

特集「茨城県の温泉」

茨城県内温泉研究の方向性  
—「茨城県の温泉」特集号の序に代えて—

野田 徹郎<sup>1),2)</sup>

Expected Research Tendency on Hot Springs  
in Ibaraki Prefecture  
—Introduction of Special Issue “Hot Springs in Ibaraki Prefecture”—

Tetsuro NODA<sup>1),2)</sup>

1. はじめに

2008年(平成20年)9月24~27日に茨城県北茨城市五浦温泉で第61回日本温泉科学会大会が開かれ、著者は大会運営委員長を務めた。この特集は、大会における次の5件の発表を基に、1件の原著、1件の技術報告、3件の解説に文章化し集録したものである。

ポスター発表

- P2 温泉の今昔物語—茨城県の事例—(解説)  
甘露寺泰雄・飛田 格・堀川 有
- P4 茨城の温泉と地質—熱源と水脈を探る—(解説)  
堀川 有・笠井勝美・飛田 格

SPA ミニシンポ

- M1 関東地方東部における大深度温泉の地質と水質(原著)  
関 陽児
- M2 温泉水に含まれるガス—可燃性ガスについて—(技術報告)  
堀川 有・飛田 格・宮田 厚
- M3 水溶性天然ガス資源(南関東ガス田)の研究—温泉掘削、深層熱水利用等の指針策定への貢献(アウトカム)—(解説)  
佐脇貴幸・金子信行・猪狩俊一郎・前川竜男・徳橋秀一・中嶋 健・棚橋 学・坂田

<sup>1)</sup> 独立行政法人産業技術総合研究所 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第七。 <sup>1)</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST Tsukuba Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan.

<sup>2)</sup> 日鉄鉱コンサルタント株式会社 〒108-0014 東京都港区芝 4-2-3 (NOF 芝ビル 5 階)。 <sup>2)</sup> Nittetsu Mining Consultants Co., Ltd., NOF Shiba Building, 2-3, Shiba 4-Chome, Minato-ku, Tokyo 152-0012, Japan.

将・森田澄人

ここでは、特集に収められた内容を引用しながら、茨城県内温泉についての今後の期待される温泉研究の方向性について持論を述べ、特集の序文としたい。なお、特集の各記事の表題は、必ずしも大会発表時の表題と同じではない。

茨城県の温泉についての特徴を、甘露寺ら (2009) に基づき簡単にレビューすると、次のようになるであろう。

- 1) 基本的には非火山性で、高温泉は県北に限られている。
- 2) 大深度掘削井の割合が増えている。
- 3) 近代的な温泉県に成長・発展している。

本論では、これらを検証することで筆を進め、その結果を踏まえて最後に

- 4) 茨城県内温泉についての期待される温泉研究の方向性、を示してしめくくりにすることにする。

## 2. 非火山性高温泉の周りの低温硫酸塩泉の成因

茨城県 (2008) の資料によれば、北茨城市の温泉は県内で最高温度 (76.8°C ; 五浦観光ホテル 2 号源泉) を示し、ほかにも周辺に 60°C 以上の温泉があるので、「高温泉は県北に限られている」ことは疑いが無い。泉質は Cl が約 7,500 ppm、深度は約 900 m である。このことから、箱根から北側で、太平洋の見える 60°C 以上の温泉は北茨城市だけとなっている。

このように、ホットスポット的な高温泉が存在することは、地質的背景 (堀川ら, 2009a ; 関, 2008) からは、茨城県内に第四紀の火山がない中で非常に珍しい現象となっている。同様の現象は南紀白浜温泉などに見られるように、火山フロントより海溝側でのプレートの沈み込みに伴い、火山フロントに到達する以前に一部流体がスラブから脱水したものであるとの可能性が指摘されており (例えば西村, 2001) 堀川ら (2009a) もこの考えを紹介している。この地域の温泉分布 (堀川ら, 2009a の図 1) をよく見ると、北茨城の高温泉を広く取り囲むような位置に、茨城県では高温の部類の最高で 40°C 程度の単純・硫酸塩泉が分布している。大子温泉、手綱温泉などがそうである。これは、北茨城の高温泉の母体から分離した硫黄系ガスの影響を受けている可能性があり、今後、その視点で成因が考究されてよいテーマである。

