平成 28 年 5 月 18 日

第211回 地震予知連絡会

記者会見資料

事務局:国土地理院

地殻活動モニタリングに 関する検討

日本とその周辺の地震活動(2016年2月~2016年4月、M 5.0)

2016 02 01 00:00 -- 2016 04 30 24:00



※「平成28年(2016年)熊本地震」の活動は、M6.0以上の地震に吹き出しを記載

ω

日本周辺における浅部超低周波地震活動(2016年2月~4月)



時間(年/月/日)

第3図. 2003年6月1日から2016年4月30日までの期間に検出されたイベントの時空間分布.検出されたイベントを防災科研Hi-net 手動または自動験測震源と照合し、対応する地震が見出されたイベントを灰色で、それ以外を赤色の点でそれぞれ示す.その他は第1図に同じ.

防災科学技術研究所

GNSS 連続観測から推定した日本列島のひずみ変化



2011 年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響によるひずみが見られる.

・GNSS 連続観測による変位ベクトルからひずみ変化図を作成した.

・ 座標値の 15 日分の平均値から 1 年間の変位ベクトルを算出し、それに基づいてひずみを計算している.

国土地理院資料



国土地理院



平成 28 年 5月 18日

海上保安庁

東北地方太平洋沖地震後の海底地殻変動観測結果

海上保安庁では、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震後の地殻変動を把握するため、日本 海溝沿いに設置されている海底基準点において、順次、海底地殻変動観測を実施している。ここで は、東北地方太平洋沖地震後の累積変位量を、国土地理院のGNSS観測結果(F3解)とともに示 す。海底基準点において、1 cm 以上の変動が推定される余震も示す。

> 40°N ·11/3/11 **'11/7/10** (M9.0) (M7.3) 38°N 12/12/7 (M7.4) 宮城沖 12 13/10/26 (M7.1) 14/7/12 (M6.5) 36°N 銚子沖 50cm 34°N 140°E 142°E 144°E

		_	
市北地ナキャンは油地電悠の北東赤佐	【雨マ甘淮上		日本
宋北地方太平洋冲地震伤07水平多11/	【笛十盘空日		

観測点	KAMN	KAMS	MYGI	MYGW	FUKU	CHOS	電子基準点
基準エポック	2011/4/3	2011/4/5	2011/3/28	2011/3/27	2011/3/29	2011/4/18	2011/3/29-4/4
比較エポック	2016/3/4	2016/3/2	2016/3/10	2016/3/5	2016/2/28	2015/10/26	2016/3/1-3/7
水平変位量	22cm	57cm	68cm	18cm	72cm	49cm	

■解析には国土地理院提供の電子基準点1秒データ及びF3解を使用している。

■余震は、気象庁一元化震源を使用している。余震による変動の推定は、Okada [1992]の手法を用いた。

紀伊水道周辺の非定常的な地殻変動(1)

<u>紀伊水道周辺で2014年半ば頃から非定常的な地殻変動が観測されている.</u>

地殻変動(水平)(一次トレンド・年周成分・半年周成分除去)

基準期間:2014/07/01~2014/07/15[F3:最終解] 比較期間:2016/04/03~2016/04/09[F3:最終解]

計算期間:2012/05/01~2014/05/01



ー次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ



国土地理院

紀伊水道周辺の非定常的な地殻変動(2)

フィリピン海プレートと陸側プレートの境界で最大約15cmの滑りが推定された.

非定常地殻変動から推定されるプレート境界面上の滑り分布



・時間依存インバージョンによる.

計算値

観測値

136°

1cm

- ・赤矢印は陸側プレートのフィリピン海プレートに対する動きを示す.
- ・推定される滑り量を等値線(黒実線)で示している(等値線間隔:5cm).
- ・黒破線は、沈み込むフィリピン海プレート上面の等深線(弘瀬・他, 2007, 地震2).

地殻変動ベクトルの観測値と計算値の 比較 (水平)



モーメントの時間変化



P

2013/1/1-2016/4/10

100 km

固定局:三隅(950388)

. 135°

34

33°

134°

豊後水道周辺の非定常的な地殻変動(1)

<u>豊後水道周辺で2015年12月頃から非定常な地殻変動が観測されている.</u>



☆ 固定局:三隅(950388)

ー次トレンド除去後グラフ



フィリピン海プレートと陸側プレートの境界で最大約7cmの滑りが推定された.

