

2016 年鳥取県中部の地震の震源破壊過程の推定

愛知工業大学 正会員 ○倉橋 奨

愛知工業大学 非会員 入倉 孝次郎

地域地盤環境研究所 非会員 宮腰 研

1. 目的

2016 年 10 月 21 日に鳥取県倉吉市を震源とした $M_j6.6$ ($M_w6.2$) の地震が発生した。この地震により、最大震度 6 弱が観測され、全半壊の家屋は 183 棟に達したが死者は 0 人であった(鳥取県, 2016)。また、最大加速度は、震源極近傍に位置する防災科学技術研究所の強震観測点 K-NET TTR005 (倉吉) 観測点にて、1494gal が観測された。なお、この地震による地表地震断層の出現は報告されていない。このような強震動が生成されたメカニズムの解明は、今後の強震動予測の高精度化のために重要である。本研究では、強震動の生成メカニズムの解明の前段階として、この地震の全体像を把握するため、波形インバージョン解析により本地震の震源破壊過程の推定を行った。

2. 2016 年鳥取県中部の地震の緒元

図 1 に本地震周辺の地図を示す。三角印は解析に利用した強震観測点を示す。震源近傍の TTR005 (倉吉) や OKY015 (上斎原) ではそれぞれ 1494gal, 557gal の強震動が観測されている。黒星は本震の破壊開始点を、黒丸は地震発生後 1 時間の余震分布を示す。余震分布より、断層の走向は北西-南東方向と推測できる。

3. データセット

解析に利用する強震動記録は、防災科学技術研究所の強震観測網の KiK-net の地中観測記録 5 記録と K-NET の地表観測記録 6 記録の計 11 観測点の記録を積分して得た速度波形とした。対象周波数は、0.1~1.0Hz とし、S 波到達 2 秒前から 12 秒間の記録を用いて解析を行った。

4. 断層面の設定と断層破壊過程のモデル化

本研究で使用する本地震の断層面は、F-net によるメカニズム解より、走向: 162 度、傾斜角: 88 度とした。この断層面は、本震以後 1 時間以内に発生した余震分布と整合している。断層長ささと幅は余震分布を参考に長さ: 18km、幅: 18km と設定した。また、破壊開始点は、気象庁の一元化震源より、緯度: 35.3805、経度: 133.8562、深さ: 10.6km とした。

解析方法は、マルチタイムウィンドウ法 (Hartzell and Heaton, 1983) に基づき、時空間的に点震源を離散化した。空間的には、1.5km × 1.5km の小断層で走向方向: 12 個、傾斜方向: 12 個に分割した。時間的には、各小断層でのすべり速度関数を、一定速度で広がる同心円が到達した時間から、0.6 秒の smoothed ramp 関数を 0.3 秒ずらして 6 個並べることで再現した。

各小断層と各観測点とのグリーン関数は、1 次元地下構造モデルを仮定し、離散化波数法 (Bouchon, 1981) と反射・透過係数行列法 (Kennett and Kerry, 1979) により計算とした。地下構造モデル

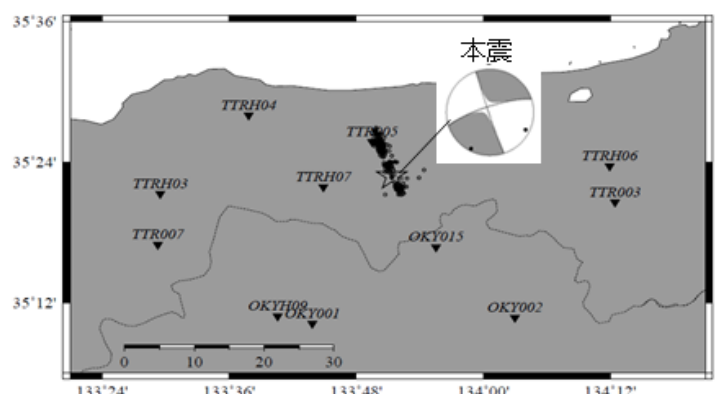


図 1 本震、余震分布および観測点分布。星印は本震の震央を、黒丸は余震分布を、三角は解析に使用した強震観測点を示す。

は、深さ 0.1~0.2km までの極浅部は、KiK-net または K-NET のボーリングデータを、深さ約 10km 以浅は藤原他 (2009) を、それ以深は F-net の地下構造モデル (福山他, 1998) を参照した。

