

昭和 40 年 12 月

原 著

登別温泉の地質学的研究

北海道大学理学部 石 川 俊 夫

(昭和 40 年 11 月 30 日受理)

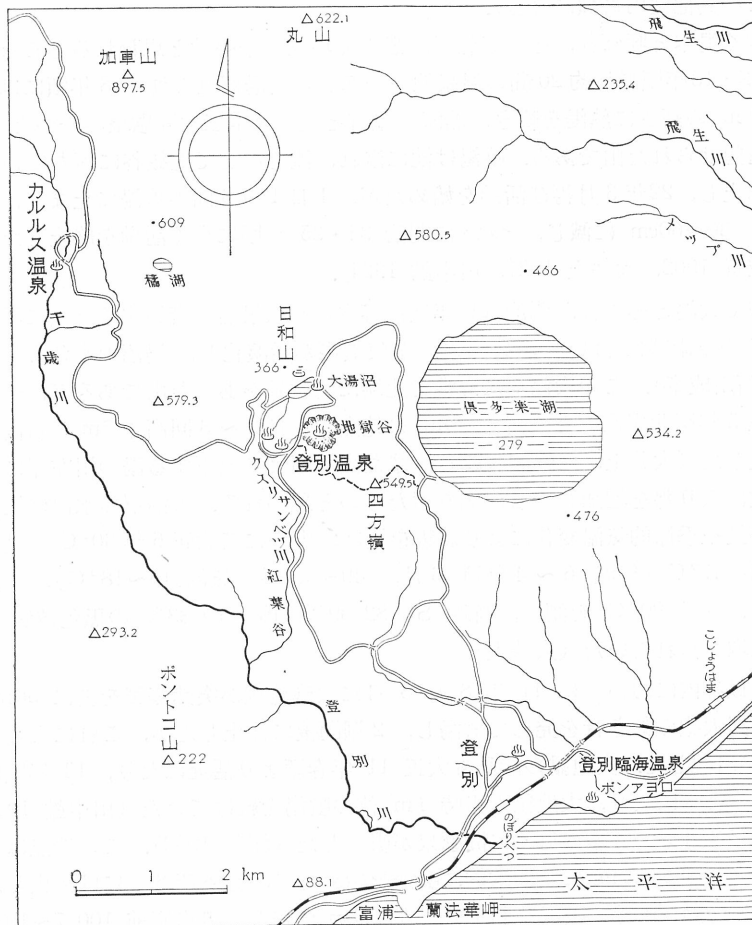
Geological Study on Hot Springs in Noboribetsu

Toshio ISHIKAWA

(Faculty of Science, Hokkaido University)

I 登別温泉の沿革と究研史

登別はアイヌ語のヌプリベツ (濁れる川の意) より転化したもので、温泉は北海道胆振国登別町の登別川支流クスリサンベツ川 (湯の流れる川の意) 上流、海拔高度約 200m 付近に位



第 1 図 登別付近地図

し、室蘭線登別駅より北約 7.5km、バス 15 分にて達し、交通は極めて便利である（第 1 図参照）。

地獄谷入口の題目石は約 600 年前日蓮上人の法弟日進の訪れた事蹟を示すものと云われ、また約 200 年前有珠善光寺を経て円空師は此地にも来遊し、滝本家には円空鉈作りの観世音が所蔵されている。また松前藩時代より既に地獄谷の硫黄あるいは明礬の採取が行われ、特に寛政 11 年（1799）徳川幕府直轄後多量の硫黄を産し、地獄谷においては安政、明治年間に亘り、又大湯沼では明治時代より現在に及んで採取されている。安政 5 年（1859）箱館奉行村垣淡路守この地を視察の折、工事請負人恵比須屋半兵衛の小屋があったが、当時は地獄谷より流出した湯の川中で湯治していた如く、湯宿の建ったのは同年武蔵国より長万部に移住した滝本金蔵が更にこの地に転住し、湯守となったことに始まる。

その以前からこの地方のアイヌ人は温泉に來り浴していたと云われ、湯治客も初めアイヌ人が多かった由である。明治 22 年（1889）湯宿を滝本館と命名し、24 年国道と温泉間の道路を開き、馬車を通じ、36 年第一滝本館と改称した。交通機関は大正 4 年（1915）馬車鉄道、7 年蒸気機関車、14 年電車、昭和 8 年（1933）バスに改められ、現在に至っている（北海道庁 1915 および其他案内書類による）。

地獄谷は古く湯本と呼ばれ、その東北隅、恐らく現在の千疊敷と思われるところに間歇泉があり、明治 12・13 年頃長径約 20 間の温泉池の一部から噴湯が見られ、18 年頃には 1 時間 7～8 回、6～9 m の高さに熱湯を噴き、熱海、鬼首と共に日本三大間歇泉の一つとして知られ、海上からも遠望せられた由である。噴湯は池に溢れ、滝をなして地獄谷に落ちていたが、21 年夏突然活動休止し、22 年 3 月再び活動を始めたが、1 日 1～3 回の噴湯に止まり、次第に衰えてその高さも 30～60cm に減じ、ついに明治 34・35 年頃に全く活動を終止した（石川貞治 1889、石川成章 1902、大井上 1921、田中館 1924）。

大湯沼は嘗て大湯と称され、明治 21 年地獄谷内の間歇泉活動衰微すると共に温泉湧出多くなり、特にその東南隅において温泉沸騰、蒸気噴出が活潑化し、湯沼の水色も暗黒に変わった（石川貞治、石川成章）。この大湯沼にも嘗て北端に間歇泉があった由であるが、一旦活動を止めた後、大正 5 年頃北岸水面より高さ 20m の地点で 1 日 2～3 回高さ 7m の噴湯が続ぎ、約 1 年の後休止した（大井上、田中館 1924）。また大湯沼より流下する湯の川左岸にある大正地獄は大正年代に入り勢を増加し、この名を得たものと思われる。大湯沼の水温は湖底の硫気・温泉活動の消長や季節的気温変化により影響を受け、湖面にて大正 6 年 30°C（納富 1912）、10 年 2 月、44～47°C（気温 6～4°C）6 月、49～52°C（気温 15～18°C）、中央湖底部にて 2 月 76°C、6 月 90°C を測り、当時 S=82.39%、Fe=10.33% の黒色硫黄が夏季 1 日 15 トンずつ採取せられていた（大井上）。

大正年間地獄谷内においては 11 年 8 月 5 日に大砲地獄が突然蒸気を斜に 50m 噴出し、数日間 1 日数回大砲の如き音を發して噴湯し、2 週間後に休止したが、これによって新噴気孔（大砲地獄）が出現した。奥地獄の活動も大正 11 年春頃より活発になり、13 年頃には熱湯を 1m 位噴上するようになり、大地獄も当時 1m 位の噴湯を続けていた（田中館 1924）。

其後昭和 7 年 3 月第一滝本館庭内に間歇泉が噴出した（坪井 1932）。この地点はもと若干の噴気があり、掘井深度 28m にて間歇的に噴湯を始めたが、翌 8 年 8 月には休止した。周期 3 時間 5 分乃至 8 時間 20 分、噴湯時間 1 分、高さ 7m に達し、噴出直前 100.7～103.7°C、直後 98～100°C を示し、気圧の低い折に周期の短い傾向が見られた（福富忠男 1939）。

昭和 14 年北大病院登別分院設立せられて、齊藤省三の温泉医学的研究が開始せられ、現在までに多数の業績を残されている。太泰康光、奥野久輝の化学的研究も昭和 12 年には開始せられ、終戦後は室住正世による温泉活動と化学成分の経時的変化との関係の研究が続けられて現在に及んでいる。

この前後昭和 11 年 5 月 1 日地獄谷内虎地獄より突然高さ 8 尺 (2.4m) の噴湯を始め、岩片を飛散し、3 日剣ヶ峯麓部に径 3m の穴を生じた。これと同時に大湯沼の湯は白濁著しく、大砲地獄は反対に静穏となった (本邦火山活動記録 1939)。

昭和 14 年 3 月登別温泉の泉温、水量や倶多楽湖の水位などの季節的变化について北大理学部地質学鉱物学教室と北海道庁河川課との共同調査が始められ、16 年 10 月頃まで 2 カ年以上の観測が続けられた。また、深谷竜太は昭和 14 年 10 万分之 1 登別図幅の地質調査を行なったが、途中応召戦死され、公表するに至っていない。更に昭和 26~28 年齊藤昌之、小山内照、酒匂純俊は 5 万分之 1 “登別温泉” 太田良平は“徳舜警”、地質図幅の調査を行った。

この間 25 年 9 月頃より地獄谷内の活動に変化が始まり、26 年 11 月~27 年 3 月には地獄谷出口付近に新に生じた昭和地獄の活動著しくなったが、28 年 10 月静穏状態に戻った (福富、藤木 1953)。その後昭和 32 年 8 月地質学並びに地球物理学的な実態調査が北大理学部と北海道庁衛生部の協力により行われ (鈴木、石川、鈴木 (淑)、勝井 1958、福富、藤木、須川 1958)、更に福富孝治 (1961) の温泉熱量の研究が続いている。

II 登別温泉付近の地質および地史

本地域は倶多楽湖を中心として広く第四紀洪積世 (1~100 万年前) に活動した倶多楽火山の噴出物に被われ、またその西麓登別温泉附近においては更に日和山の熔岩、大湯沼および地獄谷の爆発抛物など沖積世 (現在より 1 万年以内) の火山噴出物も分布している。この沖積世の火山は倶多楽火山の死滅後に新に生成したもので、ここで登別火山と呼んでおく。

登別火山北西約 4km のカルルス温泉も古くからアイヌ人によっては知られていたが、明治 22 年 (1889) 初めて日野久橋によって温泉場が開かれ、熔結凝灰岩中より自然に湧出する泉温 50°C の単純泉が利用せられた。附近には広くカルルス盆地底の沖積湖成砂礫層が発達し、更にその周りには倶多楽火山より古いカルルス火山の熔岩が分布している。近年 50~150m の数本のボーリングによって地表下 50m より深所には新第三紀集塊岩やあるいわ緑色凝灰岩層の存在が知られた。地温は上昇して孔底温度最高 70°C を示すに至った。

