

地球 第十一卷第五號

昭和四年五月一日

長野縣地獄谷噴泉に就いて (圖版第六版付)

八 木 貞 助

本邦には火山地方其他に水蒸氣を噴出する噴汽孔は尠くないが、常湧泉 (Constant spring) として非間歇的に水蒸氣と共に熱湯を霧の如くに高く噴上ぐるものは餘り其例を聞かない。今茲に述べる地獄谷噴泉は其稀な實例で、昭和二年三月内務大臣から天然記念物として指定され國家の保護を受けて居るのである。

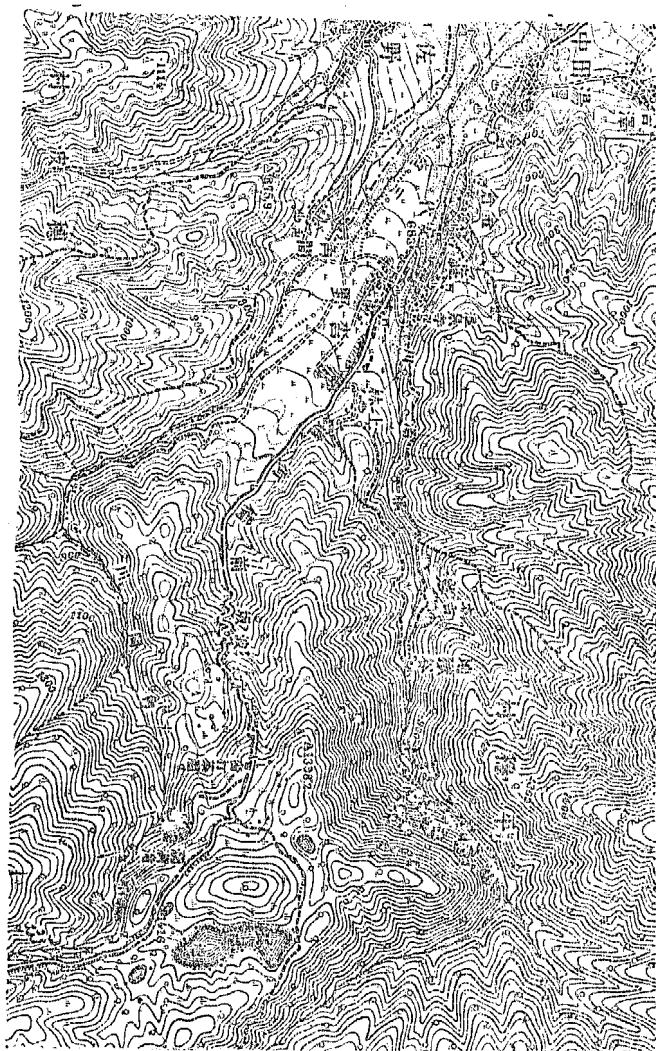
一、所在及附近の地形地質

地獄谷噴泉は長野縣下高井郡平穩村山中横湯川(夜間瀬川上流)河床の標高約八〇〇米の地點にあつて、古來此地方に於て最著名な名勝である。此地は長野市から電車で中野町を経て湯田中に至り其處から安代・澁・上林等の溫泉地を經れば四軒強の距離にある。此横湯川の流路は予の所謂山の内地溝帯の北邊を限つた斷層線谷で(南邊は角間川の線)水源は濃厚な曹達を含んで水色及透明度に異常ある大沼池であつて、志賀火山東館山等の溪流を合せ西北に走り漸く深谷を作り、文六砂防工

事の下にて右方から來る龍王澤を合せ左に折曲つて峡谷を作つて地獄谷に至る。地獄谷に近く箱膳ハコゼ（此地では岩石の直方狀の節理のものを膳ゼと稱す）下り膳、大膳オホゼの瀑等を懸けて居る。地獄谷對岸

第

圖



の四〇〇米位の高い絶壁を佛岩と稱する即ち志賀火山熔岩の末端である。温泉は現在地獄谷の上流抱石^{ダキイシ}から始まつて、地獄谷附近が最盛な湧出地域で、其温度も九〇度以上にも達し湧出量も豊富で抱石附近のものは最近上林温泉に導引されて居る。下つて太古岩の麓荒井河原の温泉は澁に引かれ其下方には更に沓野の原泉が湧出して居る。此附近からは谷の回春が著しく横湯川は兩岸四一五〇米の斷崖をなし其山地を出づる處には目洗不動湯、温泉寺湯等が湧出し、更に下つて段丘地に於ては澁・安代・陽田中・上河原等の温泉群が略東西に列びて段丘内又は河床中から湧出して所謂平穩温泉地區を構成して居る。

