

秋田県秋の宮・皆瀬温泉調査報告

中村 久由* 鈴木 孝* 前田 憲二郎**

Résumé

On the Akinomiya-Minase Thermal Area, Akita Prefecture

by

Hisayoshi Nakamura, Takashi Suzuki & Kenjiro Maeda

The Akinomiya-Minase thermal area, Akita prefecture, consists of Pre-Tertiary granodiorite, Tertiary volcanic complex and platy mudstone covered by the Kabuto-yama dacite and the Takamatsudake lava of Quaternary age. Geological structure of this area is characterized by faults and foldings trending NE-SW and NW-SE. Hot springs are developed along above-mentioned two directions and, especially, in a zone of NE-SW direction. Younger Takamatsudake lava is also developed in the same zone. The construction of the Akinomiya-Minase thermal area is made up of the central fumarolic area, named Tochiyu and Arayu, and the outer hot spring area, namely Takanoyu, Yunomata, Oyasu and Oyu.

But some located in the central fumarolic area are formed in a transition period from fumarolic to hot spring by effect of underground water. These are Kawarage and Doroyu. Kawarage is regarded as the center of this area judging from the remarkable rock alteration and chemical composition of water characterized by strong acidity with HCl and H₂SO₄.

From the chemical composition of water calculated, in forms of millimols, from hot springs are divided into two types, namely insufficient type of alkali to chlorine, and the excess one.

Judging from pH and dissolved component of water, it seems that the excess type is related to the oxidation of alkali-hydrosulphate.

The ratio of Na/K and Ca/Mg in acidic water is smaller than in alkaline one. The difference of ration between acidic and alkaline, seems to be related to not only in pH, but to ion exchange between Na and K, and, Ca and Mg, in transformation process from acidic to alkaline water.

Motoyu, Yumoto and Oyu are regarded as hot springs of underground water type and it seems to be possible, judging from characteristic chemical composition that Yumoto and Motoyu region, so-called natural vapour, are sealed under groundwater in shallow depth.

The fumarolic gasses in Arayu and Oyu are so rich in water vapour in 99.8 vol. %, while gasses in Kawarage rich in inactive ones (99.8 vol. %). These inactive gasses are regarded to the residue of air consumed in reduction of oxygen, not as primary origin.

まえがき

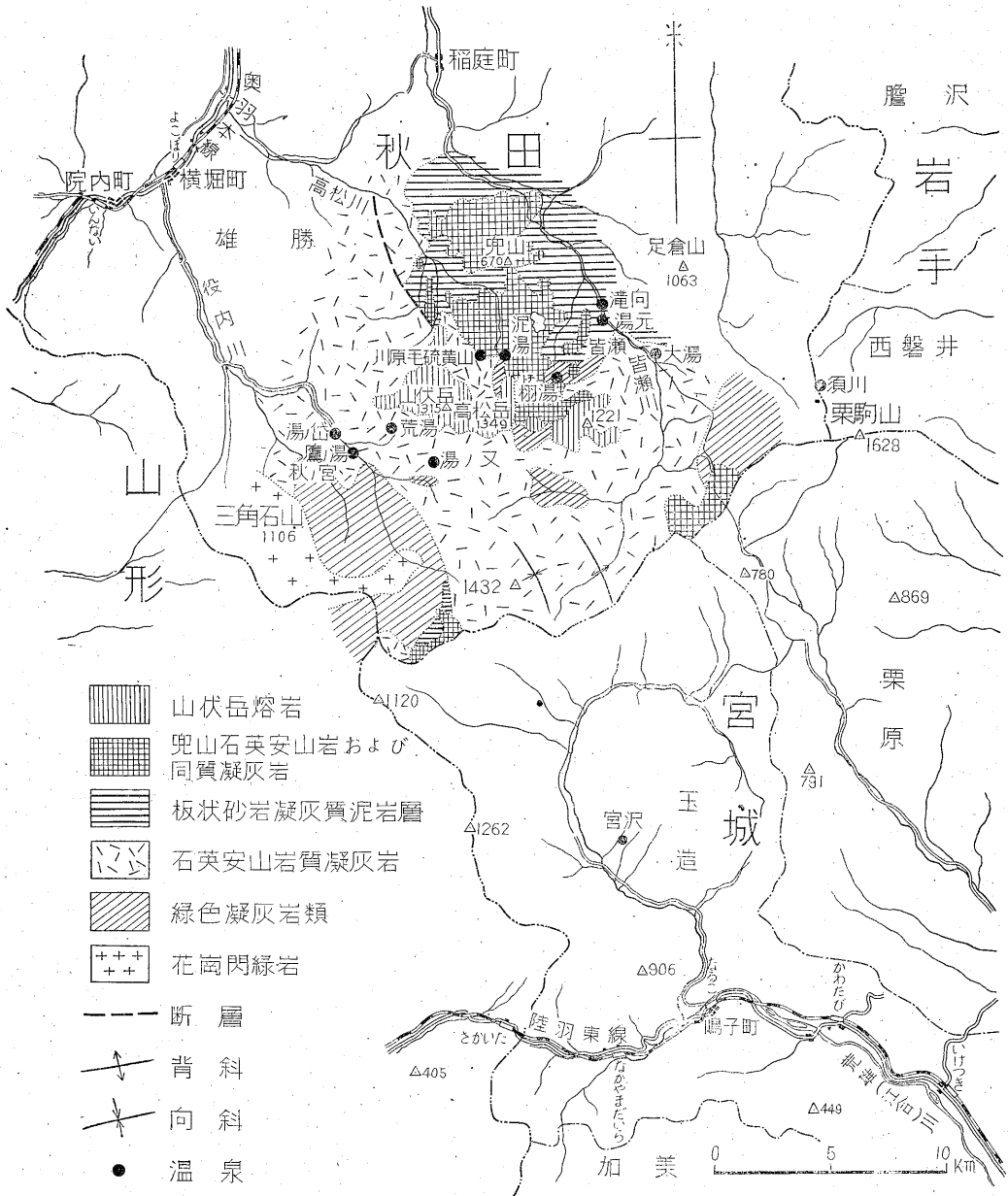
宮城・岩手県境附近から南秋田の雄勝地方に至るほど北西～南東方向の地帯には、比較的数多くの温泉が分布している。すなわち、須川(岩手)・栗駒(宮城)・鳴子

(宮城)・鬼首(宮城)・秋の宮(秋田)・皆瀬(秋田)などの温泉群がこれである。

これらの温泉群のうち、鬼首・鳴子の温泉については間歇泉の存在や交通至便という理由もあつて比較的よく研究されているが、その他の温泉についてはまだほとんど調査が行われていない実情にある。今回、地熱調査の一環として秋田県雄勝郡秋の宮および皆瀬村所在の温泉

