

温泉科学

第7巻 第4号

昭和31年10月

原 著

温泉の地球化学的研究 第四報 伊豆長岡温泉

※坂本峻雄 ※益子安 ※佐藤幸二

(中央温泉研究所 ※地質部 ※化学部)

(31年7月23日受理)

1. 緒 言

調査区域は、静岡県田方郡伊豆長岡町長岡古奈温泉附近及古奈の北東、狩野川を隔てた韭山村の一部である。

現地調査は、昭和29年冬から翌年春にかけて2回実施した。

今回採取した温泉井試料は次の通りである。

長岡地区 25ヶ 古奈地区 9ヶ 壺ノ上地区 5ヶ 計 39ヶ

以上の試料に対して、厚生省衛生検査法指針温泉中分析法による分析を実施した。

2. 地 形

伊豆長岡、古奈温泉は有城(うじょう)と呼ばれる小丘陵地を取囲んで、その山麓に分布する。この丘陵は南北延長約1.4km、東西の幅約0.5km、高さ海拔100mである。山麓の平地は狩野川及びその支流の沖積地で、海拔約10mである。狩野川はこの沖積地を北流しているが、洪水対策として壺ノ上と江ノ浦湾の間に放水路を設ける計画があつて、壺ノ上ですでに一部着工されている。

温泉の周囲は丘陵性の山地であるが所々に古い火山が釣鐘状の山体を残している。即ち南方では葛城山、瓮端丈山、北西では大平山、鷲頭山などがそれで、海拔400m内外の高さを示している。江ノ浦湾、三津湾はこれらの小火山体に囲まれた景勝である。

3. 地 質 (第1図参照)

イ、「江ノ浦凝灰岩」

温泉の中心をなす有城丘陵は「江ノ浦凝灰岩」と呼ばれる岩石から成つている。本凝灰岩は主として軽石質ラピリ・タフ乃至パミス・タフで風化すれば灰黄色を呈するが地下深部では青緑色で、所により褐、紫等雑色を呈する。大谷石によく似ており、多孔質であるが均質な部分は石材として利用され、特に古奈より放水路の西方にかけて随所に古来の石切場が山腹に洞窟となつて放置され

ている。

本凝灰岩は時として灰黒色乃至褐色凝灰質砂岩と互層し、走向略N—S、 $20^{\circ} \pm E$ と緩斜している。然し丘陵の南部、最明寺前附近から走向NE、傾斜 $30 \sim 45^{\circ} S E$ に変化する。町立病院及び銀座/N16号井の谷の奥で見られるように、褐色砂質凝灰岩中に凝灰岩偽礫及大小の安山岩角礫を混えるようになり、漸次二方に安山岩質の所謂「内浦火山角礫岩」に化している。N27号井の上方で最近に丘陵の頂上部を整地したので基盤が広い面積にわたり切取りに現われた。こゝでは上記の漸移層が下位の江ノ浦凝灰岩の中に切込まれた小谷を埋めて堆積した状態が明かである。

即ち、堆積環境は稍静穏な江ノ浦凝灰岩の堆積の後、基盤が急傾斜して異常堆堆をおこすような漸移期を経て、更に近接した火山活動により「内浦火山角礫岩」の堆積期に移つたものと推定せられる。

瀬ノ上の東方狩野川の対岸に守山（海拔 100m）があり、その南側山麓、北側登山道及び東側八幡社附近には安山岩が広く露出している。狩野川に面した山麓には赤褐色凝灰岩及び層面が不明で節理を欠く塊状の褐色凝灰質砂岩乃至同礫岩が露出し、その一部の白色凝灰岩は狩野川に向つて急傾斜を示し著しい切り面を生じている。又山頂部には、杏仁状構造が平行に引伸ばされた、一見熔結凝灰岩に類するものがある。八幡社の山麓には塊状褐色凝灰質砂岩が露出する。安山岩体はその形から見て貫入岩体と思われるが以上の変質がこの貫入によるものか否かは明かでない。

江ノ浦凝灰岩は「熱海凝灰岩」に対比せられ、その時代は略々上部中新世と認められている。伊豆半島の基盤を構成し、下部中新世に属する湯ヶ島層群よりは新しく、最も新しい洪積期の箱根、湯河原、多賀、宇佐美等の各火山噴出物よりは古い。即ち、この両期の間中に伊豆半島各地で間歇的に行われた火山活動の一つによつてもたらされた堆積物なのである。

