

別府温泉の調査の結果に就て

山下 幸三郎

緒 言

別府温泉の一斉調査は京都大學理學部附屬火山温泉研究所別府研究所（旧名京都帝國大學地球物理學研究所）に於て旧別府市内温泉を大正十三年同所創設者志田教授指揮の下に、更に昭和八年には野滿教授指揮の下に、前後二回の調査が行なはれた。亀川温泉を昭和17年に、朝日石垣地區の温泉及噴氣を昭和19年に、各一回の調査を行なつた。昭和24年大分縣及別府の依頼により重ねてこれらの一斉調査を行なつた。其の調査結果より温泉分布圖、温泉台帳を作製し其の分布圖を画き且つ調査事項を整理した。前後二回、特に旧別府市内温泉に就いては前後三回に涉つての調査を比較研究することにより別府温泉の變遷を追究することが出来る時機に至つたと思はれる。

先づ地理的分布狀態及泉脈等の關係から大別して南部の旧別府市内温泉、北部の亀川温泉及中央及西部の石垣地區温泉と三つの地區に分けて説明する。

第一節 舊別府市内温泉に就て

1. 温泉分布の變動

旧別府市内温泉は別府温泉地帯に於ける孔數最も多く且つ密集して居る地區であつて別府温泉の主要部分である。京大別府研究所は大正13年創設せられて以來物理的化學的な種々の調査研究を續行し其の結果は機關誌「地球物理」に發表せられ、別府温泉地帯の内でも最も詳しく調査されて居る地區である。一斉調査は大正13年の8,9月に第一回を、其の後8年を経て、昭和8年7,8月に第二回を行ひ其の後16年後の昭和24年7,8月に第三回目の調査を行なつたのである。調査の内容は比較に都合よい様に前二回と畧々同じで泉孔の所有者、使用者、使用目的、湧出口の所在地、穿堀年月日、最近加工年月日、深度、埋沒管種別、同口徑、視察上の便否、導水管種別、同口徑、延長分湯數、元箱の有無、浴槽の個數、形狀、構造等を調査し湧出量、溫度を測定し、尙季節的及潮汐の影響を使用者に於て常識的に感知せるやを問ひ質し是等の事項を整理記帳して温泉台帳を作製した。尙其の他の科學的な調査研究記録の有る温泉には其れも合せて記載した。

旧市内温泉の孔数は台帳面に於ては即ち廢孔に成つたものや、權利はあるも放任若しくは埋没したもの掘鑿に失敗して湧出せざるもの等有り、其の反面新に穿堀したるもの有つて其の總數は第一表の如く大正13年には1292口、昭和8年には1374口に増加せるも昭和24年には1258に減少して居る。現實に湯を出して居る活動湧出口は大正13年に826口でその内

第一表

年次	台帳孔數	活動口數
大正13年 1924年	1292	826
昭和8年 1933年	1394	756
昭和24年 1949年	1258	674

自然湧其は18口他は悉く穿堀温泉であつた。昭和8年には70口を減じ756口となり、今回の調査には更に82口を減じ674口と成つて居る。この内自然湧出は11口である、第一圖は其の分布圖を示す。泉口の最も密集して居る所は市街地の略々中央の流川通りに少し傾いた線に沿つて居り、其の次が濱脇地區である。

之れ等の地區は古來より自然湧出温泉である泉脈に當る處であつて、こゝに一つの地質構造線が走つて居ることは地球物理第一卷第一號の鈴木政達氏の論文に述べられ其の後野滿博士山下理學士は市内の地中溫度測定から泉脈の存在を確かめ、田の湯泉脈、濱脇泉脈の以外に海門寺附近で田の湯泉脈に平行に走る自然湧出のない泉脈である海門寺泉脈と三つの泉脈の存在する事を見出した。現在活動湧出口の密集度は田の湯泉脈上が最も大きく其の最大密集度は100米平方に約70口の多數である。昭和8年と今回の調査に於ける活動湧出口の變遷の原因は過度な温泉開發や温泉源の變動及經濟的な條件に依るものと考へられる。一、二の増減から温泉源の變動を推定する事は他に有力なる資料の無い限り困難な事と思はれるが、結果は全活動湧出口は減少である。地域的に見ると増加して居る地域もある。即ち田の湯泉脈では現状維持か又は増加、海門寺泉脈附近は増加、其れと反對に濱脇泉脈上では約 $\frac{1}{3}$ に減少して居る。其の他田の湯泉脈の南側及び山の手方面が減少を示して居る。之の減少の多い所は一孔當りの湧出量が少く温泉も低い所で、此の地域の温泉源の衰微を物語つてゐる又優勢な田の湯泉脈及海門寺泉脈では増加して居る。

2. 穿堀深度

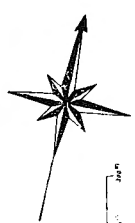
穿孔の深さは自然湧出を持つ田の湯泉脈では大体に於て比較的淺く、之を遠ざかるに従つて深くなる。同じ地点に於ても、湧出量の増加泉溫の上昇を期して漸次深度は淺瀬毎に深めて行く傾向にある。深度は實測する事が困難な爲所有者又は穿堀者に聞いたのであるから、長年後で正確に記憶してないものや所有者の變更で全く知らない者等有り、正確は記し難いが大体の傾向は出して居ると思ふ。第二表は三回の調査に基づき深度と孔數の關

(1) 野滿、山下. 別府舊市内の地中溫度分布と温泉脈、地球物理 2卷 3号.

別府市別府溫泉分布圖

1949

活動溫泉 ●
休止溫泉 ×

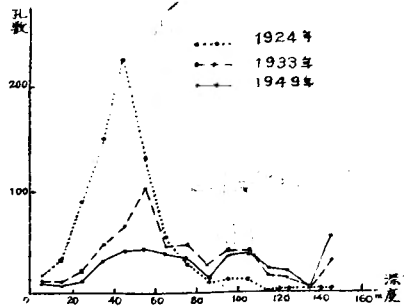


係を深度10m毎に統計したもので其れを圖にしたものが第二圖である。大正13年に於ては40~50米が最も多く最深167米であつたが、昭和8年には50~60米が最多で最深270米に迄増大した。今回の調査では50~60米及び100~120米の所に極大があり30米を越へるものが1口もあつた。

3. 穿堀温泉の年令

埋没管は一般に竹管が主として用ひられるも所によつては鐵管が用ひられて居る。其の壽命は泉質場所湧出量の多少に依り異なるらしい。現在活動湧出口の穿堀又は浸漬してから

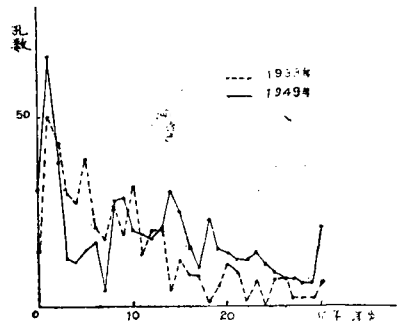
第二圖 旧別府市内温泉深度統計



年次 深 度	大正十三年 (一九二四)		昭和八年 (一九三三)		昭和二十四年 (一九四九)	
	孔 数	%	孔 数	%	孔 数	%
<10m	20	2.5	14	2.6	14	3.3
<20	38	7.2	13	5.1	10	5.6
<30	96	18.3	19	8.6	14	8.9
<40	151	37.3	48	17.6	32	16.4
<50	223	66.3	66	29.9	42	26.2
<60	132	82.8	163	49.2	44	33.6
<70	54	89.7	47	58.0	38	45.5
<80	31	96.5	51	67.6	35	53.7
<90	10	94.8	23	74.5	13	56.7
<100	14	96.5	42	80.6	37	65.4
<110	15	97.6	43	88.5	42	75.2
<120	1	98.2	14	91.3	25	81.0
<130	7	99.1	12	93.5	23	86.5
<140	5	99.6	3	94.0	4	87.5
<150	4	100.0	32	100	16	91.2
<160					4	92.1
160<					34	100.0
總 計	801		535		427	

