

REIS (リアルタイム地震情報システム)における, 複数の地震が同時発生する場合の震源決定 その2

Automatic hypocenter location for REIS in cases of more than two earthquakes occurrence at the same time (2)

上村 彩[1]; 堀内 茂木[1]

Aya Kamimura[1]; Shigeki Horiuchi[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

1. はじめに

REIS (リアルタイム地震情報システム) は, 高感度地震観測網 (Hi-net) と関東・東海観測網 (防災科研) から得られたリアルタイム地動波形データを解析して, 地震情報 (震源位置, マグニチュード等) を数秒間で求め, 解析結果を即時に配信するシステムである. このシステムは, 気象庁による緊急地震速報にも組み込まれることになっている. REIS は改良を重ね, 現在間違った結果を配信する場合は数%程度であるが, その原因の多くは, ほぼ同時刻に複数の地震が発生し (以降, 同時地震と呼ぶ), 複数の地震の読み取りデータを混同して処理しているためである.

2. 複数の地震が同時に発生する場合の震源決定

その対策として, 震源計算時に走時残差が大きいためにノイズとして扱われ削除されたデータがあった場合, そのデータのみを使ってもう一度震源計算するようシステムの改善を行った. ただしその削除されたデータが S 波の到来時刻だった場合は矛盾なく震源計算が収束する可能性が高いので, S 波の理論的な到来時刻に相当するデータは二度目の計算前にあらかじめ削除するようにした. この新しいシステムを使って過去に観測された「ほぼ同時刻に 2 つの地震が起き, どちらかの地震が計算されなかった」ケース 4 回に対して再計算したところ, 全てのケースで全ての地震の計算を行うことができた (上村・堀内, 2004 年地震学会). またリアルタイム地震データを受信しているマシンで 2004 年 10 月から約 4 ヶ月間試験運用したところ, その間に起きた 11 個の同時地震をうまく決めることができた. しかし一度目の震源計算時に削除したデータが同時地震のものではない場合やノイズデータである場合があり, そのような場合は二度目の震源計算で間違ってしまう場合があったため, さらに新しい手法を開発した.

まず震源計算をする前準備として, P 波時刻が観測された全ての観測点について, その観測点を除く近傍観測点の P 波到着時刻を用いて, 平面波近似で到来方向と見掛け速度を計算し, その観測点の走時残差を計算する. この平面波残差が 5 秒以上の場合, すなわち周りの観測点に比べ走時が明らかに異常である観測データは, あらかじめ震源計算から除外するようにした. 2 観測点の到着時刻の差を利用して間違ったデータを取り除く従来の方法では, 10 秒程度間違ったデータを除去できない場合もあるが, この方法では 5 秒程度の読み間違いを除去可能である.

次に通常の震源計算を行い, もし収束しない場合は平面波残差が 2 秒以上の観測点のうち, 大きい方から順番に 1 割を除外し, もう一度震源計算を行う. これを収束するまで繰り返す. この繰り返して除外した観測点数が全体の 1/3 を超えた場合は, 「同時地震」であると判断して, 同時地震用の震源計算を行う.

同時地震用の震源計算では, 周辺観測点に対して P 波時刻が極小になる観測点を選び, その観測点が震源に一番近いとして, その近傍 20 観測点を用いて仮の震源計算を行う. そこで求めた仮震源から理論的に矛盾のない P 波読み取り値を持つ観測データを含め, 改めて震源計算を行い, それを求める震源とする. ここで使わずに残った観測データは異なる地震として改めて震源計算を行う.

3. 新しい同時地震対策システムの試験

新しいシステムを用い数値実験を行い, 複数の地震が同時に発生した場合に正しく処理できるか調べた. 一つの震源を (36.0° N, 140.0° E) とし, もう一つの震源を, この震源を中心とする 0.5° 間隔で, 10 x 10 = 100 のグリッド上に与え, 100 通りの同時地震を発生させて震源計算を行った. この結果, 一方の地震が海域で発生し, もう一方の地震の到着時刻と同じになる場合を除く 95 個の地震について, 二つの震源を正しく求めることができた.

次にシミュレーション波形を作って新システムがうまく作動するか試験した. まずこれまでの REIS で一番問題となっていた前震 - 本震型の地震について試験を行った. 震源位置は茨城県南部の深さ 45km で, M2 の前震の 15 秒後に M5.5 の本震が起きたとしたところ, 新システムでは両者を分けて別々に震源計算できた. また, 全く同時刻に異なる場所で地震が起きた場合についても試験を行った. 震源位置は青森県と広島県で, M3 の地震を同時刻に発生させたところ, 新システムでは両者を分けて別々に震源決定された. 以上より, 新しい同時地震対策システムは大変有効であると言える.