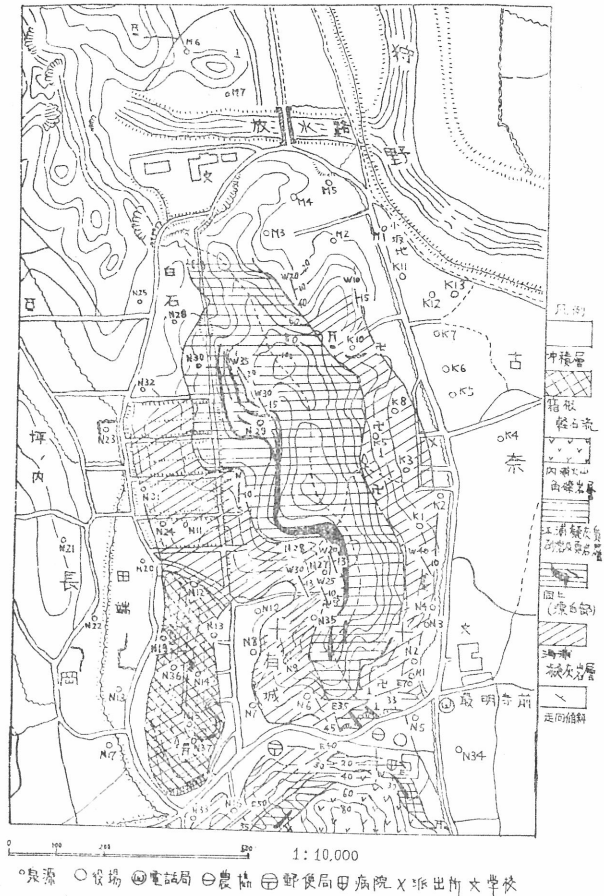
ロ、「内浦火山角礫岩」

病院裏、N16号井南方及び三津街道分岐点南方等では凝灰質砂岩中に安山岩角礫を混え漸次角礫を増して火山角礫岩となる。天野の狩野川水門附近では火山礫岩で、礫の直径は 1mを超えるものが少くない。

ハ、 熔岩及び貫入岩体

花坂附近には麥質石英安山岩、角閃石安山岩が露出し、7万5千分の1沼津図幅によると、江ノ浦凝灰岩と一括して「沼津統」とされている。又同図幅では葛城山、三津北方及び江ノ浦湾大久保鼻

第 1 図



は石英安山岩、發端火山、淡島等は複輝石安山岩で、何れも「内浦火山角礫岩層」に一括されている。然し、上述の如く温泉場附近で見られる様に江ノ浦凝灰岩と内浦火山角礫岩とは一連の堆積物と見做される可能性があるから、これら2群の火山活動の間にはあまり長い時間の距りはないものと推定される。

二、 さく井の地質

有城丘陵及び山麓では1~3mの表土の下は直接江ノ浦凝灰岩の基盤である。長岡温泉場の西半部は地表に厚さ約25mの箱根堅石流がある。また古奈の市街及び以東狩野川平地では沖積砂及び粘土層が厚さ25mある。

基盤の江ノ浦凝灰岩は大谷石に類似し、軟質でしかも崩壊し難く、さく井上最適の岩質である。但し古奈の南端K2号井では、崩壊がはげしく古來約100m位で掘止めであつたが、近年苦心の末これを掘進して深掘りに成功した。さく井業者は、掘さくのコアを青・白・黒と色により区別しており、この青は通常のラピリ及びバミス・タフで、白は温泉作用を受けて漂白された部分、黒は凝灰砂岩及び頁岩、又はそのうち極めて堅硬なものは安山岩等の岩脈であると思われる。

湯脈はさく井により一定しないが、4~23枚が記録されており、多くの場合所謂白と黒など岩質の変化するところにあると云われる。

N27号井上方の通路切り取りでは、白く漂白された凝灰岩が広く露出し、北方N30号井の上方迄、同一層準を保ちつつ連続している。また南方には頂上の整地された附近から山頂を経て最明寺西方に点々と露出している。この漂白作用はかつてこの地層が源泉作用を受けたことを示すものであるが、略一定の層準に沿い、水平方向に拡がっていることは注目すべき事実である。試みにN27号井の上方の白色岩石の孔隙度を験すれば、これは48%に達する多孔質のものであり、この岩石がかつての湯脈をなしていたものと思われる。現在地下の温泉はこれと同様に孔隙を満してたまつていようものであろう。さく井において数多くの湯脈にあたる理由はこの様に孔隙の多い漂白された凝灰岩層が略々水平に近い傾斜で横わり、数段の湯脈を構成するためであろう。

然りとすれば湯脈は江ノ浦凝灰岩層の構造に支配せられ、北部及び西部に浅く、東方古奈並びに南方温泉場に向つて徐々に深く、ことに役場及び銀座以南では急激に深度を増しているものと認められる。

以前から伊豆半島の温泉は湯ヶ島層群中に泉源をもつものが多いとされている。湯河原、熱海、伊東、修善寺等何れもその適例である。伊豆長岡、古奈では地表に湯ヶ島層群の露出を見ない。僅かに沼津市徳倉山及び畑毛、奈古谷において湯ヶ島層群に属すると思われる変朽安山岩が認められている(7万5千分の1、沼津図幅)。

然しながら江ノ浦凝灰岩の様な湯ヶ島層群より若い時代の地方的火山活動による堆積物はその厚さが概ね500mを超えることは稀である(久野久博士談)とのことである。伊豆長岡・古奈では規約によるさく井深度の限界1200尺(353m)に達した井が、7本ある。その地質の詳細は明かでないが、或は深部では湯ヶ島層群に到達しているものがあるかも知れない。

近年岡ノ上の東方、狩野川の対岸で温泉さく井が成功している。さく井は9本(1本未使用、2本掘さく中)あつて河岸に沿い、約500mの間に分布している。その北方守山(海拔100m)の岩石は、前記の様に正常な江ノ浦凝灰岩に比べ、稍々変質している。さく井業者の談によれば狩野川の対岸では古奈に比べて「地質が相当かたい」と云うことである。今の所確証はないが、狩野川の附近には比較的浅く湯ヶ島層群が存在するかも知れない。

