

城崎温泉と城崎近辺の温泉

京都大学理学部

西村 進

Hot-springs in and around Kinosaki, Hyogo Prefecture, Japan

Susumu NISHIMURA

Faculty of Science, Kyoto University

1. はじめに

城崎温泉は兵庫県の北端日本海に注ぐ円山川の支流大谿川をはさむ谷合にあり、古くは浅井戸で多いときには88泉源あったと伝える。昭和6年には当時の京都大学理学部地質学鉱物学教室・松山基範教授、昭和24年には京都大学理学部地球物理学教室・瀬野錦蔵教授により調査されている。昭和26年から昭和47年にかけて、城崎町温泉課の手で15井が掘さくされている。その間、昭和38年から40年にかけて、「城崎温泉 新泉源掘さく拡充計画」が実施され、筆者も当時の京都大学理学部地質学鉱物学教室・吉沢甫教授、初田甚一郎教授のもとに探査に加わったのが城崎温泉との出会いであった。

昭和54年11月「温泉の集中管理」に伴い城崎町温泉課により、それまでのことがまとめられている。その後、昭和59、60年に泉源の見直しを行い、一の湯前(25号泉源、B-16)、鴻ノ湯横(26号泉源、B-17)の掘さくを行い、更に昭和63年末、20号泉源(B-9)と22号泉源(B-12)の間に統合井として、27号泉源(B-18)の掘さくに成功した(第3図参照)。

今年度(平成5年度)は、24号泉源(ケーブル駅横)の老朽化に伴い、また、使用目的を多様化するために「温泉の多目的利用に合わせた湯量の確保について」の計画で城崎町の温泉について、詳細な調査を実施している。

一方、丹後半島から兵庫県北部日本海に近い市町で、1000m深度級の掘さくがなされ、多くの泉源を得ている。その中の多くの掘さく井の温度勾配の測定をすることが出来、また一部についてのその岩芯の熱伝導率を測定し、熱流量を求めているので、ここに紹介したい。

2. 城崎町近辺の地質

2.1. 近畿地方北部の地質

近畿地方北部の地質については、弘原海他(1966)の成果をもとにして日本の地質6「近畿地方」(中沢他編, 1987)でまとめられている、それに少し手を加えたものを第1図に示す。この地質図

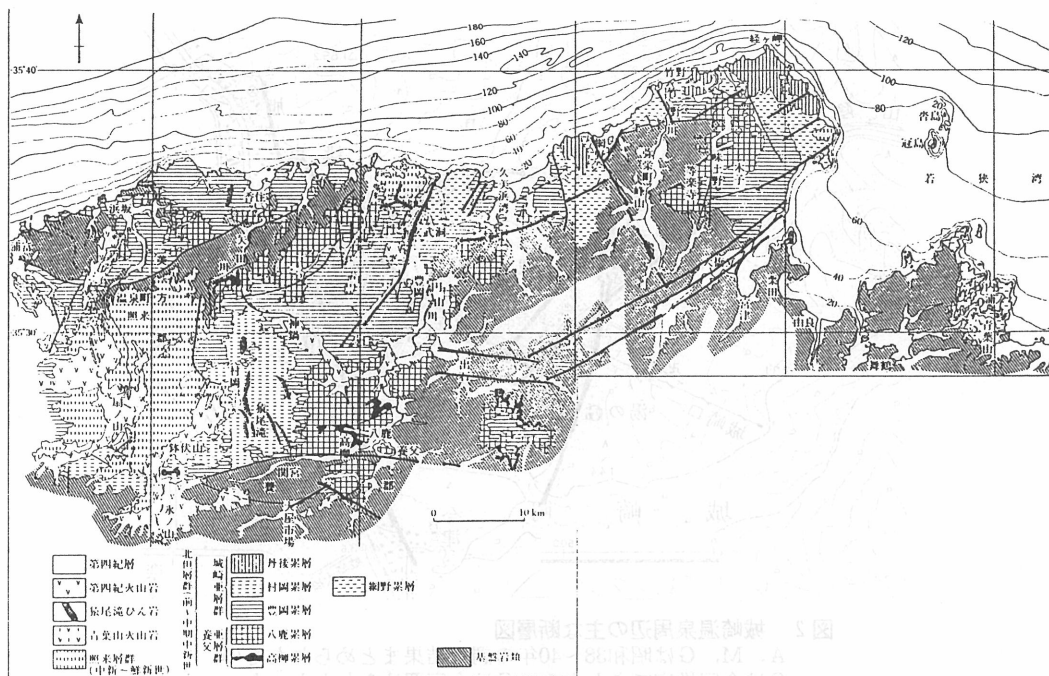


図1 近畿地方北部の地質及び構造(「近畿地方」(1987)に加筆)

