

1946年南海地震前の地下水位変化の調査・観測

京都大学防災研究所

浅田 照行

1. はじめに

南海地震は100～150年周期で繰り返し発生する海溝型巨大地震である。1946年の昭和南海地震(M8.0)から約60年が経過し、次の南海地震は今後30年以内に40%の高い確率で発生すると予測されている(地震調査委員会, 2001)。

我々は、昭和南海地震の一週間前から直前にかけて、紀伊半島から四国の太平洋沿岸の広い範囲で井戸水が減った、或いは涸れたという報告(水路局, 水路要報, 1948)に着目し、この現象が次の南海地震の予知に役立つかどうかについて、現象の再現性や地下水を減少させるメカニズムの解明について調査・観測を行っている。

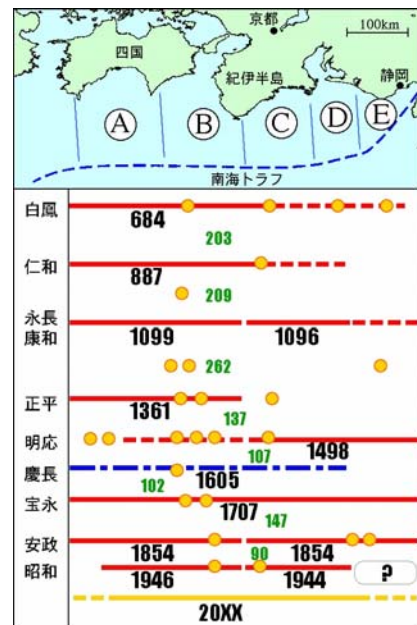
2. 南海地震について

歴史史料学・考古学的調査から明らかにされた東海・南海地震の歴史(図-1)。

- ・ 100～200年間隔で繰り返し発生
- ・ 潮岬より西側が震源域(A+B)=南海地震
- ・ 潮岬より東側が震源域(C+D+E)=東海地震
- ・ 震源域が広いM8級

3. 調査

水路要報で昭和南海地震前に地下水異常が報告されている15地域(図-2)について、2001年から異常のあった井戸が現存するかどうかの調査を始めた。高知県下田・徳島県海部町・和歌山県印南町で確認出来たが、印南・下田の井戸は埋められていて現存しない。また、この現象がたまたま偶然だったとすれば次の南海地震の前には期待できない恐れがあるので、安政南海地震の前にも井水涸れがあったかどうかの再現性検証のため古文書・郷土史等の調査をおこなった結果、和歌山県広川町・高知県土佐清水市中浜で安政南海地震についても、井水涸れがあった事が古文書に記載されていて、この現象が一過性のものではなく再現性のある現象との確証を得た。安



石橋・佐竹(1998)に加筆

図-1 東海・南海地震の歴史



図-2 昭和南海地震前に水位異常のあった15地域

政南海地震も含めると、地下水の異常が見られる地域は、15ヶ所以外の地域にもある事がわかった（重富・他，2003）。

更に、次項で述べる地下水減少メカニズムのモデルは、プレスリップ（先行滑り）を前提としていることから、プレスリップがあったかどうかの検証も必要であり、調査をおこない、高知県須崎市の野見・安和・久通で、また、宇佐や室戸でも地震前の潮位異常の資料や証言を得て、現在調査を続けている。

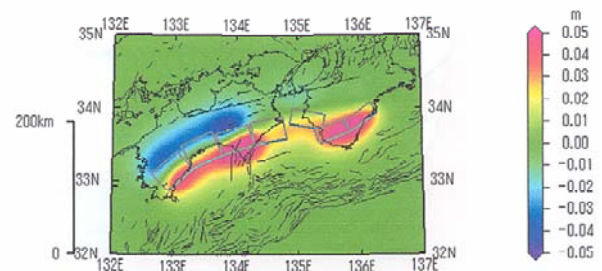


図-3 シミュレーションによる隆起地域

4. 地下水減少メカニズムのモデル

このモデルは、プレスリップによる土地の隆起を前提としている。そこで南海地震前の地下水異常が報告されている地域が隆起域になるか、昭和南海地震のコサイスミック断層モデルを基にシミュレーションをおこない（図-3）、太平洋沿岸において隆起域が現れることを示した（橋本，2003）。しかし、プレスリップによる隆起は僅かであり、プレスリップ量を本震の10%としても、 10^{-7} 程度で、歪と地下水位の変化量に関する別の観測から、 10^{-7} の伸びによって水位は5～10 cm程度の低下である（尾上・他，2003）。井戸の水位は気象（降雨）や潮汐によっても数十 cm 変化するので井戸の水位が目で見えてわかるほど、あるいは涸れるほど減少するにはメートルのオーダーで低下する必要がある。水路局が調査した地域は、160ヶ所以上あるが、井戸水が変化したと報告されている地域は15ヶ所しかない。現地調査を進める過程で、変化したとされる地域はよく似た地形で、山に囲まれた三角州で、渇水期（地震の発生した時期）には淡水の供給が少ない地域に多い。

