

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)

■ 2023年9月15日(金) 12:00 ~ 14:00 | 83G,H,J 杉本キャンパス

R7: 岩石・鉱物・鉱床 (資源地質学会との共催セッション)

12:00 ~ 14:00

[R7P-01] 北海道然別地域産蛍光オパール<sup>1</sup>の蛍光スペクトルおよび蛍光寿命

\*飯森 俊文<sup>1</sup>、藤井 悠菜<sup>2</sup> (1. 室蘭工大・院工、2. 室蘭工大・工)

12:00 ~ 14:00

[R7P-02] 石川県富来鉱山生神地区の変質帯と鉱床の形成温度の推定

「発表賞エントリー」

\*川崎 大樹<sup>1</sup>、濱田 麻希<sup>1</sup> (1. 金沢大学)

12:00 ~ 14:00

[R7P-03] 愛媛県八幡浜市に産出する含クロム石榴石脈

\*延寿 里美<sup>1</sup>、白勢 洋平<sup>1</sup>、島村 洋輔 (1. 愛媛大学・理)

12:00 ~ 14:00

[R7P-04] 茨城県常陸太田市妙見山リチウムペグマタイトの成因

「発表賞エントリー」

\*石寄 拓海<sup>1</sup> (1. 秋田大・院資源)

12:00 ~ 14:00

[R7P-05] 山口県東部、玖珂層群に胚胎する層状マンガン鉱床～荒瀬谷鉱山・倉谷鉱山

「発表賞エントリー」

\*秋本 悠作<sup>1</sup>、永島 真理子<sup>1</sup>、大和田 正明<sup>1</sup> (1. 山口大・創成科学)

12:00 ~ 14:00

[R7P-06] 秋田県荷葉岳大黒溶岩に含まれている灰長石巨晶の包有物からの成因の考察

「発表賞エントリー」

\*西脇 健凱<sup>1</sup>、越後 拓也<sup>1</sup> (1. 秋田大学・院国際資源)

12:00 ~ 14:00

[R7P-07] 海底火山活動地域に産する玉髓の形成過程2 秋田県男鹿地域

\*佐野 菜津子<sup>1</sup>、宮本 毅<sup>2</sup>、栗林 貴弘<sup>1</sup>、長瀬 敏郎<sup>3</sup> (1. 東北大・院理、2. 東北大・東北アジア研セ、3. 東北大・総学博)

12:00 ~ 14:00

[R7P-08] 福徳岡ノ場の2021年噴火由来軽石に見られるクリストバライトを含む長石集合体岩片

\*吉田 健太<sup>1</sup>、沢田 輝<sup>2</sup>、丸谷 由<sup>3</sup>、松田 渉<sup>3</sup> (1. 海洋研究開発機構、2. 富山大学、3. ネコのわくわく自然教室)

12:00 ~ 14:00

[R7P-09] 伊豆－マリアナ前弧域のマントル加水作用とマグマ形成史

\*山岡 璃音<sup>1</sup>、秋澤 紀克<sup>1</sup>、市山 祐司<sup>2</sup>、田村 明弘<sup>3</sup>、森下 知晃<sup>3</sup> (1. 東大、2. 千葉大、3. 金沢大)

12:00 ~ 14:00

[R7P-10] 北部マリアナトラフ、Central Grabenの最上部マントルの不均質性について－KR02-01航海から得られたかんらん岩類の(再)微細構造解析

\*針金 由美子<sup>1</sup>、田村 明弘<sup>2</sup>、仙田 量子<sup>3</sup>、森下 知晃<sup>2</sup>、山下 浩之<sup>4</sup> (1. 産業技術総合研究所、2. 金沢大学、3. 九州大学、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館)

12:00 ~ 14:00

[R7P-11] 北極圏ウラル，ライ・イズ岩体の直方輝石に富む変成カンラン岩の形成過程

\*石丸 聡子<sup>1</sup>、 藺田 梨衣<sup>1</sup>、 三浦 真<sup>2,3</sup>、 シュメレフ ウラジミール<sup>4</sup>、 荒井 章司<sup>3</sup> (1. 熊大、 2. GIA、 3. 金沢大、 4. Zavaritskii Inst. Geol. Geochem., RAS)

北海道然別地域産蛍光オパールの蛍光スペクトルおよび蛍光寿命

## Fluorescence spectra and fluorescence lifetime of photoluminescent opal coming from Sikaribetu area

\*飯森 俊文<sup>1</sup>、藤井 悠菜<sup>2</sup>\*Toshifumi Iimori<sup>1</sup>, Yuna Fujii<sup>2</sup>

1. 室蘭工大・院工、2. 室蘭工大・工

1. Muroran Tech. Eng., 2. Muroran Tech.

北海道然別地域で産出されるオパールは、紫外線を照射すると多彩な蛍光色を示すことが知られている。この蛍光オパールについてこれまでにいくつかの調査が行われ、オパールの元素組成と蛍光色との関係についての研究などが報告されてきた。しかし、蛍光オパールの蛍光の起源については不明であった。我々のグループでは、蛍光オパールがなぜ蛍光を示すのか明らかにすることを目指し、2020年から研究に取り組んできた。本研究では、蛍光オパールの蛍光特性のキャラクタリゼーションについて報告する。

蛍光オパールを乳鉢で粉碎し、粉末状の試料を作成して蛍光スペクトルを測定した。サンプルとして用いた蛍光オパールは、黄色やオレンジ色など様々な色の蛍光を示していた。オレンジ色に発光する部分を選別して粉碎し蛍光スペクトルを測定したところ500から700 nmにかけてブロードな蛍光バンドが確認された。蛍光スペクトルの極大は約600 nmに見られた。蛍光励起スペクトルを測定したところ358, 410, 475 nmにピークが見られた。これは有機分子に特有の振動構造であると考えられる。蛍光寿命を測定したところ、3成分の蛍光減衰曲線でフィッティングできた。平均蛍光寿命 ( $\langle \tau \rangle$ ) は試料によって変化が見られたが、約8 nsであった。蛍光オパールの黄色い蛍光を示す部分を選別して測定したところ、蛍光スペクトルの極大波長は543 nm、蛍光励起スペクトルは約408, 355 nmに極大を示し、 $\langle \tau \rangle = 9$  nsであった。

オレンジ色に発光する部分を粉碎してエタノールを加えると、蛍光が青白く変化することを見いだした。そこでエタノールを添加したオパールをろ過し、粉末とろ液に分離した。ろ液は紫外光照射により青白い蛍光を示した。メタノール、アセトン、トルエン、ヘキサンを用いても同様の蛍光を示したが、蛍光スペクトルの形状に変化が見られた。したがってオパールには有機溶媒に溶解しやすい蛍光物質が含まれていることが明らかになった。エタノール抽出物は400-600 nmの範囲に蛍光スペクトルを示し、422および446 nmに鋭いピークを示した。蛍光励起スペクトルを測定したところ、404および383 nmにピーク、418-420 nmにショルダーバンドが見られた。鋭いピークは有機分子に特有の振動構造であると考えられる。また励起波長が変化すると蛍光スペクトルの形状も変化した。ヘキサンで抽出した試料の蛍光および蛍光励起スペクトルは、エタノールの場合と同様の特徴を示した。トルエンで抽出した試料は409 nmに比較的強い蛍光励起ピークを示し、420 nmにショルダーバンドを示した。蛍光寿命を測定したところ2成分で蛍光減衰曲線をフィッティングでき、 $\langle \tau \rangle$ はおよそ8 nsであった。また抽出に用いる溶媒によって蛍光寿命は少し変化した。

以上の結果を総括すると、次のことが明らかになった：

- (1) 蛍光オパールの蛍光物質は有機分子であることが強く示唆される
- (2) 少なくとも2種類の蛍光分子が存在する
- (3) 溶媒によって抽出物の組成が変化する

