

(1) 実施機関名：

気象庁

(2) 研究課題(または観測項目)名：

東海地震予知技術と南海トラフ沿いの地殻活動監視技術の高度化に関する研究 - 監視・解析技術の高度化 -

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ウ．東海・東南海・南海地域

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-1) 地震発生予測システム

ア．地殻活動予測シミュレーションとデータ同化

3. 新たな観測技術の開発

(3) 観測技術の継続的高度化

ア．地下状態モニタリング技術

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

- ・精密制御震源を用いた信号解析において，信号の時間変化の効率的な監視手法を開発する．
- ・レーザー式変位計による観測と長期的スロースリップ等の異常地殻変動検知技術開発を行う．ひずみ計等データによるスロースリップ等の異常地殻変動源の推定手法の改良を行う．

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

- ・精密制御震源装置からの信号の時間変化の要因分析を行い補正手法の開発を行うとともに，時間変化検出手法の開発・改良を行う．
- ・レーザー式変位計のデータについて，長期ノイズレベルの評価とそれに基づく前兆滑り検知能力評価を行う．地殻変動源推定において，精密なプレート形状データを解析に導入すると共に，レーザー式変位計，多成分ひずみ計，体積ひずみ計及び他機関データを用いた短期的スロースリップ現象の変動源特定等を行う．今後観測され得る異常変動の識別への利用及び地震発生シミュレーションに対して参照データを提供するため，過去の東海～南海地域の測地データについて再調査を行って，一貫した長期的地殻変動データを作成し，その特徴を把握する．

(7) 計画期間中(平成 21 年度～25 年度)の成果の概要：

【精密制御震源(弾性波アクロス)】

・静岡県西部から愛知県東部にかけて臨時地震観測を行った結果を、最新のプレート形状を取り入れた理論走時解析と比較した。その結果、アクロス伝達関数の波群においてプレート境界面からの反射波を同定した(図1)。

・精密制御震源装置からの信号とノイズレベルとの関係を調査し、地震波速度の時間変化を調査する上での最適なスタッキング時間を求める等、アクロス信号処理の適正化を行った。森町送信点と近傍の地震観測点間の伝達関数の顕著な波群について、走時変化とエネルギー変化を1日に1回自動的に計算を行うシステムを構築した。

・精密制御震源装置とHi-net森観測点間の、伝達関数の走時時間変化について、気圧・気温・降水量など気象要素との相関を調べ、変動要因分析を行った。その結果、調査した気象要素の中では降水量の影響が最も大きいことがわかった。また、4段のタンクモデルでほぼ時間変化の説明がつくことを明らかにし、大域的探索法(SCE-UA法)を用い、各タンクの最適パラメータを求めた。

・森町送信点から距離の近い3観測点(距離10km以内)について、2011年東北地方太平洋沖地震に伴って数ミリ秒の走時の遅れが発生し、その後ゆっくりと走時が元の値に回復していることを明らかにした。

【地殻変動データ】

・GNSSデータの解析により、小規模な長期的スロースリップが2005年に四国西部で、2005~2010年頃に四国中部で、1996~1997年にかけて紀伊水道付近で発生していたことを見出した(図2)。

・水準測量と潮位の解析により、豊後水道の長期的スロースリップについて、GNSSが観測する以前にもおよそ5~6年のほぼ一定間隔で同規模の地殻変動が発生していたことを明らかにした(図2)。

・水準測量と潮位の解析により、四国中部で1977~1980年頃に長期的スロースリップの可能性のある地殻変動が発生していたことを明らかにした。また、紀伊半島については1980年以降にMw6.5以上の長期的スロースリップが発生していなかったことを明らかにした(図2)。

・GNSSデータの解析により、2011年東北地方太平洋沖地震の数年前から東北地方を東西に横切る基線長に伸びが見られ、この変化が震源域から南の福島県沖、茨城県沖にかけてのゆっくりした滑りにより説明できることを明らかにした。

・GNSS面的監視について、地震時のオフセットが解析結果に影響するのを避けるため、補正値を設定してオフセットを除去できるようにした。また、外れ値を客観的に除くため四分位数を活用したノイズレベル調査を行った。

・天竜船明レーザー式変位計の応答に関して調査を行い、ひずみの地震波応答と潮汐応答の理論値に対する比がともに約0.5であることを明らかにした。また、基線長200mの場合と400mの場合との潮汐・気圧応答の違いについて解析し、潮汐応答の時間変化・気圧応答の大きさなど両者にわずかな差があることを明らかにした。

・敦賀・今津の多成分ひずみ計について水位・降水応答を補正し、東海の長期的スロースリップと同時期にひずみ変化が見られることを指摘した。

・体積ひずみ計の観測開始からの長期的な時系列データを用い、1980年代の東海の長期的スロースリップとの関連を調査した。その結果、1988~1990年は、6つの観測点で長期的スロースリップイベントがあったとしても矛盾しない変化が認められた。また2000~2005年は、2つの観測点でGNSSで捉えられた地殻変動(地殻の変化量)と同期した変化を確認できた。

・ひずみ計の短期的な監視を行う上では、自己回帰モデルよりもタンクモデルを用いた補正の方が非線形的な効果を導入できることによって有効であることを明らかにした。また、観測点の設置場所によっては、観測点の上流における降水量を考慮した降水補正を行う必要性を明らかにした。

