

# 別府市街温泉の湧出量に及ぼす 降雨影響度分布\*

理學士 瀨野 錦藏

別府市街に於ける二湧出口の一日一回観測により降雨直後湧出量の異常変化について前論文<sup>(1)</sup>に紹介したが、之と同時に往ける週観測の湧出口に於ても多少ともこの傾向を示してゐるが、観測間隔が七日毎といふ可なり長い爲その特性が明かでない。しかるに大正十四年大正十五年に涉つて百数十口の週観測があり、大正十四年九月には雨量 858.2 mm の記録的なもの<sup>(2)</sup>があり降雨による影響も又最も顯著で其の研究には極めて都合がよい。而して此の降雨によつて直後湧出量の激増した模様は第 1 圖に若干の例を示した通りである。元來湧出量に影響を及ぼす原因は別論文<sup>(3)</sup>に紹介の如く、雨量の外に潮汐、氣壓がある。これ等後者二原因も可なり大きいものであるが、月平均の値をとるときには潮汐の影響は殆んど消去され氣壓の影響もその差は非常に小さくなる。従つて降雨の影響のみを考へるには月平均の湧出量に就いて論ずればよい。

別論文<sup>(3)</sup>に紹介する如く湧出量  $q$  は

$$q = \frac{c}{g\rho} a(P_0 - P_1) \quad (1)$$

こゝに  $c$  は湧出口特有の常數、 $a$  は湧出口切斷面積、 $\rho$  は水の密度、 $P_0 - P_1$  は水壓差であつて之を水柱で表はせば  $\rho g(\nu - I)$  であるから(1)は

$$q = ca(\nu - I) \quad (2)$$

となる。 $\nu$  はある標準點からの温泉水壓頭の高さで  $I$  は湧出口上端の高さである。従つて湧出量が降雨で増加する爲には  $\nu$  が増加するのである。降雨量  $R$  と  $\nu$  との関係はなほ詳細な研究を要するが、今第一次近似として湧出量の増加はその月の雨量  $R$  に比例するものと

