

2014年長野県北部の地震に伴う温泉の異常湧出 Coseismic discharge of hot spring water due to the 2014 Northern Nagano earthquake

佐藤 努^{1*}; 落唯史¹; 高橋 正明¹; 松本 則夫¹; 風早 康平¹; 高橋 浩¹; 稲村 明彦¹; 半田 宙子¹;
森川 徳敏¹; 仲間 純子¹
SATO, Tsutomu^{1*}; OCHI, Tadafumi¹; TAKAHASHI, Masaaki¹; MATSUMOTO, Norio¹; KAZAHAYA, Kohei¹;
TAKAHASHI, Hiroshi¹; INAMURA, Akihiko¹; HANDA, Hiroko¹; MORIKAWA, Noritoshi¹; NAKAMA, Atsuko¹

¹ 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門

¹ Geological Survey of Japan, AIST

2014年11月22日、長野県白馬村を震央とするマグニチュード6.7の地震が発生した。地震の翌日には、震央から北に8kmの小谷村の千国地区において道路脇から低温の温泉がガスと共に湧出しているのが発見された。調査の結果、水温は26.4℃、湧出量は毎分75リットル、温泉水の主要化学組成は重炭酸ナトリウム、温泉ガスの主要成分はメタンであった。

キーワード: 2014年長野県北部の地震, 温泉湧出, 地震に伴う地下水変化

Keywords: the 2014 Northern Nagano earthquake, hot spring water discharge, coseismic hydrological change

1854年安政南海地震による愛媛県最南端（愛南町）での津波，地盤沈下，地下水位変化 Tsunami, land subsidence, and groundwater level-change in the southwesternmost of Shikoku caused by the Ansei Nankai EQ

弘瀬 冬樹^{1*}; 中西 一郎²

HIROSE, Fuyuki^{1*}; NAKANISHI, Ichiro²

¹ 気象研究所, ² 京都大学大学院理学研究科

¹Meteorological Research Institute, ²Graduate School of Science, Kyoto University

安政南海地震は、安政元年11月5日（1854年12月24日）に発生し、紀伊半島から九州地方にかけて震度V、震源に近い高知・徳島などでは震度VIの揺れが推定されている。この地震については『新収日本地震史料』に膨大な量の地震史料が掲載されている。特に第五巻 別巻五 [東京大学地震研究所, 1987] は、安政東海地震（11月4日）、安政南海地震（11月5日）、豊予海峡で発生した余震（11月7日）に関する史料を集成した巻であり、総ページ数が2528ページに達する。この地震史料集では、県市町村史等の刊本については地震関連箇所を転載し、未翻刻の地震史料に関しては翻刻を行い掲載している。刊本を採用する場合、原本に戻り翻刻が正しいかどうかの校正はされていない。

本論の目的は、『新収日本地震史料 第五巻 別巻五-二』[東京大学地震研究所, 1987]に転載された1町史掲載地震記録の原文コピーを再読解し、この地震史料集に掲載された読解文と比較し、地震史料に記された安政南海地震に伴った自然現象（地震動、津波、地殻変動など）と被害を詳細に検討することにある。さらに、史料の持つ情報量を整理し、地球物理学的解析も行う。我々は、地震史料を愛媛県南端に位置する現愛南町正木地区（南宇和郡一本松町正木）の庄屋であった藤岡家に伝わった安政南海地震に関する史料に限り、史料を再読解し、内容に関する考察と解析を行った。この庄屋の書いた私的史料の内容の正確さと情報量を評価するために、この史料を安政南海地震時に宇和郡を支配した宇和島伊達家文書中の史料7点と比較した。比較の結果、海岸地域での津波被害に関しては両文書間に矛盾はなかった。一方、藤岡家の史料に書かれていた地震に伴った井戸の涸れや落石などは、宇和島伊達家の史料にはなかった。これは、従来行われてきた宝永、安政、昭和の南海地震に関する四国海岸地域の地震動、津波、地盤の隆起・沈降に関する調査だけでなく、内陸地域での地下水位変化、地滑り、液状化の調査も併用（海岸に沿った線的調査から内陸部を含む面的調査に拡大）することで、地震断層に関する情報量を質的に向上させる可能性を示唆する。

