

Poster presentation | R1: Characterization and description of minerals (Joint Session with The Gemmological Society of Japan)

📅 Fri. Sep 17, 2021 9:30 AM - 6:30 PM JST | Fri. Sep 17, 2021 12:30 AM - 9:30 AM UTC | 🏠 ePoster Session

**R1: Characterization and description of minerals (Joint Session with The Gemmological Society of Japan)**

[現地ポスターコアタイム]

12:30~14:00

17:00~18:30

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-01] EPMA + LA-ICPMS analysis using 1 : 2 glass bead

\*Eiji Nakata<sup>1</sup>, Mei Yukawa<sup>1</sup> (1. CRIEPI)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-02] Transmission Kikuchi diffraction analysis using a SEM apparatus and its application to fine grains within ultramylonitic peridotite

\*Yohei Igami<sup>1</sup>, Katsuyoshi Michibayashi<sup>2</sup> (1. Kyoto Univ., 2. Nagoya Univ.)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-03] Chemical features of high-salinity fluid inclusions in quartz crystals from Oohinata acidic rocks, Nagano prefecture.

\*Masanori Kurosawa<sup>1</sup>, Takuya Tsuda<sup>2</sup> (1. Life Environ. Sci., Univ. Tsukuba, 2. Grd. Sch., Univ. Tsukuba)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-04] Ore and skarn minerals of the Umegakubo deposit of the Naganobori cooper mine, Yamaguchi Prefecture, Japan

\*Yuka Kubotsu<sup>1</sup>, Mariko Nagashima<sup>1</sup> (1. Yamaguchi Univ.)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-05] Ore minerals of the Ichinosaka silver mine, Yamaguchi Prefecture, Japan

\*Miyako Okatani<sup>1</sup>, Mariko Nagashima<sup>2</sup> (1. Ubekousankonsarutanto, 2. Yamaguchidaigakuin • souseikagaku)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-06] Arsenic-bearing minerals (arsenic, zýkaite) from Tozawa, Gunma Prefecture

\*Takashi Yamada<sup>1</sup>, Yasuhiro Kosuge<sup>2</sup>, Takashi Fujiwara<sup>3</sup>, Takashi Ishibashi<sup>3</sup> (1. Friends of Mineral, Tokyo/Masutomi Museum of Geo-science, 2. Friends of Mineral, Tokyo, 3. Masutomi Museum of Geo-science)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-07] Whewellite from Ishidera, Wazuka, Kyoto Prefecture, Japan

\*Yohei Shirose<sup>1</sup>, Kenji Tsuruta<sup>2</sup>, Norimasa Shimobayashi<sup>3</sup> (1. Grad. Sch., Ehime Univ., 2. Kyoto City Univ. Arts., 3. Grad. Sch., Kyoto Univ.)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-08] The higher hydrated analogue of zaccagnaitite from the Ikuno mine, Hyogo Prefecture, Japan

\*Masayuki Ohnishi<sup>1</sup>, Norimasa Shimobayashi<sup>2</sup>, Daisuke Nishio-Hamane<sup>3</sup>, Shoichi Kobayashi<sup>4</sup>, Takeshi Hisano<sup>5</sup> (1. Non, 2. Sci., Kyoto Univ., 3. ISSP, Univ. of Tokyo, 4. Sci., Okayama Univ. of Sci., 5. Kwansai Gakuin Univ.)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-09] Matsubaraite, rengoite, törnebohmite-(Ce) and rare minerals in Osayama jadeitite

\*Daisuke Nishio-Hamane<sup>1</sup>, Mitsuo Tanabe (1. ISSP, Univ. of Tokyo)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-10] Mineralogy of garnet from Mt. Kutsuna, Matsuyama, Ehime Prefecture

\*Shota Oshima<sup>1</sup>, Yohei Shirose<sup>2</sup> (1. Ehime Kensetsu Consultants Co.,Ltd, 2. Grad. Sch., Ehime Univ)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-11] Occurrence of zeolites in Tsuo andesite from Nagato City, Yamaguchi Prefecture, Japan

\*Mariko Nagashima<sup>1</sup>, Miyu Nishioka<sup>2</sup> (1. Yamaguchi Uni. Sci. Tech. Innov., 2. Yamaguchi Uni. Sci.)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-12] Alteration of boninite and the phillipsite formed in its amygdale

[Presentation award entry]

\*Yuki Inoue<sup>1</sup>, Kazuhiko Shimada<sup>1</sup>, Mana Yasui<sup>2</sup>, Atsushi Yamazaki<sup>2</sup>, Hiroshi Hagiya<sup>4</sup>, Jun-ichiro Ishibashi<sup>3</sup>, Tasuku Akagi<sup>1</sup> (1. Kyushu Univ. Sci., 2. Waseda Univ., 3. Koube Univ., 4. Tokyo City Univ.)

---

9:30 AM - 6:30 PM JST | 12:30 AM - 9:30 AM UTC

[R1P-13] Formation process of secondary minerals in hydrothermally altered basalt from Kouragahana, Shimane Peninsula, Japan

[Presentation award entry]

\*Shuichi Ito<sup>1</sup>, Mariko Nagashima<sup>1</sup> (1. Yamaguchi Univ.)

# 1 : 2 ガラスビードを用いた EPMA + LA-IC-MS 分析

中田英二、湯川芽依（電力中央研究所）

## EPMA + LA-ICPMS analysis using 1 : 2 glass bead

Eiji Nakata\*, Mei Yukawa (CRIEPI)

### 1. はじめに

配合率 1 : 2 の低希釈ガラスビードを再現性良く作製できる手法と ZrO<sub>2</sub> 等の分析結果を紹介する。多くの場合、分析は 1 (試料) : 10 (溶剤) や 1 : 5 のガラスビードで行われている (中田, 2006)。無希釈ガラス作成には特殊な装置が必要となる (Nicholls, 1974)。低希釈率ガラスの作成は試料の溶け残りや発泡による混合不良が発生することが多く難しい。

### 2. 1 : 2 ガラスビード

ガラスビードは試料 0.1000g と融剤 0.2000g (Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> と LiBO<sub>2</sub> を 1 : 1 で混合) を混合して作成する。剥離剤は使用しない。試料は予め 750°C で酸化させておく。

ガラスビードは NT-2120 (日本サーモニクス製) で作成した。熔融温度は 1150°C である。熔融温度到達後の最初の揺動で白金ルツボは高周波炉ごと右に 45 度傾斜する。このため、試料粉末は白金ルツボ内でタッピングして事前に右側に寄せておく。熔融した試料本体は白金ルツボの縁のみを一体化したままで動き回る。熔融、揺動・回転を 10 分実施させた後、高周波炉は中央の定位位置に戻る。この時、白金ルツボの中央などにガラスの粒が残ることが多い。ガラスが熔融している間に白金付トングで白金ルツボを傾け、これらの残存ガラスを熔融ガラス本体に取り込む。取り込んだ後にもう一度手動で 1150°C 熔融、揺動、回転を 1 分行う。

おおむね 15 分で小さなガラスビードができる。このガラスは白金ルツボと接する面積が少ないため、冷却によって容易に剥離する。剥離したガラスは乳棒で 1 ~ 3 mm 程度の大きさに粉砕する。

