽出された（佐野ほか，2021）．

一方で，本授業の実践から，ジオパークにおける高等教育実践の事例蓄積，「ジオパーク活動の意義の理解」についての評価方法の検討，本授業受講前の事前学習の重要性，ジオパークないのサイトで見られる資源間（ジオ-エコ-ソシオ）のどのような関連性を学習できるのかについての事前把握とジオパーク側の情報発信の重要性が今後の課題として得られた．本発表では兵庫県立大学で実践しているジオパークを活用した教育プログラムの実践を報告し，その成果と課題をもとに，高等教育で展開できるジオパークでの教育推進について議論したい．

＜文献＞

三宅正太郎（1987）学習者の知識獲得状況を把握する一方法としてのイメージ・マップ・テスト（Image Mapping Test）について．日本科学教育学会研究会研究報告 1，3, 75-82.

佐野恭平・松原典孝・菊池義浩・川村教一（2021）ジオパークにおける野外実習とグループワークを組み合わせた全学共通科目の成果と課題: 夏季集中講義「ジオパークと地域」を例として．地域資源マネジメント研究 1，2-21.

Keywords: Geopark, Educational program, Image Mapping, Higher Education

Poster | R7 [Regular Session]Cenozoic geological records of Japan

[1poster40-42] R7 [Regular Session]Cenozoic geological records of Japan

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R7-P-1] Post-rift extensional stresses detected from meso-scale faults in the Miocene Hokutan Group, northern Kami Town, San'in region

*Toshiki Haji[1], Yoshiaki Sugamori[2], Noritaka Matsubara[3], Sota Niki[4], Takafumi Hirata[4] （1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Faculty of Agriculture, Tottori University, 3. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 4. Geochemical Research Center, The University of Tokyo）

4:30 PM - 7:00 PM

[R7-P-2] (entry) Reconstruction of paleoenvironment of Miocene volcaniclastic rocks and clastic rocks in the northern part of hyogo, San’ in Kaigan Geopark, based on facies analysis and Zircon fission-track and U-Pb ages

*Noritaka Matsubara[1], Suzuka Kooriyama[2], Kyohei Sano[1], Toshiki Haji[3], Tohru Danhara[4], Takafumi Hirata[5], Hideki Iwano[4] （1. University of Hyogo, 2. Fossa Magna Museum , 3. AIST, 4. KYOTO FISSION-TRACK Co.Ltd, 5. The University of Tokyo）

4:30 PM - 7:00 PM

[R7-P-3] Standardless fission track dating of zircon using laser ablation ICP mass spectrometry and its implications

*Hideki IWANO[1], Tohru DANHARA[1], Takafumi HIRATA[2] （1. Kyoto Fission-Track Co., 2. Geochemical Research Center, The University of Tokyo）

4:30 PM - 7:00 PM

Post-rift extensional stresses detected from meso-scale faults in the Miocene Hokutan Group, northern Kami Town, San'in region

*Toshiki Haji[1], Yoshiaki Sugamori[2], Noritaka Matsubara[3], Sota Niki[4], Takafumi Hirata[4]

1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Faculty of Agriculture, Tottori University, 3. Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 4. Geochemical Research Center, The University of Tokyo

中新世の西南日本のテクトニクスは，日本海の拡大の終了が起こった1500万年前を境に，転換を遂げたと考えられてきた（例えばYamaji and Yoshida, 1998）．すなわち，日本海拡大期（シンリフト期）の伸張場と拡大終了後（ポストリフト期）の圧縮場である．しかし最近，西南日本陸域のリフト期の終了は従来の想定よりも100万年ほど古く，1600万年前頃と示された（Haji and Yamaji, 2020）．また他方で，それより若い引張応力も発見され始めた（Haji and Yamaji, 2021; Sato, D. and Haji, 2021）．このように西南日本の変動史は上記の描像のように単純ではなく，修正が必要なことが明らかとなった．
発表者らはこの変動史の修正を目指し，小断層や岩脈といった小構造の方位解析から応力史の再検討を進めている．今回，山陰東部の中新統北但層群中の小断層を対象として古応力解析を行い，ポストリフト期の引張応力を得た．本講演ではその結果を示すとともに，その意義を議論する．
調査対象としたのは，兵庫県香美町北部の海岸沿いに露出する中新統北但層群である．調査地域の北但層群は凝灰質の陸成～海成の砕屑岩からなり，従来はシンリフト期の地層である八鹿層および豊岡層（1650～2150万年前頃の地層；羽地ほか，2019）と考えられてきた（例えば，池辺, 1963）．しかし，本研究で我々は火山礫凝灰岩のジルコンU-Pb年代測定を行い，15.4 Ma頃の年代を得た．したがって，同地域の砕屑岩はポストリフト期の地層であると示唆される．
香住北東地域で119条，香住北西地域で71条，鎧地域で35条，餘部地域で22条の小断層データを得た．小断層解析にはHough変換を用いた解析法であるHIM（Yamaji et al., 2006; Sato, K., 2006）を使用した．小断層を測定した母岩の地層は傾斜が最大15度程度と緩傾斜であったため，傾動補正は行っていない．応力解析の結果，いずれの地域のデータからもNNE～NE方向に最小圧縮主応力軸を持つ，応力比が低めの正断層型応力を得た．
山陰東部地域では過去にFournier et al. (1995)によって中新統の小断層から古応力が検討されており，彼らはNW-SE引張のtranstensionalな応力が記録されていると結論した．本研究の得た応力はこれと引張方向が異なる．彼らは今回の我々の調査地域は対象としておらず，周辺の火山岩主体の地域で小断層データを採取している．この火山岩主体の地層は，本研究の砕屑岩の下位と想定されるため，得られた応力の差は引張方向の転換を示している可能性がある．山陰東部は既存の中新統層序に問題があることが知られており，この応力差の検討のためにも層序の解明は今後の課題である．
最近，Haji and Yamaji (2021)は北但層群の分布域南縁に分布する岩脈と小断層を用いて応力史を検討し，ポストリフト期に引張応力場が存在したことを指摘した．彼らの得た応力は，NE-SW方向に最小主応力軸を持ち，応力比が低い応力であった．本研究の調査地域は北但層群の陸域の分布域北縁に位置するが，得た応力はこれと調和的である．したがって，北但層群の分布する広い範囲においてポストリフト期にNE-SW方向の引張応力状態にあったと考えられる．

＜引用文献＞
Fournier et al., 1995, Jour. Geophys. Res., 100, 24295–24314./ 羽地ほか，2019，地質雑，125, 867–875./ Haji and Yamaji, 2020, Isl. Arc, 29, e12366./ Haji and Yamaji, 2021, Isl. Arc, 30, e12412./ 池辺，1963，日本自然保護協会調査報告，7. / Sato, D. and Haji, 2021, Isl. Arc, 30. E12405./ Sato, K., 2006, Tectonophysics, 421, 319–330. / Yamaji and Yoshida, 1998, Jour. Min. Petr. Econ. Geol., 93, 389–408. / Yamaji et al., 2006, Jour. Struct. Geol., 28, 980–990.

Keywords: Miocene, paleostress, meso-scale fault, zircon U-Pb age, Japan Sea Opening

(entry) Reconstruction of paleoenvironment of Miocene volcaniclastic rocks and clastic rocks in the northern part of hyogo, San’in Kaigan Geopark, based on facies analysis and Zircon fission-track and U-Pb ages

*Noritaka Matsubara[1], Suzuka Kooriyama[2], Kyohei Sano[1], Toshiki Haji[3], Tohru Danhara[4], Takafumi Hirata[5], Hideki Iwano[4]

1. University of Hyogo, 2. Fossa Magna Museum , 3. AIST, 4. KYOTO FISSION-TRACK Co.Ltd, 5. The University of Tokyo

京都府北西部から兵庫県北部，鳥取県北東部に位置する山陰海岸ジオパークのエリア内には広く中新統が分布している．特に，兵庫県北部を中心に分布する北但層群は日本海拡大開始～形成後までを記録した一連の地層からなり，日本海形成期のマグマティズムとテクトニクスを解明するうえで非常に重要な地層群である．従来，北但層群に関する地質学的研究は，一部を除いて層序学的なものに限られ（弘原海ほか，1966など），堆積環境や火山活動については十分に議論されず，その地質学的実態は未だ明らかにされていない．今回，兵庫県北部但馬御火浦（たじまみほのうら）～浜坂周辺に分布する北但層群八鹿層および豊岡層の砕屑岩類，溶岩類，火山砕屑岩類を対象に堆積相解析を行った結果，日本海拡大期に陸上環境から水中環境への変化があり，そこで陸上の火山と水中の火山が活動していたことが分かった．

＜但馬御火浦~浜坂エリアに分布する北但層群の堆積相＞

岩相解析の結果，砕屑岩類は主に，斜交層理やトラフ型斜交層理が発達し，しばしば上方細粒化を示す河川堆積物，河川堆積物と挟在する土石流堆積物，塊状で局所的に分布する崖錐堆積物，しばしば炭質物を含み一部でコンボリュート層理が顕著な湖沼堆積物および浅海～内湾成堆積物からなり，一部で貝化石や材化石，根痕化石，足跡化石が認められる．崖錐堆積物の中にはほぼ花崗岩の角礫のみからなり，楔状に分布するものも認められる．断層活動に伴って形成されたものと判断した． 火山岩類は溶岩および岩脈・岩床として産する．溶岩は陸上噴出のものと水中噴出のものに分けられ側方及び上方で火山砕屑岩類へ遷移する． 火山砕屑岩類は大きく自破砕溶岩や原地生ハイアロクラスタイト，ペペライト，軽石流堆積物等の初生的なものと，一度定置した溶岩類や火山砕屑岩類が浸食・崩壊等の二次的要因により再移動し堆積した多源的なタービダイト，陸上土石流堆積物，水中土石流堆積物，粒子流堆積物などのエピクラスティックな重力流堆積物，さらにそれらが河川流によって移動再堆積した河川堆積物に分けられる．ハイアロクラスタイトの多くは単源的だがジグソーフィット構造が発達せず一部弱成層するタイプでしばしば偽枕状溶岩を含む．Yamagishi(1987)に従い，水冷自破砕した原地性ハイアロクラスタイトが水中土石流や乱泥流，粒子流となって移動，堆積した再堆積ハイアロクラスタイトと解釈した．軽石流堆積物中には偽礫として弱成層した砂岩泥岩互層が含まれることがある．これは，安定した水底下に軽石流堆積物が高エネルギーで流下することにより取り込まれたものと考えられる．シート状溶岩の間に認められる赤色に酸化し弱成層し一部斜交層理の認められる火山砂岩や不淘汰な火山礫凝灰岩は火山活動の間隙に堆積した河川堆積物やラハール堆積物であると考えられる．

＜FT・U-Pb年代＞

兵庫県新温泉町浜坂周辺に分布する北但層群豊岡層の軽石流堆積物からジルコンを抽出し，FTとU-Pb年代測定を行った結果，それぞれ15.6±0.8Maと17.7±0.3Maを得た．羽地・山路（2019），羽地ほか（2019）は本調査地域の南方に分布する北但層群を対象に年代測定を行い，八鹿層上部で19.38±0.23MaのU-Pb年代を得た．また，豊岡層を覆う村岡層最下部をU-Pb年代とFT年代，豊岡層上部から算出する化石などに基づき16.5Ma頃とし，豊岡層を17～16.5Maに堆積したとした．今回の結果は概ねこれに近い値であり，豊岡層の堆積年代として矛盾しない．

＜文献＞

弘原海清ほか，1966，松下進教授記念論文集，105-116． Yamagishi, H., 1987， Rept. Geol. Surv. Hokkaido, 59:55-117.

羽地 俊樹, 山路 敦，2019．地質学雑誌，125．9．685-698.
羽地 俊樹ほか，2019．地質学雑誌，125．12． 867-785.

Keywords: Hokutan Group, facies analysis, Zircon U-Pb ages, Fission-track ages, Miocene, Green tuff

Standardless fission track dating of zircon using laser ablation ICP mass spectrometry and its implications

*Hideki IWANO[1], Tohru DANHARA[1], Takafumi HIRATA[2]

1. Kyoto Fission-Track Co., 2. Geochemical Research Center, The University of Tokyo

2000年代以降，ジルコンのフィッション・トラック(FT)年代測定法において，U定量に際しレーザーアブレーションICP質量分析法(LA-ICPMS)が使われるようになり(Košler and Sylvester, 2003)，現在では1粒のジルコン粒子からUーPb年代とFT年代を同時に求めるLA-ICPMSダブル年代測定が定着した(Hasebe et al., 2013, Iwano et al., 2020)．本発表では，最近2年間に行った標準試料Fish Canyon Tuff ジルコン(FCT; 28.45 Ma; Schmitz and Bowring, 2001)の繰り返し測定（31回）から得たLA-ICPMS FT年代絶対較正結果を示す．ジルコンのFT/U-Pbダブル年代測定手順はIwano et al. (2020)に準拠した．FCTジルコンは自然外部面(12回)と研磨内部面(19回)を併用した．他に年代既知5試料(0.77~61Ma)も分析した．自発FT密度を計測後，東京大学地殻化学実験施設設置のLA-ICPMS (Thermo Fisher Scientific社製四重極型ICPMS iCAP-TQとConversion 社製フェムト秒レーザーCARBIDEの組み合せ)により，U-Pb年代とU濃度を同時分析した．同レーザーのビーム径は約10㎛だが，ガルバノ光学系を用いた高速走査により，30㎛角領域を深さ約6μmまで掘削した．スタンダードは，U濃度用としてNIST発行のガラス標準物質SRM610，Pb/U比の補正として91500ジルコン（Wiedenbeck et al., 1995）を用いた．測定した元素及びその同位体は^{29}Si，^{202}Hg，^{204}Pb，^{206}Pb，^{207}Pb，^{208}Pb，^{232}Th，^{238}Uである．FT年代絶対較正は壊変定数8.5×10^{-17} yr^{-1} (Yoshioka et al., 2005)を用い，その他の物理パラメータはIwano et al. (2018, 2020)と同じである．
FCTの絶対較正FT年代値は25~34 Maの範囲内でランダムにばらつき，31回の平均値として28.22±0.32 Ma (1SE)を得た．この繰り返し測定結果は，現行のFT年代測定条件（例えば，1回の測定に20～30粒子を分析）に伴う計数誤差に従ったばらつき（ゆらぎ）と考えられる．加重平均を求めたところ，最大と最小年代値の1個ずつが外れ値として棄却され，最終的に28.25±0.51 Maを得た．この値はジルコンU-Pb年代(28.45 Ma)と整合的である．また並行して分析した他の年代既知試料についてもFT年代とU-Pb年代が一致した．このことから，LA-ICPMSによるU定量とそれに基づいた絶対較正によるFT年代が正確に機能すると判断される．一方，91500ジルコン片について，ランダムに測定した538点のU濃度平均値は81ppmとなったが，最小と最大の範囲は62~101ppmと比較的大きいことが明らかになった．Iwano et al. (2020) が提案したゼータ較正では，同一マトリクスU濃度スタンダード候補として91500ジルコンを用い，1回のセッション内で分析する年代標準ジルコンからセッションごとのゼータ値を決め，未知試料に適用する．しかしその場合，ゼータ（FCT）分析でのランダムなゆらぎ（±10%）と91500のU濃度不均一（±20%）が未知試料の年代決定の不確定要因として潜む可能性が示唆される．

文献：Hasebe et al. (2013) Island Arc **22**, 280-291. Iwano et al. (2018). Chemical Geology, **488**, 87-104. Iwano et al. (2020) *Island Arc.* **29**:e12348. Košler and Sylvester (2003) Reviews in Mineralogy & Geochemistry 53, 243–75. Schmitz and Bowring (2001) Geochimica et Cosmochimica Acta **65**, 2571–2587.Wiedenbeck et al. (1995) Geostandards Newsletter **19**, 1–23. Yoshioka et al. (2005) NIM-A **555**, 386–395.

Keywords: zircon, fission track dating, absolute calibration, LA-ICPMS

Poster | R9 [Regular Session]Origin, texture and composition of sediments

[1poster43-50] R9 [Regular Session]Origin, texture and composition of sediments

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R9-P-1] Zircon U-Pb Ages from sandstones of the Muro Accretionary sequence (Muro Group) in the Shimanto Superbelt, Kii Peninsula, southwestern Japan

*Takanori Bessho[1], Hiroyuki Suzuki, Toshiya Yamamoto[2], Tohru Danahara[3], Hideki Iwano[3], Takafumi Hirata[4] (1. Osaka Museum of Natural History, 2. Tanabe High School, 3. Kyoto Fission-Track Co., Ltd, 4. Tokyo University)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-2] Storm Surge Deposits from the East Japan Typhoon(2019) at Samejima Beach, Iwata City, Shizuoka Prefecture, Japan

*Akira Aoshima[1], Hiroyuki Kurematsu[1], Takeshi Tostuka[1], Yuya Takahashi[1], Kosuke Arimura[1], Koki Suzuki[1], Syun Ichikawa[1], Rabu Kato[1] (1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-3] Change of sedimentary system in an inland basin in the central part of the Japanese Island during the late Pleistocene-Holocene periods

*Nozomi Hatano[1], Ritsuho Kawano[2], Kohki Yoshida[2] (1. Nagano Conservation Research Institute, 2. Faculty of Science, Shinshu University)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-4] (entry) The reservoir characterization and sedimentary environment of the Pennsylvanian Morrow Formation based on wireline logging data in Vici, Oklahoma, U.S.A.

*Kaito Seki[1], Shun Chiyonobu[1], Hiroyuki Arato[1], Naruhide Takahashi[2], Isao Mita[3] (1. Akita graduated university , 2. Iochem Corporation, 3. Resource. Geo. Env. Lab.)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-5] (entry) Where is the sedimentary environment of the Nakaminato Group, if modern time? Reexamination on the basis of ocean drilling sciences and sequence stratigraphy

*Jumpei SAIGAN[1] (1. Yamaguchi university)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-7] (entry) Microplastic sedimentology of grain size and grain shape

*Kengo Nakano[1], Kiichiro Kawamura[1] (1. Yamaguchi Univ.)

4:30 PM - 7:00 PM

[R9-P-8] Bayesian estimation of uplift rate of Japan Islands based on bedrock river longitudinal profiles

*Hajime Naruse[1] (1. Kyoto University)

4:30 PM - 7:00 PM

Zircon U-Pb Ages from sandstones of the Muro Accretionary sequence (Muro Group) in the Shimanto Superbelt, Kii Peninsula, southwestern Japan

*Takanori Bessho[1], Hiroyuki Suzuki, Toshiya Yamamoto[2], Tohru Danahara[3], Hideki Iwano[3], Takafumi Hirata[4]

1. Osaka Museum of Natural History, 2. Tanabe High School, 3. Kyoto Fission-Track Co., Ltd, 4. Tokyo University

紀伊半島四万十累帯の年代決定は今まで放散虫化石年代が主であったが，最近,砂岩中の砕屑性ジルコンのフィッショントラック年代（大平ほか，2016）やU-Pb年代（常盤ほか，2016；Tokiwa, T. et al, 2017)が報告されている．しかしながら，これらの報告は四万十累帯の白亜系および古第三系暁新統～下部始新統のもので，より新しい牟婁付加シークェンス（牟婁AS：中期始新世～前期漸新世）については報告がない．今回，牟婁AS砂岩の砕屑性ジルコンU-Pb年代を検討し，放散虫化石年代との比較を試みた。また，砂岩の重鉱物組成，ザクロ石組成についても検討した． 牟婁付加シークェンスはスラストで境された四つの構造ユニット（TU），すなわち北より，野竹・狼屹山（おおかみだわさん）・市鹿野・周参見TUに区分され，その年代は相対的に南ほど若くなる（鈴木ほか，2012）． 今回，砕屑性ジルコンU-Pb年代を検討したのは野竹TU上三栖層，市鹿野TU打越層，周参見TU佐本川層の3試料で，放散虫化石の産出地点近傍にある砂岩を採取した．放散虫化石から野竹TUは中期始新世，市鹿野TUは中期始新世後半～後期始新世前半であるのに対し，周参見TUは中期始新世後半～前期漸新世前半とやや新しい付加体とされている． 砕屑性ジルコンU-Pb年代値の最若ピーク年代の加重平均は野竹TU:72.0±0.2 Ma, 市鹿野TU:36.1±1.9 Ma，周参見構造TU:59.6±1.0 Maであった．野竹TUや周参見TUの値は放散虫化石年代より明らかに古く，両者は火成活動のHiatusの影響が考えられる．一方，市鹿野TUの値は放散虫化石年代とほぼ一致し，同時代の火成岩に由来すると推定される．3試料とも，ごくわずかな古原生代ジルコン（1600-2500 Ma)を含んでいるが，その頻度は若いユニットほど，増加する．これらのジルコンの多くは円磨されていることからリサイクル粒子と考えられ，古期堆積岩や東アジア先カンブリア時代堆積岩からの供給が増加したものと推定される．砂岩中の透明重鉱物は市鹿野TUでは，自形ジルコン，円磨ジルコン，ザクロ石を主とするが，周参見TUではザクロ石を殆ど含まず，円磨ジルコンに富む．その他，電気石，チタナイト，鋭錐石，ルチルなどを伴う．ザクロ石はパイロープ成分に富むアルマンディンが多く，スペッサルティン成分に富むものは少ない．寺岡（2003）のMn-Mg-Ca 三角図では中圧型(Ia,Ig1,Ig2)が多いが,特にMgに富むIg2が多く，次に低圧型であるL型が多い． 重鉱物組成やザクロ石の化学組成から牟婁ASの後背地には，珪長質火成岩（内帯後期白亜紀火成岩），古期堆積岩（四万十帯白亜系？，秩父，美濃ー丹波帯），低圧変成岩（領家帯），中圧変成岩（飛騨，黒瀬川変成帯），東アジア先カンブリア時代堆積岩，グラニュライト相変成岩，原生代片麻岩などが存在し，砕屑物を供給していたと推定される．ザクロ石で多くを占めるIｇ2型は市鹿野TU打越層→合川層→周参見TU小節川層と上位の層ほど多く含まれるので，この種のザクロ石の起源とされるアジア大陸先カンブリア時代グラニュライト相変成岩（寺岡，2003）からの供給が増加した可能性が示唆される．また，円磨された重鉱物（電気石，ルチル），無色や紫色円磨ジルコン（Purple zircon）の量比も牟婁ASに入って，急増する． 以上のような結果から牟婁ASの堆積時期である中期始新世以降（48 Ma～)に，古期堆積岩や東アジア先カンブリア時代岩石からの供給が増加したと推定される．牟婁付加シークェンスに多量含まれるオーソコォーツァイト礫（Tokuoka,1970;徳岡・別所，1980）もこうした増加に伴った砕屑物のひとつであろう．本研究は2019年度南紀熊野ジオパーク研究助成を受けたものである． ＜引用論文＞ 大平寛人・笠井美里・山本大輔・高須　晃（2016）島根大学地球資源学研究報告．34,67-75. 鈴木博之・中屋志津男・福田修武（2012）地団研専報，59，71－86． 寺岡易司（2003）地調月報，50，559－590． 常盤哲也・竹内　誠・志村侑亮・太田明里・山本鋼志（2016）地質雑，**122**，625－635． Tokiwa, T., Takeuchi, M., Shimura, Y., Shobu, K., Ota, A., Yamamoto, K. and Mori, H. (2017) *Intech, Rijeka (Croatia),* Ch.10,197-228. Tokuoka,T. (1970) Mem.Fac. Sci, Kyoto Univ.Ser B (Geol & Min),37,113-132. 徳岡隆夫・別所孝範（1980）地球科学, 34, 266-278.

Keywords: U-Pb age, Paleogene, Muro Accretionary sequence, Shimanto Superbelt, Kii Peninsula

Storm Surge Deposits from the East Japan Typhoon(2019) at Samejima Beach, Iwata City, Shizuoka Prefecture, Japan

*Akira Aoshima[1], Hiroyuki Kurematsu[1], Takeshi Tostuka[1], Yuya Takahashi[1], Kosuke Arimura[1], Koki Suzuki[1], Syun Ichikawa[1], Rabu Kato[1]

1. Shizuoka Prefectural Iwata Minami High School

１.はじめに

2019年10月12日に令和元年東日本台風（以下，東日本台風）が静岡県東部を通過した.この台風により,各地で高潮が発生した（気象庁，2019）． 筆者らは，遠州灘に面する磐田市鮫島海岸にて，海岸浸食の変化を明らかにすることを目的に，定期的に水準測量を行ってきたが，台風後の10月17日の調査では，海岸入口より西側150m地点で，高潮により海岸に沿う遊歩道が破壊され，その陸側には高潮による堆積物が見られた（戸塚ほか，2021）．そこで,特に高潮による堆積物に着目して，その浸食，運搬，堆積作用について検討することにした.

2.方法

始めに2019年に静岡県に接近した台風の通過前後24時間の平均風速，平均気圧，総雨量の比較を行った.気象観測記録は磐田南高校の自記風速計，自記気圧計，雨量計の記録を用いた.次に台風前後の微地形の比較を行った．通過前はGoogle Earthの衛星写真（同年1月14日撮影）を用いた.通過後は,ドローン（DJI製Phantom3 Advance）を用いて2019年11月2日に上空150mから空撮を行った.また，台風通過前後の地形断面の比較を行った．通過前は，磐田市都市計画図（2，500分の1，2017年11月測量）の標高と等高線を読み取り作成した．通過後は，現地でハンドレベルとオートレベルを併用して水準測量を実施した．断面図の作成側線は，鮫島海岸入口西150mの汀線に垂直な方向である.さらに高潮堆積物の鉱物組成と粒度組成を調べた．鉱物組成は，採取した砂200粒を双眼実体顕微鏡で鉱物の種類を同定した. 粒度組成は，ふるいを用いて調べた．砂の採集地点は，汀線に垂直な方向１側線と汀線に平行な３側線に沿って，10ｍ間隔で採取した．最後に高潮堆積物の堆積構造を調べるために，トレンチ掘削を行った．掘削地点は鮫島海岸入口西側の防風林で,L字型に東西方向1.5m，南北方向1.5ｍ，幅0.5ｍ，深さ0.7mの溝を掘削した.

