

箱根町・芦之湯 9 号温泉井の地質と温泉帯水層

萬年一剛^{*}、板寺一洋^{*}、松坂 進^{*2}、大山正雄^{*}

Geology and aquifer of Ashinoyu 9 hot spring well in Hakone

by

Kazutaka MANNEN^{*}, Kazuhiro ITADERA^{*}, Susumu MATSUZAKA^{*2} and Masao OYAMA^{*}.

Abstract

Geological and hydrological analysis were performed on Ashinoyu 9 hot spring well located on the southeastern foot of the central cones of the Hakone volcano. The geology of the well is suggested to be as follows in descending order; soil or loam containing pumice flow deposit and andesite breccia (0–34 m depth), volcanic sand and lava breccia (34–110 m), opx–cpx andesite lava (110–135 m), and olivine bearing opx–cpx andesite lava (135–146 m). The hot spring aquifer should be located at 50–60 m depth in an unconsolidated porous layer. The hot spring aquifer is surrounded by cold water aquifers and these hydraulic potentials are in equilibrium. Hot spring temperature increases in response to precipitation, although the temperature has been decreasing slowly over the past decade. This implies that precipitation enhances hot spring formation and increases the potential of its aquifer.

1. はじめに

箱根町芦之湯にある芦之湯温泉は、温泉の少ない中央火口丘南部にありながら、鎌倉時代にはすでに信仰の湯治場として記録が見られる古い温泉で、箱根七湯の一つに数えられていた(平野 1994)。この地域の温泉は長年に渡って自然湧出する中性の単純硫酸泉の利用に留まっていたが、1959(昭和 34)年に掘削による温泉の揚湯にはじめて成功した。これが本報告で取り扱う芦之湯 9 号井である。芦之湯 9 号井は、地質調査所(1955)が電気検層が温泉開発に果たす役割について解説した紹介記事中で、また大木ほか(1963)もやはり検層と温泉開発の実例を紹介した論文の中で、地質柱状図や電気検層図などが一例として紹介されている。しかし、これらの記載はこの井戸の地質や岩石を知る上で十分では無く、また温泉の湧出機構についても触れられていない。

本研究では、著者のひとりである松坂が保存していたボーリング試料の解析を行なうことによって明らかになった地質を紹介するとともに、当所が実施してきた芦之湯 9 号井の泉温連続観測の結果を踏まえて温泉帯水層の性質について考察することを目的とする。

2. 地形および表層地質

芦之湯 9 号井は箱根火山中央火口丘の南東部に位置する、孔口標高約 870m、深さ 70.4m(掘削時 150m)の温泉

井である(大木・他 1963、図 1)。芦之湯 9 号井のある芦之湯は北を丸山、西を宝蔵嶽、南を上二子山、東を弁天山に囲まれた小型の盆地地形をなしており、17 世紀中ごろに排水による干拓が行なわれるまでは「あしのうみ」と呼ばれる沼沢地であったといわれている。芦之湯 9 号井はこの盆地の北西の端に位置する。

この地域は久野(1972)の地質図によると駒ヶ岳溶岩(CC7)に分類される。神奈川県教育委員会(1980)の地質図もほぼこれを踏襲し駒ヶ岳溶岩(CC6)としている。一方、小林(1999)は地形的な観察から駒ヶ岳と二子山の間にある精進池の北方の溶岩ドーム群を認識し、これを芦之湯ドーム群と呼称した。宝蔵嶽も芦之湯ドーム群の一つにあたる。小林(1999)は上二子山の北東の露頭で block and ash flow 堆積物を認識し、これを芦之湯ドーム群の形成時の堆積物と判断して芦之湯テフラと呼称した。さらに、芦之湯テフラと AT の層位関係から芦之湯ドーム群および芦之湯テフラの噴火年代を 28ka と考えた。

小林(1999)の指摘するように、駒ヶ岳から流出した溶岩は宝蔵嶽など本地域の溶岩ドーム群を避けるか覆いかぶさるように流下している。こうした観察から本地域の溶岩ドーム群は、駒ヶ岳溶岩流出以前の別個の溶岩ドームであると考えらるべきであろう。本報告でも小林(1999)を支持して、宝蔵嶽などの本地域の溶岩ドーム群を芦之湯ドーム群と呼ぶことにする。

* 神奈川県温泉地学研究所 〒250 0031 神奈川県小田原市入生田 586

*2 松坂屋本店 〒250 0523 神奈川県足柄下郡箱根町芦之湯 55

論文, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第 32 巻, 17–24, 2001.

