

地下水観測 - 東海地震予知を目指して -

松本 則夫¹⁾・高橋 誠¹⁾・小泉 尚嗣¹⁾

1. はじめに

私たち「地下水による東海地震の予知研究」の関係者は、2003年の地質情報展が静岡で開催されるというお知らせを伺ったときに、静岡県の皆様はこの研究をお伝えする絶好の機会と捉え、はじめて地質情報展で展示をいたしました。ご来場くださった方々には、私たちの話を熱心に聞いていただき、とても励みになりました。

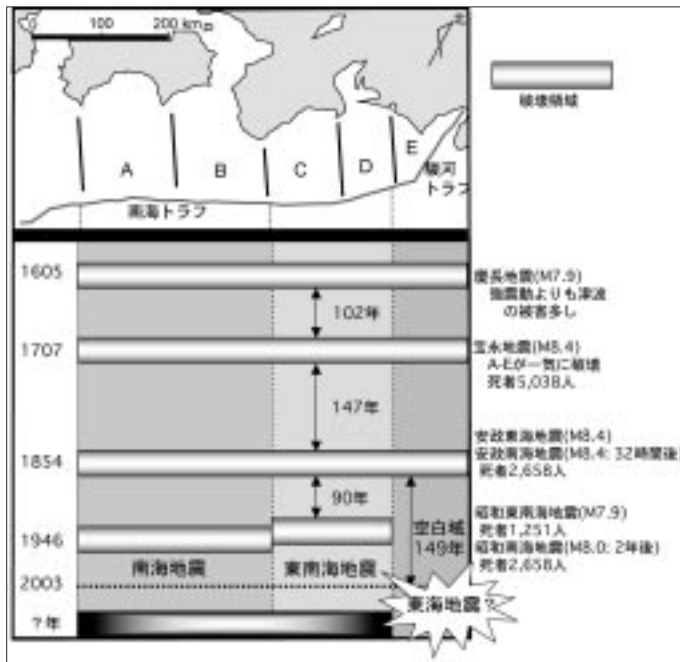
以下では、静岡地質情報展で展示しました「地下水位による東海地震の予知研究」の最新の研究成果について、概要をご紹介します。

2. 「東海地震」とは

日本列島の南側にある駿河・南海トラフ沿いに、第1図のように巨大地震が100～150年ごとに発生しています。このうち、第1図のE領域(東端)が過去の巨大地震の震源域になっているにもかかわらず、1944年東南海地震の時に破壊されずに残りました。E領域は最後の破壊のあと、150年近く経っていますので、いつ巨大地震が起こってもおかしくない状態です(中央防災会議, 2001a)。

このE領域を震源域として発生すると考えられているのが「東海地震」です。地震の規模(マグニチュード)は8程度と考えられています。

「東海地震」の想定震源域は第2図の曲線で囲まれた領域です。駿河トラフからプレート境界に沿



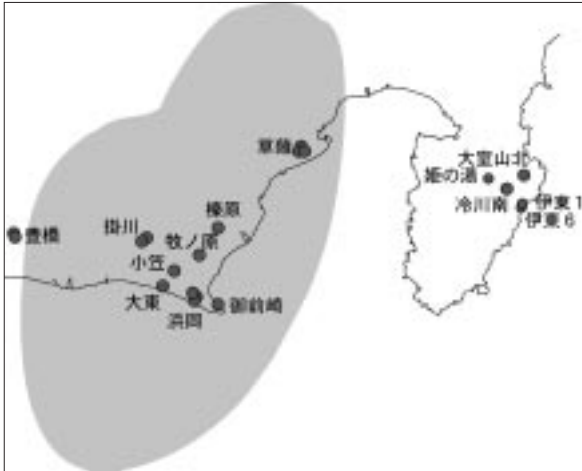
第1図 南海トラフ沿いに起こった大地震(中央防災会議, 2001aに加筆・修正)。

って西に深くなり、浜名湖の真下までになると想定されています(中央防災会議, 2001b)。

「東海地震」は、前述の通り、歴史的にどのような規模・時期で発生したのかがわかっており、さらに地震発生のメカニズムも一部明らかになっています。また、「東海地震」の前兆現象を捉えるために、気象庁などにより、地震や地殻変動の観測が整備されており、気象庁による観測データの24時間体制による監視も行われています。このようなことから、「東海地震」は現在、日本で予知できる可能性がある唯一の地震です(気象庁, 2003a)。