3.結果と考察

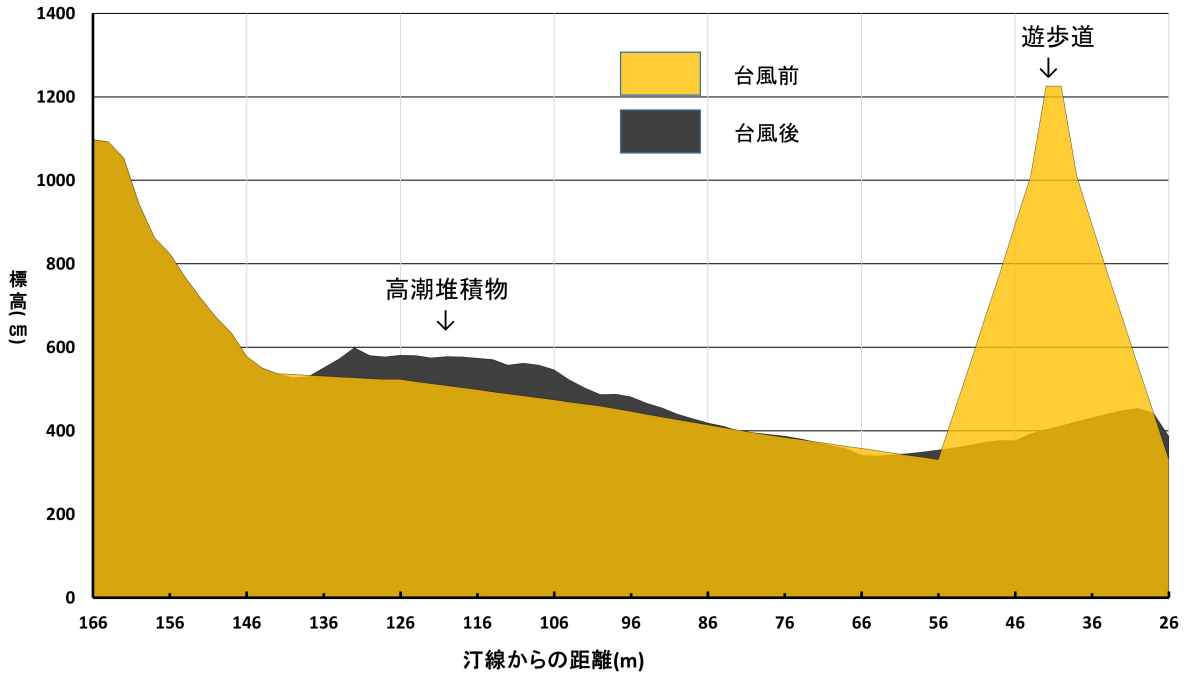
東日本台風は，同年に上陸した他の台風と比較しても平均風速，平均気圧，総雨量の全てが上回り，大きな勢力のまま鮫島海岸に接近したことがわかった． 微地形の比較では，台風通過後の防風林と遊歩道の破壊が顕著であった.また，遊歩道の陸側には，高潮によって防風林がなぎ倒され，運搬された海浜砂が半円状に堆積していた．また，防風林の高さ1.5ｍ付近の枝には，高潮によって運ばれたポチエチレンの紐が多数付着していたことから，高潮は防風林の内部まで，侵入したことがわかった． 地形断面の比較では，通過前には遊歩道を挟んだ陸側には防風林に覆われた緩やかに高まる斜面と，その陸側には土手状の高まりが存在していた．しかし，通過後には図のとおり緩やかな斜面上には，扇状に長さ50ｍ，幅70ｍ厚さ0.6mほどの高潮による堆積物が一面に渡って堆積していた（図１）．この高潮堆積物の末端には，葦などの単子葉植物が一定の方向になぎ倒された領域があり，さらにその陸側には帯状に幅5～6ｍの海岸漂着物が散乱する領域が高潮堆積物を取り囲むように堆積していた． 高潮堆積物の鉱物組成では，汀線付近の砂と汀線から陸側100m地点の砂の鉱物組成を比較すると,どちらとも石英28%,長石18～31%,岩片36～40%,有色鉱物5～14%で似た傾向となった.このことから,汀線付近の砂が高潮により内陸の140m地点まで運搬・堆積したもとのと考えられる. 粒度組成では，汀線に垂直な側線の平均粒径を比較すると,汀線から遠ざかるほど，0.8mmから0.4mmへと細粒になる傾向が見られた.一方,汀線に平行な３側線では，平均粒径に大きな差はみられなかった.このことから高潮は汀線に対してほぼ垂直に侵入し，海浜砂が運搬され堆積したものと考えられる. トレンチ掘削調査では，最下部は防風林の根が張った褐色の腐食土層で,台風前の地形面であった.その上位に厚さ40cnの新鮮な高潮堆積物の砂層が4層観察された（図２）．1層目は腐食土層の根を大きく巻き上げていた.また,上位の3層ではそれぞれに上方細粒化の傾向と，ラミナやクロスラミナがみられた.

4.まとめ

令和元年東日本台風は大きな勢力のまま鮫島海岸に接近し,その高潮によって海側から砂が浸食作用を受けた.浸食された砂は内陸側に運搬されて,粒径の大きいものから堆積した.その際，上方細粒化やクロスラミナなどの堆積構造を形成した.

文献 気象庁ホームページ，https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/20191012.html 戸塚ほか,2021，令和元年東日本台風の高潮による鮫島海岸の微地形の変化，日本地球惑星科学連合2021年大会，O07-P14.

Keywords: Storm Surge Deposit, Typhoon, Enshunada Sea



Change of sedimentary system in an inland basin in the central part of the Japanese Island during the late Pleistocene-Holocene periods

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

1. Nagano Conservation Research Institute, 2. Faculty of Science, Shinshu University

はじめに：最終氷期末から完新世にかけては，短期間の急激な温暖化や寒冷化といったドラスティックな気候変動を伴いながら安定・温暖な気候に移行した（Lowe et al., 2001）．気候変動は，陸上域において，化学風化や土壌化，堆積システムを規定する一要素である（Shanley and McCabe, 1994; Miall, 1996; Retallack, 2001）．特に内陸盆地は，海流やユースタシーの影響を受けにくく，その堆積空間や砕屑物供給の変遷は，気候変動とテクトニクスに対して鋭敏に反応する (Shanley and McCabe, 1994)．日本列島中央部に位置する諏訪盆地は，海洋から離れ独立した内陸盆地であり，冬季に寒冷・乾燥化する内陸型気候に特徴づけられる．このことから，その堆積システムや砕屑物供給・生産プロセスは，気候変動，特に寒冷化に対して鋭敏に反応してきたことが期待できる．本研究では，諏訪湖南岸で掘削された堆積物コア (ST2020)を対象に，諏訪盆地における更新世末～完新世の堆積システムの変遷を追跡した．

コアの概要：ST2020コアは，総掘削長30.0 mのオールコアボーリングであり，諏訪湖から約20 m離れた陸上で掘削された．このコアは，礫，砂，泥，珪藻質泥，火山灰，亜炭，泥炭から構成される．8層準から植物片を採取し，放射性炭素年代測定とIntCal20による暦年較正，堆積速度曲線の作成を行った．このサイトでは，深度21.4 m (約16.7 cal ka BP)を境に，堆積速度が1.12 m/千年から0.74 m/千年へと低下する．

ユニット区分：粒度，堆積構造，層厚，構成物等の堆積学的特徴，細根化石，土色，土壌微細構造等の古土壌学的特徴，TOC, TN, C/N比より，下位より，ユニットI～VIの6ユニットに区分できる．ユニットI (深度30.0～29.1 m)は，根化石等の干上がった証拠に欠く泥質堆積物からなり，沼沢地の堆積物と解釈できる．ユニットII (深度29.1～21.4 m)は，主に砂泥互層，亜炭層，泥炭層から構成され，根化石や粘土集積構造等の古土壌構造を豊富に産する．また，数枚の逆級化砂層を挟在することから，蛇行河川システムの氾濫原や後背湿地，チャネル・バーの堆積物と解釈できる．ユニットIII (深度21.4～18.6 m)は，主に有機質泥層から構成され，水成古土壌の特徴であるフランボイダルパイライトや青灰色土色，グライ化層準を伴うことから，沼沢地の堆積物と解釈できる．この泥層は，著しく高いTOC, TNを示し，珪藻化石を豊富に含む．ユニットIV (深度18.6～13.4 m)は，厚い塊状有機質泥層と珪藻質泥層から構成され，湖の堆積物と解釈できる．このユニットの下部には，約40 cmの砕屑性葉理灰色粘土層が存在する．ユニットV (深度13.4～6.7 m)は，上方粗粒化・厚層化・黒色化サクセッションを示す礫層，砂層，有機質泥層から構成され，プロデルタ～デルタプレーンの堆積物と解釈できる．ユニットVI (深度6.7～4.8 m)は，有機質泥層から構成され，沼沢地の堆積物と解釈できる．

議論：ユニット区分と堆積速度曲線から，堆積システムの変遷とその年代を検討した．その結果，約26.7～16.7 cal ka BPに低湖水準期，約16.7 cal ka BP以降に湖進期となり，約12.2～5.7 cal ka BPに高湖水準期，約5.7 cal ka BPからデルタが前進したと考えられる．約16.7 cal ka BPは，蛇行河川システムから滞水域環境への転換期および堆積速度が低下する時期に相当する．諏訪湖の別サイトにおける花粉分析から，この時期は，諏訪盆地の周辺で亜高山帯針葉樹林が減少し，冷温帯林が拡大した時期に相当する (安間ほか, 1990)．このことから，堆積速度の低下と堆積環境の変遷は，更新世末～完新世への温暖化による集水域の森林限界の上昇と植生被覆率の増大が砕屑物生産量の減少を招いたことに起因する可能性がある．

文献： 安間ほか, 1990, 地質学論集, 36, 179–194. Lowe et al., 2001, Quatern. Sci. Rev., 20, 1175–1187. Miall, 1996, Springer-Verlag, Berlin, 582p. Retallack, 2001, Blackwell Sci. Publ., Oxford, 404p. Shanley and McCabe, 1994, Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 78, 544–568.

Keywords: Pleistocene-Holocene, lake sediments, sedimentary facies analysis, Lake Suwa

(entry) The reservoir characterization and sedimentary environment of the Pennsylvanian Morrow Formation based on wireline logging data in Vici, Oklahoma, U.S.A.

*Kaito Seki[1], Shun Chiyonobu[1], Hiroyuki Arato[1], Naruhide Takahashi[2], Isao Mita[3]

1. Akita graduated university , 2. Iochem Corporation, 3. Resource. Geo. Env. Lab.

はじめに アメリカ合衆国オクラホマ州のアナダルコ堆積盆に存在するペンシルバニア系モロー層は，砂岩を主体として泥岩を挟在する（Mhalon et al.，1991; Andrews 2008）．この地域では，古くから石油・天然ガスが生産されるとともに，モロー層からのヨウ素の生産も盛んである．本講演では，掘削時に取得された物理検層記録を利用したモロー層における岩石物性分布モデルの構築過程と，そのモデルに基づいた堆積過程の復元研究について報告する． **資料と手法** 調査地域および坑井は，オクラホマ州デウェイカウンティ周辺のタウンシップ 18N～20N・18W～20Wの範囲に掘削された80本の坑井である．この坑井群から取得された自然放射線(GR)，中性子(NPHI)，密度(DPHI)の各検層から，Andrews(2008)およびKamel．Mabrouk(2003)に基づいて，モロー層準，岩相，孔隙率の検討を行った．また，一部砂岩で岩石コアが得られていることから，薄片観察による岩相観察も行った． **結果及び考察** モロー層は，NE-SWの延長方向に最大層厚105mで約30kmの幅をもつ帯状の分布を示し，SW方向に深度を増す．孔隙率は，調査地域中央北東部で14％を示す．南西部では，比較的低く7％を示す．薄片による岩相観察から，砂岩の粒子径は細粒～極細粒であり，石英を主体とする． 調査結果より地質モデルを作成した．地域内に分布するモロー層は以下の4つのFaciesに分類した．下位のFaciesよりFacies1(F1)からFacies4(F4)とし，その岩相を以下に記す． F1; 調査地域の南西部に分布し，主に頁岩を示す．F2; 調査地域の中央部から南西部に堆積する．砂岩を主体とするが，頁岩を挟在する．孔隙率は低値を取る．F3; F2の北東部に沿い分布する砂岩である．孔隙率は他の砂岩と比較し，高値を取る．F4; すべてのFaciesを覆い，砂岩主体で孔隙率が比較的低い値を取る．これらのFacies変化は，当時の海水準変化に応答した堆積中心の変遷を示している可能性が示唆され，調査地域におけるペンシルバニア系の堆積環境復元への一助となることが期待される． **参考文献** Mahlon，M.，Ball.，Mitchell，E.，Henry.，and Sherwood，E.，Frezon.，(1991): Petroleum Geology of the Anadarko Basin Region，Province (115)，Kansas，Oklahoma，and Texas，Department of the Interior U．S． Geological Survey，Open-File Report 88-450W． Andrews，R．D.，(2008): Secondary oil recovery from the upper Morrow Purdy sandstone in Rice NE Field，Texas County，Oklahoma，Oklahoma Geological Survey Circular 111，p．13-25． Mostafa，H.，Kamel.，and Walid，M.，Mabrouk.，(2003): Estimation of shale volume using a combination of the three porosity logs，Journal of Petroleum Science and Engineering 40 p，145-157

Keywords: Pennsylvanian, Iodine, reservoir, wireline logging, sedimentary environment

(entry) Where is the sedimentary environment of the Nakaminato Group, if modern time? Reexamination on the basis of ocean drilling sciences and sequence stratigraphy

*Jumpei SAIGAN[1]

1. Yamaguchi university

はじめに

白亜系那珂湊層群は、1970年代からその堆積環境が研究されてきた。その後、シークエンス層序学によって堆積学に革命が起きる1990年代から現在まで、那珂湊層群の堆積環境についての新しい考察はなかった。そこで、本論では、いままでの那珂湊層群の堆積環境の研究結果を基に、近年発達してきたシークエンス層序学の知識を用いて、那珂湊層群の堆積環境について再検討することを目的とする。さらに、近年データが蓄積されてきた地球科学掘削による研究成果と比較し、那珂湊層群の堆積環境について、深く掘り下げることも同時に目的とする。

研究背景

那珂湊層群は、茨城県ひたちなか市の那珂川河口北方に位置する平磯海岸に分布し、下部より築港(ちっこう)層、平磯(ひらいそ)層、磯合(いそあい)層からなる海成層である。ただし港湾工事により築港層は現在確認できない。

田中(1970)によると、那珂湊層群は、全体的にタービダイトの砂岩泥岩互層からなり、スランプ構造が頻繁にみられる。堆積環境について、田中(1970)では、平磯層を大陸棚沖合、磯合層をトラフ縁辺部とし、Masuda and Katsura(1978)では平磯層を海底扇状地下部、磯合層を扇状地上部と推定している。

その年代については、産出化石に基づいて推定されており、Masukawa and Ando(2018)では産出したアンモナイト、イノセラムスに基づいて、平磯層を後期白亜紀のカンパニアン上部、磯合層をマーストリヒシアン下部と推定している。

那珂湊層群が堆積した白亜紀後期のカンパニアン～マーストリヒシアンは現在より約２００ｍあまり海水準が高かったといわれている。しかしながら、Okada(1997)では通常、高海水準であれば、堆積量は減少するはずであるのに、日本列島のもととなる地域周辺の海洋では堆積量が増加しているとした。これは当時の日本列島のもととなる地域では高海水準を上回るような隆起が起こっていたのではないかと推定している。

地質調査結果

那珂湊層群の主な構成岩は細礫～中礫の礫岩、砂岩、シルト岩、含礫シルト岩であり、多くが級化構造を呈する。平均の走向はNW－SE、傾斜は25°～40°NEで、全体的に同斜構造を示す。ただし、傾斜が45°～70°SW方向の地層が磯合層の中部にみられ、これは海底地すべりの可能性がある。 平磯層は、下部ではシルト岩が卓越しているが、上部に行くにしたがって、シルト岩を薄く挟む砂岩層もしくは礫岩層が卓越する。さらに上位の磯合層は、下部では級化構造を伴う砂岩層が卓越し、中礫の礫岩層を挟む数メートルの砂岩層が存在している。中部から上部に行くに従い、砂岩層が支配的であるが、シルト岩層もところどころにみられ、亜角礫～亜円礫の小礫から中礫を含むことが多い。このように、全体的に上方粗粒化の傾向があると言える。

また、これらの地層には化石が多く産出し、それらは過去の研究例にも報告されている。今回の調査では、二枚貝、生痕化石、植物片が発見され、二枚貝、生痕化石は磯合層上部にて卓越しており、植物片は平磯層、磯合層問わず広くみられた。

まとめると、平磯層から磯合層にかけてそれぞれの層によって多少変化はあるものの、概ね上方粗粒化の傾向にあるといえる。また、全体的に同斜構造を示すなか、一部地層で傾斜方向が大きく異なることから、海底地すべりの発生が示唆される。堆積域については植物片が各層より頻繁に見られることから那珂湊層群は一貫してあまり陸から離れていない地域で堆積したと推察される。

研究展望

先行研究により、那珂湊層群の堆積環境は大陸棚沖合部からトラフ縁辺部、海底扇状地であると推測されてい

る。また、先行研究によると、那珂湊層群が堆積していた後期白亜紀は、高い海水準、高い隆起量、高い堆積量であったとされる。これらのすべての条件に比較的近いと考えられる海域は、インド亜大陸衝突によるヒマラヤ山脈の隆起・浸食により形成されたベンガルファンやアンデス山脈に沿った南米大陸西岸の大陸棚や陸棚斜面、海底扇状地などが類似する堆積環境の候補として挙げられる。本論では、これら類似環境の蓄積されてきた海洋掘削結果と地質調査結果をシークエンス層序学的に堆積相の比較を行いながら、那珂湊層群の堆積環境の考察・検討を行っていきたい。

《引用文献》

Katsura, Y. and Masuda, F., 1978，Ann. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba, 4, 26-29.
Masukawa, G. and Ando, H., 2018. Cretaceous Res, 91, 362-381.
Okada, H., 1997, Mem. Geol. Soc. Japan, 48, 1-6.
田中啓策, 1970, 地質調査所月報, 21, 579-593.

Keywords: Late cretaceous, Sequence stratigraphy, Nakaminato Group, High sea-level, Ocean drilling, Submarine fan, continental shelf

(entry) Microplastic sedimentology of grain size and grain shape

*Kengo Nakano[1], Kiichiro Kawamura[1]

1. Yamaguchi Univ.

近年，プラスチックによる海洋汚染が社会問題となっている．廃棄されるプラスチックのうち多くが海洋に流出していると推定されており（Jambeck et al., 2015）それらが細かく砕かれマイクロプラスチック（MP）として世界各地の海洋に拡散し続けている．またプラスチック汚染が海洋生態系に与える影響や人間の健康への影響について懸念が高まっている．このような海洋におけるプラスチック汚染の実態は，世界各地で調査が行われているが，その多くのゆくえがわかっておらず深海での影響や海洋での挙動も不明である．
一般的にMPは，河川などを通じて陸上から海洋に運搬され，海面や中層を浮遊して徐々に沈降し，深海底に到達すると予想される．しかし砂や粘土といった堆積物粒子の運搬を考えたとき，海流による移動，津波・地震・洪水による混濁流，海底地形などの影響を受けており，MPも同じような影響を受け海洋に拡散していることが考えられる．実際，世界中での様々な深海環境における観測されたMP繊維の存在量を見たとき海底谷・海溝・コンターライトドリフトでMPの量が多いことがわかっている(Ian et al., 2020)．このことからもMPの海底分布を説明するには，海面からの垂直方向の沈降によってのみ説明されるのではなく粒子の堆積学的な運搬過程を背景として検討する必要があると考えられる．
プラスチックの密度は0.9～2.2 g/cm3程度である．それらは海底で運搬されるとき，さまざまな粒子とともに移動，堆積する．一般的に，堆積学の特にベッドフォームなどの実験では石英砂での結果が示されており，MPの海底での挙動を堆積学的に考えるためには，MPと同一の挙動を示す石英砂の粒径が重要な概念となる．このように，さまざまな粒子を石英砂にしたときの堆積物粒子の運搬・堆積環境などを議論した研究例として，廣木（2015）がある．ここでは，重力流が卓越する有孔虫化石殻に着目し，有孔虫化石殻と砂粒子の粒度分布を分析・比較することで，堆積物の由来・来歴についての議論を行っている．
そこで本研究では， MPの堆積物粒子としての側面に着目し，実験を通して，MPの進行速度を求め，沈降粒径を算出し，石英粒子の粒径との比較を行った．今回の沈降実験は，廣木(2015)を参考にし，それを小規模にしたものである． 実験はプラスチックを用意し，顕微鏡を用いて実測粒径を計測する．沈降速度は，1000 ml メスシリンダーを用いて測定した．メスシリンダーには，2本の赤線を引き，30㎝の計測区間を設けた．室温メスシリンダーに常温の水を満たし，その中に 1 個ずつ投入し，線から線を通過する時間を測定した．その後，得られた沈降速度か沈降粒径を求めるために，Gibbs et al. (1971)の計算式を用いた. また，海底で見つかっているMPの多くが繊維状であることや板状・粒状などさまざまな形状があると考えられる．そのためさまざまな形状のプラスチックを用いて実験を行った． その結果，ほとんどのMPが実測粒径よりも沈降粒径の方が小さい傾向を示した．今回，使用したプラスチックの密度は，1.04～1.41 g/cm3程度であり．石英の密度 2.65 g/cm3 より小さいため沈降粒形が小さくなっている．また形状の違いも沈降粒形に影響を及ぼすと容易に推測される．本発表では，それらの実験結果を指し示すとともに，粒子形状についての考察についても報告したい．さらに，実際に採取された堆積物での実例についても報告する予定である．

文献

廣木(2015) 日本古生物学会, 98, 17-27. Ian et al. (2020) Science, 368, 1140-1145. Jambeck et al. (2015), Science, 347, 768-771. Gibbs et al. (1971) Journal of Sedimentary Petrology, 41, 7-18.

Keywords: Microplastics, Marine sediment, Stokes' law

Bayesian estimation of uplift rate of Japan Islands based on bedrock river longitudinal profiles

*Hajime Naruse[1]

1. Kyoto University

地殻の隆起速度の時間的・空間的な変化は，プレートテクトニクスに関連した様々な現象について基礎的な情報を提供する．山地の隆起速度履歴を復元することは，テクトニクスだけではなく，古気候変動の要因を探る上でも重要な課題である．
日本列島のような活動的縁辺域では，地殻変動速度履歴がとりわけ複雑であり，その復元は困難な研究課題である．これまで，日本列島の地殻の変形速度（隆起速度）を復元するため，様々な手法が適用されてきた．しかし，既存の研究手法には，隆起速度の分布を長期間にわたって面的に求めることができないという欠点がある．測地学的手法が解析できるのは観測が開始されて以降の数十年に限られており，そこから得られる値は他の地形学・地質学的手法で得られ得られる隆起速度の傾向と大きく異なることがある．これは，短期間で蓄積される地殻の歪は数百～数千年に一度の頻度で起こる巨大地震によって解放されており，地質学的時間スケールで蓄積されていく地殻の歪とは傾向が異なるためと解釈されている．もしこの解釈が正しければ，地質学的スケールで進行するテクトニックプロセスを探るためには，測地学的観測結果をそのまま参考にすることはできないことになる．一方，海岸段丘・前浜堆積物の標高など，地形学・堆積学的手法で求められる隆起速度についても，復元できる年代期間は主として12.5万年前までで，遡れたとしてもせいぜい30万年程度である．また，復元ができる領域も段丘が存在する地域に限られている．反射法地震探査や熱年代学的手法はより長期にわたる地殻隆起履歴を復元できる可能性があるが，やはり復元できる場は条件の整った限られた地域であり，長期間にわたる隆起速度履歴を長期間にわたって復元することは難しい．

そこで，近年になり，地質学的時間スケールで面的に地殻隆起速度履歴を復元することのできる手法がPritchard et al. (2009)によって提唱された．この手法は，まず岩盤河川の侵食作用を表すフォワードモデルを設定する．このフォワードモデルへの入力パラメーターは，地殻の隆起速度の履歴である．そして，実際に観測される複数の河川縦断形を最もよく再現するようにモデルパラメーターセットを探索することで，地殻の隆起速度履歴を広い範囲で面的に復元する．この手法は，一般にStream power modelと呼ばれる以下の仮定に基づいたフォワードモデルを使用している．Stream power modelでは，河床の基盤岩の侵食速度は河床勾配と河川の流量によって決定されるものと仮定する．

新たに提案された逆解析手法は主に安定大陸の隆起速度履歴の復元に用いられてきたが，活動的縁辺域への適用例はまれである．特に，日本列島のような火山性島弧では適用例は存在しない．これはいくつか原因が考えられるが，例えば島弧の河川は大陸に比べて短く，あまり長期間にわたって過去の隆起速度履歴を保存できないことが問題となる．また，地体構造が複雑なために基盤岩強度にばらつきがありうることや，短周期（4--10万年周期）の海水準変動が与える河床勾配への擾乱も，逆解析を難しくする要因である．これらの要因を考慮するためには，少なくとも，逆解析結果を推定の不確かさも含めて検討できる解析手法が必要となるだろう．

そこで，本研究は，河川縦断形逆解析法における最適化計算手法としてマルコフ連鎖モンテカルロ法（Markov Chain Monte Carlo method: MCMC）を採用し，日本列島の河川系に本手法を初めて適用した．既存の河川縦断形逆解析手法は最適化計算手法として準ニュートン法（共役勾配法やL-BFGS法など）を採用しているため，解析結果は点推定となり，推定値の不確定性に関する評価が十分ではなかった．また，計算が局所的最適解に陥る可能性も高く，最適化計算を開始するパラメーター初期値に計算結果が依存するという問題点が指摘されている．

本研究では，最適化計算手法としてMCMCを実装したモデルを西南日本外帯（紀伊半島および四国）の河川へ適用した．また，モデルが普遍性を持つことを確かめるため，テクトニックセッティングおよび基盤岩の岩質が異なる東北地方の河川にも手法を適用し，河川縦断形逆解析法の利点と今後の改善点を検討する．

Pritchard, D., Roberts, G. G., White, N. J., & Richardson, C. N. (2009). Uplift histories from river profiles. *Geophysical Research Letters*, *36*(24).

