

Distribution, Geology and Geochemical Characteristics of Spaes in the Noto Direct, Central Japan

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/20572

能登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 Noto District, Central Japan¹⁾

Norio FUJI²⁾ and Tadashi ITAKURA³⁾

Abstract

The present writers have studied on the spaes which are located in the Noto district, Ishikawa Prefecture, especially from the view points of their distribution, geology and geochemical characteristics in this article.

The results of this study are summarized as follows:

A:Geochemical Characteristics

(1) The spaes which reach about 80 sites at the total are divided into three groups: temperature higher than 25°C, lower than 25°C, and chemical component smaller than 1%.

(2) Judging from geochemical characteristics of the spaes, they are divided into six groups such as Na-SO₄-type (A-type), Ca-SO₄-type (B-type), Na-HCO₃-type (C-type), Na-Cl-type (D-type), simple type:small frequency (smaller than 1%) of geochemical component (E-type), and others (F-type).

(3) Among the six types above-mentioned, the Na-Cl-type (common salt-type spa) reaches 53 sites (about 75%) at the total throughout four areas such as Suzu-Yanagida-Uchiura area, Wajima-Anamizu-Monzen area, Nanao-Togi-Shika area, and Hakui-Kahoku area.

(4) Additionally, the Na-Cl-type shows the largest frequency, and the second largest frequency is the simple spa (E-type).

B:Relationship between lithofacies and Geochemical Composition

(1) The geological genesis concerning gushing of the spaes is classified into such several genesis as old and modern volcanic activities, dyke rocks, faults, and underground waters from the four genesis above-mentioned buried under the coastal and lowland areas.

(2) The relationship among the areas of distribution, lithofacies and geochemical characteristics is shown in Tab. 9 and Fig. 2. Namely, (a) the coastal plains and lowland areas are occupied by the Neogene Tertiary sediments (d- and a0-types), and almost by the Na-Cl-type (common salt-type spa, D-type); (b) the hill and lower mountainous areas are occupied mainly by the Neogene. Anamizu Formation and/or granite (c-, d- and a0-types), and almost by the Na-Cl-type (D-type) and Na-HCO₃-type (C-type).

平成5年8月10日受理

1) Contribution from Department of Earth Sciences, Faculty of Education, Kanazawa University : New Ser. No.147

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

3) 石川県温泉開発研究協会

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80は能登地区にある。これ等約80の温泉を地質学的・地球化学的視点から検討した結果、次に記する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、参考資料として利用されるならば、能登地区の温泉・地熱開発も更に発展するものと考えてみる。

既に加賀に分布する約200余の温泉の分布地の地質学的・地球化学的視点からの検討結果については、1992年に報告した(藤・板倉, 1992)。今回の論文は、その続論文である。

本研究に当たっては、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、本研究の総括に当たっては、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総括した。

1. 能登地区の地質概要

A. 各地区における地質概要

a) 能登北東部の地質要説

この地域の地質は、新第三紀中新世の各種火山岩類とその火砕岩類、及び海成層が主で、これ等新第三系を被って第四紀更新世の海成段丘堆積物が分布し、海岸沿いと河川域には小規模な完新世の堆積物がある。これ等の中で、中新世の地層は殊に広く発達し、海成層の分布と層序関係は従来能登地域の標式とされ、中新世初～前期とされる安山岩類・玄武岩類とその火砕岩類を主とする岩層は、穴水累層・柳田累層と呼ばれているが、その詳細は、地質時代をも含

めて、今後更に調査されねばならない。なお、海成段丘としては、更新世後期の平床貝層、宇治貝層などの段丘堆積物は、当時の日本海側における標式として著名である。

能登北東部の標式的地層区分は、新第三系については、化石を多産する地層と顕著な凝灰岩層・海緑石砂岩層が分布する珠洲・町野地区で設定され、第四紀の海成段丘については、内浦・能都地区の海岸沿いの台地で設定されている。

b) 能登北西部の地質要説

能登北西部とは、輪島市の西・中部、門前町、穴水町を含む地域である。

この地域で最も広大な分布をするのは中新世の火山岩類で、次いで中新世の地層である。なお、その基盤をなす片麻岩類・晶質石灰岩・花崗岩類・閃緑岩類が剣地西部や輪島東方の忍に露出し、これ等を不整合に被って増穂累層が分布している。また、輪島向斜や輪島崎向斜の軸部、門前の安代原には中新世中・後期の岩層が分布している。

本地域西部の縄又一带の地層は、褶曲と断層等の地質構造に支配され、かつ岩相は泥岩を含む互層である。

c) 富来・志賀地区の地質概要

ここの基盤岩類は、富来町鹿頭^{としす}～大福寺にかけて分布する飛騨変成岩類に層する片麻岩と晶質石灰岩である。その上位には、鹿島郡や鳳至郡との境の低山地に分布する安山岩類を最下部とし、海岸に向かって次第に新しい岩層が累積し、そして、現河谷に沿って河成段丘が、海岸線に沿っては海成段丘がそれぞれ分布している。

