

昭和 38 年 4 月

原 著

## 温 泉 の 湧 出 量 と 雨 量

京都大学理学部地球物理学研究所

湯 原 浩 三

(昭和 38 年 1 月 10 日受理)

The Thermal Water Production of Hot Springs  
and the Precipitation

KOZO YUHARA

(Geophysical Research Station, Kyoto University, Beppu)

1) We see hot-spring flow increasing with rain fall, for this phenomena we can suppose some reasons as follow: a) precipitation aliments the source of hot springs, b) precipitation brings level ascending of ground water to block the thermal water leakage to the ground water layer, c) precipitation causes increase of mixing rate of ground water to the hot springs.

2) When we discuss the thermal source of hot springs, we must consider the magmatic water as a transporter of the thermal energy from the magma, but it is difficult to classify the magmatic water from the vadose water on the physical and chemical bases.

3) Total thermal water production in a spa is, at the maximum in Japan, of the order of  $10^4 \text{m}^3$  per day. It seems to show the limits of the post-volcanic action in Japan.

4) The "specific flow rates" of the hot springs, which are defined by the ratio of the total thermal water production to the area of river basin where the hot springs are included, have various values respectively. Small ratio of the specific rate to the precipitation may suggest the weak postvolcanic action or the undeveloped stage of the spa. On the contrary, the large ratio may be caused by the large quantities of sea-water intrusion or magmatic-water mixing, or the fact that the true recharge area of the hot springs is larger than the river basin.

## 1. 温泉水の起源

温泉の湧出量が降雨によつて著しく増加する事実は多くの温泉について確認されている。特に別府温泉<sup>14)</sup>、三朝温泉<sup>26)</sup>、城崎温泉<sup>8)</sup>などでは日 1 回または月 1 回の湧出量が測定されていて、その変化と降雨量との相関が明らかである。別府温泉での統計的な結果<sup>14)</sup>によれば、夏期の多雨期に湧出量が著しく増加すると共に泉温もまた上昇するから、降雨が直接に温泉に混じつたものではなく、むしろ降雨によつて温泉源そのものがかん養されると考えられてきた。夏

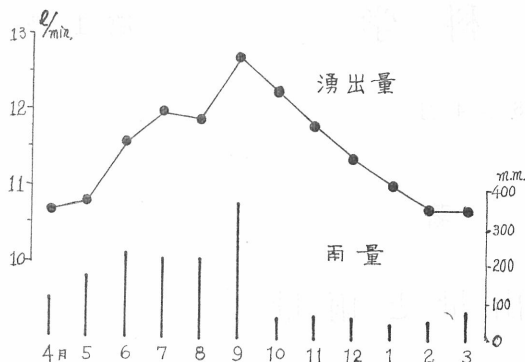


図1 別府温泉の湧出量と雨量

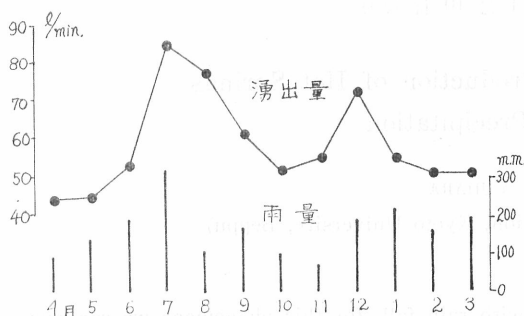


図2 城崎温泉第18号の湧出量と雨量

期には水田に水がはられることから、この水が浸透して温泉となるということが巷間に伝えられているが、それらももとは降雨である。また温泉の湧出量を増加させる機構を問題にすると、降雨のあつた後、温泉湧出量が急に増加して後次第に減少してゆく状態<sup>21)</sup>からみれば(図1)、水田からの浸透水はあまり関係ないようである。

夏期に全体として増加するものがあるが、これも降雨量の一般的な傾向と関係づけて説明出来るものであつて、灌漑水の滲透によるものではない。三朝温泉の湧出量の増加も灌漑水が直接関係しているとは考えられていない<sup>20)</sup>。城崎温泉の第18号泉の湧出量は第2図に示されるように夏冬二つの極大がある。夏期のもは別府と同様に解釈出来るが、冬期のもは融雪によるのであろう。真日本には冬期に雪としての降雨量の極大がある。北日本や高所の寒冷地では冬期の融雪は僅かであるが、城崎などでは比較的

