

昭和南海地震前に涸れた徳島県海部郡における井戸の水位観測

防災研究所地震予知センター徳島観測所
近藤 和男

1. はじめに

南海トラフを震源とする巨大地震が100年～150年の間隔でほぼ規則的に発生し紀伊半島から四国の沿岸部をはじめ西日本の各地に大きな被害をもたらしている。1946年12月21日に発生した昭和南海地震(M8.0)では、地震の前に紀伊半島から四国の太平洋側の広い範囲で地下水、特に井戸水の水位が減った、あるいは涸れたという報告がある(水路局:水路要報(図1)増刊号1948)。この現象はその前に発生した安政南海地震(1854年M8.4)では井戸水が涸れたことが確認(今昔大変記等)され再現性のある現象であるという確証を得ることが出来た(重富他、2003)。宝永南海地震(1707年M8.4)に関しても同様にあったか否かの調査を行うとともに、地下水観測が次に想定されている南海地震発生の予測のための情報が得られる手がかりになると考え、2003年7月より徳島県海部郡内において地下水観測を開始した。

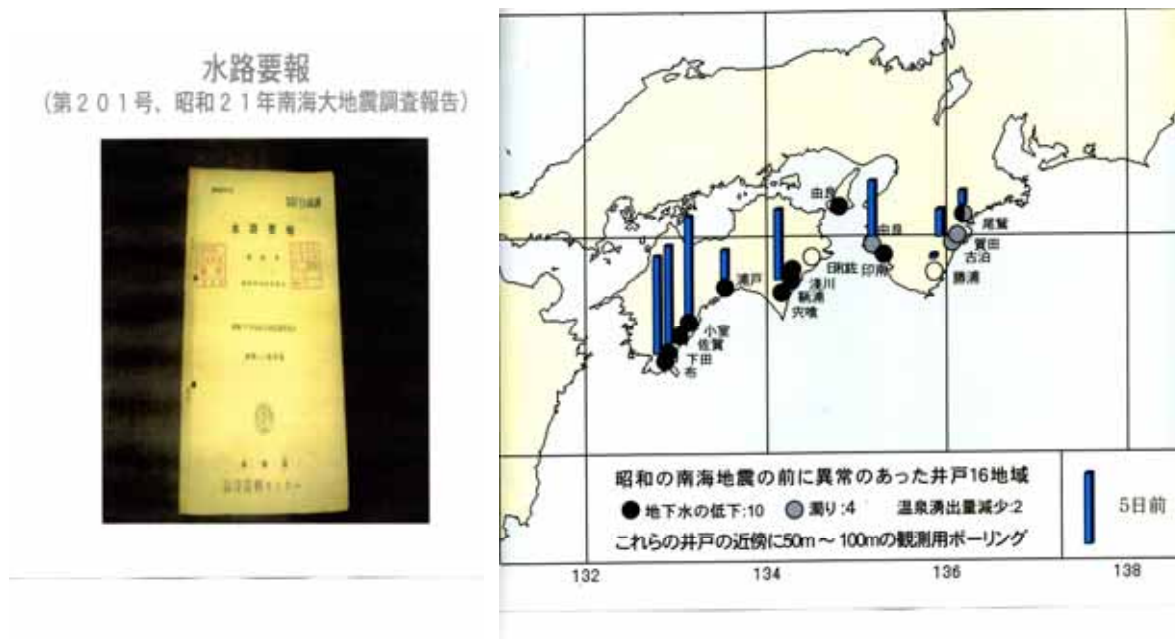


図1 水路要報

図2 昭和南海地震の前に異常のあった井戸

2. 現地調査

水路要報の中から地震の前に地下水に変化のあった場所を図2に示した。井戸水が涸れたり減少したところが11ヶ所、濁ったところが3ヶ所、温泉の湧出量が減少したところが1ヶ所の計15ヶ所である。異常の見られた井戸を確認するために、水路要報の記述に基づいて淡路から徳島県南部にかけて現地調査を実施した。現地調査の過程で聞き取り調査も併せて実施し、徳島県海部郡海部町奥浦地区に住む昭和南海地震体験者から、地震の半日前から井戸(海岸から約60m)の水が減少し、やがて涸れてしまったという状況を生の声として聞くことが出来た。またこの井戸からさほど離れていない井戸(海岸から約20m)につ

