

平成28年度地震研共同研究集会 2016.11.24-25 (前回 2016.1.7-8)

緊急地震速報の震度予測精度の検証 (その2)

Accuracy of Seismic Intensity Estimation of the JMA Earthquake Early Warning System

西口綾佳(関西電力)
目黒公郎(東大情報学環/生産研)
○鷹野澄(東大情報学環/地震研)

(参考:2016年地震工学会学会大会ポスター発表など)

背景:緊急地震速報の精度

震度予測プロセスは、以下の2ステップ
震源予測手法は改善されているが、震度予測の精度が明らかでない

震度予測手法の精度を検証
警報発表時の予測震度の誤差を評価

背景 目的・フロー I.対象 II.精度の分析 III.発表基準の提案 結論

I.対象の決定

対象地震

- 防災上の効果を考えるため
- 揺れが大きい(K-NET観測点で震度4以上を観測)
- 緊急地震速報が発表された(2009年1月~2013年6月)
- 震源予測の空間的精度がよい(最終報における予測震源の緯度・経度が、真値と一致しているかで判定)

3.11の本震を除外 233地震

対象観測点

- 観測値と比較できる
- 全国を網羅し、密度も高い(約20km間隔)
- 居住地域に設置されている

K-NET観測点および観測震度(1,029カ所)

背景 目的・フロー I.対象 II.精度の分析 III.発表基準の提案 結論

II.精度分析の手法:予測震度および誤差の算出

各地での予測震度は記録されていないため、算出する
予測震度をK-NET観測震度と比較し、観測点ごとに誤差を算出する

出力値: 予測震度 - 観測震度 = 誤差

入力値: 震源 (震源位置(緯度・経度), 震源深さ, マグニチュード)

観測点 (位置(緯度・経度), 地盤増幅度)

気象庁規定の震度予測手法 震度4以上を対象

II-i 確定震源(=真値)
II-ii 実際に発表された予測震源(初報・警報・最終報)

背景 目的・フロー I.対象 II.精度の分析 III.発表基準の提案 結論

II-i 確定震源(前回)

確定震源(=真値)を入力値として、予測震度を算出し、K-NET観測点ごとに観測震度と比較
→震度予測精度が完全に正しければ、誤差はすべて0のはず

該当する観測点の数 234地震の誤差の分布(N=26894)

過小予測 ← 過大予測 →

最頻値=0.6
過大評価と言える
マグニチュード・震源深さまで分類しても、同様の傾向だった

誤差=確定震源を用いて計算した予測震度-K-NETでの観測震度

背景 目的・フロー I.対象 II.精度の分析 III.発表基準の提案 結論

II-i 震度予測手法の検証(確定震源)

震度4以上? ⇒ 下限Kの検証
下限Kは、どこまで利用可能か?

データの選択方法(3種類)

(A) 「予測震度」が下限K以上の場合
(B) 「観測震度」が下限K以上の場合
(C) 「観測震度」も「予測震度」も下限K以上の場合

どのように下限Kをとるのか?

(特徴)

(A) には、予測震度が観測震度より大きい観測点が多く含まれる
(B) には、観測震度が予測震度より大きい観測点が含まれる
(C) には、偏りがない

背景 目的・フロー I.対象 II.精度の分析 III.発表基準の提案 結論

II-i 震度予測手法の検証(確定震源) 8

震度の下限Kを変化させた時の誤差の平均、標準偏差、中央値

予測震度 確定震源からの予測震度とK-MET観測震度 (2011/04/11 17:16 福島県浜通りM7.0の場合)

下限K	平均	標準偏差	中央値	N	CO
0.5	0.47	0.62	0.5	26201	233
1.0	0.46	0.61	0.5	25550	233
1.5	0.51	0.60	0.5	23237	233
2.0	0.54	0.60	0.6	17453	233
2.5	0.53	0.67	0.5	9658	230
3.0	0.51	0.66	0.5	4103	185
3.5	0.48	0.62	0.4	1454	124
4.0	0.41	0.59	0.4	385	84
4.5	0.37	0.50	0.4	113	26

(A)「予測震度が下限K以上の場合」
(B)「観測震度が下限K以上の場合」
(C)「観測震度も予測震度も下限K以上の場合」

背景 | 目的・フロー | I.対象 | II.精度の分析 | III.発表基準の提案 | 結論

II-i 震度予測手法の検証(確定震源) 9

震度の下限Kを変化させた時の誤差の平均と標準偏差

予測震度 確定震源からの予測震度とK-MET観測震度 (2011/04/11 17:16 福島県浜通りM7.0の場合)

背景 | 目的・フロー | I.対象 | II.精度の分析 | III.発表基準の提案 | 結論

II-i 震度予測手法の検証(確定震源) 10

震度の下限Kを変化させた時の誤差の平均と標準偏差

予測震度 確定震源からの予測震度とK-MET観測震度 (2011/04/11 17:16 福島県浜通りM7.0の場合)

背景 | 目的・フロー | I.対象 | II.精度の分析 | III.発表基準の提案 | 結論

結論(1/2) 11

震度の下限K以上の観測点を用いて誤差を評価する場合は、データの選択方法に、

- (A)予測震度が下限K以上、
- (B)観測震度が下限K以上、
- (C)観測震度も予測震度も下限K以上の3種類の場合がある。

それぞれの場合の誤差の平均は、震度4(K=3.5)以上では、

- (A)の場合、 $+0.46 \pm 0.62$
- (B)の場合、 -0.40 ± 0.62
- (C)の場合は、 0.0 ± 0.45

で、選択したデータが(A)か(B)かで、評価が反対となる。

→データの選択方法(A)(B)(C)を適切に選ぶ必要がある。

背景 | 目的・フロー | I.対象 | II.精度の分析 | III.発表基準の提案 | 結論

結論(2/2) 12

それぞれのデータの選択方法には、

- (A)予測震度が観測震度より大きい観測点が含まれる
- (B)観測震度が予測震度より大きい観測点が含まれる
- (C)偏りが無い

という特徴がある。

これから、**震度予測手法の精度の評価**

データに偏りが無い(C)を利用 ⇒ 0.0 ± 0.45
K=3.0(or 2.5)からでも利用可能

緊急地震速報の予測震度の評価

震度4(K=3.5)以上の場合
予測震度が下限K以上(A)を利用 ⇒ $+0.46 \pm 0.62$

背景 | 目的・フロー | I.対象 | II.精度の分析 | III.発表基準の提案 | 結論

結論(3) 17

緊急地震速報の予測震度の誤差(推定震源の誤差を含む)は、**最終報**の場合 確定震源の場合とほぼ同じ

初報や**警報**の場合

誤差の平均が $+0.68 \sim 0.88$ (震度3以上の場合)
 $+1.13 \sim 1.19$ (震度4以上の場合)
(推定震源の誤差の影響が大きい)

特に**警報**が出された時の誤差が大

54地震のうち誤差の平均が $+1.0$ 以上が17地震(31.5%)
 $+2.0$ 以上が6地震(11.1%)

今後は、

- ・現行の予測震度の特徴を知り適切に利用する高度利用の方法を検討
- ・具体的な予測震度の補正方法の検討?

背景 | 目的・フロー | I.対象 | II.精度の分析 | III.発表基準の提案 | 結論