

大分縣溫泉調査研究会

報告 第 4 號

昭和 2 8 年 3 月

目 次

別府溫泉に於ける海水汚染調査について……………	吉 川 恭 三
玖珠郡飯田村溫泉群調査について……………	山 下 幸 三 郎
別府市中部に於ける地温分布と溫泉湧出の可能性について……………	湯 原 浩 三
別府市浜脇地区溫泉衰微経過について……………	山 下 幸 三 郎
別府溫泉成分調査について……………	八 田 秋

別府温泉に於ける海水汚染調査報告

吉 川 恭 三

別府温泉中に於ても夙にその名を知られた浜脇温泉が次第に衰微を來し、塩分の激増と泉温の低下とにより温泉としての價値を失いつつあることはかなり以前からの現象であり、その原因が濫掘による温泉水圧の低下にあると傳えられていた。而るに1946年8月に行われたC L量(塩素)¹分用HCO₃量(重炭酸イオン)の分析測定により、そのような温泉衰微の徴候と思われる塩分の増加が浜脇に隣接する別府市中部埋立地を含むかなり広範囲に迄現われ來つた事が筆者等により発見された。

別府温泉の海岸近くに於ては普通の海岸地下水の如く被圧水中で温泉水と海水とが接触していると考えられ、温泉開発の進行が過度に及ぶと温泉水圧の低下が起り、その結果、温泉水と海水との接触面に於ける従來の圧力平衡が破れて、海水が更に内陸へ侵入する。故に別府に於ける温泉衰微の徴候は温泉水頭低下と共にそのC L(塩素)含有量の増加に現われるのが通例である。

この点より既にその徴候の現われた地域及びその附近の温泉のC L(塩素)分析を定期的に施行し、その増減を知ることが別府温泉保全上の指標を与えるものとして用いられ、既に数回施行した結果はその都度報ぜられたが今回は1952年7月の分析結果を報告する。

別府温泉水系の複雑さより海水の侵入を更に明確とする爲には $\frac{HCO_3}{CL}$ ($\frac{\text{電炭酸イオン}}{\text{塩素}}$)の比を用うべきことは既に發表した。今回測定のC L(塩素)含有量、HCO₃(重炭酸イオン)含有量、 $\frac{HCO_3}{CL}$ ($\frac{\text{電炭酸イオン}}{\text{塩素}}$)の比の値はすべて表に示され後の利用を期した。分析は海水混入域及びその周邊から51個、その他の地域から20個の温泉につき行われた。

その結果をみると、一般的に別府温泉の化学成分には余り変化がないことがうかがわれ、C L(塩素)量激増地域も拡大せず一応安定している。但し、次の事実が注目される。即ち、1950年8月の測定以後に改掘を行つた温泉では大巾なC L(塩素)量の増加を見たものが多く、温泉番号(1084)、(1155)、(1168)、(1306)がそれで、塩分の激増が認められた温泉はすべて之に屬する。之等の温泉は前回の測定時には湧出量極めて少く温度も40。C以下であつたもので其の後改掘が行われて後、湧出量が増加し又は盛にポンプ揚

別府温泉に於ける海水汚染調査報告

水を行つてかなり高温となつている。

一方、CL (塩素) 量に相当の減少を見たのは番号 (1144)、(1153)、で之等は何れも泉温極めて低く湧出量が少い。1950年の測定時にも (1153)、(1168) で同様の現象がみられた。

故に非常に水頭の低下した温泉で極く僅かの湧出量のまま放置してある時は塩分は大巾に減少する。然し、それから多量の温泉水を得る目的で改掘を行つたりポンプで揚水を始めると高温水を得ることは出来ても塩分の激増をみる事が明かである。

又、特異な現象として、中部埋立地内で約200米距てた二温泉が殆んど同時に同深度の改掘を行たにも拘わらず、一方は自噴で47°Cの温泉水を得てCL (塩素) 量が0.288g/Lしかないのに、他方は水頭低くポンプ揚水でやつと42.6°Cの温泉水を得るが、8.82g/Lという多量のCL (塩素) を含んでいるという事実も注目し値する。

以上の如く、CL (塩素) 量の増減は各温泉毎で幾らか区々たることを免れない。然し全体としてみた時、塩分量に余り大きな変動は起つていず、この二年間に海水の侵入が進んでいないと云い得る。

第一表 1952年8月測定CL、HCO₃、泉温

温泉番号	泉温	CL量g/L	HCO ₃ 量g/L	温泉番号	泉温	CL量g/L	HCO ₃ 量g/L	温泉番号	泉温	CL量g/L	HCO ₃ 量g/L
21	51.5°C	1.66	0.461	1144	—	0.166	0.189	443/2	51.	0.252	0.428
3	35.	0.135	0.378	1155	45.	5.53	0.472	444	50.	0.350	0.586
4	52.5	2.03	0.466	1153	—	0.045	0.137	445	52.	0.391	0.730
65	45.5	0.101	0.261	1163	30.3	0.576	0.218	448	52.5	0.269	0.722
67	53.	0.135	0.417	1168	43.8	1.29	0.367	450	52.5	0.180	0.355
58	44.5	0.117	0.305	1175	41.0	1.935	0.330	1257/1	62.	0.369	0.633
74	47.5	0.126	0.353	1179	53.5	1.370	0.352	46	47.	0.121	0.302
80	46.5	0.115	0.273	1182	56.2	0.445	0.553	55	47.	0.125	0.269
82	54.5	0.119	0.441	1181	52.	0.160	0.341	92	53.	0.117	0.341
201	50.5	0.224	0.564	1184	51.8	1.17	0.828	106	48.	0.117	0.470
205	53.6	0.135	0.387	1186	56.5	2.79	0.514	193	55.	0.112	0.414
206	51.8	0.159	0.291	1187	57.	1.042	0.513	243	61.5	0.139	0.578
210	55.	0.191	0.356	1242/3	49.	1.45	0.515	319	57.	0.180	0.320
211	45.7	0.112	0.262	1258	43.	0.709	0.477				
218	65.5	0.547	0.479	1326	42.6	8.820	0.277				
220	63.5	0.184	0.531	9	48.3	0.139	0.374				
903	47.	0.778	0.464	79	55.0	0.135	0.478				
1032	44.9	0.135	0.363	1306	43.0	5.22	0.352				

1017	51.	0.157	0.438	山田	57.5	0.523	0.338
1040	55.	0.184	0.504	警察	52.	3.07	0.403
1043	47.	3.250	0.464	小田原	47.	0.288	0.327
1047	49.5	3.630	0.376	432	50.	0.148	0.706
1045	43.0	0.824	0.497	434	54.	0.283	0.705
1084	50.0	3.58	0.450	434,5	57.5	0.297	0.695
1138	49.5	4.15	0.418	434,15	54.5	0.207	0.629
1136	46.0	1.49	0.417	438	58.	0.269	0.490
1140	43.0	1.93	0.397	443	59.	0.301	0.503
1149	50.5	2.38	0.450	443,1	61.	0.330	0.504

第二表 $\frac{HCO_3}{Cl}$ 1952年の測定によるものと1950年の測定によるものとの比較

温泉番号	1952年	1950年	(1952) -(1950)	温泉番号	1952年	1950年	(1952) -(1950)	温泉番号	1952年	1950年	(1952) -(1950)
2,1	0.28	0.63	-0.35	1155	0.09	0.37	-0.28	55	2.2	2.1	0.1
3	2.8	3.0	-0.2	1163	0.38	0.11	0.27	106	2.9	3.4	-0.5
4	0.23	0.17	0.05	1168	0.28	1.6	-1.32	92	4.0	4.4	-0.4
58	2.6	0.54	2.06	1175	0.17	0.22	-0.05	193	3.7	3.2	0.5
65	2.4	2.2	0.2	1179	0.26	0.27	-0.01	243	4.2	4.9	-0.7
67	3.1	3.3	-0.2	1181	2.1	2.1	0.	319	1.8	1.9	-0.1
74	2.8	2.5	0.3	1182	1.2	1.56	-0.36				
80	2.4	2.6	-0.2	1184	0.71	0.47	0.24				
82	3.5	3.1	0.4	1186	0.18	0.21	-0.03				
201	2.5	3.0	-0.5	1187	0.39	0.39	0.				
205	2.8	2.4	0.4	1242,3	0.36	0.25	0.11				
206	1.9	2.2	-0.3	1258	0.67	0.47	0.2				
210	1.9	2.8	-0.9	1306	0.07	1.6	-1.53				
211	2.3	2.1	0.2	9	2.7	2.8	-0.1				
218	0.88	1.0	-0.12	79	3.5	2.9	0.6				
220	2.4	2.4	0.	432	4.7	4.3	0.4				
993	0.6	1.5	-0.9	434	2.5	2.5	0.				
1017	2.8	2.8	0.	434,5	2.3	2.3	0.				
1032	2.7	2.8	-0.1	434,15	3.0	2.6	0.4				
1040	3.1	1.8	1.3	438	1.8	1.7	0.1				
1043	0.14	0.12	0.02	443	1.7	1.15	0.55				
1045	0.60	0.34	0.26	443,1	1.5	1.4	0.1				
1047	0.10	0.10	0.	444	1.7	1.7	0.				
1084	0.13	0.20	-0.07	445	1.9	1.9	0.				
1136	0.28	0.23	0.05	448	2.7	4.4	-1.7				
1138	0.1	0.5	-0.4	450	2.0	2.1	-0.1				
1140	0.18	0.2	-0.02	1257,1	1.75	1.65	0.1				
1149	0.19	0.16	0.03	46	2.5	2.6	-0.1				

大分縣玖珠郡飯田村温泉群調査報告

山下幸三郎

1、概 観

飯田村温泉群は九重山火山地域に屬し海拔800m~1300mの高所にある。九重山（最高海拔1788m）の四圍には多数の温泉群があるが北方の飯田村の温泉群が最も九重山に近く且つ強勢で広範囲の自然噴気（地獄）がある。

第一図分布図の如く温泉は黒岩山の西方の谷（湯坪地区）と東方の硫黄山地区及びこれ等の地区と離れて北方に釜の口温泉がある。

穿掘された噴気孔が唯一つある外は自然湧出泉か自然噴気孔である。人工噴気孔は大正15年東京電灯株式会社が地熱発電試験の爲に穿掘したものが湯坪にある深度80m口径6吋で現在温度120度穿掘後20年以上を経過するも尙相当強勢である。現在九州電力株式会社では地熱発電開発の候補地としてこの附近に二本の試錐を行つている。以下各地区に於ける温泉に就て地区別に述べる。

2、湯坪地區温泉に就て

温泉の最も多い地区で湯坪川に添ひ上流より小松地獄、筋湯、赤麁湯、大岳地獄、河原、田中の温泉がある。全て自然湧出泉又は自然噴気で殆んどが湯坪川の右岸にある泉質は酸性で其のPH（水素イオン）及び硫酸根の測定の結果次表の如く上流程PH（水素イオン）は小さく硫酸根は多く成つている。

第一表

温泉名	小松地獄	筋湯	大岳温泉	河原の湯	田中の湯
PH	2.0	3.3	5.0	6.0	6.0
硫酸根	1.184 g/l	0.1100	0.0431	0.0223	0.0359

