



総 説

福井県の温泉

松 井 利 夫¹⁾

(平成 28 年 5 月 1 日受付, 平成 28 年 6 月 4 日受理)

The Hot Springs in Fukui Prefecture

Toshio MATSUI¹⁾

Abstract

There are 159 hot spring wells in Fukui prefecture, and 77 wells located in Awara Spa. Hot spa sites were classified with quality of hot springs water, the number of chloride type is 20 ; hydrogen carbonate type, 10 ; sulfate type, 12 ; radioactive type containing radon, 6 ; simple hot spring type, 23, others without carbonate and/or acidic type, 5.

The geological feature of Fukui prefecture consists of Hida gneiss and stratum in each geological time after the Paleozoic era, and Akiu fault (the geological structure line) tied to east and west exists in the middle of the North area. A Mesozoic formation and Neogene period layer of Hida gneiss are distributed on the north side of the Akiu fault and the Mesozoic era stratum is distributed on the south side, and the South area consists of a Mesozoic formation and granite.

The Awara spa is an outstanding common with a hot salt spring and from the non-volcanic origin. Other chloride spring site except Awara spa are classified into the coast group and the mountain-inland area group.

The quality of Awara spring and some spring in the coast group in the North area is (Na · Ca)-Cl ; the mountain-inland group , Na-(Cl · HCO₃) ; the deep well hot spring in the South area, Na-Cl.

A hydrogen carbonate type exists in stratum of the delaying environment and the old stratum deep relatively. The hot springs in Sabae-Kawada district which is located on the north side of the geological structure line, and included isolation carbon dioxide, therefore theses springs were guessed the gush which makes the tertiary deposit a basement rock. There are at least two types of spring among the sulfate type which would be gushed from the stratum which underwent volcano (Mt. Haku-san) influence.

A radioactivity type admitted the tendency new period granite kinds in the South area. Radon was detected with high concentration in an alluvium of a basement rock. Simple hot spring, at the coasts or in an inland sites were all an alkalescent or an alkaline spring.

¹⁾坂井ケアセンター 現住所(連絡先)〒919-0632 福井県あわら市春宮3丁目1の16. ¹⁾Sakai care center. E-mail tm-fukui@hotmail.co.jp, TEL 0776-74-0007, FAX 0776-74-0007.

要 旨

福井県には159個の源泉があり、そのうち、77個が芦原温泉とその周辺にある。泉質別に温泉地を分類すると、塩化物泉20ヶ所、炭酸水素塩泉10ヶ所、硫酸塩泉12ヶ所、放射能泉6ヶ所、単純温泉23ヶ所、その他5ヶ所であり、炭酸泉や酸性泉は存在しない。

福井県の地質は、飛騨片麻岩類と古生代以降の地層からなっており、嶺北地方の中央に東西に結ぶ地質構造線（秋生断層）が存在し、この断層の北側は飛騨片麻岩類の中生層と新第三紀層が、南側には中生代地層が分布し、嶺南地方は中生層と花崗岩からなる。

芦原温泉は、国内屈指の非火山性高温食塩泉であり、これ以外の塩化物泉は、海岸型と山間内陸部型に分類できる。化学成分析から、芦原温泉と嶺北地方の一部の海岸型は、(Na・Ca)―Cl型、嶺南地方の深井戸温泉は、Na―Cl型、山間内陸部型は、Na―(Cl・HCO₃)型であった。炭酸水素塩泉は、停滞的な環境の地層や比較的深い古い地層に存在する。鯖江・河和田等の温泉群は、地質構造線の北側に列を成して存在し、遊離二酸化炭素を含むことから、第三紀層を基盤岩とする湧出泉と推測した。硫酸泉は、火山（白山）の影響を受けた地層から湧出する温泉で、少なくとも2つのタイプが確認された。放射能泉は、嶺南地区の新时期花崗岩類を基盤岩とする沖積層において高濃度検出する傾向が認められた。単純温泉は日本海沿いまたは内陸部に存在し、全て弱アルカリ泉またはアルカリ泉であった。

1. はじめに

塚野（1968）は、福井県の温泉に関する学術論文を本誌に報告したが、副題にもあるように芦原温泉を主に記述し、東尋坊温泉、大安寺温泉、福井県嶺南地方の放射能泉についてわずかに言及しているにすぎず、福井県内全域の温泉を網羅したものではない。塩谷ら（1973）は、昭和48年（1973年）の福井県衛生研究所調査研究報告に「福井県下の温泉」を掲載し、増永ら（1978）は、昭和53年の鉱泉分析法改正に飲用に伴う有害元素項目が加えられたことを受け、「県内における温泉水の微量元素状況」を、高塚ら（1985）は、温泉の経時変化を調査する目的で、芦原温泉をはじめとする県内主要温泉地の泉質を調査した。さらに、増永ら（1982）は、福井県嶺南地方の放射能泉のラドン濃度を液体シンチレーションカウンターで測定した。

著者が以前所属していた福井県衛生研究所（現 福井県衛生環境研究センター）は、福井県の第1号の温泉登録分析機関であり、長らく県内の温泉分析を行ってきたが、諸般の事情で平成21年（2009年）から登録を辞退している。本稿では、これまでに衛生研究所年報に報告（1998年）してきた県内の泉質データ及び独自に収集した最新データ（地質情報も含む）を基に本県の温泉状況を概説する。データ収集が長期にわたっていることや現時点で未利用・廃業・休業状態のデータを含めたため、必ずしも最近の現状を現してはいないことを付記する。所在地については、県の北部を「嶺北地方」、南西部を「嶺南地方」と呼ぶ行政上の名称並びに地形に基づく地域区分を用いた。

2. 福井県内の温泉の概要

福井県は特に温泉に恵まれた県ではなく、日本温泉協会80年記念誌（2011）によると、温泉地数で全国28位〔昭和38年（1963年）〕、唯一全国的知名度の高い大規模の温泉は芦原温泉のみである。平成27年度（2015年度）の福井県登録の源泉総数は159ヶ所（温泉地：76ヶ所）で、未利用源泉数は62ヶ所であり、平成8年度（1996年度）の源泉数は134ヶ所（温泉地：50ヶ所）と比べ、約20年間に源泉数は約18%増加した。芦原温泉の源泉は74ヶ所、周辺の芦原西温泉、芦原東温泉を加えると77ヶ所となり、県全体に占める源泉数の割合は5割弱であるが、温泉経営上の問題もあり、現在利用されていない源泉数も34ヶ所ある。主な泉質は、塩化物泉、炭酸水素塩泉、硫酸塩泉、単純温泉、放射能泉であり、その他には含鉄泉、硫黄泉、メタケイ酸泉等があり、二酸

