

北部九州に分布する後期新生代玄武岩類とマントル捕獲岩の希ガス同位体組成

Noble gas isotopic compositions of late Cenozoic basalts and mantle-derived xenoliths from northern Kyushu, Japan

角野 浩史[1], 長尾 敬介[1], 野津 憲治[1]

Hirochika Sumino[1], Keisuke Nagao[1], Kenji Notsu[2]

[1] 東大・院理・地殻化学

[1] Lab. Earthquake Chem., Univ. Tokyo, [2] Lab. Earthquake Chem., Univ. Tokyo

<http://www.eqchem.s.u-tokyo.ac.jp/member/sumino/>

西南日本の日本海周縁部には後期新生代の玄武岩類が広く分布している。その中で特にアルカリ玄武岩は、分布域の直下に沈み込んだプレートが存在しないことや、地球化学的特徴に沈み込んだ物質の影響がみられないことなどから、その起源としてマントル深部からのブルームが有力視されている。希ガス、特に $3\text{He}/4\text{He}$ 比はブルーム由来の海洋島玄武岩と、上部マントル由来の中央海嶺玄武岩で異なるために、ブルーム型火成活動の良いトレーサーである。本講演では、北部九州の東松浦半島及び北松浦半島に分布する玄武岩類と、周辺地域のアルカリ玄武岩に含まれるマントル捕獲岩の希ガス同位体組成を報告し、西南日本ホットスポットの起源について考察する。

東松浦半島の試料はすべてアルカリ玄武岩で、ほぼ未分化な組成を示すのに対し、北松浦半島で採取した試料はアルカリ岩系からソレライト岩系まで幅広い組成を示し、やや分化している。東松浦のアルカリ玄武岩 8 試料の K-Ar 年代の平均値は $3.0 \pm 0.1\text{Ma}$ で、この地域におけるアルカリ玄武岩の噴出が短期間に集中したことを示している。一方北松浦では 11 から 1Ma まで長期間にわたってアルカリ岩類とソレライト岩類が同時期に噴出したことが知られているが、本研究で用いた試料では一試料(3.0Ma)を除いて 5 試料が 6.2~7.3Ma の K-Ar 年代を示し、化学組成との関連は見られなかった。

玄武岩類の希ガス分析にはかんらん石及び輝石斑晶を鉱物分離して用い、試料からのガス抽出は破碎法と段階加熱法の両方で行なった。東松浦玄武岩は MORB より若干低い $3\text{He}/4\text{He}$ 比(6~7Ra)と、マントル由来の物質としては低い $40\text{Ar}/36\text{Ar}$ 比(300~800)を示した。大陸下マントルは一般に交代作用によって液相濃集元素に富むので、MORB ソースの上部マントルよりも低い $3\text{He}/4\text{He}$ 比を持つと考えられている。また低い $40\text{Ar}/36\text{Ar}$ 比は沈み込みによる大気アルゴンの混入で説明できる。従ってこれらの希ガス同位体組成は、大陸周縁部である北部九州下のマントルの特徴と考えられる。一方で北松浦の玄武岩類はかんらん石で 2~4Ra、輝石で約 0.3Ra と、低い $3\text{He}/4\text{He}$ 比を示した。北松浦で最も未分化な試料($\text{FeO}^*/\text{MgO} < 1.0$)でも $3\text{He}/4\text{He}$ 比は低く、他の試料も化学組成に地殻物質の混染を示す特徴はないので、地殻由来の低い同位体比を持つヘリウムの混入によるとは考えにくい。また北松浦の試料の $40\text{Ar}/36\text{Ar}$ 比が最高でも 500 程度と、東松浦の試料と比べて高くないことも、 $40\text{Ar}/36\text{Ar}$ 比の高い地殻物質の混染を否定している。北松浦のソレライトは東松浦のアルカリ岩よりも浅い深度でメルトが分離したと考えられているが、北部九州下マントルの最上部は、より低い $3\text{He}/4\text{He}$ 比を持つのかもしれない。

現在まで東松浦と北松浦の玄武岩類からは、上部マントル的な特徴を示す希ガスしか見出されていない。これらの玄武岩類は北部九州玄武岩類の分布域の中心であるが、その Nd-Sr 同位体比は比較的 deplete した組成を示すことが報告されている。このことから考えると、希ガスもブルーム的な特徴が最も少ない端成分を見ている可能性がある。一方で東松浦半島の高島で採取したマントル捕獲岩の $3\text{He}/4\text{He}$ 比は、6.1~16.6Ra の範囲で幅広く変動し、 3He に富んだブルーム的な希ガスが一部の試料に含まれていることを示唆している。鉱物中の希ガスの大部分は流体包有物中に含まれているが、低い $3\text{He}/4\text{He}$ 比を示す試料に含まれる流体包有物の形態と、東松浦玄武岩が 6~7Ra の $3\text{He}/4\text{He}$ 比を示すことを考慮すると、低い $3\text{He}/4\text{He}$ 比は捕獲岩が母岩マグマに取り込まれた際に混入した可能性が高い。一方高い $3\text{He}/4\text{He}$ 比は、東松浦玄武岩の噴出以前に、ブルームによってもたらされた始原的マントル(おそらく下部マントル)由来の He が、北部九州下のマントルの一部に存在していたことを示している。北松浦玄武岩類の活動以前の北部九州には、プレート内型火成活動は認められていない。一連の玄武岩類の活動がブルームによるものとする、ブルームの活動初期にブルーム由来の希ガスを多く含むメルトが上昇し、ブルーム本体の希ガスは周囲の上部マントルに同化していく一方で、先行したメルトがのちに捕獲岩として噴出した一部のマントル物質に高い $3\text{He}/4\text{He}$ 比を残したというモデルが考えられる。これを確かめるには、北部九州で最も初期に噴出し、かつ Nd-Sr 同位体組成が enrich しているアルカリ玄武岩を分析すればよく、現在検討中である。