

(1) 実施機関名：

(独) 産業技術総合研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

地下水等総合観測による地震予測精度の向上

(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

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

イ．地震発生・火山噴火の可能性の高い地域

(3) 地震・火山現象に関するデータベースの構築

イ．地震・火山現象に関する情報の統合化

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

ア．アスペリティの実体

イ．非地震性滑りの時空間変化とアスペリティの相互作用

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-1) 地震発生先行過程

ア．観測データによる先行現象の評価

イ．先行現象の発生機構の解明

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

紀伊半島～四国周辺に、8 点の新規地下水等総合観測施設を整備して合計 20 点とする。東海・東南海・南海地震想定震源域の深部周辺で発生する M6-6.5 相当の短期的ゆっくり滑りを準リアルタイムで検出するシステムの構築。短期的ゆっくり滑りに伴う地下水変化の検出とそのメカニズム解明、過去の南海地震前の地下水位低下メカニズムの推定。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

- ・平成 21 - 25 年度：新規観測網(8 点)の整備。短期的ゆっくり滑りや地震に伴う地下水・地殻変動の検出と解析。過去の南海地震前後の地下水変化・海水面変化等を系統的に調査する。
- ・平成 22-24 年度：短期的ゆっくり滑り自動検出システムの開発。

・平成 24-25 年度：短期的ゆっくり滑り活動度変化の把握。過去の南海地震前の地下水変化のメカニズム推定。

(7) 平成 23 年度成果の概要：

前兆的地下水位変化検出システムを引き続き東海地方で運用した。産総研の歪データと防災科研の傾斜データを統合して解析し、短期的スロースリップ (短期的 SSE) の検出精度を向上させ、推定した断層モデルについて、判定会や地震調査委員会等の各種委員会への報告を開始した。遠地地震波で短期的 SSE が誘発される現象があることを紀伊半島で見いだして報告した (図 1)。周期から考えて、次の発生が近いと予想される時に遠地地震波が来ると誘発すると推定できる。

2011 年東北地方太平洋沖地震後に、日本全国で地下水位や水圧等が低下する現象が多数認められた。同地震によって、日本の広い範囲で体積歪が増加 (地盤が伸張) したことが主な原因と考えられ、それらを取りまとめて報告した (図 2)。1946 年南海地震の直前に目撃された海水位変動から、地殻の変動量を推定するため、高知県須崎市の港湾内の 8 カ所において海水位変動の観測を行った。東北地方太平洋沖地震による津波の観測結果から、直前の地殻変動は目撃された海水位変動の 10 数分の 1 と推定された。

2010 年チリ地震の表面波によるダイナミックな体積歪変化による地下水圧変化に周波数依存性があることを日本の観測井戸において検出し、多孔質弾性論を新たに発展させることで観測結果を理論的に説明した。地震前後の地下水や化学成分濃度の変化についての最近の研究成果のレビューを行なった。

(8) 平成 23 年度の成果に関連の深いもので、平成 23 年度に公表された主な成果物 (論文・報告書等)：

石川有三, 2011, 東北地方太平洋沖地震の概要, 情報地質, 22, 143-147 .

Itaba,S. and R.Ando, 2011, A slow slip event triggered by teleseismic surface waves, Geophys.Res.Lett., 38, L21306, doi:10.1029/2011GL049593.

板場智史・北川有一・小泉尚嗣・高橋誠・松本則夫・武田直人, 2011, 紀伊半島～四国の歪・傾斜・地下水観測結果 (2011 年 6 月～2011 年 10 月), 地震予知連絡会会報, 87, 印刷中.

北川有一・板場智史・小泉尚嗣・高橋誠・松本則夫・武田直人, 2011, 紀伊半島～四国の歪・傾斜・地下水観測結果 (2010 年 11 月～2011 年 5 月), 地震予知連絡会会報, 86, 519-533.

北川有一・小泉尚嗣・高橋誠・佐藤努・松本則夫・大谷竜・板場智史・桑原保人・佐藤隆司・木口努・長郁夫, 2011, 近畿地域の地下水位・歪観測結果 (2010 年 11 月～2011 年 5 月), 地震予知連絡会会報, 86, 516-518.

北川有一・小泉尚嗣・高橋誠・佐藤努・松本則夫・大谷竜・板場智史・桑原保人・佐藤隆司・木口努・長郁夫, 2011, 近畿地域の地下水位・歪観測結果 (2011 年 6 月～2011 年 10 月), 地震予知連絡会会報, 87, 印刷中.

