

地震波干渉法による地殻構造の時間変化検出の試み Temporal Variations of Crustal Structure using Seismic Interferometry

京都大学防災研究所 大見士朗
Shiro OHMI (DPRI, Kyoto University)

1. はじめに

最近、微小地震観測波形のノイズ部分の相互相関関数(CCF)または自己相関関数(ACF)を用いて地殻構造のモニタリングをおこなう方法が提唱されている。前者では近接した2点の観測点の波形データの相互相関を、後者では同一観測点の波形データの自己相関を計算し、その時間的な推移を監視するというものである。この方法により、たとえば Wegler and Sens-Shoenfelder (2007) (WS-2007)は、新潟県中越地震前後の地殻の状態変化を F-net の柏崎観測点のデータを処理して論じている。今回、同様の方法を適用し、2007年能登半島地震前後の地殻の状態変化の検出を試みた。図1は、今回の解析に用いた観測点の分布である。

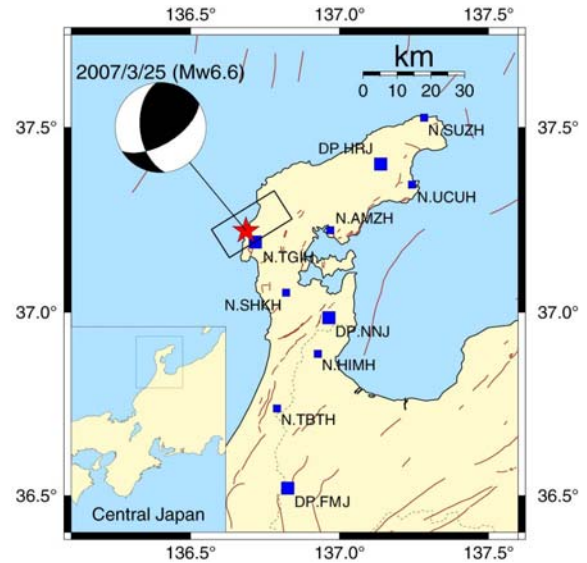


図1：解析に使用した観測点

2. ACF 形状の時間変化

図2には、例として、能登半島地震の発生時を含む、京大の七尾観測点(DP.NNJ, 震央距離 36 km)での、ACFの時間的変化を示す。図3は、図2に示したAからEのフェイズのラグタイムのシフト量を示したものである。A、B、Cなどのフェイズは、本震発生と相前後してラグタイムが変化している。これらは、よく見ると、本震(2007年3月25日)の2週間ほど前から次第にわずかながらラグタイムが長くなり始め、地震とともに元に戻ったようにも見える。

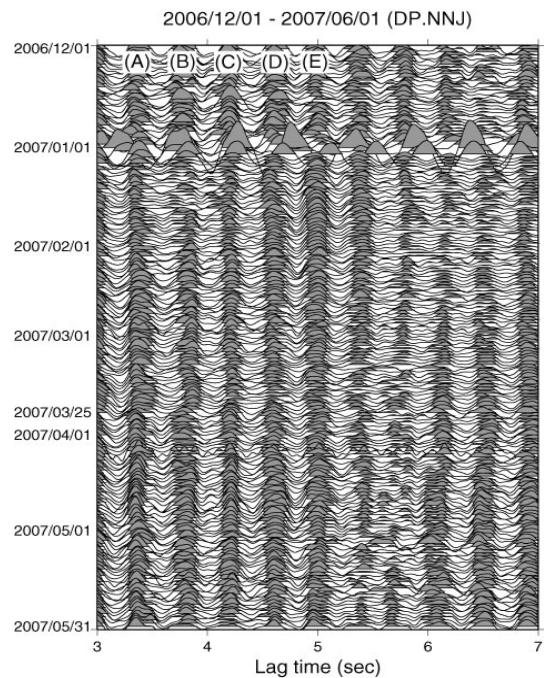


図2：DP.NNJにおけるACFの時間変化。1日のデータから計算したACFを日付順に並べたもの。

3. ACFのdecay rateの変化

WS-2007等によると、ACFのdecay rateはその地点のCoda Qと良い相関があると指摘されている。図4は、震源域周辺の数点の観測点での、本震前半年間のACFのQの時間変化を示したものである。なお、WS-2007ではACFのエンベロープE(t)に対して、以下の式

$$E(t) \propto (1/t^n) \exp(-2\pi ft/Q)$$

を仮定し、 $n=2$ として Q を求める解析を行っているが、本解析では $n=2$ では解が得られなかったため、便宜上 $n=0$ として、ACF の減衰の様子の日々変化を求めた。日々の Q の値にはばらつきが大きい、10 日間の移動平均を取る等の処理を施すと、時間変化が見て取れるようになる。図 4 に示した観測点では、 Q が本震に向かって小さくなっていくように見える。