・ひずみ計の降水補正に用いる降水量データについて、レーダーアメダス解析雨量と観測点設置雨量計、近隣のアメダスを比較し、基本的には観測点設置雨量計が最も良く補正できるが、近隣に雨量計が無い観測点ではレーダーアメダス解析雨量によって良い補正ができるケースがあることを明らかにした。

- (8) 平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :
 小林昭夫, 2013, GNSS 日値による面的監視の通常変動値調査, 駿震時報, 77, 31-38 .
 小林昭夫, 2013, 水準測量と潮位による紀伊半島の地殻上下変動(1972 ~ 2009 年), 地震 2, 66, 15-25.
 Kobayashi, A., 2014, A Long-term Slow Slip Event from 1996 to 1997 in the Kii Channel, Japan, Earth, Planets and Space, 印刷中.
 気象研究所, 2013, 海溝と直交する方向の全国の基線長変化, 地震予知連絡会会報, 90, 31-35 .
 気象研究所, 2013, 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測, 地震予知連絡会会報, 90, 367-370 .

- (9) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

気象研究所地震火山研究部

他機関との共同研究の有無 : 無

- (10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 気象研究所企画室

電話 : 029-853-8536

e-mail : ngmn11ts@mri-jma.go.jp

URL : <http://www.mri-jma.go.jp/>

- (11) この研究課題(または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 勝間田明男

所属 : 気象研究所地震火山研究部

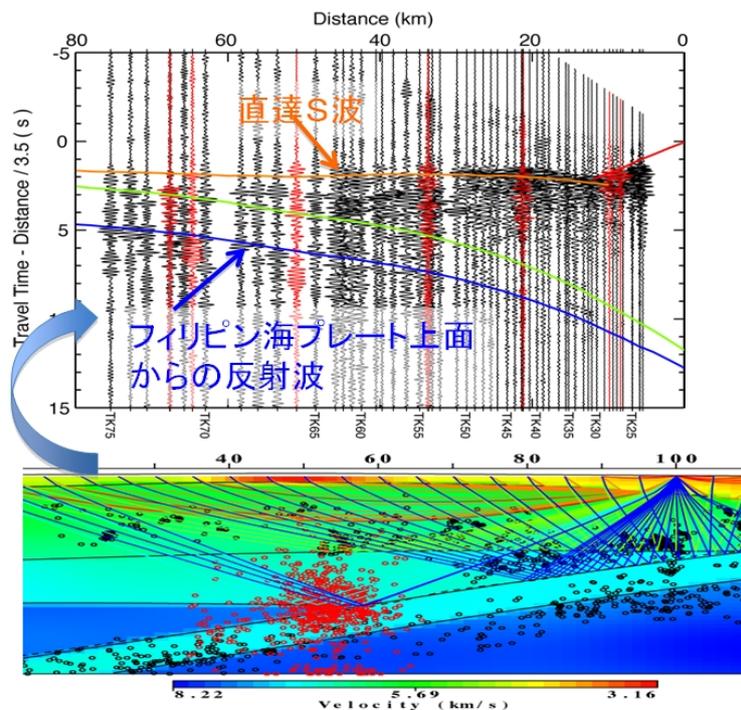


図 1 森送信点からの波群の同定
 波線追跡との比較からプレート境界からの反射波を確認した .

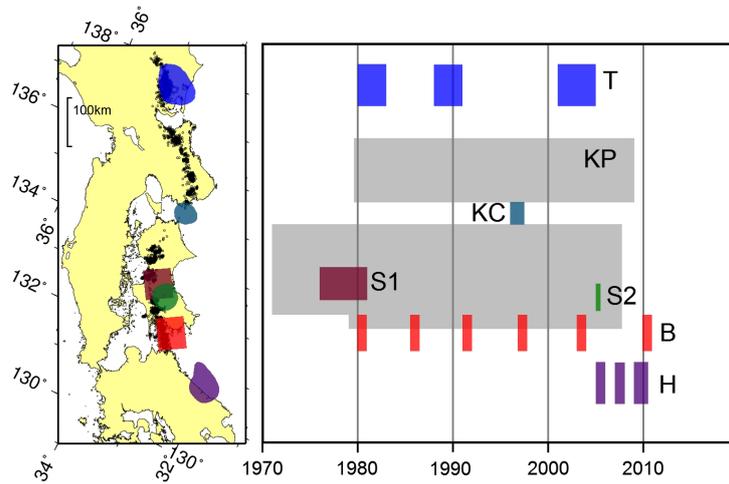


図2 南海トラフ沿いの長期的スロースリップ発生場所と発生時期

地図上の黒丸は深部低周波地震の震央分布．グレーの領域・期間は、水準と潮位データで過去の長期的スロースリップを調査した期間．

(T) 東海は、水藤・小沢 (2009、地震 2) の Fig.16 から、滑り 2cm/yr の領域．

(KC) 紀伊水道は 1996 年の滑り 3cm の領域 (小林印刷中) ．

(S1) 四国中部は、小林 (2012、地震 2) の Fig. 10 にある矩形領域．

(S2) 四国西部は、滑り 2cm の領域．小林 (2010、地震 2) の Fig. 3 から少し滑り量修正．

(B) 豊後水道は、Hirose et al. (2010, Science) の矩形領域．

(H) 日向灘は、Yarai and Ozawa (2013, JGR) の Fig.10(n) の滑り 4cm の領域．