此地方の基盤をなす岩石は清水理學士は石英閃綠岩⁽⁴⁾ Quartz Dioriteとされたが大橋教授は淺侵入岩たる小紋岩⁽⁵⁾ Quartz-bearing augite-hyperssthene porphyrite とされた。一般に綠色を帯びた緻密な岩石で上下高井地方の火山岩噴出前に於て比較的大規模に第三紀層中に進入したものであつて、地下温泉及高熱ガス等の後岩漿作用 Post-magmatic action によつて綠泥石『バスタイト』、ウラル石綠簾石等の二次性礦物をも生じ岩石全般に汚濁を來し鮮明を缺くものが多く、又屢々灰褐色・赤褐色を呈して崩壊すること太古岩の如きもあり、稀には金倉^{カネクラ}礦山に見るが如く『ダイアスポア』蠟石、耐火粘土等の鑛床を交代作用によつて胚胎せしめて居るものもある。要するに本地方に於ける過去の地下温泉の活動は極めて著しかつたと認められるものがある。

二、地獄谷噴泉の沿革

傳説では僧行基の發見によるとも或は弘治三年に始めて噴出したとも云はれるが、蓋かゝる活動は歴史的に其起原を尋ねべきものではなく悠久の年處を経て居ると考へるのが穩當と思はれる。又天明三年の淺間山の大爆發の當時は噴出が停止したとも傳へて居る。文化文政の頃上流（トオスの平）の崩壞した泥土が押來たて埋没したが、松代藩醫某氏と澁、津幡屋主人の盡力によつて發掘した。現在噴泉に至る橋脚に横はる大石は此時の將來物であると。元治元年から現經營者柴野陸次氏の曾祖父が附近に屋舎と浴場（延命湯）とを建て、澁よりの道路を開鑿して遊覽地となしたが屢々洪水の厄に遭つた。明治十三年には長野衛生局長等の視察ありて爾來次第に廣く世に知らるゝに至つた。

明治四三年八月の大洪水で横湯川の氾濫後には噴泉の噴騰力が次第に衰へ、同四五年一月頃は一層の減退を來たし、續いて五月には殆ど其噴出を停止するに至り、地元の人々の憂ひを深からしめた大正二年五月予は其實況を視察して、こは畢竟河底の侵蝕に伴ふ河水面の低下と噴泉孔周圍の地盤の剝削の爲に其裂罅から新に溫泉の漏出するに至つたに因るものと考へ、應急策として下流約三〇米の處に合掌杵を築造して河の水位を高め、地下水の壓力を増加し又、裂罅を填充して漏泉を防ぎ尙鐵棒を用ゐて噴孔を鑿つこと一米内外に及んだ處次第に熱して來ると共に遂に轟然たる響と共に復活するに至つた。然し之を三十年前に比するに尙著しく其噴騰力の減退せるを見たが最近河底に漏れる噴泉口を填充した爲に一層其勢ひを増して壯觀を呈するに至つた。

三、噴泉の現狀

現在噴泉孔は圖版第六版中圖に示す如く横湯川左岸の氾濫地にありて、河水を距ること平に約四・五米河水は幅三・五米其深さ〇・六—一米にして勾配は約九分の一に當る。噴泉孔の周圍の基盤は人頭大から徑一米内外の小紋岩の河礫の堆積したもので、其間隙を砂利・粘土・炭酸石灰等で凝固されて集塊岩狀をなし、厚さ四米以上で巾九米長さ三七米内外の廣さを被覆して居る。此礫層の裂罅からは五〇—九〇度内外の溫泉を湧出して居る。噴泉孔は平常の河水よりは一米内外も高く更に左側四米許の處には二米程の高さに沓野用水堰を通じて居る。又河の右岸には小紋岩を露出し不規則な崖には三角形・多角形等の節理が著し、其間から延命湯(九一度)及名物たる茅卷餅の茹釜(九〇度)の湯等多量の湯泉が湧いて居る。噴泉孔は其徑三糎内外のこともあるが現在は炭酸石灰が沈澱して一・五糎位に縮小して居る。噴出する水蒸氣の高さは一五—二〇米に達し、これと共に噴出する熱湯の量は一分間に二七—三三立に達し附近に至らば驟雨の如き水滴に衣袂忽ち濡るゝに至るであらう。泉質は無色透明の單純泉であるが稍鹹味を帯びて居る。