4. 温 泉 井

伊豆長岡・古奈温泉では、とくに近年に於いて温泉井の数、掘さくの深度、水位等がかなり変化を示しているのでこの頃では、すべて昭和29年末の調査当時の状況に従つて記述を進める事にする。

イ、 分布及び深度

伊豆長岡町にある温泉井総数は57本であるが、この内には休廃井が含まれ、利用温泉井数は39本である。この温泉は長岡地区、古奈地区、壺ノ上地区の3区に亘つて分布する。長岡地区の温泉井数は37本、その内利用温泉井数は25本であり、古奈地区では13本中9本が利用され、壺ノ上地区では7本中5本が利用されている。長岡・古奈両地区の間にある有城と呼ばれる丘は略、南北に延びるが、伊豆長岡～三津浜間のバス道路で一旦切られて、更に南に山がある。温泉井分布の南限は略そのバス道路であり、それより南には4本(利用温泉井は3本)の温泉井が見られるに過ぎない。北の方では放水路(現在工事途中)の北に2本が存在するのが北限である。東西何れの方面でも、有城山麓から遠ざかる事はなく、大体に於いて有城と同じ様に南北に延びた範囲内に分布している。但し、古奈地区では近年東の方へと延びつつあり、狩野川岸にその数を増しつつある。

伊豆長岡町役場の昭和29年の調査によると、さく井深度の最も浅いものは109m、最も深いものは363mである。当地域では規約により、掘さく長は1200尺(363m)が限度とされている。掘さく年代の古いものは一般に浅く、年代の新しいものは深くなつて居りここ3.4年位前からは殆んど、363mの限度一杯迄の掘さくが行われている様である。温泉井の深度はこの様に特定の温泉層によつて本質的に規制されているのではないのである。

ロ、 構造と揚源方法

伊豆長岡温泉の温泉井の構造を実際の例で説明しよう。K4号井では掘さく長は363mである。砂礫層以下の基盤を構成する岩石は大谷石に似ていて崩れ難いので、底迄鉄管を入れる事はない。砂礫層中では一番外側に6inchのケーシングが22.4m入り、土留めの役をなしている。外管は4inchの鉄管が用いられ、85mの深さ迄入つて、地表水とか上層の地下水を防いでいる。内管は2½inch管で182mあり、それ以下は素掘りのまゝである。エア・リフト揚水のための½inchのエア管は121m入つている。これが大体標準の構造と考えていいのである。エア管の長さは水位の3倍を要するものと云われ、現在の水位は古奈では40m前後の深さなので120m程度のエア管が用いられている。内管はエア管の長さを越えれば充分であるが、将来の水位の低下即ちエア管の長さの増加を見越し長目に入れている様である。

同温泉では、現在自然湧出も掘さく自噴もなく、すべてエア・コンプレッサーを用い、エア・リフト式で揚湯している。水位の低下、エア管の長さの増加等で馬力は一定しないが、大体は5HPのコンプレッサーが用いられ、7.5HP、更には10HPのコンプレッサーを用いている井戸も見られる。

ハ、 自然水位及び揚湯水位

伊豆長岡温泉では揚湯にエア・コンプレッサーを使用しているので、その水位を直接調査する事は出来なかつたが、ボーリングの資料や関係者の談話で、幾分かを明かにする事が出来た。掘さく工事に際し、深度が増すにつれて水位は低下するが、或る深さ迄低下すると一定した水位を保つ様になる。この深さは古奈地区では、36.4～39.4mであるが、長岡地区の南部、温泉場と呼ばれる附近では60m前後、その北では更に深くなる様である。即ちN31号井では80.4mであり、N24号井も同様で、79.7mの記録がある。この水位は後述の様近年、急激に低下し、現在も低下を続けているものである。掘さく中、湯脈に当たると水位は一旦急に深くなり、それから徐々に恢復して元の水面に戻る。掘さくの経験者はこの水位の変動(おどり)に依つて、湧出量の大概が見当つくとの事である。

ニ、 湧出量及び泉温

この項では、調査当時利用されている温泉井についてのみ考察を進める事にする。

湧出量の最少は、16.2 l/mで最も多量なのは、170.5 l/mである。利用温泉井39本の湧出量総計は2,741.4 l/m、1日にすると21,931.2石となる。これら湧出する温泉の量は、温泉層自体の状態に依る事は明かだが、その他に使用動力の大きさ、誘導管の良否等に影響される事が多い様で、地区的な差異とか掘さく長に依る差異とかは認められなかつた。

泉温は最低41.5°C、最高は72°Cを示す。泉温も湧出量と同様、種々の要因によつて差異が表われるので、温泉層自体の状態のみを示すものと考えてはいけない。

5. 泉 質

伊豆長岡温泉は単純温泉に属する泉質であつて、今回行つた39ヶ所の源泉の分析結果は、第1表に示す如くである。

二、三の記録¹⁾及び古老の説に依れば、有城の東斜面に自然湧出した温泉は、今回施行した調査の結果と比較して、更に濃度の高いものであつた事が堆察出来る。この濃度の低下は揚湯量増加に伴い、温泉と共に冷地下水をも揚水する率が増加した為と考える事が出来る。