融雪が早く、従つてこれが夏期と同様に、冬期の温泉湧出量増加の原因となることが考えられる。この場合は当然灌漑水との関係は考えられない。結局灌漑水の滲透は温泉源のかん養に役立たないこともないが、主たるものではないであろう。

次に別府温泉では、多雨季に湧出量が約50%増加したにもかかわらず、泉温、塩素イオン濃度、窒素ガス、酸素ガス共にほとんど変わらない温泉がいくつかある<sup>21)</sup>。これらは地下水の混入や、次に述べる温泉水の地層中への漏れの抑制では説明が難しく、降雨が温泉源そのもののかん養しているとみるべきであろう。

以上のように降雨は温泉源のかん養すると考えられる一方降雨は温泉の湧出量に変化を与える原因となるが、必ずしも温泉源のかん養に役立つのではないという見方もありうる。

温泉地では一般に深く掘るほど温度が高くなり、また溶解物質は濃くなる。このことは、温泉が深部から浅部に上昇してくる途中に、低温地下水と次第に混合してゆくことを暗示している。温泉水圧が地下水圧よりも優勢であれば、地表に温泉としてあらわれる。このような地下状況にあるとき、降雨によつて地下水圧が増加すれば、温泉の地下水層中への漏れを抑制する。このため温泉水圧は増加し、自然湧出にせよ掘さくによるにせよ、湧出量は増加し、湧出途中での冷却が少くなり泉温は上昇する。赤湯温泉<sup>27)</sup>では浅い地層中に人工的に注水を行ない、深層まで掘さくした温泉の湧出量を増加させている。この場合、すでに5年を経過したが泉温も化学成分も変わっていないという。このことは注入された水が温泉に化けるのではなくて、注水によつて温泉水の地層中への漏れが抑制されるためと察せられる。

別府温泉の北部にある“元かまど地獄”は降雨後 2, 3 ヶ月で湧出量は降雨前の約 3 倍に増し、泉温は沸点近くで変わらず、塩素量は変化が少なく約 10% 減少した程度であつた<sup>20)</sup>。もし地下水が混入したための湧出量増加であれば、依然として沸点近くの泉温を保つためには、もとの温泉水は 300°C 近くでなければならぬことになるが、そのような高い地中温度はまだ別府では観測されたことがない。地下水が混入したものであれば塩素量は約 1/3 に減じるはずであるが、事実はそんなに減少していない。前述の考え方に従つて、降雨が温泉源そのものをつかん養するとしてみても、地下水が深部まで短時間に循環してくるとは思えないと瀬野は述べている<sup>20)</sup>。

地熱地帯の塩素イオンは必ずしも火山性であるとは断じ難い点もあるが<sup>20)</sup>。火山由来であつても海塩由来であつても、湧出量の増加に伴つて同時に塩素イオンの産出量が増加することは、地下水の混入や温泉源の降雨によるかん養では説明し難く、降雨による地下水位の増加が本質的な高温温泉水の地層中への漏れを防いで該当温泉の湧出量を増加させると考えるべきではなからうか。

別府市街地の温泉群では、降雨による影響は海岸近くで小さく、海岸から遠ざかるにつれて著しくなる<sup>21)</sup>。また地下水位の上昇度も同様な傾向をもっている<sup>22)</sup>。従つて、降雨によつて地下水位が著しく上昇する地域では、温泉の漏れを防ぐだけでなく、地下水が温泉に混入する割合が増加することも考えられる。事実、別府では一部の地域でそのような現象が認められている<sup>16)</sup>。また別府では、湧出量に関係なしに泉温が夏低く冬高い温泉もある<sup>20)</sup>。これも地下水の混入によると考えられないこともない。一つの温泉地内の多くの温泉に関して、その泉温と化学成分の濃度が正の一次関係を示す場合があつて、この場合は、高温高濃度の温泉と地下水の混合として説明されている場合が多い。

以上述べたように、降雨によつて温泉の湧出量が増加するという現象に対して、第一は、降雨が温泉源そのものをつかん養する。第二は、降雨による地下水位の上昇が、温泉の地層中への無駄な漏れを抑えて温泉水圧を増加させる。第三は、降雨による地下水位の上昇のため、地下水の温泉への混入割合が増加する、という三つの異つた作用を考えることが出来る。温泉の個々の場合については、三つの原因のうち最も主なるものを推定することは可能であるが、一般にはこれらのすべての原因が関与しているのであろう。

