

河川の水位が温泉に及ぼす影響について

岡山大学温泉研究所 化学部

梅 本 春 次

緒 言

現在迄河川の水位、潮汐の干満等が温泉に色々な影響を与える事が知られているが、^{1) 2)} その影響は温泉地によつて異つたり、又その他の原因によつて異つたりする様である。鳥取県三朝温泉に於ても源泉の位する地理的な位置によつて河川その他の水系から受ける影響は一様ではない様である。³⁾ 『田中の湯』について昭和28年(1953)6月から昭和29年(1954)1月にわたる間、泉温と湧出量を連続的に測定した。『田中の湯』は三朝温泉中西端部に位し、三朝川の北側にしかも3m巾の道路をへだてて湧出し、湧出口の凡そ3m南側即ち道路のすぐ傍に巾1mの小川が流れていて、周囲は田圃である。この小川は灌漑用水を流す用水路に当たっているので、その水位は田圃の水量と密接な関係がある。したがつて泉温、湧出量を測定すると共に三朝川の水位並びに小川の水位をも併せ測定した。この間8月1日『田中の湯』の西側(下流)

20mのところ三朝川の堰堤建設の工事が始まり、測定の終期に於ては完成した。唯工事のため堰堤の15m上流の流路に一時的な土堤が残つたのみである。

測定方法並びに結果

泉温は留点寒暖計により、湧出量は貯水槽より流出する温泉水の水量を測定し、しかも6回の測定値の平均値を求めた。尙お貯水槽は実験に都合の良い様に湧出口は水面より上に在り、流出水は竹管より出る様に作った。(Fig. 1)

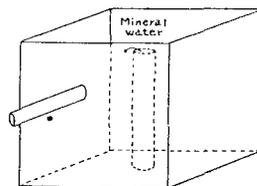


Fig. 1

水位は何れも或位置より水面迄の垂直距離を物指で測つた。

測定結果は Table 1 に示す通りである。尙

Table 1.

	Amount of flow l/min.	Water temperature °C	Water level of the River cm.	Water level of the stream cm.
23/VI p. m. 4. 45	2. 99	57. 8	-5. 5	-19. 0
29 " 5. 05	2. 91	57. 9	-3. 4	-23. 9
6/VII a. m. 11. 00	3. 44	58. 3	50. 0	-33. 9
9 " 11. 18	3. 13	58. 0	1. 0	-26. 0
14 p. m. 4. 40	2. 94	57. 8	-11. 4	-20. 5
22 " 3. 40	3. 17	58. 0	15. 0	-16. 0
30 " 5. 30	2. 84	57. 8	-15. 4	-21. 6
8/VIII a. m. 11. 30	2. 92	58. 0	-9. 2	-25. 4

13	〃	10.15	2.64	57.6	-16.2	-21.0
21	p.m.	4.35	2.71	57.6	-18.0	-21.0
29	〃	2.45	2.88	57.8	-9.8	-22.0
3/IX	a.m.	10.15	2.76	57.7	-11.6	-21.8
10	p.m.	3.15	2.62	57.4	-15.7	-24.2
19	a.m.	12.06	2.81	57.7	-7.5	-26.4
26	〃	10.00	3.30	58.2	40.0	-31.0
29	〃	10.15	2.90	57.8	-7.5	-30.0
3/X	〃	10.55	2.64	57.6	-10.8	-32.2
10	〃	11.45	2.43	57.4	-12.0	-32.3
15	〃	10.07	2.35	57.2	-9.4	-30.0
21	〃	9.48	2.30	57.1	-10.2	-32.4
4/XI	p.m.	4.00	2.42	57.3	-10.0	-31.7
12	a.m.	11.25	2.76	57.6	6.5	-28.8
21	〃	12.30	2.82	57.7	-1.2	-30.2
28	〃	11.44	2.60	57.5	-5.7	-31.8
5/XII	〃	12.28	2.80	57.6	0.5	-30.0
12	〃	12.45	2.63	57.4	-11.7	-29.2
18	〃	10.18	2.51	57.3	-10.7	-30.3
25	p.m.	3.11	2.67	57.5	-10.0	-31.8
11/I	〃	5.10	2.85	57.6	1.8	-32.0
14	a.m.	10.35	2.90	57.6	-2.0	-32.0
20	p.m.	5.10	2.89	57.6	-1.1	-32.0

