2022年9月17日(土)

ポスター | R5：地球外物質

9:30 ~ 17:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R5：地球外物質

9:30 ~ 17:30

[R5P-01] ガス置換法によるミリグラム隕石試料の粒子密度測定

*松野 淳也[1]、松本 恵[2] (1. 立命館大学、2. 東北大学)

9:30 ~ 17:30

[R5P-02] リュウグウから見つかった白金族元素硫化物のナゲット

*松野 淳也[1]、三宅 亮[2]、松本 恵[3]、中村 智樹[3]、髙橋 嘉夫[4]、山田 真也[5]、土`山 明[1]、延寿 里美[6]、圦本 尚義[7]、野口 高明[2]、岡崎 隆司[8]、薮田 ひかる[9]、奈良岡 浩[8]、坂本 佳奈子[10]、橘 省吾[4] (1. 立命館大学、2. 京都大学、3. 東北大学、4. 東京大学、5. 立教大学、6. 愛媛大学、7. 北海道大学、8. 九州大学、9. 広島大学、10. JAXA/ISAS)

9:30 ~ 17:30

[R5P-03] 始原的炭素質コンドライトマトリクスの高温その場TEM観察

*松本 恵[1]、三宅 亮[2]、松野 淳也[3] (1. 東北大・院理、2. 京大・院理、3. 立命館大・総合)

ポスター | R7：岩石・鉱物・鉱床 (資源地質学会 との共催 セッション)

9:30 ~ 17:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R7：岩石・鉱物・鉱床 (資源地質学会 との共催 セッション)

9:30 ~ 17:30

[R7P-01] 愛媛県芸予諸島伯方島に産する閃長岩の岩石記載

「発表賞エントリー」

*福井 堂子[1]、斉藤 哲[1] (1. 愛媛大学 理工学研究科)

9:30 ~ 17:30

[R7P-02] 佐賀県呼子加部島のアルカリ玄武岩中の晶洞鉱物

「発表賞エントリー」

*木尾 颯月[1]、江島 輝美[1] (1. 信州大・理・地球)

9:30 ~ 17:30

[R7P-03] Petrography and mineralogy in a skarn zone in the Matsitama area, Botswana

Maswe Theo[1]、*新藤 和安[1] (1. ボツワナ国際科技大)

9:30 ~ 17:30

[R7P-04] 岩手県和賀仙人スカルン鉱床における鉄鉱化作用

*五十嵐 直樹[1]、渡辺 寧[1]、瀬野 洸太朗[1]、越後 拓也[1]、青木 翔吾[1] (1. 秋田大・院国際)

9:30 ~ 17:30

[R7P-05] 秋田県白子森鉱床における銀・鉛・亜鉛・マンガン鉱化作用

*山田 照万[1]、渡辺 寧[1] (1. 秋田大・院国際)

9:30 ~ 17:30

[R7P-06] 新潟県糸魚川市に分布するロジン岩を含む肉眼鑑定の難しい岩石の鉱物学的記載

*小河原 孝彦[1] (1. フォッサマグナミュージアム)

9:30 ~ 17:30

[R7P-07] 肥後変成岩中の低変成度単斜輝岩の岩石学

中島 実奈美[1]、*石丸 聡子[1]、田村 明弘[2]、藤本 智也[1]、西山 忠男[1] (1. 熊本大、2. 金沢大)

9:30 ~ 17:30

[R7P-08] 幌満かんらん岩体下部における層状構造の再検討

*木村 仁美[1]、高澤 栄一[2] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:30 ~ 17:30

[R7P-09] 海洋コアコンプレックス斑れい岩に産するカンラン石の離溶組織

*西村 優之介[1]、野坂 俊夫[1] (1. 岡山大)

9:30 ~ 17:30

[R7P-10] **佐賀県加部島に産するマントル捕獲岩**

*江島 輝美[1]、荒井 章司[2]、山崎 陽生[3] (1. 信州大・理、2. 金沢大、3. 信州大・院理)

9:30 ~ 17:30

[R7P-11] タヒチ産カンラン岩捕獲岩に残された古溶融イベント

*秋澤 紀克[1]、石川 晃[2]、小木曽 哲[3] (1. 東京大学・大海研、2. 東工大・地惑、3. 京大・人環)

9:30 ~ 17:30

[R7P-12] Petrology of ultramafic rocks in the Archean geological belt, southern West Greenland

*森下 知晃[1,2]、西尾 郁也[1,5]、Guotana Juan Miguel[1,4]、田村 明弘[1]、谷 健一郎[3]、澤田 輝[2]、針金 由美子[6]、Waterton Pedro[5]、Kristoffer Szilas[5] (1. 金沢大学、2. 海洋研究開発機構、3. 国立科学博物館、4. フィリピン大学、5. コペンハーゲン大学、6. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

9:30 ~ 17:30

[R7P-13] 福徳岡ノ場からタイに漂着した軽石

*吉田 健太[1]、田村 芳彦[1]、佐藤 智紀[1]、Sangmanee Chalermrat[2]、Puttapreecha Ratchanee[2]、小野 重明[1] (1. JAMSTEC、2. タイ海洋・沿岸資源局)

ポスター | S2: 岩石-水相互作用 （スペシャルセッション）

9:30 ~ 17:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

S2: 岩石-水相互作用 （スペシャルセッション）

9:30 ~ 17:30

[S2P-01] 高圧下での岩石の比抵抗と弾性波速度の同時測定の開発

*片山 郁夫[1]、谷本 和優[1] (1. 広島大学)

9:30 ~ 17:30

[S2P-02] オマーンオフィオライト・サラヒ岩体マントルセクションにおける蛇紋岩化作用から推定される海洋マントルの変質過程

吉羽 洋紀[2]、*高澤 栄一[1,3]、時永 万音[2] (1. 新潟大・理、2. 新潟大・院自然、3. 海洋研究開発機構)

9:30 ~ 17:30

[S2P-03] オマーンオフィオライト北部 フィズ岩体の蛇紋岩化したかんらん岩の岩石学的特徴

*時永 万音[1]、高澤 栄一[2]、吉羽 洋紀[1] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:30 ~ 17:30

[S2P-04] 愛媛県別子地域の三波川変成帯に産するロジン岩の岩石記載および共存鉱物間のU分配の定性的評価

「発表賞エントリー」

*横井 雅範[1]、河上 哲生[1] (1. 京大・院理)

2022年9月18日(日)

ポスター | R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

9:00 ~ 17:00 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

9:00 ~ 17:00

[R1P-01] 岩石薄片に対するプラズマエッチングの削剥効果の検証

「発表賞エントリー」

*山川 桃佳[1]、纐纈 佑衣[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大・院環境)

9:00 ~ 17:00

[R1P-02] 鉱物粒子の部分融解・分解組織を用いた土器の焼成温度推定

*黒澤 正紀[1]、常木 晃[2] (1. 筑波大・生命環境、2. 筑波大・人文社会)

9:00 ~ 17:00

[R1P-03] ファイアンスビーズの再現実験

*白勢 洋平[1]、奥村 大祐[1] (1. 愛媛大・理)

9:00 ~ 17:00

[R1P-04] 愛媛県東温市表川産リスウェナイトについて

*白勢 洋平[1]、谷口 隼大[1]、延寿 里美[1] (1. 愛媛大・理)

9:00 ~ 17:00

[R1P-05] 福島県南相馬市の中新世堆積物中の巻貝化石内部に産する沸石の鉱物学的記載

「発表賞エントリー」

*石原 篤[1]、大藤 弘明[1] (1. 東北大・院理)

9:00 ~ 17:00

[R1P-06] 兵庫県新井鉱山産塩化鉛鉱

*大西 政之[1]、小林 祥一[2]、浜根 大輔[3]、下林 典正[4]、久野 武[1] (1. 無所属、2. 岡山理大、3. 東大・物性研、4. 京大・院理)

9:00 ~ 17:00

[R1P-07] 岡山県剣山産Johannite

*丹羽 健文[1]、久保園 達也[2]、上原 誠一郎[3] (1. 名古屋鉱物、2. 福岡石の会、3. 九大・博物館)

9:00 ~ 17:00

[R1P-08] 東京都青ヶ島から産出した銅スピネルおよび銅リヴァイ石について

*浜根 大輔[1]、大木 良弥、大角 駿介 (1. 東大・物性研)

9:00 ~ 17:00

[R1P-09] 福島県田村市羽山岳のペグマタイトから産出するフェロホルムクイスト閃石について

*浜根 大輔[1]、橋本 悦雄、原田 誠治 (1. 東大・物性研)

9:00 ~ 17:00

[R1P-10] 岩手県舟子沢鉱山から産出するアルミノ杉石、マンガンチェルキアラ石、フェリリーキ閃石について

*浜根 大輔[1]、鈴木 保光、大木 良弥、石橋 隆、下林 典正[2] (1. 東大・物性研、2. 京大)

9:00 ~ 17:00

[R1P-11] 岩手県田野畑鉱山から産出するマンガノマンガニアンガレッティ閃石について

*浜根 大輔[1]、門馬 綱一[2]、大西 政之、下林 典正[3]、皆川 鉄雄[4]、岡田 華子[4]、今井 裕之 (1. 東大・物性研、2. 科博、3. 京大、4. 愛媛大)

9:00 ~ 17:00

[R1P-12] 愛知県中宇利鉱山から産するゴベリン石およびそのNi置換体について

*下林 典正[1]、高谷 真樹[1]、浜根 大輔[2]、大西 政之、丹羽 健文[3] (1. 京都大・院理、2. 東京大・物性研、3. 名古屋鉱物同好会)

ポスター | R3：高圧科学・地球深部

9:00 ~ 17:00 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R3：高圧科学・地球深部

9:00 ~ 17:00

[R3P-01] Density of sodium silicate melt at high pressure

*鈴木 昭夫[1] (1. 東北大・院理)

9:00 ~ 17:00

[R3P-02] マントル遷移層条件での高温高圧中性子回折実験の開発

*柿澤 翔[1]、佐野 亜沙美[2]、鍵 裕之[3]、森 悠一郎[3]、阿部 淳[4]、服部 高典[2] (1. JASRI、2. 原研、3. 東大院理、4. CROSS)

9:00 ~ 17:00

[R3P-03] 電子回折イメージングによる鉱物の局所歪計測と応力下その場観察への応用

*伊神 洋平[1]、三宅 亮[1]、野村 龍一[1] (1. 京都大)

ポスター | R6：深成岩・火山岩及び サブダクションファクトリー

9:00 ~ 17:00 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R6：深成岩・火山岩及び サブダクションファクトリー

9:00 ~ 17:00

[R6P-01] Sr-Nd isotope geochemical characteristics of meta-dolerite dykes from Western Dharwar craton and its geodynamic implications

*Silpa Ammini Sasidharan[1], Satish-Kumar M[2], Toshiro Takahashi[2] (1. Shimane Univ., 2. Niigata Univ. Sci.)

9:00 ~ 17:00

[R6P-02] 三次元的なカソードルミネッセンスパターンとU-Pb年代，チタン濃度，Th/U比から推定する大崩山花崗岩中のジルコン成長プロセス

*湯口 貴史[1]、伊藤 大智[1]、横山 立憲[2]、坂田 周平[3]、鈴木 哲士[1]、小北 康弘[2]、八木 公史[4]、井村 匠[1]、甕 聡子[1]、大野 剛[5] (1. 山形大・理、2. 原子力機構、3. 東大地震研、4. 蒜山地質年代学研究所、5. 学習院大)

9:00 ~ 17:00

[R6P-03] 北多久苦鉄質複合岩体の結晶化作用と部分溶融現象 -熱源としての可能性-

*江島 圭祐[1]、大和田 正明[1]、亀井 淳志[2]、山崎 徹[3] (1. 山口大・創成科学、2. 島根大・学術研究院、3. 産総研)

9:00 ~ 17:00

[R6P-04] 山口県東部玖珂層群に分布する土生花崗閃緑岩の岩石学的特徴

「発表賞エントリー」

*秋本 悠作[1]、大和田 正明[1]、永嶌 真理子[1] (1. 山口大学・創成科学)

9:00 ~ 17:00

[R6P-05] 岐阜県中濃地域 に分布する前期中新統 蜂屋層の岩石学的特徴

*西條 成[1]、高橋 俊郎[2] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:00 ~ 17:00

[R6P-06] 能登半島北部に分布する前期中新世火山岩類の全岩化学組成

*柴野 暉崇[1]、髙橋 俊郎[2] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:00 ~ 17:00

[R6P-07] 新潟県加茂地域に分布する中新世珪長質火山岩類の
Sr-Nd 同位体比組成

*髙橋 直希[1]、髙橋 俊郎[2] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:00 ~ 17:00

[R6P-08] 千葉県銚子地域に産する高 Mg 安山岩および高 Mg 直方輝石を含む安山岩とデイサイトの岩石学的・地球化学的特徴

*髙橋 俊郎[1]、柴野 暉崇[2]、大木 淳一[3]、岩本 直哉[4] (1. 新潟大・理、2. 新潟大・院自然、3. 千葉県立中央博物館、4. 銚子ジオパーク推進協議会)

9:00 ~ 17:00

[R6P-09] 蔵王火山1895年噴出物に含まれるミョウバン石族鉱物の産状

*井村 匠[1]、伴 雅雄[1]、大場 司[2] (1. 山形大・理、2. 秋田大・国資)

2022年9月19日(月)

ポスター | R2：結晶構造・結晶化学・物性・結晶成長・応用鉱物

9:00 ~ 15:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R2：結晶構造・結晶化学・物性・結晶成長・応用鉱物

9:00 ~ 15:30

[R2P-01] **Hydrogen incorporation mechanism in the lower-mantle bridgmanite**

Narangoo Purevjav[1], Naotaka Tomioka[2], Shigeru Yamashita[7], Keiji Shinoda[3], Sachio Kobayashi[2], Kenji Shimizu[2], Motoo Ito[2], Suyu Fu[4], Jesse Gu[4], Christina Hoffmann[5], Jung-Fu Lin[4], *Takuo Okuchi[6] (1. Univ. Bayreuth, 2. JAMSTEC, 3. Osaka Metropolitan Univ., 4. Univ. Texas, 5. ORNL, 6. Kyoto Univ., 7. Okayama Univ.)

9:00 ~ 15:30

[R2P-02] Hopeite型$(Fe,Co,Ni)Zn_2(PO_4)_2・4H_2O$の脱水挙動と結晶構造の変化

「発表賞エントリー」

*田沼 怜[1]、山根 崚[2]、杉山 和正[2] (1. 東北大・院工、2. 東北大・金研)

9:00 ~ 15:30

[R2P-03] Zn_2SiO_4高圧相結晶構造の予測

*神崎 正美[1] (1. 岡大・惑星研)

9:00 ~ 15:30

[R2P-04] 溶液中のNaとKによるvateriteのcalcite化速度の逆転.

*古川 登[1] (1. 千葉大・院理)

9:00 ~ 15:30

[R2P-05] 水晶表面の被覆成長層の特徴と形成プロセス

*大藤 弘明[1]、渡辺 梨乃[2] (1. 東北大・院理、2. 愛媛大・GRC)

ポスター | R4：地球表層・環境・生命

9:00 ~ 15:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R4：地球表層・環境・生命

9:00 ~ 15:30

[R4P-01] ゲル内での$CaCO_3$形成過程におけるpH変化の観察

*松本 信二[1]、川野 潤[1]、豊福 高志[2,3]、長井 裕季子[2,4]、永井 隆哉[1] (1. 北大院・理、2. JAMSTEC、3. 海洋大、4. 科博)

9:00 ~ 15:30

[R4P-02] 人工飼育サンゴ骨格のカルサイト–アラゴナイト境界の組織観察

*甕 聡子[1]、波利井 佐紀[2]、富岡 尚敬[3]、伊藤 元雄[3] (1. 山形大・理、2. 琉大・熱生研、3. JAMSTEC・高知コア研)

9:00 ~ 15:30

[R4P-03] Inorganic synthesis of dolomite at ordinary temperatures and pressures

「発表賞エントリー」

*Hasegawa Maho[1]、Kubota Yuki[1]、Konishi Hiromi[1] (1. Niigata Univ.)

9:00 ~ 15:30

[R4P-04] 鉄酸化物を触媒とするマンガン酸化反応によるマンガン酸化物生成

*井上 紗綾子[1] (1. 愛媛大・GRC)

ポスター | R8：変成岩とテクトニクス

9:00 ~ 15:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R8：変成岩とテクトニクス

9:00 ~ 15:30

[R8P-01] **四国中央部三波川帯権現山に産する石英エクロジャイト中の ザクロ石におけるルチル離溶ラメラ**

「発表賞エントリー」

*竹林 知大[1,2]、纐纈 佑衣[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大・院環境、2. ふじのくに地球環境史ミュージアム)

9:00 ~ 15:30

[R8P-02] **流体相共存下でのザクロ石を形成する部分融解ー肥後変成帯泥質ミグマタイトの例**

「発表賞エントリー」

*善本 夏実[1]、河上 哲生[1]、北城 諭 (1. 京都大・院理)

9:00 ~ 15:30

[R8P-03] 東南極セール・ロンダーネ山地で見られる超高温変成作用とメルト包有物

*東野 文子[1]、河上 哲生[1] (1. 京大・院理)

9:00 ~ 15:30

[R8P-04] 東南極ナピア岩体リーセル・ラルセン山の高度
変成岩類の硫黄同位体を用いた硫黄の追跡

*三堀 徳也[1]、サティッシュクマール マドスーダン[2]、外田 智千[3] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理、3. 極地研)

9:00 ~ 15:30

[R8P-05] **インド南部ダールワール岩体チトラドゥルガ片岩帯の泥質岩・砂質岩からみた変成作用**

*外田 智千[1,5]、M. Satish-Kumar[2]、豊島 剛志[2]、片岡 香子[2]、上野 雄一郎[3]、三島 郁[3]、Nasheeth Abdulla[4]、奥平 敬元[4]、猪川 千晶[5] (1. 極地研、2. 新潟大、3. 東工大、4. 大阪公立大、5. 総研大)

9:00 ~ 15:30

[R8P-06] **Kinematics of the Mahanadi Shear Zone (MSZ) – part of a Y-shaped Freeway junction developed in the northern Eastern Ghats Belt, India**

Shuvankar Karmakar[2], Gautam Ghosh[2], *Dyuti Prakash Sarkar[1], Sankar Bose[2] (1. Hiroshima Univ., 2. Presidency Univ.)

9:00 ~ 15:30

[R8P-07] Structural architecture of an Archean collision zone; Insights from the Gadag-Mandya Shear Zone (GMSZ) and associated schist belts, Dharwar Craton, southern India

*Sreehari Lakshmanan[1], Tsuyoshi Toyoshima[2], Yoshihiro Nakamura[3], Satish-Kumar Madhusoodhan[2], Sajeev Krishnan[4] (1. Shimane U, 2. Niigata U, 3. AIST, 4. IISc)

9:00 ~ 15:30

[R8P-08] スリランカハイランド複合岩体に産する変成炭酸塩岩中黄鉄鉱の硫黄同位体に関する研究

*吉岡 葵[1]、Madhusoodhan Satish-Kumar[2]、後藤 孝介[3]、下田 玄[3]、 Sanjeewa P. K. Malaviarachchi[4] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理、3. 産総研、4. ペラデニア大, スリランカ)

9:00 ~ 15:30

[R8P-09] タンザニア古原生代ウサガラン帯の変成履歴を読み解く:含コランダム高圧角閃岩の岩石学

*樋口 莉央[1]、辻森 樹[2]、ボニフェイス ネルソン[3] (1. 東北大・理・地学、2. 東北大・東北アジア、3. ダルエスサラーム大学)

9:00 ~ 15:30

[R8P-10] 横河川変成岩類の砕屑性ジルコンU-Pb年代と変成温度構造

*森 宏[1]、水村 裕紀[2]、常盤 哲也[1]、吉川 晃平[1]、野部 勇貴[3]、纐纈 佑衣[4] (1. 信州大、2. 協和設計、3. 電源開発、4. 名古屋大)

9:00 ~ 15:30

[R8P-11] 関東山地三波川変成帯における泥質片岩中の曹長石斑状変晶の脆性破壊

*乾 睦子[1]、小島 秀斗[1]、長妻 佳哉[1] (1. 国士舘大・理工)

ポスター | R5：地球外物質

2022年9月17日(土) 9:30 ~ 17:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R5：地球外物質

現地ポスターコアタイム
12:30〜14:30

9:30 ~ 17:30

[R5P-01] ガス置換法によるミリグラム隕石試料の粒子密度測定

*松野 淳也[1]、松本 恵[2] (1. 立命館大学、2. 東北大学)

9:30 ~ 17:30

[R5P-02] リュウグウから見つかった白金族元素硫化物のナゲット

*松野 淳也[1]、三宅 亮[2]、松本 恵[3]、中村 智樹[3]、髙橋 嘉夫[4]、山田 真也[5]、土`山 明[1]、延寿 里美[6]、圦本 尚義[7]、野口 高明[2]、岡崎 隆司[8]、薮田 ひかる[9]、奈良岡 浩[8]、坂本 佳奈子[10]、橘 省吾[4] (1. 立命館大学、2. 京都大学、3. 東北大学、4. 東京大学、5. 立教大学、6. 愛媛大学、7. 北海道大学、8. 九州大学、9. 広島大学、10. JAXA/ISAS)

9:30 ~ 17:30

[R5P-03] 始原的炭素質コンドライトマトリクスの高温その場TEM観察

*松本 恵[1]、三宅 亮[2]、松野 淳也[3] (1. 東北大・院理、2. 京大・院理、3. 立命館大・総合)

ガス置換法によるミリグラム隕石試料の粒子密度測定

松野淳也*（立命館大学）、松本恵（東北大学）

Grain density measurement for milligram samples by gas pycnometer

Junya Matsuno* (Ritsumeikan Univ.) and Megumi Matsumoto (Tohoku Univ.)

惑星科学において岩石の密度や空隙率は、小惑星の強度を支配し、礫の構造を推定するための基本情報であることに加え、リュウグウのように水質変成の起きていた天体の場合は水質変成時の岩石・水比の推定に繋がる為、重要な因子である。ここで外界と繋がった空隙を含む岩石の密度には大きく分けて二種類あり、バルク密度（嵩密度）と呼ばれる空隙を含めた密度と、粒子密度（真密度）と呼ばれる空隙を含めない密度がある。空隙率はX線CTによって直接可視化して求めることができ、放射光X線を用いれば100 nm程度の小さな空隙まで観測できる。しかしリュウグウ試料など水質変成を受けた炭素質コンドライトの空隙サイズは数~数10 nmであるためCTによる直接の観測は困難である。ここで、空隙率はバルク体積と粒子体積の比でもある。バルク体積はX線CTにて比較的簡易に精度よく求めることができる。一方、粒子体積の測定方法には、置換法（ピクノメーター法）がある。この手法は試料を溶媒に沈め、試料の分だけ排除された量を体積と見做すものであり、一般的には水などの液体に試料を沈めることになるが、この溶媒に非極性ガス（ヘリウムや窒素）を用いるのがガス置換法（ガスピクノメーター法）である。この手法は試料の汚染を最小限にとどめることができる非破壊分析である一方で、0.01 cm^3以上（~数10 mg)の試料が必要と考えられてきたため、小惑星レゴリスのリターンサンプルのように質量が少ない試料には不向きであると考えられてきた。そこで本研究ではリュウグウ試料を念頭に、数mgの試料の粒子体積をガスピクノメーターで計測できるよう試行し、標準物質を用いて測定限界となる試料サイズを求めた。

実験は株式会社島津テクノリサーチ所有のアキュピックII 1340（マイクロメリティックス)を用いて行った。標準試料には直径0.5 ~ 8 mmの合成石英ガラス（密度2.201g/cm^3)の均質な真球を用いた。ヘリウムガスを用いて直径2mmの標準試料を測定したところ、得られた体積は理論値の約85 %だったが、複数回測定してもその再現性は高いことが分かった。そこで各試料に対し理論値と実験値の関係を求めたところ、1~8 mmの試料についておよそその差は対数関数で近似できることが分かった。つまりこの近似曲線を用いれば、~数mg（~0.001 cm^3)の試料でも体積を2桁の精度で測定が可能であることが分かった。続いてCIタイプの炭素質コンドライトであるOrgueil隕石の質量既知の小片（3.97 mg)の粒子体積を測定して粒子密度を求めたところ、2.4 g/cm^3となった。この値は大きい試料を用いて測定された文献値(2.4-2.5 g/cm^3 [1,2,3])と整合的であった。放射光X線CTと組み合わせることで、非破壊で空隙率が求まるという道筋を示せた。

参考文献

[1] G. J. Consolmagno S. J and D. T. Britt (1998) MAPS 33, 1231 [2] G. J. Flynn, L. B. Moore and W. Klöck (1999) Icarus 142, 97 [3] A. R. Hildebrand et al. (2006) MAPS 41, 407

Keywords: Density, Porosity, Pycnometer
*Corresponding author: jmatsuno@fc.ritsumei.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

リュウグウから見つかった白金族元素硫化物のナゲット

松野淳也*（立命館大学）、三宅亮（京都大学）、松本恵（東北大学）、中村智樹（東北大学）、高橋嘉夫（東京大学）、山田真也（立教大学）、土`山明（立命館大学）、延寿里美（愛媛大学）、坏本尚義（北海道大学）、 野口高明（京都大学）、岡崎隆司（九州大学）、薮田ひかる（広島大学）、奈良岡浩（九州大学）、坂本佳奈子（JAXA/ISAS）、橘省吾（東京大学）、渡邊 誠一郎（名古屋大学）、津田雄一（JAXA/ISAS）

A nugget of platinum group element sulfides found from a Ryugu sample

J. Matsuno* (Ritsumeikan Univ.), A. Miyake (Kyoto Univ.), M. Matsumoto (Tohoku Univ.), T. Nakamura (Tohoku Univ.), Y. Takahashi (Tokyo Univ.), S. Yamada (Rikkyo Univ.), A. Tsuchiyama (Ritsumeikan Univ), S. Enju (Ehime Univ.), H. Yurimoto (Hokkaido Univ.), T. Noguchi (Kyoto Univ.), R. Okazaki (Kyushu Univ.), H. Yabuta (Hiroshima Univ.), H. Naraoka (Kyushu Univ.), K. Sakamoto (JAXA/ISAS), S. Tachibana (Univ. Tokyo), S. Watanabe (Nagoya Univ.), Y. Tsuda (JAXA/ISAS)

リュウグウ初期分析チームに配分された最大粒子(C0002)は水質変成度の異なる多様な岩相を含んでいる[1]。その研磨断面 (plate 6; ~8.8 mm^2) のうちオリビンを含む比較的水質変成の進行の弱い~80×120 μm の岩相から、後方散乱電子(BSE)像でひと際明るく光る~10×10 μm の不定形物質（ナゲット）を一つ発見した(図 1A)。このような物質が隕石から見出されたことはない。

このナゲットは低結晶質ケイ酸塩マトリクスに埋まっていた。走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分光(SEM-EDS)や波長分散型 X 線分光(WDS)での元素分析によると、大部分は Ru, Fe, Ir, Ni, Os の硫化物のマトリクスからなり、BSE 像で暗い~1 μm の Cr 硫化物の包有物と明るいサブミクロンの包有物を含む。集束イオン加工装置(FIB)を用いて超薄切片を作成し透過電子顕微鏡(TEM/STEM)観察したところ(図 1B)、マトリクスは~10 nm の S-poor な結晶相と S-rich な非晶質~低結晶質相から成っていた(図 1C)。また Cr 硫化物は brezinaite (Cr_3S_4)であり、明るい包有物の各々(図 1A)は単相であったが様々あり、nickolayite (FeMoP)や Mo-Fe-Ni 相（未同定）が見られた。さらに空隙も多数見られた。

このナゲットの生成過程はよくわからないが、難揮発性元素である白金族元素が揮発性元素である S と結びついているため、非常に還元的な環境で生成されたと考えられる。なお隕石の CAI 中にみられる Fremdlinge [2 など]は白金族元素の包有物を持つが、金属であり産状も大きく異なる為、直接の関係性はないと考えられる。

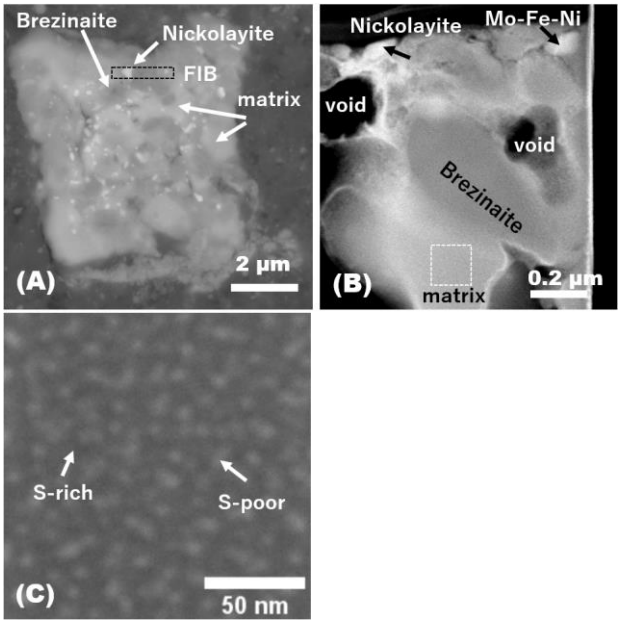


図 1 (A) ナゲットの BSE 像 (B) (A)の点線部を FIB した暗視野 STEM 像 (C) ナゲットのマトリクス部の暗視野 STEM 像

参考文献

[1] 松本ら(2022) 本学会 [2] El Goresy A., Nagel K. and Pamdohr P. (1978) Proc. Lunar Sci. Conf. 9th. 1279

Keywords: Ryugu, Platinum-group minerals
*Corresponding author: jmatsuno@fc.ritsumei.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

始原的炭素質コンドライトマトリクスの高温その場 TEM 観察

松本恵*（東北大学），三宅亮（京都大学），松野淳也（立命館大学）

In-situ observation of thermal evolution of primitive carbonaceous chondrite matrix

M. Matsumoto* (Tohoku Univ.), A. Miyake (Kyoto Univ.), J. Matsuno (Ritsumeikan Univ.)

近年の天文観測によって、星間空間や原始惑星系円盤には非晶質ケイ酸塩ダストが多く存在することが分かってきており、微惑星の主要な固体原材料の一つと考えられている[e.g., 1, 2]。実際に彗星塵や始原的隕石など太陽系形成初期から大きく変化していない惑星物質には、非晶質ケイ酸塩が特徴的に含まれている[e.g., 3, 4]。これらの非晶質ケイ酸塩は、微惑星へ集積後、^{26}Al の放射壊変熱を熱源とする熱変成やその際に氷が融けて起こった水質変成など、様々な変成作用を被ったと考えられる。しかし、これらの変成作用による非晶質ケイ酸塩の変質過程を調べた研究例は少ない。本研究では、始原的炭素質コンドライト中の非晶質ケイ酸塩に対して、高温その場透過型電子顕微鏡（TEM）観察を行い、加熱に伴う変化を詳しく調べた。実験試料には、比較的試料量の豊富な NWA 1232（CO3）隕石を用いた。

始原的炭素質コンドライト中の非晶質ケイ酸塩は、母天体で水質変成を受けており、実際には多少の水を含んだ低結晶質ケイ酸塩となっている[e.g., 4]。本研究では、NWA 1232 隕石中の始原的岩相（CO 3.0 相当[5]）のマトリクス部分から、集束イオンビーム装置を使って含水低結晶質ケイ酸塩を含む切片を切り出し、加熱実験を行った。室温から 800 ℃まで 100 ℃ステップで昇温し、各温度で 20 分程度保持してその場組織観察、電子線回折パターンを取得し、加熱に伴う変化を追った。

加熱開始後 500 ℃程度まで、顕著な変化は見られなかったが、500 ℃～800 ℃にかけて、低結晶質含水ケイ酸塩の脱水によるものと考えられる電子線回折パターンの変化や試料の変形が見られた(Fig. 1)。また、800 ℃で長時間保持すると、低結晶質含水ケイ酸塩を置き換えて新たにケイ酸塩結晶のナノ粒子が生成する様子が観察された。このようなケイ酸塩結晶の形成は温度保持を始めてから 1 時間程度で顕著となり、時間経過と共に結晶由来の電子線回折スポットは明瞭になっていった(Fig. 1)。800 ℃で約 20 時間観察を続けたところ、含水低結晶質ケイ酸塩の大部分はケイ酸塩結晶のナノ粒子に置き換わった。電子線回折パターンから、生成したナノ粒子はカンラン石の結晶であり、個々の結晶は 50 nm 程度の大きさに成長していることが分かった。熱変成の進んだ CO 隕石（CO3.1 以上）のマトリクスは主に細粒のカンラン石結晶（数百 nm～μm サイズ）からなるが、本実験の結果は、これらは含水低結晶質ケイ酸塩が熱変成を受け結晶化することで生じた可能性を示唆する。

また本実験では、加熱に伴い硫化鉄量が減少するなど、低結晶質含水ケイ酸塩以外のマトリクス構成物にも顕著な変化が見られた。今後、これら加熱によって生じた変化を詳しく調べ、天然の加熱隕石と比較することで、初期太陽系物質の起源や熱史について新たな情報を得たい。

引用文献: [1] Kemper et al. (2004), *ApJ*, **609**. [2] Boekel et al. (2004), *Nature*, **432**. [3] Keller and Messenger (2011), *GCA*, **75**. [4] Matsumoto et al. (2019), *Sci. Adv.*, **5**. [5] Matsumoto et al. (2015), *MAPS*, **53**.

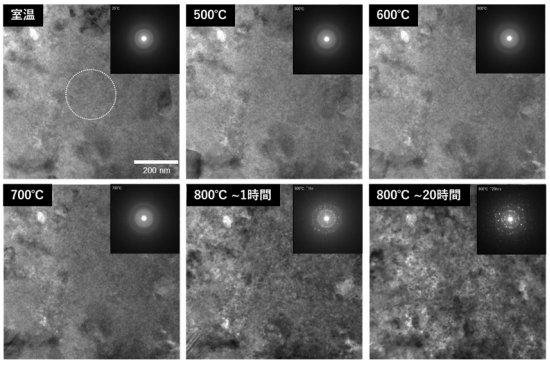


Fig. 1 NWA1232 隕石の低結晶質含水ケイ酸塩の高温その場 TEM 像と電子線回折パターン.