登別駅附近は海岸まで厚く倶多楽火山より噴出した熔結凝灰岩や軽石層に被われているが、300m 以上のボーリングが数カ所に試みられ、40~53°C の温泉が湧出し始めている。そのコアには砂岩、頁岩、凝灰岩、プロピライト、輝石安山岩、石英輝石安山岩、玄武岩、珪岩等があり、本地方の従来の調査 (第 1 表) に対比して新第三紀中恐らく中新世の堆積岩や火山岩と思われる。従って登別駅付近にある住友いづみ温泉や臨海温泉の熱源はカルルス温泉と同様新第三紀の火山岩に関係あるものと思われる。

カルルス温泉と登別臨海温泉は登別温泉を間に北西方向線上に存し、一見地質構造弱線に沿うものの如く見えるが、登別温泉とは熱源を異にし成因上全く異なるものである。又最近登別駅東方 6km の竹浦部落の鉄道に近く 50°C の泉源が新に発見され、登別駅附近の温泉帯は北西方向にあるのではなく、東西方向にあるものかも知れない。

第1表 登別温泉付近地質総括表

地質時代		層	序	火	成	活	動
第 四 紀	沖積世	沖積層(砂, 礫, 粘土) カルルス湖成砂礫層 河成低位段丘砂礫層		有珠火山降下軽石 登火 { 爆発抛物体 別山 { 日和山熔岩			
	洪積世	段丘砂礫層 登別層(砂岩, 泥岩)					
	積世			俱多楽火山	ボンアヨロ軽石 登別熔結凝灰岩 ランボーグ軽石	虎杖浜岩屑層	集塊岩 凝灰岩 熔岩流
新 第 三 紀	鮮新世	本輪西砂岩頁岩互層 鷲別凝灰岩層		安山岩, 石英安山岩			
	中新世	カマウソベツ層 (砂岩, 頁岩, 凝灰岩, 凝灰) (角礫岩, 流紋岩質凝灰岩)		輝石安山岩 流紋岩 プロビライト			
	上新世	ワシベツライバ層=長流累層 (緑色凝灰岩, 凝灰角礫岩, 黒) (色頁岩, 流紋岩質凝灰岩)					

主として5万分之1地質図幅“登別温泉”, “徳舜誓”による。

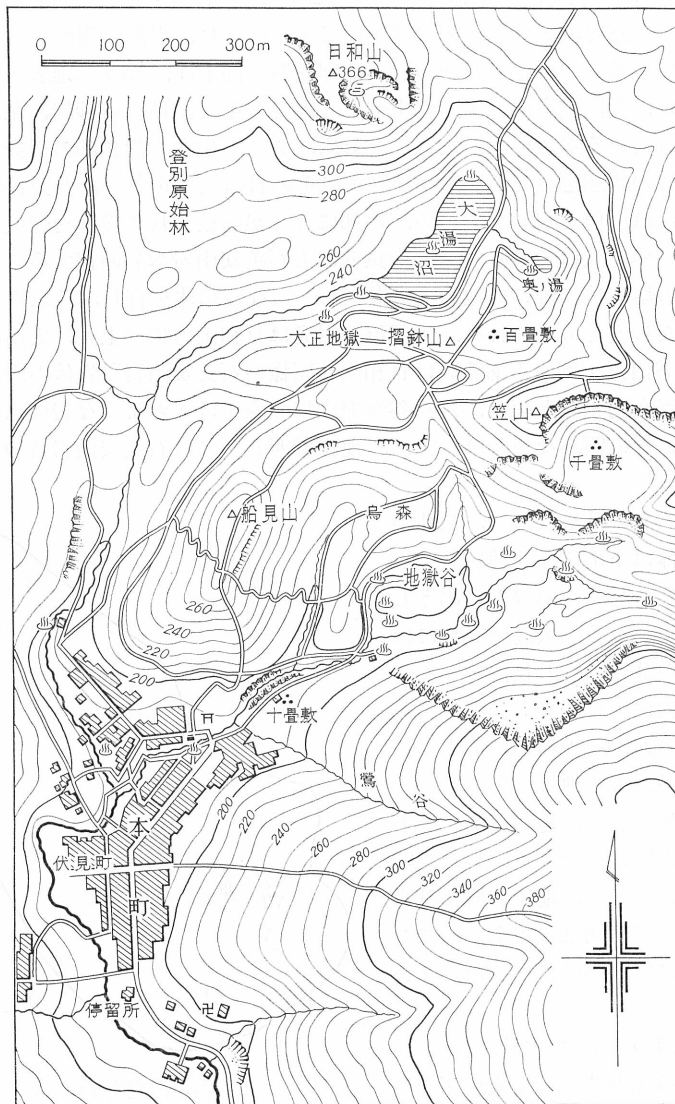
上述第三紀堆積岩および火山岩類を基盤として, カルルス温泉付近では新第三紀末あるいは洪積世初期にカルルス火山が噴出して, 普通輝石・紫蘇輝石安山岩質熔岩を流した(太田良平1954), その後に俱多楽火山の活動が始まり, その噴出物は普通輝石・紫蘇輝石安山岩質の集塊岩, 集塊質凝灰岩, 火山灰, 熔岩流, 軽石, 熔結凝灰岩などより成り, カルデラ陥没前は円錐状の成層火山を形成していたものと思われる。俱多楽湖周囲の山地部は集塊岩, 集塊質凝灰岩, 火山砂(齊藤, 小山内, 酒匂 1953 の虎杖浜岩屑堆積物), 熔岩流(太田)より構成されて, 本火山の主体をなし, 更にその周麓部は熔結凝灰岩に被われ, 其前後にはランボーグ軽石層とボンアヨロ軽石層が噴出して最大 200m の厚い熔結凝灰岩を中間に挟んでいる。

熔結凝灰岩は高原状地形をつくって四方に拡がり, 登別海岸やクスリサンベツ川の紅葉谷溪谷には柱状節理を示した熔岩流の如き好露出を示している。本岩は軽石流の堆積厚い部分で内部の高温と上圧のため, 軽石や火山灰中のガラス片は再熱されて撓曲, 熔結して堅く緻密な岩石となったもので, 登別軟石として採石利用されている。節理はその冷却の際の収縮によって生じたものである。爆発的活動が繰返され, この莫大な量の軽石流, それに前後した降下軽石の噴出後, 火口下岩漿溜の圧力を減じあるいは空洞を生じ, 火口中心の大規模な陥没を惹起して, 径 3.4km ほぼ円形の典型的カルデラが形成された。其後カルデラ底部に水が滲えられ径 2km, 深さ 146m の美しい俱多楽湖となった。俱多楽カルデラ北西壁外にある北山(580.5m)は普通輝石紫蘇輝石安山岩より成る熔岩円頂丘で, 山頂は比較的平坦で周縁は急斜しており,

一つの寄生火山である（太田）．熊牧場のある四方嶺（あるいは西山，549.3m）は熔結凝灰岩によって被われている（斉藤，小山内，酒匂）がやはり一つの寄生火山か，あるいは古い火山体の残ったものの如くである．

倶多楽火山噴出物を不整合に被って，大湯沼東方および海岸側火山麓に層理の判然とした洪積期の砂岩，泥岩の地層が発達する．分布高度における 300m の差は堆積後地塊運動の行われた結果と考えられている（斉藤，小山内，酒匂の登別層）が，大湯沼附近では日和山の上昇により更に若干押し上げられている．

砂岩，泥岩が局部的でなく存在していることは倶多楽火山成生後本地域が海面下にあったことを示し，その後に地盤の上昇が行われたことが考えられる（斉藤，小山内，酒匂）．



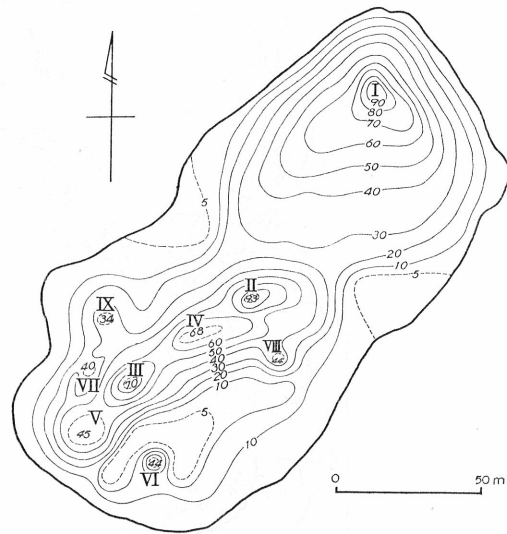
第 2 図 登別温泉付近地形図

登別火山の活動はこのような地殻変動の行われた後に、恐らく沖積世に入って倶多楽湖西麓部に粘性の強い酸性の石英安山岩質マグマによって起ったものである。倶多楽火山との間には著しい時間的間隙があり、支笏カルデラに対する樽前、恵庭、風不死の如く、洞爺カルデラに対する有珠、中島の如く、カルデラ陥没に対して補足あるいは反動噴出という深い関係は有するが、全く独立の新しい火山として発現したものである。このように新しい火山が噴出し始めると活動のエネルギーは新火山の下に集中し、古いカルデラ火山には活動の力も、温泉の熱源となるようなエネルギーも失われるのが普通である。このカルデラでは支笏、洞爺、屈斜路、阿寒等のカルデラの如く陥没後の火山活動がカルデラ内部や周壁上に起らず、西麓をえらんだためカルデラの形は円形の美しい原形を保っている。

日和山(366m)は登別火山の中心であり(第2図)、角閃石・普通輝石・石英安山岩が円頂丘をなしているが、東側の熔岩表面部には摩擦条線が印され、平滑な側面を示し、昭和新年熔岩丘と同様地下にて殆んど固化した新熔岩が上部地盤を押し上げ、徐々に地表上まで頭部を現出したものと思われ、成因上火山岩尖と称すべきものである。洪積世の砂岩、泥岩層が見掛上日和山熔岩丘を被うているが、後者が進入した関係にあり、現在も尚頂部の爆発裂隙よりは噴煙を続け、この噴煙の状態を見て登別海岸の漁夫はその日の天候を卜したと云われている。このような形態の火山は火口を有しないため、内部にガスが蓄積されて麓部を爆破するのが常である。大湯沼はその爆発火口であり、その南東壁にも石英安山岩熔岩の存すること(太田)より、日和山は地表上の熔岩丘に続いて地表下に潜在した大なる山体を有し、これらが爆発によって露出せしめられたものとも思われる。大湯沼の爆発は日和山熔岩の上昇、進出に関係あるものであるが、地獄谷附近下部にもあるいは日和山と同様の石英安山岩質岩体の進入が行われ、地表下に止まって潜在円頂丘となり、地獄谷爆発火口の成生はそのような岩体に関係しているものかも知れない。その明かな証跡はないが、地獄谷西北壁には石英安山岩質の岩石が露出している。

