

岩手県新安比温泉に関する化学的考察

日重開発工業(株)*¹, 岩手大学工学部*²

柳谷茂夫*¹, 梅津芳生*²

(平成4年9月16日受付, 平成4年12月21日受理)

A Chemical Study on the Shin-Appi Hot Spring, Iwate Prefecture, Japan

Shigeo YANAGIYA*¹ and Yoshio UMETSU*²

*¹JMC Geothermal Research & Development Co., Ltd

*²Faculty of Engineering, Iwate University

Abstract

Shin-Appi Hot Spring is a geyser accompanied with gas. Hot spring water is classified as Cl-HCO₃ type and characterized by high HBO₂ and Li concentrations. Boron and Lithium are derived from marine sedimentary rocks of the reservoir, and volcanic gas is possibly another source of Boron.

Although the hot spring gas is rich in CO₂, concentrations of both N₂ and CH₄ range from 2 to 3% by volume. Relationship between He/Ar and N₂/Ar ratios of hot spring gas suggests that it is formed by mixing of deep seated volcanic gas and atmospheric air dissolved in groundwater. Gases originating from thermal breakdown of organic material contained in sedimentary rocks is probably may be one of the sources of the hot spring gas.

Relationship between hydrogen and oxygen isotopic compositions suggests that the hot spring water of this area is formed by the mixing of surface water with the fossil sea water.

1. はじめに

新安比温泉(保戸沢の湯)は、岩手県二戸郡安代町に位置し、ボーリング(1987年6月:944.3m)により自噴した。温泉は泉温53℃, 湧出量64 l/min (1987年6月)でガスを伴い間歇的に湧出している。また、新安比温泉の北方1.5kmの地点に湯の沢の湯ボーリング泉(1986年2月:800m, 未利用)があり、新安比温泉同様、ガスを伴って温泉水が湧出している。

新安比温泉の周辺には、海上温泉や七時雨温泉があり、南東に七時雨山(標高1060m)が位置している。

新安比温泉の泉質については、梅津¹⁾, 梅津, 柳谷²⁾によって報告されている。

本報告は、新安比温泉と湯の沢の湯の温泉水, 付随ガスおよび温泉沈殿物を採取・分析し、温泉水の泉質, 温泉付随ガスの性状および温泉沈殿物の生成について考察した。また、温泉水および付近の河川水の同位体比分析を実施し、これらの結果も加えて温泉水の起源についても考察した。

2. 地質概要

新安比温泉は、奥羽山脈と北上山地の境界に位置し、八幡平火山群の北東にある。茂野・阿部(1987)³⁾によれば、この地域を含む仙岩地域の地質は若い順に次の4層に区分される。

第I層：第四紀の成層火山を構成する主に安山岩質の火山岩類—火山碎屑岩類。

第II層：第四紀更新世—新第三紀鮮新世の主にデイサイト—流紋岩質の溶結凝灰岩類。

第III層：新第三紀の主に火山岩類—火山碎屑岩類および海成の碎屑性堆積岩類。

第IV層：先新第三紀の主に海成の碎屑性堆積岩類・チャートおよび花崗岩類。

また、角ら⁴⁾によれば新第三系は前・中期中新世の“グリーンタフ”と中期中新世から鮮新世にかけての堆積岩類に大別され、“グリーンタフ”は変質した溶岩と火山碎屑岩からなり、これに薄い泥岩・砂岩・礫岩などを伴う。一方、新第三紀堆積岩類は“グリーンタフ”を整合におおひ、それと似た分布を示す。岩質的には、この堆積岩類の下部では泥質相が卓越し、外洋性を示す動物化石を産し、上部では砂礫質となり、沿岸性の化石を含む。

3. 試料採取および分析方法

3.1 試料採取

試料採取位置をFig. 1に示す。

温泉は源泉で、河川水は温泉水及び生活排水の影響を取り除くため可能な限り上流で試料採取した。

ガスは温泉井の噴気孔をロートで覆い、ゴム管を用いてガスを取り出し、5 mol/l KOH溶液を満たしたガス採取装置に導き採取した。ガス採取後、溶液の増加容積(凝縮水量)および残留ガス(Rガス)の容積を測定した。次にKOH溶液を定容にしてCO₂定量用試料とし、H₂S定量用試料はCdSとして固定した。Rガスは両端コック付のガスコレクターに移して保存した。