## 3. 大深度掘削泉に付随する可燃性ガスの利用法と大深度掘削泉の利用指針

茨城県内の温泉掘削状況を、茨城県 (2008) の 10 年ごとに集計したデータを基に Fig. 1 に示した。茨城県に初めて 1,000 m 以上のいわゆる大深度掘削井が出現したのは 1970 年代であり、その後大深度掘削井の割合は徐々に増えて、1990 年代に最大となった。つまり「大深度掘削井の割合が増えている」のは 1990 年代までは当てはまる。掘削数の増加率もこれと同じ傾向であり、1990 年代がバブル期や竹下内閣の一億創生の影響で、掘削の資金が潤沢であった全国的な傾向とも一致する。2000 年代に入ると (まだ 2 年を残すが) 金回りが悪くなり、掘削数はやや減り、大深度掘削の割合は大きく減った。

茨城県における掘削泉の深度は、1,000 m 未満が 107 本、1,000 m 以上が 41 本で、大深度泉は全体の 28% を占める。茨城県全体の温泉分布は北に偏っているが、県南にも数は少ないが全体的に散在している。大深度泉の割合は県南で高く、この地域で温泉を求める努力が深部まで及んだことを示している。県南の大深度泉の泉質は非常に多様であり、関 (2009) の研究はこの原因に迫るものである。

この地域の大深度泉で注目すべきは、付随する可燃性ガスである。大深度温泉に伴う可燃性ガス

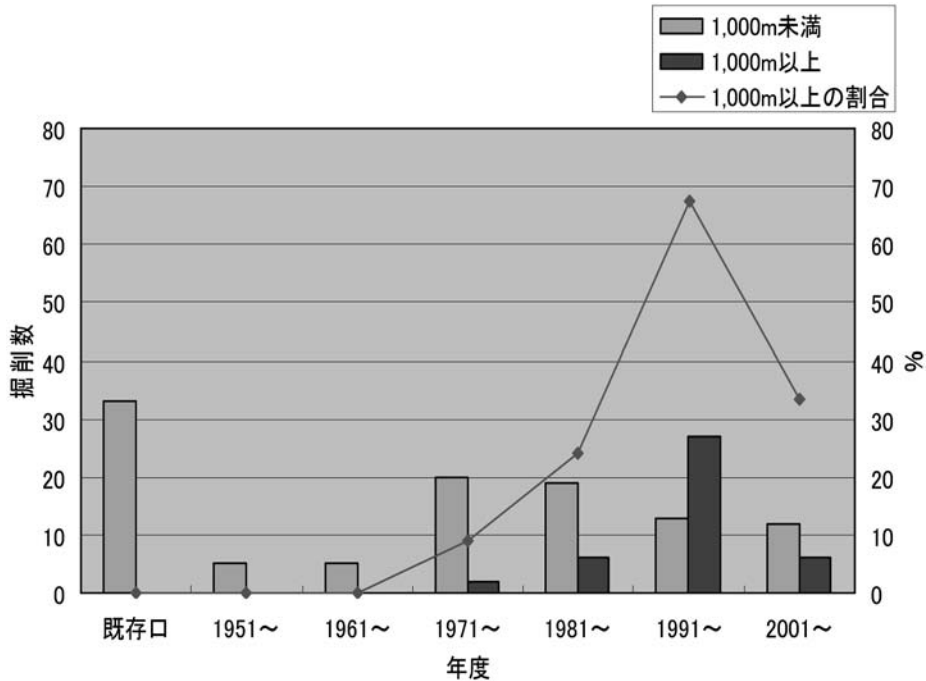


Fig. 1 Varying drilling situation for hot springs in Ibaraki Prefecture (after compiled data by Ibaraki Prefecture).

図 1 茨城県内の温泉掘削状況（茨城県のデータによる）

の問題は、2007年の渋谷での爆発死亡事故の発生で全国的に大きく取り上げられることになった。佐脇ら（2009）の研究は、高濃度に可燃性ガスが存在するいわゆる南関東ガス田が、南関東から茨城県に向かってどこまで広がっているか、また、上総層群のような可燃性ガスを胚胎し、温泉とともに地上に湧出する地層がほかにどう分布しているかを把握するものである。堀川ら（2009b）は、このような温泉とともに地上にもたらされる可燃性ガスの測定法を開発し、報告にある神栖をはじめ茨城県内のガス量の測定を精力的に行っている。

