

大分縣溫泉調查研究會

報 告 第 2 號

昭 和 2 6 年 3 月

目 次

序 文

大分縣由布院溫泉について……………	山下幸三郎
大分縣湯平溫泉調査報告……………	山下幸三郎
大分縣由布院溫泉に於ける Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} の分布について……………	輕部末藏
海岸地下水の鹽分變化に就いて……………	川端博
化學二成分より見たる別府市街溫泉の水系……………	吉川恭三
大分縣由布院湯平溫泉台帳抄	

大分縣溫泉調查研究會

大分縣溫泉調查研究會報告

第 2 號

昭和26年3月

論 說

昭和25年度に於ては本會は主として由布院溫泉群に就いて綜合研究を行つた。別府溫泉についても平素研究を續行してゐる。これらの内の研究報告をする。

大分縣溫泉調查研究會長 長 谷 川 万 吉
京都大學火山溫泉研究所長

大分縣由布院溫泉に就て

山 下 幸 三 郎*

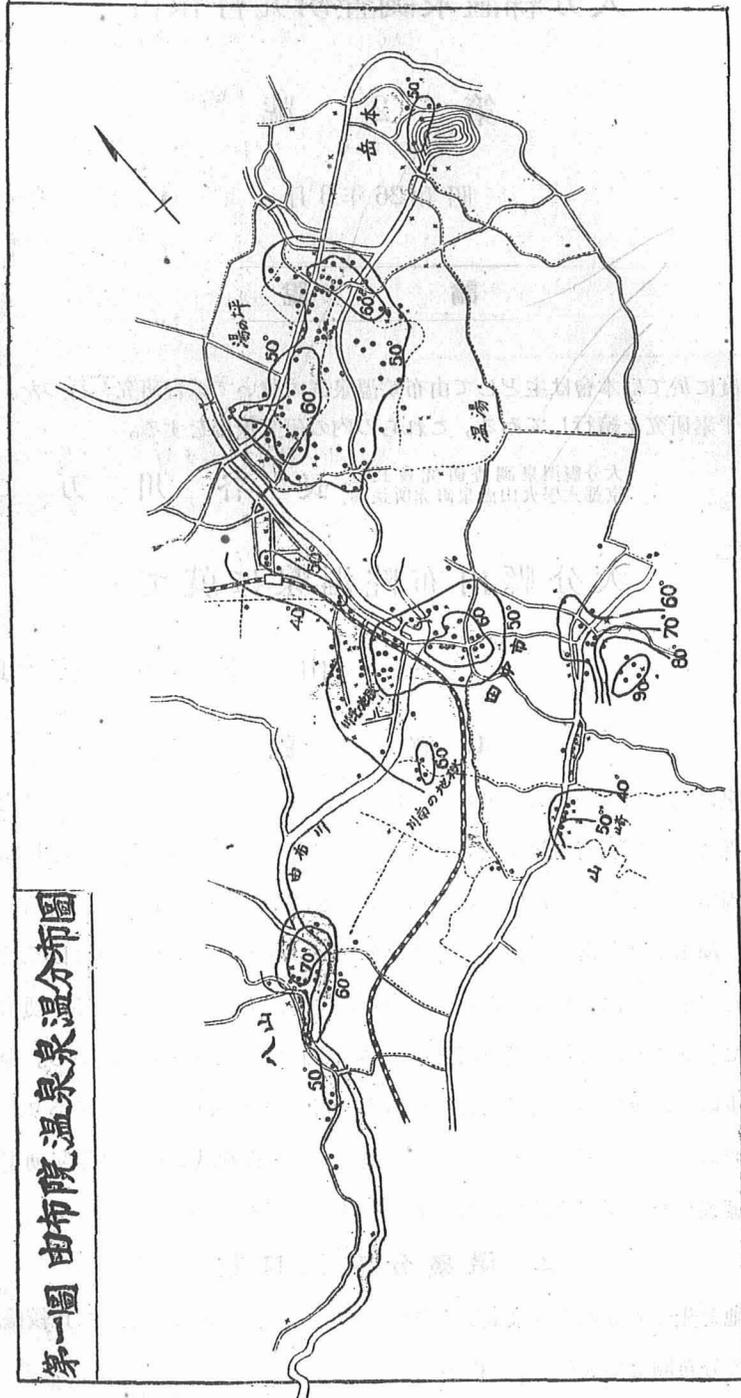
1. 概 観

由布院溫泉は別府溫泉の西方二十軒の所にあり、別府溫泉と共に由布、鶴見火山地域に屬し、大分縣に於ては別府溫泉に次いで優勢な溫泉群である。由布嶽(標高1583.5 m)を東にみる四周山に圍まれ南西に延びた三角形の盆地の略中央を北東から南西に向ひ帶狀に存在する。湧出量は非常に豊富で多くの穿堀が行はれてゐて尙到る所に自然湧出がある。泉質は主として中性又はアルカリ性の單純泉らしく清淨である。浴用の外、湧出量の大部分は灌漑用に放流され、又特に灌漑用として穿堀された溫泉さへも多數ある。過去に於て部分的又は少數口に就て調査研究されて居るも一齊調査は今回が初めてであり、由布院溫泉の概況を明らかにする事が出來た。一齊調査と同時に揚水試験を行ひ溫泉湧出量の相互關係に就て調査した。調査時は昭和25年7月—8月の間である。

2. 溫泉分布及口數

溫泉所在地を先づ大分縣の溫泉臺帳より圖上に定め、後實地に踏査して比較検討し地圖上に記入して分布圖を作製した。(第一圖)

* 京都大學理學部火山溫泉研究所



1 : 2000

大分縣由布院温泉に就て

温泉は湯の坪附近、役場附近、田中市、南部山崎及八山等、一つ一つの集團を成して存在し、其の集團中には自然湧出がある。開發はこの自然湧出を中心にして行なはれた如くである。この中で最も密集して居るのは湯の坪である。南部山の手にある多數の閉止口はもと自然湧出泉であつたが、昭和21年南海地震の際、街道に添つて地割れを生じ湧出が停止したといふ。尙この街道に添つて地質構造線²⁾の存在が認められてゐる。温泉の總數は第

第一表 温泉口數

台帳口數	活動口數	自然湧出泉	閉止其の他
297	201	66	96

一表に示す如く 297 口で、其の内現在湧出し居る活動口數は 201 口あり、内自然湧出泉は 66 口ある。尙弱勢の自然湧出で調査洩れも

若干あると思ふ。

由布院町内には由布院盆地以外に鶴見山の北側硫黄嶽の山腹海拔 900 米の高所に塚原温泉がある。爆裂火口内で今でも廣範圍に硫氣孔があり、交通不便な所である。泉質は酸性綠礬泉で泉源は三ヶ所で多量の硫黄の沈澱がある。

3. 穿堀深度及口径

前述の如く自然に湧出する温泉が多く、穿堀深度も亦比較的に浅いが、最深 150m 位に及ぶものが南部山の手温泉にある。自然湧出泉の附近に深く掘つた温泉があつたり、穿堀する深さは區々である。埋設管は竹管が大部分で浅いものには太い(口径 10cm 位)竹管を入れてあるものもある。深度大なるものは、大抵口径 5 cm 位までである。穿堀温泉の年數は一般に古く、穿堀してから一度も浚渫しないものが多い。

4. 湧出温度湧出量

湧出温度の最高は 98°C で自然湧出泉の温度は比較的高温で多量に湧出するものが多い。地域的には南部山の手が高く沸騰泉がある。又八山の自然湧出泉も高温で多量の湧出をしてゐる。穿堀温泉は古いものが多い爲か自然湧出泉に比して湧出量は少ない。自然湧出泉では八山附近が最も湧出量が多く、由布院温泉の全湧出量の半ばに及んでゐる。温度を 10°C 湧出量を 10 L/M 毎に分類口數を統計すると第 2, 3 表、それをグラフにすると 2, 3 圖の如く成り、温度は 50~60°C が最も多く、湧出量は 10L/M 以下のものが大部分である。又 100L/M 以上の湧出量をもつものが 16 口あり、其の内 10 口が八山にある。温度平均は 54.92°C 湧出量平均は 45.93 L/M である。別府温泉の平均値 55.6°C, 25 L/M に比較して泉温は相近く、平均湧出量は約 2 倍である。温度の地域的分布は深度の非常な不規則である如くまちまちであるが、大体の傾向を示す等温泉を引くと第 1 圖の如く成り、各地域

大分縣由布院温泉に就て

第2表 温泉統計

泉温	孔数
<30°C	4
<40	13
<50	54
<60	70
<70	42
<80	11
<90	4
<100	5
合計孔数	203
平均泉温	54°.98 C

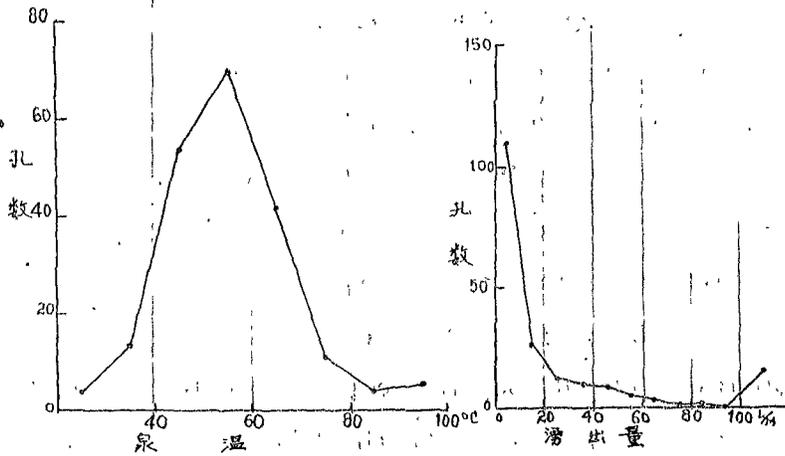
第3表 湧出量統計

湧出量	孔数
<10L/M	110
<20	27
<30	13
<40	10
<50	9
<60	5
<70	3
<80	1
<90	1
<100	0
100<	16
合計孔数	195
平均湧出量	45.93L/M

の温泉群は高温部を中心にしてゐる。

興味ある対照として現在の温泉湧出範囲の一部について約30年前、大正11年(1922)に; 未だ温泉開發がされず鐵道も達してゐない時、依田和四郎理學士によつて千二百點に達する地温測定がなされてゐる。當時も温泉として95孔、その内自然湧出が61孔である。現在の調査はその數倍の範囲であるが、自然湧出孔数は66孔で、大勢は自然湧出孔が減少し

第2圖 泉温統計



第3圖 湧出量統計

てゐると思はれる。それは穿堀孔が140孔にも達してゐることからも想像が出来る。各個の對應がむつかしく、泉温の變動は比較出來ぬ

が、例へば八山附近の温度はさして變つてゐないやうに思へる。前回は未開發であつた湯山山麓に於て現在は沸點(標高約四百米にて98.5°C)に近い98°Cに達するものが出來てゐる。この近くは鈴木理學士によれば川西一堀田を結ぶ示準構造線が過ぎるものである。

由布院温泉群の概況を表示すると次表の如く成る。

由布院温泉概況

調査年次	最高泉温	平均泉温	最高湧出量	平均湧出量	最高深度	一日總湧出量
昭和25年(1950)	98.0	54°.92 C	1200 L/M	45.93 L/M	150 m	1.32×10 ⁴ m ³ (72,600石)

5. 湧出量の相互關係

由布院温泉にも別府温泉の如く密集してゐる地域があり、その地域では新温泉を穿掘すれば附近温泉の湧出量に影響をあたへるかも知れぬ。而し實際に新温泉を穿掘して其の影響を調査する事は困難であるから別府温泉で行つた方法⁹⁾、即ち (A) 既設温泉を過剰揚水する (B) 既設温泉の湧出を抑制するの二法を用ひて他温泉の湧出量と温泉變化を測定した。影響の範圍は揚水量の大小にもよるが、一齊調査の結果より地下伏流水が相當優勢であるとの豫想と、採水層の不同から影響の不規則な分布をも豫想し、測定は試験井を中心と半径 100m 以内のものについて行つた。試験井選定に就ては別府温泉で行つた實驗³⁾の經驗から密集地に條件に適した温泉を探したのである。必ずしも最好條件の觀測井が得られなかつたが、大体の傾向を判斷する事は出來た。測定場所は 5ヶ所で、其の觀測資料は一括して末尾に記載した。

揚水又は湧出量停止時間は約 2 時間で、測定は前後 5 ~ 6 時間の間であるから揚水以外の原因による變化は殆んど無く、あつても漸徐のものであらうと考へられる。若し短期の變化原因が有るとすれば、氣壓變化による變化が考へられる。少し距離 (20 km) はあるが、京大別府研究所の氣壓計の記録には著しい變化は認められなかつたので、揚水影響を見るには好都合であつた。而し原因不明の變化も混入して揚水のみ効果が明瞭でないものもあつた。

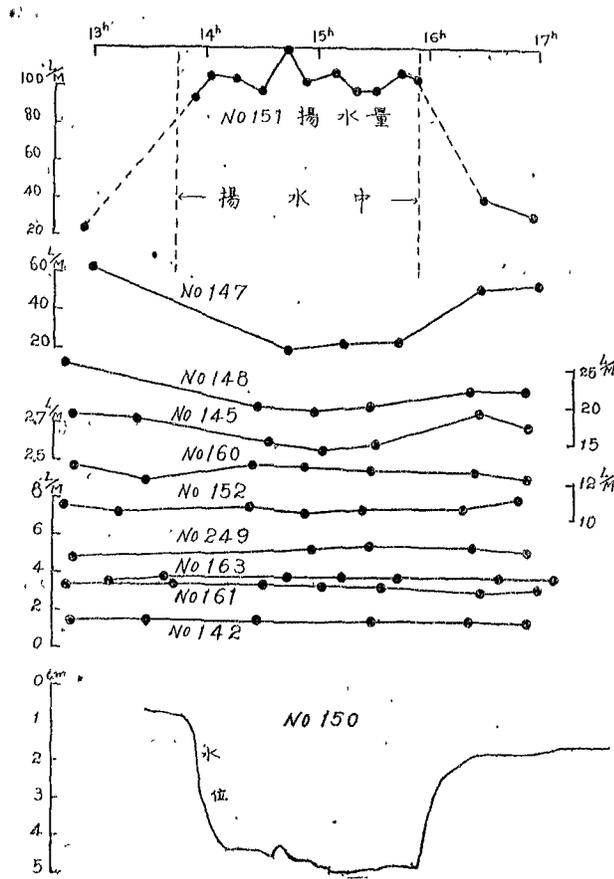
全体的に見て揚水量に比して全体の減少量は少なく、温泉伏流に餘裕のあることを示した。温泉水が地下の多層の地下水層、温泉水層からの補給があつて、これらの混合として湧出するならば揚水等により平常の均衡が破れて混合の割合が變れば溫度及化學成分に變化を生ずる事が豫期せられる¹⁾。溫度は又湧出量の變化によつても變化するから、これ等の測定によつて地下状態及影響の度合も測定する事が出来る豫想のもとに溫度はベクマン寒暖計、化學成分は Cl^-/HCO_3^- 及電氣傳導度を測定したのであるが、認むべき變化は無かつた。

i) 別府温泉に於ける湧出量の相互關係は、一つの温泉に人工を加へて湧出量の變動を與へ、周邊の温泉に及ぼす影響を調査したが、逆に近隣の他の温泉に同様の人工的な變動によつてもとの温泉に及ぼす影響については調査が出來なかつた。之は人工變動を與へる事の出来る條件をそなへた温泉が極く少く相接する温泉に見出せなかつたのである。今般は唯一回ではあるが二温泉相互に人工加工による影響を調査し、又これらに近い温泉の水位置變動を自記計に記録せしめる事に成功した。

大分縣由布院温泉に就て

温泉 No.151 の揚水は過剰揚水量平均 80 L/M で水位降下最大で 182.5 cm に迄及んだ (第4圖参照)。No.150 は土管を立てて湧出を停止させて有つたので水位計を設置して自

第4図, A
No.151揚水による周辺温泉の湧出量変化 (8月3日)



記させた。影響の明瞭に現はれて湧出量が減少したのは

No.147, No.148, No.145 で、試験井からのこれらの各々の温泉まで距離は第4圖Cに示す通りであり、特に No.147 は No.148 に較べて遠距離に有るにも拘らず、其の減量は最大で、減少割合はもとの

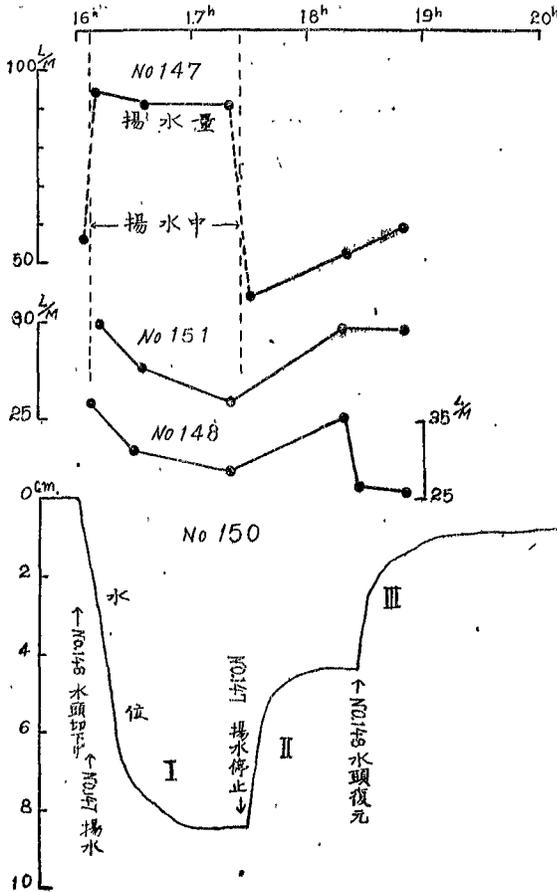
68.6%にあたる 42.9 L/M の減少を示した。次に No.148 で 19.6%, No.145 は 1.6% の減少である No.150 の水位降下は 4.2 cm であつた。次の

日 No.147 をサイホン仕掛により湧出水位を降下せしめて過剰揚水して(第4圖B) No.148, No.150, No.151 の變化を測つた。No.147 の水位低下させる前に、No.148 を

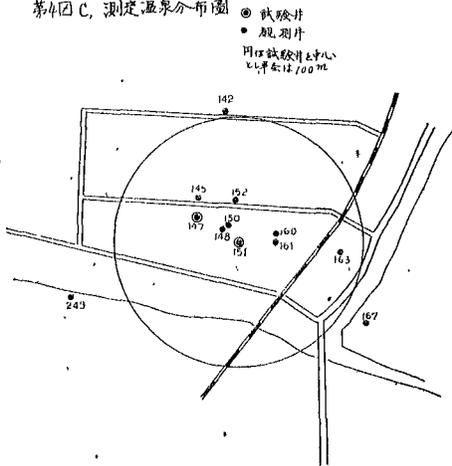
観測に便利な爲水位を 14.2 cm 低下させた。そのためその影響も明瞭に現はれ No.150 の初めの降下曲線は No.147 と No.148 の水位降下による影響である。この影響は短時間に表はれるので、この水位計では正確に測定する事は出来なかつた(自記記録用紙は1時間に 3.3 cm 移動する)過剰揚水を始めてから約 30~40 分で定常状態に成つた。定常状態に成つてから、先づ No.147 の水位を復元させてこの爲の水位上昇を記録させ、これが定常に成つてから No.148 の水位を上昇させた。No.147 の水位低下は 12 cm, No.148 の水位 1.42 cm である。この影響による No.150 の水位變化は 4 cm 及 3.5 cm であつた。以上の

第4図 B

No 147揚水による 周辺温泉の湧出量変化 (8月4日)

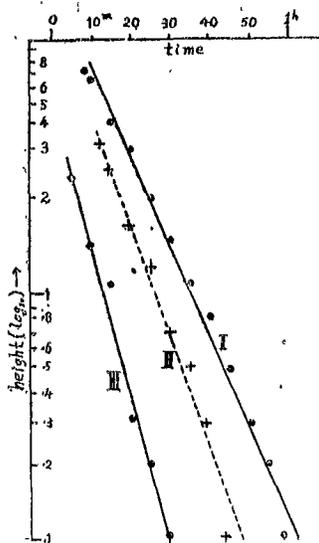


第4図 C, 測定温泉分布圖



二回の実験結果を見ると、二温泉は No. 151から 略同一方向にあつて然も遠方の方に大きく影響する事實を知つた。これは採湯層の相違と、温泉水層の複雑性によるものと思ふ。穿堀者の言によれば、地下10m附近に不透水層あり14~15m附近に厚さ1.5m位の温泉水層があり、これ等の温泉はいずれもこの層より採湯して有る由である。この言の如く同一水層からの揚湯であるとすれば以上の結果の説明は伏流水の流動を考慮に入れても困難で、同一層の然も近距離間でも相當複雑な變化が

第5図 NO.150の水位変化

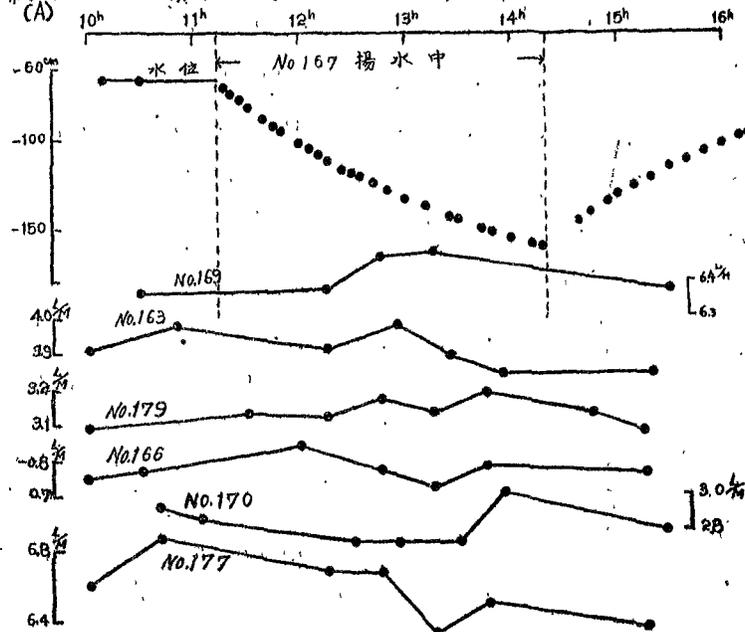


あり、地上の簡単な視察や推測では温泉相互の影響を知る事は困難である事を思はせた。

過剰揚水や水頭切下げ切上げに伴い近傍の温泉水頭變化は No. 150 の自記々録によつて明かに見られる。被壓地下水に於ける壓力變化について興味ある記録である。水位の安定するまでは指數函数的變化である事が第5圖によつて明かである。

