

## 綜 説

# 本邦温泉の地質學的分類並に温泉湧出と地質構造線との關係に就て

(昭和16年4月10日講演)

小林 儀 一 郎

日本は世界に有名なる温泉國であつて之を温泉地方別にして六百餘、湧出口別にして五千六百内外、冷鉱泉三百二〇以上と云ふ莫大の數に達して居る。猶温泉の數のみならず其種類の多いことも又世界に冠たるものである。其分布する範圍も北は樺太から、南は臺灣に亘つて各地に湧出するものである。斯の如き狀況にある日本に於ては温泉研究は地質學的、化學的、物理學的、醫學的等に行はるべきものであるが、就中地質學的研究が凡ての土臺となるべきものである。

温泉の地質學的分類は其オリヂネートする原岩の種類によつて分つべきものであるか、又は岩石の性質より寧ろ其地質時代別に重きを置くべきものであるかと云ふ問題や、又温泉が岩漿より分離上昇して地表に湧出するパツセージが大なり小なりの意味に於て地質構造線と如何なる關係にあるかと云ふ事を實地に徴して明瞭にして見たいと思ふのである。

### (一) 温泉の地質學的成因

本邦に於ける温泉湧出の理論を如實に目撃し得るは、火山噴氣作用による温泉湧出なりとする。火山作用は更めて云ふ迄もなく、地球内部の驚くべき高温灼熱にして、高壓の下にありて熔解状態を保つ岩漿の地球表部に噴出する作用であつて、火口内又は地表に流出せる熔岩につきて見るも、異常の高温を有するを知ることが出来る。大正元年に於ける伊豆三原山火山活動に際し、岡村理學士後藤教篤氏の測定(地質調査所報告 48 號 32 頁)せる處によれば、熔岩の表部の温度は  $917^{\circ}$  乃至  $1100^{\circ}$  ありたり。又明治 42 年に活動せし北海道樽前火山の熔岩の融解點は故佐藤教授の測定によれば、 $1090^{\circ}$  乃至  $1200^{\circ}$  の度間にあつた。又外國に於ける諸火山研究の結果につきて見るも、地球内部の如何に高温を保ち、非常なる壓力を受くるにかゝはらず、岩漿は熔融體の狀況をなしてをるを知るに足りる。

岩漿は硅酸鹽類、酸化鹽並に揮發成分即ち種々の瓦斯體との混合液をなすものである。岩漿は地表に近く冷却し、熔岩又は岩石に固結するに際して其含有する多量の瓦斯を發散するが故に岩漿は固結せる岩石と化學成分の上に差異を生ずるは明かである。噴火作用に際しては多量の水蒸氣、硫化水素、鹽化水素、一酸化炭素、炭素、酸素、窒素、亞硫酸瓦斯、碳酸瓦斯等を噴出するは多くの本邦火山噴火により明瞭なる處にして、其末期にありては續々火口を中心に附近に噴氣孔を生じ瓦斯及高温の温泉を湧出するは箱根大涌谷、小涌谷、登別、鳴子、別府、那須、櫻島、雲仙等の温泉につき見るが如きものである。従つて火山作用のある處、必ずや温泉の湧出を伴はざるはなく、火山活動と温泉湧出とは不可分なりとすることが出来る。

本邦温泉の大部分は上記の如くに多く直接に其熱源を火山作用に有すると雖も又之れとは關係を有せざる温泉も少くない。一般に地球の表部に於ては地表より地下に深さを増加すると共に地温を増すものにして、常温帯以下にありては 33 米毎に攝氏  $1^{\circ}$  を上昇するを通則とする。此の如き増温率を以て地下に進むときは、33 米の深さにては約攝氏  $1000^{\circ}$  に到達すべき割合である。本邦石油地たる新潟、秋田、其他には石油井の深きものが多數あつて、之等につきて地下増温率を測定したことが屢々あつた(地質調査所報告)。之によると石油地にては増温率幾分高く、15 米乃至 20 米位に攝氏  $1^{\circ}$  を上昇してをる。これは石油生成の際に生ずる化學熱に幾分よるものであらうと考へられる。本邦石油井は地表下 2000 米以上に達するものがあつて、屢々其内から温泉を湧出する。秋田縣旭川、同縣男鹿中、山形縣最上北海道豊富其他に例が多い。此等は地熱の爲め地下水が高温となり、温泉として湧出せる好例なりと見られてをる。地下には又地表に現はれて居らない侵入岩、深成岩等の火成岩多く伏在し温泉の泉源を形成することも少くない、是等の火成岩は噴出後長き時日の間其内に高温度を保有するものであつて、其附近に循環する地下水を熱して温泉となすことがある。一般に岩石は甚だしく熱の不良導體で岩漿の地中又は地上に固結し岩石となりたる後も其内部は長き年月に亙り、高温度を保有するは彼の熔岩の表部は冷却するにかゝらず、内部は灼熱して容易に冷却せざるを見て知ることが出来る。温泉を組成する水は火山作用に歸因する温泉にありては一般に岩漿中に含有せらるる岩漿水即所謂處女水を主要成分とし、之れに地下循環水を混するものとする見方が多い。水成岩地域に湧出する温泉は地下循環水を主要成分とし、之れに處女水及化石水を混することもあるものとせられる。地下に伏在する侵入岩又は深成岩より湧出する温泉にありては多くは其上に被覆する水成層中の地下水を多量に混するを常とするは想像に難くない。

## 二 本邦温泉の地質學的分類

本邦に於ける温泉の總數は湧出口別にして五千五百六十以上に達するものであるが、此等の温泉の大部分は火山作用に歸因するものである。従て其の分布は火山の分布とは極めて密接なる關係にあつて不可分のものと見らるるのである。之れは日本に於ける各火山の周圍には必ずや温泉地が存在することによつて容易に了解せらるゝものである。

火山地域にある温泉は種々の異なつた火山岩から湧出するが、火山作用に直接關係を有して居らないものは深成岩、侵入岩又は水成岩、變質岩の岩石中に其泉源を有するものである。故に温泉の地質學的分類は其泉源をなす岩石の種類別によるを一應合理的と考へらるゝが、温泉の性質は必ずしも同一岩石から湧出するから同一であると限らない。假令同じ安山岩から湧出するものでも其安山岩の噴出時代が異なるときは之れから湧出する温泉も亦性質が違ふのである。同様に異種の火山岩でも同時期に噴出したものからは同種類の温泉の湧出を見ることが多いのである。之の現象は一つの火山につきても認めることが出来る。例へば箱根火山にしても其中心に近く大涌谷の噴氣孔より湧出する温泉と遠く之れを離れた湯本・塔の澤附近に湧出する温泉とでは其性質を異にするのである。即ち同一安山岩にしても噴火作用の中心に近き處のものから出る温泉と之れを遠ざかつて稍古き噴出にかゝる安山岩から出る温泉とでは其性質が異なるのである。猶此現象の好例は宮城縣鳴子温泉に見ることが出来る。鳴子温泉は瀧沼火山の山側に數多の温泉が湧出してをるが、火山の中心に近き瀧沼湖中又は噴氣孔附近に湧出するものは硫黃泉、又は酸性泉であるのに之を離れて車湯附近では苦味泉、鹽類泉となり、荒尾川の對岸に行くと炭酸泉となるのである。

以上の事實を參酌し且つ地質時代的考察の下に、下の如き分類法を採つて地質學的分類を試みた。

- (1) 第四紀火山岩に熱源を有する温泉 Hot Springs from Post-Tertiary Volcanics.
- (2) 第三紀火山岩及深成岩に熱源を有する温泉 Hot Springs from Tertiary Volcanics and Plutonics.
- (3) 中生代及其以前の侵入岩及深成岩に熱源を有する温泉 Hot Springs from Mesozoic or Earlier Plutonics and Intrusive rocks.
- (4) 水成岩及變質岩中に湧出し火成岩との關係明瞭ならざる温泉 Hot Springs from Sedimentary or Metamorphic Rocks.

之の温泉の地質學的分布を研究する基礎として本邦の地質を之れに Correspond する分類にして塗色し、之れと温泉位置を比較して始めて温泉の地質學的分類を知るを得るものである。此基礎をなす地質圖は下の分類にして作製したのであるが、本誌上には之れを省略した。

(a) 古生代及び以前の水成岩層 Paleozoic and older Sedimentaries. (b) 古期中生代層 Earlier Mesozoic. (c) 白堊紀及び珠羅紀層 Cretaceous and Jurassic. (d) 古第三紀層 Ealier Tertiary (Paleogene). (e) 新第三紀層 Neogene. (f) 第四紀層 Alluvium and Diluvium. (g) 中生代及び以前の火成岩 Mesozoic and older Igneors Rocks. (h) 第三紀火山岩及び深成岩 Tertiary Volcanics and Plutonics. (i) 第三紀以後の火山岩 Post-Tertiary Volcanics. 等である。

#### (1) 第四紀火山岩に熱源を有する温泉

第四紀火山岩、即ち更新期 (Diluvium) 及び現世期 (Alluvium) に屬すべき火山岩に泉源を有する温泉は本邦に於て最も多數にして、現に活動中の火山及休止中の火山地域にあるもの凡てを包括するのである。之の内には火山の火口より湧出、噴出しつゝある温泉は勿論含まるゝもので、従つて本類に屬する温泉は本邦各火山帯に屬するものであつて、火山帯別に類別する方が便利である。第四紀に噴出した火山岩は多くは熔岩流 (lava flows) を形成するので、武玄岩 (Basalt)、輝石安山岩 (Pyroxen Andesite)、兩輝石安山岩 (Two-Pyroxen Andesite)、閃雲安山岩 (Mica-Hornblend Andesite)、含橄石輝石安山岩 (Peridotite-Pyroxen Andesite)、角閃安山岩 (Hornblend Andesite)、粒狀安山岩 (Propyrite) 等が主なるものである。此等の岩石によつて構成さるゝ本邦火山帯を南方から數へると、下の 13 帯になる。(臺灣は温泉調査完成せず除く)(日本地質鑛産誌による)。

