8-3 南海トラフ周辺の地殻活動(2018年11月~2019年4月) Crustal Activity around the Nankai Trough (November 2018 - April 2019)

気象庁

Japan Meteorological Agency

1. 南海トラフ周辺の地殻活動(第1図,第2図)

2018年11月~2019年4月の南海トラフ沿いとその周辺地域の震央分布を第1図に,東海地域から 豊後水道にかけての深部低周波地震の震央分布図を第2図に示す.また,主な地震の発震機構解を 第3図に示す.詳細は,地震・火山月報(防災編)を参照^{1)~6}.

【南海トラフ周辺】

今期間, M5.0以上の地震は以下のとおりであった.

- ・2018年11月2日16時53分54秒 紀伊水道(フィリピン海プレート内部の地震) M5.4
- ・2019年3月13日13時48分48秒 紀伊水道(フィリピン海プレート内部の地震) M5.3
- ・2019年3月27日09時11分23秒日向灘(フィリピン海プレートと陸のプレートの境界の地震) M5.4
- ・2019年3月27日15時18分03秒日向灘(フィリピン海プレートと陸のプレートの境界の地震) M5.4

以下の期間でまとまった深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべりが観測された. また,四国西部のひずみ計データで2018年12月頃から豊後水道で発生している長期的ゆっくりす べりによる,やや長期的な変化が観測されている.

・2019年1月18日から1月23日まで,紀伊半島中部(第4図(a),(b)).周辺の複数のひずみ計で変化あり.

 ・2019年2月3日から2月10日まで、東海(第5図(a),(b),(c)).周辺の複数のひずみ計で変化あり.
 ・2019年2月10日から2月18日まで及び2月26日から3月3日まで,紀伊半島北部(第6図(a),(b),(c),(d)). 周辺の複数のひずみ計で変化あり.

・2019 年 3 月 2 日から 3 月 16 日まで,四国中部及び 2019 年 3 月 3 日から 3 月 22 日まで,四国 西部,並びに 2018 年秋頃から,四国西部の南西側(第 7 図(a),(b),(c)).周辺の複数のひずみ計で 変化あり.

・2019年3月29日から4月2日まで,紀伊半島西部及び2019年4月1日から4月7日まで,紀伊半島中部(第8図(a),(b)).周辺の複数のひずみ計で変化あり.

・2019年4月17日頃から4月21日頃まで,四国西部及び2018年秋頃から,四国西部の南西側(第9 図(a),(b),(c)).周辺の複数のひずみ計で変化あり.

2. プレート境界とその周辺の地震活動(第10図~第11図)

想定南海トラフ地震は陸側のプレートと沈み込むフィリピン海プレートの境界で発生する地震 であることから、震源の深さと発震機構解の型からプレート境界付近で発生した地震及び発震機 構解を抽出し、プレート境界付近の地震活動の推移を示す. 第10図は, Hirose et al. (2008)⁷⁾及びBaba et al. (2002)⁸⁾ によるフィリピン海プレート上面の深さの±6kmの地震を抽出し地震活動の推移を見たものである.

第11図は,想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震を抽出したものである.プレー ト境界で発生したと考えられる地震の他,その震源の深さから考えて明らかに地殻内やスラブ内 で発生したと推定される地震も含まれている.

3. 南海トラフ周辺の地震活動の推移(第12図)

想定南海トラフ地震は、陸側のプレートと沈み込むフィリピン海プレートの境界で発生する地 震であるが、南海トラフ周辺では、日向灘を除きプレート境界で発生する地震が少ない.ここで は、南海トラフ周辺を個々の領域に分け、地殻内の地震とフィリピン海プレート内、もしくは浅 い地震から深い地震まで全ての深さの地震について地震活動の推移を示す.第12図(a)左は、それ ぞれの領域について直近の地震活動指数を表にまとめたものである.第12図(a)右及び第12図(b) は、それらの地震活動指数の変化を示すグラフである.