No. 151 の過剰揚水量は 80L/M これによる減少の總量は 50L/M で尙地下温泉伏流に餘裕ある事は確であるが、兩者は可なり同程度である。

第6圖 No.167 揚水による周辺温泉の湧出量変化



ii) No. 167

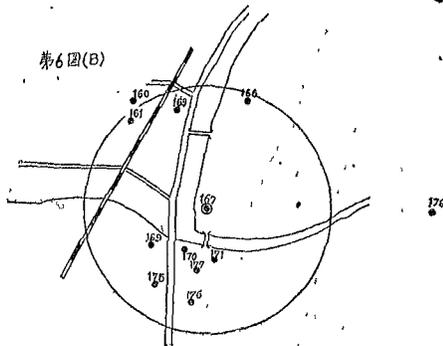
の揚水試験結果は第6圖の如くなり、No. 163, No. 169, No. 179 は揚水中増加し揚水停止後減少して居る。この増加は氣壓變化によるものではないかとも考へたが、京大別府研究所の記録と

對比したが、氣壓は試験中大した變化は無く、原因は不明である。尙揚水影響が遅れて表はれたのではないかも知れぬ。これ等の温泉の外、數口の測定があるもいずれも影響は見られない。

iii) No. 61 及 No. 109 の抑制及揚水試験

の結果は第7圖、第8圖の如くある方向及近

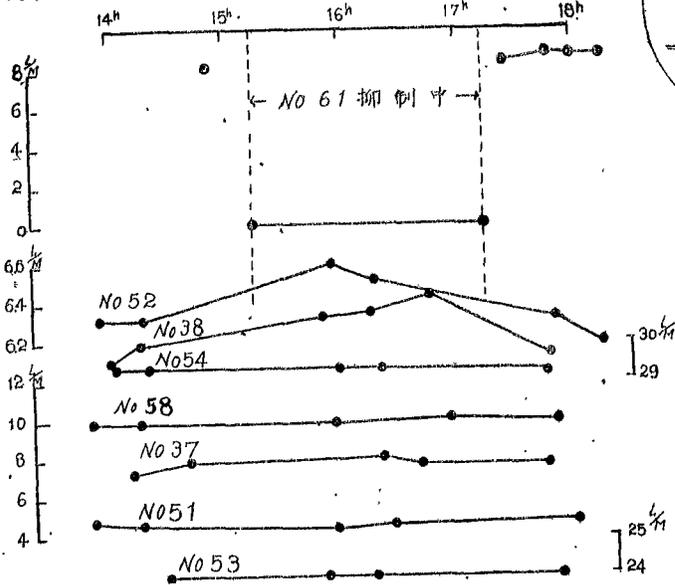
距離に観測井がなく、影響を見るに不備ではあつた。No. 52, 38, 99 には明らかに影響があると思ふが、揚水量に比して減少量は少なく、大きく見積つても三割以内で地下伏流に相當餘裕があるといえる。



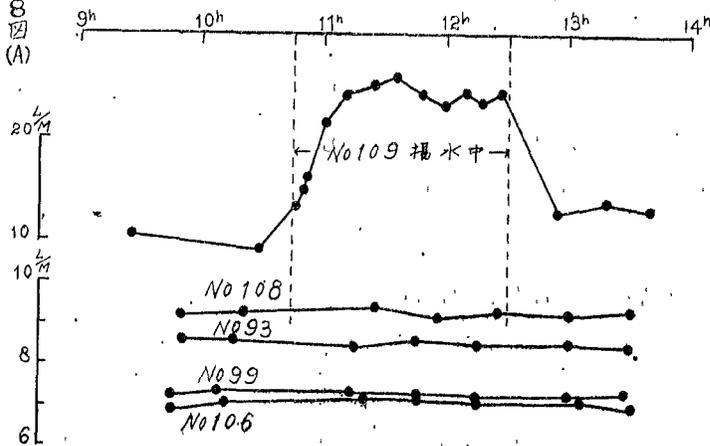
大分縣由布院温泉に就て

第7回(A)

No 61 抑制による周辺温泉の湧出量変化



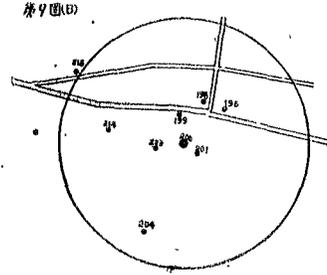
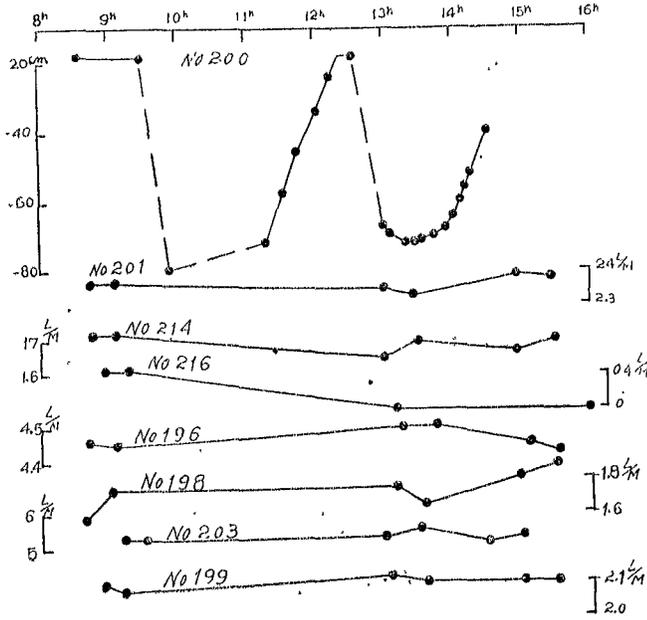
第8回(A) No 109 揚水による周辺温泉の湧出量変化



iii) No. 200 は湧出口上の水位が高いのでサイホンにより水位を低下して湧出量の増加を計つた。湧出口が沈澱物により閉塞されてゐるのか、水位降下 54 cm にも拘らず湧出量の増加は 1 L/M 位であつた。結果は No. 201 には少しでは有るが、影響して居ると思われる。この実験により No. 216 は湧出が全く停止し回復せず、次の日も湧出してない。距離等の關係から考へて他に原因があるかも知れぬ。(第9圖参照)

第9圖(A)

No200揚水による周辺温泉の湧出量変化



6. 總 括

以上の結果を要約すると次の如く成る。

- 1 由布院温泉は大分縣に於て數に於て別府温泉に次ぐ優勢な温泉群で、其の全活動口數は 201 口あり、其の内66口の強勢な自然湧出がある。
- 2 泉温は全平均 54.92、一晝夜の總湧出量は $1.32 \times 10^4 \text{m}^3$ (72,600 石) の多量に達すし、一孔平均は 45.93 L/M である。
- 3 揚水試験の結果、其の影響の度合と距離關係は揚湯層の相異や、地下温泉水層の複雑性により明瞭ではないが、揚水量は減少量より遙かに多いことから相當伏流に餘裕があると思ふ。

終りに本研究に對して御指導を賜る瀬野博士並に調査觀測に助力された輕部、吉川の兩理學士及學生諸氏に厚く謝意を表す。尙この研究は大分縣温泉調査研究會の費用によりなされたことを記し、感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 後藤巳興治：由布院温泉の泉温及 pH 分布 未発表
- 2) 鈴木政達：別府附近の地史と温泉脈 地球物理 1 卷 1 號
- 3) 瀬野, 山下：別府温泉に於ける湧出量の相互關係に就て 地球物理 8 卷 2~4 號
- 4) 吉川恭三：城崎温泉に於ける温泉揚水と近傍の温泉に及ぼす影響 昭和25年 日本地震學會にて講演
- 5) 依田和四郎：「由布院温泉地帯の地温分布」 地球物理 第 1 卷第 4 號 285 頁

Abstract

On the Yufuin-Spā Kosaburo Yamashita

There are many natural and bored hot springs in this area. The distribution of the springs' temperature coincides with that of the earth temperature; on which Mr. Yoda investigated about 30 years ago. It seems that there are yet underlying hot water in reserve, for there is scarcely reduction of flow on the neighbouring hot springs, when overpumped some hot spring.

由布院温泉の湧出量の相互関係測定資料

由布院 No. 151 揚水試験

昭和25年8月3日 13時45分より15時55分迄揚水（時刻はすべて標準時にしてある）

水位標準點は地上79cm

時刻	12.56	13.55	14.03	14.16	14.30	14.44	14.54	15.10	15.21
泉温		52.8C		53.0	53.0		52.9	53.5	53.2
揚水量(L/M)	23.5	94	106	104	97.3	120	102	108	97.8

時刻	15.32	15.45	15.54	16.32	16.57
泉温	53.2	53.2	53.2	52.6	52.6
揚水量(L/M)	97.8	107	104	40	30.9

時刻	12.56	14.14	14.33	15.31	15.41	15.48	15.53
水位	-53cm	-200	-204	-207	-208	-232.8	-235.5

No. 151 揚水による周邊温泉の泉温及湧出量の變化

No. 163	測定時刻	13.10	13.40	14.45	15.15	15.45	16.40	17.10
	泉温	52.5C	51.5	52.5	51.2	51.3	51.7	51.5
	湧出量	3.54L/M	3.84	3.84	3.84	3.84	3.83	3.83
No. 147	測定時刻	13.0	14.45	15.15	15.45	16.30	17.0	
	泉温	55.8	55.5	55.5	54.5	55.6	55.6	
	湧出量	62.0	19.1	22.4	23.3	52.3	54.8	
No. 148	測定時刻	12.45	14.30	15.0	15.30	16.25	16.55	
	泉温	55.2	55.1	55.0	55.0	55.1	55.1	
	湧出量	25.2	19.6	19.1	19.8	22.4	22.5	
No. 152	測定時刻	12.45	13.15	14.25	14.55	15.25	16.20	16.50
	泉温	38.5	38.5	38.4	38.5	38.0	38.4	38.6
	湧出量	7.61	7.25	7.61	7.19	7.43	7.57	8.04
No. 144	測定時刻	12.50	13.25	14.35	15.05	15.33	16.30	16.56
	泉温	49.5	49.0	49.1	49.1	48.5	48.3	49.0
	湧出量	2.74	2.72	2.60	2.56	2.59	2.76	2.69
No. 249	測定時刻	12.50	13.25	14.30	15.0	15.30	16.25	16.55
	泉温	60.6	60.6	60.6	60.6	60.6	60.3	60.2
	湧出量	4.87	5.40	5.19	5.39	5.55	5.50	5.21
No. 142	測定時刻	12.50	13.20	14.30	15.0	15.30	16.25	16.55
	泉温	41.3	41.2	41.0	40.9	40.9	40.6	40.5
	湧出量	1.46	1.56	1.47	1.49	1.54	1.58	1.53

No. 161	測定時間	12.45	13.45	14.35	15.04	15.35	16.30	17.00
	泉 温	49.3	49.3	49.2	49.4	49.3	49.3	49.3
	湧 出 量	3.50	3.50	3.43	3.42	3.36	3.03	3.36
No. 160	測定時間	12.50	13.20	14.27	14.55	15.30	16.25	16.55
	泉 温	67.5	67.5	67.4	67.2	67.4	67.4	67.4
	湧 出 量	12.76	11.96	12.81	12.7	12.59	12.48	12.21
No. 167	測定時間	12.50	13.20	14.30	15.0	15.30	16.25	16.55
	泉 温	56.5	57.0	57.5	57.0	56.5	57.0	57.3
	水位備考	54.0	53.9	53.5	53.6	53.6	53.5	53.4
備 考	停電のため朝より揚水せず 水位はタンク上のコンクリート枠上より下へ測定 17 h 13 m No. 167 pump up 開始す							

由布院 No. 147 揚水試験

昭和25年8月4日

No. 147 の水位をサイホンで下げて No. 151, No. 148, No. 150 の変化を見た
No. 150 の水位変化を水位計に自記せしめた

時 刻	16.04	16.10	16.35	17.20	17.25	17.32	18.20	18.50
湧 出 量	56.25	94.74	90.91	90.91		41.67	52.94	60.00
水 位	0	-8 cm	-10	-12	複 元			
泉 温	55.5°C							

No. 147 揚水による周辺温泉の泉温及湧出量

No. 151	測定時間	16.12	16.34	17.20	18.18	18.50	
	泉 温	52.7	52.7	52.5	55.0	53.0	
	湧 出 量	29.90	27.75	25.99	29.80	29.70	
No. 148	測定時間	16.07	16.30	17.20	18.20	18.26	18.51
	泉 温	54.9	54.9	54.8	54.9	54.8	54.7
	湧 出 量	37.15	31.2	28.89	35.45	26.89	26.0
備 考						水位を13 cm あげた	水位が1.2 cm 上つた

由布院 No. 167 揚水試験

昭和25年8月4日 6時20分より7時20分迄揚水以後10時10分迄揚水を行はず

水位はタンク上端より上 6.8 cm を0點とする

時 刻	10.10	10.30	11.13	11.15	11.17	11.18	11.21	11.25
水 位	66	66	モーター一つ 1/4 PH	一時止つて又動く	更に一つ 1/4 HP 揚水	70.6	74	77
備 考								
時 刻	11.32	11.40	11.45	11.50	12.00	12.06	12.11	12.16
水 位	82	88	92	95	102	105	108	111

時刻	12.24	12.25	12.30	12.34	12.42	12.45	12.50	12.55
水位	115	117	119	121	124	126	129	132

時刻	13.00	13.07	13.12	13.16	13.25	13.30	13.38	13.43.5
水位	134	136	138	140	144	145.5	148	150

時刻	13.49	13.55	14.00	14.11	14.15	14.17	14.19	14.38
水位	152.5	154.5	156	159	160	160.4	揚水停止	146.3

時刻	14.40	14.43	14.45	14.50	14.55	15.00	15.06	15.10
水位	145	143	141.8	138.5	135.7	132.7	129.9	127.3

時刻	15.15	15.20	15.25	15.30	15.35	15.40	15.45	15.50
水位	124.5	122.1	119.1	116.9	114.5	112.0	110	107.5

時刻	15.55	16.00	16.05	16.10	16.15			
水位	105.6	103.5	101.4	99.4	97.4			

揚水量

時刻	11.22	11.45	12.04	12.20	12.42	12.55	13.28	
揚水量	25.79	25.79	25.71	25.50	24.95	25.00	24.72	

No. 167 揚水による周邊温泉の泉温及湧出量

No. 166	時刻	10.00	10.30	12.00	12.45	13.14	13.45	15.15	
	泉温	41.0	41.0	41.2	41.2	41.0	41.2	40.8	
	湧出量	0.75	0.77	0.84	0.77	0.72	0.78	0.76	
No. 163	時刻	10.00	10.50	12.15	12.55	13.25	13.55	15.20	
	泉温	51.0	52.0	52.0	51.8	51.8	51.0	51.8	
	湧出量	3.91	3.98	3.91	3.98	3.89	3.84	3.84	
No. 169	時刻	10.30	12.15	12.45	13.15	15.30			
	泉温	59.6	59.5	59.5	59.5	59.5			
	湧出量	6.37	6.38	6.47	6.48	6.38			
No. 179	時刻	10.00	11.30	12.15	12.45	15.15	15.45	14.45	15.15
	泉温	43.1	43.0	43.1	43.2	43.2	43.3	43.3	43.4
	湧出量	3.09	3.13	3.12	3.17	3.13	3.19	3.13	3.08
No. 171	時刻	10.25	10.52	12.15	12.45	13.15	13.45	15.15	
	泉温	54.0	55.6	54.4	54.4	54.3	54.0	54.8	
	湧出量	4.35	4.30	4.57	4.19	4.40	4.30	4.30	
No. 170	時刻	10.40	11.03	12.30	12.55	13.30	13.55	15.25	15.55
	泉温	56.6	56.8	57.3	56.8	57.2	57.0	57.0	57.2
	湧出量	2.84	2.87	2.74	2.74	2.74	3.01	2.80	2.94

No. 177	時刻	10.00	10.40	12.15	12.45	13.15	13.45	15.15	
	泉温	60.3	60.2	60.3	60.2	60.2	60.2	60.2	
	湧出量	6.60	6.87	6.68	6.67	6.32	6.49	6.36	
No. 175	時刻	10.30	12.25	12.55	13.30	13.55	15.35	16.05	
	泉温	67.0	67.4	67.3	67.0	67.3	67.0	66.8	
	湧出量	24.42	23.44	26.08	24.84	25.75	29.39	28.00	
No. 176	時刻	10.03	10.30	12.18	12.45	13.15	13.47	15.15	
	泉温	64.7	64.7	64.9	65.0	65.0	65.0	65.1	
	湧出量	7.29	7.18	7.36	7.23	7.04	7.16	7.29	
No. 160	時刻	10.05	10.30	12.16	12.38	13.13	13.45	15.13	
	泉温	68.4	68.4	68.5	68.5	68.4	68.5	68.5	
	湧出量	12.97	12.48	12.41	12.38	12.38	12.64	12.48	
No. 161	時刻	10.10	10.35	12.20	12.48	13.16	13.51	15.25	
	泉温	49.0	49.0	49.3	49.3	49.2	49.3	49.3	
	湧出量	3.45	3.48	3.40	3.40	3.42	3.42	3.40	

由布院 No. 61 抑水試験

昭和25年8月5日

時刻	15.15	17.14	17.26	17.45	17.47	17.50	18.01	18.16
湧出量			8.33		8.75	8.73	8.64	8.60
備考	抑制 水位上昇+208cm		抑制停止	温度 42.1C				

No. 61 抑水による周辺温泉の泉温及湧出量

No. 54	時刻	14.03	14.20	15.58	16.20	17.46	
	泉温	56.0	56.2	56.2	56.2	56.2	
	湧出量	12.75	12.75	12.75	12.75	12.50	
No. 51	時刻	13.50	14.15	15.55	16.25	18.0	
	泉温	55.8	55.6	55.7	55.7	55.7	
	湧出量	4.83	4.70	4.58	4.65	4.83	
No. 64	時刻	14.0	14.15	16.45	17.05	18.03	
	泉温	62.3	62.3	62.3	62.3	62.3	
	湧出量	6.57	6.49	6.59	6.49	6.61	
No. 37	時刻	14.10	14.40	16.20	16.40	17.45	
	泉温	54.5	54.4	54.5	54.5	54.5	
	湧出量	7.35	7.91	8.04	7.74	7.74	
No. 38	時刻	14.0	14.15	15.50	16.15	16.45	17.45
	泉温	47.7	47.7	47.7	47.8	47.8	47.6
	湧出量	29.54	29.95	30.65	30.77	31.27	29.69
No. 58	時刻	13.50	14.15	15.55	16.55	17.50	
	泉温	55.8	55.8	55.8	55.5	55.5	
	湧出量	9.91	9.98	9.91	10.10	9.85	

No. 52	時刻	13.55	14.18	15.55	16.17	17.50	18.15
	泉温	55.2	55.5	55.5	55.2	55.2	55.5
	湧出量	6.32	6.32	6.60	6.52	6.32	6.19
No. 53	時刻	14.28	15.50	16.15	17.52		
	泉温	55.0	55.0	55.5	55.7		
	湧出量	24.0	24.0	24.0	24.0		

由布院 No. 200 揚水試験

昭和25年8月6日

9時28分 Siphon 仕掛 9時52分 Siphon 止む 以後 Siphon の調子悪く断続的に Siphon 揚水す 11時17分揚水停止

水位上昇変化 tank 蓋上端より-71.5cm を0點とす

水位	0cm	1	2	3	4	5	6	7
分秒	.0	1.09	2.16	3.30	4.41	5.53	6.57	8.08
水位	8	9	10	11	12	13	14	15
分秒	9.15	10.21	11.35	12.45	13.47	14.51	15.57	17.12
水位	16	17	18	19	20	21	22	23
分秒	18.13	19.27	20.39	21.48	23.14	24.28	25.31	26.41
水位	24	25	26	27	28	29	30	31
分秒	27.49	29.00	—	31.13	32.38	33.47	35.27	36.44
水位	32	33	34	35	36	37	38	39
分秒	37.55	39.14	40.35	41.37	42.59	44.07	45.45	47.00
水位	40	41	42	43	44	45	46	47
分秒	48.23	49.42	51.00	52.12	53.34	54.47	56.05	57.37
水位	48							
分秒	58.50							

次に12時37分から14時01分から Siphon を仕掛けた

水位は tank 上端より下に測つたものである

時分	13.60	13.06	13.22	13.28	13.34	13.45	13.55
水位	67.4	69.5	72.0	72.0	71.0	70.0	67.5

14時02分以後の水位上昇変化 tank 蓋上端より-63.5cm を0點とす

水位	0	1cm	2	3	4	5	6	7
分秒	0	1.25	2.32	3.58	5.12	6.27	7.38	8.51
水位	8	11	13	16	19	21	24	
分秒	10.01	13.31	15.54	19.37	23.32	25.56	29.39	

No. 200 揚水による周辺温泉の泉温及湧出量

No. 198	時刻	8.35	9.0	13.10	13.35	14.55	15.30	
	泉温	67.2	67.5	67.2	67.0	67.5	67.2	
	湧出量	1.57	1.74	1.76	1.65	1.81	1.88	
No. 196	時刻	8.40	9:05	13.15	13.45	15.07	15.33	
	泉温	49.5	49.0	49.0	49.1	49.0	19.0	
	湧出量	4.46	4.45	4.50	4.50	4.45	4.43	
No. 203	時刻	9:10	9.30	13.0	13.30	15.0	15.30	
	泉温	81.2	81.0	81.0	81.2	81.2	81.1	
	湧出量	5.28	5.25	5.34	5.53	5.19	5.36	
No. 201	時刻	8.43	9.05	13.0	13.25	14.55	15.25	
	泉温	41.7	41.6	41.6	41.4	41.3	41.4	
	湧出量	2.37	2.37	2.35	2.33	2.39	2.38	
No. 199	時刻	8.50	9.10	13.05	13.35	15.00	15.30	
	泉温	55.1	55.1	55.0	55.0	55.0	55.0	
	湧出量	2.10	2.08	2.12	2.10	2.10	2.10	
No. 216	時刻	8.55	9.15	13.10	13.45	15.00	15.35	16.00
	泉温	70.1	70.0	63.0	62.6	63.1	63.5	62.3
	湧出量	0.43	0.44	湧出停止	〃	〃	〃	〃
No. 214	時刻	8.45	9.05	13.00	13.30	15.10	15.30	
	泉温	58.1	58.0	58.4	59.9	58.0	58.0	
	湧出量	1.72	1.72	1.65	1.70	1.67	1.70	

