

愛媛県新居浜市と愛知県西尾市における東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備

小泉尚嗣¹⁾・佐藤隆司¹⁾・北川有一¹⁾・佐藤 努²⁾・高橋 誠¹⁾・松本則夫¹⁾・板場智史¹⁾
梅田康弘¹⁾・武田直人¹⁾・桑原保人¹⁾・今西和俊¹⁾・木口 努¹⁾・山口和雄¹⁾

1. はじめに

東海～四国の沖合にある駿河～南海トラフでは、100～200年程度の間隔で、M8（マグニチュード8）クラスの巨大地震が繰り返し発生してきました。最近のものは、1944年東南海地震（M7.9）と1946年南海地震（M8.0）です（第1図）。この2つの地震では、震源域が駿河トラフまで及んでいなかったため、駿河トラフでの巨大地震（いわゆる東海地震）が切迫しているとされて、大規模地震対策特別措置法が1978年に制定されて国による地震予知事業が始まりました。また、「東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が2003年に施行され、東南海・南海地震に対する観測施設の整備も求められています。

産総研（産業技術総合研究所：旧工業技術院）は、東海地震予知事業開始当初から東海地方の地下水観測データをリアルタイムで気象庁に提供し、東海地震の判定を行う地震防災対策強化地域判定会の説明者として国の地震予知事業を分担してきました。さらに、東南海・南海地震予測のために、紀伊半島～四国周辺に地下水等観測施設を平成18年度（2006年度）から順次整備し（小泉ほか、2009a）、平成22年度までに14点の整備を終えました（第2図）。東海・東南海・南海地震は、過去にしばしば連動して発生しているため（第1図）、気象庁に紀伊半島～四国周辺のデータもリアルタイムで提供しています。

平成23年度補正予算（平成24年度に繰越）では、愛媛県新居浜市と愛知県西尾市に新たな地下水等総合観測点を整備する一方、地震等で産総研つくばセンターが被災しても解析に支障を生じないようにデータ収集システムを強化するため、産総研関西センターにバックアップシステムを構築する予定です（第2図）。

2. 過去の南海地震における地下水変化

四国～紀伊半島の沖で発生する巨大地震である南海地震は、古文書等の記録に基づけば、過去8回発生しています（第1図）。このうち4～5回の地震では、愛媛県松山市の道後温泉（第2図のN10付近）や和歌山県本宮町湯峯温泉（第2図のN5付近）における水位・湧出量が地震発生に伴い大きく低下しています。また、1946年南海地震（M8.0）においては、紀伊半島～四国の太平洋岸で浅い地下水の水位（11カ所）や温泉の湧出量（1カ所）が、地震の数時間～10日前から低下したことが知られていません（海上保安庁水路局、1948）。このような地下水位の低下は、1854年の南海地震前にも発生しました（重富ほか、2005）。

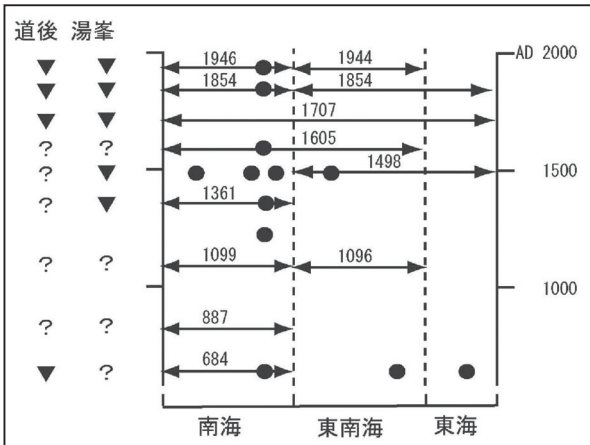
地震前の地下水位や温泉湧出量の低下は、地震の数日前に本震の震源域周辺で生じるとされる「ゆっくり滑り」（プレスリップまたは前兆滑り）に伴う地殻変動（地盤の変形）（気象庁、2003）である程度は説明できますが十分ではなく、より精密な観測データが必要です（小泉ほか、2009b）。

