

大地震まで適用可能な早期地震速報の検討

神田克久(小堀鐸二研究所)

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震では、震源域が三陸沖から茨城県沖まで約 400km の広範囲に広がり、断層破壊が終了するまで 2 分以上掛かった。そのため、P 波部分の継続時間は長く短時間で地震の全体像を把握することは難しかったため、緊急地震速報では M は過小評価された。さらに、緊急地震速報から震度予測する場合、震源は破壊開始点を点震源と仮定するため、破壊が進んでいく方向の関東では震源距離が、実際に地震波エネルギーが発生した場所からの距離よりも長く評価された。これによって予測震度はさらに過小評価された。本震の後についても、複数の小さい余震が離れた地域ではほぼ同時に発生し、震源が区別できず一つの地震と判断し、逆に過大評価や誤報が頻発した。現在運用されている緊急地震速報では手法的にこれ以上の信頼性や精度向上は難しいと考えられる。震源を推定しないで、それまでに各地で観測されたリアルタイムの情報から直接地域全体の揺れを予測するほうがロバストで精度が高いという議論もある。また、緊急地震速報だけでなく敷地に設置された地震計を用いるオンサイト速報も、2011 年東北地方太平洋沖地震では緊急地震速報と同様な理由で P 波の初期の振幅を用いる場合は予測震度を過小評価した。本報告では、このような顕在化した大地震時の問題を解決するため、リアルタイムの震度分布から震度インバージョン解析を用いて震度予測を行う手法や、P 波を用いたオンサイト速報の評価時間の延長する手法について検討する。

2. リアルタイム震度インバージョン解析を用いた早期地震速報の検討

2011 年東北地方太平洋沖地震で観測された K-NET の記録から 1 秒ごとにリアルタイムに計測震度を求め、得られた震度 3 以上の震度分布から震度インバージョン解析[神田・他(2012), 地震 2, 65, 189-203]を行う。得られた地震発生後の時刻ごとのエネルギー分布を図 1 に示す。これから等価震源距離を求め、緊急地震速報から得られるマグニチュードを用いて距離減衰式から各地の震度分布を求める。図 2 にリアルタイムの各地の予測震度 (赤) と観測震度 (青) の比較を示す。この結果から求めた震度 4 (計測震度 3.5 以上) を予測した時刻と実際に震度 4 の揺れを受けた時刻の差を赤字で示すように、各地で比較的速く予測できることが分かった。

3. P 波オンサイト速報の検討

P 波センサの上下速度の平均振幅から主要動の震度を予測するオンサイト速報について検討を行った。通常 P 波オンサイト速報では、直下型の地震では 1~3 秒間の P 波を用いるが、2011 年東北地方太平洋沖地震では当初 P 波の振幅が小さいのでそのままの評価方法では過小評価する。そこで、60 秒まで P 波振幅の評価時間を延ばしていくとどうなるか検討した。図 3(a)で示すように 40 秒程度以上評価すれば過小評価が少なくなり、精度が向上することが分かった。このロジックを直下型の内陸地殻内地震やスラブ内地震に適用し、過大評価などの悪影響を与えないか検証を行い、問題が生じないことを確認した。