Keywords: Quaternary, river geomorphology, inverse analysis

Poster | R10 [Regular Session]Origin of carbonate rocks and related global environments

[1poster51-55] R10 [Regular Session]Origin of carbonate rocks and related global environments

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R10-P-1] Characteristics of tufa deposits developed near Bonito, Brazil

*Fumito SHIRAISHI[1], Ysaku HANZAWA[1], Jiro ASADA[2], Leonardo Fadel CURY[3], Anelize Manuela BAHNIUK[3] （1. Hiroshima University, 2. INPEX CORPORATION, 3. Federal University of Parana）

4:30 PM - 7:00 PM

[R10-P-2] (entry) Depositional settings and paleoclimates estimated from paleosols in Tetori Group (Lower Cretaceous), Toyama Prefecture

*Kensuke Kuroshima[1,2], Masato Fujita[3], Yoshihiro Kakizaki[4], Akihiro Kano[4], Fumito Shiraishi[2] （1. Hiroshima University Museum, 2. Hiroshima University, 3. Toyama Science Museum, 4. The University of Tokyo）

4:30 PM - 7:00 PM

[R10-P-3] (entry) Stromatoporoids and *Chaetetes* of the Carboniferous (Bashkirian) organic reefs from the Akiyoshi Limestone: Morphological variations in each reef environment

*Shota SUGAMA[1], Yoichi EZAKI[1], Mitsuru MASUI[1], Tetsuo SUGIYAMA[2], Koichi NAGAI[3], Natsuko ADACHI[1] （1. Osaka City University, 2. Fukuoka University, 3. formerly University of the Ryukyus）

4:30 PM - 7:00 PM

[R10-P-4] (entry) Models of construction of Bashkirian organic reefs in the reef front setting from the Akiyoshi Limestone Group, Southwest Japan

*Koki SHIMIZU[1], Yoichi EZAKI[1], Tetsuo SUGIYAMA[2], Koichi NAGAI[3], Natsuko ADACHI[1] （1. Osaka City Univ., 2. Fukuoka Univ., 3. Formerly Univ. Ryukyus）

4:30 PM - 7:00 PM

[R10-P-5] Construction of calcimicrobial reefs and calcimicrobial diversity in the Zhushadong Formation (Cambrian Series 2), Shandong Province, North China

*Natsuko ADACHI[1], Hiroo NATSUKAWA[1], Yoichi EZAKI[1], Jianbo LIU [2], Zhen YAN[3], Yuxuan CHEN [2] （1. Osaka City University, 2. Peking University, 3. Chinese Academy of Geological Sciences）

4:30 PM - 7:00 PM

Characteristics of tufa deposits developed near Bonito, Brazil

*Fumito SHIRAISHI[1], Ysaku HANZAWA[1], Jiro ASADA[2], Leonardo Fadel CURY[3], Anelize Manuela BAHNIUK[3]

1. Hiroshima University, 2. INPEX CORPORATION, 3. Federal University of Parana

トゥファは淡水性の炭酸塩堆積物であり，微生物岩のアナログや古気候記録媒体として注目されている．近年，ドイツおよび日本においてトゥファの地球微生物学的研究が行われ，その形成にシアノバクテリアなどの光合成が大きく寄与していること，またシアノバクテリアの分泌する細胞外高分子の化学的特性が堆積組織に大きな影響を与えていることなどが明らかにされた（Shiraishi et al., 2008a,b, 2010, 2017）．しかしながら，ドイツと日本のトゥファ堆積場はどちらも気候の季節変動が大きく，それらの形成過程が他の気候条件のものにも当てはまるかは不明であった．そこで本研究は，気候の季節変動が比較的小さいブラジルのボニート近郊に見られるトゥファを対象とし，微小電極測定やレクチン結合性分析などの微生物学的手法を適用することで，その形成過程を明らかにすることを目的とした． ボニートはブラジルのマットグロッソ・ド・スル州の南西部に位置する．調査対象となったトゥファは，ボニートから北に約13.5 kmのミモザ川沿いに発達している．トゥファは主に石灰化したフィラメント状シアノバクテリアから構成されており，断面における葉理組織はやや不鮮明であった．シアノバクテリアの多くは結晶核形成に適した酸性の細胞外高分子を分泌していたが，一部の非酸性細胞外高分子を持つものは石灰化されずに空隙を形成していた．微小電極測定の結果から，検討した８試料すべてで光合成誘導$CaCO_3$沈殿が起きていることが示された．しかしながら，そのうち５試料では暗条件においてもトゥファ表面におけるCa^{2+}の消費が起きていた．DNA解析，水化学分析，マスバランス計算などから，光非依存代謝や有機物の酸性官能基によるCa^{2+}吸着の影響は僅少と考えられる．それゆえ，暗条件におけるCa^{2+}消費は無機的な$CaCO_3$沈殿を表している可能性が高い．この解釈が正しいとすると，検討を行った８試料の平均では光合成誘導沈殿の寄与が60%，無機的沈殿の寄与が39%，酸性有機物への吸着の寄与が1%と推定される．

引用文献

Shiraishi F., Bissett A., de Beer D., Reimer A., Arp G. (2008a) Photosynthesis, respiration and exopolymer calcium-binding in biofilm calcification (Westerhofer and Deinschwanger Bach, Germany). Geomicrobiology Journal 25, 83-94.

Shiraishi F., Reimer A., Bissett A., de Beer D., Arp G. (2008b) Microbial effects on biofilm calcification, ambient water chemistry and stable isotope records (Westerhofer Bach, Germany). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 262, 91-106.

Shiraishi F., Okumura T., Takahashi Y., Kano A. (2010) Influence of microbial photosynthesis on tufa stromatolite formation and ambient water chemistry, SW Japan. Geochimica et Cosmochimica Acta 74, 5289-5304.

Shiraishi F., Hanzawa Y., Okumura T., Tomioka N., Kodama Y., Suga H., Takahashi Y., Kano A. (2017) Cyanobacterial exopolymer properties differentiate microbial carbonate fabrics. Scientific Reports 7, 11805.

(entry) Depositional settings and paleoclimates estimated from paleosols in Tetori Group (Lower Cretaceous), Toyama Prefecture

*Kensuke Kuroshima[1,2], Masato Fujita[3], Yoshihiro Kakizaki[4], Akihiro Kano[4], Fumito Shiraishi[2]

1. Hiroshima University Museum, 2. Hiroshima University, 3. Toyama Science Museum, 4. The University of Tokyo

前期白亜紀の東アジアは，恐竜の多様性や進化を考える上で重要な地域である．恐竜の多様性を生む原因の一つに気候があり，それを理解するためには東アジアの古気候の正確な推定が必要である．
土壌の化石である古土壌からは，その構造や組成などを用いた定性的な古環境推定が可能であると共に，主要元素組成を用いて形成当時の気温や降水量といった定量的な古環境推定が可能である[1]．さらに古土壌中にみられる炭酸塩ノジュールからは，古土壌形成当時の水化学組成やCO_2濃度などの定量的情報も得られることが知られている[2]．古土壌と炭酸塩ノジュールは，日本の前期白亜紀の陸成層中から複数報告されており[3][4]，これらを用いることで，陸域の古環境を定性的かつ定量的に推定することが可能になると考えられる．そこで本研究では，富山県の上市・立山地域に分布する下部白亜系手取層群中にみられる古土壌と炭酸塩ノジュールを用いて，堆積環境と古気候を推定した．
本研究では綿密な地質調査を行い，上市地域（セクションK5：白岩川層）と立山地域（セクションT1：白岩川層）にみられる古土壌の記載とノジュールの密なサンプリングを行った．また持ち帰った試料を用いて以下の検討を行なった．
（1）肉眼・薄片観察，（2）粉末X線回折（XRD）分析による鉱物同定，（3）蛍光X線分析(XRF）による全岩の主要元素組成分析，（5）軽元素質量分析計（IR-MS）を用いた炭素・酸素安定同位体比分析，（6）誘導結合プラズマ発光分光分析（ICP-OES）による炭酸塩鉱物中の主要・微量元素組成分析．
本研究で検討を行った2つのセクションでは，年平均気温（MAT）と年間降水量（MAP）の推定値はそれぞれ約10~12℃と約1000~1500 mmとなり（低温～中温かつ湿潤），ほとんど差はみられなかった．一方で，古土壌の色合い（セクションK5で赤色層，セクションT1で灰色層が卓越）や内在する炭酸塩ノジュール中の炭酸塩鉱物種（セクションK5でドロマイトとシデライト主体，セクションT1でドロマイトとカルサイト主体）には違いが見られた．これは降雨の季節性や水はけの良し悪しなど，局所的な環境条件の違いを反映していると考えられる．一方で，炭酸塩鉱物の酸素同位体比はセクションK5で有意に低く，これはモンスーン気候での雨季における降水の量的効果を反映していると考えられる[5]．すなわち，両セクションではMAPとMATが同程度であるにも関わらず，降水の量的効果・雲の輸送距離や局所的堆積環境の違いによって形成される古土壌や炭酸塩ノジュールの特徴に差が生まれたと考えられる．これらの結果から，前期白亜紀の東アジアの手取層群堆積場は低温～温暖な湿潤気候であり，モンスーンの強弱があったと推定される．炭酸塩ノジュールと赤色層を含む古土壌であっても低温～温暖な湿潤気候が示されたことは，赤色層の存在などをもとに，白岩川層を含む手取層群最上位層形成時に気候が高温・乾燥へと移行したとするこれまでの解釈[4]とは対照的である．
本研究のように詳細な検討を他地域・他年代の古土壌に対して網羅的に行うことで東アジアの古気候，そして恐竜をはじめとする生物相の多様性を生む原因が明らかになるだろう．

【引用文献】[1] Tabor and Myers (2015) Annual Reviews of Earth Planetary Science, 43, 11.1-11.29. [2] Sheldon and Tabor (2009) Earth-Science Review, 95, 1-52. [3] Lee and Hisada (1999) Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 153, 127-138 [4] 茂野ほか (2004) 福井県立恐竜博物館紀要, 3, 1-22. [5] Cerling (1984) Earth and Planetary Science Letters 71, 229-240.

Keywords: Paleosol, Carbonate nodule, Paleoenvironment, East Asia

(entry) Stromatoporoids and *Chaetetes* of the Carboniferous (Bashkirian) organic reefs from the Akiyoshi Limestone: Morphological variations in each reef environment

*Shota SUGAMA[1], Yoichi EZAKI[1], Mitsuru MASUI[1], Tetsuo SUGIYAMA[2], Koichi NAGAI[3], Natsuko ADACHI[1]

1. Osaka City University, 2. Fukuoka University, 3. formerly University of the Ryukyus

秋吉石灰岩は前期石炭紀から中期ペルム紀にパンサラッサ海の海洋島頂部で形成された生物礁複合体起源の石灰岩である（太田，1968）．従来，秋吉生物礁の研究では，礁環境ごとの造礁生物の組み合わせや礁の構築様式の検討が行われてきた．しかし，層孔虫やケーテテスなどの主要な造礁生物の内部形態や外部形態の変異に関する詳細な検討は行われていない．本発表では，礁環境を外洋側から順に下部礁縁，上部礁縁，礁嶺，外側礁原，内側礁原，背礁斜面に区分した上で（Sugiyama and Nagai，1994），石炭紀バシキーリアン期の層孔虫とケーテテスの礁環境ごとの外部形態と内部形態変異及び相互の関係，その変異をもたらした生物や環境要因を考察する．

縦方向に伸長するピラーと横方向に伸長するラミナを持つことで特徴づけられる層孔虫は，ピラーに円柱状のA型と円錐状のB型の形状が識別されている．ケーテテスは「はしご状」の骨格構造を持つことで特徴づけられる． 外部形態変異はスラブ面での成長形態を観察した．

外部形態変異は，ケーテテスと層孔虫で共に大きい．ケーテテスは一般的にドーム状を呈するが，礁嶺では層状，背礁斜面ではドーム状，不規則塊状や層状を呈する．層孔虫は成長中断面をしばしば示し，一般的にドーム状を呈するが，礁嶺と背礁斜面では層状，上部礁縁では掌状を呈する．また，礁嶺では層孔虫とケーテテスが相互に被覆している様子が顕著に見られる．

内部形態変異は測定を行い，測定部位は次の通りである．層孔虫では「ラミナ間隔」，「ピラー幅」，「ピラーのみかけの面積」，ケーテテスでは「床板間隔」，「床板幅」，「床板10枚あたりの面積」である．

内部形態変異に関して，礁環境による変異はケーテテスでは極めて小さいのに対し，層孔虫では大きい．層孔虫では，礁嶺でピラーが円錐状の形状（B型）を示し，他の礁環境で円柱状の形状（A型）を示す．背礁斜面では，A型とB型の両方が認められる．

下部礁縁などで層孔虫のピラーが円柱状のA型を示すのは，成長を上位方向に継続させる作用が働いたためと考えられる．特に下部礁縁では水深が深く，上方に成長可能な空間が拡がっていることが関係している．一方，礁嶺で円錐状のB型を示すのは，ケーテテスと相互に被覆することで上位方向に成長を継続させる働きが作用しなかったことに起因する．さらには水深が浅く上方に成長可能な空間が制約されていることが関係している． 背礁斜面で内部形態が特定の形状を示さないのは，基底部では層孔虫が排他的に基盤部に固着・成長し，より上位部では層孔虫とケーテテスが相互に被覆するように成長していることから，上位方向に成長しやすい環境としにくい環境が共存していることに起因する．一方，ケーテテスの内部形態変異が小さいのは，堅固な「はしご状」の骨格構造を形成することに関係し，干出などによる成長中断が生じても，内部形態が変化し難いことに起因している．

今後は，本検討層準よりも上位層準の層孔虫やケーテテスの造礁生物の形態変異にも注目しながら，前期石炭紀の礁の構築様式を詳しく検討していく必要がある．

引用文献

太田正道 (1968)：地向斜型生物礁複合体としての秋吉石灰岩層群．秋吉台科学博物館報告，no．5，1-44．

Sugiyama，T．and Nagai，K．(1994)：Reef facies and paleoecology of reef-building corals in the lower part of the Akiyoshi Limestone Group (Carboniferous)，Southwest Japan．Courier Forschungsinstitut Senckenberg，172：231-240.

Keywords: Stromatoporoids, Chaetetes, Carboniferous, Akiyoshi Limestone, Reef

(entry) Models of construction of Bashkirian organic reefs in the reef front setting from the Akiyoshi Limestone Group, Southwest Japan

*Koki SHIMIZU[1], Yoichi EZAKI[1], Tetsuo SUGIYAMA[2], Koichi NAGAI[3], Natsuko ADACHI[1]

1. Osaka City Univ., 2. Fukuoka Univ., 3. Formerly Univ. Ryukyus

山口県美祢市に分布する秋吉石灰岩は前期石炭紀から中期ペルム紀にパンサラッサ海の海山頂部で形成された生物礁複合体起源の石灰岩である．秋吉生物礁複合体はその形成環境の違いにより，外洋側から下部礁縁，上部礁縁，礁嶺，外側礁原，内側礁原，背礁斜面に区分される（枕山・長井，1990）．上部石炭系下部（バシキーリアン）では，“石灰藻”とケーテテスが豊富な礁嶺や背礁斜面を中心に礁の構築様式の検討が行われてきた．しかし，生物の多様性が最も高い礁縁環境では，サンゴ類が礁の構築様式に果たした役割は十分に解明されていない． そこで本発表では，礁縁環境に注目し礁の構築様式や礁形成当時の堆積環境について検討する．

礁縁環境では，四射サンゴ（Pseudopavonidae科，Amygdalophyllidae科，Lithostrotionidae科など）や層孔虫，床板サンゴ，コケムシ，石灰藻，フズリナ，小型有孔虫などが見られた． 主な枠組み構築者は群体四射サンゴと層孔虫である．四射サンゴが豊富な礁では，塊状サンゴの*Ozakiphyllum*や枝状サンゴの*Hiroshimaphyllum*が主要な礁の構築者の役割を果たす．種類が異なる四射サンゴ同士が共産することはまれで，単独の種類が個別に群生し，パッチ状に礁を形成する傾向がある．四射サンゴは，凝集性の小型有孔虫によって結束されたウミユリ片などの生砕性堆積物を固着基盤として発達する場合が認められる．一方，層孔虫は，層状やドーム状，掌状などの様々な成長形態を示す．層孔虫は石灰藻*Donezella*を固着基盤として活用する場合が多い．層孔虫の縦方向の骨格要素であるピラーは，各々上方へ継続的に発達する．しかし，層孔虫には頻繁に成長中断が生じており，成長中断期には阻害要因や発達の程度に応じて，凝集性の小型有孔虫や床板サンゴ，コケムシといった付着生物が成長中断面上を固着基盤として一時的に活用している．特に，凝集性の小型有孔虫が占有する割合が高く，層孔虫内に暗黒色の薄層を多数形成する． 四射サンゴの表面では被覆性の小型有孔虫や凝集性の小型有孔虫も多数確認された．床板サンゴは単体で産出するのではなく，四射サンゴ体の表面や層孔虫の成長中断面で認められる場合がほとんどである．コケムシはサンゴ体の表面や成長中断面で散点的に産出する．石灰藻はサンゴ体の表面で層状やドーム状に成長する．層孔虫と四射サンゴの共産部では，層孔虫が四射サンゴの骨格表面を固着基盤として活用している．

造礁生物の違いによっていくつかの礁の構築様式のタイプが認められる．塊状群体サンゴの*Ozakiphyllum*が主要な場合，サンゴ体自体が枠組みとなる．その表面を床板サンゴや凝集性の小型有孔虫，層孔虫などが被覆する．そして，それらの造礁生物がつくる枠組みの間隙部に生砕物が充填される．枝状群体サンゴ*Hiroshimaphyllum*が卓越する場合，そのサンゴ体の表面を床板サンゴや凝集性の小型有孔虫，石灰藻などが次々と被覆しサンゴ個体同士を結束することで枠組みを形成する．この枠組みの間隙部を生砕物が充填する．一方，層孔虫は小規模ながら大型の造礁生物としては単独で礁を形成することが多い．その際，層孔虫は成長の中断と再開を繰り返し，その成長中断面には凝集性の小型有孔虫や床板サンゴ，コケムシなどが被覆する．これは層孔虫の成長にとって不利な環境では層孔虫は成長を中断させ，凝集性の小型有孔虫や床板サンゴ，コケムシなどが一時的に空いた安定な固着基盤を活用して繁栄している．一方，層孔虫にとって良好な環境では層孔虫は成長を回復させ，凝集性の小型有孔虫や床板サンゴ，コケムシを被覆して上方や側方へと礁の枠組みを拡大させた．群体四射サンゴや層孔虫が卓越する礁は，同じ礁縁環境の中でも，水深，栄養塩量，底質の違いなどの生息環境の違いに応じて，種類や成長形態を変え小規模ながらも礁を形成していた．また，被覆生物はサンゴ体周辺部や層孔虫の成長中断面を付着基盤として活用し，枠組み構築物を構造的に補強していた．

引用文献

枕山哲男・長井孝一，1990，秋吉石灰岩層群Auloporidid coralsの成長形態について：秋吉生物礁複合体における造礁生物群の古生態学的研究Ⅰ．秋吉台科学博物館報告，no．25，7-25.

Keywords: Late Carboniferous, Reef, Rugose coral, Stromatoporoid, Akiyoshi

Construction of calcimicrobial reefs and calcimicrobial diversity in the Zhushadong Formation (Cambrian Series 2), Shandong Province, North China

*Natsuko ADACHI[1], Hiroo NATSUKAWA[1], Yoichi EZAKI[1], Jianbo LIU [2], Zhen YAN[3], Yuxuan CHEN[2]

1. Osaka City University, 2. Peking University, 3. Chinese Academy of Geological Sciences

顕生累代最初の造礁骨格生物である古杯類は，カンブリア紀テレヌーブ世後期にシベリアで出現した．古杯類は，その後，カンブリア紀第二世までに世界中の低緯度浅海域に古杯類礁を発達させ，第二世末に消滅した．北中国で顕生累代最古の礁は朱砂洞層 (カンブリア系第二統) に認められる．その礁は，石灰質微生物類を豊富に含むが古杯類を産出しない．朱砂洞層の微生物類礁は，古杯類の出現や消滅とは別に，石灰質微生物類自体の繁栄や衰退，地域的な環境変化の観点から，石灰質微生物類礁の変遷を知る手がかりを与える．本研究では北中国山東省の孫麻峪と金河セクションで認められる石灰質微生物類礁を対象に，その構築様式や石灰質微生物類の多様性を検討する．

孫麻峪セクション: 小規模なドーム状を示す礁 (直径数十センチメートル) がペロイドやウーイド石灰岩中に発達する．礁は斑状組織を示すスロンボライトが特徴的である．これらスロンボライトは，石灰質微生物類の*Epiphyton*や*Renalcis*などの密集によって形成される．層理面で，石灰質微生物類が密集する核部とその周囲を内層と外層(約5 cm) が縁取る特異な産状を示すスロンボライトも認められる．核部では，*Epiphyton*や*Kordephyton*などの石灰質微生物類が密集し，斑点状スロンボライトを形成する．内層では*Epiphyton*が，外層では*Amgaina*が卓越する．

金河セクション: 直径数十センチメートルから1～2メートル程度の小規模なドーム状を示す礁がノジュール状石灰岩中に発達する．礁は斑点状，網状，樹状組織を示すスロンボライトで特徴づけられる．スロンボライトの枠組み本体部は，大部分が再結晶しているため褐色を示す．しかし，部分的に*Kordephyton*や*Renalcis*などの痕跡が認められる．さらに，枠組み表面をチューブ状微生物類が被覆する．これら礁の枠組み間には，ペロイド状粒子や石灰泥が充填する．石灰泥充填部には，直径約0.5 mm のチューブ状を示す生痕がよく発達する．また，*Renalcis*を豊富に含む礁の枠組み間では，セメントで内部が充填された不規則な形状の窓状構造が多く観察される．

孫麻峪セクションと金河セクションでは，礁の特徴や卓越する石灰質微生物類の組み合わせに違いがある．孫麻峪セクションでは，縁取りのある特異な産状のスロンボライトが発達し，*Epiphyton*や*Kordephyton, Amgaina*が豊富である．金河セクションでは，*Kordephyton*や*Renalcis*が豊富である．孫麻峪セクションは金河セクションより浅海側に位置するため，この違いは両地域の堆積環境の違いを反映している可能性が高い．孫麻峪セクションのスロンボライトは，ウーイドやペロイド状粒子を含むグレインストーン中に発達し，層状ラミナの発達する微生物マットや鳥の目構造なども認められることから，潮下帯上部から潮上帯で，*Epiphyton*や*Kordephyton*が群生することで形成されたと推定される．一方，金河セクションのスロンボライトは，ノジュール状石灰岩中に発達しており，潮下帯下部で，主要な構築者である*Kordephyton*や*Renalcis*が上方や側方へ成長することによって形成された．

朱砂洞層からは，同時代の古杯類礁で認められる石灰質微生物類と同程度の種類の石灰質微生物類が観察される．石灰質微生物類は，古杯類が創り出す多様なニッチの有無に関わらず多様化し，礁の構築に関与していた．しかし，朱砂洞層より上位の張夏層 (カンブリア系ミャオリン統) では石灰質微生物類の多様性は激減している．古杯類の消滅前後 (カンブリア紀第二世～ミャオリン世) に石灰質微生物類の多様性はどのように変化したのだろうか．石灰質微生物類が，古杯類を消滅させた世界的な環境変化にどのような影響を受けたのかを検討していく必要がある．

Keywords: Cambrian, calcimicrobe, reef, North China

Poster | R12 [Regular Session]Deformation and reactions of rocks and minerals

[1poster56-60] R12 [Regular Session]Deformation and reactions of rocks and minerals

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R12-P-1] (entry) Effects of strain on the activity of slip systems in deforming quartz inferred from crystallographic- and shape-preferred orientation of sheared quartz phenocrysts in a granitic porphyry

*QI WANG[1]・Takamoto OKUDAIRA[1] （1. Faculty of Science, Osaka City University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R12-P-2] Stick– slip behavior of a clayey crustal fault

*Jun Kameda[1], Yohei Hamada[2] （1. Hokkaido University, 2. Kochi Institute for Core Sample Research）

4:30 PM - 7:00 PM

[R12-P-3] Development of new Griggs-type rock deformation apparatus targeting the Pc-Pp-T condition of the base of the seismogenic zone

*Keishi Okazaki[1], Jun Muto[2] （1. KCC/JAMSTEC, 2. Tohoku University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R12-P-4] (entry) Effects of host rock on strength and thickness of fault zones

*Momoyo FUKUDA[1], Kiyokazu OOHASHI[1] （1. Yamaguchi University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R12-P-5] Extremely slow grain growth of albite feldspar

*Norio Shigematsu[1], Masanori Kido[1], You Zhou[2], Hideki Hyuga[2], Yu-ichi Yoshizawa[2] （1. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIST, 2. Multi-Material Research Institute, AIST）

4:30 PM - 7:00 PM

(entry) Effects of strain on the activity of slip systems in deforming quartz inferred from crystallographic- and shape-preferred orientation of sheared quartz phenocrysts in a granitic porphyry

*QI WANG[1]

1. Faculty of Science, Osaka City University

To clarify the relationship between the strain and the activity of slip systems in quartz, we analyzed crystallographic and shape preferred orientation of sheared quartz phenocrysts in a granitic porphyry in the Ryoke belt, Awaji Island, SW Japan. In general, slip systems, i.e., basal <*a*>, rhomb <*a*> and prism <*a*> slip systems,are the active slip systems under the upper crustal condition, and the activity of slip systems has been considered to be temperature-dependent (Passchier and Trouw 2005; Law 2014). It has been proposed that basal and prism may operate readily at lower and higher temperature conditions. However, based on the detailed textural analysis of CPOs of experimentally deformed Black Hills Quartzite, Kilian and Heilbronner (2017) suggested that the texture transition is not as a result of the temperature-dependent activity of different slip systems but as a result of different texture forming processes depending on stress and/or strain. Textures with peripheral [c] axes are often observed in rocks deformed under low-grade conditions cannot attribute to the activity of basal slip system, and proposed oriented nucleation and growth a new process to form textures with peripheral [c] axes. Furthermore, with increasing strain, dislocation glide involving prism and rhomb slip leads to a high density of [c] axes in the center of the pole figure.
In this study, we analyzed the deformed granitic porphyry samples with different strain, which has been reported by Kano and Takagi (2013), and measured the shape preferred orientation of quartz grains by calculating aspect ratio from the long and short axis of grains are those of fitted ellipse to grain shape using ImageJ software to reveal the strain magnitude. Quartz CPOs was measured by U-stage equipped with an optical microscope to infer the operative slip systems. Based on the crystallographic- and shape-preferred orientation of sheared quartz phenocrysts in a granitic porphyry, we will discuss the effect of strain on the activity of slip system in deforming quartz.
References: Kano H, Takagi H (2013) J Geol Soc Japan 119:776–793. Kilian R, Heilbronner R (2017) Solid Earth 8:1095–1117. Law RD (2014) J Struct Geol 66:129–161. Passchier CW, Trouw RAJ (2005) Microtectonics.

