

日本列島における火山・温泉ガスのヘリウム同位体比

Distribution map of $3\text{He}/4\text{He}$ ratios in gases in Japan

金沢 淳 [1]; 浅森 浩一 [1]; 梅田 浩司 [2]; 島田 耕史 [1]

Sunao Kanazawa[1]; Koichi Asamori[1]; Koji Umeda[2]; Koji Shimada[1]

[1] 原子力機構; [2] 日本原子力研究開発機構

[1] JAEA; [2] JAEA

ヘリウム同位体比 ($3\text{He}/4\text{He}$ 比) は、大気・地殻・上部マントルで大きく異なることから、地殻内の流体の起源を探るうえで重要な指標となりうる。日本列島における火山ガスや温泉ガス等に含まれる $3\text{He}/4\text{He}$ 比は、Nagao et al. (1981) や Sano and Wakita (1985) 等によって報告された。それ以降もいくつかの地域において系統的な測定が行われており、データが蓄積されている。本研究では、これらをデータベースとして編集し、日本列島における $3\text{He}/4\text{He}$ 比の分布の特徴を示すとともに、 $3\text{He}/4\text{He}$ 比と採取地点の地質との関係について検討を行った。今回、収集したデータは約 600 地点であるが、これは 1980 年代半ばに比べると 4 倍に増加している。しかしながら、データの約 30 % は、火山ガスや火山近傍の温泉ガス (第四紀火山岩類の分布域) であること、東北日本や九州の前弧域のデータが極端に少ないなど、データの分布には地域的な偏りも存在する。

データベースによると、火山ガスの $3\text{He}/4\text{He}$ 比の多くは、 $6 \sim 7R_a$ ($R_a = 1.4 \times 10^{-6}$; 大気での値) を示した。また、火山近傍の温泉ガスは火山ガスよりやや低く、 $5 \sim 6R_a$ を示すものが多い。これらは島弧のマグマを起源とするマントルヘリウムの影響を強く受けているものと考えられる (例えば、Craig et al., 1978)。一方、火山フロントの前弧域である東北日本の太平洋側や関東平野、濃尾平野、四国等では、 $1R_a$ 程度かそれより低い値を示しており、マントルヘリウムの寄与は小さい。また、火山フロントの背弧域では、前弧域と火山近傍の温泉との中間的な値を示している。

ただし、紀伊半島や新潟平野においては、火山ガスの $3\text{He}/4\text{He}$ 比に匹敵するような特異な温泉や天然ガス井を有する地域が存在している。紀伊半島については、群発性地震活動域との相関性からマグマ活動の影響が推定されたが (Wakita et al., 1987)、最近ではスラブから脱水した流体がマントルヘリウムのキャリアとして高い $3\text{He}/4\text{He}$ 比の温泉に深く関与しているといった考えもある (例えば、Matsumoto et al., 2003; Umeda et al., 2006)。新潟平野ではマントルヘリウムが深部から断裂系を通じて浅部まで上昇していることが指摘されている (北・長尾, 1996)。

次に、ガスの採取地点の地質と $3\text{He}/4\text{He}$ 比の関係を明らかにするため、地質区分ごとの $3\text{He}/4\text{He}$ 比の頻度分布を検討した。地質区分については 100 万分の 1 数値地質図 (産業技術総合研究所, 2003) に従った。マントルヘリウムの寄与が大きいと考えられる火山近傍や紀伊半島、新潟平野のデータを除くと、先新第三系 (堆積岩) および花崗岩類の $3\text{He}/4\text{He}$ 比の多くは、大気値と同程度かそれより低い値を示すのに対して、新第三系では $2 \sim 4R_a$ を示すデータも多く存在する。先新第三系及び花崗岩類と新第三系の $3\text{He}/4\text{He}$ 比の系統的な傾向の違いについては、マントルヘリウムの寄与の他にも、U、Th の放射壊変で発生した 4He の蓄積量の年代効果の差を反映している可能性を示唆する。

引用文献

Nagao et al. (1981) EPSL., 53, 175-188.

Sano and Wakita (1985) JGR., 90, 8729-8741.

Craig et al. (1978) In Terrestrial Rare Gases, 3-16.

Wakita et al. (1987) JGR., 92, 12539-12546.

Matsumoto et al. (2003) EPSL., 216, 221-230.

Umeda et al. (2006) JVGR., 149, 47-61.

北・長尾 (1996) 地質ニュース, 506, 29-34.

産業技術総合研究所 (2003) 数値地質図 G-1, 100 万分の 1 日本地質図第 3 版, CD-ROM 第 2 版