化炭素泉は過去の記録や未利用源泉には散見されるが、酸性泉は存在しない。

温泉開発の歴史を概観する。古くから各地域に湯治場はあったと思われるが、大規模温泉は芦原温泉のみで、明治 16 年 (1883 年) に灌漑用掘削中に田圃で偶然に発見され、井戸の深さは 23 間 (41m) で自噴したとの記録 (泉温 27℃) がある (芦原温泉開湯 100 周年記念誌編集:1984)。戦後の温泉開発は、用水・地下水の確保、北陸トンネル工事、行政機関の依頼などで始まり、泉温測定や化学分析が実施された。戦後、温泉ブームは幾度もあったが、昭和 63 年 (1988 年) の竹下政権の「ふるさと創生」は多くの自治体の温泉掘削を促し、温泉保養・観光ブームに拍車をかけた。また、少ない源泉からの近隣の温泉施設や宿泊施設などへ給配湯する集中管理方式も行われるようになり、このため、湯量不足も生じ、「加水」「循環水」「加温」等の新たな課題も指摘されている。

3. 北陸地方の地質と福井県の地形と地質

3.1 北陸地方の地質

北陸 (福井、石川、富山の 3 県) の富山県から石川県、福井県の北部は、飛騨片麻岩を基盤とする (粕野, 1979)。古生代の地層は、福井県嶺北地方東部の九頭竜川上流地域の一部に分布する。九頭竜川上流の一部には、古生代シルル紀の化石を含む石灰岩などがあり、地質学上重要であるが、古生代の地層は、石川県や富山県では見つからない。中生代の地層は、三畳紀に海底で堆積した難波江層群が福井県嶺北地方の西端地域 (日本海沿) に、ジュラ紀前期の来馬層群が富山県東南部に見られ、またジュラ紀後期から白亜紀にかけて堆積した手取層群が、石川県の手取川上流域を中心に、福井県嶺北地方東部や富山県南西部にかけて分布する。新生代の中頃にグリーンタフ変動が始まり、日本海が誕生した。中新世の地層は福井県嶺北地方北部や石川県、富山県に広く分布する。海岸線や山の形が、現在とほとんど同じになったのは、わずか 1 万年ほど前である。

白山は、石川県と岐阜県にまたがる火山であり、御前峰 (2,702m) を最高峰に幾つもの山頂で構成される。白山火山は南北 10km 程度の広い範囲を示すことが多いが、後述する「白山からの距離」とは、便宜上、御前峰の山頂を起点とした直線距離とした。

3.2 福井県の地形と地質

福井県の地形の概略を図 1 に示す。福井県の地形は、小中起伏山地が約 6 割、平野や扇状地は約 2 割を占める。海岸は明確に 3 区分され、嶺北地方北部は堆積性海岸、嶺北地方中・南部は断層性隆起海岸、嶺南地方はリアス式海岸である (福井県自然保護課, 1987)。

福井県の地質の概略を図 2 に示す。福井県の地質 (福井県, 2010) は、飛騨片麻岩類と古生代以降の各地質時代の地層からなっており、比較的豊富な地史的内容をもっている。嶺北地方のほぼ中央に、大野市東北部の油坂—九頭竜湖—池田町稲荷—吉野瀬川—越前町米ノを東西に結ぶ直線的な凹みがあり、日本の中部地方を分ける秋生断層という地質構造線が存在する。この構造線の北側は、飛騨片麻岩類を基盤とした中生層と新第三紀層が広く分布し、新第三紀層中の安山岩あるいは、新第三紀末から更新世に噴出した安山岩が存在している。この構造線の南側の地層は、付加体と呼ばれる海洋の移動地殻を主とする中生代の地層が、嶺南地方の山地まで分布している。嶺南地方の高浜町周辺を除き、殆ど大部分が中生層と花崗岩からなる。嶺南地方の西端部 (高浜町周辺) には、三畳系、新第三系や超塩基性岩類などが分布している。福井県の地質年代を表 1 に示した。

山本・加藤 (1997) は、福井県嶺北地域の活断層の詳細を報告しており、その一部を図 3 に示した。本県内の大きな断層としては、温見断層、剣ヶ岳断層、丹生山地の甲楽城断層があり、嶺南地方では三方断層、熊川断層があり、甲楽城断層・柳ヶ瀬断層と熊川断層に挟まれた部分は、若越破

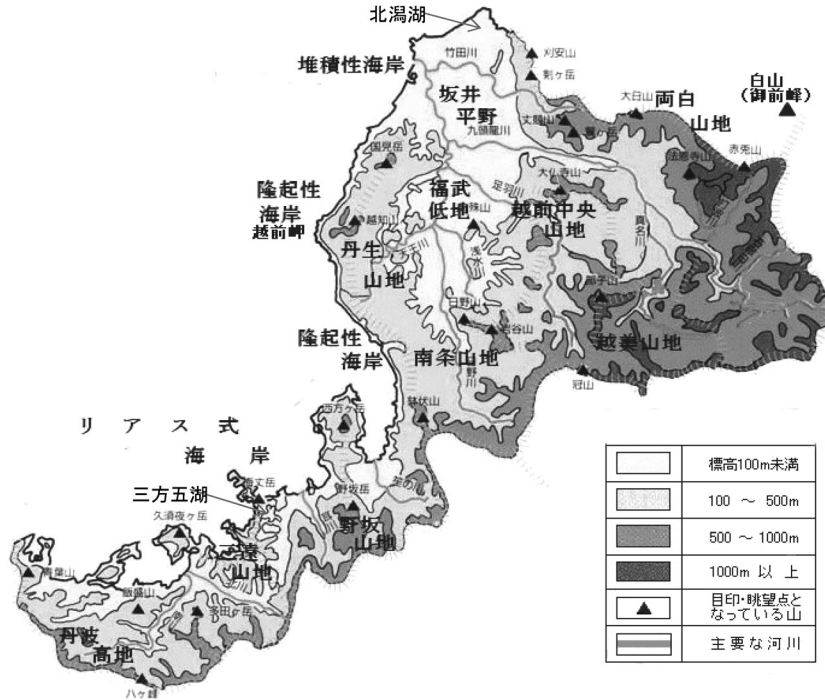


Fig. 1 Geographical map of Fukui prefecture
 図 1 福井県の地形図

碎帯と呼ばれている。

4. 主要泉質成分からみた福井県の温泉概況

福井県内の温泉を概説するにあたり、泉質区分は、温泉法の揭示用項目を参考に、塩化物泉、炭酸水素塩泉、硫酸塩泉、単純温泉、放射能泉（ラドン泉）とした。泉温や泉質は、地形・地質等に影響を受け、温泉水（地下水）の供給・滞留は主に断層と関連する（佐々木，2013；白水，1994）。さらに、近年の掘削技術の発展は深井戸温泉開発を可能にし、井戸深度も重要な因子となってきた（関，2006）。

