

昭和南海地震で湯峯温泉の湧出は止まったのか?

佐藤 努¹⁾・小泉 尚嗣¹⁾・中林 憲一²⁾

1. はじめに

2004年12月26日のスマトラ沖島西方の地震によって発生した大津波は、インド洋に面した国々に大きな被害をもたらした。日本においても津波を伴う巨大地震は過去にしばしば起きており、中でも南海トラフで発生する南海地震は、その津波の記録が684年から残されている(寒川, 1997)。インド洋の大津波のニュースでは、津波に関する住民の意識の低さが報道されているが、南海地震によって津波被害を受けてきた地域では、豊富な史料や口承が過去の教訓として防災に役立てられている。

我が国の1300年にわたる古文書に残された地震に関する記録は、南海地震の発生が90年から150年ほどの周期性を持つことも明らかにした(第1図; 寒川, 1997)。このような地震に関する記録の1つとして、我々は温泉の変化について着目している。その中でも和歌山県本宮町の湯峯温泉では、過去8-9回発生した南海地震のうち、4-5回において温泉の湧出が停止、または減少したと記録されている(宇佐美, 2003)。このことから逆に、湯峯温泉の湧出の停止・減少の記録をたどれば、史料に残されていない南海地震発生の時期を推定できるのではないかと考えられている(寒川, 1997など)。

我々は、南海地震発生と湯峯温泉の湧出の停止・減少との関係をより明らかにするために、2004年から湯峯温泉における調査を開始した。湯峯温泉では、前回の南海地震、つまり1946年の昭和南海地震時にも温泉の湧出が減少したという記録が残されている(和歌山県, 1963)。しかし我々の調査によって得られたのは、1946年の昭和南海地震時ではなく、その2年前の1944年昭和東南海地震時

に温泉の湧出が減少したという証言であった。これは全く予想外の結果であり、もしこれが事実であれば、湯峯温泉の湧出の減少は南海地震発生のみを示す指標ではなくなってしまう。そこで我々は、さらなる聞き込み調査やアンケート調査を行った。本報告では、南海地震や湯峯温泉の紹介とともにその結果を報告する。

2. 紀伊半島周辺で発生する巨大地震

四国や紀伊半島の沖合にある南海トラフでは、南海地震や東海(東南海)地震と呼ばれる巨大地震が繰り返し発生している。第1図には、これらの地震が発生する場所を示しているが、AとBの範囲で発生する地震は南海地震、CからEまでの範囲で発生する地震は歴史上、東海地震と呼ばれている。現在発生が懸念されている「想定東海地震」はEの範囲のみであり、後述するようにここで述べる「東海地震」とは若干内容が異なる。

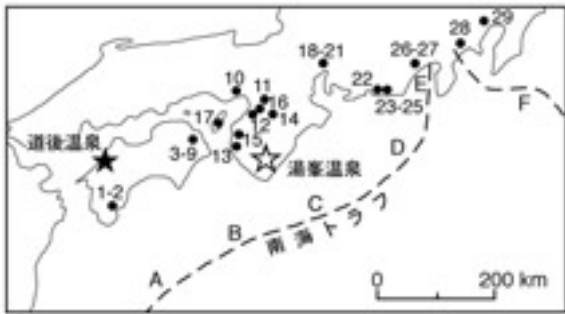
第1図の下段には、これらの地震が発生した年代が記されている。図中の横線は、史料に残されている地震の時期と発生場所を示しており、例えば684年にはAとBの範囲で地震が起きたことがわかる。この地震は白鳳の巨大地震と呼ばれ、日本書記に残されたその記録は、南海地震に関する最古の記録とされている(寒川, 1997)。ちなみにこの地震に伴って、紀伊の牟婁温泉(現在の和歌山県白浜町湯崎温泉)と伊予の温泉(現在の愛媛県松山市道後温泉)において、温泉の湧出が止まったという記録が残されている(宇佐美, 2003)。

最近発生した南海地震は、前述のように1946年の昭和南海地震で、過去の南海地震と同じくAとB

1) 産総研 地質情報研究部門

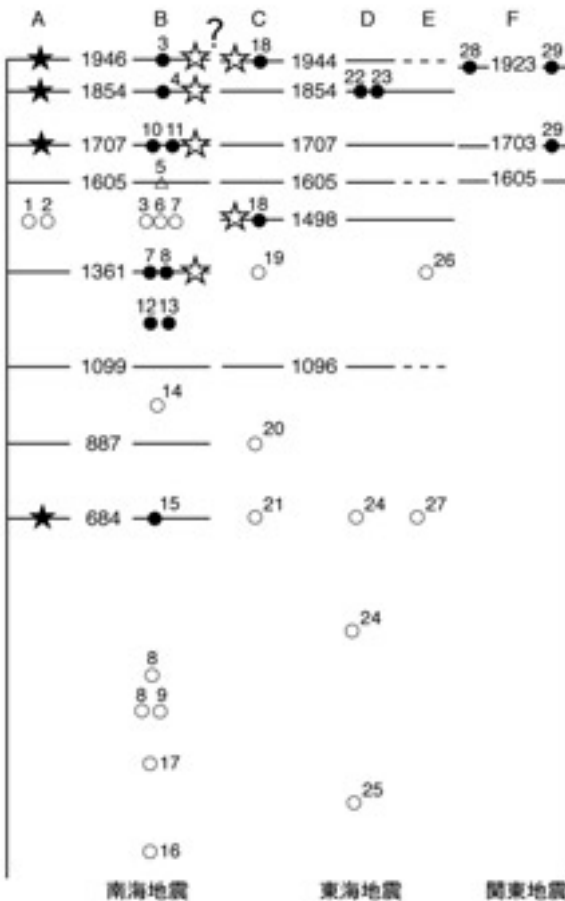
2) 和歌山県 総合防災課

キーワード: 湯峯温泉, 川湯温泉, 昭和南海地震, 昭和東南海地震, 湧出停止, アンケート調査



第1図

プレート境界である南海トラフ(A-D)、駿河トラフ(E)、相模トラフ(F)における巨大地震の発生時期(寒川, 1997に加筆)。A-Bの領域で発生するものを「南海地震」と呼ぶ。白および黒星印は、それぞれ湯峯温泉および道後温泉において温泉の湧出が停止もしくは減少したものを示す。黒丸印は遺跡で地震跡が検出されて史料に対応するもの、白丸印は史料の空白を埋めるもの、三角印は内陸地震の可能性のあるもの。