参考文献

- 1) 気象庁:南海トラフ周辺の地殻活動,平成30年11月地震・火山月報(防災編),24(2018).
- 2) 気象庁:南海トラフ周辺の地殻活動,平成30年12月地震・火山月報(防災編),16(2018).
- 3) 気象庁:南海トラフ周辺の地殻活動,平成31年1月地震・火山月報(防災編), 18 (2019).
- 4) 気象庁:南海トラフ周辺の地殻活動,平成31年2月地震・火山月報(防災編),14(2019).
- 5) 気象庁:南海トラフ周辺の地殻活動,平成31年3月地震・火山月報(防災編),22(2019).
- 6) 気象庁:南海トラフ周辺の地殻活動,平成31年4月地震・火山月報(防災編), 16 (2019).
- Hirose, F., J. Nakajima, and 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, doi:10.1029/2007JB005274 (2008).
- 8) Baba, T., Y. Tanioka, P. R. Cummins, and K. Uhira : The slip distribution of the 1946 Nankai earthquake estimated from tsunami inversion using a new plate model, Phys. Earth Planet. Inter., 132, 59-73 (2002).
- 9) 気象庁:第19回南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会,第397回地震防災対策強化地域判定 会気象庁資料,

気象庁ホームページ, http://www.jma.go.jp/jma/press/1905/13a/mate02_1.pdf. http://www.jma.go.jp/jma/press/1905/13a//mate02_2.pdf. 南海トラフ沿いの地震活動 2018年11月



第1図(a) 南海トラフ周辺の月別震央分布(2018年11月) Fig. 1(a) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (November 2018).

南海トラフ沿いの地震活動 2018年12月



第1図(b) つづき(2018年12月)

Fig. 1(b) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (December 2018).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年01月





Fig. 1(c) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (January 2019).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年02月





Fig. 1(d) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (February 2019).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年03月



第1図(e) つづき(2019年3月)

Fig. 1(d) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (March 2019).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年04月



第1図(f) つづき(2019年4月)

Fig. 1(f) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (April 2019).



点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さ(10kmごとの等深線)を示す。

第2図(a) 東海地域から豊後水道にかけての深部低周波地震活動(2018年11月~2019年1月).

Fig. 2(a) Seismic activity of Low-Frequency Events from the Tokai region to the Bungo Channel (November 2018 – January 2019).

深部低周波地震(微動)活動(2000年1月1日~2019年1月31日)

深部低周波地震(微動)は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。



※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力 が変わっている。 ※時空間分布図中、灰色の期間は、それ以降と比較して十分な検知能力がなかったことを示す。

一次時王間分前四千、次日の海間は、それ以降と比較して十分な快知能力がながったことで

第2図(b) つづき(2000年1月~2019年1月). Fig. 2(b) Continued (January 2000 – January 2019).



点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さ(10kmごとの等深線)を示す。

第2図(c) 東海地域から豊後水道にかけての深部低周波地震活動(2019年2月~4月).

Fig. 2(c) Seismic activity of Low-Frequency Events from the Tokai region to the Bungo Channel (February – April 2019).

深部低周波地震(微動)活動(2009年5月1日~2019年4月30日)

深部低周波地震(微動)は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。



※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

第2図(d) つづき(2009年5月~2019年4月). Fig. 2(d) Continued (May 2009 – April 2019).



第3図(a) 南海トラフ周辺で発生した主な地震の発震機構解(2018年11月~2019年1月). Fig. 3(a) Focal mechanism solutions for major earthquakes in and around the Nankai Trough (November 2018 – January 2019).

南海トラフ沿いとその周辺の発震機構解(2)



(下半球投影)

- 第3図(b) つづき(2018年11月~2019年1月).
- Fig. 3(b) Continued (November 2018 January 2019).



第3図(c) つづき(2019年2月~4月). Fig. 3(c) Continued (February–April 2019).

