

登別温泉の地球物理学的研究の概要

北海道大学理学部 福 富 孝 治

(昭和 40 年 10 月 31 日受理)

A Summary Review of Geophysical Studies on Noboribetsu Hot Spring in Hokkaido Takaharu FUKUTOMI

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

A Summary review of geophysical works carried out by many investigators in a period from 1941 to 1965 is compiled in this paper.

I 序 言

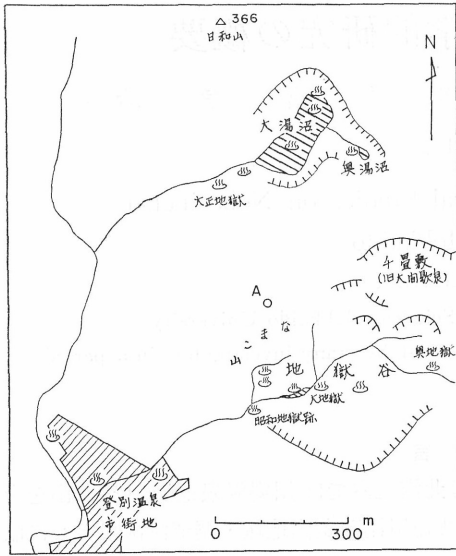
本邦有名温泉の一つに数えられている登別温泉は北海道内では川湯温泉地域（硫黄山を含む）と共に熱エネルギーの最大級の温泉であるが、また川湯硫黄山地域・洞爺湖温泉と共に温泉として最も若い部類に属している。

登別温泉について公表された地球物理学に関係ある研究には末尾に参考文献として記載した12論文などがある。その中で、田中館秀三の地獄谷・湯沼についての報告¹⁾は最初の研究として注目に値するものである。その後、坪井忠二²⁾、福富忠男³⁾によって地獄谷入口近くの間歇泉についての研究が行なわれ、鈴木醇・石川俊夫・石橋正夫⁴⁾は地獄谷内の地獄を連ねて流れている湯の川の諸点で流量と温度を測定し、地獄谷へ流入する流量と地獄谷から流出する湯量との関係を調査した。昭和26年後半から昭和27年前半にかけて地獄谷の活動が活発となり、新たに昭和地獄谷ができて小爆発を繰り返した。福富孝治・藤木忠美⁵⁾は3回に亘りその調査をおこない、地獄谷の湧出機構について論じ、特に地獄谷の温泉・水蒸気の地下における起源は高温な液相の熱水であることを指摘し、また、地獄谷から出る熱エネルギーを推定している。太秦康光・室住正世⁶⁾は地球化学的見地から地獄谷と市街地の食塩泉との関係を論じ、地下湧出機構に言及し、また地獄谷温泉の活動の消長とそのCl⁻、SO₄²⁻の変化を指摘した。その後、昭和32年8月登別地域温泉の総合調査が行なわれ、鈴木醇・石川俊夫・勝井義雄・鈴木淑夫⁷⁾によって地質学的調査が、福富孝治・藤木忠美・須川明⁸⁾によって地球物理学的調査が行なわれた。また、須川明⁹⁾は地獄谷の湯の川からの蒸発について実験を行ない、4回に亘って地獄谷から放出される熱エネルギーの調査¹⁰⁾を行ない昭和26年以降の地獄谷の活動の消長について述べている。室住正世は権現沢間歇泉の調査¹¹⁾を行ない、登別温泉活動と権現沢間歇泉の自然衰減について論じた。登別温泉の水の起源と倶多羅湖の水との関係については前に述べた鈴木醇・石川俊夫・石橋正夫が論じたところであるが、最近、中尾欣四郎・愛沢行三・大槻栄¹²⁾は倶多羅湖水位と雨量、蒸発量の測定結果から地下水として0.2~0.3m³/secの洩水のあることを明かにしている。

以上の研究を総合して、登別温泉地域の概況特に研究が比較的多く行なわれている地獄谷の温泉湧出機構、熱エネルギーからみた地獄谷活動の変化などについて述べようと思う。

II 登別温泉の概況

登別温泉はその湧出状況から湯沼地域、地獄谷地域、温泉街地域の3地域に分けられる。(第1図参照)