Keywords: carbonaceous chondrite, thermal metamorphism, amorphous silicate, in-situ observation
***Corresponding author:** m_matsumoto@tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R7：岩石・鉱物・鉱床 (資源地質学会 との共催 セッション)

2022年9月17日(土) 9:30 ~ 17:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R7：岩石・鉱物・鉱床 (資源地質学会 との共催 セッション)

現地ポスターコアタイム
12:30〜14:30

9:30 ~ 17:30
[R7P-01] 愛媛県芸予諸島伯方島に産する閃長岩の岩石記載
「発表賞エントリー」
*福井 堂子[1]、斉藤 哲[1] (1. 愛媛大学 理工学研究科)

9:30 ~ 17:30
[R7P-02] 佐賀県呼子加部島のアルカリ玄武岩中の晶洞鉱物
「発表賞エントリー」
*木尾 颯月[1]、江島 輝美[1] (1. 信州大・理・地球)

9:30 ~ 17:30
[R7P-03] Petrography and mineralogy in a skarn zone in the Matsitama area, Botswana
Maswe Theo[1]、*新藤 和安[1] (1. ボツワナ国際科技大)

9:30 ~ 17:30
[R7P-04] 岩手県和賀仙人スカルン鉱床における鉄鉱化作用
*五十嵐 直樹[1]、渡辺 寧[1]、瀬野 洸太朗[1]、越後 拓也[1]、青木 翔吾[1] (1. 秋田大・院国際)

9:30 ~ 17:30
[R7P-05] 秋田県白子森鉱床における銀・鉛・亜鉛・マンガン鉱化作用
*山田 照万[1]、渡辺 寧[1] (1. 秋田大・院国際)

9:30 ~ 17:30
[R7P-06] 新潟県糸魚川市に分布するロジン岩を含む肉眼鑑定の難しい岩石の鉱物学的記載
*小河原 孝彦[1] (1. フォッサマグナミュージアム)

9:30 ~ 17:30
[R7P-07] 肥後変成岩中の低変成度単斜輝岩の岩石学
中島 実奈美[1]、*石丸 聡子[1]、田村 明弘[2]、藤本 智也[1]、西山 忠男[1] (1. 熊本大、2. 金沢大)

9:30 ~ 17:30
[R7P-08] 幌満かんらん岩体下部における層状構造の再検討
*木村 仁美[1]、高澤 栄一[2] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:30 ~ 17:30
[R7P-09] 海洋コアコンプレックス斑れい岩に産するカンラン石の離溶組織
*西村 優之介[1]、野坂 俊夫[1] (1. 岡山大)

9:30 ~ 17:30
[R7P-10] **佐賀県加部島に産するマントル捕獲岩**
*江島 輝美[1]、荒井 章司[2]、山崎 陽生[3] (1. 信州大・理、2. 金沢大、3. 信州大・院理)

9:30 ~ 17:30
[R7P-11] タヒチ産カンラン岩捕獲岩に残された古溶融イベント
*秋澤 紀克[1]、石川 晃[2]、小木曽 哲[3] (1. 東京大学・大海研、2. 東工大・地惑、3. 京大・人環)

9:30 ~ 17:30

[R7P-12] Petrology of ultramafic rocks in the Archean geological belt, southern West Greenland

*森下 知晃[1,2]、西尾 郁也[1,5]、Guotana Juan Miguel[1,4]、田村 明弘[1]、谷 健一郎[3]、澤田 輝[2]、針金 由美子[6]、Waterton Pedro[5]、Kristoffer Szilas[5] (1. 金沢大学、2. 海洋研究開発機構、3. 国立科学博物館、4. フィリピン大学、5. コペンハーゲン大学、6. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

9:30 ~ 17:30

[R7P-13] 福徳岡ノ場からタイに漂着した軽石

*吉田 健太[1]、田村 芳彦[1]、佐藤 智紀[1]、Sangmanee Chalermrat[2]、Puttapreecha Ratchanee[2]、小野 重明[1] (1. JAMSTEC、2. タイ海洋・沿岸資源局)

愛媛県芸予諸島伯方島に産する閃長岩の岩石記載

福井堂子(愛媛大)，齊藤 哲(愛媛大)

Petrography of syenite from Hakata Island, Geiyo Islands, Ehime Prefecture, Japan.

Toko FUKUI*(Ehime Univ.), Satoshi SAITO (Ehime Univ.)

1. はじめに 閃長岩はアルカリ長石に富み石英をほとんど含まない優白質な完晶質岩石である．Wedepohl (1969)によると，上部大陸地殻に分布する貫入岩類のうち，閃長岩およびアルカリ岩の占める割合はわずか 0.5%以下とされているが，特異な組成を持つ閃長岩の成因は，不適合元素に富む大陸地殻の形成過程を理解する上で重要である．閃長岩の成因として火成作用と交代変質作用の２つが考えられており，日本では，高知県足摺岬に分布する閃長岩が火成作用起源とされている(例えば，村上ほか, 1983)．一方，西南日本内帯の白亜紀花崗岩類の分布域には交代変質作用起源とされる閃長岩が点在している(例えば，村上, 1976)．本研究では，愛媛県芸予諸島伯方島で新たに閃長岩を見出したことから，閃長岩の野外産状・岩石記載，全岩化学組成分析をおこない，詳細な岩石学的特徴を検討するとともに，その成因を考察した．

2. 伯方島の地質 伯方島の地質はおもに花崗岩と花崗閃緑岩からなり，花崗斑岩脈や苦鉄質岩脈がこれらに貫入する．閃長岩は伯方島の最北端に局所的に分布し，その規模は北東～南西方向に 40m，北西～南東方向に 10m程度である．また，花崗岩と接している．

3. 野外産状 閃長岩は中粒～粗粒で，塊状・均質な産状を示す．閃長岩は周囲の花崗岩との境界が不明瞭で，境界域では岩相が漸移的に変化する．また一部では，花崗岩と閃長岩の両者にまたがる優白質な脈がみられる．なお，花崗岩は真砂化が進み脆いのに対し，閃長岩は硬く，顕著な真砂化は認められない．

4. 薄片観察 閃長岩は他形粒状組織を呈し，構成鉱物としてアルカリ長石，斜長石，単斜輝石，柘榴石，くさび石，ジルコン，燐灰石，褐簾石，磁鉄鉱が認められる．アルカリ長石は粒径 1～4mm 程度で，パーサイトまたはアンチパーサイト組織がみられる．単斜輝石と柘榴石は粒状集合組織をなし，粒径は 0.1～0.5mm 程度である．ジルコンは自形のものと多形のものとがみられ，しばしば外縁部が湾状に侵食された結晶が認められる．

5. 全岩化学組成 伯方島の閃長岩 2 試料と花崗岩 20 試料について蛍光 X 線分析装置による主要元素・微量元素組成分析をおこなった．閃長岩は花崗岩に比べ，主要元素では TiO_2, Al_2O_3, $FeO_{(total)}$, MgO, MnO, CaO, Na_2O, P_2O_5 含有量が高く，SiO_2 含有量は低い．閃長岩の K_2O 含有量は花崗岩の組成範囲に収まる．LIL 元素では閃長岩の Sr, Ba 含有量は花崗岩より高く，Rb 含有量は低い．HFS 元素では閃長岩の Zr 含有量は花崗岩より高く，Y, Nb 含有量は花崗岩の組成範囲内である．

6. 考察 伯方島の閃長岩には，周囲の花崗岩からの漸移的な岩相変化や単斜輝石及び柘榴石の粒状集合組織，Na_2O に富む全岩化学組成（Na_2O = 6.1~6.4 wt.%）といった特徴がみられることから，その成因として，比較的高温で Na_2O に富むアルカリ揮発性成分が関与した交代変質作用が示唆される(村上, 1976)．

引用文献 村上 1976 岩石鉱物鉱床学会誌 特別号 1 261-281; 村上ほか 1983 岩石鉱物鉱床学会誌 78 497-504; Wedepohl 1969 Handbook of Geochemistry. Springer, Berlin.

Keywords: Syenite, Hakata Island, metasomatic alteration

*Corresponding author: teco14.hm@outlook.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

佐賀県呼子加部島のアルカリ玄武岩中の晶洞鉱物

木尾颯月*(信州大・理), 江島輝美(信州大・理)

Amygdale minerals in the alkali basalt from Kabeshima Island, Saga Prefecture, SW Japan

Satsuki Kio*(Shinshu Univ. Sci.), Terumi Ejima (Shinshu Univ. Sci.)

In this study, the amygdale minerals of alkali basalt from Kabeshima Island Saga Prefecture were described. The minerals were observed, and the chemical compositions were determined using a field emission electron probe micro analyzer. The amygdale minerals mainly consist of fine white-pale blue aggregate minerals, and rarely calcite, Fe-Ti oxide, Mn oxide, and dark blue mineral. The white-pale blue minerals have a spongy texture and are composed mainly of Mg, Al, and Si, and might be a type of clay mineral or zeolite. The dark blue mineral is porous and Co-bearing Mn-oxide.

佐賀県呼子町加部島には東松浦玄武岩と呼ばれるアルカリ玄武岩が分布する。東松浦玄武岩の晶洞鉱物は石橋（1974）によって過去に報告されているが、加部島の無斑晶質玄武岩において報告に無い淡青色や濃青色を呈する晶洞鉱物が産出したため、加部島の無斑晶質玄武岩中の晶洞鉱物について記載を行った。晶洞鉱物の組織観察および組成分析には SEM–EDS および FE–EPMA を用いた。

本研究対象の無斑晶質玄武岩は青灰色で緻密であり、主にかんらん石の斑晶と、斜長石、Fe–Ti 酸化物の石基により構成される。石基部分に、数μm程度のアルカリ長石、単斜輝石および燐灰石がまれに観察される。斑晶のかんらん石は全体的にイディングス石化している。石英や斜長石のメガクリストを含む場合があり、石英のメガクリスト周辺には反応縁のような微細な粒子の集合体が見られる。

本研究対象である岩石中には多数の晶洞が認められる。この晶洞の多くは 100～500 μm程度の大きさで、最大で 3 cm 程度のものがある。また、肉眼では晶洞全体が淡青色を呈するように見える。晶洞中には数μm程度の白色から淡青色を呈する半球状の鉱物が密集しており、その他に半自形から自形の Fe–Ti 酸化物、カルサイトの結晶、他形の Mn 酸化物が存在する。また、100 μm 程度の晶洞には黒色から濃青色を呈する鉱物が見られることがある。2 次電子像観察では、白色から淡青色を呈する晶洞鉱物は微細な海綿状組織を持つ。また、海綿状組織中に 5 μm 程度のアルカリ長石および Fe–Ti 酸化物が存在する。白色から淡青色を呈する鉱物の定性分析では、主に Mg、Al、Si が検出され、少量の K、Ca が含まれていた。また、濃青色鉱物は微細で多孔質な組織を持ち、微細な Ba 鉱物と共生する。組成は、Mn を主成分とし、Co、Fe、Mg、Al、Si、K および Ni がそれぞれ数 %検出された。

以上の結果から、淡青色を呈する晶洞鉱物は、海綿状の表面組織と構成元素から沸石族鉱物もしくは粘土鉱物であると考えられる。また、濃青色鉱物は、リシオフォル鉱の一種である Co を含む二酸化マンガン鉱物の組成と類似している。

本研究の結果、呼子の無斑晶質玄武岩中の晶洞には、石橋（1974）と同様にカルサイトおよび Fe–Ti 酸化物が確認された。また淡青色を呈する沸石族鉱物もしくは粘土鉱物と濃青色を呈する Co を数%含む Mn 酸化物が確認された。

Keywords: amygdale minerals, basalt, Kabeshima, cobalt
*Corresponding author: konpeit9o9u@gmail.com, 19s4009a@shinshu-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Petrography and mineralogy in a skarn zone in the Matsitama area, Botswana

Theo Maswe and Kazuyasu Shindo* (BIUST)

The Matsitama area, located at northeastern Botswana, is distributed to the western part of the Zimbabwe Craton. Furthermore, some part of this area include copper mineralization. In early 1980's, JICA and MMAJ (currently JOGMEC) detected a skarn zone with minor Cu mineralization by a drilling campaign in the Matsitama area. However, detailed mineralogical work of the skarn is scarce. The purposes of this study are to identify skarn and copper minerals and to infer the condition of the crystallization of these minerals in the skarn zone.
Geology of the Matsitama area is composed of the Matsitama Metasedimentary Group. Lithology of this group consists of metavolcanics, metadolerite, limestone, quartzite and dolerite. Skarn zone in the studied borehole is observed in relatively shallow depth and contacts with dolerite. Furthermore, this zone is affected by later hydrothermal alteration. Minerals in the studied skarn zone are composed of garnet, clinopyroxene, quartz, carbonate and opaque minerals. Garnet grains are greenish in hand specimen and show both isotropic and anisotropic under microscope. Chemistry of garnet varies, especially for between Al and Fe (total). Clinopyroxene shows eu- and sub-hedral shape and occurs as moderate-sized grain. The chemical compositions of the clinopyroxene are typically diopside component with minor amount of Fe and Mn. Trace amount of Cu-sulphides (bornite, chalcocite and trace chalcopyrite) in the skarn zone occur as interstitial to skarn minerals and later alteration portion, implying that copper mineralization was later than the crystallization of garnet and clinopyroxene. In general, the amount of Fe (III) in a mineral is a good indicator for assuming redox condition. Therefore, based on the chemical compositions of garnet, it might be assumed that garnet was crystallized in relatively oxidized condition.

Keywords: skarn, garnet, diopside, Botswana

*Kazuyasu Shindo (Corresponding author): kazuyasu.shindo@gmail.com

岩手県和賀仙人スカルン鉱床における鉄鉱化作用

五十嵐直樹・渡辺寧・瀬野洸太朗・越後拓也・青木翔吾（秋田大・国際）

Iron mineralization in the Waga-Sennin skarn deposit, Iwate Prefecture, Jpan

N.Igarashi* Y.Watanabe K.Seno T.Echigo S.Aoki (Akita Univ Int

鉄スカルン鉱床は，一般に鉄鉱石として磁鉄鉱を主体とし，少量の赤鉄鉱を伴う．しかし，本研究の調査地域である岩手県和賀仙人鉄スカルン鉱床は，赤鉄鉱を主体とする鉱石を産出する．このような赤鉄鉱を多産する鉄スカルン鉱床は新潟県赤谷鉄スカルン鉱床のほかに類を見ず，赤鉄鉱の形成過程はよくわかっていない．

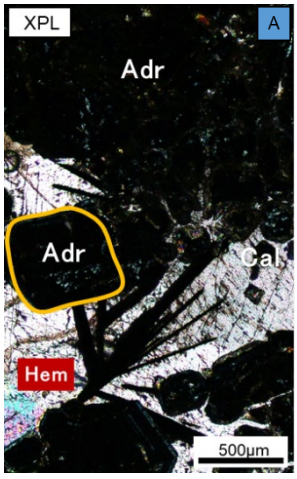
和賀仙人地域はペルム紀の基盤岩に，白亜紀の花崗閃緑岩と細粒花崗岩脈が貫入し，石灰岩や苦灰岩に隣接してスカルンが形成されている．また本地域東部に中新世の流紋岩岩脈が分布している．本鉱床におけるスカルン鉱化作用をもたらした関係火成岩は①白亜紀の花崗閃緑岩と細粒花崗岩脈，②中新世流紋岩岩脈の２つの説が唱えられている．これらの説は露頭観察，流体包有物の均質化温度及び，古地磁気に基づいており，スカルン鉱化作用と赤鉄鉱鉱化作用の関係性は明確になっていない．そこで本研究では赤鉄鉱鉱化作用のメカニズムを解明することを目的にスカルン鉱物や赤鉄鉱の詳細な観察を行い，鉱物晶出順序から赤鉄鉱鉱化作用をもたらした熱水の成長過程について議論する．

本鉱床は 7 つの鉱体群によって構成されており，そのうちの５つの鉱体において露頭観察及びサンプリング，鏡下観察，粉末 X 線回折による鉱物記載を行った． 各鉱体で確認された鉱物組み合わせと産状は以下の結果を示す．

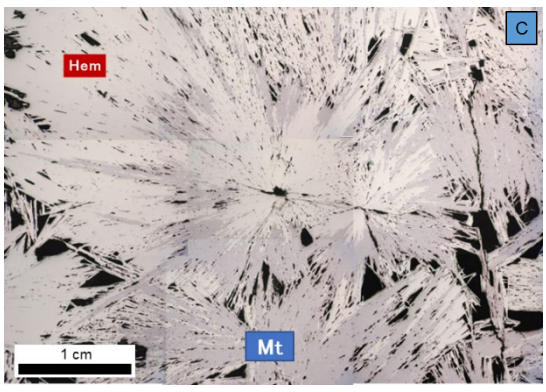
鉱物組み合わせとして，鉱化作用後期の低温時に形成されたことを示す光学的異方性を示す柘榴石と共生する単斜輝石が赤鉄鉱化していることや自形の赤鉄鉱が柘榴石の周囲に成長している様子（写真 A），またスカルンの累帯の中心で見られた石英脈に赤鉄鉱が伴うことが観察された．

また一部の鉱体では黄鉄鉱を主とする硫化鉱物が観察された．黄鉄鉱は自形赤鉄鉱の周囲に他形～半自形の結晶で成長している様子が観察される（写真 B）．少量ながらそれら硫化鉱物に伴い，赤鉄鉱の磁鉄鉱化が観察される（写真 C）．

以上記載結果から，①高酸素分圧・低硫黄分圧，②低酸素分圧・高硫黄分圧の二つの性質を持つ流体の存在が示唆される．そのため，①の性質を持つ熱水が，スカルン鉱化作用に伴う赤鉄鉱鉱化作用を引き起こしたと結論付ける．







Keywords Skarn, Hematite, Nishiwaga area, Iwate Prefecture, Garnet

Naoki Igarashi: igaiganok@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

秋田県白子森鉱床における銀・鉛・亜鉛・マンガン鉱化作用

山田照万・渡辺寧 (秋田大・国際資源)

Silver, lead, zinc, and manganese mineralizationat the Shirakomori deposit, Akita Prefecture, Japan

Shoma Yamada*・Yasushi Watanabe (Akita Univ.)

秋田県中央部に位置する太平山周辺には, 熱水性金属鉱床が数多く存在している. 白子森鉱床は太平山地の一角である秋田市河辺三内白子森山中に位置し, 白亜紀の太平山花崗岩類を母岩とする鉱脈型銀・鉛・亜鉛・マンガン鉱床である. 本鉱床は, 白子森山頂を北東端として南西方向へ約3 km, 幅2 kmの範囲に分布する鉱脈群によって構成され, 菱マンガン鉱が卓越することで特徴づけられる鉱床である.

本研究では, 鉱床形成過程の解明を行うことを目的とし, 1) 鉱床周辺の地質調査, 2) 変質鉱物の同定及び分布調査, 3) 流体包有物マイクロサーモメトリーによる均質化温度及び塩濃度の測定, 4) 菱マンガン鉱及び閃亜鉛鉱の鉱物化学分析, 5) セリサイトを用いたK-Ar年代測定を行った.

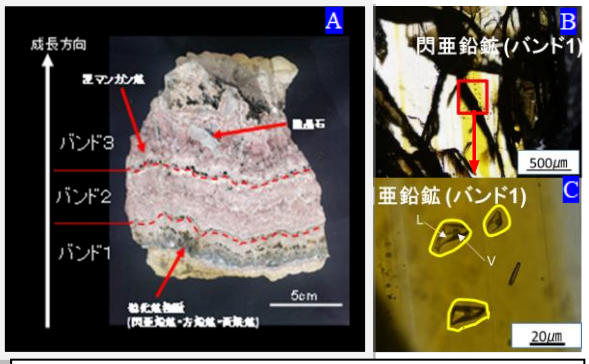
観察の結果, 鉱脈は菱マンガン鉱を主とし, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 黄鉄鉱, 黄銅鉱, 重晶石, 菱鉄鉱, 輝銀鉱. 濃紅銀鉱が含まれる. 鉱床母岩をなす花崗岩は, セリサイト変質, 緑泥石変質を被っている. また, 鉱脈にはセリサイトハローが伴い, 一部で付加型珪化が認められる.

肉眼及び顕微鏡観察の結果, 本鉱床は3期の形成時期があり, それぞれのバンドで鉱物の産状や組み合わせなどに変化が見られる. 脈壁側のバンド1における硫化鉱物ではコロフォーム構造やデンドリティック組織を示し, 鉄含有量の少ない黄色閃亜鉛鉱や方鉛鉱, 黄鉄鉱, 塊状の菱マンガン鉱が認められる. バンド2では自形の菱マンガン鉱を主とし, 少量の閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 重晶石を伴う.

Key words: Rhodochrosite, hydrothermal deposit, granodiorite
Corresponding author: yamashowaterpolo@gmail.com

中心部のバンド3では多量の菱マンガン鉱及び重晶石と共に, 鉄含有量の多い黒色閃亜鉛鉱や方鉛鉱, 黄鉄鉱, 輝銀鉱, 濃紅銀鉱が産する.

鉱脈に伴うセリサイトのK-Ar年代測定の結果は, 3.43±0.1 Maで, 鮮新世に形成された鉱床であることが明らかになった. 菱マンガン鉱の組成はステージごとに変化を示し, 壁岩側はCaが多く, 中心部はFeが多く含まれる. このことからステージ1では母岩と熱水の反応によりCaが溶脱され, Caに富んだ熱水から菱マンガン鉱が晶出し, ステージ2では, 熱水中に鉄もマンガンもイオンとして十分に含まれているが, 熱水が比較的中性のため副成分元素に乏しい菱マンガン鉱が沈殿し, ステージ3では熱水中の鉄, マンガンイオンはほぼ同量であるものの熱水のpHの低下によって, 菱マンガン鉱あるいは菱鉄鉱に組成の類似した鉱物が沈殿したと考えられ, 鉱化流体が鉱化作用の変遷の中で, 組成や温度, 塩濃度などの条件を変化させながら鉱脈を形成したことが示唆される.



A: 菱マンガン鉱を主とする鉱石記載

B: 成長縞に沿って並ぶ閃亜鉛鉱中の流体包有物

C: B の拡大写真

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

新潟県糸魚川市に分布するロジン岩を含む肉眼鑑定の難しい岩石の鉱物学的記載

小河原孝彦（フォッサマグナミュージアム）

Mineralogical description of rocks difficult to identify with the naked eye, including Rodingite distributed in Itoigawa City, Niigata Prefecture

Takahiko Ogawara*, (Fossa Magna Museum)

新潟県糸魚川市は，国石に認定されたヒスイの産地である．ヒスイは糸魚川市内の海岸でも見つけることができ，市民や観光客が海岸での石探しを楽しんでいる．フォッサマグナミュージアムは開館当初から，市民に広く開かれた博物館を目指し，海岸などで採集した石の鑑定を窓口で学芸員が実施してきた．これは，多数の岩石が持込まれるため機器分析の時間はなく，肉眼での鑑定として実施している．

石の鑑定に持込まれるヒスイに類似した岩石として，ロジン岩(Rodingite)がある．ロジン岩は比重がヒスイと同程度であり，外観もヒスイに類似していることから，肉眼での同定が困難な場合がある．今回，糸魚川市内の海岸で採集した中礫サイズのロジン岩を含む肉眼での鑑定が難しい岩石 65 個を，新潟大学理学部の粉末 X 線回折装置(XRD：Rigaku Ultima IV)で分析し鉱物種を同定したことから報告する．

石の鑑定でロジン岩と同定している岩石は，ヒスイ輝石や曹長石, ぶどう石, 透輝石, ベスブ石, 灰礬石榴石等の鉱物で構成されていることが判明した．典型的なロジン岩は，白色岩石中に黄緑色の脈状鉱物が含まれることが多いが，白色部分はぶどう石，黄緑色の脈状部分は透輝石であった．一部のロジン岩からはベスブ石や灰礬石榴石を同定したが, 外見での判別は困難である．しかし，ぶどう石が比重 2.9，ベスブ石が比重 3.4，灰礬石榴石が比重 3.6 であることから，比重測定により簡易的に判別できる可能性がある．また，ベスブ石を含むロジン岩が存在することから，一部は 400℃～600℃という高温でロジン岩化作用を被った(ITO and AREM, 1970)と考えられる．

XRD 分析では, 肉眼鑑定においてヒスイと判断されなかった岩石 11 個についてヒスイ輝石が含まれていることが判明した．外見はロジン岩や曹長岩に類似しており，今後の石の鑑定の精度向上につながる結果といえる．

塊状のソーダ珪灰石とソーダ沸石の肉眼鑑定も困難な場合が多いが，白色半透明な岩石はソーダ珪灰石，白色半透明で繊維状結晶が目立つ岩石については，ソーダ沸石という結果であった．

オンファス輝石岩に類似した岩石を 11 個 XRD 分析したが，外見と分析結果に法則性はあまり見られなかった．黒緑色で透明感のある岩石がオンファス輝石と同定されることもあれば，角閃石のこともあり，これらを肉眼で同定するには精査が必要であるといえる．

今回の基礎的な岩石の同定結果を活用し，石の鑑定を含む博物館での岩石鑑定の精度向上や研究活動に繋げていきたい．

引用文献

ITO and AREM, 1970, Amer. Mineral., 55, 880-912.

Keywords: 糸魚川ユネスコ世界ジオパーク, フォッサマグナミュージアム, ロジン岩

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

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

肥後変成岩中の低変成度単斜輝岩の岩石学

中島実奈美・石丸聡子* (熊本大)・田村明弘 (金沢大)・藤本智也・西山忠男(熊本大)

Petrology of clinopyroxenite from the Higo metamorphic rocks

Minami Nakashima, Satoko Ishimaru* (Kumamoto Univ.), Akihiro Tamura (Kanazawa Univ.), Tomoya Fujimoto, Tadao Nishiyama (Kumamoto Univ.)

肥後変成岩類は，九州中央部の肥後帯に属する白亜紀の変成岩である。古くは低P/T 比の変成作用で形成されたと理解されていたが，1990 年前後から青色片岩相を示すような鉱物の存在（肥後変成岩低温部の間の谷変成岩）や，超高温を示す鉱物組合せが報告された（Osanai et al., 1998）ことから，複雑な変成履歴を持つと解釈されるようになった。

肥後変成岩類にはスピニフェックス様の組織を持つ変成カンラン岩（＝竹葉石）が報告されている（水田，1978）。その構成鉱物組合せと化学組成から，アンチゴライト蛇紋岩がウェッジマントルへ沈み込むことによって，比較的高温高圧（P >1.6 GPa, T <750 ºC）で脱水し形成されたと解釈された（Nishiyama et al., 2021）が，その原岩であるカンラン岩の性質についての議論は，高程度の再結晶化を被っているためこれまで十分になされていなかった。最近の調査により，蛇紋岩化程度および再結晶化の程度が低い輝岩類が発見され，その岩石学的な記載を行った。

輝岩類は，肥後変成岩中の 2 地点（下益城郡美里町竹の原および，宇城市松橋町白岩山）から採集された。竹の原地域では主に転石として観察され，白岩山では露頭で観察される。竹葉石と共存し遷移すると考えられるが，露頭での両者の関係は不明である。輝岩類は，単斜輝石，カンラン石，角閃石（カルシウム角閃石，直閃石），蛇紋石から構成されるウェールライト～単斜輝岩が主で，一部直方輝石が多量に観察される（最大 50 vol.%）ウェブステライトが存在する。不透明鉱物としてクロマイト～磁鉄鉱を含み，炭酸塩鉱物としてカルサイト（稀にマグネサイト）が観察される。カンラン石の Fo 値は 77-88 程度と様々であるが試料内ではほぼ同程度の値を示し，竹葉石中に存在するもの（≈Fo_{91}）より系統的に低い。カンラン石の NiO 含有量は最大 0.4 wt.%で Fo 値とともに減少する。カンラン石の組成と $Fe^{3+}/(Al + Cr + Fe^{3+})$ 原子比の低いクロマイト（<0.1）の Cr/(Cr＋Al) 原子比とカンラン石の Fo 値の関係から，この輝岩類は Cr や Mg に富むメルトからの結晶集積岩であると推定される。また，単斜輝石の希土類元素パターンは LREE に富む右下がり，もしくは MREE に富む上に凸のパターンを示すことと調和的である。鉱物主要元素組成と単斜輝石の希土類元素濃度とそのパターンから，輝岩類はメルト成分に枯渇したマントルの部分溶融メルトからの結晶集積岩と判断される。

発表では微量元素組成などを詳細に検討し，形成場の推定を試みる。

Keywords: Higo metamorphic rocks, pyroxenites, cumulate

***Corresponding author: s_ishimaru@kumamoto-u.ac.jp**

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

幌満かんらん岩体下部における層状構造の再検討

木村仁美（新潟大・大学院自然研）・高澤栄一（新潟大・理）

Reexamination of the layered structure in the Lower Zone of the Horoman peridotite

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

幌満かんらん岩体は北海道の日高変成帯の南西端に位置する約 8×10×3km から成る層状のかんらん岩複合岩体である．アルプス型かんらん岩にあたる幌満かんらん岩は岩石全体の組成や鉱物組成から上部マントルのプロセスを理解するために数多くの研究が行われてきた．本研究では幌満かんらん岩体下部の全岩化学組成に注目し，岩体下部の斜長石レルゾライトの形成過程について岩体上部の不毛の沢と比較を行い，再肥沃化の可能性について検討を行った．

幌満岩体下部は層厚約 2000m で斜長石レルゾライトやレルゾライト，ハルツバージャイトを主体とし，ダナイトやマフィックレイヤーを少量挟んでおり，各層厚は 100~500m と熱い岩相が出現する．本研究では坊主の沢との層序関係において 1km ほど下位にあたる部分を幌満川に沿って観察し，岩体下部の代表的な層順の観察を行った．岩体下部においては坊主の沢において全岩化学組成分析など詳細に層状構造の形成について検討が行われてきた．また，岩体上部では木暮ほか(2021，日本鉱物科学会要旨)が不毛の沢において未分化マントルの組成を超える肥沃な組成をもつ斜長石レルゾライトのマフィックレイヤーの近傍での存在を報告し 再肥沃化の可能性を指摘した．岩体下部は上部と比べマフィックレイヤーが少ないが部分的に斜長石レルゾライトと隣接していることから，本研究では幌満川の岩体下部に位置する本流における観察を行い，一連の岩相変化および岩相変化に伴う化学組成の変化を観察した．

本研究で対象とした岩体下部のかんらん岩類は肥沃な斜長石レルゾライトからハルツバージャイトからなり 全岩主成分組成は MgO の増加に伴い液相農集元素が減少する傾向を示す．Depleted MORB Mantle（DMM: Workman and Hart, 2005)との比較では，DMM の組成と類似しているもしくは一部 DMM よりも液相農集元素に富む組成をもつ斜長石レルゾライトが存在する．この結果は Takazawa et al.（2000）による坊主の沢の分析結果とも類似している．

岩体上部の不毛の沢では主成分元素の分析結果から，DMM よりも大幅に液相農集元素に富む斜長石レルゾライトが見つかっている．それらは， Primitive Mantle（PUM: McDonough and Sun, 1995)よりも肥沃である．斜長石レルゾライト中に挟在するマフィックレイヤーの薄層(厚さ数 cm）は，全岩 Al_2O_3 約 6-9wt%, MgO 約 26-32wt%とかんらん岩に近い組成を示し，岩体下部の厚さ数ｍ規模のマフィックレイヤー の組成（Al_2O_3 約 10-25wt%, MgO 約 13-16wt%）とは異なる．組成と産状の違いから岩体下部の斜長石レルゾライトに挟在するマフィックレイヤーは貫入岩もしくは集積岩と考えられ，岩体下部では周囲のかんらん岩の組成に影響を及ぼしていない可能性が高いと考えられる．

引用文献：

木暮優芽斗・高澤栄一・木村仁美, 2021，日本鉱物科学会年会講演要旨 R7-01.

McDonough, W. F., & Sun, S. S., 1995. Chemical geology, 120, 223-253.

Takazawa, E., Frey, F. A., Shimizu, N., and Obata, M., 2000, Geochim, Cosmochim. Acta, 64, 695-716.

Workman, R. K. & Hart, S. R., 2005. Earth and Planetary Science Letters, 231, 53-72.

Keywords: 上部マントル，部分溶融，再肥沃化，かんらん岩，マフィックレイヤー
*Corresponding author: f22e072h@mail.cc.niigata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

海洋コアコンプレックス斑れい岩に産するカンラン石の離溶組織

西村優之介・野坂俊夫*（岡山大）

Exsolution texture of olivine in gabbroic rocks of oceanic core complexes

Y. Nishimura and T. Nozaka* (Okayama Univ.)

We report the occurrence and chemical characteristics of thin lamellae within olivine grains in gabbroic rocks from Atlantis Bank and Atlantis Massif, which are typical oceanic core complexes near the Southwest Indian Ridge and the Mid-Atlantic Ridge, respectively. The lamellae have compositions indicative of symplectitic diopside + magnetite, magnetite, and ilmenite, and all of them can occur within the same grain of olivine, in parallel with (100) or occasionally (010) of host olivine. The crystallographic regularity between olivine and lamellae and the variation of Ca contents of host olivine suggest that the lamellae formed via exsolution of olivine. The lack of correlation between the contents of exsolved components and Fo of olivine, with or without lamellae, suggests that the lamella formation was not directly related to the degree of magmatic evolution but probably related to alteration processes such as fluid infiltration along dislocation walls of olivine.

南西インド洋海嶺近傍の Atlantis Bank と大西洋中央海嶺近傍の Atlantis Massif は主に斑れい岩類で構成されている海洋コアコンプレックスである（Dick et al., 1999; Blackman et al., 2006; MacLeod et al., 2017: IODP Proceedings）。IODP の掘削によって得られた両岩体のカンラン石斑れい岩中のカンラン石結晶内にはしばしばラメラまたはロッド状（以下まとめて「ラメラ」と言う）の細長い不透明鉱物が，ある程度の間隔をあけて一定方向に並んでいる。このラメラの成因を明らかにすることで，海洋コアコンプレックスの冷却と組成改変の履歴を解き明かし，さらには低速拡大軸における熱と物質の収支に関する制約条件が得られるかもしれない。そこでユニバーサルステージによるカンラン石の結晶方位の測定と，EPMA によるラメラとカンラン石の化学組成分析を行った。カンラン石中の微量元素分析は，EPMA の照射電流と測定時間を調整して行った。

これまでの分析で，次のことが明らかになった。①ラメラはその種類によらず，ホストカンラン石の (100) 面に平行に並んでいることが多く，(010) 面に平行な場合もある。②ラメラには 3 種類，すなわちディオプサイド＋磁鉄鉱の複合シンプレクタイトラメラ，磁鉄鉱の単相ラメラ，およびチタン鉄鉱の単相ラメラがある。一つのカンラン石結晶中に 3 種類全部が産することが多いが，1 種類または 2 種類だけのこともある。③複合ラメラ内部では，ディオプサイドと磁鉄鉱が繰り返し交互に並び，両者の境界はラメラーホスト境界面に対して高角度をなす。④複合ラメラ近傍のカンラン石の Ca 濃度は，ラメラに向かって減少しており，ディオプサイドの形成に伴う元素拡散を示唆している。⑤チタン鉄鉱の単相ラメラ近傍では，カンラン石の Ti 濃度が，Ca 濃度の変化とは逆に，ラメラに向かって増加するように見える。しかし Ti の濃度プロファイルはラメラを挟んで対称的ではなく，EPMA 検出器の方向に関係した異方性を示すことから，分析時の二次的蛍光 X 線の効果と考えられる。⑥ホストカンラン石の組成は Fo＝65-76 で，Fo 値の減少に伴う Ni の減少と Mn の増加はマグマの結晶分化作用を示唆している。一方 Ca と Ti の濃度は，試料ごとに，またラメラの欠如したカンラン石においてもさほど違わず，Fo 値との相関も示さない。

以上の結果は，ラメラがカンラン石からの離溶相であること，離溶相の成分元素がマグマの分化の進行とともにカンラン石中で増加したものではないこと，およびラメラの形成はマグマの分化の程度とは直接関係がないことを示唆している。試料採取深度とは無関係に，類似した組成のカンラン石でラメラのある結晶と無い結晶が存在することから，ラメラの形成にはカンラン石の転位壁に沿った流体の浸透などの変質過程が関与しているのかもしれない。

Keywords: olivine, exsolution, gabbro, Atlantis Bank, Atlantis Massif

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

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

佐賀県加部島に産するマントル捕獲岩

江島輝美*(信州大・理)，荒井章司（金沢大)，山崎陽生(信州大・院理)

Mantle xenoliths in alkali basalt from Kabeshima island, Saga Prefecture, SW Japan

Terumi Ejima* (Shinshu Univ. Sci.), Shoji Arai (Kanazawa University), Haruki Yamazaki (Shinshu Univ. Sci.)

In this study, we examine the variations of the Fo contents of olivine and Cr# of chromian spinel in dunite and wehrlite of Group I in alkali basalt from the Kabeshima island, Yobuko area, Saga Prefecture, Southwest Japan. These results are compared to those of similar mantle xenoliths from the Takashima, which is 14 km to the southeast. The Fo contents and the Cr# of chromian spinel are 86.8–87.8 and 0.61–0.63, respectively, in dunites, and 86.9–88.6 and 0.35–0.50 in wehrlites. Those values are included in the ranges of equivalent rocks from the Takashima xenolith suite. Based on the results, we suggest that the underlying upper mantle is similar in petrological characteristics between Kabeshima and the nearby Takashima area.