海岸近くでは海水が陸部の下に楔型に侵入しており、比重の違いから淡水は海水の上に浮いている。プレスリップによって地表が Δh だけ隆起すると、地下水面も Δh 持ち上げられる。それとバランスをとるため淡水と海水の境界面は、ガイベン・ヘルツベルグの公式

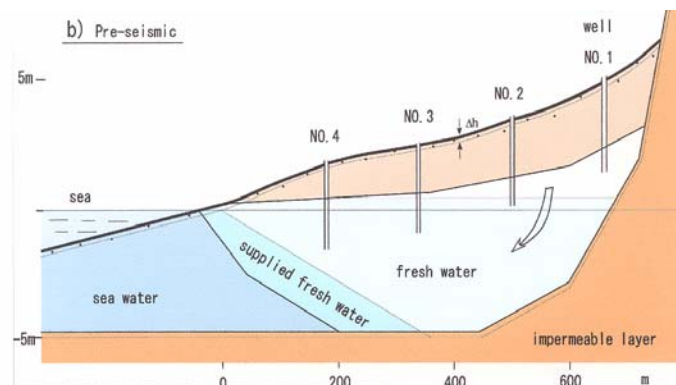


図-4 地下水減少メカニズムのモデル

から、 Δh の40倍下がり、境界面が海側に移動する。それを補うため、比重の差から多量の淡水が地下水位の高いほうから境界面の後退した部分に流れ込むため、井戸水が涸たり水位が低下するとしたメカニズムのモデル（図-4）が構築された（梅田，地震予知連絡会報，第70巻，2003）。

5. 観測

昭和南海地震前に地下水の変化があった地域の調査により、近年井戸水はあまり使用されていないが、井戸そのものはかなり残っている地域がある。我々は、これらの遺存する井戸で1.5～2年程度水位の観測を行い、井戸の水位変化の特性を調べると共に、水準測量またはGPSによって水位の絶対位置を押さえておき後年同じ観測をした際の比較のためにデータセットとして保存しておく計画で、和歌山県印南町5ヶ所、徳島県海部町・他で5ヶ所、高知県浦戸・他6ヶ所で水位観測をしている。

また、高知県佐賀町では利水工事による地下構造調査により、帯水層や淡水・海水の境界面の位置が推定できることから、モデルの検証を目的に、2003年に海岸から山手に向かって4本の鋼管打ち込み式観測井を設置し、アレー観測(図-5)を行い、モデルの妥当性を説明する上で必要な2点の検証をおこなった。検証の1点目は、地下水位面が海面より高いことの確認で、水準測量により各観測井の標高を測定し水位標高を求め確認した(図-6)。検証の2点目は、海洋潮汐によって海水・淡水の境界は大きく変動しているはずで、毎日のように山手の井戸は涸れたり溢れたりすることになるが、現実にはそうはなっていないのは何故かという点で、潮位変化とNo.1～4井の潮位に因る水位変化の振幅比から、潮位の影響は海岸からの距離にしたがい対数減衰しており600mの内陸部では、潮位の影響は1/10に減少している(図-7)ことが判った。この2点の検証によりモデルの妥当性が略確認できた(浅田・他、2003)。更に海水と淡水の境界面の挙動について解明を試みたが、鋼管打ち込み式井戸では深さに限度があり、いずれも海水に達していないため、2004年4月に図-5の配地図に①と③で示す2ヶ所に深さ13mのボーリング井戸を設置した。水位、他の連続観



図-5 佐賀の観測井(●)と潮位観測点(■)の配置

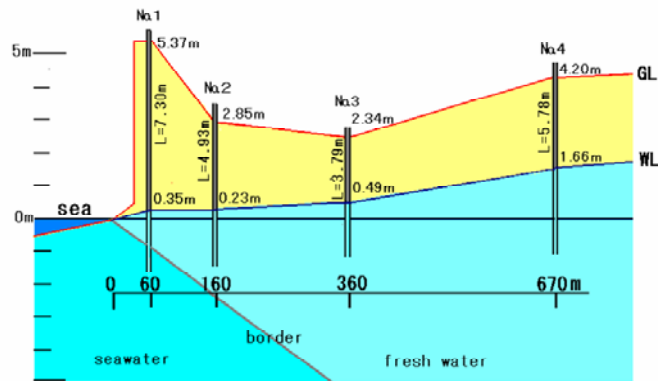


図-6 観測井の水位標高(WL)

