

# 温泉の存在状態と地質構造との関係 (1)

## 伊豆古奈長岡温泉の熱構造

中 村 久 由

(通産省地質調査所)

(昭和33年8月15日受理)

### まえがき

伊豆半島の温泉は大部分いわゆる湯ヶ島層を湧出母岩とするが、湯ヶ島層上部の白浜層から湧出する温泉も少なくない。沼津と修善寺とのほぼ中間に位置を占める古奈長岡温泉は、この白浜層から湧出する温泉の1つであるが、かなり広い地域に泉源を置き、その規模からいえば、伊豆半島でも伊東、熱海に次ぐ温泉に数えられるところである。

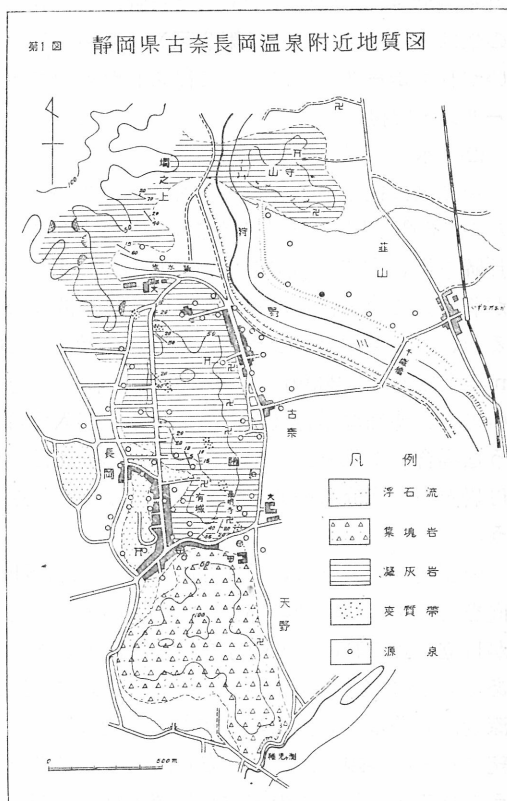
古奈長岡温泉については、既に本誌上で中央温泉研究所の諸氏によつて詳細に報告されているが、<sup>1)</sup> 筆者は主にボーリングの資料にもとづいて垂直温度分布図を作製し、いわば熱構造を支配する温泉の存在状態が、白浜層の岩質、地質構造と密接な関連にあることについて触れてみたいと思う。

### 1. 地 質 構 造

古奈長岡温泉というのは韭山村の守山から長岡町の<sup>まま</sup>欄の上・古奈・長岡を経て稚児ヶ淵に亘る区域の温泉をいゝ、狩野川を挟みその東側に源氏、韭山の源泉があり、西側に古奈、長岡の源泉が分布している。

この地域の地質は江の浦凝灰岩層とその上位の輝石安山岩質集塊岩よりなり、前者は長岡町役場前から三津海岸に通ずる道路の北側に発達し後者はこの道路の南側を占める。(第1図)江の浦凝灰岩層というのは伊豆半島の基盤をなす湯ヶ島層群の上位にあつて、白浜層群といわれる地層に相当するが「沼津」図幅によると、この第三紀中新世の地層は江の浦湾を中心としてその周辺地域に発達し、古奈・長岡附近のものはその一部に当る。

江の浦凝灰岩層は大部分凝灰岩ないし角礫凝灰岩よりなり、凝灰質砂岩および泥岩を挟み層理は比較的明らかである。なお、守山では堅い熔岩を挟む。地層の走向は場所によつて次のように変化する。すなわち欄の上ではN40~60Wで東北に20°傾斜する。それより南に下つて中学校附近から「つゝじが丘」の丘陵地にかけてはN20Wの方向をとり15~20°東に傾く。それが役場前の切割ではN20~40Eに変わり、傾斜も南東に20~45°となり割合急傾斜する。この間に特に断層の存在が認められないので、結局このような走向の



変化はNE方向を軸とする半ドーム状の撓曲構造によるものとみなされる。一方、守山では有城の丘陵地と同じようにN20Wの走向を示すが、傾斜はむしろ逆に20°前後西に傾く。従つて、この間に向斜軸の存在も予想されるが、地層の走向がほぼ狩野川の流路に沿つて変化するという傾向から判断すると、この向斜状の構造や撓曲構造は狩野川に沿う構造運動によると考えられ、同時に、この地下に火成岩が潜在する場合のことも、或程度予測できるような構造を示している。