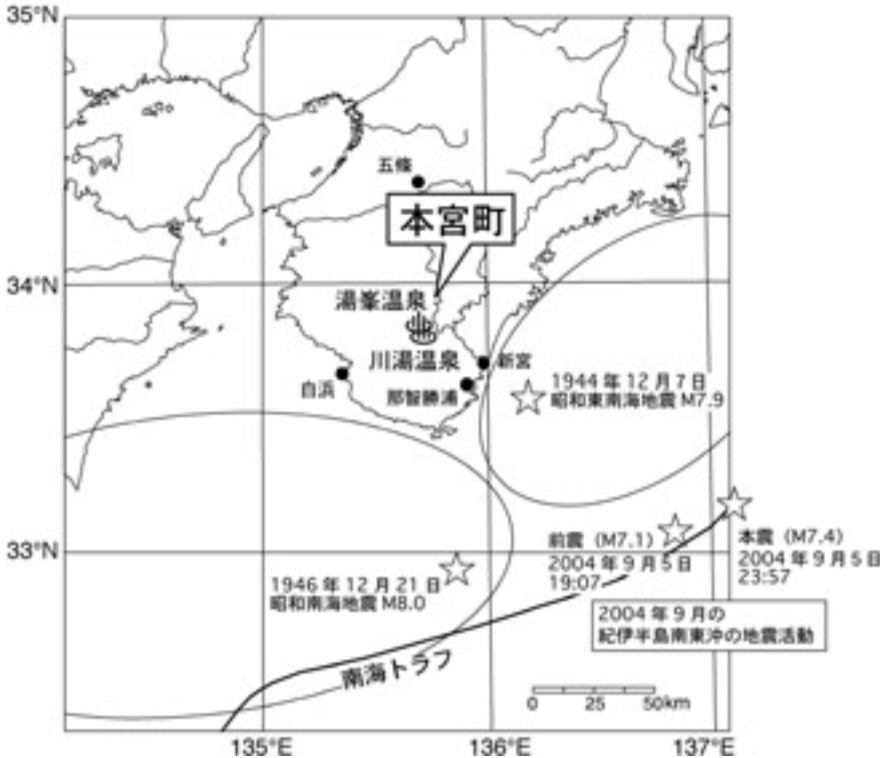
- 1: アゾノ遺跡(以下、遺跡省略)
- 2: 船戸
- 3: 宮ノ前
- 4: 神宅
- 5: 黒谷川古城
- 6: 古城
- 7: 中島田
- 8: 黒谷川宮ノ前
- 9: 黒谷川郡頭
- 10: 小阪邸跡
- 11: 池島福万寺
- 12: 石津太神社
- 13: 藤並
- 14: 箸尾
- 15: 川辺
- 16: 田井中
- 17: 下内膳
- 18: 東寺廃寺
- 19: 門間沼
- 20: 地藏越
- 21: 田所
- 22: 御殿二之宮
- 23: 袋井宿
- 24: 坂尻
- 25: 原川
- 26: 上土
- 27: 川合
- 28: 東町
- 29: 汐留

東海地震と呼ばれていたが、現在ではEで想定される地震が「想定東海地震」として注目されている。

第1図を見ると、684年から1946年までの間、周期的に南海地震が起きていることがわかる。特に最近の400年間は、その間隔が90年から150年程度と規則的である。この図において、湯峯温泉の湧出が停止・減少した地震を見てみると(白星印; 宇佐美, 2003より)、最近700年間に生じた紀伊半島沖の巨大地震について、1605年の慶長の地震を除くすべての地震に伴って湧出が停止・減少していることがわかる。このことから、湯峯温泉の湧出停止・減少の記録は南海地震発生の際の指標になるという考えが歴史地震学の分野で広がった(宇佐美, 2003)。そのことをよく表しているのが、1498年の明応の東海地震に関する研究例である。

1498年の東海地震は、明応7年9月20日に発生した。破壊したと思われる地域は、第1図のCからEの範囲である。この地震では津波の被害が大きく、当時淡水湖であった浜名湖は津波によってその南端が切断され、海とつながってしまった(寒川, 1997)。また和歌山県本宮町では、地震によって熊

の範囲で起きている(第1図)。時期をほぼ同じくしてCとDの範囲においても地震が発生しているが、これは昭和南海地震の2年前の1944年に起きた昭和東南海地震を示している。この時、Eの範囲までは断層の破壊が及ばなかったと考えられており(第1図の点線部分)、歪が十分に解放されていないことを根拠に現在Eにおける地震、いわゆる「想定東海地震」の発生が危惧されている。先にも述べたように、本来CからEまでの範囲で発生する地震が



第2図

湯峯温泉および川湯温泉の位置、1944年東南海地震および1946年南海地震の震央(星印)は宇佐美(2003)、2004年紀伊半島南東沖の地震活動の震央は気象庁(2004)による。だ円は1944年東南海地震および1946年南海地震の震源域を示す。

野本宮大社の社殿が崩れ、湯峯温泉も湧出が10月まで止まってしまった(宇佐美, 2003)。このように東海から紀伊半島までは、地震の発生を示す史料があり東海地震の発生は確実視されているが、四国では地震に関する記録が見つかっておらず、南海地震の有無については古文書から確かな情報が得られていない(寒川, 1997)。このことについて、寒川、宇佐美両氏はそれぞれの著書において以下のように述べている。

「(地震が起きた日を指して)この日、東海地震が発生したことが多くの古文書から確実視される。一方、南海地震の存在は、和歌山県の湯の峯温泉の湯が止まったこと(『熊野年代記』)や、都司嘉宣さん(東京大学地震研究所)が指摘している十五世紀末頃の和歌山市沿岸の津波の記録から、ぼんやりと推定されている(寒川, 1997)」

「和歌山市の津波が事実なら震源は南海地域にも及ぶと考えられる。湯ノ峰温泉の湧出停止は南海地震の特徴であると考えたい。しかし四国以西の史料が少ない(「新居浜市多喜浜の黒島の土地陥落崩潰レ3/4を失う」など)現在では早急な結論は避けるべきであろう(宇佐美, 2003)」

