

## 上富良野町における温泉調査

広田 知保・横山 英二・和氣 徹・佐久間 勉

### まえがき

十勝岳の西側に位置する上富良野町管内には、現在利用されている旧噴泉源・カミホロ荘泉源・白銀荘泉源のほか、吹上温泉・ベンガラ温泉・翁温泉および川井温泉など、数多くの温泉湧出孔が存在している。

近年、カミホロ荘や白銀荘で利用している温泉の湧出量が非常に不安定になってきたので、上富良野町は新泉源開発の可能性について検討するための温泉調査を計画した。上富良野町の依頼を受けて、1977年7月16日から20日までの間に、筆者らが現地調査を実施した。

この報告は、今回実施した電気探査、地温調査および泉質分析のほかに、既に公表されているいくつかの研究報告を参考にして、新泉源開発の可能性を検討したものである。

なお、調査の実施にあたって、上富良野町商工観光課の各位からは全面的に御協力を受けた。とくに、杉山東吉氏には地温調査に際して、終始御協力していただいた。また、地下資源調査所の早川福利企画課長、二間瀬測分析科長および小原常弘水理地質科長からは貴重な御意見を聞かせていただいた。この報告をとりまとめるにあたって、上記の皆様へ深く感謝いたします。

### 1. 地質概説および温泉徴候

まず、この地域の地質について概観する（勝井ほか、1963；北海道防災会議、1971）。十勝岳周辺には、第三紀末から第四紀初頭にかけて噴出した流紋岩質溶結凝灰岩の上に形成された新旧多数の成層火山が存在し、それらの山頂から山麓にかけて多数の安山岩質溶岩および火山砕屑物がみられる。今回の温泉調査の対象とした地域には、数枚の溶岩や集塊岩・角礫凝灰岩の互層した、カミホロカメットク山下部溶岩が広く分布している。この溶岩は、カミホロカメットク山頂直下から標高1,000 m付近まで分布しており、その下流域には玄武岩質の白金溶岩がみられる。

また、旧噴（安政火口）からヌッカクシフラヌイ川に沿った地域には、旧噴からの噴出物が扇状地堆積物として、2次的に厚く堆積している。さらに、凌雲閣からカミホロ荘付近にかけては、これを被覆して翁溶岩と呼ばれる、ごく小規模の溶岩がみられる。ただし、この溶岩を流した火口は残っていない。

上に述べた扇状地堆積物の南西側にも、カミホロカメットク山下部溶岩が分布している。

次に、この地域でみられる温泉徴候について述べる。十勝岳火山群の中で、現在も噴気活動を行っているのは旧噴・大正火口・62年火口群および湯の沢などである。これらの噴火口のうち、旧噴（第1図C 10、以下同様）および湯の沢（C 11）では、温泉の湧出がみられる。両温泉とも泉温が高く、泉質は強酸性を示すことが特徴である。

標高990～1,250 m付近の山腹には、数多くの温泉が湧出している。このうち、吹上（C 8）、ベンガラ（C 7）および翁温泉（C 3）は湧出量が多く、過去に利用されたこともある（上富良野町、1967）が、現在は全く放置されている。白銀荘の南々東の小沢には白銀荘泉源（C 6）が、カミホロ荘東側には浅いボーリング孔から湧出しているカミホロ荘泉源（C 4）が存在し、両者とも現在利用されているが、湧出量はともに不安定である。このほか、ヌッカクシフラヌイ川沿いの崖の数箇所（C 1, 2, 5, など）からも、温泉が湧出している。これらの温泉は、噴火口から湧出している温泉と比較して、いずれも泉温は30℃前後と低く、泉質においてもわずかながら酸性度が弱い。

さらに、白銀荘から北西方に約5 km離れた標高約530 mの富良野川左岸には、1953年に掘削された川井温泉（C 9）がある。現在は27.8℃の温泉がわずかに湧出しているが、斎藤（1962）によれば掘削当時は深度180 mで孔底温度が60℃に達したといわれる。なお、この温泉の泉質はほとんど中性を示し、前に述べた各温泉とは全く異なった泉質をもっている。

### 2. 電気探査

十勝岳の山腹にはいくつかの溶岩流が、極めて複雑な様相を呈しながら重なっている(勝井ほか, 1963)が、これらの溶岩は一般に非常に高い電気比抵抗値を示すと考えられる。一方、湧出している温泉水の比抵抗値は非常に小さい(第2表によれば5.4~11.4  $\Omega \cdot m$ )。従って電気探査で得られる比抵抗値分布には、この温泉水の存在が大きな影響を与えることが予想される。このため緻密な溶岩を示す高比抵抗層と、温泉水の影響を受けた低比抵抗層の分布を区分することを目的として、シュランベルジャー法による垂直電気探査を実施した。測定点は、第1図に示したE1からE15までの計15点で、いずれも道路沿いに配置した。探査深度は最大700mまでとした