いても、水位が減少し濁ったとの証言も得ることが出来た。これらの井戸については位置の確認をすることが出来、濁った井戸は既に埋設され現存しないが、濁れた井戸については現存することが確認出来ている。一連の調査の結果、観測場所を徳島県海部郡海部町奥浦を中心に同町鞆浦、海南町浅川、宍喰町（撤去）の7ヶ所と決めた。

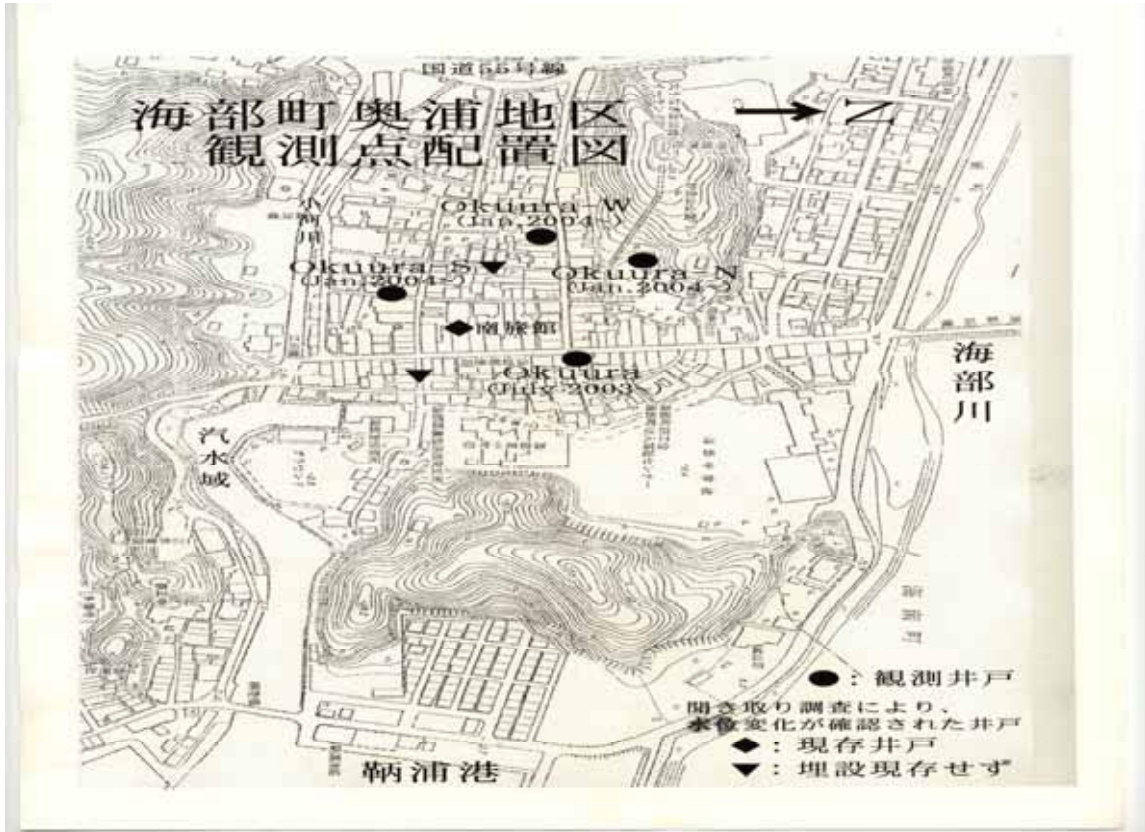


図3 奥浦周辺図



写真1 大岩慶長宝永碑
(鞆浦字北町)

幅 5.2m 高さ 3m の大岩で、昔は漁船を係留していた。もやい穴のあるこの岩には、慶長と宝永の南海地震の記録が彫り込まれている。



写真2 浅川御崎神社明治碑
(浅川御崎神社境内)

浅川千光寺本堂に安政南海地震を記した扁額があり、その文章に宝永地震の犠牲者を付け加えた石碑。

3. 地下水位の隆起に対する増幅効果モデル

南海地震の前に井戸水（地下水）が減少するメカニズムとして、プレスリップモデルが考えられる。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、歪と地下水位の変化量に関する別の観測（尾上他、2003）からその伸びによつての水位の低下は 5~10cm 程度である。井戸の水位は気象（降雨）や潮汐によつても数十 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。

