【洞爺湖温泉源に及ぼした1977有珠山噴火の影響】

山口久之助*・堀津多三郎*・沼尾秀章*

The Influence of the Activity of the Usu Volcano in 1977 on the Toya Hot Springs, Hokkaido

Hisanosuke YAMAGUCHI, Tasaburo HORITSU and Hideaki NUMAO

Abstract

Variations in temperature, water level and chemical composition of the Toya hot springs due to the activity of the Usu double volcano in 1977 were investigated. Following results were obtained in 1978.

Temperatures of hot springs investigated increased gradually during a series of the phreatic explosions that followed on the initial explosions.

The water level of them rised more or less in the area kepted relatively high temperature.

By the variation of chemical composition in water, the hot springs in the Toya area can be divided into two groups; one is characterized by the increase in both chloride concentration and water temperature; the othes by the increase in bicarbonate content but the decrease in pH.

ま え が き

昭和新山の生誕以来30余年間鳴りをひそめていた有珠山は、1977年8月7日朝突如として大爆発を開始した。そしてその日から8日間にわたって大小併せ16回の爆発を繰返し、遠近各地に大量の降灰をもたらした。その後、翌年の春まではさしたる爆発もなく小康状態を続けたが、5月末頃から活発化の兆しをみせはじめ、7月15日に至って中小の激しい爆発を再開した。この春以降の爆発は前年夏のそれと様式が異り、マグマ水蒸気爆発と称されるものである。こうした水蒸気爆発は1978年10月5日を最後として終息したが、しかし地下のマグマの動きは停止に至らず、有珠火口原に台頭した新山

* 室蘭工業大学

は、崩れて変形した大有珠と肩を並べ、そして小有珠を見下すまでに成長するなど、地盤変動や地震は依然として続いている。この間、温泉街をはじめ周辺地域は、大量の降灰とその二次的泥流の来襲、あるいはまた地殻変動による建造物の破壊など、甚大な被害をうけた。こうした被害のうちには源泉井や、給湯パイプラインの破損も含まれ、一時は観光地洞爺湖温泉の再起が危まれるほどとなった。

今回の有珠山噴火については、北海道大学をはじめ多くの機関によって、火山学上あるいは防災工学上のさまざまな調査研究が行われているが、著者らは遅ればせながら1978年以降、噴火による温泉源への影響調査と併せ、湧出機構の解明を目的として研究に着手した。この報告は、1978年中にえられた結果をまとめたものである。

1. 洞爺湖温泉の概況

洞爺湖温泉は洞爺カルデラの南壁下に位置しており、隣接の壮瞥温泉と併せると、宿泊施設の収容人員ならびに利用者数において、また総湯量において、登別・定山溪・湯の川などと規模を競いあう、北海道屈指の温泉地である。

この温泉の発端は、1910年（明治43年）の有珠火山活動の所産として西丸山北麓の湖岸で湧出をみたもの、とされている。そして初期の頃は、湖岸近くに浴槽を設けて自然湧出状態で利用に供されていた。その後、温泉地の拡大にともない湖岸から離れてポンプ揚湯井が設けられるようになって、湖岸での自然湧出口はもとより、湖岸寄りの揚湯井においても次第に泉温低下をきたして廃井を余儀なくされ、それに代わる源泉をより高所で求めるという悪循環がしばらく続いた。こうした源泉の変遷については石川（1963）の報文に詳しい。

源泉井の変遷には多くのトラブルもあったが、その苦い経験を通じて源泉の共同管理方式の確立が促され、1959年競合による源泉の変遷に終止符がうたれたのである。図1に源泉位置の変遷のあらましを示す。

現在、洞爺湖温泉地域には利用源泉が15口あり、いずれもボーリング井である。ボーリング深度は地盤高の相違によって40～115 mとまちまちだが、ストレーナ管挿入位置は地下水面下10 m前後とほぼ一様である。ケーシング口径は150～200 mmで、水中モータポンプによって総量約13,000 ℓ／分が汲上げられている。泉温は図1に示すように山寄りの源泉で50℃前後、湖寄りの源泉で30℃前後となっている。

