

(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：

浅間山における火道内部構造の解明に基づく噴火過程の研究

(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

(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

(4) その他関連する建議の項目：

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

本研究計画では、浅間山を対象に火道周辺の稠密な地震・地殻変動等の観測に基づき、火道内部とその周辺の力学的状態及び噴火に伴う火道内部の変化を把握すると同時に、宇宙線観測による火道内部のイメージング、絶対重力観測による密度変化の把握、3次元比抵抗構造解析による火道浅部の物性推定等、多項目の観測研究の成果を統合して、噴火機構の解明とモデル化及び噴火推移の把握を進める上での基礎となる火道浅部内部構造を解明する。

2009年度は、宇宙線観測によるイメージングの観測網整備を開始すると同時に、火口壁観測点での多項目観測の実施体制を整備する。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

2009年度は、浅間山山腹に複数の宇宙線ミュオン観測点を整備することで、これまでの一方向でのイメージングではなく火道浅部の立体的なイメージングを可能とする観測体制を整備する。また、火口壁で商用電源使用可能な火口壁総合観測施設を実現した浅間山の観測環境の長所を生かして、地震観測以外の多項目観測が実施できる体制の整備を行う。

2010年度は、浅間山火口壁総合観測施設での多項目観測を開始し、それらのデータがリアルタイムでモニターできるシステムを整備する。また、山頂部での臨時広帯域稠密地震観測を実施して、噴火終息後も多数発生している特異な長周期地震の発生機構を解明する。これらの特異な長周期地震は2004年噴火前にも発生しており、その地震活動は噴火の前兆を示す特別な推移を示した。その発生機構を明らかにすることにより、2004年噴火前の火道内部の状態変化を解明する。また、絶対重力観測により、現在の火道内部の密度分布等を推定する。

2011年度は、複数観測点による宇宙線ミュオン観測データを元に、火道浅部の立体的なイメージングを行う。さらに、より短時間で火道内部の変化をモニターするための観測システムの開発に取り組む。絶対重力の繰り返し観測を実施し密度変化の推定を進める。地震・地殻変動等の連続データと、火山ガス・空振等の火口からの噴出に関連した観測データとの解析を進め、火道内部の力学的状態の推定を目指す。

2012年度は、山頂部における稠密 AMT 観測を実施し、宇宙線ミュオン観測や絶対重力の繰り返し観測から推定された火道サイズ、密度分布をベースにこの稠密 AMT データを解析して、火道内部

の3次元比抵抗構造を明らかにする。また、噴火が発生した場合でも噴火中の火道内部の変化を随時把握できる火道浅部イメージングの時間変化モニターシステムを完成させる。これにより、噴火推移の予測精度向上が期待される。

2013年度は、火道浅部イメージング、絶対重力変化、火道内部比抵抗構造などの各種観測データを統合した火道内部の物性状態の解明と、地震や地殻変動等の力学的観測データから推定された火道内部の力学的状態を統合して、噴火機構のモデル化の基礎となる火道浅部におけるマグマ・火道内部の状態を明らかにする。

(7) 平成22年度成果の概要：

2010年度は浅間山山頂での多項目観測環境の整備の一環として、山頂部での簡易ボアホール型傾斜計設置を進めるとともに、2009年度までに実施した浅間山山頂部での臨時広帯域稠密地震観測データの解析結果を取りまとめ、欧文の雑誌へ公表した。さらに、山腹東と北側に整備した宇宙線ミュオン観測点の解析で得られた密度構造と長周期パルスのメカニズムや発生場所、火道内部の地震活動を比較する事により、火道浅部での様相を明らかにした。さらに、浅間山山体及び周辺部の観測網で観測されたS波のコーダ波を使った地震は干渉法により、浅間山直下での2008年～2009年の微噴火活動に先行する地震波速度の変化を検出した。また、脈動を用いた地震波干渉法により、浅間山西側、池の平付近の地下5km～10kmの深さにマグマ溜りが存在することを明らかにした。以上の研究成果をいかに順次まとめる。

浅間山山頂部では、2004年9月の中規模噴火活動以前から、特異な波形的特徴を持つ長周期パルス(VLP)・長周期地震・長周期微動が観測されていた。これらの地震活動は、少なくとも2003年秋以降、通常の火山性地震と同様の地震回数の変化を示していたが、中規模噴火約1ヶ月前の7月下旬から発生数が減少し、噴火の数日前からは全く発生しなくなった。しかし、2007年秋に山頂観測網の再整備後、噴火前と同様のVLPが発生していることが確認された。また、2008年8月、2009年2月の微噴火の際には、2004年9月の中規模噴火の際と異なりVLPの活動は低下しなかった。噴火の規模はマグマの性質、深部からのマグマの供給量・供給率や火道内部の状態等によって左右されると考えられる。特に、火道浅部の状態を解明する事は噴火様式を理解する上で重要であり、VLPが中規模噴火と微噴火の前で異なる活動を示したことから、この地震の発生メカニズムを明らかにすることは、浅間山の火道浅部の状態を解明する上で鍵と考えられ、2008年9月～12月にかけて実施した浅間山山頂部での臨時稠密広帯域地震観測網のデータを解析することで、その発生機構を明らかにした論文をGJI誌に公表した。VLPは火道浅部における急激な発泡(火山ガスの発生)により火道再頂部に形成された割れ目及びそれに連なる通路での急激な膨張と、それに続く緩やかな減圧により発生していることが推定される。2004年中規模噴火前には活発な群発地震活動が噴火の1日前から始まったが、その震源は火道最浅部に集中して発生し、またその規模も最近の火道浅部の地震に比べて大きい。2004年中規模噴火では、山体西麓へのマグマ貫入量も2008年～2009年の微噴火活動に比べて約6倍と多し上に、21年間大きな噴火活動がなく火道浅部が閉塞状態にあったため、火道浅部へのマグマ上昇に伴い周辺への応力集中によりVLPの発生源であったクラックが破壊されことにより徐々に消滅したと推定される。一方、2008年～2009年の微噴火では、マグマ供給量が少ない上に火道浅部が比較的閉塞されていなかったため、火道周辺のクラックを破壊するまでに応力集中が起らず、VLPは微噴火前後でも変わらず発生し続けたと考えられる。

