

## 稠密高感度地震観測網の広帯域利用でみる不均質構造を伝播する地震波動場の時空間モニタリング

### Spatio-temporal monitoring seismic wavefield by recovering broadband signal in dense seismograph network

前田 拓人<sup>1\*</sup>, 古村 孝志<sup>1</sup>, 齊藤 竜彦<sup>2</sup>, 小原 一成<sup>2</sup>

Takuto Maeda<sup>1\*</sup>, Takashi Furumura<sup>1</sup>, Tatsuhiko Saito<sup>2</sup>, Kazushige Obara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学総合防災情報研究センター, <sup>2</sup>防災科学技術研究所

<sup>1</sup>CIDIR, III, the University of Tokyo, <sup>2</sup>NIED

#### はじめに

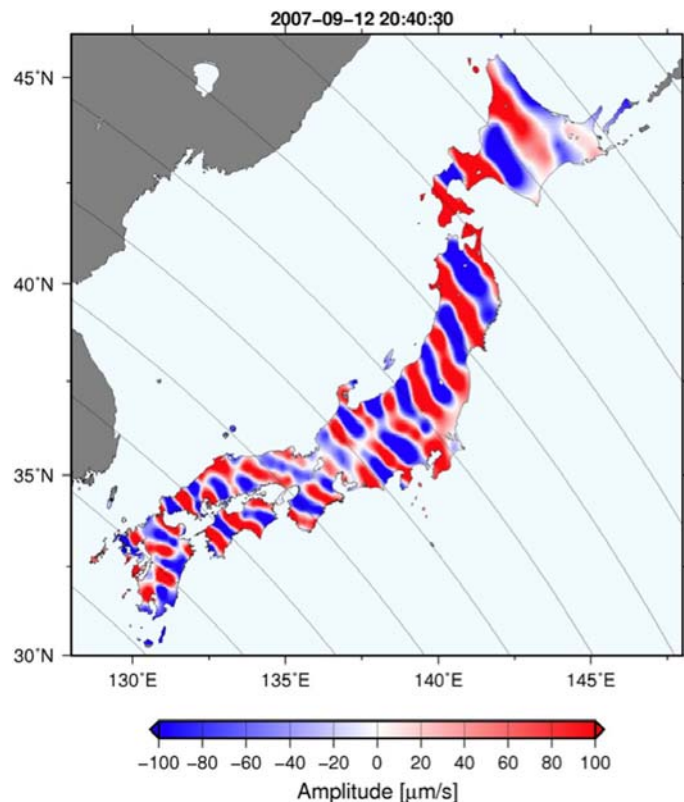
防災科学技術研究所のHi-netに代表される高感度地震観測網は、近地微小地震を主たる観測対象にしているが、ポアホール底での良いS/N環境と広ダイナミックレンジをもつ収録機器により、実際には遠地地震の長周期実体波や表面波が良好に記録している。そこで、本研究ではこれらの高感度地震観測網データの長周期側での適用限界を検討し、主に周期20-50秒帯域の広帯域波動場の調査に適用して明らかになってきた興味深い波動現象を紹介する。

#### 時間領域シミュレーションによる高感度波形データの広帯域化

Hi-netに設置されている地震計は1Hzに固有周波数を持つ速度計であり、そのままでは低周波成分の地震動の振幅と位相を正しく出力しない。そこで、この地震計の特性を補正し、STS-2型広帯域地震計の特性での記録を模擬するシミュレーションフィルタ (e.g., Kanamori, et al., 1999) を設計した。これは時間領域の2次の再帰型フィルタであり、大量の観測点記録を高速かつ容易に処理することができる。

このフィルタを2007年9月のスマトラ沖の地震 (Mw8.5) に適用し、近傍のF-net広帯域地震計の記録と比較して、周期2-100秒までの地震波がほぼ完全に再現されることを確認した。ただし、再現できる長周期側の限界は地震動の入射振幅に依存し、振幅が小さいMw7.0および6.0の余震ではそれぞれ20秒、10秒までしか再現できなかった。

一方、2005年3月の福岡県西方沖地震 (Mw6.6) についても同様の処理を行ない理論地震波形と比較を行ったところ、震央距離が300km以内の観測点では一致が悪かった。Hi-net地震計は振り子のストロークが0.2cm (Obara et al., 2005) と小さいことから、強い揺れにより地震計が振



り切れたためと考えられる。事実、これら震源近傍の観測点では、同設されたKiK-net加速度記録がHi-net速度計飽和限界（3.95gal；汐見, 2005）を超過していた。

### 地震波動場の面的分布

Hi-net記録のフィルタ処理により再現された長周期表面波群は、平均観測点間隔（20km；Obara et al., 2004）よりずっと長い波長を持ち、これを用いることにより地震波の位相のコヒーレンスの空間分布を直接モニタリングすることが可能になる。

そこで、2007年9月のスマトラ沖の地震波の周期20-50秒帯の位相の面的分布を、地図上に位相極性をマッピングして調べた。まず、地震発生からの経過時間が短い場合はコヒーレントな位相を持つ表面波が大円経路に沿って日本列島を伝播していく様子が確認された。また、震央から遠ざかるほど表面波の波長が長くなり、表面波の分散性を空間的に把握することができた。次に、後続位相の伝播を見ると、中部日本において波面に沿って位相が断裂している様子（図）が確認された。類似の波群の断裂は既にペルー地震の観測から小原（2003）によって報告されているが、この断裂の原因は不明なままであった。そこで、日本列島中部の半径120km以内の120観測点を用いてアレイ解析を行ない、到来方向を調べたところ、この波群は大円経路からそれぞれ10度程度ずれた散乱波と思われる2つの表面波の重ね合わせによって構成されていることが明らかになった。わずかに到来方向が異なる平面波が重畳したことにより、互いの位相が干渉し、光学におけるモアレ現象（Takasaki, 1970）に相当するものが観測されたと考えられる。

一方、2009年7月15日に発生したNew Zealandの地震では、ほぼ鉛直に入射するP波の直達波群の到着直後から、主に西南日本を東から西に伝播する散乱波が確認された（前田・他, 2009）。この地震波群はアレイ解析と地震波伝播の数値シミュレーションとの比較から、房総半島南東沖の三重会合点からの散乱波であることが示されている。このように、Hi-net等の高密度観測網で記録した長周期波動場の空間分布を精査することで、プレート形状、地形、そして地殻・マントル不均質構造を直接視覚的に捉えることが可能になる。

キーワード:地震波伝播,地震波散乱,広帯域地震動

Keywords: seismic wave propagation, seismic wave scattering, broadband seismogram