

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

爆発的噴火におけるマグマと波動の放出素過程に関する研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(4) 地震発生・火山噴火素過程

エ．マグマの分化・発泡・脱ガス過程

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-3) 火山噴火過程

ア．噴火機構の解明とモデル化

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

5 か年の到達目標は、物質科学や流体力学に基づく火道内プロセスのモデルと、地震や空振など地球物理学的観測量を結び付け、観測データの理解と火道内プロセスのモデル開発が相補的に発展する素地を作ることである。そのために、火道中のマグマの上昇や発泡・脱ガス過程に伴う振動発生メカニズムを体系だてて整理する。特に、パルス的な圧力波と連続的振動について、励起メカニズムの違いや、共通の素過程について整理する。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 2 1 年度においては、パルス的な圧力波形の発生過程として、マグマ表面の気泡の破裂を想定し、流体膜の物性と気泡内圧力の影響を、実験的に調べる。また、実験データの解析を補佐するため、市販のマルチフィジックスによる音響シミュレーションソフトを使う準備をする。

平成 2 2 年度においては、連続的振動の発生過程として、空気の流れによって励起される圧力波を想定し、これまでのモデルと問題点を整理する。また、実験室で簡単なモデルを作り、その機構を分析する。

平成 2 3 年度においては、前年度までの素過程の研究と、実際の火山で観測されたデータを比較し、注目すべきメカニズムを絞っていく作業を行う。

平成 2 4 年度には、火山現象の具体的なプロセスを想定した実験のデザインと実施を行う。

平成 2 5 年などにはそれまでの研究成果を踏まえ、火山振動の観測データと噴火モデルを有機的に結びつける道筋を模索する。

(7) 平成 23 年度成果の概要：

霧島火山新燃岳の火口から約 700 m の観測点において、平成 22 年 12 月より空振観測を開始し、平成 23 年 1 月に始まった一連の噴火活動に伴う空振を捉えることに成功した。平成 23 年度は、このデータを解析し、波動放出過程の理解に努めた。具体的に以下の二つの成果が得られた。

(1) 連続的な噴出活動の推移を観測するための空振解析手法の開発と新燃岳噴火への適用

空振観測の最大の問題は風によるノイズである。特に、連続噴出に伴う空振は風のノイズとの区別が難しい。そのため、数十メートルの空間で圧力変動を平均化するようにパイプを張り巡らせた空間フィルターを取り付けたり、数個の空振計を用いたアレイ観測が行われている。しかし、それらの大がかりな観測システムを火口近傍に設置・維持することは困難であり、実際、1つの空振計を簡易な方法で設置しただけの状態では、新燃岳2011年噴火が始まってしまった。この1観測点のデータを活用するため、地震・空振相関法という新しい解析手法を開発した。これは、空振と空振によって生じる地震上下動とが特有の位相ズレを持つという性質を利用し、両者の相関関数を調べることによって空振信号を抽出するものである。この方法により、噴火前を含む新燃岳2011年噴火の噴出活動の推移を捉えることができた。地震・空振相関関数の時間変化を画像として表示すると、噴出形態や噴出口の変化を簡単に見つけることができ、映像解析の効率化に役立つ。1例として、この方法により、1月27日未明に発生した2回目の準プリニー式噴火の途中で火口が拡大・移動していることを指摘した(図1)。