Keywords: Crystallographic preferred orientation, Quartz slip system, Deformed quartz phenocryst

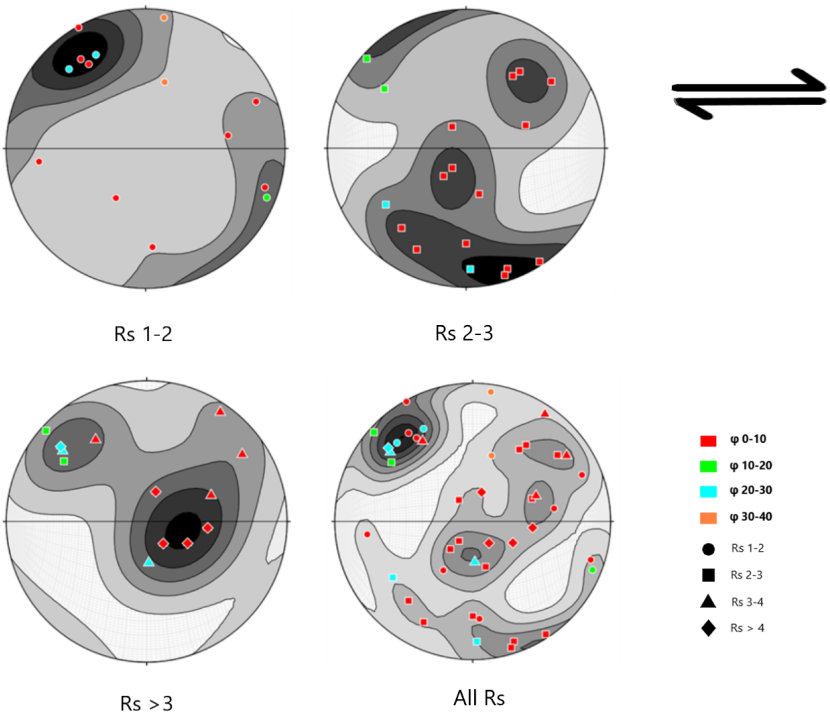


Figure 1. C-axis pole figures for different classes of aspect ratio Rf in weekly deformed sheared quartz phenocrysts in a granitic porphyry.
φ indicate the angle between the quartz long axis and the lineation

Stick-slip behavior of a clayey crustal fault

*Jun Kameda[1], Yohei Hamada[2]

1. Hokkaido University, 2. Kochi Institute for Core Sample Research

一般に粘土鉱物の濃厚分散液は、粒子同士の相互作用によって凝集分散が起こるため複雑なレオロジー挙動を示す。粘土分散液の多くは撹拌・振動により凝集構造が破壊されて流動性を獲得す場合があり、この性質をチキソトロピーと呼ぶ。Coussot et al（2002）らのレオロジー実験によると、チキソトロピー流体の流動特性はある応力値を境として大きく異なり、それ以上の応力を与えると流れとともに粘性度は次第に低下していずれ定常流に至るのに対し、閾値以下の応力では粘性度が急激に上昇して最終的に流動は停止することになる。Coussot et al（2002）らは、凝集体・ネットワーク構造の破壊ー再生競合モデル（次式）を導入することで、定性的ではあるもののチキソトロピー流体の流動挙動を予測できることを示した: $d\lambda/dt=1/\tau-\alpha\lambda\gamma$。ここで$\lambda$は状態を表す変数、$\alpha$ は定数、τ は構造再生にかかる時定数、γ はひずみ速度である。 このように表現されるチキソトロピー性は、急激に流動を開始する地すべりなどの現象をよく説明できることもあわせて指摘している。

最近われわれは、日本海溝先端のスメクタイトを含むプレート境界断層が塑性流動変形する可能性について検討しており（Kameda and Hamada 2020)、本研究ではさらに断層のチキソトロピー性についても検討したので報告する。断層の模擬物質として、smectite（クニミネ工業） と quartz の粉末を7：3の割合で混合し、0.6 M のNaCl 溶液に分散させたスラリーを使用した（固相分率はおよそ0.1）。レオロジー実験にはレオメータ（HR-2, TA Instruments）を使用し、25度の条件で一定応力を作用させたときの粘性度変化を調べた。結果を図1に示す。

実験の結果、応力値34Paを境に粘性度の挙動が大きく変化することが分かった。 この応力値は、定常ずり流動測定で得られる降伏応力とよく一致する（32.4Pa; Kameda and Hamada, 2020）。また得られたデータは、Coussotモデルにより良く説明されることも分かった（図１の実線）。さらにこのモデルを組み込んだバネスライダー系の挙動について調べたところ、パラメータの条件によって定常流からスティックスリップに類似するものまで、多様な振る舞いを示すことが分かってきた。こうした挙動は、プレート境界断層の多様な断層すべりプロセスに対応している可能性がある。

引用文献

Coussot P, QD Nguyen, HT Huynh and D Bonn (2002) J. Rheol. 46, 573.
Kameda J and Hamada Y (2020) Geophys. Res. Lett. 47, e2020GL088395

Keywords: fault, smectite, thixotropy

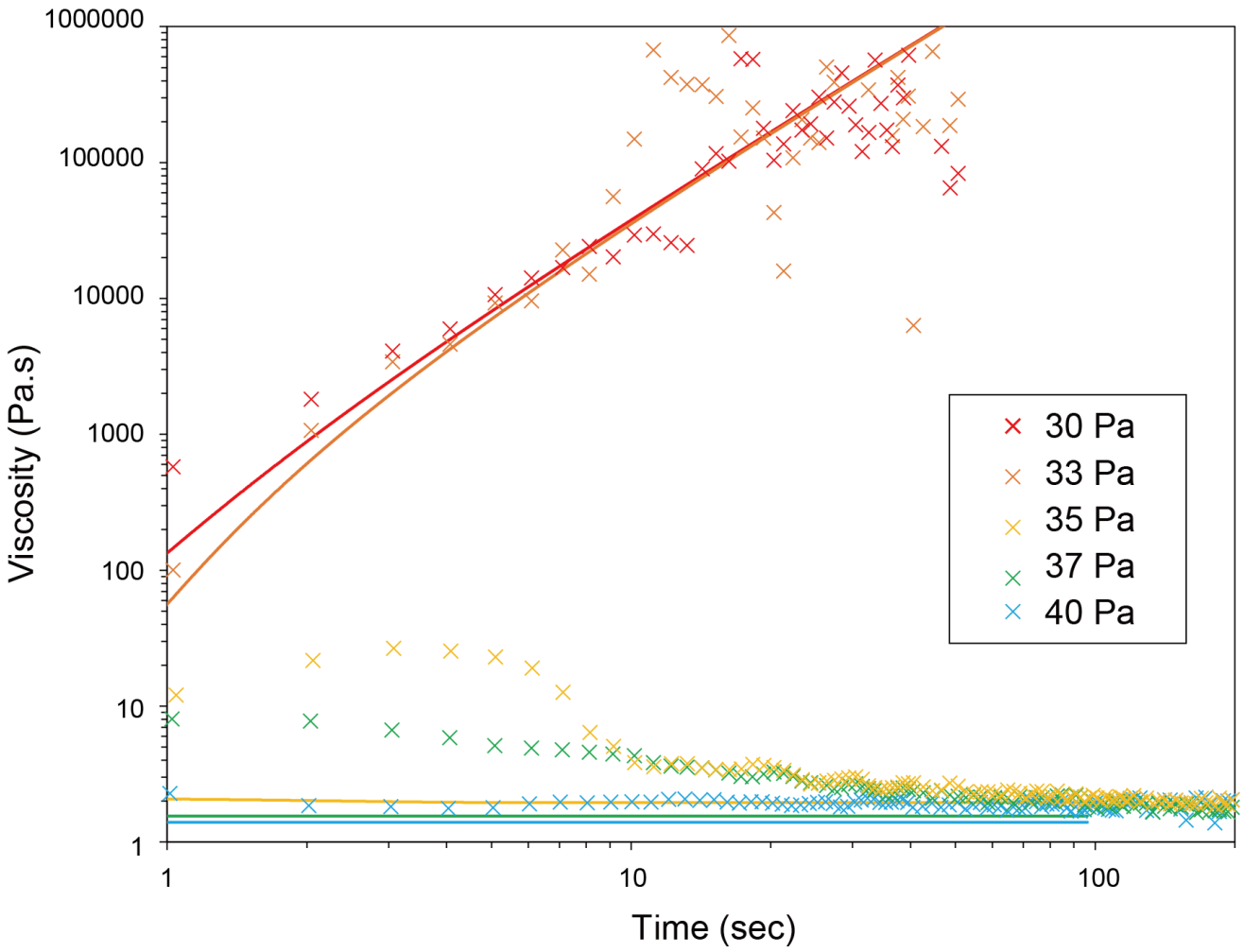


図 1 . 応力（30 ～ 40Pa）を作用させたときの粘性度変化。実線は Coussot モデルでフィットした結果 (α = 1.03, τ = 0.059 sec, $\eta 0$ = 1.06 Pa.s, and n = 2.06)。

Development of new Griggs-type rock deformation apparatus targeting the Pc-Pp-T condition of the base of the seismogenic zone

*Keishi Okazaki[1], Jun Muto[2]

1. KCC/JAMSTEC, 2. Tohoku University

At subduction plate boundaries and inland active faults, most of large earthquakes (Mw >7) occur at the base of the seismogenic zone with a depth of about 10–25 km. The PT conditions of these areas corresponds to lithostatic pressures ranging 300–800 MPa and temperatures ranging 200–400 degC. In addition, seismological observations indicate that the pore fluid pressure is nearly lithostatic, meaning 300–800 MPa. The presence of high pore fluid pressure plays a key role in controlling the rock rheology, because the frictional strength of the fault is a function of the effective pressure and physico-chemical properties of fluids changes exponentially under high pressure. However, most of rock friction experiments have been conducted under pressures lower than 200 MPa. Therefore, understanding of fault rheology at the base of the seismogenic zone is limited by the extrapolations of low PT experiments and experiments using analog materials.

We recently built two new solid pressure medium apparatuses at KCC/JAMSTEC and Tohoku University. These are capable of increasing the confining pressure, the pore pressure and the temperature up to 2 GPa, 1 GPa and 1200 degC, respectively. These apparatuses can reproduce the in-situ or even deeper P-Pp-T conditions of the seismogenic zone. Our preliminary experiment on San Carlos olivine deformed under the confining pressure of 1 GPa at the temperature of 400 degC without the pore fluid showed a stick-sklip behavior. The nominal friction coefficient was 0.45 for the dry experiment. In contrast, deformation experiment on San Carlos olivine under the confining pressure of 1 GPa, the pore pressure of 480 MPa at the temperature of 462 degC indicates that the nominal friction coefficient was 0.42 with assuming fully undrained condition. The recovered sample showed the formation of chlorite-rich shear zone along the piston-sample boundary probably due to reaction among the sample, water and alumina piston. Serpentine and Fe-oxide were also observed in the sample matrix. This presentation will also report basic performances, calibration data of the apparatuses and further experimental results.

Keywords: friction experiment, subduction zone, rock deformation, earthquake

(entry) Effects of host rock on strength and thickness of fault zones

*Momoyo FUKUDA[1], Kiyokazu OOHASHI[1]

1. Yamaguchi University

はじめに

天然の断層には様々なスケールにおいて幅があることが知られている（例えばChoi et al., 2016）。また、断層の累積変位量と断層帯の幅には6桁にもわたって正の相関があることが様々な断層のコンパイルから明らかにされている（Childs et al., 2009）。一方で、同じ変位量であっても断層帯の幅には3桁程度の差があることも知られており、断層帯の幅を決定づける要因として変位量以外のものが存在すると考えられる。幅の広がりにくい断層帯については、断層ガウジ中の弱い鉱物が連続した組織を形成し、スリップゾーンが局所化することによって形成されることが摩擦実験から明らかになっている（Oohashi et al., 2013)。しかし、幅の広がりやすい断層帯がどのような要因によって形成されるのかは明らかになっていない。そこで本研究では、幅の広い断層帯の形成要因を明らかにすることを目的とし、摩擦実験において模擬断層ガウジを挟むシリンダーの岩種が断層帯の幅に与える影響を調べた。

研究手法

本研究では、先行研究（Oohashi et al., 2013)に準じて石英とグラファイトの混合物を模擬断層ガウジとし、垂直応力2 MPa、等価変位速度（嶋本・堤, 1994）250 μm/sで回転式摩擦実験を行なった。その後、実験によって形成された模擬断層ガウジ中の組織を光学顕微鏡とSEMで観察し、変形の程度により非変形帯、弱変形帯、変形帯、変形集中帯の4つに区分した。

結果・議論

その結果、シリンダーに斑れい岩を使用した実験では摩擦強度がすべり始めの半分まで弱化する（定常摩擦係数0.25～0.42）が、砂岩を使用した実験では高い定常状態（摩擦係数0.62～0.8）のまますべり続けた。また、組織観察では砂岩シリンダーの実験は斑れい岩シリンダーの実験に比べ、変形帯の幅が約4倍に広がることがわかった。さらに、砂岩を用いた実験で幅が広がった原因を明らかにするため、検証実験を行なった。検証実験では、摩擦実験後にシリンダーの表面が削られていることから、砂岩と斑れいの性質の違いのうち、表面の削れやすさに着目し、砂岩シリンダーの表面の粗さを変えた。その結果、幅が広がった要因として、累積変位量の他にシリンダー表面の粗さが関係していることがわかり、同変位量（あるいは同摩擦仕事量）の実験において、表面の粗さが粗くなるほど変形帯や変形集中帯の幅が広がることが明らかになった。 このことから、天然の断層帯の中でも変形の集中した部分の厚さに関しては、母岩との境界面の粗さ（表面形状）が影響を与えていると考えられる。

引用文献

Childs, C., Manzocchi, T., Walsh, J., Bonson, C., Nicol, A. and Schopfer, M. (2009) Journal of Structural Geology 31, 117-127.

Choi, J., Edwards, P., Ko, K. and Kim, Y. (2016) Earth-Science Reviews., 152, 70-87.

Oohashi, K., Hirose, T. and Shimamoto, T. (2013) Journal of Geophysical Research Solid Earth 118(5), 2067-2084.

嶋本利彦・堤昭人 (1994) 構造地質研究会誌, 39, 65–78.

Extremely slow grain growth of albite feldspar

*Norio Shigematsu[1], Masanori Kido[1], You Zhou[2], Hideki Hyuga[2], Yu-ichi Yoshizawa[2]

1. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIST, 2. Multi-Material Research Institute, AIST

Feldspar is one of the main constituent minerals of the Earth' s crust, and the evolution of grain size is one of the keys in the rheology of the crust. Therefore, grain growth of albite was experimentally examined at temperatures of 1030, 1050 and 1065 ºC, at the atmospheric pressure, and under anhydrous conditions. Previous results of anorthite grain growth (Dresen et al., 1996) were also examined to compare with the results in this study. Grain growth of albite follows the grain growth law. Grain growth exponent of 2.6 was assumed. The least squares regression of the results of albite yields the activation energy of Q=573.3±27.2 kJ/mol and the pre-exponent of the rate constant $k_0=10^{0.53\pm1.08}$ $m^{2.6}s^{-1}$. Previous experimental results of anorthite grain growth yield the activation energy of Q=191.8±22.6 kJ/mol and the pre-exponent of $k_0=10^{-10.3\pm0.79}$ $m^{2.6}s^{-1}$. The obtained grain growth of albite is four or five orders of magnitude slower than that of anorthite. Once fine-grained feldspar is formed, these grains do not grow even after 1 million year even at the temperature of 700 ºC according to our anhydrous grain growth law. The extremely slow grain growth of albite found in this study can be explained by loading of grain boundary migration by a dragging force exerted by solute impurity atoms. To apply our results to the natural conditions, the grain growth law under anhydrous conditions was estimated based on several previous studies. Even under hydrous conditions, grain growth is very slow in the middle to upper crust. It can be considered that this slow grain growth affects the mechanical behaviour of crustal rocks and results in the maintenance of shear zones for long period in the crust.

Dresen, G., Wang, G. and Bai, Q.: Tectonophysics, 258, 251–262.

Keywords: Albite, Grain Growth, Crustal Rheology, Plagioclase

Poster | R18 [Regular Session]Environmental geology

[1poster61-62] R18 [Regular Session]Environmental geology

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R18-P-1] (entry) Underground structures seen from the characteristics of groundwater in northwestern Kagoshima Prefecture

*Yoshimasa Ishitani[1], Yujin Kitamura[1], Kuniyo Kawabata[2], Hitoshi Kodamatani[1] （1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institution for Comprehensive Education Center for General Education, Kagoshima University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R18-P-2] (entry) Monthly variation in Radon concentration from the samples of hot spring water around Aira caldera

*Yujin Kitamura[1], Yamato Tateoka, Yuki Tamachi[4], Kuniyo Kawabata[3], Yoshimasa Ishitani[1], Shoichiro Matsuo[1], Daigo Ito[2], Ryo Terasawa[2] （1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, 3. Center for General Education, Institute for Comprehensive Education, Kagoshima University, 4. Japan Meteological Agency）

4:30 PM - 7:00 PM

(entry) Underground structures seen from the characteristics of groundwater in northwestern Kagoshima Prefecture

*Yoshimasa Ishitani[1], Yujin Kitamura[1], Kuniyo Kawabata[2], Hitoshi Kodamatani[1]

1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institution for Comprehensive Education Center for General Education, Kagoshima University

1. はじめに

温泉水を含めた地下水にはさまざまな成分が溶存しており, それらを用いて地下の状況について議論を行うことが可能である. ラドン濃度を用いたその掘削深度における母岩や断層に関する研究やLi^-やCl^-を用いたスラブ起源深部流体に関する研究(風早他,2014)などをはじめとしてこのような研究は世界中で数多く行われている. 本研究は鹿児島県北西部で温泉水採取を行い，それらの分析結果における特徴をまとめ, その周辺の断層などの地下構造との関係を議論した.

2. 方法

鹿児島県北西部に位置する出水断層帯, 市木断層帯の周辺から温泉地をランダムに選定し，それぞれ10箇所ずつ程度試料の採取を行った．採取に用いる必要な容器を用意し，全て気泡が入らないように採取した．採取した試料は研究室に持ち帰り, ラドンと溶存イオンの分析を行った(川端他,2019). 水素同位体と酸素同位体の分析は昭光サイエンス株式会社に依頼した.

3. 結果と考察

出水断層帯と市木断層帯の各周辺地域でラドン濃度が最も高かった地点は花崗岩帯の直上または近傍に見られることから, 花崗岩帯または花崗岩体を起源とする地下水ではラドン濃度が非常に高くなることが推定される(歳弘他,1996). またKGW_20_01, 02, 03は断層近傍に位置しているがラドンは低濃度であることに加え, KGW_20_12でもラドンは低濃度であることから, これらの地点は堆積岩からなる四万十層群に達していることがそのラドン濃度の要因の一つと考えられる. 加えてKGW_20_01, 02, 03の結果と市木断層帯の活動記録を照らし合わせると, この断層帯があまり活動的ではなく亀裂や歪みが少ないことが考えられる(脇田,1996). 水素酸素同位体の分析結果では天水線から大きく外れている地点は見られないことが, 市木断層帯周辺の試料は出水断層帯周辺よりもプラス側に位置していることから, 海水の混入が多いことが考えられる. また溶存イオンを用いた水質分析では市木断層周辺の試料の多くはNa-Cl型に位置しており, Br/Clについても海水に近いものが多い(今橋,1996).

4. まとめ

本研究ではラドン, 溶存イオン, 水素酸素同位体を用いて温泉水と地質構造の関係について考察を行ったが, このような研究でよく用いられる$^3He/^4He$など希ガスの分析を行い, 火山との関連も見る必要がある。またサンプル数が充分とは言えないため, さらに多くの試料の分析が望まれる.

引用文献

今橋 正征 (1996) : 天然水の臭化物イオン含量, 安全工学, **35(5)**, 328-336

風早 康平・高橋 正明・安原 正也・西尾 嘉朗・稲村 明彦・森川 徳敏・佐藤 努・高橋 浩・北岡 豪一・大沢 信二・尾山 洋一・大和田 道子・塚本 斉・堀口 桂香・戸崎 裕貴・切田 司 (2014) : 西南日本におけるスラブ起源深部流体の分布と特徴, 日本水文科学会誌, **44**, 3-16

川端 訓代・北村 有迅・冨安 卓滋 (2019) : ポリエチレン保存容器から大気への拡散を考慮した水中ラドン濃度推定法の開発, 分析化学, **68**, 333-338

木村 重彦 (1978) : 水中ラドン濃度の測定とその応用 (I)水文学, RADIOISOTOPES, **27**, 740-746

歳弘 克史・藤原 美智子・畠中 啓治 (1996) : 山口県における地下水中のラドン濃度, 山口衛生研業報, 17, 22-25

脇田 宏 (1996) : ラドン観測と地震予知, 保健物理, **31(2)**, 215-222

Keywords: Hot spring , Radon , Izumi fault

(entry) Monthly variation in Radon concentration from the samples of hot spring water around Aira caldera

*Yujin Kitamura[1], Yamato Tateoka, Yuki Tamachi[4], Kuniyo Kawabata[3], Yoshimasa Ishitani[1], Shoichiro Matsuo[1], Daigo Ito[2], Ryo Terasawa[2]

1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, 3. Center for General Education, Institute for Comprehensive Education, Kagoshima University, 4. Japan Meteological Agency

温泉水中には多くのイオン，ガスが溶存しておりそれらを基に流体の起源や流路，地下の地質構造，地殻変動について等様々な考察がなされてきた．本研究では，2019年7月から行われている姶良カルデラ周辺温泉定期観測のデータを用い，以前行われた田町（2020）の研究も踏まえ，流体の起源や観測値の変動に関して観測データの増分を含めて考察することが目的である．
本研究では温泉水の定期観測を2019年7月から月1回間隔で行った．桜島島内 (St.1, St.2), 垂水市(St.3), 鹿児島市街(St.4, St.5)2020年4月から霧島市福山(St.6)で試料水のサンプリングを行った．試料の^{222}Rn 濃度は研究室にて静電式ラドン測定器(RTM1688-2; SARAD)を用いて即日分析を行った．
水中^{222}Rn濃度は数十Bq/m^3～数十万Bq/m^{3}とかなり幅広い値を検出した．また水中^{222}Rn濃度はサンプリングポイントや採取した時期によりかなり大きな違いが認められる．特にSt.3では常にほかのサンプリングポイントよりも大きい水中^{222}Rn濃度を検出しており，St.4やSt.5では安定した水中^{222}Rn濃度が検出されていおり，その大小は2019年7月を除いてSt.5のほうがSt.4より高い水中^{222}Rn濃度が検出された．St.3の高濃度の^{222}Rn濃度は，多孔質を含む地層を流路としている，もしくはSiO_2を多量に含む岩を流路とする可能性が考えられる。 また，水中^{222}Rn濃度と溶存イオンや水素同位体比，酸素同位体比，炭素同位体比，ヘリウム，ネオン（未公表データ）とは相関関係が認められないことから，水中^{222}Rn濃度は強い独立性をもつ成分であることが言える．
温泉水中に含まれるイオンや溶存ガスの値から姶良カルデラにおける地球化学的シグナルを検出し，軽元素同位体比や^{222}Rn濃度から姶良カルデラ周辺の地質構造や桜島火山との関係を推定した．垂水市(St.3)において，高^{222}Rn濃度から，近傍に存在する高隈山の花崗岩由来の可能性が考えられ，また^{222}RnとNa^+，Cl^-の変動の同期から，古海水を帯水層とする新たな裂罅から流体が断続的に供給されているのではないかと考えられる．今後も，定期観測による新たなデータを追加していくことで，考察の信頼性を向上させていく事が望まれる．

引用文献

田町勇気(2020MS)姶良カルデラ周辺域における温泉水の地球科学的シグナル時空間分布, 鹿児島大学卒業論文, 85 pp.

Keywords: hot spring, Radon concentration, Sakurajima, Crustal fluid

Poster | R19 [Regular Session]Engineering geology and non-tectonic structures

[1poster63-67] R19 [Regular Session]Engineering geology and non-tectonic structures

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R19-P-2] The subsurface geology and site amplification map in Azumino City, Nagano Pref.

*Tatsuro Tsugane[1], Tomoyoshi Kosaka, Yoshinori Furumoto[2], Shinshu-Univ. Ground Motion Research Group （1. Shinshu Univ., 2. Nagano National College of Technology）

4:30 PM - 7:00 PM

[R19-P-3] Silica Mineral Phases of the Paleo-Submarine Landslide Outcrops at Yokote City, Akita, NE Japan

*Hiroki Hayashi[1] （1. Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)）

4:30 PM - 7:00 PM

[R19-P-4] Formation process of crack filling Mn-hydro-oxide by strong weathering

*Eiji Nakata Nakata[1], Takehiro Ohta[2], Motoyuki Suzuki[2] （1. Central Research Institute of Electric Power Industry , 2. Yamaguchi University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R19-P-5] (entry) Luminescence dating of feldspar in the fault zone of the active Futagawa fault

*Youji MATSUOKA[1], Kiyokazu OOHASHI[1], Toru TAMURA[2], Sumiko TSUKAMOTO[3] （1. Yamaguchi Univ., 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Leibniz Institute for Applied Geophysics）

4:30 PM - 7:00 PM

The subsurface geology and site amplification map in Azumino City, Nagano Pref.