石英安山岩質岩漿は珪酸に富み、粘性強いため、屢々、岩体は下部に深く連続して岩漿溜との関係を保ち易く、温泉の熱源として有利なものと思われる。大湯沼底部には水深最大28mの9つの摺鉢状窪地があり(第3図)、火口内にて小爆発の繰返されたことを示しているが、その周辺にも小湯沼(奥の湯)、百疊敷、大正地獄、其他2個の小爆発火口が成生された。地獄谷内にも多くの小爆発火口が開かれた如く、特に北隅の千疊敷は著しいもので、地獄谷底より数m高く、明治年間には間歇泉があり、また地獄谷西端外側には十疊敷の小火口らしい跡がある。

地獄谷、大湯沼の内壁および周辺の倶多楽火山噴出物は硫気あるいは温泉作用を受けて種々の程度に分解し、その原岩を推定



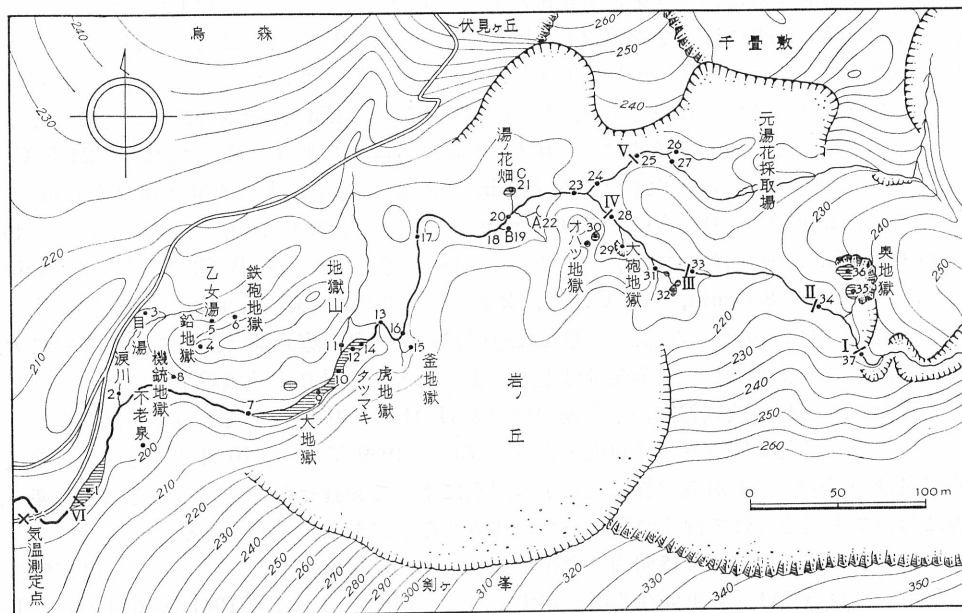
第3図 大湯沼湖底測深図(大井上義近 1921)
算用数字は尺単位の水深

し難いものもあるが、大体下部より安山岩質熔結凝灰岩、軽石質集塊凝灰岩、石英安山岩質熔結凝灰岩、ポンアヨロ軽石層、登別層(砂岩、泥岩)が累積し、地獄谷内壁に土柱として聳立するものは軽石質集塊凝灰岩である。地獄谷大地獄北縁の変質帯にはしばしば火山灰豆石(火山豆灰)が見出され、最大径 3.5cm の球状を示し、ガラス、長石、石英粒を主とする火山灰の凝結物であるが、断面は同心円構造を示し、内核に小岩片を含むこと多く、ある層は硫黄、硫化物で出来ていることもある。この種のもは雌阿寒岳中央火口、跡佐登硫気孔、恵山爆發火口、立山硫気孔、国後島室沼、松尾鉾山硫黄鉾床中にも産し、いわゆる地獄と称される噴気、噴湯の著しい温泉泥池や温泉池中で廻転によって球状に發育したものと考えられる(鈴木、石川、鈴木(淑)、勝井)。また地獄谷、大湯沼の爆發抛物体は何れも著しく分解したもので、火口底部や周辺に散布しているが、本地域の最も上部を広く被うているものは有珠火山より 350~500 年前噴出した流紋岩質軽石(大場、1964)である。

III 地獄谷内の温泉

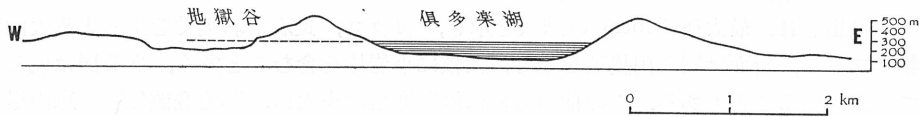
登別温泉には多数の泉源があるが、地域的に地獄谷内のもの、大湯沼付近のもの、両者以外の温泉市街地のものの3群に分たれ、市街地の温泉は泉温、泉質の差により更に地獄谷流出の沢に沿うもの、大湯沼よりの沢に沿うものに分けられる。これらの内浴用に利用せられるものは主に地獄谷と市街地の温泉であるが、大湯沼、小湯沼(奥の湯)からも引湯利用されている。

地獄谷内には大小多数の温泉湧出口および亜硫酸ガスや硫化水素を含む水蒸気孔存在し、地獄谷東端より注入する2本の小沢の水はこれらの地域を流れる間に直接間接に熱せられ、成分を変化し、また温泉量を加えて西端より流出する。昭和 14~16 年に亘る調査のため、水量測定のため堰堤 I-VI が設けられ、温度測定点 1~37 が定められた(第4図)。流入水の一つは I 堰堤によって測定されたが、他の一つは地形上堰堤設置困難のため、V 堰堤において流入水に 26



第 4 図 地獄谷地形図

の流域温泉の加わったものを測定した。地獄谷内各点における水温、水量、pH の変化する状況は昭和 15 年 11 月 24 日測定の数値を例として第 6 図に示した。測定値は時期的に変化はあ



第 5 図 倶多楽湖、地獄谷東西断面図

るが、この傾向には測定期間を通じて著しい変化はない。すなわち I ~ II 間では流入水に奥地獄の温泉が加わり、量も温度も増加し、pH は低くなるが、II ~ III 間では余り変化はなく、III ~ VI 間では大砲地獄や 31, 32 の加入によって量も温度も増加し、pH は減ずる。23 地点の水量は IV, V の和となり、著しく増加するが、温度は V の 20°C 台の水の加入により低下する。23 ~ 17 間では A, B および C の泉源があるが、加入量は極めて少く、温度は稍低下するが、17 ~ 7 間では釜地獄、虎地獄、タツマキ、大地獄によって熱せられ、pH も低くなる。7 ~ VI 間は地獄や泉源上を通ることなく、温度の減ずる区間であるが、温度の高い 2 の流入があり、余り減温せずに堰堤に達して貯湯される。温泉の流路が直接地獄を通る 13 ~ 7 の間では大量の温泉が強く加熱され、52°C より 87°C に上昇し、pH も 2.4 に低下するが、流量の少い時ほど温度上昇大であり、降雨などにより水量の急増した場合は増温度が低い。7 ~ IV 間には地獄は無く、2 の流量も少ないため、87°C より 78°C となり、漸次冷却される部分に当たるが、pH は下り、2.2 の強酸泉となる。嘗て冬季間この間の流路を板を以て被い、温度低下を防いでいた年もある。

温泉流量は路につくられたコンクリートの堰堤に嵌入した 2 個あるいは 3 個の管より流出する水量をバケツに受けて秤量したものの総量であるが、VI については著しく多量なため、堰堤の一定幅の間を溢流する水の高さを定常化後に測って計算した。このようにして測定した流量については 23 ~ VI の間において 259.2 l/min 増加するが、21 (C), 22 (A), 11, 2 よりの流入量は合計 136.2 l/min で、残りの 123 l/min は大地獄、タツマキ、虎地獄、釜地獄などより湧出した温泉量に当るものである。V の流量 517.8 l/min は沢水のみではないので、27 地点にて 10°C の沢水と 26 地点にて 50°C の温泉が合流して V (25) において 24.5°C となったことから推算し、流入水量は 330 l/min である。従って I の流量 659.4 l/min と合して 989.4 l/min となり、VI の 1680 l/min に対し、約 60% に相当する。残り約 40% の 690.6 l/min は地獄谷内において湧出した温泉と考えられ、I - IV 間にて 243.6 l/min、V に至るまで 187.8 l/min、A, C, 11, 2 からの流入量 136.2 l/min、大地獄附近にて湧出するもの 123 l/min となる。実際には地獄谷内の温泉の蒸発量は相当に多く、特に大地獄附近高温部にて最も著しい。蒸発量は地点によって著しく異り、地獄谷全体についてこれを測定し得なかったが、地獄谷内の温泉湧出総量が VI の量の 40% 以上であることは明らかである。しかし登別温泉全体の浴用に利用する量の 75% (1939 年 11 月 10 日調) を占める地獄谷 VI の温泉量の 50% 以上が地獄谷に流入する沢水によって涵養せられていることは興味深く、地表において生成せられて行く温泉の一つの特徴ある型式を示すものである。

地獄谷温泉の流量も温度も時期的に変化があり、特に流量は降雨などにより相当に影響を受け、利用面においては最も重要な関係を有するので、1939 年 3 月より 1941 年 10 月の間の I, II, III, IV, V, VI の流量、泉源 A, B の湧出量の測定値を第 2 表に示し、その変化を第 7 図に

第 2 表 地獄谷各堰堤の流量および泉源の湧出量 (l/min)

日時 地点	1939							
	3.25 (午前)	3.25 (午後)	3.26	5.1 (午前)	5.1 (午後)	5.3	6.10	6.11
I	513.0	534.0	499.8	862.8	895.8	883.2	741.6	684.0
II	528.6	574.2	556.8	952.2	1,012.8	889.8	784.2	721.8
III	565.8	555.6	532.2	907.2	979.8	932.4	795.6	750.6
IV	705.0	679.8	672.0	1,141.8	1,236.6	1,115.4	973.8	943.2
V	415.2	396.6	366.6	895.8	882.6	864.0	567.6	512.4
IV+V	1,120.2	1,076.4	1,038.6	2,037.6	2,119.2	1,979.4	1,541.4	1,455.6
VI						2,314.2	1,647.0	
VI-(I+V)						572.0	337.8	
VI-(IV+V)						334.8	105.6	
A	17.4	16.8	13.8	13.86	11.52	15.48	18.60	13.80
B	15.6	15.0	13.32	10.74	10.8	10.44	12.0	12.0