山布院 No. 109 揚水試験

昭和25年8月7日 10時43分より12時30分迄揚水

時分	9.23	10.28	10.43	10.46	10.49	10.51	11.00	11.10
湧出量	10.55	9.18	揚水開始	13.45	14.60	16.10	21.39	24.20
泉温		52.3						

時分	11.13	11.24	11.35	11.48	11.59	12.10	12.16	12.17
湧出量		25.08	25.80	24.15	23.15	24.40		23.30
泉温	51.3						51.5	

時分	12.27	12.30	12.55	12.58	13.19	13.20	13.40	13.41
湧出量	24.40	揚水停止	12.75		13.64		13.23	
泉温				52.0		52.1		52.1

No. 109 揚水による周辺温泉の泉温及湧出量

No. 99	時刻	9.45	10.07	11.15	11.43	12.15	13.00	13.28
	泉温	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0
	湧出量	7.24	7.39	7.39	7.34	7.29	7.29	7.39
No. 106	時刻	9.45	10.11	11.20	11.45	12.15	13.05	13.30
	泉温	43.5	43.5	43.5	43.7	43.7	43.7	43.8
	湧出量	6.94	7.08	7.12	7.16	7.10	7.19	7.06
No. 108	時刻	9.50	10.20	11.25	11.55	12.25	13.00	13.30
	泉温	60.0	60.0	60.0	59.9	60.0	59.9	60.0
	湧出量	9.20	9.30	9.44	9.19	9.34	9.25	9.34
No. 93	時刻	9.50	10.15	11.15	11.45	12.15	13.00	13.30
	泉温	58.0	58.5	58.5	58.0	58.3	58.2	58.2
	湧出量	8.63	8.63	8.45	8.63	8.51	8.51	8.51

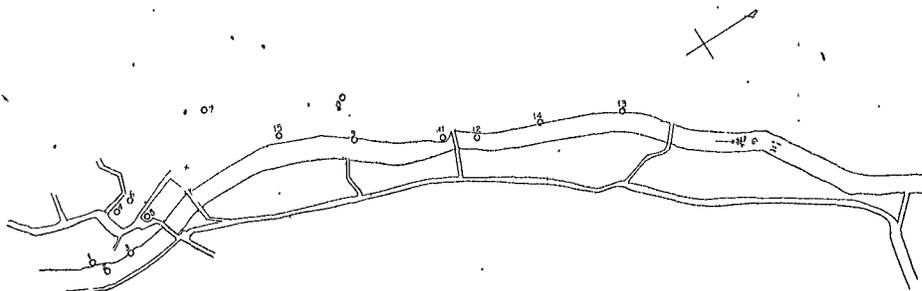
大分縣湯平溫泉調查報告

山下 幸三 郎*

1. 概 況

湯平は久大線湯平驛西方四軒の湯の平村の花の川を挾だ峡谷に在る。瀬野博士は昭和11年より12年に亘り湧出量、泉温等に就て調査研究を行なつてゐる。この結果と今回の調査結果を比較検討する事が出来た(第1表)。温泉の分布は第1圖の如く川岸から自然湧出するものをポンプ揚水か又は下流に引湯して使用する外、山腹に横穴を掘つて高温泉水を集

第1圖 湯平温泉分布圖



めたものがある。これ等温泉は何れも花の川の左岸にのみありて右岸には無い。これは地質構造の特異性を示すもので、峡谷や温泉の成生機構を暗示してゐる。現在の活動口数は15口で昭和11年より2口を増加して居る。

泉温の最高は村有源泉で $80^{\circ}.0C$ で大部分が $60^{\circ}C$ 以上で湧出量の割合に高温である。平均泉温は $62^{\circ}.70C$ で前回と比較して低温である。二回の調査を比較すると、個々温泉の泉温湧出量は昇降様々である。前回は Cl を測定されてゐるのと比較すると第2表の如く

第1表 湯平温泉統計比較

調査年次	最高泉温	平均泉温	最大湧出量	平均湧出量	一日總湧出量
昭和11年	$86^{\circ}.7C$	$66^{\circ}.5C$	49.75 L/M	15.7 L/M	295 m ³ (1630石)
昭和25年	$80^{\circ}.0C$	$62^{\circ}.7C$	53.4 L/M	14.6 L/M	274 m ³ (1510石)

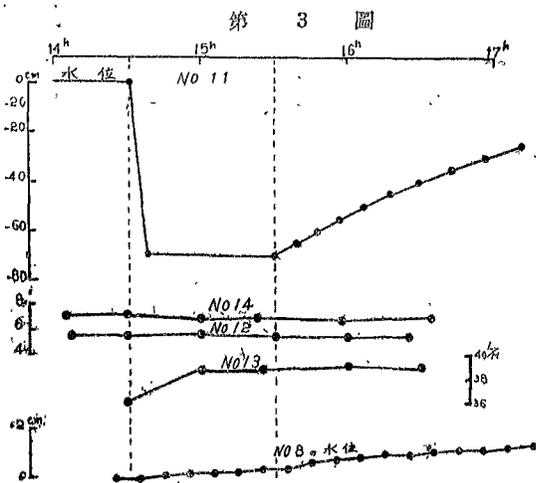
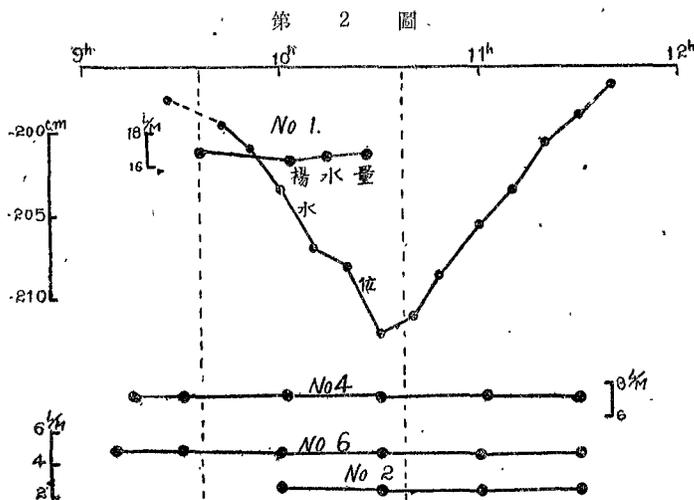
*京都大學理學部火山温泉研究所

大分縣湯平温泉調査報告

六孔中五孔迄がその減少を見てゐて、泉湯湧出量とは相関も著しくない。表に示す如く全体として泉源勢力がやゝ減衰した如く見える。温泉源が14年間位に減衰するとも考へられぬが、人工採湯によるため施設の腐朽や改造などが大きい原因になるのではないかと思ふ。

2. 温泉湧出量の相互關係

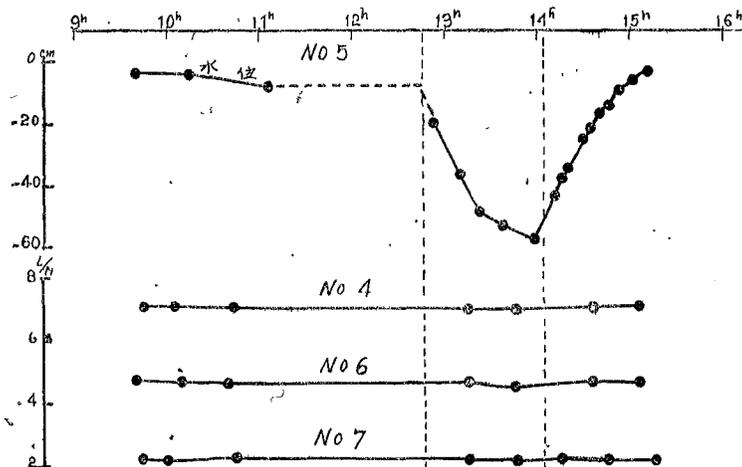
由布院温泉と同様な方法を用ひ、3ヶ所で揚水試験を行なつた。其の結果第2, 3, 4圖の如く成り少しは影響が有るものと思われるものも有るが明瞭ではない。而も温泉相互の距離は近い。瀬野博士は調査結果から湧出量泉温の年變化は雨量の影響であり、村有温泉の水頭と湧出量が一次的關係である事より脈状泉でない結論されてゐるが、静止水頭近く迄測定されておらず、判定には一層高水位迄測定せねばならぬ。該當温泉が層状泉の性



質に近いものであつても、地形からみてそれがすべてに共通な性質ではないと想像される。數個の温泉の分析を見ると各成分の比やその絶対値迄近似してゐて、全温泉は一系のものと考へられるが、(第8圖)各個が分岐してゐるのは湧出口より近くはなく、各個の水壓變化は獨自である如くに見える。Nos. 7, 8, 10 は山腹に横穴を深く掘つて湧出してゐる

大分縣湯平溫泉調査報告

第 4 圖



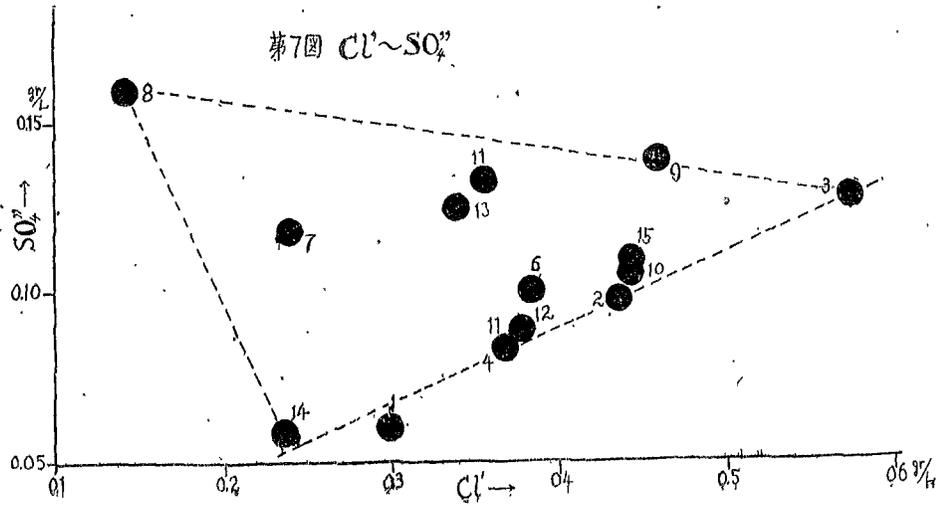
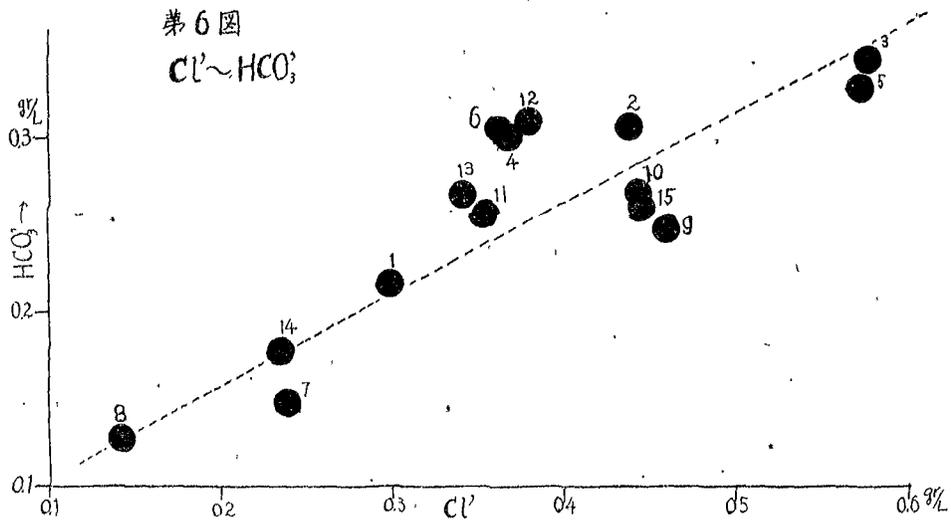
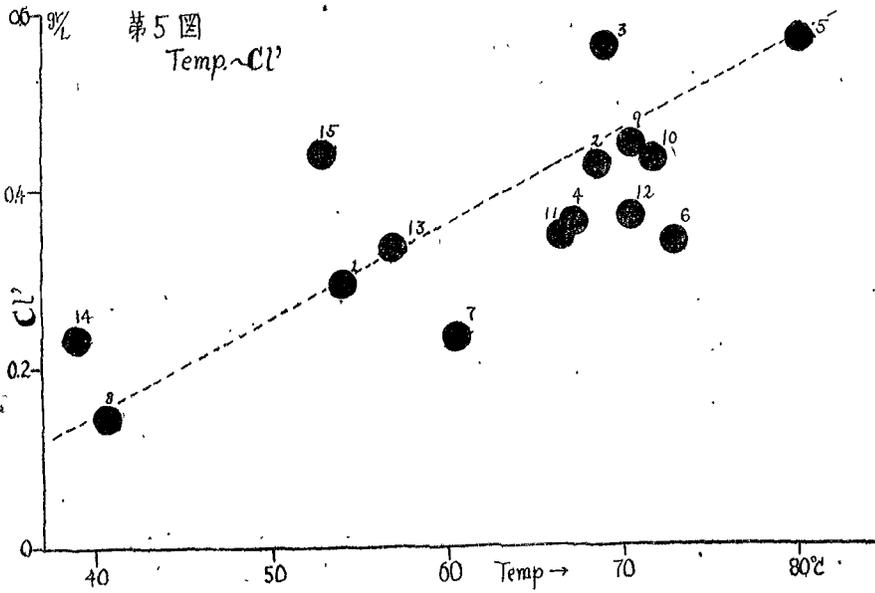
のを見ても上述の推定も必ずしも全く虚構とはいへぬであらう。

3. 化學成分に就いて

瀬野博士は昭和11年より一ヶ年餘の測定により湧出量、泉温に對し Cl' は相反的に變化する事を述べてゐる。今回は短期に Cl , HCO_3 , SO_4 について分析を行つて相互の關係をみると、 Cl と泉温はほぼ併行、 Cl と HCO_3 とともに併行關係を示し、(第5, 6 圖) Cl と SO_4 はグラフ上で三角形狀に近いことは第7 圖からも知られる。Nos. 7, 8 を例外と考へても $Cl-HCO_3$ ほど明瞭な關係ではない。 SO_4 のみが他と異つた水系から供給されてゐるやうに見える。然るに湯平温泉の數個について全分析が行はれてゐる。それは第8 圖に示す如くであるが、 HCO_3 は相當に多く Cl と併行であり、 SO_4 も又さうである事には注意を要する。第7 圖に於て Nos. 7, 8, 9, 11, 13 を別に考へれば残りはほぼ併行性を示す。上掲の5 孔は地理的分布からいふと下流のものが多く、他水系のものが新しく加

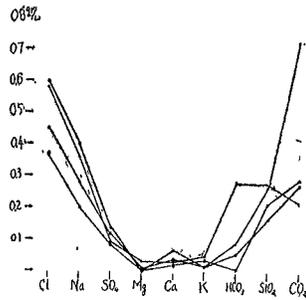
第2表 二 回 調 査 比 較

		No. 3	No. 5	No. 6	No. 7	No. 10	No. 11
昭七 和月 十二 年	湧出量	9.77 L/M	18.40	4.91	3.76	5.11	—
	泉温	67°.4 C	83.0	71.6	63.5	75.5	62°.5
	クロール	0.502 gr/L	0.610	0.410	0.303	0.505	0.428
昭八 和月 廿五 年	湧出量	3.02 L/M	53.4	5.29	2.31	3.58	37.0
	泉温	69°.0 C	80.0	73.0	60.5	71.7	66.5
	クロール	0.575 gr/L	0.572	0.384	0.240	0.443	0.355



大分縣湯平溫泉調査報告

第8圖 湯平溫泉化學成分の比較圖



はる可能性が生じると見られる。

4. 結 論

以上の結果を纏めると、

- 1 湯平温泉の湧出勢力は昭和11年調査當時と比較して全体として少しく減衰してゐる。
- 2 揚水試験の結果短時間の影響は近距離の温泉にも著明に表はれない各温泉の湧出通路は複雑で關聯性がうすい。

終りに種々御指導を賜はつた瀬野博士及調査観測に御援助下さつた輕部理學士及學生諸氏に厚く謝意を表する。尙この研究は大分縣温泉調査研究會の費用によるものである。

参 考 文 献

瀬野錦藏：大分縣湯平温泉に就いて，地球物理 第4卷第4號301頁

Abstract

Yunohira Spä, in Ōita Prefecture Kōsaborō Yamashita

Some investigations are procedured. Heat energy is deduced in 1950 than in 1936. Mutual communication of hot springs indicates scarcely in flow, inspite of resembling in chemical elements.

湯ノ平温泉の湧出量の相互関係測定資料

湯ノ平温泉 No. 1 揚水試験

昭和25年8月10日 9時36分より10時37分迄揚水

揚水量, 泉温變化

時刻	9.40	9.45	9.46	9.50	9.55	10.0	10.03	10.10
揚水量			16.8 ^L /M				16.3	
泉温	43°.0C	44.6		45.1	45.5	45.9		46.2

時刻	10.14	10.16	10.21	10.25	10.27	10.30	10.35	10.37
揚水量	16.6				16.8			
泉温		47.0	47.2	47.5		47.8	48.1	48.4

水位變化

時刻	9.26	9.43	9.51	10.00	10.10	10.20	10.30	10.40
水位	-203cm	-199.5	-201.0	203.4	207.0	208.0	212.0	211.0

時刻	10:48	11.00	11.10	11.20	11.30	11.40		
水位	208.5	205.5	203.4	200.5	198.8	197.0		

温泉 No. 1 揚水による周辺温泉の泉温及湧出量

No. 6	時刻	9.10	9.30	10.0	10.30	11.0	11.30	
	泉温	69°.5C	69.4	69.6	69.5	69.5	69.4	
	湧出量	4.86 ^L /M	4.86	4.80	4.80	4.82	4.80	
No. 4	時刻	9.15	9.30	10.02	10.30	11.02	11.30	
	泉温	67°.5C	67.5	67.5	67.5	67.5	67.7	
	湧出量	7.14 ^L /M	7.19	7.19	7.14	7.27	7.19	
No. 2	時刻	10.0	10.30	11.0	11.30			
	泉温	54°.2C	55.5	55.5	55.5			
	湧出量	2.63 ^L /M	2.52	2.53	2.63			

湯ノ平温泉 No. 11 水位低下による影響試験

昭和25年8月10日

本温泉は浴槽下より湧出するものである

14h 31m 排水して浴槽を空にした。即ち水面を 68.5 cm 降下した

14h 31m 以後の水位上昇度と算出湧出量

時刻	0	1.49	3.57	5.44	7.32	9.14	11.05	12.55
水位	0	1cm	2	3	4	5	6	7
湧出量		41.63 ^L /M	35.45	42.41	42.01	44.52	40.93	41.29

時刻	$14.26^{\frac{m}{s}}$	16.20	18.12	19.59	21.42	23.38	25.22	27.14
水位	7.8 ^{cm}	9	10	11	12	13	14	15
湧出量	41.66 ^{L/M}	39.84	40.57	42.43	44.11	39.16	43.65	40.52

時刻	$29.02^{\frac{m}{s}}$	31.04	33.04	34.56	36.54	38.57	41.11	43.11
水位	16 ^{cm}	17	18	19	20	21	22	23
湧出量	42.02 ^{L/M}	37.21	37.85	40.52	38.48	36.89	34.13	37.85

時刻	$45.19^{\frac{m}{s}}$	47.29	49.49	52.16	54.41	57.00	59.26	61.50
水位	24 ^{cm}	25	26	27	28	29	30	31
湧出量	35.49 ^{L/M}	34.94	32.45	30.91	31.31	32.67	31.08	31.53

時刻	$64.23^{\frac{m}{s}}$	66.49	69.23	72.06	74.43	77.34	80.28	83.14
水位	32 ^{cm}	33	34	35	36	37	38	39
湧出量	29.95 ^{L/M}	31.08	29.50	29.11	30.20	27.65	27.27	28.59

時刻	$86.44^{\frac{m}{s}}$	89.36	92.20	95.18	98.33	101.40		
水位	40 ^{cm}	41	42	43	44	45*		
湧出量	22.57 ^{L/M}	27.60	28.93	26.65	24.37	25.37		

* 最後の水位は浴槽様より 19.5 cm である

温泉 No. 11 水位変化による周辺温泉の泉温及湧出量

No. 14	時刻	$14.07^{\frac{h}{m}}$	14.30	15.0	15.30	16.0	16.25	
	泉温	38°.8C	38.8	38.8	38.8	38.7	38.8	
	湧出量	5.58 ^{L/M}	5.58	5.62	5.58	5.52	5.49	
No. 12	時刻	$14.5^{\frac{h}{m}}$	14.30	15.00	15.25	16.00	16.30	
	泉温	63°.5C	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	
	湧出量		36.17 ^{L/M}	38.72	38.86	39.15	39.09	
No. 13	時刻	$14.05^{\frac{h}{m}}$	14.35	15.00	15.27	15.58	16.34	
	泉温	57°.2C	57.2	57.2	57.2	57.0	57.0	
	湧出量	7.13 ^{L/M}	7.15	6.93	6.99	6.83	7.02	

No. 11 水位変化による No. 8 の泉温, 水位変化

時刻	$14.25^{\frac{h}{m}}$	14.35	14.45	14.55	15.05	15.15	15.25	15.35
泉温	42°.1C			42.1			42.1	
水位	0	0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.3	+0.4	+0.4
時刻	$15.45^{\frac{m}{h}}$	15.55	16.05	16.15	16.25	16.35	16.45	16.55
泉温	°C	42.1			42.1			42.1
水位	+0.7	+0.8	+0.9	+1.0	+1.0	+1.1	+1.2	+1.2
時刻	$17.05^{\frac{h}{m}}$	17.15						
泉温								
水位	+1.3	+1.4						

湯の平温泉 No. 5 揚水試験

昭和25年8月11日 12時45分より14時04分迄揚水

水位は源泉に向ひ右側の右壁下より二枚目の上端を0點とす

時刻	9.40	9.42	10.15	10.17	11.05	12.45	12.48
水位	104 ^{h m} _{cm}		104	.	108		
揚水量						揚水開始	84.4
泉温		84°.3C		84.5			

