

【講演要旨】 震度データと上下動地殻変動データに基づく 享和2年(1802年)佐渡小木地震の断層モデルの推定

南雲秀樹・菅原正晴・中村亮一（東電設計）、植竹富一（東京電力）

享和2年(1802年)の佐渡小木地震について、中村・他(2009)の検討では太田・他(1976)によって報告されている地殻変動データに文献調査から発見した沈降データを加え、地殻変動データから震源断層の推定を試みた。その結果、北傾斜の断層面の他に南傾斜の断層面でも観測データを満足することが示された。今回は、同地震について震度データと上下動地殻変動データを同時に用いて、震源断層の推定を行った。

ここで用いる震度データは関連資料から震度評価につながる記述を抽出・整理した後に推定されたものであるが、得られた震度データのうち佐渡島のデータを使用する。震度評価地点は佐渡島の広い範囲に分布しており、特に小木半島および国仲平野内で大きな震度を記録する傾向が見られる。一方、地殻変動データは昨年度の検討で用いたものと同じデータを用いる。地殻変動データは小木半島南岸で1.5~2mほどの大きな隆起量となっている。

震源断層の推定には焼きなまし法(山中, 2001)を用い、これに震度計算と地殻変動計算のアルゴリズムを組み込んだ。震度の計算は、司・翠川(1999)で計算された工学的基盤上の最大速度に地形分類による表層地盤の増幅率(久保・他, 2003)をかけた後に内閣府(2001)による変換式を適用して行った。また、地殻変動の計算には、Okada(1992)による半無限構造の計算アルゴリズムを使用した。焼きなまし法では、モデルの評価はL1ノルムを用いた。震度と地殻変動データには値のオーダーに差があるので、ノルムの計算の際には残差の重みを試行錯誤で変化させ、最終的に5:1とした。計算は初期乱数を変えて100回の計算を行い、各計算で残差最小のモデルを各計算の最適モデルとした。全モデル中の残差最小モデルは、北傾斜を示したが、残差の小さなモデルには南傾斜の断層も含まれていた。そこで、最終的には、北傾斜と南傾斜の場合についてそれぞれ残差最小のモデルを抽出した。

図1に北傾斜と南傾斜の断層モデルを示す。いずれも昨年度の検討結果と大差はなく、小木半島のほぼ真下に決まっている。特に、北傾斜の断層は、断層上端が小木半島南端に近く、その上端深さは0.5kmであった。また、南傾斜の断層は、断層上端が小木半島のほぼ真ん中を横切り、2.4kmとやや深い。北傾斜及び南傾斜の断層面のベストモデルの断層パラメータのうち主要なパラメータは、北傾斜の結果では断層サイズ8×5km²、傾斜角20度、Mw6.5であった。一方、南傾斜の結果では、断層サイズ13×14km²、傾斜角65度、Mw6.9であった。また、すべり量はいずれの断層も480cmであった。

これらのモデルから計算された震度と地殻変動の値は、北傾斜と南傾斜の断層面で、いずれの結果も観測の特徴をよく再現する。しかし、地表における南北方向の上下変動の傾向は、北傾斜の断層面の方が太田・他(1976)による旧汀線高度分布(太田・他のFig.4)と調和的である。ところで、断層面のすべり量は、北傾斜の場合も南傾斜

の場合も5m近い値に求められている。今回の解析では断層面上のすべりは一定と仮定しているのので、これは平均すべり量とみなすことができ、きわめて大きい。この大きなすべり量は、この解析では地震モーメントとして反映されるが、断層面の大きさと地震モーメントの関係について、入倉・三宅(2001)によるスケーリング則と比較すると、得られた結果は大きく外れている。

これについては、今回の解析では、隆起は1回の地震で発生したことを暗に仮定しているが、「佐渡年代記」によると巳刻(午前9時~11時の間)と未刻(午後1時~3時の間)に2回の地震があったことが示されており、しかも隆起が確認されたのは未刻の地震の前とも読み取れる(那須編, 1977)。また、「一話一言」の記載からは未刻の地震の方が大きかったこと、および余震活動が活発だったことが読み取れる。

これらのことから今回の解析で用いた地殻変動データは、1802年小木の地震に関連した一連の地殻変動活動による積算値であり、得られた結果は全体の活動を反映したものである可能性が高い。

謝辞

本研究を進めるにあたり、宇佐美龍夫東大名誉教授には貴重なご意見をいただきました。また、震度データは(有)渡辺探査技術研究所に提供していただきました。

表層地盤の増幅率には防災科学技術研究所の「500mメッシュ地形分類データ」を利用させていただきました。地殻変動計算には、防災科学技術研究所岡田義光博士によるプログラムを使用させていただきました。

関係者各位に深く感謝いたします。

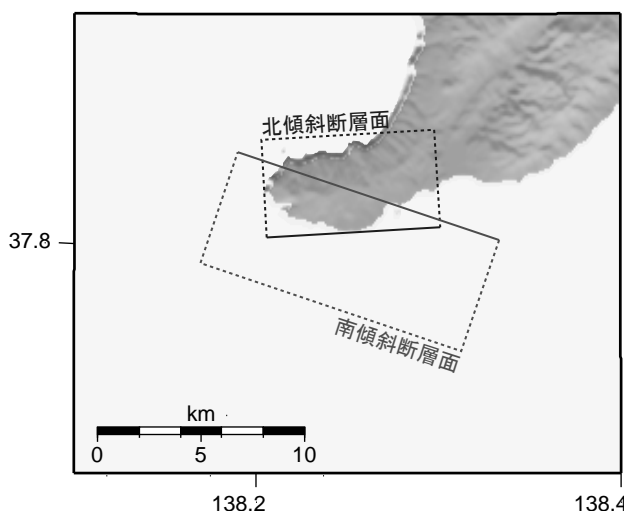


図1 本検討で得られた1802年小木の地震の断層モデル