北九州地域では，福岡県黒瀬，佐賀県加部島，佐賀県高島，長崎県福江島においてマントル捕獲岩が報告されている（Arai et al., 2018; 立山ほか 2022 等)。本研究では，立山ほか（2022）により北九州地域で新たに報告された加部島に産するマントル捕獲岩と母岩の記載およびマントル捕獲岩のかんらん石の Fo 含有量とクロムスピネルの Cr # [=Cr/(Cr+Al)]について報告する。また，捕獲岩の量比が類似する佐賀県高島の捕獲岩と比較し，両者の関係を解明した。

佐賀県呼子加部島の捕獲岩を伴うアルカリ玄武岩は，100 μm 程度の無色透明なかんらん石斑晶と，斜長石，かんらん石，鉄チタン酸化物の石基から構成される。ごくまれに石基中に微細な単斜輝石が存在する。かんらん石斑晶は，自形から他形で，イディングス石化している。超マフィック～マフィック捕獲岩や，斜長石，石英および斜方輝石の巨晶を伴う。アルカリ玄武岩には ~数 cm 程度の晶洞が認められる。

アルカリ玄武岩中には，現在 9 種類の捕獲岩が確認されている。そのうち，グループ I に分類される捕獲岩は，ダナイト，ウェールライト，かんらん石クリノパイロキシナイト，クリノパイロキシナイトの 4 種類である。クロムスピネルは，ダナイトには一般的に含まれ，ウェールライトではまれであり，かんらん石クリノパイロキシナイト中には含まれない。

ダナイトおよびウェールライト中のかんらん石の Fo 含有量は，それぞれ平均で 87.5 および 88.1 であり，クロムスピネルの Cr # は 0.61 および 0.42 である。

佐賀県呼子加部島に産するグループ I のダナイトの Fo 含有量および Cr#は，高島のダナイトの下限値に近い値を示し，ウェールライトの値は一致する。

加部島と高島の母岩であるアルカリ玄武岩は同一のフローユニット（東松浦玄武岩 B2)であるとされているが(石橋, 1971)，両者のアルカリ玄武岩は斑晶の種類が異なり，両者は異なるマグマ起源である可能性が高いと考えられる。一方，加部島と高島に産するマントル捕獲岩の種類及び量比は類似しており，さらにかんらん石の Fo 含有量およびクロムスピネルの Cr#値が一致することから，加部島の最上部マントル構造は小林・荒井（1981）が報告した高島の地下と同様に，先行した島弧マグマ由来の岩石が存在するような構成をもつと考えられる。

Keywords: Kabeshima, Fo contents, chromian spinel, alkali basalt
*Corresponding author: tejima@shinshu-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

タヒチ産カンラン岩捕獲岩に残された古溶融イベント

秋澤紀克(東大・大海研)，石川晃(東工大・地惑)，小木曽哲(京大・人環)

Antient mantle melting event left in peridotite xenoliths from Tahiti Island

Akizawa N.* (AORI, The Univ. Tokyo), Ishikawa A. (Earth and Planetary Sci., Tokyo Tech.), & Kogiso T. (Grad. Sch. Hum. and Environ. Stud., Kyoto Univ.)

Abyssal peridotites are fragments of the uppermost mantle in the oceanic region. They record melting events at the ridges and paleo-melting events somewhere other than the ridges. However, the understanding of paleo-melting events are not sufficiently advanced since the occurrence of the abyssal peridotites are limited in the oceanic region. Here, we attempted to elucidate the paleo-melting events and timing by analyzing the Os isotope composition and highly siderophile element compositions of peridotite xenoliths from Tahiti, Society Islands.

1.はじめに

海洋カンラン岩は海洋域における最上部マントルのカケラであり，海嶺での溶融だけでなく，それ以前の古溶融イベントも記録することが明らかになってきた．しかし，海洋カンラン岩は採取が困難であると共に採取できる地域が限られるため，古溶融イベントの理解は十分に進んでいない．本研究では，カンラン岩の Os 同位体組成と強親鉄性元素組成分析を実施することで，溶融イベントや時期の推定を試みた．本研究で扱うカンラン岩は，ソサイエティーホットスポットが存在するタヒチで得られたものであり，海嶺では得られない情報が取得できると期待される．

2.地質概説と岩石記載

南太平洋では広大な地形的高まりに特徴づけられるスーパースゥエルが存在し，タヒチを含むソサイエティー諸島は，ホットスポット火山であるとされる（例えば，Tada et al., 2016 GRL 43, 12021–12026）．ホットスポット形成に関わるマントルプルームは，深部より熱や物質の表層への運搬を担っていると考えられる．

本研究で扱った岩石は，アルカリ玄武岩溶岩に含まれるカンラン岩捕獲岩であり，ハルツバーガイト 15 個とダナイト 20 個に分類される．レールゾライトのようにメルト成分に富む低溶融程度のカンラン岩は認められなかった．

3.化学組成

$^{187}Os/^{188}Os$ 同位体組成は，ハルツバーガイトで 0.1172–0.1463，ダナイトではより高い値である 0.1232–0.1394 を示した．全岩 Al_2O_3 含有量が 1.5 wt%以下であるハルツバーガイトは，$^{187}Os/^{188}Os$ 同位体組成が低かった．強親鉄性元素においては，メルトに分配されやすい Re に枯渇する特徴が認められた．一方で，ダナイトは Re に富むような特徴が認められた．

4.議論

$^{187}Os/^{188}Os$ 同位体組成から，カンラン岩の溶融モデル年代を見積もることができる（Re 枯渇年代）．Re 枯渇年代を計算すると，タヒチ産ハルツバーガイトは約 14 億年に達する古溶融イベントを記録するものが多く存在することが明らかになった（15 個中 7 個は 10 億年以上）．Re 枯渇年代はバイモーダルな頻度分布を示すため，古溶融イベントを記録するカンラン岩が海嶺で形成された“最近の”海洋プレートの下部に付け足されたと考察した（Ishikawa et al., 2011 EPSL 301, 159–170 参照）．タヒチではマントルプルームの存在が認められるため，この古溶融イベントを記録するマントルドメインが，深部より上昇してきたと推察される．本発表では，捕獲岩の最終平衡温度推定も行い，熱に関する考察も実施する．海嶺由来のカンラン岩も同様な年代の古溶融イベントを記録するが（Day et al., 2017 GCA 200, 232–254），海嶺では抽出されない深部では，古溶融イベントを記録するカンラン岩がより卓越して存在すると考えられる．

Keywords: Ancient mantle domain, Re-Os isotopes, highly siderophile elements, harzburgite, and dunite
*Corresponding author: akizawa@aori.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Petrology of ultramafic rocks in the Archean geological belt, southern West Greenland

*Tomoaki MORISHITA (Kanazawa Univ., JAMSTEC), Ikuya NISHIO (Kanazawa Univ., Univ. Copenhagen), Juan Miguel GUOTANA (Kanazawa Univ., Univ. Philippines), Akihiro TAMURA (Kanazawa Univ.), Kenichiro TANI (National Museum of Nature and Science), Hikaru SAWADA (JAMSTEC), Yumiko HARIGANE (Geological Survey of Japan, AIST), Pedro Waterton (Univ. Copenhagen), Kristoffer SZILAS (Univ. Copenhagen)

The Archean geologic belt exists in only a very limited number of places on Earth (Kusky & Polat, 1999 *Tectonophys.*). Southern West Greenland is one such area (Friend et al., 1987 *Nature*). Ultramafic rocks are a minor of the Archean geologic belt, but small rock bodies are scattered over a wide area (e.g, Chadwick & Crewe, 1986 *Economic Geol.*). The Archean ultramafic rocks are however fascinating rocks in the field of earth sciences because they are expected to record mantle information from the Archean age (e.g., Fischer-Gödde et al., 2020 *Nature*). What can we learn from Archean ultramafic rocks? The fundamental question is whether the Archean ultramafic rocks retain "original information" about the mantle during the Archean age. We present petrological and mineral characteristics of several ultramafic bodies in the Archean geological belt of southern West Greenland. The Ulamertoq body (Nishio et al., 2022 *Jour. Petrol.*) in the Mesoarchean belt and chromitite-bearing ultramafic body (Rollinson et al., 2002 *Jour. Petrol.*) in the Ujargssuit Nunât belt are typical examples of ultramafic rocks that have undergone multiple times of metasomatism forming hydrous minerals. The Lens B ultramafic body located northwest of the Isua Supracrustal Belt is characterized by deserpentinization under eclogite-facies conditions (Guotana et al., 2021 *Geoscience Frontiers*). The Lens A ultramafic body near Lens B has a very similar appearance to Lens B, but may retain igneous features. It should be emphasized that the mineralogy and mineral chemistry of most Archean ultramafic rocks have been affected by subsequent metasomatic and metamorphic events. Depending on the purpose of the research, it is necessary to carefully select samples that are less affected by metasomatism and metamorphism.

Keywords: Ultramafic rock, Archean geology, metasomatism, metamorphism
*Corresponding author: tomo_make_a_wish@icloud.com

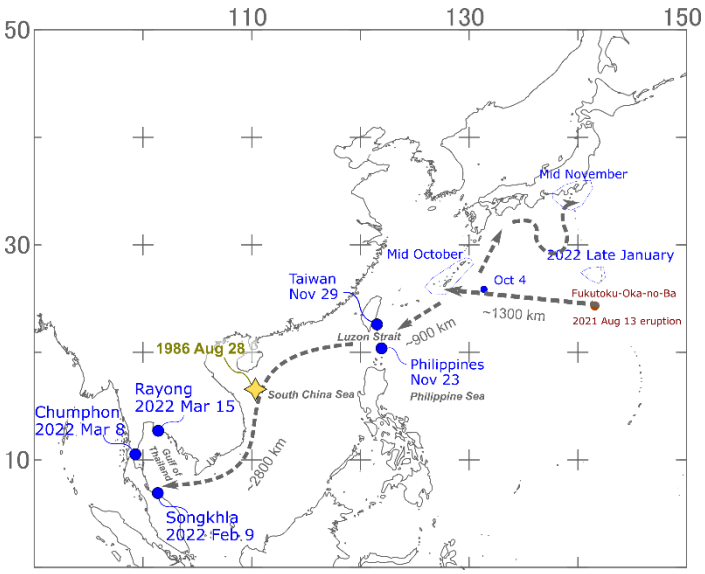
福徳岡ノ場からタイに漂着した軽石

吉田健太*・田村芳彦・佐藤智紀（JAMSTEC）・Chalermrat Sangmanee・Ratchanee Puttapreecha（タイ DMCR）・小野重明（JAMSTEC）

Pumice clasts deposited along the Gulf of Thailand, drifted from Fukutoku-Oka-no-Ba over 5000 km

K. Yoshida*, Y. Tamura, T. Sato (JAMSTEC),
C. Sangmanee, R. Puttapreecha (Dept. Marine Coast. Resources, Thailand), S. Ono (JAMSTEC)

The 2021 eruption of Fukutoku-Oka-no-Ba (FOB) in the northwest Pacific on 13 August 2021 produced a large volume of pumice that drifted westward for ~1300 km to the Nansei Islands, Japan, and some extent. In February 2022, pumice with similar characteristics to the FOB pumice was deposited along the Gulf of Thailand. The pumice clasts deposited in Songkhla Province, Thailand, were <4 cm in length and rounded. Most of the clasts consisted of clinopyroxene, plagioclase (andesine), and olivine phenocrysts in a vesiculated grey groundmass, with black-coloured spots exhibiting signatures of a basaltic magma. The black-coloured pumice reported in the pumice clasts in Nansei Islands and other coastal area in Japan were rare and only one clast exhibited banded occurrence of black and grey pumice. The whole-rock compositions of the pumice are trachytic, with 61 mass% SiO_2 and 9 mass% total alkali ($Na_2O + K_2O$). The overall characteristics in the pumice from Thailand are similar to those in FOB pumice. These pumice in Thailand were from the 2021 FOB eruption, and drifted >2800 km south-westward across the South China Sea (~5000 km in total), as well as the case of 1986 eruption of FOB. Records of the locations and arrival times of pumice rafts are crucial for disaster prevention in the Circum-Pacific belt and an international pumice monitoring network might be required for future large eruptions.



Keywords: Fukutoku-Oka-no-Ba, pumice raft, South China Sea

***Corresponding author: yoshida_ken@jamstec.go.jp**

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | S2: 岩石-水相互作用 （スペシャルセッション）

2022年9月17日(土) 9:30 ~ 17:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

S2: 岩石-水相互作用 （スペシャルセッション）

現地ポスターコアタイム
12:30〜14:30

9:30 ~ 17:30

[S2P-01] 高圧下での岩石の比抵抗と弾性波速度の同時測定の開発

*片山 郁夫[1]、谷本 和優[1] (1. 広島大学)

9:30 ~ 17:30

[S2P-02] オマーンオフィオライト・サラヒ岩体マントルセクションにおける蛇紋岩化作用から推定される海洋マントルの変質過程

吉羽 洋紀[2]、*高澤 栄一[1,3]、時永 万音[2] (1. 新潟大・理、2. 新潟大・院自然、3. 海洋研究開発機構)

9:30 ~ 17:30

[S2P-03] オマーンオフィオライト北部 フィズ岩体の蛇紋岩化したかんらん岩の岩石学的特徴

*時永 万音[1]、高澤 栄一[2]、吉羽 洋紀[1] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:30 ~ 17:30

[S2P-04] 愛媛県別子地域の三波川変成帯に産するロジン岩の岩石記載および共存鉱物間のU分配の定性的評価

「発表賞エントリー」

*横井 雅範[1]、河上 哲生[1] (1. 京大・院理)

高圧下での岩石の比抵抗と弾性波速度の同時測定の開発

片山郁夫*，谷本和優（広島大学地球惑星システム学）

Development of simultaneous measurements of electrical resistivity and elastic-wave velocity of rock at high pressure

Ikuo Katayama*, Kazumasa Tanimoto
(Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University)

岩石中の割れ目や空隙は弾性波速度や比抵抗に敏感であることから，それらの物理探査をもとに地下での割れ目などを介した流体の分布や移動が推定されている。なお，弾性波速度は割れ目の密度や形状に敏感であるのに対し，比抵抗は空隙率やその連結度に敏感である特徴をもつ。そのため，両者の同時測定を行うことができれば，地下での流体移動に関するさまざまな性質を制約することが可能である。我々の実験室では，油圧型の加圧試験機（最大 200MPa）に弾性波速度・比抵抗・空隙率の同時測定システムを新規導入したので，その予察的な結果を紹介する。

試験機は，広島大学設置の容器内変形透水試験機を用いた。流体圧はシリンジポンプによって制御し，シリンジポンプの体積から試料中の空隙率変化を見積もることができる。弾性波速度の測定システムについてはすでに導入しており，岩石の三軸変形中の速度変化やクラック密度の解析を実施している。今回は，新たに比抵抗の測定システムを導入することで，弾性波速度・比抵抗・空隙率の同時測定システムを開発した。

比抵抗の測定は，直径 25mm の試料をステンレスの電極で挟み，交流インピーダンス法（2 端子法）により行った。なお，岩石は NaCl 溶液（0.5 mol/L）で飽和させ，間隙流体圧は 1 MPa での測定を実施した。インピーダンスアナライザー（E4990A）による測定では，20 Hz から 1 MHz までの周波数領域でのデータを取り，インピーダンスと位相差から各周波数での比抵抗を算出した。なお，0.1 kHz から 10 kHz までは周波数依存性がほとんどなく SN 比も高いことから，以下では 1 kHz での比抵抗の結果を示す。

庵治花崗岩を用いた予察的な結果では，比抵抗は圧力の増加とともに系統的に上昇し，封圧 200 MPa では大気圧での測定より 1 桁ほど高い値を示した。なお，庵治花崗岩を用いた先行研究では流体の組成が違うため，岩石の比抵抗を流体の値で割った地層比抵抗係数（Formation factor）で比べたところ，ほぼ同じ値となり，圧力効果も同様の傾向を示した（Watanabe et al. 2019）。加圧による空隙率の変化は若干であるが，圧力とともに低下していることから，比抵抗の変化は空隙の閉鎖に関係していると考えられる。発表では，弾性波速度の解析から得られるクラック密度や空隙形状（アスペクト比など）との関連性も検討する報告する予定である

Key words: Elastic-wave velocity, Electrical resistivity
*Corresponding author: katayama@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

オマーンオフィオライト・サラヒ岩体マントルセクションにおける蛇紋岩化作用から推定される海洋マントルの変質過程

吉羽洋紀（新潟大・院自然）・高澤栄一*（新潟大・理/海洋研究開発機構）・時永万音（新潟大・院自然）

Alteration processes of oceanic mantle inferred from serpentinization in the Salahi mantle section, the Oman Ophiolite

Yohki Yoshiba (Niigata Univ. Grad. Sch. Sci. Tech.), Eiichi Takazawa* (Niigata Univ. Sci./JAMATEC) and Hitomi Kimura (Niigata Univ. Grad. Sch. Sci. Tech.)

海洋底から掘削やドレッジで入手できる上部マントル由来のかんらん岩はマントルプロセスの理解に多大な貢献をもたらしてきた。一方，これらのかんらん岩はマントル深部から海洋底への上昇過程で強度の変質作用を被るためマントル深部の記録がかなり失われてしまう。しかし，海洋地殻からマントルへの水の浸透や，マントル–水反応の進行過程を理解する上で，マントルの蛇紋岩化作用の初期過程の理解は不可欠である。

オマーンオフィオライトは，白亜紀後期のネオテチス海で形成された海洋リソスフェアが，沈み込み帯形成に伴う衝上プロセスを経て，白亜紀末期にアラビア半島東端に定置したもので，拡大海嶺から沈み込み帯への変遷を記録する。オマーンオフィオライトのマントルセクションを構成するかんらん岩は，広域にわたって分布し，様々な程度に蛇紋岩化作用を被っている。本研究はオマーンオフィオライト北部に位置するサラヒ岩体のマントルセクションを対象に，最上部マントルにおける蛇紋岩化作用の履歴を明らかにし，海洋マントル最上部への水の浸透の規模を推定することを目的とした。

サラヒ岩体マントルセクション全域から採取された 728 試料のかんらん岩（ハルツバージャイトおよびダナイト）の薄片観察の結果，すべての試料に蛇紋石が含まれることを確認した。とくに，高温型蛇紋石であるアンチゴライトや，滑石がサラヒ岩体全域で出現することは特筆すべきである。全薄片におけるアンチゴライトおよび滑石の出現頻度は，それぞれ 27%と 21%ほどで，サラヒ岩体マントルセクション北西部では，そのどちらも出現する頻度が少なくなる。また，アンチゴライト脈はリザーダイトまたはクリソタイルなどの低温型蛇紋石に切断されるような産状を示すことがある。一方，トレモライトや緑泥石はいくつかの試料で観察された。これらのことから，普遍的に 500℃程度で熱水変質作用が起きていたと考えられる。また，熱水の浸透量にマントルセクション内部で差が生じていた可能性がある。

蛇紋石の鉱物組成は，リザーダイト，クリソタイル，アンチゴライトの順に Si+Al に乏しく Fe+Mg に富んでいる。また，メッシュ組織を形成する蛇紋石は，脈状よりも Fe+Mg に富んでいる。メッシュ組織を形成する蛇紋石は，脈状の蛇紋石よりストイキオメトリーから推定される比率から離れているため，何らかの影響により蛇紋石化の進行度合いが低く，ブルース石と混在したままである可能性がある。また，蛇紋石脈の近傍のかんらん石には，鉄に富むかんらん石（Fo71-88）が存在する。それらはかんらん石中に幅 0.02-0.3mm の脈状に出現する他，アンチゴライト脈の縁辺部やアンチゴライト脈と滑石の境界部にも出現することがある。さらに同一試料のかんらん石中には，包有物が多く存在する。

アンチゴライト脈の存在およびそれらの形態から，海洋リソスフェアを構成するマントル最上部において，かんらん岩に亀裂が形成され，それに沿って熱水が浸透した可能性が考えられる。アンチゴライトと滑石が存在することから，熱水はシリカに富んでいた可能性がある。シリカの供給源としては，直方輝石の変質が考えられる。サラヒ岩体マントルセクション北西部でアンチゴライトと滑石の出現頻度が低下することから，セグメント中心部では何らかの原因でマントル深部への熱水の浸透が制限されていたか，あるいは，サラヒ岩体マントルセクション北西部に発達する剪断帯の形成が影響を及ぼしている可能性が考えられる。

Keywords: serpentinization, upper mantle, peridotite, oceanic lithosphere, Oman ophiolite
*Corresponding author: takazawa@geo.sc.niigata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

オマーンオフィオライト北部 フィズ岩体の蛇紋岩化したかんらん岩の岩石学的特徴

時永万音*（新潟大・院自然）・高澤栄一（新潟大・理）・吉羽洋紀(新潟大・院自然)

Petrological characteristics of serpentinized peridotites from Fizh block, Oman ophiolite

Main Tokinaga (Niigata Univ. Grad. Sci. Tech.), Eiichi Takazawa (Niigata Univ. Sci.) and Yohki Yoshiba (Niigata Univ. Grad. Tech.)

The Fizh mantle section of the northern Oman ophiolite is exposed at the surface from basal thrust to mantle-crust transition over 25 km east-west and 50 km north-south. The N-S-trending fast-spreading ridge axis has been inferred and the center and end of ridge segment are to be in the south (Wadi Thuqbar) and north (Wadi Zabin), respectively[1][2]. Fizh mantle section records partial melting at high temperature to alteration process at low temperature, making it a very suitable for investigation of those variations along axis and with depth in the mantle section[3][4].

In the vicinity of spreading ridge, residual peridotites accreted to the lithospheric mantle. Hydrothermal fluids reached deep into the mantle, possibly causing an alteration reaction from the top to the bottom. On the other hand, at the basal thrust of the ophiolite, alteration may have been caused by hydrothermal fluid supplied from the metamorphic sole [5][6][7]. However, how fluids penetrated the entire mantle and promoted serpentinization, and what reactions produced the alteration minerals, are not yet fully understood.

The objective of this study is to elucidate the alteration reactions, temperature and change in mineral composition, and fluid infiltration processes that resulted in serpentinization in Fizh mantle section.

We conducted microscopic observation of 458 thin sections, Raman spectroscopy and SEM-EDS analyses of alteration minerals in partially serpentinized peridotites. Low-temperature serpentine (lizardite) universally occurs in all specimens. However, some samples (33 out of 458) contain antigorite and talc that are thought to be formed at relatively high temperature. For instance, talc, tremolite, antigorite and chlorite occur together coexisting with other secondary minerals such as mesh or veins of lizardite and/or magnetite. Talc and tremolite commonly occur in the vicinity of antigorite vein.

Major element compositions of alteration minerals determined by SEM-EDS do not show pure theoretical composition but those mixed with serpentine or chlorite in various degree. For example, antigorite vein is composed of mixture among pure antigorite, lizardite, chlorite and brucite. Additionally when olivine is adjacent to talc, olivine at the contact is enriched in Fe. Olivine in Fe-enriched domain does not contain sharp grain edge but is partially replaced by talc.

First possibility to explain their formation is replacement of antigorite to form talc and Fe-rich olivine. It requires secondary olivine formation and dehydration at prograde reaction. However, it might be difficult to indicate this so far because the clear antigorite vein still remains and only some part is replaced by talc. Second possibility is replacement of talc to form antigorite. In this scenario, addition of fluid is required in retrograde reaction with the expense of olivine. We cannot be certain about this, as the antigorite vein does not appear to have preserved the talc prior to replacement. No transition is detected so far and the grain boundary of talc and antigorite is quite clear. A third possibility is the formation of secondary mineral assemblage by hydrous reactions of primary minerals such as olivine and orthopyroxene. However, there is still a lack of evidence and examples to discuss the order of alteration stages. More careful observations of serpentinized peridotites are needed.

References: [1] Miyashita et al. (2003) Geochem. Geophys. Geosys., 4, 1-26. [2] Adachi & Miyashita (2003) Geochem. Geophys. Geosys., 4, 1-38. [3] Umino et al. (2003) Geochem. Geophys. Geosys., 4, 1-34. [4] Le Mee et al. (2004) Nature, 432, 167-172. [5] Yoshida et al. (2017) Inter Ridge Japan, abstract, P-2. [6] Ishikawa et al. (2005) EPSL, 240, 355-377. [7] Kanke & Takazawa (2014) Geol. Soc. London Spec. Pub., 392, 229-246.

Keywords: Oman ophiolite, serpentinized peridotites, serpentinization, antigorite, talc
*Corresponding author: f21n006d@mail.cc.niigata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

愛媛県別子地域の三波川変成帯に産するロジン岩の岩石記載および共存鉱物間のU分配の定性的評価

横井雅範*・河上哲生（京大・院理）

Petrography and qualitative evaluation of uranium distribution among the constituent minerals in rodingite from the Sanbagawa Belt (Besshi, Ehime Prefecture, Japan)

*Masanori Yokoi, Tetsuo Kawakami (Kyoto Univ.)

蛇紋岩化作用を受けたマントルウェッジはそうでない部分と比べて熱伝導率などの物性が異なる。よって、蛇紋岩化作用の年代を決定することは、沈み込み帯の熱構造の時間発展を追うために有用だといえる。しかし、蛇紋岩そのものにはジルコンなどのU-Pb年代を測定可能な鉱物はほとんど含有されない。

ロジン岩はグランダイト系列の柘榴石、透輝石とその他Caを含むケイ酸塩鉱物で構成される岩石である。この岩石は蛇紋岩化作用の際に放出されるCa^{2+}に富んだ流体と周囲の苦鉄質岩との交代作用によって形成されたと考えられている[例えば1]。ロジン岩中には交代作用の際に生成したジルコン、チタン石、灰礬柘榴石などUを含有し得る鉱物が含まれるため、これらの鉱物を用いてU-Pb年代を決定すると蛇紋岩化の年代を決定できる可能性がある[例えば2]。よって、どの鉱物にUが濃集しているかを見積もることが重要となる。本研究は蛇紋岩体に伴うロジン岩の構成鉱物間でのUの分配を定性的に評価することを目的とする。

四国中央部では三波川帯の変成岩類に伴って超苦鉄質岩体が柘榴石帯より高変成度の地域でブロック状に存在する[3]。曹長石黒雲母帯に属する新居浜市端出場の国領川の河床には蛇紋岩化作用の後に三波川変成作用を被ったと考えられている蛇紋岩が露出している[4]。本研究で記載するロジン岩は、そうした蛇紋岩中に最長部が約5mのレンズ状の産状で露出している。基質は緑色を呈する。幅約1-5 cmの白脈が蛇紋岩との境界に概ね平行に複数本存在するが、境界付近では白脈の連続性が悪い。境界から離れるとそれに斜交する白脈も現れる。この試料はロジン岩化が進行しており、ロジン岩化前の原岩由来の組織や鉱物が確認できない。緑色の基質は緑色他形の透輝石、褐色で半自形から他形の灰礬柘榴石、それらの粒間を埋めるクリノクロアで構成される。白脈は白色で自形の透輝石、黄緑色の緑簾石、まれに灰礬柘榴石、およびこれらの粒間を埋める方解石で構成され、基質の構造を白脈が切る。基質の灰礬柘榴石中、および脈を構成する透輝石、緑簾石中からは気液二相の流体包有物が確認された。

EPMAによるX線元素マッピングを行った結果、Uはクリノクロアにはほとんど含まれず、透輝石、緑簾石に同程度含まれる。灰礬柘榴石には透輝石、緑簾石よりは多く含まれ、チタン石に最も多く含まれることが明らかになった。よって、U-Pb年代を測定する場合には、チタン石が最良の候補となる。

引用文献

[1] Muraoka, 1985. J. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol. 80, 413-428. [2] Dubińska et al., 2004. Chem. Geol. 203, 183-203. [3] 青矢ほか, 2013. 地域地質研究報告. 高知 (13), 40. [4] 椚座, 1984. 岩石鉱物鉱床学会誌. 79, 20-32.

Keywords: Sanbagawa belt, rodingite, uranium

*Corresponding author: yokoi@snopyta.org

ポスター | R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

2022年9月18日(日) 9:00 ~ 17:00 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

現地ポスターコアタイム
12:15〜14:15

9:00 ~ 17:00
[R1P-01] 岩石薄片に対するプラズマエッチングの削剥効果の検証
「発表賞エントリー」
*山川 桃佳[1]、纐纈 佑衣[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大・院環境)

9:00 ~ 17:00
[R1P-02] 鉱物粒子の部分融解・分解組織を用いた土器の焼成温度推定
*黒澤 正紀[1]、常木 晃[2] (1. 筑波大・生命環境、2. 筑波大・人文社会)

9:00 ~ 17:00
[R1P-03] ファイアンスビーズの再現実験
*白勢 洋平[1]、奥村 大祐[1] (1. 愛媛大・理)

9:00 ~ 17:00
[R1P-04] 愛媛県東温市表川産リスウェナイトについて
*白勢 洋平[1]、谷口 隼大[1]、延寿 里美[1] (1. 愛媛大・理)

9:00 ~ 17:00
[R1P-05] 福島県南相馬市の中新世堆積物中の巻貝化石内部に産する沸石の鉱物学的記載
「発表賞エントリー」
*石原 篤[1]、大藤 弘明[1] (1. 東北大・院理)

9:00 ~ 17:00
[R1P-06] 兵庫県新井鉱山産塩化鉛鉱
*大西 政之[1]、小林 祥一[2]、浜根 大輔[3]、下林 典正[4]、久野 武[1] (1. 無所属、2. 岡山理大、3. 東大・物性研、4. 京大・院理)

9:00 ~ 17:00
[R1P-07] 岡山県剣山産Johannite
*丹羽 健文[1]、久保園 達也[2]、上原 誠一郎[3] (1. 名古屋鉱物、2. 福岡石の会、3. 九大・博物館)

9:00 ~ 17:00
[R1P-08] 東京都青ヶ島から産出した銅スピネルおよび銅リヴァイ石について
*浜根 大輔[1]、大木 良弥、大角 駿介 (1. 東大・物性研)

9:00 ~ 17:00
[R1P-09] 福島県田村市羽山岳のペグマタイトから産出するフェロホルムクイスト閃石について
*浜根 大輔[1]、橋本 悦雄、原田 誠治 (1. 東大・物性研)

9:00 ~ 17:00
[R1P-10] 岩手県舟子沢鉱山から産出するアルミノ杉石、マンガンチェルキアラ石、フェリリーキ閃石について
*浜根 大輔[1]、鈴木 保光、大木 良弥、石橋 隆、下林 典正[2] (1. 東大・物性研、2. 京大)

9:00 ~ 17:00

[R1P-11] 岩手県田野畑鉱山から産出するマンガノマンガニアンガレッティ閃石について

*浜根 大輔[1]、門馬 綱一[2]、大西 政之、下林 典正[3]、皆川 鉄雄[4]、岡田 華子[4]、今井 裕之 (1. 東大・物性研、2. 科博、3. 京大、4. 愛媛大)

9:00 ~ 17:00

[R1P-12] 愛知県中宇利鉱山から産するゴベリン石およびそのNi置換体について

*下林 典正[1]、高谷 真樹[1]、浜根 大輔[2]、大西 政之、丹羽 健文[3] (1. 京都大・院理、2. 東京大・物性研、3. 名古屋鉱物同好会)

岩石薄片に対するプラズマエッチングの削剥効果の検証

山川桃佳*（名古屋大・院環境），
纐纈佑衣（名古屋大・院環境），道林克禎（名古屋大・院環境）

Verification of the Effect of Plasma Etching for Rock Thin Sections

Momoka Yamakawa* (Nagoya Univ. Env.),
Yui Kouketsu (Nagoya Univ. Env.), Katsuyoshi Michibayashi (Nagoya Univ. Env.)

【はじめに】

岩石中に含まれる鉱物は，薄片作成時の物理的研磨によって，結晶構造がゆがんだダメージ層が形成される事例が報告されている（Inoue & Kogure, 2012; Kouketsu et al., 2019）．このような岩石薄片は，表面数十 nm 程度の厚さから情報を得ている SEM(走査型電子顕微鏡)-EBSD(後方散乱電子回折)分析において，正確な鉱物の結晶学的情報を得るために，ダメージ層の除去処理が重要となる．この SEM-EBSD 分析のための前処理として，コロイダルシリカを用いた処理が推奨されており，先行研究において，石英と方解石のコロイダルシリカ処理条件が検証されている（金井ほか, 2015）．

本研究では，コロイダルシリカ処理後の追加的処理として，プラズマエッチングによる削剥効果の検証を行った．プラズマエッチングは工学分野では金属の表面加工等に用いられているが，地球科学分野ではほとんど用いられていない．そのため，プラズマエッチングが岩石薄片にどのような効果を及ぼすかは未検証である．

本研究では，プラズマエッチングの削剥速度を調べるために，(1) 大気プラズマによるエッチングを施したかんらん石の段差計測，(2) 大気及び Ar プラズマによるエッチングを施した Os コーティングの透過率計測を行った．さらに，岩石薄片の表面状態を検証するため，(3) 大気プラズマによるエッチングを行ったかんらん岩薄片の EBSD データを検証した．

【結果・議論】

(1) かんらん石の段差計測

かんらん石を部分的にカバーガラスで覆い，大気を用いたプラズマエッチングを 30 分間行った．境界部分を段差計で計測すると，カバーした部分としていない部分で 100 nm 程度の差が観測され，～3 nm/min の速度で削れていることが分かった．

(2) Os コーティングの透過率計測

厚さ 10 nm の Os コーティングされたスライドガラスに 1 分ずつプラズマエッチングを行い，赤外分光法(FT-IR)を用いた透過率の計測を行った．その結果，大気，Ar プラズマともに～5 nm/min の速度で削れる事が示された．大気と Ar プラズマの削剥速度に顕著な差は見られなかった．

(3) かんらん岩薄片の EBSD データの検証

コロイダルシリカ処理を施したかんらん岩の岩石薄片に大気プラズマエッチングを行い，かんらん石の EBSD 回折パターンの評価を行った．試料表面状態は，EBSD パターンのコントラストを表す Band Contrast (BC)，指数付けの正確さを表す Mean Angular Deviation (MAD)，指数付けの成功率を表すヒット率，結晶方位の集中度を表す *J*-index を用いた．コロイダルシリカ処理 3 時間，プラズマエッチング 40 秒行った場合，指数付けの精度はコロイダルシリカ処理 6 時間と同程度であった．上記の結果から，岩石薄片に対してプラズマエッチング処理を行うことでコロイダルシリカ処理の時間を短縮できる事が明らかになった．

Keywords: Plasma etching, SEM-EBSD, olivine

Corresponding author: momokayamakawa1129@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

鉱物粒子の部分融解・分解組織を用いた土器の焼成温度推定

黒澤 正紀*(筑波大・生命環境)・常木 晃(筑波大・人文社会)

Estimation of firing-temperature of Neolithic pottery from Iran based on melting and decomposition textures of mineral grains in the ceramics.

M. Kurosawa*(Life Environ. Sci., Univ. Tsukuba) and A. Tsuneki (Human. Social Sci., Univ. Tsukuba)

Firing temperatures of Neolithic pottery samples from the Tappeh Sang-e Chakhmaq site, northeastern Iran were estimated by SEM–EDS analyses of microscopic partial-melting and decomposition textures of mineral grains and rock fragments in the pottery to evaluate a technical level of the pottery making. Based on melting temperatures of clay minerals, alkali feldspar, augite, it was estimated that almost all of the potteries were fired at about 900–1000°C.

