

地球第二十七卷 第二號

(昭和十二年二月)

城崎溫泉に就いて (二)

松 山 基 範

五、湧出量の變化

溫泉の湧出量が永年的に變化する事は豫期し得る事であり、又其實例もあるが、本研究に於ては測定期間が短く斯の如き永年の變化を充分に明にする事は出来なかつた。併しながら二三の泉源に就ては一年餘に亘り同様の測定を繰り返すことが出来たから之によつて季節的變化の有無を知り得たのである。尤も單に季節的變化を知る目的にも少なくも三四年位の連續的測定のある事が望ましいが、本研究に於ては此點が不充分なるのみならず、測定期間中に一の湯のポンプ使用開始、大津屋新泉源の設置等の改造工事が行はれたから、湧出量の變化も複雑になつたが、昭和五年二月から翌年二月に至る一年間の測定資料から此期間に於ける變化の概況を窺ふ事は出来る。

湧出量計算の資料は湧出槽内の湯面の上昇を時間的に測定したものであるが、湧出量變化の相互

關係を知るだけの目的には一々湧出量を計算せずとも、尺度の一定の限界の間を湯面上昇するに要する時間を比較するだけで充分である。此場合に時間が長いのは湧出量の少ない事を示すのである。今茲に四泉源に就て測定したる資料を表示する。

第四表の一 鴻の湯第一泉源

測定期間	測定回数	平均泉温	槽底より 15—35cm間	槽底より 15—40cm間
自5年2月22日 至5 2 25	4	55.0	分 秒 2 24.9	分 秒 3 22.1
自5 5 26 至5 6 1	4	55.5	2 22.2	3 30.9
自5 7 4 至5 7 6	4	57.2	1 56.7	2 40.1
自5 8 29 至5 8 31	5	57.3	1 50.6	2 33.3
自5 11 19 至5 11 21	4	57.2	2 4.2	2 51.1
自6 1 31 至6 2 2	3	57.0	2 0.7	2 44.3
自6 3 24 至6 3 19	3	53.4	3 38.4	—
6 4 13	2	55.7	4 11.5	—

第四表の二 西村屋泉源

測定期間	測定回数	平均泉温	槽底より 10—45cm間	槽底より 10—55cm間
自5年2月8日 至5 2 10	3	51.7	分 秒 11 50.9	分 秒 17 39.7
自5 2 21 至5 2 24	6	52.4	11 39.9	17 10.1
自5 5 31 至5 6 1	4	51.6	12 49.6	19 58.0
自5 7 4 至5 7 6	4	53.5	11 17.5	16 41.8
自5 8 29 至5 8 31	5	53.7	11 15.0	16 30.5
自5 11 19 至5 11 21	4	52.5	11 52.5	17 55.4
自6 1 31 至6 2 2	3	52.4	11 30.5	17 10.2
自6 3 24 至6 3 29	3	49.1	23 51.6	—
6 4 13	2	52.0	15 20.4	—

第四表の三 御所湯道路泉源

測定時期	測定回数	平均泉温	槽底より 15—50 cm 間
5年 2月10日	1	55.8	分 秒 2 46.0
5 6 1	2	55.5	2 52.2
自5 7 5} 至5 7 6}	4	55.8	2 47.3
自5 8 29} 至5 8 31}	5	55.9	2 36.3
自5 11 19} 至5 11 21}	7	55.7	2 52.9
自6 1 31} 至6 2 2}	2	56.6	3 4.9
自6 3 24} 至6 3 29}	3	58.1	3 45.8
自6 4 4} 至6 4 10}	6	57.1	3 44.9

第四表の四 柳湯第一泉源(柿谷旅館前)

測定時期	測定回数	平均泉温	槽底より 35—60cm間	槽底より 35—75cm間
5年 2月10日	1	56.2	分 秒 1 32.5	分 秒 2 59.8
自5 2 21} 至5 2 24}	5	56.0	1 56.4	4 19.6
自5 5 31} 至5 6 1}	3	56.6	1 50.3	4 4.1
自5 6 7 4} 至5 7 5}	3	56.4	1 43.7	3 27.8
自5 8 30} 至5 8 31}	4	56.6	1 41.7	3 23.8
自5 11 19} 至5 11 21}	4	56.3	2 0.5	4 4.2
自5 11 31} 至6 2 1}	2	55.8	1 55.8	4 51.0
自6 3 25} 至6 4 3}	2	54.9	3 32.5	—
自6 4 8} 至6 4 10}	2	54.3	2 4.0	—