(a) 霧島火山帯 (b) 阿蘇火山帯 (c) 五島火山帯 (d) 大山火山帯 (e) 白山火山帯  
(f) 乗鞍火山帯 (g) 富士火山帯 (h) 妙高火山帯 (i) 寒風山火山帯 (j) 鳥海火山帯  
(k) 那須火山帯 (l) 利尻火山帯 (m) 千島火山帯

等である。

之等の火山帯に屬する主要温泉を各火山帯別に列記するときは其數は下の如くである。

(a) 霧島火山帯に屬する温泉 開開岳、八重山火山、櫻島等の諸火山に屬する温泉が 10 個程あり、又霧島火山、矢筈山、笠山等の火山に屬する温泉が 11 個程存在してをるのである。

(b) 阿蘇火山帯に屬する温泉 阿蘇火山帯に屬する温泉は阿蘇、金峯、温泉岳、多良



岳等の火山に屬する温泉が 11 個程あつて、九重、花牟及び杖立等に屬する温泉が 6 個程ある。又由布嶽、鶴見嶽等の火山に屬する温泉が 10 個程ある。有名なる別府、雲仙等の温泉は之れに屬する。

(c) 大山火山に屬する温泉 大山火山に屬する温泉は、只一個あるのみであるが、三瓶火山に屬する温泉は 3 個ある。

(d) 白山火山帯に屬する温泉 白山火山帯に屬する温泉は 3 個である。

(e) 乗鞍火山に屬する温泉 乗鞍及焼岳火山に屬する温泉は 2 個あつて、立山、大連華山の 2 火山に屬するものが 2 個ある。

(f) 富士火山帯に屬する温泉 富士火山帯に屬するものは、箱根火山に屬するもの 15 個、熱海及天城火山又は伊豆諸島に屬するもの 20 個、蓼科、霧ヶ峯、八ヶ岳、茅ヶ岳等の火山に屬するものが 5 個處ある。伊豆半島及箱根七湯は悉く此れに屬するものである。

(g) 妙高火山帯に屬する温泉 之の帯に屬する温泉は妙高山、高妻山、焼山等の諸火山に屬する温泉が 6 個ある。

(h) 那須火山帯に屬する温泉 本帯に屬する温泉は藏王火山、船形火山に屬するもの 15 個、焼石山、駒ヶ岳、栗駒岳等の火山に屬するもの 14 個である。又吾妻山、磐梯山、安達太郎山等の火山に屬するもの 18 個、那須火山に屬するもの 8 個處ある。

高原山火山に屬するもの 10 個處、日光、白根兩火山に屬するものが 7 個處、榛名、妙義、淺間山、苗場山、毛無山等の諸火山に屬するものが 23 個處程ある。又岩手山、焼山、森吉山、駒ヶ岳、南瀬森山等の火山に屬するものが 14 個處ある。

又八甲田山、岩手山、赤倉山、田代岳等の諸火山に屬するものが 11 個處程あり、恐山、燧岳火山に屬するものが 3 個ある。以上は本州にあるものであるが津輕海峽を越して北海道に渡り駒ヶ岳火山、登別火山、有珠火山、樽前火山、昆布岳火山、マツカリ岳、羊蹄山等の火山に屬するものが 11 個處程ある。此内には、花巻、鳴子、上ノ山、東山、鬼怒川、草津、伊香保、四萬を始めとし有名なる温泉が多い。

(i) 鳥海山火山に屬する温泉 本帯には鳥海山、月山及岩木山火山に屬するものが 3 個處ある。

(k) 千島火山帯に屬する温泉 本帯には十勝岳、大雪山火山群等に屬する温泉が 6 個處ある。又雄阿寒、雌阿寒岳、摩周岳、斜里岳等の火山に屬するものが 6 個處ある。千島火山列島に屬するものが 3 個處ある。

以上の總計は 261 個であつて、此内火山の火口内に湧出するものが 10 個處あり、其内舊火口内に湧出するものは 3 個處である。

### (2) 第三紀火山岩及深成岩に熱源を有する温泉

新生代の火山岩に熱源を有する温泉の外に、第三紀に噴出した火山岩又は深成岩に熱源を有する温泉或は之れを被覆し又は之れに接觸する地層から湧出する温泉の数は相當ある。第三紀時代には火成岩の噴出が激甚であつて、第三紀の古期には南日本の内帯から外帯の一部に互つて花崗岩並に石英斑岩、流紋岩等が噴出してをる。北日本にあつても花崗岩、閃綠岩並に鹽性逆出岩の噴出があつた。新第三紀時代には流紋岩は中新期に多く、安山岩、玄武岩が之れに加はつて噴出したる爲めに水成岩中に集塊岩や凝灰岩を混在することが多い。此等の逆出岩は現在火山の形態を保つものは極めて稀であるが、第四紀に噴出したものは概ね火山を形作つた現に活動中のもの數十個ある。其山麓には火山碎屑岩が多い。

第三紀の深成岩は比較的少なく、甲斐、相模に發達する石英閃綠岩があり、紀伊南部、秋田、伊豫等には花崗岩、閃綠岩が見らるゝ。第三紀の火山岩としては石英粗面岩が本州中部及東北部に多く、東北地方の綠色凝灰岩は本岩に伴つて生成したものである。北海道では渡島の恵山附近に石英粗面岩がある。

鮮新时期には石英粗面岩の外に變朽安山岩、玄武岩等多く、始新、漸新、中新期には石英粗面岩と粒狀安山岩が多い。東北地方の玄武岩、粗粒玄武岩等が岩床をなし、中新期末に逆出したものが多い。

以上の岩石を熱源とするものは九州にあつては白鷺温泉、島根縣にあつては尾道温泉を始め、鳥取縣にては岩井、濱村、勝見、湯谷、東郷、吉高、三朝等の七温泉、兵庫縣では湯村、城崎温泉、京都府では木津、和歌山縣では川湯温泉、石川縣では湯涌温泉、栗津、和倉等の諸温泉、長野縣では別所、戸倉、上山田、田澤、沓掛、淺間の諸温泉、山梨縣では下部温泉、新潟縣にては瀬波温泉、福島縣では小谷、湯本、湯野及び飯坂等の温泉、山形縣では湯の濱、湯田川、時折、温海等の温泉、秋田縣では北浦、湯本温泉等、北海道では湯川、根崎、二股、濁川、知内等の温泉がある。此内約 20 程は安山岩を熱源とし、石英粗面岩は安山岩に次ぎ熱源をなすことが多い。

### (3) 中世代及其以前の侵入岩及深成岩に熱源を有する温泉

中世代の侵入岩及深成岩に熱源を有する温泉は其數が多くない。侵入岩に熱源を有するものは山口縣俵山温泉、熊本縣の日奈久温泉の如きものである。深成岩の噴出は中世代珠羅紀以前と珠羅紀以後白堊紀以前とあつて其分布は頗る廣く之れに發源する冷鑛泉は多い

が高温のものは少い。長野縣鹿教温泉、福島縣母畑、湯岐温泉、新潟縣高瀬、出湯、湯澤、栃尾又、月岡、大湯、村松等の温泉、山梨縣増富、川浦温泉、長野縣上高地、中房、葛温泉、岐阜縣下呂温泉、富山縣黒薙温泉、鳥取縣吉岡温泉、島根縣湯村温泉、岡山縣眞賀、奥津温泉、山口縣川棚温泉、福岡縣武藏温泉、位賀縣熊三川温泉等であつて總計 23 ある。其多くは單純泉で高温なるは鹽類泉、硫黄泉である。

#### (4) 水成岩及變質岩地域に湧出し火成岩との關係明瞭ならざる温泉

水成岩及變質岩地域に湧出して火成岩との關係が明瞭でない温泉が澤山にある。又深い石油井から湧出するものであつて地下増温率の爲めに高温となり特に火成岩の熱源を附近に有せざるものも少くない。此例は臺灣に多く第三紀層の地域に湧出するものである。本邦油田の地下増温率の大きいのは一つは石油生成の化學作用に歸せられてをる。又含油層中に伏在して明瞭でない火山岩或は侵入岩の影響すべきものも少くない。此の如き例を舉ぐれば

熊本縣鶴木山温泉(古生代地層) 和歌山縣湯澤温泉(第三紀) 同椿温泉(同) 同勝浦(同) 同湯崎白濱(同) 福井縣芦原温泉(同) 石川縣山中(同) 同山代(同) 同片山津(同) 群馬縣谷川、古川、四萬温泉(第三紀) 新潟縣松山温泉(第三紀) 山形縣最上温泉、羽根澤温泉(第三紀) 秋田縣旭川、金照等、富根温泉(同) 北海道豊富温泉等で總計 25 ある。其内 15 以上が食鹽泉であることは著しいことである。

#### (5) 放射能作泉と泉源岩石との關係

日本に於ける放射能作泉として認めらるゝ鑛泉の數は總計 48 ある。其内 36 は攝氏 37 以上の溫度を有し他は其以下である。温泉の内で放射能性の最も強いのは三朝温泉で 142.12 マツヘである。冷鑛泉の中では増富鑛泉が最も強く 1514.23 マツヘある。之等を通じて概覽するに放射能作泉の多くは花崗岩地域又は石英粗面岩地域にあつて特に放射能の大きい温泉及び冷鑛泉の殆んど凡ては花崗岩又は同系の岩石に泉源を有することは注目すべきことである。

### (三) 本邦温泉の湧出と地質構造線との關係

温泉の地質學的分類は前章に記載した様に地下深部に伏在してゐる泉源を出た温泉は火山作用によつて火口から直接に地上に噴騰するものあり、又火口の周圍に之れを中心として形成せらるゝ龜裂を傳うて湧出するものもある。例令噴氣孔の如きものもある。或は又地中に伏在する侵入岩類及び深成岩類に熱源を有するものは之から發源して岩層の空隙、