時刻	12.53	13.10	13.11	13.18	13.21	13.38	13.38~43
水位	120 ^{h m} _{cm}	136			148	153	
揚水量				60.5			揚水故障
泉温			84°.5C				

時刻	13.49	13.58	14.04	14.08	14.55		
水位		157 ^{h m} _{cm}					
揚水量			揚水停止				
泉温	87°.4C			87.9	86.1		

揚水停止に伴ふ水位上昇

時刻	14.11	14.13	14.14	14.16	14.20	14.29	14.34	14.40
水位	143 ^{h m} _{cm}	141	139	137	134	125	121	116

時刻	14.46	14.53	15.03	15.11				
水位	114 ^{h m} _{cm}	109	104	103				

温泉 No. 5 揚水による周辺温泉の泉温及湧出量

No. 6	時刻	9.40	10.10	10.40	13.15	13.45	14.35	15.05	
	泉温	70°.2C	70.2	70.1	70.1	70.1	70.0	70.1	
	湧出量	4.76 ^l / _M	4.74	4.70	4.75	4.60	4.80	4.73	
No. 7	時刻	9.45	10.00	10.45	13.15	13.45	14.15	14.45	15.15
	泉温	60°.5C	60.5	60.4	60.3	60.3	60.4	60.4	60.5
	湧出量	2.28 ^l / _M	2.26	2.31	2.30	2.24	2.37	2.28	2.29
No. 4	時刻	9.45	10.05	10.43	13.15	13.45	14.35	15.05	
	泉温	66°.9C	66.9	66.9	66.9	67.0	66.9	67.0	
	湧出量	7.12 ^l / _M	7.12	7.09	7.12	7.09	7.12	7.14	

大分縣由布院溫泉に於ける Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} の分布に就て

輕 部 末 藏*

昭和25年7月—8月大分縣溫泉調查研究會主催の由布院溫泉一齊調査報告の一部として本地域溫泉の Cl^- イオン, HCO_3^- イオン, SO_4^{2-} イオンの定量分析の結果と, それに基づく溫泉水系の考察を報告する。

1. 化學成分定量の方法

Cl^- イオンと HCO_3^- イオンに就ては, 本地域一帯に湧出して居る總溫泉201口の中から適當に選んだ約160口につき7月28日より3日間に採水して大部分は即日定量し, 又 SO_4^{2-} イオンは約60口に就て1ヶ月間内に定量した。

本地域の溫泉は單純泉に屬し, 先年後藤理學士の測定に依れば多くは PH 6.2—7.5 程度で, 筆者もその十數口に就て測定した所, 大体同様の結果を得たが, 内に PH=8.6 に及ぶものもあつた。

(1) Cl^- イオンの定量, 檢水 40 cc を取り 0.05 N— AgNO_3 溶液を用い Mohr 氏法に依り滴定した。

(2) HCO_3^- イオン, 先づ檢水に就て Phenol Phthalein に依る反應を確め, 次に檢水 50 cc を取り Methylorange を指示薬として 0.05 N— HCl 溶液にて滴定し, その消費量を HCO_3^- イオンに換算した。

(3) SO_4^{2-} イオンは檢水 300 cc を取り BaSO_4 として沈澱せしめ重量法に依つて定量した。

これらの分析結果は末尾の由布院溫泉臺帳抄に併記した。

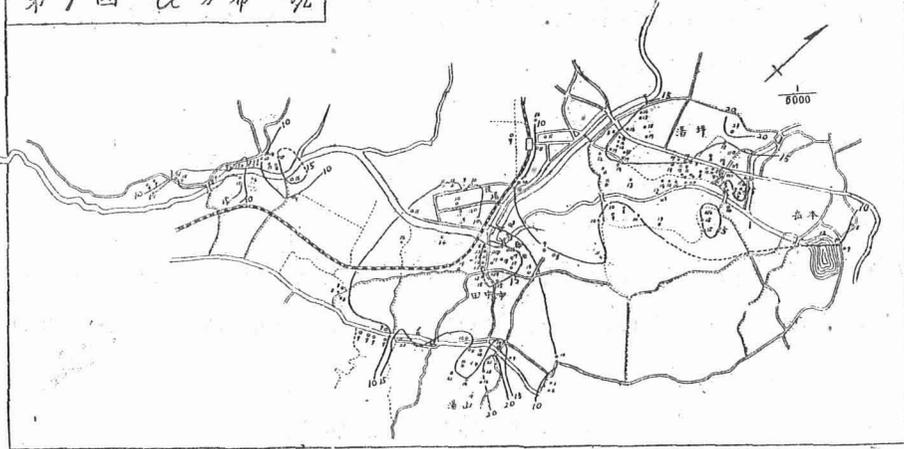
2. 三成分の分布狀況

三成分の分析結果を基として第1圖 (Cl^- イオン分布圖), 第2圖 (HCO_3^- イオン分布圖) 及び第3圖 (SO_4^{2-} イオン分布圖) を作つた。更に三成分の含量と湧出口數との關係を知るために, 第1表を作成した。山下理學士は本調査研究に於て由布院溫泉地帯を, 湯の坪附近,

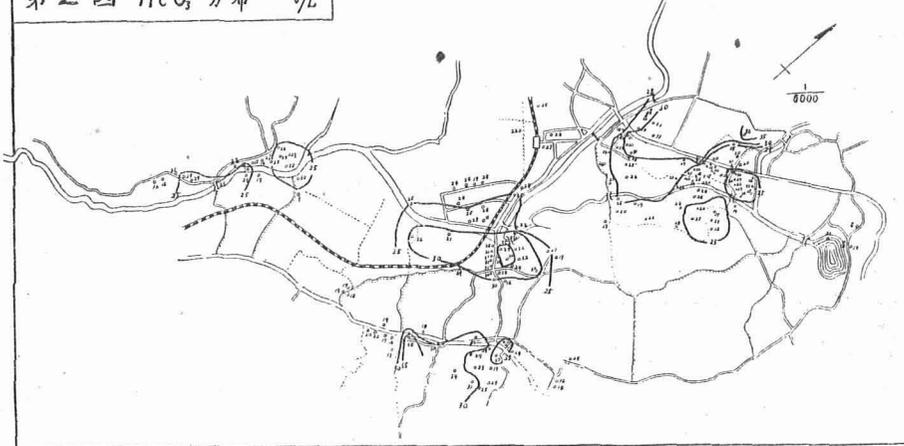
* 京都藥科大學, 京都大學員外研究生

大分縣由布院温泉に於ける Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} 分布に就て

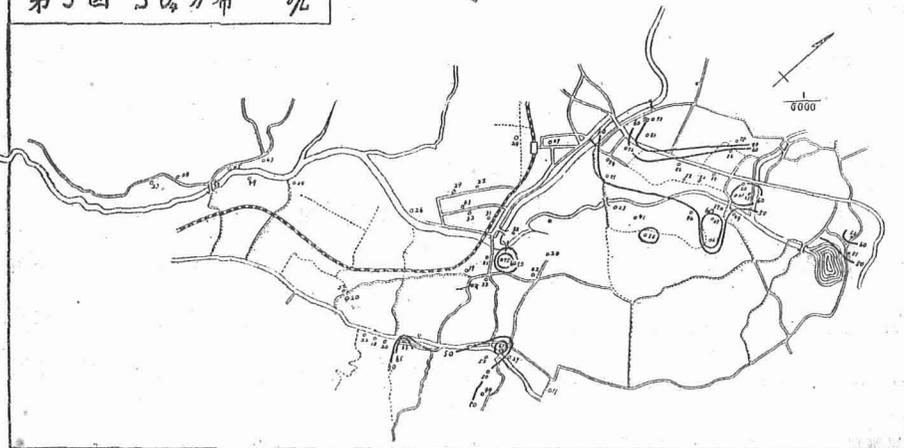
第1図 Cl^- 分布 cg/L



第2図 HCO_3^- 分布 cg/L



第3図 SO_4^{2-} 分布 mg/L



大分縣山布院温泉に於ける Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} 分布に就て

第1表 三成分の含有量と湧出口数との關係

(1) Cl^- イオン含量と湧出口数との關係

含 量 g/L	湯の坪地區		役場田中市地區		南部山手地區		八山地區		全 地 區	
	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率
<0.05	1	1	0	0	3	10	2	10	6	4
<0.10	11	15	11	27	11	38	7	35	40	25
<0.15	41	56	16	40	6	21	9	45	72	44
<0.20	20	27	13	33	5	17	2	10	40	24
<0.25	1	1	0	0	4	14	0	0	5	3
計	74	100	40	100	29	100	20	100	163	100

(2) HCO_3^- イオン含量と湧出口数との關係

含 量 g/L	湯の坪地區		役場田中市地區		南部山手地區		八山地區		全 地 區	
	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率
<0.10	0	0	0	0	1	4	1	5	2	1
<0.15	2	3	1	2	2	7	0	0	5	3
<0.20	11	15	3	7	9	32	5	25	28	17
<0.25	25	35	11	28	6	21	3	15	45	28
<0.30	28	39	9	23	4	14	11	55	52	33
<0.35	5	7	14	35	3	11	0	0	22	14
<0.40	1	1	2	5	3	11	0	0	6	4
計	72	100	40	100	28	100	20	100	160	100

(3) SO_4^{2-} イオン含量と湧出口数との關係

含 量 g/L	湯の坪地區		役場田中市地區		南部山手地區		八山地區		全 地 區	
	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率	口數	百分率
<0.01	0	0	0	0	1	8	0	0	1	2
<0.02	0	0	1	7	2	15	0	0	3	5
<0.03	1	4	5	33	5	39	2	29	13	22
<0.04	0	0	5	33	0	0	0	0	5	8
<0.05	3	13	3	20	1	8	5	71	12	20
<0.06	11	46	0	0	2	15	0	0	13	22
<0.07	6	25	0	0	2	15	0	0	8	14
<0.08	2	8	1	7	0	0	0	0	3	5
<0.09	1	4	0	0	0	0	0	0	1	2
計	24	100	15	100	13	100	7	100	59	100

役場附近, 田中市附近, 南部山手附近, 八山附近^{はちやま}の5個の地區に區分して居るが, 三成分分布の狀況は第一表の四區分が都合よく, 以下各成分毎に地區別に分布狀況を觀察して見る。

大分縣由布院温泉に於ける Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} 分布に就て

(1) Cl^- イオンの分布に就て、第1圖を見ると湯の坪地區に於ては北部山林中に含量 0.2g/L 以上の小地帯があり、南部平地に至るに従つて漸減して居るが、その中に 0.15g/L 以上の濃厚地帯が2箇所點在して居るのが見られる。南部山手地區に於ても湯山地獄附近最も含量大で 0.2g/L 以上を示し、平地及び左右に遠ざかるに従つて含量小になつて居る。八山地區は 0.15g/L 以上の2個の濃厚地帯からなり周圍に漸減して居る。役場、田中市地區は以上3地區から漸減した中央部に在り、一つの湧出口密集地藤田に 0.15g/L 以上の濃厚地帯の島を作る。

次に由布院全体に就て Cl^- イオン含量と湧出口數の關係を知るために第1表を見ると、含量 $0.1-0.15\text{g/L}$ 程度のも最も多く、それより含量の大なるもの數も小なるもの數も規則的に漸減して居る。

(2) HCO_3^- イオンの分布に就て 第2圖を見ると HCO_3^- イオンは各地區毎に觀察しても、又全体を見渡しても Cl^- イオンの分布狀況と殆ど一致して居り、説明を要しない。之は後に水系を考察する上に重要である。唯第2圖からもわかる通り、役場、田中市地區に於て稍含量大である。

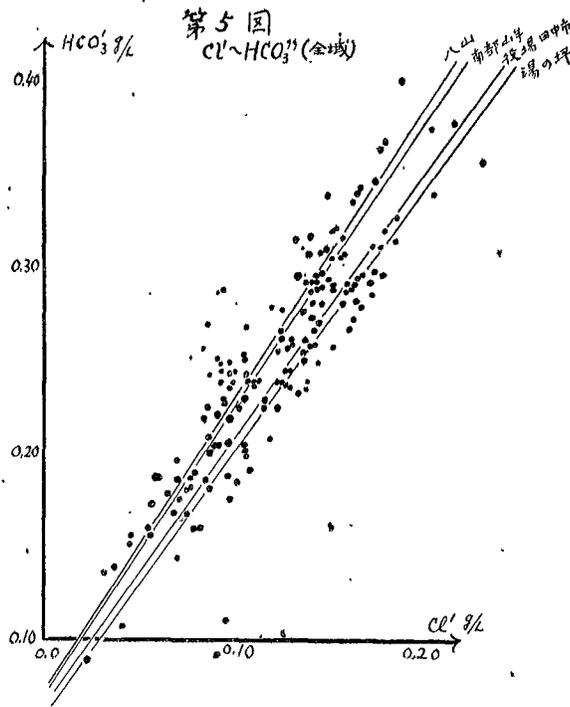
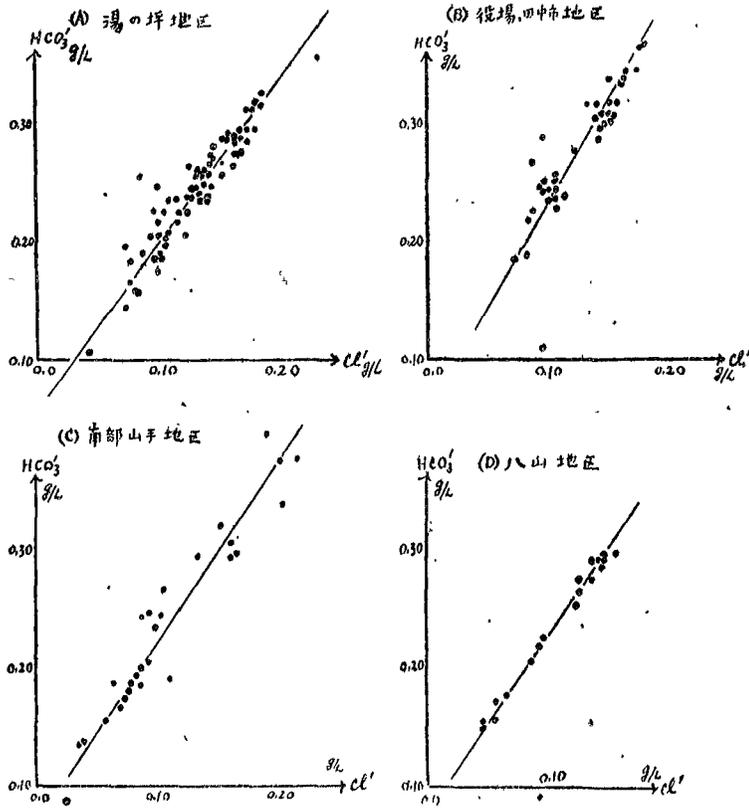
(3) SO_4^{2-} イオンの分布に就て SO_4^{2-} イオンは全地域に亘つて一般に含量小で Cl^- や HCO_3^- の約 $\frac{1}{5}$ 程度である上に、分析孔數も少いので等 SO_4^{2-} イオン線を引くのに困難である。第3圖に依ると、湯の坪地區の北部に濃厚な地帯があり、由布院全地域の最高値 0.07g/L を示し、等 SO_4^{2-} イオン線は Cl^- イオンのそれに稍似て居る。又南部山手地區はそれに次で濃厚で 0.06g/L を示す。次は八山地區で役場、田中市地區に比較的少ない。全体として又之も Cl^- イオンの分布に大體似て居る。

3. 三成分分布の相互の關係と温泉水系に就て

(1) 先に指摘した第1圖 (Cl^- イオン分布圖) と第2圖 (HCO_3^- イオン分布圖) の類似から、各地區毎に Cl^- イオンと HCO_3^- イオンの關係を知るために第4圖を作つた。本圖に於て各地區毎に Cl^- と HCO_3^- は大體一直線上に並ぶのが見られる。特に八山地區に於て整列してゐる。之は各地區の温泉は地區毎に同一水系に屬し、成分の少い他水系(冷地下水)の混合より成立して居ることを想像させる。

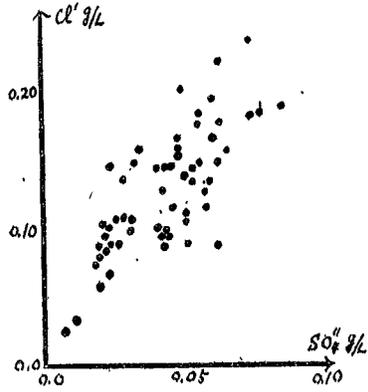
次に各地區の水系を表はすと考えられる直線を、第5圖を作つて比較して見ると、各直線は勾配も近似で又直線の位置も互に近接して居る。之は由布院全地域に亘る温泉が同一水系に屬して居ることを暗示するものである。

第4圖 $Cl^- \sim HCO_3^-$ 相関

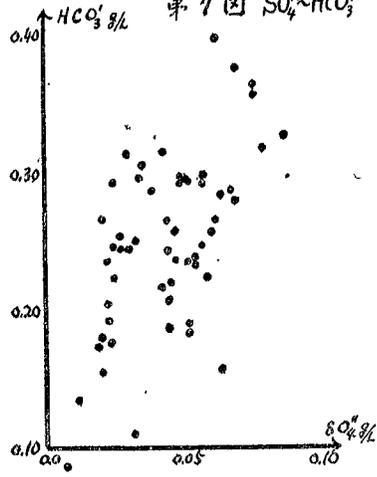


大分縣に由布院温泉於ける Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} 分布に就て

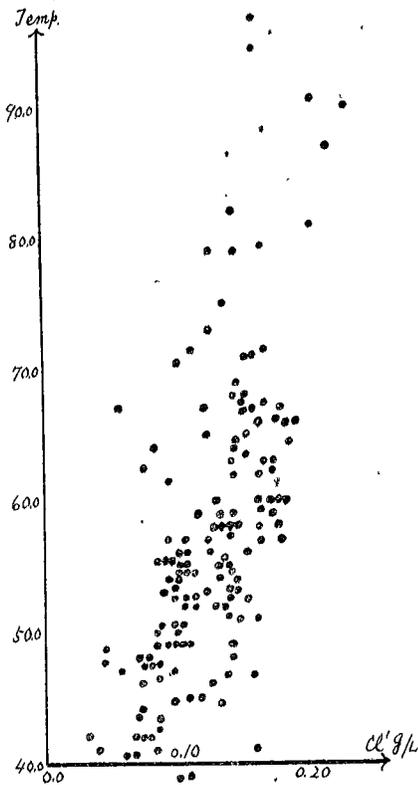
第6圖' $SO_4^{2-} \sim Cl^-$



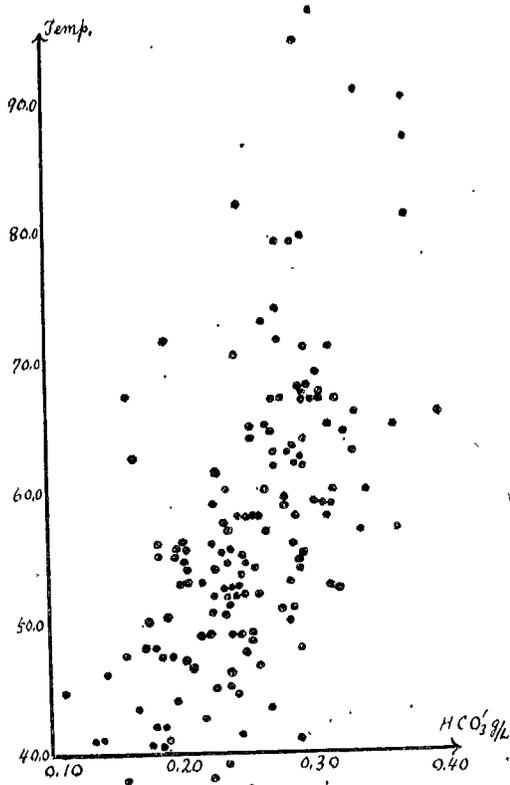
第7圖 $SO_4^{2-} \sim HCO_3^-$



第8圖 (A) $Cl^- \sim Temp.$



(B) $HCO_3^- \sim Temp.$



大分縣山布院溫泉に於ける Cl 、 HCO_3 、 SO_4 分布に就て

(2) 次に Cl イオンと SO_4 イオンの分布關係であるが、第 6 圖に示す様に全体的に見て、この二成分は大體平行して居るが、 Cl と HCO_3 程には整列して居ない。之は SO_4 イオンの量が少く、變化量が誤差に近づいて居ることをも考慮する必要がある。

(3) HCO_3 イオンと SO_4 イオンの關係、 Cl と SO_4 の關係は Cl と HCO_3 の關係から容易に推定される結果であるが、第 6、7 圖に見られる如く、 SO_4 と Cl と關係の方がより緊密に見られるのは興味深い事實である。

又第 6 圖を見ると、 Cl 及び SO_4 は共に座標原點 O に到るものと考えられ、混合する冷地下水は Cl イオン、 SO_4 イオン共に皆無に近いものと想像される。然るに第 4、5 圖に於ては Cl と HCO_3 の關係を示す直線を延長すると $\text{Cl} = 0$ に於て HCO_3 は約 0.06 g/L となる。斯く直線に依つて外挿することの如何に就ては更に考慮を要するが、全體的形勢から見てこの場合は大して無理とも思はれない。此の様に考えると混合する冷地下水は Cl イオンや SO_4 イオンは皆無に近いに拘らず HCO_3 イオンをかなり含んで居るものと推定される。之は他日、本溫泉地域冷地下水中の以上三成分の定量に依つて決定したいと思う。

(4) 最後に泉温と三成分含量との關係に就ては各地區別に見ても、又全地域に就て第 8 圖 (A) 及び (B) を作るとやゝ漠然としてゐるが、 Cl や HCO_3 の多いものほど泉温が高いことが見られる。この場合も Cl と泉温との關係が他に比して明瞭である。

第 8 圖の如く、泉温と化學成分が化學成分相互より緊密でないのは、温泉水が地表に出る迄の泉温降下の原因に主として冷地下水の混入に依るものの外に熱傳導に依るものが混在して居るためであると考えられる。

以上の考察に依り山布院溫泉は長さ 3 km 、幅 1 km の地域に點在して二百餘孔の多きに達して居るが、温泉水系は Cl 、 HCO_3 、 SO_4 イオンをも含む温度の高い唯一つの温泉水系に依つて涵養され、之に地表に近い單純な HCO_3 を含む冷地下水の混合に依つて成分の變動を生じると解釋し得る。

此の報告を終るに當つて、種々懇切な助言を賜つた瀬野博士、並に多大の援助を賜つた山下理學士及び多數の學生諸君に對し、感謝の意を表する。

Abstract

On the distributions of Cl' , HCO_3' and SO_4'' in Yufuin Spä, Ōita Prefecture

Suezō Karube

Cl' , HCO_3' and SO_4'' ions are estimated of Hot Springs in Yufuin Spä, the distributions of which are obtained as in Figs 1, 2, 3. They resemble with iso-plet curves each other. The relations between Cl' and HCO_3' , Cl' and SO_4'' , are linear, which shows the origins of hot springs seems to have the same in all under the ground.

