

加賀地区における地質学的・地球化学的視点からの温泉の実態について

著者	藤 則雄, 板倉 淳
雑誌名	金沢大学教育学部紀要 自然科学編 = Bulletin of the Faculty of Education, Kanazawa University. Natural science
巻	41
ページ	1-18
発行年	1992-02-28
URL	http://hdl.handle.net/2297/20569

加賀地区における地質学的・地球化学的視点からの 温泉の実態について¹⁾

藤 則雄²⁾・板倉 淳³⁾

Distribution, Geology and Geochemical Characteristics of Spaes in the Kaga District, Central Japan¹⁾

Norio FUJI²⁾ and Tadashi ITAKURA³⁾

Abstract

In the present article, the present writers have made of the spaes including cool springs which are located in the Kaga district, Ishikawa Prefecture, especially from the view points of their geographical distribution, geology and chemical characteristics.

The results are summarized as a follows:

A: Chemical Characteristics

- (1) The spaes which reach about 200 sites at the total are belonged to the springs with the temperature of about 25°C and higher.
- (2) Judging from the basis of chemical characteristics of the spaes, they can be divided into six groups such as Na-SO₄-type, Ca-SO₄-type, Na-HCO₃-type, Na-Cl-type, simple type, and others.
- (3) Among the six types above-mentioned, the Na-Cl-type (common salt-type spa) reaches 91 sites (about 45 % at the total) throughout three areas such as the Kanazawa, Daishouji and Mt. Hakusan areas, except the spaes of the Komatsu area in where the Na-SO₄-type (sodium-sulphate-type spa) reaches 52 sites (about 60 % at the total).
- (4) Additionally, the Na-Cl-type shows the largest frequency throughout the Kaga district, and the 2nd. largest frequency is occupied by the Na-SO₄-type as shown in Tab. 7.

1. 平成3年9月12日受理, Received on Sept. 12, 1991. Contribution from Department of Earth Sciences, Faculty of Education, Kanazawa University; New Ser. No. 144.

2. 金沢大学大学院自然科学研究科物質科学専攻自然計測講座・教育学部地球科学教室 Department of Natural Environment Researches, Graduate School of Natural Sciences; Department of Earth Sciences, Faculty of Education, Kanazawa Univ.; Marunouchi, Kanazawa, Japan.

3. 石川県温泉開発研究協会 Ishikawa Prefectural Association for Research of Spaes.

B : Geology, especially Chronology and Lithofacies

- (1) The geological genesis concerning gushing of the spas is classified into such several genesis as old and modern volcanic activities, dyke rocks, faults, underground waters from the four genesis above-mentioned buried under the coastal plains, and other underground water under the plains.
- (2) The relationship among the area of distribution, lithofacies and chemical characteristics is shown in Tab. 8 and Fig. 2. Namely,
 - (a) The coastal plains as the Kahoku Plain are occupied by the Pleistocene and Neogene Tertiary sediments, and by the Na-Cl-type (common salt-type spa, D-type).
 - (b) The hill areas are occupied mainly by the Neogene Iôzen Formation, and by the Na-SO₄-type (A-type), Na-Cl-type (D-type) and simple type (E-type) etc.
 - (c) The low mountainous areas are occupied by the Neogene Iôzen Formation, and by the Na-SO₄-type (A-type) mainly.
 - (d) The middle class mountainous areas are occupied by the Messozoic Tedorî Group, Pre-Cambrian Hida Metamorphic rocks and the Nôhi Rhyolite Group, and mainly by the Na-SO₄-type (D-type), Na-HCO₃-type (C-type) and Na-Cl-type (D-type).

1 はじめに

石川県下における温泉開発のために掘削されたボーリングの数は、石川県温泉開発研究協会の調査によると、凡そ300を数える。そのうちの約200は、加賀地区にある。これ等温泉を地質学的・地球化学的視点から検討した結果、次に記すような興味ある結果を得たので、その要点を報告し、今後の温泉開発に当たっての指針として、あるいは、参考資料として利活されるならば、本地区の地熱開発も更に発展するものと考えられる。

本研究の成果には、石川県温泉開発研究協会に参画されている各位のこれまでの貴重な諸資料を利用させていただいた。記して、深甚なる感謝の意を表する次第である。

なお、本研究の総括に当っては、藤が地形・地質関係を、板倉が地球化学関係を分担執筆した。そして、温泉の地質と地球化学との関係については、藤・板倉の両者で討論のうえまとめた。

2. 加賀地区の地質概要

A. 各地域における地質概要

金沢地域に分布する岩層は、編年的に大別すると、中生代ジュラ紀以前の飛驒変成岩類・花崗岩類、中生代白亜紀末(?)～古第三紀の太美山層群、そして、新第三紀の北陸層群・第四系等である。

手取川流域には、先ジュラ紀の飛驒変成岩類・深成岩類、中生代後期の手取層群・大道谷層、古期流紋岩類(濃飛流紋岩類・太見山層群)、新第三紀安山岩類と新流紋岩類、そして、第四紀安山岩類(白山火山など)が分布している。

この地域中央に位置する手取川に沿って、鶴来から白山に至る北北西―南南東の断層があり、手取川扇状地を境にして富樫山地と辰口丘陵との間での地形的相違が認められる。

加賀南部の**小松地域**は、地形的に山地・丘陵・低地の3つに区分される。山地は、主として新第三紀中新世の流紋岩質火山岩類よりなり、丘陵は、その基盤に流紋岩質火山岩類とその火砕岩が、その上位に第四系更新統が、そして、低地は、完新統からなっている。