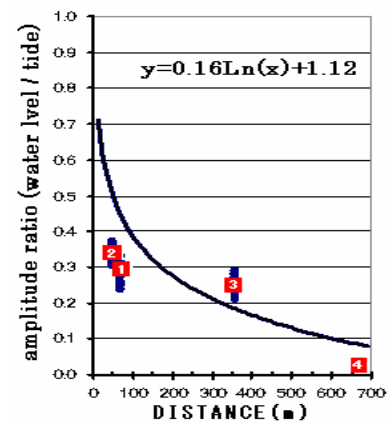


図-7 海洋潮汐影響の距離

測を開始するにあたり、1 昼夜 3 時間ごとに 0.5~1m の深度間隔で電導度観測を行い、①地点のボーリング井において 10.5m 付近に淡水と海水の境界があることを確認した。また、電導度の振幅の違いから、境界面は潮位変化によって海水部を支点に傾きを持つ逆さ振り子の挙動をしている事が判った(図-8)。通常境界面は移動しないが(長周期変動はあると思われる)、台風のような異常潮位(海面の上昇)によって境界面は陸側に移動する。異常潮位がおさまると境界面は基の位置に戻るが、この際、淡水が早く移動することが水位と電導度の連続観測記録からわかる(図-9)。この事は、プレスリップにより陸側が隆起した場合、境界面は海側に移動し、淡水が先に移動するため地下水が減少するとしたモデルの検証となる(浅田・他, 2004)。

6. まとめ

2000 年からの調査・観測によって、地下水減少メカニズムのモデルの妥当性を確認できたことから、安政・昭和南海地震で地下水の異常があった地域の海岸部で、淡水・海水境界面の観測(水位・電導度の連続観測)をおこなえば、次の南海地震の直前予知に有効かも知れない。更に予知に有効な観測手法の開発を目指す。

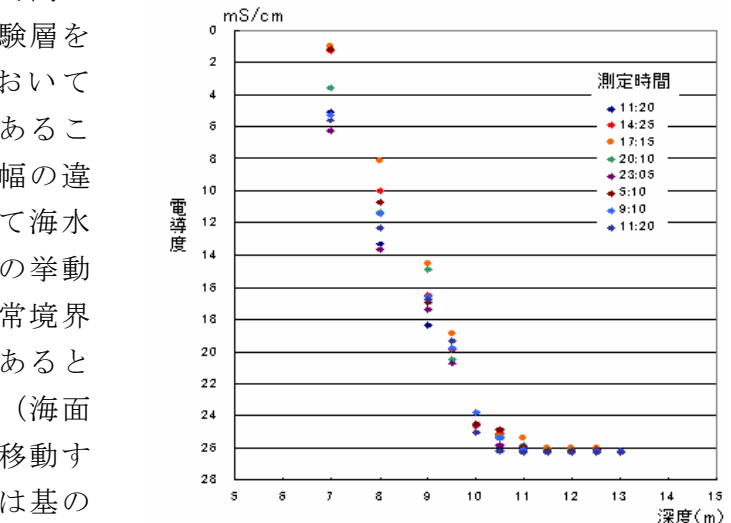


図-8 ボーリング井①の淡水・海水境界の位置と潮位による境界の挙動

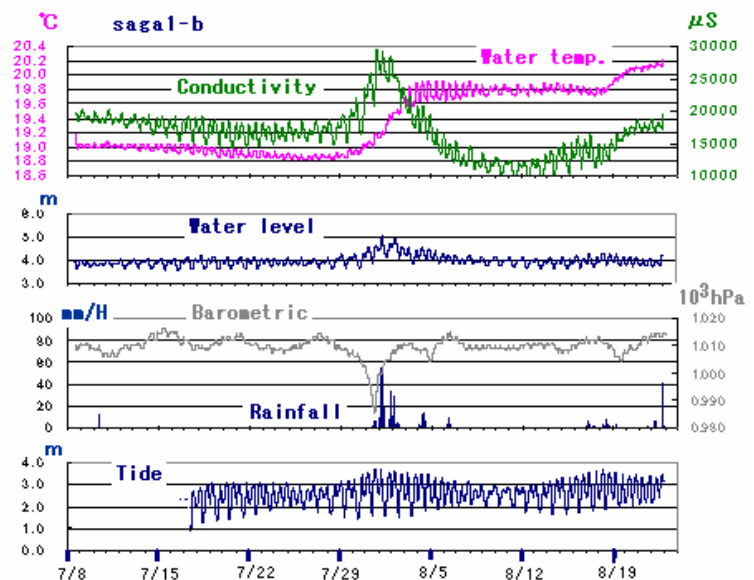


図-9 2004 年 7 月 29 日台風 10 号通過前後の水位・電導度の変化

参 考 文 献

水路局：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, 1948, pp. 1-117.

梅田康弘：南海地震前の井戸水の減少について-増幅のメカニズム-, 国土地理院(2003), 地震予知連絡会報. Vol. 70, pp. 423-427.

他に、学会・研究会、等での研究メンバーの発表要旨を参考にした。発表者：梅田康弘・橋本学・重富國宏・尾上謙介・細義信・辰己賢一(敬称略)、浅田照行。