

温泉坑井の調査法

物理検層と化学検層について

わが国には多数の温泉(約 7,000)が存在し、世界でも最もよく温泉を利用している国の1つである。地質調査所は明治15年に創立以来温泉に関する調査も実施し、温泉の探査、開発、保護のために務めてきた。

最近では温泉調査法の研究として、温泉坑井の物理検層と化学検層を併用することによつて、地下の地質および温泉に直接関係する種々の現象を知ろうとする試みが始められているので、以下簡単に説明してみよう。

温泉法によれば温泉とは 25°C以上の温度を有し固形成分 1,000mg/kg以上を含む湧泉と定められている。泉質による種類は、単純泉・単純炭酸泉・重碳酸土類泉・重曹泉・硫酸塩泉・鉄泉・明礬泉・酸性泉・放射能泉・硫黄泉・食塩泉など11種類に分類されている。

しかしながら温泉を天然現象の1つと考えれば、要するに地下にある「水」と「熱」の2要素の組み合わせの条件によつて生ずるものである。

地球の表面には豊富に水があるが、天然の熱は限られていて最も多いのは火山熱であるから、イタリアや日本のような火山国には、従つて温泉が多く存在することはよく知られている通りである。



甲府市湯村における温泉坑井の電気検層

温泉の成因を究めることは、温泉を有効に利用し、最小の経費で開発し、長い年月にわたつて湧出量と温度を維持してゆくために大切なことであるから、そのために研究所や大学および地質調査所などでは多くの人達が常に調査や研究を行っている。

温泉調査の方法はその目的によつて異なるもので、例えば泉質調査の場合には温泉水の正確な化学分析が主となる。また温泉地の地質調査は温泉の成因を知る上に必要で、地質が泉質に関係することもある。温泉探査を目的とした調査については「地質=ユース No. 16」に述べてあるが、その他放射能測定による調査も近年はしばしば温泉調査に用いられてきた。

温泉坑井内の調査

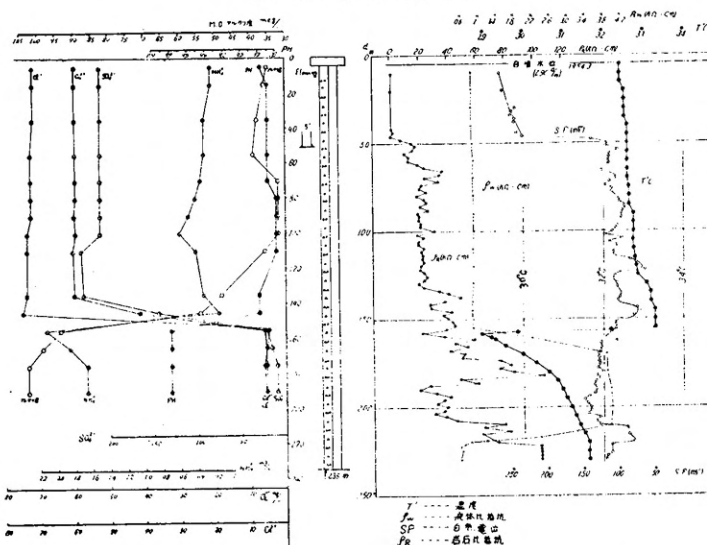
昔はみな地表から直接湧出する温泉を集めて利用したものであるが、近年になつて多くの温泉地では、ボーリング機械で地下に孔をあけて、50mとか深いものは 500mもの地下からモーターでくみ上げている。

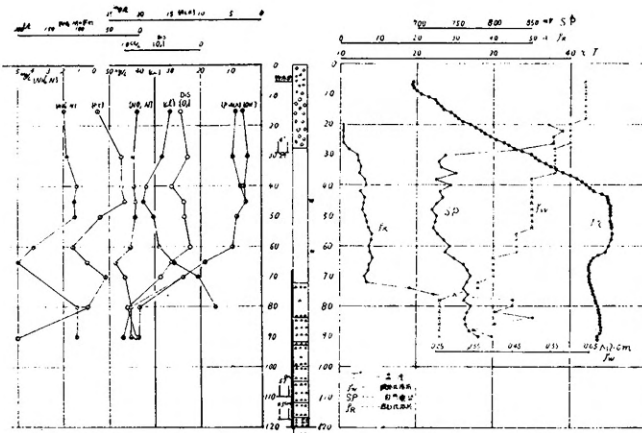
「左図の説明」

深度 150m で温泉脈を切つて、33°Cの温泉が湧出しているが、150m以深からは全く湧出していない。

地質は新第三紀中新世の泥岩、および泥岩と凝灰質砂岩の互層からなり傾斜は30°~60°地質柱状図は鑿手の得た資料によつたもので且つコアがないため正確なことは不明であるが、物理検層(図右側)の結果から見ると70~130mは泥岩、130~160mは泥岩と凝灰質砂岩の互層、160m以深は凝灰質砂岩が優勢となるらしく、温泉脈は互層中の割れ目の多い部分に当たっていると考えられる。

