

温 泉 科 学

第 13 卷 第 3・4 号

昭和 38 年 2 月

原 著

佐賀県温泉の化学的研究 (第 3 報)

武雄温泉について

佐賀大学文理学部化学教室

飯盛喜代春・江口 欣也・高口 克子
甲木 和子・師岡 勝美・宮原 綱子
原 恭子

(昭和37年2月13日受理)

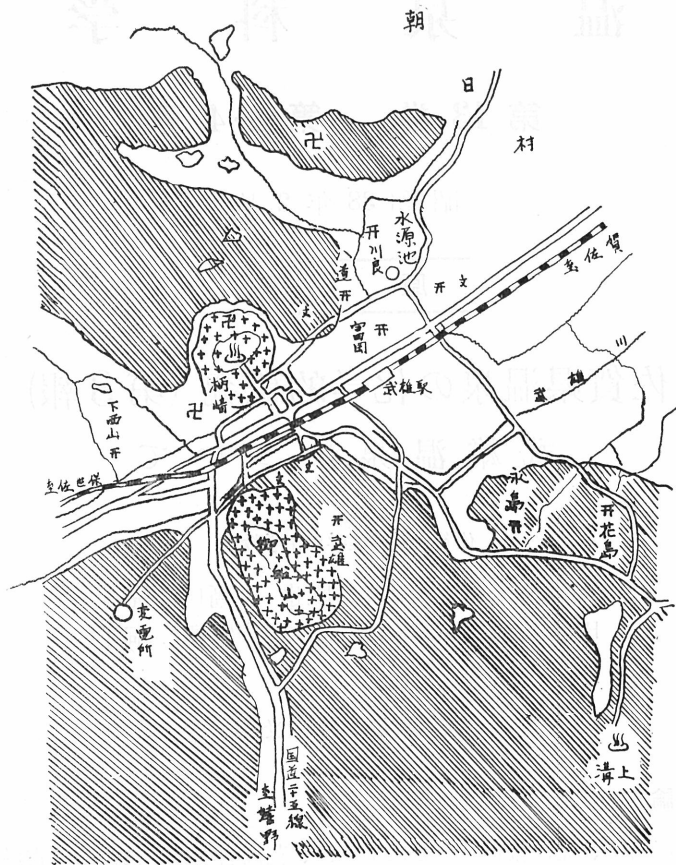
1. 緒 論

佐賀県に湧出する温泉は、先に報告¹⁻²⁾したように、花崗岩地帯に湧出する古湯温泉と、それ以外の地域すなわち、堆積岩地帯に湧出する温泉、嬉野、武雄、若木、佐里等の各温泉である。後者の温泉群は大部分ボーリングによるポンプ汲上げであるが温度が高い。このうちでも嬉野温泉が泉温も最高のもがあり、泉源も多く、化学成分の含有量もすこぶる多い。武雄温泉がこれついでいる。嬉野温泉に関しては古賀による報告³⁾があるが、武雄温泉についてはまだ詳しい報告は見当たらない。そこで武雄における温泉群の化学成分を定量し、地質的な条件と湧出状態、泉温、pH および化学成分等の各泉源についての関連性を総括的に検討したので報告する。

2. 地形および地質

武雄温泉は佐賀県の南西部寄りの沖積地帯に存在し、先に報告した西部温泉群の一つであり、武雄市の略北西部に湧出する。温泉の北西部には桜山と称せられる第三紀層を貫いた石英粗面岩が聳えている。武雄市は東から南にかけて平坦な沖積層の水田に囲まれ、南方から西方に向うにつれて山々が接近し、その間を東西に国鉄佐世保線、国道、武雄川が通っている。このように武雄市は四方を山々に囲まれた盆地であり、町の西方に行くにしたがい斜面をなし、南方には海拔 200m の御船山があり、丘陵地帯をなしている。

武雄地帯の地質を概観すると、第 1 図に示すように、第三紀層が広く発達しており、町の北東にある拍嶽はこれを貫いて出た玄武岩がこの上につけている。御船山、蓬萊山は同じく第三紀層を貫いて出ている石英粗面岩質であり、この現象はその他小楠、甘久地帯にも見られる。この他には第三紀層

