

12 - 13 海底地震計を用いたモデル計算：地震動即時予測

— “揺れの数値予報” の適用例 —

Simulated Performance using Ocean Bottom Seismometers: Earthquake Early Warning - Application of “Numerical Shake Prediction” -

干場 充之 (気象庁気象研究所)

Mitsuyuki Hoshiya (Meteorological Res. Inst., JMA)

1. はじめに

地震動即時予測は、2007年から気象庁が緊急地震速報の業務を始めるなど、地震減災に結びつく技術として期待されている。緊急地震速報は、2011年の東北地方太平洋沖地震（以下、東北地震）では、東北地方に対しては想定通りの速さで警報を発し、所定の効果を発揮したといえよう。一方で、関東地方では震度4と予測したものの実際には震度6強で揺れた観測点もあった。これは、広い震源域への対応が必ずしも十分ではなかったためである。また、広範囲にわたる非常に活発な余震活動のため、ほぼ同時に発生した複数の小地震を適切に分離できず1つの大地震として処理し、その結果、過大な警報を発することが相次いだ。これらの課題を根本的に解決し、さらに精度向上と迅速性を高める手法を構築することが求められていた。

2. 揺れの数値予報

現在の緊急地震速報では、震源位置とマグニチュード(M)を即時に推定（以下、「震源とMの即時推定」）し、それを用いて、各地の地震動の強さを予測している。一方、震源位置やMを求めることなく、地震動が伝わってくる様子をリアルタイムで把握することにより、未来の地震動分布を予測しようという考え方の研究が進んでいる¹⁾。ここでは、①データ同化手法を用いて地震動の実況分布を正確に把握（波動場の把握）し、②それから波動伝播をシミュレートすることで未来を予測するもの、である（第1図）。天気予報での数値予報の考え方に似ており、そのアナロジーから、“揺れの数値予報”と呼んでいる。この方法では、震源位置やMの情報を必ずしも必要としないため、広い震源域であっても同時に複数の地震が発生していても、特別な処理を必要とすることなく、対応することができる。

本稿では、この“揺れの数値予報”において、ケーブル式海底地震計(OBS)の果たす役割について紹介する。

3. OBSを含めることの効果

“揺れの数値予報”では、精度のよい予測のためには、①の実況分布の正確な把握がカギとなる。これまで、わが国では、陸上においては高密度の強震計観測網や震度計観測網が構築されてきており、これらを活用することで、比較的正確に実況分布を把握することができる。一方で、海域においては、どうしても観測網が疎であり、正確な実況分布の把握が難しかった。近年、緊急地震速報への活用を想定して強震計の観測も含めた東南海OBS(気象庁)、Do-ne(JAMSTEC, 当時)、S-net(防災科研)などのケーブル式OBSの設置が進み、海域においても、正確な実況分布の把握が可能になりつつある。

第2図に、東北地震を例に、観測にS-netが加わる効果を示す。この地震が発生した2011年当時、

S-net はまだ敷設前なので、海域のデータについては、既往の研究²⁾を参照して、4つの強震動生成域 (SMGA) のモデルを用いた疑似データを作成した (陸上観測点については、実際に観測されたデータを用いている)。震源時から 40 秒の時点では、陸上の観測点だけでは、最初の SMGA からの強い揺れが把握できていない段階で、OBS を用いることにより、早い段階で把握することができている。また、90 秒の時点では、2 番目の SMGA から強い揺れを早期に把握している。140 秒の時点では、銚子付近に接近する強い揺れを捉えることができている。このように、OBS が加わることにより、早い段階での正確な実況把握が可能となり、より迅速で正確な即時予測に結びつく。

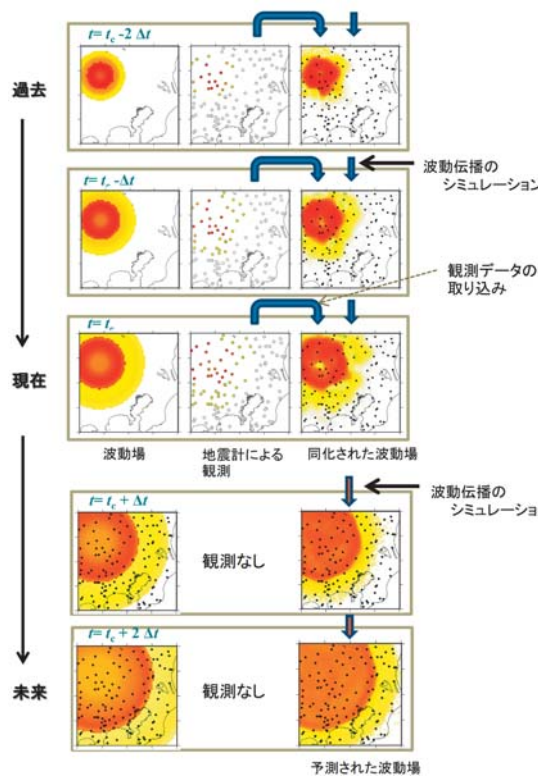
第 3 図には、想定南海トラフ地震の場合を示す (破壊開始点は、潮岬沖)。参考文献³⁾を参照して疑似データを作成した (OBS, 陸上点ともに)。24 秒の時点では、OBS により、最初の SMGA からの強い揺れを早期に検知できている。また、55 秒の時点では、徳島県に接近する強い揺れを捉えることができている。

