

---

報 告

---

## 東北地方太平洋沖地震における茨城県内の温泉（源泉）状況

堀 川 有<sup>1)</sup>

(平成 23 年 12 月 21 日受付, 平成 24 年 1 月 17 日受理)

### Hot Spring (Source) Situation of Ibaraki Prefecture in the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

Yuu HORIKAWA<sup>1)</sup>

#### 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に起きた東日本大震災において、茨城県は北部で震度 6 強、南部で震度 6 弱という被害に遭った。この震災で多くの建物や道路等に亀裂が入り現在もその後遺症は続いている。そのような状況下、県内の温泉（源泉）地も例外でなく、自噴泉が止まる等の様々な現象が生じている。我々は県内約 15 箇所の源泉に自動記録計を設置し、湧出量、泉温、井戸水位等の状況を管理しており、震災前後のデータが記録として残っている。これらのデータを解析し、震災における源泉状況をまとめて報告するとともに、その中でも自噴泉に注目し、詳細な状況を報告する。

#### 2. 調査源泉

茨城県内では約 100 カ所の源泉が入浴施設として利用されている。その中の約 15 カ所に自動記録計を設置し、湧出量、泉温、井戸水位等を監視している（図 1）。今回、表 1 に自動記録計を設置している源泉および自噴泉で、顕著な現象が生じた源泉の掘削深度および鉱泉中分析時の泉温と湧出量を記した。

#### 3. 結 果

以上の 18 源泉において、自動記録計で測定したデータを震災前後で比較したところ、表 2 に示すような値になった。水中ポンプを利用して温泉を揚湯している源泉井戸は温泉施設の営業時間によって温泉水を汲み上げている時間が異なるため、井戸の水位が大きく変動している源泉があった。さらに、震災後は一般家庭の風呂が使用できないため各温泉施設では時間を延長して営業した施設が多数あった影響で、水中ポンプは稼働し続け井戸水位の回復（自然水位）が遅い源泉も見受

---

<sup>1)</sup>茨城温泉開発株式会社 〒311-4143 茨城県水戸市大塚町 1888. <sup>2)</sup>Ibaraki Onsen Kaihatsu Co., Ltd., 1888, Ootsuka-cho, Mito, Ibaraki Prefecture 311-4143, Japan.

けられたが、それらは動水位 (運転水位) 状況から判断して傾向を判定した。

さらに各源泉についての詳細な状況を以下に示す。



図 1 茨城県地図。

①源泉

震災後は一時的にベントナイト色の濁りが出たものの、その後の水位や湧出量は通常の変動範囲内であった。

②源泉

①の源泉から 5m 程離れたところにあり、①の源泉とタンク制御で連動している。状況は①の源泉と同様であった。

③源泉

震災後、ベントナイト色の濃い濁りが出ており平成 24 年 1 月 11 日現在も続いている。水位や湧出量に関しては通常の変動範囲内であるが電気伝導度に関して震災後は約 2/3 であった ( $1,500 \mu\text{S}/\text{cm} \rightarrow$  約  $1,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ )。近日中に孔内を検層し状況を確認する予定である。

④源泉

タンク制御および井戸水位制御によって頻繁に水中ポンプの発停が繰り返されている源泉である。震災前後からベ

表 1 調査源泉と参考データ (鉱泉中分析結果)。

No.	所在地	深度	泉温	湧出量
①	県北地域	780 m	30.4℃	640 l/分
②	県北地域	803 m	30.0℃	600 l/分
③	県北地域	352 m	29.0℃	29 l/分
④	県北地域	460 m	37.0℃	26 l/分
⑤	県北地域	400 m	39.6℃	77 l/分自噴
⑥	県北地域	955 m	35.3℃	150 l/分自噴
⑦	県北地域	1,300 m	46.0℃	400 l/分自噴
⑧	県北地域	1,500 m	31.0℃	270 l/分
⑨	県北地域	1,503 m	40.2℃	89 l/分
⑩	県央地域	511 m	16.5℃	250 l/分
⑪	県央地域	501 m	15.2℃	315 l/分
⑫	鹿行地域	1,005 m	28.4℃	67 l/分
⑬	鹿行地域	918 m	24.2℃	160 l/分
⑭	県南地域	1,302 m	31.4℃	43 l/分
⑮	県西地域	1,503 m	30.7℃	89 l/分
⑯	県西地域	1,500 m	35.6℃	82 l/分
⑰	鹿行地域	301 m	23.9℃	310 l/分自噴
⑱	鹿行地域	1,250 m	27.9℃	78 l/分

表 2 震災前後のデータの変動 (→通常範囲 ↑上昇傾向 ↓下降傾向).

