### 8-1 近畿・中国・四国地方とその周辺の地震活動(2016年11月~2017年4月) Seismic Activity in and around the Kinki, Chugoku and Shikoku Districts (November 2016 – April 2017)

気象庁 大阪管区気象台 Osaka Regional Headquarters, JMA

今期間,近畿・中国・四国地方とその周辺で M4.0 以上の地震は 10 回発生した. これらのうち, 規模が最大の地震は, 2016 年 11 月 19 日に和歌山県南部で発生した M5.4 の地震であった.

2016年11月~2017年4月のM4.0以上の地震の震央分布を第1図(a)及び(b)に示す. 主な地震活動は以下のとおりである.

(1) 鳥取県中部の地震(M6.6,最大震度6弱,第2図(a)~(e))

2016年10月21日に発生した鳥取県中部の地震の一連の活動は、全体として減衰しつつも継続 している。2016年11月~4月までの間に、最大震度1以上を観測する地震は70回発生(最大震度3: 5回、最大震度2:15回、最大震度1:50回)した。そのうち最大規模の地震は、11月8日17時 16分に深さ11kmで発生したM3.8の地震(最大震度3)と、11月17日21時42分に深さ8kmで 発生したM3.8の地震(最大震度2)であった。

(2) 和歌山県南部の地震(M5.4, 最大震度 4, 第 3 図)

2016年11月19日11時48分に和歌山県南部の深さ51kmでM5.4の地震(最大震度4)が発生した. この地震の発震機構は東北東-西南西方向に張力軸を持つ横ずれ型でフィリピン海プレート内部で 発生した.

以下の地域でまとまった深部低周波地震(微動)活動が観測された.

・和歌山県(2016年11月3日~9日,第4図(a),(b))

串本津荷,田辺本宮のひずみ計で変化あり(ひずみ変化は11月5日~7日).

- ・豊後水道から四国地方にかけて(2017年2月5日~3月21日,第5図(a)~(c)) 西予宇和,須崎大谷のひずみ計で変化あり(ひずみ変化は2月23日~25日,26日~29日, 3月3日~10日).
- ・紀伊半島(和歌山県・奈良県・三重県)(2017年2月中旬~3月下旬,第6図(a),(b)) 熊野磯崎, 串本津荷のひずみ計で変化あり(ひずみ変化は3月3日~7日,3月21日~22日).

また,奈良県から三重県中部にかけて,徳島県北部,愛媛県南予で12月9日のソロモン諸島の 地震(Mw7.8)により誘発されたと思われる深部低周波地震(微動)活動が観測された(2016年 12月9日,第7図(a)~(d)).



第1図(a) 近畿・中国・四国地方とその周辺の地震活動(2016年11月~2017年1月, M≧4.0, 深さ≦700 km) Fig.1(a) Seismic activity in and around the Kinki, Chugoku and Shikoku districts (November 2016 – January 2017, M≧4.0, depth ≦ 700 km).



第1図(b) つづき (2017年2月~4月, M  $\geq$  4.0, 深さ $\leq$  700 km) Fig.1(b) Continued (February – April 2017, M  $\geq$  4.0, depth  $\leq$  700 km).

#### 2016年10月21日からの鳥取県中部の地震活動



震央分布図 (2016 年 10 月 21 日~2017 年 4 月 30 日、深さ 0~20km、M≧0.5) 2016 年 11 月以降の地震を濃く表示

領域 a 内の時空間分布図 (A-B投影)

領域a内の時空間分布図(B-C投影)







第2図(a) 2016年10月21日からの鳥取県中部の地震 Fig.2(a) The earthquake in the central part of Tottori Prefecture from October 21, 2016.

## 平成28年10月21日 鳥取県中部の地震

2016年10月21日~2017年1月31日、M≧1.0、深さ0~20km 震源フラグKの震源を濃く表示(震源フラグA、kの震源を薄く表示)



・2016年10月21日14時07分のM6.6の地震以降の最大規模の地震は、2016年10月21日14時53分のM5.0の地震である。 ・活動は順調に減衰している。

・2017年1月中旬頃から、領域bの活動域の南側、領域bの東側に隣接する活動域でやや地震回数が少なくなっている。

第2図(b) つづき Fig.2(b) Continued.



