

解 説

## 京都盆地の温泉

西村 進<sup>1)</sup>, 桂 京造<sup>2)</sup>

(平成 21 年 4 月 2 日受付, 平成 21 年 5 月 20 日受理)

### Hotsprings in Kyoto Basin

Susumu NISHIMURA<sup>1)</sup> and Kyozo KATSURA<sup>2)</sup>

#### Abstract

This paper described on the hot and/or mineral springs in Kyoto Basin. Until some dozen years ago, artesian flowing and shallow mineral springs are known around Kyoto Basin. There are sulfuretted or sulfureous springs in the impregnated deposited and radioactive water around 'Daimonji' granitic body and along Hanaori active faults, respectively.

A deep well until 1,500 m depth has been drilled at NE corner of Ohara sub-basin, getting a hot spring. After then, some deep wells are drilled to get hotsprings, but higher than 42°C hotsprings are known only along Katakibara active faults at Rakusai New Town, of which area was suffered from Hyogoken-nanbu earthquake (1995).

Key words : hot and mineral springs in Kyoto Basin, artesian spring, deep well, sulfureous spring, radioactive spring

#### 要 旨

京都盆地では、10 数年前までは冷鉱泉しかなかったが、浅い硫化水素泉（旧泉質名）が天龍寺（1876）、嵐山（1877）に知られている。これは、丹波帯の鉱床に関係あるものとみられる。第二次大戦後、放射能泉が山中越えなど、東山に走る花折断層沿いや大文字花崗岩体中やマサの扇状地に見つけ出された。この様にして、京都盆地の鉱床に関する硫黄泉、花崗岩や活断層に関する放射能泉の地表に湧出しているもの、浅井戸で汲まれているものが知られていた。

大深度掘削は 1995 年ごろ、大原でなされ、単純低温泉が得られてから、所々でなされるようになった。殆どが動力揚湯で 34°C 以下である。1999 年以降に洛西ニュータウンの檜原断層沿いに高温泉が得られている。その檜原断層の高温泉の得られた地域は京都市内の活断層沿いで唯一の兵庫県南部地震の被害があったところである。

<sup>1)</sup> NPO シンクタンク京都自然史研究所 〒606-8305 京都市左京区吉田河原町 14. <sup>1)</sup> NPO Think-tank Kyoto Institute of Natural History, Yoshida-Kawaramachi 14, Sakyoku, Kyoto 606-8305, Japan.

<sup>2)</sup> 桂温泉研究所 〒602-0824 京都市上京区今出川通寺町東入一真町 86. <sup>2)</sup> Katsura Hot-Spring Institute, Isshincho 86, Imadegawa-dori Teramachi Higashi-iru, Kamigyo-ku, Kyoto 602-0824, Japan.

キーワード：京都盆地の温泉・冷鉱泉，自噴泉，深部掘削井，硫黄泉，放射能泉

### 1. はじめに

京都盆地は四方山地に囲まれた盆地であり，山地は殆ど中・古生層の丹波層群と盆地の東北隅の一部に白亜紀末に貫入した花崗岩で構成される．水系としては北から流れる桂川と鴨川が盆地北部の主な河川であり，地質構造に関連する盆地内には大小の扇状地や氾濫原が形成されている．中南部には東から宇治川が，南東から木津川が流れ込み，旧巨椋池の低地が見られ，これらの河川をあわせた淀川が大阪湾へと流下している．

京都盆地周辺の地質は部分的には詳細な調査・研究がなされて，概略は日本の地質「近畿地方」（日本の地質「近畿地方」編集委員会，1987）があるが，全体を詳細に総合した京都市付近の地質図は上治（1961）がある以外は最近まで見当たらない．兵庫県南部地震以降，ハザードマップの作成がすすみ，京都盆地も詳細な調査がなされ（関西地盤情報活用協議会地盤研究委員会，2002），それにより地質構造もかなり詳細にまとめられている．

京都盆地の断層に関する調査も断片的には多くの報告があるが，総合的には桂郁雄他（1987），Nishimura and Katsura（1990），関西地盤情報活用協議会（2002）がある．

京都市内には十数年前までは冷泉しか無かったが，分析は以外に古くから行われていて，硫化水素泉である天龍寺（明治 9 年，1876），嵐山（明治 10 年，1877）両泉が日本鉱泉誌に記載されてい