2. 洞爺湖温泉地域の水理地質

2.1 地 形

今回の火山活動の中心となった有珠山は、沖積世にはいつから洞爺カルデラの南縁に噴出した複式火山で、図2に示すように山頂部に直径約1.7 kmの火口をもつ。この火口内には、大有珠・小有珠の既成溶岩円頂丘と、今回の活動によって生じた新山ならびに爆裂火口などがある。一方、有珠火口をとりまく線から外側は外輪山と称され、溶岩流・火砕流・泥流などの流走面を配し裾野を広げている。この外輪山の中腹あるいは縁辺には、金比羅山・西丸山・四十三山・東丸山など、いくつもの潜在円頂丘が瘤状に突出して、山容に変化を与えている。これらの潜在円頂丘のうち、活動の様子を文

図一 洞爺湖温泉の源泉井位置と泉温分布

献にとどめているのは四十三山だけで、その他については時代が古く、活動に関する記録はない。

外輪山と潜在円頂丘の山脚から湖畔へかけては扇状地と崖錐が形成されている。洞爺湖温泉街は、金比羅山の東麓を流れる小有珠川とその支沢、西麓を流れる西山川などによって造られた複合扇状地に立地している。ただし、これらの川や沢は、平時は涸沢である。この扇状地面の平均勾配は約 4° であるが、汀線から先の湖底面は 30° 近い勾配で不連続的に急傾斜し、沖合い約150mに至って水深40mとなり、それから緩斜面に移っている。

2.2 基盤岩

洞爺湖温泉地域における有珠山の基盤岩は、太田（1956）によってノットコ溶岩と名づけられた、新第三紀鮮新世の火山岩類とみられる。本岩類は、虻田から温泉街へ通ずる国道沿いの山地や西山川左岸の山腹では、両輝石安山岩と火山碎屑岩の累重からなっている。そして、これと岩相上で同定可能なものが、金比羅山北東麓の5号源泉のボーリングで深度95～151m間に介在する。このボーリングは、図3に示すように深度240mまで行われた本地域最深のものであるが、87m以深では泉脈に当らず、結局それ以浅で採湯するように仕上げられた。

洞爺湖温泉地域では、その背後にあるはずのカルデラ壁は有珠山体でおおわれて見ることはできないが、隣接地域の地形と地質からは、図2に示した付近を通過しているかのように推察される。もちろん、実際には図のように単純な円弧ではなく、そこに有珠山の出現を許した構造弱線の発達が考え

図-2 有珠山の地質

- 1: 崖錐及び扇状地堆積物 2: 火口原堆積物 3: 円頂丘溶岩 4: 潜在円頂丘
 5: 文政泥流 6: 外輪山溶岩 7: 洞爺軽石流堆積物 8: 新第三紀火山岩類
 9: 爆裂火口 10: カルデラ壁推定線
 a: 金比羅山 b: 西丸山 c: 四十三山 d: 東丸山 e: 昭和新山 f: 大有珠
 g: 小有珠 h: '77新山

られる。そしてまた、基盤岩の上限面がカルデラ壁の内側で急激に深まっていることはいうまでもない。

2. 3 温泉貯留層

洞爺湖温泉の熱源は、四十三山をはじめ西丸山や金比羅山などを形成させた潜在溶岩体とその放出ガスにあるとみられている。そして、主要な温泉貯留層は疑もなく外輪山溶岩である。本溶岩は、厚さ10m以内の玄武岩溶岩とスコリアとの累重からなる。全般に亀裂や節理が発達し、また気孔に富むものもみられる。外輪山溶岩全体の厚さは確認できないが、ボーリング結果や分布状態からは200m以内と推定される。

いま、数ある源泉井のうち、地質の記録があるもの、あるいはストレーナ位置の記録があるものを拾って、図1のX-X'及びY-Y'の断面を描くと図4のようになる。図において、各ボーリング孔の下部に記入した数字はストレーナ位置または孔底深度を示し、水位記号は1978年6月の実測位置を示す。また、図の下段に示した泉温は、6号源泉とB源泉については平均孔内温度であり、それ以外は揚湯温度である。なお、A源泉は現在廃井となっていて検温不能だが、1961年には81°C、1962年