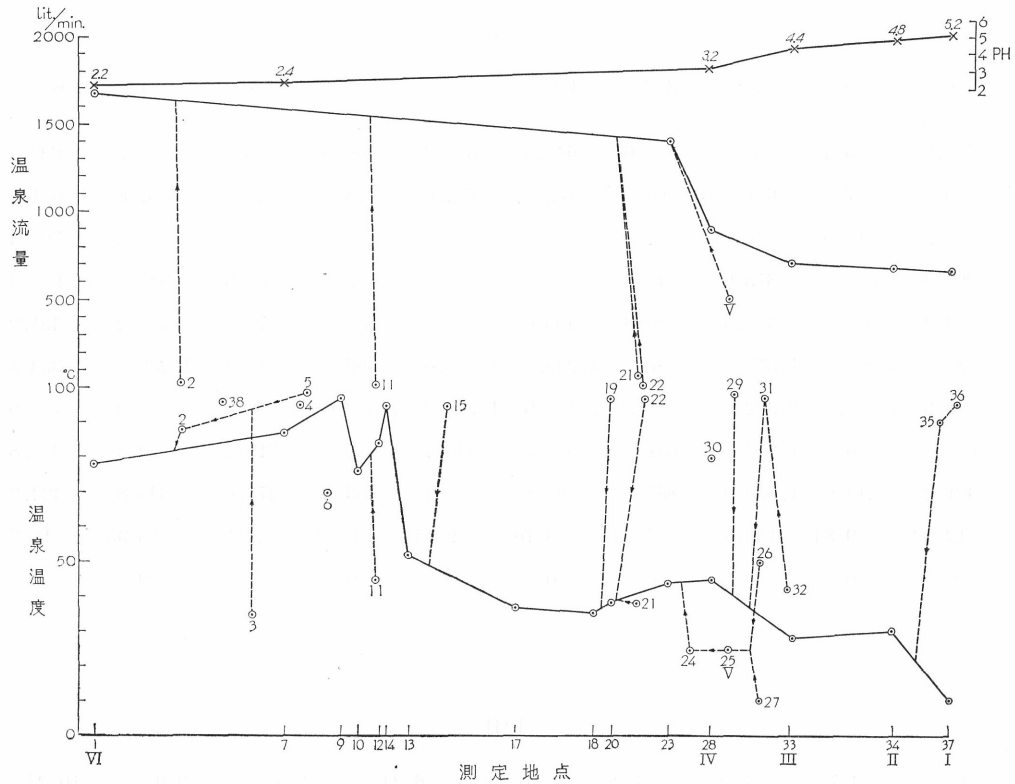
日時 地点	1939							
	6.12	6.18	7.15	7.17	7.29	8.13	8.14	8.15
I	732.6	657.6	925.8	919.2	895.8	876.6	852.0	851.4
II	763.8	724.8	1,032.6	979.2	934.8	930.6	910.2	916.2
III	757.8	758.4	1,050.6	1,052.4	961.8	939.0	940.8	936.0
IV	994.2	846.0	1,440.6	1,333.8	1,153.8	1,162.8	1,128.0	1,208.4
V	574.8	510.6	1,077.6	1,056.6	784.2	808.2	757.2	768.0
IV+V	1,569.0	1,356.6	2,518.2	2,390.4	1,938.0	1,971.0	1,885.2	1,976.4
VI	1,764.0	1,446.0	2,892.0	2,748.80	2,295.0	2,166.0	2,011.8	2,077.2
VI-(I+V)	456.6	277.8	888.6	772.2	615.0	481.2	402.6	457.8
VI-(IV+V)	195.0	89.4	373.8	357.6	357.0	195.0	126.6	100.8
A	12.0	15.36	21.78	15.06	19.8	13.92	15.9	18.18
B	13.8	9.80	1.98	1.92	0	0	0	0

日時 地点	1939								1940
	9.7	9.9	10.11	10.13	10.24	11.7	11.8	12.23	1.12
I	879.0	1,039.8	834.0	804.0	814.2	882.6	874.2	876.0	771.0
II	937.8	1,090.8	888.0	876.0	830.4	942.0	927.6	897.6	832.2
III	990.0	1,095.0	876.0	918.0	877.8	975.0	932.4	929.4	873.6
IV	1,192.2	1,433.4	1,200.0	1,152.0	1,036.8	1,152.6	1,156.2	1,111.8	1,027.2
V	693.0	868.8	750.0	684.0	636.0	672.0	675.6	639.0	546.6
IV+V	1,885.2	2,302.2	1,950.0	1,836.0	1,672.8	1,824.6	1,831.8	1,750.8	1,573.8
VI	2,166.0	2,586.0	1,980.0	1,800.0	1,791.0	1,938.0	1,914.0	2,001.0	
VI-(I+V)	594.0	677.4	396.0	312.0	340.8	383.4	364.2	486.0	
VI-(IV+V)	280.8	283.8	30.0	-36.0	118.2	113.4	82.2	250.2	
A	16.62	17.64	27.6	12.0	28.14	19.2	17.82	15.18	10.14
B	0	0.06	0	0.6	0	0	0	0	0

日時 地点	1940								1941
	6.19	7.12	8.9	8.24	9.28	10.21	11.24	12.26	2.2
I	702.6	620.4	687.6	703.2	679.2	662.4	659.4	583.2	580.8
II	751.2	667.2	731.4	726.6	729.0	693.0	682.2	610.8	616.2
III	894.6	682.2	812.4	756.6	745.8	743.4	706.8	616.2	604.2
IV	954.0	817.2	954.0	943.2	910.8	883.8	903.0	790.8	773.4
V	540.0	442.2	547.2	490.8	496.8	478.8	517.3	416.4	399.6
IV+V	1,494.0	1,259.4	1,501.2	1,434.0	1,407.6	1,362.6	1,420.8	1,207.2	1,173.0
VI	1,843.8	1,600.2	1,731.6	1,657.8	1,635.0	1,611.6	1,680.0	1,566.0	1,390.8
VI-(I+V)	601.2	537.6	496.8	463.8	459.0	470.4	502.8	566.4	409.8
VI-(IV+V)	349.8	340.8	230.4	223.8	227.4	249.0	259.2	358.8	217.8
A	19.32	12.36	18.24	10.30	17.40	19.14	15.66	7.74	8.70
B	0	0	0	0	0	0	0	0.66	6.18

1940									
2.6	2.8	2.22	3.3	3.18	3.20	4.12	4.14	5.16	6.1
771.0	755.4	630.6	642.6	645.6	673.2	699.0	693.0	652.2	636.0
800.4	807.0	661.8	664.8	705.0	712.8	718.2	740.4	682.8	681.6
826.2	813.0	688.8	688.2	712.2	717.6	760.8	778.8	708.6	701.4
1,004.4	959.4	813.6	816.6	845.4	851.4	867.6	934.8	838.2	852.6
578.4	537.6	458.6	469.8	400.8	484.2	538.8	579.6	450.0	451.2
1,582.8	1,497.0	1,372.2	1,286.4	1,246.2	1,335.6	1,406.4	1,514.4	1,288.2	1,303.8
2,004.0	1,911.0	2,302.2	2,173.8	1,728.0	1,704.0	1,590.0	1,986.0	1,632.0	1,728.0
646.2	618.0	1,213.0	1,061.4	681.6	546.6	352.2	713.4	529.8	640.8
421.2	414.0	1,030.0	887.4	481.8	368.4	183.6	471.6	343.8	424.2
12.90	9.84	15.18	15.12	5.76	9.84	6.54	22.14	18.96	18.36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1941								
3.7	4.7	5.10	5.20	6.2	6.24	7.3	9.9	10.25
568.2	544.8	628.8	591.0	597.0	587.4	568.2	683.4	
643.2	579.6	690.6	654.0	663.6	630.0	603.0	758.4	740.4
620.4	576.6		693.6	669.0	652.2	629.4	783.0	
912.2	768.0	895.2	831.0	789.0	838.2	802.8	1,032.0	1,107.6
489.6	417.6	514.2	483.0	499.8	451.8	423.6	657.0	700.8
1,401.8	1,185.6	1,409.4	1,314.0	1,288.8	1,290.0	1,226.4	1,689.0	1,808.4
1,680.0	1,590.0		1,749.0	1,751.4	1,728.0	1,668.0	2,319.0	2,374.2
622.2	627.6		675.0	654.6	688.8	676.2	978.6	
278.2	404.4		435.0	462.6	438.0	441.6	630.0	565.8
15.18	9.06	7.32	9.54	13.98	8.58	7.50	24.96	24.96
8.10	4.86	5.52	0.78	7.50	7.26	6.36	13.02	5.34



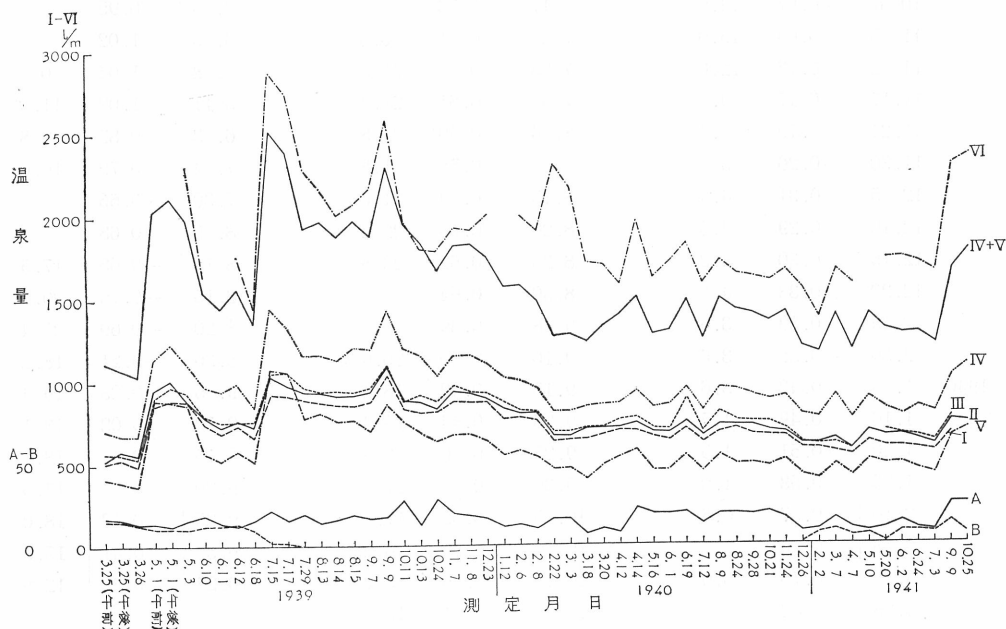
第 6 図 地獄谷内温泉温度、流量、pH変化図 (1939年11月24日測定値)

