インド洋ロドリゲス海嶺三重点周辺の地形に対応した希ガス同位体変動

Variation of noble gas signatures related with ridge segmentation around the Rodriguez Triple Junction in the Indian Ocean

 # 熊谷　英憲 [1], 兼岡　一郎 [2]
Hidenori Kumagai [1], Ichiro Kaneoka [1]

[1] 東大・地震研, [2] 東大地震研
[1] ERI, Univ. Tokyo

噴出後に二次的な希ガス組成への影響を殆ど受けていない海嶺玄武岩ガラス試料を用いることで、40Ar/36Arをはじめとした希ガス同位体比が海嶺軸のセグメント毎に一様な値を示す傾向をみいだした。このことは、試料の選別によってマグマ起源の希ガス情報を有効に分離できたことばかりでなく、海水起源の成分の寄与がセグメントを単位とするような数十km程度の広がりでほぼ一定であることをも示している。これは、海嶺軸下においてマグマへ海水起源成分をもたらす熱水のようなキャリアーと均一化のメカニズムが存在することを示唆するものである。

希ガス同位体比はマグマ源の推定に強い制約条件を与えることができるが、海嶺玄武岩試料に対しては、ヘリウムを除いて海嶺軸に沿って何らかの系統的な変動が報告されたという例は知られていない。この原因は、これまでは同一試料の複数回分析に於いても希ガス組成に大きなばらつきがみられることによると考えられる。ところが、単一試料内での希ガス組成の変動は試料とする急冷ガラス部分の状態と関連しており(熊谷・兼岡、本大会)、とくに均質な部分を選ぶことにより、噴出時及び以降の影響を軽減できることがわかった。そこで、インド洋の南緯25.5度東経70度にあるロドリゲス海嶺三重点の周辺地域を対象とし、上記の基準を適用して選別した海嶺玄武岩ガラス試料の希ガス同位体分析を行った。

その結果、海嶺軸のセグメントに対応した希ガス組成の変動、特に40Ar/36Arに反映される、マグマに対する大気的な成分の寄与の違いがみいだされた(図)。得られた40Ar/36Arは同じセグメント内では類似した値を示しており、その値が各セグメントにおけるマグマの噴出環境を反映している可能性が指摘できる。これは40Ar/36Arが表層の大気・海水起源成分の混入にきわめて敏感なためである。

例えば、地形の切れ目にあたる三重点では40Ar/36Arは15000前後と地域内で際だって高い値を示す。また、南東インド洋海嶺(SEIR)の第１セグメントでは30kmの距離にわたる３点の試料で40Ar/36Arは6000内外の類似した値を示し、その領域は水深の浅い地形的な高まりと対応しているようにみえる。このような地形ないし噴出位置と希ガス同位体比との対応は、均質な部分を注意深く選ぶことによって、噴出時以降に生じた大気的な成分の影響を除去した試料において初めて明らかになったことである。

40Ar/36Arと36Ar量を用いたプロットを作成すると、類似した40Ar/36Arを示す各グループの中でガス量には違いがみられ、36Arの最も多いものが地域全体として２成分混合を示唆する直線をつくる。これは、40Ar/36Ar≧16000の共通の端成分と大気的成分の混合の結果として各グループの同位体組成が決まり、その中で脱ガスなどによりガス量が変動しているものと解釈できる。これは、１試料の中でさえ容易に変動し得る大気的な成分の混染の程度が、噴出前のマグマにおいては少なくともセグメント程度の空間的なひろがりで均一化されており、しかもその情報が有効に取り出されたことを意味する。

そのような大気的な成分の混合の仕組みとしては、以下の２つの可能性が考えられる。第１は生成したマグマがマグマ溜まりまで上昇する間に平均化すると考えるもので、第２はマグマ溜まりの中で混合がおこり平均化されると考えるものである。しかしこの地域ではそれぞれの海嶺の拡大速度が比較的遅く、マグマ溜まりの連続性が期待できないため、第２のモデルの可能性は低い。一方、第１のモデルでは海洋地殻深部まで大気的な成分のキャリアーが達しそれとマグマとの混合がセグメント単位で均質化される必要がある。このことは、マグマ系に対する熱水循環の寄与と、熱水循環系がセグメントを単位として生じている可能性とを示唆する。

