

# 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～2019年3月)

Precise Leveling survey around Ebino-Kogen, Kirishima Volcanoes,  
(June 2015 - March 2019)

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

九大を中心とした大学合同水準測量班は、2015年6月にえびの高原周辺に水準路線を増設した(第1図)。その後、硫黄山では火山性地震の群発や傾斜変動を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沈降傾向になったが、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。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、一部で小噴火を発生させている。

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月以降の隆起量を図1の等値線で示す。硫黄山山頂に近いBM3050で2019年12月までに66.4mmの隆起が見られる。隆起中心も2017年5月以前よりは、南西側に移動しており、地表の噴気領域の移動と調和的である。この隆起は2018年12月以降にほぼ停止もしくは沈降傾向に反転している。

第1表に推定された圧力源の位置を示す。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月以降は硫黄山南噴気孔の南側に存在していると考えられる。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。硫黄山直下では厚さ700m程度の低比抵抗層(スメクタイト層と推定)が3次元MT解析で推定されており(Tsukamoto et al., 2018)、これがキャップロックとなりこの直下で熱水溜まりの圧力が増加しているものと推定される。

第4図に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を示す。このとき、圧力源の位置は表一に場所に固定し、体積変化量のみを変化させて最適値を求めている。2015年6月を基準とした体積増加量は、2018年12月では15.7万 $m^3$ 、2019年3月では15.6万 $m^3$ と推定された。2017年10月以降は2018年4月の小噴火直後の一時的な圧力低下を除いて、地下圧力源の膨張が続いていたが、2018年12月以降は膨張が止まり、若干の収縮傾向となっている。この時期は特に大きな地上現象の変化はなく、熱水湧水量や水蒸気量も安定していることから、地表噴出増加による体積減は考えにくく、地下深部から圧力源への熱水の供給が衰えつつある可能性が示唆される。

## 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10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

\* 2019年4月15日受付

象庁福岡管区気象台の協力を得た。2018年12月～2019年3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12月測量作業 松島 健・内田和也・古賀勇輝・磯田謙心

