

本邦間歇泉の化學的研究(其四)¹⁾

新潟縣松之山温泉の研究

野口喜三雄

間歇泉は一般に高温度であつて主として水蒸氣の壓力で熱湯を週期的に吹上げる温泉であるが、自然界には水蒸氣以外の瓦斯の壓力で温湯を週期的に吹上げる温泉がある。

間歇泉と言ふ字を廣義に用ひる場合には之等も間歇泉と呼ぶことが出来る。今日メタン瓦斯の壓力で間歇的に湯を吹上げる温泉としては新潟縣松之山温泉、北海道豊富温泉、山形縣最上温泉等がある。之等メタン瓦斯に依る間歇泉を水蒸氣に依る間歇泉と比較して研究することは甚だ興味あるを以て之を今回調査した次第である。

新潟縣松之山温泉は相當古い温泉であるが、昭和13年新に掘鑿井(深さ500尺)が出来、82°の湯が湧出した。然るに此温泉は掘鑿當時メタン瓦斯の壓力にて約5日に1回湯を吹上げた由である。噴出休止繼續時間は1分20秒で、吹上げる高さは現在蔽ひがあつて明でないが、掘鑿當時30尺であつた由である、筆者の測定では噴騰時の水温は82°Cであつて、之を休止時に比較するも温度上昇は認められなかつた。尤も休止時と雖も湯が絶えず湧出して居た。湯と共に噴出する瓦斯は和泉屋旅館に於て煮炊に利用されて居る。

松之山舊温泉から數町離れた地點に昭和12年に掘鑿した新温泉がある、之は鏡の湯又はホテルの湯と呼ばれるもので、掘鑿の深さ1350尺(鐵管900尺挿入)、噴孔の直径5吋、水温は湧出口に於て84°を示し、メタン瓦斯の壓力で週期的に湯を吹上げて居る。

昭和14年11月著者が調査した際には湧出口を蔽つてあつたので噴出状況を目撃することが不可能であつたが、週期的に湯を吹上げる音が聞えた。昭和16年4月再び調査した際には湧出口の構造も既に相當變更されて居たので充分觀測することが出来た。ここに其觀測結果を記載することとする。

I 週 期

昭和16年4月12日及6月5日噴騰の週期を測定した。其結果を第1表並に第2表に示した。

昭和16年4月12日の測定に於ては噴出繼續時間、* 休止繼續時間、週期等ほぼ一定であつ

第1表 昭和16年4月12日測定

	噴出繼續 時 間	休止繼續 時 間	週 期		噴出繼續 時 間	休止繼續 時 間	週 期
第一回	5時間7分	30分	5時間37分	第五回	2時間27分	30分	2時間57分
第二回	2時間13分	23分	2時間36分	第六回	2時間12分	30分	2時間42分
第三回	2時間29分	35分	2時間64分	第七回	2時間17分	38分	2時間55分
第四回	2時間12分	43分	2時間55分				

第2表 昭和16年6月5日測定

	噴出繼續 時 間	休止繼續 時 間	週 期		噴出繼續 時 間	休止繼續 時 間	週 期
第一回	8時間54分	37分	9時間31分	第四回	2時間2分	51分	2時間53分
第二回	2時間44分	24分	2時間68分	第五回	18時間10分	55分	18時間65分
第三回	2時間10分	57分	2時間67分				

たが、稀には第一回測定値の如く噴出が長時間繼續されることもあつた。第一回測定値を除外して平均すれば噴出繼續時間2時間22分、休止繼續時間33分、週期2時間52分である。昭和16年6月5日の測定に於ても通常は第一回、第二回、第三回測定値が示す如き値であるが、稀には第一回、第五回の實測値が示す如く噴出が長期間繼續された。

II 温度の垂直分布

噴孔中の温度の垂直分布を昭和16年6月7日並に8月22日の二回測定した。其結果は第3、4表に示す通りである。昭和16年6月7日の測定に於ては深さ1m33cmに於て85°Cを