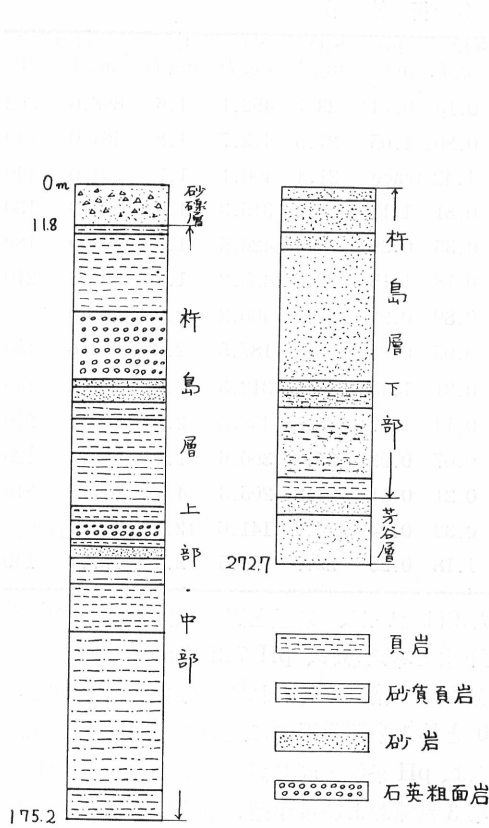


第1図 武雄温泉附近地質図

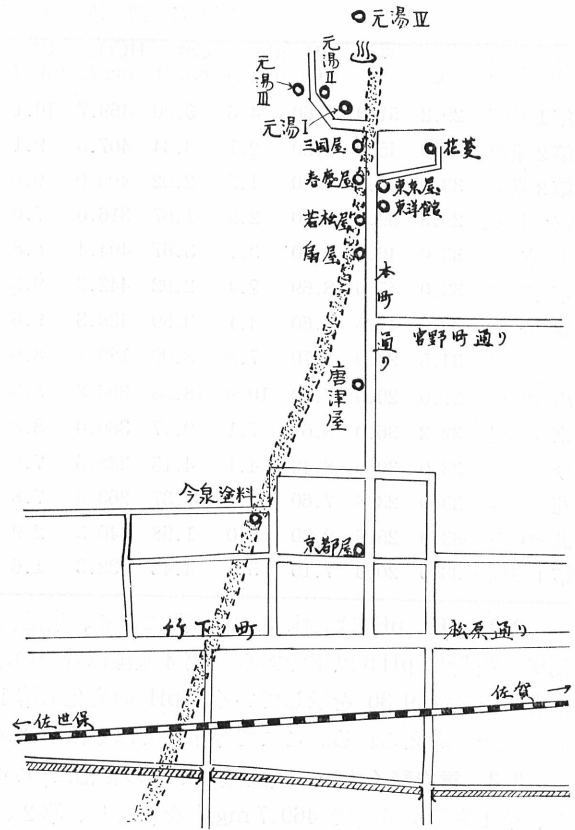
を覆つて洪積層と思われる礫層と田畑を作つている沖積層の砂利が低地に広く発達している。第三紀層は甘久、花島、競輪場、萩尾に出ている地層で、この付近では主として砂岩と頁岩とから成つている。これらの状態は第2図の第一水源地井戸試錐柱状図で知られている。

これによると砂岩、頁岩、石英粗面岩と交互に層を成しており、最下部の基岩として花崗岩があり、その上に蔽木層、芳谷層、杵島層等の順に存在している。礫層は川良付近から下流に向い杵島地帯の低地に広く発達し、粘土又は砂の中に多量の中礫を有している。この沖積層を貫いて出た石英粗面岩と沖積層(第三紀層)との接触面が第一源泉(桜山の南ふもと)を起点とし、温泉通りの中町を西に少しそれて南西に走つており、武雄川を横切つて、嬉野国道付近へと続いている。これを今仮りに温泉脈と呼ぶことにする。したがつてこの接触面より東は純然たる沖積地帯(第三紀層)であり、西は石英粗面岩質と明瞭に分離されている。この境界面は温泉(第一源泉)の北、桜山のトンネル付近に露頭として現われている。武雄温泉はこの接触面にそつてボーリングされて汲み上げられている。一方自然湧出している溝の上鉱泉は上記の温泉群と異なつており、温泉脈とは関係ないと考えられるが、武雄の南東約4kmの地点にあり、この辺の地質は第三紀層を貫いて隆起した安山岩地帯をなすこの岩石の裂カ中より湧出していると考えられる。これら安山岩は多良岳を構成する安山岩と類似性がある古期両輝石安山岩であると推定される。この泉温は低く水は澄明である。