第一の説明、すなわち降雨が温泉源そのものをつかん養するという考えに従えば、地下深所から上昇してくる高温の温泉水が既に多量の循環水を含んでいることになる。このような考えも BUNSEN の循環水説以来、多くの学者によつて述べられてきたものであつて、これを裏付けるような資料も多く発表されている<sup>2, 23)</sup>。しかし、温泉水の少なくとも一部分が岩しよう起源であることも否定出来ない。それは温泉の熱源を考える時、その大部分は岩しように由来すると考えねばならず、岩しようからの熱の運搬者として、その状態が気体であるか液体であるかは別問題としても、岩しよう水なる流体を考えねばならないからである。

岩しよう水が温泉水中に含まれる割合はいろいろな方法で推定されている。DAY と ALLEN<sup>1)</sup> はイエローストン公園の温泉について、沸点 93°C の温泉を生成させるのには、水蒸気の潜熱を利用するとして 13% の水蒸気が必要であり、この水蒸気を岩しよう性のものとした。水蒸気の総てが直ちに岩しよう水であるとは言えないが、一応、岩しよう水を熱量の運搬者として考えたものと解釈すべきであらう。岩しよう水中の重水量が地表水中のそれと異なるという見解にもとづいて、温泉水中の岩しよう水の割合を求めた人々もあるが<sup>17)</sup>、標準とする地表水の重

水量そのものが一定していないのでこのような方法による推定も信頼性はあまり高くない。別府温泉に於て、湧出量の年変化は月々の雨量に比例し、以後指数関数的に減少するが、この雨量に影響されない部分を岩しよう水による一定の供給と考えて、岩しよう水量 55% なる値が得られている<sup>14)</sup>。この値は他のものに比べて大きすぎるが、熱の収支から考えれば、約 200°C の熱水を岩しよう水と見立てたことになっている。

以上例をあげたように、温泉水の成り立ちは如何なるものか、岩しよう水ほどの程度温泉水に含まれているか、循環水が温泉として湧出して来るまでの間どのような過程を経て来るのか、等の問題を明らかにするのは、温泉の本質に触れる最も重要な問題であるにかかわらず、まだまだ前途遼遠といわなければならない。そこでこのような問題の一環として、温泉群の総湧出量とその受水区域の総雨量との関係について若干の考察を行なうことにする。

## 2. 温泉湧出量と雨量 (I)

一つの温泉地内の総湧出量については、温泉孔が多い地域では、一つ一つの湧出量を測定するのに多くの労力を要するために、以前は正確な資料が多く得られていなかった。別府温泉では 1924 年以來、京都大学および大分県によつて、今日まで 4 回の一斉調査が行なわれた。熱海温泉、伊東温泉でも別府について一斉調査が行なわれた。戦後は温泉行政上の必要から各温泉地で総湧出量の測定が行なわれるようになった。これらの値を年雨量と対比して表 1 に示す。

表 1 本邦温泉の湧出量と雨量

| 温泉名    | 1日総湧出量   | 流域面積 | 年比湧出量 | 年雨量       | 年比湧出量          | 平均泉温 | 文献 |
|--------|--|------|-------|-----------|----------------|------|----|
|        |  |      |       |           | 年雨量            |      |    |
| 別府(市街) | 1.88 × 10 <sup>4</sup>                               | 23.1 | 0.297 | 1.65      | 0.16           | 52.1 | 14 |
| 〃 (全)  | 4.7 × 10 <sup>4</sup>                                | 108  | 0.171 | 1.65      | 0.10           | 55.6 | 14 |
| 熱海     | 2.8 × 10 <sup>4</sup>                                | 18.7 | 0.781 | 1.66(横浜)  | 0.33           | 47.5 | 9  |
| 伊東     | 4.5 × 10 <sup>4</sup>                                | 49.0 | 0.133 | 1.66(〃)   | 0.20           | 62.0 | 9  |
| 小浜     | * 3.28 × 10 <sup>4</sup><br>(1.52) × 10 <sup>4</sup> | 7.9  | 0.71  | 1.97(長崎)  | 0.80<br>(0.37) |      | 12 |
| 白浜     | 2.28 × 10 <sup>4</sup>                               | 3.23 | 3.74  | 1.95      | 1.92           | 68.9 | 30 |
| 登別     | 7.4 × 10 <sup>3</sup>                                | 11.4 | 0.26  | 1.12      | 0.23           |      | 9  |
| 袋田     | 7.2 × 10 <sup>3</sup>                                | 1.37 | 9.65  | 1.15      | 8.42           | 40.2 | 10 |
| 草津     | 4.9 × 10 <sup>4</sup>                                | 6.47 | 1.92  | 1.83      | 1.05           | 43.0 | 10 |
| 雲仙     | 4 × 10 <sup>2</sup>                                  | 1.03 | 0.14  | 2.59      | 0.055          | 66.2 | 13 |
| 城崎     | 1.21 × 10 <sup>3</sup>                               | 4.28 | 0.103 | 1.95(豊岡)  | 0.052          | 54.5 | 8  |
| 上諏訪    | 1.1 × 10 <sup>4</sup>                                | 380  | 0.011 | 1.01(松本)  | 0.011          | 64.5 | 5  |
| 指宿     | 1.6 × 10 <sup>4</sup>                                | 20.4 | 0.234 | 2.17(鹿児島) | 0.11           |      | 9  |
| 玉川     | 1.3 × 10 <sup>4</sup>                                | 14.9 | 0.318 | 1.79      | 0.18           |      | 9  |

