

北部伊豆小笠原におけるランダムな速度ゆらぎの空間分布

—火山分布及び地殻構造との関係—

高橋 努・尾鼻浩一郎・神谷眞一郎・小平秀一・末次大輔・
高橋成実・田村芳彦・阪口 秀（海洋研究開発機構）

1. はじめに

典型的な海洋性島弧である伊豆小笠原弧では、地殻進化過程の解明を目的とした構造探査が活発に行われ、火山フロントに沿った地殻の厚さの変化と第四紀火山の火山岩化学組成との間に相関がみられることが明らかにされてきた(Kodaira et al., 2007). 尾鼻・他(2007)は、八丈島から鳥島にかけての北部伊豆小笠原における最上部マンツルの構造を解明することを目的として、海底地震計を用いた自然地震観測を行った。本研究では、この自然地震観測により得られた微小地震の波形記録を用い、地殻及び最上部マンツルにおける数百 m から数 km の空間スケールの速度ゆらぎの空間分布を推定した結果について報告する。

2. データ

観測は 40 台の海底地震計を用い約三ヶ月間行われた。観測された自然地震の数は約 1600 個以上となり（図 1）、地殻内や太平洋プレート周辺に多くの震源が分布する。解析には、良好な記録が得られた 36 台の海底地震計と Hi-net, F-net(NIED)の八丈島および青ヶ島の観測点の記録を使用した。709 個の地震から得られた震源距離 100km~300km における速度波形記録を対象とし、水平動二成分の RMS エンベロープを 4-8Hz, 8-16Hz, 16-32Hz の 3 帯域で合成し解析に用いた。震源位置は、尾鼻・他(2007)による結果と併せて、北緯 34.5°以北で発生した地震については気象庁一元化震源を参照した。

3. エンベロープの経路依存性

図 2 に、背弧側の観測点で得られた異なる三つの経路の RMS エンベロープを示す。(a)や(c)の経路では、S 波の明瞭な立ち上がりが 4-8Hz と 16-32Hz で見られるが、(b)の経路では S 波の立ち上がりが緩やかで長い主要動継続時間を示す。他の記録からも火山分布と関連したエンベロープの変化が見られ、第四紀火山群下を通過する経路で得られるエンベロープは高周波数帯域ほど崩れた波群を示し、第四紀火山群の間を伝播する場合には波形の崩れが弱い傾向を示す。

4. 速度ゆらぎの空間分布

速度ゆらぎの推定は、ピーク遅延時間のインバージョン解析 (Takahashi et al., in preparation) により行った。ピーク遅延時間は S 波初動到達から S 波エンベロープの最大振幅到達までの時間差として定義され、速度ゆらぎによる多重前方散乱や回折の影響のみを強く反映し、速度ゆらぎの空間分布を評価する上で有効な量である。解析では、等方ランダムな速度ゆらぎが空間非一様に分布する媒質中をパルス波が伝播するモデルを考え、von Kármán 型のパワースペクトル密度関数を持つランダム媒質を仮定した。未知数は、高波数域のスペクトルの勾配を表すパラメータと、高波数域のスペクトルの振幅に依存するパラメータの二つを仮定し、空間を小ブロック (660 個) に分割し最適解を推定した。ブロックサイズは深さ 0~30km で $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 、より深部では $0.3^\circ \times 0.3^\circ \times 20\text{km}$ と仮定した。解析に用いたデータは 4-8Hz, 8-16Hz が約 6000 個、16-32Hz が約 5000 個である。

深さ 30-50km および 50-70km において得られた波数 15km^{-1} におけるパワースペクトル密度の分布を図 3 に示す。火山フロントの前弧側ではほとんどの領域で速度ゆらぎが小さい。一方背弧側では、八丈島付近・青ヶ島〜須美寿島付近・鳥島付近で周囲に比べて大きな速度ゆらぎを示す。これらの領域は高波数域におけるスペクトルの勾配が周囲に比べて著しく小さいという特徴を持つ。

5. 議論

高波数域における大きな速度ゆらぎが見いだされた領域（八丈島付近・青ヶ島～須美寿島付近・鳥島付近）は、玄武岩質火山が存在し中部地殻が厚く存在する。これらの領域では上部地殻から下部地殻上部にかけての速度が大陸地殻の特徴と類似していることから、大陸地殻の形成が特に進行している場と考えられている(Kodaira et al., 2007)。本研究の結果は、地殻の進化過程が最上部マントルの構造と強く関連している可能性を示唆する。また、第四紀火山群下で速度ゆらぎが大きく、高波数域のスペクトルの勾配が小さいという特徴は東北日本弧と一致する。東北日本弧では、マントルウェッジ内に高温の領域が指状に存在すること(Hot Fingers)が指摘されており(Tamura et al. 2002)、北部伊豆小笠原にも同様の指状の構造が存在すると考えられる。

謝辞 本研究では防災科学技術研究所Hi-netおよびF-netの速度波形記録、および気象庁・文部科学省が協力してデータを処理して求められた震源情報を使用させて頂きました。記して感謝いたします。