

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540497

研究課題名(和文) 中央構造線の深部構造と運動様式 - 西南日本の地殻活動を読み解く -

研究課題名(英文) Subsurface structure and slip-locking pattern of the Median Tectonic Line: A key to understand crustal activities in southwest Japan

研究代表者

田部井 隆雄 (Tabei, Takao)

高知大学・教育研究部自然科学系・教授

研究者番号：40207220

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円、(間接経費) 1,140,000円

研究成果の概要(和文)：西南日本の地殻活動を決定する要因は、沈み込むフィリピン海プレートの境界面の固着分布と、内陸の中央構造線のすべり様式である。中央構造線断層面は北へ傾斜し、特徴的な地震活動や地殻変位速度分布が断層北側の燧灘や高輪半島に認められることから、これらの地域に高感度地震計とGPS受信機を配置して、定常観測を補う連続観測を実施した。中央構造線を境に前弧ブロックは西向きに横ずれ運動し、断層面上部の固着と深部の定常すべりにより、断層北側に剪断帯が形成されている。

研究成果の概要(英文)：Key factors which characterize crustal activities in southwest Japan are (1) plate locking distribution on the upper interface of the subducting Philippine Sea plate and (2) subsurface structure and slip-locking pattern of the Median Tectonic Line (MTL) inland. Since the MTL fault plane is inclined northward and characteristic seismic activity and anomalous deformation pattern had been recognized in the northern side of the MTL, we deployed high-sensitivity seismometers and GPS receivers there to supplement nation-wide monitoring network. The forearc block south of the MTL moves westward relative to the northern one and shear zone is formed north of the MTL by the locking on the shallower part of the MTL fault plane and the stationary slip on the deeper part.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：中央構造線 地震 地殻変動 GPS

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 西南日本の地殻活動を支配する要因は、沈みこむフィリピン海プレートの境界面が強く固着することによって生じる弾性圧縮変形である。また、プレート進行方向がプレート境界の走向に斜交しているため、量的に1桁小さいものの、前弧ブロックが西向きに横ずれ運動する。中央構造線はその境界であり、ここでの右横ずれ運動はプレートの斜め沈み込みに直接起因する。さらに、中央構造線はそれ自身が将来にM7クラスの内陸直下型地震を発生させる可能性を有しており、構造とすべり様式を十分解明する必要がある。

(2) 近年の反射法地震探査により、物質境界としての中央構造線は北傾斜構造を持つことが示された。また、中央構造線を横断する稠密GPS観測により、北傾斜断層面の深さ15kmより浅い部分は固着し、それより深部で年間数mmの定常的横ずれが発生していると推定された。しかし、中央構造線北側の燧灘や高縄半島では、高角/横ずれのメカニズムを持つ地震が中央構造線と平行に帯状に発生しており、中央構造線の北傾斜構造と整合しない。もっとも注目すべきこれらの地域では地震観測点やGPS観測点の密度が低く、これ以上詳細な議論ができない。

### 2. 研究の目的

西南日本の地殻変動と内陸地震活動を理解する鍵は中央構造線の断層面構造とすべり様式の解明にあるとの認識に基づき、全国定常観測網を補間する地震・GPS観測網を瀬戸内地域に展開し、とくに中央構造線北側の震源分布、発震メカニズム、地殻変位速度分布などを詳細に明らかにする。それらの結果と全国観測網成果をもとに、プレート境界面の固着分布と中央構造線断層面のすべり様式を同時に推定し、西南日本のプレート間固着、内陸活断層の構造とすべり様式などを総合的に議論する。

### 3. 研究の方法

(1) 全国定常観測網を補完する形で燧灘、讃岐平野、高縄半島の10ヶ所に地震計を配置した(図1)。使用機器は3成分一体型の速度型地震センサKVS-300(近計システム)で、専用のデータロガーEDR-X7000を用いて250Hzサンプリングの連続データを現地収録した。数ヶ月ごとに現地を訪問して機器の保守とデータ回収を行った。同様に、3ヶ所に2周波GPS受信機を配置した。使用機器はSigma-G2T受信機とGrAnt-G3Tアンテナ(ともにJavad)で、30秒サンプリングでデータを記録した。当初は通信カードと無線ルータを使ったインターネット相互接続により大学からの遠隔操作・ダウンロードが可能であったが、途中か

らカードの規格が変更となり相互接続が不可能となった。これ以後はGPSデータも現地収録とした。燧灘上の魚島と伊吹島では、地震観測点とGPS観測点はきわめて隣接している。なお、一部の観測点では、本研究の開始に先立って観測が開始されている。