る。活動湧出口の最近穿堀又は浸漬してから

からの經過年數と孔數の關係を調べると第三表の如く成り昭和24年調査の時に3年から7年の間に於て昭和8年のと比較して特に少ない。この期間は昭和17より昭和21年に至る期間で戦時中で穿堀が特に少かつたのであらう平均して昭和24年の方が4年程古く成つて居る。第三圖は第三表をグラフにしたものである。



第三圖旧別府市内温泉の壽命と孔數

別府温泉の總調査の結果に就いて

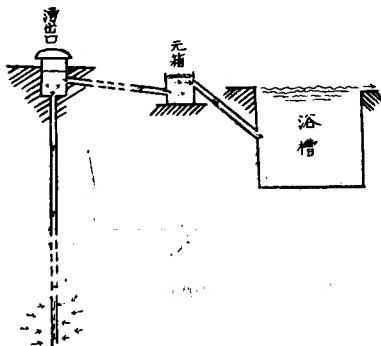
一般に自然湧出を持つ田の湯泉脈及海門寺泉脈上で年數古く、この泉脈を遠ざかり泉溫低く湧出量の少くない地域が短くなつて居る。又前述せる活動湧出口數の減少もこの年數の短かい所に多い事が認められる。而してケ濱地域の如く比較的低溫でも湧出量が正なれば長年月の壽命がある様である。

溫泉水頭は海岸近くと海拔 10m 以上の山の手方面及濱脇に於ては地表より低く、此等の地域に於ては浴槽を地表より低くするか、又はポンプによつて浴槽内に汲上げて居り其の他の地域に於ては溫泉水頭は地表以上で自噴して居る。湧出口の高さは湧出量と至大なる關係を有し、同時に泉溫壽命等に關係する爲一般に出来るだけ之を低くしようとする傾向にある。之の溫泉湧出水位と靜止水位は別府溫泉全体の問題を考へる場合の一要素と成るのであるから他日この方面の調査はぜひ行なはなければならない問題だと思ふ。

4. 湧出溫度、湧出量

溫泉は高温であれば利用目的をはたすが、直溫を維持するためには湧出量の多なるを要し、兩者は密接な關係がある。

泉溫 / 測定は出来得れば湧出口で行なつたが湧出口の位置や保護の關係から閉塞して測定が困難なるものは元箱と稱する湧出口と浴槽の中間に在つて浴槽への湯量を調節する一つの小湯溜で測定した(第四圖参照)湧出量は浴槽を汲み乾して之に入り来る速さで測定したが特種の構造を有する者やポンプで汲上げるもので測定が許されない事情のものが幾つかあつた。



第四圖溫泉構造

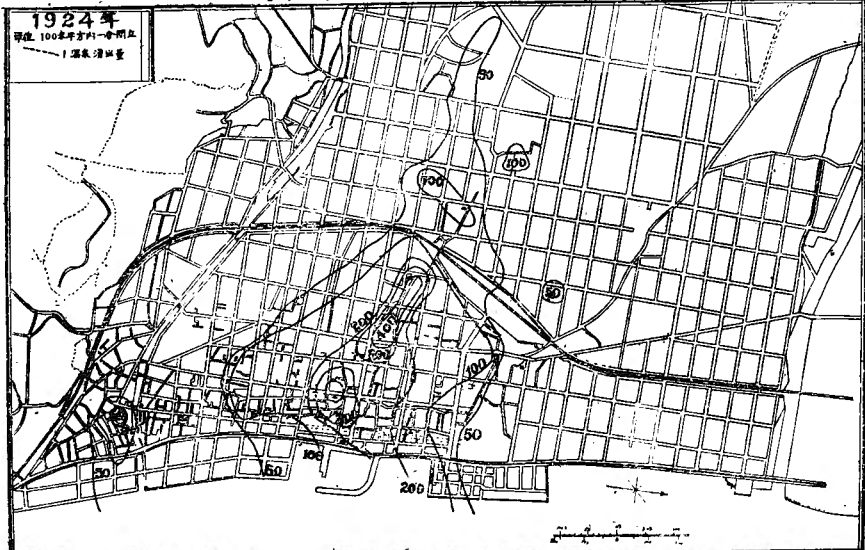
我々の得た湧出量は結局現實に地上に放流せられる湯量を示して居ると云ふ事が出来る。過去二回の調査及今回の調査の結果其の分布圖を作ると第五乃至第十圖の如く成り、泉溫湧出

第三表 旧別府市内溫泉の壽命と孔數

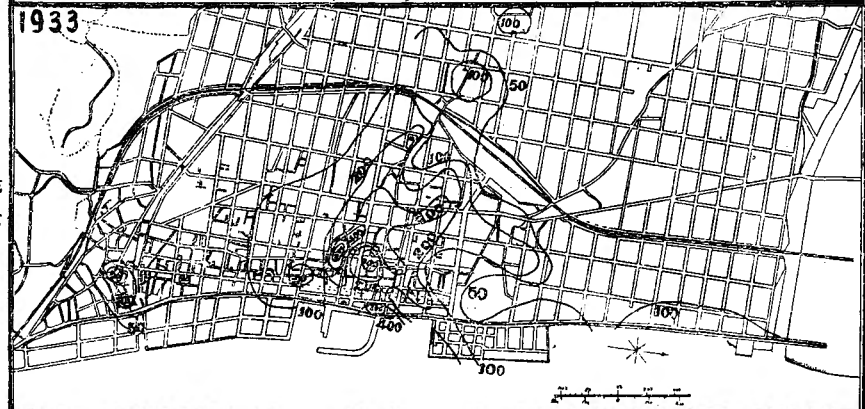
年次 年數	昭和八年 1933	昭和二十四年 1949
0	14	31
1	50	66
2	44	38
3	30	13
4	28	12
5	39	15
6	21	17
7	18	4
8	23	28
9	19	19
10	32	20
11	14	19
12	20	18
13	20	21
14	4	30
15	12	25
16	8	16
17	8	12
18	1	23
19	5	15
20	11	14
21	9	12
22	1	12
23	5	14
24	0	11
25	7	9
26	7	7
27	2	7
28	2	6
29	2	6
30年以上	6	21
總計	465	571

