

海底地震観測網にも適切な緊急地震速報の地震規模即時推定手法の検討

気象研究所 林元 直樹

1. はじめに

DONET・DONET2 (JAMSTEC) や, S-net (防災科研) などの海底地震観測網の活用により, 海溝型巨大地震に対する緊急地震速報の迅速性が高まると期待されている. 一方で, 地震発生後, 限られた観測点でのデータを用いてリアルタイムに発表される緊急地震速報においては, 海底地震計 (OBS) データのみで情報が発表される状況も今後想定され, その利用には十分な吟味が必要である. 本発表では, 緊急地震速報のマグニチュード (M) 推定に OBS を利用する上で注意すべき特徴を示し, 対応策として上下動成分を用いた M 推定を検討した結果について報告する.

2. OBS におけるサイト増幅特性

OBS が M 推定に及ぼす影響として, 地震波の増幅が挙げられる. これまでに東南海 OBS や DONET の既設観測点で, 緊急地震速報の全相 M 式が過大となることがわかっている (林元・干場 (2013) など). また, 陸上の観測点との S 波部分のスペクトル比より, サイト増幅特性の周波数依存性が認められ, OBS では 1Hz より長周期側の水平動成分の増幅が顕著であることがわかった (Hayashimoto and Hoshiba, 2013, AGU). DONET における地震波の長周期成分での増幅は, 差分法による波形シミュレーションにおいても海洋堆積層が成因であると確認されている (Nakamura *et al.* (2014, 2015)). このように, OBS では M 推定にサイト増幅特性を考慮する必要があるが, M 式に適切な観測点補正值を推定するためには, データの蓄積に時間を要する.

3. 強震時の OBS データの安定性について

強震時の海底と地震計とのカップリングも重要な検討課題である. 2003 年の十勝沖地震 (M8.0) では, 震源直近の JAMSTEC の釧路沖 OBS で地震計筐体が最大約 5°回転したことが指摘されている (Yamamoto *et al.*, 2004, AGU). この釧路沖 OBS のデータについて, メディアンフィルタを適用して抽出した地震前後での各成分のオフセット変化から, OBS 筐体の姿勢角変化を算出した. 姿勢角の変化は入力加速度に応じて大きくなり, 2003 年十勝沖地震をはじめ PGA が 100cm/s^2 を超えるような地震で, ピッチ角に対してロール角の変化が卓越する傾向が顕著である (林元・他 (2015, JpGU)). 地震計の姿勢角を補正して上下動・水平動に変換した際, 重力加速度起因のオフセット変化は, 上下動成分やケーブル方向の水平動 (X'軸) より, ケーブルに直交する水平動 (Y'軸) で大きくなる. これは鉛直方向に作用する重力加速度のロール角回転に対する分力の変化量が, 上下動成分より水平動成分に生じやすいことによるものと考えられる. このオフセット変化は, 緊急地震速報のマグニチュード推定に用いている漸化式フィルタによる変位波形にも残留するため, M 計算に影響を与える可能性のある事例が存在することがわかった.

4. 上下動成分を用いたマグニチュード推定手法の検討

Two Step Stratified 法 (Joyner and Boore, 1981) を用いて、周辺の陸上観測点 (K-net) のデータより全相 M 式を算出し、この M 式を釧路沖 OBS に適用した場合、サイト増幅特性の影響に加えて、入力加速度に応じて M が過大となる傾向が認められる (図 2)。これらは地震計の傾動など強震時のデータ乱れの影響と考えられる。これらを低減させ、OBS でも安定した M 推定を可能とする手法として、上下動成分を用いた M 推定手法を提案する。同様に上下動全相 M 式を算出して OBS に適用したところ、入力加速度に対応した増幅の影響を抑えることができることが分かった (図 3)。上下動成分の長周期成分ではサイト間の増幅の影響が小さいことから、陸上の観測点においても現行 M 式より全体のばらつきを抑えることが可能となると考えられる。

5. まとめ

海底地震観測網でも適切にマグニチュード推定が可能となる手法として、上下動変位振幅を用いた M 推定手法を提案する。上下動振幅を用いることで、サイト間の増幅特性による影響や、強震時のデータ乱れの影響を軽減することができる。現在は、限られた地域での検証であるが、全国的に適用可能な M 式を導出し、陸上の観測網にも海底地震観測網にも適用可能なマグニチュード式の策定を目指したい。

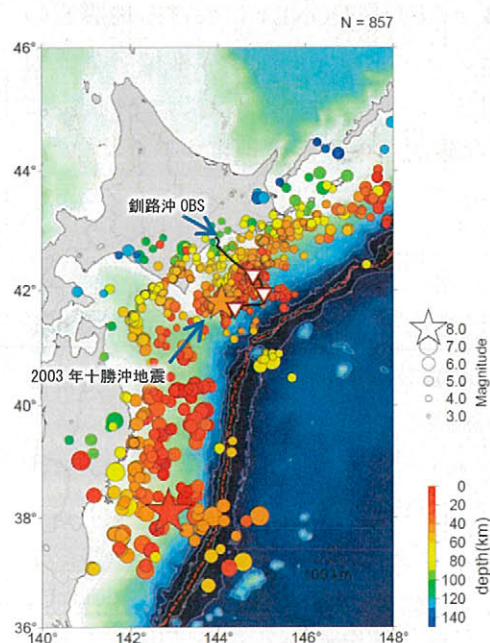


図 1. 釧路沖 OBS と M 推定に用いた地震の震央分布図

謝辞：本解析には、気象庁の波形データのほか、JAMSTEC の釧路沖 OBS や DONET、防災科学技術研究所の K-NET の地震波形データを利用しました。

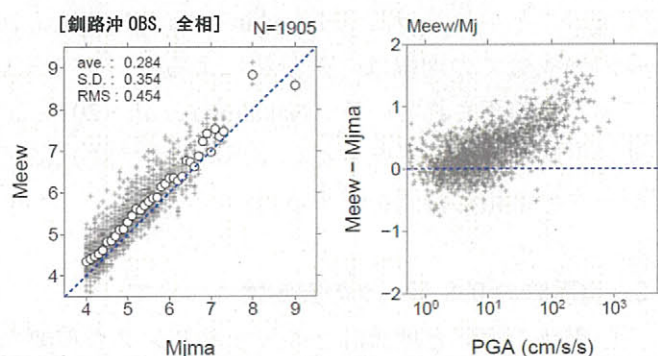


図 2. 3 成分合成変位波形により陸上観測点で推定した M 式を釧路沖 OBS に適用した結果. 左は気象庁一元化 M との比較, 右は M 残差の入力加速度との関係.

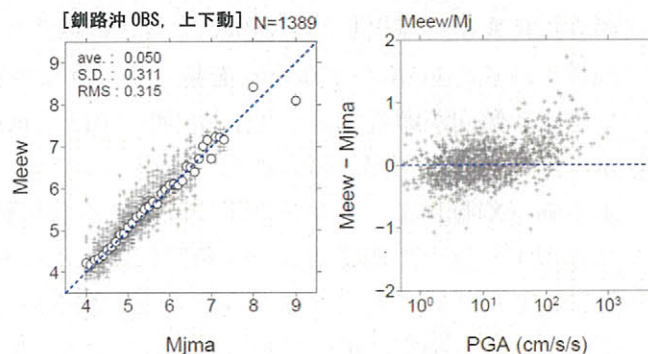


図 3. 上下動変位波形により陸上観測点で推定した M 式を釧路沖 OBS に適用した結果. M 残差の PGA 依存性が軽減され、K-NET との増幅の差も小さい。