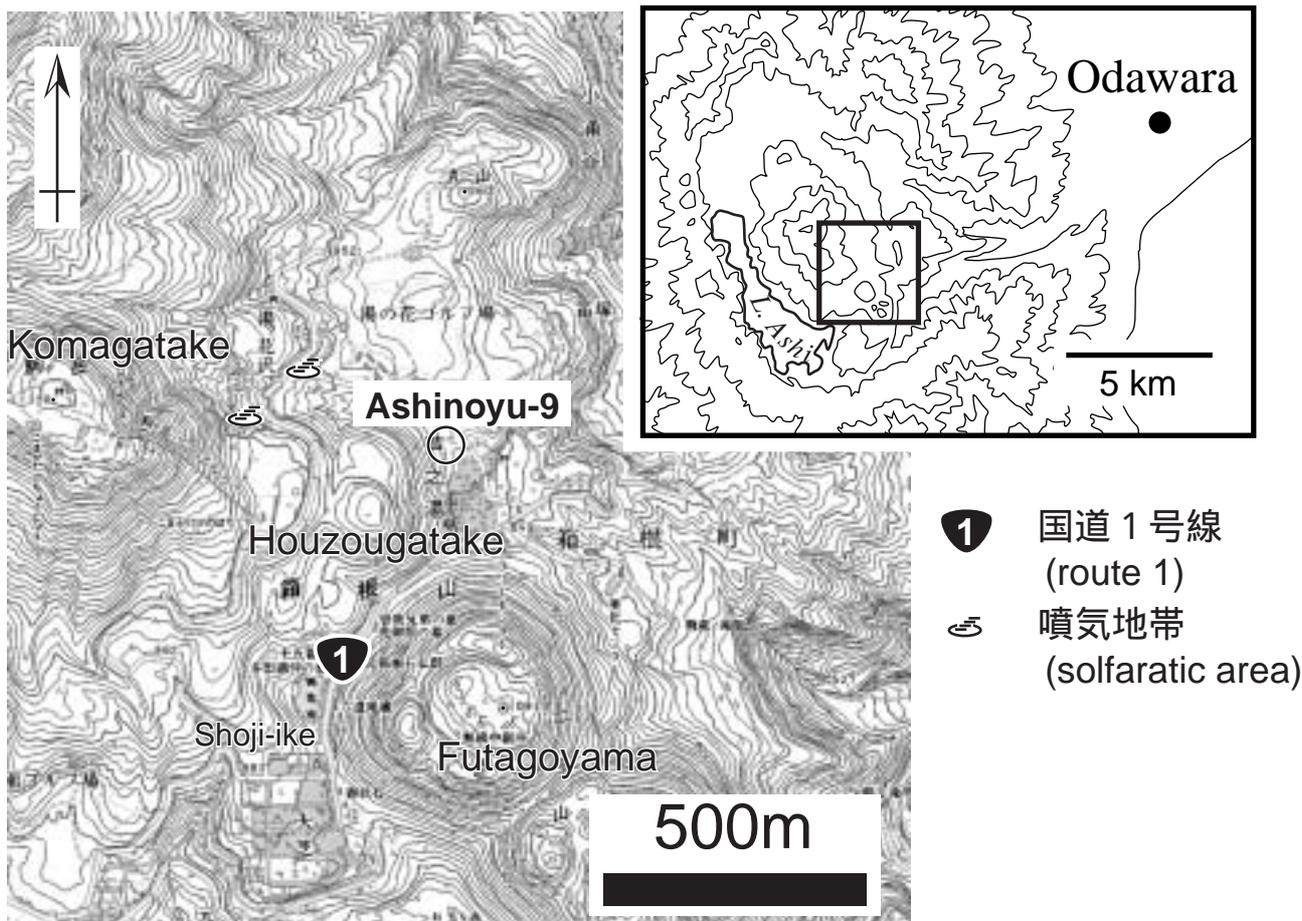


図1 芦之湯9号温泉井の位置。
Fig.1 Index map of Ashinoyu 9 hot spring well.

3. 地質試料

今回解析を行った試料は付録1に示すコア試料及びインスタントコーヒーの空き瓶に保存された砂質の試料の計36試料である。コア試料は直径8cm、長さ10cm程度で数メートルの区間の試料を代表したものと考えられる。空き瓶の中で保存された砂質の試料(以下、砂質試料と呼ぶ)は付録1に示したように岩質や掘削時の水位が簡単に記載されているが詳しい採取状況は不明である。砂質試料は比較的粒度が整っており、一見すると良く洗浄したスライム試料のように思われる。しかしながら、この温泉井の掘削がロータリー式でコア試料が全掘進長にわたって採取可能だったことから考えると、スライム試料をわざわざ保存したようには考えられない。また、後述するように砂質試料の採取の行なわれた深度範囲は電気換層の結果からみて多孔質の地質が考えられる。以上のような考察から、この空き瓶試料はコアの採取時に得られたものである可能性が強い。以下ではこのような仮定を踏まえて、考察を行なう。

4. 地質試料の記載

本温泉井で採取されたコアおよび砂質試料の簡単な記載結果をもとに作成した地質柱状図は図2である。以下、上位から下位の順で各層準の特徴を記載する。

深度0～34m(標高870～836m)

上位は風化土壌よりなる砂質試料とともに安山岩のコアも採取されていることから、巨礫を交えた未固結の崖錐堆積物と考えられる。下位は軽石質凝灰岩がみられるので、軽石流堆積物であると思われる。

深度34～110m(標高836～760m)

風化した安山岩質の砂質試料および風化した安山岩溶岩のコア試料が採取されていること、比抵抗が非常に低いこと、地質調査所(1955)の中に収録されている本井戸を記載した模式柱状図中に「安山岩溶岩とその凝灰岩」という記述があることなどから、風化して一部がぼろぼろになった安山岩溶岩と考えられる。安山岩溶岩は斜長石を15から

