

日本温泉科学会第30回大会

会 長 講 演

「温泉の起原考」

会 長 豊 田 英 義

1. 序 言

温泉の定義は我が国では泉温 25°C 以上が決定的な条件となっているが、地学的に見てまことに意義ある定義といえる。即ち、地下水の温度が $14\sim 17^{\circ}\text{C}$ （稀には富士山麓の 10°C 前後の例もある）であるのに、それを 8°C 上まわる温度を有する湧泉の存在意義を重要視するわけである。筆者が言及したいのは、この温度差の原因であり、胎岩（mother rock）の提唱である。

昭和50年に印行された「日本温泉・鉱泉一覽」, 「日本温泉分布図（200万分の1地質編集図No. 8）」（共に角清愛氏編集, 地質調査所印行）は日本の温泉に関する最近の地学的総集編である。全土にわたり、温泉の泉質, 泉温による記載がなされており、且つ関連地質（associated rocks）ならび等地殻熱流量線（iso-heat values curve in HFU）が記入されており、全般的に見るに最高の文献といえる。なお温泉の位置を緯度, 経度であらわし、湧出量, pHも記載されている。

2. 母岩と胎岩の記載の提唱

先程の大塚先生（大塚哲也氏, 玉造厚生年金病院院長）のお話では、いろいろの泉質の温泉についての診療の実際について述べておられたが、筆者の主眼はその温泉がいかなる地質のところか、湧きその起源がどうなっているかについて言及したいのである。従来は、火山岩（酸性泉が多い）、それに同じ火山性といっても深成岩（多くは弱アルカリ泉）、それに非火山性と分類されているが、筆者をもって言はしむれば、温泉科学会での話題というよりは「温泉工学会」の問題かも知れないが、温泉に関する記載事項の中の根本問題である。つまり従来の温泉の記載には位置、交通、泉質（治療上の適応症、嫌気症も含まれる）、それに浴後のレクリエーション案内などがあるが、肝腎の「どういう地質のところか」、 「どれくらいの湧出量があるか」などの記載が見当たらないことである。これは専門家以外はあまり興味がないので省略されているのかも知れないし、現にその昔筆者も若い頃はあまり関心がなかった。又、一方では調査しても中々に究められないということも一因であろうと思う。例えば、山口市湯田温泉は明らかに沖積層から湧出している、然し常識的に考えてみて沖積層中に本来の温泉があるとは考えられない、にも拘らず母岩を沖積層と記載（それも多くはこの種の記載なし）されたままである（筆者の提唱の胎岩は斜長斑岩）。

さて話は戻るが、我が国では温泉法が昭和25年に制定されるまでの温泉の概念は「その地の年平均気温を上回る温度の湧泉」ということである。然し、火山があったからといって必ず温泉が湧くわけでもないし、話は違うが南極で 5°C という湧泉があっても「温泉」と言えるか、等々の

