

## 1995年神戸地震前後の断層近傍の湧水の化学組成変動

### Geochemical variations of spring waters in the vicinity of fault before and after 1995 Kobe Earthquake in Japan

西尾 嘉朗<sup>1\*</sup>, 風早 康平<sup>2</sup>, 安原 正也<sup>2</sup>

NISHIO, Yoshiro<sup>1\*</sup>, KAZAHAYA, Kohei<sup>2</sup>, YASUHARA, Masaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>JAMSTEC, <sup>2</sup>AIST

大地震の発生を予測する事は、地球科学分野における悲願である。しかし、数日といった短期予測はもちろん、数年といった中期予測に関しても、実用レベルにはない状況である。地震発生予測を目的として、地下水の地球化学研究は古くから実施されてきた。日本国内において、大地震前に地下水の地球化学シグナルが検出された例としては、1995年1月の神戸地震(M7.2)があげられる(Igarashi et al., 1995; Tsunogai and Wakita, 1995)。Igarashi et al. (1995)は、神戸地震が起こる9日前から、地下水のラドン濃度が上昇していた事を報告した。このように、短期的な地震発生指標として期待されるラドンは、現在も常時観測が精力的に実施されている。しかし、地震前の地下水のラドン濃度異常のシグナルが観測場所に依存するため、地震発生予測したい地域において地震前に応答性の良い場所を探ることができる知識が必要である。そのためには、大地震直前に形成される亀裂を通じて地殻からラドンが放出するメカニズムを理解する必要があるが、その複雑さが地下水のラドンをを用いた地震発生予測の大きな課題となっている。ラドン以外の地球化学データでは、Tsunogai et al. (1995)は、ある神戸地域の地下水中の塩素濃度が地震発生の5ヶ月前から増加しはじめ、地震の約90日後に極大に達して、その後減少していった事を報告している。地殻深部の流体は表層水に比べて塩素に富むため、この神戸地震の5ヶ月前からの地下水中の塩素濃度の増加は、震源域付近のひずみがたまることで、地殻深部流体が通常より上昇した可能性が考えられる。このように、大地震発生を地殻深部流体の放出イベントという観点で見ること、該当地域の地下水の化学組成を比較的単純なモデルで説明できるかもしれない。

地下水はその場所によって、伏流水的な物もあり多岐多様である。そこで、本研究では、地殻深部から地表への深部流体の通路として断層に着目して、神戸の地震断層付近の湧水の1952年から現在に至るまでの化学組成変化を調査した。その結果、地震前には120程度付近であったNa-K-Ca地球化学温度が、神戸地震の1年前に160まで上昇していた事が明らかとなった。地震後、Na-K-Ca地球化学温度は低下を続けて、現在では神戸地震の起こる前と同じ120となっている。この結果は、神戸地震前に震源付近の地殻にひずみがたまっていた状態になり、通常より深部の地殻流体が断層付近の湧水を通じて放出していた可能性を示唆する。本研究発表では、保管されていた地震後の湧水のLi同位体を含めた他の地球化学情報についても紹介して、断層湧水の地球化学を用いた地震発生予測の可能性について議論する。

#### 参考文献:

Igarashi et al., 1995, Science 269, 60-61.

Tsunogai and Wakita, 1995, Science 269, 61-63.

キーワード: 地球化学温度計, 湧水, 断層, 地殻流体, 内陸地震, 兵庫県南部地震

Keywords: geochemical thermometer, spring water, fault, geofluid, intra-arc earthquake, Southern Hyogo Earthquake

## 東北地方太平洋沖地震に伴う温泉の湯量とラドン観測 Hot springs water and radon observations with the 2011 Tohoku Earthquake

田阪 茂樹<sup>1\*</sup>, 松原 正也<sup>1</sup>, 角森 史昭<sup>2</sup>, 松本 則夫<sup>3</sup>, 堀口 桂香<sup>3</sup>

TASAKA, Shigeki<sup>1\*</sup>, MATSUBARA, Masaya<sup>1</sup>, TSUNOMORI, Fumiaki<sup>2</sup>, MATSUMOTO, Norio<sup>3</sup>, HORIGUCHI, Keika<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学総合情報メディアセンター, <sup>2</sup> 東京大学理学部地殻化学実験施設, <sup>3</sup> 産業技術総合研究所地質調査総合センター  
<sup>1</sup>IMC, Gifu Univ, <sup>2</sup>GCRC, Univ. Tokyo, <sup>3</sup>Geological Survey of Japan, AIST

本報告は、中部地域の4箇所の温泉で、東北地方太平洋沖地震に伴う湯量とラドン溶存ガスの変動についての観測結果である。

本研究の目的は、地震予知の観点から湯量及びラドン濃度変動と地殻歪の関係性を明らかにして、地下水と地震の発生の関係を明らかにすることである。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, ラドン, 湯量, 温泉, 地震予知, 地殻歪