2023年に、田中らにより新鉱物である「北海道石」が発見された。北海道石は、ベンゾ[g,h,i]ペリレンを構成成分とする鉱物であり、紫外線を照射すると黄色～黄緑色の蛍光を示すことが知られている。また鹿追町で産出する鉱物には、北海道石とともに、コロネンを構成成分とする鉱物カルパチア石が含まれているとされている。過去の文献 (Aihara et al., Bull. Chem. Soc. Jpn. (1970)) によると、ベンゾペリレンの吸収スペクトル (溶媒ヘキサン) は405 nmに弱いピーク、383 nmに強いピークを示す。またコロネン (溶媒ベンゼン) は428, 419 nmに弱いピーク、410 nmに強いピークを示す。蛍光オパールのヘキサン抽出物の蛍光励起スペクトルは、ベンゾペリレンの吸収スペクトルと波長はほぼ一致するが、383 nmのピークの大きさが文献と比べ

て弱い原因は不明である。トルエン抽出物は409 nmに蛍光励起ピークを示し、コロネンの吸収スペクトルと一致した。またヘキサン中コロネンは8.0 nsの単一指数関数の蛍光寿命を示すとされており(Davenport et al., Biophys. J. (1996)), 本研究で得られた $\langle\tau\rangle$ と近い。したがってオレンジ色の蛍光を示すオパールにはコロネンが含まれていると考えて矛盾しない。ベンゾペリレンやコロネンなどの多環式芳香族化合物分子は、パイスタッキングの構造によって発光色が変わる可能性がある。講演では、分子結晶中の特異的な会合状態が蛍光オパールの蛍光色の起源になっている可能性等も議論する予定である。

キーワード：オパール、北海道石、蛍光有機分子

Keywords: Opal, Hokkaidoite, Fluorescent organic molecules

## 石川県富来鉱山生神地区の変質帯と鉱床の形成温度の推定

## The alteration zone and estimation of formation temperature of the deposit in Urukami area, Togi gold silver deposit in Ishikawa Prefecture.

\*川崎 大樹<sup>1</sup>、濱田 麻希<sup>1</sup>\*Taiju Kawasaki<sup>1</sup>, Maki Hamada<sup>1</sup>

1. 金沢大学

1. Kanazawa University

富来鉱山は石川県羽咋郡志賀町に位置する浅熱水金銀鉱脈鉱床である。富来鉱山の周辺には新第三紀中新世穴水累層群輝石安山岩が分布する。先行研究ではエレクトラム、フィシェー鉱、ウィッテンボガード鉱、セレンに富むピアース鉱、 $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Ag}_2\text{Se}$ 固溶体鉱物、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、 $\alpha$ -ブラス、自然ビスマス、錫石および自然銅の産出について報告しており、これらの鉱物組み合わせから低硫化鉱床およびセレンタイプに分類されると報告している (Hamada et al. 2022)。しかし分類された鉱床タイプでは角銀鉱、濃紅銀鉱、淡紅銀鉱および四面銅鉱などが報告されているため、富来鉱山からも産出する可能性がある。これらの鉱石鉱物を形成する鉱液は、形成時に周囲の岩石に変質を引き起こし、鉱液の性質や鉱液との距離に対応する変質帯を形成する。そのため、変質帯を調査することにより鉱床を形成した鉱液の性質を解明できる可能性があるが、富来鉱山においては鉱液について検討がされていない。本研究では富来鉱山の形成に関わった鉱液の性質を解明するため、生神地区に分布する変質帯、産出する鉱石鉱物および鉱床の形成温度を決定する。試料は東郷三番坑内および東郷三番坑周辺で、それぞれ15試料および23試料を採取した。すべての試料を水簸した後に粉末X線回折測定を行い、試料中に含まれる粘土鉱物を同定した。東郷三番坑内では坑道入口から緑泥石/モンモリロナイト混合層鉱物 (38、45、49、66、70、71、75.5 m)、モンモリロナイト (33、60、86.5、92、95 m)、イライト/モンモリロナイト混合層鉱物 (66、70 m) が分布していることが明らかになった。東郷三番坑周辺では、三番坑入口周辺の約100 mの範囲にイライトおよびモンモリロナイト、川沿いおよび三番坑入口周辺の約300 mの範囲にイライト/モンモリロナイト混合層鉱物および緑泥石が分布する。東郷三番坑入口より200 m以北ではカオリナイト、緑泥石およびイライトが試料中に含まれていたが、イライトのポリタイプが続成変質の初期段階にみられる $1M_0$ であったことから、この地点で確認したカオリナイト、緑泥石およびイライトは続成変質作用により形成した粘土鉱物であると考えられる。また、富来鉱山周辺に分布している安山岩中で斜長石が雲母類、直方輝石が雲母類および緑泥石に変質している。以上の結果をまとめると、東郷三番坑内では主に緑泥石/モンモリロナイト混合層鉱物帯およびモンモリロナイト帯、坑道入口より100 mの範囲にはイライト・モンモリロナイト帯、さらにその周囲300 mの範囲にイライト/モンモリロナイト混合層鉱物帯およびプロピライト帯が分布していると考えられる。東郷三番坑坑道内では、入口より46 mおよび52 mには赤褐色に汚濁した石英脈中がみられる。石英脈中にエレクトラム、 $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Ag}_2\text{Se}$ 固溶体鉱物、角銀鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、青銅が鉱石鉱物として産出する。脈石鉱物は石英、氷長石、方解石である。東郷三番坑の鉱脈の形成温度を、エレクトラム-閃亜鉛鉱温度計 (Barton and Toulmin, 1966; Shikazono, 1985) を用いて算出した。この式を利用するにあたり、二つの仮定を設定した。一つは、本研究で産出を認めた $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Ag}_2\text{Se}$ 固溶体鉱物は輝銀鉱であるという仮定である。もう一つは、富来鉱山ではエレクトラム、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱および輝銀鉱は一つの集合体として産出していないが、鉱脈中の狭い範囲での産出が認められたため、同時期に形成したとする仮定である。得られた富来鉱山の鉱床形成温度は171-215°Cである。低硫化鉱床は150-250°Cの中性の天水主体の鉱液により形成されることが報告されている (White and Hedequist, 1995)。この温度とエレクトラム-閃亜鉛鉱温度計を用いて求めた東郷三番坑の鉱脈の形成温度は一致している。さらに、東郷三番坑内で緑泥石/スメクタイト混合層鉱物およびモンモリロナイト、東郷三番坑周辺でイライト/モンモリロナイト混

合層鉱物といった中性の鉱液により形成される粘土鉱物が多く存在することとは低硫化鉱床の鉱液の性質と一致している。したがって、本研究で明らかとなった鉱床の形成温度および変質帯を形成した鉱液の性質に基づいても低硫化鉱床に分類することができる。

キーワード：富来金銀鉱脈型鉱床、熱水変質、形成温度、低硫化鉱床、セレントタイプ

Keywords: Togi gold-silver vein-type deposit, hydrothermal alteration, formation temperature, low-sulfidation type, Se-type

## 愛媛県八幡浜市に産出する含クロム石榴石脈

### Cr-bearing garnet veins in Yawatahama City, Ehime Prefecture, Japan

\*延寿 里美<sup>1</sup>、白勢 洋平<sup>1</sup>、島村 洋輔

\*Satomi ENJU<sup>1</sup>, Yohei Shirose<sup>1</sup>, Yosuke Shimamura

1. 愛媛大学・理

1. Ehime Univ. Sci.

#### 1.はじめに

石榴石グループの中でも灰礬石榴石、灰鉄石榴石、灰クロム石榴石はウグランダイトと呼ばれ固溶体を形成する。その中でもCrを含有するものは比較的めずらしく、Crの供給源となるクロム鉄鉱とともにクロミタイト、蛇紋岩、輝岩、ロジン岩などに産する(小林, 1986)。多くは脈状や塊状であり、下部地殻や沈み込み帯における熱水変質により形成されるといわれている(Arai et al. 2020; Zhang et al. 2021)。本研究地である愛媛県八幡浜市において、クロム鉄鉱を伴わず鏡肌を有する特徴的な含クロム石榴石脈が確認されたため報告する。

