

単独観測点で震源距離を求める手法の開発

Development of an empirical equation for the hypocentral distance estimation using single station P wave data

堀内 茂木 [1]; 堀内 優子 [2]; 中村 洋光 [3]; 山本 俊六 [3]; 呉 長江 [3]

Shigeaki Horiuchi[1]; Yuko Horiuchi[2]; Hiromitsu Nakamura[3]; Shunroku Yamamoto[3]; Changjiang Wu[3]

[1] ホームサイスマメータ; [2] ホームサイスマメータ; [3] 防災科研

[1] Home Seismometer

; [2] Home Seismometer; [3] NIED

1. はじめに 緊急地震速報のための即時震源決定には、Hi-net と気象庁の約 1,000 点の地震観測点が使われており、信頼性の高い震源位置が決定できるようになった。しかし、現在開発された緊急地震速報は、約 30km 以内の直下型地震に対応できないという大きな課題が残されている。主な地震被害は、震源域の近傍で発生することから、地震情報をできるだけ早く配信するシステムの開発が重要である。

気象庁で開発した即時処理システムは、震央距離を B - 法 (Odaka et al., 2003, 他) を用いて計算している。この方法は、 P 波初動部分のエンベロープ波形の立ち上がり方の違いを経験式で表し、震央距離を推定するものである。しかし、推定された値には、大きな誤差があるという課題がある。ネットワークデータを利用して、正確な震源位置の決定が行われていることから、単独観測点処理で震源決定することにより有効な情報が得られるのは、数 10km 以内の地震であると思われる。ここでは、単独観測点の P 波波形データを用いて、数 10 km 以内の地震の震源距離を求めるための手法開発を行ったので報告する。

2. 方法 一般に、震源距離が遠くなると、 Q による減衰の影響で短周期振幅がより小さくなる。従って、長周期成分と短周期成分との比を求めることにより、震源距離の推定が可能であると思われる。しかし、この値は、震源時間関数と、地盤増幅特性の関数でもある。特に、数 10Hz の地盤増幅特性はサイトにより 10 倍程度の大きな違いがあることが知られている。 Q による減衰は、震源距離が 50km、 QP が 400 であると仮定すると、20Hz で、約 1/3、50Hz で 1/15 になる。地盤増幅特製の地域性の大きさを考慮すると、震源距離を推定するには、数 10Hz の短周期地震波形の減衰の大きさを調べるのが有効であるように思われる。また、減衰が大きくなると、見かけの卓越周波数が低くなることから、卓越周波数が震源距離に関する情報を含んでいる可能性がある。この他、振幅の絶対値も震源距離の関数であり、利用可能であると思われる。

そこで、KiK-net による、1999 年以降に観測された、約 15,000 個の 200Hz 加速度波形データの、 P 波 2 秒間のデータを用いて、以下のパラメータを計算し、震源距離と各種パラメータとの関係を調べた。

1) 2 回積分で得られる変位、2) 1 回積分で得られる速度、3) 加速度、4) 加速度の微分、5) 加速度の 2 回微分、の絶対値振幅と、それぞれについての微分波形の絶対値振幅との比から計算される P の値。6) 速度振幅の絶対値、7) 2Hz と 15Hz のスペクトル比、8) 15Hz と 30Hz のスペクトル比、9) 加速度波形の 15Hz と 60Hz のバンドパスフィルターによる平均絶対値振幅の比。

3. 結果

1) 上記複数のパラメータの値を総合的に用いることにより、約 100km 程度より遠い地震を区別することが可能である。

2) 加速度から計算される P は、震源距離、マグニチュードと相関がある。

3) 加速度の微分、加速度の 2 回微分から求められる P は、震源距離と相関はあるが、大きなばらつきのため、加速度から計算される P に比べ、震源距離との相関は低い。

4) 震源距離は、速度振幅の絶対値と P の関数で表されるはずであるが、絶対振幅の大きな地域性のため、高い相関を示す関係は得られない。

5) 15Hz と 30Hz のスペクトル比は、2 Hz と 15Hz のスペクトル比に比べ、震源距離との相関が低い。

6) 1) から 8) の全てのパラメータの対数を線形結合させ、最も震源距離を満足する経験式を求めた。しかし、数 10km 以内の地震については、ばらつきが大きく、正確な震源距離を推定するための経験式は得られなかった。

7) KiK-net は、30Hz より高い周波数帯域では低域フィルターのため、特性が下がっているが、15Hz と 60Hz のバンドパスフィルターによる振幅比を調べたところ、震源距離数 10km のイベントについて、相関があることが示された。

この結果は、単独観測点のデータを用いて震源距離を推定するには、高い周波数の波形データの収録が重要であることを示している。