

精密水準測量で検出された霧島・えびの高原の地盤上下変動

(2015年6月～2018年10月)*

Precise Leveling survey around Ebino-Kogen, Kirishima Volcanoes,
(June 2015 - October 2018)

九州大学大学院理学研究院 附属地震火山観測研究センター
Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University

霧島火山地域においては、1968年に水準路線が東京大学地震研究所により設置され、測定が行われてきた(小山他, 1991)。また2011年の新燃岳の噴火直後から、北海道大学を中心として、えびの市～えびの高原～霧島新湯温泉の約25kmの区間で3回の水準測量が実施されており(森他, 2012)、2015年6月には硫黄山周辺に水準路線を増設した(第1図)(松島他, 2016)。

その後、硫黄山では火山性地震の群発や傾斜変動をとともなう火山性微動がたびたび発生し、2015年12月中旬には地表に新たな噴気帯が生じ、2017年5月には火山泥の噴出が確認されている。その後噴気活動は一時低下傾向になったが、2018年2月には火山性地震が増加し、噴気現象も再度活発になってきた。2018年3月6日の水準測量結果では硫黄山を中心に最大15.1mmの隆起が観測され(九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター・他, 2018)、4月上旬から硫黄山の南側に沿って東西に新たな噴気孔列が生じ、一部で小噴火が発生した。

2017年10月以降の主な水準測量結果を第2図に示す。また主な水準点における隆起量の時間変化を第3図に示す。いずれも2015年6月および、測線の西端のBM1120を基準としている。再隆起が始まった2017年10月以降の隆起量を第1図に等値線示す。硫黄山山頂に近いBM3050で2018年10月までに51.3mmの隆起が見られる。なお、BM3040は硫黄山西側噴気孔近傍の県道沿いに位置し、4月20日からの西側噴気活発化に伴い局所的に約10cmの隆起がみられたため、その後の解析では使用していない。

第1表に推定された圧力源の中心位置と深さを示す。圧力源の位置は、2017年10月以前は硫黄山噴気群の東側約100mであったが、2017年10月以降は硫黄山西側噴気孔のほぼ真下に存在していると考えられ、地表の噴気領域の移動と調和的である。またその深さも、この地点の標高を1300mと考えると、地表からそれぞれ、700m、620mとなり、圧力源の位置も徐々に上昇していると考えられる。硫黄山の直下にはスメクタイト主成分と考えられる難帯水層が700m程度の厚さで存在することがAizawa et al.(2013)のMT探査により示されており、現在は熱水を主体とする圧力源がその難帯水層の直下で膨張し、一部は難帯水層の割れ目を通して地上に噴出しているものと推定される。スメクタイトは摂氏200度を超えると分解しやすくなるため、難帯水層直下の熱水が徐々にスメクタイト層を侵食して浅くなっている可能性も考えられる。

第4図に圧力源の体積の時間変化を示す。硫黄山直下の圧力源は、2015年6月以降に膨張を開始し、2016年には約50,000m³に達していたが、2017年春には収縮傾向となっていた。しかし2017年10月以降に再度膨張傾向に転じ、2018年4月の小噴火で一時的な沈降が見られるものの、2018年10月には約130,000m³に達していると推定される。

圧力源の膨張現象は、地表での火山活動と良く相関しているが、3～6ヶ月ほど膨張現象のほうが行先して発生している。2016年の膨張時では、2017年春に地表面現象がピークを迎え、2017年10月以降の膨張に関しては2018年4月から地表においても活動が活発となった。2018年10月時点では、地下の圧力源は膨張を続けていると考えられることから、2018年夏～秋時点で小康状態にみえる地表面現象も、今後再度活発化する可能性が高いと考えられる。

* 2018年12月10日受付

謝辞

地下の圧力源の推定には、気象研究所が開発した火山用地殻変動解析ソフトウェア MaGCAP-V を使用した。本研究の一部は、文部科学省による「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」および東京大学地震研究所共同研究プログラムの援助を受けた。

2018年3月以前の測量においては、北海道大学大学院理学研究科附属地震火山研究観測センター、日本大学文理学部地球科学科、京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設、気象庁福岡管区气象台の協力を得た。2018年6月～10月の測量作業には、以下の者が参加した。ここに記して感謝する。

