

御嶽山南東麓で群発地震を引き起こしている流体の起源

Origin of fluid causing earthquake swarms at southeastern foot of Ontake volcano

西尾 嘉朗 [1]; 岡村 慶 [2]; 佐野 有司 [3]

Yoshiro Nishio[1]; Kei Okamura[2]; Yuji Sano[3]

[1] JAMSTEC・高知コア研; [2] 高知大; [3] 東大・海洋研

[1] KOCHI/JAMSTEC; [2] Kochi Univ; [3] Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo

<http://www.jamstec.go.jp/seika/pub-j/res/ress/nishio/>

木曾御嶽火山地域は地殻深部流体の研究にとって重要なフィールドである。御嶽山南東麓では1970年代後半以降微小地震が多発している。M4より大きい地震も年に1~2回起こる。最近の調査研究でこの群発地震域に、2002-2004年に年間3-6mm前後の隆起が検出されている(Kimata et al., 2004)。電気比抵抗探査結果は本地域における群発地震に深部流体が関わっている可能性が明らかにした(Kasaya et al., 2002, 2004)。しかし、この深部流体の素性(起源)に関しては不明のままであった。元素同位体組成等の地球化学的指標は深部流体の素性(起源)の解明において有効なツールである。しかし、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。リチウム(Li)はアルカリ金属元素の1つであり、非常に流体相に入りやすい元素である。水と岩石が共存する系の温度を上げていった場合、200℃を超えるあたりから急速に岩石相から溶け出し流体相のLi濃度が増加する。さらに、高温で一旦流体相に入ったLiはその後の冷却過程でも流体中に留まる。これらのLiの特性は(1)高温の地殻深部流体は低温の地表水に比べてLiは極めて高濃度であるが故に表層水混入の影響は少なく(2)深部流体が上昇する(冷却する)過程でも地殻深部Liは流体相に留まることを意味する。また、Liは2つの安定同位体 ${}^7\text{Li}$ (92.5%)と ${}^6\text{Li}$ (7.5%)が存在するので、Liの安定同位体比は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ツールとして期待される。そこで、本研究では群発地震域を含めた御嶽山周辺の湧水及び井戸水のLiとSrの同位体組成を分析した。水試料は2000~2007年にかけて約2年ごとに採取された試料を用いた。

その結果、島弧火山岩に比べて有意に低い ${}^7\text{Li}$ 値を持つ湧水・井戸水試料が群発地震発生域から見つかった。他の御嶽山周辺の湧水・井戸水の ${}^7\text{Li}$ 値は島弧火山岩の ${}^7\text{Li}$ 値である+3~+5‰より高い。ここで、 ${}^7\text{Li}$ 値は試料の ${}^7\text{Li}/{}^6\text{Li}$ 比が標準物質であるL-SVECの同位体比に比べての千分偏差(‰)として次式で表される。 ${}^7\text{Li} = [({}^7\text{Li}/{}^6\text{Li})_{\text{sample}} / ({}^7\text{Li}/{}^6\text{Li})_{\text{L-SVEC standard}} - 1] \times 1000$ 。水岩石共存系では水と岩石のLi同位体比が異なる。温度が低いほど違いが大きくなるが、水は岩石に比べて必ず重いLi同位体組成(高 ${}^7\text{Li}$ 値)となる。つまり、群発地震域で見つかった低い ${}^7\text{Li}$ 値はいかなる温度でも御嶽山の火山岩と水を接触させても作ることはいできない。

さらに詳細に結果をみると群発地震域の各試料採取地点において ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ 比が高くなるにつれ ${}^7\text{Li}$ 値が低くなる関係が見られる。これは御嶽山火山岩と低温で接触した表層水(高 ${}^7\text{Li}$ 値・低 ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ 比)と非表層水(低 ${}^7\text{Li}$ 値・高 ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ 比)の2成分混合で説明できる。この非表層水端成分のLi-Sr同位体比は試料採取地点によって異なるが、この非表層水のばらつきは花崗岩で代表される上部地殻(${}^7\text{Li} = \pm 0\%$, ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr} < 0.710$)と深部地殻の2成分混合で説明できる。その場合、深部地殻流体はさらに低い ${}^7\text{Li}$ 値(<-5‰)を持つことになる。

Reference

Kasaya et al., 2002. EPS 54, 107-118.

Kasaya & Oshiman 2004. EPS 56, 547-552.

Kimata et al., 2004, EPS 56, E45-E48.