\* 海水混入分を補正した値<sup>6)</sup>

これらの資料を用いるにあつて、その精度について一応吟味する必要がある。温泉湧出量は季節によつて変化するものであるから、年変化の状態と測定季節がはつきりしていなければ資料としての価値は低い。別府に於ては湧出量の年変化は平均値より 10% の巾で変動しており、7月または8月の測定値の誤差は 10% 以内であることがわかっている。

一般に温泉の湧出量測定は湧出量の多い夏から秋にかけて行なわれることが多い。草津温泉

は 11 月に行なわれたが、30%の変動があるといわれている<sup>14)</sup>。海岸温泉は潮汐の干満によつて湧出量が著しく変化し、別府や伊東では干潮時には全く湧出を停止するものもあつて、一つの温泉の湧出量としては意味のないことさえあるが、多くの温泉が海岸近くにあつて、1ヵ月という月日を要して一つ一つの湧出量を測定しこれらの和を出すときには、潮汐の位相のあらゆる時刻に測定したものの集りとなるから、平均潮位に対する総湧出量に相当するものとなり統計的に有意義となる。白浜温泉、小浜温泉は海岸に近くかつ潮位そのものの変化も少くないが、一つ一つの湧出量が多量で潮汐影響の全体に対する割合は少ないから、総湧出量の誤差は比較的小さい。日本海の潮位変化は太平洋、瀬戸内海に比して小さいのでこのような考慮は重要でない。以上のように考えれば、表 1 の総湧出量を直ちに 1 年の湧出量に換算しても大きな誤りはないであろう。

一方、年総湧出量に対応させる雨量にも問題は少なくない。表 1 に示すように、各温泉地の受水区域が 10 km<sup>2</sup> 以下であるものは、その区域内の一点の雨量で全体を代表することにあまり問題はない。しかしその区域内に雨量測定のないときは近接地の雨量で代表しなければならぬ。この場合、それが平地続きにある場合はよいが、山をはさんだ両側にあるような時は必ずしも適切であるとは言ひ得ない。また別府の如く区域が広く且つ山岳地域を多く含む時は、市街地の雨量で代表さすのは過少であるかもしれない。このように表 1 の雨量にも多くの問題が含まれているけれども、前述の総湧出量と対比するにはそれほどの精度を必要としないから、ここでの議論に対する資料として利用してよいと思われる。

次に温泉湧出量と雨量の対比を便にするために、1 年間の温泉総湧出量をその受水区域の面積で除したものを「比湧出量」と称し、表 1 に併記した。この値は直ちに降雨量と比較出来るものであつて、1 年間の温泉湧出量の全量が、流出せずに受水区全体に滞留したときの水深を表わすものである。これは河川流出量を受水面積で除した値、すなわち比流量<sup>15)</sup>に対応するものである。表 1 の最後には、この比湧出量と雨量の比を示した。この比は降雨が温泉水となるとしたとき、その寄与する割合をあらわすものである。

### 3. 河川流出量と雨量

温泉の 1 年間の総湧出量と雨量を比較議論する前に、河川流出量と雨量の関係について一考する。降雨の一部は蒸発し、一部は地下に入らずに直ちに河道に入る表面流出となる。また一部は一応地下に透過するが間もなく河道に入る。これは中間流出と呼ばれるものであるが、一般には表面流出の中に含まれる。最後の部分は地下に透過し、降雨後乾季に至るも次第に減量しながら河川へ流れでるもので、地下水流出と呼ばれるものである<sup>15)</sup>。これらの流量の比率は、河川によつて種々なる値をとるものであつて、恐らく大きい差があるものと思われる。瀬野<sup>24)</sup>が、一、二の例について推算したものがあるので表 2 に示す。このうち地下水流出で示されたものの一部が温泉源のかん養に役立つものである。黒部川に於て、融雪量のうち一部は表面流