1) 産総研 地球科学情報研究部門 地震地下水研究グループ

キーワード: 東海地震, 地下水観測, 地下水位, 地震予知, 時系列解析



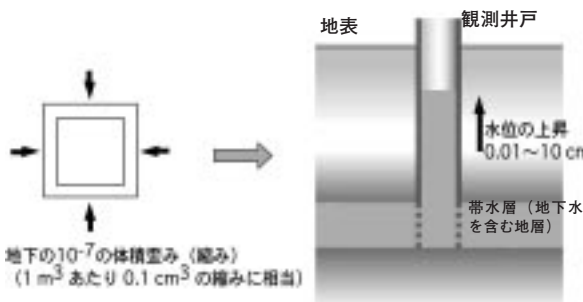
第2図 「東海地震」想定震源域と地下水観測井の位置。

3. 地震予知のための地下水観測

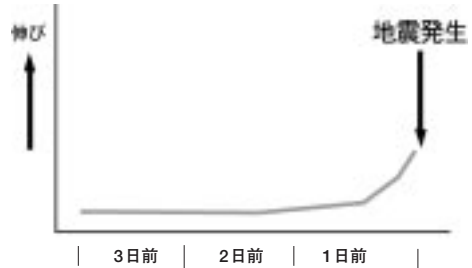
産業技術総合研究所 地質調査総合センターでは、東海地震の想定震源域近くに9地点14本の地下水観測井を展開しており(第2図参照)、東海地震予知の監視データとして、国の地震予知計画の一端を担ってきました。

地下水観測は深さ150～270mの深井戸で行っています。井戸の近くには観測建屋を設置して、地下水位・地下水温のほか、気圧・雨量なども計測しています。観測したデータは直ちに茨城県つくば市の産総研に電話回線を通じて送られます。その後、いくつかのデータは気象庁に送られ、東海地震の予知のため24時間監視が行われています。

なお、地下水位は気圧・地球潮汐・降雨によっても変化します。私たちは、最新の統計学的手法を用いて、観測した地下水位から気圧・潮汐・降雨などの変化の影響を取り除く方法を開発しました



第3図 地殻ひずみと地下水位変化との関係。



第4図 「前兆すべり」が起こる場所の真上で期待されるひずみ変化(概念図)。

(Matsumoto, 1992; Matsumoto *et al.*, 2003). 観測したデータが異常かどうかを判定する際には、上記のデータ解析の後の地下水位を用いています。

4. 地震予知研究と地下水位との関係は？

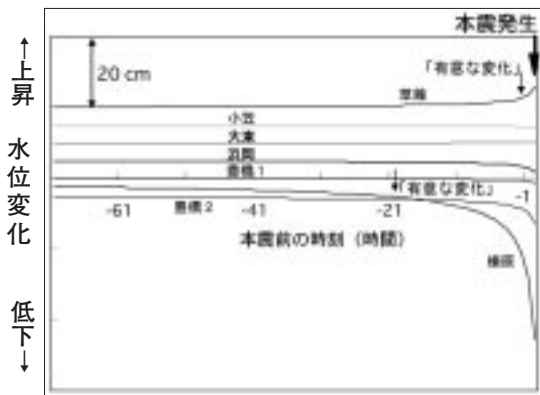
地面が伸縮する(ひずむ)ことにより、地下水位が変化します。たとえば、第3図のように、地下水が存在する深さで体積が1m³あたり0.1cm³縮んだ場合、井戸によって異なりますが、地下水位は0.01～10cm上昇します(Roeloffs, 1996)。この関係を使って、地下水位を測定することによって、その場所の地下のひずみを推定します。

5. 東海地震前に予想される地下水位の動き

最新の研究(Kato and Hirasawa, 1999)から、東海地震の前に、地下深くにある上側と下側のプレートの間で「はがれ」が起こり、地震を発生させない緩やかなすべり(前兆すべり)が起こる可能性があるということがわかってきました。このような地下の動きがある場合、前兆すべりがおこる場所の直上での地殻ひずみのデータが第4図のようになることが予測されています。

気象庁は、2004年1月5日から東海地震に関連する情報を一新しました(内閣府・気象庁, 2003)。これによると、上で述べた前兆すべりによって体積歪計に「有意な変化」が観測された場合、「東海地震観測情報」「東海地震注意情報」「東海地震予知情報」のいずれかが発表されることになりました。

前兆すべりが起こった場合に、私たちが観測している井戸の地下水位がどのような変化となるかコンピュータで計算した一例が第5図です。榛原観



第5図 マグニチュード6.5に相当する大きさの前兆すべりが榛原観測井の真下で起こった場合、期待される各観測井の地下水位変化。

測井の真下でマグニチュード6.5の地震に相当する前兆すべりが起こった場合、榛原観測井の地下水位が低下し、草薙観測井の地下水位が上昇します。気象庁の体積歪計と同様な「有意な変化」が観測されるのは、榛原観測井で本震発生前の20時間前、草薙観測井で2時間前になります。地下水位の「有意な変化」が観測された場合、東海地震に関連する情報を発表する際の参考データとして使用されることになっています。

6. おわりに

この展示をごらんいただいた方から、次のようなご質問やご感想がありました。

- ・地下水でどうやって地震予知をするのですか。そのメカニズムは何ですか。
- ・初めて地震予知のために地下水を観測していることを知りました。
- ・東海地震の予知ができれば、とても安心です。これからもがんばってください。

1つ目のご質問については、本文を読んでいたいただければご理解していただけるとおもいます。ご来場いただき、私どもの展示をご覧いただいた方々に御礼申し上げます。

観測データのグラフは毎日1回自動的に更新され、インターネットで公開されています。ご興味のある方はぜひ<http://gxwell.aist.go.jp>をご覧ください。