(2) 回収した地震データは、高知大学理学部附属高知地震観測所の定常観測データと統合処理を行った。同様に、GPSデータは周辺の国土地理院GPS全国観測網GEONETの10観測点のデータとともに基線解析を行った。こうした結果、本研究のような小スパン観測網の成果を、直ちに全国定常観測成果と比較することが可能となった。

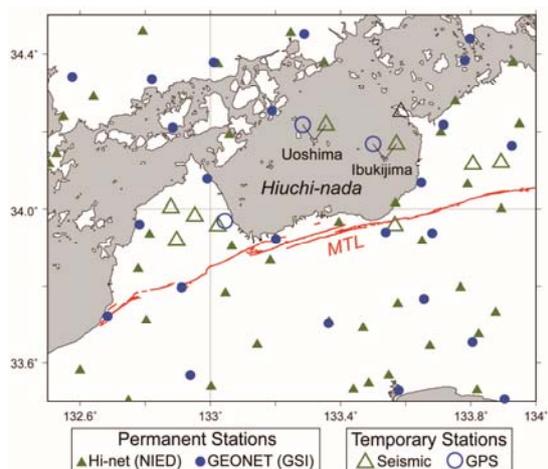


図1. 本研究で設置した地震観測点およびGPS観測点の配置。防災科学技術研究所高感度地震観測網Hi-netと国土地理院GPS全国観測網GEONETの観測点配置も同時に示す。

### 4. 研究成果

(1) 本研究がスタートする直前の2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生し、日本全体の地殻応力場と地殻変動場の劇的な変化が予想された。実際に魚島で得られたGPS座標時系列3成分には、震源域方向を向く3cm程度の明瞭な地震時ステップが記録されている(図2)。

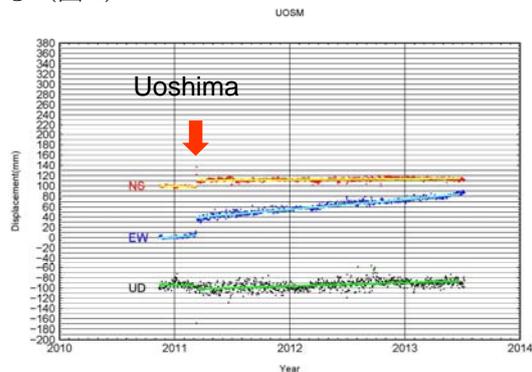


図2. 燧灘上の魚島で得られた座標3成分の時系列。赤い矢印は2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の発生時期を示す。

同様のチェックを西南日本の GEONET 観測点の座標時系列全てを対象に行い、地震時変動を求めた (図 3)。中国地方北東部で 5-6 cm、四国地方南西部で 2 cm 程度のステップが認められ、影響は九州南部にも及んでいる。

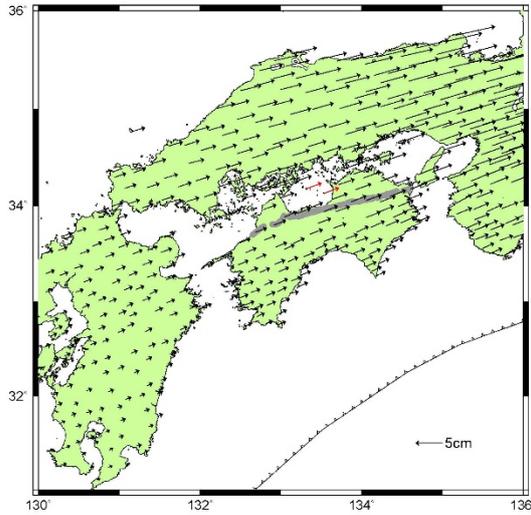


図 3. 2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震に伴う地震時変動.

(2) 東北地方太平洋沖地震の発生を境に南海トラフのプレート間固着まで変化したとなると、地震以前に取得したデータから今後の地殻活動を予測することが困難となり、新たなデータの蓄積を図る必要がある。その可能性をチェックするため、地震前の 4 年間、地震後の 2.5 年間の GEONET データを用いて変位速度場を求め、比較を行った。

(3) 地震後の変位速度場には震源域方向を向く余効変動成分が重畳し、全体の速度場が地震前と比較して時計回りに回転している。ただし、変位速度の表現は座標系の選択に依存し、GPS 基線解析の基準であるつくば観測点に地震の大きな影響が及んでいることを考えると、本質的な変化と断言することはできない。そこで、変位速度場を、その空間勾配であるひずみ速度場に変換し、座標系に依存しない量での比較を行った (図 4 及び 5)。