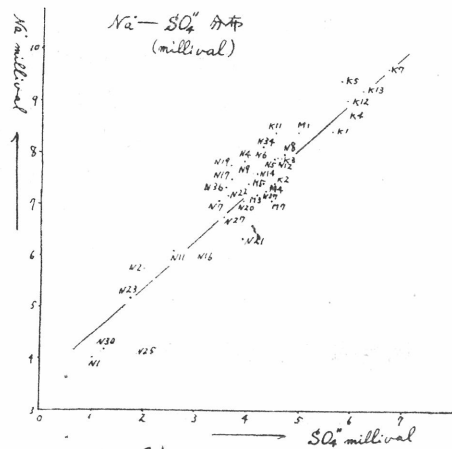
伊豆長岡温泉は含食塩芒硝泉型の単純温泉であるが、湧出直後に於て、比較的強いアルカリ性を示す点が特長である。伊豆長岡温泉の含有する主要成分は、Na⁺、Ca²⁺、SO₄²⁻、Cl⁻、HCO₃⁻及びCO₃²⁻であつて、これら陽陰イオン中含量比の最も大なるものは、Na⁺及びSO₄²⁻でありCl⁻及びCa²⁺はそれぞれ之に次ぐものである。之等の主成分の濃度比をNa⁺対SO₄²⁻について示せば、第2図の如くである。この図より明かな如く、この温泉では成分的には1種類の温泉が夫々各種の割合に冷地下水を混じて各所に湧出していると断ずることが出来る。

伊豆長岡温泉の泉温と、それぞれの湧出量との積を、温泉作用により地表にもたらされる熱量〔更に正確を期すれば、湧出量×(泉温-冷地下水の平均温度)〕と考え、各源泉について之を示したのが第3

図である。之によれば、後述の古奈——最明寺前の推定断層線と、最明寺前——長岡温泉場の撓曲軸とに沿う地帯に、多量の熱量が湧出していることが観察出来る。湧出する塩類量についても同様の事が云える。これにより、この地帯に沿う地質的な構造線があり、この構造線に沿つて温泉が地表近くにもたらされ、更に江ノ浦凝灰岩層中の透水性の大きな部分の中を拡散して、この温泉地帯を形成していると考えることが出来る。

伊豆長岡町の東方、狩野川右岸には現在数本の源泉が存在し、エア・コンプレッサーを以つて毎分60~90 l程度(泉温56~58°C)を揚湯して利用している。之については、静岡県衛生研究所、宮松総介技師等の手によつて昭和26年9月分析が施行されている。本試料によれば、この所謂韭山温泉は、泉温及び泉質に於て伊豆長岡町の各温泉に酷似している。要するに、化学成分上から見れば伊豆長岡温泉とその東の所謂韭山温泉との2つの温泉地帯は之を区別することは出来ないものであると考えることが出来る。

第 2 図



1) 日本鉱泉誌 P.459

6. 近年に於ける水位、湧出量、泉温等の変化

伊豆長岡温泉は、長岡地区、古奈地区及び壺ノ上地区に分れる事は前に述べたがこの内古奈地区は古くより温泉の湧出が知られ、古奈より長岡地区へ、又壺ノ上地区へと発展したものである。発見以来、長らく自然湧出のままで利用されて来たものである。温泉の使用量の増加につれて掘さくが行われ、温泉井の数も増し、掘さく長もだんだんと深くなつたのであるが、自然流下による利用は昭和5年の伊豆地震迄続いた様である。その後水位の低下と共に、探揚げと云われる方法で揚湯が行われたがこの方法は水位が20m以下になると揚湯が困難となる。一方、水位は年々低下し古奈地区に於ける最近の変化を見ても、昭和20年で11m、昭和22年で22.5m、昭和24年で33m、昭和29年では40m前後と云われている。これで見ても、昭和22年頃から探揚げ式揚湯が不可能なのである。昭和20年頃からはそれに代つて、エア・コンプレッサーが使用され始めた。温泉の必要量の増加、温泉井の数の増加、掘さく長の伸長などの傾向は、昭和25年頃から急速に進み現在の状態へと達したのである。湧出量は増加の一途を辿つた事が明白であるが、記録がないので増加の状況は不明である。現在迄に数本の温泉井の間に連絡のある事が認められている。即ちその内の1本がエア・コンプレッサーの馬力を増したりして揚湯量を増加させると、他の数本に水位の低下が認められるのである。この様な事が繰返されて温泉全体としての水位も前述の如く急激な低下を続けて来たのである。この事は又、揚湯量が増加を続けて来た事を意味するものであると考えられる。泉温の変化については、これも記録がないので詳細は不明であるが、以前は浅い温泉層も使用可能の泉温を有していたが、上述の如き揚湯量並びに水位の変化と共に冷却し、より深部のものでなければ利用出来なくなるのである。これが又掘さくの深度を増し、エア・コンプレッサーの馬力を増させるのである。かくして、従前通りの、又それ以上の温度の温泉を、必要だけ手に入れる為に、エア・コンプレッサーを大馬力のものにし、掘さくを深くし、これが又水位を低下させている。この水位の低下、掘さく長の伸長、エア・コンプレッサーの馬力の増加の悪循環的傾向は、近年急速に増大したが、現在の利用状態が変らない限り、今後も続くものであろう。

7. 地質構造と温泉の湧出機構

構 造

有城丘陵の略水平に近い構造

江ノ浦凝灰岩は花坂附近から北東、東及び南東に向つて20度内外の緩傾斜を示して分布する。従つて有城丘陵では前述のように数段の湯脈がその中に発達する。湯脈は略々水平に近いが幾分北西及び西に高く東及び南に低い。