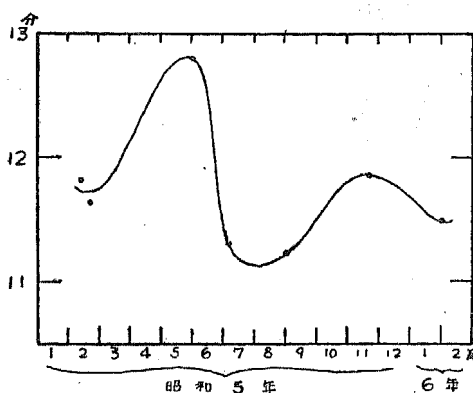
之等の測定期間中昭和六年二月下旬大津屋新泉源を穿鑿し多量の湧出を見たから、横線を以て其前後を區別してある。又御所湯道路泉源は昭和六年一月其湧出槽を改造したから、其前後は尺度の起點が同一でない。

之等の結果は第三圖に圖示してあるが、之を見るに殆んど總ての場合に七月上旬及八月下旬の湧

出は他の季節に於けるよりも盛んであるが、五月末頃には湧出が最も衰へるやうである。西村屋泉

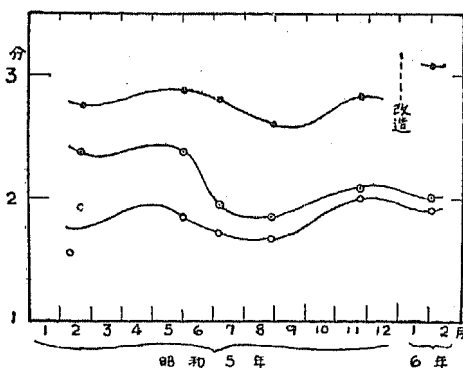
第三圖 甲

西村屋泉源 (10—45種)



第三圖 乙

- 御所湯道路泉源 (15—50種)
- ◎ 鴻ノ湯第一泉源 (15—35種)
- 柳湯第一泉源 (35—60種)



源は最も測定に便であつて多數の測定であるが、其結果を見るに今述べた外に尙一月二月頃湧出が盛んで十一月頃に盛んでない形勢が見える。

泉源の湧出は種々の原因によつて變化する事を豫期し得るが、地殻内部の状態若くは使用狀況に基因する永年變化は暫く措き、上記の如き季節的變化は氣象學的要素に關係を持つ事が多い。

短期間に於ても降雨若くは雪解け等が影響したと思はれる例も多い。前に鴻の湯第一泉源の湧出

量を竹樋よりの放流で測つた結果を述べた中にも其事を書いて置た。此時は四月五日未明より降雨があつて、七日夜は降雪を見たが、八日は晴天となり雪が解けた。此爲に鴻湯第一泉源の湧出量が著しく増大したのであるが、第五表の下部に示す如く西村屋泉源に於ても同様の影響が明瞭であ

第五表 降雨による湧出量の
變化（西村屋泉源）

測 定 時 期	天 候	槽 底 より 10—45 厘間
54年8月29日 午後	晴	11 分 秒 37.9
30 午前	晴	11 37.7
30 午後	晴, 午後驟雨	11 36.9
31 午前	晴	10 39.1
31 午後	晴	10 43.2
64年2月下旬 大津屋新泉源穿鑿		
6 4 4 午後	晴	23 40.2
5 午後	昨夜半より降雨	22 3.6
	7日夜降雪あり	
9 午前	晴	16 34.8
9 午後	晴	16 39.2
10 午後	晴	18 54.0

る。西村屋泉源に就ては昭和五年八月三十日午後驟雨の降つた際にも著しい影響を認めたから、第五表に之を併記する。

此の如く天候殊に降雨等により湧出量が著しく變化するから、前述の如く一年間だけの測定を列べて直に季節的變化を確言するは不確實であるが、各時期の測定値は數日に亘る結果の平均値を用ひてあるから或程

度までは季節的變化を表はすものと思はれる。

六、泉源相互の關係

温泉の湧出は地下に於ける湧出壓力と地上に於ける湧出口の狀況によつて支配される。従つて一

地域内の各泉源は互に密接の關係を有し、一の泉源の狀況を變化せしむれば周圍の泉源が其影響を被る事は從來常に經驗せられた所である。城崎に於ても勿論同様であるが、特に其數量的關係を測定する事に努めたから、茲に二三の結果を記述する。