土器は、多様な環境でも良好に保存されるため、人類活動の指標として考古学分野で非常に重視されている。土器は天然材料の加工で作成されるため、天然材料の部分からは鉱物・岩石の物質科学的情報と材料選択・産地の情報が、加工部分からは当時の人々の文化・交流交易・作成技術・高温発生制御技術などの情報が得られる。材料や技術の情報は、鉱物学的手法で得られることが多いため、近年、考古鉱物学(Archaeomineralogy)の一端としてヨーロッパを中心に研究が急速に進展してきた。ここでは、現在検討中の新石器時代のイランの土器の焼成温度を、土器に含まれる鉱物粒子の微細な部分融解・分解の組織を通じて推定する手法について紹介する。

土器の焼成温度は、一般に、野焼きから専用焼成窯の使用など様々な高温発生技術の発展段階と関係しており、特に最高到達温度が重要な指標となる。但し、古代の土器焼成では、高温保持時間が短いこと、熱輸送が輻射と高温ガス流の移送によることなどから、1 つの土器内部でも焼成温度の不均一が大きく、その解析には土器内部の微小部分分析を必要とする。また、反応に要する時間より高温保持時間が短い場合が多いため、比較的短時間で生じる微小な鉱物・岩石の部分融解や熱分解組織の解析が重要となる。

今回研究した試料は、イラン北東部のタペ・サンギ・チャハマック東丘遺跡(6500BC～5500BC頃)の土器で、イランでも最古級の土器とされる。この遺跡は、複数の文化層・住居址が重層する新石器時代の集落遺跡で、中程の文化層には土器焼成窯も確認されている。出土した土器の薄片観察および SEM-EDS・粉末 X 線回折・全岩蛍光 X 線分析法による分析を行った。

土器内部は、粘土鉱物の基質に、鉱物粒子と岩片および麦の茎を細かく刻んだものが多く含まれる組織であった。主な鉱物粒子は、石英・アルカリ長石・変質黒雲母・斜長石・白雲母で、少量の普通輝石・チタン石・角閃石・方解石・ホタル石・チタン鉄鉱等を含んでいた。主な岩片は、多結晶石英・花崗岩類・大理石であった。大理石は少量のホタル石を含んでいた。層位による鉱物粒子・岩片の変化はほぼ無かった。大半の土器は 5 wt%以下の全岩 CaO 組成を持つ非石灰質の組成で、一部には、大理石・ホタル石を多く含む、5 wt%以上の CaO 量を持つ石灰質の土器も存在した。

内部組織を観察すると、800℃～850℃で部分溶融する粘土鉱物はほぼ完全に溶融し、シリカに富むメルト溜まりも基質中に離散的に形成されていた。X 線回折ピークの消失温度が 850℃の雲母類のピークも消失していた。溶融温度が 980℃のアルカリ長石、部分溶融温度が 1050℃の普通輝石も、一部結晶のリムに溶融が生じていた。熱分解による細粒再結晶組織を示す大理石や 870℃で共融する方解石-ホタル石の共融組織も観察された。また、粘土鉱物メルトと大理石の間に 1050℃で生じる珪灰石の微小結晶も確認された。さらに、960℃で生じる石英・アルカリ長石の含水下での共融状態も花崗岩岩片の一部に認められた。

これらの結果から、土器の焼成温度は 900℃～1000℃と推定された。1000℃以上の焼成温度の達成には土器焼成の専用窯が必要で、遺跡発掘結果とは、ある程度調和的である。重要な点は、最下層の文化層の土器にもその焼成温度が認められたことで、イラン東部地域では土器が出現する最初期から高度な高温発生制御技術を持っていたことが初めて示された。

Keywords: pottery, firing temperature, SEM, melting, thermal decomposition

*Corresponding author: kurosawa@geol.tsukuba.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ファイアンスビーズの再現実験

白勢洋平・奥村大祐（愛媛大・理）

An experimental study of Egyptian faience bead

Yohei Shirose* and Daisuke Okumura (Sci., Ehime Univ.)

【はじめに】

ファイアンスとは，焼結させた石英からなるガラスのような質感を持つやきものであり，エジプトから出土した青色の装飾品がよく知られている。ファイアンスの原料は一般的に石英に石灰やナトロン，銅を混合させたものと考えられている（山花, 2005）。しかしながら，横山・白勢・村上（2020）は京都大学総合博物館所蔵エジプト出土資料の布から剥奪した青色のガラス様ビーズについてX線顕微鏡で分析を行ったところ，珪素，銅に加えて，カリウムが検出された。また，X線回折実験では，ほとんど石英からなるが少量の方解石が含まれていることも確認できた。このビーズはファイアンスであることがわかったが，原料にはナトリウムやカルシウムの化合物のみではなく，カリウム化合物が用いられた可能性が示唆された。そこで，本実験では，石英，孔雀石，方解石といった天然の鉱物に加え，植物灰の代替として炭酸カリウムを出発物質に用いて，青色のファイアンスビーズの再現実験を試みた。

【実験手法】

天然の石英，孔雀石，方解石を粉末にし，炭酸カリウムを混合したものを出発物質とし，混合する量比を変えたものを850℃でそれぞれ8時間加熱した。出発物質はメノウ乳鉢で混合したのち，蒸留水を滴下し直径5 mm程度のビーズ状に成形したものを一晩常温で放置し乾燥させ，磁性るつぼに入れマッフル炉を用いて加熱した。観察及び分析にはJEOL製走査型電子顕微鏡（SEM）JSM-6510LV及びRIGAKU製粉末X線回折装置Ultima IVを用いた。

Keywords: faience, bead, quartz, potassium carbonate

*Corresponding author: shirose.yohei.eq@ehime-u.ac.jp

【結果・考察】

850℃の加熱実験で得られた生成物は，青色透明でガラス光沢を持ち，内部に小空隙を多く含んでいた（Fig. 1a）。粉末X線回折実験では，石英に加え，微量の珪灰石，黒銅鉱，ポートランド石などによるピークが確認できた。炭酸カリウムを多く加えたものでは，石英の回折強度が著しく低くなり非晶質物質によるものと考えられるブロードなバックグラウンドが確認できた。また，孔雀石を多く加えたものでは，含有される黒銅鉱が多くなり，見た目が黒色となった。

SEM 観察の結果，生成したビーズの組織は粒径 30-50 μm の石英粒子の集合からなり，粒間を $K_{1.1}Ca_{0.74}Cu_{0.45}Si_{4.13}O_{10}$ の化学組成となる珪酸塩が埋めている（Fig. 1b）。また，30-100 μm 程度の空隙が均質に分布する。黒銅鉱は 100 μm の粗粒な粒子として微量含まれていた。

青色の発色については，炭酸カリウムの量比を変化させた場合に最も変化が顕著であり，K-Ca-Cu-Si-O となる珪酸塩が多く形成されることで，濃青色となり，溶融の程度が大きくなり実際のファイアンスビーズの質感に近くなる。本実験ではファイアンスと関連する顔料であるエジプシャンブルーの発色のもとであるキュプロリバアイト($CaCuSi_4O_{10}$)の生成は確認されなかった。

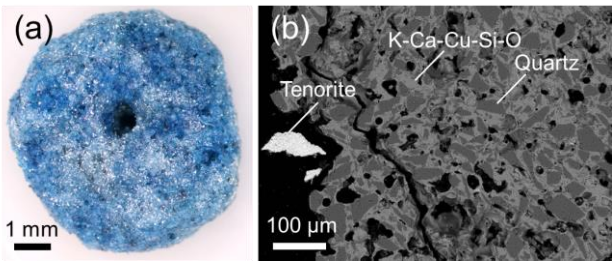


Fig. 1 (a) Synthetic blue bead consisting of sintered quartz. (b) BSE image of cross section of synthetic bead.

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

愛媛県東温市表川産リスウェナイトについて

白勢洋平・谷口隼大・延寿里美（愛媛大・理）

Listvenite from Omotegawa River, Toon City, Ehime Prefecture, Japan

Yohei Shirose*, Hayata Taniguchi and Satomi Enju (Sci., Ehime Univ.)

【はじめに】

四国の中央構造線の活動に伴う剪断帯には蛇紋岩及び泥質片岩が起源とみられる炭酸塩鉱物，石英，粘土鉱物からなる緑色の変質岩が分布する。これらの岩石は超苦鉄質岩が炭酸塩化作用，珪化作用を受けることに伴い形成されたリスウェナイトと呼ばれる変質岩と考えられている（皆川ら，2008）。これまで報告のなかった愛媛県東温市表川の泥質片岩剪断帯より，泥質片岩が起源のリスウェナイト及び剪断帯に取り込まれた塊状の変質した蛇紋岩を見出したのでそれらの産状と鉱物学的な特徴，成因について報告する。

【産状・試料】

表川河床にはデイサイトの貫入を伴う泥質片岩の剪断帯が分布している。泥質片岩及びデイサイトは変質が顕著であり，泥質片岩中に厚さ 5-20 cm，幅 1-3 m 程度の緑色のリスウェナイトの層や苦灰石の小空隙が存在する。緑色部には数 mm の針ニッケル鉱や硫化鉱物が確認できる。また，泥質片岩剪断帯中には 10-50 cm 程度の塊状の変質した蛇紋岩が取り込まれている。

【実験手法】

観察，分析には JEOL 製走査型電子顕微鏡 JSM-6510LV 及び RIGAKU 製粉末 X 線回折装置 Ultima IV を用いた。

【結果・考察】

分析の結果，緑色のリスウェナイトは石英，苦灰石，含クロムカオリナイトを主とし，方解石，菱苦土石，イライト，曹長石が含まれることもある。また，微量の硫化鉱物として針ニッケル鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱，銅藍，方鉛鉱，ビオラル鉱，ジーゲン鉱などが含まれている。皆川ら（2008）の報告にあるリスウェナイトでは緑色の原因となる粘土鉱物は含クロム白雲母や含クロムスメクタイトであったのに対し，表川産のものは含クロムカオリナイトを含み，周囲の岩石についてもカオリナイト化作用が顕著である。

剪断帯中の変質した塊状蛇紋岩はアンチゴライト，石英，苦灰石，方解石を主としており，磁硫鉄鉱，黄鉄鉱，ペントランド鉱，紅砒ニッケル鉱などを含む。また，100-300 μm の黒色不透明のクロム鉄鉱のレリクト組織が確認でき，クロム，鉄に富む不明含水珪酸塩鉱物に置換されていた（Fig. 1a）。その内部には数 μm 程度のパッチ状及びラメラ状の蛇紋石が散在し，パッチ状蛇紋石の縁には厚さ 1 μm 程度のクロム鉄鉱が存在する（Fig. 1b）。クロム，鉄に富む不明含水珪酸塩鉱物に対応する化学組成の鉱物は報告されていないが，ナノオーダーでのクロム鉄鉱と蛇紋石などの混合物である可能性も考えられる。

表川では，地下に存在する蛇紋岩体が炭酸塩化及び珪化作用を受け，蛇紋石，クロム鉄鉱が分解しマグネシウム，クロムやニッケルを溶かし込んだ反応流体が剪断帯に沿って泥質片岩と反応しリスウェナイトを形成したと考えられる。

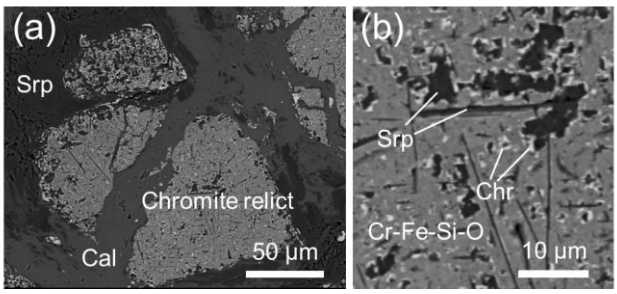


Fig. 1 (a) BSE image of chromite relicts in altered serpentinite. (b) Enlarged image of Fig. 1a. Srp: serpentine, Cal: calcite, Chr: chromite.

Keywords: listvenite, Cr-bearing kaolinite, Omotegawa, chromite

*Corresponding author: shirose.yohei.eq@ehime-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

福島県南相馬市の中新世堆積物中の巻貝化石内部に産する沸石の鉱物学的記載

石原　篤（東北大・院理），大藤弘明（東北大・院理）

Mineralogical study on zeolites in gastropod fossils in Miocene sediments in Minamisoma , Fukushima , Japan

Atsushi Ishihara* (Sci. Tohoku Univ.), Hiroaki Ohfuji (Sci. Tohoku Univ.)

The mineralogical characteristics of zeolite crystals in gastropod fossils in Miocene sediments were investigated to understand their origin and formation process. Our observation suggests two important factors in the zeolite formation inside the fossils: 1) the shells provided a (semi-)closed environment in which fluid was retained over a long time period, and 2) diagenesis provided suitable temperature conditions for the formation of zeolite.

はじめに

化石化した生体組織を鉱物が交代・置換したり、内部に鉱物が晶出したりする例はよく知られている。このような化石の鉱化は石英やオパールなどのシリカによるものが一般的で他にも方解石や黄鉄鉱などの例もあるが、沸石で交代されている例は稀である。沸石による化石の鉱化については Modreski et al. (1982)などの報告があるが、鉱物学的見地から詳しく研究された例は少ない。本研究では橋本,平（2011）により報告されている福島県南相馬市に分布する中新世堆積物中の巻貝化石中に産する沸石鉱物の起源と形成プロセスを明らかにすることを目的とした。

手法

鹿島区橲原の沢沿いの塩手層の露頭より化石を含む細粒砂岩試料および遊離した巻貝化石試料を採取した。試料を風乾後、エポキシ樹脂中に包埋し機械研磨により薄片および厚片を作成した。また、一部試料については Ar イオンビーム（JEOL, クロスセクションポリッシャ）を用いて断面を作成した。試料の観察には偏光顕微鏡および SEM-EDS、顕微ラマン分光分析を用いた。

結果・考察

観察の結果、巻貝化石は細粒砂岩中のものと炭酸塩コンクリーション中のものの 2 タイプに大分された。いずれの場合も沸石の生成は貝化石内部に限られ、母岩中には認められなかった。

巻貝化石内部では、殻入り口付近は多量の砕屑性鉱物で充填され、上層階では貝殻の壁面から内側に向かってに自形成長した輝沸石の板状結晶と少量の方解石が観察された。また、その上部をモルデン沸石の針状結晶が覆うケースも見られた。貝殻壁面より成長する輝沸石の化学組成を詳しく調べると、結晶の根元から先端部へ向かって Si/Al 比が約 4.5 から 3.0 程度まで低下していることが分かった。これは化学組成上では斜プチロル沸石から輝沸石への遷移と捉えることもでき、成長過程における周辺環境の変化を反映していると推測される。一方、炭酸塩コンクリーション中の貝化石内部では比較的大きな方解石の自形結晶が沸石を覆う様子が観察された。

これらの産状を踏まえると、巻貝化石内部での沸石形成の重要な要素として、1）長期に渡り流体が保持される（半）閉鎖系的環境を貝殻が提供したこと、2）続成作用により沸石生成に適した環境条件が与えられたこと、の二点が挙げられる。

Keyword: zeolite, heulandite, mineralized fossil

Corresponding author: atsushi.ishihara.q7@dc.tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

兵庫県新井鉱山産塩化鉛鉱

大西政之*，小林祥一 (岡山理大)，浜根大輔 (東大・物性研)，
下林典正 (京大・院理)，久野　武

Cotunnite from the Nii mine, Hyogo Prefecture, Japan

Masayuki Ohnishi*, Shoichi Kobayashi (Okayama Univ. of Sci.), Daisuke Nishio-Hamane (ISSP, Univ. of Tokyo),
Norimasa Shimobayashi (Kyoto Univ.) and Takeshi Hisano

Cotunnite was found from a dump of the vein type Ag-Cu-Pb-Zn deposit of the Nii mine at Sano, Asago City, Hyogo Prefecture, Japan. The mineral occurs in cracks in quartz as white granular crystals (several micrometers in diameter), in close association with fibrous pyromorphite crystals (Figs. 1 and 2). A SEM-EDS analysis gave the empirical formula $Pb_{1.00}Cl_{1.96}$ on the basis of Pb = 1 *apfu*. The powder X-ray diffraction data were in good agreement with a synthetic compound (ICDD-PDF 26-1150), and the refined unit-cell parameters were a = 7.623(2), b = 9.046(2) and c = 4.534(1) Å.

塩化鉛鉱 (コチュン石) は $PbCl_2$ の理想化学式をもつ直方晶系，空間群 *Pnam* の希産鉱物で，19世紀にイタリア・ヴェスヴィオ火山から発見された．天然では火山昇華物としての産出例が多いが，熱水鉱脈鉱床からの産出も知られている．日本では Africano *et al.* (2002) によって鹿児島県・薩摩硫黄島の火山性噴気由来の報告があるものの，研究目的で人為的に噴気孔に差し込まれたシリカチューブの表面に生成したものであるため，厳密には天然の鉱物とはいい難い．今回，新井鉱山のズリから塩化鉛鉱を見出したので報告する．

新井鉱山は兵庫県朝来市佐嚢に位置する超丹波帯氷上層の頁岩中の Ag-Cu-Pb-Zn 鉱脈鉱床である．ズリからは，白鉛鉱，孔雀石，ブロシャン銅鉱，青鉛鉱，ラング石，ローウォルフ石，シューレンベルグ石，ラムスベック石といった多種類の二次鉱物が産出する (久野・高田，2007；大西ほか，2010，2011)．また，筆者は水白鉛鉱，ラウテンタール石の産出も確認している．

塩化鉛鉱は，石英の割れ目に白色繊維状をなす緑鉛鉱を密接に伴い，数マイクロメートルの粒状結晶をなして産出する (Figs. 1，2)．肉眼的には白色であるが，緑鉛鉱とは区別しがたい．方鉛鉱のような含 Pb 鉱石鉱物との共存は認められない．

化学分析は SEM-EDS によって行った．塩化鉛鉱の代表的な実験式は，Pb = 1 *apfu* として $Pb_{1.00}Cl_{1.96}$ で，理想式に近い．共存する白色の緑鉛鉱の代表的な実験式は，Pb + Ca = 5 *apfu* として $(Pb_{4.86}Ca_{0.14})_{\sum 5.00}[(PO_4)_{2.68}(AsO_4)_{0.22}]_{\sum 2.90}Cl_{0.88}$ で，少量の Ca，As を含む．

粉末 X 線回折に用いた試料は，緑鉛鉱と分離することができなかったが，明瞭な塩化鉛鉱の回折線を示し，合成塩化鉛 (ICDD-PDF 26-1150) のそれとよく一致する．最小二乗法によって精密化した格子定数は a = 7.623(2)，b = 9.046(2)，c = 4.534(1) Å である．



Fig. 1. Photograph of aggregates of cotunnite and pyromorphite on quartz. FOV = 6.5 mm.

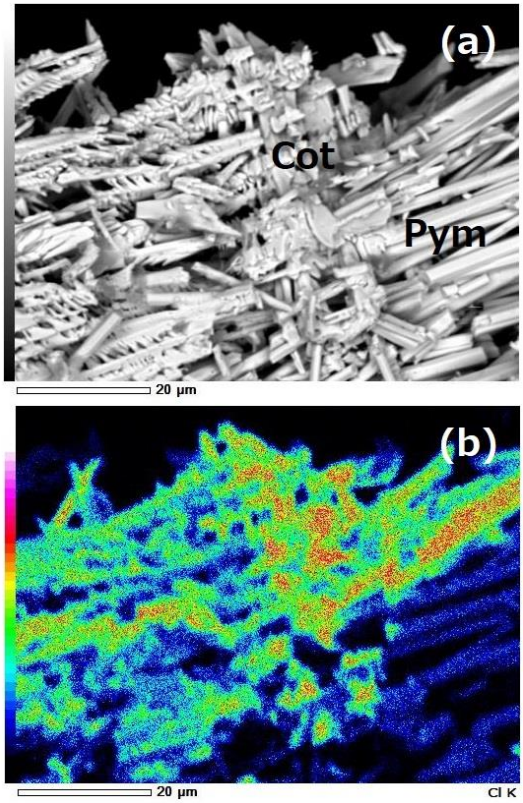


Fig. 2. Back-scattered electron image (a) and Cl distribution map (b) of cotunnite (Cot) and pyromorphite (Pym).

Keywords: cotunnite, lead chloride, $PbCl_2$, Nii mine, Hyogo
*Corresponding author: czshh118a@yahoo.co.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

岡山県剣山産 Johannite

丹羽健文*（名古屋鉱物）・久保園達也（福岡石の会）・上原誠一郎（九大博物館）

Johannite from the Kenzan district, Okayama prefecture, Japan

Takefumi Niwa* (Min. Soc. Nagoya), Tatsuya Kubozono (Fukuoka Min. Club) and Seiichiro Uehara (Kyushu Univ. Museum)

Johannite ($Cu(UO_2)_2(SO_4)_2 \cdot 8H_2O$ *tric*) was first described from the Elias mine in the Czech Republic (Haidinger, 1830). In the Kenzan district of Okayama prefecture, uranium ore had been explored since 1959 (Hida et al., 1961). Johannite from this district was found in a sample stored in the Okayama university. Qualitative analysis with EDS yielded results consistent with its ideal chemical formula. The results of X-ray diffraction are in good agreement with the ICDD PDF #01-076-6179. The unit cell parameters were obtained as triclinic cell: a = 8.907(6), b = 9.505(4), c = 6.808(7)Å, α = 109.9(0), β = 111.9(9), γ = 100.3(5), V = 470.3(6)Å^3. The results of Raman spectroscopy were similar to the previously reported spectra (Driscoll et al., 2014).

Johannite は、オーストリアのヨハン大公（1782-1859）に因んで命名された（Haidinger, 1830）鉱物で、原産地がチェコ共和国 Elias 鉱山である。理想化学式は、$Cu(UO_2)_2(SO_4)_2 \cdot 8H_2O$ が与えられている（Mereiter, 1982）。

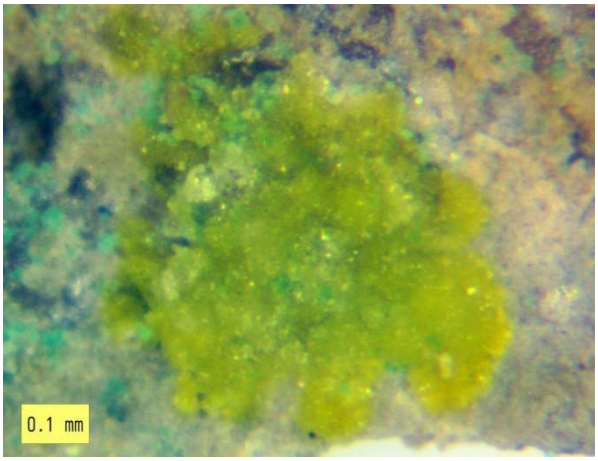


Fig. 1 Johannite from the Kenzan district

岡山県岡山市南区飽浦の剣山地区は、白亜紀後期の花崗岩が広く分布している。剣山の西斜面の通称下ノ坂谷は、1959 年からウラン鉱物を目的に試掘されたところで、花崗岩を切る含銅鉱物・緑泥石・石英脈中と縁辺部の破砕帯沿いに各種金属鉱物と共に含ウラン鉱物を伴うとされる（肥田ら, 1961）。当地域から、コフィン石、カソロ石、銅スクロドウスカ石、燐銅ウラン石、砒銅ウラン石, メタ砒銅ウラン石などの含ウラン鉱物の産出が報告されている（肥田ら, 1961：山田, 2012）。

今回、この地区由来とされる試料から発見された Johannite は、最大 1 ㎜程度の広がりを持つ草緑色のカリフラワー様の集合で、花崗岩の割れ目に、チッペ石族、アントラー石、ブロシャン銅鉱等を伴って産出する。当試料は放出された岡山大学標本で、詳しい産出地点や野外における産状等に不明な点があるが，現地の鉱石と同質であり、剣山地区由来と考えられる。

EDS による定性分析の結果、顕著に Cu, U, S が検出された。X 線回折分析の結果は PDFcard #01-076-6179 とよく一致しており、測定結果から得られた格子定数は、a = 8.907(6), b = 9.505(4), c = 6.808(7)Å, α = 109.9(0), β = 111.9(9), γ = 100.3(5), V = 470.3(6)Å^3 となり、Mereiter (1982)による a = 8.903(2), b = 9.499(2), c = 6.812(2)Å, α = 109.87(1), β = 112.01(1), γ = 100.40(1), V = 469.9Å^3 に近い値となる。ラマン分光分析の結果は、Driscoll et al.(2014)の示すピーク位置とよく一致している。

Keywords: Johannite, Kenzan
*Corresponding author: japamine@hotmail.co.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

東京都青ヶ島から産出した銅スピネルおよび銅リヴァイ石について

浜根大輔*(東大・物性研)，大木良弥，大角駿介

Cuprospinel and cuprorivaite from Aogashima island, Tokyo, Japan

Daisuke Nishio-Hamane* (ISSP, Univ. of Tokyo), Yoshiya Ohki, Shunsuke Ohsumi

青ヶ島は八丈島から南へ約70kmに位置する火山島であり、島は北部の黒崎火山とそれを覆う南部の主成層火山の二つの火山体で構成されている。南西部の湯浜地域においては輝石安山岩からなるスコリアが分布し、晶洞や裂傷には銅を主成分とするバナジン銅鉱の産出が知られていた。本研究では銅スピネル（Cuprospinel）および銅リヴァイ石（Cuprorivaite）を新たに見いだしたのでここに報告する。銅スピネルはRambler鉱山（カナダ）において自然発火したズリ山から見出された鉱物であり、完全な天然環境ではTolbachik火山（カムチャツカ、ロシア）において昇華鉱物として生じる。銅リヴァイ石もまた昇華鉱物で、Vesuvius火山（イタリア）を模式地とする。いずれも産出が極めて稀な鉱物である。

湯浜においては輝石安山岩の一部がスコリアとなっており、裂傷や晶洞には普通輝石～ピジョン輝石、エジリン普通輝石、中性長石、SiO_2鉱物、赤鉄鉱、チタン鉄鉱が自形で晶出し、一部でバナジン銅鉱、黒銅鉱、塩素燐灰石、銅スピネル、銅リヴァイ石の結晶がみられるほか、アタカマ石が伴われる。

銅スピネルは最大1mm程度の球形から楕円球形で、金属光沢をもつ黒色の集合体として空隙の壁面に限って産出し、安山岩内部には生成していない。集合体は複数粒の銅スピネルからなるほか、内部に赤鉄鉱と少量の苦土磁鉄鉱からなる核を持つことがある。銅リヴァイ石もまた空隙の側面にのみ産出し、最大50μmの青色の板状結晶で扇状に集合することがある。いずれも無水鉱物であり、実験室においてそれらの結晶を合成するには高温が必要である。そのため、スコリア形成時に揮発性成分と共に空隙内に取り残された銅成分が、高温で赤鉄鉱やケイ酸塩鉱物と反応することで銅スピネルや銅リヴァイ石が生成したと考えられる。

銅スピネルの化学組成はひとつの集合体内ではほぼ均質で、集合体ごとにやや幅があるもののCu/総二価陽イオン（= Cu#）の値は0.80-0.86という高くかつ狭い範囲に収まる。最もCuに富む集合体からは$(Cu_{0.86}Fe^{2+}_{0.08}Mg_{0.04}Mn_{0.03})_{\Sigma 1.01}(Fe^{3+}_{1.98}Ti_{0.01})_{\Sigma 1.99}O_4$の組成式が得られた。模式地の銅スピネルの組成は$(Cu_{0.80}Mg_{0.10}Fe^{2+}_{0.05}Co_{0.02}Zn_{0.02}Mn_{0.01})_{\Sigma 1.00}(Fe^{3+}_{1.89}Al_{0.11})_{\Sigma 2.00}O_4$であり、Cu#は近いものの副成分元素の種類と量にわずかな違いが認められる。また、模式地の銅スピネルは立方晶系（$Fd3m$, a = 8.369Å）だが、青ヶ島産の銅スピネルは正方晶系を示し、$I4_1/amd$においてa = 5.8279(14)Å, c = 8.680(3)Å, V = 294.81(17)Å^{3}が得られた。後述のように正方晶系が安定相である。

銅リヴァイ石は$Ca_{1.01}Cu_{0.99}Si_{4.00}O_{10}$の端成分組成で、正方晶系（$P4/ncc$）において$a$ = 7.299(4)Å, c = 15.122(11)Å, V = 805.6 (10)Å^{3}を得た。

実験的には銅スピネルは760℃以上の温度から急冷すると立方晶相（準安定相）として、徐冷すると正方晶相（安定相）として回収される。模式地ではズリ山の自然発火が成因であり、立方晶系を示すことは760℃以上から急冷されたと考えられる。一方、青ヶ島産では正方晶系であるため、高温で生成後に徐冷された、もしくは760℃未満で結晶化した、のどちらかになるが、形成時の温度は検討中である。

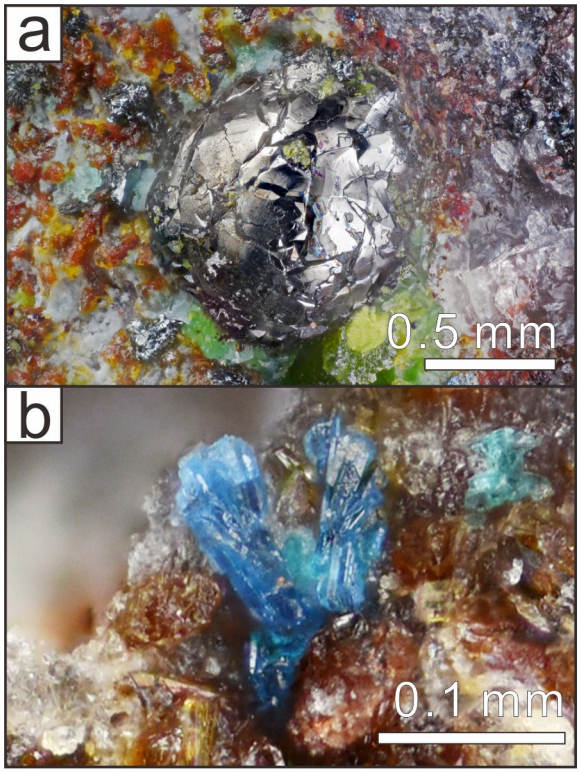


Figure 1. Microphotograph of cuprospinel (a) and cuprorivaite (b).

Keywords: cuprospinel, cuprorivaite, Aogashima Island
*Corresponding author: hamane@issp.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

福島県田村市羽山岳のペグマタイトから産出するフェロホルムクイスト閃石について

浜根大輔*(東大・物性研)，橋本悦雄，原田誠治

Ferro-holmquistite in granite pegmatite from Hayama-dake, Tamura, Fukushima Prefecture

Daisuke Nishio-Hamane* (ISSP, Univ. of Tokyo), Etsuo Hashimoto, Seiji Harada

阿武隈山地は大部分が花崗岩類で構成されており、ペグマタイトも多く伴われることから、かつては珪石が陶石材料として盛んに採掘された。ペグマタイトは阿武隈山地の西縁にそって南北に分布するものと、中央寄りに南北に分布するものの二系列が知られ、中央寄り系列は電気石をあまり伴わない特徴が知られている。福島県田村市羽山岳は中央寄り系列のうちで最も南側に位置するペグマタイトのひとつとして知られ、これまでいくつかの希元素鉱物の産出が報告されている。本研究では新たにフェロホルムクイスト閃石を見出したのでここに報告したい。いわゆるホルムクイスト閃石はAサイトが空孔となりBサイトがリチウムで満たされる角閃石の総称であり、フェロホルムクイスト閃石は錫・タンタル・リチウムを資源とするペグマタイト鉱床のGreenbushes鉱山（オーストラリア）を模式地とする。今回の発表以前にはフェロホルムクイスト閃石は模式地でしか産出が知られていなかった。

羽山岳は田村市常葉町に位置し、そこでは花崗閃緑岩が分布するほか小規模な石灰岩が伴われている。本研究で検討したペグマタイトは石灰岩を貫く幅20cm程度の岩脈であり、石英および斜長石を主体とする。ペグマタイトは石灰岩と反応しており、ペグマタイト内に鉄斧石、灰鉄輝石、マンバンざくろ石が生じている。石灰岩内には斑銅鉱や黄銅鉱が生じ、斑銅鉱中には数μmから数十μmで不定形なヘッス鉱、ウィッチヘン鉱、ニッケル蒼鉛鉱（Parkerite）が伴われる。フェロホルムクイスト閃石はペグマタイト岩脈の中央帯に集中して生じており、そこでは石英および斜長石を基質として水酸-酸化灰パイロクロア、イットリウムヘランド石、砒鉄鉱、フッ素リン灰石が伴われる。フェロホルムクイスト閃石はガラス光沢のある濃紺色で1cm長2mm幅の板状結晶が束状から放射状に集合した姿で見られるほか、淡青灰色で径数μmの針状結晶が束状に集合することもある。

ICP発光分光によりリチウムが検出されたことからSEM-EDSによる分析値について、O=22, OH=2, Si=8, Σcation=15の条件を満たす最小のリチウム量を見積もり、Fe^{2+}/Fe^{3+}を計算した。組成式は$^{A}\square^{B}(Li_{1.82}Na_{0.13}fromC_{0.05})_{\Sigma 2}{}^{C}(Fe^{2+}{}_{2.63}Mg_{0.29}Mn_{0.19}Al_{1.69}Fe^{3+}{}_{0.26})_{\Sigma 5.05}Si_8O_{22}(OH)_2$となる。羽山岳のフェロホルムクイスト閃石は極端にマグネシウムに乏しい組成を示し、$Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$（Fe#）は0.90に達する。これは模式標本（Fe#=0.55）よりもはるかに端成分に近い内容である。粉末には強い定向配列があるために粉末X線回折パターンは極端になるものの、*Pnma*においてa = 18.377(5) Å, b = 17.782(7) Å, c = 5.300(2) Å, V = 1731.8(11) Å^{3}の格子定数が得られた。Fe#の低い模式地標本（a = 18.287Å, b = 17.680 Å, c = 5.278 Å, V = 1706.6 Å^3）と比較すると、Fe#の高い羽山岳標本は大きな格子体積となり、イオン半径の大きいFe^{2+}が多いことと調和的である。

今回調査したペグマタイト脈においてリチウムを有する鉱物はフェロホルムクイスト閃石のみであり、全岩的にリチウム量は多くないと予想される。産状から類推するに、石灰岩との反応で先に斧石が生成したことでホウ素が消費されつくし、一般にはリチウムのホストになりうる電気石がホウ素不足で生成されず、行き場を失ったリチウムが角閃石に取り込まれた結果としてフェロホルムクイスト閃石が生じたと考えられる。



Figure 1. Representative occurrence of ferro-holmquistite.

Keywords: ferro-holmquistite, pegmatite, Hayama-dake
*Corresponding author: hamane@issp.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

岩手県舟子沢鉱山から産出するアルミノ杉石、マンガンチェルキアラ石、フェリリーキ閃石について

浜根大輔*(東大・物性研)，鈴木保光，大木良弥，石橋隆，下林典正（京都大学）

Aluminosugilite, cerchiaraite-(Mn), and ferri-leakeite from the Funakozawa mine, Iwate Prefecture, Japan

Daisuke Nishio-Hamane* (ISSP, Univ. of Tokyo), Yasumitsu Suzuki, Yoshiya Ohki, Takashi Ishibashi, Norimasa Shimobayashi (Kyoto Univ.)