裂隙を傳うて上下四方に浸透流出するのは想像するには難くはない。而して上昇するものは母岩から直接地表に湧出するものもある。例令鳴子温泉、鬼怒川温泉、熱海温泉、伊豆山温泉、有馬温泉の如きものであつて又其上に堆積する水成岩中を通じて地上に湧出するものもある。例令北海道湯川、根崎温泉、温海温泉、飯坂温泉の如きものである。又水成岩中の多孔質の地層（砂岩、凝灰岩等）に滯留せられ温泉井によりて地上に湧出するものもある。例令上諏訪温泉、蘆原温泉、白濱温泉、東根温泉、土肥温泉等の如き之である。約言すれば温泉は其源泉より地上に湧出するには直接又は間接の通路を必要缺くべからざるものとするものである。

著者は多年本邦各温泉の調査に従事し温泉湧出の地質學的事實を研究し之れを地質調査所報告或は他の雑誌に公表した。之れと共に多くの専門家の研究結果を綜合して考察するに温泉の湧出と地質構造線との間には極めて密接なる關係が存在し決して偶然に湧出するものでないことが分るのである。火山作用の直接の結果として火口から噴出する温泉又は噴氣孔から湧出する温泉も或は深成岩、水成岩地域に湧出する温泉の如きも何れも大小種々の地質構造線又は之れによつて生ぜる裂隙を傳うて地上に上昇するを通則とするのである。日本に於ける火山帯なるものは日本群島の地帯構造と密接なる關係にあることは茲に更めて云ふの必要のないもので火山は造山帯即ち隆起帯である地皮の壓縮部に噴出するものが多く同壓縮帯には地殻の弱點を生じ火山噴出を誘致せしめたものである。之に反して地溝線例令瀬戸内海地溝線とか、又は展張帯に屬する關東平野の如き地域には火山を有せざると共に温泉の湧出も極めて稀である。火山作用に直接起因する温泉の外、火成岩地域に湧出する温泉又は水成岩、變成岩地域にある温泉を仔細に觀察するに其湧出は何れも大小の地質構造線と密接なる關係にあらざるはなく殆んど例外なしと稱するも過言あらざる様である。

一般に地球の表部を構造する岩層は其堅硬であると軟弱であると又緻密たると粗鬆たるとを問はず又火成岩たると水成岩、變質岩たるとを問はず必ずや其内に多くの裂隙又は龜裂即ち割目を有するものである。岩層は地球の收縮に歸因する横壓力、岩層各自の比重の差によつて起る沈降隆起又地震、火山作用或は岩石内部の膨脹、收縮等種々なる原因によつて生ずる大小、長短、千差、萬別の裂隙を生ずるものである。而して以上の現象は我々が想像するよりも遙かに多く且つ大規模に形成せられるものである。例令瀬戸内海地溝線、福井名古屋地溝線又は糸魚川静岡地溝線、信濃川地溝線の如き數十里に亙る大斷層線の如きものである。此等の内、温泉湧出路として最も廣く且つ重要であるのは斷層裂隙線即ち

地質構造線である。地殻は横壓力又は垂直の壓力によつて壓縮さるゝ時は屢々水平又は垂直の喰違を生ずる。即ち所謂斷層を生ずる。其斷層線は岩石の硬軟粗密又は壓力の方向によつて直線をなすこともあり、又曲線をなすこともあり、或は單一なる斷層線ではなくして斷層群とも稱すべき數多の小斷層の集合より成ることもある。斷層の長さも數十里に達し深さも數哩に及ぶものもあると同時に長さ數十尺に足らず深さも數尺のものもある。斷層裂罅の幅も數尺から數分に過ぎざるものある等頗る多種多様である。又斷層の性質も逆斷層をなすもの正斷層をなすもの等一樣ではない。此等は本邦各地に於ける實例に徴して明瞭である。火山の爆裂に際しては火口を中央にして放射狀又は同心圓狀の龜裂を生ずるのは多くの火山につきて見らるゝ所である。多くの場合に斷層裂罅内の岩石は破碎し間隙多く且つ分解作用を生ずることがある爲に温泉の通路として頗る好状態にあるものである。水成岩地域にあつては其岩質が軟弱であるときは裂罅は他の岩石又は土砂を以て充填さるゝことがある。之れに反して堅硬なる火成岩中の裂罅は空隙を保有したまま永續するのを常とする。斷層裂罅は多くの場合に於て龜裂の集合體を形成する。而して此の如き帶は温泉の通路として屢々最適と見られる。常磐湯本温泉に見らるゝ鳥館斷層は落差 1500 尺を有する。又 50 尺以上の落差を有する斷層 20 以上を數ふるが温泉の上昇に最も適當してをるのは斷層の集合帶たる湯本斷層である（常磐炭田地内の温泉 徳永博士）。同斷層は全落差 50 尺であるが小落差の斷層群より成り多くの割目を生じて居るから温泉の上昇を容易ならしむるものである。之れによつて見ても明かなことであるが斷層は其大小よりも其裂罅の性質により温泉通過に關係が深いことが分る。斷層が裂罅や龜裂の集合帶である例は鑛山の鑛脈に見らるゝ斷層について屢々實證することが出来る。

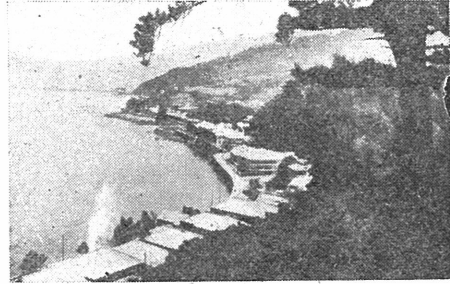
本邦に於ける數百の温泉地の中で火山の火口又は噴氣孔から直接湧出する温泉の或者を除き温泉の湧出は殆んど廣き意味に於ける地質構造線上に又は其附近にあるのを常とする。此の兩者は極めて密接なる關係を有するものである。而して火山は各各自身大なる地質構造線上に位するものにして岩脈、岩床等も構造線に沿ふものが多いのを見るときは温泉の源が火山に存すると侵入岩に存すると又水成岩變成岩から湧出するとを問はず又正斷層たると逆斷層たるとを問はず悉く地質構造線と密接不可分の關係にありと斷言することが出来る。温泉分布と地質構造線との關係を圖上に記載すると之れによつて兩者の關係を一目瞭然たらしむることが出来るのである。

近來は温泉と地質構造線との關係をたどり新たに温泉井を試掘して温泉を湧出せしめた温泉が頗る多い。其の主なるものを擧ぐれば白濱温泉、上諏訪温泉、湯河原温泉、熱海温

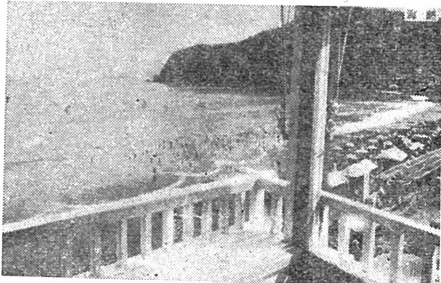
泉、熱川温泉、伊東温泉、上ノ山温泉、戸倉温泉、湯ノ濱温泉、湯田川温泉、武雄温泉、小濱温泉、長岡温泉、畑毛温泉、道後温泉、蘆原温泉、鳴子温泉、秋保温泉、網代温泉、等殆んど枚擧に暇のない程である。本邦に於ける温泉地の地質學的調査の結果は何れも此兩者の間に存在する密接なる關係を明示するものである。



三朝温泉巖の湯



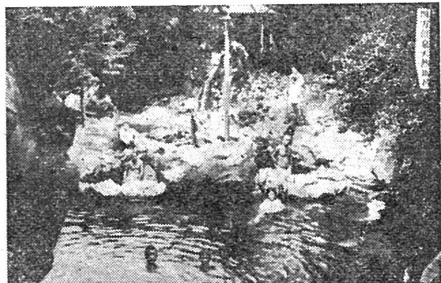
小濱温泉(長崎縣)



