

# 化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

吉 川 恭 三\*

## 1. 緒 言

別府市街地に於ける多數の温泉に就いて従來、勞力を要する化學分析が遂行され、又特殊な化學成分の分布につき研究されてきた<sup>2)</sup>。筆者も又 Cl<sup>-</sup> 分布の異變に就き考察をした<sup>3)</sup>。

この市街地に於ける温泉水は多く中性又は之に近いもので、陽根の Na イオン陰根の HCO<sub>3</sub> イオン、Cl イオン、SO<sub>4</sub> イオンが主成分として含まれてゐる。この内 Cl イオン量は處によつて著しく大きく、HCO<sub>3</sub> イオンの十倍を越える場合もある。SO<sub>4</sub> イオンは HCO<sub>3</sub> イオンの約  $\frac{1}{10}$  で大体温泉水 1 l 中 50 mg 前後で量的な變化が少く他のイオンとの關係が明かでないが、Cl 量と對應させて見ると Cl 量と略々併行してゐるやうに見える。即ち、SO<sub>4</sub> イオンと Cl イオンは比例して含有されており、一方を考へればそれを他方についても全く同様な事が成立すると見てよい。(この點に就いては改めて詳細に検討したい)。

次に CO<sub>3</sub> イオンは HCO<sub>3</sub> イオンと併行して分析を行つたが、全く存在しなかつた。故に、今 Cl イオンと HCO<sub>3</sub> イオンとの對比研究によつてある程度、地下狀況が推定されるものと思ふ。

Cl イオンと HCO<sub>3</sub> イオンに就いては昭和20年(1945)新しい分布圖を得、主に Cl イオンに關し考察をなしたが HCO<sub>3</sub> イオンに關しては尙充分の検討をなし得なかつた。今回昭和25年(1950)には、更に詳細に全温泉水を洩れなく採水試験する方針にしたが、實際は餘りに相接した温泉について區別する必要も認められぬので、全活動口 674 口中 602 口に就いて採水分析を行つた。採水測定は7月より8月に涉つて行ひ、従來行つたものと季節は同じである。

測定結果の平均値は次の通りである。

Cl.....0.262 g/L,      HCO<sub>3</sub>.....0.484 g/L      泉温.....52.5°C,

泉温平均は前年調査では 52.11°C であり、餘り變化していないことが分る。

Cl 量、HCO<sub>3</sub> 量共に、近接温泉ではその量が近似して居り、遠ざかるに伴い、連續的

\* 京都大學理學部地球物理學教室

化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

に變化して居て、分布圖は容易に求めることが出来る。市街地全域にわたり、温泉深度は種々であり、接近した温泉で異つた地層から採湯してゐることが明かなものでも、その温度・化學成分に目立つた差は認められない。之等は別府市街地の地下には廣く温泉水が層状伏流水として存在し、各地層の間で連結が密で、温泉水がよく交流し得るのか、或は元々一つのものかも知れないことを示すものである。

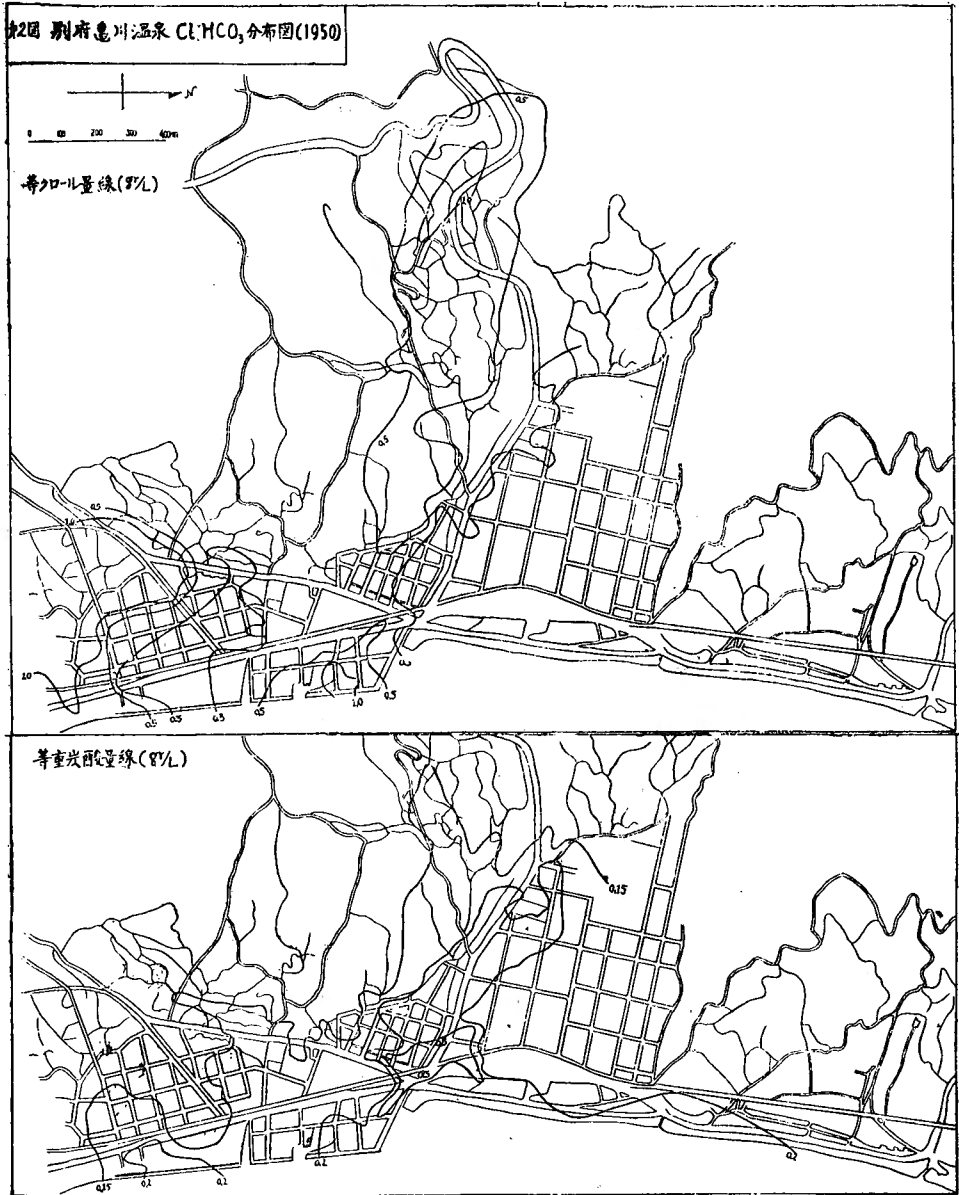
2. Cl 量・HCO<sub>3</sub> 量分布

Cl 量・HCO<sub>3</sub> 量分布を第1圖に示す。之等はその傾向に於て、これ迄に得られたものと一致してゐる。Cl イオン極大部は二地域に分れて見られ、一つは中部埋立地より濱脇えかけて、内陸え入りこみ、他は北部埋立地より別府驛方面え、即ち海門寺温泉脈上に存在する。その含有量に於ては、前者は遙に後者をしのぎ、別府温泉に未だ曾て見ない最大

第1圖



化學二成分より見たる別府市街温泉の水系



の 7.593 g/L に達するものすら今回初めて見られた。その他の地域では大体 0.1~0.2 g/L で大差なく、海門寺の北、弓ヶ濱附近に至るに従い減少して、0.1 g/L 以下となるのである。之を昨昭和24年の泉温分布圖と比較する時、その極大部と先に述べた海門寺温泉脈上の Cl イオン極大部と一致する。

HCO<sub>3</sub> イオンは、一般に海岸部程多く、又、北部は南部に比べて大きくなつて居り、

1.0 g/L を越える極大部がみられる。之に反し、南部の濱脇方面では小さく、0.4 g/L 以下である。

### 3. 温泉水の組成

別府温泉の温泉水の化學成分分布状況より、その温泉水系を推察する試みは、先に丸田理學士や山下藥學士により大正15年の分布状況を基としてなされたことがあり<sup>5)</sup>、瀬野博士は、別府での Cl 量の比較的多い温泉には海鹽の影響の大なることを指摘せられた<sup>6)</sup>。又、筆者等は昭和21年・24年の分析・研究の結果、中埋立地、濱脇方面で Cl の激増を認め、之が現海水の浸入なることを明かにした<sup>3)</sup>。

故に、別府温泉の極く一部には、海水の混入せることは明かであるが、温泉水の主要部分を占める源温泉水を形成する水系については未だ確なことは云はれてゐないようで、之は地下状況の錯雑と温泉水系の多様性を豫想させる。筆者はこの複雑性を解析する爲に、次の如き考察を進めた。