\* この要旨は昭和十二年五月日本地球物理學會上で述べた。

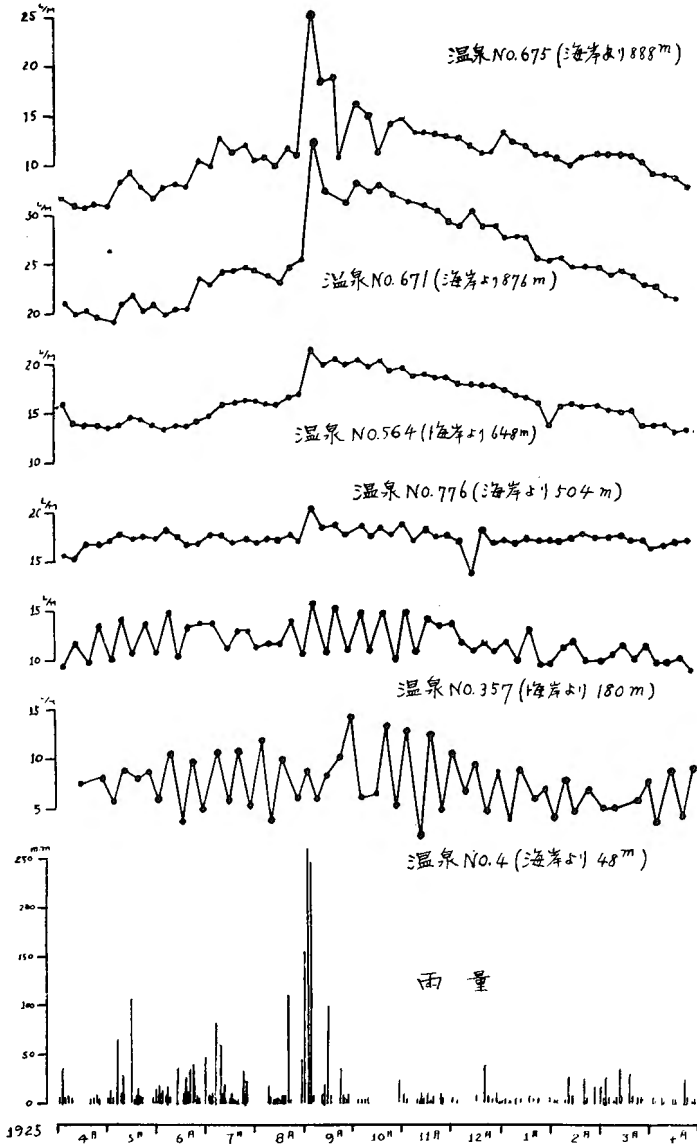
(1) 瀨野、山下：別府温泉湧出量の降雨短期效果；本誌第2巻第2號133頁

(2) 本誌第2號及第4號參照

(3) 野滿、瀨野、中目：別府温泉と潮汐附氣壓效果；本誌第2巻第1號1頁

別府市街温泉の湧出量に及ぼす降雨影響度分布

第1圖 湧出量に及ぼす降雨影響の普通例



して、常数を  $r$  とすれば (2) より

$$c \frac{\Delta y}{R} = cr = \frac{1}{a} \frac{\Delta R q}{R} \quad (3)$$

今大正十四年八、九月について考察する爲には

$$\Delta R q = (\text{九月平均湧出量 } q_9) - (\text{八月平均湧出量 } q_8)$$

$$R = (\text{九月降雨量}) = 858.2 \text{ mm.}$$

別府市街温泉の湧出量に及ぼす降雨影響度分布

としてよい。従つて

$$cr = \frac{1}{a(\text{cm}^2)} \frac{q_0 - q_8(\text{cm}^3/\text{min})}{85.82(\text{cm})} \quad (4)$$

$\Delta RQ$  に就いてはなほ厳密に論ずるならば八九月平均湧出量の差ではなく湧出量の自然減衰量に就いても考へなければならぬが、各湧出口の自然減衰率は求むるに困難で且その量は小さいから之を無視して(4)式を立てた。

この(4)式によつて求めたものが第1表及第2圖である。

第2圖によつて明かに見られるのは、既に前論文<sup>(4)</sup>別府温泉涵養源としての雨量<sup>(4)</sup>中にも述べた如く、降雨影響程度は大體海岸より遠きところに大で、海岸に近きところほど小さい。これは第1圖に於て數例を示したところでも明瞭である。この事は潮汐影響度と略々反對である。