温泉沈殿物は、湯の沢の湯の井戸元の付着物を試料とした。

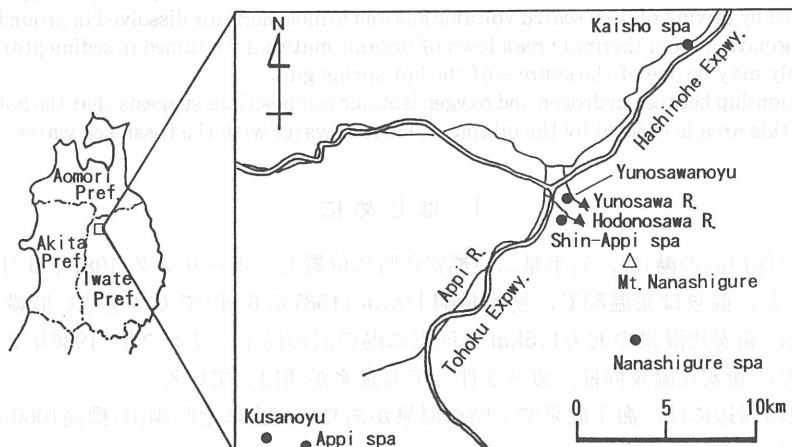


Fig. 1. Location map of sampling points
(● : hot spring ▲ : river)

3.2 分析方法

温泉水の成分分析は鉱泉分析法指針により行った。

温泉水の水素と酸素の同位体比は、ウラン還元法および水と二酸化炭素の交換法で測定した。

ガス成分の分析は以下に記す方法により行った。

- CO₂ : ガス採取に使用したKOH溶液の一部を分取して微量拡散分析法により定量。
- H₂S : ガス採取に使用したKOH溶液の一部から、CdSとしてH₂Sを固定後、ろ過してヨウ素滴定法により定量。
- H₂, CH₄, N₂, He, Ar : ガスクロマトグラフ法により定量。

温泉沈殿物は風乾し、100メッシュ以下に粉碎したものについて、X線回折測定および化学分析を行った。

4. 分析結果および考察

4.1 温泉水の泉質

温泉水の化学組成をTable 1に示す。採取した温泉水の化学的特徴を明かにするために、トリニアダイアグラムを作成しFig. 2に示す。

新安比温泉及び湯の沢の湯の陽イオンはNaが主成分であり、陰イオンはCl, HCO₃が主成分であり、泉質は中性Cl-HCO₃型に分類される。なお、七時雨山周辺に位置する海上温泉や七時雨温泉は、新安比温泉同様中性Cl-HCO₃型に分類されるが、八幡平周辺に位置する草の湯及び安比温泉は、酸性SO₄型に分類される³⁾。

また、HBO₂濃度が新安比温泉5,780mg/l、湯の沢の湯4,180mg/l、Liが新安比温泉28.9mg/lと高い特徴がある。

温泉水の化学組成をもとに地化学温度を計算した結果、SiO₂温度計(伝導冷却)⁵⁾では、新安比温泉が123℃、湯の沢の湯が148℃、Na-K温度計⁶⁾では、新安比温泉が133℃、湯の沢の湯が110℃を示した。

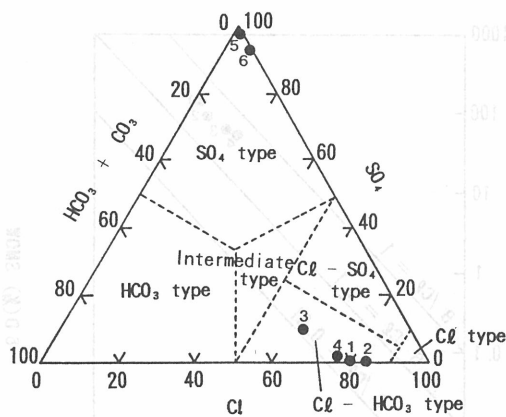


Fig. 2 Relative content of Cl, SO₄ and HCO₃+CO₃
 (1 : Shin-Appi spa, 2 : Yunosawanoyu, 3 : Kaisho spa, 4 : Nanashigure spa, 5 : Appi spa, 6 : Kusanoyu)
 2~6 : After Shigeno and Abe. (1987)