(2) 新燃岳2011年噴火における調和振動型地震・空振の発生に関するモデル実験

新燃岳2011年噴火においては、3回の準プリニー式噴火の後、火口内に溶岩が流出し、間欠的な爆発をするブルカノ式噴火に移行した。この移行時期に、調和振動型の特徴を持つ微動が観測された。この振動の発生形態を解析し、その特徴を再現するモデル実験を行った。発生形態の解析からは以下の特徴が明らかになった。溶岩流出の末期に、まず、地震の調和型微動が発生し、このとき、空振には多数の小規模爆発が見られた(A期)。溶岩流出が停止し、火口に蓄積された溶岩が収縮する時期には、地震と空振の両方に調和型微動が見られ、両者の相関は非常に高かった(B期)。A期の調和型微動は、各周波数成分が安定せず広帯域のノイズも大きい。一方、B期になると、各成分が安定し、より明瞭になった。この現象のメカニズムを理解するため、観測された特徴を実験で再現することを試みた。アナログモデルを図2に示す。高压タンクから供給される気体の流れ、途中の薄膜(Flapping membrane)の開閉、弾性容器内の圧力変動が互いに干渉して、調和型の振動が発生する。さらに、気体が粘弾性流体に流入すると、流量や流体の物性により、気泡として断続的に上昇したり、連続的な通路を形成したりする。前者と後者のそれぞれで、A期とB期に対応する特徴が再現された。これらの実験と観測データを合わせ、新燃岳の調和型微動が、火口を満たした溶岩を通して火山ガスが抜けるときに発生したものであると結論づけた。同様の現象は、Arenal火山(Hagerty et al., 2000)、Karymsky火山やReventador火山(Lees et al., 2008)、Fuego火山(Lyons et al., 2011)でも報告されているが、表面現象の観察とモデル実験でその推移が理解されたのは初めてである。

(8) 平成23年度の成果に関連の深いもので、平成23年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：

Ichihara, M., Takeo, M., Yokoo, A., Oikawa, J., and Ohminato, T. (2012), Monitoring volcanic activity using correlation patterns between infrasound and ground motion, *Geophys. Res. Lett.*, 2011GL050542, in press.

Ichihara, M., and Lyons, J. (2011) Laboratory modeling for generation of harmonic tremor in the ground and in the air, (IPGP/ERI Workshop, 18-19 October 2011: Auditorium, I.P.G. Paris: Imaging and Monitoring Active Subduction Zones and Volcanoes).

市原美恵, ライオンズ・ジョン (2011) 地震と空振に見られる調和型微動の発生に関するモデル実験, 日本火山学会秋季大会 (2011-10-4, 旭川クリスタルホール, 旭川), B3-10.

市原美恵, 及川純, 大湊隆雄, 武尾実 (2011) 空振と地震の相関解析から見た霧島新燃岳2011年噴火の推移, 地球惑星科学関連学会合同大会 (2011-5-23, 幕張メッセ, 千葉), SVC050-07.

(9) 平成24年度実施計画の概要：

5カ年計画の平成24年度の予定(火山現象の具体的なプロセスを想定した実験のデザインと実施)については、平成23年度に一つ完了した。この成果を論文にまとめる。また、新燃岳2011年噴火の

観測から重要と思われた以下の研究を実施する．長時間に渡って大規模な噴煙放出の続くタイプの噴火における火道内マグマ破碎プロセスを，地震・空振の観測記録から読み取る手法を開発する．その際，マグマの破碎を連鎖的な爆発現象と見なし，波動場の理解が進んでいる単発的小爆発の観測記録や知見を組み込む工夫をする．開発した手法を霧島火山新燃岳 2011 年噴火初期に発生した準プリニー式噴火の地震・空振記録に適用し，波動解析の結果と噴出物分析や映像解析を合わせて噴火の推移とマグマ破碎プロセスの推移の関係を明らかにする．この解析を通して，準プリニー式噴火と単発的小爆発の本質的な違いの有無や，噴火の連続性を決める要因をマグマ破碎過程の観点から考察し，頻度の高い小爆発の研究を大規模噴火の理解につなげる可能性を検討する．

