様式１６－３

平成25年度共同利用実施報告書（研究実績報告書）
（一般共同研究）

１．課題番号または共同利用コード　　　２０１３－G－２０

２．研究課題名（データーベース化のため英訳を加えてください。）

和文：プレート沈み込み過程の急変部における地殻の変形様式

英文：Crustal deformation in the transition zone of plate subduction process

３．研究代表者所属・氏名　高知大学教育研究部自然科学系理学部門・田部井隆雄

（地震研究所担当教員名）加藤照之

４．参加者の詳細（研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること）

氏名	所属・職名	参加内容
田部井隆雄	高知大学教育研究部自然科学系理学部門・教授	総括
一谷祥瑞	高知大学大学院総合人間自然科学研究科・博士課程３年	データ処理，地殻変動のモデリング
中村保彦	高知大学大学院総合人間自然科学研究科・修士課程２年	地殻変動検出のための GPS 観測，データ処理
長谷川雄一	高知大学大学院総合人間自然科学研究科・修士課程２年	地殻変動検出のための GPS 観測

５．研究計画の概要（申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。）

1） 研究目的と意義

四国西部の高縄半島，燧灘において，国土地理院 GPS 全国観測網を補間する GPS 連続観測を実施する．四国と九州ではプレートの沈み込み角度と最大傾斜方向が大きく異なり，それに伴い地表の地殻変動場も様相が急変する．近年，四国西部では豊後水道スロースリップや非火山性低周波微動などの発見が相次ぎ，プレート沈み込み様式の急変部における固着域深部の挙動が注目されるようになった．定常的な地殻変動速度の算出には一定期間の GPS 連続観測が必要であるが，2011 年 3 月東北地方太平洋沖地震の発生によって西南日本の地殻変動場にも明瞭な変化が生じ，未だ遷移的な過程にある．平成 24 年度一般共同研究(2012-G-13)によって GPS 連続観測を実施したが，今後どのように定常状態に至るか，その過程で当該地域で新たな活動を誘発する可能性はないか，などを解明するために観測継続の必要性が高いと判断する．こうした観測研究により，四国西部から九州中部・北東部に至る地殻変動様式の空間変化を解明する．

2） 地震研究所の研究活動との関連性

高知大学はこれまでも GPS 大学連合の一員として地震研究所 GPS 研究グループと連携し研究を実施してきた（東海地域稠密 GPS 連続観測網の展開など）．本研究対象は四国西部であり，高知大学が主体となり地震研究所の協力を得ながら観測研究を実施したい．

3） 地震研究所の施設・装置・データ等の利用

高知大学が所有する GPS 観測機材は少数で，国内外の臨時観測に使用されるため，本研究の連続観測に転用する余裕がない．一般共同研究申請に加え，地震研究所共同利用観測機器「GPS 観測資材」の借用を申請する．

4） 経費の使用目的

経費は，観測点保守のための旅費，研究成果の議論のための旅費，データ収録用品，観測用資材等の消耗品費に使用する．

６．研究成果の概要（図を含めて１頁で記入してください。）

キーワード（3~5 程度）：地殻変動，GPS，フィリピン海プレート，プレート沈み込み

西南日本の地殻変動場はフィリピン海プレートの斜め沈み込みに伴う弾性圧縮変形が支配的で，量的にはこれより一桁小さい中央構造線（MTL）を境とする前弧スリバーの横ずれ運動が重畳している．プレート間固着を正しく推定するには，後者の影響を分離しなければならない．ここでは国土地理院 GEONET および MTL 周辺の稠密 GPS 観測のデータを用い，プレート間固着分布，MTL 断層面上部の固着分布および前弧スリバーのブロック運動の同時推定を行う．なお，本研究で実施している補間的な GPS 観測は 2011 年東北地方太平洋沖地震のわずか数ヶ月前に開始されたものであり，地震発生による広域の影響が強く含まれている．以前のデータとの整合性の問題から，今回は MTL 近傍の微細な変形の推定のみに用いることとする．

GEONET の日々の座標最終解（F3 解，2004 年 1 月～2009 年 12 月）から，九州～紀伊半島までの合計 296 観測点における水平速度と上下速度を算出した．さらに，四国東部（1998～2000 年）と西部（2002～2007 年）で行われた MTL トラバース稠密 GPS 観測の水平速度を併用する．先行研究を参考に，MTL 断層面の上部層の深さを 15 km，断層面の傾斜角を北傾斜 50°とし，183 個の三角要素で近似した．プレート境界面形状は 500 個以上の三角要素集合で表現した．同時推定を行う際の先験情報として，プレート境界面において深さ 25 km 以浅では 100 %，25～35 km では 50 %，35 km 以深では 0 %の固着率を与えた．MTL の断層面では走向方向に 5 mm/yr のすべり欠損を与え，ブロック運動の初期値は MTL の走向に沿って 5 mm/yr とした．さらに，プレート境界面と MTL 断層面上のすべり欠損速度分布は滑らかであるとの拘束条件を与えた．