つまり、1498年における湯峯温泉の湧出停止を1つの傍証として、明応の東海地震と同時、もしくは時期をほぼ同じくして発生した南海地震の存在を、両氏は示唆している。

このことがきっかけとなったのか、1980年代後半から1990年代にかけて、15世紀末ごろに生じたと思われる激しい地震動の証拠が、四国地域で次々と発見されるようになった(寒川, 1997)。それは、主に遺跡に残された噴砂現象の跡である。地震動による激しい揺れを地面が受けると、土粒子が再配置を起し間隙水圧が急上昇することがある。このようにして圧力の増した地下水に土粒子が浮いたような状況になる現象を「液状化」と呼び、この高圧の地下水が土粒子を伴って地面の割れ目から地上に噴き出す現象を「噴砂現象」と呼ぶ。噴砂現象で噴き出した土粒子は地表面に広がることから、遺跡でこのような状況が発見された場合、土粒子が広がっている面を地震当時の地表面と判断する。さらに、この地表面の年代が分かれば、地震が発生した年代も推定できるのである。

第1図下段の黒丸、白丸、三角印は、このように遺跡に残された手がかりから推定された地震発生



第3図
湯峯温泉と川湯温泉の位置. 太い網掛けの
範囲は、温泉変化に関するアンケート調査
を実施した地域.

の年代を示している(寒川, 1997). この年代と史料における地震発生とが一致したものは黒丸で、地震の発生が史料に残されていないものは白丸で表示されている. 1498年付近を見てみると、四国のアヅノ(No.1), 船戸(No.2), 宮ノ前(No.3), 古城(No.6), 中島田(No.7) 遺跡で、15世紀末ごろと思われる噴砂現象の跡が発見されている.

もし、このような遺跡で発見された噴砂現象の跡が1498年における南海地震の発生を示すのであれば、過去700年間における湯峯温泉の湧出の停止・減少は、すべて南海地震の発生を示すことになる(第1図). それでは、過去の南海地震によってたびたび湧出が止まる湯峯温泉とはどんなところなのか、次章で紹介する.

3. 湯峯温泉について

湯峯温泉は、和歌山県の本宮町に存在する(第2図). 本宮町は、紀伊半島南部のほぼ中央部に位置し、2004年7月に世界遺産に登録された「紀伊山地の霊場と参詣道」の霊場「熊野三山」の1つ、熊野本宮大社があることで知られている. 参詣道は

「熊野古道」とも呼ばれ、その多くが本宮町を通る. 特に、平安時代から熊野参詣でよく使われた中辺路、高野山と熊野を結ぶ小辺路、吉野と熊野を結ぶ大峰奥駈道などがある. ちなみに熊野三山とは、熊野本宮大社、熊野速玉大社(新宮市)、熊野那智大社(那智勝浦町)のことを指す.

本宮町役場や熊野本宮大社は、町を北から東へ流れる熊野川に沿って建てられているが、湯峯温泉はそこから西方へ尾根を1つ越えた山間に位置している(第3図). 温泉街の中心部にある湯筒では、90℃近い温泉が自噴し、温泉たまごを作ることができる(第4図). また湯筒の上流には「つば湯」と呼ばれるお風呂があり、人が一人入れるくらいの岩の湯船が人気を呼んでいる. なお湯峯温泉は、「湯の峰」や「湯の峯」などの表記がされることもあるが、住所は「湯峯」であるため本報では統一して「湯峯」と記している.

湯峯温泉は自噴温泉であることは上で述べたが、もう1つの自噴温泉として、本宮町には川湯温泉が存在する(第3図). 場所は湯峯温泉の南東約2kmに位置し、温泉の真ん中を流れる大塔川の川原では温泉が自噴している様子を見ることができる. さ



第4図 湯峯温泉のつぼ湯と湯筒の様子。

らに大塔川の水量が減る冬期には、川原が露天風呂となる「仙人風呂」(第5図)が作られ、温泉の自噴を容易に体感することができる。湯峯温泉と川湯温泉の間には渡瀬温泉が存在するが(第3図)、こちらは昭和27年以降に開発された温泉で、主に掘削井から温泉が採取されている。

4. 温泉変化についての聞き取り調査

紀伊半島沖の巨大地震発生と温泉の変化との関係について、我々は本宮町における調査を2004年2月から開始した。その際、湯峯温泉と川湯温泉にて、それぞれ1名の方に、湧出が減少したと報告されている1946年の昭和南海地震時の温泉の様子について聞いてみた。すると予想外なことに、「昭和南海地震ではほとんど変化は無かったが、2年前の昭和東南海地震で湧出が止まった」という返答を、両温泉において得ることとなった。もしこのことが本当であれば、湯峯温泉の湧出停止・減少は南海地震発生の傍証とは言えなくなってしまう。そこで我々は、時期を改めてさらなる聞き取り調査を行い、さらに温泉変化に関するアンケート調査を実施することにした。

聞き取り調査は、2004年7月14日から15日にかけて湯峯温泉にて行った。話を聞いた方は3名で、いずれも湯峯温泉に在住の方である。60年前の出来事の調査のため、80才以上の方を対象とした。以下に得られた証言と、証言者の証言当時の年齢を記す。



第5図 川湯温泉を流れる大塔川の様子。

証言1 (83才男性)

1944年は兵隊に行っていた。復員してから家族に1944年の東南海地震で温泉が止まったことを聞いた。この地震時につぼ湯に入っていた友人は、地震にびっくりして裸で家に帰り、戻ってみるとお湯が無くなっていたという。1946年の南海地震では、夜中にグラグラと揺れて飛び起き、源泉を見に行ったが変化は無かった。

証言2 (93才男性)

1944年は江田島に行っていた。1945年の終戦直後の8月23日に帰ってきた時には、ほとんどの源泉で湯が出てなく、1ヶ月くらいしてポツポツと出だした。知人の話によると、1944年の地震時に温泉が止まり、湯筒やつぼ湯も温泉が止まったという。

証言3 (83才男性)