筋湯は自然湧出泉で6口あり湧出総量700Lm泉温は60°C内外である。

自然噴気孔は小松、大岳の両地獄の外小噴気が数ヶ所ある。小松、大岳に就ては其の噴気地帯の面積及び其の地帯内の地温（地下70~100cm）を調査したその結果は第2図の如く最高温度96°Cでこの温度は略この地点（海拔1000m位）に於ける沸騰点である。又大岳

地獄の南端には山水を流入加熱し灌漑用水にしている。この加熱池の面積は約100平方メートルありこの流出入水の量及び温度を測定した結果第2表の如く成り流出入水量の差は少なく蒸気のみによる加熱と考えると水量差は20 L/m位に成る。この程度では測定の困難な爲の誤差等も考えられるので噴出は瓦斯状態と思われる。噴出量は測定から計算すると630kg/時になるが大気中への逸散もあるからこれより多少大きいわけであるが別府に於ける人工噴気孔の大部分は100kg/時以上であるのと比較して自然噴気は案外勢力の小さい事がわかつた。

第 二 表

流 入 水		流 出 水	
水 温	流 量	水 温	流 量
18.°96C	47.3 L/M	42.°35C	124.8 L/M
17.°79C	78.0 L/M	71.°00C	154.8 L/M
計	125.3 L/M	計	154.8 L/M

大岳の温泉河原、田中の湯はその化学成分が稀薄で流水と殆んど変らない事から察すると表面の地水が噴気により加熱されて流出してなる如く考へられる。

3、硫黄山地区温泉に就て

硫黄山の自然噴気は大分縣に於ては最大の噴気でその面積は約50万平方メートルあり硫黄の採集が行なはれている。現在月産約150吨位であるその採集方法はガラ通し法と呼ばれ第3図の如く噴気孔より噴気の冷却孔道を作り噴気温度が120°~140°C位に降るまで延長して大気中に噴出させると閉口に硫黄が流出固化する。この硫黄は純度99%以上でそのまま製品として販売せられる。これ等孔道は一つの噴気孔より多数出されその数全部で三十数口あり、その一部に就て噴出温度を測定した結果172°C~110°Cの間であつた。この噴気より直接取られた硫黄を火口硫黄と称している。この外土砂中に昇華した硫黄を集めて製錬している。過去50年間に於ける火口硫黄の産額より火山活動の消長に就て(1)南葉博士外二氏の研究がある。

温泉は外に星生温泉と中野温泉がある。星生は星生山(海拔1764m)の中腹に自然湧出する温泉で強硫酸酸性(PH(水素イオン)→1.4)である。

温泉の外謂ゆる寒の地獄と称する冷泉がある。泉温13.°42C湧出量1381L/mで硫黄の

大分縣玖珠郡飯田村温泉群調査報告

沈澱がある。飯田気象観測所の測定によれば気温の年平均 10.2°C 、地面温度年平均 12.07°C 、地中 0.1m の年平均 12.09°C でこれより高く地下水の水温と考へられ而も多量に湧出する爲気温の影響を受ける事少く年中略同じ水温を保つ爲で別に特異な現象ではない、附近にはこれと類似の冷泉が数ヶ所ある。

4. 釜の口温泉

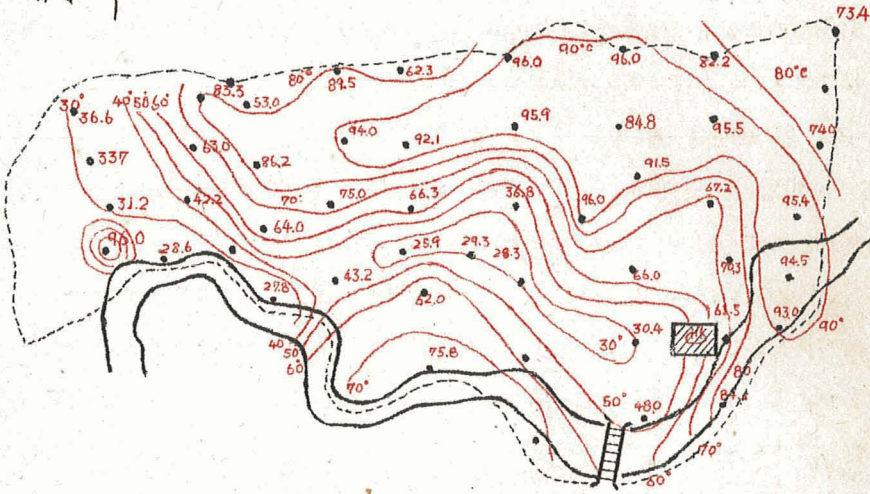
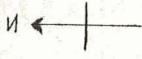
九住山北方9軒鳴子川の峡谷にあり泉源は一ヶ所で自然湧出の炭酸泉である。泉温は他に比して低く 43.0°C であるが湧出量は豊富である。

以上の調査は昭和27年8月京大別府研究所岡本巖氏、大分縣医務課員伊東格、福田松男、河野笑人の諸氏及び飯田村役場、温泉所有者の協力によつて行なつた事を附記し感謝の意を表す。文献(小字にて)①阿蘇、九重両火山活動の変化について。南葉宗利、室田敏哲、三井高修、

科学 Vol.21, No.5, 1951

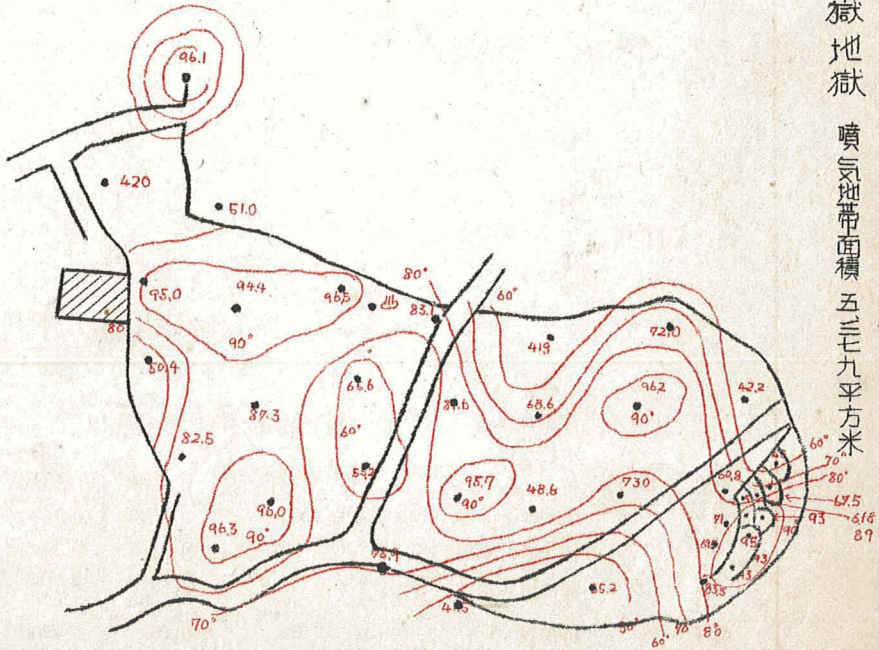
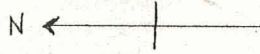
所在地	所有者	泉温	湧出量	Cl	SO ₄	HCO ₃	PH
飯田村湯坪 662	古賀秀吉	59.0°C	96.2L/M	0.3259g/L	0.1050		3.3
〃 643	①村宥	59.9°C	183	0.3010	0.1011		3.5
〃 654.2	③〃 (大湯)	63.5	28.7	0.3324	0.1133		3.3
〃 652	②〃 (薬師湯)	59.5	71.4	0.297g/L	0.1063		
〃 659	矢野正喜	62.5	27.4	0.3141	0.1087		3.4
〃 643	ナシ	58.0	26.0	0.2788			
〃 894	村宥(河原湯)	58.0	15.6	0.00785	0.0923	0.00827	
〃 456	〃 (大岳)	83.1	52.0	0.0085	0.0431		
〃 912	村宥(田の中湯)	69.0	12.0	0.00524	0.0359	0.01103	
〃 813	〃(No.1肥前湯)	58.2	14.9	0.3370	0.3056	0.0656	
〃	〃	41.2	7.3				
〃	〃	44.7	1				
〃	〃	85.0	5	0.2827	0.2272	0.0525	
〃	(淋病湯)	(89.0)76.6	9.8				
〃	村宥噴気	119.0°C					
〃	河原の地獄	92.0°C					
〃	小松地獄			0.0572	1.184		2.0
田野 1424	村宥(寒の地獄)	43.0°C	114	0.2258	0.3386	0.1098	
〃 258	中野敬之	13.042°C	138L	0.0345	0.1583		
〃 230	村(寒の地獄)	68.0°C	3.6	0.0118	0.1392		
〃	林田敏一	西 54.5 東 62.1	11.27 20. (即ち40%)	0.1819 0.6963	2.766 3.676		1.6 1.4
湯坪	村宥 No.4	43.0	22.	0.2016	0.0890	0.00196	
大岳 谷川 水				0.0098	0	0	

