

報 文

551.23 : 550.85 (521.12) : 620.9

岩手県滝の上地熱地帯の温泉地質学的研究

中村 久由* 安藤 武* 角 清彦* 鈴木 孝*

Geology and Hot Springs of Takinoue Geothermal Area, Iwate Prefecture

by

Hisayoshi Nakamura, Takeshi Andō, Kiyoshi

Sumi & Takashi Suzuki

Abstract

The Takinoue geothermal area situated along the Kakkonda river, Iwate prefecture consists of Tertiary sandstone, mudstone and conglomerate beds, corresponding to Miocene Yamatsuda formation, and Pliocene dacite lava and tuff overlain by Quaternary andesite. Geologic structure of this area is characterized by anticlinal structures accompanying faults which trend to NW-SE and NE-SW.

Fumaroles and hot springs in this area seem to be distributed along anticlinal axes and faults. The relation of fumaroles and hot springs to geologic structure is resemble to that of the geothermal area along the Sendatsu river in Akita prefecture located at the southwest of this area.

It remains as unsolvable problems that natural steam or hot water may be reserved in the porous beds in the Tertiary formation or not. To know the occurrence of natural steam or hot water related to the porous beds, is required the geothermal investigation through drilling.

要 旨

この調査は、地熱開発基礎調査の一環として、第三紀層上に分布する噴気・温泉と地質構造との関係を調べるため行なったものである。調査地は岩手県葛根田川上流滝の上温泉付近であつて、地表地質調査のほか、噴気ガス・温泉水の化学分析を行なった。この地域の噴気・温泉は断層・褶曲軸の存在と関連があり、いずれも第三紀層の裂きよ・間隙に沿つて湧出する。しかし、第三紀層のなかに透水層が発達する場合には天然蒸気ないし高温温泉がそのなかに貯溜されることが期待されるので、将来この点を解明することが必要である。