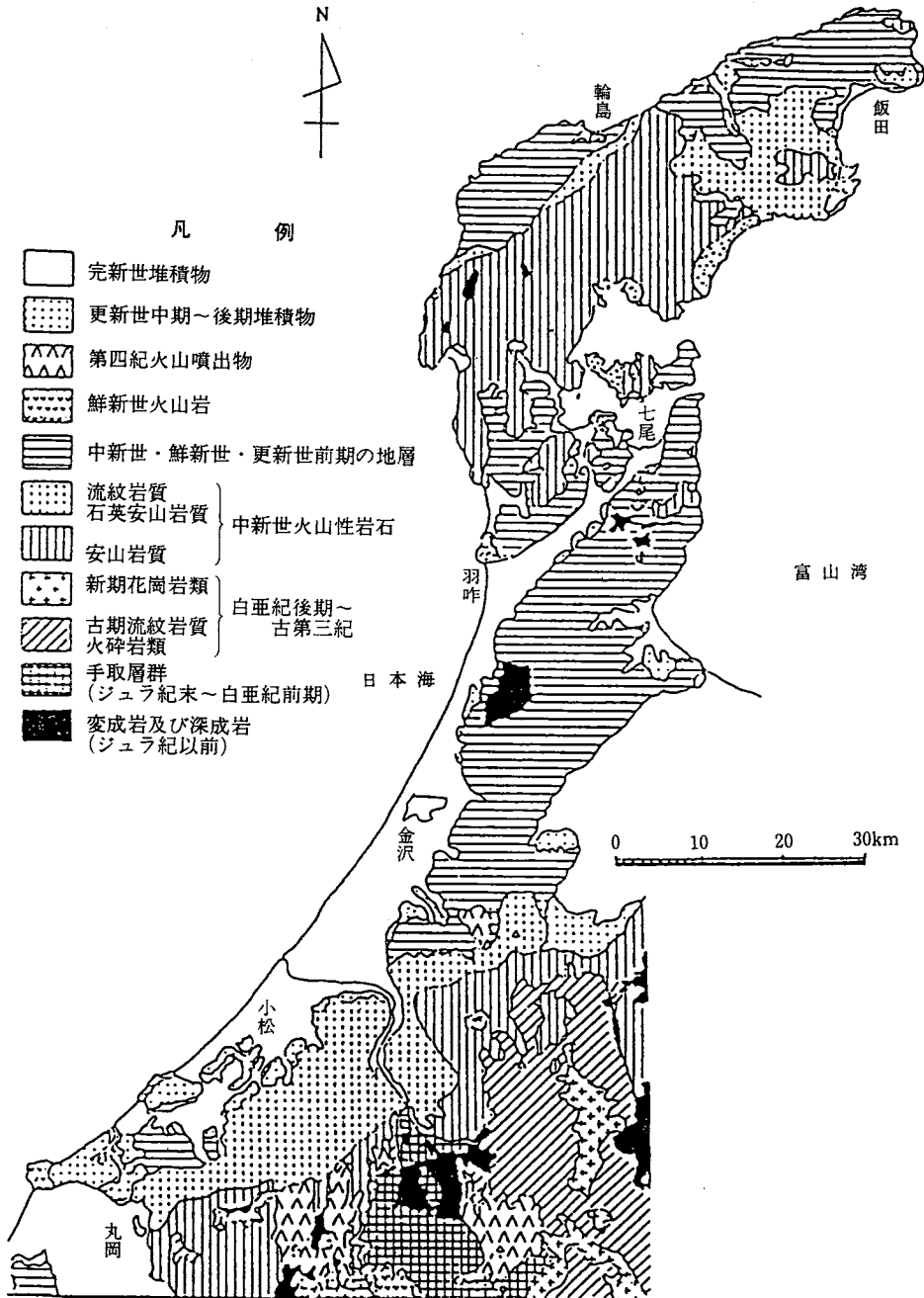


図1 石川県の地質概要図 (紘野, 1977; 藤, 1985)

山地を構成する岩層類は、流紋岩質の凝灰角礫岩や軽石凝灰岩などからなる火砕岩類と流紋岩とに区分される。これ等の岩層は、医王山累層に対比される。赤瀬や鞍掛山一帯に分布する岩層は、流紋岩を主体とし、真珠岩を伴うことが多く、鞍掛山山麓にその露頭が多い。なお、この地域の成層した凝灰質砂岩・頁岩層は、火砕岩類の最下部に連続的に分布しており、各所で葉体化石を多産している。また、この流紋岩質火砕岩の変質によってできた陶石鉱床は、手取川流域の河合、辰口町の和気付近から西～西南に延びており、この地域は、陶石の分布地帯となっている。

丘陵地には、流紋岩質凝灰岩類を基盤として、その上位に、不整合で、更新世中期のクサリ礫を含む堆積物があり、その中の泥層からは海棲珪藻化石を多産し、この地区に、海成更新統が分布していることを示唆している。その地質時代の詳細については、今後の課題である。

大聖寺川流域には、飛驒変成岩類、手取層群相当層、安山岩類・山中緑色凝灰岩層・桂谷凝灰質砂岩層・河南凝灰質砂岩泥岩互層・曾宇凝灰質層・細坪泥岩層・花房凝灰質層・錦城山砂岩層・下福田凝灰質層・加佐ノ岬砂岩層、及び尼御前凝灰質互層などの上部第三系と第四系とが分布してい

る。

この地域の地質構造には、軽微な背斜構造と向斜構造が貫入岩体の周辺に多く見られ、断層は小規模なものに限られる。

B. 編年的地質区分とその概要

表1 石川県加賀地域における地質系統表

地域別地質時代		金沢地区	小松・大聖寺地域	白山麓地域	変動史			
新	完新期	砂丘 沖積層	砂丘 沖積層	沖積層	日本列島の隆起時代 （日本海の現代）	完新世（後氷期）		
	更新世	末期	河成段丘 高位砂礫層 火山噴出物 卯辰山層 ？ 大桑層	海成段丘 南郷層 火山噴出物		河成段丘 火山噴出物	更新世（氷河時代）	
		後期					ウラム氷期	
		中期					リス・ウラム氷期	
生	鮮新世	高窪層 下荒屋層	尼御前岬層 加佐ノ岬層	火山噴出物	日本海の隆起時代	リス氷期		
						中新世	朝ヶ屋層 七曲層	細坪層
	古第三紀	砂子坂層 医王山累層 岩稻累層	河南層 流紋岩質 安山岩質	流紋岩質 安山岩質	（内海時代）		ミンアル氷期	
						松原累層	松原累層	（大桑海）
中生代	白亜紀	古期流紋岩質 火砕岩累層 後期中生界	古期流紋岩質 火砕岩累層 大道谷層 手取層群	（火山活動）	（長い陸地時代）	（音川変動）		
	ジュラ紀					花崗岩類 片麻岩類	花崗岩類 片麻岩類	（手取湖） （手取海）

石川県の加賀地区に分布する主な変成岩・深成岩・堆積岩・火成岩を編年的に整理すると、次のように大別できる。

- (1) 変成岩類及び深成岩類（中生代ジュラ紀以前）
- (2) 中生代後期の堆積岩（中生代白亜紀）
- (3) 古期流紋岩類とその火砕岩類（白亜紀末頃～古第三紀）
- (4) 新期火山岩とその火砕岩類（新第三紀中新世前期）
- (5) 新第三紀堆積岩（新第三紀中新世～第四紀前期）
- (6) 第四紀の火山岩（第四紀更新世前期）
- (7) 段丘堆積物（第四紀更新世中期～後期）
- (8) 低地堆積物・砂丘（第四紀完新世）

大別されたこれ等岩層について、温泉とのかかわりに焦点をしばって、その概要を述べる。

(1) 変成岩・深成岩類

本岩類は、石川県内に分布する岩体・岩層の中で最古の岩類である。古生代後期の岩体もあるが、原生代に形成された岩体もある、と云われている。その分布地は、犀川上流域・手取川上流域・大聖寺川上流域などである。

変成岩は、いわゆる飛騨変成岩類に属し、片麻岩を主とした晶質石灰岩・花崗岩などからなる。深成岩は、いわゆる船津花崗岩類に属する岩体で、花崗岩を主とし、他に、花崗閃緑岩・石英閃緑岩も含まれている。

