

8. 鳥取県中部の地震 (2016 年 10 月 21 日, M6.6)

澁谷 拓郎・西村 卓也 (京都大学防災研究所地震予知研究センター)

1. はじめに

2016 年 10 月 21 日 14 時 7 分に鳥取県中部を震源とする気象庁マグニチュード (以下 M と記す) 6.6 の地震が発生した¹⁾。倉吉市, 湯梨浜町, 北栄町で震度 6 弱, 鳥取市, 三朝町, 岡山県鏡野町, 真庭市で震度 5 強を観測したほか, 中国地方を中心に関東地方から九州地方にかけて有感となった¹⁾。この地震による負傷者は 32 人, 被害住宅は 15,425 棟に上った²⁾。

2. 地震活動

図 1 に鳥取県中部地域の震央分布を示す。連結震源決定法³⁾によって推定された 1 次元速度構造と観測点補正値を用いて震源再決定を行った。BB' の近傍にある 2 つの星印のうち北北西側の大きい方が 2016 年鳥取県中部の地震の震央である。この地震の発震機構は, 西北西-東南東方向に圧力軸をもつ横ずれ断層型である¹⁾。

AA' に沿って北西-南東方向に伸びる 1983 年鳥取県中部の地震 (M6.2) の余震域で, 2015 年 10 月 18 日から M4.2 と M4.3 を主震とする群発的な活動が始まった (青丸)⁴⁾。約 10 か月後の 2016 年 8 月には群発活動域の西側 (水色) と, 2016 年 9 月には BB' で示す 2016 年鳥取県中部地震の震源域近傍 (緑丸) で小規模な活動が発生した。本震後には, 震源域の南南東端付近で, 14 時 53 分に M5.0 の最大余震が発生した。その後, 震源域南東部の東側に余震活動が拡大した。

図 2 に 1983 年鳥取県中部地震の余震分布の走向 (図

1 の AA') での地震の深さ分布を示す。赤い星印は 1983 年の本震である。余震分布が断層面の広がりを表すとすると, 1983 年の地震は南東側の深い部分から北西側の浅い部分に向かって破壊したと考えられる。青色で示す 2015 年の活動は, 1983 年の破壊の終端部分の延長上に

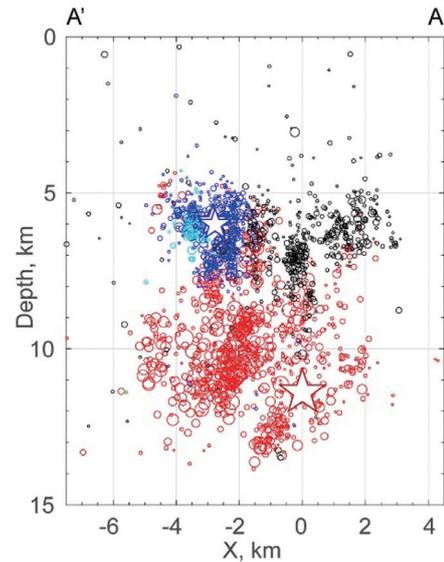


図 2 1983 年鳥取県中部の地震の余震分布に沿う断面 (図 1 の AA') での地震の深さ分布。赤丸は 1976 年 6 月～2015 年 9 月, 青丸は 2015 年 10 月～2016 年 7 月, 水色の丸は 2016 年 8 月～2016 年 9 月 25 日, 黒丸は 2016 年の本震以降に発生した地震を示す。赤い星印は 1983 年鳥取県中部の地震の本震, 青い星印は 2015 年の群発的地震活動の主震を示す。

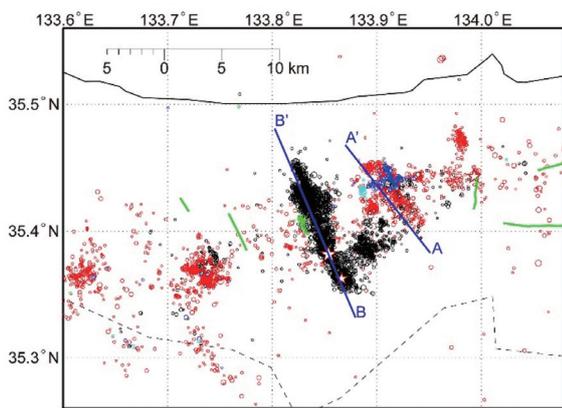


図 1 鳥取県中部地域の震央分布。赤丸は 1976 年 6 月～2015 年 9 月, 青丸は 2015 年 10 月～2016 年 7 月, 水色の丸は 2016 年 8 月～2016 年 9 月 25 日, 緑色の丸は 2016 年 9 月 26 日～2016 年 10 月 20 日, 黒丸は 2016 年の本震以降に発生した地震を示す。白抜き星印は M5 以上の地震を示す。活断層を緑線で示す。破線は県境である。AA' と BB' での地震の深さ分布をそれぞれ図 2 と図 3 に示す。

