

Eruption dynamics inferred from pulse-like infrasound and video recordings: case studies of vulcanian eruptions at Sakurajima volcano and a phreatic eruption at Iwo-Yama volcano

村松, 弾

<https://hdl.handle.net/2324/4784413>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 村松 弾

論文名 : Eruption dynamics inferred from pulse-like infrasound and video recordings: case studies of vulcanian eruptions at Sakurajima volcano and a phreatic eruption at Iwo-Yama volcano
(パルス状空振と映像記録から示唆される噴火のダイナミクス : 桜島火山のブルカノ式噴火および霧島硫黄山火山の水蒸気噴火の事例研究)

区 分 : 甲

論文内容の要旨

空振（インフラサウンド、infrasound）とは人間の可聴限界（ ~ 20 Hz）以下の超低周波音のことを指し、活動的火山の表面現象や噴火のダイナミクスを調べる上で有用な観測手法として近年盛んに用いられている（例えば、Johnson & Ripepe, 2011, *JVGR*; Matoza et al., 2019, *IMAS*）。ストロンボリ式噴火やブルカノ式噴火、水蒸気噴火などの爆発的な噴火に伴って、しばしばパルス状の空振が観測される。これらのメカニズムについては様々なモデルが提案されているが（例えば、Vergnolle & Brandeis, 1996, *JGR*; Johnson, 2003, *JVGR*; Gerst et al., 2013, *JGR*）、未だ確立されていない。一方、爆発的噴火の空振パルスと比較すると、「先行相」（Yokoo et al., 2009, *BV*）と呼ばれるパルス到来直前の微弱な圧力上昇が見出されることがある。すなわち、全く異なるタイプの噴火にも関わらず似た特徴を持つパルスが励起されており、それらの背景に何らかの共通した物理プロセスが存在することを期待させる。本研究ではこの点に着目し、2つの異なるタイプの噴火—ブルカノ式噴火と水蒸気噴火—について空振と映像記録を用いた事例研究を行い、パルス状空振から示唆される噴火のダイナミクスを考察する。2つの事例研究の結果から共通する物理プロセスの可能性を論じ、最後に今後の展望を述べる。

まず、桜島昭和火口のブルカノ式噴火のダイナミクスを考察する。ブルカノ式噴火は突発的な爆発を伴う噴火であり、火道最上部に形成された固結マグマの「蓋」（以降、キャップロックと呼ぶ）の破壊によって説明される（Iguchi et al., 2008, *JVGR*）。しかし、キャップロックの破壊過程は直接観測の困難さゆえに不明な点が多い。Yokoo et al. (2009, *BV*) は先行相の解析から、キャップロックが破壊直前に膨張するというモデルを提案している。本章では映像に記録された火映（volcanic glow）現象の解析を新たに導入し、キャップロックの破壊過程を考察した。映像と空振の比較解析により、先行相に同期した火映の上昇イベントが見出され、顕著な温度上昇を伴う現象であることが示唆された。これは従来モデルのキャップロック膨張のみでは説明できず、き裂の開口などの表面現象を示唆する。一方で、先行相が存在しないイベントや火映の上昇を伴わないイベントも同時に見出された。これらの結果から、観測されたパルス状空振の先行相のバリエーションをキャップロックの変形・破壊様式の違いで説明する概念的モデルを提案する。

次に、霧島硫黄山の2018年水蒸気噴火に伴って多数回観測されたパルス状空振のメカニズムを考察する。水蒸気噴火に伴うパルス状空振は、泥懸濁液を上昇した気泡が表面で破裂するとき

起されると考えられている (Jolly et al., 2016, *JVGR*)。近年、泥懸濁液のレオロジー特性が気泡の破裂様式を支配するという考えが提案されている (Edwards et al., 2017, *BV*; Schmid et al., 2017, *GRL*)。そこで本章では、空振波形と火口から採取した泥のレオロジー試験の結果を比較した。空振パルスの解析から、噴火の経過とともに波形がインパルス状の高周波なものから N 字型の低周波な形状に遷移していることがわかった。また、泥のレオロジー測定から、含水率の増加とともに粘性と降伏応力の値が低下していく性質が見出された。これらの結果と先行研究に基づき、硫黄山水蒸気噴火の空振パルスの時間変化は、泥懸濁液の含水率増加による粘性・降伏応力の低下によって気泡の破裂 (流体表面の変形・破壊) 様式が遷移したことが原因であるというアイデアを提案する。

ブルカノ式噴火と水蒸気噴火の解析結果を比較考察し、今後の展望を述べる。今回得られた描像から、パルスの形状や先行相の有無は空振発生場の「変形を伴う破壊」という共通のプロセスを反映していると考えられ、降伏応力などのレオロジー特性の変化がそれを支配している可能性を指摘する。すなわち、パルス状空振の観測から、火口におけるマグマや泥の物性変化を間接的に推定できる可能性がある。しかし、「発生場の変形・破壊」が微視的にどのようなメカニズムで起こっているのかは定かでない。これを解決するためには、マグマ噴火と水蒸気噴火におけるパルス状空振発生場を直接的に観測し、事例を重ねる必要がある。さらに、レオロジー理論に基づくモデリングや室内実験との比較を行うことが重要である。野外観測に理論モデル・室内実験の知見を取り入れた総合的なアプローチが今後の課題である。