長岡温泉場附近の北東——東西軸の撓曲

有城丘陵の江ノ浦凝灰岩は上述のように走向N10~35°W、傾斜3~15°Eであるが、南部の温泉場では走向N35~70°E、傾斜30~45°SEとなる。従来は町役場——銀座間のバス道路の南側に北東——南西方向の断層が推定されていた。然し今回の調査によると江ノ浦凝灰岩と南部の内浦火山角礫岩とは一連の堆積物で、その間に異常堆積を伴いつつ漸移している。従つてここには単純な南落ち断層ではなく、大きな地層の撓曲が認められる。その撓曲軸面は北方に傾斜しているから地下約300m水準では、バス道よりも北に寄り、これと山田やと大和館との間の地下附近にあるものと思われる。

古奈附近の推定南北断層

壺ノ上、守山間の狩野川の流路を南に延長し有城丘陵の東麓に沿い、古奈——長岡小学校——天

第1表 伊豆長岡温泉成分表

採湯 番号	泉源 深さ m	湧出 量 l/min	水温 ℃	pH	比重 (25℃)	電気 抵抗率 ×10 ⁴ Ω	K ⁺		Na ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Fe ²⁺		Al ³⁺		Mn ²⁺		Cation 計		Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		HCO ₃ ⁻		CO ₃ ²⁻		OH ⁻		BO ₃ ⁻		AsO ₄ ³⁻		Anions 計		遊離成分 H ₂ SO ₄ (mg)	総計 mg/l	泉質														
							mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval	mg	mval				mg	mval	mg	mval										
N 1	46	43	16.2	9.5	8.0	0.360	1.0002	1.41	(9.5°C)	1.2	0.031	0.73	92	4.00	94.70	0.7	0.036	0.83	0.5	0.018	0.43	1.3	0.14	3.70	95.70	4.224	32.75	0.9256	21.24	48.56	1.011	23.53	102	1.67	39.40	19.0	0.65	14.93	0.54	0.032	0.74	2.8	0.065	0.15	0.17	0.0016	0.04	205.82	4.353	96.2	397.7	単純温泉			
2	42	45.5	45	8.6	7.8	0.490	1.0704	0.97	()	3.8	0.097	1.62	136	5.76	96.38	1.2	0.6	1.00	0.1	0.0036	0.06	0.5	0.056	0.94	141.6	5.977	64.96	1.832	31.90	97.89	2.038	35.44	104.9	1.72	29.95	2.4	0.080	1.39	0.069	0.004	0.07	3.0	0.070	1.22	0.20	0.0019	0.03	273.42	5.746	104.0	519.0	〃			
4	50	52	90	9.2	7.4	0.590	1.0206	0.69	()	1.5	0.039	0.47	179.6	7.81	93.71	7.0	0.35	4.20	0.3	0.025	0.30	1.0	0.111	1.32	187.4	8.335	88.90	2.607	28.97	190.4	3.964	45.81	106.8	1.75	26.22	10.5	0.35	4.05	0.27	0.016	0.18	2.8	0.066	0.78	0.21	0.0020	0.02	399.9	8.654	96.2	685.5	〃			
5	66	66	108	8.7	7.6	0.610	1.0029	0.61	(11°C)	2.2	0.056	0.64	180	7.83	90.02	11.5	0.578	6.62	1.4	0.12	1.32	1.1	0.122	1.40	195.2	8.598	165.1	2.964	35.82	219.8	4.576	55.27	37.3	0.612	7.38	1.1	0.038	0.46	0.085	0.005	0.06	3.5	0.062	0.99	0.17	0.0016	0.02	367.1	8.279	85.8	649.1	〃			
6	69	70.5	170.5	8.6	7.6	0.610	1.0006	0.65	(9.5°C)	1.5	0.039	0.47	183	7.96	95.36	6.5	0.323	3.89	spur	0.05	0.002	0.02	0.2	0.022	0.26	191.26	8.348	102.7	2.896	35.04	213.1	4.437	53.70	51.9	0.84	10.17	1.2	0.04	0.48	0.068	0.004	0.05	2.0	0.047	0.57	0.23	0.0022	0.03	370.3	8.256	104.0	665.6	〃		
7	60	67.5	9.2	7.4	0.590	1.0004	0.72	()	1.5	0.039	0.54	162	7.94	96.55	2.5	0.125	1.71	spur	0.04	0.004	0.04	0.5	0.056	0.64	167.55	7.291	88.50	2.496	32.72	166.3	3.452	45.27	80.5	1.32	17.30	7.5	0.25	3.27	0.27	0.016	0.21	4.0	0.093	1.22	0.07	0.0006	0.01	347.14	7.628	117.0	631.7	〃			
8	57	70	72	9.0	7.0	0.630	1.0705	0.625	()	2.0	0.051	0.62	176	7.68	93.65	8.0	0.40	4.89	spur	0.04	0.0014	0.01	0.5	0.056	0.64	197.04	8.643	106.9	3.015	34.40	227.2	4.730	54.04	47.5	0.779	8.90	2.8	0.094	1.07	0.17	0.010	0.11	5.5	0.13	1.48	390.07	8.758	67.6	654.7	〃					
9	62.5	65.5	78	8.7	7.4	0.594	1.0006	0.700	(10°C)	2.0	0.051	0.62	176	7.68	93.65	8.0	0.40	4.89	spur	0.04	0.0014	0.01	0.5	0.056	0.64	185.64	8.169	97.38	2.745	33.17	196.7	4.072	49.42	77	1.26	15.80	2.3	0.077	0.93	0.085	0.005	0.06	3.2	0.075	0.91	0.13	0.0012	0.01	375.77	8.258	59.8	623.2	〃		
10	61	64.5	39.6	8.9	7.6	0.586	1.0005	0.70	(9.5°C)	1.6	0.041	0.50	170	7.39	97.48	13.0	0.65	7.88	1.2	0.098	1.20	0.8	0.029	0.04	0.5	0.056	0.69	186.9	8.256	95.58	2.695	33.98	196.3	4.077	51.50	62	1.01	12.74	2.9	0.093	1.24	0.14	0.0079	0.10	1.4	0.033	0.42	0.13	0.0012	0.02	358.5	7.932	70.2	615.6	〃