(4) 図 4 と図 5 から明らかなように、地震の前後でひずみ場に顕著な変化は認められない。フィリピン海プレートの収束方向に平行な北西-南東方向の圧縮が支配的で、プレート境界における固着状態に変化はないと結論できる。すなわち、西南日本の変動場を議論するのに、東北地方太平洋沖地震の前後に得られた結果を合わせて用いても差し支えないことを示している。

(5) 中央構造線断層面が北に傾斜し、断層面上部が固着することで南北ブロック間の相対横ずれ運動に引きずりの効果が生じる場合、模式的な変位速度は図 6 のようになる。すな

わち、断層の北側に、固着域の深さに相当する幅の変位の剪断帯が生じる。この変位パターンは従来の稠密 GPS 観測成果をよく説明する。一方、中央構造線の北側に平行な高角の横ずれ断層系が存在し、断層面上部が固着して南北ブロック間の相対運動を分散して阻害する場合の変位速度が図 7 である。中央構造線北側の高角/横ずれ断層と変位の剪断帯 (図 6) の両方を同時に説明可能である。

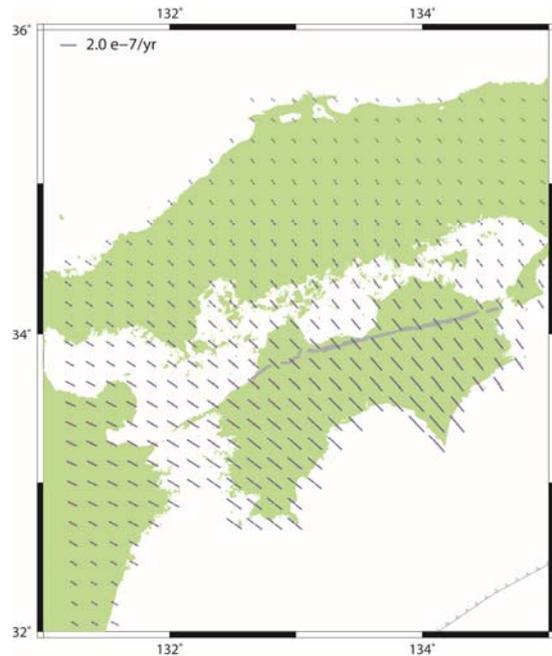


図 4. 地震前 (2006 年 1 月～2009 年 12 月) の平均ひずみ速度.

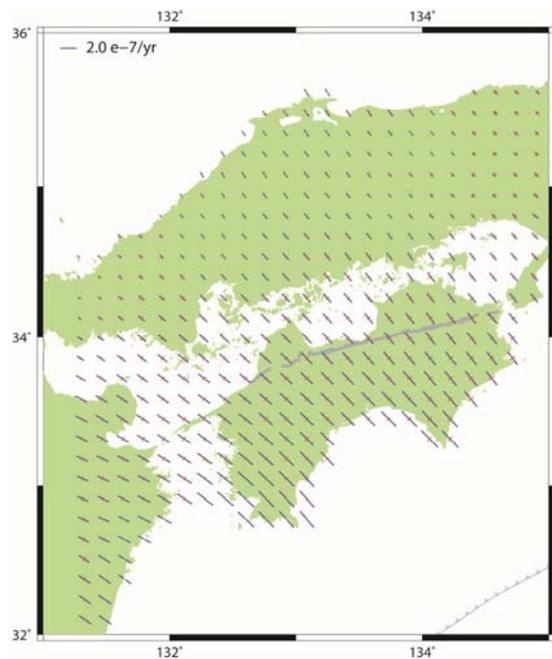


図 5. 地震後 (2011 年 3 月～2013 年 7 月) の平均ひずみ速度.