三木屋泉源と西村屋泉源とは道路を隔て、推定三十メートル程の距離に在る。昭和五年一月二十日夕より三木屋泉源湧出槽の底の栓を抜いて放流した。此湧出管の上端は湧出槽の底より一・三糎の高さに在つたから、此時の湯面は之より稍上に在つたと見るべきである。此狀態に於て二十

測 定 時 期	三木屋 湯 面	西村屋泉源 10-45糎間	平 均
5年1月23日午前	11糎	11分53秒	11分53秒
23 午後	66	11 32	11 16
24 午前	〃	11 34	
24 午後	〃	10 58	
25 午前	〃	11 8	
25 午後	〃	11 9	
26 午前	11	11 54	11 51
26 午前	〃	11 56	
26 午後	〃	11 42	
27 午前	〃	11 48	
27 午後	〃	11 54	

三日午前西村屋泉源の湧出量を測定し、次に午后四時頃三木屋泉源の湯面を槽の上端まで高めた。此高さは槽底より六六・三糎である。此狀態を二十五日まで續けて其夕刻更に水面を始の狀態に復し、之等の各狀態に於て西村屋泉源の湧出狀況を測定した結果は第六表に示す如くである。

此の如く三木屋泉源の狀況は西村屋泉源に影響する事が顯著である。此表の内三木屋泉源の湯面を高めた場合に西村屋泉源は次第に湧出の速さを増し、一晝夜の後最も盛んにな

第六表 三木屋泉源と西村屋泉源との關係

つて再び稍や遅くなる状態を示して居る。

次に昭和六年二月下旬御所湯浴場の泉源の内大津屋の敷地内の舊泉源を浚渫の代りに之に接近して新泉源を鑿穿し地下凡そ二十メートルに達して毎分八十リットル程の有力なる湧出を見るに至つた。此爲に所々の在來泉源の湧出が著しく影響を受けた。之は前にも述べて置たが特に其前後の値を擧げて見ると第七表如き關係を示して居る。

第七表 大津屋新泉源の影響 其一

泉 源	槽底より (糶)	自 1月31日 至 2月 2日	自 3月24日 至 3月29日
鴻の湯第一	15—35	2分 1秒	3分38秒
西 村 屋	10—45	11 31	23 52
御所湯道路	15—60	3 5	3 46
柳 湯 第一	35—60	1 56	3 32

此の如く顯著なる影響を生じたから、更に實驗的研究を進めて、新泉源の湧出管の上端に約一メートルの長さの竹筒を添加し、管内の湯面を最高位まで上昇せしめて放流を抑壓した。此作業を行つたのは昭和六年三月三十日午前十一時四十三分である。之より前は湧出槽内の湯面は槽底より平均四六・四糶の高さに在つたが、竹筒を添加した場合には其中の湯面は槽底より一二四・〇糶の高さまで上昇して停止した。此結果は周圍の各泉源の湯面が高まり湧出量を増加した事は勿論であるが、更に四月四日午後一時四十七分に前に添加した竹筒を取除いて新泉源を再び放流したるに、其湧出槽内の湯面は殆んど前と同一の高さ即ち四六・三糶になつたが、周圍の泉源は復湧出量を減じた。此數量的關係は第八表に示す通りである。

第八表 大津屋新泉源の影響 其二

三 木 屋	柳湯 第一	古 川	曼陀羅湯 第一	鴻の湯 第一	鴻の湯 第四	竹樋放 流の湯 第一	古曼陀羅 屋
(10—40)	(35—60)	(20—45)	(15—35)	(15—35)	(15—40)	(流出量)	(流出量)
5分34秒	—	—	1分 3秒	3分28秒	8分18秒	毎分リットル	毎分リットル
6 19	2 35	—	1 1	3 43	—	11.7	—
—	—	—	—	—	—	12.6	3.1
—	—	—	—	—	—	11.9	—
6 58	—	—	1 5	3 46	9 15	11.8	2.8
8 18	4 9	6 48	—	—	—	11.5	2.8
2 46	3 10	2 52	0 59	—	7 2	17.8	4.8
—	—	—	—	2 14	—	16.0	4.5
2 32	2 28	3 7	0 58	2 11	6 59	16.1	4.6
2 43	2 43	3 1	1 0	2 32	—	—	4.6
2 39	—	—	—	2 34	7 3	—	—
5 25	—	4 58	1 4	2 59	7 27	12.6	3.3
6 19	—	6 6	1 4	—	9 3	1.28	3.0