11	56.5	58	49.5	8.2	7.2	0.444	1.0005	0.89	(10°C)	0.9	0.023	0.26	140	6.09	95.07	3.0	0.15	2.34	1.0	0.082	1.28	0.15	0.024	0.03	0.3	0.036	0.87	145.65	6.406	61.98	1.747	27.50	124.1	2.584	40.68	121	1.98	31.19	1.1	0.038	0.60	0.027	0.0016	0.02	spur	0.07	0.0006	0.01	303.2	6.381	62.4	516.2	〃		
12	69	69	75.6	8.3	7.4	0.610	1.0004	0.63	()	1.6	0.041	0.46	180	7.83	92.57	9.0	0.465	5.51	1.1	0.030	1.07	spur	0.3	0.033	0.39	192.3	8.460	104.4	2.944	34.52	219.8	4.576	53.62	52	0.85	9.96	0.61	0.020	0.23	0.034	0.002	0.02	6.0	0.14	1.64	383.0	8.533	72.8	648.1	〃					
14	46.5	47.5	117	8.8	7.6	0.570	1.0006	0.812	(10.5°C)	1.6	0.041	0.52	173.2	7.83	96.24	1.6	0.08	1.02	0.9	0.074	0.95	0.70	0.025	0.32	0.5	0.056	0.72	179.0	7.824	73.38	2.056	27.38	202.3	4.211	55.78	72	1.19	13.63	2.5	0.083	1.10	0.11	0.0063	0.08	spur	0.26	0.0024	0.03	360.45	8.939	122.2	651.7	〃		
16	53	53.5	68.4	8.8	7.6	0.480	1.0003	0.83	()	1.1	0.028	0.44	143.3	6.10	95.32	2.5	0.125	1.95	1.1	0.090	1.41	spur	0.5	0.056	0.88	145.5	6.403	72.68	2.058	33.15	149.6	3.111	50.09	51.5	0.84	11.9	1.56	1.9	0.065	1.03	0.11	0.0063	0.10	5.7	0.133	2.14	0.10	0.0012	0.01	281.88	6.218	83.2	510.6	〃	
17	46	47	75.4	9.3	7.2	0.544	1.0005	0.70	()	1.0	0.026	0.33	171.3	7.45	95.75	3.7	0.185	2.38	0.9	0.074	0.95	0.05	0.002	0.03	0.4	0.044	0.54	177.76	7.781	86.73	2.446	32.68	178.6	3.718	49.47	62	1.02	13.59	7.4	0.25	3.31	0.34	0.020	0.27	2.5	0.058	0.77	0.10	0.00094	0.01	337.67	7.513	93.6	603.7	〃
19	59	59	50.1	9.1	7.6	0.610	1.0006	0.69	()	1.5	0.039	0.48	177	7.71	93.94	7.0	0.33	4.24	0.5	0.066	0.80	spur	0.4	0.044	0.54	186.7	8.209	106.2	2.996	37.65	178.8	3.681	46.30	66	1.08	13.54	4.9	0.165	2.02	0.21	0.013	0.16	1.1	0.025	0.31	0.20	0.0019	0.02	355.41	7.957	65.0	607.0	〃		
20	54	65	54	9.2	7.0	0.580	1.0006	0.69	()	1.2	0.031	0.40	162	7.04	91.58	6.5	0.325	3.28	1.8	0.148	2.16	1.0	0.036	0.53	1.1	0.12	1.75	172.7	7.856	95.58	2.695	33.70	188.5	3.923	49.09	61.6	1.01	12.62	6.3	0.215	2.63	0.27	0.016	0.20	6.0	0.14	1.75	0.05	0.00047	0.01	358.3	7.996	44.2	575.2	〃
21	46	47	19.8	8.6	7.2	0.506	1.0005	0.835	()	0.8	0.021	0.31	145	6.30	91.97	4.5	0.225	2.08	0.9	0.074	0.95	0.05	0.002	0.03	0.3	0.033	0.39	154.2	5.850	77.28	2.196	28.76	185.5	3.928	61.46	84	1.38	16.09	2.0	0.066	0.87	0.068	0.004	0.08	2.5	0.058	0.70	0.17	0.0016	0.02	279.5	7.631	65.0	574.3	〃
22	52	53	58.8	9.2	7.4	0.550	1.0005	0.76	()	1.0	0.028	0.34	164	7.13	92.84	7.8	0.390	4.94	1.5	0.124	2.16	0.08	0.0029	0.05	0.4	0.045	0.78	174.3	7.680	90.27	2.546	34.02	174.5	3.633	48.51	66	1.08	14.42	6.2	0.205	2.60	0.27	0.016	0.21	spur	0.29	0.0027	0.04	337.53	7.488	33.8	545.6	〃		
23	55	55	36	9.1	7.2	0.444	1.0004	0.885	(10°C)	1.0	0.026	0.34	164	7.13	92.84	7.8	0.390	4.94	1.5	0.124	2.16	0.08	0.0029	0.05	0.4	0.045	0.78	128.78	5.738	86.74	2.446	45.28	83.55	1.740	32.28	61.6	1.01	18.66	4.4	0.15	2.77	0.21	0.013	0.24	1.8	0.042	0.77	0.31	0.0029	0.05	238.61	5.404	69.8	427.2	〃
25	40	49	40.5	8.5	7.4	0.305	1.0003	1.385	(10.5°C)	0.9	0.023	0.26	140	6.09	95.07	3.0	0.15	2.34	1.0	0.082	1.28	0.15	0.024	0.03	0.3	0.036	0.87	102.5	4.589	38.94	1.098	22.61	88.56	1.844	37.79	110	1.80	37.05	2.1	0.070	1.44	0.064	0.0032	0.07	1.8	0.042	0.62	0.20	0.0019	0.04	241.7	4.899	75.4	419.6	〃
27	68.5	67.5	133.3	9.1	7.2	0.560	1.0005	0.80	()	1.4	0.036	0.50	154	6.70	92.96	7.0	0.35	4.94	1.5	0.124	2.16	0.08	0.0029	0.05	0.4	0.045	0.99	164.2	7.207	85.73	2.496	34.07	171.2	3.565	49.66	58.5	0.959	13.36	4.4	0.15	2.09	0.21	0.013	0.18	1.9	0.044	0.61								