先づ、全温泉につき、Cl—HCO<sub>3</sub> グラフを畫いてみると、グラフ上の點は極めて散在し、その間に何等の關係を見出し得ない。然し、之を地域的に見れば、或る推測をなし得るのである。例へば、濱脇地域の温泉についてみると、Cl—HCO<sub>3</sub> 温度の其々に近似的に、一次關係があるとみられる。之は、Cl—HCO<sub>3</sub> 共に大なる高温水と、Cl—HCO<sub>3</sub> 共に小なる低温水の兩者の混合ではないかと考えられる。後者を、普通に見られる低温地下水と推測して、ある温泉水に地下水が混入して湧出しているといふ考へは多くの温泉群の成生に考へられて來たことである。之は、他の地域にても、成分含有量の極めて小さい温泉は温度もかなり低温である事實から見ても、餘り無理な假定ではないと思ふ。それでは前者の高温水は如何なるものかと考えられる。若し、唯單に全市域を通じて、一つの温泉水に地下水が混入してゐるだけのものならば、Cl—HCO<sub>3</sub> は直線的な比例關係を示さねばならないに拘らず、前述の如く、極めてばらばらな關係を示す。これは高温水も亦複雑で、二種以上の水系より成立つことを物語る。

この温泉水源の水系を解析する爲には、與えられた資料中より、混入せる低温地下水の影響を除去しなければならない。この目的の爲に、筆者は次の如き方法を行つた。

今、Cl 量 c、HCO<sub>3</sub> 量 h、温度 t なる温泉水に Cl—HCO<sub>3</sub> を共に含まず、温度 16°C なる地下水が混合したと考へる。地下水とて、Cl イオンや HCO<sub>3</sub> イオンを全然含まぬことはないが、温泉水に比しては近似的には今の場合無いと考へてよい。又上層地下水が

化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

別府年平均気温に近いとしても深部で混合する時はかゝる温度とは限らぬが、この 16°C と大して異ると思はれぬ。故に近似的にすべて 16°C と見ておく。混合により Cl 量が C, HCO<sub>3</sub> 量が H, 温度 T° なる温泉水となつたとし、もとの温泉水 1 に對し地下水が λ だけ混入したとすれば、次の式が成立つ。

$$\frac{c}{1+\lambda} = C \dots\dots(1) \quad \frac{h}{1+\lambda} = H \dots\dots(2) \quad \frac{t+16\lambda}{1+\lambda} = T \dots\dots(3)$$

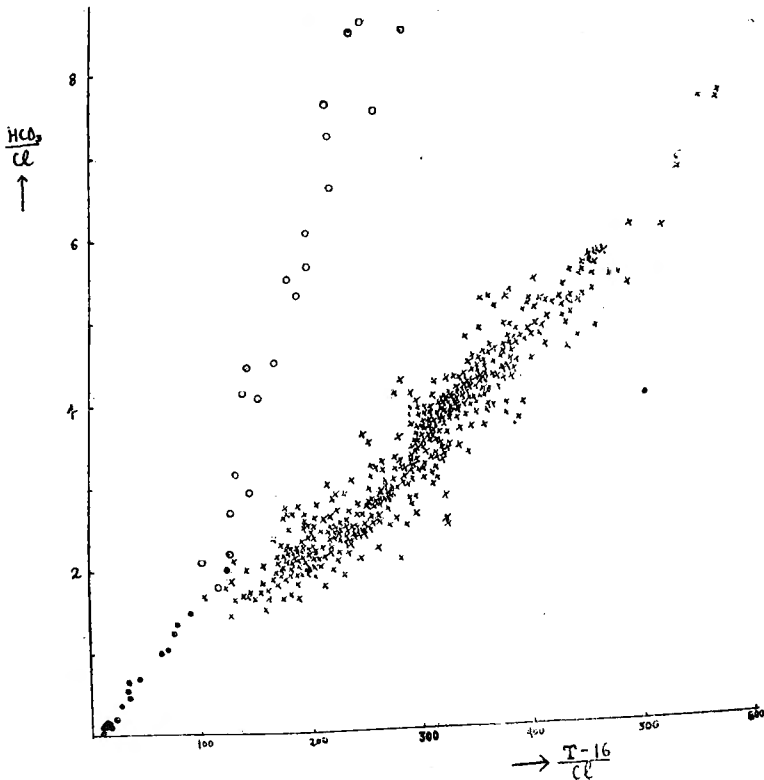
C, H, T は測定により求められた量であるから、之等のみを使つて未知の c, h, t 間の關係を知る爲には、(1)(2)(3)式より λ を消去して

$$\frac{h}{c} = \frac{H}{C}, \quad \frac{t-16}{c} = \frac{T-16}{C}$$

故に、資料中より  $\frac{H}{C}, \frac{T-16}{C}$  を各温泉につき計算すれば、其々の温泉水中に混入してゐる地下水の影響を除いた源温泉水固有の量となるのである。

かくて、H/C を縦軸に T-16/C を横軸にしてグラフを畫けば第 3 圖の如く大体三系の

第 3 圖 別府市内温泉の  $\frac{HCO_3}{Cl}$  と  $\frac{T-16}{Cl}$  の關係 ●第一地域 ○第二地域 ×第三地域



グループが認められる。而も三系は一點に集つてゐることは注目さるべきことである。第1に○印で表はした弓ヶ濱附近の温泉群が一つある。第2は×印で示される帶狀ではあるが、兩者の間にはゞ一次關係の存在する多數の温泉群がある。第3の・印の濱脇中埋立地のCl極大部は殆どよく直線的に排列する。帶狀の部分も、泉温は地下より湧出する迄の冷却度により變化するなどの混合以外の原因の可能性もあるから、多少の幅も生じることになり、湧出量等の函數となることを考慮に入れれば、兩者の間にはやはり比例關係の存在することを見てよいであらう。前述の如き複雑な資料から、斯の如き整頓された關係を見出し得たことは温泉水の組成に、次に述べる如き事實が存在することが推定される。

a) 先に假定した如く、地下水がCl-HCO<sub>3</sub>を共に無視出来る程度しか含まず、温度が16°Cに近いものが、全部の温泉水中に廣く混入してゐる。

b) 地下水を除いた温泉水は、化學成分温度に差のある二種の水系より成立つてゐる。

c) 其等の温泉水系は地域的に多少の差があり、次の三種類に分けられる。

① 濱脇・中埋立地附近の極大部 ② 北部弓ヶ濱附近 ③ 其等を除く全地域

b) につき次の如く考へられる。今、A、B二系の水が1:μの割合で混合してDなる水となつたとする。A・B・Dは其々次のような固有値をもつてゐる。しかるとき、

水系	温度	Cl量	HCO <sub>3</sub> 量
A	t <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>
B	t <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>
D	T	C	H

$$\left\{ \begin{array}{l} C = \frac{c_1 + c_2 \mu}{1 + \mu} \\ H = \frac{h_1 + h_2 \mu}{1 + \mu} \\ T = \frac{t_1 + t_2 \mu}{1 + \mu} \end{array} \right.$$

そこで 
$$\frac{H}{C} = \frac{h_1 + h_2 \mu}{c_1 + c_2 \mu} \dots\dots\dots (4)$$

$$\frac{T - 16}{C} = \frac{t_1 - 16 + (t_2 - 16) \mu}{c_1 + c_2 \mu} \dots\dots\dots (5)$$

今、簡單の爲に H/C=y, (T-16)/C=x とおけば (4), (5) より

$$y = \frac{c_2 h_1 - c_1 h_2}{c_2(t_1 - 16) - c_1(t_2 - 16)} x + \frac{h_2(t_1 - 16) - h_1(t_2 - 16)}{c_2(t_1 - 16) - c_1(t_2 - 16)} \dots\dots\dots (6)$$

y, x の間にはこのような直線關係が存在すべきである。現在の場合、勾配はすべて正であるから、

$$\frac{c_2 h_1 - c_1 h_2}{c_2(t_1 - 16) - c_1(t_2 - 16)} > 0$$

故に 
$$h_1/c_1 > h_2/c_2 \quad (t_1 - 16)/c_1 > (t_2 - 16)/c_2$$

であるか不等號の共に反對の場合である。いづれにしても、考えられる二種の水系とは、 $\text{HCO}_3/\text{Cl}$ 、 $\text{T}-16/\text{Cl}$  共に大なるものと、其等の共に小なるものとの二つとなるわけである。

c) で考えた第2地域、弓ヶ濱附近の温泉の  $\text{H}/\text{C}$ 、 $(\text{T}-16)/\text{C}$  は帶狀の比例關係を示すが、その勾配が他地域に較べかなり異なる。之は(6)式から、他の地域に比し、 $h_1/c_1-h_2/c_2$  が大になるか、 $(t_1-16)/c_1-(t_2-16)/c_2$  が小になるか、又は兩者の共に成立するか何れかである。然し、此の地域の  $\text{H}/\text{C}$  が他地域に比し、さまで大きくはないから、第1及第3の場合は考えられず、 $\text{HCO}_3/\text{Cl}$  の大なる方の水系が他地域に比し、温度が低いのではないかと考えられる。之が何が故に冷されたのかは明かでないが、この地域の湧出量は前年の調査によれば、別府舊市内中の極大をなしているのに、決して、管底から地上迄の間の冷却によるものではない。