第3表 噴孔中の温度 昭和16年6月7日測定

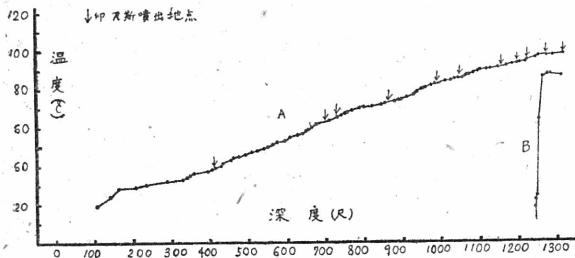
番號	測定時刻	深 度 (地表面下)	温 度	番號	測定時刻	深 度 (地表面下)	温 度
1)	午前8時6分	1m33cm	85.2°C	8)	午前9時15分	36m33cm	82.6°C
2)	" 16分	6m33cm	85.4	9)	" 26分	41m33cm	82.3
3)	" 23分	11m33cm	85.7	10)	" 36分	46m33cm	81.9
4)	" 30分	16m33cm	85.3	11)	" 48分	51m33cm	81.0
5)	" 43分	21m33cm	82.0	12)	" 59分	56m33cm	80.5
6)	" 54分	26m33cm	83.0	13)	10時9分	1m33cm	75.5
7)	9時5分	31m33cm	82.2				

第4表 噴孔中の温度 昭和16年8月22日

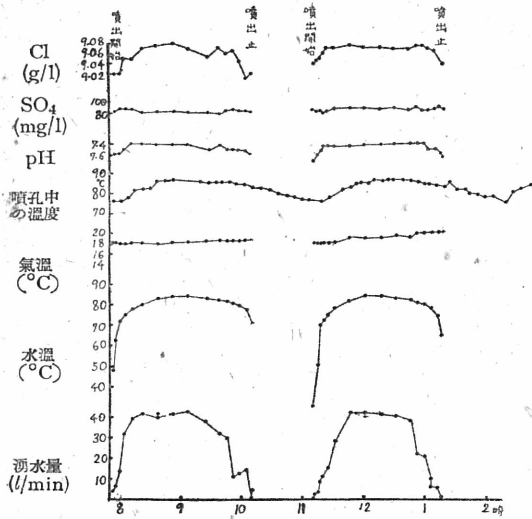
番號	深 度 (地表面下)	温 度	番號	深 度 (地表面下)	温 度
1)	1m58cm	67.2°C	5)	36m58cm	69.2°C
2)	6m58cm	67.5	6)	46m58cm	68.8
3)	16m58cm	67.7	7)	56m58cm	71.2
4)	26m58cm	68.0			

示し、深部はかへつて温度が降下して居るが、之は温度測定を開始した午前8時6分には噴騰が尙繼續されて居たのであるが、8時43分頃噴騰が休止した爲、その後測つた噴孔中の温度は何れも降下を示して居る。従つて温度測定を終つた10時9分再び表部深さ1m 33cmに於て温度を測定したるに75.5°Cを示した。之を前回の85.2°Cと比較すれば著しい温度降下であることが認められる。昭和16年8月22日の測定に於ては休止繼續中に測定したもので表部は67°、深部は71°を示した。この場合は明に深部の方が温度が高い。尙此際測定

第1圖



第2圖



水量等を測定した。その結果は第5、6表に示す通りである。又之を圖示すれば第2圖となる。尙観測は表の如く二回行つたが結果は良く一致して居る。即ち噴出始めに於ては湧水量は僅に4l/min、水温は48°、pHは7.6、Cl含量は9.02g/lであるが、之が噴出を繼續するに従つて湧水量は著しく増大し遂に41.6l/minに達し、温度は上昇して84°Cに達し、

に要した時間は1時間であつたが、この時間中に同一深さに於ては温度變化を認めなかつた。又掘鑿當時測定した記録に依れば噴孔中の温度は第1圖のA曲線に示す通りであつて深さ1325尺に於て98°Cを示した。尙又掘鑿が1245尺附近まで進んだ時掘鑿井の口より水が溢出し始めた結果、湧出口に於ける水温はB曲線に示す如く18°Cより急激に上昇し1271尺に於て86°となつた。

III 水温、湧水量、化學組成等の變化

水温、湧水量、化學組成等の變化を検する爲に昭和16年6月6日噴出する湯を時間の経過に従つて噴出始めより噴出止むまで刻々採水し、同時に水温、湧

第5表 松之山温泉の化学組成の變化 (第一回測定)

