

東北日本におけるヘリウム同位体比分布の特徴とその成因

Geographical distribution of helium isotope ratios in northeastern Japan and its origin

堀口 桂香 [1]; 植木 真人 [2]; 佐野 有司 [3]; 高畑 直人 [4]; 長谷川 昭 [2]

Keika Horiguchi[1]; Sadato Ueki[2]; Yuji Sano[3]; Naoto Takahata[4]; Akira Hasegawa[2]

[1] 東北大・理・予知センター; [2] 東北大・理・予知セ; [3] 東大・海洋研; [4] 東大・海洋研

[1] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [2] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [3] Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo; [4] ORI, Univ. Tokyo

近年、地殻・上部マントルの詳細な構造や地殻活動に関する地球物理学的研究により、地殻の変形・応力集中・内陸地震の発生にマントル起源の流体が関与している可能性が指摘されている(例えば、Hasegawa et al., 2005)。しかし、地球物理学的手法では、それらの流体の起源を知ることは原理的に難しい。こうした流体の起源を直接知る手段として、ヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$ 比) が挙げられる。ヘリウム同位体比は、マントルと地殻ではその値が大きく異なるため、マントル起源物質の同定に適した指標となる (Sano and Wakita, 1985)。

$^3\text{He}/^4\text{He}$ 比と $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ 比の関係から、試料中のヘリウムは、マントル起源、地殻起源、大気起源の3種の成分が混合されたものであることを確認した。次に、これに基づいて3成分の混合率を推定し、その空間分布を調べた。その結果、東北日本前弧域では、地殻の放射性起源 ^4He が卓越しており、背弧域ではマントル起源成分の寄与が大きいことが明らかになった。火山フロント沿いの同位体比には地域的な分布がみられ、マントル成分と地殻成分の混合率に違いが存在する。火山フロント近傍でも、北緯 $38^\circ \sim 39^\circ$ の宮城県内では多くの観測点で $2 \sim 5R_A$ (ここで R_A は大気 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比 $= 1.40 \times 10^{-6}$) であり、マントル成分の寄与が大きい。これに対し、北緯 $39.0^\circ \sim 39.5^\circ$ の岩手・秋田県境南部地域では前弧域と同程度に地殻起源 ^4He の卓越した同位体比の分布を示している (堀口・他, 2007年連合大会)。

また、同位体比の空間分布と、地震波トモグラフィなどの地球物理学的研究により推定された地下構造との比較検討を行った。その結果、ヘリウム同位体比と地震波速度構造や Q_p^{-1} 値の空間分布の特徴には関係があることを見出した。低速度域や、特に、高 Q_p^{-1} 域は、概ねマントル成分の混合率が大きい地域に対応している。これは、前弧域で低く背弧域で高いヘリウム同位体比の分布が、最上部マントルにおけるメルトの分布を反映していることを示唆する。

マントルから地殻浅部へのマントル起源ヘリウムの輸送に関して考察するために、第四紀火山・活断層からの距離とマントル起源ヘリウム混合率との関係を調べた。その結果、マントル起源ヘリウムの混合率が高い地点は、第四紀火山あるいは活断層のどちらかの近くに位置し、いずれからも離れるに従い、その寄与が減少することが確認された。このことから、火山フロント沿いでは、これまでも述べられているように、マントル起源ヘリウムは、マグマあるいは火山性流体の上昇に伴って、マグマ供給路を通して地殻浅部へと運ばれていると考えられる。これに対し、火山から離れた背弧域では、活断層沿いに地殻流体とともに地殻深部から浅部へとマントル起源ヘリウムが上昇してくると推定される。