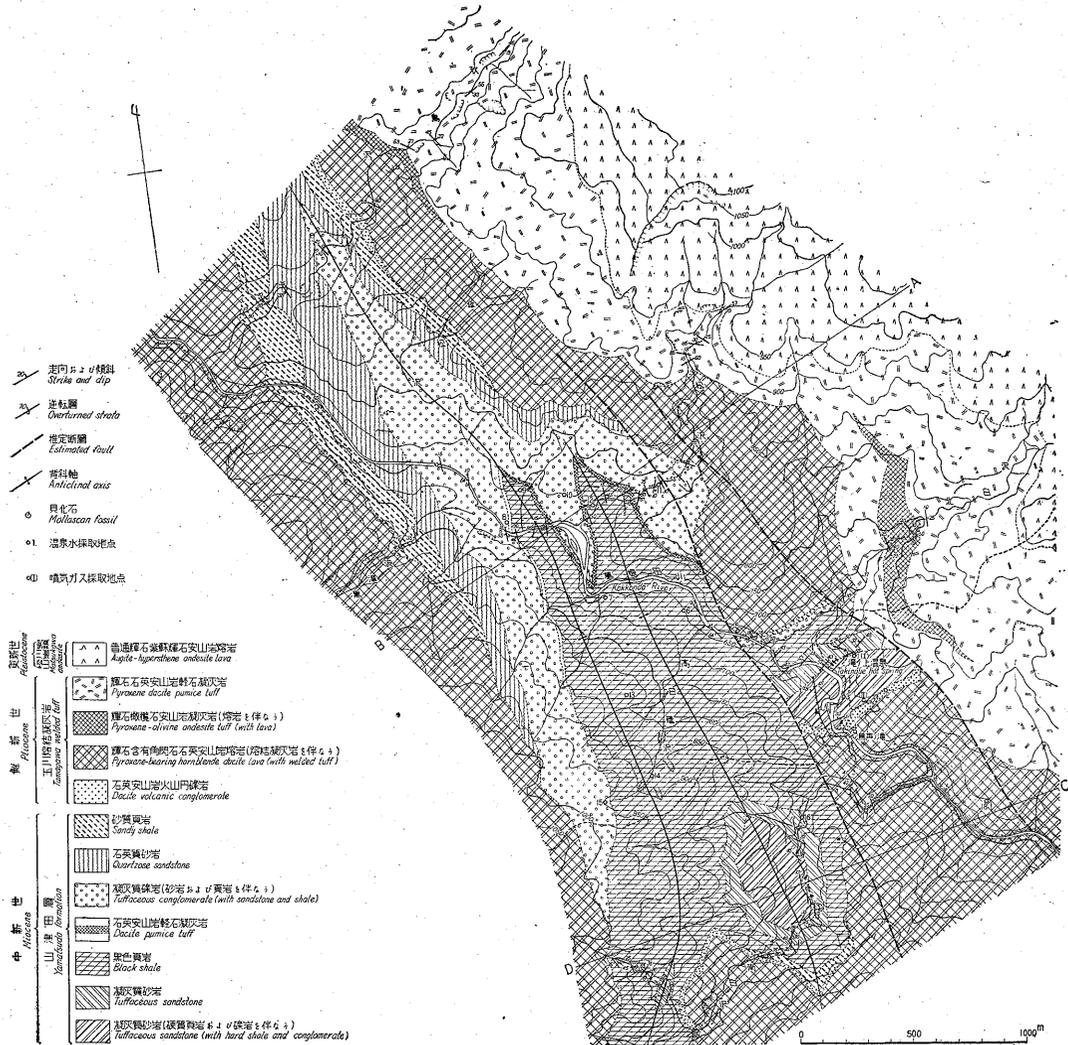
1. ま え が き

岩手山の西麓を流れ、雫石盆地にはいる葛根田川の上流には、新期熔岩に覆われた第三紀層のなかに一群の噴気・温泉が存在する。この調査は、八幡平新期火山地域における地熱調査計画の一環として、秋田県先達川流域に引続き、葛根田川流域に分布する噴気・温泉群の諸性質を検討し、併わせて、構造的条件と噴気・温泉との関

第1表 地質層序表

新 世	松川安山岩類		
	石英安山岩凝灰岩	300 m+	
鮮 新 世	玉川燧石凝灰岩	200-300	
	石英安山岩熔岩		
中 世 新 丹 山	砂質頁岩部層	120	
	石英質砂岩部層	150	
	礫岩部層	250	
	黒色頁岩部層	250-300	
	砂岩部層	80	
	砂岩・硬質頁岩部層	250+	

* 地質部



第1図 滝の上地帯地帯地質図

係を考察したものである。

2. 地質

葛根田川流域に位置する滝の上温泉付近の地質は、第1図に示すように主として中新世の山津田層および鮮新世の玉川溶結凝灰岩からなる。さらに広く周囲の地質を概観すると、北東方には岩手火山群、南西方には鳥帽子火山群など那須火山帯に属する多くの火山が広く分布しており、上記の岩層はこれらの火山の基盤を構成するものである。

2.1 層序

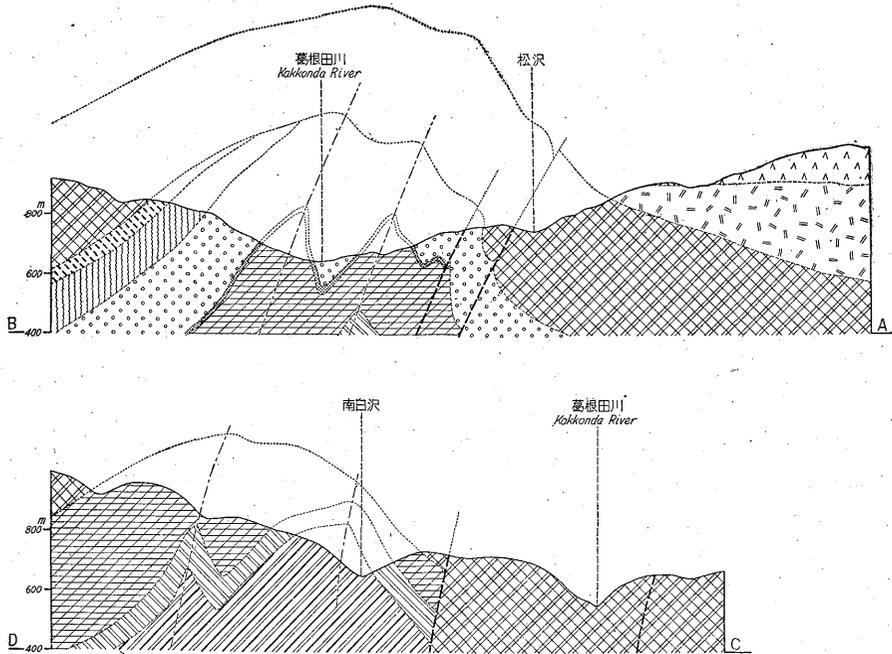
滝の上温泉付近の層序は一括して第1表に示した。この地域の最下位の山津田層^{註1)}は、地域中央部に北西—南東方向に細長く分布し、黒色頁岩・砂岩・礫岩等からなり上部中新世の海棲貝化石を産する。下位から砂岩・