表 2 河川流量の水収支

| 河 川 名       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 雨 量   | 蒸発量 | 表面流出 | 融雪量 | 地下水流出 |
|-------------|----------------------------|-------|-----|------|-----|-------|
|             |                            | (mm)  | (%) | (%)  | (%) | (%)   |
| 黒 部 川 上 流   | 287                        | 4045  | 17  | 15   | 38  | 31    |
| 肝 属 川(鹿児島県) | 450                        | *2941 | 8   | 15   | —   | 77    |

出となるものがあるであろうが、一部は確かに地下に滲透すると推定される。肝属川は九州南部の河川であつて、流域に積雪はないと思われる。この、一、二の例で全体を推定するのは危険であるが、雨量の 80% 近くまでも地下に滲透するものがあるということがわかる。

#### 4. 温泉湧出量と雨量 (II)

表 1 に示す温泉の湧出量についてみると、大きな温泉地では、その程度が  $10^4$  m<sup>3</sup>/日 のオーダーで示されることは興味深い。この点についてはすでに岩崎ら<sup>4)</sup> によつても指摘された。ここでは平均温度の資料が揃っていないので熱量としては示していないが、平均泉温はおよそ 50~100°C の間にあるから、熱量を計算しても大体桁が揃うであろう。この事実は、日本における後火山作用、それも数百万年を経た今日における放出熱量のオーダーを示すものである。

温泉の比湧出量はそれぞれの温泉地で異つており、さらにこれと年雨量との比は各温泉地で非常に異つている。このことについてはいろいろの解釈が出来る。第一に、降雨は温泉源をかん養しているとは言えないという考えである。第二に降雨が温泉源をかん養していても、なお十分に熱源からの熱供給を温泉化していないとする考えである。第三に、もしこのように温泉源としての熱源の最大オーダーが決つていることによるものならば、年雨量のうちの他の部分は単なる冷地下水として再び河川に流れてゆくものと解釈される。以上の解釈はお互に排反的な内容を持つていて、更に温泉が開発され得るかどうかによつて、いずれの考えがより適切かわかるであろう。

次に特に注意すべきものについてのべる。

a) 別府温泉 (旧市街のみ) では数年間湧出口の新掘増加変動があるにもかかわらず、総湧出量がほぼ一定しているので、この地域の総湧出量は地下で生成される温泉の供給量にほぼ近いものではないかと思われる。熱海温泉や伊東温泉についても同様なことがいえる。別府の比湧出量対雨量は 16% であるが、上水道として利用しているものは前節で述べた地下水流出にあたるので、これを加えれば約 30% になり、地下水流出の大部分を利用していると考えられる。

b) 熱海温泉の比湧出量対雨量の比は別府温泉に比して大きい。地形は別府よりも急傾斜であり表面流出も大きいと想像されるのにこの比が大きい。上水道を加えると雨量に対してその半ばに及んでいる。熱海温泉では一部に海水の混入が確認されており<sup>28)</sup>、そうでない地域でも塩素イオンの源は海水にあるとする説もあるから<sup>3)</sup>、この比が大きいのはこのような点に起因しているかもしれない。

c) 小浜温泉<sup>12)</sup> の比湧出量対雨量の比も大きい。ここでも海水の混入が 52% にも達するという説<sup>6)</sup> があるので、これを考慮に入れて補正したものを表中に併記した。それにしてもなお大きな値を示している。一方その上流にある雲仙温泉<sup>13)</sup> は著しく小さい値を示しているので、小浜温泉の受水区域を更に背後に拡げて考えるべきであるかもしれない。

d) 白浜温泉の比湧出量は雨量より大きい。白浜温泉もまた海水の混入によつて塩素イオン量が著しく増加している<sup>7)</sup>ので、平均塩素イオン量から海水の混入比を求めると約 17% になる。しかしこれを以つて補正するもなお大きい値を示す。白浜温泉は東西に大きい断層が走り、温泉帯水層は水成岩であつて、受水区域が地形上の分水嶺以外に拡つていることが推定される。

e) 登別温泉も比湧出量と雨量の比は大きい方である。袋田温泉は特に著しく大きい。これは分水嶺のとり方に問題があると同時に湧出量測定にも少し疑問がもたれる。

f) 草津温泉では比湧出量は雨量よりも大きく且高温である。前者は上の例と同様一応は分水嶺のとり方に疑をいだかせる。しかし地形的に詳しく考察すれば受水区域を拡げる事は考えにくい。また雨量も草津に於て測定せられたものであり、受水区域も小さいので比湧出量も雨量も充分正確と思われる。このような状況から、あるいは草津温泉では岩しよう水の供給が多いのかもしれない。