一般に、茨城県内の温泉に付随する可燃性ガス量は、南関東ガス田に匹敵するほどの高濃度はないと考えられるが、ある程度の量は普遍的に含まれているようである。可燃性ガスの主成分であるメタンは、もう一面で二酸化炭素の21倍の温室効果を有するガスとして知られている。このガスをそのまま空中に放出させることは、地球温暖化対策上、好ましくない処置である。ただ放出させるだけでなく、燃焼させて熱エネルギー利用して二酸化炭素に変えるのは、一石二鳥の処理法である。茨城県の大深度温泉は、それを試すのに適当なものではなかろうか。

大深度掘削泉に対する世間の目（中でもこれに該当しない既存の一般温泉からの目）は厳しいものがある。その理由は、i) 大深度掘削泉は温度が低く腐植質により着色している場合が多い（温泉らしくない?）、ii) 一般温泉のように循環涵養型ではなく停滞型であるためいずれは枯渇してなくなる、ということに合わせて、iii) 可燃性ガスを含む、ことが批判の論拠となっている。しかし、大深度掘削泉を開発すべきでないという意見に著者は組みしない。

i) は他にない大深度掘削泉の特徴であり、むしろ誇るべきことなので批判には当たらない。iii) は、前述のようにエネルギー資源として利用することにより、利点と変えることができる。残る問

題は ii) であるが、これについては次のように考えることができる。

世の中の資源には、枯渇型と循環型の 2 種類がある。一般には、鉱物資源や化石燃料のように枯渇型の資源が圧倒的に多く、これは使用とともにやがて失われていくが、循環型の資源は温泉やバイオマスのように再生可能性という優れた性質を有している。大深度掘削泉は、基本的には停滞水を利用するもので、やがて枯れるという欠点がある。しかし、一般の枯渇型資源のように、枯れることを意識して貴重な資源として有効に使っていく道が許されてもよいのではなかろうか。つまり、それなりの利用の仕方として、無駄をなくし、息長く使っていくことはあってもよさそう。首都圏をはじめ、全国各地の堆積盆で、すでに貴重な温泉として使われている現状を否定することはできない。茨城県の大深度掘削泉は、上手な大深度掘削泉の使い方の指針を策定する研究の場として利用することが可能である。

#### 4. 茨城県の温泉はまだ十分に成長・発展していない—茨城県が温泉先進県となるために

温泉の成長・発展の度合いは、通常、源泉数、湧出量、利用施設数、利用人員数などで総合的に判断される。茨城県の温泉は、甘露寺ら (2009) が述べているように、上記のいずれの要素についても格段の伸びを示しているのは事実である。しかし、それでも数の比較においては、決して全国ランキングの上位にはならない。

温泉の成長・利用の度合いを測る総合的な指標の一つとして、利用熱エネルギーがあり、それを取り入れた比較の試みが行われている。千葉大学・環境エネルギー政策研究所 (2008) は、2007 年版のエネルギー永続地帯のデータを発表した。そこでは、民生用の熱利用に対して、自然エネルギーによる熱供給でどれくらいまかなえているか (自然エネルギー供給率) が示されており、供給率が 100% を超えるとエネルギー永続地帯になる。温泉は重要な熱供給自然エネルギー源の一つであり、温泉熱利用 (浴用) と地熱利用 (直接熱利用、地中熱) をカウントしている。温泉熱利用の計算方法は、42℃ 以上の温泉は、日本の平均地下水温度を 15℃ として、利用温度との差  $42 - 15 = 27$ ℃ が自然より得た熱量とするものである (江原ら, 2008)。

最新のデータによると、日本全国では 1 年間に 20.37 PJ の温泉の有する熱を利用していることになり、これは石油に換算すると約 50 万 t に相当する。都道府県別では、温泉の豊富な大分県が供給率 20% を超えて断然トップで、30 位以下では大差なく茨城県は 40 位である (Fig. 2)。これから見ても、茨城県の温泉県としてのランクは低いことが分かる。

茨城県の温泉資源のありようから考えて、このような比較による上位に上昇することはあり得ない。しかし、研究面や利用面で先進的な姿を他に示すことは可能だと考える。その可能性としては、今回の大会で発表のあったことに加えて、前述した次のことが取り組みの対象となり得る。

- 1) 非火山性高温泉の周りの低温硫酸塩泉の成因
- 2) 大深度掘削泉に付随する可燃性ガスの利用法
- 3) 大深度掘削泉の利用指針

本特集が、茨城県が別の意味での温泉先進県になるきっかけになることを願っている。

今回の特集のきっかけは、日本温泉科学会井上編集委員長のお薦めがあったことによる。今回の特集に寄稿いただいた各執筆者には、無理を聞いていただいた。本稿をまとめるに当たっては、茨城県保健福祉部薬務課小川正明主任がまとめられた、茨城県の温泉データが大変参考になった。以上の諸氏に感謝の意を捧げる。

