

緊急地震速報の改善のためのみかけ速度と伝播方向の即時推定

佐藤明日花・蓬田清（北海道大学理学院）

Quick estimation of apparent velocity and direction of wavefield for the improvement of the early warning system

Asuka Sato and Kiyoshi Yomogida

(Graduate School of Science, Hokkaido University)

1. はじめに

日本の現在の緊急地震速報は、震源に近い観測点での P 波部分の走時・振幅データをもとに、まず震源位置とマグニチュードを暫定的に求めた上で、離れた地点の S 波の到達時刻や震度の予測を行っている。しかし、(a)震源域の大きさを考慮しなくてはならない規模の地震(M>8)、(b)深発地震、(c)ほぼ同時に複数の場所で地震が発生した場合などには、震源の位置・大きさが正しく求まらないことがわかっている。観測点が密な緊急地震速報のシステムでは、地表面での波動場の伝播の方向とその速度を推定することが原理的に可能である。そこで、グリーン関数の表現定理に基づいて、我々は初期の観測波形だけでなくその空間微分（みかけ速度と方向）を用いて、時間が経過した後の波動場を推定することで、緊急地震速報の改善を試みる。

正確かつ安定したこのような波動場の外挿のためには、信頼性の高いグリーン関数が必要である。緊急地震速報のためには地表面を伝播する波面の到達位置と振幅だけがわかれば良いので、厳密な 3 次元的な P 波のグリーン関数ではなく、2 次元的な波動伝播のみを表現することを試みる。すなわち、地表面の P 波のみかけ速度と伝播方向のみ求めればよい。ただし、これらは震央距離、地域、震源の深さなどによって様々に異なるので、初期段階の波動場の観測から短時間で精度よく求める必要がある。

2. みかけ速度の多様性

日本近辺の様々な地震を Hinet 観測点での観測波形から、みかけ速度を測定した。いくつかの地域の震源の深さによるみかけ速度の変化を図 1 に示す。この図によって得られた値より、波動場の外挿に用いるグリーン関数を構築する基準とする。

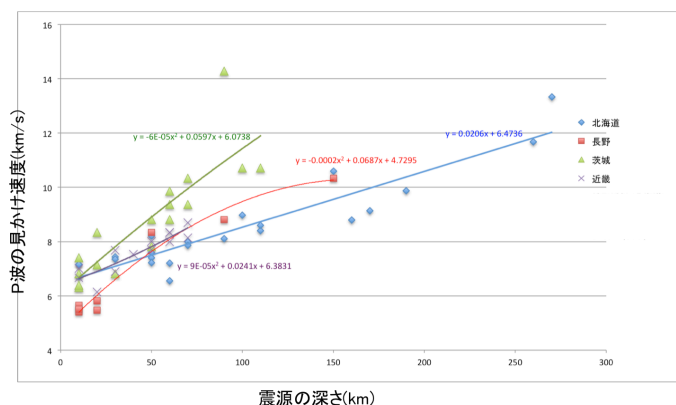


図1 北海道、長野県、茨城県、近畿地方で様々なイベントのみかけ速度を測定し、深さの関数でプロットした。グリーン関数にはこの関数を用いる。

3. f-k スペクトル解析を用いた初期波動場の解析手法

4~6 個の隣接する Hinet の観測点波形記録から、f-k 解析によって初期の段階で P 波伝播よりそのみかけ速度と伝播方向を求めた。解析した周波数は 0.3~5Hz で、解析の時間幅は北海道宗谷地方の地震で P 波到着時から約 1.3 秒、岐阜県飛騨地方の地震で約 4.5 秒である。

4. 推定された初期波動場のみかけ速度と伝播方向

2013 年 5 月 21 日に発生した北海道宗谷地方を震源とするマグニチュード 4.8、深さ 270km の進発地震と、2011 年岐阜県飛騨地方で発生したマグニチュード 3.5、深さ 3km の浅い地震について、解析を行った。観測点は震源に近い 6 つの地震計を用いている。結果の一部を図 2 に示す。北海道宗谷地方の地震の解析では北東方向にスペクトルのピークが現れており、観測点群から震源の位置がそちらにあることを示している。岐阜県飛騨地方の地震においてはピークが西南西の方向に現れており、震源の位置が正しく推定できたことを示す。後者ではみかけ速度は 6.1km/s であり、図 1 の長野県の 10km の深さに対応する値と調和的である。

このように、みかけ速度と波動場拡大の方向がアレイ解析によって測定出来ることが判明した。特に観測点がより密であった岐阜県飛騨地方の地震の解析では波動場がみかけ速度 6.1km/s で東北東の方向に進んでいく様子が正確に推定することが出来た。今後はより多くの解析により実際に波動場の外挿を行う。また、S 波の到着時刻や震度等の予測も、P 波との何らかの経験的な関係式を求めることによって行う予定である。

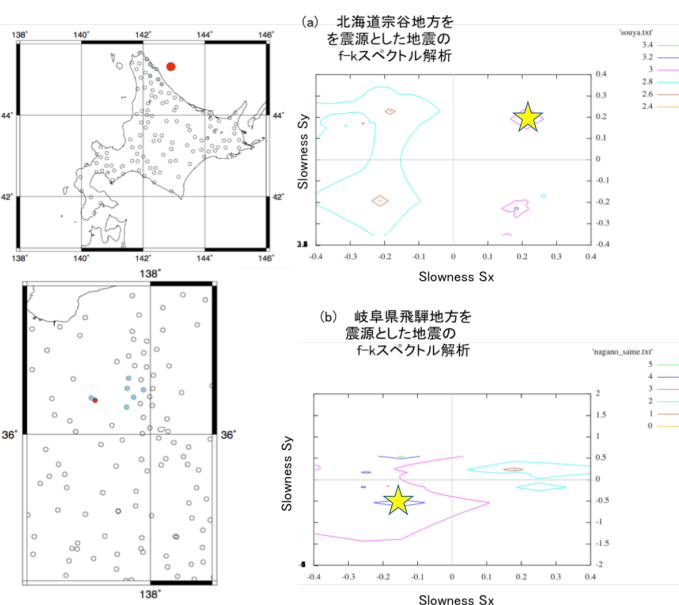


図2 北海道宗谷地方と岐阜県飛騨地方を震源とする地震のf-kスペクトル解析の結果。赤丸が震源で、青色のついた観測点が今回解析に用いた観測点である。

謝辞:本研究では、防災科学技術研究所の Hinet の波形記録を使用させていただいた。