

微小地震観測波形データの自己相関を用いた能登半島地震前後の震源域周辺の地殻構造のモニタリング

Temporal variations of crustal structure in the source region of the Noto Peninsula Earthquake with passive image interferometry

大見 士朗 [1]; 平原 和朗 [2]; 和田 博夫 [3]; 伊藤 潔 [1]
Shiro Ohmi[1]; Kazuro Hirahara[2]; Hiroo Wada[3]; Kiyoshi Ito[1]

[1] 京大・防災研; [2] 京大・理・地球惑星・地球物理; [3] 京大防災研・上室
[1] DPRI, Kyoto Univ.; [2] Geophysics, Sciences, Kyoto Univ.; [3] Kamitakara Obs., Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.

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または自己相関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。データとしては、微小地震観測波形の中のバックグラウンドノイズ部分を用い、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-Shonfelder (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、中部地方北部の微小地震観測点のデータによる、能登半島地震前後の地殻の状態変化の検出を試みた。

2. 手法とデータ

ここでは、Wegler and Sens-Shonfelder (2007) と同様、微小地震波形のバックグラウンドノイズの自己相関関数 (ACF) の時間変化を監視する方法を用いた。データの処理は以下のように行った。まず、考察している観測点のある1日の24時間分の100Hz サンプリングの上下動連続波形記録データに適切な High Pass フィルタをかけ、脈動等の信号を落とす。次に、自然地震等「バックグラウンドノイズではない」部分を除くため、典型的なノイズ部分の振幅に対して一定値以上の値となっている部分にゼロを満たした。このような前処理を行った波形データに対して ACF を計算し、これをその日の結果とする。同様の処理を、考察している期間の全データに対して施し、これらを比較する。この方法を、京大防災研の定常観測点と Hi-net 観測点のデータに適用した。解析期間は、能登半島地震発生を含む、2007年1月初頭から4月初頭までの間である。

3. 結果

比較的安定した結果の得られた、京大の七尾観測点 (DP.NNJ, 本震の震央距離 36 km)、宝立観測点 (DP.HRJ, 同 45 km)、福光観測点 (DP.FMJ, 同 79 km) の、ラグタイム 3 秒から 7 秒の区間について比較、考察する。それぞれの観測点ごとに ACF の形は異なるが、それぞれ、時間的には安定したいくつかのコヒーレントなフェイズが見える。まず、DP.NNJ では、ACF には周期 0.4 秒程度のフェイズが卓越している。そのうち、ラグタイム 3 秒から 4 秒付近に見えるフェイズは、本震の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見える。DP.HRJ においては、周期 0.8 秒程度のフェイズが卓越している。ラグタイム 3.5 秒付近に見えるフェイズは、DP.NNJ の同区間のフェイズと同様の傾向を示す。その一方で、DP.HRJ の ACF の 4.5 秒付近から 6 秒付近に見えるフェイズは、本震の2週間ほど前からラグタイムが短縮しはじめる傾向が認められ、本震とともに変化が止まったように見える。震央距離が 80km 弱の DP.FMJ では、0.3 秒程度の周期のフェイズが卓越しているが、DP.NNJ や DP.HRJ で認められたような変化は見えないようである。

4. 考察と課題

上記に述べたように、解析した ACF には以下の2つの興味ある特徴: 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の存在、2) 特定のフェイズのラグタイムの地震前後での変化、が見られた。

1) については、各観測点下での地震波速度構造を推定できる可能性を示している。すなわち、ここでは一日毎の ACF を計算しているが、ACF が時間的に安定しているなら、長期にわたって ACF をスタックすれば微弱な反射波を捕らえることが可能になり、各観測点毎に反射地震記録を作成できる可能性がある。

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。後者の場合には、降水量との相関や、年周変化等が見られる可能性がある。また、これ以外のデータ処理上の理由による見かけ上の変化が現れる可能性もある。

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 (たとえば Wegler and Sens-Shonfelder, 2007)。しかしながら、DP.NNJ や DP.HRJ 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。

今後、より多くの観測点において、また地震前後のより長期間にわたって解析を行うことにより、上記観測結果の信頼性を検討し、地震波速度構造推定、およびフェイズの時間変動要因の特定を行う必要がある。