No. 所在地	自然水位 m (震災前/震災後)	運転水位 m (震災前/震災後)	泉温℃ (震災前/震災後)	湧出量/分 (震災前/震災後)
① 県北地域	-29.6/-30.8→	-54.1/-58.1→	30.8/30.7→	767.4/760.3→
② 県北地域	-27.0/-27.1→	-83.5/-88.1→	32.0/31.4→	601.6/594.1→
③ 県北地域	-13.5/-16.1→	-73.9/-76.1→	22.5/21.9→	32.8/33.2→
④ 県北地域	-61.4/-36.1↑	-259.5/-200.5↑	データなし	データなし
⑤ 県北地域	自噴/-6.5↓	自噴/-4.35	データなし	約60/74(動力)
⑥ 県北地域	自噴/自噴	自噴/自噴	データなし	データなし
⑦ 県北地域	自噴/-0.2↓	自噴/?↓	47.0/?↓	約400/?
⑧ 県北地域	+1.8/+1.7→	-106.3/-97.8→	26.3/22.2→	289.8/302.4→
⑨ 県北地域	-58.0/-54.0→	-143.0/-139.0→	30.8/30.6→	118.0/118.0→
⑩ 県央地域	-0.8/-0.1↑	-2.5/-14.2↓	11.0/14.8↑	310.0/286.1↓
⑪ 県央地域	-8.3/-8.0→	-15.2/-13.9→	14.3/15.0→	369.4/368.8→
⑫ 鹿行地域	-53.7/-74.5→	-206.9/-196.4→	データなし	88.1/87.7→
⑬ 鹿行地域	-18.3/-18.8→	-25.5/-25.2→	19.4/20.7→	58.3/56.7→
⑭ 県南地域	-21.5/-19.8↑	-46.5/-44.6↑	18.4/18.6→	58.1/62.4↑
⑮ 県西地域	-90.0/-112.0→	-369.0/-365.0→	27.1/25.1→	112.0/118.0→
⑯ 県西地域	-243.5/-243.2→	-340.8/-315.4→	20.1/20.5→	36.3/36.3→
⑰ 鹿行地域	自噴/自噴	自噴/自噴	データなし	データなし
⑱ 鹿行地域	-89.0/?	-245.8/?	24.6/?	88.8/?

ントナイト色の濁りが出るとのことで、井戸水位制御の設定値を変更した。記録計から井戸変化の状況は把握しにくい自然水位、運転水位の上昇傾向がみられた。

#### ⑤源泉

県内で最も古い源泉で、震災直後は自噴が止まり水中ポンプで源泉を汲み上げた。この源泉に関しては我々が揚湯試験を行ったので以下に詳細な説明を加える。

当源泉は約80年前に掘削自噴した井戸で、当時は約687.5l/分であった(金原, 1992)が、近年は自噴量も少なくなり、約60l/分である。この源泉の自噴は震災で停止し、3月18日に自然水位を測定したところGL-6.3mであった。3月22日に仮設ポンプ(グルンドフォス社製SP3A-6)を設置したところ、自然水位はGL-5.3mであった。揚湯開始して揚湯量74l/分(泉温34.1℃)で10分後の運転水位はGL-5.1m、20分後の運転水位はGL-4.35mであった。しばらく仮設ポンプを利用していたが、5月7日に井戸から温泉水が自噴し始めた。6月14日に温泉量を確保するため水中ポンプ(グルンドフォス社製SP14-13)を設置し揚湯試験を実施したところ、自噴量は約130l/分であったが、動力での揚湯試験は図2の通りであった。S-Q曲線は、水位降下SをY軸、揚湯量QをX軸に段階揚湯試験で両対数グラフで表したものである。この曲線から、その勾配の変換点に相当する揚湯量が限界揚湯量で、その8掛けが適正揚湯量である。

