

[講演要旨] テンプレートマッチングに基づく大地震の震源・発震機構解推定

石辺岳男・佐竹健治・村岸 純・鶴岡 弘・中川茂樹・酒井慎一・平田 直 (東京大学地震研究所)

§1. はじめに

日本における近代計器観測は 1870 年代半ばに始まり、当時の煤書きの波形記録や検測値、被害記録等が収集・保管されている。これらはその後の関東大震災や落雷・戦災による焼失などのため不完全ではあるが、計器観測時代初期に発生した地震に関する貴重な資料として地震像の解明に活用されてきた。

計器観測時代初期に発生した地震の震源・発震機構解の推定あるいは類型化は、気象庁による震源カタログ以前に遡及して地震活動を議論するうえで重要であるが、データが限られているため、近年の地震に対する震源・発震機構解の推定手法を、そのまま当時の地震に適用するには困難が伴う。

近年、日本では全国に展開された高感度地震観測網や広帯域地震観測網で捉えられた地震波形に基づき、震源や発震機構解が高精度で決定されるようになっており、近年に発生した地震に対する震源・発震機構解あるいは S-P 時間・初動との比較から、明治・大正期に発生した地震の震源・発震機構解を従来よりも高精度で推定できる可能性がある。そこで本研究では、近年の地震に対するデータと明治・大正期に発生した地震に対する報告値との間の乖離度を定量化して震源・発震機構解を推定する手法を構築し、その可能性を検証するとともに、明治・大正期に関東地方で発生した大地震へ適用した。

§2. 近年の地震観測網によるデータとの乖離度

本研究では、テンプレートマッチング法に基づき、震源・発震機構解の推定を行った。テンプレートマッチング法は元々、画像情報処理技術として発展してきた手法であり、画像内にある対象物体の位置検出、物体数のカウント、あるいは物体移動の検出などに用いられてきた。具体的には、テンプレート画像を入力画像で走査させて入力画像上の各位置における類似度(あるいは乖離度)を算出し、最大あるいは閾値以上の位置を検出するものである。明治・大正期の地震に対する記録をテンプレート画像と見做し、豊富な最近の地震データを入力画像として走査することで、どの地震と最も類似していたのか、あるいは閾値を設定した場合にどの地震が可能性として考えられるのか議論できると期待される。

近年の地震観測によるデータとして、1923 年 - 2011 年末までの気象庁検測値を用いた。また、関東・東海地殻活動観測網、気象庁、JUNEC ならびに MeSO-net による初動発震機構解と F-net 発震機構解を用いた。

近年の地震に対するデータと、計器観測時代初期

に発生した地震に対する報告値との乖離度として、S-P 時間に対しては残差の二乗平均平方根を用いた。S-P 時間に対する乖離度は、震源の深さがフリーで決定され、かつ深さの誤差が 5 km 未満の地震を対象に、比較可能な観測点が 3 点以上の場合に算出した。また初動に対しては、発震機構解から期待される P 波の理論振幅値で規格化した重み付きミスフィット率を計算した。重み付きミスフィット率の計算にあたり、初動の射出角ならびに方位角の計算には HASHv1.2 [Hardebeck and Shearer, 2002]を改良したプログラムならびに気象庁による速度構造[JMA2001; 上野・他(2002)]を用いた。

§3. 近年の地震観測網によるデータとの比較に基づく類型化の可能性検証と明治・大正期大地震への適用

本研究で指標とした乖離度によって、震源・発震機構解をどの程度制約できるのか、手法の妥当性・有効性を検証するため、2011 年 3 月 16 日の銚子沖の地震(M6.1)、2012 年 5 月 18 日の茨城県南西部の地震(M4.8)、2012 年 2 月 16 日の千葉県南西部の地震(M3.3)、ならびに 2005 年 7 月 23 日の千葉県北西部の地震(M6.0)の 4 地震に対して本手法を適用した。その結果、S-P 時間の乖離度は、気象庁の震源周辺で小さい値を示し、また重み付きミスフィット率はこれらの地震に対する発震機構解と類似したものに対して小さくなった。このことから、本研究で用いた乖離度は、震源・発震機構解を制約する指標として用いることができると考えられる。本発表では、新たに構築した手法を関東地方で明治・大正期に発生した大地震に適用した結果について報告する。

謝辞

本研究では気象庁総合検測値ならびに首都圏地震観測網(MeSO-net)検測値を使用させて頂いた。また防災科学技術研究所ならびに気象庁による発震機構解を使用させて頂いた。ここに記して感謝する。なお、本研究は文部科学省受託研究「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」の一環として実施された。

参考文献

石辺岳男・佐竹健治・村岸純・鶴岡弘・中川茂樹・酒井慎一・平田直, 2015, 関東地方において計器観測初期に発生した地震の調査のための近年の地震データの収集・整理と 1922 年浦賀水道付近の地震への予察的適用, 歴史地震, **30**, 109-127.