Sat. Sep 18, 2021

Zoom Session 2

Oral presentation

R5: Extraterrestrial materials

Chairperson:Tomoki Nakamura, Yusuke Seto, Shogo Tachibana
9:00 AM - 12:15 PM Zoom Session 2

[R5-01] **Comparative consideration of Earth' s mineral from three major events: Solid formation of other celestial bodies**
*Yasunori Miura[1] (1. Yamaguchi University/Graduate Science (Post))
9:00 AM - 9:15 AM

[R5-02] Crystallographic orientation analysis of olivine in dunitic achondrites: Magmatic crystallization and deformation in protoplanets
*Takashi Mikouchi[1], Atsushi Takenouchi[2], Akira Yamaguchi[3], Masahiro Yasutake[4], Anthony J. Irving[5] (1. Univ. of Tokyo, 2. Kyoto Univ., 3. NIPR, 4. JASRI, 5. Univ. of Washington)
9:15 AM - 9:30 AM

[R5-03] Igneous body of quenched angrites in comparison with komatiites
*Hideyuki Hayashi[1], Takashi Mikouchi[2] (1. EPS, U. Tokyo, 2. UM, U. Tokyo)
9:30 AM - 9:45 AM

[R5-04] Constraints on the cooling rate recorded by silica minerals using Mesosiderites
*Haruka Ono[1], Atsushi Takenouchi[2], Takashi Mikouchi[3], Akira Yamaguchi[4], Naoji Sugiura[1] (1. Chiba Inst. Tech., PERC, 2. Kyoto Univ., Museum, 3. Univ. of Tokyo, Museum, 4. NIPR)
9:45 AM - 10:00 AM

[R5-05] Multi-probe microscopy analysis of NWA 10153 and NWA 6148
*Kakeru Kukihara[1], Masaaki Miyahara[1], Akira Yamaguchi[2], Yoshio Takahashi[3], Yasuo Takeichi[4], Naotaka Tomioka[5], Eiji Ohtani[6] (1. Hiroshima Uni. Sci., 2. NIPR, 3. Tokyo Uni. Sci., 4. KEK, 5. JAMSTEC, 6. Tohoku Uni. Sci.)
10:00 AM - 10:15 AM

[R5-06] Evaluation of Fe valence state change in plagioclase by shock events as inferred from micro-XANES analysis
*Wataru Satake[1], Takashi Mikouchi[2], Kousuke Kurosawa[1], Haruka Ono[1], Takafumi Niihara[2], Takafumi Matsui[1] (1. CIT, 2. Univ. Tokyo)
10:15 AM - 10:30 AM

[R5-07] Shock recovery experiments of jarosite
Kohei Kawano[2], *Masaaki Miyahara[1], Takamichi Kobayashi[3], Toshimori Sekine[4], Hiroki Suga[5], Yoshio Takahashi[6] (1. Hiroshima Uni., 2. Sci. Hiroshima Uni., 3. NIMS, 4. Osaka Univ., 5. JASRI, 6. Univ. of Tokyo)
10:45 AM - 11:00 AM

[R5-08] Shock features in Antarctic H6 chondrites
*Atsushi Takenouchi[1], Akira Yamaguchi[2,3] (1. The Kyoto Univ. Museum, 2. NIPR, 3. SOKENDAI)
11:00 AM - 11:15 AM

[R5-09] **Construction of a multi-element XANES library of layered silicates used for water metamorphism analysis in meteorite mother celestial bodies**
*Kosuke Inoue[1], Keisuke Fukushi[1], Hiroki Suga[3], Yoshio Takahashi[2], Takahiro Kawai[2], Yasuo Takeichi[4] (1. Kanazawa Uni.Sci, 2. Tokyo Uni.Sci, 3. SPring-8, 4. KEK)
11:15 AM - 11:30 AM

[R5-10] The application of the XAFS method and oxidative hydrothermal alteration experiments from reproduced I-type cosmic spherules
*Huimin Shao[2], Hiroshi Isobe[1], Ginga Kitahara[2], Akira Yoshiasa[1] (1. Kumamoto Univ., 2. Kumamoto Univ., Grad. Sch. Sci. Tech)
11:30 AM - 11:45 AM

[R5-11] Hydration process of amorphous silicate nanoparticles analyzed by quasielastic neutron scattering at high temperature
*Takuo Okuchi[1], Naotaka Tomioka[2], Yusuke Seto[3], Yuhei Umeda[1], Takeshi Yamada[4], Hiromu Tamatsukuri[5], Kaoru Shibata[5] (1. Kyoto Univ., 2. JAMSTEC, 3. Kobe Univ., 4. CROSS, 5. JAEA)
11:45 AM - 12:00 PM

[R5-12] Oxygen isotope exchange experiments between Ca-, Al-rich inclusion (CAI) melt and carbon monoxide gas
*Daiki Yamamoto[1], Noriyuki Kawasaki[2], Shogo Tachibana[3], Michiru Kamibayashi[3], Hisayoshi Yurimoto[2] (1. JAXA, 2. Hokkaido Univ., 3. Univ. of Tokyo)
12:00 PM - 12:15 PM

Zoom Session 3

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Oral presentation

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Takuya Echigo(秋田大学), Norikatsu Akizawa(Atmosphere and Ocean Research Institute, The Univ. Tokyo)

9:30 AM - 12:15 PM Zoom Session 3

[R7-01] Fertile lherzolite in the Upper Zone of Horoman peridotite complex

Yumeno Kogure[2], *Eiichi Takazawa[1], Hitomi Kimura[1] (1. Niigata Uni. Sci., 2. Niigata Uni. Grad.)

9:30 AM - 9:45 AM

[R7-02] About notation of mineral names seen in junior high school science textbooks

*Shintaro Hayashi[1], Shin-ichi Kawate[2], Michio Kiji[3], Satoshi Miyajima[4] (1. Akita. Univ. Edu., 2. Musashi High School, 3. Ritsumeikan Senior High School, 4. Kumagaya High School)

9:45 AM - 10:00 AM

[R7-03] High purity elemental separation technique for LREEs from silicate matrix

*Bidisha Dey[1], Tomoyuki Shibata[1], Masako Yoshikawa[1] (1. Hiroshima Uni. Sci.)

10:00 AM - 10:15 AM

[R7-04] Geology and iron mineralization in the Akatani skarn deposit, Shibata city, Niigata Prefecture.

*Kotaro Seno[1], Yasushi Watanabe[1], Takuya Echigo[1], Shogo Aoki[1] (1. Akita Univ.)

10:15 AM - 10:30 AM

[R7-05] Ancient melting event recorded in fore-arc peridotite

*Norikatsu Akizawa[1], Akira Ishikawa[2], Ryo Fujita[2], Teruaki Ishii[3] (1. AORI, Univ. Tokyo, 2. Tokyo Tech., 3. Shizuoka Univ.)

10:30 AM - 10:45 AM

[R7-06] Petrology of the serpentinized peridotite from Hayama Blet in Miura peninsula

*Natsue Abe[1,2] (1. JAMSTEC, 2. Kanazawa Univ.)

10:45 AM - 11:00 AM

[R7-07] Geology and Epithermal gold-silver mineralization of Bousawa deposit in Akita, Japan

*Kazuki Hirata[1], Yasushi Watanabe[1], Takuya Echigo[1], Shougo Aoki[1] (1. Akita Univ.)

11:00 AM - 11:15 AM

[R7-08] Geology and Au mineralization of the Hata deposit, Akita, Japan

*Yuki Konuma[1], Yasushi Watanabe[1], Takuya Echigo[1] (1. Akita Uni. In.)

11:15 AM - 11:30 AM

[R7-09] Fine structures of omphacite in CaO-Na_2O-CO_2 rich fluid

*Shugo Ohi[1], Shusuke Kinoshita[2], Yohei Igami[2], Akira Miyake[2], Takao Hirajima[2] (1. Shiga Uni. Education, 2. Kyoto Uni. Science)

11:30 AM - 11:45 AM

[R7-10] U-Pb age of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan.

*Mayuko Fukuyama[1], Masatsugu Ogasawara[2] (1. Akita Univ., 2. GSJ, AIST)

11:45 AM - 12:00 PM

[discussion] 総合討論

12:00 PM - 12:15 PM

Zoom Session 1

Oral presentation

S3: Tectonics of East Asia (Special Session)

Chairperson:Kosuke Kimura(KOSEN, Kure College), Kaushik Das(Hiroshima Univ. Sci.)

10:00 AM - 12:00 PM Zoom Session 1

[S3-01] Zircon U-Pb dating of granitoids in western Nagasaki, southwest Japan

*Yukiyasu Tsutsumi[1], Kenichiro Tani[1] (1. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science)

10:00 AM - 10:15 AM

[S3-02] Multi-stage metamorphic history of the Oki gneisses in Japan: Implications for Paleoproterozoic metamorphism and tectonic correlations in northeastern Asia

*Takeshi Imayama[1], Ryoichi Kawabata[1], Takenori Kato[2], Chang Whan Oh[3], Kenji Horie[4], Mami Takehara[4] (1. Okayama Univ. of Sci., 2. Nagoya Univ., 3. Jeonbuk National Univ., 4. NIPR)

10:15 AM - 10:45 AM

[S3-03] **Tonoshiki breccia recording the signature of the closure of Maizuru back-arc basin during Permian-Triassic boundary**

*Larissa NGOMBI MAVOUNGOU[1], Kaushik DAS[1,2], Yasutaka HAYASAKA[1,2], Kenta KAWAGUCHI[3], Jun-ichi ANDO[1,2] (1. Hiroshima Univ. Sci., 2. HIPER, 3. Jeonbuk Nat. Univ., Korea)

©Japan Association of Mineralogical Sciences

10:45 AM - 11:00 AM

[S3-04] Mixing process of oceanic crust of BAB spectrum and continental crust in the Maizuru belt, SW Japan

*Yasutaka Hayasaka[1] （1. Hiroshima Uni. Sci.）

11:00 AM - 11:15 AM

[S3-05] Age variation of granitoids of Tsuwano Complex, SW Japan

*Kosuke Kimura[1], Yasutaka Hayasaka[2], Tomoyuki Shibata[2], Kaushik Das[2], Kenta Kawaguchi[3] （1. KOSEN, Kure College, 2. Hiroshima Univ. Sci., 3. Jeonbuk Nat. Univ.）

11:15 AM - 11:30 AM

[S3-06] The tectonic evolution of the Northeast Asia including Korea and Japan from Permian to Cretaceous

*Chang Whan Oh[1] （1. Jeonbuk National Univ., Republic of Korea）

11:30 AM - 12:00 PM

oVice会場

談話室

2021年9月18日(土) 09:00 ～ 17:00 oVice会場　談話室

9:00 AM - 5:00 PM oVice会場

Zoom Session 2

各種委員会

財政問題 WG

1:15 PM - 2:00 PM Zoom Session 2

Zoom Session 1

Closing Ceremony

Closing Ceremony

12:30 PM - 1:00 PM Zoom Session 1

[ceremony] クロージングセレモニー

12:30 PM - 1:00 PM

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Oral presentation

R5: Extraterrestrial materials

Chairperson:Tomoki Nakamura, Yusuke Seto, Shogo Tachibana
Sat. Sep 18, 2021 9:00 AM - 12:15 PM Zoom Session 2
[Chairperson]
Yusuke Seto, Shogo Tachibana: R5-01 - R5-06
Shogo Tachibana, Tomoki Nakamura: R5-06 - R5-13

[R5-01] Comparative consideration of Earth' s mineral from three major events: Solid formation of other celestial bodies

*Yasunori Miura[1] (1. Yamaguchi University/Graduate Science (Post))
9:00 AM - 9:15 AM

[R5-02] Crystallographic orientation analysis of olivine in dunitic achondrites: Magmatic crystallization and deformation in protoplanets

*Takashi Mikouchi[1], Atsushi Takenouchi[2], Akira Yamaguchi[3], Masahiro Yasutake[4], Anthony J. Irving[5] (1. Univ. of Tokyo, 2. Kyoto Univ., 3. NIPR, 4. JASRI, 5. Univ. of Washington)
9:15 AM - 9:30 AM

[R5-03] Igneous body of quenched angrites in comparison with komatiites

*Hideyuki Hayashi[1], Takashi Mikouchi[2] (1. EPS, U. Tokyo, 2. UM, U. Tokyo)
9:30 AM - 9:45 AM

[R5-04] Constraints on the cooling rate recorded by silica minerals using Mesosiderites

*Haruka Ono[1], Atsushi Takenouchi[2], Takashi Mikouchi[3], Akira Yamaguchi[4], Naoji Sugiura[1] (1. Chiba Inst. Tech., PERC, 2. Kyoto Univ., Museum, 3. Univ. of Tokyo, Museum, 4. NIPR)
9:45 AM - 10:00 AM

[R5-05] Multi-probe microscopy analysis of NWA 10153 and NWA 6148

*Kakeru Kukihara[1], Masaaki Miyahara[1], Akira Yamaguchi[2], Yoshio Takahashi[3], Yasuo Takeichi[4], Naotaka Tomioka[5], Eiji Ohtani[6] (1. Hiroshima Uni. Sci., 2. NIPR, 3. Tokyo Uni. Sci., 4. KEK, 5. JAMSTEC, 6. Tohoku Uni. Sci.)
10:00 AM - 10:15 AM

[R5-06] Evaluation of Fe valence state change in plagioclase by shock events as inferred from micro-XANES analysis

*Wataru Satake[1], Takashi Mikouchi[2], Kousuke Kurosawa[1], Haruka Ono[1], Takafumi Niihara[2], Takafumi Matsui[1] (1. CIT, 2. Univ. Tokyo)
10:15 AM - 10:30 AM

[R5-07] Shock recovery experiments of jarosite

Kohei Kawano[2], *Masaaki Miyahara[1], Takamichi Kobayashi[3], Toshimori Sekine[4], Hiroki Suga[5], Yoshio Takahashi[6] (1. Hiroshima Uni., 2. Sci. Hiroshima Uni., 3. NIMS, 4. Osaka Univ., 5. JASRI, 6. Univ. of Tokyo)
10:45 AM - 11:00 AM

[R5-08] Shock features in Antarctic H6 chondrites

*Atsushi Takenouchi[1], Akira Yamaguchi[2,3] (1. The Kyoto Univ. Museum, 2. NIPR, 3. SOKENDAI)
11:00 AM - 11:15 AM

©Japan Association of Mineralogical Sciences

[R5-09] **Construction of a multi-element XANES library of layered silicates used for water metamorphism analysis in meteorite mother celestial bodies**

*Kosuke Inoue[1], Keisuke Fukushi[1], Hiroki Suga[3], Yoshio Takahashi[2], Takahiro Kawai[2], Yasuo Takeichi[4] （1. Kanazawa Uni.Sci, 2. Tokyo Uni.Sci, 3. SPring-8, 4. KEK）

11:15 AM - 11:30 AM

[R5-10] The application of the XAFS method and oxidative hydrothermal alteration experiments from reproduced I-type cosmic spherules

*Huimin Shao[2], Hiroshi Isobe[1], Ginga Kitahara[2], Akira Yoshiasa[1] （1. Kumamoto Univ., 2. Kumamoto Univ., Grad. Sch. Sci. Tech）

11:30 AM - 11:45 AM

[R5-11] Hydration process of amorphous silicate nanoparticles analyzed by quasielastic neutron scattering at high temperature

*Takuo Okuchi[1], Naotaka Tomioka[2], Yusuke Seto[3], Yuhei Umeda[1], Takeshi Yamada[4], Hiromu Tamatsukuri[5], Kaoru Shibata[5] （1. Kyoto Univ., 2. JAMSTEC, 3. Kobe Univ., 4. CROSS, 5. JAEA）

11:45 AM - 12:00 PM

[R5-12] Oxygen isotope exchange experiments between Ca-, Al-rich inclusion (CAI) melt and carbon monoxide gas

*Daiki Yamamoto[1], Noriyuki Kawasaki[2], Shogo Tachibana[3], Michiru Kamibayashi[3], Hisayoshi Yurimoto[2] （1. JAXA, 2. Hokkaido Univ., 3. Univ. of Tokyo）

12:00 PM - 12:15 PM

©Japan Association of Mineralogical Sciences

地球鉱物の三大極限現象の対比考察:地球外の固体形成

三浦保範（元山口大）

Comparative consideration of Earth's mineral from three major events: Solid formation of other celestial bodies

Yasunori MIURA (Post Yamaguchi Univ.)