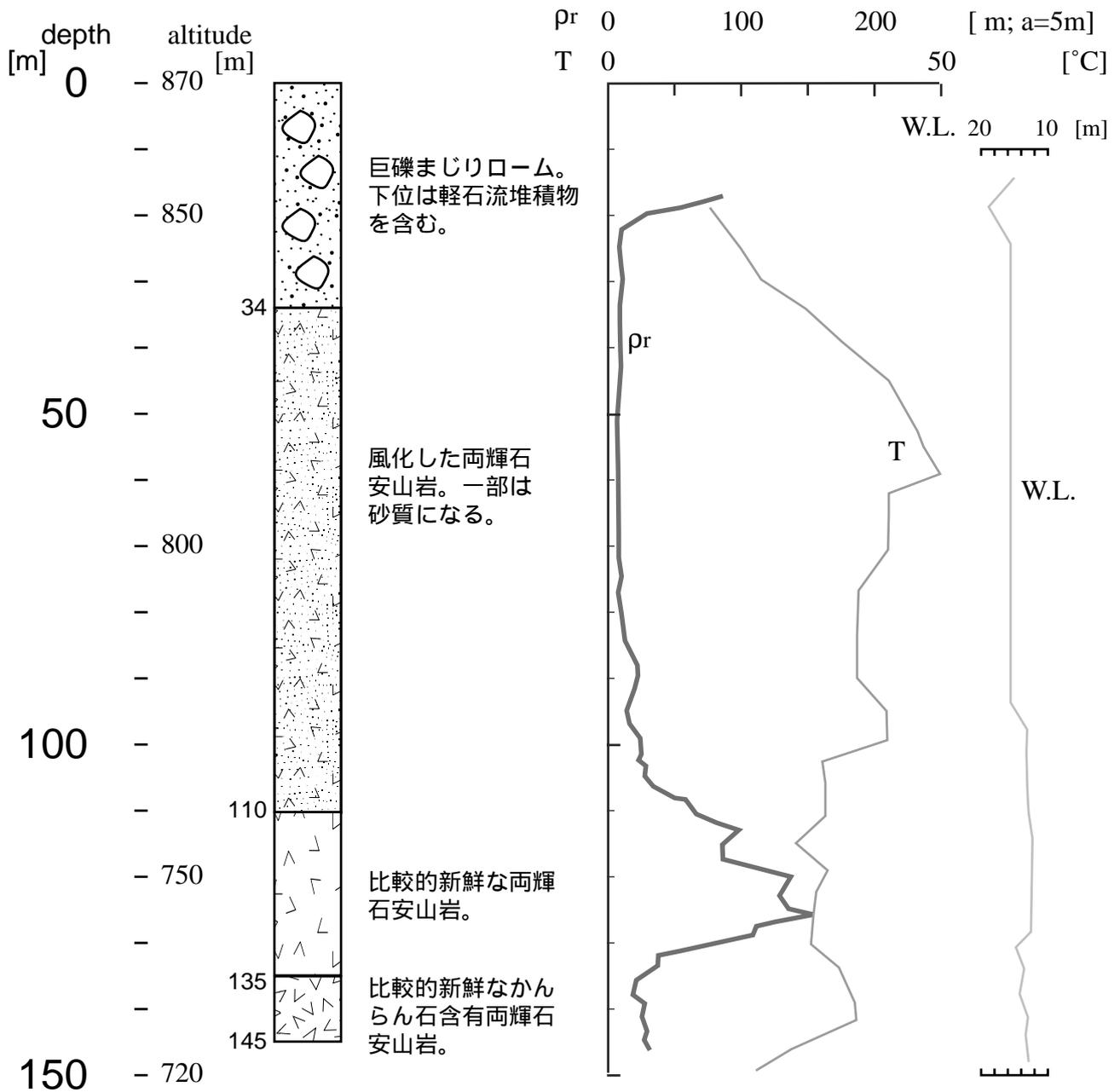


図2 芦之湯9号温泉井の地質柱状図と検層図。ρrは比抵抗、Tは掘削中の孔底温度、W.L.は掘削中の静水位でその深度に孔底が達した際の水位を示す。検層図は地質調査所(1955)、大木ほか(1963)による。

Fig.2 Geological section and logging data of Ashinoyu 9. ρr, resistivity; T, temperature of well bottom measured during drilling; W.L., water head when the well bottom reached the depth. Logging data are referred from Geological Survey of Japan(1955) and Oki *et al.* (1963).

10%、単斜輝石を5から3%、斜方輝石を3から1%、不透明鉱物を3から1%含む。石基は0.05mm以下の短冊から長柱状の斜長石および0.01mm以下の不透明鉱物が散在、褐色の隠微晶質がそれらを填間する hyalo ophitic 組織を呈する。

深度110~135m(標高760~735m)

上位のコアよりも風化が少ないことや、砂質試料が採取されていないこと、比抵抗が上位とくらべて高いことなどが

らみて、この区間は比較的ち密な安山岩溶岩からなると考えられる。採取された安山岩溶岩は灰白色で比較的新鮮、ち密である。鏡下の観察によると安山岩溶岩は斜長石を15から10%、単斜輝石を5から3%、斜方輝石を3から1%、不透明鉱物を3から1%含む。石基は0.05mm以下の短冊から長柱状の斜長石および0.01mm以下の不透明鉱物がわずかに散在、褐色の隠微晶質がそれらを填間する hyalo ophitic 組織を呈する。