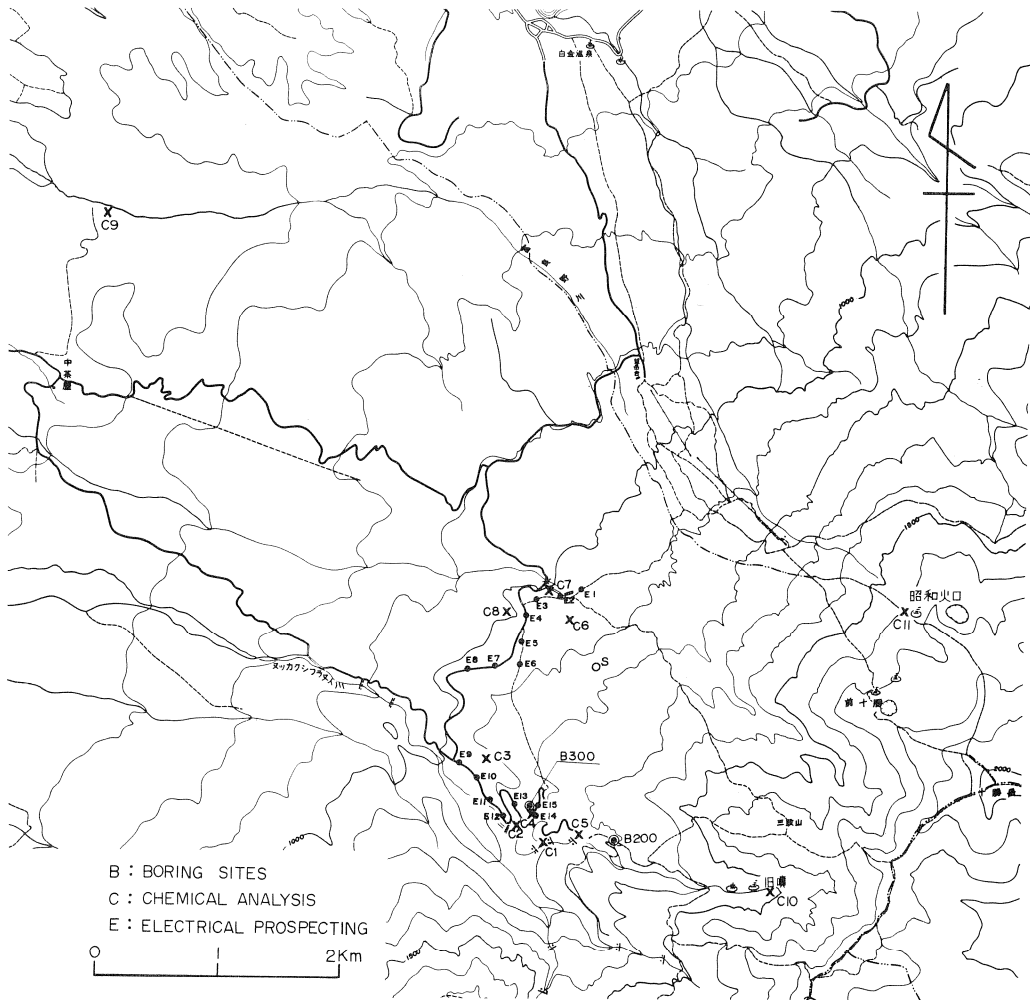
が、地形の制約を受けて100mまでとしたところもある。

電気探査の結果を、第2図に示した各地区ごとの比抵抗値断面で説明する。なお、断面中の比抵抗値の単位は $\Omega \cdot m$ である。

### 2.1 吹上~ベンガラ温泉地区(測点E1~8)

この断面の最上部は、岩塊・礫・砂から成る崖錐堆積物であって、これはごく薄い。この最上部の下位では、上から850~7,200  $\Omega \cdot m$ の比抵抗値をもつ高比抵抗層、90~260  $\Omega \cdot m$ の低比抵抗層、および1,250  $\Omega \cdot m$ の中比抵抗層の3つの比抵抗層が区分される。

上部の高比抵抗層は、緻密な溶岩に対応するもの



第1図 地形および測定点位置図 (S: 冬期間に雪が融ける場所)

Fig. 1 Topography and location of prospecting stations.

S: the place where snow melts in winter.

で、25~100 mの厚さを持つ。この高比抵抗層の中で、測点E 2およびE 5では、それぞれ1,100、850 Ω・mと比較的低い比抵抗値を示す。とくに、E 2では、高比抵抗層の上位に200 Ω・mというかなり低い比抵抗値がみられるが、これは他の測点にはみられない特徴である。このことは、この測点が白銀荘泉源とベンガラ温泉を結ぶ線上にあって、しかもベンガラ温泉のすぐ東側に位置することから、浅部に存在する温泉水の影響を反映したものであろう。また、E 5も吹上温泉の上流側に存在することから、同様のことが考えられる。

上記の高比抵抗層の下位には、厚い低比抵抗層が断面全体にわたってみられるが、これは多少とも透水性の良い溶岩を反映したものであろう。この低比抵抗層の中でもE 2およびE 5では、それぞれ120 Ω・m、90 Ω・mと他の測点よりもかなり低い値を示している。

さらに、測点E 3およびE 6の深部には、やや緻密な溶岩の存在を反映したと思われる、中比抵抗層がみられる。

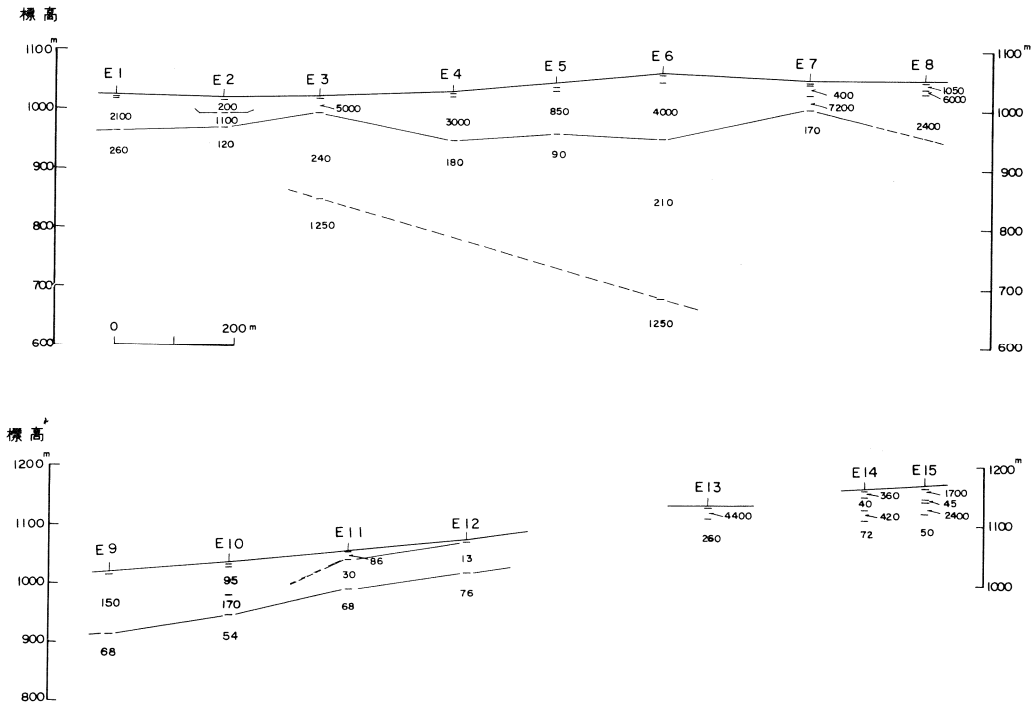
なお、この断面の高比抵抗層は、かなり凹凸はあるものの、測線の南側でやや厚く、北側で薄くなっ

ている。このことは、この高比抵抗層の下位にある透水性の比較的良好とみられる低比抵抗層が、北側ほど浅部に存在することを示している。

### 2.2 翁温泉地区 (測点E 9~12)

この断面では、前項の断面と異なって1,000 Ω・m以上の高比抵抗層が存在せず、最も高い比抵抗値でも170 Ω・m程度であることが、非常に特徴的である。このように、この断面で全般的に低比抵抗分布が得られたのは、地質の項で述べた旧噴から翁温泉を経てさらに下流域に分布する厚い扇状地堆積物の存在を反映したものであろう。

最上部を除けば、この断面では、上流側と下流側の測点で異なった比抵抗値を示している。E 12のごく浅部には、13 Ω・mと非常に低い比抵抗値を示す層が存在し、E 11では30 Ω・mの比抵抗層がみられる。E 12~11にかけては、後で述べるように1 m深地温がやや高く、また付近で過去に温泉の湧出がみられたこともあることを考慮すれば、これらの測点で得られた低比抵抗層は、温泉水を非常に多く含んだ堆積物に対応すると思われる。下流側のE 10, 9の浅部とE 11のごく浅部には、この地区としてはやや高い86~170 Ω・mの比抵抗値が存在する。これは、



第2図 吹上~ベンガラ温泉、翁温泉およびカミホロ荘地区における電気比抵抗値 (Ω・m) の断面図  
 Fig. 2 Distribution of electrical resistivities (Ω・m) along three measuring lines in Fukiage ~ Bengara Hot Spring, Okina Hot Spring and Kamihoro-so areas.

