

東北地方太平洋沖地震に伴う南紀白浜湯崎温泉の水位変化 (付：山梨県西山温泉泉源に与えた影響)

西村 進¹⁾, 城森信豪²⁾

(平成 24 年 1 月 13 日受付, 平成 24 年 2 月 29 日受理)

Water-level Changes in a Yuzaki Hot Spring, Nanki-Shirahama after the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (Appendix : In the Case of Nishiyama Hot Spring, Yamanashi Prefecture)

Susumu NISHIMURA¹⁾ and Nobuhide JYOMORI²⁾

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震のときは、たまたま南紀白浜町の港湾改修の工事が既存泉源に影響を与えないよう監視するため、湯崎温泉の掘り替えて廃泉になった行幸元湯廃井を利用して毎時 0 分、30 分のサンプリングで水位、温度、伝導度の連続測定を行っていた。その記録がこの地震による変化をとらえていた(西村・城森, 2011)。

また、2006 年の日本温泉科学会第 59 回秋田大会では、山梨県南巨摩郡早川町西山温泉蓬莱館泉源の水平距離 365 m 水準が 65 m 下がったところに平成 17 年(2005)年 4 月から温泉掘削がなされ、9 月中旬 900 m 深度に達した時、湯温 51.3℃で 1,630 l/min の自噴がみられた。その後 11 月頃から、蓬莱館の自噴泉源に影響が出だし、その経過を報告した(西村, 2006)。今回の東北地方太平洋沖地震の後に、自噴量が上昇し、元の自噴量を上回った。この現象を検討したので紹介しておく。なお、地震による温泉の変化は、発震機構(focal mechanism)が反映していることを兵庫県南部地震の時指摘していた(西村, 1995)が、今回これらの地震でその発震機構との関係が確認できた。

2. 東北地方太平洋沖地震に伴う南紀の白浜町湯崎温泉の行幸元湯の廃井の水位変化

南紀の白浜町では、湯崎漁港整備計画が実施されることになって、温泉関係者が既存泉源に影響

¹⁾ 特定非営利活動法人シンクタンク京都自然史研究所 〒606-8305 京都市左京区吉田河原町 14. ¹⁾ NPO Think-tank Kyoto Institute of Natural History, Yoshida-Kawaramachi 14, Sakyoku-ku, 606-8305, Japan.

²⁾ (有)ネオサイエンス 〒590-0521 泉南市樽井 4-2-30. ²⁾ Neo-Science (Ltd.), Tarui 4-2-30, Sennann-shi, 590-0521, Japan.

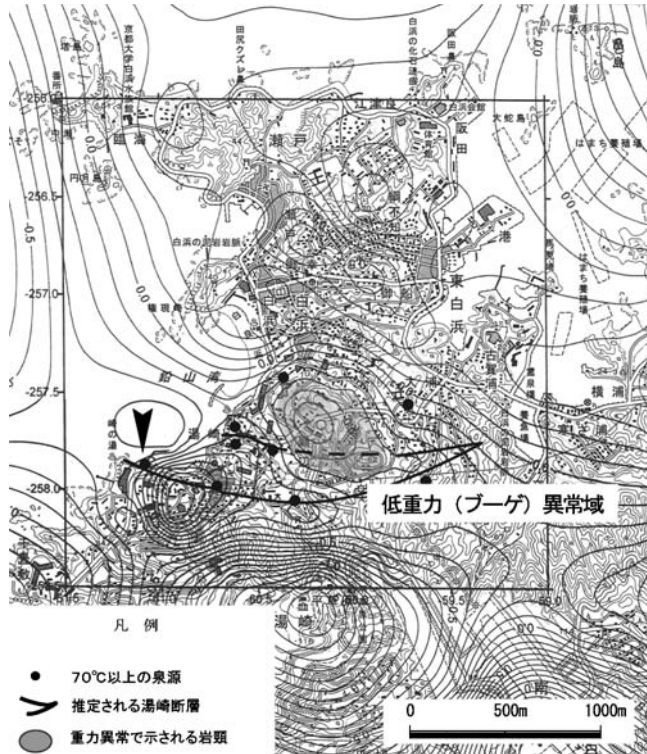


図 1 南紀白浜温泉の泉温 70°以上の高温泉 (●), 低残留ブーゲ異常から推定された岩類と湯崎断層と行幸泉源 (矢印) (西村ら, 2009 に加筆).