1944年は兵隊に行っていた。終戦後に帰ってきた時に、1944年の地震時に温泉が止まり、半年く

らい出なかったことを聞いた。1946年の地震では変化が無かった。1995年の神戸の地震でもあまり変化は無かった。

以上をまとめると、3名ともに1944年は戦争のために湯峯温泉にはいなかったことが共通している。したがって、1944年の東南海地震時の変化についてはすべて伝聞となっている。しかし逆にこのことから、1944年の地震と1946年の地震とを混同して記憶している可能性は低いと考えられる。終戦前、つまり1945年8月15日以前の体験しなかった地震と、終戦後に実際に体験した地震とを間違える人は少ないだろう。よって、終戦前の1944年の地震で温泉の湧出が止まった(と聞いた)ことと、終戦後の1946年の地震で温泉の変化はあまり起こらなかったことは、信用できる情報ではないかと考えられる。

その他、時間的な情報について細かく見てみよう。地震の発生時間は、昭和東南海地震は1944年12月7日13時35分、昭和南海地震は1946年12月21日4時19分である。1944年の地震時につぼ湯に入っていたことや、1946年の地震時に飛び起きたことなどについては、時間的に矛盾の無い証言である。また1944年の地震後から半年くらい温泉が止まったという情報と、1945年の終戦の8月に復員してからポツポツと温泉がわき出したという情報にも整合性がある。

それではなぜ、1944年の東南海地震で湯峯温泉の湧出が停止したという情報が、世の中に広まらなかったのだろうか。それは、この地震が戦時中に起きたという歴史的背景が関係していると考えられる。

1944年の昭和東南海地震は戦時中に起きたため、報道管制によって徹底的に情報が隠蔽された。これは、地震によって被害が生じたことが敵国に分かると戦況が不利になると考えられたためである。したがって、地震が起きたことはもちろん、地震による温泉の変化についても公言することは許されなかったと考えられる。そして終戦後の混乱した中、1946年に昭和南海地震が発生した。そのような状況のために、名前も時期もよく似ているこの2つの地震は、混同して記憶されてしまったのではないだろうか。実際、我々が聞き取り調査をしている時も、1944年の地震を「南海地震」と呼ぶ場面を

1. あなたの住む所の最寄の温泉名を教えてください。
湯峯温泉(), 川湯温泉(), その他()

2. 最寄の温泉と昭和19年の大地震についてお尋ねします。
2-1: その温泉は地震の時に変化しましたか?
はい(), いいえ(), わからない()
2-2: 2-1で「はい」と答えた方にお尋ねします。
変化は、水位や湧出量の増加(), 減少()
その他()
2-3: この地震のときに起こったことについて何かご存知でしたらお書き下さい。

3. 最寄の温泉と昭和21年の大地震についてお尋ねします。
3-1: その温泉は地震の時に変化しましたか?
はい(), いいえ(), わからない()
3-2: 3-1で「はい」と答えた方にお尋ねします。
変化は、水位や湧出量の増加(), 減少()
その他()
3-3: この地震のときに起こったことについて何かご存知でしたらお書き下さい。

4. 「昭和南海地震」と聞くと、いつの時期を連想しますか?
終戦前(), 終戦後(), その他()

5. あなたのお名前と年齢等についてお知らせください。
氏名(), 年齢(), 電話()
住所()

ご協力ありがとうございました。

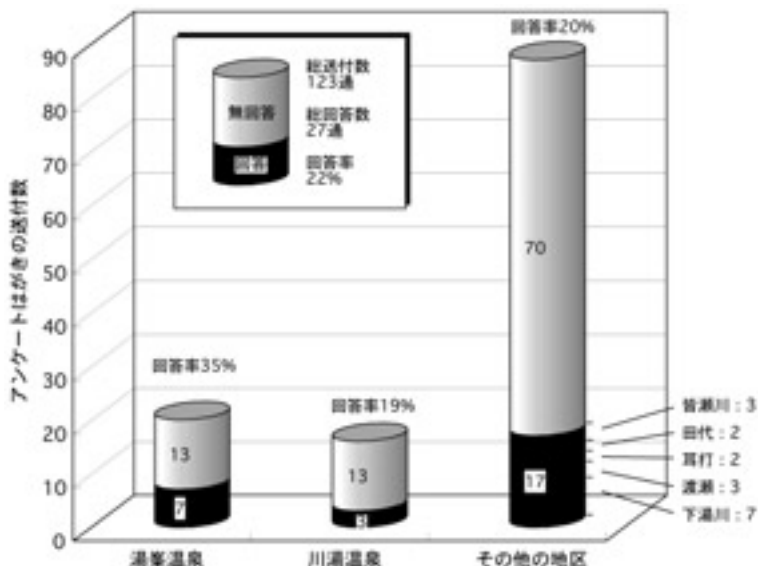
第6図 1944年東南海地震および1946年南海地震時の温泉変化に関するアンケート調査に用いたはがき。

見かけた。終戦前と終戦後という用語を用いて区別すれば混同しない地震なのに、地震名を用いて区別すると混同する可能性がある。そのような複雑な事情が関係して、昭和東南海地震ではなく昭和南海地震によって湯峯温泉の湧出が減少したという情報が和歌山県(1963)の記録にも残り、結果として世の中に広まったのではないかと我々は考えている。

それでは本当に、1946年の昭和南海地震時には温泉に変化は起こらなかったのだろうか。そこで我々は、湯峯温泉と川湯温泉およびその周辺地域を対象にして、温泉変化に関するアンケート調査を行った。