示した。IV+Vの値は23地点の流量を示し、VI-(IV+V)は23よりVIに至る間に湧出添加された温泉量である。Vには26の支流にて湧出した温泉が含まれるので、Vより27の沢の流入水量を一々算出すべきであるが、VI-(I+V)によって初めの流入水に加った湧出温泉量の変化の傾向を大体知ることが出来る。第7図には繁雑を避けるためVI-(IV+V)およびVI-(I+V)の変化を示していない。

Iは499.8~925.8 l/min, IIは528.6~1,032.6 l/minの間に変化し、常にIIにおいて増加を示すが、IIIは532.2~1,095 l/minの間に変化し、しばしばIIよりも減少しているのは、この間において加わる温泉が全くないため、其時の気象により増加する場合も減少する場合も起るのであろう。IVは672~1,440.6 l/minの間に変化し、29, 31, 32の温泉が加わり、常にIIIより著しく増加するが、変化傾向はIの水量変化に伴って変化している。A, B泉源の湧出量変化は主流路内に湧出する温泉量やその流路外より加わる温泉量の測定困難な泉源の活動力の消長と関係あるものとして測定したが、Bは1939年7月29日より1940年12月26日まで湧出量極めて少く測定出来ない状態にあり、Aとは全く異なる変化を示している。A, Bの湧出量は共にI~VIの流量に比しては極めて少く、Aにおいては6.54~28.14 l/minの間に変化するに過ぎないので、第7図にはI~VIと対比せしむるため10倍にして示した。この図よりIVの流量が最初流入したIの沢水の量に伴って増減していることは明らかであるが、Aとの関係は判然しない。

V は 366.6~1,077.6l/min の間に変化し、I とほぼ平行に増減し、一般に I よりも少ないが、1939 年 5 月 1~3 日および 7 月 15~17 日の増量は著しく、I を凌駕している。此両期は I、IV もともに急増を示すが、A の湧出量の特に大なることはなく、温泉湧出よりも降雨などに関係あるものであろう。IV+V は計算値であるが、1,038.6~2,518.2l/min、VI の測定値は 1,390.8~2,892.0l/min の間に変化し、総量において著大であるとともに変化の幅も甚だ大なるものとなる。IV+V と VI は大体において相伴って増減し、特に 1940 年 4 月 12 日~1941 年 10 月 25 日間の変化は平行しているように見られる。また VI-(IV+V) の数値も -36~1,030l/min の間に広く変っている。23~VI 間の増量には時期により相当に差のあることが考えられ、1940 年 4 月 12 日以前の VI と (IV+V) 間の関係には稍不規則なところも見られる。殊に 1939 年 10 月 13 日には IV+V の量が VI よりも多くなり、同年 6 月 18 日、10 月 11 日は VI の増量分が 100l/min 以下で極めて少くなっている。このような時期には何等かの原因により流路に当る地獄の温泉湧出が衰弱し、一方蒸発が比較的多いというようなことがあるかも知れないが、明かな原因を発見出来ない。一方 1940 年 2 月 22 日は大雨もないのに 1,030l/min の著しい増量があり、23~VI 間において温泉湧出力の強くなったことを示すようであるが、その明らかな証跡はない。A 湧出口にも著しい増量はなく、其他にも変った点はない。

小藤 (Koro) は地獄谷の温泉は倶多楽湖の漏水により涵養せられるものと考えた。倶多楽湖と地獄谷との位置、高度の関係は第 5 図の断面図に示す如くである。倶多楽湖の水位標高は陸地測量部、地理調査所の地形図によれば 279m と示されている。また地獄谷西入口附近が海拔 200m、I 堰堤の沢口附近は 225m、沢の源は 279m 以上にある。湖に測深標を設け、当時湖畔に常住されていた中尾氏に水位と水温の観測を依頼した。測深標は任意に 0 点を定



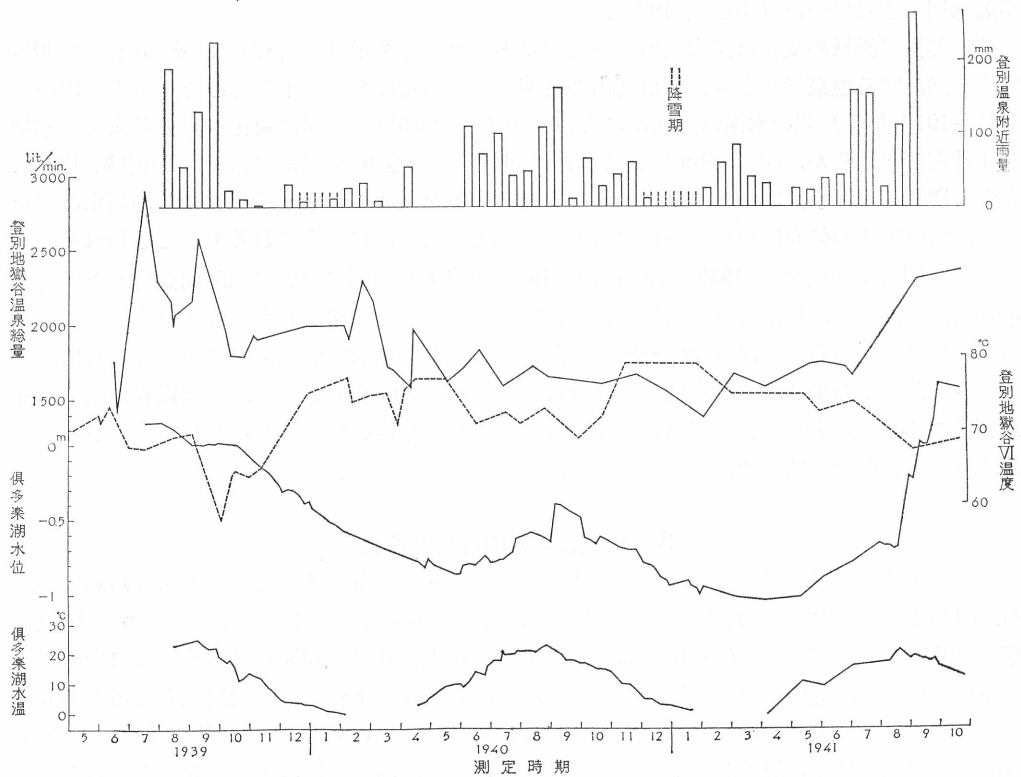
第 7 図 地獄谷各堰堤流量、泉源湧出量の時期的変化

め、cm 単位まで読み、水温は 100°C の普通水銀寒暖計を用い、それらの測定値を第 3 表に掲げ、地獄谷 VI 流量（温泉全量）と比較して第 8 図に示した。又当時登別温泉小学校長菅野岩尾氏の庭に設置した雨量計にて毎日測定した雨量を各月の 1~15 日、16~30 (31) 日間、それぞれ合計した量を第 8 図に加えた。

1939 年 7 月 16 日より 1941 年 10 月 23 日に至る 28 カ月間の倶多楽湖の水位差は 1.45 m に及び、その変化の傾向と地獄谷総温泉量の変化は大きく見ると相似したところがあり、

第 3 表 倶多楽湖水位と水温測定値 (水位は任意の点を 0 とした相対値)

測定月日	水位 (m)	水温 (°C)	測定月日	水位 (m)	水温 (°C)	測定月日	水位 (m)	水温 (°C)
1939 7.16	0.15		1940 5. 5	-0.80	6.6	1940 10.30	-0.65	14.2
8. 7	0.16		5.10	-0.82	8.4	11.10	-0.69	10.4
8.15	0.11	23.0	5.15	-0.83	9.6	11.20	-0.70	10.0
9. 5	0.04		5.26	-0.86	10.0	11.25	-0.70	8.0
9.10	0.03	25.0	5.30	-0.86	10.0	12. 3	-0.79	5.0
9.15	0.05	23.0	6. 5	-0.80	9.2	12.11	-0.81	5.0
9.20	0.14	22.0	6.10	-0.79	11.2	12.14	-0.82	4.5
9.25	0.13	22.4	6.15	-0.80	14.4	12.22	-0.88	3.4
9.30	0.20	19.6	6.20	-0.74	13.2	12.25	-0.91	3.0
10. 5	0.17	17.6	6.25	-0.75	16.2	12.28	-0.94	3.0
10.10	0.13	18.6	6.30	-0.78	17.2	1941 1.17	-0.91	1.4
10.15	0.08	16.0	7. 5	-0.78	18.0	1.20	-0.94	1.6
10.18	0.05	11.4	7.10	-0.76	18.0	1.25	-0.96	
10.20	-0.02	12.0	7.14	-0.76	21.4	1.28	-1.00	
10.30	-0.07	14.0	7.17	-0.73		2. 3	-0.95	
11. 5	-0.09	13.0	7.20	-0.71	20.6	3. 6	-1.02	
11.12	-0.13	12.0	7.25	-0.62	21.8	4. 8	-1.04	0
11.17	-0.17	9.2	7.30	-0.61	21.4	5.11	-1.02	11.0
11.21	-0.19	8.4	8. 6	-0.60	21.8	6. 3	-0.89	9.8
11.30	-0.26	5.0	8.10	-0.58	21.8	7. 4	-0.79	16.0
12. 5	-0.31	4.4	8.15	-0.59	21.0	7.30	-0.66	
12.10	-0.29	4.5	8.20	-0.60	22.2	8. 5	-0.68	
12.15	-0.30	4.2	8.25	-0.62	23.8	8.10	-0.68	17.5
12.20	-0.33	4.0	8.30	-0.64		8.15	-0.70	20.0
12.25	-0.39	3.6	9. 8	-0.39		8.20	-0.69	21.4
12.30	-0.38	3.6	9.10	-0.40	20.0	8.30	-0.21	18.2
1940 1. 5	-0.42	3.6	9.15	-0.42	18.4	9. 5	-0.23	19.4
1.16	-0.49	1.5	9.20	-0.44	18.4	9.10	0.02	18.1
1.20	-0.51	1.5	9.25	-0.46	18.4	9.15	0	18.1
1.25	-0.53	1.0	9.30	-0.48	17.0	9.20	0	17.5
2.10	-0.57	0.6	10. 5	-0.62	17.0	9.25	0.18	18.0
3.18	-0.70		10.10	-0.64	16.2	9.30	0.41	15.6
4.20	-0.78	3.0	10.15	-0.66	15.2	10.23	0.38	12.8
4.25	-0.82	4.6	10.20	-0.61	15.2			
4.27	-0.76	5.2	10.25	-0.63	15.0			