温泉水の採水地点は第3図に示す通りである。No. 9以外はすべて動力によるポンプ揚水である。



第 2 図 水源池井戸地層柱状図



第 3 図 泉源分布図

以前は温泉株式有社の第 1 泉源の北側の石英粗面岩の裂カ中より自然湧出していたが、現在、ボーリングによってポンプ汲上げになつてから水位が減り自然湧出はしていない。

3. 泉質および検討

分析方法は第 1 報りに準じて行つた。

分析を行つた結果は第 1 表に示す。

3.1 泉 温 第 1 泉源が最高で 51°C を示し、それより南に行くにつれて低くなつており、この温泉群の南端の京都屋において 36°C を示している。特別に扇屋と唐津屋が幾分低めでそれぞれ 28°C、20°C となつている。第 2、第 3 泉源、三國屋、春慶屋、東洋館、東京屋等は第 1 泉源より幾分低めであるが、40°C~50°C の間である。その泉源よりやや離れた所に湧出する花菱の泉温は低い化学成分に特徴がありカルシウム、マグネシウムが非常に多い。前に示した温泉の脈を考えれば、本町通りを幾分西寄りにずれているので、第 1 泉源付近が一番高く、南に行くにつれて泉温が低くなつていくことは理解される。また、今泉泉は他の井戸に比して温度が高く、30°C を示し位置的なことより、丁度温泉脈上にあるためではないかと考えられる。何れもポンプ揚水であり、浴槽流入点で測定採取したのであるから実際の温度より幾分低い値を示している。また溝の上温泉では異なつた地質より湧出しているのでこの温泉群とは関係はないと考えられる。

第1表 武雄温泉分析結果

| 温泉名 | 気温 °C | 泉温 °C | pH (°C) | Mg ²⁺ (mg/l) | Ca ²⁺ (mg/l) | HCO ₃ ⁻ (mg/l) | Cl ⁻ (mg/l) | SO ₄ ²⁻ (mg/l) | Fe (mg/l) | SiO ₂ (mg/l) | Na ⁺ (mg/l) | K ⁺ (mg/l) | 蒸発残渣 (mg/l) | 深さ (m) |
|------|----------|----------|------------|----------------------------|----------------------------|---|---------------------------|---|--------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|-----------|
| 第1泉源 | 29.2 | 51.0 | 8.60 | 4.6 | 3.00 | 469.7 | 10.1 | 0.15 | 0.74 | 23.7 | 452.1 | 1.6 | 698.6 | 302 |
| 第2泉源 | 33.0 | 45.2 | 8.50 | 2.7 | 3.34 | 407.5 | 9.1 | 0.80 | 1.05 | 21.5 | 412.7 | 1.8 | 464.0 | 140 |
| 第3泉源 | 33.0 | 40.5 | 8.80 | 1.5 | 2.92 | 406.9 | 9.0 | 1.42 | trace | 21.4 | 400.1 | 1.7 | 734.0 | 140 |
| 三国屋 | 29.5 | 39.5 | 8.40 | 2.9 | 1.67 | 316.0 | 7.0 | 0.81 | 1.13 | 26.1 | 315.3 | 1.4 | 538.8 | 130 |
| 東京屋 | 33.0 | 46.0 | 8.30 | 3.7 | 3.67 | 404.4 | 8.8 | 0.35 | 0.39 | 27.4 | 426.5 | 1.8 | 668.0 | 180 |
| 東洋館 | 33.0 | 47.0 | 8.69 | 2.4 | 2.92 | 442.3 | 9.3 | 0.18 | 1.15 | 22.6 | 435.2 | 1.8 | 831.8 | 210 |
| 春慶屋 | 30.0 | 41.5 | 8.60 | 4.1 | 3.59 | 436.8 | 9.6 | 0.89 | 0.92 | 27.2 | 400.2 | 2.0 | 628.0 | 不明 |
| 扇屋 | 34.5 | 28.0 | 7.70 | 7.8 | 8.09 | 189.1 | 8.6 | 0.05 | 0.98 | 26.2 | 187.5 | 2.8 | 324.6 | 180 |
| 唐津屋 | 31.0 | 20.0 | 7.90 | 10.9 | 18.58 | 306.8 | 8.3 | 0.31 | 1.43 | 26.9 | 312.3 | 3.5 | 509.8 | 145 |
| 京都屋 | 32.2 | 36.0 | 8.61 | 7.1 | 9.17 | 380.0 | 8.8 | 0.14 | 1.07 | 25.1 | 452.5 | 2.7 | 700.2 | 210 |
| 今泉 | 33.0 | 30.0 | 8.40 | 4.1 | 4.15 | 388.6 | 7.9 | 0.07 | 0.98 | 25.8 | 390.6 | 1.4 | 610.8 | 120 |
| 花菱 | 33.0 | 23.8 | 7.60 | 31.9 | 37.37 | 263.5 | 7.8 | 0.21 | 0.11 | 24.8 | 205.3 | 4.1 | 677.8 | 210 |
| 溝の上 | 33.0 | 25.5 | 9.30 | 2.0 | 1.58 | 140.3 | 2.9 | 0.32 | 0.44 | 24.4 | 141.6 | 12.2 | 246.8 | 自然湧出 |
| 第4泉源 | 33.0 | 20.3 | 7.15 | 5.4 | 4.42 | 32.3 | 1.6 | 1.18 | 0.20 | 20.7 | 29.5 | 2.4 | 107.4 | 140 |

