

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

🏠 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

3:00 PM - 3:05 PM JST | 6:00 AM - 6:05 AM UTC

[1Oral312-19-1add]

コンペーナ挨拶

📌 Invited Lecture

3:05 PM - 3:30 PM JST | 6:05 AM - 6:30 AM UTC

[S1-01]

Ultrananolite crystallization mechanism: Insights from in-situ FE-SEM observation of heating experiments

*Mayumi MUJIN¹, Michihiko NAKAMURA² (1. Hokkaido University, 2. Tohoku University)

📌 Invited Lecture

3:30 PM - 3:55 PM JST | 6:30 AM - 6:55 AM UTC

[S1-02]

Magma vesiculation triggered by the crystallization of Fe-Ti oxide minerals: Example from the Waimihia eruption

*Masatoshi Ohashi¹, Ben Kennedy², Darren Gravley² (1. Kyushu Univ. Sci., 2. Univ. Canterbury)

3:55 PM - 4:10 PM JST | 6:55 AM - 7:10 AM UTC

[S1-03]

Mechanism for repetitive explosive eruptions: New insights from proximal materials of the 2018 eruption at Shinmoedake volcano

*Keiko MATSUMOTO¹, Nobuo GESHI² (1. GSJ, AIST, 2. Kyushu univ.)

4:10 PM - 4:25 PM JST | 7:10 AM - 7:25 AM UTC

[S1-04]

Crystallization kinetics of andesitic magmas during the cyclic Vulcanian eruptions at Sakurajima Volcano

Aulia Syafitri^{1,2}, *Michihiko NAKAMURA¹, Naoki Araya^{1,3}, Mayumi Mujin^{1,4}, Daisuke Miki⁵, Masato Iguchi⁵ (1. Tohoku Univ. Sci., 2. PVMBG, 3. AIST, GSJ, 4. Hokkaido Univ. Sci., 5. Kyoto Univ. DPRI.)

4:25 PM - 4:40 PM JST | 7:25 AM - 7:40 AM UTC

[1Oral312-19-6add]

休憩

4:40 PM - 4:55 PM JST | 7:40 AM - 7:55 AM UTC

[S1-05]

Dissolution experiments of HCl-H₂O fluids in a rhyolitic melt

*Daisuke Fujiwara¹, Shumpei Yoshimura¹ (1. Hokkaido Univ. Sci)

4:55 PM - 5:10 PM JST | 7:55 AM - 8:10 AM UTC

[S1-06]

Degassing of a basaltic enclave inferred from spatial distribution of volatiles

*Shumpei Yoshimura¹ (1. Hokkaido University)

5:10 PM - 5:25 PM JST | 8:10 AM - 8:25 AM UTC

[S1-07]

Macrorheology and molecular-scale structure of silicate melt under shear

*Satoshi OKUMURA¹, Kentaro Uesugi², Akio Goto¹, Kazuhisa Matsumoto¹, Tatsuya Sakamaki¹, Masahiro Yasutake² (1. Tohoku University, 2. JSRI/SPring-8)

5:25 PM - 5:40 PM JST | 8:25 AM - 8:40 AM UTC

[S1-08]

Petrographic characteristics of ultramafic xenoliths from Lanyu Island, Taiwan, northern part of the Luzon Volcanic Arc

*Tomoaki MORISHITA^{1,5}, Ko Koguchi¹, Takuma Araki¹, Norikatsu Akizawa², Akihiro Tamura¹, Yumiko Harigane³, Tomoyuki Mizukami¹, Kenirhico Tani⁴ (1. Kanazawa University, 2. Hiroshima University, 3. The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. National Museum of Nature and Science, 5. JAMSTEC)

5:40 PM - 6:00 PM JST | 8:40 AM - 9:00 AM UTC

調整

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

📅 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

📌 Invited Lecture

3:05 PM - 3:30 PM JST | 6:05 AM - 6:30 AM UTC

[S1-01] Ultrananolite crystallization mechanism: Insights from in-situ FE-SEM observation of heating experiments

*Mayumi MUJIN¹, Michihiko NAKAMURA² (1. Hokkaido University, 2. Tohoku University)

Keywords : Ultrananolite、Nanolite、In-situ observation、Spinodal decomposition、Liquid immiscibility