第1図 登別温泉付近の略図

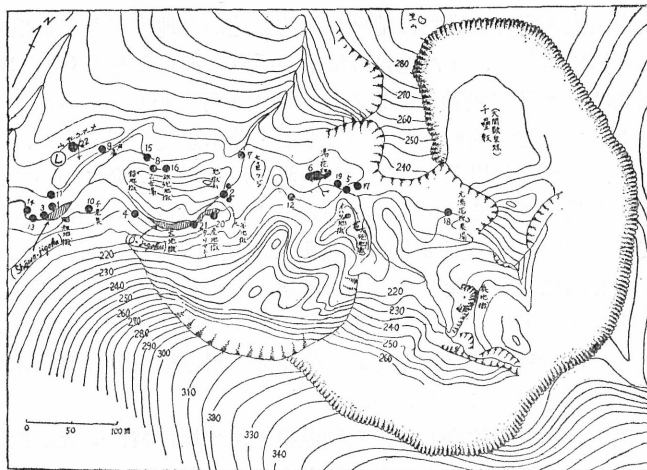
1. 湯沼地域

湯沼地域は倶多羅火山の古い爆裂火口とその近傍であるが、大湯沼・奥湯沼・大正地獄の3湯沼といくつかの自然湧出の温泉が存在する。大湯沼は表面積 16,600m² で最も大きく最大深度 22m である。その水は灰色に濁っており強酸性を呈する。表面温度は 50°~91°C であるが、湖底温度は 74°~112°C で場所によってはこの値よりもやや高温であることが想像される。黒色の直径 3~4 mm の球殻状硫黄が水面に浮いており、湖底から採泥器で流動模様の黒色硫黄塊が採取され、部分的に液状硫黄の存在が期待されるからである。この湯沼の表面からの蒸発と熱放散を考慮して沼へ流入する水量と熱量との収支から湖底から湧出する熱水量と熱エネルギーはそれぞれ 4.2×10^8 l/min および 64×10^7 cal/min と推定されている。奥湯沼は

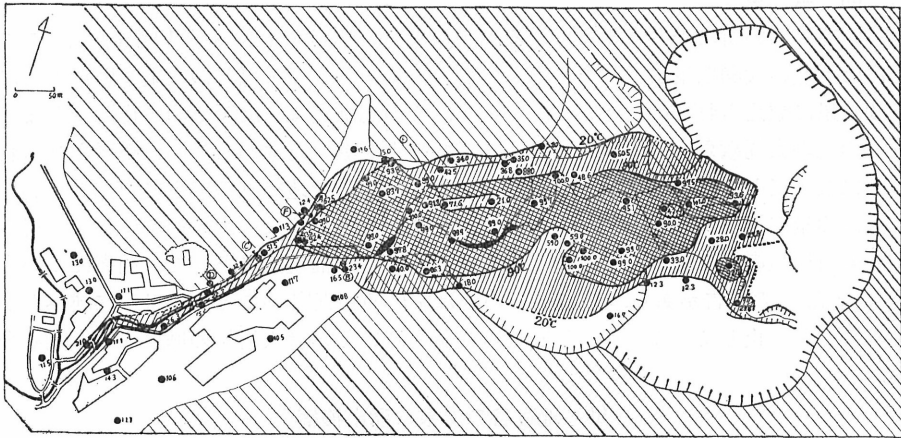
面積およそ 900m² でやや規模の小さい湯沼であるが、水温 84°C、湧出量 1.73×10^8 l/min の澄んだ熱湯を流出し、一部は大湯沼に注いでいる。この湯沼から湧出する熱エネルギーは 17.4×10^7 cal/min と見積られている。大正地獄は面積 250m² の小円形の湯沼で温度 88°C の 0.11×10^8 l/min の僅かな湯を流出させている。湧出する熱エネルギーは 1.9×10^7 cal/min と推定される。3湯沼から熱水として湧出する熱量は 83×10^7 cal/min と見積られ、熱伝導によって地表から逃げる熱量を推定して加えれば総熱量は 115×10^7 cal/min と概算される。

2. 地獄谷地域

地獄谷もまた爆裂火口であるが、その内部に多くの温泉・噴気孔 Mud-pot が存在する。第2図は昭和25~26年頃の湧出口の分布を示したものである。2つの普通温度の細流が谷の外から流入しているが、これらは Hot pool に沿うて蛇行し付近温泉の湧出量を集めて南西へ流れ遂に合流して谷から流出する。この流れの温度・化学成分濃度は流入口からの距離に従って増加している。地獄谷内で 1 m 深地温を測定した結果⁵⁾