この地区の地質について、地質時代の古い方から新しい方にかけて記述すると、北部の富来町では、先古生代～古生代初頭と目される片麻岩類、新第三紀中新世初頭(あるいは早期)の大福寺砂岩層、関の鼻石灰質砂岩層、中新世後期の黒崎安山岩類等が分布している。南部の志賀町では、能登半島の基盤岩類である飛騨変成岩類は露出せず、穴水累層、淡水(湖沼)性の砂岩・泥岩互層(草木互層)等が分布している。

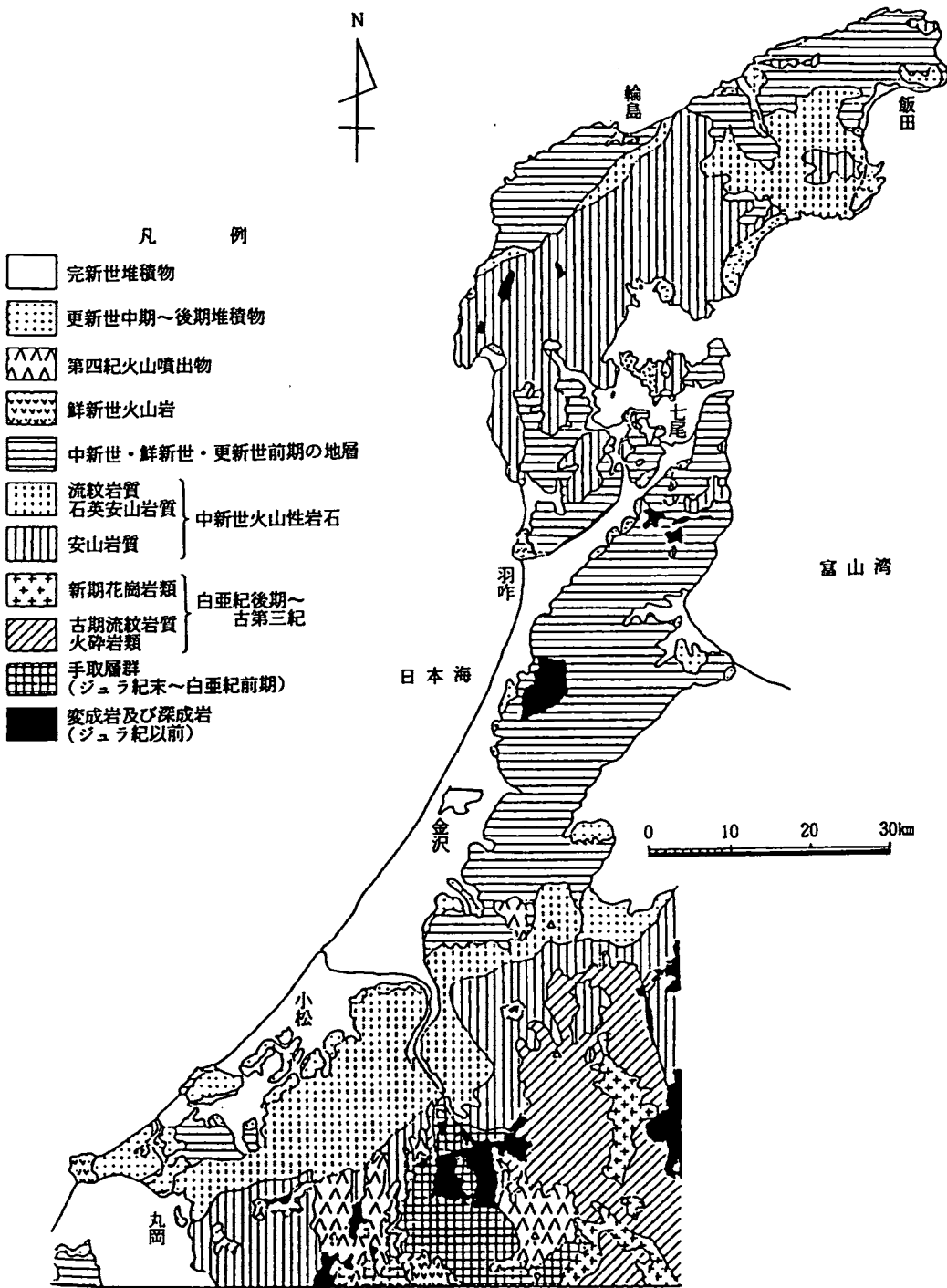


図1 石川県の地質概要図(石川県, 1977を訂正・加筆)