海岸地下水の鹽分變化について

川 端 博*

1. 緒 言—研究の目的

別府温泉の海岸に近い温泉について、潮汐の干満による温泉の湧出量、泉温、化學成分等の變化については詳細に研究されてゐる¹⁾。温泉の化學成分の對比考察から海より來るもののある事が明かにされ、更に海濱近くに於て化學成分が以前より著しく濃度を増し、諸成分の海水との比から現在の海水が温泉水中に混合してゐるらしい事が明かになつた²⁾。これは一面温泉水壓の減衰によるものと考へられて、温泉經營の立場から重大な問題として別府市の依頼もあり、地下水學上の立場からは海岸地下水として興味を引く問題なのである。地下の状況は出來得る限り實際の地下の状態、即ち地質、地温、地下水の調査等を知る事が第一であるが、施設後の温泉湧出によつて起る現象に對しては地上に於ける諸觀測、實驗による諸資料より推定する他はない。

海岸地下水として注目すべきことの一つは、自然の湧水又は人工的の揚水によつて淡水の下層に浸入してゐる海水が混入湧出する事で、このため鹽分の増加を來すと云ふ事である。これは實は逆に鹽分の増加によつて、海水の存在を推定するわけである。別府の海岸に近い温泉が海水と接觸してゐる一般海岸地下水として見られるかどうかをみる實測によつて知られると考へられる。

今考へてゐる鹽分變化についても別府に於ては潮汐の干満によつて潮汐、湧出量、泉温と併行的變化は少くて、相反的に變化してゐるのが殆んどで、この爲一見海水の浸入が考へられないのである。故にその説明は地層中の往古の海水海鹽が次第に溶出したと説明されてゐるが、説明としては充分でない様に思はれる。伊東の海岸温泉についても黒田博士³⁾は満潮時に地下水が多量に混入する様に考へられてゐるが、地表に自噴し得る水壓をもつた温泉脈中に地表より低い水壓をもつた地下水が混入し得るとは考へ難く、逆に地下水の方に温泉水が漏出する様に考へられて、筆者には納得出來難いのである。

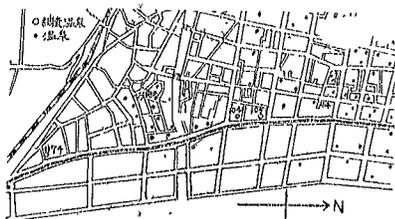
別府温泉については濃い鹽分は海水から由來してゐることが明かにされてゐるので、地

* 京都學藝大學、京都大學員外研究生

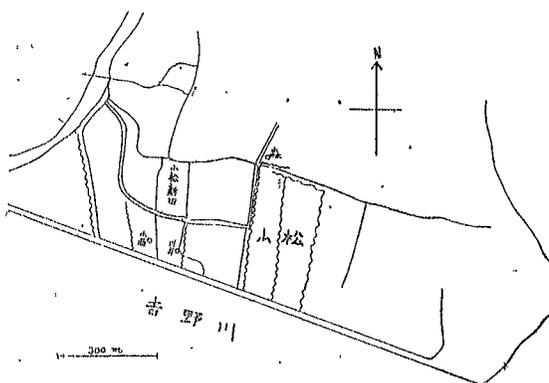
海岸地下水の鹽分變化に就いて

下で海水との關係が如何様にあるかの實狀を調査研究し、この對策に資したい。その一つの方法として温泉井を揚水して化學成分の内クロールが如何に變化するかを定めたいのである。〔勿論化學成分の代表としてクロールだけでは不充分で今回は重炭酸根その他をも併行して調査する必要があると思ふ。〕

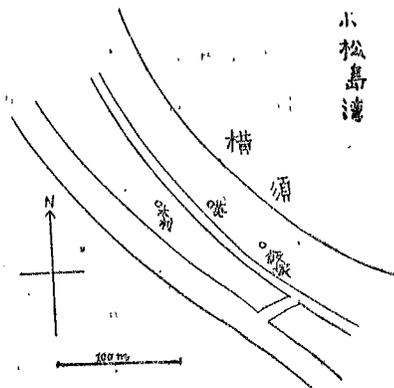
地圖1 別府市濱協附近の調査温泉分布圖



地圖2 徳島縣板野郡川内村小松附近の調査井の位置



地圖3 徳島縣小松島町横須の調査井位置



之に加へて自噴温泉の潮汐影響をも調査した。猶、比較のためこの研究と併行して温泉でなく、單なる海岸地下水として四國の海岸に於ける冷泉について同様の實驗を行ひ、之と對比した。

(地圖1, 2, 3 参照)

2. 實 測 方 法

既に報告せられてゐる様に別府温泉の内の自噴しない温泉孔の上端には徑60cm位の圓型タンクが2mほどの深さで地下に設置してあつて温泉水は之に貯留せられ、必要時に揚水せられる。これを利用して湧出量と水頭の關係が詳細に研究せられたところである。かかる施設をもつた温泉孔は鹽分の増加の著るしい海岸地區に多いことは、温泉水壓の弱勢化と海水浸入とに依る必然の結果で、今の研究目的には好都合の位置でもある。水頭と湧出量との關係は前と同様に測定し、更にタンク底部に湧出水の測温のため熱電對(銅-コンスタンタン)の一端を湧出口直上においた。この温接點は細く、壁の薄いガラス管に納め、浸水を防ぎ、且つ温泉水と温接點の接觸をよくするために封蠟を熔入して置いた。

海岸地下水の鹽分變化に就いて

地上の他の一端は測定溫度に近い溫水を滿したデュワー瓶中に納め、こゝは寒暖計 ($\frac{1}{10}^{\circ}\text{C}$ 目盛) にて測溫する。反照檢流計は豫め實驗室にて調整し、約3目盛が 1°C に相當し、全幅は $\pm 7^{\circ}\text{C}$ である。

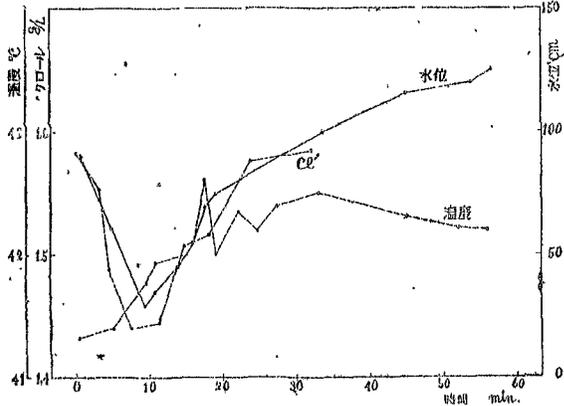
採水には球技用空氣ポンプ (容量約百cc) の括塞を反對にしたものを湧出口直上に置き適當な時刻に吸入採水した。これらの測溫採水法はタンクに残る餘剰の溫泉水が混らぬやうにしてとるためである。

3. 測定結果

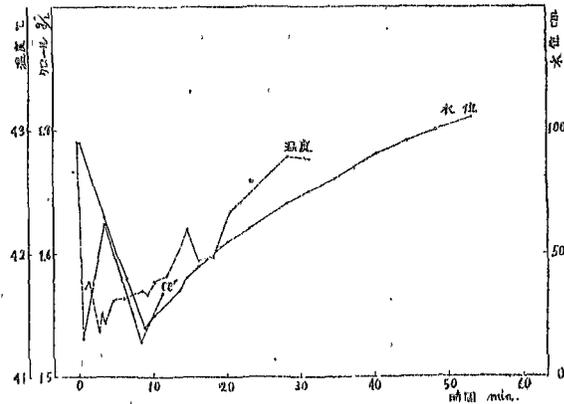
タンク内溫泉水の揚水による水位低下、上昇に伴ふクロール、泉溫の變化の實測は、別府に於て4孔、四國に於て4孔實驗し、潮汐によるクロール、泉溫の變化は別府2孔、四國2孔について觀測を行つた。

揚水に伴ふ水位、泉溫、クロールの實測資料は末尾表Iに記し、第1、2圖にグラフで示す。

第1圖(1) 別府溫泉 No.1045 奈須1 昭和35年7月22日



第1圖(2) 別府溫泉 No.1045 奈須2 昭和25年7月22日

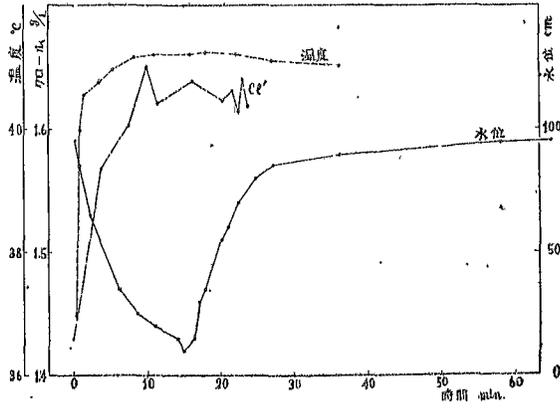


いずれも三者共に著しい變化を示す。(1)水位の低下に伴つてクロール量は低下し、水位の上昇と共に回復するものは別府溫泉に於て No. 1045 (奈須1) に於て代表的に示され (2) クロール量が逆に變化する傾向が No. 1149 (泉丈旅館) No. 1174

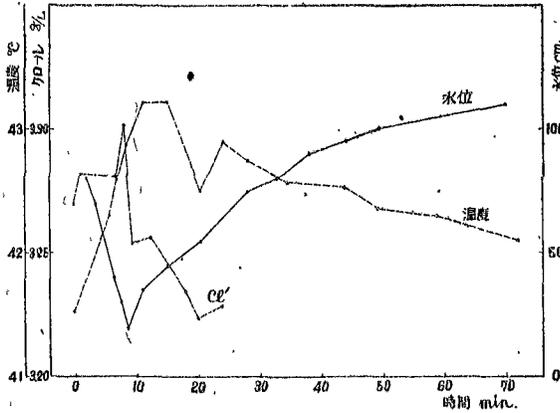
(都筑商會)で認められる。(3) クロール量變化が水位と明瞭な相關を示さぬものに No. 1045 (奈須2) がある。湧出量の小 (水位の高い時) なる時は採水時の溫泉水は湧出口下端にあつた時とかなりの時間的のズレがあるから、湧出量と湧出導管の体積より逆算して湧出口下端にあ

海岸地下水の鹽分變化に就いて

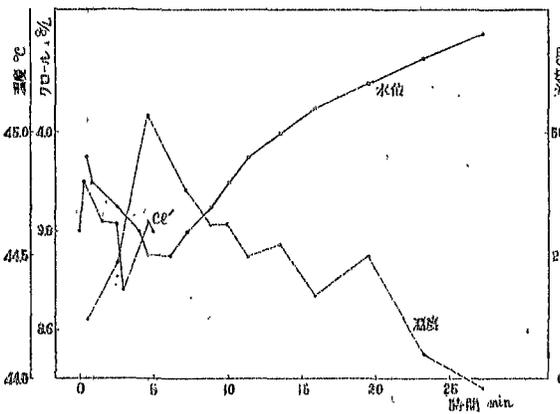
第1圖(3) 別府温泉 No. 1174 都築商會 昭和25年7月23日



第1圖(4) 別府温泉 No. 1149 泉丈旅館 昭和25年7月25日



第1圖(5) 別府温泉 No. 1047 泉丈別荘 昭和25年7月26日



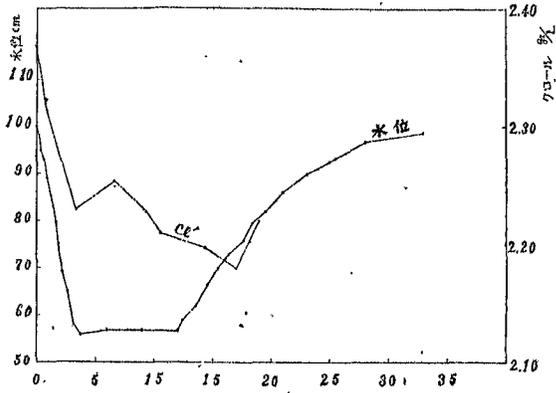
つた時刻にクロール量を對應せしめた。

この諸例によつても水位とクロールの對應はあらゆる場合を含んでゐると云ふ事である。水位低下時は温泉水壓と現在水壓との差が大きいときであつて、潮汐の干満による影響の場合の満潮時にあたる。從來別府温泉に關しては潮汐とクロールは相反性を示すのが殆んどであつたが、今得たデータでは必ずしもさうではない。殊に No. 1045 (奈須) の場合は同一温泉について二回の實驗が異つた結果を示した。

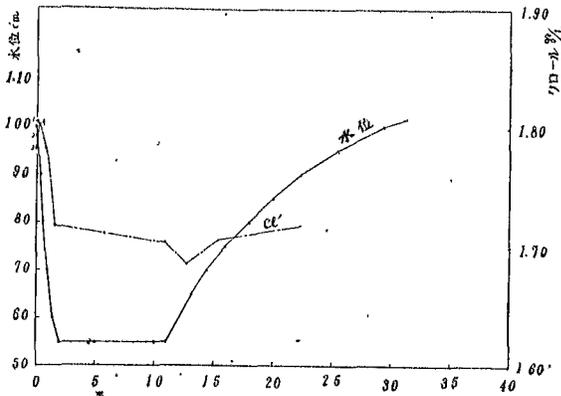
これらと對比のため四國東海岸に於て海水浸入の明かであつた小松島町及び徳島市外川内村小松の海岸堀抜井戸に於て揚水試驗を行つた。この地域は地盤沈下による鹽害甚しく速水博士その他により委しく調査研究されたところである。こゝ別府温泉と異なるのは揚水試驗等は殆んど行つた事もなく、従つて透水層に於ける淡水鹽水の狀態が長く定常状態にあつたと思はれることである。又温泉と異り、水

海岸地下水の鹽分變化に就いて

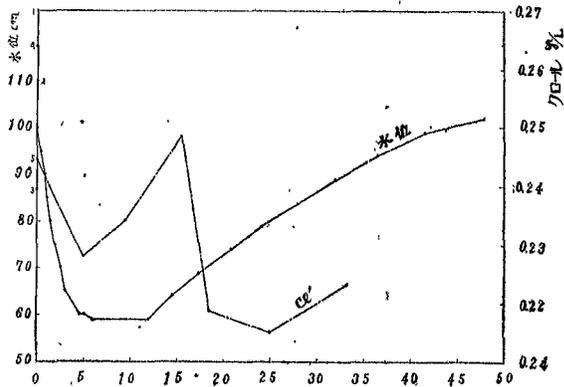
第2圖(1) (小松) 川井内藏氏 掘抜井戸揚水
昭和25年9月10日



第2圖(2) (小松) 小西晋吉氏 掘抜井戸揚水
昭和25年9月10日



第2圖(3) (小松島) 英 隆一氏 掘抜井戸揚水
昭和25年9月14日



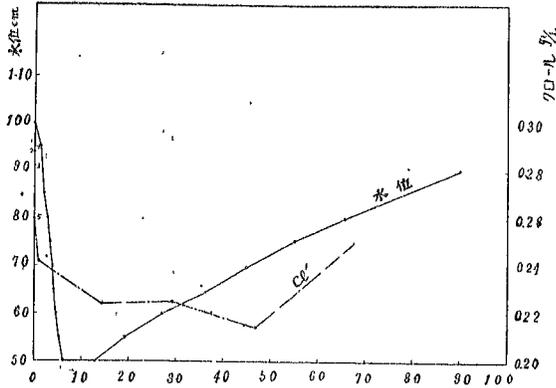
温が氣温に近く變化も著るしくないと豫想される。實驗を行つた結果を第2圖に示す。水位～Clの關係は併行せるものが多い、小松島町の英隆一氏井のみがやゝ複雑であるが、之は別府温泉 No. 1045 (奈須2) と似て居る。兩者の比較より別府温泉の海岸近きものは海岸地下水として全く同じ行動をとるものと見てよい。

別府温泉のクロール増加地域内に會て實測せられた温泉 No. 4 (大和寮) がある。これはその後増深せられてクロールも増加してゐる。よつて試みに之について一晝夜の觀測を行つた。以前には相反性を示したのに今回はそれが明かではなく、併行性の傾向さへ見える(第3圖)。更に龜川温泉のクロールの多い地域の海岸温泉について實測を行つたところ、クロールと潮汐はかなりの併行性を示し、これまで別府温泉で觀測せられた結果と著るしい對照をなして居る。殊に泉温變化が潮汐と相反性を示してゐることである。

四國海岸に於ける自噴井の潮

海岸地下水の鹽分變化に就いて

第2圖(4) (小松島) 飯塚昌治氏 掘抜非戸揚水
昭和25年9月15日

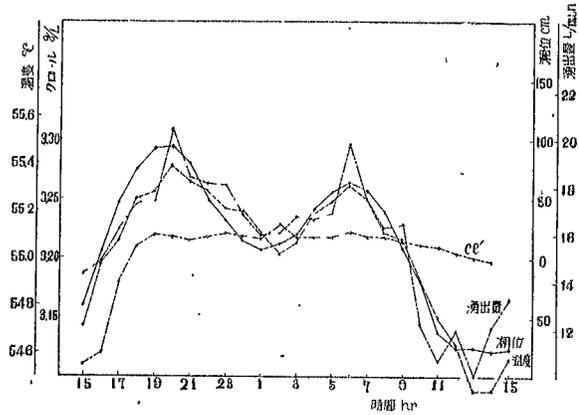
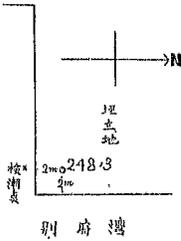


汐によるクロールの變化は第5圖に示す如く潮位と相反的に變化してゐる。

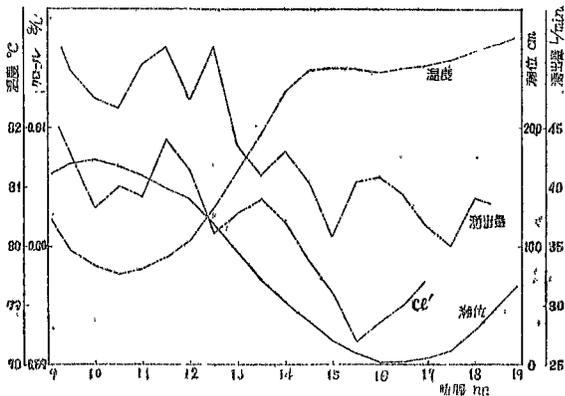
これは海水混合による現象と解すべきであらう。常識的には満潮時に海水の混入が多くなると想像されるのであるが、その反對の場合もあるのである。別府温泉に於ける同じき相反性も温泉特有の化學成分の變動によ

第3圖 別府温泉 No. 4 (別府) 大和寮 昭和25年7月26日

地圖4 別府市龜川町
温泉 No. 248ノ3 の
位置



第4圖 別府市龜川温泉 No. 248ノ3 昭和24年8月12日

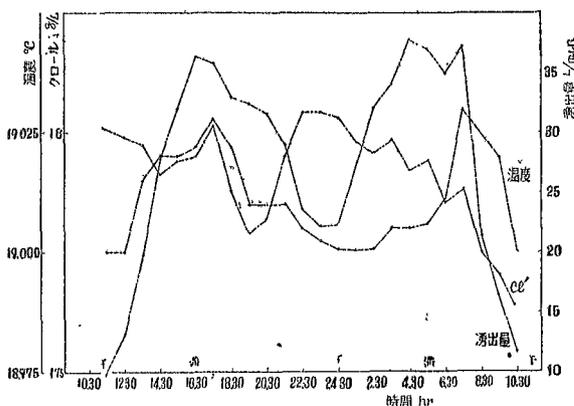


るのではなく、海水の混入による變化と解することは不當ではないであらう。

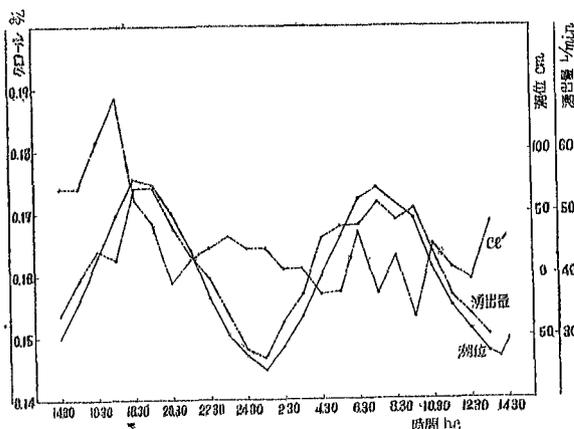
次に泉温變化は水位低下(湧出量の増大)に伴ひ昇温することは、既に實測されて居る様に導管途中の冷却度の減少に伴ふ結果、湧出温度は上昇する。揚水時、満潮時共に多くの場合昇温してゐる。故にNo. 1047 (泉

海岸地下水の鹽分變化に就いて

第5圖(1) (小松) 森 英一氏 宅掘抜井戸
昭和25年9月10日—11日



第5圖(2) (小松島) 木村巧市氏 掘抜井戸
昭和25年9月14日—15日



丈別荘)の水位低下による湧出温度の降下、龜川 No. 248ノ3に於ける湧出量増大時(満潮時)に於ける泉温降下は特異例とみねばならない。龜川 No. 248ノ3の泉温變化は潮位乃至湧出量と位相が反對である。かつて一ヶ月觀測から調和分析された結果を見ると、泉温變化の湧出量との位相のおくれは1.5時間が最大であるが、今の場合は12時間に近くであり、之を泉温變化が導管中の冷却だけによるとみる解釋では説明し難い。湧出量とクロールの増加が並行であり、泉温と相反することは海水の浸入と云ふ事で解釋する事が出来る。然らば水位の高い温泉水に海水が浸入し得る可能性があるかどうか。海水面より高い地面

面に湧出する温泉水は地面までの温泉水中に壓力が加はつてゐるから、一見遙かに海水壓より高く海水の浸入は考へられぬやうであるが、その可能性は次の如くに説明出来る。

今同じ深さに於ける海水壓と温泉水壓とを比較するに、

海水鹽分 $S=33.00\text{ ‰}$ (この温泉所在地の沖合の平均鹽分)