Table 1 Chemical composition of hot spring waters

Name of hot spring	Sampling date	pH	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Fe (mg/l)
Shin-Appi	1991.4.9	6.78	8840	269	28.9	275	219	30
Yunosawanoyu	1991.4.9	6.45	7660	156	—	243	231	45
Name of hot spring	F (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	HBO ₂ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Br (mg/l)	I (mg/l)
Shin-Appi	0.4	11900	217	4050	5780	76.2	22.2	8.8
Yunosawanoyu	—	10900	205	3310	4180	120	—	—

つぎに、温泉水のB/Cl モル比の関係をFig. 3 に示す。

一般に、温泉水および熱水中のB/Cl モル比は、貯留層を構成する貯留母岩の化学的性質を反映し、加えて蒸気卓越型貯留層や海水の混入などの地熱貯留機構によっても変化することが知られている。つまり、新第三紀～第四紀の火山岩類あるいは火山砕屑岩類が貯留層となっている場合と海成の堆積岩類あるいはこれを起源とする変成岩類が貯留層となっている場合のB/Cl モル比には系統的な差が認められ、0.08～0.1程度の値を境界にして前者の場合は低く、後者の場合には高くなる。七時雨火山周辺の海上温泉および七時雨温泉のB/Cl モル比は約0.4を示し、この地域が北上山地に近く位置していることから、地熱貯留層は比較的地下浅部の先新第三紀の海成の砕屑性堆積岩類中に発達している可能性が高いと考えられている³⁾。

新安比温泉および湯の沢の湯のB/Cl モル比も約0.4を示すことから、温泉水が主に海成の砕屑性堆積岩類により構成される貯留層からもたらされていると考えられる。

温泉水および河川水の同位体比をTable 2 に、温泉水および河川水の δD と $\delta^{18}O$ の関係をFig. 4 に示す。

河川水の δD と $\delta^{18}O$ は、平均的な地表水の水素・酸素同位体比を示す直線 $\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 10^{7)}$ および $\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 26^{8)}$ の間にある。

一方、温泉水の δD と $\delta^{18}O$ は、河川水と比較し両方とも重くなっている。

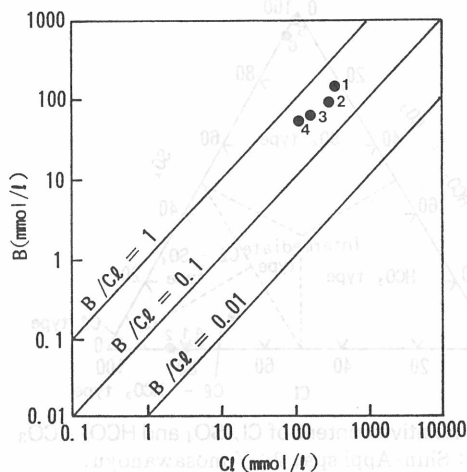


Fig. 3 Relationship between Cl and B mole concentration of hot spring waters

(1 : Shin-Appi spa, 2 : Yunosawanoyu, 3 : Kaisho spa, 4 : Nanashigure spa) 3~4 : After Shigeno and Abe. (1987)