第 2 回
地温分布图



小松地獄

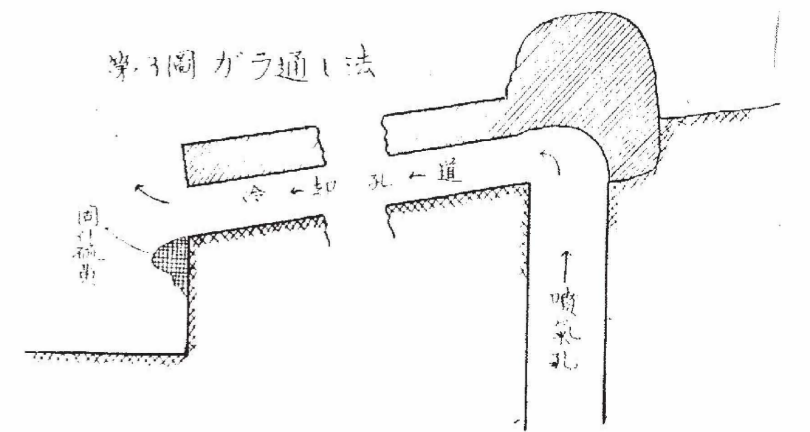
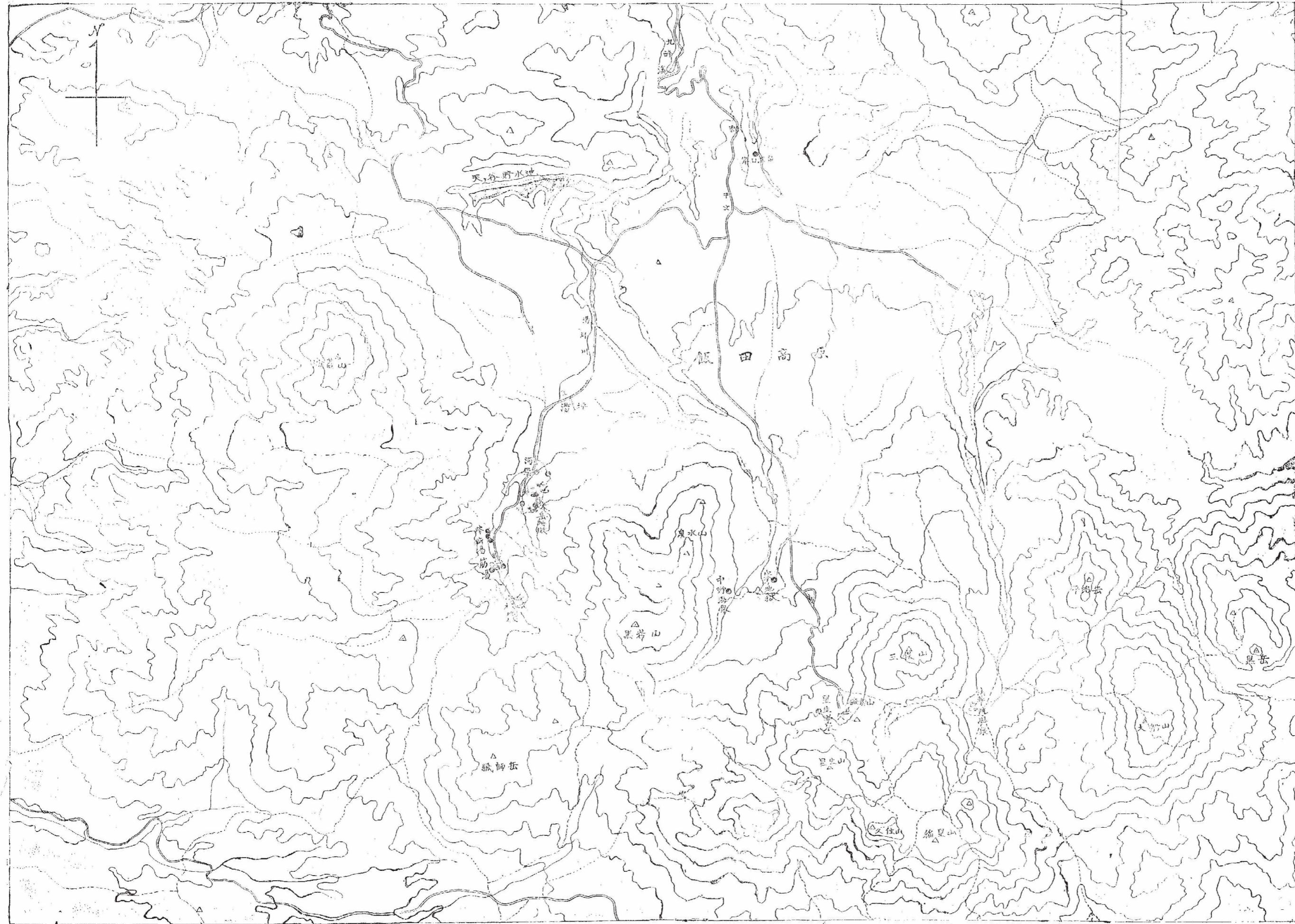
噴氣地帯面積九九三〇平方米



大嶽地獄

噴氣地帯面積五三九九平方米

第1圖 大分縣飯田村溫泉分布圖



別府市中部に於ける地温分布と 温泉湧出の可能性について

湯 原 浩 三

1. 緒 言

別府に於ける温泉の分布を概観すると、旧市内と龜川地区に密集し、その中間地区には海岸浴ひにある二三のものを除いて温泉は殆んど存在しない。この事実は地下構造に由来し、中間地区には温泉源が存在しないのか、又は地下に温泉源が存在するにも拘らず他と異つて特に深いとか、或ひはその他の理由で開發されていないのかもしれない。いづれにしても別府温泉研究の立場からは興味ある問題である。

一方、近時別府市に於て国際級先都市としての都市計画が進展するに及び、旧市街と龜川地区との中間地帯に於ける温泉湧出の可能性が重要な問題となつて來た。この實際利用上の目的と、研究上の目的とのために、先づこの地域の地下に温泉源が存在するか否かを知る必要がある。

現在温泉の存在しない地区に於て、地下の温泉源の存在の有無を推定することは極めて困難な事柄である。地下探査法には種々な方法があるが、高温水探査の目的に適したものは極めて少い。筆者はその一方法として、地表面近くの地中温度測定を実施し、その分布より地下の高温熱原の存在に就て若干の考察を試み、以て当地区の温泉湧出の可能性を推論せんとするものである。

2. 地中温度測定

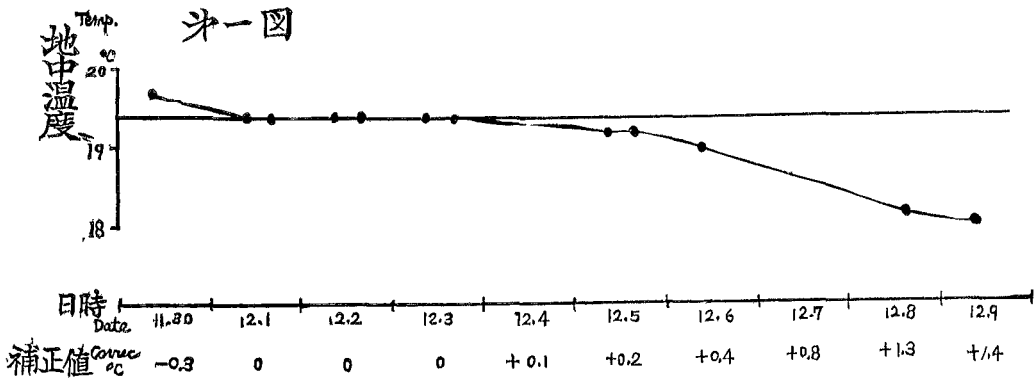
昭和27年11月30日から12月9日までの間、上述の目的を以て、地表面近くの地中温度を測定し、その地理的分布を明かにした。

測定を行つた範囲は、主として、境川以北、六勝園～鉄輪道路以南、別府～龜川國道以西、別府～実相寺～鉄輪県道以東の地域である。それ以外に、龜川～鉄輪～石垣間の道路に沿つても測定を行つた。

實際上地中温度の測定に際しては、且て依田和四郎理学士の行はれた方法を改良踏襲した。即ち地中に周囲とは異なる高温体があれば、それによる地中の温度分布が与へられて、

那珂市中部に於ける地温分布と温泉湧出の可能性について

その影響が地表にまで及ぶ。故に地表近くの地中温度を測定すれば、地中の温度異常を推定することが出来る。然し地表及び地表近くの地中温度は日射の影響が強くて1日の間に温度変化を生じる。しかるに地下1米の深さでは気温の日変化の影響は無視し得るから、1米の深さの地中温度を測定すれば測定結果に地温日変化を考慮する必要はない。しかし、この調査期間では気温の季節的な変化の影響は残っているので、これを測定結果から除去するために、測定期間中、地区内の1地点で1米の深さの地中温度を連日午前午後2回観測した。その結果は第1図に図示する。これを仮りに代表的な季節変化の影響とみれば、これによつて全測定値をほぼ同一条件のもとでの値になる如く補正することが出来る。実際には12月1日~3日の値 $19^{\circ}4C$ を基準にして補正した。



1米の深さの地中温度を測るため、測定個所に鉄杭で深さ1米の孔をあけ、底部の温度を測定した。温度計としては約1米30厘のガラス管の底に5分の1又は10分の1度目盛の温度計をパラフィンで封入した特殊温度計を使用した。この温度計によれば約15分孔中に挿入すれば示度はその場所の温度となり、且読取時間内に示度が変化することを避けることが出来る。

測点は接近している程微細構造を知り得るが、それは多大の日時を要し、又今の目的にはその必要はないので、最初ほぼ40米間隔にとり、特に異常の認められる地点ではその間隔をせばめて詳細に観測し異常をたしかめた。従つて40米間に入る異状を逃す場合もあり得るが、それは微細変化で、地下の大きい構造の温度異状を見出す目的にははずれていない。測点総数は878点である。

測定温度に前述の補正をして、気温の季節的な変化の影響を除去した結果を第1表に示す。その地理的分布は第2図の如くである。第2図によれば、境川の北岸沿ひ、春木川の南岸沿ひ、六勝園附近に、夫々東西に延びる帯状の相対的高温部の存在が明らかである。特に境川北岸沿ひのものは幅も広く温度も他に比して高温である。又、夫々の帯状部の東端の海岸近くには既存の温泉があることも興味深い。

3. 高温熱源の存在に関する若干の考察

第2図に見られる温度分布は相対的なものであるから、高温部がこの地方の標準の地温に比して真に高温であるか否かを知るためには、気温との関係を考慮しなければならない。地中温度の一般的議論によれば、地表面温度が一年を週期として變化するとき、地中温度は深さが増すと共に振幅が減少し位相の遅れは大きくなる。1米の深さでは位相の遅れは約27日であるから11月5日を中心に京大別府研究所で観測した10日間の気温を平均すると 15.8°C となる。振幅は約65%に減少するが、別府地方の年平均気温は約 15°C であるから、当時この地方の標準の1米の深さの地中泉度は約 16°C として充分であると思われる。故に第2図に見られる高温部はこの地方の標準の地温に比して高温であることは確かである。

次に、地下に何らの特殊な熱源が存在しなくても、地下の岩石の熱傳導率が水平方向に異るときは、地表近くでそれに相当した温度分布が現われる。しかし調査地帯はほぼ一様な沖積層に蓋はれているので、第2図に現われた高温部の下に特に熱傳導率の異つた岩石が存在するとも思はれない。

以上の議論から第2図に見られる高温部は地下に存在する高温熱源に由来することは確かであると思はれる。即ち、境川北岸沿ひ、春木川南岸沿ひ、六勝園附近の地下に東西に延びる帯状の高温熱源が考へられ、しかもこの高温を保持するためには絶えず熱の補給があるべきで、そのためには地層の熱傳導だけでは不十分で、高温水の上昇による熱補給でなければならぬ。故に上記の地帯に温泉源を考へることが出来る。境川北岸沿ひのものは、境川南岸の別府地区温泉の連続とみるべきかも知れないが約500米の幅で高温地帯が存在することは、南部と独立した温泉源を想定することも無理ではないと思う。

第2図のA—B、C—D、E—Fの二線に沿つて温度分布の断面図を描くと、第3図—a,b,c,の如くである。これらの図を短い距離内での異状高温を無視して見ても、いづれも