金沢地域での本岩は、犀川上流域に小規模に分布し、黒雲母角閃石片麻岩と晶質石灰岩よりなる。能登の富来町鹿頭・石動山北部・宝達山北端や、手取川上流域・大聖寺川上流域などに分布する変成岩類と同類と推定されている。

手取川上流域に分布する本岩類は、片麻岩と晶質石灰岩よりなり、白山北西側の牛首川と尾添川との合流点から東及び南に分布し、手取層群によって不整合に、または、大小の断層で手取層群と接している。この地域の変成岩類は、大部分が片麻岩で、晶質石灰岩の薄層を挟在し、他に半花崗岩及び巨晶花崗岩を伴っている。一

部には、斑縞岩や圧砕岩も小規模な分布をなす。大日川上流には花崗岩が分布する。

大聖寺川流域では、九谷に限って分布し、片麻岩と薄い晶質石灰岩よりなり、その一部に金属鉱床を含む旧九谷鉱山があった。

(2) 中生代後期の地層

手取川上流の白山北部と大聖寺川上流に分布する中生代白亜紀前期の手取層群の湖成層がある。本層群は、下位より上位に、五味島礫岩層・桑島砂岩頁岩互層・赤岩砂岩層に3分され、更にその上位に、足羽層群の大道谷層がある。

五味島層は、五味島～女原に模式的に分布し、下位の変成岩類とは不整合、または、断層で接している。礫種は、石灰岩・花崗岩・片麻岩・緑色片岩・ホルンフェルス・粘板岩・珪岩等よりなる。層厚は、約50～300mである。

桑島層は、白峯村や手取川中・上流域に分布し、五味島層・赤岩層とは整合関係にある。層厚は、約400～500mである。本層からは葉体・珪化木・汽水～淡水棲貝類の化石を多産し、恐竜の歯・足跡、亀や魚類等も稀に発見される。

赤岩層は、白峯～市の瀬・大道谷に分布する。その層相は、含礫中～粗粒砂岩よりなり、礫岩薄層を挟在することもある。層厚は、約100mはある。

大道谷層は、大道谷上流に分布し、手取層群とは不整合関係にある。層厚約50mで、双子葉々体化石や花粉化石を産出する。足羽川上流の足羽層群に対比される。

大聖寺川上流の中生界は、局所的分布であり、黒色頁岩よりなるが、化石は今迄に報告されていない。

(3) 古期流紋岩類とその火砕岩類

白亜紀後期から古第三紀と推定される流紋岩、及びその火砕岩類が白山の北方、中宮一帯に広く分布する。通称、濃飛流紋岩と呼ばれる火山岩とその火砕岩類を主とする。地形急峻な

高山地帯に分布するために、その岩相・層相の詳細は不明確である。しかし、その分布域は石川県のみならず福井・富山・岐阜県にも分布することからみて、規模の大きな火山活動であった、と推定される。

本岩類は、手取川上流の白山の北側及び北東側に広く分布するほか、犀川上流や大聖寺川上流にも分布し、濃飛流紋岩類とその上位の太美山層群に相当する岩層を併せた岩層である。

白山地域の濃飛流紋岩類及び太見山層群は、蛇谷層と称され、中宮温泉から上流側の蛇谷に分布し、流紋岩質凝灰角礫岩と溶結凝灰岩よりなっている。中の川の岩間と元湯との間、及び噴泉塔群に至る谷筋や地獄谷にも、流紋岩質火砕岩類が広く分布している。

石川・福井県境付近に分布する流紋岩質火砕岩類は、岩質的には、塊状流紋岩質凝灰岩、粗粒凝灰岩、泥流状礫質岩などよりなり、濃飛流紋岩類に対比される。

白山の南側の石徹白村油坂一带に分布する新期花崗岩類は、角閃石黒雲母花崗岩の小岩体で、手取層群を貫入し、庄川沿いに分布している白川花崗岩に対比され、その地質時代は、白亜紀後期から末期、と推定されている。

(4) 新期火山岩とその火砕岩類

新第三紀中新世前期の火山岩で、下位に発達するものは、主として安山岩とその凝灰質角礫岩、一部に凝灰質碎屑岩類や石英安山岩質凝灰岩、溶結凝灰岩・玄武岩を伴う。これ等は、加賀地区では、加賀南部の山地に広大な分布を呈する。上位には、加賀南部の流紋岩とその火砕岩類が広く分布している。上述の下位岩体は岩稻累層・穴水累層と呼ばれ、その上位岩層は医王山累層と称されている。

手取川中流域を含めた加賀南東部には、新第三紀の火山岩類が広く分布している。それは、下部の流紋岩質火砕岩類、中部の石英安山岩質～安山岩質火砕岩類、そして上部の流紋岩質火砕岩類に三大別される。下部岩層は、白山下南

方の尾根や木滑に小範囲に分布し、中部の石英安山岩質凝灰質岩類は、直海谷沿い一带に分布し、岩稻累層に対比される。

大聖寺川中流に分布する安山岩類は、我谷ダム一带に小規模に発達し、その上位に医王山累層が分布する。

金沢地域では、犀川上流に安山岩質溶岩とその凝灰質角礫岩類が分布し、岩稻累層と呼ばれ、その厚さは約1,000mにも達する。その上位には、流紋岩及びその火砕岩類よりなる医王山累層が発達し、層厚約500mにも及ぶ。

以上に述べた新期火山岩類を貫入して、中性～塩基性の岩脈や酸性の岩脈がある。方向性として、北東一南西のものが多い。

(5) 新第三紀～第四紀更新世前期堆積岩類

本岩層は、能登中部から加賀南部にかけて、広範に、連続して分布している。その岩相は、砂岩・泥岩・礫岩を主とし、その中に凝灰岩類を挟在するが、殊に、下部には火砕岩類が厚層をなしている。

本岩層は、金沢付近と大聖寺川下流で典型的な発達をなしている。すなわち、前者では、砂子坂凝灰質砂岩・泥岩互層、七曲凝灰岩層、朝ヶ屋泥岩層、下荒屋凝灰岩層、高窪泥岩層、大桑砂岩層に細分され、後者では、桂谷凝灰質砂岩層、河南凝灰質砂岩・泥岩互層、曾宇凝灰岩層、細坪泥岩層、花房凝灰質層、錦城山砂岩層、下福田凝灰質層、加佐ノ岬砂岩層、尼御前岬凝灰質互層に細分される。

(6) 第四紀更新世前期の火山岩類

白山及び大日山一带には、角閃石安山岩とその火砕岩類が局所的に分布する。白山については、その活動史からみて、古白山火山と新白山火山とに二分され、古白山は成層火山を形成し、その山頂は3,000mにも達した、と推定されている。その中心は、地獄谷である。新白山は、成層火山と側火山で特徴づけられる側火山の御前