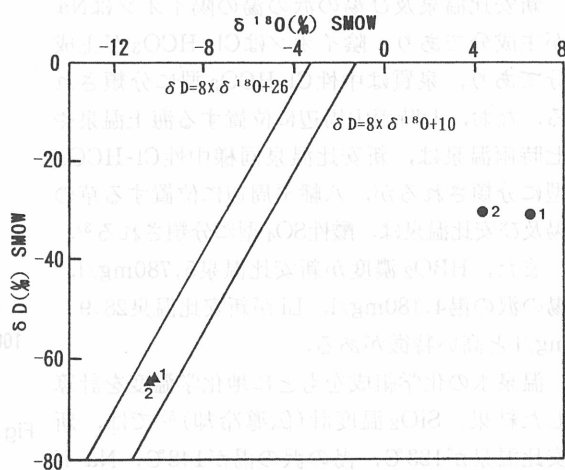


Fig. 4 Relationship between hydrogen and oxygen isotopic ratios of hot spring waters and river waters

(●1 : Shin-Appi spa, ●2 : Yunosawanoyu, ▲1 : Hodonosawa, ▲2 : Yunosawa)

Table 2 Isotopic ratios of hot spring waters and river waters

Name of hot spring or river	Sampling date	δD (‰SMOW)	$\delta^{18}O$ (‰SMOW)
Shin-Appi	1991.5.21	-30.8	+ 6.5
Yunosawanoyu	1991.5.21	-30.2	+ 4.4
Hodonosawa	1991.5.21	-64.3	-10.3
Yunosawa	1991.5.21	-65.0	-10.4

つぎに、 δD とCl濃度の関係(Fig. 5)をみると、温泉水は、海水と地表水を結ぶライン付近に位置することから、海水と地表水が混合したものと考えられる。なお、新安比温泉および湯の沢の湯は海岸よりもはるかに内陸に位置していることから、現在の海水が混入しているのではなく、古い時代に地層中にとり残された、恐らく先新第三紀の海水(化石海水)を含んでいると推定される。

$\delta^{18}O$ とCl濃度の関係(Fig. 6)をみると、温泉水の $\delta^{18}O$ とCl濃度の値は化石海水を含むと考えられている群馬県の八塩および磯部の温泉水⁸⁾の付近に位置し、海水と地表水を結ぶラインよりも約10%ほど $\delta^{18}O$ が重い方へずれている。この原因は、海成の碎屑性堆積岩類中に含まれる炭酸塩鉱物あるいはケイ酸塩鉱物と温泉水が比較的低温(100~150℃)で同位体交換が行われていることによると考えられる。

以上のことから、新安比温泉および湯の沢の湯の温泉水は、過去に地層中に取り残された海水(化石海水)が地表水と混合したものを起源とし、この温泉水が堆積岩類中に含まれる炭酸塩鉱物などと同位体交換を行い、酸素同位体比が重くなり、貯留層内に滞留していると考えられる。

つぎに温泉水の泉質を検討するために、次式に示す濃縮係数 C_m ⁹⁾を用い、算出した結果をTable 3に示す。

$$C_m = (m/Cl)_{sp} / (m/Cl)_{sw}$$

m : 化学種濃度, Cl : Cl濃度,

SP : 温泉水, SW : 海水

温泉水の濃縮係数はほとんどの成分が1からかけ離れており、海水/岩石反応が行われたことを示している。特に、 C_{Mg} , C_{SO4} の値が小さいが、これは海水中のMg, SO_4 が二次鉱物を作り取り除かれたためと考えられる。し

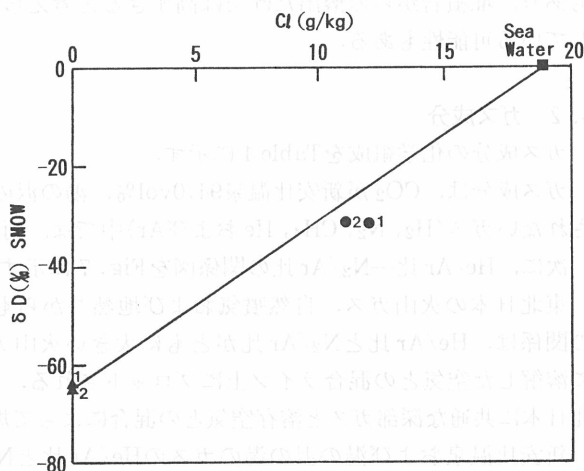


Fig. 5 Relationship of hydrogen isotopic ratio against Cl concentration of hot spring waters and river waters (●1 : Shin-Appi spa, ●2 : Yunosawanoyu, ▲1 : Hodonosawa, ▲2 : Yunosawa)