北川有一・小泉尚嗣, 2012, 東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後 1 日間での地下水位・地下水圧・自噴量変化, 活断層・古地震研究報告, 印刷中 .

Kitagawa,Y., and N.Koizumi, 2011, Groundwater changes related to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku earthquake(M9.0) , Proceedings of the 7-th Taiwan-Japan joint seminar on natural hazard mitigation in 2011, 11-17.

Kitagawa,Y.,S.Itaba, N.Matsumoto and N.Koizumi,2011, Frequency characteristics of the response of water pressure in a closed well to volumetric strain in the high frequency domain , J.Geophys.Res., 116, doi: 10.1029/2010JB007794.

小泉尚嗣, 2011, 第 190 回地震予知連絡会 (2011 年 4 月 26 日) についての報告, 日本地震学会ニュースレター, 23, 2, 38-39.

小泉尚嗣, 2011, 日本地震学会 2011 年度秋季大会特別セッション「S21: プレート境界のモニタリング研究を地震予測につなげるために」報告, 日本地震学会ニュースレター, 23, 5, 52-54.

Matsumoto,N. and N.Koizumi, 2011, Recent Hydrological and Geochemical Researches for Earthquake Prediction in Japan , Natural Hazards, doi 10.1007/s11069-011-9980-8

松本則夫, 2012, 地下水等総合観測による東海・東南海・南海地震の予測、産総研 Today,12, 1, 10-11.

大谷竜・板場智史・梅田康弘・北川有一・松本則夫・高橋誠・小泉尚嗣, 新解析戦略の組み込みによる産総研 GPS 定常解析連システムの更新, 地質調査研究報告, 62, 319-328 .

高橋誠・板場智史・小泉尚嗣・松本則夫・北川有一・佐藤努・大谷竜, 2011, 東海・関東・伊豆地域における地下水等観測結果 (2010 年 11 月～2011 年 5 月)(43), 地震予知連絡会会報, 86, 458-464.

高橋誠・板場智史・小泉尚嗣・松本則夫・北川有一・佐藤努・大谷竜, 2012, 東海・関東・伊豆地域における地下水等観測結果 (2011 年 6 月～2011 年 10 月)(44), 地震予知連絡会会報, 87, 印刷中.

武田直人・今西和俊・北川有一, 2012, ボアホール歪計で観測された 2011 年東北地方太平洋沖地震の歪地震記録, 活断層・古地震研究報告, 印刷中 .

梅田康弘・板場智史,2011, 1946 年南海地震前の四国太平洋沿岸の上下変動, 地質調査研究報告, 62, 243-257.

梅田康弘, 2011, 2011 年東北地方太平洋沖地震, 環境と健康, 24, 538-548.

(9) 平成 24 年度実施計画の概要 :

国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆的地下水位変化検出システムを運用する。東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点を新たに 2 カ所整備する。産総研のデータと防災科研のデータとの統合的解析を継続し、短期的ゆっくり滑り (SSE) と微動の時空間的な位置の決定精度を向上させる。また、短期的 SSE の自動検出の手法を検討する。1946 年南海地震前の地殻の上下変動曲線の精度向上のため紀伊半島・四国での聞き取り調査を行う。台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、産総研にて第 11 回ワークショップを開催する。台湾南部の地下水位観測データの解析結果をとりまとめる。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

活断層・地震研究センター 地震地下水研究チーム

他機関との共同研究の有無 : 有

気象庁、防災科学技術研究所、名古屋大学、京都大学、鳥取大学、神奈川県温泉地学研究所、台湾成功大学等

(11) 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 : 活断層・地震研究センター地震地下水研究チーム