2018年6月測量作業 松島 健・内田和也・古賀勇輝・磯田謙心

2018年8月測量作業 松島 健・古賀勇輝・岩佐優一

2018年10月測量作業 内田和也・古賀勇輝・磯田謙心・岩佐優一・村松 弾・松島 健

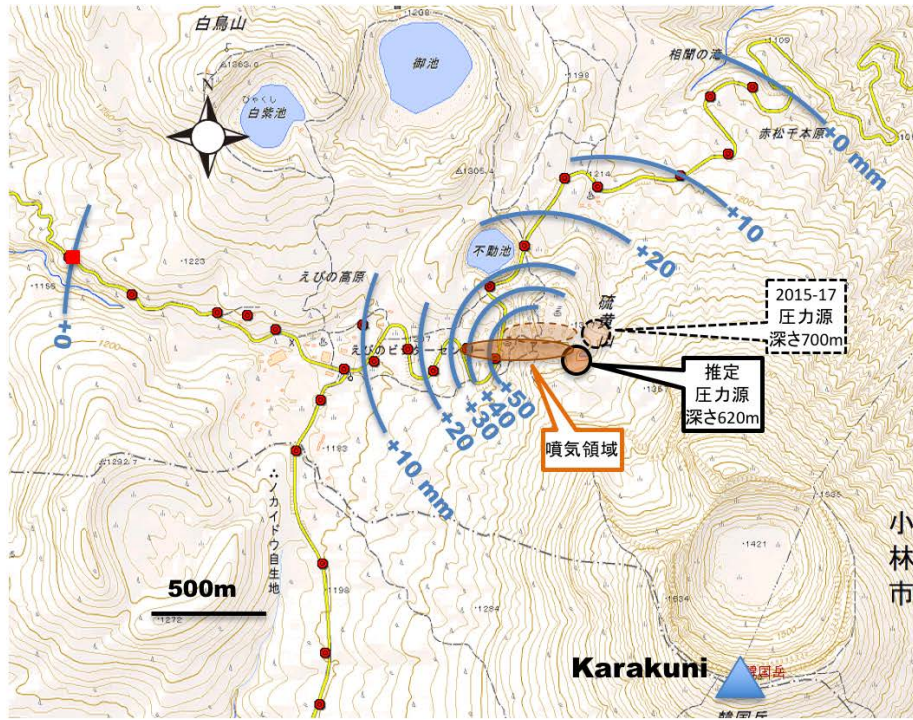
参考文献

- 小山・他 (1991) : 霧島火山地域における水準測量, 日本火山学会 1991年度秋季大会, B06.
 森・他 (2012) : 霧島山北西部の上下変動(2011年2月-6月-2012年3月), 地球惑星科学関連学会合同大会, SVC050-P31.
 松島・他 (2016) : 精密水準測量で検出された霧島・硫黄山周辺の地盤上下変動 (2012~2016), 地球惑星科学関連学会合同大会, S-VC47-01
 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター・他 (2018) : 精密水準測量で検出された霧島・えびの高原の地盤上下変動(2015年6月~2018年6月), 第130回噴火予知連絡会会報
 Aizawa, K., Koyama, T., Uyeshima, M., Hase, H., Hashimoto, T., Kanda, W., Yoshimura, R., Utsugi, M., Ogawa, Y., Yamazaki, K. (2013): Magnetotelluric and temperature monitoring after the 2011 sub-Plinian eruptions of Shinmoe-dake volcano. Earth Planets Space, 65, 539-550.