田 別府市内温泉湧出量分布圖

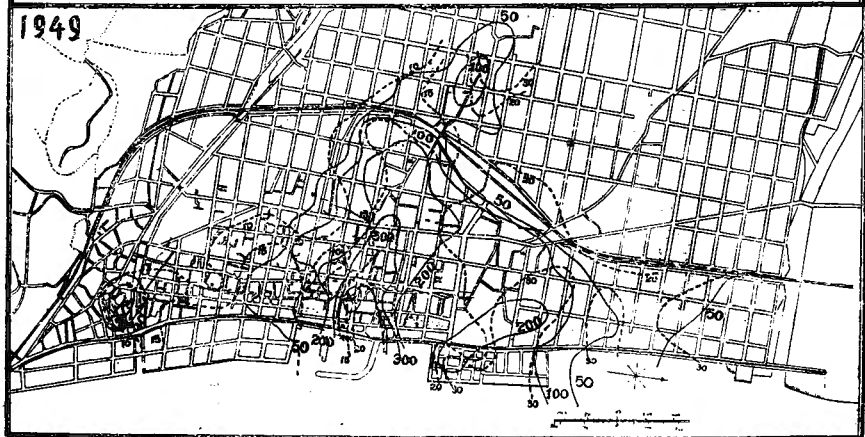
第五圖



第六圖

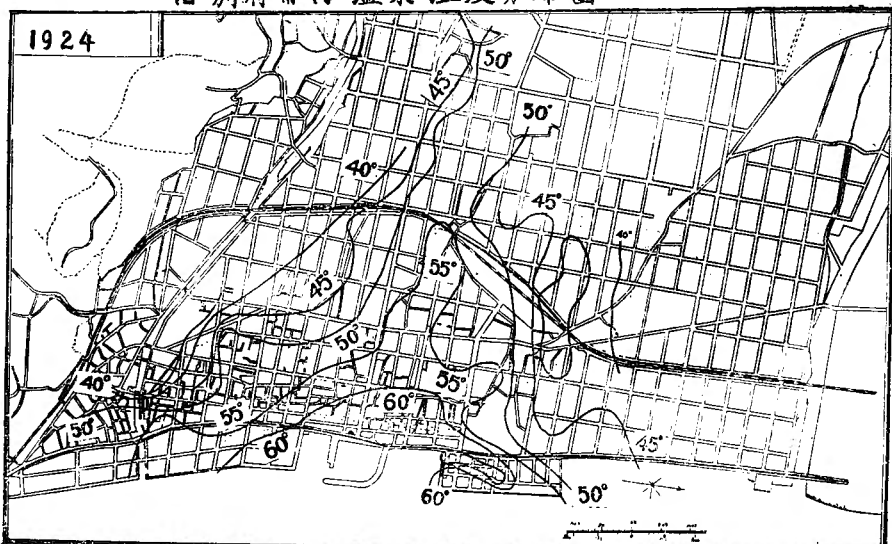


第七圖

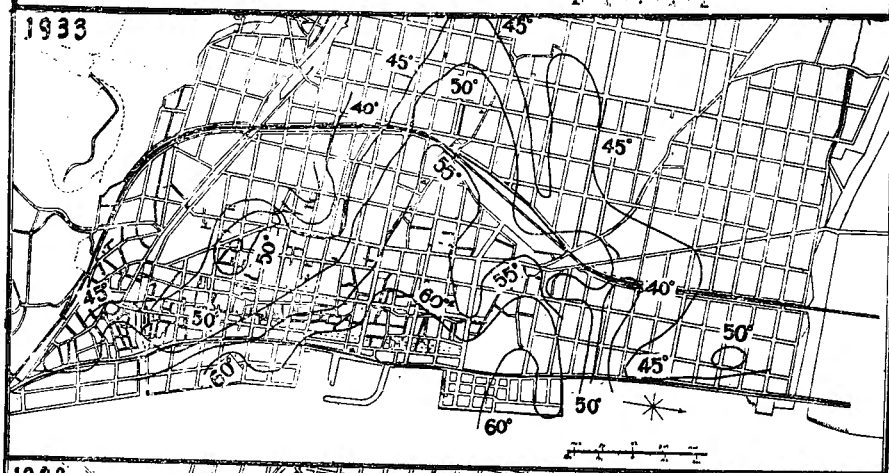


旧別府市内温泉温度分布圖

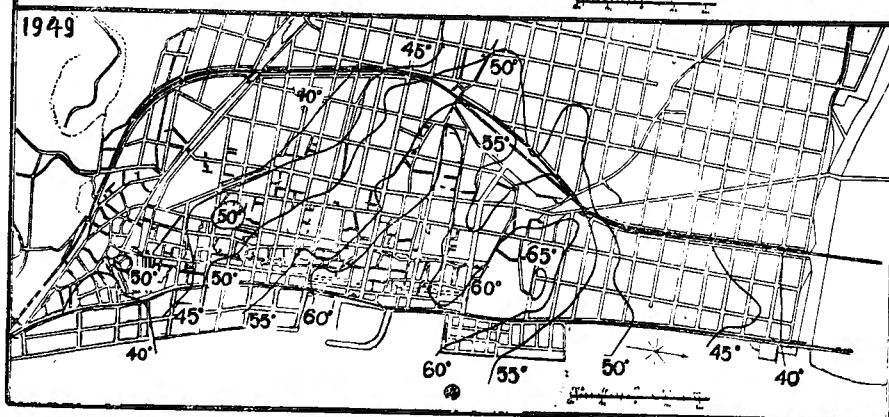
第八圖



第九圖



第十圖



別府温泉の總調査の結果に就いて

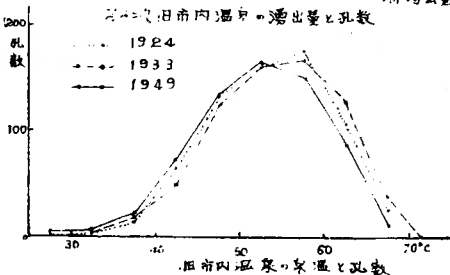
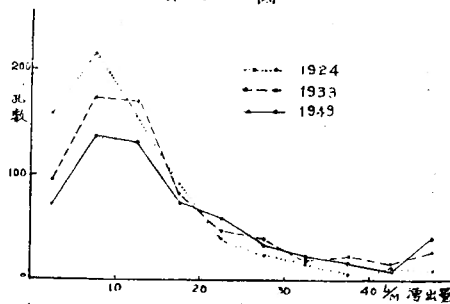
量の分布に就て三回の場合を比較すると如何に變遷してきたかどうかがへる。

25年間を通じて共通な事實は泉孔の最も多い流川通り附近の田の湯温泉脈を境として北海門寺附近までが高温で湧出量多く之より南に行くに従つて泉温低く湧出量も減少して居る。又海門寺附近を越へて北に進むと湧出量は多いが泉温は低くなつて居る。

三回調査に於ける泉温の分布を比較すると著しい特長が現はれてゐる。即ち、55°C等温線のかこむ面積は年と共に擴がり、次第に海門寺温泉脈を明瞭に見られるやうになつてきたりである。この事實は平均泉温の低下その他から推定される地下温泉源の弱化和一見矛盾してゐるやうにみえる。この原因は穿堀深度の増加によるが、この附近一帯に湧出量が増加して深部の高温水を誘出せしめたものではないかと考へる。別報告の影響圏の調査にかやうな類似の現象が見られる。又兩温泉脈も深部では一泉源らしいことの暗示を受ける。

湧出量は泉孔の年令に依り多少の減衰あり湧出口水深に依つても左右せられる上に、海岸附近は潮汐の影響が有る爲に其の地域的變化を調べる事は困難であるが、今市街を100米平方に區劃して其の内にある全湧出口の總湧出量及平均湧出量を求めると大体其の趨勢がわかる。第五、六、七、十圖はこの様にして描いたものである。三圖共泉脈上で湧出量が多く泉脈を遠ざかるに従つて少なく成つて居り、中でも田の湯温泉脈は多量の湧出量を持つ自然湧出もあり非常に多く旧市内温泉の大部分の湯はこの上にあるといつてよい。