2.3 pH pH は大体 8~9 の間にあり、泉温程大差はないが、泉温と同じ傾向を示している。扇屋と花菱が pH 8 以下である。第 4 泉源は普通の地下水と考えられ、pH 7.2 を示している。最高は溝の上泉で 9.30 を示している。pH の変化も第 1 泉源より南に行くにつれて幾分低目となっており温泉脈上と考えられる。ここで今泉泉ではやはり 8.40 と第 1 泉源附近のに近い値を示している。

3.3 重炭酸イオン 重炭酸イオンの変化については、pH 泉温と同じ傾向を示している。すなわち、第 1 泉源が最高で 469.7 mg/l を含有し、第 2、第 3 泉源および東洋館、東京屋、春慶屋など第 1 泉源付近の温泉は 400 mg/l 以上であり、それより中町を南へ行くにつれて減少している。これもやはり温泉脈を離れるにつれて低い値を示している。今泉泉は重炭酸イオンも 388mg/l と 400mg/l 近い値となつている。第 4 泉源は 32mg/l で最低値となっており、これは単なる地下水ではないかとも考えられる。それから溝の上泉、扇屋が割合に低く 180mg/l である。

3.4 カルシウム、マグネシウム カルシウムおよびマグネシウムは一般に少く 5mg/l 以下であり、マグネシウムよりカルシウムが非常に多く約 4~5 倍位存在する。カルシウムが多いのは唐津屋、第 4 泉源、花菱泉等であるが、そのうちでも花菱泉はずばぬけて多く 37.3mg/l を示している。またマグネシウムの量もカルシウムと同じように変化し、扇屋、唐津屋、花菱泉等が多く、そのうちで花菱泉が最高 6.63mg/l 含有している。佐賀県の温泉では比較的にカルシウム、マグネシウムの含有量は少い。カルシウムは第 1 泉源を離れるにつれて多くなつている。

3.5 鉄 鉄の含有量は非常に少く、全体を通じて 2mg/l 未満であり、最高は唐津屋の 1.43mg/l である。鉄に関しては特に関連性は見られない。

3.6 硫酸イオン 非常に少く、最高は第 3 泉源の 1.42mg/l で、その他第 4 泉源の 1.18 mg/l で他は 1mg/l 以下である。これも各温泉の間には関連性は見られない。

3.7 塩素イオン、珪酸 共に各泉源について関連性は見られず、特に珪酸は 20.7mg/l~27.4 mg/l の間である。また塩素イオンについても同じような傾向を示し、溝の上泉と、第 4 泉源が非常に少いが、他は 7~10mg/l の間で増減している。