別府市中部に於ける地温分布と温泉湧川の可能性について

上記帯状部で明かに 3 ~ 4 °C 高い高温部が見られ、その最高部は夫々 P1, P2, Q1, Q2, R1, R2, である。

第 3 図の如き温度分布断面図で得られる様な曲線は、地下に存在すると思はれる高温熱源に対して、多少の理論的考察を可能にする。今非常に簡単なモデルとして、地下或る深さに、ある太さの円筒型熱源が存在し、地表面を等温として、地下 1 米の深さの温度分布の理論曲線を描くと、第 3 図—a, b, c, の赤線の如き曲線が得られる。但しこの理論では、熱源の深さ、温度の三つを一義的に決定することは出来ないが、温度か深さのいづれかを仮定すれば、他の二つは理論的に求められる。故に地表面温度を 16° C とし、熱源の温度を、帯状部東端の既存温泉の泉温を考慮して、地表面温度より 50° C 高温であるとするると夫々の部分で熱源の深さと大きさを決定することが出来る。しかしこの理論で計算すると、熱源半径は境川北岸のもので 2000 米、春木川南岸のもので 500 米にも及び、熱源上端深度はいづれの場合にも 10 数米になる。この様に熱源が大きく而も浅いということは、双方の熱源が重複してしまう事や、未だ地表に温泉徴候が殆んど知られていない事等から、直ちに信ずるわけにはゆかない。又熱源をもつと小さく、且深くしようとするれば、熱源の温度として数百度の値を探らなければならなくなり、実際問題としてはとても考へられない。この様に実際とかけはなれていると思はれる値となる原因は、主として地表面を等温とし地層熱伝導だけを考へた仮定にあると思はれる。地下に引湯導管等が埋設されているときには、その上部の地表で雨後の土壌の乾燥や、雪解が速い事が知られている。故に地下に熱源があるときには、地表面に既に一樣でない温度分布が存在し、その温度分布に相当して、地表から空气中へ輻射による熱の移送が行はれていると思はれる。しかしこの様な条件を考慮に入れた理論はかなり厄介であつて、只今の問題に適用する迄には至っていない。

次に第 3 図—a, b, c, の境川北岸沿の帯状部では、短い距離内での著しい異常高温が見られる。この温度異常を検討するために、C—D 線に沿つて、温度測定に使用した孔の底部に湧く水の CO_3 塩素イオン、量と HCO_3 重炭酸イオン、量とを定量分析した。その結果は第 2 表及び第 3 図—d, e に示す。第 3 図の b と d, e を比較するも、 CO_3 塩素イオン—量、 HCO_3 重炭酸イオン—量と温度との間に簡単な関係は得られない。しかしこの帯状部の東端海岸にある温泉の塩分濃度は比較的小さいから、殆んど地下水と同じ成分を持つた温泉水が、こ

別府市中部に於ける地温分布と温泉湧出の可能性について

これらの高温地点に滲出していると考へることも出来る。但し、孔底に湧く水の量を知ることとは困難であり、温泉水の滲出速度及びその途中での冷却についても知ることは出来ないから、温泉水の滲出量やこの地点での温泉源の深さ等を計算することは不可能である。又これらの高温地点では、地表への温泉水の滲出はないけれども、その地点へ地下の高温熱源が角状に接近しているとも考へることが出来る。但しこの場合にも角状突出部の深さや幅等を推定することは困難である。

4、結 語

以上の結論として、調査地区内の温泉湧出の可能性大なる地域は、第1図に示された如く、境川北岸沿ひ、春木川南岸沿ひ、六勝園西部の帯状の地域である。

境川北岸沿ひ、春木川南岸沿ひの地域では、想定温泉源は、第3図の理論曲線の頂上部を連ねたP1-Q1-R1, P2-Q2-R2なる線をその中心とする。

想定温泉源の湧出深さ、泉温については、現在のところ未だ明確な推定を下すには至らず、今後の研究に待つ所大であると思はれる。

終りに御指導を賜つた瀬野博士、山下、吉川両理学士、並に測定に授助された石垣地区青年団の諸氏に厚く感謝する。

第 1 表

测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C
1	18.9	41	17.2	81	17.0	121	19.8	161	18.8
2	18.6	42	17.6	82	18.4	122	19.0	162	19.0
3	21.5	43	17.9	83	18.6	123	18.2	163	17.9
4	19.1	44	18.2	84	17.5	124	18.8	164	18.5
5	18.3	45	17.6	85	17.4	125	19.4	165	17.5
6	19.1	46	16.5	86	17.6	126	17.5	166	17.6
7	19.2	47	16.5	87	17.2	127	19.1	167	18.2
8	20.9	48	16.4	88	17.8	128	18.9	168	17.6
9	18.8	49	16.4	89	17.2	129	20.3	169	18.7
10	24.3	50	16.9	90	16.8	130	18.1	170	17.4
11	18.2	51	16.7	91	17.0	131	20.8	171	17.9
12	19.3	52	16.4	92	16.8	132	18.7	172	18.2
13	17.5	53	16.3	93	16.8	133	17.6	173	17.4
14	17.0	54	16.0	94	17.1	134	18.2	174	17.6
15	17.1	55	17.1	95	16.5	135	18.4	175	18.3
16	18.0	56	16.7	96	17.2	136	19.0	176	18.6
17	17.5	57	16.1	97	16.8	137	18.2	177	22.0
18	17.4	58	16.2	98	17.0	138	20.3	178	19.7
19	—	59	16.9	99	17.1	139	24.5	179	18.4
20	17.4	60	16.3	100	17.4	140	19.0	180	18.2
21	17.2	61	17.9	101	17.6	141	18.9	181	19.0
22	16.8	62	18.5	102	17.6	142	20.1	182	19.2
23	17.1	63	18.9	103	18.2	143	20.4	183	21.7
24	16.8	64	18.2	104	18.5	144	18.7	184	19.5
25	16.9	65	19.6	105	18.4	145	19.9	185	18.8
26	16.9	66	18.8	106	18.7	146	20.1	186	23.5
27	17.7	67	18.5	107	19.4	147	21.8	187	20.6
28	16.9	68	19.9	108	24.4	148	20.4	188	18.6
29	16.6	69	19.5	109	21.6	149	22.0	189	19.9
30	16.9	70	19.5	110	21.5	150	19.1	190	19.0
31	16.7	71	18.6	111	19.1	151	18.8	191	18.2
32	16.6	72	20.4	112	19.2	152	19.0	192	19.7
33	16.5	73	18.9	113	18.8	153	19.2	193	20.0
34	16.8	74	20.8	114	19.0	154	19.8	194	18.9
35	16.7	75	20.6	115	18.4	155	20.9	195	19.3
36	17.5	76	18.3	116	18.8	156	19.6	196	18.6
37	16.9	77	17.8	117	20.6	157	19.9	197	20.8
38	17.2	78	17.1	118	19.1	158	22.4	198	18.5
39	17.2	79	17.7	119	19.6	159	18.6	199	19.9
40	16.9	80	16.9	120	18.1	160	18.0	200	18.2

第 1 表

测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C
201	17.6	241	16.5	281	17.7	321	20.6	361	17.8
202	17.4	242	17.0	282	17.1	322	19.3	362	19.0
203	17.8	243	17.2	283	17.3	323	18.1	363	18.0
204	17.8	244	16.9	284	17.3	324	18.7	364	17.4
205	20.0	245	16.9	285	16.9	325	18.6	365	18.2
206	17.6	246	17.4	286	17.0	326	19.1	366	18.6
207	17.7	247	18.0	287	17.2	327	19.4	367	19.4
208	17.2	248	17.8	288	17.3	328	18.9	368	17.6
209	16.7	249	17.2	289	17.3	329	19.1	369	17.5
210	17.0	250	17.9	290	17.4	330	19.4	370	17.8
211	16.9	251	18.4	291	16.9	331	18.8	371	17.4
212	17.0	252	18.5	292	16.6	332	19.7	372	17.0
213	17.0	253	17.9	293	17.3	333	19.3	373	17.2
214	17.2	254	17.1	294	16.9	334	19.4	374	16.8
215	17.6	255	17.2	295	17.1	335	19.1	375	16.8
216	17.7	256	17.2	296	16.7	336	19.5	376	17.1
217	18.1	257	16.8	297	17.1	337	19.3	377	17.4
218	17.6	258	16.8	298	17.2	338	19.4	378	17.1
219	16.4	259	17.0	299	17.5	339	19.5	379	17.4
220	16.7	260	17.4	300	17.5	340	19.9	380	17.0
221	16.7	261	17.2	301	18.4	341	23.9	381	17.0
222	16.7	262	17.3	302	18.1	342	20.0	382	17.0
223	16.8	263	17.2	303	17.6	343	20.8	383	18.0
224	16.7	264	16.7	304	17.9	344	25.6	384	16.8
225	18.0	265	17.2	305	18.1	345	20.6	385	17.6
226	17.3	266	17.5	306	20.0	346	21.5	386	17.0
227	17.1	267	18.2	307	17.9	347	19.2	387	19.4
228	20.2	268	17.8	308	18.1	348	23.9	388	19.2
229	19.5	269	19.1	309	17.7	349	19.8	389	20.6
230	17.8	270	17.9	310	17.5	350	21.6	390	21.7
231	19.5	271	18.1	311	17.6	351	19.6	391	19.9
232	18.0	272	17.3	312	17.5	352	19.2	392	18.6
233	18.0	273	17.8	313	17.8	353	19.8	393	21.2
234	17.6	274	18.7	314	18.1	354	20.1	394	19.2
235	17.7	275	20.1	315	17.5	355	22.0	395	18.9
236	16.9	276	18.7	316	17.7	356	18.6	396	19.0
237	16.6	277	17.3	317	17.8	357	18.2	397	19.4
238	17.6	278	17.3	318	21.9	358	17.8	398	19.5
239	16.5	279	17.4	319	19.5	359	17.3	399	23.0
240	16.4	280	17.3	320	18.7	360	17.6	400	20.0

第 1 表

测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C
401	19.7	441	18.8	481	17.0	521	18.4	561	16.6
402	19.1	442	19.8	482	16.2	522	17.0	562	14.8
403	20.2	443	19.6	483	17.0	523	17.9	563	16.7
404	19.0	444	18.7	484	16.6	524	17.2	564	16.9
405	19.3	445	18.2	485	16.6	525	16.7	565	16.8
406	18.8	446	19.3	486	16.9	526	16.8	566	17.0
407	21.6	447	19.9	487	16.6	527	17.0	567	17.5
408	20.4	448	18.8	488	17.4	528	17.4	568	17.0
409	22.5	449	18.0	489	16.4	529	17.0	569	17.6
410	19.9	450	17.6	490	16.6	530	16.6	570	18.0
411	19.6	451	17.0	491	17.0	531	16.9	571	18.1
412	19.6	452	16.9	492	17.1	532	16.0	572	18.8
413	23.3	453	17.2	493	17.0	533	17.1	573	18.0
414	21.0	454	17.2	494	17.2	534	14.2	574	18.9
415	19.8	455	17.6	495	16.6	535	16.4	575	17.9
416	23.0	456	16.7	496	17.1	536	17.5	576	17.8
417	22.9	457	17.3	497	18.7	537	17.7	577	17.8
418	24.6	458	17.2	498	17.4	538	17.0	578	17.9
419	18.4	459	16.8	499	17.4	539	18.9	579	—
420	19.5	460	16.9	500	17.7	540	17.6	580	16.6
421	18.0	461	16.7	501	19.0	541	16.8	581	16.8
422	20.3	462	16.8	502	17.5	542	17.9	582	16.8
423	27.2※	463	16.8	503	17.6	543	18.0	583	16.6
424	20.8	464	16.7	504	18.0	544	17.4	584	16.9
425	19.9	465	17.1	505	20.3	545	16.6	585	17.5
426	19.4	466	17.0	506	17.2	546	18.5	586	18.2
427	19.9	467	17.5	507	17.2	547	19.4	587	18.8
428	18.1	468	17.3	508	17.9	548	19.2	588	19.0
429	20.0	469	16.8	509	17.0	549	19.4	589	17.7
430	18.2	470	16.8	510	17.7	550	17.7	590	19.4
431	20.0	471	18.5	511	16.9	551	18.8	591	17.6
432	19.1	472	17.7	512	18.5	552	17.1	592	16.9
433	18.9	473	16.1	513	17.5	553	16.5	593	16.5
434	18.8	474	18.4	514	17.0	554	16.7	594	16.0
435	19.2	475	18.3	515	17.0	555	16.5	595	16.7
436	23.0	476	18.7	516	20.0	556	16.5	596	16.5
437	20.5	477	17.7	517	19.6	557	16.0	597	16.7
438	19.8	478	18.2	518	18.5	558	16.9	598	15.6
439	18.7	479	18.0	519	18.5	559	15.7	599	18.6
440	18.9	480	17.3	520	17.8	560	15.9	600	17.3