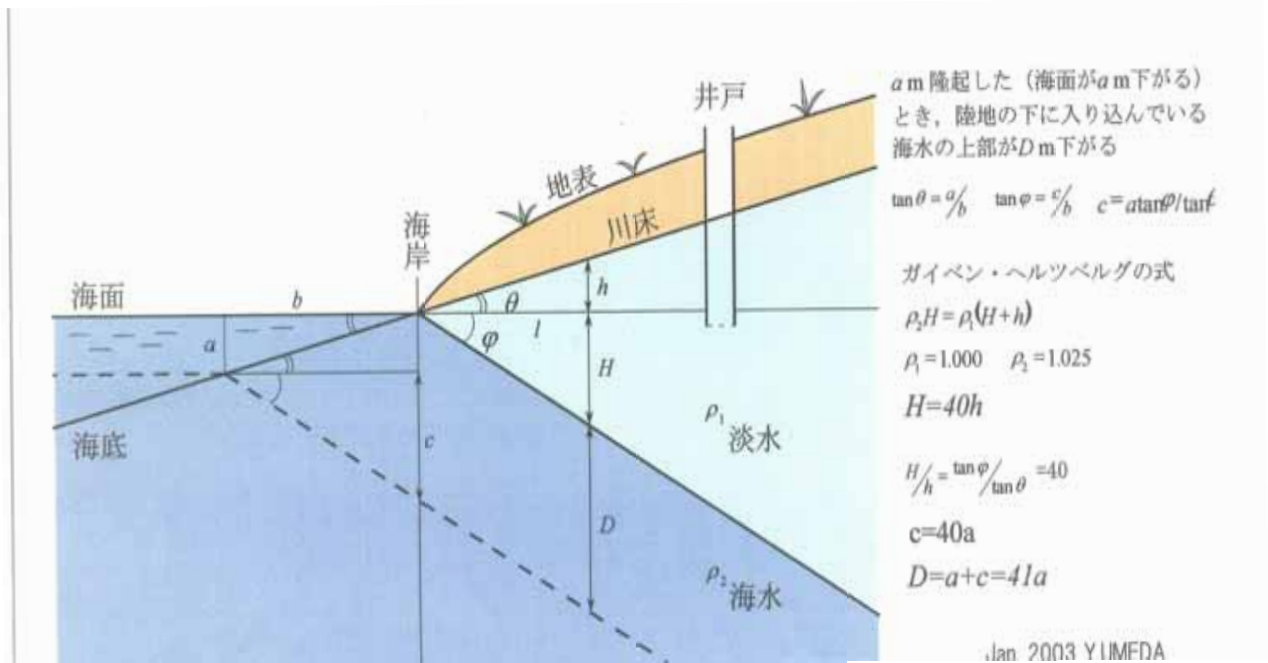


図 4 隆起が井戸の水位減少を増幅させるメカニズム

数 cm の隆起量で井戸の水位は大きく低下するというメカニズムのモデルを梅田(地震予知連絡会報, 2003) が構築した。図 4 に模式的に示したように、海岸近くの地下水は海水が陸部の下に斜めに浸透しており、淡水はその上に浮力で浮いている。井戸水はこの淡水の層から汲み上げられている。プレスリップによつて地表が a 隆起したとすると、海面は点線で示したように相対的に a 下がる。それに伴つて陸部の下に浸透していた海水の上面も点線に沿つて D 下がる。一般に河口付近の川床や海底の傾斜は非常に小さいので、隆起 a に対する陸部に浸透している海水上面の低下 D は大きく増幅されることが図からも分かる。この関係は同図に示された幾何学式と、淡水は比重の差で海水の上に浮いているというガイベン・ヘルツベルグに式を組み合わせることによつて得られる。淡水と海水の比重を 1.000、1.025 と仮定すると $D=41a$ が得られる。ここで、淡水の供給がなければ、 $41a$ はそのまま井戸の水位低下になる。つまり隆起量の 41 倍、井戸の水位は低下する。逆に淡水の供給が充分であれば淡水の水位は変わらず、従つて井戸水の低下もおもこらない。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、特徴的なことは、山に囲まれた小さな三角州だということである。昭和南海地震の発生した 12 月は渇水期でもあり、このような特徴的な地形では、淡水の供給が乏しかったと思われる。