上流側の測点に比較して堆積物の中にあまり温泉を含まないからであろう。

深部では、56~76  $\Omega \cdot m$ のやや低い比抵抗層が、断面全体にわたってみられる。

この断面では、いずれの比抵抗層も上流から下流に向けて傾斜している。

### 2.3 カミホロ荘地区 (測点E 13~15)

この断面では、探査深度は150 mまでと浅いが、比抵抗値の分布は複雑である。

測点E 13はカミホロ荘の北西側に位置するが、浅部には緻密な溶岩の存在を示す4,400  $\Omega \cdot m$ という高比抵抗層が分布し、その下位には対照的に260  $\Omega \cdot m$ という低比抵抗層が分布している。

測点E 14のすぐ近くには、深度10 mのボーリング孔があり、カミホロ荘の泉源となっている。この温泉はE 14にみられる40  $\Omega \cdot m$ 前後の比抵抗層に胚胎していると推定されるが、これはあまり厚くない。E 14から北側にわずか100 m離れた測点E 15では、40  $\Omega \cdot m$ 前後の比抵抗層は非常に薄い。従って、温泉水を胚胎していると思われる低比抵抗層は、極めて狭い限定された領域にのみ分布していると考えられる。

この断面では低比抵抗層と高比抵抗層が交互に重なっているが、測点E 14はE 13, 15よりも全体的に低い比抵抗値をもっている。

## 3. 1 m深地温の測定および深部の地温

地下における温泉徴候の広がりや温泉水の流動状況を推定することを目的として、1 m深の地温調査を実施した。地温の測定は、地表下1 mの深さに鉄棒を打ち込んだ後、サーミスター温度計を挿入し、穿孔による摩擦熱や外気の影響のなくなる10~20分後に行なった。

測定点は、温泉が湧出している吹上~ベンガラ温泉と翁温泉周辺を中心として道路沿いに配置し、既に小山内ほか(1965)が調査を行なった凌雲閣~カミホロ荘周辺については省略した。測定は吹上~ベンガラ温泉地区で91点、翁温泉地区で38点の計129点で実施したが、この際測点の間隔は温泉湧出地点の近くでは25 m、湧出地点から離れたところでは50 mとした。また、地温の日変化補正を行うために、調査期間中カミホロ荘前庭において、地温の連続測定を行った。

今回の地温測定に関連して、7月16日正午を基準時間とし、北緯43°25'、標高1,000mを基準地点として、福富(1951)の方法によって標準地温を計算すると、

8.8°Cとなる。すなわち、8.8°Cという地温は地下からの熱的異常を全く受けていない地温ということになる。しかし、今回の測定では、植生の状態や日照の度合などの違いもあって、8.8°C以上の地温が、すべて温泉水や地下深所からの熱などの影響によるものであるとは言い難い。従って、ここでは一応の目

第1表 1 m深地温の測定結果(日変化補正済)

Table 1 Underground temperatures at a depth of one meter, compensated for daily variation.

	°C		°C		°C
T-1	16.4	T-44	11.0	T-87	8.1
2	11.4	45	10.9	88	11.1
3	9.1	46	11.3	89	9.3
4	6.7	47	9.9	90	9.2
5	6.6	48	10.7	91	8.1
6	7.5	49	10.5	92	14.1
7	5.9	50	10.1	93	12.8
8	7.8	51	10.2	94	11.2
9	7.8	52	10.6	95	10.3
10	5.9	53	11.2	96	11.2
11	7.8	54	11.2	97	12.2
12	1.1	55	9.3	98	10.2
13	6.2	56	13.3	99	12.2
14	9.7	57	11.3	100	19.2
15	10.2	58	10.3	101	19.9
16	11.2	59	10.5	102	18.3
17	8.2	60	12.4	103	10.5
18	7.3	61	12.3	104	15.6
19	8.7	62	19.4	105	14.4
20	11.3	63	21.4	106	14.5
21	9.2	64	21.4	107	17.7
22	9.5	65	19.0	108	24.7
23	9.3	66	14.4	109	11.7
24	8.9	67	15.3	110	13.6
25	19.0	68	8.2	111	10.6
26	12.4	69	12.9	112	11.5
27	12.5	70	10.4	113	10.6
28	10.5	71	21.2	114	10.5
29	10.7	72	26.5	115	10.9
30	10.5	73	11.1	116	14.1
31	9.4	74	9.4	117	17.7
32	8.7	75	10.0	118	17.2
33	10.5	76	12.0	119	13.8
34	8.4	77	11.7	120	12.8
35	9.5	78	10.1	121	11.8
36	8.5	79	10.9	122	10.8
37	8.7	80	9.1	123	12.8
38	11.4	81	9.2	124	16.8
39	13.1	82	11.1	125	13.7
40	11.2	83	12.3	126	23.8
41	8.1	84	10.4	127	14.7
42	9.5	85	8.1	128	14.6
43	13.2	86	8.0	129	12.7

安として、10.0℃以上を高温異常とした。

日変化補正を施した各測点の地温は第1表に、地温分布図は吹上～ベンガラ温泉地区と翁温泉地区に分けて第3図と第4図に示した。

地温の測定結果を概観すると、今回の調査地域では、噴気地帯を別とすればそれ程高温の温泉がみられないことから、温泉湧出地点付近でも30℃以上の高温を示すことはなく、20℃以上を示す測点は6測点を数えるのみである。今回高温異常の基準とした10.0℃を下回る測点は38測点で、全体の29.5%を占める。特徴的なのは、これらの測点がすべて吹上～ベンガラ温泉地区に属し、翁温泉地区ではすべての測点が10.0℃以上の高温異常を示すことである。

3.1 吹上～ベンガラ温泉地区 (第3図)

この地区の温泉湧出地点としては、吹上温泉、ベンガラ温泉および白銀荘泉源がある。

この中で、白銀荘泉源付近の測点T 72が26.5℃とこの地区で最も高い地温を示すが、高温異常の領域

は狭い。

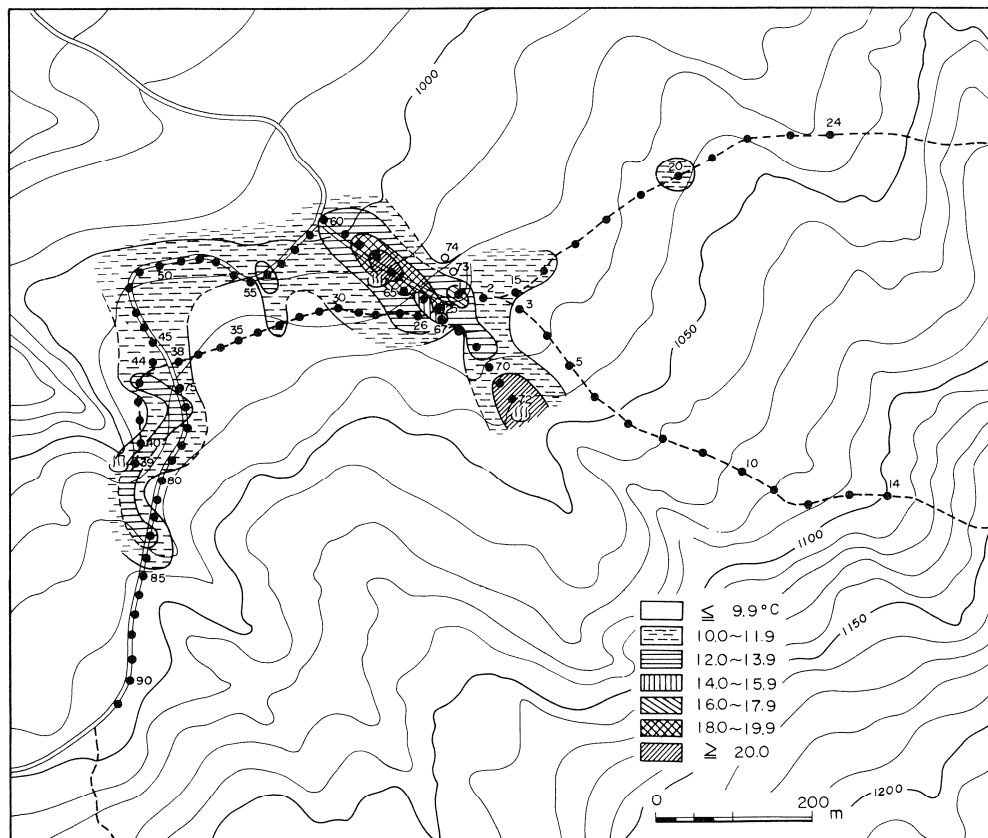
ベンガラ温泉付近(測点T 63, 64)は、この地区の中では2つの湧出地点に比較して、高温異常を示す領域はやや広く、湧出地点を中心にNW～SE方向に延びる細長い異常帯が顕著にみとめられる。