粉砕したガラス破片は一つを取り出し、25 個程度の孔を開けたアルミ板 (幅 2.5 ×

長さ 3cm) に包埋し研磨する。

### 3. 分析装置

EPMA は JXA8230 (W フィラメント: 日本電子製)、LA-ICP-MS は (X Series II: サーマフィッシャー製に、UP213-AS: ニューウェーブ製 Nd-YAG UV213 nm) を取り付けたものである。EPMA で軽元素濃度、LA-ICP-MS で重元素濃度を求める。

### 4. 分析

EPMA での分析径は 10 μm とし、吸収電流値は 10 nA、ピーク分析時間は 10 秒とした。標準試料には単鉱物を用いる。単鉱物を用いて 1 : 2 ガラスビードの標準試料を分析し、定量値は ZAF 法で得られた分析値と推奨値から検量線を作成して求めた。

LA-ICP-MS での分析直径は 100 μm とした。一点の分析は 100 秒とし、この間、試料表面から深さ 20 μm 程度の試料がエアロゾル化する。一つの試料で 3 点を測定し平均値を求める。He キャリアガスの不安定さを考慮し、概ね未知試料 10 試料ごとに標準試料を 5 試料測定し、毎回検量線を作成する。標準試料には NIST610 と、1 : 2 でガラスビード化した GSJ reference samples を用いている。

分析値は EPMA で得られた SiO<sub>2</sub> 濃度と LA-ICP-MS で得られる SiO<sub>2</sub> 濃度を一致させた比で補正して求める。

### 5. 結果

新鮮部と風化部が接する安山岩からガラスビードを作成し EPMA と LA-ICP-MS で比較した。この結果、EPMA では ZrO<sub>2</sub> 濃度の違いが判らない場合でも、LA-ICP-MS では風化部に ZrO<sub>2</sub> が多くなる傾向が得られた。

### 6. まとめ

XRF を用いず、1 : 2 ガラスビードで軽元素~ランタノイドまで分析ができた。

Keywords: 1:2 glass bead, EPMA, LA-ICP-MS

\*Corresponding author: nakata@criepi.denken.or.jp

中田 (2006) 電中研報告, N05063

Nicholls et al., (1974) Chem Geol 14, 151-157.

# SEM 装置を用いた透過菊池回折の分析と ウルトラマイロナイトかんらん岩への応用

伊神洋平(京都大学)・道林克禎(名古屋大学)

## Transmission Kikuchi diffraction analysis using a SEM apparatus and its application to fine grains within ultramylonitic peridotite

Yohei IGAMI\*(Kyoto Univ.), Katsuyoshi MICHIBAYASHI (Nagoya Univ.)

オリビン ( $[\text{Mg,Fe}]_2\text{SiO}_4$ ) 粒子を主とする多結晶体であるかんらん岩は、変形作用を受けた際に温度や差応力、含水量などを反映して多彩な微細組織を示し、オリビン粒子の結晶方位分布としても多様なパターンを示しうる。これらは上部マントルの変形場を理解するための重要な指標と捉えられ研究が進んできた[e.g., 1]。この分野の研究に重要な役割を果たしてきた分析技術として走査型電子顕微鏡および電子後方散乱回折検出器(SEM-EBSD)による菊池回折を用いた結晶方位マッピングがあるが、結晶粒径がミクロンオーダー以下となってくると明瞭な菊池回折図形の取得は難化する。従来の変形かんらん岩の結晶方位・組織解析において、サブミクロン～ナノ領域の微小粒子や粒界組織の影響は見過ごされてきたこともあるかもしれない。

電子顕微鏡において高い空間分解能を得るには、試料を薄膜化して試料内の電子の散乱を抑えることが一つの方法である(透過電子顕微鏡法、TEM)。菊池図形を用いた結晶方位解析においても、試料を薄膜化して透過電子中の信号を活用すれば、高い空間分解能で分析が可能となる。さらに、こうした薄膜試料の透過菊池回折の分析について、TEM 装置ではなく SEM-EBSD 分析システムの活用が効果的との提案がある (SEM-TKD [Transmission Kikuchi diffraction]) [2,3]。本研究では、ウルトラマイロナイト中の微小粒子の評価のためにこの SEM-TKD を活用した分析を試みたので、結果を報告する。

試料は、PROTEA5 航海の調査で得られた Marion トランスフォーム断層のかんらん岩 D19-

47 を用いた。当試料は強いせん断変形によりウルトラマイロナイト化しており、SEM-EBSD 分析では同定の困難な数  $\mu\text{m}$  もしくはそれ以下の粒子の存在が示されている[4]。当試料から集束イオンビーム装置を用いて細粒オリビン領域の切り出しと薄膜化を行い、W-SEM-EBSD 装置を用いた SEM-TKD 分析を行った。TKD マッピングは 20–50 nm/step で行った。

実験条件および測定データの事後処理などの試行錯誤の結果、ドリフトが少なく index rate の高いマップデータ取得条件がおおよそ見つかった。EBSD 用の解析ルーチンに入力可能な TKD マップデータを得られるようになったことで、様々な既存ソフトウェアの活用が可能となった。バンドコントラスト像では粒界が明確に可視化され、当試料では TEM を用いた像よりも SEM-TKD によるバンドコントラスト像のほうが高コントラストで粒界が可視化された。この像では約 100 nm 径の微小粒子の存在まで十分に可視化ができており、それらの相および方位の自動認識も成功している。この程度のサイズの粒子に対する TKD 分析は W フィラメントの SEM で十分に実施可能であることが分かった。その他、EBSD データと同様に、極点図へのオリビン結晶方位のプロット、逆曲点図マップ、粒界／亜粒界の可視化や方位関係の解析などが問題なく実施できた。発表では当ウルトラマイロナイトかんらん岩から得られた結果の解釈についても一部議論する予定である。

### 【引用文献】

- [1] Bernard et al. (2019) *Geochem. Geophys. Geosy.* **20**, 3469
- [2] Keller & Geiss (2012) *J. Microsc.* **245**, 245.
- [3] Trimby (2012) *Ultramicroscopy* **120**, 16.
- [4] Kakihata et al. (2021) *in review*.

Key words: transmission Kikuchi diffraction (TKD), EBSD, olivine, ultramylonite, peridotite

\*Corresponding author: y-igami@kueps.kyoto-u.ac.jp

## 大日向酸性岩類の高塩濃度流体包有物の析出結晶

黒澤 正紀\*(筑波大・生命環境)・津田 拓哉(筑波大院・地球)

### Chemical features of high-salinity fluid inclusions in quartz crystals from Oohinata acidic rocks, Nagano prefecture.

