

# 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（気象研究所）

### 1. はじめに

我々は次世代の緊急地震速報の技術的基盤として、震源情報を介さず、観測された波動場から直接未来の波動場を予測する手法(Hoshiba, 2013)の確立を目指した研究を行っている。この手法においては、波動場を予測するうえで初期値となる波動場の把握が重要である。Hoshiba and Aoki (2015)では、サイト特性を漸化式フィルタで補正した振幅分布を観測値として利用している。しかし、波動場の観測値として利用できるパラメータは他にもあり、例えばアレー観測によって波動場の到来方向や見かけ速度を得ることができる。そこで、我々はアレー観測を次世代の緊急地震速報に活用するための基礎的な研究として、強震アレー観測を実施し、その解析手法の改良や観測値の評価を行っている。本発表では、それらの結果を報告する。

### 2. アレー観測網の概要

本研究では気象研究所構内に 6 観測点からなるアレー観測網を設置している。地震計は東京測振製の加速度計(CV-374)を使用している。観測網の広がりには 300m 弱と小さいので、サンプリング周波数は 500Hz とし、3 成分の連続波形を収録している。設置環境の都合上、2 観測点は自由表面上(地震計台、もしくは埋設)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。

### 3. 解析手法の検討

アレー観測を緊急地震速報に活用するためには効率的な計算が必要である。本研究では、地震波の到来方向の推定に時間領域で処理できるセンブランス法(Neidell and Taner, 1971)を採用した。センブランス法では到来方向と見かけ速度の推定にグリッドサーチが使われることが多いが、単純なグリッドサーチは計算時間を要するため、ここでは効率的なグリッドサーチとして Oct-tree search (Lomax et al., 2009)を採用した。その結果、4 秒間の時間窓、6 観測点を用いたセンブランス計算が約 0.8 秒程度で可能なことを確認した。

### 4. 観測値の評価

2014 年 11 月から 2015 年 7 月までに得られた観測記録から、地震波が明瞭な 103 イベントを切り出してアレー解析を行い、得られた到来方向と見かけ速度を一元化震源カタログと比較した。なお、アレー解析による到来方向と見かけ速度は P 波(上下動)もしくは S 波(水平動)の到達時付近でセンブランスが極大値となる時刻における値を利用した。

一元化震源カタログの値と比較したところ、見かけ速度は大きな特徴はなかったが、到来方向の推定値に方位依存性のある顕著なずれがあることが分かった。このずれの原因を調

べるため、近隣の強震観測点(K-NET つくば)のP波初動部分の粒子軌跡を調べたところ、アレーと同様に方位依存性を持つ到来方向のずれがみられた。この到来方向のずれは、つくば市の北部に位置する筑波山に向けて地震基盤面が浅くなっていることで定性的に説明できる。

波動場のリアルタイム予測において、現在のところ詳細な地震基盤面を考慮した計算は困難であるため、上で述べた到来方向のずれはなんらかの形で補正する必要がある。補正方法として、単純な走時の静補正及び傾斜層補正(Niazi, 1966; 牧・他, 1987)の2通りを試したところ、どちらの手法でも良好な補正結果が得られることがわかった。これらの手法はどちらも計算時間に与える影響は非常に小さい。

## 5. まとめと今後の課題

緊急地震速報への活用を目指した強震アレー観測を実施している。緊急地震速報に必要なリアルタイム計算については一定のメドが得られた。また、解析で得られた到来方向には観測点直下の地下構造の影響とみられるずれがみられ、その補正が必要であることがわかった。

今後はアレー観測で得られた結果の具体的な活用方法の考察が必要である。観測値と予測値をうまく融合させるデータ同化(例えば淡路・他, 2009)の枠組みが有効であろう。その際に必要な観測演算子や観測誤差、背景誤差等の考察を行っていく予定である。

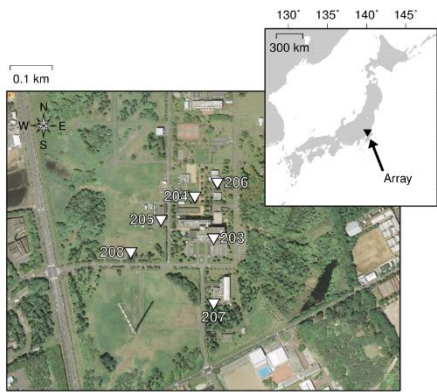


図1 アレー観測点の配置

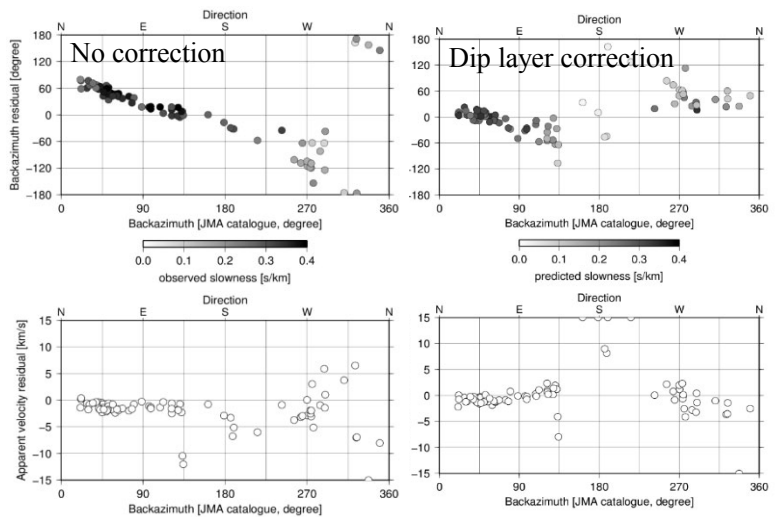


図2 到来方位と見かけ速度の一元化震源との比較  
(S波付近、水平動の結果)

左は補正なし、右は傾斜層補正を適用している