第 8 図 地獄谷温泉量，温度，倶楽湖水位，水温および降雨量の時期的変化

1939年7～9月と1941年9月～10月において両者共著しく高く、1940年10月～1941年8月間が共に判然と低い。併し1940年2月頃の温泉量の稍増加と同年9月頃の湖水位の稍上昇せる時期においては両者の対応は見られない。更に細かく見れば、湖水位は大雨によって急増のことはあっても、減少は蒸発量によって漸減的であるのに対し、地獄谷の温泉量には急増、急減が多く、両者の日による対応は殆んど見られない。

冬季間特に12月より翌年1月間は降雪のため、降水量を正しく測定し得ない点があったが、1939年8、9月、1941年の7～9月の雨量は湖水位と地獄谷温泉量両者に影響を及ぼし、また1940年6月頃より次第に降り出し、9月上旬まで雨量の多かったことは、8～10月の湖水位の上昇を招いたものと思われ、一方同年9月下旬後の降雨の減少と6月前の著しい雨量の不足は1941年1～4月の湖水位最低位と1940年4～6月の著しい湖水位の低下を導いている。倶多楽湖には注入する川も流出する川もないため、その水位の変化は降雨量に最も関係しているものと思われる。本湖調査期間28カ月の間に水位は1.45mの範囲内に上下しているが、近い過去の間水位の著しい変動を起していないことは年降雨量が大体平均していることによるか、あるいは湖外側周辺二、三カ所より漏水する水量が高水位の時に多く、低水位の時に少くなり、調節の作用をしているということも考えられる。

倶多楽湖は湖岸より急斜し、湖底中央部は水深130～140mの平坦な広い面をなし、中心より東に偏して146.5mの最深部を有する。従来も7、8、9月に雨量多く水位上昇し、6月

が湧水期とされていた（田中館 1925）。

地獄谷温泉総量の変化は湖水位のように雨量と一々対応を示さないのは、その総量中 40% 以上は湧出する温泉量を含み、温泉湧出の時期による消長にも関係するためであろう。1916年 7月～1917年 7月間の水温は表面部において 0.6°C ～ 23.5°C の間に変化し、1月末より氷結し 4月末解氷するが、深さ 90m 以上では常に 4°C の一定温度を保っている（田中館 1925）。今測定期間の表面水温は $0\sim 25^{\circ}\text{C}$ の間に変化し、1月末より 4月まで結水のため測定は中止した。水温変化の傾向は従来と同様なる如く、主として気温に支配されるものと思われる。

地獄谷 VI 堰堤の温泉を 1939年 5月より 1941年 10月の間において 45回測定した温度を第 8 図に加えたが、泉温は湖の水温変化の傾向と全く異なり、すなわち気温とは全く関係のないことを示している。泉温は $58^{\circ}\sim 80^{\circ}$ の間に著しい変化を示すが、流量の多くなる時に温度は低下し、流量の少くなる時温度の高くなるという逆な傾向を示すことは、地獄谷の温泉がその総量の 50% 以上を占むる沢水が熱せられて成生された特殊な型のものとして、量多い程充分に熱せられ得ない結果であると思われる。

IV 地獄谷温泉の変動と現状

既に沿革において述べた如く、地獄谷内の温泉には明治以降いろいろの変動が行われて来たが、昭和 25 年（1950）6月福富孝治は地獄谷の活動の非常に衰えていることを認めた（福富、藤木 1953）。同年 12 月 26～28 日鈴木醇と筆者（鈴木他 3 名、1958）は奥地獄は勢衰えて温度 51.5°C 、大砲地獄は上壁崩壊によって殆んど埋められて 88.5°C 、大地獄も噴湯の勢著しく減じ 74°C 、鉛地獄の噴泥現象は止り 51°C 、VI 堰堤（取入口）は 61°C と何れも従来より噴気の衰弱と泉温の低下していることに気付いたが、温泉量には著しい変化を認めなかった。一方登別温泉会社支配人菅野岩尾氏によれば同年 9 月頃から地獄谷の西部および北壁に沿うて噴気活動が強くなる兆候があり、12 月筆者等の調査の折 VI 附近に 100°C の新湧出口が成生していた。26 年（1951）8 月 10 日筆者（鈴木他 3 名）の調査の際にはこの新湧出口が噴湯烈しく、昭和地獄と称せられる温泉池と化し、不老泉の周辺は熱泥を噴き出していた。不老泉（明礬泉にて 95°C 前後）は第一滝本館専用の泉源であったが、この活動によって全く破壊された。VI 北側の地獄谷爆発火口壁をなす題目石のある丘は地熱著しく上昇し、新噴気孔を生じ、草は枯れて褐色に変わった。その内壁側の目の湯附近より北壁に沿いお花畑まで小噴気孔、小湧出口を多数新生し、東端に間歇的に湧出する 96°C の温泉も現れた。一方奥地獄は 1951 年 11 月筆者調査の折はその噴出全く止り、現在は土砂に埋められている。昭和地獄は益々活動的になり、1952 年 1 月 5 日頃より水蒸気の上昇がはげしく 1 月 18 日と 28 日には泥水や拳大の小石まで噴出した。1 月 28 日筆者の調査の際泥灰は径北東、170m、北西 100m の範囲に撒布していた。この活動は 1953 年 10 月頃静穏状態に戻り、現在昭和地獄は存在しない、この活動現象については福富、藤木（1953）の詳細な研究があり、またこの活動前後に亘る温泉水化学組成の変化と活動状態の関係について太秦、室住（1955、1956）の劃期的研究があり、地球化学的に温泉活動の変動を予知する手懸りを見出されたことは注目すべきことである。

併しこれらの変動は何れも従来と同様に地獄谷内に限られ、市街地に移動する性質のものではなかった。VI 堰堤の温泉取入口近く行われた変動のため浴用の温泉も従来より白濁したが、1951 年 11 月～1952 年 3 月間には泉温 $72.5\sim 91.8^{\circ}\text{C}$ 、流量 $3,540\sim 4,356\text{l}/\text{min}$ （福富、

藤木) を示し 1939 年 3 月~1941 年 10 月の間の 58~80°C, 1,390.8~2,892l/min に比して温度, 流量共に著しい増大を示している. この現象は温泉湧出活動の強化によるもので, 普通の温泉では見られないが, 温泉と活火山の間にあるような登別地獄谷や大湯沼の如き温泉にのみ現出するものであり, 化学的には Cl⁻ の著しい増大が示されている (太秦, 室住 1955, 1956)

この変動の前地獄谷温泉取入口下流の権現沢入口にあった間歇泉はこの活動によって噴湯を停止し, その東に接して二, 三の小噴気孔が出来た (室住 1958). 地獄谷内の活動は 1953 年 10 月頃には全くおさまり, 大体元の如くなり, 其後著しい変動はなく現在に至っている. 1957 年 8 月測定 of 地獄谷各点の温泉水の温度と pH に対し, 第 6 図の資料としている 1939 年 11 月 24 日および気温が 1957 年の測定時に比較的近い 7 月 15 日の測定値を比較すれば第 4 表の如くである. 1951~1952 年の活動を境にして変化の見られた主な点は次の如くである. 前

第 4 表 地獄谷内各点の温泉温度および pH 比較

測定点	温 度			pH		測定点	温 度			pH	
	1957.8	1939.11	1939.7	1957.8	1939.11		1957.8	1939.11	1939.7	1957.8	1939.11
37	11	10.0	12.0	5.8	5.2	18		35.5	32.0		
36		95.0	98.0			17	48.5	37.0	35.0	2.4	2.2
35	93.3	90.0	97.0	2.2		16	49.8	33.5	34.0	2.4	
34	32.3	30.0	26.5	4.4	4.8	15	98.0	96.0	99.0	1.8	2.0
33	35.8	28.0	36.0	3.6	4.4	14		95.0	97.0	1.8	2.0
32	48.5	42.0		2.4	2.4	13	49.0	52.0	47.0	2.4	2.2
31	76.0	97.0	87.0	2.2	2.5	12	87.5	84.0	96.0	2.2	
30		80.0	83.0		1.8	11	59.8	45.0	79.0	1.6	1.4
29		98.0	94.0		1.8	10		76.0	65.0		
28	54.4	45.0	44.0	2.4	2.5	9	98.8	97.0	99.0	2.4	2.4
27	26.5	10.0	19.0	3.6	3.4	8		96.0	99.0		
26	61.2	50.0	32.0	2.6	2.4	7	81.6	87.0	76.0	2.2	
25	37.0	24.5	24.0	2.6	3.6	6	97.8	70.0	80.0		1.8
24	32.2	24.5	24.0	2.4	2.8	5	94.2	98.5	98.0	1.0	1.4
23	48.8	44.0	36.5	2.4	3.0	4	53.9	95.0	63.0	1.4	1.8
22	100.2	97.0	97.0	4.4	3.2	3	41.5	35.0	34.0	2.4	2.6
21	51.0	38.0	31.0	2.4	2.6	2	72.5	24.5	42.0	1.6	2.0
20	48.3	38.5	39.0			1	80.0	78.0	67.0	2.4	2.2
19		97.0	99.0		1.8						

