

1. はじめに

地震波干渉法は、地表にある観測点での波動場記録の自己相関(ACF)をとることで、地表の同一点に震源、観測点を設置した場合の反射波記録を生成する手法である(Claerbout, 1968). 現在、地震波干渉法を用いて得られたACFの減衰率である Q_{ACF} の持つ特徴が、 Q_c と同じであるかについて議論されている(e. g. Sens-Shoenfelder and Wegler, 2006; Mouri, 2011, 修論). 本研究では、濃尾断層帯周辺において Q_c の空間分布の観測を行い地殻の不均質性の変化を調査すること、 Q_{ACF} が持つ特徴について検証することを目的とする. 2012年度連合大会では1ヶ月のデータに対し重合処理を施した結果について報告したが、今回は約1年間で得られたACFに対して重合処理を施した結果を報告する.

2. 解析

本研究では Q_{ACF} の推定には、濃尾断層帯周辺における観測点(67点)で2010/02-2011/02の期間に観測された上下動成分の連続地震波形を、 Q_c の推定には2009/05-2011/10の期間に発生した178イベント($M>1.8$, 深度30km以浅)の上下・水平成分を用いた.

Q_{ACF} の解析方法は、まず1分間毎に計算したACFに対し重合処理を施し、1-2, 2-4, 4-8, 8-16, 16-32Hzの5つの周波数帯のBPFをかけ、フーリエ変換を行いスペクトルを計算する. この時、人工起源と考えられるラインスペクトルを除去する. 次に、逆フーリエ変換をもちいて波形に戻し、RMS(Root Mean Square)振幅を計算し、Aki and Chouet(1975)の式 $A(f|t)=A/t^n \exp\{-\pi ft/Q_{ACF}(f)\}$ を適用し、最小二乗法を用いて Q 値を求める. 解析区間はBPFの影響をなくするためラプスタイン 3-13(s)とした. この時、得られたACFが実体波と表面波のどちらの波が卓越しているかを知るために、 n 値がどのような値をとる時に $Q_c=Q_{ACF}$ となるかを調べた. その結果、 $n=0.70 \pm 0.23$ (1-2Hz), $n=0.58 \pm 0.23$ (2-4Hz), $n=0.63 \pm 0.23$ (4-8Hz), $n=0.54 \pm 0.19$ (8-16Hz), $n=0.62 \pm 0.32$ (16-32Hz)となった. $n=0.5$ では、表面波を想定していることを意味するため、得られたACFは表面波が卓越した波であると考えられる. Q_c の解析方法は、イベント波形に対して Q_{ACF} の解析と同様の5つの周波数帯でBPFをかけ、RMS振幅を計算する. 次に、実体波($n=1$)を想定した場合の後方散乱式(Aki and Chouet, 1975)を適用し、ロバスト推定法を用いて近似直線を求め、 Q_c 値を推定する. Q_c の解析区間はS波走時の2倍から振幅がノイズレベルの2倍になる点までとした. また、解析区間の終了点はラプスタイン 30(s)を最大値とした.

3. 結果・考察

本研究で得られた Q_c は1-2の時、濃尾断層帯から南西方向に離れた領域で低い値を示し、2-4Hzの時、北東部で低 Q_c 領域を示す(Fig. 1a, b). また、低周波数帯(1-2Hz)の Q_c とNakajima and Hasegawa(2007)によるS波速度構造の関係について調査した結果、10kmのS波速度構造との相関は $R=0.05$ ($p=0.43$), 25kmの時 $R=0.58$ ($p=0.01$), 40kmの時 $R=0.36$ ($p=0.10$)となり、25kmにおけるS波速度構造と最も良い相関を示したことから、低周波数帯(1-2Hz)で得られた Q_c は地殻の脆性-延性遷移帯下の変形速度を反映していると考えられるため(Hiramatsu et al., 2012), 低 Q_c を示した領域には脆性-延性遷移帯に周辺地域より変形速度が高い領域の存在が示唆される.