表1 石川県各地域における地質系統と主な自然史（藤，原表）

地域別 地質時代		能登北東部	能登北西部	能登中部	能登南部	加賀北部	時代区分			
新 生 代	第 四 紀	完新世	砂丘 沖積層	砂丘 沖積層	砂丘 沖積層	砂丘 沖積層	砂丘 沖積層	日本列島の隆起時代 〔日本海の現代〕 完新世（後水期）		
		更新世	末期	海成段丘	海成段丘	海成段丘	洪積層		河成段丘	ヴルム水期
			後期							リス・ヴルム 間水期
			中期							リス水期
	前期	砂礫岩層	高階層	中川層	杉野屋層	高位砂礫層 火山噴出物 卯辰山層	間水期	ミンデル水期		
	新第三紀	鮮新世	粗面岩	舳倉安山岩	崎山層 赤崎層	和倉層	聖川層 小久米層	高窪層 下荒屋層	〔内海時代〕 〔大桑海〕 〔音川変動〕 〔広く深い海〕 〔ピカリア海〕 〔火山活動〕	
		中新世	飯塚層 南志見層	黒崎安山岩 輪島崎層	赤浦層	三尾層 神子原層 新宮層	朝ヶ屋層 七曲層 砂子坂層	岩稲累層 椴原累層		
			粟蔵層 赤神層 東印内層 柳田累層 穴水累層							皆月層 縄又層 火山岩類 椴原累層
	古第三紀									
	中生代	白亜紀							〔長い陸時代〕 〔陸地時代〕 〔濃飛変動〕 〔手取湖〕 〔手取海〕	
ジュラ紀										
先ジュラ紀			花崗岩類 片麻岩類	花崗岩類 片麻岩類	花崗岩類 片麻岩類	花崗岩類 片麻岩類				

d) 七尾・鹿島地区の地質概要

この地区の地質は、石動山を中心とした鹿島地域と七尾市・眉丈山一帯・田鶴浜町・中島町・能登島町とでは若干異なった地質を示すが、前者の石動山一帯に分布する飛騨変成岩類・花崗岩類を除けば、その大勢においては、およそ類似した地質であるので、ここでは一括して、七尾を中心とした地質について記述する。

七尾市には古い方から新しい方にかけて、原生代～古生代前期（シルル紀以前）と推定される飛騨変成岩類、新生代新第三紀中新世初期の

穴水累層に対比される安山岩類、中新世の百海礫岩層・城山礫岩層・庵砂岩層・赤浦砂岩層・七尾石灰質砂岩層・大泊凝灰岩層・海緑石砂岩層・虫崎泥岩層・和倉珪藻泥岩層・滝の尻泥岩層、鮮新世の赤崎シルト岩層・崎山シルト岩層、更新世中期の高階層、更新世後期の奥原層、更新世末期の徳田礫層、及び完新統が分布している。

断層には、花園一熊湖をとる東西性の大断層と、山崎一栢戸を通るほぼ南北方向の断層とがある。また、七尾の中央地区は、いわゆる巨

表2 能登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	珠 洲 市	300	34.6	E (単純温泉)	単純温泉
2	〃	800	42.0	D (食塩泉)	Na-Cl
3	〃	300	27.5	E (単純温泉)	単純温泉
4	〃		31.5	E (単純温泉)	単純温泉
5	〃	400	27.3	D (食塩泉)	Na-Cl
6	〃	200	25.1	E (単純温泉)	単純温泉
7	〃	自噴	21.0	F (その他)	Fe (II) -SO ₄
8	〃	170	31.0	D (食塩泉)	Na-Cl
9	〃		15.2	〃	Na-Cl
10	〃		16.5	〃	Na-Cl
11	〃		11.2	F (その他)	Fe (II) -Al-SO ₄
12	内 浦 町	500	28.0	D (食塩泉)	
13	輪 島 市	300	25.5	E (単純温泉)	単純温泉
14	〃	60	15.0	D (食塩泉)	Na-Cl
15	〃	500	29.8	〃	Na-Cl
16	〃	800	46.0	〃	Na-Cl
17	〃	自噴	17.0	〃	Na・Ca-Cl-SO ₄
18	〃	500	19.6	〃	Na-Cl
19	〃	560	28.5	C (重曹泉)	Na-HCO ₃ -Cl
20	〃	900	15.8	〃	Na-HCO ₃ -Cl
21	〃	200	20.2	D (食塩泉)	Na-Cl
22	門 前 町	200	14.7	〃	Na-Cl
23	能 都 町	200	22.3	〃	Na-Cl
24	柳 田 村	505	34.0	A (芒硝泉)	Na-SO ₄
25	〃	500	27.5	D (食塩泉)	Na-Cl・SO ₄
26	〃	500	30.0	〃	Na-Cl
27	穴 水 町	200	9.5	〃	Na-Cl
29	〃	615	18.5	〃	Na-Cl・SO ₄
30	〃	1,000	32.0	〃	Na-Cl
31	能 都 町		17.2	〃	Na-Cl
32	柳 田 村	1,000	36.3	A (芒硝泉)	Na-SO ₄ ・Cl・HCO ₃
33	能 都 町	1,500	47.0	D (食塩泉)	Na-Cl
35	穴 水 町	1,500	37.7	〃	Na・Ca-Cl
36	門 前 町	1,000	52.0	〃	含放射能・Na・Ca-Cl
37	輪 島 市	200	26.0	〃	Na-Cl・HCO ₃
51	七 尾 市		91.4	D (食塩泉)	Na・Ca-Cl
52	〃		31.0	〃	Na-Cl
54	〃	150	58.4	〃	Na・Ca-Cl