海水密度 (17°.5C にて) = 1.02524

温泉水 (Cl' = 1.0 g/L と見て) $S=1.84\text{ ‰}$

温泉水密度 (80°C に於て) = 0.97684

従つて兩者の水柱 1 m 毎に

$$1.025 - 0.9768 = 0.050 \text{ (m)}$$

海岸地下水の鹽分變化に就いて

の純水としての水柱差を示し、温泉水柱 1 m に付き略これだけ水柱が高くなつて水壓が釣合ふ。依つて今この温泉の深さ 144m 下に於て海水壓、温泉水壓が釣合ふためには

$$0.050 \times 144 = 7.20 \text{ (m)}$$

だけ温泉水頭が高くなければならぬ。實際の温泉湧出口は海面より 3 米上であるから、温泉湧出口の下端に於ては當然海水壓の方が大きい。この水壓差で實際に海水の浸入が變化するものとする、満潮の時には壓力差は大きくなり、海水の混入度は大きくなる。従つて又泉温も低下するのである。クロール量變化が上の事について併せ考へられる。Cl' の變化は今の場合は湧出量に逆行してゐるのは上の考へから海水混入の割合が増大することによつて説明出来る。但し、地層の深いところまで潮汐の干満變化によつて海水の浸入に變動があるか否かは尙考慮の餘地がある。

四國東海岸の冷地下水は深所より來るのであるから當然地表近くの温度より高い。従つて僅かではあるが、途中冷却も考へられるので試みに Beckmann 寒暖計により測定したる結果は第 5 圖の如く冷却の結果を示す。

4. 調査結果に関する一考察

海岸地下水の揚水に伴ふ鹽分變化は今日迄種々なる報告がある。Norderney では揚水量とクロール量の年變化は併行性を示し、Spring Creek に於ける潮汐とクロール量は相反性を示してゐる。⁸⁾之は Brown によれば位相差と見てゐる。又海岸温泉として別府以外に伊東温泉について黒田博士によるものは潮汐の干満とクロール量は併行性、相反性いづれもある。⁹⁾海岸地下水に於て鹽分變化は著しいと云ふことと、その變化狀況は種々なる場合がある事が見られる。これらの説明は未だ充分ではないと思はれるが、筆者は次の如き考察を行つて見た。

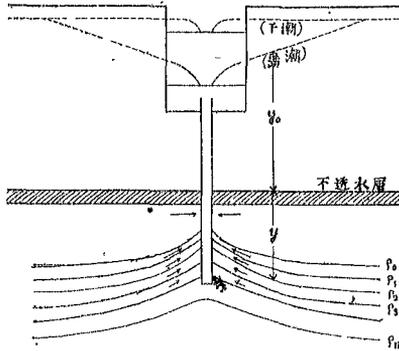
海岸地下水の下に鹽分の濃い海水が浸入してゐる場合には Herzberg や野滿博士の述べられてゐるやうな淡水、鹽水が一面の境界で接してゐるもの¹¹⁾でないことは和蘭の Haalem 近くの地下水横断面¹²⁾、又は弓ヶ濱に於ける地下水縦断面¹³⁾を見れば明かである。而してこの等密度面は海岸近くに於ては傾斜してゐるけれども試堀の自噴井、又は揚水井の近くに於ける傾きに比しては無視してもよいと思はれる。即ち等密度面は水平面で成層してゐる地下水層に試堀し揚水する場合を考へる。揚水によつて試井の水壓が降下すれば各層の水は水壓勾配によつて導管中に流入する。初めの内はこの鹽水の Coning は甚だしくなく一様に流入するのに近い。揚水が進んで水位が降下すると井導管附近の等密度面は膨隆が著る

海岸地下水の鹽分變化に就いて

しくなる。この時各部に於ける水壓は第6圖に示す如く試掘孔中心に對稱とし水平面の不透水層（厚さ h ）上面より水頭迄を y_0 とし任意の深さ y に於ける壓力 P は

$$P = \rho_0 y_0 + \int_h^y \rho dy.$$

第6圖 掘抜井戸の揚水に伴ふ等鹽分面の變化（模型的）



故に水壓勾配は

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \rho_0 \frac{\partial y_0}{\partial r} + \int_h^y \frac{\partial \rho}{\partial r}$$

で示すことが出来る。等密度面が水平面に近いときは $\frac{\partial \rho}{\partial r} \approx 0$ で壓力勾配は殆んど水頭壓差のみである。然るに井中心に等密度面が膨隆してくると $\frac{\partial \rho}{\partial r} < 0$ で然もその絶対値は次第に大きくなる。遂にある密度面以深で水壓勾配がなくなればそれ以下では水の流動はない。以上の如く密度變化があるときは等密度面の如く流速が一樣でなく、鹽分の濃いところほど小さい流速をもつことになり、水位の高いときよりも低いときの方が導管下底に於ては濃厚部が入りながら結局湧出してくる湧水の鹽分含有量は小さい事も生じる。

下層地下水の鹽分が少いときには $\frac{\partial \rho}{\partial r}$ の絶対値も小さいから下層迄比較的流動が大きい。この時には結局湧出してくる含鹽量は反つて大きくなり得る。この二つの關係によつて如何なる場合をも起り得ることになる。

潮汐の干満による自噴温泉、冷泉の湧出量の變化は潮位に併行して温泉水頭が昇降するものと解釋されて居る。然らばこの温泉水頭近傍に於ての水位變化は満潮の場合は揚水が太で水位の低下が大きい場合であり、干潮の場合は水位の上位の場合に相當する。兩者の比較に於て異ると思はれることは揚水變化に際しては等鹽分面の上昇は温泉孔近くに限られてゐるが、満潮の場合には等鹽分面が全体として上昇する可能性がある。例へば既に述べた龜川 No. 248'3' に於ける資料の如きはこの等鹽分面の上昇によるとも考へられる。

この變動があれば一層複雑になる。將來この方面の研究を行ひたいと考へてゐる。

5. 結 論

- 1) 海岸温泉、地下水は揚水により鹽分變化がかなりあり、之は海水の混入如何によるものと考へられる。
- 2) 揚水に伴ふ鹽分の變化は水位に併行する場合、相反的の場合の外複雑な場合がある。
- 3) 泉温變化は二例外を知つたが、之は海水の混入で説明される。
- 4) 同じ揚水井もその時々により異なる。
- 5) 鹽分變化は地下透水層に於て温泉水（又は淡水）と海水が接する場合、この域に於ける等鹽分面の傾斜變化により各層の流速が不均一になることより説明を試みた。
- 6) 潮汐の干満に對して Cl の變化も併行性、相反性の外複雑であるのは揚水の場合と全く同じ説明で可能なることを知る。

この研究をなすに際して瀬野博士の御指導を深謝すると共に別府の研究には理學士吉川恭三氏其の他京都大學地球物理教室の學生諸氏、四國の研究には京都學藝大學の松井榮一、福田正衛兩君の援助によつた事を感謝する。

猶この研究は大分縣温泉研究會と文部省科學研究費によつてなされたもので厚く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) (a) T. Nomitu and K. Seno, 「The Beppu Hot Spring and the Tide, with the Effect of the Atmospheric Pressure.」 Mem. of the Coll. of Sci. Kyoto Imp. Univ. XXII. No. 6, 1939
(b) 福富, 「伊豆伊東温泉に就いて」地震第12卷
(c) 川端, 「別府温泉の潮位による湧出量, 泉温の相關に就いて」地球物理第8卷第2~4號
- 2) (a) 野滿, 「海岸地下水の研究 (其の一, 海鹽の效果第2報)」日本學術協會報告第10卷第3號
(b) 野滿, 「海岸地下水の研究 (第3報)」地球物理第4卷第3號別冊
- 3) 瀬野, 「温泉水中の鹽分源としての海鹽」地球物理第7卷第2號
- 4) 小川, 「温泉に就いて」地球第2卷第1號
- 5) K. Kuroda, 「Die Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Thermalquellen unter den Einfluss der Gezeiten.」 Bull. of the Chem. Soc. of Japan. Vol. 17 Nos. 8—10
- 6) T. Nomitu and K. Seno, 「The Correlation between the Rate of Discharge & the Pressure Head in the Beppu Hot Springs, I. Stratified Type.」 Mem. Col. Sci. K. I. U. Vol. XXIII (1940)
- 7) 速水, 國司, 田中, 「地盤沈下による海岸地下水の變動と鹽害について」防災研究所報告第3號
- 8) K. Keilhack, 「Lehrbush der Grundwasserund Quellenkunde.」 1917
- 9) J. S. Brown, 「A Study of Coastal Ground Water.」 Water-Supply Paper 537 (1925)

海岸地下水の鹽分變化に就いて

- 10) 前掲 (5)
- 11) (a) J. f. Gasbel. u. Wasservers., 44,815 (1901)
(b) T. Nimitu, 「On the Contact Surface of Freshand Salt-Water under the Ground near a Sandy Sea-Shore.」 Mem. Col. Sci., K. I. U. Vol. 10,279 (1927)
- 12) (a) J. M. K. Pennink, 「Die 'Prise d'eau' der Amsterdamscho duin Waterleiding.」 K. Inst. Ing. Tijdscher 1904
(b) 前掲 (9)
- 13) 豊原, 「海岸地下水の研究 (鳥取縣弓濱部に於ける調査實驗)」地學雜誌 48,569

Abstract

On the Variation of the Cl⁻-Content in the Coastal Ground-Water. Hiroshi Kawabata.

There are three types of Cl⁻-content variation with the level changes of ground-water at some wells in the Beppu Hot Springs and the Coast of Shikoku. The amount of Cl⁻-content shows the positive and negative correlation, and complex to the water-level. The relations in the case of the tidal effect are as same.

The phenomena are illustrated as follows. The stratified water of the various densities being coned, the water velocity decreases with the depth according to decreasing pressure gradient, and the Cl⁻-content in the water flowing into the pipe depends on the velocity of each ground-water stratum, and its Cl⁻-content.

第 1 表

湧 出 口	海岸距離	深 さ	タ ン ク 深 さ	タ ン ク 直 徑	CI'	極大量 變化率	泉 温
別. No. 1045 奈須 (1)	170 ^m	127 ^m	200 ^{cm}	67 ^{cm}		1.58 ^g / 8.8 ^L %	42.6 ^{C°}
別. No. 1045 奈須 (2)	170	127	200	67		1.69 0.17	42.2
別. No. 1149 泉丈旅館	225	51	135	64		3.31 1.5	43.2
別. No. 1047 泉丈別荘	170	118	280	65		3.90 7.0	44.9
別. No. 1174 都築商會	130	72	365	55		1.65 16.0	41.2
別. No. 4 大和寮	175	100				3.285 6.0	55.1
龜. No. 248ノ3 小林	2	144				0.620 2.0	83.3
四. 川 井 園 藏	60	37.8	73.5	57		2.36 7.5	
四. 小 西 音 吉	60	37.8	105.5	69.5		1.8 6.0	
四. 英 隆 一	35	28.8	180	58		0.249 9.0	
四. 飯 塚 昌 治	35	29.7	168	71		0.29 9.0	
四. 森 英 一	360	38.7				1.805 9.0	19.028
四. 木 村 功	50	39				0.182 16.0	

第 2 表 揚水試験資料 CI' 中の括弧内の時間は湧出口下端に補正せるもの

別府温泉

昭和25年7月22日

No. 1045 奈須別荘 (1) 開始時間 7時00分

經 過 時 間	水 位	泉 温	CI'	經 過 時 間	水 位	泉 温	CI'	經 過 時 間	水 位	泉 温	CI'
0 0	100 ^{cm}	41.34 ^{C°}	1.528 ^g / L	650	45 ^{cm}			1911	75 ^{cm}	42.04 ^{C°}	
37	95			734	40			2147	80	42.3	1.506 (15分)
111	90			817	35			2441	85	42.21	
146	85			920	30	41.78	1.547 (8分30秒)	2724	90	42.41	
227	80			1046	35	41.92	1.487 (1分20秒)	3016	95	42.44	1.516 (18分)
258	75			12 6	40	41.95		3326	100	42.52	
336	70			1337	45	41.98	1.449 (7分30秒)	4031	110	42.40	
415	65			1458	50	42.01		4448	115	42.32	1.574 (24分)
453	60	41.39		1550	55	42.12		52 2	120	42.27	
530	55		1.582	1740	70	42.65	1.461 (11分20秒)	57 8	125	42.21	1.582 (32分)

別府温泉

昭和25年7月22日

No. 1405 奈須別荘 (2) 開始時間 9時17分

經過時間	水位	泉温	CI'	經過時間	水位	泉温	CI'	經過時間	水位	泉温	CI'
m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$
00	100			515	50	41.45		1616	45	41.94	
23	95			548	45	41.62		1811	50	41.96	1.523 (8分10秒)
51	90	41.73		625	40	41.64	1.532 (25秒)	2022	55	42.34	
125	85	41.79		830	25	41.72		2259	60	42.48	
154	80	41.57		911	20	41.68	1.624 (8分11秒)	2826	70	42.76	1.564 (11分)
225	75	41.39		1012	25	41.76		3115	75	42.96	
252	70	41.56		1146	30	41.81	1.575 (5分40秒)	3414	80		
330	65	41.47	1.685	1330	35	42.02		3717	85		
436	55	41.64		1438	40	42.19					

別府温泉

昭和25年7月23日

No. 1174 都築商會 開始時間 9時10分

經過時間	水位	泉温	CI'	經過時間	水位	泉温	CI'	經過時間	水位	泉温	CI'
m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$
0	100		1.318	621	35	40.94	1.566 (3分50秒)	2008	55	41.22	
16	95	36.97		836	25	41.09		2048	60		
32	90	37.78		1117	20	41.20	1.601 (7分30秒)	2214	70	41.19	1.624 (20分20秒)
50	85	39.94		1354	15	41.23		2440	80	41.13	
110	80	40.27	1.335	1500	10	41.23		2657	85	40.97	1.630 (21分50秒)
130	75	40.57		1614		41.23		3615	88.5	41.06	1.612 (2分210秒)
221	65	40.64		1626	15		1.619 (11分30秒)	5114			1.640 (23分)
258	60		1.427	1652	20	41.23		5814	89.6		1.618 (24分)
332	55	40.72		1715	25	41.23		6500	90		
410	50	40.82	1.475 (1分10秒)	1743	30						
535	40	40.91		1809	35	41.23	1.638 (11分30秒)				

別府温泉

昭和25年7月25日

No. 1149 泉丈旅館 開始時間 9時30分

経過時間	水位	泉温	CI'	経過時間	水位	泉温	CI'	経過時間	水位	泉温	CI'
m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$
0	100			1110	38	43.23	3.302 (8分)	3950	84	42.56	
145	80	41.53	3.199	1508	48	43.20	3.251 (9分10秒)	4350	89	42.52	3.225 (24分35秒)
320	60	42.06	3.253	2025	58	42.51	3.253 (12分20秒)	4845	94	42.33	
530	40	42.27	3.270	2400	68	42.80	3.232 (18分)	5850	99	42.35	
650	30	42.64	3.280 (1分)	2810	69	42.74		5955	103	42.12	
830	18	42.88		3256	74	42.60	3.211 (20分20秒)	7240	108		
900		43.00	3.278 (7分)	3510	79	42.58					

別府温泉

昭和25年7月26日

No. 1047 泉丈別荘 開始時間 8時30分

経過時間	水位	温泉	CI'	経過時間	水位	泉温	CI'	経過時間	水位	温泉	CI'
m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	C°	$\frac{g}{L}$
0	50			601	30	44.90	3.815	1555	60	44.32	3.680 (2分50秒)
29	45	44.24	3.562	715	35	44.78		1924	65	44.49	3.840 (4分24秒)
49	40			838	40	44.62	3.915 (20秒)	2314	70	44.06	3.790 (4分50秒)
230	35	44.47	3.559	957	45	44.62	3.830 (1分35秒)	2728	72	43.98	3.815 (1分55秒)
400	30	44.92	3.618	1132	50	44.52					
430	25	45.06	3.775	1324	55	44.54	3.825 (2分50秒)				

徳島縣板野郡川内村小松

昭和25年9月10日

川井園藏宅 開始時間 9時58分

経過時間	水位	CI'	経過時間	水位	CI'	経過時間	水位	CI'	経過時間	水位	CI'
m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$
0	100	2.360	220	69		1230	59		1930	82	
10	98		250	65		1330	62		2100	86	2.200 (14分30秒)
20	95		320	58	2.315 (60秒)	1430	66		2300	90	
30	93		350	56		1530	70	2.210 (10分03秒)	2500	93	2.180 (17分)
50	89		600	57	2.230 (8分30秒)	1630	73		2800	96.5	
120	83		900	57	2.258 (6分30秒)	1730	76		3300	98.3	2.220 (19分)
150	75	2.362	1200	57	2.300 (9分30秒)	1830	79.5				

德島縣板野郡川内村小松

昭和25年9月10日

小西晋吉宅 開始時間 13時51分

經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'
m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$
0	100	1.805	200	55	1.804	1428	70		2541	95	
16	90		500	55	1.782 (40秒)	1603	75	1.687 (12分40秒)	2930	100	
36	80		1000	55	1.715 (6分40秒)	1758	80		3120	102	1.715 (22分30秒)
59	70	1.792	1100	55		2008	85	1.706 (15分20秒)			
124	60	1.782	1311	65	1.705 (10分50秒)	2237	90				

德島縣小松島町横須

昭和24年9月14日

英 隆一宅 開始時間 15時30分

經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'
m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$
0	100	0.460	235	70		1200	59	0.228 (5分)	2415	89	
23	95		315	65		1445	64		2800	94	0.217 (13分30秒)
42	90		435		0.238	1520	69	0.234 (9分30秒)	3211	99	
1 4	85		505	60		1742	74		3640	104	0.215 (25分13秒)
125	80		600	59	0.262	2055	79		4145	109	
145	75	0.256	800	59	0.243	2330	84	0.249 (15分27秒)	4738	114	0.211 (33分26秒)

德島縣小松島町横須

昭和25年9月15日

飯塚昌治宅 開始時間 9時47分

經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'	經過時間	水位	CI'
m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$	m sec	cm	$\frac{g}{L}$
0	100	0.249	253	75		520	50	0.262	4512	69	0.226 (29分)
100	95		330	70		1240	49	0.243 (1分10秒)	5520	74	
123	90	0.288	349	65	0.290	1922	54		6624	79	0.217 (47分)
210	85		438	60		2743	59	0.224 (13分49秒)	9251	89	0.250 (68分)
230	80	0.282	456	55		3556	64				

第3表 潮汐影響調査資料

別府市

No. 4 大和寮 昭和25年7月26日—27日

観測時刻	湧出量	泉温	潮位	CI'	観測時刻	湧出量	泉温	潮位	CI'
$\frac{h}{m}$	$\frac{L}{Min}$	$^{\circ}C$	cm	$\frac{g}{L}$	$\frac{h}{m}$	$\frac{L}{Min}$	$^{\circ}C$	cm	$\frac{g}{L}$
15 00	14.3	54.72	-40	3.11	3 30	15.75	55.06		
15 30	14.62	54.79			4 00	16.59	55.19	+40	3.198
16 00	14.91	54.98	+5	3.120	4 30	17.18	55.20		
16 30	16.92	55.04			5 00	16.82	55.23	+55	3.198
17 00	16.29	55.07	+47	3.179	5 30	18.37	55.24		
17 30	17.62	55.16			6 00	19.80	55.31	+64	3.208
18 00	17.30	55.26	+75	3.210	6 30	17.88	55.29		
18 30	16.92	55.26			7 00	17.39	55.25	+57	3.19
19 00	17.39	55.29	+92	3.220	7 30	16.02	55.21		
19 30	20.50	55.33			8 00	16.25	55.11	+38	3.18
20 00	20.62	55.39	+94	3.219	8 30	14.91	55.13		
20 30	19.03	55.37			9 00	16.42	55.08	+8	3.15
21 00	18.38	55.33	+80	3.141	9 30	15.12	54.95		
21 30	18.80	55.31			10 00	12.17	54.90	-20	3.12
22 00	18.18	55.21	+58	3.181	10 30	11.95	54.85		
22 30	17.82	55.23			11 00	10.75	54.75	-63	3.09
23 00	18.12	55.20	+32	3.208	11 30	11.52	54.73		
23 30	17.52	55.13			12 00	12.00	54.64	-65	3.05
24 00	16.84	55.11	+20	3.189	12 30	10.93	54.62		
0 30	16.13	55.10			13 00	10.11	54.44	-65	3.15
1 00	16.02	55.08	+8	3.145	13 30	12.15	54.46		
1 30	15.93	55.03			14 00	12.18	54.44	-63	2.85
2 00	16.09	55.03	+12	3.285	14 30	12.10	54.54		
2 30	14.79	55.01			15 00	13.27	54.58	-66	
3 00	16.67	55.07	+20	3.158					

別府市龜川町

No. 248.3 昭和24年8月12日

観測時刻	湧出量	泉温	潮位	CI'	観測時刻	湧出量	泉温	潮位	CI'
h m	$\frac{L}{Min}$	C°	cm	$\frac{g}{L}$	h m	$\frac{L}{Min}$	C°	cm	$\frac{g}{L}$
9 04		80.433	160		13 06	42.85	81.415	95	
16		80.65		0.620	20	40.25	81.565		
20	51.8	80.35			33		81.965		0.614
36	47.6	79.865			57	43.2	82.513		
47	51.25	79.715			14 26	41.2	82.935	36	
53		79.625		0.613	31		82.955		0.609
10 15	47.2	79.535	174		45	38.59	82.975		
25	47.6	79.565		0.615	58	36.29	82.955		
42	49.23	79.595			15 30	40.35	82.955	10	0.602
11 01	50.45	79.635	160		43	41.2	82.945		
06		79.665		0.614	16 26	40.4	83.025	2	
33	51.8	79.840			56	37.38	83.055		0.607
36		79.915		0.621	17 25	33.97	83.135	6	
48	46.45	80.015			42	37.2	83.215		
12 09	47.4	80.245	140		58	34.2	83.255		
26		80.585		0.611	18 03	42.4	83.285	30	
32	51.8	80.715			22	38.65	83.375		
55	44.2	81.185			50		83.375	70	