峯期と翠ヶ池期の2つの火山活動期に区分される。

他に、この時代の火山としては、金沢市の戸室山とその近傍のキゴ山があり、角閃石安山岩からなる溶岩円頂丘の泥流堆積物とからなる。

(7) 第四紀更新世中期～後期の地層

この期の地層は、段丘を形成し、海成段丘と河成段丘とよりなる。

更新世中期の地層は、加賀南部の山麓部に帯状に分布し、金沢では野田河成段丘（2段）によって代表され、主として礫層からなる。

更新世後期～末期の地層は、片山津一帯では、海成段丘となり、能登の平床段丘・高階段丘に対比される。金沢では、河成段丘が発達し、それは、小立野段丘と笠舞段丘に区分され、前者は、Riss-Würm 間氷期に、そして、後者の後半の地層は、Würm 最寒水期に対比されている。

なお、更新世中期の段丘形成期以前で、戸室火山活動期と殆ど同期またはその直後頃の堆積物と推定される地層に、卯辰山層がある。砂・泥・礫やその互層よりなり、層相変化が著しい。本層の地質構造は、下位の大桑層のそれと酷似し、地殻変動及び地質時代上、卯辰山層は大桑層のそれ等により近い、と判断されている。

加賀南部の南郷層及びその相当層の時代は、卯辰山層直後で、中期の段丘形成期以前と推定され、能登の高階層のそれに近縁の地層、と推定される。

(8) 第四紀完新世低湿地堆積物・砂丘

加賀平野下の上層、及び各地の低湿地上層や現河床堆積物は、完新世の堆積物である。これら地層の堆積した場所によって、扇状地礫層、渦堆積層、河谷沖積層、砂丘砂層などに大別されている。

3. 加賀地区の温泉の地質学的視点からの区分

温泉とは、地球深部のマグマ等から由来する、いわゆる地熱や熱水などが地表から滲透した地

下水と接して、地表に何らかの理由で湧水した25°C以上か、化学成分を豊富に含んだ温水である。どのような理由で地表に湧水したかは様々であるが、これまでに開発された温泉について、主として地質学の視点からまとめると、凡そ次の4つに分類することができる。

- a. 火山地帯の温泉
- b. 岩脈に伴う温泉
- c. 断層に伴う温泉
- d. 平地下の潜在温泉

次にこれ等について概要を述べる。

① 火山地帯の温泉

この代表的な例が白山付近の温泉で、例えば、中宮・岩間の両温泉はその例である、と思われる。既に述べたように、温泉の熱源は、基本的にはマグマに由来するのであれば、そのマグマの活動の最も代表的な活動である火山地帯に温泉が集中して存在するのは極めて当り前のことである。しかし、火山と云っても、三原山の活火山や白山のように最近まで活動していた休火山地域に温泉が分布するのならともかく、活火山や休火山以外のいわゆる死火山地帯にも温泉は分布している。

一見、火山はなく、何の変哲もない山地や丘陵地に見えるような所などに分布する温泉も、その一帯の地質調査によると、古い地質時代に噴火してできた火山岩の分布地域であることがある。つまり、そこは、地質時代には、今日の三原山や桜島のような、あるいはそれ以上の活発な活火山地帯であったことがわかる。

日本的にも有名な、北陸温泉郷の代表である山中・山代・粟津・和倉の諸温泉地帯は、凡そ2千万年前の新生代新第三紀中新世の頃、活火山地帯であったのである。現在、温泉に利用されている地熱は、中新世以降の長い地質時代の間供給され続けていたのである。

そういう意味では、約100万年前に活動を始め、歴史時代にもその余波的活動をした白山火山一帯の温泉は、今後更に続く可能性のある温泉である、とも云えよう。

② 岩脈に伴う温泉

マグマが地表に大規模に噴出したのが火山であるとすれば、火山地帯から離れた所には、幅数mの小規模なマグマの上昇の跡がある。これが岩脈であり、その岩石は火山岩と同類の岩石からできている。つまり、岩脈は、幅数mにすぎない細ぼそとした脈ではあっても、地下数10kmから数100kmに潜在するマグマに直接連続しているのである。従って、地下深部の熱源からの熱がこの岩脈を一種のキャップとして、地表まで伝導されていた。ただ、現在も、貫入した時と同様に、あるいはやや衰えたとは云え地表近くまで地熱が上昇して来ているか否か疑問である。しかし、例え岩脈そのものは冷え切っているとしても、岩脈は他の堆積岩に比較して堅硬な岩体であるために、地下深部の堆積岩中を上昇して来た地熱や熱水が、この岩脈に遮断されると、岩脈の下盤を伝わって、温水が上昇して来るか、または、その途中で止まっている。従って、このような温水を地上からのボーリング掘削によって湧湯させることが可能である。

ともあれ、岩脈がマグマの一部であった以上、岩脈に伴う温泉は、やはり、火山地帯に伴う温泉の一部に入れるべき温泉であるかも知れないが、詳細に見ると、地質学的には若干異なった面をもったタイプであるので、便宜上別扱いにしてみた。

③ 断層に伴う温泉

大規模な断層は、地表から地下深部にまで達している。このために、地下水が数条の断層亀裂に沿って、地下深部に達すると、そこに潜在する地熱と遭遇し、温められ、被圧化して、再び地上に上昇してくる。しかし、大規模な断層ほど、何回も地殻変動を受けているために断層亀裂は埋積されている。そのために、せっかくの地下深部から上昇して来た温水も上昇しきれなくて、途中で停滞していることが多い。従って、数100m以下で温水を伴う断層亀裂に遭遇するように、断層の傾斜角を正確に測定し、ボーリングすると、これ等の温水を利用することが

できるというのである。

断層には、大小の規模があり、その傾斜角も様々であるが、それでも、精密な地質調査によって、正確に決めることができる。

白峰村旧桑島の旧雪国温泉は、その代表的な例である。

④ 平野下の潜在温泉

a：平野下に潜在する上述の①～③の温泉

最近、加賀平野の各地で、融雪用水や工場用水をえるために試掘し、予期に反して温泉を掘り当てた、という例がある。これは、ここ数万年間に積った、いわゆる沖積埋積層や扇状地堆積物の下に、前述の①～③のタイプの温泉が自然に蓄積されていたものが、偶然にボーリングに遭遇し、発見されたにすぎない。

b：被圧地下水に起因する温泉

平野に面した山地、丘陵地を構成する地層、殊に粗粒堆積物よりなる地層が平野側に向かって傾斜している場合、これ等粗粒碎屑物に浸透し、流下していった地下水は、平野下では被圧地下水となるのみならず、地表下深層では、地下増温率に即して温水化されて平野下に潜在することになる。このような温水が試掘によって自噴またはポンプ・アップされて利活されることがある。

美川町・小松市の平野下の温泉、及び内灘砂丘の温泉は、この好例である。

4. 温泉の地球化学的概要

A. 温泉の分布と泉質

加賀地区における温泉の分布と泉質との関係を見るために、本地区を金沢地域(加賀北部)・小松地域(加賀中部)・大聖寺地域(加賀南西部)・白山麓地域(加賀南東部)の4地域に区分し、それぞれの地域の泉質を芒硝泉(Na-SO₄泉)・石膏泉(Ca-SO₄泉)・重曹泉(Na-HCO₃泉)・食塩泉(Na-Cl泉)・単純温泉・その他の6つに類型化した。そして、これ等の各地域における湧出数等を平成3年8月末時点で総括した石川県温泉開発研究協会の資料を基礎に表示