Regional and global phenomena by extreme phenomena in Earth's and other planets etc. are discussed, where the Earth is involved in all types. The formation of global system is predicated on the existence of ocean system. Carbonated sedimentary rocks remain on the Earth. Research and exploration of "uniqueness of celestial materials" are expected in the future works by comparative analyses.

はじめに: 昨年の本学会で地球の基本物質の鉱物の固体物質は流動的な大気圏と海洋圏と反応して本惑星活動の一部を残す固体圏であること、その主反応に炭素含有物が活動して固体圏に残存すること、海水圏のない他惑星（月、火星、小惑星）にも炭素含有物が残存することを報告した。本件では地球の三大現象の活動から固体残存物で形成することを他天体物質と対比的に検討する。

固体鉱物の極限生成条件の分類: 天然現象で極限現象は三大現象（隕石衝突、地震、火山）が地球にすべて発生して変動をしている。他天体では天体衝突と内部振動が主体で火山は各天体で制限される（Table 1）。

極限現象と固体システム圏: 極限三大現象（隕石衝突、地震、火山）はその箇所の「局所現象」で不活動天体では全圏的となる。

海水圏による全圏的固体層の形成: 全圏的な固体圏の形成は海水圏の存在が前提で、地球には大規模な堆積層（石灰岩、砂岩、頁岩）が報告されている。特に石灰岩は炭素含有物が大量に広範囲に関与している。

Table 1. Extreme event of Earth and other bodies [1].

Event	Planet and others	Extreme event
Impact (Sky)	**Earth**, the Moon, Mars, Asteroids	Asteroids (meteorite) Impacts
Quake (Solid)	**Earth**, the Moon, Mars	Interior quakes (with & without ocean system)
Volcano (Eruption)	**Earth** (Ocean), Mars (Solid)	Surface (rocks, ocean)

天体の各物質モデルの展開: 天体の軌道観測で地動説が解明された。今後は物質面からの「天体の独自性」が研究や探査などで期待される。

まとめ: 本件は下記のようにまとめられる。１）天然現象で極限現象には局所と広範囲な現象があり、地球は全てに関与している。２）全圏的固体圏の形成は海水圏の存在が前提である。地球には堆積層の炭酸岩が残存している。３）「天体物質独自性」の対比的な研究探査議論などが今後期待される[1-3]。

参考文献: [1]三浦保範（1996）「衝撃波ﾊﾝﾄﾞﾌﾞｯｸ」（ｼｭﾌﾟﾘﾝｶﾞｰﾌｪｱﾗｰｸTokyo), 1073-1209. [2] Miura Y. (2018) IMA-2018 (Melbourne, Austra-lia) 2039. [3] Miura Y. (2021) JpGU, PPS04-P18 (Yokohama).

Keywords: Earth's minerals, Water-system, Carbonate rock, Material differences. *yasmiura50@gmail.com*

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

カンラン岩質エコンドライト隕石のカンラン石結晶方位解析：原始惑星でのマグマ結晶化・変形過程の検証

三河内 岳*（東大・総研博／院理）、竹之内 惇志（京大・総博）、安武 正展（高輝度光科学研究センター）、山口 亮（国立極地研）、Anthony J. Irving（ワシントン大・地球宇宙科学）

Crystallographic orientation analysis of olivine in dunitic achondrites: Magmatic crystallization and deformation in protoplanets

Takashi Mikouchi* (Univ. of Tokyo), A. Takenouchi (Kyoto Univ.), M. Yasutake (JASRI), A. Yamaguchi (NIPR), A. J. Irving (Washington Univ.)

はじめに：マグマ溜まり中での結晶集積過程やその後の変形過程により鉱物粒子に結晶方位の配向性が見られることは地球では一般的である。原始惑星起源のカンラン岩質エコンドライト中のカンラン石にも同様の報告がなされており、特にブラチナイトのカンラン石には形態定向配列（SPO）と結晶方位定向配列（CPO）が普遍的に見られることが明らかになっている（Hasegawa+ 2017 など）。近年、サハラ砂漠およびその周辺から多くのブラチナイトおよびカンラン岩質で ungrouped のエコンドライト隕石が発見されていることから、原始惑星で起こったマグマ結晶化および変形過程の多様性をさらに理解するためにこれらの隕石合計 14 試料中のカンラン石結晶方位解析を新たに行った。

試料と分析手法：本研究で分析した試料は、11 個のブラチナイト（NWA 3151, NWA 4872, NWA 4874, NWA 4876, NWA 4882, NWA 5969, NWA 5971, NWA 6349, NWA 6474, NWA 7388, NWA 7605）および 3 個のカンラン岩質で ungrouped のエコンドライト（NWA 6077, NWA 6962, NWA 13446）で、それぞれの薄片試料の数 mm^2〜2 cm^2 ほどの領域を FE-SEM（国立極地研 JEOL JSM-7100M）に付属した EBSD 分析装置で分析した。得られたカンラン石の結晶方位（空間群：P_{bnm}）は AZtec ソフトで解析し、1 結晶につき 1 方位データとした。それぞれの試料で解析したカンラン石結晶数は 238 個〜3603 個で、CPO の議論に十分に有意な数と考えられる。

結果：分析したブラチナイト 11 個のうち、5 試料には SPO と有意なカンラン石の CPO（*M* index : 0.071〜0.101）の両方が見られた。ただし、結晶方位の集中が見られた結晶軸は、*b* 軸が NWA 4874 と NWA 5969、*c* 軸が NWA 7388、*b* 軸と *c* 軸の両方が NWA 3151 と NWA 7605 と多様であった。明らかな SPO が見られなかった 6 試料については CPO も見られなかった。また、Ungrouped のカンラン岩質エコンドライト 3 試料では、NWA 6962 と NWA 13446 には SPO も CPO も見られなかったが、NWA 6077 では弱い SPO と CPO（*b* 軸, *M* index：0.093）が見られた。

考察と結論：以上のように、今回分析した合計 14 個のカンラン岩質エコンドライトのうち、半分近くの試料で *b*, *c*, *b*+*c* 軸のカンラン石 CPO が見られた。ブラチナイトの結果は先行研究とよく一致している（Hasegawa+ 2017）。*c* 軸集中の CPO はカンラン石の長軸方向であることから、流れのある溶岩流中などで、カンラン石長軸が揃うような集積過程が考えられる。一方で *b* 軸集中の CPO は自形のカンラン石での広い結晶面（柱面）である (010) 面を重力的に上下にして結晶がマグマ溜まりの底に静穏に沈積した集積過程が考えられるが、天体内部での変形による過程も知られている。実際、NWA 6077 は微量元素分析からコンドライト的物質の部分溶融後残渣であると指摘されているため（Burkhardt+ 2017）、原始惑星内部での変形過程により *b* 軸集中が生じた可能性がある。

Keywords: Dunitic achondrite, Olivine, Crystallographic preferred orientation, EBSD
*Corresponding author: mikouchi@um.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

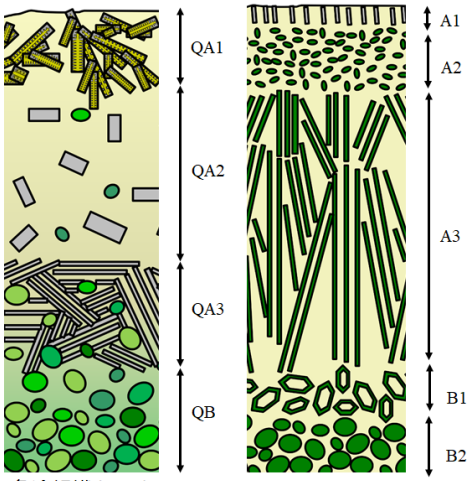
コマチアイトとの対比を通した急冷アングライトの形成場

林秀幸（東大・院理）、三河内岳（東大・総研博）

Igneous body of quenched angrites in comparison with komatiites

Hideyuki Hayashi* (U. Tokyo) and Takashi Mikouchi (U. Tokyo)

はじめに：アングライトは太陽系最古のエコンドライトの一種であり、急冷または徐冷組織を示す。急冷組織を示すアングライトは結晶化年代が特に古く、タイムアンカーとして重要視されている。Hayashi & Mikouchi (2019) は、急冷組織を示すアングライトを岩石組織的に QA1、QA2、QA3 に分類し、それらは冷却速度の大小に従って生じることを示した（下図）。QA1 はカンラン石と灰長石の共晶から成る樹枝状組織を持つ。QA2 は、比較的粗粒で、灰長石がランダムな結晶方位を示す。QA3 は、短冊状の灰長石が複数粒子で、同一の結晶方位を持つ。一部の急冷組織を示すアングライトは、Mg に富むカンラン石外来結晶を含んでいる。



このような組織は、地球上に見られるコマチアイトと類似している。コマチアイト溶岩流の上部では、骸晶状や平板状のカンラン石を特徴的に含むスピニフェックス組織を示す。この組織は、比較的速い冷却速度の下で形成されたと考えられている。コマチアイトの層序は、上部チルドマージン（A1）、ランダムスピニフェックス（A2）、平板状スピニフェックス（A3）のように岩相が変化している（Pyke+ 1973）。本研究では、急冷組織を示すアングライトとコマチアイトの組織、冷却速度およびバルク組成をそれぞれ比較し、急冷組織を示すアングライトの形成場を明らかにすることを試みた。

化学組成：急冷組織を示すアングライトのバルク組成は相関を示しており、Mg に富むカンラン石外来結晶の同化度合いに応じて変化している (Mikouchi+ 2004)。Sahara 9955、D'Orbigny、NWA 1296 および NWA 7203 は純粋なアングライト質マグマと考えられた。

組織と冷却速度：急冷組織を示すアングライトとコマチアイトはそれぞれ、岩体の深さに応じて組織が変化しており、組織や冷却速度が対応している。QA1 は、細粒な粒子サイズという点で A1 に対応する。冷却速度は NWA 7203 の細粒部分（QA1）では>300 ºC/hr、A1 では>150 ºC/hr (Faure+ 2006) と見積もられ、いずれも岩体内で最も速い冷却速度を持つ。QA2 は、灰長石がランダムな結晶方位を持っており、A2 のカンラン石がランダムな結晶方位を持つ点と類似する。冷却速度は、Asuka-881371（QA2）では約 50 ºC/hr である一方、A2 では>10 ºC/hr (Faure+ 2006) と見積もられており、類似している。QA3 は、結晶方位の揃い、伸長した灰長石を含んでおり、A3 が同様のカンラン石を含んでいる点と類似する。NWA 1670（QA3）では約 4 ºC/hr である一方、A3 では 2~5 ºC/hr (Faure+ 2006) と見積もられており、よく対応している。

結果と考察：急冷組織を示すアングライトとコマチアイトの組織、冷却速度およびバルク組成を比較したところ、それぞれよく対応する岩相が存在することが明らかになった。このことは、急冷組織を示すアングライトはコマチアイトと同様な形成場で結晶化した可能性を示している。コマチアイトの形成場は、Hill+ (1995) により、フィッシャーからの連続的な噴火であると考えられている。溶岩流は、噴火地点近傍では連続的である一方、末端部では散発的である。アングライト母天体でも同様の溶岩流を生じた可能性がある。その場合、急冷組織を示すアングライトは、NWA 7203 が冷却速度の異なる細粒な組織と粗粒な組織を持つことから、溶岩流の冷却速度が、新たな溶岩流が覆い被さることで変化するような、溶岩流の末端部分に由来すると考えられる。

Keywords: Angrite, Komatiite, stratigraphy, cooling rate, xenocryst

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

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

メソシデライトを用いたシリカ鉱物が記録する冷却速度の推定

大野 遼*（千葉工大），竹之内 惇志（京大・博物館）三河内 岳（東大・総研博），山口 亮（極地研），杉浦 直治（千葉工大）

Constraints on the cooling rate recorded by silica minerals using Mesosiderites

Haruka Ono*(Chiba Inst. Tech.), Atsushi Takenouchi (Kyoto Univ.), Takashi Mikouchi (Univ. of Tokyo), Akira Yamaguchi (NIPR), Naoji Sugiura (Chiba Inst. Tech.)

はじめに：シリカ鉱物は、幅広い温度圧力条件下において 23 以上の多形を持つことが知られている [1]。例えば、シリカ鉱物の一つであるトリディマイトは、400℃以下で準安定相を含む 8 つの多形を持ち、常温では異なる 3 つの結晶系が存在する [2]。本研究では、これらのシリカ鉱物の特性から、1200-400 ℃以下に至るまで、幅広い温度範囲でシリカ鉱物が熱史を推定するのに有用であることを示してきた [3, 4]。しかし、期待される冷却速度は 10^-4 ℃/yr と非常に遅いため、実験ではシリカ鉱物の相転移による冷却速度の定量的な推定には至らなかった。そこで本研究では、400℃以下の冷却速度を定量的に推定可能な Fe-Ni メタルとシリカ鉱物の両方を含むメソシデライトに着目した。メソシデライトは、メタルとシリカ鉱物だけでなく、800℃程度での冷却速度を定量的に推定可能な輝石も含まれている。そのため、メタルと輝石が示す冷却速度と存在するシリカ鉱物の相や形態を比較することで、シリカ鉱物による高温～低温における定量的な冷却速度を見積もることができると期待される。

結果：試料には、メソシデライトの中で熱変成度が最も低いと報告された [5] NWA 1878 とその次に低い熱変成度の Vaca Muerta を用いた。Vaca Muerta のシリカ鉱物は、単斜晶系のトリディマイトのみが存在していた。NWA 1878 中では、先行研究 [5] 同様、クリストバライトと石英が確認され、それらは集合体を成していることが新しく観察された。クリストバライトには、高温型から低温型に相転移する際にみられる“fish-scale”と呼ばれる割れが存在していた。クリストバライトには 1 μm 以下の包有物が含まれていた。

考察と結論：先行研究より、トリディマイトは徐冷によりメルトから晶出する場合とクリストバライトから相転移によって形成される場合がある [4]。Vaca Muerta 中の Fe-Ni メタルから見積もられた冷却速度は 10^-7 ℃/yr と徐冷であり [6]、トリディマイトの存在はその冷却速度と整合的な結果となった。しかし、NWA 1878 中でトリディマイトが存在していないことから、クリストバライト晶出後は速やかに冷却されたことを示唆している。先行研究では輝石の離溶ラメラから、NWA 1878 が 850 ℃程度において 0.01 ℃/day 以上の冷却速度を経験したと見積もられている [5]。このことから、クリストバライトは 0.01 ℃/day の冷却速度ではトリディマイトに相転移しないことが推測される。一方で、近年新しく見つかった Erg Chech 002 (EC 002)では、クリストバライトとトリディマイトの集合体の存在が報告されており、冷却速度が~1200−1000°C で 0.003-0.014 ℃/day であると見積もられている [7-9]。以上のことから、クリストバライトがトリディマイトに相転移する冷却速度は、0.003-0.01 ℃/day 以下であることが示唆された。

参考文献：[1] Sosman R. B 1965. *Rutgers University Press*, 388 pp. [2] Graetsch H. and Flörke O. W. (1978) *Z. Kristallogr.* 195, 31-48. [3] Ono H. et al. (2019) *MAPS.*, 54, 2744-2757. [4] Ono H. et al. (2021) *MAPS.*, in press. [5] Kimura M. et al. (2020) *MaPS.* 55:1116-1127. [6] Powell B. N. (1969) *GCA*. 33:789. [7] Mikouchi T. and Zolensky M. K. (2021) *LPS LII*, Abstract # 2548. [8] Yamaguchi A. et al. (2021) *LPS LII*, Abstract #1892. [9] Barrat J. A. et al. (2021) *PNAS* 118:11.