電話 : 029-861-3656

e-mail : tectono-h1@m.aist.go.jp

URL : <http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/tectonohydr/>

(12) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 小泉尚嗣

所属 : 活断層・地震研究センター

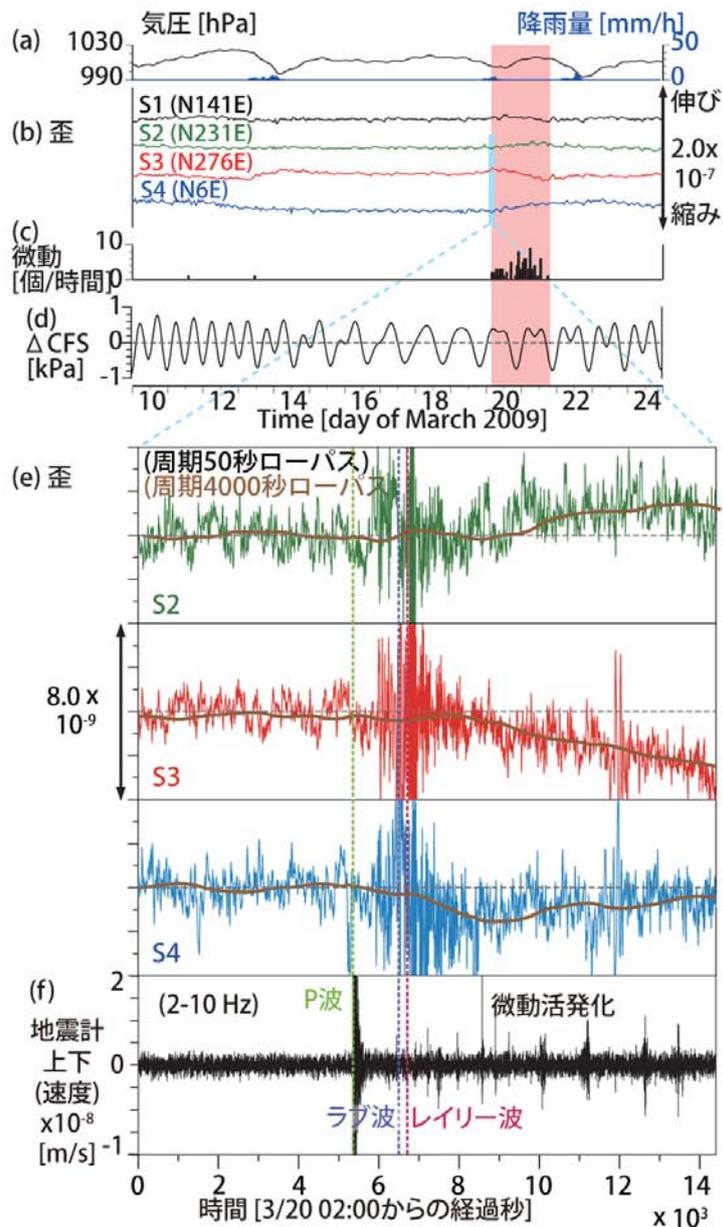


図 1 (a)2009 年 3 月 10 日～24 日の紀伊半島中部の ICU という観測点における気圧・降雨量。(b) 同期間の ICU における水平 4 成分の歪 (ひずみ) の変化 (1 時間値)。(c) 同期間の紀伊半島中部における深部低周波微動の個数。(d) 地球固体潮汐・海洋潮汐荷重が、誘発された短期的 SSE (短期的ゆっくり滑り) の断層面におよぼす CFS(クーロン破壊応力変化) の計算結果。CFS は断層面の破壊を抑制する法線応力 (抑制する方向を負とする) と、促進する剪断応力 (促進する方向を正とする) 等によって計算され、断層面の破壊促進・抑制の指標となる。正の値は促進する事を示す。(e)2009 年 3 月 20 日 2 時～4 時間の ICU における水平歪の 1 秒毎の変化。緑・赤・青色は周期 50 秒の、茶色は周期 4000 秒のローパスフィルターをかけている。表面波であるラブ波・レイリー波が到達する頃から、ゆっくりした歪変化が始まっていることが分かる。(f) 同期間の地震速度波形 (上下動)。2-10Hz のバンドパスフィルターをかけている。

地震波が到来した時間、CFS は半日周期の潮汐変化のピークであったが、1 週間程度前のピークの値よりは低い。仮に潮汐による応力変化が短期的 SSE 誘発の主因であったとすると、1 週間程度前に短期的 SSE が始まっているはずである。また、この地域における短期的 SSE の活動間隔は 120 ± 20 日であるが、この短期的 SSE が発生したときの前回からの経過時間は 137 日であり、応力蓄積が進んでいたと推測される。これらのことから、表面波が最後の一押しになって短期的 SSE が発生したことが分かった (Itaba and Ando, 2011)。