昭和16年6月6日午前7時52分噴出開始

測定時刻	水温(°C)	気温(°C)	pH	Cl (g/l)	SO ₄ (mg/l)	湧水量(l/min)
1) 午前7時53分	48.0	18.5	7.6	—	—	4.0
2) " 56分	62.0	18.5	7.6	9.02	86	6.6
3) 8時0分	72.0	18.2	7.6	9.02	88	13.6
4) " 4分	75.0	18.2	7.5	9.05	89	32.1
5) " 12分	78.0	18.5	7.4	9.05	90	39.3
6) " 22分	80.5	18.5	7.4	9.07	82	41.6
7) " 37分	83.5	18.2	7.4	9.07 ₅	84	41.6
8) " 52分	84.2	18.5	7.4	9.08	86	41.6
9) 9時7分	84.0	18.5	7.4	9.07	85	42.8
10) " 24分	83.0	19.0	7.5	9.05 ₅	80	38.1
11) " 38分	82.5	19.0	7.4	9.07	80	32.1
12) " 45分	82.0	19.0	7.5	9.06	87	29.7
13) " 52分	81.0	18.9	7.5	9.06 ₅	90	11.4
14) " 58分	79.5	19.0	7.5	9.04 ₅	86	12.6
15) 10時5分	78.0	19.0	7.5	9.01 ₅	88	14.3
16) " 10分	71.0	18.9	7.6	9.02	86	4.8

午前10時13分 噴出止む

第6表 松之山温泉の化学組成の變化 (第二回測定)

昭和16年6月6日午前11時10分噴出開始

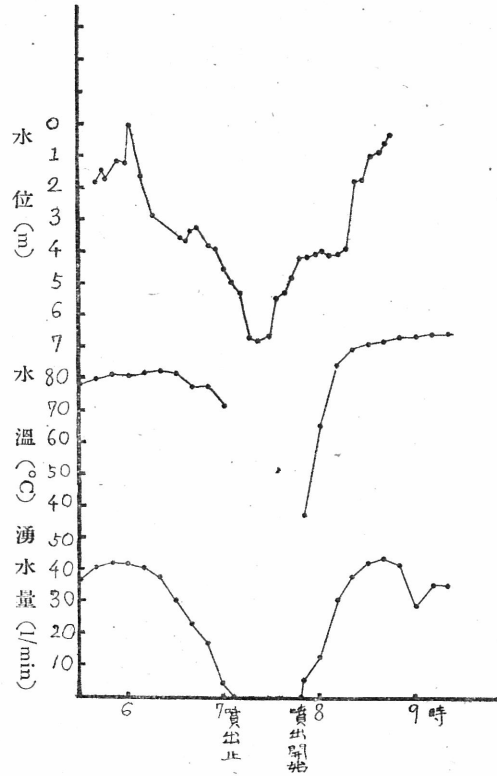
測定時刻	水温(°C)	気温(°C)	pH	Cl (g/l)	SO ₄ (mg/l)	湧水量(l/min)
1) 午前11時12分	31.0	18.2	7.7	9.04	89	2.0
2) " 15分	50.0	18.3	7.6	9.04 ₅	88	3.3
3) " 18分	70.0	18.5	7.5	9.05	90	8.8
4) " 21分	72.5	18.5	7.4	9.06	82	10.9
5) " 25分	75.0	18.5	7.4	9.07	85	15.0
6) " 32分	79.0	18.6	7.4	9.07	90	28.6
7) " 47分	82.0	19.2	7.4	9.07 ₅	89	42.8
8) 午後0時2分	84.0	19.2	7.4	9.07	91	42.8
9) " 18分	84.0	19.2	7.4	9.07	89	41.6
10) " 32分	83.0	19.5	7.4	9.06 ₅	89	40.1
11) " 46分	82.5	19.9	7.4	9.06 ₅	87	38.9
12) " 53分	81.0	20.0	7.4	9.07	90	20.2
13) " 59分	80.0	20.0	7.4	9.07	85	21.4
14) 1時6分	79.0	20.1	7.5	9.06 ₅	85	9.7
15) " 12分	74.0	20.2	7.5	9.06	88	5.5
16) " 16分	65.0	20.2	7.6	9.03 ₅	90	1.1
" 20分	—	—	7.7	9.04	87	—

午後1時20分 噴出止む

宮城県鬼首村宮澤間歇泉	92.
北海道鹿部間歇泉	3.2
新潟縣瀨波温泉(吹上温泉)	1.4
静岡県伊豆、峰温泉(吹上温泉)	1.0
新潟縣松之山温泉(メタン瓦斯に依る間歇泉)	0.5

第 5 圖

で行つたので湧水量が減少する。しく気温の影響を受けて温度が低下するのも一原因である。然しB點に於て測定した噴孔中に於ける温度變化に於ても(地表面下2m 25cmにて測定)先の水溫變化ほど著しくはないがやはり第2圖に示す如く噴騰が休止すれば温度が低下し、噴騰盛んになるに従つて温度が上昇するのが明瞭に認められる、湧水量と水溫とが平行して變化することは第4圖に示す觀測に於ても全く同様である。