県登録温泉地の内訳は、塩化物泉は20ヶ所、炭酸水素塩泉は10ヶ所、硫酸塩泉は12ヶ所、単純温泉は23ヶ所、放射能泉は6ヶ所であり、温泉法第二条別表に定める項目（フッ化物イオン、メタホウ酸、メタケイ酸、総鉄イオン）の含有量を満たす温泉5ヶ所であった。また、過去には多数の二酸化炭素泉が存在したらしいが、最近の登録では1ヶ所あり、しかも未利用であった。

今回解析した源泉総数は61ヶ所で県内温泉実態を概ね代表していると考え、選定は以下の基準で行った。①県に登録されているが、現在使用されていない、または、廃業した小規模温泉は、原則として除外した。②芦原温泉は、湧出温度や化学成分濃度が高い中心地の源泉を選定した。③隣接した温泉で、泉温・泉質が類似している場合は原則として湧出量の多い温泉を選定した。④泉質データ（泉質、泉温等の基礎情報）が全く得られなかった小規模温泉は原則として除外した。対象とした温泉（源泉）の概要を表2に、所在地を図4に示した。また、詳細データ（分析表等）が

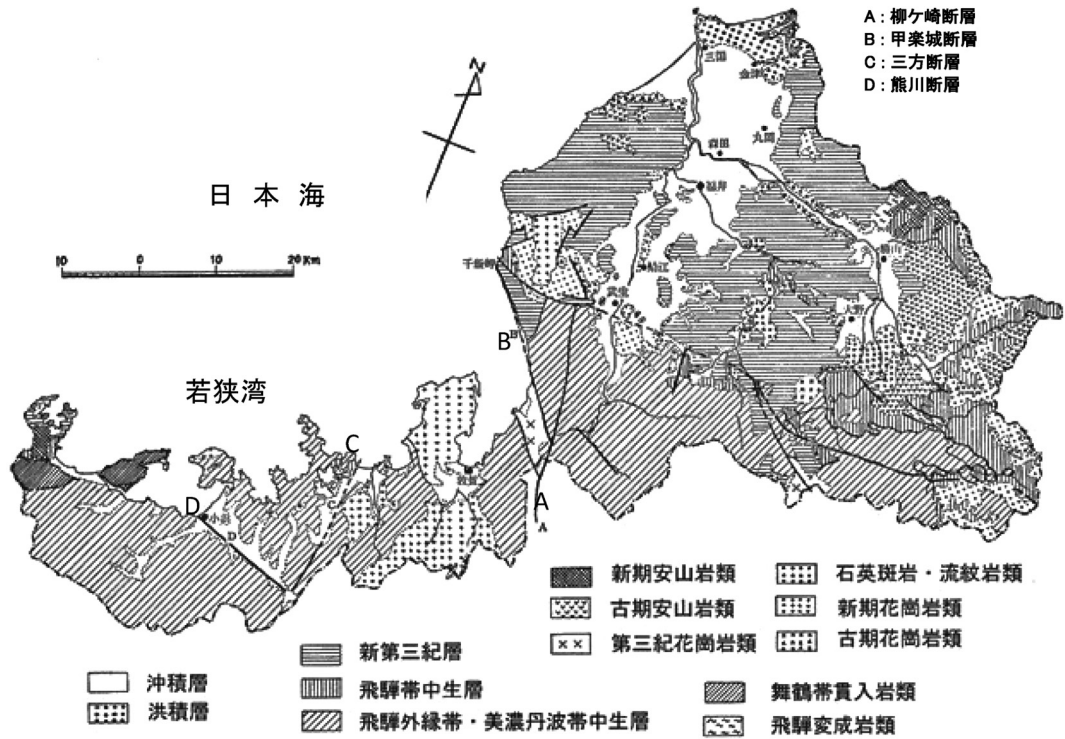


Fig. 2 Geological map of Fukui prefecture

図 2 福井県の地質図

Table 1 Geological time in Fukui prefecture

表 1 福井県の地質年代表

絶対年代 (万年)	地質時代		地層名	岩相	
1 170 2,400	新世代	第四紀	完新世	沖積層	未固結の泥・砂・礫
			更新世	段丘堆積物・旧扇状地堆積物	未固結の泥・砂・礫
		新第三紀	鮮新世	新期地安山岩溶岩	安山岩溶岩、火砕岩
			米ヶ脇層	砂岩・泥岩・凝灰岩	
	国見層		火山碎屑岩類		
	中新世	糸生層	安山岩溶岩		
	内浦層				
古第三紀	斬新世	冠岳流紋岩類	流紋岩質火山碎屑岩		
西谷流紋岩類					
6,500 14,300 21,200 24,700	中生代	白亜紀	深成岩類	花崗岩類	
			面谷流紋岩類	流紋岩質火山碎屑岩	
		足羽層群	砂岩・泥岩・礫岩		
		ジュラ紀	手取層群	砂岩・泥岩・礫岩	
	三疊紀	美濃帯・丹波層群	飛騨変成岩類	砂岩・泥岩・チャート 緑色岩、石灰石	
	二疊紀				
	石炭紀				
古生代	デボン紀	飛騨変成岩類	片麻岩		
	シルル紀				
	オルドビス紀				
	カンブリア紀				
57,500					