第 1 表

測点番号	温度°C	測点番号	温度°C	測点番号	温度°C	測点番号	温度°C	測点番号	温度°C
601	16.8	700	18.9	740	20.1	780	18.4	820	22.8
602	16.8	701	20.2	741	18.3	781	22.4	821	19.6
603	18.2	702	19.1	742	17.4	782	17.4	822	23.1
604	17.4	703	22.3	743	17.7	783	17.6	823	22.6
605	17.7	704	19.6	744	19.1	784	17.3	824	22.9
606	18.4	705	21.0	745	20.8	785	17.0	825	19.8
607	18.2	706	20.6	746	20.6	786	18.2	826	23.3
608	18.1	707	18.6	747	19.0	787	17.5	827	24.5
609	16.7	708	19.6	748	17.9	788	18.2	828	23.9
610	16.0	709	19.0	749	17.6	789	17.8	829	27.3
611	16.8	710	20.3	750	17.1	790	17.5	830	21.6
612	16.4	711	18.8	751	17.1	791	17.5	831	21.7
613	16.6	712	19.4	752	17.2	792	22.2	832	22.2
614	16.4	713	21.2	753	17.1	793	17.1	833	24.0
615	17.1	714	19.3	754	16.6	794	17.0	834	28.7
616	—	715	20.2	755	16.8	795	17.6	835	38.4
617	16.8	716	21.0	756	16.8	796	18.2	836	29.3
618	15.8	717	20.4	757	16.9	797	27.3	837	20.5
619	17.0	718	19.4	758	17.0	798	19.8	838	19.5
620	16.6	719	19.2	759	16.7	799	18.6	839	18.5
621	17.2	720	23.0	760	18.0	800	19.3	840	19.2
622	15.3	721	18.8	761	16.8	801	17.8	841	18.3
623	17.3	722	18.8	762	17.9	802	18.2	842	18.3
624	16.0	723	18.6	763	17.9	803	18.8	843	17.8
625	15.8	724	18.7	764	17.4	804	18.5	844	20.6
626	17.0	725	18.8	765	17.6	805	18.3	845	20.6
627	15.2	726	19.0	766	18.0	806	19.3	846	18.9
628	—	727	21.3	767	18.4	807	17.2	847	19.9
629	16.4	728	19.7	768	18.8	808	22.3	848	16.4
630	16.6	729	18.1	769	18.1	809	30.0	849	19.3
631	17.6	730	18.6	770	18.2	810	19.0	850	17.1
632	16.6	731	18.0	771	18.1	811	18.2	851	17.5
633	—	732	18.6	772	18.6	812	18.6	852	17.4
634	18.2	733	17.4	773	18.2	813	18.2	853	17.9
635	19.2	734	17.8	774	19.6	814	20.8	854	19.2
636	17.8	735	17.3	775	17.9	815	18.5	855	—
—	—	736	17.2	776	18.2	816	20.4	856	20.6
—	—	737	17.8	777	18.4	817	20.1	857	19.5
637~699	欠	738	17.2	778	17.8	818	18.7	858	21.1
—	—	739	17.0	779	17.4	819	18.4	859	37.9

※下に引湯導管あり。

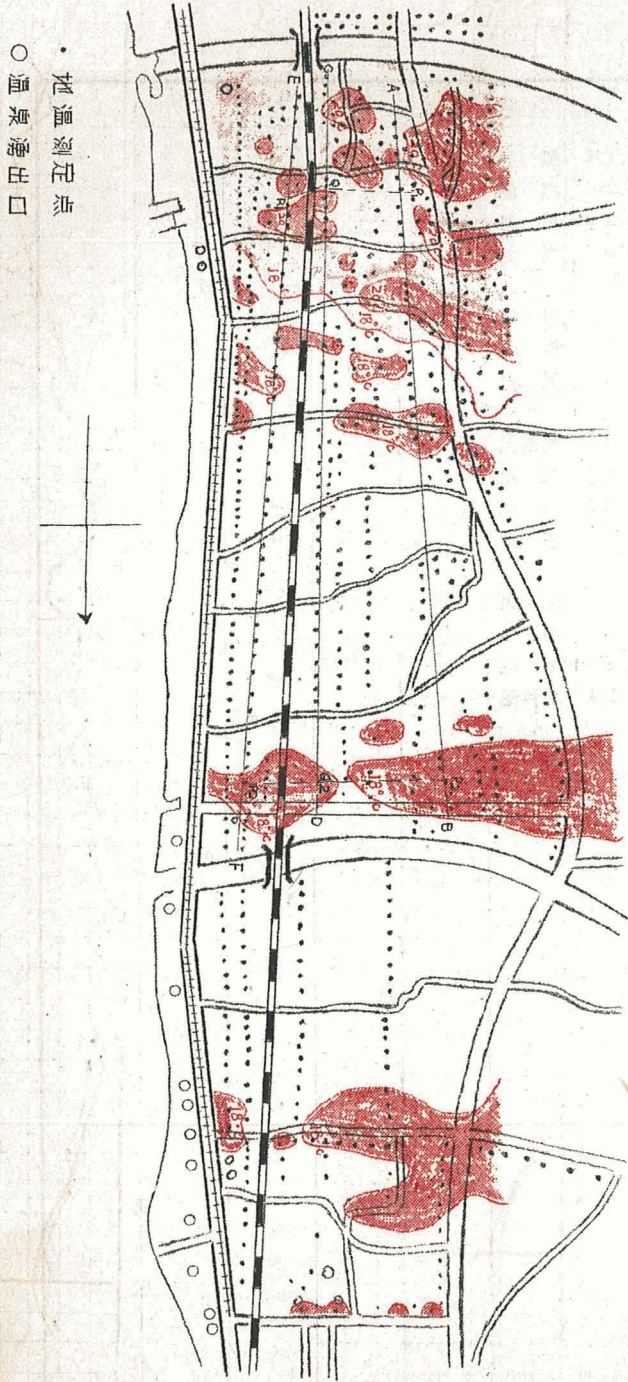
第 1 表

测点番号	温度°C	测点番号	温度°C	测点番号	温度°C				
860	17.6	900	17.3	940	19.4				
861	23.2※	901	17.2	941	18.6				
862	16.3	902	17.3	942	18.7				
863	17.4	903	17.3	943	19.2				
864	14.8	904	16.0	944	19.9				
865	13.7	905	17.3	945	20.2				
866	14.9	906	17.7	946	21.9				
867	17.0	907	17.6	947	18.8				
868	16.8	908	17.1						
879	17.2	909	15.6						
870	17.2	910	15.5						
871	17.1	911	15.9						
872	16.9	912	16.9						
873	16.8	913	15.8						
874	16.9	914	16.6						
875	16.9	915	15.4						
876	17.1	916	15.1						
877	16.6	917	16.7						
878	15.8	918	16.7						
879	15.0	919	16.0						
880	14.8	920	16.5						
881	15.3	921	17.1						
882	14.9	922	17.1						
883	14.7	923	18.1						
884	16.0	924	19.6						
885	15.1	925	19.4						
886	16.4	926	19.1						
887	13.0	927	19.5						
888	15.3	928	18.9						
889	15.9	929	19.1						
890	15.0	930	19.0						
891	15.5	931	19.6						
892	16.6	932	20.4						
893	17.0	933	18.6						
894	13.6	934	20.9						
895	16.0	935	18.6						
896	16.7	936	20.2						
897	16.4	937	19.1						
898	18.7	938	18.6						
899	17.1	939	18.2						

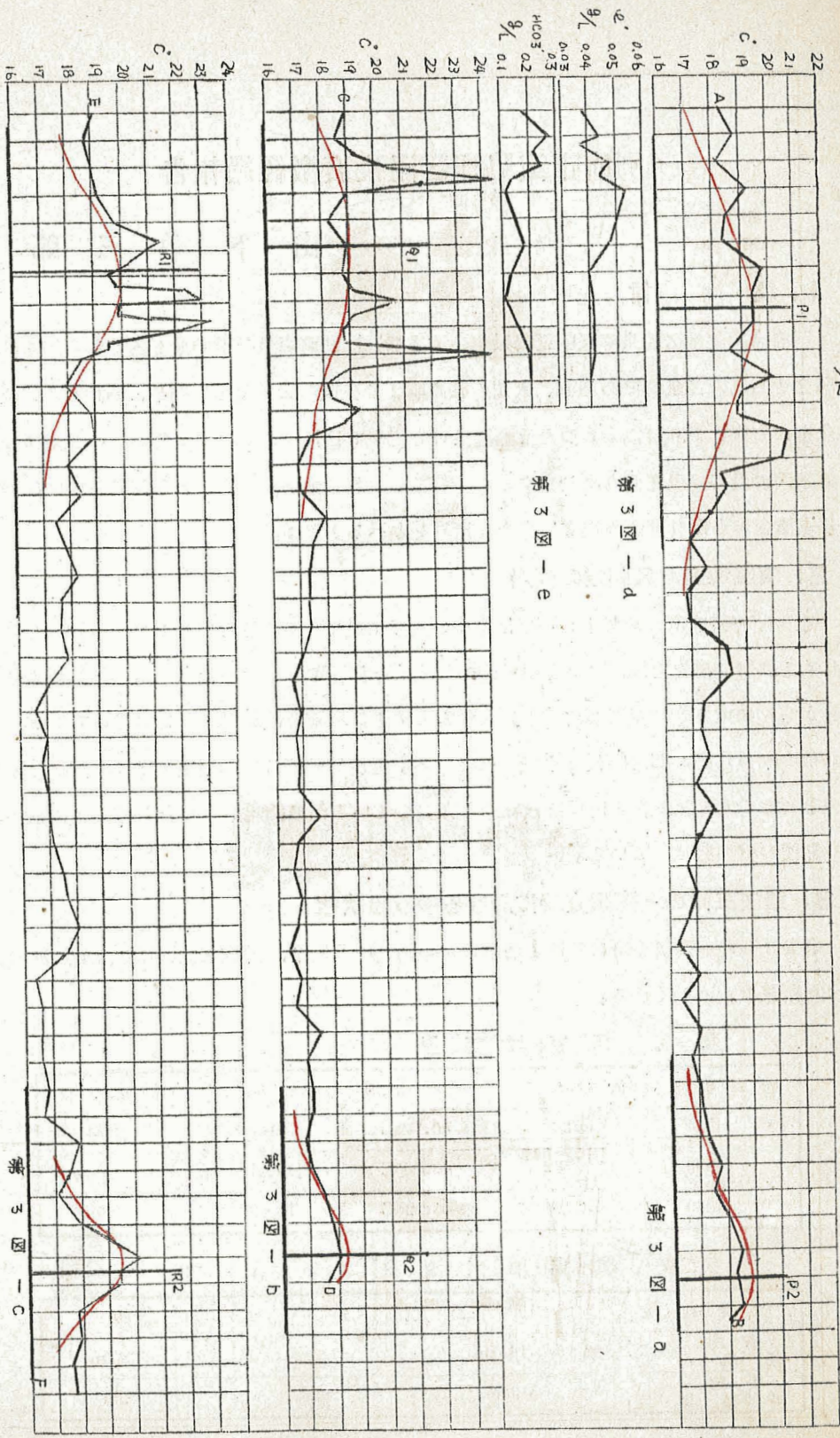
第 2 表

测点番号	温度°C	Cl ⁻ g/L	NO ₃ ⁻ g/L	底質					
1	18.6	0.0384	0.174	黑泥					
2	16.9	0.0431	0.286	黑泥					
3	20.4	0.0482	0.235	黑泥					
4	17.2	0.0531	0.107	黑泥					
5									
6	18.9	0.0483	0.179	黑泥					
7	18.2	0.0400	0.138	黑泥					
8	20.4	0.0409	0.110	黑泥					
9	18.0								
10	24.1	0.0409	0.202	灰茶泥					
11		0.0400	0.197	黑泥					
107		0.0376	0.227	黑泥					
108	22.7	0.0431	0.138	茶砂					
114	18.2								
117	17.6	0.0343	0.136	灰茶泥					
120	16.7	0.0300	0.128	茶砂					
121		0.0335	0.174	黑泥					
139	23.9	0.0425	0.214	灰茶泥					