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

東京大学地震研究所・市原美恵

他機関との共同研究の有無：無

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：東京大学地震研究所

電話：03-5841-5666

e-mail：

URL：<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp>

(12) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：市原美恵

所属：東京大学地震研究所

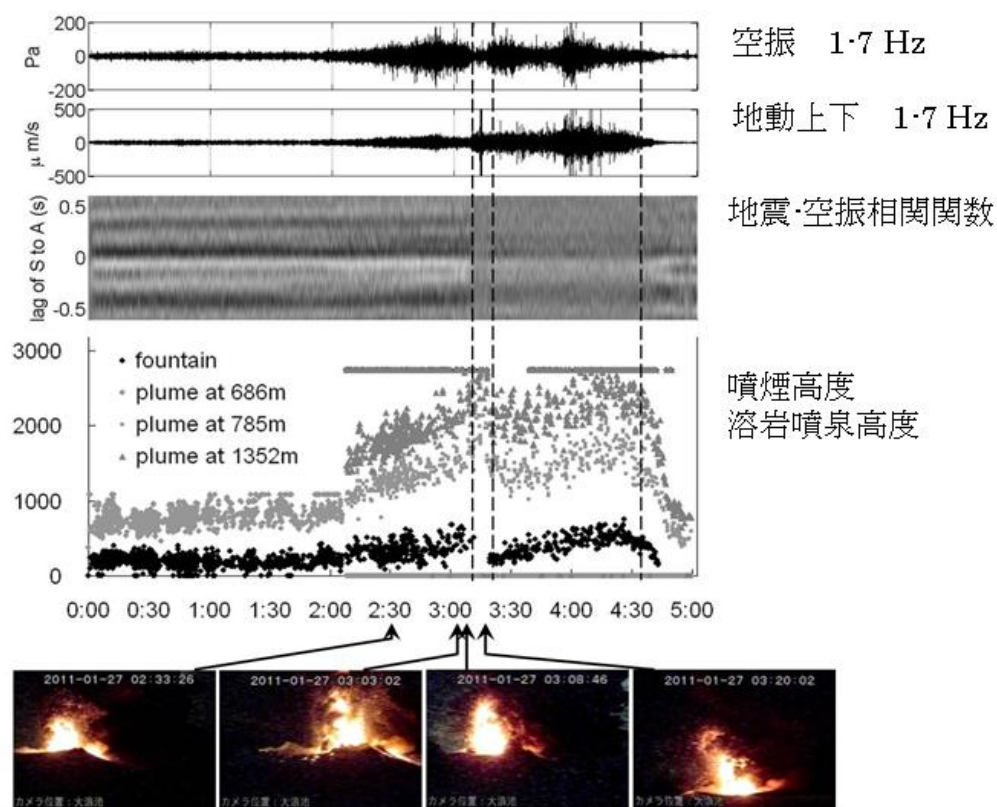


図 1．新燃岳 2011 年 1 月 27 日未明の爆発的連続噴火解析結果

3:08 から 3:17 のあいだ、地震・空振相関関数のパターンが消えている．南側からの映像記録（気象庁）を解析すると、この間に噴煙高度が一際大きくなり、溶岩噴泉はその背後に隠れて見えなくなっていた．西側からの映像記録（鹿児島県始良・伊佐地域振興局）では、このとき、噴出口が拡大し火口の南端から中心へ移動する様子が見られる．

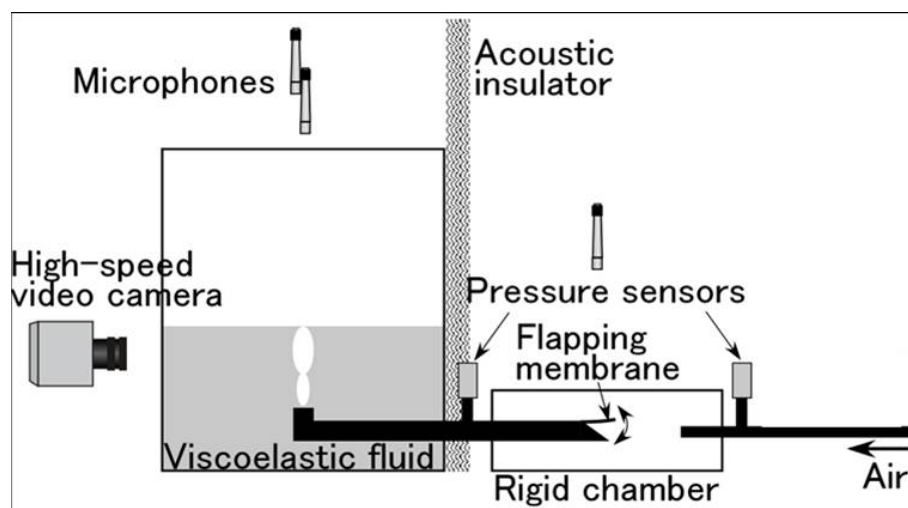


図 2．調和振動型の地震・空振を再現するモデル実験