

北部伊豆-小笠原島弧系下における上部マントルの低密度領域

Low density upper mantle beneath the north Izu-Bonin island arc system

長谷川 裕一[1], 島 伸和[2]

Yuichi Hasegawa[1], Nobukazu Seama[2]

[1] 千葉大・自然科学・生命地球, [2] 千葉大・自然科学・多様性

[1] Grad. School Sci. & Tech., Chiba Univ., [2] Graduate School of Sci. and Tech., Chiba Univ.

<http://www-es.s.chiba-u.ac.jp/geoph/geoph.html>

船上重力データ、海底地形とP波速度構造を使い北部伊豆-小笠原島弧系(北緯32度15分)下における上部マントルの密度構造モデルを推定した。データをもっとも良く説明するモデルによると、低い密度(少なくとも 30 kg/m^3 より低い)の領域が島弧下の上部マントルに存在する。この領域では周りに比べ温度が高い、または上部マントルの岩石に変化が生じたと考えられることができる。

本研究では、船上重力データからP波速度構造と海底地形を使って求めた残差重力異常によって、北部伊豆-小笠原島弧系(北緯32度15分、東経138-143度)下の上部マントルの密度構造モデルを推定した。これは、海洋性島弧と沈み込むスラブのメカニズムを理解する上で有用な情報を提供するであろう。

フリーエア重力データから、重力異常を差し引いて残差重力異常を求めた。その重力異常は、海底地形とP波速度構造から見積もることができる。フリーエア重力異常のデータはKH92-2次航海中に白鳳丸の船上重力計によるデータをもとにしており、海底地形のデータも同じ航海中に得られた。P波速度構造は、Takahashi(1995)とSuyehiro et al., (1996)によるものを使った。それは、1992年北部伊豆-小笠原島弧系において行われたマルチチャンネル反射法地震探査と海底地震計屈折法地震探査のデータをフォワードモデリングしたもので、深さ25km、幅475kmの範囲を持つ。このP波速度構造から、Nafe-Drake曲線とBirch's lawに基づいたLudwig et al.(1970)による速度と密度の関係を用いて密度構造を求めた。密度構造がもたらす重力異常の計算は、二次元多角形における重力計算法(Talwani et al., 1959)を使い、一辺0.1kmの幅を持つ多面体を用いて、測線上に1km間隔で重力異常を計算した。地震波構造モデルの外側部分は、端の及ぼす効果を避けるため端のデータが半無限的に続くと仮定して計算した。

残差重力異常から島弧下の上部マントルの密度構造モデルを推定することができる。その際、太平洋プレートの沈み込むスラブがモデルに与える影響を考えるために、スラブの上部境界面を日本気象庁によって決定された深発地震から推測し、厚さを80kmと仮定した。そして密度異常を与えるブロックの数を最小にするという条件で、モデルパラメータ(ブロックの位置、幅、厚さ、ブロックとスラブの密度の違い)を変化させ、フォワードモデリングを繰り返し行い、残差重力異常を説明する密度構造モデルを推定した。このとき、速度から密度へ変換するときの誤差範囲についても考慮した。

残差重力異常をもっとも良く説明する密度構造モデルは、広い低密度の領域と狭い高密度の領域が存在することを示す。低密度の領域は、島弧下の上部マントルの上方に存在する。その密度は周りの密度より少なくとも 30 kg/m^3 ほど低い。その幅は90-180kmで沈み込むスラブの頂上にまで達する。しかし低密度領域の厚さとその密度は、一意には決まらない。高密度の領域は、海溝軸付近の地殻の中もしくはちょうど真下に存在し、まわりの密度に比べて $200-300 \text{ kg/m}^3$ ほど高くその幅は70kmである。

上部マントルの低密度の領域については、次の二つの説明が考えられる。(1)周りに比べて高い温度をもつ。 30 kg/m^3 という低い密度は、380Kの温度上昇による熱膨張に等しい。(2)上部マントルに岩石学的な変化がある。これについては、沈み込むスラブから供給される水が上部マントルの岩石の密度を急激に減少させる、もしくは上部マントル岩からのメルトの抽出が溶け残りの密度を下げる(Jordan, 1979)ということが考えられる。これらのメカニズムが、島弧系下の広い範囲におよぶ低密度地域を説明するために必要であるだろう。

高密度領域は、用いたP波速度構造の中に存在する。この領域内の速度コントラストが垂直に近いため、速度構造の推定が困難であったためと考えられる。この領域の可能な解釈としては、マントル岩が薄い地殻によって導かれ上昇してきたということを考えることができる。