舟子沢鉱山は岩手県洋野町に位置する粘板岩やチャート中に胚胎される層状マンガン鉱床で、東方に分布する花崗岩類によって接触変成作用を受けている。またリチウムを主成分とする南部石が新鉱物として発見されたことでも知られる。本研究ではアルミノ杉石（Aluminosugilite）、マンガンチェルキアラ石（Cerchiaraite-(Mn)）フェリリーキ閃石（Ferri-leakeite）を見いだしたのでここに報告する。

アルミノ杉石はCerchiara鉱山（イタリア）を模式地として2018年に申請された新鉱物だが、かつて愛媛県古宮鉱山から産出していた記録が残っている。舟子沢鉱山では河原の転石から見いだされ、アルミノ杉石は粘板岩の片理に沿った石英薄層（厚さ1cm程度）に特に集中して産出する。その層は薄紫～ピンク色に染まり、最大で1mm長100μm厚の葉片状の結晶が層内に点在する。ICP発光分光においてリチウムが検出され、SEM-EDSによる分析結果をLi=3かつSi=12で規格化し、$K_{0.95}Na_{1.96}(Al_{1.10}Fe^{3+}_{0.77}Mn^{3+}_{0.09}Ti_{0.09})_{\Sigma 2.04}Li_3Si_{12}O_{30.06}$が得られた。格子定数は*P6/mcc*において$a$ = 10.007(2) Å, c = 13.994(4) Å, V = 1213.5(5) Å^{3}となった。

マンガンチェルキアラ石もまたCerchiara鉱山を模式地とする鉱物で、舟子沢鉱山においてはズリで採集されたブラウン鉱主体の鉱石を横切る脈として産出した。脈中では最大1mmの暗緑色の葉片状結晶が放射状に集まり、バリウム輝沸石を密接に伴って数cmの範囲に分布する。本鉱物についてもICP発光分光においてリチウムが検出され、SEM-EDSによる分析でMサイトの不足をリチウムと見なし、Ba+Ca=4で規格化すると$(Ba_{3.99}Ca_{0.01})_{\Sigma 4}(Mn^{3+}_{2.25}Al_{0.81}Li_{0.94})_{\Sigma 4}(Si_{5.57}Al_{0.43})_{\Sigma 6}(Cl_{1.58}OH_{0.42})_{\Sigma 2}O_{14.69}(OH)_{10.31}$が得られた。格子定数は*I4/mmm*において$a$ = 14.191(8) Å, c = 6.028(7) Å, V = 1214.0(18) Å^{3}となった。

フェリリーキ閃石はKajlidongri鉱山（インド）を模式地とする角閃石で、舟子沢鉱山では露頭や転石から得られた。粘板岩の片理と平行にフェリリーキ閃石＋石英＋曹長石からなる紅色の薄層が挟まれ、結晶は赤紫色の針状で最長500μmに達するが径は20-30μm程度に留まる。その外観は紅簾石に近い。ICP発光分光でリチウムが検出されたので、SEM-EDSによる分析で、O=22, OH=2, Si=8, Σcation=16を満たす最小のリチウム量を見積もり、Mn^{2+}/Mn^{3+}を計算した。組成式は$^A(Na_{0.62}K_{0.38})_{\Sigma 1}{}^B(Na_{1.74}Ca_{0.23}from C_{0.04})_{\Sigma 2}{}^C(Mg_{2.31}Mn^{2+}_{0.79}Li_{0.66}Fe^{3+}_{0.68}Mn^{3+}_{0.42}Ti_{0.12}Al_{0.06})_{\Sigma 5.04}Si_8O_{22}(OH)_2$となる。AおよびBサイトでNaが卓越、$M^{2+}$でMgが卓越、Li > 0.5、Σ$M^{3+}$ > 1.0かつFe^{3+}が卓越するため、解析的にはフェリリーキ閃石であった。格子定数は*C2/m*において、a = 9.861(8) Å, b = 17.984(14) Å, c = 5.239(3) Å, β = 104.29(5)°, V = 900.3(12) Å^{3}となった。

いずれも南部石と同様にリチウムを含み、露頭にすらフェリリーキ閃石がよく発達することから、接触変成作用だけでなくリチウムの交代作用も広範囲に及んだと考えられる。フェリリーキ閃石は近接する小玉川鉱山からも同様の産状で見いだされた。

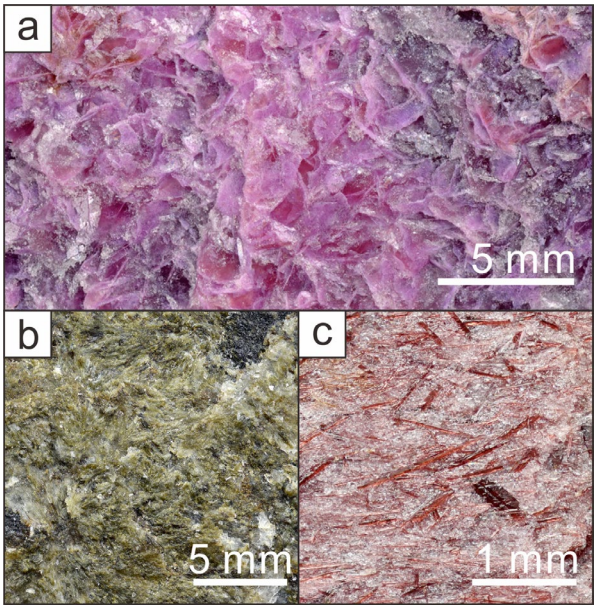


Figure 1. Microphotograph of aluminosugilite (a), cerchiaraite-(Mn) (b), and ferri-leakeite (c).

Keywords: aluminosugilite, cerchiaraite-(Mn), ferri-leakeite, Funakozawa mine
*Corresponding author: hamane@issp.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

岩手県田野畑鉱山から産出するマンガノマンガニアンガレッティ閃石について

浜根大輔*（東大・物性研），門馬綱一（科博），大西政之，下林典正（京大），宮脇律郎（科博），皆川鉄雄（愛媛大），岡田華子（愛媛大），今井裕之

Mangano-mangani-ungarettiite from Tanohata mine, Iwate Prefecture, Japan

Daisuke Nishio-Hamane* (ISSP, Univ. of Tokyo), Koichi Momma (Nat'l. Mus. Nat. Sci.), Masayuki Ohnishi, Norimasa Shimobayashi (Kyoto Univ.), Ritsuro Miyawaki (Nat'l. Mus. Nat. Sci.), Tetsuo Minakawa (Ehime Univ.), Hanako Okada (Ehime Univ.), and Hiroyuki Imai

田野畑鉱山は岩手県田野畑村に位置する付加体に胚胎される層状マンガン鉱床で、西方に分布する田野畑花崗岩によって接触変成作用と交代作用を被っている。これまで数々の稀産鉱物が産出し、代表的な日本産新鉱物に神津閃石（mangano-ferri-eckermannite）が知られている。南部ほか（1969）には「肉眼的に帯赤黒色ないし黒色」で強いガラス光沢を示す短柱状結晶であることが示されている。一方、我々の予備調査では赤黒色の角閃石からは神津閃石は一つの分析点ですら検出されなかった。そこで、これまで神津閃石と認識されていた赤黒色を示す角閃石を精査したところ、マンガノマンガニアンガレッティ閃石（mangano-mangani-ungarettiite）を同定した。またエッケルマン閃石のマンガノマンガニ置換体となる角閃石もまた赤黒色の角閃石から見いだされたのでその詳細を報告したい。なお、神津閃石は「橙色」を呈する角閃石の中から稀に検出されることがあるのみで、文献の記載内容とは実態が大きく異なる。田野畑鉱山産角閃石は全般的に見直される必要があるだろう。

マンガノマンガニアンガレッティ閃石やエッケルマン閃石のマンガノマンガニ置換体の肉眼的特徴はこれまで神津閃石とされてきた標本そのものであり、非常に濃い赤黒色から黒色のガラス光沢を示す短柱状結晶である。両者は電子線による分析（重量%）だけでは区別できないものの、格子定数に明瞭な差があるほか、ボンドバレンスサム解析でも区別される。肉眼的にはほんのわずかな差があり、三価マンガンの多いマンガノマンガニアンガレッティ閃石のほうがより黒々とした外観となる。

マンガノマンガニアンガレッティ閃石について、EDSによる分析値はO=24とΣカチオン=16においてMn^{2+}/Mn^{3+}比を見積り、$^{A}(Na_{0.78}K_{0.22})_{\Sigma1}{}^{B}(Na_{1.70}Ca_{0.24}\mathrm{from}C_{0.06})_{\Sigma2}{}^{C}(Mn^{2+}_{1.57}Mg_{0.77}Mn^{3+}_{2.40}Fe^{3+}_{0.31}Ti_{0.01})_{\Sigma5.06}{}^{T}(Si_{7.94}Ti_{0.03}Al_{0.03})_{\Sigma8}O_{24}$が得られた。格子定数は$C2/m$において$a$ = 9.910(3) Å, b = 18.112(4) Å, c = 5.304 (2) Å. β = 104.78(2)°, V = 920.5(5) Å^{3}であった。単結晶X線構造解析はR_1=2.0%で収束し、ボンドバレンスサム計算においてMn1 = 3.02, Mn2 = 2.20, Mn3 = 2.76, O3 = 1.74の形式価数が得られ、これらはマンガノマンガニアンガレッティ閃石と整合的である。

エッケルマン閃石のマンガノマンガニ置換体について、EDSによる分析値はO=22およびOH=2とΣカチオン=16においてMn^{2+}/Mn^{3+}比を見積り、$^{A}(Na_{0.81}K_{0.19})_{\Sigma1}{}^{B}(Na_{1.75}Ca_{0.20}\mathrm{from}C_{0.05})_{\Sigma2}{}^{C}(Mn^{2+}_{3.70}Mg_{0.58}Mn^{3+}_{0.47}Fe^{3+}_{0.30})_{\Sigma5.05}{}^{T}(Si_{7.96}Ti_{0.02}Al_{0.03})_{\Sigma8}O_{22}(OH)_2$が得られた。格子定数は$C2/m$において$a$ = 10.093(3) Å, b = 18.320(6) Å, c = 5.304 (2) Å. β = 103.72(2)°, V = 952.7(5) Å^{3}であり、マンガノマンガニアンガレッティ閃石より明確に格子体積が大きい。単結晶X線構造解析はR_1=2.3%で収束し、ボンドバレンスサム計算においてMn1 = 2.30, Mn2 = 2.23, Mn3 = 2.21, O3 = 1.11の形式価数が得られた。これは解析的にはエッケルマン閃石のマンガノマンガニ置換体に相当するものの、新種として確立するためには各サイトにおけるマンガン価数の定量が必要という指摘を受けており、今後の検討課題としたい。

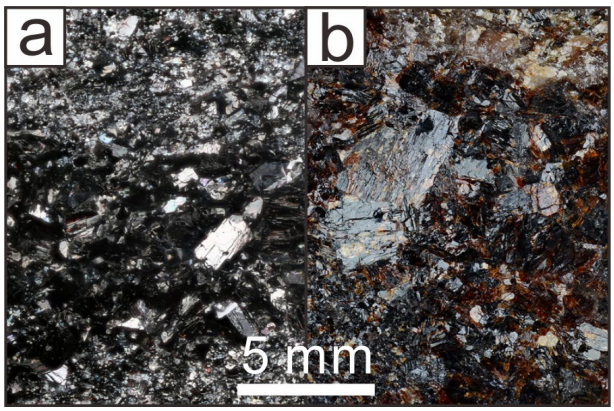


Figure 1. Microphotograph of mangano-mangani-ungarettiite (a) and Mn^{2+}-Mn^{3+}-eckermanite (b).

Keywords: mangano-mangani-ungarettiite, amphibole, Tanohata mine
*Corresponding author: hamane@issp.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

愛知県中宇利鉱山から産するゴベリン石およびその Ni 置換体について

下林典正*・高谷真樹（京大・院理），浜根大輔 (東大・物性研),
大西政之，丹羽健文（名古屋鉱物同好会）

Gobelinite and its Ni-analogue from the Nakauri mine, Aichi Prefecture, Japan

Norimasa Shimobayashi*, Masaki Takaya (Kyoto Univ., Sci.), Daisuke Nishio-Hamane (ISSP, Univ. of Tokyo),
Masayuki Ohnishi and Takefumi Niwa (Mineralogical Society of Nagoya)

愛知県新城市中宇利に位置する中宇利鉱山は、御荷鉾緑色岩の蛇紋岩中の銅-鉄-ニッケル鉱床で、戦時中に鉄（Fe）、銅（Cu）やニッケル（Ni）を目的に短期間試掘されたが、すでに閉山して久しく、現在では放置された廃石に多様な二次鉱物が生じている。今回、中宇利鉱山の転石からクテナス石様鉱物が見い出され、分析の結果、クテナス石［ktenasite : $ZnCu_4(SO_4)_2(OH)_6\cdot 6H_2O$］のZnをNi・Coで置き換えたものであることが判明したので報告する。

クテナス石のコバルト（Co）置換体はゴベリン石（gobelinite）と呼ばれ、フランスのCap Garonne鉱山を模式地（ドイツのEisenzecher Zug鉱山が副模式地）として2020年に新鉱物として記載された（Mills et al., 2020）。ゴベリン石の理想式は$CoCu_4(SO_4)_2(OH)_6\cdot 6H_2O$であるが，模式地から産するゴベリン石は$(Co,Ni)(Cu,Zn)_4(SO_4)_2(OH)_6\cdot 6H_2O$と記載され、Co＞Niである（Co：Ni ≈ 2：1）。それに対して、中宇利鉱山から見出されたものは、Co：Niがほぼ1：1の中間組成で、ゴベリン石（日本初産）からそのNi置換体（未知鉱物）の組成範囲を示す。

本研究に用いた試料は赤味を帯びた皮膜状のNi-Co-Zn炭酸塩（菱亜鉛鉱-菱ニッケル鉱-菱コバルト鉱の固溶体）を伴う磁鉄鉱集合体で、割れ目に沿って淡い緑色の鉱物が点々と連なって生成している様が観察された。その表面を顕微ラマン法（Nicolet Almega XR@名古屋大）で分析すると、ブロシャン銅鉱やニッケル孔雀石に伴って、薄緑色をしたクテナス石様鉱物の存在が確認された（Fig. 1）。これらはNi-Co-Zn炭酸塩の上に生成していることもあることから、天水による二次的な鉱物生成期の最末期の産物と考えられる。

粉末XRD法（Rigaku SmartLab@京都大）で得られた回折パターンは、クテナス石のカードデータ（ICDD #01-083-2247）と比較しても大きな矛盾なく一致した。空間群$P2_1/c$を仮定して導出した格子定数は、a = 5.565(9) Å, b = 6.163(15) Å, c = 23.81(42) Å, β = 95.21(17)°, V = 813.3(28) Å^{3}となり、クテナス石（813.70～814.66 Å^3）やMillsらの報告したゴベリン石（803.2～811.9 Å^3）とも調和的であった。

また、波長分散型EPMA（JEOL JXA-8105@京都大）により定量分析を行い（分析条件：加速電圧15 kV，照射電流3 nA，プローブ径5 μm）、CuO 41.52，NiO 5.19，CoO 4.49，ZnO 2.28，FeO 1.51，SO_3 23.17（いずれもwt.% ; 67点の平均）が得られた。S＝2で規格化し、O＋OH＝14となるようにOとOHを配分して、H_2O量を計算で求めると 23.84 wt.%となり（$6H_2O$で固定した場合）、合計値が101.99 wt.%とやや過剰な結果になった。これは電子線ビームによるダメージの影響を受けたためと考えられる。以上から導かれた実験式は、$(Ni_{0.48}Co_{0.41}Zn_{0.19}Fe_{0.15}Cu_{3.62})_{\Sigma 4.85}S_2O_{7.71}(OH)_{6.29}\cdot 6H_2O$であり、Znに対してNi・Coが卓越する。また、Co/(Ni+Co) 比は0.41～0.54まで変化する。最もCoに富む部分（ゴベリン石）の実験式は$(Co_{0.52}Ni_{0.44}Zn_{0.23}Fe_{0.06}Cu_{3.43})_{\Sigma 4.67}S_2O_{7.33}(OH)_{6.67}\cdot 6H_2O$であった。

今回の結果は化学分析の合計値に若干の過剰が見られるが、今後試料の量を増やしてさらに検証を進めたい。試料表面を非破壊で分析できるX線分析顕微鏡（HORIBA XGT-7000@京都大）での予備的な定性分析では、よりCoに富む部分も見つかっている。

ゴベリン石は日本初産であるとともに、そのNi置換体は新鉱物となる可能性がある。実際、同産地からはよりNiに富む鮮青色のクテナス石様鉱物も見出されており、浜根を中心に精査した結果、ゴベリン石のNi置換体であることが判明し、IMA-CNMNCに新鉱物として申請中（2022-065）である。

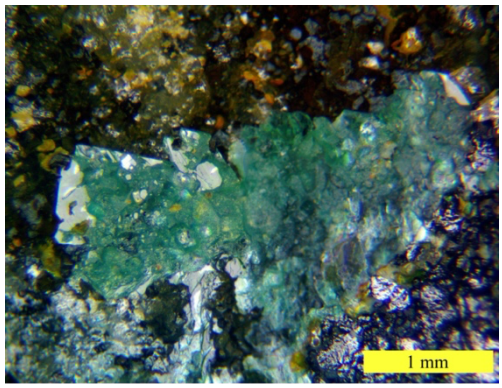


Figure 1. Photograph of gobelinite and its Ni-analogue. The scale bar represents 1 mm.

Keywords: gobelinite, ktenasite, Ni-analogue, Nakauri mine, new mineral
*Corresponding author: shimobayashi.norimasa.6r@kyoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R3：高圧科学・地球深部

2022年9月18日(日) 9:00 ~ 17:00 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R3：高圧科学・地球深部

現地ポスターコアタイム
12:15〜14:15

9:00 ~ 17:00

[R3P-01] Density of sodium silicate melt at high pressure

*鈴木 昭夫[1] (1. 東北大・院理)

9:00 ~ 17:00

[R3P-02] マントル遷移層条件での高温高圧中性子回折実験の開発

*柿澤 翔[1]、佐野 亜沙美[2]、鍵 裕之[3]、森 悠一郎[3]、阿部 淳[4]、服部 高典[2] (1. JASRI、2. 原研、3. 東大院理、4. CROSS)

9:00 ~ 17:00

[R3P-03] 電子回折イメージングによる鉱物の局所歪計測と応力下その場観察への応用

*伊神 洋平[1]、三宅 亮[1]、野村 龍一[1] (1. 京都大)

Density of sodium silicate melt at high pressure

Akio SUZUKI* (Tohoku Univ.)

The transportation of magmas is governed by the density difference between magmas and surrounding rocks. Because magmas are generated in the Earth's interior, the density of magmas under high pressures and temperatures is crucial to investigate the magmatic process.

Density of magmas (silicate melts) is calculated using the partial molar volumes of the oxide components at ambient pressure. Based on the measurement on the sound velocity in various silicate melts, the compressibilities of the oxide components have been proposed. It is possible to calculate the density of silicate melts under high pressure using the compressibilities. However, such a calculation is applicable to the limited pressure, because of the pressure dependence of the bulk modulus (dK/dP) of the melt cannot be ignored under high pressure. Therefore, the data on the partial molar volumes of the oxide components in silicate melt are required to calculate the density of magmas under high pressure. The partial molar volumes are obtained from the density of melts. In this study, I measured the density of sodium silicate melt under high pressures by the sink/float method.

High pressure experiments were conducted using large volume presses installed at Tohoku University. A powder of sample and a crystal of density marker were loaded in a platinum container. Stepped-graphite heater is applied to reduce the temperature gradient in the sample container. Temperature was monitored using W97Re3-W75Re25 thermocouples. The sample was heated above the melting temperature at a heating rate of 100 K/min. After a desired duration, the sample was quenched to the room temperature by turning off the electric power supply. When the sample was recovered from the press, the upside was marked on the cell. The recovered sample was cut and ground to identify sinking or floating of the density marker. Experiments were conducted up to 6 GPa, and a compression curve of the sodium disilicate melt was determined. The detail of the results will be reported on site.

Keywords: density, silicate melt, magma, high pressure, buoyancy test

*Corresponding author: akio.suzuki.c5@tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

マントル遷移層条件での高温高圧中性子回折実験の開発

柿澤翔*（JASRI）、佐野亜沙美（原研）、鍵裕之（東大院理）
森悠一郎（東大院理）、阿部淳（CROSS）、服部高典（原研）

Technical developments of high-pressure and high-temperature neutron diffraction experiment under mantle transition zone conditions

Sho Kakizawa* (JASRI), Asami Sano-Furukawa (JAEA), Hiroyuki Kagi (UTokyo)
Yuichiro Mori (UTokyo), Jun Abe (CROSS), Takanori Hattori (JAEA)

はじめに

中性子は、原子核と相互作用し、その散乱能は原子番号に比例しないため、中性子構造解析では水素などの軽元素の観察や同位体の区別が可能である。また、O^{2-}, Mg^{2+}, Al^{3+}, Si^{4+}のような等電子数イオンの区別が可能である。そのため、中性子回折は X 線回折とは相補的な特徴を持つ強力な結晶構造解析手法である。一方で、回折中性子強度は弱いため大容量の試料と大きな散乱開口角が必要である。

茨城県東海村にあるパルス中性子施設 J-PARC MLF の BL11 PLANET には大型の 6 軸プレス（圧姫）が設置されており、高温高圧下の中性子回折実験が可能になっている。現在は、6-6 加圧方式を用いた 10 GPa までの実験がルーチン的に行われている。我々はより高い圧力下での実験を行うため 6-8 加圧方式を用いた中性子回折実験技術の開発を行っており、これまで 14.7 GPa, 800 K におけるデータ測定に成功している（Mori et al., 2021）。

一方で、減圧時においてブローアウトが頻繁に発生する問題があるため、それを抑制しながら、さらに高い圧力下での中性子回折実験を行うための技術開発を行った。

実験方法

鉛直方向の散乱開口角を確保するためにこれまでは一辺 15 mm の二段目アンビルを使用していた。本研究では、ブローアウトを抑制するためにより大型の一辺 20 mm のアンビルに変更した。また、アンビルの大型化により大きな荷重が印加可能なため、より高い圧力を発生できることが期待される。また、一段目アンビルのトランケーションサイズ（TEL）を一辺 36 mm へと小さくしスリットを施すことで一段目アンビルのギャップを広くし、水平面内の散乱開口角を確保した。

二段目アンビルは、TEL4 mm とし、富士ダイス社製 MF10 および TMS05 を使用した。試料として MgO 粉末を用い、一軸あたり 2700 kN まで荷重を印加した。またアンビルサイズの変更による回折中性子強度への影響を調べるために、従来のアンビルを用いた実験も行った。発生圧力は MgO の状態方程式を用いて決定した(Tange et al., 2009)。

実験結果

MF10 および TMS05 を用いた場合、荷重 2700 kN においてそれぞれ 22 および 26 GPa の発生を確認した。高温実験では、高温下での圧抜けが起こるものの、圧力低下は 1200 K において 2 GPa 程度の圧力低下にとどまり、室温および高温で共に最高圧力値を更新した。また、減圧時にブローアウトは発生しなかった。一方でアンビルの大型化よって回折中性子強度は荷重によらず半分程度になることが明らかになった。鉄水素化物を試料とした実験では 24 時間以上の露光時間が必要であることが予測される。

アンビルの大型化によってマントル遷移層に相当する圧力での中性子回折実験が可能になったが、信号強度が弱く長時間の測定が必要になる。そのため、今後はより短時間で測定可能な開発を行う必要がある。

Keywords: neutron diffraction, high pressure, high temperature

*Corresponding author: kakizawa@spring8.or.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

電子回折イメージングによる鉱物の局所歪計測と応力下その場観察への応用

伊神洋平・三宅亮・野村龍一（京都大学）

Local strain measurement of minerals by electron diffraction imaging and application for in-situ indentation experiments

Yohei IGAMI*, Akira MIYAKE, Ryuichi NOMURA (Kyoto Univ.)

鉱物の界面や微小結晶などには一般に歪みが生じ、相転移やそれに伴う組織形成にも影響すると考えられている。また、天然の鉱物中に残留した歪みは高圧変成や天体衝突などを理解する手掛かりにもなりうる。鉱物中の歪み計測にはしばしばX線回折法や顕微レーザーラマン分光法、電子後方散乱回折法などが用いられるが、極めて局所的に生じた歪みを微細組織と関連して理解するにはより高い空間分解能が望まれる。また、高温高圧環境などの再現実験で得られる試料から必要情報のみを選択的に引き出すためにも高空間分解能での計測は鉱物研究に重要になっていくと思われる。

空間分解能の高い透過型電子顕微鏡(TEM)を用いた結晶歪みの評価方法には様々あるが、電子線ナノプローブ走査で電子回折パターンの空間変化を解析する方法[1]は微細組織と局所歪み計測が同時に得られるため鉱物組織に高い有効性が期待される。本研究では、TEM（JEOL, JEM-2100F）による電子線ナノプローブ走査とCCDカメラを用いて鉱物試料から回折マップデータを取得し、特に局所歪みに着目して解析した。

照射電子線は、実効ビーム径約10 nm程度に抑えつつ平行性の高い条件を調整した。これにより回折パターンはスポット状となり逆格子ベクトルの精密決定と対称性低下によるわずかな回折スポット出現の検出が容易となった。また、収束角の大きな条件に比べ電流量を抑えられるため試料ダメージが抑えられるようになり、少なくともTEM像で確認できるようなダメージや汚染は形成しなかった。得られた電子回折マップデータセットからは任意形状の仮想対物しぼりによる回折コントラスト像を作成した。また、各回折パターンに対して最小二乗法により逆格子基底ベクトルを決定し、リファレンスパターンからの変化を微小歪みテンソルとして決定することで、微細組織と一対一対応する定量歪みマップを作成できた。

次に実験的研究への応用を図り、TEM内ナノインデント実験が実施可能な専用ホルダー(Bruker, Hysitron PI95)を用い、特定の荷重をかけた状態の試料にも同様の手法を適用した[2]。今回はモデル物質として室温高圧で相転移することが知られるSiを用いた[3]。荷重付加下での各実験において歪みマップを取得し(Fig. 1)、最高応力達成領域をさらに選択的に解析した。200 μN付加実験では、Siの体積弾性率[3]をもとに最高達成静水圧(平均)応力で約3 GPaに達していることが分かったものの、高圧相転移はいずれの局所分析点(~10 nm径)からも確認されなかった。

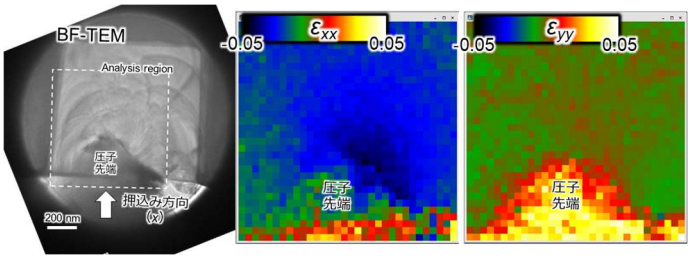


Figure 1. Strain maps of ε_{xx} strain and ε_{yy} strain in an indentation experiment (200 μN) obtained by diffraction imaging analysis. The *x* is direction of the indentation.

【引用文献】
[1] Ophus et al. (2019) *Microsc. Microanal.* **25**, 563.
[2] 三宅ほか (2021) 鉱物科学会
[3] Hu et al. (1986) *Phys. Rev. B* **34** 4679

Key words: electron microscopy, strain analysis, in-situ experiment
*Corresponding author: y-igami@kueps.kyoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R6：深成岩・火山岩及び サブダクションファクトリー

2022年9月18日(日) 9:00 ~ 17:00 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R6：深成岩・火山岩及び サブダクションファクトリー

現地ポスターコアタイム
12:15〜14:15

9:00 ~ 17:00
[R6P-01] Sr-Nd isotope geochemical characteristics of meta-dolerite dykes from Western Dharwar craton and its geodynamic implications

*Silpa Ammini Sasidharan[1], Satish-Kumar M[2], Toshiro Takahashi[2] (1. Shimane Univ., 2. Niigata Univ. Sci.)

9:00 ~ 17:00
[R6P-02] 三次元的なカソードルミネッセンスパターンとU-Pb年代，チタン濃度，Th/U比から推定する大崩山花崗岩中のジルコン成長プロセス

*湯口 貴史[1]、伊藤 大智[1]、横山 立憲[2]、坂田 周平[3]、鈴木 哲士[1]、小北 康弘[2]、八木 公史[4]、井村 匠[1]、甕 聡子[1]、大野 剛[5] (1. 山形大・理、2. 原子力機構、3. 東大地震研、4. 蒜山地質年代学研究所、5. 学習院大)

9:00 ~ 17:00
[R6P-03] 北多久苦鉄質複合岩体の結晶化作用と部分溶融現象 -熱源としての可能性-

*江島 圭祐[1]、大和田 正明[1]、亀井 淳志[2]、山崎 徹[3] (1. 山口大・創成科学、2. 島根大・学術研究院、3. 産総研)

9:00 ~ 17:00
[R6P-04] 山口県東部玖珂層群に分布する土生花崗閃緑岩の岩石学的特徴
「発表賞エントリー」

*秋本 悠作[1]、大和田 正明[1]、永嶌 真理子[1] (1. 山口大学・創成科学)

9:00 ~ 17:00
[R6P-05] 岐阜県中濃地域 に分布する前期中新統 蜂屋層の岩石学的特徴

*西條 成[1]、高橋 俊郎[2] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:00 ~ 17:00
[R6P-06] 能登半島北部に分布する前期中新世火山岩類の全岩化学組成

*柴野 暉崇[1]、髙橋 俊郎[2] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:00 ~ 17:00
[R6P-07] 新潟県加茂地域に分布する中新世珪長質火山岩類の
Sr-Nd 同位体比組成

*髙橋 直希[1]、髙橋 俊郎[2] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理)

9:00 ~ 17:00
[R6P-08] 千葉県銚子地域に産する高 Mg 安山岩および高 Mg 直方輝石を含む安山岩とデイサイトの岩石学的・地球化学的特徴

*髙橋 俊郎[1]、柴野 暉崇[2]、大木 淳一[3]、岩本 直哉[4] (1. 新潟大・理、2. 新潟大・院自然、3. 千葉県立中央博物館、4. 銚子ジオパーク推進協議会)

9:00 ~ 17:00
[R6P-09] 蔵王火山1895年噴出物に含まれるミョウバン石族鉱物の産状

*井村 匠[1]、伴 雅雄[1]、大場 司[2] (1. 山形大・理、2. 秋田大・国資)

Sr-Nd isotope geochemical characteristics of meta-dolerite dykes from Western Dharwar craton and its geodynamic implications

A.S. Silpa* (Shimane Univ.), M. Satish-Kumar (Niigata Univ.), Toshiro Takahashi (Niigata Univ.)

The early Earth dynamics including the cooling of mantle and the onset of plate tectonics that modified the composition of mantle through subduction is understood through the limited Archean record. Gradual destruction of the early formed crust at the convergent boundaries has significantly altered the composition of the primitive mantle from Late Archean to Proterozoic. However, periodic emplacement of mantle materials in the form of mafic dyke swarms associated with Large Igneous Provinces (LIPs) into the Archean crust has since long survived and is exposed in the Precambrian terranes all over the world. The Dharwar Craton (3600-2500 Ma) of southern India is one such well-preserved Archean craton where mafic dykes of various generations and greenstone belts are exposed and preserves the evidence of large-scale volcanic activity in the Precambrian. The Dharwar Craton (DC) is chiefly composed of tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG) gneisses, greenstone belts, younger granites and numerous mafic dykes cutting across the entire craton. DC has been traditionally divided into two cratonic blocks, namely the Western Dharwar Craton (WDC) and Eastern Dharwar Craton (EDC), based on lithological associations, metamorphic grade and crustal thickness. The mylonitic zone along the eastern boundary of the Chitradurga greenstone belt is considered to be the boundary between these two crustal blocks. The Western Dharwar Craton (DC) contains the oldest nucleus with 3400–3200 Ma TTG-greenstone assemblages and oldest mafic dyke swarms that shows the record of late Archean metamorphic event that affected the craton. The intraplate mafic activity like dyke swarms preserve the composition of the subcontinental lithospheric mantle and is key to our understanding of the geochemical evolution of Archean mantle and early earth dynamics. In this research, we consider the oldest mafic dyke swarm in WDC, known as meta-dolerite dykes, to understand the mantle composition and evolution in Archean. The meta-dolerite dykes showed a remnant ophitic texture in which 50% or less plagioclase laths preserved, and pyroxenes had mostly altered to amphibole. Chlorite was also present in some samples which are confined within areas of lower grade metamorphism in Dharwar craton. SiO_2 content varies from49 to 53 wt%, Al_2O_3 and MgO varies between 10 to 15 wt% and 5 to 15 wt% respectively. The trace and rare earth element geochemical characteristics show an overall depleted nature. The primitive mantle normalized pattern shows depleted LILE and LREE patterns with a slight Ti, Zr and Hf anomalies. The Chondrite normalized rare earth element diagram is more or less flat with a few of the samples showing a slightly enriched LREE indicating the derivation from a depleted source. The initial Sr isotopic ratios ($^{87}Sr/^{86}Sr$) range from 0.70011 to 0.70168) and epsilon Nd values mostly negative (-0.4 to -8) except for three of the dykes showing positive values. The low initial Sr isotopic ratios and negative epsilon values along with the trace, rare earth geochemistry suggests a late Archean depleted subcontinental lithospheric mantle (SCLM) in the source region. The presence of such a depleted source is viable after the major crust building activity involving the TTGs in the craton.

Key words: Late Archean to Proterozoic, Mafic dyke swarms, Archean dynamics, Dharwar craton

Corresponding author E-mail: silpa@riko.shimane-u.ac.jp

三次元的なカソードルミネッセンスパターンと U-Pb 年代，チタン濃度，Th/U 比から推定する大崩山花崗岩中のジルコン成長プロセス

湯口貴史*・伊藤大智(山形大)・横山立憲(原子力機構)・坂田周平(東大地震研)・鈴木哲士(山形大)・小北康弘(原子力機構)・八木公史(蒜山地質年代学研究所)・井村匠・甕聡子(山形大)・大野剛(学習院大)

Zircon growth process in granitic pluton by 3D cathodoluminescence patterns, U–Pb ages, titanium concentration, and Th/U ratios: Case study of the Okueyama granite, Kyushu, Japan

Takashi Yuguchi*, Daichi Itoh (Yamagata Univ.), Tatsunori Yokoyama (JAEA), Shuhei Sakata (Univ. Tokyo), Satoshi Suzuki (Yamagata Univ.), Yasuhiro Ogita (JAEA), Koshi Yagi (Hiruzen Institute), Takumi Imura, Satoko Motai (Yamagata Univ.), and Takeshi Ohno (Gakushuin Univ.)

本研究では，花崗岩体中のジルコン成長プロセスを評価するために，三次元的なカソードルミネッセンス(CL)パターン，U-Pb 年代，チタン濃度，Th/U 比を組み合わせた新たな手法を提案する。適用例として，大崩山花崗岩体のジルコンの成長から，マグマ溜りプロセスの発達に関する検討を行った。大崩山花崗岩体(OKG)は鉛直方向に変化する 3 つの岩相から構成され，試料はそれぞれの岩相から採取した。

ジルコン結晶の三次元的な成長様式は，ジルコンの複数断面（断面の間隔は 5-10 μm）から得られた CL パターンから評価を行った（図 1)。花崗岩体のジルコン U-Pb 年代とチタン濃度の同時定量（Yuguchi et al. 2020）は，ジルコンの結晶化年代と温度の決定を可能にし，花崗岩質マグマの温度時間履歴の導出を可能にする。その結果，OKG の各岩相は共通した傾向を示し，15-10 Ma の間に 800℃から 650℃までの冷却挙動を有することを解明した。

また，ジルコン中の Th/U 比はマグマ溜り中の分別結晶の指標となることが報告されている（e.g., Kirkland et al., 2015)。本研究で実施する U-Pb 年代とチタン濃度の同時定量は，ジルコンの結晶化温度の変化と Th/U 比の変化を関連付けること，さらには，マグマ溜り中の温度変化に対する分別結晶の程度の変化を論ずることを可能にする（図２)。このデータを用い，OKG においては約 670℃を境に分別結晶の進行度が変化することを見出した。なお，本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和 3 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)」（JPJ007597）の成果の一部である。

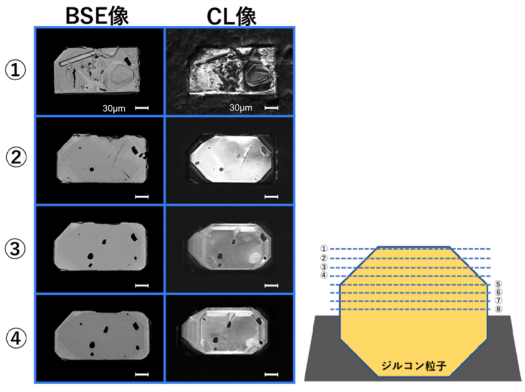


図1　ジルコン（HG2）の複数断面におけるBSE像とCL像

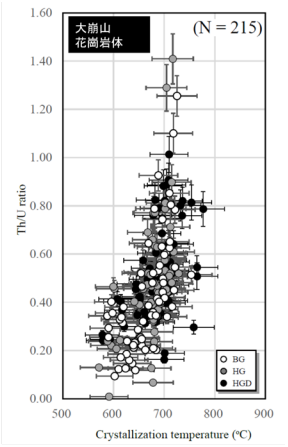


図2　温度とTh/U比の変化

Keywords: 3D CL pattern; Zircon U–Pb dating; Titanium concentration; Th/U ratio; Okueyama granite.