南海トラフ沿いとその周辺の発震機構解(2)



第3図(d) つづき (2019年2月~4月). Fig. 3(d) Continued (February–April 2019). 南海トラフ沿いとその周辺の発震機構解(3)



(下半球投影)

第3図(e) つづき (2019年2月~4月). Fig. 3(e) Continued (February-April 2019).

紀伊半島中部の深部低周波地震(微動)活動と 短期的ゆっくりすべり

1月18日から23日にかけて、紀伊半島中部で深部低周波地震(微動)を観測した。 深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されているひずみ計に変 化が現れた。

これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



第4図(a) 紀伊半島中部の深部低周波地震活動とひずみ変化,及び推定されるゆっくりすべり領域 Fig. 4(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in central Kii Peninsula and strain changes, and the estimated slow slip region.

紀伊半島中部で発生した短期的ゆっくりすべり



第4図(b) つづき Fig. 4(b) Continued.

東海の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

2月3日から10日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)の活動域は、 次第に東へ広がったが、9日から10日は、主な活動域の南西側でも活動が見られた。深部低周波(微動)活動と ほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべり に起因すると推定される。



※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

- 第5図(a) 東海の深部低周波地震活動とひずみ変化,及び推定されるゆっくりすべり領域
- Fig. 5(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in Tokai and strain changes, and the estimated slow slip region.

東海で発生した短期的ゆっくりすべり

愛知県から静岡県にかけて観測されたひずみ変化



第5図(b) つづき Fig. 5(b) Continued.

東海で発生した短期的ゆっくりすべり

愛知県で観測されたひずみ変化



西尾善明及び豊橋多米は産業技術総合研究所のひずみ計である。

第5図(c) つづき Fig. 5(c) Continued.

東海で発生した短期的ゆっくりすべり

ひずみ変化から推定される断層モデル



Fig. 5(d) Continued.

紀伊半島北部の深部低周波地震(微動)活動と 短期的ゆっくりすべり

2月10日から18日にかけて、紀伊半島北部で深部低周波地震(微動)を観測した。2月10日に始まった活動 は、その後北東及び南西へ活動域が広がった。2月16日頃から、それまでの活動域のさらに南西側へ活動域が 移動した。2月26日から3月3日にかけて、2月10日から18日の活動域の北東側で深部低周波地震(微動)を観 測した。深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を 観測した。

これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。



深部低周波地震(微動)活動

※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、そ れ以前と比較して検知能力が変わっている。 ※2019年3月5日以降の震源要素は、今後の精査で変更する場合がある。

第6図(a) 紀伊半島北部の深部低周波地震活動とひずみ変化,及び推定されるゆっくりすべり領域

Fig. 6(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in northern part of Kii Peninsula and strain changes, and the estimated slow slip region.

紀伊半島北部で発生した短期的ゆっくりすべり



ひずみ変化から推定される断層モデル



・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

第6図(b) つづき Fig. 6(b) Continued.

紀伊半島北部で発生した短期的ゆっくりすべり



三重県から愛知県で観測されたひずみ変化

津安濃、西尾善明、豊橋多米及び熊野磯崎は産業技術総合研究所のひずみ計である。

100 astrain 50 count Hour 50 mm/Hour

--->

第6図(c) つづき Fig. 6(c) Continued.

紀伊半島北部で発生した短期的ゆっくりすべり

ひずみ変化から推定される断層モデル



前図に観測されたひずみ変化のうち、赤矢印を付した観測点での変化量を元 にすべり推定を行ったところ、低周波地震とほぼ同じ場所にすべり域が求まった。

断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか,2012)を参考に以下の2段	
陥 0110。 ・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推	
定する。 ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。	

第6図(d) つづき Fig. 6(d) Continued.