表1 芦之湯9号温泉井コア試料の主成分全岩組成分析結果。FeO* は全鉄を FeO として計算したことを示す。分析した10成分の総量を100%にして再計算した。

Table 1 Bulk rock chemistry of Ashinoyu 9. FeO* indicates that all Fe was recalculated as FeO. All results were normalized to 100%.

sample ID	depth	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
RM58101-003-2c	2.8-3.1m	56.0	0.89	17.6	8.77	0.18	5.29	8.10	2.55	0.49	0.14
RM58101-003-3c	3.1-6.5m	57.7	0.95	16.9	8.34	0.16	4.43	7.93	2.88	0.59	0.15
RM58101-034-2c	34-37m	57.9	0.84	17.0	8.12	0.16	4.27	8.40	2.78	0.48	0.09
RM58101-045C	45-50m	58.2	0.73	17.3	7.63	0.16	4.59	8.41	2.67	0.30	0.07
RM58101-055C	55-60m	59.5	0.91	16.1	8.37	0.19	4.17	7.29	2.79	0.58	0.09
RM58101-065C	65-70m	58.5	0.83	16.5	8.54	0.18	4.61	7.85	2.63	0.34	0.08
RM58101-075C	75-80m	58.7	0.94	15.6	9.10	0.20	4.77	7.51	2.63	0.53	0.09
RM58101-085C	85-90m	60.4	0.91	16.2	7.99	0.17	4.55	6.53	2.72	0.53	0.08
RM58101-100C	100-105m	60.6	0.80	18.1	6.61	0.13	3.48	6.78	2.87	0.56	0.08
RM58101-110C	110-115m	58.6	0.88	16.5	8.46	0.19	4.36	7.68	2.69	0.54	0.09
RM58101-115C	115-120m	57.6	0.84	17.2	8.17	0.17	4.24	8.39	2.81	0.46	0.08
RM58101-120C	120-125m	58.4	0.84	17.2	7.95	0.16	3.95	8.12	2.89	0.46	0.09
RM58101-125C	125-130m	57.8	0.87	16.6	8.58	0.17	4.47	8.17	2.74	0.49	0.09
RM58101-130C	130-135m	59.4	1.00	15.0	9.47	0.17	4.38	7.19	2.77	0.56	0.10
RM58101-137C1	135-140m	58.9	0.97	15.0	9.50	0.19	4.83	7.42	2.66	0.49	0.09
RM58101-137C2	135-140m	58.4	0.90	15.7	8.95	0.17	4.42	7.91	2.87	0.55	0.09
RM58101-142C	140-145m	59.0	0.90	15.5	8.83	0.17	4.36	7.75	2.86	0.55	0.09

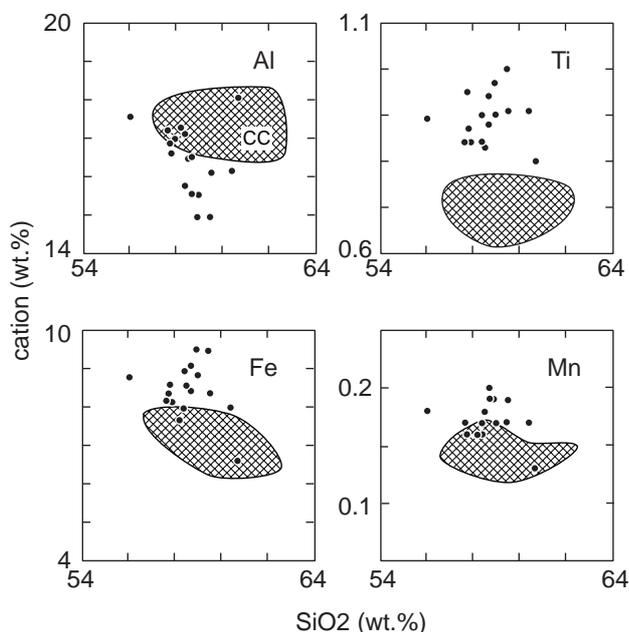


図3 芦之湯9号温泉井の全岩化学組成。横軸にSiO₂を縦軸に各カチオン(各図右上に表示)の酸化物をとる(両方とも単位はwt%)。黒丸が芦之湯9号温泉井の組成。網がけの範囲はこれまで測定された中央火口丘系溶岩の組成範囲(萬年未公表)。

Fig.3 Several major elements vs SiO₂ wt% variation diagram for bulk rock of Ashinoyu 9 (filled circle). Variation of other central cone lavas is also shown as hatched area (unpublished data).