表2 加賀地区の主要温泉の深度・泉温・泉質一覧表

地質図上の番号	湧出所在地	深度(m)	泉温(°C)	類型	泉質
1	中の川上流域	自噴	92	D (食塩泉)	Na-Cl・HCO ₃
2	"	"	86.5	"	Na-Cl・HCO ₃
3	"	"	54	"	Na-Cl・HCO ₃
4	"	"	34	"	Na-Cl・HCO ₃
5	"	"	97.5	"	Na-Cl・HCO ₃
6	"	"	97.5	"	Na-Cl・HCO ₃
7	"	"	97	"	Na-Cl・HCO ₃
8	"	"	91	"	Na-Cl・HCO ₃
9	"	"	96	"	Na-Cl・HCO ₃
10	岩間	自噴	58	"	Na-Cl・HCO ₃
11	"	"	70.5	"	Na-Cl・HCO ₃
12	"	"	60.5	"	Na-Cl・HCO ₃
13	"	"	70	"	Na-Cl・HCO ₃
14	"	"	75	"	Na-Cl・HCO ₃
15	尾添川上流霞滝	自噴	70	"	Na-Cl・HCO ₃
16	"	"	70	"	Na-Cl・HCO ₃
17	" 蛇谷	自噴	59.8	"	Na-Cl・HCO ₃
101	金沢市	30	32.5	"	Na・Ca-Cl・SO ₄
102	金沢市	60	39.5	"	Na・Ca-Cl・SO ₄
103	"	8	12.7	F (その他)	H ₂ S(Na-HCO ₃ ・Cl)
106	"	6	13.0	F (その他)	S(Na-HCO ₃)
110	"	450	19	C (重曹泉)	Na-HCO ₃
111	"	300	30.3	D (食塩泉)	Na-Cl(H ₃ BO ₃)
114	"	500	29	A (芒硝泉)	Na-SO ₄
115	"	500	31	D (食塩泉)	Na-Cl, HCO ₃
116	"	500	24	C (重曹泉)	Na-HCO ₃
117	"	1,000	30	"	Na-HCO ₃ , Cl
119	"	975	38	"	Na-HCO ₃ , Cl
120	"	900	32.9	D (食塩泉)	Na-Cl, HCO ₃
121	"	800	39	"	Na-Cl, HCO ₃
122	"	650	39.6	"	Na-Cl, HCO ₃
123	"	1,000	55.6	"	Na-Cl
124	"	800	34.2	"	Na-Cl, HCO ₃
125	"	800	34.4	"	Na-Cl
126	"	1,000	30.4	"	強 Na-Cl

(次頁に続く)

127	金 沢 市	700	38.6	D (食塩泉)	Na-Cl, HCO ₃
128	"	960	38	"	Na-Cl, HCO ₃
129	"	1,200	38.1	"	Na-Cl
130	"	1,500	48	"	Na-Cl
131	"	1,000	36.6	E (単純温泉)	単純温泉
132	"	500	26.8	"	単純温泉
133	"	1,300	39.7	D (食塩泉)	Na-Cl · HCO ₃
134	"	1,000	40	"	Na-Cl
135	"	?	24.9	A (芒硝泉)	Na · Ca-SO ₄ · Cl
138	"	700	46.7	D (食塩泉)	Na · Ca-Cl
139	"	1,500	39	"	Na-Cl
140	"	1,000	28	"	Na-Cl
142	"	?	48	"	Na-Cl, HCO ₃
143	"	?	33	"	Na-Cl, HCO ₃
144	"	?	39	"	Na-Cl
145	"	600	50	"	Na · Ca-Cl · SO ₄
146	"	1,000	56	A (芒硝泉)	Na-SO ₄ · Cl
151	白 峰 村	100	47.5	D (食塩泉)	Na-Cl · HCO ₃ (H ₃ BO ₃)
152	"	7	59.2	"	Na-Cl · HCO ₃
153	"	400	24.1	C (重曹泉)	Na-HCO ₃ · Cl
154	"	600	19	"	Na-HCO ₃ · Cl
155	"	600	32.3	"	Na-HCO ₃
156	"	1,000	37.2	"	Na-HCO ₃
157	"	600	32.6	"	Na-HCO ₃
158	尾 口 村	自 噴	65.5	D (食塩泉)	Na-Cl
159	"	500	19.0	A (芒硝泉)	Na-SO ₄
160	"	700	28	"	Na-SO ₄
161	吉 野 谷 村	自 噴	59.2	D (食塩泉)	Na-Cl · HCO ₃
162	"	1,000	28	C (重曹泉)	Na-HCO ₃
163	"	100	97		Na-HCO ₃ · Cl
165	"	800	44	E (単純温泉)	単純温泉
166	河 内 村	800	28	B (石膏泉)	Ca · Na-SO ₄
169	"	500	35.9	E (単純温泉)	単純温泉
170	鶴 来 町	100	20.5	F (その他)	Fe(II)-SO ₄
172	吉 野 谷 町	1,500	38.2	A (芒硝泉)	Na · Ca-SO ₄ · Cl
180	辰 口 町	18	25.5	"	Na-SO ₄ · Cl
181	"	40	26	"	Na-SO ₄ · Cl
182	"	30	26	"	Na-SO ₄ · Cl

(次頁に続く)

183	辰口町	1,000	40	D (食塩泉)	Na-Cl・SO ₄
184	"	1,000	48	A (芒硝泉)	Na-SO ₄ ・Cl
185	"		13.3	F (その他)	Fe(II)-SO ₄
186	寺井町	800	52	A (芒硝泉)	Na-SO ₄ ・Cl
187	美川町	500	38	D (食塩泉)	Na-Cl
188	"	800	45.6	"	Na-Cl・HCO ₃
189	"	800	47.5	"	Na-Cl
190	松任市	800	42.8	"	Na-Cl
191	"	803	34.3	"	Na・Ca-Cl
193	川北町	1,200	52.0	"	Na・Ca-Cl
194	松任市	1,000	41.3	"	Na-Cl
201	小松市	?	14.6	"	Na-Cl・HCO ₃
202	"	70	17	"	Na・Ca-Cl
203	"	20	16.2	"	Na-Cl
204	"	28	15.2	"	Na-Cl
205	"	300	38.5	"	Na-Cl
206	"	300	31.0	"	Na・Ca-Cl・SO ₄
207	"	430	36	"	Na-Cl・SO ₄
208	"	600	32	"	Na-Cl・SO ₄
209	"	600	38	"	Na-Cl・SO ₄
210	"	700	37.5	B (石膏泉)	Ca・Na-SO ₄
211	"	1,000	32.5	A (芒硝泉)	Na・Ca-SO ₄ ・Cl
212	"	500	27.5	E (単純温泉)	単純温泉
213	"	500	49.2	A (芒硝泉)	Na-SO ₄
214	"	500	38	E (単純温泉)	単純温泉
215	"	400	27.5	A (芒硝泉)	Na-SO ₄
216	"	800	30	E (単純温泉)	単純温泉
217	"	400	19	A (芒硝泉)	Na-SO ₄
218	"	500	36	E (単純温泉)	単純温泉
219	" 栗津	14	55	A (芒硝泉)	Na-SO ₄
220	"		39.7	"	Na-SO ₄
221	"	15	42.6	"	Na-SO ₄
222	"	15	51.2	"	Na-SO ₄
223	"	16	45.6	"	Na-SO ₄
224	"	14	57.7	"	Na-SO ₄ ・Cl
225	"	14	60	"	Na-SO ₄ ・Cl
226	"	19	42	"	Na-SO ₄
227	"	16	35.6	"	Na-SO ₄