野ダム附近に至る線に沿つて略南北の断層があるかも知れない。

その理由として次のことがあげられる。

(1) 守山の狩野川に面した山麓には著しい迂り面をもつたかたい凝灰岩があつて、南北方向の破裂帯の存在が考えられる。

(2) K2号井とN4号井との間の崖崩れ断層等地層の弱線に沿う地迂りの疑がある。またK2号井は地下の崩壊が非常にはげしく最近に至つてはじめて探掘りに成功した。

(3) 等温線が南北に延び且密接して、温度勾配が長岡地区よりも急である。又隣接井の干渉が明かに認められる。

(4) 狩野川東岸のさく井地質は古奈と異り"かたい"と云われるので断層により東方位古期の地層が現われる可能性がある。

(5) 長岡最明寺附近は温度勾配が急で地表水の影響が考えられる。

温泉の湧出機構

"よこ"の湯脈

上に述べた様に温泉は江ノ浦凝灰岩中の漂白された多孔質凝灰岩にあつて地層の構造に従い、略々水平に延びた数段の"よこ"の湯脈を構成している。これらの"よこ"の湯脈は所々で垂直方向の"たて"の湯脈乃至通路によつて連絡されている。

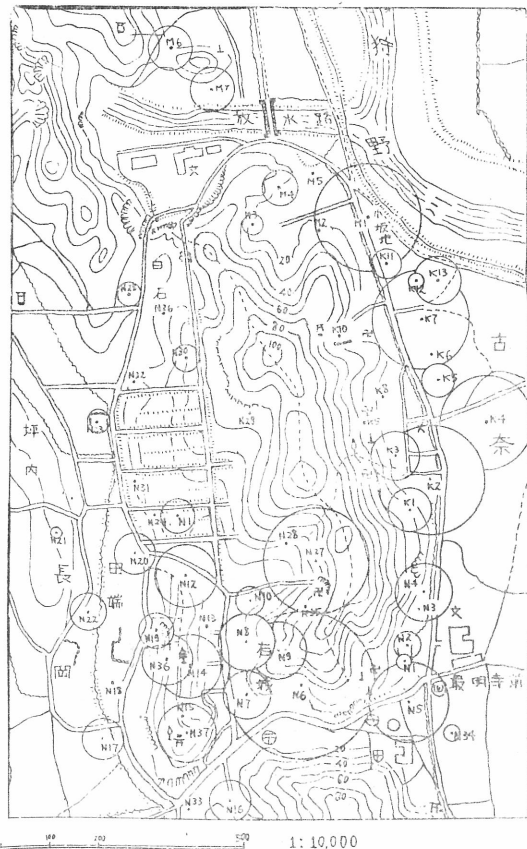
"たて"の湯脈

温泉場附近には北東—南西の撓曲軸面があつてこれは垂直又はこれに近い"たて"の湯脈を与えることが推定される。

古奈附近は山麓で見られるところでは、江ノ浦凝灰岩は東方へ僅かに10~15°の緩傾斜を示し一見して構造的変化は認められないが、前項に述べた理由から南北方向の断層があるらしい。この断層及びこれに伴うと思われる破裂帯は"たて"の湯脈をなすと思われる。