お12月28日堰堤の南半分が完成し、水はその堰堤を通つて流れる様にしたため、〃田中の湯〃に近い三朝川の水位は一般に上昇した。

考 察

先づ泉温と湧出量の関係
をみるに、Fig.2 に示した
如くで、相関係数を求める
と $r=0.952$ となり、⁴⁾ $t=16$ 。
 $755 > t_{20} \begin{cases} (0.05) = 2.045 \\ (0.01) = 2.757 \end{cases}$ で
相関係数は有意である。し
たがつて泉温と湧出量の間
には可成り大きい正の相関
関係を考へても差支えない
と考えられる。(泉温の湧
出量への回帰の直線性は否

定されない。Table 2 参照)

次に Table 3 にしたがつて、三朝川の水位
と小川の水位に関して湧出量に變動を与える
かどうかを調べたところ、Table 4 に見られ

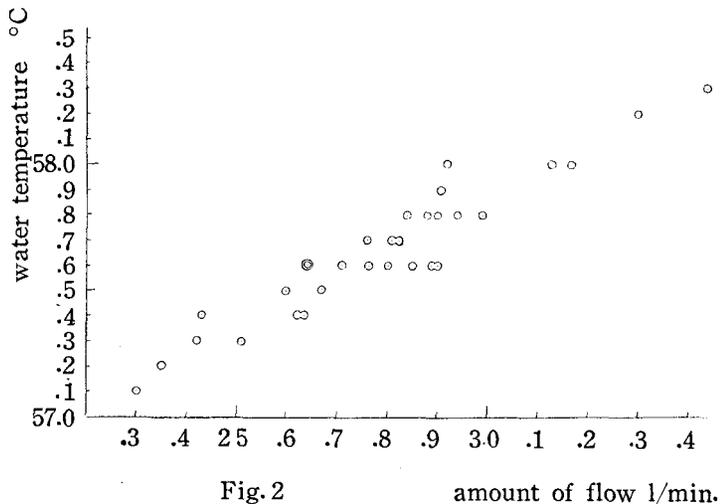


Fig.2

amount of flow l/min.

Table 2.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square
By linear regression	1	2.06	
From linear regression	10	0.06	0.0060
Between means of amount of flow	11	2.12	
Water temperatures within same means of amount of flow	19	0.16	0.0084
Total	30	2.28	

$$F = \frac{0.0060}{0.0084} < 1$$

Table 3.

Water level of the River	Water level of the stream						Total of means
	-16.0	-25.0	-25.1	-30.5	-30.6		
	Number	Amount of flow	Number	Amount of flow	Number	Amount of flow	
0.0		3.17		3.13 2.76 2.80		3.44 3.30 2.85	
	1	3.17	3	2.90	3	3.20	9.27
-0.1 — -0.75		2.99 2.91		2.81 2.90 2.82		2.60 2.90 2.89	
	2	2.95	3	2.84	3	2.80	8.59
-0.76 — -11.0		2.88		2.92 2.35 2.51		2.64 2.30 2.42 2.67	
	1	2.88	3	2.59	4	2.51	7.98
-11.1		2.94 2.84 2.64 2.71 2.76 2.62		2.63		2.43	
	6	2.75	1	2.63	1	2.43	7.81

Table 4.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square
Between means of water level of the River	3	0.4390	0.1463**
Between means of water level of the stream	2	0.1067	0.0534
Interactions	6	0.0880	0.0147
Experimental error	19		0.01781

$$F = \frac{0.1463}{0.01781} = 8.21 > F_{19}^3 \begin{cases} (0.05) = 3.13 \\ (0.01) = 5.01 \end{cases}$$

$$F = \frac{0.0534}{0.01781} = 2.99 < F_{19}^2 \begin{cases} (0.05) = 3.52 \\ (0.01) = 5.93 \end{cases}$$

$$F = \frac{0.0147}{0.01781} < 1$$

る様に三朝川の水位によつて湧出量は変動を受けるが、小川の水位は湧出量に大きな影響を与えないだろうとゆう事がわかつた。⁴⁾ そこで三朝川の水位と湧出量との相関関係を調べたところ、