非定常地殻変動から推定されるプレート境界面上の滑り分布



- ・時間依存のインバージョンによる.
- ・赤矢印は陸側プレートのフィリピン海プレートに対する動きを示す.
- ・推定される滑り量を等値線(黒実線)で示している(等値線間隔:3cm)
- ・黒破線は、沈み込むフィリピン海プレート上面の等深線(弘瀬・他, 2007, 地震2)
- ・非定常地殻変動とは2013/2/1-2014/2/1の地殻変動速度からのずれを意味する

地殻変動ベクトルの観測値と計算値の比較(水平)

推定モーメント



固定局:三隅(950388)



西南日本の深部低周波微動・短期的スロースリップ 活動状況(2016年2月~4月)その1



主な微動活動:
紀伊半島北部,4月1日~4日.紀伊半島南部,3月30日~4月2日.
四国東部,4月14日~22日.四国中部,4月29日~5月3日.



図 1. 西南日本における 2016 年 2 月~4 月の月毎の深部低周波微動活動.赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) において, 1 時間毎に自動処理された微動分布の重心である.青菱形は周期 20 秒に卓越する深部超低周波地震 (Ito et al., 2007) である.



図 3.2003 年1月~2016 年5月8日までの深部低周波微動(赤)および,深部超低周波地震(青菱形)の時空間分布. 緑太線は,傾斜変動から検出された短期的スロースリップイベント.

4月1日 三重県南東沖の地震



2016年4月1日11時39分に三重県南東沖 でM6.5の地震(最大震度4)が発生した。こ の地震は、発震機構(CMT解)が北西-南東方 向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プ レートと陸のプレートの境界で発生した。震度 1以上を観測する余震は発生していない。今回 の地震発生直後は、規模の小さな余震がまとま って発生したが、次第に減衰した。4月19日 に一時的にややまとまった活動が見られたが、 その後まとまった活動にはなっていない。

 M 1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域 a)の地震活動は低調であり、M6.0以上の地震は初めてであった。今回
0,06.0以上の地震は初めてであった。今回
0,06.0以上の地震は初めてであった。今回
0,05.0日23時57分にM7.4の地震(最大震度5
4.0弱)が発生した。この地震により、神津島神津
3.0島港で101cmの津波を観測するなど、東北地方から九州地方にかけて津波を観測した。また、同日19時07分にはM7.1の地震(最大震度5弱)が発生し、関東地方から四国地方にかけて 津波を観測した。これらの地震により、負傷者42人などの被害が生じた。

6 1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺では、1944年12月7日にM7.9の地震(東南海地震)、1946年12月21日にM8.0
4 の地震(南海地震)が発生している。



震央分布図 (1923年1月1日~2016年4月30日、



三重県南東沖の低周波イベントについて

2015 年 9 月 1 日から 2016 年 4 月 30 日の期間に DONET で観測された地震波形 (バンドパス帯域 2-10 Hz) に対してエンベロープ相関法 [*Obara*, 2002; *Annoura et al.*, 2016] を用いて解析を行い、低周 波イベントの発生状況について調べた。*¹

- ・低周波イベントの震央は海溝軸付近に集中している
- ・2016 年 4 月 1 日の三重県南東沖の地震(M6.5)の 2 日後からまとまった活動(4月3日~4月18日)が 発生した
- ・同様の活動は 2015 年 10 月 24 日~10 月 28 日にもみられた
- ・2016 年4月の活動では震央が東方向に移動するマイグレーションがみられた
- ・2016年4月14日の熊本地震の前震(M6.5)ではイベントはトリガーされなかったが、4月16日の本 震(M7.3)直後からそれまでの活動域より東側を中心とした活動が活発化した



2015年09月01日~2016年04月30日

*1 期間中、エンベロープ相関法で決まった震源が 34407 個あった。震源距離によらない振幅値である reduced amplitude が一定値を 越えた規模の大きなイベントだけを対象として(1374 個)、目視で通常の地震を取り除く選別を行った(選別後 757 個)。