Keywords: Silica, Cooling rate, Tridymite, Cristobalite, Mesosiderite

*Corresponding author: o.haruka527@gmail.com

Nakhlite 隕石 NWA 10153 と NWA 6148 の複合顕微分析

久木原翔*，宮原正明（広島大学），山口亮（極地研），高橋嘉男（東京大学），武市泰男（KEK），富岡尚敬（JAMSTEC），大谷栄治（東北大学）

Multi-probe microscopy analysis of NWA 10153 and NWA 6148

Kakeru Kukihara*, Masaaki Miyahara (Hiroshima Univ.), Akira Yamaguchi (NIPR), Yoshio Takahashi (Tokyo univ.), Yasuo Takeichi (KEK), Naotaka Tomioka (JAMSTEC), Eiji Ohtani (Tohoku univ.)

We conducted petrological and mineralogical studies of the nakhlites NWA 6148 and NWA 10153 to clarify aqueous alteration and stratigraphy in the nakhlites complex. As a result, NWA 6148 and NWA 10153 were originated from that rapidly cooled and solidified near surface, and two different aqueous alteration events likely occurred in NWA 10153.

１．はじめに

火星隕石ナクライトは複数回の溶岩流によって形成され、その後に生じた水質変成の痕跡を多く示す。これまで様々なナクライトを用いた岩体の層序や変質に関する研究が行われてきたが，岩体内での変質作用の鉛直方向の変化は未解明である。そこで、ナクライト岩体の層序と鉛直方向での変質作用の変化に新たな知見を加えるため，岩体内での位置が分かっていない NWA 10153 と岩体の深部由来と推定されている NWA 6148 の鉱物学的・岩石学的記載を行った。

２．実験手法

NWA 6148 と 10153 の研磨片を用意し，FE-SEM-EDS による組織観察を行った。化学組成の定量分析には EPMA を用いた。FIB で変質組織の薄膜加工を行い、STXM によって XANES を取得し、化学種解析を行った。その後、TEM/STEM-EDS を用いて変質鉱物の組織観察、化学組成分析、結晶構造解析を行った。

３．結果と考察

NWA 6148 は主に橄欖石(約 5.3%)、輝石(約 39.5%)、メソスタシス(約 55.2%)で構成され，メソスタシス中には斜長石、カリ長石、磁硫鉄鉱、Fe-Ti 酸化物が確認できた。輝石の組成累帯構造には Ca が増加する傾向が見られた。変質はほとんど確認できなかった。これはナクライト中では異例であり，その理由については現在検討中である。

一方，NWA 10153 は主に橄欖石(約 1.5%)、輝石(約 39.5%)、メソスタシス(約 35.1%)で構成され、メソスタシス中には斜長石、カリ長石、黄鉄鉱、Fe-Ti 酸化物が確認できた。変質は橄欖石、輝石、黄鉄鉱の周辺で見られた。輝石周辺での変質は卓越する変質鉱物により①ゲータイト、②ジャロサイト、③サポナイト、④炭酸塩鉱物領域に分けられる。橄欖石の変質組織は現在分析中であり，今後の課題である。目下判明している変質鉱物の組み合わせから，NWA 10153 には塩基性～中性の流体が作用するイベントの後に酸性の流体が作用するイベントがあったと考えられる。一連の変質過程はこれまで調べられたナクライトのものと一致する[1-2]。

NWA10153 と NWA 6148 はメソスタシスの割合が大きいことから、溶岩流の浅部由来である可能性がある。NWA 6148 に見られた輝石中の Ca が増加する傾向は、同じくナクライトの NWA 5790[3]と MIL 隕石[4]に共通しており、これらの隕石が同一の溶岩流イベントで形成した可能性がある。NWA10153 と NWA 6148 の岩体内での位置については今後さらに検討を行う。

引用文献

[1] Nakamura et al. (2020) Japan Geoscience Union Meeting 2020 PPS10-P13.
[2] Shiraishi et al. (2019) National Institute of Polar Research the Tenth Symposium on Polar Science OA Antarctic meteorites
[3] Jambon et al. (2016) Geochimica et Cosmochimica Acta 190, 191–212.
[4] Mikouchi et al. (2006) 37thLPSC, abstract no.1865.

Keywords: Mars, NWA 10153, NWA 6148, Aqueous alteration, Nakhlites complex
Corresponding author: M210891@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

放射光マイクロ XANES を用いた衝撃による斜長石中の鉄の価数変化の評価

佐竹 渉*（千葉工大）、三河内 岳（東大）、黒澤 耕介（千葉工大)、
大野 遼（千葉工大）、新原 隆史（東大）、松井 孝典（千葉工大）

Evaluation of Fe valence state change in plagioclase by shock events as inferred from micro-XANES analysis

W. Satake* (CIT), T. Mikouchi (Univ. Tokyo), K. Kurosawa (CIT), H. Ono (CIT),
T. Niihara (Univ. Tokyo) and T.Matsui (CIT)

研究背景：マグマの酸素分圧は、形成される鉱物の組合せや化学組成に強い影響を与えることから、火成岩の形成環境について重要な情報を持つ。発表者らは斜長石とマスケリナイト（斜長石が強い衝撃を受けガラス化したもの）中の鉄価数に注目し、放射光 Fe マイクロ XANES（X 線吸収端近傍構造）を用いて分析することで、火星隕石最大のグループであるシャーゴッタイトの酸素分圧を相対的に評価している (Satake+ 2014)。このような測定においては、斜長石中の鉄価数が衝撃の前後で変化しないことを前提とし、実際に少数の衝撃実験試料でそのことを確認しているが、この試料では熱履歴が分からないため、温度の考察ができない。そこで、申請者らが近年行っている 3 次元での衝撃回収実験試料の分析により、その検証がより確かなものになると考えて、衝撃実験試料の Fe マイクロ XANES 分析を実施したのでその結果を報告する。

試料と分析手法：分析試料として、千葉工業大学に設置されている、二段式軽ガス銃を用いた 3 次元での衝撃回収実験によって得られた玄武岩を用いた。この玄武岩は内モンゴル自治区産であり、斜長石の組成は $An_{54\sim66}Ab_{33\sim44}$ と、シャーゴッタイト中のマスケリナイトと似た組成を持つ。回収した試料は、iSALE を用いた 2 次元の数値衝突シミュレーションによって、衝突点で 10 GPa、500 K の圧力と温度を経験したと見積もられる。分析手法としては、偏光顕微鏡による斜長石の光学観察、EPMA (JEOL JXA-8900L)による鉱物組成分析、放射光マイクロ XANES 分析（高エネ研、Photon Factory、BL-4A）による斜長石中の鉄の 2 価 3 価比の測定（ビーム径：約 5 μm）を行った。

結果と考察：偏光顕微鏡の観察の結果、回収実験後の試料中において、衝突点付近の領域にある斜長石に、強い波動消光が見られた。EPMA による分析の結果、衝撃後の斜長石の組成は $An_{48\sim61}Ab_{37\sim50}$ であった。顕微鏡観察により、他の鉱物などの包有物が含まれておらず、強い波動消光を示す斜長石の粒子を XANES 分析に選んだ。XANES 分析の結果は、衝突前の斜長石の $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ 比の値は 11-20%、衝突後の試料の値は 11-20%であり、衝突前後で $Fe^{3+}/\Sigma Fe$ 比の値は変わらなかった。この結果から、少なくとも 10 GPa、500K の環境下では、鉄の 2 価 3 価比は変化しないと考えられる。しかし、火星隕石はより大きな衝撃を受けているため、より高圧・高温を経験した試料の分析が必要である。

Keyword: Shock metamorphism, Plagioclase, XANES

Corresponding author. Satake, E-mail: wataru.satake@p.chibakoudai.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ジャロサイトの衝撃回収実験

川野晃平，宮原正明*（広島大・理），小林敬道（NIMS），関根利守（大坂大・工），菅大暉（JASRI），高橋嘉夫（東京大・理）

Shock recovery experiments of jarosite

Kouhei Kawano, Masaaki Miyahara*, (Hiroshima Univ.), Takamichi Kobayashi (NIMS), Toshimori Sekine (Osaka Univ.), Hiroki Suga (JASRI), and Yoshio Takahashi (Tokyo Univ.)

Shock recovery experiments of jarosite and natrojarosite were conducted in the shock pressure range of 13–41 GPa to clarify shock-induced dehydration. Based on the XRD/DTA analysis of recovered samples, jarosite decomposes into hematite (+magnetite) and $FeSO_4$ with the dehydration of OH above ~23 GPa.

1．はじめに

火星探査機マーズ・エクスプレスは可視光･赤外線分光器により 3 価の鉄の硫酸塩が火星表面に存在することを突き止めた[1]。火星探査車オポチュニティはメスバウアー分光装置を用いて火星表土に鉄明礬石（ジャロサイト：$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$）が含まれることを明らかにした[2]。ジャロサイトの存在は火星表層で起きた水－岩石反応の痕跡の１つと見なされている。

火星では今なおメテオロイドによる衝突が起きている。含水硫酸塩鉱物は加熱すると分解し脱水反応が起きる。衝突に伴う衝撃圧縮がジャロサイトに加わると加熱時同様の脱水反応が起きると予想される。しかし，ジャロサイトを用いた衝撃回収実験はなく，分解脱水を起こす衝撃圧や分解反応は未知である。そこで，本研究ではジャロサイトとソーダ鉄明礬石（ナトロジャロサイト：$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$）の衝撃銃実験を行い、脱水圧力と分解反応を明らかにした。

2．実験試料と実験手法

ジャロサイトは草津白根山の北東に位置する茶つぼみ公園にて採集したものを使用した。ナトロジャロサイトはギリシャの Kamariza 鉱山のものを使用した。試料を乳鉢で粉砕しよく乾燥して吸着水を取り除き衝撃実験試料とした。粉末試料を SUS304 のコンテナに封入し，衝撃銃実験は NIMS の一段式火薬銃を使用し，衝撃圧はインピーダンスマッチング法で求めた。実験は衝撃圧 13–41 GPa の範囲で行った。衝撃実験後，コンテナから粉末試料を回収し，XRD と DTA/TG 分析を行った。

3．結果と考察

13 GPa の衝撃圧を加えたジャロサイトの XRD パターンは出発物質とほとんど変わらないが，ピークの半値幅がわずかに大きくなっていた。22.6 GPa ではジャロサイトのピークの半値幅がさらに大きくなり，ヘマタイトのピークが現れた。33.0 GPa ではジャロサイトのピークが消失し，ヘマタイトに加えマグネタイトの弱いピークが現れた。41.0 GPa ではヘマタイト，マグネタイトと Szomolnokite（$FeSO_4 \cdot H_2O$）のピークが現れた。

以上の結果と DTA 分析から，ジャロサイトは約 23 GPa 以上でヘマタイト，$FeSO_4$，K_2SO_4(非晶質)に分解し，OH が脱水し始めることが判明した。Szomolnokite は $FeSO_4$ が空気中で水和し生成したものである。マグネタイトはヘマタイトの分解生成物と推定される。

一方，ナトロジャロサイトは 32.6 GPa でも分解は完了しておらず，分解にはジャロサイトに比べて高い衝撃圧が必要かもしれない。

引用文献
[1] Gendrin et al., Science, **307**, 1587 (2005).
[2] Squyres et al., Science, **306**, 1698 (2004).

Keywords: Mars, jarosite, shock experiment, dehydration
Corresponding author: miyahara@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

南極産 H6 コンドライトの衝撃変成組織

竹之内惇志*（京大・総博），山口亮（極地研，総研大）

Shock features in Antarctic H6 chondrites

Atsushi. Takenouchi* (The Kyoto Univ. Museum) and Akira Yamaguchi (NIPR, SOKENDAI)

過去の天体運動を推定するために、これまで衝撃変成組織観察と Ar/Ar 年代測定により隕石の衝突史の解明を行ってきた[e.g., 1]。

L コンドライトは比較的数多くの試料で高圧鉱物の存在が報告されている[2]。高圧鉱物の有無[2]と Ar/Ar 年代の報告[3]見ると、L コンドライトでは<5 億年前や 16 億年前といった若い衝撃変成年代を示している試料（e.g., Taiban, Mbale, Peace River, Seagraves (c)）が高圧鉱物を含む傾向がみられる[e.g., 1]。一方、高圧鉱物を含む H コンドライトの衝撃変成年代は報告されておらず、高圧鉱物を生成するような天体衝突現象が H コンドライト母天体上でいつ発生したのかは未だ明らかではない。

H コンドライトの衝撃史を明らかにするために、これまで約 30 個の H コンドライトの組織観察と Ar/Ar 年代分析を進めてきた。本研究では新たに分析に加えた 3 つの H6 コンドライトの衝撃変成組織の観察結果について報告する。

試料は A 12363, A 10174, Y 981909 の３つで、いずれも国立極地研究所から貸与された薄片試料を用いた（A 12363,51-1 A10174,41-1, Y 981909,51-1）。組織観察は国立極地研究所の走査型電子顕微鏡（FE-SEM, JEOL JSM-7100F）を用い、鉱物相同定には電子顕微鏡に付属する電子線後方散乱回折（EBSD）解析装置（AZtec, Oxford Instruments）を使用した。

A 12363：薄片全体に細粒な不透明鉱物が散らばっており（silicate darkening）、斜長石が硫化鉄中で針状に結晶化した組織や、クロマイトの融食組織など高温の経験を示唆する組織がみられた。カンラン石や輝石は弱い波状消光を示し、細い衝撃溶融脈も観察された。脈内部は細粒なカンラン石・輝石の自形結晶と他形の不透明鉱物及びガラスの集合であり、高圧鉱物は観察されなかった。これらは衝撃溶融脈が徐冷または再加熱を経験して形成した組織であると考えられる。

A 10174：ネットワーク状の太い衝撃溶融脈が観察された。溶融脈周囲では斜長石の EBSD パターンが不明瞭となるが、脈から離れると明瞭なパターンを示した。衝撃溶融脈が断層のように切られた組織が観察され、2 回以上の衝撃変成作用を経験していることが示唆された。衝撃溶融脈は細粒で等粒状の輝石やカンラン石と、その間を埋める不透明鉱物・ガラスで構成されており、高圧鉱物は観察されなかった。

Y 981909：斜長石がマスケリナイト化しており、カンラン石や輝石は波状消光と弱いモザイク化を示した。溶融脈内部の見た目は A 10174 と類似するが、ringwoodite, wadsleyite, garnet などの高圧鉱物が豊富に存在した。Ringwoodite-wadsleyite は脈内部と周囲のカンラン石を置き換えており、garnet は自形結晶で脈内部に形成していた。

A 12363 は全体的に高温の経験を示唆しおり、衝撃変成組織はその熱によりリカバリーされている。衝撃変成作用と加熱作用が同一のイベントか否かは明らかではないが、強い加熱を伴う衝撃イベントの存在を示唆する。一方、Y 981909 は高圧鉱物を保持するため、溶融脈は高圧下で冷却固化している。そのため Y 981909 が記録する衝撃イベントは局所的な加熱のみを伴っており、A 12363 とは異なる衝撃イベントを記録している。A 10174 は熱的影響が A 12363 よりは弱く Y 981909 よりは強い衝撃変成作用を経験し、その後、いずれの衝撃イベントよりも弱い衝撃変成作用を経験している。

本研究では 3 つの H6 隕石がそれぞれ異なる４つの衝撃イベントを記録していることを明らかとした。今後、これらの隕石の Ar/Ar 年代分析を進め、各隕石の衝撃変成作用がいつ起きたのかを明らかにする。

参考文献：[1] Takenouchi et al. (2020) The 11th Symp. on Pol. Sci. abst. [2] Tomioka and Miyahara (2017) *MaPS*, 52, 2017-2039. [3] Swindle et al. (2014) *Archaeology to Planet. Sci*. 378:333-347.