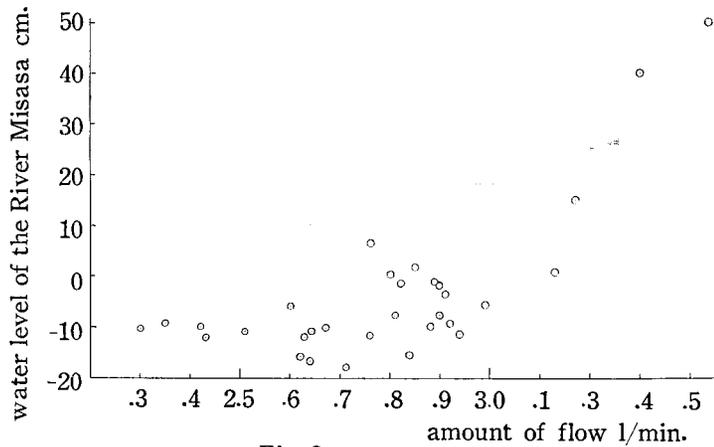


Fig. 3

Fig. 3 の如くであつて、

相関係数 $r = 0.731^{(4)}$ $t = 5.768 > t_{29} \begin{cases} (0.05) = 2.045 \\ (0.01) = 2.757 \end{cases}$ となり、正の相関関係を考へても差支えないと考へられる。(湧出量の三朝川の水位への回帰の直線性は否定されない。Table. 5 参照)

ところが前述の様に泉温と湧出量との間に可成り大きい正の相関関係を考へても良いので、泉温に関しても三朝川の水位とは正の相関関係を考へても良く、又小川の水位によつ

Table 5.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square
By linear regression	1	1.0816	
From linear regression	16	0.2221	0.0139
Between means of water level	17	1.3037	
Amount of flow within same means of water level	13	0.7193	0.0553
Total	30	2.0230	

$$F = \frac{0.0139}{0.0553} < 1$$

では泉温も大きく左右されないだろうと見て差支えないと思う。

Table 1 を見ると一般に季節毎に泉温・湧出量に関して幾分かの差異も考えられるので、8月29日迄を夏季、11月12日迄を秋季、それ以後を冬季として、その平均値の差異の有無をしらべたところ、湧出量・泉温共に Table 6, 7 に示す如く、同一値を示すとは考

の平均値を与え、秋冬季はほぼ同一の平均値を与えるだろうとゆう風に考えられる。これと前述の湧出量・泉温の相関関係と考えあわせると、湧出量・泉温共に夏季は秋冬季より大きな値を示し、秋冬期は大體同じ値を示すと考えて良い。

尚ほ以上の結果では三朝川の水位と湧出量又は泉温との相関による影響は除外されて考

Table 6.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square
Total	30	2.0230	
Between season means	2	0.5021	0.2605*
Between amounts of flow of same season	28	1.5020	0.0536

$$F = \frac{0.2605}{0.0536} = 4.860 > F_{28}^2 \begin{cases} (0.05) = 3.34 \\ (0.01) = 5.45 \end{cases}$$

Table 7.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square
Total	30	2.28	
Between season means	2	0.79	0.395**
Between water temperature of same season	28	1.49	0.0532

$$F = \frac{0.395}{0.0532} = 7.42 > F_{28}^2 \begin{cases} (0.05) = 3.34 \\ (0.01) = 5.45 \end{cases}$$

えられない。ところが湧出量に関して夏季・秋季・冬季の平均値の信頼限界 (5%) を求めると、 $2.818 \leq m \leq 3.104$, $2.520 \leq m \leq 2.806$, $2.584 \leq m \leq 2.898$ となり、一応夏季と秋季は別の平均値を与えると考えられるが、冬季は更に別の平均値を与えるか又は夏、秋季の平均値の何れかと同一値を与えるかどうかは不明である。一方泉温についても同様に夏季・秋季・冬季の平均値の信頼限界 (5%) を求めると、 $57.73 \leq m \leq 58.01$, $57.41 \leq m \leq 57.69$, $57.37 \leq m \leq 57.69$ となり、夏季は別

えられていないので、三朝川の水位と湧出量に関し、季節にわけて又三朝川の水位と泉温に関し、季節にわけて共分散分析を行つた結果、Table 8, 9 の如くとなり、水位の影響を除外して考えても尚お季節による差が考えられる。Table 4 によれば、小川の水位は変動の要因としては有意ではないが、有意水準に近い事、一般に小川の水位は夏季にあつては大きい値を示す事、又三朝温泉の他の源泉にあつては田圃の水量が大きい影響を与える例のある事³⁾ 等から考えあわせて、季節の差異

Table 8.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares and products			Errors of estimate		
		S_x^2	S_{xy}	S_y^2	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square
Total	30	6,593.65	84.352	2.0230	0.9440	29	
Seasons	2	37.76	6.275	0.5210			
Within season (error)	28	6,555.89	78.077	1.5020	0.5721	27	0.02199
For test of significance of adjusted means					0.3719	2	0.18595**

$$F = \frac{0.18595}{0.02199} = 8.46 > F_{27}^2 \begin{cases} (0.05) = 3.35 \\ (0.01) = 5.49 \end{cases}$$

Table 9.