又本泉の『ラヂウム・エマナチオン』の含有量に就ては秋田鑛山専門學校大橋教授等の測定では噴泉から發生する水蒸氣を凝結せしめた水は百億分の二・二二キユーリーデ〇・六八マツヘを有し、横湯川の河底にある小噴氣孔の瓦斯は同一六・九七キユーリーデ五・一八マツヘを含有して居る。

噴泉の溫度は外氣溫一二度五の時に其中心が九五度で其周圍は八五度内外である。即ち平穩地方溫泉中の最高溫度である。然し冬期外氣溫が低下して〇度に至る時には九三度内外に下る。此際には水蒸氣及噴泉は上昇と共に急激に冷却して其水滴は木柵上の積雪に凍結し次第に雪と氷との堆積

を作り（此地の積雪は一・一・五米）玲瓏たる氷塔が一美觀を呈するに至る（圖圖版第六版乙圖）又水蒸氣の量は朝夕に多くして日中には少なく其轟々たる音響は溪澗に鳴渡つて二〇〇米内外にも聞ゆる。噴孔の周圍には炭酸石灰の沈澱物で噴泉塔 Sinter Cone を作り永年間に圓錐狀を呈する。而して此塔中には霰石（即ち球狀方解石の粟粒大のもの）を成生して居る。噴騰力は未だ精密には測定しないが徑三センチ重さ七〇グラムの石塊を〇・六米位の高さに又徑二・五センチ重さ一五グラムの石片を二米の高さに噴上げ重さ三キロ内外の石塊を噴飛ばす程の壓力がある。これは今後に於て精密に測定したいと思つて居る。

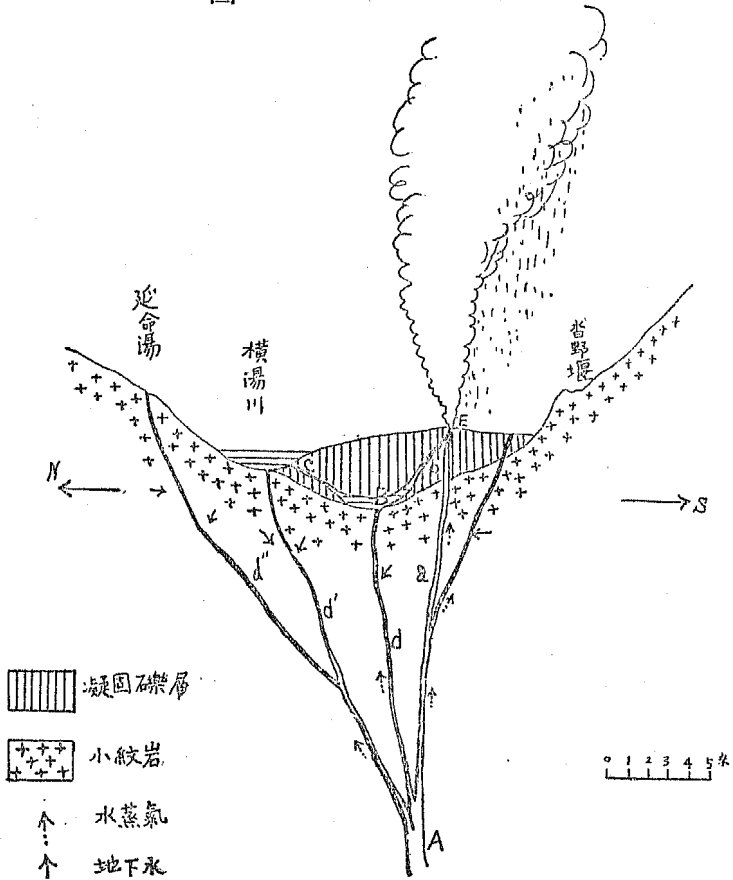
最近昭和三年の冬から内務省では附近の砂防工事と共に横湯川の水位を高め且噴泉孔附近の地盤を安全ならしめる爲に下流四五米の處に石堰堤を築造中で、一時横湯川の河水を側方杳野堰に回流した處、果して横湯川底に三ヶの裂罅があつて盛に熱湯を噴出して居るのを見届けた。