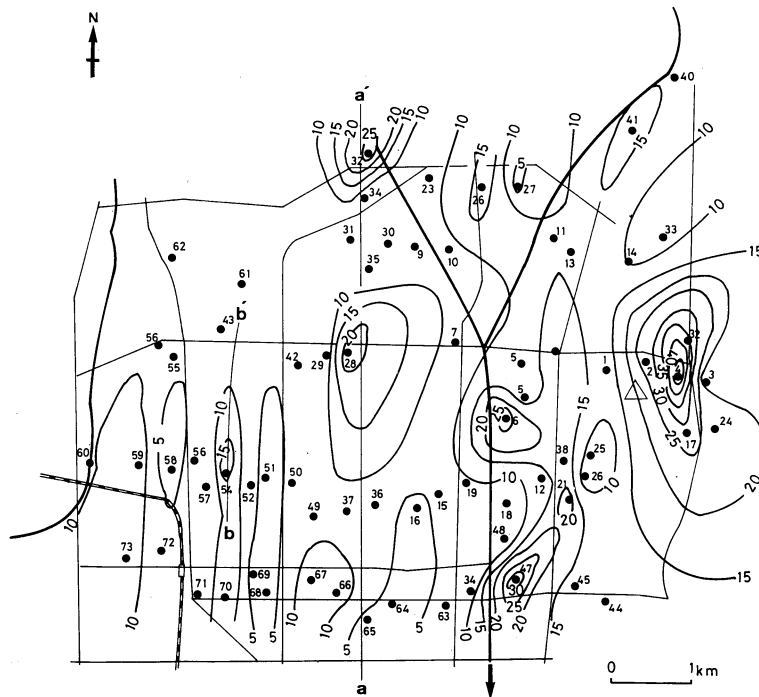


Fig. 1 The distribution of Rn activity in the deep (about 600 m depth) groundwater in the northern part of Kyoto basin, in units of  $3.7 \text{ Bq/l}$  ( $10^{-10} \text{ Ci/l}$ ). ●<sub>42</sub>: position of drilled well and sample number, arrow: Kamogawa river, △: Mount Yoshida, a-a': Karasuma-dori (street). b-b': Chiekoin-dori.

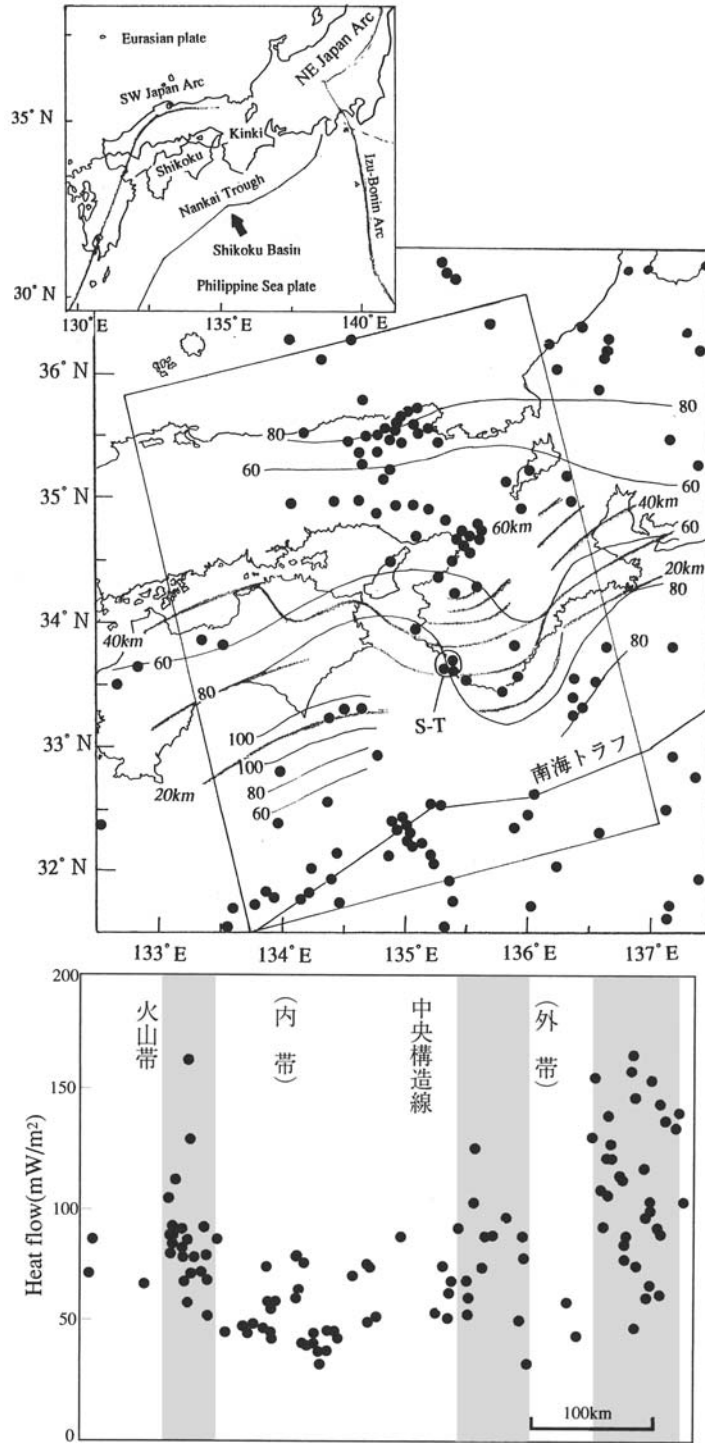


Fig. 2 The distribution of the heat flow in and around Kinki district and the section of the heat flow in the square area (modified from Furukawa *et al.*, 1998).

