

御嶽火山南東麓で起こる群発地震に関与する流体の起源

Origin of fluid related to earthquake swarms beneath southeast flank of Ontake volcano, Japan

西尾 嘉朗^{1*}, 岡村慶², 谷水 雅治¹, 石川 剛志¹, 佐野 有司³

Yoshiro Nishio^{1*}, Kei Okamura², Masaharu Tanimizu¹, Tsuyoshi Ishikawa¹, Yuji Sano³

¹海洋研究開発機構・高知コア研, ²高知大学・海洋コアセンター, ³東京大学・海洋研

¹JAMSTEC, ²Kochi Univ., ³Univ. of Tokyo

木曾御嶽火山南東麓では1976年から現在に至るまで微小地震が多発している。M4より大きい地震も年に1-2回程度起こる。1984年9月に起こったM6.8の長野県西部地震の際には、御嶽山南側で山体崩壊が発生して王滝村に大きな被害をもたらした。本地域では群発地震域の地下のみに低比抵抗域が存在することから、この群発地震の発生に深部流体の上昇が大きく関わっている可能性が指摘されていた(Kasaya et al., 2002, EPS 54, 107-118; Kasaya & Oshiman 2004, EPS 56, 547-552)。しかし、この群発地震に関わる深部流体の起源については不明であった。本研究では、本地域の群発地震に関与する深部流体の起源を明らかにするため、2000年から2009年にかけて約2年ごとに採取された湧水や井戸水といった水試料のリチウム同位体(${}^7\text{Li}/{}^6\text{Li}$)やストロンチウム同位体(${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$)の分析を行った。

湧水等の地表で採取される流体試料から深部流体の情報を引き出すことは、表層水の混入が問題となる。Li等のアルカリ金属元素は、流体相に非常に入りやすい元素である。これらの元素の流体への分配係数は温度と共に上昇する。従って、かつて高温を経験した深部流体のアルカリ金属元素濃度は、表層水より有意に高い。それ故、表層水混入の影響は比較的少ない。また、高温で流体相に入ったアルカリ金属元素は、その後冷却される際も他の元素に比べて沈殿物に取り込まれずに流体中に留まる。NaやCsといったアルカリ金属元素は1つの同位体しか持たないが、最も軽いアルカリ金属元素であるLiは2つの安定同位体 ${}^7\text{Li}$ (92.5%) と ${}^6\text{Li}$ (7.5%) を持つ。この ${}^7\text{Li}/{}^6\text{Li}$ 比が、地殻深部流体の素性(起源)に関する新しい知見をもたらす強力なツールとなる事が期待される。しかし、これまで測定の高難度から、Li同位体比を用いた温泉水や鉱泉水の調査研究例は極めて限られていた。

本研究を実施した結果、御嶽山南東麓の群発地震域の湧水や井戸水が特徴的に軽いLi同位体に富む傾向が明らかとなった。一方、Sr同位体組成に、群発地震域と非群発地震域で大きな違いは見られなかった。軽いLi同位体に富む水試料が採取された地点では、Li同位体比は採取年ごとに変動する。このLi同位体比はCl/Li比と直線的な相関を持つ事から、Li同位体比の変動は、表層水と非表層水(深部流体)との2成分混合の結果で説明できる。この2成分混合モデルから、群発地震域の水試料に特徴的な低 ${}^7\text{Li}/{}^6\text{Li}$ 比は表層水成分ではなく、低Cl/Li比を持つ非表層水成分(深部流体)に由来すると思われる。さらに本研究では、Cl/Li比やCl/Sr比を用いて、表層水の影響を受けていない非表層水のLiやSrの同位体比を持つ水試料を選び出した。その結果、群発地震域以外の非表層水起源のLiとSrの同位体組成は、マグマ成分と上部地殻成分の混合の結果で説明できることが明らかとなった。この結果は、ヘリウム同位体比から明らかになった御嶽山火口に近いほど卓越する火山性流体成分が移動する際に、上部地殻成分の特徴を獲得していったとして解釈できる。しかし、群発地震域の非表層水のLiとSrの同位体組成は、上記の単純なマグマ成分と上部地殻成分の混合モデルでは説明することができない。群発地震域の非表層水のLiとSrの同位体組

成分布を説明するためには、もう1つ異なる端成分流体が必要となる。その端成分流体の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は御嶽火山岩と同じ程度に低い⁷が、 $^7\text{Li}/^6\text{Li}$ 比は御嶽火山岩より有意に低い。このような端成分流体のLiとSrの同位体組成は、火山性（マグマ）流体成分と上部地殻成分の混合では説明することができない。つまり、木曾御嶽山の南東麓で群発地震に関与している流体は、単純な火山性（マグマ）流体ではなく、下部地殻流体かもしれない。

キーワード:地殻深部流体,リチウム同位体,ストロンチウム同位体,群発地震,下部地殻,火山性流体

Keywords: deep-crustal fluid, lithium isotope, strontium isotope, earthquake swarm, lower crust, volcanic fluid