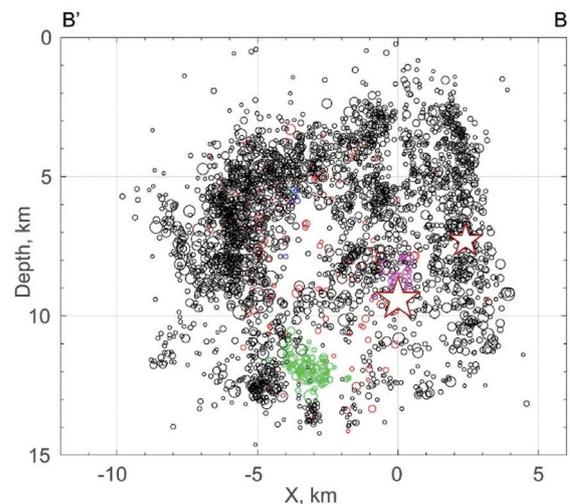


図 3 2016 年鳥取県中部地震の余震分布に沿う断面 (図 1 の BB') での地震の深さ分布。赤丸は 1976 年 6 月～2015 年 9 月, 緑色の丸は 2016 年 9 月 26 日～2016 年 10 月 20 日, マゼンタ色の丸は 2016 年 10 月 21 日 0 時～14 時 07 分, 黒丸は本震以降に発生した地震を示す。赤い星印は本震と最大余震を示す。

位置しているように見える。水色は 2016 年 8 月～9 月の活動であるが、2015 年の活動の近傍で発生している。

図 3 に 2016 年鳥取県中部の地震の余震分布の走向 (図 1 の BB') での地震の深さ分布を示す。2 つの赤い星印のうち深い方にある大きいものが本震 (M6.6) である。本震の約 1 か月前に始まった活動を緑色の丸で、約 2 時間前に本震近傍で発生した前震活動をマゼンタ色の丸で示す。黒丸で示す余震の分布からこの地震の断層面が、約 10 km × 10 km の広がりをもつことが推定される。

3. GNSS 観測による地殻変動

2016 年鳥取県中部の地震の震源域周辺において京都大学防災研究所が 2014 年から行っている GNSS 稠密観測点のデータを、周辺の GEONET 点のデータとともに解析することにより、地震前・地震時・地震後の地殻変動を推定した。なお、GNSS 観測点の日座標値の計算には、米国ジェット推進研究所 (JPL) による GIPSY6.2 ソフトウェアのバイアス整数化精密単独測位法 (PPP-AR) を用い、衛星軌道暦として、地震前の解析には JPL 最終暦を、地震時および地震後の解析には JPL 速報暦を利用した。また、地震時以降においては、地震発生日 (10 月 21 日) の日座標値は、本震発生以降 (GPS 時刻の 5 時 10 分以降) のデータのみを使用して算出したものであり、地震前のデータは含まない。

この地震の震源域は、「山陰ひずみ集中帯」として指摘されていた場所⁵⁾であり、地震前 2 年間 (2014 年 9 月～2016 年 9 月) の平均速度場を見ると、瀬戸内側に対して日本海側が相対的に東向きに動くような右横ずれ変形が集中する幅 30 - 50 km 程度の領域が、海岸線に沿って存在する。震源域周辺の観測点における GNSS 座標時系列から、定常的な東向きの変動と季節変動が確認されるが、地震前に顕著な変化は見られなかった。

図 4 の黒矢印・黒棒は、10 月 11 日～20 日の平均値と 10 月 21 日の値の差を取って算出した地震時の変位を示す。半無限弾性体媒質中の矩形断層の一樣すべりを仮定して、この観測値を説明する断層パラメータを推定した。その結果を表 1 に示す。その理論値は、図 4 の白矢印・白棒であるが、観測値とよく一致している。このことから、2016 年鳥取県中部の地震は、図 4 に青線で示すような北北西-南南東走向の鉛直の断層が左横ずれし

たことによって生じたと考えられる。

この震源断層モデルを用いて、周辺でのクーロン応力変化 (ΔCFS) を計算した。本震の震源断層から東西に外れた地震の多くは ΔCFS の増加域で発生していることがわかった。

地震後の地殻変動では、震源域近傍の観測点においてのみ余効変動が見られた。余効変動の時間変化を対数関数でフィッティングすると時定数は 2.2 日となり、1 か月程度で顕著な余効変動は終了した。余効変動のメカニズムは、本震すべり域よりも浅部の領域における余効すべりと推定されており、詳細は参考文献⁶⁾を参照されたい。