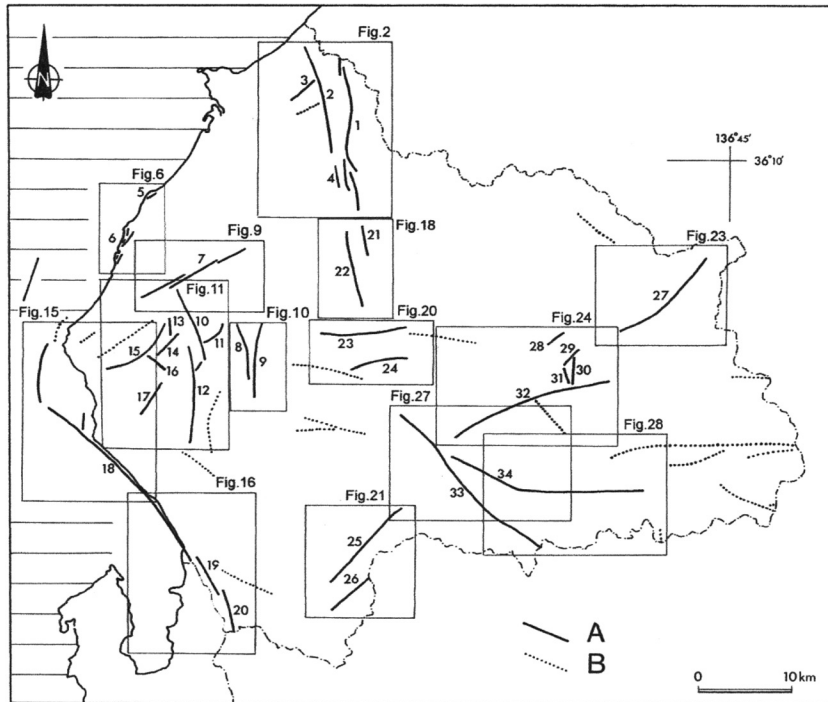


Fig. 3 Active fault map of North area, Fukui prefecture

図 3 福井県嶺北地方の活断層

A は活断層であり、B は活断層の疑いのあるリニメント、活断層の範囲を枠で囲んだ。

1: 剣ヶ岳, 2: 細呂木, 3: 青ノ木, 4: 篠岡, 5: 和布, 6: 鮎川, 7: 更毛, 8: 鯖江台地西縁, 9: 鯖江, 10: 宝泉寺, 11: 朝日, 12: 蟬口, 13: 上糸生, 14: 下糸生, 15: 笹川, 16: 桜谷, 17: 小曾原, 18: 甲楽城, 19: 山中, 20: 柳ヶ瀬, 21: 二本松山, 22: 松岡, 23: 白椿山, 24: 殿上山, 25: 金草岳, 26: 笹ヶ峰, 27: 鳩ヶ湯-小池, 28: 越前富田, 29: 上唯野, 30: 佐開, 31: 木落, 32: 宝慶寺, 33: 温見, 34: 巢原

得られなかったが、重要と思われる温泉（源泉）については名称・泉温・泉質などのみを記載し解析を行った。さらに、各温泉の泉質別に、但し、溶存物質がわずかに 1 g/kg に満たない単純温泉はその主成分を基に、温泉化学成分のトリリニアダイアグラム（図 5）を作成して、地形・地質を考慮して、火山性・非火山性に併せ、温泉水・地下水の浸透・滞留に関連する活断層の位置との関係を検討した。

温泉名は、芦原温泉（西・東を含む）のみ「芦原温泉」と呼称し、他は「温泉」を省略し、温泉・源泉の名称は判別できる程度の略名で記載した。

4.1 塩化物泉

(1) 芦原温泉と芦原西温泉

芦原温泉は嶺北地方の北部に位置し、石川県に隣接する。明治 16 年（1883 年）の最初の井戸は枯渇し、主要な湧出地域が北東 1 km のあわら市温泉 4 丁目付近に移動した。発見当初の泉温は 60°C で、明治 19 年（1886 年）の温泉分析によれば、温泉 1 kg 中にナトリウムイオン（2.43 g）、カルシウムイオン（1.69 g）、カリウムイオン（0.074 g）、マグネシウムイオン（0.003 g）、塩素イオン（5.033 g）、硫酸イオン（0.360 g）であり、現在の泉質（ナトリウム・カルシウム-塩化物泉）、および現在利用