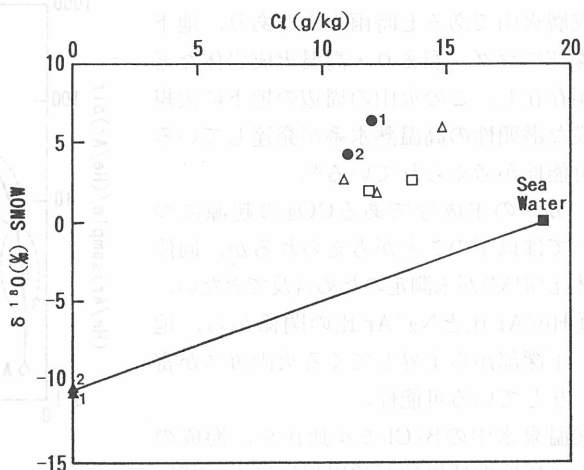


Fig. 6 Relationship of oxygen isotopic ratio against Cl concentration of hot spring waters and river waters (●1 : Shin-Appi spa, ●2 : Yunosawanoyu, ▲1 : Hodonosawa, ▲2 : Yunosawa, △ : Yashio, □ : Isobe △, □ : After Matsubaya. (1981)

Table 3 Concentrated coefficient against sea water of hot spring waters ingredients

Name of hot spring	C_{Na}	C_K	C_{Mg}	C_{Ca}	C_{Li}	C_{SO4}	C_B	C_{HCO3}
Shin-Appi	0.80	0.64	0.17	0.65	160	0.08	318	28.9
Yunosawanoyu	0.69	0.38	0.17	0.58	—	0.07	229	23.6

かし、温泉水の C_{Li} , C_B の値は逆に1以上であり、この原因として、温泉水がBおよびLiを多く含む海成の碎屑性堆積岩類に滞留している時に、水/岩石反応が進行し溶出され、溶液中に濃縮されたと考えられる。ただし、 HBO_2 濃度は、海成堆積岩中のB濃度が150ppm程度という報告¹⁰⁾もあり、堆積岩からの溶出だけでは高すぎると考えられるため、後述する火山性ガスが一部寄与している可能性もある。

4.2 ガス成分

ガス成分の化学組成をTable 4 に示す。

ガス成分は、 CO_2 が新安比温泉94.0vol%，湯の沢の湯94.4vol%である。アルカリ溶液に吸収されないガス(H_2 , N_2 , CH_4 , HeおよびAr)中では、両温泉とも CH_4 の割合が多い特徴がある。

次に、He/Ar比— N_2 /Ar比の関係図をFig. 7 に示す。

東北日本の火山ガス、自然噴気および地熱井からもたらされる蒸気中のHe/Ar比と N_2 /Ar比の関係は、He/Ar比と N_2 /Ar比がともに大きい火山ガスと10℃で大気と溶解平衡状態にある水に溶解した空気との混合ライン上にプロットされる。このことから、これらのガスの関係は、東北日本に共通な深部ガスと溶存空気との混合によって規制されていることを示している^{11), 12), 13)}。

新安比温泉および湯の沢の湯のガスのHe/Ar比と N_2 /Ar比は、上述の深部火山性ガスと10℃で大気と溶解平衡状態にある水に溶解した空気との混合ラインの延長上にプロットされる。このことから、新安比温泉および湯の沢の湯の温泉付随ガスは、東北日本に共通な深部火山性ガスが供給されており、さらにそのガスの寄与が大きいと考えられる。

なお、新安比温泉の近くには第四紀の成層火山である七時雨火山があり、地下深部にマグマ溜まり・高温火成岩体などが存在し、この火山の周辺の地下に大規模な潜頭性の高温熱水系が発達している可能性が考えられている³⁾。