5. 温泉の変化に関するアンケート調査

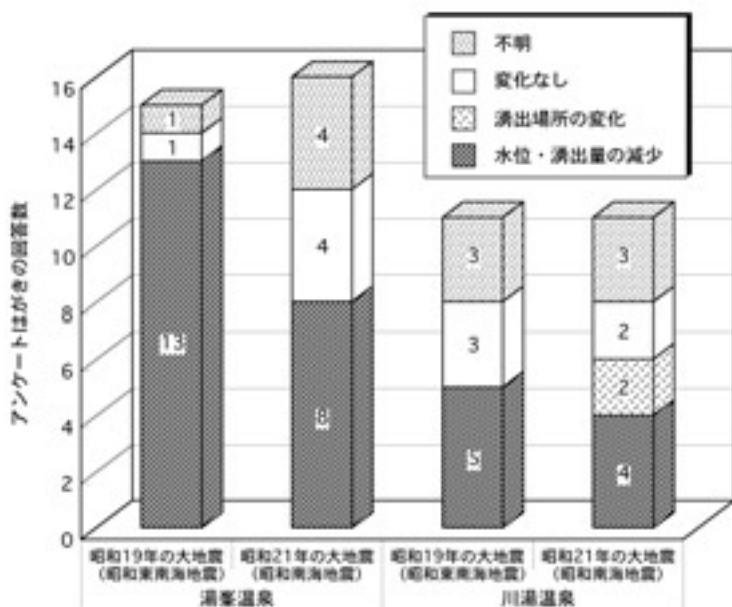
聞き取り調査の結果を検証するために、第6図のはがきを用いた温泉の変化に関するアンケート調



第7図 1944年東南海地震および1946年南海地震時の温泉変化に関するアンケート調査の送付数と回答数。

泉が皆瀬川地区の一部と田代地区の一部の合わせて16世帯(点線の範囲), 周辺地区は下湯川(31世帯), 渡瀬(29世帯), 耳打(6世帯), 請川(1世帯), 皆瀬川および田代の川湯温泉から離れた地区(それぞれ12, 8世帯)である。アンケートはがきは, 2004年8月17日に投函した。

アンケートの質問を第6図で見ると, 主に1944年の昭和東南海地震と1946年の昭和南海地震の時の温泉の変化について聞く内容となっている。まず, これらの地震時に温泉に変化があったかどうかを聞き, 変化があった場合には, その変化が水位や湧出量の増加であったか, または減少であったか, さらにその他の変化であったかを記述する内容となっている。質問に用いた地震名は, 「昭和東南海地震」「昭和南海地震」ではなく, 「昭和19年の大地震」「昭和21年の大地震」とした。これは前章で述べたように, 東南海地震と南海地震という地震名は混同されている可能性があるためである。また, この混同の有無について調査するため, 質問の最後において, 「昭和南海地震」という言葉から連想される時期についても聞いている。



第8図 1944年東南海地震および1946年南海地震時の温泉変化に関するアンケート調査結果。

査を, 2004年8月に行なった。調査対象は, 湯峯と川湯温泉およびその周辺地域(第3図の網掛け太線の範囲内)で, 65才以上の方が在住する123世帯とした。具体的な地区と世帯数は, 湯峯温泉が湯峯地区の20世帯(第1図の点線の範囲), 川湯温

泉が皆瀬川地区の一部と田代地区の一部の合わせて16世帯(点線の範囲), 周辺地区は下湯川(31世帯), 渡瀬(29世帯), 耳打(6世帯), 請川(1世帯), 皆瀬川および田代の川湯温泉から離れた地区(それぞれ12, 8世帯)である。アンケートはがきは, 2004年8月17日に投函した。

アンケートの質問を第6図で見ると, 主に1944年の昭和東南海地震と1946年の昭和南海地震の時の温泉の変化について聞く内容となっている。まず, これらの地震時に温泉に変化があったかどうかを聞き, 変化があった場合には, その変化が水位や湧出量の増加であったか, または減少であったか, さらにその他の変化であったかを記述する内容となっている。質問に用いた地震名は, 「昭和東南海地震」「昭和南海地震」ではなく, 「昭和19年の大地震」「昭和21年の大地震」とした。これは前章で述べたように, 東南海地震と南海地震という地震名は混同されている可能性があるためである。また, この混同の有無について調査するため, 質問の最後において, 「昭和南海地震」という言葉から連想される時期についても聞いている。

2005年2月1日現在の回答数は27通で, 回答率は22%であった。第7図で地区別に回答率を見てみると, 湯峯温泉の回答率が35%で最も高く, 温泉変化についての意識の高さを伺わせる。

第1表 1944年東南海地震および1946年南海地震時の温泉変化に関するアンケート調査結果の詳細。

| 場所 | 昭和東南海地震 | 昭和南海地震 | 回答数 |
|------|-----------|-----------|-----|
| 湯峯温泉 | 水位・湧出量の減少 | | 6通 |
| | 水位・湧出量の減少 | 変化なし | 4通 |
| | 変化なし | 不明 | 3通 |
| | 無記入 | 水位・湧出量の減少 | 1通 |
| | 不明 | | 1通 |
| 川湯温泉 | 水位・湧出量の減少 | | 2通 |
| | 水位・湧出量の減少 | 湧出場所の変化 | 2通 |
| | 変化なし | 変化なし | 1通 |
| | 変化なし | 水位・湧出量の減少 | 2通 |
| | 不明 | | 3通 |

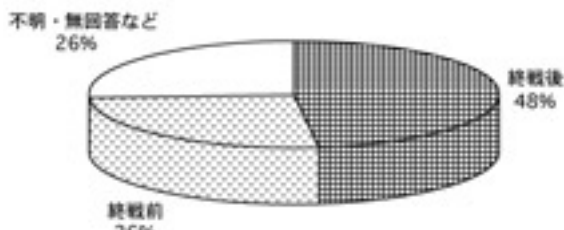
川湯温泉について湧出場所が変化したという記述であった。つまり、両地震が湯峯および川湯温泉に起こした変化は、そのほとんどが水位・湧出量の減少であった可能性が考えられる。

それでは次に、地震ごとに温泉の変化について見てみよう。まず湯峯温泉であるが、昭和東南海地震時の水位・湧出量の減少は13件で、昭和南海地震時の8件と比べて大きく上回っている(第8図)。一方川湯温泉では、昭和東南海地震と昭和南海地震における水位・湧出量の減少はそれぞれ5件と4件で、ほぼ同数であった。

変化についての詳しい様子を、第1表に示している。これを見てみると、湯峯温泉で両地震共に水位・湧出量の減少が起きたという回答は6通であった。そして、昭和東南海地震の時のみに減少したという回答は7通、一方昭和南海地震の時のみ水位・湧出量が減少したという回答は2通であった。後者の回答数は、前の2者に比べて明らかに少ない。したがって、アンケートの結果からまず、「1944年の昭和東南海地震時に湯峯温泉において水位・湧出量の減少が生じた」ということが、ほぼ確実であると考えられる。

次に、問題の昭和南海地震時の湯峯温泉の変化であるが、「水位・湧出量の減少」が8通、「変化なし」が4通、「不明」が4通であった(第1表)。この結果のみを用いて考察すると、昭和南海地震時においても水位・湧出量の減少があった可能性が考えられる。しかし、これは第4章の「変化がなかった」という証言と矛盾する。アンケートでも「変化なし」

「昭和南海地震」と聞くと、いつの時期を連想しますか?