#### 2.地質背景・研究手法

調査地は愛媛県八幡浜市の沿岸部であり、三波川帯中の角閃岩や角閃石岩等から構成される川舞岩体(石本, 1973)に位置する。野外調査を行い、採取した試料に対し粉末X線回折装置RIGAKU製Ultima IVやエネルギー分散型X線分析装置を装着した走査型電子顕微鏡 JEOL製JSM-6510LVを用いて分析を行った。

#### 3.結果と考察

含Cr石榴石脈を含む輝岩岩体は10×2 mほどで周囲の角閃石岩の片状構造に沿ってレンズ状の産状をとっていた。石榴石脈は角閃石岩との境界付近の輝岩中に分布していた。輝岩は粗粒な透輝石と少量の斜長石、そして粒間や脈に産するクリノクロア石、アクチノライトから構成される。試料採集の際に脈に沿って割れるため、石榴石脈のほとんどは輝岩試料の表面に平坦な脈として産する。灰クロム石榴石に似た濃い緑色を示し、厚さは10-100 μmで、試料表面側は直線的で鏡肌もみられ、輝岩側は湾曲し粗粒な粒子間に伸びた不明瞭な境界を有する。一部の試料では表面の脈に平行な脈が試料内部でも見られ、二本の脈の間には破碎帯が形成されていた。試料内部の脈は両側で湾曲した不明瞭な境界を示す。破碎帯は粗粒部と鉱物種が類似する一方で、アクチノライトの量が多いことや透輝石中のCr量が粗粒部よりも少ないという違いが見られた。分析した石榴石のほとんどが灰礬石榴石であり、Al、Fe、Crを同程度含有していた( $\text{Grs}_{36-42}$ ,  $\text{And}_{28-44}$ ,  $\text{Uv}_{20-34}$ )。

本産地の石榴石脈の形成には輝岩の変形過程が大きくかかわっていると考えられる。まず、輝岩が変形を受け破碎帯が形成される。その際、熱水によって破碎帯中の岩片の隙間や粗粒部の脈においてアクチノライトが形成される。その後、再び変形が起き破碎帯と粗粒部の境界にて石榴石脈や鏡肌が形成されるというモデルが想定される。石榴石脈や輝岩にはクロム鉄鉱が見られなかったため代わりのCr供給源を考える必要があるが、透輝石中の微量のCr (0.3-0.5 wt%)が関与しているのかもしれない。また、本産地の石榴石はAl、Fe、Crをほぼ同量含む中間的な組成をとるのも特徴的である。蛇紋岩中の石榴石は灰クロム石榴石と灰鉄石榴石の間の組成、輝岩中の石榴石は灰クロム石榴石と灰礬石榴石の間の組成をとることが多い(Kobayashi, 1986; Arai et al., 2020)。ロジン岩中のものでは灰鉄石榴石から中間的な組成がみられた(Zhang et al., 2021)。本産地の組成の傾向は透輝石のFe含有量が大きい(Mg# = 80-82)ことや周辺に分布している蛇紋岩の小岩体の影響が考えられる。

キーワード：含クロム石榴石、輝岩

Keywords: Cr-bearing garnet, pyroxenite

## 茨城県常陸太田市妙見山リチウムペグマタイトの成因

### Genesis of Lithium Pegmatites from Myokenzan, Ibaraki Prefecture, Japan

\*石寄 拓海<sup>1</sup>

\*Takumi Ishizaki<sup>1</sup>

1. 秋田大・院資源

1. Akita Univ.

**1.はじめに** 茨城県常陸太田市に位置する妙見山リチウムペグマタイトは、日本有数のリチウムペグマタイトであり、鉱物組み合わせからLCTペグマタイトに分類される(櫻井ほか, 1977)。本ペグマタイトに産する鉱物記載は多くの研究者によってなされている(櫻井ほか 1977; Matsubara, et al. 1995)。また、本ペグマタイトの周辺には前期白亜紀に貫入した含ザクロ石両雲母花崗岩をはじめとする花崗岩類が複数分布している。この含ザクロ石両雲母花崗岩を形成した花崗岩質マグマの結晶分化によって本ペグマタイトが生成したと推定されているが(石原, 2010), 確証は得られていない。今回, 妙見山周辺の岩相分布や産状の記載, 本ペグマタイトの構成鉱物の記載, 花崗岩類及び変成岩類の微量元素組成分析, 花崗岩類におけるザクロ石-黒雲母温度計による花崗岩類の形成温度の推定を行うことで, ペグマタイトの起源となった花崗岩質マグマの検討を行った。

**2.研究手法** 妙見山リチウムペグマタイト周辺の地表踏査を行い, 岩相及び産状の記載を行った。薄片観察とXRF分析結果に基づき岩石種を決定し, SEM-EDSにより鉱物化学組成を決定した。花崗岩類の形成温度の推定はHodges and Spear (1982)のザクロ石-黒雲母温度計を用いて行った。**3.岩相分布** 妙見山周辺には砂質片麻岩, 輝石角閃石石英斑れい岩~斑れい岩, 黒雲母角閃石トータル岩~石英閃緑岩及び角閃石トータル岩, 角閃石黒雲母花崗岩及び黒雲母花崗岩, 含ザクロ石白雲母黒雲母花崗岩といった多様な岩相が分布する。**4.ペグマタイトの構成鉱物** 本ペグマタイトは構成鉱物によって, Type I: 石英, 長石, 白雲母, リチウム鉱物 Type II: 石英, 長石, 白雲母 Type III: 石英, 長石, 白雲母, 黒雲母 Type IV: 石英, 長石, 黒雲母 の4種類に分けられる。Type I~IVペグマタイトはザクロ石を一部伴う。**5.全岩化学元素組成** 化学組成の分析結果から, 花崗岩類のアルミナ飽和度を求めたところ,  $ASI \geq 1.1$ の岩石は含柘榴石白雲母黒雲母花崗岩のみで黒雲母花崗岩, 角閃石黒雲母花崗岩は $ASI \leq 1.1$ を示した。Li濃度は角閃石黒雲母花崗岩で96ppmと最も高く, 次いで砂質片麻岩, 含柘榴石白雲母黒雲母花崗岩であった。**6. ザクロ石-黒雲母温度計** 温度計の結果から, 本ペグマタイトはリチウム鉱物の産出する最も分化の進んだペグマタイトに近づくに従ってザクロ石-黒雲母温度計で見積もられた固結温度が低くなる傾向にあることがわかった。**7.考察** 鉱物記載から, 本ペグマタイトの構成鉱物が黒雲母を主体とするType IVから白雲母を主体とするType Iに変化したことが判明した。また, 温度計の結果はType IVからType Iに近づくに従って花崗岩質マグマの固結温度が低下したことを示す。このことから本ペグマタイトはType IVからType Iにかけて結晶分化作用が進んだと考えられる。リチウムの分配係数は白雲母より黒雲母の方が高く, 白雲母に対しては不適合元素だが, 黒雲母に対しては適合元素となる。本研究で調べた含ザクロ石白雲母黒雲母花崗岩はリチウム濃度が低いが, 白雲母の結晶分化作用によって残余メルトにリチウムが濃集したためと考えられる。以上の結果は, 含ザクロ石白雲母黒雲母花崗岩が妙見山リチウムペグマタイトの関係火成岩であることを示している。

キーワード: 妙見山リチウムペグマタイト、結晶分化作用、ザクロ石-黒雲母温度計

Keywords: Myokenzan Li-pegmatite, crystallization differentiation, garnet-biotite geothermometer