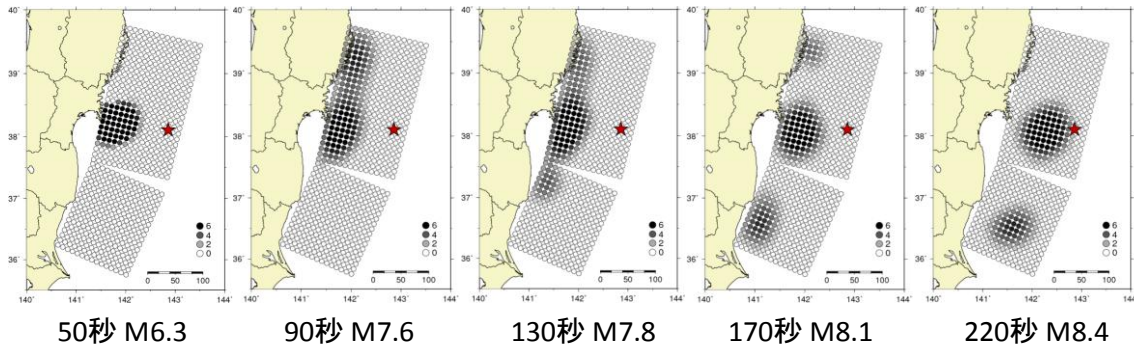
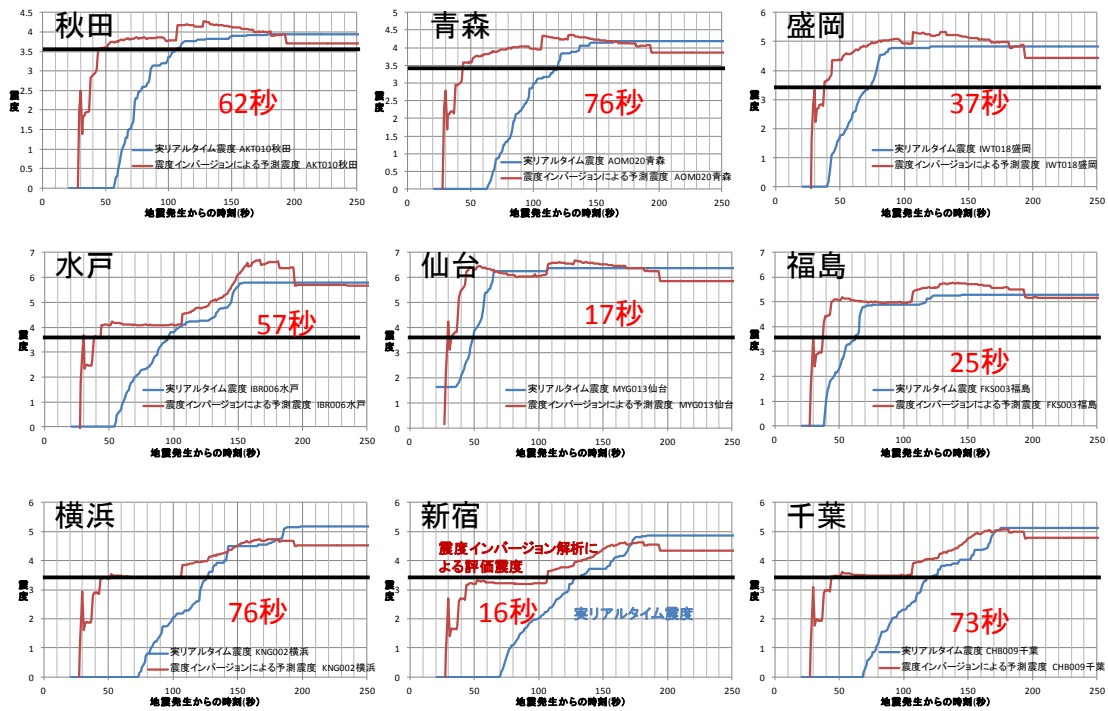
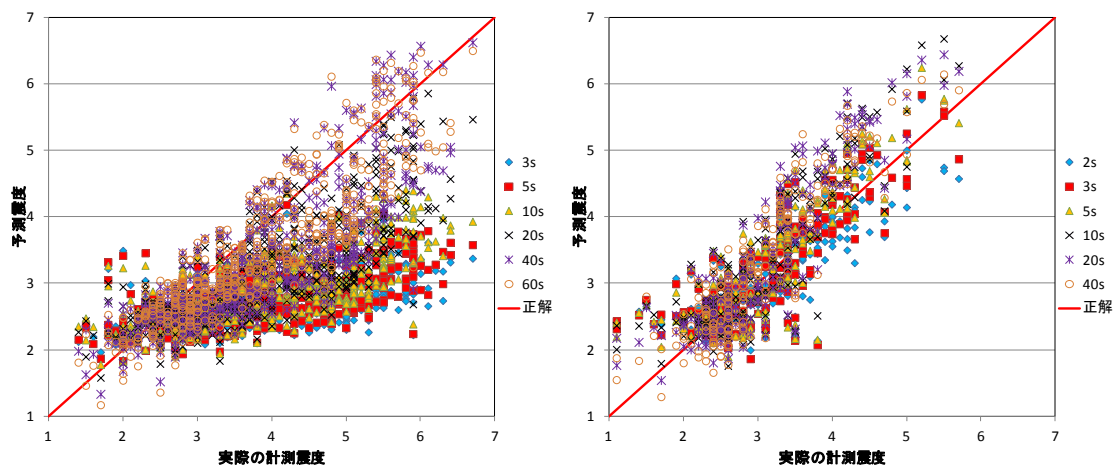


図1 リアルタイム震度インバージョン解析 (2011年東北地方太平洋沖地震)



* データ伝送および評価時間は無視

図2 緊急地震速報のMと震度インバージョン結果を用いた震度予測と震度4の余裕時間 (2011年東北地方太平洋沖地震、K-NETデータで検証)



(a) 2011年東北地方太平洋沖地震

(b) 2009年岩手宮城内陸地震

図3 P波検知後の評価時間とオンサイト予測震度の関係 (K-NETデータで検証)