ガスの主成分である CO_2 の起源については以下のことが考えられるが、同位体比($\delta^{13}C$)が未測定のため言及できない。

①He/Ar比と N_2 /Ar比の関係から、地下深部から上昇してくる火山ガスが寄与している可能性。

②温泉水中のB/Clモル比から、海成の碎屑性堆積岩類が湧出母岩になっている可能性があること、また CH_4 /Ar比が高いことから、深部ガス以外の CO_2 ガスの供給の可能性¹²⁾。

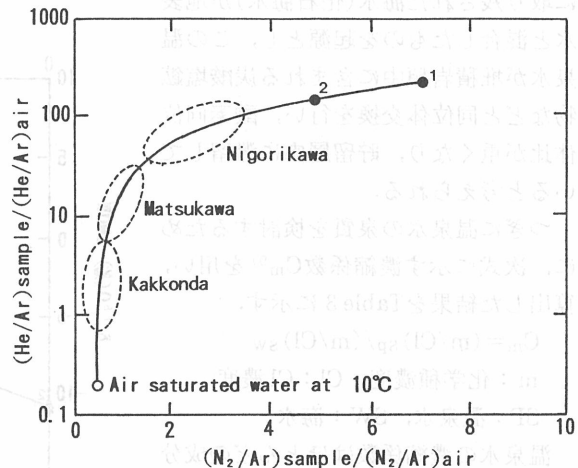


Fig. 7 Relationship between He/Ar and N_2 /Ar ratios of hot spring gases

(1 : Shin-Appi spa, 2 : Yunosawanoyu)

Kakkonda, Matsukawa, Nigorikawa : After Yoshida. (1986)

Table 4 Chemical composition of hot spring gases

Name of hot spring	Sampling date	H_2S (vol%)	CO_2 (vol%)	H_2 (vol%)	N_2 (vol%)	CH_4 (vol%)	He (vol%)	Ar (vol%)
Shin-Appi	1991.4.9	0.5	94.0	0.066	2.76	2.67	6.05×10^{-4}	4.59×10^{-3}
Yunosawanoyu	1991.4.9	0.5	94.4	1.58×10^{-4}	1.90	2.76	3.83×10^{-4}	4.19×10^{-4}

4.3 温泉沈殿物

温泉沈殿物は配管など温泉構築物に被害を与えることが多いので、沈殿生成状況を把握することはきわめて重要である。

湯の沢の湯における温泉沈殿物の化学組成をTable 5 に示す。沈殿物は鉄質に富みCaCO₃に対してFe₂O₃が3倍になっている。

温泉水は湧出した時点では、無色透明であるが空気に触れると数分で赤褐色を呈し、沈殿物を生じる。この現象を検討するために、温泉水中のCa²⁺およびFe²⁺濃度の経時変化をpHとともに調べた。結果をFig. 8 に示す。また、温泉水を1日放置して得られた沈殿物の化学組成をTable 5 に併記した。

Fig. 8 およびTable 5 から、温泉水中のFe²⁺は4分ではほとんど消失し、それに伴ってpHの低下がみられる。一方、Ca²⁺は6分後で約60%の減少がみられ、それに伴う沈殿生成物はCaCO₃であり、X線回折測定からAragoniteが同定された。1日放置後の温泉水からの沈殿物は、CaCO₃が主成分であり、Caに対するFeの割合が0.14となり、温泉水中のCaとFeの濃度比(0.19)にほぼ一致している。

以上のことから、温泉水は空気に触れるとFe²⁺が数分でほとんどFe³⁺に酸化し、ついでFe³⁺の加水分解により鉄質沈殿物を生じ、井戸元付近に付着するものと考えられる。また、Ca²⁺は湧出後の温度降下にもよるが、減圧によるCO₂ガスの逸散のためCa²⁺の溶解度が減少しCaCO₃として徐々に沈降するものと思われる。このように温泉水から先ず鉄質沈殿物が生じ、少し遅れてCaCO₃が沈殿することは、沈殿物の組成が井戸元から離れるにしたがってCaCO₃に富むことから支持される。なお、新安比温泉における引湯配管内に付着しているスケールについても同じ現象がみられている。