では細部については、特に年代について異論はあるが、地層分布はほぼ良くまとめられている。

この地域では日本海側の東西の多くの断層(正断層で北落しが多い)の北部で、北但層群に被われた花崗岩体の中で泉源が得られることが多い。泉源の胚胎は構造線・断層線に支配されていることが多い。例えば湯村温泉の泉源は、湯村断層と国道9号線に沿っての新しい断層の交点で見られ、新しい断層によって古い湯村断層が再び動いた所と考えられる(西村他, 1986)。城崎温泉は円山川沿いの大きな断層沿いではみられないで、その西部の小断層の交点の近くで良い泉源がみつめられる。

2.2 城崎温泉近辺の地質

城崎町では特に、湯島区はほとんど家屋で固められていて露頭が極めて少ないことから、今までに詳細な地質をまとめられていない。今回の調査によって月見橋から東南に伸びる谷奥に花崗岩が露出している他、湯島区の北西はたる橋近辺から竹野町にかけて花崗岩が露出する。そこで花崗岩とそれを被う北但層群の関係を詳しく調べた。

城崎町の泉源に関係すると考えられる断層については、昭和38~40年の調査結果として第2図の様なものがまとめられている(城崎町温泉課, 1979)。

筆者は昭和59年頃から、丹後半島から兵庫県北部にかけて多くの温泉調査を進めて、その熱構造について興味をもって来た(西村他, 1986; 西村, 1990; Mogi et al., 1991)。城崎町でも詳細な地質調査に続き今年度、高密度電気探査と放射能探査を実施した。

昭和38~40年の調査時に18号泉源と14, 15号泉源が干渉することが認められている。また27号泉源掘さく後、湯湯テストがなされ、27号源泉を660 l/分汲み出したとき20号泉源(水温の低下)、18号泉源~26号泉源(水位の低下)に干渉することが見出された。しかし、このとき大谿川をはさむ24号泉源には干渉が認められなかった。以上のことから第2図のAの断層は確認出来た。第3