第2図(c) つづき Fig.2(c) Continued.

## 鳥取県中部の地震

#### 周辺のクラスターでの活動状況【過去の活動状況】

2000年10月1日~2017年1月31日、M≧0.7、深さ0~20km



第2図(d) つづき Fig.2(d) Continued.



第2図(e) つづき Fig.2(e) Continued.

### 11月19日 和歌山県南部の地震



2016 年 11 月 19 日 11 時 48 分に和歌山県 南部の深さ 51km で M5.4 の地震(最大震度 4) が発生した。この地震の発震機構は東北東-西南西方向に張力軸を持つ横ずれ型で、フィ リピン海プレート内部で発生した。

1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の 地震の震源付近(領域b)では、M4程度の地 震が時々発生しているが、M5.0以上の地震は 発生していない。

1923 年1月以降の活動をみると、今回の地 震の震央周辺(領域 c)では、M5.0以上の地 震がしばしば発生している。そのうち最大規 模の地震は1938 年1月12日に発生したM6.8 の地震で、この地震により和歌山県日高郡・ 西牟婁郡などの沿岸地方で土塀の崩壊・家屋 の小破、道路の小亀裂などの被害が生じた(被 害は「日本被害地震総覧」による)。



第3図 2016年11月19日の和歌山県南部の地震

Fig.3 The earthquake in the south part of Wakayama Prefecture on November 19, 2016.

#### 11月3~9日の和歌山県の深部低周波地震活動



2016年11月3日~9日にかけて、及び 19日に和歌山県を震央とする深部低周 波地震を観測している。

なお、11月13日及び20日に奈良県を、 11月15日~16日にかけて紀伊水道を震 央とする深部低周波地震を観測してい る。

2010年以降の活動を見ると、今回の活 動領域の周辺では、たびたび深部低周波 地震のまとまった活動が発生している。 今回の震央周辺でのまとまった活動は、 2016年10月13日以来である。

2016

20日



5日

В

Fig.4(a) Activity of deep low-frequency earthquakes (tremor) and strain changes associated with short-term slow slip event in Wakayama Prefecture.

11月

10日

15日



### ひずみ変化を説明しうる断層モデル候補

すべり候補領域は、中村・竹中(2004)<sup>1)</sup>によるグリッドサーチの手法※により求めた。プレート境界と断層面の形状はHirose et al. (2008)<sup>2)</sup>による。

※ すべり候補領域の位置とその規模(Mw)を、すべりがプレート境界面上でプレートの沈み込み方向と反対に発生したと仮定し、考え得る全ての解を前提として得られる理論値と観測値を比較し、合致するもの を抽出する手法

1) 中村浩二・竹中潤, 東海地方のプレート間すべり推定ツールの開発, 験震時報, 68, 25-35, 2004

2) Hirose F., J. Nakajima, A. Hasegawa, Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, J. Geophys. Res., 113, B09315, doi:10.1029/2007JB005274, 2008

第4図(b) つづき Fig.4(b) Continued.

## 豊後水道から四国地方にかけての深部低周波地震(微動)活動と 短期的ゆっくりすべり (2017年2月~3月)

### 深部低周波地震(微動)活動

2017年2月5日~3月21日 灰:2月5日~2月21日、3月10日~3月21日 桃:2月22日~2月25日 青:2月26日~3月1日 緑:3月2日~3月6日 橙:3月7日~3月9日

エンベロープ相関法による自動処理

一元化震源



第5図(a) 豊後水道から四国地方にかけての深部低周波地震(微動)とひずみ変化 Fig.5(a) Activity of deep low-frequency earthquakes (tremor) and strain changes associated with short-term slow slip event from the Bungo channel to Shikoku Districts.

ひずみ変化



※西予宇和、須崎大谷は産業技術総合研究所のひずみ計である。

第5図(b) つづき Fig.5(b) Continued.