我々は、新燃岳2011年噴火噴出物の石基マイクロライトの粒間ガラスに、数十nmのナノ結晶（ウルトラナノライト）が高数密度で含まれる場合があることを報告した（Mujin and Nakamura, 2014; Mujin et al., 2017）。そののち海外の研究グループにより、ナノ結晶が噴火のダイナミクスに影響を与えるというモデル、つまりナノ結晶の存在やそれによるメルト組成の分化でマグマの粘性が増加したり（Di Genova et al., 2017, 2020）、ナノ結晶が気泡の不均質核形成サイトとなりマグマの発泡を促す（Cáceres et al., 2020; Hajimirza et al., 2021）というモデルが提案され、火山噴出物中のナノ結晶が注目されている。しかし、高数密度のナノ結晶の晶出条件や晶出メカニズムは明らかになっておらず、ナノ結晶がこのような形で噴火のダイナミクスに与えるかどうかは定かではない。そこで我々は、ナノ結晶の晶出条件や晶出メカニズムを明らかにするために、電解放出型走査型電子顕微鏡（FE-SEM）下で加熱ステージによる実験を行い、結晶成長のその場観察を行ってきた。FE-SEM観察で通常使用する高真空（ 9.6×10^{-5} Pa）では鉄が金属鉄となり、また鉄粒子が合体成長する様子が観察された（Mujin et al., 2021）。本研究では、低真空（60 Pa）で乾燥大気を導入することで、Fe酸化物のナノ結晶の晶出に成功した（Mujin and Nakamura, 投稿中）。

出発物質には、石基結晶をほとんど含まない天然の火山ガラスを用いた（桜島火山大正噴火軽石の石基ガラス；全岩 $\text{SiO}_2 = 62$ wt%, $\text{SiO}_2 = 70$ wt%, 含水量 = 0.5 wt%, Otsuki et al., 2015）。室温から850°C, 900°C, 950°C, または1000°Cまで10°C/秒で加熱し、40–122分間保持した後、室温まで急冷した。実験後はFE-SEM-EDSおよびTEM-EDSを用いて観察および鉱物相の同定を行った。

Fe酸化物結晶のサイズと数密度は、900°C以下と950°C以上で大きく変化した。設定温度到達後約40分の時点で比較すると、950°C以上では、低数密度で数百nmまで成長した一方、900°C以下では、高数密度で晶出した粒子のほとんどは100 nmまで成長しなかった。実験後のHAADF-STEM（high-angle annular dark-field scanning TEM）観察では、950°C以上の実験産物のガラス部分は均質なガラスである一方、ナノ結晶が晶出した900°C以下のガラスは10 nm以下のコントラストのむらがあった。Rhyolite-MELTS（Gualda et al., 2012）を用いた計算では、ソリダス温度は900°Cと950°Cの間である。ナノ結晶が晶出したガラスで見られたコントラストのむらは、過冷却メルトのスピノーダル分解によって生じた可能性があり、ウルトラナノライトがナノスケールの液相不混和を経て晶出した可能性がある。つ

まりウルトラナノライトは、マイクロライトや粗粒のナノライトとは異なるメカニズムで晶出し、これらと連続的な結晶作用ではない可能性がある。我々が新燃岳サンプルで報告した、ウルトラナノライトサイズからの結晶サイズ分布に見られるギャップ (Mujin et al., 2017) は、晶出メカニズムの違いによって生じた可能性がある。

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

📅 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

◆ Invited Lecture

3:30 PM - 3:55 PM JST | 6:30 AM - 6:55 AM UTC

[S1-02] Magma vesiculation triggered by the crystallization of Fe-Ti oxide minerals: Example from the Waimihia eruption

*Masatoshi Ohashi¹, Ben Kennedy², Darren Gravley² (1. Kyushu Univ. Sci., 2. Univ. Canterbury)

Keywords : magma、Fe-Ti oxide mineral、vesiculation、magma mixing

はじめに

火山噴火の模擬実験として、メントスコーラが知られている。実際の火山噴火において、このメントスの役割を果たすのが鉄チタン酸化物の結晶である。特に磁鉄鉱は、気泡の核形成に必要な界面エネルギーを大きく下げ、気泡数密度を増加させることが実験的に示されている。しかし、全ての気泡の核となるには、非常に多くの磁鉄鉱が必要となる($\sim 10^{16} \text{ m}^{-3}$)。そのような微小かつ多量の磁鉄鉱が、マグマだまりでどのように出来るのか、明らかにされていない。また、数密度という観点から、磁鉄鉱と気泡の関係を天然の軽石で調べた研究はほぼなく、定量的データが必要とされていた。そこで、講演者らは、New Zealandの Taupo火山で3300年前に発生した噴火に注目し、その噴出物の石基組織及び気泡組織を解析した。