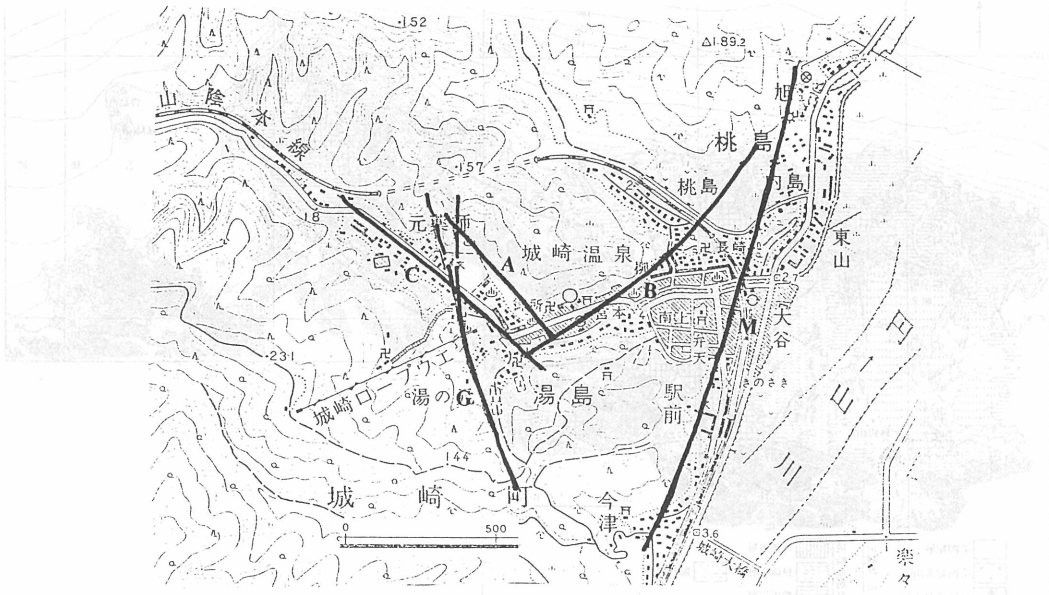


図2 城崎温泉周辺の主な断層図

A, M, Gは昭和38~40年の調査結果まとめられたもの。
Cは今回推定できたもの。Gは今回認められなかった。

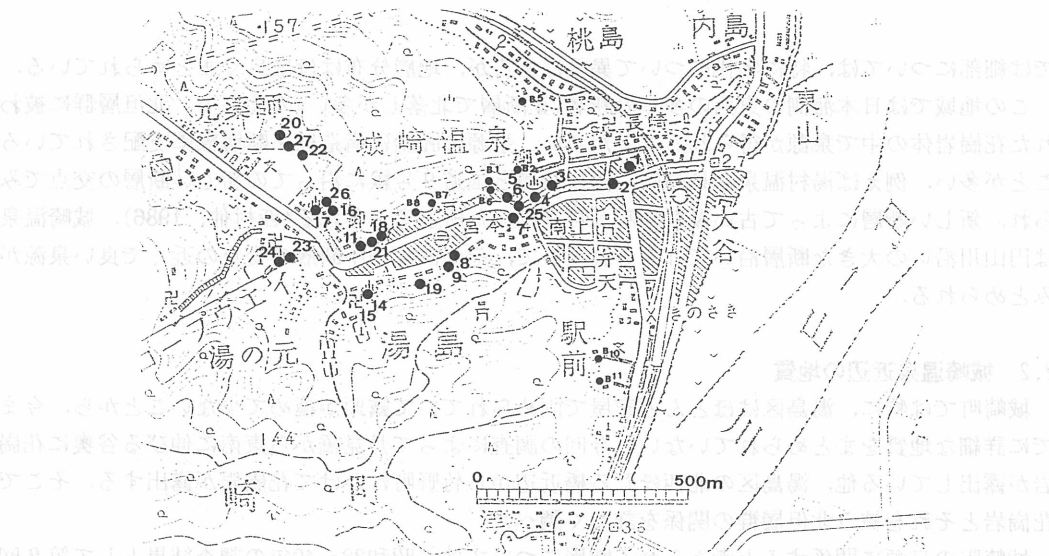


図3 城崎温泉の泉源分布図

図に泉源の位置を示す。

月見橋南西の谷奥では旅館の改築に伴う崖の露出や、庭の崖から花崗岩の風化層が認められ、また明らかに不整合で北但層群に被われていることが分かり、第2図の行者山断層Gは確認できず、存在しないものと考えてよい。

前述の如く27号泉源の6601/分の揚湯で、24号泉源に干渉がなかったこと、県大会議場と西村グランドホテルの間の大谿川で2,3の湧き水が認められること、昭和38~40年の電気探査(比抵

抗法)で現在の町営住宅と大谿川の間、比抵抗の不連続が認められること(当時この不連続を行
 者山断層のものと判断されていた)。24号泉源では332m深度で、27号泉源では202m深度で花崗
 岩に達している。城崎中学校校庭での増改築の地質調査と大谿川をはさむ保険福祉センター建築
 に伴う地質調査の結果、大谿川をはさんで北但層群の上面についての差が認められた。今回の高
 密電気探査、放射能探査でも第2図にCとして表している所に断層の存在が推定できる(詳細は
 別に報告する)、第2図の断層については関西電力の寮の改築現場の峠の所での露頭で断層が見
 つかっているが、その伸びについては再検討中である。

3. 城崎町の泉源について

区有泉源の一覧については第1表、その位置は第3図に示す。

昭和54年集中配湯管理が始まった時点においては、7号泉源、8号泉源、18号泉源、20号泉源、
 22号泉源、24号泉源で集中統合され内湯が配当されるようになった。昭和60年に25号泉源、26号
 泉源の掘さくにより湯量が増し、更に広く配湯されるようになった。その後平成元年27号泉源が
 20号泉源、22号泉源の統合井として掘さく成功している。平成元年1月現在の使井泉源と配湯状

表1 城崎町温泉の泉源及び不採用ボーリング一覧(分布は第3図に示す)