2019年3月測量作業 内田和也・清水 洋・千葉慶太・森 濟・松島 健・岩橋くるみ・後藤義瑛・佐藤初洋・中尾 茂・山本圭吾・小園誠史・西村大志・西垣 隆

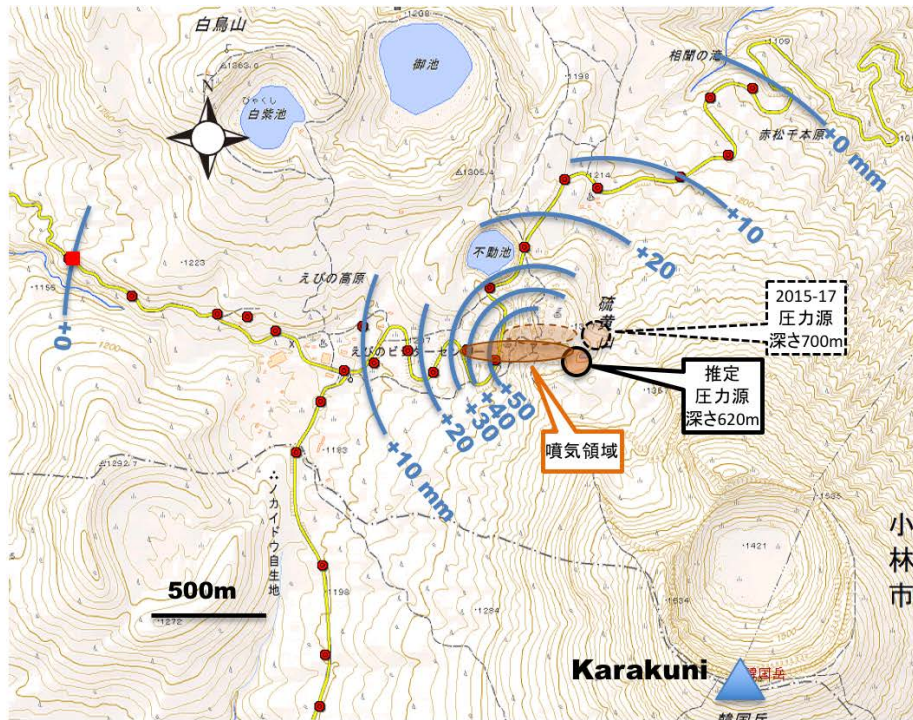
参考文献

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 (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 10 月), 第 131 回噴火予知連絡会会報  
 Tsukamoto K., Aizawa K., Chiba K., Kanda W., Uyeshima M., Koyama T., Utsugi M., Seki K., and Kishita T., Three-dimensional resistivity structure of Iwo-yama volcano, Kirishima Volcanic Complex, Japan: Relationship to shallow seismicity, surface uplift, and a small phreatic eruption, Geophysical Research Letters, 45, 12821-12828.

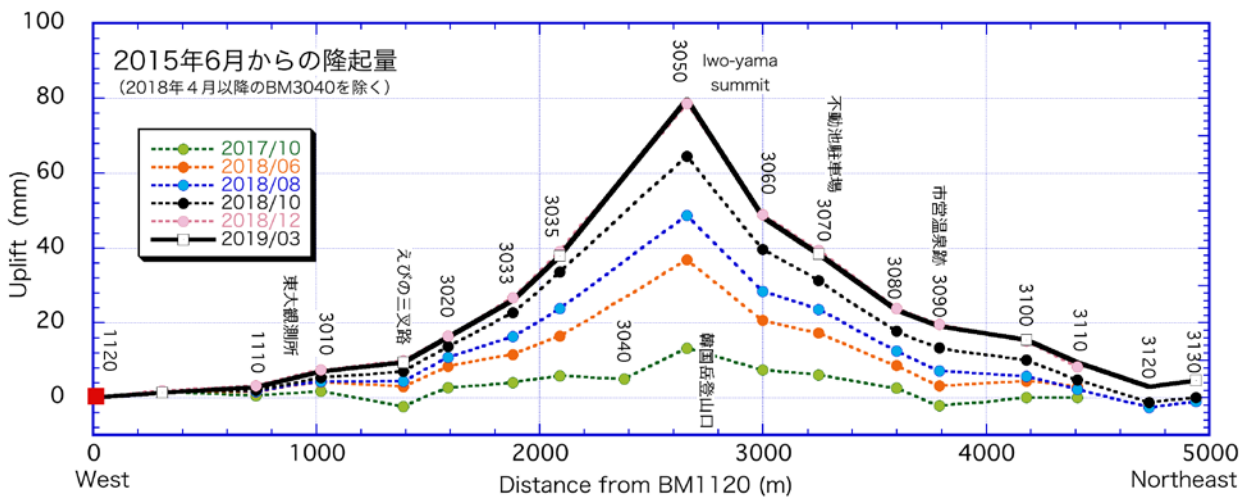
第 1 表 精密水準測量データから推定された、硫黄山直下の圧力源の位置。

Table 1. Location of the pressure source below the Iwoyama, as estimated from the precision leveling data.

