

S波最大振幅遅延時間のインバージョン解析から推定した東北日本弧のランダム速度不均質の三次元構造の特徴

Spatial distribution of random inhomogeneities revealed from the inversion of peak delay time of S-wave in northeastern Japan

高橋 努 [1]; 佐藤 春夫 [1]; 西村 太志 [1]; 小原 一成 [2]

Tsutomu Takahashi[1]; Haruo Sato[1]; Takeshi Nishimura[1]; Kazushige Obara[2]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 防災科研

[1] Geophysics, Science, Tohoku University; [2] NIED

1Hz以上の高周波数帯域では、不均質媒質中を伝播する地震波は伝播距離の増大とともに主要動継続時間が増大することが知られており、この現象はエンベロープ拡大と呼ばれる。これまで直達S波のエンベロープの研究から、東北日本弧の背弧側では高周波数ほどエンベロープ拡大が顕著であることが報告され、背弧側のランダムな速度ゆらぎは前弧側に比べて短波長成分に富むと考えられてきた [Obara and Sato (1995), 齋藤・他 (2001)]。近年我々は稠密な観測データの詳細な解析を行うことで、S波エンベロープの特徴は波線経路に強く依存し、火山フロントを境界とした分類では不十分であることを報告してきた。高橋・他 (2005・合同大会) では、速度ゆらぎが空間的に非一様に分布するランダム媒質中をパルス波が伝播するモデルを考え、S波初動着信からS波エンベロープの最大振幅までの遅延時間（以下、ピーク遅延時間）に着目したランダムな速度ゆらぎのパワースペクトル密度の空間分布推定法を構築した。本報告では、この方法を東北日本弧で観測された微小地震のピーク遅延時間に適用し、インバージョンにより得られた結果と他の地震学的観測結果との対応に関して報告する。

東北日本弧で観測される4-8Hz、8-16Hz、16-32Hzでのピーク遅延時間は距離や周波数のべき乗にしたがって増大する。太平洋プレート周辺で発生した深さ35km以深の微小地震の波形記録に見られるピーク遅延時間の経路依存性は以下のようにまとめられる。(1) 前弧側の大部分において距離依存性や周波数依存性が弱く、どの帯域でもピーク遅延時間が小さい。(2) 背弧側で得られる記録では、第四紀火山群下を伝播した経路では高周波数ほど大きなピーク遅延時間を示し、火山群同士の間のみを伝播する場合は前弧側と類似した特徴を示す。(3) 北海道・日高西部地域では前弧側にもかかわらず大きなピーク遅延時間を示し、周波数依存性は見られない。

以上の観測事実を考慮し、ランダムな速度ゆらぎが von Karman 型のパワースペクトル密度を持つ媒質を仮定し、ピーク遅延時間のインバージョン法を構築した。この解析では、高波数域におけるパワースペクトル密度の勾配を決めるパラメータと、低波数域におけるパワースペクトル密度の大きさの空間分布を推定できる。前者のパラメータはピーク遅延時間の周波数依存性を規定し、スペクトルの勾配が緩やかであるほどピーク遅延時間は周波数に強く依存する。インバージョンの結果、上述の(1)~(3)の特徴を反映した以下の結果が得られた。東北日本弧の深さ20-40kmにおいて、第四紀火山群の下では顕著に短波長域のパワースペクトル密度が大きく、高波数域のスペクトルの勾配が緩やかである。第四紀火山群下におけるS波の10Hz付近に対応する波数 15km^{-1} でのパワースペクトル密度は約 $10^{(-7-6)}\text{km}^3$ 程度となり、周囲に比べて一桁程度大きな値を示す。また、日高西部地域では波数 15km^{-1} でのパワースペクトル密度が $10^{(-6)}\text{km}^3$ 程度と周囲に比べ有意に大きいものの、パワースペクトル密度の勾配は周囲と変わらない。また深さ40-60kmでは、岩手山から八甲田山付近、蔵王山から磐梯山付近そして日光白根山付近で特に短波長域のパワースペクトル密度が周囲に比べ有意に大きな値を示した。

第四紀火山群下に推定されたパワースペクトル密度が大きな領域は、走時トモグラフィ [Nakajima et al. (2001)] で得られた高 V_p/V_s 域と良い対応を示す。火山群下の高 V_p/V_s 域には、クラック中の部分熔融した物体や流体の存在が考えられており [Hasegawa and Nakajima (2004)]、本研究の結果はこれらにより形成された微細な不均質性を反映している可能性が考えられる。またS波の最大振幅の距離減衰から推定された見かけの減衰構造 [関根・他 (2004)] とは深さ40-60kmでは比較的良い相関を示すものの、深さ20-40kmでは背弧側全体で見かけ減衰が強く本研究の結果と明瞭な相関は見られない。今後減衰構造の周波数依存性を考慮する必要があるものの、両者の違いは背弧側の深さ20-40kmでは内部減衰が一様に強い可能性を示唆する。日高西部地域のパワースペクトル密度が大きな領域の大部分は地震活動が活発な領域と対応し、地震活動によって形成された多数のクラックにより、有効弾性定数が空間的にゆらいている可能性などが考えられる。