表中何れも新泉源の影響を受ける事は明瞭に見えて居るが、其比較的少ないものの内御所湯第一泉源及び曼陀羅湯第一泉源は湧出量の特に著しいものであり、又柳湯泉源は距離が最遠いものである。三木屋第一泉源も著しい湧出量を持つて居たが、大津屋新泉源の影響を受ける事が特に甚だしいのは注意を要する。

七、輸送管による冷却

浴槽は通常泉源と別の所に設ける必要がある。之は使用上の便利の外に地下水浸入等の理由により泉温の低下した様の場合に之を修理するに便なる爲である。然るに泉源以外の地點に浴槽を設けると、泉湯を輸送する途中で温

最もよく冷却を防ぎ得る事勿論である。今城崎に於て測定した二三の場合を挙げると次の如きものである。

鴻の湯第一泉源から舊浴槽に泉湯を送るには竹樋を用ひてあつたが、竹樋の直径六・六糎、全長一八・七五メートル地下埋没の深さは平均八〇糎であつた。此樋の流入口と流出口に於ける湯温を測つて第九表の數値を得た。

此表の内で昭和六年三月二十五日は冷却が特に甚だしいが此日は氣温が非常に低く流量も最も少なかつた場合であ

城崎温泉に就いて

新泉源	測定時期	西村屋 (10—45)	御所湯道路 (15—60)
放流	64年3月24日 午后 22分14秒	3分49秒	
	25 午后 23 51	3 43	
	26 午前 —	—	
	26 午後 —	—	
	29 午後 25 30	3 46	
押壓	30 午前 13 56	3 14	
	30 午前 —	—	
	31 午前 14 2	3 22	
	4 3 午後 14 46	3 22	
	4 午前 14 55	3 22	
放流	4 午後 23 40	3 49	
	5 午後 22 4	3 52	

度の冷却を見る憂がある。此冷却は輸送管の状況と其中を流れる湯量とに關係する。輸送管の保温能力をよくし、傾斜が急であつて流量が多い場合には

第九表 鴻の湯第一泉源

測定時期	測定回数	流量 (毎リットル分)	温度			冷却 (每一米)
			大氣	流入口	流出口	
54年1月22日	1	18.8	8.0	52.5	49.9	0.14
6 3 25	1	11.7	4.8	55.2	50.4	0.26
3 3 26	3	12.0	14.7	55.2	52.9	0.12
3 3 27						
3 3 30	4	16.5	14.7	55.6	53.8	0.10
3 3 31						
4 4 5	2	12.7	10.7	54.7	52.3	0.13
4 4 6						

第十表 輸送による冷却

泉 源	輸 送 管			流量 (毎リットル 分)	温 度		冷却(毎一米)
	種 類	長さ (米)	深さ (米)		流 入 口	流 出 口	
鴻の湯第一	竹樋	18.8	0.85	13.7	55.2	53.0	0.117
同 第六	松樋	17.3	0.65	—	54.0	51.5	0.144
三木屋第一	同	6.8	0.43	23.5	50.5	49.1	0.206
同 第二	同	36.2	0.30	8.6	56.0	48.8	0.199
柳 湯 第一	同	18.0	1.10	15.4	56.1	54.0	0.115

る。流量の多い時は氣温は低くとも冷却は著しくない傾向も此表より明瞭に見る事が出来る。鴻の湯第一泉源の竹樋の終端は大氣中に放流してあるから、氣温が冷却に關係を持つ事が著しい様である。他の泉源に於ては殆んど總て輸送管の終端が湯溜槽若くは浴槽に連つて居て、氣温の影響を受ける事は著しくない。今第十表に數個の泉源に就て冷却を測定した結果を表示する。

此結果を見るに輸送樋の地表よりの深さに應じて冷却の割合は小である傾向を示し、地表下五〇糎以内の深さに於ては一米につき平均〇・二度位の冷却率であるが約一米前後の深さとなれば一米につき〇・一度を超える事僅少である。

次に裏川湯は河中に泉源を有し、前には湧出槽として直徑約四十五糎の土管を立て、湯面を高め放流を防いで居て、平素は附近の人々の使湯となつて居た。此泉源の温度は殆んど六〇度で城崎温泉としては最高温で豊富なる泉源の一であつた。土管の上端は河水面上約五〇糎であつたが、湯面が河水面と同高に在る時の湧出量は一分間一四リットルであつた。昭和六年十二月に至り一の湯の湧泉供給不足を補ふ爲に此裏川湯を殆んど河水面と同じ高さで閉塞し、之より鐵管を河床に埋めて一の湯に引用した。此全長は一三〇メートル餘であ