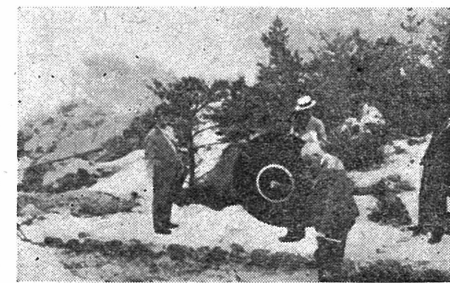
熱海温泉



谷川温泉野天風呂



四萬温泉天然風呂



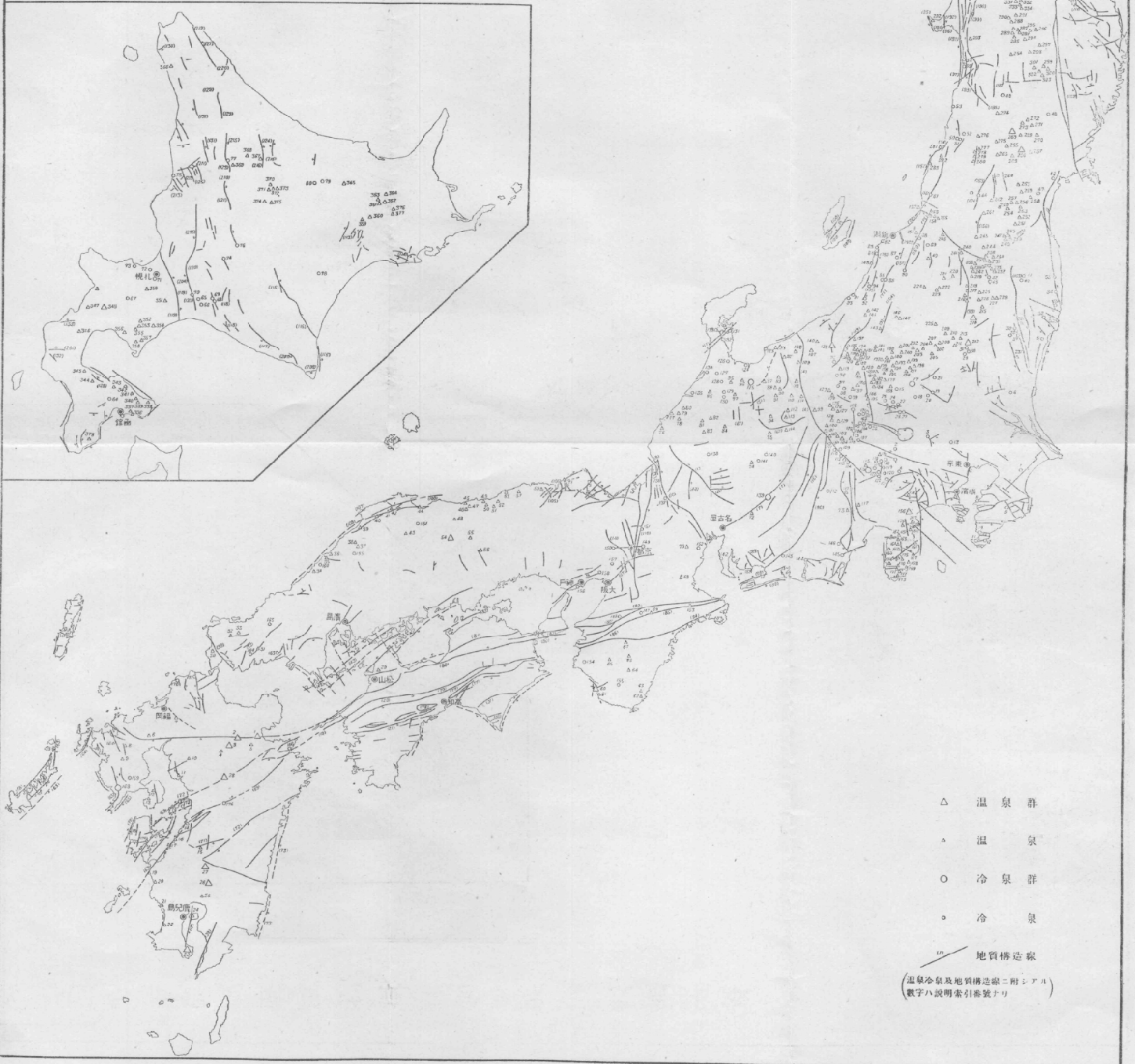
雲仙の大地獄

斯の如く地質構造線との關係は密接であるが池溝線の如き陥没帯に生じたる大斷層線又は展張帯に屬する地質構造盆地を生じたる大斷層線には火山の噴出もなく温泉の湧出を見ることも出来ない。之れに反して地殼の壓屈帯に當る地質構造線に沿うては火山帯を現出し之れに伴うて温泉の湧出が頗る多い。温泉湧出と地質構造線の關係は附圖温泉と地質構造線分布圖によつて明瞭である。



# 本邦温泉(冷泉を含む)地質構造線分布図

0 100 200 300 km



猶本邦に於ける有名なる二、三の温泉の地質湧出狀況を記載しよう。

**箱根温泉** 箱根温泉は相模國足柄下郡湯本村、宮城野村、仙石原村及箱根町外2村に跨つて箱根火山の地域内諸處に湧出する。此等の中小田原町に最も近きは湯本温泉で同町を去る1里23町早川の上流に位する。早川の沿岸には尙ほ幾多の温泉が湧出する。塔ノ澤温泉は湯本より上流5町、宮下、堂ヶ島底倉の諸温泉は約一里半餘、木賀温泉は2里何れも早川の右岸に位するのである。上強羅及仙石下湯は湯本より二里半内外にありて神山の北麓に位し大涌谷から湧出する温泉を引用する。猶此外に蘆ノ湯、湯ノ花澤温泉がある。是等の中湯本、塔ノ澤、宮ノ下、底倉の諸温泉が最も繁榮してゐる。

箱根温泉は古來箱根七湯として有名で温度は攝氏83度乃至40度にして今や14湯を數ふ。之れを湧出の狀況より見るときは、

(1) 噴氣孔に湧出するもの (2) 凝灰岩又は集塊岩中の裂隙より湧出するもの (3) 岩脈に沿うて湧出するものの3種に區別することが出来る。

大涌谷噴氣孔は神山爆裂火孔の遺跡であつて一面に盛んに硫氣噴出し又硫黃華沈澱し中には黧色の泥水を湛へたる小池の泥土及熱水の間歇的に噴出するものもある。又は水蒸氣或は熱水を噴出する。此熱水を噴出する所には石室を設け冷水を注入して温泉となし強羅及仙石原に送るのである。閻魔堂地域には北東の方向に排列する孔隙8箇あり、盛んに水蒸氣及硫氣を噴出し硫黃又は石膏を沈澱するも温泉湧出を見ることが出来ない。岩石は一般に噴氣作用の爲めに甚だしく分解霉爛し、初めは單に表面酸化するも後には葱皮狀に剝脱するに至り遂には白灰色に褪せし粘土狀となる。早雲地獄は大體大涌谷に類似して規模小なるものである。

湯の花澤には温泉の湧出口二つあり、孰れも河床に位し多量の硫化水素を含有する温泉湧出し湯ノ花として硫黃の粉末を沈澱する。小涌谷は一種の水蒸氣噴氣孔であつて噴出口附近にはアルノゼン (Alunogen) の沈澱が多い。噴氣の温度は攝氏90°以上である。水蒸氣は石室を作りて其發散を防ぎ其中に冷水を通じて之を暖め導管によりて浴槽中に導き使用するものである。

堂ヶ島温泉は角礫質凝灰岩中に湧出し攝氏40°乃至43°の温度を有し食鹽泉である。湯本温泉は砂質凝灰岩中より湧出し攝氏42°乃至53°の温度を有し單純泉に屬する。

岩脈に沿うて湧出する温泉に塔ノ澤、木賀兩温泉がある。塔ノ澤温泉は攝氏42°乃至52°の温度を有し、砂質凝灰岩を貫く輝石安山岩脈に沿うて湧出し單純泉に屬する。木賀温泉は集塊岩を貫く巨大なる岩脈に沿うて湧出する泉温45°内外、食鹽泉に屬する。



宮ノ下及底倉温泉は専ら蛇骨川の溪間に露出する要害山熔岩の下に横たはる集塊岩中より湧出するものを引用するので湧出量の大きにして且つ高温なるものは蛇骨川右岸の溪間の集塊岩中より湧出するものである。右岸には湧出口少なく且つ湧出する温泉は温度が低い。蛇骨川の右岸溪間から湧出するものは瀑布の遺跡として峡谷を成せる所に限り、之れより上流には殆んど湧出を見ない。蓋し小涌谷、早雲地獄等の噴氣孔から湧出する温泉若しくは神山の北東腹に於ける裂罅より上昇する温泉の地表に達せざるもの集塊岩中の層面に沿ひ自然の傾斜に随ひ流下する際偶蛇骨川の溪間に流れ來り湧出するものである。従て一定の湧出口を有せずして谷壁を概成する集塊岩の水平に近き層面に沿ひ一面に滲出するを見る。宮ノ下・底倉附近温泉の湧出口は從來屢々其位置を變更したるものの如く底倉小学校附近には温泉の沈澱物である珪華の堆積層があり、又宮ノ下及堂ヶ島間に俗に五段と稱する處には一條の輝石安山岩の岩脈に沿ひて珪華の沈澱がある。又奈良屋旅館の庭前にも同様の沈澱物がある。是等は何れも往古の温泉湧出地點たるを示すものである。

箱根温泉の根源は箱根火山にあるは茲に改めて言ふ必要はない。箱根火山は二重式火山にして外部には舊火口外輪山があり、其内に幾多の中央火孔丘が噴出してをる。金時山、明神岳、明星岳、淺間山、鷹ノ巣山、要害山、鞍掛山、山伏峠、三國山、丸山岳等略環状をなして屹立するは外輪山にして其最高點を金時山とし海拔 1213 米に達する。舊火口内に更らに噴出せる中央火孔丘は其數約 5 箇に達し略北々西から南々東の方向に排列し最北に神山がある。其南に駒ヶ岳、上双子山、下双子山等がある。神山は箱根火口中の最高點にして海拔 1418 米に達する。大涌谷、早雲地獄、湯ノ花澤等の爆裂火孔は山體の北東腹に存在し水蒸氣及硫氣を噴出し又温泉湧出する。就中大涌谷最も盛にして爆裂の餘勢を示すものである。

外輪山及中央火孔丘間の平地は即ち火孔原であつて火孔原の南西部には水を湛ふ。蘆ノ湖即ち之である。箱根火山の基礎をなすものは所謂足柄第三紀層で砂岩、頁岩及蠟岩から成つてをる。外輪山にあつては凝灰岩最下部を占め集塊熔岩其上を覆ひ熔岩及集塊岩の五層最下部に位する。熔岩は蘇輝石安山岩、橄欖輝石安山岩等中央火孔丘を構成する熔岩は又輝石安山岩、複輝石安山岩、橄欖輝石安山岩等である。

三朝温泉（鳥取縣三朝）三朝温泉は鳥取縣東伯郡三朝村にあつて「ラヂウム」放射能は本邦第一であり世界に於ける温泉「ラヂウム」放射能の第二位にあるものとして有名である。本温泉地は三朝川の右岸に位し其少しく下流右岸に山田温泉がある。本温泉地附近は三朝川盆地で海拔 300 米内外の山峯により圍繞せられる。温泉は今から 1644 年前に發見