る。また、花崗岩に由来する放射能泉が数多く市内に存在している。花崗岩体から直接湧出する場合は温泉規格以上の Rn を含有するのが通常で、未公開であるが東山山麓の有名寺院の本堂前の湧き水もそうである。また、北白川が運んだ花崗岩砂 (マサ) により形成される扇状地の民家の浅い井戸水が Rn を含有する例も多く、Nishimura (1960) が発表した Rn の療養泉規格を越える公衆浴場の深井戸の幾つかが京都市内に存在している (Fig. 1)。自家用の井戸が温泉とは知らずに使用している民家が多いと容易に推察されるのは興味深い。

京都市内でも、平成 7 年頃から深い掘削がなされるようになり、花折断層沿いの大原盆地の東北隅で掘削された。しかし、ケーシングがつぶれるほど封圧が強く、難産の結果 1,500 m 深度の掘削で 47 l/分の適正揚水量で汲み上げて 27.7°C のアルカリ単純泉 (分析報告平成 9 年 7 月) が得られたのが温度で温泉とみとめられた最初である。その後、西京区の仁左衛門の湯が平成 11 年井戸水を目的として 600 m の掘削がなされ、水中ポンプで汲み上げて、30°C 程度の温度があり、温泉の届けを指導したことを覚えている。その後、平成 11 年に京都社会保険事務局からホテル京都エミナースで温泉が掘れないかとの調査依頼があり、調査し掘削位地をさめ、1,200 m 深度の掘削をした。動力揚湯で適正揚湯量 142 l/分、42.5°C の高温泉が京都市内で始めて湧出した。ついで、嵐山、大原の寂光院近隣で低温泉が得られたほか、嵯峨野天山の湯、西京極大門町天翔の湯、烏丸三条下ルのスパ・トリニテ、叡山電鉄の八瀬駅の近く、エキシブ京都八瀬離宮でも温泉が得られている。最近仁左衛門の掘り直しで、高温泉が得られたと聞く。ただ、京都市内の温泉は洛西の高温泉を除き他は 34°C までの温泉である。

## 2. 近畿地方の高温泉とその地質構造

近畿地方は現在火山活動は知られていない。一番最近の噴火は兵庫県豊岡市日高町の神鍋火山群の神鍋山、大机山の数万年前の玄武岩の活動である。その後、活動は知られていない。近畿地方の地下の熱構造 (Fig. 2, Furukawa *et al.*, 1998) はすでにまとめられている。今般、さらにこの特集にあわせて、古川 (2000) が新しくまとめている。化学成分の特異性を示す  $^3\text{He}/^4\text{He}$  の分布は Sano and Wakita (1983) が指摘している (Fig. 3)。

近畿地方の高温泉 (温泉法で 42°C 以上の温泉) は、地質構造から見て、舞鶴帯より以北とくに丹後半島およびその西にはかなり広く湧出している。代表的なのは城崎温泉、湯村温泉、夕日が浦温

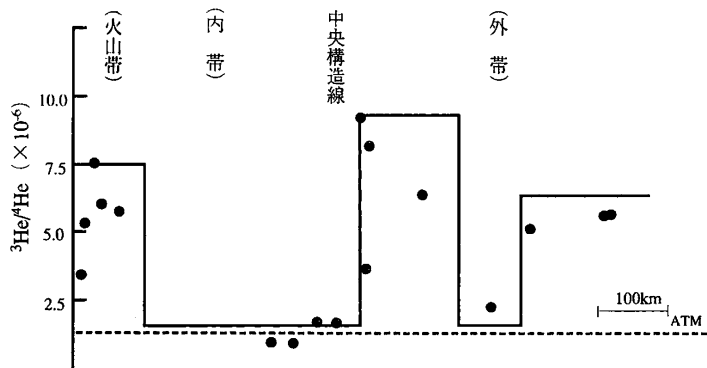


Fig. 3 The  $^3\text{He}/^4\text{He}$  profile in the Kinki and Chugoku Districts. The dashed line shows the atmospheric ratio (modified from Sano and Wakita, 1983).