徳島縣板野郡川内村小松

森 英一宅 昭和25年9月10日—11日

観測時間	湧出量	泉温	潮位	CI'	観測時間	湧出量	泉温	潮位	CI'
h m	$\frac{L}{Min}$	C°		$\frac{g}{L}$	h m	$\frac{L}{Min}$	C°		$\frac{g}{L}$
11 30	9.99	19.000	干 潮	1.798	23 30	22.2	19.002		1.803
12 30	13.2	19.000		1.805	0 30	22.2	19.001	干 潮	1.803
13 30	19.8	19.015		1.795	1 30	27.6	19.001		1.795
14 30	27.9	19.020		1.803	2 30	32.0	19.001		1.803
15 30	32.0	19.020		1.773	3 30	34.0	19.005		1.788
16 30	36.3	19.022	満 潮	1.804	4 30	37.8	19.005		1.805
17 30	35.7	19.028		1.803	5 30	36.9	19.006	満 潮	1.779
18 30	33.0	19.022		1.795	6 30	35.1	19.011		1.798
19 30	32.5	19.010		1.765	7 30	37.2	19.030		1.780
20 30	31.6	19.010		1.777	8 30	21.3	19.025		1.788
21 30	29.0	19.010		1.803	9 30	16.2	19.020		1.759
22 30	23.7	19.005		1.805	10 30	9.15	19.000		1.761

徳島縣小松島町横須

木村 功宅 昭和25年9月14日—15日

観測時刻	湧出量	潮位	CI'	観測時刻	湧出量	潮位	CI'	観測時刻	湧出量	潮位	CI'
h m	$\frac{L}{Min}$	cm	$\frac{g}{L}$	h m	$\frac{L}{Min}$	cm	$\frac{g}{L}$	h m	$\frac{L}{Min}$	cm	$\frac{g}{L}$
14 30	33.7	-50	0.174	22 30	39.3	-9	0.165	6 30	48.0	+60	0.167
15 30	39.3	-20	0.174	24 00		-49	0.167	7 30	50.8	+69	0.157
16 30	44.0	+14	0.182	0 30	28.0	-64	0.165	8 30	48.5	+52	0.163
17 30	42.3	+50	0.168	1 30	26.6	-78	0.165	9 30	50.8	+46	0.153
18 30	54.0	+79	0.172	2 30	32.5	-58	0.161	10 30	43.7	+3	0.165
19 30	54.0	+74	0.168	3 30	36.6	-34	0.161	11 30	36.9	-26	0.161
20 30	48.0	+40	0.159	4 30	46.0	0	0.157	12 30	33.7	-44	0.159
21 30	43.2	+20	0.163	5 30	48.0	+30	0.157	13 30	30.0	-64	0.168

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、¹⁾ 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。²⁾ 筆者も又 Cl-分布の異變に就き考察をした。³⁾

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_3 イオン、Cl イオン、 SO_4 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_3 イオンの十倍を越える場合もある。 SO_4 イオンは HCO_3 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_4 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_3 イオンは HCO_3 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_3 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_3 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_3 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_30.484 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_3 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、連続的

* 京都大學理學部地球物理學教室

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、その溫度・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狀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。

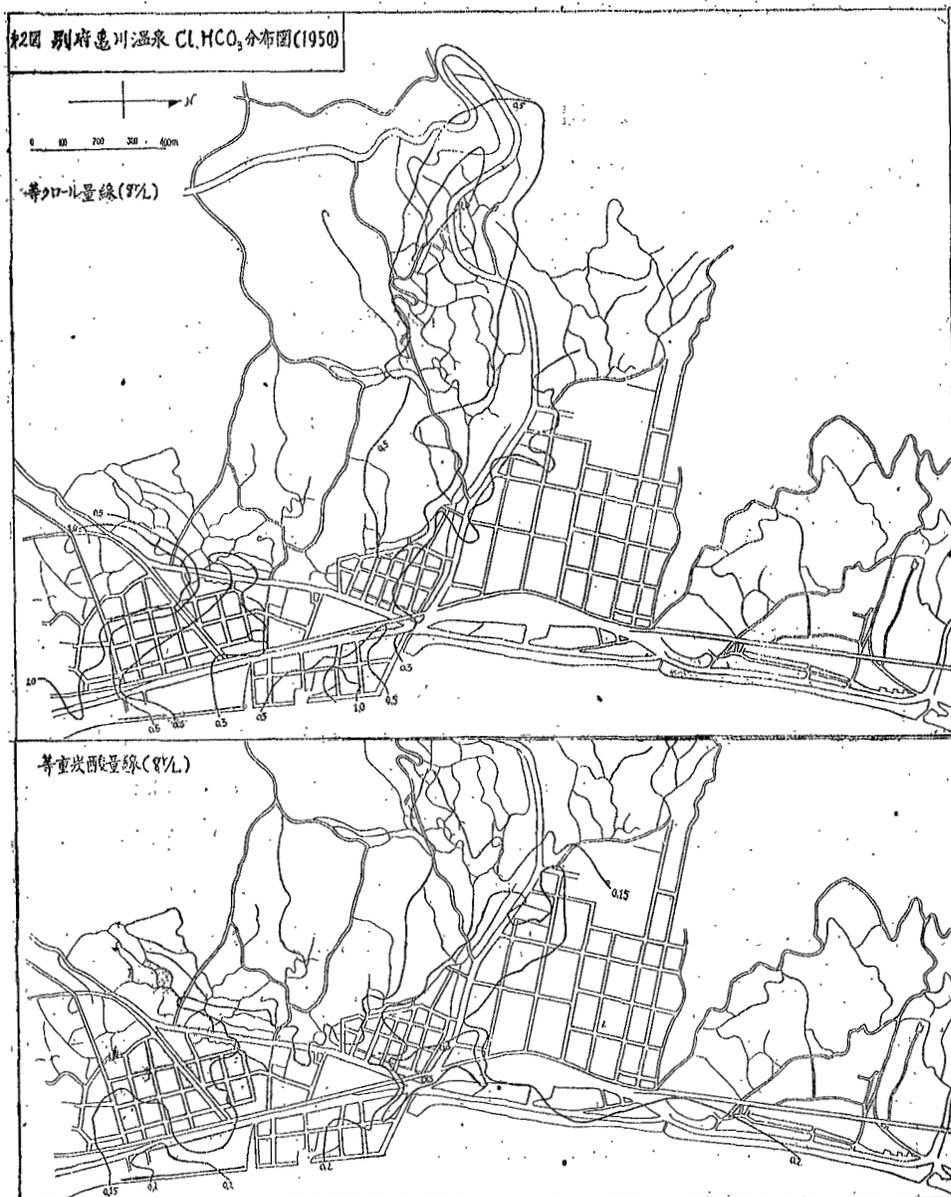
2. Cl 量・HCO₃ 量分布

Cl 量・HCO₃ 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年の泉温分布図と比較する時、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_3 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、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。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。

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、之は地下状況の錯雜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—HCO₃ 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—HCO₃ 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—HCO₃ 共に大なる高温水と、Cl—HCO₃ 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—HCO₃ 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 、HCO₃ 量 h 、温度 t なる温泉水に Cl—HCO₃ を共に含まず、温度 16°C なる地下水が混合したと考へる。地下水ととも、Cl イオンや HCO₃ 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, HCO₃ 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。

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

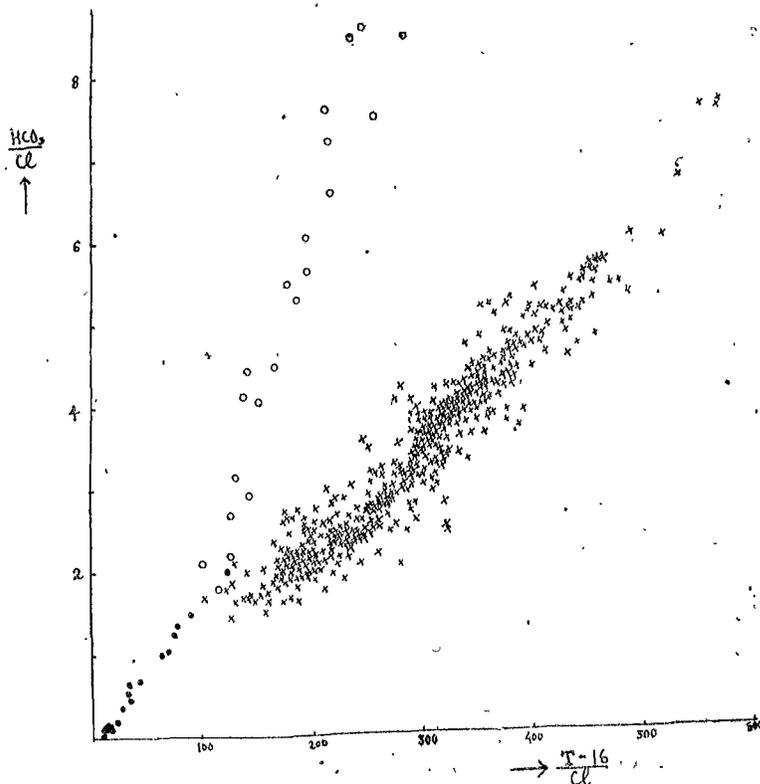
C, H, T は測定により求められた量であるから、之等のみを使つて未知の c, h, t 間の關係を知る爲には、(1)(2)(3)式より λ を消去して

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

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



化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

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、兩者の間にほぼ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-HCO₃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 ₃ 量
A	t ₁	c ₁	h ₁
B	t ₂	c ₂	h ₂
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 $h_1/c_1 > h_2/c_2$, $(t_1 - 16)/c_1 > (t_2 - 16)/c_2$

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、 HCO_3/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 H/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の何れかである。然し、此の地域の H/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、 HCO_3/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で、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、 H/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°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、 $\frac{h_2}{t_2-16} = \frac{1}{66}$ (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 HCO_3 g/L 量の 0.65gr/L をとれば、 $t_2 = 59.0$ を得る。之はの地域には少くとも 59°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 H/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やゝずれているように考えられ、又、この地域の温泉の 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も、第1地域のものとは異なることは明かである。

結局、別府舊市内の温泉は、 HCO_3/Cl 、 $(\text{T}-16)/\text{Cl}$ 大なるものと、 HCO_3/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。

	最小						最大					
	温泉 番號	Cl量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	温度 C°	HCO ₃ Cl	T-16 Cl	温泉 番號	Cl量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	温度 C°	HCO ₃ 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 Cl=0.5 g/L HCO₃=0.9 g/L であつて t=70°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 HCO₃ は餘り異らぬが 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 Cl 量を c, HCO₃ 量を h, 温度を t とし、海水は Cl=19.3 gr/L, HCO₃=0.1 gr/L 温度を 16°C とする。混入量の割合を、温泉水 1 に對し海水 ν とすれば

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

但し、T, C, H は各湧出口での温泉水の温度 Cl 量 HCO₃ 量である。之より

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

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

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

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、Cl 量 0.088 g/L, HCO₃ 量 0.177 g/L, 泉温 27.2°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ゐるとしても、微量で現在の計算では無視

化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

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 ν の値が求められ、之を(9)

温泉番 号	ν	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

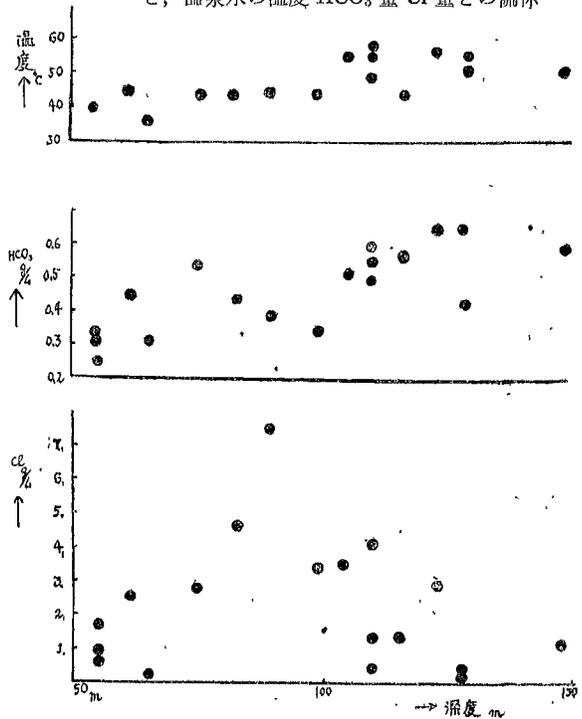
(10) (11) に入れて、海水混入以前の温泉水の t, c, h が得られる。かくて得た計算値 $(t-16)/h$ は、先に實測値に基き (8) 式から出した 66 と一致しなければならない。結果は (1304); (1164) を除いてはかなりの程度に相似し、上記の假定、即ち $h/c=2.0$ の温泉水に海水が混入して來たと考えることが實際に近いものなることが分る。

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、温泉所有者に問いて、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 量が大きくなり 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、

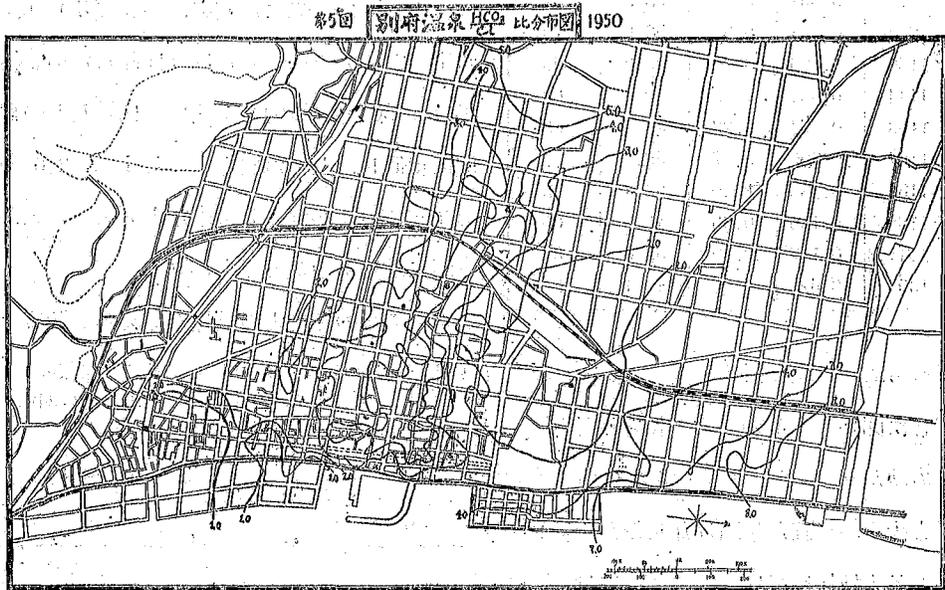
第 4 圖 第一地域 (Cl 極大部) に於ける温泉深度と、温泉水の温度 HCO_3 量 Cl 量との關係



125 m では Cl は極小値、 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、 Cl 量と HCO_3 量との比が、二種の温泉水系の混和状況を示すに適當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 HCO_3/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 HCO_3 は極大となり、此の地域



では泉温も極大を示すので、 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隨い、 HCO_3/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 HCO_3/Cl の激減が見られる。北部では、海門寺温泉脈上で HCO_3/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 HCO_3/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、 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。 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 HCO_3/Cl が大きく高温なもので、其が田ノ湯温泉脈に最も多く、南北に行くに随い、その水系は衰弱して、南からは海水、北からは 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 Cl , HCO_3 の分析は 20 年をへだて、前後二回行はれ、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き、この間の變化を調べてみる。

Cl , 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 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 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 gr/L となつている。然し、他方、その背後の前の 20 年間にかなり Cl が増加していた地域で、今度は逆に 0.5 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、 Cl が減少し、 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 Cl 量の 0.1 g/L 以上の増大地域は海門寺温泉脈上に存在する。 HCO_3 はやゝ減少の傾向にある。この地域は前より一つの Cl 極大地域となつて居り、その Cl の源が注目されていたのであるが、こゝに更に 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 Cl , 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、 Cl 量に比し HCO_3 量の大きい高温なものと、 Cl 量

化學二成分より見たる別府市街温泉の水系

に比し 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かめ、更に地域的に海水の侵入のあることを明かにした。

- 3 弓ヶ濱附近では 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、其より遠ざ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 Cl 量が減少している。

龜川・石垣地區の温泉について

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 Cl , 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247³⁾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	Cl 量平均	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 ⁽⁶⁾	(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. Cl , 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_3 量に基づき, 其々の分布圖を第 2 圖に表はすが, その分布の状況は前分析の際と餘り變らない。

又, 各温泉水の HCO_3/Cl , $(\text{T}-16)/\text{Cl}$ 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。第一地域は大體, 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_3 , SO_4 温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_3/Cl	$(\text{T}-16)/\text{Cl}$	HCO_3/Cl	$(\text{T}-16)/\text{Cl}$
A	0	67.5	3	64
B	2.5	173	1.72	181
C	Cl=0 $\text{HCO}_3=0.02$	T=20	Cl=0 $\text{HCO}_3=0$	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體同じ値を

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_3 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_3 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

- 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_3 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。
- 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, 第二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関する研究, 別府市街温泉に関する知見」
- 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_4 , HCO_3 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, HCO_3 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_3/Cl and $(\text{Temp. } -16)/\text{Cl}$ 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_3 ions have not so changed in the last seven years.

(第一表 別府舊市内温泉, 温度, Cl 量, HCO₃ 量表 (1950年))

温泉 番號	泉温 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	温泉 番號	泉温 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	温泉 番號	泉温 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 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	50.9	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	0.453
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 ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl量 g/L	HCO ₃ 量 g/L
201	60.5	0.216	0.658	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	0.169	0.645
203	44.5	0.152	0.320	255	62.0	0.140	0.560	318	61.0	0.189	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	0.120	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	54.0	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	0.189	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 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl量 g/L	HCO ₃ 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	0.234	0.378	434,14	57.0	0.249	0.622	494	54.5	0.112	0.391
392	57.3	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	54.5	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	54.5	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	58.0	0.234	0.615	451,1	50.0	0.168	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 ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl量 g/L	HCO ₃ 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	0.133	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

溫泉 番號	泉 溫 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	溫 泉 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉 溫 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 量 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 龜川町温泉温度・Cl量・HCO₃量 表

温泉 番號	泉温	Cl量	HCO ₃ 量	温泉 番號	泉温	Cl量	HCO ₃ 量	温泉 番號	泉温	Cl量	HCO ₃ 量
	°C	g/L	g/L		°C	g/L	g/L		°C	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 ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 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・HCO₃量 表

溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 量 g/L	溫泉 番號	泉溫 C°	Cl 量 g/L	HCO ₃ 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				

大分縣由布院溫泉台帳抄 (1)

溫泉 番號	縣溫泉 番號	所在地	所有者又ハ 使用者	湧出口 徑	深 度	泉 溫	湧出量	Cl ⁻ (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)
				cm	m	°C	L/M			
1	149	大字 1571 川上	溝 口 岳 人	2.5	21.6	49.4	43.50			
2	6	" 1577	町 有			自然湧出	50.3	0.089	0.190	0.051
3	"	道路下	所有者ナシ		同上		38.0	0.084	0.159	0.063
4	2	" 1585	町 有		同上		50.0	0.100	0.175	
5	122	" 1581	清水土地株式会社	4.3			53.0	0.122	0.205	
6	56	" 1085	安 形 數 衛	3.3			64.0	0.086	0.255	
7	247	" 1097,4	永 井 一 郎	3.0	23	63.0	7.90	0.144	0.272	
8	129	" 1559	加 藤 政 武		63	冷水				
9	213	" 2631	清水土地株式会社		未 掘					
10	128	" 2623	同 上		同 上					
11	151	" 1481,1	金 澤 仁 兵 衛				閉 止			
12	150	" 1507,1	原 田 保				同 上			
13	94	" 1716,1	衛 藤 安 子				ナ シ			
14	227	" 1070,2	西 鐵 保 健 組 合	3.9	106	90.0	18.0	0.235	0.356	0.075
15	220	" 1073	坪 池 隆	3.3	36	58.0	7.3	0.147	0.248	0.056
16	103	" 1079,13	衛 藤 玉 子	3.6	25	56.0	7.62	0.108	0.204	
17	246	" 1076,3	井 星 喜 市				閉 止			
18	602	" 1076,2	同 上	3.4		53.0	10.8	0.092	0.203	
19	93	" 1098,1	豊 島 克 太 郎	3.6	5	67.5	22.5	0.170	0.295	
20	167	" 1101,4	末 長 春 江				閉 止	0.128	0.261	
21	164	" 1527	笠 置 喜 代 松	3.4	108	58.0	4.4	0.131	0.256	0.060
22	237	" 1524,1	江 口 吾 一 郎				閉 止			
23	166	" 1090,2	江 崎 義 滿	3.4	36	62.0	7.1	0.166	0.271	
24	55	" 1095	山 田 喜 三 郎				閉 止			
25	219	" 1544	中 原 國 友	3.4		63.0	15.60	0.176	0.285	0.063
26	249	" 1090,1	工 藤 守	5.0	24	52.6	20.15			
27	67	" 1089,3	岩 尾 重 政	4.0		60.0	12.4	0.164	0.266	0.061
28	69	" 1097,2	宇 都 宮 種 八	5.0		64.5	16.2	0.148	0.270	
29		ナ シ								
30	7	" 1087,2	町 有			自然湧出	65.0	0.155	0.257	
31	11	" 1083	日 野 春 太 郎			同 上	57.5	測定不能	0.141	0.234
32	14	" 1079,3	森 光 幸 藏	3.3			71.5	0.170	0.278	
33	245	" 1079,15	蒲 原 久 雄			自然湧出	51.2	0.141	0.238	0.054
34	101	" 1078,5	太 田 義 明	4.0	20	54.0	16.00	0.100	0.205	
35	193	" 3015	香 椎 源 太 郎	3.3		35.0	僅 少	0.042	0.107	
36	116	" 3013	加 藤 禮 造				閉 止			
37	106	" 3007,2	日 華 工 業 健康保險組合	3.3		55.3	5.1	0.137	0.232	
38	221	" 3004	香 椎 源 太 郎	3.3		47.5	26.4	0.081	0.159	

大分縣由布院溫泉台帳抄 (2)