4. 作業の流れ

水路要報より井戸に異常のあったとされる淡路・由良町、徳島県牟岐町、海南町、海部町、穴喰町の各役場を訪問し、現存する井戸の所在を確認する。

井戸の所有者を訪ね聞き取り調査を行う。(写真3)

各井戸の寸法、水位等を測定する。

(寸法は井戸の蓋(写真4)を工作室に依頼する時に必要)

聞き取り調査等をふまえ、当初5ヶ所(海南町浅川、海部町奥浦、同鞆浦2ヶ所、穴喰町)後に潮汐の変化が大きい穴喰町を撤去、新たに奥浦で3ヶ所設置し現在7ヶ所観測。



写真3 聞き取り風景



写真4 井戸蓋

水位計設置

* 水位計の概略仕様(写真5)

名称：Professional

水位・温度計(温度補正、気圧補正あり)

圧力精度：21m 計

$\pm 0.1\%$ ($\pm 2.1\text{cm}$)

温度精度： $\pm 0.2\%$ ($\pm 0.11^\circ\text{C}$)

メモリー容量：不揮発性

1MB220,000/2ch

内部バッテリー：単3電池



写真5 水位計(In-Situ社製 miniTROLL)

* 設置方法

井戸の湧き出し量及び湧き出し口を確認しておくためにポンプを使い井戸さらいをする。写真6～11に示すように井戸の縁にU字型金具を取り付け水位計ケーブルを固定、この際締め過ぎに注意し、曲げる時は半径が12.7cm以下にならないようにする。U字型金具との接触部はゴム管にて保護しておく。水位計は井戸底より少し上げて固定(ヘッド口に注意)井戸に蓋をし、計測ケーブルは手前のケースに収納、後ビニールカバーをかけ、連絡先を表示しておく。データの収録及び回収はソフト(Win-Situ 4.0)をインストールしているパソコンにて行う(詳細は以下)。

* Win-Situ の起動

水位計とパソコンを接続ケーブルで接続。

必要時には時計の修正：「Edit」—「Clock」を選択し修正。

テストの設定及び測定（データの読み取り）の設定

「テスト」ノードにセット、右画面の「Add」をプレス、「名前」を設定、「Linear」を選択「サンプリング時間（10分）を設定、「マニュアルスタート」を選択、「Finish」終了。

「Linear-name」を active に。「Start」で測定開始。「Disconnect」して「File」で「Exit」して終了。

データ吸い上げ

「Connect」して「Extract」でデータ吸い上げ、自動的にファイルができる。メモリーにデータが一杯になると記録を停止する。常に「Extract」して既存のファイルに付け足して行く。終了して観測をそのまま続けるなら、「Disconnect」して「File」で「Exit」して終了。観測を終了する時は「Stop」してデータを「Extract」する。

データは”Excel”を使ってテキストファイルに変換して作図できる。

* 設置風景



写真6 井戸さらい



写真7 水位計投入



写真8 ケーブル固定



写真9 U字型金具



写真 10 データ収録



写真 11 ケーブル収納

5 . 観測点場所及び開始日

表 1 に、観測コード、シリアル No.および各観測点と開始日を示す。

表 1

観測コード	シリアル NO	住所	設置日 備考
Asakawa	12654	徳島県海部郡海南町浅川より西 143 太田氏宅庭内井戸	2003年7月16日
Okuura	3332	徳島県海部郡海部町奥浦町内 みなみ旅館前町所有井戸	2003年7月16日
Tomoura1	1520	徳島県海部郡海部町鞆浦東町 80 中野氏宅玄関前井戸	2003年7月17日
Tomoura2	626	徳島県海部郡海部町鞆浦東町 135 三浦氏宅室内井戸	2003年7月17日
Sisikui	4398	徳島県海部郡穴喰町穴喰字松原 204 穴喰漁協所有井戸 * 撤収日	2003年7月17日 2004年1月19日
Okuura-S	14868	徳島県海部郡海部町奥浦町内 87-1 島氏宅庭内井戸	2004年1月19日
Okuura-W	14336	徳島県海部郡海部町奥浦町内 26 井上氏宅室内井戸	2004年1月19日
Okuura-N	4398	徳島県海部郡海部町奥浦町内 63 和田氏宅庭内	2004年1月19日 水位計穴喰撤収分



