

内陸地震震源域のヘリウム同位体比

High $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratio anomalies in the source regions of recent large earthquakes

梅田 浩司 [1]; 二ノ宮 淳 [1]

Koji Umeda[1]; Atusi Ninomiya[1]

[1] 原子力機構

[1] JAEA

伏在活断層や低活動性で変動地形の明瞭でない活断層、未成熟な活断層等、いわゆる未知の活断層と呼ばれる断層を概要調査等によって確認することは、地層処分の安全性を確保する点から重要な課題である。これらの断層は、近年の変動地形学や地球物理学の進歩によって高い確度で識別されることが予想されるが、調査技術のさらなる信頼性の向上を図るため、これまで研究事例が少なかった地球化学的アプローチによる活断層の調査手法について検討を行った。

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。これまでに、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) や米国の San Andreas 断層では断層トレースに沿って高いヘリウム同位体比が観測されている (Kennedy et al., 1997)。以上のことから、温泉の遊離ガスや地下水の溶存ガスに含まれるヘリウム同位体比は、未知の活断層を検出するための有効な地球化学的指標になる可能性がある。本研究では、2004年新潟県中越沖地震 (Mj6.8) および2000年鳥取県西部地震 (Mj7.3) の震源域およびその周辺において希ガス同位体の測定を行い、ヘリウム同位体比の分布の特徴を明らかにした。いずれの地域も余震分布域では、高いヘリウム同位体比が認められ、本震の震央付近では大気の4倍以上の値を示すが、余震域から離れるにつれてその値が低下する (Umeda et al., 2008)。特に、鳥取県西部では、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。2004年新潟県中越沖地震、2000年鳥取県西部地震は、共に地表には明瞭な地震断層が出現しなかったが、発震機構から前者は高角度の逆断層により、後者は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、いずれの地震とも、上部マントルから下部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。以上のことから、断層が再活層した際には、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, 1996)、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。いずれにしても、活断層や地質断層周辺での希ガス同位体の観測事例は少ないことから、今後はテクトニックな条件の違いを考慮しつつ、当該手法の有効性について引き続き検討していく必要がある。

References

- Kennedy et al.(1997),Science, 278, 1278-1281.
Sano et al.(1986), J. Geophys. Res., 91(B12), 12291-12295.
Sibson (1996), J. Struct. Geol., 18, 1031-1042.
Umeda et al.(2008), Geochem. Geophys. Geosyst., 9, Q12003.