図一 3 5号源泉井の地質と物理検層

には76°Cと記録されている（石川：1963）。このA源泉は、高温かつ低水面のためエアリフト揚湯井として仕上げられたが、スケールの付着が著しく、短命に終わった。

ところで、溶岩流が水域に突入した際、そこで自破碎をおこして、一部または大半がスラッグ状となるのはよく知られた現象である。それで、外輪山溶岩が盛んに迸出した当時の湖水面標高が現在のそれと大差なかったとすると、湖水準以下に伏在する外輪山溶岩は陸上のものよりも強く自破碎しているであろうし、かつまた、金比羅山・西丸山・四十三山などの潜在円頂丘の形成に際しては、外輪山溶岩と基盤岩とは、撓曲・圧碎・裂開などを激しくうけたであろう。こうした理由で、本地域の地下に伏在する外輪山溶岩は頗る多孔質でかつ、亀裂に富み、高い透水性を具えていることが推察される。そしてこのことは、ボーリングや揚湯試験によっても実証されている。

2. 4 扇状地堆積物

扇状地堆積物は、その機序からは土石流及び泥流堆積物であって、淘汰不良の火山砂礫が主体となっている。この堆積物の透水性は全般に高いが、その下位の外輪山溶岩よりは劣る。層厚は扇頂から扇端へと増し、扇端へ近づくと湖底堆積物も介入して、全体で40m前後に達すると考えられる。湖底堆積物は主に細砂で、シルトや礫を挟む。

2. 5 温泉の賦存機構

洞爺湖温泉の賦存機構については従来、多くの報告がなされている（鈴木ほか：1957、福富ほか：1957、石川：1963）。それらを要約すると、温泉の貯留形態は層状泉であって、湖水及び降水の浸透にもとづく地下水が地下深部において四十三山その他の潜在溶岩体とその放出ガスで加熱され、これが浮上して湖岸方向へ流れている、というのが定説となっている。そして、以降にのべる筆者らの調査・研究結果も、基本的にはこの定説を追認するものといえる。

3 1978水蒸気爆発による泉温・水位等の変動

3. 1 観測方法と観測値

本地域の源泉井のうちには、地殻変動で損傷をうけたとか、以前からの泉温低下で休止中とか、その他の理由で水中モータポンプを撤去しているものが数本ある。そこで著者らは、孔内計測が可能な6号源泉とB源泉を選び、水位・泉温・比電導度などの定期観測を1978年5月下旬から開始した。この観測中、偶然にも一連の水蒸気爆発が起ったのである。

上記の観測種目のうち、泉温は東邦電探ET-6型水温計により、比電導度は手製の3電極セルに

より、そして水位はサーキットテスターによった。表1～4に泉温と比電導度の観測データを摘約して掲げる。煩鎖なデータをあえて掲げたのは、温泉貯留層中における温水塊の挙動をみやすくするためにほかならない。たとえば、最高温部に着目すると、これは常に一定の深度と温度とを保っていない。井戸内だけでの対流現象は考えにくいことから、温水塊は温泉貯留層内をたえず浮動していること、おそらくは対流を生じていることがうかがわれる。

表-1 6号源泉の孔内水温度分布 (°C)

月日 深度 (m)	5.24	6.3	* 6.10	6.25	7.1	7.15	8.15	* 8.27	9.8	9.29	10.21	11.10
54	47.8	56.6	56.6	55.1	56.4	56.9	54.1	59.2	59.0	60.0	59.8	59.4
55	48.4	56.7	56.8	56.0	56.6	57.1	56.0	59.4	59.3	60.3	59.9	59.8
56	49.2	56.7	56.8	56.4	56.8	57.2	57.8	59.6	59.6	60.5	60.0	60.0
57	50.0	56.7	56.9	56.6	56.8	57.2	57.8	59.7	59.7	60.6	60.1	60.2
58	51.5	56.7	57.0	56.9	56.9	57.3	59.1	59.7	59.7	60.6	60.1	60.2
59	56.1	56.6	57.0	56.9	57.0	57.4	59.2	59.8	59.7	60.7	60.2	60.3
60	56.6	56.5	57.0	57.0	57.1	57.4	59.2	59.9	59.8	60.6	60.2	60.3
61	56.6	56.4	57.0	57.0	57.1	57.4	59.3	60.0	59.8	60.5	60.2	60.3
62	56.8	56.3	57.0	57.0	57.2	57.4	59.4	60.1	59.8	60.5	60.3	60.3
63	56.8	56.2	57.0	57.0	57.2	57.4	59.6	60.1	60.0	60.6	60.4	60.4
64	56.8	56.0	56.9	57.0	57.2	57.4	59.6	60.2	60.1	60.6	60.4	60.4
65	56.8	55.9	56.9	57.0	57.2	57.4	59.6	60.2	60.1	60.6	60.4	60.4
66	56.8	55.9	56.8	57.0	57.2	57.4	59.6	60.2	60.2	60.6	60.4	60.3
67	56.8	55.9	56.6	56.8	57.1	57.3	59.2	60.3	60.2	60.6	60.3	60.3
68	56.8	55.9	56.5	56.8	56.9	57.2	59.1	60.2	60.2	60.5	60.2	60.2
69	56.5	55.9	56.4	56.5	56.8	57.1	59.1	60.2	60.2	60.5	60.0	60.0
70	56.4	55.9	56.1	56.5	56.8	57.1	58.9	60.2	60.2	60.4	59.9	59.9