	開 発 時 の 状 況						泉 源 の 状 況	場 所
	泉源番号	深 度 (m)	孔底濃度 (℃)	湧出温度 (℃)	湧 出 量 (l/分)	年 式		
町 有 泉 源	1	21.2	27.5	15.5	35	1926	自然流下停止	
	2	6.6	37	35.5	10~60	1898	使用停止	
	3	29.4	43	43	45	1938	使用停止	
	4	26.58	46	—	43	1911	自然流下停止	
	5	3.1	52	32	60	後白河上皇	自然流下停止	
	6	2.8	51	28	40~60	後白河上皇	自然流下停止	
	7	20	51	43	35	1909	ポンプ揚湯	
	8	22.4	61	50	115	1943	自然流下	
	9	19.4	61	44	70	1915	自然流下停止	
	10	19.5	57.5	—	40	1913	自然流下停止	
	11	3.6	45	—	10~20	後醍醐天皇	使用停止	
	12	19.4	54	36	44	1931	使用停止	
	13	1.3	—	32	5	1908	使用停止	
	14	20.8	49	—	20	1947	自然流下停止	
	15	20.7	53	—	30	1908	自然流下停止	
	16	20.7	54.5	22	32	明治	使用停止	
	17	3.8	24	23	2	舒明天皇	使用停止	
	18	73.8	67	66.5	60~200	1952	B-3 ポンプ揚湯	
	19	137	34	32	—	1953	B-4 中止	
	20	135.2	75	72	80~200	1955	B-9 使用停止	
	21	2.9	43	—	2	1881	自然流下停止	
	22	198.8	80	68	60~150	1962	B-12 使用停止	
	23	140.2	50.5	38	30	1964	B-13 中止	
	24	350.1	83	75	150	1972	B-15 ポンプ揚湯	
	25	20.8	39.1	37	150	1985	B-16 水中ポンプ揚湯	
	26	128	66.5	67.5	150	1985	B-17 ポンプ揚湯	
	27	300	80以上	73	660	1989	B-18 ポンプ揚湯	
個人泉源	ゆとうや	19.3	—	56.3	20	—		
	三木屋	17.75	—	48	—	—		
	古まん	18.25	—	44.5	—	—		
	西村屋	17.3	—	45	—	—		

ボーリング番号	掘さく深度(m)	孔底温度(℃)	湧出温度(℃)	湧出量(l/分)	掘さく年
B-1	151.8	42	37	—	1951
B-2	120	36	32	38	1951
B-5	108	20	16	—	1953
B-6	133.2	33	20	—	1954
B-7	142	43	—	—	1954
B-8	152	47.5	34	4	1955
B-10	78.3	18.5	17	60~300	1958
B-11	80.5	17	16	—	1959
B-14	185.8	43	33	15~20	1988

況を第2表に示す。

これらの考えられる熱源については未だ明らかでないが、次の近辺の泉源を紹介したものも含めて現在までに考えられる点をまとめることとする。

表2 平成元年1月現在の状況

○各泉源揚湯量及び温度

泉源 No.	揚 湯 量			揚 湯 温 度		
	開 発 時	現 在	今 後	開 発 時	現 在	今 後
7	50 l/min	30 l/min	30 l/min	41.0℃	37.0℃	37℃
8	100	40	40	47.5	42.0	42.0
18	200	200	100	62.5	59.4	59.4
20	180	120	—	72.5	51.7	—
22	100	120	—	63.0	61.7	—
24	150	120	120	75.3	77.0	77.0
25	150	150	150	37.1	37.0	37.0
26	150	150	100	67.8	67.0	67.0
27	—	—	600	73.0	73.0	73.0
計	1,080 l/min	930 l/min	1,140 l/min			

○冬期の場合の最大揚湯量及び調整温度(供給温度57℃・最低温度55℃)

泉源 No.	現 在			No.27号泉揚湯の場合		
	揚 湯 量	温 度	熱 量	揚 湯 量	温 度	熱 量
7	30 l/min	37.0℃	110 kcal	30 l/min	37.0℃	1,110 kcal
8	40	42.0	1,680	40	42.0	1,680
18	200	59.4	11,880	100	59.4	5,940
20	120	51.7	6,204	泉 源 統 合		
22	120	61.7	7,404	泉 源 統 合		
24	120	77.0	9,240	120	77.0	9,240
25	低温泉源のため使用不			150	37.0	5,550
26	150	67.0	10,050	100	67.0	6,700
27	—	—	—	600	73.0	43,800
計	780 l/min	—	47,568 kcal	1,140 l/min	—	74,020 kcal
調整温度	47,565 kcal ÷ 780 l/min = 60.98℃			74,020 kcal ÷ 1,140 l/min = 64.93℃		

4. 近辺の泉源について

丹後半島から兵庫県北部に分布する泉源を第4図に示す. 古くは京都府網野町木津温泉, 兵庫県湯村温泉が知られていたが, 後日和山で泉源が知られたり, 浜坂で砂丘の下から高温のものが見つかり, また丹後半島で多くの掘さくがされた.