プレート境界面上におけるすべり欠損速度分布（図 1）は，四国沖と紀伊半島沖の深さ 15～25 km 付近でほぼフルカップリングの結果となった．豊後水道付近でも約 60 mm/yr の大きな固着が見られる．これ以外の領域では，深さが 35 km を越えるとほとんど固着していない．一方，15 km 以浅のほとんどの領域が強い固着を示している．しかし，これは陸域から遠く，チェッカボードテストの結果からも解像度がほとんどない．今回は，この領域については議論しない．

前弧のブロック運動速度は，約 6 mm/yr と推定された．図 2 は MTL のすべり欠損速度分布を示し，隣り合う 4 つの三角要素のすべり欠損速度の平均値を示している．エッジ効果が含まれる両端部分を議論せず，50～300 km の範囲を議論の対象とする．MTL の固着分布は，おおむね純粋な横ずれである．すべり欠損速度の最大値は，東部で約 5 mm/yr であり，ほぼブロック運動の速度と一致している．東部では，特に浅いところで強く固着している．西部では，東部に比べて速度が 1 mm/yr 小さいが，誤差を考慮すると優位な差ではない．

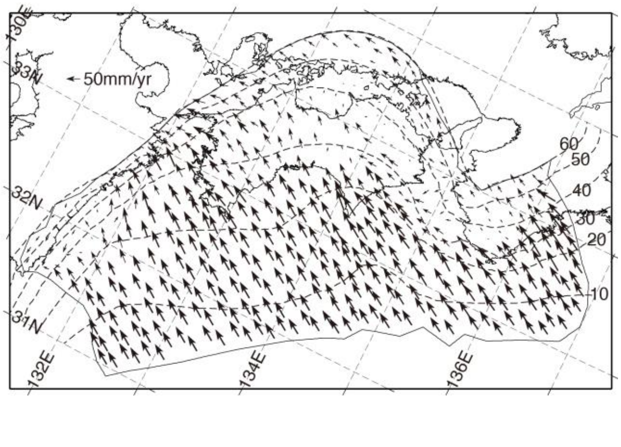

図1. フィリピン海プレート境界面上におけるすべり欠損速度分布．黒矢印はすべり欠損速度ベクトルを示す．黒破線はプレート境界面の等深線を示し，破線上の数字は深さ(km)を表す．

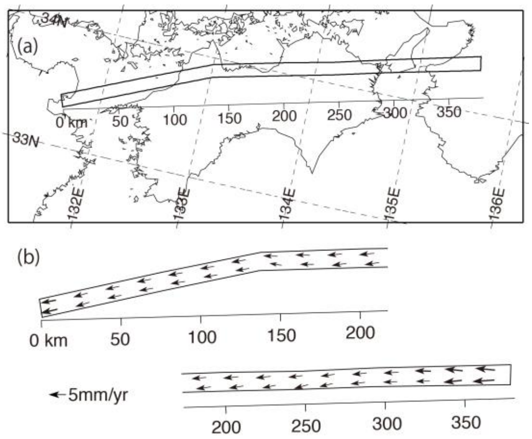

図2. 中央構造線の断層面上部におけるすべり欠損速度分布．(a) 断層の位置．走向をN68-78^{o}E，傾斜角を50^{o}，下限の深さを15 kmとしている．(b) 断層面上におけるすべり欠損速度分布．隣り合う4つの三角形のすべり欠損速度ベクトルの平均値を示す．

７．研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

南海前弧スリバーの地殻変動と中央構造線，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，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，5/23/2013，千葉市，謝辞への記載無し．

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，一谷祥瑞・田部井隆雄・橋本学，日本測地学会第 120 回講演会，10/29/2013，立川市，謝辞への記載無し．

日本測地学会
第 120 回講演会
2013 年 10 月

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

Plate Coupling, Block Motion and Locking of the Median Tectonic Line in Nankai Forearc Sliver

#一谷祥瑞[1]，田部井隆雄[2]，橋本　学[3]
1: 高知大学大学院総合人間自然科学研究科; 2: 高知大学理学部; 3: 京都大学防災研究所
Shozui Ichitani[1], Takao Tabei[2], Manabu Hasimoto[3]
1: Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University;
2: Faculty of Science, Kochi University;
3: Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

はじめに

西南日本の地殻変動場は，フィリピン海プレートの斜め沈み込みに伴う弾性圧縮変形が支配的である．さらに，量的には一桁小さいものの中央構造線(MTL)を境に前弧スリバーが横すべり運動をしている．GPS などの測地データはプレート収束の影響と前弧スリバーの運動を含んでいるため，プレート間固着を推定するときには両者の影響を分離しなければならない．一方，断層面を表現するとき，従来の矩形を用いる手法では，隣り合う領域間で重なりや隔たりが生じる場合がある．これらを改善するために，より忠実に断層面を近似できる三角要素(Meade, 2007)を用い，さらにプレート間固着と前弧スリバーの運動を同時に推定できるようプログラムを開発する．本研究では，国土地理院 GEONET および MTL トラバース稠密 GPS 観測データを用い，プレート間固着分布，MTL の断層面上部における固着分布および前弧スリバーのブロック運動の同時推定を行なう．