第2図 昭和25年9月頃から26年10月頃の湧出口分布
(黒丸)(菅野岩尾氏による)。

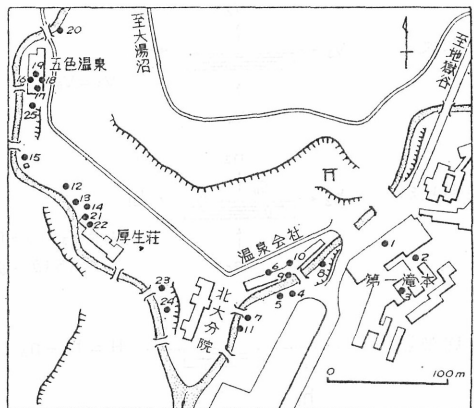


第3図 昭和26年11月8日頃の登別温泉地獄谷内部及び附近の1m深地中温度の地理的分布図
(黒丸は測点位置、黒丸に付けた数字は1m深の地中温度の値(摂氏))

(第3図)によれば、90°C以上の高地温地帯は幅およそ100mで谷の中央を谷の延長方向にWSWからENEへおよそ400m延びている。この高地温地帯はあまり地形によらず特に高さに無関係である。この事実はこの高地温地帯の地下の基岩に高地温地帯の長軸に沿って割れ目が存在し高温の水蒸気と熱水とがこの割れ目から谷の新しい堆積物の下に湧き出している、しかも蒸気と熱水は分離して、地表の低地にある川沿いの大地獄・昭和地獄等のhot poolからは主に熱水が流出するが、高地温地帯の他の部分は蒸気によって熱せられていることが推察された。地獄谷の外から流入する水の量は20~27 l/sec、水温は10°~15°Cであった。地獄谷から流出する熱湯は昭和26年11月から27年3月までの活動期では59~73 l/sec、水温は73°~92°Cであったが、昭和32年8月のやや静穏期には流出量62 l/sec、水温76°Cであった。すなわち、地獄谷から谷の外へ温泉として流出している熱エネルギーは10°Cのを流入水温を規準とすれば活動期には29~37×10⁷ cal/min、やや静穏期には25×10⁷ cal/minであった。

3. 市街温泉地域

市街地には、第4図に示したように、25の温泉湧出口があり、その2/3は浅い掘削によって得られたもの、他は自然湧出である。温度は40°~100°Cである。位置と温度・化学成分から2群に分けられ、第1群は大浴場—第一滝本の群(第4図中No. 1~11)で第2群は五色沢の湧出口(No. 12~25)である。第1群は温度が51°~100°Cで高いことと、Cl⁻が比較的多いこと(2~6 g/l)が特徴であり、第2群は温度が40°~67°Cで比較的安くCl⁻も0.08~0.44 g/lで少なくSO₄²⁻が第1群よりもやや多いことが認められている。



第4図 市街地の泉源分布

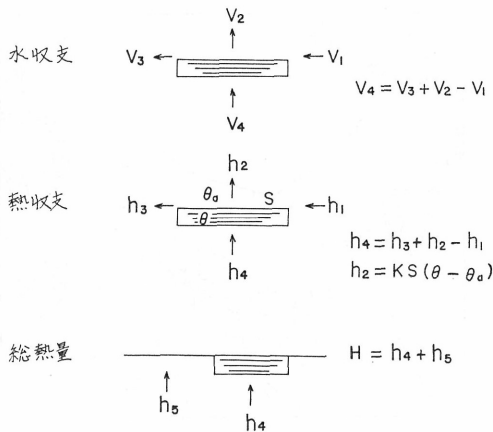
4. 間 歇 泉

地獄谷の奥の高い所に千疊敷とよばれる小爆裂火口の跡があるが（第1図参照），ここに明治初年には天然の大間歇泉があった．そして熱海の大湯間歇泉・鬼首の吹上間歇泉と共に本邦の3大間歇泉に数えられていたという．しかし，この間歇泉は明治35年頃に止ってしまったという．その他の大間歇泉もその後止ってしまって吹上間歇泉だけが人為的に噴騰させられるという程度になってしまったのは残念なことである．近年まで地獄谷の中央に自然の小間歇泉があって熱湯の量が周期的に変化していたがこれも間歇的でなくなった．掘削によって得られた小間歇泉も市街地の第一滝本の中庭，地獄谷の入口に近い権現沢にあって，前者については坪井²⁾，福富(忠)³⁾の報告があり，後者については室住の調査¹⁾があることは前に述べたが，これらも現在では停止してしまった．現在でも噴騰しているのは大浴場の庭にある小間歇泉だけである．