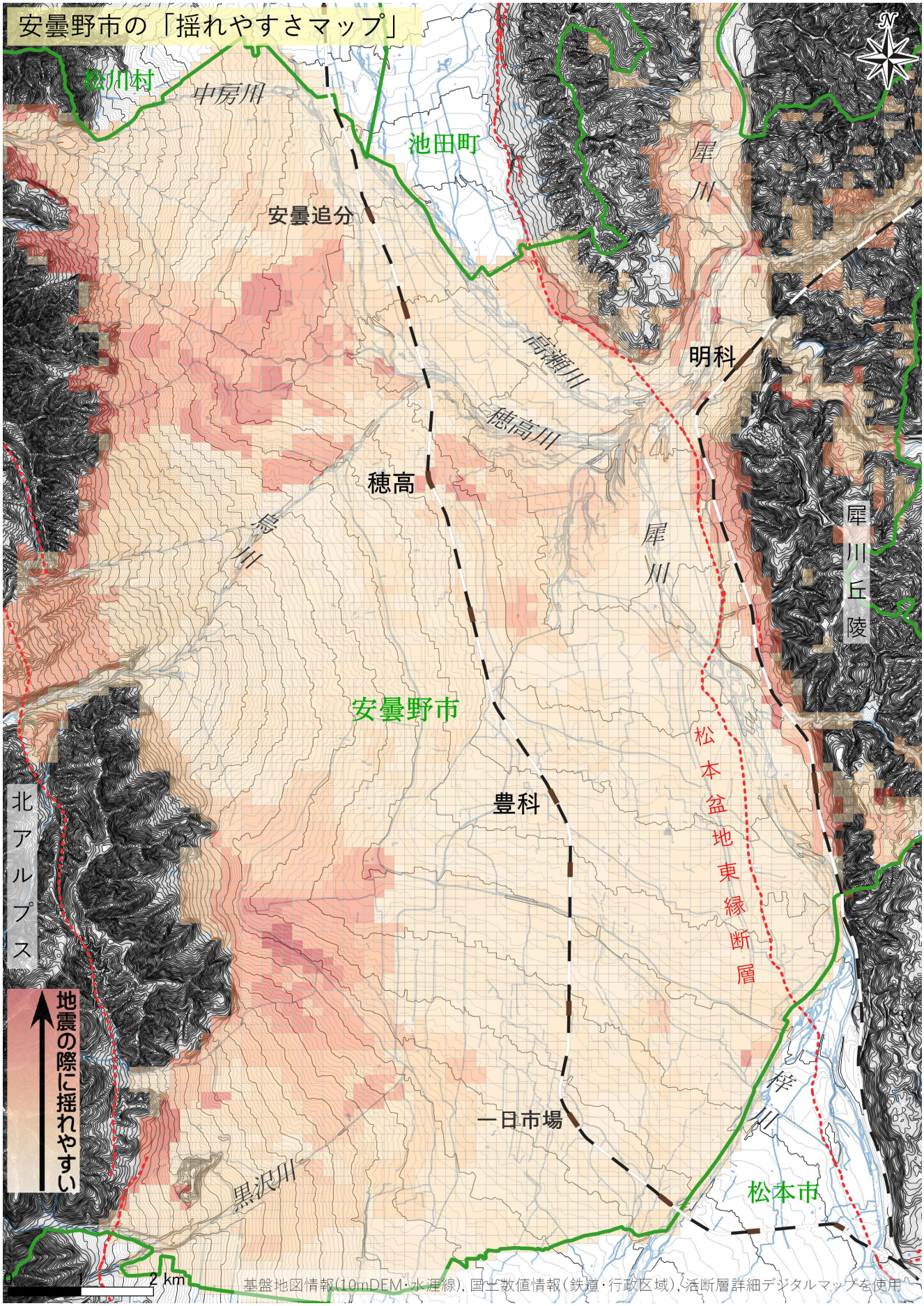
*Tatsuro Tsugane[1], Tomoyoshi Kosaka, Yoshinori Furumoto[2], Shinshu-Univ. Ground Motion Research Group

1. Shinshu Univ., 2. Nagano National College of Technology

平成23年6月30日に長野県松本市の市街地で発生したM5.4の被害地震（630松本地震）から10年の間，我々は，松本盆地地域の地盤の調査を行ってきた．平成24･25年には松本市との共同事業[1)]，平成26･27年の大町市との事業[2)]として両市の揺れやすさマップや地盤図などを作成したのに続き，平成30･31（令和元）年度は安曇野市との事業として揺れやすさマップや伏在断層分布図等を作成した[3)]．
安曇野市は西から北アルプス，松本盆地，犀川丘陵にまたがり，盆地東縁部には松本盆地東縁断層（糸魚川-静岡構造線断層帯）が位置する．安曇野市が従来市民に配布していた揺れやすさマップは，長野県が平成27年に作成した「糸魚川-静岡構造線断層帯（全体）を震源とする地震」（想定M8.5）が発生した場合の震度分布図[4)]であった．この分布図は250mメッシュで，居住地域での揺れやすさは，ほぼ南北方方向の帯状区分（震度6強～5弱）であり，その土地の成り立ちや地質構成を反映した揺れやすさの差異は表現されていない．630松本地震の際，松本市では狭い範囲でも震度3～6強までの揺れが確認されており[5)]，我々の作成した揺れやすさマップからも地盤の違いが揺れに反映されていることが明らかである．
　揺れやすさは表層地盤による地震波の増幅率の違いで決まる（軟弱な地盤程揺れやすい）．県の調査[4)]で使用された安曇野市のボーリングデータは333本であったが，我々は同地域でその4倍強の1364本のボーリングデータを収集した．データ数を増やしたことで，メッシュサイズは250mを基本としながら地形・地盤の複雑さに応じて125mメッシュにまで細分し，2サイズの混合の詳細な地盤モデルの作成が可能となった．揺れやすさマップは，特定の地震を想定せず，各メッシュに兵庫県南部地震(M7.3)相当の地震波を入力し算出された震度値を図化した．その際，震度階には変換せず，多段階の色調表現を採用しているのが特徴である．こう表現にすることによって，巨大地震では一様の揺れやすさに区分される地域の中にあっても，盆地直下のどこで起こるかわからない，中規模の地震の際に，より強く揺れる可能性のある地域（①～④）をあぶり出すことができた．地盤の違いによる揺れ方の違いを明示しておくことは防災・減災のうえで重要である．
　以下に各地域の揺れを増幅する堆積物について述べる．
①松本盆地東縁の段丘上；犀川丘陵を起源とする多くの小規模な扇状地中にはN値10以下の砂~泥が10m以上堆積している部分もある．
②松本盆地西部の扇状地間の低地；黒沢川,烏川,中房川の各扇状地間の低地から扇端の一部には軟弱な堆積物が5m以上堆積していることが多く，烏川，中房川扇状地間では，有明花崗岩起源のマサ土起源の砂~シルトが特徴的である．
③黒沢川扇状地上；砂礫層中にシルト質堆積物を互層状に挟在する地域が見られ，N値5以下のロームを複数挟むこともある．
④三川（穂高川・高瀬川・犀川）合流域付近の氾濫原；砂礫層中にN値5以下の砂層やシルト層を不規則に挟み，時に有機質土を挟在する．

引用文献：1) 信州大学震動調査グループ(2014)「揺れやすさマップ」を活かして地震に備える．2) 信州大学震動調査グループ(2016) 大町市の地震動と地盤に関する調査報告書．3) 信州大学震動調査グループ(2020) 安曇野市地盤と地震動に関する調査報告書．4) 長野県(2015) 第3次長野県地震被害想定調査報告書．5) 信州大学震動調査グループ(2013)「あっ，地震だ」その時、どう揺れた？
信州大学震動調査グループ； 遠藤正孝･古本吉倫･原田晋太郎･原山 智･井関芳郎･北沢淳史･小松宏昭･小坂共栄(代表)･松下英次･宮沢洋介･小野和行･太田勝一･塩野敏昭･土本俊和･津金達郎･富樫均･高橋康･竹下欣宏･田中俊廣･田邉政貴･山浦直人･矢野孝雄･吉田孝紀

Keywords: seismic hazard map, borehole log, geological model, weak ground, Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line active fault zone, Matsumoto-bonchi-toen fault



Silica Mineral Phases of the Paleo-Submarine Landslide Outcrops at Yokote City, Akita, NE Japan

*Hiroki Hayashi[1]

1. Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)

はじめに

断層が構造性の断層であるか非構造性の断層であるかを特定することは，その断層が将来に活動するかどうかを判断する上で重要である．近年，国内において断層破砕物質の面構造や粘土鉱物含有量を用いた断層面と地すべり面の判別の試みがなされているが(脇坂ほか, 2012;中村, 2017)，信頼性の高い評価手法は確立していない．また，これらの研究対象は現世の陸上地すべりであり，新第三紀など地質時代に発生した海底地すべり（古海底地すべり）のすべり面と構造性の断層面との判別に関する研究事例はない．

今回，すべり面の鉱物学的性質から構造性の断層面と古海底地すべり面との判別手法を検討することを目的に，秋田県横手市で報告例のある新第三紀の古海底地すべり及び出羽丘陵北部の正断層(藤岡ほか, 1976)を対象に調査を行った．

横手市の古海底地すべり露頭（新露頭）と出羽丘陵北部の断層露頭

秋田県横手市南部には層状珪質泥岩と白色凝灰岩の互層からなる後期中新統～鮮新統の山内層及び相野々層が分布し，それぞれ秋田－山形堆積盆の女川層及び船川層に対比される．東方の真昼山地における緩い褶曲構造，横手市南部の盆地東縁に発達する層状泥岩の過褶曲等の多様な構造，さらに盆地内で泥岩角礫を取り込んだ凝灰岩が見られることから，阿部ほか(2005)はこれらの構造の成因を凝灰岩形成時の海底地すべりによるものと考えた．

今回，横手市南部において層状珪質泥岩と白色凝灰岩の互層からなる2ヶ所の新露頭を記載した．これらの露頭は向斜翼部の階段状すべり面，上盤側に多くの小断層が発達し粘土層を伴う層面すべり，地層の急激な褶曲・逆転といった特徴を示し，いずれも古海底地すべりによるものと推定される．

また，藤岡ほか(1976)で報告されている出羽丘陵北部の断層について断層トレース上で露頭探索を行い，ほぼ直立した層状黒色泥岩中に最大で幅数十cmのガウジを伴う断層を記載した．本断層は南北走向でほぼ鉛直であり，北に36°プランジした条線を示すほか，地層の引きずりから西側低下の変位が推定される．

鉱物組成

横手市の露頭及び断層露頭について，各すべり面の破砕部又はガウジと整然層の試料をそれぞれ複数採取し，XRDによる鉱物組成の分析を行った（図）．分析は新潟大学理学部のRigaku製ultima IVで行い，CuKα線源，管電圧40kV，管電流40mAで岩石試料粉末の不定方位分析を行った．鉱物種の同定に当たってはSEM-EDSによる元素分析結果も参考とした．

横手市の露頭の珪質泥岩はほぼ石英のみからなり，凝灰質な部分は少量のオパールC，斜長石及び粘土鉱物を含む．凝灰岩は石英，オパールC，斜長石，斜プチロル沸石及び粘土鉱物からなる．両岩相ともすべり面の破砕部分では全体的に石英が支配的となるが，原岩が凝灰質な場合には粘土鉱物の増加，斜長石及び斜プチロル沸石の減少，オパールCのピークの消失といった鉱物組成の変化が見られる．

断層露頭の黒色泥岩はオパールCないしオパールCTと石英のピークが顕著であり，有意量の粘土鉱物と少量の斜長石及び斜プチロル沸石を伴う．ガウジ部分では粘土鉱物が支配的となるが，それ以外の鉱物組成に大きな違いは見られない．

考察とまとめ

横手市の古海底地すべり露頭では凝灰岩（整然層）中のオパールCがすべり面破砕部で消失したが，出羽丘陵の構造性断層（整然層・ガウジ）でそのような傾向は確認されなかった．この原因は検討中であるが，①高温流体の流入等による温度上昇でオパールC又はオパールCTの石英への相変化が促進された，②すべり面が水

みちとなり続成作用中の珪質セメントの形成が阻害された，③天水によりオパールCが選択的に溶脱した等の可能性が考えられる．

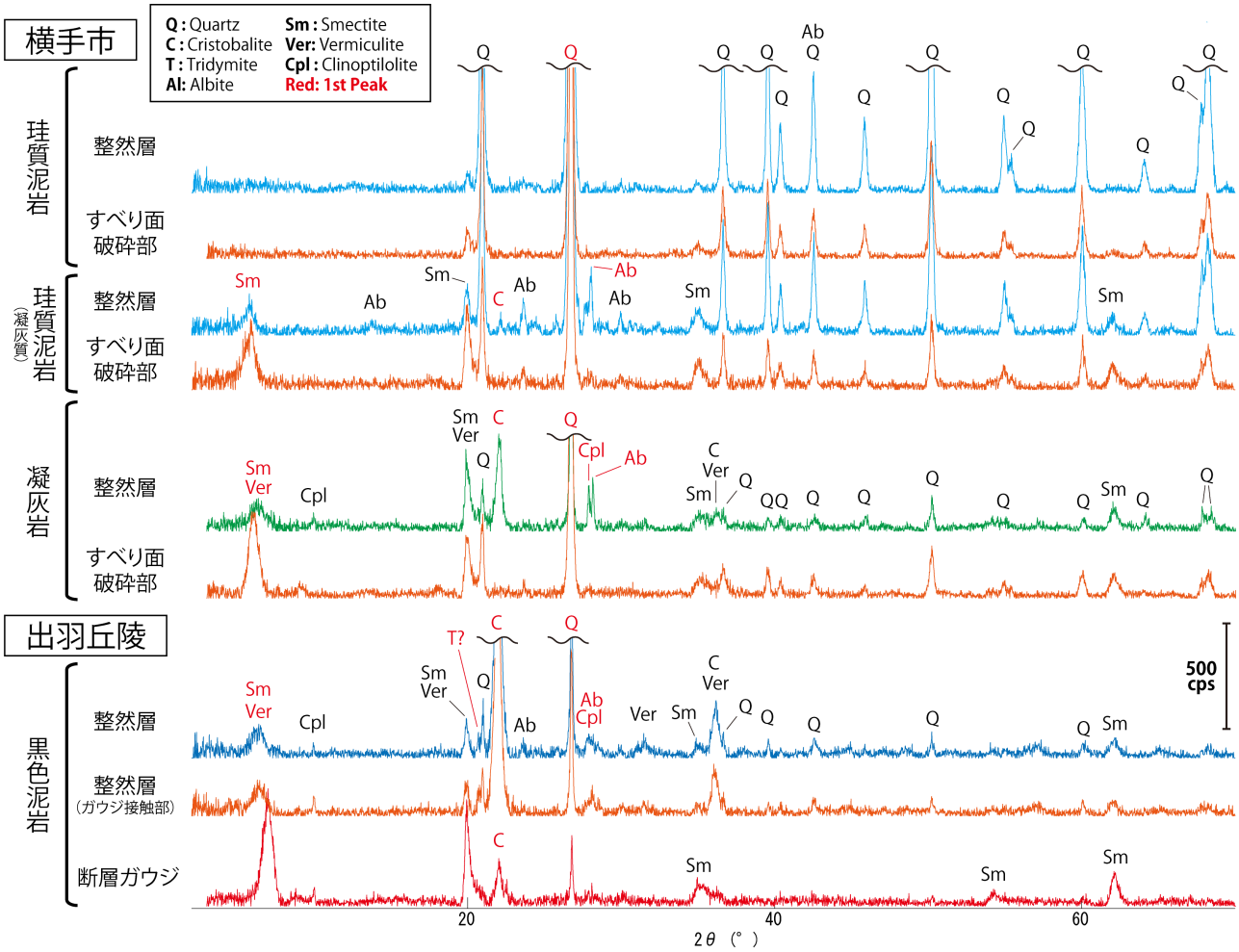
以上のように，すべり面（断層）破砕部分のシリカ鉱物相を古海底地すべり面と構造性断層の判別指標として利用できる可能性が示された．今後は詳細な鉱物相分布や微細組織の把握，成因の解明，異なる岩相への適用性等を検討する予定である．

文献

脇坂ほか,2012,応用地質,52,6,231-247. 中村,2017,地すべり学会誌,54,2,37-45. 藤岡ほか,1976,5万分の1図幅,羽後和田地域の地質. 阿部ほか,2005,地すべり学会誌,41,5,447-457.

図　各露頭試料のXRD分析結果

Keywords: Paleo-Submarine Landslide, Silica Mineral, Opal-C



Formation process of crack filling Mn-hydro-oxide by strong weathering

*Eiji Nakata Nakata[1], Takehiro Ohta[2], Motoyuki Suzuki[2]

1. Central Research Institute of Electric Power Industry , 2. Yamaguchi University

1、はじめに
節理等の割れ目には黒色で幅1 mm から10 mmのマンガン水酸化物が生成していることが多い。山本ほか（2001）は割れ目を充填するマンガン水酸化物を黒色脈と呼び、法面崩落のすべり面になると報告している。中田・太田（2019）は、実際にマンガン水酸化物の表面に滑りの痕跡を示す条線が認められる例を紹介した。このようなマンガン水酸化物はシャーペンの芯でも削ることができるほど柔らかく、弱面となる。 今回、マンガン(Mn)の起源とマンガン水酸化物の成因について考察を行い、法面斜面崩壊や地すべりとの関係について紹介を行う。

2、地質概要
調査は山口県西部の下関市豊田町で行った。当該地点には前期白亜紀に堆積した関門層群が分布している。関門層群は韓国慶尚層群に対比され、国内最大の非海成堆積体の一つとされ（歌田・澤田、2005）、礫岩砂岩主体で下位（東部）の脇野亜層群から火山岩主体の下関亜層群（西部）に移り変わっている。赤色強風化岩（以下サプロライト）は下関亜層群の安山岩溶岩を主体とする火砕岩類で認められ、風化帯の厚さはおよそ40 mに及んでいる。 2020年に開削した法面において表層から深部に向かってO層、A層、B層、C層の良好な風化断面が観察できる。A層（厚さ1～2 m）は開口割れ目が発達し、粘土質でマンガン水酸化物は認められない。表層からC層のサプロライトまでの厚さは、およそ3 mで、C層は新　鮮な安山岩まで40 m前後連続している。他方、B層は厚さ0.5～1mでやや灰色を帯び、A層とC層の間に分布している。A層には僅かにギブサイトが認められ、強く赤色風化したC層ではカオリナイトとハロイサイトが認められる。この新しい法面ではマンガン水酸化物に条線は少ない。 一方、1990年に開削された法面ではマンガン水酸化物に充填された割れ目に、斜面方向に条線が多く発達し、一部に重力性のすべりを思わせる円弧状の形状も形成されている(図1)。

3、マンガン水酸化物の産状とMn含有量
マンガン水酸化物はB層から深部に増加し始め、反対にC層上部から深部に向かって出現頻度が減少し、深部では節理に沿って斑点状にも産出する。C層上部では節理中央部を幅1㎜程度のマンガン水酸化物が埋め、その周辺1㎜前後が白色化し、赤色化したサプロライトに移り変わっている。マンガン水酸化物中のMnOとFe_2O_3含有量はそれぞれ3.4%と10.4%であった。

4、マンガン水酸化物の成因
安山岩は磁鉄鉱を含む単斜輝石安山岩である。帯磁率は新鮮安山岩に比べて赤色化したサプロライトの方が小さく、風化作用によって強磁性体である磁鉄鉱が、常磁性体の酸化鉄に変化している。新鮮な安山岩に含まれる磁鉄鉱の組成は$Mn_{0.2}Ti_{0.6}Fe_{2.3}O_4$（チタノマグネタイト）であり、MnOを3～4%含んでいる。一方、サプロライト化した安山岩中では磁鉄鉱は赤色帯びた不透明鉱物として認められ、MnO含有量が0.1%に減少している。帯磁率の減少と磁鉄鉱の赤色化、Mnの溶出は整合しており、Mnの供給源は磁鉄鉱であると判断できる。溶出実験ではpHの低い溶液の方が新鮮な安山岩からのMnの溶出量と溶出速度が大きい。この傾向は風化帯を流下している地表水中のMn濃度が大きいこととも一致している。マンガン水酸化物の周辺の白色化した部分にはカオリナイトが生成している。カオリナイトは低pH溶液下で生成することが知られている。Mnイオンは大気と平衡するCO_2に富む低pHの地下水が安山岩中の磁鉄鉱を溶解させたことにより供給された。その後、Mnに富む表層水は割れ目を浸透し最初にカオリナイトを晶出させ、続いてMn、Feが割れ目に浸透することで、Mn、Feが沈殿したと推察する。

5、まとめ
割れ目を充填する黒いマンガン水酸化物が多く認められる赤色強風化部でMnの供給源と成因に関して推察を行った。Mnは磁鉄鉱（チタノマグネタイト）に多く含まれており、風化作用を受け溶出している。溶液中のMn濃度、Mn溶出速度は低pH溶液中で大きくなることから、Mnは風化によって表層水中に溶出し、割れ目に侵入し沈殿したと推察できる。 黒色で割れ目をフィルム状に充填するマンガン水酸化物は軟質である。一面せん断強度も低いとの報告がされている（山本ほか、2001）。このようなマンガン水酸物が充填する割れ目が多いと、崩落や地すべりの発生する場合があると推察する。

参考文献 中田・太田（2019）応用地質学会講演集（令和元年度） 山本ほか (2001)地すべり 37, 49-57. 歌田・澤田（2005）地質学雑誌、111、206-216.

Keywords: Weathering, Manganese hydroxide, landslide

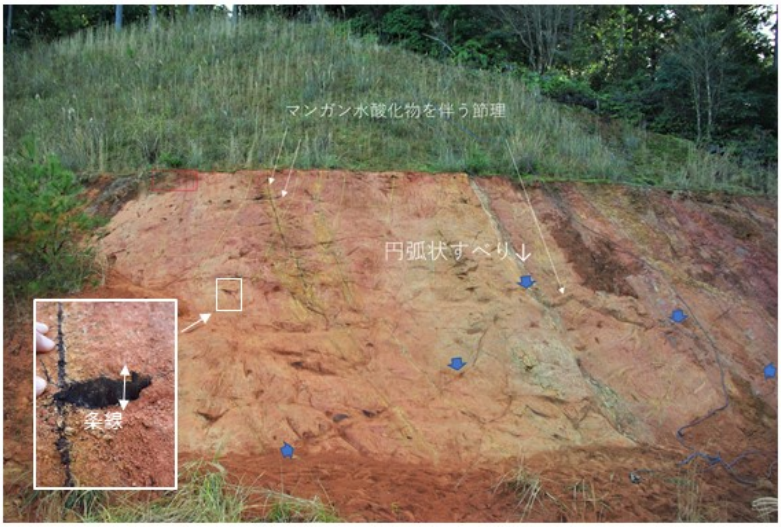


図１　下関亜層群（安山岩）の赤色強風化部とマンガン水酸化物

(entry) Luminescence dating of feldspar in the fault zone of the active Futagawa fault

*Youji MATSUOKA[1], Kiyokazu OOHASHI[1], Toru TAMURA[2], Sumiko TSUKAMOTO[3]

1. Yamaguchi Univ., 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Leibniz Institute for Applied Geophysics

はじめに
ルミネッセンス年代測定法は，鉱物中の自然放射線に由来する捕獲電子が熱や光の刺激を受け再結合することを利用した年代測定法である(奥村・下岡, 2011)．ルミネッセンス信号が熱によってリセットすることから，ルミネッセンス年代測定法を活断層の活動年代測定に利用できる可能性が唱えられており，実際にKim et al.(2019)やOohashi et al.(2020)などの高速摩擦試験の結果からルミネッセンス信号のリセットが確認されている．天然の断層帯で地震とルミネッセンス信号のリセットの関連性を明らかにするためには，(1) 最新活動時期とその時のすべりパラメータ（例えばすべり速度やすべり量），(2) 最新活動面，(3)熱水などの地震とは関係ないルミネッセンス信号のリセット要因がないこと，の以上3点がわかっている必要がある．
本研究では，これらの情報が既知である，2016年熊本地震を引き起こした布田川断層の露頭より採取した試料を用いて，ルミネッセンス年代測定を行った．

布田川断層の等価線量値
本研究では，大橋・田村 (2016)で最新すべり面が報告された布田川断層の露頭に暗幕をかけ，遮光状態で断層ガウジ試料，断層角礫試料，母岩である阿蘇-4火砕流堆積物(断層から3 m及び30 m離れた地点)を採取した．断層角礫試料はブロック状で採取し，暗室ですべり面からの距離に応じて1 cmごとにサブサンプリングを行った．
最初に手でほぐした試料を流水下でふるいにかけ，73～125 μmの粒子を得た．次に，比重2.58~2.63 g/cm³の長石を得るために，2.63 g/cm³の重液を用いて重鉱物を除去し，次いで2.58 g/cm³の重液を用いて火山ガラスなどの軽鉱物を除去した．最後に，マグネティックセパレーターで磁性鉱物を分離し，長石を抽出した．本研究で用いた断層試料および母岩（阿蘇-4火砕流堆積物）に含まれる長石はXRD測定よりAnorthiteが大部分であり，少量のOrthoclaseが存在していた．
ルミネッセンス測定は産業技術総合研究所のRisø TL/OSL reader を用いpIRIR法で測定した．また，pIRIR法の測定プロトコルのうち低温で励起光を当てる際にIR測定も実施した．今回の測定は長石試料であるため，人工太陽を用いたフェーディングテストも実施した．
フェーディングテストの結果より,フェーディング率を表すg値はIRで平均11.9±3.4 %/decadeと大きな値であるのに対し， pIRIRは平均1.2±1.0 %/decadeであった．フェーディング補正後の等価線量値は，pIRIRで約170～185 Gy，IRで約90～120 Gyの範囲で求められた．等価線量値はすべり面からの距離とは関係なく全体として一様であったことから，年代値はほとんど同じ値を示すと考えられる．これは，2016年熊本地震および古地震学的に求められている過去数回の活動で，ルミネッセンス信号が完全リセットされなかったことを意味する．

参考文献
Kim et al. (2019). Tectonophysics 769 (2019) 228191.
Oohashi et al. (2020). Journal of Geophysical Research Volume125, Issue10 October 2020, https://doi.org/10.1029/2020JB019900
大橋聖和・田村友識. (2016). 2016年熊本地震で動いた布田川断層の活断層露頭. 地質学雑誌, 122.
奥村輔・下岡順直. (2011). ルミネッセンス年代値を開始するための心得. 地質技術, 1, 5-17.