第 2 图



第 3 图



別府市濱脇地区温泉衰微経過報告

山下 幸三 郎

1、緒 言

別府市濱脇地区温泉群（朝見川以南の温泉群）は別府温泉の中で最も古くから知られ、開発せられた温泉群であるが、大正の初め頃より衰微の徴候を示し初め、昭和8年以降は急激に衰微し100口以上あつた活動温泉口も現在では10口余りにすぎない。この衰微の主要原因に就ては現在直ちに判断するに十分なる資料は無いが現在に到る開発並びに衰微の経過概要がわかれば原因探究に有力な指針を与へると思ふ。

2、濱脇地区温泉開発の経過

京大別府研究所に於て大正13年旧市内の温泉に就て一齊調査を行なつた当時調べた穿堀年次と口数の関係を図示すると第一図の如く成り濱脇地区は1900年（明治33年）頃より開発が盛んに成り1912年（明治45年）大分縣令による取締規則が出来るまで続いてゐる。全口数の80%は既に明治時代に穿堀されている。濱脇以外の地区の温泉に就ても同様な調査を行なつた結果濱脇と略同様な経過をたどつているが取締規則制定後10年間は尙毎年20口前後の増加を示している。

3、過去三回の一齊調査時に於けるゆう出状態

過去3回の一齊調査時に於ける活動口数泉温、ゆう出量、湧出水位、穿堀深度に就て調べた結果次表の如く成る。

第一表 濱脇地区温泉

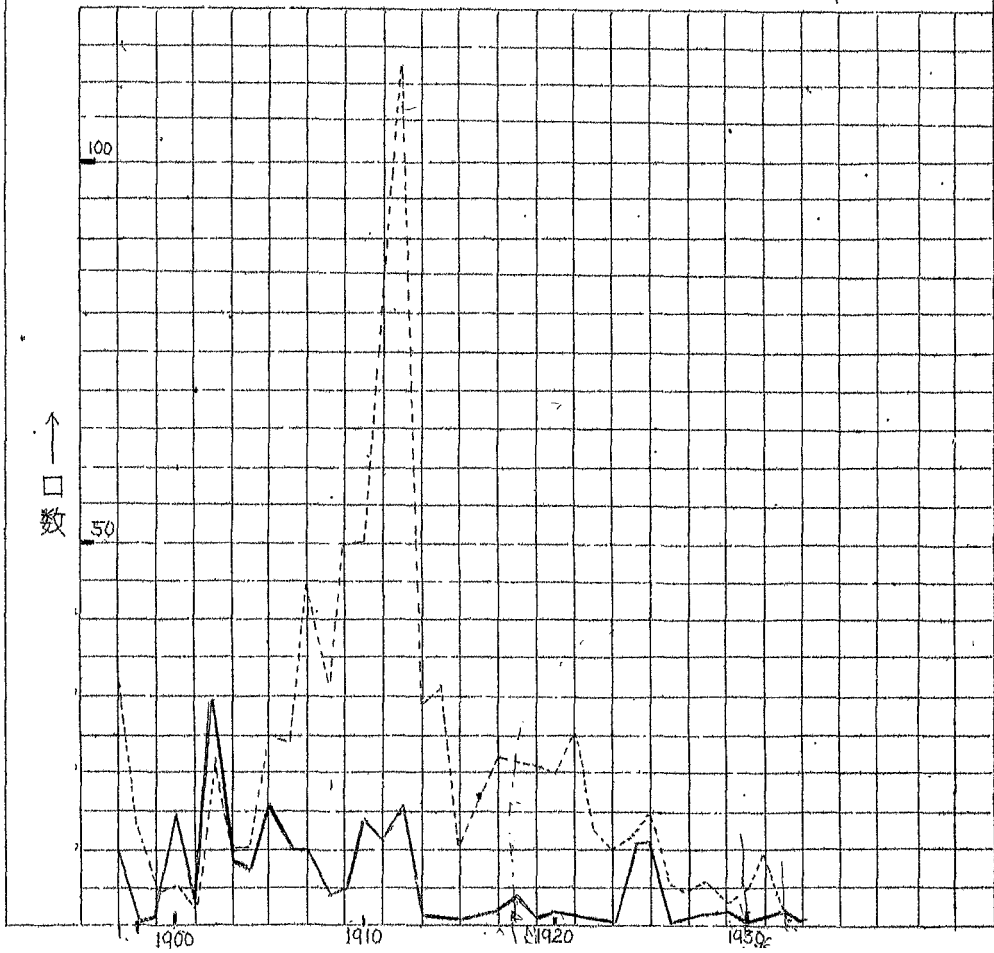
調査年次	活動口数	平均泉温	平均湧出量	総湧出量
1924	83	50.76C	9.05 L/M	874L/M
1933	52	48.65C	14.91	820 //
1949	19	44.28C	13.63	359 //

第二表 濱脇地区温泉

調査年次	1924	1933	1949
平均湧出水位	地下 144cm	184cm	304cm
平均穿堀深度	33m	62m	62m

滨隰、别府地区温泉穿掘口数年变化

—— 滨隰
- - - 别府



第三表 浜脇以外の旧市内温泉

調査年次	活動口数	平均泉温	平均湧出量	総湧出量
1924	650	53.074C	14.131/M	9.19m ³ /M
1933	645	54.50	17.35	11.20
1944	625	52.35	19.90	11.48

1912年（明治の末期）頃の浜脇地区の活動口数は大正13年の調査から105口程度と推定せられる。

第一、二、表で明らかな如く年次と共に活動口数の減少は大きくなっている、これに対応して平均泉温、総湧出量の減少並に平均湧出水位の低下が見られる特に1933年（昭和8年）以降の減衰は顕著である。

第三表の浜脇以外の地区は1933年では泉温、湧出量共に増加、1949年は泉温は低下を示すも湧出量は尙増加を示しているが、全熱勢力は減少である。この変化は温泉熱源の衰微を表はすものかどうかには就ては現在他の資料により検討中である。

4、浜脇地区温泉の衰微原因の考察

一般に温泉の衰微原因は次の2つに大別されると思ふ。

- 1、自然的な原因
- 2、人工的な原因

1の原因は例へば温泉熱源の減退、温泉通路の変化、2は閉塞等で人為では如何とも出来ない原因、2は濫掘の影響、この温泉脈に関係のある他地方の開発による影響等が考へられる。

浜脇温泉の場合は上記資料だけでは之等原因の何れであるか断定出来ないが上記調査結果次に述べる事項は原因探究に一つの示をあたへるものと思ふ。

1、明治末期の活動温泉口は100米平方に三十数口あり別府温泉では現在までの最大密集度を持つていた。

2、浜脇地区以外は第三表の如く年次と共に湧出量は増加の傾向にあるもこの中南部の浜脇に最も近い地区では活動口数が年次と共に減少している、この地区と浜脇とは何等かの関連が有る様に思われる尙山の手の乙原、観海寺附近の噴気孔穿堀の影響も考へられるが今の処明瞭な相關関係は見出せないこれ等の関係は將來研究の必要がある。

3、衰微現象は浜脇に限られたものか或は別府温泉全体のものか若し別府温泉全体的なものであるならば末端的な位置の浜脇温泉が先づ衰微を示したと云ふ解釈もなされるのではなからうか、別府温泉（旧市内）の検討が纏まれば判明すると思ふ。

別府温泉調査報告

第一報

(鑛泉成績書)

昭和二十八年五月十八日

九州大学温泉治療学研究所

1. 緒言

昭和二十七年大分県温泉調査研究会の依頼により大分県別府市内竹瓦温泉男子浴場、竹瓦温泉女子浴場、靈潮温泉男子浴場、靈潮温泉女子浴場、楠温泉、柳温泉、天然砂湯上り湯、海門寺温泉、浜脇温泉十萬地獄、以上十箇所^ノ温泉につき厚生省編纂温泉分析法指針温泉中分析法にもとづき各温泉の化学的調査を昭和二十八年一月より同年四月に亘り実施した。

2. 化学分析方法

実施した化学分析方法を簡単に述べるとNa, K 鹽化白金法, Fe, Al, NH₄, P, Mn 比色法, Ca, Mg 容量法, Cl⁻ モール法, SO₄ 重量法容量法, Si 重量法, PH ガラス電極 PH 計, 以上の如くである。

3. 源泉の採取

温泉の人体に及ぼす医療的効果を考慮して源泉より直接試料を採取せず湯槽に流れ入る湯桶より試料を採取して調査を行った

4. 鑛泉分析成績

別紙

5. 調査せるも存在せざる成分

A 各温泉共通不共存成分

- (1) コロイド硫黄及び遊離硫黄
- (2) 硫化水素
- (3) チオ硫酸
- (4) 臭素、沃素
- (5) 硼酸

別府・温泉調査報告

(6) 銅

B マンガン不共存温泉

天然砂湯上り湯、海門寺温泉、浜脇温泉、十万地獄

C 比酸不共存温泉

竹瓦温泉男子浴場、竹瓦温泉女子浴場、靈潮温泉男子浴場、靈潮温泉女子浴場、楠温泉、柳温泉、天然砂湯上り湯、海門寺温泉、浜脇温泉

6. 泉種の決定

各温泉の含有成分量より泉種を次の如く決定した

竹瓦温泉男子浴場	含食鹽重曹泉（緩和性低張高温泉）
竹瓦温泉女子浴場	含食鹽重曹炭酸鐵泉（緊張性低張高温泉）
靈潮温泉男子浴場	含食鹽重曹泉（緩和性低張高温泉）
靈潮温泉女子浴場	含食鹽重曹泉（緩和性低張高温泉）
海門寺温泉	單純泉（緩和性低張高温泉）
浜脇温泉	單純泉（緩和性低張高温泉）
楠温泉	含食鹽土類泉（緊張性低張高温泉）
柳温泉	含食鹽土類泉（緊張性低張温泉）
天然砂湯上り湯	含食鹽重曹泉（緩和性低張高温泉）
十万地獄	含石膏食鹽泉（緩和性低張高温泉）