次に第1地域では、 $\text{H}/\text{C}$  と  $(\text{T}-16)/\text{C}$  は殆ど完全な直線關係にあり、その勾配は今用ひてゐる單位で大略  $\frac{1}{66}$  で、頂點を通るものに近いとみられる。故に(6)式より

$$h_2(t_1-16) = h_1(t-16) \quad \therefore \frac{t_1-16}{h_1} = \frac{t_2-16}{h_2} \dots\dots\dots(7)$$

この地域の温泉には現海水の混入のあることが先に確められた。今、近似的に考へれば海水の重炭酸量は無視出来る程度で、温度は  $16^\circ\text{C}$  に近いと考えられる。故に(7)式で與えられる一方の水系は他の水系に海水の混入しているものとみて差支えない。

(7) により (6) は 
$$y = \frac{h_2}{t_2-16} x \dots\dots\dots(8)$$

グラフ上の勾配を調べると、 $\frac{h_2}{t_2-16} = \frac{1}{66} \text{ (g/L } ^\circ\text{C)}$  となり、もし  $h_2$  として、第一地域に於ける測定した中の最大  $\text{HCO}_3$  g/L 量の  $0.65 \text{ gr/L}$  をとれば、 $t_2=59.0$  を得る。之はこの地域には少くとも  $59^\circ\text{C}$  以上の温泉水の存在を物語るものである。

第3地域、即ち別府温泉の大部分は  $\text{H}/\text{C}$ 、 $(\text{T}-16)/\text{C}$  の直線が原點を通るとみられるものもあるが、大体に於て第一地域のものとやゝずれているように考えられ、又、この地域の温泉の  $\text{HCO}_3$  と温度とのグラフが、決して直線關係を示さず、全くばらばらなことからみても、第1地域のものと異なることは明かである。

結局、別府舊市内の温泉は、 $\text{HCO}_3/\text{Cl}$ 、 $(\text{T}-16)/\text{Cl}$  大なるものと、 $\text{HCO}_3/\text{Cl}$ 、 $\text{T}-16/\text{Cl}$  の小なるものとの二種の温泉水系と共に混入する地下水の三種の水系とから成り、南部海岸地域には海水が浸入し、北部弓ヶ濱附近では、前者の温泉水系が低温となつてゐる。今、二種の温泉水系を示す爲に、假にグラフ上の兩極端値とそれに對應する温泉の成分量を示

化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

すと次の如くなる。勿論この値の最大，最小量は温泉水系の純粹なものでなく若干の地下水の混入は既にあるのである。

	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Cl}}, \frac{\text{T}-16}{\text{Cl}}$ 最小						$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Cl}}, \frac{\text{T}-16}{\text{Cl}}$ 最大					
	温泉 番號	Cl量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫度 C°	HCO <sub>3</sub> Cl	T-16 Cl	温泉 番號	Cl量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫度 C°	HCO <sub>3</sub> Cl	T-16 Cl
第二 地域	1295	0.397	0.880	50.0	2.2	86	1296	0.074	0.744	40.9	10.0	336
							1323	0.045	0.334	37.6	7.4	480
第三 地域	443	0.486	0.554	66.3	1.16	104	137	0.052	0.472	49.5	9.1	645
	450の2	0.376	0.448	55.0	1.19	106						

この表と第3圖より考へるとき，別府市街地の温泉をなす主源泉は第二・三地域に共通と思はれる  $\text{Cl}=0.5 \text{ g/L}$   $\text{HCO}_3=0.9 \text{ g/L}$  であつて  $t=70^\circ\text{C}$  の値をもつもので，後に述べる如く田，湯温泉脈に屬し他に比較的低温で  $\text{HCO}_3$  は餘り異らぬが  $\text{Cl}$  が極く僅少の二つのよく似た温泉水系の混合にあるやうに推定されるのである。

### 5. 海水の混入

先に海水の混入を指摘した地域に於て，大体どの程度の海水が混入してゐるかを計算してみる。

混入地下水を含む温泉水に新に海水が加はつたとして，温泉水の  $\text{Cl}$  量を  $c$ ， $\text{HCO}_3$  量を  $h$ ，溫度を  $t$  とし，海水は  $\text{Cl}=19.3 \text{ gr/L}$ ， $\text{HCO}_3=0.1 \text{ gr/L}$  溫度を  $16^\circ\text{C}$  とする。混入量の割合を，温泉水  $1$  に對し海水  $\nu$  とすれば

$$\frac{t+16\nu}{1+\nu} = T \qquad \frac{c+19.3\nu}{1+\nu} = C \qquad \frac{h+0.1\nu}{1+\nu} = H$$

但し， $T, C, H$  は各湧出口での温泉水の溫度  $\text{Cl}$  量  $\text{HCO}_3$  量である。之より

$$t = (T-16)\nu + T \dots\dots\dots (9)$$

$$c = (C-19.3)\nu + C \dots\dots\dots (10)$$

$$h = (H-0.1)\nu + H \dots\dots\dots (11)$$

今，標準として之等の地域で，海水の混入の殆ど無いと見られる温泉をみつけなければならぬ。之に適するものとして，第1地域の温泉中， $H/C$  の最も大きい No.(1153) をとる。(1153) は， $\text{Cl}$  量  $0.088 \text{ g/L}$ ， $\text{HCO}_3$  量  $0.177 \text{ g/L}$ ，泉温  $27.2^\circ\text{C}$  で  $H/C=2.0$ ， $(T-16)/H=67$  である。今，(10) 式に  $C=0.088$  を代入すれば

$$\nu = \frac{0.088 - c}{19.3 - 0.088} < 0.0046 \quad \because 0 < c < 0.088$$

故に (1153) の温泉水には若し海水が混入していても，微量で現在の計算では無視



してもよい。よつて (1153) は海水が全然混入していないとするならば、 $h/c=H/C=2.0$  となり、この  $h/c$  の値が、第1地域の温泉につき、すべて共通なものとする。(10)、(11) で  $h/c=2$  とおけば、

$$\nu = \frac{H-2C}{2C-H-38.5}$$

之に各温泉での測定値  $C, H$  を入れれば、海水の混入量の比  $\nu$  の値が求められ、之を(9)

温泉 番 號	$\nu$	$c$ g/L	$t$ °C	$\frac{(t-16)}{h}$
7	0.051	0.31	53.3	62
1043	0.254	0.30	58.0	70
1136	0.108	0.26	50.0	68
1144	0.084	0.18	39.4	66
1163	0.264	0.28	48.6	58
1164	0.306	0.27	56.0	74
1183	0.435	0.40	66.4	63
1186	0.166	0.36	40.2	65
1241.3	0.117	0.30	53.0	62
1304	0.62	0.29	40.1	84

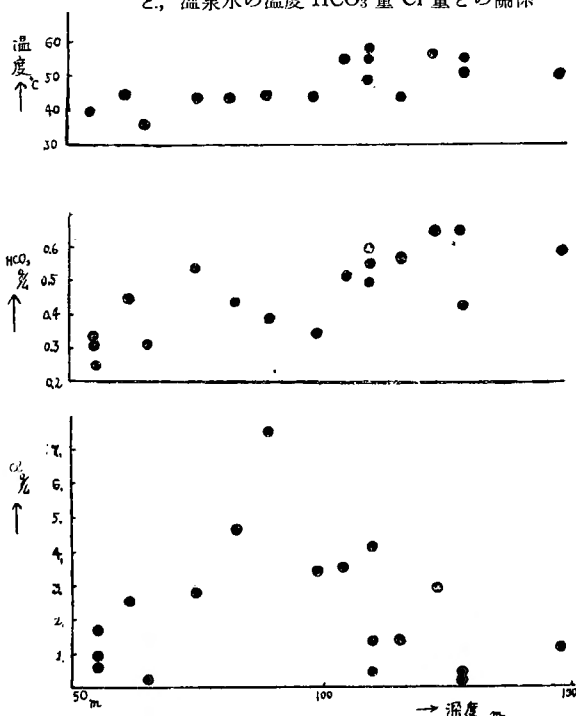
(10) (11) に入れて、海水混入以前の温泉水の  $t, c, h$  が得られる。かくて得た計算値  $(t-16)/h$  は、先に實測値に基き(8)式から出した 66 と一致しなければならない。結果は (1304)、(1164) を除いてはかなりの程度に相似し、上記の假定、即ち  $h/c=2.0$  の温泉水に海水が混入して來たと考えることが實際に近いものなることが分る。