VLPの震源位置は火口北側の火口壁付近、深さ100m～200mに位置し、その領域の直上は低密度であることが、宇宙線ミュオン観測の解析で明らかになっている。まさに、VLPの緩やかな減圧はその直上に広がる低密度(空隙率が大きいと推定される)を通して流入したガスがゆっくりと抜けたためと理解できる。さらに、2008年～2009年微噴火活動の間、火口東観測点と浅間火山観測所との間の基線長が大きく短縮しており、火道浅部の圧力源の存在が推定された。その深さはユニークには決まらないが、おおよそ海拔1200m～2000mに推定され、その領域では火道内部の最近の地震活動は低いことが明らかになってきた。さらに、火道内部の震源位置は火口中央部からやや北側によっているが、

VLPの発生場所も火口北側に位置し、浅部の低密度領域も火口の北側に寄っているは判断して、現在の火道は火口内部のやや北に位置していると考えられる。

浅間山山体及び周辺部の観測網で観測されたS波のコーダ波を使った地震波干渉法は、短時間での地震波速度構造の推定に有効である。2006年から2009年初頭にかけて、約数ヶ月間のデータをスタックすることで浅間山直下でのS波速度の時間変化をモニターした。2008年～2009年の微噴火活動に先行して、2007年半ばから2008年にかけて約1.5%の速度低下を検出した。この速度低下は、微噴火が始まる2008年夏までにはほぼ回復している。噴火に先行して、2008年7月頃から浅間山西麓を南北に切る測線で、基線長の伸びが観測され始めているが、この時期には速度低下は元に戻っており、このような変化の要因と噴火過程への関連については、今後検討を進めていく。

浅間山周辺の約150km四方の領域の地震観測データを元に、脈動を用いた地震波干渉法で、上部地殻内部のS波速度構造の推定を行った。その結果、浅間山の西、車坂峠から地蔵峠に至る池の平を中心とした領域の、深さ5kmから10kmの上部地殻内部に鮮明な局所的な低速度領域の存在が明らかになった。2009年2月2日の噴火直後に浅間山周辺の傾斜計や広帯域地震計から推定された傾斜は、この領域に向かった沈降を示しており、これらのデータは海拔下1kmを上端とするダイクの内部での減圧で説明することが出来る。従って、この噴火に直接関連したダイクの直下に見つかった低速度領域は、浅間山の噴火活動を引き起こす上部地殻内部に位置するマグマ溜りであると推定される。

尚、上記の研究概要は主に東京大学地震研究所(長岡優,武尾実,西田究,青木陽介,大湊隆雄,田中宏幸),防災科学研究所(前田裕太)の成果を取りまとめたものである。

- (8)平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物(論文・報告書等):
Maeda, Y, M. Takeo, and T. Ohminato, A waveform inversion including tilt: method and simple tests, *Geophys. J. Int.*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04892.x, 2011.
Maeda, Y., and M. Takeo, Very-Long-Period pulses at Asama volcano, central Japan, inferred from dense seismic observation, *Geophys. J. Int.*, in press, 2011.
Nagaoka, Y., K. Nishida, Y. Aoki, and M. Takeo, Temporal change of phase velocity beneath Mt. Asama, Japan, inferred from coda wave interferometry, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L22311, doi:10.1029/2010GL045289, 2010.

(9)平成23年度実施計画の概要:

2011年度は、火口内部の震源決定精度を上げるため、浅間山北西約1.5kmの地点に新たな地震観測点を設置する。さらに、火道内部での圧力変動源の位置を正確に把握することを目指して、山頂から東に1.4kmの前掛観測点に簡易ボアホール型の傾斜計を設置し、山頂の傾斜計と合わせて解析を進める。また、2012年度に実施する3次元抵抗構造解析の実施に向けた準備を進める。又、火口壁観測点ではさらに多項目観測の強化を推進する。

(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; 武尾 実
他機関との共同研究の有無: 有
北海道大学大学院理学研究院; 橋本武志,
東北大学大学院理学研究科: 西村大志, 東京大学大学院理学系研究科: 森 俊哉
東京工業大学: 小川康雄, 名古屋大学大学院環境科学研究科: 中道治久
秋田大学工学部; 坂中伸也, 京都大学大学院理学研究科: 宇津木 充,
京都大学防災研究所: 井口正人, 九州大学大学院理学研究院: 清水 洋,

(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：