III 地獄谷の温泉の湧出機構

II-2項に述べたように地獄谷では外部から流入する冷地表水よりも谷から流出する温泉量が多い．これは地表水が谷の中を流動する間にただ熱せられたということではなく，谷の地下から湧出した熱水か水蒸気がかなりの量加わっていることを示唆する．この地下からの温泉が全部水蒸気であったか，または熱水と水蒸気の混合，または熱水と水蒸気が別々に湧出したかが問題である．

昭和27年1月27～28日の昭和地獄の小爆発では拳大の小石を50mの距離まで飛ばし，小砂泥粉が150～250mの距離まで降り，湯気は付近の山より高く上ったという．市街地に近接しているので，大爆発が起るのではないかと付近の人々は心配したという．もし，地獄谷の地下から湧出する温泉が全部100°Cをこえた水蒸気であるならば，地下深い所では水のcritical temperature(374°C)をこえる水蒸気であることが想像されるのでその圧力は218気圧以上ということになり，万一深い所で爆発が起ればその被害は甚大である可能性があるわけである．もし，湧出するものが，水蒸気と熱水であれば，地下においては，当然，水のcritical temperature以下の熱水であるから，この場合は小爆発に過ぎず危険はその付近だけということになる．このようなわけで，地獄谷の活動時における熱水と水蒸気の割合を知ることはその湧出機構を調べることと共に實際上大切なことであった．



第5図 地獄谷における水収支，熱収支および総熱量の関係

この目的のために，地獄谷の地獄すなわち hot pool を連ねる湯の川をいくつかの区切って，第5図上段に示したようにその区域に流入する水量 V_1 ，流出する水量 V_3 ，その区域内の hot pool および湯の川から蒸発する水量 V_2 を測定し，その区域に地下から湧出する熱水量 V_4 を求めた．また，第5図中段に示したように，流入する熱量 h_1 （水温と量から計算），と流出する熱量 h_3 ，水面から放出される熱量 h_2 （水の蒸発による熱も含まれている）から地下から温泉として湧出する熱量 h_4 を計算した．このようにして得られた地獄谷

の各区域の地下から湯の川に出ている水量 V_4 の和と熱量 h_4 の和を求めた。他方、地獄谷全域において測定された 1 m 深地温と温度勾配から岩石の熱伝導率を仮定して、全域の地表から熱伝導で空気中に逃げている熱量 h_5 が推定された。第 5 図下段に示したように、地獄谷全域の地下から出ている熱量 H は h_4 と h_5 の和として求められた。この研究は昭和 26 年 11 月から昭和 27 年 3 月の地獄谷の活動期において福富孝治、藤木忠美⁵⁾ によって 3 回行なわれ、次いで昭和 32 年 8 月福富、藤木、須川明⁹⁾ によって 1 回行なわれ、昭和 33 年須川¹⁰⁾ によって 4 回行われた。それらの結果は第 1 表および第 2 表に総括されている。表から判るように、昭和 27 年 2 月の活動時においては、 $V_4=55.9$ l/sec (3320 l/min), $h_4=82.1 \times 10^5$ cal/sec (49.2×10^7 cal/min), $h_5=30 \times 10^5$ cal/sec, $H=112 \times 10^5$ cal/min), で最高であった。この熱量は石炭(燃焼熱 500 cal/g) に換算すれば 1 日当り 193 tons の石炭の燃焼熱に相当する。

第 1 表 地獄谷地下よりの湧出量 V_4 (単位 l/sec)

	Nov.10 1951	Feb. 5 1952	Mar.19 1952	Aug.6 1957	Jan.22 1958	Apr.26 1958	Aug.5 1958	Nov.6 1958
地獄谷地下より	>30.6	55.9	35.5	33.3	42.9	39.5	29.9	27.7
昭和地獄	—	26.1	13.1	0	0	0	0	0
大地獄	} 30.6	18.2	17.0	16.3	10.9	12.7	4.2	13.3
その他		11.6	5.4	17.0	32.0	26.8	25.7	14.5

第 2 表 地獄谷地下よりの湧出熱量 h_4 (単位 $\times 10^5$ cal/sec)

	Nov.10 1951	Feb. 5 1952	Mar.19 1952	Aug.6 1957	Jan.22 1958	Apr.26 1958	Aug.5 1958	Nov.6 1958
地獄谷地下より	>46.6	82.1	66.8	52.2	40.9	57.8	43.3	42.3
昭和地獄	—	36.5	23.9	0	0	0	0	0
大地獄	} 46.6	30.4	29.0	31.6	20.3	28.0	20.8	26.6
その他		13.2	13.9	20.6	20.6	29.8	22.5	15.7