硬質頁岩部層・砂岩部層・黒色頁岩部層・礫岩部層・石英質砂岩部層・砂質頁岩部層の6部層に分けられる。

砂岩・硬質頁岩部層：この部層は山津田層の最下位を占め、滝の上温泉の近傍および南白沢に露出する。石英質の粗粒砂岩を主とし、礫岩・細粒砂岩および硬質頁岩を伴う。厚さは南白沢においては250m以上である。

砂岩部層：この部層は凝灰質の粗粒～細粒の砂岩層であつて、多量の炭質物を含む。本層の最下部では礫岩などを伴う異常堆積現象がしばしばみられ、下位の

註1) この地層はかつて早川典久(1952)¹⁾によつて礫石盆地(早川典久・北村信(1953)²⁾)の小志戸前層および山津田層に対比されたが、今回の調査から得られた層序はほぼ山津田層と一致するので、仮にこの名称をもつて呼ぶこととした。



第2図 滝の上地熱地帯地質断面図

砂岩・硬質頁岩部層との間には一般に小規模の不整合である。厚さは南白沢では約 80 m である。

黑色頁岩部層：この部層は灰黒色～灰色の頁岩からなり、一般に無層理で、石油臭を発する。厚さは 250～300 m と推定される。南白沢の中流から北西に入る沢の本部層中から次のような具化石を産する。

- “*Cardium*” *shiobaraense* YOKOYAMA
- Dosmia* (*Kaneharai*) *kaneharai* YOKOYAMA
- Mecenaria* *chitaniana* (YOKOYAMA)
- Spisula* (*Pseudocardium*) *kurikoma* (NOMURA)
- Anadara* sp. (鑑定：大山 桂)

礫岩部層：この部層は、間に石英安山岩・軽石凝灰岩を介して黑色頁岩部層の上に重なる。主として細礫岩～中礫岩からなり、ときに石英質砂岩あるいは灰色頁岩を伴い、一般に凝灰質である。厚さは葛根田川本流で 250 m に達する。

石英質砂岩部層：この部層はほとんど石英粒のみからなる無層理中粒の砂岩層で、非常に堅硬である。厚さは葛根田川本流では約 150 m で、下位の礫岩部層とは漸移整合である。

砂質頁岩部層：この部層はよく成層した灰色砂質頁岩からなり、秋鳥沢では 120 m の厚さを有する。下位の石英質砂岩部層とは漸移整合である。

玉川熔結凝灰岩は山津田層を不整合に覆い、主としてその北東側および南西側に分布し、ネパダイト質石英安

山岩の熔岩・熔結凝灰岩・凝灰岩等からなる。これと同様の岩石はこの地方の第四紀火山の下位に広く分布するもので、その噴出時期は鮮新世と考えられる。大別すると、下位の石英安山岩熔岩と上位の石英安山岩凝灰岩に分けられる。

