

## 長野縣(下高井郡)平穩温泉調査報告

中村久由\*

Résumé

### Geology and Hotsprings at the Hirao District, Nagano Prefecture

by

Hisayoshi Nakamura

The Hirao or Yamanouchi hotspings are distributed along the River Yokoma-gawa and the Kakuma-gawa in parallel with the Shiga Hights, Nagano Pref.

The bases of the younger volcanoes consist mainly of Tertiary volcanic complex (green tuff) and quartz diorite.

From the characteristic topography and the distribution of altered parts by fumarolic action, the Yamanouchi Lowland and the Shiga Plateau are considered to be on the fracture zone in relating with the volcanic action in this area, and direction of geothermal distribution in the Yudanaka hotspring area coinsides considerably with the trend of this zone.

The characteristics of hotsprings show that the heat and Cl<sup>-</sup> are supplied from two different sources, and So<sub>4</sub><sup>2-</sup> relates to the secondary oxidation occurring near the surface.

#### 1. 緒言

長野縣の東北隅にあたる上信越國境近くの一帯は、大小数多くの火山によつて占められている。なかんづく草津白根火山を東に控えた火山性高原は、志賀高原の名で広く知られている。また、この國境分水嶺に源を發し、高原の兩側を劃して流下する横間川・角間川が、千曲川の1支流夜間瀬川として湯田中温泉附近で合流するまでの間に、この両河川に沿つて分布する約10カ所の温泉群は、平穩温泉群あるいは山の内温泉群といわれて、これまた広く知られているところである。

筆者は、平穩温泉組合の協力によつて、これら温泉群を含む地域一帯の地質ならびに温泉調査を行う機会に恵まれた。本報告は、その概要を纏めたものである。

調査に當つては前平穩村村長小林茂氏、湯田中温泉小野博氏初め地元温泉関係の方々から種々御便宜をいただき、また、長野市北高等学校富沢恒雄氏からは、種々御教示をうけた。あわせて深謝の意を表するしだいである。

なお、原図として用いた1/5,000地形図は、本所技術部測量課磯已代治・小川清両技官が測量製図したものである。

\* 地質部

#### 2. 位置および交通

調査地域は、ほぼ志賀高原熊の湯附近から始まり、夜間瀬川の低地を含み、箱山を西の限界とする地帯で、長野市の東北方20kmに位置している。

観光地として交通は早くから開かれ、現在冬季を除いて常時バスの便がある。すなわち、長野市を起点とする長野電鉄は、信州中野を経て、木島および湯田中に達し、湯田中からのバスは澁・上林を徑て志賀高原丸池さらに熊の湯および発哺まで通じている。

熊の湯から横手山山腹の澁峠を経て、万座または草津温泉に通ずる道路は、草津街道とよばれ古くから著名であるが、前記交通路に比べるとまだ充分開鑿されていない状況である。

#### 3. 地形

山の内という名でよばれるように、上林附近より北西方に延びる長さ約5km、幅1~2.5kmの低地は、箱山の小火山によつて中野平野と絶たれ、北方は五輪山、南方は三沢山の急峻な山腹によつて限られている。志賀高原とよばれる高原性の地形は、兩側に横湯川・角間川を置き、この低地の東方に連なるが、丸池附近に至つて南東方向に変位し、延長は赤石山から横手山に連なる山稜に收斂される。高原の西方には坊平山・笠ヶ岳を置き、

北方に五輪山より連なる龍王山・焼額山あり、さらに高天ヶ原の低地を経て岩菅山に続く山稜は、東館山より赤石山に連なつて、高原の東北限を劃している。これらの山地に囲まれた志賀高原は、特異な熔岩流の相貌を留める志賀山を最高とし、旭山その他の新旧熔岩流による起伏が著しいが、その間に琵琶池・丸池・三角池などの小湖沼を種々の形で置いている。これに対し高原の南半を埋める平地は平床原の名で呼ばれ、対称的な地形を示している。

横湯川は志賀山と赤石山との凹地に滞水する大沼池に源を發し、山の内の低地に出るまでの間に、地獄谷より荒井河原附近にわたり、谷がやや開ける程度で、ほとんど峡谷を穿つて流下する。角間川は、横手山の山腹に源を置き、熊の湯を経て平床原に出で、幕岩附近から峡谷となり、淵満滝を懸げて流下し、角間附近より山の内の低地に出で、湯田中において横湯川と合流する。これより先は夜間瀬川といわれ、高社山の山麓に沿つて北西方に迂回し、千曲川に合流する。

#### 4. 地質概観

本地域を構成する地質系統は、大別して火山基底岩類と新期の火山岩類とに分たれる。これを蔽つて、高原内の1部に、熔岩流および岩屑流により堰とめられた湖沼性の堆積物と山の内の低地に發達する角間川・横湯川およびその支流による扇状地堆積物とが、地形的な特徴を示して分布している。以下順を追つて、概略の説明を加えておく。

##### 4.1 火山基底岩類

長野縣中部地方に広く發達する第三紀層および火成岩類については、すでに本間不二男博士によつて基礎的な大貌が與えられている。

本地域の火山基底岩類は、その1部を構成するものであるが、これまでわずかに、2, 3の報告があるだけで<sup>2-5)</sup>、詳細な調査は行われていない。

今回の結果によつても、層序・構造・火成岩の相互關係などを明らかにすることはできなかつたが、地域の大部分は、いわゆる綠色凝灰岩類に含まれる火山岩および火山碎屑岩類よりなり、石英閃綠岩が貫入岩体として分布している。

本間博士によると、信濃中部地方のいわゆる中信層群に属する守屋層、あるいはその上部の内村層は、いわ

る綠色凝灰岩類で特徴づけられている。さらにその上部の別所層に相当する黑色泥岩層の分布をみると、千曲川東方山地では、石英閃綠岩の貫入から免れた部分が、須坂町南方附近まで残存している。しかし、本地域と須坂町との間は、未調査であるため、直接の關係は不明であるが、本間博士のいわゆる北信層群は、構造上千曲川西方地域だけに分布が限定されているので、本地域のいわゆる綠色凝灰岩類も、中信層群の一員に属するものと考えられる。なお、石英閃綠岩と珩岩などの半深岩類との關係については、ほとんど明らかな資料がない。

##### 4.2 火山

上信國境は、富士・那須・鳥海火山帯の交錯する複雑な火山密集地域であるが、本地域でも、低地では箱山が唯一の火山であるのに対して、高原の大部分は大小の火山群によつて構成されている。

高原火山群の迸出時期は、相前後しているようであるが、その關係の知られるところはきわめて少ない。地形の解析程度から推定すると、志賀山はほとんどまだ熔岩流による原地形を留め、この附近の火山群中もつとも新しい活動によるものと思われる。

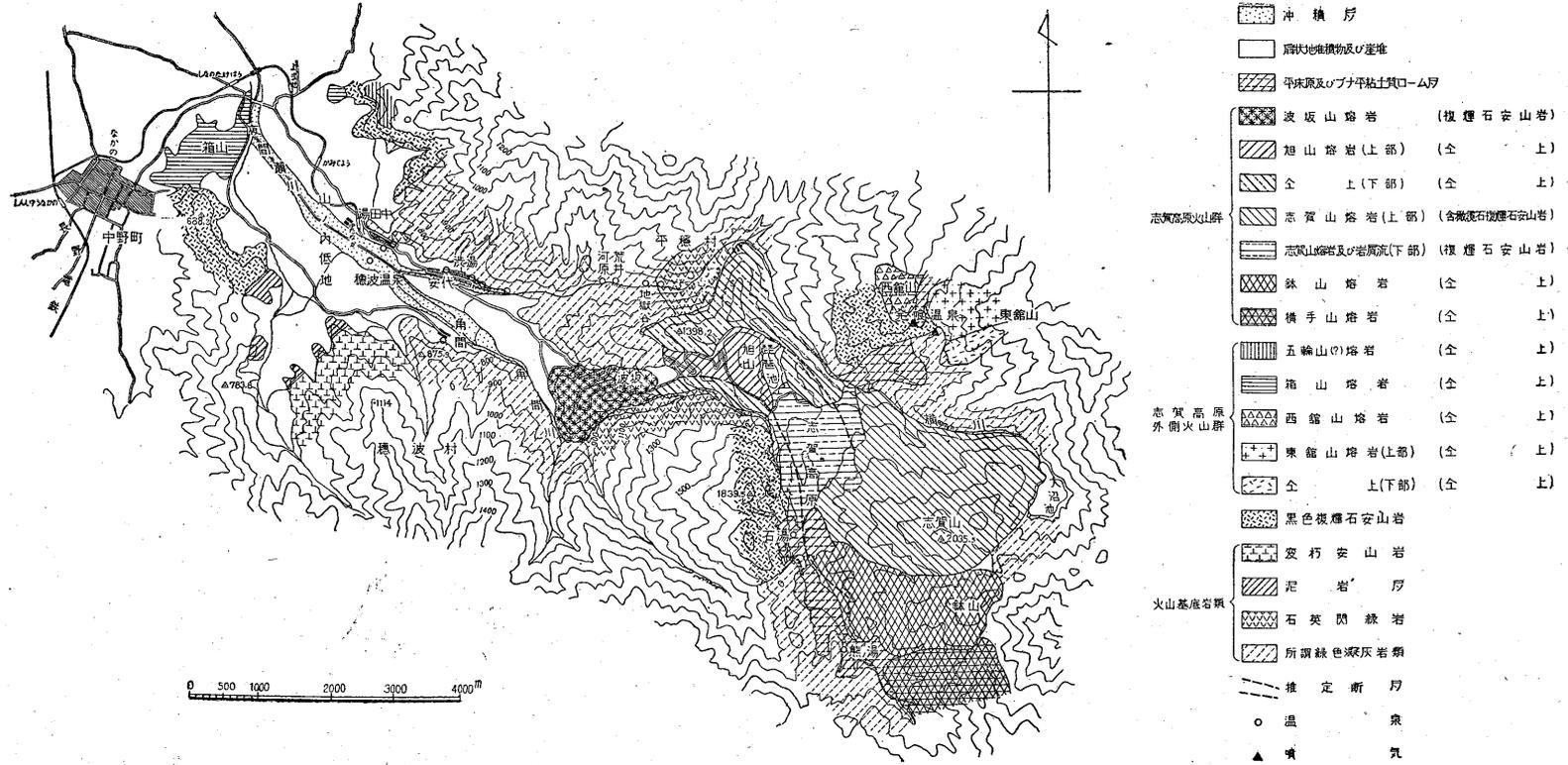
基底岩層と火山群との分布をみると、地形的に次のような特徴が窺われる。すなわち、坊平山から笠ヶ岳を結ぶ山系と、西館山から赤石山を結ぶ山系との間に介在する低地を、火山群が埋めた感を抱かせることであつて、いま述べた地形上の特異性は本地域の地質構造と火山活動との間に、なんらかの關連性の存在することを暗示している。