深度135~145m(標高735~725m)

砂質試料の採集がされていないことや比較的新鮮なことからみて、この区間は安山岩溶岩からなると考えられる。比抵抗がかなり低いが、コア試料が比較的多孔質であることと調和的である。暗灰色を呈し、層状に多孔質部分と比較的ち密な部分がくり返す組織を呈する。捕獲岩を含む。斜長石を15から10%、単斜輝石を5から3%、斜方輝石を3から1%、不透明鉱物を3から1%、かんらん石をごくわずかに含む。石基は細粒の斜長石および不透明鉱物、隠微晶質からなるhyalophitic組織を呈する。鏡下の観察によると一部で破碎された斑晶および石基がパッチ状に存在しており、凝灰岩ないし凝灰角礫岩的な組織を呈する。これは安山岩溶岩流の破碎された部分が取り込まれていることによると考えられる。また、斑れい岩的な捕獲岩がパッチ状に含まれる。

5. 地質柱状図

コアと薄片の検討結果、および地質調査所(1955)を参考にして図2のような地質柱状図を示した。ここではさらに地質調査所(1955)および大木ほか(1963)に収録されている掘削中の孔底温度と静水位、比抵抗分布を示す。深度0から34mはローム層で巨礫や軽石流堆積物を含む。これらは芦之湯「盆地」を埋積するローム層、周辺の溶岩ドーム

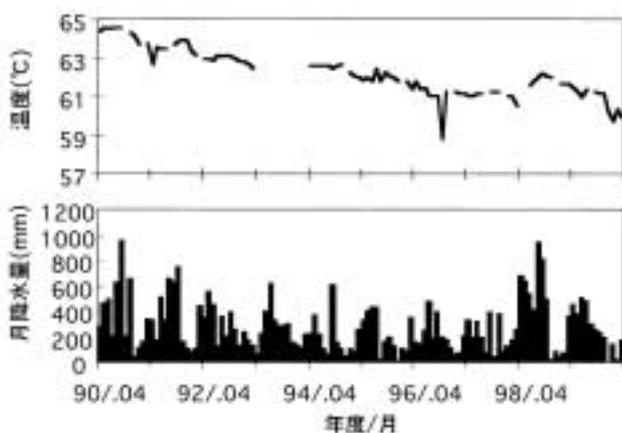


図4 芦之湯9号井の泉温変化(上)と降水量(下)。泉温は温泉地学研究所事業概要による。降水量は芦之湯9号井の近くにある気象庁アメダス観測点のデータによる。
Fig.4 Temperature of hot spring(top)and precipitation (bottom)of Ashinoyu 9.

起源の崖錐堆積物、軽石流堆積物等であろう。深度34mから110mは未固結の、両輝石安山岩質の砂礫である。もともとは安山岩質溶岩であったものが温泉の作用などにより風化したものか、盆地を埋積した崖錐堆積物と考えられるが、詳細は不明である。深度110mから135mは比較的新鮮な両輝石安山岩の溶岩、また更に下の深度135mから145mは比較的新鮮なかんらん石含有両輝石安山岩の溶岩であろう。これらは表層地形や位置的に見て芦之湯ドーム群起源の溶岩と考えられる。

6. 全岩化学組成

本温泉井で得られたコア試料について全岩化学組成分析を行った。全岩化学組成分析の方法は付録2に示す。分析の結果を表1に示す。本温泉井で得られた岩石は、地表でこれまで採取された中央火口丘系溶岩類に比べて、Fe、Ti、Mnがやや多く、Alがやや少ない傾向がある(図3)。これ以外の主要元素については他の中央火口丘系溶岩類とほぼ同様である。芦之湯ドーム群に関しては露頭が少なく、地表で地質試料を得るのは困難であった。今回、芦之湯ドーム群と考えられる試料がまとまって得られたことにより、中央火口丘系溶岩類の化学的バリエーションがやや広がったと言える。先に示した化学組成の傾向が他の中央火口丘系溶岩類との関係上どのような意味を有しているかは今後の課題である。

7. 温泉帯水層

掘削中の孔底温度および静水位を図2に示した。本温泉井の主要な湯脈は掘削中の記録や掘削後の試験によって深度50mから60m付近にあると考えられる(大木ほか1963)。揚湯する深度区間をわずかに違えただけでも泉温

が大幅に低下することから、湯脈以外にも冷水の脈が数多くあると見られる(大木ほか1963)。掘削中には孔底深度が深度95m付近に達するまで静水位がほとんど変化しなかったことから見て、これらの湯脈および冷水の脈はほぼ同じポテンシャルを有していると思われる。

掘削中、深度95m以深では水位が上昇する一方、孔底温度、揚湯される温泉の温度がともに低くなることなどから、深部では50mから60m付近の湯脈よりも高いポテンシャルを有する冷水脈が存在するものと考えられる。

以上の事をまとめると、この井戸の温泉脈は低固結度、高透水性の基本的には冷水脈で満たされた地層中に、厚さ数メートルのオーダーで層状に挟在しているものと考えられる。深度95m以浅における冷水脈および温泉脈のポテンシャルはあまり変わらないが、深度95m以深には浅部よりもポテンシャルの高い冷水が胚胎している。温泉脈と冷水脈の相互関係は温泉温度の連続観測からある程度明らかになっている。

図4に示した1990(平成2)年度から1999(平成11)年度までの10年間の温度測定結果によれば、この期間を通して温度の低下傾向が続いている一方で、1990年、1991年、1998年、1999年の各時期には、多量の降雨に対応した温度の上昇が認められる。