5. 波形インバージョン解析

最適震源モデルは、各小断層の各タイムウィンドウでのすべり量を、観測波形と合成波形の差を最小とするように、最小二乗法を用いて求めた。各小断層でのすべり方向の変化は、F-net メカニズム解のすべり角である-11度の±45度とした。

6. 解析結果

図2に、観測波形と計算波形の比較の一例を示す。震源近傍の TTR005 (倉吉) や OKY015 (上斎原) は観測記録に見られるパルス的な波形も再現できている。一方で、TTRH07 (利賀) は、位相の特徴は観測波形と近似しているものの、振幅は過小評価となっている。この原因としては地下構造のチューニングを実施していないために、グリーン関数の精度が低いためと考えられる。今後、小地震記録を利用した地下構造モデルのチューニング等を実施して、再現性を高める必要がある。

図3に、推定された最終すべり量分布を示す。すべりの大きい場所は破壊開始点付近からやや浅い方向に位置し、最大すべり量は 1.00m となった。地震モーメントは $2.00 \times 10^{18} \text{Nm}$ (Mw6.1), すべり角はほぼ 0度の左横ずれとなり、F-net のメカニズム解とほぼ整合している。最後に Somerville et al.(1999)の規範に基づいてアスペリティ領域を抽出し、既往のスケーリング則と比較した結果、そのスケーリング則とほぼ一致した。したがって、本地震は、過去に発生した地震と同様な特徴の地震といえる。

7. まとめ

本研究では、2016年鳥取県中部の地震における震源破壊過程の推定を行った。本地震は、破壊開始点付近から浅い方向に大きなすべりが発生した。また、既往の地震モーメントとアスペリティ面積とのスケーリング則と概ね整合したことから、既往の地震と同様な特徴の地震であった。今後、強震動の生成メカニズムの解明のために、この結果を基に強震動生成域との関係を分析していく必要がある。

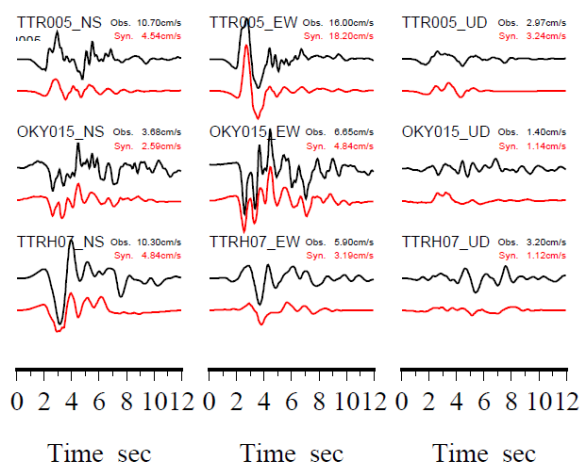


図2 観測速度波形 (黒) と計算速度波形 (赤) の比較の一例。左図は NS 成分、右図は EW 成分を示す。

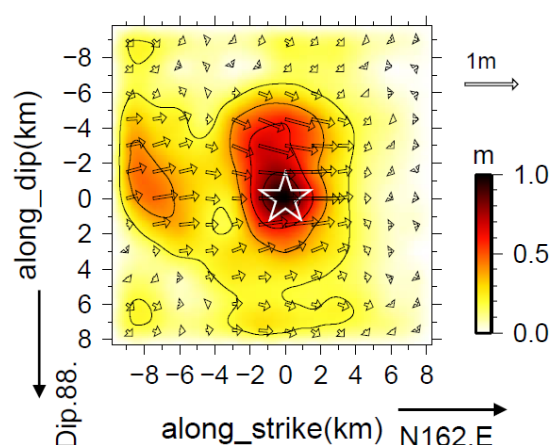


図3 最終すべり量分布。星印は、破壊開始点を示す。

参考文献) 鳥取県：鳥取県中部地震 (第 66 報), Hartzell, S. H. and T. H. Heaton (1983) : Inversion of strong ground motion and teleseismic waveform data for the fault rupture history of the 1979 Imperial Valley, Bouchon, M. (1981) : A simple method to calculate Green's function for elastic layered media, Kennett, B. L. N. and N. J. Kerry (1979) : Seismic waves in a stratified half space, Geophys. 藤原他 (2009) : 強震動評価のための全国深部地盤構造モデル作成手法の検討, 福山他 (1998) : オンライン広帯域地震データを用いた完全自動メカニズム決定, Somerville et al.(1999) : Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion.