

地震波干渉法により推定された2007年大分県の群発的地震活動に伴う地震波速度低下: 自己相関関数の構成要素

Constituents of the autocorrelation function in seismic interferometry in Oita Pref., Japan

前田 拓人 [1]; 行竹 洋平 [2]; 小原 一成 [1]
Takuto Maeda[1]; Yohei Yukutake[2]; Kazushige Obara[1]

[1] 防災科研; [2] 神奈川温地研
[1] NIED; [2] HSRI, Kanagawa Pref.

1. はじめに

常時微動の自己相関関数 (ACF) の時間変化は、地殻構造の時間変化をモニタリングする非常に有用なツールとなりうることを示されつつある。一般に常時微動の ACF は、観測点と震源が同一地点にある場合の Green 関数と解釈することができるが、観測されている ACF が実体波なのか表面波なのかという判断は、構造の変化の要因や場所を考える上で極めて重要である。今回我々は、Maeda et al. (2008) によって発見された 2007 年大分県における群発的地震活動に伴う地震波速度変化の原因と ACF の構成要素についてさらに検討を加えたので、その結果について報告する。

2. 大分県中部の群発地震活動と自己相関解析

2007 年 6 月 6 日 21 時ごろより約 6 日間にわたり、大分県中部地域において地震活動が活発になった。震源は別府湾から大分平野-湯布院断層帯の北限付近、深さは約 10km で、最大規模の地震のマグニチュードは 5.0 であった。地震活動は深部から時間とともに南南西に進行し、最終的に震源は平面上に分布しているように見える。さらに、この震源の移動方向の浅部延長にあたる、深さ約 2km の領域で、10 月 30 日に再び小規模な地震活動が観測された。

そこで、地震活動領域のほぼ直上にある気象庁の OITA2 観測点の上下動成分地震波形について、1 日毎の常時微動の ACF を計算し、時間変化を調べた。1 日のデータを 1 時間毎に 24 分割し、ノイズ振幅が卓越している 1-3Hz のフィルタを適用した後に 1 ビット化した。この処理はノイズの位相情報だけを効率的に抽出する方法で、時間変化の検出に対してはノイズとなる地震波などの混入の影響を最小限に抑えることができる [Campillo and Paul, 2003]。このデータに対して計算した自己相関関数を 24 時間分足し合わせることで、1 日の平均 ACF を評価した。推定された自己相関関数は、地震活動の無い期間においては日変化が小さく、安定している。また、季節変動による周期性も観測されていない。

3. 時間遅れのラグタイム依存性と偏極方向

群発地震が発生した 6 月中旬から、顕著な ACF の位相の遅れが見られた。位相遅れは群発地震活動が収束した後も約 4 ヶ月間継続し、時間発展とともに徐々にもとの位相位置に戻っていく様子が観察された。さらに、10 月 30 日の 2 度目の地震活動に伴って、再度位相遅れが観察された。この観測結果は、Maeda et al. (2008) によって既に指摘されており、地殻内流体の拡散過程もしくは応力による構造変化の回復過程を見ているものと解釈されている。2007 年 1 月から 3 月の期間で計算された ACF のアンサンブル平均と 1 日毎の ACF との短時間窓の相互相関をとることで、ラグ時間毎の位相遅れを推定した。その結果、位相遅れは ACF のラグ時間 7 秒周辺と 10 秒周辺に局在していることが明らかになった。二つの局在した位相遅れをもたらす波群の間にある位相は全く変動していない。また、二つ目の位相遅れの方が一つ目よりもより顕著であった。さらに、水平動の自己相関関数の同期間のアンサンブル平均から推定された振動極性方向は互いに大きく異なっていることが明らかになった。

4. 議論

ACF の時間変化が、2 つのラグ時間周辺に分散していること、その振動極性が相異なるといった特徴は、ACF の構成要素が地殻内不均質構造から後方散乱されてきた P 波および S 波であると考えると統一的に説明できる。二つの時間遅れが現れるラグ時間の時間差もこの解釈とほぼ整合する。また、もし媒質全体の速度が一様に变化したとすると、位相遅れはラグ時間の増大とともに増加するはずである。したがって、今回の観測事実は速度変化が比較的小さい領域に局在していることを示している。位相遅れ以外の自己相関関数の形状は地震活動前後で比較的安定していることから、今回観測された ACF の位相遅れをもたらす波群は、震源域周辺の不均質構造により散乱されてきた P 波および S 波であったと考えられる。全空間が一様に变化したとの前提で推定された速度変化は高々 1% であるが、より狭い領域に速度変化が局在しているとなると、速度変化量はより大きいものであったことが期待される。

謝辞

本研究には気象庁地震観測点の連続波形記録を利用させていただきました。