次に温泉の深度との關係を考える。深度を

調べるには、現在に於ては、温泉所有者に聞いて、その記憶に頼る以外に方法がなく、その爲入手し得た資料も少く、正確な議論はなし得ない。かゝる小地域にては土地の標高差は無視し得るとして第4圖に表はす。

大体、地下 50~70 m では  $Cl$ 、 $HCO_3$ 、温度は平行を示し、海水の影響は少く、地下水混入の影響の方が大きく表はれてゐる。70~100 m では  $Cl$  量が大きとなり 90 m で極大値を示し、其に反し  $HCO_3$  量は少く、此のあたりで海水が最も多く混入してゐると想像される。其の後、 $Cl$  は次第に減少して  $HCO_3$  量は増大し、

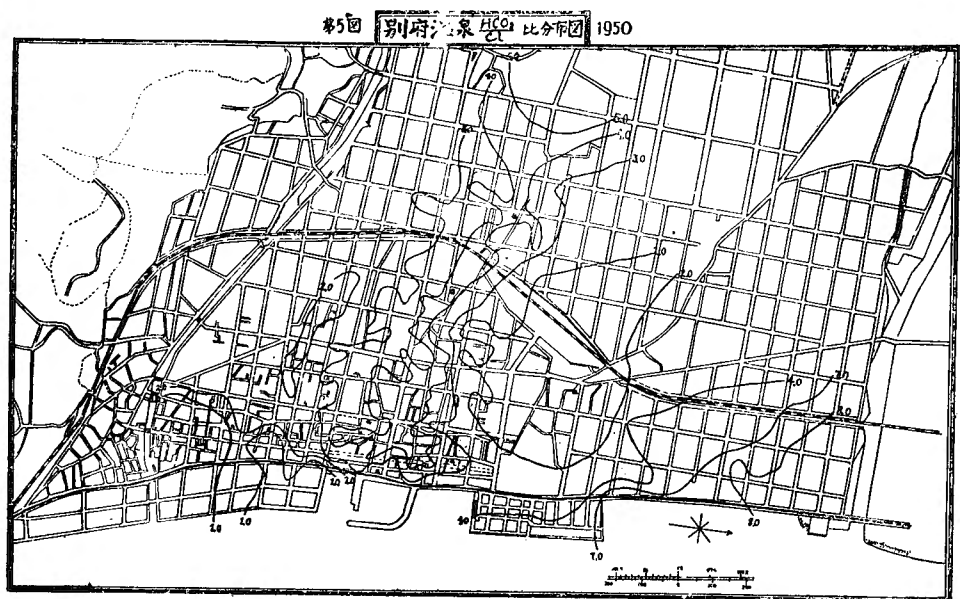
第4圖 第一地域(Cl極大部)に於ける温泉深度と、温泉水の温度  $HCO_3$  量  $Cl$  量との關係



125 m では  $\text{Cl}$  は極小値、 $\text{HCO}_3$  温度は極大値となり、100 m 以深では温泉水の優勢な地層が存在するのではないかと考えられる。

## 6. 化學組成の地理的分布

之迄述べて来たことにより、別府温泉を涵養する水系を考える場合に、 $\text{Cl}$  量と  $\text{HCO}_3$  量との比が、二種の温泉水系の混和状況を示すに適当な量であることを知り得た。故に、今、別府市内の温泉につき、其々  $\text{HCO}_3/\text{Cl}$  を計算してその分布圖を畫いてみると第5圖の如くなる。市街の中央に位置する田ノ湯温泉脈上では  $\text{HCO}_3$  は極大となり、此の地域



では泉温も極大を示すので、 $\text{HCO}_3$  と温度とが同じ水系の賜なることを暗示する。故に、田ノ湯温泉脈が別府温泉を代表する最も強力な温泉伏流を所有してゐることは種々な立場から論じられて来た通りである。

それから南北に行くに随い、 $\text{HCO}_3/\text{Cl}$  は次第に減少し、泉温も降下し、南部・中部の海岸から海水の浸入により、大きく  $\text{HCO}_3/\text{Cl}$  の激減が見られる。北部では、海門寺温泉脈上で  $\text{HCO}_3/\text{Cl}$  は小さな値を持つに拘はらず、泉温は田ノ湯温泉脈と同じく極大値をもつことは奇異に感ぜられる。或は混入地下水が少い爲ではないかと思はれる。それより北部では  $\text{HCO}_3/\text{Cl}$  は大きく増加し泉温はかなり低い。之は前の第2地域に當るもので、其の時考えた如く、 $\text{HCO}_3$  を多く含み乍ら温度の低い水系を考えねばならない。 $\text{HCO}_3$  の多いことから混入地下水量が他に比べてさまで大きいとは思はれない。

以上により、別府温泉を涵養する代表的な水系は  $\text{HCO}_3/\text{Cl}$  が大きく高温なもので、其が田ノ湯温泉脈に最も多く、南北に行くに隨い、その水系は衰弱して、南からは海水、北からは  $\text{HCO}_3$  を多く含む低温水の混入がみられる。

## 7. 化學組成の長年間の變化

之迄、別府温泉の  $\text{Cl}$ ,  $\text{HCO}_3$  の分析は20年をへだて、前後二回は行はれ、其の間の變化については筆者等が先に報告したものである。其より更に4年を経過した今回の分析結果に基づき、この間の變化を調べてみる。

$\text{Cl}$ ,  $\text{HCO}_3$  共にその増減量は決してばらばらではなく、かなり地域的に傾向を示している。先づ目につくのは、中埋立地附近から濱脇の半ばにかけての大規模な  $\text{Cl}$  量の増加である。之等の増加は勿論其の程度に於て化學成分の日變化、年變化を遙にしのぐものである。この地域では、先の20年間にも大量の  $\text{Cl}$  増加がみられ、温泉水壓の低下の爲に海水の浸入しつゝあるものなることが確められたのであるが、尙其の後も海水の浸入は、その過程を進めつゝある如く、No. 1304 では  $7.593 \text{ gr/L}$  となつて居る。然し、他方、その背後の前の20年間にかなり  $\text{Cl}$  が増加していた地域で、今度は逆に  $0.5 \text{ g/L}$  程度の減少がみられて居る。故に海水の浸入は大體この程度で停止しているのではないかと考えられる。又、濱脇の南半部に於て、 $\text{Cl}$  が減少し、 $\text{HCO}_3$  が増加しているのも注目すべきで、その理由として、先にポンプ揚水等による過剰揚水の結果、海水が多量に混入し、多くの廢泉を生じ、廢泉となつた事から逆に過剰揚水が防がれたといふ結果となり、温泉水壓が回復して來て海水を追出しているのではないかと推測される。もう一つの  $\text{Cl}$  量の  $0.1 \text{ g/L}$  以上の増大地域は海門寺温泉脈上に存在する。 $\text{HCO}_3$  はやゝ減少の傾向にある。この地域は前より一つの  $\text{Cl}$  極大地域となつて居り、その  $\text{Cl}$  の源が注目されていたのであるが、こゝに更に  $\text{Cl}$  の増加しつゝあることは尙將來の研究にまたねばならない。その他の地域では多少の増加減少がみられるが、其等は先に述べた三水系の混和量の變化によるものであらう。尙、個々の温泉につき先の20年間と此の4年間の化學成分の變化の關聯については確たる結果は出てこない。

## 8. 結 論

- 1 昭和25年夏、別府舊市内の殆どすべての温泉の  $\text{Cl}$ ,  $\text{HCO}_3$  の含有量を測定し、その資料より分布圖を作つた。傾向としては之迄と餘り大差はない。
- 2 温泉を涵養している水系として、 $\text{Cl}$  量に比し  $\text{HCO}_3$  量の大きい高温なものと、 $\text{Cl}$  量

### 化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

に比し  $\text{HCO}_3$  を少ししか含まぬ低温なものと二温泉水系に混入する地下水の存在を確め、更に地域的に海水の浸入のあることを明かにした。

- 3 弓ヶ濱附近では  $\text{HCO}_3$  を多く含み乍ら低温な水系の存在が推測される。
- 4 田ノ湯温泉脈は高温水系の最も活潑な地域で、其より遠さかるに従い減退する。
- 5 海水の混入地域での大体の海水混入量を計算し、温泉深度による差も考えた。大体地下70~100米で最も多い。
- 6 過去4年間に於ける化學成分含有量の變化を知り、中埋立地附近で尙海水の混入が行はれていることを確めた。濱脇南半では温泉壓力が回復して  $\text{Cl}$  量が減少している。