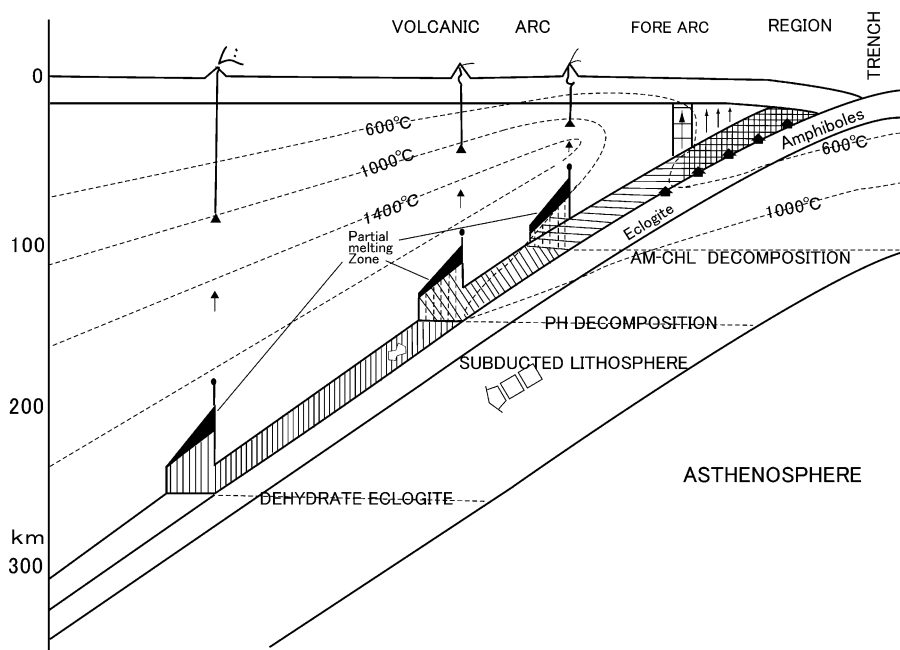


Fig. 4 A plausible model for the migration of H<sub>2</sub>O and the generation of basalt magmas in subduction zone. The hydrated Peridotite is formed by addition of slab-derived H<sub>2</sub>O (solid arrows) beneath the forearc region and should be dragged on the slab by the subduction of oceanic lithosphere (Nishimura, 1998 ; modified from Tatsumi, 1995). AM-CHL : Amphibolite, PH : Philogopite.

泉など(桂ら, 1984, 西村ら, 1986, 西村, 1994)である。これらの温泉群は<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He比が高く(Sano and Wakita, 1983), 日本海生成時およびそれ以降の火山活動と関係があると考えられる。

近畿地方中部では, 有馬温泉の金泉は<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He比が高く, 種々な高濃度の成分からフィリピン海プレートの沈み込みのスラブの脱水が超臨界流体となり(Fig. 4), マントル内を上昇し, マントルの成分を選択的に溶かしさらに地殻の通路を上昇して, 伏流水と混合して湧出している特別な源泉であると推定している(西村ら, 2006)。

中央構造線以南では所々古くからの高温泉が見られる(Fig. 5, 西村, 2000, 2001)。代表的なものは, 龍神温泉, 温泉地温泉, 十津川温泉, 湯の峰温泉, 川湯温泉, 白浜温泉, 勝浦温泉である。これらの高温泉は有馬温泉と同様にフィリピン海プレートの沈み込みのスラブの脱水との関係が論じられている(西村ら, 2008)。

洛西の高温泉(ホテル京都エミナースの温泉: 竹の郷温泉, 仁左衛門の湯)のような温泉は, 京都盆地の大部分では見つかっていない(西村, 2005)。この高温泉の成因の研究は今後なされるであろう。

### 3. 京都盆地の活構造と温泉

京都市の地質は総括的にまとめられたものが少なく, 京都を中心に総合的にまとめられた地質図は上冶(1961)を知るだけであった。また, 重力測定も何回もなされ測地学会などで報告されたが, 論文は桂京造ら(1983)以外殆ど出版されることもなかった。最近, 兵庫県南部地震(淡路阪神大