M. Kurosawa\* and T. Tsuda (Univ. Tsukuba)

Daughter minerals in polyphase fluid inclusions of quartz crystals from quartz veins at the Oohinata acidic rocks, Nagano, Japan, were analyzed with a SEM-EDS to examine chemical features of highly-saline and sulfidic hydrothermal fluids from granitoids associated with polymetallic ore deposits in Japan. Many crystals of rock salt, sylvine, pyrite, chalcopyrite, anhydrite, feldspar, muscovite, rutile, barite, sphalerite, fluorite, loellingite, galena, molybdenite, monazite, and vanadium-rich hematite were observed as daughter crystals in the inclusions

長野県佐久穂町には、大規模熱水鉱床を胚胎する秩父花崗岩と化学的・同位体的特徴が極めて類似した中新世の茂来山花崗岩体が貫入しており、同岩体表層付近で派生した大日向酸性岩類の周囲には、鉄・銅・鉛・亜鉛・金など多種の熱水性鉱床を伴っている。そのため、酸性岩類から放出される熱水流体の特徴を解明することで、秩父花崗岩に随伴する秩父鉱山を形成した熱水流体についての情報が得られる可能性がある。秩父鉱山の鉱脈同様、大日向酸性岩類の熱水脈にも Ag, Se, As, Bi, Sb を含む鉱物が少量報告され、その熱水流体は、秩父鉱山のような多金属型鉱床を形成する流体としても注目される。

以前の鉱物科学会では、大日向酸性岩類の熱水脈の石英単結晶には、固相包有物として硬石膏・黄鉄鉱・重晶石・白雲母・ルチル・輝水鉛鉱が存在し、流体包有物として多量の多相包有物が含まれ、その中の析出結晶として多量の岩塩・カリ岩塩・塩化鉄・カリマンガン塩化物・塩化カルシウム、少量の赤鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・硬石膏・重晶石・カリ長石・白雲母・ルチルが含まれること、溶存成分として B・Mg・Al・S・P・Ca・Ti・Mn・Cr・Fe・Co・Ni・Zn・Sn 等の元素が存在することを報告した。また、それらに基づき、熱水流体は、酸性でやや硫黄に富み、酸化的な流体であることを指摘した。今回は、引き続き、周辺の熱水脈にも探索を拡げ、熱水流体の化学的特徴をさらに検討することにした。

試料には、長野県佐久穂町の灰立沢沿いの

採石場に露出する大日向酸性岩類の花崗閃緑岩中に貫入した石英脈の石英単結晶の多相流体包有物を用いた。結晶中の主要な流体包有物は気相包有物で、2相包有物がそれに次ぎ、結晶中央～底部には多相包有物も多く含まれる。今回は多相流体包有物の均質化温度や多相包有物の析出結晶・蒸発乾固物を SEM-EDS で分析することで、流体の特徴を検討した。

その結果、多相包有物の均質化温度は平均 542°C、塩濃度約 56 wt% NaCl で、2相包有物の均質化温度は約 380°C と、先行研究(菅原ほか 2004; Ishiyama et al. 2006)とほぼ一致した。多相包有物中の析出結晶には、新たに閃亜鉛鉱・螢石・砒鉄鉱・方鉛鉱・輝水鉛鉱・モナズ石・バナジウムに富む赤鉄鉱を確認した。

浅部貫入の花崗岩体から放出される流体は、高温酸性でやや硫黄に富み、多様な元素を含むことは明確になったが、岩体高温期に放出された流体のためか、岩体低温期に流体中によく放出される Ag, Se, As, Bi, Sb 等の含有を確認できなかった。このことは、岩体が大きく、酸化的で硫黄に富み、高温期から低温期までに多様な元素を含む熱水流体を十分に放出できることが、多金属型鉱床を形成する花崗岩体の条件であることを示唆している。茂来山花崗岩体も重力探査によって、潜頭部に大きな広がりを持つとされ、花崗閃緑岩の周囲に分化した花崗岩を随伴するタイプであることも知られている。今後は、低温期に放出されたと推定される熱水脈中に溶存する元素についても検討を行う予定である。

Keywords: Fluid inclusion, daughter crystal, SEM, granite, hydrothermal fluid

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

# 山口県美祢市長登銅山梅が窪坑に産する 鉱石鉱物とスカルン鉱物の鉱物学的特徴

窪津優花・永瀧真理子 (山口大・創成科学)

## Ore and skarn minerals of the Umegakubo deposit of the Naganobori copper mine, Yamaguchi Prefecture, Japan

Yuka Kubotsu\*・Mariko Nagashima (Yamaguchi Univ)

山口県美祢市には長登銅山や大和鉱山などの含銅スカルン鉱床が複数存在する。秋吉台石灰岩南東部に位置する長登銅山は国内最古の国営銅山である。長登銅山の鉱床は秋吉石灰岩に花の山花崗斑岩が貫入し、鉱化作用をもたらすことによって形成された (佐々木ほか, 2014)。Kato(1916)により花の山花崗斑岩周辺にある7つの鉱床について記載学的報告がなされた。Nagashima et al. (2021)により烏帽子坑産鉱石の鉱物学的特徴が明らかにされた。しかし、烏帽子坑以外の鉱石鉱物やスカルン鉱物の鉱物組み合わせや化学的特徴は明らかにされていない。本研究では、花の山花崗斑岩から最も離れた梅が窪坑を対象とする。梅が窪坑のズリから採取された鉱石の鉱物組み合わせや化学組成を明らかにし、形成過程や温度変化を推定する。また、花の山花崗斑岩に隣接する烏帽子坑と比較することで長登銅山内の鉱物組み合わせや化学組成の違いを検討する。

梅が窪坑は花の山花崗斑岩から約250m西に位置し、周囲は結晶質石灰岩に囲まれている (Kato, 1916)。梅が窪坑のズリから採取した試料は珪灰石スカルン、珪灰石-ザクロ石スカルン、ザクロ石スカルン、磁鉄鉱を主とする鉱石、結晶質石灰岩に分類された。梅が窪坑は珪灰石スカルンが特に卓越する。スカルン鉱物は珪灰石、ザクロ石、単斜輝石が見られた。珪灰石は少量の鉄やマンガンを含んでいた。ザクロ石はすべての試料でアンドラダイ

ト端成分を示した。単斜輝石は珪灰石スカルンで  $\text{Hd}_{55.48-96.37}\text{Di}_{0.27-73.64}\text{Jo}_{1.90-24.14}$ 、珪灰石-ザクロ石スカルンで  $\text{Hd}_{17.24-96.16}\text{Di}_{0.27-73.64}\text{Jo}_{3.23-15.35}$  と示され、どちらの試料でも幅広い組成を持つ。主要鉱石鉱物は斑銅鉱と黄銅鉱であり、特に斑銅鉱が卓越する。本研究では Kato(1916)で報告された鉱物に加えて、含 Bi 鉱物、含 Te 鉱物、含 Ag 鉱物、含 Co 鉱物が発見された。梅が窪坑の鉱石鉱物の晶出順序は前期から晩期に含 Cu 鉱物、前期から中期に含 Co 鉱物、中期から後期に含 Bi 鉱物、含 Te 鉱物、含 Ag 鉱物、含 Pb 鉱物、晩期に含 Sb 鉱物であると考えられる。図1に示すように斑銅鉱内に黄銅鉱とウィチヘン鉱の離溶組織が見られることから、含 Bi 鉱物が晶出する際に温度低下があったと考えられる。梅が窪坑と烏帽子坑から共通して含 Bi 鉱物、含 Te 鉱物、含 Ag 鉱物、が産することからこれらの鉱物は長登銅山で普遍的に産すると考えられる。

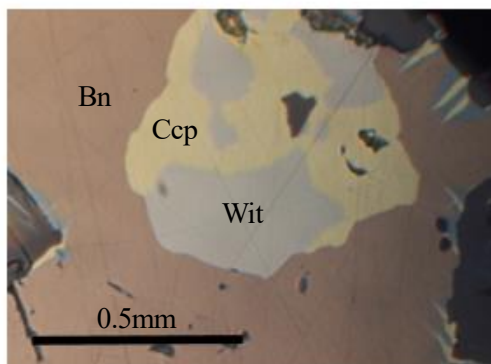


図1. 斑銅鉱(Bn)内の黄銅鉱(Ccp)とウィチヘン鉱(Wit)の離溶組織

Keywords: naganobori, copper, skarn

Corresponding author: 9dai4krz@gmail.com

## 山口県山口市一ノ坂銀山産鉱石の鉱物学的特徴

岡谷 実治子 (宇部興産コンサルタント)・永嶋 真理子 (山口大・創成科学)

Ore minerals of the Ichinosaka silver mine, Yamaguchi Prefecture, Japan

Miyako Okatani\* (Ube Industries Consulting, Ltd.) and Mariko Nagashima (Yamaguchi Univ.)