## 5. 要 約

1) 降雨によつて温泉湧出量が増加するが、その理由としては、第一に降雨が温泉源そのものをかん養する。第二に降雨による地下水位の上昇が温泉の地層中への無駄な漏れを防ぐ。第三に地下水の温泉への混入割合が増加する。という三つの説明が考えられる。温泉の個々の場合については、三つの理由のうち最も主なものを選定することも出来る。

2) 温泉の熱源を考えると、岩しようからの熱エネルギーの運搬者として岩しよう水を考えねばならない。しかし岩しよう水を物理的・化学的に循環水と区別して、具体的につかむことはまだ困難である。

3) 一つの温泉地での総湧出量は、日本では大きいもので  $10^4 \text{ m}^3/\text{日}$  のオーダーである。これは本邦に於ける後火山作用の程度を示すものかも知れない。

4) 温泉の湧出量をその所在地の地形的受水区域の面積で割つた値を比湧出量と定義した。この値と雨量との比は各温泉地によつてまちまちであつて、これは後火山作用そのものは降雨と関係のないことを示している。

5) 比湧出量と雨量の比が小さいものは、後火山作用が小さいのか温泉開発が不充分であるのか明らかでない。この比が大きいものについては、海水の混入や、実際の受水面積が地形的なものより大きいことや、また岩しよう水の混入量が比較的多いなどのことが考えられる。

終りに御指導戴いた瀬野教授に感謝する。

## 文 献

- 1) A. L. DAY・E. T. ALLEN: *Joul. Geol.*, **32**, 178 (1924).
- 2) G. J. FERGESON・F. B. KNOX: *New Zealand Jour. Sci.* **2**, 431 (1959).
- 3) K. HONDA・T. TERADA: *Publ. Earthq. Invest. Comm.*, **4**, 51 (1906).
- 4) 岩崎・小沢・吉田・岩崎・鎌田: 火山学会 1961 年春季大会講演.
- 5) 稲垣・千野・竹内: 上諏訪市温泉研究報告 No. 10 (1960).
- 6) 石川: 佐世保商科短期大学紀要, 第 1 集, **1** (1953).
- 7) K. KIKKAWA: 地球物理, **9**, 85 (1954).
- 8) 城崎町温泉事務所資料 (1958).
- 9) 松永: 温泉研究 第 6 号, 24 (1956).
- 10) 松永: 温泉研究 第 15 号, 44 (1959).
- 11) 三浦: 温泉研究 第 13 号, 66 (1958).
- 12) 長崎県: 小浜温泉関係資料 (1956) (プリント).
- 13) 長崎県: 雲仙温泉利用状況調査 (1960) (プリント).
- 14) 野満・池田・瀬野: 地球物理, **2**, 97 (1938).

- 15) 野満・瀬野: 新河川学 (1959).
- 16) 野満・山下: 地球物理, **4**, 233 (1938).
- 17) 小穴: 日化, **60**, 995 (1939).
- 18) 温泉研究会: 温泉研究第 17 号, 48 (1959).
- 19) 瀬野・山下: 地球物理, **2**, 132 (1938).
- 20) 瀬野: 地球物理, **2**, 359 (1938).
- 21) 瀬野: 地球物理, **2**, 152 (1938).
- 22) 瀬野: 地球物理, **4**, 280 (1940).
- 23) 瀬野・湯原: 日化第 14 回大会講演要旨集, 54 (1961).
- 24) 瀬野: 未発表
- 25) F. E. STUDD: *New Zealand Jour. Sci. & Tech.*, **B 38**, 595 (1957).
- 26) 杉原: 日化, **81**, 884 (1960).
- 27) 鈴木: 温泉科学, **9**, 92 (1958).
- 28) K. YUHARA: *Mem. College, Sci. Univ. Kyoto*, **A 29**, 283 (1961).
- 29) 湯原: 火山, 第 2 集, **6**, 115 (1961).
- 30) 中村・前田・鈴木: 地質調査所月報, **9**, 357 (1958).