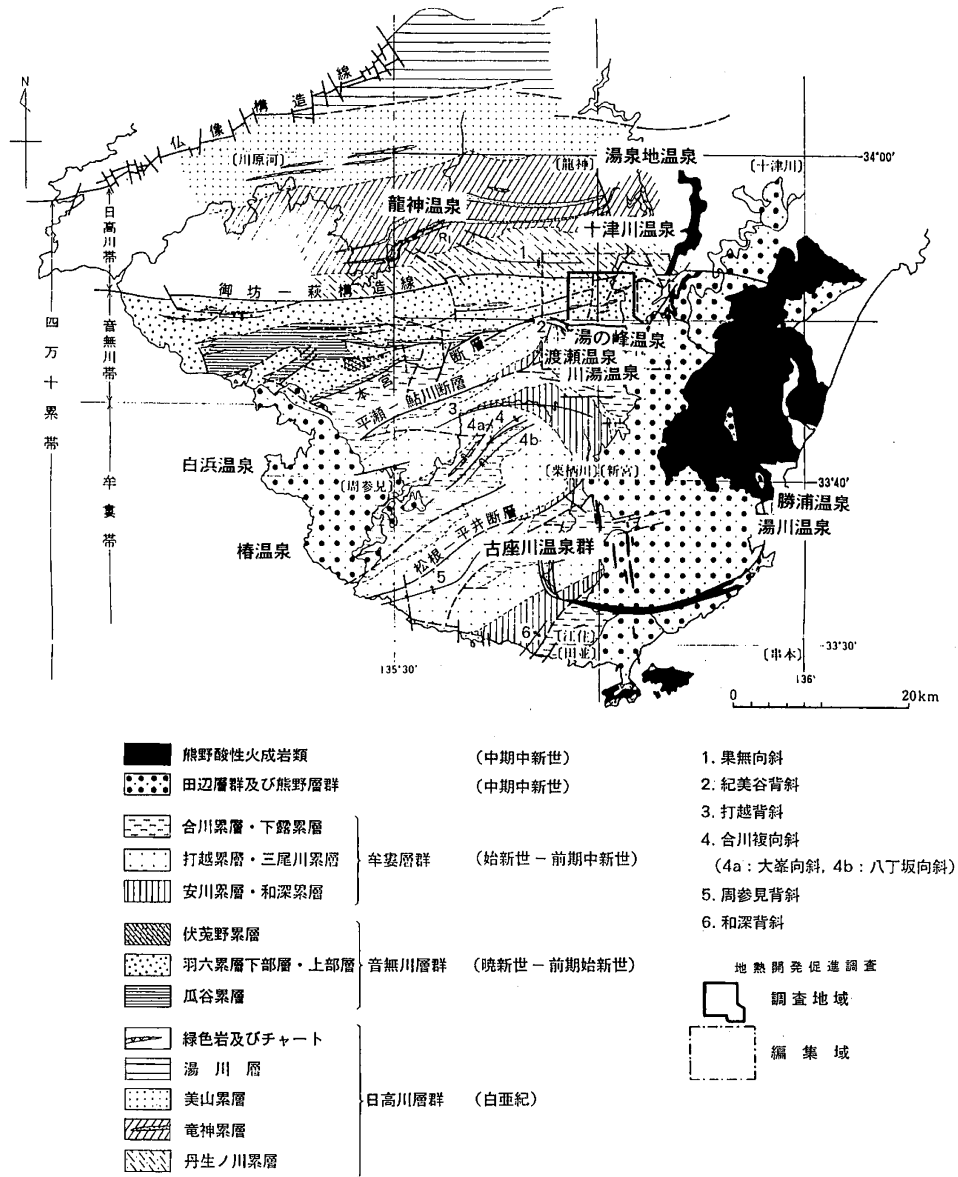


Fig. 5 Geological map and localities of hot-springs in Kii Peninsula.

震災) 後, 急速に近畿各地の地盤調査がすすめられ, 非常に多くのデータがまとめられた (関西地盤情報活用協議会地盤地質研究委員会, 2002).

京都市の活断層は, 最近の新関西地盤「京都盆地」(2002) には基盤岩類の分布, 京都盆地周辺の活断層分布, 京都盆地の微地形区分と兵庫県南部地震の建物被害の分布が記載されている (Fig. 6). それをみると, 集中的に被害があるのは地盤のもとと軟弱である場所を除くと樫原断層の一部に集中している (異常震域).

京都盆地周辺の温泉・鉱泉は, 花折断層とその南への延長沿いに, 放射能泉と単純温泉の分布が

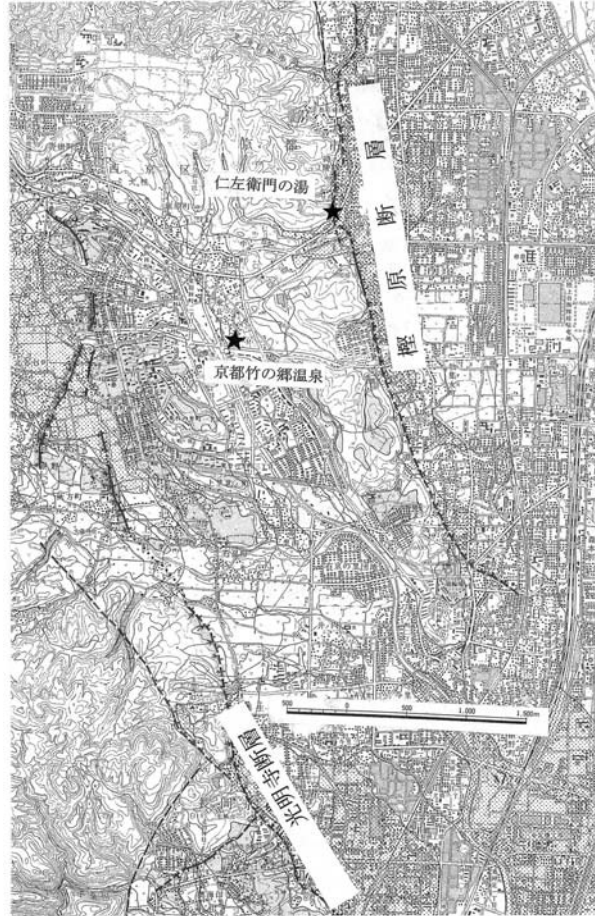


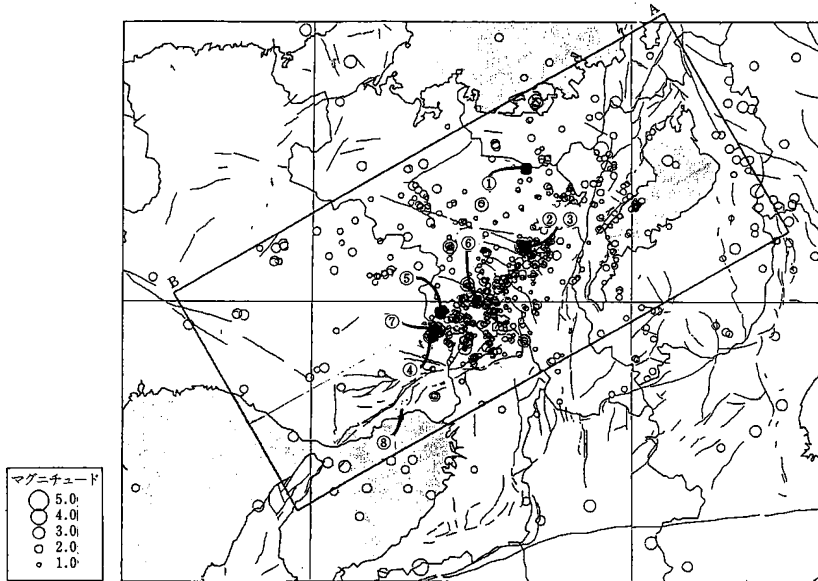
Fig. 6 Location of hotspots along Katakibara and Komyoji active faults and suffered area from Hyogoken-nanbu earthquake (1995).  
★ : hotspring. Shadow area : suffered area from Hyogoken-nanbu earthquake.