重点検討課題の検討

「平成28年(2016年)熊本地震」

第 211 回地震予知連絡会 重点検討課題 趣旨説明

「平成28年(2016年)熊本地震」

コンビーナ 東京大学地震研究所 平田 直

2016年4月14日21時26分に発生したM6.5の地震から始まり,4月16日1時 25分のM7.3を最大地震とする一連の地震活動「平成28年(2016年)熊本地震」は, 益城町で2度の震度7を観測し、熊本県,大分県に甚大な被害をもたらした.主要 な地震は,九州中央部を横断する布田川断層帯,日奈久断層帯の一部区間が活動し たことで発生したと考えられている^(*1).これらの活断層については,調査・研究結 果に基づき、この場所でこの程度の規模の地震が発生することはある程度予想され ていた。一方,M6.5に引き続き,隣接する活断層でM7.3が発生し、断層帯北東側 の阿蘇地方,大分県内でも地震活動が発生することは,M6.5発生後からM7.3地震 の発生の前の時点では評価できなかった.

このように今回の地震活動は,

(1)発生場所が主要活断層帯・構造帯にあり、隣接区間が28時間を経て活動した,(2)前震・本震・余震(誘発地震)の発生,

という特徴的な活動推移を経たが、これまでおよび今後の日本列島における地震発 生を検討・議論する上で非常に重要な教訓を含んでいる.

今回の重点検討課題においては,

(1) 発生の背景・原因に関すること,

(2) モニタリングに関すること(主要イベントの地震像,前震(M6.5)発生直前から本震(M7.3)に至る過程の状況等),

(3) 今後の活動に関する議論を行うこと,

を想定して,関係機関,研究者・研究グループに調査研究結果の報告をお願いした.

地震予知連絡会は、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進 について(建議)」(科学技術・学術審議会)において、「地震活動・地殻変動な どに関するモニタリング結果や地震の予知・予測のための研究成果などに関する情 報交換を行うことにより、モニタリング手法の高度化に資する」役割を付託されて いる.今回の重点検討課題における情報交換と討議を通じて、将来発生する可能性 のある大地震に備えるための知見を深め、社会に発信していけることを期待したい.

(*1)「平成 28 年(2016 年) 熊本地震の評価」(平成 28 年 4 月 15 日,地震調査研究推進本部地 震調査委員会),および「平成 28 年 4 月 16 日熊本県熊本地方の地震の評価」(平成 28 年 4 月 17 日,地震調査研究推進本部地震調査委員会)

(2)地震活動

ア.地震の発生場所の詳細及び地震の発生状況

2016年4月14日21時26分に、熊本県熊本地方の深さ11kmでM6.5の地震(最大震度7、①)が発生した。また、2日後の4月16日01時25分に、この地震の震央付近の深さ12kmでM7.3の地震(最大震度7、④)が発生した。これらの地震をはじめとして、熊本県熊本地方、阿蘇地方、大分県中部等にかけての広い範囲で地震活動が活発となっており、4月15日00時03分のM6.4(最大震度6強、③)、4月16日03時55分のM5.8(最大震度6強、⑧)などを含め、4月30日までに最大震度5弱以上を観測した地震が18回発生している。

今回の一連の地震活動領域には、本田川断層帯、日奈久断層帯、別府一万年山断層帯が存在している。地震調査研究推進本部地震調査委員会は、「4月14日21時26分に発生したM6.5の地震は、日奈久断層帯の高野一白旗区間の活動によると考えられる。4月16日01時25分に発生したM7.3の地震は、現地調査の結果によると、布田川断層帯の布田川区間沿いなどで地表地震断層が見つかっていることから、主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられる。」と評価した。



図2-1から図2-3は、震源の分布具合や活動の盛衰に着目するため、自動処理により計算した震源(計算誤差の大きなものを 含む)を表示。ただし M5.0以上または最大震度5強以上の地震は精査したものを表示。また、5月9日から2016年熊本地震緊急 観測グループのオンライン臨時観測点(河原、熊野座)のデータを用いて作成している。