# 山口県東部，玖珂層群に胚胎する層状マンガン鉱床～荒瀬谷鉱山・倉谷鉱山

## Stratiform manganese ore deposits in the Kuga group, eastern Yamaguchi Prefecture: The Arasedani and Kuratani mines

\*秋本 悠作<sup>1</sup>、永嶋 真理子<sup>1</sup>、大和田 正明<sup>1</sup>

\*Yusaku AKIMOTO<sup>1</sup>, Mariko NAGASHIMA<sup>1</sup>, Masaaki OWADA<sup>1</sup>

1. 山口大・創成科学

1. Yamaguchi Univ. Sci

日本の層状マンガン鉱床は、海底のマンガン団塊やマンガンクラストを含む珪質堆積物が沈み込み帯の付加プロセスで変成作用を受けることで形成されると考えられており、その成因に基づいて、付加プロセスによる低温高压型接触変成作用のみを被った鉱床、その後花崗岩類による接触変成作用を受けた鉱床、緑色岩や赤色チャートに伴う鉱床に大別される (Nakagawa et al., 2011)。山口県東部の玖珂層群には、複数の層状マンガン鉱床が胚胎することが知られている。それらは、構成鉱物に基づき炭酸マンガン鉱型、珪酸マンガン鉱型、酸化マンガン鉱型に区分され、初生的に形成された炭酸マンガン鉱型鉱床が、後期白亜紀の火成活動に伴う花崗岩類の接触変成作用によって珪酸マンガン鉱型に変化すると述べられている (宮本, 1953)。上述した Nakagawa et al. (2011) の議論によれば、付加プロセスによる低温高压型変成作用で炭酸マンガン鉱型を形成したのち、白亜紀貫入岩によって、珪酸マンガン鉱型鉱床を形成したと考えられる。鉱床の形成年代が不明なため、現時点ではこれ以上の議論はできないが、玖珂層群では層状チャートに伴って多数のマンガン鉱床が胚胎されている。特に、岩国市に分布する土生花崗閃緑岩の周囲には、岩体から距離に応じて複数のマンガン鉱床が分布している。そのため、宮本 (1953) で提唱された変成温度と鉱床の種類の間関係を解明するのに適しており、層状マンガン鉱床の形成過程の理解に貢献できる。本研究は、土生花崗閃緑岩周辺の層状チャート中に胚胎するマンガン鉱床 (炭酸マンガン鉱型荒瀬谷鉱山、珪酸マンガン鉱型倉谷鉱山) の形成過程や条件について検討する。玖珂層群はジュラ紀の付加体で、主に泥質岩や砂質岩から構成され、少量のチャート、石灰岩ブロック、緑色岩から構成される。形成年代は古い順からユニット IIIa1a1 に区分される (高見ほか, 1993)。本地域の層状マンガン鉱床はユニット I に分布し、20万分の1 シームレス地質図 (AIST, 2022) によれば、荒瀬谷鉱山と倉谷鉱山は同じチャート層に胚胎している。これらのマンガン鉱床は上述した土生花崗閃緑岩 (東西約 5km, 南北約 4km) の周囲に位置する。土生花崗閃緑岩は、主に角閃石を含む優黒質相と角閃石を含まない優白質相の2つの岩相から構成され、優白質相の構造的上位に後から上昇してきた優黒質相のマグマが定置し、両岩相の境界部ではマグマ混交が起こったと考えられる (秋本ほか, 2022)。荒瀬谷鉱山産の鉱石は主に菱マンガン鉱とバラ輝石から構成される鉱石、ハウスマン鉱、アレガニー石、菱マンガン鉱から構成される鉱石に分類される。本鉱床の菱マンガン鉱  $[(Mn_{0.77-0.85}Ca_{0.10-0.21}Fe_{0.00-0.03}Mg_{0.01-0.03})CO_3]$  は鉄に乏しく、バラ輝石の組成は  $(Mn_{4.17-4.25}Ca_{0.14-0.63}Fe_{0.10-0.47}Mg_{0.01-0.08})Si_5O_{15}$  と表される。鉱石鉱物は主に自形～半自形のリンネ鉱などの含Co硫化鉱物から構成され、少量の黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱を含む。倉谷鉱山産鉱石の主要構成鉱物はざくろ石とバラ輝石で、これらの粒間を菱マンガン鉱が充填する。ざくろ石ではスペサルティン成分が卓越し  $(Sps_{78.7-83.8}Alm_{7.0-14.0}Grs_{4.7-7.7}Adr_{1.3-1.6}Prp_{0.3-1.1})$ 、 $Mn \rightleftharpoons Fe$  置換がみられる。バラ輝石  $[(Mn_{2.70-3.55}Ca_{0.75}Fe_{0.45-1.25}Mg_{0.20})Si_5O_{15}]$  および菱マンガン鉱  $[(Mn_{0.62-0.81}Ca_{0.12-0.30}Fe_{0.05-0.10}Mg_{0.01-0.05})CO_3]$  は、荒瀬谷鉱山の鉱石中に見られるものに比べて鉄に富む傾向がある。主要鉱石鉱物は半自形の輝コバルト鉱・ゲルスドルフ鉱などの含Co, Ni 鉱物で、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱がそれらの粒間を充填する。珪酸マンガン鉱型倉谷鉱山と炭酸マンガン鉱型荒瀬谷鉱山の鉱石を構成する主要マンガン鉱物の組み合わせの違いや鉄含有量に代表される化学的な特徴の違いは、土生花崗閃緑岩の接触変成作用やそれに由来する熱水に起因すると推定される。一方、主要鉱石鉱物としてコバルトに富む相を含むことは両鉱山共通の特徴であり、起源物質に由来する可能性が示唆

され、このことは層状マンガン鉱床の起源物質とされるマンガン団塊やマンガングラストにCoが比較的多く含まれる(例えば、臼井ほか, 1994)ことによって支持される。

キーワード：玖珂層群、マンガン鉱床

Keywords: Kuga group, manganese deposit

## 秋田県荷葉岳大黒溶岩に含まれている灰長石巨晶の包有物からの成因の考察

### Formation of anorthite megacrysts in Oguro lava of Mt. Kayo, Akita Prefecture: Insights from their inclusions

\*西脇 健凱<sup>1</sup>、越後 拓也<sup>1</sup>

\*Takeyoshi NISHIWAKI<sup>1</sup>, Takuya Echigo<sup>1</sup>

1. 秋田大学・院国際資源

1. Akita Univ. IRS.

火山岩を構成する斑晶鉱物のうち、粒径が著しく大きく An 成分が高い斜長石（典型的には粒径 1cm 以上かつ  $An > 90$ ）は灰長石巨晶と呼ばれ、日本列島産火山岩に特徴的な鉱物であることが知られている (Kimata et al. 1995)。灰長石巨晶形成の生成機構として複数の仮説が提案されているが、灰長石巨晶の内部構造や化学ゾーニングを考慮したモデルはない。本研究では、秋田県仙北市荷葉岳火山に産出する灰長石巨晶の鉱物学的特徴を記載し、得られた分析結果に基づき荷葉岳火山に産出する灰長石巨晶の成因を考察する。

研究試料は荷葉岳の南側に分布する大黒溶岩の下部および上部から採取された玄武岩質火山岩である。偏光顕微鏡観察により、斑晶鉱物は普通輝石と灰長石、石基は自形斜長石からなり、まれに灰長石斑晶が融食して丸くなった普通輝石とかんらん石を包有していることが観察できた。EPMA を用いた観察により、灰長石斑晶には低 An # (50% 程度) な部分と高 An # (86%-93%) な部分があり、(1) 中心部が高 An # で縁辺部は石基斜長石と近い An # を示す正累帯型、(2) 高 An # の中心部から低 An # の縁辺部に至るまでに、正累帯と逆累帯を繰り返す波状累帯型、(3) ひとつの斑晶中に複数の高 An 領域が島状に存在し、その間を低 An 斜長石が埋めるように晶出した合体型の 3 型である。大黒溶岩上部に産出する灰長石巨晶では縁辺部に幅 100  $\mu\text{m}$  程度の波状累帯構造が見られたが、大黒溶岩下部に産出する灰長石巨晶には波状累帯構造は見られなかった。また、EPMA の元素マッピング画像では灰長石斑晶内部の Na・Ca 元素濃度に明確な濃淡が見られた。上記 (3) 合体型斜長石の高 An # 領域と灰長石巨晶に近い Cps を示したことは、これらの斜長石が似た環境で成長したことを示唆する。

