

地殻変動と余震データに基づく新潟県中越沖地震の震源断層モデル

Fault Model of the Niigataken Chuetsu-oki earthquake in 2007 estimated from geodetic data and precise aftershock distribution

西村 卓也 [1]; 村上 亮 [1]; 飛田 幹男 [1]; 金沢 敏彦 [2]; 篠原 雅尚 [3]

Takuya Nishimura[1]; Makoto Murakami[1]; Mikio Tobita[1]; Toshihiko Kanazawa[2]; Masanao Shinohara[3]

[1] 国土地理院; [2] 地震研; [3] 東大・地震研

[1] GSI; [2] ERI, Tokyo Univ; [3] ERI, Univ. Tokyo

2007年7月16日に発生した新潟県中越沖地震 ($M_{JMA}6.8$) は、震源域が海域にあったため、その周辺の陸域では非常に多くの観測データが得られたにもかかわらず、P波初動の押し引き解や地震波形によるCMT解の2つの節面のうち、どちらが断層面であるかを定めることが難しい地震であった。この地震に伴う地殻変動データについては、GEONETによる観測、「だいち」のSAR干渉解析による2方向から観測、水準測量による観測と非常に多くのデータが得られた。しかし、断層面が北西、南東傾斜のどちらの節面でも、これらのデータを概ね説明することが可能であり、断層面を確定させることは難しかった。一方、地震後に行われた海底地震計を用いた余震観測によって、余震の多くは南東方向に傾斜する面上に分布することが明らかになり、本震の断層面も大局的には南東傾斜であることが示唆されている (Shinohara et al., 2008)。本講演では、海底地震計による余震分布から断層面を仮定し、断層面上の滑り分布を地殻変動データのインバージョンにより推定した結果を報告する。

解析に用いた地殻変動データは、GEONETによる水平・上下変動、SAR干渉解析によって得られた震源域周辺での面的地殻変動、水準測量データによる上下変動である。このうち、干渉SARによるデータは、2007年6月14日と9月14日に北行軌道で取得されたものと、2007年1月16日と7月19日に南行軌道で取得されたものをそれぞれ干渉処理して得られた面的地殻変動分布である。水準測量データは、柏崎から海岸線沿いに北に向かう路線と柏崎から長岡に向かう内陸の路線の変動量を用いた。これらの路線は、地震前の2006年9-10月に水準測量が行われており、地震後は、2007年7月20日から10月4日にかけて測量が行われた。これらの地殻変動観測の結果から、震源域の北東部に近い観音岬周辺では25cmを超える隆起がある一方、震源域の南西部に近い柏崎市街では5-10cm程度の沈降が明らかになった。

これらの地殻変動データから、断層面上の滑り分布を以下のようにして推定した。南東傾斜を示す余震群を通るような、走行40度、傾斜角40度の1枚の面を仮定し、この面を2km四方に分割して、各領域での滑りの横ずれ成分と縦ずれ成分を推定した。また、南東傾斜の断層面に加えて、震源域北東部に見られる北西傾斜をなす余震群を通るような走行220度、傾斜角50度の面を震源域北東部に仮定して、南東傾斜と北西傾斜の2つの断層面上での滑り分布の推定も行った。滑り分布に関しては、分布が滑らかであるという先験情報を用い、ABIC最小化の基準で先験情報の重みを決めている。地殻変動の理論値の計算には、半無限媒質を用いたOkada(1985)による方法と成層構造媒質を用いたWang et al.(2003)を用いた。成層構造では、堆積層の影響を考慮し、深さ6kmまでの弾性定数が小さいような構造を用いた。この構造は、余震分布の決定に用いた1次元構造に準拠している。

推定されたモデルによる地殻変動データの再現性を比較すると、媒質や北西傾斜の断層の有無にかかわらず、どのモデルでもおおむね再現されることがわかった。残差自乗和で比較すると、半無限媒質よりも成層構造媒質を仮定したもののほうが有意に小さかった。また、南東傾斜断層に加えて北西傾斜断層を加えたもののほうが残差自乗和は小さいが、パラメータ数が増えることを考慮すると、その差は有意であるとはいえなかった。推定された滑り分布を比較すると、半無限構造を仮定したものは滑り角および滑り量が小領域毎にばらばらであり、現実的な滑り分布が得られなかった。また、推定されたモーメントマグニチュード (M_w) は6.9であり、地震波などの研究結果と比べて大きい。一方、成層構造媒質を仮定したものは、半無限構造のものに比べると滑らかな滑り分布が得られた。しかし、震源域北東部では、正断層方向の滑り、断層面の浅部では右横ずれ、それ以外の場所では、逆断層成分が卓越するような滑り分布となっており、依然として不自然さが残る結果となった。成層構造媒質を用い南東傾斜断層に加えて北西傾斜断層を考慮したモデルでは、どちらの断層面においても逆断層成分が卓越し、単純な滑り分布が得られた。南東傾斜断層と北西傾斜断層の地震モーメントを比較すると、南東傾斜断層が 1.1×10^{19} Nm、北西傾斜断層が 0.3×10^{19} Nm であり、合計の M_w は6.7であった。残差と得られた滑り分布を総合的に解釈すると、南東傾斜の断層が中越沖地震の主要な断層面であるが、震源域北東部では北西傾斜の断層面も活動したと考えられる。また、中越沖地震の地殻変動の計算では、弾性定数の不均質を考慮することが重要であることがわかった。