Keywords: The 2011 Tohoku earthquake, Radon, Water, Hot Spring, Earth Quake Prediction, Crustal Strain

## 三浦半島断層群周辺での地下水に含まれるラドン 222 濃度測定 Survey of Radon-222 Concentration in Groundwater in Miura Peninsula

森田 雅明<sup>1\*</sup>, 松山 諒太郎<sup>1</sup>, 角森 史昭<sup>2</sup>, 森 俊哉<sup>2</sup>

MORITA, Masaaki<sup>1\*</sup>, MATSUYAMA Ryotaro<sup>1</sup>, TSUNOMORI, Fumiaki<sup>2</sup>, MORI, Toshiya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学理学部地球惑星物理学科, <sup>2</sup> 東京大学理学系研究科地殻化学実験施設

<sup>1</sup>Univ. of Tokyo, School of Sci., Dept. of Earth Planetary Phys., <sup>2</sup>Univ. of Tokyo, Grad. School of Sci., Geochem. Res. Center

三浦半島断層群は、2011年東北地方太平洋沖地震以降に地震の発生確率が高まった可能性のある断層として、文部科学省の地震調査研究推進本部によって指摘されている ([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11sep\\_chouki/chouki.pdf](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11sep_chouki/chouki.pdf))。地震に伴うラドン 222 (以下ラドン) 濃度の異常変化が 1978 年の伊豆大島近海地震 (Wakita et al., 1980) や 1995 年の兵庫県南部地震 (Igarashi et al., 1995) で指摘されたことから、当該地域での観測を準備している。斎藤ほか (1993) が行った関東周辺の地下水中ラドン濃度の調査では三浦半島周辺は調査点が少ないため、観測点候補地の選定を目的として湧水・温泉水に含まれるラドン濃度の調査を行った。

地下水をボトルに半分採取後十分に震とうし、気相のラドンの濃度を測定した。測定には半導体検出器を用いた SARAD 社製ラドン測定装置 RTM1688 を使用した。この測定したラドン濃度を、水温、測定時間をもとに地下水のラドン濃度に換算した。

三浦半島断層群周辺のラドン濃度は平均として  $10 \pm 9$  Bq/L であり、これは斎藤ほか (1993) の調査した神奈川・湘南地域の平均値  $3 \pm 2$  Bq/L よりも高い傾向にあった。この傾向の原因として、断層破碎帯が流体の通りみちとなっている (Lockner et al., 2000) ことに加え、帯水層土壤中に親核種のラジウム 226 が濃集している (斎藤・高田, 1994) ことが考えられる。

キーワード: ラドン, 三浦半島断層群, 地下水

Keywords: radon, active faults in Miura Peninsula, groundwater

## 九州地方における温泉水の性質と地質及び地質構造との関係 Relationship between chemical composition of hot springs and geological structure at Kyushu, Japan

照沢 秀司<sup>1\*</sup>, 杉本 雅明<sup>1</sup>, 田中 秀実<sup>1</sup>, 角森 史昭<sup>2</sup>, 村上 雅紀<sup>3</sup>

TERUSAWA, Shuji<sup>1\*</sup>, SUGIMOTO, Masaaki<sup>1</sup>, TANAKA, Hidemi<sup>1</sup>, TSUNOMORI, Fumiaki<sup>2</sup>, MURAKAMI, Masaki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院理学系研究科, <sup>2</sup> 東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設, <sup>3</sup> 応用地質株式会社

<sup>1</sup>School of Science, The University of Tokyo, <sup>2</sup>Laboratory for Earthquake Chemistry, Graduate School of Science, University of Tokyo, <sup>3</sup>OYO Corporation

温泉とは、温泉法第2条第1項により、地中から湧出する温水、鉱水及び水蒸気その他のガス(炭化水素を主成分とする天然ガスを除く)で、泉源における水温が25℃以上または、溶解成分が規定量以上含まれているものと規定されており、その化学成分は地質を反映する(真木他1994)。

我が国では、火山活動や地震活動が活発であるため、全国で約3000カ所の温泉地と30000本弱の源泉が存在するとされている(環境省2010)。そのため、これまで数多くの研究が行われてきたが、広範囲を研究対象とした研究は少なく、多くの研究では、現地でも温泉水を採水して研究室で水質分析する手法をとっており、少ない分析点数での、温泉地や地区など狭い範囲における特定テーマ研究が中心となる。

しかし、温泉の化学組成と地形や地質構造の関係を比較検討する研究においては、より広範囲において多数の源泉化学組成データがソースとして存在することが望ましい。

我が国では、温泉を事業的に利用する場合、温泉分析書を作成、公開しなければならないことが温泉法で定められている。小熊(2009)は温泉分析書を利用することで、関東甲信越地方の温泉データ715件を入手し、温泉成分とプレートの沈み込みの関連性を示した。また、大津(2010)は、東北地方の温泉1026件のデータを入手し、深度・化学組成と活断層の関連性を示している。これらの研究では、温泉分析書に記載されている、泉温、pH、溶存成分量を用いて分析を行っており、大津(2010)は1部ではあるが、温泉の掘削深度データを入手し、泉質と断層の配置に関する3次元的な考察も行っている。