第十一圖



第十二圖

海門寺附近は後れて開發せられた爲に年を経る程泉温も湧出量も増大して居る。濱脇温泉脈は次第に孔數の減少、泉温の低下、湧出量の減少を示してきた。各泉孔の泉温及湧出量を泉温は50°C湧出量は5L/Mの率毎に孔數を計統すると第四表及第五表の如く成り。

之をグラフにすると第十一ノ十二圖の如く成る兩圖から知られることは長年を経た後も湧出量や泉温が殆んど同じ状態にあるといふことであるが、詳細にみると變動が見られる。泉温に就て見ると大正13年に比して昭和8年

別府温泉の總調査の結果に就いて

は高温度泉孔数が増加して居るが昭和24年に於ては前二回に比して低温度泉孔数は増加し高温度泉孔数は減少して居る。全孔數の平均泉温は大正13年53.38℃昭和8年54.06℃と上昇し昭和24

第四表 旧別府市内温泉温泉統計

年次	大正十三年 1924年	昭和八年 1933年	昭和二十四年 1949年
温度			
<30°	1		4
<35	4	3	6
<40	14	18	19
<45	65	50	72
<50	134	126	131
<55	160	162	164
<60	177	169	151
<65	108	129	86
<70	24	37	11
70<	0	1	0
孔數	687	635	644
平均	53.38	54.06	52.11

第五表 旧別府市内温泉湧出量統計

年次	大正十三年 1924年	昭和八年 1933年	昭和二十四年 1949年
湧出量			
<5 L/M	158	96	72
<10	216	173	136
<15	155	179	130
<20	12	82	75
<25	40	46	59
<30	25	41	35
<35	13	21	23
<40	7	24	17
<45	14	16	9
45<	13	28	40
孔數	733	697	596
平均	13.72	17.26	19.38

年52.11℃と成り昭和8年に比して1.95℃の減少を示して居る。この事は旧別府市内温泉の温泉熱源勢力を考へる上に重要な事實である。湧出量に就ては後に成るに従つて湧出量の少なるものは減少して大なるものが増加してゐるので結局全体を平均すると大正13年13.72L/M 昭和8年17.26L/M 昭和24年19.38/LM と後に成るに従つて増加して居る、これは活動口が湧出量の少ない地區で減少し多量な地區で増加した結果である。尙泉温の地域的變化を見る爲に昭和8年に比較して見ると地域的には昇温して居る所が有る。即ち、田の湯泉脈、海門寺泉脈、及其他斷片的な昇温をして居るが、大部分の地域では減少して居る之の昇温の理由は既に述べた湧出量に就ても同様な變化を調べたのであるが、全般的に増加を示し特に山の平方面及海門寺附近で多量の増加を示して居る。

濱脇泉脈は過去には自然湧出を持つ優勢な泉脈であつたが、現在では自然湧出なく水頭低下し衰微の傾向にある。

旧市内の温泉の三回の調査結果最高泉温、最大湧出量、最高深度及湧出量の總計を揚げると第六表の如く成る。この内、推定總湧出とは測定不能湧出口の湧出量を測定湧出口の平均湧出量で湧出して居るものと見做して計算した總湧出量である。

別府温泉の總調査の結果に就いて

第六表 旧別府市内温泉概況

年 次	最泉 高温	最湧出 大量	最湧出 深口	活 動 口 数			總 湧 出 量		
				測 定 湧出口	測定不能 湧 出 口	計	一分間	一 日	一日(推定)
大正十三年 1924	68.°6C	851.57 L/M	165m	717	109	826	10.06 m ³	14.49×10 ³ m ³	16.32×10 ³ m ³
昭和八年 1933	71.°5C	847.62	274m	697	59	756	12.03 m ³	17.32×10 ³ m ³	18.79×10 ³ m ³
昭和二十四年 1949	69.°8C	812.82	306m	606	68	674	11.74 m ³	16.91×10 ³ m ³	18.89×10 ³ m ³

上表の如く昭和8年に於ては大正13年に比して最高泉温、平均泉温共に上昇し湧出量は約二割の増加を示し泉源勢力の優勢を示して居たのであるが16年を経過した今日に於ては平均泉温は約2°減少し湧出量に於ては昭和8年と變りなく湧出して居るのである。湧出量は雨量の大小に依つて増減するので有るから其の測定期間及び數ヶ月前の雨量を調べなければならない。第七表には二回の調査季節に於ける降水量を示す。

この表に明らかな如く

第七表 調査時に於ける雨量

今回の調査時及その前月は前二回に比して異常なる降雨をみてゐるもし昭和8年の時と同じ泉源勢力を持続して居るならば今回の總湧出量が更に大

大正十三年	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	調査期間
降 水 量	192.2	263.2	132.5	256.1	236.1	291.4	8月及9月
昭 和 八 年	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	調査期間
降 水 量	105.5	216.1	126.9	189.8	173.4	166.7	7月及8月
昭和二十四年	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	調査期間
降 水 量	132.6	109.0	179.0	560.8	365.3	236.6	7月及8月

であらうことが予期され、又泉温は湧出量の増大に伴ひ増温するので平均泉温の昇温を示すはづである而し泉孔の穿堀經過數は前述の如く昭和8年に比して古いものが多いのであるから之に依る湧出量の減少が考へられる。今回の湧出口平均年令は昭和8年に比して4年程古いことになるが、雨量の影響による程のものではない。湧出口數は昭和8年より82口減じてゐるから平均湧出量は増大しその結果泉温の昇温が期待される筈である。が結果は逆に低下して居るのである。以上の事からして全般的に考へると昭和8年に比して幾分衰微の傾向に有ると考へるのが至當ではなからうか。

ではこの變化原因は何に依るかを考へるには先づ其の温泉の涵養源の變化原因を考へなければならぬ。其の原因の内で永年の變化に關係あるものは

(1) 處女水量の變化

別府温泉の總調査の結果に就いて

- (2) 温泉水路の變化(泉脈の變遷)
- (3) 浸透水の變化(雨量)
- (4) 温泉熱源の變化(後火山作用の變化)

等が考へられる。

(1)

旧別府市内の温泉水は處女水と浸透水の混合である事は野滿博士池田瀨野兩理學士の長年に亙る觀測資料によつて調査研究の結果明らかにされた。其の結論によれば處女水量は全体の55%の多量で而も數年間では餘り變化が認められない他は浸透水で雨後三年の長きに亙つて作用するから降水量を測定して行けば温泉水路に變化なき限り大体の予測は可能な由である而し處女水に就ては長年間少しの變化も無きやは疑問で其の後の有力なる觀測資料を得て解明される問題である。

温泉水路に就ては地震や火山爆發其他突發的事件によつて間々異變を見るも今回及過去二回の調査結果を比較して變化が起つたは考へられない。最後に温泉熱源の變化であるがこの變化が有れば之から生じて來る處女水にも變化を起す事が期待せられるので處女水の問題が解決すれば自ら解明せられる考へる。故に其の原因を正確に解明する事は長期間の間斷なき觀測研究の結果によつて解折出來るであらう。その結果により正確完全なる對策を講じなければならない。