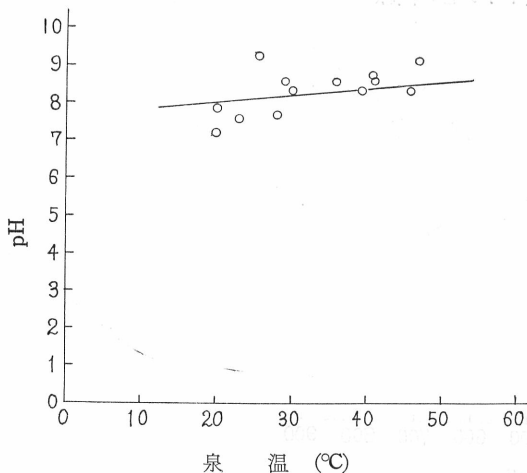
3.8 蒸発残渣 主として溶解性残渣を示すが、第 1 泉源から遠ざかるにつれて幾分低い

値を示している。pH や泉温ほどの差は考えられないが、塩素イオンと大体同じような傾向を示し、特に少いのは溝の上泉と第4泉源であり、それ以外は 460mg/l 以上の含有量を示している。最高は東洋館の 831.9mg/l である。今泉泉では地下水にしては比較的多い残渣量 610.8mg/l である。その他扇屋が割合に低い値を示している。

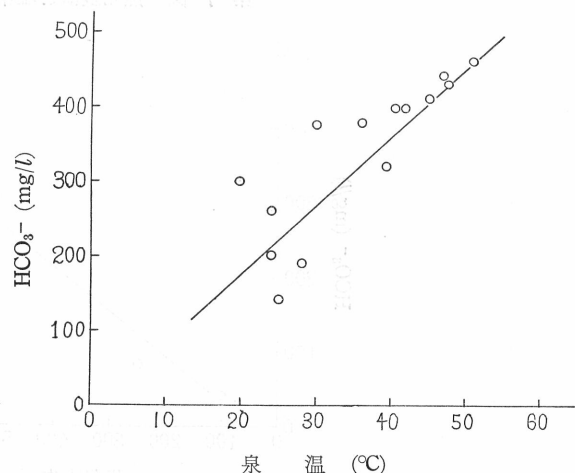
3.9 ナトリウム、カリウム ナトリウム、カリウムは温泉の化学的性質を検討するのに重要な要素である。武雄温泉群でナトリウムの最高は京都屋のもので 452.9mg/l であり、カリウムの最高は溝の上泉のもので 12.2mg/l となっている。ナトリウムの含有量の多いものは第1泉源の近くのもので大部分が 400mg/l 以上であり、これより温泉脈を離れるにつれて、また、第1泉源から南西に進むにつれてだんだんと減少している。今泉泉は第1泉源から離れているが、温泉脈上にあると推定されるように、ナトリウムも 390mg/l と第1泉附近のものに近い値となっている。特に花菱泉と溝の上泉が上記温泉群と違ってナトリウムが非常に少なく、カリウムが極めて多い。これは地質的な相異から来たものと考えられ、実際前記の通り花菱泉は堆積岩地帯、溝の上泉は安山岩地帯より湧出している。カリウムの変動はナトリウムほど激しくなく、第1泉源附近は約 2mg/l である。また、第4泉源はナトリウムが非常に少なく、第1泉源とは全然異つたものであると推定される。

3.10 泉温、蒸発残渣、pH、重炭酸イオン、塩素イオン、ナトリウム、カリウムの相互関係 第4図～第12図に示すように泉温と pH、重炭酸イオン、蒸発残渣、ナトリウム、カリウムのそれぞれとの関係、蒸発残渣と塩素イオン、重炭酸イオン、ナトリウムのそれぞれとの関係、ナトリウムとカリウムの関係について検討した。