Keywords: Shock history, Ordinary chondrite, high-pressure phases

*Corresponding author: takenouchia24@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

隕石母天体における水質変成作用の解析に用いる層状ケイ酸塩のマルチエレメントXANESライブラリの構築

○井上皓介[1]、福士圭介[2]、菅大暉[3]、河合敬宏[4]、高橋嘉夫[4]、武市泰男[5]（[1]金沢大学大学院自然科学研究科、[2]環日本海域環境研究センター、[3]JASRI/SPring-8、[4]東京大学大学院理学系研究科、[5]高エネルギー加速器研究機構）

Construction of a multi-element XANES library of layered silicates used for water metamorphism analysis in meteorite mother celestial bodies

*K. Inoue[1], K. Fukushi[2], K. Morida[1], H. Suga[3], T. Kawai[4], Y. Takahashi[4], Y. Takeichi[5]([1] Graduate School of Science, The University of Kanazawa, [2] Institute of Nature and Environmental Technology, [3] JASRI/SPring-8 [4]Graduate School of Science, The University of Tokyo, [5]High Energy Accelerator Research Organization)

【はじめに】隕石には、含水鉱物の一種である層状ケイ酸塩が含まれていることがある。層状ケイ酸塩は液体の水の存在下で生成する鉱物であるため、隕石中における層状ケイ酸塩の存在は過去に地球外天体で生じた水循環の存在を意味する。層状ケイ酸塩は構造元素の含有量や配位位置によって様々な鉱物種が存在し、この鉱物種の違いは生成環境に関連づけられる。故に、隕石試料に含まれる層状ケイ酸塩の鉱物種の同定から、地球外天体の水環境を推定できる可能性がある。だが、隕石試料は得られる試料の量に限りがあるため、少ない情報から多くの知見を推定できる新たな判断指標の構築が必須である。本研究では微小領域から情報を得る手法として「走査型透過X線顕微鏡(STXM)」に注目した。STXMは局所領域での元素の存在状態を分析するツールであり、元素が構造中のどの部分に配位しているかなどの情報を有している為、層状ケイ酸塩の種類を推定できる可能性を秘めている。またSTXMは電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)と比べ、より微小な領域下でスペクトルを検出して鉱物の存在状態を確認することが可能である。加えて、層状ケイ酸塩粒子もナノスケールサイズほど微小である為、EPMA以上に正確な鉱物相の同定を行う事が可能である。本研究では地球上の様々な層状ケイ酸塩を標準試料とし、構成元素のX線吸収スペクトルと試料の特徴とを集約することで、STXMにおける層状ケイ酸塩同定の判断指標の基準となるライブラリの構築を目指した。

【試料】ライブラリ構築のための標準試料として、2八面体型のモンモリロナイト3種類、鉄モンモリロナイト、ノントロナイト4種類、イライト、白雲母、カオリナイト2種類、ハロイサイト、パイロフィライト、及び3八面体型のサポナイト3種類、鉄サポナイト、ヘクトライト、アンチゴライト、クリソタイル、鉄蛇紋石、クリノクロア、タルクを用意した。また、これらの標準試料ライブラリが実際にSTXMに適用可能か確かめる実証分析用試料として、マーチソン隕石試料、タギシュレイク隕石試料、火星隕石ナクライト試料を用意した。

【方法】試料に対し、鉱物相同定のために粉末X線回折を、鉱物化学分析のために蛍光X線分析を行った。構成主要元素のX線吸収スペクトル取得は、高エネルギー加速器研究機構Photon FactoryのBL-19Bで行った。尚BL-19AがSTXM本体でBL-19Bは同じビームを用いたバルク試料用XAFSとなっているが、標準試料が想定上ほぼ100%の層状ケイ酸塩であることから、わずかに存在する不純物を分析するリスクや測定にかかる時間を考慮し、標準試料においてはSTXM本体ではなくバルク試料用のXAFSを上記25個の層状ケイ酸塩試料の構成元素であるSi, AlおよびMgのK端についてX線吸収端近傍構造(XANES)スペクトルを得た。また、各隕石試料について集束イオンビーム(FIB)を用いて加工し、BL-19AのSTXMを用いてナノスケール下での画像マッピングを行った。得られたマップ内で元素ごとに範囲を限定してAl.Mgにおけるスペクトルを測定した。また見いだされたAl,Mgのスペクトルに対しては解析ソフトREX2000を用いて標準試料のスペクトルをフィッティングさせ、その際の合致度の高いものほど存在する可能性の高い鉱物であるとして鉱物同定を行った。

【結果と考察】標準試料の分析において、Siではスペクトルの試料間での明瞭な違いは見られなかったが、Alでは四面体に配位するAlと八面体に配位するAlを区別することが可能な、Mgでは3八面体型と2八面体型を区別して更に3八面体型のうち1:1構造と2:1構造を区別することが可能なスペクトルが検出された。隕石試料のSTXM分析においては、全ての試料で層状ケイ酸塩由来と考えられるAl,Mgのスペクトルが見いだされた。詳細な分析結果及び考察について、発表の際に報告する。

The application of the XAFS method and oxidative hydrothermal alteration experiments from reproduced I-type cosmic spherules

Huimin Shao (Kumamoto Univ.), Hiroshi Isobe* (Kumamoto Univ.), Ginga Kitahara (Kumamoto Univ.), and Akira Yoshiasa (Kumamoto Univ.)

The formation mechanism of hematite spherules in Meridiani Planum on Mars was widely discussed by researchers (Misra et al., 2014; Morris et al., 2005; Nie et al., 2020). Misra et al. (2014) proposed a possibility that the hematite spherules may be derived from cosmic spherules. Therefore, we carried out experiments on reproduced I-type cosmic spherules (Shao et al., 2020) by oxidative hydrothermal alteration experiments. The starting material was oxidized with the oxygen fugacity controlled by $Mn_2O_3 – Mn_3O_4$ solid buffer in the hematite stability field. The sulfuric acid solution and deionized water were used to control pH values to be 4 and 7, respectively. The vessels were heated at 150°C and 200°C for 10 days and 30 days. The detailed experimental conditions are shown in the table.

Experimental conditions

Exp.	Tem (°C)	Dur (days)	pH	CO_2
1	150	10	7	√
2	200	10	7	×
3	150	10	4	×
4	200	10	4	×
5	150	30	7	√
6	150	30	7	×
7	200	30	7	√
8	200	30	7	×

SEM and EDS analysis revealed that the hematite, magnetite, wustite, and Fe-Ni metal were the main mineral of run products. Fe K-edge XAFS measurements were performed using beamline NW-10A in fluorescence mode at the Photon Factory, KEK, Tsukuba, Japan. The shift of the first derivative spectra peak position from low energy to a higher energy value suggests that the oxidation degree increased as follows: 1. Starting material, Exp.1, Exp.3, and Fe metal; 2. Fe_3O_4 and Exp.4; 3. Exp.2, Exp.8, and Fe_2O_3. It could be inferred that Exp.1 and 3 were nearly not oxidized; Exp.4 contains mainly magnetite; Exp.2 and 8 are almost completely transferred to hematite. According to the above results, the run products from 150°C 10 days show not a big difference from the starting materials both in pH4 or 7. However, when the temperature at 200°C (10 days), the run products were oxidized to be magnetite (in pH4), or hematite (in pH7). At the same time, under 200°C pH7 condition, both 10 days and 30 days are identical spectra to hematite. The oxidation behavior of reproduced I-type cosmic spherules showed that relatively slow oxidation on metallic spherules could progress under around 200°C. Moreover, the run product under the neutral condition could be oxidized to a higher oxidation state than acidic condition (pH4). From our experiments, it is possible to form hematite from extraterrestrial solid Fe-Ni metal spherules by oxidative hydrothermal conditions. Hence, we suggest that the slow oxidation on melted and quenched droplets derived from iron meteorite bodies may also create hematite minerals in a similar process on the Martian surface.

Keywords: Martian hematite, oxidative hydrothermal alteration, XAFS, cosmic spherules
Corresponding author: isobe_hrs@kumamoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

非晶質微粒子の高温水質変成過程の中性子準弾性散乱

奥地拓生[1], 富岡尚敬[2], 瀬戸雄介[3], 梅田悠平[1], 山田武[4], 玉造博夢[5], 柴田薫[5]
([1]京都大・複合研, [2]JAMSTEC・高知コア研, [3]神戸大・院理, [4]CROSS, [5]原子力機構)

Hydration process of amorphous silicate nanoparticles analyzed by quasielastic neutron scattering at high temperature

Takuo Okuchi*[1], Naotaka Tomioka[2], Yusuke Seto[3], Yuhei Umeda[1], Takeshi Yamada[4], Hiromu Tamatsukuri[5] and Kaoru Shibata[5] [1]Kyoto Univ., [2]JAMSTEC, [3]Kobe Univ., [4]CROSS, [5]JAEA)

We previously demonstrated that quasielastic neutron scattering is uniquely effective for analyzing atomic-scale hydrogen transport in hydrous minerals. In the current study, this scheme has been applied for analyzing atomic-scale reaction and transport processes of water within amorphous silicate nanoparticle medium. We obtained the results at temperatures to ~500 K where hydrated amorphous medium starts to crystallize into layered hydrous mineral structure. Microscopic mechanisms of water storage and transport in such hydrous media were revealed, which have implication for understanding of aqueous alteration and water transport processes in asteroids occurring in the early solar system.

地球の進化において水は特別な役割を果たしてきた。地球の水は誕生期に微惑星などから供給された後に、内部で分配され、輸送、貯蔵されてきた。我々は J-PARC などの高強度中性子施設において、地球に供給された後の水の分配・輸送・貯蔵を理解するための中性子散乱実験を進めてきた[1-4]。その過程で、地球に届く以前の水の研究にも中性子が強力な道具になると考えて、本研究を着想した。

水をつくる元素である水素は、最も軽くて動きやすい元素である。一方で水素は中程度の結合力を持ち、長さと結合角度が柔軟な、水素結合を形成することができる。含水鉱物は地球内部の水の貯蔵と輸送の主たる媒質である。その結晶構造の内部では、水素結合の働きによって、動きやすい水素が巧みに保持される[1,2]。このような水素は隣接原子間程度の距離において、水酸基の配向の静的・動的な切替わり、イオンあるいは欠陥としての高速の拡散など、多様なダイナミクス(移動または運動、分子振動とは異なる)を示す。これらの水素のダイナミクスの解析のために、中性子準弾性散乱法が特に有効であることを私たちは発見して提示してきた[3,4]。

それでは地球に届く以前の水の重要な貯蔵と輸送の媒質の一つである、非晶質の含水(または水和)ケイ酸塩の水素は、どのようなダイナミクスを示すのであろうか。準弾性散乱法では、水素原子核によって非干渉性散乱された中性子の運動量とエネルギーの変化を通して、水素のサイト間跳躍の距離と頻度を解析する。そこから水素のダイナミクスを、体積拡散や表面拡散などの素過程に仕分けて調べることができる。この手法は非晶質物質に対しても結晶質物質と同程度に有効である[5]。そこで本研究では、吸着した水分子との反応を経て徐々に結晶化しつつある、非晶質ケイ酸塩の状態を高温その場で解析した。その結果、水質変成過程における水素の貯蔵と輸送の状態がわかってきた。

誘導熱プラズマ装置で合成した平均粒径 70nm の Mg_2SiO_4 組成の非晶質ケイ酸塩[6]に水蒸気を吸収させて試料を合成した。この試料を目標温度まで加熱した後に保持して、反応を進めた後に、さらに温度を保持しながら準弾性散乱の計測を行った。得られた結果から二種類の水素のダイナミクスの存在が示された。一方はケイ酸塩と水の界面、もう一方はその界面で閉じられた nm オーダーの空間に存在する水分子と考えられる。非晶質の媒質中の水素の貯蔵と輸送の状態は、結晶質のものと大きく異なる可能性が高いといえる。講演では以上の結果の詳細を説明する。

References: [1] 奥地拓生ほか (2017) 日本結晶学会誌, 59, 309. [2] Purevjav et al. (2020) IUCrJ, 7, 370. [3] Okuchi et al. (2018) J. Appl. Cryst. 51, 1564. [4] 奥地拓生 (2021) 日本結晶学会誌, 63, 129. [5] 奥地拓生ほか (2018) 日本鉱物科学会年会 R5-12. [6] Imai (2012) PhD Thesis, Osaka Univ. Keywords: amorphous silicate, aqueous alteration, hydrogen dynamics, quasielastic neutron scattering.
*Corresponding author: okuchi@rri.kyoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

難揮発性包有物メルトと CO ガスとの酸素同位体交換実験

山本大貴*(JAXA)、川崎教行(北大)、橘省吾(東大)、上林海ちる(東大)、
坏本尚義 (北大)

Oxygen isotope exchange experiments between Ca-, Al-rich inclusion (CAI) melt and carbon monoxide gas

Daiki Yamamoto* (JAXA), Noriyuki Kawasaki (Hokkaido Univ.), Shogo Tachibana (Univ. of Tokyo), Michiru Kamibayashi (Univ. of Tokyo), Hisayoshi Yurimoto (Hokkaido Univ.)

始原的隕石中の Ca, Al に富む難揮発性包有物 (Ca-, Al-rich inclusion; 以降 CAI) は太陽系最初期に形成した高温鉱物の集合体である (e.g., Grossman, 1972; Connelly et al., 2012)。CAI の構成鉱物内・鉱物間には、質量非依存型の酸素同位体不均質が見られ、その成因の一つには再加熱・溶融時におけるメルト-ガス間での酸素同位体交換反応が挙げられる。 (e.g., Yurimoto et al., 1998; Kawasaki et al., 2018)。Yamamoto et al. (under review) は、模擬 CAI メルト-低圧 H_2O ガス間の酸素同位体交換実験をおこない、メルト中の酸素自己拡散係数 D やメルト表面での同位体交換効率 α を決定した。しかし、^{16}O に富む端成分である CO ガスと CAI メルトとの酸素同位体交換速度論は理解されていない。そのため、本研究では CAI メルト-低圧 CO ガス間の酸素同位体交換実験をおこなった。

同位体交換実験には、CO ガスボンベとマスフローコントローラーからなるガス導入機構を備えた高温加熱真空炉を用いた。Type B CAI の平均化学組成 (Stolper, 1982) の CAI 模擬物資を出発物質として、^{18}O に富む低圧 CO ガス環境下 (P_{CO} = 0.1, 0.5, 1 Pa) で 1420°C で加熱した。加熱後試料は FE-SEM 及び二次イオン質量分析計 (Cameca ims-1280HR) で分析した。

回収試料はガラスと少量のスピネルからなり、全ての加熱条件でガラス中の酸素同位体組成は、加熱時間とともに液滴表面が ^{18}O に濃集し、内部から液滴表面に向かうにつれ ^{18}O に富む同位体ゾーニングを示した。このことはメルト表面での同位体交換過程と内部への拡散過程が同時に進行していることを示す。また CO ガス圧増加に伴い表面から内部への ^{18}O 濃度勾配が急になっており、これは表面での同位体交換過程が高い CO ガス圧条件ほど速いためであると考えられる。酸素同位体プロファイルは、表面濃度非定常三次元拡散方程式 (Crank, 1975) で説明可能であり、得られた D (~1.41 × 10^{-11} m^2 s^{-1}) は、H_2O との同位体交換実験で決定した値 (~1.62 × 10^{-11} m^2 s^{-1}) とほぼ一致する。一方、α は、10^{-3}–10^{-4} 程度であり H_2O ガスとの場合 (~0.28) より 2-3 桁小さく、CAI メルト–CO ガスとの同位体交換速度は、H_2O ガスとの場合に対して圧倒的に遅いことがわかった。これに対して H_2O-CO ガス間の同位体平衡は、メルト–ガス間の同位体交換が起こる前に達成されるため (Alexander, 2004)、CAI メルト-ガス間の同位体交換速度は、H_2O と同位体平衡となった CO ガスによって大きく増大されず、CAI メルト-H_2O との同位体交換速度で決定されることがわかった。

Keywords: CAI melt, CO, Oxygen isotopic exchange

*daiki@planeta.sci.isas.jaxa.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Oral presentation

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Takuya Echigo(秋田大学), Norikatsu Akizawa(Atmosphere and Ocean Research Institute, The Univ. Tokyo)

Sat. Sep 18, 2021 9:30 AM - 12:15 PM Zoom Session 3

[Chairperson]

Takuya Echigo: R7-01 - R7-05

Norikatsu Akizawa: R7-06 - R7-10

[R7-01] Fertile lherzolite in the Upper Zone of Horoman peridotite complex

Yumeno Kogure[2], *Eiichi Takazawa[1], Hitomi Kimura[1] (1. Niigata Uni. Sci., 2. Niigata Uni. Grad.)