山梨県下部温泉検層図





長野県浅間温泉第3号井検層図

これは多量の湯が必要になったことと、湯をひやさないための2つの理由による。

温泉を採水している坑井で実際に湧水する場所は坑底であることもあり、途中のある深さの壁から湧出していることもある。また坑口の近くから地下水が滲み出して温泉水に混入していること等もあるが、地下でこれらの温泉水の湧き出る道を温泉脈と呼んでいる。

この温泉脈の状態を知ることはなかなか困難で地表の調査だけではわかりにくいので、ボーリング孔の中へ地表から種々の機械を下げて、各種の試験をする。

物理検層 (Physical Logging) では……

- ① 温度 ② 自然電位 ③ 比抵抗
④ 液体抵抗 等を地表から孔底までの間を各深度で測る。

化学検層 (Chemical Logging) では……

各深度の温泉水を採ってその水の性質、即ち

- ⑤ PHおよびアルカリ度 ⑥ 塩素(Cl) ⑦ 硫酸(SO₄²⁻)
⑧ 溶存酸素(O₂) ⑨ アンモニア(NH₄⁺-N) 又は亜硝酸(NO₂⁻-N) ⑩ 鉄(Fe) ⑪ その他温泉の泉質によ

温泉水の分析



「左図の説明」

附近の地質は新才三紀中新世の黒色泥岩を主とし、凝灰質砂岩をはさんでいる。

泥岩は頁岩状の割れ目が多く、凝灰質砂岩は無層理塊状である。温泉脈は凝灰質砂岩より上位の深度 50m 前後の泥岩中で、特に小割れ目が発達した「ザグ層」部分にあたっている。

70m 以深の凝灰質砂岩は塊状で温泉の湧出は全く見られない。

つてカルシウム (Ca²⁺)、重炭酸 (HCO₃⁻)、珪酸 (SiO₂) の化学分析を行う。

グラフの縦軸に孔井の深さと地質柱状を、横軸に各深度で測った① ~ ⑪の各数値を記入すると、次のようなことが判明する。

検層図の解釈

温泉水が湧き出していると思われる位置(深度)附近では、温度曲線が極大値を示し、その上下では温度が低くなる。また同時に同じ位置附近の化学成分は、硫黄泉では硫酸が増加し、塩類泉では塩素、カルシウム、炭酸、珪酸等が増加し、アルカリ泉ではアルカリ度が増加する等のことがある。

地表水が途中から混入していると思われる位置(深度)附近では、温度曲線は極小値を示し、溶存酸素、鉄等が増加する。

比抵抗と自然電位は、孔井内の岩石の性質をよく表わすので地質柱状と参照して見ると、温泉の湧出個所が砂岩で孔隙の多い所とか、泥岩や凝灰岩の割れ目の多い所

坑井の採水



とかの判定ができる。

調査機械

自然電位や比抵抗を坑井内で測定することは電気検層と呼ばれ、フランス人のシュランベルジャー (Schlumberger) という人が最初に考えたもので、その測定は電極を電線につけて坑内に下げながら地表のメーターを讀んで行く。温度は白金抵抗管を降下させ温度変化を白金の電気抵抗によつて読む。

次に、昔から海洋観測のとき海水を深い所から採水して、水の化学分析やその他の試験を行つてゐるが、工業用水、天然ガス、温泉等の坑井内の各深度の水を採つて試験や分析をすることは、最近わが国でも始めた方法であつて、海洋観測のように採水器をケーブルで降下させる方法と、ゴム管を坑内に降ろし地表でポンプを使つてくみ上げる方法とがある。後者の方法で坑井内の水を採つて分析試験することは名古屋大学の小穴教授が着想し、実際の坑井調査にも適用され、今では多くの人達が

この方法を坑井調査に利用している。

× × × ×

温泉調査を実施する場合に地下の温泉脈がどのような形をし、どの位の大きさで、どのような地質構造の所から、どんな泉質・温度を持つて出ているか(これらのことを温泉の地下における実態と呼ぶ)を知るために、温泉坑井を利用して物理検層や化学検層をいかに行えばよいか、また放射能とかそのほか何を測定すれば温泉調査に役立つかという調査方法を研究しているが、温泉の地下の実態がつかめるようになれば、それと地表調査結果との間の関係も知ることができ、新しい場所の温泉探査にも役立つのである。

地質調査所では物理検層は物理探査部で、化学検層は化学課等で分担し調査研究しているが、さらに簡単な方法で少い経費で行えるようになれば、全国の温泉はもとより、工業用水や天然ガスの坑井内の試験にも利用され、それらの調査の一助にもなることと思われる。

箱根芦ノ湯温泉検層図

「下図の説明」

附近の地質は、安山岩熔岩とその凝灰岩で、坑井は旧火山の麓に位する。岩石が透水性であるために、地表近くの地下水は地中に透水していつている。最高温度を示す深度90m附近が噴気のルートに最も近接して温度測定をする毎に変化する。