* 地質部

** 技術部



第 1 図

群を取り上げ、地域的にこれらの温泉がいかなる性質のものであるかという点について検討を加えた。この報告は調査結果の概要を取り纏めたものである。

1. 地質概説

今回の調査は主として温泉湧出区域の周辺だけに限られ、全般的な地質調査を行うまでには至らなかったが、既発表の調査資料¹⁾を参考にして、地域内の構成地質の概略を述べると次の通りである (第1図)。

1.1 基底岩類

主として花崗閃緑岩からなり、地域内では^{くくない}役内川上流のマゴタ沢・赤倉沢合流附近から、その西方の三角石山一帯に分布する。

1.2 第三紀層

第三紀層は下部層群を構成する綠色凝灰岩層と、湖成堆積層で特徴づけられる上部層群からなる。このうち下部層群は加藤磐雄・島田晃郎両氏²⁾により、下位から神宝山層と虎毛山層とに分かれる。

下部層群 下部層群のうち下位の神宝山層は、前記花崗閃緑岩の分布する役内川上流から、鬼首盆地周縁の北西側にわたって発達し、緑色凝灰岩・凝灰角礫岩および変朽安山岩等からなる。なお皆瀬川上流部から榎湯・泥湯附近に至る一帯にも局部的な発達を示す。

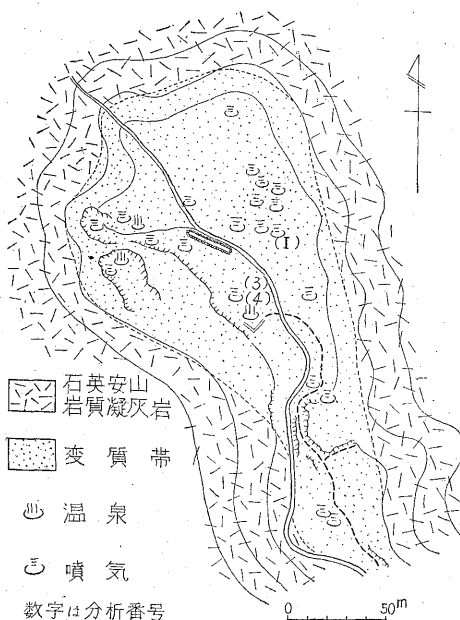
上位の虎毛山層はほとんど塊状の石英安山岩質凝灰岩からなり、鬼首盆地周縁の北西側より北方に広く発達しこの地域内の主要な構成地層である。

上部層群 下部層群を覆い主として高松川および皆瀬川中流地域に分布する地層は、層理の明瞭な板状凝灰質砂岩および泥岩からなり、三途川層と呼ばれて、鬼首盆地の堆積層とともに、湖成層とみなされる地層である。

1.3 兜山石英安山岩および高松岳熔岩

前記の板状砂岩泥岩層(三途川層)の分布地域にほぼ一致して石英安山岩質熔岩および同質凝灰岩が存在し、特に兜山に標式的な発達を示す。また秋の宮・皆瀬両地区の間にある高松岳・山伏岳は、新期の熔岩によつて構成されるが、その噴出時期は鬼首盆地の山王森熔岩・高日向熔岩および鳴子地方の鳴子火山群の活動時期と一致し、第四紀以降の火山活動に関係があるとみられるものである。

である。このため小安峡谷約100mの間は湯川の状況を呈するほどである。



第2図 荒湯噴気地帯略図

2. 温泉各説

この地域の温泉はほとんど大部分秋の宮村および皆瀬村に分布し、現在両地区併せて10カ所に温泉の存在が知られている。以下、各地点の温泉について簡単に説明する。

2.1 秋の宮温泉群

鷹の湯 役内川に臨む温泉地で、石英安山岩質凝灰岩から湧出する。比較的温高く水温 80°C を示す。

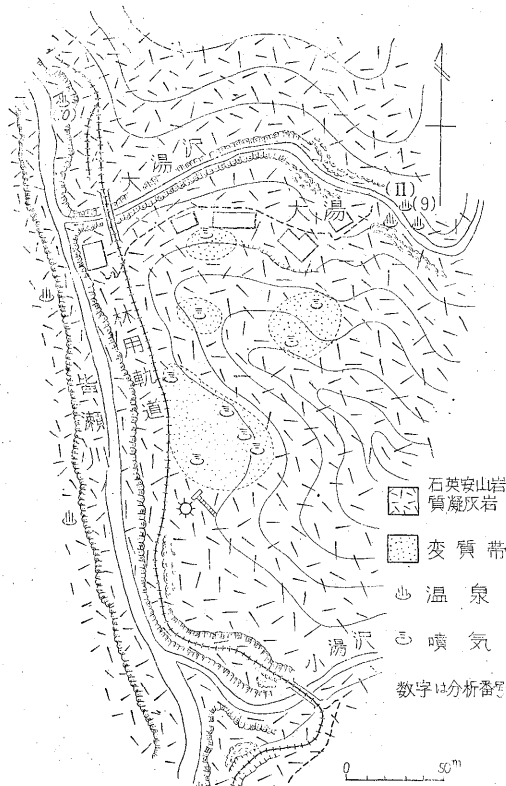
湯の岱 鷹の湯の下流で役内川の左岸に位置し、沖積層から湧出するが、基盤はやはり石英安山岩質凝灰岩である。

荒湯 山伏岳の南西麓に位置し、役内川の支流荒湯沢の上流部にある噴気地帯で、稲住温泉の源泉にあたる。荒湯沢に沿つて変質帯が発達し、ほかにも数カ所に噴気露頭がみられるが、最も活発に噴気する荒湯噴気地帯の概況を示すと第2図の通りである。