即ち明治四十三年以來の噴泉の著しい衰弱の原因が此等河底の裂罅から漏泉するによる事も明になつた。彼の噴泉孔と河底の裂罅と延命湯の原泉とは、東南から西北の方向に伸びた同一裂線に屬して互に相連絡して居る、故に河底の漏泉を止むれば噴泉を増し又噴泉孔を押へれば延命湯に特に湧出量を増すこと等をも知つた。よつて此等河底の裂罅をセメントを用ゐる人工に依つて完全に閉塞した處が愈々噴騰力を恢復し、一分間に六立以上の噴泉を見るに至つたのは誠に喜ばしい次第である。

四、噴泉の機構

第 二 圖

長野縣地獄谷噴泉に就いて



地獄谷噴泉地下想像斷面模式圖

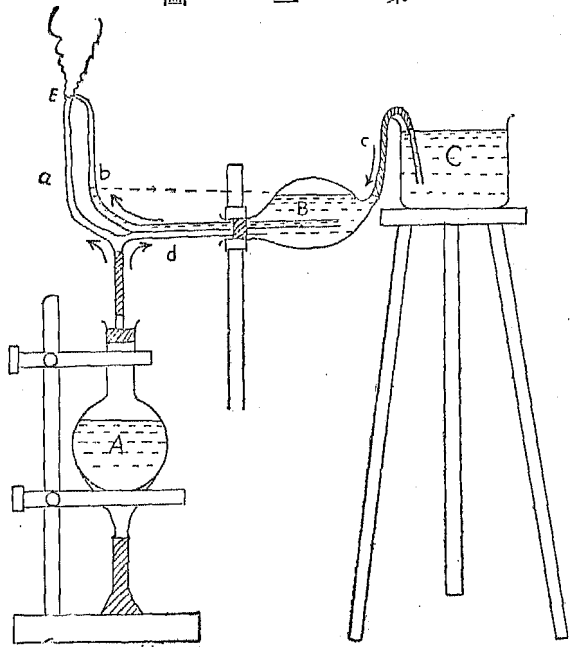
此噴泉の現象を如何なる機構に依つて説明すべきかは、予の數年來考察を拂つた處であるが、種々の模型を作つて實驗をして見た結果、次に述べる構造が最簡單で且實際に近いと考へられる。即ち第二圖のAは地下深處に通ずる高熱な水蒸氣を上昇して來る不規則な空洞或は裂隙とする。これは上方に伸びてaの主管となりd' d''等の支管

も亦これより派出して居る。dは其基盤たる小紋岩と凝結された礫層との間に横はつた不規則な空洞或は裂隙Bに連絡しb管となりてEに於てa管と略々直角に相接して居る。d及Bは地下水脈に通じ又C管によつて横湯川の河水とも連絡するものと考へる。そこでd管を上昇する高熱の水蒸氣はBに於てそれ等の水を温めて熱水とするのである。而して其熱水は靜水壓の理に依つてb管内に押上げられて居る。今A管に依つて深處から高熱な水蒸氣が上昇して來た場合に其大部分はa管を経てEから噴出するが其一部は又d'd''等にも分入する而してdを通ずるものは前述の如くBに於て熱水となり且其蒸氣壓を増してb管内に熱水の上昇することを一層盛ならしむる爲b管内は熱水を以て充さるゝに至る。其熱水は霧吹き の理によつてEに於てa管より噴出する水蒸氣の流壓によつて高く微細の水滴となつて空中に噴騰するのである。又d'd''等に入れる水蒸氣は地下水を熱して溫泉となつて夫々の場所に湧出するに至る。

五、地獄谷噴泉の模型と其説明

今第三圖に於てAより發生する水蒸氣は大なる速度を以てa管より噴出する。其際水蒸氣の一部は支管dからBに噴出しBの水を温むると同時に其水面に蒸氣壓を及ぼす。次にCなる水槽よりは『サイフォン』によつて水をB水槽に送り此水はBを充したる後細管bに入りC水面と同一の高さまで昇るのである。而してa b兩細管は其管口圖の如く互に直角に向ひ合つて開きC水面よりは稍高處にあるかゝる場合にEから強く噴出する蒸氣流はb管口の壓を減じ霧吹き の理により、b管内