写真 12 Tomoura2

三浦氏宅室内井戸、元網元のお家で当初地震前に変化には気付かないとのことであったが、2005年7月のデータ回収日に変化したとの証言者を得た。



写真 13 Okuura-s

島氏宅庭内、井戸本体は壊してなくなっているが、図のように水位計の入る穴があり調査の結果、水底まで4.4m 水面まで2.3m (当時) ということで観測点に入れた。

6. 昭和南海地震体験者聞き取り調査



写真 14 昭和南海地震体験者聞き取り調査(2003年10月14日)

昭和南海地震から 60 年余、生存する体験者から生の声を聞けることが出来るのもそう多くはない。なるべく早い時期に聞き取り調査を実施しようと、みなみ旅館のご主人にお願いし、体験者 12 名に鞆浦漁業組合事務所に集合してもらい、お話をうかがった（写真 14）。（ちなみにみなみさん自身も体験者で旅館の井戸が涸れたとの証言を得ているが、残念ながらその井戸が現在は床下に隠れているため確認はなされていない。）

聞き取り調査に先立ち、重富氏（当時助手）より井戸水位観測の調査意義、方法、歴史的関わり（稲むらの火等）の概要説明があり、その後みなみさんを中心に話を進めてもらった。

- * 潮が狂う！（漁師言葉）
- * 地震の前漁にでていたが、帰ると潮が引いて舟がつけなかった。
- * 地震後の津波の証言が多く、津波がゴーンと来る前に海底が見えていた、津波はじわじわ来てあんまり高くなかった、浜に津波が来ると言う声で見に行った（2人）等。
- * 地震の揺れが長く感じた。
- * 前日の P.M11 時過ぎ、井戸のモーターが空回りした。
- * 地震前、12 月最初の頃だが、月の横に大きな星が出ていて不思議に思った。
- * 地震後、鞆から室戸に行くと、海中から泡が出ていた。
- * 地震数日前より、スルメイカが異常に豊漁だった。この地方の[いいつたえ]にスルメイカが獲れると“カッシン”になる。（悪いことがおこる）とあるのも披露された。

以上のように体験者だけの会合であったため、各人思い出しながら、又記憶間違いを修正しながらの話し合いは、非常に有意義な証言が得られたと確信している。

7. エピソード

*徳島新聞取材

2002 年 7 月に「東南海・南海地震防災対策特別措置法案」が可決されたことにより、特に地震調査委員会が今後 30 年以内に発生する可能性が 40~50% という危険度を示したことを受けて、徳島県は 2004 年度末に津波浸水予測図を作成した。こういう時期に海部郡内において 2003 年 7 月より観測を開始、10 月には 1 回目のデータ回収、それ以前の聞き取り調査のための役場訪問等を知った徳島新聞の尾野記者が来所した。2004 年 1 月から「地震予知は今：徳島から探る」というテーマで特集を組むとのことで資料及び情報を提供した。（写真 15 は 1 月 1 日号で見出しのトップを飾り、特集は 17 回にわたり、3 回目の県内宏観異常現象の中で聞き取り調査と同様にスルメイカの大漁、井戸水の異変が取り上げられた。15 回目には井戸水の水位調査としてとりあげられた。）この後も、関心があったらしく 2004 年 1 月 28 日の 2 回目のデータ回収日には、観測井戸に同行し、観



写真 15 徳島新聞 1 月 1 日

測方法及びデータ収録方法を取材され、翌 29 日の朝刊に「南海地震予知データ回収」として紙面にのった。7 月には「危機に生きる：南海地震」シリーズのなかで上記と同じ内容で取り上げられたが、この時は尾野記者よりの電話連絡だけであった。

*** 朝日放送 TV 取材**

2003 年 11 月のある日、梅田教授より電話にて朝日放送の TV 取材の案内を依頼され、朝日記者北浦氏に連絡を取り、日時の打ち合わせを行った。その時の口ぶりでは観測井戸の紹介及び観測方法の説明をすれば良いという話であった。しかし、2~3 日前に北浦氏より電話が有り、カメラマン同行にての取材をするので、朝 9 時に奥浦（観測井戸のある場所）に来て欲しい、同時に資料も欲しいとの連絡があった。あとで聞くとところによると梅田教授の予定がつかなくなったため急遽こちらの出番となった次第です。さて TV の録画は非常に時間がかかるもので、記者のナレーションの後当方の説明、カメラマンのアングルの調整の繰り返しで結局 9 時から 17 時（観測所発 7 時着 19 時）までかかりました。