見られる。その他、鞍馬温泉は硫黄泉、湖西では、嵐山などの単純泉、檜原断層・光明寺断層沿いの高温泉が分布している。これ以外に深井戸のラドン含有量 (Nishimura and Katsura, 1990) や岩倉の浅井戸のラドン含有量とラジウム含有の仕方の測定がある (桂, 1973)。

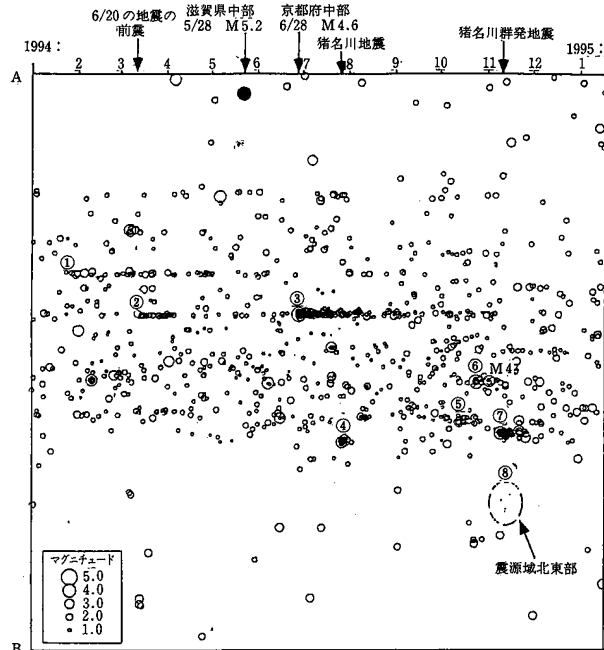
#### 4. 洛西における温泉と地質構造

洛西における高温泉は檜原断層沿いの仁左衛門の湯および檜原断層と光明寺断層の間のゆるみ域の京都竹の郷温泉がある。仁左衛門の湯の東南には (Fig. 6) に示すように、兵庫県南部地震のときに、京都では少ない被害家屋の集中している異常震域がみられる。兵庫県南部地震のほぼ1年前から、豊岡、滋賀県中部、京都府中部、猪名川と有感の地震が多くの微小地震とともに発生し、次第に明石海峡の兵庫県南部地震震源地に近づき、さらに檜原断層とその西部が活発化している (Fig. 7, 西村, 1995)。

平成11年2月国民年金京都府会館京都エミナース (社団法人全国国民年金福祉協会連合) の依頼で



1994 年阿武山地震観測所のデータで決定した 1~10 月再検測, 11, 12 月自動処理  
 (a) 1994 年丹波山地の顕著な地震活動



(b) 地震活動の時間的推移

Fig. 7 Distribution and change with time of epicenters in 1994 at Tanba mountainous district.

温泉探査を実施した。洛西ニュータウンの中心域で、大規模造成の結果、横の小畑川の流域まで改修されていたが、幸いにも改修前に、造成地域内の断層調査を引き受けて、この近辺に小規模の正断層を確認していた。また、改修後数年経過していたので、河川敷など中心に物理探査が可能であ



り、放射能探査、電磁 (CSA-MT) 探査を実施し断層の地表近くの位置、走向・傾斜を推定して、エミナースの日本庭園に掘削した (Fig. 8)。この断層は光明寺断層 (横ずれ断層) と榎原断層 (横ずれ断層) の差動により、その間に出来たゆるみ域の正断層であった。

1999年9月から掘削工事が始まり、2000年3月5日1,200m深度の掘削を終了、検層後、ケーシングのスリットを950m以深にあわせ揚湯した。適正揚湯142l/分で、(財)中央温泉研究所の温泉分析がなされ、京都竹の郷温泉と名付けられた。その結果 (Table 1) をみると、42.5°Cの単純高温