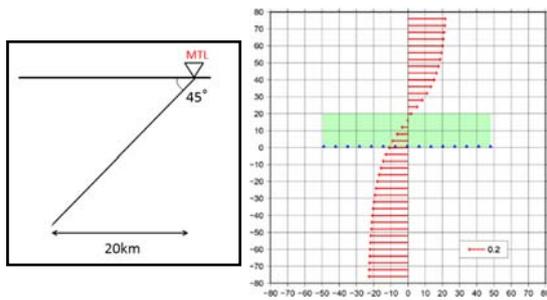


図 6. 北傾斜の 1 枚の断層面と、断層面上部の固着によって生じる変位速度場の模式図。

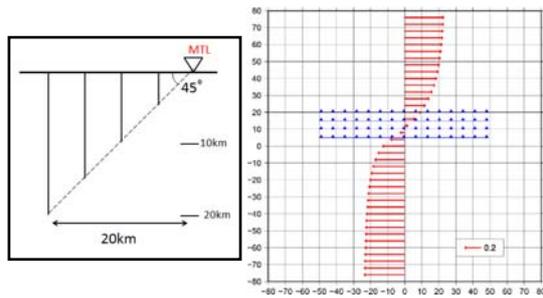


図 7. 平行な高角/横ずれ断層系と、それらの上部の固着によって生じる変位速度場の模式図。

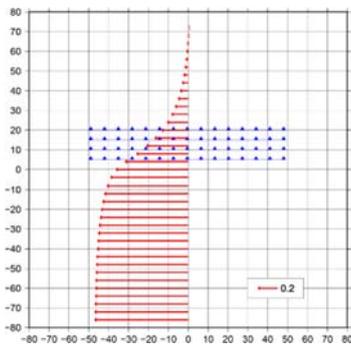


図 8. 図 7 の変位速度場を北側ブロック固定に変換したものの。

(6) 図 7 に示した変位速度を、北側ブロック固定に変換したものが図 8 である。これは、以前の GPS 稠密観測結果が明らかにした、南側ブロックの横ずれ運動と、断層のすぐ北側に存在する幅 20 km 程度の変位速度の剪断帯の存在の両方を説明する。すなわち、図 7 に示した中央構造線北側の平行な複数の高角/横ずれ断層が、地震活動と地殻変動の両方を説明するひとつのモデルとして提唱される。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 8 件)

- ①一谷祥瑞, 田部井隆雄, 橋本学, 南海前弧スリバーにおけるプレート間固着, ブロック運動, 中央構造線の固着分布の推定, 日本測地学会第 120 回講演会, 2013 年 10 月 29 日, 立川市.
- ②田部井隆雄, 久保篤規, 一谷祥瑞, 田中幹人, 中村保彦, 長谷川雄一, 南海前弧スリバーの地殻変動と中央構造線, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 2013 年 5 月 23 日, 千葉市.
- ③Ichitani, S., T. Tabei, and A. Kubo, Block movement and internal deformation of the Nankai forearc sliver associated with oblique subduction of the Philippine Sea plate in southwest Japan, アメリカ地球物理学連合 2012 年秋季大会, 2012 年 12 月 5 日, サンフランシスコ市(アメリカ合衆国).
- ④田部井隆雄, 久保篤規, 一谷祥瑞, 中村保彦, 田中幹人, 長谷川雄一, 加藤佐代正, 南海前弧スリバーの地殻変動—プレート間固着, ブロック運動, 中央構造線の固着分布の推定—, 日本測地学会第 118 回講演会, 2012 年 11 月 2 日, 仙台市.
- ⑤中村保彦, 田部井隆雄, 久保篤規, 田中幹人, 一谷祥瑞, 加藤佐代正, 中央構造線の深部構造と運動様式—特に断層北側に注目して—, 日本地震学会 2012 年度秋季大会, 2012 年 10 月 18 日, 函館市.
- ⑥Ichitani, S. and T. Tabei, Deformation of the Nankai forearc in southwest Japan: Plate coupling and block movement, アメリカ地球物理学連合 2011 年秋季大会, 2011 年 12 月 5 日, サンフランシスコ市(アメリカ合衆国).
- ⑦田部井隆雄, 久保篤規, 一谷祥瑞, 中央構造線の深部構造と運動様式—西南日本の地殻変動場を読み解く—, 日本地震学会 2011 年度秋季大会, 2011 年 10 月 14 日, 静岡市.
- ⑧一谷祥瑞, 田部井隆雄, 西南日本外帯の地殻変動: プレート間固着とブロック運動, 日本地震学会 2011 年度秋季大会, 2011 年 10 月 14 日, 静岡市.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田部井 隆雄 (Tabei, Takao)  
高知大学・教育研究部自然科学系・教授  
研究者番号: 40207220

### (2) 研究分担者

久保 篤規 (Kubo, Atsuki)  
高知大学・教育研究部自然科学系・准教授  
研究者番号: 60403870  
(削除: 平成 26 年 1 月 30 日)

### (3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

一谷 祥瑞 (ICHITANI, Shozui)

高知大学大学院・総合人間自然科学研究科・  
応用自然科学専攻

田中 幹人 (TANAKA, Mikito)

高知大学大学院・総合人間自然科学研究科・  
理学専攻

中村 保彦 (NAKAMURA, Yasuhiko)

高知大学大学院・総合人間自然科学研究科・  
理学専攻

長谷川 雄一 (HASEGAWA, Yuichi)

高知大学大学院・総合人間自然科学研究科・  
理学専攻

枝川 乃舞子 (EDAGAWA, Nobuko)

高知大学・理学部・応用理学科災害科学コ  
ース