## 龜川・石垣地区の温泉について

### 1. 概 況

舊別府市内の温泉の化學分析に引續き別府市内の龜川・石垣地域の温泉の  $\text{Cl}$ ,  $\text{HCO}_3$  温度の測定を行つた。龜川町の温泉總數は前年總調査の結果によれば活動湧出口數<sup>3)</sup>247となつている。筆者の今回の分析は餘りに近接したものを省いた爲160個となつた。石垣方面では海岸部の25個を選んだ。

その測定結果の平均を之迄の調査により得られたものと比較すれば次の通りである。

測定年度	$\text{Cl}$ 量平均	$\text{HCO}_3$ 量平均	泉温平均	測定口數
1942年	0.584 g/L	0.190 g/L	54.1°C <sup>(6)</sup>	(泉温のみ240) 90
1949	—	—	57.5	229
1950	0.448	0.177	57.9	160

龜川町の温泉は、概して別府舊市内より高温であり、その西部山地方面では柴石・龍巻血の池等の酸性の高温泉が湧出し、又、その南端より石垣にかけて極めて高温の噴氣泉が見られる。中央市街地には 50°~60°C 位の温泉が主で、其より北はやゝ低温である。斯の如く、この地域の温泉水の組成はかなり複雑なように見うけられるが、先<sup>7)</sup>に後藤理學士は90個の分析結果を用いて、この地域を構成する3乃至4の水系の存在を推測してゐる。

筆者は別府舊市内の温泉の化學組成を知り得たと同様の方法をこの地域にも試みようとする。

### 2. $\text{Cl}$ , $\text{HCO}_3$ 量分布及び温泉水の組成

化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

測定した Cl 量, HCO<sub>3</sub> 量に基づき, 其々の分布圖を第 2 圖に表はすが, その分布の狀況は前分析の際と餘り變らない。

又, 各温泉水の HCC<sub>3</sub>/Cl, (T-16)/Cl のグラフを畫くと, 別府舊市内のやうに簡單にはならず, 略々一次關係を示す地域と, 其と離れて, かなりばらばらになつてゐる地域との二種がある。第一地域は大休, 地獄附近から野田・龜川病院・小學校南方を包括し, 第二地域は海岸部一帯から石垣に迄及ぶものである。この二地域の分類は, 先に後藤理學士が Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> 溫度から分類されたものと全く同一で, 其の時, 後藤氏は第一地域の水系として, 二種の源温泉水系と一種の地下水系を考へられたが, 筆者がこゝに得たグ

水 系	1942年 (後 藤)		1950年 (吉 川)	
	HCO <sub>3</sub> /Cl	(T-16)/Cl	HCO <sub>3</sub> /Cl	(T-16)/Cl
A	0	67.5	3	64
B	2.5	173	1.72	181
C	Cl=0 HCO <sub>3</sub> =0.02	T=20	Cl=0 HCO <sub>3</sub> =0	T=16

ラフ上の一次關係は明瞭に其を裏づけるものである。後藤氏の推定された A, B, C 三種の水系から計算した値と, 筆者の得た値とを比較すれば左の表の如くで大体同じ値を

得る。随つて, 後藤氏の方法と筆者の方法とは大略同じ結果を得るものと考えられ, 又, 温泉水の化學組成も, 此の間に餘り變化は認められない。

第二地域は極めて複雑で, 現在筆者の用いる方法にては解析困難で將來の研究を期したい。

尙, 1950年に測定した Cl, HCO<sub>3</sub> の含量から 1942年の測定値を引いた値を地圖上に記して分布圖をつくつたが, Cl, HCO<sub>3</sub> 共に若干の減少を示しているが, その量に於てさして大きくなく, 又, 規則的でもないので, それについて論じる迄もない。

### 3. 結 論

- 1 1950年夏, 別府市龜川町及び石垣の一部の温泉 185 個につき泉温・Cl 量・HCO<sub>3</sub> 量の測定を行い, その分布を知り得た。その分布は過去に於ける調査と殆ど變化はない。
- 2 龜川町の温泉水系は地域的に二つの部分に分れ, 第一地域は二種の源温泉水系に地下水の混入がみられ, 第 2 地域には少くとも三種類以上の源温泉水系が存在する。之等は先の後藤理學士の研究と一致する。

以上の調査研究は大分縣温泉調査會の費用によつたものであり, 終始, 御助言を賜つた瀬野博士及び觀測を遂行せられた山本・尾崎・秋吉の諸氏に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- 1) 別府市内温泉分析表付地獄及宮地嶽神社井水分析表 地球物理第1巻第1號73頁
- 2) 山下逸二郎, 木戸隆, 丸田頼三「別府市内温泉の Cl 量分布」同上第1巻89頁
- 3) 吉川恭三, 輕部末三「別府温泉の Cl 量分布の變動について」同上 第8巻55頁
- 4) 山下幸三郎「別府温泉の調査の結果について」同上 第8巻29頁
- 5) 山下逸二郎「温泉及地下水の成分に關する研究, 別府市街温泉に關する知見」
- 6) 瀬野錦藏「温泉水中の鹽分源としての海鹽」地球物理 第7巻131頁
- 7) 輕部末藏「別府市龜川温泉について」同上 第7巻149頁
- 8) 後藤巳與治「別府市龜川温泉に於ける Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub> 分布について」同上 第7巻157頁

Abstract

The Hot Spring Water System in Beppu in view of Two Chemical Elements.

Kyōzō Kikkawa.

Of all hot springs in Beppu, temperature and Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> contents were measured in summer 1950, from which their new distributions are obtained and compared with those of the past. There are found the ratios HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/Cl and (Temp. -16)/Cl of each hot springs have linear relations as in Fig. 3, which suggests the water systems forming Beppu Hot Springs as follows. In the central region of the old city, two hot water systems and cold one mix. In the southern region near the sea, above-mentioned water systems are contaminated with considerable amounts of sea water. In the northern region, one of the hot water systems differs in its character from those in other areas.

In Kamegawa district, the distributions of Cl and HCO<sub>3</sub> ions have not so changed in the last seven years.

第一表 別府舊市内温泉，溫度，Cl 量，HCO<sub>3</sub> 量表 (1950年)

温泉 番號	泉温 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	温泉 番號	泉温 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	温泉 番號	泉温 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L
2,1	55.0	0.953	0.601	74	53.2	0.161	0.407	140	53.0	0.120	0.487
3	44.5	0.188	0.563	77	46.0	0.152	0.304	141	53.7	0.068	0.475
4	55.6	3.048	0.515	79	52.0	0.175	0.515	142	49.2	0.068	0.441
6	55.7	1.425	0.541	80	52.9	0.157	0.411	144	54.7	0.070	0.501
9	59.9	0.177	0.491	80,1	5.10	0.148	0.340	145	54.0	0.092	0.507
13	50.0	0.168	0.370	82	54.5	0.140	0.534	147	49.4	0.090	0.460
14	51.8	0.174	0.421	83	61.0	0.130	0.595	148	51.0	0.122	0.492
17,1	50.0	0.165	0.348	84	59.9	0.144	0.712	148,1	54.8	0.118	0.531
17,2	51.0	0.172	0.334	85	52.7	0.144	0.555	149	57.0	0.116	0.543
18	38.8	0.128	0.352	87	61.2	0.168	0.716	150	58.5	0.123	0.555
20	43.0	0.155	0.290	91	56.2	0.137	0.629	151	56.0	0.111	0.529
21	50.8	0.174	0.321	92	54.2	0.132	0.587	153	51.5	0.119	0.500
23	44.8	0.146	0.320	97	49.5	0.126	0.457	154	48.0	0.102	0.438
25	43.8	0.121	0.386	98	51.8	0.139	0.552	157	52.0	0.123	0.481
30	46.4	0.148	0.370	101	49.2	0.142	0.480	159	50.5	0.128	0.476
33	43.8	0.142	0.366	105	54.5	0.134	0.501	162	55.0	0.110	0.495
34	40.7	0.131	0.362	106	48.2	0.135	0.449	165	52.0	0.130	0.498
35	45.4	0.160	0.401	108	48.0	0.125	0.429	166	52.0	0.116	0.459
37	43.5	0.110	0.407	109	46.0	0.122	0.439	167	55.0	0.117	0.508
40	47.6	0.127	0.378	110	48.5	0.138	0.449	172	45.0	0.121	0.487
42	46.0	0.129	0.399	112	43.2	0.131	0.411	173	56.7	0.119	0.535
43	45.7	0.121	0.460	113	52.2	0.133	0.475	175	53.0	0.115	0.505
44	52.8	0.157	0.479	115	52.3	0.142	0.532	176	44.5	0.109	0.502
45	55.0	0.157	0.537	116	47.6	0.086	0.421	178	50.0	0.121	0.517
46	48.1	0.128	0.337	117	47.0	0.127	0.425	179	56.1	0.120	0.540
47,1	53.9	0.143	0.462	118	47.0	0.123	0.388	180	50.6	0.124	0.530
50	46.0	0.134	0.298	119	45.3	0.101	0.436	181	54.0	0.106	0.510
51	40.7	0.167	0.319	120	49.2	0.116	0.422	182	51.0	0.103	0.457
52	51.0	0.155	0.351	121	47.5	0.125	0.451	183	54.7	0.135	0.572
55	44.4	0.139	0.285	122	46.2	0.126	0.446	184	58.8	0.130	0.594
57	50.5	0.138	0.592	123	54.3	0.145	0.524	186	53.5	0.109	0.479
58	45.6	0.530	0.289	125	47.5	0.120	0.437	187	55.6	0.132	0.524
59	44.8	0.150	0.328	127	52.5	0.127	0.460	188	57.6	0.129	0.600
60	47.9	0.149	0.305	128	49.0	0.120	0.450	189	52.7	0.137	0.456
65	45.7	0.127	0.282	130	54.0	0.117	0.473	192	58.7	0.128	0.626
66	46.4	0.139	0.302	132	54.6	0.133	0.256	193	52.0	0.133	0.432
67	54.0	0.150	0.500	133	48.0	0.095	0.445	194	47.9	0.136	0.539
68	46.1	0.128	0.353	136	52.3	0.121	0.504	196	61.5	0.219	0.695
70	54.7	0.155	0.432	137	49.5	0.052	0.472	200	61.5	0.210	0.640