放送は 2003 年 12 月 23 日で『井戸水で地震予知』のタイトルで浜口梧陵の稲むらの火のエピソードから梅田教授の井戸水位を予知に役立てようとの説明、現地での私の説明と約 10 分程の番組でした。長い収録時間のわりには私の登場場面は 1 分あったでしょうか？



写真 17 朝日放送取材

写真 16 徳島新聞 1 月 29 日

8. 観測結果

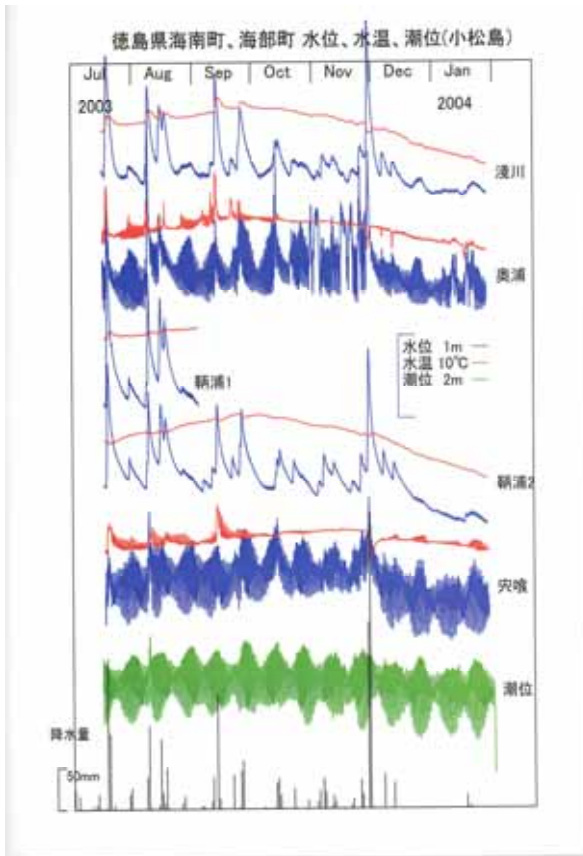


図5 水位、水温、潮位

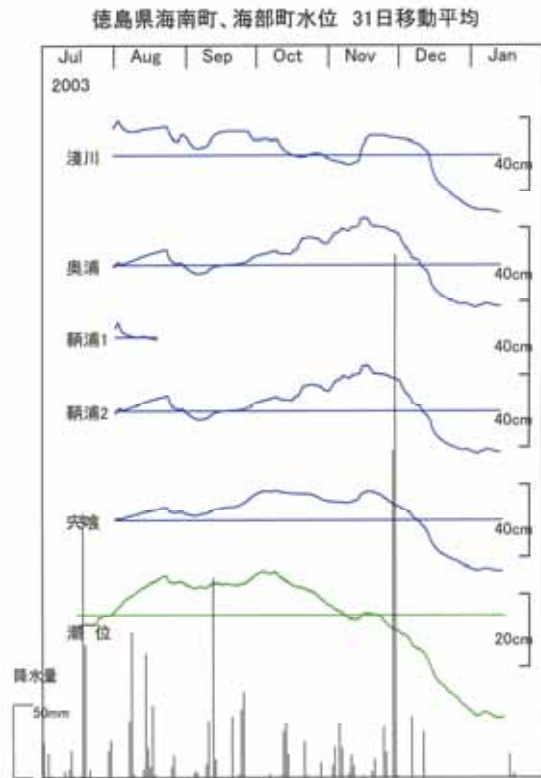


図6 水位 31日移動平均

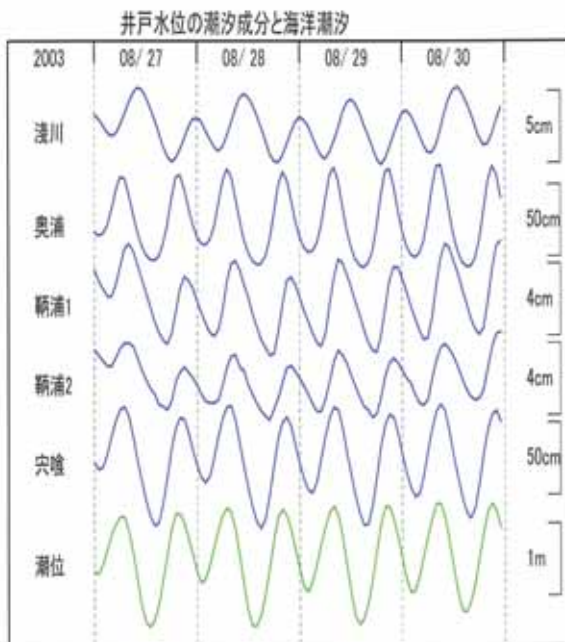


図7 井戸水位の潮汐成分と海洋潮汐

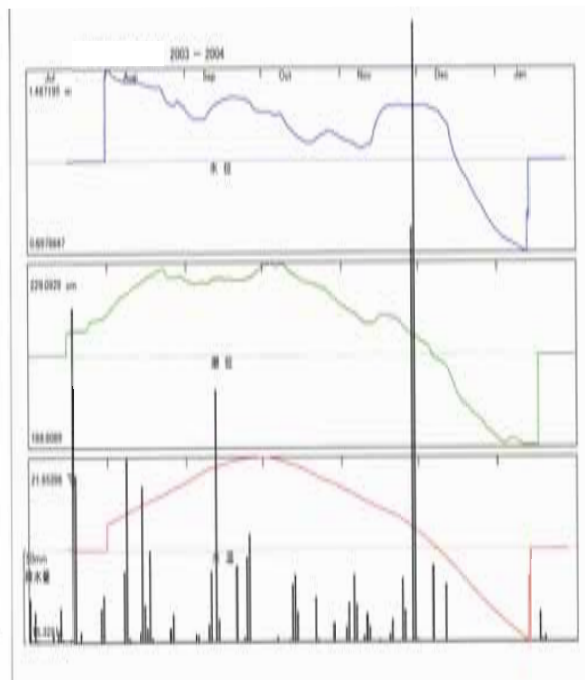


図8 Asakawa 観測結果

* 観測結果の概要

海洋潮汐と水位変化の関係では奥浦・穴喰（撤去）において潮汐の影響が大きく現れ、水位・水温とも大きく変化する（図5）。一方、浅川・鞆浦においては水位・水温変化は小さく海洋潮汐と比較すると1/20程度しかない（図7）。降雨による影響は水位変化に現れ、それに伴う水温の変化は夏場に上昇、冬場に低下する傾向がみられる。また海洋潮汐に対して井戸水位の潮汐成分に位相の遅れが見られる（図6）。図8の浅川の観測結果で見るとより鮮明に分ります。これらの現象が個々の井戸の地形を含む特性によるものかは現時点では特定出来ていない。

9. まとめ