上述の事項と關連して、ここで注目を引くのは、志賀高原旭山の南北両側を通り、2條の地形的な喰違いが、ある程度追跡されることである。1條は志賀熔岩に、ほかの1條は山賊原西方の波坂山熔岩に蔽われているが、そのいずれも、古地形上の低地にほぼ平行していることは、この低地帯を含むいわゆる弱帯の存在を、さらに示唆しているものと考えられるのである。そして、この弱帯は、結局地形上に表われた火山性高原の生成に繋り、また後述のように、温泉の分布をも支配する潜在性の構造的な要素に相当するものであると考えられる。

以下各火山を列記すると次の通りである。

- i) 箱山
- ii) 志賀高原火山群
  - a) 波坂山
  - b) 旭山
  - c) 鉢山
  - d) 志賀山
- iii) その他
  - a) 横手山

1) 本間不二男：信濃中部地質誌 (1931)  
 2) 中島謙三：20万分の1地質圖幅長野縣ならびに同説明書 (1888)  
 3) 清水實隆：毛無火山近傍地質調査報文 震予報, 8, (1896)  
 4) 大橋良一：草津白根火山地質調査報告 震予報, 78, (1914)  
 5) 八木貞助：下高井郡地質誌  
 5) " : 長野縣山の内温泉について 地學雜, Vol. 44, (1932)



第1圖 長野縣下高井郡平穩溫泉群周邊地質圖

- b) 笠ヶ岳
- c) 坊平(寺)山
- d) 東館山および西館山

#### 4.3 第四紀層

洪積層としては、山の内低地に広く発達する角間川・横湯川およびその支流の扇状地堆積物と、高原の南半を埋めて平床原の名で呼ばれる湖成堆積物とがある。前者は20~30mの厚さに達し、砂礫・粘土層よりなり、その表面は5~6°の緩傾斜面を示している。後者は前述のように志賀熔岩流によつて生じた湖成の堆積物で、主としてローム質の粘土よりなり、ほとんど水平に近いが、部分的に5~10°の傾斜を示している。

### 5. 地域地質各説

#### 5.1 山の内低地帯

構成地質の大部分は、いわゆる火山基底岩類であつて、緑色凝灰岩・灰白色泥岩層およびこれら貫く変朽安山岩および石英閃緑岩よりなる。このうちを緑色凝灰岩類は緑色~緑青色の凝灰岩・安山岩などの古期火山岩類によつて構成され、主として横湯川の西側山地に分布し、局部的に著しい温泉作用をうけている。古くは、いわゆる御坂層と称されたものである。灰白色泥岩層は、低地南側の寒沢(穂波村佐野)附近に分布するものの1部で、変朽安山岩および新期の黒色複輝石安山岩の貫入を受け、部分的に角礫状を呈するが、層理は明らかでない。石英閃緑岩は大橋良一教授の小紋岩の1部に相当するもので、地獄谷奥および角間川中流に相当広範囲の分布を示しており、この地域以外に地獄谷噴泉附近・同一の沢・湯田中背後の丘陵にも小露出している。

なお、灰白色泥岩層を貫いて広く分布する濃青色の変朽安山岩の進出時期については、現在明らかでない。

以上の古期岩層に対して、地域西端には、新期火山岩類が比較的広い面積を占めて分布している。更科峠・箱山等がこれである。

また、扇状地堆積物が、低地一帯に地形的な特徴を示して広く発達している。

#### 5.2 熊の湯附近

志賀高原の南端を占める地域である。火山基底岩類は、横湯川を距てた西方山地と高原の基底に1部露出しており、岩質は、いわゆる緑色凝灰岩と変朽安山岩とよりなる。新期火山岩は灰色~黒色の複輝石安山岩~含橄欖石安山岩で、地形的に特徴を示して分布するが、中でも、志賀熔岩の渦巻地形が有名である。

#### 5.3 発鳴温泉附近

角間川を距て志賀高原の東北方にあたる傾斜地一帯を占め、本地域における唯一の噴気地帯である。基底岩類

は新期火山岩やローム層に被われ、小区域に露出するに過ぎないが、主として角礫凝灰岩あるいは凝灰岩などよりなる。温泉作用による変質が著しいため構造は明らかでない。新期火山岩としては、西発鳴・火地獄附近に黒色複輝石安山岩が先行し、東館山、西館山の熔岩流がその東方および北方に分布している。これらを被つて、高天ヶ原とブナ平に、ローム層の堆積がみられる。このうちブナ平では沈積相を呈しているため、角間川もまた高原の熔岩流により、一時堰とめられたものと考えられる。

### 6. 地質構造

本地域において、直接基底岩類の構造を求めることは困難であるが、注目を引く事柄として、山の内低地帯と、その北方延長部に位置する火山性高原との対称的な地形である。これについては、すでに、八木貞助氏により山の内地溝帯の名で呼ばれ、千曲川本部地塊における構造線の1つとされている<sup>6)</sup>。

すでに述べた通り、高原内の火山地帯に高原の輪廓にほぼ平行して2條の断層線が推定されることは、ある程度構造的特性を暗示するものであるが、一方この地域において、温泉作用による変質地帯の分布をみると、次の通りである。すなわち、低地側では湯田中から瀧にわたる背後の丘陵、横湯川に沿つては、荒井河原大古岩附近およびその上流の焼額山に入る支流二股附近、山地では現に噴気のみられる発鳴附近であつて、いま挙げたこれらの地帯は、ほぼ東西性の方向をもつて分布している。

他方、角間川に沿つては、前者と比べてその個所が少ない。すなわち、安南平上流(屏風岩?附近)と、熊の湯背後で認められるだけである。

しかしこの数地点を除き、いま挙げた変質地帯の周辺に、現在温泉の湧出あるいは噴気孔を伴っていることは、少なくとも温泉作用と温泉とは、なお密接な関係をもっていることを示すものであり、一方、これらの地点が、ほぼ古低地帯の外廓に沿つて分布していることを考えると、変質地帯の分布もまた前に述べた構造的要素の支配をうけていると思われるのであつて、推定断層線を含めたこの古低地帯は、現在火山群や扇状地堆積物に蔽われているけれども、本地域の火山・温泉の分布にもつとも関連のある潜在破砕帯に相当しているとみなすことができる。