がおよぶと考え、町にその計画の中止を申し入れた。また、実施されるにしても、既存泉源に影響を与えないようにすることを求めた。そのことで、温泉に関する既存資料の検討に入ったが、物理探査が不足しているので、2008年にまず詳細な地質調査と物理探査(詳細な重力測定, CSA-MT探査, 放射能探査)を行い、湯崎温泉・白浜温泉の胚胎の状況や既存泉源の利用状況を詳細に調査した(西村ら, 2009, 2010; 西村, 2011)。その結果、湯崎温泉・白浜温泉の70°C以上の優勢な泉源は地質調査・物理探査から得られた比重の比較的小さい岩類の周辺と新しく定義し直した湯崎断層に沿って存在することを示した(図1)。



写真 1 旧行幸元湯泉源。

工事中には既存泉源に影響を与えないように、また与えてもすぐ対応できるように、監視することになった。その観測の途中の2010年に行幸元湯泉源が老朽化したために、2mほど離れた場所掘り替えられ、元の泉源が廃井になった(写真1)。行幸泉源には、10m×7mのところり4本の掘削井があるがその1本である。すべて二酸化炭素ガスの力で自噴しているが、冷やしていくと

自噴が止まる。その自噴をとめた廃井に CTD ダイバー水位・伝導度計 (写真 2) を設置した。その仕様を表 1 に示す。測定は水位、水温、導電率の連続観測で毎時 0 分、30 分のデータを読み取っている。2011 年 2 月 26 日から連続観測をはじめ、現在も観測を続けている。図 2 に 2011 年 2 月 26 日から 4 月 16 日までの結果を示し、図 3 に 3 月 8 日から 3 月 14 日の部分の水位のデータを拡大して表示した。これらの図から、3 月 9 日の 2 回の前震時と 3 月 11 日の本震の時に変動が見られ、前震の時は比較的速く戻っている。本震では水位が下がりゆっくりと戻っている。この本震は 14 時 46 分に発生している。行幸元湯の廃井での観測では、15 時に水位が少し上がりすぐ下がり出し 18 時から低い値で推移している。この東北地方太平洋沖地震の発震機構から考察されるのはこの泉源での体積歪みは引っ張りの場である。その発震機構による変動を伝えていることが判る (図 4)。なお、湯崎漁港には 11 日の本震の時刻より遅れて約 60 cm の津波が到達している。



写真 2 CTD ダイバー水位計。

さらに、3 月 23 日ごろから水位が次第に上昇し、4 月 21 日もう一段上昇し 6 月 20 日からは下がりだし、6 月 28 日に元の水位に戻っている。季節変化もあるのでこの上昇の解析は難しいが地下の流体の流れに影響が来ているようにも思える。さらに導電率にパルス状の変化があるが、これは二酸化炭素ガスのバブルの突沸を示していると考えられるが、3 月 6 日から 8 日に頻発しているのには興味もたれる。

3. 山梨県南巨摩郡早川町西山温泉蓬莱館泉源の変化

前報 (西村, 2006) のように、自噴の蓬莱館自噴泉源の水平距離 365 m 水準が 65 m 下がったところに 2005 年 4 月から近くの旅館が掘削を始め、9 月中旬に、900 m 深度に達し泉温 51.3 °C、1,630 l/分の非常に優勢な自噴が見られ、同年 11 月から蓬莱館泉源に影響が出だした。その泉量と水温の変化を詳しく測り報告した。

その後、2007 年 7 月 26 日に温泉分析を依頼し、その結果は湯量、泉温がそれまでと変わらないことが確かめられた。東北地方太平洋沖地震後の 2011 年 4 月ごろから湯量が非常に多くなり 2011 年 6 月 1 日にまた温泉分析を依頼し、その状況を知らせてきた。