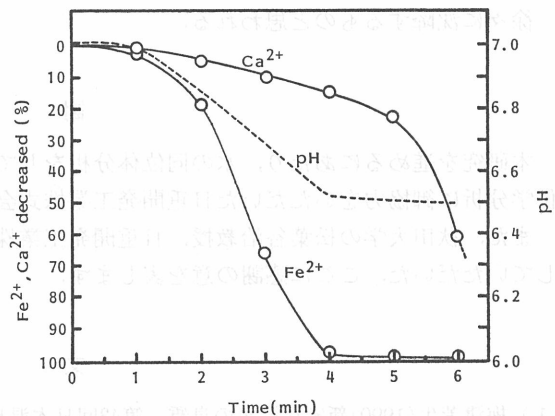


Fig. 8 Changes with time in Fe²⁺, Ca²⁺ concentrations and pH in Yunosawa hot spring water

Table 5 Chemical composition of hot spring deposits

	CaCO ₃ (%)	MgCO ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ /CaCO ₃ (—)
Hot spring deposit	15.60	1.48	46.83	7.95	3.00
Deposit from water	63.80	4.31	5.24	8.33	0.082

5. ま と め

新安比温泉と湯の沢の湯の泉質、温泉付随ガス、温泉の起源および温泉沈殿物についてまとめると次のようになる。

1) 温泉水の陽イオンは、Naが主成分であり、陰イオンはCl, HCO₃が主成分であり、泉質は中性Cl-HCO₃型に分類される。

また、HBO₂およびLi濃度(新安比温泉のみ)が高い特徴がある。この原因は、BおよびLi

を多く含む海成の碎屑性堆積岩類からの溶出と、火山性ガスが一部寄与している可能性が考えられる。

2) 温泉付随ガスは、CO₂を主成分とし、N₂およびCH₄を含む。H₂Sの割合が少なく、CH₄の割合が多い特徴がある。

また、He/Ar比とN₂/Ar比の関係から、温泉付随ガスは東北日本に共通な深部ガスが供給されていると考えられる。

温泉付随ガス中のCO₂の起源は、地下深部より上昇してくる火山ガスが寄与している可能性と堆積岩中に含まれる有機物が加熱され、ガスを放出している可能性が考えられる。

3) 温泉水は、過去に地層中に取り残された海水(化石海水)と地表水が混合したものを起源とし、この温泉水が海成の碎屑性堆積岩類中に含まれる炭酸塩鉱物などと同位体交換を行うことにより、酸素同位体比が重くなり、貯留層内に滞留していると考えられる。

4) 温泉沈殿物は、温泉水が空気に触れるとFe²⁺が数分でほとんどFe³⁺に酸化し、ついでFe³⁺の加水分解により鉄質沈殿物を生じ、井戸元付近に付着していると考えられる。また、温泉水が地表へ湧出する過程で、減圧によるCO₂ガスの逸散によりCa²⁺の溶解度が減少しCaCO₃が徐々に沈降するものと思われる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、水の同位体分析をしていただいた秋田大学の松葉谷治教授、試料の化学分析に御協力をいただいた日重開発工業株式会社探査部の諸氏に厚く感謝致します。

