

# 波動場のリアルタイム把握を目指した強震アレー観測

小木曾 仁・林元 直樹・干場 充之 (気象研)

## 1. はじめに

我々は次世代の緊急地震速報システムへの適用を目指し、震源位置やマグニチュードを用いず、観測された波動場そのものから地震動を予測する手法の開発を行っている。この手法では、波動場の予測(波動伝播シミュレーション)とその初期値となる波動場の実況推定、及びそれらの効率的な計算が解決すべき課題となる。Hoshiya and Aoki (2015)では、データ同化技術を用いて時間軸も含めた波動場の実況を推定している。観測点が多い場合は予測値に加えて観測された振幅分布を用いることで波動場の実況がよく推定できるが、半島の先端部や島しょ部では十分な観測点数がなく、振幅分布に加えて、他の観測値も利用することが望まれる。

波動場の観測量としては、振幅分布に加えて波動の種類や伝播方向と見かけ速度などもあげられる。アレー観測は波動の伝播方向と見かけ速度を得られる有力な観測手法である。我々は緊急地震速報への応用を念頭に、アレー観測を実施し、その効率的な処理手法の研究を開始した。本発表では、それらの概要について報告する。

## 2. アレー観測の概要

現在、気象研究所構内に 6 観測点からなるアレー観測網を構築し、連続波形を記録している。アレーの広がり約 300m 弱である。地震計は(株)東京測振の CV-374 型加速度計を用いており、500Hz サンプルングで 3 成分観測を行っている。2 観測点は自由表面上に設置しているが、他の 4 観測点は建物の床面に設置している。CV-374 は観測データを LAN 経由で 1 秒パケットとして伝送できるが、現時点では地震計本体に収録された連続波形記録を定期的にダウンロードして解析に利用している。

## 3. 効率的なアレー処理手法の検討

緊急地震速報へ応用するにはリアルタイムでの処理が必須である。本研究では、地震波形の伝送が通常は 1 秒パケットなので、1 秒以内に処理することを目標とした。解析を短時間で行うためには時間軸上で計算できる手法が有利である。本研究では、波動場の方位と見かけ速度の推定にセンブランス法(Neidell and Taner, 1971)を採用した。センブランス解析では、通常、種々の方位と見かけ速度を仮定したグリッドサーチが用いられる。単純なグリッドサーチでは分解能を上げると計算時間が加速的に増大するが、ここでは Oct-tree search (Lomax et al., 2009)を採用することによって、大局探査と高分解能を両立しつつ、効率的な計算が比較的単純なコードで可能になった。

#### 4. 得られた観測データの特徴

現在の6観測点による観測は2014年11月から開始している。観測開始以降、多くの地震が記録された。例えば2014年11月22日に長野県北部で発生した地震( $M_j6.7$ )の地震波形について2-4Hzの帯域でセンブランス解析を行ってみると、直達P波付近では上下動成分で非常に高いセンブランス値が得られた。直達S波付近では、上下動・水平動ともにセンブランス値が大きくなるが、P波の上下動に対するそれよりは小さい。また、コーダ波の部分では、特にSコーダにおいて各成分のセンブランス値は小さく、アレー内で観測波形の相関があまり高くはないことがわかる。P波及びS波到達時付近のセンブランス値から推定した到来方向と一元化震源から計算される到来方向を比較したところ、残差に顕著な方位依存性がみられた。残差の方位依存性の補正として、JMA2001から計算される走時差を利用した補正と傾斜層の影響(Niazi, 1966; 牧・他, 1987)による補正を試したところ、どちらでも観測値を良好に補正することができた。方位依存性の原因としては、傾斜層のほかには建物の基礎の影響による走時差が考えられるが、その切り分けはできていない。

#### 5. まとめと今後の課題

6観測点からなる強震アレー観測網を構築し、緊急地震速報への応用を目指したアレー観測と解析手法の研究を行っている。リアルタイム処理を目指した計算の効率化には一定の見込みが得られ、直達波部分であればある程度の精度で波動場の方位と見かけ速度の推定が可能であることがわかった。今後は、設置環境の観測値に与える影響や地震動即時予測への適用方法、及びその効果についても考察していきたい。

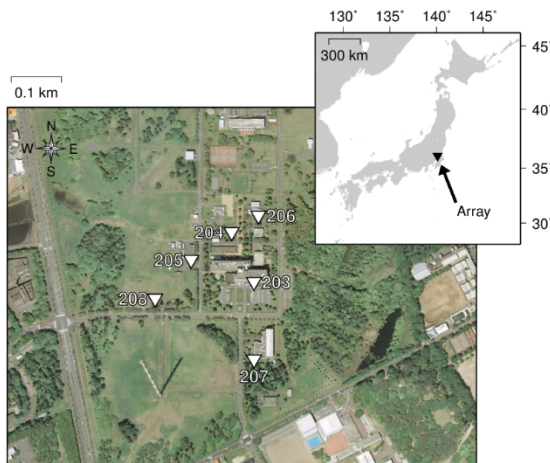


図1 アレーの観測点配置

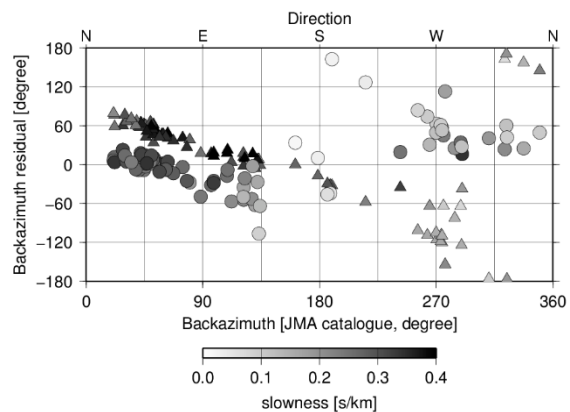


図2 水平動のセンブランスから求めた、傾斜層補正前( $\Delta$ )と補正後( $\circ$ )の一元化震源とのS波付近の到来方位の残差分布。