一ノ坂銀山は1591年から約30年間稼働した銀山で、採掘された銀鉱石から「天又銀」等の銀貨が造られたことで知られる歴史的に重要な鉱山である(石川, 1980)。一ノ坂銀山は、山口市と萩市に跨る東鳳翔山の東腹標高400mに位置する鉱脈鉱床で(商工省地質調査, 1921)、本鉱山は佐々並コールドロンの割れ目に沿って貫入した環状岩脈である小吹峠珪長質貫入岩類分布域に位置する(井川ほか, 2001)。本鉱山に関する地球科学的研究はこれまで Ishihara and Sasaki (2002)による硫黄同位組成の検討のみであり、鉱石中の含銀鉱物や構成鉱物組み合わせは明らかになっていない。本研究では一ノ坂銀山の鉱石の含銀鉱物をはじめとする構成鉱物の組み合わせを明らかにし、組織や構成鉱物の化学的特徴から形成過程を検討したため、これを報告する。

一ノ坂銀山大松間歩のズリから採取された鉱石は、主にバラ輝石、テフロ石、ザクロ石、菱マンガン鉱で構成されるマンガン鉱石であり、それらはテフロ石型鉱石、バラ輝石型鉱石に大別される。主要構成鉱物であるバラ輝石の組成ほぼ一定 $[(\text{Mn}_{0.8}\text{Ca}_{0.1-0.2}\text{Fe}_{0.1-0.2})\Sigma_{1.00}\text{SiO}_3]$ であったが、テフロ石の Mn : Fe 比は 1.65:0.35~1.35:0.65 の範囲で変化した。いずれの鉱石にもザクロ石(スペサルティン)が産し、テフロ石型

鉱石にみられるもの ( $\text{Sp}_{73.8-82.2}\text{Gr}_{12.8-22.0}\text{Alm}_{2.5-8.9}$ )に比べ、バラ輝石型鉱石中のものは組成変化が顕著で、コア部は Mn, リム部は Ca に富む ( $\text{Sp}_{54.3-9.81.3}\text{Gr}_{15.4-48.7}\text{Alm}_{3.0-10.3}$ )。いずれもフッ素を含み ( $\sim 1.24 \text{ F wt.}\%$ )、 $\text{Si}^{4+} + 4\text{O}^{2-} \leftrightarrow \square + 4(\text{F}, \text{OH})$ の置換関係 (e.g., George et al., 1990)で特徴づけられる。このことから、フッ素を含む熱水がマンガン鉱石の形成に関与したと推定される。

一ノ坂銀山の鉱石中には、含銀鉱物として自然銀、輝銀鉱、カンフィールド鉱 ( $\text{Ag}_8\text{SnS}_6$ )が認められた。主要鉱石鉱物は、方鉛鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱で、少量の硫砒鉄鉱、磁硫鉄鉱も産する。なかでも方鉛鉱は最も卓越する鉱石鉱物である。また、含銀鉱物はマンガン鉱物や他の鉱石鉱物を切る脈に含まれる。

鉱物組合せおよび岩石組織より、バラ輝石やテフロ石を主とするマンガン鉱石が形成された後に 1) 早期に方鉛鉱、2) 中期~後期に黄銅鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、3) 後期に含銀鉱物の順に鉱石鉱物が晶出すると考えられる。この晶出順序は、含銀鉱物と同時期に産する黄銅鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱に少量の銀が含まれ、一方、含銀鉱物の晶出以前に産する方鉛鉱に銀が含まれないことでも支持される。

Keywords: Ichinosaka silver mine, native silver, argentite, canfieldite

Corresponding author: m.okatani@ube-ic.co.jp

## 群馬県砥沢産の含砒素鉱物; 自然砒、ズィーカ石など

山田 隆<sup>1)2)</sup>, 小菅康寛<sup>1)</sup>, 藤原 卓<sup>2)</sup>, 石橋 隆<sup>2)</sup>

(1. 鉱物同志会, 2. 益富地学会館)

Arsenic-bearing minerals (arsenic, zýkaite) from Tozawa,  
Gunma Prefecture

T. Yamada\*, Y. Kosuge (Friends of Mineral, Tokyo)

T. Fujiwara, T. Ishibashi (Masutomi Museum of Geo-science)

During investigating minerals from the old gold mine at Tozawa, Gunma Prefecture, we found arsenic and arsenopyrite in quartz vein with gold, stibnite, pyrite, realger. Also, arsenolite, kaňkite, zýkaite, pitticite, gypsum are found as secondary minerals. Zýkaite occurs as white earthy nodules composed of fine needles. Fe, As, S and O are detected by qualitative chemical analysis. X-ray powder diffraction profile shows good agreement with that of ICDD 29-695.

群馬県甘楽郡南牧村砥沢から自然砒が産出することは古くから知られているが、その産地の詳細や自然砒の産状、共出鉱物についてはほとんど知られていない。2007年より当産地を調査し、自然砒とともにいくつかの砒素を含む鉱物やアンチモンの硫化鉱物などを確認した。

産地は、秩父帯のチャートや粘板岩中に生じた熱水性の鉱脈で、産地の南側に見られる火成岩の貫入岩体に伴って生成したと考えられている。かつて金を目的に採掘されたとも言われる。

鉱脈中の鉱物には、自然砒、自然金、砒鉄鉱、輝安砒、閃亜鉛砒、黄鉄砒、鶏冠石、石黄、車骨砒、四面銅砒、ジンケン砒などがみられる。二次的に生成したと思われる鉱物として、方砒素砒、カニユク石、ズィーカ石、ピッチ石?、石膏などを確認している。

今回はとくに、ズィーカ石 (zýkaite) につ

いて外観や実験データなどを示す。

ズィーカ石;  $\text{Fe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 15\text{H}_2\text{O}$  は1976年に国際鉱物学連合へ登録された鉱物でチェコのクトナー・ホラで発見された。鉱物名はチェコの鉱物学者、Václav Zýka博士にちなむ。

砥沢産のズィーカ石は、粘土中に生じた白色土状光沢の球体で、大きさは数ミリメートル内外である。白色の球体は太さ1マイクロメートル以下の微細な針状結晶の集合からなる。共出鉱物は石膏やカニユク石である。本邦では初めて確認された鉱物である。

X線粉末回折実験による主要回折値(d/I)は、10.6(100), 7.33(9), 7.04(8), 6.55(8), 5.60(6), 3.82(4), 3.25(4), 2.99(3), 2.83(4)と、ICDD 29-695に掲載されるチェコのクトナー・ホラ産ズィーカ石のデータと一致する。

EDSによる定性化学分析結果は、鉄、砒素、硫黄および酸素である。



Arsenic: showing metallic luster by cutting (55mm width).