7. 温泉含有化学成分の年月による變化

温泉含有化学成分の年月による變化を知る爲に約二十年前大分縣衛生部により行われた分析結果と比較してみる

比較を行う爲に測定による個人誤差の少い陰イオンを先づ取上げ次に陽イオンにつき比較を行う

【A】 陰イオンの變化（浜脇温泉、十万地獄を除く）

(a) 陰イオンの變化を見る爲にCl⁻、SO₄²⁻ 両イオンの比 (SO₄²⁻/Cl⁻) につき比較を行う

竹瓦温泉男子浴場	39.3mg/kg(20.6)	47.5%
竹瓦温泉女子浴場	34.2 (27.6)	34.2%
靈潮温泉男子浴場	45.2 (43.9)	28.7%

別府温泉調査報告

靈潮温泉女子浴場	39.1	(43.9)	-12.2%
楠 温 泉	60.7	(42.5)	29.9%
柳 温 泉	50.1	(47.8)	45.9%
海門寺温泉	21.6	(17.4)	19.4%
天然砂湯上り湯	59.8	(18.4)	69.2%

括弧内は前分析値 次は変化率% +増加 -減少

以上の如く $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ の変化率は増加したものの最高は天然砂湯上り湯の69.2%より最低海門寺温泉の19.4%に及び減少したものは靈潮温泉女子浴場の-12.2%である、ここに取上げた八箇所の温泉のみについても $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ の変化率の分布は+69.2%~-12.2%の広範囲にわたりこれのみを以つても変化の激しさを知ることが出来る更に陰イオンにつき細く検討を行う

(b) Cl^- (塩素イオン) の変化

竹瓦温泉男子浴場	184.6mg/kg	(255.8)	-38.5%
竹瓦温泉女子浴場	222.94	(255.8)	-14.8%
靈潮温泉男子浴場	161.17	(179.0)	-11.2%
靈潮温泉女子浴場	169.69	(179.0)	-5.3%
楠 温 泉	95.85	(124.1)	-29.4%
柳 温 泉	108.63	(113.4)	-4.4%
海門寺温泉	270.51	(354.1)	-30.9%
天然砂湯上り湯	159.75	(310.1)	-94.3%

括弧内は前分析値 次は変化率% -減少

以上八箇所の温泉については塩素イオンは総て減少しその変化率の分布は-94.3%~-38.5%にわたっている、天然砂湯上り湯は-94.3%の著しい減少を示している事は注目すべき現象である

(c) SO_4^{2-} (硫酸イオン) の変化

竹瓦温泉男子浴場	73.15mg/kg	(52.9)	27.6%
竹瓦温泉女子浴場	76.32	(52.9)	30.6%
靈潮温泉男子浴場	72.91	(78.6)	-7.8%

別府温泉調査報告

靈潮温泉女子浴場	66.33	(78.6)	-18.4%
楠 温 泉	58.21	(52.8)	9.2%
柳 温 泉	54.51	(54.3)	0.4%
海門寺温泉	58.45	(61.7)	-5.5%
天然砂湯上り湯	95.58	(57.1)	40.3%

括弧内は前分析値 次は変化率% +増加 -減少

硫酸イオンの変化率は+40.3%~-18.4%にわたり増加したものの五箇所減少したものの三箇所である、ここに於いても天然砂湯上り湯は他に比し著るしい増加を示している

(d) HCO₃⁻ (ヒドロ炭酸イオン) の変化

竹瓦温泉男子浴場	41.5mg/kg	(596.9)	-43.8%
竹瓦温泉女子浴場	475.8	(596.9)	-25.4%
靈潮温泉男子浴場	606.4	(369.1)	39.1%
靈潮温泉女子浴場	641.8	(369.1)	42.4%
楠 温 泉	482.8	(379.2)	21.4%
柳 温 泉	452.7	(411.6)	9.0%
海門寺温泉	78.2	(450.8)	
天然砂湯上り湯	610.1	(484.4)	20.6%

括弧内は前分析値 次は変化率% +増加 -減少

ヒドロ炭酸イオンの変化率は+42.4%~-43.8%にわたり増加したものの五箇所減少したものの三箇所である、特に海門寺温泉は著るしい減少を示している

【B】陽イオンの変化 (浜脇温泉、十万地獄は除く) 陽イオンはその成分イオン数が多く

陰イオンの如く比較し難いので個々の温泉につき著るしく変化した成分のみを示す

竹瓦温泉男子浴場	K ⁺ 3.91mg/kg(25.8)	Ca ⁺⁺ 17.7(80.3)	Mg ⁺⁺ 55.3(5.2)
		Fe ⁺⁺ 12.0(67.1)	

従来竹瓦温泉は炭酸鉄泉と云われていたが本分析に於てはが著るしく減少している

竹瓦温泉女子浴場	K ⁺ 3.91mg/kg(25.8)	Ca ⁺⁺ 10.8(80.3)	Mg ⁺⁺ 81.9(5.2)
		Fe ⁺⁺ 20.2(67.1)	

靈潮温泉男子浴場	K ⁺ 4.64mg/kg(22.5)	Na ⁺ 197.05(119.0)
----------	--------------------------------	-------------------------------

別府温泉調査報告

霊潮温泉女子浴場	K ⁺ 7.69mg/kg(22.5)	Na ⁺ 155.65(119.0)	
楠温泉	K ⁺ 3.52mg/kg(27.3)	Ca ⁺⁺ 112.3(76.0)	
柳温泉	K ⁺ 2.29mg/kg(15.0)	Fe ⁺⁺ 4.0(0.6)	
海門寺温泉	K ⁺ 3.91mg/kg(23.5)	Ca ⁺⁺ 11.3(80.0)	Mg ⁺⁺ 8.2(56.4)
天然砂湯上り湯	K ⁺ 57.6mg/kg(24.6)	Mg ⁺⁺ 37.3(7.9)	Fe ⁺⁺ 3.92mg/kg(55.9)

以上の如く陽イオンに於ても著しい変動を示している。

【C】浜脇温泉の変化

浜脇温泉は他の九箇所の温泉と異り前調査に於ては弱食塩泉なりしも本調査に於ては単純泉と著しく変化している、蒸発残渣についても 541.1mg(2237.4mg) と約1/4の減少を示している

以上の如く各温泉ともその化学成分に著しい変化を示しているがこれが何に起因するかは今後の重要な問題であり、又これが爲には間断なき温泉調査の必要なる事を明かに示している、この解決策としては毎年小分析程度の調査を実施し泉種に変動があつた場合には直により精密な中分析を行うことが必要であろう。

終りに本調査に御指導を賜つた八田博士並に測定に協力下さつた別府市温泉課の諸氏に厚く感謝する。

別府温泉調査報告

靈潮温泉男子浴場

鑛泉分析成績書

イオン表

源泉の名稱	靈潮温泉男子浴場	Cation	mg	millfval	millfval%
源泉の所在地		K ⁺	4.64	0.1186	0.731
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na ⁺	197.05	8.5680	52.801
分析方法	温泉中分析法	NH ₄ ⁺	0.93	0.0514	0.317
泉温(気温)	59.0°C(21.0°C)	Ca ⁺⁺	88.4	4.4112	27.184
外觀	無色 澄明	Mg ⁺⁺	33.4	2.7442	16.911
臭味	無臭 弱鉄味	Fe ⁺⁺	2.84	0.1017	0.627
反応	メチルオレンジ・アルカリ性色・フェノルフタレイン・酸性色	Mn ⁺⁺	0.87	0.0317	0.196
水素イオン濃度(PH)	7.65 (33.0°C)	Al ⁺⁺⁺	1.8	0.2001	1.233
比重	1.0015			16.2269	100.000
固形物総量	1391.985 mg/kg	Anion			
泉種	含食塩重曹泉(緩和性低張高温泉)の	Cl ⁻	161.17	4.5450	28.009
		SO ₄ ⁼⁼	72.91	1.5180	9.355
		HPO ₄ ⁼⁼	1.075	0.2240	1.380
		HCO ₃ ⁻	606.4	9.9399	61.256
			1171.485	16.2269	100.000
				millf mol	
		H ₂ SiO ₃ (meta)	220.5	2.8240	
			1391.985		
		CO ₂	100.	2.2737	
			1491.985		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

別府温泉調査報告

靈潮温泉女子浴場

鑛泉分析成績書

イオン表

源泉の名稱	靈潮温泉女子浴場	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		K'	7.69	0.1966	1.165
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na•	155.65	6.7680	40.102
分析方法	温泉中分析法	NH ₄ '	0.49	0.0271	0.161
泉温(気温)	60.09C (21.05C)	Ca••	88.6	4.4231	26.208
外觀	無色 澄明	Mg••	54.5	4.4794	26.541
臭味	無臭 弱鉄味	Fe••	2.12	0.7590	4.497
反応	メチルオレンジ・アルカリ性色・フェノルフタレイン・酸性色	Mn••	0.65	0.0237	0.140
水素イオン濃度(PH)	7.40 (32.05C)	Al•••	1.8	0.2001	1.186
比重	1.0015			<u>16.8770</u>	<u>100.000</u>
固形物総量	1390.934 mg/kg	Anion			
泉種	含食塩重曹泉(緩和性低張高温泉)	Cl'	169.69	4.7853	28.354
		SO ₄ ''	66.33	1.3810	8.183
		HPO ₄ '''	0.914	0.1904	1.128
		HCO ₃ '	641.8	10.5203	62.335
			<u>1190.234</u>	<u>16.8770</u>	<u>100.000</u>
				millimol	
		H ₂ SiO ₃	200.7	2.5707	
			<u>1390.934</u>		
		CO ₂	77.4	1.7592	
			<u>1468.334</u>		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

別府温泉調査報告

桶 温 泉
イ オ ン 表
鉱泉分析成績書

源泉の名称	桶 温 泉	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		K ⁺	3.52	0.090	0.747
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na ⁺	82.60	3.5910	29.810
分・析方法	温泉中分析法	NH ₄ ⁺	0.83	0.0462	0.384
泉 温 (気温)	48.0°C (19.0°C)	Ca ⁺⁺	112.3	5.6018	46.503
外 観	無色 澄明	Mg ⁺⁺	29.9	2.4597	20.419
臭 味	無臭 無味	Fe ⁺⁺	3.4	0.1217	1.010
反 応	メチルオレンジ・アルカリ性色・フェノルフタレイン・酸性色	Mn ⁺⁺	0.8	0.0291	0.242
水素イオン濃度 (PH)	6.85 (32.05°C)	Al ⁺⁺⁺	0.96	0.1067	0.885
比 重	1.009			12.0462	100.000
固形物総量	1077.214 mg/kg	Anion			
泉 種	含食塩土類泉 (緊張性低張高温泉)	Cl ⁻	95.85	2.7030	22.438
		SO ₄ ^{''}	58.21	1.2120	10.061
		HPO ₄ ^{''}	1.044	0.2175	1.806
		HCO ₃ [']	482.8	7.9137	65.695
			872.214	12.0462	100.000
				millimol	
		H ₂ SiO ₃ (meta)	205.0	2.626	
			1077.214		
		CO ₂	211.3	4.802	
			1288.514		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