Source of variation	Degrees of freedom	Sums of squares and products			Errors of estimate		
		S_x^2	S_{xy}	S_y^2	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square
Total	30	6,593.65	79.75	2.28	1.32	29	
Seasons	2	37.76	5.45	0.79			
Within season (error)	28	6,555.89	74.30	1.49	0.65	27	0.0241
For test of significance of adjusted means					0.67	2	0.335**

$$F = \frac{0.335}{0.0241} = 13.90 > F_{27}^2 \begin{cases} (0.05) = 3.35 \\ (0.01) = 5.49 \end{cases}$$

を与える要因として小川の水位（田圃の水量）を考えて良いと思える。気温も要因として考えられるが、少くとも直接影響する要因としては、湧出量を増大せしめるとは考えられないので、泉温に対しては幾らかの働きがあるとしても、湧出量と泉温との相関とゆう事を考えあわせるとこの現象を説明するには不都合である。

こゝで注意しなければならない事は降雨量も湧出量・泉温に対して重要な要因となり得ると考えられるが、特殊な場合を除いては降雨量と三朝川の水位はほぼ平行しているとみて良い。特殊な場合とは田圃に稻を植えつけ

るために上流で灌漑用水を取る時と、雪解けの時期である。測定の初期が前者に属すわけであるが、一応かゝる特殊な時期も一緒にして（棄却しないで）以上の様な結論が得られたので、〃田中の湯〃に関する限り三朝川の水位が最も重要な要因と考えて良いと思う。

結 語

三朝温泉〃田中の湯〃に関して湧出量・泉温を連続的に測定した結果、傍を流れる小川の水位（田圃の水量と密接な関係にある）は之等に大きい影響は与えず、三朝川の水位によつて変動を受ける事がわかつた。即ち三朝川の水位の上昇、下降と共に湧出量・泉温は

共に増大, 上昇又は減少, 下降する事を認め
た. 又湧出量・泉温は三朝川の水位の影響を
除外して考えても夏季は秋・冬季よりは大き
い値を示すと考えられる. これは小川の水位
(田圃の水量) によるものと思える.

尙お測定 of 末期に堰堤が完成し, 三朝川の
水位が上昇したけれども今後の測定によらな

ければ堰堤のための水位上昇による影響は結
論出来ない. 尙お二, 三の化学成分について
は別に報告する予定である.

本研究に関し, 実験用の貯水槽設置に快諾を興
えられた所有主松原とくの氏, 種々御便宜を興え
て頂いた三朝町当局に深甚の謝意を表すると共に,
研究費の一部は文部省科学研究費に仰いだ事を附
記し感謝の意を表す.

文 献

- 1) K. Kuroda, Bull. Chem. Soc. Japan, **15**, 156 (1940).
- 2) 野満隆治, 瀬野錦蔵, 中目広安, 地球物理, **2**, 1 (1938).
K. Kuroda, Bull. Chem. Soc. Japan, **17**, 381 (1942), 435 (1942).
- 3) 梅本春次, 日化, **73**, 756 (1952).
- 4) G. W. Snedecor, Statistical Methods (1940).

EFFECT OF WATER LEVEL OF RIVER ON MINERAL SPRING

by Shunji UMEMOTO

(DIVISION OF CHEMISTRY, BALNEOLOGICAL LABORATORY,
OKAYAMA UNIVERSITY)

From June 1953 to January 1954, the water temperature and amount of flow of a spring called "Tanaka-no-Yu", Misasa Hot Springs, Tottori Prefecture, were observed continuously. It issues 10 metres north of the riverside of the River Misasa and a stream runs 3 metres south of it. The water level of the River and the stream were also observed. The water level of the stream have close connection with the water volume of rice-field which surround that spring, because it is a watercourse of irrigation to rice-field.

It was found that when the amount of flow increased, the water temperature rose, namely there was a positive correlation between them, and the correlation coefficient was 0.952 (highly significant). The analysis of variance showed that the amount of flow would be affected by the water level of the River but would not be severely affected by that of the stream. The correlation between the amount of flow and the water level of the River was also positive and the correlation coefficient was 0.731 (highly significant). As a result of the analysis of variance, the computation of confidence limit and the analysis of covariance, in summer the averages of the amount of flow and the water temperature would be higher than those in autumn and winter. This difference was seemed to be induced by the water level of the stream.

The end of the observation, a dam had been constructed 20 metres down (west) the River and she rised, but the effect of it must be observed after this.