(次頁に続く)

228	小松市栗津		55	A (芒硝泉)	Na—SO ₄ · Cl
229	"	14	45.6	"	Na—SO ₄
230	"		42.3	"	Na—SO ₄
231	"	20	30	"	Na—SO ₄
232	"	25	18	"	Na—SO ₄ · Cl
233	"	20	18.1	"	Na—SO ₄
234	"	12	21.3	"	Na—SO ₄
235	"	20	16	"	Na—SO ₄
236	"	17	55.1	"	Na—SO ₄
237	"	16	44.6	"	Na—SO ₄ · Cl
238	"	16	54.8	"	Na—SO ₄ · Cl
239	小松市	600	45	D (食塩泉)	Na—Cl
240	"	800	43.1	"	Na—Cl
241	"	450	42	"	Na—Cl
242	"	1,000	29.6	A (芒硝泉)	Na · Ca—SO ₄ · Cl
243	"	600	36.8	D (食塩泉)	Na—Cl · SO ₄
244	"	700	33.9	"	Na—Cl
245	"	282	29	"	Na—Cl · SO ₄
246	"	550	38.8	A (芒硝泉)	Na—SO ₄
247	"	700	48	D (食塩泉)	Na—Cl
248	"	700	53.2	"	Na—Cl
249	"	1,000	44	"	Na—Cl
250	"	1,000	38	E (単純温泉)	単純温泉
251	"	1,000	33	D (食塩泉)	Na—Cl
252	"	1,000	34	A (芒硝泉)	Na · Ca—SO ₄
254	"		31	D (食塩泉)	Na—Cl · SO ₄
301	山中町		51.0	A (芒硝泉)	Na · Ca—SO ₄
302	"	500	48.2	B (石膏泉)	Ca · Na—SO ₄
303	加賀市	70	66	A (芒硝泉)	Na · Ca—SO ₄ · Cl
304	"		47.5	E (単純温泉)	単純温泉
305	"	200	28	"	単純温泉
306	"	600	40	A (芒硝泉)	Na—SO ₄
307	"	600	37.5	B (石膏泉)	Ca—SO ₄
308	"	14	14.8	D (食塩泉)	Na · Ca—Cl
309	"	410	35	B (石膏泉)	Ca—SO ₄
310	"	500	34.8	E (単純温泉)	単純温泉
311	"	500	34.0	"	単純温泉
312	"	500	26	D (食塩泉)	Na—Cl

(次頁に続く)

313	加賀市	500	26.5	E (単純温泉)	単純温泉
314	"	800	48.3	D (食塩泉)	Na-Cl
315	"	90	68	"	Na・Ca-Cl
316	"	90	73	"	Na・Ca-Cl
317	"	300	17.2	"	Na・Ca-Cl
318	"	1,000	62.3	"	Na・Ca-Cl
323	"	1,200	66	"	Na・Ca-Cl
326	"	900	50.3	A (芒硝泉)	Na・Ca-SO ₄
327	"	1,000	23	D (食塩泉)	Na-Cl
328	"	1,200	47	"	Na-Cl
329	"		44	A (芒硝泉)	Ca・Na-SO ₄

(石川県温泉開発研究協会の資料に依る)

表3 金沢地域における温泉分布と泉質

類型	泉質	湧出数	湧出地点
D	Na-Cl 泉	12	111・113・123・125・126・129・130・136・134・139・144・140
	Na・Ca-Cl 泉	2	118・138
	Na・Ca-Cl・SO ₄ 泉	3	101・102・145
	Na-Cl・HCO ₃ 泉	11	115・120・121・122・124・127・128・133・137・142・143
B	Ca-SO ₄ 泉	0	
C	Na-HCO ₃ 泉	3	107・110・116
	Na-HCO ₃ ・Cl 泉	3	112・117・119
E	単純温泉	2	131・132
A	Na・Ca-SO ₄ ・Cl 泉	1	135
	Na-SO ₄ ・Cl 泉	1	109
	Na-SO ₄ 泉	2	114・146
F	H ₂ S, S 泉	5	103~106・108
計		45	

- A : Na-SO₄ 泉 (芒硝泉)
- B : Ca-SO₄ 泉 (石膏泉)
- C : Na-HCO₃ 泉 (重曹泉)
- D : Na-Cl 泉 (食塩泉)
- E : 単純温泉
- F : その他温泉

表-4 小松地域における温泉分布と泉質

類型	泉質	湧出数	湧出地点
D	Na-Cl 泉	16	203・204・205・239・240・241・244・247・248・249・251・253・287・289・290・294
	Na・Ca-Cl 泉	3	202・193・191
	Na-Cl・HCO ₃ 泉	2	201・188
	Na・Ca-Cl・SO ₄ 泉	1	206
	Na-Cl・SO ₄ 泉	7	207・208・209・243・245・254・183
C	Na-HCO ₃ 泉	0	

(次頁に続く)

A	Na-SO ₄ 泉	24	213・215・217・219～238・246
	Na-SO ₄ ・Cl 泉	25	219～238・180～182・184・186
	Na・Cl-SO ₄ ・Cl 泉	2	211・242
	Na・Ca-SO ₄ 泉	1	252
B	Ca・Na-SO ₄ 泉	1	210
E	単 純 温 泉	5	212・214・216・218・250
F	Fe-SO ₄ 泉	1	185
計		88	

表5 大聖寺地域における温泉分布と泉質

類 型	泉 質	湧出数	湧 出 地 点
D	Na-Cl 泉	5	312・314・317・327・328
	Na・Ca-Cl 泉	5	308・315・316・318・323
A	Na-SO ₄ 泉	1	306
	Na・Ca-SO ₄ 泉	1	301
	Na・Ca-SO ₄ ・Cl 泉	1	303
B	Ca・Na-SO ₄ 泉	4	302・324・328・326
	Ca-SO ₄ 泉	2	307・309
C	Na-HCO ₃ 泉	0	
E	単 純 温 泉	6	304・305・310・311・313・325
計		25	