石基組織

Waimihia噴火の噴出物は、白色軽石、縞状軽石、灰色軽石、苦鉄質包有物の4種類に区分でき、珪長質マグマと苦鉄質マグマの混合を示唆する。苦鉄質包有物は、数 μm サイズのマイクロライトに富んでおり、低温の珪長質マグマだまりに貫入した時の冷却作用で結晶化したと考えられる。マイクロライトのサイズ分布は、包有物のサイズと相関があり、マグマだまりで包有物がすでに形成されたことを示している。一方、縞状軽石と灰色軽石は、鉄チタン酸化物や角閃石に富む一方、斜長石マイクロライトに著しく乏しい。結晶組織やガラス組成データを踏まえると、この斜長石の欠如は、冷却結晶時における核形成の遅れを示唆していると考えられる。斜長石の晶出が遅れることで、マグマの実効的な粘性が下がり、周囲の珪長質マグマとの混合が容易になる。珪長質マグマとの混合は、平衡・カインティックスの両面から、斜長石の晶出をさらに遅らせ、混合を促進させる。このような正のフィードバックが起きたため、苦鉄質包有物と縞状軽石という極端な形状を示すようになったと考えられる。重要な点として、このフィードバックに鉄チタン酸化物は無関係である。磁鉄鉱を冷却結晶で多量に作りつつ、それを珪長質マグマへ効率的に分散させることが可能となる。

気泡組織

マイクロライトを含まない白色軽石と、縞状軽石・灰色軽石のBSE像から画像解析を行っ

た。その結果、鉄チタン酸化物の数が気泡数より低い場合は、両者に相関は見られない。一方、鉄チタン酸化物が多くなると、気泡数密度と正の相関が見られるようになる。以上の解析結果は、マグマの発泡が核形成のサイト数に依存していることを示唆している。

まとめ

斜長石よりも磁鉄鉱の晶出が早い状況が作られると、マグマだまり内での混合過程で、磁鉄鉱マイクロライトが効率的に分散される。Waimihia噴火の噴出物が、この磁鉄鉱を核として、気泡の核形成が促進されたことを示している。

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

📅 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

3:55 PM - 4:10 PM JST | 6:55 AM - 7:10 AM UTC

[S1-03] Mechanism for repetitive explosive eruptions: New insights from proximal materials of the 2018 eruption at Shinmoedake volcano

*Keiko MATSUMOTO¹, Nobuo GESHI² (1. GSJ, AIST, 2. Kyushu univ.)

Keywords : volcanic eruption、microtexture、oxidation

安山岩質火山は、しばしばブルカノ式噴火と呼ばれる間欠的な繰り返し爆発を繰り返す。地球物理学的観測からは、ブルカノ式噴火は、火山ガスの過剰圧により火道頂部に形成された溶岩(=“蓋”)が破壊され発生すると説明される。しかし、短時間で繰り返し“蓋”を形成し破壊する物質科学的メカニズムは不明である。本研究では、繰り返し爆発的噴火のメカニズムを理解するため、2018年の新燃岳噴火による火口近傍堆積物および火口壁の露頭から、火道頂部を構成する“蓋”の構造を調査した。調査範囲は2018年3月中旬以降の堆積物で被覆されていた。火口近傍堆積物の大部分は角礫状かつ赤色の表面を持つ岩塊で、しばしば赤色のタフサイト脈を伴った。黒色で変形したタフサイト脈を持つ岩塊も存在した。2018年4月の噴火で形成された山頂火口の火口壁は、赤色の角礫状岩塊と火山灰で構成されていた。密度および引張強度の測定により、黒色タフサイトを含む岩塊は、赤色タフサイトを含む岩塊や赤色表面の岩塊よりも高い密度と引張強度を示した。また、噴出物表面の赤色部分を顕微鏡で観察すると、赤色は、輝石マイクロライト上にみられる極微細な鉄酸化物に由来していた。これは破碎された後に高い酸素分圧(fO_2)下で酸化されたことを示す。以上の結果は、“蓋”構造が、大気が循環する脆性的で透過性の高い上部と、塑性変形によって形成された高密度で強固な下部から成ると仮定すると説明可能である。この“蓋”構造に基づく、繰り返しの爆発的噴火は以下のモデルで説明される：(1) 爆発による高密度の蓋の破碎。(2) 蓋下部の塑性変形で亀裂が修復され、より深部からの火山ガス供給が遮断。結果、高浸透性の上部に大気が浸透し破片が酸化。(3) 火山ガスの蓄積による過剰圧により蓋下部がふたたび爆発。2018年噴火では、3月6~9日の溶岩噴出前にはほとんど含有されていなかった赤色火山灰粒子が、3月10日以降の爆発的噴火では最大で37%程度含まれていた(Matsumoto and Geshi, 2021)。これは本研究の赤色岩塊と同時期に噴出した遠方堆積物と推定される。通常、噴火中に火口近傍堆積物の観察は不可能だが、これらの対比により、遠方採取の噴出物から溶岩湖からの繰り返し爆発が発生していることが推定可能である。本研究は繰り返し爆発や脱ガスのメカニズムの理解に貢献するとともに、噴火の物質科学的モニタリングにも繋がる。