Keywords: Luminescence dating, fault, earthquake, feldspar

Poster | R20 [Regular Session]Geoscience Education/History of Geoscience

[1poster68-70] R20 [Regular Session]Geoscience Education/History of Geoscience

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R20-P-1] Geology in Japan just after the WWII

*Michiko dvan Yajima[1] （1. Tokyo Metropolitan University）

4:30 PM - 7:00 PM

[R20-P-2] Practice of Earth Science-based Inquiry Activities in High School

*Kazuya Kawakatsu[1] （1. Hyogo Prefectural Himejihigashi Senior High School）

4:30 PM - 7:00 PM

[R20-P-3] Studying field geology in the Himalaya-Highlights of the 9th Student Himalayan Field Exercise Tour in March 2020 and invitation to the 10th exercise tour in 2022

*Masaru Yoshida[1,2], Student Himalayan Field Exercise Project （1. Gondwana Institute for Geology and Environment, 2. Tribhuvan University(Emeritus Professor)）

4:30 PM - 7:00 PM

Geology in Japan just after the WWII

*Michiko dvan Yajima[1]

1. Tokyo Metropolitan University

戦後すぐの日本の地質学はGHQがリードしていたことを明らかにした。1945年12月16日と1946年6月9日に東京帝国大学理学部にて在都日米地学者交歓会が行われ、GHQ内のスタンフォード大学のスケンク（H.G. Schenk, 1897–1960）が主導的立場に立った。1946年より日本地質学会は活動を開始し、1947年5月には京都大学理学部で日本地質学会が開催され、やはりスケンクが指導した。 エネルギー資源としての石油探鉱、石炭探鉱は重要で、アメリカの占領政策と共同でPEAC（石油開発促進委員会）、CEAC（炭田探査審議会）という組織を通して1947年から開始された。朝鮮半島、中国北部（満州）に多く進出していた地質学者たちは、GHQの要請もあり、帰国して外地での地質研究をまとめた。米国地質調査所出張所の協力もあり、1952年4月には東亜地質鉱産誌3巻1991頁の大著が出版され、1954～1960年には東亜地質図が東京地学協会から刊行された。

Keywords: WWII, H.G. Schenk, PEAC, CEAC

Practice of Earth Science-based Inquiry Activities in High School

*Kazuya Kawakatsu[1]

1. Hyogo Prefectural Himejihigashi Senior High School

１　高校生に求められる資質や能力とは何か

現代は、与えられた課題を正確に解くだけではなく、自ら課題を設定し、解決の道筋を考えて解決する能力や議論する力が求められており、「探究」が新学習指導要領に取り入れられている。また、優れた女子生徒の発掘・育成や、社会人として必要な科学倫理観の育成にも注力されている。

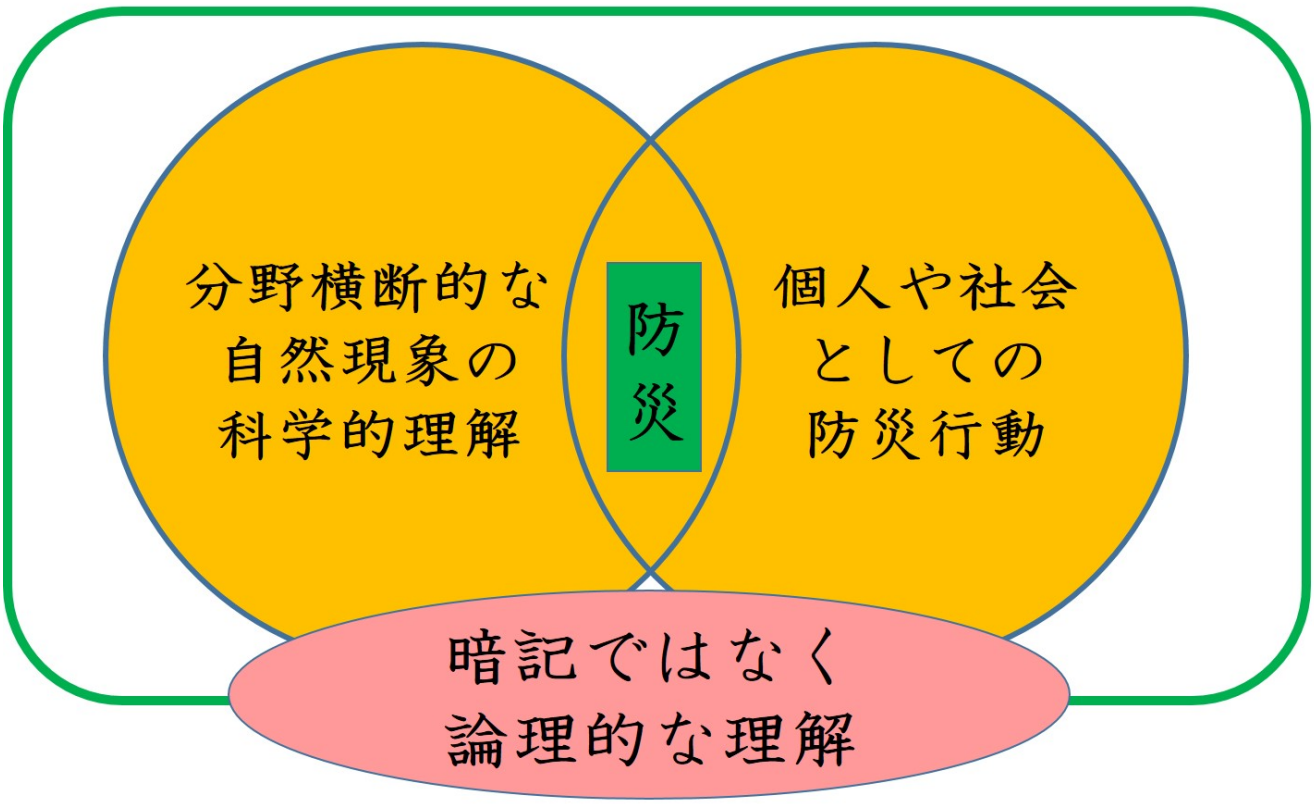
２　スーパーサイエンスハイスクール指定で目指すこと

本校は令和2年度から5年間、文部科学省よりスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の指定を受け、これらの研究課題に取り組む事業を展開している。特筆すべき活動として、（１）１年次生全員（280名）に「自然科学探究基礎」で、地学分野を基礎にした分野横断的な自然科学教育をおこなう、（２）１年次生全員で「理数探究基礎」（課題研究／１単位）に取り組む（２年次生理系で２単位、３年次生理系で１単位）、（３）２年次生理系で「科学倫理」の課題研究に取り組む（２単位）、（４）全国の高校生を対象にした「Girl’s Expo with Science Ethics」を開催して、理系女子の研究発表や科学倫理の研究発表をおこなう、（５）希望生徒を対象に、オーストラリア野外調査（地質調査／２週間）やジョージタウン大学研修（科学倫理／１週間）をおこなう、（６）野外調査で得られた成果はAGU等の国際学会で発表する、（６）科学部の国際的な活動を強力に支援する、等が挙げられる。

３　多くの探究活動を地球科学（地学）をベースにして実施する

兵庫県は1995年に阪神淡路大震災を経験した。その後も各地で地震や火山の噴火、津波、台風など、多くの自然災害に見舞われている。我々にはそこから学んだ自然の学びや防災の教訓を継いでいく義務がある。自然災害の理解は、生きた自然の学びでもある。教科書には、ハザードマップを確認しておこう、建物を耐震構造にしておこう、避難場所と避難経路を確認しておこう、防災グッズをそろえておこうなど、防災、減災、自助、共助に関するまとまった記述があり、授業ではその部分ばかりに注目が集まる。しかし、自然災害（自然）を理解するためには、防災と科学的な自然の理解が両輪である必要がある。地学の内容は、自然科学の全領域にわたる学びに力を発揮する分野であるが、一方で地学を深く学ぶカリキュラムを有している高等学校は全国でも数少ない。「自然科学探究基礎」で複眼的、広域的視点に基づく自然科学全般の基礎知識を習得し、さらに「理数探究基礎」（課題研究）で具体的に実践する。

Keywords: Inquiry, Basics of natural science quest, Theme Research, Super Science High School, Science Ethics



Studying field geology in the Himalaya-Highlights of the 9th Student Himalayan Field Exercise Tour in March 2020 and invitation to the 10th exercise tour in 2022

*Masaru Yoshida[1,2], Student Himalayan Field Exercise Project

1. Gondwana Institute for Geology and Environment, 2. Tribhuvan University(Emeritus Professor)

第9回学生のヒマラヤ野外実習ツアー（SHET-9）は今年の3月上旬に15日間、例年通りのプログラムで実施された。当初の参加登録者は定員オーバーの26人であったが、コロナウイルス問題のため出発直前に16人がキャンセルし、実際の参加者は学生7人と一般3人の合計10人であった。学生は北大、山形大、信州大、千葉大、横浜国大と名大で、一般は全員秋川流域ジオの会所属であった。 3月6日から１０日間の野外実習ツアーは、例年通りカトマンズ（2泊、予習セミナと市内ツアー）～ポカラ（泊）～カロパニ（泊）～カグベニ（泊、ムクチナート往復）～カロパニ（泊）～タトパニ（泊）～ポカラ（2泊）～タンセン（泊）～ルンビニ（泊）～カトマンズ（2泊、総括セミナーと市内ツアー）の旅程であった。 野外ツアー中は殆ど毎日天気がよく、ヒマラヤの眺望に恵まれた。露頭状態もよく、見事な化石やカイヤナイト片麻岩が採集できた。ポスターではこれらの写真を展示する。 第10回実習ツアーは今回と同様の内容で2022年3月４日から3月18日（前後数日程度の変更の可能性がある）に実施する予定であり、参加者募集は今年5月に開始した（下記URL）。 https://www.data-box.jp/pdir/1ec5fe91685d4c28b2fb55baf4e3aae8　なお、感染症蔓延等の問題等で日ネ両政府による渡航規制や旅行規制等がある場合には、その内容によっては1年後に延期する。 最後になりますが、本プロジェクトにご後援名義を頂いた日本地質学会ほかの6学会、ご寄付を頂いた国際ゴンドワナ研究連合（IAGR）とゴンドワナ地質環境研究所（GIGE）に謝意を表します。

写真：ダウラギリ峰をバックに、実習ツアーの一行

Keywords: Himalayan Geology, Field geology exercise tour

Poster | R23 [Regular Session]Nuclear energy and geological sciences

[1poster71-73] R23 [Regular Session]Nuclear energy and geological sciences

Sat. Sep 4, 2021 4:30 PM - 7:00 PM poster (poster)

[R23-P-1] Data Collection and Predictive Analysis of Volcanic Dykes Distribution

*Makoto KAWAMURA[1], Hua JIA[2], Yukiko KOIZUMI[2], Masakazu NIWA[1], Koji UMEDA[3] （1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Mitsubishi Materials Techno Corp., 3. Hirosaki Univ.）

4:30 PM - 7:00 PM

[R23-P-2] (entry) Assessment of the level of activity of advective transport through fractures in Neogene mudstone by comparison between stable isotope compositions of fracture and pore waters

Akihito Mochizuki[1], *Eiichi Ishii[1] （1. Japan Atomic Energy Agency）

4:30 PM - 7:00 PM

[R23-P-3] Age Constraint on the Quaternary Sediments by Terrestrial Cosmogenic ^{10}Be Analyses in the Omaezaki Area

*Hisanori Ominami[1], Koumei Nishimura[1], Eiji Nakata[2], Yuki Matsushi[3] （1. Chubu Electric Power Co.,Inc., 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University）

4:30 PM - 7:00 PM

Data Collection and Predictive Analysis of Volcanic Dykes Distribution

*Makoto KAWAMURA[1], Hua JIA[2], Yukiko KOIZUMI[2], Masakazu NIWA[1], Koji UMEDA[3]

1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Mitsubishi Materials Techno Corp., 3. Hirosaki Univ.

【背景・目的】高レベル放射性廃棄物の地層処分事業や安全規制において、火山・火成活動、深部流体、地震・断層活動、隆起・侵食といった自然現象の影響を把握するための調査・評価技術の整備は非常に重要である。火山・火成活動に関する調査・評価技術における課題の一つとして、マグマの影響範囲を把握するための技術の高度化が挙げられる。この課題に対しては、特に岩脈の発達が第四紀火山の中心から半径15 km（科学的特性マップにおける好ましくない範囲の基準）以上に及ぶ場合のデータの蓄積が求められるが、現存の火山体下に伏在している火道やそこから派生している岩脈の分布を把握することは現実的に困難である。そのため日浦ほか（2021）では、火山体が中心火道とそこから放射状に伸びる岩脈の分布を反映しているといった仮定のもと、地理情報システム（GIS）を用いた数値標高データの解析に火山体の三次元的な形状を定量的に把握するとともに、岩種、噴火タイプ、基盤標高などとの関連性について検討を行ってきた。しかしながら、本検討では解析の範囲を火山体に限定しているため、火山体を超えた岩脈についてはモデル化や評価ができないという問題がある。

野外で地質踏査をすると、第四紀火山から離れた場所でも小規模ながら岩脈が貫入している露頭が見つかることがある。このような岩脈が近傍の第四紀火山に関連するかどうかは、岩脈の広がりを評価するうえで重要となる。そこで、我々は丹念な地表踏査の結果が記載したものとして、国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター発行の地質図幅から「岩脈」を抽出し、周辺の第四紀火山との関連性について評価を試みた。

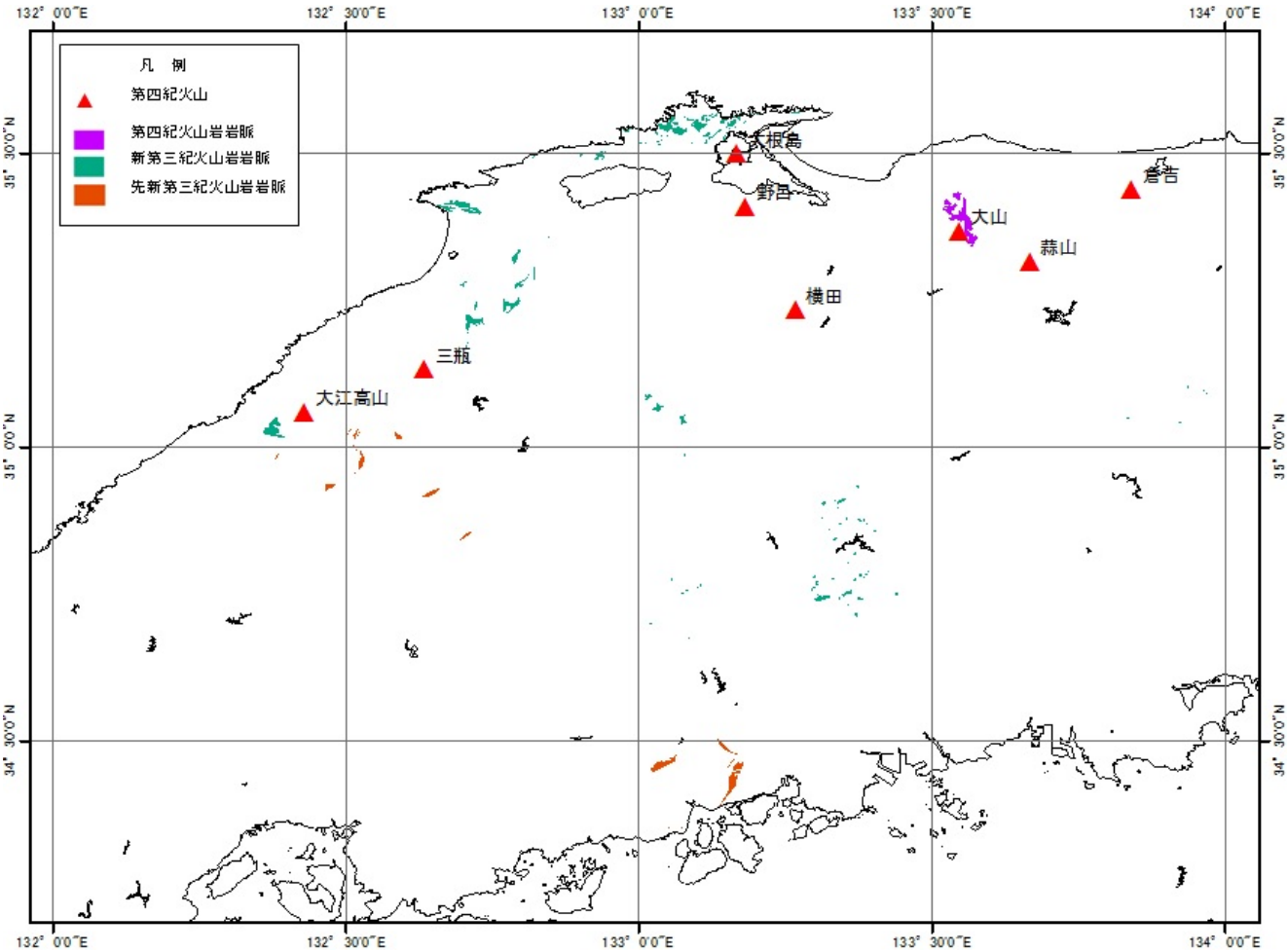
【実施内容】予察的な検討として大山を事例対象とし、20万分の1の「松江及び大社」、「高梁」、「浜田」及び「岡山及丸亀（中国地方の海岸線以北を対象）」の地質図幅を使用した。抽出対象とした「岩脈」は図幅の凡例にある「寄生火山」、「貫入岩」、「岩頸」、「岩脈」及び「岩床」を対象とした。また、データ抽出作業としては、岩脈の分布についてはデジタルでトレースを行い、GISデータを作成して白地図上に整理したうえで、「位置（緯度・経度）」、「サイズ（長径・短径など）」、「時代」、「岩型」、「岩脈が貫入している地層名、時代」及び「最寄り火山の火山名、火口からの距離」のデータを抽出した。

【結果】抽出された火山岩岩脈等の数は、「松江及び大社」が67、「高梁」が53、「浜田」が22、そして「岡山及丸亀」が9の合計151であった（添付図参照）。第四紀火山に関連する岩脈類は新期大山火山噴出物（寄生火山）に限られ、それらの分布も大山の火山体内に限られる。また、岩脈の分布はNakamura（1977）が指摘したように水平最大主応力軸（$\sigma_{H\text{-}max}$）に伸びる放射状火山岩脈を示すことや、日浦ほか（2021）で検討した地形解析結果とも整合的である。なお、添付図では大根島の近くにドレライト岩脈が抽出されているが、それらは新第三紀中新世とされており、大根島との関連性は低いと考えられる。一方、火山より離れた地点に位置する岩脈類は全て新第三紀もしくは先新第三紀に形成されたものと判定されており、溶岩もあるがドレライトや閃緑岩など深部で形成されたことが示唆される岩石の岩脈もある。また、先新第三紀の岩脈類は、「浜田」と「岡山及丸亀」図幅の一部に認められ、レンズ状の分布形態を示すものが比較的多く認められる。産状は酸性岩の岩脈を主体としている。このことは第四紀よりも以前に深部で形成された岩脈が削剥により地表に見られるようになったことを示唆していると考えられる。今後は、さらに検討範囲を広げて例外的な事例がないか確認していく。

【参考文献】日浦祐樹ほか：第四紀火山を対象としたGISを用いた地形解析による放射状岩脈のモデル化の検討，日本地球惑星科学連合2021年大会H-CG23，2021.
Nakamura, K.: Volcanoes as Possible Indicators of Stress Orientation –Principle and Proposal, Journal of Volcanology and Geothermal Research, vol.2, pp.1-16, 1977.
地質調査総合センター：20万分の１地質図幅「松江及び大社」，1982.
地質調査総合センター：20万分の１地質図幅「高梁」，1996.
地質調査総合センター：20万分の１地質図幅「浜田」，1988.

地質調査総合センター：20万分の１地質図幅「岡山及丸亀」，2002.
謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和2年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

Keywords: Quaternary Volcanos, Dike Distribution, Geological Map, Geographic Information System (GIS), Daisen Volcano



(entry) Assessment of the level of activity of advective transport through fractures in Neogene mudstone by comparison between stable isotope compositions of fracture and pore waters

Akihito Mochizuki[1], *Eiichi Ishii[1]

1. Japan Atomic Energy Agency

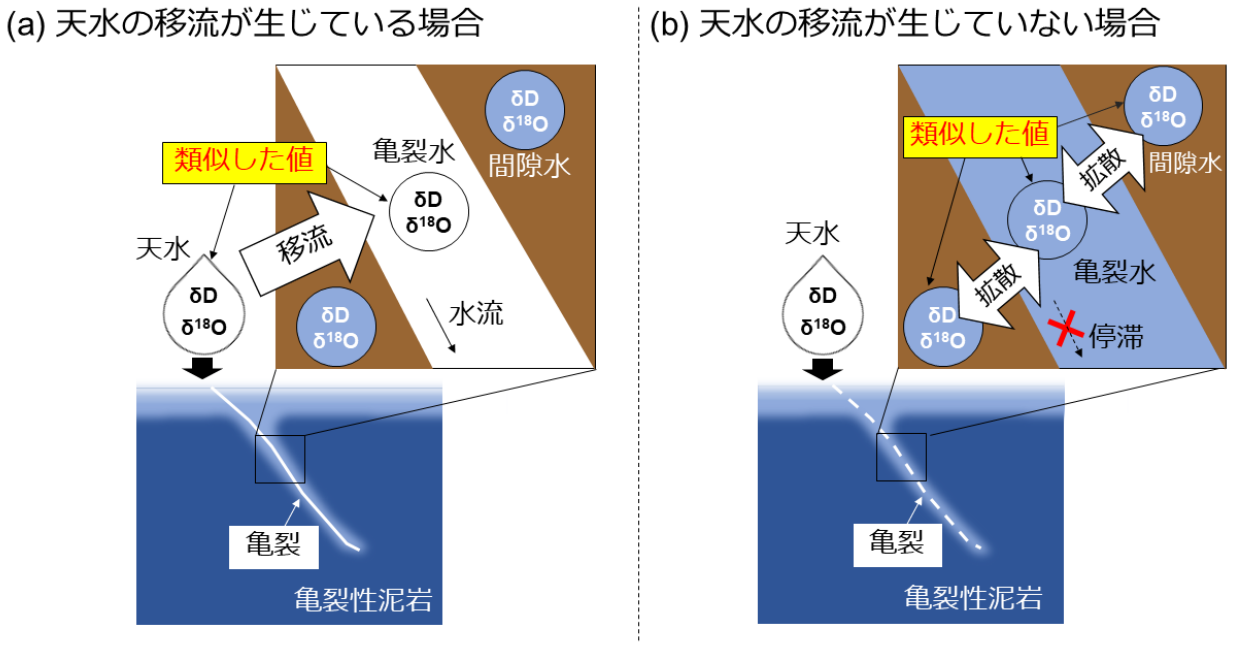
ある端成分をもつ水が岩石中の亀裂に沿って流れている場合、亀裂内の水（亀裂水）の安定同位体比（δD, $\delta^{18}O$）は、亀裂周辺の岩石マトリクス内に含まれる間隙水に比べてより当該端成分に近い値を示すと推定される（図(a)）。一方、亀裂水が停滞している場合には、亀裂と岩石マトリクスの間における拡散によって、亀裂水と間隙水の安定同位体比は類似した値を示すと推定される（図(b)）。以上の推定の妥当性を検証するために、北海道幌延地域の新第三紀泥岩を対象として、鉛直ボーリング孔（HDB-5, -6, -9, PB-V01）の長期揚水により得られた亀裂水と揚水区間周辺の岩石コア中の間隙水とで安定同位体比を比較した。

HDB-5孔の深度28～250 mおよびHDB-9孔の深度27～83 mでは、亀裂水および間隙水の安定同位体比が天水（最終氷期の天水／最終氷期以降の天水）の端成分にもっとも近い値を示し、かつ亀裂水の安定同位体比は間隙水に比べて天水の端成分により近い値を示した。このことは、天水がもっとも浸透しているHDB-5および-9孔の浅部領域において、亀裂に沿った天水の移流が生じていることを示唆する。一方、HDB-6孔およびPB-V01孔において天水がもっとも浸透していると考えられる深度（それぞれ、280～313 mおよび183～277 m）や、各孔のそれ以外の深度領域では、亀裂水の安定同位体比は周辺深度の間隙水の値と同程度であった。これらの領域では、亀裂に沿った天水の移流が現在は生じていないことが示唆される。

水の安定同位体比を利用した成分分離（寺本ほか, 2006）および亀裂水中でのトリチウムの検出から、本研究の対象深度における地下水は化石海水と最終氷期に浸透した天水の混合により形成され、HDB-5および-9孔の浅部領域のみに最終氷期以降（現在）の天水が浸透していると推測される。このことは、同領域において亀裂に沿った天水の移流が生じているという本研究の推定結果と整合的であり、天水の移流の程度に関する評価手法の妥当性を支持するものである。HDB-5および-9孔の浅部領域では淡水水頭が静水圧よりもやや離れた値を示しており、相対的に高い動水勾配のために天水の移流が生じていると考えられる。本研究により得られた知見は、地層処分の安全評価において、亀裂や断層に沿った地下水の移流の程度を評価するのに役立てることができる。

引用文献：寺本ほか (2006), 応用地質, vol.47, No.2, pp.68-76.