9:30 AM - 9:45 AM

[R7-02] About notation of mineral names seen in junior high school science textbooks

*Shintaro Hayashi[1], Shin-ichi Kawate[2], Michio Kiji[3], Satoshi Miyajima[4] (1. Akita. Univ. Edu., 2. Musashi High School, 3. Ritsumeikan Senior High School, 4. Kumagaya High School)

9:45 AM - 10:00 AM

[R7-03] High purity elemental separation technique for LREEs from silicate matrix

*Bidisha Dey[1], Tomoyuki Shibata[1], Masako Yoshikawa[1] (1. Hiroshima Uni. Sci.)

10:00 AM - 10:15 AM

[R7-04] Geology and iron mineralization in the Akatani skarn deposit, Shibata city, Niigata Prefecture.

*Kotaro Seno[1], Yasushi Watanabe[1], Takuya Echigo[1], Shogo Aoki[1] (1. Akita Univ.)

10:15 AM - 10:30 AM

[R7-05] Ancient melting event recorded in fore-arc peridotite

*Norikatsu Akizawa[1], Akira Ishikawa[2], Ryo Fujita[2], Teruaki Ishii[3] (1. AORI, Univ. Tokyo, 2. Tokyo Tech., 3. Shizuoka Univ.)

10:30 AM - 10:45 AM

[R7-06] Petrology of the serpentinized peridotite from Hayama Blet in Miura peninsula

*Natsue Abe[1,2] (1. JAMSTEC, 2. Kanazawa Univ.)

10:45 AM - 11:00 AM

[R7-07] Geology and Epithermal gold-silver mineralization of Bousawa deposit in Akita, Japan

*Kazuki Hirata[1], Yasushi Watanabe[1], Takuya Echigo[1], Shougo Aoki[1] (1. Akita Univ.)

11:00 AM - 11:15 AM

[R7-08] Geology and Au mineralization of the Hata deposit, Akita, Japan

*Yuki Konuma[1], Yasushi Watanabe[1], Takuya Echigo[1] (1. Akita Uni. In.)

11:15 AM - 11:30 AM

[R7-09] Fine structures of omphacite in CaO-Na_2O-CO_2 rich fluid

*Shugo Ohi[1], Shusuke Kinoshita[2], Yohei Igami[2], Akira Miyake[2], Takao Hirajima[2] (1. Shiga

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Uni. Education, 2. Kyoto Uni. Science）

11:30 AM - 11:45 AM

[R7-10] U-Pb age of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan.

*Mayuko Fukuyama[1], Masatsugu Ogasawara[2] （1. Akita Univ., 2. GSJ, AIST）

11:45 AM - 12:00 PM

[discussion] 総合討論

12:00 PM - 12:15 PM

©Japan Association of Mineralogical Sciences

幌満かんらん岩体上部の肥沃なレルゾライトについて

木暮優芽斗（新潟大院）・高澤栄一*（新潟大・理）・木村仁美（新潟大・理）

Fertile lherzolite in the Upper Zone of Horoman peridotite complex

Yumeto Kogure (Niigata Univ. Grad.), Eiichi Takazawa* (Niigata Univ. Sci.), Hitomi Kimura (Niigata Univ. Sci.)

幌満かんらん岩体は北海道中軸部の日高変成帯最下部に位置し，ポロシリオフィオライト起源とされる変ハンレイ岩を隔てて日高主衝上断層と接している。同岩体ではこれまで多くの研究がなされ，中央海嶺およびプレート衝突域の深部におけるマントルプロセスが議論されてきた。筆者らのグループは，これまで幌満岩体上部の代表的なセクションに沿うかんらん岩および苦鉄質レイヤーの全岩化学組成に注目し，岩体上部におけるメルトの抽出およびメルト–マントル反応について詳細な検討を行なってきた[1]。本講演では，それらの結果を踏まえ，幌満岩体下部との比較を行い，幌満かんらん岩体のマグマプロセスの変遷について検討する。

幌満岩体上部は幌満川に沿って連続する他，主にアポイ岳～ピンネシリ稜線部や坊主山付近より北方域に分布する。幌満川に沿って露出するのは，岩体上部の最下部であり，それよりも上位の層準を観察するには，幌満川に注ぐ支流および稜線に露出する限られた数の露頭に頼らざるを得ない。それに対し，筆者らのグループが研究対象とした不毛の沢セクションには，岩体上部の約 263m が連続して露出し，岩体上部の斜長石レルゾライト，ハルツバージャイトおよび苦鉄質レイヤーの層状構造および連続的な組成変化を観察するのに適している。

全岩主成分組成では，Depleted MORB mantle (DMM [2])よりも玄武岩質メルト成分に肥沃な斜長石レルゾライトが頻出することが不毛の沢セクションの特徴である。とくに，数センチ厚の苦鉄質レイヤーの薄層が多く観察されるところでは，上記の DMM よりも肥沃な斜長石レルゾライトが多く，苦鉄質レイヤーをもたらしたメルトによる母岩のかんらん岩の再肥沃化作用を示唆する。しかしながら，再肥沃化する前のかんらん岩はどの程度メルト成分に枯渇したかんらん岩であったのか（つまり，レルゾライト，あるいはハルツバージャイトか）については不明である。数センチ厚の苦鉄質レイヤーの薄層の全岩組成には，微量元素のコンドライト規格化パターンにおいて，Sr や Eu の正の異常が認められることから，斜長石が安定な比較的浅部のマントルにおいて，これらの苦鉄質レイヤーが形成した可能性が考えられる。苦鉄質レイヤー，およびメルト成分に肥沃な斜長石レルゾライトが頻出する層準では，Takahashi (2001)[3]によって報告された斜長石の濃集するパッチ状の集合体も分布することから incipient melting の可能性も考えられる。その場合，肥沃な斜長石レルゾライトが形成されたのは，幌満かんらん岩体上昇時ではなく，Yoshikawa and Nakamura (2000)[4] や Saal et al. (2001)[5]で報告された約 1 億年前の部分溶融，もしくは，かんらん岩と苦鉄質メルトの混合による再肥沃化のイベントに由来する可能性も考えられる。これらの可能性に制約を与えるには，岩体上部の肥沃なかんらん岩の Re-Os 同位体組成の検討が必要であろう。

これまで，岩体下部の代表的な層序（坊主セクション [6]）では，最も肥沃な斜長石レルゾライトの微量元素組成が DMM と同等であり，他のかんらん岩はそれよりも枯渇した組成を示す。レルゾライトやハルツバージャイトは不適合元素にエンリッチしたものが多いが，肥沃化作用とは異なる交代作用によるものと考えられる。岩体上部でも，ハルツバージャイトは不適合元素にエンリッチしており，交代作用と再肥沃化作用との関係については今後の検討課題である。

引用文献：[1] Kogure and Takazawa (2020) JpGU-AGU Joint Meeting 2020, SCG64-P04. [2] Workman and Hart (2005) EPSL, 231, 53-72. [3] Takahashi (2001) J. Petrol., 42, 39-54. [4] Yoshikawa and Nakamura (2000) JGR, 2897-2901. [5] Saal et al. (2001) J. Petrol., 42, 25-37. [6] Takazawa et al. (2000) GCA, 64, 695-716.

Keywords: Horoman peridotite, orogenic lherzolite, refertilization, partial melting

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

中学校理科教科書における鉱物名の表記について

林信太郎（秋大），川手新一（武蔵高校），貴治康夫（立命館高校），宮嶋敏（熊谷高校）

About notation of mineral names seen in junior high school science textbooks

Shintaro Hayashi(Akita Univ.), Shin-ichi Kawate(Musashi High School), Michio Kiji (Ritsumeikan Senior High School) and Satoshi Miyajima (Kumagaya High School)

5社から発行されている，現行学習指導要領における最新の中学校理科教科書について，教科書中での鉱物名の表記についてチェックした。鉱物科学会の教育普及委員会活動では，5社の中学校理科教科書について，その内容や表記の鉱物科学的妥当性のチェックを行なっている。義務教育の教科書は広く使われ多くの国民の目に触れるため，教科書における記述は重要である。今回はその中で発見された鉱物名について報告する。

このチェックの結果，中学校理科教科書における鉱物名の表記は，漢字表記，漢字混じりのカタカナ表記の2種類があり，教科書会社ごとに異なることが明らかになった。いずれの教科書についても主要な造岩鉱物の表があり，鉱物名，代表的な写真，その鉱物の特徴が掲載されている。例えば，石英の表記では，D社は「石英」とのみ表記され，A社は「セキエイ（石英)」と表記されている。このように鉱物名の表記は漢字，漢字カタカナ混じりの2種類があることがわかる。チェックした教科書のうち，3社が漢字表記，2社が漢字混じりのカタカナ表記である。前者の典型例は，「石英，長石，黒雲母，角閃石，輝石，カンラン石，磁鉄鉱」後者の典型例は「セキエイ，チョウ石，クロウンモ，カクセン石，キ石，カンラン石，磁鉄鉱」である。

このように，鉱物名の表記方法は，教科書間で統一が取れていないことが明らかになった。

この不一致には弊害がある。特に2点だけ指摘したい。第一に中学生の学習への影響である。「セキエイ」「石英」のどれを答えたり，覚えたりすれば良いのか分からずに，生徒に余分な負担をかけてしまうことである。第二に大学における教員養成での問題である。教科書がバラバラな表記を使っている状態では，すべてのパターンについて触れる必要がある。例えば，角閃石は「角閃石」「カクセン石」「角セン石」と3パターンもあり煩雑である。

このような不一致は解消していく必要があると著者らは考える。例えば，生物の和名は「カンラン」「クロユリ」「トゲナシトゲトゲ」などカタカナ表記で統一されている（かつて日本鉱物学会では鉱物名の和名表記をカタカナで統一しようとしていたことがあった（森本ほか，1975))。

もし仮に，鉱物科学会で「教科書に使用する鉱物名のガイドライン」のような統一的な基準を示しておけば，将来の教科書改訂の際に参考にされる可能性が高く，この表記上の不一致は解消される可能性が高い。鉱物科学会において広く議論する必要があるだろう。

なお，岩石名についても様々な表記があり，表記の統一が必要である。

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

High purity elemental separation technique for LREEs from silicate matrix

Bidisha Dey[1], Tomoyuki Shibata[1], Masako Yoshikawa[1]

(1: Hiroshima Uni. Sci.)

Rare earth elements (REEs) are difficult to separate from each other due to their similarity in chemical characters. Elemental separation is essential for isotopic analysis in thermal ionisation mass spectrometry or multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry to generate precise and accurate isotopic data. REE isotope geochemistry can be limited for the want of an efficient method which can prepare and analyse several REEs from rare materials such as minerals, xenoliths, or extra-terrestrial material, as well as bulk silicate rock samples. We have developed a technique, improving on previous efforts (i.e., Kagami & Yokoyama, 2016), which can separate La, Ce, Nd and Sm as well as Ba from a single aliquot of sample using two columns and minimum processing time. We have used miniaturised columns to efficiently process small amount of material while minimising the possibility of contamination. We have used AG50W-X8 from BioRad® and Ln spec resin from Eichrom® to efficiently separate the REEs from each other. The eluent used is a mixture of dilute HNO_3 (0.2M) and $NaBrO_3$ (20mM) which is very effective in separating LREEs, especially Ce from Nd. Previous works have used similar approaches to separate Ce from Nd, but with concentrated HNO_3 (~10M) which is difficult to work with due to its corrosive nature which damages lab equipment and is dangerous to handle on regular basis. Methods with conc. HNO_3 also require an extra step to separate LREEs (i.e., La, Nd, Sm) from each other. The merit of the dilute mixture is that it can elute the individual LREEs in a single step and with high degree of separation between REEs. This method can easily be combined with other elemental separation techniques such as Pb-Sr or Hf separation technique to use the same sample aliquot for measurement of these isotopes, thus reducing wastage of sample material. Results show > 90% recovery yield for all of the target elements with accurate values for $^{143}Nd/^{144}Nd$ isotopic ratios for GSJ basalt standard JB-2. The method is relatively fast and cost effective, as well as showing high purity and recovery yield and is suitable for processing rare silicate material as well as bulk rocks.

Reference:

Kagami, S., & Yokoyama, T. (2016). Chemical separation of Nd from geological samples for chronological studies using146Sm–142Nd and147Sm–143Nd systematics. *Analytica Chimica Acta*, *937*, 151–159. https://doi.org/10.1016/j.aca.2016.07.004

Keyword: REE geochemistry, Nd isotope geochemistry

Corresponding author: bidisha-dey@hiroshima-u.ac.jp

新潟県新発田市赤谷スカルン鉱床の地質と鉄鉱化作用

瀬野 洸太朗・渡辺 寧・越後 拓也・青木 翔吾（秋田大・国際資源）

Geology and iron mineralization in the Akatani skarn deposit, Shibata city, Niigata Prefecture.

Kotaro Seno*, Yasushi Watanabe, Takuya Echigo, Shogo Aoki (Akita Univ.)