湯の又 山伏岳南麓を刻む湯の又沢(役内川支流)の右岸に位置し、石英安山岩質凝灰岩の間隙から湧出するがその量は少なく、温度も 50°C に満たない程度である。

2.2 皆瀬温泉群

小安滝向 小安温泉の入口にあたり、皆瀬川沿岸に露出する板状泥岩層の層面あるいは裂隙から湧出する熱泉



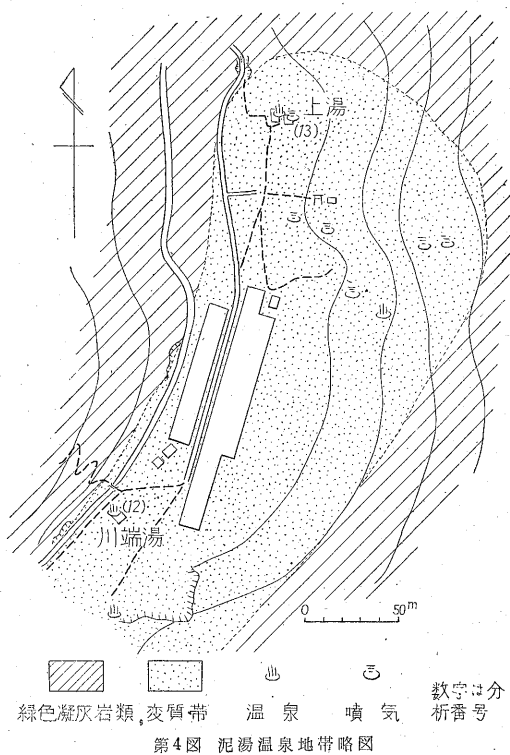
第3図 大湯温泉地帯略図

小安元湯および湯元 皆瀬川左岸の台地上にあり小安温泉の中心である。板状泥岩層を湧出母岩とする。

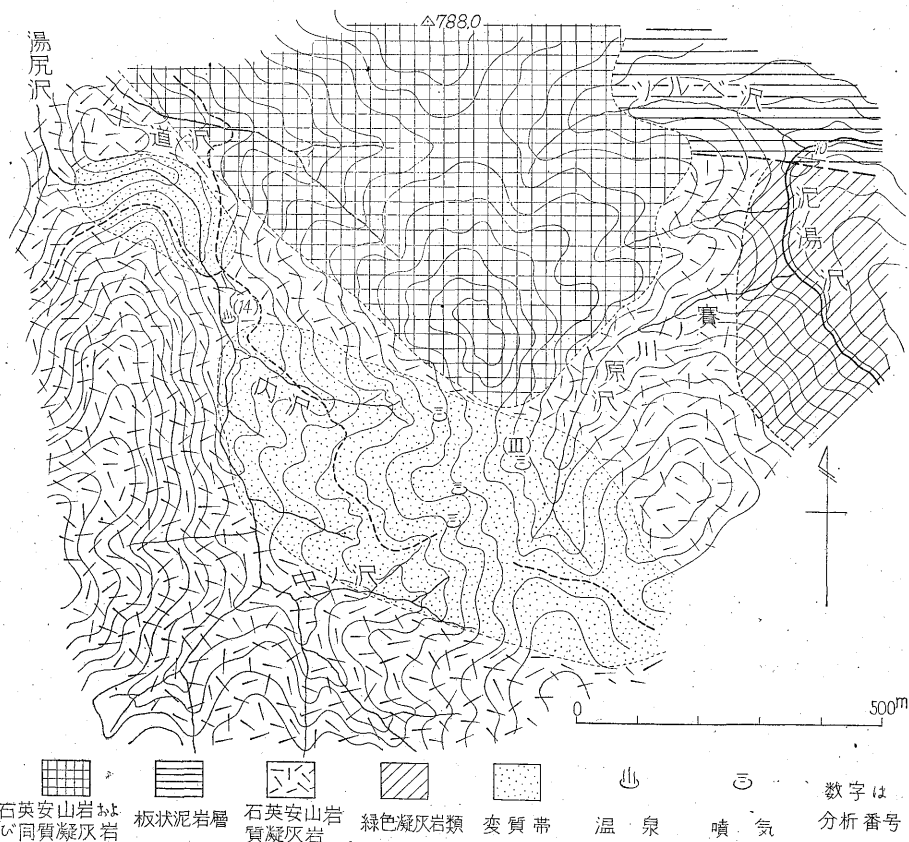
大湯 皆瀬川の本流に沿つて小安から約4km上流にある高温の温泉地帯である。現在、本流と大湯沢合流点附近から湧出し、特に軌道傍では一部噴気状のいわゆる地獄もみられる。温泉地帯の概況は第3図に示す通りであるが、この図からもわかるように、上記の噴気露頭は地形的に高所に位置するため、この蒸気の2次的に温泉から導かれたとみられるものである。温泉は浮石質凝灰岩を湧出母岩とする。

棚湯 皆瀬川から分岐した小安沢の上流にある噴気地帯で、第三紀層下部の緑色凝灰岩層の分布区域にある。現在、旅館裏の斜面に3カ所の噴気露頭がみられる。

泥湯 次の川原毛とともに須川村地内に含まれるが、便宜上、こゝでは皆瀬温泉群に含めて取扱うことにする。川原毛に接近して位置を占め、役内川の支流にあたる高松川上流部にある。概況は第4図に示す通りであるが、温泉は上の湯と川端湯の2カ所から湧出し、特に川端湯では著量の硫化水素を含む。この両温泉に挟まれた区域では、現在山裾の斜面数カ所から噴気しているが、この場合も大湯と同じく、おそらく温泉から2次的に導



第4図 泥湯温泉地帯略図



第5図 川原毛硫黄山附近地質図

かれた蒸気である可能性が強い。地質は禰湯と同じく緑色凝灰岩の分布地域にあたるが、なお泥湯から高松川上流部にわたり、相当広範囲の変質帯が発達し、泥湯臭の「湯の沢」にも一部噴気の存在がみられる。