吹上温泉付近(T 39)では、やや高温の異常帯が、沢沿いから湧出地点付近で大きく湾曲してNE方向に延び、測点T 76付近で再びNW方向に湾曲している。しかし、それは細長い限られた領域を占めるとどまり、14℃以上を示す測点もない。

上に述べたように、温泉湧出地点近傍の3つの高温異常が顕著なものであるが、これらの異常帯全体を包むように、10℃以上を示す測点が分布している。

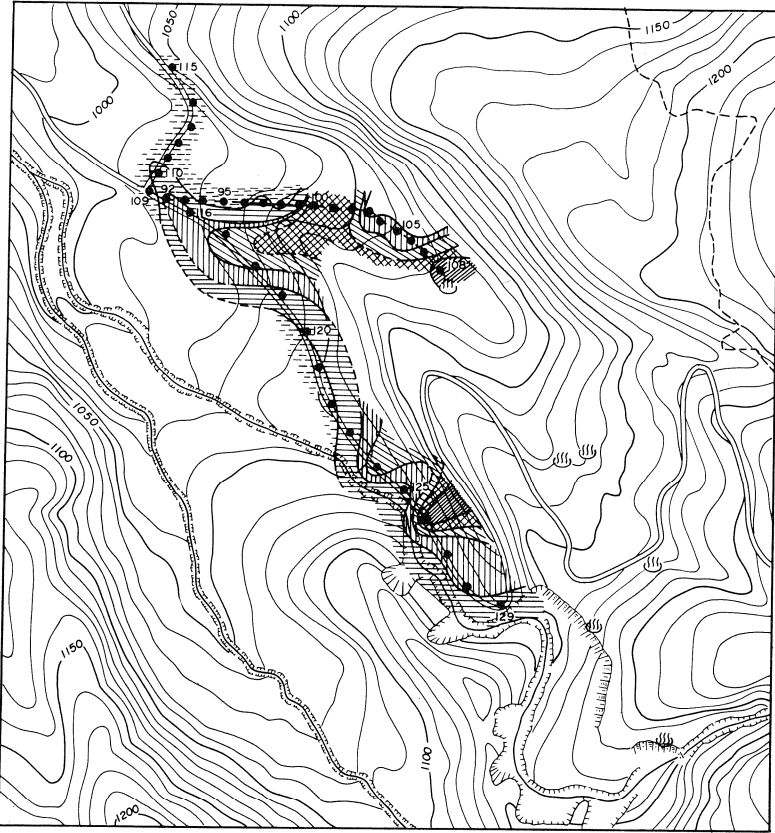
3.2 翁温泉地区 (第4図)

この地区では、前項の地区と異なって10℃以下を示す測点がなく、全体的に高温帯といえるが、地温の分布は地表でみられる温泉徴候に対応した分布を示している。すなわち、この地区で最高の地温24.7℃



第3図 吹上～ベンガラ温泉地区における1m深地温の分布

Fig. 3 Distribution of underground temperatures at a depth of one meter in Fukiage ~Bengara Hot Spring area.



第4図 翁温泉地区における1m深地温の分布

Fig. 4 Distribution of underground temperatures at a depth of one meter in Okina Hot Spring area. Symbols are the same as those of Figure 3.

第2表

Table 2 Chemical composition

湧出点番号	湧出点名称	湧出点標高 m	湧出量 ℓ/min	泉温 ℃	比抵抗 Ω・m*	pH	RpH	TSM mg/ℓ	Ca mg/ℓ	Mg mg/ℓ	Na mg/ℓ	K mg/ℓ
C 1	雄摩滝下流30m 右岸より湧出	1,200	5.22	30.4	5.9	2.4	2.4	1243.0	79.1	11.2	15.2	5.5
C 2	砂防ダム上流70m 右岸の崖から湧出	1,100	68.65	32.3	—	2.5	2.7	1332.0	91.3	13.4	18.8	5.9
C 3	翁温泉	1,060	1216.0	28.3	5.4	2.6	2.6	1301.5	88.9	10.5	20.6	9.5
C 4	カミヒロ荘泉源	1,160	128.57	32.3	—	2.4	2.4	1284.0	85.8	12.7	18.0	6.2
C 5	凌雲閣上流50m 右岸より湧出	1,250	300.42	25.0	—	2.8	2.8	834.0	43.3	10.3	17.8	7.6
C 6	白銀荘泉源	1,040	115.96	31.1	11.2	2.9	2.9	785.0	63.4	13.6	19.0	7.6
C 7	ベンガラ温泉	1,010	200.3	30.7	11.4	2.8	2.8	787.5	63.0	13.6	17.6	7.8
C 8	吹上温泉	990	144.41	32.1	7.3	2.6	2.7	748.5	55.9	10.8	14.5	20.8
C 9	川井温泉	530	18.5	27.8	—	7.2	7.9	2682.0	274.7	127.8	294.5	44.2
C 10	凌雲閣泉源 旧噴より湧出	1,470	162.42	92.6	—	2.1	1.9	2130.0	66.9	19.1	9.4	5.5
C 11	湯の沢	1,630	254.4	79.1	—	1.8	1.7	9493.5	287.3	200.8	168.9	36.2

\*18℃換算, TSM: 全固形物量, SiO<sub>2</sub>: 比色硅酸

を示す測点T 108 のすぐそばでは、現に翁温泉が湧出しており、次に高い地温 23.6℃を示す測点T 126 付近では過去に温泉の湧出がみられたことがあり、さらにやや高温を示す測点T 117~118 付近でも温泉が小川になって流れている。

この地区での地温分布を全体的にみると、中央に地温の高い部分が大きく拡がり、その周りをとり囲むように、外側に向かって順次地温が低下して行く、というパターンがみとめられる。

3.3 深部における地温

この地区で掘削された2本の試錐孔(第1図B 300 およびB 200)の温度検層結果から、深部における地温の状況を検討してみる。カミホロ荘のそばで掘削された深度300mの井戸において、掘進の途中に実施した検層結果(大野地下興業, 1970)によれば、浅部での地温勾配は不明であるが、105~265m間で、平均すると約2.34℃/10mの勾配で地温は上昇し、深度200mで約52℃、256mで約65℃の地温になる。温度回復を考えれば、真の地温はもう少し高くなるはずである。

また、旧噴への登山路途中にある深度200mの試掘井(上山試錐工業, 1973)では、深度70~130m間で約4.0℃/10mと大きな地温勾配を示しており、深度130mで44.1℃となるものの、それ以深では地温の上昇傾向は鈍り、深度194mで55.5℃となっている。

両井とも深部では、なお地温は上昇傾向は保持し泉質分析表 of thermal waters.