会大回08第会学特泉温本日

真 龍 島 会

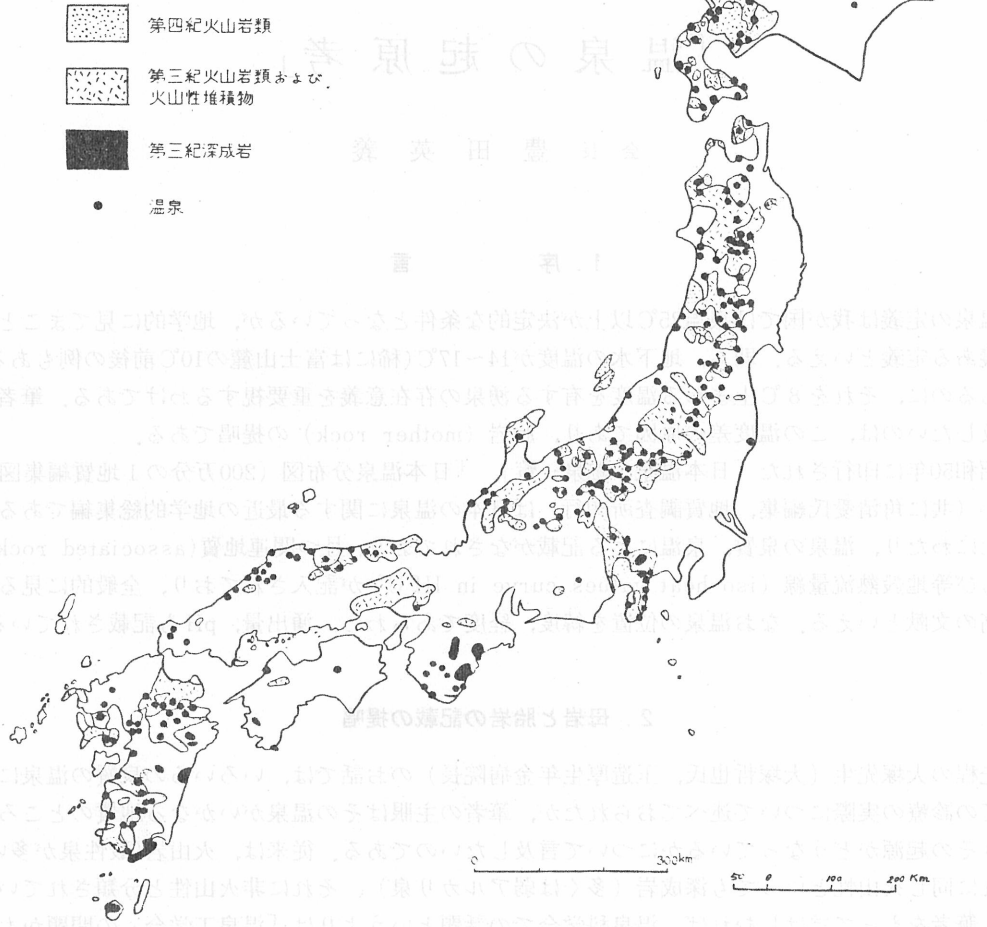


図1. 本邦温泉と地質との関係図

問題が残るわけである。

本題に入り、地質調査所印行の「日本温泉・鉱泉一質」では「母岩」を使用せず、関連岩(associated rocks)を採用している。それは温泉の湧く地点の地質は勿論のこと温泉につながるとされるマグマと直接関係した火成岩(主として)を意味している。だから厳密には筆者の提唱する胎岩(mother rock)とは意味がちがう。

いうまでもなくマグマの運動、冷却により、そのまま地表に上昇してしまえばこれは火山岩であり、地下深いところでそのまま固結してしまえば即ち深成岩あるいは半深成岩となるわけである。ここで問題となるのはマグマの固結の際の残液の行方である。即ちマグマの冷却(急、徐の差はあっても)の際濃集される水蒸気を主とする揮発性成分全体の高蒸気圧(熱水と呼ばれる以

前)の状態は温度の低下に従い益々蒸気圧を増すわけである。蛇足ではあるが、岩漿期が終ればペグマタイト期、気成期という時期があり、水の臨界温度(374℃?)より低温度になれば高蒸気圧のもとでも液相となるのである。これを普通「熱水期」と呼んでいるが、温泉は実にこの時期の更に末期のものといえよう。簡単に言えば、この状態の熱水は蒸気圧が高ければ高い程亀裂などを求めて上昇するであろうし、場合によっては我々の知らない所に地表に出ることが出来ずに地下深く熱源としてとどまっているようなことも考えられるのである。

3. 熱水起原の温泉の例 (道後温泉)