結果、限界揚湯量は200l/分で、適正揚湯量は160l/分であった。

#### ⑥源泉

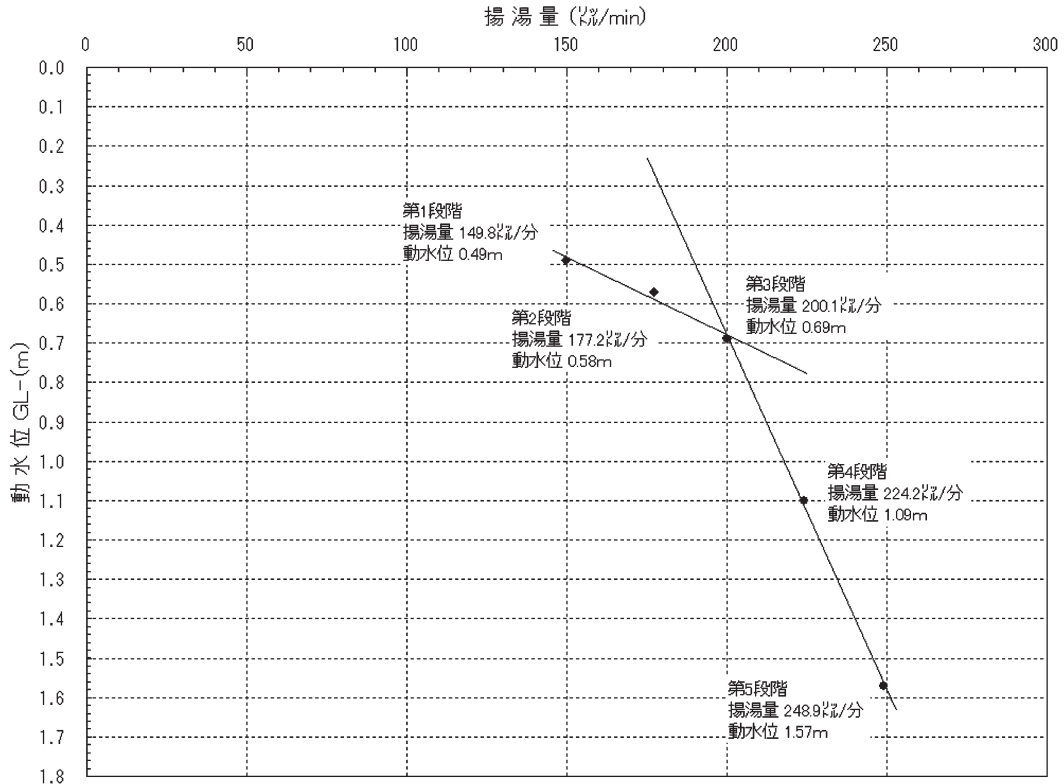


図 2 S-Q 曲線.

自噴圧を利用し 300 m の配管で引湯を行い、病院の 4 階まで給湯している。震災後自噴圧が低下し病院の 3 階までしか給湯できないとの事であったが、5 月 7 日に地上部配管の漏湯が確認され、補修後、自噴圧も復旧した。

⑦源泉

掘削自噴泉で約 400 l/分湧出していたが、震災直後自噴が止まり井戸を確認したところ地上から -0.2m のところに水位があった。現在は水中ポンプで汲み上げているとの事である。

⑧源泉

温泉は井戸から水中ポンプで汲み上げているが、数 l/分ほどの自噴傾向がある。震災直後は自噴が止まったものの、現在では再び自噴傾向にある。運転水位や湧出量は通常の変動範囲内である。