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

北多久苦鉄質複合岩体の結晶化作用と部分溶融現象 -熱源としての可能性-

江島 圭祐*（山口大）・大和田 正明（山口大）・亀井 淳志（島根大）・山崎 徹（産総研）

Crystallization and partial melting phenomenon of Kita-taku mafic complex: Potential as a heat source of Northern Kyushu batholith

Keisuke ESHIMA* (Yamaguchi Univ.), Masaaki OWADA (Yamaguchi Univ.), Atsushi KAMEI (Shimane Univ.), Toru YAMASAKI (AIST)

【はじめに】近年，北部九州に産する白亜紀苦鉄質岩から高 Mg 安山岩（HMA）由来の閃緑岩（HMD）が報告されている．このようなマントル起源の苦鉄質マグマは，親マグマや地殻溶融の熱源として花崗岩質マグマの成因に強く関与すると考えられており，白亜紀北部九州花崗岩バソリスのマグマ成因論や地殻進化過程の包括的な理解に強い制約を持つ．しかし，北部九州は白亜紀に活動した火山岩類の露出が非常に少ないため，マントルと共存可能な未分化液組成の特徴を検討することは困難であった．このような問題から北部九州に産する HMA 由来の岩石の性質や起源については，岩体ごとの断片的な検討にとどまっていた．そこで，本発表では未分化なマグマから晶出した Cumulate（北多久苦鉄質複合岩体）を対象とし，その岩石学的特徴および野外産状から北部九州に産する HMA 由来苦鉄質岩の活動に新たな制約を与える．さらに，花崗岩バソリスの熱源としての可能性を母岩との接触域で確認されるミグマタイトの特徴とモデル計算から検証する．

【地質概要】北多久苦鉄質複合岩体は佐賀県多久市天山（標高 1046m）南麓に南北約 3km 東西約 3km の範囲に露出している．天山周辺の地質は，角閃岩と蛇紋岩を母岩とし，それを貫く北多久岩体（Cumulate group, Gabbro group: 7 types）と深江花崗岩（Ms-Bt trondhjemite）および北多久岩体を貫く珪長質岩脈（Trondhjemite–Aplite）と斑状細粒閃緑岩（PFT）岩脈から構成される．苦鉄質岩類は非常に不均質な岩相が特徴的で 3 種の Cumulate が互いに包有し合い，岩体の中腹部にはバンド状に Flow structure の発達した斑れい岩，汚濁帯の発達した Pl を含む斑れい岩および層状構造を持った Cumulate が分布する．

【結晶化作用の特徴】北多久岩体 Cumulate group の結晶化作用は鉱物化学組成の検討からマグマの分化に伴い，Ol-Cpx-Opx → Ol-Cpx-Pl → Cpx-Pl-Hb → Pl-Hb の順に進行したことが考えられる．また，An 値の高い Pl が全体を通して晶出していることから，含水マグマが推定される．含水条件下では，Pl のリキダス温度の低下とともにメルト–斜長石間の Ca–Na の分配係数も変化するため，温度が低下してもカルシックな組成の斜長石を晶出し続けることが可能である（Yoder et al., 1957）．

【親マグマの性質】北多久岩体中で最も未分化組成に近い Cumulate の Cpx の組成から平衡メルト組成を計算した．その結果，液組成は Sanukitic HMA 質のマグマに類似することが明らかとなった．また，その初生マグマが共存したマントルかんらん岩の組成は Cr#>0.5 が推定される．このようなソースマントルは日本列島下のマントル物質としては十分にありえる枯渇度である．

【熱源】北多久岩体に産するミグマタイトの産状から苦鉄質マグマを熱源とした角閃岩の部分溶融現象が考えられる．微量元素を用いたモデル計算の結果から角閃岩の部分溶融メルトと Sanukitic HMA マグマを混合することによって北部九州に産する花崗岩質マグマの多様性を説明することができる．つまり，北部九州のバソリス活動の熱源は Sanukitic HMA である可能性が高い．

Keywords: Cretaceous, Northern Kyushu batholith, Cumulate, Parental magma, Sanukitic HMA

Corresponding author: kesuikemashie@gmail.com(K.Eshima)

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

山口県東部玖珂層群に分布する土生花崗閃緑岩の岩石学的特徴

秋本悠作，大和田正明，永嶌真理子（山口大・創成科学）

Petrological characteristics of the Habu granodiorite in the Kuga Group, eastern Yamaguchi Prefecture.

Yusaku AKIMOTO*, Masaaki OWADA, Mariko NAGASHIMA (Yamaguchi Univ.)

The Habu granodiorite is an elliptical stock with about 5 km from east to west and 4 km from north to south, intruding the Kuga Group, eastern Yamaguchi Prefecture. The granodiorite is composed of marginal facies and main facies. The marginal facies are exposed on the relatively high-altitude site with dark colored and bear hornblende, whereas, the main facies show light color lacking hornblende. The main facies include dusty-zoned plagioclase grains at the site of close to the marginal facies. Based on the occurrence of the granodiorite and its petrography, the main facies of Habu granodiorite, at first, intruded the Kuga Group, then the marginal facies magma was emplacement on the high structural level of the main facies preserving the fluidal state.

【はじめに】土生花崗閃緑岩は山口県東部玖珂層群に分布する東西約 5km，南北約 4km の花崗岩体である．本岩体は角閃石を含む周縁相と角閃石を欠く主岩相から構成される．これまで本岩体は，起源マグマや年代について議論された．一方，岩相の特徴とその分布，構成鉱物の記載的特徴，モード組成および鉱物化学組成は十分検討されておらず，マグマ過程の解明には至っていない．そこで本研究では，既存の岩石化学データを考慮し，土生花崗閃緑岩の産状や記載岩石学的特徴から，岩体の定置過程を検討した．

【土生花崗閃緑岩の記載的特徴と定置過程】周縁相と主岩相は，それぞれ角閃石黒雲母トーナル岩～花崗閃緑岩と黒雲母花崗閃緑岩～花崗岩で，野外での観察結果は，両岩相に明瞭な貫入境界はない．周縁相は標高の高い場所に分布する傾向がある．また，有色鉱物と石英+アルカリ長石の量比には，負の相関がある．

周縁相の構成鉱物は，自形～半自形の角閃石と黒雲母，半自形の斜長石，他形のカリ長石，石英からなり，主岩相は，自形～半自形の黒雲母，半自形の斜長石，他形の石英，カリ長石から構成される．周縁相の角閃石は，しばしば黒雲母を包有することから，黒雲母の晶出は角閃石と同時期もしくはそれ以前と考えられる．両岩相の境界部では，融食された黒雲母を核にもつ角閃石が含まれる．また，周縁相に近い場所の主岩相は，汚濁帯を伴う斜長石を含む．こうした産状は固結しつつある主岩相と周縁相がマグマ同士で混交したことを示す．主岩相の組成は標高が高くなるにつれて分化する傾向にある．ハーカー図では，より SiO_2 含有量に乏しい周縁相の組成とともに一連のトレンドを形成する．

以上から，この地域がマグマ定置以降大きく傾動していなかったと仮定した場合，土生花崗閃緑岩主岩相は重力的に分化し，その上位により SiO_2 に乏しい周縁相が累重した累帯深成岩体であると考えられる．そして形成メカニズムは主岩相が定置過程で分化した後，完全に固結する前に周縁相が構造的上位に定置したと推察される．

Keywords: Habu granodiorite, Kuga group, magma mingling

*Corresponding author: c023vcw@yamaguchi-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

岐阜県中濃地域に分布する前期中新統蜂屋層の岩石学的特徴

西條成*，高橋俊郎（新潟大学）

Petrological features of the Early Miocene Hachiya Formation in the Chuno Area, Gifu Prefecture, Japan

Seiya Saijo*, Toshiro Takahashi (Niigata Univ.)

蜂屋層は岐阜県中濃地域に分布し，前期中新世（20Ma 前後）の主に凝灰角礫岩～凝灰岩から構成される．西南日本孤では 18Ma 頃の火山フロントは北陸地域に想定されている[1]．しかし，より前弧側の岐阜県中濃地域において蜂屋層の火成活動が知られているにも関わらず，これまで詳細な岩石学的研究は行われてない．本研究では蜂屋層を構成する火山岩類について岩石学的研究を行うことで，そのマグマプロセスの解明，そして前期中新世における西南日本孤前弧域～火山フロントでの火成活動の理解を目的として，記載岩石学的，岩石学的研究手法によって調査を行った．

蜂屋層は美濃帯を基盤とし，中新統蜂屋層が不整合で覆う．蜂屋層は複数の部層に細分され，下位から流紋岩質溶結凝灰岩の栃洞溶結凝灰岩層，デイサイト質凝灰角礫岩の糠洞火砕岩層，玄武岩質～安山岩質凝灰角礫岩および凝灰岩の広橋火砕岩類，上則友火砕岩類，中川辺火砕岩類，洞火砕岩類，野上火砕岩類，塩火砕岩類がそれぞれ整合で累重する[2]．

蜂屋層火山岩類は全岩化学組成において，流紋岩質溶結凝灰岩，角閃石両輝石デイサイトそして安山岩～玄武岩の 3 グループで各酸化物図や微量元素図でそれぞれ独立した分化トレンドを示す．

●Group1：流紋岩質溶結凝灰岩

斑晶鉱物として主に石英を含み，希に斜方輝石，黒雲母，斜長石が含まれる．SiO_2=73-75%.

●Group2：角閃石両輝石デイサイト

主な斑晶鉱物は斜長石，角閃石，斜方輝石，単斜輝石で，希に石英が含まれる．SiO_2=63-68%である．FeO*/MgO vs SiO_2図でカルクアルカリ系列のトレンドを示す．また，高 Sr/Y 比（>30.2），低 Y 量（<24ppm）であり Y vs Sr/Y 図でアダカイト領域にプロットされる[3].

●Group3：カンラン石玄武岩～角閃石安山岩

斑晶鉱物として斜長石，斜方輝石，角閃石，仮像カンラン石，単斜輝石を含み，捕獲結晶として石英が含まれる．SiO_2=51-63%である．また，FeO*/MgO vs SiO_2図ではソレアイト系列のトレンドを示す.

Group2，Group3 について ICP-MS による微量元素組成分析を行った．N-MORB 規格化図において Group2 は Group3 よりも重希土類に枯渇するパターンを示す（ただし一部の Group2 試料には重希土類元素の枯渇は認められない）．また，Group2 は$(Yb)_N$ vs $(La/Yb)_N$図においてもアダカイト領域にプロットされる[4]．一方，Group3 は一般的な島弧火山岩の特徴を示し，そのパターンは北陸地域の前期～中期中新統岩稲層を構成するソレアイト系列火山岩類と類似性が認められた．

Group1～3 は FeO*/MgO vs SiO_2図で明らかに異なるトレンドを示し，それぞれの不適合元素比も異なる．Group2 はアダカイトの特徴を有し，かつ比較的高い Cr，Ni 量（それぞれ最大で 214ppm，76ppm）を持つことから，スラブメルティングによって形成された珪長質マグマがマントルカンラン岩と反応することによって形成された可能性がある．北陸地域の中新統岩稲層からもアダカイトが報告されていることから[5]，当時は広範囲でスラブメルティングが発生していた可能性が指摘される．Group3 はその分化トレンドが斑晶鉱物の分別によって概ね説明できるものの，不適合元素の比が一定でないことや捕獲結晶の石英を含むことから，玄武岩質マグマから AFC によって形成された可能性がある．

引用文献

[1] 高橋, 2006, 地質学雑誌, 112, 1, 14-32.; [2]野村, 1992, 瑞浪市化石博物館研究報告, 19, 75-102.; [3] Defant et al., 1990, NATURE, 347, 662－665.; [4] Martin, 1986, Geology, 14, 753-756.; [5] 渡邊ほか, 2018, 日本地質学会第 125 年学術大会要旨

Keywords: Hachiya Formation, adakate, slab melting

*Corresponding author: f22e073f@mail.cc.niigata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

能登半島北部に分布する前期中新世火山岩類の全岩化学組成

柴野暉崇[1]*，髙橋俊郎[1]（1. 新潟大学）

Whole rock composition of Early-Miocene volcanic rocks in Noto peninsula, Japan

Akitaka Shibano[1]*，Toshiro Takahashi[1]（1. Niigata univ.）

北陸地域には日本海拡大に伴って形成されたと考えられる火山岩類が広く分布している．能登半島北部にも前期中新世に噴出・堆積した火山岩類及び堆積岩類から構成される馬緤層、神和住層[1]と神和住層を貫くドレライト貫入岩が分布する．馬緤層と神和住層からは，それぞれ23-19Ma[2]、21-18Ma[3]が報告されており，直接の関係は確認されていないが，これらは同時異相の関係にあると考えられている[1]. [4]はドレライトが 20Ma 頃の年代を示すことから神和住層に含めている．本発表では，馬緤層と神和住層の調査を行った結果，馬緤層の火山岩から高 Mg#直方輝石を含む安山岩が見出されたので，共存する火山岩とともに岩石記載と全岩化学組成を報告する．

岩石記載と全岩 SiO_2，K_2O，FeO*/MgO の特徴に基づいて，能登半島北部に分布する火山岩を 4 つの Type(A～D)に分類した．Type A と Type B は馬緤層の火山岩である． Type A はカンラン石と単斜輝石を持つ玄武岩質安山岩とそれに直方輝石を加えた安山岩から構成される．単斜輝石と直方輝石のコアはそれぞれ Mg#=75-88，85-88 を示す．Type A は低-中カリウム系列に属し，低い FeO*/MgO(0.96-1.4)を示す．Type B は中-高カリウム系列に属し，Type A に比べて高い FeO*/MgO(1.0-5.1)を示す. Type C は神和住層のカンラン石安山岩と単斜輝石直方輝石安山岩である．Type D はドレライトで，Fo=80 前後のカンラン石斑晶を含む．低-中カリウム系列で SiO_2-FeO*/MgO 図においてソレアイトのトレンドを示す．始原的マントル規格化パターン図では、すべて右肩下がりの島弧または陸弧に特徴的な組成パターンを示す. Type A は Type B･C に比べて，Rb，Ba，K などの LILE や Nb、Zr などの HFSE に乏しい傾向がある．コンドライト規格化 REE パターン図では Type A が HREE において最も枯渇的な特徴を示し，急傾斜なパターンを示す．

以上の結果に加えマスバランス計算を用いて Type A と Type B の形成過程を検討した．その結果、これらは Type D の玄武岩質マグマからの結晶分化作用によって形成され得ないことが分かった．また，Type A と Type B はほぼ同一の斑晶鉱物を持ちながら，異なる K_2O，微量元素濃度を持つため，これらの化学組成の変化に対して分別相の差異は大きな役割を果たさないと考えられる．よって，Type A と Type B の形成過程には，マントルソースの部分融解度の差あるいはスラブ起源物質の寄与度の差を想定する必要があると考えられる．

＜引用文献＞

[1] 吉川ほか, 2002, 地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 76p.; [2] Kano et al., 2002, Island Arc, 11, 170-184.; [3] 柴田ほか，1981，岩石鉱物鉱床学会誌，76，248-252.; [4] 梅香ほか，2003，日本地質学会第 110 年学術大会要旨．

keywords: calc-alkaline andesite

Corresponding author: shihanoa@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

新潟県加茂地域に分布する中新世珪長質火山岩類の Sr-Nd 同位体比組成

髙橋直希[1]・髙橋俊郎[1]（1. 新潟大学）

Sr-Nd isotopic composition of Miocene felsic volcanic rocks in the Kamo area, Niigata Prefecture

Naoki TAKAHASHI*[1] and Toshiro TAKAHASHI[1] (1. Niigata Univ.)

中期中新世東北日本弧には、日本海の拡大に関連した火成活動に由来する火山岩類が広く分布する. この火成活動は 16～13 Ma にピークを迎え, 背弧側では大量の珪長質火山岩に苦鉄質火山岩が伴う特徴を持つ[1]. 本研究では，新潟県加茂地域から福島県只見地域に分布する中新世珪長質火山岩に対して岩石学的研究を行い，その火成活動の解明を目的とする.

本地域は，下部ジュラ紀付加体を基盤とし，中新世の堆積岩類と火山岩類が不整合で被覆する. この中新統は下位より戸ノ入層, 大谷層, 七谷層, 南五百川層に区分され，各層に火山岩が分布する. 戸ノ入層にはデイサイト溶岩，大谷層には流紋岩貫入岩，七谷層には流紋岩貫入岩と苦鉄質貫入岩, 南五百川層は火山砕屑岩および苦鉄質～珪長質火山岩（猿毛岳火山岩部層），流紋岩貫入岩（重倉山火山岩部層）が分布する．大谷層の流紋岩貫入岩から 16.6Ma, 七谷層の流紋岩と苦鉄質貫入岩から 14Ma, 猿毛岳火山岩から 11.4-9.5Ma, 重倉山火山岩は 8Ma と報告されている[2].

本研究では，加茂地域の流紋岩類の Sr-Nd 同位体比組成を明らかにした．それぞれの組成範囲は以下の様になった．大谷層流紋岩：SrI=0.7053-0.7074，NdI=0.5125-0.5127；七谷層流紋岩：SrI=0.7061-0.7072, NdI=0.5125；猿毛岳火山岩流紋岩：SrI=0.7038，NdI=0.5128；重倉山火山岩：SrI=0.7040-0.7043, NdI=0.5127-0.5128. 対局的に大谷層と七谷層の流紋岩は肥沃的な同位体比組成を示し，猿毛岳火山岩流紋岩と重倉山火山岩は枯渇的な組成を示す．よって，前者を E-group 流紋岩，後者を D-group 流紋岩と区分する.

各流紋岩の同位体比組成と共存もしくは同時期に活動した他地域の苦鉄質火山岩を比較すると，E-group 流紋岩と苦鉄質火山岩との差は大きいのに対して, D-group 流紋岩と苦鉄質火山岩の差は相対的に小さい（いずれの場合も流紋岩の方が肥沃的）． 新潟県北部に分布する中新世流紋岩は，その肥沃的な同位体比組成から下部地殻物質の部分溶融で形成されたと議論されている[1]. E-group 流紋岩の同位体比組成は，新潟県北部のものと同じ組成範囲を持つことから，これらも下部地殻物質の部分溶融で形成された可能性がある．一方，D-group 流紋岩はその同位体比組成および微量元素組成の特徴から，共存する苦鉄質マグマが地殻物質を同化しつつ分化し形成された可能性が考えられる．猿毛岳火山岩類に含まれる花崗岩様捕獲結晶は上記の考えを支持する.

本地域に活動した流紋岩マグマは，17-14Ma 頃には下部地殻の部分溶融メルトを起源とし，11-8Ma 頃では玄武岩マグマからの AFC で形成された可能性が示された．このことは 14Ma 以降に地殻内の温度低下（地温勾配に変化）も生じた可能性を示唆している.

【引用】
[1]Shuto et al.，2006，Lithos，86，1-33p,
[2]工藤ほか，2011，加茂地域の地質，1:50000 地質図幅，産業技術総合研究所，162p,

Keywords: Volcanic Rock，Felsic volcanic rock，NE Japan arc，Miocene
E-mail address：f20e502k@mail.cc.niigata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

千葉県銚子地域に産する高 Mg 安山岩および高 Mg 直方輝石を含む安山岩とデイサイトの岩石学的・地球化学的特徴

高橋俊郎[1]，柴野暉崇[1]，大木淳一[2]，岩本直哉[3]
(1.新潟大学，2.千葉県立中央博物館，3.銚子ジオパーク推進協議会)

Petrological and geochemical features of High-Mg andesite, High-Mg orthopyroxene bearing andesite and dacite from the Choshi area, Chiba Prefecture, Japan

Toshiro Takahashi*, Akitaka Shibano, Jun-ichi Ohki, Naoya Iwamoto
(1.Niigata Univ.; 2.Natural History Museum and Institute, Chiba; 3.Choshi Geopark)

千葉県銚子地域には，前期中新世に前弧域で活動したカンラン石玄武岩質安山岩（高マグネシア安山岩組成を有す）および高 Mg 直方輝石を斑晶鉱物とする直方輝石安山岩と直方輝石デイサイトが分布し，中新統千人塚層を構成する．これら安山岩類（特に高マグネシア安山岩）については，いくつかの地球化学的研究が行われており，スラブメルトとカンラン岩の反応[1]や OIB 起源物質の様な肥沃的マントル物質の関与[2]が議論されている．一方，高 Mg 直方輝石を含む直方輝石デイサイトについての岩石学的研究はほとんどされていなかった．[3]はこれら千人塚層を構成する火山岩類について岩石学的検討を行い，カンラン石玄武岩質安山岩，直方輝石安山岩，直方輝石デイサイトのそれぞれは一連の斑晶鉱物の分別では導かれないことを明らかにした．本発表ではこれら火山岩類について希土類元素を含む微量元素分析と Sr-Nd 同位体比分析を行い，それぞれの起源マグマについて考察を行う．

中新統千人塚層を構成するカンラン石玄武岩質安山岩および高 Mg 直方輝石を斑晶鉱物とする安山岩とデイサイトは、主に溶岩と火砕岩として産し，海岸線沿いに岩礁として点在する．

カンラン石玄武岩質安山岩は，主にカンラン石を斑晶鉱物とし，少量の単斜輝石と直方輝石を斑晶鉱物として含む．このカンラン石斑晶のコアは Fo%=84-88 を示し，高い Ni 含有量（最大 0.55wt%）で特徴づけられる．直方輝石安山岩および直方輝石デイサイトの斑晶鉱物は，斜方輝石のみからなり，デイサイトには稀に斜長石斑晶が見られる．それぞれの直方輝石斑晶のコアは Mg#=82-88（安山岩）および Mg#=84-89（デイサイト）を示す．

N-MORB 規格化図では，千人塚層火山岩類それぞれは共通して強い右肩下がりのパターンを示し，瀬戸内火山岩類の高マグネシア安山岩や北上山地に産する始新世高マグネシア安山岩[4]と共通する特徴を示す．ただし，カンラン石玄武岩質安山岩のみ，一般的な島弧火成岩，特に火山フロント側火山岩に見られる強い Nb と Ta の負の異常が認められず，前期中新世東北日本孤背弧側火山岩[5]よりも弱い負の異常を示す．

ここで[1]，[4]のモデル計算を用いてスラブメルト（海洋地殻起源メルト+堆積物起源メルト）とマントルカンラン岩の反応によって千人塚層の玄武岩質安山岩からデイサイトが形成されるか検討を行った．その結果，海洋地殻起源メルトと堆積物起源メルトの混合比およびマントルカンラン岩との反応量の違いで直方輝石安山岩，直方輝石デイサイトそれぞれの全岩化学組成をおよそ説明することが出来る．しかし，カンラン石玄武岩質安山岩の高い Nb と Ta 含有量は上記モデル計算で再現できなかった（計算結果はスラブメルト組成を反映して低い）．また，カンラン石玄武岩質安山岩のカンラン石斑晶は比較的高い Fo%を示すことから，メタソマタイズを受けたマントル物質の部分溶融でも形成される可能性があるが，いずれにせよ HFS 元素に肥沃的なマントル物質の関与や前弧域マントルウェッジ内でのなんらかの Nb-Ta の濃縮プロセスを考える必要がある．

引用文献
[1] Hanyu et al., 2006, Geochem. Geophys. Geosyst., 7, Q08002.; [2] Hoang et al., 2009, Lithos, 112, 545-555.; [3]柴野ほか, 2021, 日本地質学会第 128 年学術大会要旨; [4]Tsuchiya et al., 2005, Lithos, 79, 179-206.; [5]Sato et al.,2013, J. Petrol., 54, 3, 481-524.

Keywords: high-Mg andesite, high-Mg orthopyroxene, slab melt, melt-mantle reaction
E-Mail: toshirot@geo.sc.niigata-u.ac.jp

蔵王火山 1895 年噴出物に含まれるミョウバン石族鉱物の産状

井村　匠・伴　雅雄（山形大・理）・大場　司（秋田大院・国資）

Mineralogical occurrence of alunite-supergroup minerals in the 1895 CE eruption product at Zao Volcano, NE Japan

Takumi Imura *, Masao Ban (Yamagata Univ.) and Tsukasa Ohba (Akita Univ.)

ミョウバン石族鉱物は，地表あるいは地下浅部に形成される酸性変質帯に産出し，産出環境に応じて多様な固溶体組成を示す。活火山では，火山熱水系に由来する噴火による粘土質火砕堆積物中にて，熱水変質岩片の構成物として産する。この場合，ミョウバン石族鉱物の産状ならびにその他鉱物との共生関係は，噴火に関与した熱水の流体化学特性や火山熱水系の構成物を反映する。本研究グループでは，火山熱水系が関与した噴火事例として，蔵王火山 1895 年噴出物を対象とし鉱物学的分析を実施している。ここでは本噴出物中のミョウバン石族鉱物の産状について報告する。

対象とした蔵王火山 1895 年噴出物は噴火イベント推移により Layer 1〜Layer 6 の 6 層に分けられる。このうち Layer 5 および Layer 6 は，火山弾の放出を伴った本噴火のクライマックス期に対応する。いずれの 6 層も青灰〜淡灰色粘土質火山灰を主体とする火砕堆積物であり，火山礫から火山弾サイズの白色珪化岩片および安山岩質〜デイサイト質スコリアを含む。Layer 1〜Layer 6 のそれぞれ火山灰基質部(< 250 μm)に対して，粉末 XRD 分析ならびに SEM-EDS 分析を実施した.

XRD 分析により同定された主要な鉱物は, ミョウバン石族鉱物(alunite-natroalunite-huangite), 石膏, カオリナイト, スメクタイト, クリストバライト, トリディマイトである。ミョウバン石族鉱物およびクリストバライトは全試料に共通して含まれる。Layer 2，Layer 5，Layer 6 の試料は明瞭な石膏の X 線ピークを示す。Layer 5 および Layer 6 の試料には huangite および natroalunite(-2c)に特有な 11-Åの X 線ピークが認められ，カオリナイトおよびパイロフィライトのピークも出現した。

SEM-EDS を用いた個別火山灰粒子の観察により，ミョウバン石族鉱物を含む火山灰粒子は以下の 3 タイプに分類される：(1) 葉片状ミョウバン石族鉱物結晶(huangite-natroalunite)からなる凝集物;(2) クリストバライト-トリディマイト-カオリナイト-パイロフィライトからなる粘土化変質岩片 (alunite-natroalunite-huangite)；(3) クリストバライト-トリディマイトからなる珪化岩片(alunite-natroalunite 優勢)。Layer 1〜Layer 3 の試料を構成する火山灰粒子のほとんどはタイプ(3)の珪化岩片である。安山岩〜デイサイト質スコリア片ないし安山岩質緻密火山岩片も含まれるが，その多くは部分的に珪化変質している。Layer 4 の試料では(3)に加えてタイプ(2)の岩片の割合が増加する。Layer 5 および Layer 6 の試料では，他 2 タイプに加え，タイプ(1)の火山灰粒子が優勢となり，huangite 組成のミョウバン石族鉱物が産出する。

鉱物産状ならびに鉱物組み合わせから, 1895 年噴出物中のミョウバン石族鉱物含有火山灰粒子は，およそ 200-300℃の硫酸酸性流体によって形成した山体内部の変質帯に由来する。噴火に関与した熱水流体も同様の特徴を有すると考えられる。Layer 5 以降のユニットで huangite 組成のミョウバン石族鉱物が優勢となる点は，起源流体となる熱水の pH 上昇，昇温ないし化学組成変化が生じたことを示唆する。これは噴火推移に応じた浅部熱水系へのマグマ性ガスの注入量の増加に起因するかもしれない。

Keywords: Zao Volcano, Subvolcanic hydrothermal system, Lithic ash, Alunite-supergroup minerals, Hydrothermal alteration

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

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R2：結晶構造・結晶化学・物性・結晶成長・応用鉱物

2022年9月19日(月) 9:00 ~ 15:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R2：結晶構造・結晶化学・物性・結晶成長・応用鉱物

現地ポスターコアタイム
12:15〜14:15

9:00 ~ 15:30

[R2P-01] **Hydrogen incorporation mechanism in the lower-mantle bridgmanite**

Narangoo Purevjav[1], Naotaka Tomioka[2], Shigeru Yamashita[7], Keiji Shinoda[3], Sachio Kobayashi[2], Kenji Shimizu[2], Motoo Ito[2], Suyu Fu[4], Jesse Gu[4], Christina Hoffmann[5], Jung-Fu Lin[4], *Takuo Okuchi[6] (1. Univ. Bayreuth, 2. JAMSTEC, 3. Osaka Metropolitan Univ., 4. Univ. Texas, 5. ORNL, 6. Kyoto Univ., 7. Okayama Univ.)

9:00 ~ 15:30

[R2P-02] Hopeite型(Fe,Co,Ni)$Zn_2(PO_4)_2$・$4H_2O$の脱水挙動と結晶構造の変化

「発表賞エントリー」

*田沼 怜[1]、山根 崚[2]、杉山 和正[2] (1. 東北大・院工、2. 東北大・金研)

9:00 ~ 15:30

[R2P-03] Zn_2SiO_4高圧相結晶構造の予測

*神崎 正美[1] (1. 岡大・惑星研)

9:00 ~ 15:30

[R2P-04] 溶液中のNaとKによるvateriteのcalcite化速度の逆転.

*古川 登[1] (1. 千葉大・院理)

9:00 ~ 15:30

[R2P-05] 水晶表面の被覆成長層の特徴と形成プロセス

*大藤 弘明[1]、渡辺 梨乃[2] (1. 東北大・院理、2. 愛媛大・GRC)

Hydrogen incorporation mechanism in the lower-mantle bridgmanite

Narangoo Purevjav*[1,2], Naotaka Tomioka[3], Shigeru Yamashita[1], Keiji Shinoda[4], Sachio Kobayashi[3], Kenji Shimizu[3], Motoo Ito[3], Suyu Fu[5], Jesse Gu[5], Christina Hoffmann[6], Jung-Fu Lin[5], and Takuo Okuchi[1,7]
([1]Okayama University, [2]University of Bayreuth, [3]JAMSTEC, [4]Osaka Metropolitan University, [5]University of Texas, [6]Oak Ridge National Lab, [7]Kyoto University)

Transportation of water through the subduction slab into the deep mantle, at least up to the lower part of the mantle transition zone became well documented through many studies. However, the fate of the water beyond the transition is vague due to the considerable controversy of previous studies on water solubility in the major lower mantle minerals. Bridgmanite is the predominant mineral in the lower mantle, accounting for ~ 80 vol.% of the region. Thus, unarguably it is the most crucial mineral that controls the physical and chemical properties of the lower mantle. Bridgmanite uptakes a significant amount of hydrogen within its crystal structure. Thus, it could be a potential candidate for storing water in the lower mantle, while its mechanisms of how hydrogen is located and incorporated into the crystal structure of bridgmanite are still being debated.

In the present study, we investigated the crystallographic site of hydrogen and its incorporation mechanism in bridgmanite by single crystal neutron diffraction for the first time [1]. High-quality single crystals of hydrous bridgmanite with a composition of $(Mg_{0.88}Fe^{2+}_{0.05}Fe^{3+}_{0.05}Al_{0.03})(Si_{0.88}Al_{0.11}H_{0.01})O_3$ were synthesized by a multi-anvil apparatus under water-saturated environments at relevant pressure and temperature conditions to the topmost lower mantle. The crystallographic site position of hydrogen in the (Fe, Al)-bearing bridgmanite is evaluated by the time-of-flight single-crystal Laue neutron diffraction technique, together with supporting evidence from polarized infrared spectroscopy. Our results show that the primary hydrogen site has an OH bond direction nearly parallel to the crystallographic *b*-axis of the bridgmanite lattice, where hydrogen is located between two oxygen anions to form a straight geometry of covalent and hydrogen bonds. Our modelled results show that hydrogen is incorporated into the bridgmanite crystal structure via coupled substitution of $Al^{3+} + H^+$ simultaneously exchanging for Si^{4+}, which does not require any cation vacancy. The concentration of hydrogen evaluated by secondary-ion mass spectrometry and neutron diffraction is ~ 0.1 wt.% H_2O and consistent with each other, showing that neutron diffraction can be an alternative quantitative means for the characterizations of trace amounts of hydrogen in nominally anhydrous minerals.

[1] Purevjav *et al. under review*.

Keywords: bridgmanite, lower mantle, hydrogen substitution, neutron diffraction

***Corresponding author**: narangoo.purevjav@uni-bayreuth.de

Hopeite 型$(Fe,Co,Ni)Zn_2(PO_4)_2\cdot 4H_2O$ の脱水挙動と結晶構造の変化

田沼 怜* (東北大学工学研究科), 山根 崚(金属材料研究所), 杉山 和正(金属材料研究所),

Dehydration Behavior of Hopeite-type $(Fe,Co,Ni)Zn_2(PO_4)_2$

Ryo Tanuma * (Graduate School of Engineering, Tohoku Univ.), Ryo Yamane (IMR. Tohoku Univ.), Kazumasa Sugiyama (IMR. Tohoku Univ.)

【研究の背景】Hopeite[$Zn_3(PO_4)_2\cdot 4H_2O$] および Phosphophyllite[$FeZn_2(PO_4)_2\cdot 4H_2O$]は, 花崗岩ペグマタイトや熱水鉱脈に産出するリン酸亜鉛鉱物である. これらの鉱物は社会利用として, 輸送機器やインフラ構造物の鋼板保護に用いるリン酸亜鉛処理プロセスに利用されている[1](以下それぞれ H 型および P 型と略記する). 実際の鋼板処理現場においては, phosphophyllite の方が hopeite よりも脱水温度が高いため, 前者の割合が高いほど被膜の安定性は向上すると考えられている. また亜鉛を含むリン酸塩鉱物は共存する元素によって多様な構造を示すことが知られている. 例えば Ca を添加すると, P 型および H 型構造とは異なる構造が析出し, 耐熱性が向上すると報告されている [1]. 我々は, このような経緯を踏まえ, 共存元素を変化させ析出する亜鉛を含むリン酸塩鉱物の特性に関する知見を深めることで, 先進プロセスの開発とその社会実装を目指している. 本研究では, Fe, Co, Ni および Cu の 4 種類の隣接する遷移金属を添加したリン酸亜鉛を対象に高温粉末 XRD 測定ならびに TG-DTA 測定を行い, 系統的な脱水挙動の変化を調べた. 加えて本研究では H 型および P 型構造中の遷移金属元素に着目した XAFS 測定によって脱水に伴う価数状態の変化を調べた.

【実験方法】試料は先行研究[2]を参考に, 試薬 H_3PO_4, $MCl_2\cdot 6H_2O$ (M = Fe, Ni), $M(NO_3)_2\cdot 6H_2O$ (M = Co, Cu)を 150 ℃で 1 時間攪拌し, 合成した反応生成物は粉末 XRD 測定によって同定した. また, 500 ℃までの TG-DTA および高温粉末 XRD 測定を行い, 結晶構造・化学組成の違いによる脱水挙動の違いを調べた.

Zinc phosphate mineral, XAFS measurement, dehydration

ryo.tanuma.r3@dc.tohoku.ac.jp

また XAFS 測定は, KEK-PF の BL-12C を用いて Fe, Co, Ni および Zn の *K* 吸収端(7112 eV, 7709 eV, 8333 eV および 9659 eV)で測定を行った.

【結果】合成の結果, Ni, Co および Cu を添加した系では H 型構造, Fe を添加した系でのみ P 型構造が生成した. 図 1 には P 型 $FeZn_2(PO_4)_2\cdot 4H_2O$ の高温粉末 XRD 測定の結果を示す. T = 500 ℃における測定結果から, $FePO_4$ および $Zn_3(PO_4)_2$ の二相が共存していることが判明した. 一方, H 型 $MZn_2(PO_4)_2\cdot 4H_2O$ (M = Co, Ni, Cu, Zn)の高温粉末 XRD 測定では, T = 500 ℃において $Zn_3(PO_4)_2$ として報告されている構造が単独で存在していることが判明した. XAFS 測定においても, Fe 原子のみが温度変化とともに吸収端が高エネルギー側にシフトし, 酸化が進んでいることが判明した. 両者の結果から, 遷移金属として Fe を含む P 型構造は脱水とともに酸化が進み, その価数状態の変化によって無水相において鉄と亜鉛のリン酸塩が生じる相分離が起きると考えられる. 当日は 500 ℃に至るまでの詳細な脱水過程や XAFS 測定の結果もあわせて報告する.

(参考文献) [1]石井均, 表面技術, **3**, 61 (2010). [2]O.Pawling et al., Mater Res Bull. **34**, 1959 (1998).

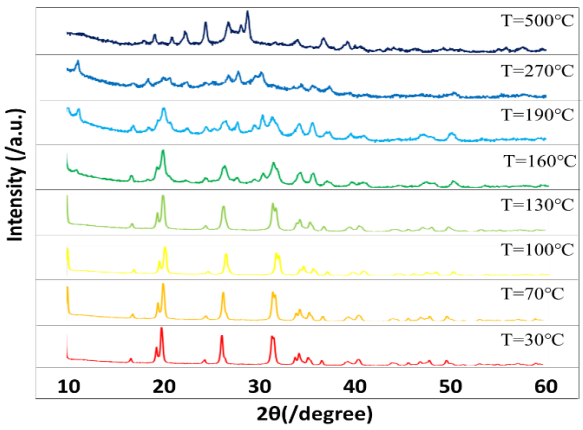


図 1 Fe-phosphophyllite の高温粉末 XRD パターン

Zn_2SiO_4高圧相結晶構造の予測

神崎正美（岡大・惑星研）

Prediction of crystal structures of high-pressure Zn_2SiO_4 phases

Masami Kanzaki* (IPM, Okayama U.)