に最も噴湯の著しかった奥地獄が衰滅したが, 流路近くに小噴気点が多くなり水温をあたためている. 大砲地獄 (29), オハツ地獄 (30) は衰え, 31, 32 温泉も温度が低くなっている. 元湯花採取場付近に新に多数の噴気点, 湧出点が出来たため, 26, 27 共に水温上昇し, 25, 24 も温度が高くなり, pH は低くなっている. 湯ノ花畑付近 C 湧出口 (21) の北に多数の噴気, 湧出点が出来たため, 湯ノ沢が出来て, 21, 20 の温度が上っている. A 湧出口 (19) は週期 80 秒の間歇的湧出を示し, 湧出時の温度は 100° を越すが, pH は 3.2 より 4.4 に高くなった. B 湧出口 (19) は衰滅したが, 流路の温度は, 17, 16 共に高くなっている. 釜地獄 (15)

附近は血ノ池地獄状に変わり、虎地獄(14)は著しく衰え、鉛地獄(4)も旧態はないが、鉄砲地獄(6)、目ノ湯の温度は高くなっている。一般に前よりも噴気や温泉湧出が地獄谷の北側に強くなり、南側に弱くなった傾向を示すが、機銃地獄(8)が其後次第に噴気を増し、現在活火山火口中の噴気孔の如く高い音響を発していることは注目すべきことである。

地獄谷 1957年の温泉量は福富、藤木、須川(1958)により 1,998 l/min と測定されているが、この値は 1939年~1941年の温泉量 1,390.8~2,892 l/min の変化の範囲内にある。

V 大湯沼附近の温泉

大湯沼湖底部の地形は第3図に示すごとく、10m以上の深さの窪地が9個もあって、最深部 28m のところは中心部に存し、不規則な地形を呈するが、若し南西部の火口壁が更に低く崩壊されれば湖水は排水されて地獄谷類似の状態を示すものであろう。すなわちこの窪地は噴気孔で、硫化水素や亜硫酸ガスを含む高熱水蒸気や Cl^- と SO_4^{2-} を含む温泉を噴出し、この爆発火口内に貯溜している水を熱して湯沼と化し、湖面は硫化鉄のために黒色を呈する硫黄鉱の微粉の浮遊によって常に灰黒色を帯びている。

大湯沼北東部にて湖岸より東南 100m の小湯沼(奥ノ湯)より湧出する 84°C、pH 5.2 の灰黒色の温泉と水温 9.2°C、pH 5.8 と水温 18.8°C、pH 6.0 の2つの沢水が合して流入し、湖南西部より 49.6°C、pH 2.8 の温泉として排水している(鈴木他 1958)。すなわち、大湯沼湖底より噴出する噴気や温泉は強酸性のものであることが分る。小湯沼湧出量は 1,734 l/min にて大湯沼湧出量 4,200 l/min の約 1/3 に当る(福富外 1958)。嘗てはこの湖辺にあった大湯沼温泉の浴用に利用され、一部は国立登別病院に引湯されているが、泥灰沈澱槽において 81°C を示す。最近はこの温泉を利用し大湯沼との間に熱帯植物園がつくられている。また2年前より大湯沼の温泉は新登別温泉に引湯利用されている。

大湯沼水温は湖面の位置、深さ、季節により変化することは沿革において既に述べた如くであるが、1957年8月福富、藤木、須川(1958)により、湖面にて 49.5~55.9°C、特に北部に 90.8°C の点がある。深さ 10m 以上の湖底では 70°C を越え、中央部の深さ 22.2m のところで 111.5°C の最高を測っている。第3図は最深 28m を示し、湖面水温 90.8°C 附近湖底に尚高温部分があることも考えられる。嘗て湖底硫黄採取の際、硫黄は熔融状態にあり、130°C 位の温度が推量されている(大井上)。また湖底の硫黄は固化して堅い皮をつくり、採取困難の場合(大井上)や、湖面温度 30°C に低下した場合(納富)もあり、噴気温泉活動には消長があり、それにより大湯沼の水温が最も左右されるものと思われる。

湖底の硫黄は粉、砂、球、礫、鉱滓、葡萄状などいろいろの形の小粒として採取され、既に 1898年押野氏が鉱区出願して以来、現在まで採鉱が続けられたが、硫気活動の盛衰と硫黄鉱業界の変動によって、休止したこともしばしばある。1940年には二俣氏の鉱区として 1940~1956年間、月 30 トンを産し、最近は鹿野氏により採鉱されている。硫黄採取は湖上の船よりバケツにて汲上げ、あるいは湖岸に打ちよせられたものを採取し、品位平均 S. 60% 位と云われている。硫黄鉱は大部分黒色であるが、黄、灰色のものもあり、中空鉢状硫黄は湖底下のガス張力により熔融硫黄が干切れて浮び、膨張したガスを含んだまま固まったものと、汲上げられて水圧低下とともにガスの膨張放出せられたものがある。

大正地獄は大湯沼排水口より湯ノ沢に沿い 150m の南岸林間にあり、急壁に囲まれ、音を発してはげしく噴湯し、89°C、pH 3.6 を示し、(鈴木外 1958)、108 l/min の湧出量がある

(福富外 1958). 1963 年 8 月 16 日筆者は大正地獄が全く涸化して深さ 3m の底部を露出し、噴気もない状態を見たが、従来もこのような時期があった由であるが、その原因は不明である。百疊敷、見晴台（摺鉢山）の間にある虚無地獄は高位置のためか、噴気のみ強く、98°C、pH 1.0 の温泉を噴き上げるが殆んど湧出はない。大湯沼排水口下流 500m 地点のボーリングにより 75°C、pH 7.0 の温泉を湧出し、更に下流 45°C の天然湧泉のある附近で 150m のボーリングにより 67°C の温泉を自噴し、坑底温度 155°C を測っていることは日和山に接する大湯沼附近の熱量大なることを示している。

大湯沼は明治 21 年地獄谷間歇泉の衰微と共に活力を増し、大正 5 年頃北岸に間歇泉を生じたこともあるが、近年余り変化を示していない。大湯沼附近の温泉湧出総量は 6,042l/min (福富外 1958) にて平常時の地獄谷に対して 2 倍以上に及ぶことは著しいことで、その変化を追求することは興味ある問題と思われる。

VI 市街地の温泉

地獄谷および大湯沼附近以外の温泉泉源はクスリサンベツ川上流の旅館櫛比する市街地に在

第 5 表 市街地の温泉温度比較(°C)

地区	泉源	1957	1939	備考 (1957)
地獄谷下流地区	第一滝本 塩類泉	104.2		間歇泉、管口下 11.6m 測定
	第一滝本 食塩泉	99.2		間歇泉、タンク内測定
	第一滝本 鉄泉	52.0		管口下 95.5m 測定
	3 号 泉	77.8	59.0	間歇泉
	17 号 泉		74.0	
	5 号 泉	92.1	98.0	
	21 号 泉	91.8	90.0	
	4 号 泉	74.7	70+	10m 掘井、初 98.5°C
	29 号 泉	89.5	97.3	泉源より 5m 測定
	30 号 泉	79.7	52.0	間歇泉
	16 号 泉	71.6	86.5	湧出量少量
6 号 泉	80.7		休泉	
大湯沼下流地区	五色温泉橋下	67.0	68.0	硫黄沈澱、H ₂ S 臭
	五色温泉階段下	62.3		硫黄沈澱
	五色温泉熊ノ湯	60.9	68.0	硫黄沈澱
	五色温泉新五色湯	57.7	62.5	浴槽内沈澱
	五色温泉五色湯	38.0	40.5	浴槽内沈澱
	滝ノ家	60.2	60.0	
	旭湯	48.0	51.0	
	12 号 泉	52.2	53.0	
	厚生荘外湯	46.0	48.0	硫黄沈澱
	厚生荘廃泉	49.3	41.7	自噴せず
	厚生荘 A	47.7		深さ 2.44m
	厚生荘 B	46.7		深さ 2m
	万寿湯	40.0	45.0	自噴せず
万寿湯廃泉	48.7	43.5	硫黄沈澱	

って古く利用せられた廃泉を含めば 50 個に近いが、1957 年頃利用せられているものの泉温を第 5 表に示し、1939 年頃の測定値と比較し、1957 年測定の際の状況を備考に附した。間歇泉とは必ずしも高く噴湯しているもののみを指すのではなく間歇的に湧出力の変るものをも含んでいる。本地域の温泉は泉温、泉質其他の特徴より地獄谷下流、大湯沼下流の 2 地区に分ち得る。地獄谷下流地区の泉源は地獄谷より流れ出るクスリサンベツ川左股に沿い第一滝本館本館より右股との合流点上 70m 位の間に大体表示の順序に分布し、52°C の鉄泉を除き、其他は 71.6~104.2°C に亘る高温で、90°C 附近以上のものも 5 個存する。pH は 5.6~6.8 に亘り、Cl⁻ に富み、SO₄²⁻ に乏しく、間歇的な湧出をするものもある食塩泉である。3 号泉や 30 号泉は 4~10m の高さに噴湯し、建物を汚損するため水を注入して噴湯を防止している。

大湯沼下流地区の泉源は大湯沼より排出する湯ノ川を入れるクスリサンベツ川右股に沿い、五色温泉橋際より、左股との合流点上流 70m 位までの間に大体表示の如き順序で分布している。これら泉源の温度は何れも 70°C 以下で、一般に下流に従って低くなり、50°C 以下の泉源も少くない。pH は 6.0~7.0 で、HCO₃⁻ に富み、SO₄⁻ も多くなり、しばしば硫黄を沈澱し、自噴しなくなったものも含まれる。

1957 年と 1939 年の泉温を比較すれば大湯沼下流地区のものでは 0.8~7°C の減温を示しているものが多い。一つの温泉地の温度低下の現象は開発が進み使用量の増加に伴って、しばしば見られるところであるが、逆に 5.2~7.6°C も昇温せるものがある。特に地獄谷下流地区の泉源では一般に両時期の泉温の相異が著しく、且前よりも昇温したものが多いことは、十数年の間に泉源の状態も変り、湧出機構に変化が起ったものか、1951~2 年の地獄谷変動を経て、地獄谷、大湯沼の如き普通温泉と異なる活動力を有する温泉を含む登別温泉として見られる特殊現象であるか、尚研究を要するところである。