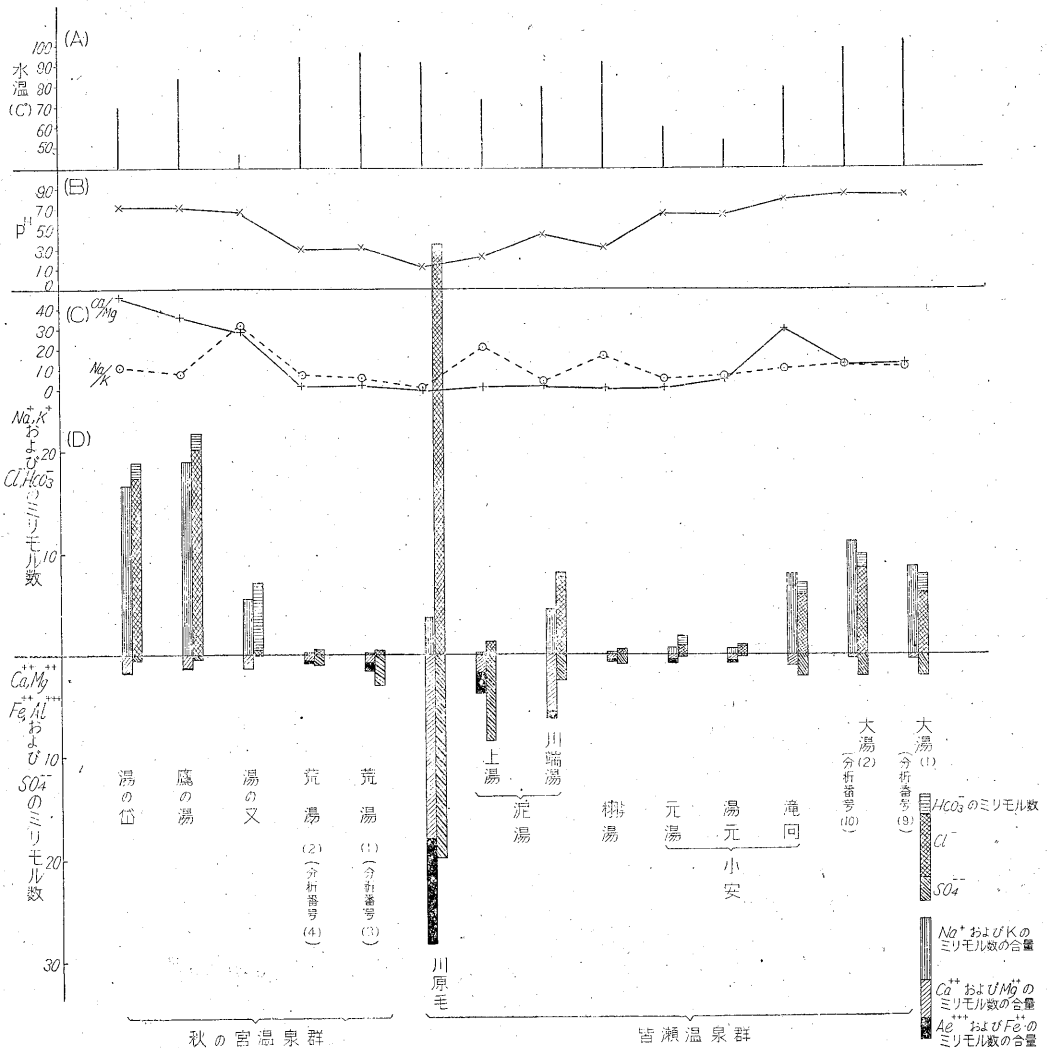
川原毛 地域内でみられる最も著しい変質地帯で、現在昇華硫黄の採掘が行われている。原岩は石英安山岩質凝灰岩であるが、粗粒の石英を残して石基は白色に変質し、範囲も 1;200×400m に及んでいる。第5図は川原毛硫黄鉱山附近の概況であるが、図で示したように、現在山腹の4地点から噴気しており、うち西側の麓の川原沢上端部にある噴気は最も活潑に見えるが、後述のように、孔口における温度が意外に低く、またガス成分もその98%が不活性ガスからなることは注目に値する。

鉱山合宿下の河岸から湧出する温泉は pH1.2 という強酸性であるが、変質状況および温泉の化学成分からみて(後述)、秋の宮・皆瀬両地区における火山作用のほゞ中心にあたりとみなされる地点である。

3. 温泉および噴気ガスの化学性

前項で述べた各地点の温泉湧出状況からわかるようにこの地域の温泉群は中心に川原毛・泥湯・禰湯・荒湯などの噴気地帯に伴う温泉があり、その外側に、比較的高温の温泉地帯が存在している。

地域的にこれらの温泉がいかなる性質をもつかという問題は、地熱開発の条件に関連ある最も基礎的な調査事項の1つであるが、この問題を検討するため、方法の1



第6図 温泉成分比較図

つとして温泉水の主成分を検出し、中心から外側へ向かつて成分相互の関係を吟味してみた。第1表は分析結果、第6図は成分相互の比較図を示したものである。

3.1 温泉水の分析結果に対する考察

3.1.1 pH

第6図における温泉水の配列は、川原毛を中心とし、その左側に秋の宮温泉群、右側に皆瀬温泉群を並べたがさらに各温泉群における順序は、ほぼ地理的分布にしたがうように案配し、一見して中心から外側へ向かつて各温泉における成分の変化を比較しやすいように配置した。

まず pH であるが、第6図(B) から明らかなように、中心から外側へ向かつて温泉の液性は酸性から中性ないしアルカリ性への変化を示す。このうち、川原毛・泥湯・榎湯・荒湯などは、前述のように噴気地帯に関係ある温泉であり、これに対して小安瀧向・大湯・鷹の湯・湯の岱などは、いわゆる温泉地帯の湧泉であつて、これらの温泉地帯ではほとんど変質地帯の存在が認められない。なお、湯の又・小安瀧向および湯元は、後述のように成分的な特徴から、同じ温泉地帯の湧泉であつても、上記の温泉群と同一に取り扱われない性質のものであるが、ともかく、図示した pH の分布は、温泉地帯の性質に最も大きな関係をもっているとみることができる。

3.1.2 Ca/Mg と Na/K

第1表の分析結果をみると、Na に対する K の含量および Ca に対する Mg の値が、地域的に必ずしも同じ割合で増減しないことに気がつく。この関係を知るため Ca/Mg および Na/K の値を求めて、各温泉ごとに図示したのが第6図(C) である。この図をみると、1, 2 の例外はあるが、噴気地帯あるいは変質地帯に伴う酸性泉では、Na/K および Ca/Mg のいずれについても、その値がきわめて小さい。いゝかえると酸性泉では Na/K に対する K, Ca に対する Mg の含量がいずれも増大する傾向があることを意味する。これに対して、中性～アルカリ性の温泉では逆にその比率が増大し、特に湯の又・鷹の湯・湯の岱・瀧向における Ca/Mg、湯の又における Na/K は著しく高い値を示している。

酸性泉と中性～アルカリ性泉におけるこのような相違は、単に温泉の液性だけでなく、湧出過程での K に対する Na, Mg に対する Ca の置換という問題に大きな関係があるようにみえる。しかしこの問題は、温泉作用あるいは噴気作用による岩石の変質という現象も、同時に検討する必要があるので、こゝでは上述の問題だけを提起し、その詳細は後日ふたゝ取り上げることにした。

3.1.3 ミリモル数による各温泉の比較

温泉の成分を比較する場合、直接分析値をそのまま用いられぬことがある。特に、陰・陽各イオンの結合関係を吟味する場合においてしかりである。

こゝではまず各成分の分析値をミリモル数(註1) に換算し(第3表)、そのミリモル数について Cl と HCO_3 の系列に対してアルカリの含量、 SO_4 に対して Ca, Mg および Fe, Al の含量というように分け、おのおのの温泉における量的な結合関係を比較してみた。第6図(D)がその結果である。もちろん理論的には陰・陽イオンの各ミリモル数の合計が、おのおの等しくなる筈であるが、実際には未検出成分の存在あるいは分析の誤差などもあつて、必ずしも一致しないのが普通である。