ているが、揚水特性が悪く必要量を確保できなかったために、廃井となっている。

4. 温泉の化学的性質

各温泉の化学的性質を明らかにし、さらにそれらの相互関係に基づいて、温泉の湧出機構を解明するために、第1図に示した11地点の温泉について泉質分析を行った。泉質分析の結果を第2表に示した。同表には、各温泉の湧出点標高、湧出量および温度などもあわせて記載した。

ボーリング孔から湧出しているカミホロ荘泉源(C 4)と川井温泉(C 9)を除けば、各温泉はいずれも自然湧出している。今回の調査時点で、湧出量は翁温泉で1,216 l/minと圧倒的に多いほかは5~300 l/minの範囲にあった。

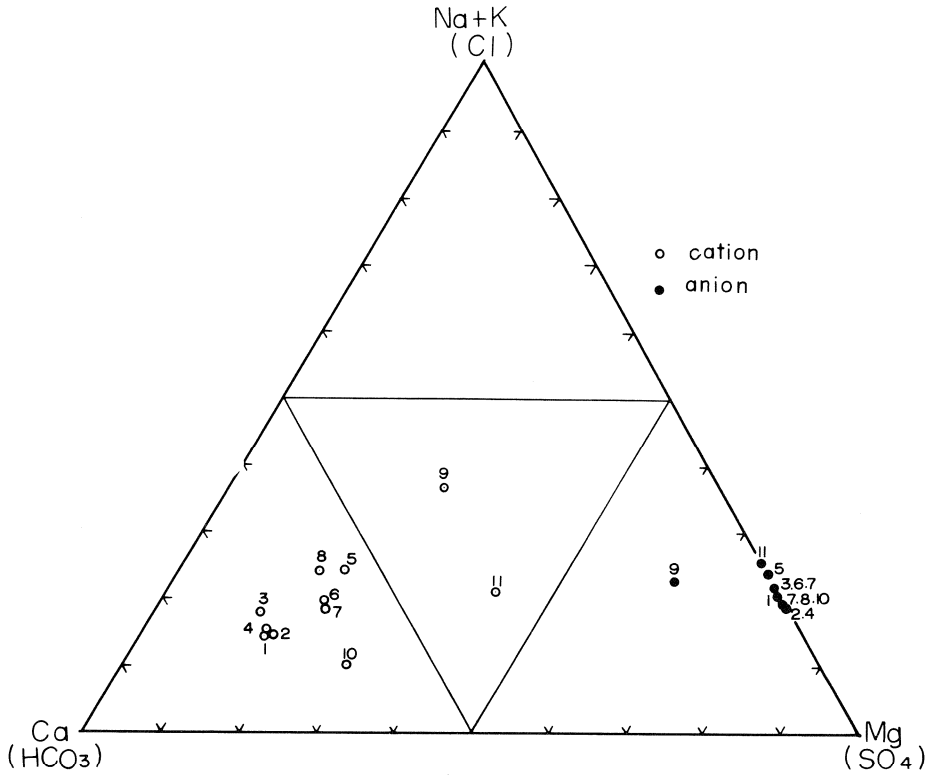
4.1 主要イオンの組成比

第5図には、主要な陽・陰イオン7成分の組成比を、当量百分率で示した。

陽イオン： C 9では、各イオンがほとんど同じ当量百分率を示しており(Na+K : 36.5%, Mg : 27.6%, Ca 35.9%), 三角座標の中心付近に位置する。C 11では、C 9と比較して、Caは同じ値を示すが、Mgは多く、Na+Kは少ない。これら2つの温泉を除く残りの温泉では、各イオンについて比較的まとまった当量百分率を示す(Na+K : 10.1~24.3%, Mg : 13.4~28.7%, Ca : 54.4~69.7%)。

陰イオン： C 9での当量百分率は、Cl 22.9%,

Total Fe mg/l	Fe <sup>++</sup> mg/l	Fe <sup>+++</sup> mg/l	Al mg/l	Mn mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Cl mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	F mg/l	HBO <sub>2</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	Free CO <sub>2</sub> mg/l	H <sub>2</sub> S mg/l
13.00	0.38	12.62	54.74	0.60	0.028	0.101	0.013	126.4	0	670.4	1.60	105.9	135.2	492.8	0.00
2.83	0.15	2.68	77.58	0.53	0.025	0.117	0.000	122.8	0	716.2	1.43	105.4	169.5	467.7	0.00
8.08	0.34	7.74	71.96	0.68	0.009	0.097	0.048	136.3	0	669.7	1.46	148.0	150.6	525.4	0.00
9.55	0.47	9.08	55.95	0.76	0.005	0.107	0.027	127.8	0	745.8	1.78	273.3	134.0	526.2	0.00
2.65	0.41	2.24	31.00	0.63	0.009	0.061	0.063	93.0	0	405.8	0.80	357.9	125.4	311.5	0.00
5.65	1.68	3.97	27.57	0.51	0.002	0.096	0.017	71.0	0	353.3	1.00	50.1	149.4	271.9	0.00
15.74	5.90	9.84	26.54	0.60	0.004	0.086	0.005	74.6	0	363.0	1.02	57.6	156.6	277.2	0.00
5.28	0.38	4.90	21.68	0.56	0.005	0.080	0.041	72.4	0	391.8	1.03	93.5	130.7	308.0	0.00
0.05	0.04	0.01	0.27	5.12	0.001	0.017	0.017	305.1	286.7	1169.0	0.24	8.0	84.9	27.7	0.10
39.96	11.94	28.02	52.98	0.70	0.008	0.127	2.872	240.0	0	1345.1	3.42	353.5	343.2	1221.0	0.11
103.44	46.08	57.36	131.40	2.69	0.025	0.516	0.260	1441.3	0	5747.6	0.04	396.5	323.7	3990.8	2.39



第5図 主要イオンの組成図

Fig. 5 Diagram showing chemical composition of thermal waters.

SO<sub>4</sub>: 64.6%, HCO<sub>3</sub>: 12.5%である。C 9を除く他の温泉では、HCO<sub>3</sub>を全く含まず、ClおよびSO<sub>4</sub>もあまり変化しない。

一般的な傾向として、陽イオンの当量百分率は大きく変化するのに対し、陰イオンではあまり変化しない。

いずれにしても、主要イオンの組成比からみて、C 9およびC 11は他の温泉とは異なった泉質をもっている。

#### 4.2 泉温・泉質・湧出点標高の相互関係\*

標高の高い噴火口内で湧出している旧噴(C 10, 標高1,470 m)と湯の沢(C 11, 標高1,630 m)の温泉は、泉温がそれぞれ92.6℃, 79.1℃と高く、しかもpHがそれぞれ2.1, 1.8と強酸性を示す。これに対して標高990~1,250 mの山腹で湧出している各温泉(C 1~8)では、泉温は25.0~32.3℃と低く、pHは2.4~2.9と強酸性を示すものの、旧噴および湯の沢の温泉に比較して酸性度は弱い。標高530 m付近の山麓で湧出している川井温泉(C 9)では、泉

温は27.8℃で、山腹で湧出している温泉と同程度であるにもかかわらず、pHは7.2とはほとんど中性を示す。pHと湧出点標高との関係を図示すると第6図のようになり、各温泉の湧出点標高が低くなるほど酸性度が弱くなるという相関関係がみられる。泉温についても、pHの場合ほど明瞭ではないが、湧出点標高が低くなるほど泉温が低くなる傾向がある。