キーワード: 安政南海地震, 四国, 愛媛県愛南町, 地殻変動, 地形変化, 断層モデル

Keywords: Ansei Nankai Earthquake, Shikoku, Ainan-town in Ehime Prefecture, Crustal deformation, Landscape evolution, Fault model

北海道において観測された温泉水位と地殻歪との関係 Relationship between crustal strain and groundwater level at wells in Hokkaido, Japan

柴田 智郎^{1*}; 秋田 藤夫²; 池田 隆司³; 松本 則夫⁴
SHIBATA, Tomo^{1*}; FUJIO, Akita²; IKEDA, Ryuji³; MATSUMOTO, Norio⁴

¹ 京都大学大学院 理学研究科 附属地球熱学研究施設, ² 道総研 地質研究所, ³ 北海道大学大学院 理学研究院, ⁴ 産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ

¹Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, ²Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization, ³Graduate School of Science, Hokkaido University, ⁴Tectono-Hydrology Research Group, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industr

【研究背景と目的】 温泉には地下深部から上昇するものがあり、深部情報が含まれている。以前から、温泉水は地震や火山活動などの影響を受け、変化することが報告されている (Igarashi and Wakita, 1991)。北海道周辺ではプレート境界を震源とする巨大地震が繰り返し発生し、それに伴い温泉の水位が変化している (Akita and Matsumoto, 2004; Shibata et al., 2010)。観測された温泉の水位データを用い、歪変化に対する応答を調べた。

【研究試料と実験方法】 北海道内の未利用状態にある 19 の温泉井の水位を観測した。温泉の水位は、投込圧力式水位計を用い、10 分間隔で自動的に測定される。測定されたデータは、データロガーに記録される。水位の測定誤差は、水位計で異なるが 5?10mm 程度である。

【結果と考察】 多くの観測井では、地震による水位変化は帯水層の地殻歪の変化に比例しており、歪感度を求めた。しかし、3 観測井では、水位の変化が歪変化とは比例せず、逆に負の歪感度を示す。これらの井戸の負の歪感度は、地震の揺れによる温泉水以外の帯水層からの漏入や一時的な帯水層の透水係数の増加が原因と考えられる。

また、歪感度を用いると帯水層を構成している岩石の体積弾性率を得ることができ、一部の火山岩や堆積岩を対象とした帯水層の水位変化から求めた体積弾性率は、他の文献で見られる砂岩の値を示す。一方、火山岩を対象としたものは花崗岩の値に等しいことが明らかになった。

(参考文献)

Akita & Matsumoto, GRL, 31, doi:10.1029/2004GL020433, 2004

Igarashi & Wakita, JGR, 96, 4269-4278, 1991.

Shibata et al. Tectonophysics, 483, 305-309, 2010.

キーワード: 水位変化, 地殻歪, 温泉, 帯水層, 北海道

Keywords: change of groundwater level, crustal strain, thermal water, aquifer, Hokkaido

地殻変動に起因する大気中ラドン濃度変動 Anomalous change in atmospheric radon concentration induced by crustal movement

岩田 大地^{1*}; 長濱 裕幸¹; 武藤 潤¹; 安岡 由美²; 三浦 哲³; 太田 雄策³
IWATA, Daichi^{1*}; NAGAHAMA, Hiroyuki¹; MUTO, Jun¹; YASUOKA, Yumi²; MIURA, Satoshi³;
OHTA, Yusaku³

¹ 東北大学大学院理学研究科地学専攻, ² 神戸薬科大学薬学部放射線管理室, ³ 東北大学 地震・噴火予知研究観測センター
¹Dept. Geol., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ., ²Inst. Radioisot. Res., Kobe Pharm. Univ., ³RCPEVE, Tohoku University

ラドンは、天然に存在する放射性元素である。ウラン系列に属するラドン (²²²Rn) はラジウム (²²⁶Ra) がアルファ崩壊することによって生成される。半減期は約 3.8 日である。岩石中に含まれるラジウムの崩壊によりラドンがもたらされ、地表から散逸し、大気中ラドン濃度として観測される。