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

📅 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🗣️ Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

4:10 PM - 4:25 PM JST | 7:10 AM - 7:25 AM UTC

[S1-04] Crystallization kinetics of andesitic magmas during the cyclic Vulcanian eruptions at Sakurajima Volcano

Aulia Syafitri^{1,2}, *Michihiko NAKAMURA¹, Naoki Araya^{1,3}, Mayumi Mujin^{1,4}, Daisuke Miki⁵, Masato Iguchi⁵ (1. Tohoku Univ. Sci., 2. PVMBG, 3. AIST, GSJ, 4. Hokkaido Univ. Sci., 5. Kyoto Univ. DPRI.)

Keywords : plagioclase、growth rate、nanolite、magma viscosity、Vulcanian eruption

含水マグマでは上昇・減圧に伴って結晶化が進行し、その際の粘性上昇は火山噴火様式の多様性を生む原因となる。地球物理観測によって地殻浅部へのマグマの貫入や上昇が捉えられたとき、マグマの結晶化速度が既知であれば、その後のマグマの粘性増加を時々刻々推定でき、火山活動のリアルタイム推移予測に資する。これまで、メルトの結晶化実験は数多く行われてきたが、自形の斜長石マイクロライト・ナノライトを主とする天然の石基組織の再現には必ずしも成功していない。メルトの減圧や冷却によって生じる過冷却は、既存の結晶の成長と、ナノライトの核形成・成長により消費される。石基の主たる鉱物相である斜長石は、一般に、溶融-結晶化実験では核生成しにくい傾向があり、その結果として既存の斜長石マイクロライトの成長に分配される実効的な過冷却度が大きくなって、骸晶や樹脂状結晶を生じやすい。このような場合、斜長石の成長速度はメルト中の拡散律速よりも桁で速くなることが知られている (e.g., Hammer and Rutherford 2002 J. Geophys. Res.; Larsen 2005 Am. Min.; Suzuki et al., 2007, Bull. Vol.). 本研究では、火道浅部条件での安山岩質マグマの結晶化速度とその律速過程を調べるため、桜島火山南岳のブルカノ式噴火噴出物の岩石学的な研究を行った。桜島の通常のブルカノ式噴火サイクルでは、先だって火口付近まで上昇したマグマが固結し生成した溶岩が、まず破碎されて石質岩片として噴出したのち、比較的規模が大きな場合には発泡度の高い軽石が引き続き噴出する (立尾・井口 2009 火山)。しかし、1976年5月11日12時28分に小規模なブルカノ式噴火が発生したのち、5月13日7時38分には主に軽石片のみが噴出し、17日13時42分には緻密な本質石質岩片が噴出した。そこで13日の噴出物の石基結晶は11日-13日噴火の間に核形成・成長し、17日の噴出物の石基結晶は13日-17日噴火の間に核形成・成長したと仮定して、斜長石の成長速度と核生成頻度を求めた。斜長石-メルト間分配に基づく含水量計では、5月11日と13日の爆発およびその後のマグマ上昇による減圧は、それぞれ4~31 MPaと24~29 MPaと推定された。観察された斜長石の斑晶の多くには、1回前の爆発によると考えられる破断面が見られ、破断面にはしばしば、爆発後の減圧によると考えられる再成長縁が形成されていたため、破碎後に成長した斜長石の幅を見積もることができる。5月13日と17日の噴出物に含まれる最大の再成長縁の幅は、それぞれ2.6 μm と1.7 μm であり、期間平均成長率は5月11日-13日と5月13日-17日においてそれぞれ $0.4\text{--}1.7 \times 10^{-11}$ と $1.7\text{--}4.7 \times 10^{-12} \text{ m s}^{-1}$ と推定された。この速度は、拡散速度の温度・組成依存性を考慮すると、結晶化実験でこれまでに得られている値よりも