なお、表示法として Cl と HCO_3 の系列に対して SO_4 を対立させたのは次の考えによる。すなわち、一般に火山性ガスが深部で地下水に吸収された場合、温泉化した地下水の液性は塩酸酸性に始まり、漸次中和される方向へ動く。そしてこの動きと相対的に、重炭酸塩の生成条件が作り出されると考えられるのに対して、 SO_4 は温泉が酸化圏内にはいつてからの生成による場合が多いという見方に基づくためである。そしてさらに Cl, HCO_3 に対してアルカリ、 SO_4 に対して Ca, Mg, Fe, Al を対立させたのは、各陰イオンがその生成条件でこれらの各成分とより強く結合する傾向があるとみられるためである。もちろん硫黄化合物が酸化を受けた場合、あるいは火口性噴気ガスが地表に接近して地下水に吸収された場合などは、必ずしも上述の考え方で取扱われないこともあるが、このような例についてはその都度説明を加えることにする。

(a) 成分結合関係のうえでみられる2つの型

第6図をみてまず目を引くことは、川原毛の湧泉についてである。前にも述べた通り、この湧泉は pH1.2 という強酸性であり、著量の Cl と SO_4 とで特徴づけられる。さらに、陰イオンに対する各陽イオンの量的関係をもみても、いわゆる温泉地帯の湧泉とは全く異なる傾向を示す。しかも、これら陽イオンのミリモル数の合計が Cl だけのミリモル数にも及ばないことからみて、川原毛の湧泉は初生的に塩酸および硫酸酸性で特徴づけられるとみなすことができる。いゝかえると川原毛の酸性泉は地下水が、地下浅部で塩化水素ガスおよび亜硫酸ガスなどを含むいわゆる火口性噴気ガスとの接触によつて生成されたものであり、この地域でみられる著しい変質地帯の存在は、かつてこの種のガスが直接地表に噴出した

註1) 各成分含量(Mg/l) \times $\frac{\text{原子量}}{\text{原子価}}$ = ミリモル数

痕跡とみなされ、これらの結果を総括するとこの地点は秋の宮・皆瀬地域における火山作用の中心に相当するといえることができる。

次にこの川原毛の湧泉における特徴は、Cl に対してアルカリのミリモル数がきわめて少ないことである。この傾向は泥湯の川端湯でもみられ、また温泉地帯のなかでも、秋の宮温泉群の鷹の湯・湯の岱でも同様に、Cl に対してアルカリの不足を示している。これに対して皆瀬温泉群の小安滝向・大湯では、全く対照的に、むしろ Cl に対してアルカリのミリモル数が遙かに過剰な値をもつという特徴を示す。

いま挙げた対立的な2つの型は、必然的に SO_4 と Ca, Mg との関係にも繋りをもつ。すなわち、川原毛における Ca, Mg, Al, Fe はおのおの相当高い含量を示し、ミリモル数では SO_4 のそれより遙かに過剰である。この傾向は泥湯・鷹の湯・湯の岱でもみられるのに対して、滝向・大湯では逆に SO_4 より遙かに低い値を示している。

以上の事柄を整理してみると次のように要約される。すなわち、温泉全般を通じて Cl に対するアルカリの量的な関係を吟味してみると、ミリモル数においてアルカリの不足するものと、過剰なものがある。そしてこの傾向は SO_4 に対する Ca, Mg, Al, Fe の量的関係にも繋りをもち、アルカリの場合と逆相関の形をとる。そのおのおのの温泉を挙げてみると、前者に属するものは川原毛・泥湯の川端湯・鷹の湯および湯の岱であり、後者に属するものは小安滝向および大湯などである。

温泉の間でみられるこの2つの型が、いかなる原因によるかという問題についてまず考えられるのは、初生的な温泉の酸性度である。川原毛の湧泉が、Cl に対する陽イオンミリモル数の不足という事柄から、塩酸酸性の状態にあると考えられることは前述の通りである。したがって、各温泉における初生的な酸性度は、深部で火山性ガスと接触して温泉化した地下水中の、遊離塩酸の濃度によって決定されるとみなされる。このように考えると、泥湯の川端湯・鷹の湯・湯の岱などもまた基本的には川原毛の場合と同じように酸性の状態にあるため、接触する岩層からアルカリのみならず Ca, Mg, Al, Fe も同様に溶出させたと考えられる。したがって現在湧出口で示される pH の値は、もちろん初生的な温泉のそれではなく、温泉化した地下水が、地表に湧出するまでの距離と時間によって異なる。すなわち遊離塩酸あるいは硫酸を含む状態にあるが、あるいはこれらの遊離酸が中和され、 CO_2 の溶存と HCO_3^- の生成を許す状態にあるが、またさらに進化して溶存 CO_2 が全く HCO_3^- に置きかえら

れたかによつて、液性は酸性からアルカリ性の方へ動くことになる。川原毛についてはすでに述べた通りであるが、泥湯の川端湯を初め、鷹の湯・湯の岱で示される pH は、現在なお、炭酸ガスを溶存する状態によるものとみることができる。

一方、小安滝向および大湯における陰・陽イオンの量的関係をみると、上述の各温泉と異なり明らかにアルカリの過剰を示している。なぜこのような状態を示すかについて、この場合は前者における川原毛のような基本的な具体例がないため、充分明らかでない。たゞ、前者に比べ Cl 含量が比較的少ないことから推察すると、深部で温泉化した地下水の酸性度が比較的強く、このため地表へ湧出するまでの過程で前者より相対的に結合関係がさらに進化した状態をとるであろうと考えられるのである。事実、温泉の液性はアルカリ性であり、硫化水素も水硫化物の形をとつて溶存する状態を示している。そしてこの場合の HS イオンは一般にアルカリと結合する傾向があるとみられるのであるが、第6図(D)をみると滝向・大湯では、 SO_4 の含量に比べ、Ca, Mg が比較的少なく、結果的に SO_4 の増大に伴ないアルカリもまた増加をきたしたことを示している。いゝかえると滝向および大湯における SO_4 およびアルカリの増加は、アルカリの水硫化物が地表近くで酸化され、2次的に水硫化物の一部がアルカリの硫酸塩に変化し、総じて Cl に対するアルカリの過剰という結果を招いたと考えられるのである。