せられたものであつて地表に自然に湧出し又五、六尺の深さより湧出せしが漸次湧出深度を増加し最深120尺に達する温泉を設くるに至つた。温泉の温度は最高攝氏75°最低33.5°で70°以上の温度を有する温泉が7個あり、60°度以上のもの8個、60°以下のもの11ある。合計源泉26個、温泉の性質は鹽類泉最も多く硫黄泉及炭酸泉もある。

本温泉地は花崗岩を基盤とする黒雲母花崗岩に屬し之れを貫きて處々に半花崗岩又は煌斑岩の岩脈がある。其走向は南北に近い。此他二條の安山岩がありて花崗岩を貫通し北々西から南々東の方向に並走する。同岩は暗灰色緻密にして板狀節理を呈する。本温泉の泉源は安山岩にあるものの如く安山岩に關聯せる岩漿水に發源し安山岩と花崗岩との間隙又は此等岩石中に産じたる裂隙中を通つて上昇し沖積層中に滲入し地下循環水に混交し地表に湧出するものである。温泉の上昇する間隙若しくは裂隙は二條あつて一は株湯より外谷を経て湯谷に達し、一は三朝區域より三朝川を斜斷して山田區域に通ずるもので南々東から北々西に並走する。又此等の主脈に交叉する數多の支脈を想定することが出来る。或は又山田區域から三朝區域及株湯區域を通ずる一つの温泉の存在を想像し得べく是等を通ずる一の斷層裂隙によつて温泉が上昇し地上に湧出するものと思ふことが出来るのである。

**鳴子温泉**(宮城縣) 鳴子温泉には温泉總數51あり、泉質多様なるを以て有名である。是等の温泉は其湧出地の丘陵地に湧出するものと、平地に湧出するものと、二大別することが出来る。又之れを泉質より見るとき硫黄泉(17)、アルカリ泉(6)、炭酸泉(1)、鹽類泉(24)、鐵泉(1)、單純泉(1)に區別することが出来る。荒雄川沿岸に湧出するものは第三紀層變岩又は砂岩中に胚胎し殆んど鹽類泉である。車湯新車湯は何れも鑿中によつて湧出せしものであつて吹上温泉は間歇温泉である。遊園地ホテルに湧出する温泉は鳴子町唯一の炭酸泉であつて遊離炭酸が多量である。温泉温度は最高100°最低36~7°(攝氏)にして潟沼火山中心として之れを遠ざかるに従ひ温度が低下する。鳴子温泉は潟沼火山作用に基因するものにして之れを巡りて湧出する潟沼は舊火口跡であつて胡桃岳、尾ヶ岳を火口壁としてをる。此等の山地を構成する岩石は兩輝石安山岩、石英安山岩等で潟沼の南岸は凝灰岩、變岩より成る。潟沼には至る處硫氣孔多く硫黄が沈積す。鳴子温泉地は灰白色安山岩質集塊岩の下に第三紀凝灰岩、變岩、砂岩、頁岩等がある。潟沼火山の基盤は第三紀層であつて之れを貫きて火山爆發し第三紀層の上に火山灰、火山岩層を堆積し且つ類次の熔岩を流失したものである。而して爆裂火口が數個あり、潟沼湖から大穴を経て鳴子湯元を結ぶ線は略地殻弱點にして此裂線に沿つて處々に爆裂作用を逞うしたるものである。又潟沼火山の北麓を流る荒雄川は鳴子町より田中温泉に至る間は斷層線に該當するもので荒雄

川に近く湧出する温泉は同上地質構造線に沿うて地表に湧出せしものである。従つて地表に近く河水の水壓を受くるを以て温泉の湧出と河水の増減との間には密接な關係がある。

鳴子温泉は前記の如く同一温泉地内にありて種々の泉質を有する温泉を湧出するを特色とする。濁沼舊火口趾に近く湧出するものには硫黄泉が多く、地上に自然噴騰し其温度攝氏 90° 以上に達す。然るに、鰻ノ湯の如きアルカリ泉が同時に其中間に存在するは頗る興味ある事である。荒雄川河畔の平地に湧出するものは鹽類泉にして時に鐵泉又は炭酸泉あり、田中には弱鹽類泉、炭酸泉、アルカリ泉、單純泉の異質の温泉同番地内に極めて近接して湧出する。又新車湯の間歇温泉たる吹上温泉及湯温樓旅館の温泉は其距離 9 尺を離るゝに過ぎずして噴出の周期及噴騰の高さに大なる差を見ることは顯著なることである。又衣湯に於ては同一地内によりて同一岩石より硫黄泉及びアルカリ泉の湧出するは温泉上騰徑路に於て他の化學的成分を異にするか又泉源にありて岩漿成分を異にするによるか今後の研究を待ちて判明するであらう。

**白濱温泉**（和歌山縣）白濱温泉是和歌山縣鉛山村にあり、本温泉は南紀に於ける有名なる温泉で古來湯崎七湯として知られ海岸に自然湧出せしものを利用せしが大正七、八年の頃より温泉井によつて温泉を湧出せしめ白濱、湯崎を中心に網不知、古賀浦、瀬戸崎、南湯崎其他半島の東西に互り多數の温泉湧出し其數總計四十に餘るに至つた。湯崎、白濱では温泉温度攝氏 60° 以上 80° に達し他は之れに比して低温なるものが多い。温泉井は最深 1400 尺に達してをる。

本温泉地は第三紀砂岩、頁岩、互層硬質砂岩等より成つて温泉湧出と地質構造線との關係は極めて明瞭である。一般に本温泉地にあつては湯崎斷層、江津良斷層等の著名なる斷層に沿うて温泉湧出するものゝ如く稱せらるゝが鉛山半島の海岸線の大部は陥没斷層線に該當し、之れに沿うて裂罅が多く此等の斷層線又は裂罅に沿うて温泉湧出すること顯著なる事實なりとせられる。南湯崎千疊敷又は三段壁の海岸は斷層による絶壁をなし之れに並行する裂罅を目撃し得べく同種は此種の標式的のものなりとする。温泉の性質は含食鹽アルカリ泉である。

**諏訪温泉**（長野縣諏訪郡）諏訪温泉は上諏訪町に湧出するものを主とし下諏訪町、中洲村等の温泉を總稱するものである。本温泉は諏訪湖の東岸に位して海拔 800 米の地にある。所謂諏訪盆地の東邊にあるもので盆地は釜無斷層に沿ひて地體の陥没により産じたる地溝である。其形は北西に長く、南東に短き楔形を呈し北西には赤石山脈が聳え、南東は八ツ嶽の山麓に接する。盆地の南端は八ツ嶽火山の噴出物により閉塞され其結果水流は堰止め

られて茲に諏訪湖を産するに至つたのである。

諏訪温泉湧出の状況を見るに自然に湧出するものと試錐により湧出するものと二種ある。而して自然湧出は又陸上より湧出するものと、諏訪湖底より湧出するものとに別つことが出来る。陸上より湧出す

	湖明湯(湖岸)	精神湯 (自然湧出)	藤野屋湯 (湖岸に稍遠し)
ものは略盆地の北東側に沿へる南北の方向に排列す之れを北方に延長すれば下諏訪町の温泉に達する。湖底から湧出するものは俗に釜孔と稱する。釜孔の主なるもの合計10個あり、北10°西の方向に排列する。濱町の北岸にある7個の釜孔をセツ	比 重 1.001 反 應 弱アルカリ性 全 固 形 物 113.70 硅 酸 11.72 酸化鐵及礬土 痕 跡 カルシウム 7.03 マグネシウム 0.60 ナトリウム 32.96 カリウム 3.00 硫 酸 16.19 鹽 素 33.40 アンモニウム 0.34	1.001 中 性 104.70 7.20 痕 跡 6.46 0.33 26.82 1.54 30.12 27.12 現存せず	1.001 中 性 95.10 6.76 痕 跡 4.11 0.27 28.13 0.39 22.52 30.48 痕 跡

釜と云ひ大和の沿岸にある3個の釜孔は之れを三ツ釜と云ふ。釜孔より鐵管により陸地に引湯し之れを使用する。温泉井は地表下100米乃至300米に達する。一般に山麓に近きものは淺く、湖岸に近きものは深い。湖岸に湧出するものは温度高く硫化水素又は硫化物を含むもの多く水色も又淡褐色乃至酒黄色を帯ぶるに反し山麓に湧出するものは温度概ね低く無色透明で中性反應を示す。又湖岸に近き温泉井は湧出口に白色鹽類の沈澱附着せるもの多し。温度は最高攝氏90°に達するも又30°の低温なるものもある。60°以上を多しとする。湖底沈澱層中の成分が之れを透過する温泉の成分に著しき關係あることは本温泉地各變の温泉の化學成分により明瞭である(十萬分のキログラム)。

諏訪温泉附近を構成する地質は古生層、綠色凝灰岩層、沖積層、花崗岩、石英閃綠岩、輝石安山岩、角閃安山岩及び其集塊岩並に玄武岩等である。此等の中直接温泉を胚胎し又は湧出するものは沖積層並に集塊岩であるが熱源は閃綠岩なりとするものあり。沖積層は砂粘土及礫層にして湖底沈澱層である。厚さ30米乃至180米あり、集塊岩は輝石安山岩質で黑色の安山岩塊を凝灰を以て膠着したるものである。鑿井の結果によれば沖積層の下位にも又本岩がある。其裂隙中より温泉湧出して沖積層中に入り其中の砂礫中に入り中の砂礫中に凝溜し又地表に湧出する。