最近ではこのあとのケースが大いに注目されて、温泉の起原の大部分は地下水の流入後それが

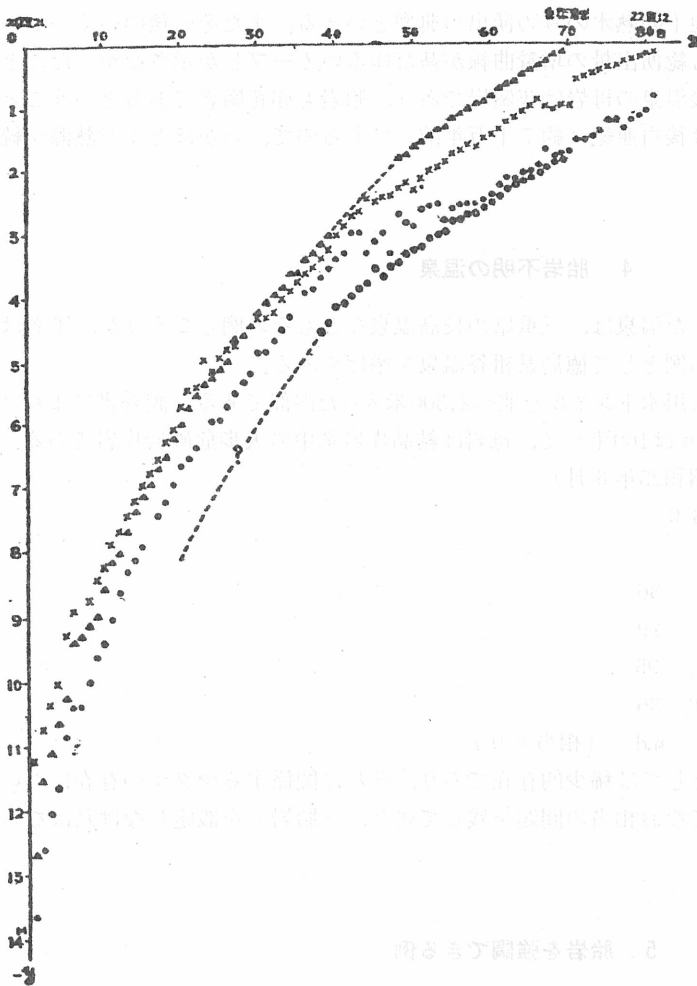


図2. 南海大地震後の湧出曲線

- x—軸 経過日数 (21. XII. 21を0とする)
- y—軸 水位 (地表下, 単位米)
- 第1源泉湧出曲線 △ 第2源泉湧出曲線
- 第3源泉 × 第4源泉 "

地下深所で熱源に触れて(勿論、水の大きな潜熱も考慮しなくてはならない)ある種の原因によって上昇したものである、という説が有力になっている。その根拠の1としては従来の自然湧出の温泉が深部ボーリングによって急激な湧出量の増加が各地で実現していることと、他には天然ガス採取の目的で掘鑿を試みられた東京付近の有楽町層あたりからの意外に高温の被圧地下水の湧出にヒントを得た説であると思われる。

東京では関東平野の深部にあるであろうという目的で昭和25年頃から盛んに1,000米ぐらいのボーリングが行われた、ところがガスは出るには出たが同時に多量の泥水を吹き上げた。このものの温度がなんと23~30℃のもので、正真正銘の「温泉」だというわけ、泥水を濾過して(この泥は他所の病院などに泥浴用に売却)、ガスを燃料に加熱してここに「東京温泉的なもの」が多く誕生した。麻布の越ノ湯、新宿の十二社、江東楽天地、

池袋等々、今でも20ヶ所以上の「温泉」が存在する。この種の温泉の熱源に関して、たまたまアメリカの文献にもこれと同様の説が出たので、「地下水水源説」が高唱されるようになった(筆者付記)。

然し筆者をして言わしむれば、矢張りマグマ進化の末期に地下に結集した熱水(hydrothermal water)の自然上昇をまず優先的に考えたい。これにも2種あって、1はマグマの深成作用の結果の深部からの直接上昇である。即ちマグマの残液の水の臨界温度を下回り且つ高い蒸気圧の下に地表に近く裂隙を求めて上昇するもので、あえて流下地下水の混入を必要としない。この種の温泉は比較的知られていないが、筆者が調査した愛媛県道後温泉の例を示す(図2)。

図は「南海大地震'46. XII. 21 4h20m」で低下した道後温泉の泉位の経日上昇の直接観測の結果をそのまま図表化したものである(一種のアンソロジー)。これは典型的の指数曲線を示し、泉位上昇期間に数回にわたり相当の降水はあったが全くその影響が見られない。同温泉第1源泉の再湧出が停止後67日目であった。地下の熱水のみのも湧出の典型といえる。またその後のいくつかの増湯ボーリングの成功はあっても総湧出量の増量曲線が甚だゆるいカーブしか示さなかったこともこれを裏付けている。即ち道後温泉の母岩は花崗岩であり、胎岩も亦花崗岩であるということになる。然しこの花崗岩の時代は後白亜紀(約7千万年前)であるので、いかほどまで熱源が続くものかどうか疑問はなお残る。

