

地震波速度構造から推定される蛇紋岩化ウェッジマントルの存在

Serpentinaized wedge mantle derived from seismic tomography

松原 誠 [1]; 小原 一成 [1]

Makoto MATSUBARA[1]; Kazushige Obara[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

1. はじめに

日本列島を高密度に覆う防災科学技術研究所(防災科研)の高感度地震観測網(Hi-net)により得られたデータを用いて、地震波トモグラフィ法により日本列島下の詳細かつ高精度な三次元地震波速度構造が解明されてきた(Matsubara et al., 2008)。P波・S波の速度構造が詳細に解明されることにより、 V_P/V_S や Poisson 比の推定が可能となった。これらの値から、地下に存在する物質やその物性についても議論されるようになってきた。

2. 蛇紋岩か下部地殻物質か?

深さ 30~40km 付近に低速度領域がイメージングされた場合、その領域がウェッジマントルであるか、モホ面が深くなった厚い地殻の下部であるか、さらにそれらに流体などが混在している状態であるか、区別する必要がある。P波・S波の速度構造が求められているので、マントルの主要な構成物質である橄欖岩とその変成したものである蛇紋岩、下部地殻の主要な構成物質である玄武岩や変成した角閃石、さらにそれらに流体などが混在した場合にとりうる地震波速度を考慮することにより、これらを区別できる。

例えば、低温下で変成し部分蛇紋岩化したウェッジマントルが存在すると考えた場合、P波速度が 7.5km/s かつ S 波速度が 4.1km/s の領域には 20% 程度蛇紋岩化したウェッジマントルの存在を考えることができる(Christensen, 1972)。下部地殻の物質である角閃石の P 波速度は 6.87~7.05km/s であり(Christensen, 1996)、7.5km/s 程度の領域に下部地殻の物質があると考えるのは難しい。

一方、P 波速度が 6.8km/s 程度の領域が蛇紋岩化したウェッジマントルであれば、S 波速度は 3.6km/s 程度にまで低下している必要があり、 V_P/V_S は 1.89 程度まで高くなる(Christensen, 1972)。しかし、S 波速度がそれほど低下していない場合は、蛇紋岩化物質の存在を説明することは難しい。このような場合は、下部地殻の角閃石の間に流体が存在すると考えると、地震波速度と V_P/V_S の両方を説明することが可能となる。

3. トモグラフィ解析から推定される蛇紋岩の存在

トモグラフィ解析により、蛇紋岩化マントルウェッジの存在は、Kamiya and Kobayashi (2000) により、関東地方の深さ 30km 付近に存在する高 V_P/V_S 域について初めて示唆された。その後、Sekiguchi(2000) などによってもやや高 V_P/V_S 域の存在がイメージングされている。防災科研 Hi-net の構築後、Matsubara et al. (2005) により、水平方向に約 10km という詳細な構造が推定され、Christensen (1996) の室内実験の結果などを考慮し、蛇紋岩化マントルの存在だけでなく、その存在割合も推定することが可能となった。東京都と埼玉県の境界付近を中心に存在する高 V_P/V_S 域は、P 波速度・S 波速度の 20% 程度蛇紋岩化したウェッジマントルが存在することが推定された。

一方、西南日本では、東海地域から豊後水道にかけての領域においてフィリピン海プレートと陸側プレートの境界で深部低周波微動(Obara, 2002)および短期的スロースリップイベント(Obara et al., 2004)が発生している。三次元速度構造解析の結果から、Honda and Nakanishi (2003) を皮切りに、微動発生域とは高 V_P/V_S 域が分布していることが知られてきた。さらに、Matsubara et al. (2008) により、東海地域と豊後水道における長期的スロースリップイベント発生域においては高 V_P/V_S 域がトラフに近いほうへ伸びて存在することが明らかになった。

Matsubara et al. (2008) は、得られた P 波・S 波速度構造を元に、存在すると考えられる物質の判別を行った。長期的スロースリップイベント発生域は、P 波・S 波速度がそれぞれ 6.8km/s, 3.6km/s であった。蛇紋岩化ウェッジマントルを仮定すると V_P/V_S が高すぎるため、陸側下部地殻と海洋性地殻の境界に海洋性地殻から脱水した流体が存在すると結論付けた。一方、微動域に分布する高 V_P/V_S 域は、P 波速度が 7.0~7.5km/s であり、 V_P/V_S が 1.80~1.85 程度であったため、角閃石を仮定すると高速度過ぎる。そこで、15~20% 程度に蛇紋岩化したウェッジマントルと解釈した。

4. 蛇紋岩化率・流体の存在比率の分布の推定

三次元速度構造がさらに詳細に高精度に推定できると Christensen (1996) や高温下で変成した蛇紋岩について調べられた Watanabe et al. (2007) などの実験結果、さらに Takei (2002) による流体が存在する場合の速度低下の割合の関係などを用いて、ウェッジマントル内の蛇紋岩化率の分布や、流体の存在比の分布などを推定できるようになる可能性がある。