4. 考察と課題

解析した ACF には以下の 3 つの特徴がみられた。

1) 各観測点毎で ACF の形が異なるが、時間的には安定したコヒーレントないくつかのフェイズが存在する、2) 特定のフェイズのラグタイムに地震前後での変化が見られることがある、3) 必ずしもラグタイムの変化が明瞭でない観測点においても、decay rate の変化は認められる例もある。2) の、ACF の特定のフェイズのラグタイムが変動する原因のひとつは、実際に地下の地震波速度構造が変化した場合である。一般に、ラグタイムが長くなるのは、考察している空間の地震波速度が低下した場合、短くなるのは地震波速度が増加した場合と考えられる。地震波速度の変化は、応力変化などのほか、水などの流体の挙動によっても現れることが予想される。

3) の decay rate の変化は、同地域の Coda Q などの解析結果との比較により、物理的な意味づけがなされることが期待される。

今回の解析結果にも現れた、地震前後でラグタイムに「とび」が発生する現象は、地震による応力変化がもたらす速度構造の変化によると解釈される。しかしながら、DP.NNJ のように、地震前から地震波速度構造の変化が見られることが事実ならば大変に興味深い。

5. 謝辞

解析には Hi-net 観測点のデータを使用した。記して謝意を表す。

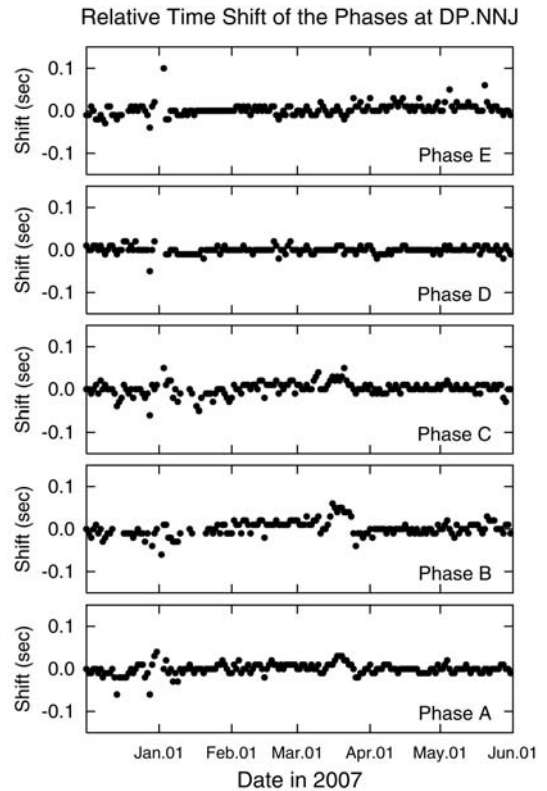


図 3: DP.NNJ での各フェイズのラグタイムのシフト量。

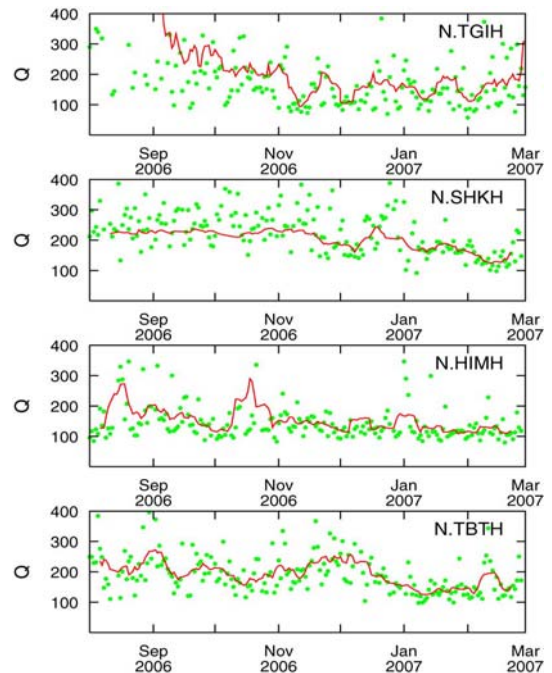


図 4: 震源域周辺の点での ACF の Q の変化例。緑の点は日々の値、赤い実線は 10 日間の移動平均。