以上の湯脈の賦存状態は地表及びさく井の地質から推定されるところであるが、湧出量と泉温の積の分布を見ると、第3図の通りである。就中、温泉場のN37、N6、N27各号井から古奈の南端のK2号井を結ぶ線は、湧出量多く且泉温も65~70°C以上で最も有方である。これら各井の深度及び鉄管径は夫々355m(5'')、274m(6'')、363m(6'')及び182m(4'')ではじめの3井は深度も管径も大きいものに属する。ポンプの馬力数も7.5HPもしくはそれ以上である。従つてこれら4者だけが自然条件の最も優れたところとは云えないか、これらが優勢な湯脈の範囲にあることは事実である。

第 3 図



● 泉源 ○ 役場 ⊙ 電話局 ⊕ 郵便局 ⊕ 郵便局 ⊕ 病院 × 派出所 大学校

泉源を中心に描いた円は、直径が湧出量×泉温に比例する様に描いてある。

古奈及び間ノ上ではK2、K4、K7及びM1の各号井が湧出量多く泉温はやはり65~70°C以上である。その深度及び管径は夫々182m (4''), 363m (4''), 360m (5''), 363m (6'') で、何れも最近の掘さくにかゝり、管径も深度も大きい。これらの井で示される優勢な湯脈の帯の大体の方向は上述の撓曲軸及び堆定断層の方向と略一致しているので、これらの構造が湯脈特にたての湯脈を支配する一要素であるがとが推定される。

水位変化に見られる特徴

前項に述べたように元来古奈温泉は湯谷観音の境内に、また長岡温泉は現N6号井附近に湧泉として自然湧出していた。その後はさく井による自然湧出並びにポンプ汲上げ、更に深揚げの時代を経て戦後に至つて300mを超える探掘りとコンプレッサーを用いるエア・リフト揚湯法を採用するようになった。即ち自然水位は昔の0mから深揚げ時代の約-20mを経て、現在約-40m(古奈)、-60m(長岡温泉場)、-80m(同北部)に達した。海水面を基準とすれば夫々-30m(古奈)、-40m(長岡温泉場)、-50m(同北部)となる。長岡地区北部のよこの湯脈はゆるやかではあるが古奈及び長岡温泉場の方向に傾斜しているから、こゝで探掘りを行い多量に揚湯すれば水位の変化と共に肩の方から冷地下水の侵入を誘うことが考えられる。水位は温泉場及び古奈よりもむしろ低く、湧出量少く、温度も多少低い、もし冷地下水の侵入量が著しく大きければ水位は直ちに恢復し湧出量は減じないが、そのかわり泉温は著しく低下する筈であるが事実はこちらに反している。従つて肩即ち北西及び西方からの冷地下水の侵入は極めて緩漫に行われているにすぎないと思われる。

古奈及び長岡温泉湯の水位が長岡北部よりも幾分高いように思えるのは優勢なたての湯脈がこの附近に多い為であろう。そしてこのたての湯脈は傾斜の関係から云えば深部にあたつては、長岡北部方向のよこの湯脈から温泉を補給されることは少く、むしろこれと無関係の泉源から、より多くの補給を受けるものであろう。

終りに、現地被査に当り、狩野精一氏、牧野敏夫氏、梅原牧夫氏外現地の方々の御協力を得た。記して厚く感謝の意を表するものである。

Geochemical Studies on the Mineral Springs

Part 4 Izu-Nagaoka Spa,

*Takao SAKAMOTO, **Yasushi MASHIKO, *Koji SATO

(*Geological Inst. & **Chemical Inst., Hot Spring Research Center)

The geology of the surroundings of Izu-Nagaoka Spa, Izu Peninsula, is mainly consisted of Enoura Tuff. The formation is partly sandy or shaly, and covered by Uchiura Volcanic Debris. The age of Enoura Tuff is belongs to the later Miocene, and is younger than Yugashima Group and older than the ejecta of the deluvial volcanics such as Hakone, Yugawara, Taga, Usamo, etc., and correlated to Atami Tuff.

The northern area of the spa has almost monotonous structure, that Enoura Tuff shows strike N15E~N15W, dip 10~15E. At the farther south part of this northern area, this dip is weakened and finally horizontal. On the other hand, at the southern area of this spa, Enoura Tuff is successively covered by Uchiura Volcanic Debris. And the strike shows N35E~E-W, dip 35~45S.

The bleached white members, which may be a some kind of metamorphic rock by the mineral thermal springs, are recognized at either area, and these members is generally conformable with the structure of Enoura Tuff. Between two area, one is northern area having monotonous structure and the other is southern area being covered by Uchiura Volcanic Debris, there is a bending axis of Enoura Tuff. Furtherly, it is assumed a fault line in N-S direction along the eastern footside of Ujo hill.

The character of the spring water is belongs to the simple thermal spring. The ionic concentration of the each spring well is different, but the atomic ratios of main ions are almost constant as Fig. 2. This means the same kind of spring water diluted with the vadose water in various rate.

The most of the superior wells, which the relatively large quantity of hot water is pumped up, are on the fault line or the bending axis as Fig. 3.

The head of the spring water are sinking to lower level from year to year. The highest level of its is the northern part of the fault line, the lowest is the north-western part of the spa area.

According to these observations it is concluded that the thermal spring water is ascending along the vertical fissure zone which present near the fault line from the depth, and is filling up the space of porous Enoura Tuff. This reservoir of thermal water may have a conformity to the structure of formation. The white members already described are certainly the marks of reservoirs in older ages.