気象庁作成

平成28年4月16日01時25分の地震の発震機構解 CMT解

南北方向に張力軸を持つ横ずれ断層型



気象庁作成

イ.発震機構

別府-島原地溝帯で発生する地震は、発震機構(CMT解)が南北方向に張力軸を持つものが多い。 4月14日21時26分に発生したM6.5の地震や4月16日01時25分に発生したM7.3の地震を始め、 「平成28年(2016年)熊本地震」の地震活動の中で発生した多くの地震について、発震機構は概ね 南北方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった。



橙色は横ずれ断層型、緑色は正断層型の発震機構を示す。 震央分布図中の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。



1885年1月以降の活動を見ると、今回の一連 の地震活動の付近(領域b)では、1889年7 月28日にM6.3の地震が発生し、死者19人な どの被害が生じている(被害は「日本被害地震 総覧」による)。



気象庁資料



(3) 震度と加速度

最大規模の地震である4月16日01時25分の地震により震央付近の熊本県益城町、西原村で震度7の 揺れを、熊本県南阿蘇村、菊池市、宇土市、大津町、嘉島町、宇城市、合志市、熊本市で震度6強の 揺れを観測した。また、14日21時26分の地震により熊本県益城町で震度7の揺れを観測した。これら の地震を含めて5月6日までに、震度6弱以上を観測した地震は7回発生した。



ア.最大規模の地震の震度と加速度

最大規模の地震の震度分布図を図3-1に、計測震度及び最大加速度を表3-1に示す。

図 3 ー 1 4 月 16 日 01 時 25 分 熊本県熊本地方の地震(M7.3、深さ 12km、最大震度 7)の震度分布図 (+印は震央を表す。この地震の発生直後に大分県中部で M5.7(参考値)の地震(震央は×印)が発生しているが、 この地震の揺れも含まれた震度である)



平成 28年 (2016年) 熊本地震震源域周辺のメカニズム解と 応力場の特徴



● Hi-netによる読み取り値を用いて求めた高精度なメカニズム解を、AQUA Hi-net およびF-netにより 求められたMT解と統合し、データセットを作成・応カテンソルインバージョン法を適用して起震応力場 を推定した

●日奈久 - 布田川断層帯より北側と南側では、異なる応力場の特徴が見られる。具体的には、北部で はσ3軸が南北に近い正断層場が、南部ではσ3軸が北北西-南南東に近い横ずれ断層場が卓越する

- 4/14 M6.5の地震前後で震源域の応力場の回転を検出した
- 4/16 M7.3の地震後の本震震源付近に応力方向の強い空間不均質を検出した

<u>a) 1997 - 2016/4/14 M6.5 の地震 b) 2016/4/14-4/16の M 7.3の地震 c) 2016/4/16 の M 7.3地震以降</u>



図1.メカニズム解の分布。期間に分けて表示。赤:逆断層型地震、緑:横ずれ断層型地震、青:正断層型 地震。DD法により再決定した位置にビーチボールをプロット。地震後の期間は、5/4まで。





防災科学技術研究所資料







防災科学技術研究所

PALSAR-2/InSAR による 平成 28 年(2016 年)熊本地震に伴う地殻変動(第2報)



平成28年(2016年)熊本地震に伴う地殻変動を調査するため、陸域観測技術衛星「だいち2号」のPALSAR-2 により観測されたデータを用いたSAR干渉解析を実施した.得られた結果においては、布田川断層に沿って、地 殻変動が大きすぎることによると考えられる非干渉領域が見られ、さらに、日奈久断層と布田川断層の東端から北 東に延びる領域においては、スラントレンジ変化量の空間的な急勾配が見られた.また、カルデラの西縁(主に外 側)において、断層のずれによると推測される変化量のギャップが集中する領域が見られた.得られた地殻変動 は、図2にしめす4枚の断層によって、おおよそ説明することができた.地震後に取得されたデータを解析したところ、布田川断層に沿う地表変動が検出された.



図1. 陸域観測技術衛星「だいち2号」の PALSAR-2 データを解析して得られた, 地震に伴う地表変動を表す干渉画像. 右図は左図の破線領域の拡大図.