In order to explore high-pressure crystal structures of Zn_2SiO_4, crystal structure prediction using XtalOpt has been conducted. GULP was used as a structure optimizer. Two new structures were obtained, and one of them (Cmcm structure) can be derived from spinel structure. Combining with previous our DFT calculations, now we propose that high-pressure phase of III has Ag_2CrO_4 structure, and that of IV has the Cmcm structure, respectively.

イントロダクション：我々は永らく構造不明であったZn_2SiO_4 III, IV相の構造を明らかにした(Liu et al., PCM, 2013)。しかし、それらはretrograde相であり、それぞれ高圧下で転移することがその後の高圧その場ラマン測定から分かった(Kanzaki, JMPS, 2018)。それらの高圧相の構造を推定するためにアナログ構造等についてDFT計算を行って、Ag_2CrO_4とNa_2CrO_4構造がIII, IVの高圧相の構造らしいと推定したが、矛盾点が残った（より低圧側で出るはずのAg_2CrO_4相の密度がNa_2CrO_4相より高いなど）。最近構造予測計算法が進んだこともあり、今回はIII, IVの高圧相の構造をさらに調べるために構造予測計算をZn_2SiO_4について試みた。

計算方法：

構造予測計算にはXtalOpt (xtalopt.github.io/)を使用した。XtalOptは遺伝的アルゴリズムを使う構造予測プログラムである。エネルギーや構造最適化の計算には外部プログラムが必要となる。DFT計算が最適ではあるが、計算時間との兼ね合いで、今回は経験的ポテンシャルを使うGULP(Gale, 10.1039/A606455H)を使用した。計算は常圧条件でおこなっている。予測された構造で特に安定な構造については、さらにQuantum Espressoで構造最適化を行った。GULPで使ったポテンシャルは、Catlowの2体ポテンシャルをベースにして、Zn_2SiO_4の既知構造を再現するようにGULPで最適化した。

結果と議論：１回１万個の構造探索計算を８回行なった。結果をエネルギーvs.密度でプロットすると、ほとんどの構造はエネルギーが高く安定ではないが、エネルギー最低値付近に分布する一握りの構造は、常圧で安定／準安定な相に相当する。最もエネルギーの低い構造としてwillemite構造（I相）が得られ、実際の常圧安定相である。高圧相は密度の高い側のエネルギー最下部に現れる。これまでの計算では既知構造のI, II相, スピネル構造は予測されたが、オリビン, III, IV, V (変形スピネル)相は今の所予測されていない。これが使ったポテンシャルの問題なのか、XtalOptのためなのかは不明である。

一方、２つの新しい構造が予測された。１つはIII相の類似構造であるが、これは高圧相ではない。もう１つの構造は、スピネル構造からSiを空いている４配位席へ移動させ、隣接する２つのZnも空席に移動させることで得られる（Fig. 1）。

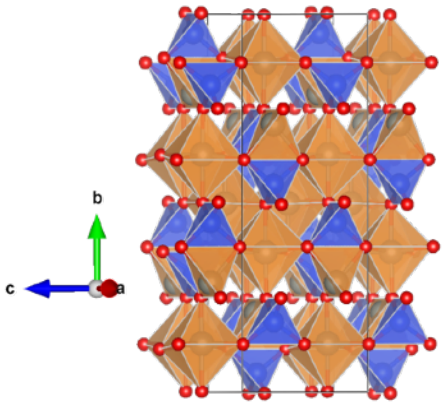


Figure 1. Structure of Cmcm Zn_2SiO_4 phase predicted by XtalOpt. Blue tetrahedra are SiO_4, and orange polyhedra are ZnO_4 and ZnO_6. Drawn by VESTA

現在合成されているZn_2SiO_4相で低圧相はZnの配位数が４であることが多く、６配位のみなのはV相だけである（オリビン、スピネル相は安定ではない）。III, IV相ではZnは4配位席のみを占め、Na_2CrO_4とAg_2CrO_4では4配位が1/2、今回のCmcm構造では1/4となり、V相を除くと最も４配位Znが少ない構造となる。Cmcm構造はNa_2CrO_4構造とも類似性を有するが、DFT計算からはNa_2CrO_4よりも安定であることが分かった。以前のDFT計算とも合わせて、III相の高圧相がAg_2CrO_4で、IV相高圧相が今回のCmcm構造であるとすると以前の矛盾は解消される。また、酸素パッキング的にIIIとAg_2CrO_4はHCPで、IVとCmcmはCCPであり、酸素パッキングはそのままで陽イオンの空席への移動でそれらの間での転移が生じていると予想される。今後、X線回折法による測定を実施する予定である。

Keywords: crystal structure prediction, Zn_2SiO_4
*Corresponding author: mkanzaki@okayama-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

溶液中のNaとKによるvateriteのcalcite化速度の逆転.

古川　登　（千葉大・理）

The reverse effect of vaterite calcitization by Na and K in aqueous solution.

FURUKAWA Noboru（Chiba Univ.）

炭酸カルシウムの多形の一つである vaterite の合成方法の一つに，$CaCl_2$ の溶液に炭酸塩の水溶液を混合する方法がある．炭酸塩には K_2CO_3 や Na_2CO_3 などが用いられる．

発表者は，炭酸カリウムの溶液を使用して vaterite を作成したが，炭酸ナトリウムを使用して作成した vaterite(松田 他，1968）よりも短時間で calcite 化が進み，溶液中の Na と K が vaterite の calcite 化に異なる効果を与える可能性が示唆された。

そこで, 発表者は vaterite の生成時及び calcite への変化時に K と Na それぞれの与える影響を実験的に観察した。

出発物質の vaterite は，攪拌した 30℃の 0.5M $CaCl_2$ 溶液に 30℃の 0.5M K_2CO_3 溶液もしくは 0.5M Na_2CO_3 溶液，およびこれらの炭酸塩溶液に 0.25M K_2SO_4 を加えた溶液を混合して作成した。0.5mL のマイクロチューブに，これらの vaterite と溶液を入れ，4℃の冷蔵庫に設置し 21 日後まで定期的に回収した。溶液は超純水，及び vaterite の生成に使用した溶液を用いた。生成物は XRD で測定し，vaterite から calcite への変化率は，Rao（1973）の方法を用いて求めた。

Na を含む溶液は，超純水での反応に比べ，calcite 化を抑制する効果を示した。また硫黄は vaterite 生成時，反応溶液に添加した場合のどちらも calcite 化を抑制する方向に作用した。特に，vaterite 生成時と反応溶液の両方に S を添加した場合に著しく calcite 化の速度が低下した。

これに対し，K を含む溶液は，Na とは逆に calcite 化を促進する効果を示した。また S は vaterite 生成時，反応溶液に添加した場合のどちらも，Na と同様に calcite 化を抑制する方向に作用した。

このことは，パミール高原やエルズミア島のような温泉水から析出した vaterite について，その温泉水の組成や vaterite の保存される期間の違いについての手がかりとなるかもしれない。

Keyword: vaterite, calcite, sodium，potassium，inhibit

furukawa@faculty.chiba-u.jp

水晶表面の被覆成長層の特徴と形成プロセス

大藤弘明（東北大・院理），渡辺梨乃（愛媛大・GRC）

Property and formation process of the overgrowth layer on quartz crystals

Hiroaki Ohfuji*(Sci., Tohoku Univ.), Rino Watanabe (GRC, Ehime Univ.)

We studied the characteristics and formation process of microcrystalline quartz covering the {100} planes of hydrothermal quartz crystals using natural samples with small and large degrees of the overgrowth. The result showed that the formation of microcrystalline quartz initiates with roughening of {100} surface as a result of rapid increase in supersaturation of the solution, followed by the elongated growth of quartz crystals toward [001] perpendicular to the {100} of the mother quartz crystal through geometric selection.

はじめに

石英（SiO_2）の自形結晶である水晶は古くから観察，研究され，「面角一定の法則（Steno, 1669）」に代表されるように，鉱物結晶学の基礎確立において普遍的かつ重要な対象とされてきた．今回我々は愛媛県の石鎚層群凝灰岩中に産する熱水性水晶の柱面を被覆する微結晶水晶の観察に端を発し，カクタスクォーツやスピリットクォーツなどと呼ばれる極端な被覆成長層を伴う水晶にまで観察対象を広げて記載研究を行った．水晶表面の被覆成長については，母結晶の成長方向と表面構造の関係性を論じた Laemmlein（1941）の他には研究例はなく，その起源と形成プロセスはよく分かっていない．そこで，我々はこの古くて新しいテーマを追求するために，近代的な分析手法を用いてミクローナノレベルでの観察を行った．

研究試料と手法

研究試料には，水晶の一部の柱面が二次成長した微結晶でわずかに被覆されたもの（愛媛県久万高原町産，岩手県陸前高田市玉山金山産）と柱面全体が多数の微～小結晶水晶で被覆されたもの（南アフリカ産）を用いた．試料をエポキシ樹脂に包埋後，柱面に平行に切断し，薄片・厚片を作成した．内部組織の観察には，デジタルマイクロスコープ，偏光顕微鏡，SEM-EDS，カソードルミネッセンス（CL）を用いた．また，母結晶と被覆成長層との境界部分から FIB を用いて薄膜を切り出し，TEM で観察した．

結果と考察

被覆成長の程度の低い久万高原町産の水晶は，ほとんどの場合，連続した 3 面の柱面（6 面中）において 1 mm 以下の微結晶水晶の被覆を伴い，柱面を指で触るとザラザラした感触を与える．その薄片を偏光顕微鏡で観察すると，母結晶の最外表に厚さ 200 μm ほどの波動消光を示す層が観察され，柱面を被覆する微結晶水晶はその波動消光層から成長していることが分かった．この部分から FIB を用いて薄膜を切り出し，TEM 観察を行ったところ，波動消光を示す層は母相の水晶と結晶方位を共有するものの，（100）柱面に対して平行に多数の積層欠陥を含み，全体として 10° 程度の格子ミスフィットを伴うことが分かった．

一方，多数の水晶が隙間なく柱面を覆う南アフリカ産のカクタスクォーツにおいても被覆層の根元部分，母結晶の最外表に厚さ 100-150 μm ほどの波動消光を示す層が観察され，被覆成長結晶はやはりこの層を基盤として成長していた．被覆成長水晶の結晶方位（c 軸）の配向性は，下部（母結晶側）では弱いが．上部（外側）にゆくにつれて強くなり（母結晶柱面に対して垂直に伸長成長），幾何学的選別が働いた結果と解釈される．

以上の観察結果より，水晶柱面における二次成長水晶の被覆は，1）溶液過飽和度の急激な上昇による成長界面のラフニング，2）微小核の形成と微結晶水晶の成長，3）幾何学的選別による平行連晶組織の形成（被覆層の肥大化）のプロセスを経て生じたと考えらえる．

Keywords: quartz, overgrowth layer, wavy extinction, misorientation

*Corresponding author: ohfuji@tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R4：地球表層・環境・生命

2022年9月19日(月) 9:00 ~ 15:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R4：地球表層・環境・生命

現地ポスターコアタイム
12:15〜14:15

9:00 ~ 15:30

[R4P-01] ゲル内での$CaCO_3$形成過程におけるpH変化の観察

*松本 信二[1]、川野 潤[1]、豊福 高志[2,3]、長井 裕季子[2,4]、永井 隆哉[1] (1. 北大院・理、2. JAMSTEC、3. 海洋大、4. 科博)

9:00 ~ 15:30

[R4P-02] 人工飼育サンゴ骨格のカルサイト–アラゴナイト境界の組織観察

*甕 聡子[1]、波利井 佐紀[2]、富岡 尚敬[3]、伊藤 元雄[3] (1. 山形大・理、2. 琉大・熱生研、3. JAMSTEC・高知コア研)

9:00 ~ 15:30

[R4P-03] Inorganic synthesis of dolomite at ordinary temperatures and pressures

「発表賞エントリー」

*Hasegawa Maho[1]、Kubota Yuki[1]、Konishi Hiromi[1] (1. Niigata Univ.)

9:00 ~ 15:30

[R4P-04] 鉄酸化物を触媒とするマンガン酸化反応によるマンガン酸化物生成

*井上 紗綾子[1] (1. 愛媛大・GRC)

ゲル内での $CaCO_3$形成過程における pH 変化の観察

松本信二（北大）*・川野 潤（北大）・豊福高志（JAMSTEC,海洋大）・
長井裕季子（JAMSTEC,科博）・永井隆哉（北大）

Observation of pH distribution during the formation of $CaCO_3$ in gel media

Shinji Matsumoto (Hokkaido Univ.)*, Jun Kawano (Hokkaido Univ.), Takashi Toyofuku (JAMSTEC, TUMSAT),
Yukiko Nagai (JAMSTEC, NMNS), Takaya Nagai (Hokkaido Univ.)

はじめに

炭酸カルシウム $CaCO_3$は生体硬組織を構成する主要な鉱物であり、その形成メカニズムを明らかにするために数多くの研究が行われてきた。近年、生体環境を模した $CaCO_3$ 合成の手法として、ゲルの両側から陽イオンと陰イオンをそれぞれ拡散させ、結晶を形成させるゲル内二重拡散法が注目を集めている。しかし、ゲル内でのイオンの挙動を直接的に知ることはできないため、そこで形成する多形や形態についての結晶形成メカニズムを pH やイオン濃度と比較して定量的に議論することは困難であった。私たちの研究グループはこれまで、蛍光プローブを用いて水溶液中で溶解する鉱物近傍の pH 分布の時間変化を二次元可視化する取り組みを行ってきた。この手法を適用すれば、ゲル内における結晶成長環境の可視化が可能となる。本研究では、ゲル内二重拡散法を用いて $CaCO_3$合成実験を行い、形成環境の pH 分布の時間変化を、蛍光プローブを用いて顕微鏡下で二次元可視化することで、形成メカニズムを検討することを試みた。

実験手法

pH の可視化は、pH によって異なる強度の蛍光を示す試薬 HPTS(8-hydroxyprene-1,3,6-trisulfonic acid)を用いて行った。この試薬を含む pH 既知の溶液に、異なる 2 種類の波長の励起光を照射して得られた蛍光強度の比をとって規格化し、校正曲線を作成した。HPTS を含んだ 2 cm 幅の短冊状の寒天ゲル（1wt%）の両側から、0.3 M の $CaCl_2$・$2H_2O$ 及び $NaHCO_3$溶液をそれぞれ拡散させ、10 分間隔で蛍光像を撮影して校正曲線に従って定量化することにより、$CaCO_3$形成時の pH 分布の時間変化を示す連続画像を得た。観察には、様々な位置で形成する結晶を捉えるために自動ステージを搭載した蛍光顕微鏡を用いたほか、共焦点レーザー顕微鏡により形成する結晶近傍の詳細な観察を行った。

結果と考察

ゲル中に $CaCl_2$・$2H_2O$ 及び $NaHCO_3$溶液を拡散させると、$NaHCO_3$側から pH が上昇していくのが観察された。約 3 時間後にゲルの中央からやや $NaHCO_3$寄りの場所で結晶化が始まるとともに、pH は低下することが確認された。その後、結晶の形成は、最初に結晶化した場所の両側でも進み、最初に結晶化した場所では菱面体、$CaCl_2$・$2H_2O$ 側では菱面体の集合体、$NaHCO_3$側では球形の結晶がそれぞれ卓越していた。結晶化時の pH や pH 勾配は場所ごとに異なっており、これらの形態の違いに影響を及ぼしている可能性が示唆される。また、いくつかの形態の異なる結晶において、成長時の結晶近傍の pH が、周囲の平均的な pH より 0.1~0.2 程度低くなる現象が確認された。より高精度な定量を行うことにより、このような局所的な pH 変化を多形や形態の違いと結び付けて考察することが可能になると期待できる。

Keywords: calcium carbonate, visualization, pH, counter diffusion system

*Corresponding author: matsumoto.shinji.q2@elms.hokudai.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

人工飼育サンゴ骨格のカルサイト–アラゴナイト境界の組織観察

甕聡子（山形大・理），波利井佐紀（琉大・熱生研），
富岡尚敬，伊藤元雄（JAMSTEC・高知コア研）

Texture observation on the calcite-aragonite interface in the skeletons of culturing scleractinian coral

Satoko Motai *(Yamagata Univ.), Saki Harii (Univ. of Ryukyus),
Naotaka Tomioka, Motoo Ito (KOCHI, JAMSTEC)

造礁サンゴは主に熱帯・亜熱帯の浅海で体内の褐虫藻と共生する動物であり，炭酸カルシウム（$CaCO_3$）で構成される外骨格を持つ．これまで造礁サンゴ骨格はアラゴナイトの多結晶集合体であると考えられてきた．しかし近年になって，低温海域の南極海に生息し褐虫藻を持たない種や，海水の元素組成比が現在と異なる白亜紀に，カルサイトを骨格構成鉱物とするサンゴがいることが報告されている（Stolarski et al., 2007; Stolarski et al., 2021）．本研究では，サンゴの石灰化における多形選択の過程について検証するため，カルサイトの析出しやすい環境下でサンゴを飼育し，サンゴ骨格の微細組織観察を行った．

カルサイトを形成させるため，共生藻から隔離した造礁サンゴ幼生（*Acropora* sp.）をStanley and Hardie (1998)によりカルサイトが析出しやすいとされたMg/Caモル比2.0以下の海水中で保持した．その後，ペプチド試薬（Hym-248）を添加し稚ポリプへと変態させ石灰化を開始させ，1~2週間飼育した．生体部は次亜塩素酸ナトリウムで除去した．得られた骨格は光学顕微鏡下で，6回対称の隔壁で形成されるコラライトと底盤を持つ典型的な造礁サンゴ骨格構造を有することを確認した．骨格を樹脂包埋し，骨格の垂直な成長方向に平行な断面を研磨した．高知コア研究所に設置されている分析走査型電子顕微鏡（SEM-EDS）で骨格中のCa，Mg分布の不均一を観察した後，ラマン顕微鏡(RAMANtouch, Nanophoton, Osaka）による分析でMgに乏しい領域にアラゴナイト，Mgに富む領域にカルサイトの分布が対応付けられた．集束イオンビームでアラゴナイト–カルサイト両領域を含む薄膜を作成し，透過型電子顕微鏡（TEM）で観察した．

TEM観察は骨格が粒状で粒径は200 nmを超えない結晶から構成されることを示した．粒界には10 nm程度の空隙がみられる．制限視野回折像による鉱物相同定からは，SEM-EDSおよびラマン分析からカルサイトが主要構成物と推測された領域にもアラゴナイトが混在することが示された．一方，アラゴナイトが主要構成物と推測された領域でカルサイトの検出されていない．SEM-EDSおよびラマン分析によるカルサイトの分布はサンゴ骨格の下部に集中するため，カルサイトの析出は石灰化初期である．よってサンゴ骨格形成場において，石灰化の最初期にはカルサイトとアラゴナイトが同時期に析出するような環境が続き，その後アラゴナイトのみを析出するような環境に変化すると考えられる．

炭酸カルシウムの多形選択に関わる要因は，有機物テンプレート，Mg/Caモル比が提唱されている（Kitano 1962; Cuif et al., 2003）．多形を制御する有機物が本研究で観察された結晶粒界の空隙に普遍的に存在していた場合，アラゴナイトとカルサイトが混在する領域を説明できない．そのため有機物テンプレートは局所的に存在することが考えられる．一方，Mg/Caモル比が要因の場合，アラゴナイトとカルサイトの混在は骨格形成場が均一なMg/Caモル比だと説明できず，Mg/Caモル比が不均一な形成場であると考えられる．

Stolarski et al., 2007, Science, 318, 92–94.
Stolarski et al., 2021, Proc. Natl. Acad. Sci., 118, e2013316117.
Stanley and Hardie, 1998, Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 144, 3–19.
Cuif et al., 2003, Geochim. Cosmochim. Acta., 67, 75–83.
Kitano, 1962, Bull. Chem. Soc. Jpn., 35, 1973–1980.

Keywords: reef-building coral, biomineralization
*Corresponding author: motai@sci.kj.yamagata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

常温常圧環境下におけるドロマイトの無機的合成

Inorganic synthesis of dolomite at ordinary temperatures and pressures

長谷川舞帆 (新潟大・院自然)，久保田祐己，小西博巳* (新潟大・理)
Maho Hasegawa, Yuki Kubota, and Hiromi Konishi* (Niigata University)

炭酸塩鉱物の一種であるドロマイト［$CaMg(CO_3)_2$］は，地質時代の堆積岩には多く産出するが，現在の地球表層環境下では，形成場所はごく限られた場所に限定される．また，地球表層の条件では，ドロマイトの無機的合成は難しい．このパラドックスは「ドロマイト問題」と呼ばれている．

Oomori らの実験（1982）では，海水を 1/7～1/10 の体積まで濃縮（蒸発），Na2CO3 を加え 15～55 m M の濃度にした溶液から，常温で protodolomite が生成したが，溶液の pH 条件との関係は不明である．

本研究では，どの程度海水組成に近い条件で常温環境下でドロマイトの無機的合成が可能かを検証する．ドロマイト形成を左右する要因としては，溶液の Ca^{2+}，Mg^{2+}，HCO_3^-イオン濃度と pH が考えらる．そこで，溶液のイオン濃度および pH を調整して無機合成実験を行い，沈殿物を XRD でキャラクタリゼーションした．本研究では，塩湖やメタン湧水帯などの海水を想定し，イオン濃度を設定した．

実験手法について，$CaCl_2$・$2H_2O$，$MgCl_2$・$6H_2O$，$NaHCO_3$ 溶液を混合し，NaOH 溶液で pH を上昇させ沈殿物を得た．その後，結晶化の促進のため 24 時間放置した．沈殿物を蒸留水で洗浄して乾燥させたのち，XRD による分析を行った．

溶液組成は，Ca：Mg 濃度が 10：50，15：75，20:100 (mM)の 3 種，その各々に HCO_3^-濃度 30，50，100 (mM)を設定した．pH は 7，8，9，10，11 とした．なお，より詳細な沈殿条件を調べるため，pH=8.2，8.5，8.8 の条件を追加し，同様の手法で沈殿物を分析した．

XRD による分析の結果，結晶相はドロマイト，High Mg Calcite (HMC)，アラゴナイト，モノハイドロカルサイト，ネスケホナイトである．粉末 X 線回折によりドロマイトのオーダリングを示す反射が検出されなかったことから，本研究で得たドロマイトは Disordered dolomite である．

ドロマイトの沈殿は，pH8.2～9 かつ HCO_3^-が 50～100(mM)の条件で頻繁に生じた．pH9 以上の場合，比較的高濃度である Ca:Mg=20:100 (mM)の条件ではドロマイト沈殿は確認できず，モノハイドロカルサイトの沈殿が顕著となった．一方，pH7 では沈殿物のほとんどはアラゴナイトであり，稀に HMC が沈殿した．

(1)海水と同程度～1.5 倍程度の Ca^{2+}，Mg^{2+}濃度，(2)50mM 以上の HCO_3^-濃度，(3)pH8.2～9 の条件が揃うと常温環境下においても Disordered dolomite 形成される．ドロマイト沈殿が報告されている塩湖には，この条件を満たすものがあることから，バクテリア媒介によるドロマイトの沈殿に加え，無機的沈殿が重複している可能性がある．

Keywords: Dolomite, Disordered dolomite, Microbe-mediated mineralization

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

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

鉄酸化物を触媒とするマンガン酸化反応によるマンガン酸化物生成

井上　紗綾子（愛媛大 GRC）

Formation of Mn oxide nanoparticles catalyzed by nano Fe oxide

Sayako Inoué (GRC Ehime Univ.)

マンガン水酸化物・オキシ水酸化物・マンガン酸化物（Mn 酸化物）は地球表層環境での元素の循環に重要な役割を果たすことが知られている。水の存在する環境中では溶存 Mn^{2+}イオンが安定である。さらに三価または四価の Mn は Mn 酸化物として存在する。Mn^{2+}イオンの酸化速度は均一系では極めて遅く、効率良い酸化反応には触媒の存在が必要である。地球表層環境でみられる触媒の代表例として鉄酸化物（Fe 酸化物）ナノ粒子が挙げられる。Fe 酸化物ナノ粒子への Mn^{2+}イオンの吸着に伴う酸化反応は酸性鉱排水などの表層環境で報告されており、水の存在する環境を模した条件での Mn 酸化還元反応実験も行われている。Mn 酸化還元反応を理解するためには、溶液反応を解析するとともに、Mn 酸化還元反応の生成物として得られる Mn 酸化物の結晶構造や形態を理解することが重要である。本研究では、地球上で一般的に存在する Fe 酸化物である赤鉄鉱と針鉄鉱が存在する溶液中での Mn^{2+}酸化実験の生成物の解析を行い、Fe 酸化物の触媒としての性質と生成物 Mn 酸化物の関係を明確にする。

本研究で触媒として平均粒径 7 nm と 38 nm の合成赤鉄鉱 (7H, 38H)と合成針鉄鉱(G)を使用した。赤鉄鉱は Madden and Hochella (2005)、針鉄鉱は Zhang et al. (2011)の方法を用いて合成した。反応容器中で 20 mg の Fe 酸化物と pH 7.5、濃度 1 mM の Mn2+水溶液 50mL を 2 週間反応させ、反応開始 2 日後、1 週間後、2 週間後に生成物を回収した。生成物の形態、結晶構造、化学組成を透過電子顕微鏡（TEM）と走査電子顕微鏡（SEM）で解析した。さらに、Fe 酸化物の代わりに粒径 3.5 μm のクリストバル石を用いた実験も行った。

赤鉄鉱が存在する溶液中では粒径に関わらずワイヤ状のマンガナイト（γ-MnOOH）が生成された。TEM と SEM で測定した 2 週間反応後のマンガナイトナノワイヤの平均粒径は直径 21 nm, 長さ 906 nm (7H), 直径 47 nm, 長さ 2192 nm (38H)となり、7H に比べて 38H の方が直径、長さ共に大きなマンガナイトナノワイヤが見られた。7H と 38H の生成物の結晶構造には大きな違いは見られなかった。一方で、針鉄鉱とクリストバル石が存在する溶液中では粒子表面への Mn の吸着は認められたが、2 週間の間には Mn 酸化物の生成は確認出来なかった。

Chernyshova et al. (2011)では、赤鉄鉱の Mn 酸化反応を促進する作用は粒径が小さくなるにつれて弱くなることを報告している。これは赤鉄鉱の粒径が小さくなり結晶性が低下することで、電気化学的な性質が変化し、赤鉄鉱表面に吸着した酸素と Mn^{2+}の電子授受が効率よく行われなくなるためと考えられている。本研究で見られた生成物の粒径差は Chernyshova et al. (2011)で見られた傾向と調和的であり、生成物マンガナイトナノワイヤの成長速度は赤鉄鉱の触媒としての性質と関係していることが示唆される。針鉄鉱については、赤鉄鉱と同様のバンド構造を持つと考えられているが、マンガナイトナノワイヤの生成が確認されなかったことから、Fe 酸化物の形態や結晶構造が Mn 酸化反応の生成物の種類と形態に影響を与えると考えられる。

Keywords: Hematite, Manganite, Nanoparticle-catalyzed redox reaction
***Corresponding author: inoue.sayako.nr@ehime-u.ac.jp**

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R8：変成岩とテクトニクス

2022年9月19日(月) 9:00 ~ 15:30 | B256 総合教育研究棟 B棟2F

R8：変成岩とテクトニクス

現地ポスターコアタイム
12:15〜14:15

9:00 ~ 15:30

[R8P-01] **四国中央部三波川帯権現山に産する石英エクロジャイト中の ザクロ石におけるルチル離溶ラメラ**

「発表賞エントリー」

*竹林 知大[1,2]、纐纈 佑衣[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大・院環境、2. ふじのくに地球環境史ミュージアム)

9:00 ~ 15:30

[R8P-02] **流体相共存下でのザクロ石を形成する部分融解ー肥後変成帯泥質ミグマタイトの例**

「発表賞エントリー」

*善本 夏実[1]、河上 哲生[1]、北城 諭 (1. 京都大・院理)

9:00 ~ 15:30

[R8P-03] 東南極セール・ロンダーネ山地で見られる超高温変成作用とメルト包有物

*東野 文子[1]、河上 哲生[1] (1. 京大・院理)

9:00 ~ 15:30

[R8P-04] 東南極ナピア岩体リーセル・ラルセン山の高度
変成岩類の硫黄同位体を用いた硫黄の追跡

*三堀 徳也[1]、サティッシュクマール マドスーダン[2]、外田 智千[3] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理、3. 極地研)

9:00 ~ 15:30

[R8P-05] **インド南部ダールワール岩体チトラドゥルガ片岩帯の泥質岩・砂質岩からみた変成作用**

*外田 智千[1,5]、M. Satish-Kumar[2]、豊島 剛志[2]、片岡 香子[2]、上野 雄一郎[3]、三島 郁[3]、Nasheeth Abdulla[4]、奥平 敬元[4]、猪川 千晶[5] (1. 極地研、2. 新潟大、3. 東工大、4. 大阪公立大、5. 総研大)

9:00 ~ 15:30

[R8P-06] **Kinematics of the Mahanadi Shear Zone (MSZ) – part of a Y-shaped Freeway junction developed in the northern Eastern Ghats Belt, India**

Shuvankar Karmakar[2], Gautam Ghosh[2], *Dyuti Prakash Sarkar[1], Sankar Bose[2] (1. Hiroshima Univ., 2. Presidency Univ.)

9:00 ~ 15:30

[R8P-07] Structural architecture of an Archean collision zone; Insights from the Gadag-Mandya Shear Zone (GMSZ) and associated schist belts, Dharwar Craton, southern India

*Sreehari Lakshmanan[1], Tsuyoshi Toyoshima[2], Yoshihiro Nakamura[3], Satish-Kumar Madhusoodhan[2], Sajeev Krishnan[4] (1. Shimane U, 2. Niigata U, 3. AIST, 4. IISc)

9:00 ~ 15:30

[R8P-08] スリランカハイランド複合岩体に産する変成炭酸塩岩中黄鉄鉱の硫黄同位体に関する研究

*吉岡 葵[1]、Madhusoodhan Satish-Kumar[2]、後藤 孝介[3]、下田 玄[3]、 Sanjeewa P. K. Malaviarachchi [4] (1. 新潟大・院自然、2. 新潟大・理、3. 産総研、4. ペラデニア大, スリランカ)

9:00 ~ 15:30

[R8P-09] タンザニア古原生代ウサガラン帯の変成履歴を読み解く:含コランダム高圧角閃岩の岩石学

*樋口 莉央[1]、辻森 樹[2]、ボニフェイス ネルソン[3] (1. 東北大・理・地学、2. 東北大・東北アジア、3. ダルエスサラーム大学)

9:00 ~ 15:30

[R8P-10] 横河川変成岩類の砕屑性ジルコンU-Pb年代と変成温度構造

*森 宏[1]、水村 裕紀[2]、常盤 哲也[1]、吉川 晃平[1]、野部 勇貴[3]、纐纈 佑衣[4] (1. 信州大、2. 協和設計、3. 電源開発、4. 名古屋大)

9:00 ~ 15:30

[R8P-11] 関東山地三波川変成帯における泥質片岩中の曹長石斑状変晶の脆性破壊

*乾 睦子[1]、小島 秀斗[1]、長妻 佳哉[1] (1. 国士舘大・理工)

四国中央部三波川帯権現山に産する石英エクロジャイト中のザクロ石におけるルチル離溶ラメラ

竹林知大*（名古屋大・院環境/ふじのくに地球環境史ミュージアム），
纐纈佑衣（名古屋大・院環境），道林克禎（名古屋大・院環境）

Rutile exsolution lamella of garnet in quartz eclogite from the Sanbagawa Belt Gongen Mountain, central Shikoku, Japan

Tomohiro Takebayashi (Nagoya Univ., Env./ Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka),
Yui Kouketsu (Nagoya Univ., Env.), Katsuyoshi Michibayashi (Nagoya Univ., Env.)