地質図上の番号	湧出所在地	深度 (m)	泉温 (°C)	類 型	泉 質
55	七 尾 市	150	85.0	D (食 塩 泉)	Na・Ca-Cl
56	〃		88.9	〃	Na・Ca-Cl
57	〃	300	15.8	〃	Na-Cl・HCO ₃
58	〃	600	51.3	〃	Na・Ca-Cl
59	〃	200	27.8	〃	Na-Cl・HCO ₃
60	〃	100	27.7	E (単純温泉)	単純温泉
62	〃	50	17.0	C (重 曹 泉)	Na-HCO ₃ ・Cl
63	〃	60	12.8	F (そ の 他)	H ₂ S 泉
64	中 島 町	300	29.0	D (食 塩 泉)	Na-Cl
65	〃	500	28.5	〃	Na-Cl
66	〃	600	31.0	E (単純温泉)	単純温泉
67	能 登 島 町	400	31.0	D (食 塩 泉)	Na・Ca-Cl
68	〃	160	29.0	〃	Na-Cl
69	〃	600	48.0	〃	Na-Cl
70	富 来 町	400	28.0	〃	Na-Cl
71	〃	200	20.3	〃	Na-Cl
72	志 賀 町	160	22.5	〃	Na-Cl・HCO ₃
73	〃	1,000	32.0	〃	Na-Cl
74	羽 咋 市	300	28.0	E (単純温泉)	単純温泉
75	志 雄 町		21.0	D (食 塩 泉)	Na-Cl・SO ₄
76	〃	1,000	34.0	〃	Na-Cl・SO ₄
77	津 幡 町	38	26.3	E (単純温泉)	単純温泉
78	〃		16.4	D (食 塩 泉)	Na-Cl・SO ₄
80	〃	45	15.0	F (そ の 他)	硫黄泉
81	〃		29.3	E (単純温泉)	単純温泉
82	〃	150	16.1	D (食 塩 泉)	Na-Cl・SO ₄
84	志 賀 町	1,000	29.4	〃	Na-Cl
85	七 塚 町	1,000	29.2	〃	Na-Cl
86	志 賀 町		36.7	〃	Na-Cl
87	能 登 島 町	800	28.2	〃	Na・Mg-Cl
88	内 灘 町	1,500	38.3	〃	Na-Cl
89	〃	1,500	42.3	〃	Na-Cl
90	津 幡 町	1,500	33.6	〃	Na-Cl
91	志 賀 町	185	22.1	C (重 曹 泉)	Na-HCO ₃ ・Cl
92	志 賀 町	1,200	32.9	D (食 塩 泉)	Na-Cl
93	富 来 町	800	42.7	〃	Na-Cl
94	津 幡 町	40	15.5	〃	Na-Cl・HCO ₃
95	能 登 島 町	1,000	39.7	〃	Na-Cl・HCO ₃ ,SO ₄

表3 珠洲・内浦・柳田・能都地域における温泉分布と泉質

類型	泉質	湧出数	湧出地点
A	Na-SO ₄ 泉	2	24・32
D	Na-Cl泉	10	2・5・8・9・10・12・23・26・31・33
	Na-Cl・SO ₄ 泉	1	25
E	単純温泉	4	1・3・4・6
F	Fe-SO ₄ 泉	2	7・11
計		19	

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 輪島・門前・穴水地域における温泉分布と泉質

類型	泉質	湧出数	湧出地点
C	Na-HCO ₃ ・Cl泉	2	19・20
D	Na・Cl泉	7	14・15・16・18・21・22・30
	Na・Ca-Cl泉	1	35
	含放射能・Na・Ca-Cl泉	1	36
	Na-Cl・SO ₄ 泉	1	29
	Na・Ca-Cl・SO ₄ 泉	1	17
	Na-Cl・HCO ₃ 泉	1	37
E	単純温泉	1	13
計		15	