表-2 6号源泉の孔内水比電導度分布 ($\times 10^{-2}$ Ω/cm)

月日 深度 (m)	5.24	* 6.10	6.17	6.25	7.1	7.8	7.15	8.15	* 8.27	9.8	9.22	9.29
63	107	98	204	208	175	149	143	161	152	208	192	172
64	110	98	192	208	175	154	143	156	152	228	192	172
65	110	110	185	196	161	154	143	156	152	238	192	172
66	110	110	182	196	161	154	143	154	152	238	192	172
67	110	110	192	182	159	149	143	154	152	228	192	172
68	110	110	192	182	161	149	139	154	147	244	192	172
69	110	110	192	175	159	149	149	145	147	232	182	169
70	103	110	182	159	145	159	139	145	147	244	182	169

表-3 B 源泉の孔内水温度分布 (°C)

月日 深度 (m)	6.*16	8.15	8.*26	9.2	9.8	9.22	9.29	10.21	10.28	11.*10
48	48.8	48.5	48.0	49.1	50.2	50.5	50.8	50.9	51.5	52.6
49	49.2	49.0	49.5	49.3	50.4	51.1	<u>51.4</u>	51.6	<u>52.1</u>	<u>52.8</u>
50	49.2	49.3	<u>49.7</u>	<u>49.5</u>	<u>50.5</u>	<u>51.2</u>	<u>51.4</u>	<u>51.8</u>	<u>52.1</u>	<u>52.8</u>
51	49.2	<u>49.5</u>	<u>49.7</u>	<u>49.5</u>	<u>50.5</u>	<u>51.2</u>	51.3	<u>51.8</u>	<u>52.1</u>	52.7
52	49.3	<u>49.5</u>	<u>49.7</u>	<u>49.5</u>	<u>50.5</u>	51.1	51.1	51.7	52.0	52.5
53	<u>49.5</u>	<u>49.5</u>	49.5	49.3	50.4	50.8	51.0	51.5	51.8	52.2
54	49.4	<u>49.5</u>	49.5	49.2	50.4	50.6	50.6	51.0	51.4	51.6
55	49.4	<u>49.5</u>	49.1	49.0	50.1	50.1	50.1	59.5	50.8	51.0
56	49.2	49.0	48.5	48.2	49.1	49.5	49.3	49.3	49.6	50.0
57	48.8	48.5	47.2	47.4	48.2	48.5	43.2	48.9	48.5	49.0
58	47.8	48.0	45.9	46.5	47.2	47.7	47.5	47.5	47.5	47.9
59	47.0	47.0	45.6	45.8	46.5	46.7	46.6	46.7	46.8	47.2
60	47.0	47.2	45.6	45.6	46.5	46.7	46.6	46.7	46.8	47.2

表-4 B 源泉の孔内水比電導度分布 ($\times 10^{-2}$ Ω/cm)

月日 深度 (m)	6.*16	8.15	8.20	8.*20	9.2	9.8	9.22	9.29
53	220	120	150	147	222	189	147	152
54	175	120	141	143	250	185	167	152
55	167	120	141	137	250	179	161	152
56	182	118	141	137	250	185	161	143
57	175	115	133	128	250	188	145	143
58	164	112	133	125	244	145	143	132
59	161	109	130	125	200	147	143	122
60	164	104	130	125	200	147	143	122