赤谷スカルン鉱床は，新潟県新発田市の新潟県及び山形県県境の飯豊山地南西側に位置し，主に赤鉄鉱鉱石を採掘していた鉱床である．赤鉄鉱を主とする鉄スカルン鉱床は世界的に稀であり，日本では赤谷鉱床以外，岩手県和賀仙人鉱床で認められている．鉱床母岩は前期ジュラ系の足尾帯の結晶質石灰岩（一部苦灰岩）やチャート，泥質変成岩からなり，後期白亜紀の二王子岳花崗岩や前期中新世のドレライトが母岩に貫入，これらを被覆または貫入する前期中新世の流紋岩類が分布する．主な赤鉄鉱鉱床は二王子岳花崗岩に伴う proximal skarn 及び distal skarn に胚胎し，前期中新世の流紋岩にも鉱体は伴われる．本研究では，野外踏査により地質図の作成及びスカルンの分布を把握し，採取した試料の肉眼及び顕微鏡観察による記載や粉末X線回折およびSEM-EDSにより鉱物同定を行い，スカルン鉱物の累帯配列及び鉄鉱化作用との関連を明らかにした．

二王子岳花崗岩に伴う proximal skarn には細粒磁鉄鉱から自形針状赤鉄鉱が晶出する鉱体（帯磁率：21×10^{-3} SI）が胚胎し，母岩中の distal skarn には自形針状赤鉄鉱の磁鉄鉱化が認められる鉱体（帯磁率：$200\sim520\times10^{-3}$ SI）(Fig. 1-A)が胚胎する．ドレライトの proximal skarn には細・粗粒磁鉄鉱から自形針状赤鉄鉱が晶出する鉱体（帯磁率：$52\sim430\times10^{-3}$ SI）(Fig. 1-B)が認められ，赤鉄鉱を主とする鉱体(自形黄鉄鉱やカオリナイトを多量に含む)（帯磁率：$0.01\sim2.1\times10^{-3}$ SI）も認められる．このスカルン帯では，灰鉄輝石の透閃石化及び珪灰鉄鉱化や結晶質石灰岩の苦灰岩化が，肉眼・薄片観察及び粉末 X 線回折結果より認められる．二王子岳花崗岩は $0\sim0.09\times10^{-3}$ SI の帯磁率を示す.二王子岳花崗岩の distal skarn が分布する簀立沢では磁鉄鉱化した赤鉄鉱鉱石中に黄鉄鉱（一部白鉄鉱化）やカオリナイト，緑泥石が産するほか，黄銅鉱に Ag-Bi-Pb-S 鉱物が包有されることが鏡下観察で認められる．

当鉱床に近接する二王子岳花崗岩は帯磁率の結果より，チタン鉄鉱系花崗岩に区分される．赤鉄鉱鉱体の産状から，本鉱床は二王子岳花崗岩やドレライト，流紋岩の貫入に伴う3期の形成時期があり，それぞれ磁鉄鉱の赤鉄鉱化(martitization)や赤鉄鉱の磁鉄鉱化（hypogene secondary magnetite）を伴う鉄鉱体を形成している．磁鉄鉱の赤鉄鉱化には2つの過程があることが考察される．

このように，赤谷鉱床は異なる複数の鉱化作用による酸化還元反応によって，異種の赤鉄鉱に富む鉱床が形成したと結論付けられた．先行研究で提案された各説（初生熱水から赤鉄鉱が生成，または流紋岩によって赤鉄鉱が生成，または磁鉄鉱の生成後二次的に赤鉄鉱が生成）だけでなく，これら全ての説および赤鉄鉱の生成後二次的に磁鉄鉱が生成したという新たな説において鉄鉱化作用が認められたことも明らかになった．

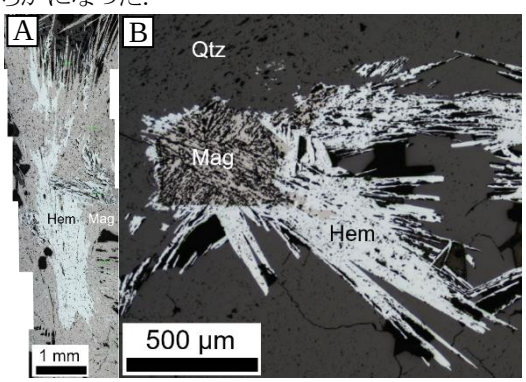


Fig. 1： 鉄鉱石の反射顕微鏡写真
(A) 一部磁鉄鉱化した針状赤鉄鉱．花崗岩の distal skarn 中の鉱体（帯磁率：520×10^{-3} SI）でみられる．
(B) 赤鉄鉱がオーバーグロースした磁鉄鉱．ドレライトの proximal skarn 中の鉱体（帯磁率：200×10^{-3} SI）でみられる．〈Hem:赤鉄鉱, Mag:磁鉄鉱, Qtz:石英〉

Key words: Fe skarn deposit, hematite, magnetite, Ninoujidake Granite, magnetic susceptibility
Corresponding author: koutarou-apophyllite.323@outlook.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

前弧域マントルが記録する古溶融イベント

秋澤紀克(東大・大海研)・石川晃/藤田遼(東工大)・石井輝秋(静岡大)

Ancient melting event recorded in fore-arc peridotite

Akizawa N.* (AORI, Univ. Tokyo), Ishikawa A./Fujita R. (Tokyo Tech.), Ishii T. (Shizuoka Univ.)

1. はじめに

前弧域では、前弧火成活動に関連しない、より古い溶融イベントを記録したマントルが存在すると報告されている(Parkinson et al., 1998, Nature 281, 2011-2013)。さらに近年、Os 同位体と Yb を用いた溶融-年代モデルの適応により、ボニナイトのソースは不均質であり、一部太古代（～3600 Ma）に溶融したマントルの寄与があると推定された（Umino et al., 2017 Isl. Arc 439, 110-119)。本研究では、前弧域マントルの溶融時期に関連した不均質性の実態を正確につかむため、伊豆-小笠原-マリアナ海溝の前弧域で採取したカンラン岩の全岩化学組成分析・Re-Os 同位体分析を実施した。

2. サンプル採取位置・岩石記載・分析結果

本研究では、伊豆-小笠原海溝とマリアナ海溝の会合部西方に位置する母島海山（白鳳丸 KH-82-4 次航海、KH98-1 次航海、KH03-3 次航海）と南部マリアナ海溝斜面（白鳳丸 KH98-1 次航海)で採取された合計 16 のハルツバーガイトーダナイトサンプルを使用した。強熱減量（LOI）は、6.6-15.4 wt%であり、変質や蛇紋石化を被っている。

全岩主要元素組成を分析したところ、Mg/Si は 1.1-1.3、Al/Si は 0.005-0.025 程度を示し、様々なセッティングで採取されるカンラン岩がつくる組成トレンドの中でも枯渇した組成範囲に収まった。

$^{187}Os/^{188}Os$ は広い組成範囲を示した(0.122-0.241)。Re 含有量（0.004-2.2 ng g^{-1})・$^{187}Re/^{188}Os$(～16.8)・$^{187}Os/^{188}Os$ 間には正の相関関係が認められた。

3. 議論

全岩主要元素組成から判断すると、本研究で用いたカンラン岩は枯渇していると言える。一般的に、枯渇したカンラン岩は Re 含有量が低いと期待される。しかし、本研究ではそれと反する結果が得られた。Re 含有量が高いサンプルでは、$^{187}Re/^{188}Os$・$^{187}Os/^{188}Os$ 共に高く、溶融時、もしくは溶融後に Re/Os が擾乱を受けたことを示唆する。

一方で、Re 含有量の低い、擾乱の影響が小さいサンプルは、$^{187}Os/^{188}Os$ が 0.122 と低く、過去に溶融して Re がほとんど抜けてしまったと期待される（Re 枯渇年代＝T_{RD} は約 750 Ma)。これは、前弧域マントルの溶融時期に不均質性があったことを支持する。

Umino et al. (2017)は、ボニナイトのソースとして(1)約 1500-1700 Ma に 20-30%の溶融を被ったマントルと(2)約 3200 -3600 Ma に 7-10 %の溶融を被ったマントルの 2 つあると提唱した。しかし、本研究で用いたカンラン岩からはそれほど古い溶融イベントを記録するものは見出すことができなかった。同様に、伊豆-小笠原-マリアナ海溝前弧域で採取されたカンラン岩の Re-Os 同位体を分析した Parkinson et al. (1998)が報告した $^{187}Os/^{188}Os$ は 0.119-0.127 程度であり、最も古い T_{RD} は約 1230 Ma であった。太古代の溶融年代を報告した Umino et al. (2017)では、擾乱の影響を加味しないモデル計算を適応しているが、その方法に問題があったのではないかと考えられる。

Keywords: Fore-arc peridotite, Hahajima seamount, Mariana trench, Harzburgite, Lherzolite
*Corresponding author: akizawa@aori.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

三浦半島葉山帯に産する蛇紋岩の岩石学的特徴

阿部なつ江（JAMSTEC/金沢大学）

Petrology of the serpentinized peridotite from Hayama Blet in Miura peninsula

Natsue Abe* (JAMSTEC/ Kanazawa Univ.)

We report the petrological characteristics of serpentinized peridotite from the Nobi Beach, southern zone of the Hayama Group in Miura Peninsula, one of Circum-Izu serpentinite belt. The serpentinized peridotite of the Hayama Group is characterized by a relatively low-temperature and common occurrence of hydrous minerals as spinel inclusions and the high Fe3+/ΣCation of spinel. On the other hand, the Nobi Beach sample rarely has hydrous minerals and shows slightly higher 2-Py equilibrium temperature (about 980°C) and lower Fe3+/ΣCation than other Hayama Group samples. This suggests that the serpentinized peridotites in the Hayama Group are either horizontally heterogeneous in the original mantle or differences in the peridotites' ascending and cooling processes.

三浦半島葉山層群に産する蛇紋岩ブロックや蛇紋岩化かんらん岩の転石について、記載を行ったのでその岩石学的特徴を報告する。対象とする試料は、荒井・石田(1987)によって“環伊豆地塊蛇紋岩類”と命名された蛇紋岩類に属する。環伊豆地塊蛇紋岩類の特徴は、荒井(1994)や高橋ほか(2008)などで詳細に記載されている。それらは、少量の単斜輝石を含むハルツバージャイト～レルゾライトで、しばしば Ca に富む斜長石や、希に初生的な含水鉱物（フロゴパイト、パーガサイト）を含み、クロムスピネルはほぼ Cr#=0.4~0.6 に集中していることである（荒井, 1994）。葉山層群の蛇紋岩は、環伊豆地塊蛇紋岩類中で瀬戸川帯の蛇紋岩と類似して、低温型―高酸化度で特徴付けられる（Uchida & Arai, 1978；江藤, 1986)。

野比海岸付近の北岳断層周辺に存在することが、浅見ほか(1992)により報告されており、それらは付近の地質構造から、三浦半島の葉山層群南帯からの転石である可能性が指摘されている。野比海岸に露出する蛇紋岩ブロックと転石計 10 個の蛇紋岩試料について詳しい記載を行った。これらの試料は、斜長石ハルツバージャイトであり、カーボネイト化している部分や希に珪質化している部分があるが、比較的蛇紋岩度が低く、初生鉱物であるかんらん石も残存している。かんらん石 Fo 値は約 91、クロムスピネルの Cr#は 0.4~0.6 であり、他の葉山層群の蛇紋岩類とほぼ同様であった。しかしクロムスピネルの Mg#は約 0.6、Fe3+/(Cr+Al+Fe3+)原子比は 0.1 以下であり、葉山層群の蛇紋岩よりはむしろ嶺岡層群中のものに類似する。さらに両輝石地質温度計（Witt-Eickshen & Seck, 1991）による平衡温度は約 980℃で、環伊豆地塊蛇紋岩類の高温型と低温型の中間的な温度を示す。これらのデータを元に、野比海岸蛇紋岩類の起源を考察すると、葉山層群とは異なる別の蛇紋岩対が付近に存在していた可能性がある。

[引用文献]

浅見茂雄・蟹江康光・有馬眞(1992) 横須賀市博研報(自然), 40, 21-23
荒井章司・石田高 (1987) 岩鉱, 82, 336-344
荒井章司 (1994) 静岡大地球科学研究報告, 20, 175-185.
江藤哲人(1986) Sci. Rep. Yokohama National Univ., Sec. II, 33, 68-105.
Uchida, T. & Arai, S. (1978) Jour. Geol. Soc. Jap., 84, 561-570.
Witt-Eickschen & Seck (1991) Contrib. Mineral. Petrol. 106, 431-439

Keywords: Circum-Izu Serpentine Belt, Serpentinized peridotite, Hayama Group, Nobi Beach
*Corresponding author: abenatsu@jamstec.go.jp

秋田県仙北市坊沢鉱床の地質及び浅熱水性低硫化型金銀鉱化作用

平田和希・渡辺寧・越後拓也・青木翔吾（秋田大・国際資源）

Geology and Epithermal gold-silver mineralization of Bousawa deposit in Akita, Japan

Kazuki Hirata*, Yasushi Watanabe, Takuya Echigo, Shougo Aoki (Akita Univ.)

秋田県仙北市坊沢鉱床の周辺に分布する新第三系下部中新統桂渕層および桂渕層に胚胎する坊沢鉱床は約20Maの年代を示し，日本海拡大初期の珪長質火山活動に伴って坊沢鉱床が形成されたことが明らかになっている．本研究では，坊沢鉱床周辺における詳細な地質調査及びXRD分析によって鉱床が形成された地質背景と鉱化流体の組成，石英脈の記載から鉱化作用が生じた条件を明らかにすることを目的とした．

野外踏査では365カ所で露頭の記載，258カ所でサンプリングを行った． 桂渕層の岩相は主に，火山豆石を含む凝灰岩・稀に炭化木片を含む軽石質火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩・凝灰質泥岩からなる，貫入岩（斑状珪長質火山岩）はその分布から平行岩脈群を呈していると考えられる．

サンプリングした試料から定方位試料を作成しXRD分析を行い熱水変質鉱物の同定を行った結果，変質帯はカオリナイト帯・セリサイト-カリ長石帯・緑泥石帯の3つに区分された．カオリナイト帯とセリサイト-カリ長石帯は鉱床周辺に見られ，カオリナイト帯はセリサイト-カリ長石帯に重複している．また，凝灰質泥岩を除くほぼすべての岩相（116カ所）に$2\theta = 6^{\circ}$（d = 14-15Å）付近に最強線である(001)反射を示す，エチレングリコール処理で変化しないピークがみられた．他の熱水変質鉱物の回折ピークがみられない試料の示差熱分析を行ったところ，バーミキュライトに類似したDTA曲線が得られた（Fig. 1）．さらに，同じ試料を500°Cで1時間加熱処理した後にXRD分析したところ，(001)ピークが$2\theta = 9^{\circ}$（d = 10Å）付近に移動したので，本研究地域における6° （14-15Å）付近に最強線を示す粘土鉱物はバーミキュライトであると結論づけられる．

坊沢鉱床の廃石でみられる石英脈の試料の薄片を偏光顕微鏡で観察し，鉱物組み合わせと組織を基にステージ区分を行った結果，石英脈は主にカリ長石と銀黒バンドを含む累被状脈・熱水角礫岩脈・葉片状石英脈からなることが観察された．鉱石鉱物はエレクトラムと輝銀鉱からなり，Pseudo-acicular組織を呈すカリ長石と共生してみられる．廃石のため各サンプル間の直接的なステージ順序は不明であるが，観察結果からは金銀鉱化作用に繰り返しがあったと考えられる．

鉱化流体は鉱床近傍の変質鉱物組み合わせと脈中のカリ長石からは200℃以上のアルカリ-中性流体がであったことを示している．石英脈の組織は金銀鉱化作用が沸騰によって生じたことを示唆しており，蒸気加熱変質起源のカオリナイトの分布と一致している．本研究地域の桂渕層にみられる岩相とバーミキュライトは鉱床形成後，同地域が陸上風化を蒙ったことを示し，坊沢鉱床がアジア大陸縁辺の陸域環境で形成されたことを示唆する．

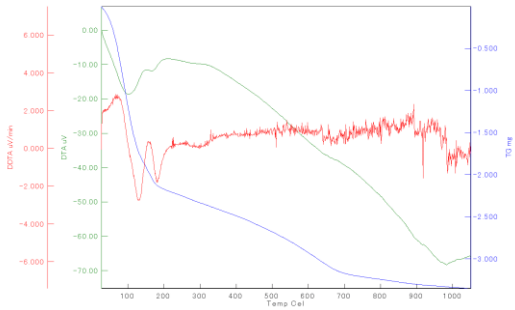


Fig 1. 軽石質火山礫凝灰岩を水簸処理した試料の示唆熱分析結果．DTA 曲線（緑）は 100-200・600・900-1000℃付近に吸熱反応を示すピークが認められバーミキュライトと類似する．

Key words: Vermiculite, DTA, Early Miocene, Epithermal Au-Ag deposit, XRD
Corresponding author: m6021116@s.akita-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

秋田県大仙市畑鉱床の地質と金鉱化作用

小沼優希・渡辺寧・越後拓也(秋田大・国際資源)

Geology and Au mineralization of the Hata deposit, Akita, Japan

Yuki Konuma*, Yasushi Watanabe, Takuya Echigo (Akita Univ.)