写真1 会場での地下水観測の説明。

地下水観測ネットワークには、たくさんの方のご協力をいただいております。特に、観測に関しては地元自治体や、住民の方のご協力が欠かせません。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

中央防災会議(2001a)：中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」第1回資料2，
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/1/siryou2.pdf>
 中央防災会議(2001b)：中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」報告，資料2-2，
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/20011218/siryou2-2.pdf>
 Kato, N. and Hirasawa, T. (1999) : A model for possible crustal deformation prior to a coming large interplate earthquake in the Tokai district, central Japan, Bull. Seismol. Soc. Am., 89, 1401-1417.
 気象庁(2003a)：東海地震に関する基礎知識，
http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/press/hantekai/index.html
 気象庁(2003b)：東海地震に関する新しい情報発表について，平成15年7月28日付報道発表資料，http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/press/0307/28a/20030728tokai.pdf
 Matsumoto, N. (1992) : Regression analysis for anomalous changes of ground water level due to earthquakes, Geophys. Res. Lett., 19, 1193-1196.
 Matsumoto, N., Kitagawa G. and Roeloffs, E. A. (2003) : Hydrologic response to earthquakes in the Haibara well, central Japan: I. Groundwater-level changes revealed using state space decomposition of atmospheric pressure, rainfall, and tidal responses, Geophys. J. Int., 155, 885-898.
 内閣府・気象庁(2003)：リーフレット「東海地震の予知と防災対応」，
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/index_leaflet_print.html
 Roeloffs, E. A. (1996) : Poroeleastic techniques in the study of earthquake-related hydrologic phenomena, Advances in Geophysics, 37, 135-195.

参考：東海地震に関する新しい情報体系

1. はじめに

近年の地震学の進歩によって、東海地震の前に発生する異常な現象が想定できるようになり、気象庁は平成16年1月5日に東海地震に関する情報体系を変更しました（気象庁、2003a；気象庁、2003b；内閣府・気象庁、2003）。

新しい情報体系では、危険度が低い情報から順に「東海地震観測情報」→「東海地震注意情報」→「東海地震予知情報」となります。信号機で例えると、「東海地震観測情報」が（青）→「東海地震注意情報」が（黄）→「東海地震予知情報」が（赤）となります。

2. 東海地震観測情報（青色信号）

地震防災対策強化地域（以下、東海地域と呼びます）における歪計1カ所で有意な変化が観測されて、東海地震の前兆現象の可能性がある場合に発表されます。

国や自治体等では情報収集連絡体制がとられません。住民の方は、特段の防災対応の必要はありませんが、テレビ・ラジオ等で次の情報発表に注意して下さい。

また、「東海地震観測情報」がいったん発表された後、東海地震と関係がない現象であることが判明した場合、いわゆる「安心情報」として「東海地震観測情報」が発表されます。

3. 東海地震注意情報（黄色信号）

東海地域における歪計2カ所で有意な変化が観測されて、東海地震の前兆現象の可能性が高まったと認められた場合に発表されます。

地震防災対策強化地域判定会（以下、判定会）の委員や関係者が臨時に集まり、観測データの検討を行います。

東海地域やその周辺地域では防災準備行動が開始されます。住民の方は、テレビ・ラジオ等の情

報に注意し、政府や自治体などからの呼びかけや、自治体等の防災計画に従って行動して下さい。

なお、「東海地震注意情報」がいったん発表された後、本情報を解除する場合にも、「東海地震注意情報」が発表されます。

4. 東海地震予知情報（赤色信号）

東海地域における歪計3カ所で有意な変化が観測され、判定会の検討の結果を受けて、「もうすぐ東海地震が起きそうだ」と気象庁長官が判断した場合に発表されます。

「地震予知情報」の報告を受けた内閣総理大臣は、ただちに閣議を開き、「警戒宣言」を発令します。この「警戒宣言」の発令により、東海地域やその周辺地域の自治体は地震災害警戒本部を設置し、本格的な防災体制に入ります。

なお、「東海地震予知情報」がいったん発表された後、本情報を解除する場合にも、「東海地震予知情報」が発表されます。

5. おわりに

現在の科学技術力には限界があるため、上記の情報発表が一切ないまま東海地震が発生する可能性があります。また、地震前の異常現象の進展によっては、「東海地震観測情報」が発表されず、はじめから「東海地震注意情報」が発表されることもあります。したがって、いつ東海地震が発生してもしっかり対応できるよう、日頃から備えておく必要があります。

なお、産総研が観測している地下水データは、東海地震に関する情報を発表する際の参考データとなります。また、産総研の地下水観測データを判定会に説明するために、地震地下水研究グループ長など3名は産総研理事長から判定会説明員を任命されています。

MATSUMOTO Norio, TAKAHASHI Makoto and KOIZUMI Naoji (2004) : Groundwater Observation - In order to predict the future Tokai earthquake -.

<受付：2004年1月15日>