次に注目をひくことは、白石の石切場附近から「つゝじが丘」を通り役場前の公園に亘つて変質帯が存在することである。この変質帯は比較的多孔質の凝灰岩の部分に当り、しかもほぼ地層の走向に従つて漂白する傾向があるので、この変質帯はかつて熱水また熱気がこの地層間の多孔質の部分を通り側方に拡つた形跡を示しているようにみえる。従つて、この変質帯の性格から帰納すると、この地域における温泉の存在状態も、その一部は現在なお地層の、ある層準に従つていわば湯層をなして拡つていることを暗示するように見え、この変質帯の存在は熱構造を考察する上に大きな手掛りを与えるものとして極めて注目に値する。

## 2. 熱構造

### (1) 温泉の分布

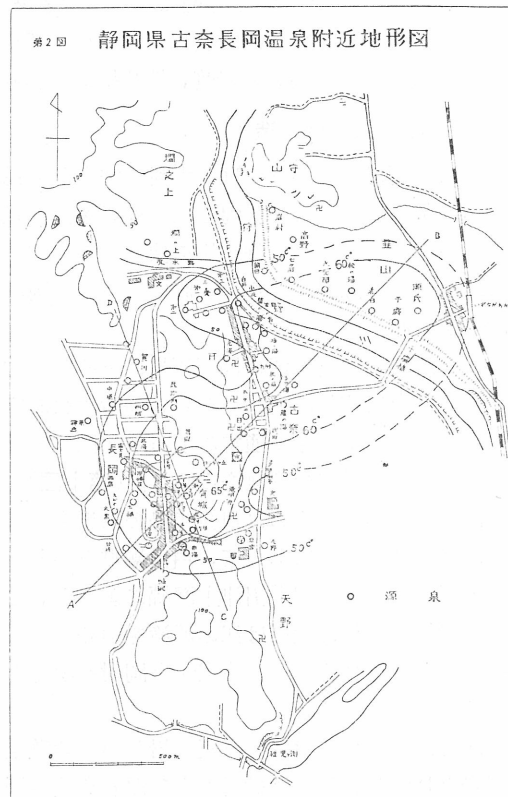
この地域の温泉は、長岡・古奈・壱の上・韭山の4地域に亘つて分布する。源泉数は50を越えるが、このうち長岡・古奈が圧倒的に多く、韭山は近年開発されたばかりであるため壱の上と共にその数は遙かに少ない。(第2図)これらの温泉はいずれもボーリングによつて得られたものでエアリフトで揚湯している。

### (2) 水温

第2図は揚水温の分布図であるが、この図を見ると、60°C以上の高温帯はほぼNEの方向をとり長岡市街、古奈丁字路を通つて韭山に達することが判る。この場合、ボーリングの深さが問題になるが、後でも述べるようにその深さは殆んど200m以上であり、200m以内のものは数本に過ぎないので、特殊な場合(例えば地下水が混入するような場合)を除き、温泉の揚水々温の分布は一応母岩内の温度分布をあらわすとみてよいであろう。

いま述べたように、平面的な温度分布はNE方向をとるが、高温帯の幅が比較的広いという特徴が目立つ。これは温泉の存在状態に関連があり、ある層準の地層がいわゆる湯層をなしていることを暗示するようにみえる。また、ボーリングの深度に大差なく、温泉の存在も水平的な拡りをもつという条件の下で、特に高温帯がある方向に連続するという現象は、この方向に沿つて温泉が湧出しやすい状態にあることを示しているように考えられる。そしてこの方向が長岡市街、古奈丁字路を通り韭山に達する高温帯に相当することは既に述べた通りである。

### (3) 温泉井の深度



既述のように、この地域の温泉は何れもボーリングによつて得られたものである。現在、源泉数は50を越えるが、今回その資料を参考にしたのは、このうち近年工事の行われた10数本のものについてである。

温泉井は大部分250~360mのものが多く、温度分布を地域別にみると、長岡、古奈ではほぼ同じ程度の深さであるが韭山方向に遠ざかるとその深度が増大する。現在迄の最深長492mの温泉井はこの地域の最も北東寄り掘鑿したものである。