第 2 節 亀川温泉に就いて

1. 概観

旧別府市温泉群に次いで穿孔數多く且つ密集して居る地區が別府市北部亀川温泉である。温泉湧出地域は大字亀川、野田、内竈でこの内に別府温泉の最北端^{ぬくみ}温水及最西北端の湯山が含まれて居る。この地帯は後火山作用の盛んな所で照波園の沸騰泉、血の池地獄、間歇泉の龍卷地獄湯山フイガ城等強盛なものあり、噴氣又は高熱水を噴出し自然湧出は鑿井泉よりも高温で而も多量に湧出し其の總量は亀川温泉全体の半に達する。この地區に對する一齊調査は昭和17年2、3月に行はれ其の結果は輕部理學士に依つて報告されて居る其の後⁽²⁾後藤理學士は化學成分の分布から温泉水系の研究を行ひ其の結果龜川温泉水は三つの異な⁽³⁾

(1) 野滿、池田、瀨野 別府温泉涌發源としての雨量 地球物理 2卷2號

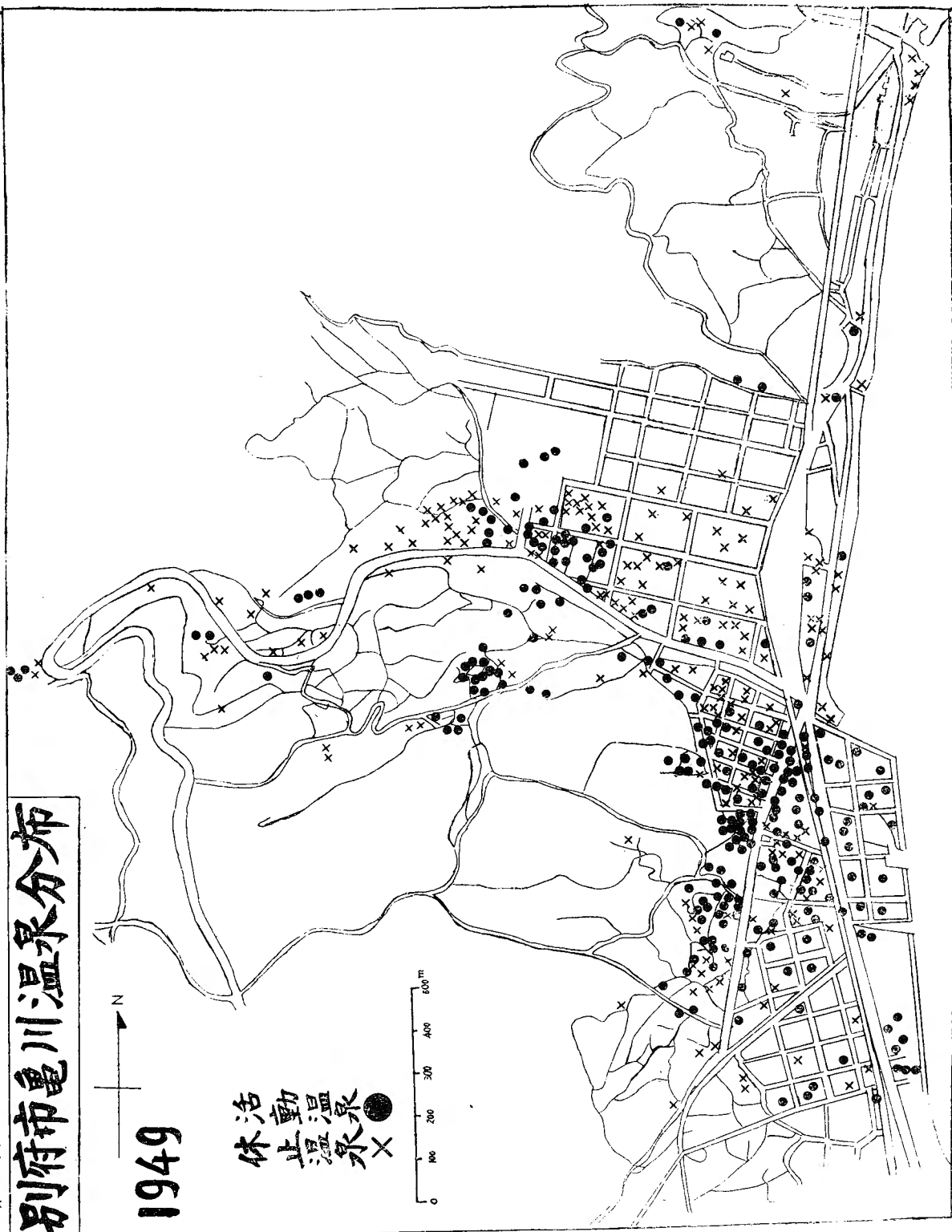
(2) 輕部 別府市亀川温泉に就て 地球物理 7卷2號

(3) 後藤 別府市亀川温泉に於ける Cl , SO_4 , HCO_3 分布に就て 地球物理 7卷2號

別府市亀川温泉分布

1949

活
止
温
泉



別府温泉の總調査の結果に就いて

る水系の混合である事を明らかにした。尙野満博士、(1)後藤理學士は野田部落の若干の温泉は湧出水頭と湧出量との關係より裂隙噴出なる事を判別した。

今度の一齊調査は第二回目であつて旧別府市内温泉の調査終了後引續いて行つた。調査方法は旧市内に於けると同様である。

第一圖は其の分布圖で、第一表にかかげた通り活動口數は228口から247口と成り19口の

第一表

年次	台長面 口數	活動 口數
昭和17年 1942	498	228
昭和24年 1949	456	247

米平方内に16口位である。

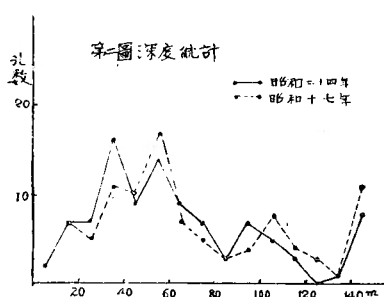
増加を示して居る。この増加の一部は大字亀川の山の手に在る湧出口が冬の乾燥季には湧出せぬ季節に前回の調査が行はれ、夏期雨量増大に伴つて湧出する季節に今回の調査が行はれたことによると思はれる。密集度は大字亀川が最も大きく最大で100

2. 穿堀深度

穿堀深度は正確は期し難いが大体に於て二回の調査共に同じ傾向を持つて居る。旧別府市内温泉は後年に成る程深度が増大して居るが亀川に於ては其の傾向は無い。第二表及第二圖は二回の調査に於ける深度統計である。

第二表
亀川温泉深度統計

年次	昭和17年 1942	昭和24年 1949
深度		
<10 m	0	2
<20	7	7
<30	5	7
<40	11	16
<50	10	9
<60	17	14
<70	7	9
<80	5	7
<90	3	3
<100	4	7
<110	8	5
<120	4	3
<130	3	0
<140	1	1
140<	11	8
總計	96	98
平均深度	77.5	



第二圖で見られる

如く二回とも同様深度で三つの極大があるがとは地域的な差異を示すもので温泉水系を示すものと解

される。大体に於て大字亀川の山手に於て深度浅く海岸及南部地區に於て深度が深く成つて居る。照波園附近が最も深く大体深度160米附近に於て沸騰泉を得て居る。

3. 穿堀温泉の年令

穿堀又は浚渫から年數即ち泉孔年令は10年以上のものが相當多く其の平均年數は二回とも12半位で旧別府市内温泉

(1)野満, 後藤 温泉湧出量と水頭との相關其の二裂隙泉 地球物理3卷1號

別府温泉の總調査の結果に就いて

と大差が無い。各年の新穿堀又は浚渫数は旧別府市内の温泉数の約 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$ 位で活動口数の比に比較して少ない。之は亀川温泉が旧別府市内に此して優勢である事を物語るものと思ふ。