Zýkaite: white nodules in clay (60mm width).

Keywords: Tozawa, arsenic, zýkaite, kaňkite

\*Corresponding author: yamada@mns.ac.jp

## 京都府和束町石寺産フーウェル石

白勢洋平 (愛媛大・院理工)・鶴田憲次 (京都芸大)・下林典正 (京大・院理)

### Whewellite from Ishidera, Wazuka, Kyoto Prefecture, Japan

Yohei Shirose\* (Grad. Sch., Ehime Univ.), Kenji Tsuruta (Kyoto City Univ. Arts.),  
and Norimasa Shimobayashi (Grad. Sch., Kyoto Univ.)

京都府和束地域には領家帯の花崗岩及び変成岩類が分布しており、和束町石寺の変成岩中の石英脈からは、初生的な燐灰石や灰重石の変質により形成された多様な磷酸塩鉱物、タングステン酸塩鉱物が産出する (鶴田ら, 2008 ; Shimobayashi et al., 2012 ; 白勢ら, 2018 ; 2019 ; 2020 ; Morimitsu et al., 2021)。この石英脈からはシュウ酸塩鉱物であるウェッデル石が産出し (大西ら, 2011), 今回、それに伴うフーウェル石 (whewellite) を本邦からは初めて見出したので、これらのシュウ酸塩鉱物の産状及び鉱物学的性質を報告する。

フーウェル石は,  $[\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}]$  の理想化学組成で示され, ウェッデル石  $[\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot (2+x)\text{H}_2\text{O}]$  よりも含水量が小さい。いずれも地質学的過程においては堆積岩や石炭中からの産出が一般的だが, 植物中や人間の腎結石等の生体鉱物としてもよく知られている。一方で, 石寺のような熱水作用による形成メカニズムについては明らかにされていない。

石寺産フーウェル石は石英中のフッ素燐灰石変質部に形成されており, ウェッデル石, クラ ندル石-フローレンス石を伴う。フーウェル石はフッ素燐灰石残晶の表面に分布し, 肉眼的には白濁した塊状~膜状集合である。ウェッデル石は, フッ素燐灰石が溶解した空隙に多く分布し, ガラス光沢, 透明の細粒結晶の集合である。SEM を用いた形態観察から, フーウェル石は幅  $5 \mu\text{m}$  程の板状結晶からなる約  $20 \mu\text{m}$  の球状集合であることがわかり (Fig. 1a), 約  $50 \mu\text{m}$  の板状結晶で

あるウェッデル石に比べるときわめて細粒な結晶である。

SEM-EDS を用いた化学分析の結果, フーウェル石の平均化学組成は  $(\text{Ca}_{0.97}\text{Fe}_{0.01}\text{Al}_{0.01})(\text{C}_2\text{O}_4)_{0.99}(\text{PO}_4)_{0.01} \cdot 0.94\text{H}_2\text{O}$  であった。しかしながら, ウェッデル石についても, 計算から求めた  $\text{H}_2\text{O}$  の量は 1 に近くなり, 両者を SEM-EDS による化学分析値から区別するのは困難であった。これはウェッデル石が真空中及び電子線損傷による脱水が顕著なためである。フーウェル石及びウェッデル石は鉄, リンを微量ながら含み, ウェッデル石では鉄, リンの含有量による組成ゾーニングが確認できた。微小部 XRD 実験の結果, 石寺産フーウェル石の格子定数は  $a = 6.288(7)$ ,  $b = 14.57(1)$ ,  $c = 10.097(8) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 109.37(9)^\circ$ ,  $V = 873(1) \text{ \AA}^3$  であり, PDF カード #01-087-2511 の合成フーウェル石の値とよく一致した。石寺産のシュウ酸塩鉱物の形成過程としては, はじめにフッ素燐灰石の割れ目に沿ってクラ ندル石-フローレンス石等の二次リン酸塩鉱物が形成され, その後, フッ素燐灰石の溶解に伴って, フーウェル石, ウェッデル石が溶解部に形成されている (Fig. 1b)。

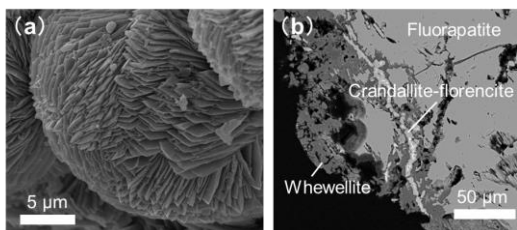


Fig. 1 (a) Spherical aggregates of platy whewellite. (b) BSE image of whewellite and crandallite-florencite.

Keywords: whewellite, weddellite, oxalates, hydrothermal alteration, Ishidera

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

## 兵庫県生野鉱山産ザッカーニャ石の高水和物

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

### The higher hydrated analogue of zaccagnaite from the Ikuno mine, Hyogo Prefecture, Japan

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

兵庫県朝来市に位置する生野鉱山 (例えば, 青木・吉川, 2005) から, ハイドロタルサイトスーパーグループに属するザッカーニャ石  $Zn_4Al_2(OH)_{12}[CO_3] \cdot 3H_2O$  の高水和物に相当する鉱物を見出したので, その鉱物学的性質を報告する。

本鉱物は方解石の表面に“褐鉄鉱”を伴う皮膜として産出し, 最大直径 80  $\mu m$ , 厚さ 3  $\mu m$  の六角薄板状結晶の集合体をなす。肉眼的には淡青～淡青緑色で, 真珠～ガラス光沢を呈する。モース硬度は約 1, 劈開は {0001} に完全である。重液法による測定密度は 2.26(1)  $g/cm^3$ , 計算密度は 2.17  $g/cm^3$  である。光学的には二軸性負, 屈折率  $\omega = 1.547(3)$ ,  $\varepsilon = 1.533(3)$  である。

TEM (200 kV) による電子回折 (SAED) パターンは, 六方晶系または三方晶系の対称を示した。ディフラクトメーター (CuK $\alpha$  線, 40 kV, 160 mA) による粉末 X 線回折パターン [ $d_{meas}$ ,  $\text{\AA}$  ( $l$ ,  $hkl$ )] は, 10.94 (100, 003), 5.46 (27, 006), 3.63 (15, 009), 2.616 (4, 012), 2.457 (4, 015), 2.225 (2, 018), 1.972 (2, 011), 1.512 (2, 113), 1.474 (1, 116) で, ハイドロウッドワード石 (Witzke, 1999) とよく一致するが, ザッカーニャ石とは異なる。最小二乗法によって精密化した格子定数は  $a = 3.058(2)$ ,  $c = 32.63(9)$   $\text{\AA}$  で, 本鉱物は空間群  $R\bar{3}m$  のいわゆる“グローコセリン石型構造”であると推定される。

KBr 法による FTIR では, 3443  $cm^{-1}$  に O-H 伸縮振動, 1642  $cm^{-1}$  に H-O-H 変角振動, 1400  $cm^{-1}$  に  $CO_3$ , 1119  $cm^{-1}$ , 984  $cm^{-1}$  に  $CO_3$  および  $SO_4$  の伸縮振動, 615  $cm^{-1}$  に  $SO_4$  変角振動による吸