既に求められた地獄谷の地下から水蒸気または高温な温泉として湧出した水量 V_4 の値と地下から出た総熱量 H (0°C を基準として測った値) とを比較すれば、水量の全部が水蒸気ではなく、大気圧の下では全部が水の状態でもなく、水蒸気と温泉との共存の状態であることが判る。これらの水蒸気および温泉が地表に湧出したときの圧力は近似的には 1 気圧と考えて差支えないから、その場合の水蒸気量を x (水に直した値)、温泉量を y とし、温泉水の密度および比熱を近似的に 1、水の気化熱を 539 cal/g とすれば

$$\left. \begin{aligned} x &= (H - 100V_4) / 539 \\ y &= (639V_4 - H) / 539 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

で与えられる。この式に H および V_4 を入れて計算してみると地獄谷全体としては水蒸気量は全水量の 20~30% であるが、大地獄・昭和地獄では 10~15% でかなり水蒸気が少ない。大

地獄・昭和地獄を除いた地獄谷の部分では水蒸気量は 6~7 l/sec であるが、その割合は 50~100% で水蒸気量の水量全部に対する 割合が大きいと共に 大地獄・昭和地獄の水蒸気量の和よりも多い。この場所は多くは川の面よりやや高く、地下構造は地下の温泉面の上に空隙の多い部分があって、さらにその上に緻密な地表層が存在する。地表部分の温度を高めているのは地下からの水蒸気および温泉の中、水蒸気が主役を演じているものと考えられる。この理由は以下の様である。この部分の地面から空气中に逃げる熱量は前に述べた h_5 であるが、この熱を焔化熱で出し 100°C の温泉となる水蒸気の量 x' は水の密度を 1 とすれば

$$x' = h_5 / 539 \quad (2)$$

である。 $h_5 = 26 \sim 30 \times 10^5$ cal/sec であったから、 $x' = 4.8 \sim 5.6$ l/sec となり、この値は大地獄昭和地獄を除いた地獄谷の広い部分の地下から出る水蒸気量 6~7 l/sec と大体の程度が一致している。この部分に地下から出た温泉と水蒸気から凝結した温泉の大部分は地下の空隙伝いに湯の川や大地獄・昭和地獄へ流入しているのであろう。

地表近くで温泉水に水量に直して 20~30% の水蒸気が混合して存在する場合、地下深い所ではどんな状態であろうか。もし途中で何も混合していないとすれば、地下深くなって圧力の増加とともに温度が上昇し水蒸気量はだんだん減少し、遂にある圧力になれば水蒸気量は 0 となって高温な液相の温泉水のみとなる。この温度を θ とし、圧力を P とする。いま、温度 θ 、圧力 P の温泉水が地下深くから地表まで定常的に上昇する場合、その熱エネルギーの一部は圧力の差によって、流動速度の差によって、高さの変化によって器械エネルギーとして消費されるが、その値は熱エネルギーの $1/40$ 程度に過ぎない。したがって、その影響を無視すれば

$$V_4 \rho c \theta \approx H \quad (3)$$

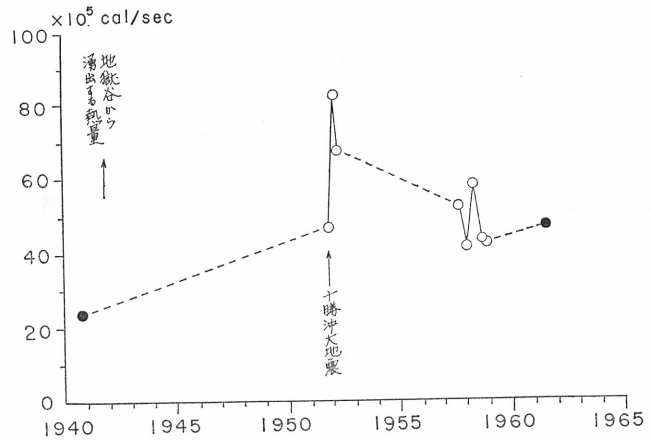
である。但し、 ρ は水の密度、 c は水の比熱である。この式は地獄谷全体の場合にも大地獄・昭和地獄の場合にも適用可能であるが、次の結果が得られた。地獄谷の温泉源は $\theta = 200 \sim 270^\circ\text{C}$ 流量 35~55 l/sec の液状の熱水溶液であること、この熱水溶液は地下深所から 15 気圧またはそれ以上の圧力の所まで上昇すると、その一部が気化しはじめて水蒸気との混合状態となり、地獄谷地下の割れ目伝いに上昇を続ける中、圧力 5~10 気圧の比較的浅い所でその液状の温度 $150^\circ \sim 180^\circ\text{C}$ の温泉の大部分 30~45 l/sec が 2 分して大地獄と昭和地獄へ湧出し、残りの水蒸気、 H_2S 、 SO_2 、 CO_2 などの気相は地獄谷のその他の部から噴出しながら地温を高めているものと思われる。昭和地獄の昭和 27 年 1 月末の小爆発における圧力は小石の飛散の状況から 5~6 気圧と推定されたが、この値とかなり一致している。