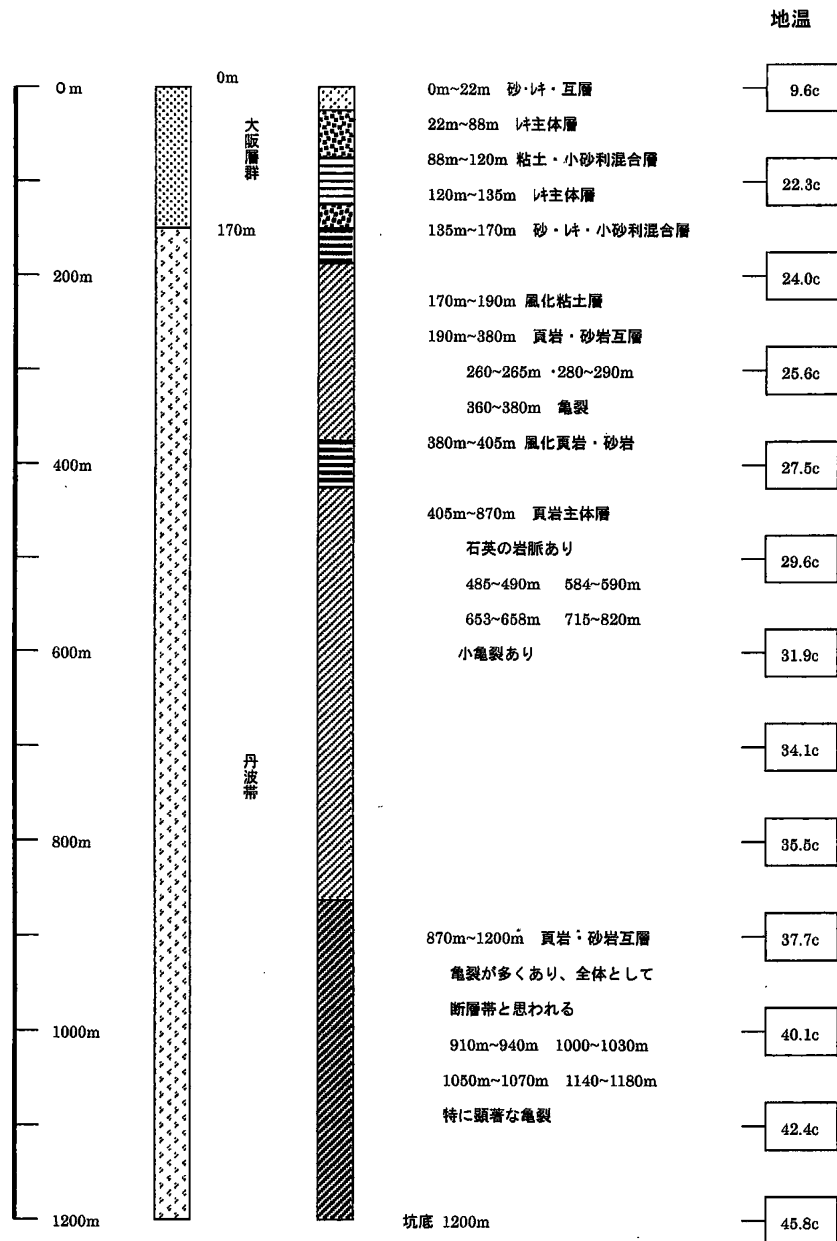


Fig. 8 Columar descriptions of drilling well of Takenosato Hot-Spring.

Table 1 The analysis table of Takenosato Hotspring.

甲第2765号

温泉分析書

1. 分析申請者
  - 住所 京都府京都市南区西九条南田町22-3
  - 氏名 京都社会保険事務局長
2. 源泉名及び湧出地
  - 源泉名 とよたけのせき 京都竹の郷温泉
  - 湧出地 京都府京都市西京区入野東境谷町2-4 原野
3. 湧出地における調査及び試験成績
  - (イ) 調査及び試験者 財団法人 中央温泉研究所 滝沢英夫
  - (ロ) 調査及び試験年月日 平成12年 4月 1日
  - (ハ) 泉温 42.5 °C (調査時に於ける気温 12°C)
  - (ニ) 湧出量 142 ℓ/min (掘削・動力揚湯)
  - (ホ) 知覚的試験 無色澄明無味無臭
  - (ヘ) pH値 8.1 (ガラス電極法)
  - (ト) ラドン(Rn) -- ×10<sup>10</sup> Cl/kg ( -- MB/kg)
4. 試験室における試験成績
  - (イ) 試験者 財団法人 中央温泉研究所 一柳はな子 滝沢英夫 村田福子
  - (ロ) 分析終了年月日 平成12年 4月26日
  - (ハ) 知覚的試験 無色澄明殆ど無味無臭
  - (ニ) 密度 0.9990 g/cm<sup>3</sup>(20°C/4°C)
  - (ホ) pH値 8.06 (ガラス電極法)
  - (ヘ) 蒸発残留物 0.576 g/kg (110 °C)
5. 試料1kg中の成分・分量及び組成

(イ) 陽イオン				(ロ) 陰イオン			
成分	シグラム	シバル	シバル%	成分	シグラム	シバル	シバル%
ナトリウムイオン(Na <sup>+</sup> )	247.0	10.74	94.63	フッ素イオン(F <sup>-</sup> )	2.9	0.15	1.36
カリウムイオン(K <sup>+</sup> )	6.1	0.16	1.41	塩素イオン(Cl <sup>-</sup> )	13.9	0.39	3.52
マグネシウムイオン(Mg <sup>2+</sup> )	1.6	0.13	1.15	臭素イオン(Br <sup>-</sup> )	--	--	--
カルシウムイオン(Ca <sup>2+</sup> )	5.0	0.25	2.20	ヨウ素イオン(I <sup>-</sup> )	--	--	--
アルミニウムイオン(Al <sup>3+</sup> )	0.3	0.03	0.26	硫化水素イオン(HS <sup>-</sup> )	--	--	--
鉄(II)イオン(Fe <sup>2+</sup> )	1.0	0.04	0.35	硫酸イオン(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	<0.1	--	--
マンガンイオン(Mn <sup>2+</sup> )	<0.05	--	--	炭酸水素イオン(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	590.0	9.67	87.35
				炭酸イオン(CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	25.8	0.86	7.77
陽イオン計	261.0	11.35	100	陰イオン計	632.6	11.07	100