溫泉 番號	泉溫 C	Cl量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C	Cl量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C	Cl量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L
201	60.5	0.216	0.638	250	51.6	0.173	0.560	315	61.5	0.176	0.730
202	60.2	0.180	0.444	252	60.0	0.142	0.590	316	60.0	0.163	0.645
203	44.5	0.152	0.320	255	62.0	0.140	0.560	318	61.0	0.183	0.619
204	54.0	0.166	0.456	256	58.5	0.119	0.366	319	56.5	0.212	0.394
205	45.2	0.143	0.340	257	58.0	0.129	0.524	320	58.0	0.119	0.496
206	46.0	0.130	0.281	258	56.5	0.123	0.486	321	59.0	0.234	0.476
207	54.0	0.363	0.599	260	60.5	0.140	0.593	327	57.5	0.153	0.448
210	51.2	0.142	0.391	262	58.0	0.142	0.532	329	62.0	0.197	0.506
211	47.0	0.149	0.316	263	57.0	0.124	0.525	330	53.5	0.179	0.535
212	50.0	0.155	0.373	265	57.0	0.136	0.501	331	56.0	0.184	0.514
214	57.0	0.168	0.482	266	58.0	0.140	0.529	332	54.6	0.203	0.388
218	61.2	0.615	0.630	269	50.0	0.122	0.491	337		0.217	0.418
220	63.0	0.243	0.575	271	62.1	0.191	0.536	340	57.2	0.170	0.456
222	55.4	0.146	0.634	272	61.0	0.159	0.550	340,1	59.6	0.227	0.607
223	57.8	0.168	0.512	273	53.8	0.134	0.501	341	52.5	0.208	0.368
224	52.8	0.148	0.617	276	60.1	0.134	0.580	342	55.1	0.215	0.404
225	56.0	0.161	0.592	278	46.0	0.109	0.480	343	61.9	0.239	0.521
227	53.5	0.114	0.495	279	57.0	0.129	0.530	344	54.6	0.221	0.351
228	61.5	0.193	0.509	280	54.2	0.124	0.503	344,1	60.0	0.139	0.439
229	59.8	0.200	0.517	281	56.0	0.128	0.447	348	56.2	0.229	0.521
230	54.0	0.128	0.556	283	56.5	0.138	0.505	349	61.5	0.179	0.533
231	49.5	0.138	0.481	284	57.5	0.140	0.509	350	55.8	0.218	0.421
232	57.0	0.148	0.625	285	54.0	0.118	0.470	351	52.0	0.184	0.578
233	60.0	0.179	0.517	287	64.0	0.204	0.531	352	53.3	0.190	0.365
233,1	59.6	0.148	0.462	288	54.0	0.115	0.500	353	54.5	0.204	0.407
234	61.5	0.139	0.620	291	58.0	0.181	0.492	356	61.0	0.183	0.515
234,1	62.0	0.181	0.663	293	53.5	0.112	0.467	357	61.0	0.183	0.552
235	60.0	0.186	0.533	296	62.3	0.153	0.571	358	62.5	0.198	0.531
236	58.5	0.199	0.592	300	49.5	0.219	0.476	359	62.0	0.174	0.551
237	61.0	0.169	0.554	300,1	57.0	0.179	0.297	361	49.5	0.154	0.316
238	62.3	0.215	0.663	301	53.0	0.139	0.449	362	59.5	0.215	0.443
239	61.0	0.151	0.623	302	61.5	0.174	0.505	363	48.5	0.158	0.333
241	59.8	0.149	0.699	304	56.0	0.127	0.486	364	63.5	0.215	0.539
242	59.0	0.148	0.674	305	63.0	0.157	0.594	366	63.4	0.178	0.612
243	61.0	0.134	0.654	306	61.0	0.187	0.490	367	56.3	0.196	0.402
244	61.0	0.143	0.637	308	58.8	0.152	0.493	368	54.3	0.185	0.432
245	45.0	0.138	0.590	311	61.8	0.159	0.637	370	40.0	0.185	0.390
246	53.2	0.135	0.580	312	62.5	0.201	0.528	372	53.5	0.172	0.366
247	61.2	0.173	0.545	313	54.5	0.152	0.649	374	58.0	0.202	0.414
248	52.5	0.142	0.622	314	59.0	0.167	0.545	375	64.5	0.212	0.528



溫泉 番號	泉溫 C°	Cl量		溫泉 番號		泉溫 C°	Cl量		溫泉 番號		泉溫 C°	Cl量	
		g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°		Cl量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°		Cl量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L
376	60.5	0.182	0.506	431	62.1	0.283	0.616	479	55.6	0.165	0.449		
378	57.1	0.168	0.423	432	50.3	0.192	0.827	485	56.5	0.165	0.441		
379	61.5	0.207	0.415	433	48.5	0.172	0.804	486	55.3	0.121	0.466		
380	62.7	0.215	0.520	433,1	57.6	0.306	0.902	487	60.5	0.144	0.593		
381	57.0	0.202	0.413	434	57.5	0.324	0.808	488	56.5	0.126	0.479		
382	63.9	0.226	0.478	434,5	57.5	0.346	0.808	489	55.0	0.146	0.462		
383	63.5	0.229	0.491	434,9	47.0	0.161	0.882	490	55.5	0.124	0.487		
386	62.5	0.208	0.569	434,10	45.3	0.180	0.851	491	51.7	0.154	0.469		
389	55.9	0.203	0.372	434,11	38.5	0.072	0.579	492	57.4	0.126	0.513		
390	57.6	0.200	0.415	434,13	50.7	0.143	0.865	493	59.0	0.134	0.467		
391,1	56.5	0.231	0.378	434,14	57.0	0.249	0.622	494	54.5	0.112	0.391		
392	57.8	0.230	0.377	434,15	58.0	0.301	0.795	498	55.5	0.125	0.522		
393	59.2	0.243	0.408	435	55.4	0.193	0.315	501	56.8	0.122	0.499		
394	51.5	0.210	0.349	436	52.2	0.198	0.323	502	52.7	0.132	0.503		
396	51.5	0.180	0.323	437	59.4	0.278	0.444	504	53.0	0.133	0.473		
398	49.8	0.190	0.310	437,1	57.5	0.271	0.433	506	53.8	0.131	0.466		
399	59.0	0.248	0.365	438	59.0	0.324	0.556	507	52.0	0.128	0.443		
401	58.5	0.236	0.358	441	57.8	0.255	0.457	508	51.5	0.117	0.531		
403	59.0	0.224	0.384	442	57.8	0.284	0.488	509	57.5	0.106	0.498		
405	51.2	0.237	0.341	442,1	65.5	0.374	0.567	510	57.5	0.120	0.494		
406	58.0	0.230	0.420	443	66.3	0.486	0.554	511	59.3	0.135	0.487		
407	52.0	0.227	0.367	443,1	65.5	0.404	0.578	513	54.5	0.112	0.465		
408	58.7	0.251	0.431	443,3	52.6	0.457	0.879	514	58.2	0.122	0.486		
409	63.2	0.271	0.252	448	52.6	0.225	0.984	515	58.5	0.106	0.506		
411	62.4	0.237	0.593	450	48.5	0.164	0.347	516	57.5	0.115	0.483		
412	56.5	0.231	0.502	450,1	24.1	0.041	0.237	517	59.0	0.126	0.489		
413	59.0	0.178	0.597	450,2	55.0	0.376	0.448	521	57.0	0.125	0.519		
416	53.0	0.234	0.615	451,1	50.0	0.163	0.752	522	59.5	0.118	0.513		
418	58.0	0.233	0.570	452,1	48.1	0.152	0.470	523,1	62.7	0.153	0.555		
420	60.5	0.207	0.547	452,2	51.6	0.250	0.870	524	65.5	0.173	0.463		
421	55.5	0.208	0.517	460	51.3	0.251	0.398	525	63.2	0.138	0.569		
422	54.5	0.159	0.421	466	55.4	0.245	0.383	528	61.2	0.121	0.536		
423	62.0	0.214	0.635	470	43.6	0.171	0.305	529	60.9	0.103	0.532		
425	62.6	0.232	0.636	471	53.2	0.237	0.322	530	55.4	0.116	0.506		
426	64.0	0.259	0.705	472	59.4	0.260	0.382	531	64.3	0.178	0.576		
427,2	51.5	0.293	0.662	473,1		0.153	0.299	533	60.6	0.163	0.443		
428	57.5	0.238	0.892	474	53.2	0.195	0.356	534	61.6	0.159	0.504		
428,1	57.4	0.219	0.937	475	56.7	0.224	0.478	535	62.6	0.210	0.460		
429	6.25	0.306	0.704	477	62.8	0.216	0.421	536	55.0	0.189	0.420		
430	53.5	0.221	0.606	478	59.3	0.174	0.494	537	66.2	0.240	0.411		