溫泉番號	縣溫泉番號	所在地	所有者又ハ者 便用者	湧出口 口經	深 度	泉 溫	湧出量	Cl (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)
				cm	m	°C	L/M			
39	104	大字 2714 川上	佐藤 進	3.6		47.0	13.0	0.099	0.187	0.044
40		" 2731,1	溝口 岳人		自然湧出	63.8	8.44			
41	156	" 2731,1	同上	3.6		62.5	30.0	0.131		0.059
42	146	" 2730,1	天日仁太郎	3.8		63.5	24.0	0.155	0.288	0.067
43	123,1	" 2728	横山			56.0	流出ナシ	0.155	0.289	
44	153	" 2727	天日仁太郎				閉止			
45	154	" 2725	尾崎 福子			51.0	6.5	0.149	0.280	0.063
46	155	" 2723	同上			冷水				
47	145	" 2722	立川 辰男			33.0	僅少			
48	112,1	" 2741	野口雄三郎			58.0	23.4	0.143	0.258	0.046
49	112	" 2746,1	同上			59.0	6.50	0.119	0.224	
50	173	" 2736	杉本又三郎			44.5	15.60	0.132	0.244	
51	118	" 2995	日野春太郎			55.0	2.69	0.109	0.198	
52	89,1	" 2999,3	吉武 忠子			55.0	6.32	0.104	0.183	0.052
53		" 3001	香椎源太郎		自然湧出	55.0	24.0			
54	89,2	" 2999,3	吉武 忠子		同上	56.5	12.75	0.104	0.183	
55	108	" 2996	日野春太郎			54.5	8.36	0.113	0.236	
56	217,1	" 2991	胡田磯太郎		自然湧出	53.0	閉塞	0.145	0.266	
57	217,2	" 2991	同上		同上	52.0	5.20	0.131	0.244	
58	158	" 2989,5	須佐平八郎		29	56.0	9.38	0.126	0.224	0.058
59	113	" 2998,2	武石 虎太		自然湧出	54.5	0.5	0.108	0.203	
60	57	" 2999	山田喜三郎				閉止			
61	136	" 2999,2	倉 豊 巖	3.8	45	46.0	6.24	0.072	0.143	
62	105	" 3019	佐藤松次郎			冷水				
63	80	" 2989,3	立川 善一			66.0	30.0	0.188	0.314	
64	147	" 2989,1	志村 尙穂			62.5	4.93	0.175	0.292	0.056
65	217,3	" 2989	内田 勝美		自然湧出	59.0	指定60	0.140	0.260	
66	217	" 2991	鈴木梅太郎			45.0	2.0	0.119	0.218	
67	112,2	" 2756	野口雄三郎			55.0	4.44	0.140	0.249	
68	194	" 2754	林田殖産株式会社			57.0	6.24	0.125	0.238	
69	111	" 2750		4.6		46.0	11.07	0.127	0.238	
70	231	" 159	吉本秀次郎				閉止			
71	124,1	" 2803	豊原雄太郎				同上			
72	124	" 2810	同上				同上			
73	205	" 2819	小曾根 美興子				同上			
74	161	" 2784	宇都宮 寛			61.0	31.24	0.113		0.258
75	64	" 2821	林田殖産株式会社			49.0	3.19	0.100	0.218	0.041
76	235	" 2834	同上				閉止			

大分縣由布院溫泉台帳抄 (3)

溫泉番號	縣溫泉番號	所在地	所有者又ハ 使用者	湧出口 口 經	深 度	泉 溫	湧出量	Cl ⁻ (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (#)	SO ₄ ²⁻ (#)
				cm	m	°C	L/M			
77	184	大字 川上 2876	渡邊 頼 光		自然湧出	54.0	48.0	0.098	0.226	
78	1	" 2861	石橋 義 雄		同 上	44.0	2.96	0.071	0.196	
78,1		" "	同 上		同 上	40.2	測定不能			
79	236	" 2855	立川 千 七	5.0	63	53.5	7.58	0.100	0.248	0.023
80	174	" 2828	佐藤 德 重			45.5	5.0	0.077	0.165	
81	"	3973	姫野 勝			50.5	50.0	0.105	0.224	
82	207	" 2969,2	林田殖産株式會社			42.5	50.0 測定			
83	196	" 2957	同 上	5		52.0	52.68			
84	197	"	同 上			48.5	2.0			
85	181	" 2966	同 上				閉 止			
86	201	" 2954,1	同 上			52.0	10.0	0.133	0.260	
87	123	" 3047	八川 忠 一			63.0	3.54			
88	"	"	生島 喜 利		自然湧出	58.0	6.70	0.139	0.254	
89	132	" 3058,4	廣末 市 郎			40.0	微量			
90	114	" 3048	下郡 阪 喜				閉 止			
91	179	" 3049,1	同 上			51.5	3.67			
92	127	" 3048,2	佐藤 正 行				閉 止			
93	"	"	長谷川 善 一		自然湧出			0.180	0.311	
94	13	" 2951	衛藤 八 郎		同 上	59.5	27.40	0.167	0.281	
95	"	2953	梶田 盛 起		同 上	45.5	微量			
96	8	" 2946	溝口 伏			59.0	47.75	0.144	0.280	
97	90	" 3084,4	溝口 恒 喜	5.0	23	64.5	9.65	0.189	0.326	0.086
98	96	" 3053,1	針 政 一	4.3	29	67.0	18.5	0.181	0.296	0.056
99	139	" 3056	近江 幹 雄			62.0	6.83	0.166	0.290	
100	92	" 3055,1	立川 考 男	8.0		58.0	10.20	0.165	0.288	
101	79	" 3054,3	岩 男 頼 一			59.0	3.84	0.177	0.311	
102	110	" 3083,4	梅野 正 義	5.0		51.0	3.09	0.162	0.286	
103	160	" 3065	渡邊 堅 治	5.0	49	60.0	4.82	0.182	0.319	0.078
104	117,1	" 3079,3	大榮 國 雄			54.0	6.72	0.134	0.058	
105	117,2	" 3079,3	同 上			41.0	僅 少	0.160	0.290	
106	159	" 3071	針 秋 義			42.0	6.01	0.079	0.181	
107	138	" 3055,3	同 上				閉 止			
108	180	" 2931	林田殖産株式會社	10.0		60.0	4.28	0.132	0.235	0.054
109	172	" 2930	日野 文 夫	4.3	38	52.5	7.84	0.110	0.236	0.051
110	171	" 2929	針 政 市				閉 止			
111	198	" 2937,2	江藤 直 記				ナ シ			
112	134	大字 川北 1	廣末 市 郎				閉 止			
113	185	" 1	加來 素 六				同 上			

大分縣由布院溫泉台帳抄 (4)

溫泉番號	縣番	溫泉番號	所在地	所有者父ハ者 所便用者	湧出口 口經	深 度	泉 溫	湧出量	Cl ⁻ (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)
					cm	m	°C	L/M			
114	65	大字川上	3582	乙丸組共有			低溫				
115	186	"	3764,1	鐵道公社			42.5	3.37	0.096	0.287	
116	190	大字川北	41	浦田寅次	5.0	38	38.0	18.75	0.088	0.224	0.024
117	143	"	12,4	日野新一	4.3	81	49.0	6.55			
118	218	"	12,3	同上	4.0	63	52.0	8.54	0.115	0.238	0.047
119	121	"	4,1	小野力	3.3	110	52.0	18.25	0.109	0.229	
120	189	大字川上	3725	佐藤一夫				閉止			
121	187	"	3730,1	田中泰彦			55.5	11.61	0.096	0.237	
122	182	"		土田豊	4.3	81	52.0	5.4	0.095	0.247	
123	188	"	2907	久保今朝吉				閉止			
124	195	"	2892	林田殖産株式會社				ナシ			
125	192	大字川南	9,2	近藤徳壽			45.0	1.32			
126	48	"		加藤主税				閉止			
127	"	"	15					同上			
128	71,2	"	14	加藤主税				同上			
129	10	大字川北	65,2	立川玉雄				同上			
130	49	大字川南	43	加藤主税				同上			
131	"	"	56	田中次雄				同上			
132	53	"	61	加藤主税				同上			
133	91	"	73	守山三次			29.5	流出ナシ			
134	233	"		梅林土木株式會社				閉止			
135	"	"	82	小野隆次	10		47.0	9.8			
136	71,1	"	61	加藤主税				閉止			
137	"	"	58	衛藤正夫		自然湧出	42.0	僅少			
138	72	"	57	同上	5.0	18	49.0	48.00	0.109	0.243	0.029
139	"	"	48	志手猪二郎			45.0	6.09			
140	51	"	51	志手重久				閉止			
141	"	"	46	志手猪三郎			42.0	微少	0.072	0.185	
142	50	"	44	小野勝貞	16.0		39.0	1.43	0.102	0.237	0.022
143	39	"	43	小山萬平				閉止			
144	229	"	87					閉止	0.095	0.243	0.043
145	"	"	90,2	田中昇治			49.0	2.84			
146	"	"	102	中野尙夫				閉止			
147	"	"	102	同上	7.5	15	55.0	62.0			
148	41	"	102,2	佐々木佐七	10.0	15	54.5	24.0	0.108	0.250	0.032
149	"	"	102	中野尙夫				閉止			
150	"	"	102,2	同上			37.0	流出ナシ			
151	"	"	102	同上	7.6	15	52.5	23.5			

大分縣由布院溫泉台帳抄 (5)

溫泉 番號	縣溫泉 番號	所在地	所有者又ハ 使用者	湧出口 經口	深 度	泉 溫	湧出量	Cl ⁻ (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (〃)	SO ₄ ²⁻ (〃)
				cm	m	°C	L/M			
152	74	大字南 42	田 中 昇 治			38.9	7.42			
153	47	" "	同 上				閉 止			
154	214	" 29,1					閉 止			
155	43	" 23					閉 止			
156	44	" 25					同 上			
157	42	" 24					同 上			
158	45	" 21	加 藤 主 税			34.0	4.09			
159	40	" 19					閉 止			
160	46	" 95,1	梅林土木株式會社	4.0	54	67.0	15.5	0.122	0.277	
161	232	" "	同 上	7.6		44.8	1.45	0.099	0.110	0.031
162	38	" 94,1	吉 本 節				閉 止			
163	244	" 29,5	日 野 副 之 助			51.5	3.84			
164	133	" 106,1	本 田 文 夫			49.0	3.90			
165	230	" 371,1	小 野 數 安			35.5	微 量			
166	152	大字上 2896,2	栗 原 源 治	5.0	54	42.5	0.76	0.085	0.218	
167	137	大字上 109	鐵 道 公 社		108	59.0	ポンプ使用	0.134	0.314	0.028
168	119	" "	同 上				閉 止			
169	163	" 851,5	一 法 師 シ カ		108	60.0	5.86	0.178	0.343	
170	251	" 111,2	小 野 順 吉	16.0	10	57.0	5.21	0.182	0.366	
171	82	" 117,2	同 上			52.5	3.58	0.155	0.319	
172	100	" 117,4	同 上	3.3	61	57.0	3.2	0.168	0.339	
173	239	" 850,3	山 本 源 治		自然湧出	62.0	測定不能	0.147	0.295	
174	24	" 850,1	町 有		同 上	67.6	49.7	0.151	0.309	
175	23	" 841,6	富 永 佐 喜 太		同 上	67.0	8.55	0.159	0.305	0.035
176	131	" 113,4	鴛 海 南			66.0	5.5	0.166	0.335	
177	243	" 113,7	小 野 順 吉		36	60.0	6.66	0.180	0.363	0.075
178	107	" 132	同 上				閉 止			
179	215	" 114,1	興 禪 院			43.2	2.59	0.088	0.268	0.020
180	15	" "	平 岡 虎 峰		自然湧出	41.0	47.90	0.082	0.189	
181	78	" 135	守 山 義 一	4.0	12	52.8	8.26	0.142	0.316	0.042
182	86	" 299,1	小 野 政 一			28.7	微 量	0.152	0.338	
183	84	" 301,2	井 尾 休 太 郎	12.5	46	63.0	2.4	0.169	0.314	
184	148	" 305	小 野 喜 八		36	67.2	6.3	0.154	0.160	
185	16	" 842,2	右 田 直		自然湧出	69.0	16.9	0.148	0.307	
186	120	" 839,1	同 上				閉 止			
187	19	" 843,1	小 野 力	6.0	14	68.0	15.0	0.147	0.298	0.033
188	98	" 841,7	同 上			67.0	7.8	0.154	0.304	
189	99	" 841,3	麻 生 辰 男				ナ シ			

大分縣由布院溫泉台帳抄 (6)

溫泉 番號	縣溫泉 番號	所在地	所有者 又用者	湧出口 口經	深 度	泉 溫	湧出量	Cl ⁻ (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (#)	SO ₄ ⁻² (#)
				em	m	°C	L/M			
190	216	大字川南 832,2	的野正太郎	5.0		53.0	10.2	0.143	0.286	0.039
191	226	" 322	末松千代	7.6	92	95.0	微 量			
192	95	" 320	小野政一				閉 止			
193	169	" 257	杉山良			70.5	8.1	0.103	0.243	
194	25	" 530	小野竹三郎		自然湧出	41.0	9.4	0.033	0.135	0.011
195	21	" 528,3	小野荒太郎			41.0	8.2	0.039	0.138	
196	168	" 498	立川文夫	5.1	10	49.0	4.5	0.089	0.241	0.027
197	20	" 506	小野金三郎				閉 止			
198	157	" 496,2	九州林産株式會社			66.0	1.63	0.191	0.399	0.061
199	"	" 331	志手政夫	4.0	5	55.0	1.96	0.136	0.294	0.052
200	162	" 494,3	九州林産株式會社	6.0	22	81.0	7.6	0.208	0.374	
201	"	"	志手儀藏		1.5	40.5	1.8	0.061	0.186	
202	170	" 505,2	九州林産株式會社				閉 止			
203	175	" 458,3	同 上	6.0	22	71.5	5.1	0.111	0.190	
204	115	" 469	小財仙次郎			80.0	1.9	0.200		0.050
205	165	" 471	木本末一	7.6	63	94.5	115.3	0.163	0.291	0.049
206	210	" 476,1	大西晴雄		未 掘					
207	206	" 415,2	田中昇治	5.1	120	96.8	58.6	0.161	0.306	
208	242	" 463,3	平岡虎降		自然湧出	50.5	4.26	0.100	0.234	
209	212	" 421,2	吉本秀次郎	7.6	56	90.5	171	0.209	0.339	
210	208	" 482	大西晴雄	7.6	126	82.0	600.0	0.144	0.248	
211	130	" 669,2	同 上		未 掘					
212	211	" 677	同 上		同 上					
213	209	" 694,2	同 上		同 上					
214	81	" 435	志手秀吉	7.6	36	57.0	1.6	0.109	0.267	
215	83	" 438	加藤主税		18	40.5	0.76			
216	140	" 445,2	志手靜雄	7.6	31	67.0	0.5	0.156	0.320	
217	70	" 443,1	加藤鹿太郎				閉 止			
218	141	" 443,1					同 上			
219	29	" 394,2	町 有				同 上	0.169	0.295	
220	97	" 392,1	古野隆男				人工閉止			
221	32	" 793	小山萬平				閉 止			
222	33,1	" 392,2	田中圓次郎				同 上			
223	34,1	" 392	同 上				同 上			
224	34,2	" 393	同 上				同 上			
225	33,2	" 389	同 上				同 上			
226	28	" 799,2	佐藤熊夫		自然湧出	30.5	7.01	0.024	0.088	0.007
227										

大分縣由布院溫泉台帳抄 (7)

溫泉 番號	縣溫泉 番號	所在地	所有者又 使用者	湧出口 口徑	深 度	泉 溫	湧出量	Cl ⁻ (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)
				cm	m	°C	L/M			
228	177	大字 川南	797,3 佐藤徳重		10		閉止			
229	204	"	805,2 田中昇治	4.6	30	87.0	3.20	0.220	0.377	0.064
230	223	"	1268 奥村鹿太郎		未掘					
231	27	"	1264 田中與六				閉止			
232	30	"	1262,2 佐藤正文				同上			
233	31	"	1260,2 長谷川直		自然湧出	43.5	4.6	0.070	0.167	
234	26	"	1251,5 志手要		同上	47.0	34.3	0.058	0.155	0.020
235	241	"	1249,6 田中ヲヨノ		同上	50.0	5.5	0.087	0.185	
236	87,1	"	1247 山崎文喜				閉止			
237	126	"	1245 田中圓次郎				同上			
238	224	"	1239,2 吉本秀次郎		自然湧出	48.0	10.1	0.072	0.174	0.018
239		"								
240		"	1239,2		自然湧出	48.5	162			
241	22	"	1238 町有		同上	55.5	34.0	0.089	0.200	
242	17	"	1238 吉本秀次郎		同上	55.5	1.92	0.093	0.203	0.022
243	37	"	1238 山崎文喜		同上		閉止			
244	225	"	1194,1 安部謹吾				同上			
245	87	"	1226 豆田千造		自然湧出	48.0	14.3	0.077	0.180	0.020
246	35	"	1201 町有		同上	47.5	27.5	0.079	0.186	
247		"			同上	43.5	6.0			
248	240	"	1198,3 豆田豊		同上	47.5	20	0.083	0.191	0.022
249	18	"	868,2 首藤淺太郎		同上	59.0	0.8	0.141	0.306	
250		"	川の中		同上	62.0	100			
251	77	"	948 長谷川助一	7.0		27.5	微量			
252	88	"	934 吉村覺次	10.0		29.8	"			
253	85	"	932 田中圓次郎	5.0	14	71.0	20	0.160	0.317	
254	125	"	975 田中繁八				閉止			
255	75	"	982 長谷川磯吉				同上			
256	135	大字 川北	266 梅尾セイ			38.0	26.00			
257	178	大字 川南	1000 佐藤芳太	4.6	20	37.0	5.31	0.093	0.091	
258	76	"	991 長谷川磯吉				閉止			
259	109	"	995 林田殖産株式會社		自然湧出	75.0	測定不能			
260		"			5	71.0	3.95	0.158	0.297	0.049
261	62	大字 川北	1132 石武組共有				閉止			
262	5	"	1128 同上		自然湧出	79.0	103	0.148	0.289	
263	68	"	1127 同上		同上	75.0	680	0.139	0.275	
264	144	"	2256 梶原房吉		同上	59.5	微量			
265	66	"	1165 石武組共有		同上	61.5	71.14	0.097	0.228	

大分縣由布院溫泉台帳抄 (8)

溫泉番號	縣溫泉番號	所在地	所有者又ハ者	湧出口經口	深 度	泉 溫	湧出量	Cl ⁻ (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (〃)	SO ₄ ²⁻ (〃)
				em	m	°C	L/M			
266	63	大字 川北 1165	石武組共有		自然湧出	73.0	172	0.127	0.265	0.043
267	248	" 1150	高田陣彦		同上	79.0	33.91	0.128	0.276	
268	59	" 2238	光永組共有		同上	65.0	150	0.125	0.254	
269	203	" 1641	多用計次			67.0	4.15	0.058	0.172	
270	176	" 1643	同上	4.3		68.0	18.0	0.153	0.293	0.049
271		" 2244	光永組共有		自然湧出	48.5	31.2	0.047	0.155	
271,1		" "	同上		同上	51.5	350			
272	3	" "	同上		同上		閉止			
273	54	" "	同上		同上	47.8	350	0.046	0.150	
274	36	" 1649,2	町 有		同上	64.0	13.00	0.148	0.296	
275		" 1649	同上		同上	66.1	17.33			
276	58	" 2211	光永組共有		同上	49.0	18.09	0.094	0.220	0.045
277	4	" 2176,1	町 有		同上	48.0	7.8	0.144	0.291	0.024
278	9,1	" 2168	立川基義	4.0	46	54.9	14.1	0.141	0.291	
279	9,2	" 2168	同上	4.0	33	54.0	8.58	0.146	0.291	
280	234	" 2166	幸田今九	4.6	40	46.5	36.6	0.088	0.208	0.044
281	142	" 2164	立川正吉				閉止			
282	60	" 2111	光永組共有		自然湧出	40.5	480	0.067	0.178	0.023
283	61	" 2110	同上		同上	36.0	300	0.056	0.150	
284	202	" 2064,1	姫野百合太郎	4.4	13	低溫				
285	238	" 2033	立川政一		未 掘					
286		"	光永組共有		自然湧出	44.8	93.6			
287		"	沼中		同上	44.3	1200			
288		"	吉田津代			54.3				
289		" 川の中				73.6	52.0			
290		大字 塚原	繁久安之助		自然湧出	60.7	40			
291		"	同上		同上	44.0	185			
292		"	森下仁丹株式會社		同上	45.0	44.44			
					同上	54.0	80			

湯平温泉台帳抄

温泉 番號	縣温泉 番號	所在地	所有者又は 所便用者	湧出口 口經	深 度	泉 温	湧出量	Cl ⁻ (gr/L)	HCO ₃ ⁻ (#)	SO ₄ ⁼⁼ (#)
1		大字 797,2	麻 生 喜 義		m	°C	L/M			
2		大字 796	秋 吉 忠 夫	自然湧出	同上	54.0	ポンプ揚水	0.299	0.216	0.060
3		大字 795,2	村 有	同上	同上	68.5	12.70	0.437	0.308	0.098
4		〃 581,2	麻 生 快 也	同上	同上	69.0	3.02	0.575	0.328	0.128
5		〃 578,2	村 有	同上	同上	67.2	7.31	0.368	0.297	0.112
6		〃 582,2	高 橋 甲 子 夫	横 井	同上	80.0	53.4	0.572	0.331	0.128
7		〃 575,2	麻 生 市 六	同上	同上	73.0	5.29	0.384	0.310	0.100
8		〃 567,2	麻 生 久 太 郎	自然湧出	同上	60.5	2.31	0.240	0.148	0.118
9		〃 568,3	同 上	同上	同上	40.5	ポンプ揚水	0.142	0.128	0.159
10		〃 565,3	森 精 一	横 井	同上	70.5	3.08	0.460	0.249	0.139
11		〃 568,2	村 有	自然湧出	同上	71.7	3.58	0.443	0.261	0.105
12		〃 551,2	同 上	同上	同上	66.5	37.0	0.355	0.257	0.133
13		〃 553,2	高 橋 秀 夫	同上	同上	70.5	45.1	0.378	0.300	0.089
14		〃 553,4	河 野 康 和	同上	同上	57.0	7.6	0.340	0.268	0.125
15		〃 575,1	横 尾 瀧 雄	横 井	同上	38.8	5.42	0.234	0.177	0.058
16		〃 571	麻 生 市 六			52.8	3.98	0.443	0.269	0.106
17		〃 576	村 有				閉 止			
18		〃 550	同 上				ナ シ			
19		〃 336	同 上				閉 止			
20		〃 585	麻生俊治外一名				ナ シ			
21		〃 1011	清 水 眞 次 郎				湧出セズ			
22		〃 798	麻 生 喜 義				閉 止			
23		〃 612	麻 生 市 六				ナ シ			
24		〃 538	高 橋 本 方 輔				湧出セズ			
25		〃 568	村 有				同 上			
26		〃 1257,1	草 野 添 太 郎				ナ シ			
							閉 止			

本誌の論文の内容は各著者が責任をもつ
ものである

昭和二十六年^三月十日印刷
昭和二十六年^三月十五日發行

編纂兼
發行者

大分縣溫泉調查研究會

京都市下京區綾小路通柳馬場東入

印刷者 土山定治郎