(ハ) 遊離成分

非 解 離 成 分	シグラム	シモル	溶 存 ガ ス 成 分	シグラム	シモル
メタケイ酸 (H <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> )	38.7	0.50	遊離二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	<0.1	--
メタホウ酸 (HBO <sub>2</sub> )	5.5	0.13	遊離硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	<0.1	--
メタ亜ヒ酸 (HAsO <sub>2</sub> )	<0.01	--			
非 解 離 成 分 計	44.2	0.63	溶 存 ガ ス 成 分 計	--	--

溶解物質計(ガス性のものを除く) 0.938 g/kg 成分総計 0.938 g/kg

(ニ) その他微量成分 (mg)

総水銀 (Hg)	0.0005以下
銅 (Cu)	0.05以下
鉛 (Pb)	0.05以下

6. 泉質
  - 単 純 温 泉 (低張性・弱アルカリ性・高温泉)
7. 禁忌症、適応症等 温泉分析書別表5に記載する。  
平成12年 4月26日

東京都豊島区高田3丁目42番40号  
財団法人 中央温泉研究所  
所 長 甘露寺 昭雄

泉であるが、含有量の多い陽イオンはNa<sup>+</sup>であり、陰イオンはHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>とCO<sub>3</sub><sup>2-</sup>である。遊離炭酸ガスは殆ど含まれていないが、この成分はかなり深い被圧裂隙水であることを示唆している(西村, 2005)。

引用文献

Furukawa, Y., Shinjoe, H. and Nishimura, S. (1998): Heat flow in the Japan arc and its im-

- plication for thermal processes under arcs, *Geophys. Res. Lett.*, **25**, 1087-1090.
- 古川善紹 (2009) : 近畿地方の熱構造, *温泉科学*, **59**, 36-45.
- 関西地盤情報活用協議会地盤研究委員会 (2002), 新関西地盤—京都盆地, 197 頁, 関西地盤活用協議会, 大阪.
- 桂 郁雄, 西村 進, Arsadi, E.M., 赤松 信, 松田高明 (1987) : 近畿地方北西部地域の活構造 (5), 一八木断層・山田断層の検討と近畿北西部のブロック構造一, *地震*, **40**, 561-573.
- 桂 京造 (1973) : 近畿地方における放射能素とそのラドン源について (その 2), *温泉科学*, **26**, 136-146.
- 桂 京造, 橋本精一, 阿部悦夫 (1983) : 京都盆地南端地域における重力測定, *自然科学論議 (京女大)*, **15**, 17-24.
- 桂 京造, 浅見益吉郎, 西村 進 (1984) : 丹後半島周辺温泉, *温泉科学*, **34**, 81-91.
- 日本の地質「近畿地方」編集委員会 (1987) : 日本の地質 6「近畿地方」, 297 頁, 共立出版, 東京.
- Nishimura, S. (1960) : On some relation between underground water and radioactivity in Kyoto City, *Higashiyama Koko Kenkyu Kiyo*, **7**, 63-71.
- 西村 進 (1994) : 城崎温泉と城崎近辺の温泉, *温泉科学*, **43**, 128-135.
- 西村 進 (1995) : 地質構造と兵庫県南部地震, *安全工学*, **34**, 398-409.
- Nishimura, S. (1998) : Quaternary arc volcanism of Sunda and Southwest Japan Arcs, *Proc. Symp. Japan-Indonesia IDNDR Project*, Sept. 21-23, Bandung, Indonesia, 25-37.
- 西村 進 (2000) : 紀伊半島における前弧火成作用と温泉, *温泉科学*, **49**, 207-216.
- 西村 進 (2001) : 紀伊半島の温泉とその熱源, *温泉科学*, **51**, 98-107.
- 西村 進 (2005) : 洛西における温泉について, *温泉科学*, **54**, 173-176.
- Nishimura, S. and Katsura, I. (1990) : Radon in soil gas : Applications in Exploration and Earthquake Prediction, in *Geochemistry of Gaseous Elements and Compounds*, E.A. Durrance et al. eds., pp 497-533, Theophratus Pub., Greece.
- 西村 進, 掘 義直, 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, *物理探査*, **39**, 265-274.
- 西村 進, 桂 郁雄, 西田潤一 (2006) : 有馬温泉の地質構造, *温泉科学*, **56**, 3-15.
- 西村 進, 桂 郁雄, 西田潤一, 城森 明 (2009) : 南紀白浜温泉の地質構造, 第 61 回日本温泉科学大会講演要旨集, 6.
- Sano, Y. and Wakita, K. (1983) : Geographic distributions of the  $^3\text{He}/^4\text{He}$  ratios in Japan : Implications for arc tectonics and incipient magmatism, *Jour. Geophys. Res.*, **90**, 8729-8741.
- 巽 好幸 (1995) : 沈み込み帯のマグマ学, 全マントルダイナミクスに向けて, 東大出版, 180 頁, 東京.
- 上治寅治郎 (1961) : 京都近傍地質誌, 330 頁, 地下資源研究所, 京都.