

地震波速度・減衰構造から推定した東北日本弧下マントルウエッジにおけるメルト分布域

Melt distribution in the mantle wedge beneath NE Japan inferred from seismic velocity and attenuation structures

中島 淳一[1], 長谷川 昭[1]

Junichi Nakajima[1], Akira Hasegawa[1]

[1] 東北大・理・予知セ

[1] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.

東北日本弧下には太平洋プレートが沈み込み、それが 100km 程度の深さになる場所の直上に火山フロントが形成されている。プレートの沈み込みに起因する島弧火山現象を理解するためには、上部マントルにおけるメルトの生成やその上昇メカニズムの解明、さらには火山直下の詳細な地殻構造の推定が不可欠である。

東北日本弧下のマントルウエッジには、沈み込むスラブにほぼ平行で、深さ 100-150km 程度の深さから火山フロントに向かって伸びる地震波低速度域がカーテン状に分布する。また、スラブ上面の深さ約 150km 付近に b 値が局所的に大きい領域が認められ、それは島弧に沿って一様に分布しているわけではなく、100km 程度の間隔をおいて 3カ所に分布する。これらの局所的に b 値の大きな領域の直上のマントルウエッジ内の低速度域では、速度低下の割合が大きいという特徴が見られ、スラブに平行な低速度域はスラブ内の鉱物の脱水作用によってマントルウエッジに供給された H_2O 、もしくはそれによって生じたメルトの上昇経路を反映していると推測される。

マントルウエッジにおける流体分布を詳細に推定するためには、温度構造を知る必要がある。本研究では、実験で得られたカンラン岩の減衰について、その温度・圧力・周波数依存の関係を、観測されている P 波減衰構造に適用することにより、マントルウエッジの 3 次元的な温度構造を推定した。推定された温度は、モホ面直下の深さ 40km では火山フロント付近で 1000-1100、背弧側で 980-1050 である。背弧側のマントルウエッジにおける深さ 100km 付近の温度は 1100-1200 であり、岩石学的に推定された温度 (1400) よりも低い。これは、1400 以上の高温領域がマントルウエッジ内に広く分布しているのではなく局在しているため、地震波減衰トモグラフィの空間分解能ではイメージできなかったことによると考えられる。マントルウエッジでは、温度がカンラン岩のドライソリダスを超えている領域は存在しないが、火山フロントより背弧側の大部分はカンラン岩のウエットソリダスを超えている。

次に、地震波トモグラフィによって得られた地震波速度構造を用いて、マントルウエッジ内に見出されている低速度域内の流体分布の推定を行った。一の目潟で得られているマントル捕獲岩のノルム組成から P 波、S 波速度を推定し、それらを温度異常のない場合の基準速度として、マントルウエッジにおける速度低下率の分布を求めた。その速度低下率に対して、減衰構造から推定された温度の違いによる速度低下分の補正を行った。その結果、東北日本弧のマントルウエッジ内に検出された低速度異常は、温度の違いだけでは説明できないことがわかった。次に、温度の影響を取り除いた P 波、S 波の速度低下率を用いて、マントルウエッジにおける流体の存在形態と体積率を推定した。P 波と S 波の速度低下率を用いたことで、従来の研究では独立に推定することができなかった流体を含む空隙のアスペクト比と体積率を推定することに成功した。

ここで得られた結果は、マントルウエッジ内のスラブにほぼ平行な低速度域内に流体が存在することを示している。推定された温度はカンラン岩のウエットソリダスを超えていることから、この流体はメルトであると推測される。メルトで充填された空隙のアスペクト比は 0.001-0.1、体積率は 0.1-数%と推定された。この体積率は岩石学的に得られている値 (約 2vol%) と矛盾しない。深さ 90km 付近における推定された空隙アスペクト比が浅部に比べやや大きいという特徴がある。一方、深さ約 65km 以浅ではメルトを含む空隙のアスペクト比は小さく、メルトは周囲の岩石と非平衡な状態で存在していると推測される。これは、メルトの主要な上昇メカニズムが浸透流ではなく、クラックを介した輸送であることを示唆している。