以上の結果から荷葉岳火山の灰長石巨晶の成因と生成環境を考察する。まず、マグマだまりに新鮮なマグマが複数回注入されると、波状累帯構造を持つ斜長石が生成することが知られている (Shcherbakov et al. 2010)。また、メルト中で周期的な温度変化が起きると結晶が大きく成長することから (Mills and Glazner 2011, 2013)、荷葉岳火山のマグマだまりでは、新鮮なマグマが地下深部から複数回注入されることによって、灰長石の成長が促進されたと考えられる。EPMA マッピングの結果より、灰長石巨晶コア部分と (3) 合体型斜長石の高 An # 領域が似た環境で成長したと考えられ、周期的に温度が変化するマグマだまりの中でそのような高 An # 結晶が種結晶となることで著しく粗大な結晶が成長したと結論づけた。

キーワード：灰長石、荷葉岳、EPMA、化学的ゾーニング、結晶成長

Keywords: Anorthite, Mt Kayo, EPMA, Chemical zoning, Crystal growth

## 海底火山活動地域に産する玉髓の形成過程2 秋田県男鹿地域

### Formation process of chalcedony at subaqueous volcanism 2 Oga region, Japan

\*佐野 菜津子<sup>1</sup>、宮本 毅<sup>2</sup>、栗林 貴弘<sup>1</sup>、長瀬 敏郎<sup>3</sup>

\*Natsuko Sano<sup>1</sup>, Tsuyoshi Miyamoto<sup>2</sup>, Takahiro Kuribayashi<sup>1</sup>, Toshiro Nagase<sup>3</sup>

1. 東北大・院理、2. 東北大・東北アジア研セ、3. 東北大・総学博

1. Tohoku Univ. Sci., 2. Tohoku Univ. CNEAS, 3. Tohoku Univ. Museum

#### 【はじめに】

玉髓に関する多くの研究は組織を鉱物学的に解析した研究であり地質過程には焦点を当てておらず、玉髓を形成した溶液の起源について触れていないか、触れていたとしても地下から上昇した溶液を想定している場合が多い(例えば、清水・青木, 2001)。この場合、玉髓を形成した溶液は海水を起源とする溶液が地下を循環し上昇してきたと考えられている(宮地ほか, 2003;青木ほか, 2017)。佐野(2022, 卒論)は宮城県奥松島地域に産する玉髓について調査した。調査の結果、奥松島では海水が火砕流堆積物で熱せられることで生じる溶液から玉髓が形成したとすることも可能であるとしたが、実際には地下から上昇した溶液でも説明可能であり、玉髓を形成したシリカ成分の起源を特定できなかった。その原因は、溶液の流入時期を特定できず、火山噴火に伴って形成されたかどうかを確定できなかったことが原因であると考えられる。そこで本研究では、玉髓を形成した溶液の起源、特にシリカ成分の起源を明らかにすることを目的とする。

#### 【手法】

玉髓を形成した溶液の流入が海底火山噴火に伴っていると考えられる秋田県男鹿地域を調査地域に選んだ。地質過程を明らかにするために地質調査を行い、試料を採取した。採取した試料は偏光顕微鏡による薄片観察、EPMA分析、蛍光X線分析(XRF)、粉末X線回折(XRD)、ラマン分光分析をし、鉱物同定や全岩化学組成を決定した。

#### 【結果】

調査露頭は、男鹿半島加茂青砂地域の南東~北西方向に約100 mの海岸線に露出する流紋岩質溶岩からなる。南東から北西に向かって赤褐色を示す結晶質な流紋岩と黒色の黒曜岩が分布する。流紋岩と黒曜岩は石基の結晶化度に違いがあるが斑晶鉱物組み合わせや全岩化学組成は同じである。黒曜岩は南東から北西に向かって塊状からブロック状に変化し、ブロック状の産状を示す部分にはブロック同士の境界に細粒な基質が存在する。流紋岩と黒曜岩の両方にクラックが存在するが、玉髓は黒曜岩のクラックにのみ脈状に分布し、流紋岩中のクラックには存在しない。また、黒曜岩のクラックにはセラドン石を含む緑色の岩脈もあり、セラドン石を含む岩脈と玉髓脈の分布は概ね一致する。露頭上では両者の形成の前後関係は特定できないが、明瞭な境界を持つ。

薄片観察の結果から、黒曜岩は斑晶として斜長石と黒雲母を含み、石基は真珠状組織を示す。セラドン石を含む岩脈では二つの岩相が観察される。一つは黒曜岩と同様の真珠状組織のクラックに細粒なセラドン石が充填した組織である。もう一方は黒曜岩のガラスが存在するものの、ガラスの多くが細粒な斜プチロル沸石や顕微鏡下では同定できない極細粒な結晶に置き換わり真珠状組織が認められない組織であり、結晶の間を細粒なセラドン石が埋める。また、白色を示す岩脈もあり、セラドン石を含む岩脈のうち細粒な斜プチロル沸石が組織の大部分を占めるものと類似した組織を示すが、セラドン石が存在しない。玉髓脈とセラドン石を含む岩脈との境界には細粒な斜プチロル沸石が存在する。

XRDの結果では、黒曜岩では明瞭なピークが認められないのに対し、セラドン石を含む岩脈には斜プチロル沸石に加え、顕微鏡下では同定できない石英のピークが認められる。XRFの結果では、セラドン石を含む岩脈のうち細粒な斜プチロル沸石が組織の大部分を占めるものは、黒曜岩や真珠状組織を示すセラドン石を含む岩脈に比べてSiO<sub>2</sub>の量が約3%多く、SrやK<sub>2</sub>Oといった海水に含まれる元素も多く含まれる。

## 【考察】

調査露頭に存在する流紋岩と黒曜岩は石基の結晶化度に違いがあるが斑晶鉱物組み合わせや全岩化学組成が同じであることから、この流紋岩と黒曜岩は一連の溶岩であると考えられる。黒曜岩は露頭上で南東から北西に向かって塊状からブロック状に変化し、ブロック状の産状を示す部分にはブロック同士の境界に細粒な基質が存在することからハイアロクラスタイトの構造であるとみられる。黒曜岩は海水で急冷された溶岩表面部分にあたり、結晶質な流紋岩はゆっくりと冷却された溶岩内部に相当すると考えられる。玉髄やセラドン石を含む岩脈が溶岩内部に認められないことは、玉髄やセラドン石を含む岩脈が形成された際に、溶岩内部がクラックを生じていない状態であったことを示唆する。つまり玉髄やセラドン石を含む岩脈の形成時期は水中に噴出した溶岩の内部が固結するまでの短期間に制約される。玉髄やセラドン石を含む岩脈は火山噴火に伴ってできたと考えられ、玉髄を形成した溶液はハイアロクラスタイトに取り込まれた海水が熱せられて生じた可能性がある。海水が溶液の起源であるとした場合、溶液が関与してできたセラドン石を含む岩脈に、海水中に多く含まれるSrやK<sub>2</sub>Oが多いことも整合的である。