諏訪温沒附近に於ける主要なる斷層は諏訪盆地を生じたる所謂釜無川斷層で盆地の北東

部に於ては北西の方向に走り盆地の南西部に於ては西北西の方向に走る斷層群なり。斷層群は南方は富士見附近に於て相會して一線となるが北方は鹽尻峠附近を構成する新火山岩下に泉し之を追跡することが出来ない。而して盆地の東邊を劃する斷層は最も温泉の湧出に關係深きもので特に上諏訪町及下諏訪町の温泉は前者に沿つて湧出するものである。諏地の西側に於ては綠色凝灰岩層及び其上を被覆する集塊岩は階段狀斷層をなし斷層によつて生じた壓碎角礫岩のあることを認むる。盆地の東邊を劃する斷層帯は西方に陥落した數多の大小斷層から成るもので西方に陥落せる最底部に現今見る湖水を湛えるものと考へられる。

#### (四) 温泉の泉源をなす火成岩と温泉との化學成分の關係

温泉の泉源をなす各種の火成岩と化學成分と之れから發源する温泉の化學成分との間に如何なる關係があるか、と云ふことを考察して見よう。

温泉は  $H_2SO_4$  又は  $HCl$  を多量に含んで酸性を呈するものと又  $H_2S$  を含む硫黄泉と重碳酸曹達を主成分とする「アルカリ」泉、 $NaCl$ 、 $Na_2CO_3$  等の種々の鹽類を多量に含有する鹽類泉、碳酸鹽類を含む碳酸泉等のあることは普く知られるところであつて概括して云ふと活火山の噴火口、又は爆裂火口に酸性の硫黄泉が多く火口を遠く距たつた處又は休火山の地域には中性泉又は弱「アルカリ」泉が多く、又古い地質時代の火成岩には碳酸泉、單純泉が多い。火山作用又は進出作用によつて地下深處に伏在する高温の熔融體である岩漿(Magma)が上昇して地表に近く固結する場合には之が主成分たる硅酸鹽及酸化鹽は其熔融點の高温なるものから漸次結晶岩石を形成して揮發性成分たる  $H_2O$ 、 $CO_2$ 、 $CO$ 、 $SO_3$ 、 $N_2$ 、 $O_2$ 、 $H_2S$ 、 $SO_2$  等の瓦斯は集結し水の臨界温度以下に下れば熱水溶液即温泉となるのである。而して攝氏 575—364° の温度では瓦斯體の集中著しく蒸氣壓は最大であるが熱水となるときの壓力は急に減ずる。即斯くして出來た温泉は更言すれば岩漿の殘漿(岩漿水)とも言ふべきものである、火山活動に際し火口から盛んに水蒸氣及硫氣を噴出する時代にあつては  $H_2O$ 、 $SO_2$ 、 $H_2S$  を主體とし、 $HCl$ 、 $CO_2$  及び  $Al_2Cl_6$ 、 $NH_4Cl$ 、 $FeCl_2$  等は瓦斯體となりて混在する。而してかくの如きなるときは岩漿は比較的地表に近接して存在するものと見ることが出来る。之れに次ぎて  $H_2O$  を主要瓦斯とする噴氣孔時代となつては  $H_2S$  瓦斯は僅少量である。之の時期には岩漿固結の進捗しつゝあることを示すものである。火山活動の最終期として見らるゝのは碳酸孔である。又、此場合は低く主として碳酸瓦斯を噴出する、以上の温泉の成分と火山作用に際し噴出する瓦斯體を合せ考察するときは遊離硫酸又は鹽酸

に富む酸性泉は硫氣孔と密接の關係があるものであつて、此は本邦の活火山を中心に湧出する温泉の成分を見るときに判然たるものである。又岩漿固結の際に絞り出されたる熱水は岩石の龜裂を傳ふて上昇する間に其側壁をなす岩石成分と化學作用を起し中性又はアルカリ性に變化することもあり得る。之の如き現象は多く火山作用の末期を示すものであつて同時に深成岩の殘漿が極めて深き處から上昇することを示すものである。「アルカリ」泉又は中性泉は火山作用の中心を遠く離れるか又は活動末期に近きものか或は深成岩地域に多きを見るのである。温泉は火山作用によるが如く噴火口を通じ直接地上に湧出するものと侵入岩又は深成岩に發源し岩層の裂隙を傳ふて迂餘曲折し地上に達する迄に長途を經又は長時間を要するものもあることは想像に難くない。故に温泉は又其湧出の途中に於て温度と壓力の低減に至りて溶解物を沈澱せしめ又は途中岩石と化學的作用を起し成分上變化を來たすともあり得る。特に地下水を多

## 雲仙温泉々源をなす安山岩の化學成分 (3 種)

	(1) Sample	(2) Sample	(3) Sample
SiO <sub>2</sub>	63.13	62.02	58.15
TiO <sub>2</sub>	0.67	0.75	0.75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.84	16.49	17.69
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.94	2.66	2.72
FeO	3.40	3.73	4.41
MnO	0.09	0.11	0.11
MgO	2.44	2.98	3.45
CuO	5.49	6.30	7.20
Na <sub>2</sub> O	2.82	2.30	2.52
K <sub>2</sub> O	2.31	2.01	1.68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.06	0.12
H <sub>2</sub> O(-)	0.29	0.18	0.60
H <sub>2</sub> O(+)	0.68	0.40	0.34
Total	100.28	99.99	99.74

## 雲仙温泉の化學成分 (5 種)

Sample	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Temp	74°C	61°C	42°C	56°C	84°C
S.G	1.0017	1.0001	1.0005	1.0005	1.0007
SH <sub>2</sub>	0.0135	0.0012	0.0041	—	—
K <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )	0.0735	0.0153	0.0131	0.0153	0.0183
Na <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )	0.0613	0.0450	0.0489	0.0572	0.0917
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0.3986	—	—	0.0281	—
Ca(SO <sub>4</sub> )	0.0656	0.0362	0.0627	0.0727	0.0729
Fe(SO <sub>4</sub> )	0.0539	—	tr	0.0149	—
Mg(SO <sub>4</sub> )	0.0516	0.0220	—	tr	tr
Na <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )	0.0054	—	—	—	—
SiO <sub>2</sub>	0.2450	0.1400	0.1070	0.1120	0.0920
SO <sub>3</sub>	1.2887	0.1860	0.3817	0.1176	0.0735
HCl	tr	tr	tr	tr	tr
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	tr	tr	tr	tr	tr
NH <sub>3</sub>	tr	tr	tr	tr	tr
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0.0220	0.0140	—	0.0150

(1)延曆湯 (2)吞湯 (3)元湯 (4)邪見湯 (5)小地獄湯

上記雲仙温泉と泉源岩石成分との比較に於て著しいことは岩石の化學成分は大體同一なるに温泉の成分は各自異常に異なることである。

## 別府温泉々源輝石安山岩成分

SiO <sub>2</sub>	63.65	K <sub>2</sub> O	0.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.35	TiO <sub>2</sub>	0.60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.36	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	tr
FeO	1.27	OH <sub>2</sub> (+)	0.35
MgO	2.23	OH <sub>2</sub> (-)	0.33
CaO	8.96	Total	100.71
Na <sub>2</sub> O	1.62		

## 別府温泉成分

Sample.	(1)	(2)	(3)	(4)
Temp	59°C	65°C	67°C	57°C
S.G.	1.0009	1.0010	1.0009	1.0030
Cl	0.1149	0.1419	0.1775	1.4449
SO <sub>3</sub>	0.0860	0.0320	0.0529	0.1381
SiO <sub>2</sub>	0.1680	0.1800	0.1235	0.1560
CO <sub>2</sub>	0.6240	1.4720	1.3325	0.6260
K <sub>2</sub> O	0.0071	0.0208	0.0065	0.0712
Na <sub>2</sub> O	0.1486	0.0620	0.1611	0.2022
CaO	0.1160	0.1215	0.0904	0.2210
MgO	0.0440	0.0645	0.0406	0.1260
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.1720	0.0010	0.0332	0.0029
Total(千珎中)	0.8680	0.7450	0.9056	3.3325

(1)不老泉 (2)來朝泉 (3)竹河原温泉 (4)東温泉

以上の内に注目すべきことは低温度の温泉中には高温度の温泉中よりより多量の溶解物を有することである。

泉あり、食鹽含有石膏性苦味泉等ありと云つた具合である。箱根にあつて同じく噴氣孔又は硫氣孔であると云ふも大涌谷、早雲地獄、小涌谷は硫黄泉、酸性綠礬水、單純泉に分れ底倉、姥子、宮ノ下、木賀等は同じく集塊岩中に湧出する温泉でありながら、單純泉、食鹽泉、綠礬泉等の區別があり、此外鳴子温泉の如き輝石安山岩から湧出する温泉でありながら硫黄泉があり、酸性綠礬泉があり炭酸泉があるなど温泉の源をなす岩石と湧出温泉の種類の間密接なる關係は少ないことを示すのである(火山岩地域は特に此感あり)。火成岩の化學成分と湧出温泉の化學成分との間にも特殊の關係を認むことは困難であつて寧ろ岩漿の成分性質及び其部分的固結の一行にはれざることに多大の關係があるものと考へられる。即ち岩漿は其冷却するに當り先づ其内に溶解、包藏する多量の可溶性瓦斯、例

量に含有する水成岩中を通過するときには地下水の混入は當然であつて何れにするも温泉の成分は岩漿水外に種々變化を受くるものなることを知るに足るのである。泉源をなす岩石の化學成分を比較對照し兩者の間に密接なる關係存するや否やを検することは又無益ではない、本邦の温泉の大部分は活火山地域に湧出するが故に此等の温泉々源をなす火山岩の化學分析表と之れより湧出する温泉の化學成分を一、二の例によつて比較しようと思ふ。

本邦には此兩者を比較研究する資料が澤山に無い。箱根温泉の如き熱海温泉の如き同一火山岩又は集塊岩から湧出する温泉の種類は多様である。熱海では單純泉あり、鹽化土類含有良鹽