表6 白山麓地域における温泉分布と泉質

類 型	泉 質	湧出数	湧 出 地 点
D	Na-Cl 泉	3	158・164（他に1）
	Na-Cl・HCO ₃ 泉	21	151・152・161（他に18）
C	Na-HCO ₃ 泉	5	155・156・168・157・162
	Na-HCO ₃ ・Cl 泉	3	153・154・163
A	Na-SO ₄ 泉	2	159・160
	Na・Ca-SO ₄ 泉	1	173
	Na・Ca-SO ₄ ・Cl 泉	2	167・172
B	Ca・Na-SO ₄ 泉	1	166
E	単 純 温 泉	3	165・169・171
F	Fe-SO ₄ 泉	1	170
計		42	

表7 加賀地区における類型・地域別にみた泉質数の比較

地域 類型	金 沢 地 域	小 松 地 域	大 聖 寺 地 域	白 山 麓 地 域	小 計
A	4 (9)%	52 (59)%	3 (12)%	5 (12)%	64 (32)%
B	0 (0)	1 (1)	6 (24)	1 (2.5)	8 (4)
C	6 (14)	0 (0)	0 (0)	8 (19)	14 (7)
D	28 (62)	29 (33)	10 (40)	24 (57)	91 (46)
E	2 (5)	5 (6)	6 (24)	3 (7)	16 (8)
F	5 (11)	1 (1)	0 (0)	1 (2.5)	7 (4)
計	45 (100)	88 (100)	25 (100)	42 (100)	200 (100)

した(表2~6)。

温泉の分布地域と泉質との関係を総括すると、概して、海岸近くではNa・Ca-Cl泉(含塩化土類, 食塩泉)が卓越し、手取川以北の加賀平野北部(河北平野・手取川扇状地)、特に、金沢・松任・美川では、Na-Cl泉(食塩泉)がその半数を占めている。また、金沢市街地においては、フームスを含むNa-Cl泉(食塩泉)やNa-Cl-HCO₃泉(含重曹食塩泉)が優占しているが、殊に、NaHCO₃(重曹)の濃度に比例して、湧水の色度が大きくなっている、と云う特徴が認められる。

海岸からの距離が大きくなる丘陵地~山地について検討すると、金沢地域南東部と小松地域北部ではNa-SO₄泉(芒硝泉)が多く、大聖寺地域西部ではCa-SO₄泉(石膏泉)が多くみられる。そして、白山麓地域では、Na-Cl泉(食塩泉)が最多で、これに次いで、Na-HCO₃泉(重曹泉)が多く、特に、尾添川上流の噴泉塔周辺では、随所にNa-Cl-HCO₃泉(含重曹食塩泉)が多く、自然湧出している。

B. 温泉の分布と泉温

平成3年8月末における加賀地区での源泉湧水量数は、約200ヶ所である。これ等は泉温に応じて、冷鉱泉(25°C未満)、低温泉(25~34°C)、温泉(34~42°C)、及び高温泉(42~100°C)の4種に区分される。

ところで、昭和38年(1963年)頃における石川県下の源泉湧水量数は約100ヶ所で、そのうち冷鉱泉は30%であった。しかし、今日では、統計上、冷鉱泉の占める割合は小さくなり、高温泉の割合が大きくなっている。この傾向は、加賀地区でも認められるところである。すなわち、加賀地区では、高温泉は、実に約70%を占めるまでになっている。

以上のような石川県及び加賀地区における高温泉増加の理由は、最近における掘削技術の急速な進歩と、高温志向に伴う掘削深度の増大によって、昭和40年(1965年)頃の深度500m程度

から1,000~1,500mまでの深掘りをするようになったことにある。

そして、更に、探査技術の多様化と向上によって、地下増温率のより大きい地点での掘削による結果、今日では増温率5~7°C/100mにまで効率を挙げられるようになった。

C. 期間別温泉開発の比較

加賀地区における温泉湧出数及びその増加の傾向を、4地域について、10年スパンで比較検討すると、金沢地域及び小松地域では、昭和38年(1963年)頃に比較して、現在では3.5~4倍にまでも増加している。これに対して、大聖寺地域と白山麓地域では、1.5~2.8倍である。

以上のように、約40年間における増加の傾向をみると、金沢地域と小松地域の両地域での増加が顕著である。

5. 温泉の泉質と地質との関係

石川県加賀地区に分布する約200ヶ所の温泉について、それ等の泉質と各地域の地質、なかんづく、岩相・層相との関係について検討を行なった結果、表8に総括されるような成果をえた。

すなわち、

(a) 海岸平野地帯の温泉

この地帯は、海拔約50m以下低の地区で、ここを構成する地質は、後氷期層・更新統・上部第三系北陸層群である。ここに散在する温泉の泉質は、何れも食塩泉(Na-Cl泉・D型)である。

(b) 山麓地帯の温泉

この地帯は、金沢・寺井・小松・江沼の各地区の各種段丘を含む丘陵性地域に存在する。この温泉の泉質は、芒硝泉(Na-SO₄泉・A型)、石膏泉(Ca-SO₄泉・B型)、食塩泉(Na-Cl泉・D型)、及び単純温泉(E型)の4種類で、いろいろの泉質が認められる。

地質的には、地区によって若干の相違は認められるが、新第三紀の北陸層群に属する地層・

表8 加賀地区における温泉の地形・地下地質・泉質の関係表

地 形		地下（深度約1,000m）主要地質	温泉湧出主因の類型	泉 質 類 型	
海岸平野地帯	河 北 平 野 (加賀平野北部)	第四系更新統・上部第三系北陸層群	d (被圧温水)	食塩泉 (D型)	
	小 松 平 野 (加賀平野中部)	第四系更新統・上部第三系北陸層群	d (被圧温水)	食塩泉 (D型)	
	江 沼 平 野 (加賀平野南部)	第四系更新統・上部第三系北陸層群	d (被圧温水)	食塩泉 (D型)	
山麓地帯	金 沢 地 区	上 部 第 三 系 北 陸 層 群	d ? ・ aO ?	食塩泉 (D型) ・ 単純温泉 (E型)	
	寺 井 ・ 小 松 地 区	下 部 北 陸 層 群 ・ 医 王 山 累 層	d ? ・ aO ?	芒硝泉 (A型)	
	江 沼 地 区	下 部 北 陸 層 群 ・ 医 王 山 累 層	d ? ・ aO ?	単純温泉 (E型) ・ 石膏泉 (B型)	
低・中山地帯	金 沢 地 区	下 部 北 陸 層 群 ・ 医 王 山 累 層	c ?	芒硝泉 (A型) ・ 重曹泉 (C型) ・ 食塩泉 (D型)	
	小 松 地 区	医 王 山 累 層	b ? ・ c ?	芒硝泉 (A型)	
	江 沼 地 区	下 部 北 陸 層 群 ・ 医 王 山 累 層	c ?	単純温泉 (E型) ・ 石膏泉 (B型) ・ 芒硝泉 (A型)	
山岳地帯	手取川 中 流	河内・鳥越	上部第三系最下部 (岩稲累層)	b ・ c	芒硝泉 (A型) ・ 重曹泉 (C型)
		尾口村	手取層群 ・ 変成岩類 ?	c	芒硝泉 (A型)
	手取川上流白峯村	手取層群 ・ 変成岩類	b ・ c	重曹泉 (C型)	
	中 宮 一 帯	濃飛流紋岩類 ・ 変成岩類	aO ・ c	食塩泉 (D型)	
	白 山 周 辺	濃飛流紋岩類 ・ 変成岩類	aN ・ c	食塩泉 (D型)	