キーワード：玉髄、海底火山活動、ハイアロクラスタイト、セラドン石

Keywords: Chalcedony, Subaqueous volcanism, Hyaloclastite, Celadonite

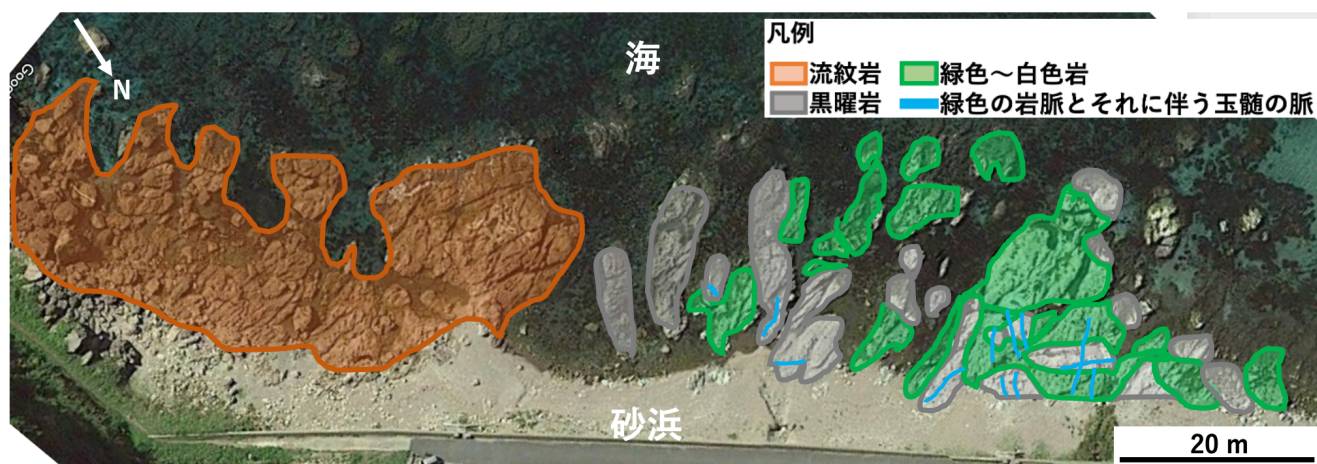


図. 男鹿地域の露頭の全体図

## 福徳岡ノ場の2021年噴火由来軽石に見られるクリストバライトを含む長石集合体岩片

### The occurrence of feldspar-dominated cristobalite-bearing clast found in a drift pumice of the 2021 eruption of Fukutoku-Oka-no-Ba

\*吉田 健太<sup>1</sup>、沢田 輝<sup>2</sup>、丸谷 由<sup>3</sup>、松田 渉<sup>3</sup>

\*Kenta Yoshida<sup>1</sup>, Hikaru Sawada<sup>2</sup>, Yu Maruya<sup>3</sup>, Wataru Matsuda<sup>3</sup>

1. 海洋研究開発機構、2. 富山大学、3. ネコのわくわく自然教室

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. University of Toyama, 3. Necono-Wakuwaku Nature School

小笠原弧の海底火山「福徳岡ノ場」で2021年8月に起きた爆発的な噴火では、多量の軽石が放出されるとともに、大規模な軽石漂流現象が起き、2021年10月の奄美・沖縄地域への漂着を皮切りに、日本列島各地の海岸およびフィリピンや台湾、タイへと軽石の漂着が見られた[1,2]。漂着した軽石はSiO<sub>2</sub>=62%, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O=8-10%程度で様な粗面岩組成をしていたが、その色や組織は明るい灰色のものから黒色のものまで多様であった[1]。黒色の軽石には高Mgカンラン石（Fo<sub>90</sub>）等の初生的な苦鉄質マグマに由来する成分が見られるとともに、磁鉄鉱や黒雲母のナノ結晶が観察され、福徳岡ノ場の粗面岩マグマだまりに苦鉄質のマグマが一部貫入し、水の供給とマグマの酸化を引き起こすことでナノ結晶の晶出とその後の噴火を引き起こしたモデルが提案されている[1,3]。

福徳岡ノ場からの漂着軽石の中には、稀に異質な岩片を取り込んでいるものがある。これまでに苦鉄質岩の特徴を持つもの（高Mgカンラン石やディオプサイドを含む）が[1]で記載がされており、福徳岡ノ場のマグマ供給系と噴火活動に初生的な苦鉄質マグマが関与したことを強く示す証拠となった。本研究では福徳岡ノ場噴火由来の軽石から、新たにアルカリ長石を主成分とする特異な岩片を発見したので、その産状を報告する。

岩片は、茶色と黒色の軽石の複合岩塊の中に、黒色軽石部分に包含される形で産し、大きさは1cm程度で角ばっており、やや暗い灰色をしている。斑晶鉱物として最大で2mmに達する斜長石（An<sub>30</sub>程度）を含み、石基は細粒のアルカリ長石から成る。石基のアルカリ長石は空隙や細粒な斜長石の周辺でKに乏しくNa, Caに富む傾向が見られるが、比較的大きな（2mm）斜長石の周辺ではこの特徴は見られない。岩片断面の1辺にNaに乏しい外殻が見られ、その殻に向けて石基Mgの減少が見られる非対称な不均質性が見られる。

不透明鉱物として鉄硫化物を含み、細粒のルチルおよびアナテースから成るチタン鉱物濃集部も観察された。石基には、多くの場合空隙を伴う形で、クリストバライトの結晶が最大0.1mm程度の大きさで見られる。このクリストバライトは、カソードルミネッセンス観察では放射状の組織が見られるとともに、化学組成として0.4%程度のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と0.2%程度のNa<sub>2</sub>Oを含む。福徳岡ノ場では、近海のドレッジで得られた軽石試料からも、ガラス質石基の空隙中に晶出するクリストバライトが報告されており、噴火活動が収まっている活動静穏期に火道内で火山ガスとガラスが反応した結果生成したものだと考えられている[4]。本試料のクリストバライトはガラスではなく結晶化した石基鉱物に伴われている点で産状が異なる。

アルカリ長石の化学組成は、空隙周辺でのCa量増加トレンドがCa-Na-Kの三成分図上で850°C程度のソルバスと準平行に並び、これは福徳岡ノ場のマグマだまりで推定される温度（約930°C）[1]よりやや低い。

以上の観察から、この岩片は噴火に際して破砕した岩石の一部が、噴出するマグマに取り込まれたものであると考えられる。岩片は元々火道を閉塞する岩石の一部で、比較的深部の850°C程度の高温度で、火道閉塞物が火山ガスと反応することで、斜長石の分解とクリストバライトの晶出が起きた可能性が高い。