4. 湧出温度、湧出量

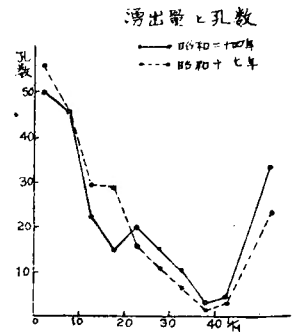
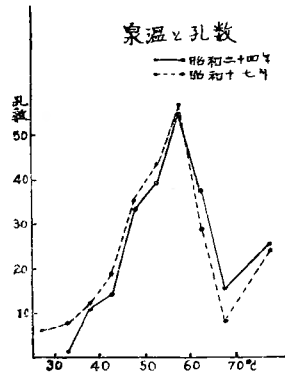
前後二回の調査に依り、泉温は西部芝石、血の池、野田及東南部埋立、照波園附近が高く北部に行くに従つて漸次下降する。泉温の最高は西部及南部の 100°C 旧別府市内の最高温 99.8°C に此して遙に高温である。

尙等温線は舌状に伸び出して泉脈の方向を暗示して居る。湧出量は血の池地獄の自然湧出が最大で 2118L/M であつて別府温泉中第二位にある。西部方面及南部、南東部に湧出量が大で泉温分布とよく似て居る

第四圖

泉温、湧出量と孔数

る即ち高温域が多湧出量域である。湧出量分布も泉温と同じく等値線が舌状に伸びて泉脈の存在を暗示して居る泉温、湧出量を分類して見る第三、四表及第四圖の如く成るその性狀の同一性は旧別府市の場合と同じである。詳しくは、



泉温に就いては低温孔数減少し高温孔数が増加して居る。

昭和17年全平均は泉温 54.13°C

$^{\circ}\text{C}$ 今回は 57.50°C と 3.37°C の

増加を示した。

湧出量も又泉温と同様に少

量のもの減少し多量のものが

増加して昭和17年平均 286L/

M 今回は 33.24L/M と成り 40.4

L/M の増加を示した。

第三表 龜川温泉泉温統計

年次 温度	昭和十七年	昭和二十四年
<30°C	6	0
<35	8	1
<40	12	11
<45	19	14
<50	35	33
<55	43	39
<60	56	54
<65	29	37
<70	8	15
70<	24	25
總計	240	229
平均泉温	54.13°C	57.50°C

第四表 龜川温泉湧出量統計

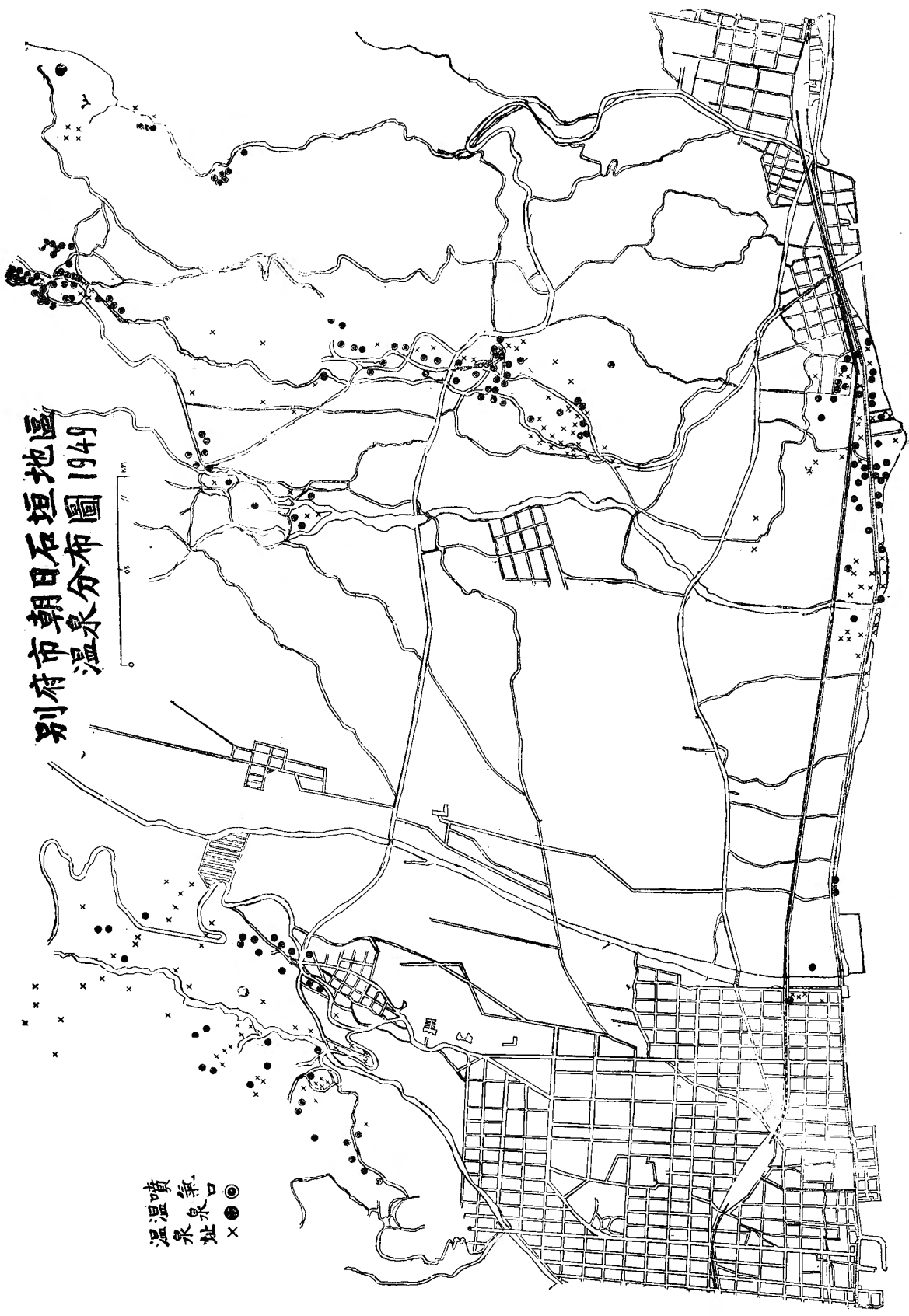
年次 湧出量	昭和十七年	昭和二十四年
<5L/M	56	50
<10	46	46
<15	29	22
<20	29	15
<25	16	20
<30	11	15
<35	6	10
<40	1	3
<45	3	4
45>	23	33
總計	220	218
平均湧出量	28.6	33.24

尙二回の調査に依る亀川温

別府市朝日石垣地區 溫泉分布圖 1949



噴氣口 ●
 溫泉址 ×
 溫泉 ●



別府温泉の總調査の結果に就いて

泉の概況を表示すると第五表の如くである。

第五表 龜川温泉概況

年 次	最泉 高温	最湧出 大量	最湧出 深口	活 動 口 數			總 湧 出 量		
				測定數	測定 不能數	計	一分間	一 日	一日 (推定)
昭和17年 1942	100.°C	L/M 1610	262m	220	8	228	6.52m ³	9.39×10 ³ m ³	9.72×10 ³ m ³
昭和24年 1949	100.°C	2118	262m	218	29	247	7.25m ³	10.45×10 ³ m ³	11.83×10 ³ m ³