新第三紀に形成された，金・銀のほかに銅・鉛・亜鉛などの硫化物にも富み，重晶石や石膏などの硫酸塩鉱物を産出する熱水鉱床が主に東北日本に広く分布している．その鉱物組み合わせは黒鉱型鉱床の特徴を有しているが，鉱床の形態は鉱脈型鉱床の特徴をしめす．本研究では、黒鉱型鉱床と鉱脈型鉱床の特徴を併せ持つ鉱床における金の鉱化作用を明らかにするため，秋田大仙市にある畑鉱床周辺の地質調査，熱水変質鉱物の同定、鉱石鉱物の顕微鏡観察、鉱物化学分析、流体包有物マイクロサーモメトリおよび塩濃度測定を行った．

鉱床周辺の地質は上部中新世船川層であり，珪長質凝灰岩・暗灰色泥岩・火山角礫岩及びラピリストーンの 3 相が分布し，直方輝石デイサイト質溶岩が堆積層の上部に被覆する．鉱床を胚胎するのは珪長質凝灰岩である．

鉱体下部と上部の鉱石を比較するため、鉱体下部 (標高 255.4m) から採鉱された鉱石からなる 3 番坑捨石場と，鉱体上部に位置し地表で確認できる 5 番坑 (標高 210m) から試料を採取した．3 番坑で採取した鉱石は方鉛鉱や閃亜鉛鉱の硫化物に富む鉱石であり，5 番坑で得られた鉱石は銀黒を伴う石英脈であり重晶石を多量に伴う．金は硫化物に富む 3 番坑の鉱石中に多く見られ，5 番坑の鉱石の銀黒部には金はわずかで，輝銀鉱が主として認められる．

粉末 XRD 分析による熱水変質鉱物同定の結果，熱水変質鉱床周辺と 5 番坑の銀黒を伴う鉱石の母岩はセリサイト変質を被っていることが判明した．また，方鉛鉱や閃亜鉛鉱などの硫化物に富む 3 番坑鉱石はセリサイト変質に加えてカリ長石変質を伴っていた．この違いは，鉱体下部を形成した熱水は中性～アルカリ性の熱水であったが，鉱床上部に移動するにつれて中性～酸性に変化したことを示す．

石英と重晶石中の流体包有物を用いて鉱化流体の均質化温度と塩濃度を測定した結果，5 番坑鉱石の均質化温度は 177.4 ~ 230.2℃，塩濃度は 2.90 ~ 6.01%，3 番坑鉱石の均質化温度は 209.8 ~ 250.2℃，塩濃度は 5.11 ~ 6.16%であった．鉱床下部では塩濃度が高く，均質化温度も高い結果になった．

SEM-EDS による鉱物化学分析の結果，5 番坑鉱石は閃亜鉛鉱中の鉄含有量は 0.13 ~ 0.225atom%でエレクトラム中の金の含有量は 57.1 ~ 58.5%であった．3 番坑鉱石の閃亜鉛鉱の鉄の含有量は 0.26 ~ 0.57atom%となり，エレクトラム中の金の含有量は 60.2 ~ 69.3 atom%である．エレクトラムターニッシュ法と閃亜鉛鉱鉱地質温度計に基づくと，本鉱床における金鉱化作用は、熱水中の金が HS^- 錯体を形成して運搬される低硫化系熱水性鉱床に近い性質を持つと考えられる．

以上の結果から、畑鉱床の金鉱化作用は低硫化系の網状鉱脈型鉱床と分類され，熱水中の硫酸イオンが鉱体下部から上部へ増加する過程で，金の溶解度が下がることによって金が沈殿したと結論づけた．

Key words: epithermal Au deposit, low sulfidation, base metal sulfide, barite, sea water
Corresponding author: m6021104@s.akita-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

$CaO\text{-}Na_2O\text{-}CO_2$ に富む流体から析出したオンファス輝石の微細組織観察

大井修吾*(滋賀大教育)、木下周祐、伊神洋平、三宅亮、平島崇男(京大)

Fine structures of omphacite in $CaO\text{-}Na_2O\text{-}CO_2$ rich fluid

Shugo Ohi* (Edu. Shiga), Shusuke Kinoshita, Yohei Igami, Akira Miyake and Takao Hirajima (Kyoto Univ.)

1.はじめに：

オンファス輝石 (Omphacite, Omp)は、diopside(Di) - jadeite (Jd) 系で中間程度の化学組成を持ち、高温下では M1 席の Mg, Al および M2 席の Ca, Na の配列が無秩序で $C2/c$ となり、低温になると配列が秩序化し相転移が起こり、低温では $P2/n$ の空間群が安定であると考えられている(Carpenter, 1980; CMP, 71, 289-300)。$C2/c$ 相が秩序化した際に出現可能性な空間群は $P2/n$, $P2/c$, $C2$, $P2$ であるが(Carpenter 1978, CMP 67, 17-24)、ごく一部の低温試料を除き、$P2/c$, $C2$, $P2$ の観察例はない。

木下・平島(2016, JpGU)は北海道幌加内地域の神居古潭変成岩中に発達する $CaO\text{-}Na_2O\text{-}CO_2$ に富む淡緑色脈(構成鉱物は apatite, albite, Omp/Di, pumpellyite, aragonite/calcite, chlorite)中の Omp/Di は連晶組織を示し、Omp は $Jd_{31\text{-}42}Acm_{18\text{-}25}Di_{38\text{-}55}$ の組成範囲で Al-poor, 中間, Al-rich の 3 領域に区分できることを示した。また、上述の Omp の一部は透過型電子顕微鏡(TEM) 観察から C 格子を示した(木下他, 2017, JpGU)。今回は、同一試料について追加の TEM 観察を行ったので、その結果を報告する。

2. TEM 観察で見出した 3 種類の微細組織：

TEM 観察でも、Omp は 3 領域に分類することができ、それぞれに特徴的な微細組織を認めた。

微細組織 1 : [010]から観察すると、転位が多く、主に $C2$ で現れる反射と一部 $C2/c$ や $P2/n$ と思われる電子線回折図形が得られた。

微細組織 2 : [010]から観察すると、(100)に平行な離溶ラメラを認めた。Ca-rich 相の回折図形は主に $P2/n$ で、一部では $P2/n$ の反射と $C2$ の反射が同時に現れる $P2$ の電子線回折図形が得られた。Ca-poor 相の回折像は $C2/c$ であった。

微細組織 3 : [001]から観察すると、(010)に平行な $C2/c$ と $P2/c$ のラメラを認めた。しかし、化学組成マッピング像ではこの組織を確認できなかった。

3.考察と結論：

TEM を用いた化学組成分析で得られた微細組織 1, 2, 3 のバルク組成はおよそ木下・平島 (2016, JpGU)の Al-rich, Al-poor, 中間領域と一致する。また脈を構成する鉱物組合せからその形成条件は<300℃ & <0.8GPa であり、この条件下での Omp の安定相は 3 領域とも $P2/n$ である。流体から最初に析出する Omp の空間群は $C2/c$ 相であり (Carpenter 1978)、その後、安定相である $P2/n$ に転移する過程において、Omp 領域のわずかな化学組成の差を反映して、$P2/c$, $C2$, $P2$ などの準安定相が残ったと考えられる。

Keyword: omphacite, CO2-rich fluid, TEM
Corresponding author: s-ohi@edu.shiga-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

下立トラバーチンの炭酸塩鉱物U–Pb年代

福山繭子（秋田大）・小笠原正継（産総研）

U-Pb age of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan.

Mayuko Fukuyama (Akita Univ.) *・Masatsugu Ogasawara (GSJ, AIST)

富山県黒部市下立地区には、一般に”オニックスマーブル”と呼ばれ装飾用石材として利用されるトラバーチンが産する。過去の研究では、下立トラバーチンを整合に覆う砂岩層から得られたジルコンについてレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計（LA-ICP-MS） U-Pb年代測定が行われ、104±1 Maが得られているが（久保, 2017）、下立トラバーチンからの年代は得られていない。そこで、本研究では、この下立トラバーチンのU-Pb炭酸塩鉱物年代測定を実施し、その形成年代を検討した。U-Pb年代測定には、秋田大学理工学研究科に設置されたLA-ICP-MS（NWR193UCとAgilent 7700x）を用いた。下立トラバーチンのU/Pb比は1.1～2.2と低く、またウランは0.2μg/gと乏しい。一次標準試料には91500ジルコン（Wiedenbeck et al., 2004）とWC-1（Roberts et al., 2017）を使用した。

U-Pb年代測定を行なった下立トラバーチンのうち、試料によってはU-Pb同位体系が保存されず年代値を得られないものもあるが、１試料からは62±26 Ma (MSWD=1.1)との結果が得られた。この地域に分布する太美山層群の溶結凝灰岩からは70Maの年代が得られている（金子ほか、2019）。下立トラバーチンは太美山層群に見られる白亜紀末の火成活動に伴って形成された可能性がある。また、試料の元素マップを作成し、U濃度の変化の指標となる元素についても検討した。

謝辞

宇奈月町下立財産区議会、長谷川晴夫議長には野外調査の便宜を図っていただき、また装飾用石材として保管されていたトラバーチン試料を提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

文献

金子ほか(2019)地質学雑誌, 125, 781-792. 久保(2017)日本地質学会講演要旨. Roberts et al. (2017) Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 18, 2807-2814. Wiedenbeck et al. (2004) Geostandards and Geoanalytical Research, 28, 9-39.

Keywords: travertine, U-Pb age, carbonate mineral, LA-ICP-MS

*Corresponding author: mayuko@gipc.akita-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

12:00 PM - 12:15 PM (Sat. Sep 18, 2021 9:30 AM - 12:15 PM Zoom Session 3)

[discussion] 総合討論

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Oral presentation

S3: Tectonics of East Asia (Special Session)

Chairperson:Kosuke Kimura(KOSEN, Kure College), Kaushik Das(Hiroshima Univ. Sci.)
Sat. Sep 18, 2021 10:00 AM - 12:00 PM Zoom Session 1
[Chairperson]
Kosuke Kimura: S3-01 - S3-03
Kaushik Das: S3-04 - S3-06

[S3-01] Zircon U-Pb dating of granitoids in western Nagasaki, southwest Japan

*Yukiyasu Tsutsumi[1], Kenichiro Tani[1] (1. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science)

10:00 AM - 10:15 AM

[S3-02] Multi-stage metamorphic history of the Oki gneisses in Japan: Implications for Paleoproterozoic metamorphism and tectonic correlations in northeastern Asia

*Takeshi Imayama[1], Ryoichi Kawabata[1], Takenori Kato[2], Chang Whan Oh[3], Kenji Horie[4], Mami Takehara[4] (1. Okayama Univ. of Sci., 2. Nagoya Univ., 3. Jeonbuk National Univ., 4. NIPR)

10:15 AM - 10:45 AM

[S3-03] Tonoshiki breccia recording the signature of the closure of Maizuru back-arc basin during Permian-Triassic boundary

*Larissa NGOMBI MAVOUNGOU[1], Kaushik DAS[1,2], Yasutaka HAYASAKA[1,2], Kenta KAWAGUCHI[3], Jun-ichi ANDO[1,2] (1. Hiroshima Univ. Sci., 2. HIPER, 3. Jeonbuk Nat. Univ., Korea)

10:45 AM - 11:00 AM

[S3-04] Mixing process of oceanic crust of BAB spectrum and continental crust in the Maizuru belt, SW Japan

*Yasutaka Hayasaka[1] (1. Hiroshima Uni. Sci.)

11:00 AM - 11:15 AM

[S3-05] Age variation of granitoids of Tsuwano Complex, SW Japan

*Kosuke Kimura[1], Yasutaka Hayasaka[2], Tomoyuki Shibata[2], Kaushik Das[2], Kenta Kawaguchi[3] (1. KOSEN, Kure College, 2. Hiroshima Univ. Sci., 3. Jeonbuk Nat. Univ.)

11:15 AM - 11:30 AM

[S3-06] The tectonic evolution of the Northeast Asia including Korea and Japan from Permian to Cretaceous

*Chang Whan Oh[1] (1. Jeonbuk National Univ., Republic of Korea)

11:30 AM - 12:00 PM

©Japan Association of Mineralogical Sciences

長崎県西部の花崗岩類のジルコン U-Pb 年代

堤　之恭・谷　健一郎（国立科学博物館）

Zircon U-Pb dating of granitoids in western Nagasaki, southwest Japan

Yukiyasu TSUTSUMI*, Kenichiro TANI (Natl. Mus. Nat. Sci.)

Zircons U-Pb ages were obtained from granitoids in western Nagasaki Prefecture. Considering the ages, it is thought that granitoids in Enoshima Island and Irose Shoal emplaced ~100 Ma whereas Oseto and Otate emplaced in ~97 Ma and Oseto suffered later activity in ~90 Ma. These ages are equivalent of the granitoids in the Ryoke belt. The Oseto granodiorite contacts the Nagasaki Metamorphic Complex which is equivalent of the Sanbagawa belt, across the Yobukonoseto fault system. These data will be important when considering the framework of Kyushu.

長崎県の西彼杵半島と五島列島との間は「相の島帯」とよばれ，花崗岩を含む先第三紀基盤岩が伏在している．西彼杵半島西端の大瀬戸花崗閃緑岩と，「大立島背斜」に沿って東から小立島，大立島，色瀬，江島に花崗岩質岩の露出が確認できる．これらの花崗岩質岩についてジルコン年代測定を行った．その結果，江島・色瀬・大立島の花崗岩試料からは年代を得られた．しかし小立島のジルコン年代は明確なピークを成さず，また大瀬戸花崗閃緑岩の年代は分散が大きく，有効な年代とは言い難い（右図）．

年代的には，より西の江島・色瀬が約 100 Ma，大立島が約 97 Ma を示し，この間にギャップが存在すると思われる．また，大瀬戸花崗閃緑岩は約 97 Ma に形成されたものが後（90 Ma 頃？）の熱影響を被っている可能性がある．

これらの年代は北部九州を含む領家花崗岩の年代に対応し，大瀬戸花崗閃緑岩は呼子ノ瀬戸断層系を介して三波川帯に対応する長崎変成岩と接する．この事実は，九州の地体構造を論じる上で意味を持つと考えられる．

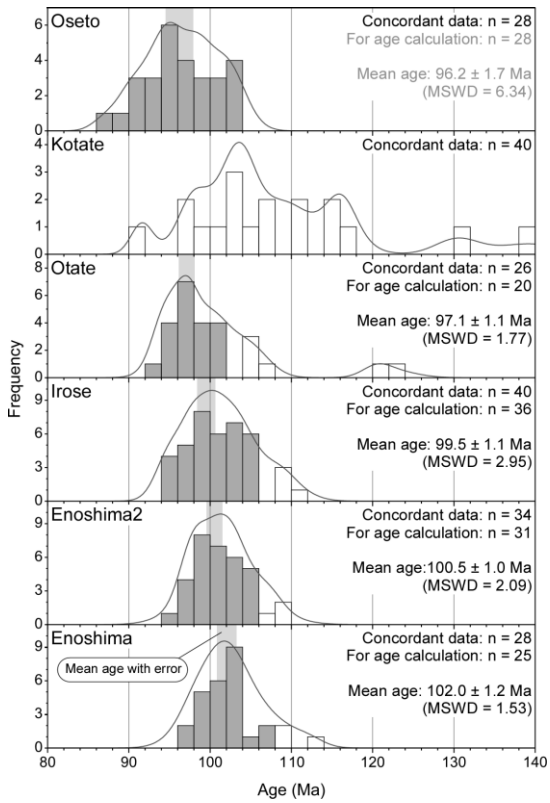


Figure.　Histograms of age data of the samples. Errors of weighted mean ages are 95% conf.