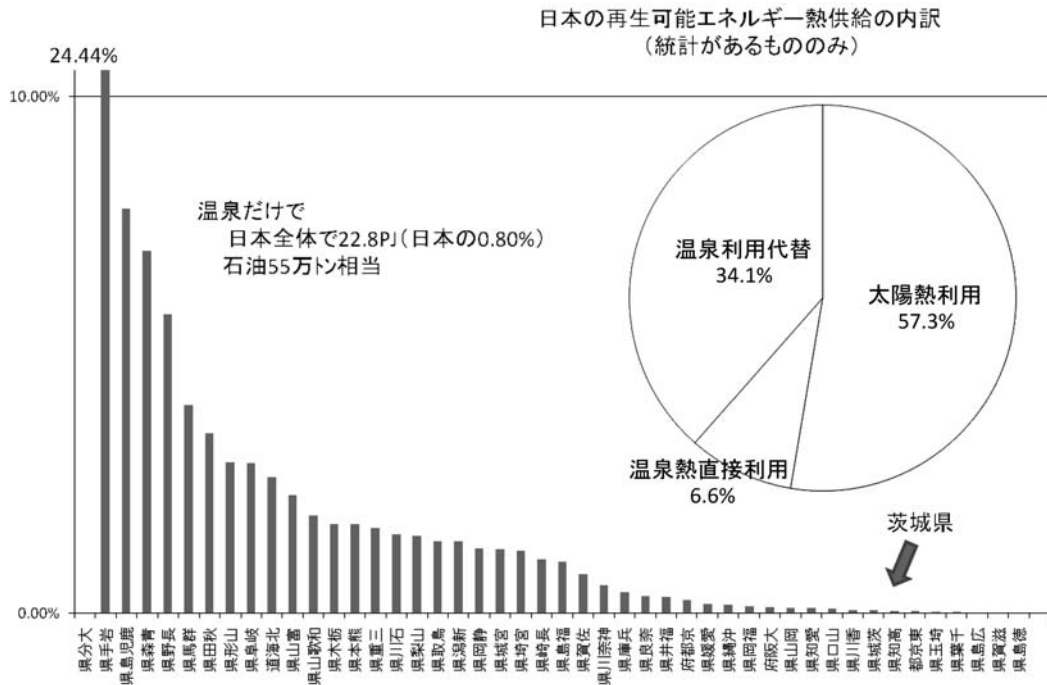


Fig. 2 Prefecture ranking on heat utilization from hot springs (after compiled data by Chiba Univ. and ISEP 2008).

図 2 温泉熱利用都道府県ランキング [千葉大学・環境エネルギー政策研究所 (2008) のデータによる].

引用文献

千葉大学・環境エネルギー政策研究所 (2008) : <http://sustainable-zone.org/>

江原幸雄, 安達正敏, 村岡洋文, 安川香澄, 松永 烈, 野田徹郎 (2008) : 2050年自然エネルギービジョンにおける地熱エネルギーの貢献, 日本地熱学会誌, **30**, 165-179.

堀川 有, 笠井勝美, 飛田 格 (2009a) : 茨城の温泉と地質—熱源と水脈を探る—, 温泉科学 (本誌).

堀川 有, 飛田 格, 宮田 厚 (2009b) : 温泉水に含まれる可燃性ガスへの技術的対策—茨城県かみす若松温泉での実験—, 温泉科学 (本誌).

茨城県 (2008) : 茨城県保健福祉部薬務課資料.

甘露寺泰雄, 飛田 格, 堀川 有 (2009) : 茨城県の温泉今昔, 温泉科学 (本誌).

西村 修 (2001) : 紀伊半島の温泉とその熱源, 温泉科学, **51**, 98-107.

佐脇貴幸, 金子信行, 猪狩俊一郎, 前川竜男, 徳橋秀一, 中嶋 健, 棚橋 学, 坂田 将, 森田澄人 (2009) : 水溶性天然ガス資源 (南関東ガス田) の研究—温泉開発, 深層熱水利用等の指針策定への貢献 (アウトカム)—, 温泉科学 (本誌).

関 陽児 (2009) : 関東地方における大深度温泉の地質と水質, 温泉科学 (本誌).