

# 北海道・東北日本で見られる地震波の伝播・減衰異常(3)不均質プレート内散乱による高周波のトラップ現象

## Anomalies in propagation and attenuation of seismic waves (3) Efficient waveguide for high-frequency waves in heterogeneous plate

# 古村 孝志[1]; ケネット ブライアン[2]

# Takashi Furumura[1]; Brian L. N. Kennett[2]

[1] 東大地震研; [2] 地球科学研・豪州国立大

[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] RSES, ANU

### 1. はじめに

太平洋プレートの深発地震において、北海道から北関東にかけての太平洋側で震度が大きくなる“異常震域”現象は、高周波地震動が High-Q, High-V の太平洋プレートを伝わって遠方までよく届くためであることは周知の事実である。ただし、異常震域では周波数 2Hz 以上の高周波地震動のみが大きいことから、プレートが単に High-Q であるだけでなく、Q 値の強い周波数依存性を説明するモデルが必要である。

### 2. 高周波地震動の特徴

異常震域で観測される高周波地震動を FREESIA 広帯域記録を用いて調べたところ、1) 2 ~ 20Hz 以上の広い周波数帯域を持ち、顕著なピーク周波数を持たないこと、2) 水平・上下動 3 成分ともに振幅が等しいこと、3) P 波初動よりも 1 ~ 2 秒遅れて到達すること、そして 4) その振動が何分にもわたって長く続くという特徴がわかる。このような高周波後続相の性質は太平洋プレート (Iidaka and Mizoue, 1991) に限らず、Chiri-Peru 沈み込み帯 (Martin et al., 2003)、Vanuatu 弧 (Chiu et al., 1985)、Tonga 諸島弧 (Barazangi et al., 1972)、Mariana 諸島 (Ouchi, 1981) など各地で報告されている普遍的な現象である。

### 3. プレートによる高周波伝播のメカニズム

高周波地震動を良く伝えるモデルとして、たとえば Fukao et al., (1983) や Hori et al. (1985) はフィリピン海プレート上面にある低速度の海洋性地殻に地震波がトラップされる現象が報告されている。しかし、太平洋プレートでは低速度の海洋性地殻はせいぜい 150km 程度までしか存在せず (Matsuzawa et al., 1987)、深発地震に対してはこのトラップ波の効果を適用することはできない。また前述の 1) ~ 4) の特徴もこのモデルだけでは十分に説明することができない。

そこで、別の新しいモデルとして、プレート内の不均質性による、高周波地震動の強い散乱の効果を考える。大陸の下部地殻に強い不均質性が存在することは近年の反射法探査や屈折法探査からよく認識されている (たとえば、Morozova et al., 1999; Nielsen et al., 2003)。前述の 1) ~ 4) の性質は海洋性プレート内の散乱により説明できると考えたためである。

### 4. 数値シミュレーション

散乱体を持つプレートによる高周波の伝播を確認するために、ウラジオストックから襟裳岬にかけての 512km\*256km の領域をモデル化した、2 次元波動伝播シミュレーションを実施した。太平洋プレートの上面深度は Kosuga (1996) より与え、プレートの厚さは 80km と仮定した。地殻・マントルの物性値は iasp91 標準モデルから与え、プレート内の速度値は周囲より 5% 速く、またマントルウエッジには 5% 遅い値を与えた。地殻、マントルの  $Q_s$  値 (intrinsic なもの) はそれぞれ 200 と 400 とし、プレートとマントルウエッジにはそれぞれ 400 と 100 の値を与えた。 $Q_p$  値は  $Q_s$  値の 2 倍に設定した。プレート内の不均質性は、その空間スペクトル特性が標準偏差 2% の von Karman 型で表される速度揺らぎにより与えた。このとき揺らぎの相関距離の大きさは、プレートの沈み込み方向に 10km、そして厚さ方向に 1km のスケールを持つ、横長のものを置いた。計算領域を 125m の間隔で離散化し、16 次精度のスタガード FDM により周波数 10Hz までの波動伝播を評価した。なお、震源はダブルカップルの点震源で近似した。

計算波動場のスナップショットを見ると、高周波地震動が散乱を繰り返しながらプレート内の横長の不均質体を上昇していく様子が見える。すなわち、横長の不均質構造が高周波地震動の良い waveguide として働くことが確認できた。散乱を繰り返すことにより、地震動の継続時間が長くなる。そして、下方湾曲するプレートを横切って地震波が地表に到達する際に、プレートの厚み方向の、小さな不均質スケールの並びを横切るために、波長の短い高周波地震動は伝播速度が急激に遅くなることもわかる。この結果、火山フロントから海溝寄りの観測点では、低周波の P 波初動に 1 ~ 2 秒遅れて高周波地震動が到達する。

### 5. まとめ

このように、プレート散乱モデルでは、異常震域で見られた高周波地震動の性質 1) ~ 4) を良く説明することができる。すなわち、プレートの High-Q とその強い周波数依存性は、(周波数依存性を持たない) intrinsic な Q に加えて、さらに (周波数依存性を持つ) 強い散乱の Q によって作られているのである。