Table 2 Characteristics and types of hot springs in Fukui prefecture

表 2 福井県の主な温泉地と泉質の概要

泉質名 分類	分類 記号	温泉地・源泉名	湧出地	陽イオン		陰イオン		井戸 深度 (m)	泉温 (℃)	pH	蒸発 残留物 (g/kg)	遊離 二酸化炭素 (mg/kg)
				主成分	副成分	主成分	副成分					
塩化物泉	CL-1-1	芦原温泉1	あわら市温泉4	Na	Ca	Cl			67.8	7.36	8.677	11
	CL-1-2	芦原温泉2	あわら市温泉4	Na	Ca	Cl			77.9	7.20	10.090	
	CL-2-1	芦原西温泉1	あわら市堀江十楽	Na	Ca	Cl			44.8	7.68	2.713	3
	CL-2-2	芦原西温泉2	あわら市堀江十楽	Na	Ca	Cl			34.5	7.95	1.266	8
	CL-3	吉崎温泉	あわら市吉崎	Na	Ca	Cl		288	16.6	8.80	17.710	
	CL-4	北潟温泉	あわら市北潟	Ca	Na	Cl			30.2	7.92	10.560	0
	CL-5	鳩ヶ湯鉱泉	大野市上打波	Na		Cl	HCO ₃		22.5	6.70	4.591	439
	CL-6	法恩寺温泉	勝山市勝山	Na		Cl	HCO ₃		37.0	6.67	9.716	616
	CL-7	浄土寺温泉	勝山市村岡浄土寺	Na		Cl			31.6	7.05	2.450	242
	CL-8	勝山ホテル温泉	勝山市片瀬2	Na	Mg・Ca	Cl	HCO ₃		40.7	6.60	6.477	560
	CL-9	伊自良温泉	福井市美山町中手	Na		Cl	SO ₄ ・HCO ₃		30.7	7.74	1.683	28
	CL-10	永平寺温泉	永平寺町清水	Na	Mg	Cl	HCO ₃	1,700	28.5	6.50	18.136	923
	CL-11	潤温泉	福井市潤町	Na	Ca	Cl	SO ₄	1,100	39.7	8.50	1.090	
	CL-12	梅浦温泉	越前町梅浦	Na	Ca	Cl			20.0	8.18	2.003	
	CL-13	甲楽城温泉	河野村甲楽城	Na	Ca	Cl			28.4	7.90	13.070	
	CL-14	敦賀温泉鞠山	敦賀市鞠山	Na	Ca	Cl			20.0	7.30	13.250	32
	CL-15	日向温泉	美浜町日向	Na	Ca	Cl			16.3	8.65	6.323	
	CL-16	早瀬温泉	美浜町早瀬	Na	Ca	Cl			15.4	7.18	1.360	12
	CL-17	みかた温泉	若狭町中央	Na		Cl		1,500	39.0	7.19	11.130	46
	CL-18	大飯本郷温泉	大飯町本郷	Na		Cl		800	19.7	7.05	17.250	44
CL-19	若狭和田温泉	高浜町和田	Na		Cl		600	28.8	7.10	9.510	19	
CL-20	高浜温泉	高浜町宮崎	Na		Cl			33.3	7.22	20.110	7	
炭酸水素塩泉	CH-1	六呂師温泉	勝山市平泉寺町			HCO ₃	Cl		35.7	7.06	5.336	249
	CH-2	旭鉱泉	鯖江市上河内町	Na	Mg	HCO ₃			11.4	6.30	3.636	1,892
	CH-3	かわだ温泉	鯖江市尾花町	Na		HCO ₃		1,200	32.3	6.76	2.420	550
	CH-4	寺中温泉	鯖江市寺中町	Na	Ca・Mg	HCO ₃			14.9	6.13	1.807	732
	CH-5-1	志津原鉱泉1	池田町志津原	Na		HCO ₃			12.3	6.41	2.076	682
	CH-5-2	志津原鉱泉2	池田町志津原	Na		HCO ₃			13.2	6.30	1.465	2,112
	CH-6	不老(おいず)温泉	越前市不老町	Mg	Ca	HCO ₃			21.6	6.32	0.887	519
	CH-7	金華山温泉	越前市白崎町	Na		HCO ₃	SO ₄		30.9	8.31	1.141	9
	CH-8	白崎温泉	越前市中山町	Na		HCO ₃		1,500	42.2	7.86	1.330	23
	CH-9	厨・漁火温泉	越前町厨	Na		HCO ₃	SO ₄	856	40.3	8.23	0.938	11
CH-10	敦賀市民温泉(1号)	敦賀市高野	Na		HCO ₃		1,501	28.8	9.20	1.189	0	
硫酸塩泉	SU-1	美山森林温泉	福井市美山市波	Na	Ca	SO ₄		1,001	25.5	7.60	1.670	7
	SU-2	山竹田温泉	坂井市丸岡山竹田	Ca	Na	SO ₄			22.6	7.49	1.567	8
	SU-3	丸岡温泉	坂井市丸岡八ヶ郷	Ca	Na	SO ₄			52.2	6.50	20.484	1
	SU-4	金津温泉	あわら市瓜生	Na	Ca・Mg	SO ₄			21.5	7.70	1.251	6
	SU-5	東安居温泉	福井市金屋	Ca		SO ₄			27.4	7.80	1.244	0
	SU-6	開発温泉	福井市開発	Na	Ca	SO ₄	Cl	1,300	42.1	9.19	0.938	198
	SU-7	菅谷温泉	福井市菅谷	Na	Ca	SO ₄	Cl	1,500	47.7	8.70	1.716	0
	SU-8	坪谷温泉	福井市坪谷	Na		SO ₄			48.4	8.02	2.741	
	SU-9	大安寺温泉	福井市天管生	Na	Ca	SO ₄	Cl	1,300	37.6	8.85	1.161	
	SU-10	佐野温泉	福井市水切	Na	Ca	SO ₄		1,450	56.1	8.59	1.882	
	SU-11	天谷温泉	越前町天谷	Na	Ca	SO ₄			20.1	8.50	0.903	
単純温泉	SI-1	芦原東温泉	あわら市東温泉	Na		Cl			20.5	7.80	0.390	
	SI-2	下山温泉	大野市和泉下山	Na		HCO ₃			26.1	8.50	0.412	32
	SI-3	櫛原温泉	福井市南櫛原町	Na	Ca	SO ₄	Cl	600	25.1	8.72	0.901	
	SI-4	糸生温泉	越前町下糸生	Na		HCO ₃		1,002	33.8	8.50	0.672	11
	SI-5	鷹巣温泉	福井市蓑	Na		SO ₄			31.1	9.20	0.474	0
	SI-6	赤坂温泉	福井市赤坂	Na		HCO ₃	SO ₄		42.0	8.90	0.626	0
	SI-7	玉川温泉	越前町玉川	Na		HCO ₃		347	31.2	8.90	0.185	
	SI-8	三六温泉	鯖江市三六町	Na	Ca	Cl	HCO ₃ ・SO ₄		27.8	7.90	0.470	62
	SI-9	中小屋温泉	南越前町中小屋	Na	Ca	HCO ₃			27.3	8.38	0.268	9
	SI-10	今庄温泉	南越前町板取	Na		HCO ₃			31.1	9.75	0.241	11
	SI-11	敦賀トンネル温泉	敦賀市新保	Na		Cl			25.7	9.60	0.127	
放射能泉	R-1	花城温泉	敦賀市柳川	Na	Ca	HCO ₃	Cl		16.8	6.60	0.110	23
	R-2	虹岳島温泉1	若狭町氣山	Na	Ca	Cl			13.5	6.13	0.073	6
	R-3	虹岳島温泉2	若狭町田井島	Na	Ca	Cl			13.2	5.40	0.070	11
	R-4	和田(美浜)温泉	美浜町和田	Na		Cl			16.1	6.61	0.936	17

*)放射能泉のRn濃度(Ci×10⁻¹⁰/kg):花城温泉(99.0),虹岳島温泉1(68.8),虹岳島温泉2(105.3),和田(美浜)温泉(23.7),三方温泉(76.9)



Fig. 4 Distribution and types of hot springs in Fukui prefecture

図 4 福井県の温泉地

記号は泉質を示し、添え数字は表 2 と同じ。

- 印 (塩化物泉) 芦原温泉とその周辺
- △印 (海岸型塩化物泉)
- 印 (内陸山間部型塩化物泉)
- ▲印 (炭酸水素塩泉)
- 印 (硫酸塩泉)
- 囲み数印 (単純温泉)
- 囲み R 印 (放射能泉)