収が認められた。

化学分析は EPMA によって行った。本鉱物を炭素蒸着したのち WDS で定性分析を行ったところ, Zn, Cu, Al, S, O, C および少量の Si が検出され, 原子番号が 5 以上の他の元素は検出されなかった。定量分析は EDS (15 kV, 0.8 nA, <1  $\mu m$ ) によって行った。FTIR によって存在が確認された  $H_2O$  および  $CO_3$  は, ハイドロタルサイト超族のストイキオメトリーから求めた。すなわち,  $H_2O$  は  $2OH + 3x/2H_2O$  (層間水の最低値) として,  $CO_3$  は電気的中性なるよう  $M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2[A^{n-}]_{x/2}$  ( $M^{2+} = Zn, Cu$ ;  $M^{3+} = Al$ ;  $A^{n-} = CO_3, SO_4, SiO_4$ ) として, それぞれ計算した。38 点の分析値は, ZnO 39.86 (34.53~44.81), CuO 11.64 (8.38~16.81),  $Al_2O_3$  17.84 (15.30~21.10),  $SO_3$  3.95 (2.45~5.89),  $SiO_2$  0.74 (0.19~1.45),  $CO_{2calc}$  4.45,  $H_2O_{calc}$  27.22, 合計 105.70 wt% である。合計が高いのは, 電子線照射による脱水の影響とみられる。S および少量の Si は常に検出され, BSE 像では他の相は認められなかったことから, 層間アニオンとして含まれていると考えられる。Zn + Cu + Al = 6 *apfu* として計算した実験式は,  $(Zn_{2.98}Cu_{0.89})_{\Sigma 3.87}Al_{2.13}(OH)_{12.00}[(CO_3)_{0.62}(SO_4)_{0.30}(SiO_4)_{0.07}]_{\Sigma 0.99} \cdot 3.19H_2O$  である。本鉱物は希塩酸に発泡しながら容易に溶ける。

本鉱物の理想化学式は  $Zn_4Al_2(OH)_{12}[CO_3] \cdot nH_2O$  ( $n > 3$ ) と示すことができ, ザッカーニャ石の高水和物およびグローコセリン石の  $CO_3$  置換体に相当するハイドロタルサイトスーパーグループの一員であると考えられる。このような鉱物種は, これまでに知られていない。

Keywords: zaccagnaite, glaucocerinite, hydrotalcite supergroup, Ikuno mine

\*Corresponding author: czshh118a@yahoo.co.jp

# 大佐山ヒスイ輝石岩から見いだされた松原石、蓮華石、セリウムトルネボム石、および稀少・未詳鉱物について

浜根大輔\* (東大・物性研), 田邊満雄

## Matsubaraite, rengoite, törnebohmite-(Ce) and rare minerals in Osayama jadeitite

Daisuke Nishio-Hamane\* (ISSP, Univ. of Tokyo), Mitsuo Tanabe

松原石および蓮華石は新潟県糸魚川地域  
のヒスイ輝石岩転石から新種として発見さ  
れた鉱物であり、ともにチェフキン石族のペ  
リエル石亜族に分類される。理想組成は  
 $\text{Sr}_4\text{Ti}_5\text{O}_8(\text{Si}_2\text{O}_7)_2$  (松原石) および  
 $\text{Sr}_4\text{Ti}_4\text{ZrO}_8(\text{Si}_2\text{O}_7)_2$  (蓮華石) であり、いずれ  
も単斜晶系 ( $C2/m$ もしくは $P2_1/a$ ) において $a$   
 $= 14$ ,  $b = 5.7$ ,  $c = 12 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 114^\circ$ 程度の格子を  
基本とするが、蓮華石については $c$ 軸が約2  
倍長となる直方晶系の多形が知られている。  
セリウムトルネボム石は接触変成を受けた  
石灰岩が主体のBastnäs鉱山 (スウェーデン)  
を模式地とし、 $\text{Ce}_2\text{Al}(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})$ を理想組成  
とする。このたび新たに見出した岡山県大佐  
山のヒスイ輝石岩からこれら三種を組成分  
析と透過電子線回折によって同定し、さらに  
数々の稀少鉱物や未詳鉱物を見出したので  
まずはその概要を報告する。

本研究で見出したヒスイ輝石岩は角閃石  
脈が生じており、チタン石に覆われた褐色の  
ルチルを多く伴う。ルチルには裂傷が発達し  
ており、その裂傷が松原石やSr-Ba系鉱物に  
よって充填される。蓮華石はルチル中の裂傷  
ではなく、チタン石中に生じるほか、角閃石  
脈とはやや離れた個所に蓮華石 (コア) +チ  
タン石 (リム) 集合として点在することが多  
く、柱状の単結晶が単独で産出することもある。  
松原石は最大で $30\mu\text{m}$ 程度であるが、蓮  
華石は最大 $300\mu\text{m}$ の結晶を確認している。セ  
リウムトルネボム石は淡い緑黄色を呈する  
 $2\text{-}3\text{mm}$ の板状集合体が角閃石脈に認められ  
るほか、灰褐色のモナズ石や褐簾石を覆う産  
状がある。いずれも個々の結晶は不定形で、  
最大でも $30\mu\text{m}$ 程度となっている。

そのほかに確認された稀少鉱物にタウソ  
ン石 (Tausonite:  $\text{SrTiO}_3$ )、ヘンリーマイヤー

石 (Henrymeyerite:  $\text{Ba}(\text{Ti}_7\text{Fe}^{2+})\text{O}_{16}$ )、ストロナ  
ルス石 (Stronalsite:  $\text{Na}_2\text{SrAl}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$ )、スロー  
ソン石 (Slawsonite:  $\text{Sr}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$ )、シャンド  
鉱 (Shandite:  $\text{Ni}_3\text{Pb}_2\text{S}_2$ ) があり、特にタウソ  
ン石は桃色で $100\mu\text{m}$ 程度の結晶として産出  
し、多数の結晶粒がルチルーチタン石集合を  
取り巻くことがある。その他、  
 $\text{X}_2\text{Ti}_3\text{Si}_2\text{O}_{11}(\text{OH},\text{Cl})_2$  ( $X = \text{Sr}, \text{Ba}$ ) および  
 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ の組成を示す未詳鉱物が確認  
された。

松原石は $\text{Sr}_{4.04}\text{Ti}_{4.98}(\text{Ti}_{0.27}\text{Si}_{3.73})_{\Sigma 4}\text{O}_{22}$  ( $\text{O} = 22$   
で規格化) となり、SiサイトにややTiが置換  
されるものの不純物をほぼ含まない。電子線  
回折図形は直方晶系 ( $Pbca$ :  $a = 14$ ,  $b = 5.7$ ,  $c$   
 $= 22 \text{ \AA}$ ) で指数付けされ、松原石にも蓮華石  
と同様に直方晶系多形が存在することが明  
らかとなった。従来の単斜晶相は回折図形に  
は出現しないものの、高分解能像では存在が  
わずかに観察された。

蓮華石は  
 $\text{Sr}_{4.02}(\text{Ti}_{4.18}\text{Zr}_{0.81})_{\Sigma 4.99}(\text{Ti}_{0.13}\text{Si}_{3.87})_{\Sigma 4}\text{O}_{22}$  ( $\text{O} = 22$   
で規格化) で松原石と同様にSiサイトにややTi  
が置換されるものの不純物をほぼ含まない。  
電子線回折図形は $C2/m$ の単斜晶系を示し、  
[010]と[0-10]の回折が混在する。構造を考慮  
すると(001)面上の $\text{TiO}_6$ 八面体層を挟んで軸  
が反転すると考えられる。なお直方晶系多形  
は蓮華石からは検出されなかった。