第十一表 裏川湯輸送の冷却率

流 出 口	測 定 回 数	氣 温	湯 温	温 度 差	距 離	冷却(每一米)
1	3	6.5	57.1	9.8 8.5	50.0	0.196
2	3	6.5	47.3		82.5	0.103
3	3	6.5	38.8			

つたが、温度は泉源に於て從來の測定により約六〇度あるべきものが、昭和六年二月一日には管端に於ては三九度位の温度になつて居たから管長二米につき平均〇・一六度の温度低下である。此鐵管は直徑約五糎の瓦斯管で其周圍を約七糎位の厚さに粘土で巻て河床下二五糎の深さに埋めたもので、途中所々に蒸氣拔の枝管を設けてあつた。管端では測定當時平均一分間約一三リットルの流出能力を持つて居た。泉源よりの放流口と途中の放流口とに於て温度を測定した結果より温度低下率を計算した結果は第十一表に示す通りである。

此の結果に於て前半部の冷却が著しく大であるのは特別の構造に關係あるとも思へぬから、恐らく温度の高い部分に於て冷却が著しい爲であると思はれる。

以上の各例に見る如く城崎温泉に於ては輸送管として竹樋一、鐵管一、其他は木樋を用ひて居るが、其温度低下率は一米につき〇・一乃至〇・二度位である。之を他の温泉に於ける例と比較するに、別府温泉地域内の鐵輪地獄より土管にて鶴見村に引用せるものは管長四キロメートル程度であつて尙約六〇度以上の温度を保つから、泉源の温度を一〇〇度なりと假定しても尙一米につき僅に〇・〇一度の冷却に過ぎぬ。其他の例に於ても第十二表に示す如く冷却率は僅少であつて、城崎に於ける場合は

特に著しい損失をして居る事が明かである。

此の如く城崎温泉に於て輸送による冷却の著しく大であるのは恐らく傾斜の少い事、流量の少い事等も勿論影響して居ると思はれるが、構造に於ても尙充分研究して見たならば改良の餘地がある事と思ふ。

八、附 記

第十二表 各地温泉の冷却率

温 泉	輸送距離 (メートル)	落 差 (メートル)	流量 (毎分リットル)	度		冷 却 (每一米)
				温 泉 源	流 出 口	
別府(推測)	(4000)	—	—	(100)	60	0.010
宇奈月	7000	51	950	95	65	0.004
小川	12000	280	425	69	45	0.002
蘆原	450	—	10	67	43	0.055
城崎裏川	130	0.6	13	60	39	0.162

城崎温泉の湧出状況等に關しては大體以上に述べた通りである。温泉の研究に就ては尙化學的生分に關する研究も必要であるが、之は既に種々の分析の結果が發表されて居るから茲に述べない。

次に城崎温泉及其周圍の地質調査は石川成章氏が主となり、熊谷助教、村上講師と共に現地に行つて、

其結果は詳細に兵庫縣に報告してある。其結果によれば當地域の基盤をなすものは古い時代の花崗岩であつて、第三紀水成岩層が其上を被ひ、更に數次の石英粗面岩の噴出があつて此地域の大部分を被掩して居る。其後の噴出は玄武岩であるが、之は來日岳とか玄武洞方面に在るだけである。温泉の湧出して居るのは石英粗面岩の中の大谷川の溪谷に新に堆積した地層に於てゝある。之は其底

の花崗岩に進入して居る石英粗面岩脈に添て高熱の噴泉があつて、新堆積層の地下水を併合して泉源より地表に湧出するものと考へられる。現在の温泉湧出地域内に於ては前述の如く新泉源を設ければ直に在來泉源の湧出に影響する状態に在るが、地質調査の結果に據れば鴻湯の東北方に於て一所だけ石英粗面岩脈の進入して居るものが發見されたから、若し新に試鑿を行ふならば此岩脈に近き地點に於て行ふが最適當である。從來各地の温泉の湧出は此の如き岩脈と密接なる關係を持つて居るからである。而して此地點は最も近い鴻の湯までも約五百メートルの距離にあつて、其他の泉源は更に遠く離れて居るのみならず、湧出の根本となる岩脈が在來のものと全く別であるから、試鑿により新に湧出を見ても在來の泉源に影響を與へる事は少いと思はれる。但し穿鑿の結果必ず温泉の湧出を見るといふ確證があるのではなく、在來各地の温泉に於ける泉源と岩脈との關係から判斷して、此地に於ても若し試鑿を行ふならば前記岩脈の附近を撰ぶべきであるといふのである。

(終り)