3. 深部低周波微動と短期的ゆっくり滑り

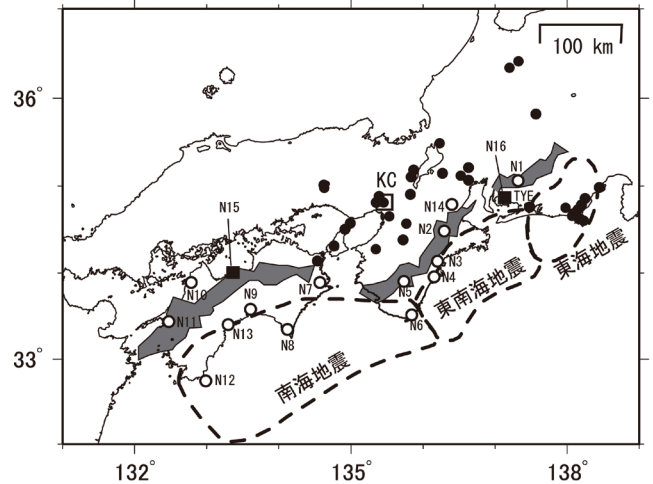
最近の地震研究の進展で、東海・東南海・南海地震の想定震源域であるプレート境界の深部延長（深さ30km前後）で、通常地震より低周波数の波を出す地震が発生していることがわかりました。この地震を深部低周波微動と呼んでいます（Obara, 2002）。さらに、この深部低周波微動としばしば同期して、ほぼ同じ場所のプレート境界で、ゆっくりした滑りが年に数回程度の頻度で生じていることもわかっています（第2図；Obara *et al.*, 2004）。この「ゆっくり滑り」は、継続時間が一般に数日程度で、規模がM5～M6程度と、上述したプレスリップに非常に似た現象で短期的ゆっくり滑りと呼ばれます。一つの可能性として、この短期的ゆっくり滑りが、より浅い側（想定震源域側）まで拡大した時に大地震を誘発するといったことが考えら

1) 産総研 活断層・地震研究センター
2) 産総研 地質情報研究部門

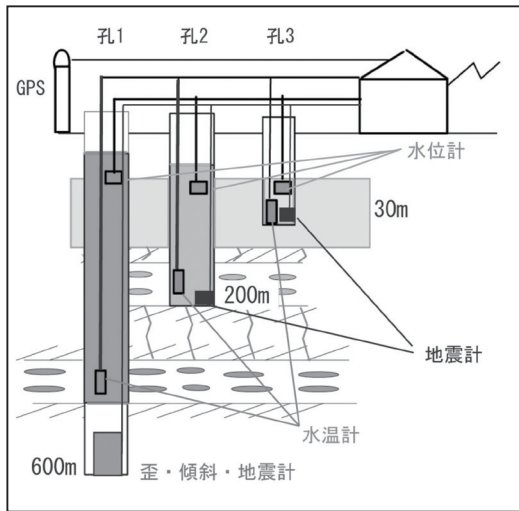
キーワード：東南海地震、南海地震、東海地震、地震予測、地下水、地殻変動、南海トラフ、駿河トラフ



第1図 東海・東南海・南海地震の発生履歴と道後温泉・湯峯温泉の湧水量や水位の低下。
●は液状化等の地震の痕跡。▼は湧水量等の低下を表し、?は、古文書に変化の有無の記載がないことを示す。寒川（1992）に加筆。



第2図 産総研の地下水等観測網(●:従来の観測点,○:東南海・南海地震予測のための新規観測点N1-N14, ■:現在整備を行なっている観測点N15-N16)。
TYEは豊橋多米観測点。□(KC)は、バックアップシステムを構築する予定の産総研関西センター。四国～紀伊半島～愛知県内陸部の灰色の領域は、短期的ゆっくり滑りおよび深部低周波微動が定常的に発生していると考えられる地域。破線は、東海・東南海・南海地震の想定震源域。



第3図 新規地下水等総合観測点 (N1-N16) における典型的な観測システム。
200mの所に歪計を置いている点もあります。

れます。また、想定震源域にエネルギーが蓄えられてきて破壊（大地震）が近づいてくると、その深部側で発生する深部低周波微動や短期的ゆっくり滑りの発生パターンが変化することも考えられます。したがって、この短期的ゆっくり滑りや深部低周波微動のモニタリングが東南海・南海地震の予測のために重要です。

4. 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点

観測点配置と観測システムは、過去の南海地震前後の地下水変化と最近の深部低周波微動・短期的ゆっくり滑りの研究を考慮して、第2図および第3図のようにしました。過去に浅い地下水や深い地下水（温泉水）が変化している

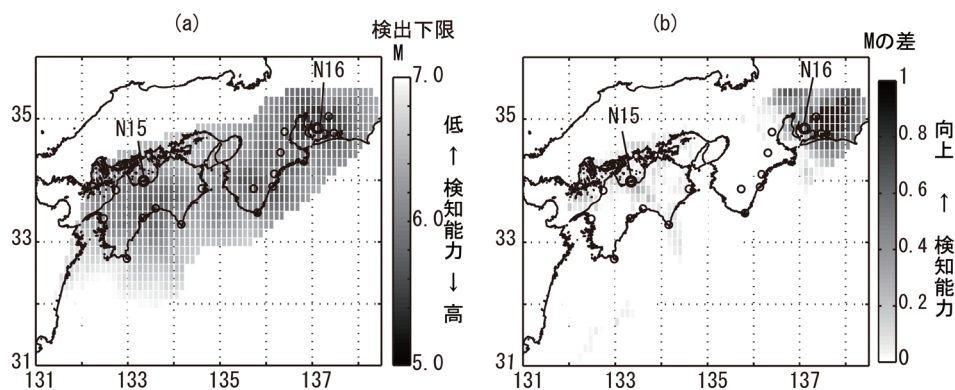
ことを考慮し、1つの観測点に深さの異なる3つの井戸を掘削します。地殻変動測定のために井戸の中に歪・傾斜計を設置し、微動測定のための地震計も設置します。近くに国土地理院のGPS観測点がない場合はGPSも設置します。観測データはリアルタイムで産総研に送ります。データは「地震に関連する地下水観測データベース“Well Web”」(<http://www.gsj.jp/wellweb/>)で公開しています（小泉ほか、2009b）。

