

東北地方下における太平洋スラブの地震波減衰推定

椎名高裕（東北大）・中島淳一（東工大）

1. はじめに

沈み込む海洋プレートは含水鉱物（海洋性地殻内部の変質玄武岩やスラブマントル内部の蛇紋岩など）として多量の水を保持し、地球内部へ沈み込んでいる。これらの含水鉱物は沈み込みに伴う温度と圧力の上昇により、脱水反応を生じ無水鉱物へと相転移する(e.g., Hacker et al., 2003). これら脱水により生じた水はスラブ内地震や島弧マグマ活動と密接に関係している(e.g., Abers et al., 2013)とともに、地震波速度の低下や強い地震波減衰などとして観測されることが知られている(e.g., Nakajima et al., 2013; Shiina et al., 2013). 特に地震波減衰は、地震波速度の比べ、水（やメルト）の存在に敏感であると考えられており、従って詳細な地震波減衰構造を明らかにすることはスラブ内部の不均質構造と水の分布やスラブ内地震の発生メカニズムなどの関係を理解する上で非常に重要である。

2. 手法

本研究では、同一の観測点(m)で記録された 2 つのスラブ内地震(i と j)の観測波形に対してスペクトル比法を適用することで、東北地方下に沈み込む太平洋スラブの地震波減衰の推定を試みる。具体的には、これらの地震に対して直達 P 波近傍のフーリエスペクトルの比を計算し、理論的なスペクトル比のモデルとの比較から太平洋スラブの地震波減衰を見積もる。この際、あるイベントの波線近傍にもう一方のイベントの震源が分布するようにイベントペアを組み合わせることで、スラブ以浅の構造の影響が小さくなるようにした。

このようなイベントペア(i, j)に対して、P 波のスペクトル振幅比 A_{im}/A_{jm} は、

$$\frac{A_{im}}{A_{jm}} = \frac{\Omega_{im}}{\Omega_{jm}} \frac{1/(1+(f/f_{ci})^2)}{1/(1+(f/f_{cj})^2)} \exp(-\pi f^{1-\alpha} \Delta t_{0ij}^*) \quad (1)$$

となる。ここでは ω^2 -model (Brune, 1970)を震源スペクトル形状として仮定し、 Ω は幾何減衰などを含む周波数非依存項、 Δt_0^* は 1 Hz におけるイベント間の波線に沿う減衰、 α は減衰の周波数依存性を表す。なお、本解析では Ω_{im}/Ω_{jm} の項は観測波形記録から合成されたスペクトル比の 1-3 Hz の平均値により近似し、コーナー周波数 f_c は S 波のコーダスペクトル比から推定した値に Uchida et al. (2007)で提案された係数を掛けた値を P 波のコーナー周波数として使用した。その後、グリッドサーチにより観測スペクトルをもっとも良く説明するような Δt_0^* を推定した。

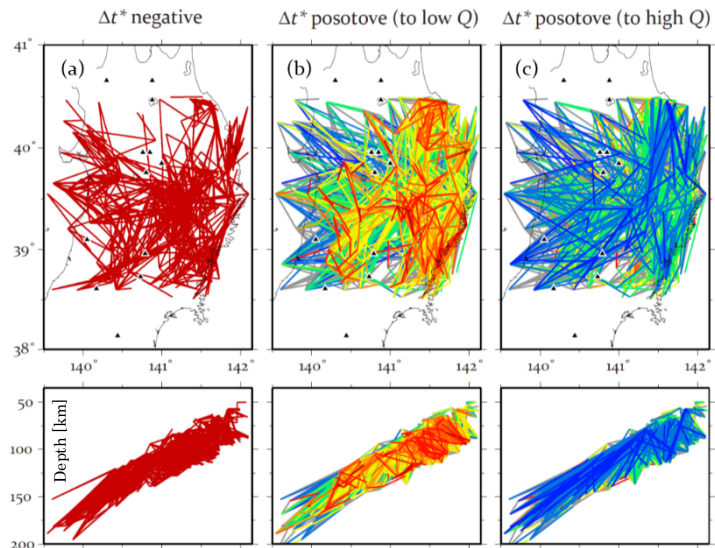
3. 結果と議論

本解析では東北地方中央部のスラブ内部（深さ 50-200 km）で発生した 933 個の地震（マグニチュード：2.5~4.5）についてまず f_c を求め、次いで、その f_c を用いて Δt^* を推定した。その結果、15,534 個のイベントペアについて Δt^* を得え、また、 $\alpha = 0.15$ の場合に最もよく観測スペクトル比を説明することがわかった。なお、得られた f_c は Nakajima et al. (2013) や Kita and Katsumata (2015) などの結果と同じような特徴が確認された。得られた Δt^* から Q_p^{-1} を求めると、今回対象とした領域全体の平均値として Q_p^{-1} が 0.012 程度 (Q_p として 850 程度) と、太平洋スラブの地震波減衰が非常に小さいことがわかった。加えて、 Δt^* の波線（図 1）や Q_p^{-1} の分布（図 2）は空間的な変化を確認することができる。ただし、震源スペクトルの不確実性などを起因とするみかけ Δt^* の推定値の変化量が、本解析で推定した減衰の空間変化と同程度である可能性があり、今後、太平洋スラブ内の減衰構造についてより詳しい議論を行うためにはそれらの影響を考慮した解析を行う必要がある。

謝辞

本研究では気象庁一元化震源カタログおよび基盤的地震観測網で観測された地震波形記録を使用させていただきました。

図 1. イベント間平均の Δt^* の分布の空間分布と鉛直断面。(a) 負の Δt^* , (b) 正の Δt^* (高減衰を強調), (c) 正の Δt^* (低減衰を強調) である。三角は火山を表す。



た。記して感謝いたします。

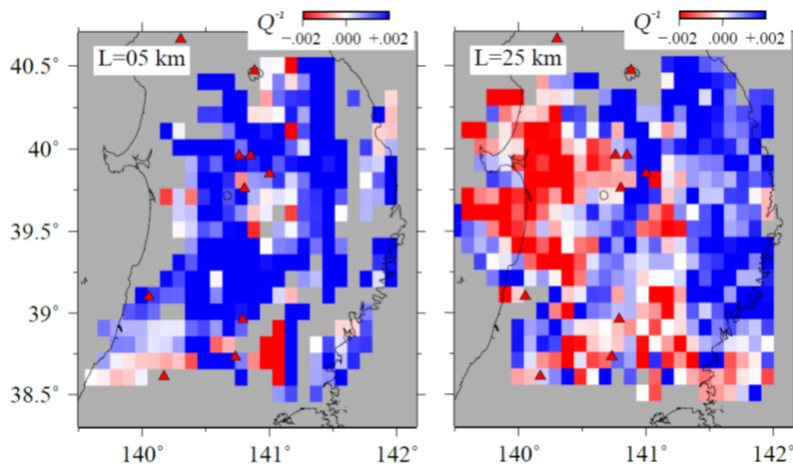


図 2. 太平洋スラブ内部の Q_p^{-1} の空間分布。太平洋スラブ上部境界(Nakajima et al., 2009)から 5 km, 25 km に位置するグリッドに ± 5 km 範囲で交わる波線の平均値をプロットする。