泉温の上昇は少なめであるが、泉量は非常に多くなっていた (図 5)。この変化は、東北地方太平洋沖地震の発震機構の引きのセンスとは異なる。しかし、この近辺の富士山の西側の断層で 3 月 15 日 22 時 31 分横ずれ地震 (M6.2) が東北地方太平洋沖地震に誘発されて起こった。この地震は横ずれ断層で西山温泉は発震機構の押しの領域であるのでこの地震での変化が捉えられている (図 4)。蓬莱館館主は東北地方太平洋沖地震の影響と考えたが、発震機構から誘発地震の影響であることが示された。なお、山梨日報によると、蓬莱館の泉源に影響を与えた泉源も、蓬莱館の泉源と同じように、伝導度が上昇し、自噴量が増加している。

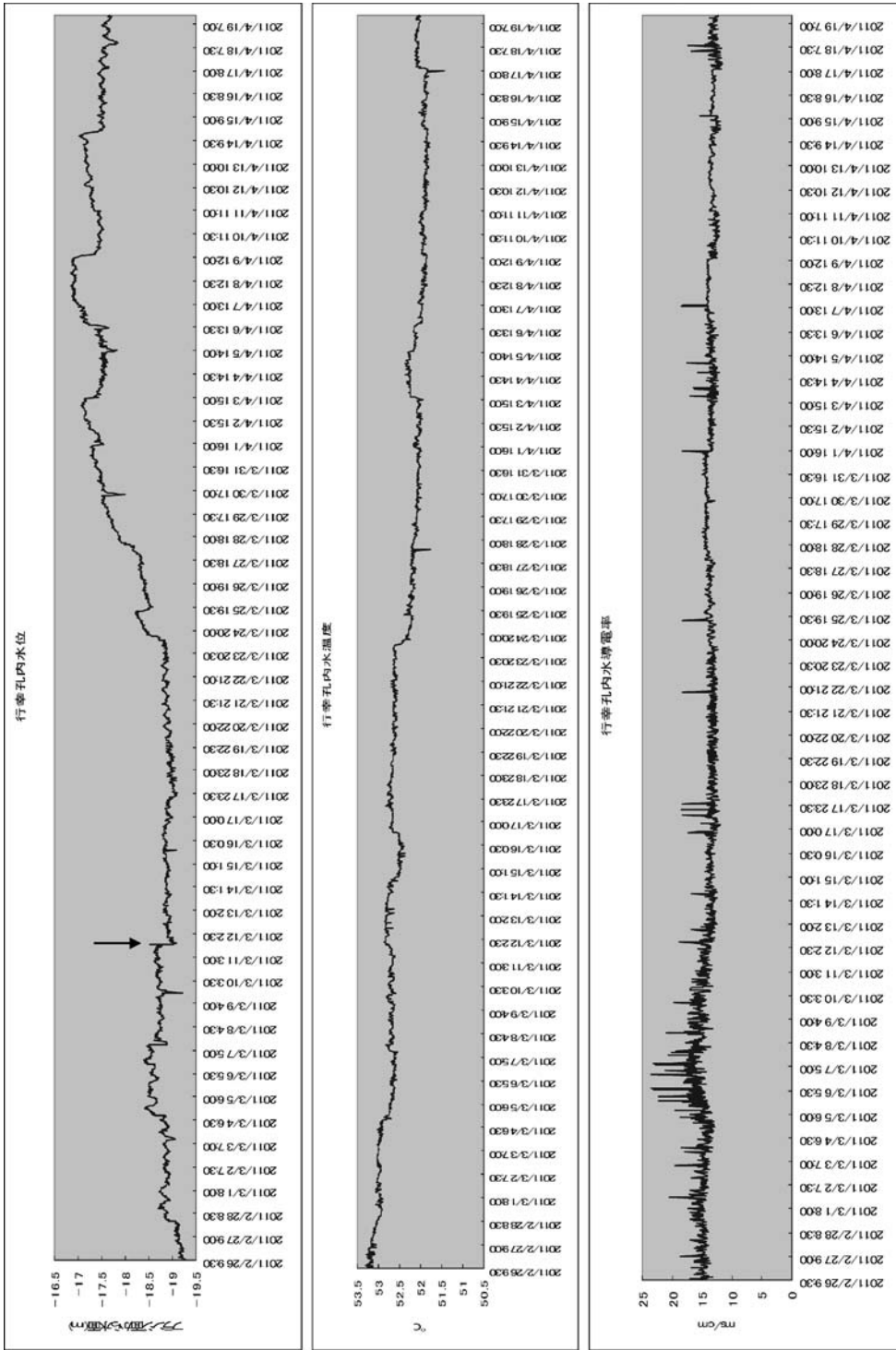


図 2 行幸元湯旧泉源での 2011 年 2 月 26 日～4 月 16 日の水位, 水温, 導電率の毎時 0 分, 30 分の観測記録. 矢印は東北地方太平洋沖地震本震の時間を指す.