以上でこの地域でみられる特徴的な2つの型の温泉について概括的な説明を加えた。他地域の温泉のなかには上述の型のほかに、 HCO_3^- および SO_4 の増加に伴ない Ca, Mg の増大がみられるものもある。この型のものについては、ほかの機会に検討を加えるつもりであるが、この地域内にあつて、さらに上述の温泉と別個の性質を有するものについては項を改めて取り上げることにする。

(b) 噴気地帯に伴なう温泉

噴気地帯に伴なう温泉のうち、この地域では純粹の地下水型温泉はみられず、噴蒸型と地下水型一熱水型の中間的性質のものがある。前者は栲湯および荒湯であり、後者は泥湯の湧泉である。第6図(D)を一見してわかるように、栲湯および荒湯は成分的に硫酸根が僅かに多いだけで、ほとんど地表水が噴気により加温されたことを裏書きしている。川原毛および泥湯の川端湯についてはすでに述べた通りであるが、これらの温泉は地下浅所の地下水が噴気ガスの Cl 固定帯以下に透過²⁾して生じたものであるが、いゝかえると、噴気地帯から温泉

第1表 温泉水分析表 Free H₂S 以下の単位は wg/l

番号	温泉名	°C 水温	pH	meq/l Acidity	Free H ₂ S	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ '	Na	K	Ca	Mg	Al	Fe	Fe	Mn	H ₂ SiO ₃	Na/K	Ca/Mg	
1	秋の宮温泉群	鷹湯	84	7.2	0.10	1.1	718.1	24.7	97.6	407.2	48.1	25.1	0.7	1.0	0	1.5	0	162.5	8.4	36.0
2		の湯	70	7.2	0.10	0.5	622.3	23.9	75.6	366.3	32.2	32.2	0.7	1.0	0	1.5	0	114.4	11.4	46.0
3		荒湯	97	3.2	1.00	1.0	16.0	151.4	0	4.3	0.8	9.1	3.3	3.0	0	13.0	0.6	89.7	5.4	3.0
4		の湯	95	3.0	2.18	1.0	16.0	54.3	0	3.9	0.5	6.0	2.2	0.2	0	0.6	0.6	45.5	7.8	2.7
5		又	47	6.8	0.26	0.8	16.0	0.1	400.5	127.1	3.9	26.1	0.9	0.8	0	2.5	0	159.9	32.5	29.0
6	皆瀬温泉群	小安滝	80	8.0	0.10	2.0	213.7	107.8	68.3	151.5	13.2	21.1	0.7	0.5	0	1.5	0	213.2	11.5	30.0
7		向湯	60	6.6	0.50	3.4	33.7	15.6	16.5	13.8	2.4	9.1	0.7	1.5	0	5.0	0	15.6	5.7	1.3
8		元湯	54	6.5	0.50	0.8	16.0	11.5	18.3	13.8	2.4	7.0	1.1	1.5	0	5.0	0	16.9	6.8	6.3
9		大湯	100	8.4	0.10	8.7	222.5	106.2	109.8	190.8	14.8	8.0	0.7	0.6	0	1.3	0	254.8	12.8	11.4
10		の湯	99	8.6	0.50	4.1	301.4	143.2	87.8	247.4	19.1	9.0	0.7	0.5	0	5.0	0	425.1	12.9	13.0
11		棚泥湯	92	3.2	1.16	1.5	14.2	44.4	0	5.5	0.2	5.0	3.1	1.3	0	6.0	0	16.9	27.5	1.6
12		(川端湯)	99	4.5	3.12	34.1	273.9	128.4	24.4	93.2	20.9	58.3	34.3	2.5	0	3.0	1.1	157.3	4.4	1.7
13		(上湯)	74	2.3	9.00	0.5	44.3	415.6	0	4.3	0.2	17.1	10.3	8.4	0	26.0	1.1	167.7	21.5	2.5
14		川原毛	92	1.2	60.35	0.5	1296.9	957.2	0	62.2	45.2	134.7	137.0	100.6	0	72.6	2.2	330.2	1.3	1.0
		荒湯噴気凝縮水		5.3	0.50	6.8	0	3.3	0	1.5	0.2	1.5	0.4	0	0	0.2	0	5.2		

分析：前田憲二郎

第2表 噴気ガス分析表

番号	採取箇所	温度 °C	水蒸気：ガス Vol %		ガス成分 Vol %					備考	
			水蒸気	ガス	H ₂ O	H ₂ S	CO ₂	O ₂	SO ₂		残
(I)	荒湯噴気	98	99.98	0.02	—	16.2	79.7	0	tr.	4.1	Dry state Wet state
					99.98	0.00324	0.01594	0	tr.	0.00082	
(II)	大湯噴気	98	99.98	0.02	—	20.1	75.9	0	tr.	4.0	Dry state Wet state
					99.98	0.00402	0.01518	0	tr.	0.00080	
(III)	川原毛噴気	84	—	tr.	tr.	1.9	tr.	98.1	Dry state		