セリウムトルネボム石は  
 $(\text{Ce}_{0.90}\text{La}_{0.56}\text{Nd}_{0.28}\text{Sr}_{0.18}\text{Sm}_{0.04}\text{Ca}_{0.03}\text{Th}_{0.02})_{\Sigma 2.01}(\text{Al}$   
 $_{0.97}\text{Si}_{2.03})_{\Sigma 3}\text{O}_{7.88}(\text{OH})_{1.12}$  ( $\text{Al}+\text{Si} = 3$ で規格化)  
の組成で、電子線回折図形は $a = 7.4$ ,  $b = 5.7$ ,  $c$   
 $= 17 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 112^\circ$  ( $P2_1/c$ )で指数付けが可能で  
あった。本鉱には超周期構造などは特に観察  
されていない。

Keywords: matsubaraite, rengoite, törnebohmite-(Ce), jadeitite, Osayama

\*Corresponding author: hamane@issp.u-tokyo.ac.jp

# 愛媛県松山市忽那山から産する石榴石の 記載鉱物学的研究

大嶋正太 (愛媛建設コンサルタント)・白勢洋平 (愛媛大・院理工)

## Mineralogy of garnet from Mt. Kutsuna, Matsuyama, Ehime Prefecture

Shota Oshima\* (Ehime Kensetsu Consultants Co.,Ltd) and Yohei Shirose (Grad. Sch., Ehime Univ)

**1: はじめに** 忽那山は、愛媛県松山市北吉田町に位置し、古くより石榴石の産出で知られる。忽那山西海岸から産出する石榴石は色・粒径・形など多様な特徴を示すが、詳細な記載や成因の議論などは行われていない。また、忽那山を含む領家帯南限付近の松山市周辺の変成岩についてもその成因について議論があるものの未だ明らかではない(野戸, 1977 など)。本研究では忽那山の地質と石榴石の記載を行い、石榴石の成長過程を調べることでホルンフェルスが源岩からどのような変成作用を受けて形成されたのか明らかにすることを目的とする。

**2: 地質概説** 忽那山西海岸は角閃岩、アブライト脈、破碎帯、泥質・砂質ホルンフェルスの大きく分けて4種の岩石で構成され、石榴石は主に泥質・砂質ホルンフェルスから産し、黒・灰・赤・桃・橙色の石榴石を確認できた。泥質・砂質ホルンフェルスは優黒色と優白色の層が互層となり、互層に沿って石榴石が局所に分布している。また泥質・砂質ホルンフェルス中には堇青石仮晶のイライト(桜石)を確認できた。

**3: 実験方法** 組織観察及び化学分析には愛媛大学設置のEDS装着したJEOL製走査型電子顕微鏡JSM-6510LVと、鉱物種同定にリガク製粉末X線回折装置UltimaIVを用いた。

Keywords: garnet, Mt. Kutsuna, spessartine, almandine, garnet-biotite geothermometer

\*Corresponding author: diarusappeme7310035@gmail.com

**4: 結果・考察** 忽那山の石榴石( $X_3Al_2Si_3O_{12}$ )はX席にFe・Mn・Mg・Caが含まれ、Fe・Mnに富み、鉱物種としてはほとんどが鉄礬石榴石で、一部満礬石榴石となる。いずれもコアからリムにかけてFe・Mgの増加に伴いMnが減少する傾向にある。Ca, Mgの含有量はほとんどの石榴石がCa<0.17, Mg<0.40(apfu)であるが、0.40<Ca<0.60(apfu)となる黒色の石榴石も確認できた。包有物・共生鉱物に違いが見られ、赤・桃・橙色のものは包有物が黒・灰色のものと比べ少なく、黒雲母、チタン鉄鉱、石英を主として含んでいる。共生鉱物として緑色の黒雲母・緑泥石を伴う場合がある。灰色のものはコアに包有物が多く、チタン鉄鉱、フッ素燐灰石、石英を含むが、リムにはほとんど含まれない。黒色のものはリムまで包有物が多く、チタン鉄鉱、石英、鉄珪輝石を含み、共生鉱物として鉄直線石を含む。また黒雲母-石榴石温度計を用いて温度推定を行った結果、約510~620°Cの熱変成作用をホルンフェルスの源岩が受けたと推定され、さらに岩体の南から北にかけて変成温度が下がる。包有物量の異なる石榴石のコアリム構造や組成の違い、同じ岩体内でも温度分布があることから、忽那山の石榴石を含むホルンフェルスは源岩が複数回変成を受けたものと考えられる。

## 山口県長門市津黄安山岩に産する沸石類の産状

永蔭 真理子 (山口大学・創成科学), 西岡 美結 (山口大学・理)

### Occurrence of zeolites in Tsuo andesite from Nagato City, Yamaguchi Prefecture, Japan

Mariko Nagashima\* and Miyu Nishioka (Yamaguchi Univ.)

山口県長門市油谷津黄に分布する津黄安山岩には沸石類をはじめとする晶洞鉱物については、渋谷・原田(1988), 渋谷(1991)によって産出鉱物種が示されるにとどまっておらず、それらの分布、産状、化学的特徴、形成プロセスは検討されていない。本研究では津黄安山岩分布域における沸石を主とする晶洞鉱物の産状や分布、鉱物組合せや化学的性質から形成条件やプロセスを検討する。また津黄より西 6 km の川尻に分布する大津玄武岩中からも晶洞鉱物が報告されているが(高橋・永蔭, 2013), その特徴はかなり異なるため両者を比較することで生成に係る条件の違いなどを考察する。

津黄海岸から黄波戸口にかけて広く分布する津黄安山岩は岩石学的特徴から上部・中部・下部安山岩に分けられ(今岡ほか, 2012), 沸石類は津黄海岸付近にのみ産出し、基底礫岩の直上の下部安山岩、無斑晶質安山岩からなる中部安山岩、さらに中部と上部安山岩を境する安山岩礫層(今岡・尾崎, 2006)中の安山岩礫から見出される。安山岩礫は無斑晶質である中部安山岩由来と考えられる。下部安山岩では数 mm~10 cm の晶洞中に石英や沸石類が産するが、中部安山岩では方解石や沸石類が網状に発達する。安山岩礫には沸石によって充填された数 mm 径の晶洞が多数存在する。

Keywords: Zeolite, Tsuo andesite, Stilbite, Heulandite

\*Corresponding author: nagashim@yamaguchi-u.ac.jp

東沸石は下部安山岩で最も卓越し、上部安山岩や安山岩礫には認められない。晶洞は、ソーダ東沸石のみが充填するもの、壁面から内部にかけて灰東沸石~ソーダ沸石に変化するもの、濁沸石が壁面に産した後に内部を東沸石が充填するものがある。濁沸石と同一晶洞内に共生する東沸石は中心部で Ca に富み、縁部では Na, K に富む。K に富む部分は“カリ東沸石”に相当するものがみられる。東沸石中の交換性陽イオンは  $Ca \leftrightarrow 2(Na^+ + K^+)$  の置換関係を示す。

中部安山岩や安山岩礫中では、輝沸石やモルデン沸石が卓越する。輝沸石のみ、モルデン沸石のみが充填する晶洞に加え、晶洞壁面から自形~半自形柱状結晶の輝沸石が発達し、晶洞内部の空隙を繊維状のモルデン沸石が充填するものがある。輝沸石は主に灰輝沸石であるが、一部 Na に富む。