表5 富来・七尾地域における温泉分布と泉質

類型	泉質	湧出数	湧出地点
C	Na-HCO ₃ ・Cl泉	2	62・91
D	Na-Cl泉	12	52・64・65・68・69・70・71・73・84・86・92・93
	Na・Ca(Mg)-Cl泉	6	51・54・55・56・67・(87)
	Na-Cl・HCO ₃ 泉	3	58・59・72
	Na-Cl・HCO ₃ ・SO ₄ 泉	1	95
E	単純温泉	2	60・66
F	S泉	1	63
計		27	

表6 羽咋・河北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	4	85・88・89・90
	Na-Cl・SO ₄ 泉	2	75・76
	Na-Cl・HCO ₃ 泉	2	78・94
E	単純温泉	3	74・77・81
F	S泉	1	80
計		12	

(羽咋には富来・高浜を除く。)

知地溝の北東への延長部に当たり、低地の両側には埋積断層が推定される。褶曲構造には、東部地区に数条の背斜構造と向斜構造がある。

e) 能登南部地区

能登南部とは、能登中央部をほぼ北東-南西に斜断している呂知地溝帯から以南で、宝達山から流れでる大海川以北をここでは指し、志雄町、及び押水町を含む地区である。

この地区には、能登半島の基盤である飛騨変成岩類に属する片麻岩類・晶質石灰岩が石動山塊に小規模に分布し、これ等に接近して花崗岩類が広く分布している。これ等山塊から供給される破砕物よりなる各種の砂礫岩層や砂泥岩層が厚層をなして分布し、それ等は地溝帯北部の眉丈山砂礫岩層に対応している。新第三紀中新世中期以後になるにつれて、海成の砂・泥よりなる細粒堆積物が広く分布している。

f) 河北地区

ここで河北地区としたのは、能登半島の基部に立地し、宝達山地に南接する大海川より以南から河北低地を含む地域で、行政区画としては高松町・七塚町・宇ノ気町・内灘町及び津幡町である。

宇ノ気町東部～津幡町北部には花崗岩類及び片麻岩類が宝達山を中心にして発達している。これ等岩類を直接不整合で被覆する堆積岩は粗粒で、厚層をなしているが、上位に移るにつれて次第に細粒化し、局地化した堆積物が分布している。しかし、新第三紀末には高窪シルト岩～泥岩層が、そして第四紀前期には海棲貝類化石を多く包含する大桑砂岩層及びその相当層が

丘陵末端域に広く、厚層をなして分布している。

B. 能登に分布する岩層の編年的区分とその概要

石川県の能登地区に分布する主な変成岩類、深成岩類、堆積岩、火山岩類を編年的に整理すると、凡そ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) 新第三紀中新世火山性岩類

(3) 新第三紀中新世・鮮新世・最新世前期の地層

(4) 新第三紀鮮新世火山岩類

(5) 第四紀最新世中期～後期堆積物

(6) 第四紀完新世堆積物

a) 変成岩類及び深成岩類

これ等の岩類は、石川県内に分布する地層・岩体の中では最古の岩類と云われている。その生成の地質時代は、古生代初期とも、あるいは原生代後期とも云われている。その分布地は、既述のように、宝達山塊、石動山塊、大福寺一帯を主とし、これ等の他に眉丈山麓の、呂知地溝帯北西縁に沿った地区及び富来町鹿頭にも極めて小規模に分布している。変成岩類の岩質は片麻岩と薄い結晶質石灰岩からなる。

b) 新第三紀中新世火山性岩石

これは、中新世初頭頃の安山岩類（穴水累層）と中新世前期の流紋岩質～石英安山岩質の凝灰岩・玄武岩等からなる火山性岩類（柳田累層）の2つに大別される。

能登半島の中中部・北部に、なかんづく北西部

には穴水累層が、そして北東部には柳田累層が広範囲に分布している。

これ等の累層は、場所により、層準によって種々の岩層を含み、その分布は極めて複雑多岐である。

c) 新第三紀中新世・鮮新世の地層

本層は、砂岩・泥岩・頁岩を主とするも他に礫岩の薄層を挟在している。泥岩の中には、珠州市法住寺・飯塚・飯田、輪島市一本松、七尾市和倉、及び志雄町聖川のように珪藻泥岩が広範囲に分布している所もある。また、頁岩は、能登北東部の赤神のように局部的である。