4. さいごに

陸上の観測点だけでは把握できていない強い揺れも、OBS により早い段階から把握できるようになる。このことにより、より正確な揺れの強さと、到達時間の予測に結びつく。この OBS による効果は、特に、沿岸に近い地域で大きい。

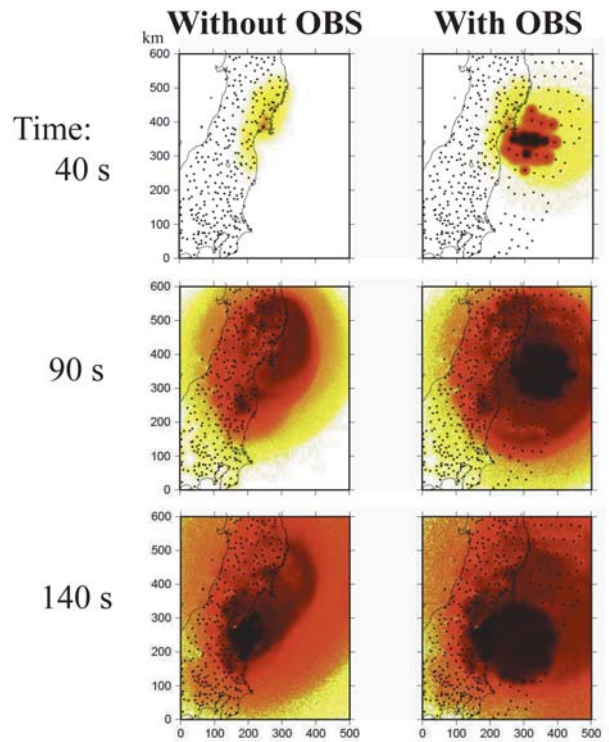
参考文献

- 1) Hoshihara, M. and Aoki, S. (2015), Numerical Shake Prediction for Earthquake Early Warning: Data Assimilation, Real Time Shake Mapping, and Simulation of Wave Propagation, Bull. Seismol. Soc. Am., 105, 1,324-1,338, , doi:10.1785/0120140280.
- 2) Asano, K. and Iwata, T. (2012), Source model for strong ground motion generation in the frequency range 0.1–10 Hz during the 2011 Tohoku earthquake, Earth Planet Earth, 64, 1,111-1,123, doi:10.5047/eps.2012.05.003.
- 3) 内閣府 (2012), 南海トラフの巨大地震モデル検討会 (第 2 次報告) 強震断層モデル編—強震断層モデルと震度分布について—, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/20120829_2nd_report05.pdf



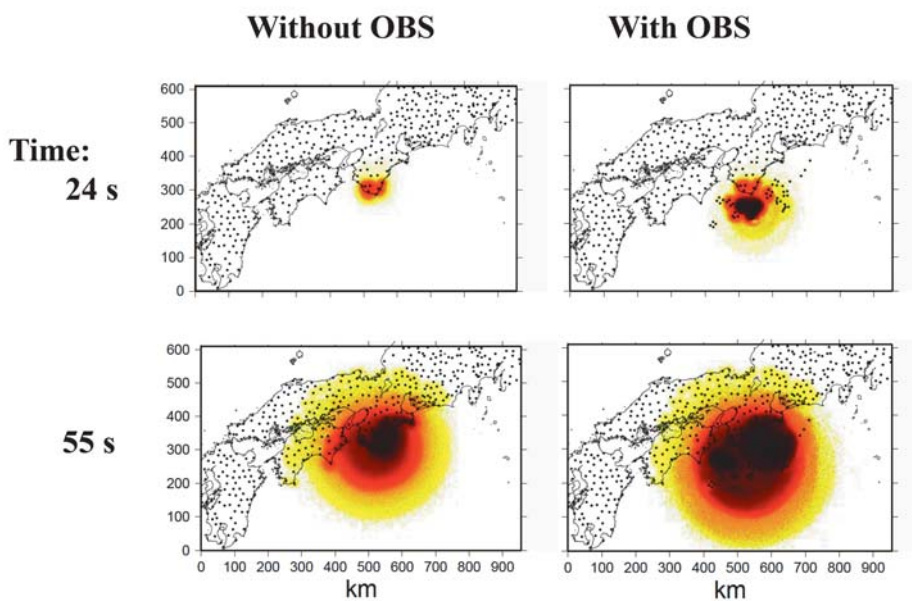
第1図 “揺れの数値予報” のイメージ。揺れの分布の把握から未来を予測する。

Fig.1 Schematic Image of “Numerical Shake Prediction”. From the estimated current distribution, future distribution is predicted.



第2図 東北地方太平洋沖地震での揺れの分布の把握の例。(左)陸上の観測点のみの場合と、(右)OBSも用いた場合。OBSは疑似データ。

Fig.2 Example of perception of ground shaking using the Tohoku earthquake. (left) Without OBS, and (right) with OBS in which simulated data are created using the SMGA model.



第3図 想定南海トラフ地震（破壊開始点：潮岬沖）での揺れの分布の把握の例。

Fig.3 Example of the anticipated Nankai trough earthquake, in which rupture is assumed to start at off cape Shiono-Misaki.