VII 登別温泉の成因について

沖積世に入って倶多楽火山の西麓には新たに石英安山岩質の酸性岩漿による火山活動が始まり、日和山溶岩丘を成生した。珪酸に富み粘性の強い溶岩で、この溶岩丘も昭和新山のその如く殆んど地下で固化した溶岩柱の地表まで押し上げられたもので、長い間高温を保ち、下部に深く連続して、その岩漿溜との連絡を比較的長く保つ可能性が多い。本邦第 1 級の熱量を誇る登別温泉の熱源は日和山火山岩尖と更に地表上よりもむしろ地下に根を張っている石英安山岩質岩体に基因するものと思われる。日和山成生後多量のガスが集積してその南麓に大湯沼爆発火口を開き、更に南に地獄谷爆発火口を成生した。地獄谷はその形態や地下温度分布の方向から倶多楽火山東西火山裂線(福富、藤木 1953) 上に行われたものと考えられるが、地獄谷附近にも石英安山岩質岩体が地下に進入潜在し、これに関係した爆発と考えることも全く不可能なことではない。

この 2 つの爆発火口は地下深所の岩漿源物質放出の道を与え、温泉も両火口内より多量に湧出している。大爆発によって開いた両火口の内部や周辺にて更に小爆発が繰返され、硫気孔活動が激しく続いて、鉱染、交代、沈澱、昇萃による硫黄鉱床を多量に成生し、それがこの両火口内および周辺に湧出する温泉に SO₄²⁻ 成分を加えて、酸性に変えている。

市街地地獄谷下流地区に多量湧出する高温の温泉は Cl⁻ 著しく富み、SO₄²⁻ の極めて少い中性食塩泉であり、大湯沼下流地区の温泉は温度および Cl⁻ 含量低く、HCO₃⁻ 著しく高く、SO₄²⁻ も少し増加していることから、地獄谷下流地区の温泉に地下水や SO₄²⁻ を含む低温の温

泉水が混合したものと考えられる。太秦、室住（1955）は深所より上昇する温泉は SO_4^{2-} を殆んど含まない Cl^- に富むもので、殆んど SO_4^{2-} のみの酸性泉は気相として上昇する H_2S および SO_2 ガスによるか、硫黄の酸化によって生成せられ、これら両型の温泉が混合することによって Cl^- と SO_4^{2-} 両者を含む混合型の温泉が出来ることを推論した。福富、藤木（1953）は地下深所よりの初生高温泉（熱水溶液）が上昇して圧力の減ずると共に一部気化して水蒸気を混じたものとなり、更に上昇して $80\sim 150^\circ\text{C}$ の温泉と水蒸気に分れ、この両者が地獄谷に現出するものと考えた。水蒸気（ガス相）には H_2S や SO_2 ガスを含むが Cl^- を含むこと少く、地表近く硫黄鉱床を通過する際に、硫黄の酸化により SO_4^{2-} を含む噴気や噴騰泉となり、これによって熱せられた地表水は SO_4^{2-} を多量含み、 Cl^- を殆んど含まない酸性泉となる。一方水蒸気を分離した温泉は市街地地獄谷下流地区の温泉と同様な Cl^- に著しく富み、殆んど SO_4^{2-} を含まない食塩泉として上昇し、これが地獄谷地表下で硫黄鉱床に接し、 Cl^- に富み、 SO_4^{2-} も含む温泉として多量に湧出する。地獄谷温泉取入口ではこれら両型の温泉が更に混合したものが貯えられる。従って 1951~2 年の地獄谷昭和地獄活動の際に $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ の著しい増加が認められ、且 Cl^- 含量の変化によって温泉活動の盛衰を予知せしむる著しい成果を挙げた（太秦、室住）。すなわち初生温泉は Cl^- に富むもので、地獄谷内でも多量に湧出している温泉は SO_4^{2-} も含む食塩泉であり、活動時は SO_4^{2-} に比して Cl^- を著しく増加することが考えられる。大湯沼も爆発火口で火口底には硫黄鉱床が厚く堆積し、地獄谷と同様の温泉生成機構が考えられる。ただ湖底の詳細な状態を知り得ないため Cl^- も SO_4^{2-} も含む混合泉としての温泉を貯えていることを知るのみであるが、大正地獄が大湯沼よりはるかに Cl^- に富み、 SO_4^{2-} は少く、大湯沼の半分位である（福富、藤木、須川 1958）ことは本地域にも Cl^- に富む温泉の上昇していることを示すものである。

市街地域は火口より距たり、硫黄鉱床の賦存もないため、地獄谷下流地区では Cl^- に富む初生温泉が若干地下水により稀薄冷却されたのみで高温食塩泉として湧出し、大湯沼下流地区ではこの温泉に更に地下水や SO_4^{2-} を含む低温の温泉が混合して低温の HCO_3^- に富む温泉として湧出しているものと考えられる。1951 年 7 月後に市街地の食塩泉が Cl^- を減少したことは活動が地獄谷昭和地獄に集中した影響と思われる、 Cl^- 含量と温泉活動現象間の深い関係を暗示している。

謝 辞

本稿発表に当り、昭和13年登別温泉の調査開始以来終始御指導御鞭撻賜わった北海道大学名誉教授鈴木醇先生、しばしば調査を御援助下された元北大教授故石橋正夫博士に対して深甚なる謝意を表すものである。また本調査着手の緒を与えられ、且 2 年余に亘る共同調査に御支援、御尽力下された当時の北海道庁河川課の課長、技官の方々、特に斎藤静修、町田利臣、小川譲二、中田勝一、植木鶴一、故宮川道彦の諸氏、調査中種々御便宜御世話を賜わった前北大登別分院長斎藤省三博士、調査期間を通じ絶えず気象観測、温泉測定に御協力下された元登別小学校長、登別温泉会社菅野岩尾支配人、倶多楽湖の水位、水温測定に御助力下された故中尾夫人に対して心からお礼申上げる次第である。また本稿起草中進んで資料の整理、計算の労をとられた横山節子氏に感謝の意を表す。

文 献

- 福富忠男 (1939) : 登別温泉間歇泉の観測. 北海道地質調査会報告, 10号, 1~6.
- 福富孝治, 藤木忠美 (1953) : 昭和26年11月から27年3月頃の登別温泉地獄谷の活動について. 北大地球物理学研究報告, 3号, 23~40.
- 福富孝治, 藤木忠美, 須川明 (1958) 登別温泉調査報告, 北海道衛生部北海道温泉調査報告 VI, 51~62.
- Fukutomi T. (1961) : Rates of discharge of heat energy from the principal hot spring localities in Hokkaido, Japan. 北海道大学理学部紀要, 7類, 1, 315~330.
- Fukutomi T. (1962) : Yunokawa, Yachigashira, Shikabe, Tôya and Noboribetsu hot springs in Hokkaido. 北大地球物理野外実習用参考資料 No. 1 7~10.
- 石川貞治 (1889) : 登別温泉及び間歇泉. 地学雑誌, 1, 450~452.
- 石川成章 (1902) : 北海道登別温泉に就いて. 地質学雑誌, 9, 369~372.
- 石川俊夫 (1951) : 北海道の火山. 室蘭工業大学地学研究, 2, 120~124.
- 神保小虎 (1892) : 北海道地質報文. 下, pp.144~146.
- Kayama K., Murozumi M., Ôkura T., Uzumasa Y. and Ossaka J. (1963) : Volcanic sublimates and volcanic activities. Bull. volcanologique, 26, 153~166.
- Kotô B. (1916) : On the volcanoes of Japan. 地質学雑誌, 23, 25.
- 室住正世 (1959) : 登別温泉活動の異変による権現沢間歇泉の自然壊滅について. 地学雑誌, 68, 1~17.
- Murozumi M. (1961) : Exo- and endomagmatic hydrothermal differentiations observed among the chemical components exhaled by Noboribetsu volcanic activity. 地調月報, 12, 8号.
- 納富重雄 (1912) : 登別温泉. 地学雑誌, 29, 564~565.
- 大場与志男 (1964) : 有珠火山の降下軽石堆積物について. 火山 9, 75~86.
- 大井上義近 (1921) : 北海道登別温泉大湯沼産硫黄に就いて. 地質学雑誌, 28, 473~479.
- 奥野久輝, 碓山昇, 太秦康光 (1938) : 温泉の化学的研究 (第1報) 北海道登別温泉 (その1), 日本化学会誌. 59, 853~859.
- 奥野久輝 (1939) : 北海道登別温泉 (その2), 日本化学会誌. 60, 685~691.
- 太田良平 (1954) : 5万分之1地質図幅説明書, 徳舜營.
- 斎藤昌之, 小山内熙, 酒匂純俊 (1953) : 西南北海道東南部地域の地質 (第1報), 登別泥流についての二, 三の問題, 北海道地質要報, 20号. 1~6.
- 斎藤昌之, 小山内熙, 酒匂純俊 (1953) : 5万分之1地質図幅説明書, 登別温泉.
- 鈴木醇, 石川俊夫, 石橋正夫 (1943) : 登別温泉及び俱多楽湖. 北海道地質見学案内書2輯, 1~16.
- 鈴木醇, 石川俊夫, 鈴木淑夫, 勝井義雄 (1958) : 登別温泉地質班調査報告. 北海道衛生部北海道温泉調査報告. VI, 35~50.
- 田中館秀三 (1924) : 北海道登別温泉. 地学雑誌, 36, 660~667.
- 田中館秀三 (1925) : 北海道火山湖研究概報, 北海道庁. pp.75~88.
- 田中館秀三 (1926) : 北海道火山近來の活動の特徴. 日本学術協会報告. 2, 137~150.
- 田中館秀三 (1933) : 日本のカルデラ. 岩波講座. pp.22~23.
- 坪井忠二 (1932) : 登別の間歇温泉, 科学 2, 318.
- 太秦康光, 室住正世 (1955) : 温泉の化学的研究 (第32~34報) 北海道登別温泉 (その3) 日本化学会誌 76, 844~855.
- 太秦康光, 室住正世 (1956) : 北海道登別温泉 (その4) 日本化学会誌 77, 267~270.
- 太秦康光, 赤岩英夫 (1958) : 温泉水中の微量成分の消長 (その1) 北海道登別温泉. 日本化学会誌, 79, 654~658.
- Uzumasa Y. (1965) : Chemical Investigations of Hot Springs in Japan. Tokyo. pp.9~10, 79~80, 89, 96, 110, 133, 138, 141, 154.
- 本邦火山活動記録 (1937) : 登別温泉地獄の小異変. 火山 3, 192.
- 北海道庁 (1915) : 北海道鉱泉誌. pp.83~88.