



# 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             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/65546">https://hdl.handle.net/2115/65546</a>                                         |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/</a> |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                           |
| File Information    | Taishi_Yamada_review.pdf, 審査の要旨                                                                                           |



## 学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 山 田 大 志

|       |     |     |                       |
|-------|-----|-----|-----------------------|
| 審査担当者 | 主 査 | 准教授 | 大 島 弘 光               |
|       | 副 査 | 教 授 | 村 上 亮                 |
|       | 副 査 | 教 授 | 橋 本 武 志               |
|       | 副 査 | 教 授 | 谷 岡 勇市郎               |
|       | 副 査 | 教 授 | 西 村 太 志（東北大学大学院理学研究科） |
|       | 副 査 | 助 教 | 青 山 裕                 |

## 学 位 論 文 題 名

A seismo-acoustic study of Vulcanian eruption  
(ブルカノ式噴火に伴う爆発地震と空気振動の研究)

### 博士学位論文審査等の結果について（報告）

爆発的な物質放出で特徴付けられるブルカノ式噴火の発生機構について、火道内部の現象を模した概念モデルがいくつか提示されているが、それらは噴火観測事例が豊富な桜島など一部の限られた火山における研究事例に基づくものである。ブルカノ式噴火に普遍的な特徴を抽出し噴火発生機構の理解をさらに深めるためには、新たな研究観測フィールドを開拓して観測事例を積み重ね、比較研究を進めることが重要であると言われてきた。

本論文では、著者自らインドネシア・スラウェシ島北部のロコン火山において臨時の地震、空気振動、傾斜変動観測を約 1 年間行い、そこで得た 50 例を超えるブルカノ式噴火のデータから爆発的噴火に伴って励起される「爆発地震」の初期位相の発生機構を解明した。ロコン火山は比較的頻繁に噴火しているものの、これまで地球物理学的な観測研究事例は報告されておらず、著者が主体的に実施した本論文での研究が世界で初めての成果となる。主に地震学的な解析から、爆発地震の初期位相は P 波的な振動を示す圧縮相（P 相）と直後に引き続く大きな振幅の膨張相（D 相）から構成され、P 相の励起は地表面での爆発におよそ 1 秒程度先行することが確認された。これらの地震波は火口下の深さ約 1km 付近で励起されており、D 相を放射する震源の力系は鉛直火道の収縮を示唆していた。このような爆発地震初期位相の特徴は、世界的にブルカノ式噴火の最先端にある桜島での先行研究の結果と極めてよく似ていることから、比較研究によって普遍的な特徴の抽出に成功したと言える。この成果は *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 誌に掲載されて公表済みとなっている（Yamada et al., 2016）。

次に著者は、ブルカノ式噴火を模した 1 次元衝撃波管問題を弾性媒質内で数値的に解くことで、管内衝撃波の伝搬に伴い周辺弾性体内に伝搬する変位場の推定を試み、地震波の初期位相を検討した。この研究は数理的な噴火モデルと実際の観測量を結びつける極めて野心的な試みで、爆発地震の初期位相を衝撃波管問題と結びつけて検討した先行研究例はほとんどない。本問題を解くにあたり、著者はフリーライセンスの数値流体計算パッケージである OpenFOAM を利用し、圧縮性流体流れと弾性媒質変形のカップリングを表現する部分については自ら開発した。内部流体を理想気体として検討を行ったところ、ロコン火山で実際に観測された地震波初期位相の全ての特徴の説明は難しいことが分かった。その一方で、衝撃波の伝搬に伴う周辺弾性体の変位場の特徴をまとめることができ、今後の数値流体計算にもとづく噴火機構の研究に活用できる成果が得られた。

従前のブルカノ式噴火の観測研究では、主に噴火の初期過程である爆発過程に重点が置かれてきた。しかしながら、爆発的噴火に続いて一定時間火山灰の連続的な放出が見られるという事例も多く知られ、実際にロコン火山における観測データにおいても、噴火事例の半数以上で爆発に続く連続的な火山灰放出が確認された。著者は、ロコン火山

の観測データの精査を進める中で、火山灰の連続的な放出が開始する時間帯に長周期の空気振動が記録されていることを発見した。噴煙柱の成長に伴う大気圧変動の励起は予想されていたものの、実際の観測データが示されたことはなく、本研究が世界で初めての報告となる。ロコン火山以外の噴火でも普遍的な現象であるかを確認するため、本論文では最近の国内の噴火事例（口永良部島、霧島山、阿蘇山）についての空気振動データを入手し、ビデオ映像と対比した。その結果、いずれの火山でも噴煙柱に新たなローブが出現するのにほぼ同期して長周期音波の励起が確認された。また、空気振動データの解析から推定される噴出体積と、先行研究でビデオ映像解析から見積もられた噴出体積がよく一致することも確認された。このことは、空気振動データに基づくリアルタイムな噴火規模推定の可能性を強く示唆しており、火山学的にだけでなく防災対応を含めた社会的にも画期的な成果と言える。この噴煙柱成長に伴う大気圧変動の発見と解析については、**Geophysical Research Letters** 誌から公表済みである (Yamada et al., 2017)。

これを要するに、著者はインドネシア・スラウェシ島北部のロコン火山におけるブルカノ式噴火の観測データに基づき、噴火の初期過程および後続する連続噴煙柱の生成過程について新しい力学的知見を得たものであり、噴火発生機構の総合的な理解に向けて大きく貢献するものである。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。