[1] <https://doi.org/10.1111/iar.12441>

[2] <https://doi.org/10.2343/geochemj.GJ22011>

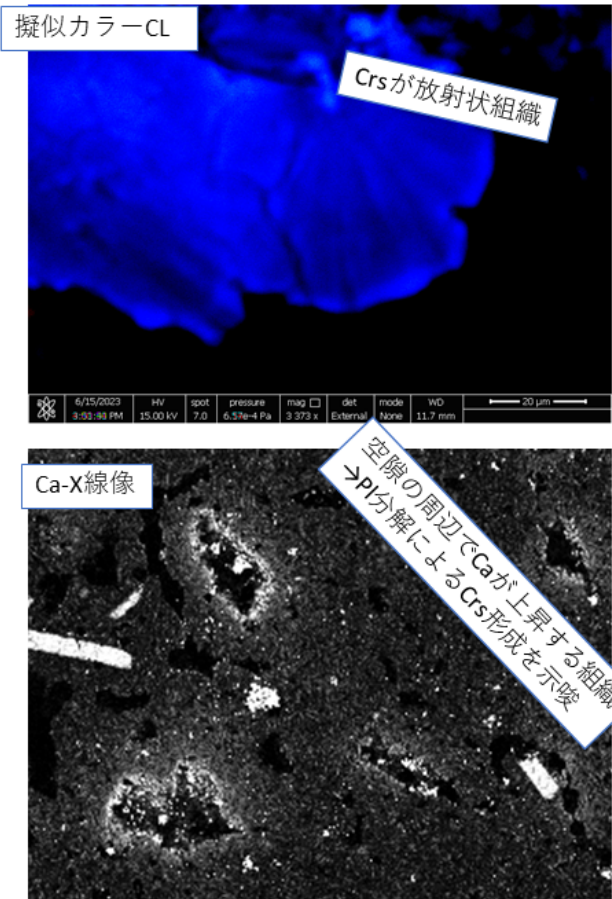
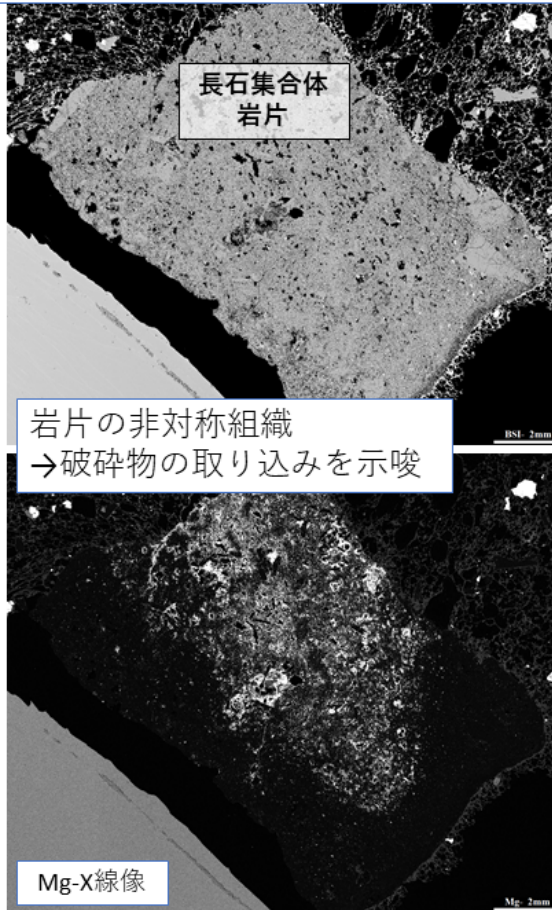
[3] <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34301-w>

[4] <https://doi.org/10.31223/X5P06W>

キーワード：福徳岡ノ場、クリストバライト、漂着軽石

Keywords: Fukutoku-Oka-no-Ba, Cristobalite, drift pumice

福徳岡ノ場の2021年噴火由来軽石に見られるクリストバライトを含む長石集合体岩片



## 伊豆－マリアナ前弧域のマンテル加水作用とマグマ形成史

### Hydration of the mantle and magma genesis in the Izu-Mariana fore-arc region.

\*山岡 璃音<sup>1</sup>、秋澤 紀克<sup>1</sup>、市山 祐司<sup>2</sup>、田村 明弘<sup>3</sup>、森下 知晃<sup>3</sup>

\*Rion Yamaoka<sup>1</sup>, Norikatsu Akizawa<sup>1</sup>, Yuji Ichiyama<sup>2</sup>, Akihiro Tamura<sup>3</sup>, Tomoaki Morishita<sup>3</sup>

1. 東大、2. 千葉大、3. 金沢大

1. University of Tokyo, 2. Chiba university, 3. Kanazawa university

沈み込み帯では、巨大地震や島弧火成活動が生じるなど、地球上で最も活動的なテクトニックセッティングである。また、海洋リソフェアが地球内部に沈み込む場として汎地球規模の物質循環が進行しており、地球の進化に重要な役割を果たしている。伊豆－マリアナ前弧域に分布する蛇紋岩海山や海溝陸側斜面では、沈み込み帯マンテル由来の物質を採取できるため、沈み込み帯マンテルに記録された物質循環を理解する上で格好の研究対象である。本研究では、前弧域のマンテルの加水作用とそれに伴うマグマ活動を総合的に理解するために、伊豆－マリアナ海溝陸側斜面に露出する地殻起源の岩石と上部マンテルかんらん岩を用いて、岩石記載と地球化学的解析を実施した。本研究で用いられた試料は、海洋研究開発機構(JAMSTEC)が保有している潜水船で採取された小笠原海溝、南マリアナ海溝、ヤップ海溝の海溝陸側斜面からの試料と、大気海洋研究所所有のマリアナ海溝陸側斜面から白鳳丸で採取された大気海洋研究所所有の安山岩とポニナイトである。3つの海溝から採取されたかんらん岩は、様々な程度に蛇紋岩化したハルツバージャイトとダナイトで、形成されている蛇紋石は低温で安定なリザーダイト/クリソタイルである。南マリアナ海溝のかんらん岩は針状～繊維状の角閃石に富む(組成としてはパーガス閃石、エデン閃石、マグネシオホルンブレンド、トレモラ閃石、カミングトン閃石)。一方で、ヤップ海溝のかんらん岩は角閃石を含まず、単斜輝石を含むことで特徴づけられる。かんらん岩に含まれるクロムスピネルのCr#(= $Cr/(Cr+Al)$ 原子比)は南マリアナ海溝で最も高く

(0.62～0.95)、直方輝石の重希土類元素濃度が枯渇した特徴を示すことから、南マリアナ海溝のかんらん岩は他の地域のものよりも枯渇していることを示す。角閃石の微量元素組成は、鉱物種によらずBaやSrに富む一方で、トレモラ閃石のリム部とカミングトン閃石はCsやRbに富む。角閃石を対象とした地質温度計からは、 $Al_2O_3$ に富むCa角閃石(パーガス閃石、エデン閃石、マグネシオホルンブレンド)が780～930℃で形成され、トレモラ閃石が710～840℃で形成されたと見積もられる。前者は後者よりもアルカリ元素に富み、より深部で形成した可能性が示唆される。トレモラ閃石はカミングトン閃石に囲まれており、カミングトン閃石形成後にタルクが形成されていることから、角閃石は温度冷却過程に伴う加水作用によって形成されたことが推察される。本研究では、角閃石を作る流体の特徴を明らかにするとともに、マグマ活動への示唆を議論する。現在、全岩主要元素組成及び微量元素組成分析を実施しており、それらの結果を合わせて議論を展開する。

キーワード：沈み込み帯、加水作用、前弧域マグマ生成過程、かんらん岩、角閃石

Keywords: Subduction zone, hydration, fore-arc magma genesis, peridotite, amphibole

## 北部マリアナトラフ、Central Grabenの最上部マンツルの不均質性について—KR02-01航海から得られたかんらん岩類の（再）微細構造解析

### Heterogeneity of the uppermost mantle below the Central Graben, Northern Mariana Trough - ReMicrostructural analysis of peridotites from KR02-01 cruise

\*針金 由美子<sup>1</sup>、田村 明弘<sup>2</sup>、仙田 量子<sup>3</sup>、森下 知晃<sup>2</sup>、山下 浩之<sup>4</sup>

\*Yumiko HARIGANE<sup>1</sup>, Akihiro Hasebe Tamura<sup>2</sup>, Ryoko Senda<sup>3</sup>, Tomoaki Morishita<sup>2</sup>, Hiroyuki Yamashita<sup>4</sup>

1. 産業技術総合研究所、2. 金沢大学、3. 九州大学、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館

1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Kanazawa University, 3. Kyusyu University, 4. Kanawaga Prefectural Museum of Natural History

背弧海盆や中央海嶺などの海底拡大系において、マンツルや海洋地殻物質がどのような特徴を持つのか、どのような過程を経て形成するか、それらの物質がどのように分布するのかは、水平方向・垂直方向・時間スケールで未だに不明な点が多い。近年では北極海や南西インド洋の超低速拡大系でマンツル物質の不均質性 (Liu et al., 2008; Seyler et al., 2003など) が報告されている。