石英安山岩熔岩：本岩はおもに節理の発達した堅硬な熔岩からなるが、まれに自破砕熔岩あるいは凝灰角礫岩の岩相を呈し、最下部には火山円礫岩がある。南白沢の中流から北西にはいる沢の奥では、熔結凝灰岩となつている。岩石は斜長石および石英の大きい斑晶に著しく富むネバダイト質の石英安山岩である。有色鉱物はすべて変質しているが、明らかな角閃石を多量に含み、ときに輝石と思われる鉱物が存在する輝石含有角閃石石英安山岩である。南白沢中流のものは石英に乏しく、輝石と思われる鉱物に富む、輝石石英安山岩～輝石石英含有安山岩である。厚さは松沢で約 400 m、秋鳥沢で約 200 m である。本岩は山津田層とは傾斜不整合の関係にあるものとみられる。しかし局地的には、両者は平行不整合関係であり、例えば秋鳥沢では山津田層から本岩に至る層序が背斜の両翼で全く同じで、一見整合のような感じを与える。

石英安山岩凝灰岩：本岩はおもに石英安山岩の軽石凝灰岩からなり安山岩凝灰岩を伴う。石英安山岩軽石凝灰岩は黄白色、多孔質で、露頭全体としては塊状の感じを与えるが、一般に不明瞭な層理が認められる。岩

石は斜長石・石英の大型の斑晶および紫蘇輝石に富むネバダイト質の輝石石英安山岩である。安山岩質凝灰岩は北白沢中流でよくみられ輝石橄欖石安山岩の凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩等からなり熔岩を伴う。一般に変質による緑色化が進み軟弱で、厚さは約15mである。本岩は下位の石英安山岩熔岩を整合に覆い、厚さは秋鳥沢で少なくとも300mに達する。

松川安山岩類は玉川熔結凝灰岩を不整合に覆い、調査地域の北東山地に僅かに分布する。本岩類は普通輝石紫蘇輝石安山岩の熔岩からなり、第四紀の岩手火山群の最古期の噴出岩である。

2.2 地質構造

調査地域の山津田層および玉川熔結凝灰岩の地質構造は、主として北西-南東方向の背斜構造によつて特徴づけられ、一部その北東翼では一種の地塊化した構造がみられる。

背斜構造は山津田層および玉川熔結凝灰岩を規制しているが、両者の褶曲度はやゝ差異がある。前者における地層の傾斜はおもむね30~70°で、褶曲軸の近くでは直立、あるいは一部北東側に逆転し、全体として複背斜構造をなしているのに対し、後者における地層の傾斜は

10~40°と減少し、おそらく褶曲度も小さいものと考えられる。

背斜の北東翼に背斜軸と平行の2本の断層が推定される。松沢で観察すると、この断層の付近では地層がしばしば逆転していることから、この断層は逆断層と考えられる。滝の上温泉付近の2本の断層に挟まれた地域は、他の地域と異なり、北東-南西方向の単斜構造をなしている。とくに滝の上温泉から約500m上流の付近では、断層の両側に直立層があつて、この走向はほぼ90°の角度をなしている。このような構造は一種の地塊化運動によつて生じたものであろう。

3. 噴気および温泉

3.1 分布

葛根田川流域における噴気・温泉の分布は、青倉温泉から傘松沢入口付近に至る約3kmの範囲内にわたつて点在する(第2図)。そのおもなものを挙げると、滝の上温泉・高日蔭沢奥・松沢および傘松沢入口の噴気群、青倉温泉・鳥声の滝・南白沢中流の温泉群である。このうち青倉温泉は、滝の上温泉周辺の噴気・温泉群からかなり隔たつた場所に位置し、水温も低い。

第3表 滝の上地熱地帯の

No	試料		温度 (°C)	pH	RpH	電気伝導度 20°C (μS/cm)	硫酸酸度 (epm)	free CO ₂ (ppm)	HCO ₃ ⁻ (ppm)
	採水地	種別							
1	滝の上噴気地	地獄水	98	3.1	3.1	1,640	0.76	none	none
2	湯の沢	沸騰泉	98	8.9	8.9	1,920	—	//	27
3	//	地獄水	98	2.1	2.1	4,350	9.34	//	none
4	鳥声の滝	温泉	65	5.3	5.4	714	—	12	17
5	葛根田川 左岸	//	76	7.4	7.6	1,000	—	8	64
6	// 右岸	//	69	3.1	3.1	327	0.44	none	none
7	// //	//	77	6.6	6.8	800	—	8	15
8	// 左岸	//	54	6.5	6.8	625	—	8	47
9	あきどり沢噴気地	地獄水	98	2.1	2.1	4,000	12.56	none	none
10	//	//	98	2.7	2.7	1,160	2.31	//	//
11	//	温泉	44	3.1	3.1	910	1.16	//	//
12	//	地獄水	97	6.9	7.1	286	—	7	25
13	高日蔭沢噴気地	//	98	3.4	3.4	1,110	0.37	none	none
14	//	//	98	3.0	3.0	526	0.98	//	//
15	//	//	98	2.1	2.1	3,560	9.17	//	//
16	南白沢	温泉	98	7.4	7.5	1,470	—	9	57
17	//	沸騰泉	98	8.7	8.7	2,000	—	none	28
18	//	//	98	8.5	8.5	1,960	—	//	45
19	青倉温泉	温泉	49	6.6	7.3	1,920	—	18	973