数桁小さく、含水花崗岩質メルトにおけるAlとSiの自己拡散律速の場合の成長速度の中間に相当する。また5月11日-13日および5月13日-17日に核形成した可能性のある、再成長縁の幅（各2.6 μm と1.7 μm ）以下（測定下限0.5 μm 以上）のサイズのナノライトと微細粒のマイクロライトの数密度は、それぞれ 1.4×10^7 と $2.3 \times 10^8 \text{ mm}^{-4}$ であった。これらの結晶成長と核形成により、5月11日噴火から17日噴火にかけて、石基の結晶度は50.6 vol.%増加したと考えられる。これは、今回得られた斜長石結晶の成長速度および数密度から計算される値と調和的である。一連の噴火による結晶度の上昇と粒間液の分化作用による全石基の粘性上昇を計算すると、ブルカノ式噴火による応力破碎（急減圧による脆性破碎）閾値に達していたことがわかった。桜島火山においてはほぼ一定の化学組成を持つマグマが繰り返し活動しているため、本研究結果を用いると、マグマが火道浅部まで上昇した後の経過時間に応じた粘性上昇、および応力破碎閾値を超えるタイミングを半経験的に予測することが可能となる。今後さらに、天然のマグマにおける結晶核形成頻度の速度則を明らかにすれば、異なる火山においても、浅部火道でのマグマの結晶度と粘性の増加率を推定できるようになる可能性がある。

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

📅 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

4:40 PM - 4:55 PM JST | 7:40 AM - 7:55 AM UTC

[S1-05] Dissolution experiments of HCl-H₂O fluids in a rhyolitic melt

*Daisuke Fujiwara¹, Shumpei Yoshimura¹ (1. Hokkaido Univ. Sci)

Keywords : Hydrogen chloride、Dissolution、Rhyolite

はじめに

火口や火山体の表面から放出されているガスは、火山活動を監視する上で重要な観測対象である。近年、Christopher et al. (2010) は、Soufrière Hills火山において、噴火中および直前に噴気のHCl濃度が高まることを見出した。そして、これは上昇するマグマが激しく脱ガスしていることを示すものと考えた。一方、多くの火山岩では、石基ガラス中に塩素が高濃度で残っており、塩素の脱ガスはあまり顕著ではないように見える (Lowerstern et al., 2012)。これらの観察事実を定量的に理解するには、メルト中の塩素溶解度を基に脱ガスをモデル化することが必要であるが、既存の溶解度データには次のような問題がある。すなわち、塩素の溶解度とされたデータのほとんどは、メルトと塩水 (NaCl水溶液など) の平衡実験で測定されたものであり、HClを対象としたわけではない (Webster, 1999など)。塩水とHClでは、化学的性質が大きく異なるため、塩水を用いた実験データでは、HClの溶解・脱ガスを正しく理解できる保証はない。そこで本研究では、HClをメルトに溶解させる実験を行い、メルトのCl溶解度を測定した。

実験手法

今回は、温度と全圧を固定し、平衡共存させる流体のHCl濃度を変化させる実験を行った。黒曜石 (流紋岩質ガラス) を厚さ0.1 mm程度の板に加工し、これを様々な濃度 (1.7, 15.1, 26.2, 35.4 wt%) に調整した塩酸とともに肉厚の石英管に封入し、900 °Cで120~192時間、保持した。その際、石英管内の流体の圧力が約10 MPaになるよう、理想気体の状態方程式を基に塩酸の封入量を決定した。実験後、ガラスの化学組成 (およびCl濃度) とH₂O濃度を、それぞれFE-EPMAと顕微FT-IRを用いて分析した。

