

次元可変なパラメータ空間でのコーダ波解析による地殻構造イメージング

Seismic imaging of crustal structures by a trans-dimensional coda-wave analysis

*高橋 努¹*Tsutomu Takahashi¹

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター

1. Research and Development Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

数Hz以上の高周波数帯域においてS波は散乱や非弾性減衰の影響を強く受け、直達波部分の波形の崩れやコーダ波の励起、総エネルギーの減衰を示す。散乱および内部減衰の1/Q値を分離して推定するMultiple Lapse Time Window Analysis (MLTWA)は、直達波からコーダ波までのエネルギーの時空間変化に着目し、単一観測点の記録のみから観測点近傍の1/Qを推定することができる (e.g., Hoshiya 1993)。この手法は稠密地震観測網へも適用され、散乱や減衰の空間変化の推定が試みられてる(e.g., Carcole & Sato, 2010)。しかし、解析領域内で構造が水平変化する場合にはエネルギーの時空間分布の評価が困難であるため、構造の空間変化を考慮したMLTWAの適用が必要になると考えられる。そこで本研究では次元可変空間でのベイズ推論に基づいてMLTWAを一般化し、散乱減衰および内部減衰の空間変化をより適切に推定する手法を提案する。

本手法では空間をVoronoi Cellsにより分割し、各cell内は一樣な内部減衰と散乱減衰で特徴付けられると仮定する。各cellにおいてその内部を伝播するデータに対してMLTWAで用いられるエネルギー比に対する残差を求め、全データに対する残差二乗和から尤度関数を定義する。そしてReversible Jump Markov Chain Monte Carlo (Green, 1995)を用いて次元可変な空間での事後確率の元でサンプリングを行い、Voronoi Cellsの個数や分割を変化させながら最適解の周辺を探索する。これにより、一樣構造であることが期待される領域群をデータに基づいて生成しながら、データに対して適切な空間分解能で構造を推定することが可能となると期待される。本研究ではこの手法を宮城沖アウターライズ地域での海底地震観測記録へ適用した。この観測は2011年東北沖地震直後に20台の海底地震計により実施され(Obana et al. 2012)、東北沖地震発生の約40分後に発生したMw7.6の正断層地震の震源やその後の余震活動域のほとんどをカバーする。各観測点の記録に対して従来のMLTWAを適用した結果では、内部減衰はすべての観測点で1/Q ~ 1/1000程度と非常に小さく空間変化も見られなかった。また散乱減衰はいくつかの観測点で1/Q ~ 1/300程度のやや強い散乱を示していたが、その空間変化に地震活動や構造との関連を示唆する特徴は見られなかった。このデータに対して本研究の手法を適用した結果、内部減衰は同様にほぼ空間一様に非常に弱く、また散乱減衰は二つの領域で強いことがわかった。強散乱域の一つは観測網の北側に位置し、2011年東北沖地震の約40分後に発生したMw7.6の震源付近に対応する。またもう一つの強散乱域は観測網の南側にやや広く分布し、余震活動が活発な領域に分布する。これらの結果は、コーダ波が地震活動によって形成された不均質性などを把握する上で重要であり、本研究の手法がその情報を適切に抽出する上で有効であることを強く示唆する。

キーワード：コーダ波、MCMC、散乱、減衰、アウターライズ

Keywords: coda wave, MCMC, wave scattering, wave attenuation, outer rise