(註) 硫酸酸度は遊離硫酸による。したがつてその epm に 98 をかけるとほぼ遊離硫酸の量とみなすことができる。

これらのうち、滝の上温泉の噴気活動は、見掛上最も強く、蒸気露頭の分布範囲も広い。

3.2 噴気ガス・温泉水の化学成分

葛根田川流域に点在する噴気・温泉群の化学成分は、一括して第2表および第3表に掲げた。この分析結果を参考にし、噴気・温泉群の成分的特徴を要約すると次のとおりである。

1) 滝の上温泉の噴気露頭から採取した噴気ガスの分析結果によると、著しく水分が多いにもかかわらず SO₂ を含むことで特徴づけられる。

2) 温泉のなかには、地表水が噴気ガスで加熱されたものと、自然湧出するものとに分けられる。前者は、噴気地帯に伴うのが一般であるが、後者には、噴気地帯の周縁から湧出するものと、独立して温泉地帯を形成する

第2表 滝の上地熱地帯の噴気化学成分

1) ガス成分

No	試料採取位置	噴気状況	温度 (°C)	凝縮水対ガス比		ガス百分率 (vol.%)				
				凝縮水	ガス	H ₂ S	SO ₂	CO ₂	O ₂	残ガス (N ₂)
I	滝の上大噴気地帯	強	98	32.0	68.0	0.12	5.36	76.32	none	18.2
II	湯沢の小噴気地帯	弱	98	46.9	53.1	0.17	5.75	83.38	//	10.7

2) 噴気化学成分 (1) から算出

No	温度 (°C)	凝縮水対ガス比		噴気百分率 (vol.%)				
		H ₂ O	ガス	H ₂ O	H ₂ S	SO ₂	CO ₂	残ガス (N ₂)
I	98	32.0	68.0	99.750	0.00030	0.01343	0.19124	0.04560
II	98	46.9	53.1	99.829	0.00029	0.00984	0.14266	0.01831

備考) 噴気中には NH₃ が含まれ、噴気凝縮水中の NH₃ は No. 1=12.20, No. 2=1.39 mg/l の割合であつた。

温泉水化学成分

CO ₃ ²⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	total SO ₄ ²⁻ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	total Fe (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	H ₂ SiO ₃ (ppm)	H ₂ S (ppm)	備考
none	25	785	175	160	1.0	17.7	65	0.0	多量に湧出
43	484	110	16.3	178	0.0	2.0	63	2.70	
none	28	1,393	33.0	82.6	40.0	9.2	58	0.0	
//	59	264	38.0	196	0.0	2.3	46	0.0	多量に湧出
//	223	106	5.0	3.4	0.0	1.2	67	4.61	
//	10	71	5.1	32.0	0.0	1.2	24	2.72	
//	202	80	11.8	1.0	0.0	1.0	53	3.24	
//	143	70	12.7	135	0.0	0.0	80	0.0	
//	358	1,800	24.0	99	67.0	—	71	0.0	
//	143	226	2.1	57	5.0	—	46	0.0	
//	10	352	49.6	19.4	2.8	3.6	55	3.14	
//	7	124	20.4	4.8	0.0	1.9	63	0.68	
//	25	502	86.5	287	3.7	8.7	52	0.0	
//	14	122	3.0	24.2	0.0	2.6	12	0.0	
//	9	883	32.0	39.4	44.0	6.0	31	0.0	
//	216	90	19.5	11.6	0.0	1.6	47	0.34	
32	612	69	21.0	17.0	0.0	1.5	61	0.0	
23	528	86	20.6	31.0	0.0	1.9	56	2.58	
none	17	144	53.0	141	0.0	1.2	61	0.0	