芦之湯9号井の付近の温泉を含む地下水は、ポテンシャルの高い深度95m付近の冷水脈から深度50~60mにある湯脈へ向かう傾向にあると考えられる。上述の降雨に対応した温度上昇は、多量の雨にともなう涵養量の増加により相対的に浅層にある湯脈の水力ポテンシャルが上昇し、湯脈中の温泉流動自体が促進されることや、深部の冷水脈の水力ポテンシャルとの相対関係が変化することにより、浅層に向かう地下水の流れが一時的に緩和されるために生じた現象であると考えられることができる。

8. まとめ

芦之湯9号井の地質および温泉帯水層は以下のとおりである。

- (1) 芦之湯9号井の地質は上位から順番に、巨礫まじりで一部軽石流堆積物を交えるローム層(地表~深度34m)、風化した両輝石安山岩質の砂礫層(深度34~110m)、比較的新鮮な両輝石安山岩溶岩(深度110~135m)、比較的新鮮なかんらん石含有両輝石安山岩溶岩(深度135~145m)である。
- (2) 芦之湯9号井から得られた安山岩溶岩の全岩化学組成は、これまで得られた中央火口丘系溶岩に比べてFe、Ti、Mnがやや多く、Alがやや少ない傾向がある。
- (3) 芦之湯9号井の温泉脈は深度50mから60m付近の、

風化した両輝石安山岩質の砂礫層中にある。しかしこの砂礫層中には温度の低い地下水の脈も数多くあると思われる、これら冷水脈の水理ポテンシャルは温泉脈のそれと同じである。

(4) 芦之湯9号井の掘削記録から、深度95m付近で深で上位の冷水及び温泉の脈よりも高いポテンシャルを有する冷水脈があると予想される。したがって、この付近の地下水は深部から浅部へと移動する傾向がある。

(5) 温泉温度の長期連続観測から、降雨にともなって泉温が上昇する傾向が認められる。このことは、降雨により温泉流動が促進するとともに、温泉脈の水理ポテンシャルが増加するためと考えられる。

謝 辞

本論文の草稿を作成した直後の平成12年12月28日、著者の一人である松坂進氏が逝去された。松坂氏の長年に渡る温泉研究への貢献に改めて敬意を表するとともに、慎んで御冥福をお祈りする次第である。神奈川県立博物館の小出良幸、山下浩之の両氏にはXRFの使用を許可していただいた上、分析を手伝っていただいた。本研究で用いた薄片は松沢親悟技能技師が作成した。本研究には温泉地質学研究所経常研究費、平成12年度重点基礎研究研究費、東京大学地震研究所特定共同研究(B)研究費を用いた。

参考文献

- 地質調査所(1955) 温泉坑井の調査法 物理検層と温度検層について、地質ニュース(17), 2-4.
- 平野富雄(1994) 箱根二十湯 やさしい温泉入門, かなしん出版, 245.
- 神奈川県教育委員会(1980) 神奈川県地質図「10 御殿場・小田原」
- 小林 淳(1999) 箱根火山の最近5万年間のテフラ層序と噴火史, 第四紀研究, 38, 327-343.
- 小出良幸, 山下浩之, 川手新一, 平田大二(2000) 蛍光X線分析装置による岩石主要元素の分析精度の検証 神奈川県立博物館研究報告(自然科学), 27, 107-125.
- 久野 久(1972) 箱根火山地質図説明書, 大久保書店.
- 大木靖衛, 荻野喜作, 広田茂, 松坂 進(1963) 温泉坑井の検層, 温泉工学会誌, 1, 16-22.

付録 1

芦之湯9号温泉井の地質試料についてその肉眼観察の記載を示す。以下、「温地研試料番号【採取深度、試料性状、(採取時の試料番号)】 肉眼記載」の順に記載する。

RM58101 000s 【0 2.8m 砂質(1)】

茶褐色の土塊でわずかに軽石を含む。

RM58101 003 2c【2.8 3.1m コア(2)】

赤灰色、多孔質、カミナリオコシ状の溶岩である。大分風化している。触るとぼろぼろと触っているところが崩れる。1~2mmほどの斜長石及び輝石の斑晶が目立つ。

RM58101 003 3c【3.1 6.5m コア(3)】

灰白色、やや発泡しているところがあるもののおおむね硬質緻密な安山岩。1~2mmほどの斜長石斑晶、輝石斑晶が目立つ。典型的な中央火口丘溶岩。巨礫を掘抜いたのか、溶岩なのかは不明。

RM58101 006c【6.5 12m コア(4 1)】

土壌化した薄い黄土色の軽石質凝灰岩。軽石質のものがほとんどであるが、スコリア質のものも混じる。

RM58101 006s【6.5 12m 砂質(4 2)】

軽石質の風化土壌である。

RM58101 012 1s【12 25m 砂質(5 1)】

風化土壌である。

RM58101 012 2c【12 25m コア(5 2)】

やや土壌化した軽石質の凝灰岩である。最大数ミリの軽石片を含む。ラベルによると、「安山岩礫混じりローム」とある。

RM58101 025 1s【25 34m 砂質(6 1)】

安山岩質の砂で、新鮮である。ピンの記載によると「安山岩質転石混じり 粘土質 火山灰 褐色 暗灰色 No6ノ1」とある。

RM58101 025 2s【25 34m 砂質(6 2)】

安山岩質の砂で、新鮮である。ピンの記載によると「安山岩質転石混じり 粘土 火山灰 褐色 暗灰色 No6の5」とある。

RM58101 025 3c【25 34m コア(6 3)】

風化した暗灰色の安山岩で、わずかに発泡しているもののおおむね硬質緻密である。風化皮膜がある。コアに添付してあるラベルによると「安山岩質 軽石混じり 粘土質 火山灰 褐色暗灰色」とあり、凝灰砂岩中の転石と思われる。