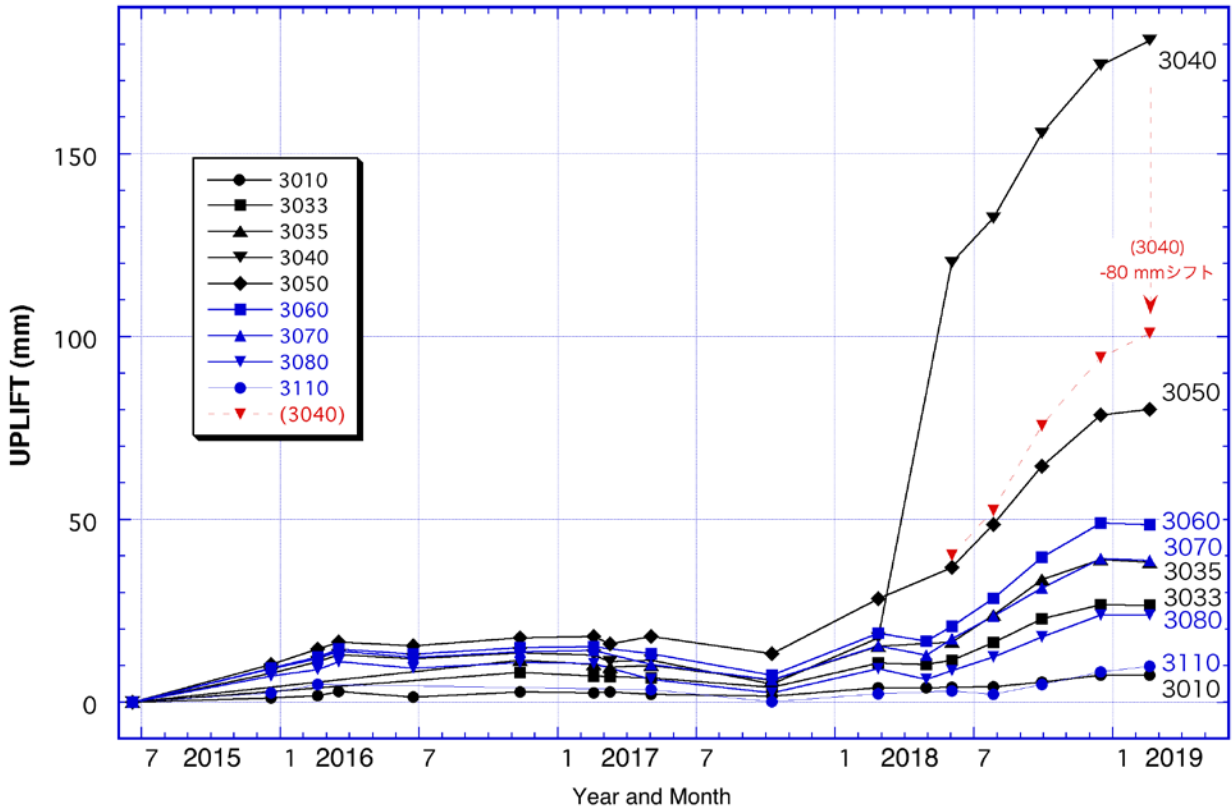
	2017 年 10 月以前	2017 年 10 月以降
北緯	31.946777	31.94517
東経	130.85460	130.853975
海拔高度	600m	680m



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.

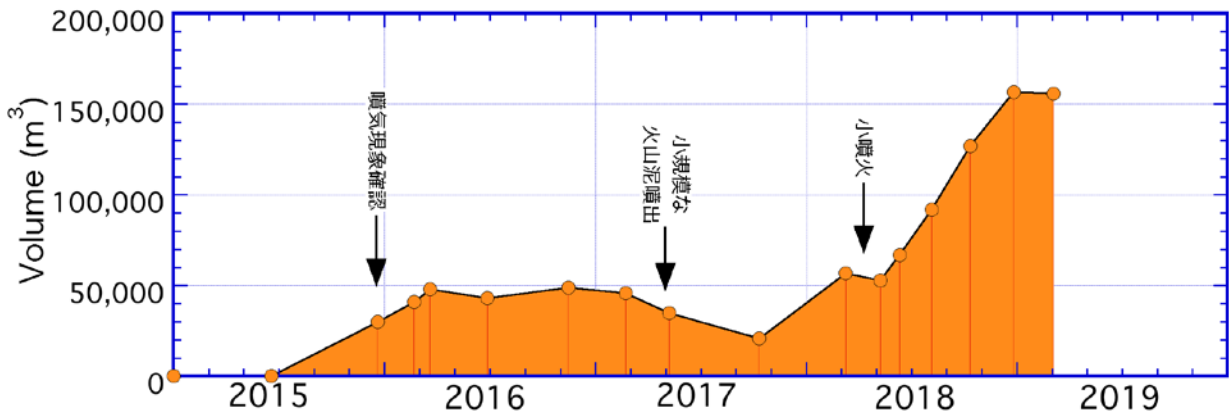


第2図 2017年10月以降の主な水準測量結果。隆起の中心は硫黄山付近の浅部と考えられる。2018年12月と2019年3月の測定値はほぼ重なっている。  
 Fig. 2. Some of leveling survey results since October 2017.



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たが、2018年12月以降は多くの観測点で沈降が見られる。BM3040は硫黄山西側噴気孔近傍の県道沿いに位置し、2018年4月20日からの硫黄山西側噴気の活発化に伴い、局所的に約8cm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。

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月からは地下の圧力源の膨張傾向が続いていたが、2018年12月以降は若干の収縮傾向となっている。

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