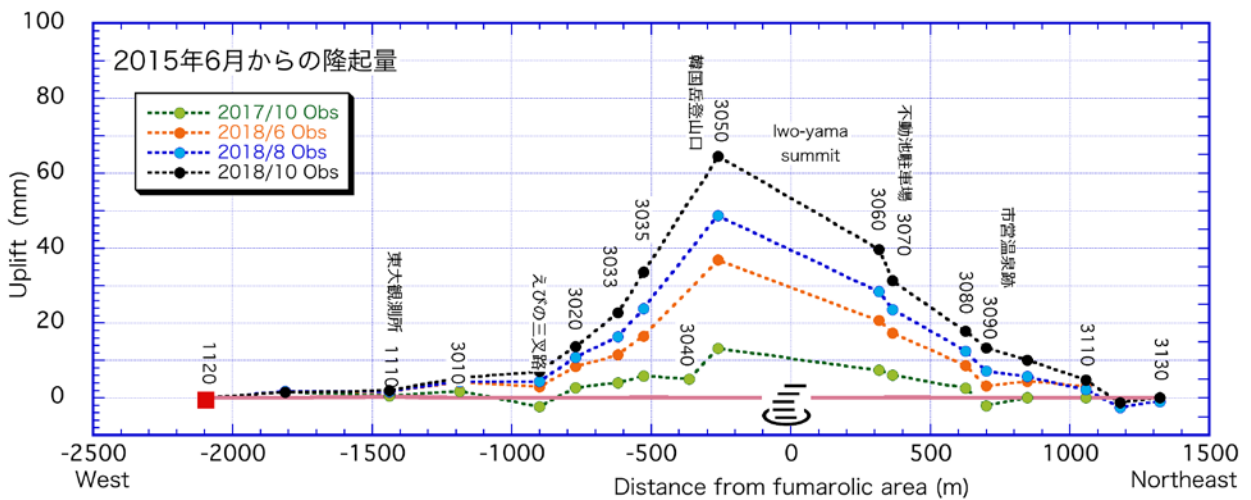
第1表 推定された圧力源の位置。

Table 1. Estimated pressure source position.

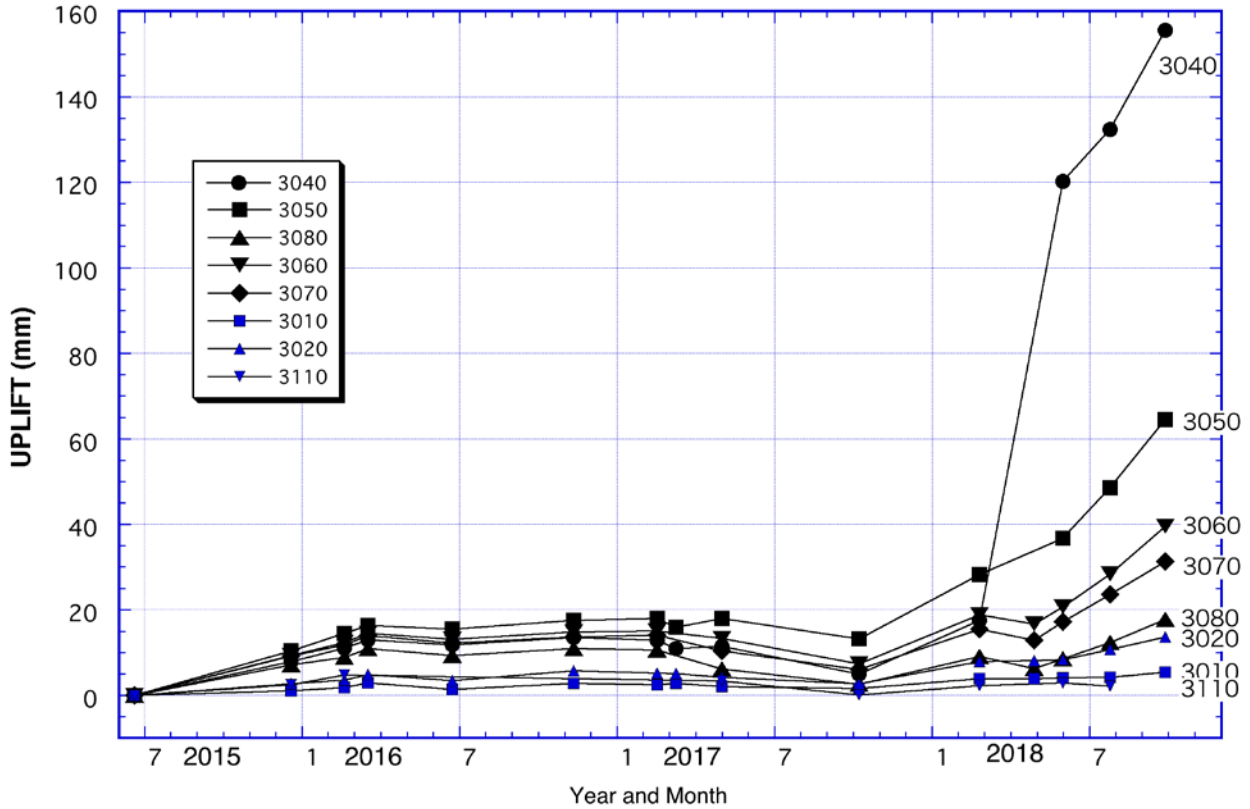
| | 2017年10月以前 | 2017年10月以降 |
|------|------------|------------|
| 北緯 | 31.946777 | 31.94517 |
| 東経 | 130.85460 | 130.853975 |
| 海拔高度 | 600m | 680m |