#### (4) いわゆる湯層

古奈長岡地方における温泉の掘鑿はいわゆる衝撃式によるものである。従つて地質柱状図の記載もサンドポンプで汲上げだスライム(岩滓)によるものであるから余程特徴のある岩層でない限り正確な表現はなかなか困難である。しかしこの柱状図の中で「……ガス10尺とれず」と記入されているところがある。これは掘鑿中10尺の間全くガス(スライムの意味、カス?)がサンドポンプに入つてこなかつたということで、この間にいわば裂罅・間隙があり、泉脈あるいは湯層が存在することを意味する。

参考に供した10数本の柱状図をみると、1本の鑿井の中で10個所以上も泉脈として記入されているものがあり、大体数個所が普通である。この地域の構成地質が凝灰岩を主とし、この中に泥岩層や砂岩層を挟むことや、地表で多孔質の凝灰岩層が白色に変質していることなどを併せ考えるとこの泉脈と記載されているものゝ一部は、いわば湯層とみて差支えないようである。と同時に、泉脈の存在もまた全然無視してよいというのではない。というのは次に述べる鑿井の垂直温度分布や、前に述べた水温の分布などが示すように、この地域の温泉がNE方向の高温帯を主軸とすることから判断して、撓曲構造を作つたこの地域の構造運動あるいは火成岩の貫入等の影響により、NE高温帯の方向に沿つて、裂罅の多い部分が生じたとみなされるからである。従つて、この地域の温泉の存在状態は、この裂罅と、いわゆる湯層との組合せによつて支配されていると考えられるのである。

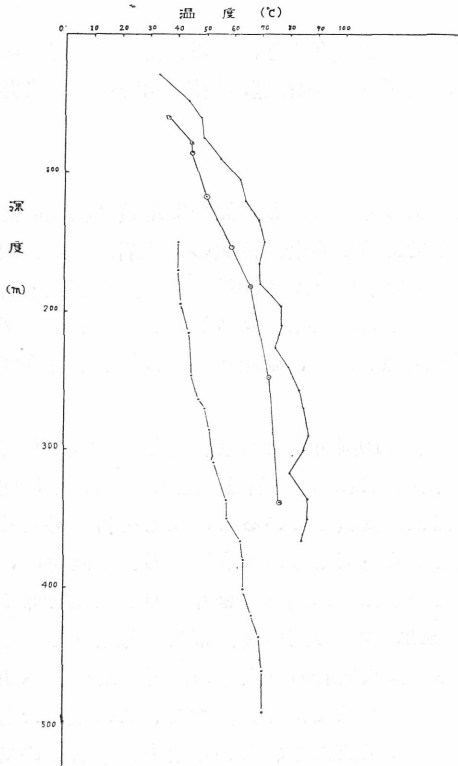
#### (5) 温泉井の垂直温度分布

次にボーリングの資料から温泉地帯の垂直温度分布状態を考察してみることにする。柱状図に記入されている温度は、鑿井時の各深度における孔底温度であつて、温泉地帯にあつては潜在する温泉に最も影響されることはいふ迄もない。10数本の柱状図から、深度と温度との相関々係を求めてみると、その間に次に述べるようなある規則性がみいだされる。すなわち、第3図はこの中から代表的な3本の鑿井を選び、その相関図を示したものである。この関係をさらに様式的に修正したのが第4図であるが、この図をみるとおのおのの曲線は、ある深さから下で温度の上昇がゆるやかとなり、漸次一定の温度に近づく傾向を示す。この現象は、温度の上昇が緩まるところを境にして温泉の存在圏内に入つたことを意味し、この点についてはいわゆる湯層、泉脈の存在が、この深度から下で数多くなつていふことからもうかがい知ることができる。この関係は、温泉地帯全般に適用されるものであつて、孔底温度の曲線から或程度その鑿井が温泉圏内に入つたかどうかの判断に役立つ事柄である。

