

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う火山性地殻変動と地殻内高温物体 Volcanic subsidence triggered by the 2011 Mw 9.0 Tohoku earthquake, Japan

高田 陽一郎^{1*}, 福島洋¹

Youichiro Takada^{1*}, FUKUSHIMA, Yo¹

¹ 京都大学防災研究所

¹ DPRI, Kyoto University

2011年東北地方太平洋沖地震の発生に伴い、国内の幾つかの活火山で地殻変動を含む活動の変化が生じたことが気象庁等により報告されている。我々は人工衛星搭載の合成開口レーダー (ALOS/PALSAR) が撮像した SAR データを差分干渉 (InSAR) 処理することにより、東北地方の幾つかの火山で局所的な沈降が誘発されていたことを明らかにした。具体的に沈降を検出した地域は、秋田駒ヶ岳周辺、蔵王、栗駒山周辺、吾妻山、那須岳の5つで、沈降領域の広がりには 15 ~ 20 x 10 ~ 15 km の楕円形を示し、沈降量は 5 ~ 15cm に及ぶ。同様な沈降は 2010 年にチリで発生した Maule 地震 (M8.8) でも観測されており (Pritchard et al. 2011)、巨大地震による火山地域の沈降現象は普遍的な現象かもしれない。吾妻山と蔵王については、沈降域内に GEONET の観測点があり、その GPS 時系列データから計算した地表沈降量は InSAR データと調和的である。

我々が検出した沈降域は、新生代後期に形成されたカルデラ群の分布 (Yoshida, 2001)、温泉の高温度領域 (GSJ, 2005)、高熱流量域 (Tanaka et al., 2004)、および非常に若い花崗岩体が掘削された地域 (Doi et al., 1998) のいずれとも良い一致を示す。このことから、地表沈降は、その地下にある高温で強度の低い深成岩体が地震時の応力変化に伴い変形した結果であると考えられる。この高温岩体を流体で満たされた楕円体で近似し、境界要素法とマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いたインバージョンによってその位置・形状などを InSAR データから推定した結果、最適モデルは InSAR データを大変良く説明することができた。この結果は、沈降域の地下には高温により剪断強度が極めて低下した領域が広く分布することを示す。

さらに GPS 時系列を地震後の長期にわたって観察した結果、沈降域内に存在した GEONET 観測点は、周囲に対して、まず地震時にステップ関数的に沈降した後、数か月かけて速度を減じながらも継続的に沈降していたことが分かった。このことから、地下の高温領域の構造とその応答について、以下の更に詳細なシナリオを考えた。

高温の深成岩体の中心には未だに高温のマグマがあり、その周囲を固結した高温の深成岩が覆い、さらにその外周をこの岩体の陥入によって熱的な変性や破碎を受けた母岩が広く取り巻いている。実際に、このような構造は鬼首カルデラにおいて特に詳細に報告されている (Yamada, 1988)。地震時の応力変化に伴う沈降は主に中心部のマグマと高温の深成岩体が極めて急速に変形・粘性緩和することで引き起こされる。一方で、地震後も続く沈降はこれら深成岩体の周囲をとりまく熱変性を受けた領域での粘性緩和が進行することにより引き起こされるのであろう。今後、この仮説を様々な観測量と比べ、改良を続けたい。

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震, 合成開口レーダー, GPS, 火山, 沈降

Keywords: 2011 Tohoku Earthquake, InSAR, GPS, volcano, induced subsidence