この地域の温泉については, 兵庫県立衛生研究所寺西のまとめがあるが, それによると, 1) グリーンタフ型温泉, 2) 海岸型温泉, 3) 中間型温泉が認められている.

グリーンタフ型温泉は, 浜坂町二日市, 七釜温泉で温泉町から二日市温泉にかけての石膏一地下水の混合であると考えられる. 海岸型温泉は, 海水—岩石の反応によるものと見られる. 丹後半島のものから城崎にかけては後者に近いものと見られる.

最近掘さくされた深井戸の測定することの出来た温度勾配と地殻熱流量を第3表, 温度勾配の測定出来たものを第4表に示す. これから考えられることは, 北但層群の被っている所が温度勾配がほぼ3℃/100m以上で, 舞鶴帯では3℃~2℃/100mで, それより南は2℃/100m以下である.

近畿地方の中央構造線より北では有馬温泉の様に限られた地域に高温泉が見られるが, これは³He/⁴Heが高く深い断層に沿って急上昇しているものである.

以上のことからみて新第3紀の火山岩の分布し, 上部に熱伝導の悪い地層で被われている200℃前後の岩体が熱源と考えて良いと思われる.

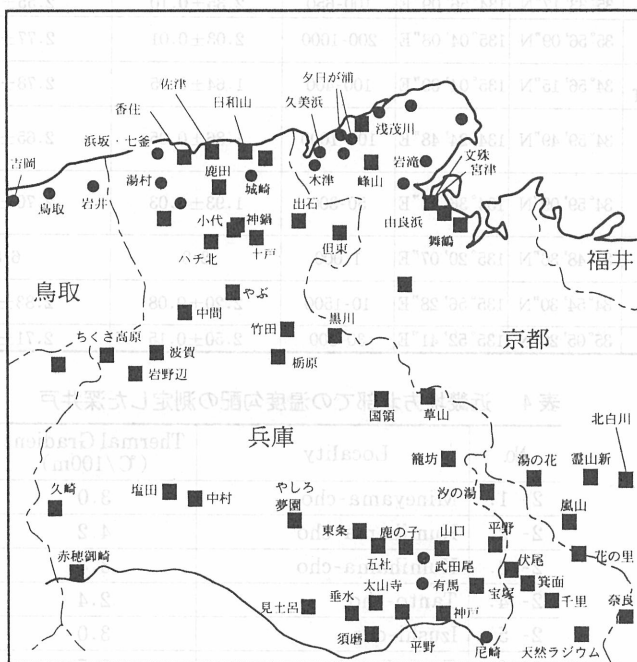


図4 城崎温泉の周辺の温泉分布図

表3 近畿地方北部での深井戸の温度勾配と地殻熱流量

No.	Locality Hyogo Pref.	Latitude	Longitude	Depth (m) (Calculated)	Thermal gradient (°C/100m)	Thermal conductivity (10 ⁻³ cal/cm sec°C)	Heat flow (mW/m ²)
1	Gankoji Tango-cho	35° 43' 41" N	135° 06' 33" E	840	3.4	6.5	92
2	Naraiji Miyazu city	35° 34' 53" N	135° 10' 49" E	800	3.2	6.5	88
3	Kamiyama, Nodagawa-cho	35° 32' 05" N	135° 06' 53" E	100-850	2.82±0.05	2.81±0.13	79.2±3.9
4	Asmogawa Amino-cho	35° 41' 09" N	135° 00' 55" E	780	2.9	6.5	80
4	Asobi Amino-cho	35° 42' 07" N	135° 03' 54" E	770	3.9	6.5	105
5	Ueno Amino-cho	35° 39' 02" N	134° 58' 15" E	860	3.1	6.5	84
6	Hamazume Amino-cho	35° 39' 13" N	134° 57' 51" E	900	3.1	6.5	84
7	Hirata Kumihama-cho	35° 37' 50" N	134° 56' 36" E	900	3.9	6.7	109
8	Ojiro, Midata-cho	35° 26' 54" N	134° 31' 34" E	350-680	6.01±0.01	2.71±0.13	163±8
9	Kibi, Toyooka-city	35° 33' 05" N	134° 49' 50" E	100-800	2.90±0.15	2.71±0.08	78.6±8.4
10	Yabu-cho	35° 22' 22" N	134° 49' 50" E	1,000	2.6	7.2	80
11	Ueno, Yabu	35° 22' 32" N	134° 47' 12" E	100-1000	2.58±0.08	2.72±0.26	70.2±3.0
12	Kannabe, Hidaka-cho	35° 30' 17" N	134° 40' 51" E	200-1000	3.01±0.03	2.72±0.35	81.9±10.6
13	Fujidani Ichinomiya-cho	35° 15' 45" N	134° 38' 39" E	700	3.0	7.1	88
14	Tanji, Kami-cho	35° 33' 17" N	134° 56' 09" E	100-650	2.35±0.10	2.55±0.05	59.9±5.8
15	Tojyo-ko, Tojyo-cho	35° 56' 09" N	135° 04' 08" E	200-1000	2.03±0.01	2.77±0.08	56.2±1.6
16	Tojyoko, Tojyo, Hyogo Pref	34° 56' 15" N	135° 04' 09" E	100-400	1.64±0.05	2.78±0.08	45.6±1.6
17	Suehiro, Mikazuki, H Hyogo Pref.	34° 59' 49" N	134° 24' 48" E	100-1000	1.86±0.05	2.65±0.25	49.3±2.4
18	Mitsumori, Yasutomi, Hyogo Pref.	34° 59' 09" N	134° 36' 41" E	50-300	1.93±0.03	2.70±0.13	52.1±1.8
19	Chojidani Takarazuka City	34° 48' 36" N	135° 20' 07" E	1,000	2.8	6.8	80
20	Ohisi, Otsu-City	34° 54' 30" N	135° 56' 28" E	10-1500	2.20±0.08	2.83±0.22	62.3±5.3
21	Ogoto, Otsu,	35° 05' 20" N	135° 52' 41" E	30-300	2.50±0.15	2.71±0.10	67.8±4.8