### 7. 温泉概説

平穏温泉群(または山の内温泉群)については、八木貞助氏の詳細な報告<sup>7)</sup>がある。ここでは、各温泉について

6) 八木貞助: 長野縣山の内温泉について 地學雜, Vol 44, (1932)

7) 八木貞助: 前出

簡単な記載に留め、温度・化学成分に表われた特徴と、地質構造との関係を概括的にのべることにする。

### 7.1 湯田中温泉

平穩温泉群の西端を占め、長野電鉄の終点であると同時に、志賀高原への起点として位置している。背後に湯平山の丘陵を置き、夜間瀬川に面しては、15~20mの断崖よりなる扇状地層の高台上にある。

温泉はこの高台上と崖下に沿う一帯に湧出する。

高台上の湧出範囲は縣道に沿い(第4図参照)、西はよろづや内湯から、東は梅翁寺境内および宮崎通知氏邸内に続く長さ約150m、幅70mの区域であつて、かつては自然湧出していたと云われるが、現在では水位が1~2m低下している。

崖下の氾濫原一帯に湧出するものは、河原湯といわれる。東西約1kmにわたる湧出地域は、大別して上河原と下河原とに分たれる。前者は溝渠を設けてタンク内に集水し、さらに高台上に吸上げ台上の各旅館に分湯している。後者は、共同浴場あるいは旅館、個人用として現地で利用されるほか、1部は穂波温泉に供給している。

### 7.2 安代および澁温泉

安代温泉は湯田中の上河原から崖下に沿う約600mの地点にあり、さらにその東側に接して澁温泉がある。

安代温泉の湧出区域は、ほぼ、安代館から榎木沢附近までの崖下に沿つた長さ約160mの区域である。

澁温泉はその東側を占め、横湯川に沿い、西は郵便局附近から、東は温泉寺を経て目洗不動に至る地域の各地から湧出している。

### 7.3 地獄谷温泉

安代・澁を過ぎ、横湯川が峻谷に入る附近より上流は荒井河原・地獄谷といわれ、この地方での名勝に数えられている。温泉の湧出は上流から挙げると、横湯川がふたたび峡谷に入る通称佛岩直下の抱石<sup>だきいし</sup>附近から始まり、地獄谷を下つて太古岩の崖下荒井河原に至る各所でみられる。このうち、地獄谷噴泉は古くから有名である<sup>8)</sup>。

抱石附近では、主として石英閃緑岩のほぼ南北方向の裂罅から湧出するもので、温度もつとも高く、ほとんど沸騰点に達する。現在、上林温泉の源泉として用いられている。

地獄谷噴泉附近もまた優勢な湧出地域であるが、このほか下流荒井河原までの間にも、右岸・左岸のところに豊富な湧出地点がある。この附近も例えば噴泉傍

でみられるように、ほぼ南北方向の裂罅ないし小断層に伴い湧出する傾向が認められる。現在この地域の温泉は、噴泉傍のものを地獄谷温泉(後楽館)と称して現地で用いる以外は、4カ所で集水し、上林・沓野<sup>くつの</sup>および澁へ引湯補給している。

荒井河原は温泉作用による岩石の変質のため、横湯川の峡谷に生じた自然のポケットであるから、雨季には土砂の堆積がはなはだしく、また変質地帯の崩壊が著しい。従つて引湯パイプの破損や集水槽の埋没は、河水の氾濫に伴つて、しばしば繰返されており、将来、恒久的な対策が必要である。

### 7.4 穂波温泉

湯田中上河原を渡り、その対岸に位置している。温泉は氾濫原の砂礫中より湧出し、現在約5m掘鑿して溝渠を作り、この溝渠に集水して用いている(元湯)。1部(大湯)は、湯田中下河原より補給をうけている。

### 7.5 角間温泉

角間川の左岸で、穂波村荒神山山麓の段丘上に位置している。温泉は背後の丘陵より湧出するもの(大湯・新湯)と、この地内に湧出するもの(養田屋・越後屋)とがあるが、その詳しい状況は明らかでない。

角間川に沿つて分布する温泉は、このほかさらに上流1kmの屏風岩附近にも湧出するといわれているが、現在ほとんど利用されていない。

### 7.6 志賀高原温泉

#### 7.6.1 石の湯

志賀高原の景勝幕岩から約700m上流で、平床原の崖下に位置している。源泉は平床原を浸蝕した硯川(角間川上流の別名)の小支流を約200m遡り、これより、坑道式に横穴を掘り、集水した温泉を引湯利用している。

#### 7.6.2 熊の湯

石の湯よりさらに硯川を2km遡つて、ほぼ志賀高原の南端に位置する温泉である。現在背後の崖下および旅館・床下の3カ所で集水し、浴槽に導いているが、強い硫化水素臭によつて特徴づけられている。かつて浴槽の表面に、特徴ある白膜現象がみられたというが、現在はほとんど認められない。

### 7.7 発<sup>ほつほ</sup>噴温泉

志賀高原北方山地の1部を占め、東館山と西館山とに挟まれた高天ヶ原より僅かに下つた斜面上に位置する噴気地帯である。噴気は集水した地表水を加温して温泉化することに用いるほか、蒸籠<sup>せいろう</sup>を装置して炊飯用とし、また暖房の方面にも利用している。

現在天狗湯・薬師湯附近の他、その西方約600mの

8) 八木貞助：前出

“：長野縣地獄谷温泉について 地録(1923)