次に、TSMおよびSO<sub>4</sub>と泉温の関係(第7, 8図)をみると、いずれも高温のC 10で濃度が高く、C 11ではさらに高濃度である。これに比較して低温の各温泉は泉温がほぼ一定であるのに対して、TSMとSO<sub>4</sub>の溶存量は、高濃度を示すC 1・2・3・4と、低濃度を示すC 5・6・7・8の2群に分けられる。ただし、C 9は低温であるにもかかわらずTSMがC 10よりも多く、SO<sub>4</sub>がC 11, 10に次いで1,169 mg/lと高濃度を示し例外的である。

Clと泉温の間にも、図示してはいないが、TSMおよびSO<sub>4</sub>の場合と同様の関係がみられる。

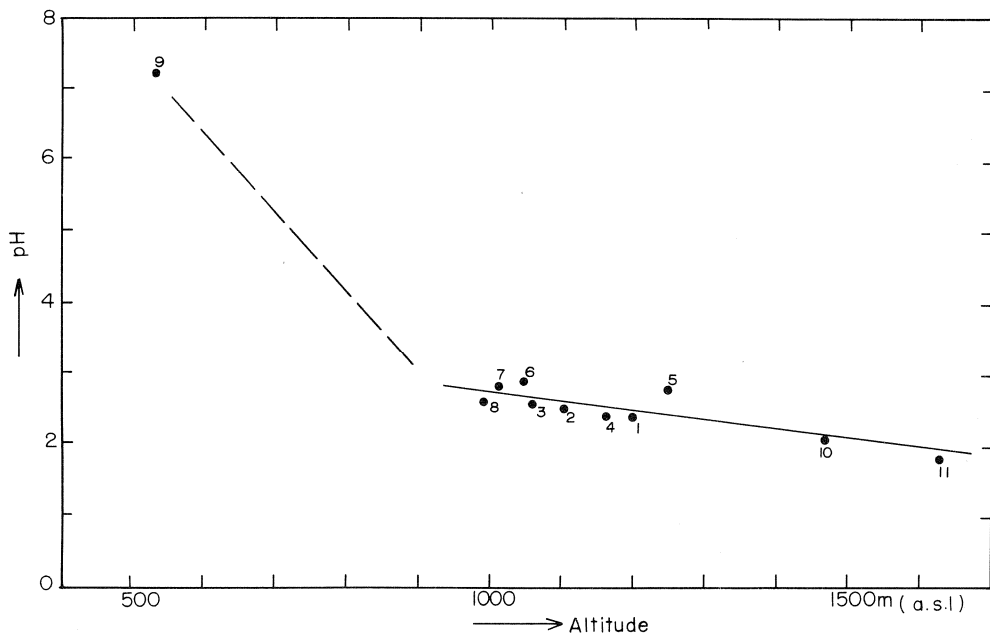
さらに、Caの溶存量(第9図)をみると、低温の

\* 第5~9図では、泉質分析の地点を示す記号のうちCを省略する。



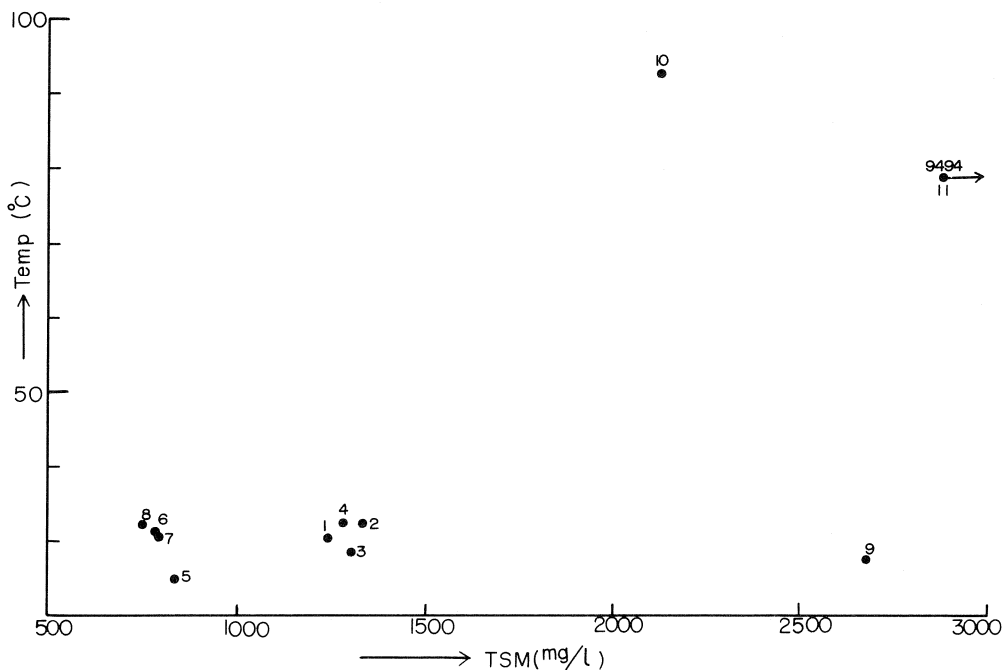
ものは TSM および  $SO_4$  の場合と同様 2 群に区分できる。これに対して高温の温泉のうち C 11 は高濃度を示すが、C 10 は高い濃度を示さず、低温泉のうち

の低濃度群に近い濃度をもつ。C 9 は低温泉であるにもかかわらず、C 11 と同じ程度の高い濃度を示し、例外的である。



第 6 図 各温泉の pH と湧出点標高の関係

Fig. 6 Relationship between pH and elevation of the places where thermal waters flow out.



第 7 図 各温泉の泉温と TSM の関係

Fig. 7 TSM-temperature diagram of thermal waters.

