

プチスポット玄武岩から見る北西太平洋アセノスフェアの揮発成分組成

○桂木悠希・平野直人（東北大学）， 清水健二（海洋研究開発機構）

リソスフェア下に存在する低地震波速度・高電気伝導度層として定義されるアセノスフェアは、プレートテクトニクスを駆動する要因のひとつと考えられている。このような物性を再現する要素として、二酸化炭素や水のような揮発性成分の存在が考えられているが（e.g. Gairrard et al., 2008; Hirschmann, 2010）、未だその組成は明らかではない。アセノスフェア由来の物質として中央海嶺玄武岩（MORB）が挙げられるが、それらの多くは部分熔融度が高いため枯渇した組成を持ち、本来のアセノスフェアの化学組成を維持しているとは考えにくい。そのため、これまではアセノスフェアの組成を知るための手法は、地球物理観測と岩石の高温高压実験しか無かった。

プチスポット火山は東北日本太平洋沖で初めて発見された小型の単成火山で、プレートが沈み込む前に生じるアウトライズと呼ばれるプレート屈曲部において、応力場の変化からリソスフェアに弱線が生じ、そこをマグマが浸潤していくことで生じる全地球的に普遍的な火山活動だと考えられる（Hirano et al., 2006）。プチスポット火山を形成したマグマは、アセノスフェアが部分熔融したことが示されており（Yamamoto et al., 2014; Machida et al., 2015; Machida et al., 2017）、その成因や化学組成を知ることはアセノスフェアの物性を知るうえで重要である。プチスポット火山を構成する岩石はアルカリ玄武岩（foidite - trachybasalt）であり、水深 6000 m 近くの高静水圧下で噴火しているにもかかわらず高い発泡度を示すことから、高い揮発性成分量を示すことが期待される。アルカリ玄武岩は二酸化炭素に富んだケイ酸塩メルトから生じるとする研究もあるため（e.g. Dasgupta et al., 2007; Zhang et al., 2017）、プチスポット玄武岩は、揮発性成分に富んだアセノスフェアの存在を示唆する貴重な手がかりになり得る。

本研究ではプチスポット玄武岩に含まれる急冷ガラスの揮発性成分組成（CO₂, H₂O, F, Cl, S）を高知コア研究所の二次イオン分質量分析装置（CAMECA IMS-1280HR）を用いて測定した。プチスポット火山ガラスはそのような成分を多く保持し得る結晶中のメルト包有物ではないにも関わらず、これまで数多く報告されてきた MORB のものよりも非常に高い揮発性成分量を示す。噴火後の海水との反応による組成の変化は被っておらず、また、二酸化炭素以外の成分は大きな脱ガスを被っていないことが分かった。このことは、マグマの起源であるアセノスフェアにこれまで考えられていたよりも多くの揮発性成分が含まれていることを示唆している。マグマ内で似たような挙動を示す H₂O と F 存在比は E-MORB に近い値を示し、マグマがアセノスフェア起源であることと、リサイクル物質の存在を示している。

いくつかの火山の試料は二酸化炭素と水に過飽和であり、これらの揮発性成分量は SiO₂ 量やアルカリ元素の量と相関を示す。プチスポット火山の多くのマグマは上昇中にリソスフェアと相互作用しその組成を変化していくことが報告されており（Pilet et al., 2008）、化学組成のバリエーションはリソスフェア内をマグマが上昇する速度を反映していると考えられる。そのうち最も始原的な化学組成を持つ試料を用いて上部マントルから地球表層にもたらされる揮発性成分流量を計算すると、硫黄や塩素は全地球の中央海嶺放出量の約 1% と見積もられ、プチスポット火山活動が全地球的な揮発性成分循環に少なからぬ影響を与えていることが明らかとなった。