第 三 圖



地獄谷噴泉模倣型

から引いてB内の水を其管口まで吸上げ水蒸氣と共に上方に噴出せしむるのである。

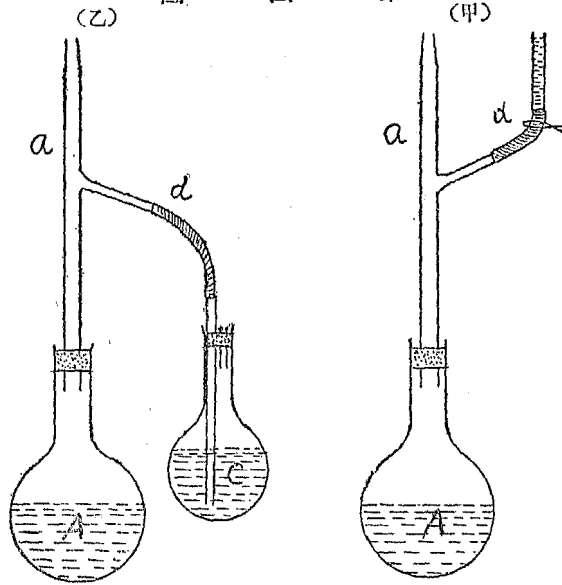
此際霧の加入した爲に水蒸氣の温度は多少低下すれども、B内の水は豫めdから来る水蒸氣によつて熱せられ相當の温度となり、且a管の水蒸氣は餘程高温なものと考へられるから噴泉口で九〇度以上の温度を保つことはさして困難のことではない實驗の結果ではAの温度が一〇度位なればE管口の温度は七五度前後を保ち得るのである。此場合A a b

等を高温に保たせることが肝要である。又B内の水量を減じてb管が水面上に出づる場合には勿論噴霧を見ないのである。次に實驗上尙二三の場合をも考察して見やう。

1、B水槽を設けずb管を直にC水槽に連絡した場合。

この場合はC水槽面が自由表面であり且EがC水槽の水面より高所にあるために水がb管に上昇せ

第四圖



す従つてEから噴霧を見なかつた。勿論この場合d管の必要は無い。

2、B水槽を設けず支管dを直にC水槽に連絡した場合。

第四圖甲の如くB水槽並にb管を設けずd管を直にC水槽に連結して實驗するに、水はa管内に吸上げられず。又乙の如く水壓を加へてdよりaに水を送る時は水はa管内を充たし水蒸氣の噴出は一時停止して間歇的噴出となる。更にdよりaに入る水量を減する時は水蒸氣の一部が反つてdに浸入し水を反對に押返へすのを見る。要するにaより側管を出しこれから水をaに吸上げて霧を噴かしめることは困難である。此場合は既に熱海間歇泉に就て本多、寺田兩博士が實驗された模型と同一の理となり熱泉の間歇的噴騰となるのである。

3、水槽を設けずb管を直にCに連結し且C水槽をEより更に高處に置いた場合。
この場合は重力による水壓を利用してEから水を噴出せしめ、これにaより蒸氣を噴上げるのであ

つて勿論噴霧を見ることが出来るのである。

以上各種の場合を見るに1、2の場合は全く噴霧を見ないことであり、尙3の場合は噴霧を見るが、C水槽の水面がEより高所に在ることは地獄谷の實驗に適合しない。従つて最初に述べた如くa管から噴出する水蒸氣の流壓によつてb管内の水が吸上げられて噴霧となると考へるのである。本調査をなすに當り京都帝國大學助教熊谷直一氏から有力なる助言を給はり又清水猛氏は模型實驗上多大の助力を與へられた茲に深く感謝の意を表するのである。

主なる文献

- (1) 八木貞助 下高井郡地質誌
- (2) 田中阿歌磨 大沼池の不思議な水 自然科學二の二
- (3) 清水實隆 毛無火山近傍地質調査報文 震災豫防調査會報告第八號
- (4) 大橋良一 草津白根火山地質調査報告 同 第七八號
- (5) 本多光太郎 熱海間歇泉に就て 地學雜誌明治三八年一月號
- (6) 寺田寅彦 地獄谷のしるべ 大正八年一月
- (7) 大橋良一 地獄谷のしるべ
- (8) E. T. Allen and Arthur L. D. W. Natural steam power in California, Nature Vol. 122 1928. 長野縣史蹟名勝天然紀念物調査報告第一輯