されている源泉の泉温範囲 (33.5~77.5℃) と殆ど変化なく、当時から国内屈指の高温食塩泉であった。昭和 23 年 (1948 年) に福井県北部を襲った「福井大地震」により芦原温泉も湧出などに変化が起きたことから、温泉保護のため掘削制限が行われ、昭和 26 年 (1948 年) 1 月に温泉泉源の保護対策として、泉源数を 74 井 (昭和 7 年の警察台帳登録数は 76 井であり、内 2 井は不明) とし新たな掘削を認めず、深度を 91m 以内と決めた。昭和 30 年 (1955 年) 代に塚野 (1968) や中央温泉研究所によって、芦原温泉の詳細な地質学的な研究が行われた。平成 26 年 (2014 年) には、「開湯 130 年」を迎え、石川県加賀温泉郷の片山津温泉にも近く、似た様な泉質 (片山津温泉総湯のデータ: ナトリウム・カルシウム-塩化物泉, 72℃, pH 6.6) と言われている。昭和 29 年 (1954 年) 調査で新第三紀頁岩層 (70m~) があり、基盤の頁岩層の小亀裂から出た温泉水は砂層に貯留し、その熱源はグリーンタフよりも新しい安山岩の噴出に起因すると推測した研究 (坂本, 1956) がある。芦原温泉周辺には芦原西、芦原東があるが、中心部より明らかに蒸発残留物が少なく、泉温も低く、一部は単純温泉である。

(2) 芦原温泉及び周辺温泉以外の塩化物泉

芦原温泉・芦原西温泉以外の塩化物泉は、未利用を含めた県登録の温泉は 17 ヶ所ある。日本海

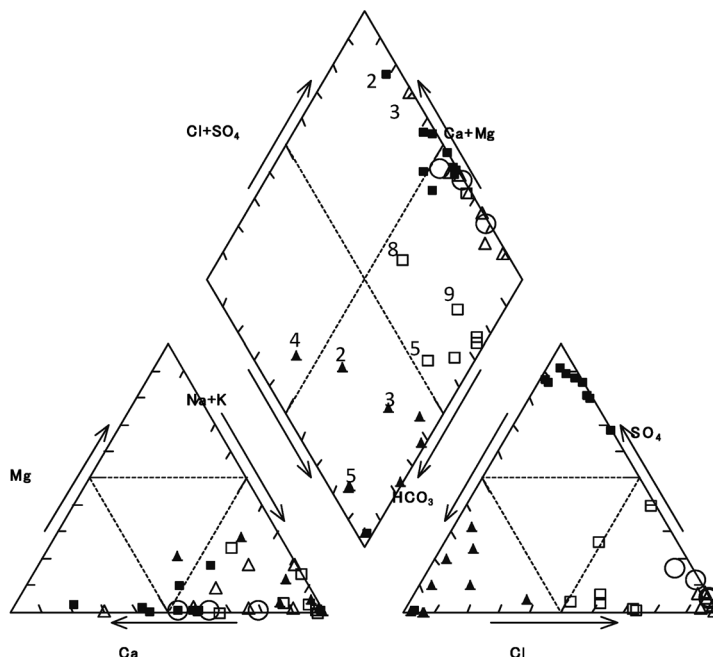


Fig. 5 Trilinear diagram of hot springs in Fukui prefecture

図 5 温泉化学成分のトリリニアダイアグラム

記号は泉質を示し、添え数字は表 2 と同じ。

- ：芦原温泉と周辺温泉
- △：海岸型塩化物泉
- ：内陸型塩化物泉
- ▲：炭酸水素塩泉
- ：硫酸塩泉

(もしくは汽水湖)に近接する温泉を海岸型と山間・内陸部(内陸型と略す)に分けると、海岸型は嶺北地方の北から南に向かって、吉崎、北潟、梅浦、甲楽城(かぶらき)であり、嶺南地方には、敦賀鞠山、日向、早瀬、和田(美浜町)、みかた中央(若狭町)、大飯、若狭和田、和田(高浜町宮崎)がある。一方、内陸型には、六呂師、鳩ヶ湯、浄土寺、勝山、伊自良(いじら)、永平寺、瀧がある。

海岸型の吉崎や北潟は、日本海からの流入がある汽水湖に隣接し、芦原温泉から北方面 5km にある。嶺北地方日本海に面した海岸(断層性隆起海岸)には梅浦や甲楽城があり、嶺南地方のみかた中央(深度 1500m)、大飯(深度 800m)、若狭和田(深度 600m)はいずれも日本海や汽水湖に近く、深井戸である。

内陸型を白山から周辺に向かう順に説明する。法恩寺は標高 600m のスキー場に隣接し、鳩ヶ湯は白山南側に位置し、勝山ホテルと浄土寺は勝山市街地・近郊に、伊自良は山間部に、そして、永平寺(深度 1,700m)は九頭竜川河川敷横にあり、平成 25 年(2013 年)に開発され、以上の温泉は、白山の西または南西方向約 20~30 km の範囲にある。さらに、白山から西 40 km 以上離れている福井市街地には観光・休憩・娯楽等の目的に開発された瀧(深度 1,100m)がある。

これらの温泉のトリリニアダイアグラムから、(Na>Ca)-Cl 型、Na-Cl 型、Na-(Cl>HCO₃)型の 3 つに分類でき、それぞれ、(Na>Ca)-Cl 型は芦原温泉や一部の海岸型温泉に、Na-Cl 型

は嶺南地方の海岸型深井戸温泉に、 $\text{Na}-(\text{Cl} > \text{HCO}_3)$ 型は内陸型温泉に概ね対応した。しかしながら、吉崎は主成分がカルシウムイオン、副成分がナトリウムイオンの塩化物泉であり、測は福井市内にあるが、副成分に硫酸イオンが多量に含まれおり、福井市街地には多数存在する硫酸塩泉に泉質が似ている特徴があり、温泉の成因を考える上で非常に興味深い温泉である。

