

よりロバストな P 波 PLUM 法の検討：上下動リアルタイム震度の常時モニタリング

小寺 祐貴 （気象庁気象研究所）

M8 を超えるような巨大地震や連発地震発生時においても安定して地震動即時予測を行う方法のひとつとして、震源推定をせずに揺れから揺れを直接推定する手法が提案されている（例えば、Hoshiba and Aoki, 2015）。気象庁では 2018 年 3 月から緊急地震速報システムに PLUM 法（Kodera et al., 2018）を導入しており、警報の見逃しを減らすなどの改善につながっている（Kodera et al., 2021）。PLUM 法をはじめとする揺れから揺れを直接推定する手法は、観測データから推定した現在の波動場を、ある仮定した波動伝播モデルに基づいて時間発展させることで将来の揺れを予測しているが、強震動の予測は強震動そのものの実測を待つ必要があり、P 波が観測された時点で震源位置や M 推定が可能な震源モデルに基づく方法と比べると迅速性の面で課題がある。Kodera (2018) は、揺れから揺れを直接推定する手法に P 波の情報を取り入れる方法のひとつとして、S 波の前に現れる P 波から S 波の震度をあらかじめ予測し、それを PLUM 法の入力とすることを提案した（P 波 PLUM 法）。同手法では、（１）震動軌跡に基づいて P 波検出を連続的に行う、（２）P 波が検出されたら上下動のリアルタイム震度（功刀・他、2013）を P 波震度と見なして定数値（1.0）を加えることで S 波震度を予測する（P 波が検出されていないときには S 波予測は行わない）、という流れで予測計算をしていたが、予測性能は P 波検出処理の精度に大きく左右されていた。一方で、観測点によっては上下動のリアルタイム震度による S 波震度予測を連続的に（S 波部分を含む時間帯に対しても）行っても過大評価が起きない事例が見られた。これは、上下動リアルタイム震度による予測計算は相の判定を行わずに常時実施可能であることを示唆している。そこで本研究では、上下動リアルタイム震度による予測計算を常時実施する方法を検討した。

KiK-net 観測点を対象とし、2012 年から 2019 年において M6.0 以上、震度 5 弱以上を観測した約 30 地震を用いて手法の検証を行った。まず、上下動リアルタイム震度の最大値と観測震度（3 成分合成のリアルタイム震度）の最大値の差を取ることで、上下動リアルタイム震度に加算する定数値を観測点毎に求めた。得られた定数値はおおむね 0.5~1.5 の範囲に分布していたが、多くは 1.0 付近の値であった。また、標準偏差は多くの観測点で 0.1~0.3 の範囲であり、上下動リアルタイム震度によって最大震度がおおむね 0.1~0.3 の誤差で求められる可能性を示している。得られた定数値を Ogiso et al. (2016) で推定された水平動・上下動の増幅率と比較したところ、水平動の増幅率が上下動の増幅率と比べて大きい観測点ほど定数値が大きくなる傾向がみられた。次に、観測点毎の実際の予測誤差を評価した。Kodera (2018) では震度が小さい地点で予測震度が過大になる傾向が見られたが、本研究でも予測誤差は同様の傾向が見られた。最後に、実際に得られた定数値を上下動リアルタイム震度に加算することで、どの程度猶予時間が得られるかを計算した。震度の閾値を 4.5 とした場合は 1~3 秒程度、閾値を 3.5 とした場合は 1~10 秒程度、猶予時間が得られることが分かった。これらの結果は、上下動リアルタイム震度にある定数を加

算した値を常時モニタリングすることで、波動伝播に基づく地震動即時予測を迅速化できる可能性を示唆している。

謝辞：本研究では防災科学技術研究所の KiK-net の観測波形記録を使用しました。