四国の深部低周波地震(微動)活動とゆっくりすべり

【四国中部】

3月2日から3月16日にかけて、四国中部で深部低周波地震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されているひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると 推定される。

【四国西部】

3月3日から3月22日にかけて、四国西部で深部低周波地震(微動)を観測した。このうち、3月1日以降の活動としては、豊後水道付近(領域b)で、3月3日から3月7日、3月16日から3月19日にまとまった活動となった。また、愛媛 県南予(領域c)で、3月5日頃から9日頃にかけてまとまった活動となった。

四国西部の南西側(領域b:豊後水道とその付近)では、2018年秋頃から深部低周波地震(微動)活動が活発に なっている。また、2018年秋頃から、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測している。これは、豊 後水道周辺のプレート境界深部において発生している長期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。豊後水道周 辺では、2003年~2004年、2010年、2014年にも深部低周波地震(微動)活動が活発となった。これらの時期は、豊後 水道周辺で長期的ゆっくりすべりが発生した(国土地理院, 2015,地震予知連絡会会報第94巻)。





四国中部および西部で発生した短期的ゆっくりすべり



高知県から愛媛県で観測されたひずみ変化



第7図(b) つづき Fig. 7(b) Continued.



第7図(c) つづき Fig. 7(c) Continued.

紀伊半島西部、中部の深部低周波地震(微動)活動と 短期的ゆっくりすべり

3月29日から4月2日にかけて紀伊半島西部、4月1日から4月7日にかけて紀伊半島中部で深部低周波地 震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で 地殻変動を観測した。

これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動



※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、そ れ以前と比較して検知能力が変わっている。

- 第8図(a) 紀伊半島西部及び中部の深部低周波地震活動とひずみ変化,及び推定されるゆっくりす べり領域
- Fig. 8(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in western part of Kii Peninsula and strain changes, and the estimated slow slip region.

紀伊半島西部及び中部で発生した短期的ゆっくりすべり



ひずみ変化から推定される断層モデル

第8図(b) つづき Fig. 8(b) Continued.

四国の深部低周波地震(微動)活動とゆっくりすべり

【四国東部】

5月4日以降、四国東部で深部低周波地震(微動)を観測している。

【四国西部】

4月1日以降の活動としては、豊後水道付近(領域b)で、4月17日から20日にかけてまとまった活動となった。また、 愛媛県中予から愛媛県南予(領域c)で、4月17日頃から21日頃にかけてまとまった活動となった。

四国西部の南西側(領域b:豊後水道とその付近)では、2018年秋頃から深部低周波地震(微動)活動が活発に なっている。また、2018年秋頃から、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測している。これは、豊 後水道周辺のプレート境界深部において発生している長期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。豊後水道周 辺では、2003年~2004年、2010年、2014年にも深部低周波地震(微動)活動が活発となった。これらの時期は、豊後 水道周辺で長期的ゆっくりすべりが発生した(国土地理院, 2015,地震予知連絡会会報第94巻)。



第9図(a) 四国の深部低周波地震活動とひずみ変化,及び推定されるゆっくりすべり領域

Fig. 9(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in Shikoku and strain changes, and the estimated slow slip region.

四国西部で発生した短期的ゆっくりすべり











第9図(b) つづき Fig. 9(b) Continued.

豊後水道で発生している長期的ゆっくりすべり



愛媛県から高知県で観測されたひずみ変化

土佐清水松尾及び西予宇和は産業技術総合研究所のひずみ計である。



プレート境界とその周辺の地震活動

フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。 日向灘の領域e内のみ、深さ20km~30kmの地震を追加している。

震央分布図 (1997年10月1日~2019年4月30日、M≥1,5、2019年2月以降の地震を赤く表示)



・フィリピン海プレート上面の深さは、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)による。 震央分布図中の 点線は10kmごとの等深線を示す。

日向灘のM5.0以上の地震、その他の領域のM4.5以上の地震、今期間(前3か月間)の地震のうち
 M3.2以上の地震で想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震に吹き出しを付している。
 発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

第10図 プレート境界とその周辺の地震活動



プレート境界とその周辺の地震活動 フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図





※M1.5以上の地震を表示していることから、検知能力未満の地震も表示しているため、回数積算図は参 考として表記している。

想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日~2019年4月30日、M≥3.2、2019年2月以降の地震を赤く表示)