溫泉 番號	泉 溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉 溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉 溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L
538	51.2	0.187	0.286	664	48.7	0.118	0.441	770	54.8	0.123	0.494
539	60.0	0.188	0.468	671	44.2	0.085	0.356	771	54.0	0.125	0.491
540	57.7	0.200	0.403	676	47.8	0.127	0.436	773	50.3	0.144	0.448
542	57.8	0.204	0.367	676,1				775	44.5	0.109	0.442
543	55.9	0.206	0.423	676,2	47.5	0.112	0.420	776	46.8	0.129	0.427
545	49.0	0.188	0.354	678	47.4	0.075	0.395	777	45.8	0.140	0.437
546	55.5	0.217	0.352	679	49.4	0.139	0.421	778	45.0	0.122	0.404
552	53.4	0.252	0.435	682	52.9	0.129	0.446	781	42.8	0.227	0.368
553	52.9	0.212	0.344	690	43.0	0.112	0.407	785	41.5	0.161	0.415
554	52.4	0.185	0.379	692	44.9	0.125	0.418	787	45.0	0.138	0.403
554,1	53.2	0.221	0.318	693	36.5	0.118	0.396	789	48.1	0.166	0.422
554,2	43.5	0.223	0.323	694	50.5	0.139	0.438	790	51.3	0.154	0.494
555	56.0	0.147	0.466	695	48.4	0.141	0.390	792	54.8	0.154	0.469
555,1	47.0	0.145	0.498	696	44.6	0.152	0.423	796	51.0	0.164	0.459
556	55.5	0.106	0.463	698	44.7	0.132	0.430	801	45.4	0.154	0.355
557	39.7	0.119	0.430	700	47.6	0.152	0.425	803	45.0	0.172	0.577
557,1	38.5	0.115	0.413	709	52.7	0.119	0.455	813		0.137	0.353
563	48.5	0.176	0.306	712	52.9	0.120	0.460	819	47.0	0.143	0.430
564	52.0	0.194	0.299	715	51.5	0.132	0.486	820	47.4	0.145	0.421
566	49.5	0.191	0.310	717	48.5	0.083	0.362	823	54.1	0.157	0.484
571	50.0	0.193	0.320	729	54.5	0.102	0.482	826	48.4	0.141	0.406
572	56.3	0.190	0.382	734	55.3	0.114	0.479	828	52.0	0.127	0.413
574	57.3	0.180	0.407	735	49.8	0.128	0.436	829	48.5	0.140	0.411
578	49.4	0.126	0.382	736	54.6	0.112	0.465	831	53.4	0.118	0.444
580		0.027	0.135	737	56.5	0.115	0.474	832		0.127	0.463
582	48.5	0.086	0.359	738	54.3	0.107	0.483	833	52.5	0.127	0.466
593	42.0	0.100	0.447	740	56.8	0.116	0.487	834	51.0	0.154	0.441
594	45.0	0.100	0.383	744	50.6	0.124	0.464	835	51.5	0.127	0.452
595	49.5	0.091	0.348	746	55.5	0.109	0.509	837	50.0	0.121	0.461
601	50.2	0.125	0.449	747	52.0	0.134	0.478	838	53.0	0.162	0.478
616	40.5	0.138	0.445	748	51.1	0.132	0.461	842	53.7	0.121	0.477
618	41.0	0.085	0.341	749	55.0	0.121	0.453	844		0.110	0.449
619	51.5	0.092	0.419	752	56.0	0.120	0.494	845	48.5	0.119	0.431
634	48.0	0.103	0.408	754	50.0	0.151	0.429	846		0.113	0.406
639	54.0	0.113	0.465	755	52.1	0.128	0.480	848	42.8	0.129	0.429
640	45.5	0.103	0.404	761	52.6	0.134	0.478	849	48.0	0.128	0.381
641	44.2	0.106	0.383	762	55.5	0.132	0.482	850	56.0	0.143	0.284
644	50.8	0.100	0.417	765	48.5	0.136	0.452	852	51.5	0.146	0.498
649	48.2	0.138	0.478	767	52.5	0.125	0.483	853	56.4	0.141	0.497
654	53.0	0.110	0.465	769	56.0	0.121	0.497	855	57.0	0.145	0.533

温泉 番號	泉温 C°	Cl 量		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 量		温泉 番號	泉温 C°	Cl 量		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 量		温泉 番號	泉温 C°	Cl 量		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 量	
		g/L	g/L	g/L	g/L			g/L	g/L	g/L	g/L			g/L	g/L		
858	47.5	0.123	0.420	1140	45.0	2.572	0.457	1258	44.7	1.139	0.533						
859	51.5	0.152	0.462	1144	36.8	1.660	0.337	1263	46.0	0.112	0.430						
860	51.5	0.154	0.509	1149	39.5	2.378	0.367	1264	45.6	0.105	0.432						
861	47.0	0.127	0.453	1153	27.2	0.088	0.177	1280	48.0	0.153	1.146						
863	44.0	0.160	0.408	1155	39.5	0.868	0.325	1281	52.4	0.132	0.351						
864	41.5	0.127	0.400	1163	39.5	4.210	0.466	1283	35.6	0.088	0.650						
866,1	47.5	0.173	0.389	1164	44.0	4.672	0.431	1284	49.8	0.177	1.260						
869	40.6	0.143	0.349	1168	37.0	0.185	0.305	1285	49.5	0.284	0.501						
874	46.2	0.164	0.300	1175	42.2	1.518	0.333	1289	40.8	0.110	0.750						
875	40.8	0.144	0.332	1179	57.0	1.575	0.418	1294	39.5	0.129	0.366						
886	42.6	0.180	0.296	1181	51.8	0.202	0.431	1295	50.0	0.397	0.880						
891	49.5	0.187	0.372	1183	51.8	6.041	0.608	1296	40.9	0.074	0.744						
894	46.0	0.151	0.439	1184	52.5	1.612	0.752	1298	53.2	0.122	0.900						
897	45.2	0.176	0.379	1186	57.3	3.032	0.644	1299	41.8	0.082	0.637						
899	43.6	0.146	0.381	1187	54.9	1.287	0.501	1300	41.3	0.067	0.516						
900	40.6	0.169	0.381	1188	57.5	0.111	0.512	1301	40.4	0.065	0.527						
903	42.1	0.147	0.371	1189	57.0	0.112	0.552	1303	61.2	0.279	0.429						
907	36.6	0.160	0.321	1191	55.5	0.110	0.483	1304	45.0	7.593	0.399						
933	44.3	0.170	0.346	1192	54.3	0.130	0.572	1306	39.2	0.208	0.337						
962	36.0	0.055	0.243	1193	53.0	0.119	0.483	1308	48.0	0.115	0.953						
965	38.5	0.053	0.272	1194	53.5	0.129	0.480	1311	47.8	0.217	1.255						
966	39.0	0.063	0.343	1195	54.0	0.132	0.473	1314	39.9	0.101	0.782						
970	38.0	0.063	0.328	1197	61.5	0.175	0.861	1322	45.2	0.117	0.942						
974	45.0	0.074	0.331	1202	58.0	0.197	0.406	1323	37.6	0.045	0.334						
981	45.0	0.086	0.471	1203	63.0	0.216	0.553	1325	43.2	0.562	0.415						
992	51.3	4.365	0.485	1204	53.4	0.134	0.466	1327	46.0	0.055	0.500						
993	58.2	0.403	0.590	1206	54.2	0.110	0.450	869,1	45.2	0.170	0.326						
1017	52.9	0.195	0.539	1207	50.3	0.147	0.472	840		0.122	0.481						
1022	40.8	0.181	0.428	1209	57.0	0.139	0.435	687	46.1	0.174	0.382						
1026	45.8	0.179	0.487	1211	59.8	0.231	0.498	551	53.1	0.251	0.390						
1031	39.5	0.144	0.310	1217	46.0	0.108	0.478	1185	52.1	1.053	0.941						
1032	47.6	0.184	0.513	1219	63.0	0.105	0.635	1241,3	48.2	2.260	0.557						
1040	50.5	0.201	0.365	1220	63.5	0.194	0.646	347	60.0	0.205	0.556						
1043	49.5	4.135	0.496	1220,1		0.111	0.389	387	63.0	0.223	0.486						
1045		1.528	0.512	1220,2		0.136	0.487	326	56.0	0.202	0.418						
1047	45.0	3.454	0.350	1221	61.5	0.151	0.615	315	61.5	0.176	0.730						
1051	43.0	1.603	0.492	1222	62.5	0.161	0.635	1209,1		0.181	0.672						
1084	43.5	2.759	0.539	1256	37.4	0.036	0.288										
1136	47.3	2.100	0.486	1257	50.7	0.214	1.050										
1138	39.5	0.522	0.259	1257,1	65.5	0.441	0.728										