第9図 昭和南海地震で連想される時期についてのアンケート結果。

の回答が4通あったことを参考にとすると、実際に水位・湧出量が減少したかどうかは不明と言わざるを得ないだろう。

川湯温泉でも昭和南海地震時の湯峯温泉と同様に、変化があったという回答となかったという回答が混在する結果となった。第1表で結果を詳しく見てみると、両地震で温泉に変化があったという回答が4通、昭和東南海地震のみに変化が起きたという回答が1通、昭和南海地震のみに変化が起きたという回答が2通、変化なしや不明が4通であった。したがって川湯温泉では、地震時に変化が起きたのかどうかよくわからない結果となった。湯峯温泉における昭和南海地震時の変化と共に、今後も調査を続けていく必要があるだろう。

最後に、「昭和南海地震」という言葉から連想される時期であるが、「終戦後」と正しく回答されたはがきが13通(48%)、「終戦前」と間違った回答が7通(26%)という結果になった(第9図)。したがって、回答していただいた方々の約4分の1が、昭和東南海地震と昭和南海地震を混同している可能性が考えられる。今後、聞き取り調査やアンケート調査を行う際には、引き続きこのことに注意しなければいけないであろう。

6. 2004年紀伊半島南東沖の地震活動に伴う温泉の変化

1946年昭和南海地震時の湯峯温泉における温泉の変化の有無について、聞き取り調査とアンケ

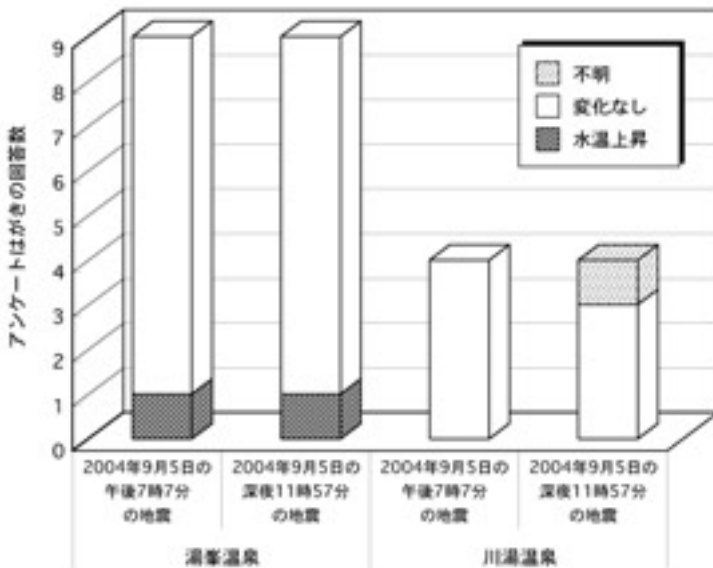
1. あなたの住む所の最寄の温泉名を教えてください。
 湯峯温泉(), 川湯温泉(), その他()

2. 最寄の温泉と9月5日午後7時7分の地震についてお尋ねします。
 2-1: その温泉は地震の時に変化しましたか?
 はい(), いいえ(), わからない()
 2-2: 2-1で「はい」と答えた方にお尋ねします。
 変化は、水位や湧出量の増加(), 減少()
 その他()
 2-3: この地震のときに起こったことについて何かご存知でしたらお書き下さい。

3. 最寄の温泉と9月5日深夜11時57分の地震についてお尋ねします。
 3-1: その温泉は地震の時に変化しましたか?
 はい(), いいえ(), わからない()
 3-2: 3-1で「はい」と答えた方にお尋ねします。
 変化は、水位や湧出量の増加(), 減少()
 その他()
 3-3: この地震のときに起こったことについて何かご存知でしたらお書き下さい。

4. あなたのお名前と年齢等についてお知らせください。
 氏名(), 年齢(), 電話()
 住所()
 ご協力ありがとうございました。

第10図 2004年9月5日紀伊半島南東沖の地震活動に伴う温泉変化に関するアンケート調査に用いたはがき。



第11図 2004年9月5日紀伊半島南東沖の地震活動に伴う温泉変化に関するアンケート調査結果。

ート調査では相反する情報が得られる結果となり、結局変化の有無ははっきりしていない。そこで我々は、紀伊半島周辺で起きる地震と温泉の変化との関係を調査し、その関係から昭和南海地震時における温泉の変化を推定する試みを開始した。まずは2004年9月5日に起きた紀伊半島南東沖の地震活動に関連してアンケート調査を行ったので、その結果を報告する。

2004年9月5日の紀伊半島南東沖の地震活動は、19時07分のマグニチュード(M)7.1の地震から始まった。この前震によって和歌山県新宮市で震度5弱が観測されたほか、東北地方南部から九州地方にかけて震度1から4が観測された(気象庁, 2004)。そして約5時間後の23時57分、上記地震の東北東約30kmの地点でM7.4の地震が発生した(第2図)。この地震は19時07分の地震よりも規模が大きく、一連の地震活動の本震と考えられている。この本震により新宮市で再び震度5弱が観測され、東北地方南部から九州地方にかけて震度1から4が観測された。

これらの地震に伴って、紀伊半島では温泉の変化も観測されている。紀伊民報(2004)によると、新宮市のある温泉では地震によって温泉の色が濃くなり、那智勝浦町の温泉では温度が2℃上昇したところもあるという。湯峯温泉や川湯温泉について

