

## 非噴火期の地盤膨張源および消磁源の特徴について

### On the source characteristics of ground deformation and demagnetization in inter-eruptive periods

\*橋本 武志<sup>1</sup>、宇津木 充<sup>2</sup>、大倉 敬宏<sup>2</sup>、神田 径<sup>3</sup>、寺田 暁彦<sup>3</sup>、三浦 哲<sup>4</sup>、井口 正人<sup>5</sup>

\*Takeshi Hashimoto<sup>1</sup>, Mitsuru Utsugi<sup>2</sup>, Takahiro Ohkura<sup>2</sup>, Wataru Kanda<sup>3</sup>, Akihiko Terada<sup>3</sup>, Satoshi Miura<sup>4</sup>, Masato Iguchi<sup>5</sup>

1. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、2. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター、3. 東京工業大学理学学院火山流体研究センター、4. 東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター、5. 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター桜島火山観測所

1. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 3. Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, 4. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 5. Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

#### 1. はじめに

一般に、水蒸気噴火は噴火直前の地震活動の急増や顕著な地盤変動などの先行現象に乏しく、マグマ噴火と比較して噴火開始時期を予測することの難易度が高いと考えられている。一方で、火山体浅部に熱水系が卓越しているとされる火山では、非噴火期に微小地震の群発、地下浅部の地盤膨張や消磁様の磁場変化などの異常現象が数年おきに繰り返すという特徴が見られることが多い。こうした異常現象が、水蒸気噴火やマグマ水蒸気噴火（ここでは、特にhydrothermal eruptionまたはmagmatic-hydrothermal eruptionを指す）の源となる火山浅部の熱水系の消長を反映していることは容易に想像できるものの、現状では噴火切迫度の評価や噴火規模の予測に結びつけられる段階にない。そこで本研究では、継続的に観測が行われている国内火山のうち、熱水系の関与が高いと考えられるものについて、非噴火期の観測事例を収集し、特に地盤変動と全磁力変化のソース深度とソース強度の関係に着目し比較することで、この問題に対する解決の糸口を見つけることを目指す。

#### 2. 手法

地盤変動についてはGNSS、傾斜観測、水準測量、磁場変化については全磁力観測に基づいて、それぞれ茂木モデル及び単一磁気双極子モデルから推定されたソースの深度と強度（体積変化または磁気モーメント変化）を調べた。既出の論文や報告書中に記載があるものはそれを参照した。加えて、いくつかのイベントについては「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の研究に関連して取得された観測データから新規にソースを推定した。ここでは、非噴火期の比較的緩慢な地盤膨張及び消磁イベントに着目し、変動イベントが継続した期間における平均変化率も算出した。なお、膨張と消磁が同期したイベントとそうでないイベントがあるが、ここでは各々独立に作図した。

#### 3. 結果

ソース深度を横軸に、ソース変化率（膨張率または消磁率）を縦軸に取り、両対数スケールの相関図を作成した（図1）。膨張率の推定において、口永良部島2014-15年については京大防災研の水準測量に基づいており、イベントの継続期間は2回の測定の間隔を仮定している。また、阿蘇山2014-16年の膨張イベント群については、京大理が過去の水準測量から推定した収縮源（大倉・他, 2009）にソース位置を固定して、GNSS基線長の伸び率から求めたものである。地盤変動、磁場変化のいずれにおいても、ソース深度とソース強度変化率の間には明瞭な正の相関が認められた。また、縦軸にソース強度（体積変化量及び磁気モーメント変化量）をとった場合にも同様の傾向が認められた。

#### 4. 考察とまとめ

一般的に、ソース深度と強度の間にはトレードオフの関係があるため、深度が大きく推定されたソースの強度は大きく見積もられる傾向が出ることは避けられない。しかし、ここで示した結果の殆どは複数の観測点の情報をを用いて推定されており、ソース深度が大幅に誤っているとは考えにくいいため、この相関は単にモデル推定の誤差による見かけ上のものではないと思われる。このことに起因する系統的なばらつきは含まれているにしても、相関図上の左側上部の領域にプロットされる観測結果が見られないことは注目すべき点のひとつであろう。すなわち、浅く強いソースは検出可能であるにも拘わらず、現象として存在しない可能性がある。このことは、逆に考えると、そのようなソースがあれば噴火に至るということを意味しているのかもしれない。もしそうであれば、将来にわたって同様の観測事例を多数蓄積していくことで、噴火の危険ラインを評価することに利用できる可能性があるだろう。なお、地盤変動・磁場変化ともに、ここでは点源を仮定しているが、モデルの一意性はなく、物性についても考慮していないため、仮に熱水系の消長を反映しているとしても、水量や熱量などの物理的実体をどこまで表現しているのかはわからないことには注意が必要である。こうした問題点の解決のためには、今後、数値シミュレーション等によって地下の状態と観測量を結びつける研究が重要になると考える。

謝辞：北海道大学の青山裕准教授と田中良研究員、東北大の市來雅啓助教には貴重な議論とコメントをいただきました。記して感謝申し上げます。

図の作成に用いた文献等

地盤変動

十勝岳：138回火山噴火予知連資料（気象庁）

吾妻山：吉田・他（2012）験震時報，131回予知連資料（東北大）

草津白根山：138回火山噴火予知連資料（東工大）

阿蘇山：大倉・他（2009）阿蘇山集中観測報告書

口永良部：井口・他（2007）京大防災研報告書，132回火山噴火予知連資料（京大桜島）

樽前山：気象研（2004）技術報告

地磁気変化

十勝岳：橋本・他（2010）北大地物研報告

吾妻山：山崎・他（2010）CA研究会論文集，山崎・他（2016）火山学会予稿

草津白根山：Takahashi and Fujii (2014) JVGR，松永（2015）東工大卒論

阿蘇山：121回・139回火山噴火予知連資料（京大理）

口永良部島：Kanda et al. (2010) JVGR

樽前山：気象研（2008）技術報告

雌阿寒岳ナカマチネシリ：田中・他（2016）北大地物研報告

安達太良山：山本・他（2008）気象研研究報告

キーワード：火山、熱水系、地盤変動、地磁気変化

Keywords: volcano, hydrothermal system, ground deformation, geomagnetic change