4. 胎岩不明の温泉

沖積層を深く掘り下げて出現した温泉は、三重県の長島温泉などもその例となろうが、筆者はここに「胎岩」の判明しない他の例として徳島県祖谷温泉を挙げてみる。

現地は祖谷川の一宇発電所から用水トンネルを北へ2,300米入った内部である。調査書によれば、30米ぐらいの湧出帯がある由(冠りは160米)で、母岩は結晶片岩系中の大步危砂岩片岩である。そのデータは次の如くである(昭和25年6月)。

泉温 36°C pH=8.0

成分 (mg/l)

Na 79 Cl 36

K 13 CO₂ 29

Ca 3 HCO₃ 95

HSiO₃ 36

H₂S n.d. (相当あり)

要するに、結晶片岩中の温泉としては稀少的存在であり、それに関係するマグマの存在についての知識があまりにも乏しいのでなお相当の問題を残して居り、「胎岩」を設定しなければならないように思う。

5. 胎岩を強調できる例

以上述べたこと以外に「胎岩」が明らかになり、温泉開発に寄与したいくつかの例を表としておき、筆者の講演を終る。

(付記) 講演の際南極の温泉の泉温を5°Cと申し上げたが、その後誤りであることが分った、ここに訂正する。Deception 島温泉は泉温25.7°C, pH6.8である。

(古い定義では5°Cの温泉でも極地では存在し得る)

表1. 温泉において母岩と胎岩の区別の必要性(例)

温泉名	母岩	泉質	泉温	胎岩
有馬(神戸)	花崗岩, 第三紀層	炭酸鉄泉	46°C	—
	〃	塩化土類食塩泉	81°C	石英粗面岩(第三紀)
天童(山形)	第三紀層	芒硝石膏泉	56.9°C	石英粗面岩
松之山(新潟)	第三紀層	土類含有食塩泉	98°C	石英閃緑玢岩
瀬波(〃)	第三紀層	弱食塩泉	100°C	花崗岩
袋田(茨城)	第三紀層	単純泉	26°C	—
		重曹泉	40.5°C	石英粗面岩
イ祖谷(徳島)	結晶片岩層 (砂岩片岩)	弱アルカリ単純泉	36°C	?

文 献

- 1) 福富孝治, (1936) [岩波] 科学文献抄No.12 温泉の物理
- 2) 小林儀一郎, (1939-'40) 本邦温泉の地質学的分類並びに温泉湧出と地質構造線の関係について 地学雑誌51巻No.688—
- 3) 豊田英義, 野間泰二, (1950) 愛媛県道後温泉の地質学的問題の二, 三 愛媛大学紀要(II) 1—1
- 4) 隈川達, (1950) 温泉の母岩と胎岩 国立公園復刊7号
- 5) 徳島県, (1950) 徳島県祖谷温泉調査報告書
- 6) 豊田英義・野間泰二, (1952) 愛媛県道後温泉の地下状況に関する研究 愛媛大学紀要(II) 1—3
- 7) 露木利貞, (1952) 温泉地質学上より見た温泉のタイプについて 鹿児島大学理科報告1
- 8) 徳島県衛生部医務課, (1956) 三繩村における温泉堀さくに関する調査
- 9) 東京地学協会, (1957) 地熱および温泉・鉱泉(日本鉱産誌VI a)
- 10) 松下久道・高橋英太郎・露木利貞, (1959) 湯田温泉地質調査報告
- 11) 中村久由, (1962) 本邦諸温泉の地質学的研究 地質調査所報告No.192
- 12) 福富孝治, (1965) 地下水起原の温泉の温度 北海道大学地球物理学研究報告No.13
- 13) 地質調査所, (1975) 日本温泉・鉱泉一覧; 日本温泉分布図(200分の1地質編集図No.8)