・フィリピン海プレート上面の深さは、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)による。 震央分布図中の点線は10kmごとの等深線を示す。

・今期間に発生した地震(赤)、日向灘のM6.0以上、その他の地域のM5.0以上の地震に吹き出しを付けている。

・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

・吹き出しの右下の数値は、フィリピン海プレート上面の深さからの差を示す。+は浅い、-は深いことを示す。

・吹き出しに「CMT」と表記した地震は、発震機構解と深さはCMT解による。Mは気象庁マグニチュードを表記している。
・発震機構解の解析基準は、解析当時の観測網等に応じて変遷しているため一定ではない。



- 第11図 想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震
- Fig. 11 Earthquakes whose focal mechanisms were similar to that of the anticipated Nankai Trough earthquake.

南海トラフ巨大地震の想定震源域とその周辺の地震活動指数 2019年4月30日

領域		①静[中西	①静岡県 中西部 2愛知			知県		③浜名湖 周辺		④駿河 湾		ŧ	⑥東南 海	⑦ 南海
		地	プ	地	地 プ		プ		全		全		全	全
地震活動	助指数	5	5	5	4		6		4		5		1	4
平均回	回数	16.3	18.4	26.6	13.6	6	13.	2	13	.3	18.2		19.7	21.3
MLき	Mしきい値		1	1.1		.1		1.1 1.4		4	1.5		2.0	2.0
クラスタ	距離	3k	m	3	km		3km		3km 10km		10km		10km	10km
除去	日数	7 E	Ξ	7	E		7 E	7日		日	10日		10日	10日
対象非	期間	60日	90日	60日	30 E	В	360	0日 180日 90日 360日		360日	90日			
深る	ž	0~ 30km	0~ 60km	0~ 30km	0~ 60ki	, m	0~ 60k	m	0- 60	0~ 0~ 60km 60ki		n	0~ 100km	0~ 100km
		南海ト	ラフ沿い	1)	〕日向(2紀伊	③和歌					紀伊半	
領均	或	⑧東側	10西(則	難		半島	ļ	Ц	14	면ਕ		島	OPE
		全	全	:	全		地	ţ	地	地			プ	プ
地震活動	助指数	6	4		4		3		4		6	5		5
平均回	回数	11.8	15.0	2	0.5		23.0	42	2.3 30		0.2		27.6	28.1
Mしきい	い値	2.5	2.5	2	2.0		1.5	1	5 1.		1.5		1.5	1.5
クラスタ	距離	10km	10kn	n 10	10km		3km	3	km	3	km		3km	3km
除去	日数	10日	10日	1(D日		7日	7	日	7日			7日	7日
対象期	明間	720日	360 E	E 60	D日	1	20日	60)日	90日			30日	30日
深さ	ž	0~ 100km	0~ 100k	0 m 10	~ Okm	:	0~ 20km	0 20	~)km	(2)~ Okm	-	20~ 100km	20~ 100km

*基準期間は、全領域1997年10月1日~2019年1月22日

*領域欄の「地」は地殻内、「ブ」はフィリビン海ブレート内で発生した地震であることを示す。ただし、震源の深さから便宜的に分 類しただけであり、厳密に分離できていない場合もある。「全」は浅い地震から深い地震まで全ての深さの地震を含む。 *③の領域(三重県南東沖)は、2004年9月5日以降の地震活動の影響で、地震活動指数を正確に計算できないため、掲載し ていない。







活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率(%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数		小	۰.	_	平堂	_		客	



Fig. 12(a) Table of seismic activity levels in and around the Nankai Trough.



活動指数 0 1 2 3 4 5 6 7 8 確率(%) 1 4 10 15 40 15 10 4 1 地震数 少 ← 平常 → 多

第12図(b) つづき Fig. 12(b) Continued.

地震活動指数一覧



活動//自致	0		2	3	4	э	0	1
確率(%)	1	4	10	15	40	15	10	4
地震数		少	←	-	平常	-	->	多

2019年04月30日