結果

実験産物は無色透明のガラスであった。ガラス中のClとH₂Oの濃度は概ね均質であり、拡散途中を示すような濃度勾配は見られなかった。流体のHCl濃度を増加させた結果、ガラスのCl濃度も増加した。例えば、流体のHCl濃度を1.7 wt%から35.4 wt%に増加させると (約20倍)、ガラスのCl濃度は440 ppmから1950 ppmに増加した (約4倍)。このとき、H₂O濃度は0.85 wt%から0.76 wt%に減少した (約0.9倍)。また、実験産物のガラス組成については、Na₂OとK₂Oの濃度は流体のHCl濃度に依らず、それぞれ13%、6%程度、出発ガラスよりも減少していた。CaOの濃度は、流体のHCl濃度が35.4 wt%のときのみ、27%ほど減少

していた。一方、 Al_2O_3 については、濃度変化はなかった。

考察

流体のHCl濃度を約20倍に増加させたにもかかわらず、ガラスのCl濃度は4倍しか増加しなかった。このことは、メルトのCl濃度は流体のHCl濃度に鈍感であることを示している。また、このとき H_2O 濃度は0.9倍しか変化しなかった。これは、流体のHCl濃度が大きく変化しても、 H_2O の活量がほとんど変化しないことを示している。実験産物では、アルカリとCaの濃度低下が見られた。これは、これらの成分がガラスから溶脱したことを示しており、Guy and Schott (1989) の実験と調和的である。

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

📅 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🗣️ Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

4:55 PM - 5:10 PM JST | 7:55 AM - 8:10 AM UTC

[S1-06] Degassing of a basaltic enclave inferred from spatial distribution of volatiles

*Shumpei Yoshimura¹ (1. Hokkaido University)

Keywords : Enclave, degassing

はじめに

火山噴火の直前、浅部の珪長質マグマに深部起源の玄武岩質マグマが注入されることがよくある。このとき、深部起源のマグマから放出された揮発性成分が浅部マグマに供給されることで、浅部マグマの性質が変化し、噴火の仕方に影響が生じる可能性がある（例えば Edmonds & Woods, 2018）。しかし、玄武岩質マグマ中でどのようにガスが発生し、珪長質マグマに放出されるのかは、十分には明らかにされていない。本研究では、この過程を解明することを目的とし、新島アッチ山溶岩という、玄武岩質エンクレイブを含む流紋岩質溶岩流を対象として岩石組織の観察および揮発性成分の分析を行った。

結果

玄武岩質エンクレイブには、斑晶はほとんど含まれなかった (<1%, 斜長石)。エンクレイブの石基は、結晶（針状や樹枝状）と粒間ガラスから構成され、空洞（気泡）も多く含まれていた。結晶度は90%を超えており、結晶同士がぶつかり骨格を作っていた。粒間ガラスの化学組成は流紋岩質であり、エンクレイブの表面付近では、ホスト流紋岩のガラス組成と一致する箇所もあったが、内部では大きく異なっていた。粒間ガラスは揮発性成分に富んでおり、 $H_2O = 1\sim 2 \text{ wt\%}$, $Cl = 1400 \text{ ppm}$ 程度であった。一方、ホストの流紋岩は、斑晶（黒雲母、斜長石、石英、鉄チタン酸化鉱物）と、ほとんど気泡を含まないガラス質の石基から構成されていた。ホストの石基には、幅0.1 mmの脈状の構造がいたるところで形成されていた。この脈はエンクレイブの近傍で多く、エンクレイブの表面につながっており、あたかもエンクレイブから触手が伸びているような状態であった。脈の内部には、細粒の結晶、不定形のガラスがあり、隙間が多かった。脈には斑晶も含まれていた。脈の壁面には細かな凹凸が形成されていた。ホスト流紋岩の石基ガラスは、一般に揮発性成分に枯渇していたが（ $H_2O = 0.3 \text{ wt\%}$, $Cl = 800 \text{ ppm}$ ）、脈やエンクレイブの近くでは高濃度となっていた（ $H_2O = 1.5 \text{ wt\%}$, $Cl = 1400 \text{ ppm}$ ）。