今発表では、対象地域を九州地方とし、温泉水の性質と地質及び地質構造との関係を検討した。九州地方は火山が多く、中央構造線の西端にあたり、他にも複数の活断層が存在しており、源泉数も、大分県で4500件以上、鹿児島県2500件以上と全国で上位を占めている。九州地方における温泉の分布について、1963件の温泉分析書を入手し、GIS上で空間的な分析を行い、泉温、pH、溶存成分等の化学的な傾向を地質、火山、断層などと比較して捉えることを試みた。複数の活断層と温泉の化学組成の関連性の検討の結果、両者の関係に新たな知見を得たので報告する。

キーワード: 温泉, 九州, 活断層

Keywords: hot springs, Kyusyu, active fault

## 地下水溶存ガス連続観測装置 (GROWDAS) を用いた、「もんじゅ」敷地内ボーリング孔内のガス・地下水質の連続観測

### The observation of ground- gasses and water in a borehole of Fast breeder reactor research and development center Monju

渡邊 貴央<sup>1\*</sup>, 村上 雅紀<sup>1</sup>, 三輪 敦志<sup>1</sup>, 立石 良<sup>2</sup>, 島田 耕史<sup>2</sup>

WATANABE, takahiro<sup>1\*</sup>, MURAKAMI, Masaki<sup>1</sup>, MIWA Atsushi<sup>1</sup>, TATEISHI Ryo<sup>2</sup>, SHIMADA Koji<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 応用地質株式会社, <sup>2</sup>(独) 日本原子力研究開発機構

<sup>1</sup>OYO Corporation, <sup>2</sup>Japan Atomic Energy Agency

地下水溶存ガス連続観測装置 (GROWDAS: Ground water data analyzing system) を用いて、ボーリング孔内ガスの連続観測および地下水水質の連続観測を行った。

本研究では、(独) 日本原子力研究開発機構高速増殖原型炉「もんじゅ」敷地内の既存ボーリング孔を用い、基盤岩中の地下水変動と潮汐との関連性を明らかにする目的で観測が行われた。観測孔 (G.L.-40m) の地質は、G.L. 0.27m まで表土および崖錐堆積物、それ以深は粗粒黒雲母花崗岩であり、G.L.-21.90m ~ G.L. 29.25m 区間、G.L.-31.35m ~ G.L.-32.15m 区間は、粘土状~角礫状に破碎されている。ボーリング孔内のガスの観測と同時に、地下水水質 (pH、電気伝導率、水温、濁度、溶存酸素量、水深) の連続観測も行った。本研究で得られた、ガス・水質データとの比較検討には気象庁のデータ (気温・気圧・降雨量・潮汐等) を用いた。

観測は12月末から行われ、終了は2月末を予定している。

本発表では、観測によって得られた結果を発表する予定である。

キーワード: 地下水溶存ガス連続観測装置, GROWDAS, 地下水水質

Keywords: Ground water data analyzing system, GROWDAS, groundwater quality, groundgasses

## 地下水溶存ガス連続観測装置 (GROWDAS) 開発の現状 The 2011 development report of Groundwater data analyzing system (GROWDAS)

村上 雅紀<sup>1\*</sup>, 渡邊 貴央<sup>1</sup>, 三輪 敦志<sup>1</sup>  
MURAKAMI, Masaki<sup>1\*</sup>, WATANABE, takahiro<sup>1</sup>, MIWA, atsushi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 応用地質株式会社

<sup>1</sup> OYO Corporation

現在、開発および稼働を行っている地下水溶存ガス連続観測装置 (GROWDAS: Ground water data analyzing system) の現状を紹介する。GROWDAS 1号機は東京大学地殻内流体研究グループが中心となって開発を行い、2010年12月より跡津川断層において連続観測を開始した。気液分離機構と脱水処理機構を備え、地下水中の溶存ガスを無人で連続観測することに成功した。GROWDAS 2号機は東京大学地殻内流体研究グループの監修の元で製造され、高速増殖原型炉もんじゅ敷地内にあるボーリング孔内で2011年12月より観測を開始した。1号機からの改良点としては、ポンプや質量分析計の計器類やバルブ操作の制御系システムを全てPC内のソフトウェアに組み込み、1台のPC上で装置を稼働させることができるようになった。この改良によって、センサー以外のほぼすべての計器類を観測装置から排除することができたため、装置の縮小化と軽量化が進んだ。

キーワード: ガス測定, 断層破碎帯

Keywords: gas measurement, fault zone