推定總湧出量は旧別府市温泉と同様な計算に依つて出したもので、今回の調査に於ては前述の如く平均泉温は3.°37C増加し總湧出量も二割以上の増加を示してゐるのは兩調査期の季節的相違によるものであることは既に述べた。次に兩調査期の雨量を表示する。

雨量は今回の調査では例

第六表 調査時に於ける雨量

年にない多量で温泉勢力が減少しない限り増大することとは當然であつて之に伴つた泉温の上昇も亦當然であ

昭和十七年	0月	11月	12月	1月	2月	3月	調査期間
降 水 量	398.1	84.2	83.9	16.0	137.9	113.9	2月及3月
昭和二十四年	3月	4月	5月	6月	7月	8月	調査期間
降 水 量	132.6	109.0	179.0	560.8	365.3	236.6	7月及8月

る。以上の観点からして泉源勢力は少しの減衰の徴は無く優勢で有ると判斷される。

第三節 朝日、石垣兩地區温泉に就て

朝日石垣地區は別府市の中央及西部で廣範圍に散在して居るが第一圖の分布圖で見られる如く北部方面と南部方面の二つの地區に分たれ其の間には存在しない事は注目すべき事である。之の二地區は何れも別府温泉中で、後火山作用の最も旺盛な地區で自然噴氣鑿井による噴氣又は海地獄の如き高温多量の自然湧出ありて別府温泉地帯に於ける所謂「地獄地帯」である。通俗に地獄といふのは高温多湧出量の自然湧出温泉を指すが、人工穿堀によつて同様の強勢な温泉を得たときも之を地獄と稱してゐる。

第一圖の分布圖で噴氣孔は二重丸で熱水を湧出する普通の温泉は黒丸休止口は×で示して有る。一見して分る如く上人ヶ鼻附近を除いては大部分が噴氣で其の密集地域は北部に上人ヶ鼻、鉄輪、明礬、南部に觀海寺、八幡、堀田等有る。之等の分布状態は旧別府市内及龜州の温泉の如く一地區に廣範圍に互らず大体直線的な分布をして居る事からして一つの地質構造線上の亀裂より噴出して居ると推断される。(1)

(1) 鈴木 別府附近の地史と温泉脈 地球物理1卷1號

別府温泉の總調査の結果に就いて

質構造線の存在が示されて居る實際斷層線が表面に明瞭に表はれて居る所も有つて、この様な所では所々に自然噴氣自然湧出或は温泉餘土が見受けられる。

この地區に對する調査は昭和19年に行ひたるも高熱蒸氣自然噴氣等危險を伴ひ調査は困難な上、戰時中は人員も不足であつたため完全な調査は望まれず其の結果は今だ全表されてない。今度の調査も上述の如き問題を伴ひ旧別府市内及龜川の様な普通の温泉に對する如き調査は望めず又従つて此較は前二者程量的には出來にくいが大体の概況は掴む事が出來たと思ふ。

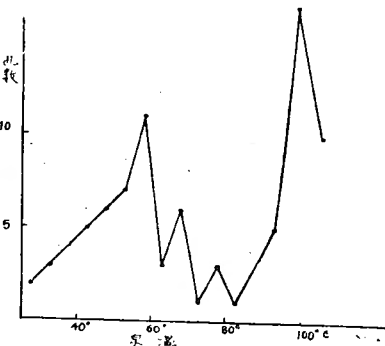
活動口數は149口で、この内噴氣口數は84口で大部分が噴氣を形成してゐる。(第一表参照)

合帳面口數	活動口數	
348	普通泉溫	噴氣孔
	65	84

深度は上人ヶ鼻が深く大體180m—280mの間である。噴氣の深度は大部分が100m—150m位であり。其の他横井戸等自然湧出が16口ある。

泉溫に就て普通の温泉に就ては測定は割合に簡単に測定出来るが噴氣は施設の構造上又は自然噴氣で近づき得ない様なもの等で測定の出來ない事情のものも有つた。泉溫は上人ヶ鼻附近海岸では南部に進むに従つて溫度は低下して居る。其の他の噴氣孔を有する地區の普通温泉は一般に溫度が高い。噴氣の溫度は一般に大なる相違は無く95°C—110°Cまでの間のものが多數であつて最高は141.5°Cを示してゐる。第二表及第二圖は其の統計及びグラフであるが、上事の述が現はれて居る。湧出量に就ては別府温泉最大の湧出量を持つ自然湧出の海地獄を始め強大な湧出量を持つもの有り、其の他噴氣の熱源を利用して冷水を加熱して温泉として市内の温泉の無い地區に引湯し浴用で使用されて居るものも有り、其の引湯距離は四軒にも達するものがある。湧出量統計及概況を表示すると第三表及第四表の如く成る、尚湧出量統計を圖示すると第三圖の如く成る。

第二圖 泉溫統計



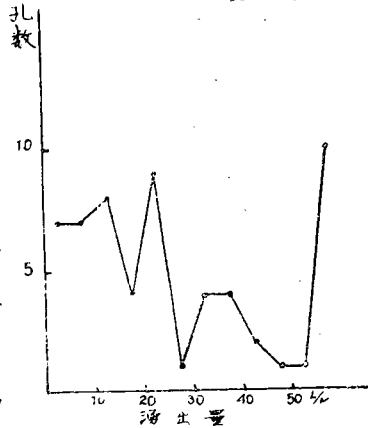
第二表 泉溫統計

溫度區分	口數
<30°C	2
<35	3
<40	4
<45	5
<50	6
<55	7
<60	11
<65	3
<70	6
<75	1
<80	3
<85	1
<90	3
<95	5
<100	17
100<	10
計	87
平均溫度	77.7°C

別府温泉の總調査の結果に就いて

噴氣による加熱温泉の量は加熱装置の構造や途中の漏水又は其時の冷水や注水状態に依り測定の出來ないものや測定の不正確なもの等あつたが大した誤差は無いものと思われる。普通温泉と加熱温泉の量を加へた總量は略々旧市内温泉の總量に匹敵するもので其の活動口数の割合に此して如何に優勢なものであるかが分る。尚噴氣一本の平均勢力は普通温泉の平均勢力の約15倍に相當して居るので全噴氣の勢力は旧別府市内温泉勢力を遙かに凌ぐ強大なものである。

第三圖 湧出量統計



第三表 湧出量統計

湧出量区分	口数
L/M	
<5	7
<10	7
<15	8
<20	4
<25	9
<30	1
<35	4
<40	1
<45	2
<50	1
<55	1
55+	10
計	58
平均	41.11/L/M

第四表 朝日石垣地區温泉概況

最高泉温 (噴氣を含む)	最大湧出量	最深湧出口	普通温泉			噴氣に依り加熱された湯量		
			活動口数	平均泉温	一日推定總湧出量	噴氣口数	平均温度	一日推定總量
141.5°C	2382L/M	288m	65	60.1°C	6.58 × 10 ³ m ³	33	75°C	9.9 × 10 ³ m ³

