

2000年鳥取県西部地震の震源断層の検出（その2）：地下水中のヘリウム同位体比分布

Identification of the source fault of the 2000 western Tottori earthquake (Part II): Helium isotopes

梅田 浩司^{1*}, 二ノ宮 淳¹, 浅森 浩一¹, 根木 健一¹

Koji Umeda^{1*}, Atusi Ninomiya¹, Koichi Asamori¹, Tateyuki Negi¹

¹日本原子力研究開発機構

¹Japan Atomic Energy Agency

2000年鳥取県西部地震(Mj7.3)は、それまで活断層が認定されていない地域で発生したM7クラスの内陸地震であり、変動地形学的手法による活断層の検出・認定が必ずしも十分ではないという問題を提起した。しかしながら、地震後の精力的な調査によって、地震を引き起こしたのは未成熟な断層であり、震源断層からの主破壊は地下1~2kmまで達したものの、地表ではいくつかに分散する僅かな横ずれ変位しか生じなかったことが明らかにされた（例えば、Dalguer et al., 2003）。このような未成熟な活断層や低活動性で変動地形が明瞭でないような活断層等を概要調査等において予め認定しておくことは、地層処分などの長期的な安全性を確保するためにも重要となる。活断層の調査は、既存文献の調査のほか、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等を適切に組み合わせた調査を行う必要性が指摘されている(原子力安全委員会, 2008)。このうち筆者らは、地磁気・地電流法(MT法)による比抵抗構造解析を使った地球物理学的なアプローチおよび地下水中の希ガス同位体を用いた地球化学的なアプローチの検討を進めている。活断層から水素、二酸化炭素、ラドン、ヘリウム等の揮発性物質が放出されているという観測事例がいくつか報告されている。このうち、不活性ガスであるヘリウムは、地殻中での化学反応を生じにくいことから、地下深部の化学的な情報を得るための重要な指標の一つである。これまでも、1984年長野県西部地震の前後に温泉ガス中のヘリウム同位体比が増加したこと(Sano et al., 1986)や2004年新潟中越地震の震源域や米国のSan Andreas断層付近では高いヘリウム同位体比が観測されている(Kennedy et al., 1997; Umeda et al., 2008)。今回は、2000年鳥取県西部地震の震源域周辺において、地下水井から採取した溶存ガスから希ガス同位体の測定を行い、ヘリウム同位体比($^3\text{He}/^4\text{He}$ 比)の分布の特徴を明らかにした。大山火山の近傍の地下水井を除き、余震分布域では、高いヘリウム同位体比が認められる。また、本震の震央付近では大気の4倍以上の値を示すものも存在するが、余震域から離れるにつれてその値が低下する。また、モーメントテンソル解によって求められた起震断層セグメントからサンプルの採取地点までの距離とヘリウム同位体比には明瞭な相関が認められる。2000年鳥取県西部地震では、地表には明瞭な地震断層が出現しなかったが、発震機構からほぼ鉛直な横ずれ断層の活動によって引き起こされたことが明らかになっている。また、2000年鳥取県西部地震では、震源域のモホ面付近には、低周波微動が観測されており、上部マントルから地殻に上昇した流体が断層の活動に関与していると考えられている(Ohmi et al., 2004)。以上のことから、断層が再活動した際には、アスペリティ(固着面)を挟んだ上位と下位の間隙水圧の差圧によってそこが流体の通路になることが予想されることから(例えば、Sibson, 1992)、高角度で活動性が高い断層ほど、マントル起源のヘリウムがより多く地表にもたらされる可能性がある。このように、地表地震断層を引き起こさないような未

成熟な震源断層であっても地下水中のヘリウム同位体比の空間的な分布を把握することにより、断層の存在や大まかな位置を捉えることが可能と考えられる。

(引用文献)

Dalguer, L. A., Irikura, K., and Riera, J. D., 2003, Simulation of tensile crack generation by three-dimensional dynamic shear rupture propagation during an earthquake, *J. Geophys. Res.*, 108 (B3), 2144, doi:10.1029/2001JB001738.

原子力安全委員会(2008),活断層等に関する安全審査の手引き, 10pp.

Kennedy, B. M., et al. (1997), Mantle fluids in the San Andreas fault system, California, *Science*, 278, 1278-1281.

Ohmi, S., et al. (2004), Deep low-frequency earthquakes near the downward extension of the seismogenic fault of the 2000 Western Tottori earthquake, *Earth Planet. Space*, 56, 1185-1189.

Sano, Y., et al. (1986), $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratio anomalies associated with the 1984 Western Nagano Earthquake: Possibly induced by a diapiric magma, *J. Geophys. Res.*, 91(B12), 12,291-12,295.

Sibson, R. H. (1992), Implications of fault-valve behaviour for rupture nucleation and recurrence, *Tectonophys.*, 211, 283-293.

Umeda, K., et al (2008), High ^3He emanations from the source regions of recent large earthquakes, central Japan, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9, Q12003_1-7.