以上は福富、藤木の研究⁵⁾の結果であるが、太秦・室住⁶⁾は地球化学的研究の結果、この地下深くからの熱水溶液は Cl^- に富むものであること、市街地の第一滝本、大浴場等に湧出する Cl^- に富む温泉は地獄谷地下の熱水が分岐したものとして地下の熱水溶液の温度を $200^\circ \sim 240^\circ\text{C}$ と推定¹¹⁾している。

IV 地獄谷の温泉活動の変化

地獄谷は 1880 年以来その活動が著しい変化を繰返していることが知られている。比較的平穏な時期を経て、1951 年 5 月頃から活発になり約 2 年間続いた。昭和地獄など多くの噴出口が谷の西部に生じ、また谷の西側の壁をなして、それまでは木や草で覆われていた面積 $110 \times 40\text{m}^2$ のなまこ型の小丘の 1 m 深地温が 90°C 以上になった。活動は 1952 年 1 月に最高頂となり、その後は漸次衰えて平穏状態となった。

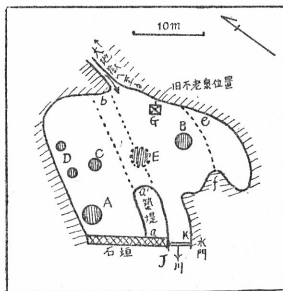
第6図は地獄谷地下から湧出する温泉熱量の近年における変化を福富、藤木⁵⁾ および須川¹⁰⁾ の資料によって示したものである。但し、1941年の値は鈴木・石川・石橋⁴⁾ の資料から概算した。図から判るように、地獄谷は1941~1951年の期間は比較的静穏であったが、1951年の末から活動が盛んになり1952年の1月末に最高となり、その後平静に帰って現在に至っている。また、1941年頃は地獄谷の入口



第6図 地獄谷地下から湧出する温泉熱量の近年における変化

から奥までほぼ一様な活動を示し奥地獄も活動的であったが、その後活動の中心が入口の近くに移り1951~1952年には最も入口近くで大活動がおこった。その後、1957年⁹⁾には活動の中心がやや奥の方に移動し、1958年¹⁰⁾においてもこの状態が続いていた。すなわち、地獄谷においては活動の大きさが年と共に変化するだけでなく活動の中心の移動が起っている。

次に昭和26年11月~27年3月における昭和地獄の活動状況につき少し述べる。第7図は昭和27年2月5日頃における昭和地獄の見取図である。Gは元不老泉の位置、Jは温泉取出管



第7図 昭和27年2月5日頃の昭和地獄の見取図

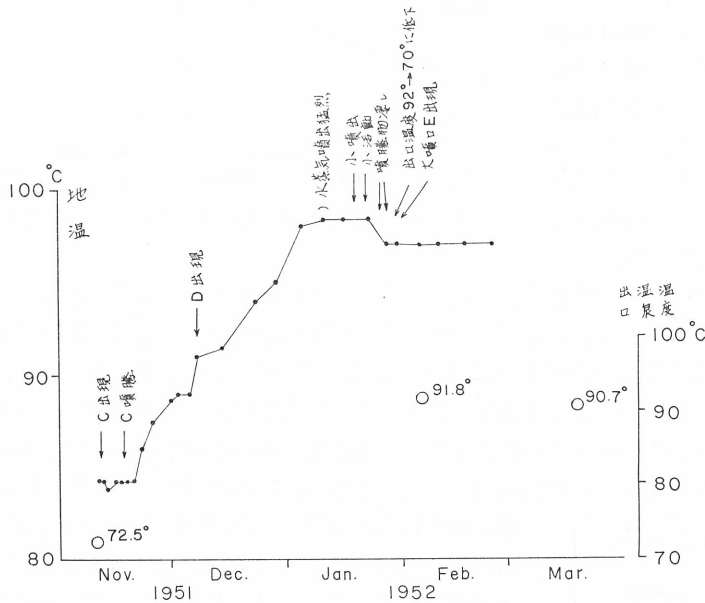
口、aa'は築堤の残骸、A, B, C, D, Eはそれぞれ昭和25年2月、26年7月26日、11月12日、12月7日、27年1月29日に出来た噴出口で、これらは2月5日には水面下にあり、A, B, Eが水面の噴騰により認められた。