## ひずみ変化と短期的ゆっくりすべりの推定



ひずみ変化を説明しうる断層モデル候補

■ 断層モデル推定に使用したひずみ観測点 ● 断層モ

● 断層モデル候補の中心

断層モデル候補は、中村・竹中(2004)<sup>1)</sup>によるグリッドサーチの手法※により求めた。プレート境界と断層面の形状は Hirose et al. (2008)<sup>2)</sup>による。 ※ 断層モデル候補の中心とその規模(Mw)を、すべりがプレート境界面上でプレートの沈み込み方向と反対に発生したと仮定し、考 え得る全ての解を前提として得られる理論値と観測値を比較し、合致するものを抽出する手法 1)中村浩二・竹中潤、東海地方のブレート間すべり推定ツールの開発、験置時報、68, 25-35, 2004 2) Hirose F., J. Nakajima, A. Hasegawa, Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, J. Geophys. Res., 113, B09315, doi:10.1029/2007JB005274, 2008

第5図(c) つづき Fig.5(c) Continued.

## 紀伊半島(和歌山県・奈良県・三重県)における 深部低周波地震(微動)活動



第6図(a) 紀伊半島(和歌山県・奈良県・三重県)の深部低周波地震(微動)とひずみ変化 Fig.6(a) Activity of deep low-frequency earthquakes (tremor) and strain changes associated with short-term slow slip event in Kii Peninsula.





ひずみ変化と断層モデル候補



第6図(b) つづき Fig.6(b) Continued.

12月9日02時38分(日本時間)に、ソロモン諸島でMw7.8の地震が発生した。この地震による表面波は日本国内で も観測されており、同日03時過ぎ頃から振幅の大きな表面波が観測されている。表面波の振幅が大きい03時から03 時10分頃にかけて、三重県中部から奈良県、徳島県、愛媛県で低周波地震(微動)が観測された。これらの低周波 地震(微動)は、全ての地域で概ね20秒の周期で発生している。また、ソロモン諸島の地震の表面波の周期も概ね20 秒である。

#### 誘発されたと思われる低周波地震(微動)の震央分布図

- ●: ソロモン諸島の地震直後に観測された低周波地震(微動) 2016年12月9日03時00分~03時10分
- +: 過去の活動(気象庁の一元化カタログ)

※ソロモン諸島の地震直後に観測された低周波地震(微動)は、各領域で発生した低周波地震(微動)のうち、一部(比較的震源決定しやすい震源)だけ表示している。この時間帯にはさらに多くの低周波地震(微動)が観測されている(次項以降の波形参照)。







第7図(a) 奈良県から三重県中部にかけて,徳島県北部,愛媛県南予の深部低周波地震(微動) Fig.7(a) Activity of deep low-frequency earthquakes (tremor) that seems to be triggered by the earthquake in Solomon Islands (Mw7.8) on December 9, 2016 from Nara prefecture to Ehime Prefecture.



奈良県から三重県中部にかけての波形

12月9日02時55分から20分間の波形





波形は防災科学技術研究所のF-netおよびHi-net、京都大学のデータを使用させて頂きました。

第7図(b) つづき Fig.7(b) Continued.

#### 愛媛県の波形

12月9日02時55分から20分間の波形



12月9日03時04分から6分間の波形(上図の黄色枠内の波形) (F西土佐以外の観測点は2Hz~10Hzのバンドパスフィルタを適用)



波形は防災科学技術研究所のF-netおよびHi-net、京都大学のデータを使用させて頂きました。

第7図(c) つづき Fig.7(c) Continued.

#### 徳島県の波形

12月9日02時55分から20分間の波形



ר ו

12月9日03時04分から6分間の波形(上図の黄色枠内の波形) (F徳島以外の観測点は2Hz~10Hzのバンドパスフィルタを適用)



波形は防災科学技術研究所のF-netおよびHi-net、京都大学のデータを使用させて頂きました。

第7図(d) つづき Fig.7(d) Continued.