第2表 龜川町溫泉溫度・Cl量・HCO<sub>3</sub>量 表

溫泉 番號	泉 溫	Cl 量		HCO <sub>3</sub> 量		溫泉 番號	泉 溫	Cl 量		HCO <sub>3</sub> 量		溫泉 番號	泉 溫	Cl 量		HCO <sub>3</sub> 量	
	C°	g/L	g/L	g/L	g/L		C°	g/L	g/L	g/L	g/L		C°	g/L	g/L	g/L	g/L
1	51.7	0.267	0.250	122	58.3	0.354	0.153	213	62.5	0.660	0.285						
2	42.5	0.263	0.140	123	62.0	0.377	0.142	214	54.1	1.070	0.282						
7	56.5	0.358	0.241	126,1	52.0	0.287	0.181	215	63.6	0.653	0.221						
8	49.6	0.190	0.296	128	59.8	0.324	0.181	216	65.6	1.055	0.275						
11	46.5	0.169	0.292	129	57.0	0.325	0.203	218	55.4	0.325	0.150						
12		0.805	0.190	131	59.9	0.451	0.175	219	59.4	0.989	0.282						
14	48.0	0.180	0.315	132	50.0	0.238	0.304	221	64.8	0.774	0.221						
15	49.0	0.187	0.306	133,1	59.6	0.461	0.183	222	64.0	0.493	0.182						
20	48.5	0.202	0.321	133,2	60.5	0.349	0.155	224	60.8	0.495	0.187						
28	55.2	0.256	0.346	134	60.7	0.495	0.181	225	58.3	0.336	0.154						
34	55.0	0.272	0.262	135	57.1	0.647	0.231	226	60.5	0.340	0.145						
38	72.3	0.751	0.219	137	48.0	0.346	0.166	227	57.5	0.308	0.162						
39	61.8	0.413	0.235	138	53.5	0.327	0.183	229	58.6	0.300	0.162						
44	65.5	0.561	0.242	139	58.7	0.335	0.153	231	51.5	0.295	0.168						
50	60.0	0.401	0.172	140	57.9	0.332	0.176	233	55.5	0.483	0.187						
56	55.0	0.372	0.142	141	54.0	0.294	0.159	234	58.8	0.416	0.164						
60	56.0	0.464	0.200	142	57.2	0.282	0.158	235	51.6	0.224	0.148						
61,1	53.2	0.328	0.187	144	60.3	0.333	0.162	242	45.0	0.109	0.187						
64	46.7	0.198	0.088	145	55.0	0.330	0.166	244	82.5	1.970	0.051						
67	61.5	0.453	0.232	147	58.0	0.377	0.185	245	65.9	0.488	0.220						
69	58.9	0.246	0.249	152	46.2	0.267	0.152	246	44.4	0.202	0.159						
70	60.0	0.294	0.225	153	60.5	0.344	0.144	248	84.0	0.565	0.164						
70,1	65.3	0.514	0.234	155	58.2	0.341	0.149	248,2	45.7	0.101	0.218						
75	61.0	0.157	0.196	156	52.0	0.315	0.163	248,3	63.4	0.311	0.202						
75,1	34.0	0.590	0.189	157	58.5	0.314	0.152	248,4	48.9	0.244	0.149						
76	59.0	0.305	0.152	158	59.9	0.334	0.150	249	62.8	0.229	0.200						
89	48.6	0.324	0.173	160	60.0	0.330	0.155	250	99.0	0.692	0.141						
93,1	46.0	0.332	0.175	163	60.5	0.341	0.152	251		1.730	0.029						
97	58.2	0.295	0.162	164	46.5	0.234	0.153	252	97.5	1.381	0.156						
98	60.3	0.326	0.145	165	48.5	0.227	0.150	254	94.8	0.840	0.157						
102	48.8	0.332	0.127	166	54.7	0.299	0.158	255	80.5	0.579	0.171						
105	57.8	0.364	0.127	171	58.2	0.302	0.163	271	40.0	0.155	0.450						
109	62.7	0.354	0.153	175	57.2	0.316	0.153	275	42.2	0.163	0.214						
114	58.2	0.346	0.158	179	50.5	0.302	0.166	281	50.9	0.559	0.223						
116	60.7	0.346	0.143	181	57.2	0.431	0.143	286	46.4	0.204	0.301						
118	62.0	0.341	0.147	186	56.1	0.459	0.149	287	50.2	0.511	0.206						
119,1	61.6	0.333	0.144	191	73.5	1.830	0.077	315		0.219	0.327						
120		0.266	0.187	211	55.0	0.425	0.304	315,1	42.0	0.224	0.315						
121	60.8	0.346	0.157	212	58.4	0.440	0.254	316	46.0	0.212	0.259						

溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L
317,1	40.0	0.327	0.051	362	61.0	0.303	0.132	403	64.2	0.589	0.158
318	45.2	0.333	0.175	369	43.5	0.320	0.114	406	85.5	0.701	0.184
318,1	40.5	0.353	0.107	370	53.5	0.317	0.196	407	88.5	0.683	0.155
318,2	45.0	0.306	0.163	371	52.0	0.295	0.238	410	66.8	1.308	0.00
319,1	47.7	0.225	0.334	372	55.0	0.308	0.280	414	94.2	1.107	0.00
320	49.5	0.232	0.328	373	53.0	0.307	0.240	420	66.8	0.414	0.00
321		0.255	0.333	378	78.3	0.689	0.171	421	69.0	0.498	0.00
323	96.5	0.332	0.131	388	83.2	0.601	0.015	424	97.2	0.411	0.00
332	44.0	0.370	0.133	389	82.9	0.631	0.015	397	40.1	0.169	0.066
334	43.0	0.361	0.135	390	83.5	0.601	0.026	452	71.0	0.716	0.154
347	96.5	0.989	0.000	396	64.0	0.609	0.129	379	61.6	0.466	0.131
357	53.0	0.291	0.165	398	86.4	0.308	0.166	382	50.5	0.546	0.191
358	49.5	0.316	0.244	399	85.0	0.854	0.167	381	53.5	0.458	0.151
359		0.256	0.150	400	89.5	0.621	0.186	70,2	68.0	0.621	0.249

第3表 石垣地區溫泉溫度・Cl量・HCO<sub>3</sub>量 表

溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO <sub>3</sub> 量 g/L
157	86.7	1.460	0.061	177	51.5	1.233	0.189	195	35.2	0.027	0.170
159	88.6	0.434	0.222	179	58.5	1.149	0.220	196	39.5	0.056	0.178
160	58.3	0.031	0.234	181	58.8	0.670	0.212	197	53.3	0.709	0.128
164	60.0	0.318	0.232	182	54.7	0.317	0.178	210	33.5	0.073	0.117
167	67.8	0.872	0.164	185	49.5	0.785	0.207	220	82.0	1.725	0.029
168	37.0	0.025	0.214	186	55.6	0.699	0.198	222	99.0	1.085	0.019
171	99.0	1.949	0.041	188	52.5	0.625	0.230	224	100.0	1.408	0.043
172	92.5	1.343	0.104	191	37.7	0.023	0.169				
176	66.2	1.193	0.194	194	53.5	0.818	0.189				