

九州南部のせん断帯におけるGNSS観測（第3報）

GNSS observation around the shear zone in southern Kyushu (The third report)

*渡部 豪¹、雑賀 敦²、浅森 浩一¹、小川 大輝¹、島田 顕臣¹、梅田 浩司³*Tsuyoshi Watanabe¹, Atsushi Saiga², Koichi Asamori¹, Hiroki Ogawa¹, Akiomi Shimada¹, Koji Umeda³

1. 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター、2. 日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター、3. 弘前大学大学院 理工学研究科

1. JAEA, Tono Geoscience Center, 2. JAEA, Horonobe Underground Research Center, 3. Hirosaki University

本研究は、地層処分の調査・評価にとって重要となる、活断層地形が不明瞭な領域での活構造の分布や特徴を把握するための調査・評価技術の開発を目的として、九州南部のせん断帯を対象とした測地学的検討を行っている。同領域には、 10^{-7} /yrを超えるせん断ひずみ速度の大きな領域が存在することがGNSS観測の結果から知られている。しかし、この大きなせん断ひずみ速度に対応するような明瞭な活断層は認められておらず、測地学的観点から地下深部でのすべりによって地表での大きな変形が生じていることが推測される。そこで、本研究では、せん断帯周辺の現行の地殻変動を詳細に推定するため、2016年2月に同せん断帯を南北に横切るような配置で10か所のGNSS観測点を構築し、同年の3月から観測を開始した。

GNSSデータ解析には、Bernese GNSS Software (ver.5.2) を用い、国土地理院GEONETの4観測点を基準として、2016年4月18日から2018年11月24日までの日毎の観測点座標値を推定した。なお、IGSの精密暦、地球回転パラメータ、CODEが作成した全地球的な電離層モデルのパラメータ、P1-C1のコードバイアスなども同解析の中で使用している。さらに、得られた日毎の座標値に関し、Wdowinski et al. (1997) の手法により、共通誤差成分の除去を行った後、年周・半年周変動の補正、2016年熊本地震による粘弾性緩和にともなう変動や桜島、霧島・新燃岳の噴火にともなう火山性変動の補正を行い、せん断帯周辺での変位速度成分の抽出をした。また、2016年熊本地震前についても、2007年10月1日から2009年3月1日までのGEONET F3解を用いて、上記と同様に共通誤差成分の除去、年周・半年周変動の補正、桜島の火山性変動の補正などを行い、変位速度成分の抽出をした。

本解析では、得られた結果を説明するため、同せん断帯の深部にブロック境界となるすべり面が存在すると仮定し、半無限弾性媒質中での鉛直横ずれ断層の断層運動モデル (Savage and Burford, 1973) の適用を試みた。このモデルは、断層をはさむ両側のブロックが剛体的な運動をし、その浅部延長の地殻が固着することによって、断層周囲に弾性変形が生じるというモデルであり、地表で観測される変位速度の分布は断層を境にarctangent形となることが知られている。しかし、固着域下限の深さが地殻の深さより深部に求まったことから、せん断帯の中心が現在の想定より北部に位置する可能性を考え、同モデルにせん断帯の位置が北にシフトすること、せん断帯が北にわずかに傾斜していることなどを考慮に加え、深部のすべり速度、浅部の固着域の深さ、せん断帯の鉛直方向の傾き、せん断帯中心からの水平シフト量を未知数として、再度、推定を行った。

ここでは、まず、観測値である変位速度の分布を満足するように、非線形の最小二乗法を用いて上記4つの未知数の初期値を求め、それらの値に従って、マルコフ連鎖モンテカルロ法のうちメトロポリス・ヘイスティング法により10万回のサンプリングを行い、未知数を推定した。その結果、熊本地震前後の変位速度プロファイルを比較すると、arctangent形の地殻変動パターンが誤差の範囲でよく一致していることが確認でき、せん断帯を境に地表から深さ15.6~16.6 kmで固着が起り、12.4~14.3 mm/yr程度の相対速度で左横ずれの運動が地下深部で起こっていることが明らかとなった。この結果は、せん断帯の深部で生じていると考えられる定常的な変動が、熊本地震の発生後もほぼ同様に継続していることを示している。類似した事例として、Meneses-Gutierrez and Sagiya (2016) は、2011年東北地方太平洋沖地震前後の新潟県のひずみ集中帯周辺のGPSデータを用いて、大地震の発生に影響されない定常的な短縮変形を見出し、それが地殻内部で起こる断層深部のすべりで生じる非弾性的変形であることを示している。本観測の結果は、九州南部のせん断帯の

地下深部においても同様の現象が進行していることを示唆している。また、北緯32°付近にせん断帯の中心が位置すると想定していたが、それよりも約数～十数km程度北側に中心が位置する可能性が観測より示された。ただし、サンプリングの事後分布から、固着域の深さやせん断帯の鉛直方向の傾きについては、明瞭なピークが見られなかったことから、不確定性が大きいことに留意する必要があると考えられる。

本発表は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：九州南部のせん断帯、GNSS観測、左横ずれ断層運動、非弾性変形、2016年熊本地震

Keywords: active shear zone in southern Kyushu, GNSS observation, left-lateral strike slip, inelastic deformation, the 2016 Kumamoto earthquake