また、秋田大学の松葉谷治教授、日重開発工業株式会社の吉田裕博士には本稿に関する助言をしていただいた。ここに感謝の意を表します。

文 献

- 1) 梅津芳生(1990)新安比温泉の泉質. 第43回日本温泉科学会大会一般講演要旨, 温泉科学, p.1.
- 2) 梅津芳生, 柳谷茂夫(1991)新安比温泉の泉質(2). 第44回日本温泉科学会大会一般講演要旨, 温泉科学, p.6.
- 3) 茂野 博, 阿部喜久男(1987)温泉・噴気の化学に基づく仙岩地域熱水系の概念的モデル. 地調報告, No. 266, p. 251-283.
- 4) 角 清愛, 池田一雄, 斎藤敬三, 須藤 茂(1987)仙岩地熱地域及びその周辺地域における地すべり地形の分布. 地調報告, No. 266, p. 159-198.
- 5) Truesdell, A.H. (1976) Geochemical Techniques in Exploration, Summary of Section III. Proceedings of Second U.N. Symp. on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, 1975, p. Iiii-IIxxix.
- 6) Fournier, R.O. (1979) A Revised Equation for the Na/K Geothermometer. Geothermal Resources Council Transaction, vol. 3, p.221-224.
- 7) Craig, H. (1961) Isotopic variations in meteoric waters. Science, vol. 25, p. 1702-1703.
- 8) 松葉谷 治(1981)水素および酸素同位体比からみた温泉水の起源. 温泉科学 31, p. 47-56.
- 9) 高松信樹, 下平京子, 今橋正征, 神谷 宏(1980)食塩泉のリチウム. 地球化学 14, p. 35-42.
- 10) 石川剛志, 中村栄三(1989)ホウ素の同位体地球・宇宙化学. 地球化学 23, p. 23-24.
- 11) Yoshida, Y. (1984) Origin of gases and chemical equilibrium among them steams from Matsukawa geothermal area, Northeast Japan. Geochem. Jour, vol. 18, p. 195-202.

- 12) Yoshida, Y. (1986) He, Ar and N₂ concentrations in geothermal steams from Northeast Japan. Extended Abstracts of 5 th Internat. Symp. on Water-Rock Interaction, Iceland 1986, p. 648-651.
- 13) Kiyosu, Y. (1985) Variations in N₂/Ar and He/Ar ratios of gases from some volcanic areas in North-eastern Japan. *Geochem. Jour*, vol. 19, p. 275-281.
- 14) 茂野 博, 高橋正明, 野田徹郎(1988)断層系ガスの研究, 仙岩地域における地熱ガスの化学的研究. 昭和62年度サンシャイン計画研究開発成果中間報告書, 深部地熱資源探査技術に関する研究, p. 189-225.

Variation in Chemical Composition of
the Tamagawa Hot Springs, Akita Prefecture (1912-1991)

--Obuki Spring--

Yuzo YOSHIIKE

Department of Chemistry, Faculty of Science, Toho University

Abstract

Obuki Spring in the Tamagawa Hot Springs, a typical volcanic acid hot spring in Japan, is situated at the western flank of the Yakuwa Volcano in the western part of the Hachimantai National Park, Akita Prefecture, and was found about 300 years ago. Obuki Spring has many characteristic properties, such as strong acidity (pH = 1.8), high temperature (98°C), large discharge (about 1000 l/min.), large heat discharge (4.2 × 10¹¹ kcal/yr). One of the properties of this spring is Cl⁻ > SO₄²⁻ type (Cl⁻: 300mg/l, SO₄²⁻: 100mg/l) which is characteristic of the early stage of volcanic acid hot spring in the course of the evolution of volcanic emanation. Significant variation of sulfate ion in the vicinity of the Obuki Spring has not been observed for a long time. But from 1972 to 1978 the concentration of sulfate ion have gradually increased and then decreased after 1978. The object of this study is to make clear the formation of a volcanic hot spring in connection with the volcanic phenomena. This investigation has been carried out for explanation of the variations in chemical properties, especially the SO₄²⁻ contents of the spring since 1954.

言 語

奥州新安比温泉(秋田県雄勝郡田代町)は、日本列島の西端部に位置する。この温泉は、約300年前に発見された。この温泉は、酸性で、高温(98°C)、大流量(約1000 l/min.)、大熱流量(4.2 × 10¹¹ kcal/yr)を特徴とする。この温泉の性質の一つは、Cl⁻ > SO₄²⁻型(Cl⁻: 300mg/l, SO₄²⁻: 100mg/l)であり、これは、火山性酸性温泉の初期段階の典型的な性質である。この温泉の周囲の硫酸イオン濃度の長期的な変動は観察されておらず、1972年から1978年にかけて徐々に増加し、その後1978年以降は減少した。本研究の目的は、火山現象との関連でこの温泉の形成を明らかにすることである。本研究は、特に1954年以降のこの温泉の化学的性質の変動、特に硫酸イオン濃度の変動を明らかにすることを目的として行われた。