RM58101 025 4s【25 34m 砂質(6 4)】

安山岩質の砂である。安山岩質転石混り、粘質火山灰、褐色、暗灰色 No6ノ3とある。

RM58101 025 5c【25 34m コア(6 5)】

ややピンク色がかった淡黄灰白色の軽石質凝灰岩である。1~2cmの軽石、それより小さいスコリアを含む。

RM58101 034 1s【34 37m 砂質(7 1)】

風化した安山岩質の砂であり、黄土色を呈する。ぐずぐずというわけではなく、それなりの硬度を保っている。ラベ

ルには「34.0m ~ 37.0m 水温 29.5 軟質、安山岩盤 灰白色」とある。

RM58101 034 2c【34 37m コア(7 2)】

灰白色の硬質、緻密、新鮮な安山岩で、集斑晶に富む。ラベルには「青白色 安山岩 水位 130.00 水温 32.5 」とある

RM58101 040s【40 45m 砂質(7 3)】

7 1と同様、風化した安山岩質の砂であり、黄土色を呈する。ぐずぐずというわけではなく、それなりの硬度を保っている。ラベルには「軟質、安山岩盤 水温 42 灰白色」とある。

RM58101 045c【45 50m コア(7 4)】

暗灰色のやや風化したやや多孔質の安山岩で、若干ぼろぼろした感じがある。気泡の形状は不規則である。2 ~ 3mm の輝石集斑晶、斜長石斑晶が目立つ。

RM58101 050s【50 55m 砂質(7 5)】

黄土色の安山岩質砂である。やや風化か。ラベルには「水温 47.5 、軟質安山岩盤 灰白色」とある。

RM58101 055c【55 60m コア(7 6)】

わずかに風化している灰白色の安山岩。数ミリにおよぶ輝石集斑晶を含む。典型的な中央火口丘安山岩の組織を示す。

RM58101 060s【60 65m 砂質(7 7)】

黄土色の安山岩質の砂である。風化しているための変色であると考えられるが、ぼろぼろではない。ラベルによると「水温 42 軟質安山岩盤 灰白色」とある。

RM58101 065c【65 70m コア(7 8)】

暗灰色の安山岩で、筋状 ~ 不規則な気泡をふくみ、一見ガサガサした印象を受けるが、触ってみるとそうでもない。直径数ミリに及ぶ輝石の集斑晶を多く含みこれが目立つ。やや変質している。

RM58101 070s【70 75m 砂質(7 9)】

やや風化した黄土色の安山岩質の砂である。ラベルには「水温 37.5 軟質安山岩盤 灰白色」とある。

RM58101 075c【75 80m コア(7 10)】

やや風化した淡褐灰色 ~ 灰白色の安山岩。表面は大分ぼろぼろしており、礫岩中の礫かも知れない。内部もぼろぼろしている部分があり、硫化物によると思われる、黄色があった部分がある。

RM58101 080s【80 85m 砂質(7 11)】

黄褐色 ~ 灰白色の、砂質のスライムで若干風化を受けているようである。ラベルには「水温 37.5 軟質安山岩盤 灰白色」とある

RM58101 085c【85 90m コア(7 12)】

わずかに発泡した、灰色 ~ 暗灰色の安山岩で、細粒のマトリックスからなるゼノリスを含む。ラベルに軟質安山岩盤

とある。

RM58101 095s【95 100m 砂質(7 13)】

土塊状のスライムで、黄褐色 ~ 灰色を呈する。ラベルには「灰白色 軟質安山岩 水位 16m、水温 42 °」とある。

RM58101 100c【100 105m コア(7 14)】

灰色のやや風化した安山岩である。多少空隙が残っていて、ガサガサとした印象を与える。斑晶の斜長石は灰褐色を呈する。ラベルには「灰白色 軟質安山岩 水位 13.5m 水温 32 °」とある。

RM58101 105c【105 107m コア(7 15)】

かなり風化してくすんだ灰褐色を呈する安山岩でぼろぼろしている。ラベルには「黄褐 緑灰 褐黒 安山岩 水位 15.5m 水温 32 」とある。

RM58101 107s【107 110m 砂質(7 16)】

土塊状の黄土色の砂である。

RM58101 110c【110 115m コア(8 1)】

灰白色の安山岩で直径2mm程の斜長石が目立つがやや変質している。ラベルには「水温 35.5 軟質安山岩盤 灰白色」とある。

RM58101 115c【115 120m コア(8 2)】

やや風化しているが上位の安山岩にくらべれば新鮮な安山岩で、灰白色を呈する。やや空隙を残している。直径3mm程度の輝石斑晶、それより小さい斜長石斑晶が目立つ。ラベルには「水位 12.5m 水温 33 青灰色 安山岩」とある。