a : 火山地帯 (aN—新火山, aO—旧火山)

b : 岩脈

c : 断層構造・亀裂

d : 平野下被圧温水

岩体である。

この地帯は、地形的にも、また、地質構造的にも、共に、転換地帯に属するために、泉質については、地区により若干の相違がある。

(c) 低・中山地帯の温泉

この地帯の地層は、何れも新第三紀北陸層群下部の医王山累層で、この累層に貫入・进入せる石英斑岩系の岩脈類、流紋岩類、及び構造線等に関連して湧出せる温泉で、その泉質は、芒硝泉 (Na—SO₄ 泉, A型)、重曹泉 (Na—HCO₃ 泉, C型)、食塩泉 (Na—Cl 泉, D型) が多く、他に、江沼地区のように、石膏泉や単純温泉も散在している。地区による若干の差違はあるが、総じて、芒硝泉が多い。

(d) 山岳地帯の温泉

この地帯の地質は、大別して、手取川中流・上流域では、芒硝泉 (Na—SO₄ 泉, A型) と重曹泉 (Na—HCO₃ 泉, C型) に限定され、他方中宮・白山辺傍では食塩泉 (Na—Cl 泉, D型) である。

この地帯の地質としては、手取川流域は、上部第三系と中生界という地層の時代的違いはあるにせよ、堆積岩を主とし、その下位に変成岩類が潜在するという基本的地質構成であるのに対して、尾添川流域は、濃飛流紋岩類と変成岩類とより成っている。

6. まとめ

石川県加賀地区に分布する約200ヶ所の温泉

の夫々について、地質、湧出の主因、泉質、泉温等の実態を調査し、これ等温泉の泉質と地質との関係の実態を現時点でまとめた。すなわち、

(1) 加賀全体の地質系統は、表1に総括したように、先ジュラ紀の飛驒変成岩類・花崗岩類、中生代の手取層群・足羽層群(大道谷層)、中生代末～古第三紀(?)の濃飛流紋岩類、古第三紀末(?)～新第三紀初頭の楡原累層、新第三紀中新世前期の岩稻累層、新第三紀の北陸層群(楡原・岩稻両累層を除く)、第四紀更新世の富山層群、及び完新統に区分されるが、地域によって、その分布する岩層には違いがある。

(2) 加賀地区に分布する温泉の実態、特に、所在地・深度・泉温・泉質の類型等について総括すると、表2のようにまとめることができる。なお、本表において、所在地の詳細は、事柄の性質上、大地区名に止どめ、地図の上にこれ等の地点をプロットしておいた。

(3) 金沢・小松・大聖寺・白山麓地域ごとの泉質・泉質類型・湧出地の実態を地域別に総括し、各地域における泉質の特徴について表3～7のようにまとめた。

(4) 加賀地区における温泉の湧出層準地質・湧出主因・泉質類型、及び温泉地区の地形について検討し、表8のようにまとめた。

なお、加賀地区に分布する温泉の泉質の地球化学的メカニズム、なかんづく、そのような泉質になったことの地球化学的成因等については、更に今後検討する予定である。

主要文献

- 別所文吉・藤則雄(1967)：手取川上流地域の地質と地熱開発，金沢大学教育学部紀要，自然科学編，16，107—117
- 別所文吉ほか(1967)：金沢周辺の地質，金沢大学教育学部紀要，自然科学編，16，119—125
- 地質調査所(1958)：50万分の1地質図幅「金沢」(第1版)
- 地質調査所(1974)：50万分の1地質図幅「金沢」(第2版)
- 藤則雄(1970)：川北村の自然環境，川北村史，3—36，108—119，川北村
- 藤則雄(1979)：加賀南部地域の地質，金沢大学教育学部紀要，自然科学編，27，37—44
- 東野外志男(1973)：尾口村の地質，尾口村史，尾口村北国新聞社(1962)：白山，北国新聞社
- 北陸第四紀研究グループ(1969)：北陸地方の第四系，地研専報，第15号「日本の第四系」，263—297
- 今井功(1959)：50万分の1地質図幅「金沢」及び同説明書，地質調査所
- 石川県(1951)：石川県地質図(20万分の1)，石川県
- 石川県(1977)：石川県の自然環境
- 石川県温泉開発研究協会(未公表資料)：石川県の温泉の深度・泉温・泉質
- 板倉淳(1964)：石川県の温泉の分布，泉質およびその成因について，温泉工学会誌，28—34
- 河合正虎(1961)：飛驒高原における後期中生代の地殻変動，第3報(白山周辺部の地質学的研究)，地質調査所月報，12，747—762
- 小林英夫(1958)：飛驒変成帯，鈴木醇教授還暦記念論文集，123—140
- 紮野義夫(1968)：加賀海岸の地形と地質，日本自然保護協会調査報告，33，11—32
- 紮野義夫・坂本享・石田志朗(1961)：北陸東部の新第三紀地史に関する一試論，横山教授記念論文集，83—95
- 紮野義夫・山崎正男・中西信弘・松尾秀邦・大村一夫(1970)：白山地域の地質，石川県発行「白山の自然」
- 紮野義夫・三浦静・藤井昭二(1972)：北陸地方の海岸平野の形成過程，地質学論集，7，91—100
- 紮野義夫・山田一雄(1974)：縮尺20万分の1土地分類図—石川県，表層地質図，経済企画庁
- 前田四郎(1958)：白山地域の手取層群の層序と構造(その1，層序)，地質雑，64，583—594
- 前田四郎(1961)：白山地域の手取層群の層序と構造(その2，地質構造)，地質雑，67，133—142
- 松尾秀邦・大村一夫(1966)：手取川上流の「手取統」，地質見学案内書「手取川上流」，1—49及び付図
- 野村政治(1974)：鳥越村の地質，鳥越村史，鳥越村
- 大村一夫(1973)：飛驒山地に分布する白亜系の層位学的研究，I：北陸地方の白亜系，金沢大学教養部紀要，10，107—153，付図
- 鈴木達夫(1954)：石川県地質産産誌，石川県，130
- 渡部景隆・菅野三郎・木村達明(1978)：手取川流域の手

取統珪化木産地調査報告書，石川県教育委員会
矢ヶ崎孝雄編著（1981）：ふるさと加賀・能登，東京法令
出版，350
山田一雄（1974）：縮尺20万分の1土地公類図—石川県，

地形分類図，経済企画庁
山崎正男・中西信弘・松原幹夫（1968）：白山火山の形成
史，火山（第2集），13，32—43