3. 2 泉温及び比電導度の垂直分布

表1～4のうち、*印を付した月日の観測データをプロットすると、図5及び図6のようになる。

まず図5の6号源泉についてみると、上下間での温度較差は約1degと小さいが、水蒸気爆発後は全体に約3deg上昇している。また、比電導度が爆発後ストレーナ部分において温度上昇の影響を上回る変化を呈しているのは、溶存成分の濃度上昇を示唆している。

次に、図6のB源泉についてみると、上下間での温度較差が目立つ。とくに11月10日には6 degにもなっている。このように顕著な較差が生じたのは、温泉貯留層中での温泉水の対流が旺盛になったことを示唆している。また、比電導度が水蒸気爆発期のさなかにかえって低下したのは、後述の水位の変動と併せ考えると、湖岸深部方向からの地下水流入の促進にもとづくものと思われる。

なお図7は、1号源泉の浚渫工事の機会をとらえ、その前後において計測したデータを示したものであって、最高温部が水面下およそ16mと深い位置に出現しているのが注目される。

3.3 水位・泉温及び比電導度の経時変化

今回の噴火以来、洞爺湖温泉地域においても、上昇・沈下・横ずれなど複雑な地盤変動が続いている。そのため、源泉水位の経時変化をみるには、地盤高変動量を水位観測値から除去しなければならない。各源泉地点の変動量を正確にとらえることはむずかしいが、6号源泉については、その南西約180mに位置する4号源泉近傍に設けられた、北海道大学有珠火山観測所の水準測量点の日変動量を地盤高補正值として、水面標高を定めることとした。この水準点の日変動量は、水位観測期間中殆ど一定で、+1.55mmである。ただしB源泉については、火山観測所のデータによると地盤沈下帯に所在するらしいが、その変動量は僅少とみて地盤高補正を省略した。なお、6号及びB源泉の地盤標高は

図-4 X-X'及びY-Y'断面

図-5 6号源泉の泉温及び比電導度の垂直分布

図-6 B源泉の泉温及び比電導度の垂直分布

洞爺湖水面を基準面として実施した水準測量の結果から定めたもので、11月23日測量当日の湖水面標高は、北電洞爺発電所の観測値で83,333mである。洞爺湖の水面は、北電洞爺発電所の放水量と虻田発電所の取水量、それに湖水流域の降水量と蒸発散量とのあいだの水収支関係によって、変動しているが、長期的には図8に示すように83.0 ± 0.5 mと、およそ1 mの変動幅でバランスが保たれている。ただし、1978年夏以降で変動が小さい主因は、発電の停止にある。

さて、表1及び2における各観測日ごとの泉温及び比電導度の最高値と、表5の水面標高との経時変化をみると図9のようになる。この図において泉温は、7月中旬に始まった水蒸気爆発を契機としておよそ2か月間に57°Cから61°Cへと4 degも上昇したが、爆発活動の終息とともに上昇を停止している。次に水位は、爆発期の約1か月前から上昇をはじめ、爆発開始直前にピークに達し、爆発期にはいるとともに徐々に低下に移っている。そして爆発が終息してからも低下傾向は続いて、爆発期前よりもかえって低下している。一方、比電導度は、爆発開始の約半月前と、爆発最盛期頃に高まりをきたしている。なお、図の下段の爆発雲の高さは気象庁の観測報告を図化したもので、当然のことながら夜間や雨天のものは欠測となっている。

これでみるように、本格的な水蒸気爆発は1978年7月15日に始まり、8月から9月へかけて最盛をきわめ、そして10月5日を最後として終息した。この間、爆発回数は100回近い。

図10はB源泉の泉温その他の経時変化を示したものもある。この源泉では、頭初50°C弱であった泉温は、噴火活動も峠を越えた9月上旬になって上昇をはじめ、爆発活動が終息した後も上昇を持続して、11月上旬には52.8°Cとなっている。しかし、まへの6号源泉にくらべると、昇温・泉温ともに劣る。これは、昇温期の遅れとも関係があろう。一方、水位の変動はわずかであって、それも爆発活動や泉温変化とは殆ど対応せず、専ら湖水面の変動に追従しているかのようである。この間、源泉水面

図一7 1号源泉の泉温及び比電導度垂直分布

図一8 洞爺湖水位の経年変化

表一5 6号源泉とB源泉の水位 (m)