データと方法

GEONET の日々の座標最終解（F3 解，2004 年 1 月～2009 年 12 月）から，九州～紀伊半島までの合計 296 観測点における水平速度と上下速度を算出する．座標時系列にはアンテナ交換や地震によるオフセットを含んでいる場合があり，それらを補正し定常速度を算出する．さらに，四国東部（1998～2000 年）と西部（2002～2007 年）で行われた MTL トラバース稠密 GPS 観測の水平速度を併用する．先行研究を参考に，MTL 断層面の上部 15 km，断層面の傾斜角を北傾斜 50º とし，183 個の三角要素で近似する．プレート境界面形状は 500 個以上の三角要素集合で表現する．

同時推定を行う際の先験情報は，プレート境界面上において，深さ 25 km 以浅では 100 %，25～35 km では 50 %，35 km 以深では 0 %の固着率を初期値として与えた．MTL の断層面では走向方向に 5 mm/yr のすべり欠損を与え，ブロック運動の初期値は MTL の走向に沿って 5 mm/yr とした．さらに，プレート境界面と MTL 断層面上のすべり欠損速度分布は滑らかであるとの拘束条件を与えた．

結果

プレート境界面上におけるすべり欠損速度分布（図 1）は，四国沖と紀伊半島沖の深さ 15～25 km 付近でほぼフルカップリングである．豊後水道付近でも約 60 mm/yr の大きな固着が見られる．これ以外の領域では，深さが 35 km を越えるとほとんど固着していない．一方，15 km 以浅のほとんどの領域が強い固着を示している．しかし，これは陸域から遠く，チェッカボードテストの結果からも解像度がほとんどない．最も遠く，最も浅い領域を議論するには，海底基準局や地震のデータなどを与えて解析しなければならない．今回は，陸上の GPS 観測点のみで解析を行うため，この領域については議論しない．

前弧のブロック運動速度は，約 6 mm/yr と推定された．図 2 は MTL のすべり欠損速度分布を示し，隣り合う 4 つの三角要素のすべり欠損速度ベクトルの平均値を示している．エッジ効果が含まれる両端部分を議論せず，50～300 km の範囲を議論の対象とする．MTL の固着分布は，おおむね純粋な横ずれである．すべり欠損速度の最大値は，東部で約 5 mm/yr であり，ほぼブロック運動の速度と一致している．東部では，特に浅いところで強く固着している．西部では，東部に比べて速度が 1 mm/yr 小さいが，誤差を考慮すると優位な差ではない．

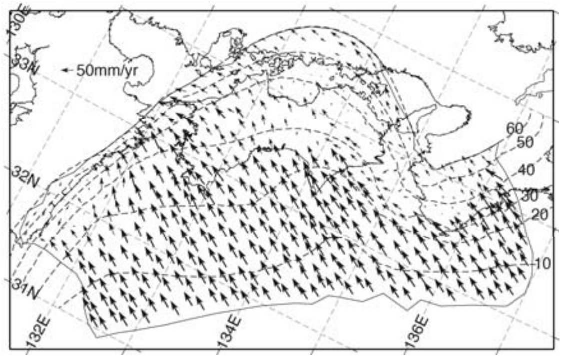

図1. フィリピン海プレート境界面上におけるすべり欠損速度分布．黒矢印はすべり欠損速度ベクトルを示す．黒破線はプレート境界面の等深線を示し，破線上の数字は深さ(km)を表す．

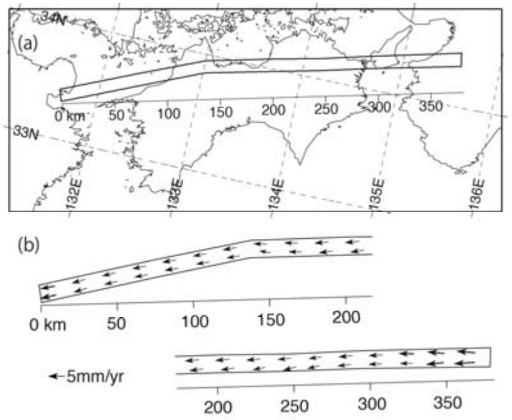

図2. 中央構造線の断層面上部におけるすべり欠損速度分布．

(a) 断層の位置．四角の枠は，インバージョンに用いる断層面を示す．走向を N68-78ºE，傾斜角を50º，下限の深さを15 kmとしている．

(b) 断層面上におけるすべり欠損速度分布．すべり欠損速度ベクトルは隣り合う4つの三角形のすべり欠損速度ベクトルの平均値を示している．