4. 1 新居浜市と西尾市に観測点を整備することの効果

第4図aに、新居浜（N15）と西尾（N16）に新規観測点を整備した場合の（N1-N16観測点とTYE観測点による）短期的ゆっくり滑りの検知能力を示します。各観測点の歪データのノイズレベルに基づいて、任意の3点で検知できる最小の短期的ゆっくり滑りを示したものです。N15とN16については、ノイズレベルが他の観測点と同程度と仮定しています。M6前後の短期的ゆっくり滑りが広い範囲で検知できることがわかります。第4図bには、N15とN16の新設によって、検知能力がどの程度改善したのかを示しています。四国の北部と愛知県で検知能力が向上することがわかります。

4. 2 産総研関西センターでのバックアップシステム

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、産総研つくばセンターも被災しました。停電等のため、



第4図 短期的ゆっくりすべり検知能力.
 a: N1-N16とTYEの歪データによる検知能力.
 b: N15とN16を新設することによって向上する検知能力.

約5日間、東海～四国の地下水等観測データをつくばセンターで取得することができず、そのデータを気象庁に送ることもできませんでした。結果として、この期間中に産総研が担当している部分において、東海地震の監視能力が低下したことは事実です。このような問題を解消するため、産総研関西センターにバックアップシステムを構築することにしました。元々、四国～東海の観測データのかなりの部分が、産総研関西センターを経由して産総研つくばセンターに送られていたので、関西センターのデータ取得・送信・解析機能を強化し、つくばセンターのシステムが震災等でダウンしても、関西センターのシステム独自で基本的な解析や気象庁へのリアルタイムデータ送信ができるようにするものです。

5. 東南海・南海地震および東海地震の予測精度向上へ

東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測は、新たに2点の観測点を整備すると共にバックアップシステムを構築します。同観測施設を整備し観測データを安定的に取得・解析することで、東南海・南海地震の予測精度向上に役立つと考えています。また、東南海・南海地震と東海地震が連動する可能性も考慮すれば、東海地震の予測精度向上にも役立つと考えられます。

文 献

海上保安庁水路局 (1948) 昭和21年南海大地震調査報告 (地変及び被害編). 水路要報増刊号, 201, 117p.
 気象庁 (2003) 東海地震に関する新しい情報発表について, <http://www.jma.go.jp/jma/press/0307/28a/20030728tokai.pdf> (2012/05/01 確認)
 小泉尚嗣・高橋 誠・松本則夫・佐藤 努・大谷 竜・北

川有一・板場智史・梅田康弘・武田直人・重松紀生・桑原保人・佐藤隆司・今西和俊・木口 努・関 陽児・塚本 斉・山口和雄・加野直己・住田達哉・風早康平・高橋正明・高橋 浩・森川徳敏・角井朝昭・下司信夫・中島 隆・中江 訓・大坪 誠・及川輝樹・干野 真 (2009a) 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備について. 地質ニュース, no. 662, 6-10.

小泉尚嗣・高橋 誠・松本則夫・佐藤 努・大谷 竜・北川有一・板場智史・梅田康弘・武田直人 (2009b) 地下水等総合観測による東海・東南海・南海地震予測. 地質ニュース, no. 663, 29-34.

Obara, K. (2002) Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan. *Science*, 296, 1679-1681.

Obara, K., Hirose, H., Yamamizu, F. and Kasahara, K. (2004) Episodic slow slip events accompanied with non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L23602, doi: 10.1029/2004GL020848.

寒川 旭 (1992) 地震考古学. 中央公論社, 東京, 251p.

重富國宏・梅田康弘・尾上謙介・浅田照行・細 善信・近藤和男・辰巳賢一 (2005) 資料・証言にみる南海地震前の井水濁れ及び異常潮位. 京都大学防災研究所年報, no. 48-B, 191-195.

KOIZUMI Naoji, SATOH Takashi, KITAGAWA Yuichi, SATO Tsutomu, TAKAHASHI Makoto, MATSUMOTO Norio, ITABA Satoshi, UMEDA Yasuhiro, TAKEDA Naoto, KUWAHARA Yasuto, IMANISHI Kazutoshi, KIGUCHI Tsutomu and YAMAGUCHI Kazuo (2012) Integrated groundwater observation stations at Niihama in Ehime Prefecture and Nishio in Aichi Prefecture for forecasting the Tonankai and Nankai earthquakes.

(受付: 2012年4月27日)