別府温泉調査報告

天然砂湯上り湯

鑛泉分析成績書

イオン表

源泉の名称	天然砂湯上り湯	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		K ⁺	5.76	0.14730	0.88
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na ⁺	226.27	9.8390	58.53
分析方法	温泉中分析法	NH ₄ ⁺	0.54	0.0299	0.18
泉温(気温)	61.0°C (21.0°C)	Ca ⁺⁺	67.8	3.3847	20.14
外觀	無色 澄明	Mg ⁺⁺	37.3	3.0674	18.25
臭味	無臭 弱塩味	Fe ⁺⁺	3.92	0.1404	0.83
反応	メチルオレンジ アルカリ性色 フェノルフタレイン酸性色	Al ⁺⁺⁺	1.8	0.2001	1.19
水素イオン濃度(PH)	7.20 (30.0°C)			16.8088	100.00
比重	1.0015	Anion			
固形物総量	1393.65mg/kg	Cl ⁻	159.75	4.5053	26.80
泉種	Q 含食塩重曹泉(緩和性低張高温泉)	SO ₄ ⁼⁼	95.58	1.990	11.84
		HPO ₄ ⁼⁼	1.13	0.2355	1.40
		HCO ₃ ⁻	610.1	10.0780	59.96
			1209.956	16.8088	100.00
				millimol	
		H ₂ SiO ₃ (meta)	183.7	2.8526	
			1393.65		
		CO ₂	60.4	1.372	
			1454.05		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療學研究所

別府温泉調査報告

海門寺温泉

鑛泉分析成績書

イオン表

源泉の名称	海門寺温泉	Cation	mg.	millival	millival%
源泉の所在地		K ⁺	3.91	0.10	0.97
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na ⁺	205.51	8.9380	85.25
分析方法	温泉中分析法	NH ₄ ⁺	0.5	0.0279	0.27
泉温(气温)	58.2°C (22.0°C)	Ca ⁺⁺	1.3	0.5659	5.46
外觀	無色 澄明	Mg ⁺⁺	8.2	0.6731	6.49
臭味	無臭 弱鹹味	Fe ⁺⁺	1.96	0.0702	0.70
反応	メチルオレンジ アルカリ性色 フェノルフタレイン 酸性色	Al ⁺⁺⁺	0.8	0.0889	0.86
水素イオン濃度 (PH)	6.65 (30.0°C)	A.nion		10.3640	100.00
比重	1.0003	Cl ⁻	270.51	7.6284	73.60
固形物総量	845.5mg/kg	SO ₄ ^{''}	58.45	1.2170	11.74
泉種	單純温泉(緩和性低張高温泉)	HPO ₄ ^{''}	1.14	0.2375	2.29
		HCO ₃ ^{''}	78.2	1.2811	12.37
			640.50	10.3640	100.00
		millimol			
		H ₂ SiO ₃	205.0	3.3083	
			845.50		
		CO ₂	521.2	11.8461	
			1366.70		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

別府温泉調査報告

柳 温 泉

鑛泉分析成績書

イ オ ン 表

源 泉 の 名 稱	柳 温 泉	Cation	mg	millival	millival%
源 泉 の 所 在 地		K ⁺	2.29	0.0585	0.492
分 析 年 月 日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na ⁺	67.62	2.940	24.717
分 析 方 法	温泉中分析法	NH ₄ ⁺	0.64	0.0352	0.296
温 泉 (気 温)	40.°4C (20.°0C)	Ca ⁺⁺	81.56	4.0698	34.215
外 観	無色 澄明	Mg ⁺⁺	54.63	4.4926	37.769
臭 味	土臭 強鑛味	Fe ⁺⁺	4.0	0.1432	1.204
反 応	メチルオレンジ アル カリ性色 フェノルフ タレイン酸性色	Mn ⁺⁺	1.49	0.0542	0.456
水素イオン濃度 (PH)	6.35 (19.°5C)	Al ⁺⁺⁺	1.0	0.1012	0.851
比 重	1.009	Anion			100.000
固 形 物 総 量	1059.692mg/kg	Cl ⁻	108.63	3.0634	25.754
泉 種	(含食塩土類泉 (緊張性 低張温泉)	SO ₄ ^{''}	54.51	1.1350	9.542
		HPO ₄ ^{''}	1.322	0.2754	2.316
		HCO ₃ [']	452.7	7.4209	62.388
			830.392	11.8947	100.000
		millimol			
		H ₂ SiO ₃ (meta)	229.3	2.9368	
			1059.692		
		CO ₂	128.6	2.922	
			1188.292		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

別府温泉調査報告

濱脇温泉

鑛泉分析成績書

イオン表

源泉の名称	濱脇温泉	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		K ⁺	0.33	0.0084	0.19
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na ⁺	24.34	1.0580	23.56
分析方法	温泉中分析法	NH ₄ ⁺	0.12	0.0064	0.14
泉温(气温)	48.05C (21.09C)	Ca ⁺⁺	30.9	1.5399	34.29
外觀	無色 澄明	Mg ⁺⁺	21.9	1.8030	40.15
臭味	無臭 無味	Fe ⁺⁺	0.24	0.0086	0.19
反応	メチルオレンジ アルカリ性色 フェノルフタレイン 酸性色	Al ⁺⁺⁺	0.6	<u>0.0667</u>	<u>1.48</u>
水素イオン濃度(PH)	6.80 (38.00C)	Anion		<u>4.4910</u>	<u>100.00</u>
比重	1.0002	Cl ⁻	39.05	1.1012	24.52
固形物総量	541.1mg/kg	SO ₄ ^{''}	75.84	1.579	35.16
泉温	單純温泉(緩和性低張高温泉)	HPO ₄ ^{''}	0.68	0.1406	3.13
		HCO ₃ [']	<u>101.9</u>	<u>1.6702</u>	<u>37.19</u>
			<u>295.90</u>	<u>4.4910</u>	<u>100.00</u>
				millimol	
		H ₂ SiO ₃	<u>245.2</u>	3.1393	
			<u>541.10</u>		
		CO ₂	<u>117.9</u>	2.6798	
			<u>659.0</u>		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

別府温泉調査報告

十 万 地 獄

鑛泉分析成績書

イ オ ン 表

源泉の名称	十万地獄	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		H ⁺	0.29	0.2892	0.360
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	K ⁺	160.09	4.0948	5.104
分析方法	温泉中分析法	Na ⁺	1600.87	69.6121	86.776
泉温(気温)	100°C (19.°OC)	NH ₄ ⁺	0.12	0.0064	0.008
外觀	無色 澄明	Ca ⁺⁺	21.8	1.0083	1.257
臭 味	無臭 強鹹味	Mg ⁺⁺	59.0	4.8633	6.063
反 応	メチルオレンジ中性色 フェノルフタレイン酸性色	Fe ⁺	3.3	0.1182	0.147
水素イオン濃度 (PH)	3.75 (29.°OC)	Fe ⁺⁺⁺	0.1	0.0054	0.007
比 重	1.002	Al ⁺⁺⁺	4.0	$\frac{0.2225}{80.2202}$	$\frac{0.278}{100.000}$
固形物総量	5573.8mg/kg	Anion			
泉 種	含石膏食塩泉(緩和性 低張高温泉)	Cl ⁻	2619.9	73.8812	92.098
		HSO ₄ ⁻	28.07	0.2892	0.361
		SO ₄ ⁼⁼	289.46	6.0266	7.513
		H ₂ PO ₄ ⁻	1.75	0.0179	0.022
		H ₂ ASO ₄ ⁻	0.75	0.0053	0.006
			$\frac{4789.50}{80.2202}$	$\frac{100.000}{100.000}$	
				millimol	
		H ₂ SiO ₃ (meta)	$\frac{784.3}{5573.80}$	10.0453	

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

別府温泉調査報告

竹瓦温泉女子浴場

鑛泉分析成績書

イオン表

源泉の名称	竹瓦温泉女子浴場	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		K ⁺	3.91	0.10	0.574
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na ⁺	203.58	8.8520	50.845
分析方法	温泉中分析法	NH ₄ ⁺	0.47	0.0261	0.150
泉温(气温)	58.0°C(20.05°C)	Ca ⁺⁺	10.8	0.5378	3.089
外觀	無色 澄明	Mg ⁺⁺	81.9	6.7319	38.667
臭味	無臭 弱鉄味	Fe ⁺⁺	20.2	0.7163	4.114
反応	メチルオレンジ アルカリ性色 フェノルフタレイン酸性色	Mn ⁺⁺	0.03	0.0010	0.006
水素イオン濃度(PH)	7.20(34.0°C)	Al ⁺⁺⁺	4.0	0.4449	2.555
比重	1.0014	Anion		17.410	100.000
固形物総量	1348.544mg/kg	Cl ⁻	222.94	6.2869	36.110
泉種	含食塩重曹炭酸鉄泉 (緊張性低張高温泉)	SO ₄ ^{''}	76.32	1.5890	9.127
		HPO ₄ ^{'''}	0.994	0.2071	1.190
		HCO ₃ [']	475.8	9.3270	53.573
			1097.944	17.410	100.000
				millimol	
		H ₂ SiO ₃	250.6	3.2092	
			1348.54		
		CO ₂	177.3	4.03	
			1525.844		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

別府温泉調査報告

竹瓦温泉男子浴場

鉱泉分析成績書

イオン表

源泉の名称	竹瓦温泉男子浴場	Cation	mg	millival	millival%
源泉の所在地		K ⁺	3.91	0.10	0.728
分析年月日	自昭和28年1月3日 至昭和28年4月30日	Na ⁺	168.0	7.3050	53.175
分析方法	温泉中分析法	NH ₄ ⁺	0.41	0.0226	0.165
泉温(気温)	59.5°C (19.0°C)	Ca ⁺⁺	17.7	0.8837	6.432
外觀	無色 澄明	Mg ⁺⁺	55.9	4.5962	33.456
臭味	無臭 弱鉄味	Fe ⁺⁺⁺	12.0	0.4297	3.127
反応	メチルオレンジ・アルカリ性色・フェノルフタレイン・酸性色	Mn ⁺⁺	0.09	0.0030	0.002
水素イオン濃度(PH)	7.30 (32.0°C)	Al ⁺⁺⁺	3.6	0.4004	2.915
比重	1.0012			13.7406	100.000
固形物総量	1168.263 mg/kg	Anion			
泉種	含食塩重曹泉 (緩和性低張高温泉)	Cl ⁻	184.6	5.2057	37.893
		SO ₄ ^{''}	73.15	1.5230	11.086
		HP ₄ ^{'''}	1.003	0.2090	1.522
		HCO ₃ [']	415.0	6.8029	49.499
			935.363	13.7406	100.000
				millimol	
		H ₂ SiO ₃ (meta)	232.9	2.9787	
			1168.263		
		CO ₂	149.9	3.4088	
			1318.163		

昭和28年4月30日

大分縣別府市鶴見原

九州大学温泉治療学研究所