本地域の沸石は低 Si タイプから高 Si タイプに変化する。いずれの産状でも先に晶出した沸石は Ca に富み、後に晶出した沸石は Na や K に富む。沸石は約 250 °C から 50 °C に温度が低下する過程で晶出したと考えられる(Chipera and Apps, 2001)。また輝沸石が主に産する中部安山岩中の沸石類の方が、東沸石を主とする下部安山岩の沸石類よりやや高温の熱水が作用することにより形成したと考えられる。

## ボニナイトの変質およびその空隙中に産する phillipsite

井上裕貴(九大)、島田和彦(九大)、安井万奈(早大)、山崎淳司(早大)、  
萩谷宏(都市大)、石橋純一郎(神戸大)、赤木右(九大)、

### Alteration of boninite and the phillipsite formed in its amygdale

Yuki Inoue\* (Kyushu Univ.), Kazuhiko Shimada (Kyushu Univ.), Mana Yasui (Waseda Univ.),  
Atsushi Yamazaki (Waseda Univ.), Hiroshi Hagiya (Tokyo City Univ.),  
Jun-ichirou Ishibashi (Kyushu Univ.), Tasuku Akagi (Kyushu Univ.)

1.はじめに ボニナイトは Mg, Cr, Ni に富み液相濃集元素に乏しい安山岩で、olivine, clinoenstatite, enstatite, augite, Cr-spinel からなるガラス質の岩石である。ボニナイトの空隙を充填する形で多様な沸石が産出することが Nishido (1982)、Fujita et al(2016)らによって報告されている。一方、ボニナイトは岩石記載的に plagioclase を含まないとされており、plagioclase の分解に伴って沸石が形成されるとする一般的な形成過程を考えることが難しい。本研究では、ボニナイトのガラス質部分に着目し、その化学組成から沸石形成過程を議論する。

2.手法 本研究で解析を行った試料は、小笠原諸島父島宮之浜に分布するボニナイトである。各鉱物相の解析は偏光顕微鏡による観察と XRD により行った。化学組成に関しては EPMA を用いて定量した。

3.結果 沸石を含むボニナイトは主に clinoenstatite, enstatite, augite の斑晶を持つガラス質の岩石であり、変質鉱物として analcime と smectites を含んでいた。ボニナイトの空隙中に産出した鉱物は phillipsite, apophyllite, smectites であった。

Keywords: Zeolite, Phillipsite, Boninite

\*Corresponding author: [inoue.yuki.564@s.kyushu-u.ac.jp](mailto:inoue.yuki.564@s.kyushu-u.ac.jp)

空隙の周縁部には smectite が内部の phillipsite を囲むように産出していた。一部の空隙中には phillipsite と apophyllite の共生が認められた。

さらに本研究で着目した空隙中の phillipsite については晶癖が異なる 2 つのタイプが認められた。中心部は乳白色、球状で非晶質～微細結晶の集合体であり、その外側は無色透明の結晶成長組織を持つ自形結晶であった。両者は化学組成も異なっており、中心部の Na/K モル比は 2.13 であるのに対して、その外側は 1.55 であった。また Si/Al モル比も異なっており、中心部は 2.71 であり、その外側は 2.8 であった。

4.考察 宮之浜のボニナイト空隙中に見られる phillipsite および smectites は海水中の Na, Mg, K と volcanic glass が反応に関与したものであり、順序に関しては 2 次変質鉱物である smectites を形成した後に phillipsite が生成したと考えられる。また、ボニナイトに斑晶として含まれる clinoenstatite, enstatite および augite はこれらの空隙中の smectite および phillipsite の生成には関与していなかったと推察される。

# 島根半島古浦ヶ鼻の熱水変質玄武岩中に産する二次鉱物とその生成プロセスについて

伊藤修一, 永嶋真理子(山口大・創成科学)

Formation process of secondary minerals in hydrothermally altered basalt from Kouragahana, Shimane Peninsula, Japan

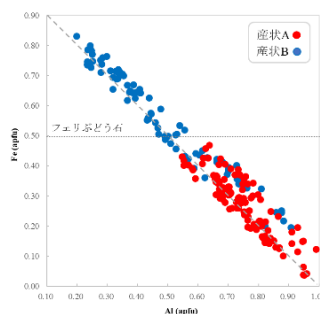
Shuichi Ito\*, Mariko Nagashima (Yamaguchi Univ.)

島根半島に広く分布する新第三系には多くの中間質~苦鉄質貫入岩が存在し、その一部は熱水変質作用を被る。その結果、晶洞や脈中に鉄に富むぶどう石やパンペリー石などの二次鉱物が産する (Kano et al., 1986)。古浦ヶ鼻地域からは、バビントン石(野村ほか, 1984), ジュルゴールド石 (松原ほか, 1992), 著しく Fe に富むぶどう石 (加藤ほか, 1992)が報告されている。Akasaka et al. (2013)は、晶洞と脈に産する二次鉱物の組み合わせが異なることを指摘した。しかし、鉱物組合せと生成条件の関係は詳細に明らかになっていない。したがって本研究は、古浦ヶ鼻地域に産する二次鉱物の組合せを検討し、それらの化学的特徴の違いに基づき、生成プロセスを解明することを目的とする。

古浦ヶ鼻地域の変玄武岩は枕状溶岩の形態を成し、その空隙に二次鉱物が発達する。観察の結果、二つの異なる産状 (A, B)が見出された。産状 A では枕状溶岩内部の空隙に主にパンペリー石とぶどう石が産する。産状 B では、枕状溶岩同士の間隙を主にぶどう石から成る灰色部が充填し、少量のバビントン石、トムソン沸石を伴う。灰色部のぶどう石は極細粒で結晶性の低いコアを持つ。また、バビントン石はセクターズーニングを有する。いずれも急冷により形成したと考えられる。二次鉱物の晶出順序は、産状 A では早期~中期にかけてパンペリー石、チタン石、ぶどう

石、産状 B ではぶどう石、アンドラダイト、ヘデンベルグ輝石、バビントン石、トムソン沸石が晶出し、後期には両産状で方解石が空隙を充填する。また、産状 B では後期に緑簾石とジュルゴールド石を含む脈やフェリぶどう石から成る脈も見られる。図 1 に示すように、ぶどう石の Fe 含有量は産状ごとで異なり、産状 A のぶどう石に比べ (0.7-8.7 wt.% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 産状 B のぶどう石の方が鉄に富む (3.8-15.1 wt.% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)。

これらのことから、本地域では枕状溶岩の間隙を通して熱水が侵入し、母岩と熱水が反応することで空隙にパンペリー石が晶出、その後熱水中の Fe 含有量の減少及び温度低下に伴ってぶどう石が晶出した (産状 A)。さらに、海水が流入することで相対的に低温な熱水からは初期に鉄に富むぶどう石が晶出、その後温度低下に伴いバビントン石、トムソン



沸石が晶出した (産状 B)。このように、局所的な生成条件の違いは枕状溶岩という母岩の構造に起因する。

図 1. 各産状におけるぶどう石の Fe-Al 置換関係

Keywords: prehnite, pumpellyite, ferriprehnite, babingtonite, Kouragahana

\*Corresponding author: a036vcu@yamaguchi-u.ac.jp