防災科学技術研究所資料



九州大学資料

SEVO_routine Cross:A-section (A55.cross)



SEVO_routine Cross:B-section (A30.cross)



M7.3後の布田川断層周辺は正断層が多く見られる また、初動によるメカニズムとCMT解には顕著な違いが見られる。



M6.5以前(青)、M7.3前(緑)、M7.3以降(赤)の発震機構解

九州大学資料

この地震に伴い大きな地殻変動が観測された.



☆ 固定局:三隅(950388)

基準期間:2016/04/15 03:00~2016/04/15 23:59[Q3:迅速解] 地殻 比較期間:2016/04/16 06:00~2016/04/17 05:59[Q3:迅速解]

地殻変動(上下)



☆ 固定局:三隅(950388)

※4月16日以降の余震活動に伴う変動を含むと推測される.

平成28年熊本地震

「だいち2号」による地殻変動分布図(1)

<u>だいち2号のデータを用いた SAR 干渉解析により,地殻変動が面的に明らかとなった.前震では</u> 日奈久断層帯沿い,本震では布田川断層帯及び日奈久断層帯に沿って,顕著な地殻変動が検出され た.得られた地殻変動の特徴から,布田川断層帯及び日奈久断層帯において右横ずれ断層運動が生 じたものと考えられる.前震,本震以外にも,余震に伴う地殻変動も検出されている.

(a)2016/03/07-2016/04/18



国土地理院

平成28年熊本地震の滑り分布モデル(暫定)

SAR(だいち2号)及びGNSSで観測された地殻変動から、布田川断層帯および日奈久断層帯に沿 った位置に震源断層が推定された。布田川断層帯では北西傾斜の断層面とその東側延長に南東傾斜の断 層面、日奈久断層帯では北西傾斜の断層面で、それぞれ右横ずれ的な動きが生じたと推定される。







産業技術総合研究所

【概要】

産業技術総合研究所は地震直後の4月16日より、日奈久断層帯および布田川断層帯に 沿って、地表地震断層の出現状況を広域的に調査した。その結果、日奈久断層帯では高野 —白旗区間の北部約6kmにわたって、布田川断層帯で布田川区間をやや超える約28km にわたって、地表地震断層の出現を確認した(第1図)。また二つの断層に沿った複数の 地点で、4月14日の地震で生じた道路の亀裂や段差が16日の地震で拡大したという証 言が得られた。

【日奈久断層帯】

- ・日奈久断層帯の地震断層は、今までに報告されていた活断層にほぼ一致する場所に出現した(第2図)。変位量は、高木地区で最大約75cmに達し、そこから北側と南側に向かって減少する(第3図)。
- ・緑川の南側では活断層沿いの変位は確認できなかったが、主断層の西側で SAR 干渉図 とほぼ一致するわずかなずれが認められることがある。
- ・日奈久断層帯の高木トレンチで確認された活断層が、今回の地震で活動した(第4図)。

【布田川断層帯】

- ・布田川断層帯の地表変位は、日奈久断層帯との接合点より約3 km 西側を西端とし、東端は従来認定されていた活断層の端点より約4 km 東側の阿蘇カルデラ内まで、約28 km にわたって認められた(第1図, 第2図)。
- ・布田川断層帯の地表変位も、ほぼ従来指摘されていた活断層に沿って出現したが、それ 以外にも複数の平行な断層や幅広い変形帯を伴うことが多い(第2図,第5図)。特に、 断層の南側では正断層成分を含む変位が広く認められた。
- ・布田川断層帯の右ずれ変位量は堂園付近で最大 2.2 m に達するが、多くの場所では断層が分散・分岐するため、正確な変位量の測定が困難な場所が多い。分散する変形や断層の変位の状況から、堂園付近から大切畑ダム付近に至る約 10 km の範囲では、全体として2 m 前後の右横ずれ変位量を持つと推定される(第3図)。

・布田川断層帯沿いの田中トレンチで確認された活断層が、今回の地震で活動した(第6 図)。

1



第1図 2016年熊本地震に伴う地表地震断層の分布と活断層・地震活動との関係



第2図 2016年熊本地震に伴う地表地震断層調査結果



第3図 日奈久断層帯及び布田川断層帯に出現した地表地震断層の横ずれ量分布



(空中写真は国土地理院撮 影益城地区正射画像(4/15 撮影)を使用)