大気中ラドン濃度は、地震発生に関連して、変動すると報告されてきた。例えば、1995 年の兵庫県南部地震発生前に、神戸薬科大学で観測された大気中ラドン濃度は異常変動をし、高い値を示したと報告されている (Yasuoka et al., 2008)。地震発生に関連した大気中ラドン濃度の異常変動は、地殻歪の変化によって地中より散逸するラドン濃度が変化するためと考えられている。上述の兵庫県南部地震の報告例では、地震発生前に神戸薬科大学の西方約 10km に位置する六甲高雄観測室で観測された局所的な地殻歪の変化と大気中ラドン濃度の変動が対応していることが報告されている。

大気中ラドン濃度が地殻歪の変化による地中からのラドン散逸を反映しているとする、ラドン観測点周辺の面的な歪変化にも呼応していることが予想される。

本研究では、大気中ラドン濃度の変動とラドン観測点付近の面積歪の変動を比較した。大気中ラドン濃度として、札幌医科大学と福島県立医科大学の放射線管理施設で観測されたデータを使用した (畠中ほか, 2013)。面積歪の計算には、国土地理院の GEONET 観測網のデータから推定された電子基準点の日座標値を用いた。

大気中ラドン濃度変動と面積歪変動との比較を行った結果、札幌医科大学で観測された 2003 年十勝沖地震 (2003 年 9 月 26 日, Mj 8.0) 発生後の大気中ラドン濃度の異常変動と札幌医科大学周辺の面積歪の変動との間に相関があることがわかった。また、福島県立医科大学で観測された 2008 年茨城県沖地震 (2008 年 5 月 8 日, Mj 7.0)、福島県沖地震 (2008 年 7 月 19 日, Mj 6.9)、2010 年福島県沖地震 (2010 年 3 月 14 日, Mj 6.7)、発生前後に見られた大気中ラドン濃度変動と福島県立医科大学周辺の面積歪変動とに相関が見られた。いずれの結果も、大気中ラドン濃度変動が面積歪の 10^{-7} から 10^{-8} のオーダーの変化に対応しており、地殻歪変化が地中でのラドン移流環境変化をもたらしてラドン散逸を促し、大気中ラドン濃度の異常変動として観測されたと考えられる。

キーワード: 大気中ラドン濃度, 地殻変動, GPS, 面積歪

Keywords: atmospheric radon concentration, crustal movement, GPS, area strain

岐阜県東濃地域における地下水—地殻活動連続観測 —水圧変動に伴う地殻歪変化— Groundwater and crustal activity observations in Gifu Pref., Central Japan

浅井 康広^{1*}; 石井 紘¹
ASAI, Yasuhiro^{1*}; ISHII, Hiroshi¹

¹ 東濃地震科研
¹ TRIES, ADEP

東濃地震科学研究所では岐阜県東濃地域の瑞浪市と土岐市に9箇所のボアホール観測点(深度105m~1030m)を整備し地下水流動と地殻活動の関連性に関する研究を行っている。

そのうち瑞浪超深地層研究所(日本原子力研究開発機構東濃地科学センター)周辺にはTGR350/165観測点がある。立坑及び試錐孔掘削や水理試験等に伴う水位変化(水位上昇・低下)が繰り返し観測されている。この水位変化と同期してTGR350/165の両孔の孔底に埋設・設置した石井式ボアホール歪計記録には 10^{-6} オーダーの顕著な伸び縮みが観測されており、歪解析による最大せん断歪変化の方位は、TGR350では地下水低下時に南南東方向、水位上昇時に北北西方向であること、この方位は観測点近傍にある主立坑断層(NNW断層)の走行とほぼ同じであること、一方TGR165では地下水低下時に北西方向、水位上昇時に南東方向となり歪変化の様相が異なることがわかっている。

講演ではこれらの歪解析結果の詳細と、これらの変化を説明する定性的モデルの考察を述べる。また東濃鉦山(土岐市)の埋め戻しに伴う水位—歪変化がその周辺の観測点で観測されている。これについても報告を行う。

キーワード: 石井式ボアホール歪計, 地下水位—歪変化の関連性, 最大せん断歪変化, 間隙水圧変化

Keywords: Ishii-type borehole strainmeter, Relationship between groundwater and strain, Maximum shear strain change, pore-pressure disturbance