第1表 平穩温泉群水質分析表

番号	試料採取個所	温度	pH	Cl'	SO <sub>4</sub> ''	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	pH*	HCO <sub>3</sub> '*	CO <sub>3</sub> '*	CO <sub>2</sub> *
		(°C)		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L
1	湯田中 (高台上)	54.0	7.2	337.4	504.5	166.8	2.1	8.2	43.2	8.4	
2	大湯	73.5	7.2	353.0	477.3	163.5	tr	7.9	48.8		4
3	甘精堂	59.0	7.0	319.0	428.8	138.4	3.8	7.8	43.9		5
4	(河原) 河原湯	66.0	7.4	507.6	179.4	75.7	4.4	8.4	53.7	14.4	
5	中野温泉源泉	46.5	7.0	202.6	163.8	55.1	12.6	8.4	46.4	10.8	
6	滝の湯(上條温泉源泉)	53.5	7.3	380.0	156.4	72.5	1.9	8.4	35.4	14.4	
7	穂波大湯源泉	59.0	7.1	321.8	158.8	72.1	6.4	8.4	63.8	16.8	
8	穂波元湯	58.0	7.0	701.2	137.4	140.1	1.0	8.2	36.6	8.4	
9	角間越後屋	52.0	7.2	453.7	335.8	118.2	tr	7.9	53.7		5
10	養田屋	51.0	7.0	479.2	264.2	116.2	tr	8.1	72.0	6.0	
11	安代大湯	56.0	7.6	302.0	232.1	76.1	1.5	7.9	78.1		3
12	澁石の湯	69.0	7.2	435.3	257.6	93.1	3.1	8.4	29.3	14.4	
13	ひしや	58.5	7.0	409.8	233.4	85.8	0.8	7.9	58.5		4
14	横湯(温泉寺)	67.0	7.0	334.6	386.8	130.3	2.2	7.9	43.9		3
15	目洗不動	54.0	7.2	245.3	355.5	122.3		7.9	65.8		3
16	地獄谷赤澁水	23.0	4.4	14.1	418.8	81.4	13.8				
17	地獄谷温泉(後楽館)	73.5	7.2	375.7	374.5	128.7	10.2	7.9	70.7		3
18	上林温泉源泉	97.0	7.6	333.2	325.1	121.4	tr	7.9	63.4		5
19	志賀高原石の湯	29.5	6.6	29.7	104.5	42.1	15.2	7.8	111.0		4
20	熊の湯	49.0	6.4	72.3	553.9	275.5	22.4	6.4	690.5		220
21	発喃天狗湯(大浴場)		2.9	4.0	103.7						
22	天狗湯(別館)		5.1	69.4	72.4						

註 \*は試料採取約10カ月後に参考として測定した値である。

火地獄・西発喃とに噴気地帯があるが、後者は水利に恵まれないため、余り利用されていない。

### 8. 温泉の温度と化学成分

これまで述べた各温泉における代表的な源泉の温度および主成分を示すと第1表の通りである。

発喃から地獄谷を径て湯田中にもわたる地帯は、比較的温泉の湧出が密であるのに対して、角間川に沿つては、分布が散点的で、種々の点に明瞭さを欠いている。

別表の測定結果から、平穩温泉群の化学性を推察すると次の通りである。

#### 8.1 温度分布

湧出地点の明らかでないものが2, 3含まれるけれども、各湧出地域の温度分布状態をみると、次のような傾向を示す。

すなわち横湯川に沿う北部温泉群の中から、各湧出地域における高温部を挙げると、

発喃および西発喃	(蒸気) 沸点
地獄谷 抱石	97°C
噴泉傍	93.5°C

澁・安代	温泉寺	67°C
	石の湯	69°C
湯田中	大湯	73.5°C
	上河原湯	66°C

等である。

一方角間川沿線では、このような高温部を有することなく、下流では51~58°Cの範囲内にあり、志賀高原ではさらに低く49°Cである。

いま述べた結果から、一應志賀高原の熊の湯・石の湯を除き平穩温泉群の温度分布をみると

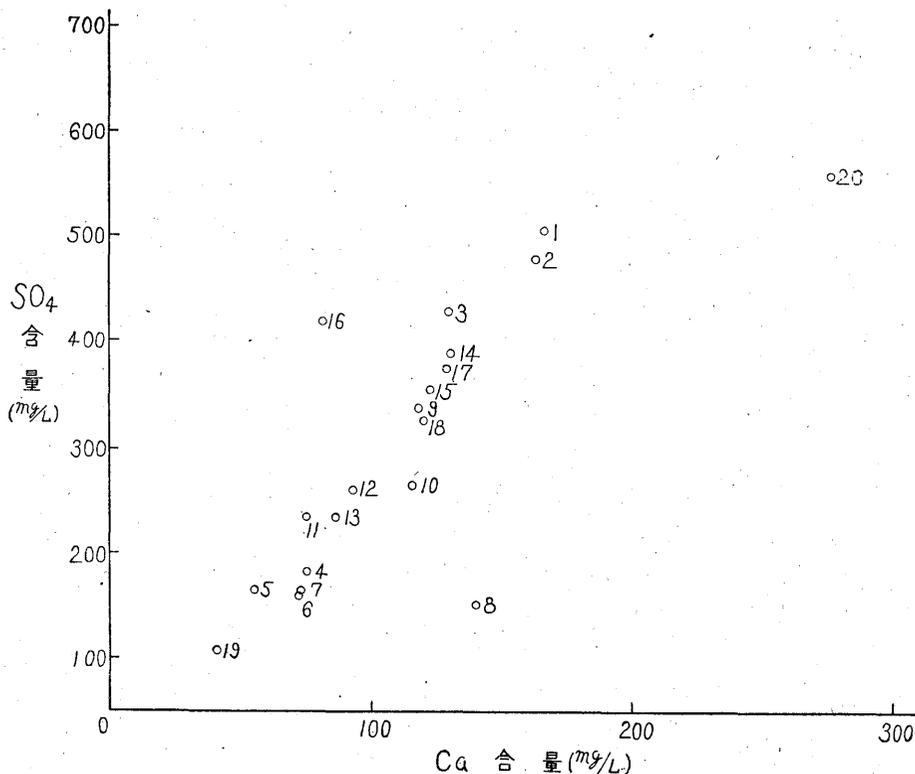
穂波~角間	51~58°C
湯田中~澁	66~73.5°C
地獄谷	93.5~97°C
発喃	蒸気(沸点)