第4図 日奈久断層帯・高木トレンチの位置とその周辺の地表地震断層の出現状況



第5図 益城町における地表地震断層の位置と変位量



第6図 布田川断層帯・田中トレンチの位置とその周辺の地表地震断層の出現状況



写真1 H2地点:日 奈久断層帯・今回の 地表変位の南端から 約2.5 km (御船町片 志和西方)



写真2 Fu4地点: 布田川 断層帯・益城町三竹付近 横ずれと縦ずれを伴う



写真3 Fu5地点: 布田川 断層帯・益城町堂園付近 (2.2m の最大変位量が 観察された地点)



写真4 Fu6地点:布田川 断層帯・西原村田中付近 (丘陵上の正断層群)



写真 5 Fu7 地点:布 田川断層帯・西原村大 切畑ダム



写真 6 Fu10 地点:布 田川断層帯・南阿蘇村東 海大学東方

2016年熊本地震の地表地震断層の分布とその特徴

広島大学大学院教育学研究科准教授 熊原康博

(くまはら・やすひろ)

発表の要旨

・14日の地震(いわゆる前震) 直後から 14大学の教 員・学生ら合計 23名で継続的に調査. 3700点以上 計測

・地表地震断層の長さは約31km

・今回の活動は,布田川-日奈久断層帯北東部の再活 動

・布田川-日奈久断層帯沿いの地表地震断層の変位: 右横ずれ変位を主体

(最大変位量:右横ずれ変位約 2m, 上下変位 80cm 程度)

・出ノ口断層沿いの地表地震断層は,左横ずれ変位を 伴う北落ちの正断層

(最大変位量:左横ずれ変位約1m,上下変位2m)

・変位量は震央から約 8km 北東に離れた地点から大きくなり,

震源破壊過程モデルで推定されたすべり分布の傾向 と調和的

・14日の地震では、日奈久断層、布田川断層の一部 にそって地表地震断層が生じており

16日の地震に伴い,同じトレースで変位が拡大した

・熊本市内の断続的な開口亀裂は,地表地震断層である可能性が高い



熊本地震に伴う地表地震断層の分布 大学合同地震断層調査グループ



熊本地震に伴う地表地震断層の変位量分布(暫定版) 大学合同地震断層調査グループ



この地震後に地殻変動が観測されている.



平成28年(2016年)熊本地震(4月16日 M7.3)の余効変動(2)



成分変化グラフ

日向灘の地震と九州内陸で発生する地震の関係

名古屋大学大学院環境学研究科 地震火山研究センター

2016年熊本地震が発生し、今後の周辺地域の地震への影響を検討するため、過去に発生した日向灘のプレート境界地震と九州内陸の地震の関連について検討する.

日向灘で発生するプレート境界の地震については地震本部が長期評価を行っており、平均発生 間隔は、M7.6 前後の地震については約 200 年、M7.1 前後の地震については 20-27 年とされてい る.一方で、日向灘の地震と九州内陸の地震との関連については、宇津(1999)が日向灘の地震が 九州内陸の地震をトリガーしていると報告している.それに加え、山岡・他(2002)は、九州内陸 で発生する地震が日向灘の地震に先行する傾向が大きいことも報告している.本報告では、山岡・ 他(2002)の論文執筆後の地震について整理して報告することにする.

図1は1900年以降に発生した地震について、日向灘で発生する地震(M>6.8)と九州内陸で発生する地震(M>5.0)について時間関係を示したもので、山岡・他(2002)に用いたデータ(1926年以降は気象庁カタログ、それ以前は理科年表)に2014年5月31日までのデータを加えた.図から一見して、日向灘の地震と九州内陸の地震が同時期に発生している例が多いことが分かる.図2は、図1の地震のうち日向灘で発生した地震の発生時刻を基準にして九州内陸で発生する地震回数を足し合わせたものである.一つのbinの幅は0.5年である.日向灘で発生した地震の前後0.5年間の九州内陸で発生する地震の回数が飛び抜けて多いことが分かる.図3は、本報告で用いた震源分布を示した.日向灘で発生する地震前の0.5年間に発生した地震は赤丸で、地震後0.5年間に発生した地震を黒丸で示した.(山岡耕春)

参考文献

- 1) 宇津徳治:日本の地震活動創設.東京大学出版会. 1999.
- 山岡耕春・中禮正明・安藤雅孝:日向灘の地震に先立つ九州内陸の地震.地学雑誌,111,186-191, 2002.