令鹽素、水蒸氣、窒素、炭酸瓦斯、水素、亞硫酸瓦斯、硫化水素 其他を放出し漸次部分的に冷却固結して岩石となるものであらう。瓦斯は温泉の主要部分を形成するが故に、之れが温泉の化學成分の主なるものとなることは理の當然である。温泉通路の側壁から溶解性物質を温泉中に溶解することあるは想像に難くないと雖も側壁をなす岩石には可溶性物質少量であつて且つ常に同一路をたどるが故に之れより攝取する分量は極めて少量なりと考へらる。然れども水成岩地域内に湧出する温泉は化石水の如きものを混溶し強食鹽泉をなすことがある。秋田旭川温泉は此一例である。一般には水成岩は硅酸礫土を主要成分とするが故に可溶性物質は稀れなりとする。

### (五) 鑛泉を形成する水質に就て

鑛泉殊に温泉を形成する水は如何なる成因を有するものであるか、所謂處女水 (Juvenile water) であるか又地下循環水即地下水であるか又此兩者の混合水であるか之れを地質學的に考察して見よう。火山口又は噴氣孔から噴出する水蒸氣又は熱水は直接地下の熱源から即過熱溶液から發生放出せらるゝものであつて同過熱溶液は岩漿であるが故に主として岩漿水なりと考ふことが出来る。而して此の如き成因を有する温泉又は鑛泉は含鹽多量であつて其噴騰力が強く地上數十米に噴出し又間歇的に噴騰して所謂間歇温泉を成すものである。此の如き温泉は外部の地下水の連絡がなく長年月に亙り特異の地變なき限り繼續湧出して其温泉の性質並に湧出量に多く變化なきことを常とするものである。之れに反して水成岩地域に湧出して熱源を出でたる温泉は地下水の多き地層を通過し又は之れに滯溜されて後地上に湧出するからして一般には地下水を多量に混入し又は殆んど全く地下水のみから成ることもある。此の如き地域の温泉特に沖積層中に湧出する温泉は附近の地下循環水の水壓の變化によつて其湧出量の上に又溫度<sup>力</sup>上に變化を生じ易きものである。其地方の降雨量、附近の河水の増減、海潮の干満等によつて少なからざる影響を蒙るものである。鑿井により湧出せるゝ温泉は著しく地下水の影響を直接間接に受くるを免れない。又其泉質、溶解固形分の總量に變化を來たすこともある。此の如き温泉は地下水を主成分とするものとして考ふるべきものである。以上は何れも極端なる場合の例に過ぎないが一般には多くの温泉は處女水と地下水との混合體なるを普通考へる。火成岩又は火山口より直接に地上に湧出する温泉にしても火成岩中の龜裂又は火口壁を傳つて混入する地下水の存在すべきは想像し得る處であつて幾分の地下水を混するものと見るを至當とする。近時温泉を組成する水質の化學的研究が進涉し最近野滿隆治博士は別府温泉につき十數年に亙り研究の結



果處女水の含有量測定、處女水多量を含むことを發見し温泉氣候學會にて發表された。温泉の效果は其化學成分又は溫度によりてのみ決定せらるゝものではなくして處女水の含有量の多少より又放射能によつて其效能に重大なる關係あることを立證されつゝあるものである。

## (六) 結 論

以上で本邦温泉の地質學分類及温泉の湧出と地質構造線との大略概要を記述した積りである。今一度此れを要約すると本邦温泉は其泉源をなす岩石性質上二種に分つことが出来る。(1)は火成岩に起因するもので、(2)は火成岩に起因せざるもの、である。前者は又之を

- (1) 第三紀以後の火成岩に起因するもの
- (2) 第三紀火山岩並に深成岩に起因するもの
- (3) 中生代及其以前の深成岩、侵入岩に起因するもの

に分つことが出来る。此内に(1)は其數最も多く、261に達する。即本邦温泉の過半數は第三紀以後の火山岩に其原因を有するものであることが解る。

水成岩又は變質岩に起因する温泉は全部で18である。此内には地中に隠れたる火成岩に起因してをるか否か不明のものもある。しかし此内には又地下増温率に起因するものもあるので此場合には泉質は多く鹽類泉である。温泉が地上に湧出する爲めには地質構造線を必要とする。構造線に伴ふて形成さるゝ斷層、龜裂、裂隙等は正逆大小長短種々ありと雖も何れも温泉の地中を上昇移動循環する徑路である。而して温泉の分布を見るに多くは壓縮地帯に多く、之れに反して展張地帯には殆んど少ない。此温泉の分布と地質構造線の關係は附圖に明瞭である。温泉の性質は其依て來る岩漿の性質に大部分依存するは勿論にして又其 Igneous Activity の始まつてからの時の経過の長短が至大の關係を及ぼすものである。

**Bibliography of Source Material of the Tectonic  
Map of Japan**

- (I) The Publications of the Imperial Geological Survey of Japan.
1. Explanatory Text of the Geological Survey of Japan. Scale 1 : 200,000.
  2. Geological map of Japan. Scale 1 : 200,000.
  3. Explanatory Text of the Geological Map of Japan. Scale 1 : 75,000.
  4. Geological Map of Japan. Scale 1 : 75,000.
  5. Geological Map of Japan. Scale 1 : 200,000.
  6. Reconnaissance Map of Japan, Scale 1 : 400,000.
  7. Mineral Map of Japan. Scale 1 : 400,000.
  8. Mineral Survey of Hokkaido. No. 1—35.
  9. The Geology and Mineral Resources of the Japanese Empire. Vol. 1—19.
  10. Reports of Imperial Geological Survey of Japan. No. 1—
  11. Explanatory Text of the Oilfields of Japanese Empire. Section 1—26.
  12. Bulletin of Imperial Geological Survey. Vol. 1—96.
  13. Industrial Mineral Survey Report. No. 1—22.
  14. Nippon-Chishitsu-Kozansi. 1932.
  15. Explanatory Text of the Geological Map of Japan. Scale 1 : 75,000. Section 1—
  16. The Geology and Mineral Resources of Japanese Empire. 1926.
- (II) Other Publications.
1. Journal of the Faculty of Science. Section II. Geology, Mineralogy, Geography, Seismology. Imperial University of Tokyo. Vol. 1. part 1—9.
  2. Japanese Journal of Geology and Geography. Vol. 1—6. National Research Council of Japan.
  3. The Science Reports. Second Series and Third Series. Tohoku Imperial University. Vol. 1.
  4. The Journal of the Geological Society. Vol. 1—46. Tokyo Geological Society.
  5. Journal of Geographical Society. Vol. 1—51. The Tokyo Geographical Society.
  6. The Geographical Review of Japan. Vol. 1—15.
  7. Memoir of the College of Science. Vol. 1—10. Kyoto Imperial University.
  8. On the So-Called Crystalline Schists of Chichibu. 1888. B. Koto. Jour. Coll. Sci. Tokyo. Vol. 2.
  9. The Archean Formation of the Abukuma Plateau. 1892. B. Koto. Jour. Coll. Sci. Tokyo. Vol. 5.
  10. On the Occurrence of Piedmontite Schists in Japan. 1887. B. Koto. Quart. Jour. Geol. Soc. Vol. 1.
  11. Paleontological and Stratigraphical Studies on the Permo-Carboniferous Limestone of Nagato. 1925. Y. Ozawa. Jour. Coll. Sci. Tokyo. Vol. 45. Art. 6.
  12. Cretaceous Mollusca from the Sanchu Graben in the Kwanto Mountainland. Japan. H. Yabe, S. Shimizu, T. Nagao.
  13. On the Volcanoes of Japan. Y. Otsuki. Jour. Geogr. Vol. 15. No. 179.
  14. Crystalline Schists of Shikoku. T. Ogawa, Jour. of Geogr. Vol.
  15. On the Izumi Sandstone. S. Yehara. The Globe Vol. 4. No. 5.
  16. Fuji Volcanic zone and Izu Island. N. Fukuchi. Jour. of Geogr. Vol. 12. No. 138.
  17. Geological Structure of Middle Kyushiu. T. Iki. Jour. of Geogr. Vol. 8. No. 89.
  18. Nature of Fault Valleys and Geomorphic Fault Structure of a Portion of Japanese Island. T. Tsujimura. Geogr. Review. Vol. 2. No. 2.
  19. The Pre-Tertiary Crustal Movement in Inner Zone of South-west Japan. T. Ozawa. Geogr. Review. Vol. 2.
  20. Isoseismic and Seismo Tectonic Lines of the great Kwanto Earthquake. 1923. T. Ogawa. Geogr. Review. Vol. 2. No. 2.
  21. Sea Shore of Miura Peninsula. R. Aoki. The globe. Vol. 3. No. 1.