の順序で、西に移るほど、温度が高くなる傾向を認めることができる。

#### 8.2 Cl' および SO<sub>4</sub>'' の分布

##### 8.2.1 Cl'

温度分布の場合と同様に、各湧出地域の最高Cl'含量



第 2 圖

をみると

発源地	温度	Ca 含量 (mg/L)
天狗湯	93.5°C	69.4 mg/L
地獄谷温泉	69°C	375.5 "
澁石の湯	66°C	435.3 "
湯田中河原湯	51°C	507.6 "
角間大湯	58°C	479.2 "
穂波元湯		701.2 "

の順序で、温度の場合と逆に、西に移るほど Cl<sup>-</sup> 含量が減少している。しかし各湧出地域では、かならずしも、Cl<sup>-</sup> 含量にこのような規則性が認められず、たとえば湯田中大湯のように、73.5°C の温度に対して 353.0 mg/L という低い含量を示すものもある。

これについては、後で再び触れることにするが、穂波と地獄谷の両湧出地域を比較すると、Cl<sup>-</sup> 含有量に相当著しい差のあることだけは、明瞭に区別することができる。

### 8.2.2 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の分布

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の特徴は各湧出地域ごとで、ほぼ定まった範囲内の含量を示していることである。

次表に、各地域における含量を掲げた。

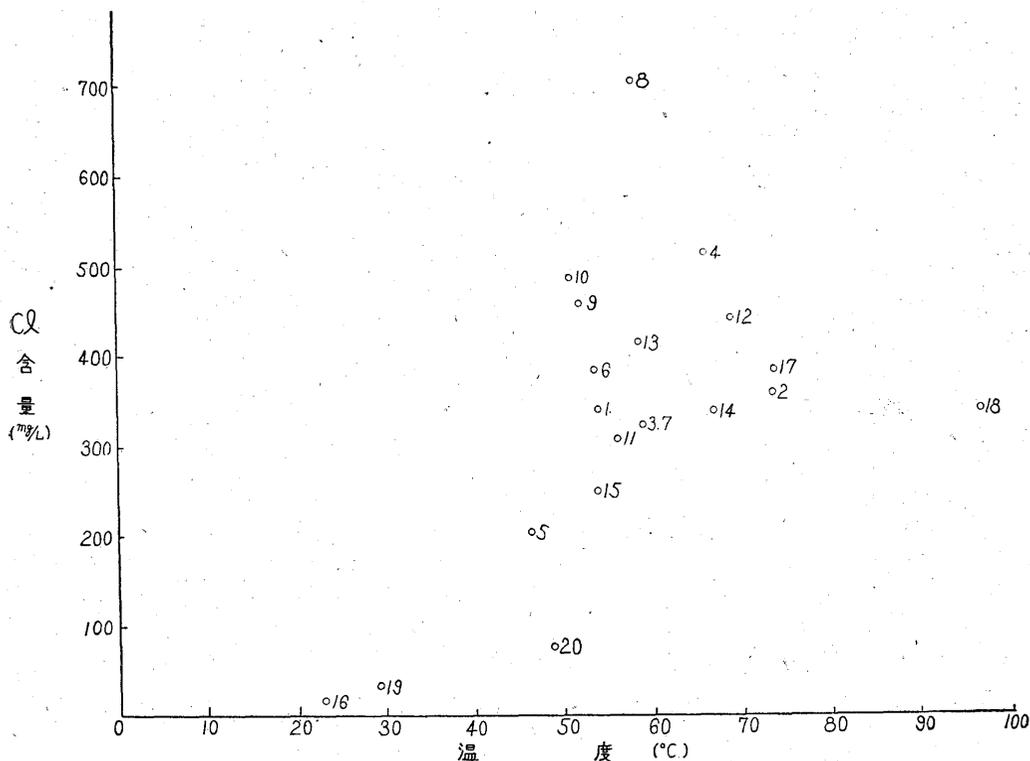
低地 高台

湧出地点	低地 (mg/L)	高台 (mg/L)
湯田中(穂波を含む)	137~180	429~505
安代・澁	232~258	356~387
地獄谷(横湯川)	325~375	
角間	264~336	

附表から解るように同一地域内でも SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の含量が、温度・他成分と関係なく、湧出地点の高さによつて著しい変化を示している。この事実から判断すると、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の二次的な生成は、温泉の水頭と密接な関係があると考えられる。すなわち、湧出地点が高くなるほど、温泉はその静止水頭に近づき(事実、湯田中の高合では、すでに水位が地表より 1~2m 低下しているところがある)、相対的に流出速度も緩慢となるため、不安定な還元物質、例えばここで対象となる硫化水素などの成分は容易に酸化される状態におかれるので、結果としては高い地点ほど SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の増加を示していると考えられるのである。