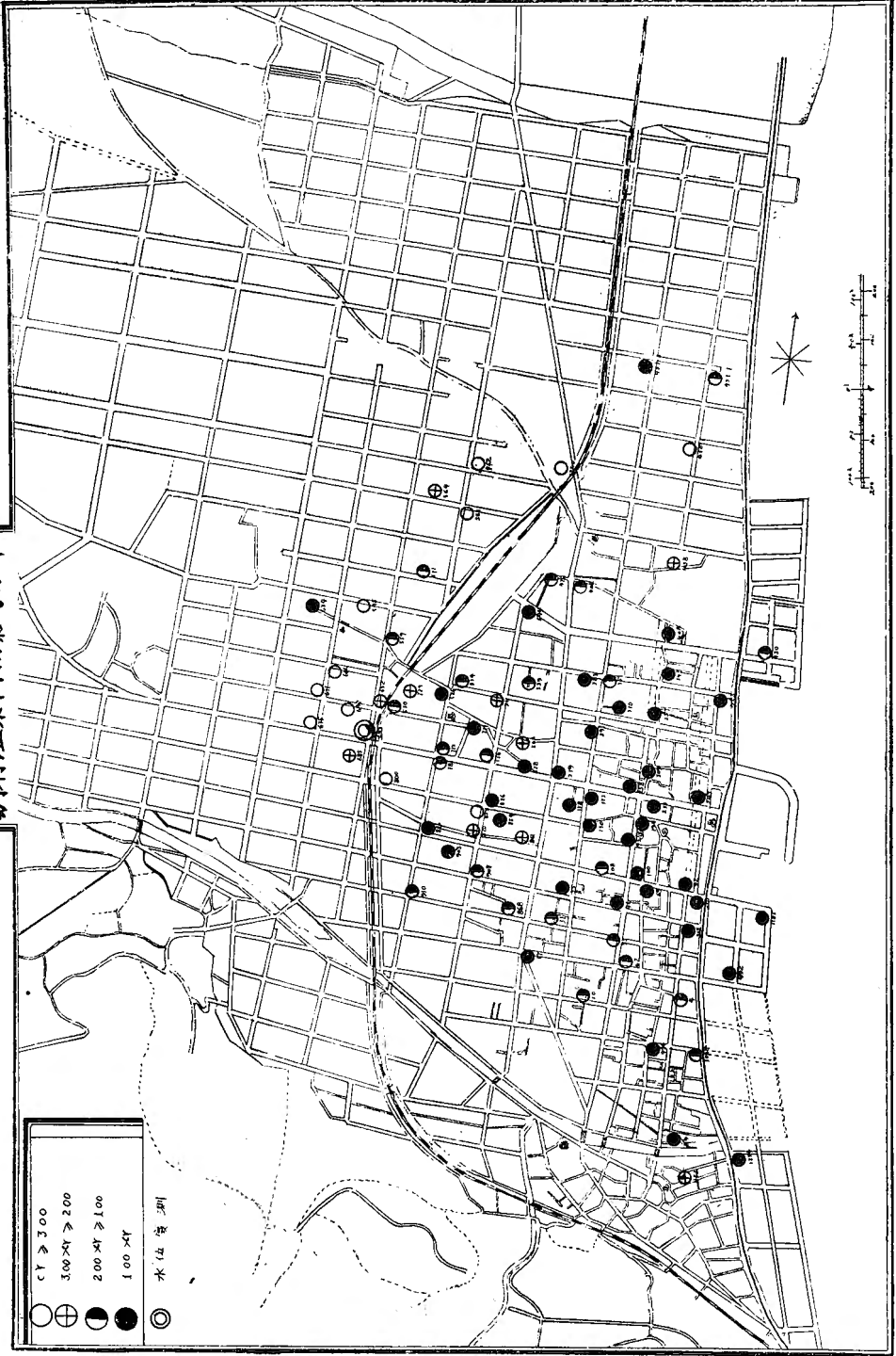
尚詳しく第2圖を見ると、別府海岸線を底邊とせる温泉の三角形的な分布の内西北邊が

第1表 cr表(週觀測によるもの)

湧出口 番 號	cr	海岸ヨリ ノ 距離	湧出口 番 號	cr	海岸ヨリ ノ 距離	湧出口 番 號	cr	海岸ヨリ ノ 距離	湧出口 番 號	cr	海岸ヨリ ノ 距離
4	$\frac{1.46}{\text{min}^{-1}}$	48	258	$\frac{0.29}{\text{min}^{-1}}$	204	526	$\frac{0.96}{\text{min}^{-1}}$	618	781	$\frac{1.58}{\text{min}^{-1}}$	594
10	1.04	252	279	-0.29	348	530	1.81	702	800	3.51	696
17	0.90	354	291	0.62	312	534	1.95	546	816	0.79	594
31	1.26	324	309	-0.23	348	539	1.22	420	820	2.76	504
35	0.72	318	343	0.88	144	544	-0.38	450	823	4.79	504
46	0.30	180	351	1.17	264	557	1.37	714	826	0.64	474
55	1.07	204	357	0.21	180	561	3.05	570	838	0.08	426
62	1.30	156	370	0.76	234	564	2.94	648	854	0.29	444
69	0.37	114	383	0.78	174	571	1.00	678	861	2.09	408
92	0.72	54	402	1.43	348	575	3.49	804	868	1.62	408
100	-0.77	156	409	0.69	168	634	-0.79	894	901	1.38	474
108	1.52	222	423	-2.98	30	652	2.50	732	903	0.45	648
130	0.36	270	430	1.77	-24	666	3.78	834	910	1.95	588
145	0.15	192	438	2.50	150	671	6.38	876	992	0.50	-48
158	0.28	348	450ノ1	4.26	120	675	6.98	888	996	0.45	108
173	0.45	282	451ノ1	1.20	72	685	2.64	792	1047	1.64	18
194	0.44	144	451ノ3	0.34	222	692	11.47	804	1048	-0.53	78
210	0.05	24	462	3.11	558	713	1.96	594	1153	2.05	102
212	-0.36	30	472	1.67	408	729	2.62	684	1183	0.07	-108
233	0.45	136	506	2.80	432	771	0.29	522	1254	0.57	-12
243	0.11	54	511	2.29	498	776	1.47	504	1260	15.92	390