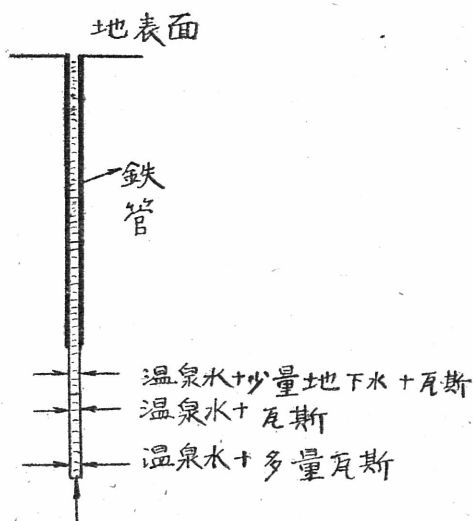
VI 水 位

噴孔中の水位は週期的に上昇或は下降を呈するが、その變化の狀況は第5圖に示す如くであつて水溫並に湧水量とほぼ平行して變化するのが認められる。水位の測定は噴孔へ挿入した鐵管の口を基點として水面の深さを測定したものである。噴騰が最も盛んになつた時は湯は鐵管の口より噴出し傍にある湯タンクへ流入する。水位の最低位置は地表面下約3mの地點にあつた。如何に休止繼續時間が長い場合でも水位は之より下へは降らなかつた。従つて地表面下3m下に水壓に基因する水位があつて、之より水位が上昇するのはメタン瓦斯の壓力に依るものと考へられる。

V 總 湧 水 量

湧水量は時刻に依つて著しく異なることは前述の通りであるが、噴出開始より噴出止むまで一回の噴騰にて湧出する總湧水量を測定する爲に噴湯を浴槽へ導き、その水量を測定した。噴出繼續時間は2時間0分であつたが、總水量は4435lであつて單位時間の湧出量

第 6 圖



は平均1分間37^lであつた。

VI 噴騰機構

この温泉はメタン瓦斯の壓力で週期的に噴出する温泉であるが、掘鑿當時の記録に依れば昭和10年12月掘鑿を開始し、掘鑿の進むに従つて瓦斯の噴出が盛んに起つた。瓦斯噴出の盛んであつた位置は第1圖に於て矢印で示した。

第1圖に依れば深部に進むに従つて温度が上昇し同時に瓦斯の噴出が盛んであつて、殊に掘終つた昭和12年5月6日に

は深さ1350尺にて大噴騰し地上40尺ほど吹上げた。

今回觀測した結果に依れば噴出の最初に出る水は温度低く、Cl含量稍小さいが、之は比較的淺所の水で温泉水が地下水で稍稀釋されて居るものと考へられる。噴騰が盛んになるに従つて深部の水も噴出し、その結果温度は上昇し、Cl含量増大するが、噴騰が末期に近づくに従つて深部の温泉水は減少し、淺所の水が湧出する爲に再び温度は低下し、Cl含量は減少するものと考へられる。噴孔深部の狀況は第6圖の如きものであらうと想像される。通常の間歇泉に於ては噴騰休止期間中熱水並に水蒸氣が蓄積する爲に鹽分含量増大するが、松之山温泉に於ては休止期間中メタン瓦斯が蓄積するのであるから液相の化學組成の變化は僅少であると考へられる。實際に松之山温泉のClの變化率を通常の間歇泉のClの變化率と比較すれば第6表に示す通り甚しく小さい値であつた。然し若し鐵管が挿入されない状態に於て觀測したならば、更に淺所に存在する地下水も週期的噴騰に參與して、恐らくもつと著しい化學組成の變化が現れるかも知れないが現在この點は不明である。

終りに臨み本研究に御指導を賜つた木村健二郎教授に厚く感謝の意を表すると共に研究費は服部報公會の御援助に依るもので同會に對しても深く感謝の意を表する次第である。

(東京帝國大學理學部無機化學教室)

註 1) 前報は下の如し、

野口、福島：日本化學會誌. 61 (1940), 677.

野口：日本化學會誌, 62 (1941), 723.

野口：温泉科學, 昭和16年, 第1卷, 第1號.

野口：日本化學會誌. 62 (1941), 718.

野口：地震. 昭和15年, 第12卷, p. 1.