第1図 えびの高原～硫黄山区間の水準路線と2017年10月から2018年10月までの隆起量を示す。2018年4月から活発化した噴気領域や、これまでの水準測量から推定された圧力源の水平位置も同時に示す。国土地理院電子地形図（タイル）を使用した。
 Fig. 1. Route map of leveling survey around Ebino-Kogen, Kirisima volcanoes. The amount of uplift from October 2017 to October 2018 is also shown in the figure.

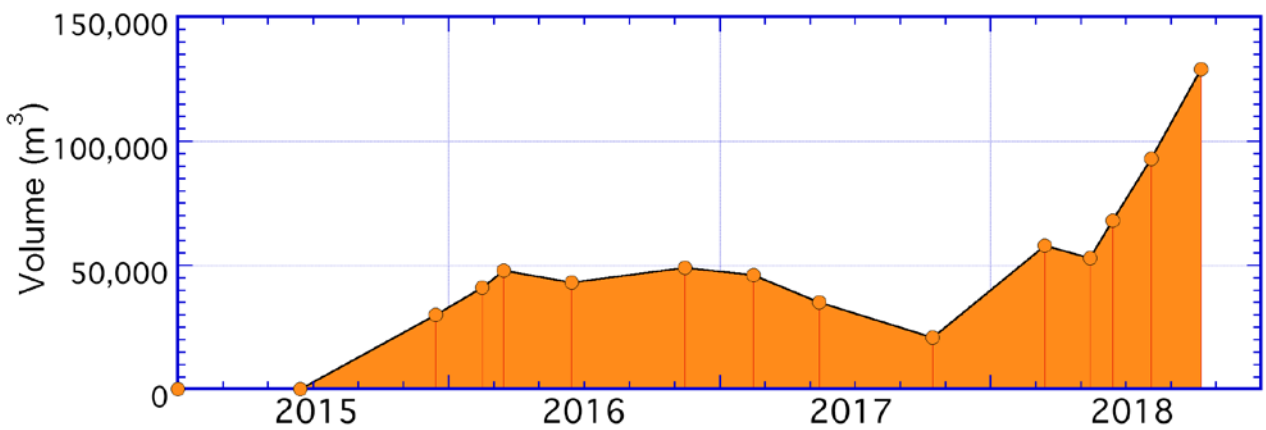


第2図 2017年10月以降の主な水準測量結果。隆起の中心は硫黄山付近の浅部と考えられる。
 Fig. 2. Some of leveling survey results since October 2017.



第3図 主な水準点の標高の時間変化。2017年2月以降に沈降傾向がみられていたが、10月以降は隆起傾向がみられ、地下の圧力源の急膨張が推定されている。

Fig. 3. Time variation of the accumulated uplift observed at several main benchmarks.



第4図 水準測量から推定された硫黄山下の圧力源の体積変化量。2017年10月以降は地下の圧力源の膨張傾向が続いている。2018年4月の噴火現象に伴う一時的な圧力低下も見られているが、現在の圧力源は2016年当時の2倍以上の体積になっていると推定される。

Fig. 4. Time variation of volume of pressure source under Iwoyama estimated from leveling surveyry.