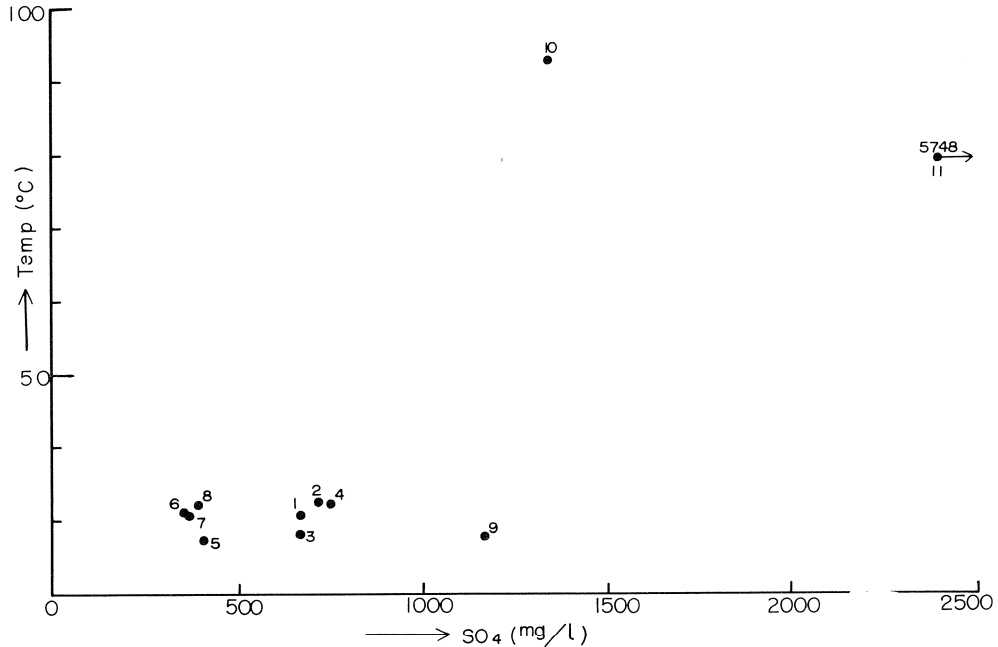
その他の溶存成分では、泉温との間に上に述べたような明瞭な関係は認められない。

4.3 泉質からみた各温泉の相互関係

以下では、例外的な泉質をもつ川井温泉 C 9 を除

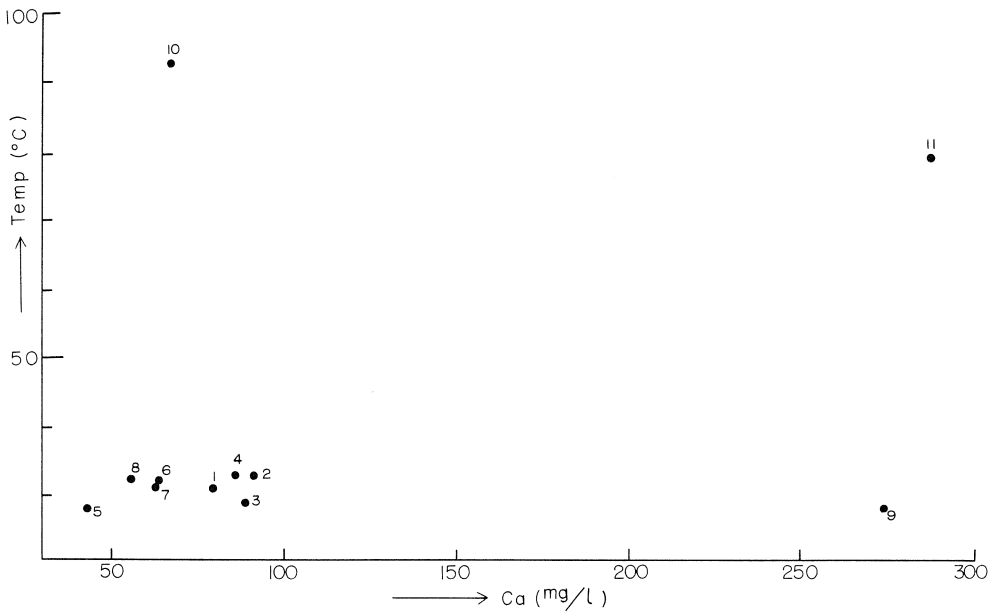
外して考察を進める。

旺盛な活動をしている噴気地帯から、高温の火山ガスとともに湧出している温泉 C 10, 11 は、泉温も高く各溶存成分の濃度も高い。このうち C 11 は、



第 8 図 各温泉の泉温と SO<sub>4</sub> の関係

Fig. 8 SO<sub>4</sub>-temperature diagram of thermal waters.



第 9 図 各温泉の泉温と Ca の関係

Fig. 9 Ca-temperature diagram of thermal waters.

TSM 9,494 mg/ℓ に代表されるようにすべての成分で圧倒的に高濃度であり、吉田ほか(1968)も指摘するように火山発散物の分化現象によって生成されたもので、この地域の温泉としてはまったく例外的な性格をもっている。これに対してC 10は、主要イオンの組成比、泉温と各溶存成分量の関係からみて、山腹で湧出する温泉(C 1~8)の泉質に大きく関与しているものと考えられる。

山腹で湧出している30℃前後の低温の温泉は、泉温には大きな差はないものの、溶存成分から高濃度群と低濃度群の2群に区分され、しかも大きな傾向として、各群は湧出地域の違いに対応しているとみられる。すなわち、高濃度群(C 1・2・3・4)は凌雲閣~翁温泉地区で湧出し、低濃度群(C 5・6・7・8)は、凌雲閣付近で湧出するC 5を除いて、吹上~ベンガラ温泉地区で湧出している。

## 5. 温泉の湧出機構

### 5.1 温泉の流動経路について

吹上~ベンガラ温泉地区の地温分布では、白銀荘源泉とベンガラ温泉付近が、細長い顕著な高温異常を示す。この両温泉は小さな沢の上流側と下流側にあり、この沢のさらに上流側の標高1,150 m付近には、冬期間雪の融ける場所(第1図S点)が確認されている。また、電気探査の測点E 2は両温泉を結ぶ線上に位置しており、浅部で低比抵抗値を示す。さらに泉質分析の結果(第5~9図)でも両者の泉質は極めてよく似ている。これらの事実を考慮すれば、上流側の白銀荘源泉と下流側のベンガラ温泉が、同一の流動経路をもった温泉であることはほぼ確実である。

吹上温泉付近でも、地温分布でやや高温の異常が沢沿いに細長く延び、比抵抗分布で測点E 5が両隣りの測点に比較して、全般に低比抵抗値を示すとともに、吹上温泉の泉質は上に述べた2つの温泉にかなりよく似ている。従って、吹上温泉も白銀荘源泉・ベンガラ温泉の場合と同様な流動経路をもっているか、あるいは同一の流動経路の枝分れたものとも考えられる。

次に、翁温泉地区の調査結果をみると、吹上~ベンガラ温泉地区と異なり、全般的に低比抵抗分布と高地温分布によって特徴づけられている。この中で、第4図にみられる地温分布のパターン、同図の南東隅から翁温泉までにみられるいくつかの温泉湧出点の位置関係、さらにこの地区で湧出する温泉の泉質の類似性などから、各温泉水とも共通の流動経路を

通って湧出していることが想定される。この経路は、おおそN 45°Wの方向をもって翁温泉に至る。

さらに今回調査した各温泉について、湧出点の標高が低くなるにつれてpHが大きくなるという事実(第6図)も、溶岩の中に流動経路の存在を想定すれば、その途中で低濃度の地下水が温泉に混入するとして説明できよう。

温泉の流動経路の存在に関連する現象として、泉温と泉質の季節変化について述べる。それは泉温の変化に明瞭に現われている。吹上温泉の泉温は、1977年2月の測定では38.0℃であったが、融雪が終わる間もないと思われる今回の測定では、32.1℃と著しく低下した。以下同様に、白銀荘源泉で32.0℃から31.1℃、ベンガラ温泉で31.5℃から30.7℃、翁温泉で31.4℃から28.3℃と低下したが、各温泉によって低下の程度が異なっている。また温泉の溶存成分量も今回の測定の方が、若干少なくなっている傾向がみられる。このように、山腹で湧出する各温泉の泉温や泉質が季節変化し、各温泉によって変化の程度が異なるという事実は、温泉の流動経路に沿って、低温・低濃度の地下水が夏期に、より多量に、混合することを示し、各温泉の流動経路の違いも暗示している。

ここで、温泉の流動経路について具体的に考えてみる。この地域の温泉は、いずれもカミホロカメットク山下部溶岩に関係して湧出しているが、この溶岩は単純な岩相をもつ溶岩ではなく、少なくとも4枚の溶岩と集塊岩・角礫凝灰岩とが互層している(勝井ほか, 1963)。今回行なった湧出地点の観察と小山内ほか(1965)の調査によって、いくつかの温泉の湧出状況を見る。吹上温泉C 8では、上位と下位を緻密な溶岩にはさまれた、中間の集塊岩の中に発達する亀裂から湧出している。C 2では、C 8と同様の状況にある集塊岩の亀裂から湧出しているほかに、集塊岩と上下位の溶岩との不規則な境界から湧出している。法華滝付近の露頭では、集塊岩中の亀裂と、局部的に集中する多孔質な部分、および集塊岩と溶岩の境界から湧出している。さらに、流動経路に関係するものとして、凌雲閣の南東からカミホロ荘北西側を経て、翁温泉まで延びる亀裂帯が推定されており(小山内ほか, 1965)、カミホロ荘北西の沢で湧出している2箇所の温泉と翁温泉が、この亀裂帯上に存在している。亀裂帯の詳細は不明であるが、翁温泉の豊富な湧出量から、この推定亀裂帯は流動経路としてはかなり大きなものと考えられる。