考察

エンクレイブが著しく結晶化し、空洞や気泡も多かったことから、エンクレイブがホスト流紋岩質マグマに取り込まれた際、冷却結晶化によりガスが発生したと考えられる（二次沸騰）。ホスト流紋岩の石基ガラスの揮発性成分濃度は、脈とエンクレイブの近くで高まっていたこと、また、この濃度はエンクレイブ内の粒間ガラスの揮発性成分濃度と同程度であっ

たことから、エンクレイブ内で発生したガスはホストの流紋岩質マグマに対して過剰圧を持っており、脈状構造を通り道として、ホストマグマに勢いよく流出したと考えられる。脈の壁面の凹凸は、腐蝕反応生成物（たとえばYoshimura, 2018）の表面に似ている。このことから、エンクレイブ内で発生したガスは高い反応性を持ち（塩素成分に富む）、メルトを化学的に破壊していた可能性がある。すなわち、ガス自体がメルトを掘削し、自らの通り道を切り開いていた可能性が考えられる。以上のことから、エンクレイブの脱ガスでは、エンクレイブの結晶化と二次沸騰のダイナミクス、腐蝕反応のカイネティクスにより支配されていると考えられる。

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

📅 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

5:10 PM - 5:25 PM JST | 8:10 AM - 8:25 AM UTC

[S1-07] Macrorheology and molecular-scale structure of silicate melt under shear

*Satoshi OKUMURA¹, Kentaro Uesugi², Akio Goto¹, Kazuhisa Matsumoto¹, Tatsuya Sakamaki¹, Masahiro Yasutake² (1. Tohoku University, 2. JSRI/SPring-8)

Keywords : silicate melt、shear deformation、molecular-scale structure、non-Newtonian fluid、time-resolved X-ray diffraction

ケイ酸塩メルトは高い変形速度でシェアニングや破碎など非ニュートン挙動を示すが、その分子スケールでの起源は不明である。本研究では、せん断変形下におけるケイ酸塩メルトの分子構造変化を調べるために、独自に作成したせん断変形試験機とSPring-8の放射光X線を利用したケイ酸塩メルトの時分割X線回折実験を行った。実験では、酸化物・炭酸塩の試薬から合成した安山岩組成のケイ酸塩メルトに対して、700-800°Cの温度でせん断変形実験を行った。試料は $\sim 1 \times 10 \times 10$ mmの板状であり、この板状試料の下部を固定し、上部を0.001-0.01 mm/sで変形させた。せん断実験中、100ミリ秒ごとに2次元X線回折パターンを取得し、First Sharp Diffraction Pattern (FSDP)のピーク位置の変化を調べた。FSDPのピーク位置はメルト中の中距離構造を構成するSiO₄四面体を作るリングの平均サイズを反映する。実験の結果、マクロな変形挙動とリングサイズの変化は主に3パターンに分類できた。まず800°Cで0.001 mm/s以下の変形速度では、試料は破碎せずに変形を続けた。FSDPのピーク位置の変化から推定されるリングサイズの明確な変化は見られなかった。次に、800°Cで0.002-0.01 mm/sの変形速度の場合、試料は破碎せず変形を続けるが、リングはせん断方向に対して30~45°方向に大きく圧縮することが分かった。最後に、700°Cと750°Cで0.01 mm/sの変形速度、さらに800°Cで0.05 mm/sでは、試料が破碎し、リングはせん断変形方向に対して30~45°方向に圧縮され、一方でそれと直交する方向へやや膨張した。以上のように、破碎はしないが十分に歪速度が大きい条件（本研究の800°C, 0.01 mm/sなど）では、メルトが破碎するケースよりもSiO₄四面体が形成するリングが大きく歪んでいることが分かった。この条件では、見かけ粘性が歪速度の増加に伴い低下するシェアニングが起こっている。リングの大きな歪がシェアニングと何かしらの関係があるのかもしれない。

Oral presentation | S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

📅 Wed. Sep 10, 2025 3:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 6:00 AM - 9:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

S1: Dynamics of igneous processes (Special Session, Joint Session with The Volcanological Society of Japan)

Chairperson: Shumpei Yoshimura (Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University), Yuto Sato (Kochi Institute for Core Sample Research, X-star, JAMSTEC)

5:25 PM - 5:40 PM JST | 8:25 AM - 8:40 AM UTC

[S1-08] Petrographic characteristics of ultramafic xenoliths from Lanyu Island, Taiwan, northern part of the Luzon Volcanic Arc