源泉 月日	6 号 *				B **	
	地盤変動量	更正地盤標高	水面深度	水面標高	水面深度	水面標高
5. 25	0.284	138.763	53.150	85.613		
28	0.277	.770	.256	.514		
6. 10	0.257	.790	.021	.769		
17	0.246	.801	52.883	.918	46.825	83.626
25	0.234	.813	.854	.959		
7. 1	0.225	.822	.847	.975		
8	0.214	.833	.823	86.010		
15	0.203	.944	.850	85.994		
8. 19	0.148	.899	53.050	.849	47.045	83.406
27	0.136	.911	.130	.781	46.950	.501
9. 8	0.118	.929	.215	.714	47.025	.420
22	0.096	.951	.340	.611	.010	.441
29	0.095	.962	.420	.542	.000	.451
10. 7	0.073	.974	.510	.464	.020	.431
21	0.051	.996	.590	.406	46.960	.491
28	0.040	139.007	.610	.379	.920	.531
11. 10	0.020	.027	.820	.207	.920	.531

* 11月28日地盤標高 139.047m

** 地盤標高130.451m

図一9 6号源泉の泉温・比電導度及び水位の経時変化

と湖水面との較差は約18cmにすぎない。参考として、図の最下段に有珠気象観測所の日降水量を示したが、これと湖水面の昇降とはほぼ対応している。

4. 泉質への影響

国内諸大学の地球化学研究者らは、噴火後いち早く研究グループを組織して、温泉・地下水・火山灰などの調査研究をすすめている（松尾ほか：1977）。また、北海道衛生部は行政上の立場から、有珠山噴火による源泉その他給湯施設の被害状況と対策、源泉々温・泉質などへの影響について、綿密な現地調査を行っている（北海道衛生部：1978）。そこで著者らは、この調査資料にもとづいて、噴火にともなう泉質の変化をうかがうことにする。表6は資料に掲載の泉質分析値の要約で、源泉番号は図と一致させて示す。

図—10 B源泉の泉温・比電導度及び水位の経時変化

表—6 泉 質 の 推 移 (道立衛生研究所分析)

利用源泉	泉 温 (°C)				PH			C l - (ppm)			S O ₄ ⁻ (ppm)			HCO ₃ ⁻ (ppm)		
	0	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2	44.5	45.6	44.9	48.0	7.4	7.4	7.2	550	330	546	580	398	443	241	247	232
3	48.4	48.5	48.9	50.2	7.4	7.4	6.4	205	204	220	406	393	303	344	338	799
4	42.7	43.4		49.0	7.4		6.5	218		220	371		317	303		775
5	42.6	43.3	43.0	44.5	7.4	7.4	7.0	169	191	184	315	344	237	289	337	354
6	49.5	51.4	51.9		7.3	7.4		684	759		659	672		234	208	
7	48.4	48.7	48.6	48.9	7.3	7.4	6.4	191	190	206	377	325	286	330	299	647
8	46.0	46.5	47.0	48.5	7.2	7.2	6.4	184	204	248	361	351	323	351	338	964
9	52.8	52.1	53.0	53.6	7.4	7.6	7.4	557	780	652	525	573	543	234	182	214
10	49.2	48.5	50.6	50.2	7.2	7.2	6.6	191	197	277	388	402	306	351	325	940
C	40.0	39.0	39.0	40.0	7.3	7.9	7.2	1185	1139	1312	422	442	428	255	234	250
D	44.0	43.8	45.2	48.0	7.3	7.6	7.0	311	443	553	370	454	470	275	253	311
E	43.0	41.8	43.0	47.0	7.5	7.4	7.2	191	190	192	344	363	337	337	317	568
F	42.0	43.2	43.0	46.0	7.3	7.4	7.2	176	170	184	329	351	328	316	305	568
G	26.0	26.0	30.9	34.0	7.6	7.8	7.4	92	134	156	152	230	277	275	305	299
H	25.5	25.5	24.0	26.0	7.5	7.8	7.4	106	91	114	186	161	175	344	318	354

O : 1977. 7. 31 I : 1977. 10. 3~8 II : 1978. 3. 8~11 III : 1978. 8. 2~5

表6において、まず泉温の動向をみると、1977噴火開始以降、どの源泉も何かがしか昇温している。そのうちでも初期の頃の昇温は、観光客の途絶で揚湯量が激減したためと思われるが、1978年春以降の昇温は明らかに噴火の影響とみられる。