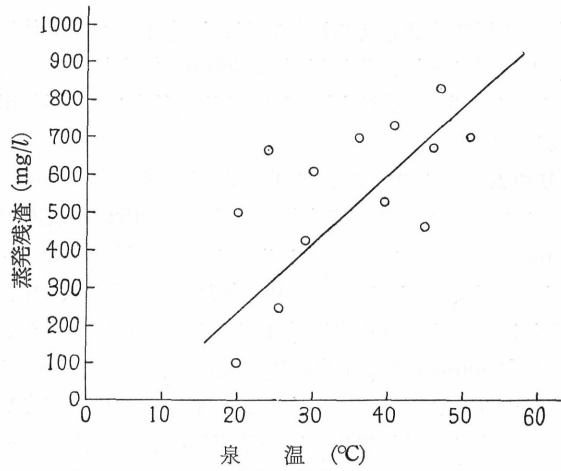
泉温と pH との関係は第4図に示すように泉温の高低に関係せず、ほぼ一定の値を示している。しかし泉温の高い方は幾分か pH も高くなる傾向はあるがほとんど変らない。泉温と重炭酸イオンとの関係は第5図に示すように泉温と略比例的な関係がみられる。すなわち泉温の高いものほど重炭酸イオンの量が多く 50°C で最高を示して、泉温が下つて来るとバラツキが大きくなっている。これは温泉水が地下水の混入によつて大きく変動するためと思われ、泉温も低くなるにつれて重炭酸量も減少しており、重炭酸イオンの量が多いことは地下水の混入が少ないのでないかと思われる。泉温と蒸発残渣との関係は第6図に示すように、これも泉温の高いものほど多く、低いものほど少く、重炭酸イオンと同じ傾向を示しているが、バラツキの程度が大きいようである。



