

島弧会合部の上部マントル組成と玄武岩質マグマの生成プロセス：北海道における 苦鉄質岩の組成空間変化 Upper mantle and basaltic magmagenesis at an arc-arc junction: Chemical spatial variation of mafic rocks in Hokkaido

小杉 安由美^{1*}, 中川 光弘¹
KOSUGI, Ayumi^{1*}, Mitsuhiro Nakagawa¹

¹ 北大・理・自然史

¹ Natural History Sci., Hokkaido Univ.

はじめに

東北日本弧と千島弧については、その火山岩の微量元素、同位体組成の空間変化とマグマ生成プロセスについて議論がされている。しかし、両者を直接的に比較検討した例は少ない。我々は、両島弧の会合部である北海道の苦鉄質岩組成を明らかにし、周辺域との比較によって、北海道の南西部と中央部の間の火山空白域を境界として、南西部が東北日本弧の北端、中央部が千島弧の南端であることを指摘した。また、スラブ成分が付加する以前のマントルウェッジ（オリジナルマントル）組成には多様性があり、東北日本弧においては背弧側に向かうほど、千島弧では北部ほど潤渇した組成を持つことを指摘した。今回我々は、部分溶融度、サブダクションコンポーネント（以下SC）の組成や輸送形態について検討し、北海道における東北日本弧側と千島弧側の違いを明瞭にする。

苦鉄質岩の化学組成

北海道における1.7Ma以降の苦鉄質岩は、その分布域と化学組成によって、日本海東縁、南西部、中央部、東部の4地域に分けられる。日本海東縁、南西部、中央部はNd同位体比がほぼ同等であるが、Sr同位体比が南西部、中央部、日本海東縁の順に小さくなる。東部は他地域よりもNd同位体比が高い。日本海東縁は、全体に液相濃集元素量が多く、希土類元素パターンは最も急である。東部は最も低いNb, Ta量を示す。また、南西部と東部においては、海溝側にK量が少ない（ K_2O の $SiO_2=49wt.\%$ の規格化値 < 0.25 ）火山が存在する。これらの火山はより背弧側の火山に比べて、液相濃集元素量が少なく、PbとBaのスパイクが大きいという特徴を示す。さらに、希土類元素パターンはより平坦で、東部の海溝側火山では時に左下がりのパターンとなる。

議論

これらの苦鉄質岩組成が各地域の初生マグマ組成を反映していると仮定して、その生成プロセスを主に微量元素によって検討した。Nb/Y、Zr/Yの図において、4地域は各々直線的トレンドを示し、3つの平行かつ異なるトレンドを示す（南西部、日本海東縁および中央部、東部）。これは一つのマントルからの先行するメルト抽出のみでは説明できないオリジナルマントル組成の多様性を示唆している。本研究では、この図の各トレンド上に乗る三つのDMM組成として、Workman and Hart (2005)のE-DMM, DMM, D-DMMを、南西部、日本海東縁および中央部、東部についてそれぞれ各地域のオリジナルマントル組成として仮定した。スラブからの物質寄与がごく少ないと考えられるHFS元素を用いて、スパイダー図での傾きと元素含有量によって、仮定した各DMMからの先行抽出メルト量と部分溶融度を求めた。その結果、南西部と東部の海溝側火山は、先行するメルト抽出を経ていると推定され、特に東部の海溝側火山は、D-DMMがメルト抽出を経た、北海道において最も潤渇したソースマントルから生成したと考えられる。また、部分溶融度については、南西部の海溝側において約20%と最も高く、南西部のより背弧側で12%、中央部では7~10%、東部では7~12%、日本海東縁では3~12%程度である。この部分溶融度を用いてサンプル組成から、メタソマタイズされたソースマントルの組成を求めた。その組成と部分溶融度との相関を見ると、Pbでは正の相関が見られる。また、Th, Uなどでは複数のトレンドがあり、日本海東縁が最も高いトレンドを示す一方、南西部と東部の海溝側火山は低いトレンドを示し、同程度の部分溶融度においても、より背弧側の火山に比べて含有量が低い。このような複数のトレンドの存在は、SC組成の多様性を示唆している。MORBの脱水実験で生成された流体組成は、6GPaでは4GPaよりも多くの元素がより高濃度であり、希土類元素やThもより多く含むため、スパイダー図においてPbスパイク、Baスパイクが小さい(Kessel et al., 2005)。以上から、本地域におけるSCの輸送形態は、海溝側では比較的浅部で脱水した含水流体であり、背弧側にいくほど超臨界流体の特徴が強くなる。そして日本海東縁では最もその特徴が強いと推定される。

北海道における東北日本弧側と千島弧側のマグマ生成プロセスの違いをまとめる。東北日本弧側では、日本海東縁のように千島弧側では見られない高濃度のSCが供給されてマグマが生成している。また、海溝側火山については、東北日本弧側では千島弧側よりも高部分溶融度でマグマが生成されるのに対し、千島弧側ではより潤渇したソースマントルから比較的低位部分溶融度でマグマが生成される。これらの北海道におけるマグマ生成プロセスの特徴は、両島弧のマントル-スラブジオメトリや熱構造などの違いを反映しているのかもしれない。