マリアナトラフにおいても、南北で地殻物質の厚さが変化していることから、メルト供給に影響するマンツル物質の不均質性の可能性が指摘されている (Kitada et al., 2006)。マリアナトラフはマリアナ海溝の西側に発達した現在も活動中の背弧海盆であり、トラフ軸の南北で地球物理学的特徴やマグマの組成が異なっている (Martinez et al., 1995など)。北部マリアナトラフ、北緯19度40分-21度周辺は、2つの非常に深い地溝がありCentral Grabenと呼ばれる (Yamazaki et al., 2003)。ここは非常に高いマンツルブーゲー異常値をもつこと、マンツル物質が多く露出することから、マグマに枯渇した領域であり、非マグマ性の拡大が生じたと考えられている (Martinez et al., 1995; Ohara et al., 2002; Yamazaki et al., 2003)。

本研究では背弧の拡大軸下のマンツル不均質性について議論するために、2002年1月にJAMSTEC深海調査研究船「かいらい」による調査航海KR02-01にて採取されたかんらん岩類の微細構造解析を行った。タイトルに（再）とつけたのは、Ohara et al. (2002)(1991\_Tunes 7航海とYK96-13\_leg2航海)と千葉ほか (2007, 2008)、千葉・新井田(2009) (KR02-01航海) で、ある程度の岩石学的検討が行われたためである。本研究はこれらを考慮しつつ、マンツル物質の不均質性に着目して、新たに分析・解析を行った。KR02-01航海では、Central Graben Southのドレッジにより、かんらん岩類、はんれい岩類、トータル岩類、および角閃岩が採取されている (有馬・増田, 2005)。本研究ではCentral Graben Southにおける東側斜面2地点のドレッジにより採取されたかんらん岩試料(35個)について、微細構造、主要・微量化学組成と同位体組成の分析・解析を行った。

微細構造：かんらん岩試料はほとんどが蛇紋岩化作用を受けており、かんらん石は蛇紋石となっていた。かんらん岩はハルツバーナイトとダナイトからなる。肉眼観察と偏光顕微鏡観察から、かんらん岩の微細構造を4つに分類した：(a) 丸みを帯びた粗粒～中粒な輝石を持つプロトグラニューラー組織。(b) 輝石のポーフィロクラストと細粒基質部で構成されたポーフィロクラスト状組織。(c) スピネルの伸長構造をもつマイロナイト様組織。(d) 細粒化したスピネルをもつ細粒化組織。ハルツバーナイトは(a-b)の特徴、ダナイトは(c-d)の特徴をそれぞれ持つ。またこれらは優白質岩脈、角閃石や輝石に富んだ岩脈、はんれい岩脈の貫入を受けている。細粒化組織を持つダナイトに関しては、スピネルの周囲に変質した斜長石が観察された。産総研のSEM-EBSDを用いてかんらん岩試料の結晶方位の測定を試みた。ただし蛇紋岩化作用に加え、粗粒の輝石が多いことから集中度の判定に使えるデータが少なく、結晶方位パターンが特定できなかった。

主要・微量化学組成：かんらん岩を構成する鉱物の主要および微量元素化学組成を産総研のEPMAと金沢大

学のLA-ICP-MSを用いて分析した。スピネルの主要元素組成はCr#が0.29から0.55を示し、先行研究結果よりも幅広いCr#を示した。単斜輝石と直方輝石の微量元素組成は軽希土類元素に乏しい左下がりのパターンを示すが、角閃石や輝石に富んだ岩脈、はんれい岩脈が貫入したかんらん岩は軽希土類元素に富むパターンを示した。

同位体組成：Os（オスミウム）同位体比はJAMSTECのTIMS（TRITON:ThermoFisher Scientific）により、白金族元素（PGEs）組成は九州大学のAgilent4500で分析した。ほとんどのかんらん岩試料において、PGEsパターンは全体的にフラットであること、またOs同位体比は典型的なマンツルの値を示した。

講演ではこれらの詳細な観察・分析の結果を説明するとともに、後に貫入してきた岩脈によるかんらん岩の改変やダナイトーハルツバーガイトの成因などについて議論し、マリアナトラフにおけるマンツル物質の不均質性について評価する。

キーワード：かんらん岩、背弧海盆、マリアナトラフ、マンツル不均質性、セントラルグラベン  
Keywords: Peridotite, Backarc basin, Mariana Trough, Mantle heterogeneity, Central Graben

## 北極圏ウラル，ライ・イズ岩体の直方輝石に富む変成カンラン岩の形成過程

### Possible deserpentinized origin of orthopyroxene-rich metaperidotite in the Ray-Iz peridotite massif, Polar Ural

\*石丸 聡子<sup>1</sup>、藺田 梨衣<sup>1</sup>、三浦 真<sup>2,3</sup>、シュメレフ ウラジミール<sup>4</sup>、荒井 章司<sup>3</sup>

\*Satoko ISHIMARU<sup>1</sup>, Rie SONODA<sup>1</sup>, Makoto MIURA<sup>2,3</sup>, Vladimir R. SHMELEV<sup>4</sup>, Shoji ARAI<sup>3</sup>

1. 熊大、2. GIA、3. 金沢大、4. Zavaritskii Inst. Geol. Geochem., RAS

1. Kumamoto Univ., 2. GIA, 3. Kanazawa Univ., 4. Zavaritskii Inst. Geol. Geochem., RAS

北極圏，ウラル地域に露出するライ・イズ岩体は，ボイカー岩体，シムキョウ岩体と共に一連のオフィオライト帯を構成する超苦鉄質岩体である。ライ・イズ岩体は主にレールゾライト～ハルツバージャイト，ハルツバージャイト～ダナイトで構成されており，中央部に変成カンラン岩が帯状に存在する（例えば，Shmelev, 2011）。また，大規模なクロマイト鉱床（Central Chromite Deposit）を伴うダナイトが存在し（例えば，Shmelev, 2011），クロマイト鉱床からダイヤモンドや高圧を示唆する鉱物の産出が報告されている（Yang et al., 2015）。また，スラブ由来流体との反応により形成されたと考えられるコランダムを含む珪長質脈が観察されるなど（Glodny et al., 2003; Ishimaru et al., 2015; Meng et al., 2018），様々な交代作用を被っている。

ライ・イズ岩体中央部の変成カンラン岩帯中に，放射状の直方輝石集合体を含む変成カンラン岩が観察される。この岩石は，CO<sub>2</sub>に富む流体とカンラン岩の反応によって形成されたサグバンダイト（直方輝石-炭酸塩岩）として記載されていたが（Shmelev et al., 2014），実際に採集した試料を観察すると，炭酸塩鉱物（マグネサイト）のモードは低く（< 5 vol.%），緑泥石や滑石，角閃石などの含水鉱物，蛇紋石を含むハルツバージャイトであった。また，カンラン石などの珪酸塩鉱物中には多量の磁鉄鉱の包有物が観察された。放射状の集合体を形成している直方輝石だけではなく，全ての直方輝石が低いCaO，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量を示す（いずれも<0.15 wt.%）。直方輝石の組織と化学組成は，脱蛇紋岩化作用によって形成された変成カンラン岩の特徴と類似している。本発表では，この変成カンラン岩の形成過程について検討をおこなう。

Glodny et al. (2003) *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67, 4535-4371.

Glodny et al. (2004) *Geological Society of London, Memoirs*, 30, 87-105.

Ishimaru et al., (2015) *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 110, 76-81.

Meng et al. (2018) *Lithos*, 302-314.

Sharma et al. (1995) *Earth and Planetary Science Letters*, 135, 191-114.

Shmelev (2011) *Petrology*, 19, 618-640. Shmelev et al. (2014) 12th International Platinum Symposium, Yaketerinburg, Field Trip Guidebook, IGG UB RAS, 44p.

Yang et al. (2015) *Gondwana Research*, 27, 459-485.

キーワード：直方輝石、脱蛇紋岩化、磁鉄鉱包有物、ライ・イズカンラン岩体

Keywords: Orthopyroxene, Deserpentinization, magnetite inclusion, Ray-Iz peridotite massif