*Tomoaki MORISHITA^{1,5}, Ko Koguchi¹, Takuma Araki¹, Norikatsu Akizawa², Akihiro Tamura¹, Yumiko Harigane³, Tomoyuki Mizukami¹, Kenirhico Tani⁴ (1. Kanazawa University, 2. Hiroshima University, 3. The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. National Museum of Nature and Science, 5. JAMSTEC)

Keywords : Arc mantle、Ultramafic rocks、Xenolith、Luzon volcanic arc

プレートテクトニクスの中核部分の中で、プレート沈み込み帯におけるメルト・流体移動に伴う地下深部の岩石で起きている現象の理解が重要であると考えている。そこで、島弧火山岩類に捕獲されている超苦鉄質捕獲岩について研究を進めている。現在の島弧セッティングに噴出した火山岩類中の捕獲岩の産出例は多くはないが、西太平洋域に比較的多くの火山から捕獲岩が報告されている (Arai & Ishimaru, 2008 Jour. Petrol.)。台湾東部からフィリピン北部にかけて南北に島弧火山が分布するルソン火山弧からは複数の地点からかんらん岩捕獲岩が報告されている。本発表では、ルソン火山弧北端に位置する台湾東部のLanyu島に産する超苦鉄質捕獲岩について記載岩石学的特徴を示し、他地域のかんらん岩捕獲岩との比較を行う。台湾東部のLanyu島は、玄武岩から玄武岩質安山岩質の火山岩が分布し、ジルコンのU-Pb年代測定により1.3~2.6Maの年代値が得られている (Shao et al., 2014 Terr. Atmos. Ocean. Sci.)。超苦鉄質岩のサイズは数cm程度のものが多く、しばしば周囲に角閃石はんれい岩を伴う複合捕獲岩として産する。これらの超苦鉄質捕獲岩類は、ダナイト、ハルツバージャイト、レーゾライト、ウェールライト~単斜輝石岩、ホルンブレンドかんらん岩に分類される。超苦鉄質岩は多くが粒径0.5-1mmの比較的粗粒結晶で構成され、明瞭な変形組織は観察されない。ホルンブレンドかんらん岩は、丸い形状を示すかんらん石が粗粒ホルンブレンドにポイキリティックに包有されて産するという特徴を示す。ハルツバージャイト~レーゾライト系の捕獲岩の多くは、単斜輝石が濁り、クロムスピネル周囲にクロミウムに富むスピネルと斜長石 (およびガラス) から構成される組織が観察されること、単斜輝石の微量元素組成から、捕獲岩として母岩に捕獲された後に母岩マグマとの反応が起きていることが示唆される。ウェールライト~単斜輝石岩、ホルンブレンドかんらん岩中の単斜輝石が、メルト組成から結晶し、その時の微量元素の特徴を保持していると仮定し、単斜輝石-メルトの分配係数から求められるメルトの希土類元素のパターンは、母岩のパターンと類似している。ウェールライト~単斜輝石のような単斜輝石に富む超苦鉄質岩は島弧起源のオフィオライトにおいて溶け残りかんらん岩類とはんれい岩類の境界部にしばしば観察される岩相に類似していることから、Lanyu島下最上部マントルにも単斜輝石に富む超苦鉄質岩が産していることが予想される。また、ポイキリティックなホルンブレンドかんらん岩の記載岩石学的特徴は、花崗岩帯に少量伴う超苦鉄質岩体の特徴と類似しており (例えば、

Itano et al., 2021 Lithos) , 角閃石に富む超苦鉄質岩石も島弧マントルの重要な構成物質である可能性を指摘したい。Lanyu島超苦鉄質捕獲岩は、同じルソン火山弧に属する火山 (Pinatubo、Iraya) 中のかんらん岩捕獲岩と比較すると角閃石の形成や二次的な直方輝石の形成 (Arai et al., 2004 Jour. Petrol.; Yoshikawa et al., 2016 Lithos) などはほとんど観察されない。また流体包有物およびその母岩との反応物質の量は、IrayaやPinatuboと比較して少ない。これらの流体包有物の特徴 (古口ほか, 本鉱物科学会講演) などとも比較し, 同一島弧における超苦鉄質捕獲岩比較研究を通して, マントル中の流体の実態やそれらの移動・反応の一般性・多様性について明らかにしていきたい。