Keywords: Sedimentary rocks, Fractures, Advective transport, Stable water isotopes, Horonobe



Age Constraint on the Quaternary Sediments by Terrestrial Cosmogenic ^{10}Be Analyses in the Omaezaki Area

*Hisanori Ominami[1], Koumei Nishimura[1], Eiji Nakata[2], Yuki Matsushi[3]

1. Chubu Electric Power Co.,Inc., 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

これまで侵食地形の削剥速度決定や、段丘等の堆積地形の形成年代決定において、石英中の宇宙線生成核種（^{10}Be）を用いた研究が盛んに行われてきた（松四ほか, 2007）。表面が侵食を受けている地形の形成年代や堆積物の定置年代を、^{10}Beを用いて推定しようとする時、一般的には表面から鉛直下向きに複数深度で採取した試料を分析し、核種濃度の深度分布を得る方法（Depth profiling）が用いられる。この方法をとる事により、時間と速度の両情報を得られる可能性があるためである。本研究では、対象地点の基盤岩にこの方法を適用し、それを覆う上載層の定置年代に対する制約付与を試みた。

【地質概要】

調査地点は静岡県御前崎市佐倉である。この場所の基盤は新第三紀中新世後期から鮮新世前期の砂岩泥岩互層（相良層）であり、標高約50 mに位置する本地点（BF4地点）では、第四紀の堆積物が基盤岩を不整合に覆っている。本地点の北方約1 kmの標高55 m付近（BF1地点）には、最終間氷期（下末吉期）の海進期に対比される古谷泥層が分布する（杉山ほか, 1988）。また、調査地点である佐倉周辺の相良層には、南に開いた緩い弧状を呈する正断層群（H断層系：奥村2016）が分布し、これらの正断層群は、佐倉地域に分布するいずれの段丘堆積物も変位させていないことが確認されている。

【試料採取】

試料は、図－１に示すトレンチの断層の上盤側から採取した。基盤岩の相良層にはNW-SE走向の南落ちの正断層が確認され、円～扁平な基底礫を含む泥層が50cm程の層厚で相良層を不整合に覆っている。泥層の基底面に変位や変形は認められない。標高や泥層に含まれる基底礫の礫種等を踏まえると、泥層は最終間氷期の海進期の段丘堆積物に対比されると考えられる。正断層は、比較的連続性の良い2条の断層面を有し、断層面やその周囲には、引き延ばされたり、ちぎれたような形状を示す砂岩や泥岩が見られ、断層面には明瞭なせん断面は確認されない。また、断層周辺の母岩に断層角礫は認められないことから、堆積後の固結前の流動変形を伴う断層であることが示唆される。
本地点の第四紀堆積物は泥質であり、^{10}Be分析のための試料精製に適した粒径の石英粒子がほとんど認められない。そのため下位に位置する第三系基盤岩（相良層）を分析の対象とし、その結果に基づいて上位の第四系の堆積年代を検討した。試料は、相良層の上面から砂岩層を対象に深度方向に採取し、粒度150μmを中心とした石英を抽出した。得られた石英粒子は、米国Purdue大学の加速器質量分析施設（PRIME Lab）で化学処理した後、^{10}Be濃度を分析した。

【分析結果】

測定された^{10}Be/^{9}Be同位体比は、バックグラウンドよりも有意に高く、測定は良好な状態で実施された。分析によって得られた石英中の^{10}Be濃度について、各試料の採取標高に対してプロットした深度プロファイルを図－２に示す。^{10}Beの濃度は、深さ方向に連続的に減少している。

【考察】

御前崎地域では、後期更新世の海進期以降、基盤を覆う堆積物が海水準の低下や隆起に伴う海退と同時に地表に露出し、侵食を受けている。BF4地点は近傍のBF1地点に比べて基盤を覆う泥層の層厚が小さく、両地点に現存するそれらの層厚差は約15 mに達する。このことはBF4地点が大きく削剥されていることを示唆し、仮

にそれがMIS5eに相当する12～13万年前以降、現在までの間に生じたとすると、削剥速度は少なくとも約120 mm/kaと想定される。一方で、分析により得られた^{10}Be濃度の深度分布は、数十万年スケールで約120 mm/kaの速度で地表が削剥されてきたと考えた場合に推定される核種の蓄積モデルカーブと合致している。このことは、BF4地点において基盤を覆う第四系堆積物を最終間氷期の海進期の堆積物とみなして差し支えないことを意味している。

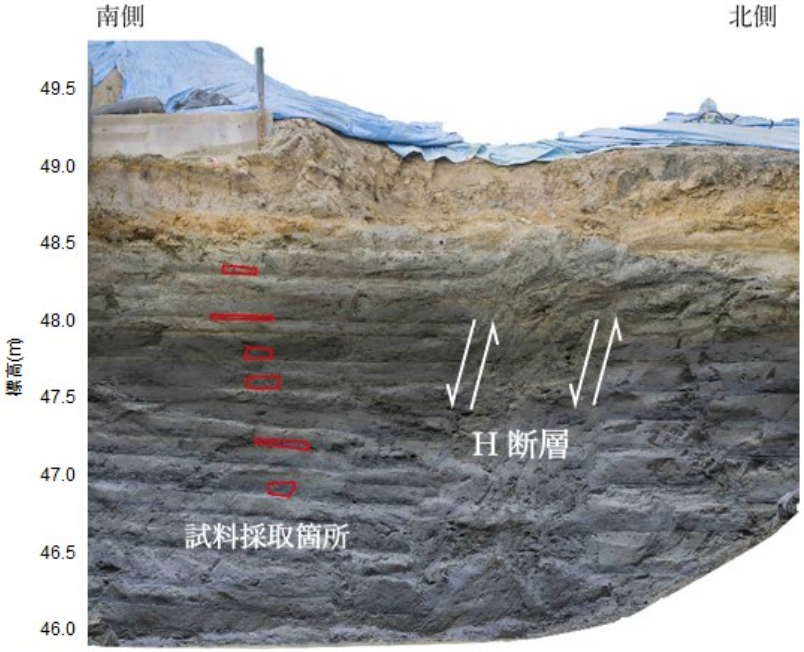
【結論】

今回、^{10}Beを用いてBF4地点の泥層の堆積年代を検討した結果、第三系における核種の蓄積量は、上位の第四系が12～13万年前に堆積後、現在までの間に約15 m削剥されたとの想定で得られるモデルカーブと整合しており、これが最終間氷期の海進期の堆積物に対比できるとの結果を得た。なお、断層の下盤側においても深度方向に^{10}Beを用いた分析を実施した。その結果、^{10}Beの深度方向の濃度には、断層の両側で有意な差異は認められなかった。

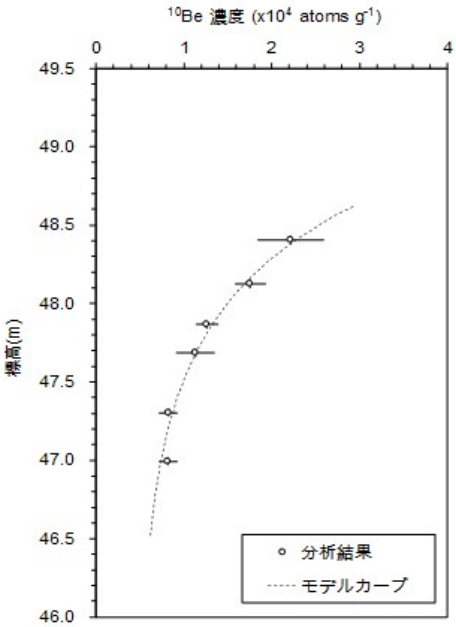
【引用文献】

松四ほか(2007)宇宙線生成核種^{10}Beおよび^{26}Alのプロセス地形学的応用：地形，28，87-107.
杉山ほか(1988)御前崎地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，153p.
奥村（2016）浜岡原子力発電所とその周辺の上盤プレート地殻内断層と地震: 日本地球惑星科学連合2016年大会.

Keywords: Cosmogenic 10Be, Depth profiling, Furuya mud layer, Sagara layer, Normal fault group



図－1



図－2

Poster | J1. Junior Session

[2poster01-15] J1. Junior Session

Sun. Sep 5, 2021 12:00 PM - 2:30 PM poster (poster)

[J1-P-1] A study of Loam undergroud Chusya Oh Torii Togakushi Shrine,Nagano

*Togakushi Junior High School[1] (1. Togakushi Junior High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-2] Discovery of an oscillatory zoning showing the circulation of residual water from amphibole of andesite

*Hyogo Prefectural Himejihigashi Senior High School[1] (1. Hyogo Prefectural Himejihigashi Senior High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-3] Fossil ophiuroid ossicles from the Shimousa Group in Shimazu, Amimachi, Ibaraki Prefecture, central Japan (Ⅱ)

*Gunma Prefectural Ota Girls' High School[1] (1. Gunma Prefectural Ota Girls' High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-4] Research on ash fall and seasonal fluctuations in wind at Sakurajima volcano

*Kokubu High School Science Club[1] (1. Kokubu High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-5] Is it useless to attach legs to an underwater snake-shaped robot?

*Tokyo Tech High School of Science and Technology[1] (1. Tokyo Tech High School of Science and Technology)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-6] The Good scenery of Okoshiki Coast

*Kumamoto Prefectural Uto High School[1] (1. Kumamoto Prefectural Uto High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-7] Scientize the Natural Phenomenon called Shiranui 2

*Kumamoto Prefectural Uto High School[1] (1. Kumamoto Prefectural Uto High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-8] Observing the Air Circulation Patterns of the Urban Canopy layer between Buildings at Kakogawa Higashi High School.

*Hyogo Prefectural Kakogawa Higashi High School[1] (1. Hyogo Prefectural Kakogawa Higashi High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-9] Differences in the shell structure of spherical *Spumellaria* (Radiolaria) between low and middle-high latitude oceans

*Ehime Univ. Senior High School[1] (1. Ehime Univ. Senior High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-10] Several characteristic layers at the Toyohama Sakai seashore in Minamichita-town, Chita Peninsula, central Japan

*Nagoya High School Natural Science Club[1] (1. Nagoya High School)

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-11] The relationship between sand grain size and river scale at Shonai beach

*Tsuruoka Minami Senior High School,Yamagata[1] (1. Tsuruoka Minami Senior High

School,Yamagata）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-12] Characteristics of high quartz discovered in Miyagi Gakuin

*Miyagi Gakuin Senior High School[1] （1. Miyagi Gakuin Senior High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-13] The survey of Micro-Plastics included in River sediments.

*Gifu Prefectural Gizan High School[1] （1. Gizan High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-14] Consideration about the process of forming the dish structure

*Tokyo Gakugei University Senior High School[1] （1. Tokyo Gakugei University Senior High School）

12:00 PM - 2:30 PM

[J1-P-15] Origin of iron sand distributed around the mouth of the Gokurakuji River, Kamakura, Japan.

*Komaba Toho High School[1] （1. Komaba Toho High School）

12:00 PM - 2:30 PM

A study of Loam undergroud Chusya Oh Torii Togakushi Shrine,Nagano

*Togakush Junior High School[1]

1. Togakushi Junior High School

生徒氏名：2020年度全校生徒52名

2020年、83年ぶりに戸隠神社中社の大鳥居が建て替えられた。大鳥居下のローム層約2.5Mを戸隠中学校全生徒で調べた。ひとり１サンプルを担当し、わんがけ・顕微鏡観察を行った。

Keywords: Jr. Session

Discovery of an oscillatory zoning showing the circulation of residual water from amphibole of andesite

*Hyogo Prefectural Himejihigashi Senior High School[1]

1. Himeji Higashi High School

生徒氏名：岩本澪治、多田明良、本脇敬人、山本悠介（内、発表会参加生徒数4名）

著者らは、兵庫県各地の野外調査を行って岩石試料を採取し、薄片を作成して詳細な顕微鏡観察を行った。兵庫県南部および北部の安山岩の斑晶を構成する角閃石から、共に初めて波状塁帯構造を発見した。角閃石から共に初めて波状塁帯構造を発見した。角閃石の波状塁帯構造は、結晶化した後に循環した熱水残液との間で行われたイオン置換の程度を示している。これまで兵庫県南部山陽帯や北部山陰帯の閃緑岩の角閃石が波状塁帯構造を持つことが報告されており、山陽帯の熱水残液の循環が激しかったことが示されている。しかし、火成岩からは深成岩のものしか報告がなく、火山岩のように急激に冷却してできる火山岩では、残液の循環がおこっているのかどうかわからなかった。今回の発見は、斑晶が晶出した後のわずかな時間にも発泡が起こり熱水残液が循環したこと、しかしその循環は深成岩に比べてずっと穏やかで山陽帯と山陰帯の地域差が見られないことを示している。

Keywords: Jr. Session

Fossil ophiuroid ossicles from the Shimousa Group in Shimazu, Amimachi, Ibaraki Prefecture, central Japan(II)

*Gunma Prefectural Ota Girls'High School[1]

1. Gunma Prefectural Ota Girls’ High School

生徒氏名：伊集院早希、田邊美柚、細堀優香、前田紗楽、丸山心愛、白井杏美、田島満、清水祐希、大塚万優

茨城県阿見町島津の下総層群より採取した試料を処理した。*Amphioplus japonicus* の腕の先端～基部まで骨片化石同定、*Ophiurakinbergi* の側腕板化石を同定した。

Keywords: Jr. Session

Research on ash fall and seasonal fluctuations in wind at Sakurajima volcano

*Kagoshima Prefectural Kokubu High School[1]

1. Kokubu High School

生徒氏名：石埼正博、柏木結月、鮫島吉之助、田島一樹、古川小春、松尾侑佳、水野遥

桜島の降灰量と風向きのデータから、両者の関連性を検証するとともに、桜島の火山灰の流れから気候変動への関連性を考察する。

Keywords: Jr. Session

Is it useless to attach legs to an underwater snake-shaped robot? : Estimating of driving force with prototyping legs

*Tokyo Tech High School of Science and Technology[1]

1. Tokyo Tech High School of Science and Technology

生徒氏名：人見あかり、佐藤諒弥、池田こころ、雄川綾太、冨岡りこ、山口歌音

テトラポドフィスの化石から推定される姿をロボットとして復元する。本報告では脚に着目し、ヒレや筋肉といった化石には残されない部分を仮定して動作実験を行うことでテトラポドフィスの脚の役割を検討した。

Keywords: Jr. Session

The Good scenery of Okoshiki Coast : The Mysterious Ripple Marks which Appears along the Ariake Sea

*Kumamoto Prefectural Uto High School[1]

1. Kumamoto Prefectural Uto High School

生徒氏名：柳田眞太朗、新宅結衣、松尾典明、秦敬一朗、永井和、中村優斗、岩﨑議弘、坂本尚仁、清村健一郎

砂紋が有名な景勝地である御輿来海岸のきれいな写真を撮る研究。潮汐、太陽や星の運動などから撮影日時を決定し、撮影を行った.

Keywords: Jr. Session

Scientize the Natural Phenomenon called Shiranui 2: The conditions on which the Phenomenon Can Occur and Can Be Observed

*Kumamoto Prefectural Uto High School[1]

1. Kumamoto Prefectural Uto High School

生徒氏名：柳田眞太朗、新宅結衣、松尾典明、秦敬一朗、永井和、中村優斗、岩﨑議弘、坂本尚仁、清村健一郎

最近は研究されていない不知火現象をテーマとした研究で、昨年からの継続研究。さらに観測データを加えた上で、不知火現象の現在の見え方を報告し、発生条件等に関して考察を行った。

Keywords: Jr. Session

Observing the Air Circulation Patterns of the Urban Canopy layer between Buildings at Kakogawa Higashi High School.

*Hyogo Prefectural Kakogawa Higashi High School[1]

1. Hyogo Prefectural Kakogawa Higashi High School

生徒氏名：阿野優吾、大谷美貴、小林由奈、柴田涼佑、伊藤真緒、鈴木ゆき

高校の校舎上空を海風が吹くことにより、校舎間にキュノピー層が存在することを確かめる。

Keywords: Jr. Session

Differences in the shell structure of spherical *Spumellaria* (Radiolaria) between low and middle-high latitude oceans

*Ehime Univ. Senior High School[1]

1. Ehime Univ. Senior High School

生徒氏名：板橋　真琴

高緯度と低緯度において採取されたサンプルから取り出した放散虫化石（特にスプメラリア）を電子顕微鏡にて撮影・観察し，殻の厚さなど構造の違いを比較することで生息緯度が殻構造にどのような差異をもたらしているのかを検討する.

Keywords: Jr. Session

Several characteristic layers at the Toyohama Sakai seashore in Minamichita-town, Chita Peninsula, central Japan : What is the basement sandstone underlying the upper part of the Toyohama Formation of the Miocene Morozaki Group?

*Nagoya High School Natural Science Club[1]

1. Nagoya High School

生徒氏名：高瀬颯真、松原有輝、鈴木葵、山田真捺人、内山悠杜、田口慶、岩本那由多、加藤大知、中尾貞二、大島朔、竹尾朔、森蒼太、山内朝日、金森颯輝、小畑智哉、足立勝

中止になった日本地質学会の巡検で観察ポイントに指定されていた坂井海岸には師崎層群豊浜累層上部基底砂岩と思われる地層が見られる。論文の記載に照らして、どの地層が上部基底砂岩に当たるのか、検討した。また、複数の鍵層となり得る地層を見いだし、周辺の地層との対比を試みた。

Keywords: Jr. Session

title damy

*Yamagata Prefectural Tsuruoka Minami High School[1]

1. Yamagata Prefectural Tsuruoka Minami High School

生徒氏名：川村祐毅、佐藤快晟、野澤賢史、三浦龍星

庄内浜における砂の粒度と川のスケールの関係について調べ、北に行くほど小さく、南に行くほど大きくなることを発見した。

Keywords: Jr. Session

Characteristics of high quartz discovered in Miyagi Gakuin

*Miyagi Gakuin Senior High School[1]

1. Miyagi Gakuin Senior High School

生徒氏名：須藤瑠音

2020年度、学内にある丸田沢の地質マップを作成するための調査中、高温石英を発見した。学内で発見されたこの高温石英の特徴を、大きさなどの様々な観点から分析した結果を報告する。

Keywords: Jr. Session

The survey of Micro-Plastics included in River sediments.

*Gifu Prefectural Gizan High School[1]

1. Gizan High School

生徒氏名：市川太一、河合隆慶、福永涼夏、山本鉄翔、佐藤拓実

学校に近い長良川の河川堆積物の調査で砂試料中に正体不明の物質の存在を確認した。その正体として近年問題になっている「マイクロプラスチック」の可能性を考えて本研究を開始した。　採取した河川堆積物中から樹脂用染料を用いてプラスチックを染色し、他の物質と判別することを試みた。顕微鏡で観察し、マイクロプラスチック量を計測するとともに、調査地点の堆積環境を分析するため粒度分布を調査した。

Keywords: Jr. Session

Consideration about the process of forming the dish structure

*Tokyo Gakugei University Senior High School[1]

1. Tokyo Gakugei University Senior High School

生徒氏名：和田恵佳　馬上雪乃

本研究では、皿状構造の形成条件を明らかにすることを目的とした。砂粒間の水圧を変化させることにより皿構造の形成過程を観察し、形成条件を考察した。その結果、砂層に細かい砂粒が含まれている場合にのみ、皿状構造が形成されることがわかった。また、流入速度が遅く、大きな砂粒が含まれていると、小さな水洞ができることがわかった。

Keywords: Jr. Session

Origin of iron sand distributed around the mouth of the Gokurakuji River, Kamakura, Japan.

*Komaba Toho Junior/Senior High School[1]

1. Komaba Toho High School

生徒氏名：小林泰久、田所和廉

鎌倉の極楽寺川河口周辺の砂浜は、砂鉄含有量が多いことが知られている。本研究では、砂鉄の供給源に関して調査を行なった。

Keywords: Jr. Session

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

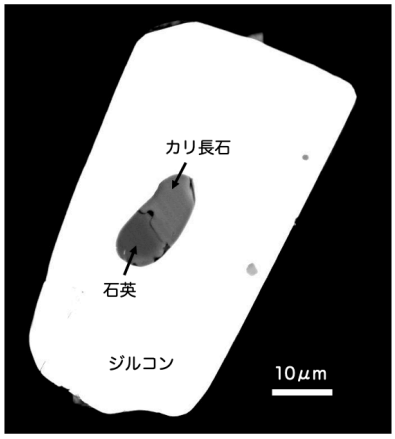


Fig. 1 実験前のジルコンの反射電子像。不定形の多相包有物（メルト包有物）が認められる。

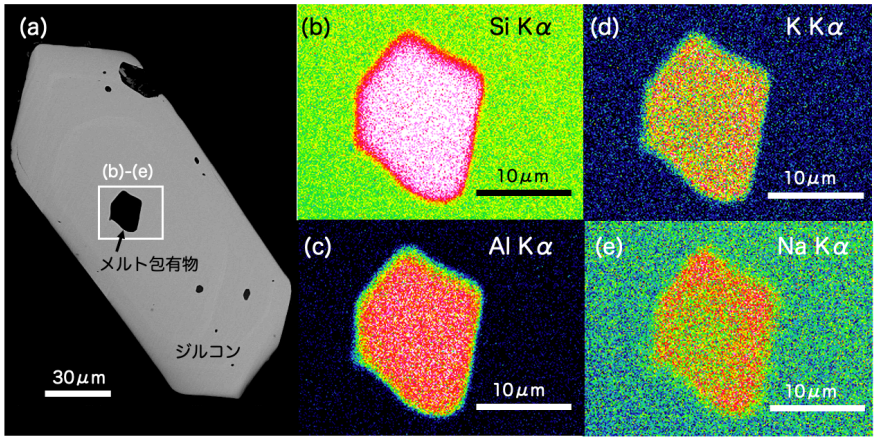


Fig. 2 実験後のジルコンの反射電子像(a)とメルト包有物の組成マップ(b, c, d, e)。均質なメルト包有物が認められる。定量分析後に作成したマップであり、分析領域のNa損失が認められる(e)。

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

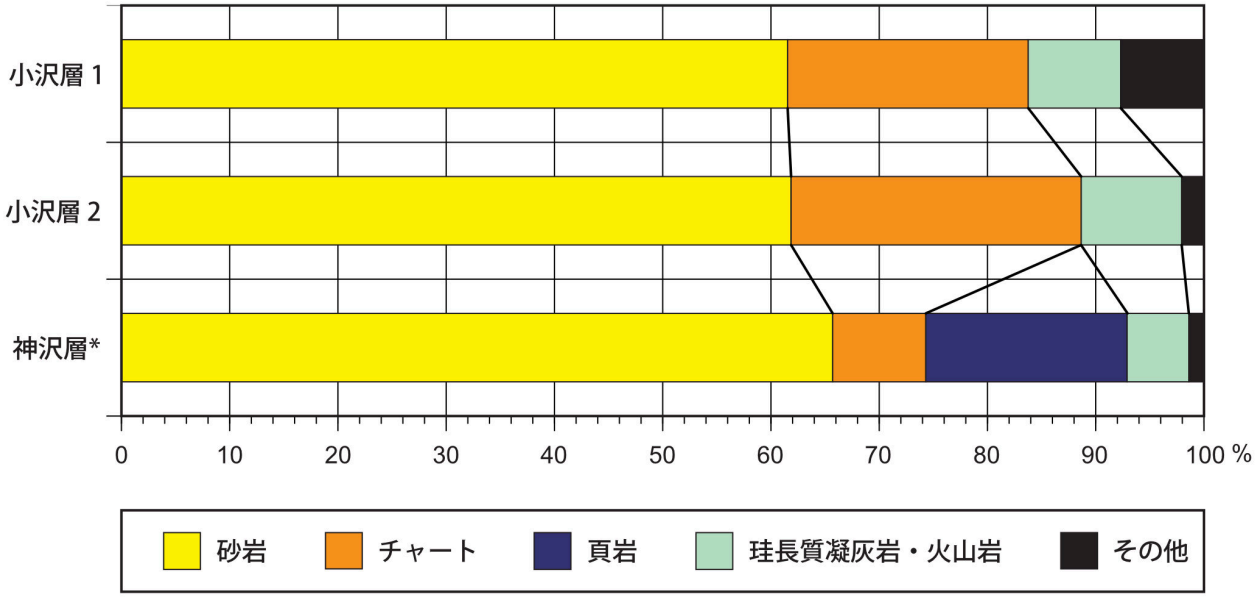
中津層群小沢層のチャート礫および神沢層の泥質チャート礫の供給源は，放散虫化石年代より秩父南帯斗賀野ユニットまたは三宝山ユニットと考えられる（河尻・柏木，2012）．小沢層の砂岩礫のうち，石英に富むグループは秩父南帯もしくは四万十累帯相模湖層群から，岩片に富むグループは四万十累帯小河内層群または小仏層群より供給された可能性が高い（河尻，2014）．一方で，中津層群に含まれる珪長質凝灰岩礫は完全に石英化していない火山ガラスやセラドン石を含む．このような珪長質凝灰岩は，伊豆-小笠原弧北端部の新第三系に認められる．また，ホルンフェルス礫と花崗岩質岩礫が少量含まれる．甲府盆地西方の甲斐駒ヶ岳岩体は3.3 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

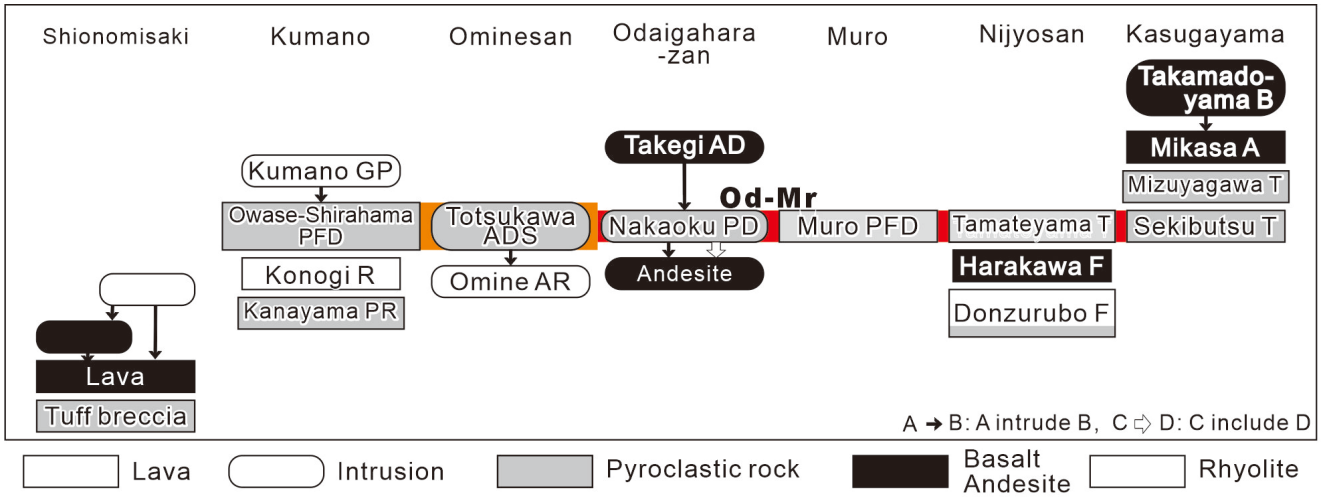


Figure: **Correlation of representative igneous rock body and volcaniclastic beds.**
A: Andesite, ADS: Arcuate dike swarm, AR: Acidic rocks, B: Basalt, F: Formation, GP: Granite-porphyry, PD: Pyroclastic dike, PFD: Pyroclastic flow deposit, PR: Pyroclastic rock, T: Tuff bed, R: Rhyolite

(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

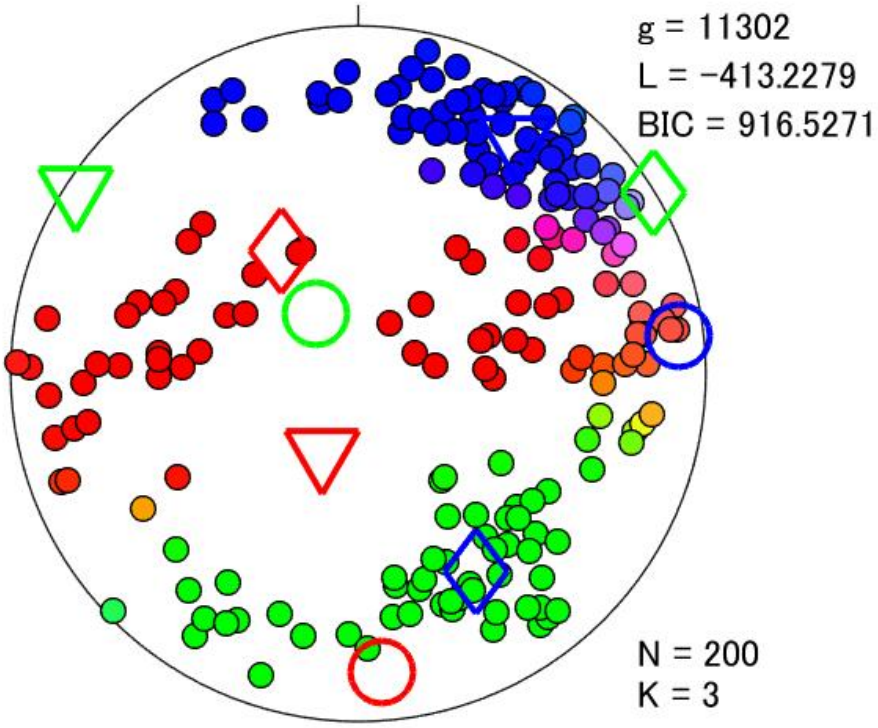
*Takahiro Hosokawa[1], Yoshitaka Hashimoto[1]