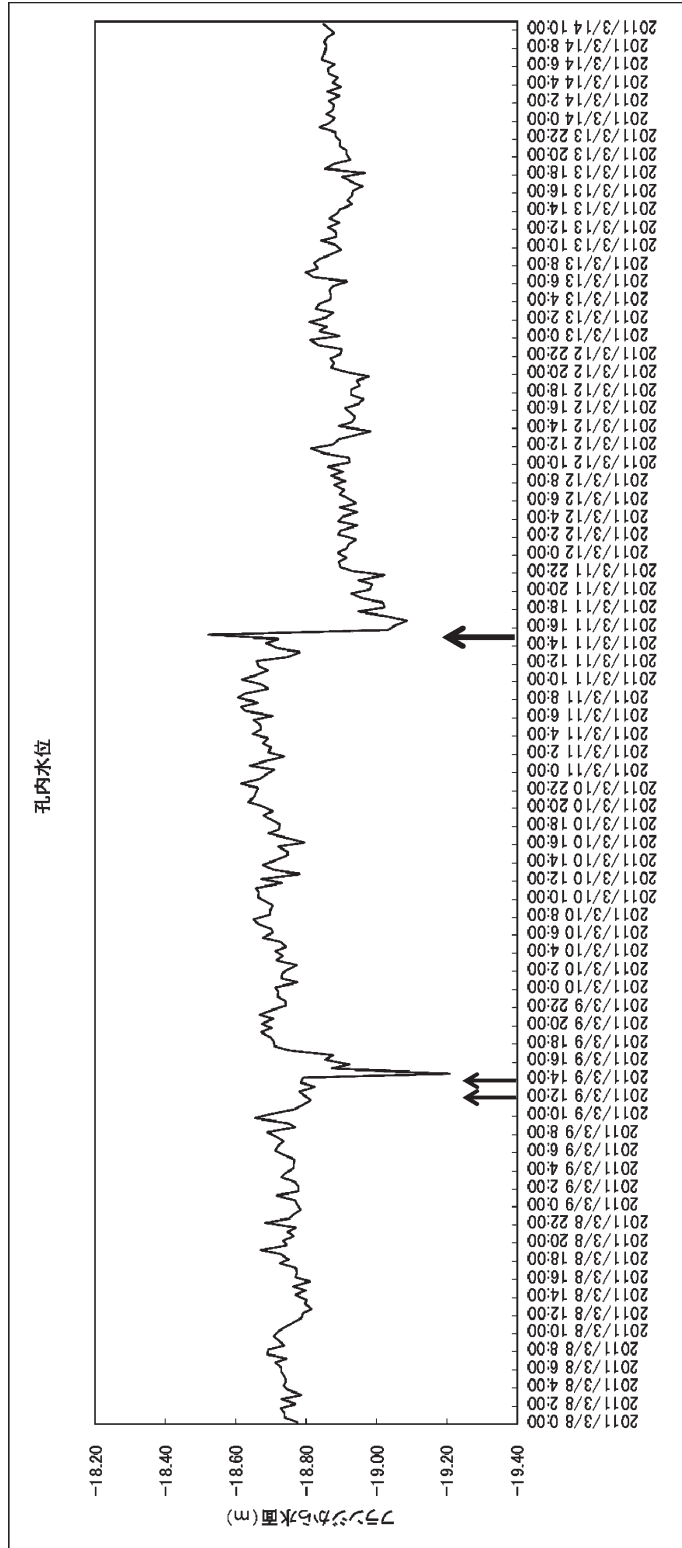


図 3 行幸元湯旧泉源での東北地方太平洋沖地震の前震、本震前後の水位変化。小さい矢印は前震、大きい矢印は本震の時間を示す。

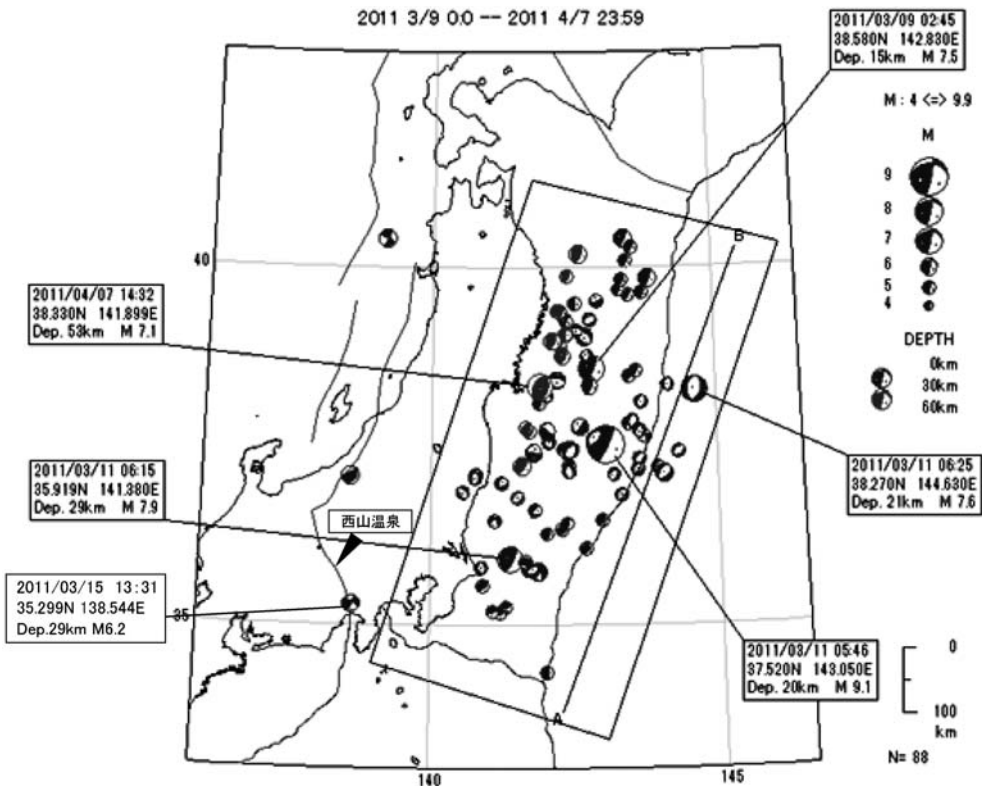


図 4 東北地方太平洋沖地震の前震, 本震, 余震の位置および発震機構 (気象庁発表).

表 1 CTD ダイバー水位・導電率計

測定間隔	0.5 秒~99 時間
記憶容量	16,000 データ
材 質	セラミック (ジルコニウム) L
圧力センサー材質	セラミック (アルミナ)
仕様温度範囲	-20~80℃
・表示分解能	0.01℃
・補償温度範囲	0~40℃
導電率	
・測定範囲	0~80 mS/cm
電池寿命	約 8 年~10 年 (使用条件による)

4. おわりに

報告したように, 大地震は温泉や大深度の被圧水の井戸の湧出量や泉温・含有成分に変動を与えているので, 各地で温泉の水位または湧出量, 伝導度を計測していれば, 大地震の前ぶれが測定できるかもしれない. しかし, これらは連続測定で可能であるので, 多くの観測井をもつ産総研の観測の結果の報告が待たれる.