ものとがある。

3) 地表水が噴気ガスで加熱された温泉は、一般に Cl^- 含量が低く、酸性である。一方、自然湧出する温泉は Cl^- 含量が比較的多く、液性も中性～アルカリ性を呈する。

4) 酸性の温泉水は一般に NH_4^+ 含量が高く、また、 Mg 含量が多い。

5) 上記の諸性質は、地域的に噴気地帯をおくわが国各地の第四紀火山地帯温泉の諸性質に類似する。しかし噴気活動が一般に弱く、かつ噴気地帯に伴う温泉水の Cl^- 含量に若干の異常が認められる点から判断すると、この地域全般はかなり地下水の影響をうけ、噴気露頭のなかには、温泉化した地下水から二次的な沸騰気化により導かれたものも存在するようみえる。

3.3 変質帯の分布

調査地域内の変質帯の分布は、ほぼ、噴気・温泉の存在地点に相伴う。そのおもなものは、滝の上温泉・高日蔭沢奥・松沢入口・南白沢中流・南白沢上流等でみられる。このうち、南白沢上流に分布するものには、現在、噴気・温泉の徴候が全然存在しない。また、松沢の上流にも小規模な変質帯がみられるが、この変質帯にも温泉徴候の存在が認められない。

これらの変質帯の分布は、噴気・温泉活動の形跡と活動の推移を示すとみなされるので、変質帯の分布と現在の噴気・温泉の分布のうえから判断すると、この地域の噴気・温泉活動は、比較的なお旺盛な時期にあるとみなされる。

4. 噴気・温泉と地質構造との関係

前述のように、調査地域内の地質構造は、北西—南東方向の背斜構造と同方向の断層の存在で特徴づけられる。噴気・温泉の分布は、概観すると、この背斜軸および断層に伴う傾向がある。一方、この背斜軸の延長は、

北方に延びるに従い、漸次、北東—南西方向に転ずる傾向がみえる。この北東—南西方向の走向は、地塊化した滝の上温泉付近でもみられ、こゝでは、北西—南東の一般走向に対して、北東—南西方向の構造が卓越する。

このように、本地域内の構造が、北西—南東、北東—南西の2方向の組合せからなる傾向は、本地域の北西側に位置する先達川流域の噴気・温泉地帯の場合ときわめて類似する。いいかえると、先達川流域と葛根田川流域の両噴気・温泉地帯は、ともに、第三紀層の山津田層を湧出母岩とするだけでなく、構造的にも北西—南東、北東—南西の2方向のいわば弱帯が交差する地域にあたり、この弱帯に沿う噴気・温泉活動が、変質帯としてその形跡を残し、さらに現在、なお地表に地熱地帯を形成するとみなされるのである。

調査地域内の噴気・温泉の分布は、比較的広い範囲に点在するが、これらはいずれも、第三紀層の裂きよ・間隙に沿って湧出するものと解される。したがって、この地域においても、地熱地帯の価値を決定する要素は、第三紀層中の透水層をみたして、天然蒸気ないし高温の温泉水が広く貯溜されるか否かに関係があるように考えられる。湧出母岩がいずれも、黒色頁岩ないし凝灰質泥岩を主とするため、少なくとも地表浅所でこの貯溜層の存在を期待することは困難のように思われるが、より深部で、このような貯溜層の存在が期待できるかどうかという点に、先達川流域の場合と共通した未解決の問題が残されているように思われるのである。

(昭和32年7月調査)

文 献

- 1) 早川典久：岩手県西山御明神地区硫黄および硫化鉄鉱床地帯地質調査報告，地質調査所月報，Vol. 3, No. 2, p. 71, 1952
- 2) 早川典久・北村 信：雫石盆地西縁部の地質，岩石鉱物鉱床学会誌，Vol. 37, No. 1, p. 29~40, 1953