一方、本研究で得られた Q_{ACF} ($n=0.5$)は、1-2Hzの時、ほぼ全域で低い Q を示し、2-4Hzの時は濃尾断層帯主部周辺で高 Q 値を示した(Fig. 1c, d). Q_c と比較すると、1-2, 2-4Hzで $Q_{ACF}<Q_c$ となる観測点が多く、4-8, 8-16, 16-32Hzの時は $Q_{ACF}>Q_c$ となる観測点が多いという傾向を示した. この結果から、 Q_{ACF} が Q_c とは異なる地下の不均質性を反映し、その違いは、地震波干渉法を用いて得られた合成地震波記録(ACF)が、表面波が卓越した波であることを考慮すると、 Q_{ACF} の方が Q_c より浅部の地下の不均質性を反映していることが原因として考えられる. また、本研究と同様に Q_{ACF} の特徴を調べたMouri(2011, 修論)によ

れば、2-4Hz時の Q_{ACF} は、火山灰や堆積層等の領域では低 Q_{ACF} を示し、火成岩等の領域では高 Q_{ACF} を示すというように、地質構造と整合的な関係を示す。しかし、本研究で得られた Q_{ACF} (1-2, 2-4Hz)は濃尾断層帯周辺における地質構造と必ずしも整合的な関係を示さなかった。このことは、高周波数帯 (4-8, 8-16, 16-32Hz)で得られた Q_{ACF} が反映している地下の不均質性の理解と合わせて、今後さらに精査する必要がある。

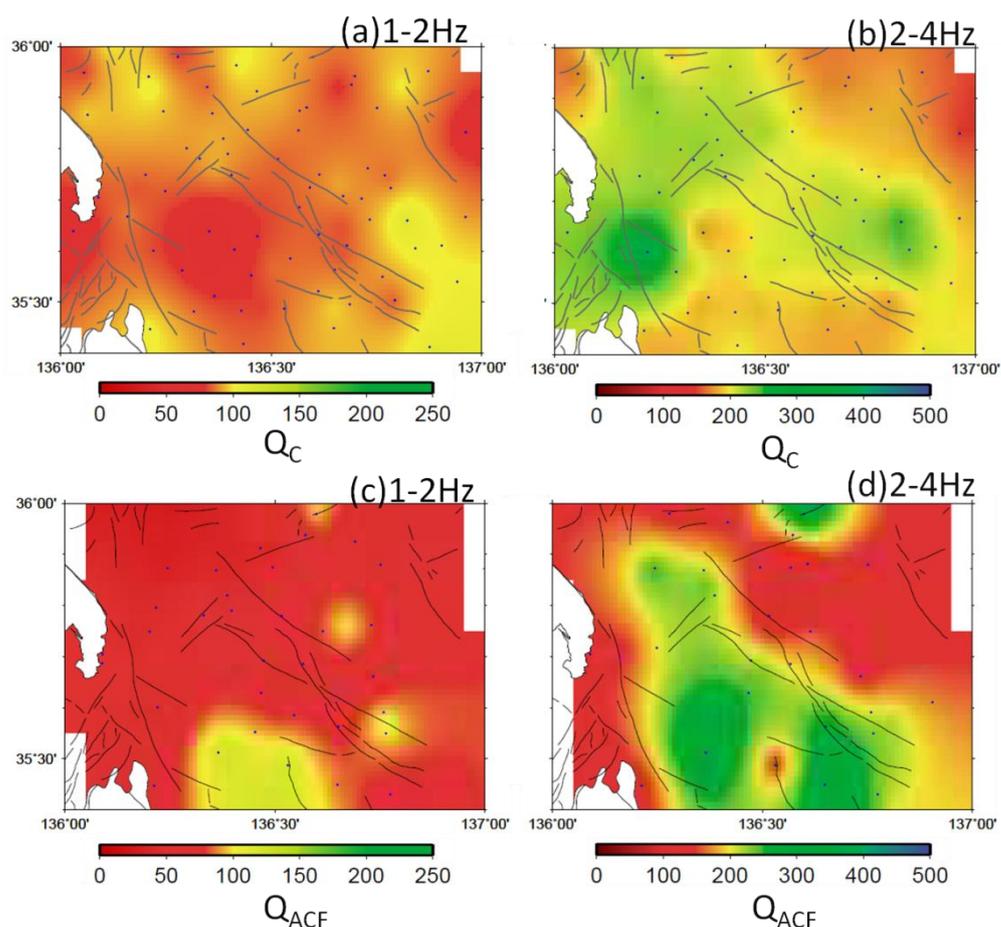


Fig. 1
1-2, 2-4Hzにおける Q_c , Q_{ACF} の空間分布図。実線は活断層を、黒丸は使用した観測点を示す。

謝辞：本研究を行うに当たり濃尾地震断層帯合同地震観測グループ、防災科学研究所、京都大学防災研究所、名古屋大学地震火山・防災研究センター、気象庁による震波形データを使用しました。また、本研究は東京大学地震研究所共同研究プログラムの援助を受けました。記して感謝いたします。