

歪観測記録からみた2011年1月霧島山新燃岳の噴火過程 Volcanic Process of the 2011 Shinmoedake Eruption inferred from Strain Data

寺石 眞弘^{1*}, 石原 和弘¹, 山崎 健一¹, 小松 信太郎¹, 加藤 幸司²

TERAISHI, Masahiro^{1*}, ISHIHARA, Kazuhiro¹, YAMAZAKI, Ken'ichi¹, KOMATSU, Shintaro¹, KATO, Koji²

¹ 京都大学防災研究所, ² 福岡管区気象台

¹ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, ² Fukuoka District Meteorological Observatory

噴火活動を理解して推移を予測する上で、地殻変動を高い分解能で把握することは本質的に重要である。現在、地殻変動を最も高い分解能で捉える手段は横穴式歪観測である。地殻変動観測に用いる横穴は敷設が容易ではないため、横穴式観測はGPSやポアホール式歪計・傾斜計ほど多くは実施されていない。そのため、全ての火山について横穴式観測のデータが利用できるわけではない。しかし適切な場所で横穴式観測が実施されている場合には、そのデータを利用することでGPSやポアホールでは検出困難な 10^{-9} - 10^{-10} の局所的な歪変動も捉える事ができると期待できる。

2011年1月に噴火した霧島山新燃岳の場合、火口から約18km離れた京都大学防災研究所伊佐(吉松)観測室において横穴式地殻変動連続観測が実施されている。観測用の横穴(坑道)は3方向に掘られており、スーパーインバール棒を用いた伸縮計によって各方向の伸縮変化が計測されている。新燃岳噴火時には、計器の電気的ノイズを考慮した計測精度は2つの方向について 2×10^{-10} 程度、残り1つの方向について 2×10^{-9} 程度であった。伊佐の観測記録は降水荷重による擾乱を受けやすいが、噴火時およびその直前に大量の降雨はなかった。したがって、2011年噴火に関連する高々数日程度の変化歪変化を調べる上では降水荷重の影響を無視できる。

新燃岳の噴火活動の推移についての情報を得るため、伸縮計記録の時系列に含まれる主な変化を目視により見つけた。そしてそれぞれについて、歪変化が半無限一様媒質媒質中の点膨張・収縮(茂木モデル)によるものと仮定して、変動源の位置および大きさの推定を行った。茂木モデルを仮定した場合、観測点が1点しかなくても、観測点から見た膨張・収縮源の方向が伸縮の比から決定される。さらに、観測点と変動源直上の水平距離を適当に仮定すれば、深さおよび体積が決定される。伊佐観測室から新燃岳火口までの距離(18km)は、想定されるマグマだまりの空間スケールと比べて十分大きいので、膨張・収縮源の詳細な幾何形状を考慮しなくても、膨張・収縮源の時間的・空間的推移についての描像が得られると期待できる。

最も顕著な歪変化は、1月26, 27日に計3回起こった準プリニー式噴火およびその後31日までの火口への溶岩蓄積の際に記録されている。歪変化の大きさは 1×10^{-7} 程度である。これらの際の地殻変動は十分大きいので、GPSを用いた多点観測データの解析によって変動源と大きさが推定されている。それらと比較することで伊佐の伸縮計記録だけを用いた地殻変動源推定の精度を検証することができる。変動源までの水平距離を15kmと仮定して伊佐観測室での伸縮計記録のみから各過程に対する変動源の深さを推定したところ、3回の噴火および溶岩放出に対する推定値として7.2, 7.0, 7.6および8.3kmを得た。これらは、GPSデータから推定された変動源の深さと整合する。また、水平方位についても、伸縮計記録から推定されたものは、GPSデータから推定されているものと一致する。一方、体積減少量については、各過程に対する推定値として1.25, 1.59, 0.94および $5.25 \times 10^{-6} \text{m}^3$ を得た。これは、GPSデータの解析や噴出物から見積もられた値と比べてかなり小さい。この違いは、地殻の弾性率の不均質を無視したために生じたと考えられるが、補正は難しい。これらの結果から、伸縮計記録に基づく変動源推定において、方位推定は信頼しうると期待できる一方で体積推定にはある程度の誤差が含まれると考えられる。

伸縮計記録時系列の精査によって、噴火時だけではなく、各噴火に数時間先行する歪変動(先駆的歪変動)も含まれていることが確認された。歪変化の大きさは噴火時の約1/100程度(1×10^{-9} 程度)である。歪の時間変化は、地下においてまず膨張が、続いて収縮が起こったことにより生じたとして解釈できる形状である。変化量が小さく、かつ潮汐成分との分離も難しいために、変化量の正確な評価は難しい。そのため、膨張・収縮源の位置を正確に推定することは難しい。しかし、歪変化量の読み取り誤差を考慮した計算により、変動源への水平方位がほぼマグマだまりの方向に等しいことと、変動源がマグマだまりよりも浅い位置にある可能性が高いことが推定された。これは、噴火準備過程の最終段階において、マグマだまりから地表(火口)への物質移動が生じていたことを示唆する。先駆的歪変動の収縮期とあわせて噴煙の増加も確認されており、これも先駆的物質移動の仮説を支持している。

キーワード: 伸縮計, 横穴式地殻変動観測, 新燃岳, 噴火過程, 先駆的地殻変動

Keywords: extensometer, geodetic observation in vaults, Shinmoe-dake, volcanic process, crustal deformation prior to eruptions