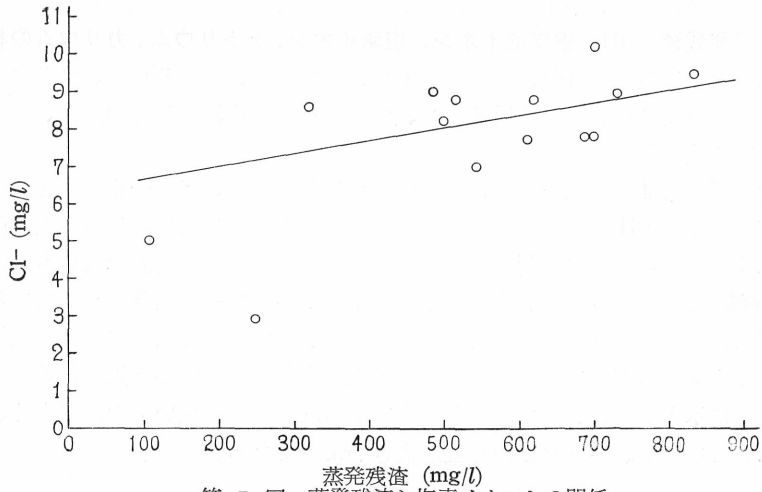
第4図 泉温との pH 関係



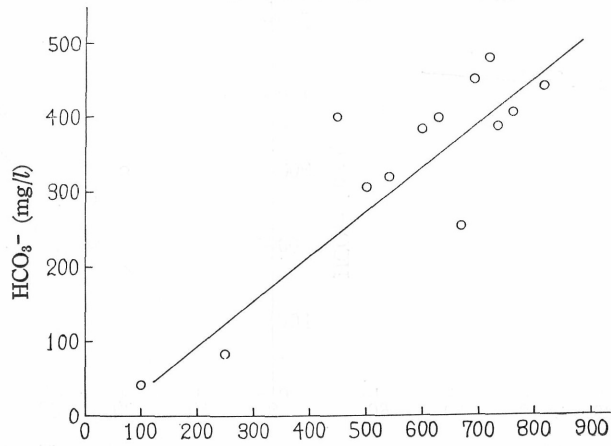
第5図 泉温と重炭酸イオンとの関係



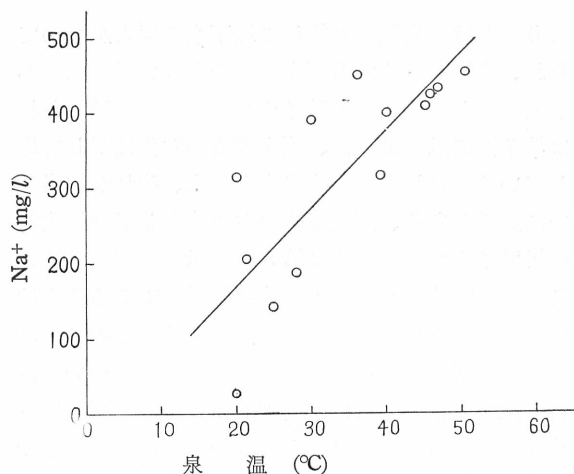
第 6 図 泉温と蒸発残渣との関係



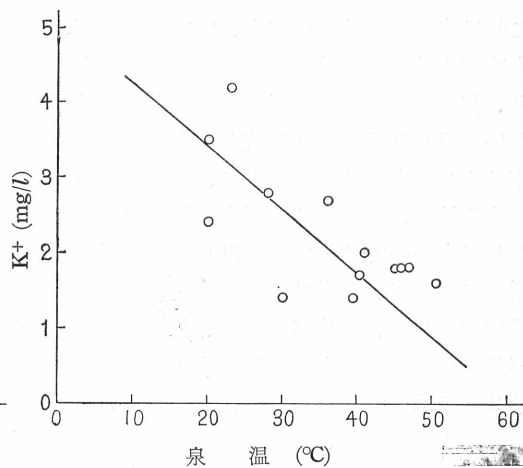
第 7 図 蒸発残渣と塩素イオンとの関係



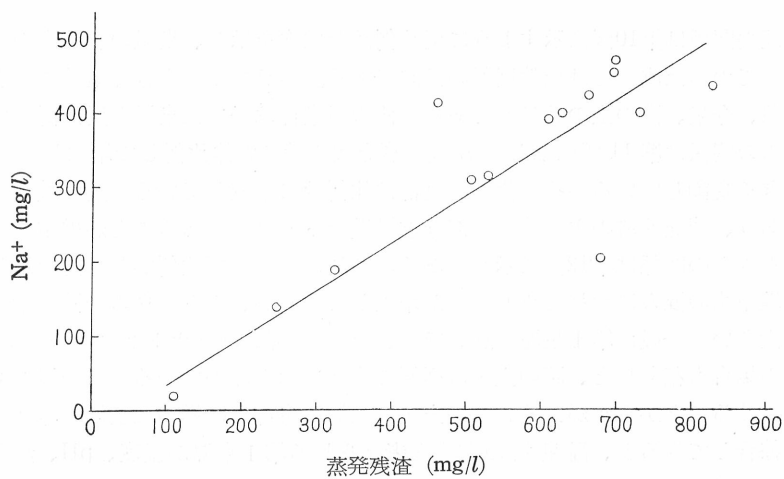
第 8 図 蒸発残渣と重炭酸イオンとの関係



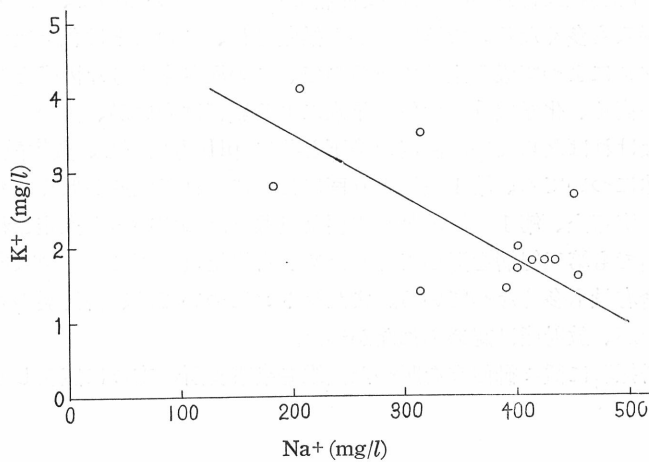
第 9 図 泉温と Na⁺ との関係



第 10 図 泉温と K⁺ との関係



第 11 図 Na⁺ と蒸発残渣との関係



第 12 図 Na⁺ と K⁺ との関係

これは泉温が低くなつても、いいかえれば、泉源よりまたは温泉脈より離れて地下水の混入があつても溶解成分はその地質の状態に関係するものと思われ、泉温が低くても蒸発残渣の大きいものがあり、花菱泉などはその例である。従つて地下水の混入に関しては、重炭酸イオンほど著明には表われないと思われる。蒸発残渣と塩素イオンとの関係は第7図に示すように、蒸発残渣の変化に対して塩素イオンはあまり変化せず、ほぼ一定の値を示している。これも温泉水自身よりも、それが湧出して来る地質、混入する地下水の附近の地質とは大いに関係があり、蒸発残渣の主成分としては塩化物として少いのではないかと思われる。蒸発残渣と重炭酸イオンとの関係は第8図に示す。蒸発残渣の増加につれて、重炭酸イオンの量も増している。このことは蒸発残渣の大部分は炭酸塩であることは推定できるが、幾分バラツキがあるのは、湧出している母岩の相異であろうと思われる。このことはバラツキの大きいものとして第2泉源、花菱泉でありその例といえる。泉温とナトリウムについては第9図に示す通りであるが、泉温の高いものほど含有量大きい。これも重炭酸イオンと同じように、第1泉源より、温泉脈より離れるにつれて少くなっている。バラツキの大きいものは温泉脈をやや離れているものである。また第4泉源は非帯に少く、これもこの温泉群とは異つたものであることがわかる。

カリウムと泉温の関係は第10図に示すように反比例的な傾向を示し、泉温の高いものほど含有量は少い。これは今までのべた成分とは全然反対の傾向である。バラツキも大きく極端に大小の変化のあるのは、第4泉源、今泉、溝の上の各泉源である。他の温泉群は一般に泉温と反比例している。蒸発残渣とナトリウムの関係は第11図に示してある。蒸発残渣量に大体比例して増加している。第2泉源、花菱泉が大きく変動しているがその他の温泉群は比例的に増減している。重炭酸ナトリウムと同じような傾向であり、蒸発残渣の主成分は大部分重炭酸ナトリウムであることが推定できる。次にナトリウムとカリウムとの関係は第12図に示してある。これはお互に反比例的な傾向を示し、ナトリウム減少すなわち地下水の混入につれてカリウムが増加しているが、ナトリウムの減少量の方がカリウムの増加量より大きい。一般に第1泉源に近いほど、温泉脈に近いほどナトリウムの量が大きく、カリウムが少い。この場合も花菱泉と、溝の上泉は極端に大きい値となつている。この場合も母岩の性質に大きな影響をうけることがうかがえる。溝の上泉は武雄温泉群とは異つた泉源と考えた方がよい。