分析：前田憲二郎

第3表 各温泉ミリモル数換算表

鷹の湯			湯の岱			荒湯(1)			荒湯(2)			湯の又		
	分析値 mg/l	ミリモル 数/l		分析値 mg/l	ミリモル 数/l		分析値 mg/l	ミリモル 数/l		分析値 mg/l	ミリモル 数/l		分析値 mg/l	ミリモル 数/l
Cl'	718.1	20.25		622.3	17.54		16.0	0.44		16.0	0.44		16.0	0.44
SO ₄ '	24.7	0.51		23.9	0.49		151.4	3.14		54.3	1.13		0.1	0.02
HCO ₃ '	97.6	1.6		75.6	1.24		0	0		0	0		400.5	6.56
Na	407.2	17.7		366.3	15.92		4.3	0.18		3.9	0.17		127.1	5.52
K	48.1	1.2		32.2	0.82		0.8	0.02		0.5	0.01		3.9	0.10
Ca	25.1	1.2		32.2	1.60		9.1	0.45		6.0	0.30		26.1	1.30
Mg	0.7	0.05		0.7	0.05		3.3	0.27		2.2	0.18		0.9	0.07
Al	1.0	0.11		1.0	0.11		3.0	0.33		0.2	0.02		0.8	0.09
Fe	1.5	0.05		1.5	0.05		13.0	0.46		6.0	0.21		2.5	0.08
小安瀧向			小安元湯			小安湯元			大湯(1)			大湯(2)		
Cl'	213.7	6.02		33.7	0.90		16.0	0.44		222.5	6.27		301.4	8.49
SO ₄ '	107.8	2.24		16.5	0.34		11.5	0.24		106.2	2.12		143.2	2.98
HCO ₃ '	68.3	1.12		56.1	0.92		18.3	0.3		109.8	1.8		87.8	1.44
Na	151.5	6.58		13.8	0.60		13.8	0.60		109.8	8.29		247.4	10.75
K	13.2	0.33		2.4	0.06		2.4	0.06		14.8	0.38		19.1	0.48
Ca	21.1	1.04		9.1	0.46		7.0	0.54		8.0	0.40		9.0	0.4
Mg	0.7	0.05		0.7	0.05		1.1	0.08		0.7	0.05		0.7	0.06
Al	0.5	0.04		1.5	0.16		1.5	0.16		0.6	0.06		0.5	0.05
Fe	1.5	0.05		5.0	0.16		5.0	0.16		1.3	0.46		5.0	0.05
榎湯			泥湯(川端湯)			泥湯(上湯)			川原毛					
Cl'	14.2	0.40		273.9	7.72		44.3	1.25		1296.9	36.57			
SO ₄ '	44.4	0.92		128.4	2.67		415.6	8.65		957.2	19.94			
HCO ₃ '	0			24.4	0.4		0			0				
Na	5.5	0.24		93.2	4.05		4.3	0.18		62.2	2.70			
K	0.2	0.0		20.9	0.53		0.2	0.0		45.2	1.15			
Ca	5.0	0.25		58.3	2.88		17.1	0.86		134.7	6.72			
Mg	3.1	0.24		34.3	2.8		10.3	0.84		137.0	11.2			
Al	1.3	0.14		2.5	0.27		8.4	0.93		100.6	10.16			
Fe	6.0	0.20		3.0	0.40		26.0	0.96		72.6	2.6			

地帯へ移行する過渡的な状態にある温泉とみられるのである⁹⁾。

以上の結果を総括すると、噴気地帯の温泉は次のように要約される。すなわち、この地帯でなお噴気地帯の性質をとらえているのは荒湯と榎湯だけであり、川原毛・荒湯ではすでに地下水の影響を受け、噴気地帯から温泉地帯へ移行する過渡的な状態にあるということができ

(c) 温泉地帯における 2, 3 の特徴的な温泉

温泉地帯のなかで鷹の湯・湯の岱・小安滝向・大湯などについてはすでに述べた通りであるが、この地帯でさらに成分的に特徴ある 2, 3 の温泉がある。すなわち、湯の又および小安元湯・湯元がそれである。このうち、湯の又については図で明らかなように、 HCO_3 とアルカリで特徴づけられ、噴気地帯のいわゆる地下水型温泉に相当する性質をもつ。いゝかえると、温泉地帯であつても、地下水が噴気ガスの Cl 固定帯以下まで透過せず、単に水蒸気を主成分とする噴気により加温され、地下水型温泉が生成されるという適切な例といふことができる。次に小安元湯および湯元であるが、これらの温泉も若干 Cl 含量に異常が認められるけれども、成分上の特徴からいつてほとんど地下水型温泉に近い性質のものである。しかし湯の又の場合と異なり、 HCO_3 含量が少ないことから推察すると、比較的浅所で地下水が温泉化しているという考え方も可能である。いゝかえると、場合によつては比較的浅所でいわゆる天然蒸気が取得できるということも考えられるが、地下水の透過深度について量的な資料が得られない現在、結局ボーリングによつて実際の変化を確める以外に実情を知ることが困難であるため、この問題については大きな課題の 1 つとして今後の研究にまつことにしたい。

3.2 噴気ガス

噴気ガスについては荒湯・大湯および川原毛を選び参考までにガス成分を検出した。その結果は第 2 表の通りである。なお荒湯における噴気ガス凝縮水の化学成分は第 1 表に示してある。

前述のように、荒湯はいわゆる噴気地帯、大湯は高温温泉地帯に相当するが、両地点におけるガス成分とその濃度はほとんど同一の結果を示す。大湯の噴気について、2 次的に温泉から導かれた可能性のあることはすでに述べた通りであるが、荒湯の噴気も大湯にほとんど類似するという事は、たとえ初生的な蒸気地帯であるにしても、非凝縮性ガス成分がきわめて稀薄な状態であることを示し、利用面からいうときわめて好適な条件を有することになる。

次に川原毛のガスであるが、この結果は 2.2 の項で触れたように、意外に温度が低く、またほとんど dry の状態であるため、凝縮水も捕収されず、しかもガス成分の 98% が不活性ガスであることはきわめて注目に値する。温泉水の化学成分から推定すると、この区域はすでに地下水の影響を受け、噴気地帯から温泉地帯へ移行する過渡的な状態にあると考えられる。したがつて捕収した噴気ガスはその全部が 1 次的のものでなく、むしろ、地下水に含まれる空気あるいは直接地表から透過した空気中の酸素が、還元性の噴気ガスによつて消費され、地下水面から地表までの間で窒素等の不活性、かつ不凝縮性のガス成分のみ噴出される状態にあると考えられる。もちろんその機構についてはなお検討する余地を残しているが、ともかく噴気地帯のなかでこのように不活性ガスのみ噴出している例ははなはだ稀であるといえよう。

4. 温泉の分布と地質構造

今回の調査では全般的な地質状況を検討するところまで行かなかつたため、温泉と地質構造との関連についても、詳細に吟味するほどの資料は持たないが、各湧出地点周辺の地質状況と、秋の宮一鳴子地帯の全般的な構造上の特徴を参考にして、温泉の分布と地質構造との関連について、概括的な説明を加えておくことにする。

秋の宮一鳴子地帯は、石巻一鳥海山構造帯の名で最近特に注目されるに至つた東北地方の新しい構造帯に含まれる地域である⁹⁾が、この地帯における特徴的な事柄の 1 つとして、北西～南東方向およびこれと交わる北東～南西方向の 2 方向に発達する顕著な構造的特異性を挙げることができる。すなわち、加藤・島田両氏の調査によると、秋の宮・皆瀬地域は北西～南東の方向性をもつ褶曲軸の存在と、同方向の断層群の発達で特徴づけられ特に役内川・高松川・皆瀬川における流路の方向は、この地域の地質構造を支配する上述の断層系と一致し、それぞれ断層線谷をなしており、このうち、三途川層の発達する高松川および皆瀬川の中流区域は、地形的にも地質的にも盆地状地溝地帯に相当するといわれている⁹⁾。構造谷の存在は鬼首・鳴子地域でも顕著にみられ、この両地域では北西～南東方向に加えて、さらにこれと交わる北東～南西方向のものも著しい。