(4) 野満, 池田, 瀬野; 本誌第2卷第1號97頁

別府温泉降雨影響分布

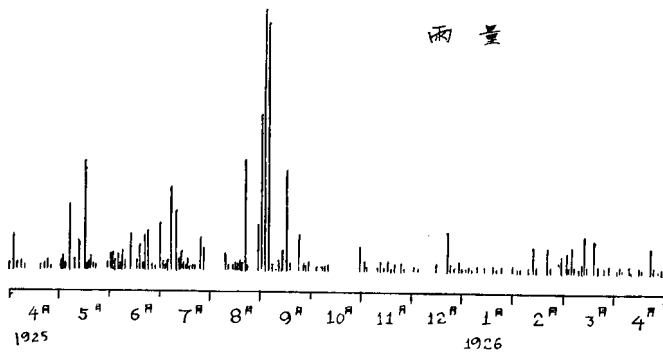
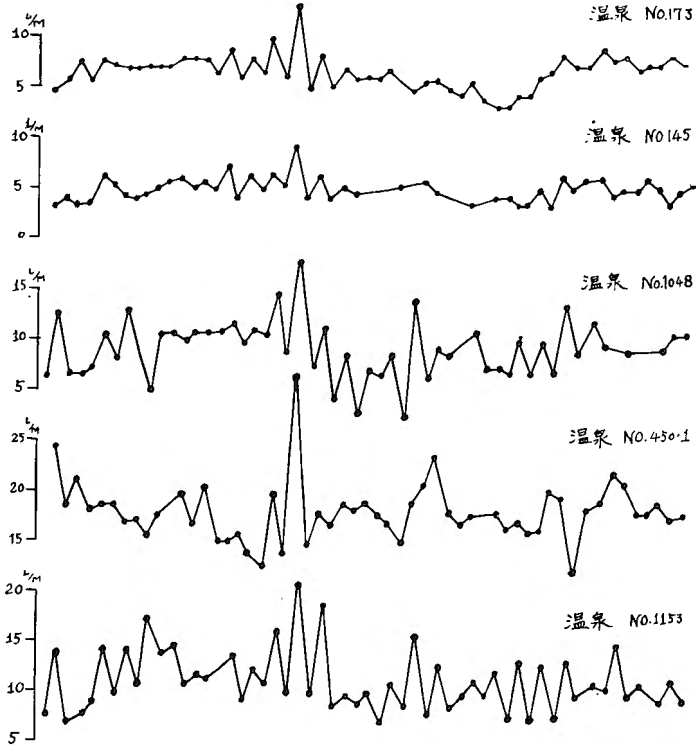


別府市街温泉の湧出量に及ぼす降雨影響度分布

最も降雨影響が大で西南邊は之に次いでゐる。これは降雨が如何様な機構によつて湧出量に作用してゐるかを暗示するものであらう。即ち降雨が温泉に混入したりして一様に影響せず、むしろ潮汐と反對に温泉源乃至之に次ぐところから作用してゐるが如く見える。

次に、大抵の温泉では第1圖で見られる如く雨の影響は降雨後漸次に減衰するのを通例

第3圖 降雨影響の特異例



別府市街温泉の湧出量に及ぼす降雨影響度分布

としてゐる。しかるに少数ではあるが第3圖に示した様なものもあつて九月の異常降雨に直後のみ湧出量の異常増加を示し乍ら、その餘效が急減して十月には殆んどその餘效を示さぬ特異の湧出口もある。これは恐らくその地點特有の地層構造によるのではあるまいか。例へば近くに地層に龜裂があり、それと湧出口下端と密接な關係にあれば、平素は温泉水が其の方にも洩れて居たのが、降雨の滲透によつて地層の龜裂から上昇する温泉水の漏洩を制動することになり、その爲湧出口湧出量は異常増加するが、間もなく上層の降雨が流去すれば元狀に復する爲に湧出量ももとに復するといふことも考へられる。これに屬する湧出口は No. 450ノ1, No. 1153, No. 776, No. 173, No. 145, No. 1048などで、殆んど何れも別府の地質構造線と呼ばれる上に近く位するを見ても首肯できるのである。

上述の事から降雨は湧出量に増加を來たす有力な作用と考へられるが、第1表の内には  $cr$  が負符號で與へられてゐるものがある。これは降雨の爲湧出量が減少したとは考へ難い。これは降雨の影響がなく、たとひあつても小さくて自然老衰量その他の原因による減少よりもなほ小さいと考へるのが適當であらう。

第2表 日觀測による  $cr$

湧出口番號	$cr$	海岸ヨリ ノ距離
No. 686ノ1 松本勝太郎氏	$6.88 \text{ min}^{-1}$	720
No. 689 松山與兵衛氏	3.94	750
No. 695 平山茂八郎氏宅	3.20	714

第2表に示したものの内前二者は日觀測による記録より求めた  $cr$  でその値が大きき出でゐるのは兩者の計算方法(週觀測と日觀測の月平均)の差異であらう。No. 695は降雨 $R$ による實測の水位差  $\Delta h$  と別に求めた<sup>(5)</sup>  $c$  より得た  $cr$  の値でかなりの一致を見るものである。

終りに、絶えず御指導と激勵を賜ふ恩師野滿博士に深く感謝の意を表する。

(5) 近く本誌上にて發表される「別府温泉の湧出量と水頭との相關、其一 層狀泉」参照