次にPHは、どの源泉も1978年8月時点で低下しており、そしてこれらのうちにその顕著なものの存在が注目をひく。

化学成分のうち塩化物イオン (Cl^-) と炭酸水素イオン (HCO_3^-) については、1978年3月までは著しい増減はみられないが、8月時点で一斉に増加している。その増加傾向は、 Cl^- よりも HCO_3^- において著しい。ところが硫酸イオン (SO_4^{2-}) は、8月時点において大半の源泉で減少している。

こうしたPHならびに化学成分の濃度変化は、水蒸気爆発の開始と前後して、温泉水への炭酸ガスの供給が活発化した結果と考えられる。

図-11 温泉溶存陰イオンの組成変化

図-12 1978年8月における温泉溶存陰イオンの濃度分布

さて、表6の陰イオン3成分の当量百分比を三角座標にプロットすると図11のようになる。この図は、水蒸気爆発を契機に泉質型がはっきり2群に分かれたことを示している。そして図12は、水蒸気爆発後の1978年8月時点における各源泉の陰イオン3成分の当量濃度を夫々の源泉位置に示したもので、 Cl^- 卓越型の温泉水は西丸山・四十三山近傍に分布し、 HCO_3^- 卓越型の温泉水は小有珠川扇頂部近傍に分布していることがわかる。このような泉質型変動の出現は、すでに福富ら(1957)も指摘しているように、洞爺湖温泉の本源熱水系には少なくとも2系統が存在することを明確に示唆するもの

である。おそらく、系統のひとつは四十三山活動の遺産であり、いまひとつは金比羅山活動の遺産であって、両者ともに今回の噴火活動の直接あるいは間接的刺戟をうけ、温泉水の化学成分や温度に変化をもたらしたと考えられる。

あ と が き

洞爺湖温泉は、昭和51年温泉保護地域に指定されて、新規掘削や増掘は原則として認められていない。ところが今回の噴火によって利用源泉井のうち数本が使用不能となったため、特例によって代替掘削が認められ、地盤変動の鎮静化を待ちながらボーリング工事が次々と進められている。そして、これまで不詳だった温泉貯留層の実態が逐次解明されつつある。したがって、これらの代替ボーリングがすべて完了した暁は、温泉の湧出機構はいっそう詳かとなり、今後の温泉管理に大きく資することとなる。

この報文をまとめるに当り、北海道大学有珠火山観測所渡辺秀文氏からは地盤変動状況に関して種々ご教示をいただいた。また、北海道衛生部薬務課長友山唯之氏、北海道立衛生研究所生活科学部長井上勝弘氏、同鉱泉化学科長北山正治氏には、貴重な調査資料引用のご承認をたまわった。なおまた洞爺湖温泉利用協同組合専務理事森谷寛氏からは現地調査に多大の便宜をたまわった。ここに記して各位に深く感謝の意を捧げる。

参 考 文 献

- 石川俊夫(1963)：洞爺湖温泉の成生と変遷，物理探鉱，16—1
- 太田良平(1956)：1/5万地質図幅「虻田」地質調査所
- 鈴木醇・石川俊夫・鈴木淑夫・勝井義雄(1957)：洞爺湖温泉地質班調査報告，北海道温泉調査報告，Ⅵ
- 土居繁雄(1960)：洞爺湖温泉の泉温低下について，地下資源調査所報告，24
- 福富孝治・藤木忠美・須川明(1957：)洞爺湖温泉付近の1 m深地温調査，北海道温泉調査報告Ⅵ
- 北海道衛生部(1978)：有珠噴火に伴う洞爺湖・壮瞥地域温泉等調査結果(手記，未公表)
- 北海道電力㈱：洞爺湖水位月報
- 松尾禎士ほか14名(1977)：1977年有珠山噴火直後の地下水・温泉および火山灰の地球化学的研究 火山，Ⅱ，22—4
- 横山 泉・勝井義雄・大場与志男・江原幸雄(1973：)有珠山，北海道防災会議
- 横山 泉(1978)：1977有珠山噴火活動の予測に関連して，火山，Ⅱ，23—1

(受付：1979年12月1日，受理：1980年7月12日)