この時代の地層の分布は、能登の北東部の北側、北西部の北西側、能登中部の七尾～鹿西地区、そして石川・富山県境一帯に広範囲に分布している。

第四紀最新世前期の地層（いわゆる大桑砂岩相当層）は、七尾市崎山半島を北限として、その南の、呂知地溝帯南東縁に沿って能登半島南部域の低山丘陵麓に帯状に分布している。

d) 新第三紀鮮新世火山岩類

この期の火山岩類としては、舩倉島の安山岩類や能登北東域の粗面岩類がある。その分布域は局所的である。

e) 第四紀最新世中期～後期堆積物

この時代の地層は、最新世中期の高階層と後期の平床層・奥原層によって代表される。これ等の能登半島での分布地域は、北東地区の平床台地～能都町海成段丘、七尾地区の和倉台地に広範囲に分布しているが、能都町や志賀町のように場所によってはこれらの時代の浸食海成段丘としてのみ残存していて、堆積物の無い所もある。

f) 第四紀完新世堆積物

この時代の堆積物は、特に、呂知地溝帯や能登南部の海岸沿いの低地に主に分布している。後者では、特に砂丘の発達が顕著である。

3. 北陸における温泉の地質学的視点からの類型化

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出した地下水か、化学成分を豊富に含んだのが温泉である。どのような理由で地表に湧出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たり前のことである。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新第三紀の火山岩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

間にも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

マグマが地表で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にすぎない細ほ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（熱水・ガス等）がこの岩脈に沿って、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けていても、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掘削によって湧湯させることは可能である。

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に温められ、ガス化し、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。また断層亀裂は埋積されている。そのために、せつ

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、途中で潜在していることが多い。従って、数百m以深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、これ等の潜在温水を湧水させ、利用することができる、と云うのである。

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得るために試掘し、予期に反して温泉を掘り当てた、という例がある。これは、ここ数万年間に積もったいわゆる沖積堆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、流下して来た地下水は、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. 能登地区における温泉の地球化学的要素

1) 温泉の分布と泉質

能登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能登北東部（珠洲・内浦・柳田・能都地域）、能登北西部（輪島・門前・穴水地域）、能登中部（富来・七尾・志賀地域）

表7 能登地区における類型・地域別にみた泉質数の比較

地域 類型	能登北東部	能登北西部	能登中部	能登南部	小 計
A	2 (11)%	0 (0)%	0 (0)%	0 (0)%	2 (2.7)%
C	0 (0)	2 (13)	2 (8)	0 (0)	4 (5.4)
D	11 (57)	12 (80)	22 (80)	8 (69)	53 (73)
E	4 (21)	1 (7)	2 (8)	3 (23)	10 (13.5)
F	2 (11)	0 (0)	1 (4)	1 (8)	4 (5.4)
計	19 (100)	15 (100)	27 (100)	12 (100)	73 (100)

A：芒硝泉 C：重曹泉 D：食塩泉 E：単純泉 F：その他

表8 能登地区における地域別泉温区分の比較

泉温区分	能登北東部	能登北西部	能登中部	能登南部	小 計
冷 鉱 泉 (25℃未満)	ヶ所 % 6 (32)	ヶ所 % 7 (47)	ヶ所 % 6 (22)	ヶ所 % 4 (33)	ヶ所 % 23 (32)
低 温 泉 (25℃以上～34℃未満)	8 (42)	5 (33)	13 (48)	5 (42)	31 (42)
温 泉 (34℃以上～42℃未満)	3 (15)	1 (7)	2 (8)	2 (17)	8 (11)
高 温 泉 (42℃以上)	2 (11)	2 (13)	6 (22)	1 (8)	11 (15)
計	19 (100)	15 (100)	27 (100)	12 (100)	73 (100)

及び能登南部（羽咋・河北地域）の4地域に区分した。

また、それぞれの地域に湧出する温泉の泉質を食塩泉（Na-Cl 泉）、単純温泉、重曹泉（Na-HCO₃ 泉）、芒硝泉及びその他の5つに類型化した。そして、それ等の地域における温泉の湧出等を平成4年12月末時点でまとめた石川県温泉開発研究協会の資料を基礎に統計処理をした（表7～8）。

温泉の分布地域と泉質との関係を経括すると、概して、海岸近くに大半の温泉が湧出している。これは能登地区における温泉開発が主として集落が比較的によく散在する、海岸の風光明媚な地区に限られていることにその主因がある、と判断できる。

その泉質も Na-Cl 泉（食塩泉）が73%と最も多く、次いで単純温泉14%、Na-HCO₃ 泉（重曹泉）6%、その他6%となっている。

2) 温泉の分布と泉温

平成4年12月末における能登地区での湧出数は未利用（35%）を含めて73カ所である。これ等は泉温に応じて、冷鉱泉（25℃未満）、低温泉（25℃以上～34℃未満）、温泉（34℃以上～42℃未満）及び高温泉（42℃以上～100℃未満）の4種に区分される。それぞれの温度区分毎に地域別に比較すると表8のとおりである。

すなわち、低温泉及び冷鉱泉の占める割合は74%であり、温泉及び高温泉は、併せて26%である。加賀地区での後者の占める割合は、約66%であるのと比較すると、能登地区のそれが低