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．

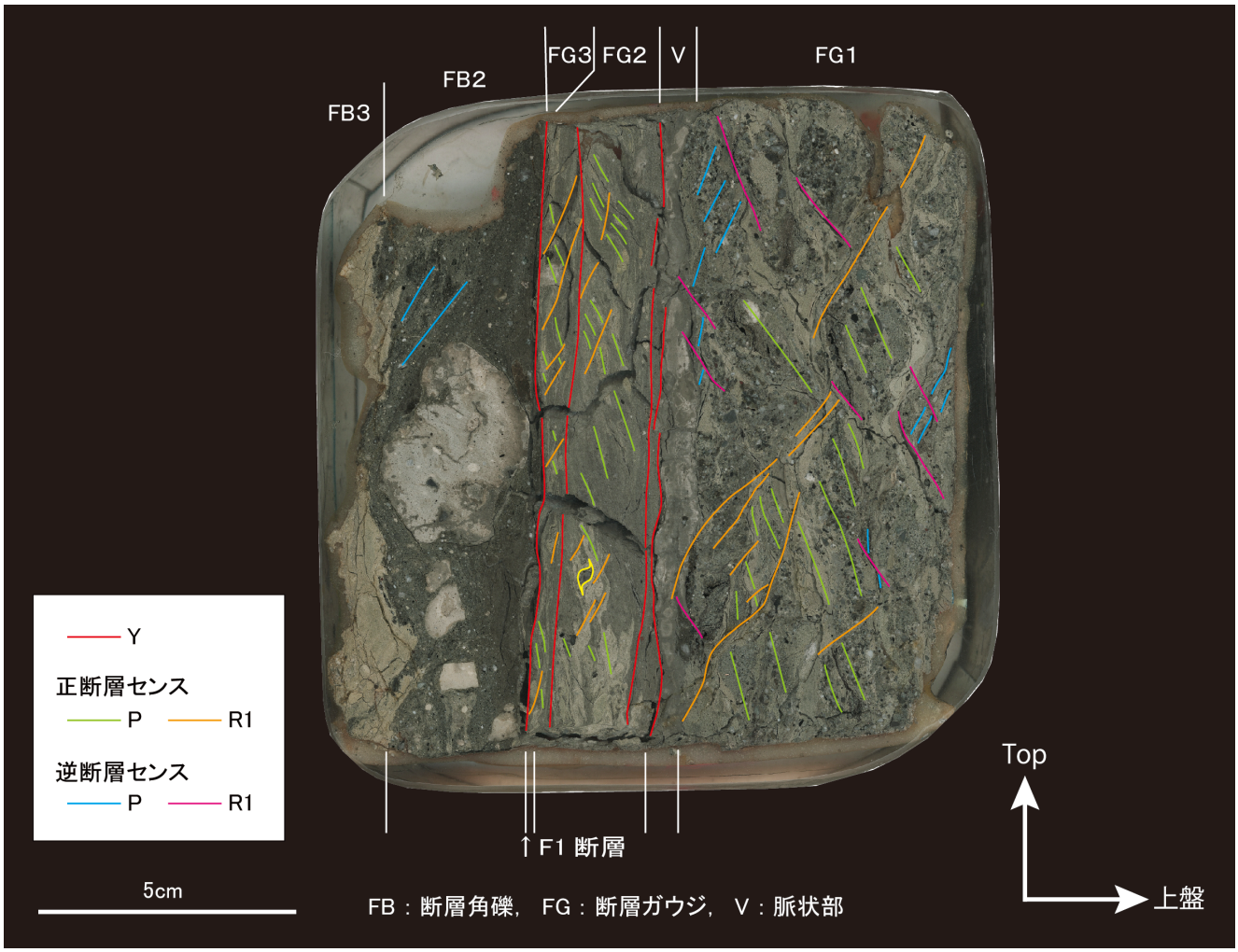
【湯ノ岳断層の活動史】

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

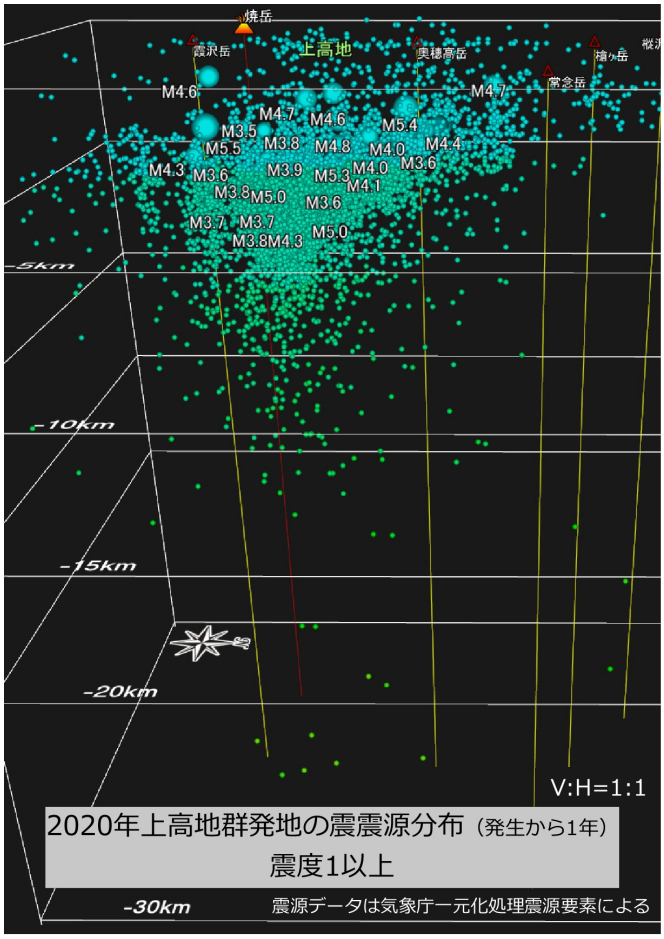
地殻流体が関わっていると予想され，この地殻流体が群発地震の消長に関係している可能性がある．

◇文献

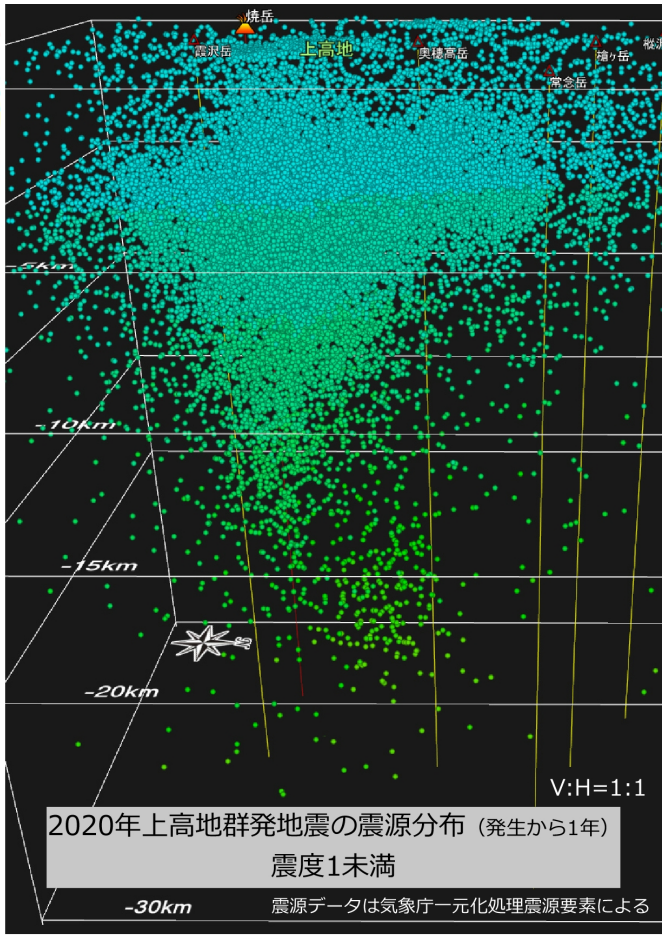
本合弘樹・井上 篤・原山 智(2015)地質学会演旨.
井上 篤・原山 智(2012)地理学会演旨.
津金達郎(2018)地質学会演旨.

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．

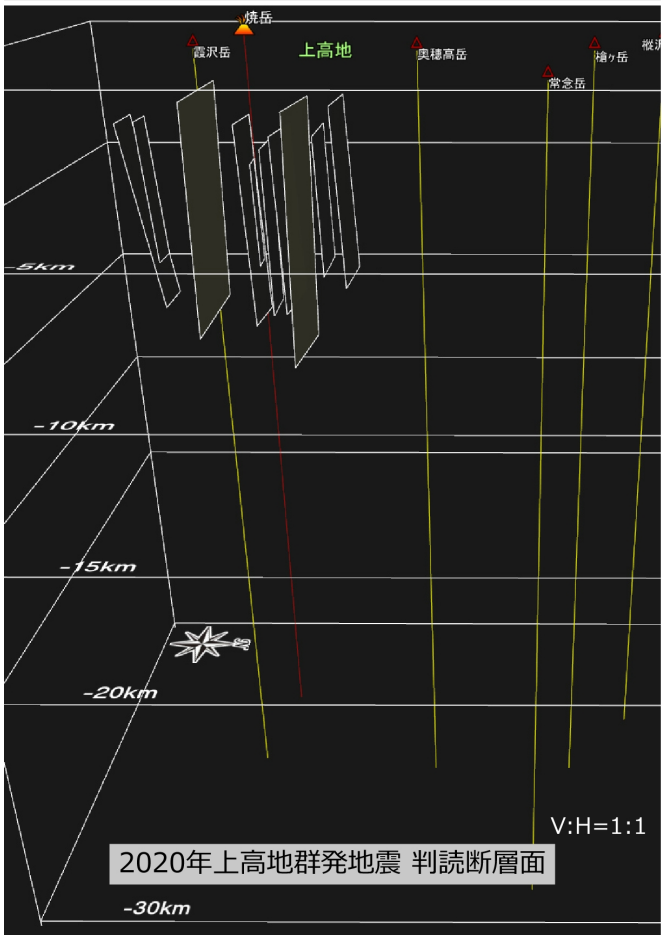
Keywords: 3D fault model, Kamikochi Fault, geofluid, Conrad discontinuity



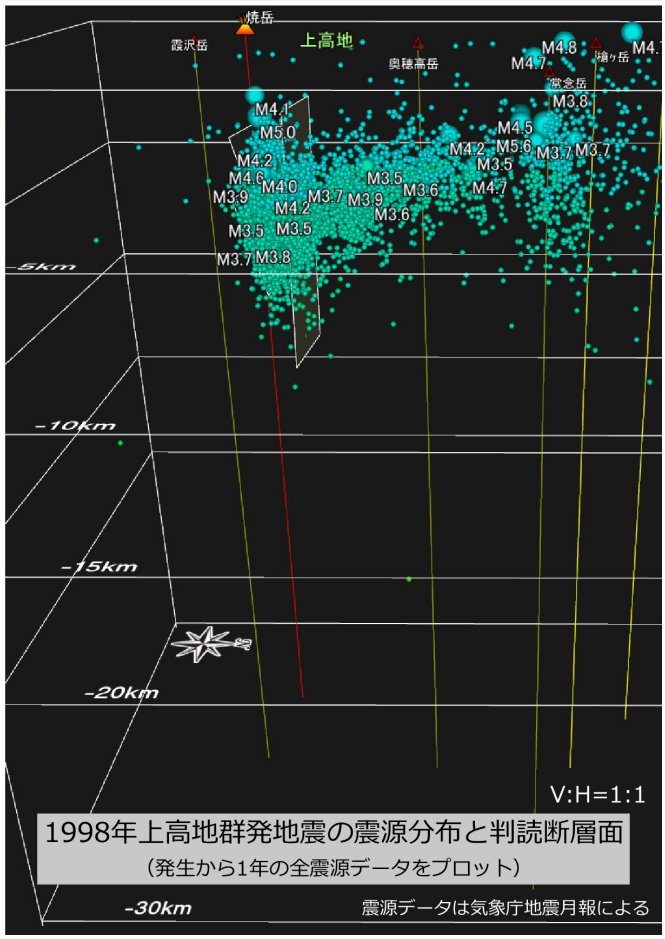
2020年上高地群発地の震震源分布（発生から1年）
震度1以上



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

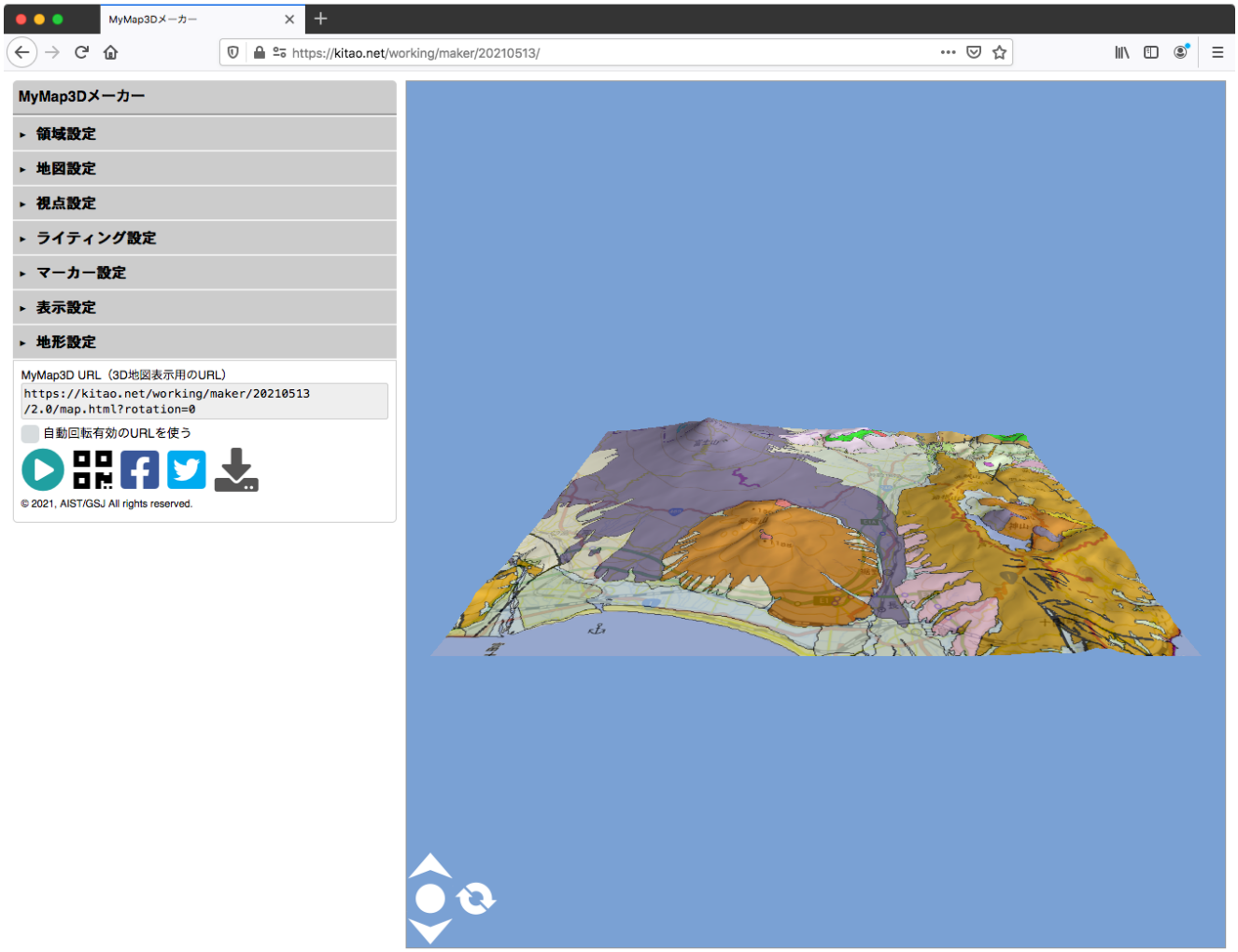
MyMap3Dでは，公開されている任意の地図タイルを背景やオーバーレイとして使用できる．また，地形データも変更できる．それらはドラッグ&ドロップマップ（西岡, 2019）の仕様にも対応している．地形データとしては，シームレス標高タイル(https://gbank.gsj.jp/seamless/elev/)として公開されている様々なデータも利用可能である．

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)

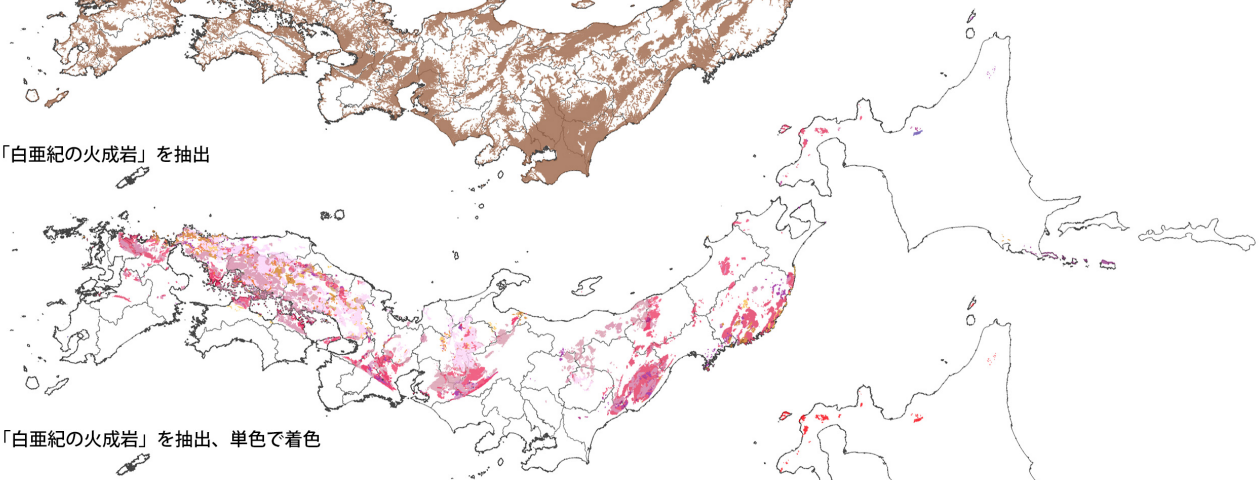
地質図を利用する際、利用目的に応じて、地質図の中から特定の年代及び特定の岩相を抜き出して表示したいことがある。
産業技術総合研究所地質調査総合センター(GSJ)が公開する国内を網羅したデジタル地質図である日本シームレス地質図V2のビューア(1)には、主な岩相・時代を条件として表示を絞り込む機能があるが、凡例情報の持つさらに詳細な情報を基にした絞り込みと、絞り込み結果の分かりやすい表示方法を実現するため、新たな表示機能の作成を行った。この表示機能は、GSJの公開する地質図ビューア「地質図Navi」(2)に組み込み、一般に利用可能となっている。
地質図のデータとしては、日本シームレス地質図V2のシ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/

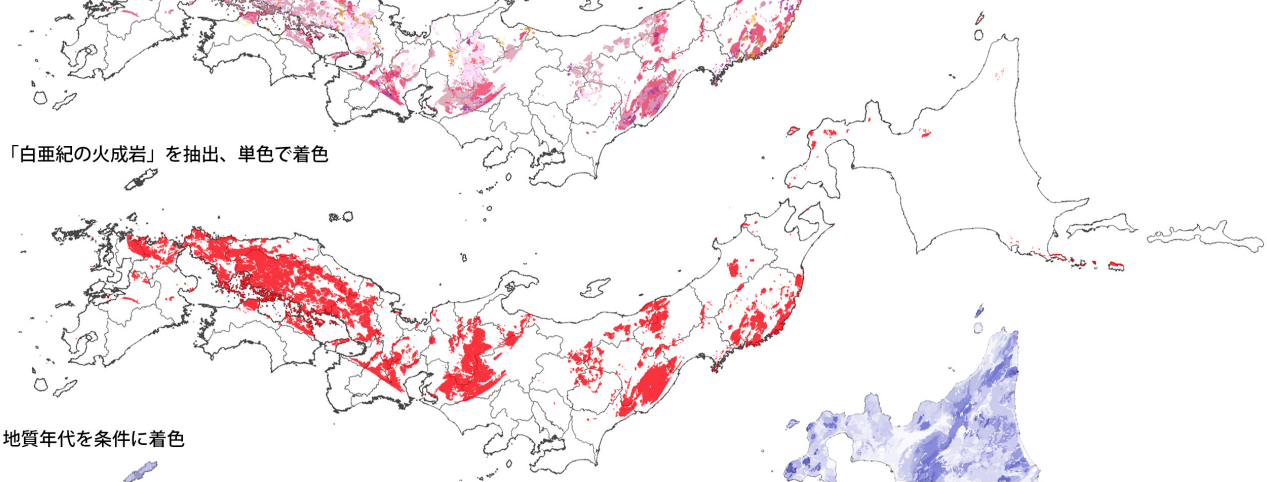
Keywords: Seamless Geological Map V2, Web Map, SVG

A) 「第四紀の堆積岩」を単色で着色

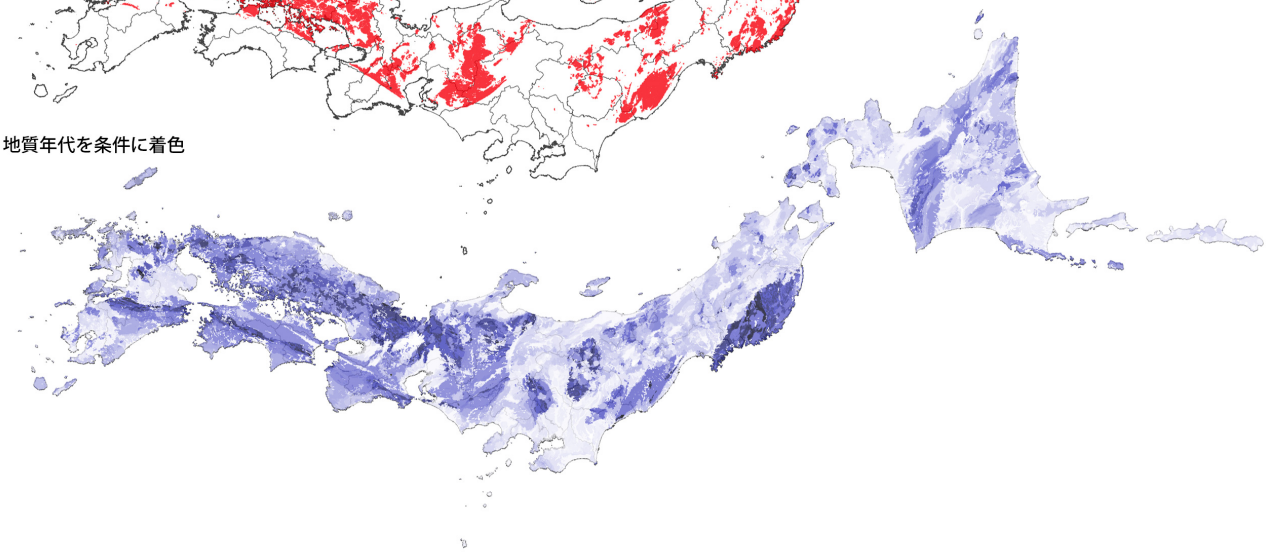
B) 「白亜紀の火成岩」を抽出



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．

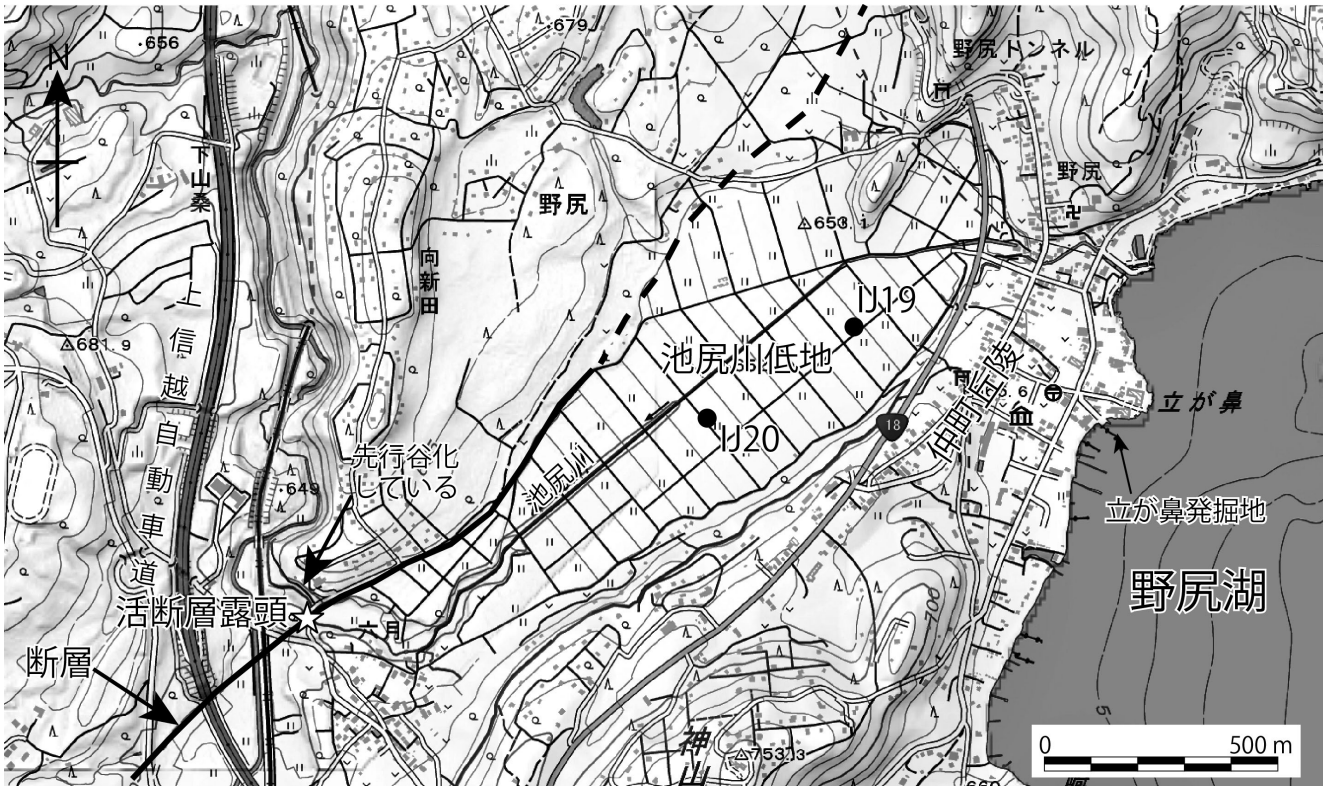
本研究では断層下盤側の池尻川低地において2地点のボーリング掘削調査を実施し，２本のコア（IJ19・IJ20）を採取した．その結果，池尻川低地には池尻川岩屑なだれ堆積物の上位にテフラ層を挟む水成層が最大で約14m堆積していること，さらに池尻川低地における堆積環境の急激な変化が4回あったことが明らかになった．本報告では池尻川低地の堆積環境を変化させた要因について議論する．

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