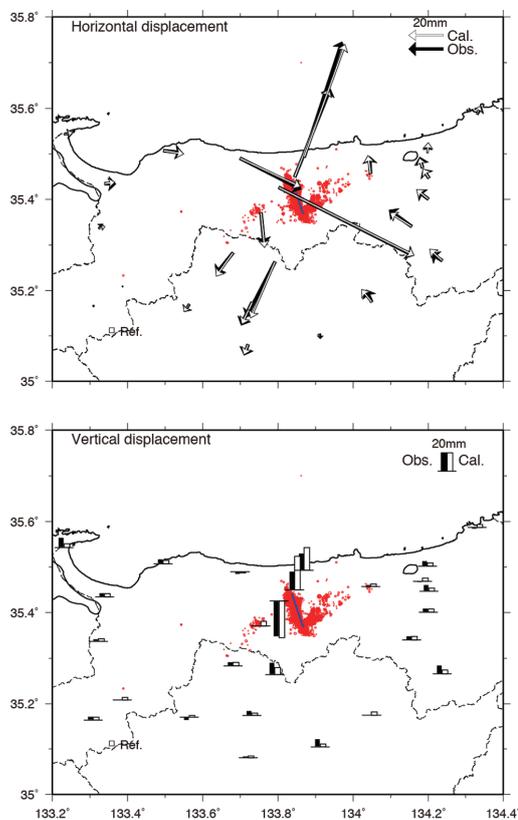


図 4 2016 年鳥取県中部の地震における地震時の変位。(上図)水平変位。(下図)鉛直変位。黒矢印・黒棒は観測値、白矢印・白棒は表 1 に示す矩形断層モデルによる理論値である。青線は矩形断層の位置を示す。赤丸は余震分布である。

表 1 2016 年鳥取県中部の地震の震源断層モデルのパラメータ

緯度 (°)	経度 (°)	上端深さ (km)	長さ (km)	幅 (km)	走向 (°)	傾斜 (°)	滑り角 (°)	滑り量 (m)	M_w
35.370	133.867	1.9	8.3	9.5	342	90	1	0.88	6.15

緯度・経度は矩形断層の北上端の位置を示す。剛性率は 30 GPa を仮定した。

4. おわりに

2016 年鳥取県中部の地震 (M6.6) は, 1983 年鳥取県中部の地震 (M6.2) の震源域の約 7~8 km 西側に位置するほぼ平行な断層面で発生した。

鳥取県中部域では, 2016 年の本震の約 1 年前から地震活動が活発化した。まず, 1983 年鳥取県中部の地震の余震域の北側上端の延長域で, M4.2 と M4.3 を主震とする群発的な活動が発生した。その 10 か月後 (本震の 2 か月前) には群発活動域から西側に隣接する領域で, 1 か月前には将来の断層面の近傍の深い領域で小規模な活動が発生した。本震の 2 時間前には破壊開始点の近傍で前震が発生した。このようにこの地震には特徴的な先駆的地震活動が伴った。

GNSS 観測により求められた地殻変動から, 2016 年鳥取県中部の地震は, 山陰ひずみ集中帯の中で発生したと考えられる。地震時の変位の解析から, 矩形断層を仮定した断層面の大きさは, 長さ 8.3 km × 幅 9.5 km と推定された。これは図 3 に示す余震域の広がりと同調的である。震源域近傍の観測点では地震後の 1 か月程度, 余効変動が観測された。

参考文献

- 1) 気象庁, 2016. 平成 28 年 10 月 21 日 14 時 07 分頃の鳥取県中部の地震について (第 2 報).
<https://www.jma.go.jp/jma/press/1610/22a/201610221000.html>
- 2) 消防庁, 2016. 鳥取県中部を震源とする地震 (第 38 報).
<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/assets/post825.pdf>
- 3) Kissling, E., W. L. Ellsworth, D. Eberhart-Phillips, and U. Kradolfer, 1994. Initial reference models in local earthquake tomography, *J. Geophys. Res.*, 99, 19635–19646.
- 4) 京都大学防災研究所, 2015. 鳥取県中部の地震 (2015 年 10 月 18 日), 地震予知連絡会会報, 95, 330–337.
- 5) Nishimura T., and Y. Takada, 2017. San-in shear zone in southwest Japan, revealed by GNSS observations, *Earth Planets Space*, 69:85, doi:10.1186/s40623-017-0673-8.
- 6) Meneses-Gutierrez, A., T. Nishimura, and M. Hashimoto, 2019. Coseismic and postseismic deformation of the 2016 Central Tottori earthquake and its slip model, *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 124, 2207–2217, <https://doi.org/10.1029/2018JB016105>.