したがつて、分析結果によると、ほとんど各温泉とも地表近くで地下水あるいは地表水により機械的に稀釈されたという形跡はあまり認めることができないようである。

9) 正確な湧出地点が明らかでないので、参考までに示したのであるが、噴氣地帯の中に、このような Cl<sup>-</sup> を含む温泉も存在している。



第 3 圖

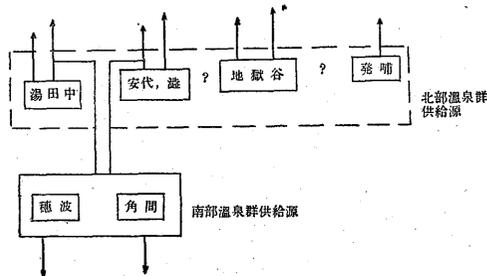
なお、Ca<sup>++</sup> 含量との関係を第2図に示した。

### 8. 3 温度と Cl<sup>-</sup>

前述のように、各湧出地域を概観すると、温度と Cl<sup>-</sup> との間には、負の相関関係を示す傾向が認められる。しかし、湧出地域のうちには、かならずしも、この傾向に一致しない地点もあり、湯田中大湯のように比較 Cl<sup>-</sup> 含量が低いにもかかわらず、この地域では最高の温度を示すところもある。

一方これら各温泉の Cl<sup>-</sup> 含量をみると(第3図)、地獄谷石臼附近の湧泉(97.0°C, Cl<sup>-</sup> 332 mg/L)と、穂波元湯(58°C, Cl<sup>-</sup> 701 mg/L)とが、その両端を代表している。そして、湯田中から地獄谷にわたる各湧出地域では温度差が比較的少なく、一般に東に移るほど Cl<sup>-</sup> 含量が低下するけれども、その中に、上述のような Cl<sup>-</sup> 含量の低い高温地点の存在することを併せ考えると、平穩温泉には温度、Cl<sup>-</sup> 含量を異にする2つの供給源の存在が推定されるのである。いま、模式的にその関係を示すと、次図の通りである。

なお発噴噴気地帯の供給源については、試料のうちに Cl<sup>-</sup> を含むものの存在することから判断すると、いわゆる高温熱水より気化した蒸気・蒸露が噴気地帯を構成す



ると同時に、その熱水より分枝したほかの1部が、地下水そのほかの影響により、沸騰点以下まで冷却し、いわゆる熱水性温泉<sup>10)</sup>の性質を留めて、地表に達したと考えることができる。したがって、少なくとも湯田中～発噴地帯の温泉は、同一の供給源に属していると考えられるのである。

### 8. 4 温泉と地質構造

本地域の地質構造は、火山性高原の生成と関連し、さらに温泉の分布をも支配していることは前述の通りで

10) 一般の噴気地帯に伴い、ほとんど地表水ないし地下水が蒸気により加温されて生じた噴気性温泉に對して、Cl<sup>-</sup> を主成分の1つとして湧出する火山地帯の温泉を熱水性温泉と呼んだ。

ある。

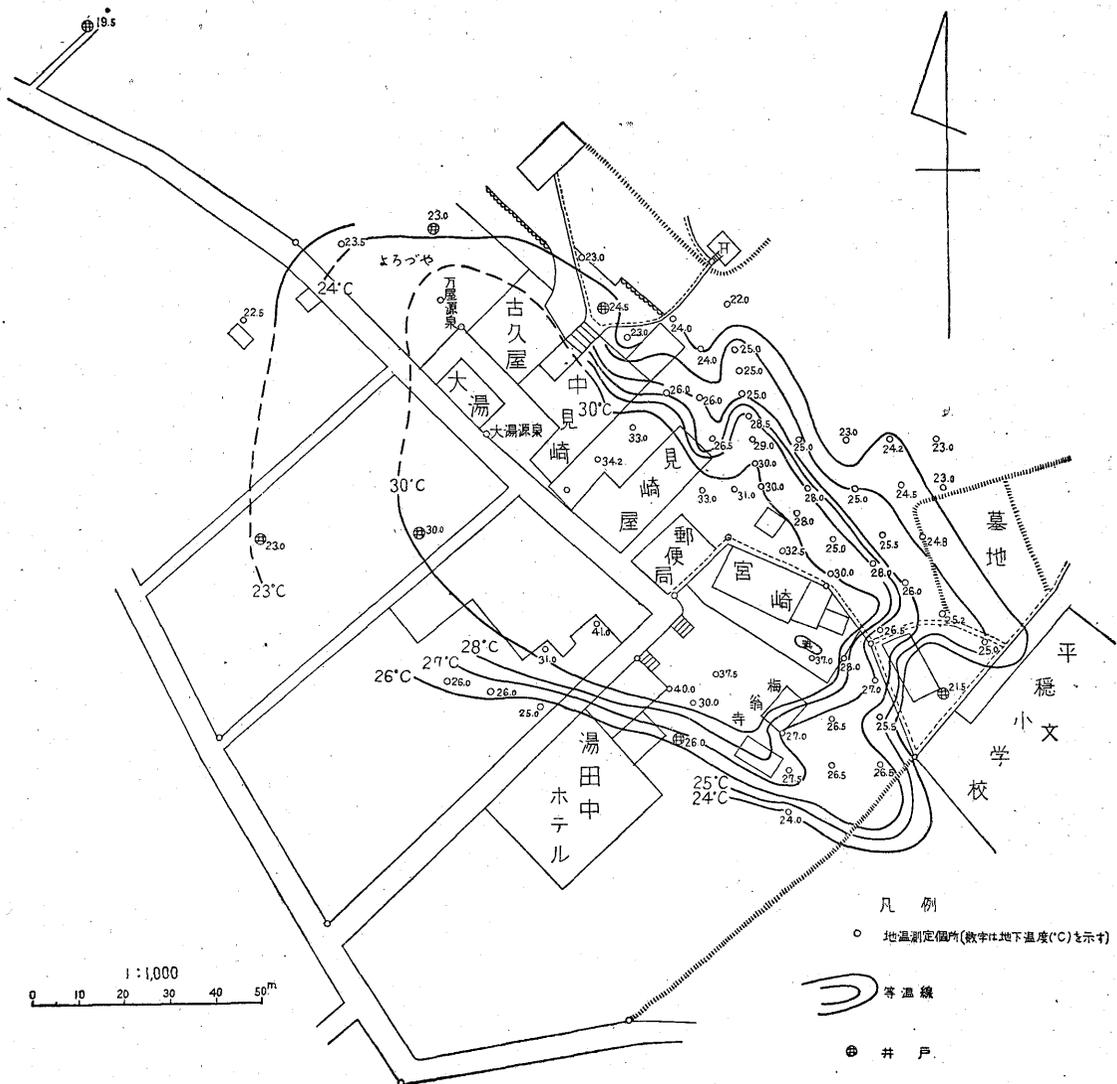
温泉の供給源は、上記の構造線と直接的な繋りをもち、さらに温泉の存在を決定する本質的な要素であるけれども、地表浅所において、温泉の賦存状態を支配するのは、むしろこの主要な破碎帯に附随する大小の裂隙・断層であるといえる。本地域を概観すると、湯田中～澁～地獄谷～発啼温泉帯と、穂波～角間(石の湯～熊の湯?)温泉帯の方向性は、上記の構造線のそれとほぼ一致しているが、実際の湧出状況は地獄谷でみられるように、南北性の小裂隙に伴う場合が多い。しかし、一方、湯田中のように、この構造線に平行して、東西方向の賦存状態を示す地域もあるので、直接岩層の露出している