4.2 炭酸水素塩泉

県登録の炭酸水素塩泉の源泉数で10ヶ所であり、六呂師、旭、かわだ（鯖江市河和田）、寺中（じちゅう）、志津原、不老（おいず）、金華山、白崎、厨（くりや）、敦賀市民について説明する。炭酸水素塩泉の炭酸水素イオンは、火山ガス、石灰岩、堆積岩、生物の代謝などが起源であり、二酸化炭素は水に溶けにくいいため、停滞的な環境の地層や比較的深い・古い地層に存在する。日本海沿の厨以外は全て山間・内陸部に存在した。六呂師は勝山市南東部で白山から南西20kmにあり、鯖江市東部地区の旭、かわだ、寺中は概ね3km以内に集中し、旭は戦前から炭酸泉の湯治場として賑わい、かわだ（深度1,450m）は平成8年（1996年）に開発され、副成分として硫酸イオンが約2割弱含まれる特徴がある。また、足羽川上流の池田町志津原には2ヶ所の源泉があり、その一つは遊離二酸化炭素（2,112mg/kg）の含炭酸・炭酸水素塩泉である。その南方面の越前市東部に不老があり、越前市南西部には白崎が、さらに西方面には金華山があり、鯖江市から越前市・越前町までの温泉は、全て嶺北地方の越前中央山地もしくは丹生山地に位置し、遊離二酸化炭素濃度が比較的高い地域である。昭和33年（1958年）の新庄鉱泉（鯖江市、泉温16.5℃、pH 5.3、遊離二酸化炭素：1,316.5mg/kg）の記録もこのことを示唆している。日本海沿にある厨（越前2号）も炭酸水素塩泉であるが、厨の近隣の梅浦や甲楽城は、海岸型塩化物泉であり、泉質が全く異なる。この付近の地質構造が非常に複雑であることが原因と考える。

敦賀市民（深度1,501m）は平成14年（2002年）に開発された深井戸温泉であり、遊離二酸化炭素は殆ど含まない。六呂師、敦賀市民のこれら2つの温泉を除く炭酸水素塩泉は、遊離二酸化炭素を相当含み、また、奥越から日本海岸へ向かう地質構造線に概ね沿った位置であることを考え合わせて、第三紀層を基盤岩とする温泉湧出と推測した。

4.3 硫酸塩泉

県内の硫酸塩泉は12ヶ所であり、概ね嶺北地方の中央部に存在する。硫酸塩泉は火山性温泉と言われ、地下で硫黄や硫化水素が酸化されて硫酸塩を生成する。白山周辺から福井市街地に向かって順次説明する。美山森林（深度1,001m）は白山から南西側40kmに位置し、嶺北地方の北部にある山竹田、金津及び丸岡は互いに近接して存在し、白山から西40kmに位置している。しかしながら、山竹田と丸岡の泉質は $(\text{Ca} > \text{Na})-\text{SO}_4$ 型であるが、金津は、 $(\text{Na} > \text{Ca} \cdot \text{Mg})-\text{SO}_4$ 型で、しかも、前者のpHは中性、後者は弱アルカリ性であった。

福井市街地には、保養・休息を目的に開発された温泉施設が多数あり、東安居、菅谷、開発（かいほつ、深度1,300m）は東西方向の位置関係にあり、全て約6km以内に集中する。また、福井市街地から南西方向約5kmに坪谷があり、北東部方向約5~10kmに大安寺温泉（深度1,300m）、佐野温泉（深度1,450m）があるが、いずれの温泉も白山から40km以上離れている。泉質をみると、菅谷・開発・大安寺・佐野は $(\text{Na} > \text{Ca})-\text{SO}_4$ 型であり、いずれも弱アルカリ性またはアルカリ性であった。

白山から70km以上離れた越前町山間部の天谷（あまだに）は硫酸塩泉であり、土井（1994）は火山性温泉の泉温を調査し、火山周辺では高温であるが、離れると低温となると書いている。本県に位置する硫酸塩泉はいずれも白山からかなり離れており、最高泉温（52.2℃）は丸岡で、残り

は 20~40℃ 台である。しかも、山竹田と丸岡はカルシウムイオンが卓越し、副成分はナトリウムイオンで、pH は中性であったが、他の温泉の pH は、弱アルカリ性またはアルカリ性であった。また、福井市街地（開発、菅谷）の陰イオンの副成分は塩素イオンであったことを考え合わせると、必ずしも、同一の成因とは考えにくい、これらすべての硫酸塩泉が地質構造線よりかなり北側で、かつ帯状に位置することから、白山火山の影響を受けた地層から湧出する温泉と推測できる。

4.4 単純温泉

県内の単純泉数は 23 ケ所であり、県内に散在する。全て弱アルカリ泉またはアルカリで、未利用温泉も多い。嶺北地方の北東から順次説明する。芦原東は芦原温泉中心から東 1 km に位置する。大野市東部の下山は白山南方向 30 km にある。福井市街地から北西 7 km にある檜原（深度 600 m）は硫酸塩泉の大安寺に近接するが、単純温泉である。嶺北地方中央部の丹生山地には糸生（深度 1,002 m）があり、日本海沿いの鷹巣、玉川（深度 575 m）、赤坂、高佐を含め、いずれも観光・保養等の目的で開発された。

嶺北地方内陸部の鯖江市の三六温泉（深度 50~70 m）は用水確保目的で掘削であるが、ナトリウム・塩素・硫酸イオンを若干含むものの、単純温泉であり、中小屋（そま山）、その南西方面の今庄（スキー場内）は南条山地に位置する。敦賀市内には、昭和 36 年（1961 年）北陸トンネル工事で中破碎帯から、発見された敦賀トンネル温泉があり、硫黄を含み、木の芽断層や柳ヶ瀬断層と呼ばれる大断層に伴う大破碎帯に位置する。

4.5 放射能泉

県内の放射能泉（ラドン泉）は 7 ケ所あるが、現在の利用状況は不明である。昭和 53 年（1978 年）5 月の鉱泉分析法指針の改正により、IM 泉効計に加え、液体シンチレーションカウンターによる定量法が追加されたことを受け、増永ら（1978）は昭和 55 年（1980 年）に嶺南地方（敦賀市、美浜町、三方町）の温泉水と地下水のラドン分布状況を調査し、分析法は、堀内・村上（1977）の抽出法を参考にした。この地域は中生層と花崗岩からなる若越破碎帯に位置し、大部分は洪積世の堆積物からなり、美浜町・若狭町の中央には三方断層が走り、この三方断層に区切られた地域はジュラ紀層とこれを貫く黒雲母花崗岩から構成されている。