⑨源泉

太平洋に面した温泉施設であるが、今回は防波堤が設置されていたおかげで津波の影響を受けなかった施設である。源泉に関しても震災の影響は無い。

⑩源泉

震災直後から自然水位や泉温が上昇し、運転水位や湧出量が下降した。この源泉は掘削中粘土質の地層が多かったことから、上部水脈が塞がれたのではないかと懸念があった。

⑪源泉

震災の影響は無い。

⑫源泉

震災で排水配管が破損し、しばらく営業できない状況が続いていたが、6月から営業再開した。

⑬源泉

震災の影響は無い。

⑭源泉

筑波山の花崗岩帯を掘削した源泉で、従来から井戸水位や泉温および湧出量は比較的安定していた。震災後は若干の湧出量の増加が認められている。

⑮源泉

タンク制御と井戸水位制御によって汲み上げている温泉である。震災でタンクに亀裂や源泉地上配管の一部が破損したものの井戸の影響は無い。

⑯源泉

水中ポンプで汲み上げている源泉で、水中ポンプは海外から輸入した REDA ポンプを使用している。震災後はこの水中ポンプが低電流で何度も停止した。原因としては運転水位が従来と同じで湧出量が減少していることから、ガス湧出量の増加ではないかと考えられた。現在はほぼ震災前と同じ状況に回復している。

⑰源泉並びに⑱源泉

震災で液状化になり、施設の地下機械室が全滅し、現在も営業が出来ない状況下にある。

#### 4. 考 察

⑤の源泉については前述のごとく揚湯試験を行い、また県内最古の井戸ということで多くのデータの蓄積がある。これらの理由から、ここでは特に⑤の源泉について考察を行う。

当源泉は約80年経過している井戸であるため、年々減少してきた湧出量は目詰まり等による経年劣化によるものと考えられてきた。震災で自噴が止まってしまった事に関しては、仮設ポンプで揚湯しても運転水位が下降せずに時間と共に上昇傾向にあったことから、目詰まりにより自噴が止まったわけではなく地下水圧が一時的に分散して自噴が停止したと考えられる。つまり震災により地層中でいくつかの亀裂を生じた結果、圧力が逃げたものである。その後の自噴量増加に関しては、震災で生じた亀裂から新たな水脈を持ち込んできた又は掘削当初の水みちが復活したものと推測される。

従って今回の震災で言えることは、これら断層破碎帯等から水脈を得る深層地下水型の温泉や火山性温泉は地震の影響を受けやすく湧出量の増減傾向がみられた事である。一方、化石海水型の温泉は地震により水量の影響は受けにくい、砂やガス等を流出する場合もある事がわかっている。

#### 5. ま と め

我々は茨城県内の源泉約15カ所に自動記録計を設置し源泉管理を行っている。その他自動記録計を設置していない源泉に関してもそれらの状況から震災の影響を受けた事は明白である。千年に一度の大規模な地震という報道があり、これだけ源泉状況が変化したのは未曾有のことである。

また自噴している源泉は比較的变化が顕著に現れるが、水中ポンプ等の動力を利用している源泉では変化が把握しにくいのが現状であった。我々では水中ポンプ運転時に運転水位の下降速度や水中ポンプ停止時に回復水位の上昇速度を求めて井戸能力の指標となるか試みたが、水中ポンプ能力や逆止弁の状況等に寄与する部分が多く、毎回変動の多いデータとなってしまった。もし、個々に井戸能力を確認するならば、井戸に適合したポンプでの揚湯試験が必須であると考えられる。

今回、我々が源泉を管理している事から、細部にわたり個々の状況を知り、さらに各源泉から得たデータを基に、震災前後の井戸状況を比較検討し報告した。しかし、茨城県内では平成 24 年 1 月 11 日現在でも余震が続き、源泉井戸の状況も日々変化し続けている。

#### お見舞い

最後になりましたが、茨城県内では震災の影響で現在も営業できない温泉施設が約 30 件あります。東日本大震災において被害に遭われた施設の皆様並びにご関係者様に心よりお見舞い申し上げます。

#### 引用文献

金原啓司 (1992) : 日本温泉・鉱泉分析分布図及び一覧 p. 149, 地質調査所.