ひとつの地域において、ある井戸の水位は低下しあるいは涸れたりもしたが、すぐ近くの他の井戸ではそのような現象が見られなかったという報告が、昭和南海地震の時も安政南海地震の時にも証言されている。水位低下についてさらに局所的な原因があると思われる次の段階での課題である。今回の観測ではそれぞれの観測井戸について約2.5年間水位観測を続けてきたが、個々の井戸の特性・年周変化等をデータセットとして残す。また、繰り返し同じ場所での水位観測が継続できるように、水準測量等による水位の標高値を測定して観測方式の統一とデータの長期保存をめざす。

10. 謝辞

今回開始した徳島県南部での観測では、海南町・海部町・穴喰町より昭和南海地震に関する貴重な資料を提供していただきました。また、昭和南海地震体験者として貴重な体験談を聞かせていただきました海部郡鞆浦・奥浦地区の皆様、水位観測をするにあたり快く井戸を提供していただいた皆様に感謝をいたします。この報告書を作成するにあたり、データ解析資料及び写真資料等を提供していただいた屯鶴峯観測所尾上助手及び予知センター細技術員に感謝いたします。

11. 参考文献

水路局：昭和21年南海大地震調査報告書 - 地変及び被害編 - 、水路要報増刊号、1948
重富國宏・他：史料から探る「南海地震前の井戸涸れ」、地球惑星科学関連学会、2003
尾上謙介・他：紀伊半島における水位観測と歪、地球惑星科学関連学会、2003
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
歴史探訪：南海地震の碑を訪ねて、毎日新聞高知支局発行