調査の結果、ラドン含有量は地下水において高く、温泉水・湧水は必ずしも高くなく、新期花崗岩類が基盤岩と考えられる沖積層の地域において高濃度検出する傾向を認めた。温泉水の算術平均は 13.6×10^{-10} Ci/kg、幾何平均は 7.6×10^{-10} Ci/kg、最高値は 330×10^{-10} Ci/kg であった。三階・早川（1970）は、ラドン含有量の高い温泉は湧出量が少なく、湧出量の多いものはラドン含有量が少なく、また、強放射能泉のラドン含有量は、一般に変化が大きく、季節変動があり、種々のタイプに分かれると述べている。本調査は井戸水も含めた調査で、湧出量等情報が無いため、これ以上の詳細な検討はできなかった。

花城、虹岳島（こがしま）温泉気山、虹岳島温泉田井島、和田（美浜町）のデータは表 2 の欄外に記載した。このほかにも、昭和 38 年（1963 年）九々子（美浜町）湧水（ 309×10^{-10} Ci/kg）、昭和 40 年（1965 年）美浜町飯切山（ $36 \sim 109 \times 10^{-10}$ Ci/kg）、昭和 43 年（1968 年）美浜町和田（ 76×10^{-10} Ci/kg）、美浜町竹波（ 169×10^{-10} Ci/kg）（塩谷ほか、1973）があるが、最近のデータは不明である。

5. ま と め

福井県の県登録の源泉数は 159 ケ所であり、そのうち、77 ケ所が芦原温泉（周辺を含む）に属

する。未利用の温泉は62ヶ所であり、温泉地の泉質で分類した場合、塩化物泉20ヶ所、炭酸水素塩泉10ヶ所、硫酸塩泉12ヶ所、放射能泉6ヶ所、単純温泉は23ヶ所、温泉法第二条別表に定める項目（フッ化物イオン、メタホウ酸、メタケイ酸、総鉄イオン）の含有量を満たす温泉5ヶ所、現在利用していない炭酸泉1ヶ所あり、酸性泉は認められない。

地質学的にみた場合、本県の代表的温泉の芦原温泉は非火山性で塩化物泉であり、海岸性塩化物泉も多数存在する。炭酸水素塩泉は主に越前中央山地にあり、地質構造線の北側の東西方向に列を成し、基盤岩は第三紀層と推測した。白山周辺からの火山性温泉である硫酸塩泉は白山から直線距離50km以上の範囲まで存在し、少なくとも、山竹田・丸岡タイプと福井市（菅谷・大安寺・佐野等）タイプの2つの型が存在していると考えた。放射能泉は、嶺南地区の花崗岩を基盤とする地域に局在している。単純温泉は日本海沿いまたは内陸部に存在するが、全て弱アルカリ泉またはアルカリ泉であった。

本稿は福井県の温泉を概説したものであり、最近のデータを若干加えてはいるものの、多くは過去の泉質データを基にしているため、泉質が変化していることも十分考えられる。また、泉質、泉温、井戸深度並びに活断層を含む地形や地層との関連については情報不足もあり、十分に検討できなかった。

謝 辞

本稿は旧福井県衛生研究所職員による調査研究を基にまとめたものであり、関係者各位に感謝いたします。また、地学・地質学に関して懇切丁寧なご指導を頂きました福井大学地学教室山本博文教授に深く感謝いたします。さらに、温泉全般にわたりご指導を頂きました公益財団法人中央温泉研究所滝沢英夫先生に厚くお礼申し上げます。匿名の査読者には懇切丁寧なご指導を頂き深謝いたします。最後に、温泉分析表の提示にご協力頂きました温泉施設の皆様にお礼申し上げます。

引用文献

- 芦原温泉開湯100周年記念誌編集委員会（1984）：開湯芦原100年史，12-13，芦原町役場，福井。
- 土井和巳（2002）：日本の熱い温泉と地質，142-146，フジ・テクノシステム，東京。
- 福井県（2010）：福井県地質図及び同説明書（2010版），財団法人福井県建設技術公社，31，福井。
- 福井県自然保護課（1987）：ふるさと福井の自然—創刊号—，<http://www.erc.pref.fukui.jp/gbank/summary/summary2.html>（2016年4月アクセス）
- 堀内公子，村上悠紀夫（1977）：鉱泉中のラドンの液体シンチレーションカウンターによる新定量法とその基礎的條件の検討，温泉科学，28（2），39-52。
- 粕野義夫（1979）：日曜の地学 北陸の地質をめぐって，2-10，築地書館，東京。
- 飯田和質（1998）：福井県衛生研究所年報，34（2），106-140。
- 増永信六，高塚英男，松井利夫，多田哲夫（1978）：県内における温泉水の微量元素について，福井県衛生研究所調査研究報告，14，195-220。
- 増永信六，高塚英男，松井利夫，多田哲夫，五十嵐修一（1982）：福井県嶺南地方における地下水，温泉水中のラドン（²²²Rn）分布状況について—特に敦賀市，三方郡において—，福井県衛生研究所調査研究報告，19，46-61。
- 三階衣子，早川友邦（1970）：岐阜県東濃地方の放射能泉について，温泉科学，21（3/4），104-120。
- 日本温泉協会（2011）：日本温泉協会80年記念誌 日本の温泉とともに80年，122-123，平河工業社，東京。
- 坂本峻雄，益子安，佐藤幸二（1956）：温泉の地球化学的研究 第三報 芦原温泉，温泉科学，7（3），

91-92.

佐々木信行 (2013) : 温泉の科学, 21-27, SB クリエイティブ, 東京.

関 陽児 (2006) : 温泉科学の新展開, 大沢信二編, 3-24, ナカニシヤ出版, 東京.

塩谷勝夫, 田川専照, 増永信六, 田中博義, 北川貞治 (1973) : 福井県下の温泉, 福井県衛生研究所調査研究報告, 7, 32-57.

白水晴雄 (1994) : 温泉のはなし, 35-43, 54-56, 技術堂出版, 東京.

高塚英男, 中川こと江, 長谷川孝義 (1985) : 福井県下の温泉水中の化学成分について, 福井県衛生研究所年報, 24, 51-59.

塚野善三 (1968) : 福井県の温泉について とくに芦原温泉について, 温泉科学, 19 (3/4), 79-104.

山本博文, 加藤亜希子 (1997) : 福井県嶺北地域の活断層, 福井大学積雪研究室研究紀要, 日本海地域の自然と環境, 4, 1-35.