第1図 日向灘で発生した地震(M>6.8)と九州内陸で発生した地震(M>5.0)発生の時間関係.



図2:日向灘の地震前後に発生する九州内陸の地震(M>5.0)の頻度分布.日向灘の 地震の発生時刻に合わせて九州内陸の地震の発生数を足し合わせた。



図3:本報告で用いた地震の震央分布。緑は日向灘の地震、黄色は九州内陸の地 震、日向灘地震発生前 0.5 年間に発生した地震の震央を赤で、日向灘地震発生後 0.5 年間に発生した地震を黒で縁取った。

熊本地震(M6.5, M7.3)による主要活断層帯へのクーロン応力変化



東北大学資料

第212回地震予知連絡会 重点検討課題

「余効変動と粘弾性 -日本列島広域地殻活動予測に向けて-」

コンビーナ 京都大学大学院理学研究科 平原和朗

2011年東北地方太平洋沖地震の発生から5年以上が経過した。今回の地震と同規模と思われる869年貞観地震発生前およびその後の887年仁和南海地震に至る日本列島における地震火山活動と現在の状況との比較や、2004年スマトラ沖地震発生後10年以上も継続する周辺での地震火山活動を考えると、東北地方太平洋沖地震が日本列島の地震火山活動に及ぼす現在及び今後に渡る影響を評価する必要がある。こういった視点から、第209回重点検討課題では、「東北地方太平洋沖地震がもたらす広域地殻活動」を取り上げ、日本列島全域から北東アジアへ至る地震時地殻変動、および現在なお広域的に継続しているその余効変動を議論し、広域的な地震活動等を含む地殻活動の変化について整理した。その趣旨説明には、「ここでは余効変動の原因には言及せず、結果として広域的にもたらされたひずみ・応力変化の特徴と地震活動等地殻活動の変化を整理することで、次回に予定される広域変動の将来予測とその影響に関する議論につなげていきたい。」とある。

そこで、本重点検討課題では、地震後に生じるゆっくりとした地殻変動である余効変動と その主要因である粘弾性緩和について、今後の地殻活動予測の観点から議論する。

余効変動の一要因として、断層の延長上や周辺で生じる地震時すべりと同じ向きを持つ 余効すべりが挙げられる。東北地方太平洋沖地震により、陸域から日本海溝にかけて東向き の大きな地震時地殻変動が生じ、その後余効すべりから期待されるように東方への余効変 動が生じた。ところが、大すべり域直上の海底は逆の西方への変動を示した。これは地震後 すぐに断層面が固着して海底を西方へ変動させた可能性を示し、当初多くの研究者を悩ま せた。しかし、上部マントルは弾性応答に加えて地震後遅れて変動し応力を緩和させる流動 特性を持つ粘弾性媒質から成り、地震により生じた上部マントル内でのゆっくりとした流 動を考えると説明がつくことが分かった。教科書にも載っている話であるが、多くの研究者 にとって実際に目にしたのは初めてであった。このように余効変動は主として余効すべり と粘弾性緩和から生じており、両者を同時に考える必要がある。

まず、こういった弾性と粘弾性体との相違や、余効すべりや粘弾性緩和はどれくらいの期 間継続し(時定数)、それらは何によって決まるのかといった基礎的事項を、簡単なモデル により紹介する。次に、東北地方太平洋沖地震震源域とその周辺、および日本列島広域で観 測された水平・上下余効変動の複雑な時空間変動パターンを説明しようとするモデル、すな わち沈み込むプレートを含む上部マントルや内陸地殻の不均質構造までも考慮した様々な 3次元不均質粘弾性モデルの構築と余効すべりの推定研究を紹介する。これらの観測とモデ ル研究の現状を整理し、日本列島広域地殻活動予測に向けてどういった取り組みが必要か を議論したい。