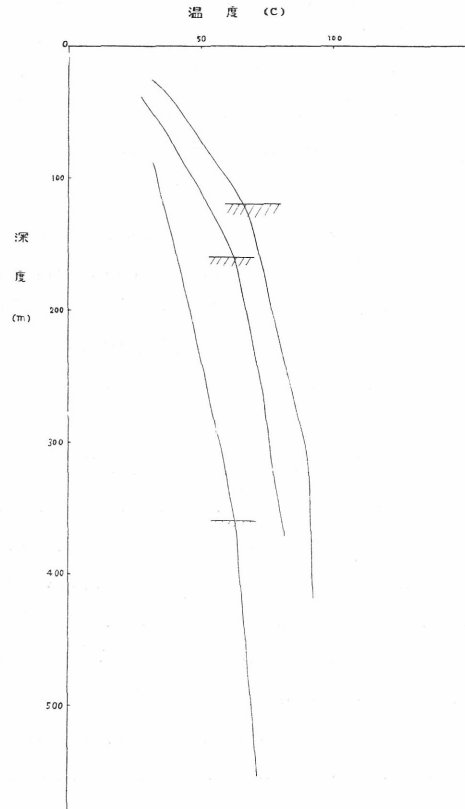
以上の考え方に基いて、長岡市街、古奈丁字路、韭山を通るNE方向の断面と、長岡市街を通るほぼNS方向の断面を切つてみると第5図および第6図のようになる。この図には、孔底温度と併せて、いわゆる泉脈、湯層の位置も書き入れてあるが、作図の都合上高さや距離のスケールを1:5として画いてあるので、温度曲線の勾配は、実際にはこの図よりもつと緩くなる筈である。

さてこの図をみると、次のような傾向がうかがわれる。すなわち、泉脈、湯層の存在は長岡市街ほど浅く、韭山の方に離れるほど深くなり、そして泉脈、湯層の最上限を連ねてみると、ほぼ温

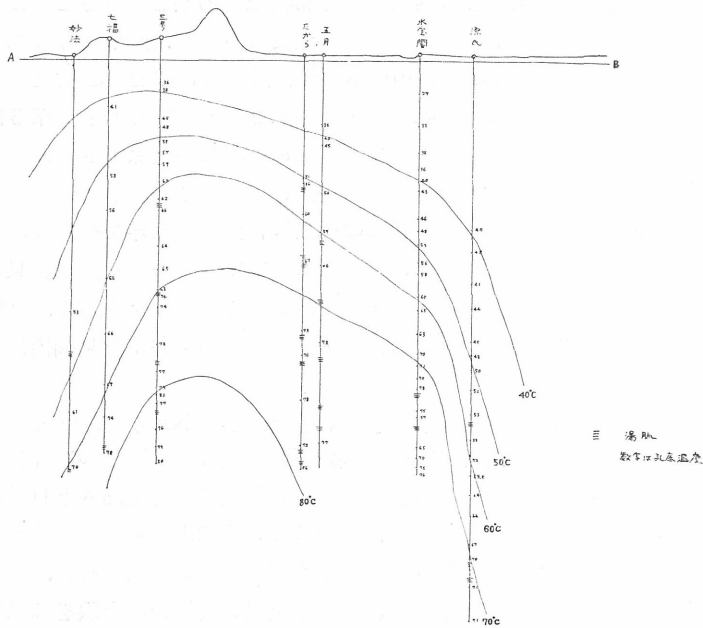
第3图 温度-深度 相关图

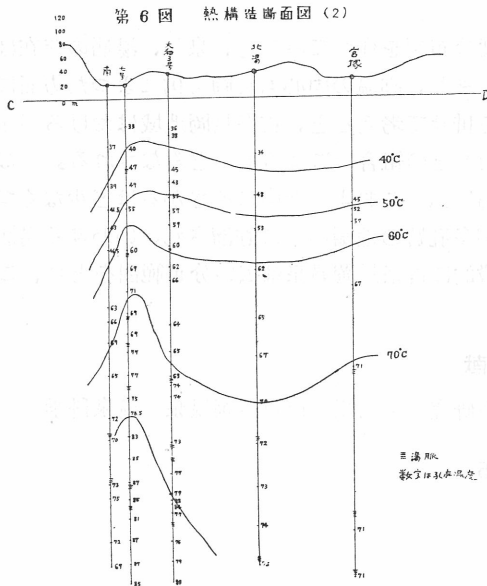


第4图 温度-深度 相关图 (模式图)



第5图 热构造断面图(1)





度曲線に平行するということである。また、大和3号(長岡市街)では230m程度で70°C以上の圏内に入るが、曲線の傾向からいうと、むしろ大和3号と「たから」温泉との間に高温の中心があるようにみえる。また、NS断面をみると、7号より南側では急速に温度低下し、7号の北側では、比較的温度勾配が緩まるとなり、この7号附近に高温の中心があることを知る。

このように、中心から側方に移るに従い、いわゆる湯層、泉脈の深さもまた深くなることについて2つの考え方ができる。その1つは、いわゆる帽岩(cap rock)に相当する地層があつて、その下部に温泉が貯溜され、帽岩が地表近いところに存在する地域では温泉を得るにも浅くてすみ、傾斜の方向に深くなるほど温泉の存在する深さもまた深くなるという場合である。次は、高温の中心ほど裂隙・間隙が多く、それより離れるほど破碎の

