

Hi-net 地震計における計器特性の経年変化と

地震波干渉法解析への影響について

上野友岳

防災科学技術研究所

近年、雑微動を用いた地震波干渉法解析によって、速度構造の年周変化や地震前後の速度構造の低下が議論されるようになり、Hi-net の記録してきている連続波形データがますます重要となっている。一方で、Hi-net 地震計は大きな揺れを伴う大地震の影響を受けている可能性も有り、特に、ごく微小な速度変化などを検出するに際は、この影響に注意する必要がある。2011 年東北地方太平洋沖地震は多くの観測点に大振幅の地震波をもたらしたため、我々は Hi-net 地震計の固有周波数 f および減衰定数 h を測定し、 f と h が 2011 年の東北地震前後と過去 10 年間でどの程度変化したのかを調査した。また、これら f および h の変化が地震波干渉法解析に与える影響の大きさを推定した。

Hi-net では地震計の状態を確認するため、毎日 9 時にテストコイルを実施している。本研究では、このテストコイル波形から固有周波数 f および減衰定数 h をグリッドサーチで推定し、日々の変化を調査した。 f および h の推定分解能は各々 $\pm 0.05\text{Hz}$ および ± 0.05 程度であった。さらに、 f および h の変化が自己相関関数 (ACF) による地震波干渉法解析に与える影響を調査するために、我々は様々な f と h から計算される地震計特性を作成し、帯域の広い F-net 波形記録に畳み込み、疑似 Hi-net 連続波形を作成した。その波形に対し、Hi-net 地震計特性の標準値である $f=1.0\text{ Hz}$, $h=0.7$ の特性を畳み込んだ波形から求めた ACF を基準とし、他の値から推定した ACF と基準 ACF の違いを速度構造が変化したと見なして、ストレッチング法を行った。なお、ストレッチング法では 1-3 Hz のバンドパスフィルター後に 1 bit に規格化した ACF の 4-15 秒のラグ時間を対象とした。

2003年から2013年までの f および h の変化を調査した結果、多くの地震計で、微小な変化が見られた。岩手県沿岸にある釜石観測点 (KMIH) を例にとると、10年で固有周波数が約 0.05 Hz 徐々に高くなっている。また、2011年東北地方太平洋沖地震前後では、 0.05 Hz 以下の急激な低下も見られた。このような地震前後の微小な地震計特性の変化は、震源地に近い東北地方を中心に多くの観測点で確認できた (図 1)。また、地震計の特性変化が地震波干渉法解析に与える影響を調査した結果、固有周波数で $1 \pm 0.1 \text{ Hz}$ および減衰定数で 0.7 ± 0.1 程度の揺らぎならば、見かけの速度構造変化は 0.1% 以内になることが分かった。これより大きな特性変化を与えた場合は、 1 Hz より低周波側で見かけの速度構造変化が現れやすい傾向にあった。また、 1 Hz より高周波側で見かけの速度構造変化は比較的現れにくかったが、基準 ACF と比較する ACF の相関値が低くなる傾向があった。

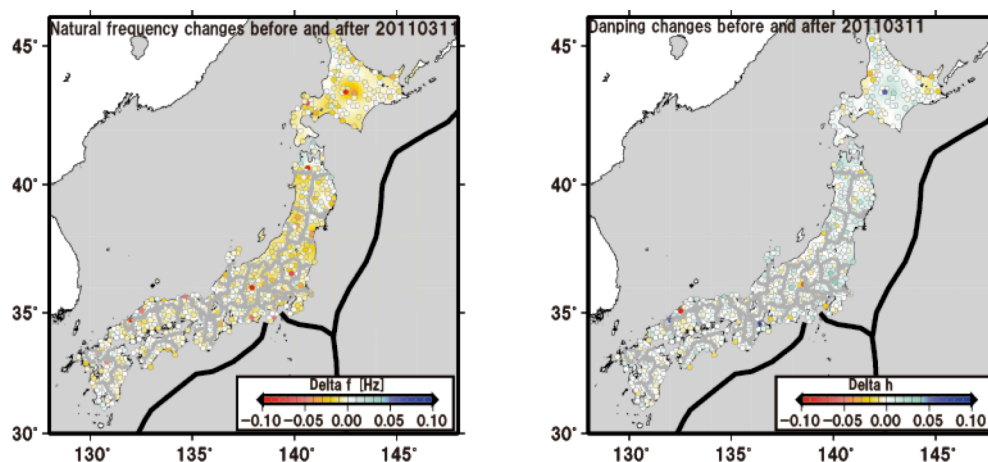


図 1. 2011年東北地方太平洋沖地震前後における Hi-net 地震計の計器特性変化。左図は固有周波数 f 、右図は減衰定数 h の分布図。震源地に近い東北地方を中心に、多くの観測点で変化が確認できる。