表9 能登地区における温泉の地形・地下地質・湧出主因・泉質の関係表

地形	地域	行政区分	地下の主要地質	温泉湧出主因の類型	泉質
海岸平野・低地帯	能登南部	内灘町	第四系・上部第三系	d型	食塩泉
		七塚町			食塩泉
		津幡町			食塩泉・単純泉
	能登中部	羽咋市	第四系・上部第三系・花崗岩	c・d型	単純泉・食塩泉
		能登島町	上部第三系（堆積岩・安山岩類）	aO型	食塩泉
	能登北西部	輪島市	上部第三系（堆積岩・安山岩類）	aO型	食塩泉
	能登北東部	珠洲市	上部第三系（堆積岩・安山岩類）	d型	単純泉・食塩泉
		柳田村		aO型	芒硝泉
		能都町		aO型	食塩泉（D型）
山麓・低山地帯	能登南部	津幡町	上部第三系	d型	単純泉・食塩泉
	能登中部	志雄町	上部第三系・花崗岩類	c・d型	食塩泉
		七尾市	上部第三系（堆積岩・安山岩類）	aO型	食塩泉・重曹泉
		富来町	上部第三系・花崗岩類	c・d型	食塩泉
		志賀町	上部第三系（安山岩類）	aO型	食塩泉
	能登北西部	穴水町	新第三紀安山岩類	aO型	食塩泉
		輪島市		aO型	食塩泉・重曹泉
	能登北東部	内浦町	柳田累層・安山岩類	aO型	食塩泉
		珠洲市	新第三紀安山岩類	aO型	食塩泉

温泉湧出の主因：a：火山地帯（aN…新火山、aO…旧火山）

b：岩脈

c：断層構造・亀裂

d：被圧温水

率であるのは、温泉の掘削が20～30年前に開発された泉源が多く、掘削深度の浅いことが主な原因と考えられる。

3) 期間別温泉開発の比較

能登地区における温泉地は、七尾市和倉区及び珠洲区を除いては、概ね1温泉地・1源泉である。温泉湧出数及びその増加の傾向を10年スパンで比較すると、昭和38年（1963年）頃は約30カ所に過ぎなかったが、同48年には昭和38年の温泉数の約1.3倍、同58年には約1.7倍、平成4年には総数73カ所、約2.5倍である。約30年間における増加の傾向をみると、加賀地区の伸び率が3.5～4倍であるに対して、能登地区はやや低い。

また、温泉掘削の深度をみると、深度800m

以深の源泉は加賀地区では65ヶ所であるのに対して、能登地区では20ヶ所である。

5. 温泉の泉質と地質との関係

能登地区に分布する約80ヶ所の温泉について、温泉の泉質とそこの地質、なかんづく岩相・層相は、基本的には温泉の種類に深く関与する第一要因であることは言うまでもない。

能登地区に分布する約80ヶ所の温泉についてこれ等温泉の泉質とそこの地質、特に岩相・層相との関係について検討した結果、表9に示されるように総括できた。

すなわち

a) 海岸平野・低地帯

この地帯は、海拔約50m以下の低平な地形を呈する地域で、ここの地下を構成する地質は地域によって異なる。周辺の地表地質や掘削試料等から判断すると、能登南部では、上位より下位に、第四紀の堆積物、新第三紀の堆積岩類であって、内陸に分布する新第三紀層の中に流入した地下水が、粗粒堆積物よりなる地層に沿って流下し、地下深部からのマグマ性潜在地熱によって温められてできた平野下潜在被圧温水であると利断される。この地方に散在する温泉は、概して、湧出類型がd型で、泉質は食塩泉が多い。

羽咋では、海岸一帯の砂丘地で温泉開発が進み、数本の1000mを越す掘削井の試料によると第四紀・新第三紀の地層が500m~700m累積し、その下位に宝達山に分布すると類似の花崗岩類が潜在している。この花崗岩類中の亀裂に沿って食塩泉質の温水が賦存しているようである。湧出類型はc・d型である。

能登中部の能登島町、及び能登北部の輪島市・柳田村・能都町・珠洲市等に分布する低地の温泉は、何れも新第三紀中新世前期と推定されるいわゆる安山岩類（穴水累層）に、その湧出層準があるものと推定される。この地域の泉質は食塩泉で、七尾市の和倉温泉はその代表的な温泉である。湧出類型はaO型である。

b) 山麓・低山地帯

能登地区は、地形的に見て、その殆どが低山地帯である。

能登南部の津幡町では、上部第三系の下部、恐らくは、その掘削深度から判断して、掘削底は黒壁玄武岩質火砕岩類ないし砂子坂凝灰質砂岩・泥岩互層にまで達しているものと推定されている。湧出類型はd型で、泉質は食塩泉が多い。