程度も少なくなり、そのため温泉を得る機会が少なくなるという場合である。この図をみると、七福、妙法、南等の温泉は、大和3号あるいは7号等に接近して位置しているのにも拘らず、泉脈あるいは湯層に到達する深さがかなり深い。この状態から推して、均一な帽岩の存在を考へることは困難のように思われる。

結局、古奈長岡地域における温泉の存在状態は、前述のようにいわゆる泉脈(裂隙)と湯層(帯水層)との組合せによるものとみなされ。るすなわち、地層中に生じた裂隙に沿つて上昇した温泉水が多孔質の地層の中に貯溜され、いわゆる湯層となる訳であるが、この地域では長岡市街を中心とする地域に最も裂隙が多く発達し、これより垂山の方に遠ざかるほどその程度はだんだん少なくなる。そしてその減少の割合は東側のみならず、西側あるいは北側においても急速に減少する。一方この裂隙に沿つて上昇してきた温泉は部分的に湯層として水平的に拡がる条件も加えられるので全般的に古奈長岡温泉は広い分布範囲をとり、特徴的な熱構造を示すとみなされるのである。

## 要 約

- (1) 伊豆古奈長岡温泉周辺の地質は江の浦凝灰岩層(白浜層)とそれを被う安山岩質集塊岩よりなり撓曲構造、向斜構造が認められる。これらの構造は狩野川に沿う構造運動によるものと思われるが、同時に地下に火成岩が存在する可能性も示している。
- (2) この江の浦凝灰岩層の多孔質の凝灰岩に沿つて変質帯が発達するが、この変質帯はかつて熱水または熱気がこの多孔質の部分を通り側方に拡つた形跡を示すものであり、現在もなお、温泉の一部は地層のある層準に従つていわば湯層をなして存在することを暗示する。
- (3) 揚水温の分布をみると、60°C以上の高温帯がほぼNE方向をとるが、同時に高温帯の幅が比較的広いという特徴が目立つ。これは温泉の存在状態に関連があり、ある層準の地層が湯層をなしていることによるものと思われる。
- (4) 近年工事が行われた10数本の鑿井について、深度一孔底温度の相関図を作つてみると、ある深さから下で温度の上昇がゆるやかとなり、漸次一定の温度に近づく傾向がある。この現象は、温度の上昇が緩まるとなるところを境にして温泉圏内に入ったことを意味し、この規則性は温泉地

帯全般に適用されるものである。

- (5) 長岡市街を通りほゞNE方向とNS方向の垂直温度分布図を作つてみると、泉脈、湯層の存在は長岡市街ほど浅く、韭山に遠ざかるほど深くなる。また、高温の中心も長岡市街によつた方面にある。このような熱構造と江の浦凝灰岩層の岩質を併せて考えると、古奈長岡地域はおける温泉の存在状態はいわゆる泉脈（裂隙）と湯層（帯水層）との組合せによるものとみなされる。すなわち、裂隙は長岡市街を中心とする地域に最も発達し、これより韭山に遠ざかるほど少なくなる。一方、この裂隙に沿つて上昇してきた温泉水が多孔質の地層の中に貯溜され、いわゆる湯層として水平的に拡がる条件も加えられるので、全般的に古奈長岡温泉は広い分布範囲をとり、このような熱構造を示すと結論される。

#### 文 献

- (1) 坂本峻雄、益子安、佐藤幸二：温泉の地球化学的研究 第四報 伊豆長岡温泉 温泉科学  
Vol.7 No.4 1956  
(2) 沢村 孝之助：地質図幅「沼津」同説明書 1955

### On the Relation of Occurrence of Hot Springs to Geological Structure ( I )

Geothermal Structure in Kona-Nagaoka Hot Springs, Shizuoka Prefecture

Hisayoshi NAKAMURA

Kona-Nagaoka Hot Spring area situated in the center of Izu peninsula, Shizuoka Prefecture consists of Tertiary tuff and tuffbreccia, called as Shirahama formation.

Thermal waters are emitted from bore holes, more than fifty of which are drilled more than 200 m in depth.

According to boring data, the occurrences of hot springs are related to the distribution of bottom temperature of bore holes influenced by thermal waters infiltrating the cracks, fissures and porous beds of Shirahama formation.