

巨大地震に対するモーメントテンソル解析の高速化に関する検討 Rapid estimation of moment tensors for large earthquakes

浅野 陽一^{1*}, 木村 尚紀¹

ASANO, Youichi^{1*}, KIMURA, Hisanori¹

¹ 独立行政法人防災科学技術研究所

¹ National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

地震発生後の早い段階で精度の高い津波警報を出すためには、地震波解析による断層パラメタの迅速な推定が有効と考えられる。防災科学技術研究所（防災科研）による AQUA システムは、M4 から 7 クラスの地震のモーメントテンソル (MT) 解やセントロイド・モーメントテンソル (CMT) 解を地震発生後約 3 ~ 8 分で推定することが可能である [松村・他 (2006)]。しかしながら、このシステムでは点震源におけるインパルス型震源時間関数を仮定しているために、断層サイズが問題にならない程度に比較的離れた観測点の記録を解析するとともに、破壊継続時間を無視できるほど長い周期帯に着目した解析を行っている。特に後者は、破壊継続時間の長い巨大地震を解析するためには長時間の記録を解析しなければならないことを意味し、迅速な解析を目指す上では障害となる。そこで、我々は、震源時間関数を考慮した MT 解、CMT 解の推定を行い、例えば平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震について、どの程度まで短時間の記録から断層パラメタの推定が可能であるかを検討した。

解析には、防災科研の広帯域地震観測網 (F-net) のうち、震央距離 600km に以内に位置する観測点の速度型強震計の記録を使用した。まず初めに、気象庁による震源時である 2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分 17 秒を含む 8 分間 (14 時 44 分から 52 分) を切り出してバンドパスフィルタ (通過周期帯 50-200 秒) によって処理した後に、震源時から 300 秒間の観測波形を説明するような MT 解、CMT 解を AQUA とほぼ同様のアルゴリズムによって推定した。その際に、二等辺三角形型の震源時間関数を導入し、震源時間関数がピークをとる時刻、および破壊継続時間をグリッドサーチによって推定するよう拡張した。15 観測点の記録を解析した結果、インパルス型震源時間関数を仮定した場合には残差減少率 (VR) が 63 % であったのが、ピーク時刻を 14 時 47 分 33 秒とする破壊継続時間 60 秒の震源時間関数を仮定した場合には 75 % と改善し、推定されたモーメント・マグニチュード (Mw) も 8.6 から 8.8 へと大きくなった。既往研究と比べると依然として過小評価ではあるが、震源時間関数の導入によってその傾向は改善されたといえる。

次に、解析する記録の時間長を 5 分間 (14 時 44 分から 49 分) と短くし、震源時から 120 秒間の観測波形を説明するような解を同様に推定した。その結果、震央距離 140 から 310km に位置する 6 観測点の記録から Mw はインパルス型震源時間関数の場合で 8.6、破壊継続時間 60 秒の震源時間関数の場合で 8.8 と推定された。解析に使用した観測点の震央距離が断層サイズと比べて近く、震源時間関数を導入しても波形のモデリングが不十分なためか、両者の VR は 75 % 程度と大差なかった。このように、解には任意性が残るものの、震源時から 120 秒の記録の解析においても 300 秒間の記録の解析に近い結果が得られることが分かった。Yagi and Fukahata (2011) によれば、震源時間関数のピークは震源時から約 70 秒後であったと推定されている。この時間帯に励起された S 波や表面波が約 200km 離れた観測点に到達するのは更にその約 40 から 50 秒後、すなわち震源時から約 120 秒後である。すなわち、震央距離 200km よりも近い観測点においては、震源時から 120 秒間の記録中に震源時間関数がピークを過ぎて減少に転じる情報が含まれている筈である。このような情報が Mw の推定値の拘束に貢献しているものと推察される。

以上に述べた震源時から 120 秒後までの記録解析における処理時間は、波形の切り出しを含めても約 2 から 3 分程度であり、解析に必要な記録の蓄積を待つ時間を考慮しても震源時の約 5 から 6 分後には解が得ることが可能である。このように、震源時間関数の導入によって処理に必要な記録の時間長が短くなり、結果として迅速な解の推定が可能になった。

キーワード: モーメントテンソル, セントロイドモーメントテンソル, 断層パラメタ, 津波警報, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: moment tensor, centroid moment tensor