



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A seismo-acoustic study of Vulcanian eruptions [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	山田, 大志
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12702号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65546
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Taishi_Yamada_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 山 田 大 志

学 位 論 文 題 名

A seismo-acoustic study of Vulcanian eruptions

(ブルカノ式噴火に伴う爆発地震と空気振動の研究)

ブルカノ式噴火は、爆発的な表面現象や、噴火に伴う大振幅の爆発地震、空気振動の発生が特徴的な噴火様式である。日本国内では桜島や浅間山を筆頭に高頻度で発生しており、ブルカノ式噴火を対象とした精力的な観測研究が行われてきた。爆発地震の解析からは、複数の火山で発生するブルカノ式噴火の爆発過程に共通の性質や、異なる性質の存在が報告されている。また、地震波のみではなく、地殻変動や空振、火山ガスなど多項目の観測データの特徴を統合することで、ブルカノ式噴火の爆発過程の概念モデルが提案されている。しかし、こうしたブルカノ式噴火の集中的な観測研究の対象は、桜島や浅間山などの特定の火山のみに限定されていた。先行研究によるブルカノ式噴火の特徴や概念的モデルの普遍性を検証するため、本研究はインドネシアの **Lokon-Empung** で発生するブルカノ式噴火の観測研究を行った。2012 年 9 月から約一年間に渡り、広帯域地震、空振、傾斜観測を行い、56 の噴火に伴うシグナルを記録した。爆発地震の初期位相は P 波で構成され、全観測点で押しの極性を示す初動(P 相)、全観測点で引きの性質を示すより振幅の大きな後続相(D 相)で構成される。こうした特徴は、桜島における爆発地震の初期位相の特徴と一致する。S/N 比の良い D 相に対して合成地震波形を用いた解析を行い、D 相の観測波形が火口から 1.0-1.3 km の領域における円筒収縮で最もよく説明できることを明らかにした。また、爆発地震と同時に観測される空振の励起は、爆発地震の励起に比べると 0.8-2.5 秒ほど遅れて発生している。こうした観測データの特徴が、桜島火山などを対象に提唱されているブルカノ式噴火の爆発過程の概念的モデルの特徴と一致することを示した。

Lokon-Empung で観測された地震波形の解析により、爆発地震の初期位相は体積変化で説明できることが示された。しかし、地震波解析で推定されるメカニズムは震源における巨視的な力系を反映したのみであり、初期位相を励起する火道内の物理過程を一意に推定することは容易ではない。一方で、ブルカノ式噴火によるマグマの破碎現象は、衝撃波管問題を応用したモデル化がなされている。そこで本研究は、弾性火道を伝搬する衝撃波と、励起される周辺変位場の数値計算を行い、爆発地震の初期位相の特徴との関連を検討した。計算には数値流体計算ツールである **OpenFOAM** を用い、圧縮性流体と弾性体の連成を解くためのソルバーを新たに開発した。計算結果からは、励起される変位場の極性が、火道内の圧力変動を強く反映している様子が読み取れる。また、初期圧力不連続面の位置する領域から、変位極性の節面が生じるという特徴が確認された。地表においては、一部の地点では爆発地震の観測波形と同じく、押しの極性を持つ初動と引きの極性を示す後続相が見られた。しかし、全観測点で初動が押しの極性を示すという観測波形の特徴を説明するには至っていない。一方で、変位場の極性に節面が形成されるという特徴は、ブルカノ式噴火のみではなく、BL型地震などのより小規模な噴火地震の特徴と関連する可能性を示した。

ブルカノ式噴火の爆発過程に後続して、連続的な火山灰放出が発生する場合がある。爆発過程のみではなく、後続するこの連続噴煙過程も対象に研究を行うことは、ブルカノ式噴火の一連の物理過程を理解する上で重要である。**Lokon-Empung** での臨時観測では、連続噴煙過程での噴煙柱の形成に伴い、従来観測事例の少ない周期が10秒以上の帯域に卓越する空振を捉えることに成功した。そこで本研究は、**Lokon-Empung** のみではなく日本の阿蘇山、口永良部島、霧島山で発生した噴火に伴う空振記録を解析し、こうした長周期の空振が噴火に伴い普遍的に励起されていることを明らかにした。さらに映像記録との比較を行い、長周期の空振と噴煙の運動の対応が良いことを明らかにした。噴煙の体積変化率や積算体積の定量的に評価するため、長周期の空振シグナルの励起源にモノポールソースを仮定した解析を行った。推定された噴煙の体積変化率や積算体積の時間変化は、映像解析による体積変化率や積算体積の時間変化とよく一致するが、振幅が映像解析の結果の半分以上程度となる。また、推定された平均体積変化率と、噴煙最大到達高度-マグマ噴出率の経験式を比較検討し、長周期空振による噴煙高度推定の可能性を議論した。