以上 別府温泉を三地區に分けて其の概況を述べたが全部を纏めて別府温泉の概況を示して本表の如く成る

台帳面 口数	活動湧出口数			最高泉温 (噴氣を含めて)	平均泉温	最大湧出量	平均湧出量	最大深度	一日推定總湧出量 (加熱温泉量を含む)
	普通温泉	噴氣孔	計						
2062	977	93	1070	141.5°C	55.9°C	2382 L/M	25.3 L/M	30.6m	47 × 10 ³ m ³ 25万8千石

加熱温泉量とは噴氣により加熱して使用する湯量である。

第4節 結 論

以上述べて來た如く今回の一斉調査の結果過去に於ける種々な研究結果と比較研究が出來て其の關係から變遷状態を述べたのであるが其の要点を摘記すれば下の如く成る。

1. 舊別府市内温泉に就て

- (イ) 別府温泉地帯に於て最も穿孔數多く且つ最も密集せる地帯である。
- (ロ) 活動湧出口数は減少しつつある。活勝泉脈で特に多く昭和8年に比較して約1/3に減少

別府温泉の總調査の結果に就いて

して居るが、反面田の湯泉脈海門寺泉脈では増加して居る地域もある。

(イ) 泉孔深度の地理的分布は田の湯泉脈で最も浅く、これを遠ざかるに従つて増大し、越後川附近が最深である。泉孔深度は一樣に深まりつゝある。

(ロ) 泉温は昭和8年に此して田の湯泉脈、海門寺泉脈で増加其の他斷片的な増加は有るも全体平均に於て約2°Cの減少を示して居る事は特に注目すべき事である。

(ハ) 総湧出量は昭和8年に比して増減無きも雨量効果活動湧出口の減少、泉孔年令の古い事等を考慮して極限量に達して居るか、或は幾分減少の傾向にある。

(ニ) 温泉湧出水位又は静止水位の變化は湧出量變化と密接な關係があるが今回の調査は口數費用の点で測定出来なかつた。而し重要な要素であるから後日ぜひ測定研究しなければならぬ問題である。

(ホ) 温泉の化學的成分の測定も泉源趣移の状態を判斷する有力な資料に成るからこの方面の研究も續行する必要がある。

(ヘ) 以上の事から旧別府市温泉の泉源勢力は地域別泉脈別から考へると幾分餘裕ある地域もあるが、全般的に見て最早や極限量か或は減衰の状態にあるものと制斷せられ之が原因として1.處女水量の變化2.温泉水路の變化3.浸透水の變化4.温泉熱源の變化等が考へられその内2、3は今までの研究結果解明せられて居るも續いて研究検討すると共に(1)及(4)の變化に就て有力なる觀測資料を得て解明出来ると思ふ。今後共必要な調査研究を續行すると共に不必要な採湯を制限し研究結果から泉源保護に萬全を期さなければ成らない。

2. 亀川温泉に就て

(イ) 亀川温泉は別府温泉地帯の北部に在りて旧別府市内温泉に次ぐ密集度と多數の孔數を持つ地域でその泉源勢力は優勢であつて別府温泉第二位の湧出量を持つ血の池地獄あり高温水を多量に湧出し後火山作用の旺盛な事を物語つて居る。

(ロ) 活動口數は昭和17年と比して19口の増加を示して居るが之は調査季節の相異に依るものが大部分である。

(ハ) 昭和17年と比較して泉温は約3°C強湧出量は約二割の増加を示し泉源勢力の減衰傾向は全然見られない。

(ニ) 以上より亀川温泉は現在に於て優勢ではあるが將來共この状態を持續する様必要な研究と對策を實施する必要がある。

別府温泉の總調査の結果に就いて

3. 朝日石垣地區温泉に就て

- (イ) 朝日石垣地區温泉は別府温泉地帯の中央及西部で普通温泉あり噴氣ありて後火山作用の最も旺盛な地區である。
- (ロ) 其の活動口数は三地區で最も少ないが熱源勢力は最も強大である。
- (ハ) 總湧出量は舊別府市内温泉と略々同量であるが平均泉温は約 15°C も高く其の上放任してある噴氣や又は温泉或は工業的に利用して居て觀測出来ないもの等で計算に入つて無いものが有るのでそれ等を入れるとその勢力は遙に強大なるものである。
- (ニ) 泉温は三地區の内でも最も高く最高 141.95°C (噴氣) で平均泉温は 67.97°C である。
- (ホ) 此の地區に對する調査研究は今だ多くなくその詳細なる論述は出来ないが將來はこの方面の研究調査を強化しなければならぬ。

4. 別府温泉全体に就て

以上は各地區的な結論であるが別府温泉全体に就いて述べると下の如く成る。

- (イ) 別府温泉の台帳面口数は2052口の多數であるも其の内現實に活動して居る口数は約半數の1070である。
- (ロ) 最高泉温は噴氣孔を入れると 141.95°C で全平均は 55.93°C に成る。
- (ハ) 最大湧出量は海地獄の1382L/Mで次は血の池地獄の2118L/Mであつて全平均は 25.3L/Mである。又其の一日推定總湧出量(噴氣により加熱使用する湯量を含む)は1万7千噸の膨大なる量に達する。尙温泉として放出する熱勢力はこの外自然噴氣や觀測の出来ないもの等有りて一層膨大なる量に達するであらう。
- (ニ) 別府温泉を地域的に見ると旧別府市内温泉は前述の如く其の使用量は全般的に見て極量に達して居ると考へられ且つ最も密集せる地帯であるから、今後の保護施設には萬全を期して其の状態を見守つて行かなければならぬ。亀川温泉は現在では少しの衰微傾向は見られないも今後の状態を調査研究して其の勢力を持続して行く様最善り努力が必要である。朝日石垣地區温泉は噴氣が多く現在までの調査研究が多く無い爲に決定的な事は云へないが今回の調査を一つの土台として今後の調査を續行し其の熱源保護施策を考へなければ成らぬ。尙噴氣地帯と舊別府市及亀川温泉の關聯性については泉脈の關係から考へて西南部地帯の噴氣孔と旧別府市内温泉、北西部地帯の噴氣孔と亀川温泉とは相當關聯性が有ると考へられるも現在噴氣機構も不明であるから先づ噴氣の性質を研究すると共に兩方の觀測

別府温泉の總調査の結果に就いて

を密に行ひ其の定量的な關係を見出さなくては成らぬ。尙現在噴氣に就て噴氣壓の變化を連續自記させて居るも未だ整理を終へて居ない。

將來は重要な地点には試験井を堀鑿し其の觀測を強化する事がぜひ必要である。

(4) 物理的な調査研究と同時に化的學な調査も温泉研究には主要なる事である。既に得られた多くの資料と相待つて將來は此の方面の研究を行ひ物理的な研究と併行して調査研究の萬全を期す事が望ましい。

終りにこの調査は大分縣温泉研究會の費用によつてなされ且炎熱の中をものともせず終始熱心に觀測調査に従事せられた川端吉川の兩理學士及學生諸氏に依つて完遂された。

The Statistics about Flow, Temperature etc of Beppu Hot Springs Kōsaurō Yamashita

In summer 1949, The Beppu Gyophysical Laboratory of Kyoto University, examined flow, temperature, depths of boring, sites, etc. of all hot springs in Beppu. Some statistics are obtained. The most attractive fact is that; in old city of Beppu, total flow almost equals to that of 1933, but the mean temperature lowered about 2°C from that of 1933.