以上のことを総合してみると、温泉脈の起点と考えられる第1泉源が温度、pH、蒸発残渣、重炭酸イオン等最大値を示し、これより中町を南に行くにつれて次第に低値を示すようになる。武雄温泉は温泉脈すなわち、第3紀層と石英粗面岩との接合点より湧出しているので、この接触面より遠ざかるにつれて地下水の混入も多くなるのではないかと推定され、このことは化学成分の変化から検討できると思う。ポーリングによつて汲み上げてあるので、この深さも大きな因子となつている。一般に深いものがより温度が高く、化学成分その他地下水による影響は少いが、浅いもの程その影響が大きいことも考慮に入れなければならない。温度の降下と共に pH も低下し、重炭酸イオンも減少している。また温泉脈自体についても、第1泉源より南に行くにつれて温度が低くなり、地下水の混入が多くなることを示し、實際上、第1泉源地帯が主要な泉源となつていると推定される。

佐賀県の温泉のうちでも第三紀層を通つてくるため、古湯温泉のごとく純火成岩地帯の温泉と比べると化学的の含有量も多くなつている。またラドンについては、科研製のローリッツエン検電器による測定を行つたが、放射能は認められなかつた。

終りに本実験の試料採取に種々御便宜を賜つた武雄温泉事務所の方々に感謝します。

文 献

- 1) 飯盛、松尾、温泉科学 12、40~44 (1961)
- 2) 飯盛、江口、宮崎、白杵、温泉科学 12、45~50 (1961)
- 3) 古賀、長崎医学会雑誌 29、393 (1954)

Chemical Studies on the Hot-springs in Saga Prefecture. (III)
On the Takeo Hot-springs

Kiyoharu ISAGAI, Kinya EGUCHI, Katuko KOGUCHI, Kazuko KATUKI,
Katumi MOROOKA, Keiko MIYAHARA, and Yasuko HARA
(Chemical Institute, Faculty of Liberal Arts, Saga University)

The present authors carried out the chemical analysis of the waters of Takeo hot spring in Saga Prefecture and discussed the relations between the geological conditions of the spring area and the chemical compositions of the waters.

Spring are found on or near the boundary between liparite and Tertiary bed. The formation of the springs are explained by mixing of a hydrothermal solution with ground water in various ratio.