兵庫県南部地震の発震機構から求められたその震源の横ずれ断層の地震の時の押し・引きの分布 (Ito *et al.*, 1995) と温泉の変化の関係が今回も確かめることができた.

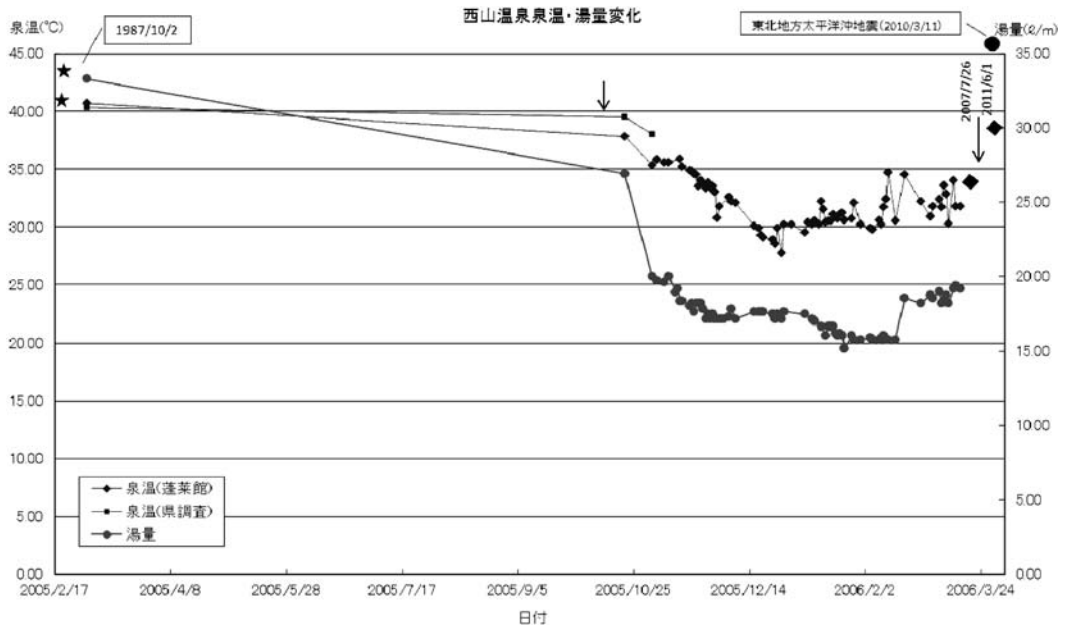


図 5 山梨県西山温泉蓬萊館泉源の泉温・湯量の変化と東北地方太平洋沖地震に誘発されたと考えられる地震 (M6.2 ; March 15, 2011).

引用文献

Ito, H.M., Hashimoto, T., Yoshikawa, S. and Yoshida, A. (1995) : A Preliminary report on the Hyogo-Ken Nanbu Earthquake 1995. Joint Meeting of the 9th U.S.-Japan Natural Resources Panel of Earthquake Prediction Technology, 1995.

西村 進 (1995) : 地質構造と兵庫県南部地震. 安全工学, 34 — 阪神・淡路大震災特集号 (その 1), 398-409.

西村 進 (2006) : 新泉源掘削による既存泉源への干渉の一例 (要旨). 温泉科学, 56, 75.

西村 進 (2011) : 近畿地方の高温泉とその地質構造. 温泉科学, 60, 481-491.

西村 進, 城森信豪 (2011) : 東北地方太平洋沖地震に伴う白浜温泉の水位変化 (要旨). 温泉科学, 61, 189.

西村 進, 城森 明, 川崎逸男, 西田潤一, 桂 郁雄 (2010) : 近畿地方中・南部の高温泉とその地質構造 (2) —白浜温泉と有馬温泉の電磁探査から—. 温泉科学, 60, 145-160.

西村 進, 桂 郁雄・西田潤一 (2009) : 近畿地方中・南部の高温泉とその地質構造 (1) —白浜温泉と有馬温泉の探査結果から—. 温泉科学, 59, 103-111.