地域を除き、厚い表層部に被われている地域では、方向性の吟味に充分の考慮を拂う必要がある。

### 8.5 湯田中温泉の地温分布

湯田中温泉の高台に湧出するものの賦存状態が構造線の方向性や上河原湯とどのような関係があるかということを求める一手段として、この地域における地温分布状態の吟味を行った。

方法は5~10m 間隔で手動鑿孔機を用いて1.5m 掘鑿し、留点寒暖計を挿入して、20~30分放置した後、孔底温度を讀んだ。地質は一般に赤褐色の粘土であるが、温泉作用をうけた部分は青黒色粘土となり、1.5m 以下は礫質である。地下水は少なく、ほとんど地温に與える



第4圖 平登村湯田中温泉地温分布圖

影響はないとみてよいほどである。地温分布図は第4図に示す通りであるが、西側は旅館が多いため測温地点も限定され、分布状況はあまり明らかでない。

測定結果によると(第4図)、30°C以上の高温帯は、縣道を中心として約60mの幅をもち、<sup>よろい</sup>万屋内湯から梅翁寺境内に至る長さ約120mの区域で示されている。この延長がほぼ上河原湧出地帯と一致すること、さらに高温帯の幅が比較的狭いことを併せ考えると、温泉の賦存状態は、この高台を構成する扇状地堆積物に被われた基盤岩の構造に関係があり、この構造に附随する断層・裂隙に伴い上昇した熱水が、山側に近いため比較的薄い堆積物に貯溜され、現在の分布状況を示していると考えられる。

なお、最後に温泉水位と湧出量(排水量)との関係について一言すると、SO<sub>4</sub>の項目で説明したように、ある地域内の各温泉水頭は、ほぼ同一であるとみなすことができるので、高台でみられる温泉水位低下の現象は、結局低地(河原湯)における湧出量すなわち排水量の増加に帰因していると考えられる。したがって、今後源泉の数を増加した場合、旧源泉、とくに高台上の温泉水位に与える影響は、さらに著しく表われるものと考えられるようである。

## 9. 結論

9.1 長野縣平穩温泉群周辺の構成地質は、火山基底岩類(主として第三紀火山岩および火山碎屑岩類)と新期火山岩類とに大別され、それらを被つて、扇状地堆積物

が広く分布している。

9.2 志賀(火山性高原)高原のほぼ中央を通り、両側山地の境界に平行して2條の断層が追跡されたことから、山の内低地を含め両側の山地に囲まれた旧低地帯は、潜在破碎帯と考えられ、志賀高原の生成・温泉の分布などは、この構造的要素に支配されていると考えられる。

9.3 温泉湧出地域は、変質地帯とほぼ一致し、構造線の方向を示している。各湧出地域の温度分布をみると、東に移るほど温度が高くなる傾向がある。

一方Cl<sup>-</sup>の分布は温度と逆に、西に移るほど増大する傾向が認められる。

SO<sub>4</sub>は各湧出地域ごとで、ほぼ定まった範囲内にあり、同一地域でも高所ほど含量が高い。この結果から判断して、SO<sub>4</sub>の2次的な増加は温泉の水頭と、湧出口の高さに関係し、溶存硫化水素の酸化によるものと考えられる。

9.4 温度とCl<sup>-</sup>の関係から、少なくとも温度およびCl<sup>-</sup>成分の濃度を異にする2つの供給源が考えられ、平穩温泉群は、この両者の混合によつて、成分の多様性を示していると考えられる。

なお、発噴噴気地帯の供給源も、湧出温泉の成分から判断すると、熱水性であると考えられる。

9.5 各地域の湧出状況は前記構造線に伴う同方向あるいは、これと直交する裂隙・断層に支配され、湯田中温泉の地温分布状態の結果も、この傾向を示している。

(昭和26年10月調査)