RM58101 120c【120 125m コア(8 3)】

灰白色の安山岩中に、暗灰色の安山岩が混じる、おそらくミングリングが見られる安山岩である。おおむね新鮮であるがやや風化している。

RM58101 125c【125 130m コア(9 1)】

2mm以下の斜長石斑晶が目立つ暗灰色の安山岩で概ね新鮮である。ラベルには「灰白色 安山岩 水温 30.5 水位 15.5m」とある。

RM58101 130c【130 135m コア(9 2)】

灰白色の安山岩でやや空隙を含む。ところによりやや風化してぼろぼろとしているが、全体的には固結している。

RM58101 137c1【135 140m コア(10 1)】

赤灰色から淡い赤みがかった灰色を呈する安山岩である。空隙が多い。やや風化している

RM58101 137c2【135 140m コア(10 2)】

やや空隙を含み流理状の構造が見える灰白色の安山岩である。

RM58101 142c【140 145m コア(11 1)】

灰白色の安山岩をゼノリスとして含む灰色の安山岩である。やや空隙を含む。

付録 2

本研究で行った全岩化学組成分析は、試料の調整および分析方法について基本的には小出ほか(2000)によった。ただし、分析誤差に比べて融剤中の水分が十分少ないと考えたことや、融剤調整中にコンタミネーションをさけるための注意を要求することなどの理由から、小出ほか(2000)にはある融剤の強熱を行わないこととした。またその後に行われた分析機械の分解点検に伴いピーク位置、PHA の設定および検量線を付表 1 に示すように変更した。新しい設定による地質調査所標準試料の分析結果を参考までに掲出する(付表 2)。

付録表 1 分析機器の分解点検に伴う設定の変更部分と新しい検量線のパラメータ。PHA, 波高分析のウィンドウ幅; peak, 各元素のピーク位置(2°, 単位は度); b、検量線の傾き; c、検量線の切片。

table a1 Parameters of calibration curve used for analysis of this study. PHA, window interval of pulse height analyser; peak, peaks of each element (2°, degrees); b, slope of calibration curve; c, intercept of calibration curve.

	PHA	peak	b (wt%/kcps)	c (wt%)	accuracy
SiO ₂	20-124	108.80	0.167007	-1.608814	0.2133
TiO ₂	16-100	86.20	0.187024	0.002744	0.0192
Al ₂ O ₃	24-142	144.60	0.176571	0.060215	0.0937
Fe ₂ O ₃	12-136	57.55	0.030448	0.101388	0.0862
MnO	24-86	63.00	0.031669	-0.005534	0.0068
MgO	24-116	45.18	0.315651	0.015335	0.0345
CaO	24-128	113.14	0.043186	0.051033	0.0558
Na ₂ O	24-92	55.10	1.131409	-0.141419	0.0731
K ₂ O	36-124	136.72	0.044156	0.015001	0.0465
P ₂ O ₅	20-110	141.00	0.099261	0.001986	0.0049

付録表 2 新しい設定による標準試料の測定値(KPM で表示)、比較のために地質調査所推奨値を全鉄 Fe₂O₃ とし 10 成分のトータルを 100% に標準化した値を示す(小出ほか 2000; GSJ で表示)

table a2 Analysis of GSJ referemce samples by XRF installed in Kanagawa Prefectual Museum (KPM) using parameters in table a1, and recommended values (GSJ, normalized to 100%; Koide *et al.*, 2000).

STD lab.	JB-1b		JB-2		JA-2	
	KPM	GSJ	KPM	GSJ	KPM	GSJ
SiO ₂	52.350	52.226	53.114	52.959	57.723	57.710
TiO ₂	1.260	1.288	1.187	1.184	0.703	0.675
Al ₂ O ₃	14.452	14.694	14.629	14.560	15.810	15.762
Fe ₂ O ₃ *	9.064	9.217	14.270	14.172	6.398	6.352
MnO	0.144	0.150	0.216	0.217	0.113	0.110
MgO	8.392	8.318	4.655	4.595	7.782	7.774
CaO	9.738	9.810	9.696	9.766	6.394	6.434
Na ₂ O	2.819	2.687	2.037	2.029	3.173	3.181
K ₂ O	1.304	1.349	0.410	0.418	1.830	1.851
P ₂ O ₅	0.263	0.262	0.098	0.100	0.154	0.149
	99.785	100	100.311	100	100.080	100

STD lab.	JA-3		JR-1		JR-2	
	KPM	GSJ	KPM	GSJ	KPM	GSJ
SiO ₂	61.884	62.326	76.843	76.506	76.646	76.957
TiO ₂	0.698	0.701	0.115	0.112	0.065	0.071
Al ₂ O ₃	15.553	15.574	13.114	13.010	12.863	12.933
Fe ₂ O ₃ *	6.508	6.606	0.955	0.902	0.827	0.783
MnO	0.107	0.104	0.109	0.100	0.123	0.114
MgO	3.680	3.723	0.128	0.122	0.054	0.041
CaO	6.166	6.246	0.732	0.679	0.551	0.508
Na ₂ O	3.201	3.193	3.966	4.076	4.060	4.057
K ₂ O	1.549	1.411	4.421	4.472	4.561	4.524
P ₂ O ₅	0.113	0.116	0.017	0.021	0.007	0.012
	99.459	100	100.400	100	99.756	100