Keywords: zircon, U-Pb age, granitoid, Nagasaki, Ryoke
***Corresponding author: ytsutsu@kakhaku.go.jp**

日本列島隠岐片麻岩類の複数変成史：古原生代変成作用と北東アジアのテクトニクス

今山武志，川端凌市(岡山理大)，加藤丈典(名古屋大)，Oh Chang Whan(全北大)，堀江憲路，竹原真美(極地研)

Multi-stage metamorphic history of the Oki gneisses in Japan: Implications for Paleoproterozoic metamorphism and tectonic correlations in northeastern Asia

Takeshi Imayama*, Ryoichi Kawabata (Okayama Univ. of Sci.), Takenori Kato (Nagoya Univ.), Chang Whan Oh (Jeonbuk Univ.), Kenji Horie, Mami Takehara (NIPR)

Metamorphic P–T conditions, monazite chemical ages, and zircon U–Pb ages from the gneisses exposed in the Oki belt, Japan, were integrated to unravel the multi-stage metamorphic history of the belt. Microstructural observations combined with obtained P–T conditions and metamorphic ages reveal three distinct stages of metamorphism: M1, M2, and M3. The M1 stage occurred c. 1.85 Ga with high-T granulite-facies metamorphism (793–803°C and 9.8–12.3 kbar and 738–755°C and 9.1–12.0 kbar in the southwestern and southeastern Oki gneisses, respectively). The age of the M1 stage is well recorded in monazites included in large garnet porphyroblasts and low Th/U metamorphic rims in zircons from the Oki gneisses. The M1 metamorphism was overprinted by c. 230 Ma metamorphism (M2), which occurred at granulite-facies conditions (817–829°C and 9.0–10.3 kbar) in the southwestern Oki gneisses and at upper amphibolite-facies conditions (693°C and 5.3 kbar) in the southeastern Oki gneisses. Monazites in small garnets, euhedral zircons, and outermost rims of zircons crystallized during this stage. The final metamorphism occurred as retrograde amphibolite-facies recrystallization (M3) at conditions of 558–638°C and 3.7–4.8 kbar. The inherited cores in zircons yield ages from Paleoarchean to Paleoproterozoic but lack Paleozoic ages. The detrital zircon distribution and the Paleoproterozoic metamorphic event in the Oki belt support the idea that the Oki gneisses are fragments of a Precambrian terrane rather than Paleozoic sediments derived from the terrane. Combined with previous studies, we concluded that the c. 1.85 Ga M1 high-T granulite-facies metamorphism in the Oki belt could be related to that of the Jiao-Liao-Ji belt in the eastern North China block via the northern Gyeonggi and Nangrim Massifs on the Korean Peninsula, whereas the c. 250–230 Ma M2 stage could be associated with collision between the North and South China blocks. The Oki belt geologically corresponds to the northern Gyeonggi Massif in South Korea due to their similar Paleoproterozoic and Triassic tectonothermal events.

Keywords: Multi-stage metamorphic history, Oki belt, Paleoproterozoic metamorphic event, Triassic tectonic event

*Takeshi Imayama: imayama@ifst.ous.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Tonoshiki breccia recording the signature of the closure of Maizuru back-arc basin during Permian-Triassic boundary

Ngombi Mavoungou, L.[1*], Das, K.[1,2], Hayasaka, Y.[1,2], Kawaguchi, K.[3], Ando, J. [1,2]

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

Tonoshiki Formation, a breccia-dominated unit which is made up of different sized extremely angular clasts occurred in Maizuru back-arc basin that closed during Late Permian. One of the dominant types is a breccia dominated by mafic rock clasts derived from the Yakuno ophiolites. Recently, clasts with different features, mostly felsic shallow crustal rocks fragments, have been found in the breccia. These two types of breccia might not only differ in terms of their petrology, but they are likely to also present different geochronological and microstructural characteristics. In this study, we report the depositional timing and some microstructural features for Tonoshiki breccia. The detrital zircon LA-ICP-MS dating of Tonoshiki breccia provide Latest Permian maximum depositional ages of 259 and 251 Ma for the mafic-rock clast-rich type and the felsic-rock block-dominated unit, respectively. These characteristics of Tonoshiki breccia suggest its formation as a result of two phases of tectonic activity-induced debris flow occurring during Late Permian. The optical microscopic observation of 2 specimens of Tonoshiki breccia reveal several microstructural features for both types. The two types of Tonoshiki breccia commonly display internal fracturing within several single clasts (e.g., tonalitic, rhyolitic rock fragments). Moreover, evidence of hydraulic fracturing has been found in both types of the breccia. In contrast, following two different types of veins are prominent for both types. Prehnite-pumpellyite and quartz-filled veins are found in the mafic rock-clast rich unit whereas a network of multi-directional calcite-filled fractures are present in some felsic rock fragments. The examination of a Triassic sandstone sample of the Fukumoto Formation under optical microscope does not reveal any evidence of hydraulic fracturing. This provides a possible constraint for the timing of veins formation in Tonoshiki breccia. The development of veins was triggered by fluid overpressure that possibly occurred during the last evolutional stage of Maizuru back-arc basin represented by the collision with the eastern margin of the East Asian continent, which marks the present Maizuru terrane. The Permo-Triassic transition in Maizuru-back-arc basin is characterized by the deposition of Tonoshiki breccia during two pulses of tectonic activity and is accompanied by hydraulic fractures affecting the breccia. Hydraulic fracturing might represent the tectonic signature related to the closure of the basin.

Keywords: Basin closure, Hydraulic fracturing, Late Permian, Maizuru back-arc basin, Tonoshiki breccia.

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

舞鶴帯における背弧盆性海洋地殻と大陸地殻の混合過程

早坂康隆* (広島大)

Mixing process of oceanic crust of BAB spectrum and continental crust in the Maizuru belt, SW Japan

Yasutaka Hayasaka* (Hiroshima Univ.)

舞鶴帯の構成：舞鶴帯は模式地の舞鶴–大江地域において北帯，中帯，南帯に三分される．北帯は圧砕花崗岩類を主とし，変斑れい岩–ドレライトや少量の泥質片麻岩を伴い，南帯は変斑れい岩–ドレライト主体で，圧砕花崗岩を伴う火成岩複合岩体からなる．その間に存在する中帯には主としてペルム系舞鶴層群と，これを不整合に覆うトリアス系夜久野層群，難破江層群が分布し，変斑れい岩や圧砕花崗岩などのレンズ状小岩体がテクトニックに「貫入」している．舞鶴帯を構成する変斑れい岩–ドレライトや圧砕花崗岩類などは，一括して夜久野岩類と呼ばれている．

夜久野岩類の起源と年代：南帯の夜久野岩類は，前期石炭紀の約 340 Ma に形成された海洋プレート内にペルム紀前・中期の 290-270 Ma に形成・成長した海洋内島弧地殻起源である（早坂ほか，1996）が， 石炭紀の海洋地殻の大部分は背弧盆起源である（Suda et al., 2014）．北帯は模式地の舞鶴–大江地域で断層によって東部の舞鶴花崗岩（Ca. 280-240 Ma）と西部の桑飼岩体（Ca. 440-400 Ma, 290 Ma）に分けられる（池田・早坂，1994; Fujii et al., 2008; Tsutsumi et al., 2014）．これらを近隣の大陸地殻と比較すると，桑飼岩体はロシア沿海州のハンカ地塊に，舞鶴花崗岩は飛騨帯のペルム紀–ジュラ紀花崗岩類と共に，北朝鮮北東端の咸北帯の豆満江複合岩体に対比される．桑飼複合岩体の西方延長は岡山県久米地域の取首山岩体（Ca. 490-300 Ma; 原田ほか，2015）である．中帯の夜久野岩類は，大部分 290-270 Ma の背弧盆起源の変斑れい岩（小出，1986）や花崗岩類からなるが，津和野地域には新太古代–古原生代，およびシルル・デボン紀の花崗岩類やメタコーツァイトなどからなる大陸クラトン起源の津和野コンプレックスが伴われる．(木村ほか，2019; Kimura et al., 2021).

海洋地殻と大陸地殻の混合プロセス：中帯の西方延長である福山市北部の山野層群などに厚さ 50 m 以上の半遠洋性赤色珪質粘土岩が伴われることから，中帯の起源となった背弧盆は現在の四国海盆ほどの広さになって海洋性の地殻を伴っていたと推定される．そこに大陸クラトンの断片が伴われるのは，日本海のように，大陸縁内で形成・拡大する際に大和堆のような大陸地殻の断片を取り残した背弧盆が収束したためと考えられる．その後舞鶴帯は幅の広い右横ずれ運動によってメランジュ化した．

Keywords: Maizuru belt, Yakuno complex, Tsuwano complex, closure of back-arc basin

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

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

舞鶴帯津和野コンプレックス花崗岩質岩の年代の多様性

木村光佑* (呉高専)，早坂康隆，柴田知之，ダス　カウシク (広島大)，川口健太 (全北大学校)

Age variation of granitoids of Tsuwano Complex, SW Japan

Kosuke Kimura* (KOSEN, Kure College), Yasutaka Hayasaka, Tomoyuki Shibata, Kaushik Das (Hiroshima Univ.), and Kenta Kawaguchi (Jeonbuk National Univ.)

島根県津和野地域の舞鶴帯から見出された新太古代–古原生代の花崗片麻岩，花崗岩類やメタコーツァイトなどからなる津和野コンプレックス(木村ほか, 2019; Kimura et al., 2021)のうち, 特に花崗岩類の年代バリエーションをより広く詳細に把握するため，津和野地域西部に露出する戸谷川岩体(新称)の花崗岩質岩 5 試料，部栄岩体の花崗岩質岩 1 試料のジルコン，および戸谷川岩体のメタコーツァイト 1 試料の砕屑性ジルコンの U-Pb 年代を LA-ICP-MS を用いて測定した．

戸谷川岩体は西北西-東南東方向に伸びた長さ約 1 km, 幅約 100 m のレンズ状小岩体であり，戸谷川沿いに露出する．メタドレライトと花崗岩質岩を主体とし，メタコーツァイトを伴う．花崗岩質岩は主に石英，斜長石，カリ長石からなり，いずれも強いカタクラシスを被っているが，火成岩組織を残している．メタコーツァイトは少量のカリ長石を伴う．

戸谷川岩体の花崗岩質岩 2 試料からは 1842 ± 9 Ma と 771 ± 5 Ma の単一年代がそれぞれ得られた．別の 2 試料からは，波動累帯構造を示すリム部から 479 ± 5 Ma の年代 (Th/U < 0.1)が，コアから約 915–845 Ma と約 815–755 Ma の inherited 年代がともに得られた．更に 1 試料からは約 490–400 Ma の年代が得られた．また部栄岩体からは 1760 ± 11 Ma の年代が得られた．一方，メタコーツァイトからは約 2705–2140 Ma (n = 21/102)のコンコーダント年代が得られ，約 2675 Ma に最大のピークを持つ. また約 1850 Ma にも Th/U 比が 0.1 未満のコンコーダントなデータが 1 点認められる．

戸谷川岩体の花崗岩質岩は VAG の特徴を示し, 771 Ma のものは特に高い A/CNK(>1.5)を示す．一方，部栄岩体のものは A タイプ花崗岩であり，WPG の特徴を示す．

戸谷川岩体にも古原生代の花崗岩類およびメタコーツァイトが分布していることが明らかとなった．戸谷川岩体から得られた 915–755 Ma の年代は, 南中国地塊で最大のピークを形成しているが北中国地塊の南縁にも知られており，韓半島の京畿地塊北部から狼林地塊南部に延長している(Lee et al., 2020)．また 1.8–1.75 Ga の A タイプ花崗岩は例えば北中国地塊南縁で知られており(Bai et al., 2021)，コロンビア超大陸の分裂に伴うリフトの活動との関連が指摘されている．今後アジア大陸との精密な対比によって，津和野コンプレックスの起源を制約する．

Keywords: Maizuru Terrane, Tsuwano Complex, Zircon U-Pb age

*Corresponding author: koske.kimura@gmail.com

The tectonic evolution of the Northeast Asia including Korea and Japan from Permian to Cretaceous

Chang Whan Oh (Dept. of Earth and Environmental Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju, Republic of Korea)

The Permo-Triassic collision between the North and South China Cratons (NCC and SCC) occurred in the Korean Peninsula (KP). The tectonic model in which the collision was considered to occur along the Hongseong-Odesan collision belt in the Gyeonggi Massif (GM), is most suitable one because it can explain most recent new geological findings and Korea-China correlation. During the collision, the subduction began along the south margin of the SCC. Another Permo-Triassic collision between the NCC and Khangka Block occurred along the Dumangang belt in the northeast KP. Whereas the subduction zone was maintained in the east coast of the northern KP, forming the Paleozoic-Triassic subduction complex which is now the Paleozoic subduction complex in the southwest Japan. During the Permo-Triassic time, the collision and post collision related igneous activities occurred in the northern GM, Nangrim Massif and Kwanmo Massif, whereas the subduction related igneous activities occurred along the southern margin of the KP. During Jurassic before 190 Ma, the subduction related igneous activities occurred in the southern and eastern margins of the KP and the Hida and Oki belts in Japan. After 190-180 Ma, the subduction related igneous activities stopped in Japan and the southeastern and eastern margins of the KP, representing movement of arc front towards west and northwest with decreasing subduction angle. During 180~150 Ma, the igneous activities occurred regionally in the northeast China and inner part of the Korean Peninsula, representing a flat subduction under the Northeast Asia which continued until 145 Ma. After 145 Ma, the Cretaceous igneous activities moved southeastwards from Beijing through Sandong and Liaoning areas to KP until 80 Ma. The Cretaceous igneous activities occurred due to the mantle uplift caused by slab roll-back. The southeastwards movement occurred due to the movement of location where mantle uplift with destruction of flat subducted oceanic slab. On the other hand, the subduction related Cretaceous igneous activities occurred from 128 Ma in Japan, which is not coincide with a southeastwards trend of decreasing age of the Cretaceous igneous activities. These data indicate that the subducted slab below Japan was disconnected from that under the KP at 128 Na due to extension tectonic regime in the Northeast Asia and then began to subduct separately under Japan. The extensional regime was stopped at 80 Ma with stopping of mantle upwelling related igneous activities in the KP and was changed into compressional regime with subduction related igneous activities occurred along the southern margin of the KP and in Japan.

Key words; Permo-Triassic collision, Jurassic flat subduction, Cretaceous slab roll-back, Northeast Asia

Corresponding author; ocwhan@jbnu.ac.kr

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

談話室

2021年9月18日(土) 09:00 〜 17:00 oVice会場　談話室

Sat. Sep 18, 2021 9:00 AM - 5:00 PM oVice会場

©Japan Association of Mineralogical Sciences

各種委員会

財政問題 WG

Sat. Sep 18, 2021 1:15 PM - 2:00 PM Zoom Session 2

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Closing Ceremony

Closing Ceremony

Sat. Sep 18, 2021 12:30 PM - 1:00 PM Zoom Session 1

[ceremony] クロージングセレモニー

12:30 PM - 1:00 PM

©Japan Association of Mineralogical Sciences

12:30 PM - 1:00 PM (Sat. Sep 18, 2021 12:30 PM - 1:00 PM Zoom Session 1)

[ceremony] クロージングセレモニー

©Japan Association of Mineralogical Sciences