表4 近畿地方北部での温度勾配の測定した深井戸

No.	Locality	Thermal Gradient (°C/100m)
2- 1.	Mineyama-cho	3.0
2- 2.	Kumihama-cho	4.2
2- 3.	Kumihama-cho	3.4
2- 4.	Tanto-cho	2.4
2- 5.	Izushi-cho	3.0
2- 6.	Toyooka-city	3.5
2- 7.	Kurokawa, Ikuno-cho	2.4
2- 8.	Yasutomi-cho	2.3
2- 9.	Yasutomi-cho	1.6
2-10.	Tojyo-cho	2.6
2-11.	Mikazuki-cho	1.9
2-12.	Himeji-city	1.7

5. ま と め

城崎町の泉源は北但層群の被っているところで構造支配のものであり、海水と地下水が高温の岩体の相互作用によって得られているものである。近畿地方北部では湯村近辺より西の北部にグリーンタフ型温泉があり、それより南の帯状に海岸型温泉が分布している。温泉勾配が3℃/100mより高いものがこれらに属し更に南の舞鶴帯では3~2℃/100mとなる。

また熱源については推測の域を超えないが、近畿地方北部では新第3紀の火成作用の残熱とみて良いと考えられる。

参考文献

- 1) 城崎町温泉(1979). 城崎温泉と温泉集中配湯管理施設 P.16.
- 2) Mogi, T., Katsma, I, and S. Nisimura (1991) Magnetotelluric survey of an active fault system in the northern part of Kinki district, southwest Japan, Jour. Struct. Geol., 13, 235-240.
- 3) 中沢圭二, 市川浩一郎, 市原実(代表編)近畿地方, 日本の地質, 6, 111-115. 共立出版
- 4) 西村進(1990)深井戸の温度勾配とその地殻熱流量(2), 地熱誌, 12, 283-293.
- 5) 西村進, 堀義正, 楠健一郎, 鈴木浩一, 宮川公雄, 西田潤一, 茂木透(1986)兵庫県北部湯村温泉地域の物理探査, 物理, 39, 265-274.
- 6) 西村進, 茂木透, 桂京造(1986)深井戸の温度勾配とその地殻熱流量, 地熱誌, 8, 347-360.
- 7) 弘原海清, 池辺展生, 松末隆(1966)近畿北部の新第三系の対比. 松下進教授記念論文集, 105-116.

式々の温泉泉源

式々の温泉泉源は、北但層群の被っているところで構造支配のものであり、海水と地下水が高温の岩体の相互作用によって得られているものである。近畿地方北部では湯村近辺より西の北部にグリーンタフ型温泉があり、それより南の帯状に海岸型温泉が分布している。温泉勾配が3℃/100mより高いものがこれらに属し更に南の舞鶴帯では3~2℃/100mとなる。

また熱源については推測の域を超えないが、近畿地方北部では新第3紀の火成作用の残熱とみて良いと考えられる。