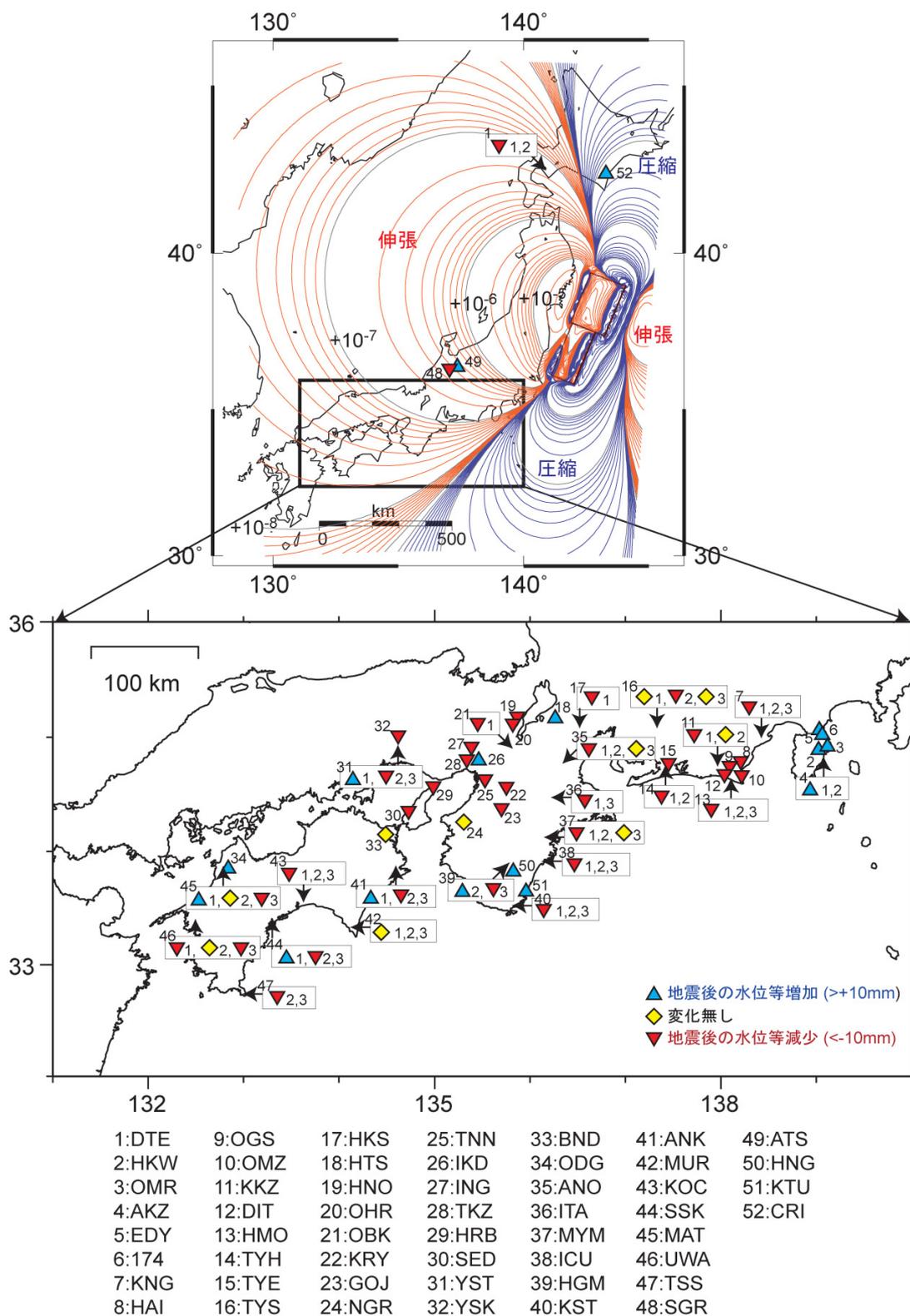


図2 産総研の観測井における、東北地方太平洋沖地震後1日間での地下水位・地下水圧・自噴量変化。上図には、地震の断層変位による静的な体積歪変化の分布と4観測点(5観測井)での地下水位・自噴量変化を示す。下図には東海・近畿・四国の48観測点(82観測井)での地下水位・地下水圧・自噴量変化を示す。複数の観測井がある観測点では、観測点ごとに深い観測井から順に1,2,3と通し番号を付けて、観測点番号を付けた矩形の中にそれぞれの観測井での変化を示している(北川・小泉, 2012)