昭和26年11月10日頃の状況は福富によればAおよびBがやや活動状態にあった。菅野氏ほか土地の人の話を総合すれば、その後の活動状況は以下の様である。11月12日小噴口Cが出現したが、11月17日頃には噴騰するようになり、大きさも径3m位に拡大した。12月7日頃Dの2噴口が出現し小指大から親指大の小石を高さ3m、周囲へ5m位飛ばした。その後は水蒸気とガスの噴出のみであったが、27年1月になるとその勢が増し1月10日頃は水蒸気の噴出が猛烈となった。1月18日には小噴出があり、21日にも小活動があり卵位の小石を高さ3m横10m位まで飛ばした。噴口はやや大きく0.5m深くなり乾いており水蒸気を出しSO₂臭があった。26~27日頃かなり降雪があったが、27日には噴騰物凄く泥水を吹上げ泥霧を降らし付近の木に樹氷を生じたため倒木が起り惨憺たる光景を呈した。28日には拳大の小石を吹上げ小砂泥粉を150~250mの距離まで飛散させ湯気は付近の山よりも高く上った。これは海岸方面からも見えたので消防車が馳せつけた程であった。28日夕、温水取出口の温泉温度が92°Cから70°Cに低下し水蒸気の分量が減少した。29日には昭和地獄の中央に大噴口が出来ていることが認められ、中央部の築堤abが切れて一面の温泉池となった。不老泉寄りのおよそ30m²が欠壊し水温も90°Cに上昇した。31日にも不老泉寄りと石

の勢が増し1月10日頃は水蒸気の噴出が猛烈となった。1月18日には小噴出があり、21日にも小活動があり卵位の小石を高さ3m横10m位まで飛ばした。噴口はやや大きく0.5m深くなり乾いており水蒸気を出しSO₂臭があった。26~27日頃かなり降雪があったが、27日には噴騰物凄く泥水を吹上げ泥霧を降らし付近の木に樹氷を生じたため倒木が起り惨憺たる光景を呈した。28日には拳大の小石を吹上げ小砂泥粉を150~250mの距離まで飛散させ湯気は付近の山よりも高く上った。これは海岸方面からも見えたので消防車が馳せつけた程であった。28日夕、温水取出口の温泉温度が92°Cから70°Cに低下し水蒸気の分量が減少した。29日には昭和地獄の中央に大噴口が出来ていることが認められ、中央部の築堤abが切れて一面の温泉池となった。不老泉寄りのおよそ30m²が欠壊し水温も90°Cに上昇した。31日にも不老泉寄りと石

垣が欠壊した。福富によれば、2月5日にはA, B, E付近で水面が0.5m位噴騰しているのが湯気の間から見えたという。また、昭和地獄から噴出した細泥は北東方向50mで3~8mmの厚さあり、北方200mで雪の層の中に泥の薄い層を認めた。拳大の小石が昭和地獄の西方49mの所まで見られたことから噴出速度22m/sec, 爆発時の圧力は5~6気圧と推定された。

活動の推移を知るために地獄谷入口に近い4個所に2~3mの鉄管を打込んで菅野岩尾氏の好意で地温の変化が11月11日から翌27年3月16日まで測定された。第8図中実線はなまこ型小