以上述べたように、秋の宮・鬼首・鳴子地帯の構造的要素は、東北脊梁山地の主脈方向である北東～南西方向にしたがうものに加えて、東北地方を胴切りにする北西～南東方向のものとの組合せによつて構成される。そして秋の宮一鳴子地帯に分布する温泉も上記の 2 つの構造

要素に最も強く支配されていることを示している。

秋の宮・皆瀬地帯における各温泉の分布は、上述の2つの方向性にしたがって配列するが、特に北東～南西方向の地帯として取り上げてみると、この地帯のなかには既述の各温泉のみならず、新期熔岩からなる高松岳・山伏岳も包含される。したがって温泉および新期熔岩の分布に加えて、各温泉の性質を考慮に入れると、秋の宮・皆瀬地帯の性質は次のように要約される。すなわち、高松岳および山伏岳に近い川原毛・泥湯・榊湯・荒湯などでは、地表ないし地下浅所になお噴気が存在し、これらを中心としてその外側の地帯には鷹の湯・湯の岱・湯の又・大湯・小安などの温泉があり、そしてこれらの温泉地帯の性質は、地下水と潜在噴気との相対的な深度差に密接な関連をもつことにより、秋の宮・皆瀬地帯は、温泉地質上の体系を整えているといえることができる。

5. 結 論

1) 秋田県雄勝郡秋の宮および皆瀬村一帯の構成地質は、花崗閃緑岩を基盤とし、主として第三紀層からなるが、さらにこれらを覆って石英安山岩・同質凝灰岩および複輝石安山岩熔岩が分布する。第三紀層は下部層と上部層とに分かれ、このうち下部層は下位に緑色凝灰岩および変朽安山岩があり、上位に石英安山岩質凝灰岩が発達する。また上部層は湖成層とみなされる層理の明らかな凝灰質砂岩および泥岩からなる。これらを覆う石英安山岩・同質凝灰岩の分布は、湖成層の分布地域と一致し、また高松岳・山伏岳熔岩は、第四紀以降の新期の火山活動に関連あるものとみなされる。

2) 秋の宮温泉群は鷹の湯・湯の岱・湯の又・荒湯からなり、皆瀬温泉群は大湯・小安(元湯・湯元・滝向)・榊湯・泥湯・川原毛などの温泉からなる。このうち、荒湯・榊湯は噴気地帯にあたり、泥湯・川原毛は噴気地帯から温泉地帯へ移行する過渡の状態を示すが、特に川原毛は変質地帯の規模・湧泉の化学性からみて、火山作用のほぼ中心にあたる地点とみなされる。

3) 温泉の化学性を検討するため、各温泉の分析値をミリモル数に換算し、陰・陽イオンの結合関係を比較してみると、次の2つの型に大別できる。すなわち、Clに対してアルカリのミリモル数が不足するものと、過剰なものである。前者は川原毛・泥湯・鷹の湯・湯の岱などであり、後者は小安滝向・大湯などである。

4) 上記の2つの型については、各温泉の液性や溶存成分から、一応次のように考えられる。すなわち、噴気と接触して温泉化した地下水の液性は地表へ湧出する過程で、酸性からアルカリ性の方向へ変北する。Clに対し

てアルカリの過剰なものは液性がアルカリであり、水硫化物を溶存する状態にある。そして SO_4 の増加が同時にアルカリの増大に関連あることからみて、アルカリの増大は湧出過程でアルカリの水硫化物が酸化されて生じた結果であるとみられる。いゝかえるとアルカリの過剰なものは、不足の型のものより経路の増長などのため液性がアルカリの方向へ動き、いわばより進化した状態にあるといえることができる。

5) Na/K および Ca/Mg の値は、一般に酸性のものがアルカリ性のものより小さい。しかしこの比率の差は単に液性だけに関連ある事柄ではなく、温泉が酸性からアルカリ性の方向へ動く過程で Na と K, Ca と Mg との間で行われる成分相互の置換という問題に関連があるようにみえる。

6) 上記以外の温泉すなわち湯の又・小安元湯および湯元等は、成分のうえで著しい特徴を示す。すなわち、湯の又は温泉地帯であるにもかかわらず、Cl 含量がきわめて僅少で温泉地帯における地下水型温泉に相当する。また小安元湯および湯元も若干 Cl に異常が認められるけれども、ほとんど地下水型温泉に類似の性質を示す。しかし湯の又の場合に比べて比較的 HCO_3 が少ないことは、浅所で地下水がいわゆる天然蒸気と接触し、ほとんど Cl 固定帯以下まで浸透していないことを暗示する。したがって、今後の問題として、このような地帯が地熱開発地域として適当であるかどうかという点を明らかにする必要がある。

7) 噴気ガス成分について荒湯・大湯で行った分析結果によると、非凝縮性ガス成分はきわめて稀薄である。大湯の場合は温泉から発する2次的な蒸気とみられるが、荒湯では初生的な蒸気地帯であるにもかかわらず、そのガス成分はきわめて水分に富むことを示し、ガス成分のうえでは開発条件を満足させる区域であるといえることができる。

8) 川原毛のガス成分は 98% まで不活性ガスからなり、しかも dry の状態にある。温度も意外に低いことからみて、このガスは初生的なものでなく、むしろその発生は2次的に空気中の酸素の消耗に際りをもつように思われる。

9) この地域の地質構造は北西～南東の構造線と、北東～南西のものとの組合せによつて特徴づけられ、温泉の分布も上記の2方向に卓越する。特に北東～南西の地帯には温泉のみならず、新期熔岩からなる高松岳・山伏岳も含まれる。一方温泉の分布と、各温泉の性質との関連を総括的に検討してみると、高松岳・山伏岳に近い川原毛・泥湯・榊湯・荒湯等では、地表ないし地下浅所に

噴気が存在し、これらを中心としてその外側に鷹の湯・湯の岱・湯の又および小安・大湯等の温泉地帯を置くことによつて、秋の宮・皆瀬地域は温泉地質上の体系を整えているといふことができる。(昭和29年9月調査)

文 献

- 1) 加藤磐雄・島田昱郎：栗駒火山南西麓緑色凝灰岩相地域の地質，特に三途川・鬼首湖成

堆積層について，岩石礫床礫物学雑誌，Vol.37, No.5, 1953

- 2) 中村久由・安藤 武：大分県大岳地熱地帯調査報告，特に変質帯と噴気・温泉との関係，地質調査所月報，Vol.5, No.8, 1954
- 3) 大森昌衛：東北日本第三系の構造の特徴，とくに石巻一鳥海山構造帯について，地球科学，Vol.18, 1954