22. Stratigraphical Boundary between the Cretaceous and Tertiary Strata of Kyushiu, Japan. T. Nagao. Japanese Jour. of Geology and Geography. Vol. No. 1—2.
23. Research of Geological History of Japan. II. I. Hayasaka.
24. Versuch einer geotectonischen Gliederung der Japanischen Inseln. T. Harada.
25. Die japanischen Inseln, ein topographisch-geologische Übersicht. 1885. E. Nauman.
26. Geotectonics of the Japanese Islands 1907. T. Ogawa.
27. Über den Bau und Entstehung der Japanischen Inseln. 1888. E. Nauman.
28. Die morphorogischen Stellung von Formosa und den Riukiu Inseln. 1902. Geomorphorogischen Studien aus Ostasien. F. V. Richthofen.
29. Gebirgskettungen in japanischen Bogen. 1903. Geomorphorogischen Studien aus Ostasien. F. V. Richthofen.
30. On the Cause of the great Earthquake in Central Japan. 1891. B. Koto.
31. Problem concerning the Geotectonics of the Japanese Islands Critical Reviews of various Opinions expressed by previous Author on the Geotectonics. II. Yabe.
32. Climatic Changes in Japan since The Pliocene Epochs.
33. Farther Notes on Richthofen's View concerning the Geotectonics of the Japanese Island. II. Yabe.
34. The great Eruption of Sakurajima. 1914. B. Koto.
35. Kofu Basin. K. Tanaka. Geogr. Review of Japan. Vol. 2. No. 1.
36. On Oboke Gorge. J. Suzuki. Geogr. Review. Vol. 2. No. 4.
37. A brief Summary of the Tertiary and Post-Tertiary History of Kyushiu. II. Yabe. Geogr. Review. Vol. 2. No. 1.
38. Geotectonics of Unzen Volcano. I. Komada. Jour. of Geogr. Vol. 26. No. 301.
39. Origin of Tazawa Lake. R. Ohashi. Jour. of Geogr. Vol. 26. No. 301.
40. Geotectonic Map of the Meizo Seismal Area of the great Earthquake of Sep. 1923, and its adjacent Districts. Scale 1 : 200,000. 1926. S. Shimizu. Tohoku Imperial University.
41. On the Monobegawa and Shimantogawa Series in Southern Shikoku. S. Yehara. 1926. Jour. of Geogr. Vol. 38. No. 443.
42. Mineral Springs of Tectonic Lines near Kyoto. T. Hiki. Jour. of Geogr. Vol. 23. No. 265.
43. On the Ko-No Earthquake. S. Nakamura. Jour. Geogr. Vol. 22. No. 253.
44. Kamogawa and Sorogawa Fault Lines. Jour. of Geogr. Vol. 23. No. 265.
45. Kumagawa. J. Iwasaki. Jour. of Geogr. Vol. 12. No. 138.
46. Note on the Seismic and Volcanic Phenomena in the Volcanic District of Shimabara, with a Report on the Earthquake of December 8th. 1922. T. Ogawa.
47. Fault Lines on the Tamba Plateau. M. Furukoshi. The Globe. Vol. 5. No. 2.
48. On the Middle Course of Kitakami Longitudinal Valley. M. Watanabe. The Globe. Vol. 5. No. 6.
49. Geographical Note of Hida Basin. T. Nagawa. The Globe. Vol. 7. No. 2.
50. Nature of Fault Valley and Geomorphic Fault Structure of a Portion of Japanese Island. T. Tsujimura. Geogr. Review. Vol. 2. No. 3.
51. Peculiar Type of Fault Scarpe on the Northern Border of the Hida Province. T. Tsujimura. Geogr. Review. Vol. 11. No. 8.
52. A Natural Model of blocking Movement. N. Yamazaki. Geogr. Review. Vol. 2. No. 7.
53. Morphological Summary of Japan and Korea. Jour. of Geol. B. Koto. Vol. 23. No. 265.
54. On the Volcanoes of Japan. B. Koto. Jour. of Geol. Vol. 23. No. 269. 270. 271.
55. Cretaceous Cephalopoda from Hokkaido. 1903—1904. Jour. Coll. Sci. Tokyo. No. 18. 20.
56. Versteinerungen aus der japanischen Kreide, M. Yokoyama. 1890. Palaeontographia. 26.
57. On some Fossil Plants from the Coal-bearing Series of Nagato 1891. Jour. Coll. Sci. Tokyo. No. 4.
58. Some Studies on the Stratigraphy of the Tertiary Formation in the Echigo Oil Fields. T. Iki. Japanese Journal of Geology & Geography. Vol. 1. No. 1. 1922.

59. Geology of the Oil Fields of Japan. G. Kobayashi. Econ. Vol. 20. 1923.
60. On some Cretaceous Fossils from Shikoku. 1891. Jour. Coll. Sci. Tokyo. No. 4.
61. Geology & Geological Structure of the Yanaizu Peninsula and its Northern Parts. S. Nakamura.
62. The Origin of the Gei-yo Earthquake. B. Koto. Jour. Geol. Vol. 13. No. 15.
63. The Ichinokawa Conglomerate and its Geological Meaning; a Contribution to the Geotectonics of Southern Western Japan. II. Yabe. Jour of Geol. Vol. 22. No. 259.
64. Stratigraphical Relation between Cretaceous and Tertiary Formation in the Ishikari Coalfields. Jour. Geol. Vol. 31. No. 166.
65. Zur Geologie und Palaeontologie von Japan. E. Naumann. Akad. Wien. Math-Naturie. KL. Bd. 57. mit. M. Neumayr.
66. Neue Arbeiten der japanischen geologischen Reichsanstalt. E. Naumann. 1891. Das Ausland.
67. Neue Beiträge zur Geologie und Geographie Japan. E. Naumann. 1898. Petermanns Mitt. Ergänzungsheft Nr. 108.
68. Geologische Arbeiten in Japan in der Türkei und in Mexico. 1900.
69. Die morphologische Stellung von Formosa und den Riukiu Inseln. 1902. F. V. Richthofen.
70. Gebirgskettungen in japanischen Bogen. F. V. Richthofen. 1906. Geomorphologische Studien aus Ostasien.
71. Geological Age of Chichibu System. I. Hayasaka.
72. Palaeontological and Stratigraphical Studies on the Permo-Carboniferous Limestone of Nagato. 1925. Jour. Coll. Sci. Tokyo. Vol. Art. 6.
73. Vorläufige Notiz über Vorkommnis der Juraformation in Japan. D. Brauns. 1880.
74. Die japanische Triasfaunen, 1915. Denkscher, Kaisel. Akad. Wiss. in Wien, Math-Nature. 92.
75. Zur Stratigraphie und Palaeontologie von Hokkaido und Sachalin. II. Yabe. 1909. Zeit. R. deutsh geolo. Ges. 16.
76. Die Scaphiten aus der Aberkriede von Hokkaido. 1910. Beitr. Z. Palaeont. u. Geolo. Osterr-Ung. U. D. Orients. 23.
77. On the Fossil Echinoids of Japan. S. Tokunaga. 1903. Jour. Coll. Sci. Tokyo. 18.
78. Geology of the Environs of Tokyo, D. Brauns. Mem. Sci. Dept. Tokyo Daigaku. No. 4. 1885.
79. General Geological Sketch of Hokkaido. 1892.
80. Zur Fossilen Flora Japan Palaeontolog Abhandlung. Bd. 4. 1888.
81. New Pleistocene Fauna from Tokyo with a general Statement on the Pleistocene Deposits of Tokyo. Geol. Mag. Vol. 14. 1921.
82. Recent Stratigraphical of the Japanese Tertiary. II. Yabe. & R. Aoki. Special Publ. of Bering P. Bishop Museum. No. 7. 1921.
83. Molluscan remains from the Upper Part of the Japan Coalfield. M. Yokoyama. Jour Coll. Sci. Tokyo. Vol. 45. 1925.
84. Studies on some Japanese Rocks. B. Koto. Quat. Jour. Geol. Soc. 1884.
85. Preliminary Note on some Igneous Rocks of Japan. Jour. Geol. S. Kozu. Vol. 19. 20. 21. 1911. 1912. & 1913.
86. The Coal Resource of Japan. The Coal Resource of the World. Vol. 1. 12. Inst. Geol. Cong. Canada 1913.
87. Seismology. M. Imamura.
88. Publications of the Earthquake Investigation Committee in Foreign Language. Earthquake Inst. Comm.
89. Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committees. No. 1—100. Earth. Comm.
90. Seismological Notes. Earth. Inst. Comm.
91. Recent Seismological Investigation in Japan. D. Kikuchi. 1904.
92. Notes on the Volcanic & Seismic Phenomena in the Volcanic District of Shimabara, with a Report on the Earthquake of 12 Aug. 1922. Mem. Coll. Sci. Kyoto. Vol. 1. 1924. T. Ogawa.

93. Über das grosse japanische Erdbeben in nordlichen Honshu vom. 31. August 1823. Peterm. Mitt. Vol. 46. 1900. N. Yamazaki.
94. Volcano Oshima. Izu. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo. Vol. 43, 1920. S. Tsuboi.
95. Beiträge zur Petrographie Japans. E. Weinschenk. Neues Jahrbuch. E. Min. etc. Beil. Bd. 7. 1890.
96. Geomorphologie. T. Tsujimura. 1922.
97. Seismology. F. Omoi.
98. Geological map of Hokkaido. 1 : 600,000.
99. On the Izumi-Sandstone Group in the Onogawa Basin and the some Group in Uwajima. (Prov. Iyo.) 1924. Shingo Yehara.
100. On the Origin of the Geological Structure of the Central Part of the Nagano Prefecture. Fujio Homma. (Jour. Geol. Society. Vol. 34.)
101. Sorachi Coalfield. Ishikari Province. Y. Oinouye.
102. Geology of Suothen Higo. 1900. O. Yoshida.
103. Geology of South-western Japan. 1906. T. Ogawa.
104. Nagasaki Triangular District of Richthofen. 1925. H. Yabe. (Jour. of Geology, Vol. 32.)
105. Memoirs of Faculty of Science and Engineering. Waseda University. No. 1—5. 1921—27.
106. Onsen-Taikan. 1931.
107. Onsen-Kenkui. 1935. No. 1.—No. 2.
108. Deutsches Baderbuch (1907) E. Fintz and Z. Grunhut.
109. Chamberlin T. C. and Salisbury R. D. Manual of Geology Vol. I—II.
110. Temperatures at Moderate Depth within the Earth. Adams Z. II. 1924.
111. Geologic Structure. Baily Willis. 1929.

## 正 誤 表

### 第1號 表 紙

正 誤

細菌類及び藻類 . . . 細菌及び藻類

### 昭和16年 會 員 名 簿 7月現在

先般會員各位の御手許に御送りしました名簿中  
下の如く訂正致します。

頁 段	正	誤
2 下	賀茂郡	加茂郡
13 下	服部安藏	服部要藏
14 下	前田道貞	藤田道貞