さらに、大気的な成分の寄与の程度については海嶺の火成活動ならびにそれに関連した熱水活動との関連が示唆される。例えば、三重点の試料はこの地域でもっとも高い40Ar/36Arを示し、一方、発達したセグメントで水深も浅いSEIRの第1セグメントで40Ar/36Arが低くなっている。この地域では現在活動的な熱水湧出は発見されていないが、希ガス組成の変動からは熱水活動が反映されている可能性は高い。このことは、本研究で対象とした地域でのより詳細な調査により明らかにされよう。さらにこのような観点からグローバルな希ガス組成変動を解釈することが可能である。例えば、SEIRと同程度の拡大速度を示す太平洋のJuan de Fuca海嶺では、これまで非常に低い40Ar/36Arのみ報告されているが、これを活発な熱水活動の反映と解釈することができる。また、大西洋中央海嶺では熱水活動が活発な北緯26度のTAGサイトでは低く、KANE fracture zoneで高い値を示すという例がある。

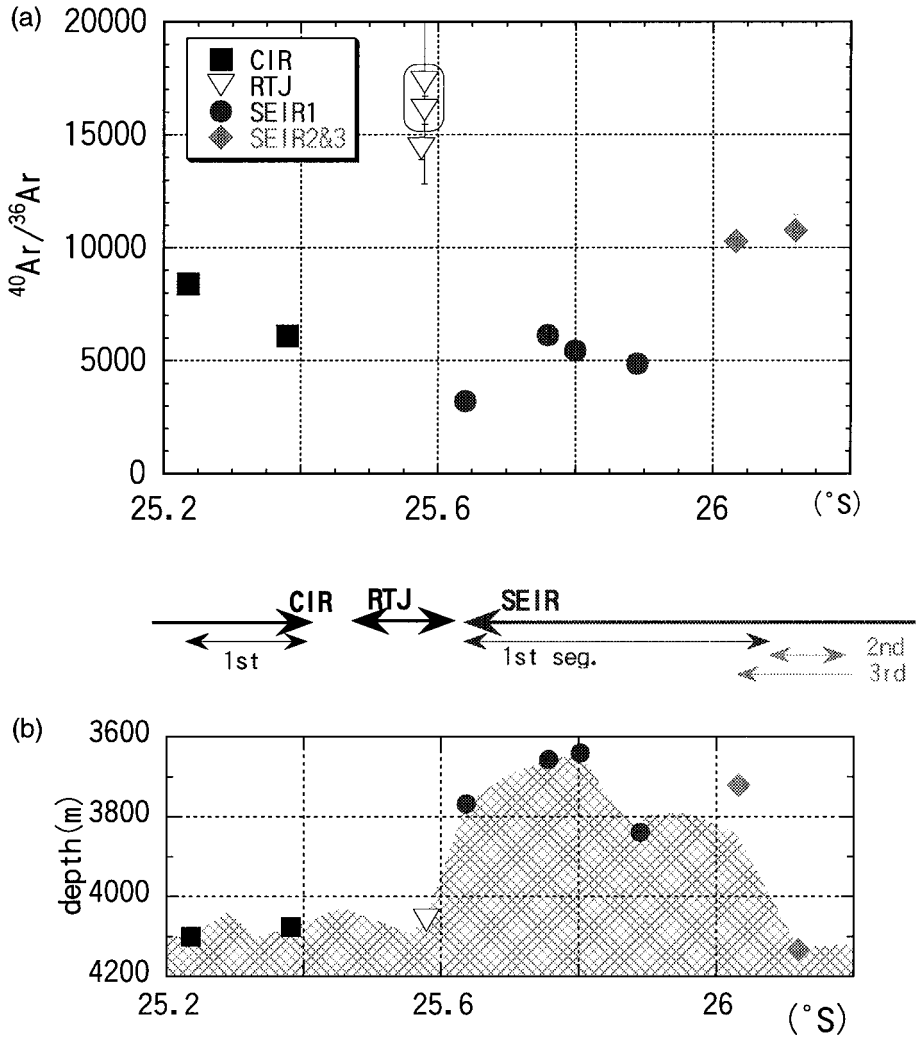

Figure: (a) The along ridge variation of the $^{40}Ar/^{36}Ar$ for the "clear" glasses. Although errors are shown by 1σ, they are within symbol size for most samples. Symbols are changed by the spatial groups . (b) Seafloor topography of the studied area and sampling depth. Boundaries of the observed segments are shown at the top of the figure.