

S コーダ波のエンベロープ形状から推定される散乱係数の空間分布

Inhomogeneous Structure of the Crust Inferred from Coda S Envelopes

浅野 陽一[1], 長谷川 昭[2]

Youichi ASANO[1], Akira Hasegawa[2]

[1] 東北大・院・理・予知センター, [2] 東北大・理・予知セ

[1] RCPEV, Tohoku Univ., [2] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.

1: はじめに

昨年の合同大会で著者らは、鳥取県西部地震の余震を4か所の小アレイで観測した観測記録のPコーダ波の中に明瞭な後続波群を見出し、これらが一次PP散乱波であるという仮定のもとで、その散乱源の多くが余震域の北側に分布することを示した。また、小原・他(2001)は、Sコーダ波エンベロープのモデリングによって、本震震源の北側の下部地殻に散乱強度の強い領域が存在することを指摘した。これらの結果は、ともに本震震源付近とその北側に強い不均質が存在することを示しているものの、その空間的な広がりは良く分かっていない。そこで著者らは、余震域を囲む複数の観測点で観測されたSコーダ波のエンベロープ形状から散乱係数の空間分布を推定することを試みた。

2: 観測エンベロープとその特徴

東北大、愛媛大、および山形大は合同で4か所の小アレイを設置し、鳥取県西部地震の余震を観測した。これら4か所の小アレイは震源域を囲む(アレイA01は本震震央付近、アレイA02は余震域の北、アレイA03は余震域の南、アレイA04は余震域の東)ように位置する。本研究では、各アレイ内で観測される地震波の位相差を考慮した解析は行わず、以下の手順で各アレイについて平均的なエンベロープを作成する。まず、アレイを構成する各観測点での3成分合成エンベロープ(解析対象周波数帯: 5 - 10 [Hz])を作成し、発震時からの経過時間が20秒から25秒の間の平均エネルギーでそれぞれ規格化する。次に、規格化された各観測点の3成分合成エンベロープをそのアレイ内の全観測点にわたって平均し、そのアレイで観測された平均エンベロープと定義する。観測されたエンベロープの多くには、経過時間が約15秒前後にコーダエネルギーの増加(エンベロープのもちあがり)が見られる。その一方で、余震域の北側に位置するアレイA02で観測された余震域南側のイベントのエンベロープには、このコーダエネルギーの増加は見られない。震源と観測点(アレイ)との空間的位置関係によってこのように異なるエンベロープの形状は、散乱係数が空間的に非一様に分布することで説明可能である。

3: 理論エンベロープの計算

Obara (1997) や小原・他 (2001) にならって解析対象領域を小ブロックに分割し、このブロックに散乱係数を与えて一次等方散乱理論に基づいた理論エンベロープの計算を行った。ただし、本研究では減衰パラメータとしてコーダQは使わずに、散乱波の波線(震源-ブロック中心-観測点)に沿った内部減衰と散乱減衰の影響とをそれぞれ評価する。ここでは、簡単のためS波速度は $V_s = 3.65$ [km/s]で空間的に一様とした。また、内部減衰パラメータについても散乱減衰との分離が困難であることから、Hoshiya (1993)を参考に $Q_i^{-1} = 0.0017$ で空間的に一様とした。減衰の評価に関するこの改良によって、散乱係数の大きなブロックを通過してくる波群が受ける、強い散乱減衰の効果を適切に評価することが可能となる。

4: 最適モデルの推定とその結果

実際の解析に際しては、観測エンベロープのうちで発震時からの経過時間が直達S波走時の1.5倍以降、かつ25秒以内の部分を用いる(以下、解析区間)。前者は震源の非等方輻射の影響などを、後者は多重散乱の影響を避けるために設定した。この解析区間のコーダ減衰トレンドは、空間的に一様に散乱係数 $g_0 = 0.001 \sim 0.01$ を与えた時の理論エンベロープでほぼ説明できた。この程度の散乱係数であれば、解析区間中のコーダエネルギーの多くは一次散乱波の寄与であるという仮定は妥当であると考えられる。最適モデルは、理論エンベロープが観測エンベロープを良く説明するように、ブロックに与える散乱係数の大きさを変えながら試行錯誤的に推定した。その結果、観測エンベロープを説明する最適モデルには以下の特徴が見られる、(1)本震震央付近の下ではモホ面から下部地殻にかけて散乱係数が大きい、(2)余震域の北側では下部地殻のみならず上部地殻でも散乱係数が大きい。上部地殻も含めて散乱係数が大きい領域は、余震の震源分布が複雑な領域と対応しており興味深い。このように、エンベロープモデリングは短波長不均質構造を推定するうえで極めて有用な手法と言えよう。

参考文献

Hoshiya (1993), J. Geophys. Res., 98, 15,809-15,824.

Obara (1997), Phys. Earth Planet. Inter., 104, 109-125.

小原・他 (2001), 地球惑星科学関連学会 2001 年合同大会, S3-013.