能登中部で、志雄町の低山地では、宝達山塊の上昇運動により、花崗岩類が地下浅所に分布しているようで、ここの泉質は食塩泉である。

七尾市湯川や志賀町丘陵（海成段丘）上の温泉等は、上部に新第三紀の地層が、そして下部

に中新世前期の安山岩質熔岩を主とする穴水累層が潜在するものと推定される。湧出類型はaO型で、泉質は食塩泉である。

能登中部の北西端に立地する富来町酒見北方低山~丘陵地での最近の掘削井試料によると、上部は安山岩質岩類であり、その下位には花崗岩類が潜在していて、この深成岩体がこの付近を通る断層群によって一部切断または岩体中に亀裂が生じていて、これに温水が賦存していることが判明した。泉質は食塩泉である。

能登北西部及び能登北東部の低山・丘陵地に存在している温泉は、何れも新第三紀の穴水累層の安山岩類またはそれより若干新しい柳田累層（石英安山岩質火砕岩類及び玄武岩類）より湧出しているものと推定される。その規模は、何れも小さい。ここの泉質は主として食塩泉である。

主要文献

- 地質調査所(1974):50万分の1地質図幅「金沢」
 藤則雄(1967):能登半島七尾周辺の第四系の花粉学的研究,早坂一郎先生喜寿記念論文集,191-218
 藤則雄(1969/a):日本海沿岸の海岸砂丘,金沢大学日本海域研究所報告,1,5-33
 藤則雄ら(1969b):北陸地方の第四系,「日本の第四系」,263-297,築地書館
 藤則雄(1970/a):宇ノ気町の自然の概観・通史,宇ノ気町史,1-10,宇ノ気町
 藤則雄(1970b):宇ノ気町の地形・地質,宇ノ気町史,605-626,宇ノ気町
 藤則雄(1973):羽咋市の地形・地質,羽咋市史 原始・古代編,200-230,羽咋市
 藤則雄(1974/a):富来町の地形・地質,富来町史 第一巻(資料編),富来町
 藤則雄(1974b):押水のあけぼの,押水町史,1-43,押水町
 藤則雄(1975a):北陸の海岸砂丘,第四紀研究,14,4,195-220
 藤則雄・塩田繁(1975b):石川県志雄町の地質,金沢大学教育学部紀要,自然科学編,24,43-49
 藤則雄(1977a):志賀町の地形・地質,志賀町史 第一巻(資料編),志賀町

- 藤則雄 (1977 b) : 能登半島七尾の地質, 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 25, 29-36
- 藤則雄 (1978 a) : 富来町の自然史, 富来町史第四卷(通史編), 富来町
- 藤則雄・榎本宏美 (1978 b) : 能登半島新第三紀珪藻泥岩層の古環境解析, 金沢大学日本海域研究所報告, 10, 53-102
- 藤則雄・吉村春美 (1979) : 能登半島最新世平床貝層の古環境解析, 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 27, 45-66
- 藤則雄・山岸美津子 (1980/a) : 能登半島最新世後期宇治貝層の古環境解析, 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 28, 31-50
- 藤則雄 (1980 b) : 能都町の地形・地質, 能都町史第一卷(資料編), 能都町
- 藤則雄 (1981 a) : 内浦町の地形・地質, 内浦町史, 資料編, 内浦町
- 藤則雄 (1981 b) : 能登半島能都地区の地質, 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 29, 57-64
- 藤則雄 (1981 c) : 能登半島小木・松波地域の地質, 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 30, 97-102
- 藤則雄 (1982 a) : 能登島の地形・地質・気象, 能登島町史第一卷, 資料編, 能登島町
- 藤則雄 (1982 b) : 内灘町の地形・地質・水理, 内灘町史, 1-30, 内灘町
- 藤則雄 (1982 c) : 鹿島町の地形・地質・気象, 鹿島町史第一卷, 資料編, 鹿島町
- 藤則雄 (1984) : 能登島の自然史, 能登島町史第四卷, 通史編, 能登島町
- 藤則雄編著 (1985) : 石川の地形・地質案内, pp. 281, 東京法令出版
- 藤則雄・板倉淳 (1992) : 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, 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 41, 1-18
- 北陸第四紀研究グループ (1969) : 北陸地方の第四系, 地学団体研究会専報, 15 : 「日本の第四系」, 263-297, 築地書館
- 今井巧 (1959) : 5万分の1地質図幅「金沢」及び同説明書, 地質調査所
- 石川県 (1977) : 石川県の自然環境, 「地質環境編」
- 石川県温泉開発研究協会 (未公表) : 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
- 粕野義夫・坂本 亨・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
- 鈴木達夫 (1954) : 石川県地質産誌, 石川県, pp. 130