ザクロ石中の Ti±Fe 鉱物の離溶ラメラは、減圧時にザクロ石中の Ti 相が 1 相から 2 相共存への安定化によって起きる。Ti 溶解度に及ぼす温度圧力条件は、実験的研究がなされおり、とくにルチルやイルメナイトなどの Ti-針状ラメラは高い圧力に顕著に依存することが報告されている(Zhang et al., 2003)。一方、天然のザクロ石中のルチル離溶ラメラは、超高圧条件下またはマントル起源の報告例が多く、例えば、中国 Sulu のエクロジャイト(e.g. Zhang et al., 1994)、アメリカユタ州 Garnet Ridge ザクロ石 (e.g. Sato and Ogasawara, 2013, Sakamaki et al, 2016)等が挙げられる。

本研究対象の石英エクロジャイトは、四国三波川帯権現山のかんらん岩岩体と五良津岩体の境界に分布し、変成ピーク時の温度圧力条件が 1.7–2.4 GPa, 675–750℃の温度圧力条件が見積もられ、三波川変成帯の最深部に相当すると解釈されている(e.g. Miyamoto et al., 2007)。また、この岩石のザクロ石の化学組成は一つの岩石中に 4 種類の化学組成をもつザクロ石が見つかり、それらが沈み込み、上昇、加水の変成履歴を反映していると考察されている(Enami et al., 2018)。

本研究では、三波川帯権現山に産する石英エクロジャイトの転石を、山頂、山道、及び床鍋沢で採取し、石英エクロジャイトにおけるザクロ石中から規則的に配列する針状の包有鉱物を発見した。ラマン分析の結果及び規則的な配列からルチルの離溶ラメラと確認された。Ti 鉱物を包有するザクロ石の大きさは、長径約 2.0–4.4 mm の半自形から伸長した形状を成す。包有される Ti 鉱物の形状は、針状、短冊状(ロッド状)、球状の三種類である。特に、針状の鉱物は同じ方向に規則的に並ぶ離溶ラメラ組織を示す。ザクロ石中のルチル離溶ラメラは、山道と床鍋沢の石英エクロジャイト転石に確認された。

ザクロ石中の Ti-包有鉱物の分布は、(1)コア部(山道試料)、(2)リム部(山道試料)、そして(3)全体(沢試料)である。ザクロ石の化学組成は、Sps 成分が乏しく、Prp 成分に富む (i.e. タイプ 1 型：Enami et al., 2018)。(1)及び(3)のザクロ石は組成累体構造を示さず、(2)のザクロ石は、不均質な組成累体構造を示す。

これまでザクロ石中のルチル離溶ラメラは、合成実験においても超高圧(超高温)での議論がなされ、天然の産出例として超高圧(超高温)以上のザクロ石からの報告例に限られた。一方、三波川帯における石英エクロジャイトは超高圧条件下に達していないにも拘わらず、ルチル離溶ラメラが確認された。この意味は、三波川帯石英エクロジャイトのザクロ石からルチル離溶ラメラが高圧変成領域にて形成できる証拠を示唆し、変成圧力を制約する上でルチル離溶ラメラが新たな指標となる可能性を示している。本研究発表では、Ti 離溶ラメラと包有鉱物の分類、産状、それらの包有物を含むザクロ石の組成について記載報告をする。

Keywords: Sanbagawa, Quartz Eclogite, Garnet, Lamella, Rutile
*Corresponding author: taketomo.geology@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

流体相共存下でのザクロ石を形成する部分融解 —肥後変成帯泥質ミグマタイトの例

善本夏実*（京大・院理）、河上哲生（京大・院理）、北城諭

Garnet-forming partial melting in the presence of a fluid phase: an example from a pelitic migmatite in the Higo metamorphic terrane

Natsumi Yoshimoto* (Kyoto Univ.), Tetsuo Kawakami (Kyoto Univ.), Satoshi Hojo

地殻深部岩石中の流体相は、粒間にわずかに存在するのみであるため [1]、中部～下部地殻で起きる部分融解の大半は、流体相が関与しない脱水融解反応であると考えられてきた [2]。ペリテクティックな鉱物中にメルト包有物が取り込まれてできるナノ花崗岩包有物は、岩石が部分融解した直接的な証拠である [3]。近年、メルト包有物と C-O-H 流体包有物がザクロ石の同じ領域に包有される組織が報告された [4]。この組織は、C-O-H 流体の存在下でザクロ石を形成する部分融解反応が起きたことを示す。

このような現象の本邦での例として、領家変成帯青山高原地域では、C-O-H 流体の存在下での部分融解が、ミグマタイト帯で広く起きていたことがわかっている [5]。そこで本研究では、流体相存在下での部分融解反応が他の高温低圧型の変成帯でも普遍的か否かを調べる目的で、肥後変成帯に産する砂泥質ミグマタイトの記載岩石学的研究を行った。

肥後変成岩類は中～高変成度の片麻岩で構成され、角閃岩相高温部～グラニュライト相の変成作用を受けている [e.g., 6]。本研究では、肥後変成岩類の D 帯に産する砂泥質メタテキサイト [7]の詳細な観察を行った。D 帯の温度圧力条件は、720-840°C、4.5-6.5 kbar である [6]。

本研究試料の主要鉱物組合せは Sil、Grt、Crd、Bt、Kfs、Pl、Qtz である。Grt は直径およそ 3 mm で、高い Ca 濃度と低い P 濃度をもつコア、中間的な Ca 濃度と低い P 濃度を持つマントル、低い Ca 濃度とやや高い P 濃度を持つリムに分けられる。コアは Sps、Grs 成分に富む（$Alm_{0.31-0.75}Prp_{0.01-0.13}Grs_{0.16-0.28}Sps_{0.14-0.41}$）。コアからリムにかけて、Alm、Prp 成分は連続的に増加し、Grs、Sps 成分は連続的に減少する。

コアには Pl（>An90）、Qtz、Ilm、マントルには Qtz、Pl、Bt、Ilm、Apa、ナノ花崗岩包有物、炭酸塩鉱物に富む多相包有物、リムには Qtz、Zrn、Apa が包有される。ナノ花崗岩包有物は長径 85 μm におよび、主に Qtz、Pl、Kfs、Bt で構成される。これとともにザクロ石中に包有される多相包有物は直径 10 μm 以下であり、主として炭酸塩鉱物と含水鉱物からなり、まれに CO_2 や石墨も含まれる。こうした多相包有物は、もともと C-O-H 流体としてザクロ石に取り込まれたものが、後退変成期にホストのザクロ石と反応することで二次的に形成されたと考えられている [4]。以上から、肥後変成帯 D 帯においてもザクロ石を形成する岩石の部分融解時に C-O-H 流体が存在したことが分かった。今後、具体的な部分融解反応とその温度圧力条件の決定が必要である。

引用文献: [1] Saywer et al., 2011. Elements. 7, 229-234. [2] Brown, 2013. Geol. Soc. America Bull. 125, 1079-1113. [3] Cesare et al., 2009. Geology.37, 627-630. [4] Carvalho et al., 2019. JMG, 37, 951-975. [5] Yoshimoto & Kawakami, 2022. JpGU. Abstr. SMP27-01. [6] Obata et al., 1994. Lithos, 32, 135-147. [7] 北城, 1999. 熊本大学修士論文

keywords: fluid, nanogranites, partial melting

*Corresponding author: yoshimoto.natsumi.87z@st.kyoto-u.ac.jp

東南極セール・ロンダーネ山地で見られる超高温変成作用とメルト包有物

東野文子*、河上哲生（京都大学）

Ultrahigh-temperature metamorphism and melt inclusions from the Sør Rondane Mountains, East Antarctica

Fumiko Higashino*, Tetsuo Kawakami (Kyoto University)

超高温変成作用とは、地殻岩石が 0.5-1.8 GPa の圧力で ＞ 900℃に達する極めて高温な変成作用である [1]。超高温変成作用は、鉱物組み合わせに加え、ternary feldspar 温度計など超高温条件に適用可能な温度計によって確認される [e.g., 2, 3]。超高温変成作用時に生じた部分溶融メルトは、岩石中にメルト包有物として保存されうる。超高温メルトのみならず、部分溶融メルトの組成はメルト包有物を用いて復元されるが、メルト包有物の結晶化の有無や粒径が復元組成に与える影響は考慮されていない [4, 5]。

東南極セール・ロンダーネ山地は、ゴンドワナ超大陸を形成する大陸衝突イベントの理解において重要な位置づけにある [e.g., 6]。同山地形成のテクトニックモデルは未だ議論の最中であるが、同山地の大部分は、約 5-6 億年前にグラニュライト相相当の変成作用を被ったとされる [7]。同山地では、転石から超高温変成作用が報告されており [8, 9]、東部バルヒェン山において ＞900 ºC, ＞1.2 GPa から減温減圧する温度圧力履歴が提案されている [10]。しかし、これまで露頭から超高温変成作用を示す試料は見出されていない。そこで、本研究では、同山地東部バルヒェン山において、露頭から採取した超高温変成作用を記録する試料について報告する。

本研究試料は、バルヒェン山南部に産する珪線石―ザクロ石―黒雲母片麻岩である。主要構成鉱物は、ザクロ石、黒雲母、珪線石、斜長石、カリ長石、メソパーサイト、石英である。ザクロ石は、コアからリムにかけて Fe、Mn 濃度が増加する一方、Mg、Ca 濃度は減少する。主要元素および微量元素いずれにおいても、明瞭なコア/リム境界は確認できない。メソパーサイトは、マトリクスおよびザクロ石の中心部に包有物として産する。バルヒェン山北部では 850 ℃、1.1 GPa のピーク変成条件が報告されている [11]。そこで、0.8-1.0 GPa の圧力を仮定し、本試料のメソパーサイトに ternary feldspar 温度計 [3, 12] を適用したところ、圧力依存性を考慮しても、産状の違いに依らず >900 ℃を得た。すなわち、セール・ロンダーネ山地で、露頭で採取した試料から初めて超高温変成作用の記録が明らかとなった。

ザクロ石に包有されるメソパーサイトの近傍には、粒径 50-300 μm のナノ花崗岩包有物が包有され、その鉱物組み合わせは、黒雲母 + 石英 ± 斜長石、黒雲母 + 珪線石 + 紅柱石 + 斜長石 + 石英である。メソパーサイトとナノ花崗岩包有物の間に、包有時期の差異を示す鉱物組織は見られない。したがって、ナノ花崗岩包有物は超高温変成作用時に存在したメルトの可能性がある。本研究で得られたナノ花崗岩包有物の復元バルク組成は、花崗岩質で、石英初相領域にある。また、文献値によると、ザクロ石に包有される超高温のメルト包有物組成は、ガラス包有物よりもナノ花崗岩包有物の方が Mg に富む [4, 5]。本研究のナノ花崗岩包有物は、これらの先行研究のメルト包有物組成よりも優位に Mg に富む。これは、メルトがザクロ石に包有された後に組成改変しており、結晶化の有無や高温継続時間の違いによって組成改変の程度が異なる可能性を示す。したがって、メルト包有物を用いて部分溶融メルトの組成を議論する際には、各々の元素に応じてホスト鉱物との反応関係を考慮する必要がある。

引用文献: [1] Harley (2021) Encyclopedia of Geology [2] Harley (2008) JMG [3] Fuhrman & Lindsley (1988) Am. Min. [4] Gianola et al. (2021) JMG [5] Ferrero et al. (2012) JMG [6] Satish-Kumar et al. (2013) Precam. Res. [7] Osanai et al. (2013) Precam. Res. [8] Nakano et al. (2011) Polar Sci. [9] Baba et al. (2019) Min. Pet. [10] Grantham et al. (2013) Precam. Res. [11] Higashino et al. (2013) Precam. Res. [12] Benisek et al. (2004) Am. Min

Keywords: UHT metamorphism, nanogranitoid, mesoperthite
*Corresponding author: higashino.fumiko.2m@kyoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

東南極ナピア岩体リーセル・ラルセン山の高度変成岩類の硫黄同位体を用いた硫黄の追跡

三堀徳也（新潟大・院自然), Satish-Kumar, M*.（新潟大・理), 外田智千(極地研)

Investigating sulfur pathways using sulfur isotopes in high-grade metamorphic rocks at Mt. Riiser-Larsen, Napier Complex, East Antarctica.

T. Mitsubori, M. Satish-Kumar* (Niigata Univ.), T. Hokada (NIPR)

東南極ナピア岩体リーセル･ラルセン山地域には，約 25 億年前[1]に超高温変成作用(>900℃)を被った変成岩が広く露出しており, 超高温変成作用や年代研究が盛んに行われてきた. 本地域の変成条件として 0.6-0.9 GPa, 1000-1100 ℃のピークとそれに引き続く等圧冷却の温度圧力経路が見積もられている[2]．本地域は直方輝石やザクロ石を含むフェルシック片麻岩が主に広がり, 一部にはザクロ石珪線石片麻岩などの堆積岩起源だと考えられている準片麻岩もレイヤー状で確認できる.

本研究では, こうした超高温変成岩類中に産する硫化鉱物に着目して解析を行った.

これらフェルシック片麻岩とザクロ石珪線石片麻岩に含まれている硫化鉱物は, 黄鉄鉱（Py), 磁硫鉄鉱（Po)，黄銅鉱（Cp)の組み合わせタイプ，さらにペントランダイト（Pn)を含むものと, ２種類(Py+Po+Cp, Py+Po+Cp+Pn)に区分できる．硫化鉱物の産状は，ザクロ石やイルメナイトに包有されるもの, 鉱物粒間に分布するもの, 基質や粒間に確認され, いずれも他形ないし不定形である．本研究ではこれら硫化鉱物を確認した上でサンプル粉末試料から硫黄を抽出し, 全岩硫黄同位体比を分析した.

その結果，ザクロ石珪線石片麻岩の $\delta^{34}S$ 値が -3.0 ‰から+2.0 ‰，直方輝石片麻岩の $\delta^{34}S$ 値は 0 ‰から+4.0 ‰の値を示した．どちらも大きな差異はなく，$\delta^{34}S$ 値がマントルや火成岩の報告されている値と整合的な結果となった[3]．しかしこれらの値は初生的な硫黄同位体比ではないと考えられる．Py が比較的多く確認できることや, 硫化鉱物の産状からこれらの硫化鉱物は二次的な形成と解釈される.本地域一帯に見られる約 20 億年前に貫入したとされるマフィック貫入岩に含まれる硫化鉱物種の観察と硫黄同位体比を分析したところ，$\delta^{34}S$ 値は 0 ‰，Py+Po+Cp+Pn タイプであり，硫化鉱物の産状もザクロ石珪線石片麻岩に類似した．すなわち本地域高度変成岩類の硫黄同位体比はマフィック貫入岩の硫黄同位体比の影響を被った可能性が示唆される.

引用文献

1: Harley and Black (1997) *Antarctic Science.* 9, 74-91.
2: Hokada et al. (2008) *Geol. Soc. Lon. Spec. Publ.* 308, 255-284.
3: Sakai and Matsuhisa (1996) *University of Tokyo Press.* 223-314.

Keywords: Sulfide minerals, Sulfur isotope, UHT metamorphic rocks, Napier Complex.

Tokuya Mitsubori e-mail: f21e074k@mail.cc.niigata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

インド南部ダールワール岩体チトラドゥルガ片岩帯の泥質岩・砂質岩からみた変成作用

外田智千(極地研/総研大)*・M. Satish-Kumar・豊島剛志・片岡香子(新潟大学)・
上野雄一郎・三島郁(東工大)・Abdulla Nasheeth・奥平敬元(大阪公立大)・猪川千晶(総研大)

Metamorphism of pelitic and psammitic rocks in Chitradurga Schist Belt, the Dharwar Craton, southern India

Hokada, T. (NIPR/SOKENDAI)*, Satish-Kumar, M., Toyoshima, T., Kataoka, K. (Niigata Univ.), Ueno, Y., Mishima, K. (Tokyo Inst. Tech.), Nasheeth, A., Okudaira, T. (Osaka Metropolitan Univ.), Ikawa, C. (SOKENDAI)

The Dharwar Craton in southern India is a typical Archaean granite-greenstone belt, which underwent regional metamorphism at about 2.5 Ga. We have investigated metamorphic mineral assemblages of pelitic and psammitic rocks within the greenstone belt of the Chitradurga Schist Belt (CSB), one of well-studied area located in the middle of the Dharwar Craton. The pelitic and psammitic rocks are characterized by biotite-muscovite assemblage with minor muscovite/muscovite-chlorite assemblages. Within the schist belt, the progressive change of the metamorphic grade is not clear, but muscovite-chlorite assemblage is observed sporadically in central to eastern part (relatively lower structural layer). These observations are not always consistent with the previously summarized south-north metamorphic variation (Raase et al., 1986) estimated from mafic rocks. Recently, Kiran et al. (2022) estimated the metamorphic temperature conditions based on the Raman spectroscopy on carbonaceous material thermometry and carbon isotope thermometry for carbonate rocks from the CSB. Incorporating these recent data, we discuss the petrography and progressive metamorphism of this part of Dharwar Craton and implications for the regional metamorphism of the Archaean greenstone belt.

インド南部ダールワール岩体は太古代の典型的な“花崗岩-緑色岩帯(granite-greenstone belt)”として知られ、約 25 億年前に広域変成作用を受けたとされる。ダールワール岩体の中部に位置するチトラドゥルガ片岩帯(Chitradurga Schist Belt、以下 CSB とする)は太古代の緑色岩帯として様々な研究がなされているが、変成作用の解析は極めて限られる。Hokada et al. (2021)では、当該地域の泥質岩・砂質岩の鉱物共生と鉱物化学組成を報告し、広域的な変成条件の検討をおこなった。黒雲母＋白雲母の鉱物共生が卓越し、白雲母のみ、あるいは白雲母＋緑泥石の鉱物共生が認められる。変成度の累進的な変化は明瞭ではないが、比較低変成度を示す白雲母＋緑泥石の共生は中央部から東部の比較的構造的上位に産する。これらは、苦鉄質の解析に基づく Raase et al. (1986)によるダールワール岩体のより広域的な北から南に向かう変成度の上昇とは必ずしも調和的ではない。最近、Kiran et al. (2022)が同じ CSB の炭酸塩岩に着目して、炭質物ラマン温度計から 460-592℃、炭素同位体温度計から 450-560℃の変成温度と広域的な変成温度条件の変化を明らかにした。こうした炭酸塩岩の広域的な変成条件とあわせて、ダールワール岩体の太古代末期の変成作用について考察をおこなった。Kiran et al. (2022)では、炭質物ラマン温度計と炭素同位体温度計との得られた温度条件の一部のミスマッチについて、主要な変成作用後の流体活動などの影響を指摘している。実際、Hokada et al. (2021)においても、黒雲母＋白雲母の共生の一部が緑泥石に置き換えられているようにも見える泥質岩・砂質岩試料を見いだしている。その分布は、Kiran et al. (2022)での流体活動による低温のイベントの記録されている試料とは必ずしも一致しないが、分布域として片岩帯層序の下部～中部の Bababudab Group から Vanivilas Formation にかけての領域という共通点があるようにも見える。こうした点を考慮すると、CSB の広域的な変成条件は構造上位から下位に向かって白雲母＋緑泥石から黒雲母＋白雲母の共生への変成度の上昇が認められるとともに、広域的な変成作用後に CSB の中～下部領域において流体活動による改変が記録されている、と考えられる。Hokada et al. (2013)では、この地域の泥質岩・砂質岩中のモナザイトの EMP 年代測定を試み、25-23 億年前の誤差のやや大きい年代値とイレギュラーなモナザイト結晶形態などを報告している。これらは、Kiran et al. (2022)の炭酸塩岩などからも示唆される熱水活動と関係するものかもしれない。もこのように、炭酸塩岩と泥質岩・砂質岩との情報組み合わせることによって、いわゆる緑色岩帯の低～中変成度の広域変成作用について、さらに検討を深めることができると考えられる。

Hokada et al., 2013, Precamb. Res., 227, 99-119. Hokada et al., 2021, Abstract JpGU2021 Meeting. Kiran et al., 2022, Precamb. Res., 374, 106656. Raase et al., 1986, J. Geol., 94, 261-282.

Keywords: Dharwar Craton, metamorphism, pelitic and psammitic, southern India
*Corresponding author: hokada@nipr.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Kinematics of the Mahanadi Shear Zone (MSZ) – part of a Y-shaped Freeway junction developed in the northern Eastern Ghats Belt, India

Shuvankar KARMAKAR (Presidency Univ.), Gautam GHOSH (Presidency Univ.), Dyuti Prakash SARKAR* (Hiroshima Univ.), and Sankar BOSE (Presidency Univ.)

The Eastern Ghats Belt (EGB) is a Proterozoic poly-deformed ultrahigh temperature (UHT) terrane that has developed, from north to south, along the southern and eastern margins of the Singhbhum, Bastar and Dharwar cratons in the southern Indian crustal block. Earlier workers proposed a crustal province-domain wise classification of the EGB based on Nd-model ages and discrete geological histories. At its junction with the Singhbhum Craton in the north, several sub-parallel to intersecting crustal-scale shear zones have developed within the EGB. Among these, the Y-shaped dextral freeway junction of the Ranipathar Shear Zone (RSZ) and the Mahanadi Shear Zone (MSZ) develops in between the northerly placed Angul domain and the southern Phulbani domain of the EGB. The present study is focused in a part of the MSZ around Boudh town, Odisha, India, occurring west of the Y-shaped dextral freeway junction. The NW-SE to E-W trending MSZ marks the northern strand of this Y-shaped structure and is of 64 km in length and 5–8 km in width in the present study area. In the MSZ high-grade rocks (mafic granulite, felsic-amphibolite gneiss and charnockite) are present as lenses and enclaves within mylonitized porphyritic granite. The northerly dipping mylonitic foliation trends E-W to NW-SE with a prominent down-dip to variably inclined stretching lineation on it. Mesoscopic shear sense indicators consistently point to a top-to-south shear sense when viewed in XZ sections. When viewed on YZ planes across the width of the MSZ, however, a heterogeneous flow pattern prevails, which is characterized by an opposite, centrally placed sinistral shear sense sandwiched between dominant dextral shear senses along MSZ boundaries. Absence of any cross-cutting relationships amongst the opposite shear sense (oss) fabrics negates the possibility of their generation through multi-stage deformation. Rather gradational nature of contacts between the oss fabrics suggest their simultaneous development during single progressive shearing within the MSZ. In single progressive deformation, oss fabrics developing in a shear zone might result from presence of heterogeneous rheologies, in sub-simple shear regime, in shear zipper junctions, differential stretching of fault wall rocks or from Poiseuille flow/ combined Couette-Poiseuille flow. Occurrence of similar lithologies across MSZ width is in contradiction to the first alternative. It is presumed that along strike variation in oss would be more expected in the cases of shear zipper junctions and differential stretching of fault wall rocks. These leave us with the alternatives that either Poiseiulle flow/ combined Couette-Poiseuille flow or sub-simple shear during MSZ growth might account for the presently observed across MSZ width development of oss fabrics. This work thus gives insight into the kinematics of the crustal-scale MSZ that developed in combination with the RSZ as a Y-shaped freeway junction in northern EGB during a single-stage shearing episode.

Keywords: Shear zone, Freeway junction, Kinematics, Progressive deformation

***Corresponding author:** sarkardp16@hiroshima-u.ac.jp

Structural architecture of an Archean collision zone; Insights from the Gadag–Mandya Shear Zone (GMSZ) and associated schist belts, Dharwar Craton (DC), southern India

L. Sreehari* (Shimane Univ.), T. Toyoshima (Niigata Univ.), Y. Nakamura (AIST), M. Satish-Kumar (Niigata Univ.), K. Sajeev (IISc)

The Neoarchean Gadag–Mandya Shear Zone, also referred to as Chitradurga Shear Zone (Jayananda et al., 2013), is regarded as a terrane boundary between the cratonic blocks of DC and is interpreted as probable Archean suture (Li et al., 2018). We examined the structure, age, and stratigraphic relation around GMSZ, as well as the surrounding Meso–Neoarchean Chitradurga Schist Belt (CSB) and Javanahalli Schist Belt (JSB). The CSB's field-structural and geochronological relationships point to a three-stage rifting-related evolution of the schist belt. Lithofacies associations in the three CSB rift basins- Bababudan, Chitradurga, and Hiriyur Groups – indicate either a failed rift or a half-ocean. Precise stratigraphic indications of oceanic crust are absent in the CSB. Based on field relations and geochronology of felsic volcanic rocks, volcanosedimentary associations in the JSB are identified as part of the older Sargur Group. CSB is tightly folded with upright, parallel, and east to west verging D_2 folds. These folds are squeezed between D_2 reverse faults bordering different stratigraphic units. The JSB, on the other hand, has clear west verging upright, tight to isoclinal D_2 folds, and the folding intensity decreases eastward or away from the GMSZ.

The GMSZ is more than 200km long NW–SE to N–S trending shear zone which has a maximum width of ~2km in the center. Microstructural analysis and metamorphic assemblages in the shear planes indicate low-medium grade amphibolite deformation conditions. Field investigation along a 150 km stretch of the GMSZ reveals evidence of three distinct deformation stages: D_2 reverse fault show top to the NE or SW sense of motion, D_3 sinistral faults, and D_4 dextral faults. Fault rocks are majorly mylonite to ultramylonite that formed along basement gneiss and mafic/felsic rocks along the JSB or CSB boundaries. In the southern part of the GMSZ layer-parallel pseudotachylyte are present possible indication of a seismic zone close to the lower crustal rocks. It is obvious from the regional-scale observations that the GMSZ primary developed during the NE–SW shortening, which created reverse faults and upright folds sandwiched between these reverse faults. This fold and fault association is identical to a fold-and-thrust belt. Later, the deformation either changed to transpression mode or to simple shear mode, resulting in regional-scale sinistral shear (D_3). As a result, the GMSZ and surrounding schist belts represent a key tectonic domain that recorded the interplay between the regional-scale convergence to collisional in the DC.

The fact that there are no remnants of the oceanic crust or accretionary complex our study area, and that all of the schist belt's units are autochthonous, suggests that the GMSZ probably does not represent a plate boundary. The plate boundary or subduction interface most likely formed far east of the present-day GMSZ. The GMSZ and associated schist belts collectively depict fold-and-thrust belts that evolved from the inversion of multistage failed rifts/half oceans, which were probably followed by transpression. The structural association in and around the GMSZ possibly represents the development of a hinterland fold-and-thrust belt from inverted multistage-failed rift basins.

Keywords: Archean, Mylonite, Fold-and-thrust belt, collision tectonics, failed rift

***Corresponding author**: sreehari@riko.shimane-u.ac.jp

スリランカハイランド複合岩体に産する変成炭酸塩岩中黄鉄鉱の硫黄同位体に関する研究

吉岡葵*(新潟大・院自然), Madhusoodhan Satish-Kumar(新潟大・理), 後藤孝介(産総研), 下田玄（産総研), Sanjeewa P. K. Malaviarachchi (ペラデニア大, スリランカ)

Sulfur isotope study of metacarbonate rocks from Highland Complex, Sri Lanka

Aoi Yoshioka*(Grad. Sch. Sci. Tech., Niigata Univ.), Madhusoodhan Satish-Kumar (Fac. Sci., Niigata Univ.), Kosuke T. Goto (AIST-GSJ), Gen Shimoda (AIST-GSJ), Sanjeewa P. K. Malaviarachchi (Univ. Peradeniya, Sri Lanka)

Sulfur isotope ratios in carbonate rocks record changes in seawater sulfate reservoirs associated with global increases in atmospheric oxygen levels as well as differences in sedimentary environments. Several biogeochemical events occurred during the Proterozoic, most notably the rise in oxygen (GOE and NOE) in the Earth's atmosphere and oceans. These events appear to be intimately related to the global sulfur geochemistry, both through the formation of weathering of sulfates on land, the oxidation of sulfides and evolution of disproportionate bacteria in the marine environment (Bottrell and Newton, 2006). In this presentation, we report the sulfur isotopic composition of pyrite in metamorphosed carbonate rocks to estimate the depositional environment and to understand the effects of metamorphism. The metamorphosed carbonate rocks containing pyrite from the Highland Complex of Sri Lanka, deposited during the Precambrian period, are the focus of this study. Pyrite is found to be elliptical to irregular in shape, ranging in size from 30 μm to 500 μm. Some of them also include chalcopyrite and galena. The $\delta^{34}S_{V\text{-}CDT}$ values of pyrite range from +6 to +26‰ and $\Delta^{33}S$ is slightly negative within the mass dependent fractionation range. Most of the values fall within the same quadrant in the $\delta^{33}S$ vs $\delta^{34}S$ diagram. This reflects the sulfur isotope behavior of the closed system due to microbial sulfate reduction (MSR) and high sulfate contents, among other factors. The sulfur isotope $\Delta^{33}S/\delta^{34}S$ and $\Delta^{33}S/\Delta^{36}S$ trends are nearly identical in comparison to the Proterozoic non-metamorphosed carbonate rocks (Paiste et al., 2018). Thus, the sulfur isotope changes due to metamorphism are negligible, and carbonate rocks are considered the most suitable for tracing Precambrian marine environment. Comparison with the sulfur isotopic composition of pyrite in carbonate rocks of various ages indicates that the carbonate rocks in the Highland Complex possess $\delta^{34}S$ values similar to other Proterozoic examples. Therefore, carbonate rocks can provide important information in support of the hypothesized global ocean in the past.

References:

Bottrell, S. H., and Newton, R. J., 2006. Reconstruction of changes in global sulfur cycling from marine sulfate isotopes. *Earth-Science Reviews*, 75, 59–83.

Paiste, K., et al., 2018. Multiple sulphur isotope records tracking basinal and global processes in the 1.98 Ga Zaonega Formation, NW Russia. *Chem. Geol*., 499, 151–164.

Keywords: sulfur isotopes, metamorphism, microbial sulfate reduction, Highland Complex, Sri Lanka

***Corresponding author:** f21e075h@mail.cc.niigata-u.ac.jp

タンザニア古原生代ウサガラン帯の変成履歴を読み解く:
含コランダム高圧角閃岩の岩石学

樋口莉央*（東北大）・辻森樹（東北大）・ボニフェイス N.（UDSM）

Metamorphic history of corundum-bearing high-pressure amphibolite from the Paleoproterozoic Usagaran Belt, Tanzania

Rio Higuchi*(Tohoku Univ.), Tatsuki Tsujimori(Tohoku Univ.), N. Boniface（UDSM）

Corundum-bearing amphibolite occurs in a meta-cumulate body of the Paleoproterozoic Usagaran Belt, SE Tanzania. The studied rock has a compositional banding of amphibolitic and garnetititic layers; corundum occurs in both layers. Petrological studies of the rock revealed a decompression *P–T* trajectory that is characterized by corrosion of primally corundum at the rims by Mg–Al spinel. The replacement textures might suggest a partial granulitization of high-pressure amphibolite. This process might occur during the crustal stabilization after collisional event.

太古代タンザニア地塊の南東縁に位置するウサガラン帯は、古原生代の大陸衝突型変成帯である。特に、ウサガラン帯の Ishimani Suite は古原生代のエクロジャイトを含む高圧ユニットであり、主に変成苦鉄質岩体を胚胎した正片麻岩及び泥質片麻岩で構成される。特に変成苦鉄質岩体は、高圧グラニュライト及びエクロジャイト相変成作用の鉱物組み合わせを保存している。本研究では、宝石質のコランダムが産する Winza 村の変成苦鉄質–超苦鉄質集積岩体から採取した含コランダム角閃岩に着目し、その形成過程について考察する。なお、本岩体からは藍晶石＋タルクの高圧条件を示す鉱物共生が報告されている（Mori et al. 2018 JMPS）。

含コランダム角閃岩は粗粒なざくろ石で構成される層と角閃石で構成される層に明瞭に分かれている。コランダムはどちらの層にも存在しており、最大 1 cm 程度で、鏡下では鮮やかな青色を呈するものもある（Fig. 1a）。コランダムはパーガス閃石や擬二次包有物を含む。多くのコランダムは周縁部から Mg-Al スピネルに置換される。コランダムのスピネル化は角閃石に富む層でより顕著である（Fig.1b）。コランダム周縁部の Mg-Al スピネルは 1 μm 程度の細粒な Fe-Ti 酸化物を多量に包有する。初生的なコランダムのスピネルによる置換は、減圧を伴うグラニュライト化の過程で生じたと考えられる。大陸衝突に後の地殻安定化に伴い、高圧角閃岩が中部地殻程度の深さでグラニュライト化を被るという現象の地質記録といえよう。本講演ではタンザニア地塊南東縁の古原生代における大陸衝突のダイナミクスについて言及したい。

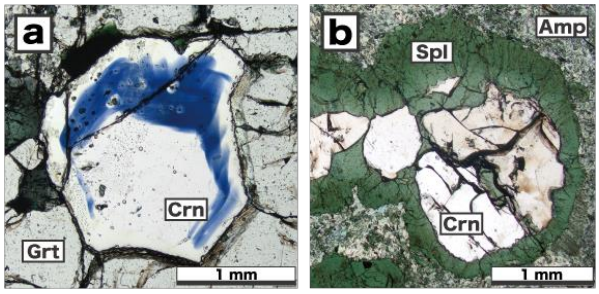


Figure. 1 (a) Plane-polarized light (PPL) image of the occurrence of blue-colored corundum **(b)** PPL image of the partial replacement of primally corundum by green Mg−Al spinel

Keywords: Usagaran Belt, Tanzania, continental collision, high-pressure amphibolite, granulitization

*Corresponding author: higuchi.rio.q5@dc.tohoku.ac.jp

横河川変成岩類の砕屑性ジルコン U-Pb 年代と変成温度構造

森宏*（信州大），水村裕紀（協和設計），常盤哲也，吉川晃平（信州大），
野部勇貴（電源開発），纐纈佑衣（名古屋大）

Detrital zircon U-Pb age and metamorphic thermal structure of the Yokokawagawa metamorphic rocks in central Japan

Hiroshi Mori* (Shinshu Univ.), Hiroki Mizumura (Kyowa Sekkei), Tetsuya Tokiwa, Kohei Yoshikawa (Shinshu Univ.), Yuki Nobe (Electric Power Development), Yui Kouketsu (Nagoya Univ.)

三波川変成岩類の地質構造や変成度に関する広域的な側方変化の把握は，アジア縁辺における沈み込み帯発達過程の究明に欠かせない．ただし，中部地方の三波川変成岩類は，糸魚川-静岡構造線（ISTL）を境に分断されるとともに，ISTL 以東は新第三紀以降の地層に広く覆われて側方追跡が困難となっている．一方，ISTL 東に小規模に分布する横河川変成岩類は，主に岩相の類似性より，ISTL 南西の赤石山地・三波川変成岩類に対応するとともに，横河川変成岩類西端の横河川断層は中央構造線（MTL）の延長である可能性が長年指摘されてきた（e.g. 河内ほか, 1966）．しかし，横河川変成岩類の K-Ar 年代が三波川変成岩類よりも有意に若い年代を示すことから，両者を異なる地質体とする主張もあり（Yokoyama, 1992），横河川変成岩類の帰属は未解決である．そこで本研究では，横河川変成岩類を対象として砕屑性ジルコンの U-Pb 年代測定と炭質物ラマン温度計（Kouketsu et al., 2014）による変成温度解析を行い，三波川変成岩類との対応関係を検討した．

砂質岩 1 試料から得られたジルコン U-Pb 年代（以下，ジルコン年代）は，白亜紀〜ペルム紀の粒子が 73.3%で，先カンブリア紀の粒子が 25.3%を占める．また，最も若いジルコン年代が 97.2±4.8 (2σ) Ma であり，最も若いクラスター年代が 98.4±3.1 (2σ) Ma を示す．一方，泥質岩 5 試料から推定された温度は約 350〜380 ºC を示す．温度構造としては，西縁の横河川断層付近から東縁にかけて，温度が一旦低下した後，再度上昇に転じる V 字型を呈す．

横河川変成岩類の東縁に沿っては貫入岩が分布しており，東部の西から東にかけての温度上昇は貫入熱影響に起因すると考えられる．また，今回のジルコン年代は原岩の堆積年代が約 100 Ma 以降であることを示唆する一方で，K-Ar 年代（約 41〜24 Ma；Yokoyama 1992）とは有意な年代差が認められるが，この年代差についても，貫入熱影響により K-Ar 年代のみに若返りが生じたことに起因すると解釈可能である．そして，貫入熱影響を除外した温度構造およびジルコン年代の特徴は，周辺の三波川変成岩類と類似しており（e.g. Jia & Takeuchi, 2020；森ほか，2021），横河川変成岩類が三波川変成岩類に帰属する考えを支持する．ただし，横河川断層近傍の温度条件は，赤石山地・三波川変成岩類の MTL 近傍の温度条件（e.g. 森ほか，2022）より 30 ºC 程度低い．断層を起点とした同様な特徴の不一致は，岩相分布でも認められることから（e.g. 三好, 1991；牧本ほか, 1996），横河川変成岩類は，赤石山地・三波川変成岩類の延長部にあたるもの，MTL 近傍部相当の地質体は欠落したと考えられる．

Keywords: Yokokawagawa, Sanbagawa, detrital zircon U-Pb dating, Raman carbonaceous material geothermometry

*Corresponding author: mori_hiroshi@shinshu-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

関東山地三波川変成帯における泥質片岩中の曹長石斑状変晶の脆性破壊

乾 睦子*，小島秀斗，長妻佳哉（国士舘大・理工）

Brittle fractures of albite porphyroblasts in the pelitic schists of the Sanbagawa metamorphic belt, Kanto Mountains

Mutsuko INUI*, Shuto KOJIMA, Yoshiya, NAGATSUMA (Kokushikan University)

Albite porphyroblasts have long been known in the schists in the higher grade zones of the Sanbagawa metamorphic belt, Japan. Several microstructures are found in this study, performed in the Nagatoro area, that indicate brittle fracturing of the albite porphyroblasts following their formation. Large albite grains often exhibit thin cracks filled with potassium feldspar, which was not normally observed in the surrounding host schists. Groups of smaller albite grains were found, each distributed lenticularly within quartzose matrix. The latter texture was found in a sheared-looking outcrop without albite porphyroblasts observable by naked eye. The observations in this study suggest that the non-existence of the albite porphyroblasts does not necessarily indicate different P, T, or chemical condition, but can be explained by total fragmentation of once formed albite porphyroblasts.

三波川変成帯の高変成度片岩類には曹長石斑状変晶が出現することが古くから知られ，変成度を示す手軽な目安ともされてきた．本稿では関東山地の長瀞町の泥質片岩露頭に見られた曹長石斑状変晶の脆性破壊を示す構造と，破壊後のクラックを充填する鉱物についての観察を報告する．

対象露頭は高砂橋下流の荒川河川敷で緑泥石帯またはザクロ石帯にあたり，東西方向に伸びる長さ 0.5～1.0 mm 程度の曹長石斑状変晶が肉眼で観察できる．主な構成鉱物は石英，曹長石，白雲母，緑泥石，方解石，ザクロ石で，曹長石斑状変晶は主に白雲母からなる有色層内に多い．この曹長石斑状変晶の一部は，形態から明らかに結晶半ばで断裂したと推定された．断裂してできたクラックは主に石英と（または）方解石で充填されていた．また，断裂して見えない曹長石斑状変晶を SEM-EDS（国士舘大 JSM-6010LA）で観察したところ，カリ長石が充填する微細なクラックが認められやはり断裂していた．カリ長石は周囲の片岩にはほとんど含まれない．カリ長石が充填するクラックと石英・方解石が充填するクラックとが同一薄片にあっても，これらが同一のクラックを充填することはなかった．2 種類の充填鉱物は異なる時代の変形を示すと考えられる．

対象露頭内には肉眼で曹長石斑状変晶が確認できない泥質片岩も露出している．この部分の曹長石はより細長く伸びていたり，石英層内に多数の小さな曹長石粒子がレンズ状に散らばって分布する構造が見られた．この分布が変成作用によってできた考えにくく，これは曹長石斑状変晶の脆性破壊が進行して細粒化した結果と推定できる．ザクロ石があることから対象地域の推定温度は 400℃超で，石英が十分に延性変形できた点は合理的である．曹長石斑状変晶が肉眼で観察されない理由として，変成条件の違い以外に強いせん断変形による破砕も想定できる．

Keywords: albite porphyroblast, brittle deformation, fragmentation, potassium feldspar, Sanbagawa metamorphic belt
*Corresponding author: inui@kokushikan.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.