は、地震活動に伴って変化が生じたという報道はなく、変化の有無は不明であった。そこで我々は、昭和南海地震時の変化の調査と同様にアンケート調査を実施した。

第10図は、アンケートに用いたはがきである。質問は前回のアンケートと全く同じで、地震名を「昭和19年の大地震」から「9月5日の午後7時7分の地震」に、「昭和21年の大地震」を「9月5日の深夜11時57分の地震」に変更した内容となっている。対象としたのは、前回のアンケートに回答いただいた27世帯のうち、現在は温泉のことはわからないと回答された世帯を除いた24世帯とし、9月14日にははがきを投函した。



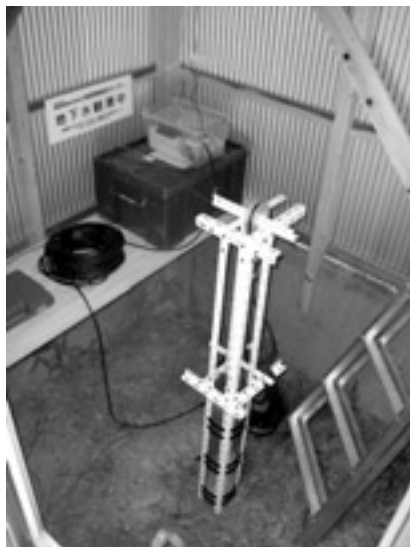
第12図 本宮観測井の外観。

アンケートの結果、湯峯温泉では9通、川湯温泉では4通の回答があった(第11図)。しかし、そのほとんどが「変化なし」で、わずかに1通のみ「湯峯温泉で温度が上昇した」という回答があった。したがって、2004年9月5日の紀伊半島南東沖の地震活動では、湯峯温泉および川湯温泉においてほとんど変化は生じなかったものと考えられる。

7. 地下水位の連続観測

前章では、紀伊半島周辺で生じる地震に関連した温泉の変化に関するアンケート調査について述べた。確かにこのような調査を継続すれば、温泉と地震との関係はある程度は明らかになるだろう。しかし、何らかの形で連続観測を行い、客観的な数値データを蓄積できなければ、温泉と地震との関係を定量的に明らかにすることはできない。

温泉は地下水の一種であり、地下深部の場の変化が温泉の変化となって表れていると考えることができる。周囲を岩盤や粘土層といった水を通しにくいもので囲まれた地下水は、「被圧地下水」と呼ばれ、地震などで生じた地殻の歪に対して敏感に圧力が変化するという性質を持っている(小泉ほか、2004など)。温泉もほとんどの場合、被圧地下水である。このような地殻の歪に対応した水圧の変化、つまり地下水位の変化を測定することにより、

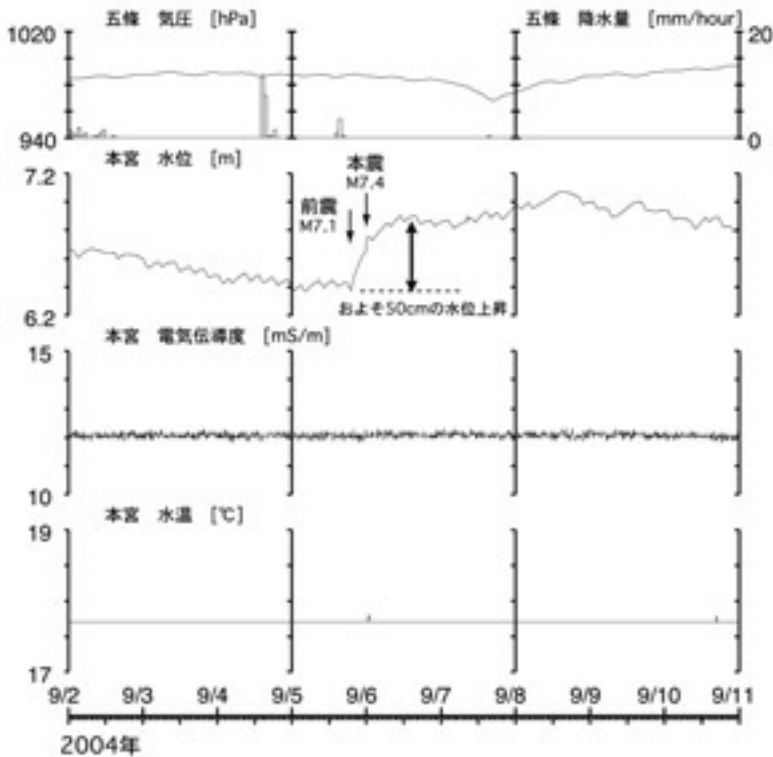


第13図 本宮観測井における地下水位観測の様子。

昭和南海地震時の温泉の変化も推定できるのではないかと我々は考えている。2004年9月5日の紀伊半島南東沖の地震活動の温泉変化は、アンケート調査では捉えることができなかった。しかし実際は、わずかながら変化が生じていたのではないだろうか。そのような微小な変化を地下水位という形で捉えることができれば、観測を継続することによって、地震時に生じる地殻の歪と水位変化との関係を浮き彫りにすることができるだろう。こうして得られた関係に、昭和南海地震で湯峯温泉に生じたと考えられる地殻歪の値を入力すれば、昭和南海地震時の水位変化が推定できると考えられる。

このような目的で設置されたのが、本宮観測井である(場所は第3図、外観は第12図を参照)。NEDOが1992年に掘削した深さ1,002mの井戸H4-HG-1を利用し、管頭から20mの深さに水位計、温度計、電気伝導度計を設置した(第13図)。データ取得間隔は30分で、得られたデータは1日1回、携帯メールを用いてつくばの産総研へ転送されている。

第14図は、2004年9月5日の紀伊半島南東沖の地震活動時に観測された水位変化を示している。この図を見ると、地震に伴って水位は約50cm上昇していることがわかる。これは、地震によって井戸に近接する地下水の圧力が上昇し、水位を押し上げたためと解釈される。



第14図
2004年9月5日紀伊半島南東沖の地震活動に伴って本宮観測井で観測された地下水変化。

もし、湯峯温泉においても同様に地下水の圧力が増加していたらどうなるだろうか。地下水の圧力の上昇は、水位の上昇や温泉湧出量の増加を引き起こすと考えられる。温泉の湧出量が増加すると、温泉水が地表に到達する時間、つまり温泉が冷める時間が短くなり、温度がわずかに上昇すると思われる。アンケートで得られた「温度が上昇した」という1通の回答(第11図)は、この現象を捉えたものかもしれない。