第8図 展望台付近Aにおける3m深地温の変化と昭和地獄の活動

山の北方A点(第1図参照)の地地下3mの地温の時間的变化⁵⁾である。地温は昭和地獄の活動の変化に平行に27年1月初めまで上り、1月中は停滞し、1月末から少し低下しはじめている。図中白丸は地獄谷入口の昭和地獄より流出している温泉の温度であるが、これも同じ傾向を示している。図中矢印は前に述べた昭和地獄の噴口の出現および著しい活動の月日を指しているが、この出来事が地温上昇が停滞している時点に起っていることの多いことは注意すべきである。この説明はむしかしいが、福富は以下の様に考えている。測点Aは地獄谷の入口に近い壁の上にあるが、地温が100°Cに近い値であることから、水蒸気を導く細管の末端の1つがこの測点の地下浅い所を通過していると考えられる。昭和地獄の小爆発の原因となった昭和地獄への地下通路が閉塞されているか抵抗の大きい状態では、他の蒸気通路すなわちA点の通路にも蒸気が充分流動してくるので地温が上昇するが、昭和地獄への通路が開いて、すなわち小噴口を生ずるとか活動が盛んになると、A測点の末端通路への蒸気の流動が減少し地温が停滞したり、低下したりするという事ではないだろうか。

いま一つ注意すべきは、第6図中に矢印で示したが、地獄谷の活動の最盛期を少し過ぎた昭和27年3月4日十勝沖烈震が起っていることである。たった1回の例で地震と地獄谷の活動を結びつけて考えることは出来ないが、十勝沖地震のような大地震ではその発生以前にかなりの遠方まで微小ながら地殻変動をひき起したと考えることも不可能ではないので、ここに地震

のあった事実だけを述べておくことにする。

この様に温泉の活動に比較的突然の、しかも大きな変動が起った例は本邦ではあまり聞かない。しかし、地獄谷の活動とはほぼ年を同じくして1951年3月北 California の Lake City の付近にある Surprise Valley の牧場で地獄谷の例よりもやや大規模な温泉に関係ある泥火山型の活動が起ったことが D. E. White¹³⁾ により報告されている。この活動は深夜に起ったが、直径 200m 位の範囲に5~6個の泥火山の噴口が出来て、gas と泥の柱が1哩に近い高さに上り空気震動があり、南2~3哩の Lake City では音が大きく聞えた。朝には噴出の高さは30m 位になった。夜の活動では大きな石の block や玉石が数百呎まで上ったことが周囲の様子から推察され、えんどう豆大の主に泥からできた霰が4哩半の距離まで降った。この牧場とその付近には温泉が多く湧いている所であるという。

地獄谷は温泉としては若い時代の温泉で火山活動の余じんのまだ残っているものと言えるが、しかし地下における状態は 100°C よりかなり高いが液相の温泉すなわち熱水溶液である。同じく北海道の川湯温泉（硫黄山を含む）¹⁴⁾ もこの型の温泉である。

この報告は昭和40年6月11日登別で開かれた日本温泉科学会第18回大会のシンポジウム「登別温泉の研究」の一環としてなされたものであって同会々長斎藤省三氏に厚く謝意を表します。この報告中福富の研究に要した費用の一部は文部省科学研究費によったことを記し併せて謝意を表します。

文 献

- 1) 田中館秀三：北海道登別温泉，地学雑誌，**36** (1924)
- 2) 坪井 忠二：登別の間歇温泉，科学，**2** (1932)
- 3) 福富 忠男：登別温泉間歇泉の観測，北海道地質調査会報，**10** (1939)
- 4) 鈴木醇，石川俊夫，石橋正夫：登別温泉及び倶多楽湖，北大理学部地質見学案内書，**2** (1943)
- 5) 福富孝治，藤木忠美：昭和26年11月—27年3月頃の登別温泉地獄谷の活動，
北大地球物理学研究報告，**3** (1953)
- 6) 太秦康光，室住正世：北海道登別温泉，日本化学会誌，**76** (1955)
- 7) 鈴木醇，石川俊夫，勝井義雄，鈴木淑夫：登別温泉地質班調査報告，
北海道温泉調査報告，**6** (1958)
- 8) 福富孝治，藤木忠美，須川明：登別温泉調査報告，同上 (1958)
- 9) 須川 明：高温な水面からの蒸発量，北大地球物理学研究報告，**7** (1960)
- 10) 須川 明：1957年8月から1958年11月までの登別温泉地獄谷について，同上，**7** (1960)
- 11) 室住 正世：登別温泉活動の異変による権現沢間歇泉の自然衰滅について，
地学雑誌，**68** (1959)
- 12) 中尾欣四郎，愛沢行三，大槻栄：倶多楽湖の水収支について，
陸水学会昭和40年大会にて発表 (1965)
- 13) D. E. White: Violent Mud-Volcano Eruption of Lake City Hot Springs,
Bull. Geol. Soc. Amer., **66** (1955)
- 14) 福富孝治，須川明，藤木忠美：川湯温泉の地球物理学的研究，北大地球物理学研究報告，**4** (1956)