以上のようにみえてくると、温泉の流動経路として

は、亀裂帯、集塊岩中の亀裂と多孔質部分、および集塊岩と溶岩との境界などが考えられる。

なお、翁温泉地区で、扇状地堆積物の中に存在するとされた温泉水は、既に述べた溶岩中に想定される流動経路から流れた、2次的なものであると考えられる。

## 5.2 温泉の生成と湧出機構について

斎藤(1962)も指摘するように、この地域で湧出している温泉の熱源を、現在も活発な噴気活動をしている噴火口付近の地下深部に想定することは、地質学的にも無理がなく自然な考え方であると思われる。さらに、前項で述べた流動経路の存在を考慮すれば、噴気地帯で次のような過程で温泉が生成されると考えられる。すなわち、例えば旧噴付近において、高温の噴気活動による熱が、地下水に与えられるとともに、火山発散物や火山ガスの成分などが添加されて、高温・高濃度の温泉が生成される、と考えられる。

温泉の流動経路および各温泉の泉質の相互関係を考慮すると、この地域における温泉の湧出機構は、次のように推定される。すなわち、噴気地帯で生成された高温・高濃度の温泉が、溶岩中に存在する流動経路に沿って流下する間に、低温・低濃度の地下水が混入し、さらに経路周囲の地質環境の影響を受けた結果、泉温30℃前後、TSM 1,000 mg/l 前後、pH 2~3の温泉となって、溶岩の末端や側壁付近で地表に現われてくるのである。そして、各地区に湧出する温泉が流下する経路の地質条件の違いによって、高濃度群と低濃度群の温泉が形成されるのであろう。

### あとがき

美瑛町白金温泉における、最近の分析結果(二間瀬・横山、未公表)によれば、白金10号井の温泉は、泉温(28.9℃)・泉質の点からみて、白金温泉群の中ではむしろ例外的なものであり、今回の調査範囲の温泉の中で、かなり異なった泉質を示す川井温泉C9と、非常によく似た性格を示すことがわかった。従って、川井温泉や白金10号の温泉も含めて、山腹や山麓で湧出している温泉の相互関係、あるいはこれらの温泉群と噴気地帯でみられる温泉との関係を明らかにすることは、十勝岳西部~西北部の温泉を総合的に解明するために、極めて重要な課題であろう。しかし、現段階では資料が乏しいので、これらの問題についての議論は、今後に残すこととする。

温泉湧出地とその周辺を中心として実施した今回の温泉調査から、以下のような結論が得られる。

- (1)この地域の山腹でみられる温泉は、噴気地帯で生成された高温・高濃度の温泉が、上流側から下流側に向う流動経路を流下する間に、地質環境の影響や地下水の混入を受けて低温・低濃度の温泉となり、溶岩の末端部や側壁付近から湧出しているとみられる。
- (2)噴気地帯を別とすれば、この地域における温泉徴候の規模は、それほど大きいとはいえず、現在の温泉湧出地周辺に限られている。従って、テストボーリングの候補地としては、白銀荘泉源からベンガラ温泉付近、吹上温泉付近、および翁温泉付近が望ましい。
- (3)上に述べた地点の深度200 m付近における地温は、50℃前後になっていると予想される。
- (4)深度200 m程度のテストボーリングを行なった場合、溶岩中に亀裂が十分に発達するなど、大きな流動経路としての条件さえ整っていれば、温泉を得ることはできよう。その際、井戸の中の調査を充分に行なって、地温の高い部分のみから取水すれば、取水量にもよるが、40~50℃の温泉は得られよう。
- (5)試錐孔を掘削しても自噴しない場合や、掘削地点が利用する地点よりも高度の低い場合には、温泉水をポンプアップしなければならない。この場合、この周辺で採取できる温泉は、極めて酸性度が強いことも、充分に考慮しておく必要がある。

## 文 献

- 福富孝治(1951):1 m深の地中温度より温泉探査の可能性に就いて(第1報)、北海道大学地球物理学研究報告、第1号、21-34。
- 北海道防災会議(1971):十勝岳一火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策、北海道における火山に関する研究報告、第1編、1-136。
- 上富良野町(1967):上富良野町史、714-730。
- 勝井義雄・高橋俊正・土居繁雄(1963):5万分の1地質図幅説明書、十勝岳、北海道開発庁、1-47。
- 大野地下興業株式会社(1968):上富良野町温泉開発工事報告書(深度150 m)。
- 大野地下興業株式会社(1970):上富良野町温泉開発工事報告書(深度300 m)。
- 小山内熙・石山昭三・松下勝秀(1965):上富良

- 野町十勝岳温泉について，地下資源調査所報告，第34号，53-58.
- 齋藤 仁(1962)：北海道の鉱泉資源，地下資源調査所報告，第28号，1-88.
- 上山試錐工業株式会社(1973)：十勝岳温泉町営泉源調査ボーリング報告書(深度200m).
- 吉田稔・小沢竹二郎・岩崎岩次・小坂丈予(1968)：固化する温泉，十勝岳新々噴火口温泉と温泉固化生成物(温泉のかたまり)，温泉科学，第19巻，第1号，1-14.

## Investigation of Hot Springs in Kamifurano-cho, Kamikawa Sub-Prefecture, Central Hokkaido

by

Tomoyasu HIROTA, Eiji YOKOYAMA, Toru WAKE  
and Tsutomu SAKUMA

### Abstract

On the west side of the active volcano of Tokachi-dake, there are many hot springs of volcanic origin.

Geophysical, geochemical and geological investigations were made in July 1977 to make clear the geothermal structure in this area and to examine the development of high temperature spring resources.

In the Fukiage and Bengara Hot Spring area, the low (approximately  $200 \Omega \cdot m$ ) is generally situated under the high electrical resistivity layer ( $850-7,200 \Omega \cdot m$ ), which shows the presence of massive lava. The underground temperature at a depth of one meter is anomalously high around hot springs, but low around the other places.

The Okina Hot Spring area is wholly characterized by low electrical resistivity and high underground temperature. These characteristics may be attributed to the considerably permeable fan deposits made up by ejecta from the Kyufun (explosion crater).

Geochemical analysis indicates that thermal waters from fumarole are characterized by high temperature, much meltage and extremely strong acidity; on the other hand those from the mountainside by low temperature, little meltage and strong acidity.

Geological survey suggests that thermal waters infiltrate through the channels, which are composed of porous parts and cracks within agglomerate, boundary between agglomerate and lava, and fissure zone.

The possible flowing system of thermal waters are as follows: thermal water which is generated at fumaroles depending on the volcanic activity infiltrate through the channels. Then thermal waters are contaminated by colder and weaker ground waters on the way and simultaneously affected by geological surroundings.

On the basis of temperature distribution in the two drill holes, the underground temperature at a depth of two hundred meters in this area is estimated approximately  $50^\circ C$ .

In a new drill hole, temperature of thermal water is likely to range from  $40^\circ C$  to  $50^\circ C$ , by producing thermal water from only high temperature zone as implied by logging data.