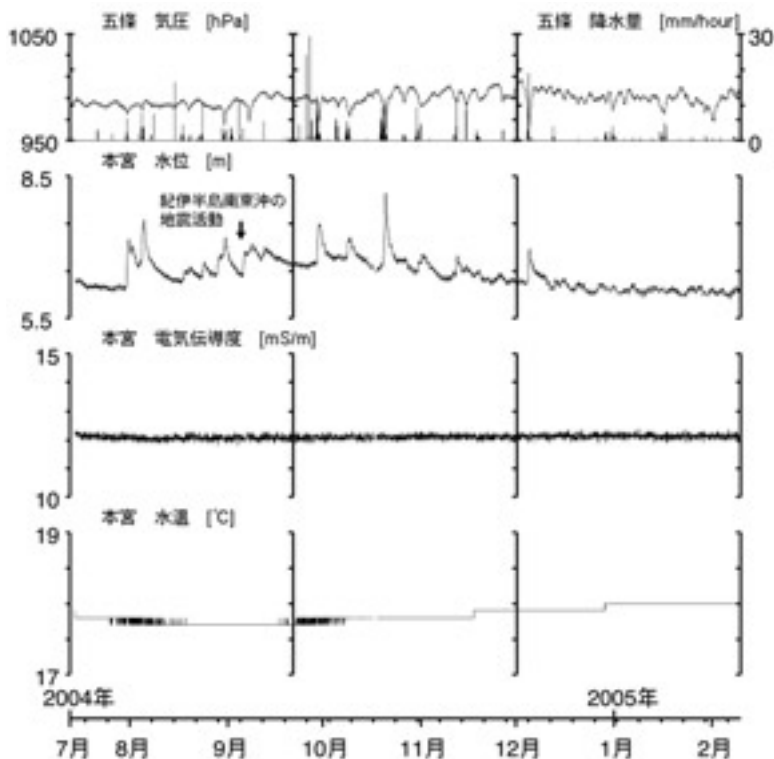
第15図は、本宮観測井における約半年間の観測結果を示したものである。前述のように、2004年紀伊半島南東沖の地震活動に伴って水位が50cmほど上昇しているが、その他にも降雨に伴って何度も水位が上昇しているのがわかる。この降雨に伴う上昇は時に1m以上に達しており、そのために図中の矢印が無ければ地震に伴う水位変化がどれなのかわからない状態となっている。つまり、2004年紀伊半島南東沖の地震活動に伴う水位変化は、日常の水位変化に埋もれてしまうほどの変化であり、連続観測を行い、さらに降水量などのデータと比較することによって初めて検知された変化であったと言える。湯峯および川湯温泉におけるアンケート調査

において、ほとんどの回答が「変化なし」であったのは、このような理由によると考えられる。

東南海地震や南海地震といった巨大地震ではなく、それ以外の地震に伴う地下水の変化を湯峯温泉付近で捉えられるようになったのは、非常に有意義なことである。このような中規模や小規模地震に伴う水位変化の記録を蓄積し解析することにより、巨大地震が発生した場合に日常の水位変化を超える異常が発生するかどうかを推定することができると思われる。ひいては、湯峯温泉の異常が東南海地震や南海地震の指標であるかどうかを、客観的に明らかにすることができるかもしれない。

8. おわりに

本調査によって、1944年の昭和東南海地震に伴って湯峯温泉の湧出が停止もしくは減少したことがほぼ明らかとなった。それでは1946年の昭和南海地震では湯峯温泉の湧出は減少したのか、という新たに浮上した問題については、結局明らかにすることができなかった。この問題については、今後も調査を続けていく必要があるだろう。



第15図
本宮観測井で観測された約半年間
(2004年7月から2005年2月まで)の地
下水変化。

湯峯温泉よりも東側、つまり紀伊半島東部の温泉や地下水の変化も、この問題を解く鍵となるかもしれない。もし1946年昭和南海地震に伴って紀伊半島東部で温泉や地下水に異常が見られたのであれば、それよりも南海地震の震源に近い湯峯温泉において異常が起きた可能性は高くなる。1944年東南海地震時の変化と併せて、紀伊半島東部でこのような調査を行う意義は大きいと考えられる。ただしその際は、終戦の混乱の中で起きた2つの地震を混同しないような地元に密着した慎重な調査が求められるだろう。

今後もしばらくは、紀伊半島周辺で起きる地震に関連した温泉や地下水位の変化について調査を続ける予定である。そのような調査結果を公開していくと共に、一般の方々からも広く情報収集を行いたいと考えている。このようにして得られた数多くの情報を解析することによって、昭和南海地震における湯峯温泉の変化を解き明かす鍵が得られることを期待している。

謝辞：聞き取り調査やアンケート調査に協力していただいた方に深く感謝いたします。和歌山県本宮

町総務課の坪井俊二、敷地弘規両氏には、地下水観測やアンケート調査などで大変お世話になりました。また産総研活断層研究センター丸山 正氏からは有益なコメントをいただきました。ここに記してお礼を述べたいと思います。

文 献

宇佐美龍夫 (2003)：日本被害地震総覧 [416]-2001, 東大出版会, 東京, 650p.
 紀伊民報 (2004)：「思わぬ地震の置きみやげ 紀南の温泉 色や温度に変化」, 2004年9月11日版,
http://www.agara.co.jp/DAILY/20040911/20040911_004.html
 気象庁 (2004)：地震概況, 日本地震学会ニュースレター, 16 (4), 25-47.
 小泉尚嗣・高橋 誠・松本則夫・佐藤 努・大谷 竜・北川有一 (2004)：地震予知研究における水文学的・地球化学的手法の役割, 地質ニュース, no.596, 11-16.
 寒川 旭 (1997)：揺れる大地-日本列島の地震史, 同朋舎出版, 東京, 272p.
 和歌山県 (1963)：和歌山県災害史, 582p.

SATO Tsutomu, KOIZUMI Naoji and NAKABAYASHI Ken-ichi (2005)：Did the groundwater flow stop in the Yunomine Spa associated with the 1946 Nankai earthquake ?

<受付：2005年3月9日>